

2020年12月2日提出版

# 廃棄物埋設施設における 許可基準規則への適合性について

2020年12月  
日本原燃株式会社

## 【凡例】

「廃棄物埋設事業変更許可申請書」の記載部分について、以下のとおりマーキング表示を実施。

本文記載・・・「黄色」

本文・添付書類ともに記載・・・「黄色」

添付書類記載・・・「水色」

## 構 成

本資料の構成は、以下のとおり。

第二条 定義(安全機能について)

第三条 安全機能を有する施設の地盤

第四条 地震による損傷の防止

第五条 津波による損傷の防止

第六条 外部からの衝撃による損傷の防止

第七条 火災等による損傷の防止

第八条 遮蔽等

第九条 異常時の放射線障害の防止

第十条 廃棄物埋設地のうち第一号及び第三号

第十条 廃棄物埋設地のうち第四号(廃止措置の開始後の評価)

第十一条 放射線管理施設

第十二条 監視測定設備

第十三条 廃棄施設

第十四条 予備電源

第十五条 通信連絡設備等

廃棄物埋設施設における  
許可基準規則第二条について

第二条 定義（安全機能について）  
（1号、2号及び3号廃棄物埋設施設）

2020年12月  
日本原燃株式会社

## 目 次

1. 第二種廃棄物埋設施の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第二条及びその解釈.....	1
2. 廃棄物埋設施の変更申請対象設備 .....	1
3. 安全機能について.....	2
(1) 漏出防止機能に関する設計方針 .....	2
(2) 移行抑制機能に関する設計方針 .....	2
(3) 遮蔽機能に関する設計方針 .....	3
4. 安全機能を有する施設.....	3
5. 安全機能を維持する期間 .....	7
6. 飛散防止について .....	7
(1) 想定する事象 .....	7
7. 参考文献 .....	9



## 1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第二条及びその解釈

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則
(定義) 第二条 この規則において使用する用語は、法及び核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則（昭和六十三年総理府令第一号）において使用する用語の例による。 2 この規則において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。 一 「安全機能」とは、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であつて、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるものをいう。 二 「安全機能を有する施設」とは、廃棄物埋設施設のうち、安全機能を有するものをいう。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈
第2条(定義) 1 この規程において使用する用語は、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和32年法律第166号）及び核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則（昭和63年総理府令第1号。以下「事業規則」という。）において使用する用語の例による。

## 2. 廃棄物埋設施設の変更申請対象設備

廃棄物埋設施設（以下「本施設」という。）は、廃棄物埋設地及び廃棄物埋設地の附属施設（以下「附属施設」という。）で構成される。

廃棄物埋設地は、埋設設備、排水・監視設備及び埋設設備の上面及び側面を覆う土砂等（以下「覆土」という。）により構成する。埋設設備は、外周仕切設備、内部仕切設備、廃棄体支持架台、セメント系充填材、覆い、コンクリート仮蓋及び内部防水により構成する。排水・監視設備は、ポーラスコンクリート層、排水管及び点検管（1号及び2号は点検路と読み替える）により構成する。覆土は、難透水性覆土、下部覆土及び上部覆土により構成する。

附属施設は、低レベル廃棄物管理建屋、放射性廃棄物の受入施設、放射線管理施設、監視測定設備、廃棄施設、通信連絡設備で構成する。このうち、放射性廃棄物の受入施設は、一時貯蔵天井クレーン、コンベア、廃棄体取り出し装置、払い出し天井クレーン、廃棄体一時仮置台、廃棄体検査装置及び埋設クレーンのことを総称していう。

変更申請対象設備を以下に示す。

3号の対象は、埋設設備、排水・監視設備、覆土、埋設クレーン、放射線管理施設、監視測定設備、廃棄施設、通信連絡設備等である。

1号の対象は、埋設設備7,8群、排水・監視設備のうち点検路、覆土、放射線管理施設、監視測定設備、廃棄施設、通信連絡設備等である。

2号の対象は、覆土、放射線管理施設、監視測定設備、廃棄施設、通信連絡設備等である。

ここで、3号増設に伴い「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「許可基準規則」という。）への適合性確認が必要な1号廃棄物埋設施設である共用設備は、放射

線管理施設、監視測定設備、廃棄施設、通信連絡設備等であるため変更対象とする。

なお、その他の設備については、許可基準規則への適合性確認が必要ではない設備であるため、変更申請対象ではない。

以上の変更申請対象設備に係る安全機能を定義する。

### 3. 安全機能について

許可基準規則第二条第2項第一号より、「安全機能」とは、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるものをいう。」となっている。

廃棄物埋設施設（以下「本施設」という。）では、取り扱う廃棄体の放射能濃度が低く、個々の廃棄体に含まれる放射性物質の量は十分少ないが、埋設する総本数が多い。そのため、放射性物質の漏出を防止する機能（以下「漏出防止機能」という。）、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減する機能及び生活環境への移行を抑制する機能（以下これらをあわせて「移行抑制機能」という。）並びに遮蔽機能が喪失した場合には、放射線障害を及ぼすおそれがあることから、これらを安全機能とした。以下にそれぞれの設計方針を示す。

#### (1) 漏出防止機能に関する設計方針

安全機能を維持すべき期間のうち、放射性物質の漏出を防止する必要のある期間の終了時期である埋設の終了時期を覆土完了時点とする。

埋設設備のうち外周仕切設備、セメント系充填材、覆い及び内部防水並びに排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間において、以下に示す方針に基づき、廃棄物埋設地の限定された区域(埋設設備)からの放射性物質の漏出防止機能を有する設計とする。

漏出防止機能は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間において、水を媒体とした放射性物質の環境への漏出を防止するため、雨水及び地下水と廃棄体が接触しないよう浸入を防止する設計とし、万一、廃棄体と水が接触した場合にも放射性物質の漏出を防止する設計とする。

雨水及び地下水の浸入の防止は、外周仕切設備及び覆いの透水特性のうち、低透水性及びひび割れ抑制並びに内部防止の防水性により埋設設備内への水の浸入を防止する設計とする。また、埋設設備内に浸入した水はポーラスコンクリート層により回収し、埋設設備外に排出するとともに、セメント系充填材及び内部防水により廃棄体と水の接触を防止する設計とする。

放射性物質の漏出の防止は、外周仕切設備及び覆いの透水特性のうち低透水性及びひび割れ抑制並びに内部防水の防水性により埋設設備外への水の漏出を防止する設計とする。また、放射性物質を含む水はポーラスコンクリート層により回収し、埋設設備外へ排出する設計とする。

#### (2) 移行抑制機能に関する設計方針

埋設設備及び覆土は、以下に示す方針に基づき、覆土完了から廃止措置の開始までの間において、移行抑制機能を維持する設計とし、廃止措置の開始後において、移行抑制機能を期待できる設計とする。

移行抑制機能は、覆土完了後において、放射性物質の移行に伴う公衆の受ける線量を低減するため、埋設設備内への水の浸入を抑制するとともに、放射性物質を収着する設計とする。

水の浸入の抑制に関して、覆土は、土質系材料の低透水性により埋設設備内への水の浸入を抑制する設計とする。

放射性物質の収着に関して、埋設設備及び覆土は、それぞれ収着性を有するセメント系材料及び土質系材料を用いる設計とする。

また、埋設設備及び覆土の移行抑制機能の設計に当たっては、天然バリアの移行抑制機能を考慮して行う。

### (3) 遮蔽機能に関する設計方針

本施設は、敷地周辺の公衆の受ける線量及び放射線業務従事者の受ける線量並びに管理区域以外の人立ち入る場所に滞在する者の線量が、「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」で定められた線量限度を超えないことにより、合理的に達成できる限り十分低くするため、以下に示す方針に基づき遮蔽機能を有する設計とする。

遮蔽機能は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間において、廃棄体の線量当量率、位置等を考慮し、廃棄体を埋設設備に定置することにより、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による敷地周辺の公衆の受ける線量を実効線量で  $50 \mu\text{Sv/y}$  以下に低減できる設計とする。また、放射線業務従事者の受ける線量が放射線業務従事者の線量限度を超えないようにするとともに管理区域以外の人立ち入る場所に滞在する者の線量を公衆の線量限度以下に低減できる設計とする。

覆土完了後において、覆土により、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による敷地周辺の公衆の受ける線量を  $50 \mu\text{Sv/y}$  以下に低減できる設計とする。また、管理区域以外の人立ち入る場所に滞在する者の線量を公衆の線量限度以下に低減できる設計とする。

なお、周辺監視区域の廃止後は公衆が敷地内に立ち入る可能性を考慮し、覆土により敷地内に立ち入る公衆の受ける線量を公衆の線量限度以下に低減できる設計とする。

## 4. 安全機能を有する施設

本施設の変更申請対象設備のうち安全機能を有する施設は、埋設設備、排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層及び覆土とする。第1表から第3表に設備ごとの要求性能を示す。

なお、埋設クレーンは、放射線従事者の不必要な被ばくを避けるため自動化・遠隔化を図っており、取り扱う廃棄体が落下し、放射性物質が飛散した場合においても、公衆又は従事者に放射線障害を及ぼさないことから安全機能を有する施設ではない（「6. 飛散防止について」参照）。また、許可基準規則への適合性確認が必要な1号廃棄物埋設施設である共用設備は、公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれはないことから安全機能を有する施設ではない。

第1表 埋設設備の要求性能

安全機能	要求性能		仕切設備 外周	仕切設備 内部	支持架台 廃棄体	セメント系 充填材	覆い	コンクリート 仮蓋	内部防水		
	技術要件 (必要な特性)	設計仕様項目									
漏出防止機能	透水特性	低透水性	水結合材比	○	—	—	—	○	—*1	—	
		ひび割れ 抑制	断熱温度上昇量	○	—	—	—	○	—*1	—	
			自己収縮ひずみ	○	—	—	—	○	—*1	—	
			乾燥収縮ひずみ	○	—	—	—	○	—*1	—	
			鉄筋量	○	—	—	—	○	—*1	—	
		充填性	スランブフロー	—	—	—	○	—	—	—	
			ブリーディング	—	—	—	○	—	—	—	
		防水性	遮水性	—	—	—	—	—	—	○	
	ひび割れ追従性		—	—	—	—	—	—	○		
	漏出防止機能 を確保する ための要求 機能	力学特性	力学的 安定性	圧縮強度	○	○	○	○	○	—	—
鉄筋強度				○	○	○	—	○	—	—	
耐久性		鉄筋かぶり	○	○	—	—	○	—	—		
		材料配合	○	○	—	—	○	—	—		
移行抑制機能	核種 収着性	収着性	—	—	—	—	—	—	—		
遮蔽機能	放射線の 遮蔽性能	遮蔽性	密度	○	○	○	○	○	○	—	
			部材寸法 (厚さ)	○	○	○	○	○	○	—	
	遮蔽機能を 維持するた めの要求機 能	力学特性	力学的 安定性	圧縮強度	○	○	○	○	○	○	—
				鉄筋強度	○	○	○	—	○	○	—
		耐久性	鉄筋かぶり	○	○	—	—	○	—	—	
			材料配合	○	○	—	—	○	—	—	

\*1：防水シート等の併用により区画内に水を浸入させないよう考慮する。

第2表 排水・監視設備の要求性能

安全機能	要求性能			コンクリート層 ポーラス	排水管 <sup>*1</sup>	3号		1号
	技術要件 (必要な特性)	設計仕様項目	点検管のうち 鋼管部			点検管のうち 点検室	点検管のうち 点検路	
漏出防止機能	透水特性	排水性	排水能力	○	—	—	—	—
漏出防止機能を 確保するための 要求機能	力学特性	力学的 安定性	コンクリート 圧縮強度	○	—	—	○	○
			鉄筋強度	—	—	—	○	○
			鋼管強度	—	—	○	—	—
	耐久性		鉄筋かぶり	—	—	—	○	○
			材料配合	—	—	—	○	○
			排水管の 腐食抵抗	—	○	—	—	—
	作業空間 の確保	作業性	内空寸法	—	—	○	○	○

\*1：排水管には、排水の回収作業用に弁を設けている。

第3表 覆土の要求性能

安全機能	要求性能			難透水性覆土	下部覆土	上部覆土	
	技術要件 (必要な特性)	設計仕様項目					
移行抑制機能	透水特性	低透水性	透水係数	○	○	—	
			厚さ	○	○	—	
移行抑制機能を長期的に維持するための要求機能	核種 収着性	長期機能 維持特性	化学的 安定性	—	—	—	
			変形 追従性	透水係数	○	○	—
				厚さ	○	○	—
			液状化 抵抗性	締固め度	○	○	—
			放射線の 遮蔽性能	遮蔽性	密度	○	○
厚さ	○	○	—				

## 5. 安全機能を維持する期間

本施設に必要となる安全機能を「漏出防止機能」、「移行抑制機能」及び「遮蔽機能」とし、その機能の維持すべき期間及び考え方は、第4表に示すとおりである。廃止措置の開始後は、必要な安全機能を期待できるように設計し、線量評価において移行抑制機能及び遮蔽機能を考慮する。

第4表 ピット処分における安全機能

安全機能	廃止措置の開始前		廃止措置の開始後
	放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了まで	覆土完了から廃止措置の開始まで	
漏出防止機能	○	-	-
移行抑制機能	-	○	△
遮蔽機能	○	○	△

○：安全機能を維持する  
△：必要な安全機能を期待できるように設計する  
-：考慮しない

\*1：本資料では、放射性物質の漏出を低減する機能及び生活環境への移行を抑制する機能を「移行抑制機能」という。

## 6. 飛散防止について

飛散防止のための措置については、「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」第8条第4項では「誤操作や機器の故障による放射性廃棄物の落下防止のための措置、落下物による放射性廃棄物の損傷防止のための措置その他必要な措置をいう。」となっており、落下防止のための措置を講ずることで、飛散防止のための措置とする。

ここで、飛散防止のための措置を講ずる機器としては廃棄体取扱い設備全般が該当するが、廃棄体に含まれる放射性物質の量は十分少なく、一度に取り扱う廃棄体の本数にも制限がある。さらに、廃棄体中の放射性廃棄物はセメント系充填材等で一体となるように固型化したものであり、模擬廃棄体による落下試験においても、廃棄体からの飛散率は十分小さいことを確認している。そのため、本施設では廃棄体が落下した場合においても公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがないことから、廃棄体取扱い設備の飛散防止のための措置は安全機能に該当しない。

なお、廃棄体の落下を想定した場合の公衆への影響の評価を以下に示す。

### (1) 想定する事象

本施設における埋設クレーンを用いた廃棄体の定置作業は、8本単位を基本としている。埋設設備への定置作業中に廃棄体吊具の破損により廃棄体1本が落下し損傷するとともに、その下部にある定置中区画の廃棄体1本も損傷する状態を想定する。

#### (i) 評価条件

放射線による敷地周辺の公衆への影響として、外部被ばく及び放射性物質の飛散に伴う吸入摂取による内部被ばくが考えられる。このうち、外部被ばくは、遮蔽材の設置や損傷した廃棄体の移動の措置による早期の応急復旧が可能であるため、線量の寄与が大きい放射性物質の飛散に伴う吸入摂取による内部被ばくを考慮する。

- a. 損傷する廃棄体に含まれる放射性物質の放射エネルギーは、放射能濃度に極端な片寄りがなく、損傷する廃棄体のうち最大放射能濃度の廃棄体の本数を1本、最大放射能濃度の廃棄体以外を平均放射能濃度の廃棄体として設定する。
- b. 最大放射能濃度の廃棄体1本当たりの放射エネルギーは、本施設で受け入れる廃棄体の最大放射能濃度とし、廃棄体重量は受入れ最大重量を考慮して1,000kgとして算定する。平均放



射能濃度の廃棄体 1 本当たりの放射エネルギーは、総放射エネルギーを廃棄体最大埋設本数で除した値とする。

- c. 損傷する廃棄体からの放射性物質の飛散率は、落下時の飛散率である  $10^{-5(1)}$  とする。
- d. 放射性物質の大気中への放出量は、廃棄体から飛散した放射性物質の全量とする。
- e. 大気中へ放出される放射性物質は、地上から放散するものとし、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に準拠して計算した相対濃度  $\chi/Q$  を用いる。なお、放射性物質は、1 時間で大気中へ全て放出されるものとする。
- f. 呼吸率は、ICRP Pub. 89 に基づく成人男性の就業中の平均呼吸量  $1.2\text{m}^3/\text{h}$  とする。
- g. 吸入摂取による線量換算係数は、ICRP Publication 72<sup>(2)</sup> 及び ICRP Publication 68<sup>(3)</sup> を参照して設定する。
- h. 損傷した廃棄体から大気中に放出される核種  $i$  の放射エネルギーは、(1) 式を用いて計算する。
- i. 放射性物質の吸入摂取による線量は、(2) 式を用いて計算する。

$$Q(i) = A(i) \cdot R \quad \dots (1)$$

- $Q(i)$  : 大気中に放出される核種  $i$  の放射エネルギー (Bq)
- $A(i)$  : 損傷する廃棄体に含まれる放射性物質の放射エネルギー (Bq)
- $R$  : 飛散率 (-)

$$D_{inh} = \sum_i \{Q(i) \cdot (\chi/Q) \cdot I_{inh} \cdot DCF_{inh}(i)\} \quad \dots (2)$$

- $D_{inh}$  : 吸入摂取による線量 (Sv)
- $\chi/Q$  : 相対濃度 ( $\text{s}/\text{m}^3$ )
- $I_{inh}$  : 呼吸率 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $DCF_{inh}(i)$  : 核種  $i$  の吸入摂取による線量換算係数 (Sv/Bq)

## (ii) 評価結果

公衆の受ける線量を評価した結果は、約  $1.7 \times 10^{-4} \text{mSv}$  であり、敷地周辺の公衆に対して放射線障害を及ぼすことはない。

## (iii) 従事者への影響

廃棄体が落下し、放射性物質が飛散した際に、落下地点近傍の従事者が受けると想定される線量は、飛散した放射性物質を直接吸入摂取する場合が最大であると考えられる。その従事者の受ける線量は、公衆の受ける線量である (ii) 評価結果から、敷地境界までの大気中への放射性物質の地上からの放散を考慮せず、飛散した放射性物質の全量吸引摂取を仮定したとしても約  $0.6 \text{mSv}$  となる。なお、落下地点近傍においても、飛散した放射性物質は瞬時に大気中に拡散するため、従事者が飛散した放射性物質を全量吸入摂取することはなく、従事者の受ける線量はより小さくなる。

また、廃棄物埋設地にて定置作業を行う際には、埋設設備周辺を一時的な管理区域に設定しており、従事者の被ばく管理を行う。万一、廃棄体が落下に至る状況が発生した場合、定置作業従事者は、管理区域から速やかに退避する。その後、復旧計画を立て人員を確保した上で、



落下した廃棄体の周辺において応急復旧対応を図る従事者は、被ばく防護の観点から指定された装備を着用し、必要な資機材を準備のうえ、汚染拡大防止のための措置を講ずる。このため、万一、廃棄体が落下に至る状況が発生しても、他の従事者に対して放射線障害を及ぼすことなく、個人被ばく管理を行うことから、外部被ばくも含め放射線業務従事者の年間線量限度(50mSv)に到達することはない。

## 7. 参考文献

- (1) U. S. NRC(1981):NUREG-0683 Final Programmatic Environmental Impact Statement related to decontamination and disposal of radioactive waste resulting from March 28, 1979, accident Three Mile Island Nuclear Station, Unit 2
- (2) International Commission on Radiological Protection(1996):Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients, ICRP Publication 72
- (3) International Commission on Radiological Protection(1994):Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 68

廃棄物埋設施設における  
許可基準規則への適合性について

第三条 安全機能を有する施設の地盤

(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)

2020年12月

日本原燃株式会社

## 目 次

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第三条及びその解釈.....	1
2. 廃棄物埋設施設の安全機能について.....	2
3. 評価対象.....	2
(1) 1号廃棄物埋設地の地盤.....	3
(2) 2号廃棄物埋設地の地盤.....	4
4. 許可基準規則への適合のための評価方針.....	4
(1) 第三条第1項.....	4
(2) 第三条第2項.....	5
(3) 第三条第3項.....	5
5. 許可基準規則への適合性説明.....	5
(1) 敷地の地形.....	5
(2) 調査結果.....	6
(3) 安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価.....	9
(4) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変形による影響評価.....	10
(5) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変位による影響評価.....	12
6. 参考文献.....	14

添付資料1 地盤の評価について

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第三条及びその解釈

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則
(安全機能を有する施設の地盤) 第三条 安全機能を有する施設は、次条第二項の規定により算定する地震力が作用した場合においても当該安全機能を有する施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。
2 廃棄物埋設地は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。
3 廃棄物埋設地は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈
第3条(安全機能を有する施設の地盤)
1 第1項に規定する「安全機能を有する施設を十分に支持することができる」とは、安全機能を有する施設について、自重及び操業時の荷重等に加え、本規程第4条第2項の分類に応じて算定する地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持性能を有する設計であることをいう。
2 第2項に規定する「変形」とは、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液化化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状をいう。 このうち上記の「地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み」については、広域的な地盤の隆起又は沈降によって生じるもののほか、局所的なものを含む。これらのうち、上記の「局所的なもの」については、支持地盤の傾斜及び撓みの安全性への影響が大きいおそれがあるため、特に留意が必要である。
3 第3項に規定する「変位」とは、将来活動する可能性のある断層等が活動することにより、地盤に与えるずれをいう。 また、同項に規定する「変位が生ずるおそれがない地盤に設け」とは、廃棄物埋設地が将来活動する可能性のある断層等の露頭がある地盤に設置された場合、その断層等の活動によって安全性に重大な影響を与えるおそれがあるため、当該廃棄物埋設地を将来活動する可能性のある断層等の露頭が無いことを確認した地盤に設置することをいう。 なお、上記の「将来活動する可能性のある断層等」とは、後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動が否定できない断層等をいう。その認定に当たって、後期更新世(約12～13万年前)の地形面又は地層が欠如する等、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降(約40万年前以降)まで遡って地形、地

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

質・地質構造及び応力場等を総合的に検討した上で活動性を評価すること。なお、活動性の評価に当たって、設置面での確認が困難な場合には、当該断層の延長部で確認される断層等の性状等により、安全側に判断すること。

また、「将来活動する可能性のある断層等」には、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面を含む。

2. 廃棄物埋設施設の安全機能について

安全機能については、第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(以下「許可基準規則」という。)第二条第2項第一号に「安全機能」とは、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるものをいう。」とある。

したがって、安全機能に対する考え方としては、許可基準規則第二条第2項第一号を考慮し、安全機能を「放射性物質の漏出を防止する機能」、「移行抑制機能\*1」、「遮蔽機能」とし、その機能の維持期間及び考え方を第1表にまとめる。

第1表 ピット処分における安全機能

安全機能	廃止措置の開始前		廃止措置の開始後
	放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了まで	覆土完了から廃止措置の開始まで	
放射性物質の漏出を防止する機能	○	-	-
移行抑制機能	-	○	△
遮蔽機能	○	○	△

○：安全機能を維持する  
 △：必要な安全機能を期待出来るよう設計する  
 -：考慮しない

\*1：本資料では、放射性物質の漏出を低減する機能及び生活環境への移行を抑制する機能を「移行抑制機能」という。

ここで、廃棄物埋設施設のうち安全機能を有する設備は、埋設設備、排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層及び覆土である。

3. 評価対象

許可基準規則第三条の評価対象は、3号廃棄物埋設地の設置地盤とする。

なお、1号埋設設備7,8群、1号及び2号の覆土の設置地盤については、埋設設備及び覆土等の荷重条件並びに事業所敷地及び廃棄物埋設施設の設置位置等に変更はなく、廃棄物埋設施設の位置は変更申請対象ではないことから、「廃棄物埋設事業変更許可申請書」(平成10年10月8日付け、10安(廃規)第49号をもって事業変更許可)(以下「既許可申請書」という。)の「四、イ 廃棄物埋設施設の位置」及び「添付書類三 ロ 地盤」のとおりであるため、評価対象とはしない。以下に具体的な理由を示す。

#### (1) 1号廃棄物埋設地の地盤

1号埋設設備7,8群については、漏出防止対策の追加として、内部防水の材料の設置があるが、その体積は埋設設備の中で極めて小さく、埋設設備の自重に与える影響は無視し得るほど小さい。また、外周仕切り設備及び覆いはひび割れを抑制した設計を行うが、その設計によって埋設設備の外形寸法並びに主要な部位の材料及び厚さに変更はなく、設計に用いている埋設設備の自重に影響は与えない。

廃棄体数量の変更があっても、埋設設備の自重は廃棄体の最大埋設能力の状態で計算しているため、設計に用いている埋設設備の自重に変更はない。

また、覆土の仕様の変更があっても、覆土は埋設設備に比べて単位体積重量が小さいことから、地盤の支持力が厳しいのは埋設設備の直下である。この埋設設備の直下の地盤に対して、埋設設備の周囲に覆土があると、地盤の変形を抑制する上載荷重として作用する。そのため、地盤の支持力が最も厳しくなるのは、埋設設備による荷重が最大で、周囲に覆土がない状態であることから、地盤の支持力の適合性は、覆土の施工前の状態で判断しており、覆土の仕様の変更の影響を受けるものではない。

地盤の変形及び変位の評価は、廃棄物埋設地の支持地盤を対象としており、埋設設備7,8群の漏出防止対策の追加及び覆土の仕様の変更によって影響を受けるものではない。

以上のことから、地盤の支持力の評価は、埋設設備による荷重が最大で、周囲に覆土がない状態で行っており、覆土の仕様の変更による影響はない。1号埋設設備7,8群の漏出防止対策として内部防水の材料の設置とひび割れを抑制した設計があるが、埋設設備の自重に与える影響が十分小さいことから地盤の支持力の評価に影響はない。また、設計に用いている埋設設備の自重は廃棄体の最大埋設能力の状態で計算しているため、廃棄体数量を変更しても地盤の支持力の評価に影響はない。地盤の変形及び変位の評価は、廃棄物埋設地の支持地盤を対象としており、廃棄物埋設施設の位置に変更はないことから、1号埋設設備7,8群の漏出防止対策の追加、廃棄体数量の変更及び覆土の仕様の変更による影響はない。したがっ

て、地盤、地質は、既許可申請書の「添付書類三 ロ 地盤」のとおり。

#### (2) 2号廃棄物埋設地の地盤

廃棄体数量の変更があっても、埋設設備の自重は廃棄体の最大埋設能力の状態で計算しているため、設計に用いている埋設設備の自重に変更はない。

覆土の仕様の変更があっても、覆土は埋設設備に比べて単位体積重量が小さいことから、地盤の支持力が厳しいのは埋設設備の直下である。この埋設設備の直下の地盤に対して、埋設設備の周囲に覆土があると、地盤の変形を抑制する上載荷重として作用するため、地盤の支持力が最も厳しくなるのは、埋設設備による荷重が最大で、周囲に覆土がない状態である。そのため、地盤の支持力の適合性は、覆土の施工前の状態で判断しており、覆土の仕様の変更の影響を受けるものではない。

また、地盤の変形及び変位の評価は、1号廃棄物埋設地と同様に、廃棄物埋設地の支持地盤を対象としており、覆土の仕様の変更によって影響を受けるものではない。

以上のことから、地盤の支持力の評価は、埋設設備による荷重が最大で、周囲に覆土がない状態で行っており、覆土の仕様の変更による影響はない。また、設計に用いている埋設設備の自重は廃棄体の最大埋設能力の状態で計算しているため、廃棄体数量を変更しても地盤の支持力の評価に影響はない。地盤の変形及び変位の評価は、廃棄物埋設地の支持地盤を対象としており、廃棄物埋設施設の位置に変更はないことから、廃棄体数量の変更及び覆土の仕様の変更による影響はない。したがって、地盤、地質は、既許可申請書の「添付書類三 ロ 地盤」のとおり。

#### 4. 許可基準規則への適合のための評価方針

##### (1) 第三条第1項

埋設設備及び覆土の設置地盤は、埋設設備の自重及び操業時の荷重に加え、第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈(以下「許可基準規則解釈」という。)第4条第2項の分類に応じて算定する地震力が作用した場合においても、接地圧に対して十分な支持性能を有することを確認する。

地震力については、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失を想定した場合でも、放射線による公衆への影響は十分小さいことから、耐震重要度分類Cクラスの施設に求められる地震力が作用した場合を考慮する。

(2) 第三条第2項

3号廃棄物埋設地の設置地盤は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み、建物・構造物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下の周辺地盤の変状による影響がないことを確認する。

(3) 第三条第3項

3号廃棄物埋設地の設置地盤は、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことを確認する。

以上より、廃棄物埋設地は、以下を考慮した地盤に設置する。

- ・自重及び操業時の荷重等に加え、耐震重要度分類Cクラスの施設に求められる地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持性能を有すること。
- ・地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下の周辺地盤の変状が生じた場合においても、安全機能が損なわれるおそれがないこと。
- ・将来活動する可能性のある断層等の露頭がないこと。
- ・また、許可基準規則第三条の要求事項に加え、線量評価の影響を考慮し、核種移行上の短絡経路となるような断層及び緩い砂層等の高透水部(水みち)がないこと。

5. 許可基準規則への適合性説明

許可基準規則の適合性の説明に当たり、敷地の地形、地質、標準貫入試験、土質試験及び物理試験・岩石試験結果を用いて、安全機能を有する施設の設置地盤の安定性、3号廃棄物埋設地周辺地盤の変形及び変位による影響を評価した。

なお、詳細な検討内容については添付資料1に示す。

(1) 敷地の地形

敷地内にみられる主な沢は、敷地西部の3条の沢(東から順に南の沢、西の沢及びその他1条の沢)及び敷地中央部の沢(以下「中央沢」という。)である。敷地が位置する台地は、中央沢により北東側と南西側に二分される。北東側の台地は標高30m～60m程度、南西側の台地は標高30m～40m程度である。3号廃棄物埋設地は、北東側の台地に設置する。



また、1号廃棄物埋設地周辺の北側から北西側の範囲は標高50m～60m程度と標高が高く、1号廃棄物埋設地の南側から東側にかけて分布する中位段丘面(M<sub>1</sub>面：酸素同位体ステージ(以下「MIS」という。))5eに対比)よりも1段高い高位段丘面(H<sub>5</sub>面：MIS7に対比)が分布する。

また、空中写真判読及び地表地質調査において、西の沢以西及び尾駸沼付近を除いた台地上には断層活動に伴う変動地形、地すべり地形、地すべりのおそれがある急斜面及び陥没の発生した形跡はない。

3号廃棄物埋設地は、1号廃棄物埋設地の東側に位置し、標高約41m～46mに造成されている。

## (2) 調査結果

### (i) 3号廃棄物埋設地設置位置及びその付近の地質

廃棄物埋設地の地質・地質構造の把握及び原位置試験を実施することを目的とし、ボーリング調査を実施した。3号廃棄物埋設地付近で実施したボーリング調査は83孔、総延長約4,900mであり、廃棄物埋設地及びその付近におけるボーリングコアの採取率は100%である。鷹架層のR.Q.D.は平均約98.9%であり、廃棄物埋設地付近の鷹架層は堅硬で亀裂及び節理が少ない岩盤であると判断した。

3号廃棄物埋設地の地質は、新第三系中新統の鷹架層、第四系更新統の中位段丘堆積層及び火山灰層並びに第四紀完新統の盛土からなる。

鷹架層は、層相及び層序から下部層、中部層及び上部層の3層に区分され、廃棄物埋設地及びその付近には中部層が分布する。中部層は、粗粒砂岩層、軽石凝灰岩層及び軽石混り砂岩層に細分されるが、これらのうち廃棄物埋設地及びその付近には、主に粗粒砂岩層と軽石凝灰岩層が分布する。

段丘堆積層は、台地部に広く分布しており、主に石英粒子からなる淘汰の良い中粒砂ないし粗粒砂からなり、一部に礫及びシルトを挟み、下位の鷹架層を不整合に覆う。

火山灰層は、段丘堆積層を覆って広く分布し、主に褐色の粘土質火山灰からなる。また、火山灰層中には、層序関係、露頭の性状及び火山灰分析結果から同定したオレンジ軽石(約17万年前)及び洞爺火山灰(11.2万年前～11.5万年前)<sup>(1)</sup>が挟まれる。

### (ii) 標準貫入試験結果

廃棄物埋設地付近における風化部の分布状況及び地盤の強度を把握し、廃棄物埋設

施設的设计及び施工の基礎資料を得るため、標準貫入試験を実施した。廃棄物埋設地付近のボーリング孔で実施した標準貫入試験によると、鷹架層は表層部を除き、N値が50以上の岩盤である。

(iii) 土質試験結果

廃棄物埋設地付近の第四紀層の物理特性を明らかにするため、土質試験を実施した。3号廃棄物埋設地付近の盛土、火山灰層及び段丘堆積層を対象に実施したボーリングコアから採取した試料による湿潤密度、含水比、土粒子の密度及び間隙率の試験結果を第2表に示す。

第2表 3号廃棄物埋設地付近の土質試験結果(盛土及び第四紀層)

地層	湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )			含水比 (%)			土粒子の密度 (g/cm <sup>3</sup> )			間隙率 (%)		
	平均値	試料数 (個)	標準 偏差	平均値	試料数 (個)	標準 偏差	平均値	試料数 (個)	標準 偏差	平均値	試料数 (個)	標準 偏差
盛土	1.79	9	0.08	26.2	9	4.4	2.72	2	-	47.9	9	2.6
火山灰層	1.54	34	0.10	58.1	21	14.4	2.68	6	0.03	62.7	21	5.1
段丘堆積層	1.79	42	0.11	29.4	36	4.9	2.66	7	0.03	48.1	36	4.5

(iv) 物理試験・岩石試験結果

廃棄物埋設地設置地盤の力学特性を把握するため、ボーリング調査より採取した試料を用いて、物理試験、岩石試験を実施した。

a. 物理試験結果

3号廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層中部層軽石凝灰岩層の軽石凝灰岩並びに砂質軽石凝灰岩を対象に実施したボーリングコアから採取した試料による物理試験結果を第3表に示す。

第3表 3号廃棄物埋設地付近の物理試験結果(鷹架層)

区分		湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )		含水比 (%)		土粒子の密度 (g/cm <sup>3</sup> )		間隙率 (%)		試料数 (個) <sup>*1</sup>
		平均値	標準 偏差	平均値	標準 偏差	平均値	標準 偏差	平均値	標準 偏差	
鷹架層中部層 軽石凝灰岩層	軽石 凝灰岩	1.59	0.03	52.1	4.4	2.39	0.01	56.1	2.1	39 (18)
	砂質軽石 凝灰岩	1.70	0.03	38.8	2.9	2.48	0.03	50.3	1.9	159 (76)

\*1: ()内の数字は土粒子の密度を測定した試料数を示す。

b. 岩石試験結果

3号廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層中部層軽石凝灰岩層の軽石凝灰岩並びに砂質軽石凝灰岩を対象に実施したボーリングコアから採取した試料による岩石試験結果を第4表に示す。

第4表 3号廃棄物埋設地付近の岩石試験結果(鷹架層)

地層		湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )	圧裂試験		三軸圧縮試験	
			引張強度 $\sigma_t$ (MPa)	せん断強度定数 $\tau_R$ (MPa)	粘着力 $c$ (MPa)	内部摩擦角 $\varphi$ (°)
鷹架層 中部層	軽石 凝灰岩	1.59	0.57	0.80	1.13	8.4
鷹架層 下部層	砂質軽石 凝灰岩	1.70	0.81	1.44	1.36	27.2

### (3) 安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価

埋設設備の設置地盤は、鷹架層中部層軽石凝灰岩層であり、標準貫入試験によるN値は50以上である。また、埋設設備の周囲に覆土があると、地盤の変形を抑制する上載荷重として作用するため、地盤の支持力の評価は埋設設備による荷重が最大で、覆土施工前の状態で行っている。

埋設設備の基礎形式は直接基礎であることから、地盤の支持性能を検討するに当たり、土木構造物の直接基礎の場合に適用される最新の知見として、「道路橋示方書・同解説、IV下部構造編」(日本道路協会、平成29年11月)<sup>(2)</sup>(以下「道示IV」という。)及び建築基準法に基づく国土交通省告示第1113号「地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を求めるための方法等を定める件」(以下「国土交通省告示第1113号」という。)を用いた。

国土交通省告示第1113号に基づく許容応力度は、岩石試験結果を用いて求められ、軽石凝灰岩層軽石凝灰岩が2.3MN/m<sup>2</sup>、軽石凝灰岩層砂質軽石凝灰岩が13.1MN/m<sup>2</sup>である。一方、「道示IV」に基づく地盤反力度の制限値は、軟岩における制限値として0.9MN/m<sup>2</sup>である。

支持地盤の支持性能値については、「道示IV」<sup>(2)</sup>の「表-9.5.5 基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値(支持層が岩盤の場合)」より算出した0.9MN/m<sup>2</sup>と、国土交通省告示第1113号を用いて算出した支持地盤の許容応力度を確認し、地盤反力度の制限値においても、埋設設備の荷重(0.24MN/m<sup>2</sup>)に対して十分な支持力を有している。算出した支持地盤の支持性能値と埋設設備の接地圧を比較した結果を第5表に示す。

以上より、安全機能を有する施設の支持地盤は、N値50以上の岩盤であり、埋設設備による荷重(0.24MN/m<sup>2</sup>)に対し十分に大きい支持性能を示すことから、十分な支持力を有していると評価した。

検討結果の詳細は「添付資料 1 5. 安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価」に示す。

第 5 表 設置地盤の支持力

地 層		許容応力度*1 (MN/m <sup>2</sup> )	地盤反力度の制限値*2 (MN/m <sup>2</sup> )	埋設設備の 接地圧*3 (MN/m <sup>2</sup> )
鷹架層中部層 軽石凝灰岩層	軽石 凝灰岩	2.3	0.9	0.24
	砂質軽石 凝灰岩	13.1	0.9	

\*1：許容応力度については「国土交通省告示第 1113 号」第 2(1)式を用いて算出した。

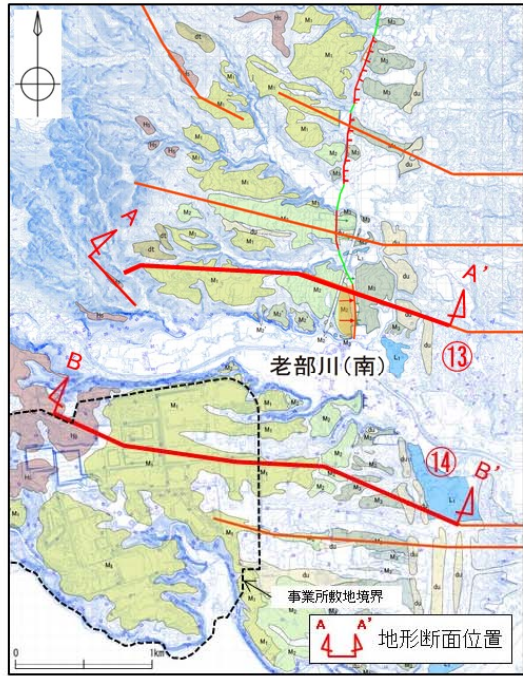
\*2：地盤反力度の制限値については「道示Ⅳ」表-9.5.5を用いた。

\*3：埋設設備の接地圧については、操業中の荷重として自重、地震、風及び積雪を考慮した。

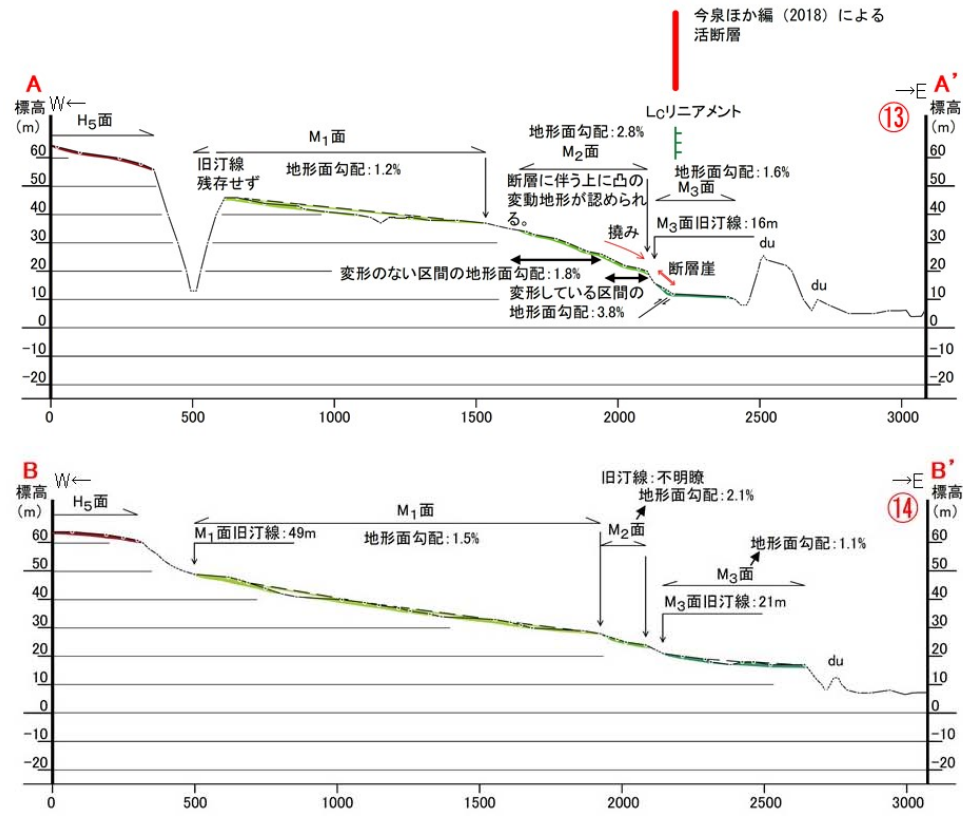
#### (4) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変形による影響評価

3号廃棄物埋設施設周辺地盤の変形のうち、地盤の傾斜及び撓みについては、空中写真判読及び地質調査結果から、敷地及び敷地周辺に分布する断層として出戸西方断層が挙げられる。出戸西方断層に起因する変動地形は断層近傍のみで認められ、敷地内には認められないことから、出戸西方断層による敷地への支持地盤の傾斜及び撓みの影響はないと評価した(第 1 図)。

3号廃棄物埋設地の設置地盤は、N 値 50 以上の岩盤であり、十分な硬さを持っている。また、設置地盤以深も N 値 50 以上の岩盤と同等の岩盤が連続している。以上のことから、地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下による変形の影響はないと評価した。



地形面区分図及び地形断面図位置図  
 (「再処理事業所再処理事業変更許可申請書 本文及び添付資料の一部補正について」(令和2年4月28日)の一部抜粋加筆)



地形断面図(「再処理事業所再処理事業変更許可申請書 本文及び添付資料の一部補正について」  
 (令和2年4月28日)の一部抜粋加筆)

第1図 敷地周辺の地形断面図作成位置及び地形断面図

(5) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変位による影響評価

3号廃棄物埋設地周辺地盤の変位による影響の評価に当たり、廃棄物埋設地周辺に将来活動する可能性がある断層がないこと及び廃棄物埋設地の支持地盤まで変位並びに変形が及ぶ地すべりが無いことを確認した。

ボーリング調査結果から、3号廃棄物埋設地内に断層は認められなかったが、3号廃棄物埋設地周辺の鷹架層中には、NE-SW 走向の f-a 断層、NE-SW 走向の f-c 断層、E-W 走向の sf-b(Ⅱ)断層、ENE-WSW～E-W 走向の sf-e 断層及び E-W 走向の sf-f 断層が認められる。f-a 断層、f-c 断層、sf-b(Ⅱ)断層、sf-e 断層及び sf-f 断層は、ボーリング調査及びトレンチ調査結果から、少なくとも後期更新世以降に活動した断層ではないと評価した。

3号廃棄物埋設地周辺の地すべりの影響を検討した結果、空中写真判読により、西の沢以西及び尾駁沼付近を除いた台地上には、地すべり地形、地すべりのおそれがある急斜面及び陥没の発生した形跡がある地形は判読されない(第2図)。また、廃棄物埋設地付近での地質調査結果から、地すべり面や地層の乱れは確認されないことから、廃棄物埋設地の支持地盤まで及ぶ地すべりはないと評価した。

検討結果の詳細は「添付資料 1 4. (2) (ii) 廃棄物埋設地付近の地質構造(断層及び地すべり)、7.3号廃棄物埋設地周辺地盤の変位による影響評価」に示す。





輪郭構造 (滑溜面と側方)	
	新鮮なまたは開析されていない冠頂をもつ滑溜面
	部分的に開析されている冠頂をもつ滑溜面
	冠頂が著しく開析された滑溜面
	冠頂が丸みを帯びて不規則になった滑溜面
	開析されて無くなってしまった冠頂・滑溜面の確定埋没位置
	中・縁部の流れ出すべり面が地表に露出し、滑溜面に沿った急傾を呈しない状態。冠頂は尾端の反対側斜面とすべり面との交線
	後方部、多重段層等
移動体の輪郭・境界	
	後方に滑溜面があり、移動体の輪郭が明確なし判定可能
	後方の滑溜面は明確であるが、移動体の輪郭の判定が困難
	滑溜面はほとんど開析されてしまったが、過去の移動体の一部 (不確定土塊) が残存している
	ほかの移動体や埋没物におおわれた部分
	斜面体の移動の初期状態。暴発から分離していないとしても不安定域。移動域と推定される範囲
	斜面移動体かどうか判定できない山体・小丘
内部構造	
	二次・小滑溜面。産線の開析程度に応じて輪郭構造の形状と同様に表す
	サブユニットの境界、内部 (二次) 移動体輪郭
	移動体内の小花根
	幅の広い溝状凹地、亀裂
	幅の狭い溝状凹地、亀裂
	雁行亀裂
	線状窪地・小谷直線
移動方向等移動体の主移動方向	
	すべり
	クリーブ (輪行)
	流れ・押し出し
	落石など
	前方への移動または傾動を伴う移動とその方向
	元の斜面傾斜と逆方向へ傾動した斜面の傾斜方向

第2図 地すべり地形分布図\*1

\*1: 国立研究開発法人 防災科学技術研究所 HP 「J-SHIS 地震ハザードステーション」 に一部加筆 (地すべり地形は、防災科学技術研究所 (2009) 5 万分の 1 地すべり地形分布図第 42 集「野辺地・八戸」図集による)



## 6. 参考文献

- (1) 町田洋、新井房夫(2011)：新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺]、東京大学出版会
- (2) 公益社団法人 日本道路協会(平成 29 年)：道路橋示方書(IV 下部構造編)・同解説

## 地盤の評価について

## 目 次

1. はじめに.....	1
2. 許可基準規則に対する評価の方針.....	1
(1) 第三条第1項.....	1
(2) 第三条第2項.....	2
(3) 第三条第3項.....	3
3. 敷地の地形.....	4
4. 安全機能を有する施設設置位置付近の地質・地質構造.....	7
(1) 調査内容.....	7
(2) 調査結果.....	10
5. 安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価.....	29
(1) 地盤の支持性能の算定.....	29
(2) 地盤の支持力の評価.....	31
6. 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変形による影響評価.....	32
(1) 地盤の傾斜及び撓みの評価.....	32
(2) 不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下の評価.....	32
7. 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変位による影響評価.....	34
(1) 断層及び地すべりの評価.....	34
8. まとめ.....	35
(1) 安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価.....	35
(2) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変形による影響評価.....	35
(3) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変位による影響評価.....	35
9. 参考文献.....	36

## 1. はじめに

「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第三条（安全機能を有する施設の地盤）への適合性について説明する。

## 2. 許可基準規則に対する評価の方針

### (1) 第三条第1項

#### (i) 要求事項

安全機能を有する施設は、次条第二項の規定により算定する地震力が作用した場合においても当該安全機能を有する施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。

#### (ii) 評価方針

許可基準規則解釈第3条第1項に基づき、安全機能を有する施設の地盤は、埋設設備の自重及び操業時の荷重に加え、許可基準規則解釈第4条第2項の分類に応じて算定する地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持性能を有することを確認する。

地震力については、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失を想定した場合でも、放射線による公衆への影響は十分小さいことから、耐震重要度分類Cクラスの施設に求められる地震力が作用した場合を考慮する。

#### (iii) 評価の考え方

安全機能を有する施設は、耐震重要度分類Cクラスを基本とした設計であることから、安全機能を有する施設の設置地盤の支持性能がおおむね弾性範囲に留まることを確認する。埋設設備の基礎形式は直接基礎であることから、地盤の支持性能を検討するに当たり、土木構造物の直接基礎の場合に適用される最新の知見として、「道路橋示方書・同解説、IV下部構造編」（日本道路協会、平成29年11月）<sup>(1)</sup>（以下「道示IV」という。）及び建築基準法に基づく国土交通省告示第1113号「地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を求めるための方法等を定める件」（以下「国土交通省告示第1113号」という。）を用いた。

支持地盤の支持性能値については、「道示IV」の「表-9.5.5 基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値(支持層が岩盤の場合)」に示される $0.9\text{MN/m}^2$ と、国土交通省告示第1113号を用いて算出した支持地盤の許容応力度を確認した。

算出した支持地盤の支持性能値の値と接地圧を比較し、評価を行う。

a. 地盤反力度の制限値

「道示Ⅳ」<sup>(1)</sup>の「表-9.5.5 基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値(支持層が岩盤の場合)」を用いて、支持地盤における地盤反力度の制限値を算出するものとする。

b. 支持地盤の許容応力度

「国土交通省告示第1113号」のうち、第2項及び第3項を用いて、地盤の許容応力度を算出するものとする。

c. 接地圧

「道示Ⅳ」<sup>(1)</sup>のうち、地盤反力計算式を用いて、接地圧を算出するものとする。

接地圧は、埋設設備の重量及び自然現象による外部応力を考慮し算出するものとする。

自然現象の重畳については、地震、風及び積雪を考慮する。

(2) 第三条第2項

(i) 要求事項

廃棄物埋設地は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。

(ii) 評価方針

許可基準規則解釈第3条第2項及び第3条第3項に基づき、廃棄物埋設地の設置地盤は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓みによる影響がないこと、地震発生に伴う建物・構造物間の不等沈下による影響がないこと及び地震発生に伴う液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状による影響がないことを確認する。

(iii) 評価の考え方

a. 支持地盤の傾斜及び撓み

廃棄物埋設地の支持地盤において、地震発生に伴う地殻変動によって生じる傾斜及び撓みについて評価を行う。

b. 不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下

廃棄物埋設地の支持地盤において、不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下について評価を行う。

(3) 第三条第3項

(i) 要求事項

廃棄物埋設地は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。

(ii) 評価方針

許可基準規則解釈第3条第4項に基づき、廃棄物埋設地の設置地盤は、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことを確認する。

(iii) 評価の考え方

a. 断層

廃棄物埋設地には、将来活動する可能性のある断層がないことを確認する。

b. 地すべり

廃棄物埋設地の支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべりがないことを確認する。

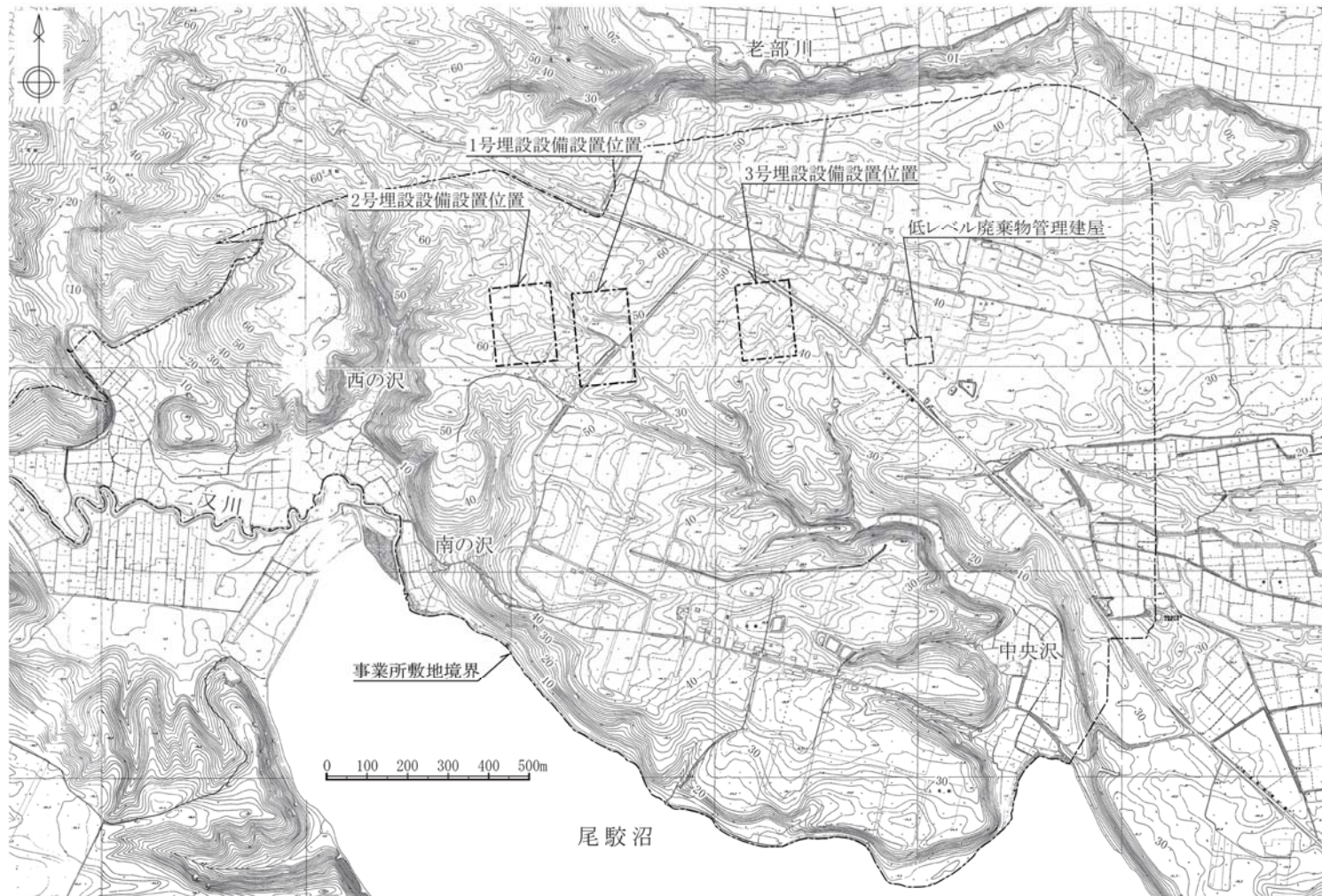
### 3. 敷地の地形

敷地造成前の地形を第1図に、敷地付近の地形面区分図を第2図に示す。

敷地内にみられる主な沢は、敷地西部の3条の沢(東から順に南の沢、西の沢及びその他1条の沢)及び敷地中央部の沢(以下「中央沢」という。)である。敷地が位置する台地は、中央沢により北東側と南西側に二分される。北東側の台地は標高30m～60m程度、南西側の台地は標高30m～40m程度である。3号廃棄物埋設地は、北東側の台地に設置する。また、1号廃棄物埋設地周辺の北側から北西側の範囲は標高50m～60m程度と標高が高くなっており、1号廃棄物埋設地の南側から東側にかけて分布する中位段丘面(M<sub>1</sub>面：酸素同位体ステージ(以下「MIS」という。)5eに対比)よりも1段高い高位段丘面(H<sub>5</sub>面：MIS7に対比)が分布する。

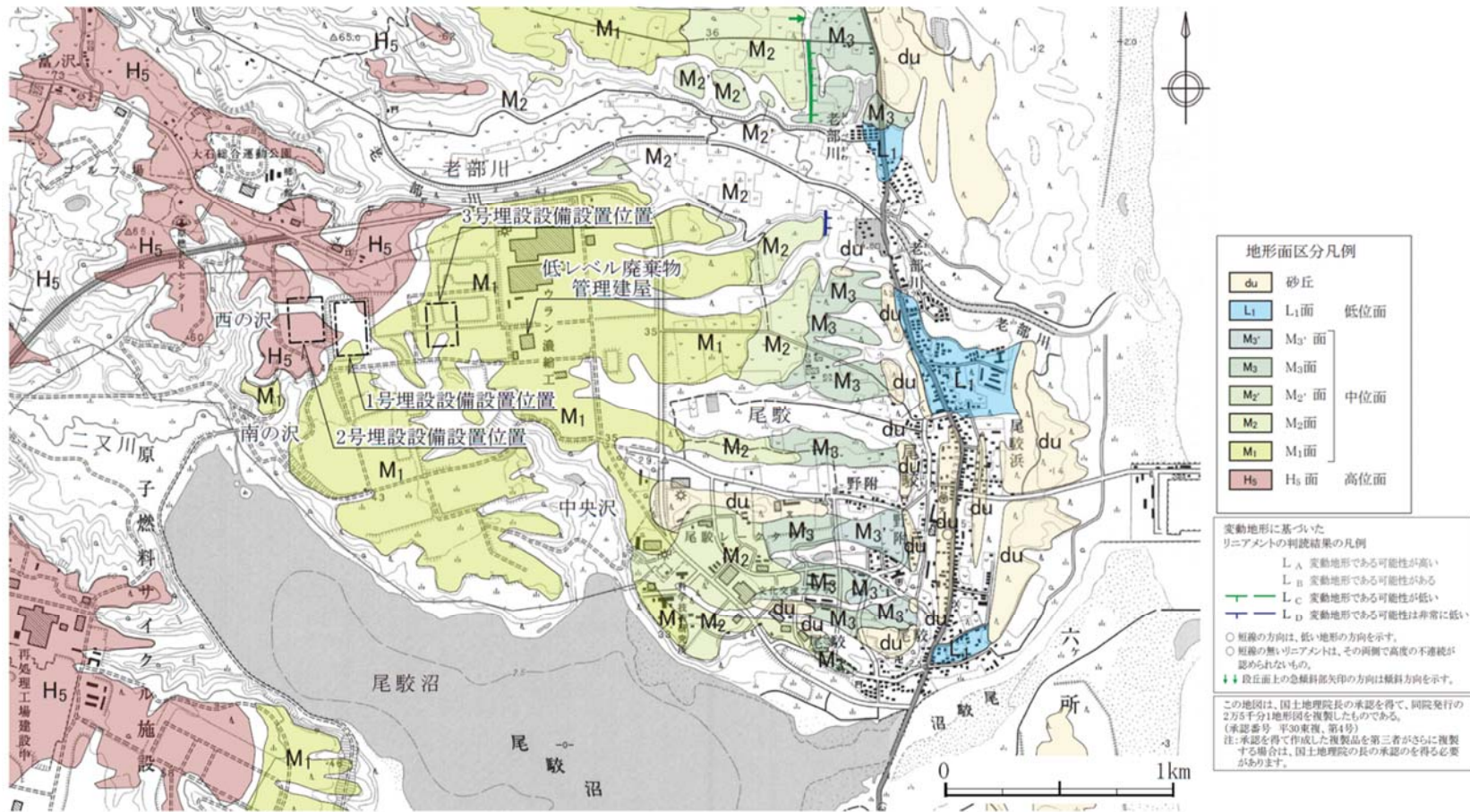
また、空中写真判読及び地表地質調査において、西の沢以西及び尾駁沼付近を除いた台地上には断層活動に伴う変動地形がなく、地すべり地形、地すべりのおそれがある急斜面及び陥没の発生した形跡はない。

3号廃棄物埋設地は、1号廃棄物埋設地の東側に位置し、標高約41m～46mに造成されている。



第1図 敷地造成前の地形





第2図 敷地付近の地形面区分図

#### 4. 安全機能を有する施設設置位置付近の地質・地質構造

##### (1) 調査内容

##### (i) 地質調査

地質調査は、ボーリング調査及びトレンチ調査を実施した。ボーリング調査は、敷地の地質・地質構造の把握及びボーリング孔を利用した原位置試験を実施することを目的とし、トレンチ調査は、ボーリング調査によって、破砕部を伴う断層が確認された場合、断層の活動性確認を目的として実施した。

ボーリングの掘削に当たってはロータリ型ボーリングマシンを使用し、掘削孔径76mmのオールコアボーリングとした。

採取したボーリングコアについては、詳細な観察を行い、地質柱状図を作成した。また、鷹架層の亀裂及び節理の状態を確認するためにR. Q. D.を測定した。

なお、R. Q. D.の表示は、掘削長1mに対して、10cm以上の棒状コアの合計長(cm)が占める割合を百分率(%)で示す。吉中ほか(1989)<sup>(2)</sup>によると、亀裂及び節理が少ない岩盤ほどR. Q. D.値は大きくなる傾向が認められるとされている。

敷地内の基礎地盤の地質特性及び地質構造を検討するため、トレンチ調査及び地表地質調査の結果から地質平面図及び地質断面図を作成した。

3号廃棄物埋設地付近で実施したボーリング調査は83孔\*<sup>1</sup>、総延長約4,900mであり、廃棄物埋設地及びその付近におけるボーリングコアの採取率は100%である。鷹架層のR. Q. D.は平均約98.9%であり、廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層は堅硬で亀裂及び節理が少ない岩盤であると判断した。

3号廃棄物埋設地には、ボーリング調査結果から、断層が確認されなかったため、トレンチ調査は実施する必要はないと判断した。一方、敷地内に分布するf-a断層、f-c断層及びsf-e断層については、活動性を確認するためトレンチ調査を実施した。

また、3号廃棄物埋設地の力学特性を把握するため、設置標高付近のボーリングコア試料を用いて岩石試験を実施した。廃棄物埋設地及びその付近の調査位置を第3図に示す。

\*1：地質調査用ボーリングのみの孔数を示す。

##### (ii) 標準貫入試験

廃棄物埋設地及びその付近における鷹架層の風化部の分布状況及び地盤の強度を把握し、廃棄物埋設地の設計及び施工の基礎資料を得るため、標準貫入試験を実施

した。試験は、JIS A 1219 に準拠し、ハンマーを自由落下させ標準貫入試験用サン  
プラーを 30cm 打ち込むのに要する打撃回数(N 値)を測定する方法で実施した。

(iii) 土質試験

廃棄物埋設地及びその付近の第四紀層の物理特性を明らかにするため、土質試験  
を実施した。

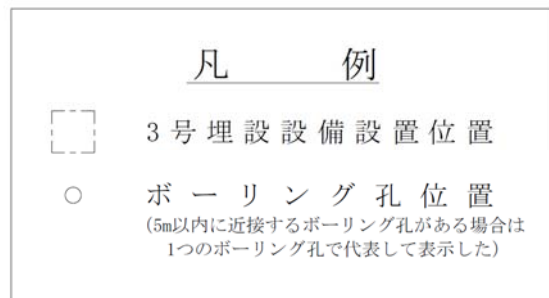
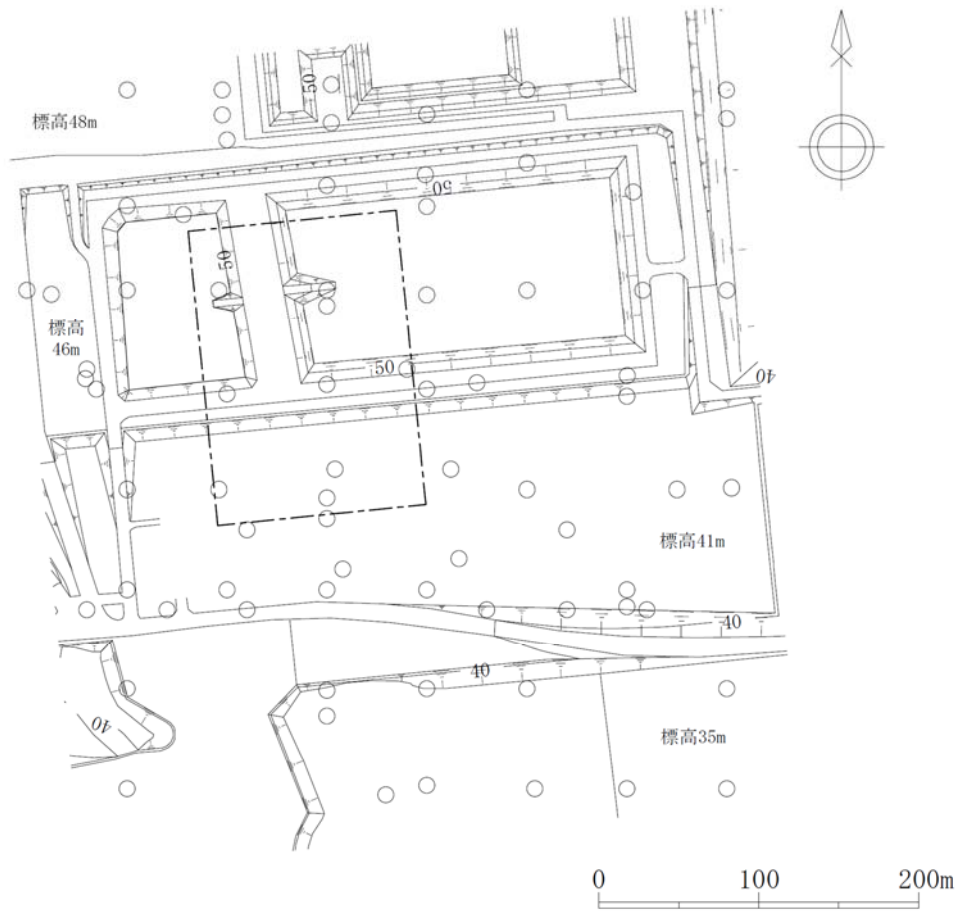
土質試験は、3 号廃棄物埋設地付近に分布する盛土、火山灰層及び段丘堆積層につ  
いて実施した。土質試験は、JIS A 1225(2009)に準拠して実施した。

(iv) 物理試験・岩石試験

a. 試験方法

安全機能を有する施設設置地盤の力学特性を把握するため、設置標高付近の試料  
を使用するものとする。そのため、ボーリング調査より採取した試料を用いて、物理  
試験、圧裂試験及び三軸圧縮試験を実施した。

物理試験は、JGS 2132(2009)に、圧裂試験は、JGS 2551(2009)に準拠して実施し  
た。また、三軸圧縮試験(UU)は、JGS 2531(2009)に準拠して実施した。



第3図 3号廃棄物埋設地付近の調査位置図

## (2) 調査結果

### (i) 安全機能を有する施設設置位置付近の地質

敷地内の地質層序表を第 1 表に示す。また、3 号廃棄物埋設地及びその付近の地質平面図を第 4 図に、3 号廃棄物埋設地設置標高付近の地質水平断面図を第 5 図に示す。さらに、3 号廃棄物埋設地及びその付近の地質断面図を第 6 図に示す。

3 号廃棄物埋設地付近の地質は、新第三系中新統の鷹架層、第四系更新統の中位段丘堆積層、高位段丘堆積層及び火山灰層及び盛土からなる。

鷹架層は層相及び層序から下部層、中部層及び上部層の 3 層に区分され、廃棄物埋設地及びその付近には中部層が分布する。中部層は、粗粒砂岩層、軽石凝灰岩層及び軽石混り砂岩層に細分されるが、これらのうち廃棄物埋設地及びその付近には、主に粗粒砂岩層と軽石凝灰岩層が分布する。

粗粒砂岩層は、主に貝化石の細片を多く含み葉理構造が発達する中～粗粒砂岩からなり、上部では軽石を含む。

軽石凝灰岩層は、主に径数 mm～数 cm の軽石を多く含む凝灰岩等からなり、下位から漸移的に軽石質砂岩、砂質軽石凝灰岩及び軽石凝灰岩が分布する。

段丘堆積層は、台地部に広く分布しており、主に石英粒子からなる淘汰の良い中粒砂ないし粗粒砂からなり、一部に礫及びシルトを挟み、下位の鷹架層を不整合に覆う。また、高位段丘堆積層は 1 号廃棄物埋設地付近から北西側に、中位段丘堆積層は 1 号廃棄物埋設地付近から南東側に分布する。

火山灰層は、段丘堆積層を覆って広く分布し、主に褐色の粘土質火山灰からなる。

敷地内で確認される示標テフラについて第 7 図及び第 8 図に示す。火山灰層中には、オレンジ軽石(約 17 万年前)及び町田・新井(2011)<sup>(3)</sup>による洞爺火山灰(11.2 万年前～11.5 万年前)が挟まれる。オレンジ軽石及び洞爺火山灰は、段丘堆積層や近傍火山灰との層序関係、火山灰の性状、火山ガラスの屈折率及び鉱物組成の文献値との類似性から対比し、同定した。

なお、火山灰の対比及び同定の詳細なデータについては根拠資料 1 に示す。

盛土は主に段丘堆積層の砂及び火山灰層の粘土質火山灰の掘削土からなる。



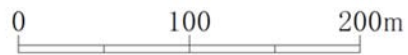
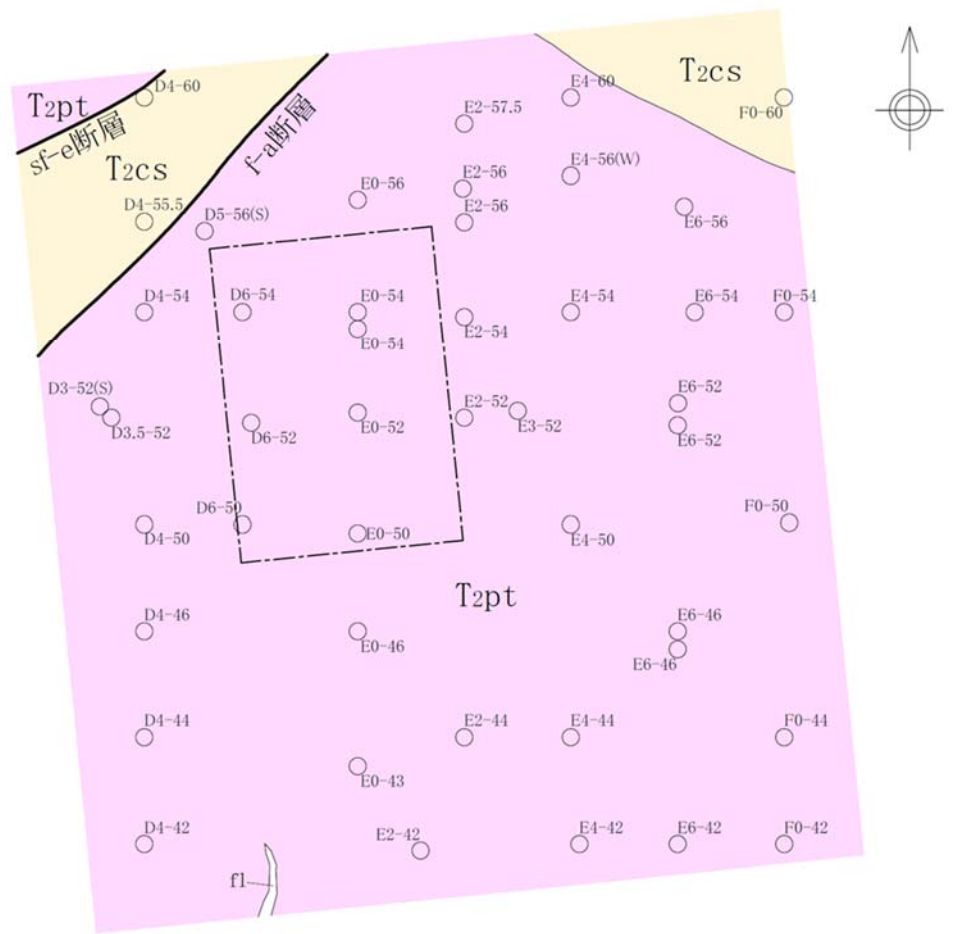
第1表 敷地内の地質層序表

地質時代		地層名	記号	主な層相及び岩相				
新 代	第 四 紀	完 新 世	沖積低地堆積層	a1	礫, 砂, 粘土, 腐植土			
		更 新 世	後 期	火 山 灰 層	lm	褐色の粘土質火山灰		
			中 期	中位段丘堆積層	M1	主に石英粒子からなる淘汰の良い中粒砂 ～粗粒砂		
		鮮 新 世	中 期	高位段丘堆積層	H5	主に石英粒子からなる淘汰の良い中粒砂 ～粗粒砂		
			前 期	古期低地堆積層	do	シルト, 砂, 礫		
	第 三 紀	中 新 世	後 期	鷹架層		礫混り砂岩層	T <sub>2</sub> ss	礫混り砂岩
			中 期			軽石混り砂岩層	T <sub>2</sub> ps	礫質砂岩 砂岩・泥岩互層 軽石混り砂岩(3) 砂質軽石凝灰岩(2) 軽石混り砂岩(2) 砂質軽石凝灰岩(1) 軽石混り砂岩(1)
		鮮 新 世	中 期	軽石凝灰岩層	T <sub>2</sub> pt	軽石凝灰岩 砂質軽石凝灰岩 軽石質砂岩		
				粗粒砂岩層	T <sub>2</sub> cs	砂岩 粗粒砂岩		
				下部層(T <sub>1</sub> )	泥岩層	T <sub>1</sub> ms	泥岩 一部に凝灰質砂岩, 砂質軽石凝灰岩を 挟む。	

注) ——— は、整合関係を示す。~~~~ は、不整合関係を示す。  
主な層相及び岩相の上下順序は、層位関係を示す。



第 4 図 3号廃棄物埋設地及びその付近の地質平面図

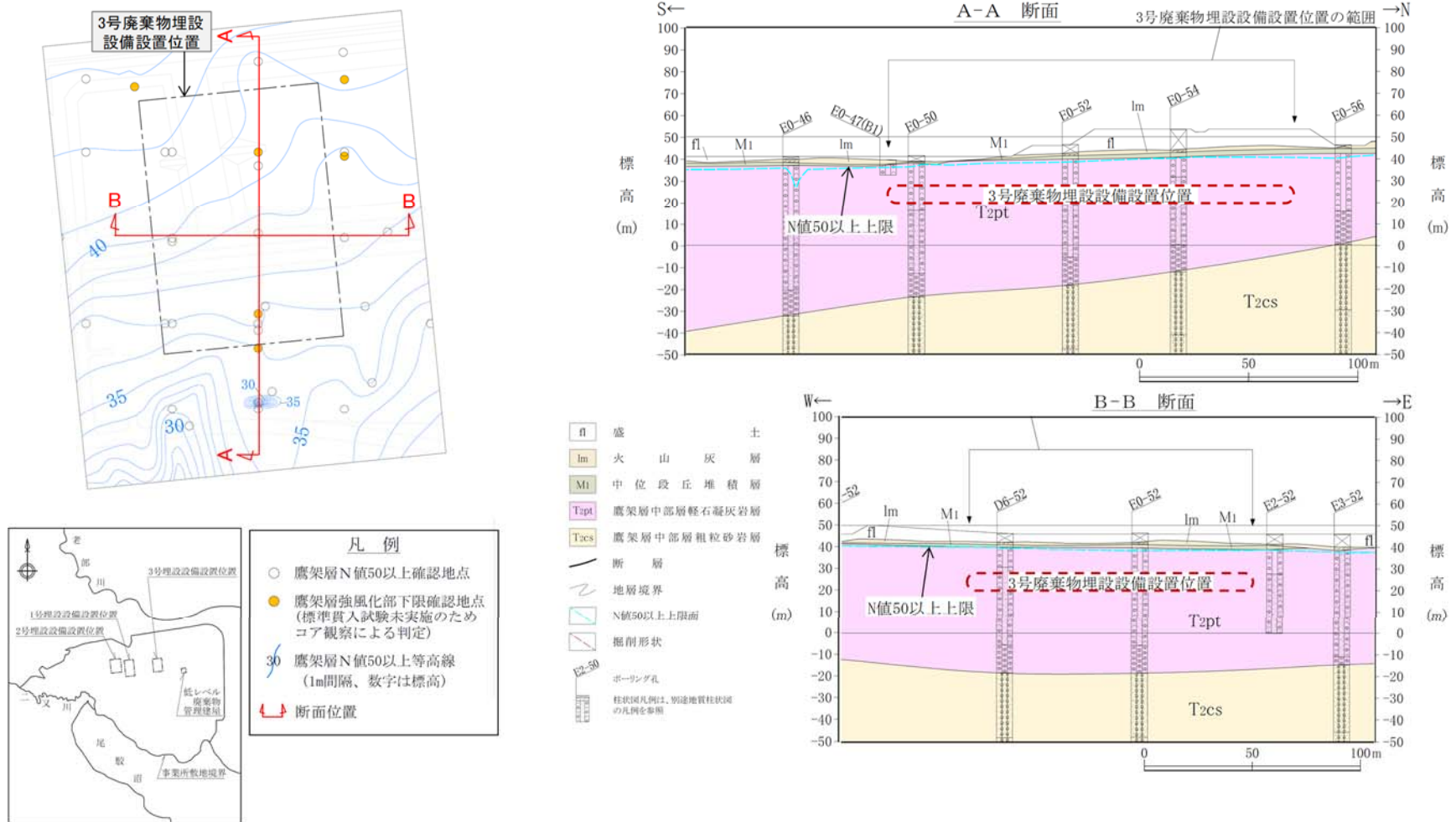


凡 例

- f1 盛 土
- T2pt 鷹架層中部層軽石凝灰岩層
- T2cs 鷹架層中部層粗粒砂岩層
- 断 層
- ~ 地 層 境 界
- 3号埋設設備設置位置
- ボーリング位置

第 5 図 3 号廃棄物埋設地及びその付近の地質水平断面図(標高 22m)





第6図 3号廃棄物埋設地及びその付近の地質断面図(上段：南北断面、下段：東西断面)



A地点試料の主な火山ガラス屈折率分析結果

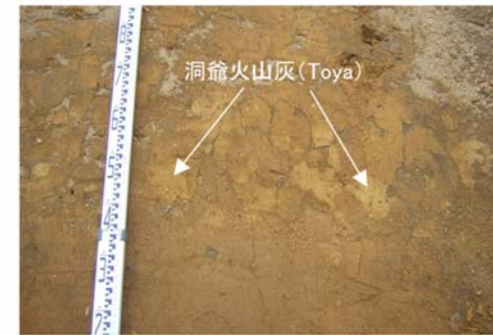
試料	火山ガラス屈折率	主な鉱物
A地点試料	1.4948~1.4968	斜方輝石
Toya 文献値 <sup>※</sup>	1.494~1.497	斜方輝石

火山ガラスの屈折率分析結果を根拠資料に示す。

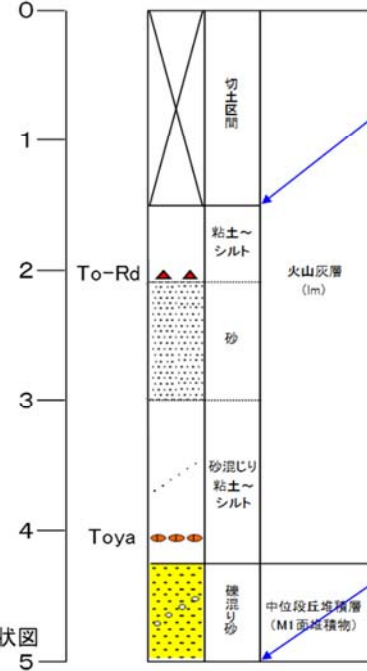


A地点北法面で確認される示標テフラ

- ・海成砂層の上位20cm~30cmに分布するパッチ状の黄白色~明褐色の細粒火山灰である。
- ・法面で水平方向に30m以上の連続が確認され、異質岩片の混入が少ないことから、純層と考えられる。



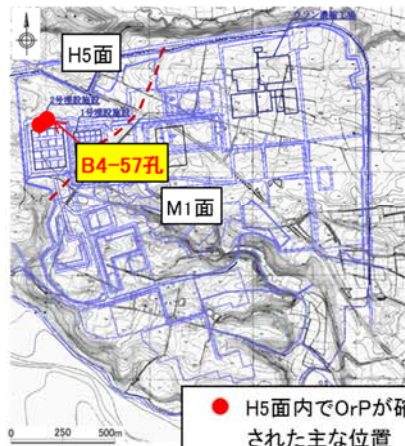
深度(m)(原地形標高37.5m)



A地点露頭柱状図



第7図 敷地内で確認される示標テフラ(中位段丘面)

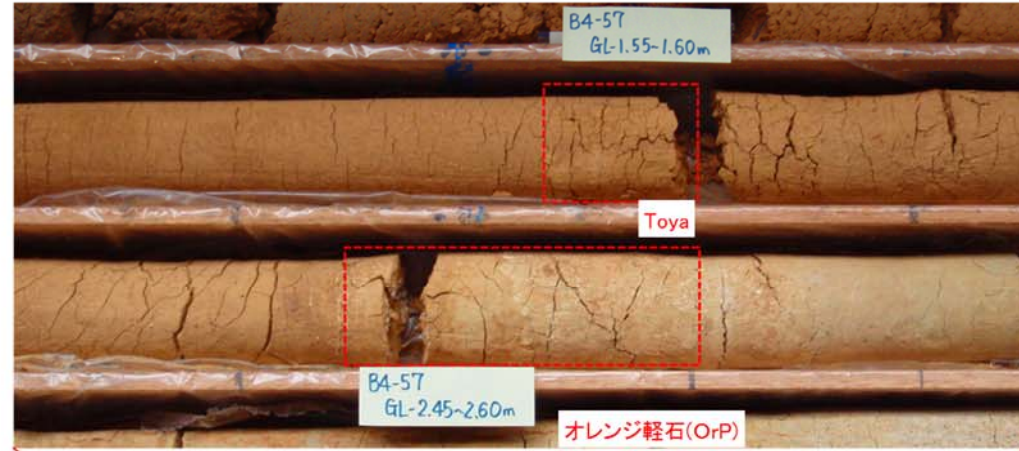


● H5面内でOrPが確認された主な位置

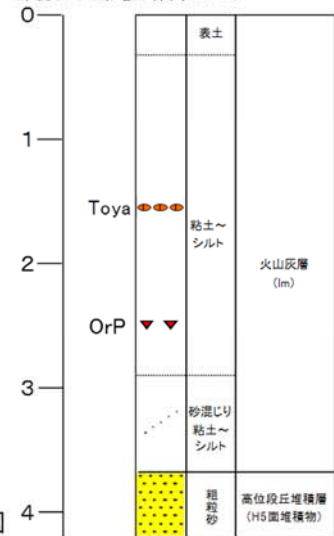
濃縮・埋設事業所付近の地形図(造成前)

◆コアにおけるオレンジ軽石(OrP)の産状(B4-57孔)  
 ・火山灰層(風成層)中のToyaの約1m下位、海成砂層の上位約1mに挟まれる軽石である。  
 ・角閃石を多く含む。

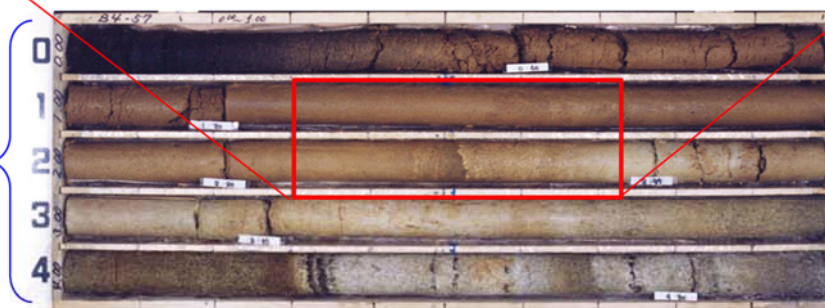
敷地近傍でのオレンジ軽石(OrP)の産状と層位状況について、根拠資料に示す。



深度(m)(原地形標高59.3m)



B4-57孔柱状図



ボーリングコア写真(B4-57孔)

第8図 敷地内で確認される示標テフラ(高位段丘面)



(ii) 廃棄物埋設地付近の地質構造(断層及び地すべり)

a. 廃棄物埋設地の断層評価

敷地内の鷹架層上限面地質図を第 9 図に、敷地内の断層性状一覧表を第 2 表に示す。敷地内には、北東-南西走向の f 系断層と東西走向の sf 系断層が分布する。

ボーリング調査結果から、3 号廃棄物埋設地内には断層は認められなかった。

一方、3 号廃棄物埋設地周辺の鷹架層中には、NE-SW 走向の f-a 断層、NE-SW 走向の f-c 断層、E-W 走向の sf-b(Ⅱ)断層、ENE-WSW~E-W 走向の sf-e 断層及び E-W 走向の sf-f 断層が認められる。

f-a 断層は、走向が N30° ~55° E で、70° ~90° 南東に傾斜する正断層センスの断層である。断層面は、固結・密着している部分及び鏡肌を有する部分が認められる。断層沿いには、断層を境して接する岩石が混在した部分が幅 10cm~160cm にわたって認められるが、この部分は固結しており、周囲の岩石と同程度の硬さを有している。また、第 10 図に示すトレンチ調査結果によれば、f-a 断層は、鷹架層を不整合に覆って分布する中位段丘堆積層には変位・変形を与えていない。

f-c 断層は、走向が N30° ~50° E で、60° ~90° 北西に傾斜する正断層センスの断層である。第 11 図に示すトレンチ調査結果によれば、断層面は鏡肌を呈し条線を伴うが、鷹架層を不整合に覆う高位段丘堆積層には変位・変形を与えていない。

sf-e 断層は、走向が N50° ~80° E で、40° ~90° 南に傾斜している逆断層センスの断層である。断層面はゆ着しており、断層沿いには、断層を境して接する岩石が破碎を伴わずに混在した部分が幅 4cm~33cm にわたって認められるが、この部分は固結し、周囲の岩石と同程度の硬さを有している。また、第 12 図に示すトレンチ調査結果によれば、sf-e 断層は、鷹架層を不整合に覆って分布する高位段丘堆積層には変位・変形を与えていない。

さらに、第 13 図に示すように廃棄物埋設地の南方にも、E-W 走向で北傾斜かつ逆断層センスの sf-b(Ⅱ)断層が認められるが、sf-e 断層と同様に断層面はゆ着しており、ボーリングコアで確認される断層面は固結し、周囲の岩石と同程度の硬さを有している。また、トレンチ調査結果から、f-a 断層は将来活動する可

能性のない断層であると判断され、sf-b(Ⅱ)断層は1号廃棄物埋設地南側でf-a断層に切られることから、sf-b(Ⅱ)断層も同様に将来活動する可能性のある断層ではないと評価した。

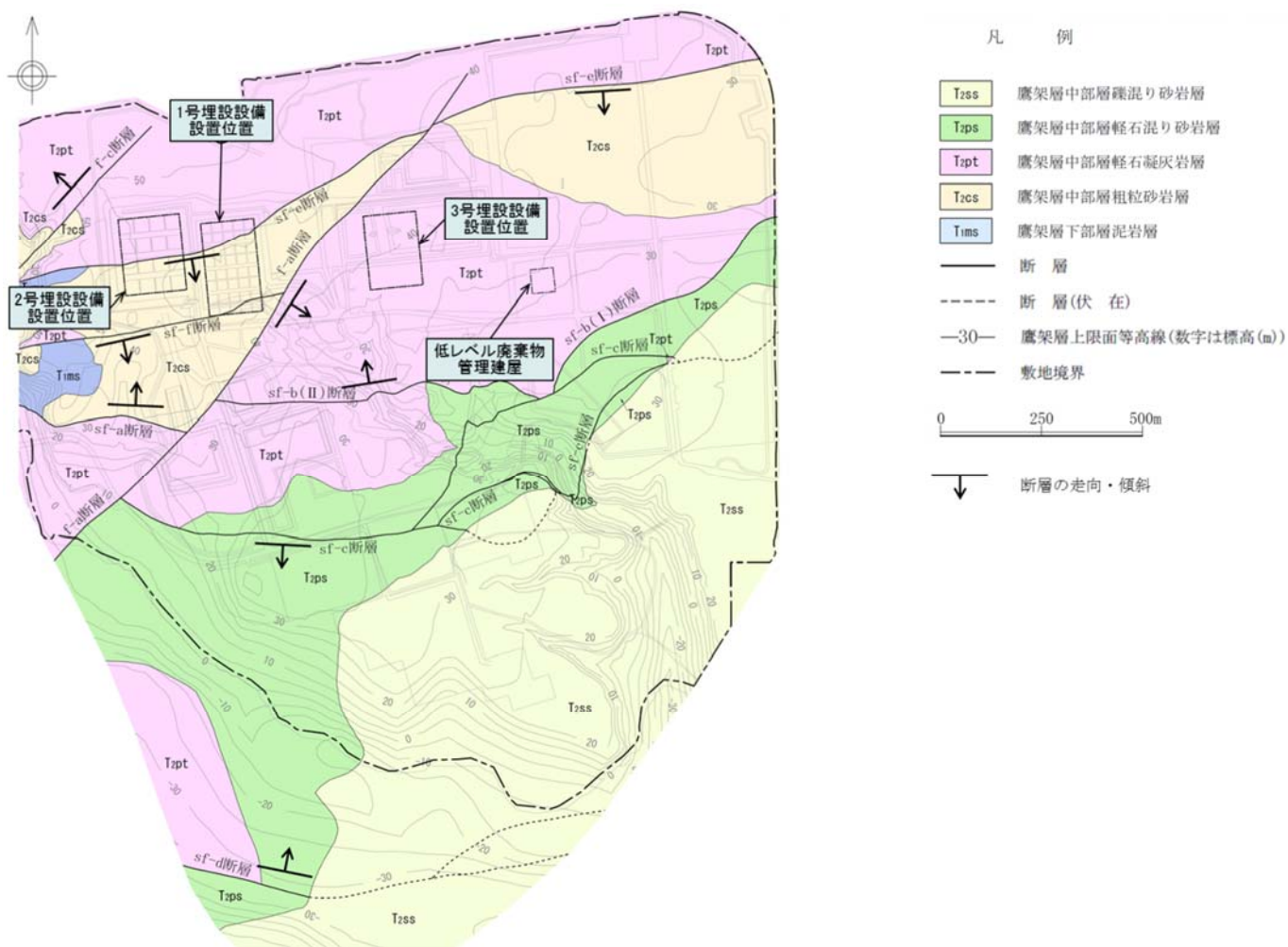
sf-f断層は、走向がおおむねE-Wで、70°南に傾斜している逆断層センスの断層である。第14図に示すボーリング調査結果によれば、sf-f断層は、その性状からsf-e断層と同時期に形成された断層と判断できる。また、トレンチ調査結果から、f-a断層は将来活動する可能性のある断層ではないと判断され、sf-f断層は1号廃棄物埋設地東側でf-a断層に切られることから、sf-f断層も同様に将来活動する可能性のある断層ではないと評価した。

以上より、廃棄物埋設地付近には、少なくとも後期更新世以降に活動した断層はないと評価する。

#### b. 地すべり評価

地すべり地形分布図を第15図に示す。防災科学技術研究所(2009)により、西の沢以西及び尾駁沼付近を除いた台地上には、地すべり地形は判読されない。また、廃棄物埋設地付近での地質調査結果から、地すべり面や地層の乱れは確認されない。

以上より、廃棄物埋設地の支持地盤まで及ぶ地すべりはないと評価した。



第 9 図 敷地内の鷹架層上限面地質図

第2表 敷地内の断層性状一覧表

断層名	確認位置	主な走向	主な傾斜	鷹架層の変位方向	最大鉛直変位量 (m)	破碎部最大幅 (cm)	鷹架層中の性状	活動性に関する知見
f-a 断層	ボーリングトレンチ	N30° ~ 55° E	70° ~ 90° SE	東落ち正	130	160	断層面は固結・密着する箇所と鏡肌を有する箇所がある。断層部に見られる破碎部は固結する。	中段段丘堆積層に変位を与えない。再処理事業所敷地内のf-1断層に連続する。
f-c 断層	ボーリングトレンチ	N30° ~ 50° E	60° ~ 90° NW	西落ち正	15	80	断層面は鏡肌・条線が見られる。一部にセピオライトを挟む。	高位段丘堆積層に変位を与えない。
sf-a 断層	ボーリング	EW	10° ~ 40° N	北上がり逆	140	なし	断層面は固結・ゆ着し、混在部を有する。	東側がf-a断層に切られる。※2
sf-b 断層※1	ボーリング調査坑	EW ~ NE-SW	10° ~ 40° N	北上がり逆	140	なし	断層面は固結・ゆ着し、混在部を有する場合と顕著な変形が認められない場合がある。	西側がf-a断層に切られる。※2
sf-c 断層	ボーリング調査坑	EW ~ NE-SW	5° ~ 50° S	北上がり逆	60	なし	断層面は固結・ゆ着し、混在部を有する場合と顕著な変形が認められない場合がある。	鷹架層中部層礫混じり砂岩層(T2ss)に変位を与えない。※2
sf-d 断層	ボーリング	EW ~ NE-SW	20° ~ 40° N	北上がり逆	100	なし	断層面は固結・ゆ着し、混在部を有する場合と顕著な変形が認められない場合がある。	再処理事業所敷地内のsf-3断層に連続する。sf-3断層は、f-1断層に切られる。※2
sf-e 断層	ボーリングトレンチ掘削面※3	N50° ~ N80° E	40° ~ 90° S	南上がり逆	100	なし	断層面は固結・ゆ着し、混在部を有する。	(f-a断層西側): 高位段丘堆積層に変位を与えない。 (f-a断層東側): 中段段丘堆積層に変位を与えない。
sf-f 断層	ボーリング	EW	70° S	南上がり逆	20	なし	断層面は固結・ゆ着する。	東側がf-a断層に切られる。※2

※1 sf-b(I)及びsf-b(II)をまとめて記載した。

※2 活動性・連続性は、ボーリング調査及び調査坑調査等で確認した地質分布から判断した。

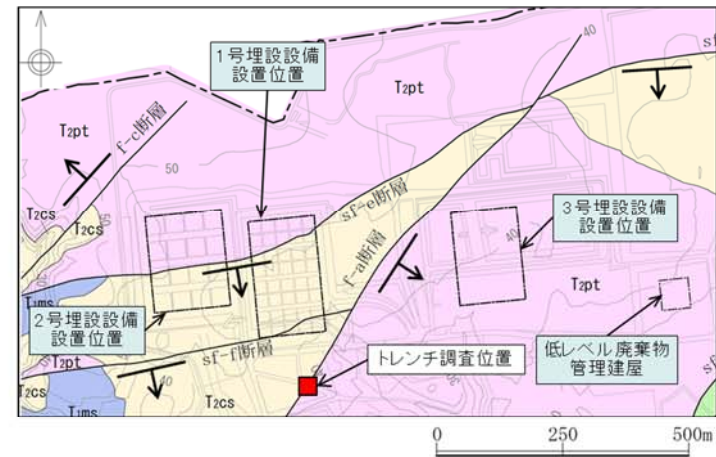
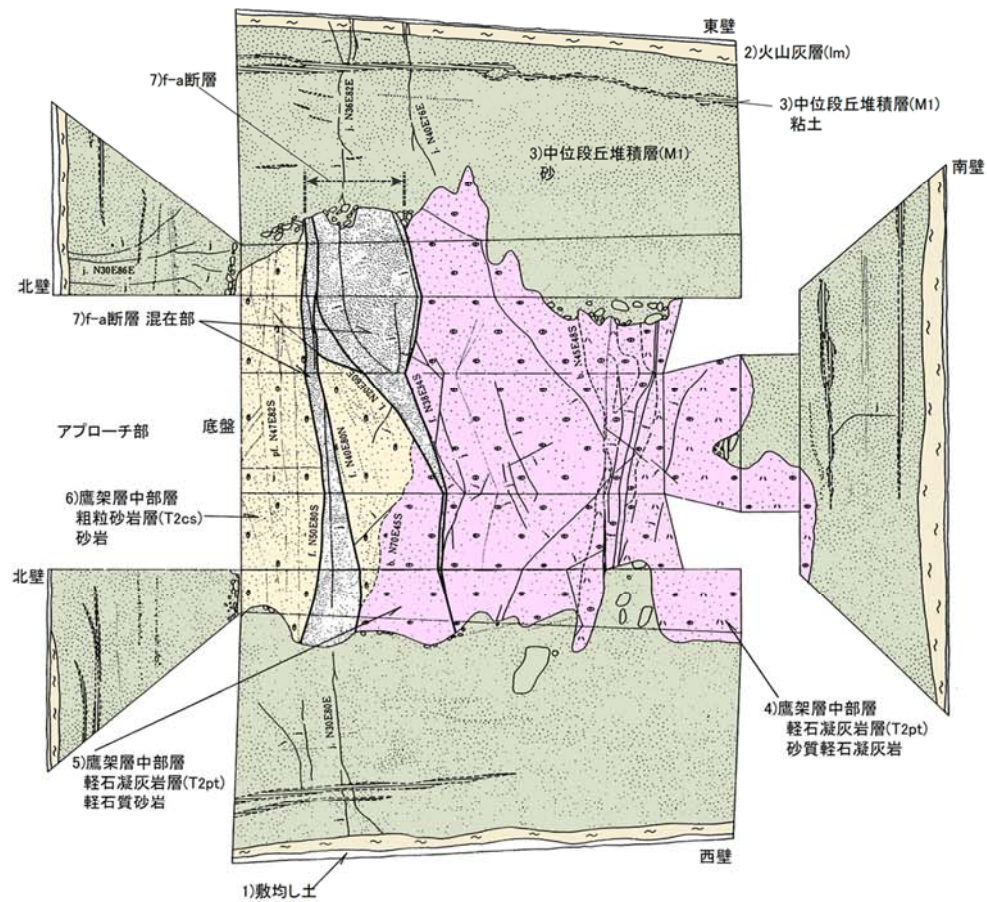
※3 1,2号廃棄物埋設地掘削面。

項目	sf系断層	f系断層
断層部の性状	断層面は凹凸し固結・ゆ着する。断層の上下盤の地質が構成粒子の破碎を伴わずに混在するなどの未固結時の変形構造が認められる。	断層面は直線的で全部あるいは一部が平滑面で分離する。鏡肌・条線・破碎部など固結後の変形構造が認められる。
主な走向及び変位方向	東西走向の逆断層であり、地質構造を規制するような変位が認められる。	南北走向から北東-南西走向の正断層であり、地質構造を規制するような変位が認められる。

【sf系断層とf系断層との関係】

- ・断層部の性状から、sf系断層は未固結時に活動した断層である一方、f系断層は固結後に活動した断層と判断される。
- ・地質分布及びトレンチ調査結果から、sf系断層はf系断層に切られることを確認している。  
→sf系断層はf系断層よりも先に形成した断層と判断される。



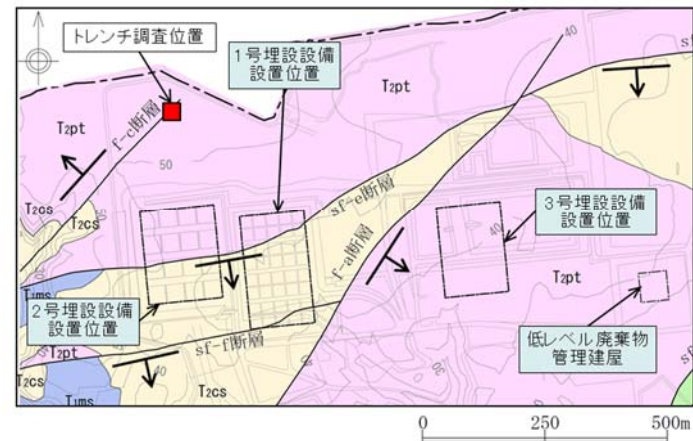
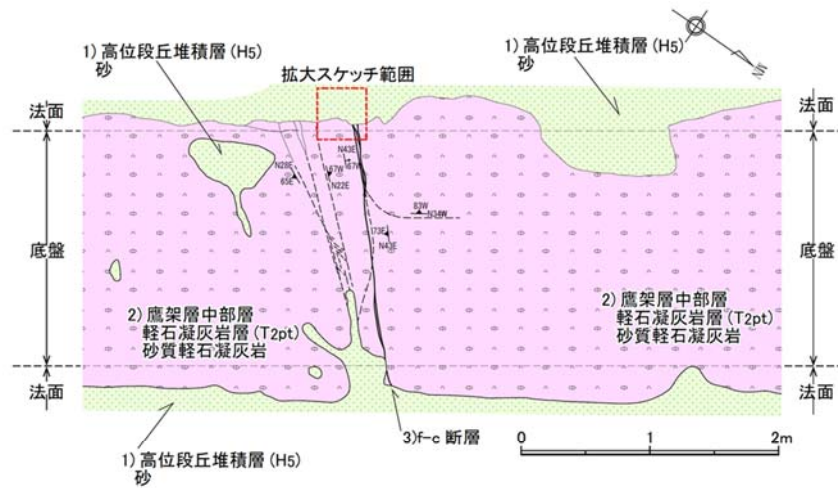


トレンチ調査位置図

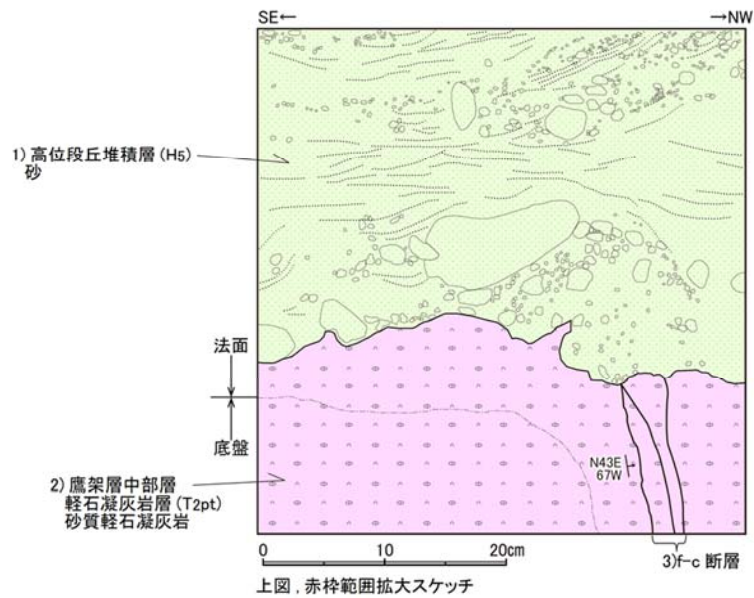
- |                        |  |
|------------------------|--|
| 1) 敷均し土                | : 造成に伴う敷均し土からなる。   |
| 2) 火山灰層(lm)            | : 褐色を呈する砂混り火山灰からなる。  |
| 3) 中位段丘堆積層(M1)         | : 淘汰の良い粗粒砂を主体とし、安山岩、チャート等の円礫を含む。また、火山灰質粘土の薄層を挟む。一部に葉理がみられる。                          |
| 4) 鷹架層中部層 軽石凝灰岩層(T2pt) | : 塊状の灰白～黄灰色を呈する砂質軽石凝灰岩からなる。軽石片(径0.2cm～2cm)を多く含み、一部に泥岩礫を含む。                           |
| 5) 鷹架層中部層 軽石凝灰岩層(T2pt) | : 塊状の灰～黄灰色軽石質砂岩からなる。全体に粗粒～極粗粒で、軽石片(径1cm以下)を含む。                                       |
| 6) 鷹架層中部層 粗粒砂岩層(T2cs)  | : 暗青灰色～暗黄灰色を呈する中粒～粗粒砂岩からなる。全体に軽石片(径0.2cm前後)を含み、葉理が発達する。                              |
| 7) f-a断層               | : 軽石質砂岩と砂岩を境する断層で、断層面は密着している。断層沿いには、砂岩、軽石質砂岩等が混在した部分(混在部)が認められ、混在部は周囲の岩石に比べてやや硬質である。 |
- 
- |     |              |
|-----|--------------|
| b.  | : 層理         |
| j.  | : 節理         |
| pf. | : 断層(ゆ着した断層) |
| f.  | : 断層         |

第 10 図 トレンチ調査結果(f-a 断層)



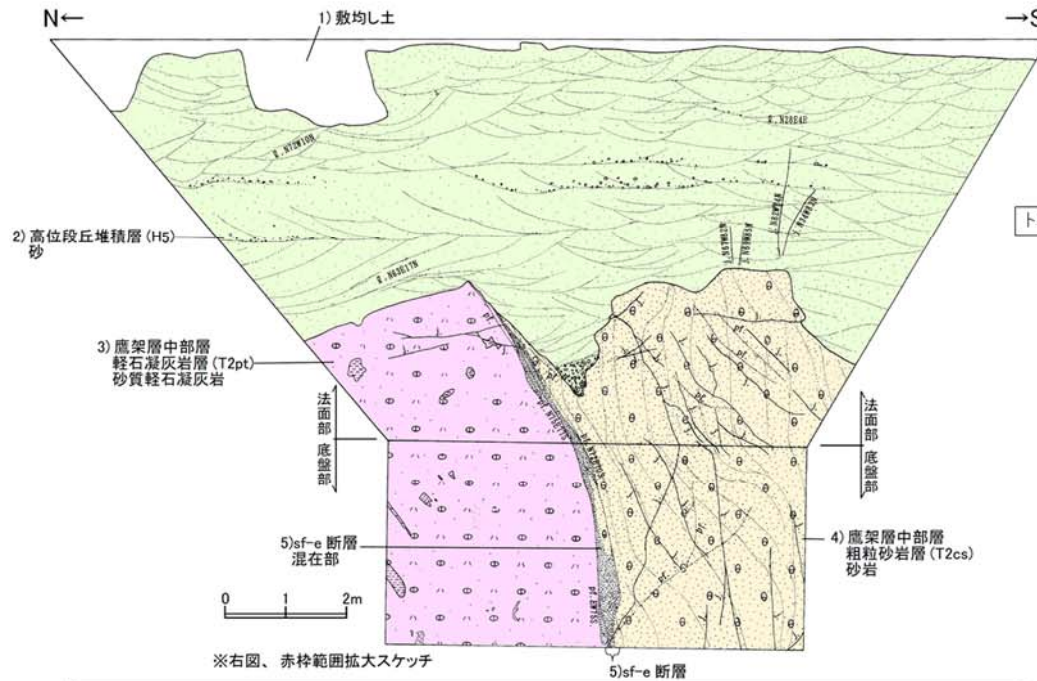


トレンチ調査位置図



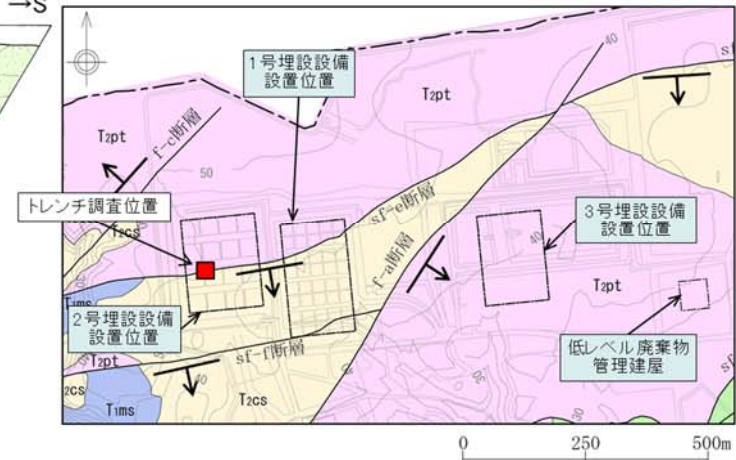
- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 1) 高位段丘堆積層 (H5)         | : シルト分を含む中～粗粒砂からなる。葉理構造が発達し、葉理の基底付近には径 1cm ～ 30cm の円～垂円礫を含む。   |
| 2) 鷹架層中部層 軽石凝灰岩層 (T2pt) | : 径 0.5cm ～ 2cm の白色軽石を含む。上面は上位の高位段丘堆積層により削刺される。  |
| 3)f-c 断層                | : 断層面の走向・傾斜は N43E67W である。幅 1cm 程度の黄灰色粘土を挟在し、断層東端では細粒化した軽石が幅 1.5mm 程度で断層に沿って分布する。上記の高位段丘堆積層に変位・変形を与えない。 |
- 
- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 線種凡例                 | 走向傾斜凡例           |
| — f-c 断層             | ↙ f-c 断層         |
| - - - 断層 (固結・ゆ着した断層) | ↘ 断層 (固結・ゆ着した断層) |
| — 割れ目                |                  |

第 11 図 トレンチ調査結果 (f-c 断層)

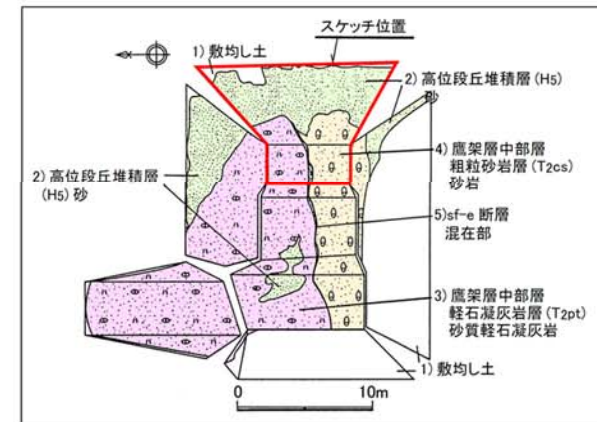


※右図、赤枠範囲拡大スケッチ

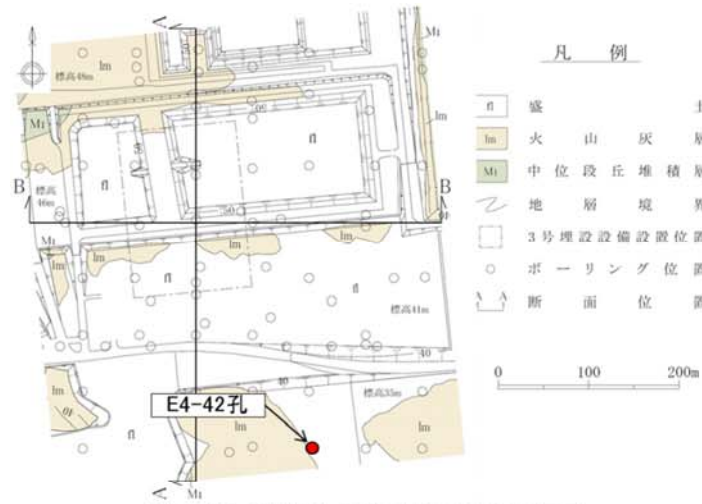
- |                                 |   |                   |
|---------------------------------|---|-------------------|
| 1) 敷均し土                         | : 造成に伴う敷均し土からなる。  | Q. : 葉理           |
| 2) 高位段丘堆積層 (H5) 砂               | : 黄褐色～灰褐色を呈する中～粗粒砂からなる。所々に安山岩、チャートの亜角～亜円礫 (径 0.5cm ~ 10cm) を含む。葉理がみられる。 | j. : 節理           |
| 3) 鷹架層中部層 軽石凝灰岩層 (T2pt) 砂質軽石凝灰岩 | : 塊状の灰白～黄灰色を呈する砂質軽石凝灰岩からなる。軽石片 (径 0.2cm ~ 2cm) を多く含み、一部に泥岩礫を含む。         | pf. : 断層 (ゆ着した断層) |
| 4) 鷹架層中部層 粗粒砂岩層 (T2cs) 砂岩       | : 暗黄灰色を呈する中粒～粗粒砂岩からなる。軽石片 (径 0.2cm 前後) や貝化石片を含み、葉理が発達する。                |                   |
| 5) sf-e 断層 混在部                  | : 砂岩、砂質軽石凝灰岩等が混在した部分 (混在部) からなる。周囲の岩石に比べてやや硬質である。                       |                   |



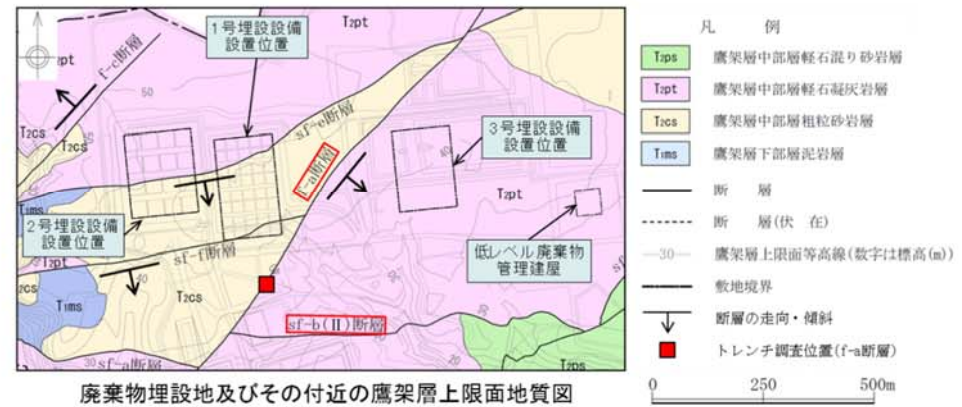
トレンチ調査位置図



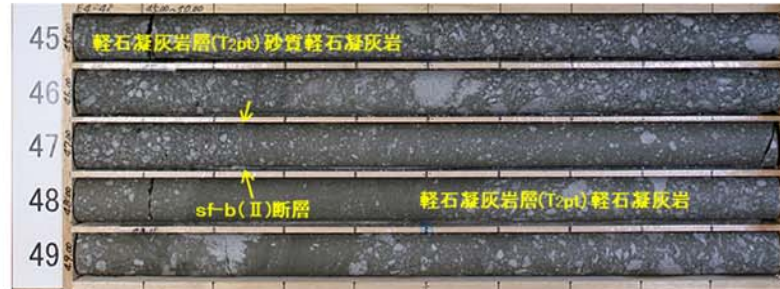
第 12 図 トレンチ調査結果(sf-e 断層)



3号廃棄物埋設地及びその付近の地質平面図



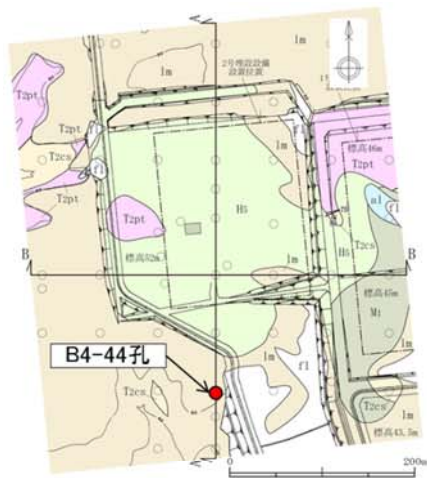
廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層上限面地質図



コア写真(E4-42孔、GL-45m～50m)

第 13 図 ボーリング調査結果(sf-b(II)断層)





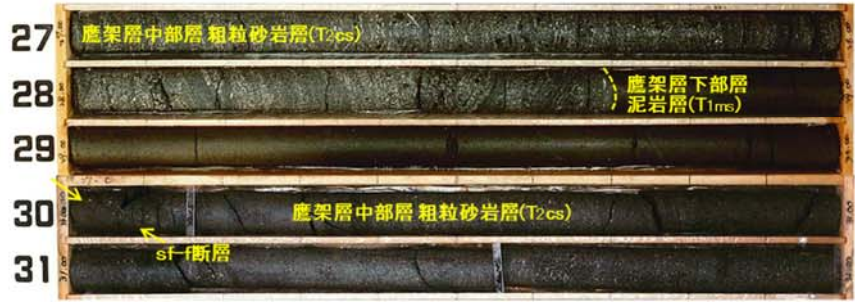
2号廃棄物埋設地及びその付近の地質平面図

- 凡例
- fl 盛土
  - al 沖積低地堆積層
  - lm 火山灰層
  - Mi 中位段丘堆積層
  - Hs 高位段丘堆積層
  - Tzpt 鷹架層中部層軽石凝灰岩層
  - Tzcs 鷹架層中部層粗粒砂岩層
  - 地層境界
  - 断層の走向・傾斜
  - 断層
  - 埋設設備設置位置
  - ボーリング位置
  - トレンチ位置
  - 断面位置



廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層上限面地質図

- 凡例
- Tzps 鷹架層中部層軽石混り砂岩層
  - Tzpt 鷹架層中部層軽石凝灰岩層
  - Tzcs 鷹架層中部層粗粒砂岩層
  - Tims 鷹架層下部層泥岩層
  - 断層
  - 断層(伏在)
  - 鷹架層上限面等高線(数字は標高(m))
  - 敷地境界
  - 断層の走向・傾斜
  - トレンチ調査位置(f-a断層)



コア写真(B4-44孔、GL-27.00m~-32.00 m)

第 14 図 ボーリング調査結果(sf-f 断層)



第 15 図 地すべり地形分布図\*1

\*1：国立研究開発法人 防災科学技術研究所 HP  
「J-SHIS 地震ハザードステーション」に一部加筆  
(地すべり地形は、防災科学技術研究所(2009)5 万分の 1 地すべり地形分布図  
第 42 集「野辺地・八戸」図集による)

輪郭構造 (滑落崖と削方崖)	
	新鮮または開析されていない冠頂をもつ滑落崖
	部分的に開析されている冠頂をもつ滑落崖
	冠頂が著しく開析された滑落崖
	冠頂が丸みをおびて不明瞭になった滑落崖
	開析されて無くなってしまった冠頂・滑落崖の推定復元位置
	中・底材の堆れ層すべり面が地表に露出し、滑落崖にある準層を暴しない斜面。冠頂は尾輪の反対側斜面とすべり面との交線
	後方崖、多重線等
移動体の輪郭・境界	
	後方に滑落崖があり、移動体の輪郭が明確なし判定可能
	後方の滑落崖は明確であるが、移動体の輪郭の判定が困難
	滑落崖はほとんど開析されてしまったが、過去の移動体の一部(不安定土塊)が残存している
	ほかの移動体や堆積物におおわれた部分
	斜面体の移動の初期状態。基岩から分離していないとしても不安定域、移動域と推定される範囲
	斜面移動体かどうか判定できない山体・小丘
内部構造	
	二次・小滑落崖、崖線の開析程度に応じて輪郭構造の場合と同様に表す
	サブユニットの境界、内部(二次)移動体輪郭
	移動体内の小尾根
	幅の広い溝状凹地、亀裂
	幅の狭い溝状凹地、亀裂
	飛行亀裂
	線状窪地・小谷窪線
移動方向等移動体の主移動方向	
	すべり
	クレーブ(輪行)
	流れ・押し出し
	落石など
	前方への移動または移動を伴う移動とその方向
	元の斜面傾斜と逆方向へ移動した斜面の傾斜方向

(iii) 標準貫入試験結果

廃棄物埋設地及びその付近のボーリング孔で実施した標準貫入試験によると、鷹架層は表層部を除き、N値が50以上の岩盤である。

(iv) 土質試験結果

3号廃棄物埋設地及びその付近の盛土、火山灰層並びに段丘堆積層を対象に実施したボーリングコアから採取した試料による湿潤密度、含水比、土粒子の密度及び間隙率の測定結果を第3表に示す。

第3表 3号廃棄物埋設地付近の土質試験結果(盛土及び第四紀層)

地層	湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )			含水比 (%)			土粒子の密度 (g/cm <sup>3</sup> )			間隙率 (%)		
	平均値	試料数 (個)	標準 偏差	平均値	試料数 (個)	標準 偏差	平均値	試料数 (個)	標準 偏差	平均値	試料数 (個)	標準 偏差
盛土	1.79	9	0.08	26.2	9	4.4	2.72	2	-	47.9	9	2.6
火山灰層	1.54	34	0.10	58.1	21	14.4	2.68	6	0.03	62.7	21	5.1
段丘堆積層	1.79	42	0.11	29.4	36	4.9	2.66	7	0.03	48.1	36	4.5

(v) 物理試験・岩石試験結果

a. 物理試験結果

3号廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層中部層軽石凝灰岩層の軽石凝灰岩並びに砂質軽石凝灰岩を対象に実施したボーリングコアから採取した試料による物理試験結果を第4表に示す。

第4表 3号廃棄物埋設地付近の物理試験結果(鷹架層)

区分		湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )		含水比 (%)		土粒子の密度 (g/cm <sup>3</sup> )		間隙率 (%)		試料数 (個)*1
		平均値	標準 偏差	平均値	標準 偏差	平均値	標準 偏差	平均値	標準 偏差	
鷹架層中部層 軽石凝灰岩層	軽石 凝灰岩	1.59	0.03	52.1	4.4	2.39	0.01	56.1	2.1	39 (18)
	砂質軽石 凝灰岩	1.70	0.03	38.8	2.9	2.48	0.03	50.3	1.9	159 (76)

\*1: ()内の数字は土粒子の密度を測定した試料数を示す。

b. 岩石試験結果

3号廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層中部層軽石凝灰岩層の軽石凝灰岩並びに砂質軽石凝灰岩を対象に実施したボーリングコアから採取した試料による岩石試験結果を第5表に示す。

第5表 3号廃棄物埋設地付近の岩石試験結果(鷹架層)

地 層		湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )	圧裂試験		三軸圧縮試験	
			引張強度 $\sigma_t$ (MPa)	せん断強度定数 $\tau_R$ (MPa)	粘着力 $c$ (MPa)	内部摩擦角 $\varphi$ (°)
鷹架層 中部層	軽石 凝灰岩	1.59	0.57	0.80	1.13	8.4
鷹架層 軽石 凝灰岩層	砂質軽石 凝灰岩	1.70	0.81	1.44	1.36	27.2

## 5. 安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価

### (1) 地盤の支持性能の算定

#### (i) 支持地盤における地盤反力度の制限値

安全機能を有する施設は、耐震重要度 C クラスを基本とした設計であることから、「道路橋示方書・同解説、I 共通編」（日本道路協会、平成 29 年 11 月）における限界状態 1(部材等としての荷重を支持する能力が確保されている限界の状態)に対する設計を行う。

支持地盤における地盤反力度の制限値は、第 6 表に示す「道示Ⅳ」の「9.5.2 鉛直荷重に対する支持の限界状態 1、表-9.5.5 基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値(支持層が岩盤の場合)」を用いた。

安全機能を有する施設を設置する岩盤の種類は軟岩とし、地盤反力度の制限値は軟岩における耐荷性能の照査の制限値である  $0.9\text{MN/m}^2$  を用いた。岩盤の種類は、室内試験の場合、一軸圧縮強度が  $1(\text{MN/m}^2)$  以上  $10(\text{MN/m}^2)$  未満を目安に、軟岩であることを同定することができる。岩盤の種類の特長については「根拠資料 1 4. 地盤反力度の制限値の算出」に示す。

第 6 表 基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値 ( $\text{kN/m}^2$ ) (支持層が岩盤の場合)

岩盤の種類		鉛直地盤反力度の制限値
硬岩	亀裂が少ない	3,750
	亀裂が多い	1,500
軟岩		900



(ii) 支持地盤における許容応力度

支持地盤の許容応力度の算定結果を第7表に示す。

3号廃棄物埋設地については鷹架層中部層軽石凝灰岩層を対象とする。

許容応力度の算出は、3号廃棄物埋設地の地盤である鷹架層のR.Q.D.が平均約98.9%であり、3号廃棄物埋設地の鷹架層は堅硬で亀裂及び節理が少ない岩盤であること、また埋設設備設置標高付近の地盤の力学特性を直接的に把握することが望ましいことから、埋設設備設置標高付近のボーリングコアから採取した試料による圧裂試験及び三軸圧縮試験の結果を用いた。許容応力度の算出については、「国土交通省告示第1113号」第2項(1)の式を用いた。

支持地盤の許容応力度の算出の詳細については「根拠資料1 1. 許容応力度の算出」に示す。

第7表 支持地盤の許容応力度

3号埋設設備の支持地盤の許容応力度	
軽石凝灰岩層	
軽石凝灰岩	砂質軽石凝灰岩
2.3MN/m <sup>2</sup>	13.1MN/m <sup>2</sup>

(2) 地盤の支持力の評価

3号埋設設備の設置地盤は、第5図に示すとおり、鷹架層中部層軽石凝灰岩層である。また、埋設設備の周囲に覆土があると、地盤の変形を抑制する上載荷重として作用するため、地盤の支持力の評価は埋設設備による荷重が最大で、覆土施工前の状態で行っている。

埋設設備は、標準貫入試験によるN値が50以上の岩盤に設置するものとする。

支持地盤の支持性能値については、支持地盤における地盤反力度の制限値と、支持地盤の許容応力度を確認した。その結果、支持地盤の許容応力度に加え、「道示IV」の「表-9.5.5 基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値(支持層が岩盤の場合)」に示される $0.9\text{MN/m}^2$ においても、埋設設備の荷重に対して十分な支持力を有していることを確認した。

支持地盤の許容応力度、支持地盤における地盤反力度の制限値及び埋設設備の荷重による接地圧を第8表に示す。第8表より埋設設備の支持地盤は、操業中の荷重による接地圧に対し十分に大きい支持性能を示すことから、十分な支持力を有していると評価した。

なお、埋設設備の接地圧の算出方法については「根拠資料1 2. 接地圧の算出」に示す。また、接地圧の算出における自然現象の重畳については、地震、風及び積雪を考慮した。

第8表 支持地盤の許容応力度、支持性能値及び埋設設備の荷重による接地圧

支持地盤の許容応力度		支持地盤における地盤反力度の制限値		接地圧
				覆土前
軽石凝灰岩層		軽石凝灰岩層		操業中の荷重による接地圧 (自重+地震+風+積雪)
軽石凝灰岩	砂質軽石凝灰岩	軽石凝灰岩	砂質軽石凝灰岩	
$2.3\text{MN/m}^2$	$13.1\text{MN/m}^2$	$0.9\text{MN/m}^2$	$0.9\text{MN/m}^2$	

## 6. 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変形による影響評価

### (1) 地盤の傾斜及び撓みの評価

敷地周辺の地形断面図作成位置図及び地形断面図を第16図に示す。

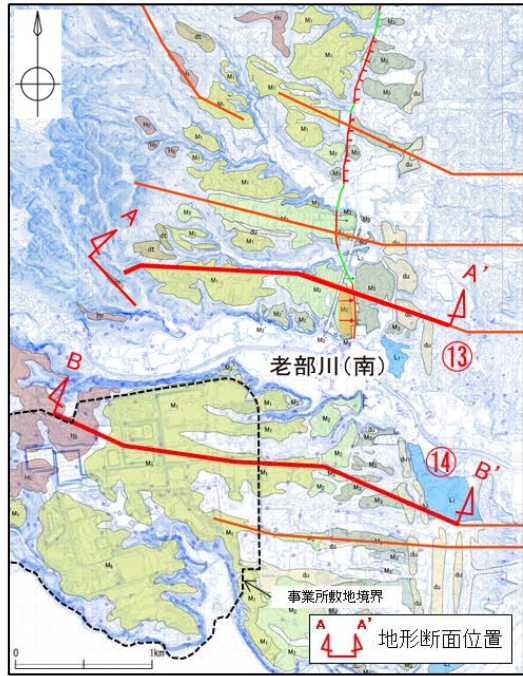
地盤の傾斜及び撓みを発生させる敷地及び敷地周辺に分布する断層は、空中写真判読及び地質調査結果から、出戸西方断層があげられる。

出戸西方断層に起因する変動地形は断層近傍のみで認められ、敷地内には認められないことから、出戸西方断層による敷地への支持地盤の傾斜及び撓みの影響はない。

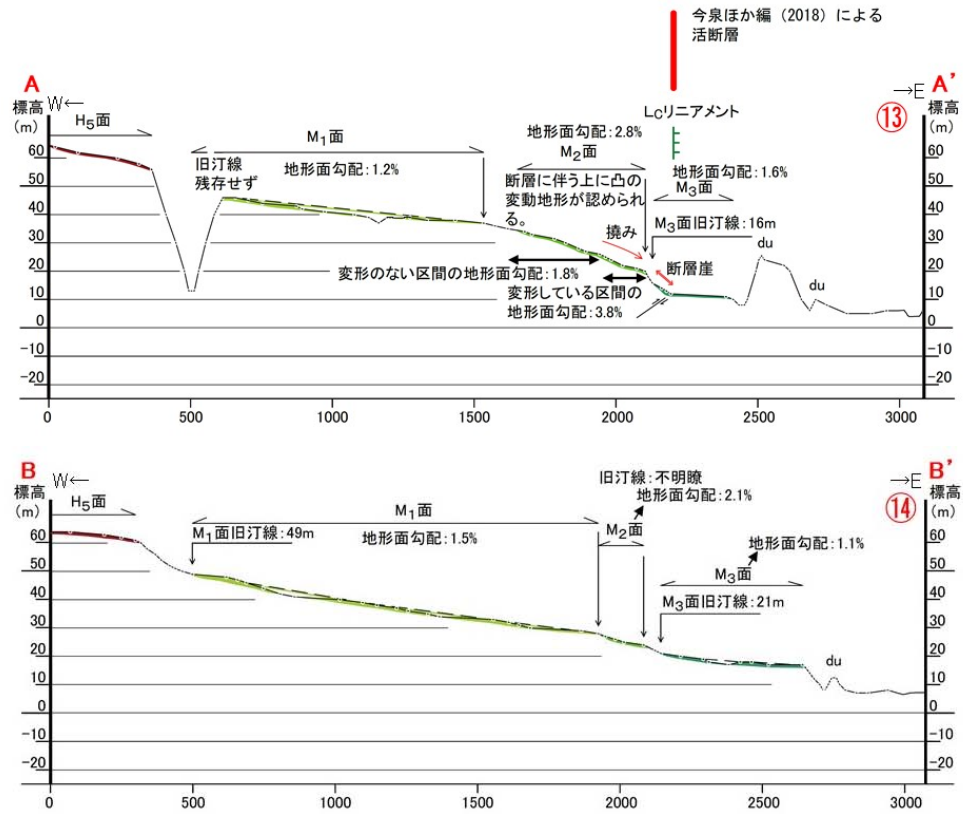
以上のことから、3号廃棄物埋設地の支持地盤において、地盤の傾斜及び撓みは生じないと評価した。

### (2) 不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下の評価

3号廃棄物埋設地の設置地盤はN値50以上の岩盤であり、十分な硬さを持っている。また、設置地盤以深もN値50以上の岩盤と同等の岩盤が連続している。以上のことから、地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化、揺すり込み沈下の支持地盤の変形による影響を受けるおそれはない。



地形面区分図及び地形断面図位置図  
 (「再処理事業所再処理事業変更許可申請書 本文及び添付資料の一部補正について」(令和2年4月28日)の一部抜粋加筆)



地形断面図(「再処理事業所再処理事業変更許可申請書 本文及び添付資料の一部補正について」  
 (令和2年4月28日)の一部抜粋加筆)

第 16 図 敷地周辺の地形断面図作成位置図及び地形断面図

## 7. 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変位による影響評価

### (1) 断層及び地すべりの評価

#### (i) 廃棄物埋設地の断層

ボーリング調査結果から、3号廃棄物埋設地には断層は確認されなかった。

#### (ii) 廃棄物埋設地周辺の断層

f-a断層は、トレンチ調査結果より、中位段丘堆積層に変位・変形を与えていないことから、将来活動する可能性のある断層ではないと評価した。

f-c断層は、トレンチ調査結果より、高位段丘堆積層に変位・変形を与えていないことから、将来活動する可能性のある断層ではないと評価した。

sf-b(Ⅱ)断層は、断層の性状や分布より、将来活動する可能性のある断層ではないと評価した。

sf-e断層は、トレンチ調査結果より、高位段丘堆積層に変位・変形を与えていないことから、将来活動する可能性のある断層ではないと評価した。

sf-f断層については、断層の性状や分布より、将来活動する可能性のある断層ではないと評価した。

以上より、3号廃棄物埋設地及びその付近に分布する断層は、将来活動する可能性のある断層ではないと評価した。

#### (iii) 地すべり

空中写真判読及び地質調査結果より、3号廃棄物埋設地の支持地盤まで及ぶ地すべりはないと評価した。

以上より、3号廃棄物埋設地の設置地盤は、変位が生ずるおそれはない。

## 8. まとめ

「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第三条（安全機能を有する施設の地盤）に対する適合性について確認した結果を以下にまとめる。

### (1) 安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価

安全機能を有する施設の支持地盤は、作業中の荷重による接地圧に対し十分に大きい支持性能を示すことから、十分な支持力を有していると評価した。

### (2) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変形による影響評価

地盤の傾斜及び撓みを発生させる敷地及び敷地周辺に分布する断層の影響を検討した結果、3号廃棄物埋設地の支持地盤において、地盤の傾斜及び撓みは生じないと評価した。また、3号廃棄物埋設地の設置地盤は十分な支持力を有した岩盤であることから、地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化、揺すり込み沈下の支持地盤の変形による影響を受けるおそれはないと評価した。

### (3) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変位による影響評価

3号廃棄物埋設地周辺に分布する断層及び地すべりの影響を検討した結果、3号廃棄物埋設地の設置地盤は、変位が生ずるおそれはないと評価した。

## 9. 参考文献

- (1) 公益社団法人 日本道路協会(平成 29 年) : 道路橋示方書(IV 下部構造編)・同解説
- (2) 吉中龍之進、桜井春輔、菊地宏吉(1989) : 岩盤分類とその適用、株式会社土木工学社
- (3) 町田洋、新井房夫(2011) : 新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺]、東京大学出版会

地盤の評価について -根拠資料集-



## 目 次

1. 許容応力度の算出.....	1
(1) 3号埋設設備 .....	1
(2) 3号埋設設備(室内岩石試験結果).....	2
2. 接地圧の算出.....	3
(1) 3号埋設設備 .....	3
3. 廃棄物埋設地の地質.....	4
(1) 火山灰の対比(洞爺火山灰) .....	4
(2) オレンジ軽石(OrP)の産状と層位状況.....	5
4. 地盤反力度の制限値の算出.....	6
(1) 地盤反力度の制限値算出に関する岩盤種類の目安 .....	6

1. 許容応力度の算出

(1) 3号埋設設備

【支持地盤の許容応力度】

支持地盤の許容応力度は、3号埋設設備の底面を対象に算定する。

許容応力度は、国土交通省告示第1113号「地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を求めるための方法を定める件」のうち、第2項(1)の式を用いて算出した。

$$q_a = 1/3 \times (i_c \alpha C N_c + i_\gamma \beta \gamma_1 B N_\gamma + i_q \gamma_2 D_f N_q), \quad i_c = i_q = (1 - \theta/90)^2, \quad i_\gamma = (1 - \theta/\varphi)^2$$

- ただし、 $q_a$  : 長期に生ずる力に対する地盤の許容応力度(kN/m<sup>2</sup>)  
 $\theta$  : 基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角(°)  
 $\varphi$  : 地盤の特性によって求めた内部摩擦角(°)  
 $\alpha, \beta$  : 基礎底面の形状係数(-)  
 $C$  : 粘着力(kN/m<sup>2</sup>)  
 $B$  : 基礎荷重面の短辺又は短径(m)  
 $\gamma_1$  : 基礎荷重面下の地盤(支持地盤)の単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)  
 $\gamma_2$  : 基礎荷重面より上方の地盤の平均単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)  
 $D_f$  : 基礎に近接した最低地盤面から基礎荷重面までの深さ(m)  
 $N_c, N_\gamma$  及び  $N_q$  : 支持力係数(-)

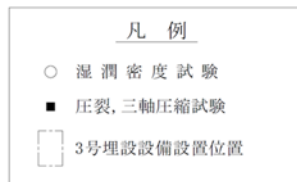
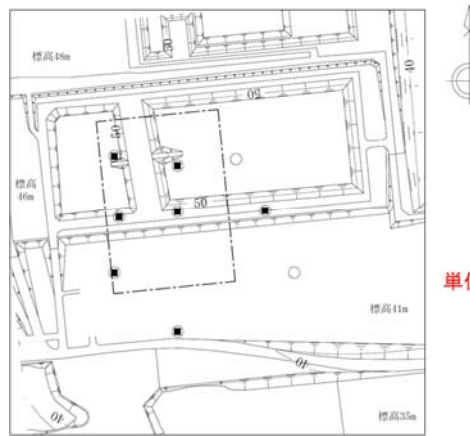
内部摩擦角に応じた支持力係数一覧

内部摩擦角	0°	5°	10°	15°	20°	25°	28°	32°	36°	40°以上
$N_c$	5.1	6.5	8.3	11.0	14.8	20.7	25.8	35.5	50.6	75.3
$N_\gamma$	0	0.1	0.4	1.1	2.9	6.8	11.2	22.0	44.4	93.7
$N_q$	1.0	1.6	2.5	3.9	6.4	10.7	14.7	23.2	37.8	64.2

また、基礎の根入れはなく直接地盤に設置することから、第3項( $i_q \gamma_2 D_f N_q$ )は考慮しない( $D_f = 0$ )。

項目	設定値	備考
基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角に応じた数値 ( $i_c, i_q, i_\gamma$ )	$i_c = i_q = i_\gamma = 1$	荷重は支持地盤に対して鉛直であることから $\theta = 0$
基礎の形状係数 ( $\alpha$ )	$\alpha = 1 + 0.2B/L$ $= 1 + 0.2 \times 36.51/64.10 \doteq 1.1$	B及びLは、それぞれの基礎荷重面の短辺及び長辺の長さ(m) B=36.51m, L=64.10m
基礎の形状係数 ( $\beta$ )	$\beta = 0.5 - 0.2B/L$ $= 0.5 - 0.2 \times 36.51/64.10 \doteq 0.4$	B及びLは、それぞれの基礎荷重面の短辺及び長辺の長さ(m) B=36.51m, L=64.10m
粘着力 ( $C$ ) (kN/m <sup>2</sup> )	軽石凝灰岩: 800kN/m <sup>2</sup> 砂質軽石凝灰岩: 1,360kN/m <sup>2</sup>	室内岩石試験の圧裂試験結果のせん断強度定数と三軸圧縮試験(UU)結果の粘着力のうち小さい値を設定(次頁参照)
内部摩擦角 ( $\varphi$ ) (°)	軽石凝灰岩: 8.4° 砂質軽石凝灰岩: 27.2°	室内岩石試験の三軸圧縮試験(UU)結果の内部摩擦角から設定(次頁参照)
単位体積重量 ( $\gamma_1$ ) (kN/m <sup>3</sup> )	軽石凝灰岩: 15.58kN/m <sup>3</sup> 砂質軽石凝灰岩: 16.66kN/m <sup>3</sup>	室内岩石試験の物理試験結果の湿潤密度から設定(次頁参照) (※g/cm <sup>3</sup> =9.8kN/m <sup>3</sup> )
支持力係数 ( $N_c, N_\gamma$ 及び $N_q$ )	軽石凝灰岩 $N_c: 7.7, N_\gamma: 0.3$ 砂質軽石凝灰岩 $N_c: 24.4, N_\gamma: 10.0$	室内岩石試験結果(内部摩擦角)と国土交通省告示第1113号に示される支持力係数の表(上表参照)より設定

(2) 3号埋設設備(室内岩石試験結果)

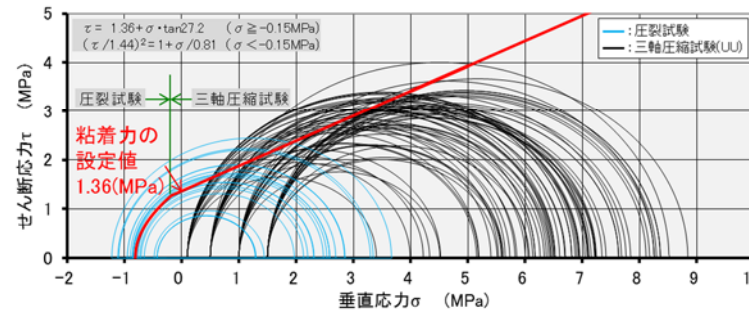
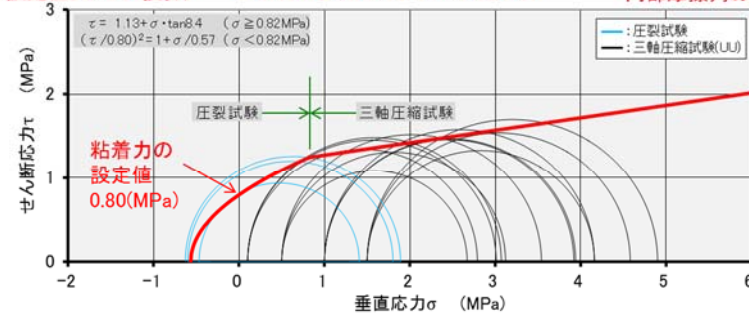


室内岩石試験実施位置図

室内岩石試験結果一覧

地層	物理試験	圧裂試験		三軸圧縮試験(UU)	
		湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )	引張強度 σ <sub>t</sub> (MPa)	せん断 強度定数 τ <sub>i</sub> (MPa)	粘着力 c(MPa)
鷹架層 中部層 軽石 凝灰岩層 (T <sub>2</sub> pt)	1.59 (39)	0.57 (3)	0.80 (3)	1.13 (12)	8.4 (12)
軽石 凝灰岩層 (T <sub>2</sub> pt)	1.70 (159)	0.81 (18)	1.44 (18)	1.36 (72)	27.2 (72)

単位体積重量の設定値(N/m<sup>3</sup>に換算)      粘着力の設定値(小さい方を設定)      内部摩擦角の設定値  
括弧内の数字は試験数量を表す。



力学試験結果(上段: 軽石凝灰岩、下段: 砂質軽石凝灰岩)

## 2. 接地圧の算出

### (1) 3号埋設設備

#### 【埋設設備の接地圧】

$$q = (W_1 + W_2 + W_3) / LB$$

ただし、 $q$ ：単位面積当たりの荷重(MN/m<sup>2</sup>)

$W_1$ ：廃棄体重量(MN)

$W_2$ ：充填材重量(MN)

$W_3$ ：鉄筋コンクリート重量(MN)

$LB$ ：1基当たりの面積(m<sup>2</sup>)

$L$ 及び $B$ は基の長辺及び短辺

#### 【操業中の荷重による接地圧】

道路橋示方書の地盤反力計算式を使用

$$q_{max} = (N/BL) + (6M_B/LB^2)$$

ただし、 $q_{max}$ ：最大地盤反力度(MN/m<sup>2</sup>)

$N$ ：鉛直荷重(MN)

$M_B$ ：モーメント(MN・m)

$B$ ：基礎幅(m)

$L$ ：基礎の奥行き(m)

- 接地圧の算出での自然現象の重量について、降下火砕物は地震との重量の頻度が低いことから考慮せず、最も接地圧が大きくなる地震+風(台風)+積雪について記載した。

項目	設定値	備考
廃棄体重量( $W_1$ ) (MN)	258.7 (MN)	$W_1 = 9.8 \times 26,400 / 1,000 \approx 258.7$ (MN) 廃棄体1本当たりの重量：9.8kN、1基当たりの定置本数：26,400本
充填材重量( $W_2$ ) (MN)	124.2 (MN)	$W_2 = 5,914.9 \times 21.0 / 1,000 \approx 124.2$ (MN) 1基当たりの充填材体積：5,914.9m <sup>3</sup> =1基内容積(11,194.9m <sup>3</sup> )-廃棄体体積(26,400本×0.2m <sup>3</sup> ) モルタルの単位体積重量：21.0kN/m <sup>3</sup>
鉄筋コンクリート重量( $W_3$ ) (MN)	113.3 (MN)	$W_3 = 4,625.5 \times 24.5 / 1,000 \approx 113.3$ (MN) 鉄筋コンクリート体積： $V = (1 \text{ 基体積}) - (\text{充填材及び廃棄体体積}) \approx 4,625.5$ m <sup>3</sup> 鉄筋コンクリートの単位体積重量※5：24.5kN/m <sup>3</sup>

※5 鉄筋コンクリートの単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)は、土木学会(2017)：「コンクリート示方書【設計編】」より、「24.5」を用いた。

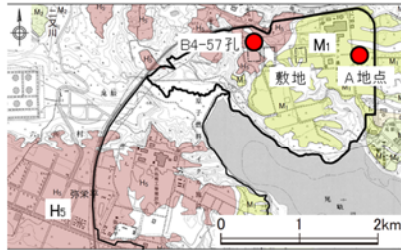
項目	設定値	備考
外荷重の鉛直合力( $N$ ) (MN)	501.0 (MN)	外荷重の鉛直合力( $N$ ) = $W_1 + W_2 + W_3 + W_4$ (MN) ただし、 $W_1$ ：廃棄体重量、 $W_2$ ：充填材重量、 $W_3$ ：鉄筋コンクリート重量、 $W_4$ ：雪荷重 $W_1$ ：258.7(MN)(上表参照)、 $W_2$ ：124.2(MN)(上表参照)、 $W_3$ ：113.3(MN)(上表参照) $W_4$ ：雪の単位荷重※1：積雪1cmごとに30(N/m <sup>2</sup> )、 積雪層厚：0.67m(六ヶ所村最深積雪1.9m×0.35※2) (※1：青森県建築基準法施行細則、※2：建築基準法施行令第82条)
静的地震動によるモーメント	338.7 (MN・m)	$M_1 = N$ (外荷重の鉛直合力) × (静的地震荷重)※4 × (重心の高さ)※3 = 501.0 × 0.2 × 6.76 / 2 (MN・m) (※3：基の重心は底版コンクリートが上部より厚いことから、中心よりやや低い位置となるが、保守的に基の中心として設定した)
モーメントの合力	1.5 (MN・m)	風荷重( $P_D$ ) = $q \times G \times C \times A$ (MN) ただし、 $P_D$ ：風圧力(MN)、 $q$ ：設計用速度圧(N/m <sup>2</sup> )、 $G$ ：ガスト影響係数(-)、 $C$ ：風力係数(-)、 $A$ ：施設の受圧面積(m <sup>2</sup> ) 設計用速度圧( $q$ )：705.2(N/m <sup>2</sup> ) $q = 1/2 \times \rho \times V_D^2$ ただし、 $\rho$ ：空気密度(kg/m <sup>3</sup> )、 $V_D$ ：風速(m/s) 空気密度( $\rho$ )：1.22(kg/m <sup>3</sup> )(1気圧、16°Cにおける空気密度) 風速( $V_D$ )：34(m/s)(建設省告示第1454号第2項による) ガスト影響係数( $G$ )：1 風力係数( $C$ )：1.4 施設の受圧面積( $A$ )：433.3(m <sup>2</sup> ) 風荷重によるモーメント：0.43(風荷重) × 6.76 / 2 (重心の高さ)(MN・m)

※地震の発生によって発生するおそれがある安全機能の喪失を想定した場合でも、放射線による公衆への影響は十分小さいことから、建物・構築物及び設備・機器は、耐震重要度分類Cクラスを基本として設計する。

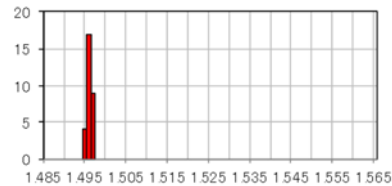
### 3. 廃棄物埋設地の地質

#### (1) 火山灰の対比(洞爺火山灰)

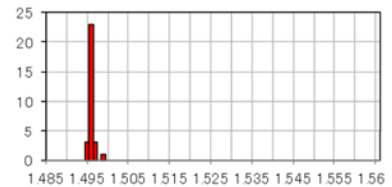
・段丘堆積層及びオレンジ軽石(OrP)との層序関係、露頭の性状及び火山灰分析結果から、敷地の中位段丘堆積層中(A地点)に認められる火山灰を洞爺火山灰(Toya)と同定した。



示標テフラ確認位置図



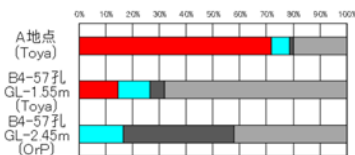
A地点  
(Toya)



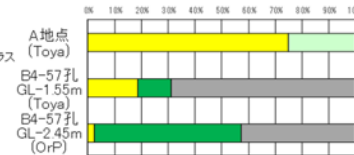
ガラス屈折率頻度分布図

敷地及び敷地周辺で確認される指標テフラ

テフラ名	確認地点	性状	火山ガラス屈折率
Toya	敷地内 A地点 (CTF南側法面)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・層序関係: 中位段丘堆積層(M1)の上位20cm~30cmに分布する。</li> <li>・層相: パッチ状の黄白色~明褐色の細粒火山灰からなる。</li> <li>・鉱物組成: 火山ガラスを主体とし、重鉱物として 単斜輝石、斜方輝石を少量含む。</li> </ul>	1.495~1.497
	敷地内 B4-57孔: GL-1.55 ~1.60m (2号廃棄物埋設地北側)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・層序関係: 火山灰層(風成層)中のOrPの約1m上位、海成砂層の2.07m上位に挟在する。</li> <li>・層相: 黄灰色の細粒火山灰からなる。</li> <li>・鉱物組成: 火山ガラスを比較的多く含み、単斜輝石、緑色普通角閃石を少量含む。</li> </ul>	1.495~1.498
Toya	(文献)*1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・層序関係: 海成段丘の上または海成層中に介在する。</li> <li>・層相: 白色の火山灰からなる。</li> <li>・鉱物組成: 火山ガラスを主体とし、角閃石及び輝石を含む。</li> </ul>	1.494~1.497
OrP	敷地内 B4-57孔: GL-2.45 ~2.60m (2号廃棄物埋設地北側)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・層序関係: 火山灰層(風成層)中のToyaの約1m下位、高位段丘堆積層(H5)の上位約1mに挟まれる。</li> <li>・層相: 白色軽石からなる。</li> <li>・鉱物組成: 角閃石を主体とし、単斜輝石を含む。</li> </ul>	-
OrP	(文献)*2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・層相: 淘汰の良い軽石層で、下部ほど粒径が大きい。</li> <li>・鉱物組成: 重鉱物組成で角閃石が80%を越す。</li> </ul>	-



全鉱物組成分析結果

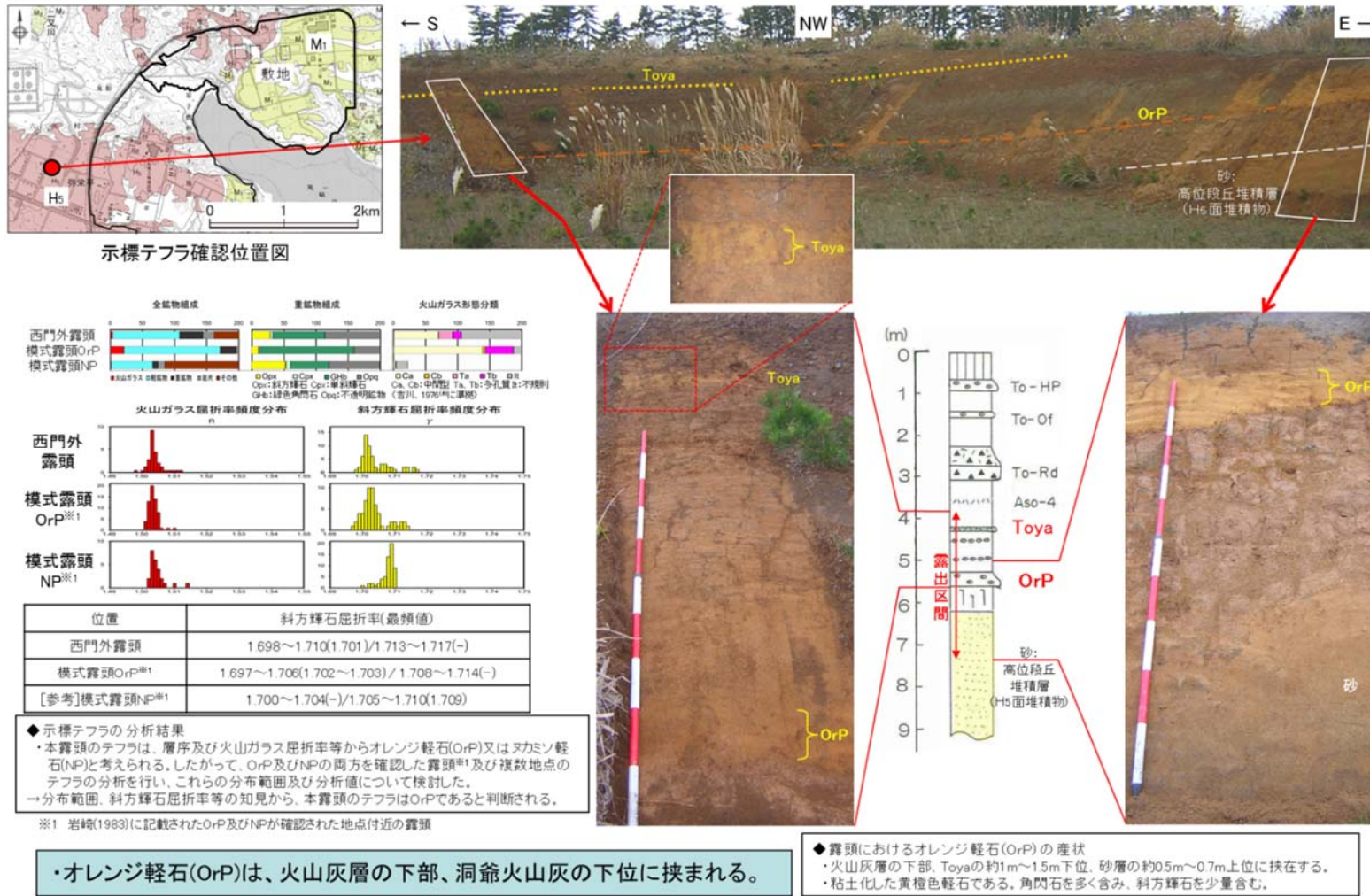


重鉱物組成分析結果

\*1: 町田・新井(2011), \*2: 岩崎(1983)



(2) オレンジ軽石 (OrP) の産状と層位状況



4. 地盤反力度の制限値の算出

(1) 地盤反力度の制限値算出に関する岩盤種類の目安

道路橋示方書・同解説、IV下部構造編(日本道路協会、平成29年11月)

「表-解 9.5.1 基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値(支持層が岩盤の場合)に関する岩盤の種類の目安」

岩盤の種類		基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値 (kN/m <sup>2</sup> )		目安とする値	
		9.5.1の変位の制限の照査	9.5.2の耐荷性能の照査	一軸圧縮強度 (MN/m <sup>2</sup> )	孔内水平載荷試験による変形係数 (MN/m <sup>2</sup> )
硬岩	亀裂が少ない	2,500	3,750	10以上	500以上
	亀裂が多い	1,000	1,500		500未満
軟岩		600	900	1以上	

3号廃棄物埋設施設における一軸圧縮強度

対象範囲	区分	一軸圧縮強さ MN/m <sup>2</sup>
3号廃棄物埋設地周辺	鷹架層中部層 軽石凝灰岩層(T2pt)	3.42 (MN/m <sup>2</sup> )
	軽石凝灰岩(Tpt2)	
	鷹架層中部層 軽石凝灰岩層(T2pt)	5.74 (MN/m <sup>2</sup> )
	砂質軽石凝灰岩(Tspt2)	

# 廃棄物埋設施設における 許可基準規則への適合性について

## 第四条 地震による損傷の防止

(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)

2020年12月

日本原燃株式会社



## 目 次

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第四条及びその解釈	1
2. 廃棄物埋設施設の安全機能について	2
3. 設計対象設備	2
4. 許可基準規則への適合のための設計方針	3
5. 許可基準規則への適合性説明	3
(1) 耐震重要度の設定	3
(2) その他の事象の評価	7
(3) 耐震設計	7
6. 参考文献	9

添付資料 1 耐震重要度設定における外部被ばく線量評価(3号)

添付資料 2 埋設設備の遮蔽機能喪失時の外部被ばく線量評価(1号)

添付資料 3 埋設設備の遮蔽機能喪失時の外部被ばく線量評価(2号)

参考資料 1 地震による廃棄体の損傷を仮定した内部被ばく線量評価

参考資料 2 覆土の安全機能喪失時の評価

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第四条及びその解釈

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則
(地震による損傷の防止) 第四条 安全機能を有する施設は、地震力に十分に耐えることができない。 2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある安全機能を有する施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈
第4条 (地震による損傷の防止) 1 第1項に規定する「地震力に十分耐える」とは、ある地震力に対して施設全体としておおむね弾性範囲の設計がなされることをいう。この場合、上記の「弾性範囲の設計」とは、施設を弾性体とみなして応力解析を行い、施設各部の応力を許容限界以下に留めることをいう。また、この場合、上記の「許容限界」とは、必ずしも厳密な弾性限界ではなく、局部的に弾性限界を超える場合を容認しつつも施設全体としておおむね弾性範囲に留まり得ることをいう。 2 第2項に規定する「地震の発生によって生ずるおそれがある安全機能を有する施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度」とは、地震により発生するおそれがある安全機能を有する施設の安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（以下「耐震重要度」という。）をいう。安全機能を有する施設は、耐震重要度に応じて、以下に掲げるクラスに分類するものとする。 一 Bクラス 自ら放射性物質を内蔵している施設若しくは当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設又は地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、その破損により公衆に与える放射線の影響が事業規則第1条の2第2項第9号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比べ十分小さいものでないものをいう。 二 Cクラス 安全機能を有する施設のうち、Bクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設をいう。 3 第1項に規定する「地震力に十分に耐えること」を満たすために、安全機能を有する施設の耐震設計に当たっては、以下の方針によること。 一 静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えること。 二 廃棄物埋設地と廃棄物埋設地の附属施設のうち建物・構築物については、常時作用している荷重及び操業中に作用する荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とすること。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

- 三 廃棄物埋設地の附属施設のうち機器・配管系については、作業中の荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まること。
- 4 第2項に規定する「地震力」の算定に当たっては、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（原規技発第1306193号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定））（以下「実用炉設置許可基準解釈」という。）別記2第4条第4項の方法を準用すること。

2. 廃棄物埋設施設の安全機能について

安全機能については、第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「許可基準規則」という。）第二条第2項第一号に「安全機能とは、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるものをいう。」とある。

したがって、許可基準規則第二条第2項第一号を考慮し、安全機能を「放射性物質の漏出を防止する機能」（以下「漏出防止機能」という。）、「移行抑制機能<sup>\*1</sup>」、「遮蔽機能」とし、その機能の維持期間及び考え方を第1表にまとめる。

第1表 ピット処分における安全機能

安全機能	廃止措置の開始前		廃止措置の開始後
	放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了まで	覆土完了から廃止措置の開始まで	
放射性物質の漏出を防止する機能	○	-	-
移行抑制機能	-	○	△
遮蔽機能	○	○	△

○：安全機能を維持する  
 △：必要な安全機能を期待できるように設計する  
 -：考慮しない

\*1：本資料では、放射性物質の漏出を低減する機能及び生活環境への移行を抑制する機能を「移行抑制機能」という。

ここで、廃棄物埋設施設のうち安全機能を有する設備は、埋設設備、排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層及び覆土である。

3. 設計対象設備

許可基準規則第四条の設計対象は、3号埋設設備の外周仕切設備、内部仕切設備及び覆いとする。また、1号、2号及び3号廃棄物埋設施設の覆土並びに3号ポーラスコンクリート層については、地震の影響を考慮する。

なお、1号及び2号埋設設備は、それぞれ耐震強度を要する外周仕切設備、内部仕切設備及び覆いについての変更はなく、内部防水の追加、埋設を行う廃棄体の種類の追加及び数量の変更、放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類(C1-36)の追加は以下の通り耐震設計に影響しないため、設計対象設備としない。

- 1号埋設設備の変更は、埋設設備7、8群の内部防水の追加、埋設を行う廃棄体の種類の追加

及び数量の変更、放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類(C1-36)の追加である。ここで、埋設設備 7, 8 群の内部防水の追加は、設備の耐震強化を図るものではなく漏出防止対策であることから耐震設計の変更はない。埋設を行う廃棄体の数量の変更を行っているが最大埋設能力に変更はないため耐震設計の変更はない。さらに、埋設を行う廃棄体の種類の追加及び放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類(C1-36)の追加は、総放射線量が増加することなく表面線量当量率に影響はない。

- 2号埋設設備の変更は、埋設を行う廃棄体の数量の変更である。埋設を行う廃棄体の数量の変更を行っているが最大埋設能力に変更はないため耐震設計の変更はない。

#### 4. 許可基準規則への適合のための設計方針

新設である3号埋設設備は、地震の発生によって1号、2号及び3号廃棄物埋設施設で発生するおそれがある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、埋設設備の耐震重要度に応じ、地震力に十分耐えることができるよう耐震設計を行う。

#### 5. 許可基準規則への適合性説明

許可基準規則第四条（地震による損傷の防止）への適合性について確認した結果を以下にまとめる。

##### (1) 耐震重要度の設定

###### (i) 耐震重要度の設定の方針

耐震重要度は、第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（以下「許可基準規則解釈」という。）に基づき、安全機能を有する施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて設定する。

ここでは、事業所内にある1号、2号及び3号廃棄物埋設施設を対象として、地震により覆土前の埋設設備が損傷し、埋設設備が有する安全機能である遮蔽機能及び漏出防止機能が喪失する際に想定される事象について、公衆の放射線被ばくの程度を評価する。

埋設設備は、遮蔽機能及び漏出防止機能が1基ごとに独立していることから、埋設設備1基ごとに評価した上で、1号、2号及び3号廃棄物埋設地全体についても評価する。さらに、2020年5月までの1号及び2号埋設設備の覆いが完了した埋設設備の実績を考慮する。

各埋設設備の覆土完了後においては、遮蔽機能及び漏出防止機能を期待するものではないことから、覆土前の状態で評価する。また、安全機能の喪失を想定するため、遮蔽機能及び漏出防止機能を有する全ての設備を設置した状態から、これらの機能が喪失した状態で評価する。

###### (ii) 安全機能喪失時に想定される事象

地震により埋設設備が損傷し、安全機能が喪失する際に想定される事象は以下のとおり。想定事象の概念図を第1図に示す。

###### a. 外部への放射線の放出

地震により埋設設備外周部の外周仕切設備及び覆いが損傷し、遮蔽機能が喪失することによる、外部への放射線の放出を想定する。

###### b. 外部への放射性物質の漏えい

地震により埋設設備外周部の外周仕切設備及び覆い並びにポーラスコンクリート層が損傷

し、漏出防止機能が喪失することによる、外部への放射性物質の漏えいを想定する。

なお、埋設する廃棄体は、「核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則」（以下「事業規則」という。）に定められた廃棄体に係る技術上の基準を満足するものであり、容器の構造、定置までの取扱い、強度等から、変形・損傷や外部からの雨水及び地下水の浸入が生じ難い構造と考えられるため、容易に廃棄体内の放射性物質が容器の外へ漏えいすることはないという特徴がある。

埋設する廃棄体の特徴及び以下の考え方を踏まえて、耐震重要度の評価においては、飛散による放射性物質の漏えい及び水への移行による放射性物質の漏えいは考慮しない。

(a) 飛散による放射性物質の漏えい

埋設する廃棄体の特徴を踏まえると、廃棄体は、容器が損傷しない限り、放射性物質が漏えいすることはない。また、廃棄体を定置した埋設設備の区画内は、有害な空隙が残らないようにセメント系充填材が充填され固型化されることから、地震によって、埋設設備内の廃棄体容器が損傷に至ることは想定し難い。仮に廃棄体容器が損傷したとしても、廃棄体容器の内部の放射性廃棄物はセメント系充填材で固型化され飛散し難く、放射性物質の飛散は抑えられると想定されることから、耐震重要度の評価においては、飛散による放射性物質の漏えいは考慮しない。

なお、地震により廃棄体容器が損傷し、廃棄体に含まれる放射性物質が飛散することを仮定した際の公衆への影響の評価について、参考資料1に示す。

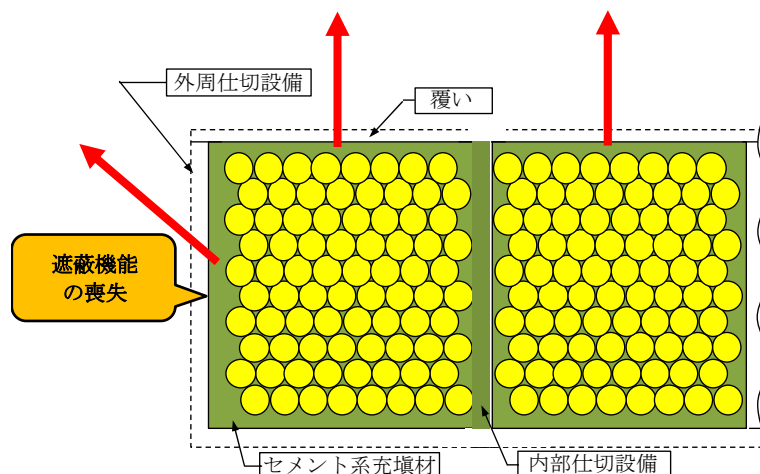
(b) 水への移行による放射性物質の漏えい

水への移行による放射性物質の漏えいは、地震のみにより生じるものではなく、地震と降雨が重畳した場合に生じるおそれがあるものである。

ここで、地震により埋設設備及びポラスコンクリート層が損傷するとともに、埋設設備内に雨水が浸入しても、埋設する廃棄体の特徴を踏まえると、廃棄体は外部からの雨水及び地下水の浸入が生じ難い構造と考えられる。また、廃棄体容器の内部の放射性廃棄物はセメント系充填材で固型化されていることにより、放射性物質が水に移行して容易に容器の外へ漏えいすることはない。さらに、放射性物質が移行した水が廃棄物埋設地内に漏出した場合でも、全量が瞬時に岩盤に浸透するものではなく、漏出した水を回収することで公衆への影響は生じない。

公衆への影響は、埋設設備内から廃棄物埋設地内に漏出した水が岩盤を移行し、放射性物質が流入した尾駱沼の水産物を公衆が摂取する場合によっても生じ得るが、この影響は地震直後に生じる外部への放射線の放出による影響と同時に生じるものではないこと、岩盤中の移行による放射能の減衰及び生活環境における希釈により小さくなることから、耐震重要度の評価においては、水への移行による放射性物質の漏えいは考慮しない。

なお、浸入した水に放射性物質が移行し、埋設設備外へ漏出する際の公衆への影響については、埋設設備の状態を砂程度の透水性とし、廃棄体が多量の水と接触することを想定して評価を行っている「廃棄物埋設地から放射性物質が地下水によって尾駱沼へ漏出し、その水産物を摂取することによる内部被ばく」（「第十条 廃棄物埋設地のうち第一号及び第三号」で評価）による影響よりも小さくなる。



第1図 想定事象の概念図

(iii) 耐震重要度設定における被ばく評価

a. 外部への放射線の放出

地震により遮蔽機能が喪失した際の、放射線による公衆の外部被ばくを評価する。

(a) 外部被ばく評価に用いる線源の設定

埋設設備に定置した廃棄体を線源とし、廃棄体がセメント系充填材により固型化された状態を考慮する。外部被ばく線量の計算は廃棄体の表面線量当量率に基づき行い、3号埋設設備の最上段には0.3mSv/h、最上段以外には2mSv/h、1号及び2号埋設設備の最上段には2mSv/h、最上段以外には10mSv/hの廃棄体が定置された状態とする。2020年5月時点では、1号埋設設備は第6群C埋設設備まで覆いが完了しており、埋設された廃棄体の表面線量当量率の平均に余裕をもった0.2mSv/hとし、2号埋設設備は第6群B埋設設備まで覆いが完了しており、埋設された廃棄体の表面線量当量率の平均に余裕をもった0.05mSv/hとする。さらに、1号、2号及び3号埋設設備の最上段以外の廃棄体の表面線量当量率は、総放射線量から埋設設備1基当たりの平均放射線量から換算した値に基づいており、その全てが、ガンマ線のエネルギーが高く、初期の放射線量が多いCo-60の放射線量であるとして算出する。廃棄体の表面線量当量率の設定について添付資料1、2及び3に示す。

また、廃棄物埋設地全体での線量を評価する場合には、評価時点を全ての埋設設備の覆い設置が完了した時点とする。ここで、廃棄物埋設施設の予定埋設数量を参考とし、覆い完了からの期間がCo-60の半減期である約5年以上となる埋設設備については、廃棄体に含まれる放射性物質の減衰を考慮する。

(b) 評価条件の設定

公衆の外部被ばく線量は、線源の状態を考慮して、埋設設備の外周仕切設備及び覆いが有する遮蔽機能が喪失することを仮定して評価する。埋設設備の遮蔽機能は、土嚢等の設置によって一時的な回復が可能であり、東北地方太平洋沖地震のインフラの復旧事例<sup>(1)</sup>を参考に主要な港湾や道路は0.5ヶ月程度で復旧すると想定し、重機等を確保することで1ヶ月で応急処置が可能であるとする。

なお、事象発生後より人手による施工も含め2ヶ月で応急処置が可能であると考えこ



とから、線量の評価期間を2ヶ月とする。

(c) 線量評価

線量評価は、敷地境界外で最大の被ばくを与える地点を線量の計算地点とし、そこに居住する人を対象に行う。

放射線は、廃棄体から放出されるガンマ線とし、廃棄物埋設地では、直接ガンマ線は周囲の地形により遮蔽されることから、スカイシャインガンマ線について評価する。

スカイシャインガンマ線による線量の計算には一次元輸送計算コード(ANISN)<sup>(2)</sup>及び一回散乱計算コード(G33)<sup>(3)</sup>を組み合わせたものを用いる。

これらの計算コードにより、線量の計算地点における線束密度を算出し、ICRP Pub. 74<sup>(4)</sup>の換算係数を用いて空気吸収線量を算出後、線量を計算する。

なお、廃棄体表面の線量当量率から等価線源を求める計算は一次元輸送計算コード(ANISN)<sup>(2)</sup>を用いる。

外部被ばく線量評価の詳細を添付資料1、2及び3に示す。

(iv) 公衆の放射線被ばくの程度

公衆の放射線被ばくの評価結果を第2表に示す。

第2表 公衆の放射線被ばくの評価結果

想定する事象		線量 (mSv/y)	
外部への放射線の放出	3号	埋設設備1基 <sup>*1</sup>	約 $1.6 \times 10^{-2}$
		廃棄物埋設地全体 <sup>*2</sup>	約 $4.5 \times 10^{-2}$
	1号 廃棄物埋設地全体 <sup>*2,3</sup>	約 $4.5 \times 10^{-2}$	
	2号 廃棄物埋設地全体 <sup>*2,3</sup>	約 $6.6 \times 10^{-2}$	
	1号、2号及び3号の合計	約 $1.6 \times 10^{-1}$	

\*1: 各埋設設備の中で放射性物質の減衰を考慮しない場合の最大の線量となる埋設設備の評価結果

\*2: 放射性物質の減衰を考慮した評価結果

\*3: 2020年5月時点の埋設設備の覆いが完了した埋設設備の実績を考慮した評価結果

1号、2号及び3号埋設設備の安全機能が同時に喪失する場合を想定し、公衆への影響を評価した結果、敷地境界外で最大の被ばくを与える地点(1号、2号及び3号廃棄物埋設地からの線量が最大となる地点)において公衆の受ける線量は、1号廃棄物埋設地全体で約  $4.5 \times 10^{-2}$  mSv/y、2号廃棄物埋設地全体で約  $6.6 \times 10^{-2}$  mSv/y、3号廃棄物埋設地全体で約  $4.5 \times 10^{-2}$  mSv/y、合算値で約  $1.6 \times 10^{-1}$  mSv/y である。

以上のことより、地震の発生によって1号、2号及び3号廃棄物埋設施設で発生するおそれがある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を評価した結果、公衆の受ける線量は、「許可基準規則解釈」において規定されている周辺監視区域外における年間の線量限度である1mSvに比べ十分に小さいものであることから、耐震重要度分類はCクラスとする。

## (2) その他の事象の評価

### (i) 津波の影響について

埋設設備は、敷地及びその周辺地域における過去の記録、現地調査の結果、行政機関が実施した津波シミュレーションの結果及び最新の科学的・技術的知見を踏まえ、影響が最も大きい津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置するため、津波が到達するおそれはない。詳細は「第五条 津波による損傷の防止」の適合性の説明において示す。

### (ii) 埋設設備周辺斜面の崩壊について

廃棄物埋設地は段丘面上に位置するため、大きな自然斜面はない。

また、埋設設備は掘削を行い、N値50以上の鷹架層に設置するため、埋設設備の周辺には斜面が形成される。この周辺斜面は、第四紀層（火山灰層及び段丘堆積層）、盛土及び鷹架層で構成されている。第四紀層（火山灰層及び段丘堆積層）は、一部に礫（段丘堆積層の基底礫（径5cm～10cm））が認められるものの主に土砂からなる。盛土は主に段丘堆積層の砂及び火山灰層の粘土質火山灰の掘削土である。ここで、地震による影響を考慮すると、主として第四紀層及び盛土の崩壊が懸念される。

埋設設備から周辺斜面の法尻は、9m～16m離れており、礫を含まない崩壊土砂が埋設設備と周辺斜面の間に崩壊する程度であると推定されることから、周辺斜面の崩壊による埋設設備の安全機能に影響はない。

## (3) 耐震設計

### (i) 埋設設備の耐震設計

埋設設備の耐震設計については、耐震重要度分類がCクラスであり、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（原規技発第1909021号（令和元年9月2日原子力規制委員会決定））別記2（以下「別記2」という。）に基づき、一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設の静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるように設計する。

別記2では、第4条第4項「二 静的地震力」において、水平地震力（以下「静的地震力」という。）は、地震層せん断力係数 $C_i$ に耐震重要度分類Cクラスに応じた係数である1.0を乗じ、更に当該層以上の重量を乗じて算定するとされている。地震層せん断力係数 $C_i$ は、標準せん断力係数 $C_0$ を0.2以上とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値とされている。標準せん断力係数 $C_0$ については、「個別の建物・構築物、機器・配管系の設計において、それぞれの重要度を適切に評価し、それぞれに対し適切な値を用いることにより、耐震性の高い施設の建設などを促すことを目的としている。耐震性向上の観点からどの施設に対してどの程度の割増し係数を用いれば良いかについては、設計又は建設に関わる者が一般産業施設及び公共施設等の耐震基準との関係を考慮して設定すること」とされている。

以下、一般産業施設及び公共施設等の耐震基準として、「耐震設計に係る工認審査ガイド」（原規技発第1711152号（平成29年11月15日改正、原子力規制委員会））（以下「工認ガイド」という。）に示されている「建築基準法・同施行令」及び「道路橋示方書・同解説V耐震設計編」（以下「道示V」という。）を参照し、地震層せん断力係数 $C_i$ について検討を行う。

建築基準法施行令第88条によると、地震層せん断力係数 $C_i$ は、以下の式により求める。

$$C_i = Z \times R_t \times A_i \times C_0$$



ここに、国土交通省告示第 597 号より

$Z$ : 地域特性を表す係数であり、青森県上北郡では  $Z=1.0$

$R_t$ : 地盤種別を考慮した振動特性を表す係数であり、 $N$  値 50 以上の岩盤で、建物の高さと構造から  $R_t=1.0$

$A_i$ : 振動特性に応じた高さ分布を表す係数であり、建物の形状を考慮し、高さ方向の分布は考慮せず  $A_i=1.0$

以上より、地震層せん断力係数  $C_i$  は  $Z \times R_t \times A_i$  が 1.0 となることから標準せん断力係数  $C_0$  と同じ値となり 0.2 以上となる。

一方、道示 V によると、静的地震力を算定するための設計水平震度  $k_h$  は、別記 2 に示される地震層せん断力係数  $C_i$  に相当する。

道示 V では、「おおむね弾性状態に留まる範囲」の設計に用いられる静的地震力は、施設の「設計供用期間中にしばしば発生する地震動」であるレベル 1 地震動が用いられ、その静的地震力を算定するための設計水平震度  $k_h$  は、以下の式により求める。

$$k_h = c_z \times k_{h0}$$

ここに、

$c_z$ : 地域別補正係数であり、青森県上北郡では  $c_z=1.0$

$k_{h0}$ : 地盤種別に応じた設計水平震度の標準値である。

地盤種別は、埋設設備が  $N$  値 50 以上の岩盤上に設置することから I 種であり、設計水平震度の標準値  $k_{h0}$  は、固有周期に応じて第 3 表により求められ、最大値が 0.2 となり、道示 V に示される I 種地盤の設計水平震度  $k_h$  は、最大値が 0.2 となる。

第 3 表 レベル 1 地震動の設計水平震度の標準値  $k_{h0}$  (I 種地盤)

地盤種別	固有周期 $T$ (s) に対する $k_{h0}$ の値		
I 種	$T < 0.10$ $k_{h0} = 0.431 T^{1/3}$ ただし、 $k_{h0} \geq 0.16$	$0.10 \leq T < 1.10$ $k_{h0} = 0.20$	$1.10 < T$ $k_{h0} = 0.213 T^{-2/3}$

以上より、埋設設備の耐震設計に用いる地震層せん断力係数  $C_i$  は、別記 2 に基づき算定される地震層せん断力係数  $C_i$  が 0.2 以上であること、道示 V に示される I 種地盤の設計水平震度  $k_h$  の最大値が 0.2 であることを考慮して 0.2 と設定する。

埋設設備の耐震設計は、地震層せん断力係数  $C_i$  ( $=0.2$ ) に耐震重要度分類 C クラスに応じた係数である 1.0 及び当該層以上の重量より求められる静的地震力に対し、工認ガイドに示される「コンクリート標準示方書(構造性能照査編)」付録 I による許容応力度法を用い、おおむね弾性範囲となるよう設計する。この「許容応力度法を用い、おおむね弾性範囲となるよう設計」とは、必ずしも厳密な弾性限界ではなく、局部的に弾性限界を超える場合を容認しつつも施設全体としておおむね弾性範囲に留まり得るよう設計することをいう。これにより、地震力に十分に耐えることができる設計とする。

なお、具体的な指針の準拠箇所、荷重の算定方法、荷重の組合せ等の詳細な構造設計及び構造寸法については、「第十条 廃棄物埋設地のうち第一号及び第三号」の適合性の説明において示す。

(ii) その他の設備の耐震設計

a. 覆土の設計

覆土は、おおむね弾性範囲で設計される構造部材ではなく、変形を許容した土質系材料であり、耐震重要度の設定及び耐震設計は不要とする。

また、覆土は、安定した地盤の一部を掘り込んだ箇所に設置しているため、地震による損傷として地すべりといった損傷は想定されないが、液状化が想定されるため、液状化し難い材料を用いて適切な管理方法で施工することにより、液状化抵抗性のある設計とする。

覆土の安全機能は、移行抑制機能及び遮蔽機能であるが、以下のとおりこれらの安全機能が喪失した場合に公衆に及ぼす影響は十分に小さいものである。

覆土の移行抑制機能について低透水性及び吸着性が喪失した場合に公衆に及ぼす影響を評価した結果は、1号廃棄物埋施設で約 $10\mu\text{Sv/y}$ 、2号廃棄物埋施設で約 $3.1\mu\text{Sv/y}$ 、3号廃棄物埋施設で約 $3.2\mu\text{Sv/y}$ である。また、覆土の遮蔽機能が喪失した場合に公衆に及ぼす影響については、覆土完了後は埋設設備による遮蔽を期待しないことから、覆土のない覆土前の状態で埋設設備の遮蔽機能の喪失を想定した場合の評価（第2表）に包含される。覆土の安全機能喪失時の評価について参考資料2に示す。

b. ポーラスコンクリートの設計

排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層は、埋設設備に一体となるよう設置し、耐震性を確保する設計とする。

6. 参考文献

- (1) 中央防災会議東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会：東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告 参考図表集、平成23年9月28日、内閣府
- (2) Ward W. Engle, Jr. (1967): A USERS MANUAL FOR ANISN A One Dimensional Discrete Ordinates Transport Code With Anisotropic Scattering, K-1693
- (3) Yukio SAKAMOTO and Shun-ichi TANAKA (1990): QAD-CGGP2 AND G33-GP2: REVISED VERSIONS OF QAD-CGGP AND G33-GP (CODES WITH THE CONVERSION FACTORS FROM EXPOSURE TO AMBIENT AND MAXIMUM DOSE EQUIVALENTS), JAERI-M 90-110
- (4) International Commission on Radiological Protection (1996): Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation, ICRP Publication 74

耐震重要度設定における  
外部被ばく線量評価(3号)

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 耐震重要度設定における外部被ばく線量評価の方針 .....	1
3. 評価条件の設定 .....	1
(1) 計算コード .....	1
(2) 物性値 .....	1
(3) 線量の計算地点 .....	2
(4) 評価対象とする埋設設備の設定 .....	2
(5) 評価を行うガンマ線 .....	3
4. スカイシャングamma線による線量の算出 .....	3

添付資料 1-1 線源に含まれる廃棄体の表面線量当量率の設定

添付資料 1-2 廃棄体の放射能濃度の設定について

添付資料 1-3 スカイシャイン線量率の計算方法について

添付資料 1-4 断面積ライブラリ DLC-23 について

添付資料 1-5 線源面積の設定

添付資料 1-6 線量への影響について

添付資料 1-7 線量評価結果

添付資料 1-8 計算コードの概要について

## 1. はじめに

耐震重要度設定における外部被ばく線量評価について説明する。

## 2. 耐震重要度設定における外部被ばく線量評価の方針

外部被ばく線量評価は、廃棄物埋施設周辺で最大の被ばくを与える地点に居住する人を対象とし、評価を行う放射線は、廃棄体から放出されるガンマ線とする。

廃棄物埋設地の評価では、直接ガンマ線が周囲の地形により遮蔽されることから、スカイシャインガンマ線を対象とする。

また、耐震重要度設定における外部被ばく線量評価においては、遮蔽機能が喪失するものとし、埋設設備に定置した廃棄体をセメント系充填材で充填したものを線源として設定する。ここで、線源の設定においては、含まれる廃棄体の表面線量当量率、セメント系充填材による影響等を考慮する。

評価は埋設設備1基ごとに行い、廃棄物埋設地には埋設設備を8基設置することから、廃棄物埋設地全体についても評価する。また、線量の評価期間は2ヶ月とする。

なお、以下では、実効線量として評価している値は「線量」、実測が可能な値は「線量当量」と表記する。

## 3. 評価条件の設定

### (1) 計算コード

他施設等において使用実績が十分にあり、信頼性があるコードを用いることとし、スカイシャインガンマ線による線量の計算には次元輸送計算コード(ANISN)及び一回散乱計算コード(G33-GP2R)を組み合わせたものを用いる。

### (2) 物性値

評価に用いる物性値は第1表に示すとおりとする。

第1表 評価に用いる物性値(1/2)

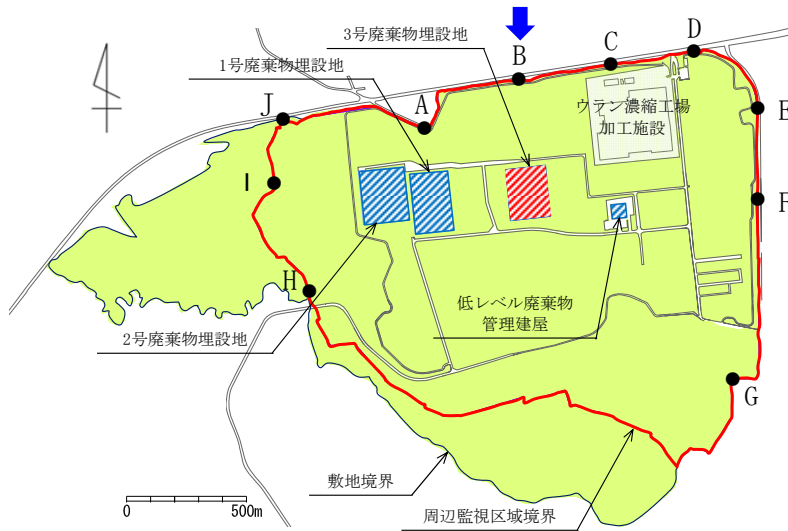
水 (密度 1,500kg/m <sup>3</sup> )	元素	組成比(%)	密度(kg/m <sup>3</sup> )
	H	11.19	1.679×10 <sup>2</sup>
	O	88.81	1.332×10 <sup>3</sup>
充填材(モルタル) (密度 1,600kg/m <sup>3</sup> )	元素	組成比(%)	密度(kg/m <sup>3</sup> )
	H	0.416	6.656×10 <sup>0</sup>
	O	50.74	8.118×10 <sup>2</sup>
	Mg	0.1150	1.840×10 <sup>0</sup>
	Al	0.4460	7.136×10 <sup>0</sup>
	Si	38.61	6.177×10 <sup>2</sup>
	S	0.07	1.120×10 <sup>0</sup>
	Ca	6.869	1.099×10 <sup>2</sup>
Fe	2.738	4.381×10 <sup>1</sup>	

第1表 評価に用いる物性値 (2/2)

空気 (密度 1.205kg/m <sup>3</sup> )	元素	組成比(%)	密度(kg/m <sup>3</sup> )
	H	0.001000	1.205×10 <sup>-5</sup>
	C	0.01255	1.513×10 <sup>-4</sup>
	N	75.47	9.093×10 <sup>-1</sup>
	O	23.23	2.799×10 <sup>-1</sup>

(3) 線量の計算地点

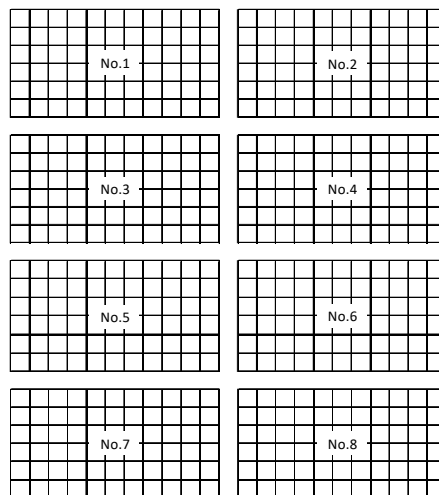
線量の計算地点は、3号廃棄物埋設地との距離が最短となる地点であるBとする。線量の計算地点を第1図に示す。



第1図 線量の計算地点

(4) 評価対象とする埋設設備の設定

第2図に示すように、3号廃棄物埋設地に設置する全ての埋設設備を対象とし、埋設設備1基ごとに評価する。



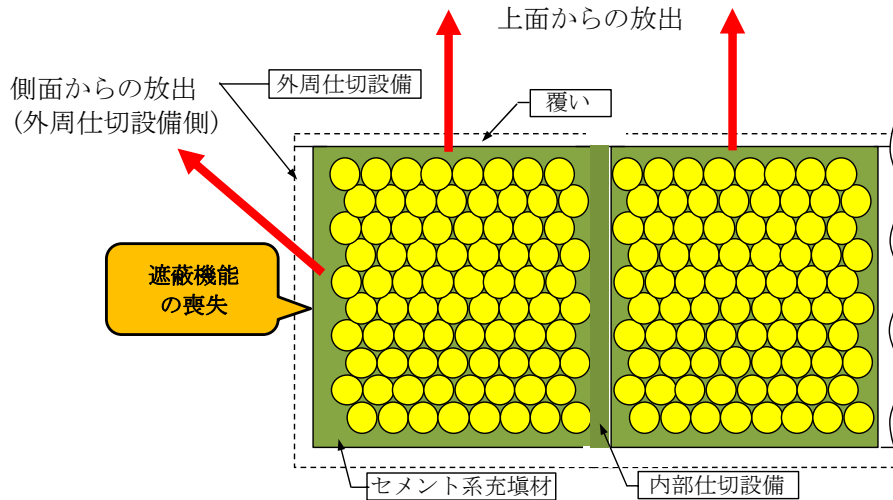
第2図 評価対象とする埋設設備



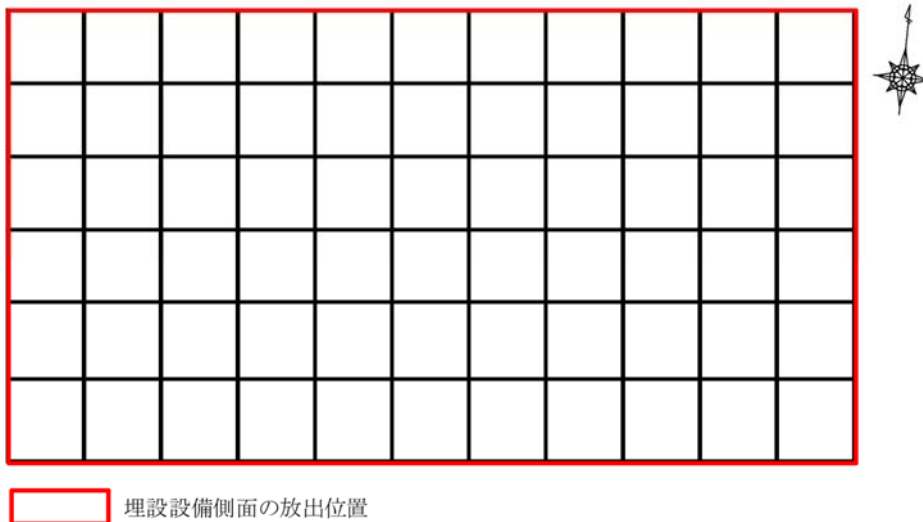
(5) 評価を行うガンマ線

遮蔽機能の喪失を想定し、第3図に示すように、埋設設備上面及び側面から放出されるスカイシャインガンマ線について評価する。

ここで、埋設設備側面から放出されるスカイシャインガンマ線の放出位置は第4図のとおりである。



第3図 評価するスカイシャインガンマ線の放出位置



第4図 埋設設備側面から放出されるスカイシャインガンマ線の放出位置

4. スカイシャインガンマ線による線量の算出

スカイシャインガンマ線による線量の算出について、ここでは各埋設設備の中で最大の線量となるNo.2埋設設備での線量の算出を示す。

線源は埋設設備に定置した廃棄体をセメント系充填材で固化化したものとし、ガンマ線を放出する放射性物質は廃棄体に含まれる放射性物質のうち、ガンマ線のエネルギーが高く、初期の放射エネルギーが多いCo-60 (ガンマ線のエネルギー1.25MeV、放出率200%)で代表する。

線源に含まれる廃棄体の表面線量当量率は、最上段が 0.3mSv/h、最上段以外は 2mSv/h とする。ここで、最上段以外の廃棄体の表面線量当量率は、総放射エネルギーが全て Co-60 の放射エネルギーであるとして算出した場合の廃棄体の放射能濃度から、計算コードによって算出した。線源に含まれる廃棄体の表面線量当量率の設定を添付資料 1-1 に示す。

スカイシャイン線量の算出では、まず、代表区画位置（埋設設備の北西端の区画）からの放射能濃度が一様な状態での線量率を算出し、高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響、セメント系充填材の影響（添付資料 1-6 参照）を加味する。ここで、上面及び側面から放出される放射線について、セメント系充填材 20cm を考慮する。

放射能濃度が一様な状態での線量率は、単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率（添付資料 1-3 参照）に、最上段に定置する廃棄体の放射能濃度（添付資料 1-2 参照）及び 1 区画の線源面積（添付資料 1-5 参照）を乗ずることによって算出する。

1 区画からのスカイシャイン線量率の算出結果を第 2 表に示す。

第 2 表 1 区画からのスカイシャイン線量率

放出位置	放出方向	単位面積、単位放射能濃度 当たりのスカイシャイン 線量率 ( $(\mu\text{Sv/h}) / (\text{Bq/cm}^3) (\text{cm}^2)$ )	最上段に定置 する廃棄体の 放射能濃度 ( $\text{Bq/cm}^3$ )	1 区画の 線源面積 ( $\text{m}^2$ )	高さ方向に異なる 放射能濃度の廃棄 体を定置する影響 (-)	セメント系 充填材の影響 (-)	1 区画からの スカイシャイン線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )			
側面	上面	$2.05 \times 10^{-12}$	$8.70 \times 10^2$	29.15	1.05	$1.16 \times 10^{-1}$	$6.34 \times 10^{-5}$			
	側面	北		$6.28 \times 10^{-12}$	27.03		6.1	$1.05 \times 10^{-3}$		
		東		$1.32 \times 10^{-12}$	28.05			$2.29 \times 10^{-4}$		
		南		$1.76 \times 10^{-13}$	27.03			$2.93 \times 10^{-5}$		
		西		$6.99 \times 10^{-13}$	28.05					$1.21 \times 10^{-4}$

上面から放出されるスカイシャイン線の線量は、1 区画からのスカイシャイン線量率に、線量の評価期間 2 ヶ月（1,460 時間）及び区画数を乗じて算出する。

側面から放出されるスカイシャイン線の線量は、1 区画からのスカイシャイン線量率に、放出される放射線の放出角が周囲の地形等によって制限される影響（添付資料 1-6 参照）、線量の評価期間 2 ヶ月（1,460 時間）及び区画数を乗じて算出する。ここで、区画数については、北面及び南面について 11 区画、東面及び西面について 6 区画となる。

埋設設備から放出されるスカイシャイン線の線量は、上面及び側面から放出されるスカイシャイン線の線量を合計して算出する。

外部被ばく線量評価結果を第 3 表に示す。また、同様の方法により算出した各埋設設備の線量評価結果を添付資料 1-7 に示す。

第3表 外部被ばく線量評価結果

放出位置	放出方向	1区画からの スカイシャイン線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	廃棄物埋設地の 地形等の影響 (-)	線量の 評価期間 (h)	区画数	線量 ( $\mu\text{Sv}$ )
		上面	$6.34 \times 10^{-5}$	-	1,460	66
側面	北	$1.05 \times 10^{-3}$	$4.00 \times 10^{-1}$	11		6.7
	東	$2.29 \times 10^{-4}$	$9.17 \times 10^{-1}$	6		1.8
	南	$2.93 \times 10^{-5}$	1	11		0.5
	西	$1.21 \times 10^{-4}$	$6.79 \times 10^{-1}$	6		0.7
合計					約16	

## 線源に含まれる廃棄体の表面線量当量率の設定

線源に含まれる廃棄体の表面線量当量率は、総放射エネルギーが全て Co-60 の放射エネルギーであるとして算出した場合の廃棄体の放射能濃度から、計算コードによって算出する。

## 1. 埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー及び廃棄体の放射能濃度

3 号埋設設備の総放射エネルギーと埋設設備の基数 (8 基) から、埋設設備 1 基当たりの放射エネルギーを算出すると、第 1 表に示すとおりとなる。

第 1 表 3 号埋設設備の総放射エネルギーと埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー

核種	3 号埋設設備 総放射エネルギー (Bq)	埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー (Bq) 【総放射エネルギー×1/8】
H-3	$1.50 \times 10^{13}$	$1.88 \times 10^{12}$
C-14	$2.00 \times 10^{12}$	$2.50 \times 10^{11}$
Co-60	$1.50 \times 10^{14}$	$1.88 \times 10^{13}$
Ni-59	$5.00 \times 10^{10}$	$6.25 \times 10^9$
Ni-63	$5.50 \times 10^{12}$	$6.88 \times 10^{11}$
Sr-90	$6.70 \times 10^{11}$	$8.38 \times 10^{10}$
Nb-94	$8.10 \times 10^9$	$1.01 \times 10^9$
Tc-99	$7.40 \times 10^7$	$9.25 \times 10^6$
I-129	$8.30 \times 10^6$	$1.04 \times 10^6$
Cs-137	$7.30 \times 10^{11}$	$9.13 \times 10^{10}$
$\alpha$	$2.30 \times 10^{11}$	$2.88 \times 10^{10}$
合計	$1.74 \times 10^{14}$	$2.18 \times 10^{13}$

埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー ( $2.18 \times 10^{13}$  Bq) が全て Co-60 の放射エネルギーであると仮定すると、廃棄体の放射能濃度は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 \text{廃棄体の放射能濃度 (Bq/cm}^3\text{)} &= \frac{\text{埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー (Bq)}}{\text{埋設設備 1 基当たりの廃棄体本数 (本)} \times \text{廃棄体 1 本当たりの体積 (cm}^3\text{/本)}} \\
 &= \frac{2.18 \times 10^{13}}{26,400 \times 2 \times 10^5} \\
 &= 4.1 \times 10^3
 \end{aligned}$$

## 2. 廃棄体の表面線量当量率の設定

一次元輸送計算コード ANISN により、Co-60 の放射能濃度を  $4.1 \times 10^3 \text{Bq/cm}^3$  とした場合の線量当量率を算出すると、 $1.4 \text{mSv/h}$  となる。

そこで、廃棄体の表面線量当量率は  $2 \text{mSv/h}$  と設定する。

なお、最上段に定置する廃棄体の表面線量当量率は、 $0.3 \text{mSv/h}$  に制限することから、以下に示すとおり最上段以外に定置する廃棄体の表面線量当量率を  $2 \text{mSv/h}$  とすることは保守的な設定となる。

$$\frac{9 \text{ 段}}{10 \text{ 段}} \times 2 \text{ mSv/h} + \frac{1 \text{ 段}}{10 \text{ 段}} \times 0.3 \text{ mSv/h} = 1.83 \text{ mSv/h}$$

第2表に耐震重要度設定における評価で設定する廃棄体の表面線量当量率を示す。

第2表 耐震重要度設定における評価で設定する廃棄体の表面線量当量率

最上段	0.3mSv/h
最上段以外	2mSv/h

### 廃棄体の放射能濃度の設定について

廃棄体の放射能濃度は以下のとおり算出する。算出方法は、まず、放射能濃度を仮設定し、その放射能濃度から線量当量率を計算コードにより算出する。その後、廃棄体の表面線量当量率と計算コードにより算出した線量当量率の比を仮設定した放射能濃度に乗ずることによって廃棄体の放射能濃度を算出する。このとき、放射能濃度を安全側とするために、線量計算に使用する2種類の計算コード(QAD、ANISN)について整理を行い、放射能濃度が大きくなるANISNの線量当量率を用いる。

$$\text{廃棄体の放射能濃度 (Bq/cm}^3\text{)} = \text{仮設定した放射能濃度 (Bq/cm}^3\text{)} \times \frac{\text{廃棄体の表面線量当量率 (mSv/h)}}{\text{計算コードにより算出した線量当量率 (mSv/h)}}$$

計算コードとしては、線量計算に用いるQAD又はANISNがあり、どちらも、放射能濃度から線量当量率を算出するものである。QADは、コードそのものが持つ保守性により、線量当量率を安全側(値が大きい側)に算出する。したがって、QADにより算出した線量当量率から放射能濃度を設定する場合、廃棄体の放射能濃度を小さく評価することになり、公衆の被ばく線量評価においては、非安全側の結果となる。

そのため、廃棄体の放射能濃度の設定ではANISNを用いる。ANISNは、一次元形状のみを取り扱うことができるコードであるため、無限形状としてモデル化を行うが、廃棄体の実形状と比較すると、線量当量率は大きな値となる。計算コードにより算出した線量当量率が大きな値となる場合、廃棄体の放射能濃度は小さくなるため、非安全側の結果となる。

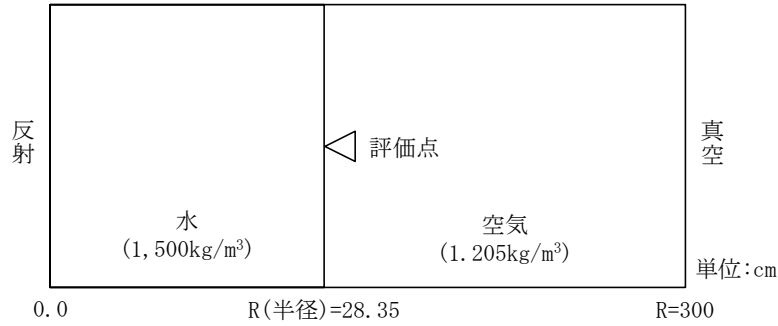
そこで、3次元形状で廃棄体と無限円柱をモデル化し、QADを用いて線量当量率を算出し、両モデルでの線量当量率の比をANISNで算出した線量当量率に乗じて補正を行い、補正した線量当量率より放射能濃度を設定する。

#### 1. ANISNによる算出

ANISNの計算モデルは、廃棄体の径方向をモデル化した無限円柱形状とし、線源物質は水(密度1,500kg/m<sup>3</sup>)、ガンマ線を放出する放射性物質はCo-60とし、断面積ライブラリはDLC-23Fを用いた。計算モデルを第1図に示す。また、DLC-23Fを用いる妥当性を添付資料1-4に示す。

線源の放射能濃度を1Bq/cm<sup>3</sup>とした場合の線量当量率を算出した結果、3.50×10<sup>-4</sup>mSv/hとなる。



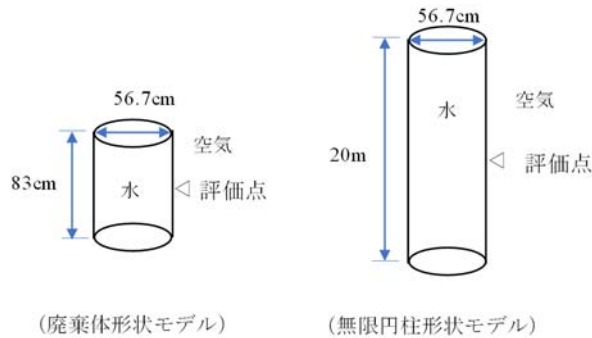


第1図 ANISN 計算モデル

## 2. QAD による補正

ANISN により算出した線量当量率は無限円柱形状モデルでの結果である。そこで、3次元形状のモデル化が可能な QAD により、廃棄体形状を考慮した高さ 83cm のモデルと無限円柱を模擬した高さ 20m のモデルによる線量当量率の比を求めて、ANISN で算出した線量当量率を補正する。

計算条件は、ANISN での計算と同様に線源物質を水（密度  $1,500\text{kg/m}^3$ ）、ガンマ線を放出する放射性物質は Co-60 とした。計算モデルを第2図に示す。



第2図 QAD による計算モデル

QAD による両モデルの計算結果を第1表に示す。廃棄体形状モデルで算出した線量当量率と無限円柱形状モデルで算出した線量当量率の比は 0.989 となる。

第1表 廃棄体形状と無限円柱形状との比較結果

	①廃棄体形状	②無限円柱形状	比(①/②)
1Bq/cm <sup>3</sup> での線量当量率(mSv/h)	$4.35 \times 10^{-4}$	$4.40 \times 10^{-4}$	0.989

## 3. 廃棄体の放射能濃度の設定

廃棄体の放射能濃度の設定で用いる  $1\text{Bq/cm}^3$ での線量当量率は、ANISN で算出した  $3.50 \times 10^{-4}\text{mSv/h}$  に QAD で求めた比である 0.989 を乗じて、 $3.46 \times 10^{-4}\text{mSv/h}$  とする。

この値を用いて、外部被ばく評価に用いる廃棄体の放射能濃度を求める。外部被ばく評価に用いる廃棄体の表面線量当量率  $2\text{mSv/h}$  及び  $0.3\text{mSv/h}$  における放射能濃度は第2表に示すとおりとなる。

以上より、放射能濃度をより大きく算出ができていると考えることから、外部被ばく線量評価に用いる放射能濃度の設定として妥当である。

第2表 外部被ばく線量評価に用いる放射能濃度

廃棄体の表面線量当量率 (mSv/h)	2	0.3
表面線量当量率と等価な Co-60 の放射能濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )	$5.80 \times 10^3$	$8.70 \times 10^2$

## スカイシャイン線量率の計算方法について

一次元輸送計算コード ANISN とガンマ線一回散乱計算コード G33 による廃棄物埋設地からのスカイシャイン線量率の計算方法について説明する。

## 1. 計算方法

## (1) 計算コード及び断面積ライブラリ

スカイシャイン線量率の計算は、区画内廃棄体線源表面又は遮蔽体外側表面を結合点として、ANISN と G33 を組み合わせて実施する。計算方法の概要は以下のとおり。

① ANISN により線源表面における単位放射能濃度当たりの角度別ガンマ線束を計算

② G33 により各線量の計算地点における単位放射能濃度及び単位面積当たりの線量率を計算

また、ANISN による角度別ガンマ線束の計算に用いる角度分点数と散乱成分のルジャンドル展開次数は、角度分点数 32 でルジャンドル展開次数 3 ( $P_3S_{32}$ ) とする。

ANISN での断面積ライブラリは DLC-23F を用いている。DLC-23F を用いる妥当性を添付資料 1-4 に示す。

## (2) 計算モデル

計算は、ANISN と G33 を組み合わせて実施する。

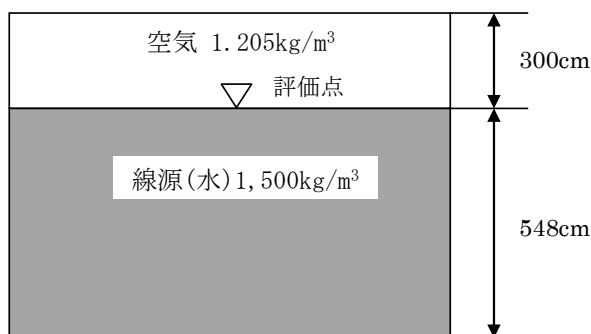
## (i) ANISN

区画内の廃棄体線源表面におけるガンマ線の角度束を、ANISN により計算するに当たっては、線源体が矩形で均一な拡がりをもっていることから、線源形状を無限平板とし、線源厚さは上面方向と側面方向を共通に取り扱うため、線源となる埋設設備 1 区画の最大寸法である 548cm (3 号埋設設備の南北方向長さ) とする。角度別ガンマ線束の計算モデルを第 1 図に示す。

ここで、側面方向についても、放出面を無限平板として、計算を実施する。

なお、均一な線源として設定していることから、上面方向と側面方向と異なるものの、上面と側面の角度束分布は等しくなる。

また、側面を放出面とした場合、放射能濃度の分布が不均一となるが、ガンマ線束の強度は放射能濃度に比例することから、ガンマ線束の分布は、放射能濃度によらず同じ割合となる。



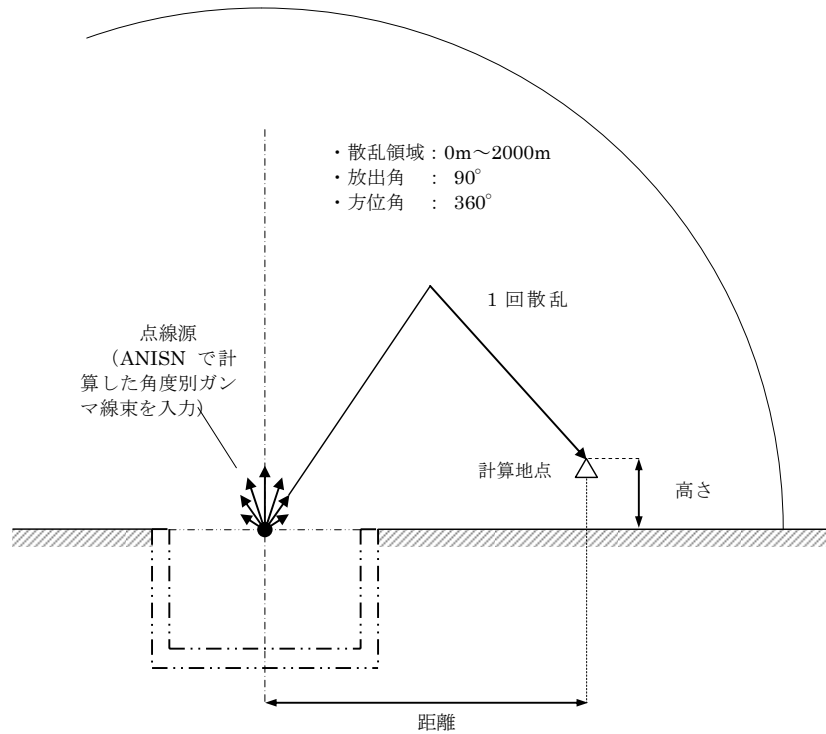
第 1 図 ANISN による角度別ガンマ線束の計算モデル

(ii) G33

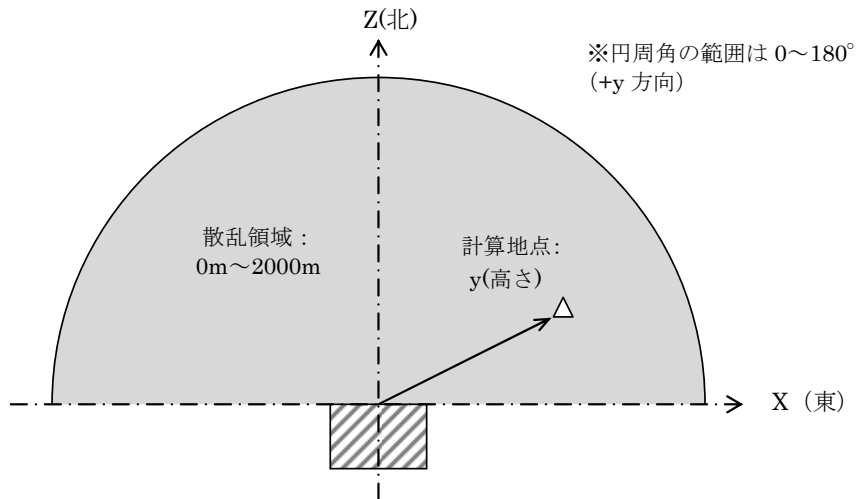
区画上面から大気中に放出されるガンマ線によるスカイシャイン線量の計算モデルを第2図に示す。ANISN で求めた角度別のガンマ線束を放出する点線源を各区画上面の中央に置き、ガンマ線の放出角は $90^\circ$ 、空気の散乱領域は半径2,000mの半球とする。

区画側面から大気中に放出されるガンマ線によるスカイシャイン線量の計算モデルを、第3図に示す。ANISN で求めた角度別のガンマ線束を放出する点線源を各区画側面の上辺中央に置き、ガンマ線の放出角は $90^\circ$ 、空気の散乱領域は半径2,000mの1/4球とする。

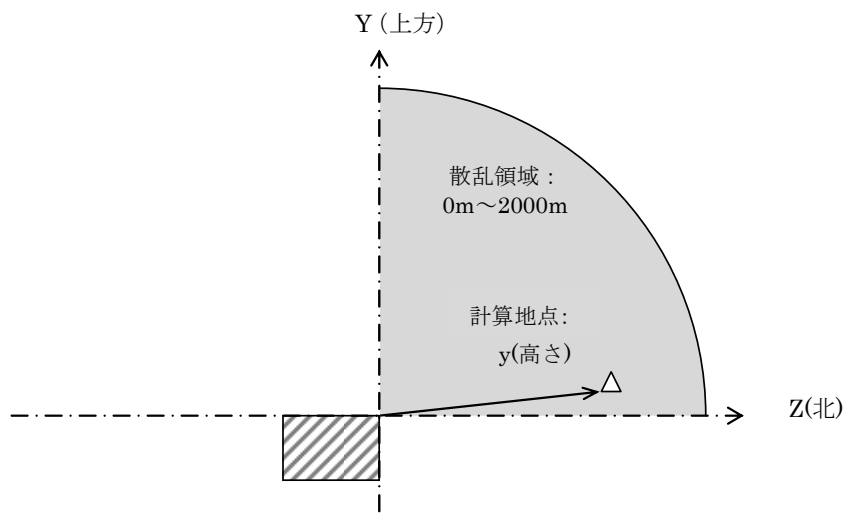
線量の計算地点の水平座標（線源を原点とし、区画側面と直交する座標系）は、線源位置を区画の上面中央とし、線量の計算地点の方向を考慮して計算した値を1m単位で切り捨てた値とする。線源の標高は、埋設設備群ごとの底面の標高に区画の高さ（区画全高－セメント系充填材厚さ－ポーラスコンクリート層厚さ－天板厚さ）を加えた値とする。



第2図 G33による1回散乱線の計算モデル（上面放出）



【平面図】



【側面図】

第3図 G33による1回散乱線の計算モデル（北側面放出の場合）

## 2. 計算結果

1. の計算方法により、各埋設設備からの単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率を算出すると第1表に示すとおりとなる。

第1表 単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率((Sv/h)/(Bq/cm<sup>3</sup>)(cm<sup>2</sup>))

埋設設備	上面	北面	東面	南面	西面
No. 1	$1.78 \times 10^{-12}$	$5.83 \times 10^{-12}$	$1.81 \times 10^{-12}$	$1.51 \times 10^{-13}$	$4.02 \times 10^{-13}$
No. 2	$2.05 \times 10^{-12}$	$6.28 \times 10^{-12}$	$1.32 \times 10^{-12}$	$1.76 \times 10^{-13}$	$6.99 \times 10^{-13}$
No. 3	$1.06 \times 10^{-12}$	$3.84 \times 10^{-12}$	$1.05 \times 10^{-12}$	$7.49 \times 10^{-14}$	$2.40 \times 10^{-13}$
No. 4	$1.20 \times 10^{-12}$	$3.99 \times 10^{-12}$	$7.54 \times 10^{-13}$	$8.52 \times 10^{-14}$	$4.10 \times 10^{-13}$
No. 5	$6.55 \times 10^{-13}$	$2.33 \times 10^{-12}$	$6.21 \times 10^{-13}$	$3.78 \times 10^{-14}$	$1.47 \times 10^{-13}$
No. 6	$7.25 \times 10^{-13}$	$2.63 \times 10^{-12}$	$4.47 \times 10^{-13}$	$4.24 \times 10^{-14}$	$2.49 \times 10^{-13}$
No. 7	$4.03 \times 10^{-13}$	$1.50 \times 10^{-12}$	$3.75 \times 10^{-13}$	$1.89 \times 10^{-14}$	$9.08 \times 10^{-14}$
No. 8	$4.41 \times 10^{-13}$	$1.76 \times 10^{-12}$	$2.69 \times 10^{-13}$	$2.10 \times 10^{-14}$	$1.52 \times 10^{-13}$

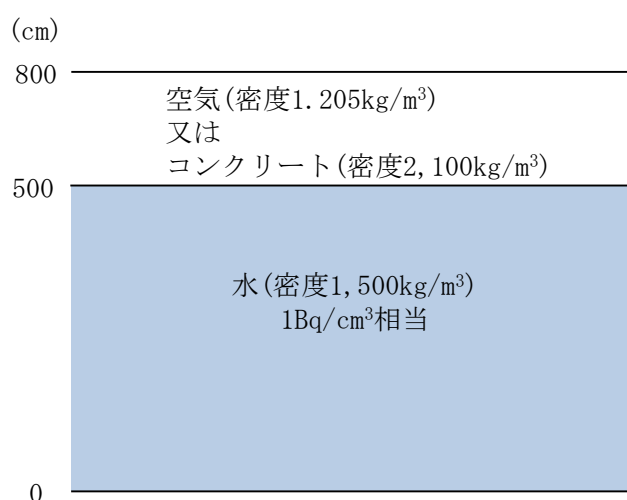


## 断面積ライブラリ DLC-23 について

断面積ライブラリ DLC-23 については、断面積ライブラリによる遮蔽評価結果への影響比較（平成 29 年 12 月 18 日 原子力規制庁 核燃料廃棄物研究部門 第 29 回技術情報検討会資料）により非保守的な計算結果が得られる可能性が指摘されている。そのため、今回の線量計算において、DLC-23 を使用することの妥当性について説明する。

## 1. 評価方法

スカイシャインガンマ線の評価と同様のモデルを設定し、ANISN (DLC-23) とモンテカルロ輸送計算コード(MCNP)で算出した線量率を比較した。線源を水（密度  $1,500\text{kg/m}^3$ ）とし、媒体を空気（密度  $1.205\text{kg/m}^3$ ）とコンクリート（密度  $2,100\text{kg/m}^3$ ）として、線量率分布を算出した。評価モデルを第 1 図に示す。

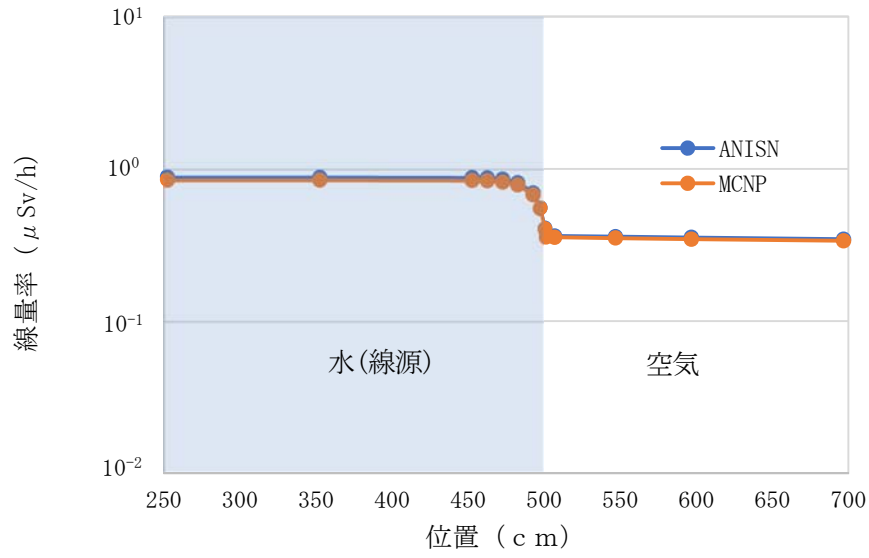


第 1 図 ANISN(DLC-23) と MCNP の比較計算モデル

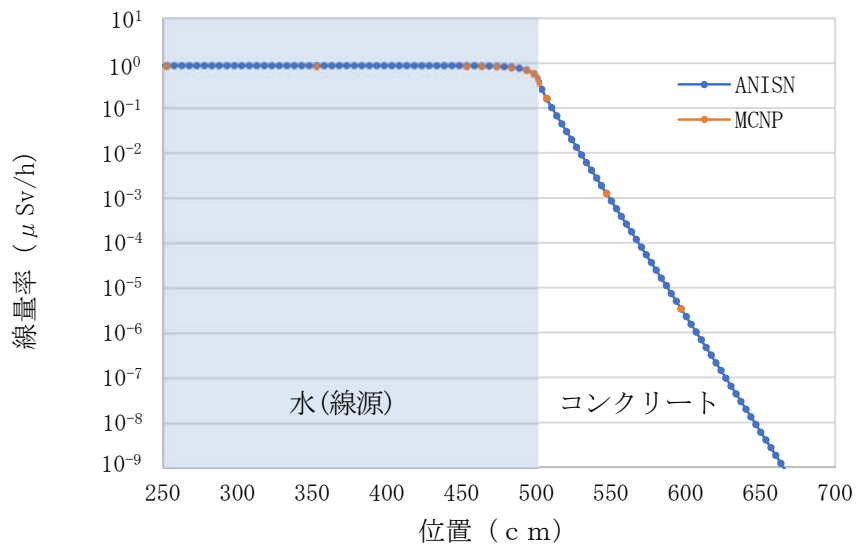
## 2. 評価結果

評価結果を第 2 図及び第 3 図に示す。

線量率分布について、ANISN (DLC-23) と MCNP を比較した結果、差異は、最大で空気の場合で約 5%、コンクリートの場合約 4%であり、DLC-23 を使用することは妥当であると評価する。



第2図 ANISN と MCNP の線量率分布 (線源+空気)



第3図 ANISN と MCNP の線量率分布 (線源+コンクリート)

線源面積の設定

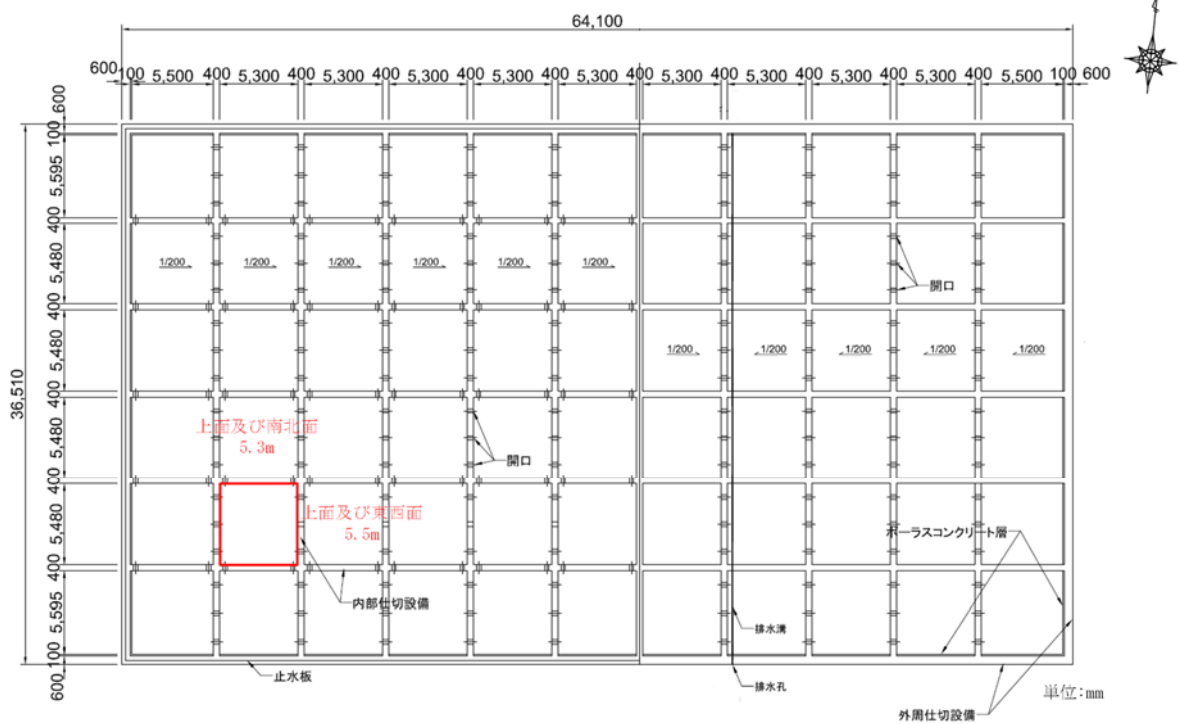
外部被ばく線量評価での線源面積は第1表のとおり設定する。

線源面積の設定に用いる3号埋設設備の構造図を第1図に示す。

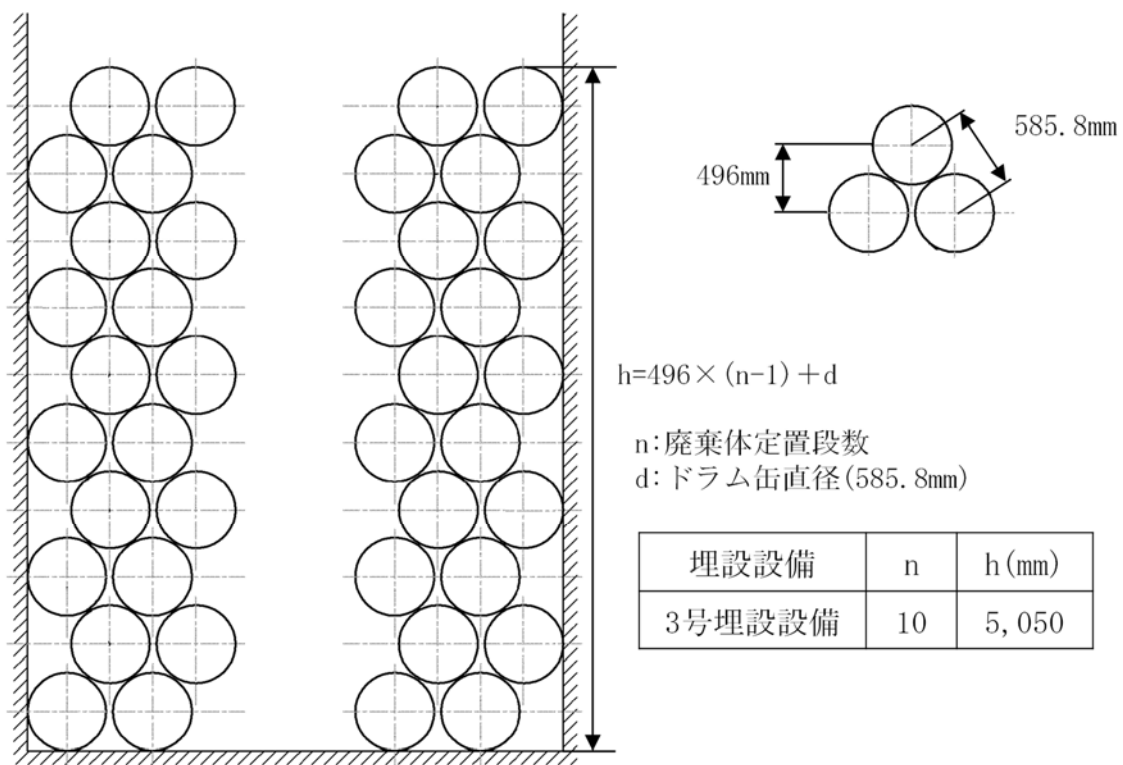
上面の面積は区画の開口面積から設定する。また、南北面及び東西面の面積は、区画開口部の寸法と第2図に示す定置時の廃棄体高さから設定する。

第1表 線源面積

上面	29.15m <sup>2</sup> (=5.3m×5.5m)
南北面	27.03m <sup>2</sup> (=5.3m×5.1m)
東西面	28.05m <sup>2</sup> (=5.5m×5.1m)



第1図 3号埋設設備の構造図



第2図 定置時の廃棄体高さ

線量への影響について

ここでは、被ばく線量評価における、高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響、セメント系充填材の影響、廃棄物埋設地の地形等の影響を評価する。

1. 高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響

埋設設備においてスカイシャインガンマ線を評価する際の ANISN による角度別ガンマ線束の計算では、線源の放射能濃度を最上段に定置する廃棄体の放射能濃度とし、均一として計算している。

一方、埋設設備では最上段と最上段以外において異なる放射能濃度の廃棄体を定置するため、放射能濃度は不均一となる。

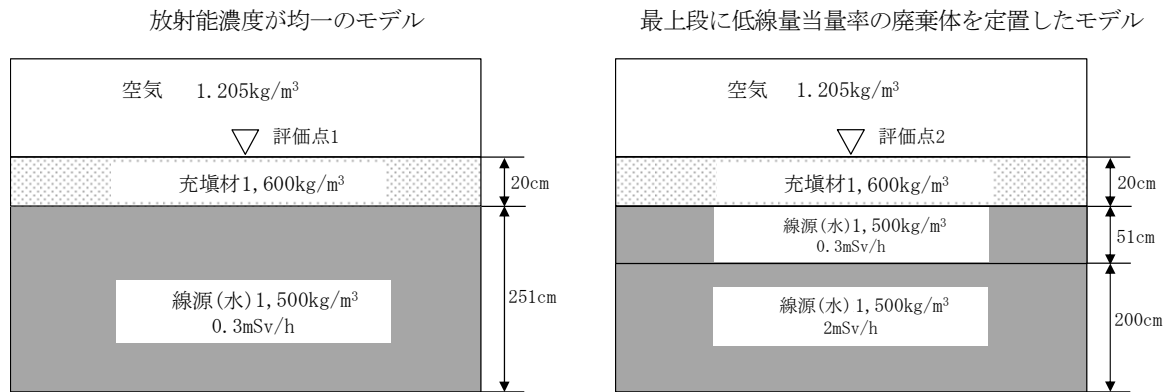
そのため、高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響を評価する。

ここで、埋設設備では、廃棄体は表積みで互い違いに積み上げられること等による間隙を有しており、間隙を通じて下段の廃棄体からの放射線の影響が考えられる。ここでは、充填済の状態を考えることとしていること及び計算モデルでは、同じ定置段の廃棄体と廃棄体の間隙を線源と設定していることから、保守的な条件となっている。

(1) 上面方向

計算モデルを第 1 図に示す。

ANISN により放射能濃度が均一なモデルで評価した線量率と、最上段に低線量当量率の廃棄体を定置したモデルでの線量率の比を算出すると、1.05 となる。



(高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響) = (評価点 2 の線量率) ÷ (評価点 1 の線量率)

第 1 図 高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響の評価モデル

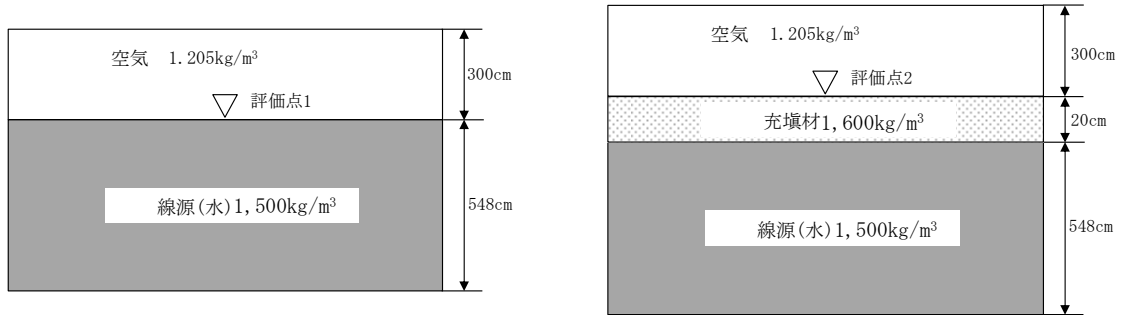
(2) 側面方向

側面方向の影響は、廃棄体の表面線量当量率の比及び段数の比から算出し、6.1 となる。

$$\frac{1\text{段}}{10\text{段}} \times \frac{0.3\text{mSv/h}}{0.3\text{mSv/h}} + \frac{9\text{段}}{10\text{段}} \times \frac{2\text{mSv/h}}{0.3\text{mSv/h}} = 6.1$$

## 2. セメント系充填材の影響

埋設設備においてスカイシャインガンマ線を評価する際のANISNによる角度別ガンマ線束は廃棄体みの状態で計算している。そこで、ANISNにより第2図に示す計算モデルにて、セメント系充填材の有無による線量率の比を算出すると、 $1.16 \times 10^{-1}$ となる。



$$(\text{セメント系充填材の影響}) = (\text{評価点2の線量率}) \div (\text{評価点1の線量率})$$

第2図 セメント系充填材の影響の計算モデル

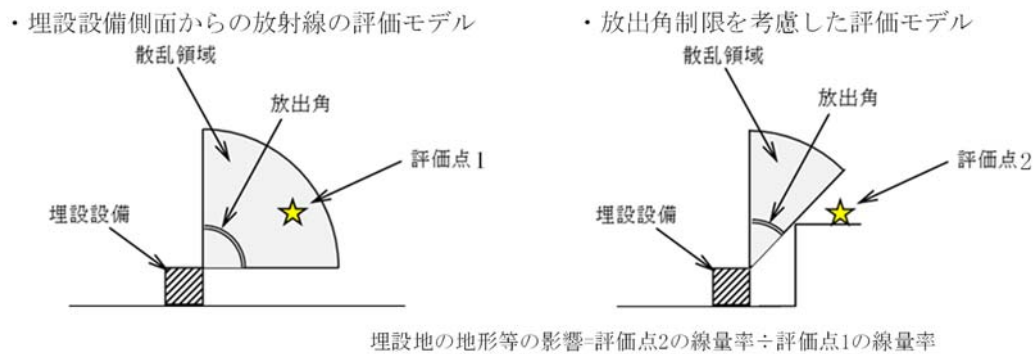
## 3. 廃棄物埋設地の地形等の影響

側面から放出されるスカイシャインガンマ線による線量は、周囲の地形等により放出角が制限されるため、その影響を考慮する。

具体的には、第3図に示すように、側面から放出する放射線の放出角を水平 $0^\circ$ から上方 $90^\circ$ まで考慮するモデルと、放出角が制限された状態を考慮するモデルでの線量率の比を算出する。

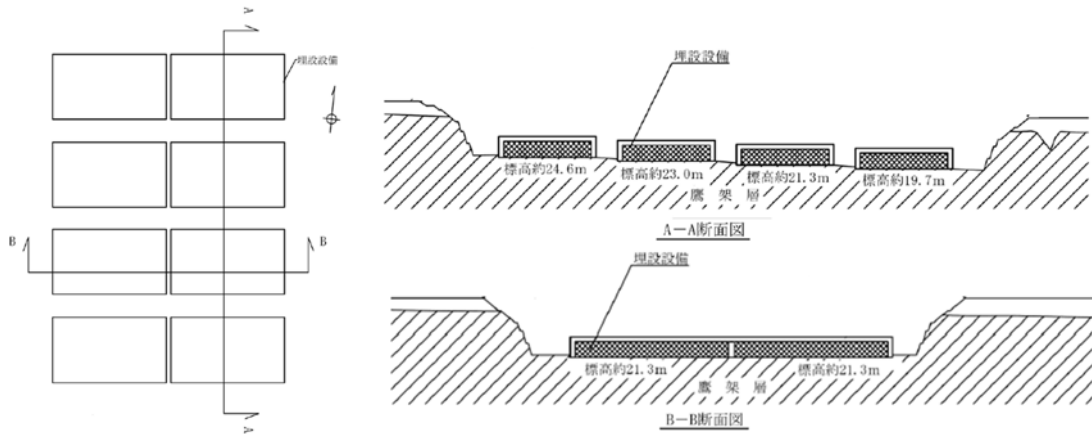
放出角の制限において、側面からの放出は、第4図に示すように、廃棄物埋設地は北から南方向に傾斜があること及び埋設設備の周囲は方位別に状況が異なることから、方位別に評価する。

地形等の影響の算出結果を第1表に示す。



第3図 廃棄物埋設地の地形等の影響の計算モデル





第4図 廃棄物埋設地の傾斜 (3号廃棄物埋設地)

第1表 廃棄物埋設地の地形等の影響

埋設設備	北側	東側	南側	西側
No. 1	$4.00 \times 10^{-1}$	$6.79 \times 10^{-1}$	1	$9.17 \times 10^{-1}$
No. 2	$4.00 \times 10^{-1}$	$9.17 \times 10^{-1}$	1	$6.79 \times 10^{-1}$
No. 3	$4.55 \times 10^{-1}$	$6.79 \times 10^{-1}$	1	$9.17 \times 10^{-1}$
No. 4	$4.55 \times 10^{-1}$	$9.17 \times 10^{-1}$	1	$6.79 \times 10^{-1}$
No. 5	$4.55 \times 10^{-1}$	$6.79 \times 10^{-1}$	1	$9.17 \times 10^{-1}$
No. 6	$4.55 \times 10^{-1}$	$9.17 \times 10^{-1}$	1	$6.79 \times 10^{-1}$
No. 7	$4.55 \times 10^{-1}$	$6.79 \times 10^{-1}$	$8.65 \times 10^{-1}$	$9.17 \times 10^{-1}$
No. 8	$4.55 \times 10^{-1}$	$9.17 \times 10^{-1}$	$8.65 \times 10^{-1}$	$6.79 \times 10^{-1}$

## 線量評価結果

埋設設備は、安全機能が1基ごとに独立していることから、埋設設備1基ごとに評価を行う。また、廃棄物埋設地には埋設設備を8基設置することから、廃棄物埋設地全体についても評価する。

廃棄物埋設地全体での線量を評価する場合には、評価時点を全ての埋設設備の覆い設置が完了した時点とする。ここで3号廃棄物埋設施設の埋設計画(第1表)を参考とし、覆い完了からの期間がCo-60の半減期である約5年以上となる埋設設備(No.1~No.4)については、廃棄体に含まれる放射性物質の1半減期分の減衰を考慮する。

線量評価結果を第2表に示す。

また、1号、2号及び3号埋設設備の安全機能が同時に喪失する場合を想定し、公衆への影響を評価する場合は、敷地境界外で最大の被ばくを与える地点は線量の計算地点Aとなる。線量の計算地点Aでの線量評価結果を第3表に示す。

第1表 3号廃棄物埋設施設の埋設計画

埋設設備	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目
No. 1	■	■										
No. 2		■	■	■								
No. 3				■	■	■						
No. 4					■	■	■					
No. 5						■	■	■	■			
No. 6								■	■	■		
No. 7									■	■	■	
No. 8										■	■	■

■ 設置期間

第2表 線量評価結果(線量の計算地点B)

埋設設備	埋設設備ごとの線量 ( $\mu\text{Sv}$ )	放射性物質の減衰係数 (-)	廃棄物埋設地全体の線量 ( $\mu\text{Sv}$ )
No. 1	14.4	0.5	7.2
No. 2	15.8	0.5	7.9
No. 3	9.4	0.5	4.7
No. 4	10.1	0.5	5.1
No. 5	5.7	1.0	5.7
No. 6	6.3	1.0	6.3
No. 7	3.6	1.0	3.6
No. 8	4.0	1.0	4.0
		合計	約45

第3表 線量評価結果（線量の計算地点A）

埋設設備	埋設設備ごとの線量 ( $\mu$ Sv)	放射性物質の減衰係数 (-)	廃棄物埋設地全体の線量 ( $\mu$ Sv)
No. 1	15.3	0.5	7.6
No. 2	7.7	0.5	3.9
No. 3	12.1	0.5	6.0
No. 4	6.2	0.5	3.1
No. 5	8.8	1.0	8.8
No. 6	5.0	1.0	5.0
No. 7	6.4	1.0	6.4
No. 8	3.9	1.0	3.9
		合計	約45

## 計算コードの概要について

## 1. 被ばく評価に使用する計算コード

コード名	概要
QAD-CGGP2R (Ver. 1.04)	<p>米国ロスアラモス国立研究所で開発されたガンマ線の物質透過を計算するための点減衰核積分法計算機コード「QAD」をベースとし、旧日本原子力研究所が ICRP1990 年勧告の国内関連法令・規則への取入れに合わせて、実効線量率等を計算できるように改良した最新バージョンである。</p> <p>線源及び遮蔽体を直方体、円筒、球などの三次元形状で模擬した計算体系でガンマ線の実効線量率及び空気カーマ率等を計算することができる。</p> <p>ベンチマーク実験による検証<sup>*1</sup>が実施されており、普通コンクリートを透過する線量率の保守的な評価が実施できる妥当な計算コードであることを確認している。</p> <p>*1 「JAERI-M 86-060 再処理施設の放射線遮蔽安全ガイド資料」、日本原子力研究所 (1986)</p>
ANISN (ANISN-ORNL)	<p>米国オークリッジ国立研究所で開発された一次元ボルツマン輸送方程式を離散角度 (Sn) 法に基づいて数値計算により解くコードである。</p> <p>線源及び遮蔽体を無限平板、無限円柱及び球の一次元形状で模擬した計算体系でガンマ線及び中性子の放射線束を計算することができる。</p> <p>別計算コード「DOT (二次元 Sn 法)」による検証<sup>*2</sup>が実施されており、固体廃棄物保管庫天井から漏えいするガンマ線束の計算結果が両者よく一致していることを確認している。</p> <p>*2 「原子炉施設からのスカイシャイン線量評価手引」、財団法人原子力安全研究協会 (昭和 54 年 3 月)</p>
G33-GP2R (Ver. 1.0)	<p>米国ロスアラモス国立研究所で開発されたガンマ線多群散乱計算プログラム「G33」をベースとし、旧日本原子力研究所が ICRP1990 年勧告の国内関連法令・規則への取入れに合わせて、実効線量率等を計算できるように改良したバージョンである。</p> <p>点線源からの 1 回散乱ガンマ線による実効線量率及び空気カーマ率等を計算することができる。スカイシャイン野外実験による検証<sup>*3</sup>が実施されており、線源の上部に遮蔽がない計算形状でスカイシャイン線量の計算値と実測値がよく一致するが、天井遮蔽があるケースでは、計算値は過小評価となる。この原因は、G33 コードが天井透過中の散乱成分を考慮していないためであり、これを考慮するため、天井遮蔽までを ANISN で計算することを推奨している。今回の評価においては、この手法を採用している。</p> <p>*3 「ガンマ線遮蔽設計ハンドブック」、社団法人日本原子力学会 (1988 年 1 月)</p>

## 2. 結果の検証等に使用する計算コード

コード名	概要
MCNP5 (Ver1.6)	<p data-bbox="408 293 1414 416">米国ロスアラモス国立研究所で開発されたボルツマン輸送方程式をモンテカルロ法で解く中性子、ガンマ線及び中性子とガンマ線の結合系を対象とする汎用の連続エネルギーモンテカルロ輸送計算コードである。</p> <p data-bbox="408 434 1414 649">幾何形状は、主に面で区切られたセルによって構成される。セルは、平面及び二次局面を示す陰関数の値の正負で空間を区切ることにより定義され、設定の自由度が大きく、通常の遮蔽計算に使用される形状程度であれば、そのままモデル化が可能なこと、粒子の輸送計算に使用される断面積はポイントワイズ断面積データを使用するため、群構造に起因する誤差が発生しない等の特徴がある。</p> <p data-bbox="408 667 1414 741">米国では、使用済燃料貯蔵施設の審査指針である NUREG-1567 において、遮蔽解析ツールとして記載されている。</p> <p data-bbox="408 759 1414 790">我が国においても使用済燃料貯蔵施設において許認可実績も有している。</p> <p data-bbox="408 808 1414 931">計算に使用する断面積ライブラリはユーザーがコードに付属しているライブラリから任意に選択が可能であり、今回の検証に使用したライブラリは、コード付属の ENDF/B-VI ベースの最新ライブラリである。</p>

埋設設備の遮蔽機能喪失時の  
外部被ばく線量評価(1号)



## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 埋設設備の遮蔽機能喪失時の外部被ばく線量評価の方針 .....	1
3. 評価条件の設定 .....	1
(1) 計算コード .....	1
(2) 物性値 .....	1
(3) 線量の計算地点 .....	2
(4) 評価対象とする埋設設備の設定 .....	2
(5) 評価を行うガンマ線 .....	3
4. スカイシャングamma線による線量の算出 .....	4

添付資料 2-1 定置が完了した廃棄体の表面線量当量率の実績

添付資料 2-2 廃棄体の放射能濃度の設定について

添付資料 2-3 スカイシャイン線量率の計算方法について

添付資料 2-4 断面積ライブラリ DLC-23 について

添付資料 2-5 線源面積の設定

添付資料 2-6 線量への影響について

添付資料 2-7 線量評価結果

添付資料 2-8 計算コードの概要について

### 1. はじめに

埋設設備の遮蔽機能喪失時の外部被ばく線量評価について説明する。

### 2. 埋設設備の遮蔽機能喪失時の外部被ばく線量評価の方針

外部被ばく線量評価は、廃棄物埋設施設周辺で最大の被ばくを与える地点に居住する人を対象とし、評価を行う放射線は、廃棄体から放出されるガンマ線とする。

廃棄物埋設地の評価では、直接ガンマ線が周囲の地形により遮蔽されることから、スカイシャインガンマ線を対象とする。

また、埋設設備の遮蔽機能喪失時の外部被ばく線量評価においては、埋設設備に定置した廃棄体をセメント系充填材で充填したものを線源として設定する。ここで、線源の設定においては、含まれる廃棄体の表面線量当量率、セメント系充填材による影響等を考慮する。

評価は廃棄物埋設地全体について行う。また、線量の評価期間は2ヶ月とする。

なお、以下では、実効線量として評価している値は「線量」、実測が可能な値は「線量当量」と表記する。

### 3. 評価条件の設定

#### (1) 計算コード

他施設等において使用実績が十分にあり、信頼性があるコードを用いることとし、スカイシャインガンマ線による線量の計算には一次元輸送計算コード(ANISN)及び一回散乱計算コード(G33-GP2R)を組み合わせたものを用いる。

#### (2) 物性値

評価に用いる物性値は第1表に示すとおりとする。

第1表 評価に用いる物性値(1/2)

水 (密度 1,500kg/m <sup>3</sup> )	元素	組成比(%)	密度(kg/m <sup>3</sup> )
	H	11.19	1.679×10 <sup>2</sup>
	O	88.81	1.332×10 <sup>3</sup>

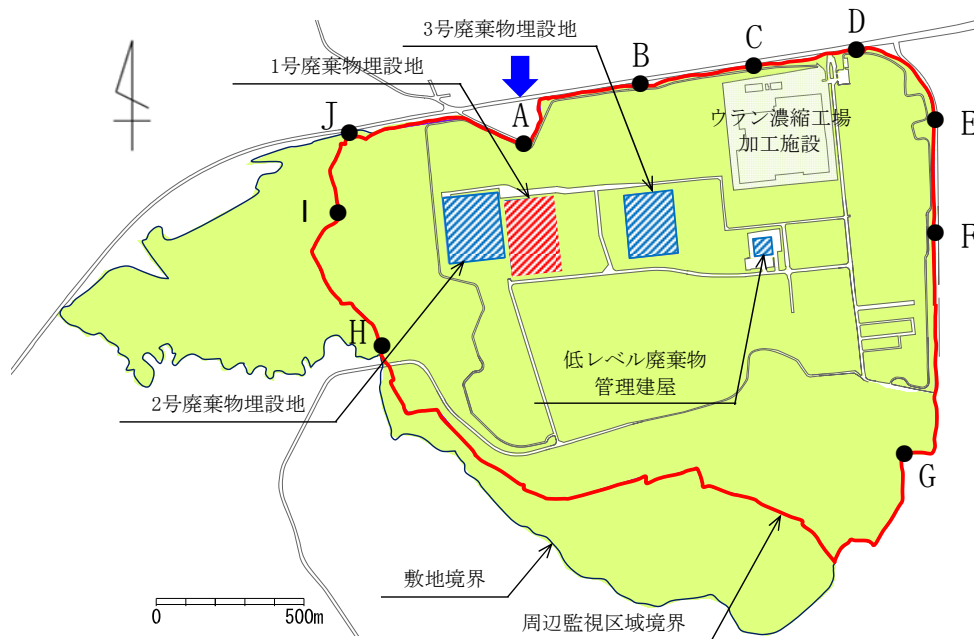
充填材 (モルタル) (密度 1,600kg/m <sup>3</sup> )	元素	組成比(%)	密度(kg/m <sup>3</sup> )
	H	0.416	6.656×10 <sup>0</sup>
	O	50.74	8.118×10 <sup>2</sup>
	Mg	0.1150	1.840×10 <sup>0</sup>
	Al	0.4460	7.136×10 <sup>0</sup>
	Si	38.61	6.177×10 <sup>2</sup>
	S	0.07	1.120×10 <sup>0</sup>
	Ca	6.869	1.099×10 <sup>2</sup>
	Fe	2.738	4.381×10 <sup>1</sup>

第1表 評価に用いる物性値 (2/2)

空気 (密度 1.205kg/m <sup>3</sup> )	元素	組成比(%)	密度(kg/m <sup>3</sup> )
	H	0.001000	1.205×10 <sup>-5</sup>
	C	0.01255	1.513×10 <sup>-4</sup>
	N	75.47	9.093×10 <sup>-1</sup>
	O	23.23	2.799×10 <sup>-1</sup>

(3) 線量の計算地点

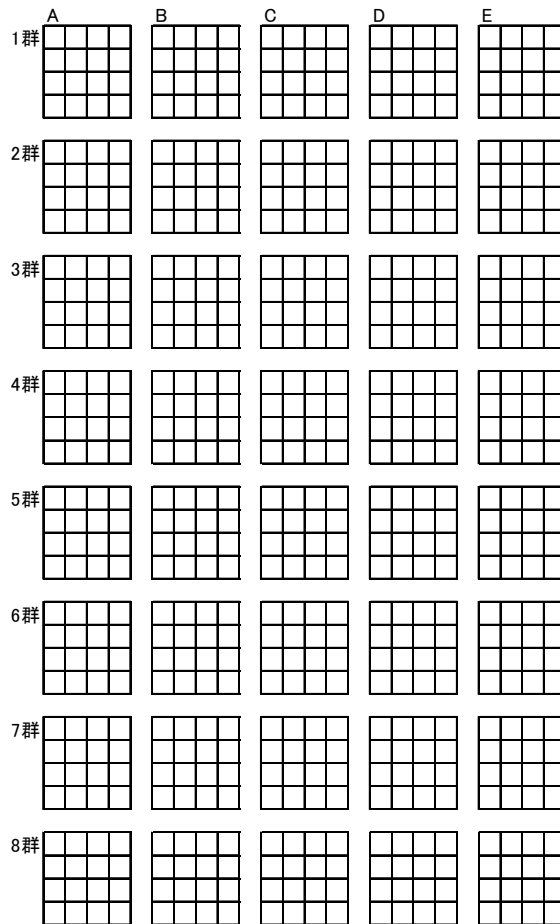
線量の計算地点は、1号廃棄物埋設地との距離が最短となる地点であるAとする。線量の計算地点を第1図に示す。



第1図 線量の計算地点

(4) 評価対象とする埋設設備の設定

第2図に示すように、1号廃棄物埋設地に設置する全ての埋設設備を対象とし、埋設設備1基ごとに評価する。

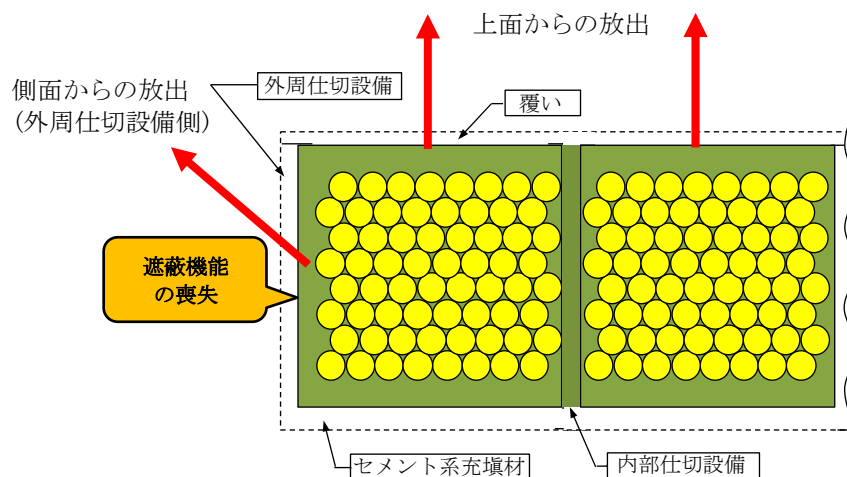


第2図 評価対象とする埋設設備

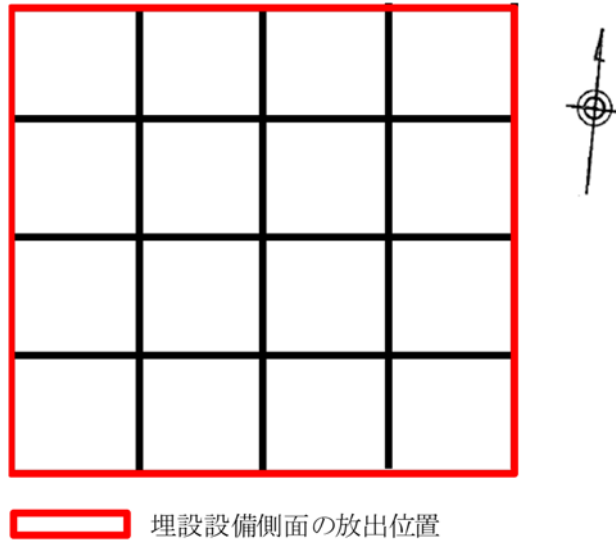
(5) 評価を行うガンマ線

遮蔽機能の喪失を想定し、第3図に示すように、埋設設備上面及び側面から放出されるスカイシャインガンマ線について評価する。

ここで、埋設設備側面から放出されるスカイシャインガンマ線の放出位置は第4図のとおりである。



第3図 評価するスカイシャインガンマ線の放出位置



第4図 埋設設備側面から放出されるスカイシャインガンマ線の放出位置

#### 4. スカイシャインガンマ線による線量の算出

スカイシャインガンマ線による線量の算出について、ここでは各埋設設備の中で最大の線量となる第6群D埋設設備での線量の算出を示す。

線源は埋設設備に定置した廃棄体をセメント系充填材で固化したものとし、ガンマ線を放出する放射性物質は廃棄体に含まれる放射性物質のうち、ガンマ線のエネルギーが高く、初期の放射エネルギーが多いCo-60（ガンマ線のエネルギー1.25MeV、放出率200%）で代表する。

線源に含まれる廃棄体の表面線量当量率は、添付資料2-1に示す埋設実績を踏まえて設定する。

2020年5月末時点で第6群C埋設設備まで定置が完了しており、埋設された廃棄体の表面線量当量率の群ごとの平均は0.07mSv/h～0.16mSv/hである。また、埋設された廃棄体の表面線量当量率の最大は2mSv/hである。これらから、定置が完了している埋設設備については、実績の平均に余裕をもった表面線量当量率0.2mSv/hの廃棄体が埋設されているものとする。また、今後廃棄体を定置する埋設設備については、最上段が2mSv/h、最上段以外は10mSv/hとする。

スカイシャイン線量の算出では、まず、代表区画位置（埋設設備の北東端の区画）からの放射能濃度が一様な状態での線量率を算出し、セメント系充填材の影響（添付資料2-6参照）を加味する。ここで、上面及び側面から放出される放射線について、セメント系充填材40cmを考慮する。

放射能濃度が一様な状態での線量率は、単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率（添付資料2-3参照）に、廃棄体の放射能濃度（添付資料2-2参照）及び1区画の線源面積（添付資料2-5参照）を乗ずることによって算出する。

1区画からのスカイシャイン線量率の算出結果を第2表に示す。

第2表 1区画からのスカイシャイン線量率

放出位置	放出方向	単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率 ( $\mu\text{Sv/h}/(\text{Bq}/\text{cm}^3)(\text{cm}^2)$ )	最上段に定置する廃棄体の放射能濃度 ( $\text{Bq}/\text{cm}^3$ )	1区画の線源面積 ( $\text{m}^2$ )	高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響 (-)	セメント系充填材の影響 (-)	1区画からのスカイシャイン線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
側面	上面	$3.17 \times 10^{-12}$	$5.80 \times 10^3$	28.355	1.04	$1.90 \times 10^{-2}$	$1.03 \times 10^{-4}$
	北	$9.03 \times 10^{-12}$		21.73	4.5		$9.73 \times 10^{-4}$
	東	$1.09 \times 10^{-12}$		21.935			$1.19 \times 10^{-4}$
	南	$2.88 \times 10^{-13}$		21.73			$3.11 \times 10^{-5}$
	西	$1.86 \times 10^{-12}$		21.935			$2.02 \times 10^{-4}$

上面から放出されるスカイシャイン線の線量は、1区画からのスカイシャイン線量率に、線量の評価期間2ヶ月（1,460時間）及び区画数を乗じて算出する。

側面から放出されるスカイシャイン線の線量は、1区画からのスカイシャイン線量率に、放出される放射線の放出角が周囲の地形等によって制限される影響（添付資料2-6参照）、線量の評価期間2ヶ月（1,460時間）及び区画数を乗じて算出する。ここで、区画数については、北面及び南面について4区画、東面及び西面について4区画となる。

埋設設備から放出されるスカイシャイン線の線量は、上面及び側面から放出されるスカイシャイン線の線量を合計して算出する。

外部被ばく線量評価結果を第3表に示す。また、同様の方法により算出した各埋設設備の線量評価結果を添付資料2-7に示す。

第3表 外部被ばく線量評価結果

放出位置	放出方向	1区画からのスカイシャイン線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	廃棄物埋設地の地形等の影響 (-)	線量の評価期間 (h)	区画数	線量 ( $\mu\text{Sv}$ )
側面	上面	$1.03 \times 10^{-4}$	-	1,460	16	2.4
	北	$9.73 \times 10^{-4}$	$5.10 \times 10^{-2}$		4	0.29
	東	$1.19 \times 10^{-4}$	$6.79 \times 10^{-1}$		4	0.47
	南	$3.11 \times 10^{-5}$	$9.65 \times 10^{-1}$		4	0.18
	西	$2.02 \times 10^{-4}$	$6.79 \times 10^{-1}$		4	0.80
	合計					

## 定置が完了した廃棄体の表面線量当量率の実績及び設定

## 1. 定置が完了した廃棄体の表面線量当量率の実績

1号埋設設備に定置が完了した廃棄体の表面線量当量率の実績を第1表に示す。

2020年5月末時点で第6群C埋設設備まで定置が完了しており、埋設された廃棄体の表面線量当量率の群ごとの平均は0.07mSv/h～0.16mSv/hである。

また、埋設された廃棄体の表面線量当量率の最大は2mSv/hである。

第1表 定置が完了した廃棄体の表面線量当量率の実績

埋設設備群	平均値(mSv/h)	最大値(mSv/h)
第1群	0.13	2.0
第2群	0.09	2.0
第3群	0.06	1.8
第4群	0.08	1.5
第5群	0.16	2.0
第6群	0.07	1.2
第7群	定置完了前	定置完了前
第8群	定置完了前	定置完了前
全体	0.10	2.0



2. 今後埋設する廃棄体の表面線量当量率の設定

(1) 埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー及び廃棄体の放射能濃度

1号埋設設備の総放射エネルギーと埋設設備の基数(40基)から、埋設設備 1 基当たりの放射エネルギーを算出すると、第 1 表に示すとおりとなる。

第 1 表 1号埋設設備の総放射エネルギーと埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー

核種	1号埋設設備 総放射エネルギー(Bq)	埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー(Bq) 【総放射エネルギー×1/40】
H-3	$9.90 \times 10^{13}$	$2.48 \times 10^{12}$
C-14	$2.80 \times 10^{12}$	$7.00 \times 10^{10}$
Co-60	$9.00 \times 10^{14}$	$2.25 \times 10^{13}$
Ni-59	$2.70 \times 10^{12}$	$6.75 \times 10^{10}$
Ni-63	$3.50 \times 10^{14}$	$8.75 \times 10^{12}$
Sr-90	$5.40 \times 10^{12}$	$1.35 \times 10^{11}$
Nb-94	$2.70 \times 10^{10}$	$6.75 \times 10^8$
Tc-99	$5.90 \times 10^9$	$1.48 \times 10^8$
I-129	$8.90 \times 10^7$	$2.23 \times 10^6$
Cs-137	$3.30 \times 10^{13}$	$8.25 \times 10^{11}$
$\alpha$	$2.00 \times 10^{11}$	$5.00 \times 10^9$
合計	$1.39 \times 10^{15}$	$3.48 \times 10^{13}$

埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー( $3.48 \times 10^{13}$ Bq)が全て Co-60 の放射エネルギーであると仮定すると、廃棄体の放射能濃度は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 \text{廃棄体の総放射エネルギー} &= \frac{\text{埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー(Bq)}}{\text{埋設設備 1 基当たりの廃棄体本数(本)} \times \text{廃棄体 1 本当たりの体積(cm}^3\text{/本)}} \\
 &= \frac{3.48 \times 10^{13}}{5120 \times 2 \times 10^5} \\
 &= 3.4 \times 10^4
 \end{aligned}$$

(2) 廃棄体の表面線量当量率の設定

一次元輸送計算コード ANISN により、Co-60 の放射能濃度を  $3.4 \times 10^4$ Bq/cm<sup>3</sup> とした場合の線量当量率を算出すると、12mSv/h となる。

そこで、廃棄体の表面線量当量率は、埋設する廃棄体の表面線量当量率の最大である 10mSv/h と設定する。

第 2 表に耐震重要度設定における評価で設定する廃棄体の表面線量当量率を示す。

第 2 表 耐震重要度設定における評価で設定する廃棄体の表面線量当量率

最上段	2mSv/h
最上段以外	10mSv/h

### 廃棄体の放射能濃度の設定について

廃棄体の放射能濃度は以下のとおり算出する。算出方法は、まず、放射能濃度を仮設定し、その放射能濃度から線量当量率を計算コードにより算出する。その後、廃棄体の表面線量当量率と計算コードにより算出した線量当量率の比を仮設定した放射能濃度に乗ずることによって廃棄体の放射能濃度を算出する。このとき、放射能濃度を安全側とするために、線量計算に使用する2種類の計算コード(QAD、ANISN)について整理を行い、放射能濃度が大きくなるANISNの線量当量率を用いる。

$$\text{廃棄体の放射能濃度 (Bq/cm}^3\text{)} = \text{仮設定した放射能濃度 (Bq/cm}^3\text{)} \times \frac{\text{廃棄体の表面線量当量率 (mSv/h)}}{\text{計算コードにより算出した線量当量率 (mSv/h)}}$$

計算コードとしては、線量計算に用いるQAD又はANISNがあり、どちらも、放射能濃度から線量当量率を算出するものである。QADは、コードそのものが持つ保守性により、線量当量率を安全側(値が大きい側)に算出する。したがって、QADにより算出した線量当量率から放射能濃度を設定する場合、廃棄体の放射能濃度を小さく評価することになり、公衆の被ばく線量評価においては、非安全側の結果となる。

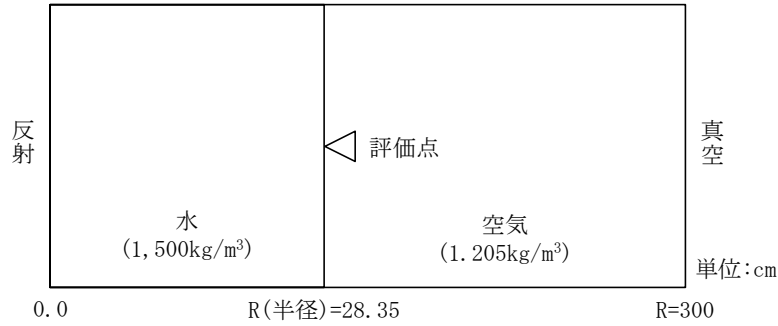
そのため、廃棄体の放射能濃度の設定ではANISNを用いる。ANISNは、一次元形状のみを取り扱うことができるコードであるため、無限形状としてモデル化を行うが、廃棄体の実形状と比較すると、線量当量率は大きな値となる。計算コードにより算出した線量当量率が大きな値となる場合、廃棄体の放射能濃度は小さくなるため、非安全側の結果となる。

そこで、3次元形状で廃棄体と無限円柱をモデル化し、QADを用いて線量当量率を算出し、両モデルでの線量当量率の比をANISNで算出した線量当量率に乗じて補正を行い、補正した線量当量率より放射能濃度を設定する。

#### 1. ANISNによる算出

ANISNの計算モデルは、廃棄体の径方向をモデル化した無限円柱形状とし、線源物質は水(密度1,500kg/m<sup>3</sup>)、ガンマ線を放出する放射性物質はCo-60とし、断面積ライブラリはDLC-23Fを用いた。計算モデルを第1図に示す。また、DLC-23Fを用いる妥当性を添付資料2-4に示す。

線源の放射能濃度を1Bq/cm<sup>3</sup>とした場合の線量当量率を算出した結果、 $3.50 \times 10^{-4}$  mSv/hとなる。

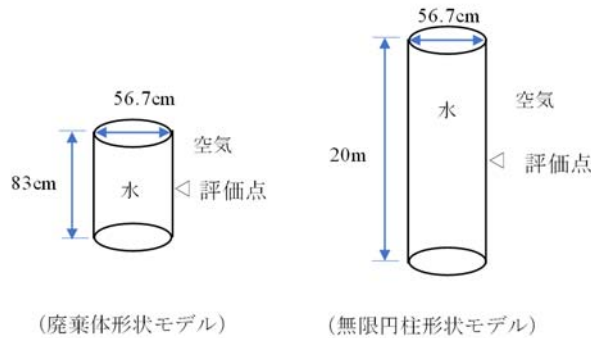


第1図 ANISN 計算モデル

1. QAD による補正

ANISN により算出した線量当量率は無限円柱形状モデルでの結果である。そこで、3次元形状のモデル化が可能な QAD により、廃棄体形状を考慮した高さ 83cm のモデルと無限円柱を模擬した高さ 20m のモデルによる線量当量率の比を求めて、ANISN で算出した線量当量率を補正する。

計算条件は、ANISN での計算と同様に線源物質を水（密度 1,500kg/m<sup>3</sup>）、ガンマ線を放出する放射性物質は Co-60 とした。計算モデルを第2図に示す。



第2図 QAD による計算モデル

QAD による両モデルの計算結果を第1表に示す。廃棄体形状モデルで算出した線量当量率と無限円柱形状モデルで算出した線量当量率の比は 0.989 となる。

第1表 廃棄体形状と無限円柱形状との比較結果

	①廃棄体形状	②無限円柱形状	比(①/②)
1Bq/cm <sup>3</sup> での線量当量率(mSv/h)	$4.35 \times 10^{-4}$	$4.40 \times 10^{-4}$	0.989

2. 廃棄体の放射能濃度の設定

廃棄体の放射能濃度の設定で用いる 1Bq/cm<sup>3</sup>での線量当量率は、ANISN で算出した  $3.50 \times 10^{-4}$  mSv/h に QAD で求めた比である 0.989 を乗じて、 $3.46 \times 10^{-4}$  mSv/h とする。

この値を用いて、外部被ばく評価に用いる廃棄体の放射能濃度を求める。外部被ばく評価に用いる廃棄体の表面線量当量率 10mSv/h、2mSv/h 及び 0.2mSv/h における放射能濃度は第2表に示すとおりとなる。

以上より、放射能濃度をより大きく算出ができていると考えることから、外部被ばく線量評価に用いる放射能濃度の設定として妥当である。

第2表 外部被ばく線量評価に用いる放射能濃度

廃棄体の表面線量当量率 (mSv/h)	10	2	0.2
表面線量当量率と等価な Co-60 の放射能濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )	$2.90 \times 10^4$	$5.80 \times 10^3$	$5.78 \times 10^2$

## スカイシャイン線量率の計算方法について

一次元輸送計算コード ANISN とガンマ線一回散乱計算コード G33 による廃棄物埋設地からのスカイシャイン線量率の計算方法について説明する。

## 1. 計算方法

## (1) 計算コード及び断面積ライブラリ

スカイシャイン線量率の計算は、区画内廃棄体線源表面又は遮蔽体外側表面を結合点として、ANISN と G33 を組み合わせて実施する。計算方法の概要は以下のとおり。

① ANISN により線源表面における単位放射能濃度当たりの角度別ガンマ線束を計算

② G33 により各線量の計算地点における単位放射能濃度及び単位面積当たりの線量率を計算

また、ANISN による角度別ガンマ線束の計算に用いる角度分点数と散乱成分のルジャンドル展開次数は、角度分点数 32 でルジャンドル展開次数 3 ( $P_3S_{32}$ ) とする。

ANISN での断面積ライブラリは DLC-23F を用いている。DLC-23F を用いる妥当性を添付資料 2-4 に示す。

## (2) 計算モデル

計算は、ANISN と G33 を組み合わせて実施する。

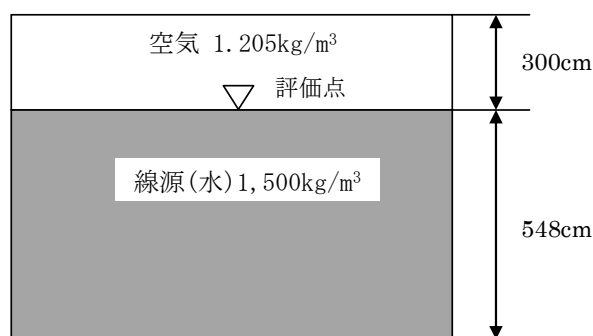
## (i) ANISN

区画内の廃棄体線源表面におけるガンマ線の角度束を、ANISN により計算するに当たっては、線源体が矩形で均一な拡がりをもっていることから、線源形状を無限平板とし、線源厚さは上面方向と側面方向を共通に取り扱うため、線源となる埋設設備 1 区画の最大寸法である 548cm とする。角度別ガンマ線束の計算モデルを第 1 図に示す。

ここで、側面方向についても、放出面を無限平板として、計算を実施する。

なお、均一な線源として設定していることから、上面方向と側面方向と異なるものの、上面と側面の角度束分布は等しくなる。

また、側面を放出面とした場合、放射能濃度の分布が不均一となるが、ガンマ線束の強度は放射能濃度に比例することから、ガンマ線束の分布は、放射能濃度によらず同じ割合となる。



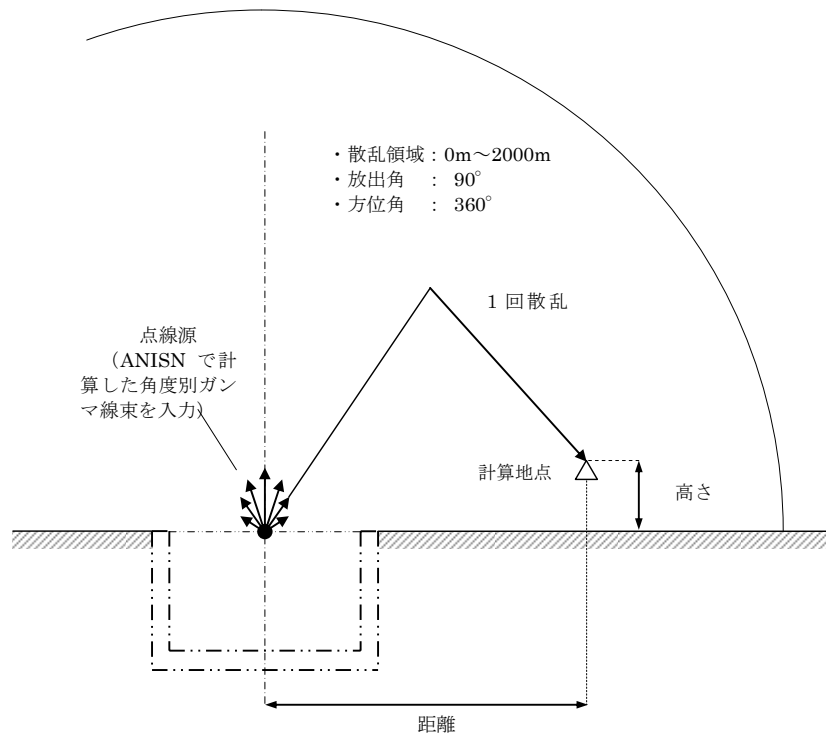
第 1 図 ANISN による角度別ガンマ線束の計算モデル

(ii) G33

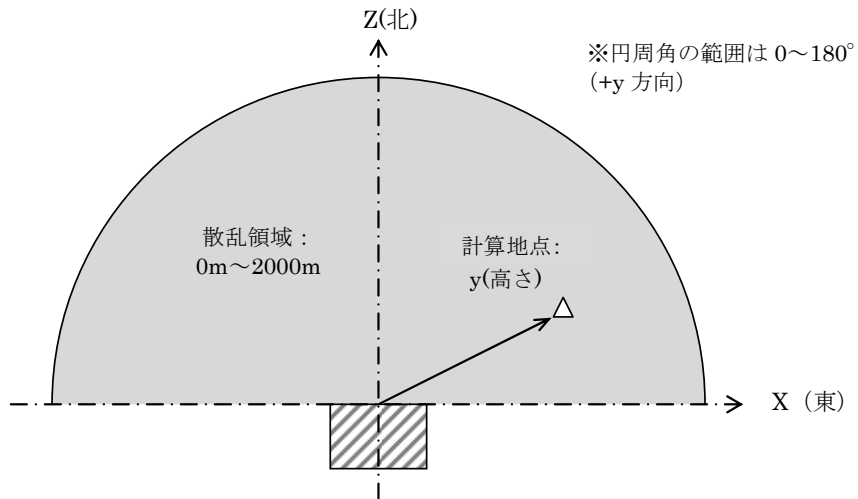
区画上面から大気中に放出されるガンマ線によるスカイシャイン線量の計算モデルを第2図に示す。ANISN で求めた角度別のガンマ線束を放出する点線源を各区画上面の中央に置き、ガンマ線の放出角は $90^\circ$ 、空気の散乱領域は半径2,000mの半球とする。

区画側面から大気中に放出されるガンマ線によるスカイシャイン線量の計算モデルを、第3図に示す。ANISN で求めた角度別のガンマ線束を放出する点線源を各区画側面の上辺中央に置き、ガンマ線の放出角は $90^\circ$ 、空気の散乱領域は半径2,000mの1/4球とする。

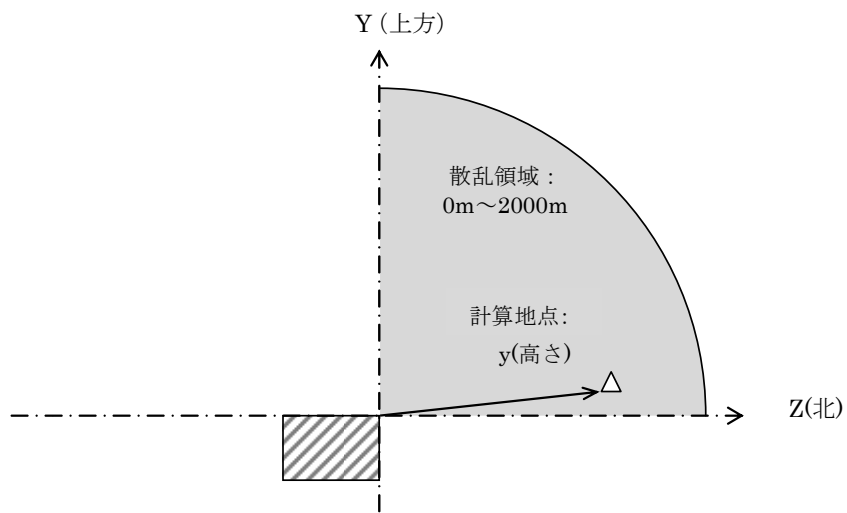
線量の計算地点の水平座標（線源を原点とし、区画側面と直交する座標系）は、線源位置を区画の上面中央とし、線量の計算地点の方向を考慮して計算した値を1m単位で切り捨てた値とする。線源の標高は、埋設設備群ごとの底面の標高に区画の高さ（区画全高－セメント系充填材厚さ－ポーラスコンクリート層厚さ－天板厚さ）を加えた値とする。



第2図 G33による1回散乱線の計算モデル（上面放出）



【平面図】



【側面図】

第3図 G33による1回散乱線の計算モデル（北側面放出の場合）

## 2. 計算結果

1. の計算方法により、各埋設設備からの単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率を算出すると第1表に示すとおりとなる。



第1表 単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率((Sv/h)/(Bq/cm<sup>3</sup>)(cm<sup>2</sup>))(1/2)

埋設設備群 (北側から第1群)		上面	北面	東面	南面	西面
第1群	A	$1.97 \times 10^{-11}$	$4.79 \times 10^{-11}$	$1.50 \times 10^{-11}$	$2.67 \times 10^{-12}$	$5.31 \times 10^{-12}$
	B	$2.12 \times 10^{-11}$	$4.85 \times 10^{-11}$	$1.20 \times 10^{-11}$	$2.85 \times 10^{-12}$	$7.09 \times 10^{-12}$
	C	$2.20 \times 10^{-11}$	$4.80 \times 10^{-11}$	$8.66 \times 10^{-12}$	$2.90 \times 10^{-12}$	$9.53 \times 10^{-12}$
	D	$2.26 \times 10^{-11}$	$4.64 \times 10^{-11}$	$6.44 \times 10^{-12}$	$2.81 \times 10^{-12}$	$1.34 \times 10^{-11}$
	E	$1.97 \times 10^{-11}$	$4.16 \times 10^{-11}$	$4.83 \times 10^{-12}$	$2.59 \times 10^{-12}$	$1.58 \times 10^{-11}$
第2群	A	$1.36 \times 10^{-11}$	$3.45 \times 10^{-11}$	$9.89 \times 10^{-12}$	$1.74 \times 10^{-12}$	$3.80 \times 10^{-12}$
	B	$1.47 \times 10^{-11}$	$3.45 \times 10^{-11}$	$8.00 \times 10^{-12}$	$1.84 \times 10^{-12}$	$4.98 \times 10^{-12}$
	C	$1.48 \times 10^{-11}$	$3.44 \times 10^{-11}$	$6.00 \times 10^{-12}$	$1.86 \times 10^{-12}$	$6.55 \times 10^{-12}$
	D	$1.43 \times 10^{-11}$	$3.35 \times 10^{-11}$	$4.55 \times 10^{-12}$	$1.81 \times 10^{-12}$	$9.04 \times 10^{-12}$
	E	$1.32 \times 10^{-11}$	$3.33 \times 10^{-11}$	$3.47 \times 10^{-12}$	$1.69 \times 10^{-12}$	$1.05 \times 10^{-11}$
第3群	A	$8.81 \times 10^{-12}$	$2.22 \times 10^{-11}$	$6.29 \times 10^{-12}$	$1.04 \times 10^{-12}$	$2.55 \times 10^{-12}$
	B	$9.30 \times 10^{-12}$	$2.30 \times 10^{-11}$	$5.09 \times 10^{-12}$	$1.09 \times 10^{-12}$	$3.29 \times 10^{-12}$
	C	$9.41 \times 10^{-12}$	$2.37 \times 10^{-11}$	$3.91 \times 10^{-12}$	$1.10 \times 10^{-12}$	$4.24 \times 10^{-12}$
	D	$9.16 \times 10^{-12}$	$2.39 \times 10^{-11}$	$3.02 \times 10^{-12}$	$1.08 \times 10^{-12}$	$5.65 \times 10^{-12}$
	E	$8.62 \times 10^{-12}$	$2.34 \times 10^{-11}$	$2.34 \times 10^{-12}$	$1.02 \times 10^{-12}$	$6.64 \times 10^{-12}$
第4群	A	$6.30 \times 10^{-12}$	$1.64 \times 10^{-11}$	$4.51 \times 10^{-12}$	$6.89 \times 10^{-13}$	$1.86 \times 10^{-12}$
	B	$6.57 \times 10^{-12}$	$1.70 \times 10^{-11}$	$3.58 \times 10^{-12}$	$7.18 \times 10^{-13}$	$2.37 \times 10^{-12}$
	C	$6.64 \times 10^{-12}$	$1.77 \times 10^{-11}$	$2.80 \times 10^{-12}$	$7.26 \times 10^{-13}$	$3.02 \times 10^{-12}$
	D	$6.50 \times 10^{-12}$	$1.70 \times 10^{-11}$	$2.18 \times 10^{-12}$	$7.11 \times 10^{-13}$	$3.94 \times 10^{-12}$
	E	$6.16 \times 10^{-12}$	$1.64 \times 10^{-11}$	$1.71 \times 10^{-12}$	$6.75 \times 10^{-13}$	$4.63 \times 10^{-12}$
第5群	A	$4.23 \times 10^{-12}$	$1.17 \times 10^{-11}$	$3.36 \times 10^{-12}$	$4.20 \times 10^{-13}$	$1.27 \times 10^{-12}$
	B	$4.39 \times 10^{-12}$	$1.21 \times 10^{-11}$	$2.38 \times 10^{-12}$	$4.35 \times 10^{-13}$	$1.61 \times 10^{-12}$
	C	$4.43 \times 10^{-12}$	$1.28 \times 10^{-11}$	$1.88 \times 10^{-12}$	$4.39 \times 10^{-13}$	$2.02 \times 10^{-12}$
	D	$4.35 \times 10^{-12}$	$1.19 \times 10^{-11}$	$1.49 \times 10^{-12}$	$4.31 \times 10^{-13}$	$2.58 \times 10^{-12}$
	E	$4.15 \times 10^{-12}$	$1.14 \times 10^{-11}$	$1.17 \times 10^{-12}$	$4.12 \times 10^{-13}$	$3.10 \times 10^{-12}$
第6群	A	$3.09 \times 10^{-12}$	$9.74 \times 10^{-12}$	$3.96 \times 10^{-12}$	$2.81 \times 10^{-13}$	$9.38 \times 10^{-13}$
	B	$3.19 \times 10^{-12}$	$9.28 \times 10^{-12}$	$1.73 \times 10^{-12}$	$2.91 \times 10^{-13}$	$1.18 \times 10^{-12}$
	C	$3.22 \times 10^{-12}$	$9.90 \times 10^{-12}$	$1.37 \times 10^{-12}$	$2.93 \times 10^{-13}$	$1.47 \times 10^{-12}$
	D	$3.17 \times 10^{-12}$	$9.03 \times 10^{-12}$	$1.09 \times 10^{-12}$	$2.88 \times 10^{-13}$	$1.86 \times 10^{-12}$
	E	$3.04 \times 10^{-12}$	$8.69 \times 10^{-12}$	$8.69 \times 10^{-13}$	$2.77 \times 10^{-13}$	$2.30 \times 10^{-12}$
第7群	A	$2.15 \times 10^{-12}$	$6.50 \times 10^{-12}$	$1.55 \times 10^{-12}$	$1.76 \times 10^{-13}$	$6.61 \times 10^{-13}$
	B	$2.22 \times 10^{-12}$	$6.87 \times 10^{-12}$	$1.20 \times 10^{-12}$	$1.81 \times 10^{-13}$	$8.25 \times 10^{-13}$
	C	$2.23 \times 10^{-12}$	$7.45 \times 10^{-12}$	$9.57 \times 10^{-13}$	$1.83 \times 10^{-13}$	$1.02 \times 10^{-12}$
	D	$2.20 \times 10^{-12}$	$6.65 \times 10^{-12}$	$7.67 \times 10^{-13}$	$1.80 \times 10^{-13}$	$1.28 \times 10^{-12}$
	E	$2.12 \times 10^{-12}$	$6.54 \times 10^{-12}$	$6.14 \times 10^{-13}$	$1.73 \times 10^{-13}$	$1.75 \times 10^{-12}$

第1表 単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率((Sv/h)/(Bq/cm<sup>3</sup>)(cm<sup>2</sup>)) (2/2)

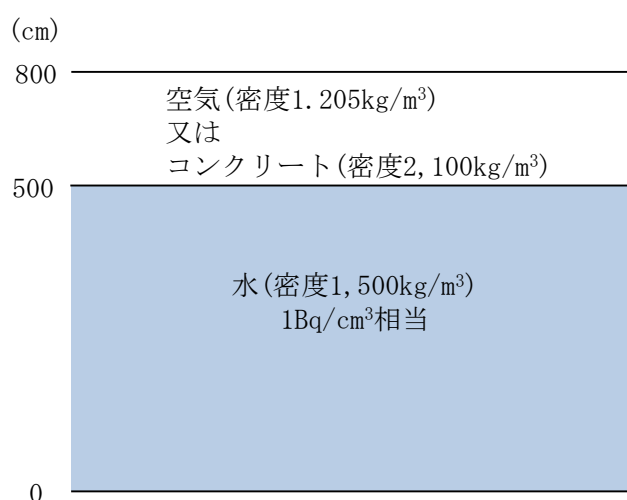
埋設設備群 (北側から第1群)		上面	北面	東面	南面	西面
第8群	A	$1.60 \times 10^{-12}$	$5.00 \times 10^{-12}$	$1.11 \times 10^{-12}$	$1.19 \times 10^{-13}$	$4.95 \times 10^{-13}$
	B	$1.65 \times 10^{-12}$	$5.38 \times 10^{-12}$	$8.90 \times 10^{-13}$	$1.22 \times 10^{-13}$	$6.16 \times 10^{-13}$
	C	$1.66 \times 10^{-12}$	$5.88 \times 10^{-12}$	$7.12 \times 10^{-13}$	$1.23 \times 10^{-13}$	$7.61 \times 10^{-13}$
	D	$1.64 \times 10^{-12}$	$5.18 \times 10^{-12}$	$5.73 \times 10^{-13}$	$1.22 \times 10^{-13}$	$9.44 \times 10^{-13}$
	E	$1.58 \times 10^{-12}$	$5.16 \times 10^{-12}$	$4.61 \times 10^{-13}$	$1.17 \times 10^{-13}$	$1.27 \times 10^{-12}$

## 断面積ライブラリ DLC-23 について

断面積ライブラリ DLC-23 については、断面積ライブラリによる遮蔽評価結果への影響比較（平成 29 年 12 月 18 日 原子力規制庁 核燃料廃棄物研究部門 第 29 回技術情報検討会資料）により非保守的な計算結果が得られる可能性が指摘されている。そのため、今回の線量計算において、DLC-23 を使用することの妥当性について説明する。

## 1. 評価方法

スカイシャインガンマ線の評価と同様のモデルを設定し、ANISN (DLC-23) とモンテカルロ輸送計算コード(MCNP)で算出した線量率を比較した。線源を水（密度  $1,500\text{kg/m}^3$ ）とし、媒体を空気（密度  $1.205\text{kg/m}^3$ ）とコンクリート（密度  $2,100\text{kg/m}^3$ ）として、線量率分布を算出した。評価モデルを第 1 図に示す。

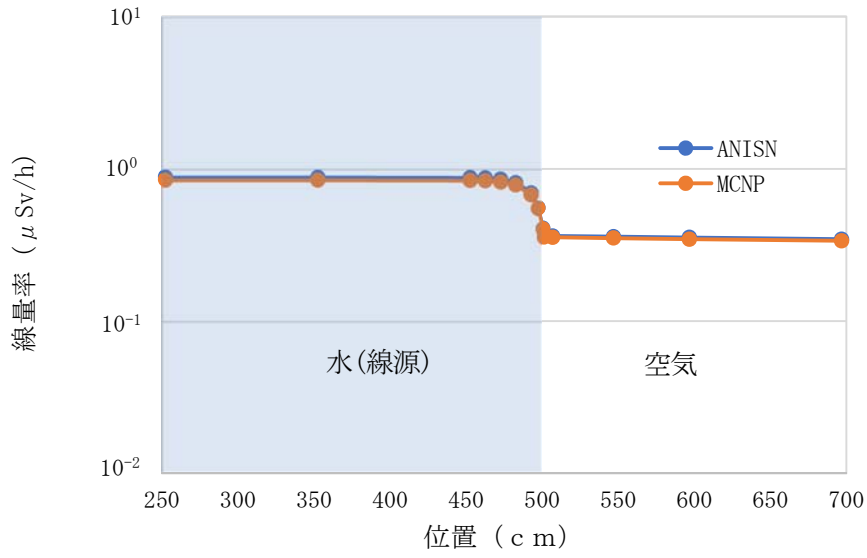


第 1 図 ANISN(DLC-23) と MCNP の比較計算モデル

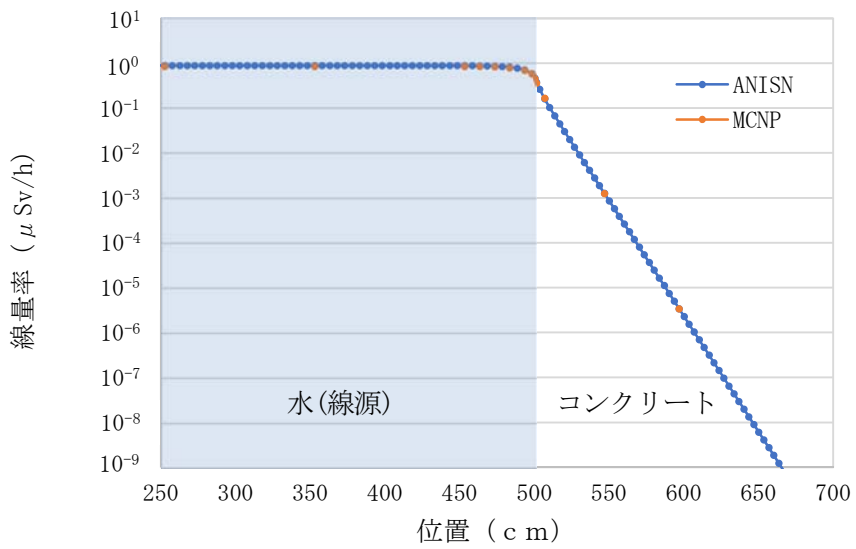
## 2. 評価結果

評価結果を第 2 図及び第 3 図に示す。

線量率分布について、ANISN (DLC-23) と MCNP を比較した結果、差異は、最大で空気の場合で約 5%、コンクリートの場合約 4%であり、DLC-23 を使用することは妥当であると評価する。



第2図 ANISN と MCNP の線量率分布 (線源+空気)



第3図 ANISN と MCNP の線量率分布 (線源+コンクリート)

線源面積の設定

外部被ばく線量評価での線源面積は第1表のとおり設定する。

線源面積の設定に用いる1号埋設設備の構造図を第1図に示す。

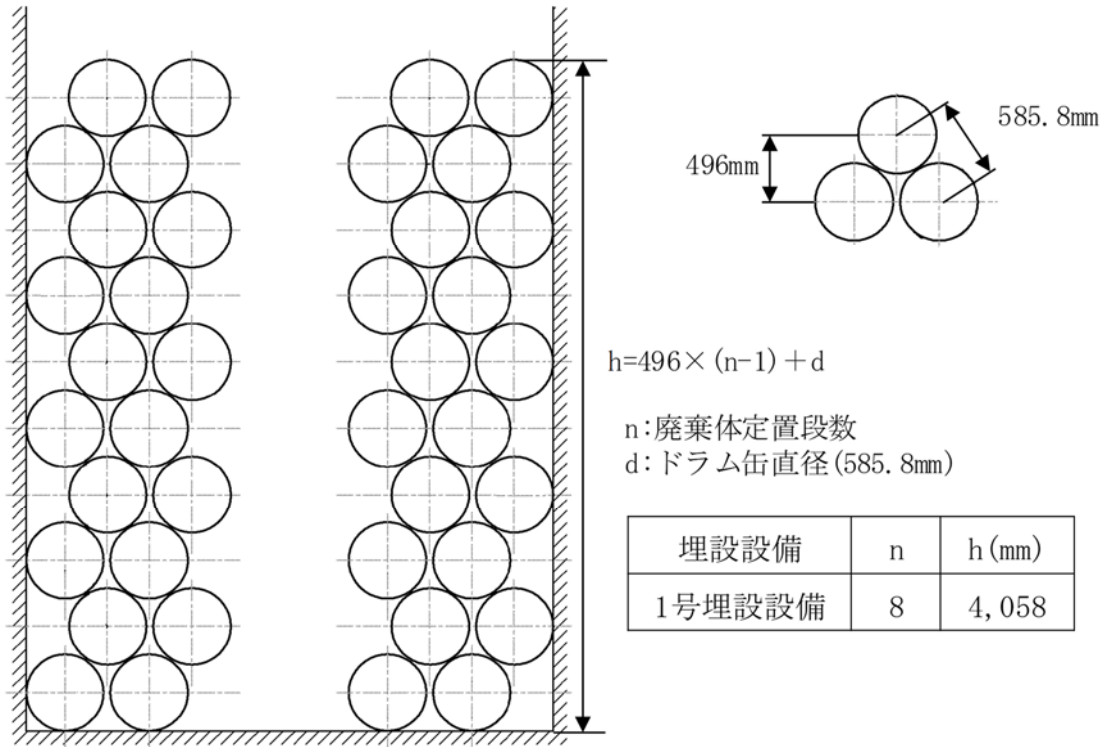
上面の面積は区画の開口面積から設定する。また、南北面及び東西面の面積は、区画開口部の寸法と第2図に示す定置時の廃棄体高さから設定する。

第1表 線源面積

上面	28.355m <sup>2</sup> (=5.3m×5.35m)
南北面	21.73m <sup>2</sup> (=5.3m×4.1m)
東西面	21.935m <sup>2</sup> (=5.35m×4.1m)



第1図 1号埋設設備の構造図



第2図 定置時の廃棄体高さ

## 線量への影響について

ここでは、被ばく線量評価における、高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響、セメント系充填材の影響、廃棄物埋設地の地形等の影響を評価する。

## 1. 高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響

埋設設備においてスカイシャインガンマ線を評価する際の ANISN による角度別ガンマ線束の計算では、線源の放射能濃度を最上段に定置する廃棄体の放射能濃度とし、均一として計算している。

一方、埋設設備では最上段と最上段以外において異なる放射能濃度の廃棄体を定置するため、放射能濃度は不均一となる。

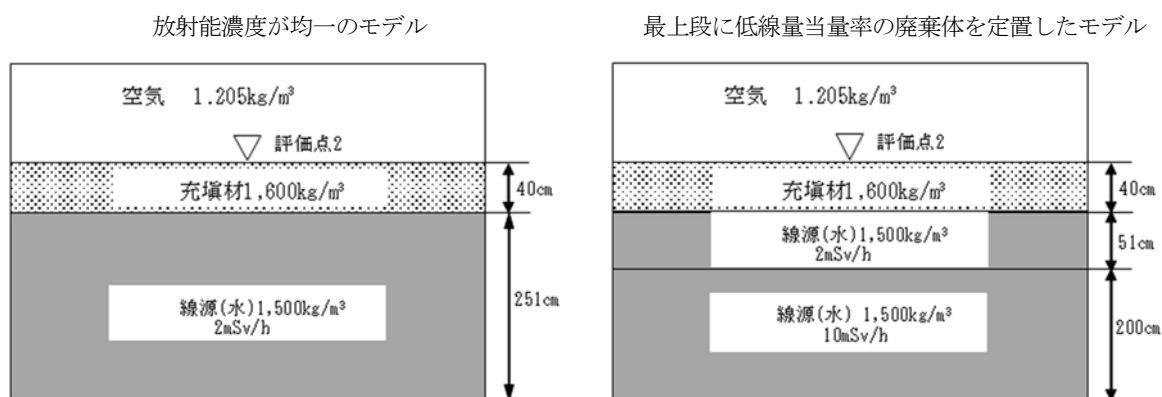
そのため、高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響を評価する。

ここで、埋設設備では、廃棄体は俵積みで互い違いに積み上げられること等による間隙を有しており、間隙を通じて下段の廃棄体からの放射線の影響が考えられる。ここでは、充填済の状態を考慮することとしていること及び計算モデルでは、同じ定置段の廃棄体と廃棄体の間隙を線源と設定していることから、保守的な条件となっている。

## (1) 上面方向

計算モデルを第 1 図に示す。

ANISN により放射能濃度が均一なモデルで評価した線量率と、最上段に低線量当量率の廃棄体を定置したモデルでの線量率の比を算出すると、1.04 となる。



(高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響) = (評価点 2 の線量率) ÷ (評価点 1 の線量率)

第 1 図 高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響の評価モデル

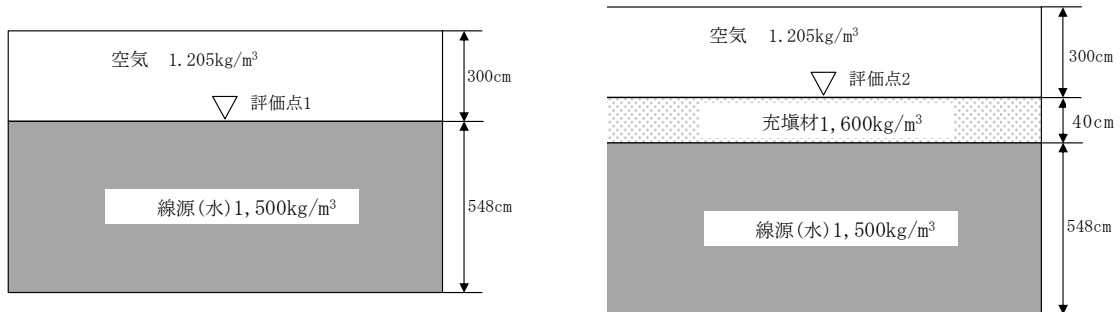
## (2) 側面方向

側面方向の影響は、廃棄体の表面線量当量率の比及び段数の比から算出し、4.5 となる。

$$\frac{1 \text{ 段}}{8 \text{ 段}} \times \frac{2 \text{ mSv/h}}{2 \text{ mSv/h}} + \frac{7 \text{ 段}}{8 \text{ 段}} \times \frac{10 \text{ mSv/h}}{2 \text{ mSv/h}} = 4.50$$

## 2. セメント系充填材の影響

埋設設備においてスカイシャインガンマ線を評価する際のANISNによる角度別ガンマ線束は廃棄体みの状態で計算している。そこで、ANISNにより第2図に示す計算モデルにて、セメント系充填材の有無による線量率の比を算出すると、上面方向及び側面方向について、 $1.90 \times 10^{-2}$ となる。



$$(\text{セメント系充填材の影響}) = (\text{評価点2の線量率}) \div (\text{評価点1の線量率})$$

第2図 セメント系充填材の影響の計算モデル

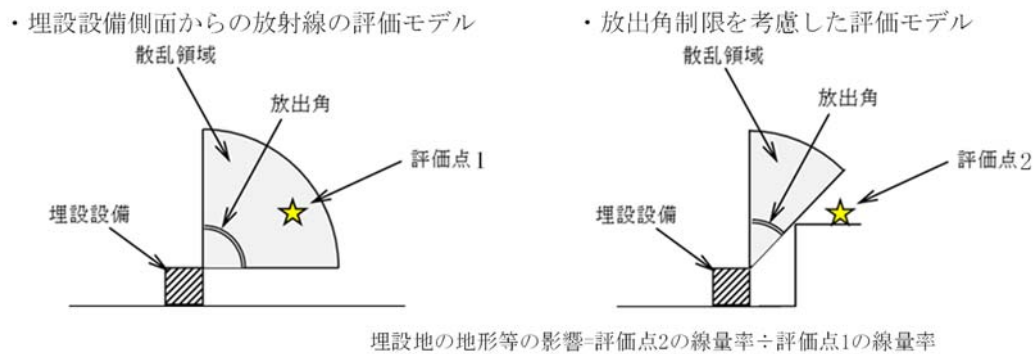
## 3. 廃棄物埋設地の地形等の影響

側面から放出されるスカイシャインガンマ線による線量は、周囲の地形等により放出角が制限されるため、その影響を考慮する。

具体的には、第3図に示すように、側面から放出する放射線の放出角を水平 $0^\circ$ から上方 $90^\circ$ まで考慮するモデルと、放出角が制限された状態を考慮するモデルでの線量率の比を算出する。

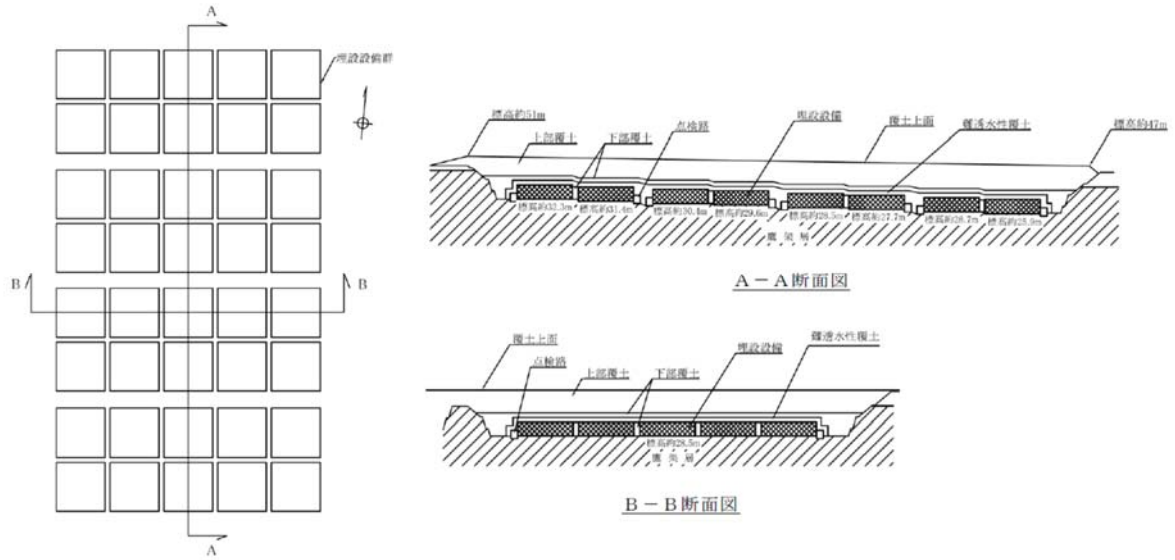
放出角の制限において、側面からの放出は、第4図に示すように、廃棄物埋設地は北から南方向に傾斜があること及び埋設設備の周囲は方位別に状況が異なることから、方位別に評価する。

地形等の影響の算出結果を第1表に示す。



第3図 廃棄物埋設地の地形等の影響の計算モデル





第4図 廃棄物埋設地の傾斜 (1号廃棄物埋設地)

第1表 廃棄物埋設地の地形等の影響(1/2)

埋設設備群 (北側から第1群)		北側	東側	南側	西側
第1群	A	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	0.400	0.679	0.712	0.679
	D	0.400	0.679	0.712	0.679
	E	0.400	0.979	0.712	0.679
第2群	A	0.051	0.679	0.965	0.935
	B	0.051	0.679	0.965	0.679
	C	0.051	0.679	0.965	0.679
	D	0.051	0.679	0.965	0.679
	E	0.051	0.979	0.965	0.679
第3群	A	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	0.400	0.679	0.712	0.679
	D	0.400	0.679	0.712	0.679
	E	0.400	0.979	0.712	0.679
第4群	A	0.051	0.679	0.965	0.935
	B	0.051	0.679	0.965	0.679
	C	0.051	0.679	0.965	0.679
	D	0.051	0.679	0.965	0.679
	E	0.051	0.979	0.965	0.679

第 1 表 廃棄物埋設地の地形等の影響 (2/2)

埋設設備群 (北側から第 1 群)		北側	東側	南側	西側
第 5 群	A	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	0.400	0.679	0.712	0.679
	D	0.400	0.679	0.712	0.679
	E	0.400	0.979	0.712	0.679
第 6 群	A	0.051	0.679	0.965	0.935
	B	0.051	0.679	0.965	0.679
	C	0.051	0.679	0.965	0.679
	D	0.051	0.679	0.965	0.679
	E	0.051	0.979	0.965	0.679
第 7 群	A	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	0.400	0.679	0.712	0.679
	D	0.400	0.679	0.712	0.679
	E	0.400	0.979	0.712	0.679
第 8 群	A	0.051	0.679	0.893	0.935
	B	0.051	0.679	0.893	0.679
	C	0.051	0.679	0.893	0.679
	D	0.051	0.679	0.893	0.679
	E	0.051	0.979	0.893	0.679

## 線量評価結果

埋設設備は、安全機能が1基ごとに独立していることから、埋設設備1基ごとに評価を行う。また、廃棄物埋設地には埋設設備を40基設置することから、廃棄物埋設地全体についても評価する。

廃棄物埋設地全体での線量を評価する場合には、評価時点を全ての埋設設備の覆い設置が完了した時点とする。ここで、1号埋設設備の埋設実績及び埋設予定数量より、第1表に示すように、群ごとに、廃棄体定置完了時点から評価時点までの期間に応じて、廃棄体に含まれる放射性物質の減衰として、評価対象核種であるCo-60（半減期約5年）の減衰を考慮する。

線量評価結果を第2表に示す。

第1表 廃棄体定置完了から評価時点までの期間及び放射性物質の減衰

	廃棄体定置完了から 評価時点までの期間 (年)	放射性物質の減衰
第1群	27	5半減期分
第2群	26	5半減期分
第3群	25	4半減期分
第4群	23	4半減期分
第5群	9	1半減期分
第6群	<5	考慮しない
第7群	<5	考慮しない
第8群	<5	考慮しない

第2表 線量評価結果(1/2)

埋設設備		埋設設備ごとの線量 ( $\mu\text{Sv}$ )	放射性物質の減衰係数 (-)	廃棄物埋設地全体の線量 ( $\mu\text{Sv}$ )
第1群	A	$1.9 \times 10^0$	$3.1 \times 10^{-2}$	$6.1 \times 10^{-2}$
	B	$2.0 \times 10^0$		$6.3 \times 10^{-2}$
	C	$2.1 \times 10^0$		$6.5 \times 10^{-2}$
	D	$2.1 \times 10^0$		$6.6 \times 10^{-2}$
	E	$1.9 \times 10^0$		$6.0 \times 10^{-2}$
第2群	A	$1.2 \times 10^0$	$3.1 \times 10^{-2}$	$3.7 \times 10^{-2}$
	B	$1.2 \times 10^0$		$3.9 \times 10^{-2}$
	C	$1.2 \times 10^0$		$3.9 \times 10^{-2}$
	D	$1.2 \times 10^0$		$3.8 \times 10^{-2}$
	E	$1.2 \times 10^0$		$3.6 \times 10^{-2}$

第2表 線量評価結果 (2/2)

埋設設備		埋設設備ごとの線量 ( $\mu\text{Sv}$ )	放射性物質の減衰係数 (-)	廃棄物埋設地全体の線量 ( $\mu\text{Sv}$ )
第3群	A	$8.7 \times 10^{-1}$	$6.3 \times 10^{-2}$	$5.4 \times 10^{-2}$
	B	$9.0 \times 10^{-1}$		$5.6 \times 10^{-2}$
	C	$9.1 \times 10^{-1}$		$5.7 \times 10^{-2}$
	D	$8.9 \times 10^{-1}$		$5.6 \times 10^{-2}$
	E	$8.6 \times 10^{-1}$		$5.4 \times 10^{-2}$
第4群	A	$5.5 \times 10^{-1}$	$6.3 \times 10^{-2}$	$3.4 \times 10^{-2}$
	B	$5.6 \times 10^{-1}$		$3.5 \times 10^{-2}$
	C	$5.6 \times 10^{-1}$		$3.5 \times 10^{-2}$
	D	$5.5 \times 10^{-1}$		$3.5 \times 10^{-2}$
	E	$5.4 \times 10^{-1}$		$3.4 \times 10^{-2}$
第5群	A	$4.3 \times 10^{-1}$	$5.0 \times 10^{-1}$	$2.1 \times 10^{-1}$
	B	$4.3 \times 10^{-1}$		$2.1 \times 10^{-1}$
	C	$4.4 \times 10^{-1}$		$2.2 \times 10^{-1}$
	D	$4.3 \times 10^{-1}$		$2.1 \times 10^{-1}$
	E	$4.1 \times 10^{-1}$		$2.1 \times 10^{-1}$
第6群	A	$2.9 \times 10^{-1}$	考慮しない	$2.9 \times 10^{-1}$
	B	$2.7 \times 10^{-1}$		$2.7 \times 10^{-1}$
	C	$2.7 \times 10^{-1}$		$2.7 \times 10^{-1}$
	D	$4.1 \times 10^0$		$4.1 \times 10^0$
	E	$4.3 \times 10^0$		$4.3 \times 10^0$
第7群	A	$4.4 \times 10^0$	考慮しない	$4.4 \times 10^0$
	B	$4.4 \times 10^0$		$4.4 \times 10^0$
	C	$4.5 \times 10^0$		$4.5 \times 10^0$
	D	$4.3 \times 10^0$		$4.3 \times 10^0$
	E	$4.5 \times 10^0$		$4.5 \times 10^0$
第8群	A	$2.2 \times 10^0$	考慮しない	$2.2 \times 10^0$
	B	$2.1 \times 10^0$		$2.1 \times 10^0$
	C	$2.2 \times 10^0$		$2.2 \times 10^0$
	D	$2.1 \times 10^0$		$2.1 \times 10^0$
	E	$2.3 \times 10^0$		$2.3 \times 10^0$
			合計	約45

## 計算コードの概要について

## 1. 被ばく評価に使用する計算コード

コード名	概要
QAD-CGGP2R (Ver. 1.04)	<p>米国ロスアラモス国立研究所で開発されたガンマ線の物質透過を計算するための点減衰核積分法計算機コード「QAD」をベースとし、旧日本原子力研究所が ICRP1990 年勧告の国内関連法令・規則への取入れに合わせて、実効線量率等を計算できるように改良した最新バージョンである。</p> <p>線源及び遮蔽体を直方体、円筒、球などの三次元形状で模擬した計算体系でガンマ線の実効線量率及び空気カーマ率等を計算することができる。</p> <p>ベンチマーク実験による検証<sup>*1</sup>が実施されており、普通コンクリートを透過する線量率の保守的な評価が実施できる妥当な計算コードであることを確認している。</p> <p>*1 「JAERI-M 86-060 再処理施設の放射線遮蔽安全ガイド資料」、日本原子力研究所 (1986)</p>
ANISN (ANISN-ORNL)	<p>米国オークリッジ国立研究所で開発された一次元ボルツマン輸送方程式を離散角度(Sn)法に基づいて数値計算により解くコードである。</p> <p>線源及び遮蔽体を無限平板、無限円柱及び球の一次元形状で模擬した計算体系でガンマ線及び中性子の放射線束を計算することができる。</p> <p>別計算コード「DOT (二次元 Sn 法)」による検証<sup>*2</sup>が実施されており、固体廃棄物保管庫天井から漏えいするガンマ線束の計算結果が両者よく一致していることを確認している。</p> <p>*2 「原子炉施設からのスカイシャイン線量評価手引」、財団法人原子力安全研究協会 (昭和 54 年 3 月)</p>
G33-GP2R (Ver. 1.0)	<p>米国ロスアラモス国立研究所で開発されたガンマ線多群散乱計算プログラム「G33」をベースとし、旧日本原子力研究所が ICRP1990 年勧告の国内関連法令・規則への取入れに合わせて、実効線量率等を計算できるように改良したバージョンである。</p> <p>点線源からの 1 回散乱ガンマ線による実効線量率及び空気カーマ率等を計算することができる。スカイシャイン野外実験による検証<sup>*3</sup>が実施されており、線源の上部に遮蔽がない計算形状でスカイシャイン線量の計算値と実測値がよく一致するが、天井遮蔽があるケースでは、計算値は過小評価となる。この原因は、G33 コードが天井透過中の散乱成分を考慮していないためであり、これを考慮するため、天井遮蔽までを ANISN で計算することを推奨している。今回の評価においては、この手法を採用している。</p> <p>*3 「ガンマ線遮蔽設計ハンドブック」、社団法人日本原子力学会 (1988 年 1 月)</p>

## 2. 結果の検証等に使用する計算コード

コード名	概要
<p>MCNP5 (Ver1.6)</p>	<p>米国ロスアラモス国立研究所で開発されたボルツマン輸送方程式をモンテカルロ法で解く中性子、ガンマ線及び中性子とガンマ線の結合系を対象とする汎用の連続エネルギーモンテカルロ輸送計算コードである。</p> <p>幾何形状は、主に面で区切られたセルによって構成される。セルは、平面及び二次局面を示す陰関数の値の正負で空間を区切ることにより定義され、設定の自由度が大きく、通常の遮蔽計算に使用される形状程度であれば、そのままモデル化が可能なこと、粒子の輸送計算に使用される断面積はポイントサイズ断面積データを使用するため、群構造に起因する誤差が発生しない等の特徴がある。</p> <p>米国では、使用済燃料貯蔵施設の審査指針である NUREG-1567 において、遮蔽解析ツールとして記載されている。</p> <p>我が国においても使用済燃料貯蔵施設において許認可実績も有している。</p> <p>計算に使用する断面積ライブラリはユーザーがコードに付属しているライブラリから任意に選択が可能であり、今回の検証に使用したライブラリは、コード付属の ENDF/B-VI ベースの最新ライブラリである。</p>

埋設設備の遮蔽機能喪失時の  
外部被ばく線量評価(2号)

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 埋設設備の遮蔽機能喪失時の外部被ばく線量評価の方針 .....	1
3. 評価条件の設定 .....	1
(1) 計算コード .....	1
(2) 物性値 .....	1
(3) 線量の計算地点 .....	2
(4) 評価対象とする埋設設備の設定 .....	2
(5) 評価を行うガンマ線 .....	3
4. スカイシャングamma線による線量の算出 .....	4
添付資料 3-1 定置が完了した廃棄体の表面線量当量率の実績について	
添付資料 3-2 廃棄体の放射能濃度の設定について	
添付資料 3-3 スカイシャイン線量率の計算方法について	
添付資料 3-4 断面積ライブラリ DLC-23 について	
添付資料 3-5 線源面積の設定	
添付資料 3-6 線量への影響について	
添付資料 3-7 線量評価結果	
添付資料 3-8 計算コードの概要について	



### 1. はじめに

埋設設備の遮蔽機能喪失時の外部被ばく線量評価について説明する。

### 2. 埋設設備の遮蔽機能喪失時の外部被ばく線量評価の方針

外部被ばく線量評価は、廃棄物埋設施設周辺で最大の被ばくを与える地点に居住する人を対象とし、評価を行う放射線は、廃棄体から放出されるガンマ線とする。

廃棄物埋設地の評価では、直接ガンマ線が周囲の地形により遮蔽されることから、スカイシャインガンマ線を対象とする。

また、埋設設備の遮蔽機能喪失時の外部被ばく線量評価においては、埋設設備に定置した廃棄体をセメント系充填材で充填したものを線源として設定する。ここで、線源の設定においては、含まれる廃棄体の表面線量当量率、セメント系充填材による影響等を考慮する。

評価は、廃棄物埋設地全体について行う。また、線量の評価期間は2ヶ月とする。

なお、以下では、実効線量として評価している値は「線量」、実測が可能な値は「線量当量」と表記する。

### 3. 評価条件の設定

#### (1) 計算コード

他施設等において使用実績が十分にあり、信頼性があるコードを用いることとし、スカイシャインガンマ線による線量の計算には一次元輸送計算コード(ANISN)及び一回散乱計算コード(G33-GP2R)を組み合わせたものを用いる。

#### (2) 物性値

評価に用いる物性値は第1表に示すとおりとする。

第1表 評価に用いる物性値(1/2)

水	元素	組成比(%)	密度(kg/m <sup>3</sup> )
(密度 1,500kg/m <sup>3</sup> )	H	11.19	1.679×10 <sup>2</sup>
	O	88.81	1.332×10 <sup>3</sup>

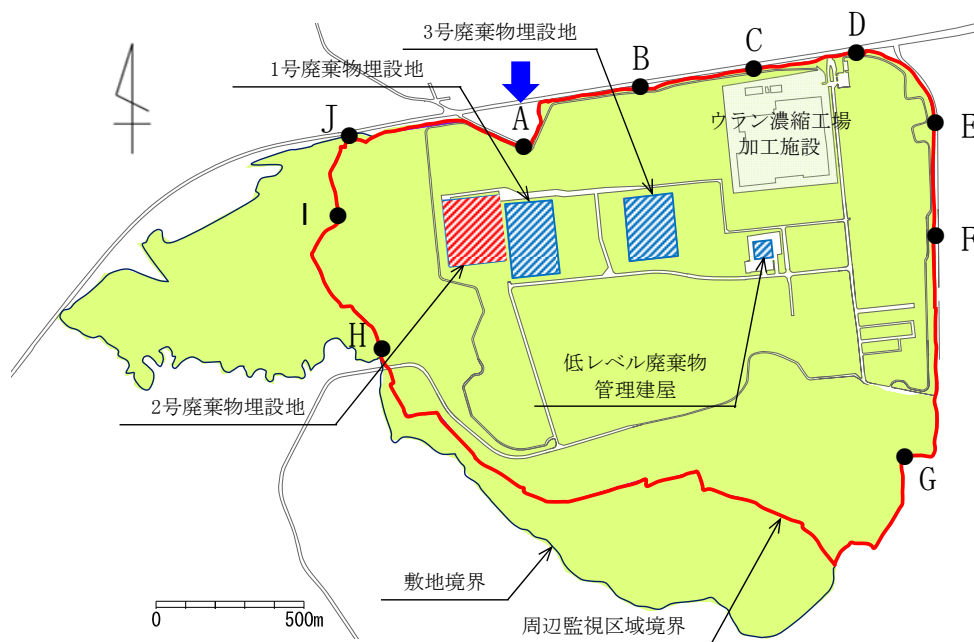
充填材 (モルタル)	元素	組成比(%)	密度(kg/m <sup>3</sup> )
(密度 1,600kg/m <sup>3</sup> )	H	0.416	6.656×10 <sup>0</sup>
	O	50.74	8.118×10 <sup>2</sup>
	Mg	0.1150	1.840×10 <sup>0</sup>
	Al	0.4460	7.136×10 <sup>0</sup>
	Si	38.61	6.177×10 <sup>2</sup>
	S	0.07	1.120×10 <sup>0</sup>
	Ca	6.869	1.099×10 <sup>2</sup>
	Fe	2.738	4.381×10 <sup>1</sup>

第1表 評価に用いる物性値 (2/2)

空気 (密度 1.205kg/m <sup>3</sup> )	元素	組成比(%)	密度(kg/m <sup>3</sup> )
	H	0.001000	1.205×10 <sup>-5</sup>
	C	0.01255	1.513×10 <sup>-4</sup>
	N	75.47	9.093×10 <sup>-1</sup>
	O	23.23	2.799×10 <sup>-1</sup>

(3) 線量の計算地点

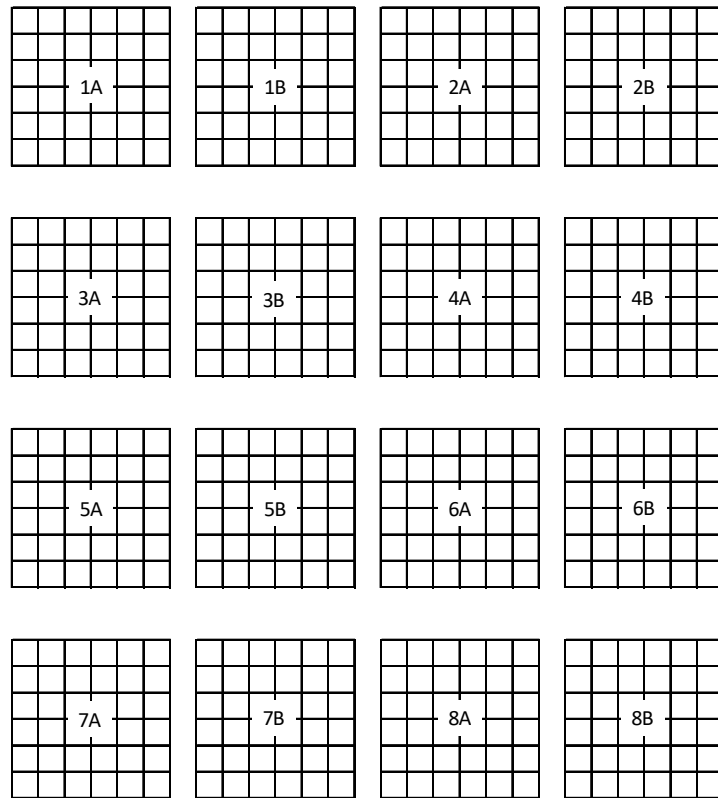
線量の計算地点は、2号廃棄物埋設地との距離が最短となる地点であるAとする。線量の計算地点を第1図に示す。



第1図 線量の計算地点

(4) 評価対象とする埋設設備の設定

第2図に示すように、2号廃棄物埋設地に設置する全ての埋設設備を対象とし、埋設設備1基ごとに評価する。

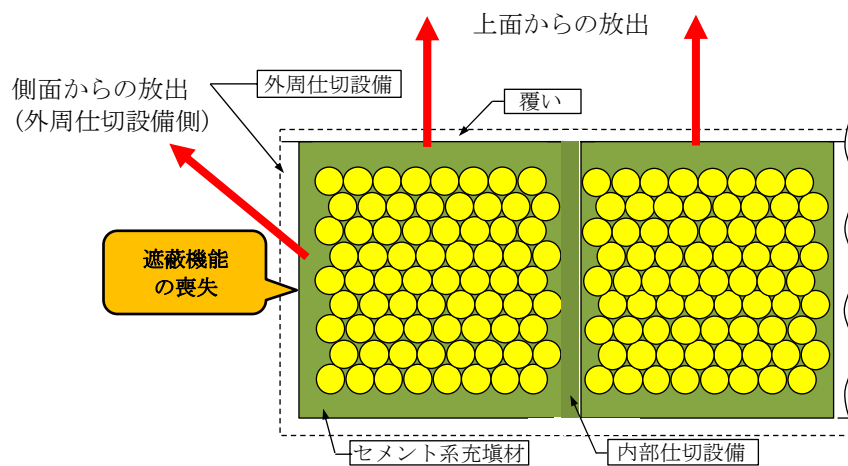


第2図 評価対象とする埋設設備

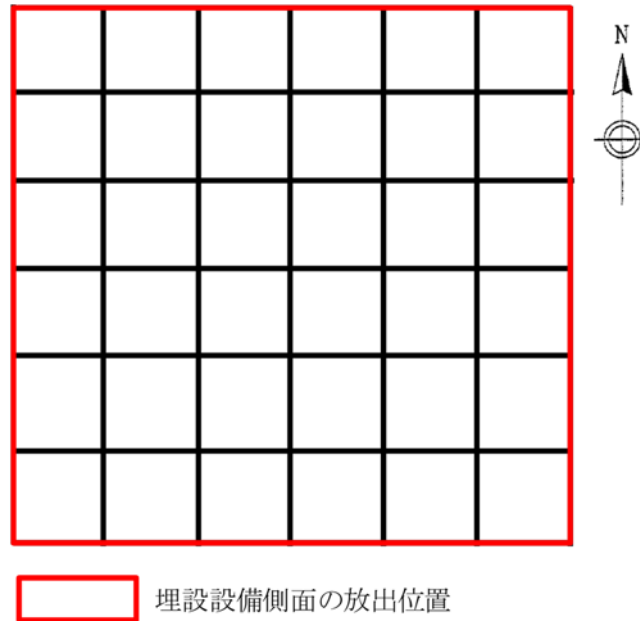
(5) 評価を行うガンマ線

遮蔽機能の喪失を想定し、第3図に示すように、埋設設備上面及び側面から放出されるスカイシャインガンマ線について評価する。

ここで、埋設設備側面から放出されるスカイシャインガンマ線の放出位置は第4図のとおりである。



第3図 評価するスカイシャインガンマ線の放出位置



第4図 埋設設備側面から放出されるスカイシャインガンマ線の放出位置

#### 4. スカイシャインガンマ線による線量の算出

スカイシャインガンマ線による線量の算出について、ここでは各埋設設備の中で最大の線量となる第8群B埋設設備での線量の算出を示す。

線源は埋設設備に定置した廃棄体をセメント系充填材で固型化したものとし、ガンマ線を放出する放射性物質は廃棄体に含まれる放射性物質のうち、ガンマ線のエネルギーが高く、初期の放射エネルギーが多いCo-60（ガンマ線のエネルギー1.25MeV、放出率200%）で代表する。

線源に含まれる廃棄体の表面線量当量率は、添付資料3-1に示す埋設実績を踏まえて設定する。

2020年5月末時点で第6群B埋設設備まで定置が完了しており、埋設された廃棄体の表面線量当量率の群ごとの平均は0.03mSv/h～0.04mSv/hである。また、埋設された廃棄体の表面線量当量率の最大は2mSv/hである。これらから、定置が完了している埋設設備については、実績の平均に余裕をもった表面線量当量率0.05mSv/hの廃棄体が埋設されているものとする。また、今後廃棄体を定置する埋設設備については、最上段が2mSv/h、最上段以外は10mSv/hとする。

スカイシャイン線量の算出では、まず、代表区画位置（埋設設備の北東端の区画）からの放射能濃度が一様な状態での線量率を算出し、セメント系充填材の影響（添付資料3-6参照）を加味する。ここで、上面及び側面から放出される放射線について、セメント系充填材40cmを考慮する。

放射能濃度が一様な状態での線量率は、単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率（添付資料3-3参照）に、廃棄体の放射能濃度（添付資料3-2参照）及び1区画の線源面積（添付資料3-5参照）を乗ずることによって算出する。

1区画からのスカイシャイン線量率の算出結果を第2表に示す。

第2表 1区画からのスカイシャイン線量率

放出位置	放出方向	単位面積、単位放射能濃度 当たりのスカイシャイン 線量率 ( $(\mu\text{Sv/h})/(\text{Bq}/\text{cm}^3)(\text{cm}^2)$ )	最上段に定置 する廃棄体の 放射能濃度 ( $\text{Bq}/\text{cm}^3$ )	1区画の 線源面積 ( $\text{m}^2$ )	高さ方向に異なる放射能濃度の 廃棄体を定置する影響(-)	セメント系 充填材の影響 (-)	1区画からの スカイシャイン線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
側面	上面	$4.36 \times 10^{-12}$	$5.80 \times 10^3$	29.15	1.04	$1.90 \times 10^{-2}$	$1.4 \times 10^{-4}$
	北	$1.13 \times 10^{-11}$		24.38	4.56		$1.98 \times 10^{-3}$
	東	$5.23 \times 10^{-12}$		25.30			$6.65 \times 10^{-4}$
	南	$4.79 \times 10^{-13}$		24.38			$5.87 \times 10^{-5}$
	西	$8.67 \times 10^{-13}$		25.30			$1.10 \times 10^{-4}$

上面から放出されるスカイシャイン線の線量は、1区画からのスカイシャイン線量率に、線量の評価期間2ヶ月(1,460時間)及び区画数を乗じて算出する。

側面から放出されるスカイシャイン線の線量は、1区画からのスカイシャイン線量率に、放出される放射線の放出角が周囲の地形等によって制限される影響(添付資料3-6参照)、線量の評価期間2ヶ月(1,460時間)及び区画数を乗じて算出する。ここで、区画数について、側面からの放出については、北面及び南面について6区画、東面及び西面について6区画となる。

埋設設備から放出されるスカイシャイン線の線量は、上面及び側面から放出されるスカイシャイン線の線量を合計して算出する。

外部被ばく線量評価結果を第3表に示す。また、同様の方法により算出した各埋設設備の線量評価結果を添付資料3-7に示す。

第3表 外部被ばく線量評価結果

放出位置	放出方向	1区画からの スカイシャイン線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	廃棄物埋設地の 地形等の影響 (-)	線量の 評価期間 (h)	区画数	線量 ( $\mu\text{Sv}$ )
側面	上面	$1.4 \times 10^{-4}$	-	1,460	36	7.7
	北	$1.98 \times 10^{-3}$	0.685		6	8.3
	東	$6.65 \times 10^{-4}$	0.988		6	5.8
	南	$5.87 \times 10^{-5}$	0.893		6	0.5
	西	$1.10 \times 10^{-4}$	0.556		6	0.5
					合計	約23

## 定置が完了した廃棄体の表面線量当量率の実績及び評価

## 1. 定置が完了した廃棄体の表面線量当量率の実績

2号埋設設備に定置が完了した廃棄体の表面線量当量率の実績を第1表に示す。

2020年5月末時点で第6群B埋設設備まで定置が完了しており、埋設された廃棄体の表面線量当量率の群ごとの平均は0.03mSv/h～0.04mSv/hである。

また、埋設された廃棄体の表面線量当量率の最大は2mSv/hである。

第1表 定置が完了した廃棄体の表面線量当量率の実績

埋設設備群	平均値(mSv/h)	最大値(mSv/h)
第1群	0.04	2.0
第2群	0.04	1.9
第3群	0.03	1.9
第4群	0.04	2.0
第5群	0.04	2.0
第6群	0.03	2.0
第7群	定置完了前	定置完了前
第8群	定置完了前	定置完了前
全体	0.04	2.0

2. 今後埋設する廃棄体の表面線量当量率の設定

(1) 埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー及び廃棄体の放射能濃度

2号埋設設備の総放射エネルギーと埋設設備の基数(16基)から、埋設設備 1 基当たりの放射エネルギーを算出すると、第 1 表に示すとおりとなる。

第 1 表 2号埋設設備の総放射エネルギーと埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー

核種	2号埋設設備 総放射エネルギー(Bq)	埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー(Bq) 【総放射エネルギー×1/16】
H-3	$1.20 \times 10^{14}$	$7.50 \times 10^{12}$
C-14	$3.30 \times 10^{12}$	$2.06 \times 10^{11}$
Co-60	$1.10 \times 10^{15}$	$6.88 \times 10^{13}$
Ni-59	$3.40 \times 10^{12}$	$2.13 \times 10^{11}$
Ni-63	$4.40 \times 10^{14}$	$2.75 \times 10^{13}$
Sr-90	$6.60 \times 10^{12}$	$4.13 \times 10^{11}$
Nb-94	$3.30 \times 10^{10}$	$2.06 \times 10^9$
Tc-99	$7.40 \times 10^9$	$4.63 \times 10^8$
I-129	$1.10 \times 10^8$	$6.88 \times 10^6$
Cs-137	$4.00 \times 10^{13}$	$2.50 \times 10^{12}$
$\alpha$	$2.30 \times 10^{11}$	$1.44 \times 10^{10}$
合計	$1.71 \times 10^{15}$	$1.07 \times 10^{14}$

埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー( $1.07 \times 10^{14}$ Bq)が全て Co-60 の放射エネルギーであると仮定すると、廃棄体の放射能濃度は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 \text{廃棄体の総放射エネルギー} &= \frac{\text{埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー(Bq)}}{\text{埋設設備 1 基当たりの廃棄体本数(本)} \times \text{廃棄体 1 本当たりの体積(cm}^3\text{/本)}} \\
 &= \frac{1.07 \times 10^{14}}{12960 \times 2 \times 10^5} \\
 &= 4.1 \times 10^4
 \end{aligned}$$

(2) 廃棄体の表面線量当量率の設定

一次元輸送計算コード ANISN により、Co-60 の放射能濃度を  $4.1 \times 10^4$ Bq/cm<sup>3</sup> とした場合の線量当量率を算出すると、14mSv/h となる。

そこで、廃棄体の表面線量当量率は、埋設する廃棄体の表面線量当量率の最大である 10mSv/h と設定する。

第 2 表に耐震重要度設定における評価で設定する廃棄体の表面線量当量率を示す。

第 2 表 耐震重要度設定における評価で設定する廃棄体の表面線量当量率

最上段	2mSv/h
最上段以外	10mSv/h

### 廃棄体の放射能濃度の設定について

廃棄体の放射能濃度は以下のとおり算出する。算出方法は、まず、放射能濃度を仮設定し、その放射能濃度から線量当量率を計算コードにより算出する。その後、廃棄体の表面線量当量率と計算コードにより算出した線量当量率の比を仮設定した放射能濃度に乗ずることによって廃棄体の放射能濃度を算出する。このとき、放射能濃度を安全側とするために、線量計算に使用する2種類の計算コード(QAD、ANISN)について整理を行い、放射能濃度が大きくなるANISNの線量当量率を用いる。

$$\text{廃棄体の放射能濃度 (Bq/cm}^3\text{)} = \text{仮設定した放射能濃度 (Bq/cm}^3\text{)} \times \frac{\text{廃棄体の表面線量当量率 (mSv/h)}}{\text{計算コードにより算出した線量当量率 (mSv/h)}}$$

計算コードとしては、線量計算に用いるQAD又はANISNがあり、どちらも、放射能濃度から線量当量率を算出するものである。QADは、コードそのものが持つ保守性により、線量当量率を安全側(値が大きい側)に算出する。したがって、QADにより算出した線量当量率から放射能濃度を設定する場合、廃棄体の放射能濃度を小さく評価することになり、公衆の被ばく線量評価においては、非安全側の結果となる。

そのため、廃棄体の放射能濃度の設定ではANISNを用いる。ANISNは、一次元形状のみを取り扱うことができるコードであるため、無限形状としてモデル化を行うが、廃棄体の実形状と比較すると、線量当量率は大きな値となる。計算コードにより算出した線量当量率が大きな値となる場合、廃棄体の放射能濃度は小さくなるため、非安全側の結果となる。

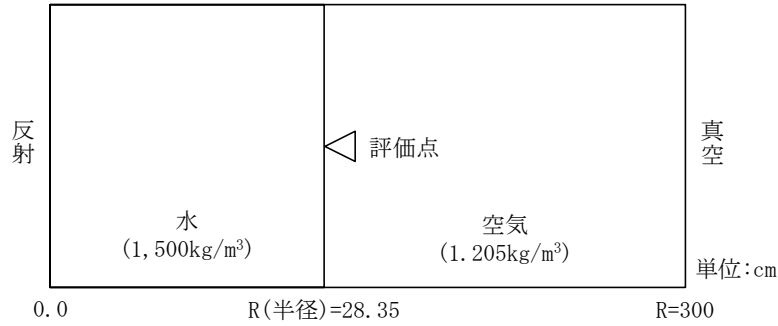
そこで、3次元形状で廃棄体と無限円柱をモデル化し、QADを用いて線量当量率を算出し、両モデルでの線量当量率の比をANISNで算出した線量当量率に乗じて補正を行い、補正した線量当量率より放射能濃度を設定する。

#### 1. ANISNによる算出

ANISNの計算モデルは、廃棄体の径方向をモデル化した無限円柱形状とし、線源物質は水(密度1,500kg/m<sup>3</sup>)、ガンマ線を放出する放射性物質はCo-60とし、断面積ライブラリはDLC-23Fを用いた。計算モデルを第1図に示す。また、DLC-23Fを用いる妥当性を添付資料3-4に示す。

線源の放射能濃度を1Bq/cm<sup>3</sup>とした場合の線量当量率を算出した結果、 $3.50 \times 10^{-4}$  mSv/hとなる。



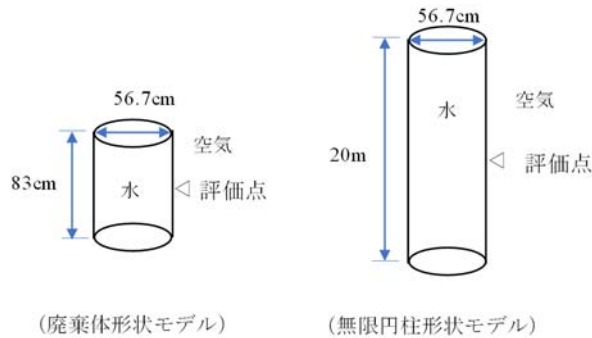


第1図 ANISN 計算モデル

## 2. QAD による補正

ANISN により算出した線量当量率は無限円柱形状モデルでの結果である。そこで、3次元形状のモデル化が可能な QAD により、廃棄体形状を考慮した高さ 83cm のモデルと無限円柱を模擬した高さ 20m のモデルによる線量当量率の比を求めて、ANISN で算出した線量当量率を補正する。

計算条件は、ANISN での計算と同様に線源物質を水（密度  $1,500\text{kg/m}^3$ ）、ガンマ線を放出する放射性物質は Co-60 とした。計算モデルを第2図に示す。



第2図 QAD による計算モデル

QAD による両モデルの計算結果を第1表に示す。廃棄体形状モデルで算出した線量当量率と無限円柱形状モデルで算出した線量当量率の比は 0.989 となる。

第1表 廃棄体形状と無限円柱形状との比較結果

	①廃棄体形状	②無限円柱形状	比(①/②)
1Bq/cm <sup>3</sup> での線量当量率(mSv/h)	$4.35 \times 10^{-4}$	$4.40 \times 10^{-4}$	0.989

## 3. 廃棄体の放射能濃度の設定

廃棄体の放射能濃度の設定で用いる  $1\text{Bq/cm}^3$ での線量当量率は、ANISN で算出した  $3.50 \times 10^{-4}\text{mSv/h}$  に QAD で求めた比である 0.989 を乗じて、 $3.46 \times 10^{-4}\text{mSv/h}$  とする。

この値を用いて、外部被ばく評価に用いる廃棄体の放射能濃度を求める。外部被ばく評価に用いる廃棄体の表面線量当量率  $10\text{mSv/h}$ 、 $2\text{mSv/h}$  及び  $0.05\text{mSv/h}$  における放射能濃度は第2表に示すとおりとなる。

以上より、放射能濃度をより大きく算出ができていると考えることから、外部被ばく線量評価に用いる放射能濃度の設定として妥当である。

第2表 外部被ばく線量評価に用いる放射能濃度

廃棄体の表面線量当量率 (mSv/h)	10	2	0.05
表面線量当量率と等価な Co-60 の放射能濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )	$2.90 \times 10^4$	$5.80 \times 10^3$	$1.45 \times 10^2$

## スカイシャイン線量率の計算方法について

一次元輸送計算コード ANISN とガンマ線一回散乱計算コード G33 による廃棄物埋設地からのスカイシャイン線量率の計算方法について説明する。

## 1. 計算方法

## (1) 計算コード及び断面積ライブラリ

スカイシャイン線量率の計算は、区画内廃棄体線源表面又は遮蔽体外側表面を結合点として、ANISN と G33 を組み合わせて実施する。計算方法の概要は以下のとおり。

① ANISN により線源表面における単位放射能濃度当たりの角度別ガンマ線束を計算

② G33 により各線量の計算地点における単位放射能濃度及び単位面積当たりの線量率を計算

また、ANISN による角度別ガンマ線束の計算に用いる角度分点数と散乱成分のルジャンドル展開次数は、角度分点数 32 でルジャンドル展開次数 3 ( $P_3S_{32}$ ) とする。

ANISN での断面積ライブラリは DLC-23F を用いている。DLC-23F を用いる妥当性を添付資料 3-4 に示す。

## (2) 計算モデル

計算は、ANISN と G33 を組み合わせて実施する。

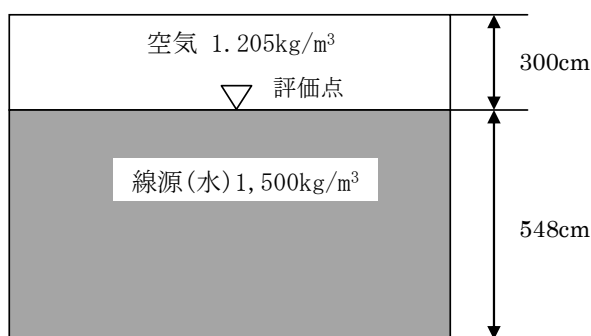
## (i) ANISN

区画内の廃棄体線源表面におけるガンマ線の角度束を、ANISN により計算するに当たっては、線源体が矩形で均一な拡がりをもっていることから、線源形状を無限平板とし、線源厚さは上面方向と側面方向を共通に取り扱うため、線源となる埋設設備 1 区画の最大寸法である 548cm とする。角度別ガンマ線束の計算モデルを第 1 図に示す。

ここで、側面方向についても、放出面を無限平板として、計算を実施する。

なお、均一な線源として設定していることから、上面方向と側面方向と異なるものの、上面と側面の角度束分布は等しくなる。

また、側面を放出面とした場合、放射能濃度の分布が不均一となるが、ガンマ線束の強度は放射能濃度に比例することから、ガンマ線束の分布は、放射能濃度によらず同じ割合となる。



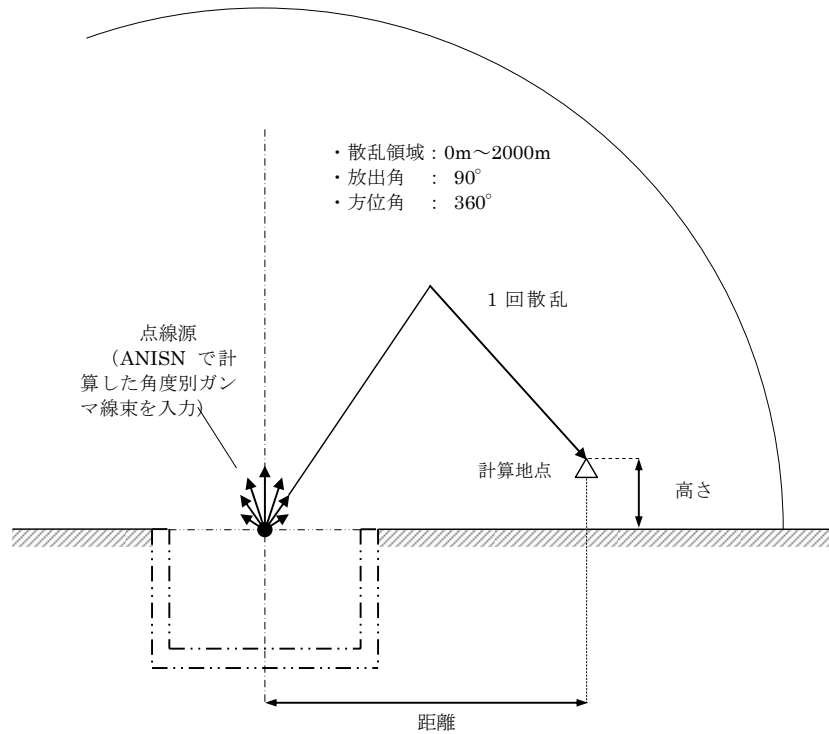
第 1 図 ANISN による角度別ガンマ線束の計算モデル

(ii) G33

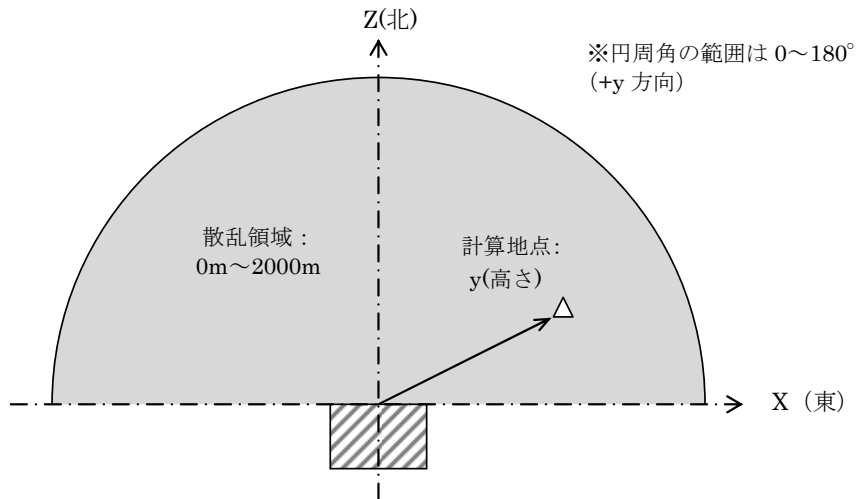
区画上面から大気中に放出されるガンマ線によるスカイシャイン線量の計算モデルを第2図に示す。ANISN で求めた角度別のガンマ線束を放出する点線源を各区画上面の中央に置き、ガンマ線の放出角は $90^\circ$ 、空気の散乱領域は半径2,000mの半球とする。

区画側面から大気中に放出されるガンマ線によるスカイシャイン線量の計算モデルを、第3図に示す。ANISN で求めた角度別のガンマ線束を放出する点線源を各区画側面の上辺中央に置き、ガンマ線の放出角は $90^\circ$ 、空気の散乱領域は半径2,000mの1/4球とする。

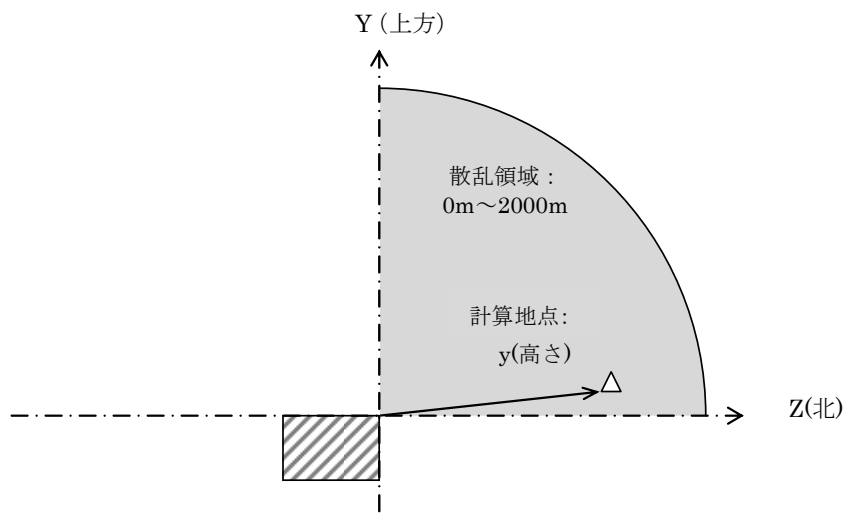
線量の計算地点の水平座標（線源を原点とし、区画側面と直交する座標系）は、線源位置を区画の上面中央とし、線量の計算地点の方向を考慮して計算した値を1m単位で切り捨てた値とする。線源の標高は、埋設設備群ごとの底面の標高に区画の高さ（区画全高－セメント系充填材厚さ－ポーラスコンクリート層厚さ－天板厚さ）を加えた値とする。



第2図 G33による1回散乱線の計算モデル（上面放出）



【平面図】



【側面図】

第3図 G33による1回散乱線の計算モデル（北側面放出の場合）

## 2. 計算結果

1. の計算方法により、各埋設設備からの単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率を算出すると第1表に示すとおりとなる。

第1表 単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率((Sv/h)/(Bq/cm<sup>3</sup>)(cm<sup>2</sup>))

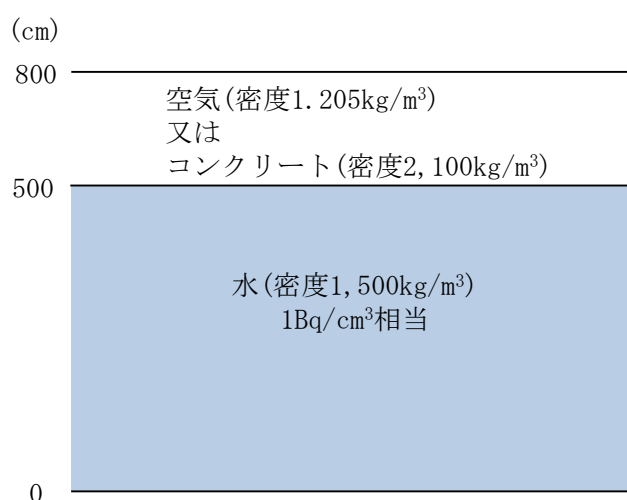
埋設設備群 (北側から第1群)		上面	北面	東面	南面	西面
第1群	A	$5.62 \times 10^{-12}$	$8.99 \times 10^{-12}$	$1.28 \times 10^{-11}$	$9.57 \times 10^{-13}$	$7.45 \times 10^{-13}$
	B	$8.37 \times 10^{-12}$	$1.45 \times 10^{-11}$	$1.72 \times 10^{-11}$	$1.40 \times 10^{-12}$	$1.24 \times 10^{-12}$
第2群	A	$1.22 \times 10^{-11}$	$2.18 \times 10^{-11}$	$2.17 \times 10^{-11}$	$2.00 \times 10^{-12}$	$2.02 \times 10^{-12}$
	B	$1.75 \times 10^{-11}$	$3.71 \times 10^{-11}$	$2.58 \times 10^{-11}$	$2.79 \times 10^{-12}$	$3.28 \times 10^{-12}$
第3群	A	$4.15 \times 10^{-12}$	$8.74 \times 10^{-12}$	$8.89 \times 10^{-12}$	$6.04 \times 10^{-13}$	$5.44 \times 10^{-13}$
	B	$5.89 \times 10^{-12}$	$1.15 \times 10^{-11}$	$1.14 \times 10^{-11}$	$8.52 \times 10^{-13}$	$8.73 \times 10^{-13}$
第4群	A	$8.10 \times 10^{-12}$	$1.84 \times 10^{-11}$	$1.33 \times 10^{-11}$	$1.16 \times 10^{-12}$	$1.36 \times 10^{-12}$
	B	$1.09 \times 10^{-11}$	$2.37 \times 10^{-11}$	$1.63 \times 10^{-11}$	$1.54 \times 10^{-12}$	$2.10 \times 10^{-12}$
第5群	A	$3.00 \times 10^{-12}$	$6.41 \times 10^{-12}$	$6.31 \times 10^{-12}$	$3.77 \times 10^{-13}$	$3.88 \times 10^{-13}$
	B	$4.08 \times 10^{-12}$	$9.40 \times 10^{-12}$	$7.45 \times 10^{-12}$	$5.14 \times 10^{-13}$	$6.01 \times 10^{-13}$
第6群	A	$5.37 \times 10^{-12}$	$1.22 \times 10^{-11}$	$8.41 \times 10^{-12}$	$6.75 \times 10^{-13}$	$9.05 \times 10^{-13}$
	B	$6.86 \times 10^{-12}$	$1.86 \times 10^{-11}$	$8.71 \times 10^{-12}$	$8.57 \times 10^{-13}$	$1.35 \times 10^{-12}$
第7群	A	$2.13 \times 10^{-12}$	$5.14 \times 10^{-12}$	$4.35 \times 10^{-12}$	$2.32 \times 10^{-13}$	$2.71 \times 10^{-13}$
	B	$2.79 \times 10^{-12}$	$6.91 \times 10^{-12}$	$4.83 \times 10^{-12}$	$3.06 \times 10^{-13}$	$4.07 \times 10^{-13}$
第8群	A	$3.54 \times 10^{-12}$	$8.84 \times 10^{-12}$	$5.61 \times 10^{-12}$	$3.89 \times 10^{-13}$	$5.97 \times 10^{-13}$
	B	$4.36 \times 10^{-12}$	$1.13 \times 10^{-11}$	$5.23 \times 10^{-12}$	$4.79 \times 10^{-13}$	$8.67 \times 10^{-13}$

## 断面積ライブラリ DLC-23 について

断面積ライブラリ DLC-23 については、断面積ライブラリによる遮蔽評価結果への影響比較（平成 29 年 12 月 18 日 原子力規制庁 核燃料廃棄物研究部門 第 29 回技術情報検討会資料）により非保守的な計算結果が得られる可能性が指摘されている。そのため、今回の線量計算において、DLC-23 を使用することの妥当性について説明する。

## 1. 評価方法

スカイシャインガンマ線の評価と同様のモデルを設定し、ANISN (DLC-23) とモンテカルロ輸送計算コード(MCNP)で算出した線量率を比較した。線源を水（密度  $1,500\text{kg/m}^3$ ）とし、媒体を空気（密度  $1.205\text{kg/m}^3$ ）とコンクリート（密度  $2,100\text{kg/m}^3$ ）として、線量率分布を算出した。評価モデルを第 1 図に示す。

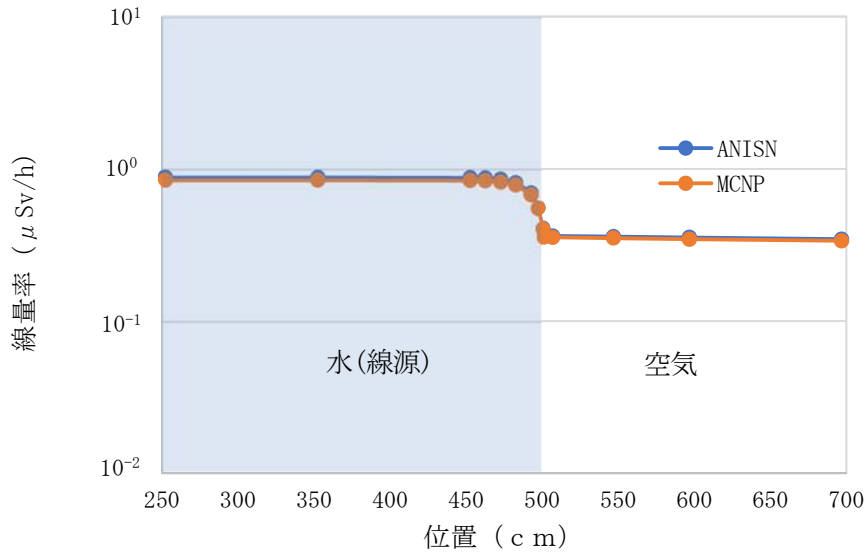


第 1 図 ANISN (DLC-23) と MCNP の比較計算モデル

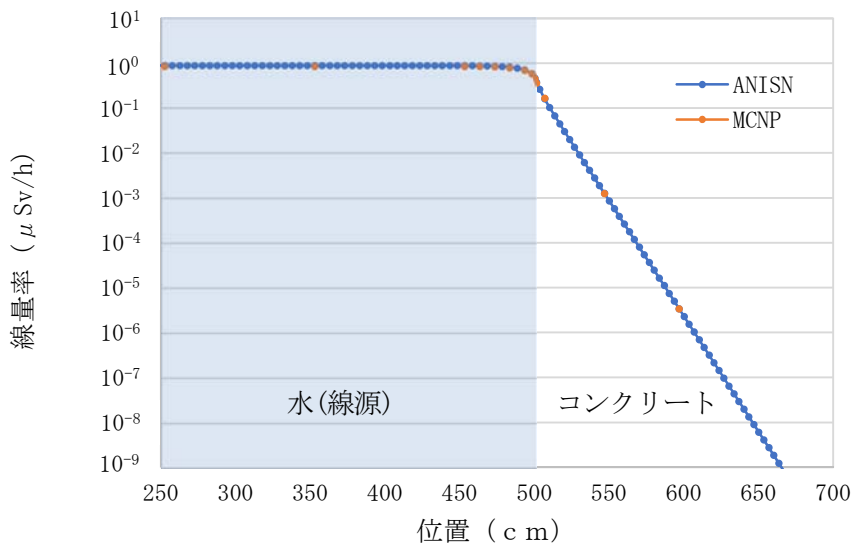
## 2. 評価結果

評価結果を第 2 図及び第 3 図に示す。

線量率分布について、ANISN (DLC-23) と MCNP を比較した結果、差異は、最大で空気の場合で約 5%、コンクリートの場合約 4%であり、DLC-23 を使用することは妥当であると評価する。



第2図 ANISN と MCNP の線量率分布 (線源+空気)



第3図 ANISN と MCNP の線量率分布 (線源+コンクリート)



線源面積の設定

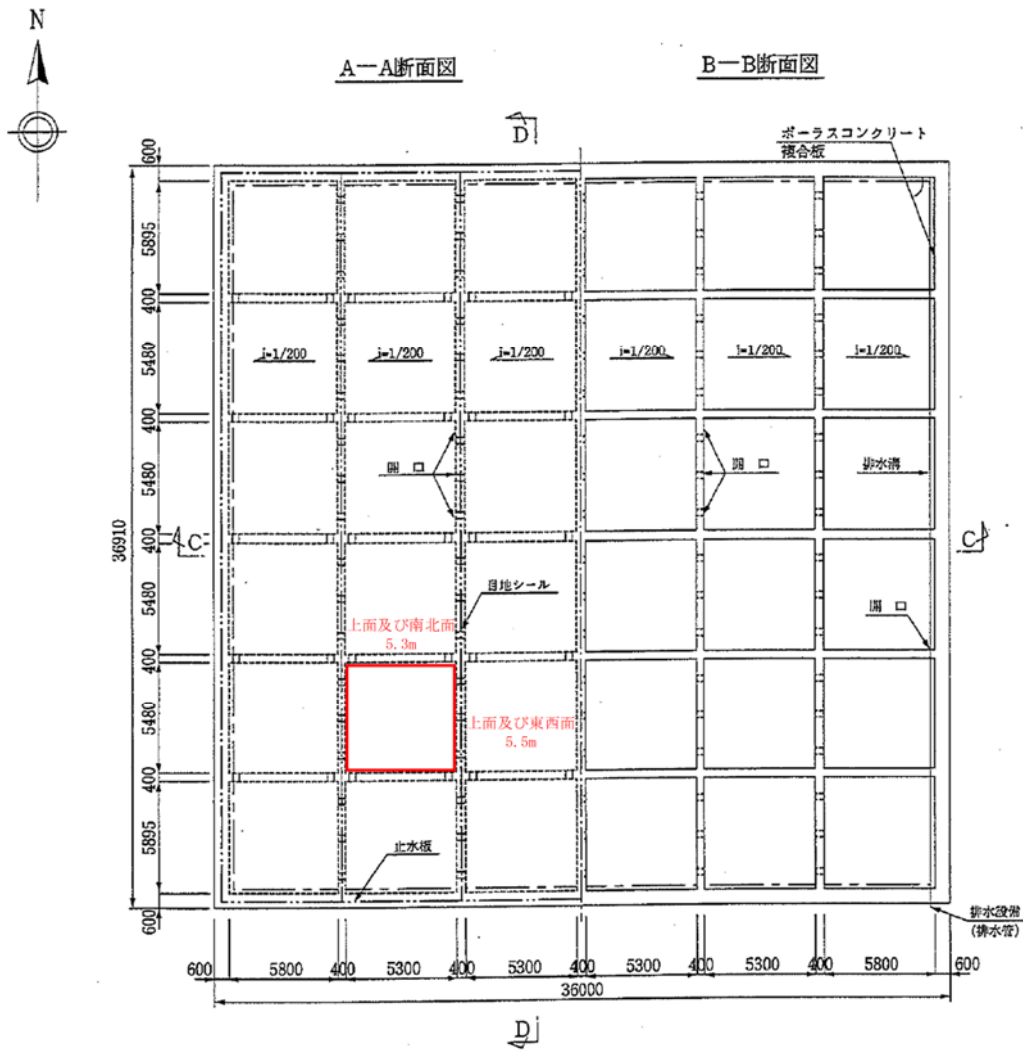
外部被ばく線量評価での線源面積は第1表のとおり設定する。

線源面積の設定に用いる2号埋設設備の構造図を第1図に示す。

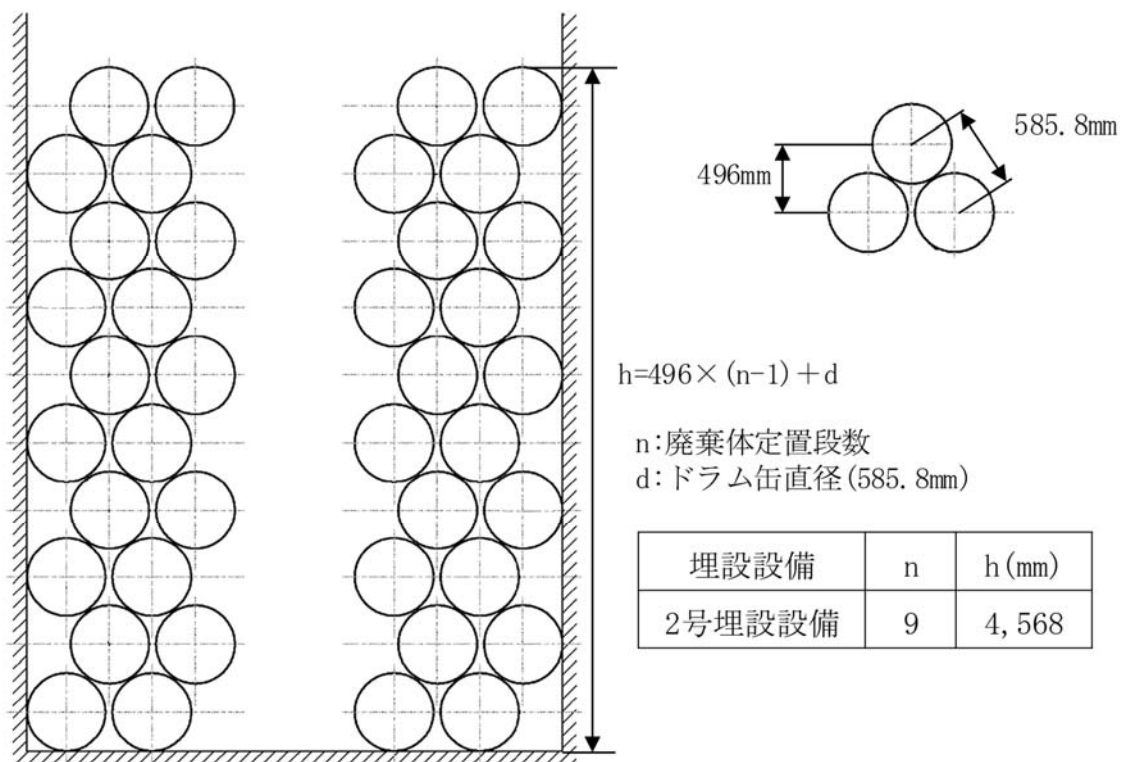
上面の面積は区画の開口面積から設定する。また、南北面及び東西面の面積は、区画開口部の寸法と第2図に示す定置時の廃棄体高さから設定する。

第1表 線源面積

上面	29.15m <sup>2</sup> (=5.3m×5.5m)
南北面	24.38m <sup>2</sup> (=5.3m×4.6m)
東西面	25.30m <sup>2</sup> (=5.5m×4.6m)



第1図 2号埋設設備の構造図



第2図 定置時の廃棄体高さ

## 線量への影響について

ここでは、被ばく線量評価における、高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響、セメント系充填材の影響、廃棄物埋設地の地形等の影響を評価する。

## 1. 高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響

埋設設備においてスカイシャインガンマ線を評価する際の ANISN による角度別ガンマ線束の計算では、線源の放射能濃度を最上段に定置する廃棄体の放射能濃度とし、均一として計算している。

一方、埋設設備では最上段と最上段以外において異なる放射能濃度の廃棄体を定置するため、放射能濃度は不均一となる。

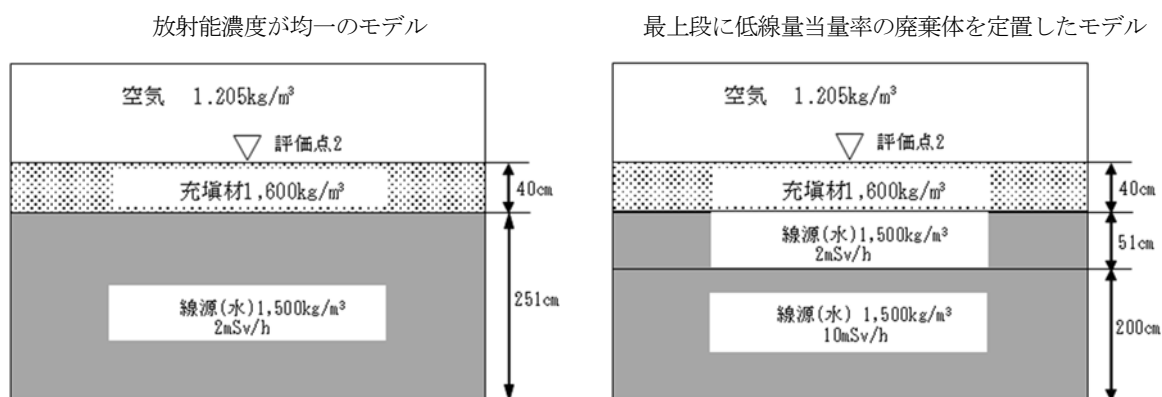
そのため、高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響を評価する。

ここで、埋設設備では、廃棄体は表積みで互い違いに積み上げられること等による間隙を有しており、間隙を通じて下段の廃棄体からの放射線の影響が考えられる。ここでは、充填済の状態を考慮することとしていること及び計算モデルでは、同じ定置段の廃棄体と廃棄体の間隙を線源と設定していることから、保守的な条件となっている。

## (1) 上面方向

計算モデルを第 1 図に示す。

ANISN により放射能濃度が均一なモデルで評価した線量率と、最上段に低線量当量率の廃棄体を定置したモデルでの線量率の比を算出すると、1.04 となる。



(高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響) = (評価点 2 の線量率) ÷ (評価点 1 の線量率)

第 1 図 高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響の評価モデル

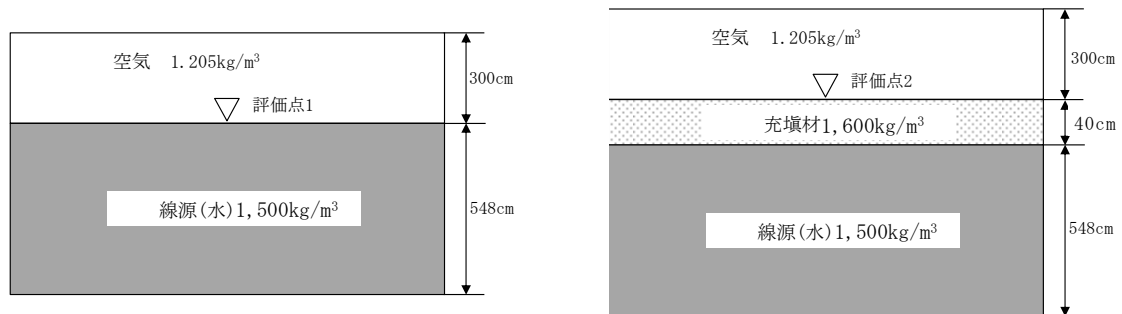
## (2) 側面方向

側面方向の影響は、廃棄体の表面線量当量率の比及び段数の比から算出し、4.56 となる。

$$\frac{1 \text{ 段}}{9 \text{ 段}} \times \frac{2 \text{ mSv/h}}{2 \text{ mSv/h}} + \frac{8 \text{ 段}}{9 \text{ 段}} \times \frac{10 \text{ mSv/h}}{2 \text{ mSv/h}} = 4.56$$

## 2. セメント系充填材の影響

埋設設備においてスカイシャインガンマ線を評価する際のANISNによる角度別ガンマ線束は廃棄体みの状態で計算している。そこで、ANISNにより第1図に示す計算モデルにて、セメント系充填材の有無による線量率の比を算出すると、上面方向及び側面方向について、 $1.90 \times 10^{-2}$ となる。



$$(\text{セメント系充填材の影響}) = (\text{評価点2の線量率}) \div (\text{評価点1の線量率})$$

第1図 セメント系充填材の影響の計算モデル

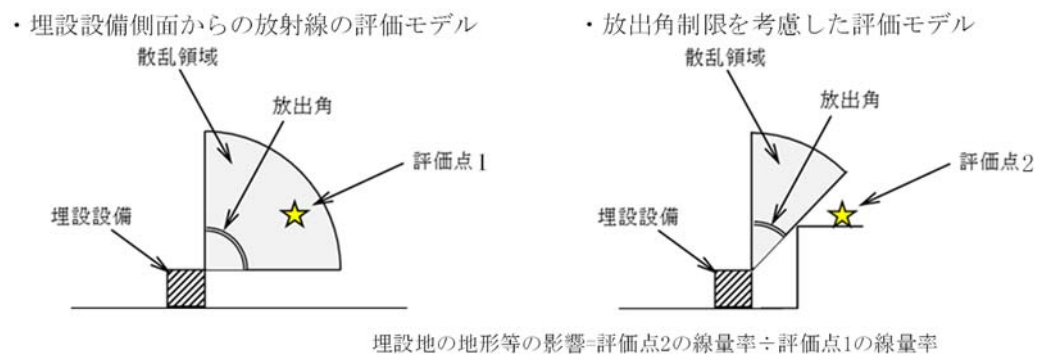
## 3. 廃棄物埋設地の地形等の影響

側面から放出されるスカイシャインガンマ線による線量は、周囲の地形等により放出角が制限されるため、その影響を考慮する。

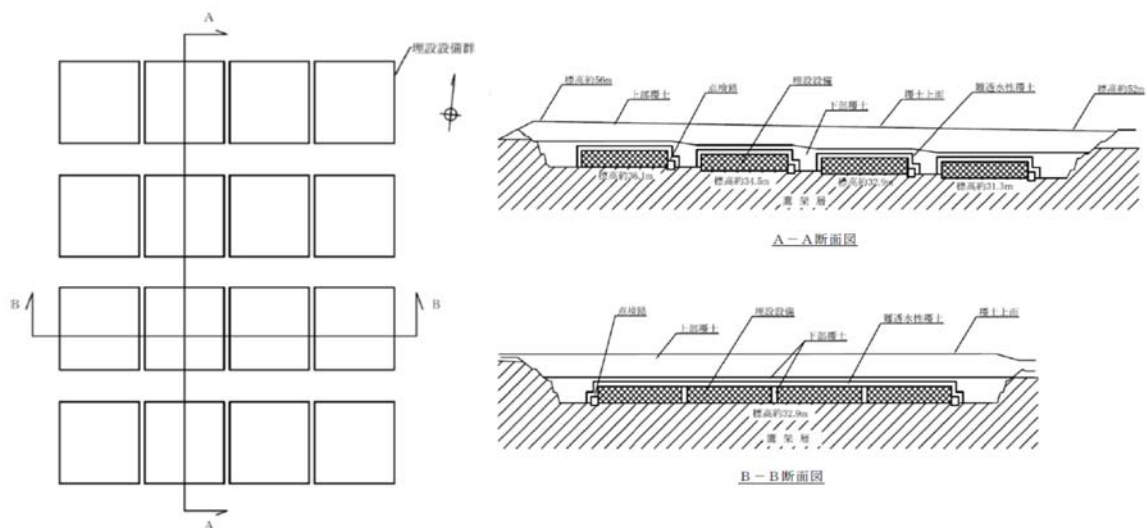
具体的には、第2図に示すように、側面から放出する放射線の放出角を水平 $0^\circ$ から上方 $90^\circ$ まで考慮するモデルと、放出角が制限された状態を考慮するモデルでの線量率の比を算出する。

放出角の制限において、側面からの放出は、第3図に示すように、廃棄物埋設地は北から南方向に傾斜があること及び埋設設備の周囲は方位別に状況が異なることから、方位別に評価する。

地形等の影響の算出結果を第1表に示す。



第2図 廃棄物埋設地の地形等の影響の計算モデル



第3図 廃棄物埋設地の傾斜 (2号廃棄物埋設地)

第1表 廃棄物埋設地の地形等の影響

埋設設備群 (北側から第1群)		北側	東側	南側	西側
第1群	A	0.685	0.556	1.000	0.979
	B	0.685	0.556	1.000	0.556
第2群	A	0.685	0.556	1.000	0.556
	B	0.685	0.988	1.000	0.556
第3群	A	0.685	0.556	1.000	0.979
	B	0.685	0.556	1.000	0.556
第4群	A	0.685	0.556	1.000	0.556
	B	0.685	0.988	1.000	0.556
第5群	A	0.685	0.556	1.000	0.979
	B	0.685	0.556	1.000	0.556
第6群	A	0.685	0.556	1.000	0.556
	B	0.685	0.988	1.000	0.556
第7群	A	0.685	0.556	0.893	0.979
	B	0.685	0.556	0.893	0.556
第8群	A	0.685	0.556	0.893	0.556
	B	0.685	0.988	0.893	0.556

## 線量評価結果

埋設設備は、安全機能が1基ごとに独立していることから、埋設設備1基ごとに評価を行う。また、廃棄物埋設地には埋設設備を16基設置することから、廃棄物埋設地全体についても評価する。

廃棄物埋設地全体での線量を評価する場合には、評価時点を全ての埋設設備の覆い設置が完了した時点とする。ここで、2号埋設設備の埋設実績及び埋設予定数量より、第1表に示すように、群ごとに、廃棄体定置完了時点から評価時点までの期間に応じて、廃棄体に含まれる放射性物質の減衰として、評価対象核種であるCo-60（半減期約5年）の減衰を考慮する。

線量評価結果を第2表に示す。

第1表 廃棄体廃棄体定置完了から評価時点までの期間及び放射性物質の減衰

	廃棄体定置完了から 評価時点までの期間 (年)	放射性物質の減衰
第1群	20	3半減期分
第2群	17	3半減期分
第3群	13	2半減期分
第4群	11	2半減期分
第5群	8	1半減期分
第6群	<5	考慮しない
第7群	<5	考慮しない
第8群	<5	考慮しない

第2表 線量評価結果(1/2)

埋設設備		埋設設備ごとの線量 ( $\mu\text{Sv}$ )	放射性物質の減衰係数 (-)	廃棄物埋設地全体の線量 ( $\mu\text{Sv}$ )
第1群	A	$3.3 \times 10^{-1}$	$1.3 \times 10^{-1}$	$4.1 \times 10^{-2}$
	B	$4.8 \times 10^{-1}$		$6.0 \times 10^{-2}$
第2群	A	$6.9 \times 10^{-1}$	$1.3 \times 10^{-1}$	$8.7 \times 10^{-2}$
	B	$1.1 \times 10^0$		$1.3 \times 10^{-1}$
第3群	A	$2.5 \times 10^{-1}$	$2.5 \times 10^{-1}$	$6.2 \times 10^{-2}$
	B	$3.4 \times 10^{-1}$		$8.5 \times 10^{-2}$
第4群	A	$4.7 \times 10^{-1}$	$2.5 \times 10^{-1}$	$1.2 \times 10^{-1}$
	B	$6.7 \times 10^{-1}$		$1.7 \times 10^{-1}$
第5群	A	$1.8 \times 10^{-1}$	$5.0 \times 10^{-1}$	$8.9 \times 10^{-2}$
	B	$2.4 \times 10^{-1}$		$1.2 \times 10^{-1}$

第2表 線量評価結果 (2/2)

埋設設備		埋設設備ごとの線量 ( $\mu\text{Sv}$ )	放射性物質の減衰係数 (-)	廃棄物埋設地全体の線量 ( $\mu\text{Sv}$ )
第6群	A	$3.1 \times 10^{-1}$	考慮しない	$3.1 \times 10^{-1}$
	B	$4.3 \times 10^{-1}$		$4.3 \times 10^{-1}$
第7群	A	$1.0 \times 10^1$	考慮しない	$1.0 \times 10^1$
	B	$1.4 \times 10^1$		$1.4 \times 10^1$
第8群	A	$1.7 \times 10^1$	考慮しない	$1.7 \times 10^1$
	B	$2.3 \times 10^1$		$2.3 \times 10^1$
			合計	約 66

## 計算コードの概要について

## 1. 被ばく評価に使用する計算コード

コード名	概要
QAD-CGGP2R (Ver. 1.04)	<p>米国ロスアラモス国立研究所で開発されたガンマ線の物質透過を計算するための点減衰核積分法計算機コード「QAD」をベースとし、旧日本原子力研究所が ICRP1990 年勧告の国内関連法令・規則への取入れに合わせて、実効線量率等を計算できるように改良した最新バージョンである。</p> <p>線源及び遮蔽体を直方体、円筒、球などの三次元形状で模擬した計算体系でガンマ線の実効線量率及び空気カーマ率等を計算することができる。</p> <p>ベンチマーク実験による検証<sup>*1</sup>が実施されており、普通コンクリートを透過する線量率の保守的な評価が実施できる妥当な計算コードであることを確認している。</p> <p>*1 「JAERI-M 86-060 再処理施設の放射線遮蔽安全ガイド資料」、日本原子力研究所 (1986)</p>
ANISN (ANISN-ORNL)	<p>米国オークリッジ国立研究所で開発された一次元ボルツマン輸送方程式を離散角度(Sn)法に基づいて数値計算により解くコードである。</p> <p>線源及び遮蔽体を無限平板、無限円柱及び球の一次元形状で模擬した計算体系でガンマ線及び中性子の放射線束を計算することができる。</p> <p>別計算コード「DOT (二次元 Sn 法)」による検証<sup>*2</sup>が実施されており、固体廃棄物保管庫天井から漏えいするガンマ線束の計算結果が両者よく一致していることを確認している。</p> <p>*2 「原子炉施設からのスカイシャイン線量評価手引」、財団法人原子力安全研究協会 (昭和 54 年 3 月)</p>
G33-GP2R (Ver. 1.0)	<p>米国ロスアラモス国立研究所で開発されたガンマ線多群散乱計算プログラム「G33」をベースとし、旧日本原子力研究所が ICRP1990 年勧告の国内関連法令・規則への取入れに合わせて、実効線量率等を計算できるように改良したバージョンである。</p> <p>点線源からの 1 回散乱ガンマ線による実効線量率及び空気カーマ率等を計算することができる。スカイシャイン野外実験による検証<sup>*3</sup>が実施されており、線源の上部に遮蔽がない計算形状でスカイシャイン線量の計算値と実測値がよく一致するが、天井遮蔽があるケースでは、計算値は過小評価となる。この原因は、G33 コードが天井透過中の散乱成分を考慮していないためであり、これを考慮するため、天井遮蔽までを ANISN で計算することを推奨している。今回の評価においては、この手法を採用している。</p> <p>*3 「ガンマ線遮蔽設計ハンドブック」、社団法人日本原子力学会 (1988 年 1 月)</p>



## 2. 結果の検証等に使用する計算コード

コード名	概要
MCNP5 (Ver1.6)	<p>米国ロスアラモス国立研究所で開発されたボルツマン輸送方程式をモンテカルロ法で解く中性子、ガンマ線及び中性子とガンマ線の結合系を対象とする汎用の連続エネルギーモンテカルロ輸送計算コードである。</p> <p>幾何形状は、主に面で区切られたセルによって構成される。セルは、平面及び二次局面を示す陰関数の値の正負で空間を区切ることにより定義され、設定の自由度が大きく、通常の遮蔽計算に使用される形状程度であれば、そのままモデル化が可能なこと、粒子の輸送計算に使用される断面積はポイントワイズ断面積データを使用するため、群構造に起因する誤差が発生しない等の特徴がある。</p> <p>米国では、使用済燃料貯蔵施設の審査指針である NUREG-1567 において、遮蔽解析ツールとして記載されている。</p> <p>我が国においても使用済燃料貯蔵施設において許認可実績も有している。</p> <p>計算に使用する断面積ライブラリはユーザーがコードに付属しているライブラリから任意に選択が可能であり、今回の検証に使用したライブラリは、コード付属の ENDF/B-VI ベースの最新ライブラリである。</p>

地震による廃棄体の損傷を仮定した  
内部被ばく線量評価

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 想定する事象.....	1
(1) 放射性物質の飛散 .....	1
3. 線量評価.....	1
(1) 内部被ばく評価に用いる放射エネルギーの設定 .....	1
(2) 評価条件の設定 .....	1
(3) 線量評価 .....	1
(4) 線量評価結果 .....	2
4. 線量評価パラメータ設定根拠.....	2
(1) 想定事故時の相対濃度 .....	2
(2) 線量評価におけるパラメータ一覧 .....	26

1. はじめに

地震により埋設設備の漏出防止機能が喪失するとともに、埋設設備に埋設した廃棄体が損傷し、廃棄体から放射性物質が飛散することを仮定して、廃棄体から飛散した放射性物質を吸入摂取する公衆の内部被ばく線量を評価する。

2. 想定する事象

(1) 放射性物質の飛散

埋設設備が損傷し、外周仕切設備及び覆いが有する漏出防止機能が喪失するとともに、地震によって損傷した廃棄体から放射性物質が飛散し、埋設設備外に漏えいすることを想定する。

3. 線量評価

地震により漏出防止機能が喪失した際の、飛散した放射性物質の吸入摂取による公衆の内部被ばくを評価する。

(1) 内部被ばく評価に用いる放射エネルギーの設定

3号埋設設備1基に埋設する廃棄体は、400本/区画×66区画=26,400本である。また、廃棄物埋設地には埋設設備を8基設置することから、廃棄物埋設地全体での線量を評価する場合には、211,200本を損傷の影響を受けるおそれがある廃棄体本数とする。

埋設設備1基当たりの放射エネルギーは、総放射エネルギーの1/8倍とする。

(2) 評価条件の設定

埋設設備に定置した全ての廃棄体が地震により損傷するものとし、影響を受ける廃棄体の割合を1、衝撃による放射性物質の飛散を考慮し、飛散率(大気への移行割合)を $10^{-5}$ 、飛散した放射性物質の全量が漏えいするものとし、環境中へ漏えいする割合を1と設定する。

第1表 評価条件の設定

想定する事象	影響を受ける廃棄体の割合	大気への移行割合	環境中へ漏えいする割合
放射性物質の飛散	1	$10^{-5}$	1

(3) 線量評価

「(1) 内部被ばく評価に用いる放射エネルギーの設定」及び「(2) 評価条件の設定」にて設定した値を用いて、以下の式で被ばく線量を算出する。また、内部被ばく評価に用いたパラメータは「4. 線量評価パラメータ設定根拠」に示す。

(i) 漏えいする核種ごとの放射エネルギー

$$\begin{aligned} \text{漏えいする核種ごとの放射エネルギー} = \\ \text{埋設設備1基当たりの放射エネルギー} \times \text{影響を受ける廃棄体の割合} \\ \times \text{大気への移行割合} \times \text{環境中へ漏えいする割合} \end{aligned}$$

(ii) 放射性物質の飛散

$$\begin{aligned} \text{【周辺監視区域境界での核種ごとの放射能濃度】} \\ \text{周辺監視区域境界での核種ごとの放射能濃度} = \\ \text{漏えいする核種ごとの放射エネルギー} \times \text{相対濃度} (\chi/Q) \end{aligned}$$

### 【被ばく線量】

被ばく線量 =  $\Sigma$  周辺監視区域境界での核種ごとの放射能濃度 × 呼吸率 × 線量換算係数

#### (4) 線量評価結果

飛散した放射性物質の吸入摂取による公衆の内部被ばくの評価結果は、埋設設備 1 基で約 3.1  $\mu$ Sv となった。また、廃棄物埋設地全体(埋設設備 8 基)で約 25  $\mu$ Sv となった。

想定する事象		線量評価結果( $\mu$ Sv)
放射性物質の飛散	埋設設備 1 基	約 3.1
	廃棄物埋設地全体	約 25

#### 4. 線量評価パラメータ設定根拠

線量評価に使用するパラメータを設定する。

なお、線量評価に用いるパラメータは、「(1) 想定事故時の相対濃度」及び「(2) 線量評価におけるパラメータ一覧」に示すとおり、想定事故時の線量評価で用いるパラメータと同様に設定する。

##### (1) 想定事故時の相対濃度

「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」<sup>(1)</sup>(以下「気象指針」という。)に従い評価した、想定事故時(重大事故及び仮想事故)の線量評価に使用する相対濃度( $\chi/Q$ )の算出結果を示す。

濃縮・埋設事業所敷地(以下「敷地」という。)において観測した至近 11 年間(2006 年 4 月から 2017 年 3 月まで(以下「2006 年度～2016 年度」という。))の気象観測資料のうち、他の年と比較して異常のない最新年度の気象観測資料を確認するために異常年検定を行い、異常年検定の結果として異常がないことを確認した 2015 年 4 月から 2016 年 3 月までの 1 年間(以下「2015 年度」という。)の気象観測資料を用いて、3 号廃棄物埋設地について相対濃度の評価を行った。

##### <要旨>

- ・ 至近 11 年間(2015 年度)の気象観測資料を用いて異常年検定を行った結果、異常ではない最新の気象観測資料は 2015 年度のものであることを確認した。
- ・ 敷地で観測した 2015 年度の気象観測資料により 3 号廃棄物埋設地について相対濃度計算を行ったところ、3 号廃棄物埋設地は  $3.0 \times 10^{-4} \text{s/m}^3$  (ESE)であった。

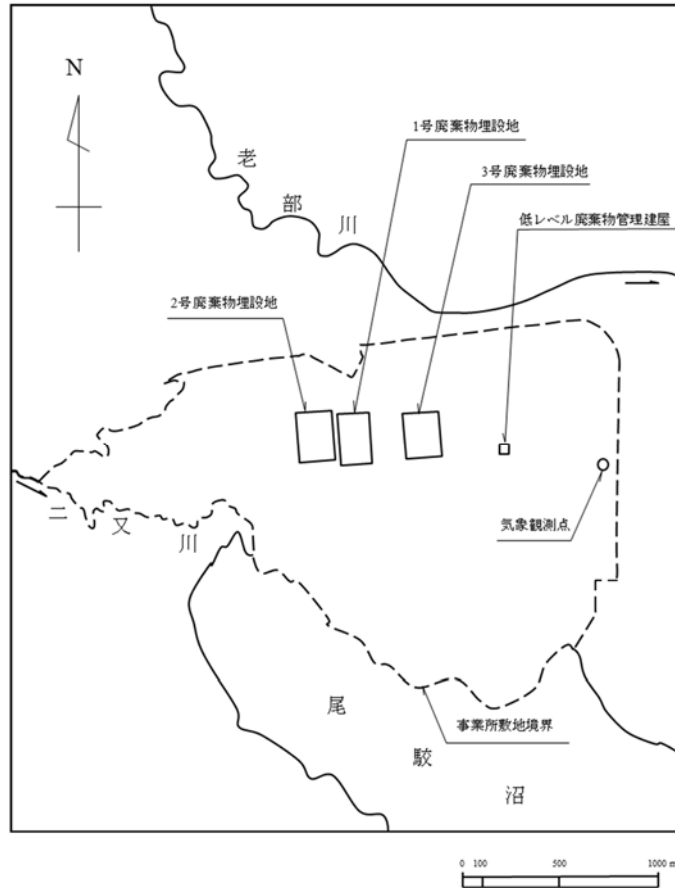
##### (i) 気象観測資料

相対濃度の設定には、敷地内で得られたある 1 年間の気象観測資料(1 時間ごとに観測)が必要である。ここでは、敷地内の気象観測点で観測された気象観測資料の確認を行う。

###### (a) 敷地内の気象観測点

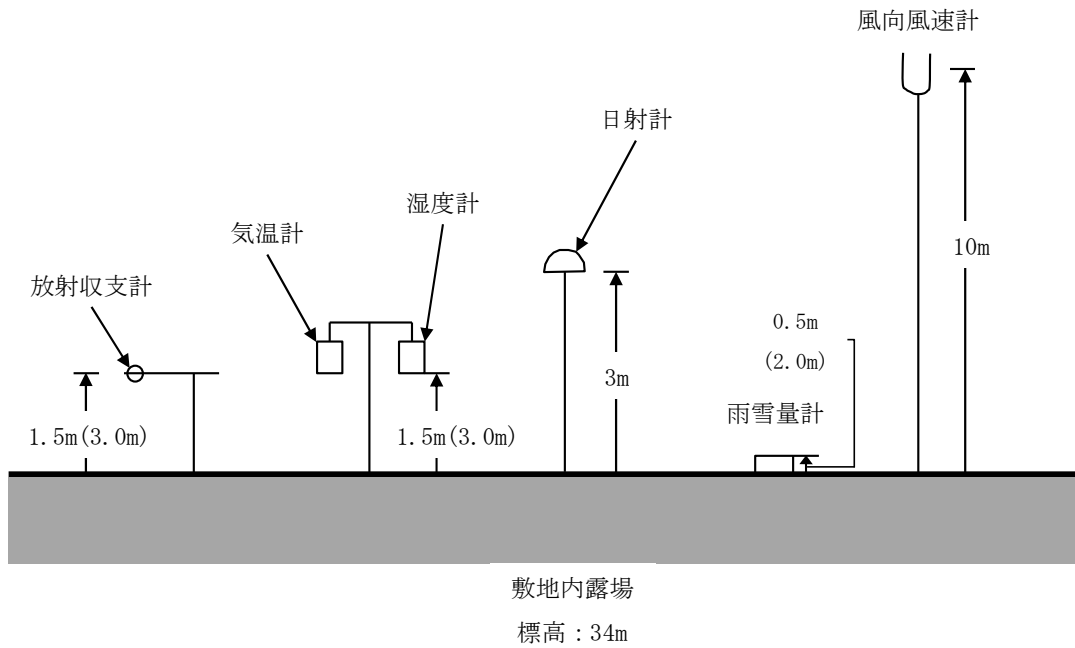
敷地を代表する地上風の資料を得るため、敷地内の露場(標高 34m)に観測柱を設置し、地上高 10m(標高 44m)で風向風速の観測を行っている。この観測点は、周囲に標高の高い建物や樹木等の障害物の影響を受けることがなく平坦地で開けている。

大気安定度を求めるため、風速については、地上風を代表する観測点で測定している。日射量及び放射収支量については、露場の観測点で測定している。敷地内の気象観測点の位置を第 1 図、気象観測機器配置図を第 2 図に示す。



注1：図中に敷地内における気象観測点の位置を示す。

第1図 敷地内の気象観測点の位置



注1：第1図「敷地内の気象観測点の位置」における「気象観測点」の詳細を示す。  
 注2：( )内は、積雪期の高さを示す。

第2図 気象観測機器配置図

(b) 気象観測機器

敷地内で使用している気象観測機器の種類、観測位置及び観測期間を第2表に示す。また、気象観測に関する気象指針の要求を第3表に示す。

気象観測機器は第3表に示す測定値の最小位数を測定できるものを使用している。本気象観測機器は「気象業務法」に基づく気象庁の検定を受けている。また、放射収支計は気象庁の検定項目にないため、当社で定期的に検査を行っている。

なお、放射収支計以外の気象観測機器についても定期的な検査を実施している。

したがって、本気象観測機器で観測した気象観測資料を評価に用いることは妥当である。

第2表 気象観測機器の種類、観測位置及び観測期間

観測項目	観測位置			気象観測機器 又は観測方法	観測期間
	場 所	地上高*1 (m)	標 高*1 (m)		
風向風速	敷地内露場	10	44	超音波式風向風速計	1985年12月～継続
日射量	敷地内露場	3	37	熱電対式日射計	1985年12月～継続
放射収支量	敷地内露場	1.5(3.0)	35.5(37.0)	熱電対式放射収支計	1985年12月～継続
降水量	敷地内露場	0.5(2.0)	34.5(36.0)	転倒マス型雨雪量計	1985年12月～継続
気温	敷地内露場	1.5(3.0)	35.5(37.0)	白金測温抵抗体気温計	1985年12月～継続
湿度	敷地内露場	2.0	36.0	作動トランス式 毛髪型温湿度計	1985年12月 ～2005年3月
		1.5(3.0)	35.5(37.0)	電気式湿度計	2005年3月～継続

\*1：地上高及び標高欄の( )内の数値は積雪期の高さ。

第3表 気象指針の通常観測の要求

観測項目	気象観測機器	測定の単位	測定値の最小位数	測定高度等
風向	風向計又はドップラーソーダ	16方位として設定	1	(1)敷地を代表する地上風の風向及び風速は、地上約10mの高さで測定し、風向計及び風速計を使用する。 (2)排気筒放出に係る高所の風向及び風速は、それを代表する高さで測定し、その測定器としては、風向計及び風速計又はドップラーソーダを使用する。
風速	風速計又はドップラーソーダ	m/s	1/10	なお、風向計及び風速計として風車型風向風速計を使用する場合には、微風向計及び微風速計を併せて使用することとする。
日射量	日射計	kW/m <sup>2</sup>	1/100	原則として、露場の地上約1.5mの高さ。
放射収支量	放射収支計	kW/m <sup>2</sup>	1/500	露場の地上約1.5mの高さ。

(c) 2015年度の気象観測資料

a. 欠測率

相対濃度は、風向及び風速並びに大気安定度(日射量、放射収支量及び風速によって定義される)に依存するため、これらの気象要素が同時に測定できなかった時刻の気象資料では相対濃度を求めることができない。したがって、気象指針では、風向及び風速並びに大気安定度のいずれかの気象要素が欠測の場合には、当該時刻の気象観測資料は欠測扱いとすることとされている。

また、気象指針では、相対濃度評価に用いる気象観測資料に対し、以下の事項が要求されている。

- ・ 連続した12ヶ月間における欠測率は、原則として10%以下とする。
- ・ 連続した30日間において欠測率が30%以下になるように努めなければならない。

2015年度の気象観測資料の欠測率は、第4表に示すとおり、連続した12ヶ月間において0.35%である。連続した30日間において最大の欠測率は2.08%である。



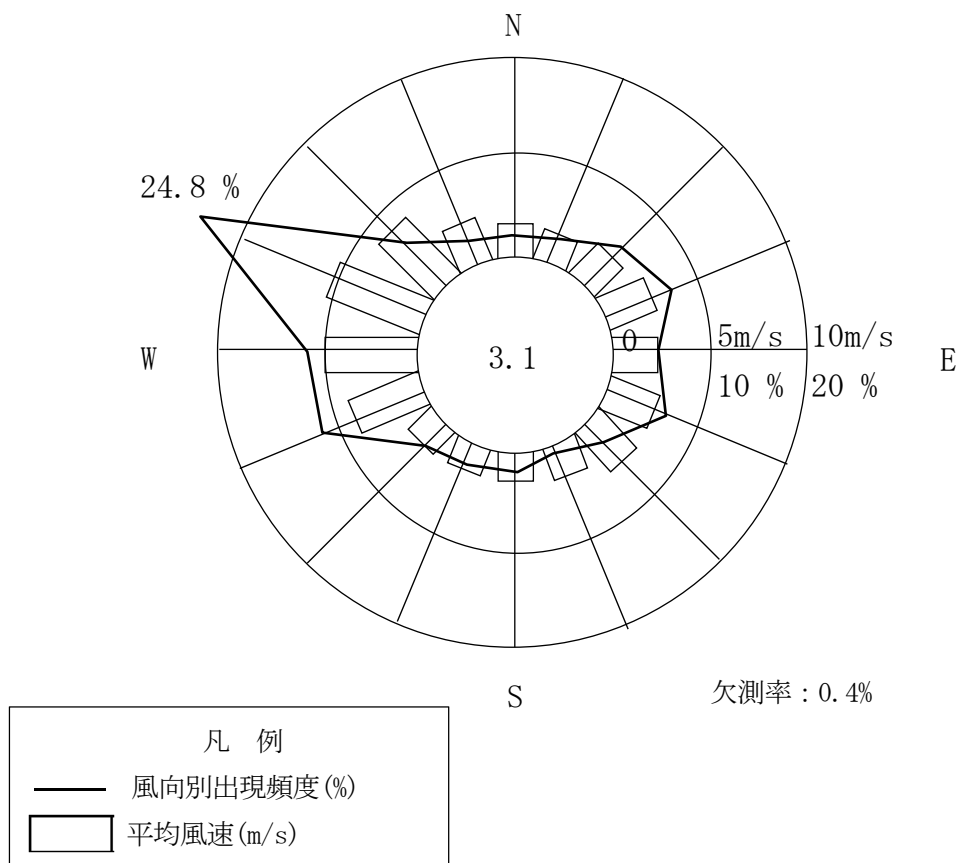
第4表 2015年度の気象観測資料の欠測率

月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
欠測データ数(-)	0	2	0	0	0	15	2
欠測率(%)	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	2.08	0.27
月	11月	12月	1月	2月	3月	計	-
欠測データ数(-)	1	5	5	1	0	31	
欠測率(%)	0.14	0.67	0.67	0.14	0.00	0.35	

b. 風向

年間及び月別の風配図を第3図、第4図及び第5図に示す。

これらによると、風向は、5月～9月にかけて東寄りの風が多いが、その他の月は年間を通じて西寄りの風が多い。

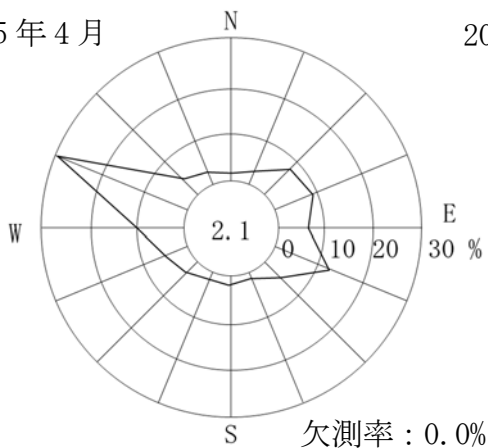


注1：小円内の数字は静穏の頻度(%)を示す。

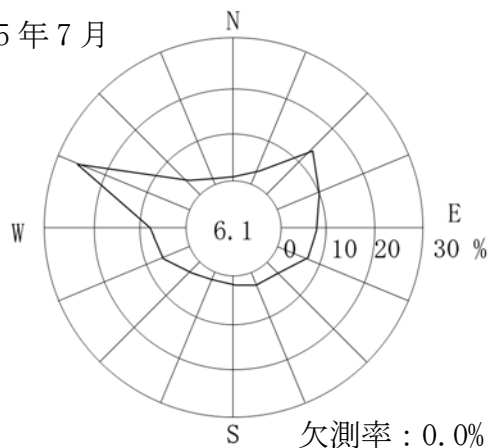
第3図 敷地の風配図(全年：2015年4月～2016年3月)

(地上高10m、標高44m)

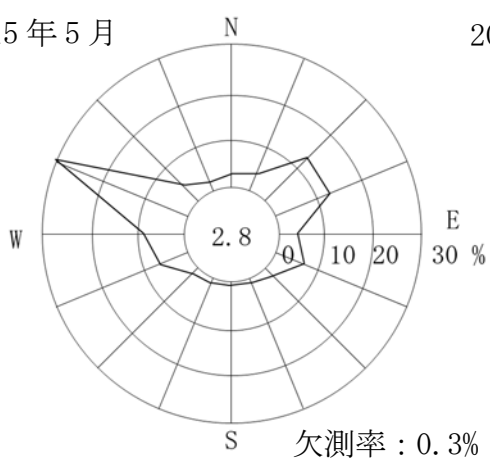
2015年4月



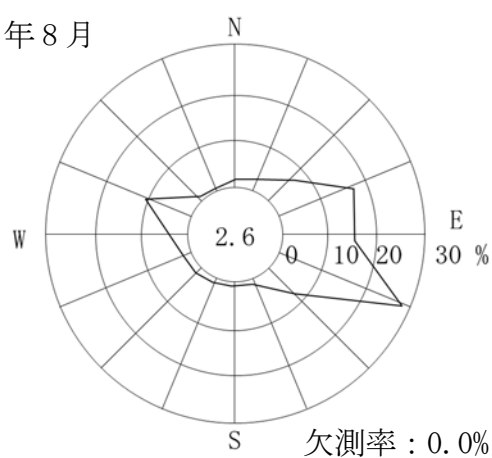
2015年7月



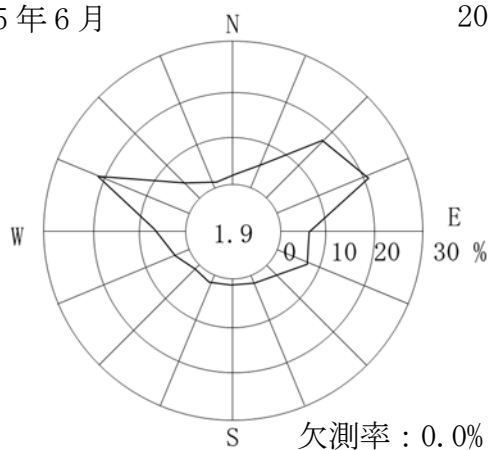
2015年5月



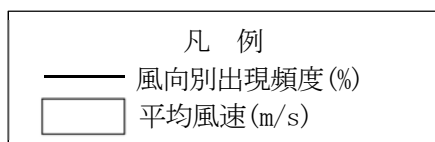
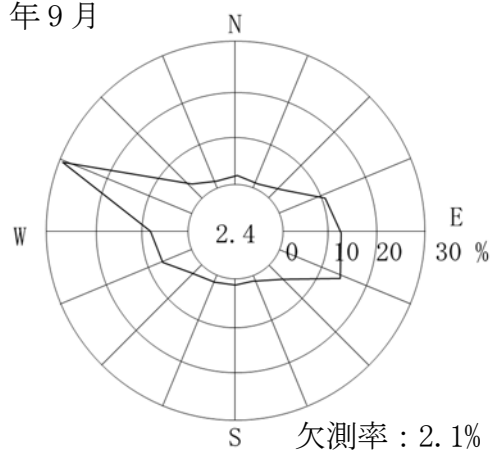
2015年8月



2015年6月



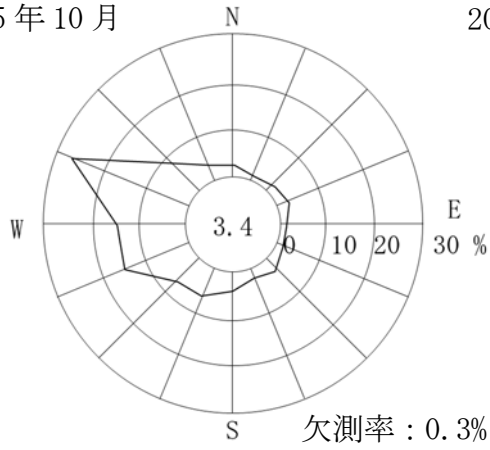
2015年9月



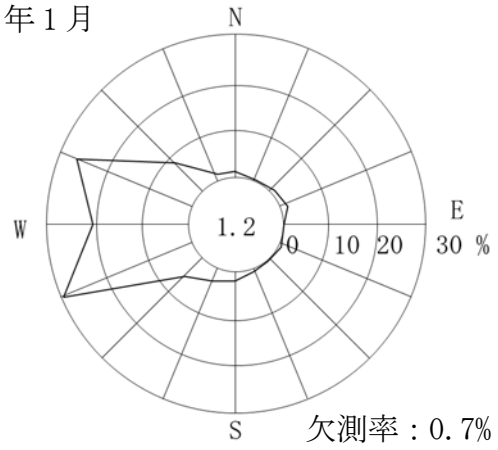
注1 : 小円内の数字は静穏の頻度 (%)。

第4図 敷地の風配図(2015年4月~2015年9月)(地上高10m、標高44m)

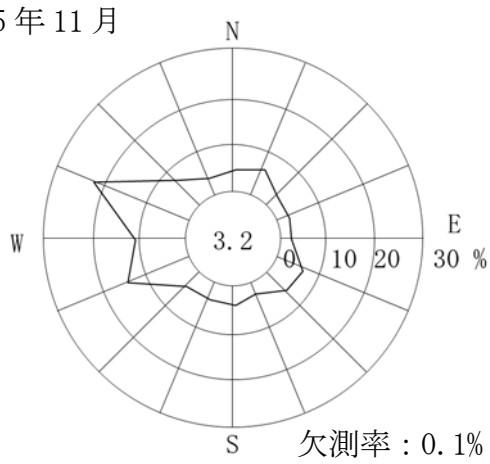
2015年10月



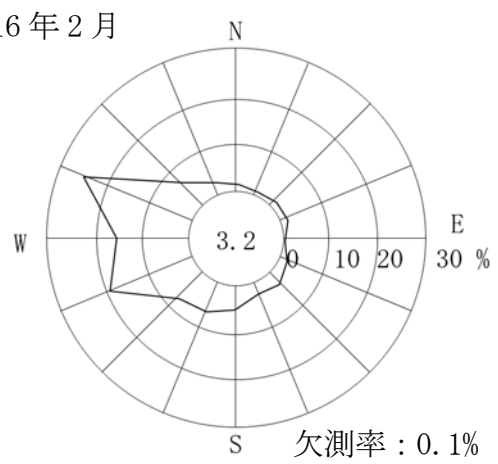
2016年1月



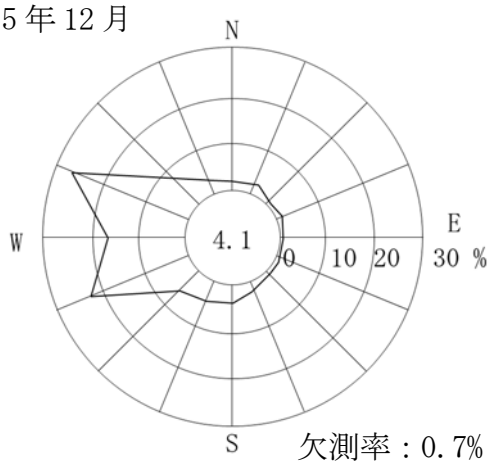
2015年11月



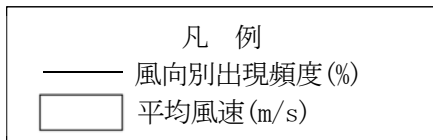
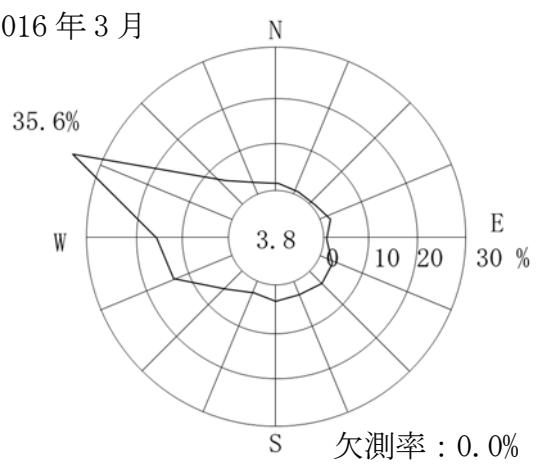
2016年2月



2015年12月



2016年3月



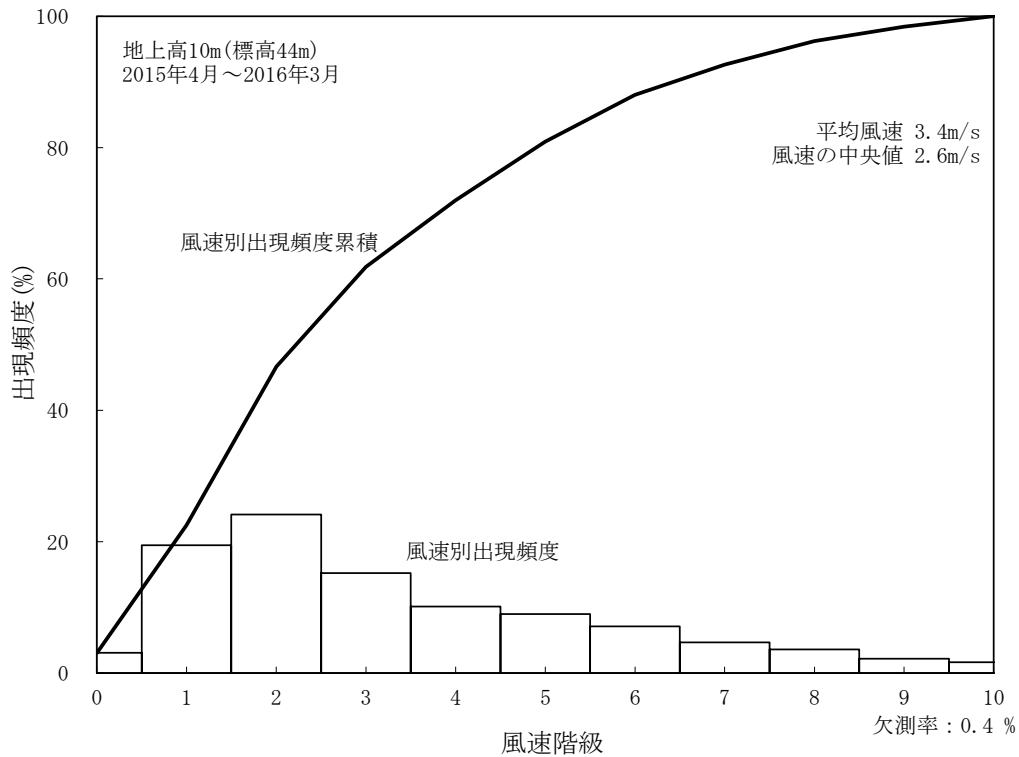
注1 : 小円内の数字は静穏の頻度(%)。

第5図 敷地の風配図(2015年10月~2016年3月)(地上高10m、標高44m)

c. 風速

2015年度の年間風速別出現頻度及び風速別出現頻度累積を第6図、月別風速別出現頻度を第7図及び第8図に示す。

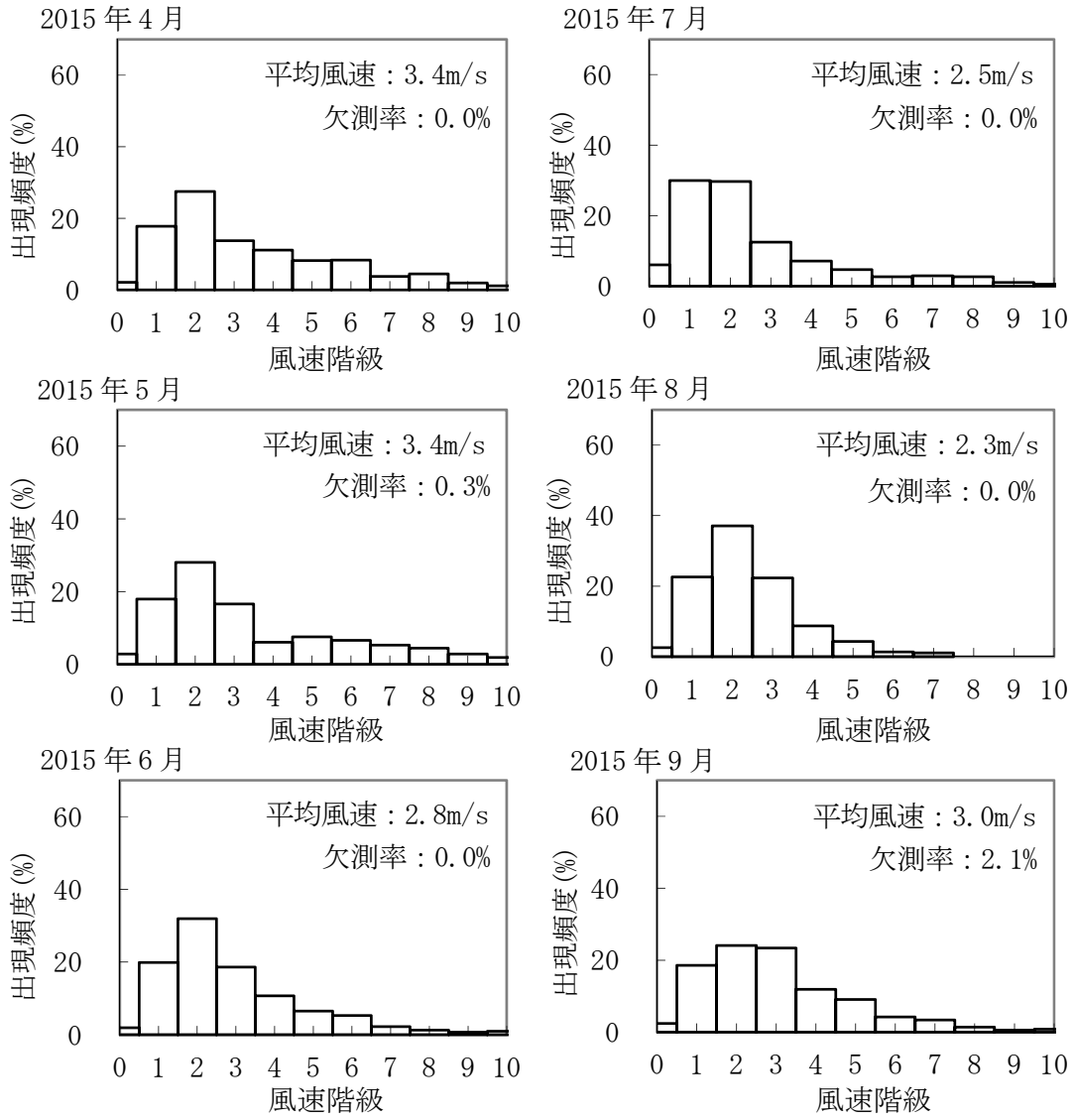
これらによると、年平均風速は3.4m/sであり、各月の風速階級の出現頻度は0.5m/s～3.4m/sの範囲の風速が多くなっている。また、静穏(風速0.5m/s未満)の年間出現頻度は、3.1%である。



凡 例

風速階級	風速 (m/s)	風速階級	風速 (m/s)
0	0.0~0.4	6	5.5~6.4
1	0.5~1.4	7	6.5~7.4
2	1.5~2.4	8	7.5~8.4
3	2.5~3.4	9	8.5~9.4
4	3.5~4.4	10	9.5 以上
5	4.5~5.4	-	

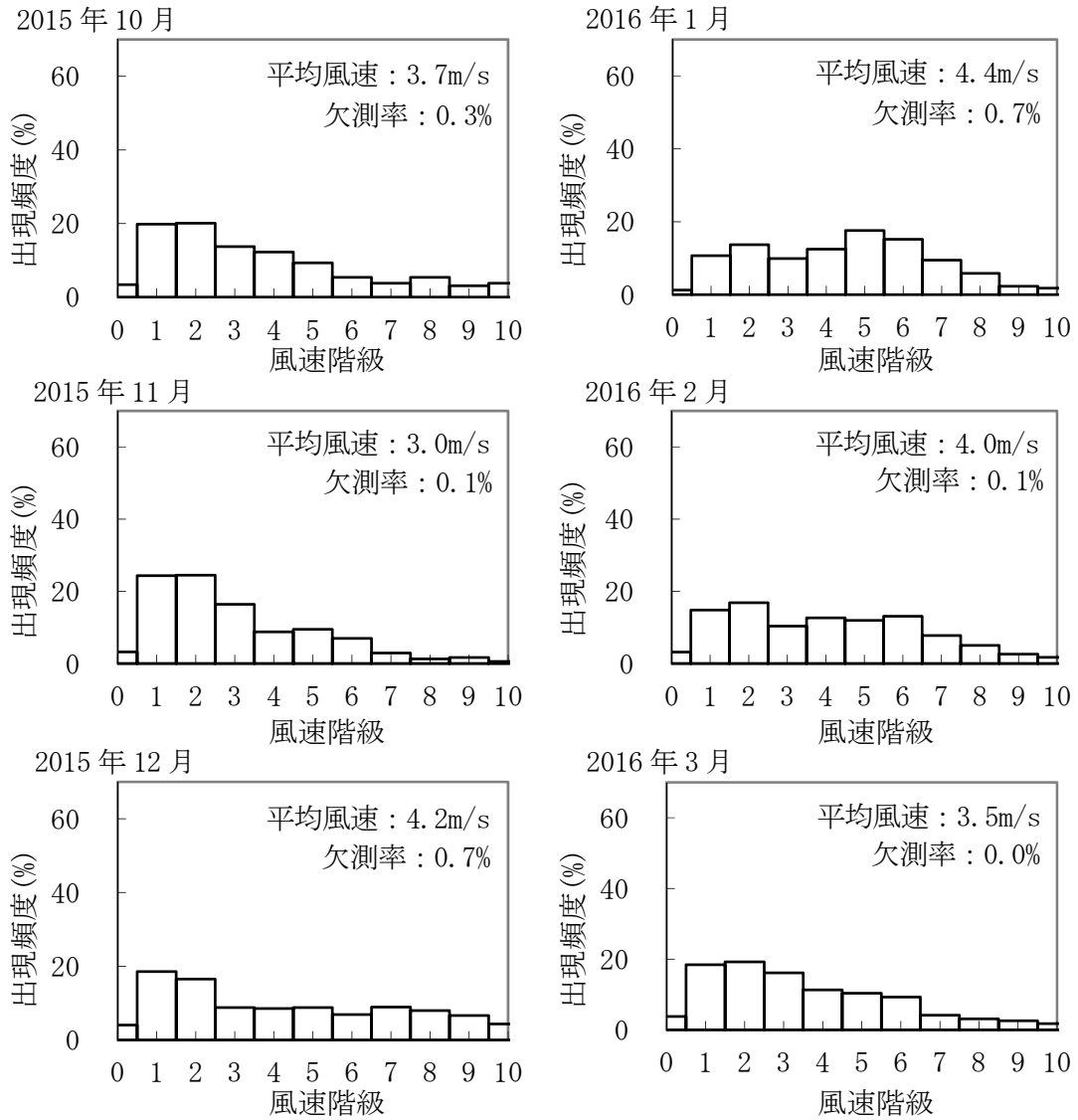
第6図 年間風速別出現頻度及び風速別出現頻度累積(地上高10m、標高44m)



凡 例

風速階級	風速 (m/s)	風速階級	風速 (m/s)
0	0.0~0.4	6	5.5~6.4
1	0.5~1.4	7	6.5~7.4
2	1.5~2.4	8	7.5~8.4
3	2.5~3.4	9	8.5~9.4
4	3.5~4.4	10	9.5 以上

第7図 月別風速別出現頻度(2015年4月~2015年9月)(地上高10m、標高44m)



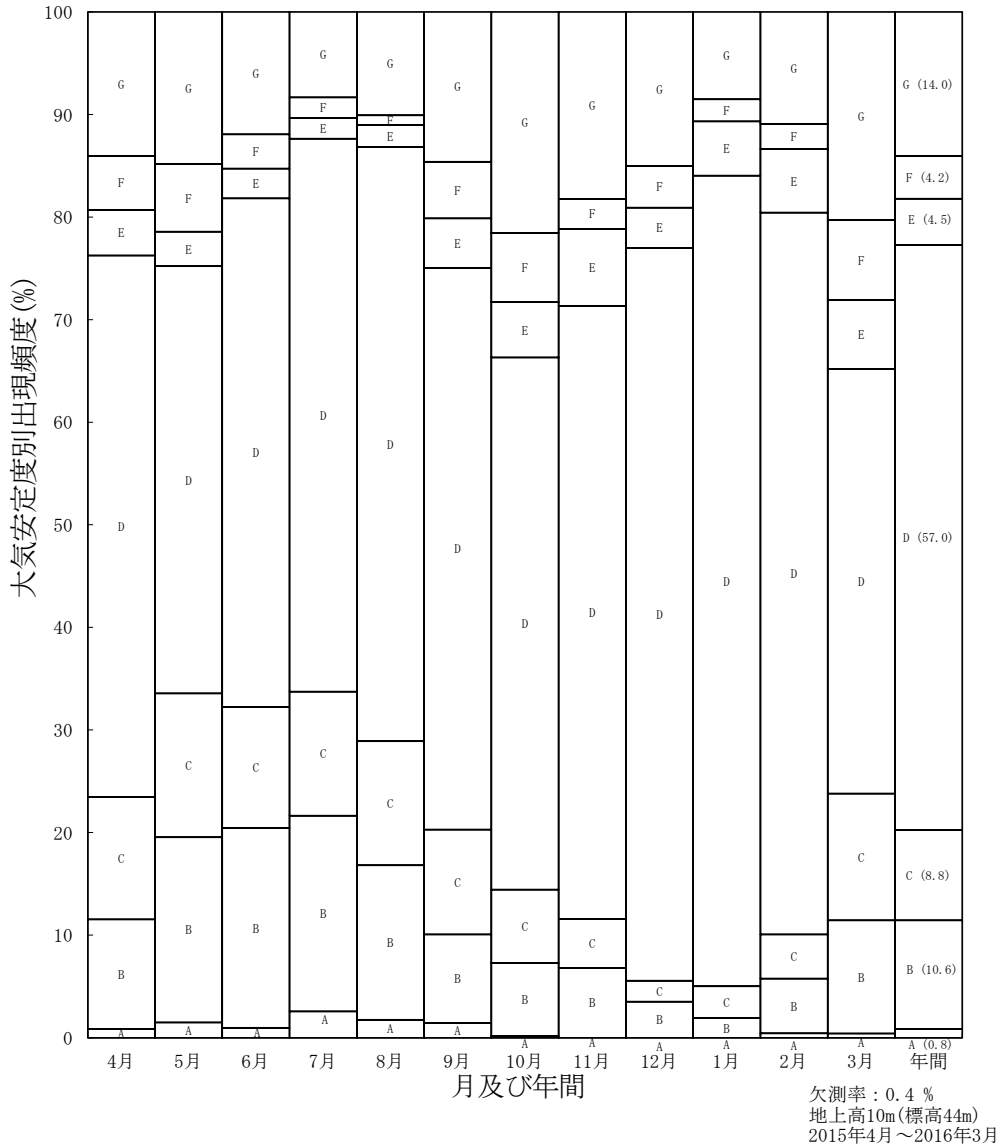
凡 例

風速階級	風速 (m/s)	風速階級	風速 (m/s)
0	0.0~0.4	6	5.5~6.4
1	0.5~1.4	7	6.5~7.4
2	1.5~2.4	8	7.5~8.4
3	2.5~3.4	9	8.5~9.4
4	3.5~4.4	10	9.5 以上
5	4.5~5.4		-

第8図 月別風速別出現頻度(2015年10月~2016年3月)(地上高10m、標高44m)

d. 大気安定度

日射量、放射収支量及び地上高 10m(標高 44m)の風速の観測資料を基に気象指針に準拠して大気安定度の分類を行った。2015年度の年間出現頻度は、A型～C型は20.3%、D型(C-D型含む)は57.0%、E型～G型は22.7%である。D型は年間を通じて出現頻度が多く、A型～C型は5月～9月に比較的多くなっており、E型～G型は3月～5月及び9月～11月に多くなっている。月別及び年間大気安定度別出現頻度を第9図に示す。



注1：年間大気安定度別出現頻度の値は、四捨五入した値を記載している。

第9図 月別及び年間大気安定度別出現頻度

(ii) 異常年検定

相対濃度を算出するには、敷地内で得られたある 1 年間の気象観測資料(1 時間ごとに観測)を用いる必要がある。この気象観測資料を選定するに当たり、敷地の気象の代表性(異常のないこと)を検討する必要があるため、異常年検定を実施する。気象観測資料について、検定年度(1 年間)及び比較年度(10 年間)は至近 11 年間(2006 年度～2016 年度)のものを用いる。

(a) 異常年検定の方法

異常年検定は不良標本の棄却検定に関する F 分布検定の手順に従って行った。この方法は、正規分布をなす母集団に属すると考えられる標本のうち、不良標本を  $X_0$ 、その他のものを  $X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n$  とした場合、 $X_0$  を除く他の  $n$  個の標本の平均を  $\bar{X}$  とし、標本の分散から見て  $\bar{X}$  と  $X_0$  の差が有意ならば  $X_0$  は  $X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n$  と同じ集団には属しないと判断する方法である。以下にその手順を示す。

①仮説  $H_0$ : 不良標本( $X_0$ )と他の標本( $\bar{X}$ )との間に有意な差はないとする。

$$H_0 : X_0 = \bar{X} \quad (\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i / n)$$

②  $F_0$  を計算する。

$$F_0 = (n-1)(X_0 - \bar{X})^2 / (n+1)S^2$$

ただし、

$$S^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / n$$

③自由度  $\nu_1 = 1$ 、 $\nu_2 = n-1$  を求める。

④有意水準(危険率)  $\alpha$  を決めて、F 分布表により  $F_{\nu_2}^{\nu_1}(\alpha)$  の値を求める。

⑤  $F_0$  と  $F_{\nu_2}^{\nu_1}(\alpha)$  を比較して

$$F_0 \geq F_{\nu_2}^{\nu_1}(\alpha) \text{ ならば仮説棄却 : } H_0 : X_0 = \bar{X} \text{ は棄却}$$

$$F_0 < F_{\nu_2}^{\nu_1}(\alpha) \text{ ならば仮説採択 : } H_0 : X_0 = \bar{X} \text{ は採択}$$

とする。

⑥危険率  $\alpha$  での棄却限界を求めるには  $F_0 = F_{\nu_2}^{\nu_1}(\alpha)$  とおいて  $X_0$  を計算すればよいので、

$$X_0 = \bar{X} \pm S \sqrt{\{(n+1)/(n-1)\} \cdot F_{\nu_2}^{\nu_1}(\alpha)}$$

危険率  $\alpha$  の値は、仮説の採択又は棄却の判断にどの程度誤りを許容するかによって変える必要があるが、一般に 5% と考えておけばよいと考えられる。

(b) 異常年検定の検定項目

相対濃度は、風向及び風速並びに大気安定度(日射量、放射収支量及び風速によって定義



される)に依存する。つまり、相対濃度評価に用いる気象観測資料として異常がないことの必要条件は、敷地で観測した気象要素の異常年検定において風向及び風速並びに大気安定度に異常がないことである。

一方、異常年検定の検定項目として大気安定度は要求されていない。そのため、風向及び風速を異常年検定に用いる気象要素とする。

また、複数の気象観測資料を比較するに当たり、気象観測資料ごとに欠測数等が異なることによって出現回数による比較は困難となるため、風向別出現頻度及び風速別出現頻度を異常年検定の検定項目とする。

(c) 検定の判定基準

異常年検定において検定対象に異常がないとする判定基準は、以下の方針で実施する。

異常年検定は通常危険率 5%で行われる。つまり、異常でないと考えられる年でも確率的に「20 個に 1 個」は異常と判定される可能性がある。

そこで異常でないと考えられる年について異常と判定される項目数とその確率を計算した。 $n$  個の項目が異常と判定される確率  $P(n)$  は、次式から求められる。ここで、危険率は 5%、検定項目は 28 項目 (風向 16 方位 + 静穏 + 風速 11 階級) とした。

$$P(n) = {}_{28}C_n \times (1-0.95)^n \times (0.95)^{28-n}$$

計算結果を下表に示す。

異常と判定された項目数	確率(%)	異常でない確率(%) (下から累積)	備考
0	23.78	100.00	異常年と判定 されない範囲  
1	35.05	76.22	
2	24.90	41.17	
3	11.36	16.27	
4	3.74	4.91	
5	0.94	1.17	
6	0.19	0.23	
7	0.03	0.04	
8	0.00	~0	
9	0.00	~0	
10	0.00	~0	異常年と判定 される範囲

上表によれば、4項目以上が「異常」と判定される確率は、約4%以下と全て5%未満であり、3項目以下では約11%~約35%以上の確率で「異常」と判定される可能性があることになる。

このため、現在の28項目について、異常年検定で判定に使用している危険率5%とのバランスを考え、4個以上の項目が「異常」と判定された場合は、その年全体を異常と判定することが妥当であると考えられる。

#### (d) 異常年検定結果

2015年度の風向別出現頻度の検定結果を第5表、風速別出現頻度の検定結果を第6表に示す。2015年度の検定項目のうち異常と判断されたものはなかったため、「c. 検定の判定基準」に従い、2015年度の気象観測資料は2006年度から2016年度(ただし2015年度を除く。)と比較して異常がなく、敷地の気象の代表性を有していると判断した。

第5表 風向別出現頻度の検定結果(2015年度)\*1

観測場所：敷地内露場(地上高10m、標高44m)(%)

風向	比較年度												検定年度	棄却限界		判定*2
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2016	平均値 $\bar{X}$	標準偏差 $S$	2015	上限	下限	
N	2.32	1.90	2.01	2.60	2.62	2.50	2.63	3.40	2.20	2.37	2.46	0.40	1.90	3.45	1.47	○
NNE	3.33	2.82	3.42	4.00	4.65	5.68	5.65	4.88	5.06	2.75	4.22	1.06	2.40	6.87	1.58	○
NE	5.51	4.16	6.15	5.41	7.37	7.13	9.31	8.83	7.35	6.07	6.73	1.50	5.58	10.49	2.97	○
ENE	8.91	6.72	8.24	8.34	9.15	8.88	9.02	8.69	6.85	7.62	8.24	0.85	7.36	10.36	6.13	○
E	7.49	6.86	6.48	5.90	3.97	5.85	6.31	5.50	5.28	5.29	5.89	0.93	4.51	8.21	3.57	○
ESE	7.17	9.01	7.06	6.19	5.22	5.10	4.88	4.26	4.39	6.71	6.00	1.43	6.95	9.57	2.43	○
SE	4.44	3.79	4.32	4.21	2.13	1.99	2.37	1.47	2.44	3.29	3.04	1.04	3.35	5.64	0.45	○
SSE	1.20	1.22	1.73	2.47	3.20	2.58	2.80	2.34	2.13	2.02	2.17	0.62	1.59	3.72	0.62	○
S	2.42	3.01	3.76	3.40	2.62	2.28	2.53	2.11	2.47	2.52	2.71	0.49	2.20	3.95	1.48	○
SSW	2.38	3.57	3.09	2.76	2.37	2.02	1.82	2.03	2.09	2.36	2.45	0.52	2.57	3.74	1.15	○
SW	2.60	3.16	3.73	4.30	3.94	3.54	3.04	3.00	3.33	2.73	3.34	0.51	3.54	4.62	2.05	○
WSW	6.01	6.65	6.60	11.31	12.84	11.36	10.88	11.27	9.31	7.39	9.36	2.36	11.30	15.27	3.45	○
W	14.33	15.60	15.08	14.22	15.23	14.75	14.66	16.60	14.47	9.26	14.42	1.85	11.05	19.04	9.80	○
WNW	20.13	20.46	19.14	15.76	14.52	16.31	15.26	16.16	20.22	25.28	18.32	3.16	24.79	26.22	10.43	○
NW	7.82	7.57	5.80	5.13	5.36	5.43	4.87	4.78	6.95	7.69	6.14	1.17	5.71	9.06	3.22	○
NNW	2.82	2.10	1.96	2.50	2.66	2.68	2.40	2.90	2.32	3.06	2.54	0.33	2.15	3.37	1.71	○
Calm	1.14	1.39	1.42	1.50	2.14	1.91	1.57	1.78	3.14	3.61	1.96	0.76	3.06	3.87	0.06	○

\*1：小数第3位以下を四捨五入しているため、各年度における風向別出現頻度の合計は100にならない場合がある。

\*2：○は「異常でない」、×は「異常」を示す。

第6表 風速別出現頻度の検定結果(2015年度)\*1

観測場所：敷地内露場(地上高10m、標高44m)(%)

階級	風速 (m/s)	比較年度												検定 年度	棄却限界		判定*2
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2016	平均値 $\bar{X}$	標準 偏差 $S$		2015	上限	
0	0.0-0.4	1.14	1.39	1.42	1.50	2.14	1.91	1.57	1.78	3.14	3.61	1.96	0.76	3.06	3.87	0.06	○
1	0.5-1.4	15.94	16.82	17.24	18.44	20.08	19.34	18.38	19.21	18.26	22.04	18.58	1.65	19.47	22.70	14.45	○
2	1.5-2.4	20.91	21.54	23.84	23.63	23.41	20.69	24.23	23.25	24.28	24.08	22.99	1.32	24.12	26.30	19.68	○
3	2.5-3.4	18.17	16.09	16.25	17.04	16.45	17.15	18.30	18.14	16.35	15.12	16.91	1.00	15.19	19.40	14.41	○
4	3.5-4.4	11.97	12.74	11.19	10.50	10.76	11.99	10.60	10.29	9.44	10.36	10.98	0.94	10.11	13.33	8.64	○
5	4.5-5.4	8.40	9.33	7.79	8.43	7.73	8.11	7.22	8.05	7.50	8.19	8.07	0.56	8.97	9.46	6.69	○
6	5.5-6.4	6.76	7.12	6.14	6.54	6.04	6.91	5.60	6.34	6.51	6.17	6.41	0.43	7.08	7.49	5.34	○
7	6.5-7.4	5.92	5.66	4.84	4.68	4.75	5.39	4.52	5.01	4.76	3.96	4.95	0.54	4.64	6.31	3.59	○
8	7.5-8.4	4.39	3.42	3.16	3.57	3.40	3.72	3.52	3.64	3.63	2.94	3.54	0.36	3.58	4.44	2.63	○
9	8.5-9.4	2.78	2.36	2.39	2.62	2.59	2.23	2.75	2.31	2.55	1.96	2.45	0.24	2.17	3.06	1.85	○
10	9.5以上	3.62	3.52	5.74	3.03	2.65	2.56	3.32	2.01	3.57	1.57	3.16	1.08	1.61	5.86	0.45	○

\*1：小数第3位以下を四捨五入しているため、各年度における風向別出現頻度の合計は100にならない場合がある。

\*2：○は「異常でない」、×は「異常」を示す。

(iii) 相対濃度評価に用いる距離の設定

相対濃度の算出に当たっては、評価地点から敷地境界まで方位別の距離を設定する必要がある。ここでは、3号廃棄物埋設地から敷地境界までの距離を設定するに当たっての考え方及びその方法について述べる。

(a) 測定条件

a. 測定に用いる図面

今回測定に用いた図面は、3号廃棄物埋設地を含めたCAD図(1/5000)である。

b. 放出源の考え方

想定事故時における放射性物質の放出源は、その位置を特定することが困難であるため、保守的に敷地境界に近くなる施設の外周とする。

c. 方位の考え方

距離の設定に当たっては、16方位(真方位)に対し、放出源と敷地境界との距離が最短となるよう設定する。

(b) 測定方法と測定結果

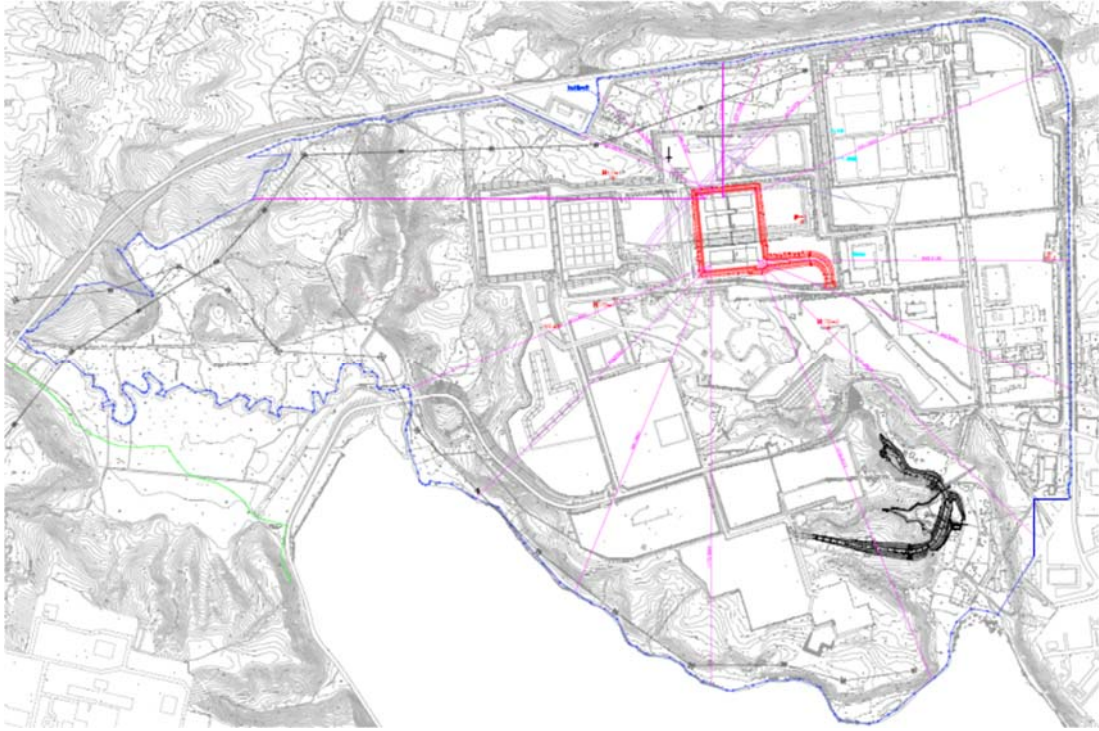
3号廃棄物埋設地から敷地境界までの16方位最短距離は、以下の方法により測定した。また、測定値は既申請と同様の考え方に基づいて丸めることにより、相対濃度評価に用いる距離の設定値とした。

a. 3号廃棄物埋設地

測定は図面実測により行った。放出源は3号廃棄物埋設地の外周に位置するとし、16方位に対する敷地境界までの最短距離を測定するため、埋設設備外周に沿って距離を測定した。

3号廃棄物埋設地の場合、明らかに敷地境界までの距離が短くなると判断できる埋設設備の北辺及び東辺から敷地境界までの距離を、その設備辺に沿って測定することで最短距離を測定し、同様の方法により16方位における距離を測定した。

その結果、3号廃棄物埋設地では北方向が最も短くなり373m、次いで短いのは北北西方向の384mであった。第10図に距離の測定に使用した図面を示す。



第10図 3号廃棄物埋設地から敷地境界までの16方位最短距離の測定

b. 数値の丸め方

測定値は若干の誤差を含むものであると思われるため、上記での測定値を保守的に丸めた値を距離の設定値とする。丸めの方法は既申請での考え方と同様に以下に示す方法に従うものとした。

- ・ 200m未満:1の位を切り捨てる。
- ・ 200m以上1000m未満:10の位を50m単位で保守側に丸める。
- ・ 1000m以上:10の位を切り捨てる。

3号廃棄物埋設地の敷地境界までの距離設定値を第7表に示す。

第7表 敷地境界までの距離設定値

方位	敷地境界までの16方位最短距離(m)	
	3号廃棄物埋設地	
	図面による測定値	設定値
北	373	350
北北東	437	400
北東	633	600
東北東	931	900
東	868	850
東南東	945	900
南東	1,121	1,100
南南東	1,270	1,200
南	1,173	1,100
南南西	991	950
南西	926	900
西南西	913	900
西	1,260	1,200
西北西	451	450
北西	418	400
北北西	384	350

(iv) 相対濃度評価

気象指針の考えに従い、気象観測資料により相対濃度( $\chi/Q$ )を評価する。

気象指針は、発電用原子炉施設の平常運転時及び想定事故時における線量評価に際し、大気中における放射性物質の拡散状態を推定するために必要な気象観測方法、観測値の統計処理方法及び大気拡散の解析方法を定めたものである。

ここでは、想定事故時の相対濃度評価の考え方や廃棄物埋設事業変更許可申請に当たっての相対濃度の評価方法について述べる。

(a) 想定事故時の相対濃度の考え方

相対濃度は毎時の風向、風速及び大気安定度を用いて計算された単位放出率当たりの当該時刻での風下濃度であり、大気中の拡散希釈の程度を表すものである。想定事故時においては、稀な気象条件下の濃度を導くため、相対濃度の出現確率は経験的に97%を採用して評価される。

実気象を用いた相対濃度評価では、代表性を有する1年の気象観測資料を基に評価し、方位(風向)別に相対濃度を小さい値から並べて整理し、97%において最大となる方位の値を線量評価に使用する相対濃度とする。

気象指針では、想定事故時における放射性物質の拡散について、以下のように解説している。

想定事故時における放射性物質の放出量及び放出条件(放出継続時間、放出源の有効高さ等)が定められると、風下の着目地点における放射性物質の濃度は、放出時の気象条件によって定まる。

しかし、想定事故が発生した時に遭遇する気象条件は、あらかじめ知ることができないので、この場合の気象条件は、確率的な手法で解析しなければならない。

このため指針では基本拡散式から導かれる $\chi/Q$ をもとに解析することとした。

「(中略)」

$\chi/Q$ は、毎時の風向、風速及び大気安定度を用いて計算した単位放出率当たりの当該時刻における風下濃度であり、いわば、大気中における拡散希釈の程度を表わすものである。

指針では、想定事故時においてめったに遭遇しない気象条件下の濃度を導くため、相対濃度の出現確率は過去の経験に照らして97%を採用して解析することとした。



(b) 相対濃度の計算

a. 相対濃度計算式

気象指針の考え方に従い、基本拡散式から導出される相対濃度は以下(2-1)式のとおり。

$$\chi/Q = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (\chi/Q)_i \cdot \delta_i \quad (2-1)$$

$\chi/Q$  : 実効放出継続時間中の相対濃度 (s/m<sup>3</sup>)  
 $T$  : 実行放出継続時間 (h)  
 $(\chi/Q)_i$  : 時刻*i*における相対濃度 (s/m<sup>3</sup>)  
 $\delta_i$  : 時刻*i*において風向きが当該方位にあるとき  $\delta_i=1$   
時刻*i*において風向きが他の方位にあるとき  $\delta_i=0$

短時間放出の場合における  $(\chi/Q)_i$  の計算に当たっては、方位内で風向き軸が一定と仮定して(2-2)式で計算する。

$$(\chi/Q)_i = \frac{1}{\pi \cdot \sigma_{yi} \cdot \sigma_{zi} \cdot U_i} \cdot \exp \left[ -\frac{H^2}{2\sigma_{zi}^2} \right] \quad (2-2)$$

$\sigma_{yi}$  : 時刻*i*における濃度分布の*y*方向の拡がりのパラメータ (m)  
 $\sigma_{zi}$  : 時刻*i*における濃度分布の*z*方向の拡がりのパラメータ (m)  
 $U_i$  : 時刻*i*における風速 (m/s)  
 $H$  : 放出源の有効高さ (m)

b. 濃度分布の拡がりのパラメータ  $\sigma_y$  及び  $\sigma_z$

(2-2)式に示される濃度分布の拡がりのパラメータ  $\sigma_y$  及び  $\sigma_z$  は一般的に以下の値が用いられる。

$$\sigma_y = 0.67775 \cdot \theta_{0.1} \cdot (5 - \log x) \cdot x \quad (2-3)$$

$$\sigma_z = \min(\sigma_1 \cdot x^{a_1+a_2 \log x+a_3(\log x)^2}, 1000) \quad (2-4)$$

ここで、 $x$ は敷地境界までの距離(km)、その他のパラメータは第8表で与えられる。

第8表  $\sigma_y$  及び  $\sigma_z$  の値を求めるに当たり使用する各パラメータの数値

大気安定度	$\theta_{0.1}$	$\sigma_1$		$\alpha_1$		$\alpha_2$		$\alpha_3$	
		$x \geq 0.2\text{km}$	$x < 0.2\text{km}$	$x \geq 0.2\text{km}$	$x < 0.2\text{km}$	$x \geq 0.2\text{km}$	$x < 0.2\text{km}$	$x \geq 0.2\text{km}$	$x < 0.2\text{km}$
A	50	768.1	165	3.9077	1.07	3.898	0	1.7330	0
B	40	122.0	83.7	1.4132	0.894	0.49523	0	0.12772	0
C	30	58.1	58.0	0.8916	0.891	-0.001649	0	0.0	0
D	20	31.7	33.0	0.7626	0.854	-0.095108	0	0.0	0
E	15	22.2	24.4	0.7117	0.854	-0.12697	0	0.0	0
F	10	13.8	15.5	0.6582	0.822	-0.1227	0	0.0	0

(c) 相対濃度の評価

a. 相対濃度評価を行う施設

相対濃度評価の対象とする施設は3号廃棄物埋設地とした。

b. 相対濃度評価の前提条件

計算式は気象指針に示される基本拡散式から導かれる相対濃度の計算式を使用し、既申請の考え方と同様に1方向への拡散のみを考慮した。また、放出源の有効高さ(0m)、放出継続時間(1時間)についても既申請と同様の条件とした。

c. 相対濃度評価に使用する気象観測資料

敷地内の気象観測点にて2015年度に観測した1時間ごとの気象観測資料を使用した。

d. 気象観測資料の取扱い

気象指針の考え方に従い、気象観測資料は相対濃度の計算過程では以下のように取り扱った。

- ・ 中間安定度A-B、B-C及びC-Dについては、A-BはBに、B-CはCに、C-DはDに、また、夜間の2m/s未満の欄のGはFとみなして処理する。
- ・ 0.5m/s未満の風速は一律0.5m/sとして取り扱う。
- ・ 静穏時の風向は静穏出現前の風向として取り扱う。

この点について気象指針では以下のように解説している。

静穏時における拡散は、有風時と同様に扱うべきではないが、現在適切な実用拡散式がないため、次の理由から便宜上風速を0.5m/sとして有風時の拡散式に適用することとした。

感度のよい微風向・微風速計では静穏時でも0.5m/s以上の風速を示していることが多く、また、静穏時における放射性雲からのガンマ線被曝も極端に高い実測値が得られていないことから、静穏時においても大気による拡散希釈は行われているものと考えられる。

指針では、このような事実を考慮して、静穏時の風速は0.5m/sとして有風時の拡散式を適用することとした。静穏時の風向については、平常運転時の場合には、静穏時の微風向・微風速計による風向分布が0.5~2.0m/sの風向分布にほぼ一致することから0.5~2.0m/sの風向出現頻度に比例配分することとした。

また、想定事故時の場合には、風向の持続性等を考慮して静穏時の風向は、静穏出現前の風向とする事とした。

e. 放出源から敷地境界までの距離の設定

3号廃棄物埋設地から敷地境界までの16方位最短距離は、第7表に示した設定値を用いた。

(d) 評価結果

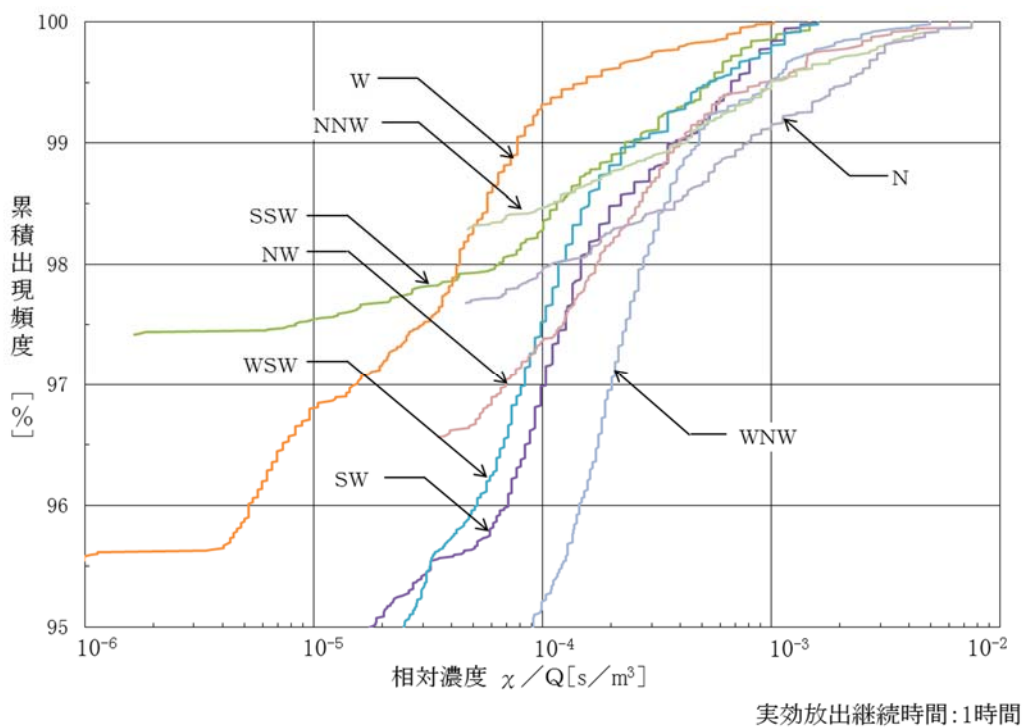
各施設の2015年度の相対濃度の評価結果を第9表に示す。表中の方位は風下、相対濃度の値は切り上げ処理をしたものを記載している。各方位の累積出現頻度97%を16方位の相対濃度とし、相対濃度が最大となる方位を採用した。

また、3号廃棄物埋設地放出の方位別相対濃度の累積出現頻度を第11図に示す。図中の方位は風下を記載している。

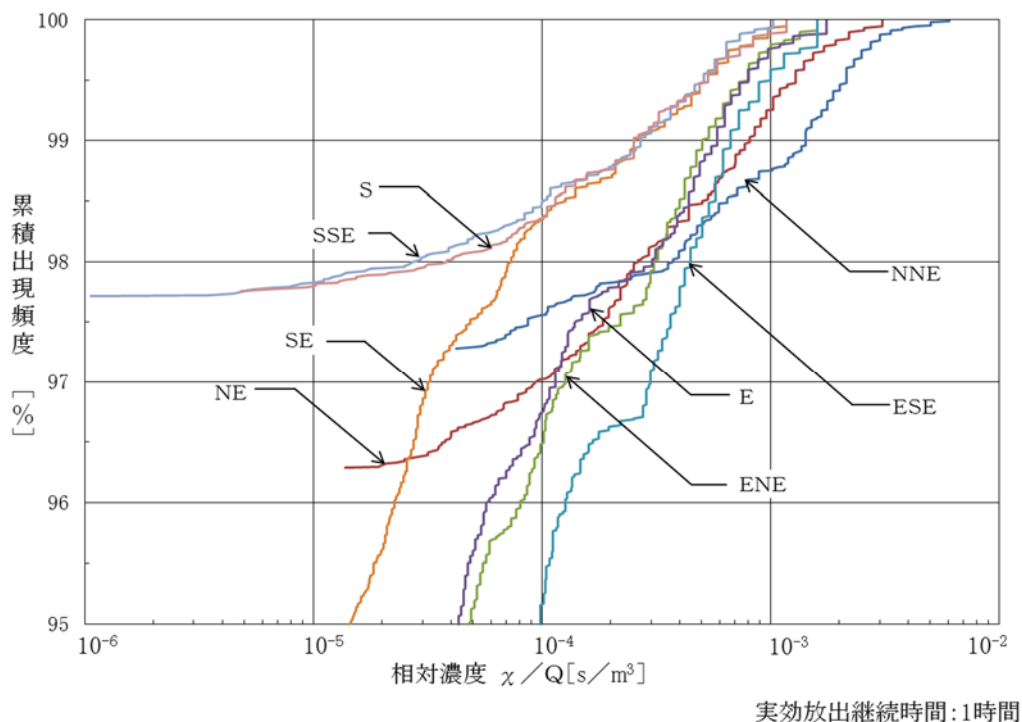
第9表 3号廃棄物埋設地の最大となる相対濃度評価結果

施設	方位	距離 (m)	相対濃度	
			(h/m <sup>3</sup> )	(s/m <sup>3</sup> )
3号廃棄物埋設地	ESE	900	$8.3 \times 10^{-8}$	$3.0 \times 10^{-4}$

(評価年度：2015年度)



第11図 3号廃棄物埋設地放出の方位別相対濃度の累積出現頻度(1/2)



第 11 図 3 号廃棄物埋設地放出の方位別相対濃度の累積出現頻度 (2/2)

(v) まとめ

敷地で観測した至近 11 年間(2006 年度～2016 年度)の気象観測資料を用いて異常年検定及び相対濃度評価を行った結果を以下にまとめる。

- ・敷地で観測した至近 11 年間の気象観測資料について、危険率 5%で棄却検定を行った。その結果として、相対濃度評価に用いる気象観測資料として異常ではない最新の気象観測資料は 2015 年度のものであることを確認した。
- ・敷地で観測した 2015 年度の気象観測資料により 3 号廃棄物埋設地について相対濃度計算を行ったところ、 $3.0 \times 10^{-4} \text{s/m}^3$  (ESE)であった。

(vi) 参考文献

- (1) 原子力安全委員会(平成 13 年)：発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針

(2) 線量評価におけるパラメーター一覧

想定事故時の線量評価に用いるパラメータ\*1

パラメータ名	頁番号
廃棄体中の核種 <i>i</i> の放射エネルギー	27
屋外労働作業中の呼吸率	28
核種 <i>i</i> の吸入摂取による線量換算係数	29
廃棄体落下に伴う内容物の飛散率	30
相対濃度	31

\*1：想定事故時の線量評価で用いるパラメータと同様に設定する。

パラメータ	名 称			単 位																									
	廃棄体中の核種 <i>i</i> の放射エネルギー			[Bq/本]																									
区分	<input checked="" type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 想定事故時																										
設定値	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">核種</th> <th>設定値</th> </tr> <tr> <th>3号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H-3</td> <td><math>7.2 \times 10^7</math></td> </tr> <tr> <td>C-14</td> <td><math>9.5 \times 10^6</math></td> </tr> <tr> <td>Co-60</td> <td><math>7.2 \times 10^8</math></td> </tr> <tr> <td>Ni-59</td> <td><math>2.4 \times 10^5</math></td> </tr> <tr> <td>Ni-63</td> <td><math>2.7 \times 10^7</math></td> </tr> <tr> <td>Sr-90</td> <td><math>3.2 \times 10^6</math></td> </tr> <tr> <td>Nb-94</td> <td><math>3.9 \times 10^4</math></td> </tr> <tr> <td>Tc-99</td> <td><math>3.6 \times 10^2</math></td> </tr> <tr> <td>I-129</td> <td><math>4.0 \times 10^1</math></td> </tr> <tr> <td>Cs-137</td> <td><math>3.5 \times 10^6</math></td> </tr> <tr> <td>全<math>\alpha</math></td> <td><math>1.1 \times 10^6</math></td> </tr> </tbody> </table>				核種	設定値	3号	H-3	$7.2 \times 10^7$	C-14	$9.5 \times 10^6$	Co-60	$7.2 \times 10^8$	Ni-59	$2.4 \times 10^5$	Ni-63	$2.7 \times 10^7$	Sr-90	$3.2 \times 10^6$	Nb-94	$3.9 \times 10^4$	Tc-99	$3.6 \times 10^2$	I-129	$4.0 \times 10^1$	Cs-137	$3.5 \times 10^6$	全 $\alpha$	$1.1 \times 10^6$
核種	設定値																												
	3号																												
H-3	$7.2 \times 10^7$																												
C-14	$9.5 \times 10^6$																												
Co-60	$7.2 \times 10^8$																												
Ni-59	$2.4 \times 10^5$																												
Ni-63	$2.7 \times 10^7$																												
Sr-90	$3.2 \times 10^6$																												
Nb-94	$3.9 \times 10^4$																												
Tc-99	$3.6 \times 10^2$																												
I-129	$4.0 \times 10^1$																												
Cs-137	$3.5 \times 10^6$																												
全 $\alpha$	$1.1 \times 10^6$																												
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>・総放射エネルギー及び埋設する廃棄体本数を基に算出した。</li> </ul>																												
備考																													
文献																													

パラメータ	名 称		単 位				
	屋外労働作業中の呼吸率		[m <sup>3</sup> /h]				
区分	<input checked="" type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 想定事故時				
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>設定値</th> <th>既申請値*1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.2</td> <td>1.2</td> </tr> </tbody> </table>			設定値	既申請値*1	1.2	1.2
設定値	既申請値*1						
1.2	1.2						
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>文献<sup>(1)</sup>に示されている成人男性の就業中の平均呼吸量から、次式により求めた値を設定した。 <math>9.6\text{m}^3/8\text{h}=1.2\text{m}^3/\text{h}</math></li> <li>屋外労働作業中の呼吸率は、個人ごとにある程度変動すると考えられる。しかし、上記文献に基づくと、就業中の平均呼吸量は成人男性で<math>9.6\text{m}^3/8\text{h}</math>、成人女性で<math>7.9\text{m}^3/8\text{h}</math>であり、線量評価結果に大きな影響を与えるような変動は想定されない。</li> </ul>						
備考	*1：参考として、平成10年10月8日付け10安(廃規)第49号をもって事業変更の許可を受けた廃棄物埋設事業変更許可申請書の値(以下「既申請値」という。)を記載する。なお、3号廃棄物埋設施設は比較対象として2号廃棄物埋設施設の既申請値を記載する。						
文献	(1) International Commission on Radiological Protection(2002):Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: Reference Values, ICRP Publication 89						

パラメータ	名 称			単 位																																																
	核種 <i>i</i> の吸入摂取による線量換算係数			[Sv/Bq]																																																
区分	<input checked="" type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 想定事故時																																																	
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>設定値</th> <th>考慮した 子孫核種等 (生成割合)</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H-3</td> <td><math>4.5 \times 10^{-11}</math></td> <td>-</td> <td><math>1.7 \times 10^{-11}</math></td> </tr> <tr> <td>C-14</td> <td><math>2.0 \times 10^{-9}</math></td> <td>-</td> <td><math>5.6 \times 10^{-10}</math></td> </tr> <tr> <td>Co-60</td> <td><math>1.0 \times 10^{-8}</math></td> <td>-</td> <td><math>4.1 \times 10^{-8}</math></td> </tr> <tr> <td>Ni-59</td> <td><math>1.3 \times 10^{-10}</math></td> <td>-</td> <td><math>3.6 \times 10^{-10}</math></td> </tr> <tr> <td>Ni-63</td> <td><math>4.8 \times 10^{-10}</math></td> <td>-</td> <td><math>8.4 \times 10^{-10}</math></td> </tr> <tr> <td>Sr-90</td> <td><math>3.8 \times 10^{-8}</math></td> <td>Y-90(100%)</td> <td><math>3.4 \times 10^{-7}</math></td> </tr> <tr> <td>Nb-94</td> <td><math>1.1 \times 10^{-8}</math></td> <td>-</td> <td><math>9.0 \times 10^{-8}</math></td> </tr> <tr> <td>Tc-99</td> <td><math>4.0 \times 10^{-9}</math></td> <td>-</td> <td><math>2.0 \times 10^{-9}</math></td> </tr> <tr> <td>I-129</td> <td><math>3.6 \times 10^{-8}</math></td> <td>-</td> <td><math>4.7 \times 10^{-8}</math></td> </tr> <tr> <td>Cs-137</td> <td><math>4.6 \times 10^{-9}</math></td> <td>-</td> <td><math>8.7 \times 10^{-9}</math></td> </tr> <tr> <td>全α</td> <td><math>5.0 \times 10^{-5}</math></td> <td>-</td> <td><math>1.2 \times 10^{-4}</math></td> </tr> </tbody> </table>				核種	設定値	考慮した 子孫核種等 (生成割合)	既申請値	H-3	$4.5 \times 10^{-11}$	-	$1.7 \times 10^{-11}$	C-14	$2.0 \times 10^{-9}$	-	$5.6 \times 10^{-10}$	Co-60	$1.0 \times 10^{-8}$	-	$4.1 \times 10^{-8}$	Ni-59	$1.3 \times 10^{-10}$	-	$3.6 \times 10^{-10}$	Ni-63	$4.8 \times 10^{-10}$	-	$8.4 \times 10^{-10}$	Sr-90	$3.8 \times 10^{-8}$	Y-90(100%)	$3.4 \times 10^{-7}$	Nb-94	$1.1 \times 10^{-8}$	-	$9.0 \times 10^{-8}$	Tc-99	$4.0 \times 10^{-9}$	-	$2.0 \times 10^{-9}$	I-129	$3.6 \times 10^{-8}$	-	$4.7 \times 10^{-8}$	Cs-137	$4.6 \times 10^{-9}$	-	$8.7 \times 10^{-9}$	全α	$5.0 \times 10^{-5}$	-	$1.2 \times 10^{-4}$
核種	設定値	考慮した 子孫核種等 (生成割合)	既申請値																																																	
H-3	$4.5 \times 10^{-11}$	-	$1.7 \times 10^{-11}$																																																	
C-14	$2.0 \times 10^{-9}$	-	$5.6 \times 10^{-10}$																																																	
Co-60	$1.0 \times 10^{-8}$	-	$4.1 \times 10^{-8}$																																																	
Ni-59	$1.3 \times 10^{-10}$	-	$3.6 \times 10^{-10}$																																																	
Ni-63	$4.8 \times 10^{-10}$	-	$8.4 \times 10^{-10}$																																																	
Sr-90	$3.8 \times 10^{-8}$	Y-90(100%)	$3.4 \times 10^{-7}$																																																	
Nb-94	$1.1 \times 10^{-8}$	-	$9.0 \times 10^{-8}$																																																	
Tc-99	$4.0 \times 10^{-9}$	-	$2.0 \times 10^{-9}$																																																	
I-129	$3.6 \times 10^{-8}$	-	$4.7 \times 10^{-8}$																																																	
Cs-137	$4.6 \times 10^{-9}$	-	$8.7 \times 10^{-9}$																																																	
全α	$5.0 \times 10^{-5}$	-	$1.2 \times 10^{-4}$																																																	
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICRP の文献<sup>(1)(2)</sup>を参照する。</li> <li>文献<sup>(2)</sup>にも線量換算係数の記載はあるが、これは作業者への被ばくに関するデータであり、今回の評価は一般公衆の被ばくに対するものであるため、文献<sup>(1)</sup>を参照した。</li> <li>文献<sup>(1)</sup>には一般公衆の年齢別線量係数が示されているが、このうちの成人(Adult)の数値で、肺での吸収型が不明な場合の推奨値が示されている核種はその数値を、推奨値が示されていない核種は最大の数値を引用した。また、経口摂取と同様に、短半減期の娘核種のうち、文献<sup>(1)</sup>に示されている核種の寄与を考慮している。</li> <li>子孫核種に関して、短半減期の娘核種のうち、文献<sup>(1)</sup>に示されている核種については、生成割合を考慮して親核種の線量換算係数に足し合わせた。ただし、文献<sup>(1)</sup>に示されていない娘核種については、親核種に記載された線量換算係数の数値をそのまま使用した。</li> <li>全α核種の線量換算係数は、組成比が大きい Pu-239(線量換算係数 <math>5.0 \times 10^{-5}</math>) と Am-241(線量換算係数 <math>4.2 \times 10^{-5}</math>) の値のうち大きい方(Pu-239)を用いる。</li> </ul>																																																			
備考																																																				
文献	<p>(1) International Commission on Radiological Protection(1996):Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients, ICRP Publication 72</p> <p>(2) International Commission on Radiological Protection(1994):Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 68</p>																																																			



パラメータ	名 称			単 位																																														
	廃棄体落下に伴う内容物の飛散率			[-]																																														
区分	<input type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input checked="" type="checkbox"/> 想定事故時																																															
設定値	1×10 <sup>-5</sup>																																																	
設定根拠	<p>・文献<sup>(1)</sup>における廃棄体落下事故評価用の廃棄体内容物の飛散率を以下の表に示す。本施設に埋設する廃棄体はセメント系充填材を用いた充填固化体であることから、同様にセメント固化された樹脂、スラッジ及び濃縮廃液のセメント固化体における値を飛散率として設定した。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>廃棄体内容物</th> <th>飛散率[-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>脱水ゼオライト、樹脂、スラッジ、フィルタカートリッジ</td> <td>1×10<sup>-4</sup></td> </tr> <tr> <td>樹脂、スラッジ及び濃縮廃液のセメント固化体</td> <td>1×10<sup>-5</sup></td> </tr> <tr> <td>樹脂、スラッジ及び濃縮廃液のビニルエステル(プラスチック)固化体</td> <td>1×10<sup>-6</sup></td> </tr> <tr> <td>廃棄物のビチューメン固化体</td> <td>1×10<sup>-6</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>・また、電気事業者及び日本原燃が1995年に共同で実施した充填固化体の廃棄体落下試験によると、吊り上げ高さ8m(3号埋設クレーンの最大吊上げ高さと同様)から廃棄体落下した際の漏出率は最大で6.4×10<sup>-7</sup>であり、1×10<sup>-5</sup>よりも小さな値である。落下試験の値を以下に示す。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>収納廃棄物</th> <th>収納状態</th> <th>収納容器</th> <th>廃棄体重量 [kg]</th> <th>漏出物重量 [mg]</th> <th>漏出率*1 [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非圧縮物</td> <td>普通</td> <td>ドラム缶</td> <td>583</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>非圧縮物</td> <td>密</td> <td>内張容器</td> <td>461</td> <td>104</td> <td>2.3×10<sup>-7</sup></td> </tr> <tr> <td>非圧縮物</td> <td>密</td> <td>内籠容器</td> <td>477</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>圧縮体</td> <td>-</td> <td>内籠容器</td> <td>389</td> <td>249</td> <td>6.4×10<sup>-7</sup></td> </tr> <tr> <td>溶融体</td> <td>-</td> <td>ドラム缶</td> <td>870</td> <td>87</td> <td>1.0×10<sup>-7</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>*1 : (漏出率[-]) = (漏出物重量[kg]) / (廃棄物重量[kg])</p>				廃棄体内容物	飛散率[-]	脱水ゼオライト、樹脂、スラッジ、フィルタカートリッジ	1×10 <sup>-4</sup>	樹脂、スラッジ及び濃縮廃液のセメント固化体	1×10 <sup>-5</sup>	樹脂、スラッジ及び濃縮廃液のビニルエステル(プラスチック)固化体	1×10 <sup>-6</sup>	廃棄物のビチューメン固化体	1×10 <sup>-6</sup>	収納廃棄物	収納状態	収納容器	廃棄体重量 [kg]	漏出物重量 [mg]	漏出率*1 [-]	非圧縮物	普通	ドラム缶	583	0	0	非圧縮物	密	内張容器	461	104	2.3×10 <sup>-7</sup>	非圧縮物	密	内籠容器	477	0	0	圧縮体	-	内籠容器	389	249	6.4×10 <sup>-7</sup>	溶融体	-	ドラム缶	870	87	1.0×10 <sup>-7</sup>
廃棄体内容物	飛散率[-]																																																	
脱水ゼオライト、樹脂、スラッジ、フィルタカートリッジ	1×10 <sup>-4</sup>																																																	
樹脂、スラッジ及び濃縮廃液のセメント固化体	1×10 <sup>-5</sup>																																																	
樹脂、スラッジ及び濃縮廃液のビニルエステル(プラスチック)固化体	1×10 <sup>-6</sup>																																																	
廃棄物のビチューメン固化体	1×10 <sup>-6</sup>																																																	
収納廃棄物	収納状態	収納容器	廃棄体重量 [kg]	漏出物重量 [mg]	漏出率*1 [-]																																													
非圧縮物	普通	ドラム缶	583	0	0																																													
非圧縮物	密	内張容器	461	104	2.3×10 <sup>-7</sup>																																													
非圧縮物	密	内籠容器	477	0	0																																													
圧縮体	-	内籠容器	389	249	6.4×10 <sup>-7</sup>																																													
溶融体	-	ドラム缶	870	87	1.0×10 <sup>-7</sup>																																													
備考																																																		
文献	(1) U.S.NRC(1981):NUREG-0683 Final Programmatic Environmental Impact Statement related to decontamination and disposal of radioactive waste resulting from March 28, 1979, accident Three Mile Island Nuclear Station, Unit 2																																																	

パラメータ	名 称			単 位
	相対濃度			[s/m <sup>3</sup> ]
区分	<input type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input checked="" type="checkbox"/> 想定事故時	
設定値	3号 : $3.0 \times 10^{-4}$			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 詳細については「(1) 想定事故時の相対濃度」にて整理。</li> </ul>			
備考				
文献				

## 覆土の安全機能喪失時の評価

## 目次

1. 覆土の安全機能喪失時の評価 .....	1
(1) 移行抑制機能 .....	1
(2) 遮蔽機能 .....	1
(3) 線量評価 .....	1

## 1. 覆土の安全機能喪失時の評価

覆土の安全機能は、移行抑制機能及び遮蔽機能であり、その機能の喪失により公衆に及ぼす影響を評価した結果について、考え方とともに以下に示す。

### (1) 移行抑制機能

移行抑制機能は、低透水性と収着性により構成される。

ここで、低透水性は、変形に対する追従性及び液状化に対する抵抗性を有する設計とすることで、地震による損傷を防止し、機能を維持できる設計としている。

覆土は、安定した地盤の一部を掘り込んだ箇所に設置していることから、安全機能に有意な影響をあたえる変形は発生しない。

覆土の液状化については、液状化し難い材料を用いて適切な管理方法で施工することにより、液状化抵抗性のある設計とする。

また、収着性は、放射性物質とバリア材料との相互作用によるものである。そのため、収着性は覆土が存在する限り喪失はしない。収着性を期待する難透水性覆土及び上部覆土は、安定した地盤の一部を掘り込んだ箇所に設置していることから、地震により覆土は全損することはない。

### (2) 遮蔽機能

遮蔽機能を期待する難透水性覆土及び下部覆土は上部覆土に覆われていることから、外部からの衝撃による破損は生じ難い。また、破損した場合でも、難透水性覆土及び下部覆土は上部覆土に覆われていることから、遮蔽機能への影響は限定的である。

### (3) 線量評価

覆土完了時点から覆土の低透水性及び収着性が同時に喪失し、放射性物質の漏えいが生じるケースについて評価した。評価は、「第十条 廃棄物埋設地のうち第四号（廃止措置の開始後の評価）4. (2) (v) d. その他」で行ったバリア機能の一部が喪失した場合を仮定した線量評価のうち人工バリアの低透水性を喪失したケースを基に、収着性も同時に喪失するものとした。

覆土の低透水性及び収着性が同時に喪失した場合の公衆の受ける影響を評価した結果は、覆土完了から廃止措置の開始までの期間を含めても、最大線量は、1号廃棄物埋設施設で約  $10 \mu\text{Sv/y}$ 、2号廃棄物埋設施設で約  $3.1 \mu\text{Sv/y}$ 、3号廃棄物埋設施設で約  $3.2 \mu\text{Sv/y}$  である。

覆土の遮蔽機能が喪失した場合に公衆に及ぼす影響については、覆土完了後は埋設設備による遮蔽を期待しないことから、覆土のない覆土前の状態で埋設設備の遮蔽機能の喪失を想定した場合の評価に包含される。

廃棄物埋設施設における  
許可基準規則への適合性について

第五条 津波による損傷の防止

(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)

2020年12月

日本原燃株式会社

## 目 次

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第五条及びその解釈.....	1
2. 廃棄物埋設施設の安全機能について.....	2
3. 設計対象設備.....	2
4. 許可基準規則への適合のための設計方針.....	3
5. 許可基準規則への適合性説明.....	3
(1) 廃棄物埋設地の立地的特徴.....	3
(2) 津波影響に対する評価フロー.....	6
6. 既往津波に関する検討.....	8
(1) 文献調査.....	8
(2) 既往津波の再現性の確認.....	20
7. 既往知見を踏まえた津波の評価.....	30
(1) 地震に起因する津波の評価.....	30
(2) 地震以外の要因に起因する津波の評価.....	57
(3) まとめ.....	62
8. 廃棄物埋設地の安全性評価.....	63
(1) すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルの設定.....	63
(2) すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルによる評価結果.....	68
9. 参考文献.....	70

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第五条及びその解釈

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則

(津波による損傷の防止)

第五条 安全機能を有する施設は、その供用中に当該安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

第5条(津波による損傷の防止)

- 1 第5条に規定する「大きな影響を及ぼすおそれがある津波」は、敷地及びその周辺地域における過去の記録、現地調査の結果、行政機関等が実施した津波シミュレーションの結果及び最新の科学的・技術的知見等を踏まえ、影響が最も大きいものとする。
- 2 第5条に規定する「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない」を満たすために、前項の津波に対する廃棄物埋設施設の設計に当たっては、以下のいずれかの方針によること。
  - 一 安全機能を有する施設は、津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。
  - 二 津波による遡上波が到達する高さにある場合には、遡上波によって安全機能を損なうおそれがないこと。「安全機能を損なうおそれがないこと」とは、遡上波による安全機能への影響を評価し、施設の一部の機能が損なわれることがあっても、廃棄物埋設施設全体として安全性が確保されることをいう。なお、「安全機能を損なうおそれがないこと」には、防潮堤等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置して、遡上波の到達又は流入を防止することを含む。
- 3 前項の遡上波の到達防止に当たっては、実用炉設置許可基準解釈別記3第5条第3項第1号②の方針を準用すること。
- 4 本規定第5条第2項第2号の津波防護施設及び浸水防止設備並びに津波監視設備



## 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

を設置する場合には、実用炉設置許可基準解釈別記3第5条第3項第2号及び第5号から第7号までの方針を準用すること。この場合において、これら規定中「発電所」とあるのは「廃棄物埋設施設」と読み替えるものとする。

### 2. 廃棄物埋設施設の安全機能について

安全機能については、第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「許可基準規則」という。）第二条第2項第一号に「安全機能」とは、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるものをいう。」とある。

したがって、安全機能に対する考え方としては、許可基準規則第二条第2項第一号を考慮し、安全機能を「放射性物質の漏出を防止する機能」、「移行抑制機能<sup>\*1</sup>」、「遮蔽機能」とし、その機能の維持期間及び考え方を第1表にまとめる。

第1表 ピット処分における安全機能

安全機能	廃止措置の開始前		廃止措置の開始後
	放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了まで	覆土完了から廃止措置の開始まで	
放射性物質の漏出を防止する機能	○	-	-
移行抑制機能	-	○	△
遮蔽機能	○	○	△

○：安全機能を維持する  
△：必要な安全機能を期待出来るよう設計する  
-：考慮しない

\*1：本資料では、放射性物質の漏出を低減する機能及び生活環境への移行を抑制する機能を「移行抑制機能」という。

ここで、廃棄物埋設施設のうち安全機能を有する設備は、埋設設備、排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層及び覆土である。

### 3. 設計対象設備

許可基準規則第五条の設計対象は、1号廃棄物埋設施設のうち埋設設備7,8群及び覆土、2号廃棄物埋設施設のうち覆土、3号廃棄物埋設施設のうち埋設設備、ポーラスコンクリート

ト層及び覆土とする。なお、取水設備は設置していないことを踏まえ、津波評価は水位上昇側のみ行う。

#### 4. 許可基準規則への適合のための設計方針

安全機能を有する施設は、敷地及びその周辺地域における過去の記録、現地調査の結果、行政機関等が実施した津波シミュレーションの結果及び最新の科学的・技術的知見を踏まえ、影響が最も大きい津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置し、安全機能を損なわない設計とする。

#### 5. 許可基準規則への適合性説明

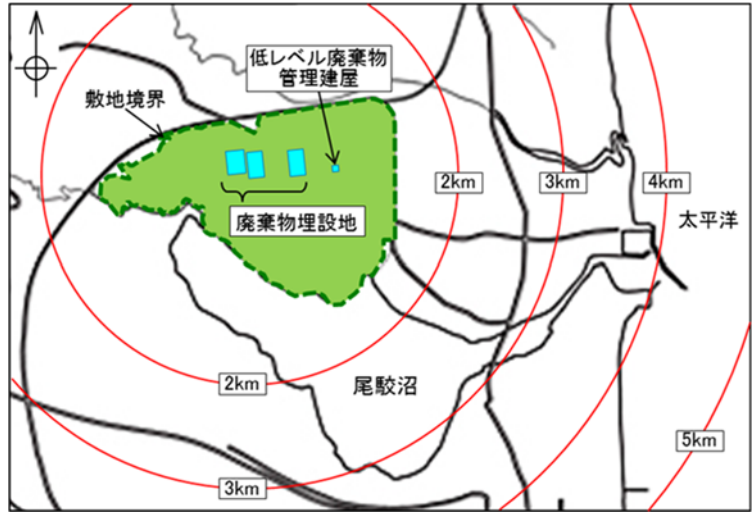
許可基準規則の適合性の説明に当たり、廃棄物埋設地の立地的特徴を踏まえ、既往津波の敷地への到達実績及び既往知見を踏まえた津波の評価結果から、安全機能を有する施設の安全機能に対する津波の影響を評価した。津波の影響評価に当たっては、1号、2号及び3号廃棄物埋設地が標高30m以上の台地上に位置することから、1号、2号及び3号廃棄物埋設地を含めた敷地全体に対する影響を評価した。

##### (1) 廃棄物埋設地の立地的特徴

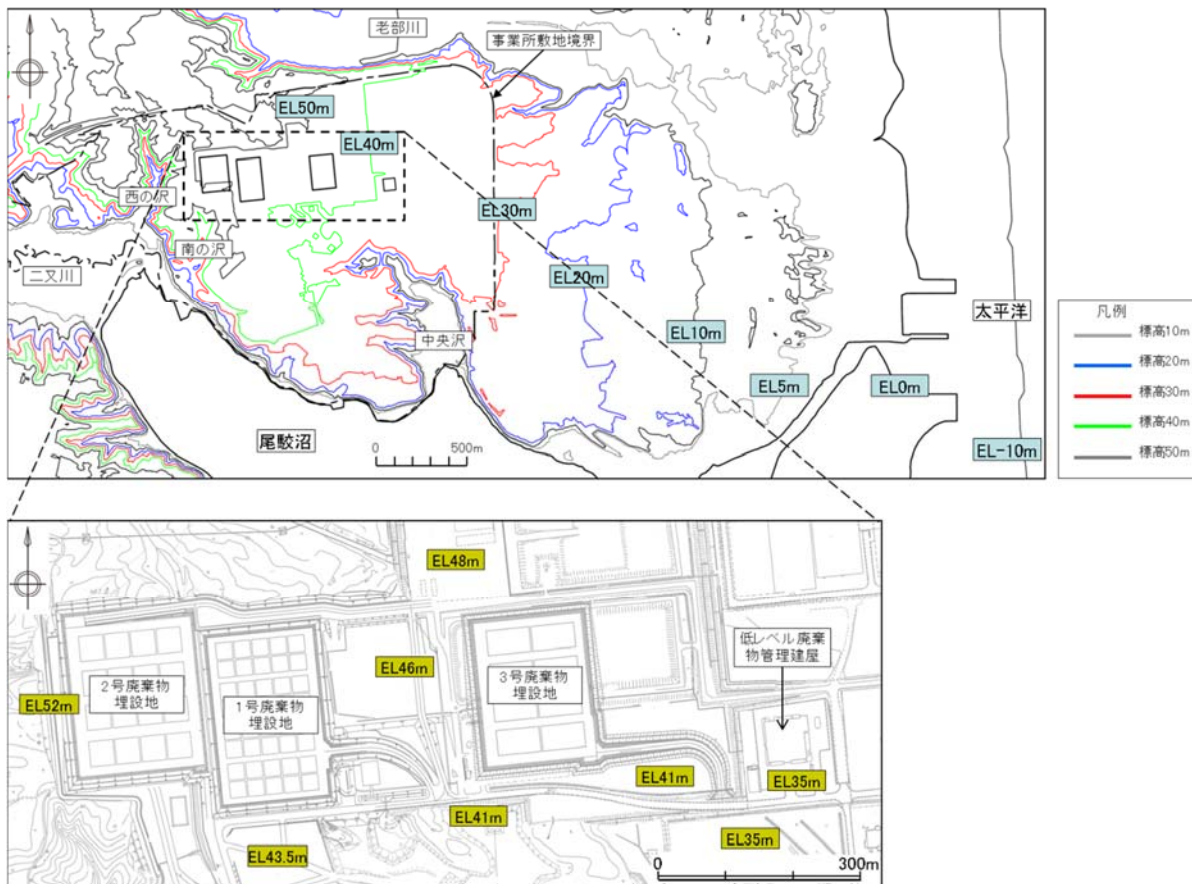
廃棄物埋設地は、海岸から約3km離れた標高30m以上の台地に位置するものとし、取水設備はない。

埋設設備は、標高41m～52mの造成面を掘り下げて設置し、覆土後は造成前の標高へ近づけるものとしている。

廃棄物埋設地の位置を第1図、標高を第2図に示す。



第1図 廃棄物埋設地の位置図



\*1：標高(ELm)は造成面標高を示す。

第2図 廃棄物埋設地付近の標高\*1

## (2) 津波影響に対する評価フロー

評価フローについては、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」(平成 25 年 6 月 19 日 原規技発第 1306193 号 原子力規制委員会決定)及び当社再処理施設が検討並びに確認している津波影響評価(再処理事業所再処理事業変更許可申請書 本文及び添付書類の一部補正について)(令和 2 年 4 月 28 日))を参考とし、まず、文献調査により既往津波の規模観を把握し、敷地に津波が到達した履歴がないことを確認する。次に、既往知見を踏まえた津波の評価として、敷地に影響を与える可能性が最も大きい地震に起因する津波の評価を行い、想定される津波の規模観について把握する。以上の結果を踏まえて、安全機能を有する施設の安全性評価として、津波に対して安全機能を有する施設の安全機能が損なわれるおそれがないことを確認する。また、すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルについても、津波が廃棄物埋設地の位置する高さに到達する可能性がないことを確認する。評価フローの詳細については第 3 図に示す。

#### 6. 既往津波に関する検討\*1

文献調査より既往津波の規模観を把握し、  
廃棄物埋設地が位置する敷地に到達した履歴がないこと及び既往津波の再現性を確認する。



#### 7. 既往知見を踏まえた津波の評価\*1

既往知見を踏まえた津波の評価を行い、想定される津波の規模観について把握する。

- 地震に起因する津波としてプレート間地震、海洋プレート内地震及び海域の活断層による地殻内地震について評価を行う。
- 地震に起因する津波のうち敷地に影響を与える可能性が最も大きかったプレート間地震に起因する津波の評価として、北方の千島海溝沿いの領域への連動を考慮した連動型地震(以下「北方への連動型地震」という。)及び南方の日本海溝沿いの領域への連動を考慮した連動型地震(以下「南方への連動型地震」という。)について検討を行う。
- 北方への連動型地震については波源モデルを設定して検討を実施し、南方への連動型地震については青森県海岸津波対策検討会(2012、2015)<sup>(1)(2)</sup>の結果を参照した。
- また、地震以外の要因に起因する津波の評価を行う。



#### 8. 廃棄物埋設地の安全性評価\*1

既往知見を踏まえて想定された津波の規模観が敷地に与える影響について評価する。

すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルについても、津波が廃棄物埋設地の位置に到達する可能性がないことを確認する。

\*1：フローの項目は本資料における章タイトルに対応する。

第3図 廃棄物埋設地への影響評価フロー

## 6. 既往津波に関する検討

### (1) 文献調査

#### (i) 既往津波

敷地周辺に影響を及ぼしたと考えられる既往津波について、宇佐美ほか(2013)<sup>(3)</sup>、渡辺(1998)<sup>(4)</sup>等<sup>(5)~(21)</sup>により、文献調査を行った。

#### a. 近地津波

敷地周辺に影響を及ぼしたと考えられる津波規模<sup>\*1</sup>m(宇佐美ほか(2013)<sup>(3)</sup>)が2以上の主な既往の近地津波を第2表に、敷地周辺における主な既往の近地津波の津波高を第3表に示す。また、主な既往津波高とその位置を第4図に示す。

敷地周辺に影響を及ぼしたと考えられる主要な津波として、津波の大きさ、波源からの伝播距離及び津波による被害の大きさを考慮し、敷地周辺に影響を及ぼしたと考えられる主要な津波として以下の7つの津波を抽出した。

- 1611年の津波
- 1677年の津波
- 1856年の津波
- 1896年明治三陸地震津波
- 1933年昭和三陸地震津波
- 1968年十勝沖地震に伴う津波
- 2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波

抽出した津波の推定波源域については第5図に示す。

\*1：津波規模については宇佐美ほか(2013)<sup>(3)</sup>より抜粋。

[津波規模]	被害程度
[-1]	波高 50cm 以下、無被害。
[0]	波高 1m 前後で、ごくわずかの被害がある。
[1]	波高 2m 前後で、海岸の家屋を損傷し船艇をさらう程度。
[2]	波高 4~6m で、家屋や人命の損失がある。
[3]	波高 10~20m で 400 km 以上の海岸線に顕著な被害がある。
[4]	最大波高 30m 以上で、500 km 以上の海岸線に顕著な被害がある。

2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波以前の津波高について、敷地近傍を含む鮫・蕪島より北方の範囲で比較する。

敷地北方の記録においては、1856年の津波が、むつ市大畑・湊で津波高 4m、函館市函館で津波高 3m であり、他の津波と比較して大きい。一方、敷地南方の記録にお

いては、1968年十勝沖地震に伴う津波が、三沢市塩釜で5.1m、八戸市河原木で最大4.8mであり、他の津波と比較して大きい。この津波による尾駁の記録は、1.2m～1.5mである。さらに、相田(1977)<sup>(7)</sup>によれば、第6図に示すように、数値シミュレーションによる200m等深線上の波高を基にした海岸での平均的な津波高が示されており、これによると、八戸付近より北方においては、1856年の津波が最大となっている(相田(1977)<sup>(7)</sup>以降の津波を除く)。

また、2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波の津波高は、第3表及び第5図に示すとおり、敷地近傍の出戸から新納屋の範囲においては、1968年十勝沖地震に伴う津波とほぼ同等の津波高である。この津波による尾駁の記録は、3.5mである。

以上より、敷地近傍に大きな影響を及ぼしたと考えられる近地津波は、1856年の津波、1968年十勝沖地震に伴う津波及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波であり、津波高は10mにも達していないと評価した。

#### b. 遠地津波

敷地周辺に影響を及ぼした主な既往の遠地津波を第4表に、敷地周辺における主な既往の遠地津波の津波高を第5表に示す。

敷地周辺に来襲した遠地津波の中では、1960年チリ地震津波が八戸市河原木で最大で5.3mであり、敷地近傍の出戸から新納屋の範囲における津波高は、尾駁で1.0mが記録されている。

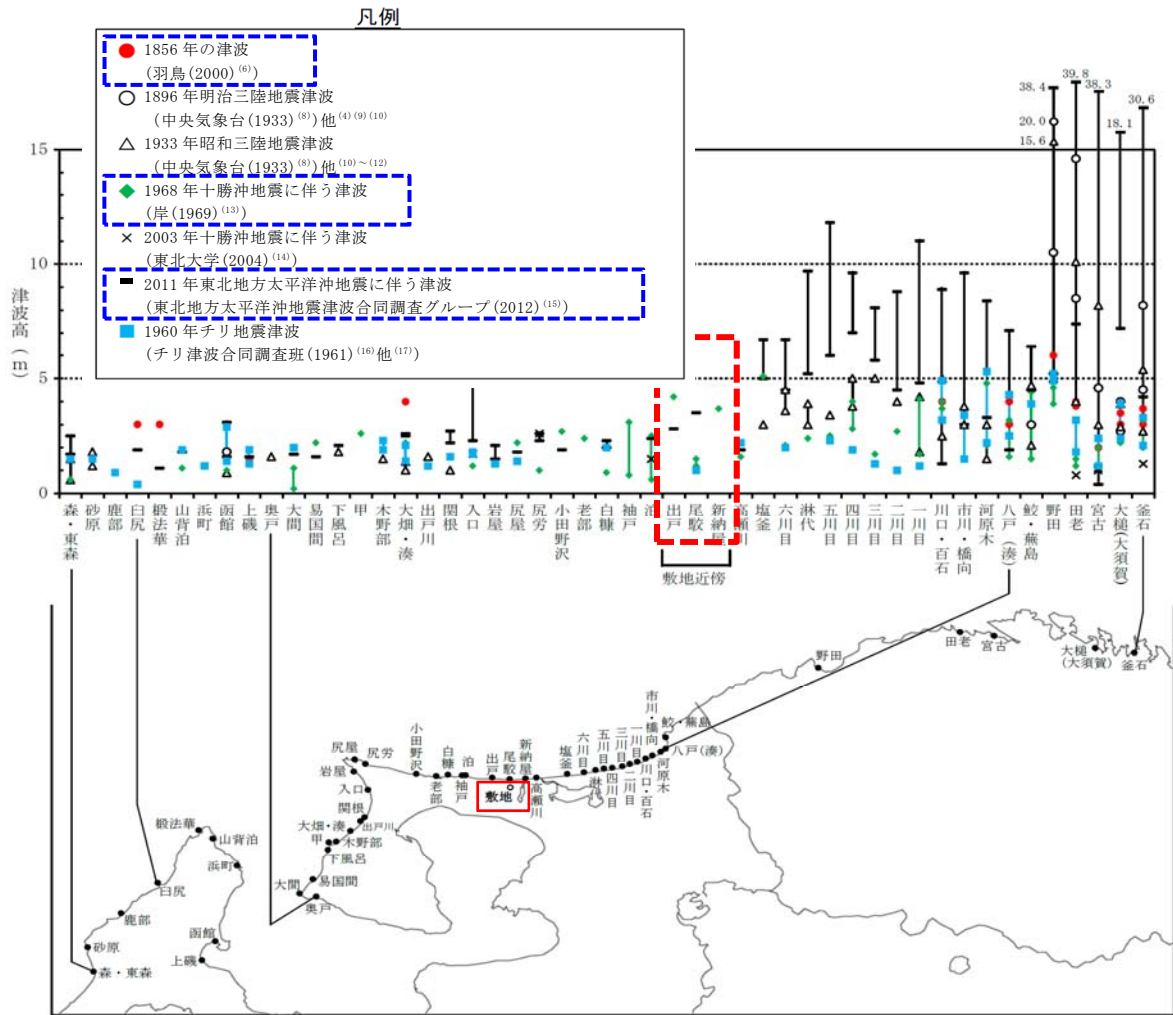
そのため、近地津波の津波高を上回るものではないと評価する。

既往津波について調査を実施した結果、津波高は敷地近傍において10mにも達していないことを確認した。



c. 既往津波の評価

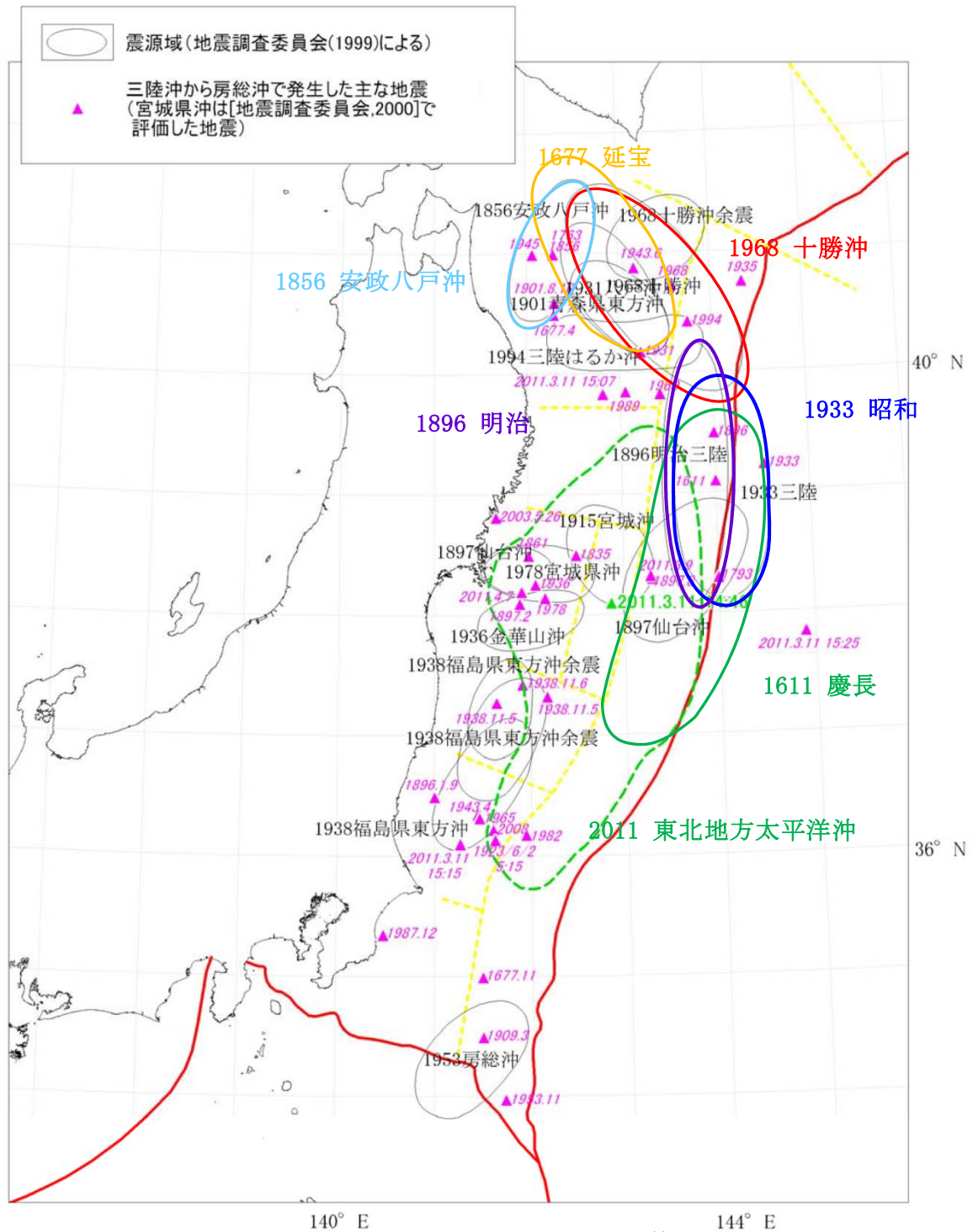
既往津波に関する文献調査の結果、敷地近傍に大きな影響を及ぼしたと考えられる既往津波は、1856年の津波、1968年十勝沖地震に伴う津波及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波と評価した。



\*1: 赤線の破線は敷地近傍を示す。

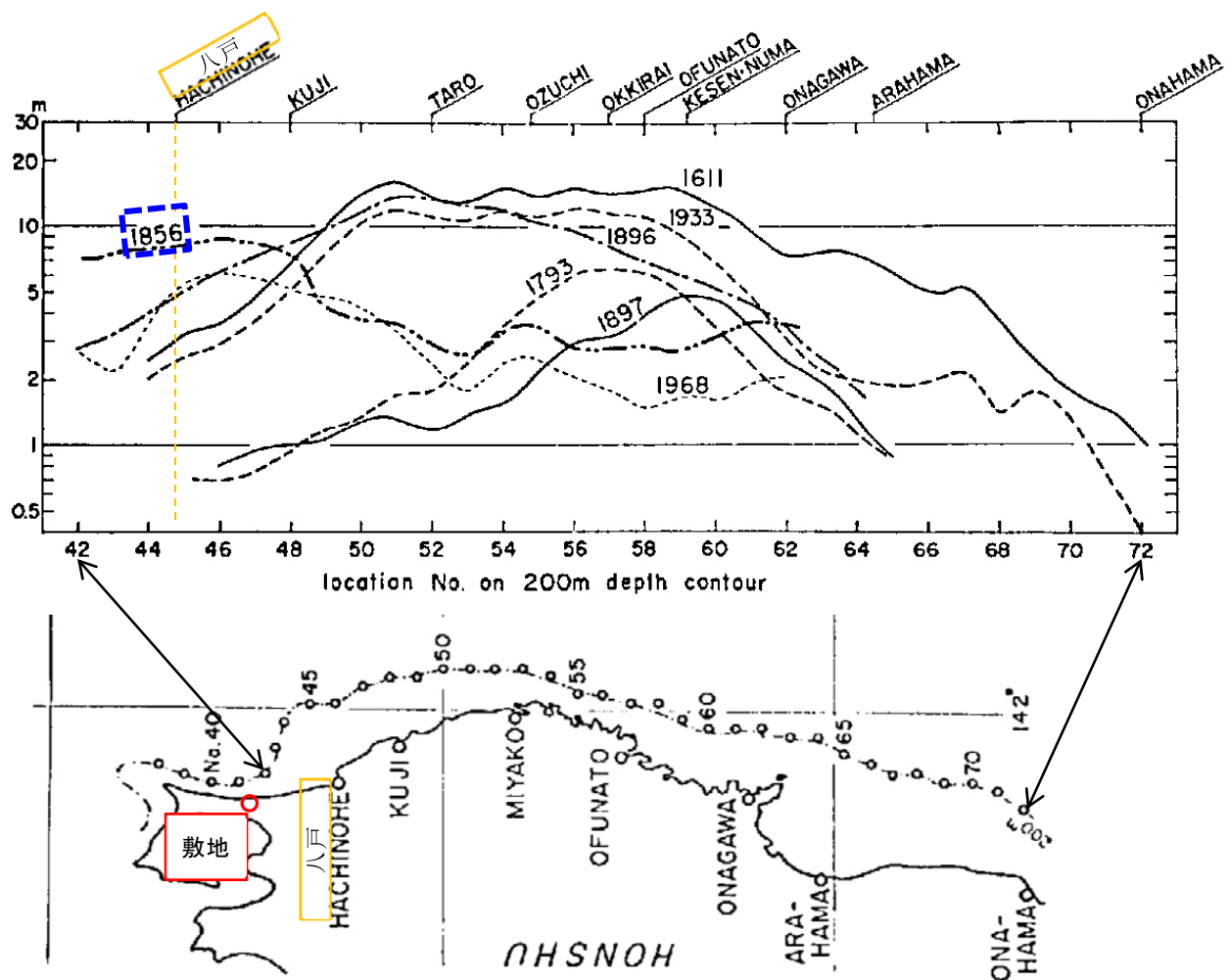
\*2: 青線の破線は敷地近傍に大きな影響を及ぼしたと考えられる近地津波を示す。

第4図 主な既往津波高とその位置\*1\*2



\*1: 地震調査研究推進本部(2012)<sup>(5)</sup>より抜粋・一部加筆、「1611 慶長」及び「1677 延宝」の震源域は羽鳥(2000)<sup>(6)</sup>による。

第5図 青森県東方沖から三陸沖で発生した津波の推定波源域\*1



\*1: 相田(1977)<sup>(7)</sup>より抜粋・一部加筆。

第6図 既往津波の波高分布比較\*1

第2表 主な既往の近地津波(1/3)

発生年月日	発生場所 緯度φ 経度λ	地震 規模 M	津波 規模 m	地震・津波の概要
869年 7月13日 (貞観11年)	三陸沖 φ = 37.5~39.5° N λ = 143~145° E	8.3 ± <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	4	三陸沿岸：城郭・倉庫・門櫓・垣壁等崩れ落ち倒潰するもの無数。津波が多賀城下を襲い、溺死約1千。三陸沖の巨大地震とみられる。
1611年 12月2日 (慶長16年)	三陸沖 φ = 39.0° N λ = 144.4° E	≒8.1	4	三陸沿岸及び北海道東岸：三陸地方で強震。震害は軽く、津波の被害が大きかった。伊達領内で死1,783、南部・津軽で人馬の死3千余という。三陸沿岸で家屋の流出が多く、北海道東部でも溺死が多かった。1933年の三陸地震津波に似ている。
1640年 7月31日 (寛永17年)	渡島地方東部 φ = 42.1° N λ = 140.7° E	—	2 (1~2)	北海道噴火湾：駒ヶ岳噴火に伴い津波があり、死700余、昆布舟流出100余。
1677年 4月13日 (延宝5年)	青森県東方沖 φ = 41.0° N λ = 142 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ° E	7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ~7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	陸中：八戸に震害あり。震後約1時間で津波来たり。家屋流潰約70軒。余震が多かった。1968年十勝沖地震と似ている。
1763年 1月29日 (宝暦12年)	青森県東方沖 φ = 41.0° N λ = 142 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ° E	7.4	1 (2)	陸奥八戸：11月初めより地震があり、この日大地震。寺院・民家が破損した。平館で家潰1、死3。函館でも強く感じた。津波があり、余震が多かった。1968年十勝沖地震と似ているので、もっと沖の大きな地震かもしれない。
1793年 2月17日 (寛政5年)	三陸沖 φ = 38.5° N λ = 144.5° E	8.0~ 8.4	2 [2.5]	陸前・陸中・磐城：仙台領内で家屋損壊1千余、死12。沿岸に津波が来て、大槌・両石で流潰家71、死9、気仙沼で流失家300余。余震が多かった。
1843年 4月25日 (天保14年)	釧路沖 φ = 42.0° N λ = 146.0° E	≒7.5	2	釧路・根室：厚岸国泰寺で被害があった。津波があり、全体で死46。家屋破壊76。八戸にも津波。松前・津軽で強く感じ、江戸でも有感。
1856年 8月23日 (安政3年)	青森県東方沖 φ = 41.0° N λ = 142 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ° E	≒7.5	2 [2.5]	日高・胆振・渡島・津軽・南部：震害は少なかったが、津波が三陸及び北海道の南岸を襲った。南部藩で流失93、潰106、溺死26、八戸藩でも死3等。余震が多かった。1968年十勝沖地震に津波の様子がよく似ており、もう少し海溝寄りの地震かもしれない。
1894年 3月22日 (明治27年)	根室半島南西沖 φ = 42 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ° N λ = 146° E	7.9	2 [2.5]	根室沖：根室・厚岸で家屋・土蔵に被害。死1、家屋潰12、津波は宮古4.0m、大船渡1.5m等。
1896年 6月15日 (明治29年)	三陸沖 φ = 39 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ° N λ = 144° E	8 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	4 [3.5]	『明治三陸地震津波』：震害はない。津波が北海道より牡鹿半島にいたる海岸に襲来し、死者は青森343、宮城3,452、北海道6、岩手18,158。家屋流失全半潰8千~9千以上、船の被害約7千。波高は、吉浜24.4m、綾里38.2m、田老14.6m等。津波はハワイやカリフォルニアに達した。Mは津波を考慮したもの。

第2表 主な既往の近地津波(2/3)

発生年月日	発生場所 緯度φ 経度λ	地震 規模 M	津波 規模 m	地震・津波の概要
1933年 3月3日 (昭和8年)	三陸沖 φ = 39° 07.7' N λ = 145° 07.0' E	8.1	3 [3]	『三陸地震津波』: 震害は少なかった。津波が太平洋岸を襲い、三陸沿岸で被害は甚大。死・不明 3,064、家屋流失 4,034、倒潰 1,817、浸水 4,018。波高は綾里湾で 28.7m にも達した。日本海溝付近で発生した巨大な正断層型地震と考えられている。
1952年 3月4日 (昭和27年)	十勝沖 φ = 41° 42.3' N λ = 144° 09.0' E	8.2	2 [2.5]	『十勝沖地震』: 北海道南部・東北部に被害があり、津波が関東地方に及ぶ。波高は北海道で 3m 前後、三陸沿岸で 1m~2m。死 28、不明 5、家屋全壊 815、半壊 1,324、流失 91。
1958年 11月7日 (昭和33年)	択捉島南東沖 φ = 44° 18.0' N λ = 148° 30.0' E	8.1	1 [2] (2)	択捉島付近: 釧路地方で電信線・鉄道・道路に小被害があった。太平洋岸各地に津波があり、小被害。
1963年 10月13日 (昭和38年)	択捉島南東沖 φ = 44° 02.9' N λ = 149° 49.5' E	8.1	2 [3]	択捉島付近: 津波があり、三陸沿岸で軽微な被害。花咲で 1.2m、八戸で 1.3m 等。
1963年 10月20日 (昭和38年)	択捉島南東沖 φ = 44° 05.6' N λ = 150° 00.3' E	6.7	2 [2]	ウルップ島沖: 10月13日択捉島沖地震の余震。津波の高さはウルップで 10m~15m、択捉島で 8m。
1968年 5月16日 (昭和43年)	青森県東方沖 φ = 40° 41.9' N λ = 143° 35.7' E	7.9	2 [2.5]	『1968年十勝沖地震』: 青森を中心に北海道南部・東北地方に被害。死 52、傷 330、建物全壊 673、半壊 3,004。青森県下で道路損壊も多かった。津波があり、三陸沿岸 3m~5m、襟裳岬 3m、浸水 529、船舶流失沈没 127。コンクリート造建築の被害が目立った。
1969年 8月12日 (昭和44年)	北海道東方沖 φ = 43° 22.6' N λ = 147° 54.3' E	7.8	0 [2.5] (1)	北海道東方沖: 津波により北海道東部に軽い被害あり。津波の高さは花咲 129cm、釧路 93cm、八戸 109cm。
1973年 6月17日 (昭和48年)	根室半島南東沖 φ = 43° 03.5' N λ = 145° 58.2' E	7.4	0 [2] (1) <1>	『1973年6月17日根室半島沖地震』: 根室・釧路地方に被害。全体で傷 26、家屋全壊 2、一部破損 1。小津波があり、波高は花咲で 2.8m、浸水 275、船舶流失沈没 10。
1994年 10月4日 (平成6年)	北海道東方沖 φ = 43° 22.5' N λ = 147° 40.4' E	8.2	[3] (2) <2>	『平成6年(1994年)北海道東方沖地震』: 北海道東部を中心に被害があり、傷 437、住家全壊 61、半壊 348。津波は花咲で 173cm。震源に近い択捉島では死・不明 10 等、地震と津波で大きな被害。
2003年 9月26日 (平成15年)	十勝沖 φ = 41° 46.7' N λ = 144° 04.7' E	8.0	[2.5] <2>	『平成15年(2003年)十勝沖地震』: 太平洋プレート上面の逆断層型プレート境界地震で 1952年とほぼ同じ場所。死 1、不明 1、傷 849、住家全壊 116、半壊 368。最大震度 6 弱(道内 9 町村)、北海道及び本州の太平洋岸に最大 4m 程度の津波。

第2表 主な既往の近地津波(3/3)

発生年月日	発生場所 緯度φ 経度λ	地震 規模 M	津波 規模 m	地震・津波の概要
2011年 3月11日 (平成23年)	東北沖 φ = 38° 06.2' N λ = 142° 51.7' E	Mw9.0	[4] <4>	『平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震』: 震源域は岩手県から福島県までの東側沖合で南北に長さ400kmにおよび、日本海溝付近から沿岸部近くまで太平洋プレートと陸側プレートの境界面で東西に200kmと広がった。主として大津波によって、死者・行方不明者1万8,000余と明治三陸津波に次ぐ被害が生じた。

注1: 「発生年月日」は、宇佐美ほか(2013)<sup>(3)</sup>による。

注2: 「発生場所、緯度、経度」及び「地震規模 M」は、次の値を示している。

1922年以前の地震、2011年の地震: 宇佐美ほか(2013)<sup>(3)</sup>。

1923年以降の地震(2011年の地震を除く): 気象庁(1951-2010)<sup>(18)</sup>による。

注3: 「津波規模 m」は、宇佐美ほか(2013)<sup>(3)</sup>による。

ただし、[ ]は羽鳥(2000)<sup>(6)</sup>による値(宇佐美ほか(2013)<sup>(3)</sup>により引用)、( )は渡辺(1998)<sup>(4)</sup>による値、  
< >は国立天文台(2014)<sup>(19)</sup>による値で、宇佐美ほか(2013)<sup>(3)</sup>と異なる場合のみ示している。

注4: 「地震・津波の概要」は、宇佐美ほか(2013)<sup>(3)</sup>及び国立天文台(2014)<sup>(19)</sup>を参照している。

第3表 主な既往の近地津波の津波高

(単位：m)

市町村名	地名	1611年 慶長16 三陸沖	1677年 延宝5 青森県 東方沖	1763年 宝暦12 青森県 東方沖	1856年 安政3 青森県 東方沖	1896年 明治29 三陸沖	1933年 昭和8 三陸沖	1952年 昭和27 十勝沖	1968年 昭和43 青森県 東方沖*1	2003年 平成15 十勝沖	2011年 平成23 東北沖
森町	森・東森 砂原						0.6~1.5 1.2~1.8		0.6		1.7~2.5
鹿部町	鹿部										
函館市	白尻 榎法華 山背泊 浜町 函館				3 3				1.1		1.9 1.1 1.8
北斗市	上磯			1~2	3	1.8	0.9	0.3	1.0		1.6~3.1
大間町	奥戸 大間				1.5		1.6		0.2~1.1		1.7
風間浦村	易国間 下風呂 甲						1.8		2.2 2.6		1.6 2.1
むつ市	木野部 大畑・湊 出戸川 関根				4		1.5 1.0~1.4 1.6 1.0		2.2		2.5~2.6 2.2~2.7
東通村	入口 岩屋 尻屋 尻労 小田野沢 老部 白糠								1.2 1.3 2.2 1.0 2.7 2.4 0.9	1.7 2.6	2.3~5.2 1.5~2.1 1.8 2.3~2.6 1.9 2.0~2.3
六ヶ所村	袖戸 泊 出戸 尾駮 新納屋 高瀬川								0.8~3.1 0.6~2.5 4.2 1.2~1.5 3.7 1.6	1.5	2.4 2.8 3.5 1.9
三沢市	塩釜 六川目 淋代 五川目 四川目 三川目						3.0 3.6~4.5 3.0~3.9 3.4 3.8~5.0 5.0		5.1 2.1 2.4 2.5 2.8~4.0 1.7		5.0~6.7 4.5~6.7 5.2~9.7 6.0~11.8 7.0~9.6 5.8~8.1
おいらせ町	二川目 一川目 川口・百石				4		4.0 1.8~4.2 2.5~5.0		2.7 1.7~4.1 3.7~4.0		4.5~8.8 4.8~11.0 1.3~8.9
八戸市	市川・橋向 河原木 八戸(湊) 鮫・蕪島			1~3	3~4		3.0~3.8 1.5~3.0 2.1~4.7	2.0	2.1~4.8 1.6~3.2 1.5~4.4		3.0~9.6 3.3~8.4 1.9~7.1 4.5~6.4
野田村	野田		4~5		6	10.5~20.0	5.0~15.6	2.2	3.9~4.6		5.2~38.4
宮古市	田老 宮古	15~21 6~8	2~3 2~3	1~2	3.8~4 2	8.5~14.6 4.6	4.0~10.1 3.0~8.2	1.0 0.7~1.3	1.2~1.5 1.2~2.0	0.8 1.0~1.1	7.4~39.8 0.4~38.3
大槌町	大槌 (大須賀)	5~10	2.8~4		3~3.5	2.7~4.0	2.9~3.9		2.2~2.3		7.2~18.1
釜石市	釜石			1	3~3.7	4.5~8.2	2.7~5.4	2	2.0~3.2	1.3	4.2~30.6
文献		羽鳥 (2000) <sup>(6)</sup>	羽鳥 (2000) <sup>(6)</sup>	羽鳥 (2000) <sup>(6)</sup>	羽鳥 (2000) <sup>(6)</sup>	中央 气象台 (1933) <sup>(8)</sup> 他 <sup>(4)(9)(10)</sup>	中央 气象台 (1933) <sup>(8)</sup> 他 <sup>(10)~(12)</sup>	渡辺 (1998) <sup>(4)</sup>	岸 (1969) <sup>(13)</sup>	東北 大学 (2004) <sup>(14)</sup>	東北地方 太平洋沖 地震津波 合同調査 グループ (2012) <sup>(15)</sup>

\*1：1968年十勝沖地震と同じものとして扱う。



第4表 主な既往の遠地津波(1/2)

発生年月日	発生場所 緯度φ 経度λ	地震 規模 M [Mt] (Ms)	津波 規模 m	地震・津波の概要
1586年 7月10日 (天正14年)	ペルーのリマ沖 φ = 12.3° S λ = 77.7° W	7.7	4	津波の高さはリマで26m、10 km内陸まで浸入。三陸の陸前海岸で津波あり。
1687年 10月20日 (貞享4年)	ペルーのカヤオ沖 φ = 15.2° S λ = 75.9° W	7.6	3	カヤオ、チャシカイ、ピスコで津波。この津波は日本沿岸にも波及し、塩釜で高さ1.5尺～1.6尺(約50cm)、12回～13回押し寄せた。沖縄でも3回津波が押し寄せた。
1700年 1月26日 (元禄12年)	北米北西部沖 (カスケード地帯)	9クラス [9?]	3～4	米国やカナダの沿岸における津波の高さは5m～7mと推定。日本沿岸各地の津波の高さは岩手県宮古3m、同大槌と和歌山県田辺で2m、茨城県那珂湊や静岡県清水(三保)で約2mと推定される。宮古と田辺で津波の被害があったという。
1730年 7月8日 (享保15年)	チリのバルパライソ沖 φ = 33.1° S λ = 71.6° W	8.7	4	バルパライソは浸水が激しく、港は破壊された。コンセプション全滅。津波は三陸の陸前沿岸に襲来、牡鹿半島で田畑が浸水した。
1751年 5月25日 (宝暦1年)	チリのコンセプション沖 φ = 36.8° S λ = 71.6° W	8.5	3	古いコンセプションは全滅。津波は日本沿岸へ襲来、三陸沿岸の大槌、牡鹿及び気仙沼で床まで浸水した。
1780年 6月29日 (安永9年)	千島列島 ウルップ島南東沖 φ = 46.0° N λ = 151.0° E	7.5	3	ウルップ島で津波の高さ10m～12m。同島東岸(ワニノフ)に停泊中のロシア船山上に打ち上げられた。津波は北海道東岸へ襲来した。
1837年 11月7日 (天保8年)	チリ南部沖 φ = 39.8° S λ = 73.2° W	8.0 [9 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ]	3	コンセプション、バルデビアで大津波。津波によりハワイ諸島で大被害。三陸沿岸陸前の気仙沼湾、本吉、牡鹿及び宮城の3郡で潮溢れる。
1868年 8月13日 (慶応4年)	チリ北部アリカ沖 φ = 18.5° S λ = 70.4° W	8.5 [9.0]	4	『アリカ地震』: チリ北部(当時ペルー領)で大津波となり太平洋に波及した。アリカで津波の高さ14m、死者25,000人ともいわれている。ハワイ島で大被害。日本沿岸では函館で2m、宮城県本吉郡、伊豆下田、沖縄那覇港でも観測。
1877年 5月10日 (明治10年)	チリのイキケ沖 φ = 19.6° S λ = 70.2° W	8.3 [9.0]	4	『イキケ地震』: 1868年以上のチリ大地震。太平洋沿岸全域に波及。チリ沿岸では1.2m～24m。ハワイ諸島で1.2m～6.6m。日本沿岸では、函館2.4m、釜石3m、東京湾0.7m。函館と三陸沿岸で被害があった。また房総半島で死者を含む被害があった。
1918年 9月7日 (大正7年)	千島列島 ウルップ島東方沖 φ = 45.5° N λ = 151.5° E	8.2 [8.5]	3	津波の高さはウルップ島東岸で12m。日本沿岸では、根室1m、函館0.5m、三陸沿岸1m以下。父島では1.4mで家屋浸水12、橋梁流失2の被害。



第4表 主な既往の遠地津波(2/2)

発生年月日	発生場所 緯度φ 経度λ	地震 規模 M [Mt] <Ms>	津波 規模 m	地震・津波の概要
1922年 11月11日 (大正11年)	チリのアタカマ沖 φ=28.5° S λ=70° W	8.3 [8.7]	3	『アタカマ地震』:チリ沿岸で大津波となり、太平洋沿岸各地に波及した。ペルーのカヤオで24m。日本沿岸の津波の最大全振幅は、花咲60cm、鮎川65cm等。大船渡で家屋30棟が波に洗われた(高さ1~2mか)。
1946年 4月1日 (昭和21年)	アリューシャン列 島東部 φ=52.8° N λ=162.5° W	7.4 [9.3]	4	『アリューシャン津波』:アリューシャンのウニマク島灯台で30.5m、ハワイ諸島で0.5m~17mの高さとなる等太平洋沿岸各地にかなりの津波が襲来した。日本沿岸の津波の最大全振幅は鮎川56cm、八戸20cm等。
1952年 11月4日 (昭和27年)	カムチャツカ半島 南東沖 φ=52.3° N λ=161.0° E	8.5 [9.0]	3	『カムチャツカ津波』:カムチャツカ半島で1m~15mの津波。ハワイ諸島で10.4mに達する等太平洋沿岸全域に影響した。日本沿岸における津波の高さは0.5m~3.0m程度。北海道、三陸沿岸、下田、尾鷲等広範囲で家屋の浸水があり、三陸沿岸では漁業関係の被害があった。
1960年 5月22日 (昭和35年)	チリ南部沖 φ=39.5° S λ=74.5° W	8.5 [9.4]	4	『チリ地震津波』:チリのイスラ・モチャで20m~25mの津波。太平洋沿岸各地に波及し、ハワイ諸島で10.5mに達する。日本沿岸での波高は三陸沿岸で0.8m~8.1m、その他で0.6m~4.2m。日本全体で死・不明142(うち沖縄で3)、家屋全壊1,500余、半壊2千余。
1964年 3月28日 (昭和39年)	アラスカ湾 φ=61.1° N λ=147.5° W	9.2 [9.1] <8.4>	4	『アラスカ地震津波』:アラスカのバルディーズで6.1m~30mの津波。日本では三陸沿岸で漁業施設に若干の被害があった。
1965年 2月4日 (昭和40年)	アリューシャン列 島 φ=51.3° N λ=178.6° E	8.7 [8.6] <8.2>	3	アリューシャンで0.2m~10mの津波。三陸沿岸の浅海漁業施設に僅かの被害があった。
1996年 2月17日 (平成8年)	インドネシアのイ リアン・ジャヤ沖 φ=0.950° S λ=137.016° E	<8.1>	3	インドネシアのピアック島で最大7.7m(津波到達時の潮位上)に達した。日本沿岸の津波の最大全振幅は、父島で195cm、串本で170cm。土佐清水では漁船20艘が転覆し、八丈島で漁船に被害があった。
2010年 2月27日 (平成22年)	チリ中部沖 φ=36.12° S λ=72.90° W	8.5	[3]	チリ沿岸は平均5m~9mの津波(遡上高さ)。最大は28m(遡上高さ)。日本沿岸での最大は気仙沼湾奥で3.0m(全振幅)。

注1:「発生年月日」は、宇佐美ほか(2013)<sup>(3)</sup>による。

注2:「発生場所、緯度、経度」、「地震規模 M[Mt] <Ms>」及び「津波規模 m」は、次の値を示している。

2010年の地震:国立天文台(平成26年)<sup>(19)</sup>による。ただし、「津波規模 m」は宇佐美ほか(2013)<sup>(3)</sup>による。

2010年以外の地震:渡辺(1998)<sup>(4)</sup>による。

Mtは津波マグニチュードを、Msは表面波マグニチュードを示す。

注3:「地震・津波の概要」は、次を参照している。

2010年の地震:今村ほか(2010)<sup>(20)</sup>及び都司ほか(2010)<sup>(21)</sup>による。

2010年以外の地震:渡辺(1998)<sup>(4)</sup>による。

第5表 主な既往の遠地津波の津波高

(単位：m)

市町村名	地名	1868年 慶応4 チリ北部 アリカ沖	1877年 明治10 チリの イキケ沖	1952年 昭和27 カムチャツカ 半島南東沖	1960年 昭和35 チリ南部沖
森町	森・東森 砂原				1.5 1.5
鹿部町	鹿部				0.9
函館市	臼尻 楸法華 山背泊 浜町 函館	2	2.4	0.5～1.5	0.4 1.9 1.2 1.4～2.9
北斗市	上磯				1.3～1.9
大間町	奥戸 大間				2.0
風間浦村	易国間 下風呂 甲				
むつ市	木野部 大畑・湊 出戸川 関根				1.9～2.3 1.4～2.1 1.2 1.6
東通村	入口 岩屋 尻屋 尻勞 小田野沢 老部 白糠				1.7～1.8 1.3 1.4 2.0
六ヶ所村	袖戸 泊 出戸 尾駮 新納屋 高瀬川				1.0 2.2
三沢市	塩釜 六川目 淋代 五川目 四川目 三川目				2.0 2.3 1.9 1.3
おいらせ町	二川目 一川目 川口・百石				1.0 1.2 3.2～4.9
八戸市	市川・橋向 河原木 八戸(湊) 鮫・燕島			1.8	1.5～3.4 2.2～5.3 2.5～4.3 3.9
野田村	野田				4.9～5.2
宮古市	田老 宮古			2.2 0.4～1.8	1.8～3.2 1.2～2.4
大槌町	大槌(大須賀)			1.5	2.4～3.9
釜石市	釜石		3		2.1～3.3
文献		渡辺(1998) <sup>(4)</sup>	渡辺(1998) <sup>(4)</sup>	渡辺(1998) <sup>(4)</sup>	チリ津波 合同調査班 (1961) <sup>(16)</sup> 他 <sup>(17)</sup>

## (ii) 潮位

敷地近傍における潮位の観測は、国土交通省港湾局むつ小川原港で実施されている。2008年4月から2013年3月までの観測結果によると潮位は以下のとおりである。

最高潮位	T. M. S. L. +0.999m
朔望平均満潮位	T. M. S. L. +0.670m
平均潮位	T. M. S. L. +0.049m
朔望平均干潮位	T. M. S. L. - 0.767m
最低潮位	T. M. S. L. - 1.04m

## (2) 既往津波の再現性の確認

### (i) 対象津波

解析モデル及び計算方法の妥当性確認のため、既往津波について数値シミュレーションを行い、計算結果と実際の津波痕跡高との比較による既往津波の再現性の検討を行った。

再現性の検討においては、過去に敷地近傍に大きな影響を及ぼしたと考えられる津波である1856年の津波、1968年十勝沖地震に伴う津波及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波を対象とした。これらの波源モデルのうち、1856年の津波及び1968年十勝沖地震に伴う津波の波源モデルの位置及び諸元を第7図に示す。2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波の波源モデルについては、内閣府(2012)<sup>(22)</sup>において示される波源モデルとした。

津波に伴う水位変動の評価は、弾性体理論(Mansinha and Smylie(1971)<sup>(23)</sup>)に基づき海面変位を算定した上で、非線形長波理論に基づき、差分法による平面二次元モデルによる津波シミュレーションプログラムを用いて実施した。また、敷地は尾駈沼に隣接していることから、尾駈沼からの遡上を考慮できるモデルを設定した。数値シミュレーションにおける主な計算条件を第6表に示す。

沿岸域及び海底地形のモデル化に当たっては、国土地理院<sup>(24)</sup>、日本水路協会(2011)<sup>(25)</sup>等<sup>(26)~(30)</sup>を用いて設定し、また、計算格子分割の設定に当たっては、土木学会(2016)<sup>(31)</sup>を参考とし、水深と津波の周期から推定される津波の波長を基に、最大1,440mから最小5mまでの格子サイズを設定した。数値シミュレーションに

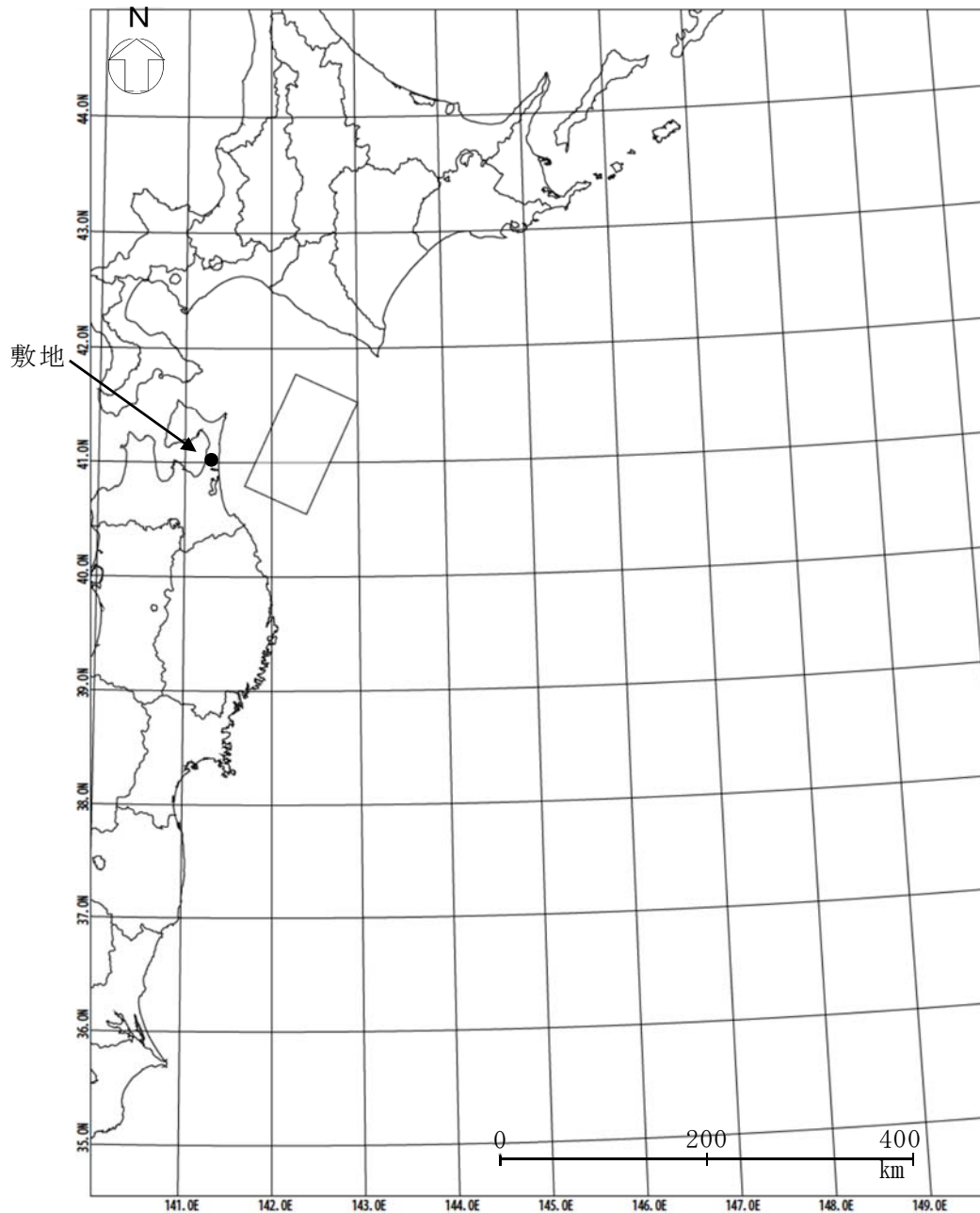
用いた計算領域(東西約 1,000 km、南北約 1,300 km)とその水深及び格子分割を第 8 図に、敷地近傍の計算領域とその水深及び格子分割を第 9 図に示す。

再現性の評価指標としては、相田(1977)<sup>(7)</sup>による既往津波高と数値シミュレーションにより計算された津波高との比から求める幾何平均値  $K$  及びばらつきを表す指標  $\kappa$  を用い、土木学会(2016)<sup>(31)</sup>に示される「 $0.95 < K < 1.05$ 、 $\kappa < 1.45$ 」を再現性の目安とした。

## (ii) 検討結果

既往津波高と数値シミュレーションによる津波高の比較を第 10 図に示す。

1856 年の津波においては  $K=1.01$ 、 $\kappa=1.42$  ( $n=71$ )、1968 年十勝沖地震に伴う津波においては  $K=0.99$ 、 $\kappa=1.44$  ( $n=313$ ) 及び 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う津波においては  $K=0.952$ 、 $\kappa=1.36$  ( $n=660$ ) が得られ、土木学会(2016)<sup>(31)</sup>の目安を満足していることから、解析モデル及び計算方法の妥当性を確認した。



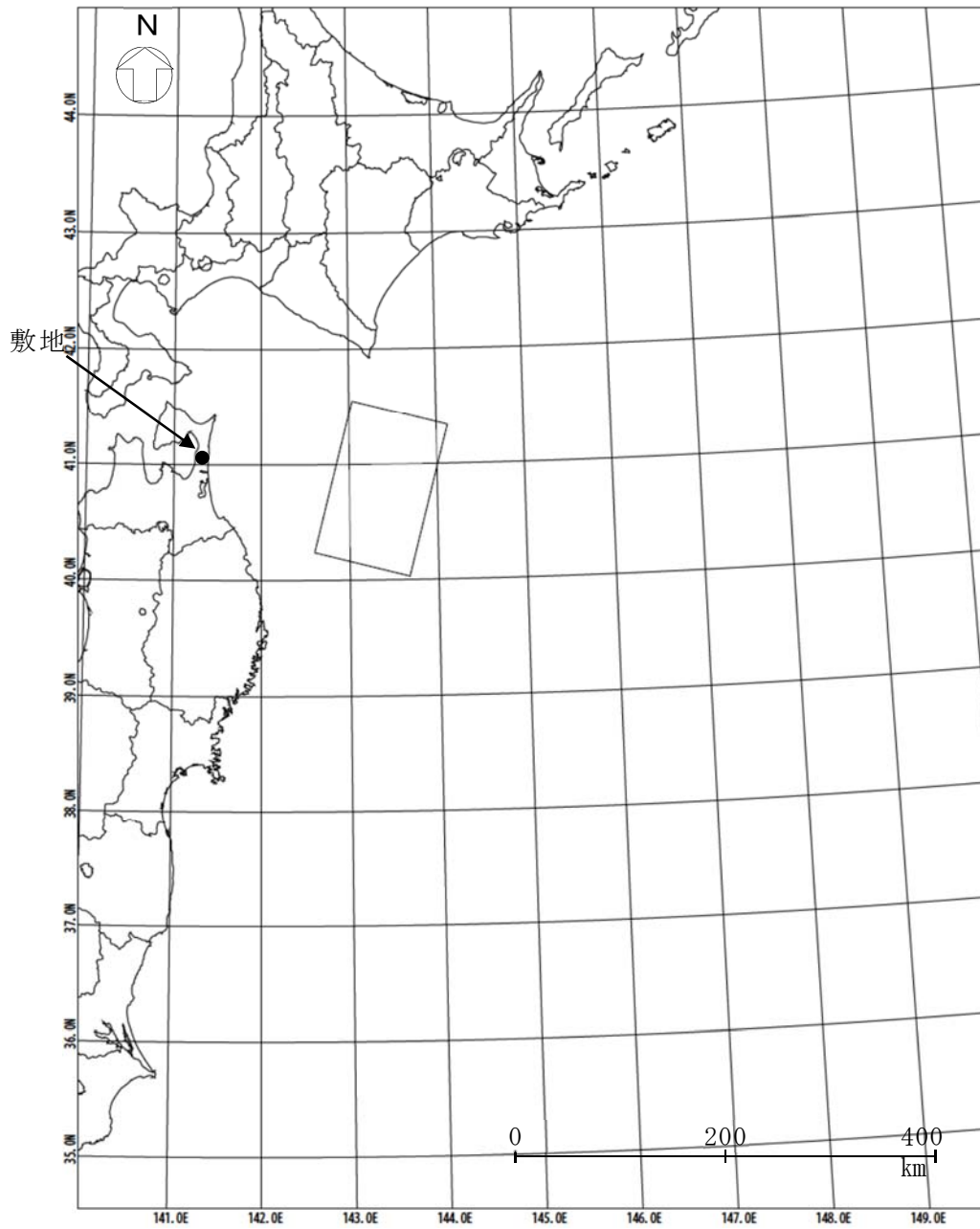
諸元

(土木学会(2002)<sup>(32)</sup>の諸元を補正)

モーメント マグニチュード <sup>1)</sup> Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 $\theta$ ( $^{\circ}$ )	上縁深さ d (km)	傾斜 角 $\delta$ ( $^{\circ}$ )	すべり角 $\lambda$ ( $^{\circ}$ )	剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	すべり量 D (m)
8.32	120	70	205	26	20	90	$5.0 \times 10^{10}$	9.00

第7図 既往津波の再現性の確認に用いた波源モデルの位置及び諸元

(1856年の津波)(1/2)



(土木学会(2002)<sup>(32)</sup>の諸元を補正)

モーメント マグニチュード <sup>*</sup> M <sub>w</sub>	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 θ (°)	上縁深さ d (km)	傾斜 角 δ (°)	すべり角 λ (°)	剛性率 μ (N/m <sup>2</sup> )	すべり量 D (m)
8.36	150	100	195	12	20	76	5.0 × 10 <sup>10</sup>	5.90

第7図 既往津波の再現性の確認に用いた波源モデルの位置及び諸元

(1968年の津波)(2/2)

第 6 表 主な計算条件

空間格子間隔 $\Delta s$ (m)	1440	480 (1440/3)	160 (1440/9)	80 (1440/18)	40 (1440/36)	20 (1440/72)	10 (1440/144)	5 (1440/288)
時間格子間隔 $\Delta t$ (s)	0.1							
基礎方程式	後藤・小川(1982) <sup>(33)</sup> の非線形長波式							
沖側境界条件	自由透過	外側の格子領域と水位・流量を接続						
陸側境界条件	完全反射			小谷ほか(1998) <sup>(34)</sup> の遡上境界条件				
越流境界条件	—						本間(1940) <sup>(35)</sup> の越流境界条件	
初期海面変動	地震断層モデルを用いて Mansinha and Smylie(1971) <sup>(23)</sup> の方法により計算される鉛直変位を海面上に与える							
海底摩擦係数	マンニングの粗度係数 $n=0.03\text{m}^{-1/3}\text{s}$ (土木学会(2016) <sup>(31)</sup> より)							
水平渦動粘性係数	考慮しない							
潮位条件	T. M. S. L $\pm 0.0\text{m}$							
計算再現時間	地震発生後 4 時間							

基礎方程式：非線形長波 [浅水理論] の連続式及び運動方程式

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q_x^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{Q_x Q_y}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} Q_x \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2} = 0$$

$$\frac{\partial Q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q_x Q_y}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{Q_y^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} Q_y \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2} = 0$$

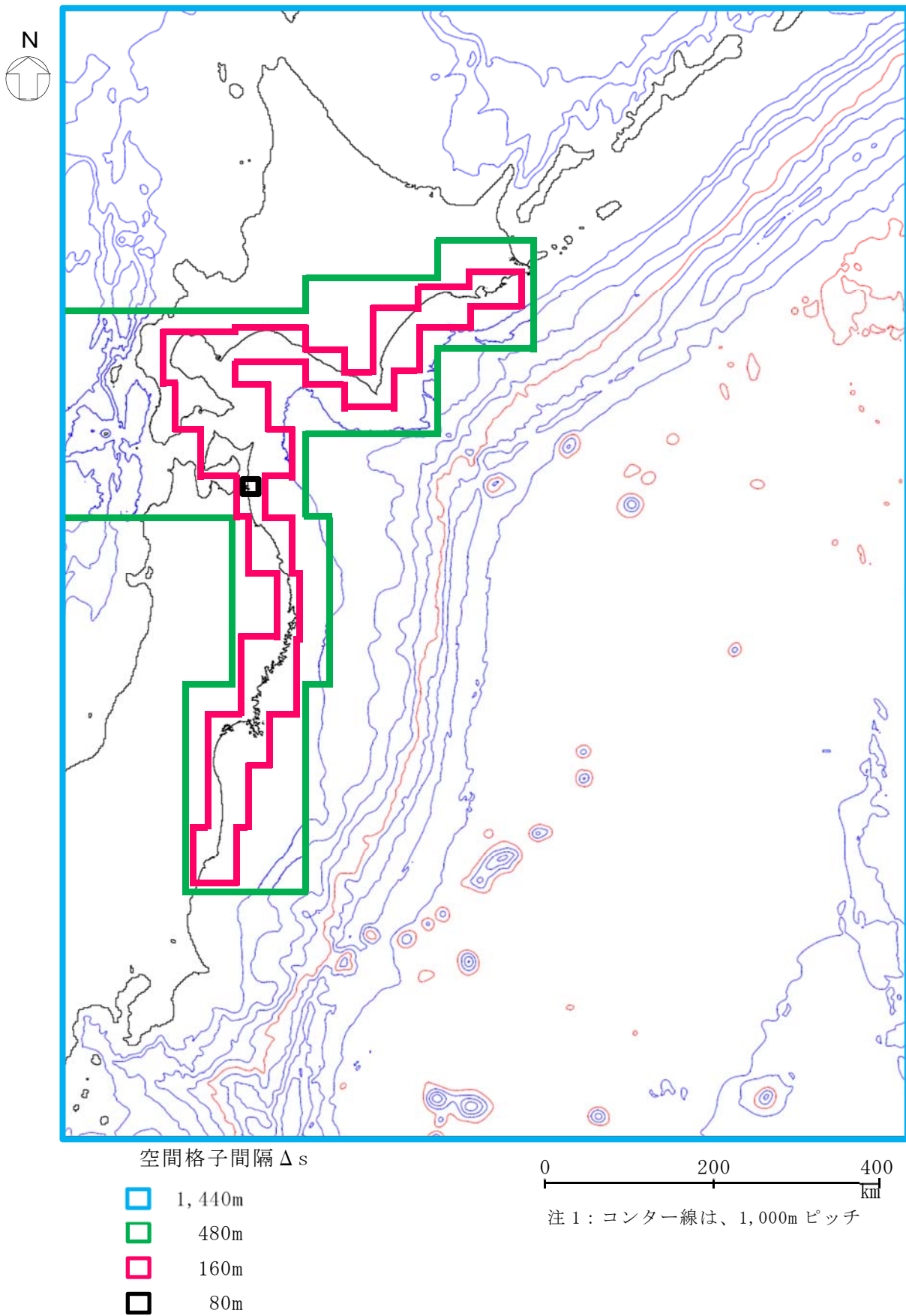
ここで,  $x, y$  : 水平座標 (m)                       $t$  : 時間 (s)

$Q_x, Q_y$  :  $x, y$  方向の単位幅当たりの流量 (= 流速  $\times$  全水深) ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

$\eta$  : 静水面からの水位 (m)                       $D$  : 全水深 (=  $h + \eta$ ) (m)

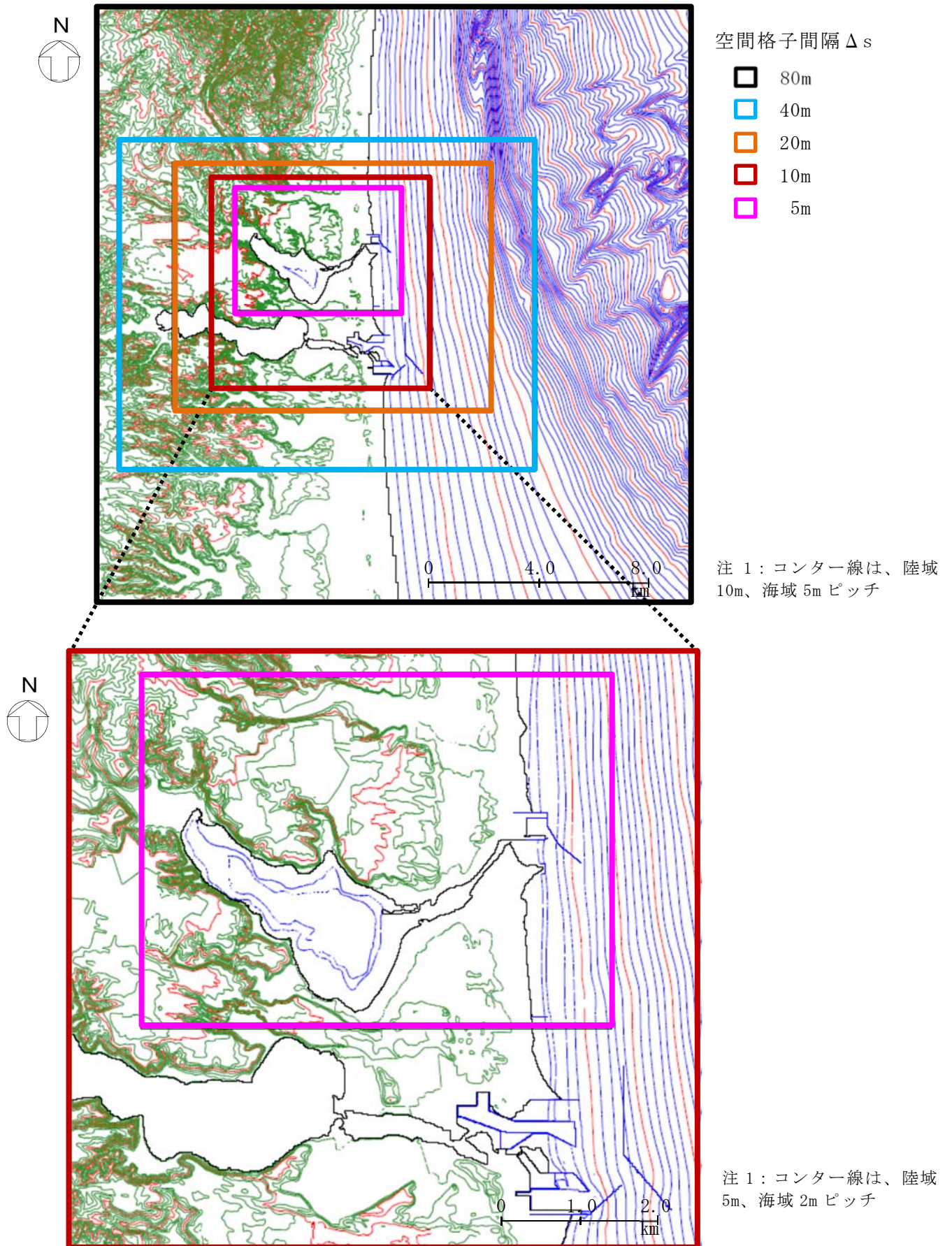
$h$  : 静水深 (m)                                       $g$  : 重力加速度 ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

$n$  : マニングの粗度係数 ( $\text{m}^{-1/3}\text{s}$ )



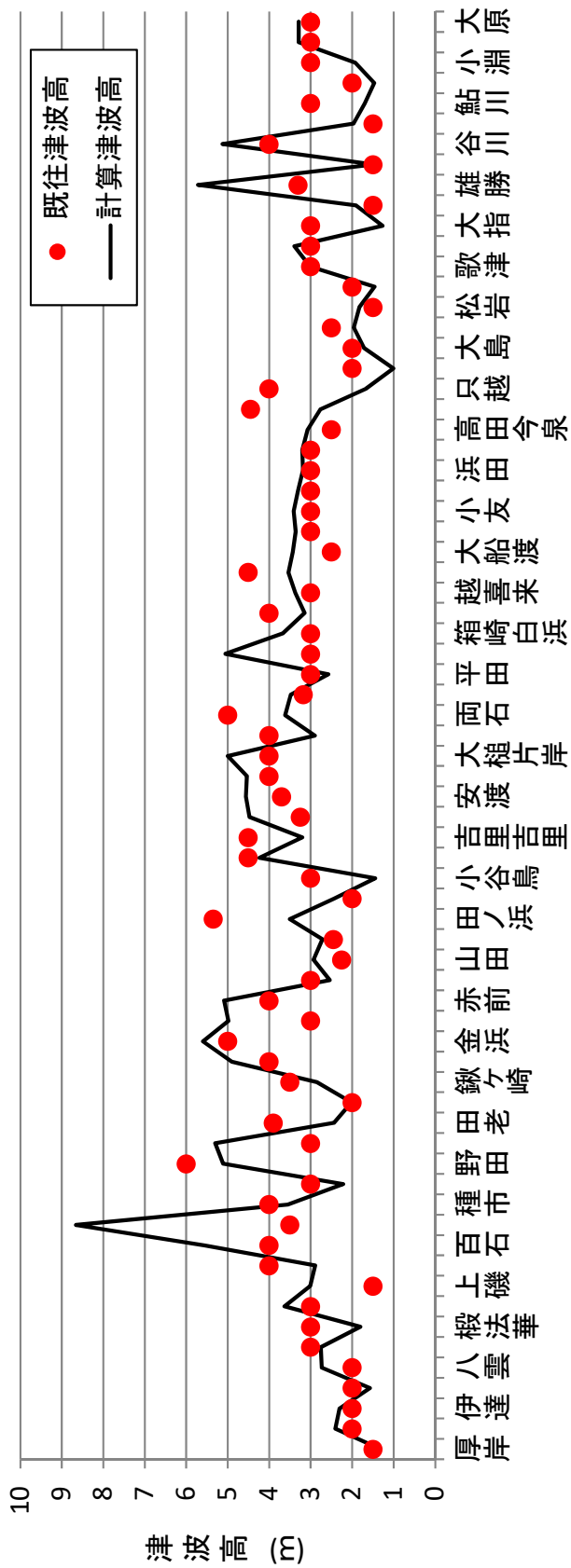
第8図 計算領域とその水深及び格子分割





第 9 図 敷地近傍の計算領域とその水深及び格子分割

比較地域	地点数n	K	$\kappa$
厚岸～大原	71	1.01	1.42

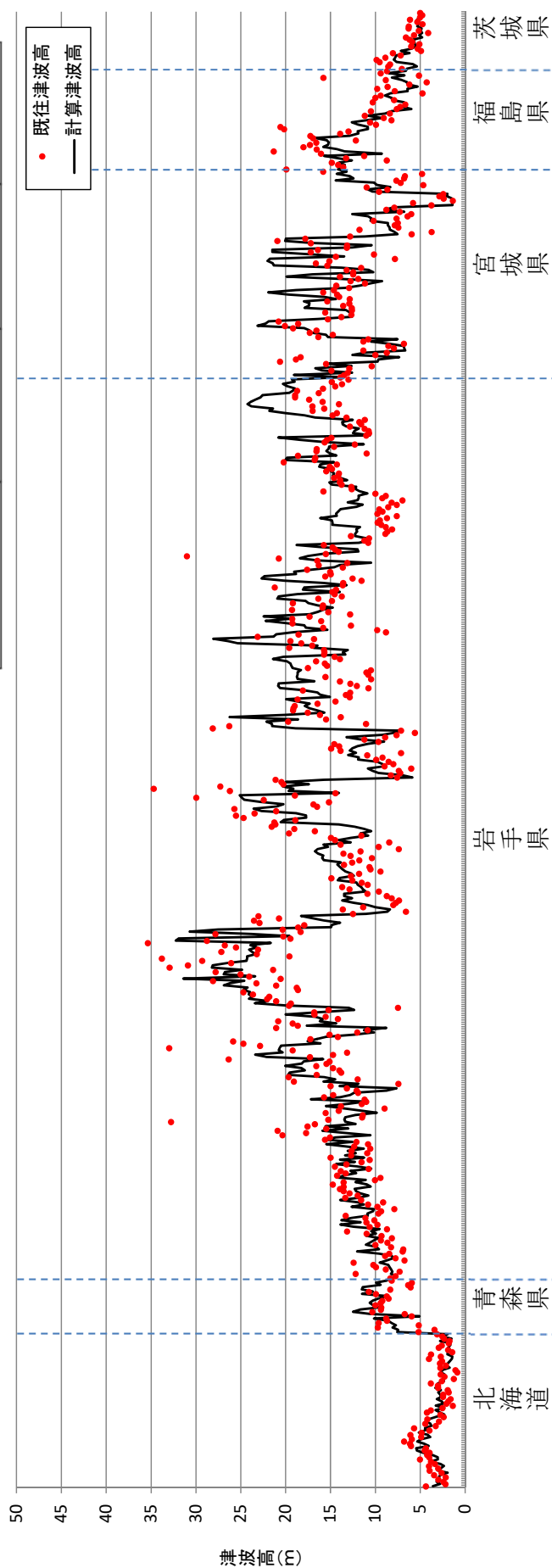


注1：既往津波高は羽鳥(2000) (6)

第10図 既往津波高と数値シミュレーションによる津波高の比較(1856年の津波)(1/3)



比較地域	地点数n	K	κ
根室市～日立市	660	0.952	1.36



注 1：既往津波高は東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ(2012)<sup>(1.5)</sup>

第 10 図 既往津波高と数値シミュレーションによる津波高の比較(2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う津波) (3/3)

## 7. 既往知見を踏まえた津波の評価

### (1) 地震に起因する津波の評価

#### (i) 対象とする地震

地震に起因する津波の評価においては、敷地に影響を与える可能性がある津波の波源として、プレート間地震、海洋プレート内地震及び海域の活断層による地殻内地震について検討した。

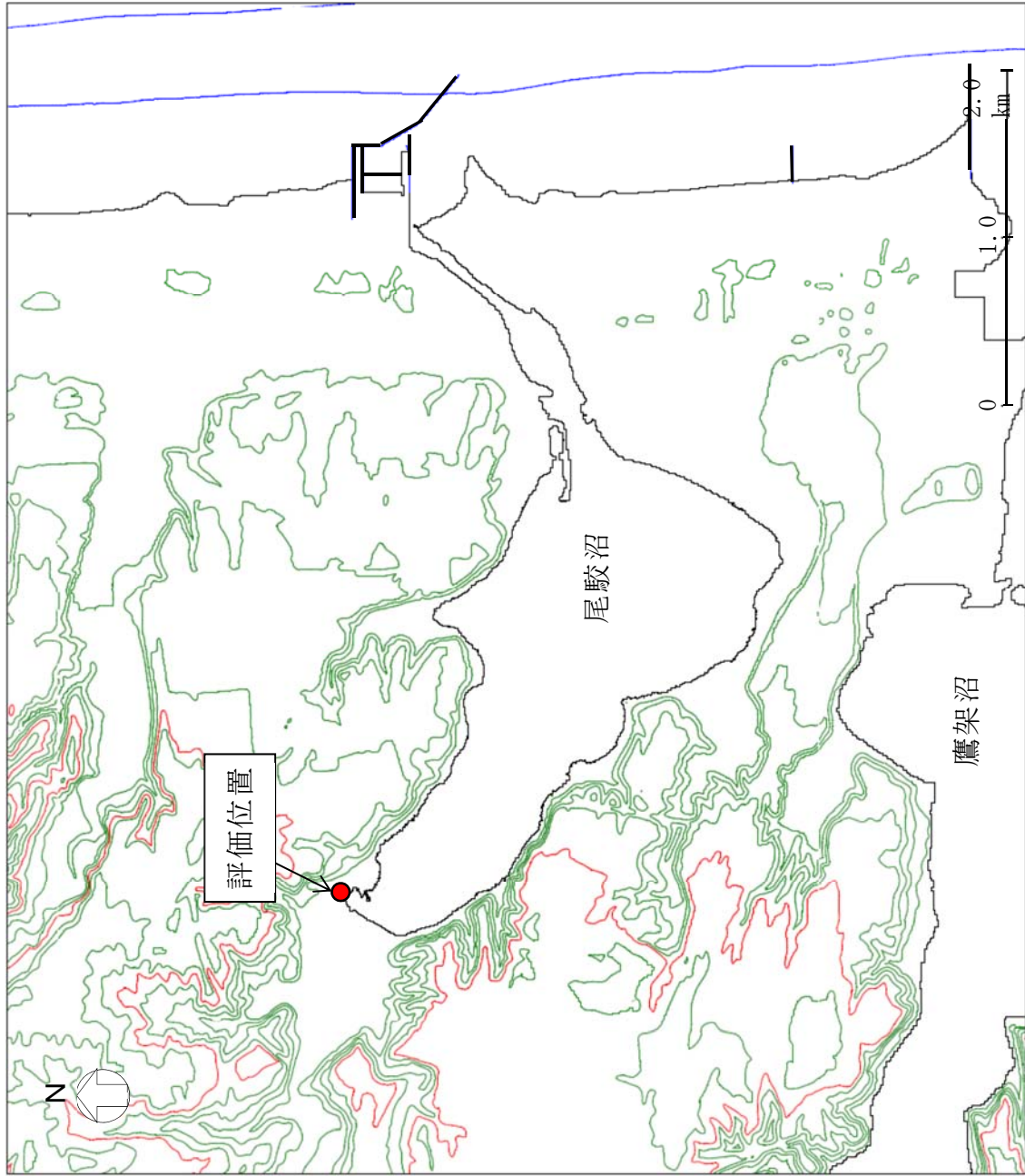
#### (ii) 数値シミュレーションの手法

数値シミュレーションにおける主な計算条件、計算領域、水深及び格子分割については、第6表、第8図及び第9図に示す既往津波の再現性の確認と同様の条件とした。

評価位置については、尾駁沼の形状を踏まえ、第11図に示す尾駁沼奥の地点を選定した。また、尾駁沼入り口前面には防波堤が設置されていることから、防波堤を考慮して検討を行った。

さらに、津波による影響を評価するに当たっては、朔望平均満潮位及び地殻変動量を考慮した津波高について評価することとした。





注1：コンター線は、10mピッチ

第11図 津波高の評価位置

(iii) プレート間地震に起因する津波の評価

プレート間地震は、地震調査委員会(2012)<sup>(5)</sup>で示されている三陸沖北部のプレート間地震、津波地震及び2011年東北地方太平洋沖地震で得られた、発生領域、震源域の形態及び発生間隔に関する知見を踏まえ、三陸沖北部と隣り合う領域の連動を考慮した連動型地震について検討した。

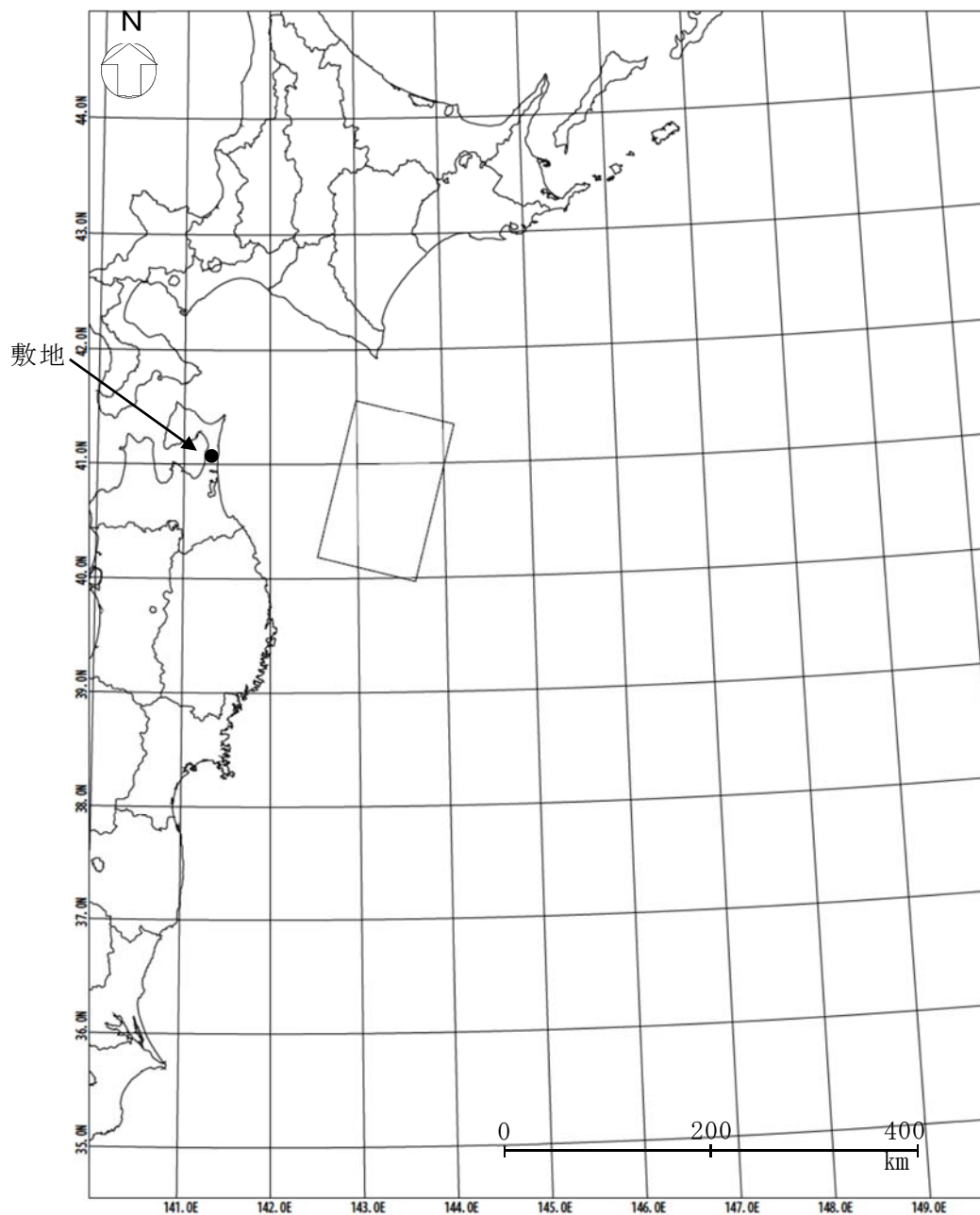
連動型地震については、三陸沖北部から北方の千島海溝沿いの領域への連動を考慮した連動型地震及び三陸沖北部から南方の日本海溝沿いの領域への連動を考慮した連動型地震が考えられるが、ここでは北方への連動型地震の波源モデルを設定して検討を実施する。一方、南方への連動型地震については青森県海岸津波対策検討会(2012、2015)<sup>(1)(2)</sup>の結果を参照する。

なお、南方への連動型地震については地震調査委員会(2019)<sup>(36)</sup>の知見もあるが、敷地前面の三陸沖北部に超大すべり域及び大すべり域を設定した青森県海岸津波対策検討会(2012、2015)<sup>(1)(2)</sup>の方が敷地への影響は大きいと評価した。

a. 基本モデル

(a) 三陸沖北部のプレート間地震

三陸沖北部のプレート間地震の波源モデルについては、1856年の津波が古記録より推定されていることから、同一海域で発生し各地の津波高が数多く観測されている1968年十勝沖地震に伴う津波を対象とすることとし、前述の既往津波を再現する波源モデルを基に、地震規模が既往最大のMw8.4となるようにスケーリング則に基づき設定した。第12図に示す波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高はT.M.S.L. +1.38mであった。



諸元

(第7図(2/2)に示す波源モデルの諸元を補正)

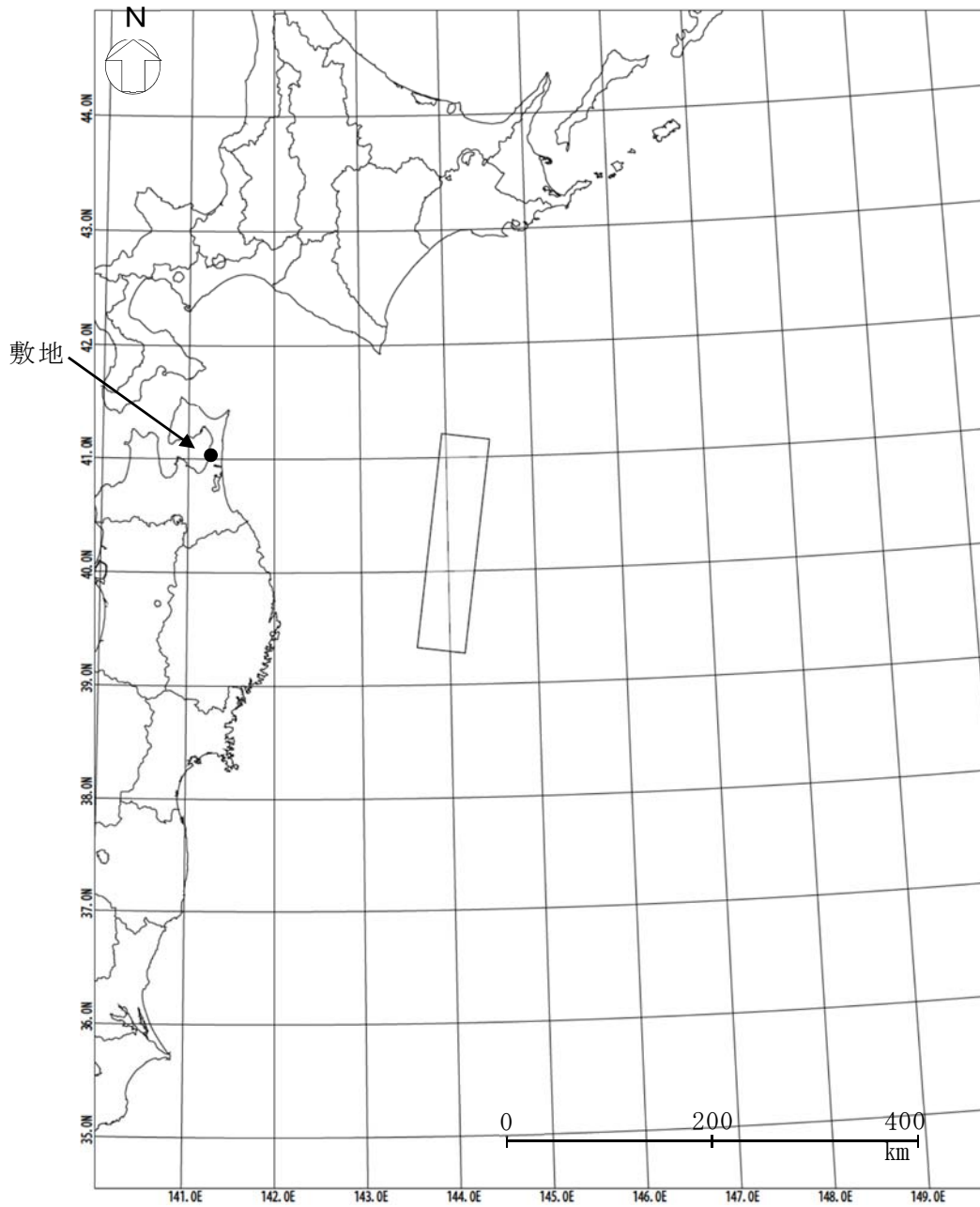
モーメント マグニチュード <sup>1)</sup> Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 $\theta$ ( $^{\circ}$ )	上縁深さ d (km)	傾斜 角 $\delta$ ( $^{\circ}$ )	すべり角 $\lambda$ ( $^{\circ}$ )	剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	すべり量 D (m)
8.4	157	104	195	12	20	76	$5.0 \times 10^{10}$	6.16

第12図 三陸沖北部のプレート間地震の波源モデルの位置及び諸元



(b) 津波地震

津波地震の波源モデルについては、土木学会(2002)<sup>(32)</sup>で示されている 1896 年明治三陸地震津波の波源モデル(地震規模は既往最大の Mw8.3)を設定した。第 13 図に示す波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高は T.M.S.L. +1.28m であった。



諸元

(土木学会(2002)<sup>(32)</sup>の諸元)

モーメント マグニチュード <sup>1)</sup> Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 $\theta$ ( $^{\circ}$ )	上縁深さ d (km)	傾斜 角 $\delta$ ( $^{\circ}$ )	すべり角 $\lambda$ ( $^{\circ}$ )	剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	すべり量 D (m)
8.3	210	50	188	1	20	75	$3.5 \times 10^{10}$	9.70

第 13 図 津波地震の波源モデルの位置及び諸元

(c) 北方への連動型地震

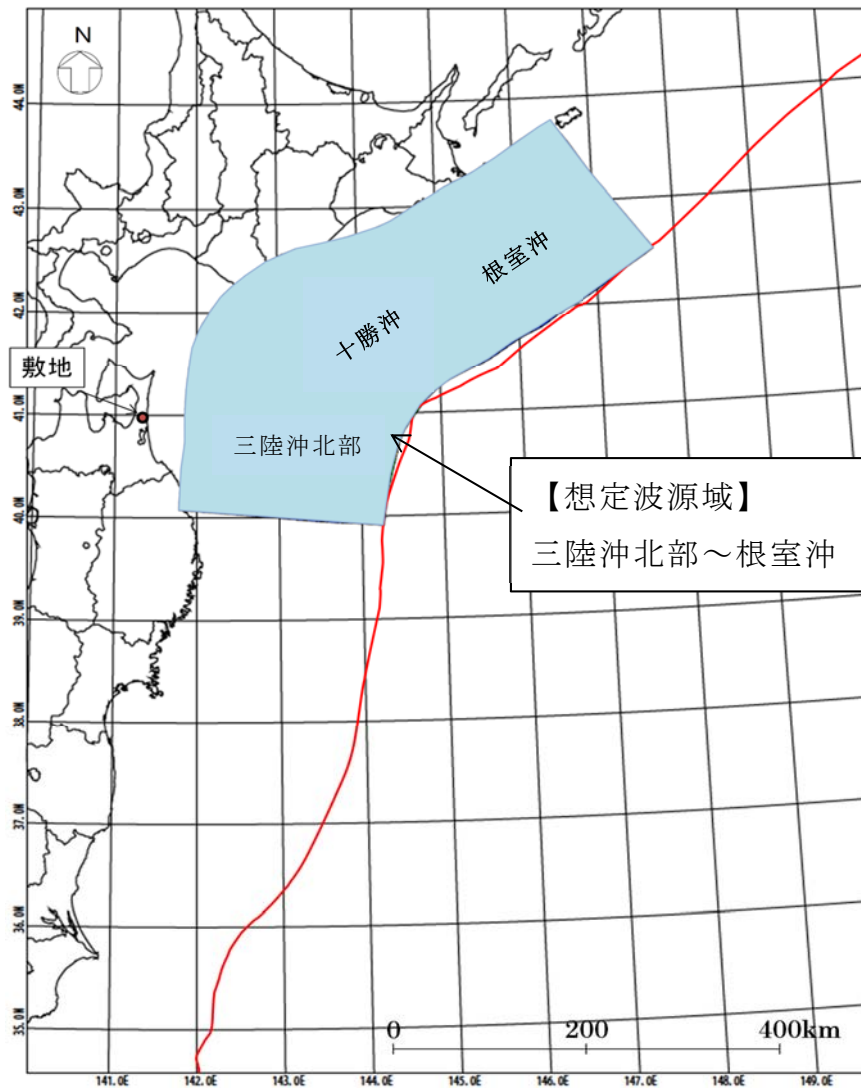
北方への連動型地震の波源モデルについては、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会(2006)<sup>(37)</sup>、文部科学省測地学分科会(2014)<sup>(38)</sup>及び地震調査委員会(2017)<sup>(39)</sup>を参考に、第14図に示す敷地前面の三陸沖北部から根室沖までの領域を想定波源域として設定した。

波源モデルの設定に当たり、断層面積は地震調査委員会(2004)<sup>(40)</sup>及び地震調査委員会(2012)<sup>(5)</sup>を参考にプレート面形状を設定した上で算定した。波源モデルの平均すべり量については、地震の規模に関するスケーリング則と地震モーメントの定義式から算定し、その際の平均応力降下量については内閣府(2012)<sup>(22)</sup>を参考に3.0MPaと設定し、剛性率については土木学会(2016)<sup>(31)</sup>を参考に $5.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ と設定した。

すべり量の不均質性については、内閣府(2012)<sup>(22)</sup>を参考に、超大すべり域及び大すべり域のすべり量をそれぞれ平均すべり量の4倍、2倍に、面積をそれぞれ全体面積の5%程度、15%程度(超大すべり域と合わせて20%程度)となるように設定した。超大すべり域の位置については、基本的には三陸沖北部及び十勝沖・根室沖の領域にそれぞれ存在すると想定されるが、保守的に敷地前面の三陸沖北部にひとつにまとめ、内閣府(2012)<sup>(22)</sup>及び青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(1)</sup>を参考にプレート境界浅部のすべりが大きくなるよう配置した。大すべり域の位置は超大すべり域を取り囲むように配置した。

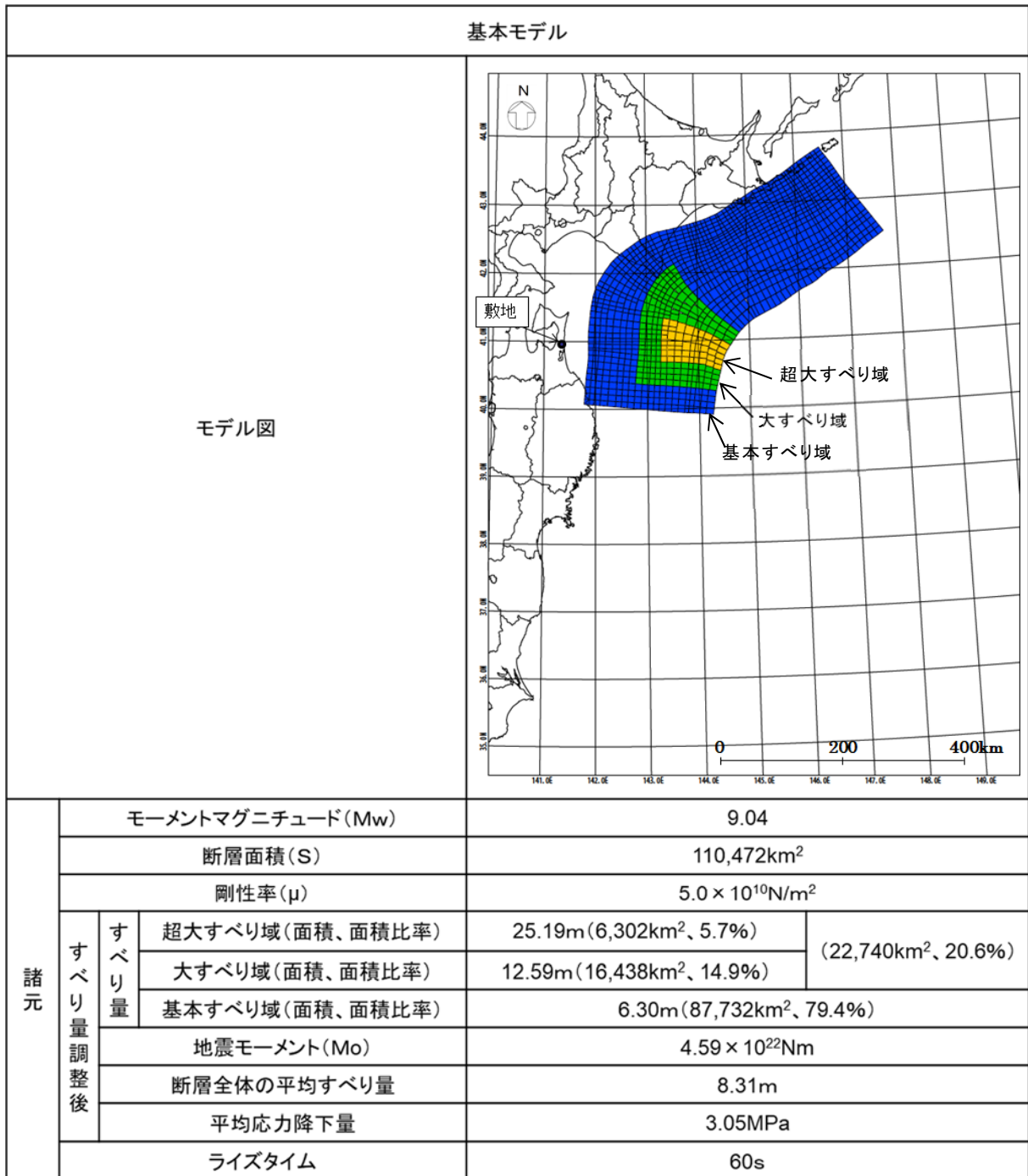
さらに、上述のとおり設定したモデルに対し、超大すべり域及び大すべり域を考慮した平均応力降下量が約3MPaとなるように地震モーメント(すべり量)の調整を行い、Mw9.04のモデルを設定した。また、ライズタイムについては60秒とした。

第15図に示す波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高はT.M.S.L.+2.32mであった。



\*1：赤線で示す海溝軸は地震調査研究推進本部(2004、2012)<sup>(40)(5)</sup>をトレース。

第 14 図 北方への連動型地震の想定波源域\*1



第 15 図 北方への連動型地震の波源モデルの位置及び諸元 (基本モデル)

b. 不確かさの考慮に係る評価

三陸沖北部のプレート間地震、津波地震及び北方への連動型地震のうち、評価位置における津波高が最大となる北方への連動型地震について、波源特性、波源位置及び破壊開始点の不確かさを考慮し評価を実施した。さらに、不確かさの考慮において評価位置における津波高が最大となるケースと、南方への連動型地震である青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(1)</sup>の結果の比較を行い、津波高の高いケースをプレート間地震に起因する津波の最大ケースとして評価した。

波源特性の不確かさについては、すべり量の不確かさを考慮したすべり量割増モデル及びすべり分布の不確かさを考慮した海溝側強調モデルを設定した。第16図に示す波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高は、すべり量割増モデルで T. M. S. L. +3.01m、海溝側強調モデルで T. M. S. L. +3.00m であった。

波源位置の不確かさについては、すべり量割増モデル及び海溝側強調モデルのそれぞれについて、北へ約 50 km 移動させたケース並びに南へ約 50 km、約 100 km 及び約 150 km 移動させたケースを設定した。数値シミュレーションを実施した結果、評価位置における津波高が最大となるのは、すべり量割増モデルを南に約 100 km 移動させたケースで、T. M. S. L. +3.65m であった。

破壊開始点の不確かさについては、波源位置を変動させた検討において評価位置における津波高が最大となるすべり量割増モデルを南に約 100 km 移動させたケースについて、内閣府(2012)<sup>(22)</sup>を参考に複数設定した。第17図に示す位置で破壊開始点を設定し数値シミュレーションを実施した結果、評価位置における津波高が最大となるのは、破壊開始点として P6 を設定したケースで、T. M. S. L. +4.00m であった(第18図参照)。

廃棄物埋設地への遡上経路としては中央沢が考えられるが、中央沢入口での津波高は評価位置の津波高と同程度であり、廃棄物埋設地まで到達していないことが確認できる(第18図参照)。また、第18図に示すとおり、北方への連動型地震の敷地近傍の海岸線上における津波高は、T. M. S. L. +10.00m 以上であった。

南方への連動型地震については、青森県海岸津波対策検討会(2012、2015)<sup>(1)(2)</sup>では、不確実性を考慮した青森県太平洋沿岸に最も影響を及ぼす最大クラス(L2津波)の津波を想定し、検討を実施している。また、2011年東北地方太平洋沖地

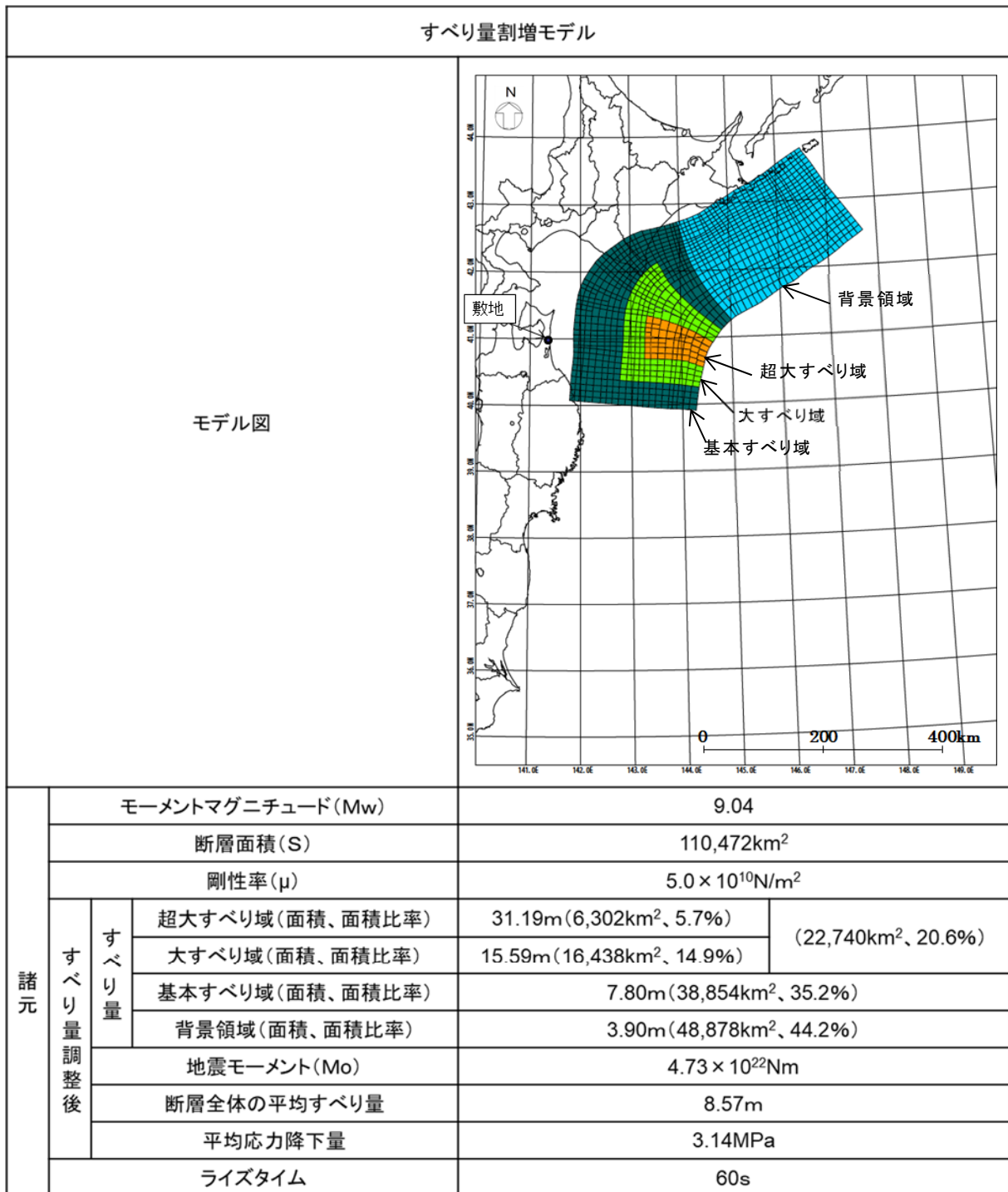
震の知見を踏まえ、三陸沖北部の海溝沿いに、大すべり域と超大すべり域を設定している。青森県の設定した波源モデルを第 19 図及び第 20 図に示す。

ここで内閣府(2011)<sup>(41)</sup>より、L2 津波とは、住民避難を柱とした総合的防災対策を構築する上で想定する津波であり、発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波としている。

青森県海岸津波対策検討会(2012、2015)<sup>(1)(2)</sup>によると、六ヶ所村沿岸に來襲する津波高について、敷地近傍においては T. M. S. L. +10m に達しておらず(第 21 図参照)、公表された浸水深分布からも、廃棄物埋設地が位置する敷地に津波は到達していないことが確認できる(第 22 図参照)。

また、中央沢付近を見ても、廃棄物埋設地を設置する位置まで津波は到達していないことが確認できる。

以上より、プレート間地震に起因する津波について、評価位置における津波高が最大となるのは、北方への連動型地震のすべり量割増モデルを南に約 100 km 移動させ破壊開始点を P6 と設定したケースであり、その津波高は評価位置において T. M. S. L. +4.00m であった。

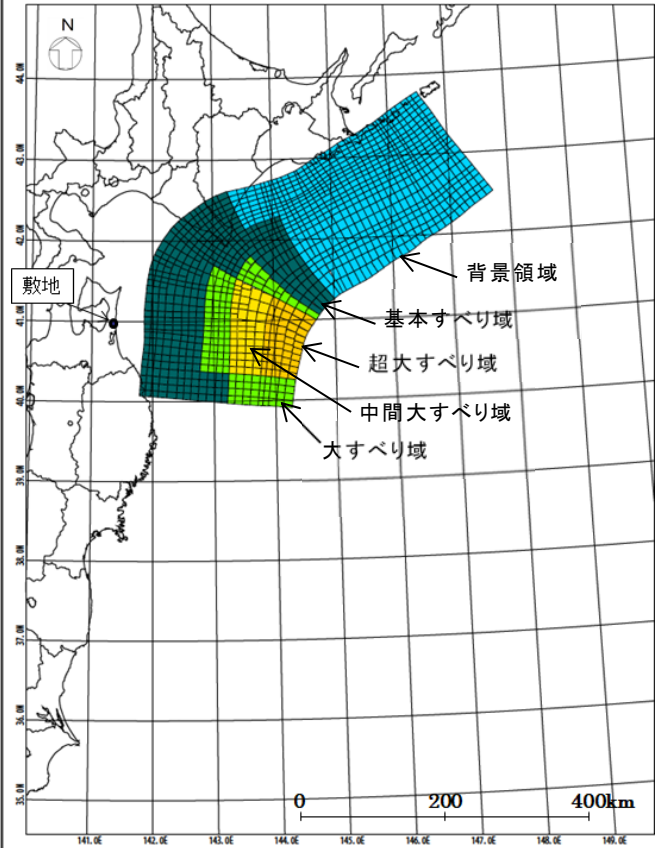


第 16 図 北方への連動型地震の波源モデルの位置及び諸元 (すべり量割増モデル) (1/2)



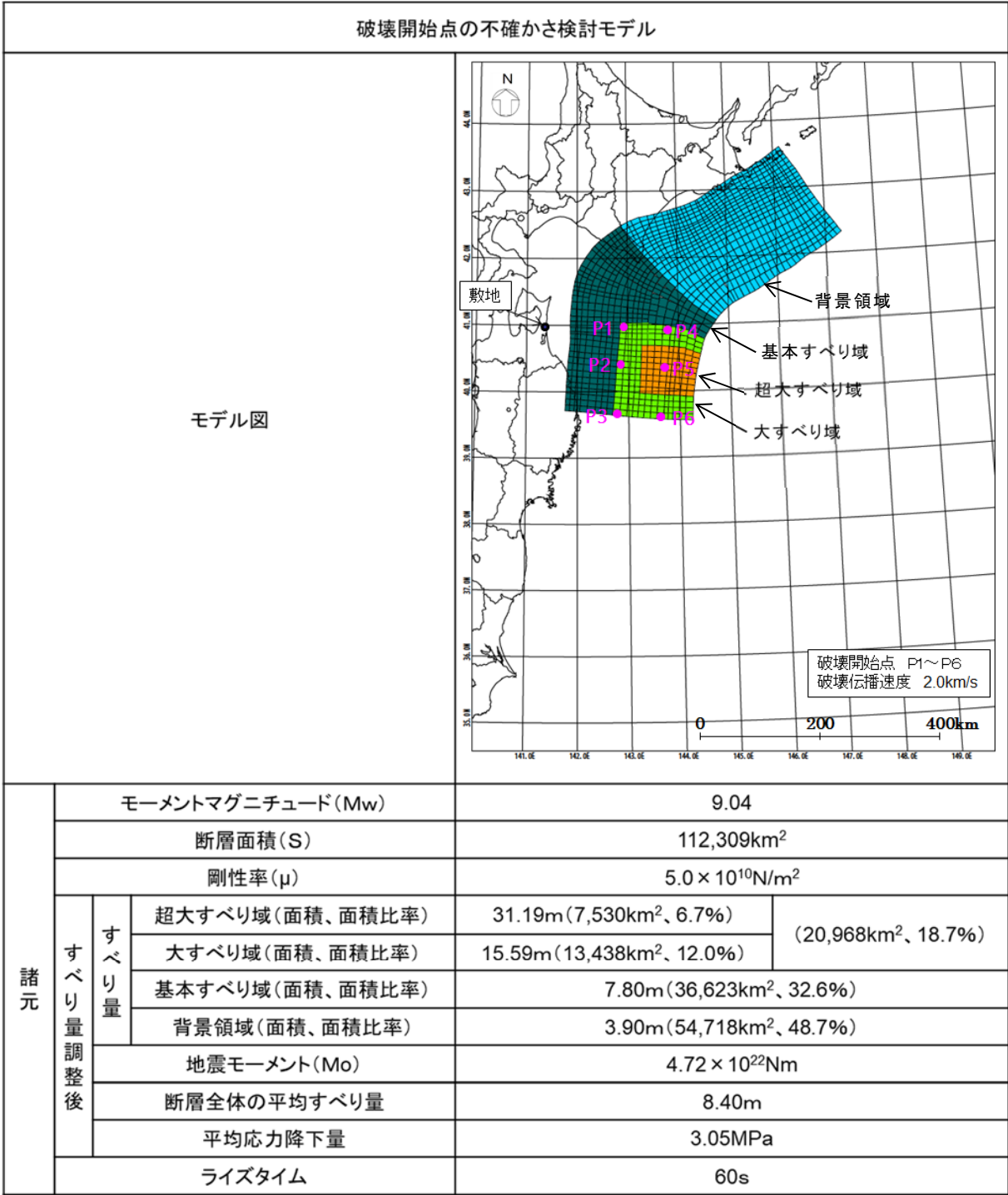
海溝側強調モデル

モデル図

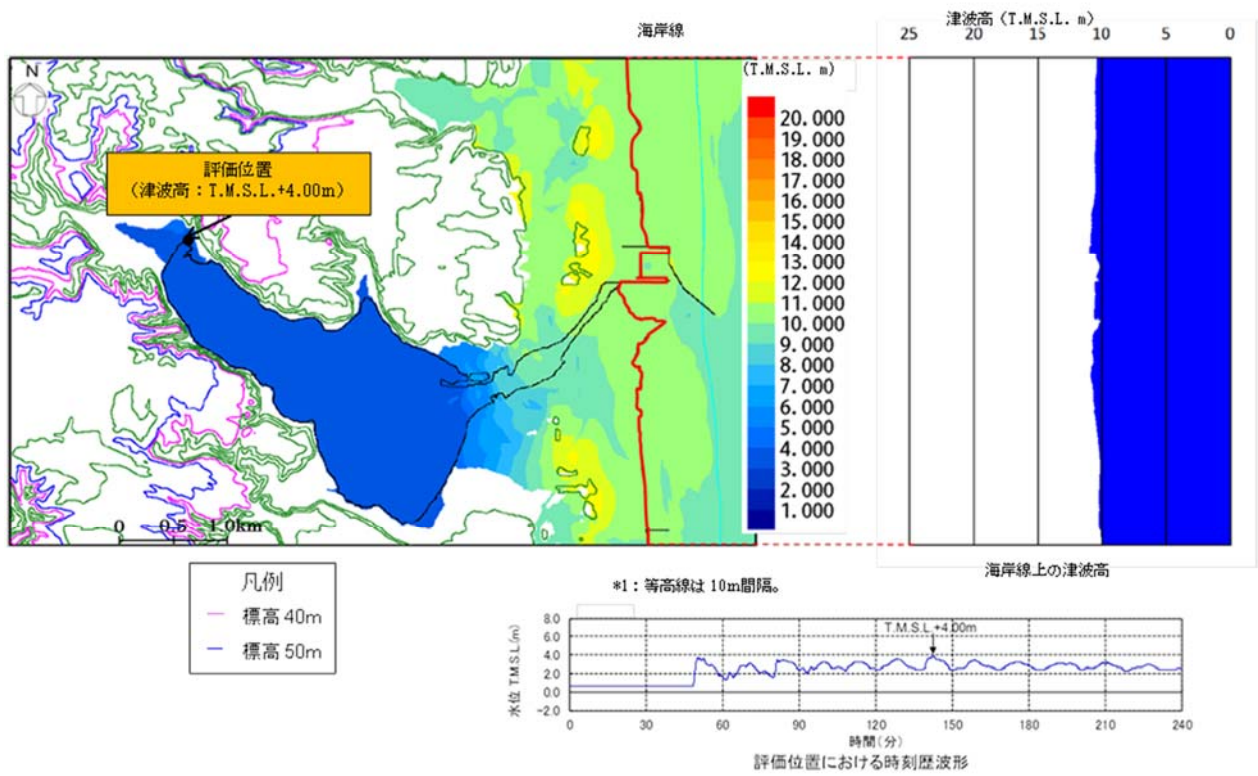


諸元	すべり量調整後	モーメントマグニチュード(Mw)	9.04		
		断層面積(S)	110,472km <sup>2</sup>		
		剛性率(μ)	5.0 × 10 <sup>10</sup> N/m <sup>2</sup>		
		すべり量	超大すべり域(面積、面積比率)	29.77m(5,696km <sup>2</sup> 、5.2%)	(23,191km <sup>2</sup> 、21.0%)
			中間大すべり域(面積、面積比率)	22.33m(6,018km <sup>2</sup> 、5.4%)	
			大すべり域(面積、面積比率)	14.88m(11,477km <sup>2</sup> 、10.4%)	
		基本すべり域(面積、面積比率)	7.44m(35,022km <sup>2</sup> 、31.7%)		
		背景領域(面積、面積比率)	3.72m(52,259km <sup>2</sup> 、47.3%)		
		地震モーメント(M <sub>0</sub> )	4.65 × 10 <sup>22</sup> Nm		
		断層全体の平均すべり量	8.42m		
平均応力降下量	3.08MPa				
ライズタイム	60s				


第 16 図 北方への連動型地震の波源モデルの位置及び諸元 (海溝側強調モデル) (2/2)



第 17 図 破壊開始点の位置

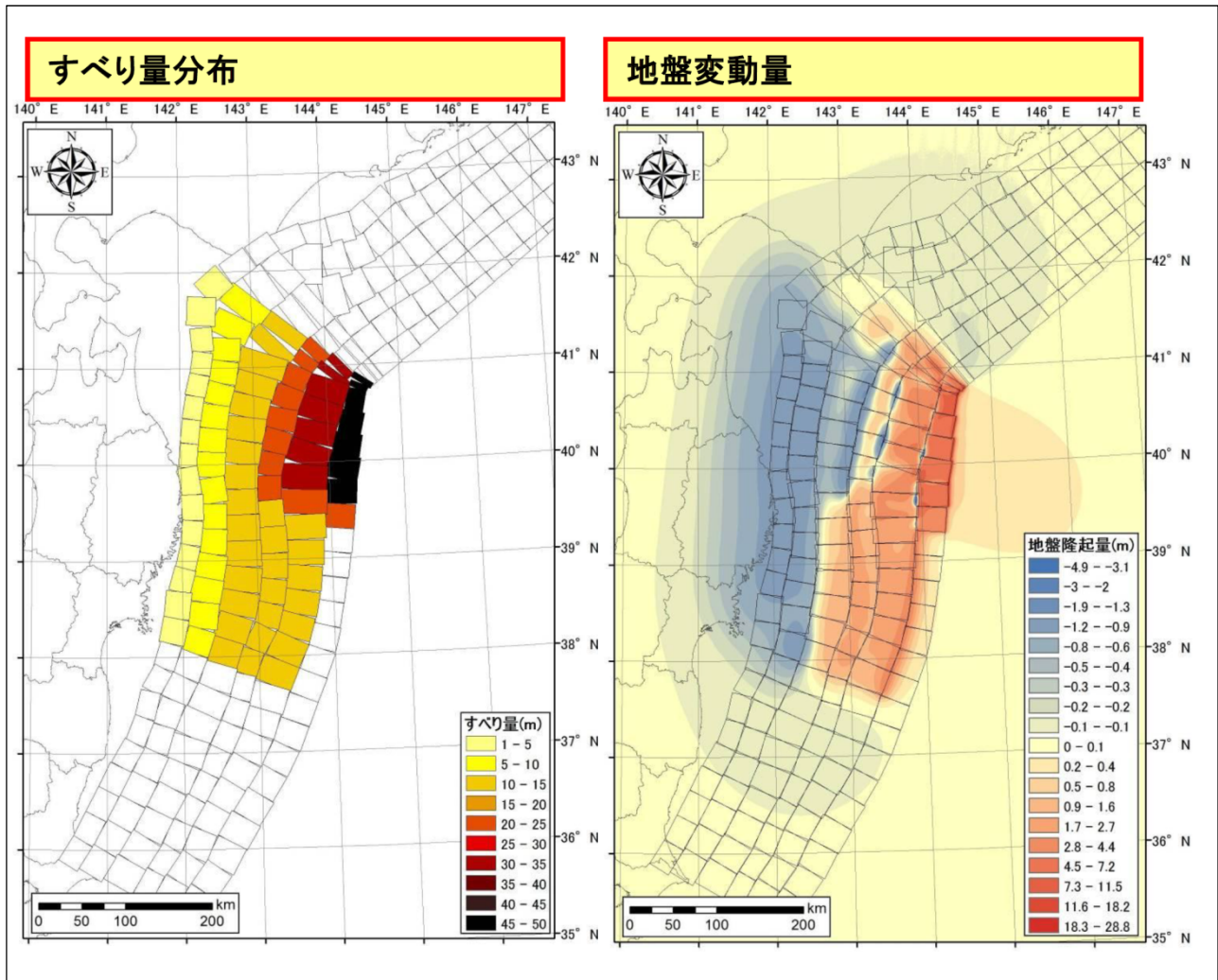


第 18 図 北方への連動型地震に起因する津波の最大ケースの津波高分布

対象津波		H24 青森県太平洋側想定地震津波
マグニチュード		Mw = 9.0
使用モデル		H24 青森県太平洋側独自断層モデル
概要	説明	中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」で平成17年6月22日に検討された「三陸沖北部の地震」と「明治三陸タイプ地震」を網羅する津波断層領域を想定した地震。
	震源域	

\*1：青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(1)</sup>より抜粋、一部加筆。

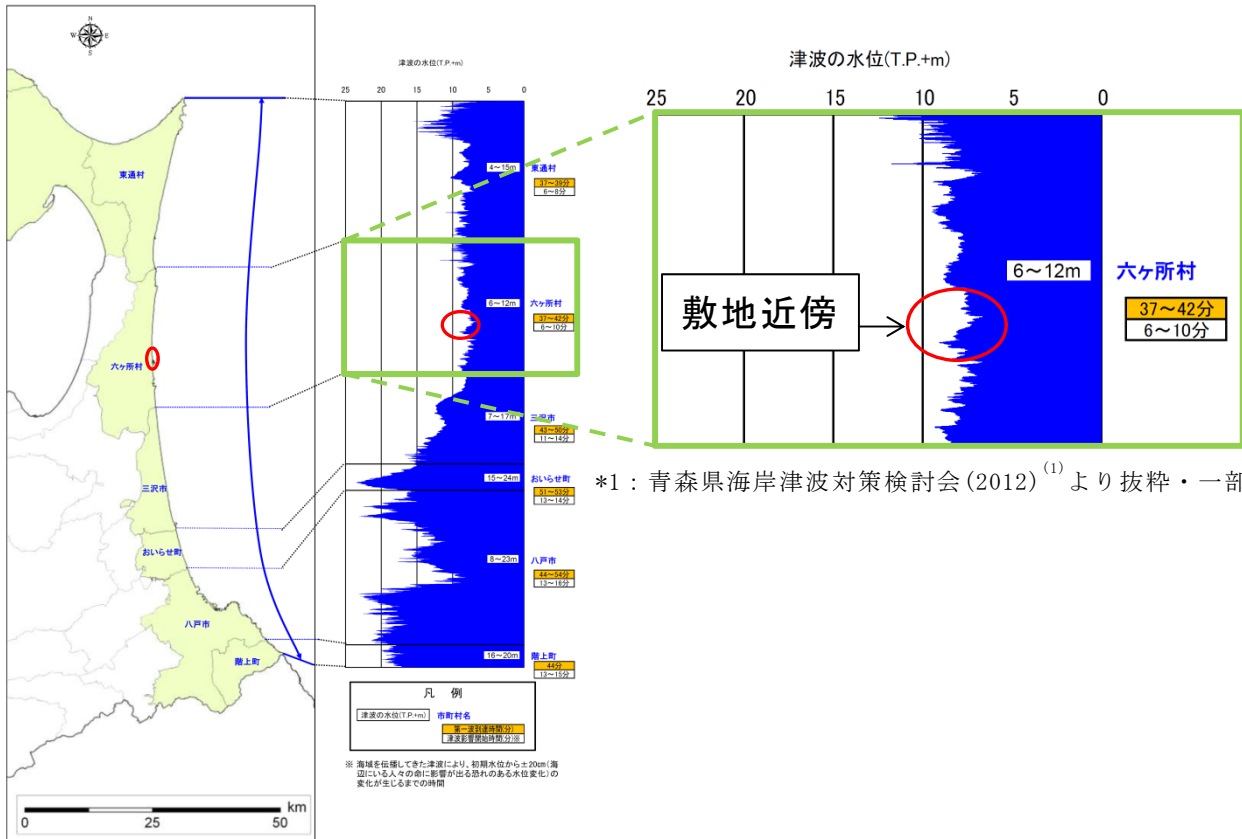
第19図 南方への連動型地震の想定波源域\*1



\*1: 青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(1)</sup>より抜粋。

第 20 図 青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(1)</sup>による最大クラスの  
津波断層モデル(すべり量分布及び地盤変動量)\*1

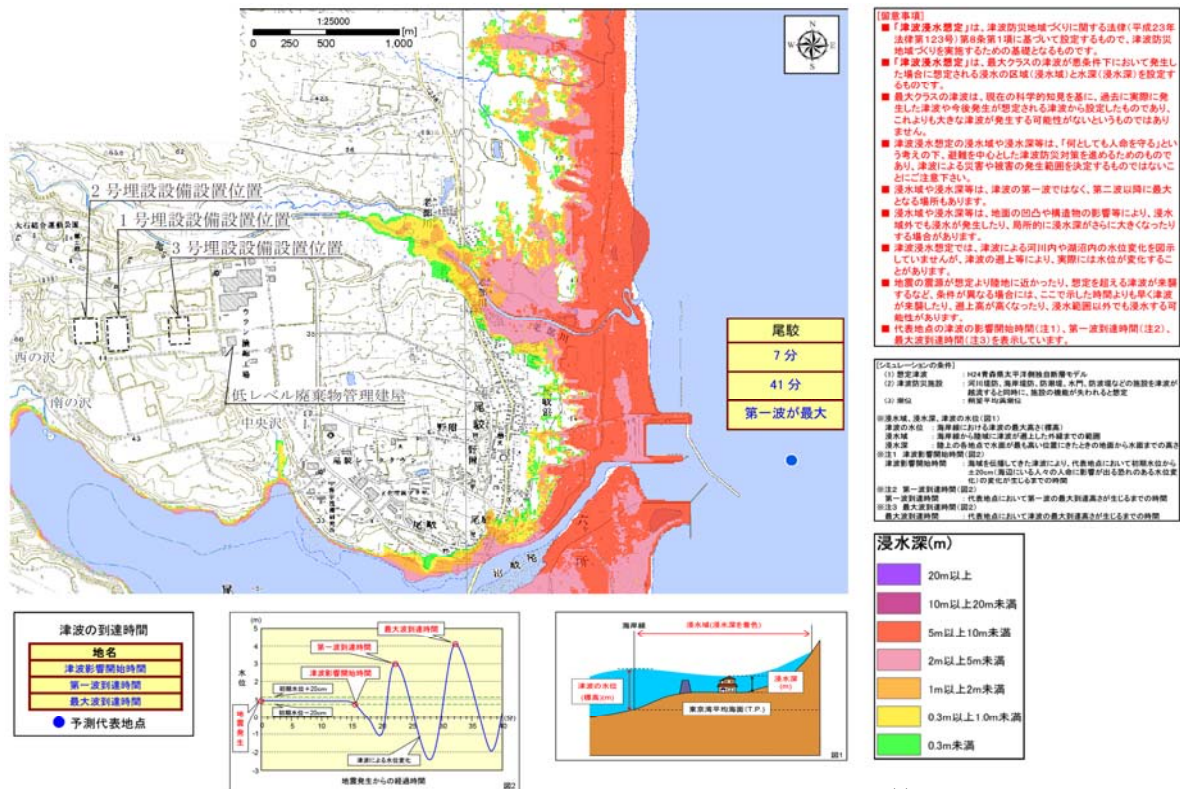
H24青森県太平洋側想定地震 海岸線上の津波の水位(青森県太平洋岸)



\*1 : 青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(1)</sup>より抜粋・一部加筆。

第 21 図 青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(1)</sup>の検討結果(海岸線上の津波の水位)<sup>\*1</sup>





\*1: 青森県海岸津波対策検討会(2015)<sup>(2)</sup>より抜粋・一部加筆。

第22図 青森県海岸津波対策検討会(2015)<sup>(2)</sup>の検討結果(浸水予測図)\*1

a. 尾駁沼の固有周期に係る検討

評価位置は尾駁沼の奥に位置していることから、評価位置における津波高の算出に当たり、尾駁沼の固有周期の影響が数値シミュレーションに反映されていることを確認するため、尾駁沼の固有周期に係る検討を実施した。

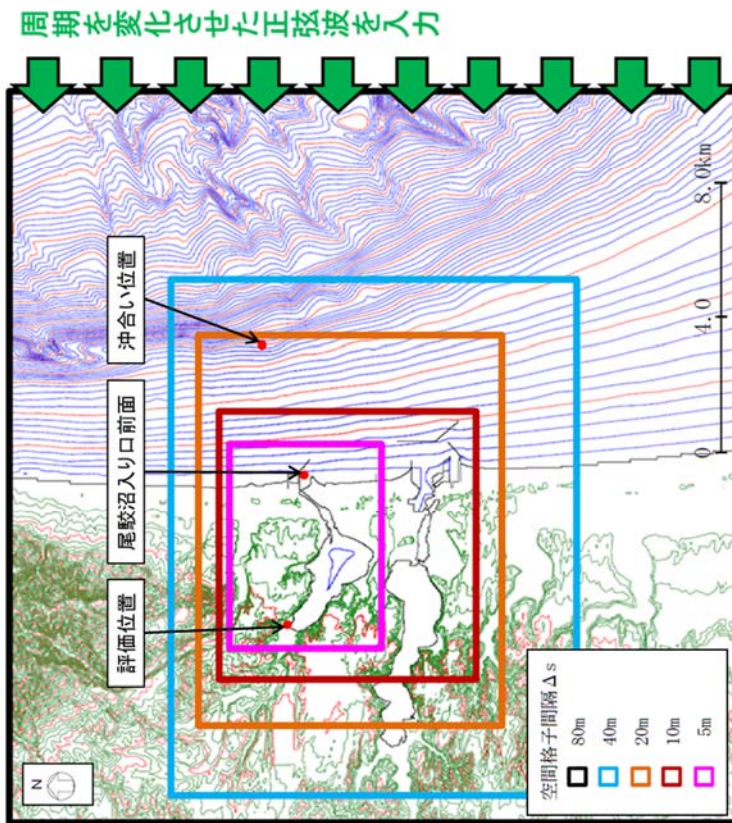
尾駁沼の固有周期を確認するため、第 9 図に示す敷地近傍の計算領域において、周期を変化させた正弦波を入力し、評価位置における水位増幅率を求めた結果を第 23 図に示す。沖合い位置に対する評価位置の水位増幅率は、15 分程度の周期帯においてピークを示し、それ以外の周期帯については減衰していることから、尾駁沼の固有周期は 15 分程度であると評価した。

次に、第 18 図に示すケースの数値シミュレーションによる水位変動量時刻歴波形を用いて周波数分析を実施した結果を第 24 図に示す。評価位置において 15 分程度の周期帯が卓越しており、正弦波入力による検討で評価した尾駁沼の固有周期の影響を捉えていることを確認した。

なお、尾駁沼の固有周期を踏まえ、数値シミュレーションで設定している格子間隔の妥当性について検討した結果、第 25 図に示すとおり、格子間隔が土木学会(2016)<sup>(31)</sup>により算定される格子間隔の目安に対して十分小さいことを確認した。

以上のことから、評価位置における津波高の結果には、数値シミュレーションにより尾駁沼の固有周期の影響が反映されていると評価した。

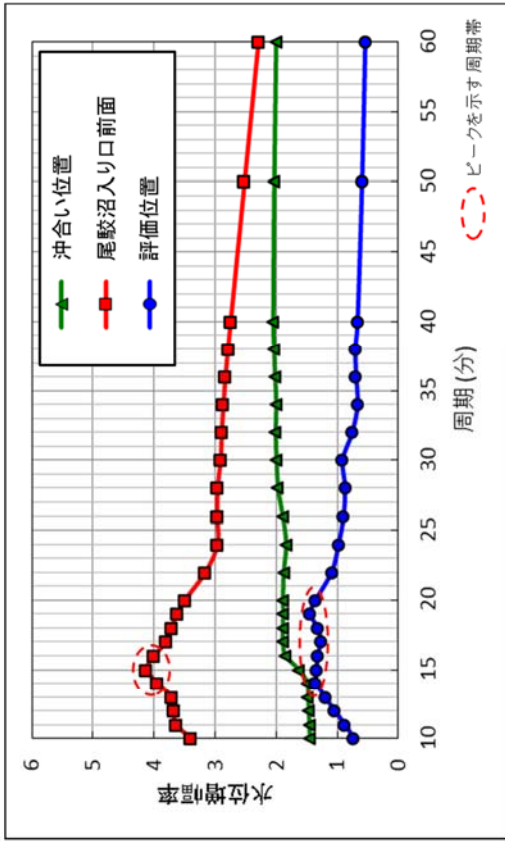




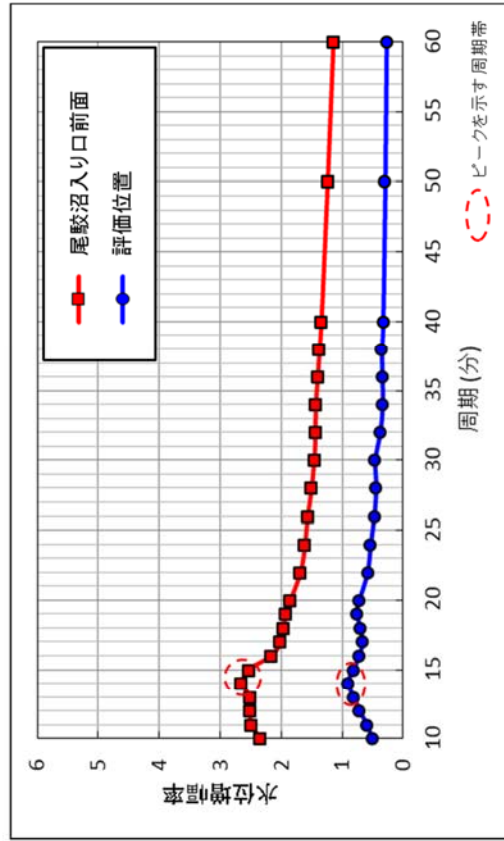
注1: コンター線は、陸域10m、海域5mピッチ

主な条件

正弦波の波長	3波長
正弦波の振幅	1m
正弦波の周期	10分から20分まで1分ピッチ, 20分から40分まで2分ピッチ, 50分, 60分のケースとした。
潮位条件	T. M. S. L. $\pm 0.0m$
時間格子間隔: $\Delta t(s)$	0.1



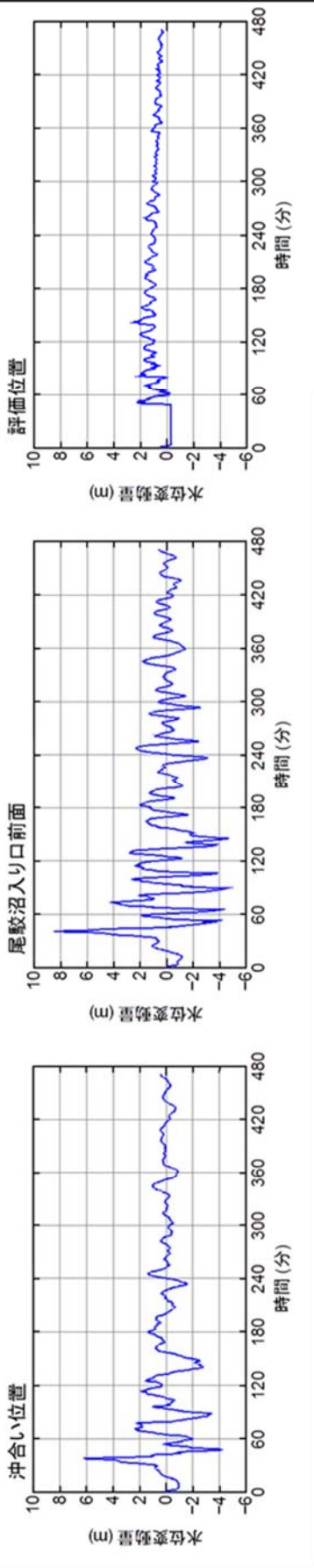
入力波に対する水位増幅率



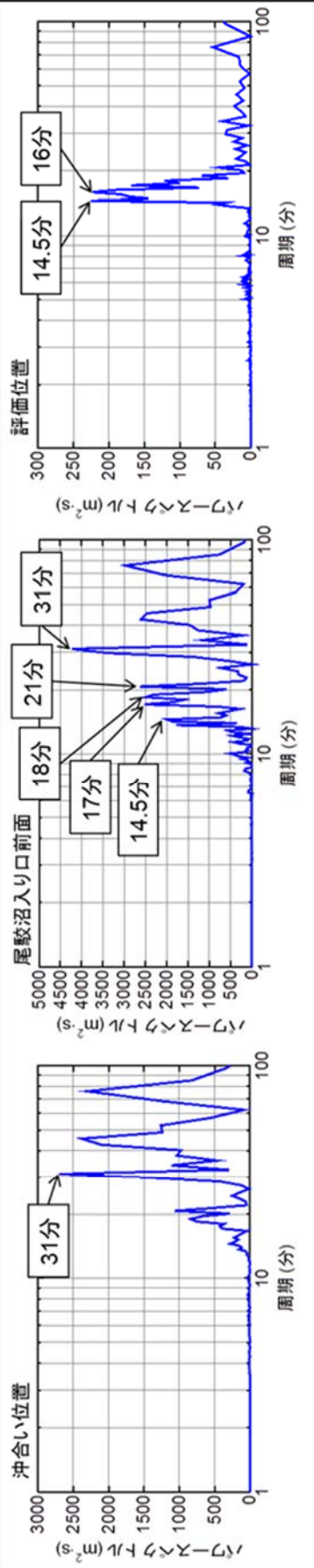
沖合い位置に対する水位増幅率

第23図 正弦波入力による検討結果

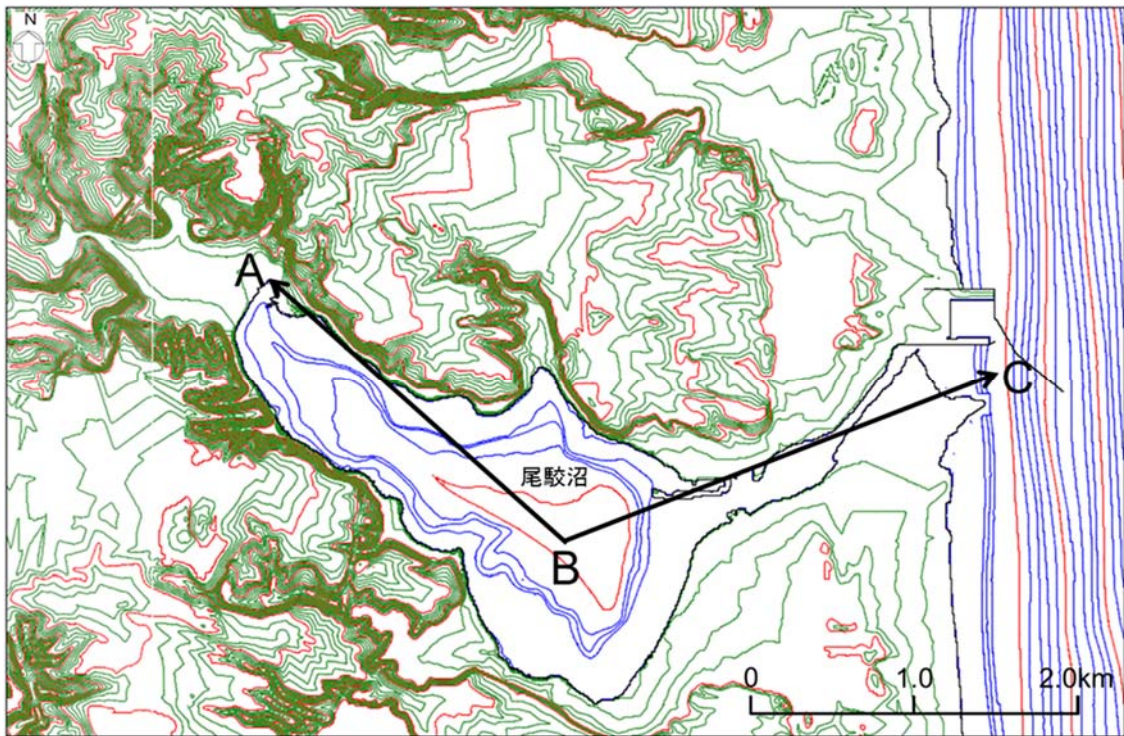
水位変動量時刻歴波形



周波数分析結果



第 24 図 周波数分析結果



注1：コンター線は、陸域2m、海域1mピッチ

土木学会(2016)<sup>(31)</sup>による格子間隔の設定

- ✓ 湾内平均波長:  $L_v = T \cdot (g \cdot h / 2)^{1/2}$
- ✓ 湾中央部より奥の平均波長:  $L_o = T \cdot (g \cdot h / 4)^{1/2}$

$T$  : 入力波周期 (s)、 $g$  : 重力加速度、  
 $h$  : 湾口水深 (m)、 $l$  : 湾口～湾奥の距離 (m)

区分	湾口～湾奥距離 $l$ と湾内平均波長 $L_v$ との関係	格子間隔 $\Delta x$ の目安
湾口～湾中央部	—	$L_v$ の 1/40 程度
湾奥	$L_v/l < 6$	$L_o$ の 1/100 以下
	$6 \leq L_v/l < 10$	$L_o$ の 1/50 程度
	$10 \leq L_v/l$	$L_o$ の 1/40 程度

検討結果

$T(s)$	900
$h(m)$	5
$l(m)$ (A~B~C)	5,300
$L_v(m)$	4,455
$L_o(m)$	3,150
$L_v/l$	0.8
湾奥の $\Delta x(m)$	31
湾口～湾中央部の $\Delta x(m)$	111

土木学会(2016)<sup>(31)</sup>により算定される格子間隔の目安は、尾駁沼奥で31m以下、尾駁沼入り口～尾駁沼中央部で111m程度である。一方、当該領域の格子間隔は5mに設定している。

第25図 格子間隔の妥当性に係る検討結果

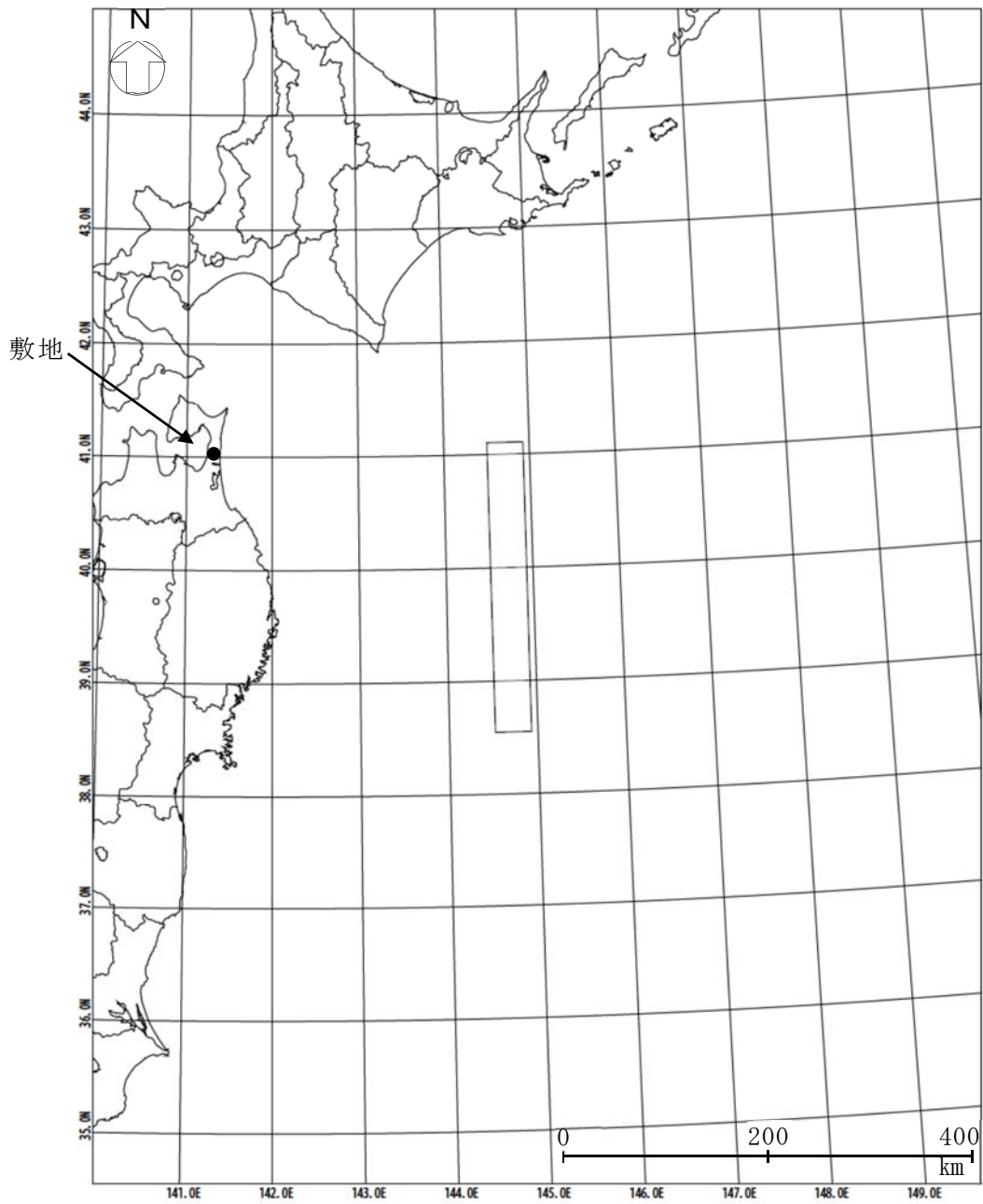


(iv) 海洋プレート内地震に起因する津波の評価

海洋プレート内地震は、地震調査委員会(2012)<sup>(5)</sup>で示されている正断層型の地震について検討した。

海洋プレート内地震の波源モデルについては、土木学会(2002)<sup>(32)</sup>で示されている1933年昭和三陸地震津波の波源モデルを基に、地震規模が既往最大のMw8.6となるようにスケーリング則に基づき設定した。第26図に示す波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高はT.M.S.L. +1.35mであった。

以上を踏まえると、海洋プレート内地震に起因する津波は、プレート間地震に起因する津波を上回るものではない。



諸元

(土木学会(2002)<sup>(32)</sup>の諸元を補正)

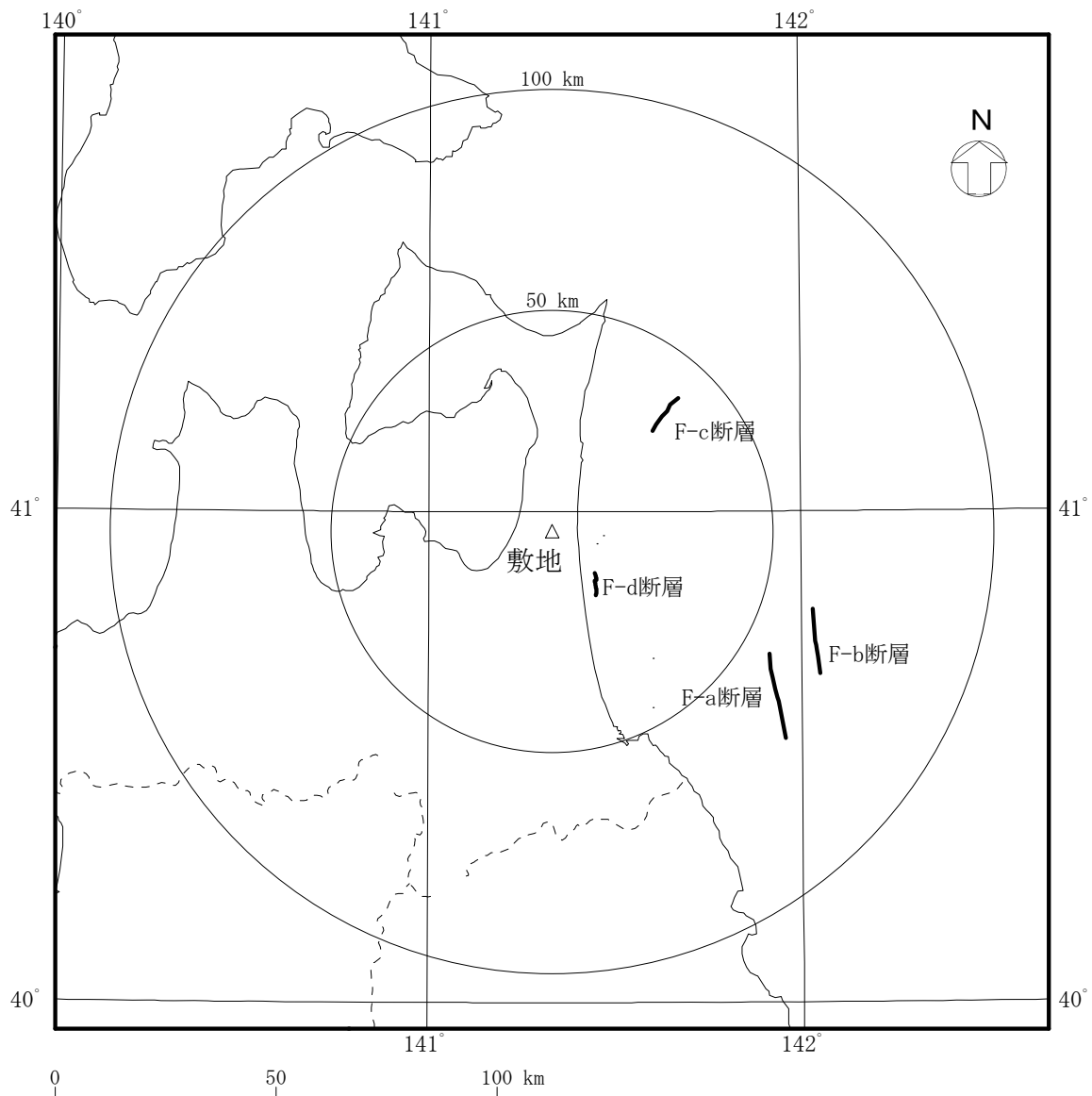
モーメント マグニチュード <sup>°</sup> Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 $\theta$ ( $^{\circ}$ )	上縁深さ d (km)	傾斜角 $\delta$ ( $^{\circ}$ )	すべり角 $\lambda$ ( $^{\circ}$ )	剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	すべり量 D (m)
8.6	283	50	180	1	45	270	$7.0 \times 10^{10}$	10.10

第 26 図 海洋プレート内地震の波源モデルの位置及び諸元 (正断層型の地震)

(v) 海域の活断層による地殻内地震に起因する津波の評価

海域の活断層による地殻内地震に起因する津波の評価を行うに当たり、第 27 図に示す敷地周辺海域の活断層について、阿部(1989)<sup>(42)</sup>の簡易予測式により推定津波高を検討した。

簡易予測式による推定津波高を第 7 表に示す。海域の活断層による地殻内地震に起因する津波の推定津波高は最大でも 0.3m であり、プレート間地震に起因する津波と比べて影響は非常に小さい。



第 27 図 敷地周辺海域の活断層分布

第 7 表 海域の活断層による地殻内地震に起因する津波の推定津波高

海域活断層	断層長 L (km)	断層幅 W (km)	すべり量 D (m)	地震 モーメント $M_0$ (N·m)	モーメント マグニ チュード $M_w$	津波の 伝播距離 $\Delta$ (km)	推定 津波高 Ht (m)
F-a	20	12.0	2.11	$1.75 \times 10^{19}$	6.8	63	0.3
F-b	15	10.0	1.58	$8.18 \times 10^{18}$	6.5	64	0.2
F-c	15	10.0	1.58	$8.18 \times 10^{18}$	6.5	38	0.3
F-d	6	4.0	0.63	$5.24 \times 10^{17}$	5.7	15	0.2

## (2) 地震以外の要因に起因する津波の評価

### (i) 地すべり等に起因する津波の評価

#### a. 対象地すべりの選定

文献調査によると、敷地周辺における陸上及び海底の地すべり並びに斜面崩壊による歴史津波の記録は知られていない。また、陸上地すべりについて、防災科学技術研究所(2009)<sup>(43)</sup>及び防災科学技術研究所(2013)<sup>(44)</sup>によると、敷地周辺陸域の海岸付近において大規模な地すべり地形は認められない。加えて、海底地すべりについても、徳山ほか(2001)<sup>(45)</sup>によると、敷地周辺海域には海底地すべり地形は認められない。

一方、下北半島太平洋側前面海域の大陸棚部付近を対象に海底地形調査を実施した結果、複数の地すべり地形が抽出されたことから、抽出された地すべり地形に基づく数値シミュレーションにより敷地への影響を評価した。抽出された海底地すべり地形を第 28 図に示す。

抽出された海底地すべり地形のうち、地すべり地形の崩壊規模から数値シミュレーションの対象とする地すべりとして SLS-2 を選定し、地すべり前の海底地形を復元した。海底地すべり地形の断面を第 29 図に示す。

#### b. 海底地すべりの数値シミュレーションの手法

海底地すべりの数値シミュレーションの手法としては、二層流モデル(Maeno and Imamura(2007)<sup>(46)</sup>)及び Kinematic landslide モデル(佐竹・加藤(2002)<sup>(47)</sup>)を用いた。

数値シミュレーションに用いた計算領域とその水深及び格子分割を第 30 図に、主な計算条件を第 8 表及び第 9 表に示す。

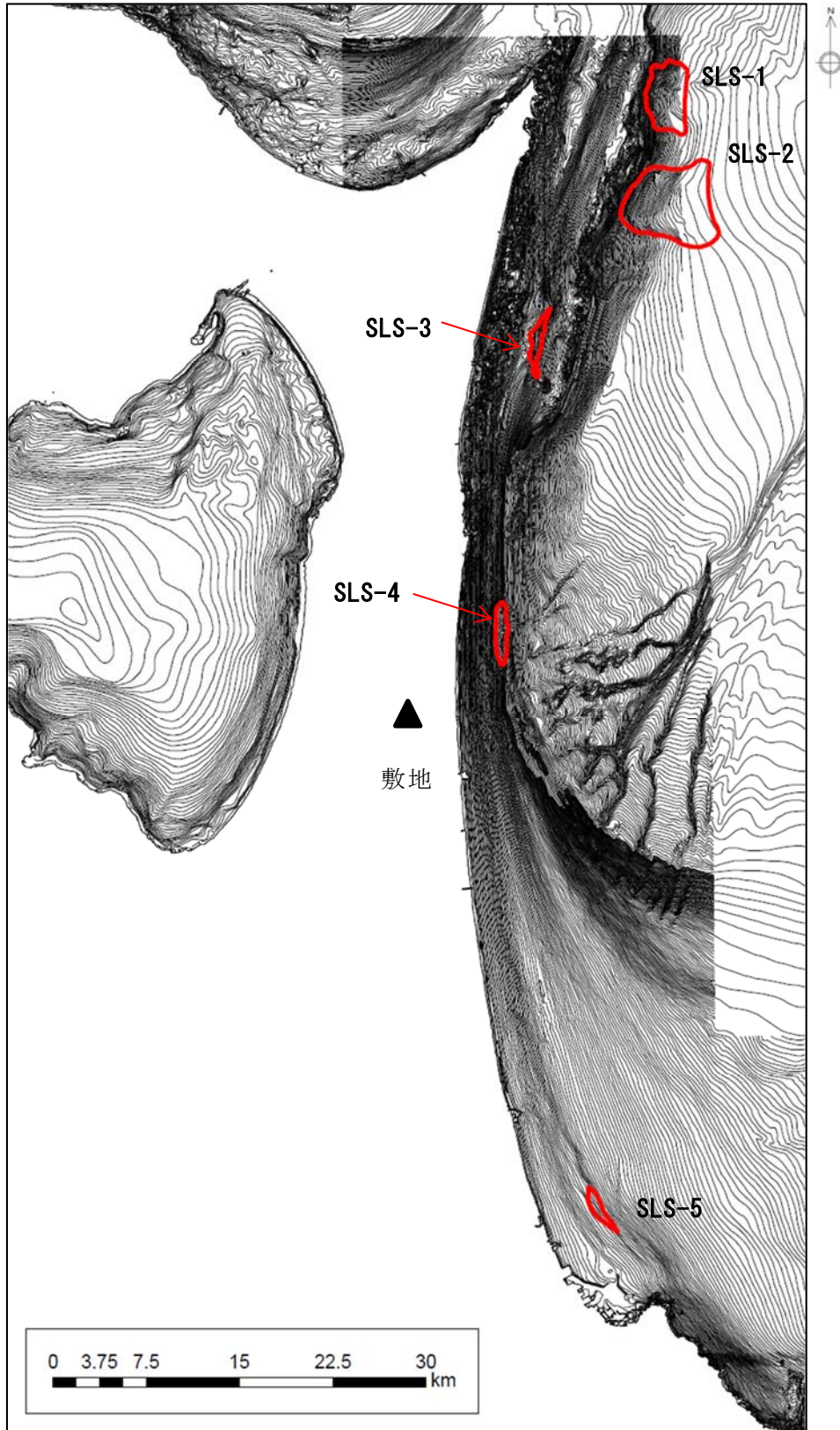
#### c. 評価結果

数値シミュレーションの結果、評価位置前面における津波高は、二層流モデルで 0.07m、Kinematic landslide モデルで 0.20m であり、プレート間地震に起因する津波と比べて影響は非常に小さい。

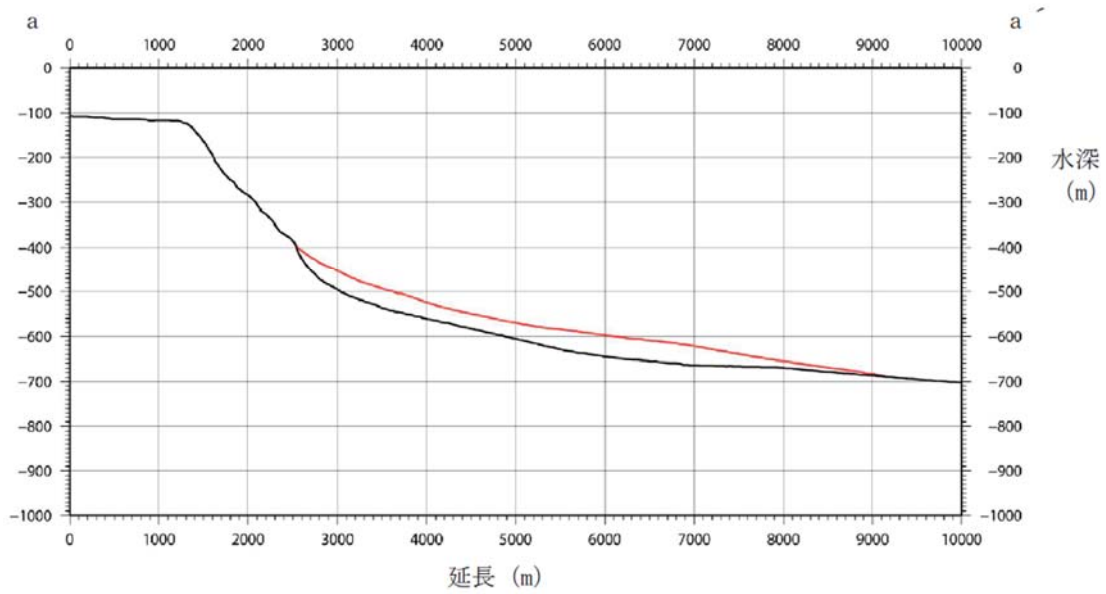
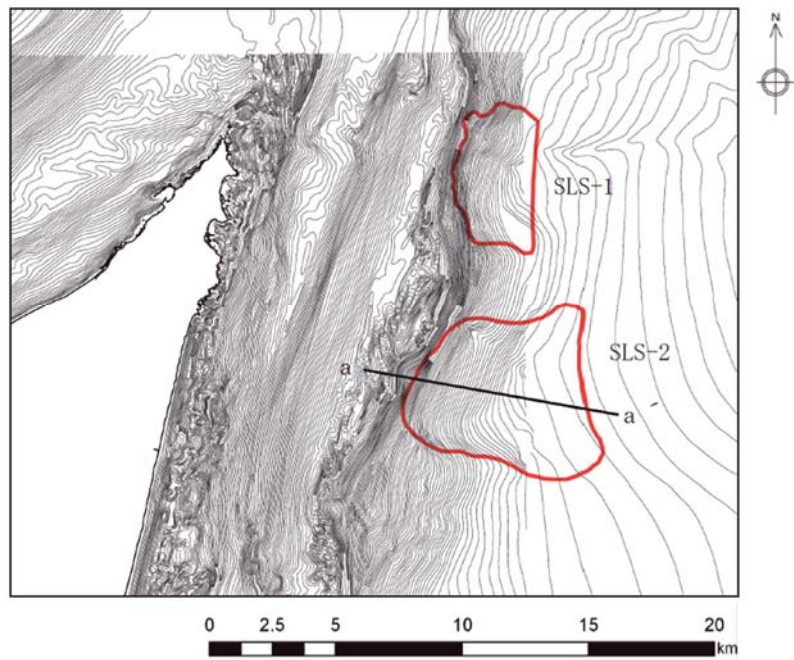
### (ii) 火山現象に起因する津波の評価

文献調査によると、敷地周辺に大きな影響を及ぼした、火山現象による歴史津波の記録は知られていないことから、火山現象に起因する津波については、影響は極めて小さいと評価した。



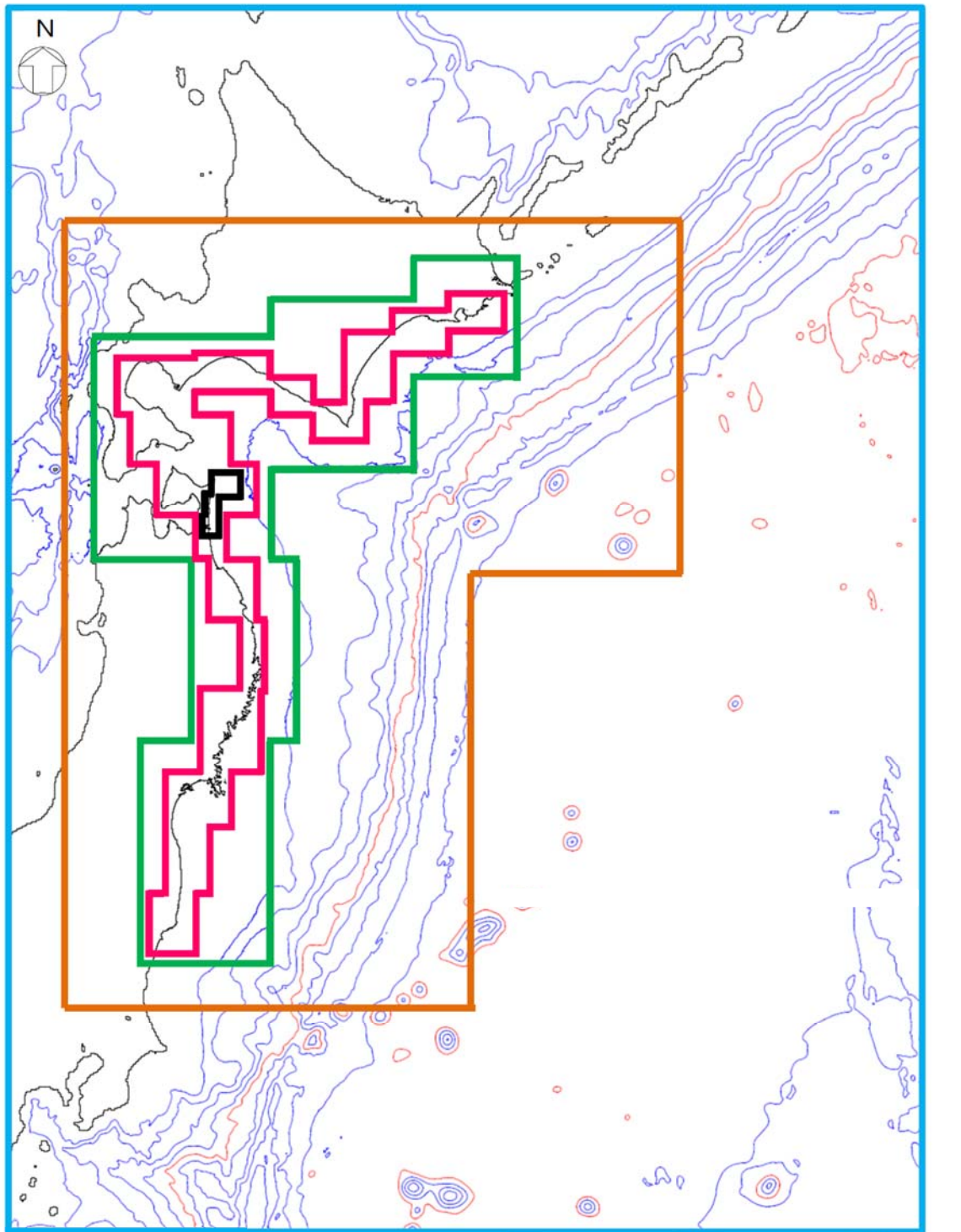


第 28 図 海底地すべり地形



(黒線：現地形、赤線：復元地形)

第 29 図 海底地すべり地形の断面



空間格子間隔  $\Delta s^*1$

0 200 400km

- 1,280m
- 640m
- 320m
- 160m
- 80m

注1: コンター線は, 1,000m ピッチ

\*1:  $\Delta s=40m$  以下の計算領域については第9図参照

第30図 計算領域とその水深及び格子分割

第 8 表 二層流モデルの主な計算条件

計算格子間隔 $\Delta t$ (s)	計算時間 (h)	海底摩擦係数 (マンニングの粗度係数) $n$ ( $m^{-1/3}s$ )		界面抵抗係数 $f_{int}$	水平渦動 粘性係数 $\nu$ ( $m^2/s$ )
		上層	下層		
0.15	3	0.03	0.40	0.0	考慮しな い

第 9 表 Kinematic landslide モデルの主な計算条件

計算格子間隔 $\Delta t$ (s)	計算時間 (h)	鉛直変位 ライズタイム (s)	変動伝播速度 (m/s)
0.15	3	120	10

### (3) まとめ

既往知見を踏まえた津波の評価として、地震及び地震以外の要因に起因する津波について評価を行った結果、評価位置における津波高が最大となるのは、プレート間地震に起因する津波のうち、北方への連動型地震のすべり量割増モデルを南に約100 km移動させ破壊開始点を P6 と設定したケースであり、想定される津波の規模観は評価位置において T. M. S. L. +4.00m 程度であった。なお、地震以外の要因に起因する津波の影響は非常に小さいことから、地震に起因する津波との重畳を考慮したとしても想定される津波の規模観への影響はない。



## 8. 廃棄物埋設地の安全性評価

既往知見を踏まえた津波の評価の結果、廃棄物埋設地は海岸線から約 3 km離れた標高 30m 以上の台地に設置するため、敷地周辺の津波の規模観を踏まえても、廃棄物埋設地の設置される高さに津波が到達する可能性はなく、安全機能に影響を及ぼす可能性はないと評価した。

なお、廃棄物埋設地の設置される高さに津波が到達する可能性がないことを確認するため、再処理施設で検討されたすべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルによる確認も実施している。

再処理施設における検討は、廃棄物埋設設備の潜在的な危険性を鑑みると、検討条件として過大な設定と考えられることから、すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルについては参考的な位置付けである。

### (1) すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルの設定

すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルの設定に当たっては、国内外の巨大地震のすべり量に関する文献調査を実施した。

内閣府(2012)<sup>(22)</sup>、杉野ほか(2014)<sup>(48)</sup>等<sup>(49)~(52)</sup>による文献調査の結果、既往の巨大地震及び将来予測のモデルにおける最大すべり量については、内閣府(2012)<sup>(22)</sup>の最大のモデルで 60m~70m 程度であった。

そこで、この評価においては、すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルとして、既往知見を踏まえた津波の評価において津波高が最も高いケースの波源モデルの各領域のすべり量を 3 倍にしたモデル(以下「すべり量 3 倍モデル」という。)を設定した。その結果、超大すべり域のすべり量は 31.19m から 93.56m となり、内閣府(2012)<sup>(22)</sup>の最大すべり量 60~70m 程度に対し大きく上回る設定となっている(第 10 表参照)。

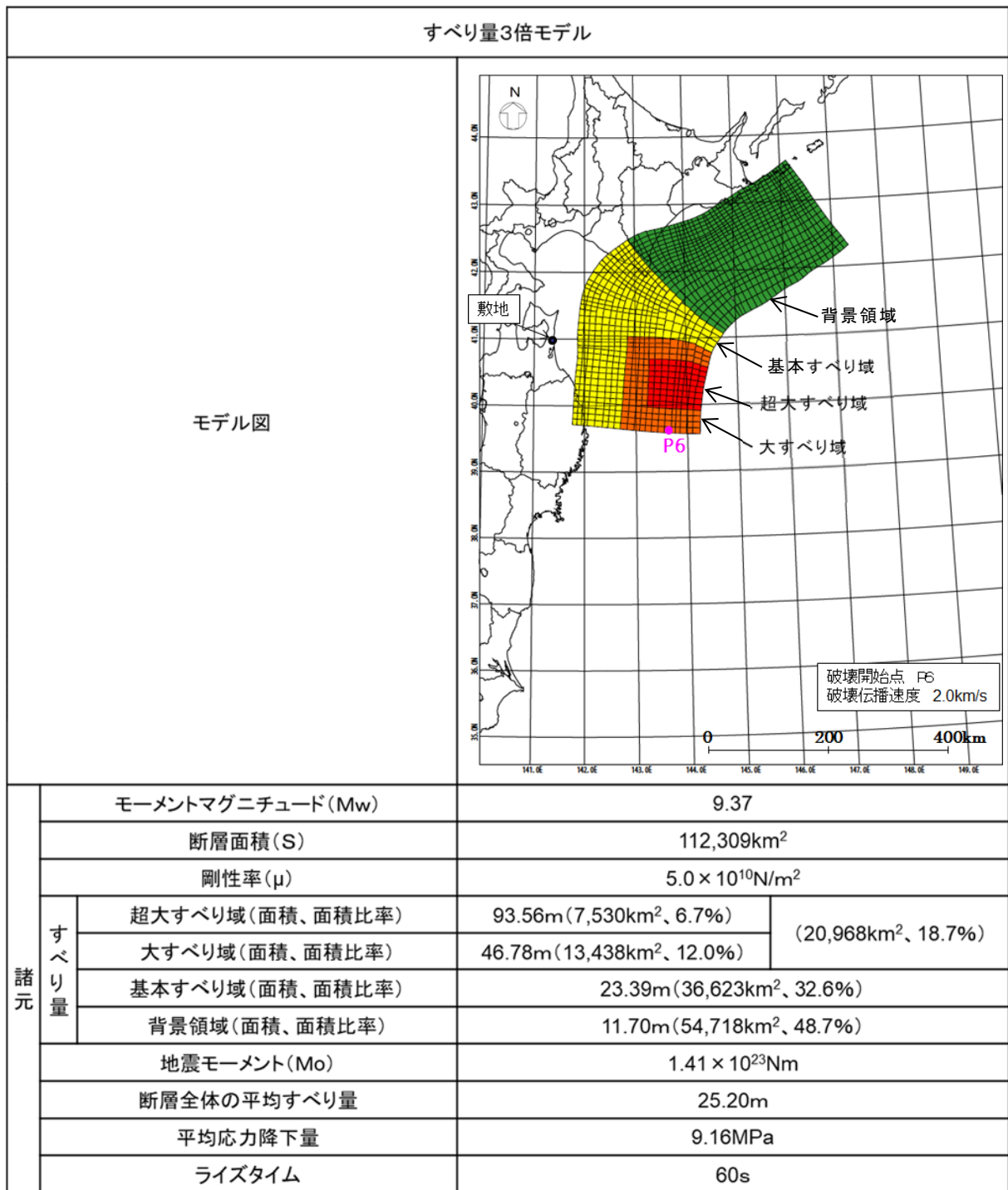
また、既往の巨大地震及び将来予測のモデルにおけるすべり分布を見ると、超大すべり域のようなすべりの大きな領域は波源域全体には分布しておらず、全体の一部の領域のみに分布している。そこで、この評価においては、すべり量が既往知見を大きく上回るもう一つの波源モデルとして、波源域全体を超大すべり域としたモデル(以下「全域超大すべり域モデル」という。)を設定した。その結果、平均すべり量は 8.40m から 31.19m となり、既往の巨大地震及び将来予測のモデルの平均すべり量に対し大きく上回る設定となっている(第 10 表参照)。

「すべり量 3 倍モデル」及び「全域超大すべり域モデル」の波源モデルの位置及び諸元を第 31 図及び第 32 図に示す。

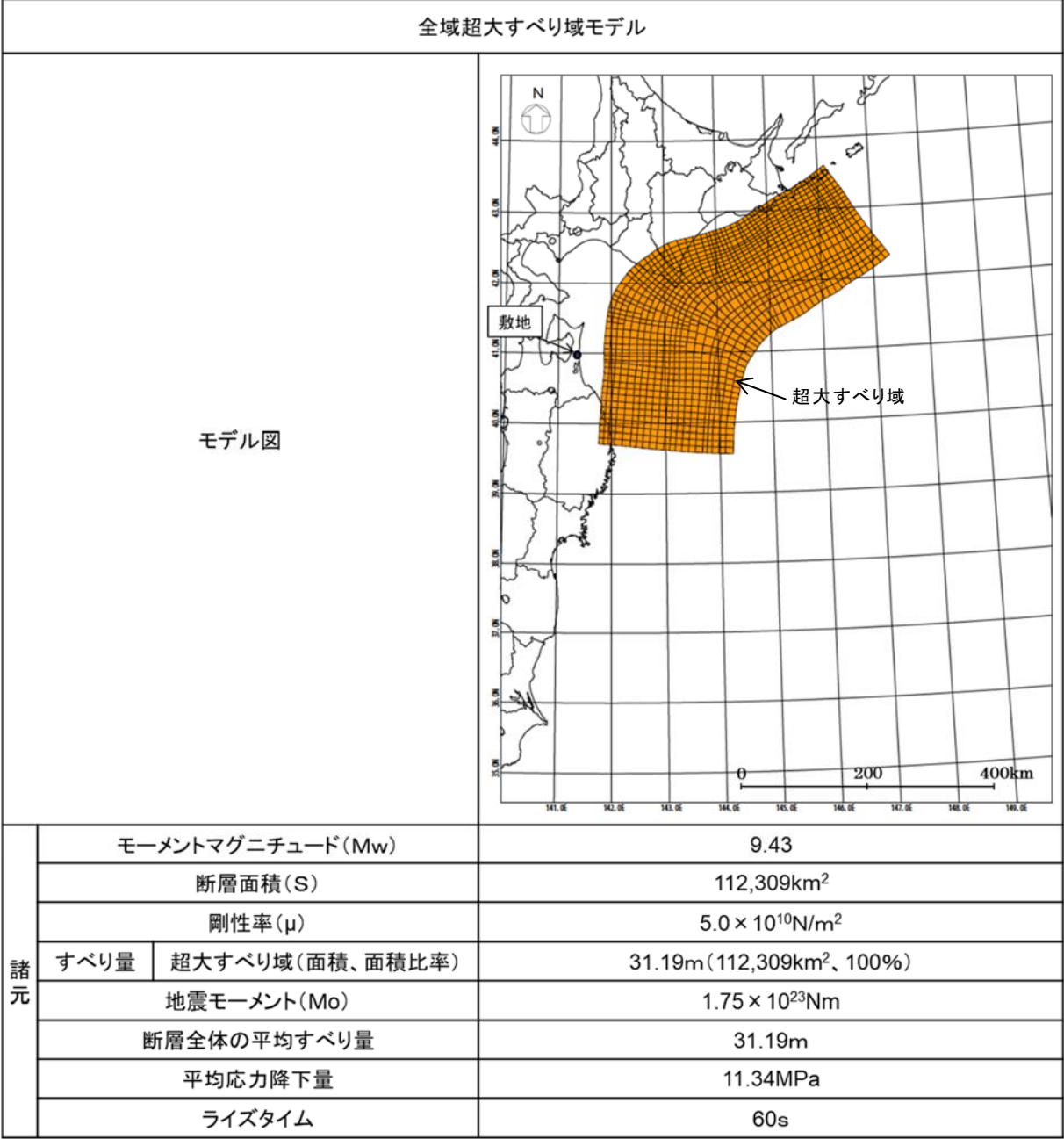
第 10 表 既往知見とすべり量 3 倍モデルのすべり量の比較

	巨大地震のすべり量に関する文献調査結果			評価モデル		
	2011 年東北地方 太平洋沖型地震 モデル (杉野ほか (2014) <sup>(48)</sup> )	南海トラフの巨 大地震の 津波断層モデル (内閣府 (2012) <sup>(22)</sup> )	世界の M <sub>w</sub> 9.0 ク ラスの巨大津波 (M. Johnson and Satake(1999) <sup>(49)</sup> 等 <sup>(50~52)</sup> )	既往知見を 踏まえた 津波の評価 モデル	すべり量 3 倍モデル	全域超大す べり域モデ ル
平均すべり量	10.4m	8.8m~11.3m	大きいもので 11m	8.40m	25.20m	31.19m
最大すべり量	31.2m	最大のモデルで 「60m~70m」	大きいもので 「28m~32m」	31.19m	93.56m	31.19m





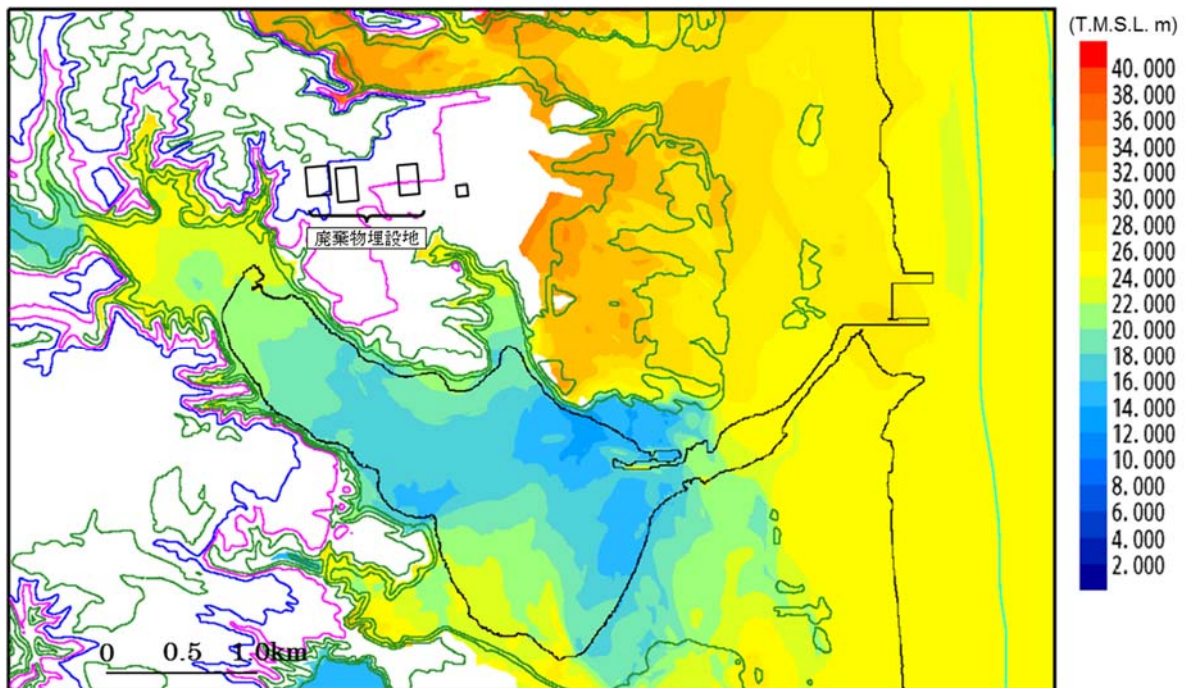
第 31 図 すべり量 3 倍モデルの位置及び諸元



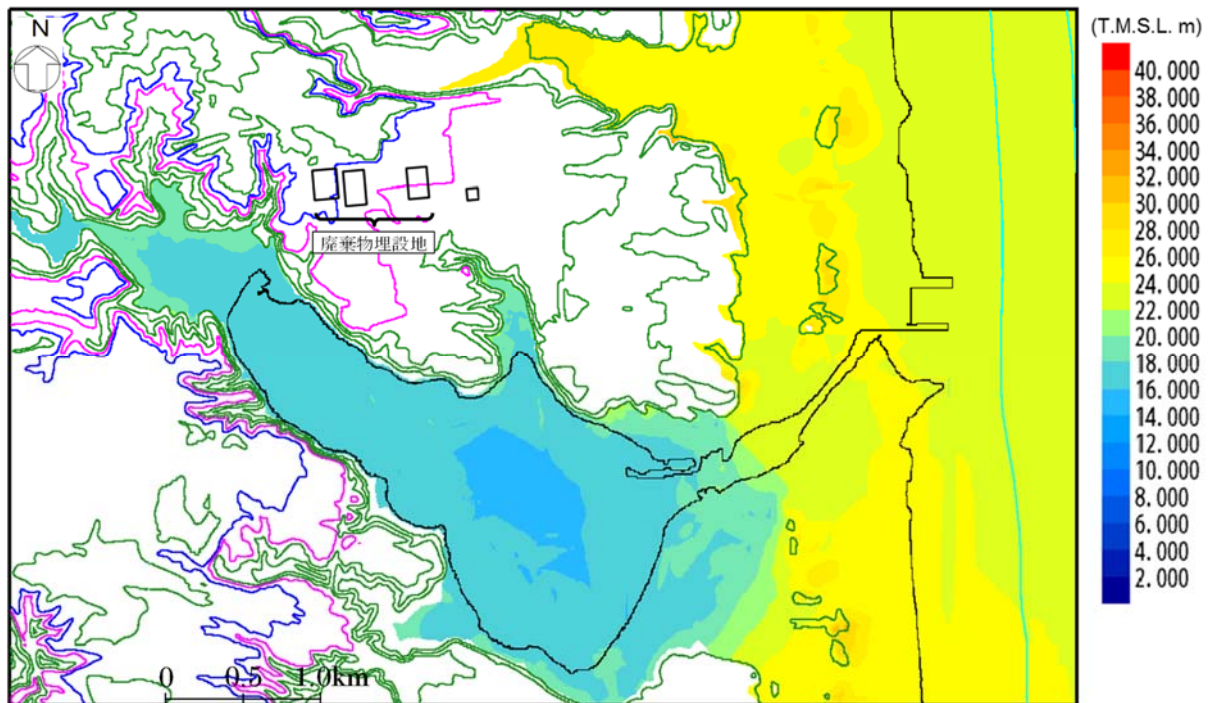
第 32 図 全域超大すべり域モデルの位置及び諸元

(2) すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルによる評価結果

すべり量が既往知見を大きく上回る「すべり量3倍モデル」及び「全域超大すべり域モデル」による検討の結果を第33図及び第34図に示す。第33図及び第34図より、**廃棄物埋設地は、海岸線から約3km離れた標高30m以上の台地に設置し、断層のすべり量が既往知見を大きく上回る波源を想定した場合でも、廃棄物埋設地に津波が到達する可能性はないことを確認した。**



第33図 すべり量3倍モデルによる検討結果



第 34 図 全域超大すべり域モデルによる検討結果

## 9. 参考文献

- (1) 青森県海岸津波対策検討会(2012)：第4回青森県海岸津波対策検討会資料、青森県庁県土整備部河川砂防課、  
<http://www.pref.aomori.lg.jp/kotsu/build/tunami-kentokai.html>
- (2) 青森県海岸津波対策検討会(2015)：第7回青森県海岸津波対策検討会資料、青森県庁県土整備部河川砂防、  
<https://www.pref.aomori.lg.jp/kotsu/build/tunami-kentokai.html>
- (3) 宇佐美龍夫、石井寿、今村隆正、武村雅之、松浦律子(2013)：日本被害地震総覧 599-2012、東京大学出版会
- (4) 渡辺偉夫(1998)：日本被害津波総覧 [第2版]、東京大学出版会
- (5) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2012)：三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(第二版)について、  
[http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11nov\\_sanriku/](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11nov_sanriku/)
- (6) 羽鳥徳太郎(2000)：三陸沖歴史津波の規模の再検討、津波工学研究報告 17、pp. 39-48
- (7) 相田勇(1977)：三陸沖の古い津波のシミュレーション、東京大学地震研究所彙報、Vol. 52、No. 1、pp. 71-101
- (8) 中央气象台(1933)：昭和八年三月三日三陸沖強震及津波報告、驗震時報、Vol. 7、No. 2 別冊
- (9) 伊木常誠(1897)：三陸地方津浪實況取調報告(参照第一)、震災予防調査会報告、Vol. 11、pp. 4-34
- (10) 松尾春雄(1933)：三陸津浪調査報告、内務省土木試験所報告、Vol. 24、pp. 83-112
- (11) 松尾春雄(1934)：三陸津浪調査報告(追加)、内務省土木試験所報告、Vol. 27
- (12) 地震研究所(1934)：昭和8年3月3日三陸地方津浪に関する論文及報告、東京帝国大学地震研究所彙報、別冊第1号
- (13) 岸力(1969)：1968年十勝沖地震調査報告、津波—北海道東北沿岸—、1968年十勝沖地震調査委員会編『1968年十勝沖地震調査報告』、pp. 207-256
- (14) 東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター(2004)：2003年十勝沖地震津波調査報告、津波工学研究報告、Vol. 21、No. 2

- (15) 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ：調査情報、東北地方太平洋沖地震津波情報、<http://www.coastal.jp/ttjt/>
- (16) チリ津波合同調査班(1961)：“津波の高さの測定方法及び基準並びに最高波来襲時刻について” 1960年5月24日チリ地震津波に関する論文および報告、東京大学地震研究所
- (17) 気象庁(1961)：昭和35年5月24日チリ地震津波調査報告、気象庁技術報告、Vol.8
- (18) 気象庁(1951～2010)：地震月報ほか、  
<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>、(参照 2014-8-18)
- (19) 国立天文台編(平成26年)：理科年表平成27年、丸善出版
- (20) 今村文彦、高橋重雄、藤間功司、富田孝史、有川太郎：2010年チリ地震津波の被害調査報告、土木学会附属土木図書館ホームページ 震災報告デジタルアーカイブ、  
[http://www.jsce.or.jp/library/eq\\_repo/Vol13/13/20100227chile\\_report2.pdf](http://www.jsce.or.jp/library/eq_repo/Vol13/13/20100227chile_report2.pdf)
- (21) 都司嘉宣、大年邦雄、中野晋、西村裕一、藤間功司、今村文彦、柿沼太郎、中村有吾、今井健太郎、後藤和久、行谷佑一、鈴木進吾、城下英行、松崎義孝(2010)：2010年チリ中部地震による日本での津波被害に関する広域現地調査、土木学会論文集B2(海岸工学)、Vol.66、No.1、pp.1346-1350
- (22) 内閣府(2012)：“南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告)津波断層モデル編-津波断層モデルと津波高・浸水域等について”、内閣府ホームページ、<http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/index.html>
- (23) L. Mansinha, D. E. Smylie. (1971)：“The displacement fields of inclined faults”. Bulletin of the seismological Society of America, 1971, Vol. 61, No. 5.
- (24) 国土地理院：“基盤地図10mメッシュ(標高)”、基盤地図情報ダウンロードサービス、国土地理院ホームページ、<https://fgd.gsi.go.jp/download/>
- (25) 日本水路協会(2011)：日本近海30秒グリッド水深データ第二版、M1406-M1508、Ver2.0.0、海洋情報研究センター
- (26) 日本水路協会(2008)：海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ、M7009

- (Ver. 2.0)、M7010 (Ver. 2.0)、海洋情報研究センター
- (27) 日本水路協会(2009): 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ、M7006  
(Ver. 2.1)、海洋情報研究センター
- (28) 日本水路協会(2012): 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ、M7004  
(Ver. 2.2)、M7005 (Ver. 2.2)、M7007 (Ver. 2.1)、海洋情報研究センター
- (29) 海上保安庁: “東北沖海底地形データセット”、海上保安庁海洋情報部
- (30) IHO・IOC: “大洋水深総図”、General Bathymetric Chart of the Oceans ホームページ、<http://www.gebco.net/>
- (31) 土木学会(2016): 原子力発電所の津波評価技術 2016、土木学会原子力土木委員会津波評価小委員会
- (32) 土木学会(2002): 原子力発電所の津波評価技術、土木学会原子力土木委員会津波評価部会
- (33) 後藤智明、小川由信(1982): Leap-frog 法を用いた津波の数値計算法、東北大学工学部土木工学科
- (34) 小谷美佐、今村文彦、首藤伸夫(1998): GIS を利用した津波遡上計算と被害推定法、海岸工学論文集、第 45 巻
- (35) 本間仁. “低溢流堰堤の流量係数”. 土木学会誌, 1940, 第 26 巻.
- (36) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2019): 日本海溝沿いの地震活動の長期評価(地震調査研究推進本部ホームページ)、  
[https://jishin.go.jp/main/chousa/kaikou\\_pdf/japan\\_trench.pdf](https://jishin.go.jp/main/chousa/kaikou_pdf/japan_trench.pdf)
- (37) 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会(2006): 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会報告、内閣府中央防災会議
- (38) 文部科学省測地学分科会(2014): 北海道周辺の超巨大地震の発生サイクル及び震源過程の解明・プレート運動の解明による衝突帯モデルの構築、「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」平成 25 年度年次報告(機関別)、課題番号 1002
- (39) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2017): 千島海溝沿いの地震活動の長期評価(第三版)、地震調査研究推進本部
- (40) 地震調査研究推進本部(2004): 千島海溝沿いの地震活動の長期評価(第二版)について、[https://www.jishin.go.jp/main/chousa/kaikou\\_pdf/chishima.pdf](https://www.jishin.go.jp/main/chousa/kaikou_pdf/chishima.pdf)

- (41) 内閣府中央防災会議(2011)：「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告」
- (42) 阿部勝征(1989)：地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測、東京大学地震研究所彙報、Vol. 64
- (43) 防災科学技術研究所(2009)：地すべり地形分布図第42集「野辺地・八戸」、防災科学技術研究所研究資料、第329号
- (44) 防災科学技術研究所(2013)：地すべり地形分布図第54集「浦河・広尾」、防災科学技術研究所研究資料、第382号
- (45) 徳山英一、本座栄一、木村政昭、倉本真一、芦寿一郎、岡村行信、荒戸裕之、伊藤康人、徐垣、日野亮太、野原壯、阿部寛信、坂井眞一、向山建二郎(2001)：日本周辺海域中新世末期以降の構造発達史、海洋調査技術、vol. 13、No. 1
- (46) Fukashi Maeno, Fumihiko Imamura(2007)：“Numerical investigations of tsunamis generated by pyroclastic flows from the Kikai caldera, Japan”, Geophysical Research Letters, AGU Publications, 2007, Vol. 34, L23303
- (47) 佐竹健治, 加藤幸弘(2002)：1741年寛保津波は渡島大島の山体崩壊によって生じた”、号外 海洋、海洋出版株式会社、号外28
- (48) 杉野英治、岩渕洋子、橋本紀彦、松末和之、蛭澤勝三、亀田弘行、今村文彦(2014)：“プレート間地震による津波の特性化波源モデルの提案”、日本地震工学会論文集、2014、第14巻、第5号
- (49) Jean M. Johnson, Kenji Satake(1999)：“Asperity Distribution of the 1952 Great Kamchatka Earthquake and its Relation to Future Earthquake Potential in Kamchatka”, Pure and Applied Geophysics, 1999, 154
- (50) Yushiro Fujii, Kenji Satake(2012)：“Slip Distribution and Seismic Moment of the 2010 and 1960 Chilean Earthquakes Inferred from Tsunami Waveforms and Coastal Geodetic Data”, Pure and Applied Geophysics, 2012, 170
- (51) Jean M. Johnson, Kenji Satake, Sanford R. Holdahl, Jeanne Sauber(1996)：



“The 1964 Prince William Sound earthquake: Joint inversion of tsunami and geodetic data” .Journal of Geophysical Reserch, 1996, vol.101, No.B1

- (52) Yuichiro Tanioka, Yudhicara, Tomohiro Kususose, S.Kathiroli, Yuichi Nishimura, Sin-Iti Iwasaki, Kenji Satake(2006): “Ruptureprocess of the 2004 great Sumatra-Andaman earthquake estimated from tsunami waveforms” .Earth Planets Space, 2006, 58

廃棄物埋設施設における  
許可基準規則への適合性について

第六条 外部からの衝撃による損傷の  
防止

(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)

2020年12月

日本原燃株式会社

## 目 次

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第六条及びその解釈 .....	1
2. 廃棄物埋設施設の安全機能について.....	2
3. 設計対象設備 .....	2
4. 許可基準規則への適合のための設計方針.....	2
5. 許可基準規則への適合性説明.....	3

添付資料1 大きな影響を及ぼすおそれのある事象の選定

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第六条及びその解釈

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則

第六条（外部からの衝撃による損傷の防止）

第1項

安全機能を有する施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）であつてその供用中に当該安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがあるものに対して安全機能を損なわないものでなければならない。

第2項

安全機能を有する施設は、事業所又はその周辺において想定される廃棄物埋設施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であつて人為によるもの（故意によるものを除く。）のうち、その供用中に当該安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがあるものに対して安全機能を損なわないものでなければならない。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）

第1項

第1項に規定する「想定される自然現象」とは、廃棄物埋設施設の敷地及びその周辺の自然環境を基に、最新の科学的・技術的知見に基づき、洪水、地滑り、火山の影響等から適用されるものをいう。なお、必要のある場合には、異種の自然現象の重畳を考慮すること。

第2項

第2項に規定する「廃棄物埋設施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であつて人為によるもの（故意によるものを除く。）」とは、敷地及び敷地周辺の状況をもとに選択されるものであり、ダムの崩壊等をいう。

第3項

第1項及び第2項に規定する「安全機能を損なわないもの」とは、安全機能が達成されること（安全上支障のない期間内において速やかに修復できることが確実であることを含む。）をいう。

## 2. 廃棄物埋設施設の安全機能について

安全機能については、第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「許可基準規則」という。）第二条第2項第一号に「安全機能」とは、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるものをいう。」とある。

したがって、安全機能に対する考え方としては、許可基準規則第二条第2項第一号を考慮し、安全機能を「放射性物質の漏出を防止する機能」、「移行抑制機能\*1」、「遮蔽機能」とし、その機能の維持期間及び考え方を第1表にまとめる。

第1表 ピット処分における安全機能

安全機能	廃止措置の開始前		廃止措置の開始後
	放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了まで	覆土完了から廃止措置の開始まで	
放射性物質の漏出を防止する機能	○	—	—
移行抑制機能	—	○	△
遮蔽機能	○	○	△

○：安全機能を維持する  
△：必要な安全機能を期待できるように設計する  
—：考慮しない

\*1：本資料では、放射性物質の漏出を低減する機能及び生活環境への移行を抑制する機能を「移行抑制機能」という。

ここで、廃棄物埋設施設のうち安全機能を有する設備は、埋設設備、排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層及び覆土である。

## 3. 設計対象設備

許可基準規則第六条の設計対象は1号廃棄物埋設施設のうち埋設設備7,8群及び覆土、2号廃棄物埋設施設のうち覆土、3号廃棄物埋設施設のうち埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土とする。

## 4. 許可基準規則への適合のための設計方針

許可基準規則への適合のための設計方針として、設計の対象期間は、放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までとする。

放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までは、埋設設備により放射性物質の漏出を防止する機能及び遮蔽機能を確保する。覆土完了から廃止措置の開始までは、埋設設備により移行抑制機能、覆土により遮蔽機能及び移行抑制機能を確保する。

許可基準規則への適合性の確認に当たり、廃棄物埋設施設の特徴として、安全性を確保する上で常時機能維持が必要な動的な設備・機器がないこと、埋設設備は不燃性の鉄筋コンクリート造であり十分な構造上の安定性を有することを考慮する。また、廃棄物埋設施設は取り扱う放射性廃棄物の放射能濃度が低いことを考慮する。

上記を踏まえ、敷地及び敷地周辺の自然環境を基に想定される自然現象(地震及び津波を除く。)のうち、放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの期間に安全機能を有する施設の安全機能に大きな影響を及ぼすおそれのある自然現象に対して、設計上考慮する必要性の有無を評価し、必要性がある事象については、安全機能を損なわないように設計する。また、敷地及び敷地周辺の状況を基に想定される安全機能を有する施設の安全機能に大きな影響を及ぼすおそれのある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)(以下「人為事象」という。)に対して、設計上考慮する必要性の有無を評価し、必要性がある事象については、安全機能を損なわないように設計する。

ここで、大きな影響とは、取り扱う放射性廃棄物の放射能濃度が低いという当該廃棄物埋設施設の特徴を踏まえて、安全機能を有する施設に与える大きな影響として、廃棄物埋設施設全体に影響を与える事象を想定している。

具体的には、埋設設備については地震により発生するおそれがある安全機能の喪失を想定し、本施設周辺の公衆への影響を評価した結果 1mSv に比べて十分に小さいことを確認している。このため、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失よりも大きい事象、又は、埋設設備が敷地境界に近づくことによる公衆への影響を考慮し、埋設設備が外力によって移動する事象を想定する。

## 5. 許可基準規則への適合性説明

安全機能を有する施設の安全機能に大きな影響を及ぼすおそれがある事象の選定については、国内外の基準及び文献調査により自然現象及び人為事象を網羅的に抽出し、立地特性及び施設の特徴を考慮して検討した結果、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、廃棄物埋設地の安全機能に大きな影響を及ぼす自然現象及び人為事象はないため、外部からの衝撃による損傷の防止に関する構造設計は不要とする。大きな影響を及ぼすおそれがある事象の検討については、事象の規模を考慮し、1号、2号及び3号廃棄物埋設地を含めた敷地全体に対する影響を評価した。

安全機能に大きな影響を及ぼすおそれがある事象の検討結果については、添付資料 1 に示す。

大きな影響を及ぼすおそれのある事象の  
選定

## 目次

1. はじめに.....	1
2. 大きな影響を及ぼすおそれがある事象の選定.....	1

根拠資料1 自然現象及び人為事象の選定



## 1. はじめに

本資料は、許可基準規則第六条に関する適合性を示す上で考慮する自然現象及び人為事象(以下自然現象及び人為事象をまとめて「自然現象等」という。)について、大きな影響を及ぼすおそれのある事象の選定結果を説明する。

## 2. 大きな影響を及ぼすおそれがある事象の選定

廃棄物埋設施設の安全機能に大きな影響を及ぼすおそれがある事象の選定の流れとしては、自然現象等を国内外の基準及び文献から網羅的に抽出し、廃棄物埋設施設の安全機能に大きな影響を及ぼすおそれがない事象は除外した。

ここで、大きな影響とは、取り扱う放射性廃棄物の放射能濃度が低いという当該廃棄物埋設施設の特徴を踏まえて、安全機能を有する施設に与える大きな影響として、廃棄物埋設施設全体に影響を与える事象を想定している。

具体的には、埋設設備については地震により発生するおそれがある安全機能の喪失を想定し、本施設周辺の公衆への影響を評価した結果 1mSv に比べて十分に小さいことを確認している。このため、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失よりも大きい事象、又は、埋設設備が敷地境界に近づくことによる公衆への影響を考慮し、埋設設備が外力によって移動する事象を想定する。

上記の観点で、廃棄物埋設施設の安全機能に大きな影響を及ぼすおそれがある事象を検討した結果、自然現象として洪水、地すべり、火山の影響、土石流を、人為事象としてダムの崩壊を選定した。

選定した各事象について、立地特性及び施設の特徴を考慮して、廃棄物埋設施設の安全機能に大きな影響を及ぼす可能性及び安全設計として考慮する必要性の有無について評価した。その結果、廃棄物埋設施設の安全機能に大きな影響を及ぼす自然現象及び人為事象はないため、安全設計への考慮は不要とする。大きな影響を及ぼすおそれがある事象の評価に当たっては、洪水、地すべり、火山の影響、土石流及びダムの崩壊について、事象の規模を考慮し、1号、2号及び3号廃棄物埋設地を含めた敷地全体に対する影響を評価した。検討結果の詳細は第1表に示す。

なお、安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼす自然現象はないため、異種の自然現象の重畳についても考慮しない。

第1表 大きな影響を及ぼすおそれがある事象の検討

事象		事象に対する考え方		
自然現象	洪水	周辺を流れる老部川の標高は5m～20m、二又川の標高は1m～5mである。これらの河川において洪水が発生したとしても、標高30m以上の台地に位置する廃棄物埋設地への影響はないため、洪水は、大きな影響を及ぼす事象としては考慮しない。		
	地すべり	西の沢以西及び尾駸沼付近を除いた台地上に地すべり地形はなく、地質調査結果から、すべり面となるような弱層も確認されていないため、地すべりは、大きな影響を及ぼす事象としては考慮しない。		
	火山の影響	設計対応不可能な事象	新しい火口の開口	<p>廃棄物埋設地に影響を及ぼし得る火山を対象に、設計対応不可能な火山事象について、発生実績、過去最大規模の噴火の知見に基づき敷地への到達の可能性について評価した結果、廃棄物埋設地に影響を及ぼす可能性は十分小さい。また、設計対応可能な火山事象については、発生実績、敷地が標高30m以上の台地に位置すること、第四紀火山と敷地との離隔及び降下火砕物シミュレーション*1により廃棄物埋設地への影響を評価した結果、大きな影響を及ぼす可能性は十分小さい。</p> <p>火山のモニタリングに関しては、十和田及び八甲田山は巨大噴火の可能性が十分小さく、万が一火砕物密度流が到達した場合でも、安全機能を有する施設に常時機能維持を必要とする動的な設備・機器はなく、直ちに対応が必要な設備はないこと、過去の巨大噴火による火砕物密度流の到達実績から、巨大噴火が発生し火砕物密度流が敷地に到達しても安全機能を有する施設が損壊する可能性は小さいこと、安全を確保した上で、除灰等による対処が可能なことから実施する必要はない。以上より、火山の影響は、大きな影響を及ぼす事象としては考慮しない。</p> <p>火山の影響に関する検討結果の詳細は、「第十条 廃棄物埋設地のうち第一号及び第三号 添付資料2 参考資料3」に示す。</p>
			火砕物密度流	
			溶岩流	
			岩屑なだれ	
地すべり及び斜面崩壊				
土石流	周辺を流れる老部川の標高は5m～20m、二又川の標高は1m～5mである。これらの河川において土石流が発生したとしても、標高30m以上の台地に位置する廃棄物埋設地への影響はないため、土石流は大きな影響を及ぼす事象としては考慮しない。			
人為事象	ダムの崩壊	廃棄物埋設地の周辺にダムはないため、ダムの崩壊は大きな影響を及ぼす事象としては考慮しない。		

\*1：降下火砕物の荷重は、降下火砕物シミュレーション及び密度試験結果を考慮した結果、 $7.0\text{kN/m}^2$  ( $55\text{cm} \times 1.3\text{g/cm}^3 = 7.0\text{kN/m}^2$ ) である。埋設設備の設計上考慮している積雪荷重は  $5.7\text{kN/m}^2$  ( $190\text{cm} \times 30\text{N/m}^2/\text{cm}^3 = 5.7\text{kN/m}^2$ ) であり、降灰荷重及び積雪荷重は同程度となる。降灰荷重及び積雪荷重は、埋設設備の単位面積当たりの荷重 ( $0.24\text{MN/m}^2 = 240\text{kN/m}^2$ ) に対して、3%程度と十分に小さいことから、埋設設備の安全機能に影響はない。ただし、放射性廃棄物の受入れの開始から覆土開始までの間、埋設設備に降灰が確認された場合、必要に応じて、除灰を実施する。設計荷重に関する考え方は、「第十条 廃棄物埋設地のうち第一号及び第三号 添付資料2」に示す。

## 自然現象及び人為事象の選定

## 目次

1. はじめに.....	1
2. 自然現象等の選定の考え方.....	1
3. 自然現象等を抽出した国内外の文献.....	1
4. 自然現象等の選定結果.....	1

## 1. はじめに

敷地及び敷地周辺で想定される自然現象及び人為事象(以下自然現象及び人為事象をまとめて「自然現象等」という。)について、廃止措置の開始前の期間に対して、安全機能を有する施設の安全機能に大きな影響を及ぼし得る自然現象等を選定する。

## 2. 自然現象等の選定の考え方

自然現象等の選定の考え方としては、自然現象等を国内外の基準及び文献から網羅的に抽出し、安全機能を有する施設の安全機能に大きな影響を及ぼさない事象は除外し、詳細評価をすべき事象を選定する。

なお、地震及び津波の影響については、第四条(地震による損傷の防止)及び第五条(津波による損傷の防止)で別途説明する。

## 3. 自然現象等を抽出した国内外の文献

国内外の基準及び文献は、自然災害、産業事故、原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある外部ハザード、放射性廃棄物処分施設の地質環境及び安全評価に係る情報が網羅的に示されているものを参考にした。自然現象等を抽出した国内外の文献の一覧を第1表に示す。

## 4. 自然現象等の選定結果

安全機能を有する施設の安全機能に大きな影響を及ぼすおそれがある自然現象及び人為事象の選定結果を第2表及び第3表に示す。

なお、自然現象等を抽出した国内外の基準及び文献から廃棄物埋設施設の安全性に影響を与えると考えられる自然現象及び人為事象を網羅的に抽出した時点で、明らかに類似した事象は統合した。(第4表及び第5表)

また、既許可では、「地震以外の自然現象」として、津波、高潮、洪水、台風、豪雪、異常寒波を記載している。そこで、上記の自然現象について、本資料における扱いを第6表に整理した。

第1表 自然現象等を抽出した国内外の文献一覧

No.	文献名
1	日本原子力学会(2014):外的ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準:2014(AESJ-SC-RK008)
2	国会資料編纂会(1998):日本の自然災害
3	日外アソシエーツ(2010):日本の災害史事典 1868-2009
4	日外アソシエーツ(2010):産業災害全史<シリーズ災害・事故史4>
5	IAEA(2003):Site Evaluation for Nuclear Installations, Safety Requirements Series No.NS-R-3(Rev.1)
6	IAEA(2010):Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide No.SSG-3
7	NRC(1983):PRA PROCEDURES GUIDE (Vol.1,Vol.2), NUREG/CR-2300
8	NRC(1991):Procedural and Submittal Guidance for the Individual Plant Examination of External Events(IPEEE) for Severe Accident Vulnerabilities, NUREG-1407
9	NRC(1987):Evaluation of External Hazards to Nuclear Power Plants in the United States, NUREG/CR-5042
10	NEI(2012):DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE, NEI 12-06
11	IAEA(2015):Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations, Specific Safety Guide No.SSG-35
12	OECD/NEA(2000):Features, Events and Processes (FEPs) for Geologic Disposal of Radioactive Waste
13	OECD/NEA(2014):Updating the NEA International FEP List, An IGSC Technical Note
14	総合資源エネルギー調査会原子力保安・安全部会(2003):廃棄物安全小委員会報告書 -高レベル放射性廃棄物処分の安全規制に係る基盤確保に向けて-
15	IAEA(2004):Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities Vol.1
16	IAEA(2004):Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities Vol.2
17	土木学会(2006):精密調査地区選定段階における地質環境調査と評価の基本的考え方
18	原子力安全基盤機構(2006):地層処分に係る調査に関する報告書
19	産業技術総合研究所(2007):概要調査の調査・評価項目に関する技術資料
20	原子力安全基盤機構(2008):地層処分の立地選定段階の調査に係わるガイドラインの検討
21	土木学会(2008):余裕深度処分の安全評価における地下水シナリオに用いる核種移行パラメータ設定の考え方
22	原子力安全委員会(2010):余裕深度処分の管理終了以後における安全評価に関する技術資料
23	IAEA(2011):Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste, Specific Safety Guide No. SSG-14
24	IAEA(2014):Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste, Specific Safety Guide No. SSG-29

No.1~11:自然災害及び産業事故に関する文献 No.12~24:放射性廃棄物処分施設の地質環境及び安全評価に係る文献

なお、上記論文に記載される内部事象については、「第十条 廃棄物埋設地のうち第四号 補足説明資料3 影響事象分析」で説明する。

第2表 自然現象の選定 (1/5)

	国内外の文献から抽出した事象		大きな影響を及ぼすおそれがある事象*1
1	プレート運動に起因する事象	火成活動・火山	火山の影響 ○
2		地震・断層活動	地震 第四条*2
3			断層活動(地盤の変形) ×
4			地盤の変位 ×
5			液状化 ×
6			津波 第五条*3
7		隆起・沈降運動	隆起・沈降 ×
8		その他	変成作用 ×
9			塑性変形作用 ×
10			続成作用 ×

\*1：大きな影響を及ぼすおそれがある事象とは、事象による影響が地震により発生するおそれがある安全機能の喪失よりも大きい場合又は、埋設設備が外力により移動する場合とする。

\*2：地震の影響については、第四条（地震による損傷の防止）で別途説明する。

\*3：津波の影響については、第五条（津波による損傷の防止）で別途説明する。

第2表 自然現象の選定 (2/5)

	国内外の文献から抽出した事象	大きな影響を及ぼすおそれがある事象*1	
11	気象変動に起因する事	静振	×
12		高潮	×
13		波浪・高波	×
14		高潮位	×
15		低潮位	×
16		海流異変	×
17		風（台風）	×
18		竜巻	×
19		砂嵐	×
20		極端な気圧	×
21		降水（量）	×
22		洪水	○
23		降雹	×
24		落雷（電流）	×
25		高温（気温）	×
26		低温・凍結（気温）	×
27		氷結	×

\*1：大きな影響を及ぼすおそれがある事象とは、事象による影響が地震により発生するおそれがある安全機能の喪失よりも大きい場合又は、埋設設備が外力により移動する場合とする。



第2表 自然現象の選定 (3/5)

	国内外の文献等から抽出した事象	大きな影響を及ぼすおそれがある事象*1
28	氷晶	×
29	氷壁	×
30	高水温	×
31	低水温	×
32	干ばつ	×
33	霜	×
34	霧	×
35	積雪	×
36	雪崩	×
37	土壌の収縮・膨張	×
38	海水による川の閉塞	×
39	湖若しくは川の水位降下	×
40	海水準変動	×
41	風化	×
42	蒸発散 (量)	×
43	かん養 (量)	×
44	永久凍土	×
45	河川流量	×

気象変動に起因する事

\*1: 大きな影響を及ぼすおそれがある事象とは、事象による影響が地震により発生するおそれがある安全機能の喪失よりも大きい場合又は、埋設設備が外力により移動する場合とする。

第2表 自然現象の選定 (4/5)

	国内外の文献から抽出した事象	大きな影響を及ぼすおそれがある事象*1	
46	プレート運動と気候変動の両者に起因する事象	地下水位 (地下水流動)	×
47		土石流	○
48		陥没	×
49		地形及び陸水の変化	×
50		地盤(地表面)の侵食	×
51		海岸侵食	×
52		海面下の侵食	×
53		地下水による侵食	×
54		河川の流路変更	×
55		変質	×
56		流出点の状態 (河川・沼)	×
57		その他	泥湧出(泥火山)
58	地すべり		○
59	透水性の変化		×
60	斜面の不安定		×
61	森林火災		×
62	草原火災		×

\*1: 大きな影響を及ぼすおそれがある事象とは、事象による影響が地震により発生するおそれがある安全機能の喪失よりも大きい場合又は、埋設設備が外力により移動する場合とする。

第2表 自然現象の選定 (5/5)

	国内外の文献から抽出した事象	大きな影響を及ぼすおそれがある事象*1
63	生物学的事象	×
64	塩害	×
65	隕石	×
66	カルスト	×
67	岩塩ダイアピル	×
68	深部流体	×
69	天水の水質	×
70	表流水・地下水の水質	×

\*1：大きな影響を及ぼすおそれがある事象とは、事象による影響が地震により発生するおそれがある安全機能の喪失よりも大きい場合又は、埋設設備が外力により移動する場合とする。

第3表 人為事象の選定 (1/2)

	国内外の文献から抽出した事象	大きな影響を及ぼすおそれがある事象*1
1	船舶事故による油流出	×
2	船舶事故 (爆発、化学物質の放出)	×
3	船舶の衝突	×
4	飛来物 (航空機落下等)	×
5	鉄道事故 (爆発、化学物質の放出)	×
6	鉄道の衝突	×
7	交通事故 (爆発、化学物質の放出)	×
8	自動車の衝突	×
9	近隣工場の爆発	×
10	工場事故 (化学物質の放出)	×
11	鉱山事故 (爆発、化学物質の放出)	×
12	土木・建築現場の事故 (爆発、化学物質の放出)	×
13	軍事基地の事故 (爆発、化学物質の放出)	×
14	軍事基地からの飛来物	×
15	軍事行動による破壊・損傷	×
16	パイプライン事故 (爆発、化学物資の放出)	×

\*1: 大きな影響を及ぼすおそれがある事象とは、事象による影響が地震により発生するおそれがある安全機能の喪失よりも大きい場合又は、埋設設備が外力により移動する場合とする。

第3表 人為事象の選定 (2/2)

	国内外の文献から抽出した事象	大きな影響を及ぼすおそれがある事象*1
17	敷地内における化学物質の漏えい	×
18	人工衛星の落下	×
19	ダムの崩壊	○
20	電磁的障害	×
21	掘削工事	×
22	重量物の落下	×
23	タービンミサイル	×
24	有毒ガス	×
25	近隣工場の火災	×
26	火災	×

\*1：大きな影響を及ぼすおそれがある事象とは、事象による影響が地震により発生するおそれがある安全機能の喪失よりも大きい場合又は、埋設設備が外力により移動する場合とする。

第4表 文献調査の結果抽出された自然現象 (1/4)

全事象	許可基準規則 解釈*1、 火山影響評価 ガイド*2	既往の国内外文献による自然現象・人為事象の抽出 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										既往の国内外文献による地質環境の長期変動項目の抽出 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										埋設施設へ影響を与える可能性の ある事象の整理と抽出	
		1	2,3,4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15,16	17	18	19	20	21	22	23		24
1 地震	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 地震
2 地盤沈下	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2 地盤の変形
3 地盤隆起	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	3 地盤の変位
4 断層活動・地割れ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
5 地滑り		○																					
6 豪雨による地滑り		○			○																		
7 融雪による地滑り	○	○	○	○					○														4 地滑り
8 地下水による地滑り					○																		
9 液状化現象		○	○	○	○										○	○							5 液状化現象
10 泥湧出															○	○	○	○	○	○	○	○	6 泥湧出
11 斜面の不安定			○		○																		
12 斜面の不安定 崖崩れor陥没			○		○																		7 斜面の不安定
13 地震による津波		○																					
14 火山による津波	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	8 津波
15 静振		○		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	9 静振
16 高潮		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10 高潮
17 波浪・高波		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	11 波浪・高波
18 高潮位		○		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	12 高潮位
19 異常潮位		○	○																				
20 高湖水位					○	○																	- 高潮位に含む
21 高河水位					○	○																	- 洪水に含む
22 低潮位		○																					13 低潮位
23 低水位					○																		- 低潮位含む
24 海流異変		○																					14 海流異変
25 風(台風)		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
26 水嵐																							
27 雪嵐(吹雪)			○		○				○	○													15 風(台風)
28 強い直線風																							
29 竜巻		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	16 竜巻
30 暴風による砂嵐		○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	17 砂嵐
31 高圧		○																					
32 低圧		○			○	○																	
33 急激な気圧変化		○																					18 極端な気圧
34 豪雨			○	○	○	○	○									○	○	○	○	○	○	○	19 降水
35 地震による洪水	○	○																					
36 豪雨による洪水		○	○		○		○																
37 融雪による洪水		○			○		○																
38 高水位による洪水																							
39 近隣河川、湖、貯水池 による洪水			○				○														○	○	○
40 地滑りによる洪水					○	○																	
41 豪雨による鉄砲水		○	○																				

\*1：第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈(以下「許可基準規則解釈」という。)に例示されている事象を含む場合は○で示す。

\*2：「火山影響評価ガイド」に記載される火山事象を含む場合は○で示す。

第4表 文献調査の結果抽出された自然現象 (2/4)

全事象	許可基準規則 解釈 <sup>*1</sup> 、 火山影響評価 ガイド <sup>*2</sup>	既往の国内外文献による自然現象・人為事象の抽出 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										既往の国内外文献による地質環境の長期変動項目の抽出 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										埋設施設へ影響を与える可能性のある事象の整理と抽出				
		1	2,3,4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15,16	17	18	19	20	21	22	23		24			
42 地震による土石流	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	土石流		
43 暴雨による土石流	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	土石流
44 降雹	-	○	○	○	○	-	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	降雹	
45 落雷(電流)	-	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	落雷(電流)	
46 森林火災	-	○	-	-	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	森林火災	
47 草原火災	-	○	○	-	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	草原火災	
48 高温	-	○	-	-	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	○	○	○	○	-	-	-	-	26	高温	
49 低温・凍結	-	○	○	-	-	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	低温・凍結	
50 氷結	-	○	-	-	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	氷結	
51 氷晶	-	○	○	○	○	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	氷晶	
52 氷壁	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	氷壁	
53 高水温	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	高水温	
54 低水温	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	低水温	
55 干ばつ	-	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	干ばつ	
56 霜	-	○	○	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	霜	
57 霧	-	○	○	-	○	○	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	霧	
58 火山弾 (大きな噴石)	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36 火山の 影響	火山から発生する飛来物 (噴石)	
59 火山礫 (小さな噴石)	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		火山性土石流、火山泥流及び 洪水	
60 火砕流	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		火山性土石流、火山泥流及び 洪水	
61 溶岩流	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		火山性土石流、火山泥流及び 洪水	
62 火砕サージ	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		火山性土石流、火山泥流及び 洪水	
63 爆風	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		火山性土石流、火山泥流及び 洪水	
64 洪水	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		火山性土石流、火山泥流及び 洪水	
65 降灰	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		火山性土石流、火山泥流及び 洪水	
66 火災(山林火災)	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		火山性土石流、火山泥流及び 洪水	
67 火山ガス滞留	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		火山性土石流、火山泥流及び 洪水	
68 熱湯	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		火山性土石流、火山泥流及び 洪水	
69 山体崩壊	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		火山性土石流、火山泥流及び 洪水	
70 新しい火口の開口	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		火山性土石流、火山泥流及び 洪水	
71 津波及び静振	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		火山性土石流、火山泥流及び 洪水	
72 大気現象	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		火山性土石流、火山泥流及び 洪水	
73 地殻変動	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	火山性土石流、火山泥流及び 洪水		
74 火山性地震とこれに関 連する事象	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	火山性地震とこれに関連する 事象		
75 熱湯	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	火山性土石流、火山泥流及び 洪水		
76 積雪	-	○	○	○	○	○	○	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	積雪	
77 豪雪による雪崩	-	○	○	○	○	○	-	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	雪崩	
78 融雪による雪崩	-	○	○	○	○	○	-	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	雪崩	

\*1：許可基準規則解釈に例示されている事象を含む場合は○で示す。

\*2：「火山影響評価ガイド」に記載される火山事象を含む場合は○で示す。

第4表 文献調査の結果抽出された自然現象 (3/4)

全事象	許可基準規則 解釈*1、 火山影響評価 ガイド*2	既往の国内外文献による自然現象・人為事象の抽出 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										既往の国内外文献による地質環境の長期変動項目の抽出 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										埋設施設へ影響を与える可能性 のある事象の整理と抽出						
		1	2,3,4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15,16	17	18	19	20	21	22	23		24					
79	生物学的事象	-	○	○	○	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	生物学的事象			
80	動物	-	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
81	塩害:海塩粒子による 絶縁破壊	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	塩害			
82	塩害:腐食	-	○	-	-	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
83	隕石	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
84	隕石による衝撃波	-	○	-	-	○	○	○	○	-	-	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	隕石		
85	陥没	-	-	○	○	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	42	陥没		
86	土壌の収縮・膨張	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	土壌の収縮・膨張		
87	隆起・沈降運動	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	-	44	隆起・沈降		
88	地形及び陸水の変化	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	地形及び陸水の変化		
89	地盤の侵食	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	地盤の侵食		
90	海岸浸食	-	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	海岸浸食		
91	海面下の侵食	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	海面下の侵食		
92	強い水流、地下水による 侵食	-	-	-	-	○	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	49	地下水による侵食		
93	カルスト	-	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	カルスト		
94	海水による川の閉塞	-	○	-	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	海水による川の閉塞		
95	湖若しくは川の水位降下	-	○	-	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	湖若しくは川の水位降下		
96	河川の流路変更	-	○	-	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	河川の流路変更		
97	有毒ガス	-	-	-	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[人為の有毒ガスに含める]	
98	太陽フレアによる磁気嵐	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[電磁的障害含める]	
99	気候変動・サイクル	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	気候変動による海水準変動や気象の変化として個別に考慮	
100	氷期-間氷期サイクル	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	-	○	○	○	○	○	○	-	-	-	気候変動による海水準変動や気象の変化として個別に考慮	
101	温暖化	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
102	海水準変動	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	54	海水準変動		
103	構造運動	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	○	-	-	-	-	-	-	○	-	-	断層・火山・隆起等として考慮	
104	変成作用	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	変成作用	
105	塑性変形作用	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	塑性変形作用	
106	続成作用	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	続成作用	
107	岩塩ダイアピル	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	岩塩ダイアピル	
108	地殻変動	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	断層・火山・隆起等として考慮
109	海象	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	-	海象⇒高潮、潮位、津波で検討
110	地質・地質構造の性状・特性	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	地盤の特性(外部影響事象として抽出しない)
111	天然資源・鉱物資源	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	○	-	-	○	○	-	○	○	-	-	-	-	-	地盤の特性(外部影響事象として抽出しない)

\*1: 許可基準規則解釈に例示されている事象を含む場合は○で示す。

\*2: 「火山影響評価ガイド」に記載される火山事象を含む場合は○で示す。



第4表 文献調査の結果抽出された自然現象 (4/4)

全事象	許可基準規則 解釈 <sup>*1</sup> 、 火山影響評価 ガイド <sup>*2</sup>	既往の国内外文献による自然現象・人為事象の抽出 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										既往の国内外文献による地質環境の長期変動項目の抽出 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										埋設施設へ影響を与える可能性 ある事象の整理と抽出	
		1	2,3,4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15,16	17	18	19	20	21	22	23		24
112 風化	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	-	○	○	○	-	-	○	59 風化
113 変質	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○	○	○	○	○	-	-	-	○	60 変質
114 力学・変形特性(掘削 影響範囲・力学的安定 性を含む)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	- 地盤の特性(外部影響事象として 抽出しない)
115 熱特性	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	○	-	○	○	-	○	-	- 地盤の特性(外部影響事象として 抽出しない)
116 蒸発散量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○	○	-	-	○	○	-	-	○	61 蒸発散量
117 涵養量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	-	62 涵養量
118 季節的な水の量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	- 季節的な水の量
119 風速・風向	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	- 風速・風向
120 極端な気象パターン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	- 台風、異常低温、豪雪に包含
121 永久凍土	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	63 永久凍土
122 水収支	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	- 涵養量、河川流量等で考慮
123 河川流量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	○	-	64 河川流量
124 流出地点の状態(河川・沼)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	○	-	65 流出地点の状態(河川・沼)
125 透水係数	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	66 透水係数
126 地下水位 (地下水流動)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	67 地下水位(地下水流動)
127 地下水の流動特性	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	- 地下水の流動特性
128 深部流体	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	○	○	○	-	-	-	-	68 深部流体
129 天水の水質、化学組成	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	69 天水の水質
130 表流水・地下水の水質、化学組成	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	70 表流水・地下水の水質
131 岩盤の鉱物・化学組成	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	○	○	-	-	-	○	○	- 地盤の特性(外部影響事象として 抽出しない)
132 地下水の水質、化学組成	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	○	○	○	-	-	- 地盤の特性(外部影響事象として 抽出しない)
133 生物学・生化学的現象・微生物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	○	○	○	○	-	-	○	-	- 80 生物学的現象に包含
134 コロイド	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	○	○	○	○	-	-	○	○	- 地盤の特性(外部影響事象として 抽出しない)
135 有機物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-	-	-	○	○	- 地盤の特性(外部影響事象として 抽出しない)

\*1: 許可基準規則解釈に例示されている事象を含む場合は○で示す。

\*2: 「火山影響評価ガイド」に記載される火山事象を含む場合は○で示す。

第5表 文献調査の結果抽出された人為事象

全事象	既往の国内外文献による外部事象 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										地質環境の長期変動事象 (地表自然環境)	許可基準規則及び許可 基準規則解釈*1、火山影 響評価ガイド*2	埋設施設へ影響を与える可能性のある事象 の抽出		
	1	2,3,4	5	6	7	8	9	10	11	外部事象					
1	船舶事故による油流出	○		○	○							○	—	1	船舶事故による油流出
2	船舶による化学物質放出	○		○	○							○	—	2	船舶事故(爆発、化学物質放出)
3	船舶の爆発	○	○	○	○							○	—	3	船舶の衝突
4	船舶の衝突	○		○	○							○	—	4	飛来物(航空機落下等)
5	航空機落下	○	○	○	○							○	—	5	鉄道事故(爆発、化学物質放出)
6	鉄道事故による爆発	○		○	○	○	○					○	—	6	鉄道の衝突
7	鉄道事故による化学物質放出	○	○	○	○							○	—	7	交通事故(爆発、化学物質放出)
8	鉄道の衝突	○		—	○							○	—	8	交通事故による爆発
9	交通事故による爆発	○		○	○							○	—	9	交通事故による化学物質放出
10	交通事故による化学物質放出	○	○	○	○							○	—	10	自動車の衝突
11	自動車の衝突	○		—	○							○	—	11	爆発
12	爆発	—	—	○	○	—	—	—	—	○		○	—	12	工場事故による爆発
13	工場事故による爆発	○	○	—	○							○	—	13	工場事故による化学物質放出
14	工場事故による化学物質放出	○	○	○	○	○	○	○	—	—		○	—	14	鉱山事故による爆発
15	鉱山事故による爆発	○	○	—	○	—	—	—	—	—		○	—	15	鉱山事故による化学物質放出
16	鉱山事故による化学物質放出	○	○	—	○	—	—	—	—	—		○	—	16	土木・建築現場の事故による爆発
17	土木・建築現場の事故による爆発	○	○	—	○	—	—	—	—	—		○	—	17	土木・建築現場の事故による化学物質放出
18	土木・建築現場の事故による化学物質放出	○	—	—	○	—	—	—	—	—		○	—	18	軍事基地の事故による爆発
19	軍事基地の事故による爆発	○	—	—	○	○	○	○	—	—		○	—	19	軍事基地からの飛来物
20	軍事基地からの飛来物	—	—	—	○							○	—	20	軍事行動による破壊・損傷
21	軍事行動による破壊・損傷	—	—	—	—	—	—	○	—	—		○	—	21	パイプライン事故・爆発
22	パイプライン事故・爆発	—	—	—	○	○	—	○	—	—		○	—	22	パイプライン事故後の化学物質
23	パイプライン事故後の化学物質	—	—	—	○	○	—	○	—	—		○	—	23	サイト貯蔵庫からの化学物質放出
24	サイト貯蔵庫からの化学物質放出	—	—	○	○	○	—	○	—	—		○	—	24	人工衛星の落下
25	人工衛星の落下	○	—	—	○	—	○	○	—	—		○	—	25	ダムの崩壊
26	ダムの崩壊	○	○	○	○	○	○	○	—	○		○	○	26	防壁・堤防の崩壊
27	防壁・堤防の崩壊	—	—	—	○	○	—	—	—	—		○	—	27	電磁的障害
28	電磁的障害	○	○	○	○	—	—	—	—	—		○	—	28	掘削工事(敷地内外)
29	掘削工事(敷地内外)	—	—	—	○	—	—	—	—	—		○	—	29	重量物落下、重量輸送物による衝撃
30	重量物落下、重量輸送物による衝撃	—	—	—	○	—	—	—	—	—		○	—	30	タービンミサイル
31	タービンミサイル	—	—	○	○	○	—	—	—	—		○	—	31	有毒ガス
32	有毒ガス	—	○	○	○	○	—	—	—	—		○	—	32	近隣工場の火災
33	近隣工場の火災	—	—	—	—	—	—	—	—	—		○	—	33	森林火災
34	森林火災	○	○	—	○	—	—	—	—	—		○	—	34	市街地の火災
35	市街地の火災	○	○	—	—	—	—	—	—	—		○	—	35	火災
36	火災	○	○	○	○	○	—	—	—	—		○	—	36	河川の流路変更
37	河川の流路変更	○	—	○	—	—	—	○	—	—		○	—	37	鉱坑、井戸、油井
38	鉱坑、井戸、油井	○	—	—	—	—	—	—	—	○		—	—	38	敷地内に当該資源がない

\*1：許可基準規則及び許可基準規則解釈に例示されている事象を含む場合は○で示す。

\*2：「火山影響評価ガイド」に記載される火山事象を含む場合は○で示す。

第6表 既許可における地震以外の自然現象に対する本資料の扱い

既許可における地震以外の自然現象	本資料の扱い	事象に対する考え方
津波	津波として扱う。	第五条(津波による損傷の防止)で別途説明する。
高潮	高潮として扱う。	大きな影響を及ぼすおそれはないため考慮しない。
洪水	洪水として扱う。	大きな影響を及ぼすおそれがあるが、立地条件から影響はないため、考慮しない。
台風	風(台風)として扱う。	大きな影響を及ぼすおそれはないため考慮しないが、風荷重に対して、一般産業施設及び公共施設と同等の安全性を確保する。風荷重に関する詳細は、「第十条 廃棄物埋設地のうち第一項及び第三項 添付資料2 参考資料2」に示す。
豪雪	積雪として扱う。	大きな影響を及ぼすおそれはないため考慮しないが、積雪荷重に対して、一般産業施設及び公共施設と同等の安全性を確保する。積雪荷重に関する詳細は、「第十条 廃棄物埋設地のうち第一項及び第三項 添付資料2 参考資料2」に示す。
異常寒波	低温・凍結として扱う。	大きな影響を及ぼすおそれはないため考慮しないが、低温・凍結に対して、一般産業施設及び公共施設と同等の安全性を確保する。低温・凍結に関する詳細は、「第十条 廃棄物埋設地のうち第一項及び第三項 添付資料2 参考資料2」に示す。

廃棄物埋設施設における  
許可基準規則への適合性について

第七条 火災等による損傷の防止  
(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)

2020年12月

日本原燃株式会社

## 目 次

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第七条及びその解釈 . . . .	1
2. 廃棄物埋設施設の安全機能について . . . . .	1
3. 設計対象設備 . . . . .	2
4. 許可基準規則への適合のための設計方針 . . . . .	2
5. 許可基準規則への適合性説明 . . . . .	2
(1) 火災の発生防止 . . . . .	2
(2) 火災の感知及び消火 . . . . .	2
(3) 火災の影響軽減 . . . . .	2
6. その他の火災等による損傷の防止のための措置 . . . . .	3

参考資料1 第七条 火災等による損傷の防止-参考資料集-

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第七条及びその解釈

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則
(火災等による損傷の防止)
第七条 安全機能を有する施設は、火災又は爆発により廃棄物埋設施設の安全性が損なわれないよう、次に掲げる措置を適切に組み合わせた措置を講じたものでなければならない。
一 火災及び爆発の発生を防止すること。
二 火災及び爆発の発生を早期に感知し、及び消火すること。
三 火災及び爆発の影響を軽減すること。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈
第7条 (火災等による損傷の防止)
1 第1号については、安全機能を有する施設は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計であること。なお、安全機能を有する施設において可燃性物質を使用する場合は、火災・爆発を防止するため、着火源の排除、異常な温度上昇の防止、可燃性物質の漏えい防止及び漏れ込み防止等の措置を講じた設計とすることが必要である。
2 第2号については、安全機能を有する施設は、火災・爆発の発生を早期に感知し、及び消火するために、必要に応じて、火災・爆発の検知・警報設備、消火設備等が設けられていること。
3 第3号については、安全機能を有する施設は、火災・爆発の影響を軽減するために、換気設備の分離、防火区画の設置等の措置を講じた設計であること。

2. 廃棄物埋設施設の安全機能について

安全機能については、第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「許可基準規則」という。）第二条第2項第一号に「安全機能」とは、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるものをいう。」とある。

したがって、許可基準規則第二条第2項第一号を考慮し、安全機能を「放射性物質の漏出を防止する機能」、「移行抑制機能\*1」、「遮蔽機能」とし、その機能の維持期間及び考え方を第1表にまとめる。

第1表 ピット処分における安全機能

安全機能	廃止措置の開始前		廃止措置の開始後
	放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了まで	覆土完了から廃止措置の開始まで	
放射性物質の漏出を防止する機能	○	-	-
移行抑制機能	-	○	△
遮蔽機能	○	○	△

○：安全機能を維持する  
 △：必要な安全機能を期待できるように設計する  
 -：考慮しない

\*1：本資料では、放射性物質の漏出を低減する機能及び生活環境への移行を抑制する機能を「移行抑制機能」という。

ここで、廃棄物埋設施設（以下「本施設」という。）のうち安全機能を有する設備は、埋設設備、排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層及び覆土である。

### 3. 設計対象設備

許可基準規則第七条の設計対象は、1号廃棄物埋設施設のうち埋設設備7,8群及び覆土、2号廃棄物埋設施設のうち覆土、3号廃棄物埋設施設のうち埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土とする。

### 4. 許可基準規則への適合のための設計方針

本施設の特徴として、放射性物質の漏出防止機能、移行抑制機能及び遮蔽機能の安全機能を静的な設備で確保している。ここで、埋設設備は、不燃性のコンクリート構造物及び不燃性のセメント系充填材で構成しており、ポーラスコンクリート層は、不燃性のコンクリート構造物である。また、覆土は、不燃性の土質系材料を使用している。

さらに、埋設設備に定置する廃棄物は、実用発電用原子炉の運転及び本施設の操業に伴って付随的に発生する固体状の放射性廃棄物をセメント系充填材で金属製の容器に固型化したものである。加えて、操業工程において可燃性ガス等の可燃性物質は使用しないこととしており、爆発は発生しないことから、爆発による影響は考慮しない。

許可基準規則第七条（火災等による損傷の防止）の設計方針として、上記を踏まえ、安全機能を有する埋設設備に対して適合性の確認を行う。

### 5. 許可基準規則への適合性説明

許可基準規則第七条（火災等による損傷の防止）へ適合性を確認した。以下の設計を行うことで、安全機能を有する施設は火災の発生により、廃棄物埋設施設の安全性が損なわれることはない。

#### (1) 火災の発生防止

埋設設備は、火災発生のおそれがない静的な設備であり、不燃性のコンクリート構造物及びセメント系充填材を使用する設計とする。

ポーラスコンクリート層は、不燃性のコンクリート構造物を使用する設計とする。

覆土は、火災発生のおそれがない静的な設備であり、不燃性の土質系材料を使用する設計とする。

なお、埋設設備近傍で火災が発生しても、不燃物であるコンクリート構造物の安全機能への影響はない。

#### (2) 火災の感知及び消火

埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土には火災発生源がないことから感知及び消火のための設備は必要としない。

なお、埋設設備周辺での火災発見は、巡視、操作時の作業従事者が行っており、火災が発生した場合は速やかに通報・連絡し初期消火活動を行うことができる。

#### (3) 火災の影響軽減

埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土には火災発生源がないことから影響軽減対策は必要としない。

なお、埋設設備周辺での火災発見は、巡視、操作時の作業従事者が行っており、火災が発生した場合は速やかに通報・連絡し初期消火活動を行うことで、火災の影響軽減ができる。

6. その他の火災等による損傷の防止のための措置

廃棄物埋設地に設置する設備のうち火災発生のおそれがある設備に対して、検討を行った内容について参考資料1に示す。



廃棄物埋設施設における  
許可基準規則への適合性について

第七条 火災等による損傷の防止

-参考資料集-

## 目 次

1. その他の火災等による損傷の防止のための措置.....	1
(1) 火災の発生防止.....	1
(2) 火災の感知及び消火.....	1
(3) 火災の影響軽減.....	2
(4) その他.....	2
2. 自衛消防組織.....	3
3. 火災発生時の体制.....	4
(1) 連絡体制の整備.....	4

## 1. その他の火災等による損傷の防止のための措置

安全機能を有する設備ではない埋設クレーンの潤滑油、機械制御するための電気・計装系の盤やケーブルを対象に火災損傷防止措置を図る。

### (1) 火災の発生防止

火災の発生防止の対策として、以下の取り組みを行う。

- ・ 電気・計装ケーブルには、可能な限り不燃性又は難燃性ケーブルを使用する。
- ・ 漏電防止のため埋設クレーンの電動機を接地する。
- ・ 埋設クレーンの周辺には高温となる機器を設置しない。
- ・ 電気系統は、保護継電器及び遮断器により、地絡及び短絡に起因する過電流による過熱や焼損を防止する。
- ・ 埋設クレーンの潤滑油を使用する機器は、潤滑油を機器の中に封入するとともに、シール構造により漏えい防止を図る。
- ・ 火災につながる可能性がある潤滑油の漏えいを早期に発見できるように巡視点検を行う。

### (2) 火災の感知及び消火

#### (i) 火災の感知

廃棄体を内包する埋設設備は、十分な厚さの不燃性のコンクリートで外部と分離されており、廃棄物埋設地は、延焼の可能性が低いため、自動火災報知設備を設置しない。

作業中は、埋設クレーンに設置した ITV カメラにより潤滑油の漏えいの確認もできるようにする。

#### (ii) 火災の消火

火災が発生した際に早期に消火を行うため、消火設備を設置する。また、火災を確認した者は、消防機関へ通報、低レベル廃棄物管理建屋の制御室へ連絡を行うとともに初期消火を行う。

- ・ 埋設クレーンには、クレーン上の初期消火のために消火器を配置する。
- ・ 濃縮・埋設事業所内に可搬式ポンプ運搬車、再処理事業所内に消火ポンプ付水槽車及び化学消防車を配備する。可搬式ポンプ運搬車及び消火ポンプ付水槽車について第1表に示す。なお、再処理事業所から濃縮・埋設事業所までは約15分の時間を要する。

第1表 可搬式ポンプ運搬車及び消火ポンプ付水槽車

消火設備		
	可搬式ポンプ運搬車	消火ポンプ付水槽車
ポンプ性能	B-2 級消防ポンプ (0.7MPa-1000L/分以上)	A-2 級消防ポンプ (0.85MPa-2300L/分以上)

(iii) 防火服等の配備

火災発生時に作業員（5名）が消火活動を実施する際、円滑に実施するために、以下の装備を配備する。

- ・ 作業員の人数を考慮し、低レベル廃棄物管理建屋内に防火服（12着）及び空気呼吸器（4セット）を配備する。（写真1）空気呼吸器については、初期消火活動時に一部作業員が煙充満エリアに入るための個数を確保する。



写真1 防火服

(3) 火災の影響軽減

火災が発生した場合、その拡大防止とともに影響を軽減する設計とする。

- ・ 火災発生時に現場へ移動するために必要な経路上には、消火活動を阻害する要因となる障害物を設置しない設計とする。
- ・ 上記に加え、火災防護、消火活動に係る組織を構成する。

(4) その他

火災防護対策（発生防止、感知・消火、影響緩和）、運営管理のための手順等について、消防法に基づいた「消防計画」に規定する。

(i) 消防計画の記載内容

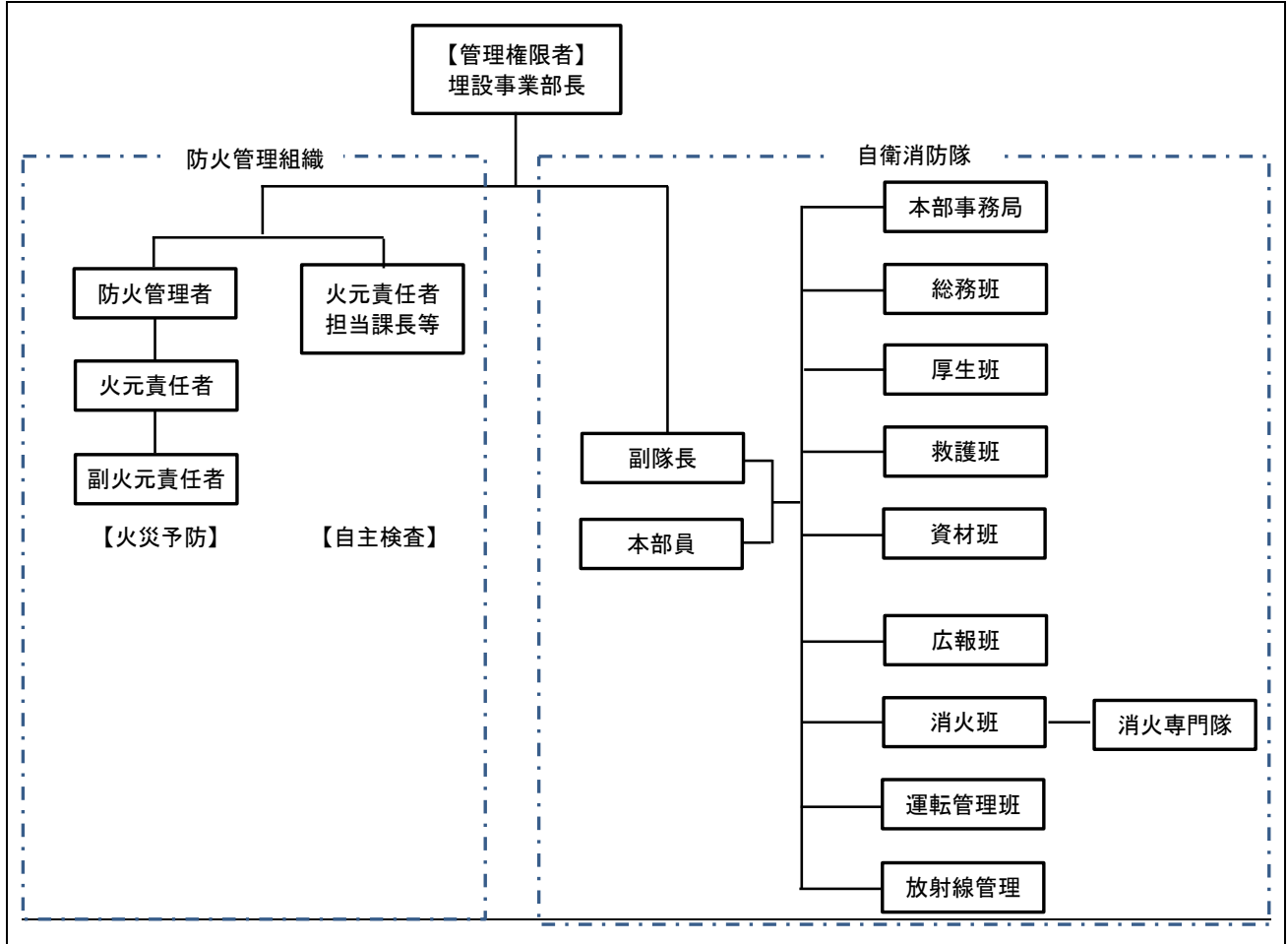
「消防計画」には、必要な手順、防火管理、感知・消火及び影響軽減対策に係る項目並びに自衛消防組織に係る事項を定める。主な記載事項を第2表に示す。

第2表 消防計画の項目及び記載事項

項目	記載事項	
発生防止	防火対策	・火災の発生防止として、防火対策、消火設備に対する考え方、目的及び運用方法
感知・消火	火災発生時の初動活動	・火災発見時の消火活動における初動対応
影響軽減	火災時の措置	・火災が発生し、影響を与えると判断した場合の操業停止に係る事項
	火災影響評価	・火災影響評価の概要を記載するとともに、再評価を行う必要がある場合の条件
自衛消防組織	防火管理組織	・防火対策を実施する組織の責任の所在、各職務の権限及び要員の選任に関する事項
	自衛消防隊	・火災発生時における消火活動及び避難誘導等の対応を実施する組織の責任の所在並びに各職務の権限及び要員の選任に関する事項

## 2. 自衛消防組織

自衛消防組織は、日常の防災管理を実施する「防火管理組織」と、火災発生時に対応する「自衛消防隊」で構成する。自衛消防組織の長（管理権限者）は、「埋設事業部長」とする。第1図に自衛消防組織の体制を示す。



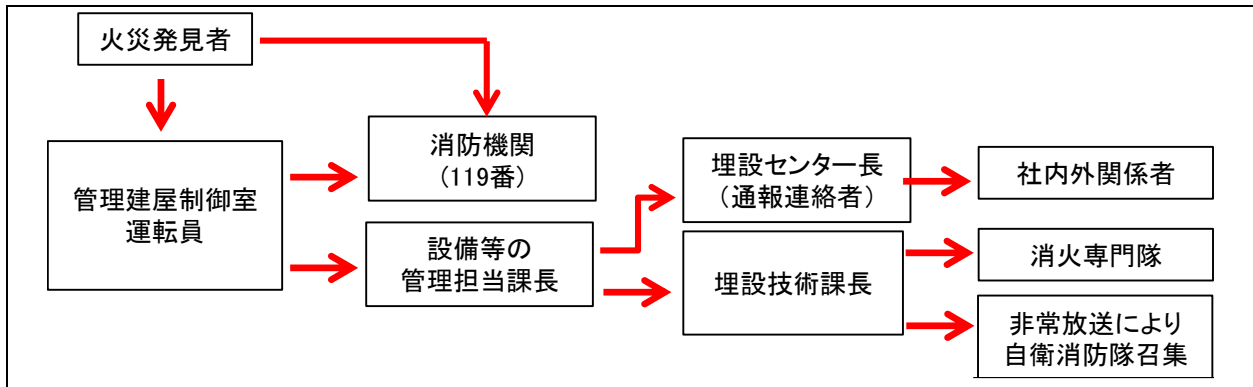
第1図 自衛消防組織の体制

### 3. 火災発生時の体制

#### (1) 連絡体制の整備

##### 【平日昼間】

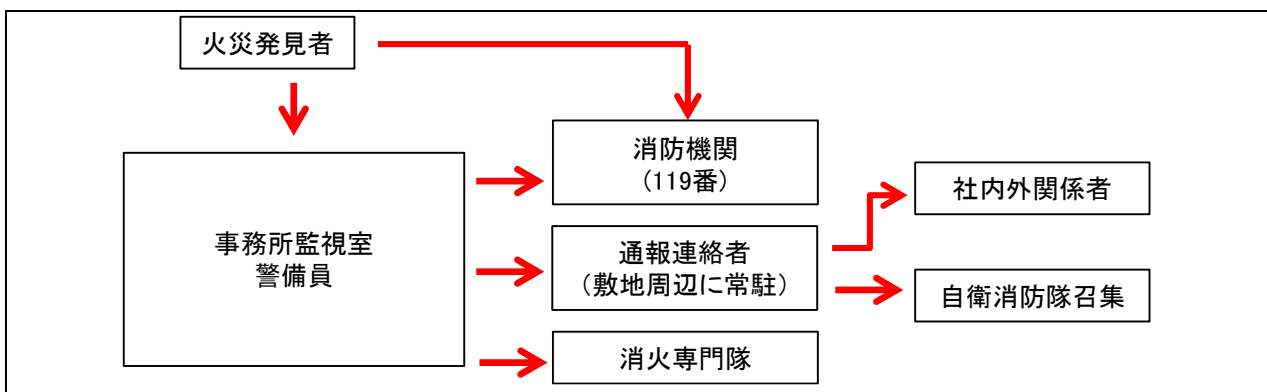
廃棄物埋設地で火災を発見した者は、消防機関及び低レベル廃棄物管理建屋制御室に連絡を行う。通報連絡者は、埋設センター長とする。また、埋設技術課長は、消火専門隊の出動要請、自衛消防隊等を召集する。



第2図 連絡体制（平日昼間）

##### 【平日夜間・休祭日】

廃棄物埋設地で火災を発見した者は、消防機関及び事務所監視室へ連絡を行う。敷地周辺に常駐している通報連絡者は、社内外関係者への連絡、自衛消防隊の召集等を行う。



第3図 連絡体制（平日夜間・休祭日）

##### 【廃棄物埋設地における一時的な管理区域の設定について】

廃棄物埋設地における以下の作業時は、一時的な管理区域を設定する。

- (1) 廃棄体定置作業
- (2) セメント系充填材充填作業
- (3) 充填後のセメント系充填材表面状態確認作業
- (4) セメント系充填材上面への敷きモルタル及びポーラスコンクリート層設置作業

廃棄物埋設施設における  
許可基準規則への適合性について

第八条 遮蔽等

(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)

2020年12月  
日本原燃株式会社

## 目 次

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第八条及びその解釈 .....	1
2. 設計対象設備 .....	1
3. 許可基準規則への適合のための設計方針 .....	2
(1) 安全設計の方針 .....	2
(2) 放射線の遮蔽に関する設計方針 .....	2
(3) 放射性物質の飛散防止のための設計方針 .....	3
4. 許可基準規則への適合性説明 .....	3
(1) 放射線の遮蔽に関する設計 .....	3
(2) 外部被ばく線量評価 .....	5
(3) 放射性物質の飛散防止のための措置 .....	12
5. 参考文献 .....	12

添付資料 1 平常時の外部被ばく線量評価

参考資料 1 最大表面線量当量率 10mSv/h の廃棄体の定置制限について



1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第八条及びその解釈

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則
(遮蔽等) 第八条 廃棄物埋設施設は、当該廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による事業所周辺の線量を十分に低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じたものでなければならない。 2 廃棄物埋設施設は、放射線障害を防止する必要がある場合には、管理区域その他事業所内の人が立ち入る場所における線量を低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じたものでなければならない。 3 廃棄物埋設施設は、放射性物質の飛散防止のための措置を講じたものでなければならない。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈
第8条 (遮蔽等) 1 第1項に規定する「線量を十分に低減できる」とは、平常時における廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線により公衆の受ける線量が、第10条第1号及び第2号に規定する「廃棄物埋設地の外への放射性物質」の移行及び第13条第1項に規定する「周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質」の放出により公衆の受ける線量を含め、法令に定める線量限度を超えないことはもとより、As Low As Reasonably Achievable (ALARA) の考え方の下、実効線量で50マイクロシーベルト/年以下であることをいう。 2 第2項に規定する「線量を低減できる」とは、次のことをいう。 一 管理区域においては、放射線業務従事者の受ける線量が、放射線業務従事者の線量限度を超えないものであること。 二 管理区域以外の人立ち入る場所に滞在する者の線量が、公衆の線量限度以下になるようにすること。 3 第1項及び第2項については、ALARAの考え方の下、放射線業務従事者の作業性等を考慮して、遮蔽、機器の配置、遠隔操作、放射性物質の漏えい防止、換気等、所要の放射線防護上の措置を講じた設計がなされていること。 4 第3項に規定する「飛散防止のための措置」とは、誤操作や機器の故障による放射性廃棄物の落下防止のための措置、落下物による放射性廃棄物の損傷防止のための措置その他必要な措置をいう。

2. 設計対象設備

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(以下「許可基準規則」という。)第八条の設計対象は、以下のとおりである。

【遮蔽設計】

3号廃棄物埋設施設の埋設設備及び覆土を対象とする。

また、廃棄物埋設施設(以下「本施設」という。)からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線により、公衆の受ける線量の評価は、3号廃棄物埋設地からの線量のほか、低レベル廃棄物管理建屋(以下「管理建屋」という。)、1号及び2号廃棄物埋設地からの寄与を含めた線量を評価する。

なお、1号及び2号廃棄物埋設施設の変更に伴う遮蔽設計に係る変更はない。

- ・1号廃棄物埋設施設の埋設設備7,8群の変更は、漏出防止対策に係る内部防水の追加であり、遮蔽機能に係る埋設設備の構造及び仕様に変更はない。また、埋設を行う廃棄体の種類の追加及び数量の変更を行っているが、廃棄物埋設地における廃棄体の最大埋設能力に変更はなく、埋設設備の構造及び仕様に変更はないことから、埋設設備の遮蔽条件に変更はない。さらに、埋設する廃棄体の表面線量当量率に変更がなく、線源条件に変更がない。加えて、放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類(C1-36)の追加を行っているが、表面線量当量率に影響はない。覆土については、覆土仕様の変更はあるが遮蔽設計に影響する密度及び厚さを変更しているものではないことから、覆土設計の遮蔽条件に変更はない。
- ・2号廃棄物埋設施設の変更は、埋設を行う廃棄体の数量の変更を行っているが、廃棄物埋設地における廃棄体の最大埋設能力に変更はなく、埋設設備の構造及び仕様に変更はないことから、埋設設備の遮蔽条件に変更はない。さらに、埋設する廃棄体の表面線量当量率に変更がなく、線源条件に変更がない。覆土については、覆土仕様の変更はあるが遮蔽設計に影響する密度及び厚さを変更しているものではないことから、覆土設計の遮蔽条件に変更はない。

#### 【放射性物質の飛散防止のための設計】

放射性廃棄物の受入施設のうち3号埋設クレーンを対象とする。

### 3. 許可基準規則への適合のための設計方針

#### (1) 安全設計の方針

本施設は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、平常時における廃棄物埋設地からの放射性物質の移行に伴う公衆の受ける線量、本施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による濃縮・埋設事業所（以下「事業所」という。）周辺の線量並びに周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の放出により事業所敷地（以下「敷地」という。）周辺の公衆の受ける線量が、「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」（平成30年6月8日 原子力規制委員会告示第4号）（以下「線量告示」という。）で定められた線量限度を超えないことはもとより、公衆の受ける線量がAs Low As Reasonably Achievable(ALARA)の考えの下、合理的に達成できる限り十分低くなるよう、実効線量で $50 \mu\text{Sv/y}$ 以下を達成できる設計とする。

#### (2) 放射線の遮蔽に関する設計方針

本施設は、敷地周辺の公衆の受ける線量及び放射線業務従事者の受ける線量並びに管理区域以外の人立ち入る場所に滞在する者の線量が、「線量告示」で定められた線量限度を超えないことはもとより、合理的に達成できる限り十分低くするため、以下に示す方針に基づき遮蔽機能を有する設計とする。

遮蔽機能は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間において、廃棄体の線量当量率、位置等を考慮し、廃棄体を埋設設備に定置することにより、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による敷地周辺の公衆の受ける線量を実効線量で $50 \mu\text{Sv/y}$ 以下に低減できる設計とする。また、放射線業務従事者の受ける線量が放射線業務従事者の線量限度を超えないようにするとともに管理区域以外の人立ち入る場所に滞在する者の線量を公衆の線量限度以下

に低減できる設計とする。

覆土完了後においては、覆土により、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による敷地周辺の公衆の受ける線量を  $50 \mu\text{Sv/y}$  以下に低減できる設計とする。また、管理区域以外の人が立ち入る場所に滞在する者の線量を公衆の線量限度以下に低減できる設計とする。

なお、周辺監視区域の廃止後は公衆が敷地内に立ち入る可能性を考慮し、覆土により、敷地内に立ち入る公衆の受ける線量を公衆の線量限度以下に低減できる設計とする。

### (3) 放射性物質の飛散防止のための設計方針

放射性廃棄物の受入施設は、誤操作や機器の故障による廃棄体の落下防止のための措置、落下物による廃棄体の損傷防止のための措置を行う。

## 4. 許可基準規則への適合性説明

許可基準規則第八条（遮蔽等）への適合性について確認した結果を以下にまとめる。

### (1) 放射線の遮蔽に関する設計

#### (i) 廃棄物埋設地の遮蔽設計

廃棄物埋設地は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間においては、放射線の減衰効果のあるコンクリート製の埋設設備にて、第1図に示すように操業段階に応じて外周仕切設備、内部仕切設備、廃棄体支持架台、覆い及びコンクリート仮蓋並びにセメント系充填材を配置することにより、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線により敷地周辺の公衆の受ける線量及び放射線業務従事者の受ける線量並びに管理区域以外の人が立ち入る場所に滞在する者の線量を低減できる設計とする。

覆土完了後においては、覆土のうち難透水性覆土及び下部覆土により、敷地周辺の公衆の受ける線量及び管理区域以外の人が立ち入る場所に滞在する者の線量を低減できる設計とする。

なお、周辺監視区域の廃止後は公衆が敷地内に立ち入る可能性を考慮し、覆土により、敷地内に立ち入る公衆の受ける線量を低減できる設計とする。

ここで、埋設設備のうち外周仕切設備、内部仕切設備、コンクリート仮蓋、廃棄体支持架台、セメント系充填材及び覆い、覆土のうち難透水性覆土及び下部覆土は、遮蔽性に配慮した設計とし、敷地周辺の公衆及び放射線業務従事者並びに管理区域以外の人が立ち入る場所に滞在する者への被ばくを低減するような密度及び厚さを確保する。

第2図に3号埋設設備及び覆土の仕様を示す。

#### (ii) その他の放射線防護上の措置について

本施設は以下の放射線防護上の措置を講じることで、敷地周辺の公衆の受ける線量及び放射線業務従事者の受ける線量並びに管理区域以外の人が立ち入る場所に滞在する者の線量を低減できるものとする。

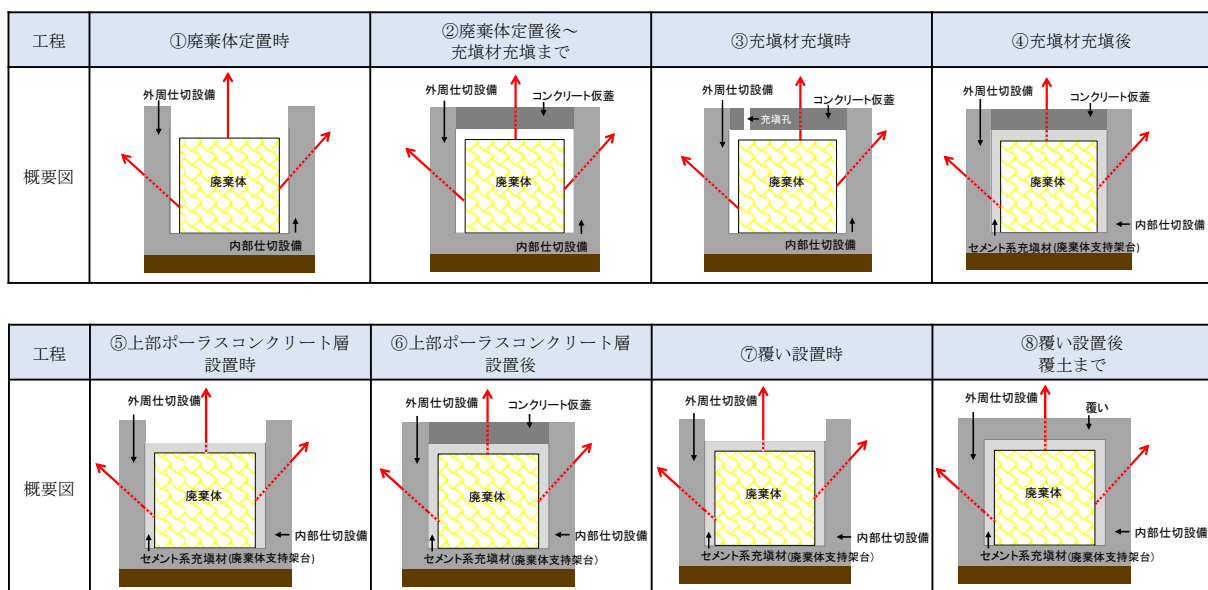
- 埋設設備の最上段に定置する廃棄体は、表面線量当量率が  $0.3\text{mSv/h}$  を超えないものとする。
- 埋設設備の外周仕切設備の近傍に定置する廃棄体は、表面線量当量率が  $2\text{mSv/h}$  を超えないものとする。
- 埋設設備に廃棄体を定置した後は、速やかにコンクリート仮蓋を設置する。
- 廃棄物埋設地において、管理区域に係る基準を超えるおそれのある場合、一時的な管理区域を設定するとともに、覆い設置後は、管理区域に係る基準を超えるおそれがないよう設計す

る。

- 放射性廃棄物の受入施設のうち埋設クレーンは放射性物質の飛散防止措置として、廃棄体等の落下防止を講じた設計とするとともに、自動化及び遠隔化を図る。

また、管理区域での作業は、放射線業務従事者の線量限度を超えないよう、放射線業務従事者の受ける線量を低減するため、原則として次のように行う。

- 作業環境及び放射線業務従事者の個人被ばく歴を考慮した上で、作業時間の制限、放射線防護具類の着用等の必要な条件を作業計画に定める。また、必要に応じて、事前に作業訓練を行う。
- 作業中に適宜、外部放射線に係る線量当量率、空気中の放射性物質濃度及び表面密度を測定し、必要な場合には、遮蔽物の使用又は除染を行い、作業環境の保全に努める。



第1図 作業段階ごとの遮蔽の状況

期間	埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間	期間	覆土完了後																																																								
遮蔽材	埋設設備	遮蔽材	難透水性覆土及び下部覆土																																																								
																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th colspan="2">仕様</th> </tr> <tr> <th colspan="2">3号埋設設備</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">外周仕切設備</td> <td>材料</td> <td>鉄筋コンクリート</td> </tr> <tr> <td>厚さ(側壁)</td> <td>60cm</td> </tr> <tr> <td>密度</td> <td>2,100kg/m<sup>3</sup>以上</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">内部仕切設備</td> <td>材料</td> <td>鉄筋コンクリート</td> </tr> <tr> <td>厚さ</td> <td>40cm</td> </tr> <tr> <td>密度</td> <td>2,100kg/m<sup>3</sup>以上</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">廃棄体支持架台<sup>*1</sup></td> <td>材料</td> <td>鉄筋コンクリート</td> </tr> <tr> <td>厚さ<sup>*2</sup></td> <td>20cm</td> </tr> <tr> <td>密度</td> <td>1,600kg/m<sup>3</sup>以上</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">セメント系充填材</td> <td>材料</td> <td>モルタル</td> </tr> <tr> <td>厚さ<sup>*3</sup></td> <td>20cm</td> </tr> <tr> <td>密度</td> <td>1,600kg/m<sup>3</sup>以上</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">覆い</td> <td>材料</td> <td>鉄筋コンクリート</td> </tr> <tr> <td>厚さ</td> <td>30cm</td> </tr> <tr> <td>密度</td> <td>2,100kg/m<sup>3</sup>以上</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">コンクリート仮蓋</td> <td>材料</td> <td>鉄筋コンクリート</td> </tr> <tr> <td>厚さ</td> <td>50cm</td> </tr> <tr> <td>密度</td> <td>2,100kg/m<sup>3</sup>以上</td> </tr> </tbody> </table>		項目	仕様		3号埋設設備		外周仕切設備	材料	鉄筋コンクリート	厚さ(側壁)	60cm	密度	2,100kg/m <sup>3</sup> 以上	内部仕切設備	材料	鉄筋コンクリート	厚さ	40cm	密度	2,100kg/m <sup>3</sup> 以上	廃棄体支持架台 <sup>*1</sup>	材料	鉄筋コンクリート	厚さ <sup>*2</sup>	20cm	密度	1,600kg/m <sup>3</sup> 以上	セメント系充填材	材料	モルタル	厚さ <sup>*3</sup>	20cm	密度	1,600kg/m <sup>3</sup> 以上	覆い	材料	鉄筋コンクリート	厚さ	30cm	密度	2,100kg/m <sup>3</sup> 以上	コンクリート仮蓋	材料	鉄筋コンクリート	厚さ	50cm	密度	2,100kg/m <sup>3</sup> 以上	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>厚さ</th> <th>密度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>難透水性覆土</td> <td>2m以上</td> <td>1,100kg/m<sup>3</sup>以上</td> </tr> <tr> <td>下部覆土</td> <td>2m以上</td> <td>1,100kg/m<sup>3</sup>以上</td> </tr> </tbody> </table>		項目	厚さ	密度	難透水性覆土	2m以上	1,100kg/m <sup>3</sup> 以上	下部覆土	2m以上	1,100kg/m <sup>3</sup> 以上
項目	仕様																																																										
	3号埋設設備																																																										
外周仕切設備	材料	鉄筋コンクリート																																																									
	厚さ(側壁)	60cm																																																									
	密度	2,100kg/m <sup>3</sup> 以上																																																									
内部仕切設備	材料	鉄筋コンクリート																																																									
	厚さ	40cm																																																									
	密度	2,100kg/m <sup>3</sup> 以上																																																									
廃棄体支持架台 <sup>*1</sup>	材料	鉄筋コンクリート																																																									
	厚さ <sup>*2</sup>	20cm																																																									
	密度	1,600kg/m <sup>3</sup> 以上																																																									
セメント系充填材	材料	モルタル																																																									
	厚さ <sup>*3</sup>	20cm																																																									
	密度	1,600kg/m <sup>3</sup> 以上																																																									
覆い	材料	鉄筋コンクリート																																																									
	厚さ	30cm																																																									
	密度	2,100kg/m <sup>3</sup> 以上																																																									
コンクリート仮蓋	材料	鉄筋コンクリート																																																									
	厚さ	50cm																																																									
	密度	2,100kg/m <sup>3</sup> 以上																																																									
項目	厚さ	密度																																																									
難透水性覆土	2m以上	1,100kg/m <sup>3</sup> 以上																																																									
下部覆土	2m以上	1,100kg/m <sup>3</sup> 以上																																																									
		<p>*1 セメント系充填材と一体となって遮蔽機能達成する  *2 ポーラスコンクリート層と廃棄体間の厚さが20cmとなるようにする  *3 ポーラスコンクリート層と廃棄体間の厚さ</p>																																																									

第2図 3号埋設設備及び覆土の仕様

(2) 外部被ばく線量評価<sup>\*1</sup>

本評価は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間において、本施設に一時貯蔵及び埋設する廃棄体中に含まれる放射性物質からの外部被ばく及び覆土完了後から廃止措置の開始までの廃棄物埋設地に埋設する廃棄体中に含まれる放射性物質からの外部被ばくであり、敷地境界外に居住する人を対象とする。

なお、覆土完了後から廃止措置の開始までにおいては周辺監視区域の廃止後に敷地内へ立ち入る人も対象とする。

外部被ばく線量評価の詳細を添付資料1に示す。

(i) 線量評価モデル

本施設に一時貯蔵及び埋設する廃棄体に起因する公衆の受ける線量は、操業条件や工程を踏まえ、計算コードによって計算する。直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による線量の評価は、「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」(平成元年3月27日 原子力安全委員会了承)を参考にする。

廃棄物埋設地では、放射線源が平面的に広く分布するとともに、遮蔽状況が廃棄体定置、充

\*1: ここでは、実効線量として評価している値は「線量」、実測が可能な値は「線量当量」と表記する。

墳材充填、覆い設置及び覆土の各状況によって変化する。そのため、線量の計算は、埋設作業の状況による放射線源と線量の計算地点の位置関係及び遮蔽状況を考慮して設定したモデルを用いる。

計算コードは、直接ガンマ線については点減衰核積分コード(QAD)<sup>(1)</sup>を、スカイシャインガンマ線については次元輸送計算コード(ANISN)<sup>(2)</sup>及び一回散乱計算コード(G33)<sup>(1)</sup>を組み合わせたものを用いる。

これらの計算コードにより、線量の計算地点における線束密度を算出し、ICRP Pub. 74<sup>(3)</sup>の換算係数を用いて空気吸収線量を算出後、線量を計算する。

なお、廃棄体表面の線量当量率から等価線源を求める計算は次元輸送計算コード(ANISN)<sup>(2)</sup>を用いる。

定置作業時の埋設設備上面からの線量の計算に当たっては、段ごとに外周仕切設備及び内部仕切設備により放射線の放出が制限されることによる低減効果、地形及び他の埋設設備による遮蔽効果を考慮する。

埋設設備はコンクリート製であり、外周仕切設備、コンクリート仮蓋等による放射線の低減効果を考慮する。

覆土完了後は、放射線の低減効果としては、覆土のみを考慮する。

#### (ii) 線量評価パラメータ

直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による線量の評価は、廃棄体表面の線量当量率に基づき行う。

廃棄体表面の線量当量率は、本施設に一時貯蔵する廃棄体については10mSv/hとする。また、3号廃棄物埋設地に埋設する廃棄体については、定置中の区画において総放射線量から廃棄体1本当たりの平均放射線濃度を計算し表面線量当量率に換算した2mSv/hとし、定置終了後、充填材を充填する前の区画及び充填材の充填が終了した区画において、最上段を0.3mSv/h、最上段以外を2mSv/hとする。ここで、1号及び2号廃棄物埋設地に埋設する廃棄体の表面線量当量率は、最上段を2mSv/hとし、最上段以外を3号廃棄物埋設施設同様の考えで換算した表面線量当量率に基づき10mSv/hとする。

また、ガンマ線を放出する放射性物質は、廃棄体に含まれる放射性物質のうちガンマ線エネルギーが高く、初期の放射線量が多いCo-60とする。

評価の基礎となる廃棄体の数量は、本施設に一時貯蔵する廃棄体と廃棄物埋設地に埋設する廃棄体について設定する。本施設に一時貯蔵する廃棄体については、受入施設の最大一時貯蔵量とする。また、廃棄物埋設地に埋設する廃棄体については、本施設の受入計画数量を参考に年間埋設数量を設定する。さらに、埋設作業工程は、廃棄体の定置、セメント系充填材の充填、上部ポーラスコンクリート層設置、覆い設置の作業を考慮して設定する。

なお、放射性物質の減衰及び廃棄物埋設地からの漏出による放射線量の減少は考慮しない。

3号、1号及び2号廃棄物埋設施設の外部被ばくの計算に用いるパラメータ及びその数値を第1表に示す。

#### (iii) 線量評価結果

本施設に一時貯蔵及び埋設する廃棄体中に含まれる放射性物質からの外部放射線に係る公衆の受ける線量を評価した結果、3号廃棄物埋設施設について約6.5 $\mu$ Sv/yとなる。

1号及び2号廃棄物埋設地からの寄与を考慮する線量評価シナリオについて、埋設する放射



性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間において、本施設に一時貯蔵及び埋設する廃棄体に含まれる放射性物質からの外部放射線に係る公衆の受ける線量は約  $23 \mu\text{Sv/y}$  である。また、排気口から放出する気体廃棄物中の放射性物質の吸入摂取により公衆の受ける線量（第十三条で評価）は約  $3.5 \times 10^{-6} \mu\text{Sv/y}$ 、液体廃棄物中の放射性物質が移行する尾駁沼の水産物摂取により公衆の受ける線量（第十三条で評価）は約  $1.7 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/y}$  である。

なお、この期間は、埋設設備により放射性物質の漏出を防止する機能を有することから廃棄物埋設地の外への放射性物質の移行（第十条で評価）は発生しない。

覆土完了から廃止措置の開始までの間において考慮するシナリオについて、廃棄物埋設地の外への放射性物質の移行により公衆の受ける線量は約  $3.8 \mu\text{Sv/y}$  となる。

なお、この期間は、十分な厚さの覆土があるため、難透水性覆土及び下部覆土の厚さの最小値となる埋設設備から 4m の位置で評価を行っても、約  $1.0 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/y}$  であることから、十分小さい値である。さらに 1 号及び 2 号廃棄物埋設施設に対しても同様に評価を行った結果として約  $1.0 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/y}$  であり、重畳したとしても対象位置が離れていることから、周辺監視区域の廃止後に敷地内へ立ち入る人の外部被ばく線量影響は無視できる。また、この期間は、放射性廃棄物は発生せず、排気口から放出する気体廃棄物中の放射性物質の吸入摂取による内部被ばく及び液体廃棄物中の放射性物質が移行する尾駁沼の水産物摂取による内部被ばくは発生しない。

以上から、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間は約  $23 \mu\text{Sv/y}$ 、覆土完了後は約  $3.8 \mu\text{Sv/y}$  となり、平常時において実効線量で  $50 \mu\text{Sv/y}$  以下を達成できる設計となっている。最大表面線量当量率  $10\text{mSv/h}$  の廃棄体の定置条件について参考資料 1 に示す。

第1表 外部被ばくの計算に用いるパラメータ及びその数値(3号廃棄物埋設施設)

パラメータ		数値					
廃棄体表面の線量当量率		2mSv/h (ただし、埋設設備最上面に埋設する廃棄体については0.3mSv/h)					
廃棄体の一時貯蔵量及び埋設量 (本数：200Lドラム缶相当)	附属施設の一時的貯蔵量	3,200本					
	廃棄物埋設地の埋設量	26,000本/年					
線量の計算地点		廃棄物埋設地から北方向へ約370mの敷地境界 1号及び2号廃棄物埋設地からの寄与を考慮する場合は、廃棄物埋設地から北西方向へ約390mの敷地境界 (敷地境界で最大の線量を与える地点)					
廃棄体の密度		1,500kg/m <sup>3</sup>					
遮蔽体の密度		2,100kg/m <sup>3</sup> (コンクリート) 1,600kg/m <sup>3</sup> (埋設設備のセメント系充填材)					
線源面積	埋設設備 (一区画当たり)	上面 : 5.3m×5.5m 北及び南側面 : 5.3m×5.1m 西及び東側面 : 5.5m×5.1m					
	廃棄体一時貯蔵室	23.5m×57m					
埋設設備の側面からの放射線の低減効果による線量当量補正係数		埋設設備 (北側から第1埋設設備)	北側	西側	東側	南側	設備間
		1	0.40	0.92	0.68	1.00	0.68
		2	0.40	0.68	0.92	1.00	0.68
		3,5	0.46	0.92	0.68	1.00	0.68
		4,6	0.46	0.68	0.92	1.00	0.68
		7	0.46	0.92	0.68	0.87	0.68
		8	0.46	0.68	0.92	0.87	0.68
埋設設備における作業工程*1~*3		定置 : 1区画当たり 8時間 充填材充填 : 1区画当たり 7時間 上部ポーラスコンクリート層設置 : 1区画当たり 6時間 覆い設置 : 1区画当たり 8時間					

\*1：埋設作業を行う区画は同時に同一の作業を行うものとする。なお、埋設作業は、線量の計算地点で最大の線量となる第8埋設設備の65区画で行うものとする。

\*2：廃棄体の定置後、75日後にセメント系充填材を充填、上部ポーラスコンクリート層設置及び覆いの設置の各作業を連続して行うものとする。

\*3：1号及び2号廃棄物埋設地からの寄与を考慮する場合には、線量の計算地点は廃棄物埋設地から北西方向へ約390mの敷地境界とし、3号廃棄物埋設地における埋設作業は、線量の計算地点で最大の線量となる第7埋設設備



備の 65 区画で行うものとする。

また、1号廃棄物埋設地における廃棄体の埋設量は年間約4,800本とし、埋設作業は、線量の計算地点で最大の線量となる第7埋設設備群の15区画で行うものとする。さらに、2号廃棄物埋設地における廃棄体の埋設量は年間約5,400本とし、埋設作業は、線量の計算地点で最大の線量となる第6埋設設備群の15区画で行うものとする。なお、2号廃棄物埋設地において廃棄体の定置を完了し、覆い設置済みとなった場合には、1号廃棄物埋設地における廃棄体の埋設量は年間約9,600本とし、埋設作業は、線量の計算地点で最大の線量となる第6～7埋設設備群の30区画で行うものとする。

第2表 外部被ばくの計算に用いるパラメータ及びその数値(1号廃棄物埋設施設)

パラメータ		数値					
廃棄体表面の線量当量率		10mSv/h (ただし、埋設設備最上面に埋設する廃棄体については2mSv/h)					
廃棄体の一時貯蔵量及び埋設量 (本数：200Lドラム缶相当)	附属施設の一時的貯蔵量	3,200本					
	廃棄物埋設地の埋設量	19,200本/年					
線量の計算地点		廃棄物埋設地北端から北方向へ約190mの敷地境界 (敷地境界で最大の線量を与える地点)					
廃棄体の密度		1,500kg/m <sup>3</sup>					
遮蔽体の密度		2,100kg/m <sup>3</sup> (コンクリート) 1,600kg/m <sup>3</sup> (埋設設備のセメント系充填材)					
線源面積	埋設設備 (一区画当たり)	上面 : 5.3m×5.35m 北及び南側面 : 5.3m×4.1m 西及び東側面 : 5.35m×4.1m					
	廃棄体一時貯蔵室	23.5m×57m					
埋設設備の側面からの放射線の低減効果による線量当量補正係数		埋設設備 (北側から第1埋設設備群)	北側	西側	東側	南側	設備間
		1	0.40	0.94	0.98	0.71	0.71
		2	0.05	0.94	0.98	0.97	0.97
		3,5	0.40	0.94	0.98	0.71	0.71
		4,6	0.05	0.94	0.98	0.97	0.97
		7	0.40	0.94	0.98	0.71	0.71
		8	0.05	0.94	0.98	0.89	0.68
埋設設備における作業工程*1~*3		定置 : 1区画当たり 8時間 充填材充填 : 1区画当たり 7時間 上部ポーラスコンクリート層設置 : 1区画当たり 6時間 覆い設置 : 1区画当たり 8時間					

\*1：埋設作業を行う区画は同時に同一の作業を行うものとする。なお、埋設作業は、線量の計算地点で最大の線量となる第6～7埋設設備群の60区画で行うものとする。

\*2：廃棄体の定置後、75日後にセメント系充填材を充填、上部ポーラスコンクリート層設置及び覆いの設置の各作業を連続して行うものとする。

\*3：2号及び3号廃棄物埋設地からの寄与を考慮する場合には、線量の計算地点は廃棄物埋設地北端から北方向へ約190mの敷地境界とし、1号廃棄物埋設地における廃棄体の埋設量は年間約4,800本として、埋設作業は、線量の計算地点で最大の線量となる第7埋設設備群の15区画で行うものとする。

第3表 外部被ばくの計算に用いるパラメータ及びその数値(2号廃棄物埋設施設)

パラメータ		数値					
廃棄体表面の線量当量率		10mSv/h (ただし、埋設設備最上面に埋設する廃棄体については2mSv/h)					
廃棄体の一時貯蔵量及び埋設量 (本数：200Lドラム缶相当)	附属施設の一時的貯蔵量	3,200本					
	廃棄物埋設地の埋設量	23,400本/年					
線量の計算地点		廃棄物埋設地北東端から北方向へ約200mの敷地境界 (敷地境界で最大の線量を与える地点)					
廃棄体の密度		1,500kg/m <sup>3</sup>					
遮蔽体の密度		2,100kg/m <sup>3</sup> (コンクリート) 1,600kg/m <sup>3</sup> (埋設設備のセメント系充填材)					
線源面積	埋設設備 (一区画当たり)	上面 : 5.3m×5.5m 北及び南側面 : 5.3m×4.6m 西及び東側面 : 5.5m×4.6m					
	廃棄体一時貯蔵室	23.5m×57m					
埋設設備の側面からの放射線の低減効果による線量補正係数		埋設設備 (北側から第1埋設設備群)	北側	西側	東側	南側	設備間
		1	0.69	0.98	0.56	1.00	1.00
		2	0.69	0.56	0.99	1.00	1.00
		3,5	0.69	0.98	0.56	1.00	1.00
		4,6	0.69	0.56	0.99	1.00	1.00
		7	0.69	0.98	0.56	0.89	0.69
		8	0.69	0.56	0.99	0.89	0.69
埋設設備における作業工程 <sup>*1~*3</sup>		定置 : 1区画当たり 8時間 充填材充填 : 1区画当たり 7時間 上部ポーラスコンクリート層設置 : 1区画当たり 6時間 覆い設置 : 1区画当たり 8時間					

\*1：埋設作業を行う区画は同時に同一の作業を行うものとする。なお、埋設作業は、線量の計算地点で最大の線量となる第8埋設設備群の65区画で行うものとする。

\*2：廃棄体の定置後、75日後にセメント系充填材を充填、上部ポーラスコンクリート層設置及び覆いの設置の各作業を連続して行うものとする。

\*3：1及び3号廃棄物埋設地からの寄与を考慮する場合には、線量の計算地点は廃棄物埋設地北東端から北方向へ約200mの敷地境界とし、2号廃棄物埋設地における廃棄体の埋設量は年間約5,400本として、埋設作業は、線量の計算地点で最大の線量となる第6埋設設備群の15区画で行うものとする。

(3) 放射性物質の飛散防止のための措置

放射性廃棄物の受入施設は、誤操作や機器の故障による廃棄体の落下防止のための措置、落下物による廃棄体の損傷防止のための措置を行う。

放射性廃棄物の受入施設のうち埋設クレーンは、廃棄物埋設地に設置し、専用の吊具を用いて、構内廃棄体輸送車両から廃棄体を8本単位で吊り上げ、埋設設備に定置する。また、コンクリート仮蓋等の運搬、設置及び撤去にも使用する。

埋設クレーンは、「クレーン構造規格」に基づき設計する。また、廃棄体等の取扱いについては、放射性物質の飛散防止として、廃棄体等の落下を防止するインターロックを設けた設計とする。さらに、万一、廃棄体が落下した場合に想定される廃棄体の損傷による敷地周辺の公衆及び放射線業務従事者への影響を緩和するため、廃棄体を取り扱う高さを8m未満とする設計とする。

なお、最大吊上げ高さ8mでの充填固化体の落下試験では、内容物の漏出率は最大で $6.4 \times 10^{-7}$ であった。これは「第二条 定義(安全機能について)」に示す、廃棄体落下を想定した場合の公衆への影響評価での飛散率である $1 \times 10^{-5}$ 以下となることから、公衆への影響は小さくなる。

埋設クレーンの主な仕様を第4表に示す。

第4表 埋設クレーンの仕様

主要な機器	数量	主な仕様	設置場所
埋設クレーン	1台	種類：橋型クレーン 主要材料：炭素鋼 定格荷重：約15t インターロック機能： ・クレーン位置異常検知による停止のインターロック ・着床検知後に廃棄体把持解除可のインターロック ・廃棄体吊上げ高さ制限を超えないよう自動停止するインターロック*1(8m以上の高さとならない) ・停電時の廃棄体保持機能 ・廃棄体の吊り荷重異常(過荷重)、把持不良検知による停止のインターロック その他構成機器：吊具	廃棄物埋設地

\*1:インターロック機能の一例としてリミットスイッチがあげられる。リミットスイッチは、JIS規格(JISC8201-5-1)では位置検出スイッチと呼び、操作部が機械の可動部によって作動し、この可動部が所定の位置に達したときに作動する自動制御スイッチとされる。廃棄体吊上げ高さ制限は、巻き上げ制限位置にリミットスイッチを設け、制限高さ以上吊り上がらないように制御する。

5. 参考文献

- (1) Yukio SAKAMOTO and Shun-ichi TANAKA(1990): QAD-CGGP2 AND G33-GP2: REVISED VERSIONS OF QAD-CGGP AND G33-GP (CODES WITH THE CONVERSION FACTORS FROM EXPOSURE TO AMBIENT AND MAXIMUM DOSE EQUIVALENTS), JAERI-M 90-110
- (2) Ward W. Engle, Jr. (1967): A USERS MANUAL FOR ANISN A One Dimensional Discrete Ordinates Transport Code With Anisotropic Scattering, K-1693
- (3) International Commission on Radiological Protection(1996): Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation, ICRP Publication 74

## 平常時の外部被ばく線量評価

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 線量評価の方針 .....	1
3. 低レベル廃棄物管理建屋及び廃棄物埋設地の評価での共通事項 .....	1
(1) 計算コード .....	1
(2) 線源 .....	1
(3) 物性値 .....	2
(4) 線量の計算地点 .....	3
4. 低レベル廃棄物管理建屋の評価 .....	4
(1) 評価条件 .....	4
(2) 評価方法 .....	5
(3) 評価結果 .....	9
5. 廃棄物埋設地の評価 .....	10
(1) 埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間 .....	10
(2) 覆土完了後 .....	26
(3) 評価結果 .....	28

### 添付資料

- 1-1 廃棄体の放射能濃度の設定について
- 1-2 各埋設設備の1年間に埋設を行う最大区画数の設定
- 1-3 スカイシャイン線量率の計算方法について
- 1-4 断面積ライブラリ DLC-23 について
- 1-5 埋設設備の構造図
- 1-6 補正係数の設定
- 1-7 計算コードの概要について
- 1-8 廃棄物埋設地のスカイシャインガンマ線による公衆の受ける外部被ばく線量評価結果

## 1. はじめに

平常時における公衆の受ける外部被ばく線量評価について説明する。

## 2. 線量評価の方針

外部被ばく線量の評価は、本施設周辺で最大の被ばくを与える地点に居住する人を対象とする。評価を行う放射線は、廃棄体から放出されるガンマ線とする。廃棄体から放出される放射線には、ガンマ線以外も想定されるが、取扱いに当たっては廃棄体の容器を開放しないこと、コンクリート製の構造物内に収納することを考慮すると、寄与は十分に小さい。また、尾駮沼に放出した液体廃棄物中の放射性物質に起因する外部被ばくも被ばく経路として考えられるが、寄与が十分に小さいことから考慮しない。

線量の計算地点は、線源に近い地点がより保守的な結果となることから、周辺監視区域境界付近とする。

評価においては、線源形状や遮蔽条件等が異なるため、低レベル廃棄物管理建屋（以下「管理建屋」という。）と廃棄物埋設地に分割して計算を行う。管理建屋の評価では、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線を対象とし、廃棄物埋設地の評価では、直接ガンマ線が周囲の地形により遮蔽されることから、スカイシャインガンマ線を対象とする。管理建屋からの線量及び廃棄物埋設地からの線量を足し合わせることにより、平常時における公衆の受ける外部被ばく線量を評価する。また、「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」（平成元年3月27日 原子力安全委員会了承）を参考とするとともに、信頼性のあるコードを用い、操業条件や工程を踏まえて行う。

覆土完了後の廃棄物埋設地の評価については、許可基準規則第十条第四号の評価において、覆土に放射性物質が移行することを想定しているが、廃棄物埋設地の掘削を行わなければ公衆の受ける外部被ばく線量は軽微であることから、放射能の減衰がない状態を想定して評価を行う。

なお、以下では、実効線量として評価している値は「線量」、実測が可能な値は「線量当量」と表記する。

## 3. 低レベル廃棄物管理建屋及び廃棄物埋設地の評価での共通事項

### (1) 計算コード

他施設等において使用実績が十分にあり、信頼性があるコードを用いることとし、直接ガンマ線による線量の計算には点減衰核積分コード (QAD-CGGP2R) を用いる。また、スカイシャインガンマ線による線量の計算には次元輸送計算コード (ANISN) 及び一回散乱計算コード (G33-GP2R) を組み合わせたものを用いる。

### (2) 線源

線源は廃棄体とし、廃棄体の径方向をモデル化した無限円柱形状として、表面線量当量率が、10mSv/h、2mSv/h 及び 0.3mSv/h と等価となる放射能濃度を、ANISN により計算する。線源は、軽元素の物質として水とし、密度は、埋設する廃棄体を考慮し、小さい値とした。

ガンマ線を放出する放射性物質については、廃棄体に含まれる放射性物質のうち、ガンマ線エネルギーが高く、初期の放射エネルギーが多い Co-60 (ガンマ線のエネルギー1.25MeV、放出率 200%) で代表することにより、評価結果が厳しくなるよう設定する。

線源の設定を第1表に示す。また、放射能濃度の設定方法を添付資料 1-1 に示す。

第1表 線源の設定

線源物質	水
密度	1,500kg/m <sup>3</sup>
ガンマ線エネルギー	1.25MeV, 200% (Co-60 相当)

表面線量当量率 (mSv/h)	放射能濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )
10	2.90×10 <sup>4</sup>
2	5.80×10 <sup>3</sup>
0.3	8.70×10 <sup>2</sup>

(3) 物性値

評価に用いる物性値は第2表に示すとおりとする。

第2表 評価に用いる物性値(1/2)

普通コンクリート (密度 2,100kg/m <sup>3</sup> )	元素	組成比 (%)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )
	H	0.416	8.736×10 <sup>0</sup>
	O	50.74	1.066×10 <sup>3</sup>
	Mg	0.1150	2.415×10 <sup>0</sup>
	Al	0.4460	9.366×10 <sup>0</sup>
	Si	38.61	8.107×10 <sup>2</sup>
	S	0.07	1.470×10 <sup>0</sup>
	Ca	6.869	1.442×10 <sup>2</sup>
	Fe	2.738	5.750×10 <sup>1</sup>

水 (密度 1,500kg/m <sup>3</sup> )	元素	組成比 (%)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )
	H	11.19	1.679×10 <sup>2</sup>
	O	88.81	1.332×10 <sup>3</sup>

充填材 (モルタル) (密度 1,600kg/m <sup>3</sup> )	元素	組成比 (%)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )
	H	0.416	6.656×10 <sup>0</sup>
	O	50.74	8.118×10 <sup>2</sup>
	Mg	0.1150	1.840×10 <sup>0</sup>
	Al	0.4460	7.136×10 <sup>0</sup>
	Si	38.61	6.177×10 <sup>2</sup>
	S	0.07	1.120×10 <sup>0</sup>
	Ca	6.869	1.099×10 <sup>2</sup>
	Fe	2.738	4.381×10 <sup>1</sup>



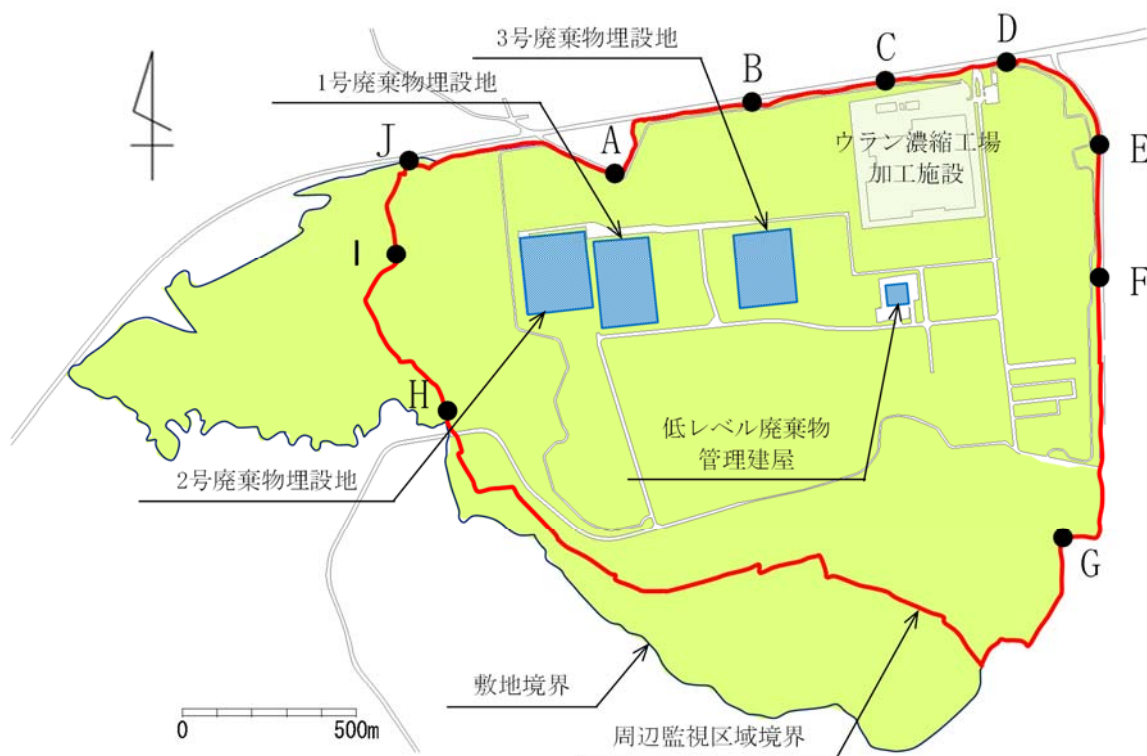
第2表 評価に用いる物性値(2/2)

空気 (密度 1.205kg/m <sup>3</sup> )	元素	組成比(%)	密度(kg/m <sup>3</sup> )
	H	0.001000	1.205×10 <sup>-5</sup>
	C	0.01255	1.513×10 <sup>-4</sup>
	N	75.47	9.093×10 <sup>-1</sup>
	O	23.23	2.799×10 <sup>-1</sup>

(4) 線量の計算地点

線量の計算地点は「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」(昭和51年9月28日原子力委員会決定)を参考に、線源となる廃棄物が存在する管理建屋、廃棄物埋設地からおおむね16方位に位置する周辺監視区域境界とする。ここで、敷地南側の周辺監視区域境界外は当社敷地、敷地境界外は尾駸沼であり、明らかに人が居住することがないため除外する。

線量の計算地点を第1図に示す。



第1図 線量の計算地点

#### 4. 低レベル廃棄物管理建屋の評価

線源は廃棄体とし、廃棄体の表面線量当量率は全て10mSv/hとする。また、廃棄体の一時貯蔵量は受入施設の最大一時貯蔵量及び検査室（廃棄体一時仮置台）にて保管可能な最大数量とし、1年間を通じて一時貯蔵する状態とする。

ここで、本施設において発生すると想定される放射性廃棄物は、排水・監視設備からの排水に含まれる放射性物質を起因とするものであり、放射能濃度は低いことに加え、発生量も少ない。また、放射性物質を含む廃液は、管理建屋1階の液体廃棄物処理室内に設置したタンクに貯蔵することとしており、廃液中の放射性物質から放出される放射線は、複数の壁及び天井によって遮蔽される。さらに、本施設において発生する被ばく線量評価上有意な線量の固体廃棄物は、保管廃棄施設での配置等を考慮することにより、線量を十分低減できる。以上から、液体廃棄物処理設備及び固体廃棄物処理設備は線源として設定しない。

##### (1) 評価条件

###### (i) 線源

###### a. 廃棄体の表面線量当量率

廃棄体の表面線量当量率は10mSv/hとする。

###### b. 一時貯蔵量

廃棄体一時貯蔵室 3,200本（最大一時貯蔵量）、検査室 216本（廃棄体一時仮置台の最大仮置本数）とする。

###### (ii) 線源形状

廃棄体一時貯蔵室及び検査室での廃棄体の状態は以下のとおりである。

- ・ 廃棄体一時貯蔵室：4段縦積み、線源高さ 4.32m
- ・ 検査室：8本×3段×9列の俵積み、線源高さ 1.772m

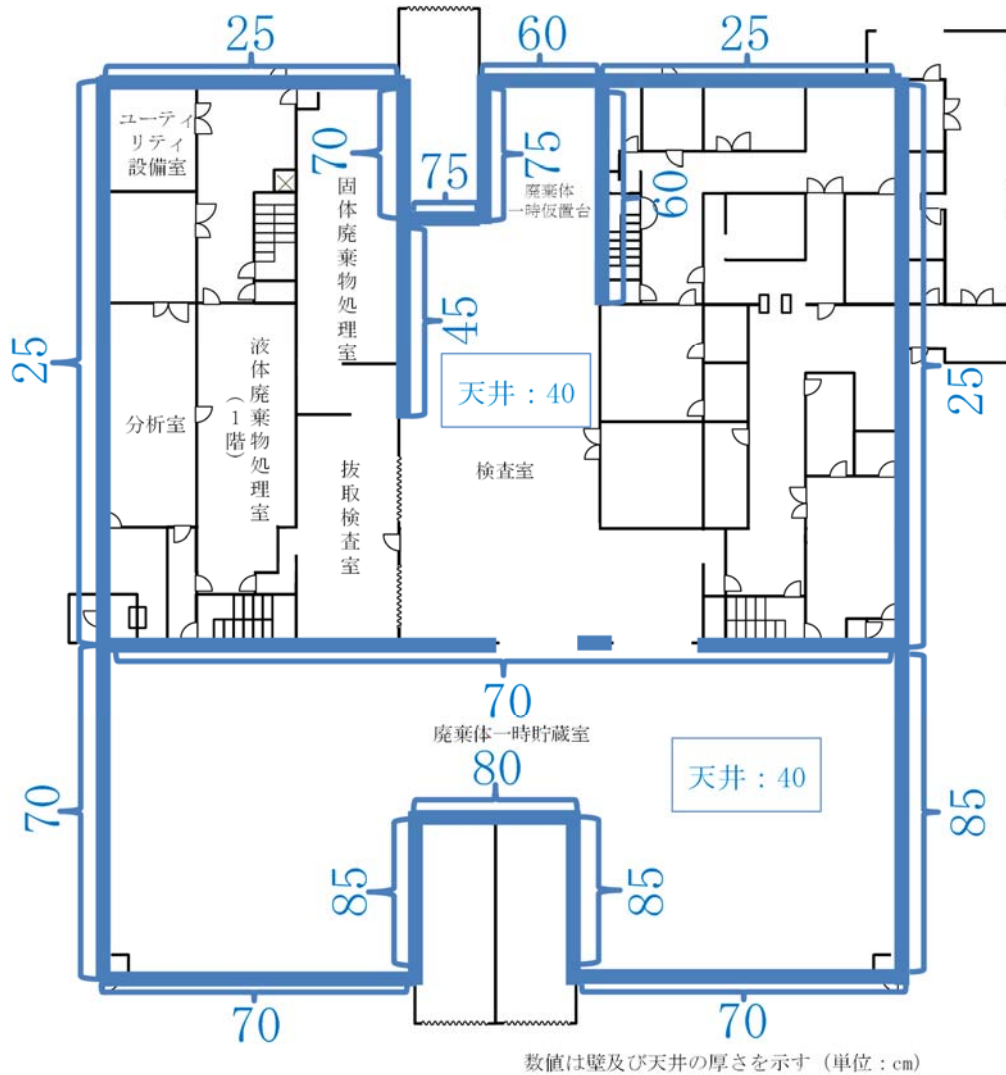
###### (iii) 遮蔽条件

管理建屋の遮蔽条件は以下のとおりとする。

- ・ 壁：コンクリート製、厚さは第2図に示すとおり
- ・ 天井：コンクリート製、厚さ 40cm

###### (iv) 考慮する状態

年間を通して最大数量の廃棄体を一時貯蔵するものとする。



第2図 低レベル廃棄物管理建屋の遮蔽条件

(2) 評価方法

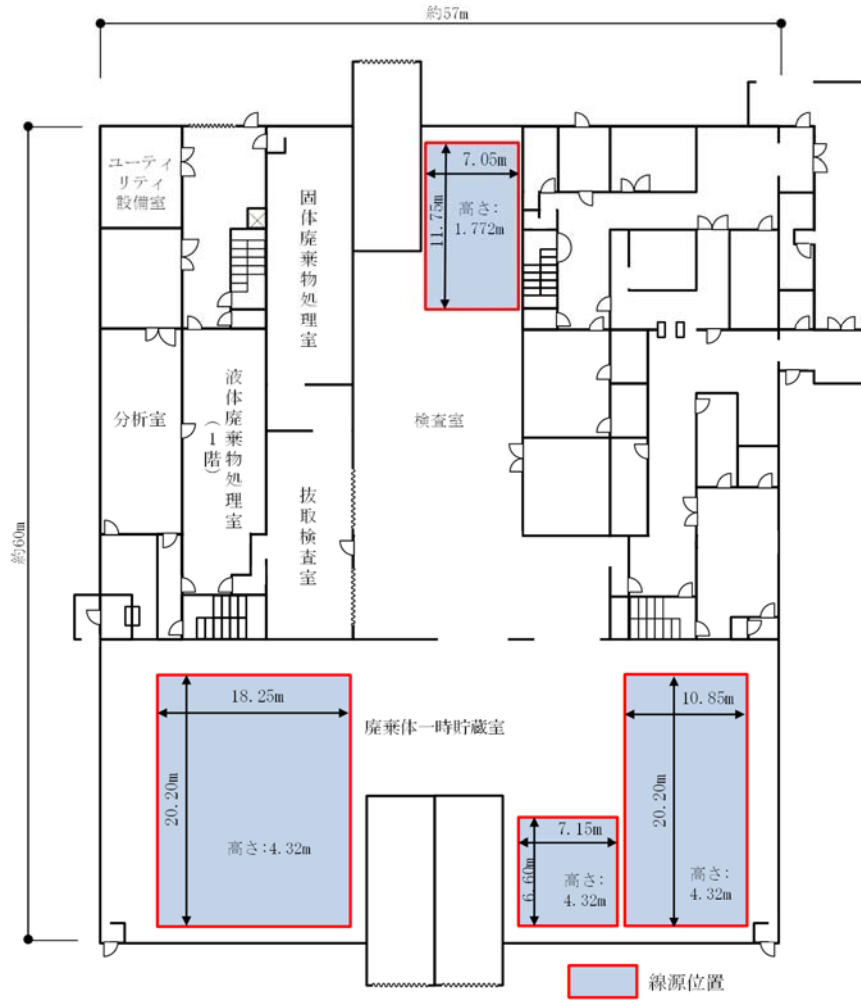
(i) 直接ガンマ線

QAD により周辺監視区域境界の各線量の計算地点における直接ガンマ線による線量を算出する。線源形状は第3図に示す線源の面積と高さにより廃棄体を直方体にモデル化したものとする。

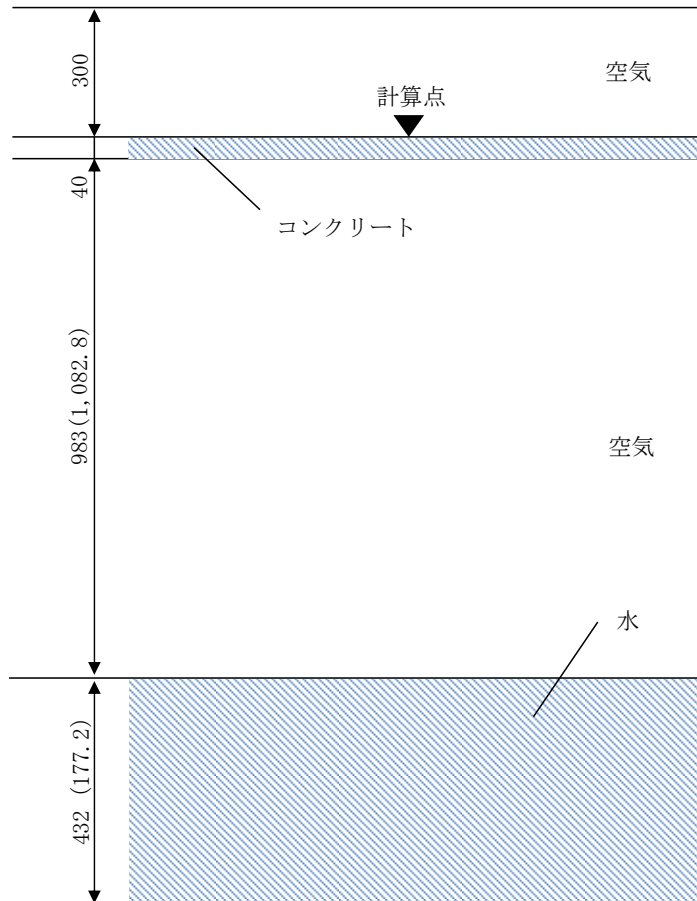
(ii) スカイシャインガンマ線

スカイシャインガンマ線による線量の計算方法は以下のとおり。

- ① ANISN により無限平板にモデル化した線源からの屋根外表面のガンマ線角度束を求める (第4図参照)。
- ② ①で求めたガンマ線角度束を G33 に入力し、各線量の計算地点における単位面積当たりのスカイシャインガンマ線による線量を求める (第5図参照)。
- ③ ②で求めた単位面積当たりのスカイシャインガンマ線による線量に、第6図に示す線源位置の面積を乗じて評価結果とする。

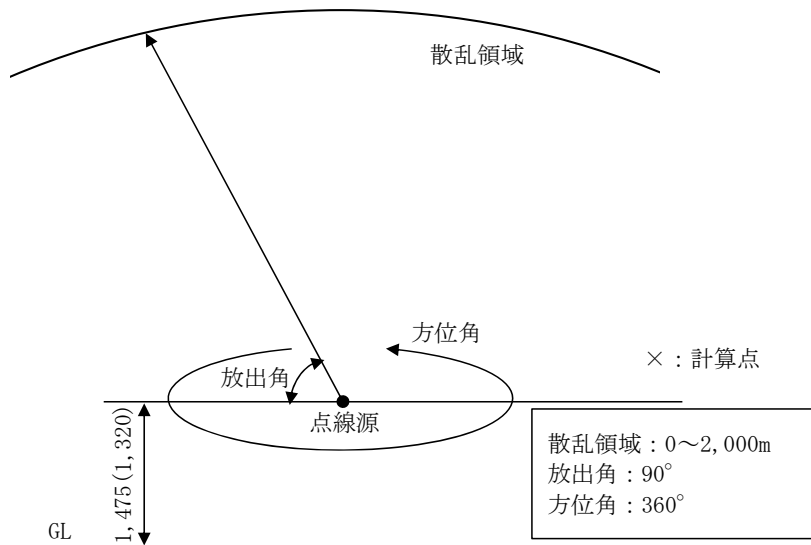


第3図 直接ガンマ線の計算形状



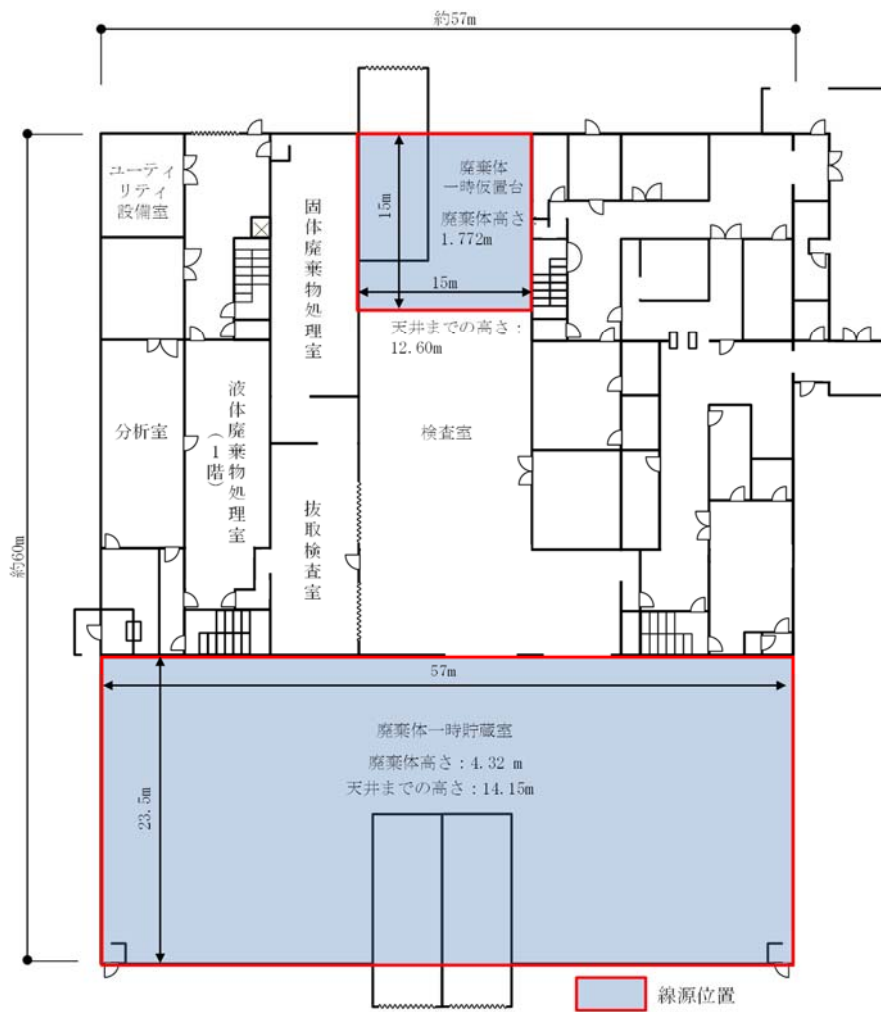
無限平板モデル  
 単位: cm  
 数値は廃棄体一時貯蔵室の計算条件  
 ( ) は検査室の計算条件

第4図 ANISNによる角度別ガンマ線束の計算モデル



数値は廃棄体一時貯蔵室の計算条件  
 ( ) は検査室の計算条件

第5図 G33による1回散乱線の計算モデル



第6図 スカイシャインガンマ線の計算形状

(3) 評価結果

管理建屋における直接ガンマ線、スカイシャインガンマ線について、各線量の計算地点における評価結果を第3表に示す。線量が最大となるのは線量の計算地点Fで $4.7 \mu\text{Sv/y}$ である。

第3表 低レベル廃棄物管理建屋の線量評価結果

線量の 計算地点	線量 ( $\mu\text{Sv/y}$ )		
	直接ガンマ線*1	スカイシャイン ガンマ線	合計
A	—	$2.08 \times 10^{-1}$	$2.08 \times 10^{-1}$
B	—	$1.79 \times 10^0$	$1.79 \times 10^0$
C	—	$3.01 \times 10^0$	$3.01 \times 10^0$
D	—	$1.18 \times 10^0$	$1.18 \times 10^0$
E	—	$1.47 \times 10^0$	$1.47 \times 10^0$
F	$8.99 \times 10^{-2}$	$4.59 \times 10^0$	$4.68 \times 10^0$
G	—	$1.16 \times 10^{-1}$	$1.16 \times 10^{-1}$
H	—	$2.55 \times 10^{-3}$	$2.55 \times 10^{-3}$
I	—	$8.31 \times 10^{-4}$	$8.31 \times 10^{-4}$
J	—	$6.22 \times 10^{-4}$	$6.22 \times 10^{-4}$

\*1 「—」は周囲の地形等によって直接ガンマ線が遮られるため、影響がないことを示す。

## 5. 廃棄物埋設地の評価

廃棄物埋設地の評価は、埋設設備によって放射線を遮蔽する「埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間」と覆土によって放射線を遮蔽する「覆土完了後」に分けて行う。

### (1) 埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間

廃棄物埋設地では、線源が平面的に広く分布し、埋設設備内では埋設を行う区画（廃棄体定置から覆い設置までをいう。）や覆い設置が完了している区画が混在し、それぞれ、埋設設備による遮蔽の状況が異なるという特徴を踏まえ、第7図に示す流れで評価を行う。

#### ▶ 評価条件の設定

評価の前提となる遮蔽条件や廃棄体の表面線量当量率を設定する。また、年間当たりに埋設を行う区画数や線量の計算地点との位置関係を考慮し、埋設設備の全区画を、埋設を行う区画、覆い完了区画及び廃棄体未定置区画に分類し、評価を行う状況を設定する。

#### ▶ 各区画における遮蔽なし状態での線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) の算出

各埋設設備各基の代表区画位置（3号埋設設備：各基の北西端、1号埋設設備及び2号埋設設備：埋設設備各基の北東端）から放出されるスカイシャインガンマ線について、各線量の計算地点での線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) を以下の3つの値の積として算出する。この際、廃棄体の放射能濃度は区画内で均一であると仮定し、埋設設備による遮蔽は考慮しない。

- ・ANISN 及び G33 を用いて算出した、線量の計算地点における単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率
- ・ANISN を用いて算出した、最上段に定置する廃棄体の表面線量当量率と等価な Co-60 の放射能濃度
- ・埋設設備 1 区画当たりの区画面積（線源面積）

#### ▶ 補正係数の設定

以下の補正係数を設定し、組み合わせることにより、線量率を補正する。

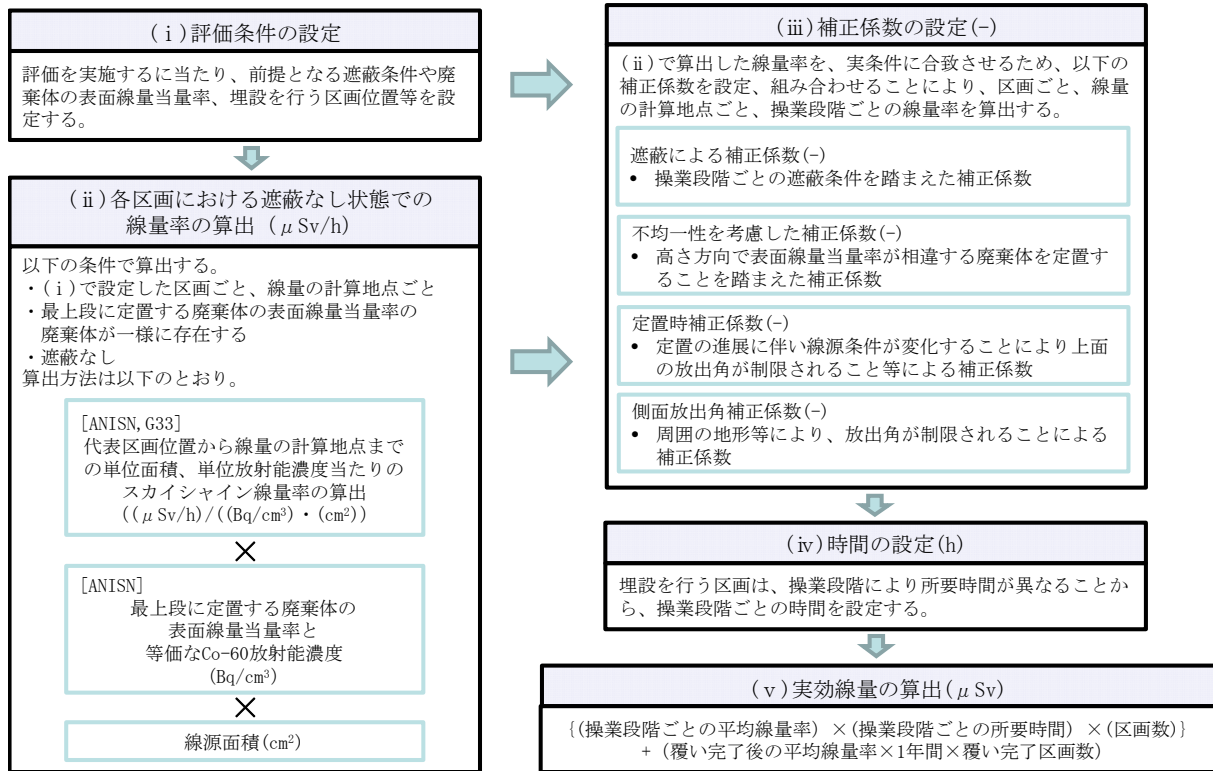
- ・埋設の各段階や覆い完了後など、操業段階に応じて変化する遮蔽の状況に応じて、放射線の低減を考慮する補正係数（以下「遮蔽による補正係数」という。）
- ・区画における高さ方向の放射能濃度の不均一性を考慮した補正係数（以下「不均一性を考慮した補正係数」という。）
- ・定置の進展に伴い線源条件が変化することによる上面の放出角の変化及び側面の廃棄体の定置段数ごとに線量率に寄与する時間の変化を考慮した補正係数（以下「定置時補正係数」という。）
- ・側面へ放出する放射線が、周囲の地形等により、その放出角が制限されることによる補正係数（以下「側面放出角補正係数」という。）

#### ▶ 時間の設定

操業段階ごとに、埋設設備の遮蔽の状況に応じて、1年間(8,760時間)当たりの時間を設定する。



- ・埋設を行う区画については、冬季に充填を行わないことを踏まえ、保守的に設定する。
  - ・覆いが完了している区画については、1年間その状態が継続するものとして設定する。
- 以上を踏まえ、埋設設備全体からの年間の線量を算出する。

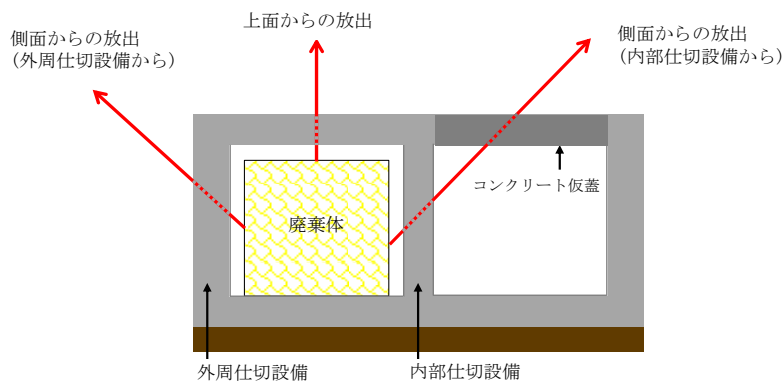


第7図 線量評価の流れ(埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間)

(i) 評価条件の設定

a. 評価を行うガンマ線

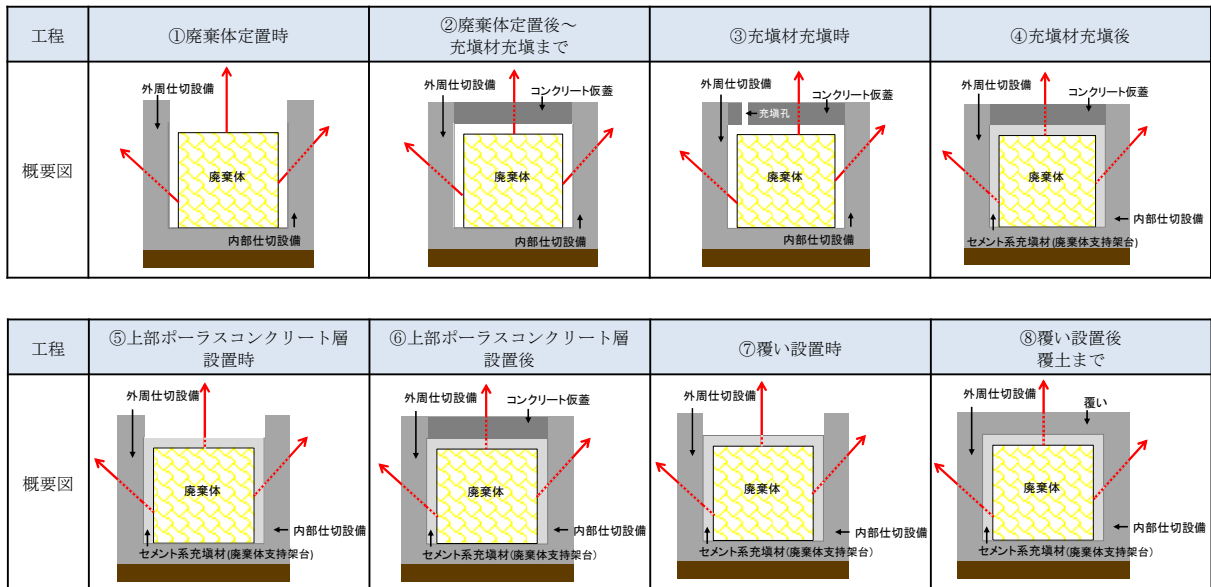
第8図に示すように、埋設設備上面及び埋設設備側面(外周仕切設備、内部仕切設備)から放出されるスカイシャインガンマ線を評価対象とする。直接ガンマ線は周囲の地形により遮蔽されることから、評価対象としない。



第8図 評価するスカイシャインガンマ線の放出経路

### b. 遮蔽条件

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間は埋設設備によって放射線を遮蔽する。埋設設備に廃棄体を埋設する工程における設備の状況を考慮し、第9図に示すように、外周仕切設備、内部仕切設備、セメント系充填材、コンクリート仮蓋、覆いを適切に組み合わせることにより放射線を遮蔽する設計としていることから、これらを評価において考慮する。



第9図 作業段階ごとの遮蔽の状況

### c. 廃棄体の表面線量当量率

第4表に示すように、3号埋設設備の廃棄体の表面線量当量率は平均1.4mSv/hとなるが2mSv/hとし、1号及び2号埋設設備の廃棄体の表面線量当量率は平均12又は14mSv/hであるが、埋設する廃棄体の表面線量当量率の最大である10mSv/hとするが、埋設設備の最上段には、公衆及び放射線業務従事者の放射線防護の観点から、比較的低い表面線量当量率の廃棄体（以下「低線量当量率の廃棄体」という。）を定置することから、評価において考慮する。

第4表 埋設する廃棄体の表面線量当量率

3号埋設設備	1号埋設設備*1	2号埋設設備
平均*2：1.4mSv/h	平均*2：12mSv/h	平均*2：14mSv/h
最上段：0.3mSv/h	最上段：2mSv/h	最上段：2mSv/h
最上段以外：2mSv/h	最上段以外：10mSv/h	最上段以外：10mSv/h

\*1 埋設設備北面にも低線量当量率の廃棄体を定置するが評価では考慮しない。

\*2 総放射線量に対して埋設する廃棄体1本当たりの平均表面線量当量率

### d. 埋設状況の設定

廃棄物埋設地の評価においては、覆いが完了した区画よりも、埋設を行う区画からの影響が大きい。そのため、以下のとおり、評価結果が厳しくなるよう埋設状況を設定する。

- ① 埋設は、埋設設備北側の区画から南側の区画へ、西側の区画から東側の区画へ進めるものとする。
- ② 線量の計算地点で最大の線量となる位置を考慮し、埋設を行う区画位置を設定する。
- ③ ②で設定した区画よりも以前に埋設が行われる区画は、全て覆い完了区画と設定する。
- ④ 各埋設設備の1年間に埋設を行う最大区画数は第5表のとおりとする。(設定の考え方を添付資料1-2に示す。)

第5表 各埋設設備の1年間に埋設を行う最大区画数

	3号埋設設備	1号埋設設備	2号埋設設備
埋設を行う最大区画数	65区画	60区画	65区画

- ⑤ 1号及び2号埋設設備の覆い完了区画は、2019年6月末時点の状況とする。

各埋設設備からの線量の重畳を評価する際は、以下の事項を考慮する。

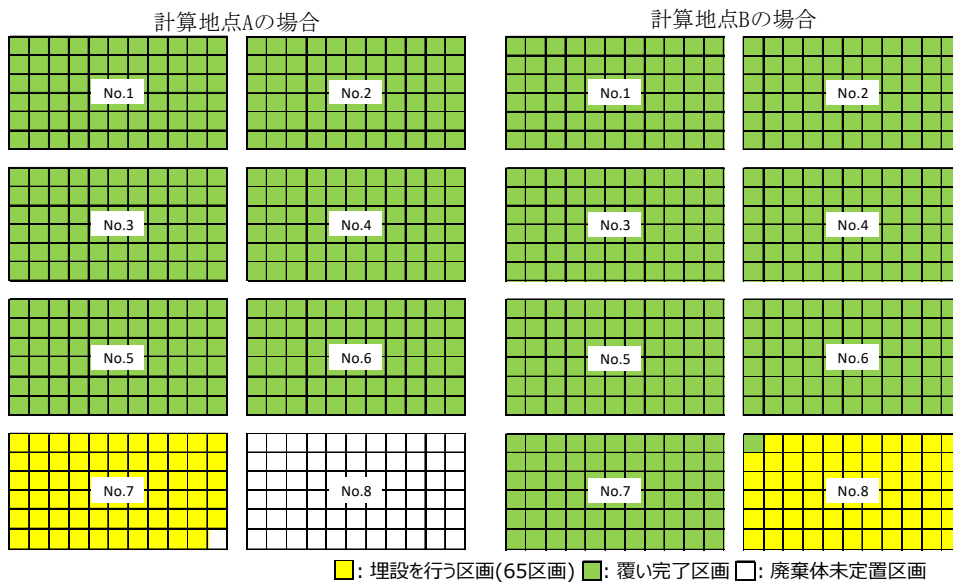
- ・3号埋設設備、1号埋設設備及び2号埋設設備で同時に廃棄体の埋設を行う場合、3号埋設設備と1号埋設設備で同時に廃棄体の埋設を行う場合を評価する。
- ・埋設区画数は、実績から裕度をもった約3.5万本を各埋設設備に割り振って設定する。

(a) 3号埋設設備

65区画を年間の最大埋設区画数とし、各線量の計算地点で最大の線量となる位置を考慮し、埋設を行う区画位置を設定する。第10図に一例を示す。

各埋設設備からの線量の重畳を評価する際は以下とする。

- ・1号埋設設備及び2号埋設設備と同時に廃棄体の埋設を行う場合は、埋設を行う区画数を65区画とし、各線量の計算地点で最大の線量となる位置を考慮し、埋設を行う区画位置を設定する。
- ・1号埋設設備と同時に廃棄体の埋設を行う場合は、埋設を行う区画数を65区画とし、各線量の計算地点で最大の線量となる位置を考慮し、埋設を行う区画位置を設定する。



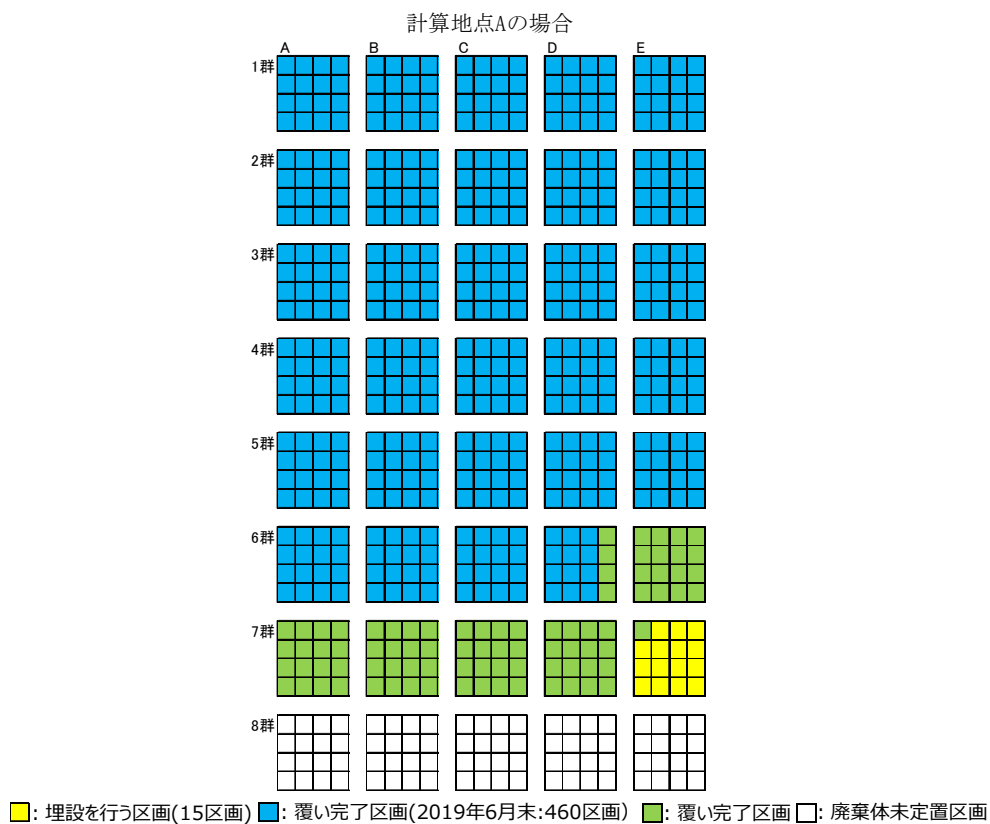
第 10 図 埋設状況の設定 (3号埋設設備)

(b) 1号埋設設備

2019年6月末時点の状況から、460区画を覆い完了区画とする。また、60区画を年間の最大埋設区画数とし、線量の計算地点で最大の線量となる位置を考慮し、埋設を行う区画位置を設定する。

各埋設設備からの線量の重畳を評価する際は以下とする。第11図に一例を示す。

- ・3号埋設設備及び2号埋設設備と同時に廃棄体の埋設を行う場合は、埋設を行う区画数を15区画とし、各線量の計算地点で最大の線量となる位置を考慮し、埋設を行う区画位置を設定する。
- ・3号埋設設備と同時に廃棄体の埋設を行う場合は、埋設を行う区画数を30区画とし、各線量の計算地点で最大の線量となる位置を考慮し、埋設を行う区画位置を設定する。



第11図 埋設状況の設定 (1号埋設設備)

(3号埋設設備及び2号埋設設備と同時に廃棄体の埋設を行う場合)

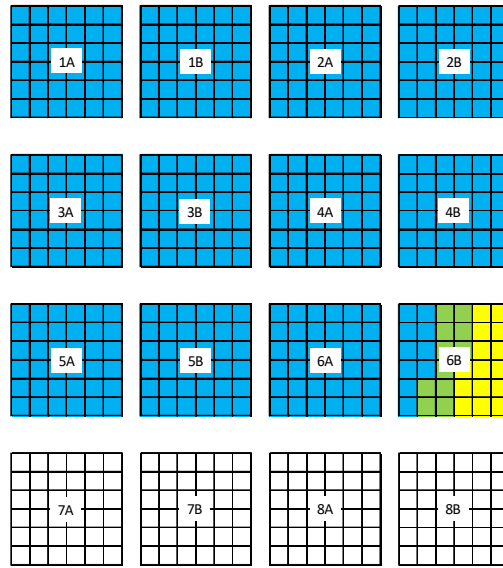
(c) 2号埋設設備

2019年6月末時点の状況から、406区画を覆い完了区画とする。また、65区画を年間の最大埋設区画数とし、線量の計算地点で最大の線量となる位置を考慮し、埋設を行う区画位置を設定する。

各埋設設備からの線量の重畳を評価する際は以下とする。第12図に一例を示す。

- ・3号埋設設備及び1号埋設設備と同時に廃棄体の埋設を行う場合は、埋設を行う区画数を15区画とし、各線量の計算地点で最大の線量となる位置を考慮し、埋設を行う区画位置を設定する。

計算地点Aの場合



■: 埋設を行う区画(15区画) ■: 覆い完了区画(2019年6月末:406区画) ■: 覆い完了区画 □: 廃棄体未定置区画

第 12 図 埋設状況の設定 (2号埋設設備)

(3号埋設設備及び1号埋設設備と同時に廃棄体の埋設を行う場合)

(ii) 各区画における遮蔽なし状態での線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) の算出

線量の計算地点における、埋設設備の遮蔽を考慮しない状態での線量率を以下に示す a. ~c. の積として算出する。

a. 単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率の算出

各埋設設備各基の代表区画位置 (3号埋設設備:各基の北西端、1号埋設設備及び2号埋設設備:埋設設備各基の北東端) から線量の計算地点までの単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率 ( $(\mu\text{Sv/h})/(\text{Bq}/\text{cm}^3)(\text{cm}^2)$ ) を求める。

スカイシャイン線量率の計算方法を添付資料 1-3 に示す。

b. 廃棄体の放射能濃度 ( $\text{Bq}/\text{cm}^3$ )

埋設設備の区画内に埋設する廃棄体の表面線量当量率は均一であると仮定して、最上段に定置する廃棄体の表面線量当量率と等価となる Co-60 の放射能濃度を第 6 表に示すとおり設定する。

第 6 表 廃棄体の放射能濃度

	3号埋設設備	1号埋設設備	2号埋設設備
表面線量当量率 ( $\text{mSv/h}$ )	0.3	2	
Co-60 の放射能濃度 ( $\text{Bq}/\text{cm}^3$ )	$8.70 \times 10^2$	$5.80 \times 10^3$	

c. 線源面積

第 7 表に示す各埋設設備の 1 区画の面積を線源面積として設定する。線源面積の設定に用いた埋設設備の構造図を添付資料 1-5 に示す。

第 7 表 埋設設備 1 区画の面積

	3号埋設設備	1号埋設設備	2号埋設設備
上面	$29.15\text{m}^2$ ( $=5.3\text{m} \times 5.5\text{m}$ )	$28.355\text{m}^2$ ( $=5.3\text{m} \times 5.35\text{m}$ )	$29.15\text{m}^2$ ( $=5.3\text{m} \times 5.5\text{m}$ )
南北面	$27.03\text{m}^2$ ( $=5.3\text{m} \times 5.1\text{m}$ )	$21.73\text{m}^2$ ( $=5.3\text{m} \times 4.1\text{m}$ )	$24.38\text{m}^2$ ( $=5.3\text{m} \times 4.6\text{m}$ )
東西面	$28.05\text{m}^2$ ( $=5.5\text{m} \times 5.1\text{m}$ )	$21.935\text{m}^2$ ( $=5.35\text{m} \times 4.1\text{m}$ )	$25.3\text{m}^2$ ( $=5.5\text{m} \times 4.6\text{m}$ )

(iii) 補正係数の設定

a. 遮蔽による補正係数の設定

「(ii)各区画における遮蔽なし状態での線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) の算出」でのANISNによる角度別ガンマ線束の計算は、線源のみの状態で計算し、各作業段階での埋設設備による遮蔽効果は、遮蔽厚さに相当する補正係数で考慮する。遮蔽による補正係数を第8表～第10表に示す。また、補正係数の設定方法を添付資料1-6に示す。

第8表 遮蔽による補正係数 (3号埋設設備)

作業段階		補正係数		
		上面放出	側面放出 (外周仕切設備)	側面放出 (内部仕切設備)
①	廃棄体定置時	1	$5.99 \times 10^{-4}$	$1.79 \times 10^{-5}$
②	定置後～充填材充填まで	$1.93 \times 10^{-3}$	$5.99 \times 10^{-4}$	$1.79 \times 10^{-5}$
③	充填材充填時	$1.93 \times 10^{-3}$	$5.99 \times 10^{-4}$	$1.79 \times 10^{-5}$
④	充填材充填後	$3.25 \times 10^{-4}$	$1.01 \times 10^{-4}$	$1.79 \times 10^{-5}$
⑤	上部ポーラスコンクリート層設置時	$1.16 \times 10^{-1}$	$1.01 \times 10^{-4}$	$1.79 \times 10^{-5}$
⑥	上部ポーラスコンクリート層設置後	$3.25 \times 10^{-4}$	$1.01 \times 10^{-4}$	$1.79 \times 10^{-5}$
⑦	覆い設置時	$1.16 \times 10^{-1}$	$1.01 \times 10^{-4}$	$1.79 \times 10^{-5}$
⑧	覆い設置後覆土まで	$3.36 \times 10^{-3}$	$1.01 \times 10^{-4}$	$1.79 \times 10^{-5}$

第9表 遮蔽による補正係数 (1号埋設設備)

作業段階		補正係数		
		上面放出	側面放出 (外周仕切設備)	側面放出 (内部仕切設備)
①	廃棄体定置時	1	$1.93 \times 10^{-3}$	$5.56 \times 10^{-6}$
②	定置後～充填材充填まで	$5.99 \times 10^{-4}$	$1.93 \times 10^{-3}$	$5.56 \times 10^{-6}$
③	充填材充填時	$5.99 \times 10^{-4}$	$1.93 \times 10^{-3}$	$5.56 \times 10^{-6}$
④	充填材充填後	$1.70 \times 10^{-5}$	$5.47 \times 10^{-5}$	$5.56 \times 10^{-6}$
⑤	上部ポーラスコンクリート層設置時	$1.90 \times 10^{-2}$	$5.47 \times 10^{-5}$	$5.56 \times 10^{-6}$
⑥	上部ポーラスコンクリート層設置後	$1.70 \times 10^{-5}$	$5.47 \times 10^{-5}$	$5.56 \times 10^{-6}$
⑦	覆い設置時	$1.90 \times 10^{-2}$	$5.47 \times 10^{-5}$	$5.56 \times 10^{-6}$
⑧	覆い設置後覆土まで	$5.47 \times 10^{-5}$	$5.47 \times 10^{-5}$	$5.56 \times 10^{-6}$



第 10 表 遮蔽による補正係数 (2 号埋設設備)

作業段階		補正係数		
		上面放出	側面放出 (外周仕切設備)	側面放出 (内部仕切設備)
①	廃棄体定置時	1	$5.99 \times 10^{-4}$	$1.79 \times 10^{-5}$
②	定置後～充填材充填まで	$1.93 \times 10^{-3}$	$5.99 \times 10^{-4}$	$1.79 \times 10^{-5}$
③	充填材充填時	$1.93 \times 10^{-3}$	$5.99 \times 10^{-4}$	$1.79 \times 10^{-5}$
④	充填材充填後	$5.47 \times 10^{-5}$	$1.70 \times 10^{-5}$	$1.79 \times 10^{-5}$
⑤	上部ホースコンクリート層設置時	$1.90 \times 10^{-2}$	$1.70 \times 10^{-5}$	$1.79 \times 10^{-5}$
⑥	上部ホースコンクリート層設置後	$5.47 \times 10^{-5}$	$1.70 \times 10^{-5}$	$1.79 \times 10^{-5}$
⑦	覆い設置時	$1.90 \times 10^{-2}$	$1.70 \times 10^{-5}$	$1.79 \times 10^{-5}$
⑧	覆い設置後覆土まで	$5.47 \times 10^{-5}$	$1.70 \times 10^{-5}$	$1.79 \times 10^{-5}$

b. 不均一性を考慮した補正係数及び定置時補正係数の設定

「(ii)各区画における遮蔽なし状態での線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) の算出」での ANISN による角度別ガンマ線束の計算は、線源の放射能濃度を最上段に定置する廃棄体の放射能濃度で均一であると仮定して行っている。

実条件では、廃棄体の表面線量当量率を考慮すると、放射能濃度は区画内で高さ方向に不均一となる。そのため、3 号埋設設備は  $0.3\text{mSv/h}$ 、1 号埋設設備及び 2 号埋設設備は  $2\text{mSv/h}$  に相当する放射能濃度を基準としてスカイシャイン線量率を算出し、補正係数を設定することにより、不均一性を考慮する。

また、「①廃棄体定置時」は、埋設設備の最下段から最上段まで順に廃棄体を定置するため、定置の進展に伴って線源条件が変化する。各段の定置に要する時間は均等であると仮定して、定置工程全体の時間平均として廃棄体定置時の放出角を考慮した補正係数を設定する。

不均一性を考慮した補正係数及び定置時補正係数を第 11 表に示す。また、補正係数の設定方法を添付資料 1-6 に示す。

第 11 表 不均一性を考慮した補正係数及び定置時補正係数

放出方向	作業段階		3号埋設設備	1号埋設設備	2号埋設設備
上面	①	廃棄体定置時	2.76	2.20	2.13
	②	定置後～充填材充填まで	1.56	1.34	1.34
	③	充填材充填時			
	④	充填材充填後	1.04	1.03	1.03
	⑤	上部ポラスコンクリート層設置時			
	⑥	上部ポラスコンクリート層設置後			
	⑦	覆い設置時			
	⑧	覆い設置後覆土まで			
側面	①	廃棄体定置時	3.61	2.75	2.73
	②	定置後～充填材充填まで ～⑧ 覆い設置後覆土まで	6.1	4.50	4.56

c. 側面放出角補正係数の設定

埋設設備側面から放出されるスカイシャインガンマ線による線量は、周囲の地形や隣接する埋設設備により放出角が制限されることから、それらによる低減効果を考慮する。

側面放出角補正係数を第 12 表～第 14 に示す。また、補正係数の設定方法を添付資料 1-6 に示す。

第 12 表 側面放出角補正係数 (3号埋設設備)

埋設設備 (北側から第 1 埋設設備)	北側	東側	南側	西側
1	0.400	0.679	1.000	0.917
2	0.400	0.917	1.000	0.679
3	0.455	0.679	1.000	0.917
4	0.455	0.917	1.000	0.679
5	0.455	0.679	1.000	0.917
6	0.455	0.917	1.000	0.679
7	0.455	0.679	0.865	0.917
8	0.455	0.917	0.865	0.679

第 13 表 側面放出角補正係数 (1 号埋設設備) (1/2)

埋設設備群 (北側から第 1 群)		北側	東側	南側	西側
第 1 群	A	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	0.400	0.679	0.712	0.679
	D	0.400	0.679	0.712	0.679
	E	0.400	0.979	0.712	0.679
第 2 群	A	0.051	0.679	0.965	0.935
	B	0.051	0.679	0.965	0.679
	C	0.051	0.679	0.965	0.679
	D	0.051	0.679	0.965	0.679
	E	0.051	0.979	0.965	0.679
第 3 群	A	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	0.400	0.679	0.712	0.679
	D	0.400	0.679	0.712	0.679
	E	0.400	0.979	0.712	0.679
第 4 群	A	0.051	0.679	0.965	0.935
	B	0.051	0.679	0.965	0.679
	C	0.051	0.679	0.965	0.679
	D	0.051	0.679	0.965	0.679
	E	0.051	0.979	0.965	0.679
第 5 群	A	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	0.400	0.679	0.712	0.679
	D	0.400	0.679	0.712	0.679
	E	0.400	0.979	0.712	0.679
第 6 群	A	0.051	0.679	0.965	0.935
	B	0.051	0.679	0.965	0.679
	C	0.051	0.679	0.965	0.679
	D	0.051	0.679	0.965	0.679
	E	0.051	0.979	0.965	0.679
第 7 群	A	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	0.400	0.679	0.712	0.679
	D	0.400	0.679	0.712	0.679
	E	0.400	0.979	0.712	0.679

第 13 表 側面放出角補正係数 (1 号埋設設備) (2/2)

埋設設備群 (北側から第 1 群)		北側	東側	南側	西側
第 8 群	A	0.051	0.679	0.893	0.935
	B	0.051	0.679	0.893	0.679
	C	0.051	0.679	0.893	0.679
	D	0.051	0.679	0.893	0.679
	E	0.051	0.979	0.893	0.679

第 14 表 側面放出角補正係数 (2 号埋設設備)

埋設設備群 (北側から第 1 群)		北側	東側	南側	西側
第 1 群	A	0.685	0.556	1.000	0.979
	B	0.685	0.556	1.000	0.556
第 2 群	A	0.685	0.556	1.000	0.556
	B	0.685	0.988	1.000	0.556
第 3 群	A	0.685	0.556	1.000	0.979
	B	0.685	0.556	1.000	0.556
第 4 群	A	0.685	0.556	1.000	0.556
	B	0.685	0.988	1.000	0.556
第 5 群	A	0.685	0.556	1.000	0.979
	B	0.685	0.556	1.000	0.556
第 6 群	A	0.685	0.556	1.000	0.556
	B	0.685	0.988	1.000	0.556
第 7 群	A	0.685	0.556	0.893	0.979
	B	0.685	0.556	0.893	0.556
第 8 群	A	0.685	0.556	0.893	0.556
	B	0.685	0.988	0.893	0.556

(iv) 時間の設定

a. 埋設を行う区画

埋設を行う区画は、埋設設備への廃棄体の定置、セメント系充填材充填、ポーラスコンクリート層設置及び覆い設置の各作業段階で遮蔽の状況が変化するため、それぞれの遮蔽状況の継続時間を設定する。廃棄体定置前においては、埋設クレーンにて廃棄体を吊上げる際の直接ガンマ線の影響は廃棄物埋設地周辺の地形を考慮すると十分小さく、スカイシャインガンマ線は廃棄体定置時の評価に含めている。

なお、管理建屋から廃棄物埋設地への廃棄体の運搬に当たっては、「核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則」に基づき、線量当量率が車両表面で2mSv/h及び車両から1m離れた位置で0.1mSv/h以下であることを確認する。また、運搬1回当たりの時間は5～10分程度であること、運搬経路の大部分は周辺監視区域境界から離れていることから廃棄体の運搬時は考慮しない。

線量評価では、年間の被ばく線量を評価するため、各段階の所要時間を踏まえ、1年間を分割して時間を設定する。ここで、寒冷時に充填材充填を実施しないという条件を考慮し、第13図に示すように、廃棄体の定置後、75日後から充填材充填、ポーラスコンクリート層設置、覆い設置の各工程を連続して行うものとする。

また、埋設を行う時期により、継続時間は変わり得るが、評価結果が厳しくなるように、埋設を行う区画は全て同じ設定とする。

(a) 廃棄体定置 (8時間)

2号埋設設備での埋設実績から、1区画の定置作業の所要時間は約270分(4.5時間)であり、廃棄体の定置本数を考慮すると、3号埋設設備の場合は、約300分(5時間)となる。これらを踏まえ、8時間と設定する。

(b) 充填材充填 (7時間)

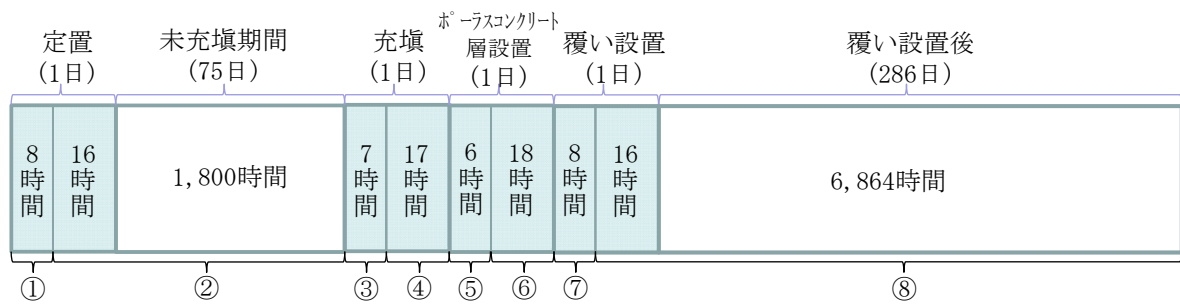
1日に2区画の施工を前提としており、変動はあるものの、実績から約9時間(/2区画)となっている。これは、3号埋設設備においても同等と考えられることから、1区画当たり7時間と設定する。

(c) ポーラスコンクリート層設置 (6時間)

1日に2区画の施工を前提としており、実績から約6時間(/2区画)となっている。これは、3号埋設設備においても同等と考えられることから、1区画当たり6時間と設定する。

(d) 覆い設置 (8時間)

2号埋設設備では、1日に1列の区画(6区画)の施工を前提としており、実績から約13時間(/6区画)となっている。3号埋設設備でも同様と考えられることから、1区画当たり8時間と設定する。



作業段階		所要時間	設定の考え方
①	廃棄体定置時	8時間	実績 (1区画/日) から設定
②	定置後～充填材充填まで	1,816時間	寒冷時充填を実施しない期間 75日 + ①定置作業日の残り時間 (75日×24時間+24-8時間)
③	充填材充填時	7時間	実績 (2区画/日) から設定
④	充填材充填後	17時間	③充填作業日の残り時間 (24-7時間)
⑤	上部ポーラスコンクリート層設置時	6時間	実績 (2区画/日) から設定
⑥	上部ポーラスコンクリート層設置後	18時間	⑤ポーラスコンクリート層設置作業日の残り時間 (24-6時間)
⑦	覆い設置時	8時間	実績 (1列/日) から設定
⑧	覆い設置後覆土まで	6,880時間	①～⑦以外の年間の残り時間 (16+6,864時間)

第13図 埋設を行う区画の時間の設定

b. 覆い完了区画

覆い完了区画は、埋設を行う区画の作業段階のうち、「⑧覆い設置後覆土まで」の状態が1年間 (8,760時間) 継続するものとする。

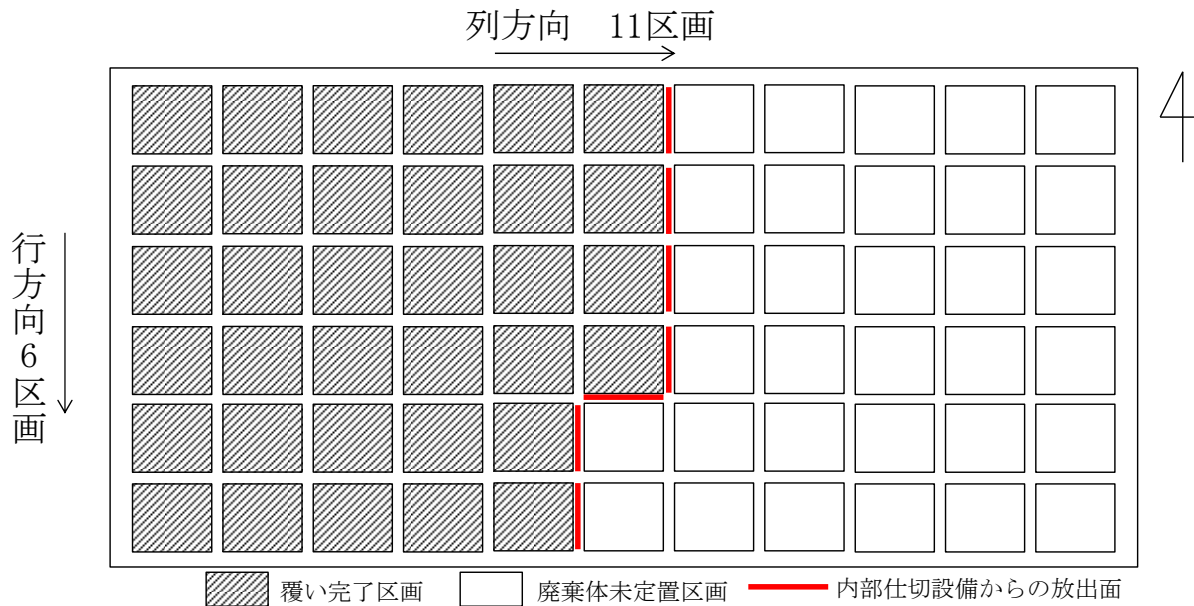
(v) 線量の算出

「(ii)各区画における遮蔽なし状態での線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) の算出」で求めた、1 区画当たりの線量率について、「(iii)補正係数の設定」にて求めた補正係数により補正を行い、1 区画当たりの線量率を算出する。

1 区画当たりの線量率を基に、時間や区画数に応じて埋設設備全体の線量を算出するが、側面から放出される放射線の線量率は、埋設設備 1 基当たりの側面の数によって変動する。そのため、埋設設備 1 基の全区画が埋設を行う区画と仮定し、以下の考え方に従い、埋設設備 1 基の各側面からの線量率を積算した後、埋設設備 1 基の区画数で除すことにより、1 区画当たりの平均線量率を求める。

埋設設備 1 基分の線量率の積算方法を第 14 図に示す。

- 上面 : (区画当たりの線量率)  $\times$  (1 基当たりの区画数)
- 外周仕切設備 (北側面) : (区画当たりの線量率)  $\times$  (1 基当たりの区画列数)
- 外周仕切設備 (東側面) : (区画当たりの線量率)  $\times$  (1 基当たりの区画行数)
- 外周仕切設備 (南側面) : (区画当たりの線量率)  $\times$  (1 基当たりの区画列数)
- 外周仕切設備 (西側面) : (区画当たりの線量率)  $\times$  (1 基当たりの区画行数)
- 内部仕切設備 : (東面の線量率)  $\times$  (1 基当たりの区画行数) + (南面の線量率)  $\times$  1



第 14 図 埋設設備 1 基分の線量率の積算方法 (3 号埋設設備の例)

1 区画当たりの平均線量率を用いて以下の式により、埋設設備全体からの線量を求める。

$$\begin{aligned}
 (\text{年間線量}) = & \sum \{ (\text{作業段階ごとの平均線量率}) \times (\text{作業段階ごとの所要時間}) \times (\text{埋設を行う区画数}) \} \\
 & + (\text{覆い完了後の平均線量率} \times 8760 \text{時間} \times \text{覆い完了区画数})
 \end{aligned}$$

(2) 覆土完了後

(i) 評価条件

覆土完了後は埋設設備による遮蔽は考慮せず、難透水性覆土及び下部覆土（評価上の密度：1, 100kg/m<sup>3</sup>）のみによる遮蔽を考慮する。ここで、1号、2号及び3号廃棄物埋設地ではいずれも難透水性覆土の厚さは2m以上、下部覆土の厚さは2m以上とすることから、遮蔽を期待する覆土厚さは4m以上となる。

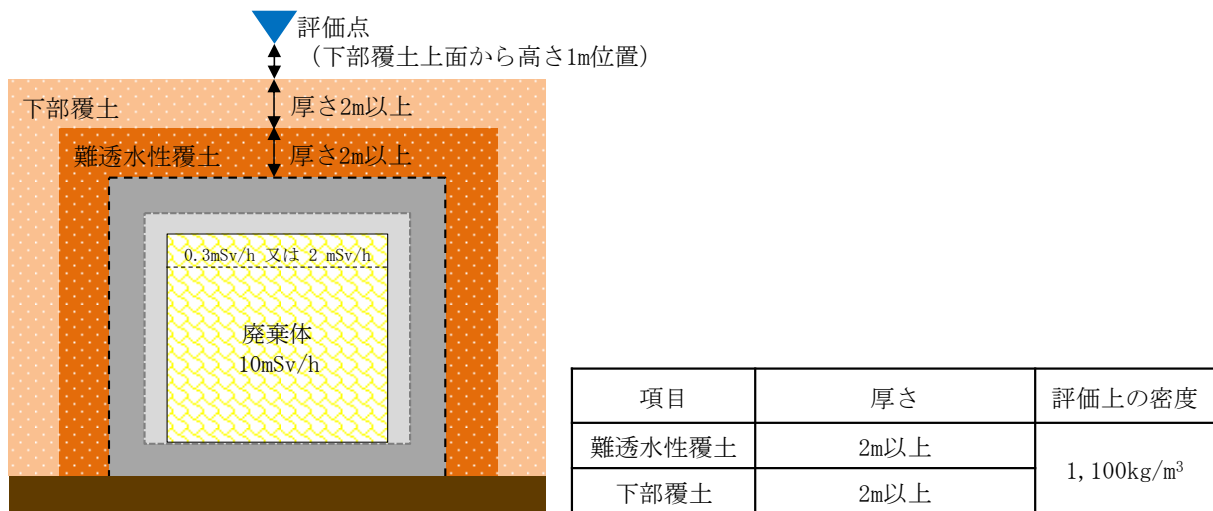
線量の評価点は下部覆土上面から高さ1mの位置として、QADにより外部被ばく線量率を算出する。

廃棄体の表面線量当量率は、覆土完了までの間の放射能の減衰は考慮せず、3号埋設設備は最上段に0.3mSv/hの廃棄体、1号埋設設備及び2号埋設設備は最上段に2mSv/hの廃棄体を定置し、それ以下の段には各埋設設備とも10mSv/hの廃棄体を定置する条件とする。

覆土完了後の評価の概念図を第15図に示す。

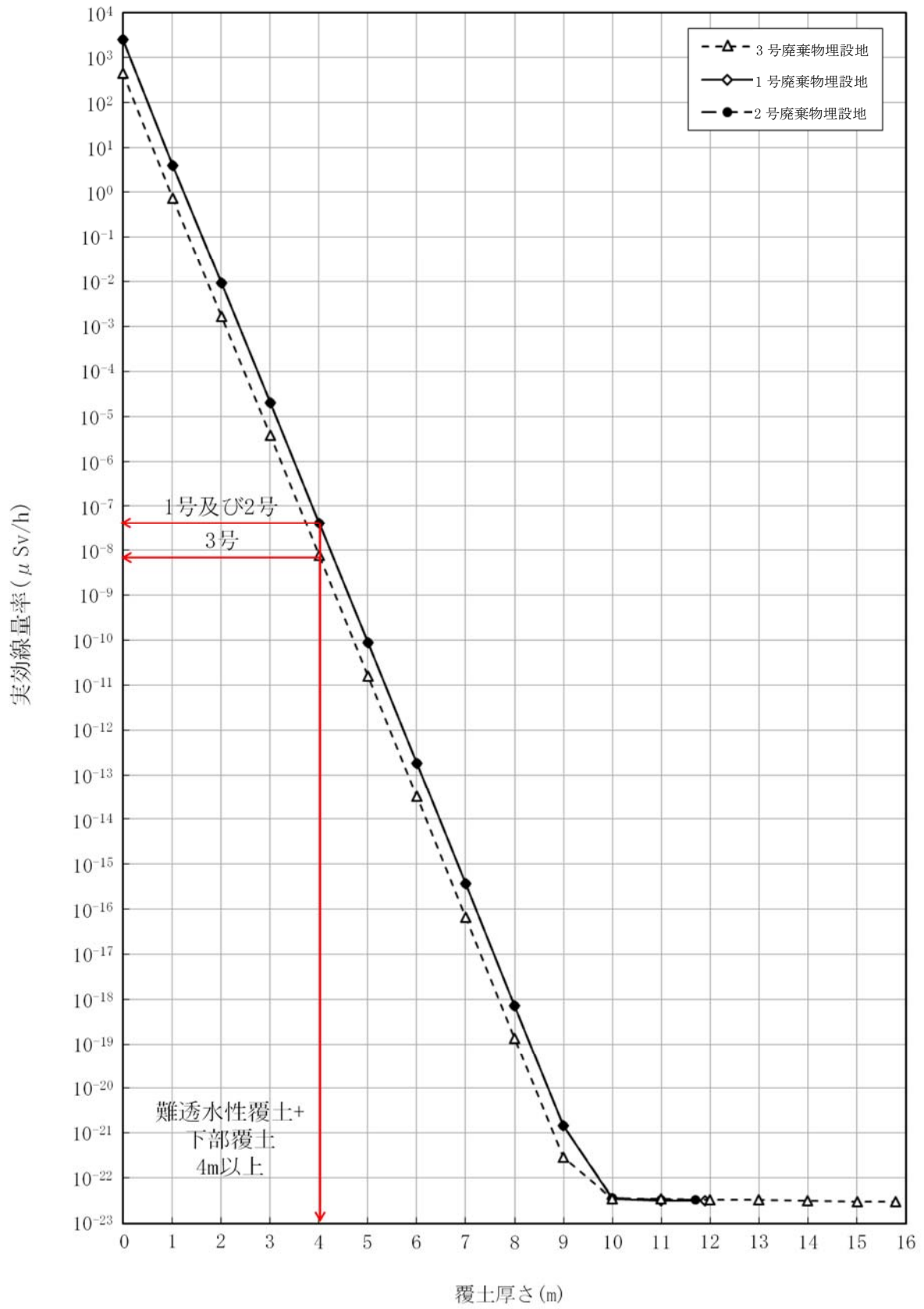
(ii) 評価結果

評価結果を第16図に示す。覆土厚さ4m以上で、評価点での線量率は、3号廃棄物埋設地について約 $1 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/y}$ 、1号廃棄物埋設地及び2号廃棄物埋設地について約 $1 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/y}$ となり、難透水性覆土及び下部覆土の遮蔽のみで、50 $\mu\text{Sv/y}$ に対して十分低くなり、周辺監視区域廃止後に敷地内へ立ち入る人の影響は無視できる。



第15図 覆土完了後の評価の概念図





第16図 評価点での線量率

(3) 評価結果

第 15 表に各埋設設備に起因する外部被ばく線量が最大となる計算地点での評価結果を示す。3 号埋設設備では、線量の計算地点 B で約  $6.5 \mu\text{Sv/y}$ 、1 号埋設設備では、線量の計算地点 A で約  $15 \mu\text{Sv/y}$ 、2 号埋設設備では、線量の計算地点 A で約  $16 \mu\text{Sv/y}$  となる。第 15 表の赤枠部の線量評価結果の詳細を添付資料 1-8 に示す。

なお、1 号埋設設備及び 2 号埋設設備については、埋設状況の設定において、実績の反映を行っている。廃棄物埋設地の評価においては、覆いが完了した区画よりも埋設を行う区画の方が線量への影響が大きく、実績を反映することで、埋設を行う区画と線量の計算地点との距離が大きくなったため、線量が低減している。

第 15 表 各埋設設備の評価結果（線量が最大となる線量の計算地点）（ $\mu\text{Sv/y}$ ）

	線量が最大となる 線量の計算地点	埋設設備の 線量	管理建屋の 線量寄与	合計
3 号埋設設備	B	$4.67 \times 10^0$	$1.79 \times 10^0$	$6.46 \times 10^0$
1 号埋設設備	A	$1.42 \times 10^1$	$2.08 \times 10^{-1}$	$1.44 \times 10^1$
2 号埋設設備	A	$1.55 \times 10^1$	$2.08 \times 10^{-1}$	$1.57 \times 10^1$

また、各施設の状況に応じた重畳のケースとして、以下のケースを評価した。各施設の重畳ケースを第 16 表に示す。

- ① 3 号埋設設備、1 号埋設設備及び 2 号埋設設備で同時に廃棄体の埋設を実施する場合
- ② 3 号埋設設備及び 1 号埋設設備で同時に廃棄体の埋設を実施、2 号埋設設備が全て覆い済の状態が 1 年間継続する場合
- ③ 3 号埋設設備へ廃棄体の埋設を実施、1 号埋設設備及び 2 号埋設設備が全て覆い完了の状態が 1 年間継続する場合

第 16 表の重畳ケース

重畳ケース	3 号埋設設備	1 号埋設設備	2 号埋設設備	管理建屋
① 1, 2, 3 号同時埋設	65 区画埋設	15 区画埋設	15 区画埋設	一時貯蔵
② 1, 3 号同時埋設	65 区画埋設	30 区画埋設	覆い完了	一時貯蔵
③ 3 号単独埋設	65 区画埋設	覆い完了	覆い完了	一時貯蔵

各ケースの評価結果を第 17 表～第 19 表に示す。各ケースとも線量の計算地点 A での評価結果が最大となり、ケース①で約  $23 \mu\text{Sv/y}$ 、ケース②で約  $21 \mu\text{Sv/y}$ 、ケース③で約  $18 \mu\text{Sv/y}$  となる。第 17 表の赤枠部の線量評価結果の詳細を添付資料 1-8 に示す。

各埋設設備の覆土完了後の線量影響は無視できる。

第 17 表 ケース①での線量評価結果 ( $\mu\text{Sv/y}$ )

線量の 計算地点	3号埋設設備	1号埋設設備	2号埋設設備	管理建屋	合計
A	$3.88 \times 10^0$	$9.89 \times 10^0$	$8.54 \times 10^0$	$2.08 \times 10^{-1}$	$2.25 \times 10^1$
B	$4.67 \times 10^0$	$4.00 \times 10^{-1}$	$1.04 \times 10^{-1}$	$1.79 \times 10^0$	$6.96 \times 10^0$
C	$8.61 \times 10^{-1}$	$4.82 \times 10^{-2}$	$9.73 \times 10^{-3}$	$3.01 \times 10^0$	$3.93 \times 10^0$
D	$1.22 \times 10^{-1}$	$7.17 \times 10^{-3}$	$1.30 \times 10^{-3}$	$1.18 \times 10^0$	$1.31 \times 10^0$
E	$3.09 \times 10^{-2}$	$1.69 \times 10^{-3}$	$2.27 \times 10^{-4}$	$1.47 \times 10^0$	$1.50 \times 10^0$
F	$4.04 \times 10^{-2}$	$2.50 \times 10^{-3}$	$2.72 \times 10^{-4}$	$4.68 \times 10^0$	$4.73 \times 10^0$
G	$5.56 \times 10^{-3}$	$8.68 \times 10^{-4}$	$8.67 \times 10^{-5}$	$1.16 \times 10^{-1}$	$1.23 \times 10^{-1}$
H	$4.29 \times 10^{-2}$	$5.92 \times 10^{-1}$	$6.38 \times 10^{-1}$	$2.55 \times 10^{-3}$	$1.28 \times 10^0$
I	$3.06 \times 10^{-2}$	$3.62 \times 10^{-1}$	$1.33 \times 10^0$	$8.31 \times 10^{-4}$	$1.72 \times 10^0$
J	$2.55 \times 10^{-2}$	$1.98 \times 10^{-1}$	$5.86 \times 10^{-1}$	$6.22 \times 10^{-4}$	$8.09 \times 10^{-1}$

第 18 表 ケース②での線量評価結果 ( $\mu\text{Sv/y}$ )

線量の 計算地点	3号埋設設備	1号埋設設備	2号埋設設備	管理建屋	合計
A	$3.88 \times 10^0$	$1.14 \times 10^1$	$4.92 \times 10^0$	$2.08 \times 10^{-1}$	$2.03 \times 10^1$
B	$4.67 \times 10^0$	$4.79 \times 10^{-1}$	$5.93 \times 10^{-2}$	$1.79 \times 10^0$	$7.00 \times 10^0$
C	$8.61 \times 10^{-1}$	$5.91 \times 10^{-2}$	$5.41 \times 10^{-3}$	$3.01 \times 10^0$	$3.94 \times 10^0$
D	$1.22 \times 10^{-1}$	$8.67 \times 10^{-3}$	$7.14 \times 10^{-4}$	$1.18 \times 10^0$	$1.31 \times 10^0$
E	$3.09 \times 10^{-2}$	$2.05 \times 10^{-3}$	$1.17 \times 10^{-4}$	$1.47 \times 10^0$	$1.50 \times 10^0$
F	$4.04 \times 10^{-2}$	$3.12 \times 10^{-3}$	$1.34 \times 10^{-4}$	$4.68 \times 10^0$	$4.73 \times 10^0$
G	$5.56 \times 10^{-3}$	$1.12 \times 10^{-3}$	$4.30 \times 10^{-5}$	$1.16 \times 10^{-1}$	$1.23 \times 10^{-1}$
H	$4.29 \times 10^{-2}$	$8.20 \times 10^{-1}$	$2.86 \times 10^{-1}$	$2.55 \times 10^{-3}$	$1.15 \times 10^0$
I	$3.06 \times 10^{-2}$	$4.50 \times 10^{-1}$	$6.97 \times 10^{-1}$	$8.31 \times 10^{-4}$	$1.18 \times 10^0$
J	$2.55 \times 10^{-2}$	$2.45 \times 10^{-1}$	$3.75 \times 10^{-1}$	$6.22 \times 10^{-4}$	$6.47 \times 10^{-1}$

第19表 ケース③での線量評価結果 ( $\mu\text{Sv/y}$ )

線量の 計算地点	3号埋設設備	1号埋設設備	2号埋設設備	管理建屋	合計
A	$3.88 \times 10^0$	$8.74 \times 10^0$	$4.92 \times 10^0$	$2.08 \times 10^{-1}$	$1.77 \times 10^1$
B	$4.67 \times 10^0$	$3.19 \times 10^{-1}$	$5.93 \times 10^{-2}$	$1.79 \times 10^0$	$6.84 \times 10^0$
C	$8.61 \times 10^{-1}$	$3.74 \times 10^{-2}$	$5.41 \times 10^{-3}$	$3.01 \times 10^0$	$3.92 \times 10^0$
D	$1.22 \times 10^{-1}$	$5.46 \times 10^{-3}$	$7.14 \times 10^{-4}$	$1.18 \times 10^0$	$1.31 \times 10^0$
E	$3.09 \times 10^{-2}$	$1.19 \times 10^{-3}$	$1.17 \times 10^{-4}$	$1.47 \times 10^0$	$1.50 \times 10^0$
F	$4.04 \times 10^{-2}$	$1.63 \times 10^{-3}$	$1.34 \times 10^{-4}$	$4.68 \times 10^0$	$4.72 \times 10^0$
G	$5.56 \times 10^{-3}$	$5.44 \times 10^{-4}$	$4.30 \times 10^{-5}$	$1.16 \times 10^{-1}$	$1.22 \times 10^{-1}$
H	$4.29 \times 10^{-2}$	$3.57 \times 10^{-1}$	$2.86 \times 10^{-1}$	$2.55 \times 10^{-3}$	$6.99 \times 10^{-1}$
I	$3.06 \times 10^{-2}$	$2.67 \times 10^{-1}$	$6.97 \times 10^{-1}$	$8.31 \times 10^{-4}$	$9.91 \times 10^{-1}$
J	$2.55 \times 10^{-2}$	$1.61 \times 10^{-1}$	$3.75 \times 10^{-1}$	$6.22 \times 10^{-4}$	$5.62 \times 10^{-1}$

### 廃棄体の放射能濃度の設定について

廃棄体の放射能濃度は以下のとおり算出する。算出方法は、まず、放射能濃度を仮設定し、その放射能濃度から線量当量率を計算コードにより算出する。その後、廃棄体の表面線量当量率と計算コードにより算出した線量当量率の比を仮設定した放射能濃度に乗ずることによって廃棄体の放射能濃度を算出する。このとき、放射能濃度を安全側とするために、線量計算に使用する2種類の計算コード(QAD、ANISN)について整理を行い、放射能濃度が大きくなるANISNの線量当量率を用いる。

$$\text{廃棄体の放射能濃度 (Bq/cm}^3\text{)} = \text{仮設定した放射能濃度 (Bq/cm}^3\text{)} \times \frac{\text{廃棄体の表面線量当量率 (mSv/h)}}{\text{計算コードにより算出した線量当量率 (mSv/h)}}$$

計算コードとしては、線量計算に用いるQAD又はANISNがあり、どちらも、放射能濃度から線量当量率を算出するものである。QADは、コードそのものが持つ保守性により、線量当量率を安全側(値が大きい側)に算出する。したがって、QADにより算出した線量当量率から放射能濃度を設定する場合、廃棄体の放射能濃度を小さく評価することになり、公衆の被ばく線量評価においては、非安全側の結果となる。

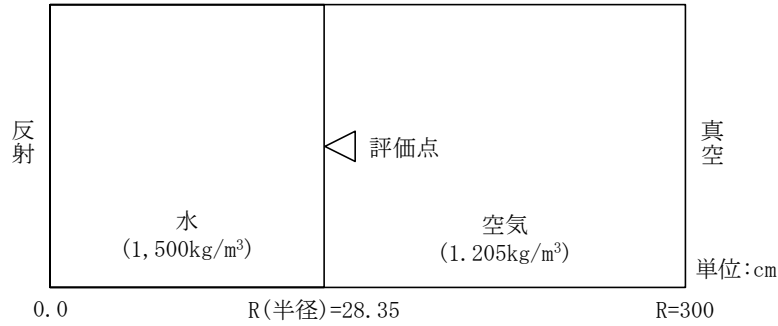
そのため、廃棄体の放射能濃度の設定ではANISNを用いる。ANISNは、一次元形状のみを取り扱うことができるコードであるため、無限形状としてモデル化を行うが、廃棄体の実形状と比較すると、線量当量率は大きな値となる。計算コードにより算出した線量当量率が大きな値となる場合、廃棄体の放射能濃度は小さくなるため、非安全側の結果となる。

そこで、3次元形状で廃棄体と無限円柱をモデル化し、QADを用いて線量当量率を算出し、両モデルでの線量当量率の比をANISNで算出した線量当量率に乗じて補正を行い、補正した線量当量率より放射能濃度を設定する。

#### 1. ANISNによる算出

ANISNの計算モデルは、廃棄体の径方向をモデル化した無限円柱形状とし、線源物質は水(密度1,500kg/m<sup>3</sup>)、ガンマ線を放出する放射性物質はCo-60とし、断面積ライブラリはDLC-23Fを用いた。計算モデルを第1図に示す。また、DLC-23Fを用いる妥当性を添付資料1-4に示す。

線源の放射能濃度を1Bq/cm<sup>3</sup>とした場合の線量当量率を算出した結果、3.50×10<sup>-4</sup>mSv/hとなる。

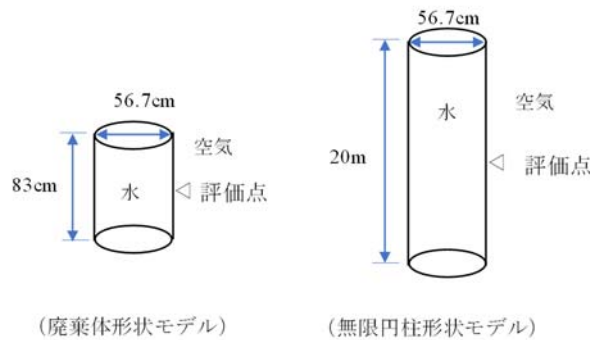


第1図 ANISN 計算モデル

## 2. QAD による補正

ANISN により算出した線量当量率は無限円柱形状モデルでの結果である。そこで、3次元形状のモデル化が可能な QAD により、廃棄体形状を考慮した高さ 83cm のモデルと無限円柱を模擬した高さ 20m のモデルによる線量当量率の比を求めて、ANISN で算出した線量当量率を補正する。

計算条件は、ANISN での計算と同様に線源物質を水（密度  $1,500\text{kg/m}^3$ ）、ガンマ線を放出する放射性物質は Co-60 とした。計算モデルを第2図に示す。



第2図 QAD による計算モデル

QAD による両モデルの計算結果を第1表に示す。廃棄体形状モデルで算出した線量当量率と無限円柱形状モデルで算出した線量当量率の比は 0.989 となる。

第1表 廃棄体形状と無限円柱形状との比較結果

	①廃棄体形状	②無限円柱形状	比(①/②)
1Bq/cm <sup>3</sup> での線量当量率(mSv/h)	$4.35 \times 10^{-4}$	$4.40 \times 10^{-4}$	0.989

## 3. 廃棄体の放射能濃度の設定

廃棄体の放射能濃度の設定で用いる  $1\text{Bq/cm}^3$  での線量当量率は、ANISN で算出した  $3.50 \times 10^{-4}\text{mSv/h}$  に QAD で求めた比である 0.989 を乗じて、 $3.46 \times 10^{-4}\text{mSv/h}$  とする。

この値を用いて、外部被ばく評価に用いる廃棄体の放射能濃度を求める。外部被ばく評価に用いる廃棄体の表面線量当量率  $10\text{mSv/h}$ 、 $2\text{mSv/h}$  及び  $0.3\text{mSv/h}$  における放射能濃度は第2表に示すとおりとなる。

以上より、放射能濃度をより大きく算出ができていると考えることから、外部被ばく線量評価に用いる放射能濃度の設定として妥当である。

第2表 外部被ばく線量評価に用いる放射能濃度

廃棄体の表面線量当量率(mSv/h)	10	2	0.3
表面線量当量率と等価な Co-60 の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	$2.90 \times 10^4$	$5.80 \times 10^3$	$8.70 \times 10^2$

## 各埋設設備の1年間に埋設を行う最大区画数の設定

操業上の条件から、各埋設設備の1年間に埋設を行う最大区画数を設定する。

## 1. 操業上の条件について

1日当たりの操業条件は、実績を参考に、第1表のとおりとする。

第1表 1日当たりの操業条件

項目	数量		
	3号	1号	2号
輸送容器受入数	120個	120個	120個
廃棄体検査本数	200本	200本	200本
廃棄体本数(/区画)	400本	320本	360本
充填材充填	2区画	2区画	2区画
上部ポーラスコンクリート層設置	2区画	2区画	2区画
覆い設置	6区画	4区画	6区画

## 2. 操業日数について

4月～翌3月までを1年(365日)とし、夏季を4月～11月(8ヶ月)、冬季を12月～3月(4ヶ月)とする。ここで、「冬季」を、充填を行わない寒冷時とする。また、前提を以下として、操業日数の目安とする。

- ① 日曜日、祝日、年末年始及び土曜日2回/月は休日とする。
  - ② 埋設クレーン、管理建屋内のクレーン月例点検(定期自主検査)を、2日/月とする。(ただし、夏季の年次点検実施月は、月例点検を実施しない。)
  - ③ 埋設クレーン、管理建屋内のクレーンの年次点検(定期自主検査)は、夏季に1.5ヶ月(30日)とする。
  - ④ 不具合による設備の保修、荒天による作業不可を、2日/月と想定する。
  - ⑤ 埋設クレーンの設備間移動、覆い設置の付帯的な作業を夏季10日、冬季2日と想定する。
- 以上を考慮した結果を第2表にまとめる。



第2表 作業日数の目安

		夏季	冬季
全日数		244日	121日
作業日 に含めない 日数	①	63日	30日
	②	2日/月×7月=14日	2日/月×4月=8日
	③	30日	0日
	④	2日/月×8月=16日	2日/月×4月=8日
	⑤	10日	2日
	合計	133日	48日
実作業日数		111日	73日
		(合計)184日	

3. 作業サイクルについて

理想的な作業サイクルを設定し、そのサイクルに基づき、作業が行われるものとして、区画数を算出する。ここで、廃棄体の受入れは、1サイクルで埋設する数量とする。

▶ 6区画(廃棄体：400本/区画×6=2,400本)を1サイクルとする。

日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
廃棄体受入れ*1	120	120	60														
埋設計画				計													
空輸送容器検査・搬出																	搬
廃棄体検査*2					200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
廃棄体払い出し・埋設*3						400		400		400		400		400		400	
充填材充填*4									2				2				2
ポーラスコンクリート層・覆い設置*5	ポ	ポ	ポ	覆													

\*1 数字は、輸送容器受入数 \*2 数字は、廃棄体検査本数

\*3 数字は、廃棄体埋設本数 \*4 数字は、区画数

\*5 「ポ」は、上部ポーラスコンクリート層設置、「覆」は、覆い設置。これらは、18日目以後の作業であるが、次サイクルの受入れ～検査開始までの日程で実施する前提とする。

➤ 1号 4区画(廃棄体：320本/区画×4=1,280本)を1サイクルとする。

日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
廃棄体受入れ*1	120	40										
埋設計画等			計									
空輸送容器検査・搬出												搬
廃棄体検査*2				200	120	200	120	200	120	200	120	
廃棄体払い出し・埋設*3					320		320		320		320	
充填材充填*4								2				2
ポーラスコンクリート層・覆い設置*5	ポ	ポ	覆									

\*1 数字は、輸送容器受入数\*2 数字は、廃棄体検査本数

\*3 数字は、廃棄体埋設本数\*4 数字は、区画数

\*5 「ポ」は、上部ポーラスコンクリート層設置、「覆」は、覆い設置。これらは、13日目以後の作業であるが、次サイクルの受入れ～検査開始までの日程で実施する前提とする。

➤ 2号 6区画(廃棄体：360本/区画×6=2,160本)を1サイクルとする。

日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
廃棄体受入れ*1	120	120	30														
埋設計画等				計													
空輸送容器検査・搬出																	搬
廃棄体検査*2					200	160	200	160	200	160	200	160	200	160	200	160	
廃棄体払い出し・埋設*3						360		360		360		360		360		360	
充填材充填*4									2				2				2
ポーラスコンクリート層・覆い設置*5	ポ	ポ	ポ	覆													

\*1 数字は、輸送容器受入数\*2 数字は、廃棄体検査本数

\*3 数字は、廃棄体埋設本数\*4 数字は、区画数

\*5 「ポ」は、上部ポーラスコンクリート層設置、「覆」は、覆い設置。これらは、18日目以後の作業であるが、次サイクルの受入れ～検査開始までの日程で実施する前提とする。

#### 4. 1年間に埋設を行う最大区画数

1年間の実作業日数と埋設設備の作業サイクルから、1年間に埋設を行う最大区画数を設定する。

ここで、3号及び2号については、残日数から5区画を追加する。

3号：184日÷17日/サイクル=10サイクル 60区画+5区画 = 65区画

1号：184日÷12日/サイクル=15サイクル 60区画

2号：184日÷17日/サイクル=10サイクル 60区画+5区画 = 65区画

以上から、1年間に埋設を行う最大区画数をに第3表に示す

第3表 各埋設設備の1年間に埋設を行う最大区画数

	3号	1号	2号
最大埋設区画数	65区画	60区画	65区画

## スカイシャイン線量率の計算方法について

一次元輸送計算コード ANISN とガンマ線一回散乱計算コード G33 による廃棄物埋設地からのスカイシャイン線量率の計算方法について説明する。

## 1. 計算方法

## (1) 計算コード及び断面積ライブラリ

スカイシャイン線量率の計算は、区画内廃棄体線源表面又は遮蔽体外側表面を結合点として、ANISN と G33 を組み合わせて実施する。計算方法の概要は以下のとおり。

① ANISN により線源表面における単位放射能濃度当たりの角度別ガンマ線束を計算

② G33 により各線量の計算地点における単位放射能濃度及び単位面積当たりの線量率を計算

また、ANISN による角度別ガンマ線束の計算に用いる角度分点数と散乱成分のルジャンドル展開次数は、角度分点数 32 でルジャンドル展開次数 3 ( $P_3S_{32}$ ) とする。

ANISN での断面積ライブラリは DLC-23F を用いている。DLC-23F を用いる妥当性を添付資料 1-4 に示す。

## (2) 計算モデル

計算は、ANISN と G33 を組み合わせて実施する。

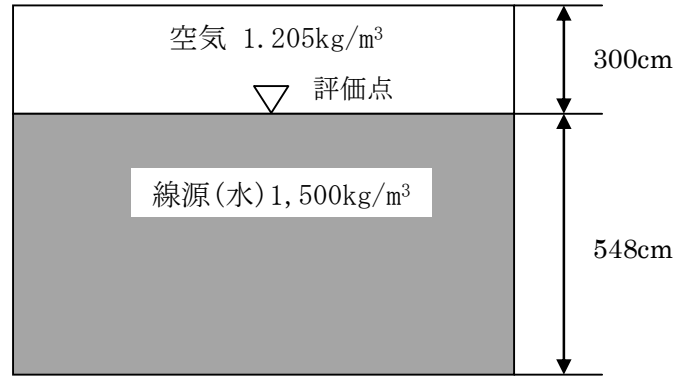
## (i) ANISN

区画内の廃棄体線源表面におけるガンマ線の角度束を、ANISN により計算するに当たっては、線源体が矩形で均一な拡がりをもっていることから、線源形状を無限平板とし、線源厚さは上面方向と側面方向を共通に取り扱うため、線源となる埋設設備 1 区画の最大寸法である 548cm (3 号埋設設備の南北方向長さ) とする。角度別ガンマ線束の計算モデルを第 1 図に示す。

ここで、側面方向についても、放出面を無限平板として計算を実施する。

なお、均一な線源として設定していることから、上面方向と側面方向と異なるものの、上面と側面の角度束分布は等しくなる。

また、側面を放出面とした場合、放射能濃度の分布が不均一となるが、ガンマ線束の強度は放射能濃度に比例することから、ガンマ線束の分布は、放射能濃度によらず同じ割合となる。



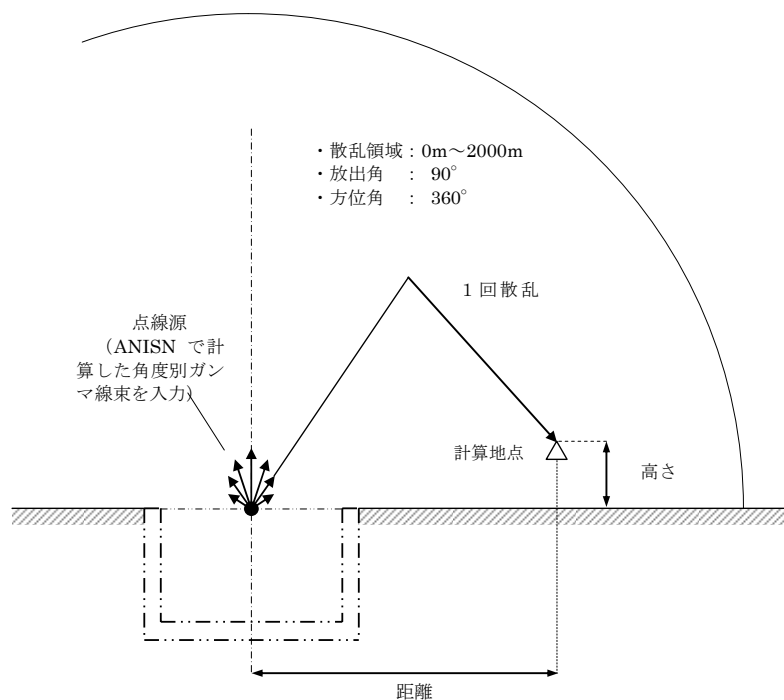
第1図 ANISNによる角度別ガンマ線束の計算モデル

(ii) G33

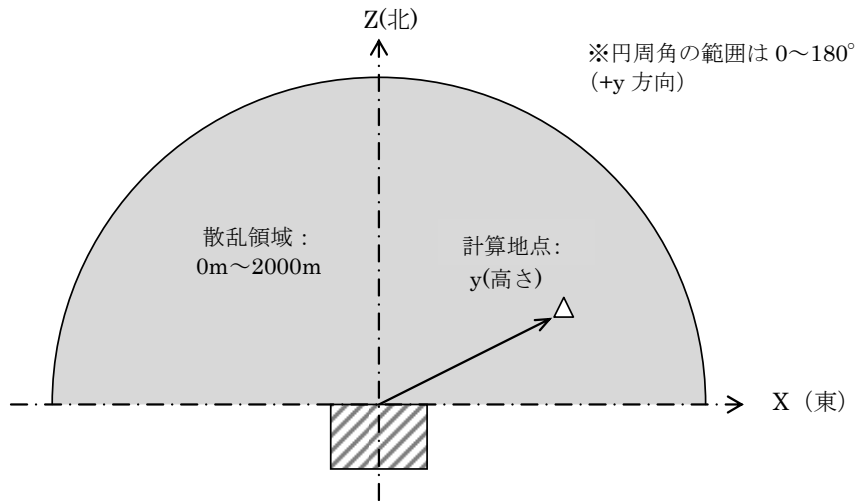
区画上面から大気中に放出されるガンマ線によるスカイシャイン線量の計算モデルを第2図に示す。ANISN で求めた角度別のガンマ線束を放出する点線源を各区画上面の中央に置き、ガンマ線の放出角は $90^\circ$ 、空気の散乱領域は半径2,000mの半球とする。

区画側面から大気中に放出されるガンマ線によるスカイシャイン線量の計算モデルを、第3図に示す。ANISN で求めた角度別のガンマ線束を放出する点線源を各区画側面の上辺中央に置き、ガンマ線の放出角は $90^\circ$ 、空気の散乱領域は半径2,000mの1/4球とする。

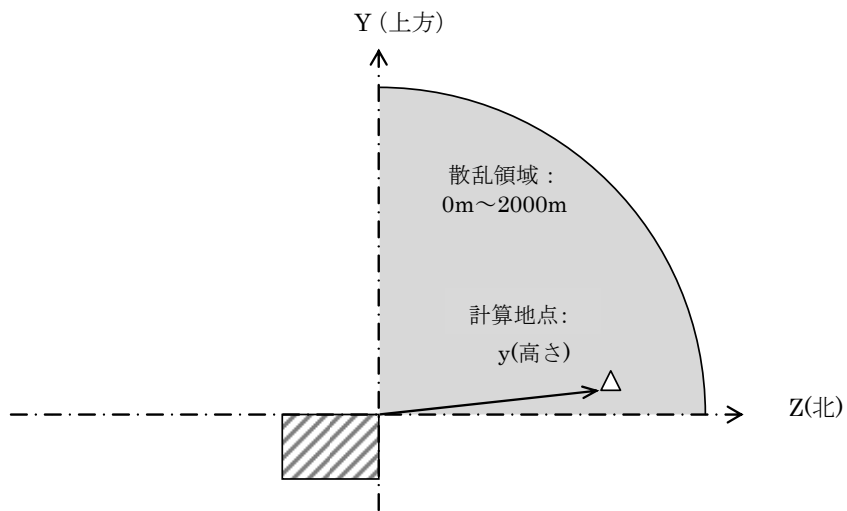
線量の計算地点の水平座標（線源を原点とし、区画側面と直交する座標系）は、線源位置を区画の上面中央とし、線量の計算地点の方向を考慮して計算した値を1m単位で切り捨てた値とする。線源の標高は、埋設設備群ごとの底面の標高に区画の高さ（区画全高－セメント系充填材厚さ－ポーラスコンクリート層厚さ－天板厚さ）を加えた値とする。



第2図 G33による1回散乱線の計算モデル（上面放出）



【平面図】



【側面図】

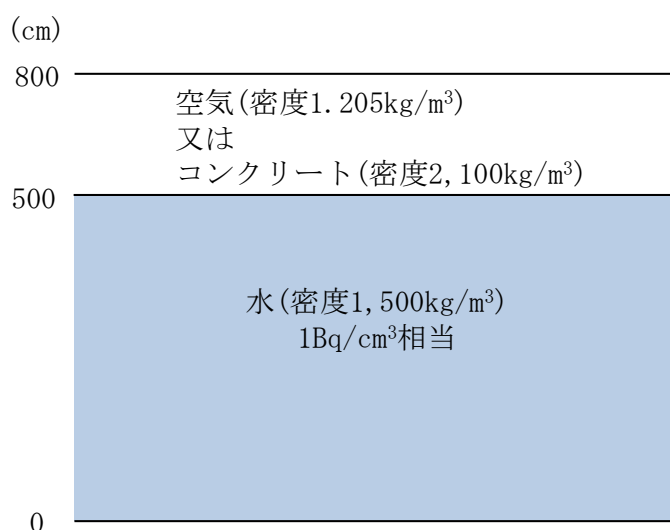
第3図 G33による1回散乱線の計算モデル（北側面放出の場合）

## 断面積ライブラリ DLC-23 について

断面積ライブラリ DLC-23 については、断面積ライブラリによる遮蔽評価結果への影響比較（平成 29 年 12 月 18 日 原子力規制庁 核燃料廃棄物研究部門 第 29 回技術情報検討会資料）により非保守的な計算結果が得られる可能性が指摘されている。そのため、今回の線量計算において、DLC-23 を使用することの妥当性について説明する。

## 1. 評価方法

スカイシャインガンマ線の評価と同様のモデルを設定し、ANISN (DLC-23) とモンテカルロ輸送計算コード(MCNP)で算出した線量率を比較した。線源を水（密度  $1,500\text{kg/m}^3$ ）とし、媒体を空気（密度  $1.205\text{kg/m}^3$ ）とコンクリート（密度  $2,100\text{kg/m}^3$ ）として、線量率分布を算出した。評価モデルを第 1 図に示す。

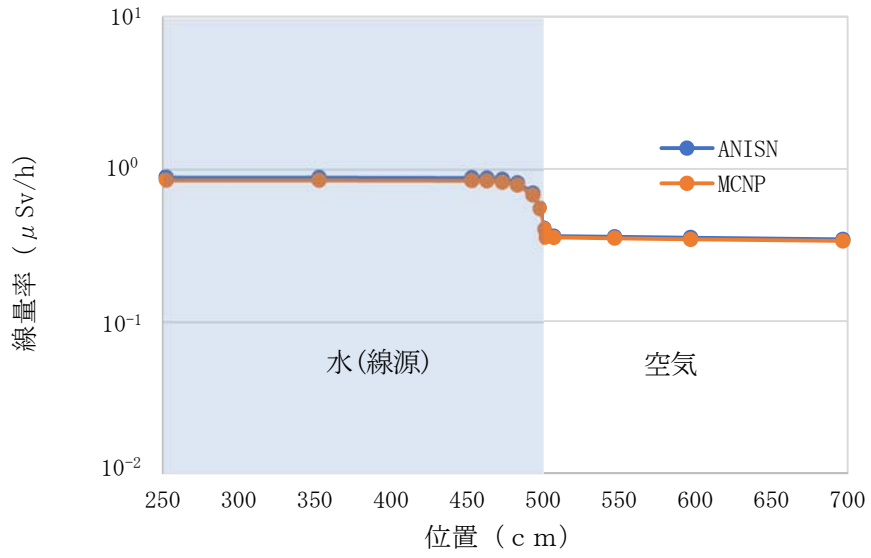


第 1 図 ANISN(DLC-23) と MCNP の比較計算モデル

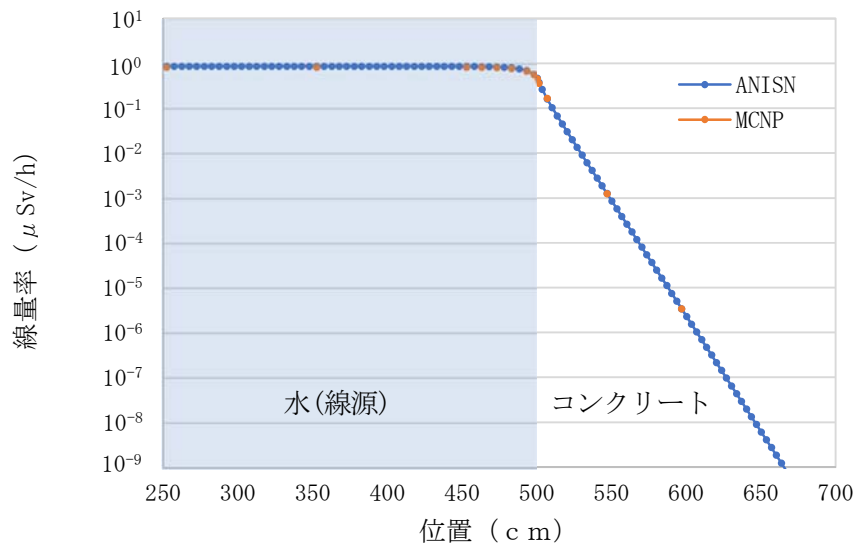
## 2. 評価結果

評価結果を第 2 図及び第 3 図に示す。

線量率分布について、ANISN (DLC-23) と MCNP を比較した結果、差異は、最大で空気の場合で約 5%、コンクリートの場合約 4%であり、DLC-23 を使用することは妥当であると評価する。



第2図 ANISN と MCNP の線量率分布 (線源+空気)

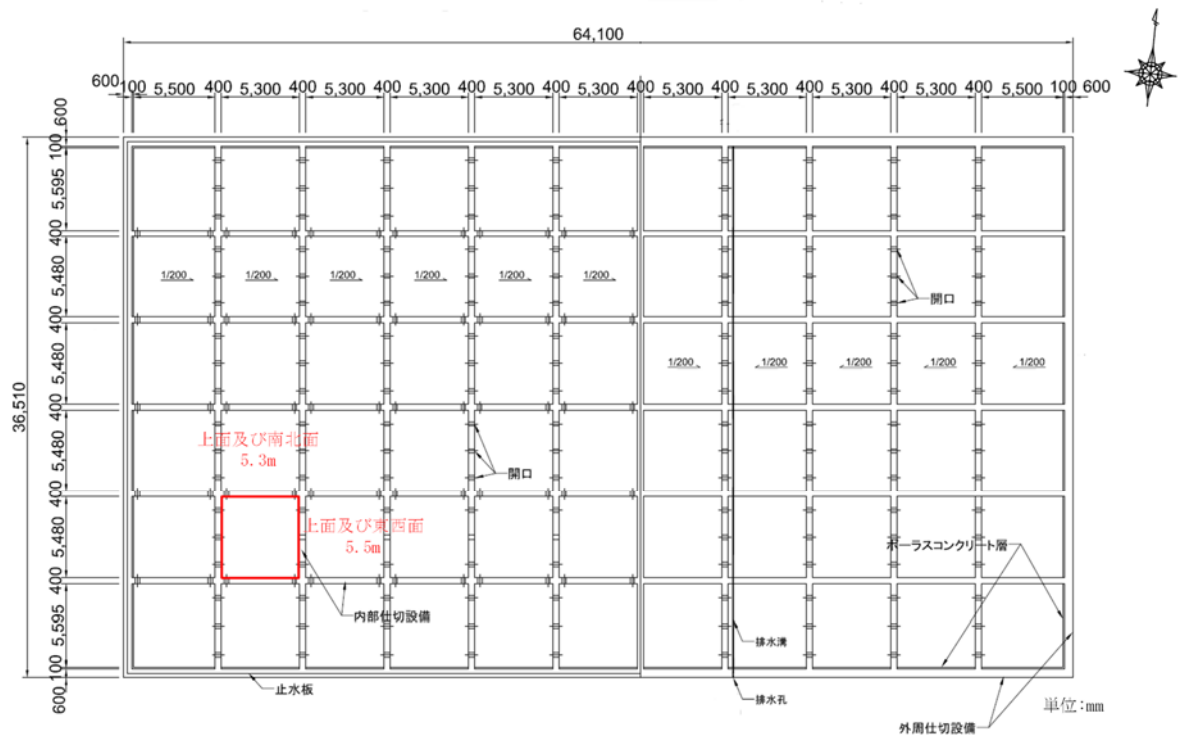


第3図 ANISN と MCNP の線量率分布 (線源+コンクリート)

埋設設備の構造図

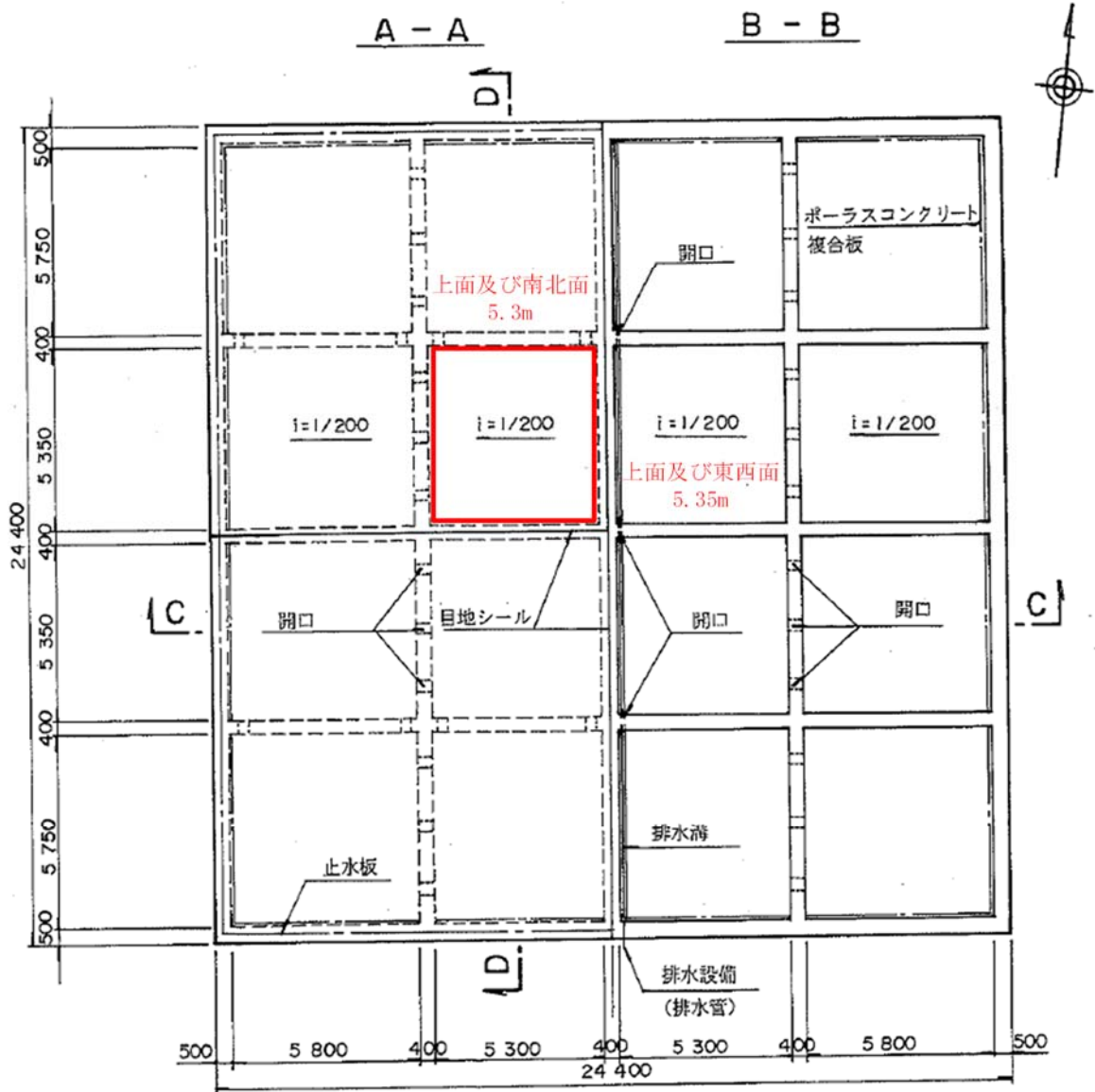
線源面積の設定に用いる 3 号埋設設備、1 号埋設設備、2 号埋設設備の構造図を第 1 図～第 3 図に示す。

上面の面積は区画の開口面積から設定する。また、南北面及び東西面の面積は、区画開口部の寸法と第 4 図に示す定置時の廃棄体高さから設定する。



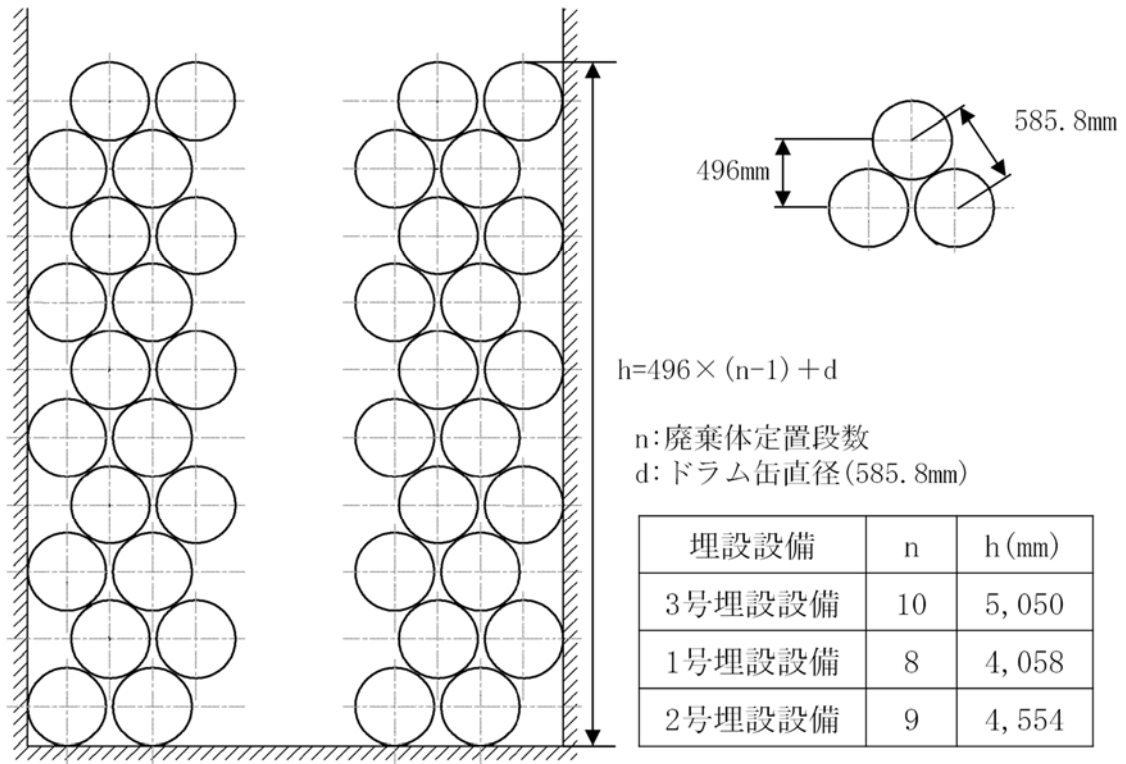
第 1 図 3 号埋設設備の構造図





第2図 1号埋設設備の構造図





第4図 定置時の廃棄体高さ

## 補正係数の設定

## 1. 遮蔽による補正係数の設定

遮蔽による補正係数の設定方法について説明する。

## (1) 作業段階による遮蔽条件

埋設設備による遮蔽条件は、廃棄体定置、セメント系充填材の充填、ポーラスコンクリート層設置、覆い設置の作業段階に応じて変化する。各埋設設備の作業段階ごとの遮蔽厚さは、第1表～第3表に示すとおりとなる。

埋設設備上面からのスカイシャイン線の放出に対して、遮蔽材は作業段階ごとに、コンクリート仮蓋、セメント系充填材（上部）、覆いの組合せを考慮して設定する。

側面（外周仕切設備）からのスカイシャイン線の放出に対しては、遮蔽材は作業段階ごとに、外周仕切設備、セメント系充填材（側部）の組合せを考慮して設定する。

側面（内部仕切設備）からのスカイシャイン線の放出に対しては、遮蔽材は内部仕切設備と隣接する廃棄体未定置区画のコンクリート仮蓋を考慮する。

第1表 埋設を行う区画の作業段階と遮蔽条件（3号埋設設備）

作業段階		厚さ (cm)				
		上面放出		側面放出 (外周仕切設備)		側面放出 (内部仕切設備)
		仮蓋又は 覆い(X)	充填材 (Y)	外周仕切設備 (X)	充填材 (Y)	内部仕切設備 +仮蓋(X)
①	廃棄体定置時	0	0	60	0	40+50
②	定置後～充填材充填まで	50 (仮蓋)	0	60	0	40+50
③	充填材充填時	50 (仮蓋)	0	60	0	40+50
④	充填材充填後	50 (仮蓋)	20	60	20	40+50
⑤	上部ポーラスコンクリート層設置時	0	20	60	20	40+50
⑥	上部ポーラスコンクリート層設置後	50 (仮蓋)	20	60	20	40+50
⑦	覆い設置時	0	20	60	20	40+50
⑧	覆い設置後覆土まで	30 (覆い)	20	60	20	40+50

第2表 埋設を行う区画の作業段階と遮蔽条件（1号埋設設備）

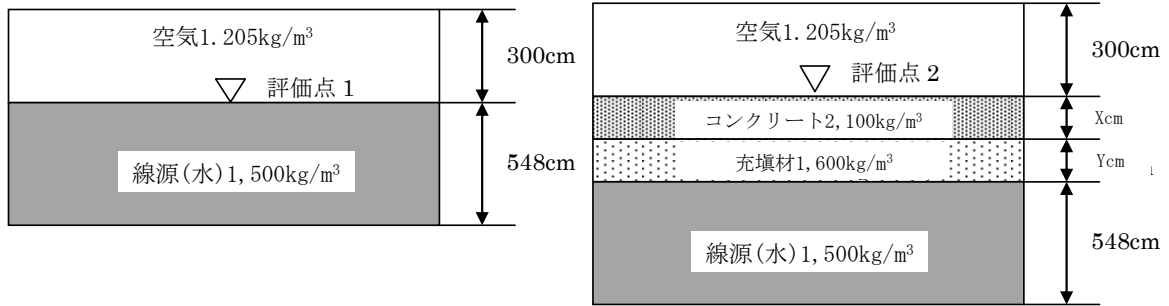
作業段階		厚さ (cm)				
		上面放出		側面放出 (外周仕切設備)		側面放出 (内部仕切設備)
		仮蓋又は 覆い(X)	充填材 (Y)	外周仕切設備 (X)	充填材 (Y)	内部仕切設備 +仮蓋(X)
①	廃棄体定置時	0	0	50	0	40+60
②	定置後～充填材充填まで	60 (仮蓋)	0	50	0	40+60
③	充填材充填時	60 (仮蓋)	0	50	0	40+60
④	充填材充填後	60 (仮蓋)	40	50	40	40+60
⑤	上部 <sup>ホ</sup> ラスコンクリート層設置時	0	40	50	40	40+60
⑥	上部 <sup>ホ</sup> ラスコンクリート層設置後	60 (仮蓋)	40	50	40	40+60
⑦	覆い設置時	0	40	50	40	40+60
⑧	覆い設置後覆土まで	50 (覆い)	40	50	40	40+60

第3表 埋設を行う区画の作業段階と遮蔽条件（2号埋設設備）

作業段階		厚さ (cm)				
		上面放出		側面放出 (外周仕切設備)		側面放出 (内部仕切設備)
		仮蓋又は 覆い(X)	充填材 (Y)	外周仕切設備 (X)	充填材 (Y)	内部仕切設備 +仮蓋(X)
①	廃棄体定置時	0	0	60	0	40+50
②	定置後～充填材充填まで	50 (仮蓋)	0	60	0	40+50
③	充填材充填時	50 (仮蓋)	0	60	0	40+50
④	充填材充填後	50 (仮蓋)	40	60	40	40+50
⑤	上部 <sup>ホ</sup> ラスコンクリート層設置時	0	40	60	40	40+50
⑥	上部 <sup>ホ</sup> ラスコンクリート層設置後	50 (仮蓋)	40	60	40	40+50
⑦	覆い設置時	0	40	60	40	40+50
⑧	覆い設置後覆土まで	50 (覆い)	40	60	40	40+50

(2) 遮蔽による補正係数の設定

遮蔽による補正係数はANISNにより第1図に示す計算モデルを用いて、第1表～第3表に示した各作業段階における遮蔽厚さに応じた線量率の比から設定する。設定した補正係数は添付資料1の第8表～第10表に示したとおりとなる。



$$(\text{遮蔽による補正係数}) = (\text{評価点2の線量率}) \div (\text{評価点1の線量率})$$

第1図 遮蔽による補正係数の計算モデル

## 2. 不均一性を考慮した補正係数

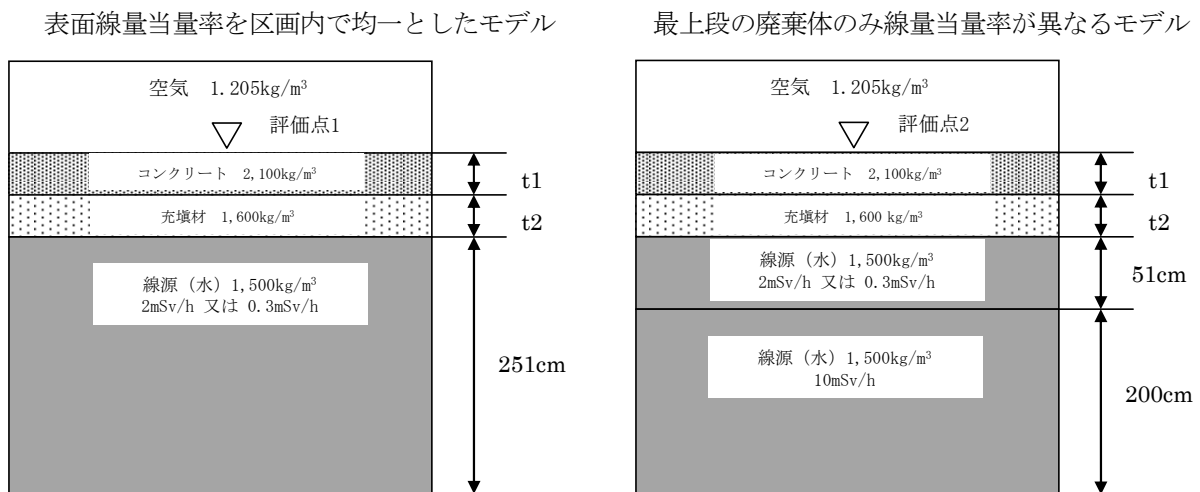
不均一性を考慮した補正係数の設定方法について説明する。

### (1) 上面方向

廃棄体の表面線量当量率を区画内で均一としたモデルでの線量率と、最上段の廃棄体のみ線量当量率が異なるモデルでの線量率の比から不均一性を考慮した補正係数を設定する。計算モデルを第2図に示す。

ここで、埋設設備の遮蔽条件は各作業段階で異なることから、ANISNにより各作業段階での遮蔽体の厚さに応じた線量率の比を計算し、その中で、最大となる線量率の比について各作業段階を包含する補正係数として設定する。

補正係数の計算結果を第4表～第6表に示す。



$$(\text{不均一性を考慮した補正係数}) = (\text{評価点2の線量率}) \div (\text{評価点1の線量率})$$

第2図 区画内の放射能濃度の不均一性に対する補正係数の計算モデル

第4表 不均一性を考慮した補正係数の計算結果（3号埋設設備）

遮蔽体の厚さ (cm)		補正係数
コンクリート (t1)	充填材 (t2)	評価点2/ 評価点1
0	0	1.04
50	0	1.05
60	0	1.05
90	0	1.05
0	20	1.05
30	20	1.05
50	20	1.05
60	20	1.05

各作業段階を包含する補正係数を 1.05 とする

第5表 不均一性を考慮した補正係数の計算結果（1号埋設設備）

遮蔽体の厚さ (cm)		補正係数
コンクリート (t1)	充填材 (t2)	評価点2/ 評価点1
0	0	1.03
50	0	1.04
60	0	1.04
100	0	1.04
0	40	1.04
50	40	1.04
60	40	1.04

各作業段階を包含する補正係数を 1.04 とする

第6表 不均一性を考慮した補正係数の計算結果（2号埋設設備）

遮蔽体の厚さ (cm)		補正係数
コンクリート (t1)	充填材 (t2)	評価点2/ 評価点1
0	0	1.03
50	0	1.04
60	0	1.04
90	0	1.04
0	40	1.04
50	40	1.04
60	40	1.04

各作業段階を包含する補正係数を 1.04 とする

また、埋設設備では、廃棄物と廃棄物及び埋設設備と廃棄物に間隙がある。充填する前までの段階においては、間隙を通じた最上段以外の廃棄物からのストリーミングの影響が考えられるが、スカイシャイン線量率の計算に用いている ANISN による平板モデルは、ストリーミングの影響を考慮できていない可能性がある。

そのため、平板モデルと、埋設設備の実形状を模擬した俵積み形状モデルでの線量率の比較を行い、最上段以外の廃棄物からのストリーミングの影響を考慮した補正係数を設定する。

平板モデルと俵積み形状モデルの比較は、モンテカルロ輸送計算コード (MCNP) により行う。MCNP は 3 次元形状のモデル化が可能であり、モンテカルロ法によってガンマ線の散乱を精度よく解析できるという特徴がある。(計算コードの概要を添付資料 1-7 に示す。)

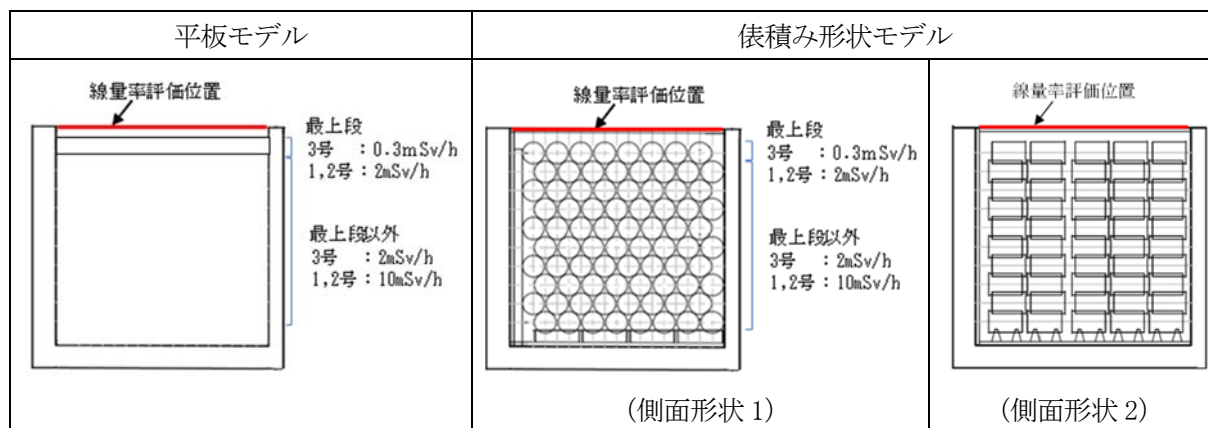
平板モデルはコンクリート製の埋設設備をモデル化し、スカイシャイン線量率の算出に用いているモデルと同様に、区画内に全て線源 (廃棄物) が存在する状態とした。

俵積み形状モデルはコンクリート製の埋設設備をモデル化し、区画内の廃棄物の配置と同様に、廃棄物配置図を基に廃棄物を相互に俵積みし、廃棄物と廃棄物及び埋設設備と廃棄物の間隙を考慮して 3 次元形状にモデル化した。

線量率の評価位置は区画内の廃棄物から上方に 50cm の位置として、評価位置での平均線量率を比較した。ここで、廃棄物の表面線量当量率は、最上段を低線量当量率 (3 号 : 0.3mSv/h、1 号及び 2 号 : 2mSv/h) とし、最上段以外を線量当量率 (3 号 : 2mSv/h、1 号及び 2 号 : 10mSv/h) とした条件とした。

ストリーミングの影響の計算モデル及び条件を第 3 図に示す。

線量率評価位置での平均線量率を比較した結果、俵積み形状モデルでの平均線量率は平板形状モデルでの平均線量率に対して、3 号埋設設備で 1.5 倍、1 号埋設設備及び 2 号埋設設備で 1.3 倍となった。



第 3 図 ストリーミングの影響の計算モデル及び条件



(2) 側面方向

側面方向の補正係数は、廃棄体の表面線量当量率の比及び段数の比から算出する。

(3号埋設設備)

$$\frac{1 \text{ 段}}{10 \text{ 段}} \times \frac{0.3\text{mSv/h}}{0.3\text{mSv/h}} + \frac{9 \text{ 段}}{10 \text{ 段}} \times \frac{2\text{mSv/h}}{0.3\text{mSv/h}} = 6.10$$

(1号埋設設備)

$$\frac{1 \text{ 段}}{8 \text{ 段}} \times \frac{2\text{mSv/h}}{2\text{mSv/h}} + \frac{7 \text{ 段}}{8 \text{ 段}} \times \frac{10\text{mSv/h}}{2\text{mSv/h}} = 4.50$$

(2号埋設設備)

$$\frac{1 \text{ 段}}{9 \text{ 段}} \times \frac{2\text{mSv/h}}{2\text{mSv/h}} + \frac{8 \text{ 段}}{9 \text{ 段}} \times \frac{10\text{mSv/h}}{2\text{mSv/h}} = 4.56$$

(3) 補正係数の設定

(1)で求めた上面方向の補正係数は、放射線の放出角 90° での値である。一方、後述する「3. 定置時補正係数の設定」に示すように、埋設設備上面からの放射線の放出は、外周仕切設備や内部仕切設備によって放出角が制限される。

そこで、上面方向について計算した補正係数に、最上段の角度補正による係数(0.989)を乗じて補正係数を設定する。この補正係数は、最上段まで定置終了後の状態で設定しており、作業段階のうち「②定置後～充填材充填まで」から、「⑧覆い設置後覆土まで」に適用するものである。

不均一性を考慮した補正係数を第7表に示す。

第7表 不均一性を考慮した補正係数

放出方向	作業段階		3号埋設設備	1号埋設設備	2号埋設設備
上面	②	定置後～充填材充填まで	1.56	1.34	1.34
	③	充填材充填時	(=1.05*1 × 1.5*2 × 0.989)	(=1.04*3 × 1.3*2 × 0.989)	(=1.04*3 × 1.3*2 × 0.989)
	④	充填材充填後	1.04 (=1.05*1 × 0.989)	1.03 (=1.04*3 × 0.989)	1.03 (=1.04*3 × 0.989)
	⑤	上部ホースコンクリート層設置時			
	⑥	上部ホースコンクリート層設置後			
	⑦	覆い設置時			
	⑧	覆い設置後覆土まで			
側面	② 定置後～充填材充填まで ～⑧ 覆い設置後覆土まで		6.10	4.50	4.56

\*1 0.3mSv/hの廃棄体の下段に2mSv/hの廃棄体を定置した際の線量率の上昇を考慮した補正係数

\*2 下段の廃棄体からのストリーミングの影響を考慮した補正係数

\*3 2mSv/hの廃棄体の下段に10mSv/hの廃棄体を定置した際の線量率の上昇を考慮した補正係数

3. 定置時補正係数の設定

定置時補正係数の設定方法について説明する。この補正係数は作業段階のうち「①廃棄体定置時」に適用する。

(1) 上面方向

廃棄体表面上の点線源から区画上方に放出されるガンマ線の放出角は、定置段数により変化する。そこで、放出角  $90^\circ$  のときのスカイシャイン線量率と放出角が制限されたときのスカイシャイン線量率の比から上面放出角が制限されることによる補正係数を算出する。補正係数は各段の放射能濃度の比率を考慮して、区画全体の値とする。

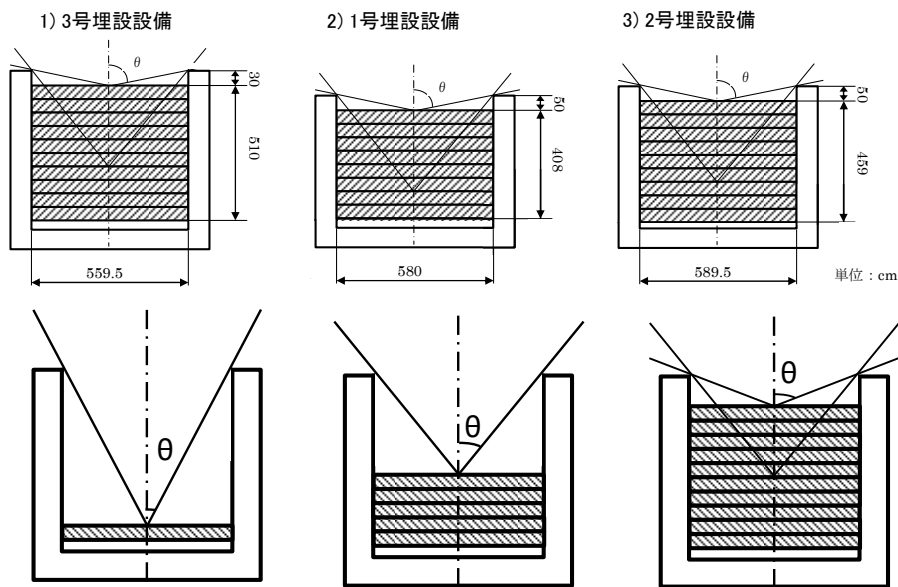
放出角の設定条件は以下のとおりとする。上面放出角の設定モデルを第4図に示す。

- ・ 開口幅：区画の最長辺
- ・ 上部空隙高さ：ポーラスコンクリート層 10cm+セメント系充填材厚さ
- ・ 廃棄体1段の高さ：51cm

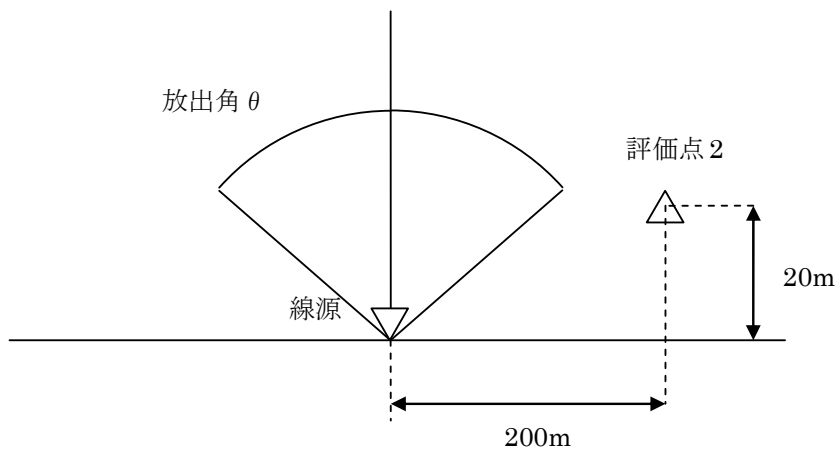
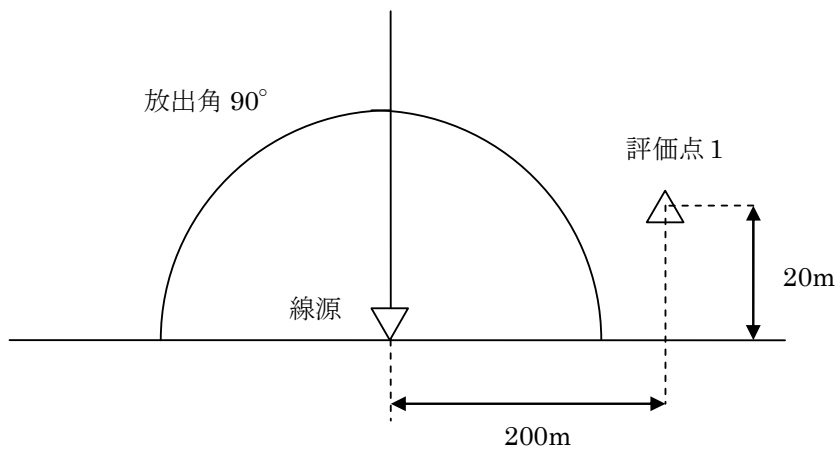
スカイシャイン線量率の評価点は、最も近い線量の計算地点までの距離（1号埋設設備～線量の計算地点A）が約200mであること及び各埋設設備と線量の計算地点Aの高低差が20m程度であることから、以下のとおり設定する。上面放出角補正係数の計算モデルを第5図に示す。

- ・ 評価点までの距離：200m
- ・ 評価点との高低差：20m

算出した補正係数を第8表～第10表に示す。



第4図 上面放出角の設定モデル



$$(\text{上面放出角補正係数}) = (\text{評価点2の線量率}) \div (\text{評価点1の線量率})$$

第5図 上面放出角補正係数の計算モデル

第8表 上面放出角補正係数 (3号埋設設備)

段数	放出角(°)	上面放出角補正係数
1	29.8	0.157
2	32.6	0.183
3	35.9	0.282
4	39.8	0.282
5	44.5	0.439
6	50.1	0.439
7	56.8	0.625
8	64.7	0.670
9	73.9	0.824
10	83.9	0.989

第9表 上面放出角補正係数 (1号埋設設備)

段数	放出角(°)	上面放出角補正係数
1	35.5	0.282
2	39.2	0.282
3	43.6	0.315
4	48.8	0.439
5	55.0	0.479
6	62.3	0.625
7	70.8	0.824
8	80.2	0.989

第10表 上面放出角補正係数 (2号埋設設備)

段数	放出角(°)	上面放出角補正係数
1	32.8	0.183
2	35.9	0.282
3	39.6	0.282
4	44.0	0.315
5	49.2	0.439
6	55.4	0.625
7	62.7	0.625
8	71.1	0.824
9	80.4	0.989

3号埋設設備は最上段の廃棄体の表面線量当量率が0.3mSv/h、最上段以外の廃棄体の表面線量当量率が2mSv/h、1号埋設設備及び2号埋設設備は最上段の廃棄体の表面線量当量率が2mSv/h、最上段以外の廃棄体の表面線量当量率が10mSv/hであることを考慮して、埋設設備ごとに定置全体の時間平均を考慮した定置時補正係数を以下のとおり設定する。

(3号埋設設備)

$$\frac{(0.157 + 0.183 + 0.282 + 0.282 + 0.439 + 0.439 + 0.625 + 0.670 + 0.824) \times \frac{2mSv/h}{0.3mSv/h} + 0.989 \times 1.05 \times 1.5}{10} = 2.76$$

\*4 1.05は0.3mSv/hの廃棄体の下段に2mSv/hの廃棄体を定置した際の線量率の上昇に対する補正係数。1.5は下段の廃棄体からのストリーミングの影響を考慮した補正係数。

(1号埋設設備)

$$\frac{(0.282 + 0.282 + 0.315 + 0.439 + 0.479 + 0.625 + 0.824) \times \frac{10mSv/h}{2mSv/h} + 0.989 \times 1.04 \times 1.3}{8} = 2.20$$

\*5 1.04は2mSv/hの廃棄体の下段に10mSv/hの廃棄体を定置した際の線量率の上昇に対する補正係数。1.3は下段の廃棄体からのストリーミングの影響を考慮した補正係数。

(2号埋設設備)

$$\frac{(0.183 + 0.282 + 0.282 + 0.315 + 0.439 + 0.625 + 0.625 + 0.824) \times \frac{10mSv/h}{2mSv/h} + 0.989 \times 1.04 \times 1.3}{9} = 2.13$$

\*6 1.04は2mSv/hの廃棄体の下段に10mSv/hの廃棄体を定置した際の線量率の上昇に対する補正係数。1.3は下段の廃棄体からのストリーミングの影響を考慮した補正係数。

(2) 側面方向

埋設設備側面方向からの放射線の放出は、廃棄体の定置段数ごとに線量率に寄与する時間が異なる。最下段の廃棄体は定置開始から終了まで線量率に寄与するが、最上段の廃棄体は(1/段数)の時間しか線量率に寄与しない。そこで、段数ごとの線量率への寄与時間を考慮して、定置工程全体での平均を定置時補正係数とする。以下に、側面方向の定置時補正係数を示す。

(3号埋設設備)

$$\frac{\left(\frac{10}{10} + \frac{9}{10} + \frac{8}{10} + \frac{7}{10} + \frac{6}{10} + \frac{5}{10} + \frac{4}{10} + \frac{3}{10} + \frac{2}{10}\right) \times \frac{2mSv/h}{0.3mSv/h} + \frac{1}{10} \times \frac{0.3mSv/h}{0.3mSv/h}}{10} = 3.61$$

(1号埋設設備)

$$\frac{\left(\frac{8}{8} + \frac{7}{8} + \frac{6}{8} + \frac{5}{8} + \frac{4}{8} + \frac{3}{8} + \frac{2}{8}\right) \times \frac{10mSv/h}{2mSv/h} + \frac{1}{8} \times \frac{2mSv/h}{2mSv/h}}{8} = 2.75$$

(2号埋設設備)

$$\frac{\left(\frac{9}{9} + \frac{8}{9} + \frac{7}{9} + \frac{6}{9} + \frac{5}{9} + \frac{4}{9} + \frac{3}{9} + \frac{2}{9}\right) \times \frac{10mSv/h}{2mSv/h} + \frac{1}{9} \times \frac{2mSv/h}{2mSv/h}}{10} = 2.73$$

(3) ANISN-G33 による計算の妥当性について

スカイシャイン線量率の計算は、ANISN と G33 を組み合わせて、以下のとおり行っている。

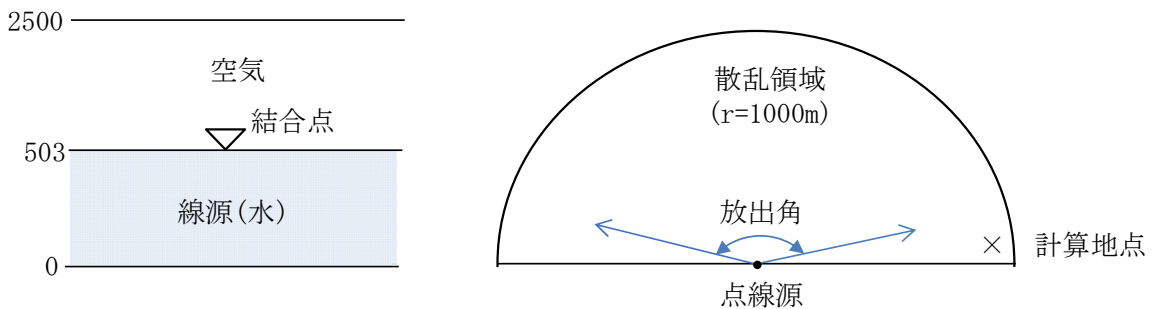
はじめに、ANISN により線源部分を無限平板にモデル化し、区画内の廃棄体線源表面（上面）におけるガンマ線の角度束を求める。次に、ANISN で求めた角度別のガンマ線束を放出する点線源を区画上面の中央に置き、埋設設備の区画上面から放出されるスカイシャイン線量率を G33 で計算する。

ANISN-G33 によりスカイシャイン線量率を計算する方法の妥当性を検討するため、モンテカルロ輸送計算コード(MCNP)での計算結果と比較を行う。(計算コードの概要を添付資料 1-7 に示す。)

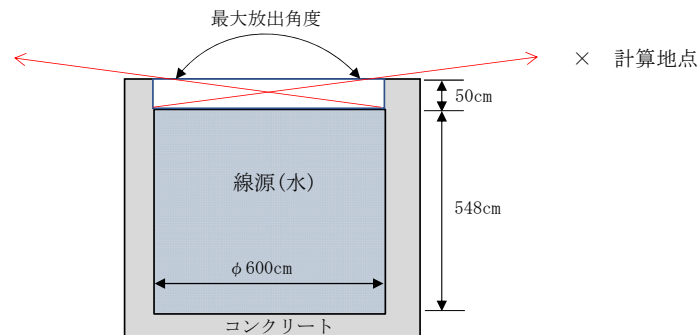
(i) 比較のための計算方法

ANISN-G33 による計算では、第 6 図に示すように、線源を無限平板にモデル化し、ガンマ線角度束を求め、角度別ガンマ線束を放出する点線源を区画中央に設定し、スカイシャイン線量率を算出した。線量率の算出に当たっては、線源面積を 530cm×535cm とし、最上段に廃棄体を定置した状態として、上面放出角補正係数を 0.989 とした。

また、MCNP による計算では、第 7 図に示すように、ANISN-G33 による計算と線源面積が同じとなるような直径とした円筒形の線源(直径 600cm)を設定し、区画のコンクリート壁をモデル化して、最上段に廃棄体を定置した状態としてスカイシャイン線量率を算出した。ここで、円筒形の線源とすることで、方向的に差異は発生せず、最大放出角は ANISN-G33 体系よりも大きくなる。



第 6 図 ANISN-G33 計算モデル



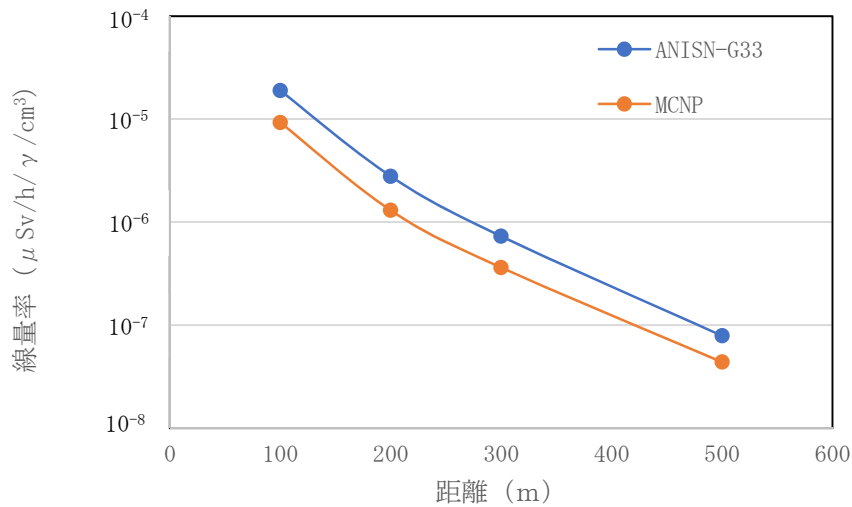
第 7 図 MCNP 計算モデル

(ii) 比較結果

ANISN-G33 と MCNP で求めたスカイシャイン線量率の比較結果を第 8 図に示す。

ANISN-G33 により、無限平板にモデル化した線源にてガンマ線角度束を求め、角度別ガンマ線束を放出する点線源を区画中央に設定して求めたスカイシャイン線量率は、実形状に近い形状をモデル化し、詳細解析を行った MCNP のスカイシャイン線量率より大きな値となる。そのため、ANISN-G33 によりスカイシャイン線量率を計算する方法は妥当であると評価する。

ANISN-G33 の計算結果が MCNP の計算結果に比較して大きくなる理由としては、主に、ANISN により線源を無限平板にモデル化して評価を行っていること、空気中の散乱計算を行う G33 は 2 回以上の散乱の効果を補正する係数に保守性を有していることがあげられる。



第 8 図 ANISN-G33 と MCNP との線量率の比較結果

(4) 角度補正係数の設定方法について

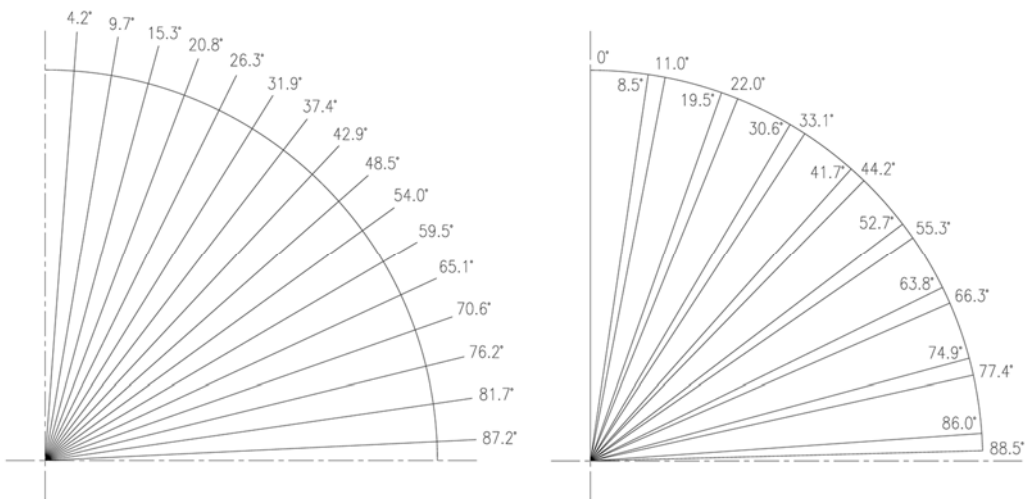
(i) ANISN の出力と G33 の入力について

ANISN の角度分点数を 32 で計算した場合、各 angle No. に対する ANISN の  $\cos(\mu)$  の値及びそれを角度(rad)に変換して示したものを第 11 表に、 $\mu$  の角度を図示したものを第 9 図に示す。

G33 の放出角のメッシュは境界値(rad)を入力する。ここで、ANISN の  $\mu$  の値が G33 の  $\theta$  の境界値と境界値の midpoint となるように設定している。この際、 $\theta$  を 0 から開始した場合、メッシュの間隔は均等にはならず、第 9 図の G33 の  $\theta$  (°) の値に示されるように間隔は大小が交互になる。

第11表 ANISNの $\cos(\mu)$ とG33の $\theta$ との関係

ANISN				G33		メッシュ間隔(°)
angle No.	$\cos(\mu)$	角度(°)	$\mu$ rad	$\theta$ rad	角度(°)	
18	0.0483077	87.2	1.5225	1.5445	88.5	2.5
19	0.144472	81.7	1.4258	1.5004	86.0	8.6
20	0.239287	76.2	1.3292	1.3512	77.4	2.5
21	0.331869	70.6	1.2325	1.3071	74.9	8.6
22	0.421351	65.1	1.1359	1.1579	66.3	2.5
23	0.506900	59.5	1.0392	1.1138	63.8	8.6
24	0.587716	54.0	0.9426	0.9646	55.3	2.5
25	0.663044	48.5	0.8459	0.9205	52.7	8.6
26	0.732182	42.9	0.7493	0.7713	44.2	2.5
27	0.794484	37.4	0.6526	0.7273	41.7	8.5
28	0.849368	31.9	0.5560	0.5780	33.1	2.5
29	0.896321	26.3	0.4594	0.5340	30.6	8.5
30	0.934906	20.8	0.3628	0.3848	22.0	2.5
31	0.964762	15.3	0.2663	0.3408	19.5	8.5
32	0.985611	9.7	0.1698	0.1917	11.0	2.5
33	0.997264	4.2	0.0740	0.1480	8.5	8.5
				0	0	



第9図 角度分点32のANISNの $\mu$ (°) (左図) とG33の $\theta$ (°) (右図)

(ii) 補正係数の設定

3号埋設設備での各段数の幾何形状から算出した放出角は、第12表に示すように1段目は $29.8^\circ$ 、2段目は $32.6^\circ$ 、…、10段目は $83.9^\circ$ となる。これら各段の放出角が第11表で設定したG33の $\theta$ のどの範囲内にあるかによって補正係数を決定している。

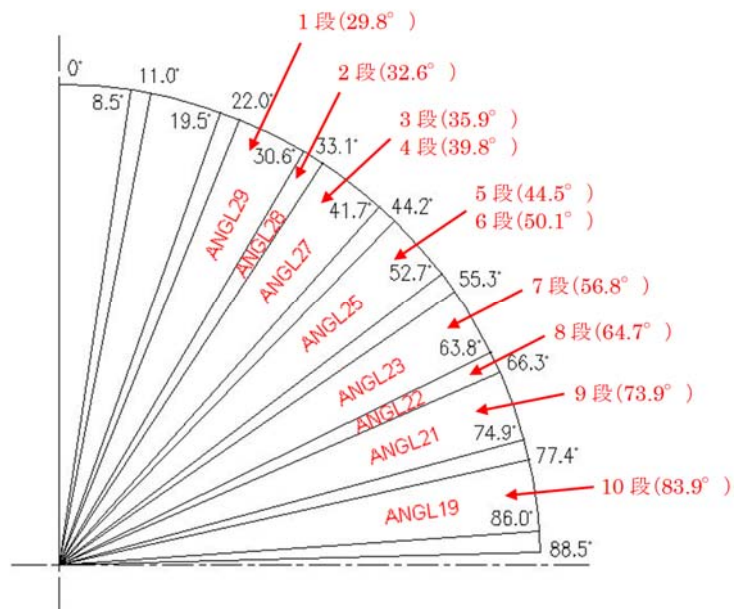
例として、第10図に示すように段数が2段の場合の放出角 $32.6^\circ$ はG33の放出角 $30.6^\circ \sim 33.1^\circ$  (angle No. 28)の範囲内であり、G33の放出角の上限値は $33.1^\circ$ となる。

また、段数が5段の放出角は $44.5^\circ$ 、6段の放出角は $50.1^\circ$ であるが、これらは共にG33の放出角 $44.2^\circ \sim 52.7^\circ$  (angle No. 25)の間にあるため、段数が5段と6段のG33の放出角の上限値は共に $52.7^\circ$ となり、補正係数も同じ値となる。



第12表 3号埋設設備の上面放出角とG33の上限角、ANISNのangle No.

段数	放出角 (°)	上限角 (°)	angle No.
10	83.9	86.0	19
9	73.9	74.9	21
8	64.7	66.3	22
7	56.8	63.8	23
6	50.1	52.7	25
5	44.5		
4	39.8	41.7	27
3	35.9		
2	32.6	33.1	28
1	29.8	30.6	29



第10図 3号埋設設備の上面放出角補正係数計算時のG33放出角

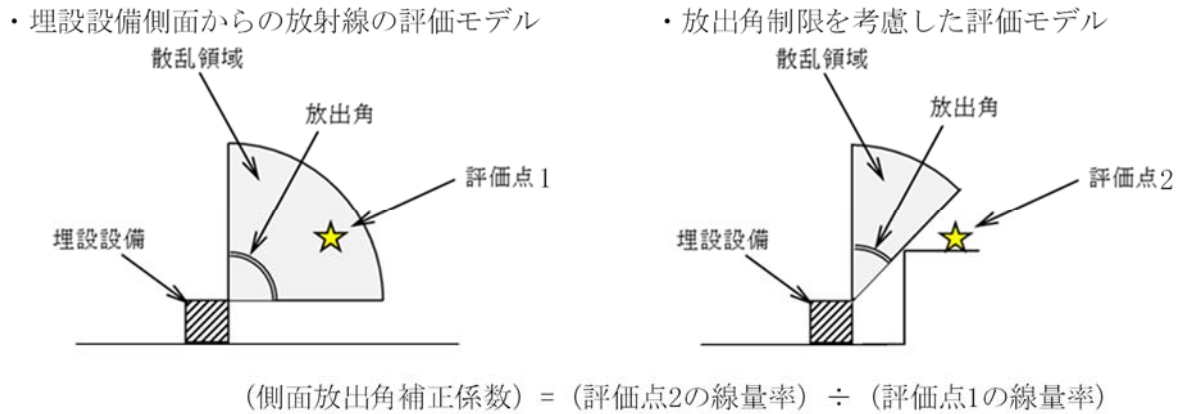
#### 4. 側面放出角補正係数の設定

埋設設備側面から放出されるスカイシャインガンマ線による線量は、周囲の地形や隣接する埋設設備により放出角が制限されることから、それらによる低減効果を考慮する。

##### (1) 考え方

埋設設備側面からのスカイシャインガンマ線は、高さ方向の放出角として、水平 0° から上方 90° までを考慮しているが、実際の埋設設備側面方向は、廃棄物埋設地の法面や隣接する埋設設備によって遮られることから、放出方向が制限される。

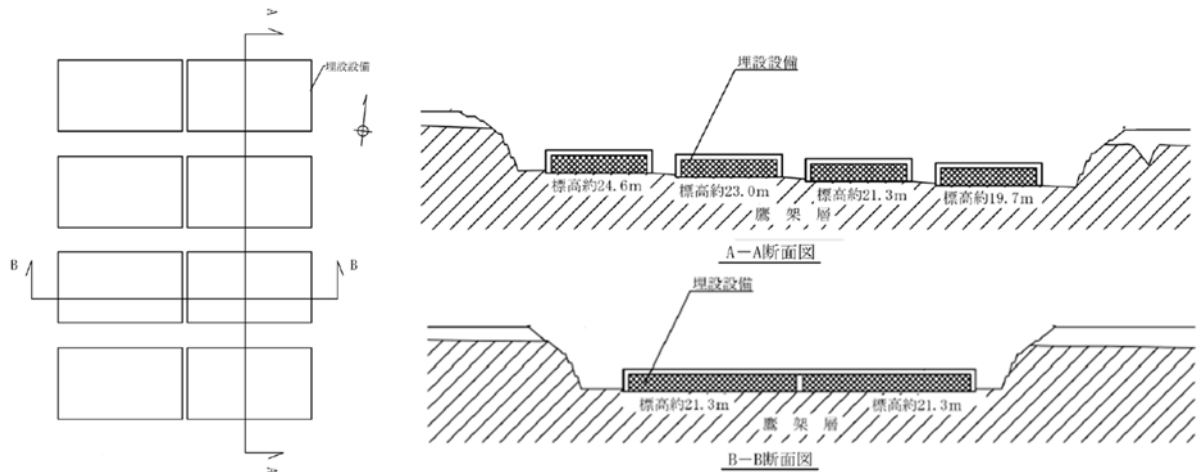
そこで、第 11 図に示す計算モデルにおいて、評価点における線量率を計算し、それぞれの線量率の比により補正係数を算出する。



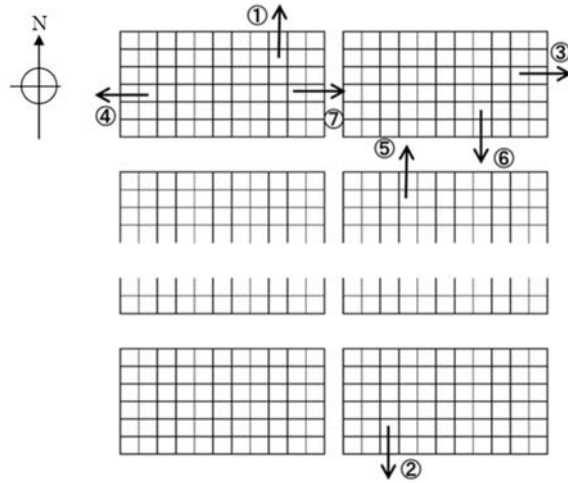
第 11 図 側面放出角補正係数の計算モデル

放出角の制限において、第 12 図に示すように廃棄物埋設地は、北から南方向に傾斜があること、また、埋設設備は、法面や他の埋設設備との状況が方位別に異なることから、方位別に放出角補正係数を設定する。

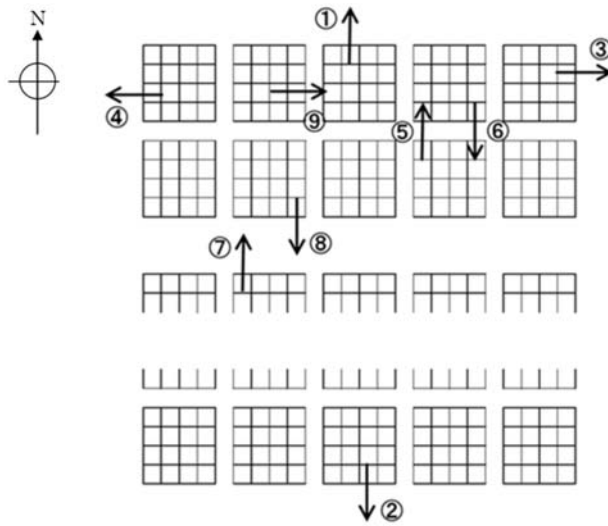
放出角補正係数を設定する方向は、廃棄物埋設地法面との距離、隣接する埋設設備間の距離を考慮して 3 号埋設設備では 7 方向 (第 13 図参照)、1 号埋設設備では 9 方向 (第 14 図参照)、2 号埋設設備では 7 方向 (第 15 図参照) に分けて計算する。



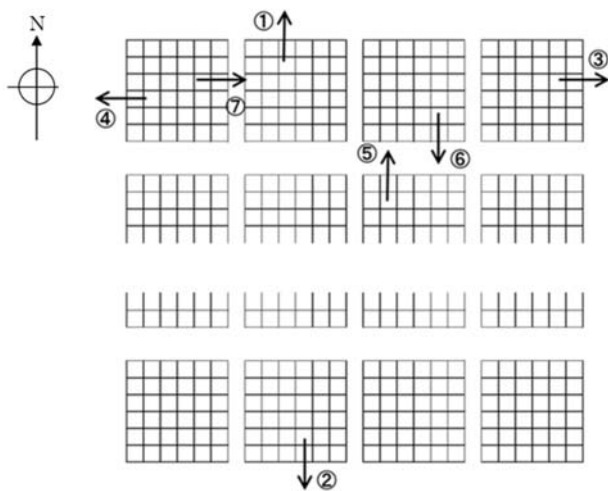
第 12 図 廃棄物埋設地の傾斜 (3 号廃棄物埋設地の例)



第13図 3号埋設設備の角度補正方向



第14図 1号埋設設備の角度補正方向



第15図 2号埋設設備の角度補正方向

(2) 放出角補正係数の設定

以上の考え方に従い、各埋設設備における補正係数の設定を行った。設定した補正係数は添付資料1の第12表～第14に示したとおりとなる。

## 計算コードの概要について

## 1. 被ばく評価に使用する計算コード

コード名	概要
QAD-CGGP2R (Ver. 1.04)	<p>米国ロスアラモス国立研究所で開発されたガンマ線の物質透過を計算するための点減衰核積分法計算機コード「QAD」をベースとし、旧日本原子力研究所が ICRP1990 年勧告の国内関連法令・規則への取入れに合わせて、実効線量率等を計算できるように改良した最新バージョンである。</p> <p>線源及び遮蔽体を直方体、円筒、球などの三次元形状で模擬した計算体系でガンマ線の実効線量率及び空気カーマ率等を計算することができる。</p> <p>ベンチマーク実験による検証<sup>*1</sup>が実施されており、普通コンクリートを透過する線量率の保守的な評価が実施できる妥当な計算コードであることを確認している。</p> <p>*1 「JAERI-M 86-060 再処理施設の放射線遮蔽安全ガイド資料」、日本原子力研究所 (1986)</p>
ANISN (ANISN-ORNL)	<p>米国オークリッジ国立研究所で開発された一次元ボルツマン輸送方程式を離散角度(Sn)法に基づいて数値計算により解くコードである。</p> <p>線源及び遮蔽体を無限平板、無限円柱及び球の一次元形状で模擬した計算体系でガンマ線及び中性子の放射線束を計算することができる。</p> <p>別計算コード「DOT (二次元 Sn 法)」による検証<sup>*2</sup>が実施されており、固体廃棄物保管庫天井から漏えいするガンマ線束の計算結果が両者よく一致していることを確認している。</p> <p>*2 「原子炉施設からのスカイシャイン線量評価手引」、財団法人原子力安全研究協会 (昭和 54 年 3 月)</p>
G33-GP2R (Ver. 1.0)	<p>米国ロスアラモス国立研究所で開発されたガンマ線多群散乱計算プログラム「G33」をベースとし、旧日本原子力研究所が ICRP1990 年勧告の国内関連法令・規則への取入れに合わせて、実効線量率等を計算できるように改良したバージョンである。</p> <p>点線源からの 1 回散乱ガンマ線による実効線量率及び空気カーマ率等を計算することができる。スカイシャイン野外実験による検証<sup>*3</sup>が実施されており、線源の上部に遮蔽がない計算形状でスカイシャイン線量の計算値と実測値がよく一致するが、天井遮蔽があるケースでは、計算値は過小評価となる。この原因は、G33 コードが天井透過中の散乱成分を考慮していないためであり、これを考慮するため、天井遮蔽までを ANISN で計算することを推奨している。今回の評価においては、この手法を採用している。</p> <p>*3 「ガンマ線遮蔽設計ハンドブック」、社団法人日本原子力学会 (1988 年 1 月)</p>

## 2. 結果の検証等に使用する計算コード

コード名	概要
MCNP5 (Ver1.6)	<p>米国ロスアラモス国立研究所で開発されたボルツマン輸送方程式をモンテカルロ法で解く中性子、ガンマ線及び中性子とガンマ線の結合系を対象とする汎用の連続エネルギーモンテカルロ輸送計算コードである。</p> <p>幾何形状は、主に面で区切られたセルによって構成される。セルは、平面及び二次局面を示す陰関数の値の正負で空間を区切ることにより定義され、設定の自由度が大きく、通常の遮蔽計算に使用される形状程度であれば、そのままモデル化が可能なこと、粒子の輸送計算に使用される断面積はポイントワイズ断面積データを使用するため、群構造に起因する誤差が発生しない等の特徴がある。</p> <p>米国では、使用済燃料貯蔵施設の審査指針である NUREG-1567 において、遮蔽解析ツールとして記載されている。</p> <p>我が国においても使用済燃料貯蔵施設において許認可実績も有している。</p> <p>計算に使用する断面積ライブラリはユーザーがコードに付属しているライブラリから任意に選択が可能であり、今回の検証に使用したライブラリは、コード付属の ENDF/B-VI ベースの最新ライブラリである。</p>

### 廃棄物埋設地のスカイシャインガンマ線による 公衆の受ける外部被ばく線量評価結果

年間の線量の算出  
概略の計算方法は以下に示すとおり。

作業段階		方向	計算方法
①	廃棄体定置時	上面	(遮蔽なし状態における線量率)×(遮蔽による補正係数)×(定置時補正係数)×(時間)×(区画数)
		側面	(遮蔽なし状態における線量率)×(遮蔽による補正係数)×(定置時補正係数)×(側面放出角補正係数)×(時間)×(区画数)
②	定置後～充填材充填まで	上面	(遮蔽なし状態における線量率)×(遮蔽による補正係数)×(不均一性を考慮した補正係数)×(時間)×(区画数)
③	充填材充填時		
④	充填材充填後		
⑤	上部ホースコンクリート層設置時		
⑥	上部ホースコンクリート層設置後	側面	(遮蔽なし状態における線量率)×(遮蔽による補正係数)×(不均一性を考慮した補正係数)×(側面放出角補正係数)×(時間)×(区画数)
⑦	覆い設置時		
⑧	覆い設置後覆い完了まで(覆い完了区画)		

詳細は以下のとおりであり、次頁以降に計算結果を示す。

1.1区画からのスカイシャイン線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )

各区画における遮蔽なし状態での線量率に、遮蔽による補正係数、不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数を乗算することで、1区画当たりのスカイシャイン線量率を求める。側面放出角補正はここでは行わない。

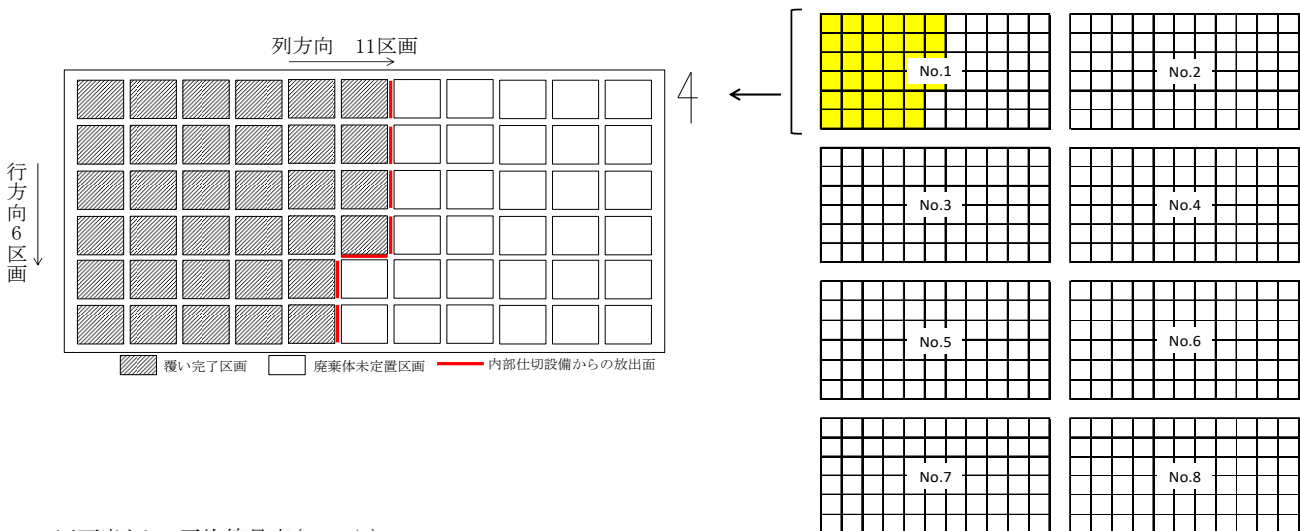
2.1基分の線量率の積算 ( $\mu\text{Sv/h}$ )

埋設設備1基の全区画が埋設を行う区画と仮定して、1基の各側面からの線量率を作業段階ごとに加算し、線量率を求める。

また、内部仕切設備からの放出が常にある状態を仮定して、内部仕切設備からの線量率の積算値を求める。

なお、以下では、下図の状態を考えた場合、1基当たりの区画数:66、1基当たりの列数:11、1基当たりの行数:6となる。

- 上面 : (1区画からのスカイシャイン線量率:上面)×(1基当たりの区画数)
- 外周仕切設備(北側面) : (1区画からのスカイシャイン線量率:側面(外周仕切設備)北)×(1基当たりの列数)
- 外周仕切設備(東側面) : (1区画からのスカイシャイン線量率:側面(外周仕切設備)東)×(1基当たりの行数)
- 外周仕切設備(南側面) : (1区画からのスカイシャイン線量率:側面(外周仕切設備)南)×(1基当たりの列数)
- 外周仕切設備(西側面) : (1区画からのスカイシャイン線量率:側面(外周仕切設備)西)×(1基当たりの行数)
- 内部仕切設備 : (1区画からのスカイシャイン線量率:側面(内部仕切設備)東)×(1基当たりの行数)  
+ (1区画からのスカイシャイン線量率:側面(内部仕切設備)南)×1



3.1区画当たりの平均線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )

1基分の線量率の積算値を1基分の区画数で除し、1基1区画当たりの平均線量率を算出する。

4.年間線量

下式により年間線量を算出する。

$$(\text{年間線量}) = \sum \{ (\text{作業段階ごとの1区画当たりの平均線量率}) \times (\text{時間}) \times (\text{区画数}) \} + (\text{覆い完了後の平均線量率} \times 8760 \text{時間} \times \text{覆い完了区画数})$$

5.線量合計

側面放出角補正を行い、埋設設備1基ごとに年間線量を合計する。

### 3号埋設設備(No.1,2,3) 線量の計算地点:B

各区域における遮蔽なし状態での線量率(μSv/h)の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

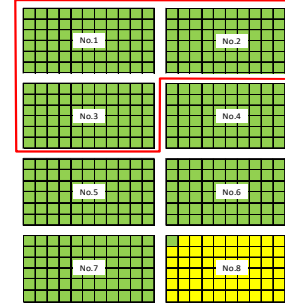
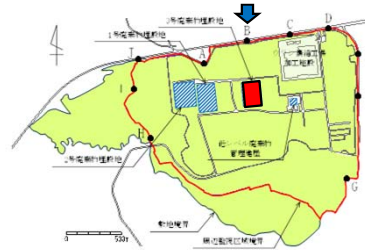
埋設設備	単位放射能濃度(1Ba/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率							
	上面	北面		東面		南面		西面
No.1	1.78E-12	5.83E-12	1.81E-12	1.51E-13	4.02E-13			
No.2	2.05E-12	6.28E-12	1.32E-12	1.76E-13	6.99E-13			
No.3	1.06E-12	3.84E-12	1.05E-12	7.49E-14	2.40E-13			

○廃棄体の放射能濃度

表面0.3mSv/h時の放射能濃度(Ba/cm <sup>3</sup> )	8.70E+02
--	----------

○線源面積

1区画当たりの面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
29.15 (5.3×5.9m)	27.03 (5.3×5.1m)	28.05 (5.6×5.1m)	27.03 (5.3×5.1m)	28.05 (5.5×5.1m)	27.03 (5.3×5.1m)	28.05 (5.5×5.1m)	27.03 (5.3×5.1m)	28.05 (5.5×5.1m)	



### 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業段階	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	3.36E-03	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業段階	上面	北	東	南	西	北	東	南	西
		⑧ 覆い設置後覆土まで	1.04	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1

### No.1

作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)										
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西
U1	N1	E1	S1	W1	N2	E2	S2	W2	U3=U1×X+Y	N3=N1×Y	E3=E1×X	S3=S1×Y	W3=W1×X	N4=N2×0	E4=E2×X	S4=S2×1	W4=W2×0	合計 I1= N4+E4+S4+W4			
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.58E-06	8.44E-07	2.73E-07	2.19E-08	6.04E-08	1.50E-07	4.83E-08	3.89E-09	1.07E-08	1.04E-04	9.29E-06	1.64E-06	2.41E-07	3.62E-07	0.00E+00	2.90E-07	3.89E-09	0.00E+00	2.94E-07		

作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)						時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv)					
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	
	上面	北	東	南	西	I2=I1/(X×Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*	N6=N5*	E6=E5*	S6=S5*	W6=W5*	I3=I2*(1+k1)
U5=U3/(X×Y)	N5=N3/(X×Y)	E5=E3/(X×Y)	S5=S3/(X×Y)	W5=W3/(X×Y)	I2=I1/(X×Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*	N6=N5*	E6=E5*	S6=S5*	W6=W5*	I3=I2*(1+k1)	
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.58E-06	1.41E-07	2.48E-08	3.66E-09	5.49E-09	4.45E-09	6880	8760	0	66	9.11E-01	8.14E-02	1.43E-02	2.11E-03	3.17E-03	0.00E+00

### No.2

作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)										
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西
U1	N1	E1	S1	W1	N2	E2	S2	W2	U3=U1×X+Y	N3=N1×Y	E3=E1×X	S3=S1×Y	W3=W1×X	N4=N2×0	E4=E2×X	S4=S2×1	W4=W2×0	合計 I1= N4+E4+S4+W4			
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.82E-06	9.10E-07	1.99E-07	2.55E-08	1.05E-07	1.61E-07	3.53E-08	4.51E-09	1.86E-08	1.20E-04	1.00E-05	1.19E-06	2.80E-07	6.30E-07	0.00E+00	2.12E-07	4.51E-09	0.00E+00	2.16E-07		

作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)						時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv)					
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	
	上面	北	東	南	西	側面(内部仕切設備)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*	N6=N5*	E6=E5*	S6=S5*	W6=W5*	I3=I2*(1+k1)
U5=U3/(X×Y)	N5=N3/(X×Y)	E5=E3/(X×Y)	S5=S3/(X×Y)	W5=W3/(X×Y)	I2=I1/(X×Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5* <td>N6=N5* <td>E6=E5* <td>S6=S5* <td>W6=W5* <th>I3=I2*(1+k1)</th> </td></td></td></td>	N6=N5* <td>E6=E5* <td>S6=S5* <td>W6=W5* <th>I3=I2*(1+k1)</th> </td></td></td>	E6=E5* <td>S6=S5* <td>W6=W5* <th>I3=I2*(1+k1)</th> </td></td>	S6=S5* <td>W6=W5* <th>I3=I2*(1+k1)</th> </td>	W6=W5* <th>I3=I2*(1+k1)</th>	I3=I2*(1+k1)	
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.82E-06	1.52E-07	1.81E-08	4.25E-09	9.55E-09	3.27E-09	6880	8760	0	66	1.05E+00	8.77E-02	1.05E-02	2.45E-03	5.52E-03	0.00E+00

### No.3

作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)										
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西
U1	N1	E1	S1	W1	N2	E2	S2	W2	U3=U1×X+Y	N3=N1×Y	E3=E1×X	S3=S1×Y	W3=W1×X	N4=N2×0	E4=E2×X	S4=S2×1	W4=W2×0	合計 I1= N4+E4+S4+W4			
⑧ 覆い設置後覆土まで	9.39E-07	5.56E-07	1.57E-07	1.08E-08	3.60E-08	9.86E-08	2.79E-08	1.92E-09	6.39E-09	6.20E-05	6.12E-06	9.44E-07	1.19E-07	2.16E-07	0.00E+00	1.67E-07	1.92E-09	0.00E+00	1.69E-07		

作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)						時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv)					
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	
	上面	北	東	南	西	側面(内部仕切設備)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*	N6=N5*	E6=E5*	S6=S5*	W6=W5*	I3=I2*(1+k1)
U5=U3/(X×Y)	N5=N3/(X×Y)	E5=E3/(X×Y)	S5=S3/(X×Y)	W5=W3/(X×Y)	I2=I1/(X×Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5* <td>N6=N5* <td>E6=E5* <td>S6=S5* <td>W6=W5* <th>I3=I2*(1+k1)</th> </td></td></td></td>	N6=N5* <td>E6=E5* <td>S6=S5* <td>W6=W5* <th>I3=I2*(1+k1)</th> </td></td></td>	E6=E5* <td>S6=S5* <td>W6=W5* <th>I3=I2*(1+k1)</th> </td></td>	S6=S5* <td>W6=W5* <th>I3=I2*(1+k1)</th> </td>	W6=W5* <th>I3=I2*(1+k1)</th>	I3=I2*(1+k1)	
⑧ 覆い設置後覆土まで	9.39E-07	9.27E-08	1.43E-08	1.81E-09	3.28E-09	2.56E-09	6880	8760	0	66	5.43E-01	5.36E-02	8.27E-03	1.05E-03	1.89E-03	0.00E+00



### 3号埋設設備(No.4,5,6) 線量の計算地点 : B

各区画における遮蔽なし状態での線量率(μSv/h)の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

埋設設備	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>2</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率				
	上面	北面	東面	南面	西面
No.4	1.20E-12	3.99E-12	7.54E-13	8.52E-14	4.10E-13
No.5	6.55E-13	2.33E-12	6.21E-13	3.78E-14	1.47E-13
No.6	7.25E-13	2.63E-12	4.47E-13	4.24E-14	2.49E-13

○廃棄体の放射能濃度

表面0.3mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	8.70E+02
--	----------

○線源面積

1区画当たりの面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
29.15	27.03	28.05	27.03	28.05	27.03	28.05	27.03	28.05	
(5.3×5.5m)	(5.3×5.1m)	(5.5×5.1m)	(5.3×5.1m)	(5.5×5.1m)	(5.3×5.1m)	(5.5×5.1m)	(5.3×5.1m)	(5.5×5.1m)	

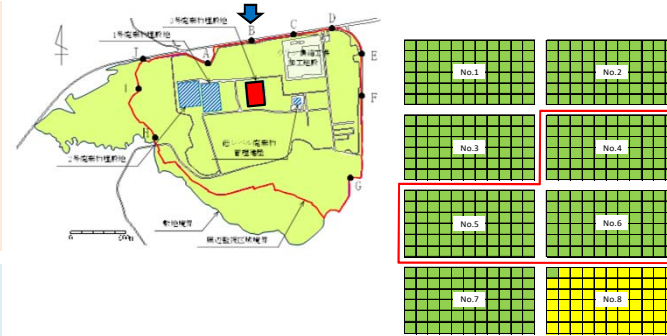
#### 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業段階	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	3.36E-03	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業段階	上面	北	東	南	西	北	東	南	西



作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)								
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	合計
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.06E-06	5.79E-07	1.13E-07	1.24E-08	6.17E-08	1.03E-07	2.01E-08	2.19E-09	1.09E-08	7.01E-05	6.37E-06	6.80E-07	1.36E-07	3.70E-07	0.00E+00	1.21E-07	2.19E-09	0.00E+00	1.23E-07

作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)					時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)						
	上面	北	東	南	西	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面	北	東	南	西	側面(内部仕切設備)	
	U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)	S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)	I2=I1/(X*Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)	W6=W5*(t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(1*k1)
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.06E-06	9.84E-08	1.03E-08	2.08E-09	5.61E-09	1.86E-09	6880	8760	0	66	6.14E-01	5.58E-02	5.96E-03	1.19E-03	3.24E-03	0.00E+00

作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)								
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	合計
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.80E-07	3.38E-07	9.34E-08	5.48E-09	2.21E-08	5.99E-08	1.86E-08	9.71E-10	3.92E-09	3.83E-05	3.72E-06	5.60E-07	6.03E-08	1.33E-07	0.00E+00	9.93E-08	9.71E-10	0.00E+00	1.00E-07

作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)					時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)						
	上面	北	東	南	西	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面	北	東	南	西	側面(内部仕切設備)	
	U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)	S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)	I2=I1/(X*Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)	W6=W5*(t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(1*k1)
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.80E-07	5.63E-08	8.49E-09	9.13E-10	2.01E-09	1.52E-09	6880	8760	0	66	3.35E-01	3.26E-02	4.91E-03	5.28E-04	1.16E-03	0.00E+00

作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)								
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	合計
⑧ 覆い設置後覆土まで	6.41E-07	3.81E-07	6.73E-08	6.14E-09	3.74E-08	6.76E-08	1.19E-08	1.09E-09	6.63E-09	4.23E-05	4.19E-06	4.04E-07	6.75E-08	2.24E-07	0.00E+00	7.15E-08	1.09E-09	0.00E+00	7.26E-08

作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)					時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)						
	上面	北	東	南	西	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面	北	東	南	西	側面(内部仕切設備)	
	U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)	S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)	I2=I1/(X*Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)	W6=W5*(t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(1*k1)
⑧ 覆い設置後覆土まで	6.41E-07	6.35E-08	6.12E-09	1.02E-09	3.40E-09	1.10E-09	6880	8760	0	66	3.71E-01	3.67E-02	3.54E-03	5.92E-04	1.97E-03	0.00E+00

### 3号埋設設備(No.7,8) 線量の計算地点:B

各区域における遮蔽なし状態での線量率(μSv/h)の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイライン線量率

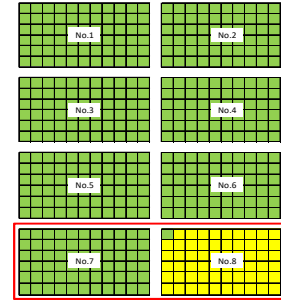
埋設設備	単位放射能濃度(1Ba/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率			
	上面	北面	東面	西面
No.7	4.03E-13	1.50E-12	3.75E-13	1.89E-14
No.8	4.41E-13	1.76E-12	2.69E-13	2.10E-14

○廃棄体の放射能濃度

表面0.3mSv/h時の放射能濃度(Ba/cm <sup>3</sup> )	8.70E+02
--	----------

○線源面積

1区画当たりの面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
	29.15 (5.3×5.9m)	27.03 (5.3×5.1m)	28.05 (5.6×5.1m)	27.03 (5.3×5.1m)	28.05 (5.5×5.1m)	27.03 (5.3×5.1m)	28.05 (5.5×5.1m)	27.03 (5.3×5.1m)	28.05 (5.5×5.1m)



### 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業段階	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
① 設置作業	1.00E+00	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
② 設置後～充填作業まで	1.93E-03	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
③ 充填作業	1.93E-03	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
④ 充填後～PC敷設まで	3.25E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑤ PC敷設作業	1.16E-01	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑥ PC敷設～覆い打設まで	3.25E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑦ 覆い打設作業	1.16E-01	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑧ 覆い設置後覆土まで	3.96E-03	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業段階	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
① 廃棄体定置時	2.76	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
② 設置後～充填材充填まで	1.56	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
③ 充填材充填時	1.56	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
④ 充填材充填後	1.04	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
⑤ 上部ホースコンクリート設置時	1.04	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
⑥ 上部ホースコンクリート設置後	1.04	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
⑦ 覆い設置時	1.04	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.04	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1

### No.7

作業段階	1. 1区画からのスカイライン線量率(μSv/h)												2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)											
	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				合計 I1=N4+E4+S4+W4							
	上面	北	東	西	北	東	南	西	上面	北	東	南	西	北	東	南		西						
⑧ 覆い設置後覆土まで	U1	N1	E1	S1	W1	N2	E2	S2	W2	U3=U1×X×Y	N3=N1×Y	E3=E1×X	S3=S1×Y	W3=W1×X	N4=N2×0	E4=E2×X	S4=S2×1	W4=W2×0	6.04E-08					

### No.8

作業段階	1. 1区画からのスカイライン線量率(μSv/h)												2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)											
	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				合計 I1=N4+E4+S4+W4							
	上面	北	東	西	北	東	南	西	上面	北	東	南	西	北	東	南		西						
⑧ 覆い設置後覆土まで	U5=U3/(X×Y)	N5=N3/(X×Y)	E5=E3/(X×Y)	S5=S3/(X×Y)	W5=W3/(X×Y)	I2=I1/(X×Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)	W6=W5*(t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(t1*k1)	0.00E+00							

### No.8

作業段階	1. 1区画からのスカイライン線量率(μSv/h)												2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)											
	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				合計 I1=N4+E4+S4+W4							
	上面	北	東	西	北	東	南	西	上面	北	東	南	西	北	東	南		西						
① 廃棄体定置時	3.09E-04	8.94E-07	1.42E-07	1.07E-08	8.04E-08	2.67E-08	4.25E-09	3.18E-10	2.40E-09	2.04E-02	8.93E-06	8.53E-07	1.17E-07	4.82E-07	0.00E+00	2.55E-08	3.18E-10	0.00E+00	2.58E-08					
② 設置後～充填材充填まで	3.37E-07	1.51E-06	2.40E-07	1.80E-08	1.36E-07	4.51E-08	7.18E-09	5.38E-10	4.06E-09	2.22E-05	1.66E-05	1.44E-06	1.98E-07	8.15E-07	0.00E+00	4.31E-08	5.38E-10	0.00E+00	4.36E-08					
③ 充填材充填時	3.37E-07	1.51E-06	2.40E-07	1.80E-08	1.36E-07	4.51E-08	7.18E-09	5.38E-10	4.06E-09	2.22E-05	1.66E-05	1.44E-06	1.98E-07	8.15E-07	0.00E+00	4.31E-08	5.38E-10	0.00E+00	4.36E-08					
④ 充填材充填後	3.78E-08	2.55E-07	4.05E-08	3.04E-09	2.29E-08	4.51E-08	7.18E-09	5.38E-10	4.06E-09	2.49E-06	2.80E-06	2.43E-07	3.34E-08	1.37E-07	0.00E+00	4.31E-08	5.38E-10	0.00E+00	4.36E-08					
⑤ 上部ホースコンクリート設置時	1.35E-05	2.55E-07	4.05E-08	3.04E-09	2.29E-08	4.51E-08	7.18E-09	5.38E-10	4.06E-09	8.90E-04	2.80E-06	2.43E-07	3.34E-08	1.37E-07	0.00E+00	4.31E-08	5.38E-10	0.00E+00	4.36E-08					
⑥ 上部ホースコンクリート設置後	3.78E-08	2.55E-07	4.05E-08	3.04E-09	2.29E-08	4.51E-08	7.18E-09	5.38E-10	4.06E-09	2.49E-06	2.80E-06	2.43E-07	3.34E-08	1.37E-07	0.00E+00	4.31E-08	5.38E-10	0.00E+00	4.36E-08					
⑦ 覆い設置時	1.35E-05	2.55E-07	4.05E-08	3.04E-09	2.29E-08	4.51E-08	7.18E-09	5.38E-10	4.06E-09	8.90E-04	2.80E-06	2.43E-07	3.34E-08	1.37E-07	0.00E+00	4.31E-08	5.38E-10	0.00E+00	4.36E-08					
⑧ 覆い設置後覆土まで	3.91E-07	2.55E-07	4.05E-08	3.04E-09	2.29E-08	4.51E-08	7.18E-09	5.38E-10	4.06E-09	2.58E-05	2.80E-06	2.43E-07	3.34E-08	1.37E-07	0.00E+00	4.31E-08	5.38E-10	0.00E+00	4.36E-08					

### No.8

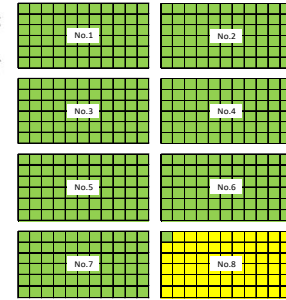
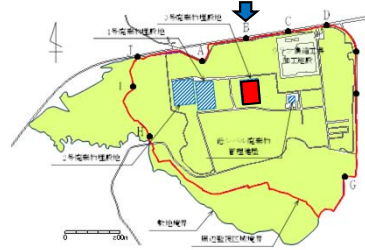
作業段階	1. 1区画からのスカイライン線量率(μSv/h)												2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)											
	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				合計 I1=N4+E4+S4+W4							
	上面	北	東	西	北	東	南	西	上面	北	東	南	西	北	東	南		西						
① 廃棄体定置時	3.09E-04	1.49E-07	1.29E-08	1.78E-09	7.31E-09	3.91E-10	8	0	65	1	1.60E-01	7.75E-05	6.72E-06	9.24E-07	3.80E-06	2.03E-07								
② 設置後～充填材充填まで	3.37E-07	2.52E-07	2.18E-08	3.00E-09	1.23E-08	6.61E-10	1816	0	65	1	3.97E-02	2.97E-02	2.58E-03	3.54E-04	1.46E-03	7.80E-05								
③ 充填材充填時	3.37E-07	2.52E-07	2.18E-08	3.00E-09	1.23E-08	6.61E-10	7	0	65	1	1.53E-04	1.15E-04	9.93E-06	1.37E-06	5.62E-06	3.01E-07								
④ 充填材充填後	3.78E-08	4.24E-08	3.68E-09	5.06E-10	2.08E-09	6.61E-10	17	0	65	1	4.17E-05	4.69E-05	4.07E-06	5.59E-07	2.30E-06	7.30E-07								
⑤ 上部ホースコンクリート設置時	1.35E-05	4.24E-08	3.68E-09	5.06E-10	2.08E-09	6.61E-10	6	0	65	1	5.26E-03	1.66E-05	1.44E-06	1.97E-07	8.12E-07	2.58E-07								
⑥ 上部ホースコンクリート設置後	3.78E-08	4.24E-08	3.68E-09	5.06E-10	2.08E-09	6.61E-10	18	0	65	1	4.42E-05	4.97E-05	4.31E-06	5.92E-07	2.44E-06	7.73E-07								
⑦ 覆い設置時	1.35E-05	4.24E-08	3.68E-09	5.06E-10	2.08E-09	6.61E-10	8	0	65	1	7.01E-03	2.21E-05	1.91E-06	2.63E-07	1.08E-06	3.44E-07								
⑧ 覆い設置後覆土まで	3.91E-07	4.24E-08	3.68E-09	5.06E-10	2.08E-09	6.61E-10	6880	8760	65	1	1.78E-01	1.94E-02	1.68E-03	2.31E-04	9.49E-04	2.95E-04								
										①～⑧の合計		3.91E-01	4.94E-02	4.28E-03	5.89E-04	2.42E-03	3.78E-04							

### 3号埋設設備(まとめ) 線量の計算地点:B

#### 補正係数の設定

○ 側面放出角補正係数

埋設設備	上面	北	東	南	西
No.1	-	0.400	0.679	1.000	0.917
No.2	-	0.400	0.917	1.000	0.679
No.3	-	0.455	0.679	1.000	0.917
No.4	-	0.455	0.917	1.000	0.679
No.5	-	0.455	0.679	1.000	0.917
No.6	-	0.455	0.917	1.000	0.679
No.7	-	0.455	0.679	0.865	0.917
No.8	-	0.455	0.917	0.865	0.679



#### 5. 線量合計(μSv/y)

埋設設備	側面補正なし						側面補正					
	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)
		北	東	南	西			北	東	南	西	
No.1	9.11E-01	8.14E-02	1.43E-02	2.11E-03	3.17E-03	0.00E+00	9.11E-01	3.26E-02	9.73E-03	2.11E-03	2.91E-03	0.00E+00
No.2	1.05E+00	8.77E-02	1.05E-02	2.45E-03	5.52E-03	0.00E+00	1.05E+00	3.51E-02	9.69E-03	2.45E-03	3.75E-03	0.00E+00
No.3	5.43E-01	5.36E-02	8.27E-03	1.05E-03	1.89E-03	0.00E+00	5.43E-01	2.44E-02	5.61E-03	1.05E-03	1.74E-03	0.00E+00
No.4	6.14E-01	5.58E-02	5.96E-03	1.19E-03	3.24E-03	0.00E+00	6.14E-01	2.54E-02	5.46E-03	1.19E-03	2.20E-03	0.00E+00
No.5	3.35E-01	3.29E-02	4.91E-03	5.28E-04	1.16E-03	0.00E+00	3.35E-01	1.49E-02	3.33E-03	5.28E-04	1.07E-03	0.00E+00
No.6	3.71E-01	3.87E-02	3.94E-03	5.92E-04	1.97E-03	0.00E+00	3.71E-01	1.67E-02	3.24E-03	5.92E-04	1.34E-03	0.00E+00
No.7	2.06E-01	2.09E-02	2.96E-03	2.64E-04	7.17E-04	0.00E+00	2.06E-01	9.50E-03	2.01E-03	2.29E-04	6.58E-04	0.00E+00
No.8	3.91E-01	4.94E-02	4.28E-03	5.89E-04	2.42E-03	3.76E-04	3.91E-01	2.25E-02	3.93E-03	5.09E-04	1.64E-03	3.76E-04
合計			4.92E+00						4.67E+00			

# 1号埋設設備(1,2群) 線量の計算地点:A

## 各区分における遮蔽なし状態での線量率(μSv/h)の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

埋設設備	上面	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率				
		北面	東面	南面	西面	
1群	A	1.97E-11	4.79E-11	1.50E-11	2.67E-12	5.31E-12
	B	2.12E-11	4.85E-11	1.20E-11	2.85E-12	7.09E-12
	C	2.20E-11	4.80E-11	8.66E-12	2.90E-12	9.53E-12
	D	2.26E-11	4.64E-11	6.44E-12	2.81E-12	1.34E-11
	E	1.97E-11	4.16E-11	4.83E-12	2.59E-12	1.58E-11
2群	A	1.36E-11	3.45E-11	9.89E-12	1.74E-12	3.80E-12
	B	1.47E-11	3.45E-11	8.00E-12	1.94E-12	4.98E-12
	C	1.48E-11	3.44E-11	6.00E-12	1.86E-12	6.55E-12
	D	1.43E-11	3.35E-11	4.55E-12	1.81E-12	9.04E-12
	E	1.32E-11	3.33E-11	3.47E-12	1.69E-12	1.05E-11

○地表体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

1区分当たりの放出面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
	28.355 (5.3×5.35m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)

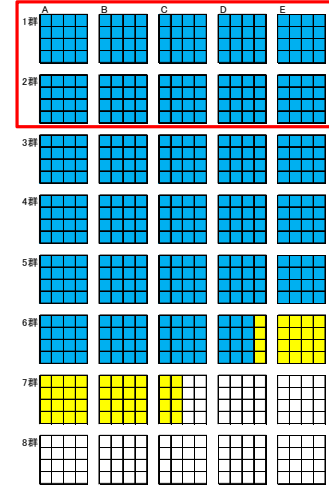
## 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業状態	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業状態	上面	北	東	南	西	北	東	南	西



基	作業段階	1. 1区分からのスカイシャイン線量率(μSv/h)																2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)															
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				合計 I1= N4+E4+S4+W4											
		U1	北	東	南	西	北	東	南	西	U3=U1×X+Y	北	東	南	西	北	東	南	西														
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.82E-06	1.49E-05	4.69E-06	8.30E-07	1.66E-06	1.51E-06	4.77E-07	8.43E-08	1.69E-07	2.92E-05	5.94E-05	1.88E-05	3.32E-06	6.65E-06	0.00E+00	7.63E-07	3.37E-08	0.00E+00	7.96E-07													
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.96E-06	1.50E-05	3.74E-06	8.85E-07	2.22E-06	1.53E-06	3.80E-07	9.00E-08	2.26E-07	3.14E-05	6.01E-05	1.50E-05	3.54E-06	8.88E-06	0.00E+00	6.09E-07	3.60E-08	0.00E+00	6.45E-07													
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.04E-06	1.49E-05	2.71E-06	8.99E-07	2.89E-06	1.51E-06	2.76E-07	9.14E-08	3.03E-07	5.95E-05	1.00E-05	3.60E-06	1.19E-05	0.00E+00	4.41E-07	3.66E-08	0.00E+00	4.78E-07														
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.10E-06	1.44E-05	2.02E-06	8.71E-07	4.20E-06	1.46E-06	2.05E-07	8.85E-08	4.27E-07	3.35E-05	5.78E-05	8.08E-06	3.48E-06	1.68E-05	0.00E+00	3.28E-07	3.54E-08	0.00E+00	3.63E-07													
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.82E-06	1.29E-05	1.51E-06	8.04E-07	4.95E-06	1.31E-06	1.54E-07	8.17E-08	5.03E-07	2.92E-05	5.16E-05	6.05E-06	3.22E-06	1.98E-05	0.00E+00	2.46E-07	3.27E-08	0.00E+00	2.79E-07													

基	作業段階	3. 1区分当たりの平均線量率(μSv/h)										時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)									
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		U5=U3/(X+Y)	北	東	南	西	北	東	南	西	U6=U5*					北	東	南	西	U6=U5*	北	東	南	西	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.82E-06	3.71E-06	1.17E-06	2.07E-07	4.16E-07	4.98E-08	6880	8760	0	16	2.56E-01	5.20E-01	1.64E-01	2.91E-02	5.83E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.96E-06	3.76E-06	9.36E-07	2.21E-07	5.55E-07	4.03E-08	6880	8760	0	16	2.75E-01	5.27E-01	1.31E-01	3.10E-02	7.78E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.04E-06	3.73E-06	6.78E-07	2.25E-07	7.46E-07	2.99E-08	6880	8760	0	16	2.85E-01	5.22E-01	9.50E-02	3.15E-02	1.05E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.10E-06	3.60E-06	5.04E-07	2.18E-07	1.05E-06	2.27E-08	6880	8760	0	16	2.94E-01	5.05E-01	7.06E-02	3.05E-02	1.47E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.82E-06	3.23E-06	3.78E-07	2.01E-07	1.24E-06	1.74E-08	6880	8760	0	16	2.56E-01	4.52E-01	5.30E-02	2.82E-02	1.73E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					

基	作業段階	1. 1区分からのスカイシャイン線量率(μSv/h)																2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)															
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				合計 I1= N4+E4+S4+W4											
		U1	北	東	南	西	北	東	南	西	U3=U1×X+Y	北	東	南	西	北	東	南	西														
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.26E-06	1.07E-05	3.10E-06	5.40E-07	1.19E-06	1.09E-06	3.15E-07	5.48E-08	1.21E-07	2.02E-05	4.28E-05	1.24E-05	2.16E-06	4.78E-06	0.00E+00	5.04E-07	2.19E-08	0.00E+00	5.26E-07													
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.36E-06	1.07E-05	2.51E-06	5.70E-07	1.59E-06	1.09E-06	2.55E-07	5.80E-08	1.59E-07	2.17E-05	4.28E-05	1.00E-05	2.29E-06	6.24E-06	0.00E+00	4.08E-07	2.32E-08	0.00E+00	4.31E-07													
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.37E-06	1.07E-05	1.88E-06	5.78E-07	2.05E-06	1.08E-06	1.91E-07	8.88E-08	2.08E-07	2.19E-05	4.26E-05	7.52E-06	2.31E-06	2.00E-06	0.00E+00	3.06E-07	2.35E-08	0.00E+00	3.29E-07													
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.32E-06	1.04E-05	1.43E-06	5.62E-07	2.83E-06	1.06E-06	1.45E-07	5.72E-08	2.88E-07	2.12E-05	4.16E-05	5.70E-06	2.25E-06	1.13E-05	0.00E+00	2.32E-07	2.29E-08	0.00E+00	2.55E-07													
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.22E-06	1.03E-05	1.09E-06	5.25E-07	3.29E-06	1.05E-06	1.11E-07	5.34E-08	3.34E-07	1.95E-05	4.13E-05	4.35E-06	2.10E-06	1.32E-05	0.00E+00	1.77E-07	2.13E-08	0.00E+00	1.98E-07													

基	作業段階	3. 1区分当たりの平均線量率(μSv/h)										時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)									
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		U5=U3/(X+Y)	北	東	南	西	北	東	南	西	U6=U5*					北	東	南	西	U6=U5*	北	東	南	西	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.26E-06	2.67E-06	7.74E-07	1.35E-07	2.98E-07	3.29E-08	6880	8760	0	16	1.77E-01	3.75E-01	1.09E-01	1.89E-02	4.17E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.36E-06	2.68E-06	6.27E-07	1.43E-07	3.80E-07	2.69E-08	6880	8760	0	16	1.90E-01	3.75E-01	8.78E-02	2.00E-02	5.47E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.37E-06	2.66E-06	4.70E-07	1.45E-07	5.13E-07	2.06E-08	6880	8760	0	16	1.92E-01	3.73E-01	6.59E-02	2.03E-02	7.19E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.32E-06	2.60E-06	3.56E-07	1.41E-07	7.08E-07	1.59E-08	6880	8760	0	16	1.86E-01	3.69E-01	4.99E-02	1.97E-02	9.92E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.22E-06	2.58E-06	2.72E-07	1.31E-07	8.22E-07	1.24E-08	6880	8760	0	16	1.71E-01	3.62E-01	3.61E-02	1.84E-02	1.15E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					

# 1号埋設設備(3,4群) 線量の計算地点:A

## 各区域における遮蔽なし状態での線量率(μSv/h)の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

埋設設備	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率					
	上面	北面	東面	南面	西面	
3群	A	8.81E-12	2.22E-11	6.29E-12	1.04E-12	2.55E-12
	B	9.30E-12	2.30E-11	5.09E-12	1.09E-12	3.29E-12
	C	9.41E-12	2.37E-11	3.91E-12	1.10E-12	4.24E-12
	D	9.16E-12	2.39E-11	3.02E-12	1.08E-12	5.65E-12
	E	8.62E-12	2.34E-11	2.34E-12	1.02E-12	8.82E-12
4群	A	6.30E-12	1.64E-11	4.51E-12	6.89E-13	1.86E-12
	B	6.57E-12	1.70E-11	3.58E-12	7.18E-13	2.37E-12
	C	6.64E-12	1.77E-11	2.80E-12	7.26E-13	3.02E-12
	D	6.50E-12	1.70E-11	2.18E-12	7.11E-13	3.94E-12
	E	6.16E-12	1.64E-11	1.71E-12	6.75E-13	4.63E-12

○廃棄体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

1区画当たりの放出面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)				
		北	東	南	西	北	東	南	西		
28.355 (5.3×5.35m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.73 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	

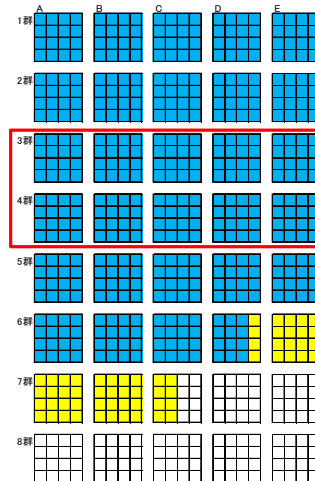
## 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業状態	上面	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)				
		北	東	南	西	北	東	南	西		
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業状態	上面	北	東	南	西	北	東	南	西
		⑧ 覆い設置後覆土まで	1.03	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50



基	作業段階	3. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										4. 1基分の線量率の積算(μSv/h)										合計 I1= N4+E4+S4+W4
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
		上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西				
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.16E-07	6.88E-06	1.97E-06	3.23E-07	7.99E-07	6.99E-07	2.00E-07	3.28E-08	8.12E-08	1.31E-05	2.75E-05	7.88E-06	1.29E-06	3.19E-06	0.00E+00	3.20E-07	1.31E-08	0.00E+00	3.33E-07		
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.62E-07	7.14E-06	1.59E-06	3.38E-07	1.03E-06	1.63E-07	3.44E-08	1.05E-07	1.38E-05	2.85E-05	6.39E-06	1.35E-06	4.12E-06	0.00E+00	2.59E-07	1.38E-08	0.00E+00	2.73E-07			
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.72E-07	7.35E-06	3.42E-07	1.32E-06	7.47E-07	1.25E-07	3.48E-08	1.35E-07	1.39E-05	2.94E-05	4.90E-06	1.37E-06	5.32E-06	0.00E+00	1.89E-07	1.38E-08	0.00E+00	2.13E-07			
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.49E-07	7.40E-06	9.47E-07	3.34E-07	1.77E-06	7.53E-07	9.62E-08	3.40E-08	1.80E-07	1.36E-05	2.96E-05	3.79E-06	1.34E-06	7.08E-06	0.00E+00	1.54E-07	1.36E-08	0.00E+00	1.68E-07		
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	7.98E-07	7.26E-06	7.34E-07	3.15E-07	2.08E-06	7.38E-07	7.48E-08	3.21E-08	2.11E-07	1.28E-05	2.90E-05	2.93E-06	1.26E-06	8.32E-06	0.00E+00	1.19E-07	1.28E-08	0.00E+00	1.32E-07		

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)					時間(h)		区画数		4. 年間線量率(μSv/y)										
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					埋設作業		覆い完了		側面(外周仕切設備)					
		上面	北	東	南	西	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面	北	東	南	西	北	東	南	西		
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.16E-07	1.72E-06	4.92E-07	8.07E-08	2.00E-07	2.08E-08	6880	8760	0	16	1.14E-01	2.41E-01	6.90E-02	1.13E-02	2.80E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.38E-07	
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.62E-07	1.79E-06	3.99E-07	8.46E-08	2.58E-07	1.71E-08	6880	8760	0	16	1.21E-01	2.50E-01	5.59E-02	1.19E-02	3.61E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.92E-07	
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.72E-07	1.84E-06	3.06E-07	8.56E-08	3.32E-07	1.33E-08	6880	8760	0	16	1.22E-01	2.58E-01	4.30E-02	1.20E-02	4.66E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-07	
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.49E-07	1.85E-06	2.37E-07	8.36E-08	4.43E-07	1.03E-08	6880	8760	0	16	1.19E-01	2.59E-01	3.32E-02	1.17E-02	6.20E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.20E-07	
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	7.98E-07	1.82E-06	1.83E-07	7.88E-08	5.20E-07	8.26E-09	6880	8760	0	16	1.12E-01	2.54E-01	2.57E-02	1.10E-02	7.29E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.56E-08	

基	作業段階	3. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										4. 1基分の線量率の積算(μSv/h)										合計 I1= N4+E4+S4+W4
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
		上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西				
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.83E-07	5.07E-06	1.41E-06	2.14E-07	5.81E-07	5.16E-07	1.43E-07	2.17E-08	5.81E-08	9.33E-06	2.03E-05	5.64E-06	8.55E-07	2.32E-06	0.00E+00	2.29E-07	8.69E-09	0.00E+00	2.38E-07		
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.09E-07	5.29E-06	1.12E-06	2.23E-07	7.42E-07	5.37E-07	1.14E-07	2.27E-08	7.54E-08	9.74E-06	2.12E-05	4.49E-06	8.91E-07	2.97E-06	0.00E+00	1.82E-07	9.06E-09	0.00E+00	1.92E-07		
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.15E-07	5.51E-06	8.76E-07	2.25E-07	9.45E-07	5.60E-07	8.90E-08	2.29E-08	9.61E-08	9.94E-06	2.20E-05	3.50E-06	9.01E-07	3.78E-06	0.00E+00	1.42E-07	9.16E-09	0.00E+00	1.52E-07		
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.02E-07	5.28E-06	6.84E-07	2.21E-07	1.23E-06	5.36E-07	6.95E-08	2.24E-08	1.25E-07	9.64E-06	2.11E-05	2.74E-06	8.82E-07	4.93E-06	0.00E+00	1.11E-07	8.97E-09	0.00E+00	1.20E-07		
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.71E-07	5.09E-06	5.36E-07	2.09E-07	1.45E-06	5.17E-07	5.44E-08	2.13E-08	1.48E-07	9.13E-06	2.03E-05	2.14E-06	8.37E-07	5.81E-06	0.00E+00	8.71E-08	8.51E-09	0.00E+00	9.56E-08		

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)					時間(h)		区画数		4. 年間線量率(μSv/y)										
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					埋設作業		覆い完了		側面(外周仕切設備)					
		上面	北	東	南	西	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面	北	東	南	西	北	東	南	西		
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.83E-07	1.27E-06	3.53E-07	5.34E-08	1.45E-07	1.49E-08	6880	8760	0	16	8.18E-02	1.78E-01	4.94E-02	7.49E-03	2.04E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.38E-07	
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.09E-07	1.32E-06	2.80E-07	5.57E-08	1.86E-07	1.20E-08	6880	8760	0	16	8.53E-02	1.85E-01	3.93E-02	7.81E-03	2.60E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.92E-07	
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.15E-07	1.38E-06	2.19E-07	5.63E-08	2.36E-07	9.47E-09	6880	8760	0	16	8.62E-02	1.93E-01	3.07E-02	7.89E-03	3.31E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-07	
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.02E-07	1.32E-06	1.71E-07	5.51E-08	3.08E-07	7.51E-09	6880	8760	0	16	8.44E-02	1.85E-01	2.40E-02	7.73E-03	4.32E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.20E-07	
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.71E-07	1.27E-06	1.34E-07	5.23E-08	3.63E-07	5.98E-09	6880	8760	0	16	8.00E-02	1.78E-01	1.88E-02	7.33E-03	5.09E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.56E-08	

# 1号埋設設備(5群) 線量の計算地点:A

## 各区分における遮蔽なし状態での線量率(μSv/h)の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

埋設設備	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率			
	北面	東面	南面	西面
5群 A	4.23E-12	1.17E-11	3.36E-12	4.20E-13
B	4.39E-12	1.21E-11	2.38E-12	4.35E-13
C	4.43E-12	1.28E-11	1.88E-12	4.39E-13
D	4.35E-12	1.19E-11	1.49E-12	4.31E-13
E	4.15E-12	1.14E-11	1.17E-12	4.12E-13

○施設内の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
1区画当たりの放出面積(m <sup>2</sup> )	28.355 (5.3×5.35m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)

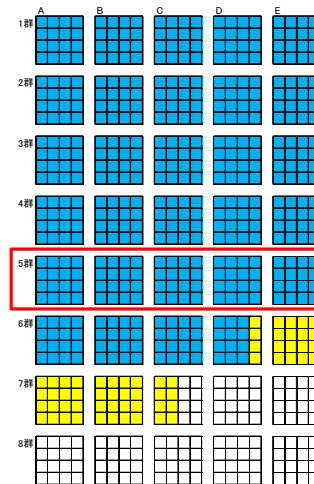
## 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業状態	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業状態	上面	北	東	南	西	北	東	南	西
		⑧ 覆い設置後覆土まで	1.03	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50



基	作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)									
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)				
		上面	北	東	南	西	北	東	南	西	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	合計	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.92E-07	3.63E-06	1.05E-06	1.30E-07	3.98E-07	3.69E-07	1.07E-07	1.32E-08	4.04E-08	6.27E-06	1.45E-05	4.20E-06	5.21E-07	1.59E-06	0.00E+00	1.71E-07	5.29E-09	0.00E+00	1.76E-07	
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	4.07E-07	3.76E-06	7.46E-07	1.35E-07	5.03E-07	3.82E-07	7.58E-08	1.37E-08	5.11E-08	6.50E-06	1.59E-05	2.98E-06	5.40E-07	2.01E-06	0.00E+00	1.21E-07	5.49E-09	0.00E+00	1.27E-07	
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	4.10E-07	3.98E-06	5.89E-07	1.36E-07	6.33E-07	4.04E-07	5.99E-08	1.39E-08	6.44E-08	6.56E-06	1.59E-05	2.98E-06	5.45E-07	2.53E-06	0.00E+00	9.56E-08	5.54E-09	0.00E+00	1.01E-07	
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	4.03E-07	3.89E-06	4.65E-07	1.34E-07	8.09E-07	3.75E-07	4.73E-08	1.36E-08	8.22E-08	6.44E-06	1.47E-05	1.86E-06	5.35E-07	3.24E-06	0.00E+00	7.56E-08	5.44E-09	0.00E+00	8.11E-08	
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.84E-07	3.53E-06	3.68E-07	1.28E-07	9.70E-07	3.59E-07	3.74E-08	1.30E-08	9.86E-08	6.15E-06	1.41E-05	1.47E-06	5.11E-07	3.88E-06	0.00E+00	5.98E-08	5.20E-09	0.00E+00	6.50E-08	

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)					時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)						
		側面(外周仕切設備)					埋設作業		覆い完了		側面(外周仕切設備)						
		上面	北	東	南	西	t1	t2	k1	k2	上面	北	東	南	西		
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.92E-07	9.08E-07	2.63E-07	3.25E-08	9.94E-08	1.10E-08	6880	8760	0	16	5.49E-02	1.27E-01	3.68E-02	4.56E-03	1.39E-02	0.00E+00
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	4.07E-07	9.39E-07	1.86E-07	3.38E-08	1.26E-07	7.92E-09	6880	8760	0	16	5.70E-02	1.32E-01	2.61E-02	4.73E-03	1.76E-02	0.00E+00
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	4.10E-07	9.95E-07	1.47E-07	3.41E-08	1.58E-07	6.33E-09	6880	8760	0	16	5.75E-02	1.39E-01	2.06E-02	4.78E-03	2.22E-02	0.00E+00
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	4.03E-07	9.22E-07	1.16E-07	3.35E-08	2.02E-07	5.07E-09	6880	8760	0	16	5.65E-02	1.29E-01	1.63E-02	4.69E-03	2.83E-02	0.00E+00
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.84E-07	8.82E-07	9.19E-08	3.20E-08	2.42E-07	4.06E-09	6880	8760	0	16	5.39E-02	1.24E-01	1.29E-02	4.48E-03	3.40E-02	0.00E+00





# 1号埋設設備(7群A,B) 線量の計算地点 : A

## 各区分における遮蔽なし状態での線量率(μSv/h)の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

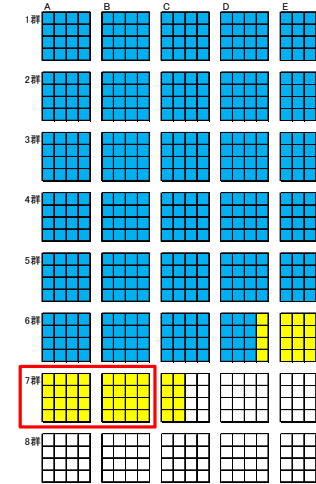
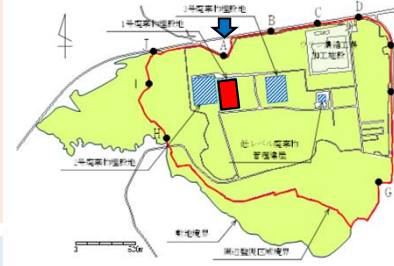
埋設設備		単位放射能濃度(1Ba/cm³)、単位面積(1cm²)当たりの線量率				
		上面	北面	東面	南面	西面
7群	A	2.19E-12	6.50E-12	1.55E-12	1.76E-13	6.61E-13
	B	2.22E-12	6.87E-12	1.20E-12	1.81E-13	8.25E-13

○廃棄体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Ba/g/cm³)	5.80E+03
---------------------------	----------

○線源面積

1区画当たりの放射面積(m²)	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
1区画当たりの放射面積(m²)	28.355	21.73	21.935	21.73	21.935	21.73	21.935	21.73	21.935
	(5.3×5.35m)	(5.3×4.1m)	(5.35×4.1m)	(5.3×4.1m)	(5.35×4.1m)	(5.3×4.1m)	(5.35×4.1m)	(5.3×4.1m)	(5.35×4.1m)



## 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業状態	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
① 廃棄体定置時	1.00E+00	1.93E-03	1.93E-03	1.93E-03	1.93E-03	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06
② 定置後～充填材充填まで	5.99E-04	1.93E-03	1.93E-03	1.93E-03	1.93E-03	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06
③ 充填材充填時	5.99E-04	1.93E-03	1.93E-03	1.93E-03	1.93E-03	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06
④ 充填材充填後	1.70E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06
⑤ 上部ネーミングシート設置時	1.90E-02	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06
⑥ 上部ネーミングシート設置後	1.70E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06
⑦ 覆い設置時	1.90E-02	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06
⑧ 覆い設置後覆いまで	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業状態	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
① 廃棄体定置時	2.20	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
② 定置後～充填材充填まで	1.34	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
③ 充填材充填時	1.34	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
④ 充填材充填後	1.03	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
⑤ 上部ネーミングシート設置時	1.03	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
⑥ 上部ネーミングシート設置後	1.03	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
⑦ 覆い設置時	1.03	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
⑧ 覆い設置後覆いまで	1.03	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50

## 7群

基	作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)										合計 I1=N4+E4+S4+W4
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
		上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西				
A	① 廃棄体定置時	7.79E-03	4.35E-05	1.04E-05	1.18E-06	4.46E-06	1.25E-07	3.01E-08	3.39E-09	1.29E-08	1.25E-01	1.74E-04	4.18E-05	4.71E-06	1.79E-05	0.00E+00	4.81E-08	1.36E-09	0.00E+00	4.95E-08		
A	② 定置後～充填材充填まで	2.84E-06	7.12E-05	1.71E-05	1.93E-06	7.31E-06	2.05E-07	4.92E-08	5.55E-09	2.10E-08	4.55E-05	2.85E-04	6.84E-05	7.71E-06	2.92E-05	0.00E+00	7.88E-08	2.22E-09	0.00E+00	8.10E-08		
A	③ 充填材充填時	2.84E-06	7.12E-05	1.71E-05	1.93E-06	7.31E-06	2.05E-07	4.92E-08	5.55E-09	2.10E-08	4.55E-05	2.85E-04	6.84E-05	7.71E-06	2.92E-05	0.00E+00	7.88E-08	2.22E-09	0.00E+00	8.10E-08		
A	④ 充填材充填後	6.20E-08	2.02E-06	4.84E-07	5.46E-08	2.07E-07	2.05E-07	4.92E-08	5.55E-09	2.10E-08	9.92E-07	8.07E-06	1.94E-06	2.18E-07	8.28E-07	0.00E+00	7.88E-08	2.22E-09	0.00E+00	8.10E-08		
A	⑤ 上部ネーミングシート設置時	6.93E-05	2.02E-06	4.84E-07	5.46E-08	2.07E-07	2.05E-07	4.92E-08	5.55E-09	2.10E-08	1.11E-03	8.07E-06	1.94E-06	2.18E-07	8.28E-07	0.00E+00	7.88E-08	2.22E-09	0.00E+00	8.10E-08		
A	⑥ 上部ネーミングシート設置後	6.20E-08	2.02E-06	4.84E-07	5.46E-08	2.07E-07	2.05E-07	4.92E-08	5.55E-09	2.10E-08	9.92E-07	8.07E-06	1.94E-06	2.18E-07	8.28E-07	0.00E+00	7.88E-08	2.22E-09	0.00E+00	8.10E-08		
A	⑦ 覆い設置時	6.93E-05	2.02E-06	4.84E-07	5.46E-08	2.07E-07	2.05E-07	4.92E-08	5.55E-09	2.10E-08	1.11E-03	8.07E-06	1.94E-06	2.18E-07	8.28E-07	0.00E+00	7.88E-08	2.22E-09	0.00E+00	8.10E-08		
A	⑧ 覆い設置後覆いまで	2.00E-07	2.02E-06	4.84E-07	5.46E-08	2.07E-07	2.05E-07	4.92E-08	5.55E-09	2.10E-08	3.19E-06	8.07E-06	1.94E-06	2.18E-07	8.28E-07	0.00E+00	7.88E-08	2.22E-09	0.00E+00	8.10E-08		
B	① 廃棄体定置時	8.02E-03	1.15E-05	2.03E-06	3.03E-07	1.39E-06	2.42E-09	8	0	16	0	1.03E+00	1.47E-03	2.59E-04	3.88E-05	1.78E-04	3.10E-07					
B	② 定置後～充填材充填まで	8.02E-03	1.15E-05	2.03E-06	3.03E-07	1.39E-06	2.42E-09	8	0	16	0	8.51E-02	5.46E-01	9.64E-02	1.44E-02	6.62E-02	1.15E-04					
B	③ 充填材充填時	2.93E-06	1.88E-05	3.32E-06	4.97E-07	2.28E-06	3.96E-09	16	0	16	0	3.28E-04	2.11E-03	3.71E-04	5.56E-05	2.55E-04	4.44E-07					
B	④ 充填材充填後	6.93E-08	5.33E-07	9.40E-08	1.41E-08	6.46E-08	3.96E-09	7	0	16	0	1.74E-05	1.45E-04	2.56E-05	3.83E-06	1.76E-05	1.08E-06					
B	⑤ 上部ネーミングシート設置時	7.14E-05	5.04E-07	1.21E-07	1.37E-08	6.46E-08	3.96E-09	8	0	16	0	6.85E-03	5.12E-05	9.02E-06	1.35E-06	6.20E-06	3.81E-07					
B	⑥ 上部ネーミングシート設置後	6.93E-08	5.33E-07	9.40E-08	1.41E-08	6.46E-08	3.96E-09	18	0	16	0	1.84E-05	1.54E-04	2.71E-05	4.05E-06	1.86E-05	1.14E-06					
B	⑦ 覆い設置時	7.14E-05	5.33E-07	9.40E-08	1.41E-08	6.46E-08	3.96E-09	8	0	16	0	9.14E-03	6.82E-05	1.20E-05	1.80E-06	8.27E-06	5.07E-07					
B	⑧ 覆い設置後覆いまで	2.00E-07	5.33E-07	9.40E-08	1.41E-08	6.46E-08	3.96E-09	6880	8760	16	0	2.26E-02	5.87E-02	1.03E-02	1.55E-03	7.11E-03	4.36E-04					
		①～⑧の合計										①～⑧の合計										

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)										時間(h)		4. 年間線量(μSv/y)											
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)						
		上面	北	東	南	西	北	東	南	西	埋設作業			覆い完了	U6=U5*	北	東	南	西	U6=U5*	北	東	南	西	
A	① 廃棄体定置時	7.79E-03	1.09E-05	2.61E-06	2.94E-07	1.12E-06	3.00E-09	8	0	16	0	9.98E-01	1.39E-03	3.34E-04	3.77E-05	1.43E-04	3.96E-07								
A	② 定置後～充填材充填まで	2.84E-06	1.78E-05	4.27E-06	4.82E-07	1.83E-06	5.06E-09	16	0	16	0	8.26E-02	5.17E-01	1.24E-01	1.40E-02	5.31E-02	1.47E-04								
A	③ 充填材充填時	2.84E-06	1.78E-05	4.27E-06	4.82E-07	1.83E-06	5.06E-09	7	0	16	0	3.18E-04	1.99E-03	4.79E-04	5.40E-05	2.05E-04	5.67E-07								
A	④ 充填材充填後	6.20E-08	5.04E-07	1.21E-07	1.37E-08	5.18E-08	5.06E-09	17	0	16	0	1.69E-05	1.37E-04	3.29E-05	3.71E-06	1.41E-05	1.38E-06								
A	⑤ 上部ネーミングシート設置時	6.93E-05	5.04E-07	1.21E-07	1.37E-08	5.18E-08	5.06E-09	6	0	16	0	6.66E-03	4.84E-05	1.16E-05	1.31E-06	4.97E-06	4.86E-07								
A	⑥ 上部ネーミングシート設置後	6.20E-08	5.04E-07	1.21E-07	1.37E-08	5.18E-08	5.06E-09	18	0	16	0	1.79E-05	1.45E-04	3.49E-05	3.93E-06	1.49E-05	1.46E-06								
A	⑦ 覆い設置時	6.93E-05	5.04E-07	1.21E-07	1.37E-08	5.18E-08	5.06E-09	8	0	16	0	8.87E-03	6.49E-04	1.55E-04	2.25E-07	1.03E-06	6.48E-07								
A	⑧ 覆い設置後覆いまで	2.00E-07	5.04E-07	1.21E-07	1.37E-08	5.18E-08	5.06E-09	6880	8760	16	0	2.20E-02	5.55E-02	1.33E-02	1.50E-03	5.70E-03	5.57E-04								
		①～⑧の合計										①～⑧の合計		①～⑧の合計											



# 1号埋設設備(7群C) 線量の計算地点:A

## 各区分における遮蔽なし状態での線量率(μSv/h)の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスクイザイン線量率

埋設設備	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率			
	北面	東面	南面	西面
7群 C	2.23E-12	7.45E-12	9.57E-13	1.83E-13

○廃棄体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

1区画当たりの放出面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
		(5.35×4.1m)	(5.35×4.1m)	(5.35×4.1m)	(5.35×4.1m)	(5.35×4.1m)	(5.35×4.1m)	(5.35×4.1m)	(5.35×4.1m)
28.355	21.73	21.935	21.73	21.935	21.73	21.935	21.73	21.935	

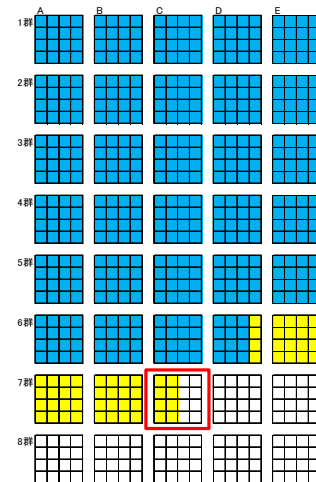
## 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業状態	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
① 廃棄体定置時	1.00E+00	1.93E-03	1.93E-03	1.93E-03	1.93E-03	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06
② 定置後～充填材充填まで	5.99E-04	1.93E-03	1.93E-03	1.93E-03	1.93E-03	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06
③ 充填材充填時	5.99E-04	1.93E-03	1.93E-03	1.93E-03	1.93E-03	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06
④ 充填材充填後	1.70E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06
⑤ 上部β-ラシコンクリート設置時	1.90E-02	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06
⑥ 上部β-ラシコンクリート設置後	1.70E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06
⑦ 覆い設置時	1.90E-02	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業状態	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
① 廃棄体定置時	2.20	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
② 定置後～充填材充填まで	1.34	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
③ 充填材充填時	1.34	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
④ 充填材充填後	1.03	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
⑤ 上部β-ラシコンクリート設置時	1.03	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
⑥ 上部β-ラシコンクリート設置後	1.03	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
⑦ 覆い設置時	1.03	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.03	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50



添付1-75

## 7群

基	作業段階	1. 1区画からのスクイザイン線量率(μSv/h)																2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)							
		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		U1	N1	E1	S1	W1	N2	E2	S2	W2	U3=U1×X+Y	N3=N1×Y	E3=E1×X	S3=S1+Y	W3=W1+X	N4=N2+0	E4=E2×X	S4=S2+1	W4=W2+0	合計 I1= N4+E4+S4+W4					
C	① 廃棄体定置時	8.08E-03	4.99E-05	6.46E-06	1.22E-06	6.92E-06	1.44E-07	1.86E-08	3.52E-09	1.99E-08	1.29E-01	1.99E-04	2.59E-05	4.89E-06	2.77E-05	0.00E+00	2.98E-08	1.41E-09	0.00E+00	3.12E-08					
C	② 定置後～充填材充填まで	2.95E-06	8.16E-05	1.06E-05	2.00E-06	1.13E-05	2.35E-07	3.05E-08	5.76E-09	3.26E-08	4.72E-05	3.26E-04	4.23E-05	8.00E-06	4.53E-05	0.00E+00	4.88E-08	2.31E-09	0.00E+00	5.11E-08					
C	③ 充填材充填時	2.95E-06	8.16E-05	1.06E-05	2.00E-06	1.13E-05	2.35E-07	3.05E-08	5.76E-09	3.26E-08	4.72E-05	3.26E-04	4.23E-05	8.00E-06	4.53E-05	0.00E+00	4.88E-08	2.31E-09	0.00E+00	5.11E-08					
C	④ 充填材充填後	6.43E-08	2.31E-06	3.00E-07	5.67E-08	3.21E-07	2.35E-07	3.05E-08	5.76E-09	3.26E-08	1.03E-06	9.25E-06	1.20E-06	2.27E-07	1.28E-06	0.00E+00	4.88E-08	2.31E-09	0.00E+00	5.11E-08					
C	⑤ 上部β-ラシコンクリート設置時	7.19E-05	2.31E-06	3.00E-07	5.67E-08	3.21E-07	2.35E-07	3.05E-08	5.76E-09	3.26E-08	1.15E-03	9.25E-06	1.20E-06	2.27E-07	1.28E-06	0.00E+00	4.88E-08	2.31E-09	0.00E+00	5.11E-08					
C	⑥ 上部β-ラシコンクリート設置後	6.43E-08	2.31E-06	3.00E-07	5.67E-08	3.21E-07	2.35E-07	3.05E-08	5.76E-09	3.26E-08	1.03E-06	9.25E-06	1.20E-06	2.27E-07	1.28E-06	0.00E+00	4.88E-08	2.31E-09	0.00E+00	5.11E-08					
C	⑦ 覆い設置時	7.19E-05	2.31E-06	3.00E-07	5.67E-08	3.21E-07	2.35E-07	3.05E-08	5.76E-09	3.26E-08	1.15E-03	9.25E-06	1.20E-06	2.27E-07	1.28E-06	0.00E+00	4.88E-08	2.31E-09	0.00E+00	5.11E-08					
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.07E-07	2.31E-06	3.00E-07	5.67E-08	3.21E-07	2.35E-07	3.05E-08	5.76E-09	3.26E-08	3.31E-06	9.25E-06	1.20E-06	2.27E-07	1.28E-06	0.00E+00	4.88E-08	2.31E-09	0.00E+00	5.11E-08					

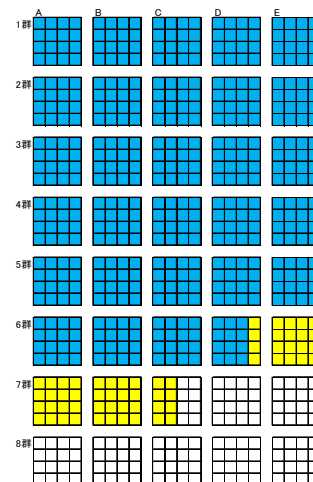
基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)								時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)							
		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				埋設作業 t1	覆い完了 t2	埋設作業 k1	覆い完了 k2	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		U5=U3/(X+Y)	N5=N3/(X+Y)	E5=E3/(X+Y)	S5=S3/(X+Y)	W5=W3/(X+Y)	I2=I1/(X+Y)	U6=U5*	N6=N5*					E6=E5*	S6=S5*	W6=W5*	I3=I2*(1+k1)				
C	① 廃棄体定置時	8.08E-03	1.25E-05	1.62E-06	3.06E-07	1.73E-06	1.95E-09	8	0	8	0	5.17E-01	7.98E-04	1.03E-04	1.96E-05	1.11E-04	1.25E-07				
C	② 定置後～充填材充填まで	2.95E-06	2.04E-05	2.64E-06	5.00E-07	2.83E-06	3.19E-09	1816	0	8	0	4.28E-02	2.96E-01	3.84E-02	7.27E-03	4.11E-02	4.64E-05				
C	③ 充填材充填時	2.95E-06	2.04E-05	2.64E-06	5.00E-07	2.83E-06	3.19E-09	7	0	8	0	1.65E-04	1.14E-03	1.48E-04	2.80E-05	1.58E-04	1.79E-07				
C	④ 充填材充填後	6.43E-08	5.78E-07	7.50E-08	1.42E-08	8.02E-08	3.19E-09	17	0	8	0	8.75E-06	7.80E-05	1.02E-05	1.93E-06	1.09E-05	4.34E-07				
C	⑤ 上部β-ラシコンクリート設置時	7.19E-05	5.78E-07	7.50E-08	1.42E-08	8.02E-08	3.19E-09	6	0	8	0	3.45E-03	2.77E-05	3.60E-06	6.81E-07	3.85E-06	1.53E-07				
C	⑥ 上部β-ラシコンクリート設置後	6.43E-08	5.78E-07	7.50E-08	1.42E-08	8.02E-08	3.19E-09	18	0	8	0	9.26E-06	8.32E-05	1.08E-05	2.04E-06	1.15E-05	4.60E-07				
C	⑦ 覆い設置時	7.19E-05	5.78E-07	7.50E-08	1.42E-08	8.02E-08	3.19E-09	8	0	8	0	4.60E-03	3.70E-05	4.80E-06	9.07E-07	5.13E-06	2.04E-07				
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.07E-07	5.78E-07	7.50E-08	1.42E-08	8.02E-08	3.19E-09	6880	8760	8	0	1.14E-02	3.18E-02	4.13E-03	7.80E-04	4.41E-03	1.76E-04				
		(1)~(8)の合計								5.80E-01	3.30E-01	4.28E-02	8.10E-03	4.58E-02	2.24E-04						

# 1号埋設設備(まとめ) 線量の計算地点:A

## 補正係数の設定

### ○ 側面放出角補正係数

埋設設備	上面	北面	東面	南面	西面	
1群	A	—	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	D	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	E	—	0.400	0.979	0.712	0.679
2群	A	—	0.051	0.679	0.965	0.935
	B	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	D	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	E	—	0.051	0.979	0.965	0.679
3群	A	—	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	D	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	E	—	0.400	0.979	0.712	0.679
4群	A	—	0.051	0.679	0.965	0.935
	B	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	C	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	D	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	E	—	0.051	0.979	0.965	0.679
5群	A	—	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	D	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	E	—	0.400	0.979	0.712	0.679
6群	A	—	0.051	0.679	0.965	0.935
	B	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	C	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	D	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	E	—	0.051	0.979	0.965	0.679
7群	A	—	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	—	0.400	0.679	0.712	0.679



### 5. 線量合計 (μSv/y)

埋設設備	上面	側面補正なし 側面(外周仕切設備)				側面 (内部仕切設備)	側面補正あり 側面(外周仕切設備)					側面 (内部仕切設備)	
		北	東	南	西		上面	北	東	南	西		
		北	東	南	西		北	東	南	西			
1群	A	2.56E-01	5.20E-01	1.64E-01	2.91E-02	5.83E-02	0.00E+00	2.56E-01	2.08E-01	1.12E-01	2.07E-02	5.45E-02	0.00E+00
	B	2.75E-01	5.27E-01	1.31E-01	3.10E-02	7.78E-02	0.00E+00	2.75E-01	2.11E-01	8.91E-02	2.21E-02	5.28E-02	0.00E+00
	C	2.85E-01	5.22E-01	9.50E-02	3.15E-02	1.05E-01	0.00E+00	2.85E-01	2.09E-01	6.45E-02	2.24E-02	7.10E-02	0.00E+00
	D	2.94E-01	5.05E-01	7.06E-02	3.05E-02	1.47E-01	0.00E+00	2.94E-01	2.02E-01	4.79E-02	2.17E-02	1.00E-01	0.00E+00
	E	2.58E-01	4.52E-01	5.30E-02	2.82E-02	1.73E-01	0.00E+00	2.58E-01	1.81E-01	5.15E-02	2.01E-02	1.18E-01	0.00E+00
2群	A	1.77E-01	3.75E-01	1.09E-01	1.89E-02	4.17E-02	0.00E+00	1.77E-01	1.91E-02	7.37E-02	1.82E-02	3.90E-02	0.00E+00
	B	1.90E-01	3.75E-01	8.78E-02	2.00E-02	5.47E-02	0.00E+00	1.90E-01	1.91E-02	5.96E-02	1.93E-02	3.71E-02	0.00E+00
	C	1.92E-01	3.73E-01	6.59E-02	2.03E-02	7.19E-02	0.00E+00	1.92E-01	1.90E-02	4.47E-02	1.96E-02	4.88E-02	0.00E+00
	D	1.86E-01	3.65E-01	4.99E-02	1.97E-02	9.92E-02	0.00E+00	1.86E-01	1.86E-02	3.39E-02	1.90E-02	6.74E-02	0.00E+00
	E	1.71E-01	3.62E-01	3.81E-02	1.84E-02	1.15E-01	0.00E+00	1.71E-01	1.85E-02	3.73E-02	1.78E-02	7.83E-02	0.00E+00
3群	A	1.14E-01	2.41E-01	6.90E-02	1.13E-02	2.80E-02	0.00E+00	1.14E-01	9.64E-02	4.68E-02	8.05E-03	2.82E-02	0.00E+00
	B	1.21E-01	2.50E-01	5.59E-02	1.19E-02	3.61E-02	0.00E+00	1.21E-01	1.00E-01	3.79E-02	8.44E-03	2.45E-02	0.00E+00
	C	1.22E-01	2.58E-01	4.30E-02	1.20E-02	4.66E-02	0.00E+00	1.22E-01	1.03E-01	2.92E-02	8.54E-03	3.16E-02	0.00E+00
	D	1.19E-01	2.59E-01	3.32E-02	1.17E-02	6.20E-02	0.00E+00	1.19E-01	1.04E-01	2.25E-02	8.34E-03	4.21E-02	0.00E+00
	E	1.12E-01	2.54E-01	2.57E-02	1.10E-02	7.29E-02	0.00E+00	1.12E-01	1.02E-01	2.52E-02	7.87E-03	4.95E-02	0.00E+00
4群	A	8.18E-02	1.78E-01	4.94E-02	7.49E-03	2.04E-02	0.00E+00	8.18E-02	9.06E-03	3.36E-02	7.23E-03	1.90E-02	0.00E+00
	B	8.53E-02	1.85E-01	3.93E-02	7.81E-03	2.60E-02	0.00E+00	8.53E-02	9.45E-03	2.67E-02	7.54E-03	1.77E-02	0.00E+00
	C	8.62E-02	1.83E-01	3.07E-02	7.89E-03	3.31E-02	0.00E+00	8.62E-02	9.84E-03	2.08E-02	7.61E-03	2.25E-02	0.00E+00
	D	8.44E-02	1.85E-01	2.40E-02	7.73E-03	4.32E-02	0.00E+00	8.44E-02	9.43E-03	1.63E-02	7.46E-03	2.93E-02	0.00E+00
	E	8.00E-02	1.78E-01	1.88E-02	7.33E-03	5.09E-02	0.00E+00	8.00E-02	9.09E-03	1.84E-02	7.08E-03	3.45E-02	0.00E+00
5群	A	5.49E-02	1.27E-01	3.68E-02	4.56E-03	1.39E-02	0.00E+00	5.49E-02	5.09E-02	2.50E-02	3.25E-03	1.30E-02	0.00E+00
	B	5.70E-02	1.32E-01	2.61E-02	4.73E-03	1.76E-02	0.00E+00	5.70E-02	5.27E-02	1.77E-02	3.37E-03	1.20E-02	0.00E+00
	C	5.75E-02	1.39E-01	2.06E-02	4.78E-03	2.22E-02	0.00E+00	5.75E-02	5.58E-02	1.40E-02	3.40E-03	1.51E-02	0.00E+00
	D	5.65E-02	1.29E-01	1.63E-02	4.69E-03	2.83E-02	0.00E+00	5.65E-02	5.17E-02	1.11E-02	3.34E-03	1.92E-02	0.00E+00
	E	5.39E-02	1.24E-01	1.29E-02	4.48E-03	3.40E-02	0.00E+00	5.39E-02	4.94E-02	1.26E-02	3.19E-03	2.31E-02	0.00E+00
6群	A	4.01E-02	1.06E-01	4.35E-02	3.06E-03	1.03E-02	0.00E+00	4.01E-02	5.40E-03	2.95E-02	2.95E-03	9.63E-03	0.00E+00
	B	4.14E-02	1.01E-01	1.90E-02	3.16E-03	1.29E-02	0.00E+00	4.14E-02	5.14E-03	1.29E-02	3.05E-03	8.78E-03	0.00E+00
	C	4.18E-02	1.08E-01	1.51E-02	3.19E-03	1.62E-02	0.00E+00	4.18E-02	5.49E-03	1.02E-02	3.08E-03	1.10E-02	0.00E+00
	D	4.42E-01	2.74E-01	3.34E-02	8.74E-03	5.69E-02	1.30E-04	4.42E-01	1.40E-02	2.27E-02	8.44E-03	3.86E-02	1.30E-04
	E	1.58E+00	7.70E-01	7.78E-02	2.45E-02	2.06E-01	4.18E-04	1.58E+00	3.93E-02	7.61E-02	2.37E-02	1.40E-01	4.18E-04
7群	A	1.12E+00	5.76E-01	1.38E-01	1.56E-02	5.92E-02	7.00E-04	1.12E+00	2.31E-01	9.40E-02	1.11E-02	5.93E-02	7.00E-04
	B	1.15E+00	6.09E-01	1.07E-01	1.61E-02	7.38E-02	5.55E-04	1.15E+00	2.44E-01	7.29E-02	1.15E-02	5.01E-02	5.55E-04
	C	5.80E-01	3.30E-01	4.28E-02	8.10E-03	4.58E-02	2.24E-04	5.80E-01	1.32E-01	2.91E-02	5.77E-03	3.11E-02	2.24E-04
合計				2.29E+01						1.42E+01			

## 2号埋設設備(1,2,3群)線量の計算地点:A

各区画における遮蔽なし状態での線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイサイン線量率

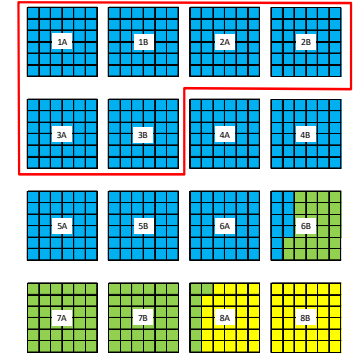
埋設設備	上面	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率				
		北面	東面	南面	西面	
1群	A	5.69E-12	8.99E-12	1.28E-11	9.57E-13	7.45E-13
	B	8.37E-12	1.45E-11	1.72E-11	1.40E-12	1.24E-12
2群	A	1.22E-11	2.18E-11	2.17E-11	2.00E-12	2.02E-12
	B	1.75E-11	3.71E-11	2.58E-11	2.79E-12	3.28E-12
3群	A	4.15E-12	8.74E-12	8.89E-12	6.04E-13	5.44E-13
	B	5.89E-12	1.15E-11	1.14E-11	8.52E-13	8.73E-13

○廃棄体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

1区画当たりの放出面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
	29.15 (5.3×5.9m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.3×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)



### 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業段階	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.47E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業段階	上面	北	東	南	西	北	東	南	西
		⑧ 覆い設置後覆土まで	1.03	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56

### 1群

基	作業段階	1. 1区画からのスカイサイン線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )										2. 1基分の線量率の積算( $\mu\text{Sv/h}$ )										合計 I1= N4+E4+S4+W4
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				
		U1		N1	E1	S1	W1	N2	E2	S2	W2	U3=U1×X×Y	N3=N1×Y	E3=E1×X	S3=S1×Y	W3=W1×X	N4=N2×0	E4=E2×X	S4=S2×1	W4=W2×0		
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.36E-07		9.85E-07	1.46E-06	1.05E-07	8.47E-08	1.04E-06	1.54E-06	1.10E-07	8.92E-08	1.93E-05	5.91E-06	8.75E-06	6.30E-07	5.08E-07	0.00E+00	3.68E-06	4.42E-08	0.00E+00	3.73E-06	
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	7.98E-07		1.59E-06	1.95E-06	1.54E-07	1.41E-07	1.68E-06	2.06E-06	1.82E-07	1.49E-07	2.87E-05	9.55E-06	1.17E-05	9.24E-07	8.49E-07	0.00E+00	4.94E-06	6.49E-08	0.00E+00	5.00E-06	

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )					時間(h)		区画数		4. 年間線量( $\mu\text{Sv/y}$ )					側面(内部仕切設備) I3=I2*(1*k1)	
		上面		側面(外周仕切設備)			埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)						
		U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)	S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)					I2=I1/(X*Y)	U6=U5*(t1*k1+1+2*k2)	N6=N5*(t1*k1+1+2*k2)	E6=E5*(t1*k1+1+2*k2)	S6=S5*(t1*k1+1+2*k2)		W6=W5*(t1*k1+1+2*k2)
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.36E-07	1.64E-07	2.43E-07	1.75E-08	1.41E-08	1.04E-07	6880	8760	0	36	1.69E-01	5.18E-02	7.66E-02	5.52E-03	4.45E-03	0.00E+00
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	7.98E-07	2.65E-07	3.25E-07	2.57E-08	2.36E-08	1.39E-07	6880	8760	0	36	2.52E-01	8.36E-02	1.03E-01	8.09E-03	7.43E-03	0.00E+00

### 2群

基	作業段階	1. 1区画からのスカイサイン線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )										2. 1基分の線量率の積算( $\mu\text{Sv/h}$ )										合計 I1= N4+E4+S4+W4
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				
		U1		N1	E1	S1	W1	N2	E2	S2	W2	U3=U1×X×Y	N3=N1×Y	E3=E1×X	S3=S1×Y	W3=W1×X	N4=N2×0	E4=E2×X	S4=S2×1	W4=W2×0		
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.16E-06		2.39E-06	2.46E-06	2.20E-07	2.30E-07	2.51E-06	2.59E-06	2.31E-07	2.43E-07	4.18E-05	1.43E-05	1.48E-05	1.32E-06	1.38E-06	0.00E+00	6.22E-06	9.25E-08	0.00E+00	6.32E-06	
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.67E-06		4.07E-06	2.93E-06	3.05E-07	3.73E-07	4.28E-06	3.09E-06	3.22E-07	3.93E-07	6.01E-05	2.44E-05	1.76E-05	1.83E-06	2.24E-06	0.00E+00	7.42E-06	1.29E-07	0.00E+00	7.54E-06	

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )					時間(h)		区画数		4. 年間線量( $\mu\text{Sv/y}$ )					側面(内部仕切設備) I3=I2*(1*k1)	
		上面		側面(外周仕切設備)			埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)						
		U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)	S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)					I2=I1/(X*Y)	U6=U5*(t1*k1+1+2*k2)	N6=N5*(t1*k1+1+2*k2)	E6=E5*(t1*k1+1+2*k2)	S6=S5*(t1*k1+1+2*k2)		W6=W5*(t1*k1+1+2*k2)
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.16E-06	3.98E-07	4.10E-07	3.66E-08	3.84E-08	1.75E-07	6880	8760	0	36	3.66E-01	1.25E-01	1.29E-01	1.15E-02	1.21E-02	0.00E+00
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.67E-06	6.78E-07	4.89E-07	5.09E-08	6.22E-08	2.10E-07	6880	8760	0	36	5.26E-01	2.14E-01	1.54E-01	1.61E-02	1.96E-02	0.00E+00

### 3群

基	作業段階	1. 1区画からのスカイサイン線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )										2. 1基分の線量率の積算( $\mu\text{Sv/h}$ )										合計 I1= N4+E4+S4+W4
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				
		U1		N1	E1	S1	W1	N2	E2	S2	W2	U3=U1×X×Y	N3=N1×Y	E3=E1×X	S3=S1×Y	W3=W1×X	N4=N2×0	E4=E2×X	S4=S2×1	W4=W2×0		
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.95E-07		9.58E-07	1.01E-06	6.62E-08	6.19E-08	1.01E-06	1.07E-06	6.97E-08	6.52E-08	1.42E-05	5.75E-06	6.07E-06	3.97E-07	3.71E-07	0.00E+00	2.56E-06	2.79E-08	0.00E+00	2.58E-06	
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.61E-07		1.26E-06	1.30E-06	9.34E-08	9.93E-08	1.33E-06	1.37E-06	9.84E-08	1.05E-07	2.02E-05	7.59E-06	7.80E-06	5.61E-07	5.96E-07	0.00E+00	3.28E-06	3.94E-08	0.00E+00	3.32E-06	

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )					時間(h)		区画数		4. 年間線量( $\mu\text{Sv/y}$ )					側面(内部仕切設備) I3=I2*(1*k1)	
		上面		側面(外周仕切設備)			埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)						
		U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)	S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)					I2=I1/(X*Y)	U6=U5*(t1*k1+1+2*k2)	N6=N5*(t1*k1+1+2*k2)	E6=E5*(t1*k1+1+2*k2)	S6=S5*(t1*k1+1+2*k2)		W6=W5*(t1*k1+1+2*k2)
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.95E-07	1.60E-07	1.69E-07	1.10E-08	1.03E-08	7.18E-08	6880	8760	0	36	1.25E-01	5.03E-02	5.32E-02	3.48E-03	3.25E-03	0.00E+00
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.61E-07	2.11E-07	2.17E-07	1.56E-08	1.65E-08	9.23E-08	6880	8760	0	36	1.77E-01	6.65E-02	6.83E-02	4.91E-03	5.22E-03	0.00E+00

## 2号埋設設備(4,5,6群) 線量の計算地点:A

各区分における遮蔽なし状態での線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

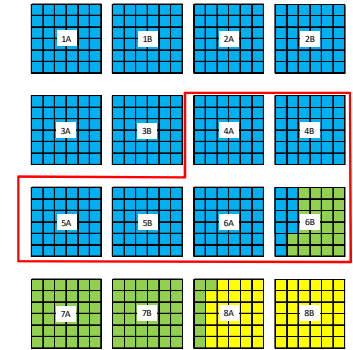
埋設設備	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率	側面				
		北面	東面	南面	西面	
4群	A	8.10E-12	1.84E-11	1.33E-11	1.16E-12	1.36E-12
	B	1.09E-11	2.37E-11	1.63E-11	1.54E-12	2.10E-12
5群	A	3.00E-12	6.41E-12	6.31E-12	3.77E-13	3.88E-13
	B	4.08E-12	9.40E-12	7.45E-12	5.14E-13	6.01E-13
6群	A	5.37E-12	1.22E-11	8.41E-12	6.75E-13	9.05E-13
	B	6.86E-12	1.86E-11	8.71E-12	8.57E-13	1.35E-12

○廃棄体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
1区分当たりの放出面積(m <sup>2</sup> )	29.15 (5.3×5.9m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)



補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

操業段階	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.47E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

操業段階	上面	北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.03	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56

基	操業段階	1. 1区分からのスカイシャイン線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )										2. 1基分の線量率の積算( $\mu\text{Sv/h}$ )										合計 I1=N4+E4+S4+W4
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
		上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	7.72E-07	2.02E-06	1.51E-06	1.27E-07	1.55E-07	2.12E-06	1.59E-06	1.34E-07	1.63E-07	2.78E-05	1.21E-05	9.07E-06	7.64E-07	9.28E-07	0.00E+00	3.82E-06	5.37E-08	0.00E+00	3.87E-06		
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.04E-06	2.59E-06	1.85E-06	1.68E-07	2.39E-07	2.73E-06	1.95E-06	1.77E-07	2.52E-07	3.73E-05	1.56E-05	1.11E-05	1.01E-06	1.43E-06	0.00E+00	4.67E-06	7.09E-08	0.00E+00	4.74E-06		

基	操業段階	3. 1区分当たりの平均線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )					時間(h)		区画数		4. 年間線量( $\mu\text{Sv/y}$ )						
		上面	北	東	南	西	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面	北	東	南	西	側面(内部仕切設備)	
		U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)	S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)	I2=I1/(X*Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)	W6=W5*(t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(t1*k1)
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	7.72E-07	3.36E-07	2.52E-07	2.12E-08	2.58E-08	1.08E-07	6880	8760	0	36	2.43E-01	1.06E-01	7.95E-02	6.70E-03	8.13E-03	0.00E+00
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.04E-06	4.32E-07	3.08E-07	2.81E-08	3.98E-08	1.32E-07	6880	8760	0	36	3.27E-01	1.36E-01	9.72E-02	8.85E-03	1.26E-02	0.00E+00

基	操業段階	1. 1区分からのスカイシャイン線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )										2. 1基分の線量率の積算( $\mu\text{Sv/h}$ )										合計 I1=N4+E4+S4+W4
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
		上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.85E-07	7.03E-07	7.17E-07	4.13E-08	4.41E-08	7.40E-07	7.55E-07	4.35E-08	4.65E-08	1.03E-05	4.22E-06	4.30E-06	2.48E-07	2.65E-07	0.00E+00	1.81E-06	1.74E-08	0.00E+00	1.83E-06		
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.88E-07	1.03E-06	8.47E-07	5.63E-08	6.84E-08	1.08E-06	8.92E-07	5.93E-08	7.20E-08	1.40E-05	6.18E-06	5.08E-06	3.38E-07	4.10E-07	0.00E+00	2.14E-06	2.37E-08	0.00E+00	2.16E-06		

基	操業段階	3. 1区分当たりの平均線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )					時間(h)		区画数		4. 年間線量( $\mu\text{Sv/y}$ )						
		上面	北	東	南	西	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面	北	東	南	西	側面(内部仕切設備)	
		U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)	S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)	I2=I1/(X*Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)	W6=W5*(t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(t1*k1)
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.85E-07	1.17E-07	1.20E-07	6.89E-09	7.36E-09	5.08E-08	6880	8760	0	36	9.00E-02	3.69E-02	3.77E-02	2.17E-03	2.32E-03	0.00E+00
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.88E-07	1.72E-07	1.41E-07	9.39E-09	1.14E-08	6.01E-08	6880	8760	0	36	1.22E-01	5.41E-02	4.45E-02	2.96E-03	3.59E-03	0.00E+00

基	操業段階	1. 1区分からのスカイシャイン線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )										2. 1基分の線量率の積算( $\mu\text{Sv/h}$ )										合計 I1=N4+E4+S4+W4
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
		上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.11E-07	1.34E-06	9.56E-07	7.40E-08	1.03E-07	1.41E-06	1.01E-06	7.79E-08	1.08E-07	1.84E-05	8.05E-06	5.74E-06	4.44E-07	6.17E-07	0.00E+00	2.42E-06	3.12E-08	0.00E+00	2.45E-06		
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.54E-07	2.04E-06	9.91E-07	9.40E-08	1.53E-07	2.15E-06	1.04E-06	9.90E-08	1.62E-07	2.35E-05	1.22E-05	9.59E-06	5.64E-07	9.21E-07	0.00E+00	2.50E-06	3.96E-08	0.00E+00	2.54E-06		

基	操業段階	3. 1区分当たりの平均線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )					時間(h)		区画数		4. 年間線量( $\mu\text{Sv/y}$ )						
		上面	北	東	南	西	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面	北	東	南	西	側面(内部仕切設備)	
		U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)	S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)	I2=I1/(X*Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)	W6=W5*(t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(t1*k1)
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.11E-07	2.24E-07	1.59E-07	1.23E-08	1.71E-08	6.80E-08	6880	8760	0	36	1.61E-01	7.05E-02	5.03E-02	3.89E-03	5.41E-03	0.00E+00
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.54E-07	3.40E-07	1.65E-07	1.57E-08	2.56E-08	7.07E-08	6880	8760	0	36	2.06E-01	1.07E-01	5.21E-02	4.94E-03	8.07E-03	0.00E+00

## 2号埋設設備(7群) 線量の計算地点:A

各区画における遮蔽なし状態での線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

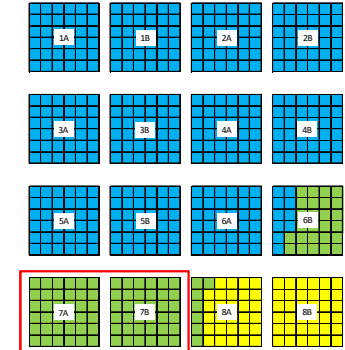
埋設設備	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率			
	北面	東面	南面	西面
7群	2.13E-12	5.14E-12	4.35E-12	2.32E-13
	2.79E-12	6.91E-12	4.83E-12	3.06E-13
				4.07E-13

○廃棄体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
1区画当たりの放出面積(m <sup>2</sup> )	29.15 (5.3×5.5m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)



### 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業段階	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.47E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業段階	上面	北	東	南	西	北	東	南	西
		⑧ 覆い設置後覆土まで	1.03	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56

### 7群

基	作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )												2. 1基分の線量率の積算( $\mu\text{Sv/h}$ )							
		上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				合計 I1= N4+E4+S4+W4	
			北	東	南	西	北	東	南	西		北	東	南	西	北	東	南	西		
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.03E-07	5.64E-07	4.95E-07	2.54E-08	3.08E-08	5.94E-07	5.21E-07	2.67E-08	3.24E-08	7.30E-06	3.38E-06	2.97E-06	1.52E-07	1.85E-07	0.00E+00	1.25E-06	1.07E-08	0.00E+00	1.26E-06	
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.66E-07	7.58E-07	5.49E-07	3.35E-08	4.64E-08	7.98E-07	5.78E-07	3.53E-08	4.88E-08	9.58E-06	4.55E-06	3.29E-06	2.01E-07	2.78E-07	0.00E+00	1.39E-06	1.41E-08	0.00E+00	1.40E-06	

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )												時間(h)		区画数		4. 年間線量( $\mu\text{Sv/y}$ )							
		上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	埋設作業 t1	覆い完了 t2	埋設作業 k1	覆い完了 k2	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)								
			北	東	南	西							北	東	南	西									
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.03E-07	9.40E-08	8.25E-08	4.23E-09	5.13E-09	3.51E-08	6880	8760	0	36	6.39E-02	2.96E-02	2.60E-02	1.33E-03	1.62E-03	0.00E+00								
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.66E-07	1.26E-07	9.15E-08	5.59E-09	7.73E-09	3.89E-08	6880	8760	0	36	8.39E-02	3.98E-02	2.89E-02	1.76E-03	2.44E-03	0.00E+00								

# 2号埋設設備(8群) 線量の計算地点:A

各区分における遮蔽なし状態での線量率(μSv/h)の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

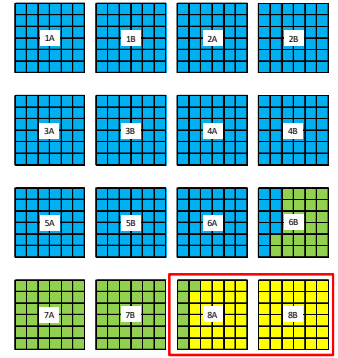
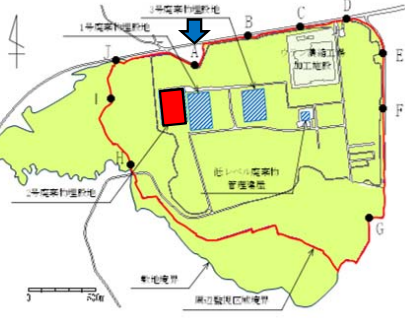
埋設設備	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率					
	上面	北面	東面	南面	西面	
8群	A	3.54E-12	8.84E-12	5.61E-12	3.89E-13	5.97E-13
	B	4.36E-12	1.13E-11	5.23E-12	4.79E-13	8.67E-13

○廃棄体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

1区分当たりの放出面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
	29.15 (5.3×5.9m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.3×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.3×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.3×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.3×4.6m)



補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業段階	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
① 廃棄体定置時	1.00E+00	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
② 定置後～充填材充填まで	1.93E-03	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
③ 充填材充填時	1.93E-03	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
④ 充填材充填後	5.47E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑤ 上部ホースコンクリート設置時	1.90E-02	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑥ 上部ホースコンクリート設置後	5.47E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑦ 覆い設置時	1.90E-02	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑧ 覆い設置後覆いまで	5.47E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業段階	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
① 廃棄体定置時	2.13	2.73	2.73	2.73	2.73	2.73	2.73	2.73	2.73
② 定置後～充填材充填まで	1.34	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56
③ 充填材充填時	1.34	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56
④ 充填材充填後	1.03	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56
⑤ 上部ホースコンクリート設置時	1.03	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56
⑥ 上部ホースコンクリート設置後	1.03	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56
⑦ 覆い設置時	1.03	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56
⑧ 覆い設置後覆いまで	1.03	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56

8群

基	作業段階	1. 1区分からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)										合計 I1= N4+E4+S4+W4
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
		上面 U1	北 N1	東 E1	南 S1	西 W1	北 N2	東 E2	南 S2	西 W2	北 N3	東 E3	南 S3	西 W3	北 N4	東 E4	南 S4	西 W4				
A	① 廃棄体定置時	1.28E-02	2.04E-05	1.35E-05	9.00E-07	1.43E-06	6.11E-07	4.02E-07	2.69E-08	4.28E-08	4.59E-01	1.23E-04	8.08E-05	5.40E-06	8.59E-06	0.00E+00	9.66E-07	1.08E-08	0.00E+00	9.76E-07		
	② 定置後～充填材充填まで	1.55E-05	3.41E-05	2.25E-05	1.50E-06	2.39E-06	1.02E-06	6.72E-07	4.49E-08	7.15E-08	2.05E-04	1.35E-04	9.02E-06	1.44E-05	0.00E+00	1.61E-06	1.80E-08	0.00E+00	1.63E-06			
	③ 充填材充填時	1.55E-05	3.41E-05	2.25E-05	1.50E-06	2.39E-06	1.02E-06	6.72E-07	4.49E-08	7.15E-08	5.57E-04	2.05E-04	1.35E-04	9.02E-06	1.44E-05	0.00E+00	1.61E-06	1.80E-08	0.00E+00	1.63E-06		
	④ 充填材充填後	3.37E-07	9.69E-07	6.38E-07	4.27E-08	6.79E-08	1.02E-06	6.72E-07	4.49E-08	7.15E-08	1.21E-05	5.81E-06	3.83E-06	2.56E-07	4.07E-07	0.00E+00	1.61E-06	1.80E-08	0.00E+00	1.63E-06		
	⑤ 上部ホースコンクリート設置時	1.17E-04	9.69E-07	6.38E-07	4.27E-08	6.79E-08	1.02E-06	6.72E-07	4.49E-08	7.15E-08	4.22E-03	5.81E-06	3.83E-06	2.56E-07	4.07E-07	0.00E+00	1.61E-06	1.80E-08	0.00E+00	1.63E-06		
	⑥ 上部ホースコンクリート設置後	3.37E-07	9.69E-07	6.38E-07	4.27E-08	6.79E-08	1.02E-06	6.72E-07	4.49E-08	7.15E-08	1.21E-05	5.81E-06	3.83E-06	2.56E-07	4.07E-07	0.00E+00	1.61E-06	1.80E-08	0.00E+00	1.63E-06		
	⑦ 覆い設置時	1.17E-04	9.69E-07	6.38E-07	4.27E-08	6.79E-08	1.02E-06	6.72E-07	4.49E-08	7.15E-08	4.22E-03	5.81E-06	3.83E-06	2.56E-07	4.07E-07	0.00E+00	1.61E-06	1.80E-08	0.00E+00	1.63E-06		
	⑧ 覆い設置後覆いまで	3.37E-07	9.69E-07	6.38E-07	4.27E-08	6.79E-08	1.02E-06	6.72E-07	4.49E-08	7.15E-08	1.21E-05	5.81E-06	3.83E-06	2.56E-07	4.07E-07	0.00E+00	1.61E-06	1.80E-08	0.00E+00	1.63E-06		
B	① 廃棄体定置時	1.57E-02	2.61E-05	1.25E-05	1.11E-06	2.08E-06	7.80E-07	3.75E-07	3.31E-08	6.22E-08	5.66E-01	1.57E-04	7.53E-05	6.65E-06	1.25E-05	0.00E+00	9.00E-07	1.32E-08	0.00E+00	9.13E-07		
	② 定置後～充填材充填まで	1.91E-05	4.36E-05	2.10E-05	1.85E-06	3.48E-06	1.30E-06	8.26E-07	5.53E-08	1.04E-07	6.87E-04	2.82E-04	1.28E-04	1.11E-05	2.09E-05	0.00E+00	1.50E-06	2.21E-08	0.00E+00	1.53E-06		
	③ 充填材充填時	1.91E-05	4.36E-05	2.10E-05	1.85E-06	3.48E-06	1.30E-06	8.26E-07	5.53E-08	1.04E-07	6.87E-04	2.82E-04	1.28E-04	1.11E-05	2.09E-05	0.00E+00	1.50E-06	2.21E-08	0.00E+00	1.53E-06		
	④ 充填材充填後	4.16E-07	1.24E-06	9.59E-07	5.25E-08	9.87E-08	1.30E-06	6.26E-07	5.53E-08	1.04E-07	1.50E-05	7.42E-06	3.57E-06	3.15E-07	5.92E-07	0.00E+00	1.50E-06	2.21E-08	0.00E+00	1.53E-06		
	⑤ 上部ホースコンクリート設置時	1.44E-04	1.24E-06	9.59E-07	5.25E-08	9.87E-08	1.30E-06	6.26E-07	5.53E-08	1.04E-07	5.20E-03	7.42E-06	3.57E-06	3.15E-07	5.92E-07	0.00E+00	1.50E-06	2.21E-08	0.00E+00	1.53E-06		
	⑥ 上部ホースコンクリート設置後	4.16E-07	1.24E-06	9.59E-07	5.25E-08	9.87E-08	1.30E-06	6.26E-07	5.53E-08	1.04E-07	1.50E-05	7.42E-06	3.57E-06	3.15E-07	5.92E-07	0.00E+00	1.50E-06	2.21E-08	0.00E+00	1.53E-06		
	⑦ 覆い設置時	1.44E-04	1.24E-06	9.59E-07	5.25E-08	9.87E-08	1.30E-06	6.26E-07	5.53E-08	1.04E-07	5.20E-03	7.42E-06	3.57E-06	3.15E-07	5.92E-07	0.00E+00	1.50E-06	2.21E-08	0.00E+00	1.53E-06		
	⑧ 覆い設置後覆いまで	4.16E-07	1.24E-06	9.59E-07	5.25E-08	9.87E-08	1.30E-06	6.26E-07	5.53E-08	1.04E-07	1.50E-05	7.42E-06	3.57E-06	3.15E-07	5.92E-07	0.00E+00	1.50E-06	2.21E-08	0.00E+00	1.53E-06		

基	作業段階	3. 1区分当たりの平均線量率(μSv/h)					時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)							
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)		埋設作業		埋設完了		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	
		上面 U5=U3/(X*Y)	北 N5=N3/(X*Y)	東 E5=E3/(X*Y)	南 S5=S3/(X*Y)	西 W5=W3/(X*Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5* (t1*k1+t2*k2)	N6=N5* (t1*k1+t2*k2)	E6=E5* (t1*k1+t2*k2)	S6=S5* (t1*k1+t2*k2)	W6=W5* (t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(1+k1)		
A	① 廃棄体定置時	1.28E-02	3.41E-06	2.24E-06	1.50E-07	2.39E-07	2.71E-08	8	0	29	0	2.96E+00	7.90E-04	5.21E-04	3.48E-05	5.54E-05	6.29E-06	
	② 定置後～充填材充填まで	1.55E-05	5.69E-06	3.75E-06	2.51E-07	3.99E-07	4.53E-08	1816	0	29	0	8.16E-01	3.00E-01	1.97E-01	1.32E-02	2.10E-02	2.39E-03	
	③ 充填材充填時	1.55E-05	5.69E-06	3.75E-06	2.51E-07	3.99E-07	4.53E-08	7	0	29	0	3.14E-03	1.15E-03	7.61E-04	5.09E-05	8.09E-05	8.20E-06	
	④ 充填材充填後	3.37E-07	1.61E-07	1.06E-07	7.11E-09	1.13E-08	4.53E-08	17	0	29	0	1.66E-04	7.96E-05	5.24E-05	3.51E-06	5.58E-06	2.23E-05	
	⑤ 上部ホースコンクリート設置時	1.17E-04	1.61E-07	1.06E-07	7.11E-09	1.13E-08	4.53E-08	6	0	29	0	2.04E-02	2.81E-05	1.85E-05	1.24E-06	1.97E-06	7.88E-06	
	⑥ 上部ホースコンクリート設置後	3.37E-07	1.61E-07	1.06E-07	7.11E-09	1.13E-08	4.53E-08	18	0	29	0	1.76E-04	8.43E-05	5.55E-05	3.71E-06	5.91E-06	2.36E-05	
	⑦ 覆い設置時	1.17E-04	1.61E-07	1.06E-07	7.11E-09	1.13E-08	4.53E-08	8	0	29	0	2.72E-02	3.75E-05	2.47E-05	1.65E-06	2.62E-06	1.05E-05	
	⑧ 覆い設置後覆いまで	3.37E-07	1.61E-07	1.06E-07	7.11E-09	1.13E-08	4.53E-08	6880	8760	29	7	8.80E-02	4.21E-02	2.77E-02	1.86E-03	2.95E-03	9.04E-03	
①～⑧の合計										3.91E+00	3.44E-01	2.27E-01	1.51E-02	2.41E-02	1.15E-02			
B	① 廃棄体定置時	1.57E-02	4.35E-06	2.09E-06	1.85E-07	3.47E-07	2.54E-08	8	0	36	0	4.52E+00	1.25E-03	6.02E-04	5.32E-05	9.99E-05	7.31E-06	
	② 定置後～充填材充填まで	1.91E-05	7.27E-06	3.49E-06	3.09E-07	5.79E-07	4.24E-08	1816	0	36	0	1.25E+00	4.75E-01	2.28E-01	2.02E-02	3.79E-02	2.77E-03	
	③ 充填材充填時	1.91E-05	7.27E-06	3.49E-06	3.09E-07	5.79E-07	4.24E-08	7	0	36	0	4.81E-03	1.83E-03	8.80E-04	7.78E-05	1.46E-04	1.07E-05	
	④ 充填材充填後	4.16E-07	2.06E-07	9.92E-08	8.76E-09	1.64E-08	4.24E-08	17	0	36	0	2.54E-04	1.26E-04	6.07E-05	5.36E-06	1.01E-05	2.59E-05	
	⑤ 上部ホースコンクリート設置時	1.44E-04	2.06E-07	9.92E-08	8.76E-09	1.64E-08	4.24E-08	6	0	36	0	3.12E-02	4.45E-05	2.14E-05	1.89E-06	3.55E-06</		

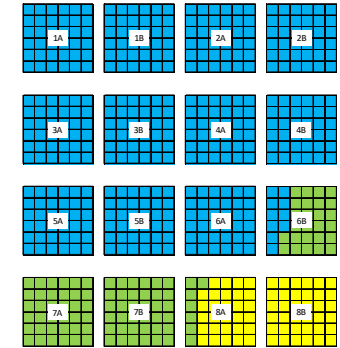
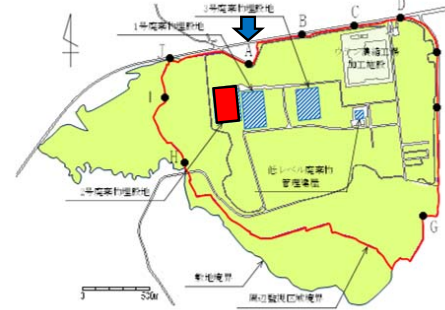


## 2号埋設設備(まとめ) 線量の計算地点 : A

### 補正係数の設定

○ 側面放出角補正係数

埋設設備	側面	補正係数				
		上面	北	東	南	西
1群	A	—	0.685	0.556	1.000	0.979
	B	—	0.685	0.556	1.000	0.556
2群	A	—	0.685	0.556	1.000	0.556
	B	—	0.685	0.988	1.000	0.556
3群	A	—	0.685	0.556	1.000	0.979
	B	—	0.685	0.556	1.000	0.556
4群	A	—	0.685	0.556	1.000	0.556
	B	—	0.685	0.988	1.000	0.556
5群	A	—	0.685	0.556	1.000	0.979
	B	—	0.685	0.556	1.000	0.556
6群	A	—	0.685	0.556	1.000	0.556
	B	—	0.685	0.988	1.000	0.556
7群	A	—	0.685	0.556	0.893	0.979
	B	—	0.685	0.556	0.893	0.556
8群	A	—	0.685	0.556	0.893	0.556
	B	—	0.685	0.988	0.893	0.556



### 5. 線量合計 ( $\mu\text{Sv/y}$ )

埋設設備	側面	側面補正なし					側面 (内部仕切設備)	側面補正あり					側面 (内部仕切設備)
		上面	側面(外周仕切設備)					上面	側面(外周仕切設備)				
			北	東	南	西			北	東	南	西	
1群	A	1.69E-01	5.18E-02	7.66E-02	5.52E-03	4.45E-03	0.00E+00	1.69E-01	3.55E-02	4.26E-02	5.52E-03	4.36E-03	0.00E+00
	B	2.52E-01	8.36E-02	1.03E-01	8.09E-03	7.43E-03	0.00E+00	2.52E-01	5.73E-02	5.71E-02	8.09E-03	4.13E-03	0.00E+00
2群	A	3.66E-01	1.25E-01	1.29E-01	1.15E-02	1.21E-02	0.00E+00	3.66E-01	8.59E-02	7.20E-02	1.15E-02	6.73E-03	0.00E+00
	B	5.26E-01	2.14E-01	1.54E-01	1.61E-02	1.96E-02	0.00E+00	5.26E-01	1.46E-01	1.52E-01	1.61E-02	1.09E-02	0.00E+00
3群	A	1.25E-01	5.03E-02	5.32E-02	3.48E-03	3.25E-03	0.00E+00	1.25E-01	3.45E-02	2.96E-02	3.48E-03	3.18E-03	0.00E+00
	B	1.77E-01	6.65E-02	6.83E-02	4.91E-03	5.22E-03	0.00E+00	1.77E-01	4.55E-02	3.80E-02	4.91E-03	2.90E-03	0.00E+00
4群	A	2.43E-01	1.06E-01	7.95E-02	6.70E-03	8.13E-03	0.00E+00	2.43E-01	7.26E-02	4.42E-02	6.70E-03	4.52E-03	0.00E+00
	B	3.27E-01	1.36E-01	9.72E-02	8.85E-03	1.26E-02	0.00E+00	3.27E-01	9.34E-02	9.60E-02	8.85E-03	6.98E-03	0.00E+00
5群	A	9.00E-02	3.69E-02	3.77E-02	2.17E-03	2.32E-03	0.00E+00	9.00E-02	2.53E-02	2.10E-02	2.17E-03	2.27E-03	0.00E+00
	B	1.22E-01	5.41E-02	4.45E-02	2.96E-03	3.59E-03	0.00E+00	1.22E-01	3.71E-02	2.47E-02	2.96E-03	2.00E-03	0.00E+00
6群	A	1.61E-01	7.05E-02	5.03E-02	3.89E-03	5.41E-03	0.00E+00	1.61E-01	4.83E-02	2.79E-02	3.89E-03	3.01E-03	0.00E+00
	B	2.06E-01	1.07E-01	5.21E-02	4.94E-03	8.07E-03	0.00E+00	2.06E-01	7.34E-02	5.15E-02	4.94E-03	4.49E-03	0.00E+00
7群	A	6.39E-02	2.96E-02	2.60E-02	1.33E-03	1.62E-03	0.00E+00	6.39E-02	2.03E-02	1.45E-02	1.19E-03	1.58E-03	0.00E+00
	B	8.39E-02	3.98E-02	2.89E-02	1.76E-03	2.44E-03	0.00E+00	8.39E-02	2.73E-02	1.60E-02	1.57E-03	1.35E-03	0.00E+00
8群	A	3.91E+00	3.44E-01	2.27E-01	1.51E-02	2.41E-02	1.15E-02	3.91E+00	2.36E-01	1.26E-01	1.35E-02	1.34E-02	1.15E-02
	B	5.95E+00	5.30E-01	2.55E-01	2.25E-02	4.22E-02	1.34E-02	5.95E+00	3.63E-01	2.52E-01	2.01E-02	2.35E-02	1.34E-02
合計				1.66E+01					1.55E+01				

### 3号埋設設備(No.1,2,3) 線量の計算地点:A

各区画における遮蔽なし状態での線量率(μSv/h)の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

埋設設備	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率				
	上面	北面	東面	南面	西面
No.1	1.71E-12	3.03E-12	1.54E-13	2.24E-13	4.48E-12
No.2	9.23E-13	1.58E-12	6.60E-14	1.19E-13	2.80E-12
No.3	1.25E-12	2.57E-12	1.10E-13	1.36E-13	3.40E-12

○廃棄体の放射能濃度

表面0.3mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	8.70E+02
--	----------

○線源面積

1区画当たりの面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
29.15 (5.3×5.5m)	27.03 (5.3×5.1m)	28.05 (5.5×5.1m)	27.03 (5.3×5.1m)	28.05 (5.5×5.1m)	27.03 (5.3×5.1m)	28.05 (5.5×5.1m)	27.03 (5.3×5.1m)	28.05 (5.5×5.1m)	

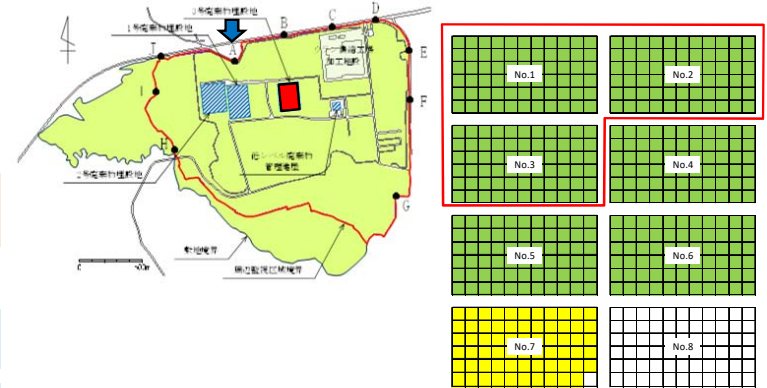
### 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業段階	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	3.36E-03	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業段階	上面	北	東	南	西	北	東	南	西
		⑧ 覆い設置後覆土まで	1.04	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1



### No.1

作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)								合計 I1= N4+E4+S4+W4
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	
⑧ 覆い設置後覆土まで	U1	N1	E1	S1	W1	N2	E2	S2	W2	U3=U1×X×Y	N3=N1×Y	E3=E1×X	S3=S1×Y	W3=W1×X	N4=N2×0	E4=E2×X	S4=S2×1	W4=W2×0	3.03E-08
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.51E-06	4.39E-07	2.31E-08	3.25E-08	6.73E-07	7.78E-08	4.09E-09	5.75E-09	1.19E-07	9.98E-05	4.83E-06	1.39E-07	3.57E-07	4.04E-06	0.00E+00	2.46E-08	5.75E-09	0.00E+00	

作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)						時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)						
	側面(外周仕切設備)			側面(内部仕切設備)			埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)			側面(内部仕切設備)			
	上面	北	東	南	西	北					東	南	西	上面	北	東	南
⑧ 覆い設置後覆土まで	U5=U3/(X×Y)	N5=N3/(X×Y)	E5=E3/(X×Y)	S5=S3/(X×Y)	W5=W3/(X×Y)	I2=I1/(X×Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)	W6=W5*(t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(t1*k1)	0.00E+00
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.51E-06	7.32E-08	2.10E-09	5.41E-09	6.12E-08	4.59E-10	6880	8760	0	66	8.74E-01	4.23E-02	1.21E-03	3.13E-03	3.54E-02	0.00E+00	

### No.2

作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)								合計 I1= N4+E4+S4+W4
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	
⑧ 覆い設置後覆土まで	U1	N1	E1	S1	W1	N2	E2	S2	W2	U3=U1×X×Y	N3=N1×Y	E3=E1×X	S3=S1×Y	W3=W1×X	N4=N2×0	E4=E2×X	S4=S2×1	W4=W2×0	1.36E-08
⑧ 覆い設置後覆土まで	8.16E-07	2.29E-07	9.92E-09	1.72E-08	4.21E-07	4.05E-08	1.76E-09	3.05E-09	7.47E-08	5.39E-05	2.52E-06	5.95E-08	1.89E-07	2.53E-06	0.00E+00	1.05E-08	3.05E-09	0.00E+00	

作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)						時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)						
	側面(外周仕切設備)			側面(内部仕切設備)			埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)			側面(内部仕切設備)			
	上面	北	東	南	西	北					東	南	西	上面	北	東	南
⑧ 覆い設置後覆土まで	U5=U3/(X×Y)	N5=N3/(X×Y)	E5=E3/(X×Y)	S5=S3/(X×Y)	W5=W3/(X×Y)	I2=I1/(X×Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)	W6=W5*(t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(t1*k1)	0.00E+00
⑧ 覆い設置後覆土まで	8.16E-07	3.81E-08	9.01E-10	2.87E-09	3.83E-08	2.06E-10	6880	8760	0	66	4.72E-01	2.20E-02	5.21E-04	1.66E-03	2.21E-02	0.00E+00	

### No.3

作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)								合計 I1= N4+E4+S4+W4
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	
⑧ 覆い設置後覆土まで	U1	N1	E1	S1	W1	N2	E2	S2	W2	U3=U1×X×Y	N3=N1×Y	E3=E1×X	S3=S1×Y	W3=W1×X	N4=N2×0	E4=E2×X	S4=S2×1	W4=W2×0	2.10E-08
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.11E-06	3.73E-07	1.65E-08	1.96E-08	5.12E-07	6.60E-08	2.93E-09	3.48E-09	9.07E-08	7.32E-05	4.10E-06	9.91E-08	2.16E-07	3.07E-06	0.00E+00	1.76E-08	3.48E-09	0.00E+00	

作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)						時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)						
	側面(外周仕切設備)			側面(内部仕切設備)			埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)			側面(内部仕切設備)			
	上面	北	東	南	西	北					東	南	西	上面	北	東	南
⑧ 覆い設置後覆土まで	U5=U3/(X×Y)	N5=N3/(X×Y)	E5=E3/(X×Y)	S5=S3/(X×Y)	W5=W3/(X×Y)	I2=I1/(X×Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)	W6=W5*(t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(t1*k1)	0.00E+00
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.11E-06	6.21E-08	1.50E-09	3.27E-09	4.65E-08	3.19E-10	6880	8760	0	66	6.41E-01	3.59E-02	8.68E-04	1.89E-03	2.69E-02	0.00E+00	



### 3号埋設設備(No.4,5,6) 線量の計算地点:A

各区画における遮蔽なし状態で線量率(μSv/h)の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

埋設設備	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>2</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率								
	上面	北面	東面	南面	西面	北面	東面	南面	西面
No.4	7.13E-13	1.41E-12	4.94E-14	7.46E-14	2.07E-12				
No.5	9.00E-13	2.21E-12	7.63E-14	8.10E-14	2.24E-12				
No.6	5.38E-13	1.21E-12	3.58E-14	4.63E-14	1.67E-12				

○廃棄体の放射能濃度

表面0.3mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>2</sup> )	8.70E+02
--	----------

○線源面積

1区画当たりの面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
29.15	27.03	28.05	27.03	28.05	27.03	28.05	27.03	28.05	28.05
(5.3×5.5m)	(5.3×5.5m)	(5.5×5.1m)	(5.3×5.1m)	(5.5×5.1m)	(5.3×5.1m)	(5.5×5.1m)	(5.3×5.1m)	(5.5×5.1m)	(5.5×5.1m)

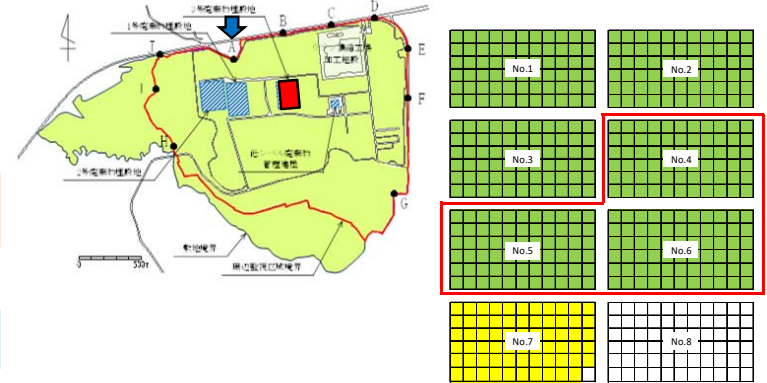
### 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業段階	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	3.36E-03	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業段階	上面	北	東	南	西	北	東	南	西



### No.4

作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)										
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	6.31E-07	2.04E-07	7.42E-09	1.08E-08	3.11E-07	3.61E-08	1.32E-09	1.91E-09	5.52E-08	4.17E-05	2.24E-06	4.45E-08	1.19E-07	1.87E-06	0.00E+00	7.89E-09	1.91E-09	0.00E+00	0.00E+00	9.81E-09	11=N4+E4+S4+W4

作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)						時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)					
	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	
		北	東	南	西						U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)		W6=W5*(t1*k1+t2*k2)
⑧ 覆い設置後覆土まで	6.31E-07	3.39E-08	6.75E-10	1.80E-09	2.83E-08	1.49E-10	6880	8760	0	66	3.65E-01	1.96E-02	3.90E-04	1.04E-03	1.64E-02	0.00E+00

### No.5

作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)										
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	7.97E-07	3.20E-07	1.15E-08	1.17E-08	3.37E-07	5.67E-08	2.03E-09	2.08E-09	5.97E-08	5.26E-05	3.52E-06	6.88E-08	1.29E-07	2.02E-06	0.00E+00	1.22E-08	2.08E-09	0.00E+00	0.00E+00	1.43E-08	11=N4+E4+S4+W4

作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)						時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)					
	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	
		北	東	南	西						U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)		W6=W5*(t1*k1+t2*k2)
⑧ 覆い設置後覆土まで	7.97E-07	5.33E-08	1.04E-09	1.96E-09	3.06E-08	2.16E-10	6880	8760	0	66	4.61E-01	3.08E-02	6.03E-04	1.13E-03	1.77E-02	0.00E+00

### No.6

作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)										
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	4.76E-07	1.76E-07	5.39E-09	6.71E-09	2.50E-07	3.11E-08	9.55E-10	1.19E-09	4.44E-08	3.14E-05	1.93E-06	3.23E-08	7.38E-08	1.50E-06	0.00E+00	5.73E-09	1.19E-09	0.00E+00	0.00E+00	6.92E-09	11=N4+E4+S4+W4

作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)						時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)					
	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	
		北	東	南	西						U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)		W6=W5*(t1*k1+t2*k2)
⑧ 覆い設置後覆土まで	4.76E-07	2.93E-08	4.90E-10	1.12E-09	2.28E-08	1.05E-10	6880	8760	0	66	2.75E-01	1.69E-02	2.83E-04	6.46E-04	1.32E-02	0.00E+00

### 3号埋設設備(No.7) 線量の計算地点:A

各区分における遮蔽なし状態での線量率(μSv/h)の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

埋設設備	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>2</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率			
	上面	北面	東面	西面
No.7	6.29E-13	1.67E-12	5.12E-14	4.68E-14

○廃棄体の放射能濃度

表面0.3mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	8.70E+02
--	----------

○線源面積

1区画当たりの面積(m <sup>2</sup> )	上面 (5.3×5.5m)	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北 (5.3×5.1m)	東 (5.5×5.1m)	南 (5.3×5.1m)	西 (5.5×5.1m)	北 (5.3×5.1m)	東 (5.5×5.1m)	南 (5.3×5.1m)	西 (5.5×5.1m)
	29.15	27.03	28.05	27.03	28.05	27.03	28.05	27.03	28.05

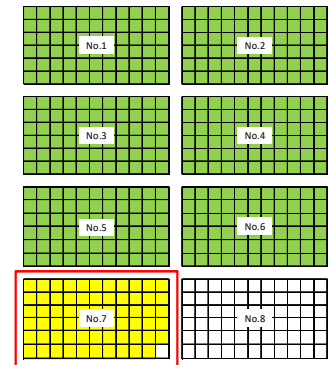
### 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業段階	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
① 廃棄体設置時	1.00E+00	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
② 定置後～充填材充填まで	1.93E-03	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
③ 充填材充填時	1.93E-03	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
④ 充填材充填後	3.25E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑤ 上部ホースコンクリート設置時	1.16E-01	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑥ 上部ホースコンクリート設置後	3.25E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑦ 覆い設置時	1.16E-01	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑧ 覆い設置後覆土まで	3.36E-03	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.01E-04	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業段階	上面	北	東	南	西	北	東	南	西
② 定置後～充填材充填まで	1.56	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	
③ 充填材充填時	1.56	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	
④ 充填材充填後	1.04	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	
⑤ 上部ホースコンクリート設置時	1.04	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	
⑥ 上部ホースコンクリート設置後	1.04	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	
⑦ 覆い設置時	1.04	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.04	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	



No.7

作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1区画の線量率の積算(μSv/h)									
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)				
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	合計		
① 廃棄体設置時	4.40E-04	8.47E-07	2.70E-08	2.38E-08	8.88E-07	2.53E-08	8.07E-10	7.12E-10	2.65E-08	2.90E-02	9.32E-06	1.62E-07	2.62E-07	5.33E-06	0.00E+00	4.84E-09	7.12E-10	0.00E+00	5.55E-09	
② 定置後～充填材充填まで	4.80E-07	1.43E-06	4.56E-08	4.02E-08	1.50E-06	4.28E-08	1.36E-09	1.20E-09	4.49E-08	3.17E-05	1.57E-05	2.74E-07	4.43E-07	9.01E-06	0.00E+00	8.18E-09	1.20E-09	0.00E+00	9.38E-09	
③ 充填材充填時	4.80E-07	1.43E-06	4.56E-08	4.02E-08	1.50E-06	4.28E-08	1.36E-09	1.20E-09	4.49E-08	3.17E-05	1.57E-05	2.74E-07	4.43E-07	9.01E-06	0.00E+00	8.18E-09	1.20E-09	0.00E+00	9.38E-09	
④ 充填材充填後	5.39E-08	2.41E-07	7.69E-09	6.78E-09	2.53E-07	4.28E-08	1.36E-09	1.20E-09	4.49E-08	3.55E-06	2.65E-06	4.62E-08	7.46E-08	1.52E-06	0.00E+00	8.18E-09	1.20E-09	0.00E+00	9.38E-09	
⑤ 上部ホースコンクリート設置時	1.92E-05	2.41E-07	7.69E-09	6.78E-09	2.53E-07	4.28E-08	1.36E-09	1.20E-09	4.49E-08	1.27E-03	2.65E-06	4.62E-08	7.46E-08	1.52E-06	0.00E+00	8.18E-09	1.20E-09	0.00E+00	9.38E-09	
⑥ 上部ホースコンクリート設置後	5.39E-08	2.41E-07	7.69E-09	6.78E-09	2.53E-07	4.28E-08	1.36E-09	1.20E-09	4.49E-08	3.55E-06	2.65E-06	4.62E-08	7.46E-08	1.52E-06	0.00E+00	8.18E-09	1.20E-09	0.00E+00	9.38E-09	
⑦ 覆い設置時	1.92E-05	2.41E-07	7.69E-09	6.78E-09	2.53E-07	4.28E-08	1.36E-09	1.20E-09	4.49E-08	1.27E-03	2.65E-06	4.62E-08	7.46E-08	1.52E-06	0.00E+00	8.18E-09	1.20E-09	0.00E+00	9.38E-09	
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.57E-07	2.41E-07	7.69E-09	6.78E-09	2.53E-07	4.28E-08	1.36E-09	1.20E-09	4.49E-08	3.67E-05	2.65E-06	4.62E-08	7.46E-08	1.52E-06	0.00E+00	8.18E-09	1.20E-09	0.00E+00	9.38E-09	

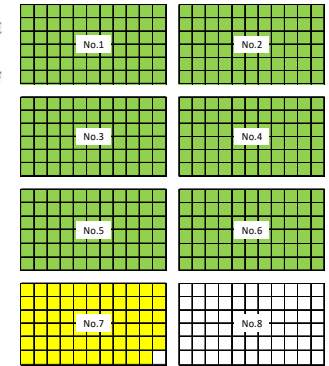
作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)						時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)					
	側面(外周仕切設備)			側面(内部仕切設備)			埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	
	上面	北	東	南	西	北					東	南	西			
① 廃棄体設置時	4.40E-04	1.41E-07	2.45E-09	3.97E-09	8.08E-08	8.41E-11	8	0	65	0	2.29E-01	7.34E-05	1.28E-06	2.06E-06	4.20E-05	4.38E-08
② 定置後～充填材充填まで	4.80E-07	2.38E-07	4.15E-09	6.71E-09	1.36E-07	1.42E-10	1816	0	65	0	5.66E-02	2.82E-02	4.90E-04	7.92E-04	1.61E-02	1.68E-05
③ 充填材充填時	4.80E-07	2.38E-07	4.15E-09	6.71E-09	1.36E-07	1.42E-10	7	0	65	0	2.18E-04	1.09E-04	1.89E-06	3.05E-06	6.21E-05	6.47E-08
④ 充填材充填後	5.39E-08	4.02E-08	6.99E-10	1.13E-09	2.30E-08	1.42E-10	17	0	65	0	5.95E-05	4.44E-05	7.73E-07	1.25E-06	2.54E-05	1.57E-07
⑤ 上部ホースコンクリート設置時	1.92E-05	4.02E-08	6.99E-10	1.13E-09	2.30E-08	1.42E-10	6	0	65	0	7.50E-03	1.57E-05	2.73E-07	4.41E-07	8.97E-06	5.54E-08
⑥ 上部ホースコンクリート設置後	5.39E-08	4.02E-08	6.99E-10	1.13E-09	2.30E-08	1.42E-10	18	0	65	0	6.30E-05	4.70E-05	8.18E-07	1.32E-06	2.69E-05	1.66E-07
⑦ 覆い設置時	1.92E-05	4.02E-08	6.99E-10	1.13E-09	2.30E-08	1.42E-10	8	0	65	0	1.00E-02	2.09E-05	3.64E-07	5.88E-07	1.20E-05	7.39E-08
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.57E-07	4.02E-08	6.99E-10	1.13E-09	2.30E-08	1.42E-10	6880	8760	65	0	2.49E-01	1.80E-02	3.13E-04	5.06E-04	1.03E-02	6.36E-05
①～⑧の合計											5.52E-01	4.64E-02	8.08E-04	1.31E-03	2.66E-02	8.09E-05

### 3号埋設設備(まとめ) 線量の計算地点:A

#### 補正係数の設定

○ 側面放出角補正係数

埋設設備	上面	北	東	南	西
No.1	-	0.400	0.679	1.000	0.917
No.2	-	0.400	0.917	1.000	0.679
No.3	-	0.455	0.679	1.000	0.917
No.4	-	0.455	0.917	1.000	0.679
No.5	-	0.455	0.679	1.000	0.917
No.6	-	0.455	0.917	1.000	0.679
No.7	-	0.455	0.679	0.865	0.917



#### 5. 線量合計 ( $\mu\text{Sv/y}$ )

埋設設備	側面補正なし						側面補正					
	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)
		北	東	南	西			北	東	南	西	
No.1	8.74E-01	4.23E-02	1.21E-03	3.13E-03	3.54E-02	0.00E+00	8.74E-01	1.69E-02	8.24E-04	3.13E-03	3.25E-02	0.00E+00
No.2	4.72E-01	2.20E-02	5.21E-04	1.66E-03	2.21E-02	0.00E+00	4.72E-01	8.82E-03	4.78E-04	1.66E-03	1.50E-02	0.00E+00
No.3	6.41E-01	3.59E-02	8.68E-04	1.89E-03	2.69E-02	0.00E+00	6.41E-01	1.63E-02	5.89E-04	1.89E-03	2.47E-02	0.00E+00
No.4	3.65E-01	1.96E-02	3.90E-04	1.04E-03	1.64E-02	0.00E+00	3.65E-01	8.93E-03	3.58E-04	1.04E-03	1.11E-02	0.00E+00
No.5	4.61E-01	3.08E-02	6.03E-04	1.13E-03	1.77E-02	0.00E+00	4.61E-01	1.40E-02	4.09E-04	1.13E-03	1.62E-02	0.00E+00
No.6	2.75E-01	1.69E-02	2.83E-04	6.46E-04	1.32E-02	0.00E+00	2.75E-01	7.70E-03	2.60E-04	6.46E-04	8.94E-03	0.00E+00
No.7	5.52E-01	4.64E-02	8.08E-04	1.31E-03	2.66E-02	8.09E-05	5.52E-01	2.11E-02	5.49E-04	1.13E-03	2.44E-02	8.09E-05
合計					4.03E+00						3.88E+00	

# 1号埋設設備(1,2群) 線量の計算地点:A

各区分における遮蔽なし状態での線量率(μSv/h)の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

埋設設備	上面	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率				
		北面	東面	南面	西面	
1群	A	1.97E-11	4.79E-11	1.50E-11	2.67E-12	5.31E-12
	B	2.12E-11	4.85E-11	1.20E-11	2.85E-12	7.09E-12
	C	2.20E-11	4.80E-11	8.66E-12	2.90E-12	9.53E-12
	D	2.26E-11	4.64E-11	6.44E-12	2.81E-12	1.34E-11
	E	1.97E-11	4.16E-11	4.83E-12	2.59E-12	1.58E-11
2群	A	1.36E-11	3.45E-11	9.89E-12	1.74E-12	3.80E-12
	B	1.47E-11	3.45E-11	8.00E-12	1.84E-12	4.98E-12
	C	1.48E-11	3.44E-11	6.00E-12	1.86E-12	6.55E-12
	D	1.43E-11	3.35E-11	4.55E-12	1.81E-12	9.04E-12
	E	1.32E-11	3.33E-11	3.47E-12	1.69E-12	1.05E-11

○地表体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

1区画当たりの放出面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
	28.355 (5.3×5.35m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)

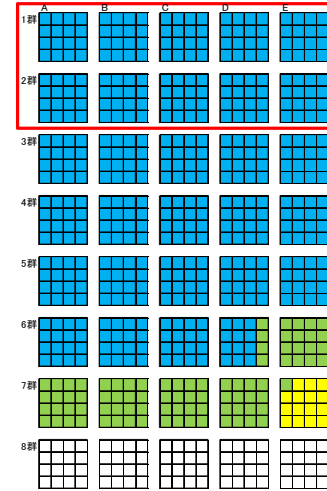
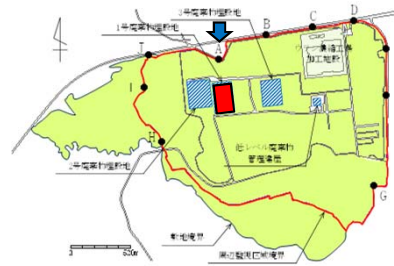
## 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業状態	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業状態	上面	北	東	南	西	北	東	南	西



基	作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)																2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)															
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				合計 I1= N4+E4+S4+W4											
		U1	N1	E1	S1	W1	N2	E2	S2	W2	U3=U1*X*Y	N3=N1*Y	E3=E1*X	S3=S1*Y	W3=W1*X	N4=N2*0	E4=E2*X	S4=S2*1	W4=W2*0														
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.82E-06	1.49E-05	4.69E-06	8.30E-07	1.66E-06	1.51E-06	4.77E-07	8.43E-08	1.69E-07	2.92E-05	5.94E-05	1.88E-05	3.32E-06	6.65E-06	0.00E+00	7.63E-07	3.37E-08	0.00E+00	7.96E-07													
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.96E-06	1.50E-05	3.74E-06	8.85E-07	2.22E-06	1.53E-06	3.80E-07	9.00E-08	2.26E-06	3.14E-05	6.01E-05	1.50E-05	3.54E-06	8.88E-06	0.00E+00	6.09E-07	3.60E-08	0.00E+00	6.45E-07													
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.04E-06	1.49E-05	2.71E-06	8.99E-07	2.89E-06	1.51E-06	2.76E-07	9.14E-08	3.03E-06	5.95E-05	1.00E-05	3.60E-06	1.19E-05	0.00E+00	4.41E-07	3.86E-08	0.00E+00	4.78E-07														
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.10E-06	1.44E-05	2.02E-06	8.71E-07	4.20E-06	1.46E-06	2.05E-07	8.85E-08	4.27E-07	3.35E-05	5.78E-05	8.08E-06	3.48E-06	1.68E-05	0.00E+00	3.28E-07	3.54E-08	0.00E+00	3.63E-07													
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.82E-06	1.29E-05	1.51E-06	8.04E-07	4.95E-06	1.31E-06	1.54E-07	8.17E-08	5.03E-07	2.92E-05	5.16E-05	6.05E-06	3.22E-06	1.98E-05	0.00E+00	2.46E-07	3.27E-08	0.00E+00	2.79E-07													

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)										時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)									
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)	S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)	I2=I1/(X*Y)	t1	t2	k1	k2					U6=U5* (t1*k1+t2*k2)	N6=N5* (t1*k1+t2*k2)	E6=E5* (t1*k1+t2*k2)	S6=S5* (t1*k1+t2*k2)	W6=W5* (t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(t1*k1)				
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.82E-06	3.71E-06	1.17E-06	2.07E-07	4.16E-07	4.98E-08	6880	8760	0	16	2.56E-01	5.20E-01	1.64E-01	2.91E-02	5.83E-02	0.00E+00	0.00E+00							
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.96E-06	3.76E-06	9.36E-07	2.21E-07	5.55E-07	4.03E-08	6880	8760	0	16	2.75E-01	5.27E-01	1.31E-01	3.10E-02	7.78E-02	0.00E+00	0.00E+00							
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.04E-06	3.73E-06	6.78E-07	2.25E-07	7.46E-07	2.99E-08	6880	8760	0	16	2.85E-01	5.22E-01	9.50E-02	3.15E-02	1.05E-01	0.00E+00	0.00E+00							
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.10E-06	3.60E-06	5.04E-07	2.18E-07	1.05E-06	2.27E-08	6880	8760	0	16	2.94E-01	5.05E-01	7.06E-02	3.05E-02	1.47E-01	0.00E+00	0.00E+00							
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.82E-06	3.23E-06	3.78E-07	2.01E-07	1.24E-06	1.74E-08	6880	8760	0	16	2.56E-01	4.52E-01	2.85E-02	2.82E-02	1.73E-01	0.00E+00	0.00E+00							

基	作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)																2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)															
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				合計 I1= N4+E4+S4+W4											
		U1	N1	E1	S1	W1	N2	E2	S2	W2	U3=U1*X*Y	N3=N1*Y	E3=E1*X	S3=S1*Y	W3=W1*X	N4=N2*0	E4=E2*X	S4=S2*1	W4=W2*0														
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.26E-06	1.07E-05	3.10E-06	5.40E-07	1.19E-06	1.09E-06	3.15E-07	5.48E-08	1.21E-07	2.02E-05	4.28E-05	1.24E-05	2.16E-06	4.78E-06	0.00E+00	5.04E-07	2.19E-08	0.00E+00	5.26E-07													
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.36E-06	1.07E-05	2.51E-06	5.70E-07	1.59E-06	1.09E-06	2.55E-07	5.80E-08	1.59E-07	2.17E-05	4.28E-05	1.00E-05	2.29E-06	6.24E-06	0.00E+00	4.08E-07	2.32E-08	0.00E+00	4.31E-07													
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.37E-06	1.07E-05	1.88E-06	5.78E-07	2.05E-06	1.08E-06	1.91E-07	8.88E-08	2.08E-07	2.19E-05	4.26E-05	7.52E-06	2.02E-06	0.00E+00	3.06E-07	2.35E-08	0.00E+00	3.29E-07														
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.32E-06	1.04E-05	1.43E-06	5.62E-07	2.83E-06	1.06E-06	1.45E-07	5.72E-08	2.88E-07	2.12E-05	4.16E-05	5.70E-06	2.25E-06	1.13E-05	0.00E+00	2.32E-07	2.29E-08	0.00E+00	2.55E-07													
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.22E-06	1.03E-05	1.09E-06	5.25E-07	3.29E-06	1.05E-06	1.11E-07	5.34E-08	3.34E-07	1.95E-05	4.13E-05	4.35E-06	2.10E-06	1.32E-05	0.00E+00	1.77E-07	2.13E-08	0.00E+00	1.98E-07													

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)										時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)									
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)	S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)	I2=I1/(X*Y)	t1	t2	k1	k2					U6=U5* (t1*k1+t2*k2)	N6=N5* (t1*k1+t2*k2)	E6=E5* (t1*k1+t2*k2)	S6=S5* (t1*k1+t2*k2)	W6=W5* (t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(t1*k1)				
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.26E-06	2.67E-06	7.74E-07	1.35E-07	2.98E-07	3.29E-08	6880	8760	0	16	1.77E-01	3.75E-01	1.09E-01	1.89E-02	4.17E-02	0.00E+00	0.00E+00							
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.36E-06	2.68E-06	6.27E-07	1.43E-07	3.90E-07	2.69E-08	6880	8760	0	16	1.90E-01	3.75E-01	8.78E-02	2.00E-02	5.47E-02	0.00E+00	0.00E+00							
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.37E-06	2.66E-06	4.70E-07	1.45E-07	5.13E-07	2.06E-08	6880	8760	0	16	1.92E-01	3.73E-01	6.59E-02	2.03E-02	7.19E-02	0.00E+00	0.00E+00							
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.32E-06	2.60E-06	3.56E-07	1.41E-07	7.08E-07	1.59E-08	6880	8760	0	16	1.86E-01	3.69E-01	4.99E-02	1.97E-02	9.92E-02	0.00E+00	0.00E+00							
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.22E-06	2.58E-06	2.72E-07	1.31E-07	8.22E-07	1.24E-08	6880	8760	0	16	1.71E-01	3.62E-01	3.61E-02	1.84E-02	1.15E-01	0.00E+00	0.00E+00							

# 1号埋設設備(3,4群) 線量の計算地点:A

## 各区域における遮蔽なし状態での線量率(μSv/h)の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

埋設設備	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率					
	上面	北面	東面	南面	西面	
3群	A	8.81E-12	2.22E-11	6.29E-12	1.04E-12	2.55E-12
	B	9.30E-12	2.30E-11	5.09E-12	1.09E-12	3.29E-12
	C	9.41E-12	2.37E-11	3.91E-12	1.10E-12	4.24E-12
	D	9.16E-12	2.39E-11	3.02E-12	1.08E-12	5.65E-12
	E	8.62E-12	2.34E-11	2.34E-12	1.02E-12	8.82E-12
4群	A	6.30E-12	1.64E-11	4.51E-12	6.89E-13	1.86E-12
	B	6.57E-12	1.70E-11	3.58E-12	7.18E-13	2.37E-12
	C	6.64E-12	1.77E-11	2.80E-12	7.26E-13	3.02E-12
	D	6.50E-12	1.70E-11	2.18E-12	7.11E-13	3.94E-12
	E	6.16E-12	1.64E-11	1.71E-12	6.75E-13	4.63E-12

○廃棄体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

1区画当たりの放出面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
28.355 (5.3×5.35m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.73 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)

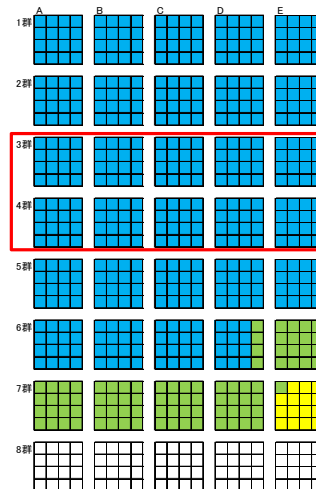
## 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業状態	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業状態	上面	北	東	南	西	北	東	南	西
		⑧ 覆い設置後覆土まで	1.03	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50



基	作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)										合計 I1= N4+E4+S4+W4
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
		上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.16E-07	6.88E-06	1.97E-06	3.23E-07	7.99E-07	6.99E-07	2.00E-07	3.28E-08	8.12E-08	1.31E-05	2.75E-05	7.88E-06	1.29E-06	3.19E-06	0.00E+00	3.20E-07	1.31E-08	0.00E+00	3.33E-07		
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.62E-07	7.14E-06	1.98E-06	3.38E-07	1.03E-06	1.63E-07	3.44E-08	1.05E-07	1.38E-05	2.85E-05	6.39E-06	1.35E-06	4.12E-06	0.00E+00	2.59E-07	1.38E-08	0.00E+00	2.73E-07			
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.72E-07	7.35E-06	1.23E-06	3.42E-07	1.33E-06	7.47E-07	1.25E-07	3.48E-08	1.35E-07	1.39E-05	2.94E-05	4.90E-06	1.37E-06	5.32E-06	0.00E+00	1.89E-07	1.38E-08	0.00E+00	2.13E-07		
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.49E-07	7.40E-06	9.47E-07	3.34E-07	1.77E-06	7.53E-07	9.62E-08	3.40E-08	1.80E-07	1.36E-05	2.96E-05	3.79E-06	1.34E-06	7.08E-06	0.00E+00	1.54E-07	1.36E-08	0.00E+00	1.68E-07		
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	7.98E-07	7.26E-06	7.34E-07	3.15E-07	2.08E-06	7.38E-07	7.48E-08	3.21E-08	2.11E-07	1.28E-05	2.90E-05	2.93E-06	1.28E-06	8.32E-06	0.00E+00	1.19E-07	1.28E-08	0.00E+00	1.32E-07		

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)					時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)							
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)		埋設作業		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	
		U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)	S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)	I2=I1/(X*Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)	W6=W5*(t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(t1*k1+t2*k2)	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.16E-07	1.72E-06	4.92E-07	8.07E-08	2.00E-07	2.08E-08	6880	8760	0	16	1.14E-01	2.41E-01	6.90E-02	1.13E-02	2.80E-02	0.00E+00	
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.62E-07	1.79E-06	3.99E-07	8.46E-08	2.58E-07	1.71E-08	6880	8760	0	16	1.21E-01	2.50E-01	5.59E-02	1.19E-02	3.61E-02	0.00E+00	
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.72E-07	1.84E-06	3.06E-07	8.56E-08	3.32E-07	1.33E-08	6880	8760	0	16	1.22E-01	2.58E-01	4.30E-02	1.20E-02	4.66E-02	0.00E+00	
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	8.49E-07	1.85E-06	2.37E-07	8.36E-08	4.43E-07	1.03E-08	6880	8760	0	16	1.19E-01	2.59E-01	3.32E-02	1.17E-02	6.20E-02	0.00E+00	
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	7.98E-07	1.82E-06	1.83E-07	7.88E-08	5.20E-07	8.26E-09	6880	8760	0	16	1.12E-01	2.54E-01	2.57E-02	1.10E-02	7.29E-02	0.00E+00	

基	作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)										合計 I1= N4+E4+S4+W4
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
		上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.83E-07	5.07E-06	1.41E-06	2.14E-07	5.81E-07	5.16E-07	1.43E-07	2.17E-08	5.81E-08	9.33E-06	2.03E-05	5.64E-06	8.55E-07	2.32E-06	0.00E+00	2.29E-07	8.69E-09	0.00E+00	2.38E-07		
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.09E-07	5.29E-06	1.12E-06	2.23E-07	7.42E-07	5.37E-07	1.14E-07	2.27E-08	7.54E-08	9.74E-06	2.12E-05	4.49E-06	8.91E-07	2.97E-06	0.00E+00	1.82E-07	9.06E-09	0.00E+00	1.92E-07		
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.15E-07	5.51E-06	8.76E-07	2.25E-07	9.45E-07	5.60E-07	8.90E-08	2.29E-08	9.61E-08	9.94E-06	2.20E-05	3.50E-06	9.01E-07	3.78E-06	0.00E+00	1.42E-07	9.16E-09	0.00E+00	1.52E-07		
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.02E-07	5.28E-06	6.84E-07	2.21E-07	1.23E-06	5.36E-07	6.95E-08	2.24E-08	1.25E-07	9.64E-06	2.11E-05	2.74E-06	8.82E-07	4.93E-06	0.00E+00	1.11E-07	8.97E-09	0.00E+00	1.20E-07		
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.71E-07	5.09E-06	5.36E-07	2.09E-07	1.45E-06	5.17E-07	5.44E-08	2.13E-08	1.48E-07	9.13E-06	2.03E-05	2.14E-06	8.37E-07	5.81E-06	0.00E+00	8.71E-08	8.51E-09	0.00E+00	9.56E-08		

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)					時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)							
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)		埋設作業		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	
		U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)	S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)	I2=I1/(X*Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)	W6=W5*(t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(t1*k1+t2*k2)	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.83E-07	1.27E-06	3.53E-07	5.34E-08	1.45E-07	1.49E-08	6880	8760	0	16	8.18E-02	1.78E-01	4.94E-02	7.49E-03	2.04E-02	0.00E+00	
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.09E-07	1.32E-06	2.80E-07	5.57E-08	1.86E-07	1.20E-08	6880	8760	0	16	8.53E-02	1.85E-01	3.93E-02	7.81E-03	2.60E-02	0.00E+00	
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.15E-07	1.38E-06	2.19E-07	5.63E-08	2.36E-07	9.47E-09	6880	8760	0	16	8.62E-02	1.93E-01	3.07E-02	7.89E-03	3.31E-02	0.00E+00	
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.02E-07	1.32E-06	1.71E-07	5.51E-08	3.08E-07	7.51E-09	6880	8760	0	16	8.44E-02	1.89E-01	2.40E-02	7.73E-03	4.32E-02	0.00E+00	
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.71E-07	1.27E-06	1.34E-07	5.23E-08	3.63E-07	5.98E-09	6880	8760	0	16	8.00E-02	1.78E-01	1.88E-02	7.33E-03	5.09E-02	0.00E+00	

# 1号埋設設備(5,6群)線量の計算地点:A

## 各区分における遮蔽なし状態での線量率(μSv/h)の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

埋設設備	方位	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率			
		北面	東面	南面	西面
5群	A	4.23E-12	1.17E-11	3.36E-12	4.20E-13
	B	4.39E-12	1.21E-11	2.38E-12	4.35E-13
	C	4.43E-12	1.28E-11	1.88E-12	4.39E-13
	D	4.35E-12	1.19E-11	1.49E-12	4.31E-13
6群	A	4.14E-12	1.14E-11	1.17E-12	4.12E-13
	B	3.09E-12	9.74E-12	3.96E-12	2.81E-13
	C	3.19E-12	9.28E-12	1.73E-12	2.91E-13
	D	3.22E-12	9.90E-12	1.37E-12	2.93E-13
	E	3.17E-12	9.03E-12	1.09E-12	2.88E-13

○廃棄体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

1区画当たりの放出面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
28.355 (5.3×5.35m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	21.73 (5.3×4.1m)	21.935 (5.35×4.1m)	

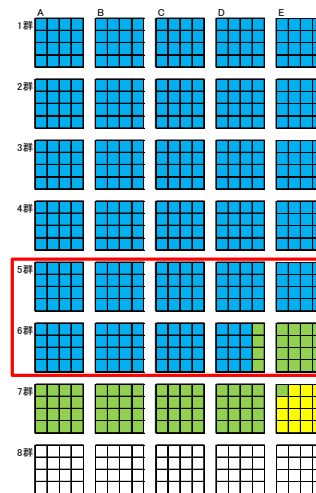
## 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業状態	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.47E-05	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06	5.56E-06

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業状態	上面	北	東	南	西	北	東	南	西
		⑧ 覆い設置後覆土まで	1.03	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50



基	作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)										合計 I1=N4+E4+S4+W4
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
		上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西				
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.92E-07	3.63E-06	1.05E-06	1.30E-07	3.98E-07	3.69E-07	1.07E-07	1.32E-08	4.04E-08	6.27E-06	1.45E-05	4.20E-06	5.21E-07	1.59E-06	0.00E+00	1.71E-07	5.29E-09	0.00E+00	1.76E-07		
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	4.07E-07	3.76E-06	1.24E-07	1.35E-07	5.93E-07	3.62E-07	1.59E-08	1.37E-08	5.99E-08	6.50E-06	1.50E-05	2.99E-06	3.40E-07	2.01E-06	0.00E+00	1.21E-07	5.49E-09	0.00E+00	1.27E-07		
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	4.10E-07	3.98E-06	5.89E-07	1.36E-07	6.32E-07	5.99E-08	1.39E-08	6.44E-08	6.56E-06	1.59E-05	2.36E-06	6.45E-07	2.53E-06	0.00E+00	9.58E-08	5.54E-09	0.00E+00	1.01E-07			
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	4.03E-07	3.69E-06	4.65E-07	1.34E-07	8.09E-07	3.75E-07	4.73E-08	1.36E-08	8.22E-08	6.44E-06	1.47E-05	1.98E-06	5.35E-07	3.24E-06	0.00E+00	7.56E-08	5.44E-09	0.00E+00	8.11E-08		
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.84E-07	3.53E-06	3.68E-07	1.28E-07	9.70E-07	3.59E-07	3.74E-08	1.30E-08	9.86E-08	6.15E-06	1.41E-05	1.47E-06	5.11E-07	3.88E-06	0.00E+00	5.98E-08	5.20E-09	0.00E+00	6.50E-08		

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)					時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv)							
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)		埋設作業		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	
		U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)	S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)	I2=I1/(X*Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)	W6=W5*(t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(t1*k1+t2*k2)	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.92E-07	9.08E-07	2.63E-07	3.25E-08	9.94E-08	1.10E-08	6880	8760	0	16	5.49E-02	1.27E-01	3.68E-02	4.56E-03	1.39E-02	0.00E+00	
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	4.07E-07	9.39E-07	1.86E-07	3.38E-08	1.26E-07	7.92E-09	6880	8760	0	16	5.70E-02	1.32E-01	2.61E-02	4.73E-03	1.76E-02	0.00E+00	
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	4.10E-07	9.95E-07	1.47E-07	3.41E-08	1.58E-07	6.33E-09	6880	8760	0	16	5.75E-02	1.39E-01	2.06E-02	4.78E-03	2.22E-02	0.00E+00	
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	4.03E-07	9.22E-07	1.16E-07	3.35E-08	2.02E-07	5.07E-09	6880	8760	0	16	5.65E-02	1.29E-01	1.63E-02	4.69E-03	2.83E-02	0.00E+00	
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.84E-07	8.82E-07	9.19E-08	3.20E-08	2.42E-07	4.06E-09	6880	8760	0	16	5.39E-02	1.24E-01	1.29E-02	4.48E-03	3.40E-02	0.00E+00	

基	作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μSv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μSv/h)										合計 I1=N4+E4+S4+W4
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)					
		上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西				
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.86E-07	3.02E-06	1.24E-06	8.73E-08	2.94E-07	3.07E-07	1.26E-07	8.87E-09	2.99E-08	4.58E-06	1.21E-05	4.98E-06	3.49E-07	1.19E-06	0.00E+00	2.02E-07	3.55E-09	0.00E+00	2.05E-07		
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.96E-07	2.88E-06	5.42E-07	9.02E-08	3.69E-07	2.93E-07	5.51E-08	9.17E-09	3.75E-08	4.73E-06	1.15E-05	2.17E-06	3.61E-07	1.48E-06	0.00E+00	8.82E-08	3.67E-09	0.00E+00	9.18E-08		
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.98E-07	3.07E-06	4.30E-07	9.10E-08	4.61E-07	3.12E-07	4.37E-08	9.25E-09	4.69E-08	4.77E-06	1.23E-05	1.72E-06	3.64E-07	1.85E-06	0.00E+00	7.00E-08	3.70E-09	0.00E+00	7.37E-08		
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.93E-07	2.80E-06	3.42E-07	8.95E-08	5.82E-07	2.85E-07	3.48E-08	9.09E-09	5.92E-08	4.69E-06	1.12E-05	1.73E-06	3.58E-07	2.33E-06	0.00E+00	5.56E-08	3.64E-09	0.00E+00	5.93E-08		
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.82E-07	2.70E-06	2.72E-07	8.58E-08	7.20E-07	2.74E-07	2.77E-08	8.72E-09	7.32E-08	4.51E-06	1.08E-05	1.09E-06	3.43E-07	2.88E-06	0.00E+00	4.43E-08	3.49E-09	0.00E+00	4.78E-08		

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)					時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv)							
		側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)		埋設作業		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	
		U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)	S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)	I2=I1/(X*Y)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)	W6=W5*(t1*k1+t2*k2)	I3=I2*(t1*k1+t2*k2)	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.86E-07	7.56E-07	3.10E-07	2.18E-08	7.35E-08	1.28E-08	6880	8760	0	16	4.01E-02	1.06E-01	4.35E-02	3.06E-03	1.03E-02	0.00E+00	
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.96E-07	7.20E-07	1.36E-07	2.26E-08	9.23E-08	5.74E-09	6880	8760	0	16	4.14E-02	1.01E-01	1.90E-02	3.16E-03	1.29E-02	0.00E+00	
C	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.98E-07	7.67E-07	1.08E-07	2.27E-08	1.15E-07	4.60E-09	6880	8760	0	16	4.18E-02	1.08E-01	1.51E-02	3.19E-03	1.62E-02	0.00E+00	
D	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.93E-07	7.01E-07	8.55E-08	2.24E-08	1.46E-07	3.71E-09	6880	8760	0	16	4.11E-02	1.02E-01	1.20E-02	3.14E-03	2.04E-02	0.00E+00	
E	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.82E-07	6.74E-07	6.81E-08	2.15E-08	1.80E-07	2.99E-09	6880	8760	0	16	3.95E-02	9.45E-02	9.54E-03	3.01E-03	2.92E-02	0.00E+00	



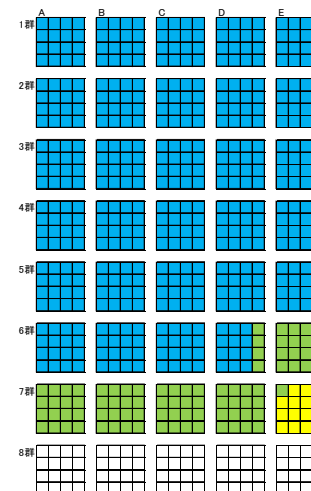


# 1号埋設設備(まとめ) 線量の計算地点:A

## 補正係数の設定

### ○側面放出角補正係数

埋設設備	上面	北面	東面	南面	西面	
1群	A	—	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	D	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	E	—	0.400	0.979	0.712	0.679
2群	A	—	0.051	0.679	0.965	0.935
	B	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	D	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	E	—	0.051	0.979	0.965	0.679
3群	A	—	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	D	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	E	—	0.400	0.979	0.712	0.679
4群	A	—	0.051	0.679	0.965	0.935
	B	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	C	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	D	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	E	—	0.051	0.979	0.965	0.679
5群	A	—	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	D	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	E	—	0.400	0.979	0.712	0.679
6群	A	—	0.051	0.679	0.965	0.935
	B	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	C	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	D	—	0.051	0.679	0.965	0.679
	E	—	0.051	0.979	0.965	0.679
7群	A	—	0.400	0.679	0.712	0.935
	B	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	C	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	D	—	0.400	0.679	0.712	0.679
	E	—	0.400	0.979	0.712	0.679



### 5. 線量合計(μSv/y)

埋設設備	上面	側面補正なし 側面(外周仕切設備)				側面 (内部仕切 設備)	側面補正あり 側面(外周仕切設備)				側面 (内部仕切 設備)		
		北	東	南	西		北	東	南	西			
1群	A	2.56E-01	5.20E-01	1.64E-01	2.91E-02	5.83E-02	0.00E+00	2.56E-01	2.08E-01	1.12E-01	2.07E-02	5.45E-02	0.00E+00
	B	2.75E-01	5.27E-01	1.31E-01	3.10E-02	7.75E-02	0.00E+00	2.75E-01	2.11E-01	8.91E-02	2.21E-02	5.29E-02	0.00E+00
	C	2.85E-01	5.22E-01	9.50E-02	3.15E-02	1.05E-01	0.00E+00	2.85E-01	2.09E-01	6.45E-02	2.24E-02	7.10E-02	0.00E+00
	D	2.94E-01	5.05E-01	7.06E-02	3.05E-02	1.47E-01	0.00E+00	2.94E-01	2.02E-01	4.79E-02	2.17E-02	1.00E-01	0.00E+00
	E	2.58E-01	4.52E-01	5.30E-02	2.82E-02	1.73E-01	0.00E+00	2.58E-01	1.81E-01	5.19E-02	2.01E-02	1.18E-01	0.00E+00
2群	A	1.77E-01	3.75E-01	1.09E-01	1.89E-02	4.17E-02	0.00E+00	1.77E-01	1.91E-02	7.37E-02	1.82E-02	3.90E-02	0.00E+00
	B	1.90E-01	3.75E-01	8.78E-02	2.00E-02	5.47E-02	0.00E+00	1.90E-01	1.91E-02	5.96E-02	1.93E-02	3.71E-02	0.00E+00
	C	1.92E-01	3.73E-01	6.59E-02	2.03E-02	7.19E-02	0.00E+00	1.92E-01	1.90E-02	4.47E-02	1.96E-02	4.89E-02	0.00E+00
	D	1.86E-01	3.65E-01	4.98E-02	1.97E-02	9.92E-02	0.00E+00	1.86E-01	1.88E-02	3.39E-02	1.90E-02	6.74E-02	0.00E+00
	E	1.71E-01	3.62E-01	3.81E-02	1.84E-02	1.15E-01	0.00E+00	1.71E-01	1.85E-02	3.73E-02	1.78E-02	7.83E-02	0.00E+00
3群	A	1.14E-01	2.41E-01	6.90E-02	1.13E-02	2.80E-02	0.00E+00	1.14E-01	9.64E-02	4.68E-02	8.05E-03	2.62E-02	0.00E+00
	B	1.21E-01	2.50E-01	5.59E-02	1.19E-02	3.61E-02	0.00E+00	1.21E-01	1.00E-01	3.79E-02	8.44E-03	2.45E-02	0.00E+00
	C	1.22E-01	2.58E-01	4.30E-02	1.20E-02	4.66E-02	0.00E+00	1.22E-01	1.03E-01	2.92E-02	8.54E-03	3.16E-02	0.00E+00
	D	1.19E-01	2.59E-01	3.32E-02	1.17E-02	6.20E-02	0.00E+00	1.19E-01	1.04E-01	2.25E-02	8.34E-03	4.21E-02	0.00E+00
	E	1.12E-01	2.94E-01	2.37E-02	1.10E-02	7.29E-02	0.00E+00	1.12E-01	1.02E-01	2.52E-02	7.87E-03	4.95E-02	0.00E+00
4群	A	8.19E-02	1.78E-01	4.94E-02	7.49E-03	2.04E-02	0.00E+00	8.19E-02	9.06E-03	3.36E-02	7.29E-03	1.90E-02	0.00E+00
	B	8.53E-02	1.85E-01	3.93E-02	7.81E-03	2.60E-02	0.00E+00	8.53E-02	9.45E-03	2.67E-02	7.54E-03	1.77E-02	0.00E+00
	C	8.62E-02	1.93E-01	3.07E-02	7.89E-03	3.31E-02	0.00E+00	8.62E-02	9.84E-03	2.08E-02	7.61E-03	2.25E-02	0.00E+00
	D	8.44E-02	1.85E-01	2.40E-02	7.73E-03	4.32E-02	0.00E+00	8.44E-02	9.43E-03	1.63E-02	7.46E-03	2.93E-02	0.00E+00
	E	8.00E-02	1.78E-01	1.88E-02	7.33E-03	5.09E-02	0.00E+00	8.00E-02	9.09E-03	1.84E-02	7.08E-03	3.45E-02	0.00E+00
5群	A	5.49E-02	1.27E-01	3.68E-02	4.56E-03	1.39E-02	0.00E+00	5.49E-02	5.09E-02	2.50E-02	3.25E-03	1.30E-02	0.00E+00
	B	5.70E-02	1.32E-01	2.81E-02	4.73E-03	1.75E-02	0.00E+00	5.70E-02	5.27E-02	1.77E-02	3.37E-03	1.20E-02	0.00E+00
	C	5.75E-02	1.39E-01	2.06E-02	4.78E-03	2.22E-02	0.00E+00	5.75E-02	5.58E-02	1.40E-02	3.40E-03	1.51E-02	0.00E+00
	D	5.65E-02	1.29E-01	1.63E-02	4.69E-03	2.83E-02	0.00E+00	5.65E-02	5.17E-02	1.11E-02	3.34E-03	1.92E-02	0.00E+00
	E	5.39E-02	1.24E-01	1.29E-02	4.48E-03	3.40E-02	0.00E+00	5.39E-02	4.94E-02	1.26E-02	3.19E-03	2.31E-02	0.00E+00
6群	A	4.01E-02	1.06E-01	4.35E-02	3.06E-03	1.03E-02	0.00E+00	4.01E-02	5.40E-03	2.95E-02	2.95E-03	9.63E-03	0.00E+00
	B	4.14E-02	1.01E-01	1.90E-02	3.16E-03	1.29E-02	0.00E+00	4.14E-02	5.14E-03	1.29E-02	3.05E-03	8.78E-03	0.00E+00
	C	4.18E-02	1.08E-01	1.51E-02	3.19E-03	1.62E-02	0.00E+00	4.18E-02	5.49E-03	1.02E-02	3.08E-03	1.10E-02	0.00E+00
	D	4.11E-02	9.82E-02	1.20E-02	3.14E-03	2.04E-02	0.00E+00	4.11E-02	5.01E-03	8.14E-03	3.03E-03	1.39E-02	0.00E+00
	E	3.95E-02	9.45E-02	9.54E-03	3.01E-03	2.52E-02	0.00E+00	3.95E-02	4.82E-03	9.34E-03	2.90E-03	1.71E-02	0.00E+00
7群	A	2.80E-02	7.07E-02	1.70E-02	1.91E-03	7.26E-03	0.00E+00	2.80E-02	2.83E-02	1.15E-02	1.36E-03	6.78E-03	0.00E+00
	B	2.88E-02	7.47E-02	1.32E-02	1.97E-03	9.06E-03	0.00E+00	2.88E-02	2.99E-02	8.94E-03	1.40E-03	6.15E-03	0.00E+00
	C	2.90E-02	8.10E-02	1.05E-02	1.99E-03	1.12E-02	0.00E+00	2.90E-02	3.24E-02	7.13E-03	1.41E-03	7.63E-03	0.00E+00
	D	2.86E-02	7.22E-02	8.41E-03	1.96E-03	1.40E-02	0.00E+00	2.86E-02	2.89E-02	5.71E-03	1.39E-03	9.84E-03	0.00E+00
	E	1.04E+00	5.48E-01	1.45E-02	1.48E-01	2.73E-04	0.00E+00	1.04E+00	2.19E-01	5.08E-02	1.03E-02	1.00E-01	2.75E-04
合計				1.72E+01							9.89E+00		



## 2号埋設設備(1,2,3群)線量の計算地点:A

各区分における遮蔽なし状態での線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

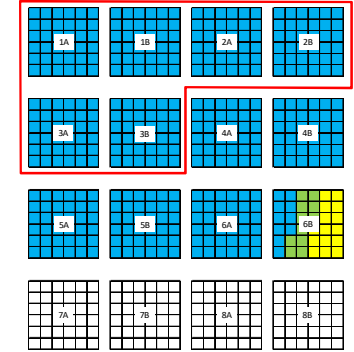
埋設設備		単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率				
		上面	北面	東面	南面	西面
1群	A	5.69E-12	8.99E-12	1.28E-11	9.57E-13	7.45E-13
	B	8.37E-12	1.45E-11	1.72E-11	1.40E-12	1.24E-12
2群	A	1.22E-11	2.18E-11	2.17E-11	2.00E-12	2.02E-12
	B	1.75E-11	3.71E-11	2.58E-11	2.79E-12	3.28E-12
3群	A	4.15E-12	8.74E-12	8.89E-12	6.04E-13	5.44E-13
	B	5.89E-12	1.15E-11	1.14E-11	8.52E-13	8.73E-13

○廃棄体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

1区分当たりの放出面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
	29.15 (5.3×5.9m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.3×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)



### 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

操業段階	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.47E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

操業段階	上面	北	東	南	西	北	東	南	西
		⑧ 覆い設置後覆土まで	1.03	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56

### 1群

基	操業段階	1. 1区分からのスカイシャイン線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )										2. 1基分の線量率の積算( $\mu\text{Sv/h}$ )										合計 I1= N4+E4+S4+W4
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				
		U1	U5=U3*(X*Y)	N1	N5=N3*(X*Y)	E1	E5=E3*(X*Y)	S1	S5=S3*(X*Y)	W1	W5=W3*(X*Y)	I2=I1/(X*Y)	U3=U1*X*Y	N3=N1*Y	E3=E1*X	S3=S1*Y	W3=W1*X	N4=N2*0	E4=E2*X	S4=S2*1	W4=W2*0	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.36E-07	9.85E-07	1.46E-06	1.05E-07	8.47E-08	1.04E-06	1.54E-06	1.10E-07	8.92E-08	1.93E-05	5.91E-06	8.75E-06	6.30E-07	5.09E-07	0.00E+00	3.68E-06	4.42E-08	0.00E+00	0.00E+00	3.73E-06	
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	7.98E-07	1.59E-06	1.95E-06	1.54E-07	1.41E-07	1.68E-06	2.06E-06	1.82E-07	1.49E-07	2.87E-05	9.55E-06	1.17E-05	9.24E-07	8.49E-07	0.00E+00	4.94E-06	6.49E-08	0.00E+00	5.00E-06		

基	操業段階	3. 1区分当たりの平均線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )					時間(h)		区画数		4. 年間線量( $\mu\text{Sv/y}$ )						
		上面		側面(外周仕切設備)			埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面		側面(外周仕切設備)			側面(内部仕切設備) I3=I2*(t1*k1)	
		U5=U3*(X*Y)	N5=N3*(X*Y)	E5=E3*(X*Y)	S5=S3*(X*Y)	W5=W3*(X*Y)					I2=I1/(X*Y)	t1	t2	U6=U5*(t1*k1+1+2*k2)	N6=N5*(t1*k1+1+2*k2)		E6=E5*(t1*k1+1+2*k2)
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.36E-07	1.64E-07	2.43E-07	1.75E-08	1.41E-08	1.04E-07	6880	8760	0	36	1.69E-01	5.18E-02	7.66E-02	5.52E-03	4.45E-03	0.00E+00
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	7.98E-07	2.65E-07	3.25E-07	2.57E-08	2.36E-08	1.39E-07	6880	8760	0	36	2.52E-01	8.36E-02	1.03E-01	8.09E-03	7.43E-03	0.00E+00

### 2群

基	操業段階	1. 1区分からのスカイシャイン線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )										2. 1基分の線量率の積算( $\mu\text{Sv/h}$ )										合計 I1= N4+E4+S4+W4
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				
		U1	U5=U3*(X*Y)	N1	N5=N3*(X*Y)	E1	E5=E3*(X*Y)	S1	S5=S3*(X*Y)	W1	W5=W3*(X*Y)	I2=I1/(X*Y)	U3=U1*X*Y	N3=N1*Y	E3=E1*X	S3=S1*Y	W3=W1*X	N4=N2*0	E4=E2*X	S4=S2*1	W4=W2*0	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.16E-06	2.39E-06	2.46E-06	2.20E-07	2.30E-07	2.51E-06	2.59E-06	2.31E-07	2.43E-07	4.18E-05	1.43E-05	1.48E-05	1.32E-06	1.38E-06	0.00E+00	6.22E-06	9.25E-08	0.00E+00	6.32E-06		
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.67E-06	4.07E-06	2.93E-06	3.05E-07	3.73E-07	4.28E-06	3.09E-06	3.22E-07	3.93E-07	6.01E-05	2.44E-05	1.76E-05	1.83E-06	2.24E-06	0.00E+00	7.42E-06	1.29E-07	0.00E+00	7.54E-06		

基	操業段階	3. 1区分当たりの平均線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )					時間(h)		区画数		4. 年間線量( $\mu\text{Sv/y}$ )						
		上面		側面(外周仕切設備)			埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面		側面(外周仕切設備)			側面(内部仕切設備) I3=I2*(t1*k1)	
		U5=U3*(X*Y)	N5=N3*(X*Y)	E5=E3*(X*Y)	S5=S3*(X*Y)	W5=W3*(X*Y)					I2=I1/(X*Y)	t1	t2	U6=U5*(t1*k1+1+2*k2)	N6=N5*(t1*k1+1+2*k2)		E6=E5*(t1*k1+1+2*k2)
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.16E-06	3.98E-07	4.10E-07	3.66E-08	3.84E-08	1.75E-07	6880	8760	0	36	3.66E-01	1.25E-01	1.29E-01	1.15E-02	1.21E-02	0.00E+00
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.67E-06	6.78E-07	4.89E-07	5.09E-08	6.22E-08	2.10E-07	6880	8760	0	36	5.26E-01	2.14E-01	1.54E-01	1.61E-02	1.96E-02	0.00E+00

### 3群

基	操業段階	1. 1区分からのスカイシャイン線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )										2. 1基分の線量率の積算( $\mu\text{Sv/h}$ )										合計 I1= N4+E4+S4+W4
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				
		U1	U5=U3*(X*Y)	N1	N5=N3*(X*Y)	E1	E5=E3*(X*Y)	S1	S5=S3*(X*Y)	W1	W5=W3*(X*Y)	I2=I1/(X*Y)	U3=U1*X*Y	N3=N1*Y	E3=E1*X	S3=S1*Y	W3=W1*X	N4=N2*0	E4=E2*X	S4=S2*1	W4=W2*0	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.95E-07	9.58E-07	1.01E-06	6.62E-08	6.19E-08	1.01E-06	1.07E-06	6.97E-08	6.52E-08	1.42E-05	5.75E-06	6.07E-06	3.97E-07	3.71E-07	0.00E+00	2.56E-06	2.79E-08	0.00E+00	2.58E-06		
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.61E-07	1.26E-06	1.30E-06	9.34E-08	9.93E-08	1.33E-06	1.37E-06	9.84E-08	1.05E-07	2.02E-05	7.59E-06	7.80E-06	5.61E-07	5.96E-07	0.00E+00	3.28E-06	3.94E-08	0.00E+00	3.32E-06		

基	操業段階	3. 1区分当たりの平均線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )					時間(h)		区画数		4. 年間線量( $\mu\text{Sv/y}$ )						
		上面		側面(外周仕切設備)			埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面		側面(外周仕切設備)			側面(内部仕切設備) I3=I2*(t1*k1)	
		U5=U3*(X*Y)	N5=N3*(X*Y)	E5=E3*(X*Y)	S5=S3*(X*Y)	W5=W3*(X*Y)					I2=I1/(X*Y)	t1	t2	U6=U5*(t1*k1+1+2*k2)	N6=N5*(t1*k1+1+2*k2)		E6=E5*(t1*k1+1+2*k2)
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.95E-07	1.60E-07	1.69E-07	1.10E-08	1.03E-08	1.75E-07	6880	8760	0	36	1.25E-01	5.03E-02	5.32E-02	3.48E-03	3.25E-03	0.00E+00
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.61E-07	2.11E-07	2.17E-07	1.56E-08	1.65E-08	9.23E-08	6880	8760	0	36	1.77E-01	6.65E-02	6.83E-02	4.91E-03	5.22E-03	0.00E+00

## 2号埋設設備(4,5群) 線量の計算地点:A

各区画における遮蔽なし状態での線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

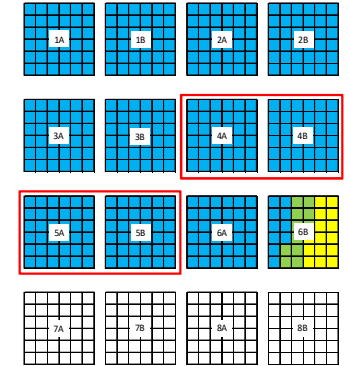
埋設設備	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>2</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				
		北	東	南	西	北	東	南	西	
4群	A	8.10E-12	1.84E-11	1.33E-11	1.18E-12	1.36E-12				
	B	1.09E-11	2.37E-11	1.63E-11	1.54E-12	2.10E-12				
5群	A	3.00E-12	6.41E-12	6.31E-12	3.77E-13	3.88E-13				
	B	4.08E-12	9.40E-12	7.45E-12	5.14E-13	6.01E-13				

○廃棄体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>2</sup> )	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

1区画当たりの放出面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
	29.15 (5.3×5.9m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.3×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.3×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.3×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.3×4.6m)



### 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業段階	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
		北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.47E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05	1.79E-05

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業段階	上面	北	東	南	西	北	東	南	西
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.03	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56

### 4群

基	作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )										2. 1基分の線量率の精算( $\mu\text{Sv/h}$ )								
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)		合計 I1= N4+E4+S4+W4
		U1	U2	北	東	南	西	北	東	南	西	U3=U1×X×Y	北	東	南	西	北	東	南	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	7.72E-07	2.02E-06	1.51E-06	1.27E-07	1.55E-07	2.12E-06	1.59E-06	1.34E-07	1.63E-07	2.78E-05	1.21E-05	9.07E-06	7.64E-07	9.28E-07	0.00E+00	3.82E-06	5.37E-08	0.00E+00	3.87E-06
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.04E-06	2.39E-06	1.85E-06	1.68E-07	2.39E-07	2.73E-06	1.95E-06	1.77E-07	2.52E-07	3.73E-05	1.56E-05	1.11E-05	1.01E-06	1.43E-06	0.00E+00	4.67E-06	7.09E-08	0.00E+00	4.74E-06

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )					時間(h)		区画数		4. 年間線量( $\mu\text{Sv/y}$ )						
		上面		側面(外周仕切設備)			埋設作業 t1	覆い完了 t2	埋設作業 k1	覆い完了 k2	上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備) I3=I2*(t1*k1)
		U5=U3/(X*Y)	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	北	東	南					西	北	東	南	西		
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	7.72E-07	3.36E-07	2.52E-07	2.12E-08	2.58E-08	1.08E-07	6880	8760	0	36	2.43E-01	1.06E-01	7.95E-02	6.70E-03	8.13E-03	0.00E+00
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	1.04E-06	4.32E-07	3.08E-07	2.81E-08	3.98E-08	1.32E-07	6880	8760	0	36	3.27E-01	1.36E-01	9.72E-02	8.85E-03	1.26E-02	0.00E+00

### 5群

基	作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )										2. 1基分の線量率の精算( $\mu\text{Sv/h}$ )								
		上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)		合計 I1= N4+E4+S4+W4
		U1	U2	北	東	南	西	北	東	南	西	U3=U1×X×Y	北	東	南	西	北	東	南	
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.85E-07	7.03E-07	7.17E-07	4.13E-08	4.41E-08	7.40E-07	7.55E-07	4.35E-08	4.65E-08	1.03E-05	4.22E-06	4.30E-06	2.48E-07	2.65E-07	0.00E+00	1.81E-06	1.74E-08	0.00E+00	1.83E-06
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.88E-07	1.03E-06	8.47E-07	5.63E-08	6.84E-08	1.08E-06	8.92E-07	5.93E-08	7.20E-08	1.40E-05	6.18E-06	5.08E-06	3.38E-07	4.10E-07	0.00E+00	2.14E-06	2.37E-08	0.00E+00	2.16E-06

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )					時間(h)		区画数		4. 年間線量( $\mu\text{Sv/y}$ )						
		上面		側面(外周仕切設備)			埋設作業 t1	覆い完了 t2	埋設作業 k1	覆い完了 k2	上面		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備) I3=I2*(t1*k1)
		U5=U3/(X*Y)	U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	北	東	南					西	北	東	南	西		
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.85E-07	1.17E-07	1.20E-07	6.89E-09	7.36E-09	5.08E-08	6880	8760	0	36	9.00E-02	3.69E-02	3.77E-02	2.17E-03	2.32E-03	0.00E+00
B	⑧ 覆い設置後覆土まで	3.88E-07	1.72E-07	1.41E-07	9.39E-09	1.14E-08	6.01E-08	6880	8760	0	36	1.22E-01	5.41E-02	4.45E-02	2.96E-03	3.59E-03	0.00E+00

## 2号埋設設備(6群) 線量の計算地点:A

各区分における遮蔽なし状態での線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )の算出

○単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率

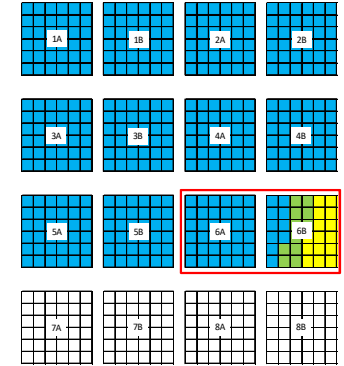
埋設設備	単位放射能濃度(1Bq/cm <sup>3</sup> )、単位面積(1cm <sup>2</sup> )当たりの線量率					
	上面	北面	東面	南面	西面	西面
6群	A	5.37E-12	1.22E-11	8.41E-12	6.75E-13	9.05E-13
	B	6.86E-12	1.86E-11	8.71E-12	8.57E-13	1.35E-12

○廃棄体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

1区分当たりの放出面積(m <sup>2</sup> )	上面	側面(外周仕切設備)			側面(内部仕切設備)		
		北	東	南	北	東	南
	29.15 (5.3×5.9m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)	24.38 (5.3×4.6m)	25.3 (5.5×4.6m)



### 補正係数の設定

○遮蔽による補正係数

作業段階	上面	側面(外周仕切設備)			側面(内部仕切設備)		
		北	東	南	北	東	南
① 廃棄体設置時	1.00E+00	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	1.79E-05	1.79E-05
② 設置後～充填材充填まで	1.93E-03	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	1.79E-05	1.79E-05
③ 充填材充填時	1.93E-03	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	5.99E-04	1.79E-05	1.79E-05
④ 充填材充填後	5.47E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑤ 上部ホースコンクリート設置時	1.90E-02	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑥ 上部ホースコンクリート設置後	5.47E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑦ 覆い設置時	1.90E-02	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.79E-05	1.79E-05
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.47E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.70E-05	1.79E-05	1.79E-05

○不均一性を考慮した補正係数、定置時補正係数

作業段階	上面	側面(外周仕切設備)			側面(内部仕切設備)		
		北	東	南	北	東	南
① 廃棄体設置時	2.13	2.73	2.73	2.73	2.73	2.73	2.73
② 設置後～充填材充填まで	1.34	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56
③ 充填材充填時	1.34	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56
④ 充填材充填後	1.03	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56
⑤ 上部ホースコンクリート設置時	1.03	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56
⑥ 上部ホースコンクリート設置後	1.03	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56
⑦ 覆い設置時	1.03	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.03	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56

6群

基	作業段階	1. 1区分からのスカイシャイン線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )												2. 1基分の線量率の積算( $\mu\text{Sv/h}$ )												合計 I1= N4+E4+S4+W4
		側面(外周仕切設備)											側面(内部仕切設備)													
		上面	北	東	南	西	北	東	南	西	上面	北	東	南	西	北	東	南	西							
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.11E-07	1.34E-06	9.56E-07	7.40E-08	1.03E-07	1.41E-06	1.01E-06	7.79E-08	1.08E-07	1.84E-05	8.05E-06	5.74E-06	4.44E-07	6.17E-07	0.00E+00	2.42E-06	3.12E-08	0.00E+00	2.45E-06						
B	① 廃棄体設置時	2.47E-02	4.30E-05	2.09E-05	1.98E-06	3.24E-06	1.29E-06	6.25E-07	5.92E-08	9.87E-08	8.90E-01	2.58E-04	1.25E-04	1.19E-05	1.94E-05	0.00E+00	2.50E-06	2.37E-08	0.00E+00	1.52E-06						
	② 設置後～充填材充填まで	3.00E-05	7.19E-05	3.49E-05	3.31E-06	5.41E-06	2.15E-06	1.04E-06	9.90E-08	1.62E-07	1.08E-03	4.31E-04	2.10E-04	1.99E-05	3.24E-05	0.00E+00	2.50E-06	3.96E-08	0.00E+00	2.54E-06						
	③ 充填材充填時	3.00E-05	7.19E-05	3.49E-05	3.31E-06	5.41E-06	2.15E-06	1.04E-06	9.90E-08	1.62E-07	1.08E-03	4.31E-04	2.10E-04	1.99E-05	3.24E-05	0.00E+00	2.50E-06	3.96E-08	0.00E+00	2.54E-06						
	④ 充填材充填後	6.54E-07	2.04E-06	9.91E-07	9.40E-08	1.53E-07	2.15E-06	1.04E-06	9.90E-08	1.62E-07	2.35E-05	1.22E-05	5.95E-06	5.64E-07	9.21E-07	0.00E+00	2.50E-06	3.96E-08	0.00E+00	2.54E-06						
	⑤ 上部ホースコンクリート設置時	2.27E-04	2.04E-06	9.91E-07	9.40E-08	1.53E-07	2.15E-06	1.04E-06	9.90E-08	1.62E-07	8.17E-03	1.22E-05	5.95E-06	5.64E-07	9.21E-07	0.00E+00	2.50E-06	3.96E-08	0.00E+00	2.54E-06						
	⑥ 上部ホースコンクリート設置後	6.54E-07	2.04E-06	9.91E-07	9.40E-08	1.53E-07	2.15E-06	1.04E-06	9.90E-08	1.62E-07	2.35E-05	1.22E-05	5.95E-06	5.64E-07	9.21E-07	0.00E+00	2.50E-06	3.96E-08	0.00E+00	2.54E-06						
	⑦ 覆い設置時	2.27E-04	2.04E-06	9.91E-07	9.40E-08	1.53E-07	2.15E-06	1.04E-06	9.90E-08	1.62E-07	8.17E-03	1.22E-05	5.95E-06	5.64E-07	9.21E-07	0.00E+00	2.50E-06	3.96E-08	0.00E+00	2.54E-06						
	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.54E-07	2.04E-06	9.91E-07	9.40E-08	1.53E-07	2.15E-06	1.04E-06	9.90E-08	1.62E-07	2.35E-05	1.22E-05	5.95E-06	5.64E-07	9.21E-07	0.00E+00	2.50E-06	3.96E-08	0.00E+00	2.54E-06						

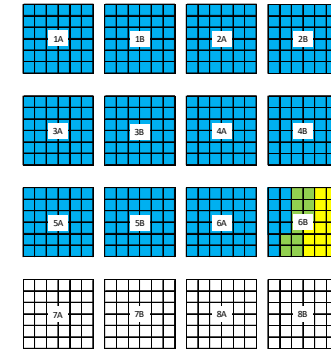
基	作業段階	3. 1区分当たりの平均線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )					時間(h)		区分数		4. 年間線量( $\mu\text{Sv/y}$ )					側面(内部仕切設備) I3=I2*(1+k1)	
		側面(外周仕切設備)			側面(内部仕切設備)		埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)						
		上面	北	東	南	西					U6=U5*(t1*k1+t2*k2)	N6=N5*(t1*k1+t2*k2)	E6=E5*(t1*k1+t2*k2)	S6=S5*(t1*k1+t2*k2)	W6=W5*(t1*k1+t2*k2)		
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	5.11E-07	2.24E-07	1.59E-07	1.23E-08	1.71E-08	6.80E-08	6880	8760	0	36	1.61E-01	7.05E-02	5.03E-02	3.89E-03	5.41E-03	0.00E+00
B	① 廃棄体設置時	2.47E-02	7.17E-06	3.48E-06	3.30E-07	5.40E-07	4.23E-08	8	0	15	0	2.97E+00	8.61E-04	4.18E-04	3.97E-05	6.48E-05	5.08E-06
	② 設置後～充填材充填まで	3.00E-05	1.20E-05	5.82E-06	5.52E-07	9.01E-07	7.07E-08	1816	0	15	0	8.17E-01	3.26E-01	1.59E-01	1.50E-02	2.46E-02	1.93E-03
	③ 充填材充填時	3.00E-05	1.20E-05	5.82E-06	5.52E-07	9.01E-07	7.07E-08	7	0	15	0	3.15E-03	1.26E-03	6.11E-04	5.80E-05	9.46E-05	7.42E-06
	④ 充填材充填後	6.54E-07	3.40E-07	1.65E-07	1.57E-08	2.56E-08	7.07E-08	17	0	15	0	1.67E-04	8.67E-05	4.21E-05	3.99E-06	6.52E-06	1.80E-05
	⑤ 上部ホースコンクリート設置時	2.27E-04	3.40E-07	1.65E-07	1.57E-08	2.56E-08	7.07E-08	6	0	15	0	2.04E-02	3.06E-05	1.49E-05	1.41E-06	2.30E-06	6.36E-06
	⑥ 上部ホースコンクリート設置後	6.54E-07	3.40E-07	1.65E-07	1.57E-08	2.56E-08	7.07E-08	18	0	15	0	1.76E-04	9.18E-05	4.46E-05	4.23E-06	6.91E-06	1.91E-05
	⑦ 覆い設置時	2.27E-04	3.40E-07	1.65E-07	1.57E-08	2.56E-08	7.07E-08	8	0	15	0	2.72E-02	4.08E-05	1.98E-05	1.88E-06	3.07E-06	8.48E-06
	⑧ 覆い設置後覆土まで	6.54E-07	3.40E-07	1.65E-07	1.57E-08	2.56E-08	7.07E-08	6880	8760	15	21	1.88E-01	9.76E-02	4.74E-02	4.50E-03	7.35E-03	7.29E-03
①～⑧の合計											4.02E+00	4.26E-01	2.07E-01	1.96E-02	3.21E-02	9.28E-03	

## 2号埋設設備(まとめ) 線量の計算地点:A

### 補正係数の設定

○ 側面放出角補正係数

埋設設備	側面	補正係数				
		上面	北	東	南	西
1群	A	—	0.685	0.556	1.000	0.979
	B	—	0.685	0.556	1.000	0.556
2群	A	—	0.685	0.556	1.000	0.556
	B	—	0.685	0.988	1.000	0.556
3群	A	—	0.685	0.556	1.000	0.979
	B	—	0.685	0.556	1.000	0.556
4群	A	—	0.685	0.556	1.000	0.556
	B	—	0.685	0.988	1.000	0.556
5群	A	—	0.685	0.556	1.000	0.979
	B	—	0.685	0.556	1.000	0.556
6群	A	—	0.685	0.556	1.000	0.556
	B	—	0.685	0.988	1.000	0.556



### 5. 線量合計 (μSv/y)

埋設設備	側面	側面補正なし					側面補正あり						
		上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	上面	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)
			北	東	南	西			北	東	南	西	
1群	A	1.69E-01	5.18E-02	7.66E-02	5.52E-03	4.45E-03	0.00E+00	1.69E-01	3.55E-02	4.26E-02	5.52E-03	4.36E-03	0.00E+00
	B	2.52E-01	8.36E-02	1.03E-01	8.09E-03	7.43E-03	0.00E+00	2.52E-01	5.73E-02	5.71E-02	8.09E-03	4.13E-03	0.00E+00
2群	A	3.66E-01	1.25E-01	1.29E-01	1.15E-02	1.21E-02	0.00E+00	3.66E-01	8.59E-02	7.20E-02	1.15E-02	6.73E-03	0.00E+00
	B	5.26E-01	2.14E-01	1.54E-01	1.61E-02	1.96E-02	0.00E+00	5.26E-01	1.46E-01	1.52E-01	1.61E-02	1.09E-02	0.00E+00
3群	A	1.25E-01	5.03E-02	5.32E-02	3.48E-03	3.25E-03	0.00E+00	1.25E-01	3.45E-02	2.96E-02	3.48E-03	3.18E-03	0.00E+00
	B	1.77E-01	6.65E-02	6.83E-02	4.91E-03	5.22E-03	0.00E+00	1.77E-01	4.55E-02	3.80E-02	4.91E-03	2.90E-03	0.00E+00
4群	A	2.43E-01	1.06E-01	7.95E-02	6.70E-03	8.13E-03	0.00E+00	2.43E-01	7.26E-02	4.42E-02	6.70E-03	4.52E-03	0.00E+00
	B	3.27E-01	1.36E-01	9.72E-02	8.85E-03	1.26E-02	0.00E+00	3.27E-01	9.34E-02	9.60E-02	8.85E-03	6.98E-03	0.00E+00
5群	A	9.00E-02	3.69E-02	3.77E-02	2.17E-03	2.32E-03	0.00E+00	9.00E-02	2.53E-02	2.10E-02	2.17E-03	2.27E-03	0.00E+00
	B	1.22E-01	5.41E-02	4.45E-02	2.96E-03	3.59E-03	0.00E+00	1.22E-01	3.71E-02	2.47E-02	2.96E-03	2.00E-03	0.00E+00
6群	A	1.61E-01	7.05E-02	5.03E-02	3.89E-03	5.41E-03	0.00E+00	1.61E-01	4.83E-02	2.79E-02	3.89E-03	3.01E-03	0.00E+00
	B	4.02E+00	4.26E-01	2.07E-01	1.96E-02	3.21E-02	9.28E-03	4.02E+00	2.92E-01	2.05E-01	1.96E-02	1.78E-02	9.28E-03
合計				9.32E+00						8.54E+00			

## 最大表面線量当量率 10mSv/h の廃棄体の定置制限について

スカイシャイン線の被ばく評価において、総放射エネルギーから表面線量当量率への換算は、全ての核種の放射エネルギーの合計を Co-60 の放射エネルギーと仮定して評価を行っている。3号廃棄物埋設施設の総放射エネルギーに対して Co-60 が占める割合は約 86% であり、その他核種からも放射線は発生するが全て Co-60 の放射線より小さいエネルギーであるが、全て Co-60 と仮定した評価となっている。また、表面線量当量率は、総放射エネルギーからの換算では 1.4mSv/h となり、これを保守的に 2mSv/h として評価を行っていることから、スカイシャイン線の被ばく評価においては一定の保守性を有している。

2mSv/h の廃棄体の内側へ最大表面線量当量率 10mSv/h の廃棄体を定置した場合、内側へ 2mSv/h の廃棄体を定置した場合と比べると、数パーセントの線量は増加<sup>\*1</sup>するものの、上記に示した評価条件の保守性の範囲内に十分収まっていることから、廃棄体の受入れにより現状の評価値を上回ることはない。さらに、内側に 10mSv/h を定置した場合であっても、受入れられる廃棄体の総放射エネルギーの制限があることから、内側の廃棄体が全て 10mSv/h となることはない。

以上のことから、内側の廃棄体には制限を設ける必要はない。

- \*1 参考：最上段 0.3mSv/h、外周仕切設備近傍 2mSv/h とし、総放射エネルギーとの関係から矛盾するものの、その他全て 10mSv/h として再評価すると、内側の廃棄体が 2mSv/h から 10mSv/h となった場合の線量率の補正係数は、0.3mSv/h に対して 1.3 倍、2mSv/h に対して 1.04 倍である。これを踏まえ、簡易的に評価を行ってもスカイシャイン線の被ばく評価結果の差は  $1 \mu\text{Sv/y}$  程度である。

廃棄物埋設施設における  
許可基準規則への適合性について

第九条 異常時の放射線障害の防止  
(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)

2020年12月

日本原燃株式会社

## 目 次

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第九条及びその解釈 ...	1
2. 廃棄物埋設施設の安全機能について .....	1
3. 評価対象設備 .....	2
4. 許可基準規則への適合のための評価方針 .....	2
5. 許可基準規則への適合性説明 .....	2

参考資料 1 埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土が一部破損した場合の考え方について

参考資料 2 埋設クレーンに対する異常の評価結果について

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第九条及びその解釈

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則
(異常時の放射線障害の防止) 第九条 安全機能を有する施設は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、当該安全機能を有する施設に異常が発生した場合においても事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものでなければならない。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈
第9条(異常時の放射線障害の防止) 1 第9条に規定する「異常が発生した場合においても事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないもの」とは、以下の異常の発生の可能性を検討し、異常が発生した場合における敷地周辺の公衆への実効線量の評価値が5ミリシーベルト以下であることをいう。 ① 誤操作による放射性廃棄物の落下等に伴う放射性物質の飛散 ② 廃棄物埋設施設内の火災及び爆発による影響 ③ その他機器等の破損、故障、誤動作又は操作員の誤操作等に伴う放射性物質の外部放出等であって、公衆の放射線被ばくの観点から重要と考えられる異常 2 第9条に規定する「廃止措置の開始まで」とは、ピット処分にあっては埋設の終了後300～400年以内、トレンチ処分にあっては埋設の終了後50年程度を目安とする。

2. 廃棄物埋設施設の安全機能について

安全機能については、第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(以下「許可基準規則」という。)第二条第2項第一号に「「安全機能」とは、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるものをいう。」とある。

したがって、許可基準規則第二条第2項第一号を考慮し、安全機能を「放射性物質の漏出を防止する機能」、「移行抑制機能<sup>\*1</sup>」、「遮蔽機能」とし、その機能の維持期間及び考え方を第1表にまとめる。

第1表 ピット処分における安全機能

安全機能	廃止措置の開始前		廃止措置の開始後
	放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了まで	覆土完了から廃止措置の開始まで	
放射性物質の漏出を防止する機能	○	-	-
移行抑制機能	-	○	△
遮蔽機能	○	○	△

○：安全機能を維持する  
 △：必要な安全機能を期待できるように設計する  
 -：考慮しない

\*1：本資料では、放射性物質の漏出を低減する機能及び生活環境への移行を抑制する機能を「移行抑制機能」という。

ここで、廃棄物埋設施設(以下「本施設」という。)のうち安全機能を有する設備は、埋設設備、



排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層及び覆土である。

### 3. 評価対象設備

許可基準規則第九条の評価対象は、1号廃棄物埋設施設のうち埋設設備7,8群及び覆土、2号廃棄物埋設施設のうち覆土、3号廃棄物埋設施設のうち埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土とする。

### 4. 許可基準規則への適合のための評価方針

許可基準規則第九条の評価方針としては、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土で発生すると想定される異常を選定するとともに、その条件について適切に設定し、評価を実施することにより、濃縮・埋設事業所敷地(以下「敷地」という。)周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないことを確認する。

### 5. 許可基準規則への適合性説明

1号廃棄物埋設施設のうち安全機能を有する埋設設備7,8群及び覆土、2号廃棄物埋設施設のうち安全機能を有する覆土、3号廃棄物埋設施設のうち安全機能を有する埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土は、静的な設備であり、動的な設備・機器ではないことから、故障、誤動作又は誤操作による異常の発生は想定されない。また、本施設で取り扱う廃棄体は、容器に固型化されたものであり、放射性物質の飛散又は漏えいは起き難いととも、放射能濃度が低く、個々の廃棄体に含まれる放射性物質の量は十分少ないという特徴があるため、1号廃棄物埋設施設のうち埋設設備7,8群及び覆土、2号廃棄物埋設施設のうち覆土、3号廃棄物埋設施設のうち埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土が一部破損した場合においても、敷地周辺の公衆に放射線障害を及ぼすことはない。(埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土が一部破損した場合の考え方について参考資料1に示す。)そのため、許可基準規則解釈第9条第1項に示される異常のうち、「① 誤操作による放射性廃棄物の落下等に伴う放射性物質の飛散」及び「③ その他機器等の破損、故障、誤動作又は操作員の誤操作等に伴う放射性物質の外部放出等であって、公衆の放射線被ばくの観点から重要と考えられる異常」の発生は想定されず、敷地周辺の公衆に放射線障害を及ぼすことはない。また、許可基準規則解釈第9条第1項に示される異常のうち、「② 廃棄物埋設施設内の火災及び爆発による影響」については、1号廃棄物埋設施設のうち埋設設備7,8群、3号廃棄物埋設施設のうち埋設設備は不燃性のコンクリート構造物及びセメント系充填材を使用する設計とすること、3号廃棄物埋設施設のうちポーラスコンクリート層は不燃性のコンクリート構造物を使用する設計とすること、1号、2号及び3号廃棄物埋設施設のうち覆土は不燃性の土質系材料を使用する設計とすることから、火災により廃棄体が損傷に至ることは想定し難い。さらに、操業工程において可燃性ガス等の可燃性物質は使用しないことから、爆発も発生しない。したがって、火災及び爆発による異常の発生は想定されず、敷地周辺の公衆に放射線障害を及ぼすことはない。

なお、新設する3号廃棄物埋設施設の埋設クレーンは安全機能を有する設備ではないが、廃棄体を取り扱うため、参考として異常に対する評価を行う。(評価結果については参考資料2に示す。)

埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土が  
一部破損した場合の考え方について

## 目 次

1. はじめに ..... 1
2. 埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土が一部破損した場合の考え方について ..... 1

1. はじめに

廃棄物埋設施設で取り扱う廃棄体は、容器に固型化されたものであり、放射性物質の飛散又は漏えいは起き難いとともに、放射能濃度が低く、個々の廃棄体に含まれる放射性物質の量は十分少ないという特徴があるため、埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土が一部破損した場合においても、敷地周辺の公衆に放射線障害を及ぼすことはないことについて示す。

2. 埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土が一部破損した場合の考え方について

埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土が一部破損した場合の影響は下表に示すとおり、これらの安全機能喪失時の影響に包含されることから、敷地周辺の公衆に放射線障害を及ぼすことはない。

時期	設備	安全機能	安全機能喪失時の影響
覆土完了前	埋設設備	漏出防止	覆土完了から廃止措置の開始までの平常時の評価において、覆土完了までの放射性物質の減衰を考慮せず、覆土完了時点から埋設設備の状態を砂程度の透水性とし、廃棄体が多量の地下水と接触することを想定した評価を実施している。この評価における線量は1号で約 $1.9 \mu\text{Sv/y}$ 、3号で約 $0.59 \mu\text{Sv/y}$ （第十条 廃棄物埋設地のうち第一号及び第三号(1号廃棄物埋設施設)「[参考](3) 許可基準規則第十条第一号(許可基準規則解釈第10条第4項)」及び第十条 廃棄物埋設地のうち第一号及び第三号(3号廃棄物埋設施設)「[参考](3) 許可基準規則第十条第一号(許可基準規則解釈第10条第4項)」で評価)である。覆土完了前までににおける埋設設備の漏出防止機能の喪失を仮定した場合は、覆土完了から廃止措置の開始までの平常時の評価に比べて、雨水及び地下水の浸入量が少ないことから、公衆への影響はより小さいと想定される。(第四条 地震による損傷の防止(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)「5.(1)(ii)b.外部への放射性物質の漏えい」を引用)
		遮蔽	覆土完了前までににおける埋設設備の遮蔽機能の喪失を仮定した評価を実施しており、この評価における線量は1号で約 $45 \mu\text{Sv/y}$ 、3号で約 $45 \mu\text{Sv/y}$ である。(第四条 地震による損傷の防止(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)「5.(1)(iv)公衆の放射線被ばくの程度」を引用)
	ポーラスコンクリート層	漏出防止	覆土完了から廃止措置の開始までの平常時の評価において、覆土完了までの放射性物質の減衰を考慮せず、覆土完了時点から埋設設備の状態を砂程度の透水性とし、廃棄体が多量の地下水と接触することを想定した評価を実施している。この評価における線量は3号で約 $0.59 \mu\text{Sv/y}$ （第十条 廃棄物埋設地のうち第一号及び第三号(3号廃棄物埋設施設)「[参

時期	設備	安全機能	安全機能喪失時の影響
			考] (3) 許可基準規則第十条第一号(許可基準規則解釈第 10 条第 4 項)」で評価) である。覆土完了前までにおける埋設設備の漏出防止機能の喪失を仮定した場合は、覆土完了から廃止措置の開始までの平常時の評価に比べて、雨水及び地下水の浸入が少ないことから、公衆への影響はより小さいと想定される。(第四条 地震による損傷の防止(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)「5. (1) (ii) b. 外部への放射性物質の漏えい」を引用)
覆土完了後	埋設設備	移行抑制	覆土完了後の埋設設備に期待する移行抑制機能は核種収着性である。 覆土完了後の埋設設備は周囲を覆土に覆われていることから、外部からの衝撃による一部破損は生じ難い。また、埋設設備が一部破損した場合においても、核種収着性は放射性物質とバリア材料との化学的な相互作用によるものであることから、外部からの衝撃による物理的破損によって核種収着性が損なわれることはない。
		覆土	移行抑制
		遮蔽	覆土完了後における覆土の遮蔽機能の喪失を仮定した評価は、覆土完了後は埋設設備による遮蔽を期待しないことから、覆土完了前までにおける埋設設備の遮蔽機能の喪失を仮定した評価に包含され、1号で約 $45 \mu\text{Sv/y}$ 、2号で約 $66 \mu\text{Sv/y}$ 、3号で約 $45 \mu\text{Sv/y}$ である。(第四条 地震による損傷の防止(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)「5. (1) (iv) 公衆の放射線被ばくの程度」を引用)

## 埋設クレーンに対する異常の評価結果について

## 目 次

1. 異常の選定 .....	1
(1) 機器の破損・故障及び誤操作 .....	1
2. 異常発生時における廃棄体の損傷本数の設定 .....	6
3. 線量評価 .....	7
(1) 埋設クレーンの廃棄体吊具の破損 .....	7
(2) 埋設クレーンによるコンクリート仮蓋取付け・取外し時の操作員の誤操作 .....	7
(3) 線量評価のまとめ .....	8

参考資料 2-1 線量評価におけるパラメーター一覧

参考資料 2-2 最大放射能濃度の損傷廃棄体本数、核種  $i$  の放射エネルギー  $A(i)$  について

3号廃棄物埋設施設のうち、埋設クレーンに対する異常の評価結果について以下に示す。

## 1. 異常の選定

「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」第9条第1項に基づき、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間において、埋設クレーンにおける以下の異常の発生の可能性を検討する。

- ① 誤操作による放射性廃棄物の落下等に伴う放射性物質の飛散
- ② 廃棄物埋設施設内の火災及び爆発による影響
- ③ その他機器等の破損、故障、誤動作又は操作員の誤操作等に伴う放射性物質の外部放出等であって、公衆の放射線被ばくの観点から重要と考えられる異常

なお、覆土完了後から廃止措置の開始までの間については、埋設クレーンは撤去していることから、異常の選定は行わない。

上記①②③の異常に至る可能性のある事象を抽出し、異常への進展防止策を考慮した場合でも、廃棄体の損傷に至る可能性がある事象を異常として選定する。

「① 誤操作による放射性廃棄物の落下等に伴う放射性物質の飛散」及び「③ その他機器等の破損、故障、誤動作又は操作員の誤操作等に伴う放射性物質の外部放出等であって、公衆の放射線被ばくの観点から重要と考えられる異常」については、「機器の破損・故障及び誤操作」として併せて検討する。事象の抽出に当たっては、埋設クレーンの運用期間中に想定される動的機器の単一破損・故障及び誤操作を想定する。さらに、「② 廃棄物埋設施設内の火災及び爆発による影響」については、火災発生の防止、火災の感知・消火、影響軽減を考慮した設計としていることから、廃棄体の損傷に至ることは想定し難いため、火災による影響は考慮しない。また、操業工程において可燃性ガス等の可燃性物質は使用しないことから、爆発は発生しないため、爆発による影響は考慮しない。

なお、廃棄物埋設施設には安全性を確保する上で、常時機能維持を必要とする動的な機器はない。

### (1) 機器の破損・故障及び誤操作

埋設クレーンにおいて、廃棄体を取り扱う工程である「廃棄体定置」、「充填材充填」及び「覆い設置」の各段階で作業工程ごとに機器の破損・故障及び誤操作によって、廃棄体が損傷する可能性のある事象を抽出し、異常への進展防止策が存在しない事象について異常として選定する。

事象の抽出に当たっては、埋設クレーンの運用期間中に想定される動的機器の単一破損・故障又は誤操作を想定する。

#### a. 事象の抽出

埋設クレーンは、インターロックの設置、埋設クレーンの吊具の構造によって廃棄体の落下を機械的に防止するフェイルセーフ設計により、廃棄体及びコンクリート仮蓋の落下防止を図っているが、機器の単一の破損・故障及び誤操作によって廃棄体が損傷する可能性がある。したがって、各段階において、作業工程ごとに、機器の単一の破損・故障又は誤操作によって廃棄体が損傷する可能性がある事象を抽出する。

なお、機器の単一の故障における事象抽出に当たっては、制御装置の故障、プログラムの



バグ、配線ミス、接続不足に起因した事象を想定する。

また、自動運転が主体である場合、誤操作は考慮しない。

(a) 廃棄体定置

低レベル廃棄物管理建屋から廃棄物埋設地に輸送された廃棄体は、専用の廃棄体吊具を取り付けた埋設クレーンにより埋設設備へ定置する(第1図及び第2図参照)。廃棄体の定置終了後、埋設設備には、速やかに埋設クレーンによりコンクリート仮蓋を取り付ける。

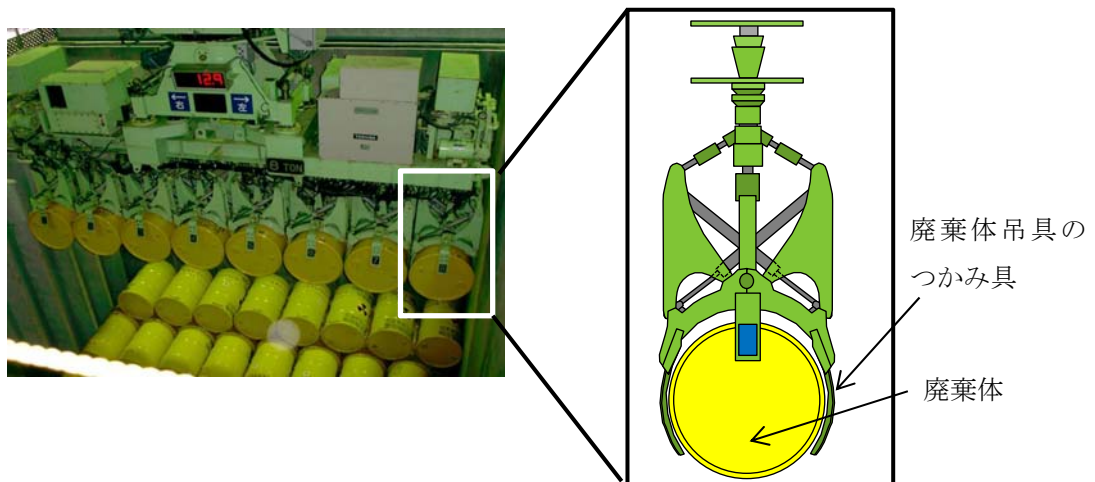
本作業工程は、基本的に自動運転で実施する。

事象の抽出結果を第1表に示す。

なお、故障箇所と独立したインターロックは、異常への進展防止策として整理した。



第1図 廃棄物埋設地における埋設クレーンによる吊上げ

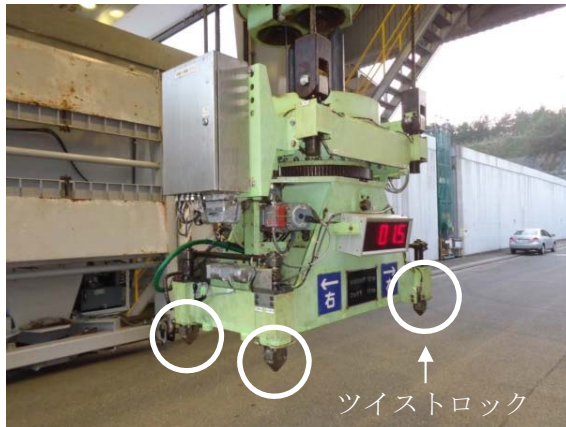


廃棄体吊具は8個の独立したつかみ具を備えている。

第2図 廃棄物埋設地における埋設クレーンによる定置

第1表 「廃棄体定置」の段階における事象抽出結果

作業工程	故障箇所等	事象	異常への進展防止策
埋設クレーンによる廃棄体吊上げ時	吊上位置検出器	吊上位置の誤検出によって、過巻に至り、吊上用ワイヤーロープが切断することによる廃棄体の落下	故障箇所とは別の位置検出器による通常の可動範囲を超えない位置で、吊上げが停止するインターロックの設置 (故障箇所とは独立している)
埋設クレーンによる廃棄体搬送時	埋設クレーン	埋設クレーンのツイストロック(第3図参照)1箇所又は吊上用ワイヤーロープ1本が破損することによる廃棄体の落下	独立した4個のツイストロック及び4本のワイヤーロープの設置
	廃棄体吊具	廃棄体吊具のつかみ具(第2図参照)が破損することによる廃棄体の落下	—
埋設クレーンによる廃棄体吊下げ時	吊上位置検出器	位置の誤検出によって、廃棄体吊具のつかみ具が誤開放することによる廃棄体の落下	着床検出器による、着床検出後に、つかみ具を開放するインターロックの設置 (故障箇所とは独立している)
埋設クレーンによるコンクリート仮蓋取付け時	操作員の誤操作	埋設クレーンのツイストロックをコンクリート仮蓋吊上げ中に誤開放させ、コンクリート仮蓋が落下することによる廃棄体の損傷	着床検出器によるコンクリート仮蓋吊上げ時にツイストロックの開放操作を受け付けないインターロックの設置
		コンクリート仮蓋を衝突させることによる廃棄体の損傷	—
	埋設クレーン	埋設クレーンのツイストロック1箇所又は吊上用ワイヤーロープ1本が破損することによってコンクリート仮蓋が落下することによる廃棄体の損傷	独立した4個のツイストロック及び4本のワイヤーロープの設置



ツイストロックは廃棄体吊具又はコンクリート仮蓋に設けた受部に差し込んだ後、中で回転させることで廃棄体吊具又はコンクリート仮蓋を固定し把持する機構

第3図 2号埋設クレーンツイストロック

(b) 充填材充填

コンクリート仮蓋の取り付け後、順次埋設設備の区画内にセメント系充填材を充填する(第4図参照)。

本作業工程は、基本的に操作員による手動運転により行う。

なお、本作業工程において、廃棄体が損傷する可能性がある事象は想定されない。



第4図 埋設設備内への充填材充填

(c) 覆い設置

充填材の充填後、順次埋設クレーンによりコンクリート仮蓋を取り外し、充填材上部にポーラスコンクリート層を設け、埋設設備の区画上部に覆いを設置する(第5図参照)。

本作業工程は、基本的に操作員による手動運転により行う。

事象の抽出結果を第2表に示す。ここで、埋設クレーンによるコンクリート仮蓋取り外しは、充填材の固化後に実施するため、コンクリート仮蓋を衝突させたとしても廃棄体が損傷に至る可能性は低いと考えるが、廃棄体が損傷することを想定する。



第5図 埋設設備区画上部への覆い設置

第2表 「覆い設置」の段階における事象抽出結果

作業工程	故障箇所等	事象	異常への進展防止策
埋設クレーンによるコンクリート仮蓋取外し時	操作員の誤操作	埋設クレーンのツイストロックをコンクリート仮蓋吊上げ中に誤開放させ、コンクリート仮蓋が落下することによる廃棄体の損傷	着床検出器によるコンクリート仮蓋吊上げ時にツイストロックの開放操作を受け付けないインターロックの設置
		コンクリート仮蓋を衝突させることによる廃棄体の損傷	—
	埋設クレーン	埋設クレーンのツイストロック1箇所又は吊上用ワイヤロープ1本が破損することによってコンクリート仮蓋が落下することによる廃棄体の損傷	独立した4個のツイストロック及び4本のワイヤロープの設置

b. 異常の選定について

「a. 事象の抽出」にて抽出した事象のうち、異常への進展防止策が存在しない事象を異常として選定する。異常の選定結果を第3表に示す。

第3表 廃棄体を取り扱う工程における異常の選定結果

	作業工程	故障箇所等	事象
廃棄体定置	埋設クレーンによる廃棄体搬送時	廃棄体吊具	廃棄体吊具のつかみ具が破損することによる廃棄体の落下
	埋設クレーンによるコンクリート仮蓋取付け時	操作員の誤操作	コンクリート仮蓋を衝突させることによる廃棄体の損傷
覆い設置	埋設クレーンによるコンクリート仮蓋取外し時	操作員の誤操作	コンクリート仮蓋を衝突させることによる廃棄体の損傷

2. 異常発生時における廃棄体の損傷本数の設定

「1. 異常の選定」にて選定した異常発生時の廃棄体の損傷本数を第4表のとおり設定する。

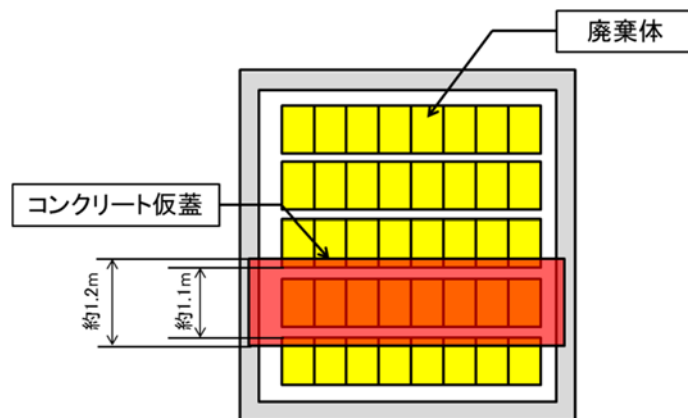
第4表 廃棄体の損傷本数

異常	発生場所	廃棄体 損傷本数	損傷本数の考え方
埋設クレーンの廃棄体吊具の破損	廃棄物埋設地	2本*1	廃棄体1本が落下し、その下部にある定置中区画の廃棄体1本も損傷する
埋設クレーンによるコンクリート仮蓋の取付け・取外し時の操作員の誤操作	廃棄物埋設地	48本	コンクリート仮蓋を廃棄体へ衝突させることにより、廃棄体の定置が終了した区画において48本(8本×3列×2段=48本)の廃棄体が損傷する

\*1: 廃棄体の落下位置によっては、定置中区画の廃棄体2本以上を損傷させることも考えられるが、廃棄体2本以上損傷の場合は、落下時のエネルギーは分散され、その損傷の程度は小さくなる。線量評価では一律に飛散率を設定しているため、落下時のエネルギーが分散されずに廃棄体が損傷することを想定し、廃棄体損傷本数は2本と設定した。

ここで、「埋設クレーンによるコンクリート仮蓋の取付け・取外し時の操作員の誤操作」における廃棄体損傷本数は、以下の考え方の下、設定した。

コンクリート仮蓋の幅は、約1.2mである。廃棄体は第6図のように8本×5列×10段で埋設設備内に定置する。ここで、1列目から3列目の幅は約1.1mであることから、コンクリート仮蓋を衝突させることにより、8本×3列=24本の廃棄体が損傷する可能性がある。最上段のみが損傷した段階で操作を停止するものと考えられるが、2段目までの廃棄体が損傷することを想定し、8本×3列×2段=48本の廃棄体が損傷すると設定する。



第6図 損傷廃棄体イメージ平面図

### 3. 線量評価

廃棄体の損傷について、被ばく線量結果が厳しくなるような条件である「2. 異常発生時における廃棄体の損傷本数の設定」の下で、線量評価を行う。また、評価に使用したパラメータは、参考資料 2-1 に示す。

#### (1) 埋設クレーンの廃棄体吊具の破損

埋設クレーンの廃棄体吊具の破損により、廃棄体が 1 本落下し、その下部の埋設設備内にある廃棄体 1 本の合計 2 本が損傷する想定とした。

##### (i) 評価条件

廃棄体の損傷により、飛散率に従って大気中に放射性物質が放出される。放出された放射性物質は、大気条件によって拡散し、周辺監視区域境界付近に居住する人が吸入摂取することによる被ばくを評価する。

$$D_{inh} = \sum_i \{Q(i) \cdot (\chi/Q) \cdot I_{inh} \cdot DCF_{inh}(i)\} \quad (1)$$

$D_{inh}$	: 吸入摂取による線量(Sv)
$\chi/Q$	: 相対濃度(s/m <sup>3</sup> )
$I_{inh}$	: 呼吸率(m <sup>3</sup> /s)
$DCF_{inh}(i)$	: 核種 <i>i</i> の吸入摂取による線量換算係数(Sv/Bq)

$$Q(i) = A(i) \times R \quad (2)$$

$Q(i)$	: 飛散する核種 <i>i</i> の放射エネルギー(Bq) なお、異常発生時の放射性物質の放出時間は1時間に設定する。
$A(i)$	: 核種 <i>i</i> の放射エネルギー(Bq)
$R$	: 飛散率(-)

ここで、核種 *i* の放射エネルギー  $A(i)$  は、参考資料 2-2 の考え方にに基づき設定し、 $\chi/Q$  は廃棄物埋設地における値とする。

##### (ii) 評価結果

公衆の受ける線量は、約  $1.7 \times 10^{-4}$  mSv となる。

#### (2) 埋設クレーンによるコンクリート仮蓋取付け・取外し時の操作員の誤操作

コンクリート仮蓋を廃棄体へ衝突させることにより、廃棄体の定置が終了した区画において 48 本(8 本×3 列×2 段=48 本)の廃棄体が損傷する想定とした。

##### (i) 評価条件

廃棄体の損傷により、飛散率に従って大気中に放射性物質が放出され、大気条件によって拡散し、周辺監視区域境界付近に居住する人が吸入摂取することによる被ばくを評価する。

評価式は、「(1) 埋設クレーンの廃棄体吊具の破損」と同じとする。また、核種 *i* の放射エネルギー  $A(i)$  は、参考資料 2-2 の考え方にに基づき設定し、 $\chi/Q$  は廃棄物埋設地における値とする。

##### (ii) 評価結果

公衆の受ける線量は、約  $1.8 \times 10^{-4}$  mSv となる。

### (3) 線量評価のまとめ

選定した異常について線量評価を行った結果、第5表のとおり異常のうち最も公衆の受ける線量が高い「埋設クレーンによるコンクリート仮蓋の取付け・取外し時の操作員の誤操作」においても、公衆の受ける線量は十分に小さいことを確認した。

第5表 周辺監視区域境界における公衆の受ける線量\*1

異常	公衆の受ける線量(mSv)
埋設クレーンの廃棄体吊具の破損	約 $1.7 \times 10^{-4}$
埋設クレーンによるコンクリート仮蓋の取付け・取外し時の操作員の誤操作	約 $1.8 \times 10^{-4}$

\*1：平均放射能濃度の損傷廃棄体本数が異なっても、線量評価結果に差がない理由は、最大放射能濃度の廃棄体による線量への寄与が大きく、影響が小さいためである。

参考として第6表及び第7表に損傷廃棄体の放射エネルギーの内訳(線量への寄与の大きいCo-60及び全 $\alpha$ の例)及び相対濃度を示す。同じ廃棄物埋設地の異常である「埋設クレーンの廃棄体吊具の破損」と「埋設クレーンによるコンクリート仮蓋の取付け・取外し時の操作員の誤操作」を比較すると、平均放射能濃度の損傷廃棄体本数が異なるものの、最大放射能濃度の損傷廃棄体本数が同じであり、また、いずれの異常においても放射エネルギーの合計値に対する最大放射能濃度の損傷廃棄体による寄与が平均放射能濃度の損傷廃棄体と比べて大きく、更に相対濃度は同じであるため、ほぼ同じ線量となっている。

また、第6表及び第7表に放射エネルギーの比を、第8表に公衆の受ける線量におけるCo-60及び全 $\alpha$ の内訳を示す。

第 6 表 線量評価に用いる損傷廃棄体の放射エネルギー (Co-60 の例) 及び相対濃度\*1

異常	損傷廃棄体の放射エネルギー (Bq)*2			相対濃度 (s/m <sup>3</sup> )
	最大放射エネルギー の廃棄体	平均放射エネルギー の廃棄体	合計	
埋設クレーンの廃棄体吊具の破損	約 1.1×10 <sup>13</sup> (1 本)	約 7.1×10 <sup>8</sup> (1 本)	約 1.1×10 <sup>13</sup> (2 本)	3.0×10 <sup>-4</sup> *3
埋設クレーンによるコンクリート 仮蓋の取付け・取外し時の操作員の 誤操作	約 1.1×10 <sup>13</sup> (1 本)	約 3.3×10 <sup>10</sup> (47 本)	約 1.1×10 <sup>13</sup> (48 本)	3.0×10 <sup>-4</sup> *3

\*1: 表中に記載していない線量評価に用いるパラメータについては、異常において共通の値である。詳細については参考資料 2-1 参照。

\*2: 括弧内の数値は損傷廃棄体本数を示す。

\*3: 相対濃度は廃棄物埋設地における値を用いる。

第 7 表 線量評価に用いる損傷廃棄体の放射エネルギー (全 α の例) 及び相対濃度\*1

異常	損傷廃棄体の放射エネルギー (Bq)*2,3			相対濃度 (s/m <sup>3</sup> )
	最大放射エネルギー の廃棄体	平均放射エネルギー の廃棄体	合計	
埋設クレーンの廃棄体吊具の破損	約 5.5×10 <sup>8</sup> (1 本)	約 1.1×10 <sup>6</sup> (1 本)	約 5.5×10 <sup>8</sup> (2 本)	3.0×10 <sup>-4</sup> *4
埋設クレーンによるコンクリート 仮蓋の取付け・取外し時の操作員の 誤操作	約 5.5×10 <sup>8</sup> (1 本)	約 5.1×10 <sup>7</sup> (47 本)	約 6.0×10 <sup>8</sup> (48 本)	3.0×10 <sup>-4</sup> *4

\*1: 表中に記載していない線量評価に用いるパラメータについては、異常において共通の値である。詳細については参考資料 2-1 参照。

\*2: 括弧内の数値は損傷廃棄体本数を示す。

\*3: 線量評価に当たっては、全 α については、廃止措置の開始前の期間におけるビルドアップを考慮し、表中の放射エネルギーを 2 倍に設定する。

\*4: 相対濃度は廃棄物埋設地における値を用いる。



第8表 公衆の受ける線量における Co-60 及び全  $\alpha$  の内訳

異常	公衆の受ける線量(mSv)*1		
	Co-60	全 $\alpha$	合計*2
埋設クレーンの廃棄体吊具の破損	約 $1.1 \times 10^{-4}$ (約 0.65)	約 $5.5 \times 10^{-5}$ (約 0.33)	約 $1.7 \times 10^{-4}$ (1.0)
埋設クレーンによるコンクリート 仮蓋の取付け・取外し時の操作員 の誤操作	約 $1.1 \times 10^{-4}$ (約 0.63)	約 $6.0 \times 10^{-5}$ (約 0.34)	約 $1.8 \times 10^{-4}$ (1.0)

\*1：括弧内の数値は、当該線量が合計に対して占める割合(寄与率)を示す。

\*2：合計には、表に示す Co-60 及び全  $\alpha$  以外の9核種の線量も含む。

## 線量評価におけるパラメータ一覧

第1表 想定事故時の線量評価に用いるパラメータ

パラメータ名	頁番号
廃棄体中の核種 $i$ の平均放射能濃度	参 2-1-2
廃棄体中の核種 $i$ の最大放射能濃度	参 2-1-3
廃棄体 1 本当たりの重量	参 2-1-4
屋外労働作業中の呼吸率	参 2-1-5
核種 $i$ の吸入摂取による線量換算係数	参 2-1-6
核種 $i$ の半減期	参 2-1-7
廃棄体落下に伴う内容物の飛散率	参 2-1-8
損傷廃棄体本数(埋設クレーンの廃棄体吊具の破損)	参 2-1-9
損傷廃棄体本数(埋設クレーンによるコンクリート仮蓋の取付け・取外し時の操作員の誤操作)	参 2-1-10
放出時間	参 2-1-11
相対濃度	参 2-1-12

パラメータ	名 称			単 位																								
	廃棄体中の核種 $i$ の平均放射能濃度			[Bq/本]																								
区分	<input checked="" type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 想定事故時																									
設定値	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>設定値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H-3</td> <td><math>7.2 \times 10^7</math></td> </tr> <tr> <td>C-14</td> <td><math>9.5 \times 10^6</math></td> </tr> <tr> <td>Co-60</td> <td><math>7.2 \times 10^8</math></td> </tr> <tr> <td>Ni-59</td> <td><math>2.4 \times 10^5</math></td> </tr> <tr> <td>Ni-63</td> <td><math>2.7 \times 10^7</math></td> </tr> <tr> <td>Sr-90</td> <td><math>3.2 \times 10^6</math></td> </tr> <tr> <td>Nb-94</td> <td><math>3.9 \times 10^4</math></td> </tr> <tr> <td>Tc-99</td> <td><math>3.6 \times 10^2</math></td> </tr> <tr> <td>I-129</td> <td><math>4.0 \times 10^1</math></td> </tr> <tr> <td>Cs-137</td> <td><math>3.5 \times 10^6</math></td> </tr> <tr> <td>全<math>\alpha</math></td> <td><math>1.1 \times 10^6</math></td> </tr> </tbody> </table>				核種	設定値	H-3	$7.2 \times 10^7$	C-14	$9.5 \times 10^6$	Co-60	$7.2 \times 10^8$	Ni-59	$2.4 \times 10^5$	Ni-63	$2.7 \times 10^7$	Sr-90	$3.2 \times 10^6$	Nb-94	$3.9 \times 10^4$	Tc-99	$3.6 \times 10^2$	I-129	$4.0 \times 10^1$	Cs-137	$3.5 \times 10^6$	全 $\alpha$	$1.1 \times 10^6$
核種	設定値																											
H-3	$7.2 \times 10^7$																											
C-14	$9.5 \times 10^6$																											
Co-60	$7.2 \times 10^8$																											
Ni-59	$2.4 \times 10^5$																											
Ni-63	$2.7 \times 10^7$																											
Sr-90	$3.2 \times 10^6$																											
Nb-94	$3.9 \times 10^4$																											
Tc-99	$3.6 \times 10^2$																											
I-129	$4.0 \times 10^1$																											
Cs-137	$3.5 \times 10^6$																											
全 $\alpha$	$1.1 \times 10^6$																											
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>・総放射エネルギー及び埋設する廃棄体本数を基に算出した。</li> <li>・全<math>\alpha</math>核種は、廃止措置の開始前の期間におけるビルドアップを考慮して放射エネルギーを2倍に設定し、線量評価を実施する。</li> </ul>																											
備考																												
文献																												

パラメータ	名 称			単 位																								
		廃棄体中の核種 <i>i</i> の最大放射能濃度			[Bq/t]																							
区分	<input checked="" type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 想定事故時																									
設定値	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>設定値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H-3</td> <td><math>1.2 \times 10^{12}</math></td> </tr> <tr> <td>C-14</td> <td><math>3.3 \times 10^{10}</math></td> </tr> <tr> <td>Co-60</td> <td><math>1.1 \times 10^{13}</math></td> </tr> <tr> <td>Ni-59</td> <td><math>8.8 \times 10^9</math></td> </tr> <tr> <td>Ni-63</td> <td><math>1.1 \times 10^{12}</math></td> </tr> <tr> <td>Sr-90</td> <td><math>6.6 \times 10^{10}</math></td> </tr> <tr> <td>Nb-94</td> <td><math>3.3 \times 10^8</math></td> </tr> <tr> <td>Tc-99</td> <td><math>7.4 \times 10^7</math></td> </tr> <tr> <td>I-129</td> <td><math>1.1 \times 10^6</math></td> </tr> <tr> <td>Cs-137</td> <td><math>4.0 \times 10^{11}</math></td> </tr> <tr> <td>全 <math>\alpha</math></td> <td><math>5.5 \times 10^8</math></td> </tr> </tbody> </table>				核種	設定値	H-3	$1.2 \times 10^{12}$	C-14	$3.3 \times 10^{10}$	Co-60	$1.1 \times 10^{13}$	Ni-59	$8.8 \times 10^9$	Ni-63	$1.1 \times 10^{12}$	Sr-90	$6.6 \times 10^{10}$	Nb-94	$3.3 \times 10^8$	Tc-99	$7.4 \times 10^7$	I-129	$1.1 \times 10^6$	Cs-137	$4.0 \times 10^{11}$	全 $\alpha$	$5.5 \times 10^8$
核種	設定値																											
H-3	$1.2 \times 10^{12}$																											
C-14	$3.3 \times 10^{10}$																											
Co-60	$1.1 \times 10^{13}$																											
Ni-59	$8.8 \times 10^9$																											
Ni-63	$1.1 \times 10^{12}$																											
Sr-90	$6.6 \times 10^{10}$																											
Nb-94	$3.3 \times 10^8$																											
Tc-99	$7.4 \times 10^7$																											
I-129	$1.1 \times 10^6$																											
Cs-137	$4.0 \times 10^{11}$																											
全 $\alpha$	$5.5 \times 10^8$																											
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>・廃棄体重量を 300kg/本とし、総廃棄体重量約 60,000t を基に平均放射能濃度を算出し、個々の廃棄体による放射能濃度の分布幅を考慮して、平均放射能濃度の 600 倍と設定した。ただし、1 号及び 2 号廃棄物埋設施設の申請時の政令濃度上限値（「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令」規定された濃度）を上回る場合は、政令濃度上限値を最大放射能濃度とした。</li> <li>・全 <math>\alpha</math> 核種は、廃止措置の開始前の期間におけるビルドアップを考慮して放射エネルギーを 2 倍に設定し、線量評価を実施する。</li> </ul>																											
備考																												
文献																												

パラメータ	名 称		単 位
	廃棄体 1 本当たりの重量		[t/本]
区分	<input checked="" type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 想定事故時
設定値	1		
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃棄体条件より、廃棄体内に含まれる放射性物質量が最大となるように設定した。</li> </ul>		
備考			
文献			

パラメータ	名 称		単 位
	屋外労働作業中の呼吸率		[m <sup>3</sup> /h]
区分	<input checked="" type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 想定事故時
設定値	1.2		
設定根拠	<p>・文献<sup>(1)</sup>に示されている成人男性の就業中の平均呼吸量から設定した。</p> <p><math>9.6\text{m}^3/8\text{h}=1.2\text{m}^3/\text{h}</math></p>		
備考			
文献	(1) ICRP Pub. 89(2002):Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: Reference Values		

パラメータ	名 称		単 位																																				
	核種 <i>i</i> の吸入摂取による線量換算係数		[Sv/Bq]																																				
区分	<input checked="" type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 想定事故時																																				
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>設定値</th> <th>考慮した 子孫核種 (生成割合)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H-3</td> <td><math>4.5 \times 10^{-11}</math></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>C-14</td> <td><math>2.0 \times 10^{-9}</math></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Co-60</td> <td><math>1.0 \times 10^{-8}</math></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ni-59</td> <td><math>1.3 \times 10^{-10}</math></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ni-63</td> <td><math>4.8 \times 10^{-10}</math></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Sr-90</td> <td><math>3.8 \times 10^{-8}</math></td> <td>Y-90 (100%)</td> </tr> <tr> <td>Nb-94</td> <td><math>1.1 \times 10^{-8}</math></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Tc-99</td> <td><math>4.0 \times 10^{-9}</math></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>I-129</td> <td><math>3.6 \times 10^{-8}</math></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Cs-137</td> <td><math>4.6 \times 10^{-9}</math></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>全<math>\alpha</math></td> <td><math>5.0 \times 10^{-5}</math></td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>			核種	設定値	考慮した 子孫核種 (生成割合)	H-3	$4.5 \times 10^{-11}$	-	C-14	$2.0 \times 10^{-9}$	-	Co-60	$1.0 \times 10^{-8}$	-	Ni-59	$1.3 \times 10^{-10}$	-	Ni-63	$4.8 \times 10^{-10}$	-	Sr-90	$3.8 \times 10^{-8}$	Y-90 (100%)	Nb-94	$1.1 \times 10^{-8}$	-	Tc-99	$4.0 \times 10^{-9}$	-	I-129	$3.6 \times 10^{-8}$	-	Cs-137	$4.6 \times 10^{-9}$	-	全 $\alpha$	$5.0 \times 10^{-5}$	-
核種	設定値	考慮した 子孫核種 (生成割合)																																					
H-3	$4.5 \times 10^{-11}$	-																																					
C-14	$2.0 \times 10^{-9}$	-																																					
Co-60	$1.0 \times 10^{-8}$	-																																					
Ni-59	$1.3 \times 10^{-10}$	-																																					
Ni-63	$4.8 \times 10^{-10}$	-																																					
Sr-90	$3.8 \times 10^{-8}$	Y-90 (100%)																																					
Nb-94	$1.1 \times 10^{-8}$	-																																					
Tc-99	$4.0 \times 10^{-9}$	-																																					
I-129	$3.6 \times 10^{-8}$	-																																					
Cs-137	$4.6 \times 10^{-9}$	-																																					
全 $\alpha$	$5.0 \times 10^{-5}$	-																																					
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICRP の文献<sup>(1)(2)</sup>を参照する。</li> <li>文献<sup>(2)</sup>にも線量換算係数の記載はあるが、これは作業員への被ばくに関するデータであり、今回の評価は一般公衆の被ばくに対するものであるため、文献<sup>(1)</sup>を参照した。</li> <li>文献<sup>(1)</sup>には一般公衆の年齢別線量係数が示されているが、このうちの成人 (Adult) の数値で、肺での吸収型が不明な場合の推奨値が示されている核種はその数値を、推奨値が示されていない核種は最大の数値を引用した。また、経口摂取と同様に、短半減期の子孫核種のうち、文献<sup>(1)</sup>に示されている核種の寄与を考慮している。</li> <li>子孫核種に関して、短半減期の子孫核種のうち、文献<sup>(1)</sup>に示されている核種については、生成割合を考慮して親核種の線量換算係数に足し合わせた。ただし、文献<sup>(1)</sup>に示されていない子孫核種については、親核種に記載された線量換算係数の数値をそのまま使用した。</li> <li>全<math>\alpha</math>核種の線量換算係数は、組成比が大きい Pu-239 (線量換算係数 <math>5.0 \times 10^{-5}</math>)、Am-241 (線量換算係数 <math>4.2 \times 10^{-5}</math>) のうち大きい方 (Pu-239) の値を用いる。</li> </ul>																																						
備考																																							
文献	<p>(1) ICRP Publication 72(1996): Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients</p> <p>(2) ICRP Publication 68(1994): Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers</p>																																						



パラメータ	名 称		単 位																																																	
	核種 <i>i</i> の半減期		[y]																																																	
区分	<input checked="" type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 想定事故時																																																	
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>設定値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H-3</td><td><math>1.23 \times 10^1</math></td></tr> <tr><td>C-14</td><td><math>5.70 \times 10^3</math></td></tr> <tr><td>Co-60</td><td><math>5.27 \times 10^0</math></td></tr> <tr><td>Ni-59</td><td><math>1.01 \times 10^5</math></td></tr> <tr><td>Ni-63</td><td><math>1.00 \times 10^2</math></td></tr> <tr><td>Sr-90</td><td><math>2.88 \times 10^1</math></td></tr> <tr><td>Nb-94</td><td><math>2.03 \times 10^4</math></td></tr> <tr><td>Tc-99</td><td><math>2.11 \times 10^5</math></td></tr> <tr><td>I-129</td><td><math>1.57 \times 10^7</math></td></tr> <tr><td>Cs-137</td><td><math>3.02 \times 10^1</math></td></tr> <tr> <td rowspan="12">全 <math>\alpha</math></td> <td>Pb-210</td><td><math>2.22 \times 10^1</math></td></tr> <tr><td>Po-210</td><td><math>3.79 \times 10^{-1}</math></td></tr> <tr><td>Ra-226</td><td><math>1.60 \times 10^3</math></td></tr> <tr><td>Ac-227</td><td><math>2.18 \times 10^1</math></td></tr> <tr><td>Th-229</td><td><math>7.34 \times 10^3</math></td></tr> <tr><td>Th-230</td><td><math>7.54 \times 10^4</math></td></tr> <tr><td>Pa-231</td><td><math>3.28 \times 10^4</math></td></tr> <tr><td>U-233</td><td><math>1.59 \times 10^5</math></td></tr> <tr><td>U-234</td><td><math>2.46 \times 10^5</math></td></tr> <tr><td>U-235</td><td><math>7.04 \times 10^8</math></td></tr> <tr><td>Np-237</td><td><math>2.14 \times 10^6</math></td></tr> <tr><td>Pu-239</td><td><math>2.41 \times 10^4</math></td></tr> <tr><td>Am-241</td><td><math>4.32 \times 10^2</math></td></tr> </tbody> </table>			核種	設定値	H-3	$1.23 \times 10^1$	C-14	$5.70 \times 10^3$	Co-60	$5.27 \times 10^0$	Ni-59	$1.01 \times 10^5$	Ni-63	$1.00 \times 10^2$	Sr-90	$2.88 \times 10^1$	Nb-94	$2.03 \times 10^4$	Tc-99	$2.11 \times 10^5$	I-129	$1.57 \times 10^7$	Cs-137	$3.02 \times 10^1$	全 $\alpha$	Pb-210	$2.22 \times 10^1$	Po-210	$3.79 \times 10^{-1}$	Ra-226	$1.60 \times 10^3$	Ac-227	$2.18 \times 10^1$	Th-229	$7.34 \times 10^3$	Th-230	$7.54 \times 10^4$	Pa-231	$3.28 \times 10^4$	U-233	$1.59 \times 10^5$	U-234	$2.46 \times 10^5$	U-235	$7.04 \times 10^8$	Np-237	$2.14 \times 10^6$	Pu-239	$2.41 \times 10^4$	Am-241	$4.32 \times 10^2$
核種	設定値																																																			
H-3	$1.23 \times 10^1$																																																			
C-14	$5.70 \times 10^3$																																																			
Co-60	$5.27 \times 10^0$																																																			
Ni-59	$1.01 \times 10^5$																																																			
Ni-63	$1.00 \times 10^2$																																																			
Sr-90	$2.88 \times 10^1$																																																			
Nb-94	$2.03 \times 10^4$																																																			
Tc-99	$2.11 \times 10^5$																																																			
I-129	$1.57 \times 10^7$																																																			
Cs-137	$3.02 \times 10^1$																																																			
全 $\alpha$	Pb-210	$2.22 \times 10^1$																																																		
	Po-210	$3.79 \times 10^{-1}$																																																		
	Ra-226	$1.60 \times 10^3$																																																		
	Ac-227	$2.18 \times 10^1$																																																		
	Th-229	$7.34 \times 10^3$																																																		
	Th-230	$7.54 \times 10^4$																																																		
	Pa-231	$3.28 \times 10^4$																																																		
	U-233	$1.59 \times 10^5$																																																		
	U-234	$2.46 \times 10^5$																																																		
	U-235	$7.04 \times 10^8$																																																		
	Np-237	$2.14 \times 10^6$																																																		
	Pu-239	$2.41 \times 10^4$																																																		
Am-241	$4.32 \times 10^2$																																																			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>半減期に関する文献は、ICRP Pub. 107<sup>(1)</sup>以外にも Table of Isotope<sup>(2)</sup>などがあるが、最終的に人への被ばくを考慮するので、線量評価のための推奨値として設定された ICRP の最新の文献(ICRP Pub. 107)の値を使用した。</li> <li>地質環境に係る長期変動事象、将来における生活環境及び廃棄物埋設地の状態設定に応じて変動するものではないため、各シナリオで共通の数値とした。</li> <li>ICRP Pub. 107 で記載されている半減期には、変動幅は与えられていない。半減期のような核壊変に関するデータは、主要な核種についてはすでに多くのデータが取得されており、文献によりわずかに値が異なる場合もあるが、一般的に不確実性は小さい。</li> </ul>																																																			
備考																																																				
文献	(1) International Commission on Radiological Protection(2008) : Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, ICRP Publication 107 (2) Richard B. Firestone(1996) : Table of Isotopes: Eighth Edition																																																			

パラメータ	名 称			単 位																																														
		廃棄体落下に伴う内容物の飛散率			[-]																																													
区分	<input type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input checked="" type="checkbox"/> 想定事故時																																															
設定値	1×10 <sup>-5</sup>																																																	
設定根拠	<p>・文献<sup>(1)</sup>における廃棄体落下事故評価用の廃棄体内容物の飛散率を以下の表に示す。本施設に埋設する廃棄体はセメント系充填材を用いた充填固化体であることから、同様にセメント固化された樹脂、スラッジ及び濃縮廃液のセメント固化体における値を飛散率として設定した。</p> <table border="1" data-bbox="478 672 1308 985"> <thead> <tr> <th>廃棄体内容物</th> <th>飛散率[-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>脱水ゼオライト、樹脂、スラッジ、フィルタカートリッジ</td> <td>1×10<sup>-4</sup></td> </tr> <tr> <td>樹脂、スラッジ及び濃縮廃液のセメント固化体</td> <td>1×10<sup>-5</sup></td> </tr> <tr> <td>樹脂、スラッジ及び濃縮廃液のビニルエステル(プラスチック)固化体</td> <td>1×10<sup>-6</sup></td> </tr> <tr> <td>廃棄物のビチューメン固化体</td> <td>1×10<sup>-6</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>・また、電気事業者及び日本原燃が1995年に共同で実施した充填固化体の廃棄体落下試験によると、吊り上げ高さ8m(3号埋設クレーンの最大吊り上げ高さと同様)から廃棄体落下した際の漏出率は最大で6.4×10<sup>-7</sup>であり、1×10<sup>-5</sup>よりも小さな値である。落下試験の値を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="383 1209 1404 1568"> <thead> <tr> <th>収納廃棄物</th> <th>収納状態</th> <th>収納容器</th> <th>廃棄体重量 [kg]</th> <th>漏出物重量 [mg]</th> <th>漏出率*1 [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非圧縮物</td> <td>普通</td> <td>ドラム缶</td> <td>583</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>非圧縮物</td> <td>密</td> <td>内張容器</td> <td>461</td> <td>104</td> <td>2.3×10<sup>-7</sup></td> </tr> <tr> <td>非圧縮物</td> <td>密</td> <td>内籠容器</td> <td>477</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>圧縮体</td> <td>-</td> <td>内籠容器</td> <td>389</td> <td>249</td> <td>6.4×10<sup>-7</sup></td> </tr> <tr> <td>溶融体</td> <td>-</td> <td>ドラム缶</td> <td>870</td> <td>87</td> <td>1.0×10<sup>-7</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>*1 : (漏出率[-]) = (漏出物重量[kg]) / (廃棄体重量[kg])</p>				廃棄体内容物	飛散率[-]	脱水ゼオライト、樹脂、スラッジ、フィルタカートリッジ	1×10 <sup>-4</sup>	樹脂、スラッジ及び濃縮廃液のセメント固化体	1×10 <sup>-5</sup>	樹脂、スラッジ及び濃縮廃液のビニルエステル(プラスチック)固化体	1×10 <sup>-6</sup>	廃棄物のビチューメン固化体	1×10 <sup>-6</sup>	収納廃棄物	収納状態	収納容器	廃棄体重量 [kg]	漏出物重量 [mg]	漏出率*1 [-]	非圧縮物	普通	ドラム缶	583	0	0	非圧縮物	密	内張容器	461	104	2.3×10 <sup>-7</sup>	非圧縮物	密	内籠容器	477	0	0	圧縮体	-	内籠容器	389	249	6.4×10 <sup>-7</sup>	溶融体	-	ドラム缶	870	87	1.0×10 <sup>-7</sup>
廃棄体内容物	飛散率[-]																																																	
脱水ゼオライト、樹脂、スラッジ、フィルタカートリッジ	1×10 <sup>-4</sup>																																																	
樹脂、スラッジ及び濃縮廃液のセメント固化体	1×10 <sup>-5</sup>																																																	
樹脂、スラッジ及び濃縮廃液のビニルエステル(プラスチック)固化体	1×10 <sup>-6</sup>																																																	
廃棄物のビチューメン固化体	1×10 <sup>-6</sup>																																																	
収納廃棄物	収納状態	収納容器	廃棄体重量 [kg]	漏出物重量 [mg]	漏出率*1 [-]																																													
非圧縮物	普通	ドラム缶	583	0	0																																													
非圧縮物	密	内張容器	461	104	2.3×10 <sup>-7</sup>																																													
非圧縮物	密	内籠容器	477	0	0																																													
圧縮体	-	内籠容器	389	249	6.4×10 <sup>-7</sup>																																													
溶融体	-	ドラム缶	870	87	1.0×10 <sup>-7</sup>																																													
備考																																																		
文献	(1) U. S. NRC(1981):NUREG-0683 Final Programmatic Environmental Impact Statement related to decontamination and disposal of radioactive waste resulting from March 28, 1979, accident Three Mile Island Nuclear Station, Unit 2																																																	

パラメータ	名 称		単 位						
		損傷廃棄体本数(埋設クレーンの廃棄体吊具の破損)		[本]					
区分	<input type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input checked="" type="checkbox"/> 想定事故時						
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>設定値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最大放射能濃度の 損傷廃棄体本数</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>平均放射能濃度の 損傷廃棄体本数</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>				設定値	最大放射能濃度の 損傷廃棄体本数	1	平均放射能濃度の 損傷廃棄体本数	1
	設定値								
最大放射能濃度の 損傷廃棄体本数	1								
平均放射能濃度の 損傷廃棄体本数	1								
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃棄物埋設地において、廃棄体 1 本が落下し、その下部にある定置中区画の廃棄体 1 本も損傷するとして設定した。</li> <li>【最大放射能濃度の損傷廃棄体本数考え方】</li> <li>・ 埋設設備又は埋設設備群に定置された全ての廃棄体が平均濃度である状態に、1本ずつ最大放射能濃度の廃棄体に置き換えていったときに、以下の条件を満たす最大本数を設定した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 埋設設備ごとに、11核種それぞれの放射エネルギーの合計値を総放射エネルギーの2/8*1以下とする。</li> <li>➤ 東西方向2埋設設備ごとに、11核種それぞれの放射エネルギーの合計値を総放射エネルギーの1/4以下とする。</li> </ul> </li> <li>・ 以上の条件より、最大放射能濃度の廃棄体を複数本受け入れることは想定しにくい、保守的に400本当たり1本含まれると設定した。</li> </ul>								
備考	<p>*1:「決定グループ」の被ばくにおける均質性の考え方<sup>(1)</sup>を参考に、局所的に放射能濃度の高い場所を掘削することによって受ける被ばく(廃止措置の開始後の人為事象シナリオ)を考慮しても、線量の分布が3倍以内であれば代表性を損なうことはないとし、保守側に1埋設設備単位で平均値の2倍までを許容するとし、平均化要件を設定した。</p>								
文献	<p>(1) 社団法人日本アイソトープ協会(昭和61年):ICRP Publication 43 公衆の放射線防護のためのモニタリングの諸原則</p>								

パラメータ	名 称			単 位						
	損傷廃棄体本数 (埋設クレーンによるコンクリート仮蓋の取付け・ 取外し時の操作員の誤操作)			[本]						
区分	<input type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input checked="" type="checkbox"/> 想定事故時							
設定値	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 70%;">設定値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最大放射能濃度の 損傷廃棄体本数</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>平均放射能濃度の 損傷廃棄体本数</td> <td style="text-align: center;">47</td> </tr> </tbody> </table>					設定値	最大放射能濃度の 損傷廃棄体本数	1	平均放射能濃度の 損傷廃棄体本数	47
		設定値								
	最大放射能濃度の 損傷廃棄体本数	1								
平均放射能濃度の 損傷廃棄体本数	47									
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃棄物埋設地において、コンクリート仮蓋の埋設設備内への落下による、廃棄体の定置が終了した区画において 48 本(8 本×3 列×2 段=48 本)の廃棄体が損傷するとして設定した。</li> </ul> <p>【最大放射能濃度の損傷廃棄体本数考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 損傷廃棄体本数(埋設クレーンの廃棄体吊具の破損)の考え方と同様とした。</li> </ul>									
備考										
文献										

パラメータ	名 称		単 位
	放出時間		[h]
区分	<input type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input checked="" type="checkbox"/> 想定事故時
設定値	1		
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>・廃棄体落下程度の衝撃による短時間での放射性物質の飛散を考慮するため、実効放出継続時間は1時間とする。</li> </ul>		
備考			
文献			

パラメータ	名 称		単 位
	相対濃度		[s/m <sup>3</sup> ]
区分	<input type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input checked="" type="checkbox"/> 想定事故時
設定値			
	廃棄物埋設地	設定値 3.0×10 <sup>-4</sup>	
設定根拠	<p>・詳細については、「第四条 地震による損傷の防止(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設) 参考資料 1 地震による廃棄体の損傷を仮定した内部被ばく線量評価 4.(1) 想定事故時の相対濃度」にて整理。</p>		
備考			
文献			

最大放射能濃度の損傷廃棄体本数、核種  $i$  の放射エネルギー  $A(i)$  について

最大放射能濃度の損傷廃棄体本数、核種  $i$  の放射エネルギーは以下の考えに基づき設定する。

1. 設定の考え方

(1) 前提条件

最大放射能濃度の損傷廃棄体本数の設定に当たっては、埋設設備 1 基ごとの放射エネルギーの合計値が平均放射エネルギーの 2 倍を超えないように埋設すること(埋設条件)を考慮し、その放射エネルギーを超えない範囲で最大放射能濃度の廃棄体が含まれるものとして本数を設定する。

(2) 3号廃棄物埋設施設

- 最大放射能濃度の廃棄体と平均放射能濃度の廃棄体における核種ごとの放射エネルギー比より、3号廃棄物埋設施設は約 500 本当たり 1 本の割合で最大放射能濃度の廃棄体が含まれるものとする。全重要核種において十分保守的であるが、更に保守的に 1 区画(400 本)に 1 本の割合で最大放射能濃度の廃棄体が含まれるものとする。
- 最大放射能濃度以外の廃棄体は平均放射能濃度(総放射エネルギーを埋設最大廃棄体本数で除した値)とする。
- 放射能濃度の平均的な埋設条件を満足するように放射エネルギーを設定する。

2. 核種  $i$  の放射エネルギー  $A(i)$  の算出について

以下の式に基づき、核種  $i$  の放射エネルギーを算出する。

$$A(i) = \begin{cases} Cw_{max}(i) \times W \times N_{max} + Cw_{av}(i) \times N_{av} & ( Cw_{max}(i) \times W \times N_{max} + Cw_{av}(i) \times N_{av} \leq A_{max}(i) ) \\ A_{max}(i) & ( Cw_{max}(i) \times W \times N_{max} + Cw_{av}(i) \times N_{av} > A_{max}(i) ) \end{cases} \quad (1)$$

- $Cw_{max}(i)$  : 廃棄体中の核種  $i$  の最大放射能濃度 (Bq/t)
- $W$  : 廃棄体 1 本当たりの重量 (t/本)
- $N_{max}$  : 最大放射能濃度の損傷廃棄体本数 (本)
- $Cw_{av}(i)$  : 廃棄体中の核種  $i$  の平均放射能濃度 (Bq/本)
- $N_{av}$  : 平均放射能濃度の損傷廃棄体本数 (本)
- $A_{max}(i)$  : 放射能濃度の平均的な埋設条件による 1 基当たりの上限値 (Bq)