

2020年5月8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

第八条 遮蔽等
(3号廃棄物埋設施設)

2020年5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	2
4. 許可基準規則への適合性説明	2
(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	9
5. 参考文献	9

添付資料 1 平常時の外部被ばく線量評価

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号埋設設備及び覆土については、遮蔽機能の変更はなく、既許可の線量を上回ることはない。

【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。

なお、1号及び2号廃棄物埋設施設については、放射性廃棄物の受入施設の変更はない。

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が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。また、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図に示すように作業段階に応じて外周仕切設備、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公衆の線量限度以下に低減できる設計とする。

ここで、埋設設備うち外周仕切設備、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。

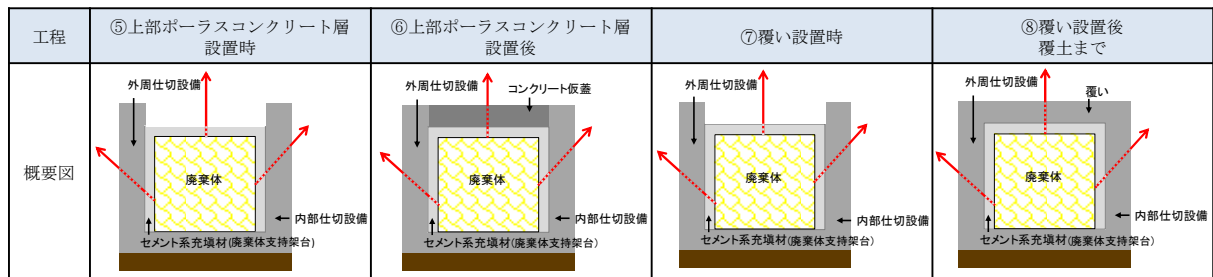
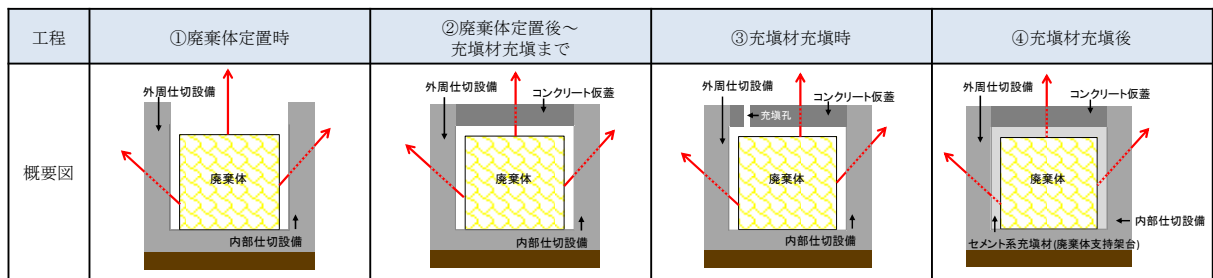
(ii) その他の放射線防護上の措置について

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0.3mSv/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、以下の放射線防護上の措置を講じることで、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ものとする。

- ・ 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		
項目	仕様		項目	厚さ	密度
外周仕切設備	3号埋設設備		難透水性覆土	2m以上	1,100kg/m ³ 以上
	材料	鉄筋コンクリート	下部覆土	2m以上	1,100kg/m ³ 以上
	厚さ(側壁)	60cm			
内部仕切設備	材料	鉄筋コンクリート			
	厚さ	40cm			
	密度	2,100kg/m ³ 以上			
廃棄体 支持架台*1	材料	鉄筋コンクリート			
	厚さ*2	20cm			
	密度	1,600kg/m ³ 以上			
セメント系 充填材	材料	モルタル			
	厚さ*3	20cm			
	密度	1,600kg/m ³ 以上			
覆い	材料	鉄筋コンクリート			
	厚さ	30cm			
	密度	2,100kg/m ³ 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 ³ 以上			

*1 セメント系充填材と一体となって遮蔽機能を達成する
 *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

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^{*1}

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、充填材充填、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)⁽¹⁾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)⁽²⁾及び一回散乱計算コード(G33)⁽¹⁾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⁽³⁾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)⁽²⁾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、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 10mSv/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 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

*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。

ルギーが高く、初期の放射エネルギーが多い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。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 $9.2\mu\text{Sv/y}$ 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 $26\mu\text{Sv/y}$ である。また、周辺監視区域の外の空気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（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。

覆土完了後は、十分な厚さの覆土があるため、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、周辺監視区域の外の空気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は約 $1.7\times 10^{-2}\mu\text{Sv/y}$ 、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被ばく線量は、約 $3.8\mu\text{Sv/y}$ となる。

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 $26\mu\text{Sv/y}$ 、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。

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

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 ³					
遮蔽体の密度		2,100kg/m ³ (コンクリート) 1,600kg/m ³ (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。その場合、廃棄体表面の線量当量率は、1号廃棄物埋設地及び2号廃棄物埋設地においては埋設設備の最上面に埋設する廃棄体について 2mSv/h、その他の廃棄体については 10mSv/h 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 6.4×10^{-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 1×10^{-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2表に示す。

第2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	25
(3) 評価結果	27

添付資料

- 1-1 廃棄体の放射能濃度の設定について
- 1-2 3号埋設設備の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で、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 ³
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 ³)
10	2.90×10 ⁴
2	5.80×10 ³
0.3	8.70×10 ²

(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 ³)	元素	組成比 (%)	密度 (kg/m ³)
	H	0.416	8.736×10 ⁰
	O	50.74	1.066×10 ³
	Mg	0.1150	2.415×10 ⁰
	Al	0.4460	9.366×10 ⁰
	Si	38.61	8.107×10 ²
	S	0.07	1.470×10 ⁰
	Ca	6.869	1.442×10 ²
	Fe	2.738	5.750×10 ¹

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

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

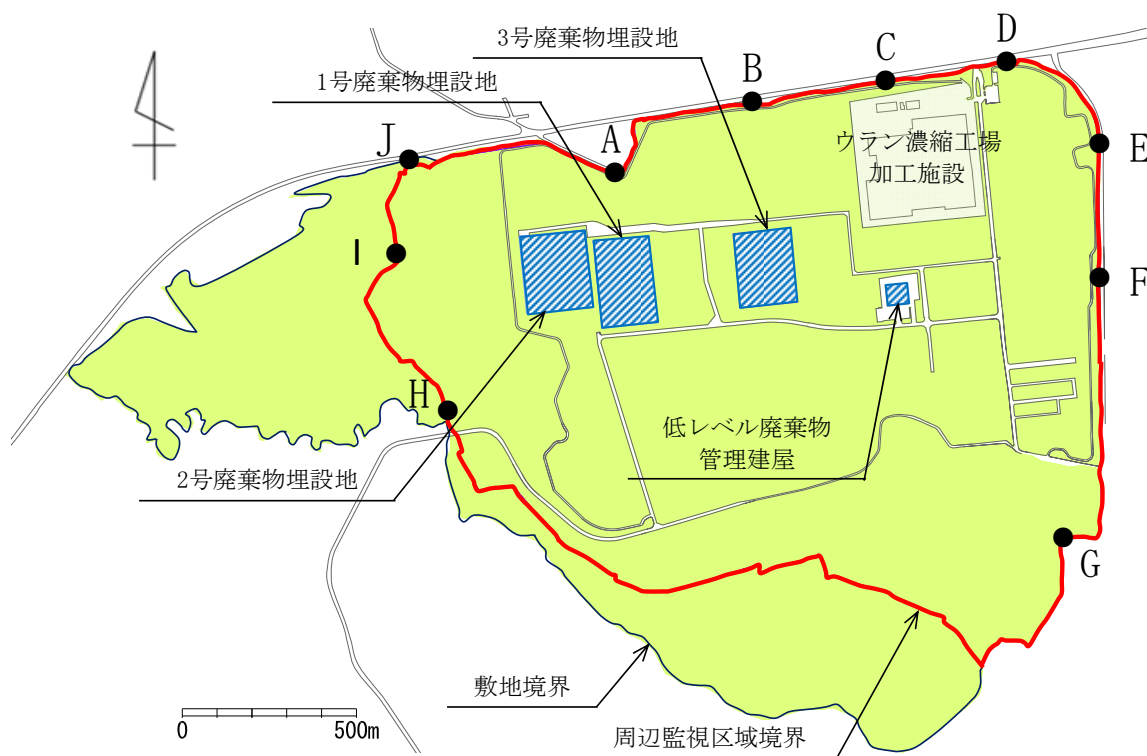
第2表 評価に用いる物性値(2/2)

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

(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

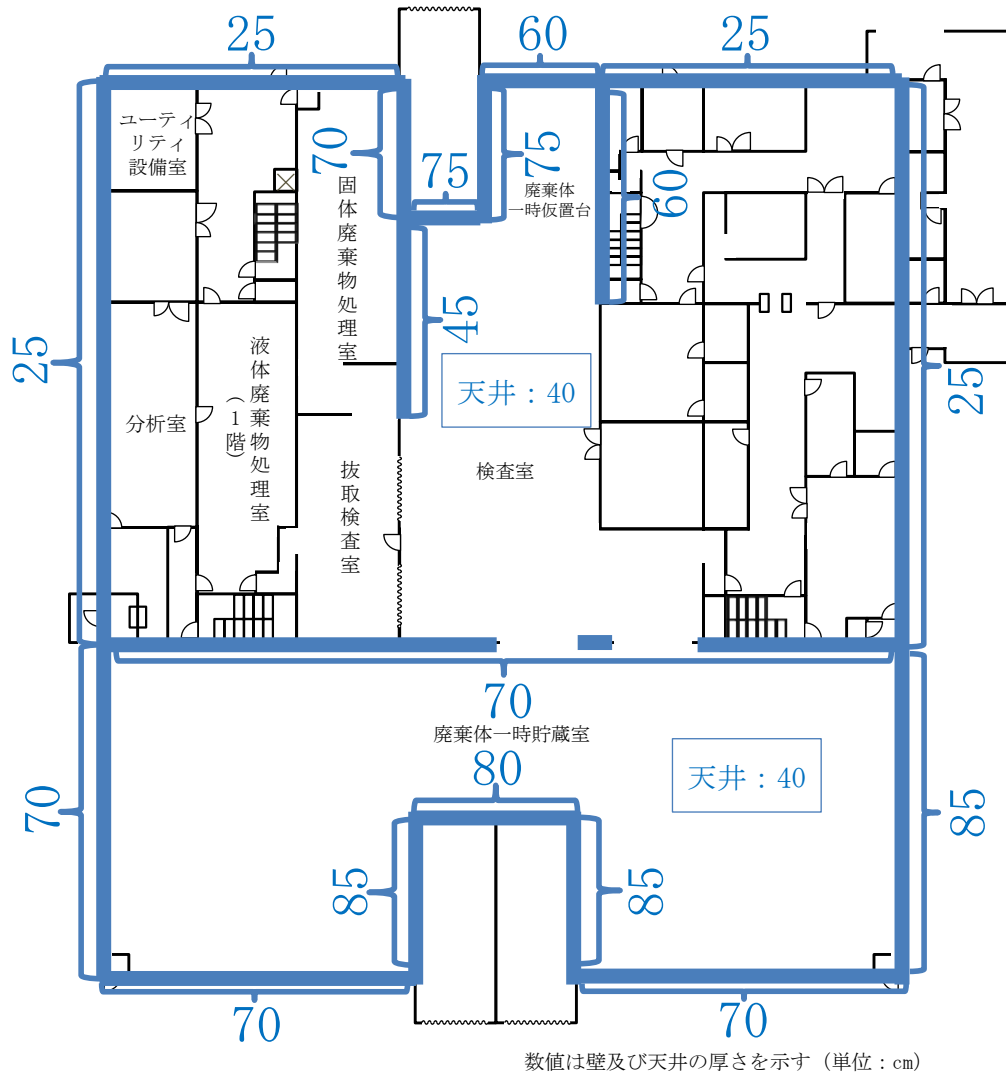
(iii) 遮蔽条件

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

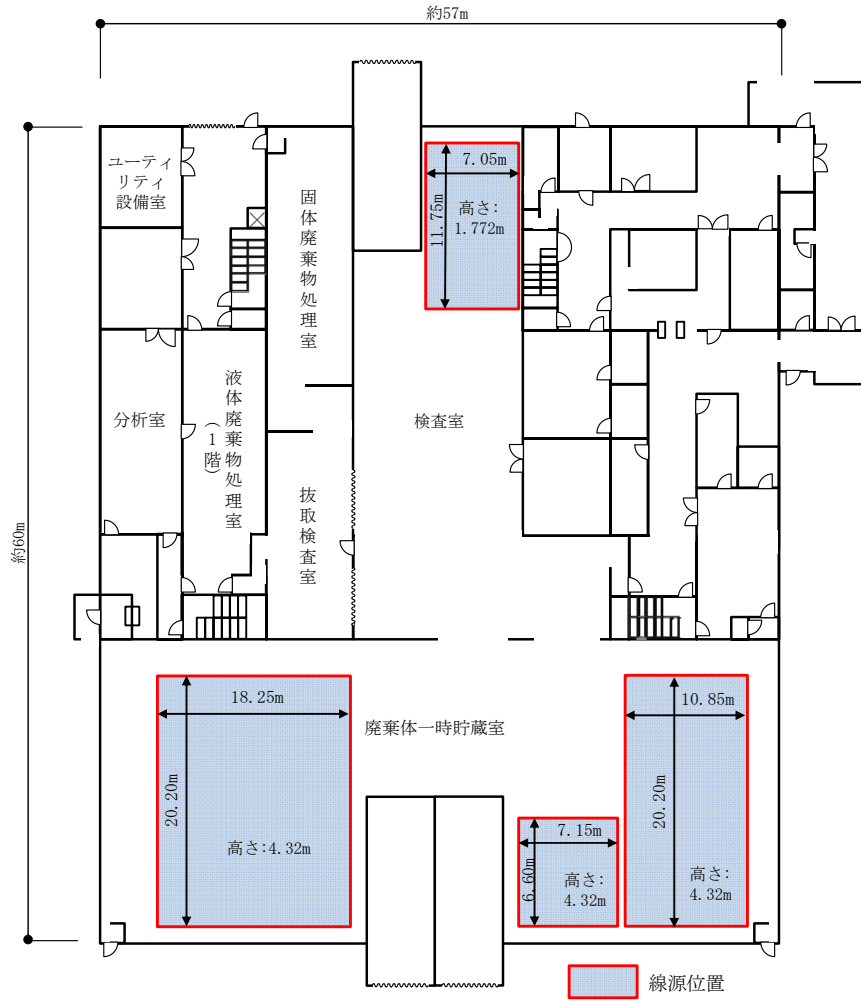
(i) 直接ガンマ線

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。

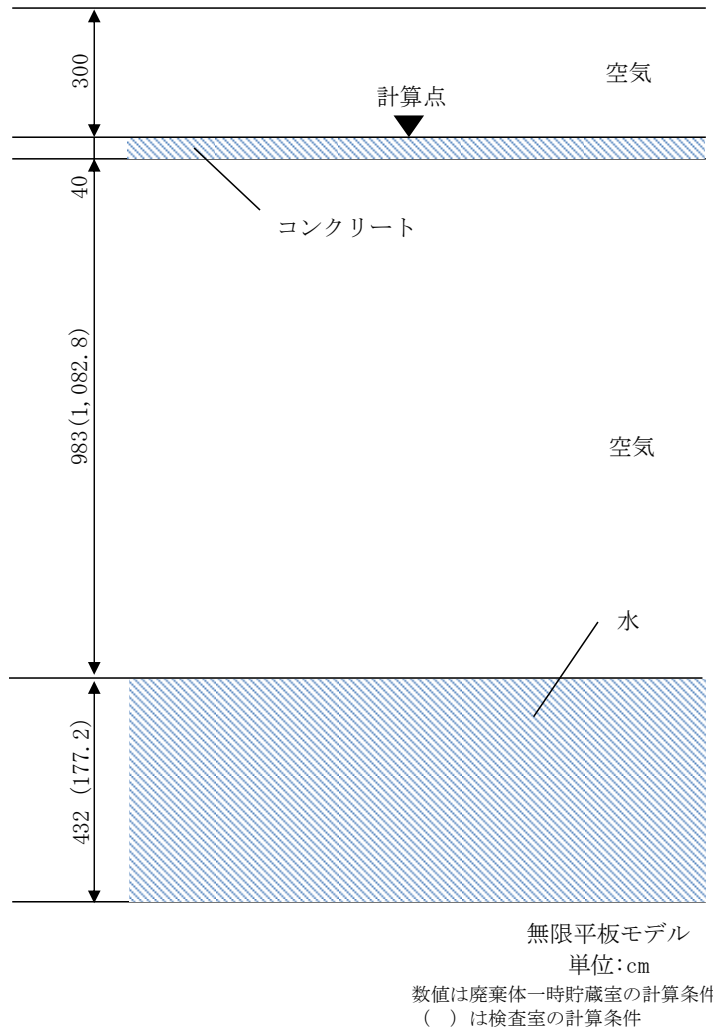
(ii) スカイシャインガンマ線

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。

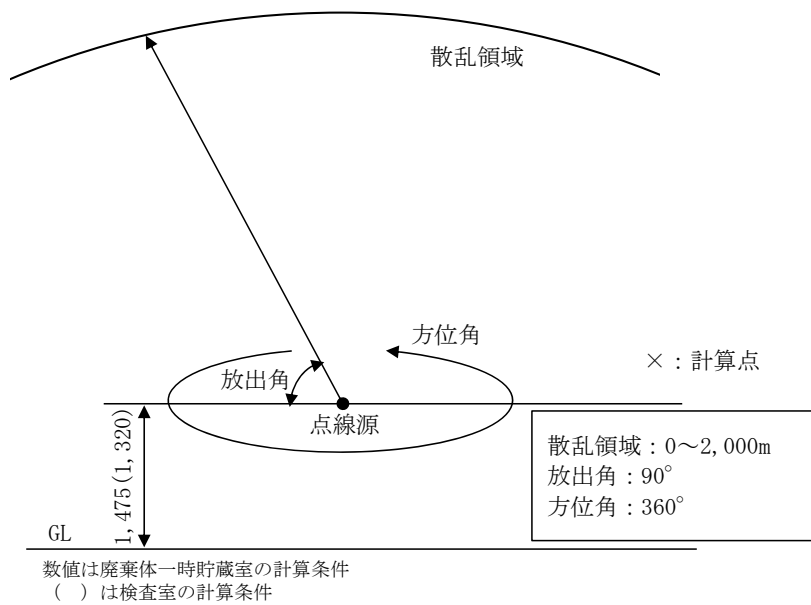
- ① ANISNにより無限平板にモデル化した線源からの屋根外表面のガンマ線角度束を求める(第4図参照)。
- ② ①で求めたガンマ線角度束をG33に入力し、各線量の計算地点における単位面積当たりのスカイシャインガンマ線による線量を求める(第5図参照)。
- ③ ②で求めた単位面積当たりのスカイシャインガンマ線による線量に、第6図に示す線源位置の面積を乗じて評価結果とする。



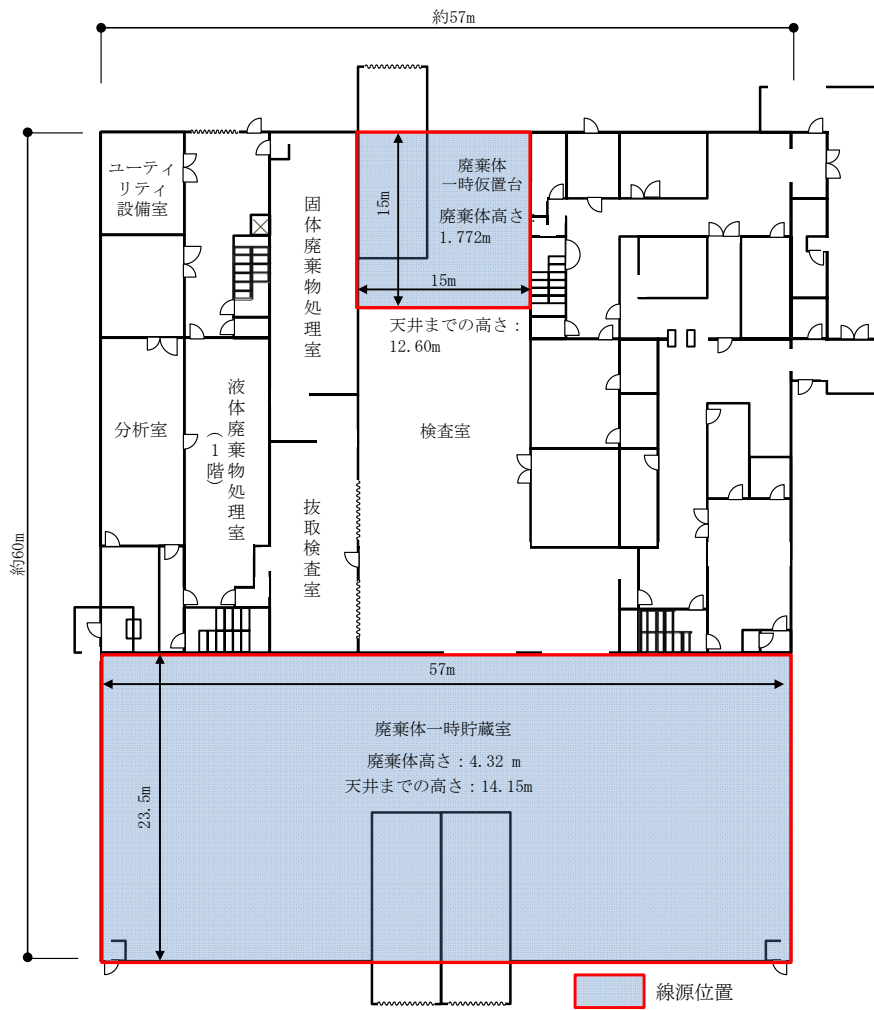
第3図 直接ガンマ線の計算形状



第4図 ANISNによる角度別ガンマ線束の計算モデル



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	—	2.08×10^{-1}	2.08×10^{-1}
B	—	1.79×10^0	1.79×10^0
C	—	3.01×10^0	3.01×10^0
D	—	1.18×10^0	1.18×10^0
E	—	1.47×10^0	1.47×10^0
F	8.99×10^{-2}	4.59×10^0	4.68×10^0
G	—	1.16×10^{-1}	1.16×10^{-1}
H	—	2.55×10^{-3}	2.55×10^{-3}
I	—	8.31×10^{-4}	8.31×10^{-4}
J	—	6.22×10^{-4}	6.22×10^{-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

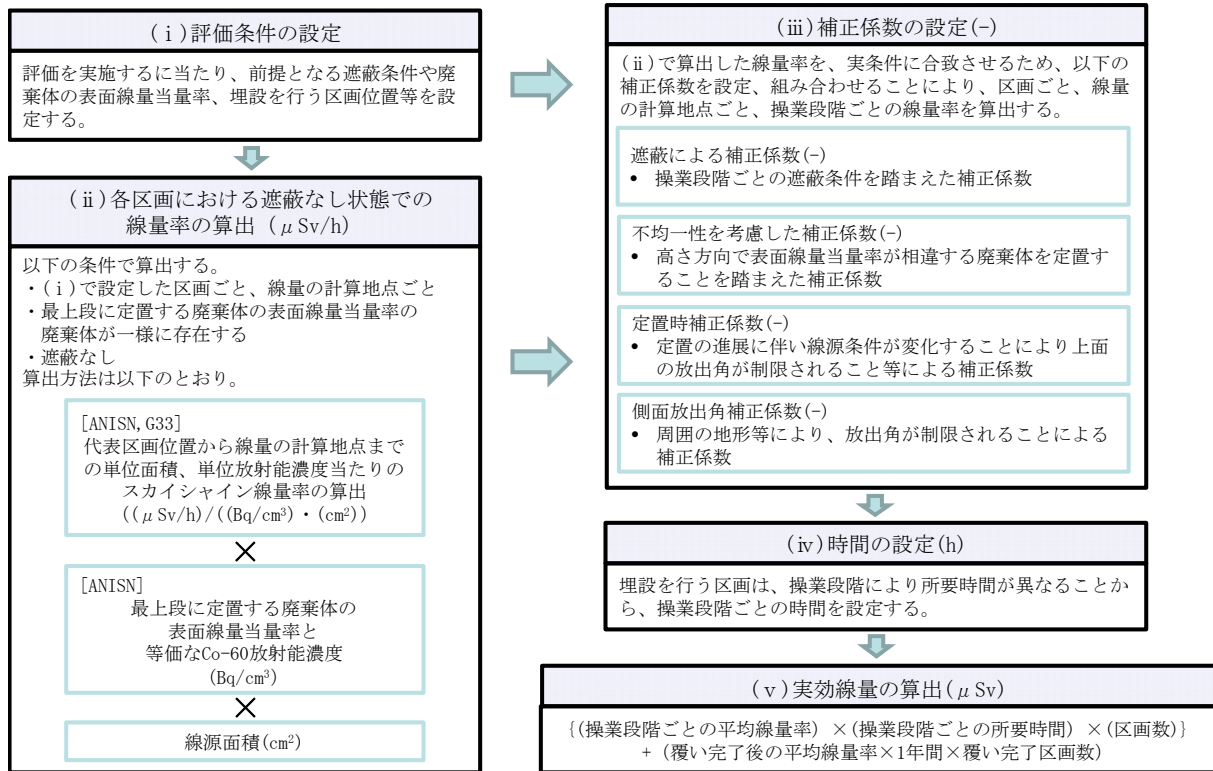
以下の補正係数を設定し、組み合わせることにより、線量率を補正する。

- ・埋設の各段階や覆い完了後など、作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

作業段階ごとに、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。

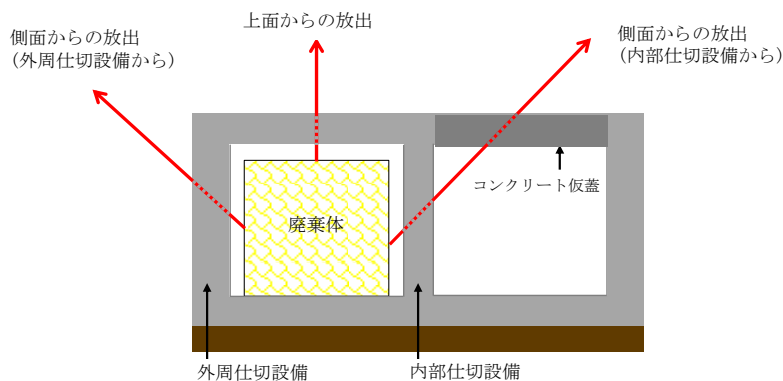


第7図 線量評価の流れ(埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間)

(i) 評価条件の設定

a. 評価を行うガンマ線

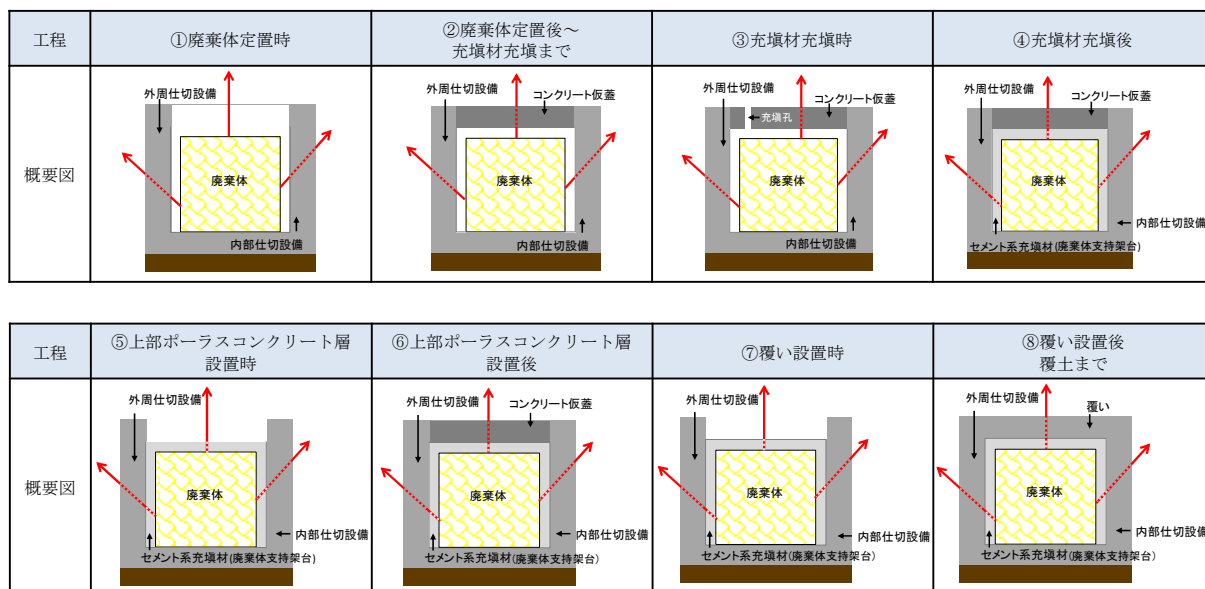
第8図に示すように、埋設設備上面及び埋設設備側面(外周仕切設備、内部仕切設備)から放出されるスカイシャインガンマ線を評価対象とする。直接ガンマ線は周囲の地形により遮蔽されることから、評価対象としない。



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、これら进行评估において考慮する。



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、廃棄体の表面線量当量率は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
最上段：0.3mSv/h	最上段：2mSv/h	最上段：2mSv/h
最上段以外：10mSv/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。

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 3号埋設設備の1年間に埋設を行う最大区画数は65区画とする。(設定の考え方を添付資料1-2に示す。)
- 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。

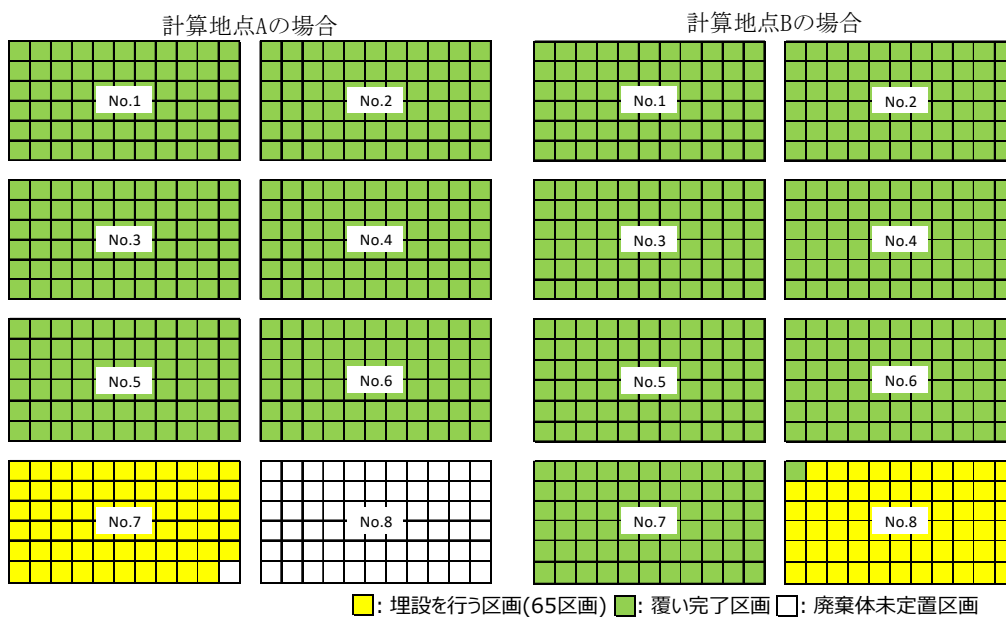
- ・ 3号埋設設備、1号埋設設備及び2号埋設設備で同時に廃棄体の埋設を行う場合、3号埋設設備と1号埋設設備で同時に廃棄体の埋設を行う場合を評価する。
- ・ 埋設区画数は、実績から裕度をもった約3.5万本を各埋設設備に割り振って設定する。

(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。

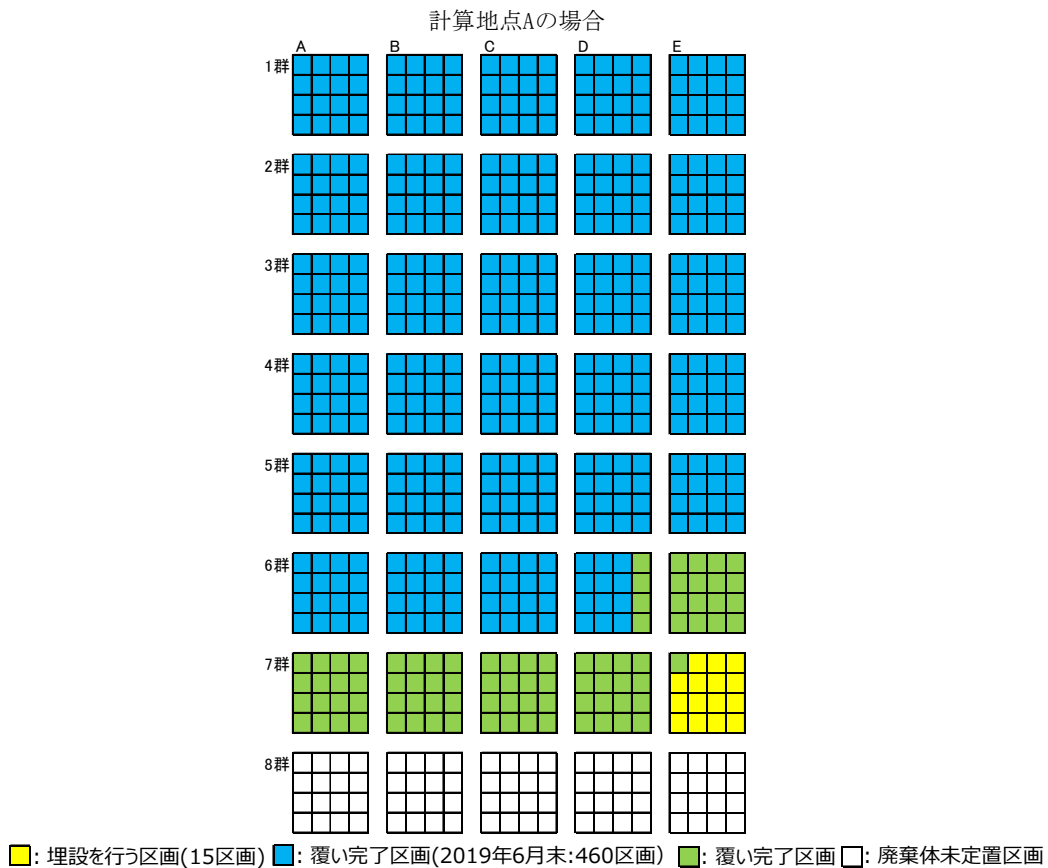


第10図 埋設状況の設定 (3号埋設設備)

(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し、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)

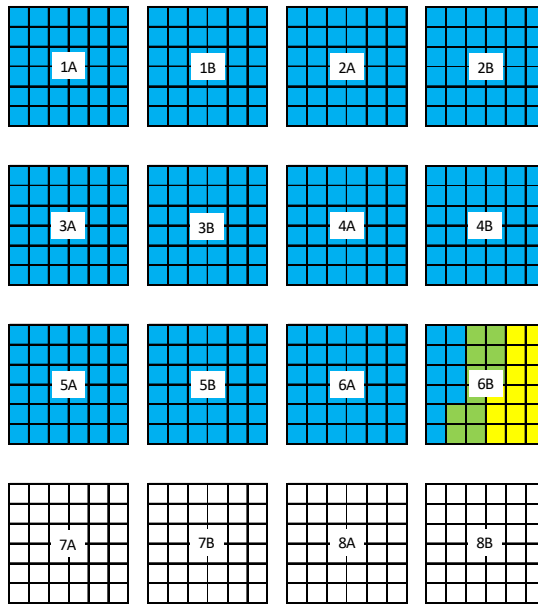
(3号埋設設備及び2号埋設設備と同時に廃棄体の埋設を行う場合)

(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し、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 (Bq/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 5 表に示すとおり設定する。

第 5 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 (mSv/h)	0.3	2	
Co-60 の放射能濃度 (Bq/cm^3)	8.70×10^2	5.80×10^3	

c. 線源面積

第 6 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 6 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	29.15m^2 ($=5.3\text{m} \times 5.5\text{m}$)	28.355m^2 ($=5.3\text{m} \times 5.35\text{m}$)	29.15m^2 ($=5.3\text{m} \times 5.5\text{m}$)
南北面	27.03m^2 ($=5.3\text{m} \times 5.1\text{m}$)	21.73m^2 ($=5.3\text{m} \times 4.1\text{m}$)	24.38m^2 ($=5.3\text{m} \times 4.6\text{m}$)
東西面	28.05m^2 ($=5.5\text{m} \times 5.1\text{m}$)	21.935m^2 ($=5.35\text{m} \times 4.1\text{m}$)	25.3m^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7表～第9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7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	5.99×10^{-4}	1.79×10^{-5}
②	定置後～充填材充填まで	1.93×10^{-3}	5.99×10^{-4}	1.79×10^{-5}
③	充填材充填時	1.93×10^{-3}	5.99×10^{-4}	1.79×10^{-5}
④	充填材充填後	3.25×10^{-4}	1.01×10^{-4}	1.79×10^{-5}
⑤	上部ポーラスコンクリート層設置時	1.16×10^{-1}	1.01×10^{-4}	1.79×10^{-5}
⑥	上部ポーラスコンクリート層設置後	3.25×10^{-4}	1.01×10^{-4}	1.79×10^{-5}
⑦	覆い設置時	1.16×10^{-1}	1.01×10^{-4}	1.79×10^{-5}
⑧	覆い設置後覆土まで	3.36×10^{-3}	1.01×10^{-4}	1.79×10^{-5}

第8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	1.93×10^{-3}	5.56×10^{-6}
②	定置後～充填材充填まで	5.99×10^{-4}	1.93×10^{-3}	5.56×10^{-6}
③	充填材充填時	5.99×10^{-4}	1.93×10^{-3}	5.56×10^{-6}
④	充填材充填後	1.70×10^{-5}	5.47×10^{-5}	5.56×10^{-6}
⑤	上部ポーラスコンクリート層設置時	1.90×10^{-2}	5.47×10^{-5}	5.56×10^{-6}
⑥	上部ポーラスコンクリート層設置後	1.70×10^{-5}	5.47×10^{-5}	5.56×10^{-6}
⑦	覆い設置時	1.90×10^{-2}	5.47×10^{-5}	5.56×10^{-6}
⑧	覆い設置後覆土まで	5.47×10^{-5}	5.47×10^{-5}	5.56×10^{-6}

第9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	5.99×10^{-4}	1.79×10^{-5}
②	定置後～充填材充填まで	1.93×10^{-3}	5.99×10^{-4}	1.79×10^{-5}
③	充填材充填時	1.93×10^{-3}	5.99×10^{-4}	1.79×10^{-5}
④	充填材充填後	5.47×10^{-5}	1.70×10^{-5}	1.79×10^{-5}
⑤	上部ポラスコンクリート層設置時	1.90×10^{-2}	1.70×10^{-5}	1.79×10^{-5}
⑥	上部ポラスコンクリート層設置後	5.47×10^{-5}	1.70×10^{-5}	1.79×10^{-5}
⑦	覆い設置時	1.90×10^{-2}	1.70×10^{-5}	1.79×10^{-5}
⑧	覆い設置後覆土まで	5.47×10^{-5}	1.70×10^{-5}	1.79×10^{-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 0.3mSv/h 、1号埋設設備及び2号埋設設備は 2mSv/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 10 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	13.5	2.20	2.13
	②	定置後～充填材充填まで	5.27	1.34	1.34
	③	充填材充填時			
	④	充填材充填後	1.29	1.03	1.03
	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	①	廃棄体定置時	18.0	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	30.1	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 11 表～第 13 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 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12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 12 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 13 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)

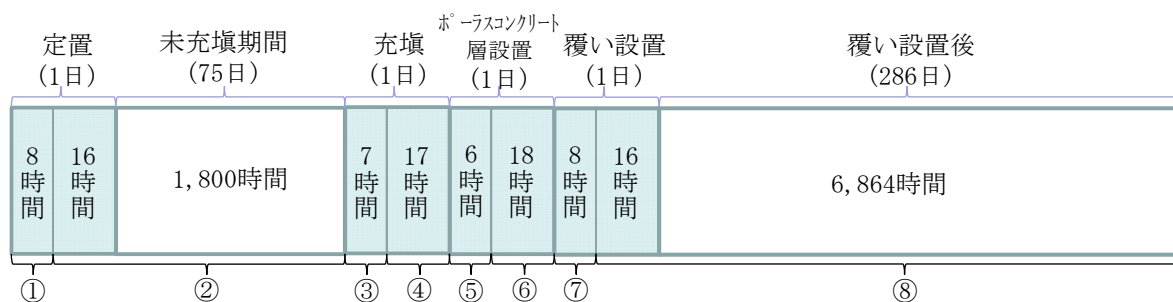
1日に2区画の施工を前提としており、変動はあるものの、実績から約9時間(/2区画)となっている。これは、3号埋設設備においても同等と考えられることから、1区画当たり7時間と設定する。

(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。

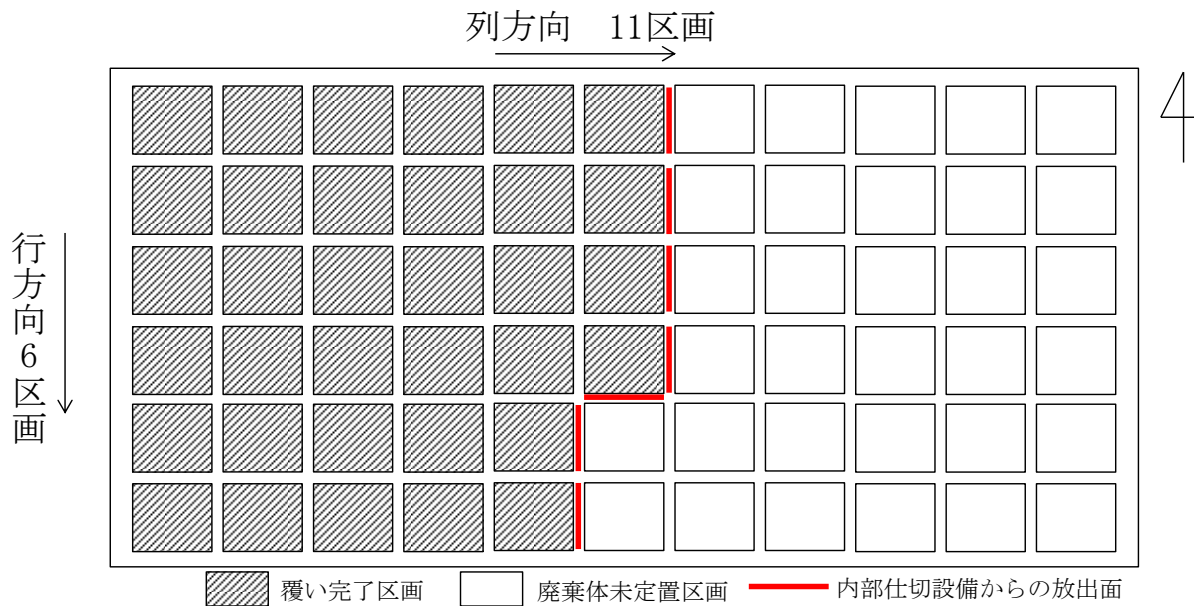
(v) 線量の算出

「(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/m³）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。

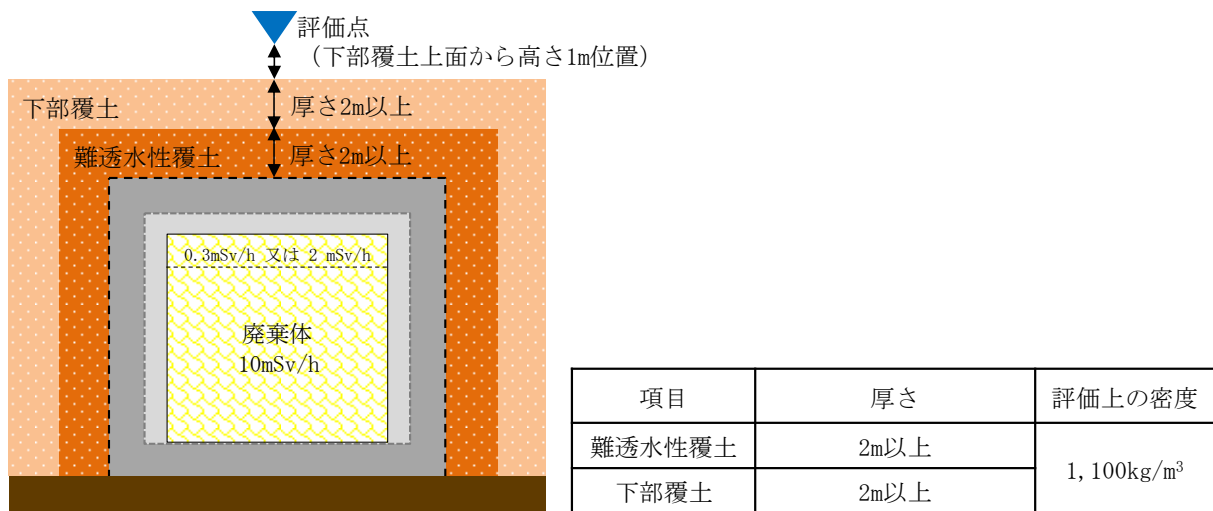
線量の評価点は下部覆土上面から高さ1mの位置として、QADにより外部被ばく線量率を算出する。

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。

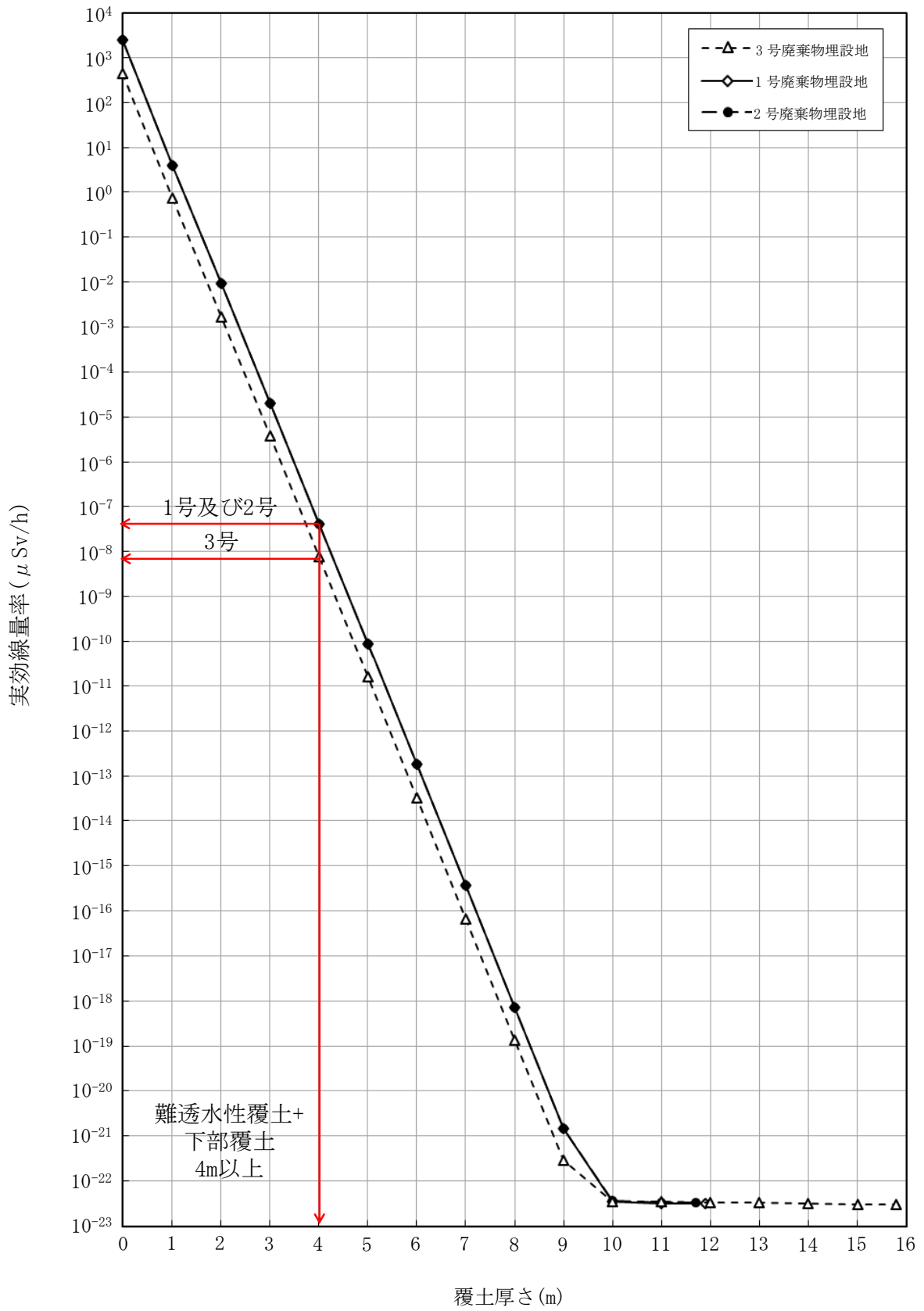
覆土完了後の評価の概念図を第15図に示す。

(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 $1 \times 10^{-8} \mu\text{Sv/h}$ (約 $1 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/y}$)以下、1号廃棄物埋設地及び2号廃棄物埋設地について $1 \times 10^{-7} \mu\text{Sv/h}$ (約 $1 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/y}$)以下となり、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 14 表に 3 号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 $9.2 \mu\text{Sv/y}$ となる。第 14 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。

第 14 表 3 号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	7.39×10^0	1.79×10^0	9.18×10^0

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 15 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 15 表 各施設の重畳ケース

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 16 表～第 18 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 $26 \mu\text{Sv/y}$ 、ケース②で約 $24 \mu\text{Sv/y}$ 、ケース③で約 $21 \mu\text{Sv/y}$ となる。第 16 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16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	6.67×10^0	9.89×10^0	8.54×10^0	2.08×10^{-1}	2.53×10^1
B	7.39×10^0	4.00×10^{-1}	1.04×10^{-1}	1.79×10^0	9.68×10^0
C	1.49×10^0	4.82×10^{-2}	9.73×10^{-3}	3.01×10^0	4.56×10^0
D	2.22×10^{-1}	7.17×10^{-3}	1.30×10^{-3}	1.18×10^0	1.41×10^0
E	5.96×10^{-2}	1.69×10^{-3}	2.27×10^{-4}	1.47×10^0	1.53×10^0
F	8.25×10^{-2}	2.50×10^{-3}	2.72×10^{-4}	4.68×10^0	4.77×10^0
G	1.27×10^{-2}	8.68×10^{-4}	8.67×10^{-5}	1.16×10^{-1}	1.30×10^{-1}
H	9.27×10^{-2}	5.92×10^{-1}	6.38×10^{-1}	2.55×10^{-3}	1.33×10^0
I	5.95×10^{-2}	3.62×10^{-1}	1.33×10^0	8.31×10^{-4}	1.75×10^0
J	4.87×10^{-2}	1.98×10^{-1}	5.86×10^{-1}	6.22×10^{-4}	8.32×10^{-1}

第17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	6.67×10^0	1.14×10^1	4.92×10^0	2.08×10^{-1}	2.31×10^1
B	7.39×10^0	4.79×10^{-1}	5.93×10^{-2}	1.79×10^0	9.72×10^0
C	1.49×10^0	5.91×10^{-2}	5.41×10^{-3}	3.01×10^0	4.57×10^0
D	2.22×10^{-1}	8.67×10^{-3}	7.14×10^{-4}	1.18×10^0	1.41×10^0
E	5.96×10^{-2}	2.05×10^{-3}	1.17×10^{-4}	1.47×10^0	1.53×10^0
F	8.25×10^{-2}	3.12×10^{-3}	1.34×10^{-4}	4.68×10^0	4.77×10^0
G	1.27×10^{-2}	1.12×10^{-3}	4.30×10^{-5}	1.16×10^{-1}	1.30×10^{-1}
H	9.27×10^{-2}	8.20×10^{-1}	2.86×10^{-1}	2.55×10^{-3}	1.20×10^0
I	5.95×10^{-2}	4.50×10^{-1}	6.97×10^{-1}	8.31×10^{-4}	1.21×10^0
J	4.87×10^{-2}	2.45×10^{-1}	3.75×10^{-1}	6.22×10^{-4}	6.70×10^{-1}

第 18 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	6.67×10^0	8.74×10^0	4.92×10^0	2.08×10^{-1}	2.05×10^1
B	7.39×10^0	3.19×10^{-1}	5.93×10^{-2}	1.79×10^0	9.56×10^0
C	1.49×10^0	3.74×10^{-2}	5.41×10^{-3}	3.01×10^0	4.55×10^0
D	2.22×10^{-1}	5.46×10^{-3}	7.14×10^{-4}	1.18×10^0	1.41×10^0
E	5.96×10^{-2}	1.19×10^{-3}	1.17×10^{-4}	1.47×10^0	1.53×10^0
F	8.25×10^{-2}	1.63×10^{-3}	1.34×10^{-4}	4.68×10^0	4.76×10^0
G	1.27×10^{-2}	5.44×10^{-4}	4.30×10^{-5}	1.16×10^{-1}	1.29×10^{-1}
H	9.27×10^{-2}	3.57×10^{-1}	2.86×10^{-1}	2.55×10^{-3}	7.39×10^{-1}
I	5.95×10^{-2}	2.67×10^{-1}	6.97×10^{-1}	8.31×10^{-4}	1.02×10^0
J	4.87×10^{-2}	1.61×10^{-1}	3.75×10^{-1}	6.22×10^{-4}	5.85×10^{-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。

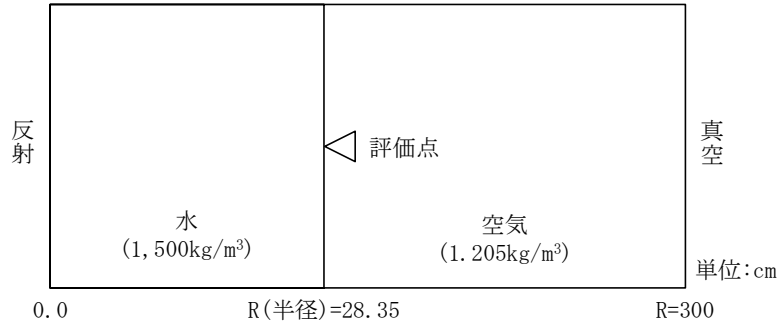
そのため、廃棄体の放射能濃度の設定ではANISNを用いる。ANISNは、一次元形状のみを取り扱うことができるコードであるため、無限形状としてモデル化を行うが、廃棄体の実形状と比較すると、線量当量率は大きな値となる。計算コードにより算出した線量当量率が大きな値となる場合、廃棄体の放射能濃度は小さくなるため、非安全側の結果となる。

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/m³)、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/cm³とした場合の線量当量率を算出した結果、3.50×10⁻⁴mSv/hとなる。

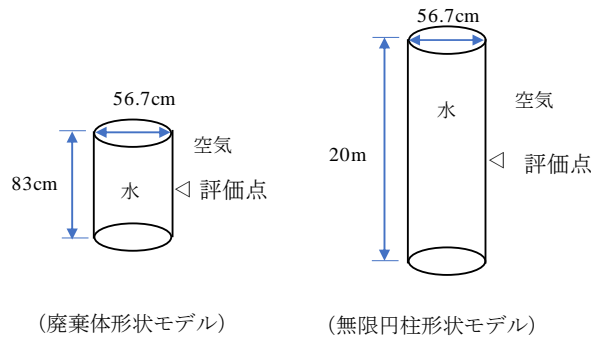


第1図 ANISN 計算モデル

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 1,500kg/m³）、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 ³ での線量当量率(mSv/h)	4.35×10 ⁻⁴	4.40×10 ⁻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 1Bq/cm³での線量当量率は、ANISN で算出した 3.50×10⁻⁴mSv/h に QAD で求めた比である 0.989 を乗じて、3.46×10⁻⁴mSv/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 0.3mSv/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 ³)	2.90×10^4	5.80×10^3	8.70×10^2

3号埋設設備の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、3号埋設設備の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
輸送容器受入数	120 個
廃棄体検査本数	200 本
廃棄体本数(/区画)	400 本
充填材充填	2 区画
上部ポーラスコンクリート層設置	2 区画
覆い設置	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。

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、残日数から 5 区画を追加し、65 区画とする。

3 号：184 日÷17 日/サイクル=10 サイクル 60 区画+5 区画 = 65 区画

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。

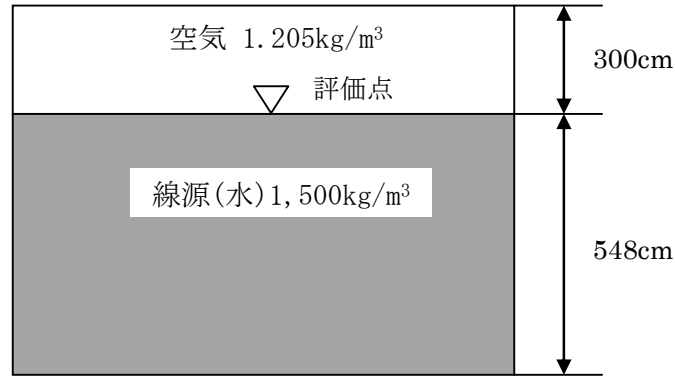
(i) ANISN

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。



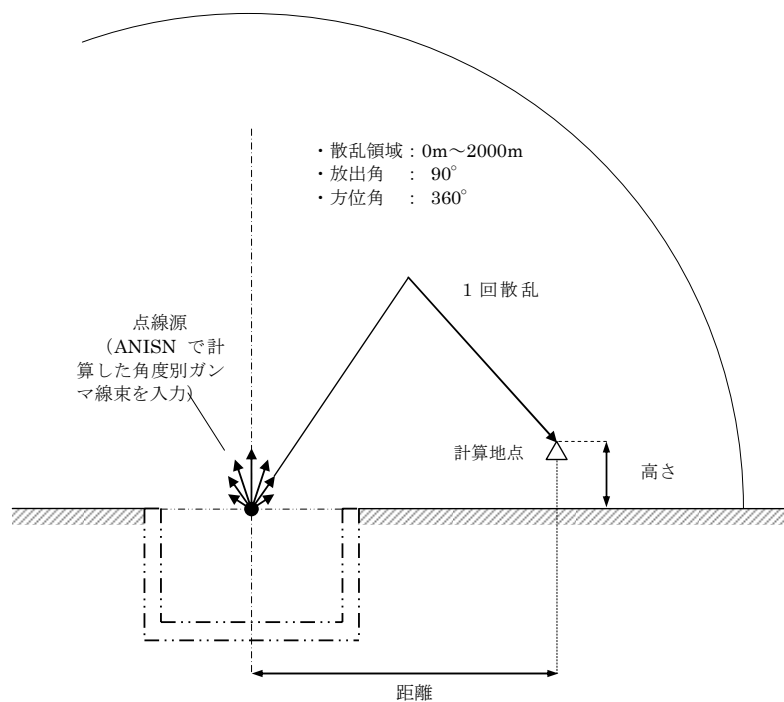
第1図 ANISNによる角度別ガンマ線束の計算モデル

(ii) G33

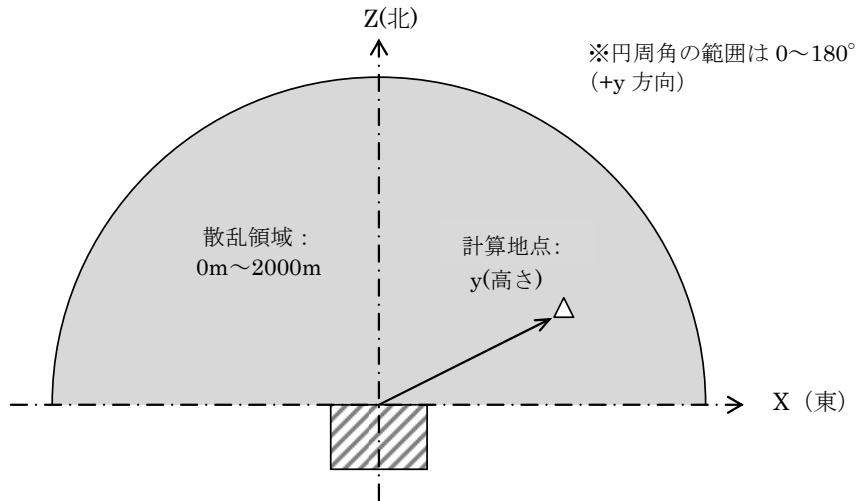
区画上面から大気中に放出されるガンマ線によるスカイシャイン線量の計算モデルを第2図に示す。ANISN で求めた角度別のガンマ線束を放出する点線源を各区画上面の中央に置き、ガンマ線の放出角は 90° 、空気の散乱領域は半径2,000mの半球とする。

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° 、空気の散乱領域は半径2,000mの1/4球とする。

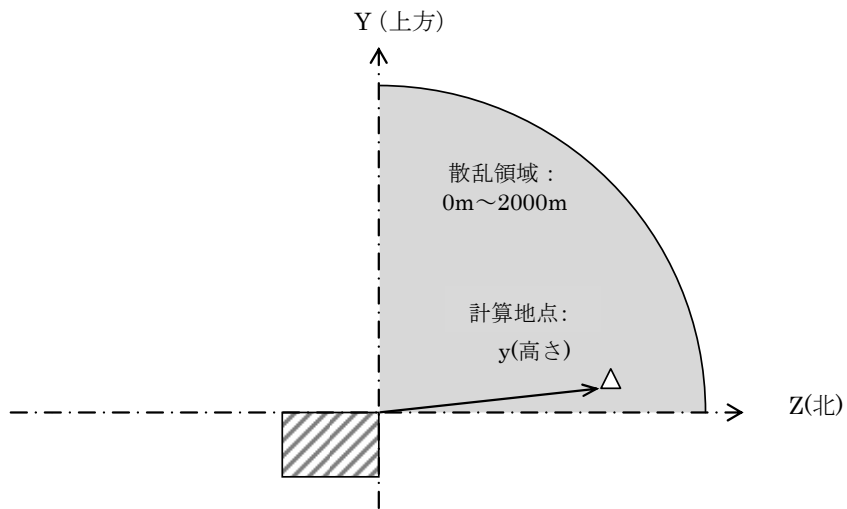
線量の計算地点の水平座標（線源を原点とし、区画側面と直交する座標系）は、線源位置を区画の上面中央とし、線量の計算地点の方向を考慮して計算した値を1m単位で切り捨てた値とする。線源の標高は、埋設設備群ごとの底面の標高に区画の高さ（区画全高－セメント系充填材厚さ－ポーラスコンクリート層厚さ－天板厚さ）を加えた値とする。



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】

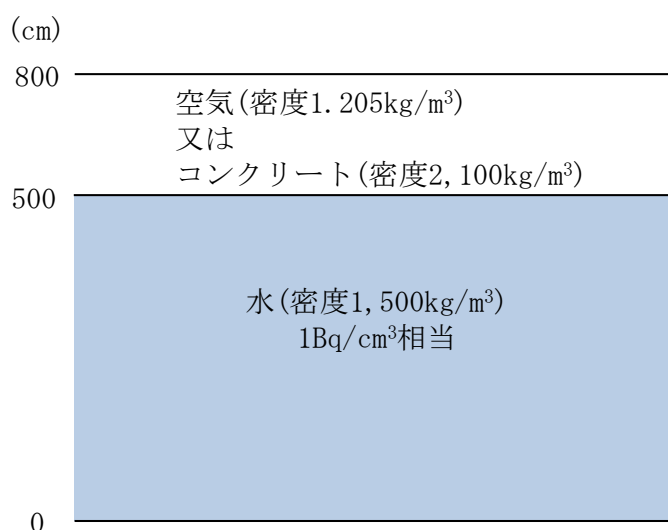
第3図 G33による1回散乱線の計算モデル（北側面放出の場合）

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 1.205kg/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。

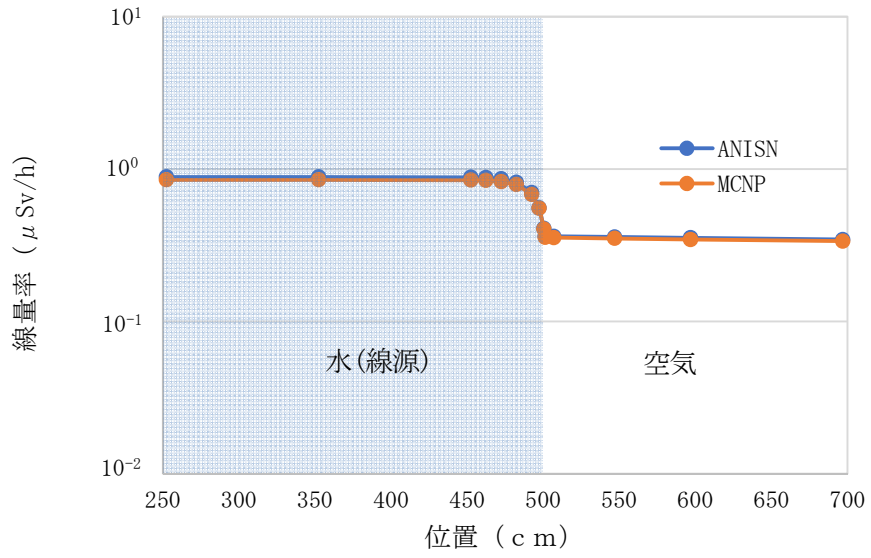


第 1 図 ANISN(DLC-23) と MCNP の比較計算モデル

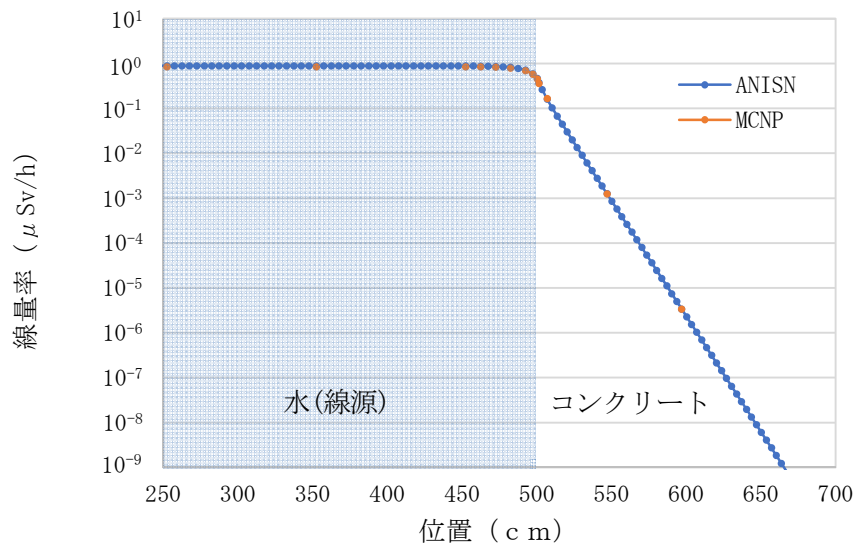
2. 評価結果

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)

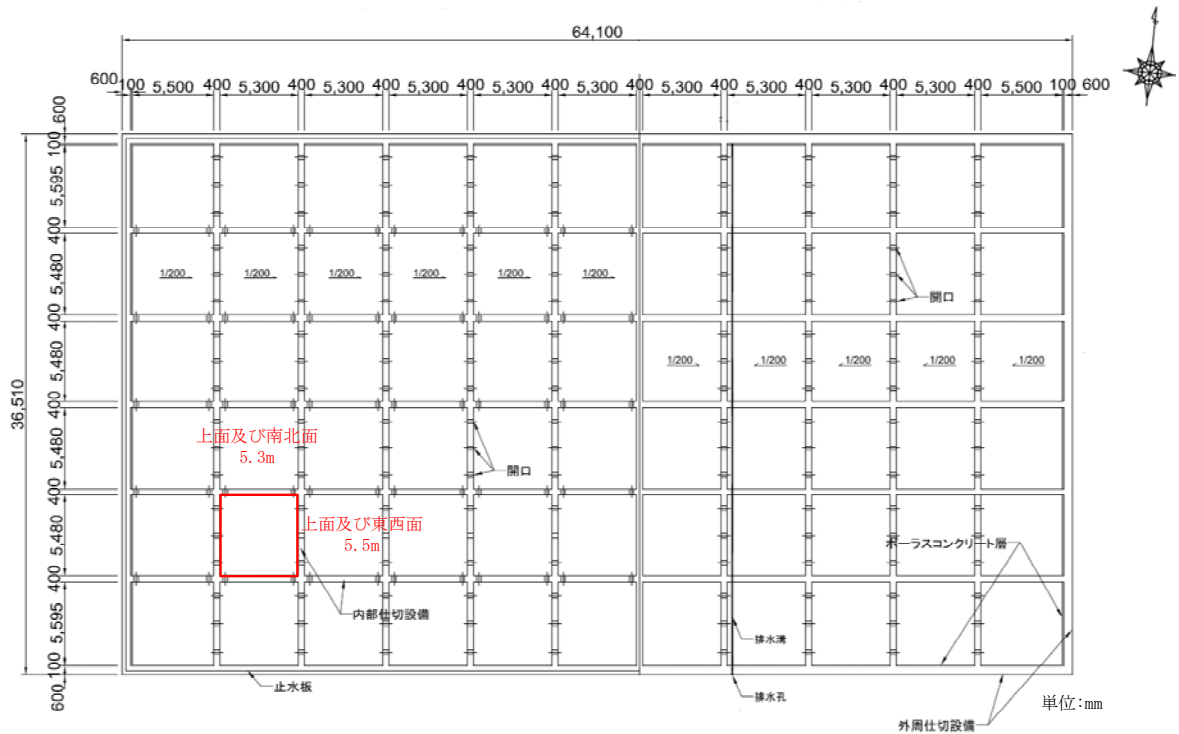


第3図 ANISN と MCNP の線量率分布 (線源+コンクリート)

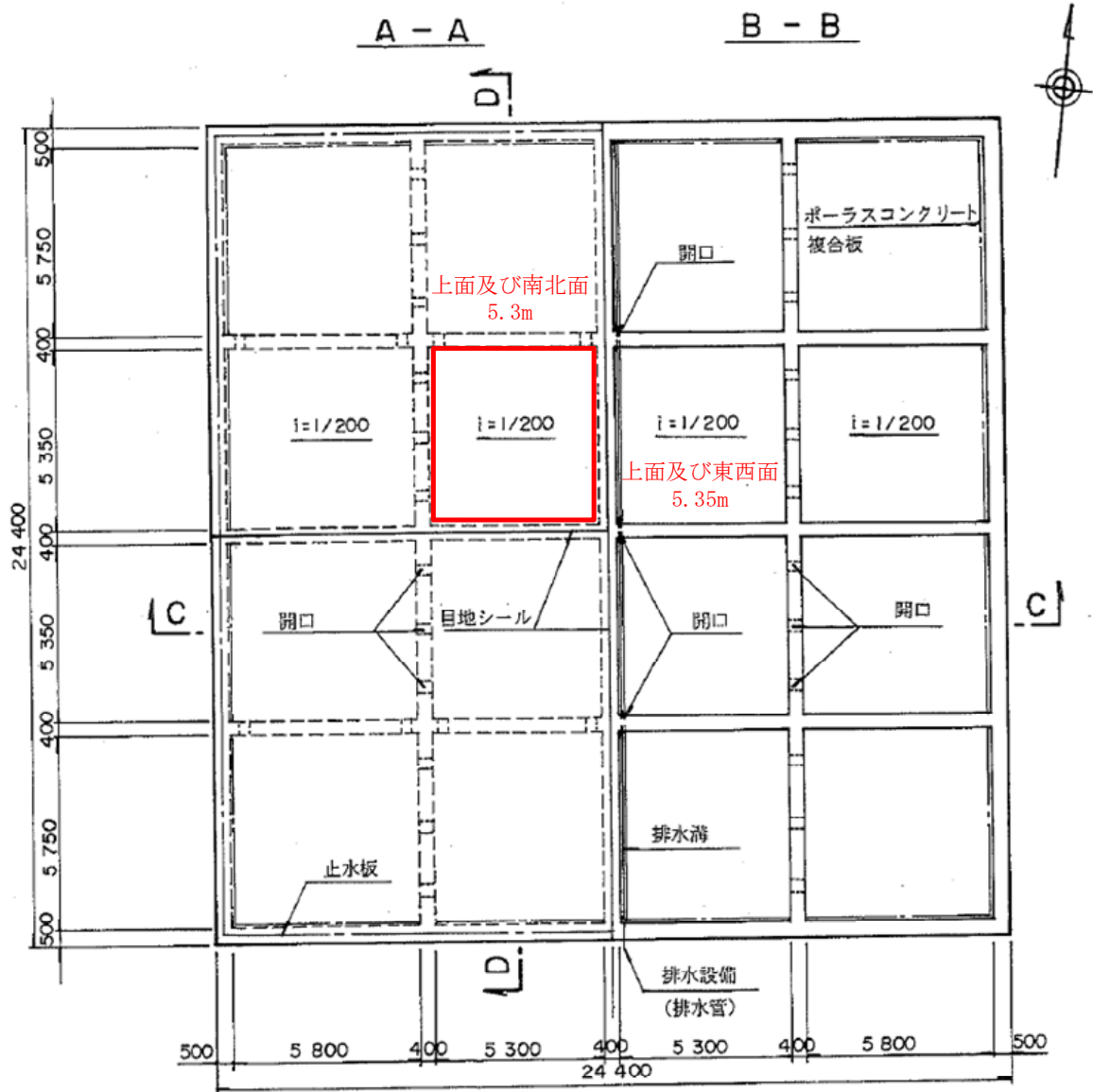
埋設設備の構造図

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。

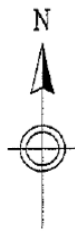
上面の面積は区画の開口面積から設定する。また、南北面及び東西面の面積は、区画開口部の寸法と第 4 図に示す定置時の廃棄体高さから設定する。



第 1 図 3 号埋設設備の構造図

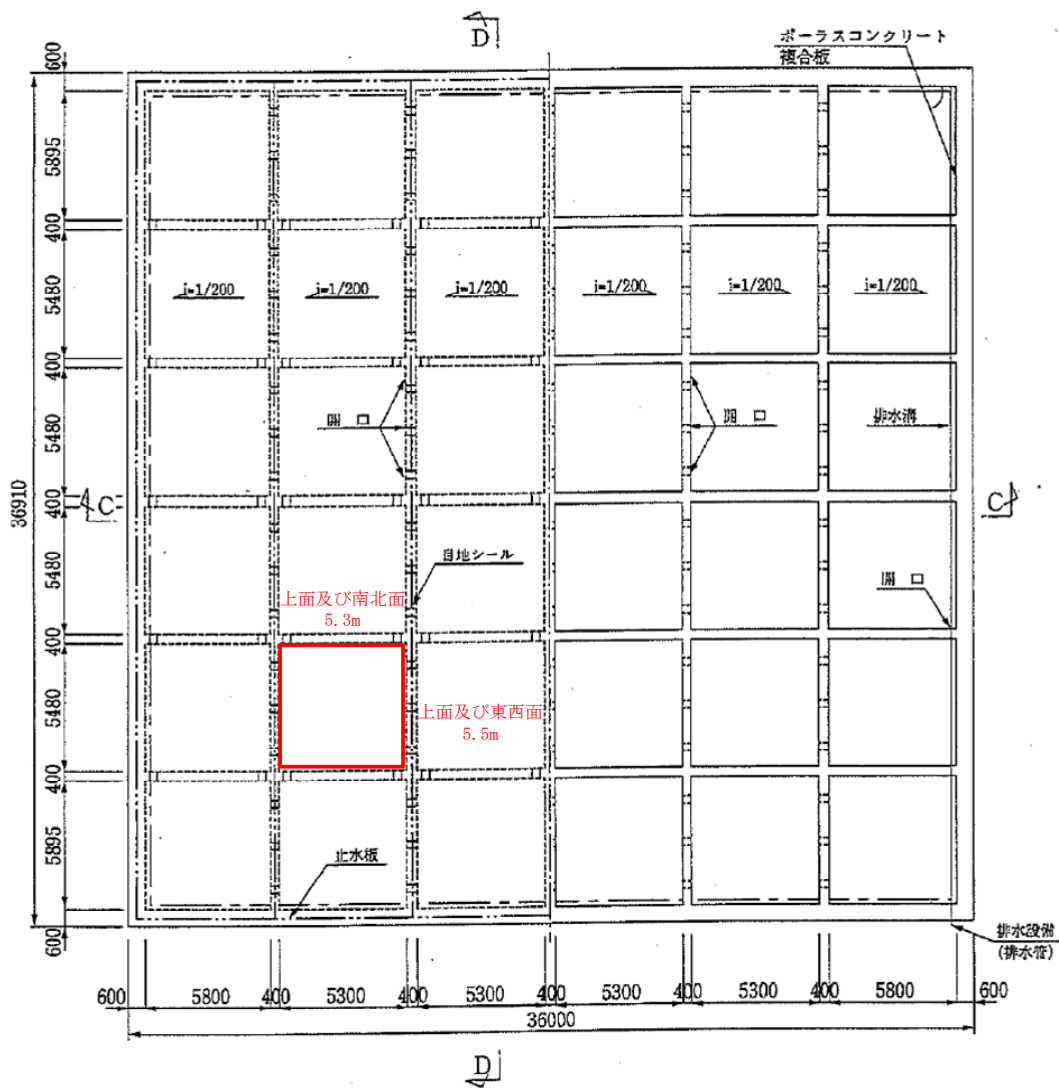


第2図 1号埋設設備の構造図

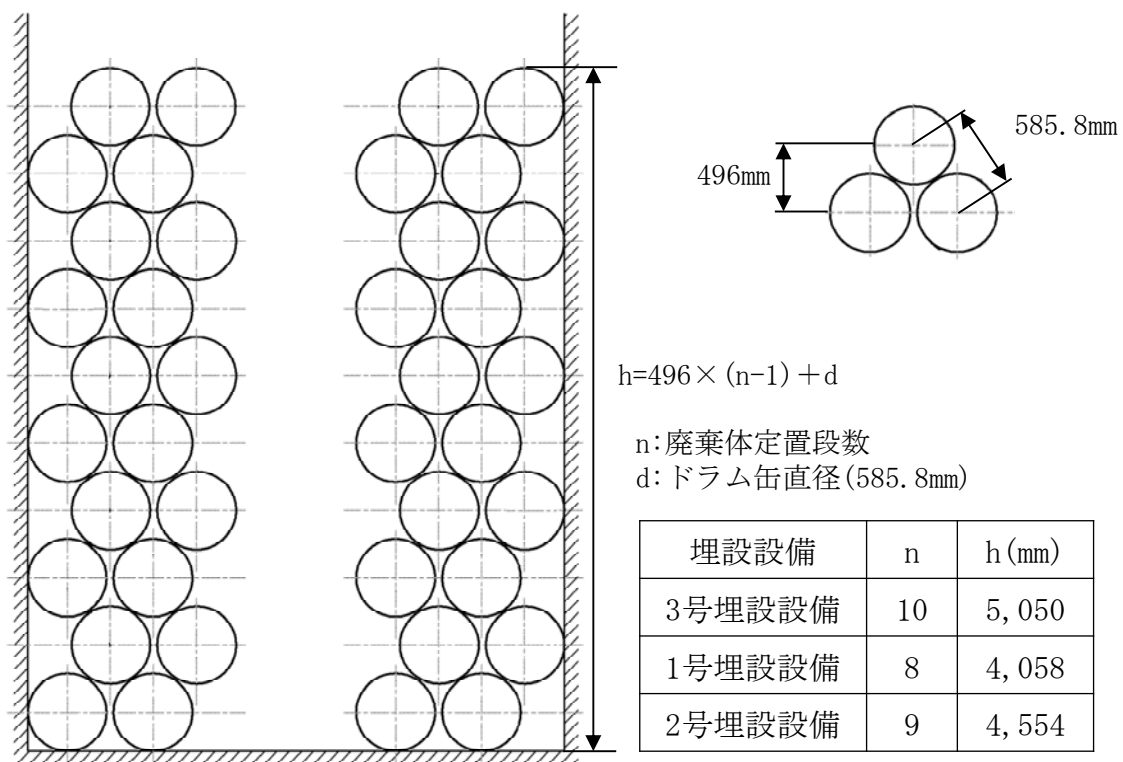


A-A断面図

B-B断面図



第3図 2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）

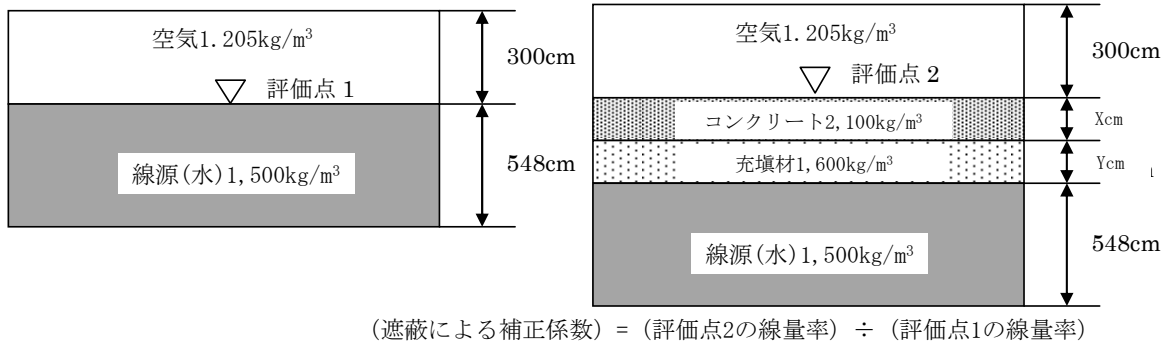
作業段階		厚さ (cm)				
		上面放出		側面放出 (外周仕切設備)		側面放出 (内部仕切設備)
		仮蓋又は 覆い(X)	充填材 (Y)	外周仕切設備 (X)	充填材 (Y)	内部仕切設備 +仮蓋(X)
①	廃棄体定置時	0	0	50	0	40+60
②	定置後～充填材充填まで	60 (仮蓋)	0	50	0	40+60
③	充填材充填時	60 (仮蓋)	0	50	0	40+60
④	充填材充填後	60 (仮蓋)	40	50	40	40+60
⑤	上部ボースコンクリート層設置時	0	40	50	40	40+60
⑥	上部ボースコンクリート層設置後	60 (仮蓋)	40	50	40	40+60
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	上部ボースコンクリート層設置時	0	40	60	40	40+50
⑥	上部ボー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7表～第9表に示したとおりとなる。



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

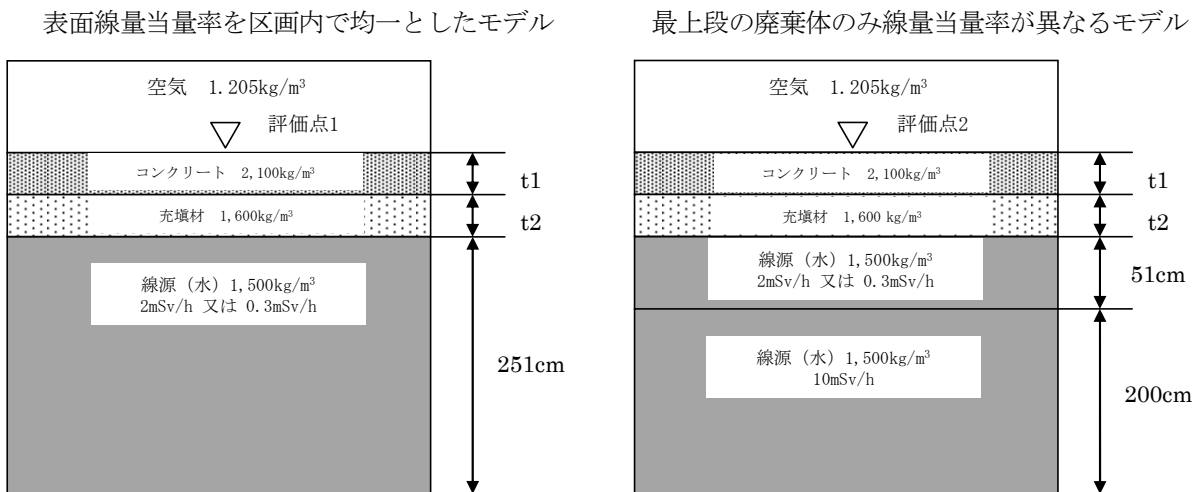
不均一性を考慮した補正係数の設定方法について説明する。

(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。



(不均一性を考慮した補正係数) = (評価点2の線量率) ÷ (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	1.21
50	0	1.30
60	0	1.30
90	0	1.29
0	20	1.29
30	20	1.30
50	20	1.29
60	20	1.29

各作業段階を包含する補正係数を 1.30 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、廃棄体と廃棄体及び埋設設備と廃棄体に間隙がある。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体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、最上段以外の廃棄体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。)

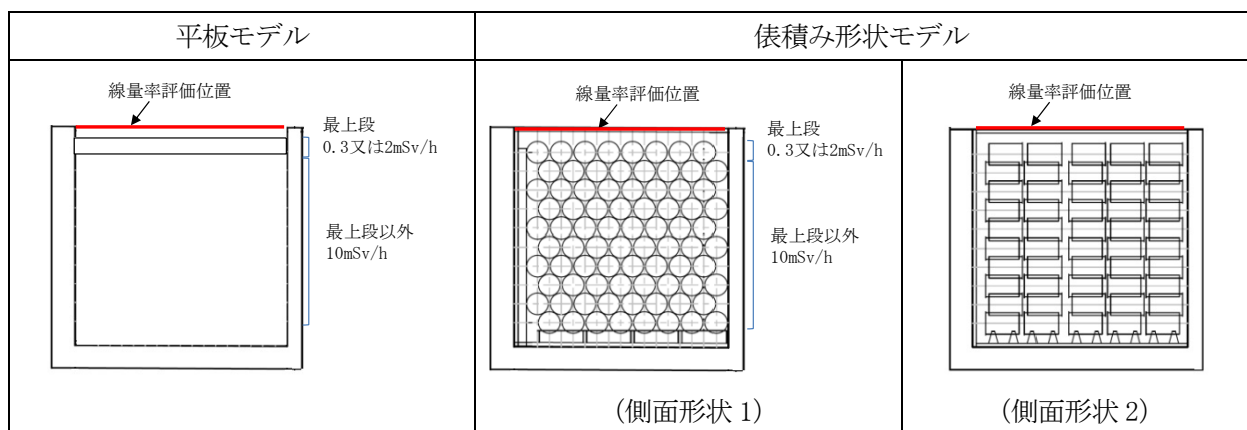
平板モデルはコンクリート製の埋設設備をモデル化し、スカイシャイン線量率の算出に用いているモデルと同様に、区画内に全て線源 (廃棄体) が存在する状態とした。

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、区画内の廃棄体の配置と同様に、廃棄体配置図を基に廃棄体を相互に俵積みし、廃棄体と廃棄体及び埋設設備と廃棄体の間隙を考慮して 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体から上方に 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、廃棄体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、最上段以外は 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 4.1 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)

$$\frac{1\text{段}}{10\text{段}} \times \frac{0.3\text{mSv/h}}{0.3\text{mSv/h}} + \frac{9\text{段}}{10\text{段}} \times \frac{10\text{mSv/h}}{0.3\text{mSv/h}} = 30.1$$

(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	5.27 (=1.30 ^{*1} ×4.1 ^{*2} × 0.989)	1.34 (=1.04 ^{*1} ×1.3 ^{*2} × 0.989)	1.34 (=1.04 ^{*1} ×1.3 ^{*2} × 0.989)
	③	充填材充填時			
	④	充填材充填後	1.29 (=1.30 ^{*1} ×0.989)	1.03 (=1.04 ^{*1} ×0.989)	1.03 (=1.04 ^{*1} ×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		30.1	4.50	4.56

*1 0.3mSv/h 又は 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. 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° 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。

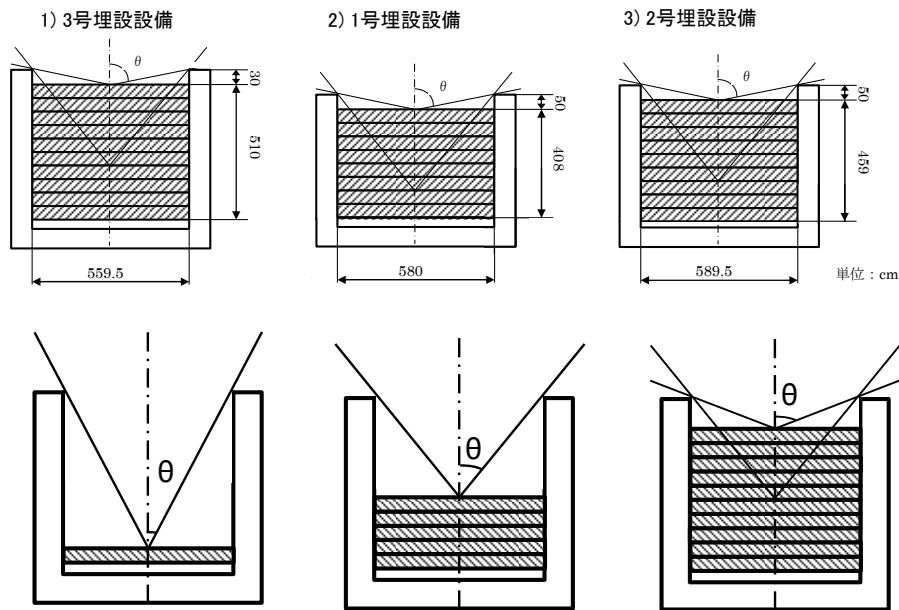
放出角の設定条件は以下のとおりとする。上面放出角の設定モデルを第4図に示す。

- ・ 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

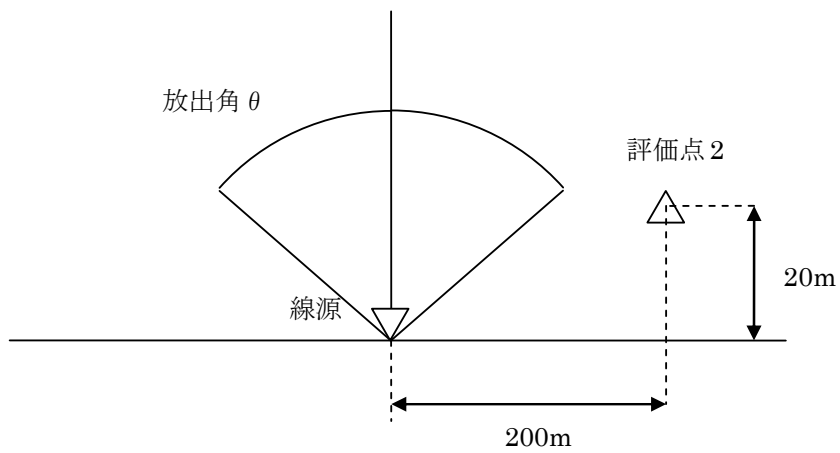
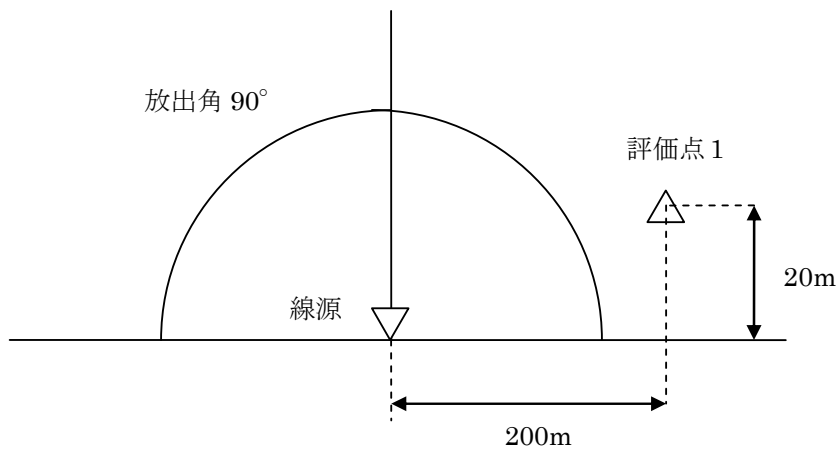
スカイシャイン線量率の評価点は、最も近い線量の計算地点までの距離（1号埋設設備～線量の計算地点A）が約200mであること及び各埋設設備と線量の計算地点Aの高低差が20m程度であることから、以下のとおり設定する。上面放出角補正係数の計算モデルを第5図に示す。

- ・ 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、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)

$$\frac{(0.157 + 0.183 + 0.282 + 0.282 + 0.439 + 0.439 + 0.625 + 0.670 + 0.824) \times \frac{10mSv/h}{0.3mSv/h} + 0.989 \times 1.30 \times 4.1}{10} = 13.5$$

*3 1.30は0.3mSv/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。4.1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)

$$\frac{(0.282 + 0.282 + 0.315 + 0.439 + 0.479 + 0.625 + 0.824) \times \frac{10mSv/h}{2mSv/h} + 0.989 \times 1.04 \times 1.3}{8} = 2.20$$

*4 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)

$$\frac{(0.183 + 0.282 + 0.282 + 0.315 + 0.439 + 0.625 + 0.625 + 0.824) \times \frac{10mSv/h}{2mSv/h} + 0.989 \times 1.04 \times 1.3}{9} = 2.13$$

*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) 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)

$$\frac{\left(\frac{10}{10} + \frac{9}{10} + \frac{8}{10} + \frac{7}{10} + \frac{6}{10} + \frac{5}{10} + \frac{4}{10} + \frac{3}{10} + \frac{2}{10}\right) \times \frac{10mSv/h}{0.3mSv/h} + \frac{1}{10} \times \frac{0.3mSv/h}{0.3mSv/h}}{10} = 18.0$$

(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)

$$\frac{\left(\frac{9}{9} + \frac{8}{9} + \frac{7}{9} + \frac{6}{9} + \frac{5}{9} + \frac{4}{9} + \frac{3}{9} + \frac{2}{9}\right) \times \frac{10mSv/h}{2mSv/h} + \frac{1}{9} \times \frac{2mSv/h}{2mSv/h}}{9} = 2.73$$

(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。

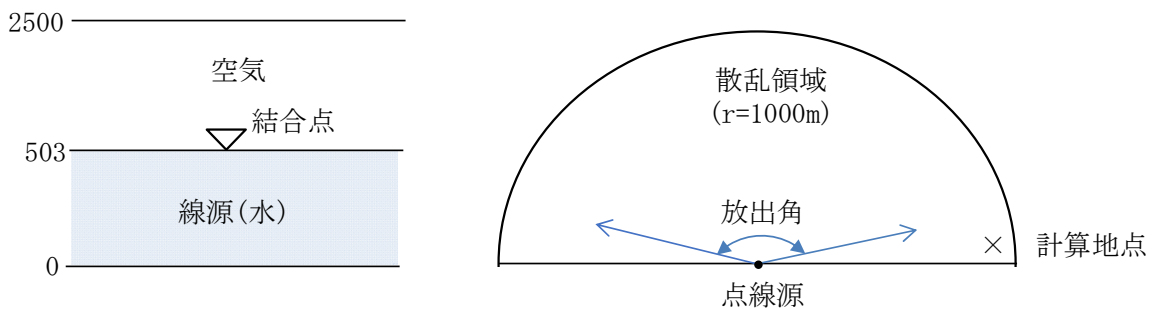
はじめに、ANISN により線源部分を無限平板にモデル化し、区画内の廃棄体線源表面（上面）におけるガンマ線の角度束を求める。次に、ANISN で求めた角度別のガンマ線束を放出する点線源を区画上面の中央に置き、埋設設備の区画上面から放出されるスカイシャイン線量率を G33 で計算する。

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。)

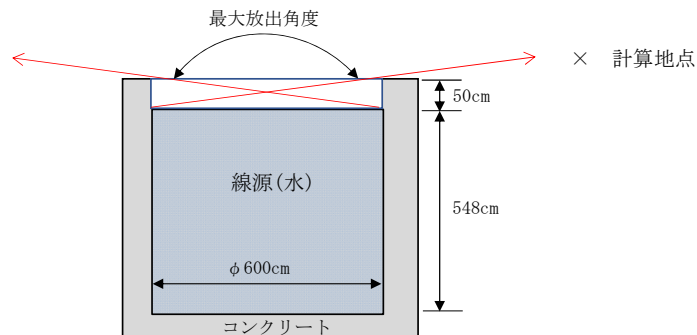
(i) 比較のための計算方法

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



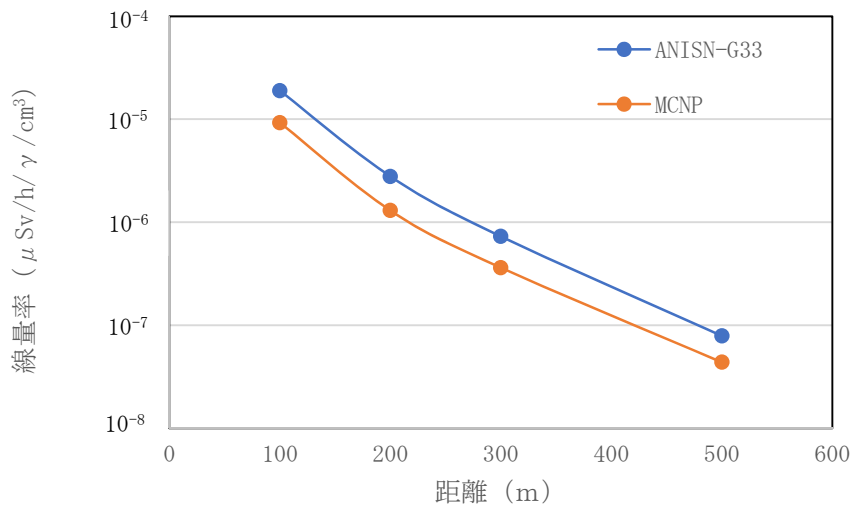
第 7 図 MCNP 計算モデル

(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

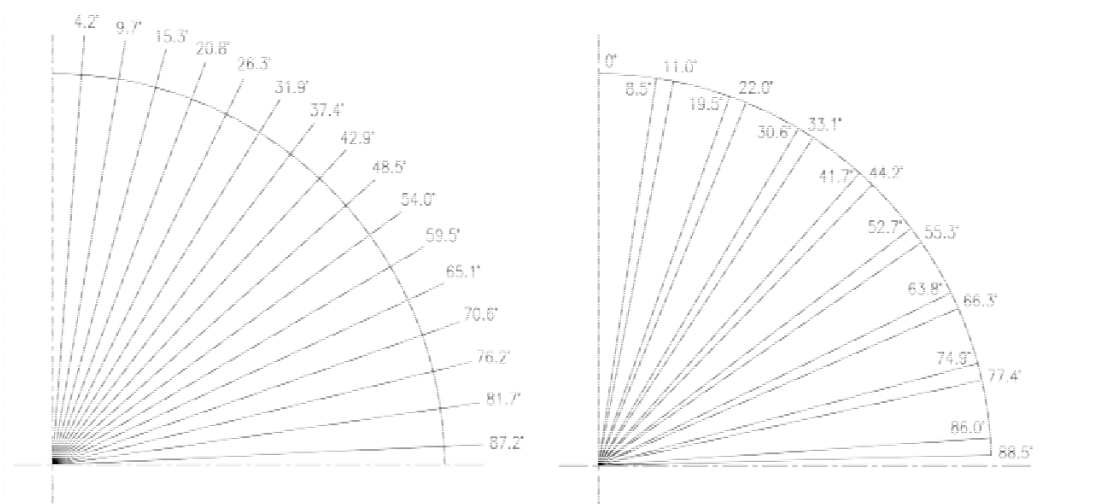
(i) ANISN の出力と G33 の入力について

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、 μ 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 μ の値が G33 の θ 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、 θ 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 θ (°) 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 θ との関係

ANISN				G33		メッシュ間隔(°)
angle No.	$\cos(\mu)$	角度(°)	μ rad	θ 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 μ (°) (左図) とG33の θ (°) (右図)

(ii) 補正係数の設定

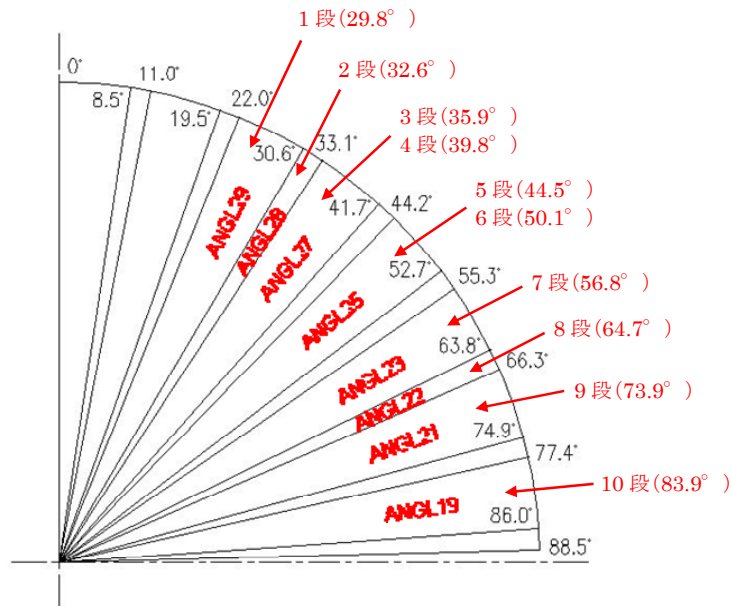
3号埋設設備での各段数の幾何形状から算出した放出角は、第12表に示すように1段目は 29.8° 、2段目は 32.6° 、…、10段目は 83.9° となる。これら各段の放出角が第11表で設定したG33の θ のどの範囲内にあるかによって補正係数を決定している。

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° 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° となる。

また、段数が5段の放出角は 44.5° 、6段の放出角は 50.1° 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° 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

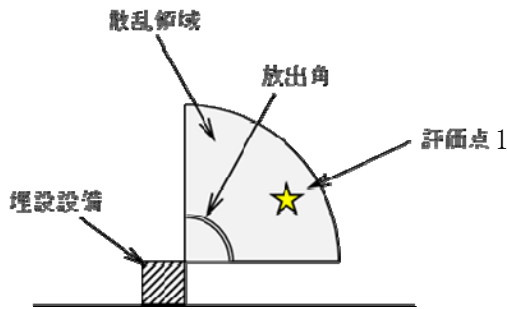
埋設設備側面から放出されるスカイシャインガンマ線による線量は、周囲の地形や隣接する埋設設備により放出角が制限されることから、それらによる低減効果を考慮する。

(1) 考え方

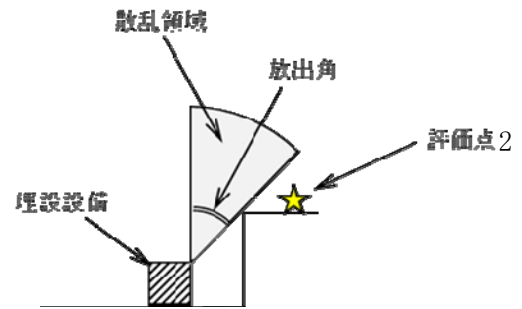
埋設設備側面からのスカイシャインガンマ線は、高さ方向の放出角として、水平 0° から上方 90° までを考慮しているが、実際の埋設設備側面方向は、廃棄物埋設地の法面や隣接する埋設設備によって遮られることから、放出方向が制限される。

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。

・埋設設備側面からの放射線の評価モデル



・放出角制限を考慮した評価モデル

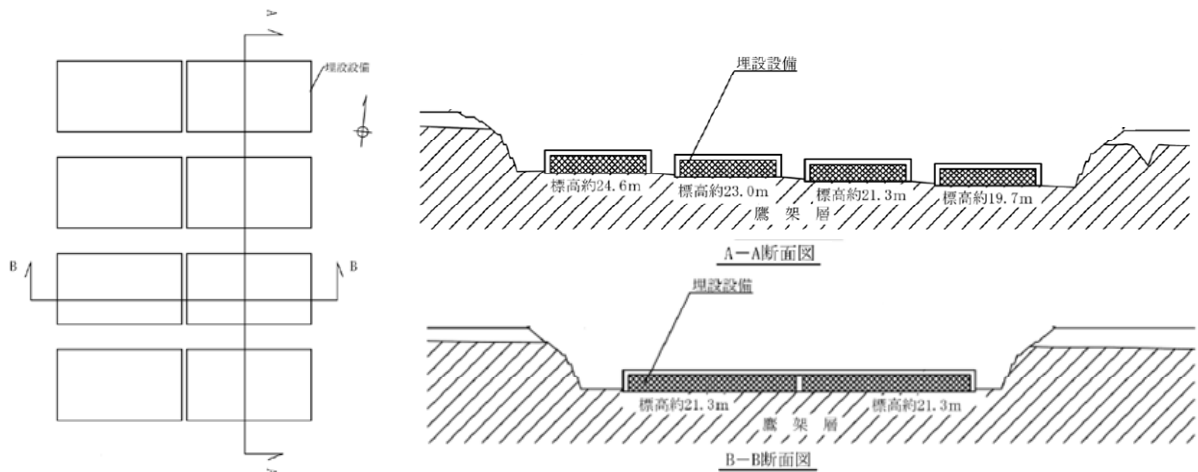


$$(\text{側面放出角補正係数}) = (\text{評価点2の線量率}) \div (\text{評価点1の線量率})$$

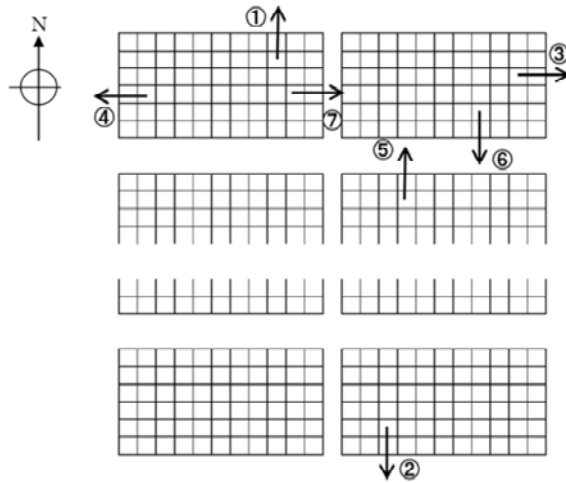
第 11 図 側面放出角補正係数の計算モデル

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。

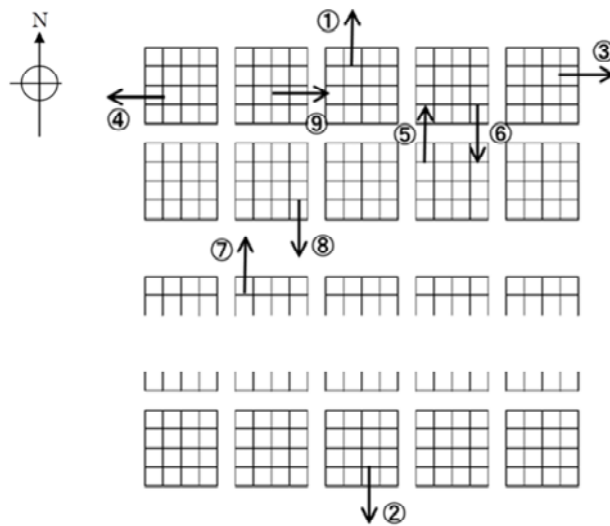
放出角補正係数を設定する方向は、廃棄物埋設地法面との距離、隣接する埋設設備間の距離を考慮して 3 号埋設設備では 7 方向（第 13 図参照）、1 号埋設設備では 9 方向（第 14 図参照）、2 号埋設設備では 7 方向（第 15 図参照）に分けて計算する。



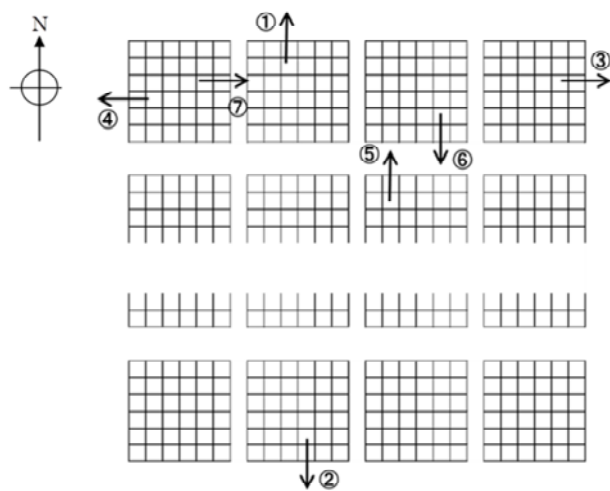
第 12 図 廃棄物埋設地の傾斜（3 号廃棄物埋設地の例）



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 11 表～第 13 表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*1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*2が実施されており、固体廃棄物保管庫天井から漏れ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*3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	覆い設置後覆土まで(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。

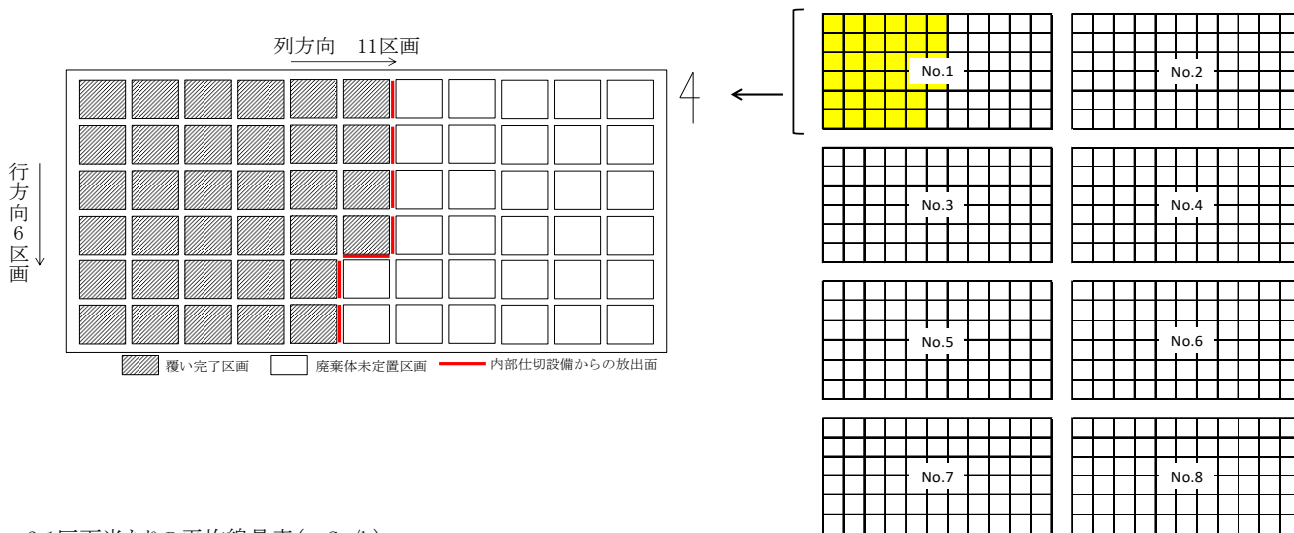
2.1基分の線量率の積算 ($\mu\text{Sv/h}$)

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: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 ³)、単位面積(1cm ²)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 ³)	8.70E+02
--	----------

○線源面積

1区画当たりの面積(m ²)	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)	

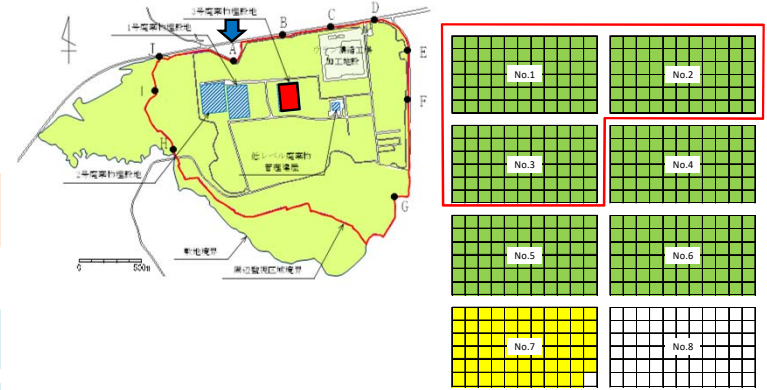
補正係数の設定

○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	1.29	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1



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)								
	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	
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.88E-06	2.17E-06	1.14E-07	1.60E-07	3.32E-06	3.84E-07	2.02E-08	2.84E-08	5.89E-07	1.24E-04	2.38E-05	6.84E-07	S3=S1+Y	W3=W1*X	N4=N2*0	E4=E2*X	S4=S2*1	W4=W2*0	1.50E-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	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)
		北	東	南	西							北	東	南	西	
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.88E-06	3.61E-07	1.04E-08	2.67E-08	3.02E-07	2.27E-09	6880	8760	0	66	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)

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)								
	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	
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.01E-06	1.13E-06	4.89E-08	8.49E-08	2.08E-06	2.00E-07	8.67E-09	1.51E-08	3.68E-07	6.69E-05	1.24E-05	2.94E-07	S3=S1+Y	W3=W1*X	N4=N2*0	E4=E2*X	S4=S2*1	W4=W2*0	6.71E-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	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)
		北	東	南	西							北	東	南	西	
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.01E-06	1.88E-07	4.45E-09	1.42E-08	1.89E-07	1.02E-09	6880	8760	0	66	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)

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)								
	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	
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.38E-06	1.84E-06	8.15E-08	9.69E-08	2.53E-06	3.26E-07	1.44E-08	1.72E-08	4.48E-07	9.10E-05	2.02E-05	4.89E-07	S3=S1+Y	W3=W1*X	N4=N2*0	E4=E2*X	S4=S2*1	W4=W2*0	1.04E-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	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)
		北	東	南	西							北	東	南	西	
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.38E-06	3.06E-07	7.41E-09	1.62E-08	2.30E-07	1.57E-09	6880	8760	0	66	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)

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 ²)、単位面積(1cm ²)当たりの線量率					
	上面	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 ²)	8.70E+02
--	----------

○線源面積

1区画当たりの面積(m ²)	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)	

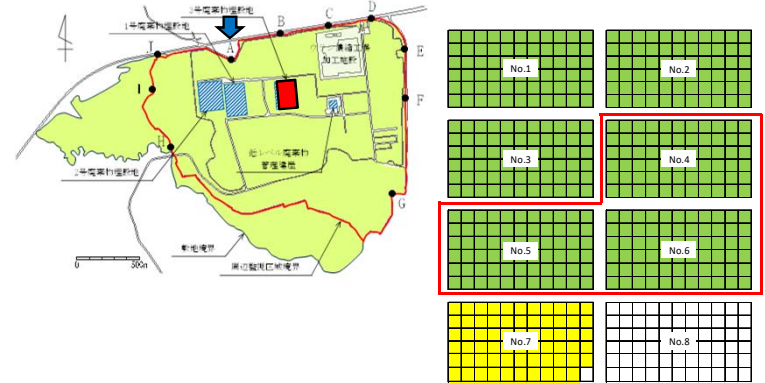
補正係数の設定

○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



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)				合計 I1= N4+E4+S4+W4
	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	7.84E-07	1.01E-06	3.66E-08	5.33E-08	1.54E-06	1.78E-07	6.49E-09	9.45E-09	2.72E-07	5.17E-05	1.11E-05	2.20E-07	5.86E-07	9.22E-06	0.00E+00	3.89E-08	9.45E-09	0.00E+00	4.84E-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)							
	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						U6=U5*	N6=N5*	E6=E5*	S6=S5*		W6=W5*	I3=I2*(1+k1)	
⑧ 覆い設置後覆土まで	7.84E-07	1.68E-07	3.33E-09	8.89E-09	1.40E-07	7.33E-10	6880	8760	0	66	4.53E-01	9.68E-02	1.92E-03	5.14E-03	8.07E-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)				合計 I1= N4+E4+S4+W4
	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	9.90E-07	1.58E-06	5.66E-08	5.79E-08	1.66E-06	2.80E-07	1.00E-08	1.03E-08	2.94E-07	6.53E-05	1.74E-05	3.40E-07	6.37E-07	9.97E-06	0.00E+00	6.02E-08	1.03E-08	0.00E+00	7.04E-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)							
	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						U6=U5*	N6=N5*	E6=E5*	S6=S5*		W6=W5*	I3=I2*(1+k1)	
⑧ 覆い設置後覆土まで	9.90E-07	2.63E-07	5.14E-09	9.65E-09	1.51E-07	1.07E-09	6880	8760	0	66	5.72E-01	1.52E-01	2.97E-03	5.58E-03	8.73E-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)				合計 I1= N4+E4+S4+W4
	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	5.92E-07	8.67E-07	2.66E-08	3.31E-08	1.24E-06	1.54E-07	4.71E-09	5.87E-09	2.19E-07	3.91E-05	9.54E-06	1.80E-07	3.84E-07	7.41E-06	0.00E+00	2.83E-08	5.87E-09	0.00E+00	3.41E-08

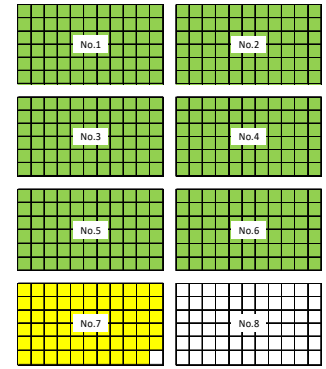
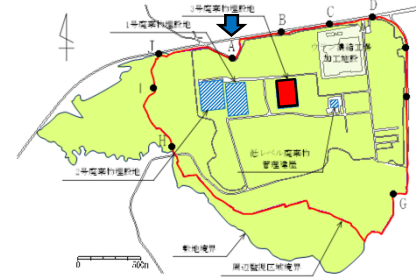
作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)						時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)							
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)			
	上面	北	東	南	西						U6=U5*	N6=N5*	E6=E5*	S6=S5*		W6=W5*	I3=I2*(1+k1)	
⑧ 覆い設置後覆土まで	5.92E-07	1.45E-07	2.42E-09	5.52E-09	1.12E-07	5.17E-10	6880	8760	0	66	3.42E-01	8.35E-02	1.40E-03	3.19E-03	6.49E-02	0.00E+00		

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	1.09E+00	2.09E-01	5.99E-03	1.54E-02	1.75E-01	0.00E+00	1.09E+00	8.35E-02	4.07E-03	1.54E-02	1.60E-01	0.00E+00
No.2	5.86E-01	1.09E-01	2.57E-03	8.18E-03	1.09E-01	0.00E+00	5.86E-01	4.35E-02	2.36E-03	8.18E-03	7.42E-02	0.00E+00
No.3	7.97E-01	1.77E-01	4.28E-03	9.34E-03	1.33E-01	0.00E+00	7.97E-01	8.06E-02	2.91E-03	9.34E-03	1.22E-01	0.00E+00
No.4	4.53E-01	9.68E-02	1.92E-03	5.14E-03	8.07E-02	0.00E+00	4.53E-01	4.41E-02	1.77E-03	5.14E-03	5.48E-02	0.00E+00
No.5	5.72E-01	1.52E-01	2.97E-03	5.58E-03	8.73E-02	0.00E+00	5.72E-01	6.92E-02	2.02E-03	5.58E-03	8.01E-02	0.00E+00
No.6	3.42E-01	8.35E-02	1.40E-03	3.19E-03	6.49E-02	0.00E+00	3.42E-01	3.80E-02	1.28E-03	3.19E-03	4.41E-02	0.00E+00
No.7	1.64E+00	2.29E-01	3.99E-03	6.44E-03	1.31E-01	3.99E-04	1.64E+00	1.04E-01	2.71E-03	5.57E-03	1.20E-01	3.99E-04
合計				7.39E+00							6.67E+00	

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 ³)、単位面積(1cm ²)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 ³)	8.70E+02
--	----------

○線源面積

1区画当たりの面積(m ²)	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	1.29	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1

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)									
	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		
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.96E-06	4.17E-06	1.35E-06	1.08E-07	2.98E-07	7.39E-07	2.39E-07	1.92E-08	5.28E-08	1.29E-04	4.58E-05	8.07E-06	1.19E-06	1.79E-06	0.00E+00	1.43E-06	1.92E-08	0.00E+00	1.45E-06	

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)					
	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)
		北	東	南	西							北	東	南	西	
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.96E-06	6.95E-07	1.22E-07	1.80E-08	2.71E-08	2.20E-08	6880	8760	0	66	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)

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)									
	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		
⑧ 覆い設置後覆土まで	2.26E-06	4.49E-06	9.82E-07	1.26E-07	5.18E-07	7.96E-07	1.74E-07	2.23E-08	9.19E-08	1.49E-04	4.94E-05	5.89E-06	1.38E-06	3.11E-06	0.00E+00	1.04E-06	2.23E-08	0.00E+00	1.07E-06	

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)					
	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)
		北	東	南	西							北	東	南	西	
⑧ 覆い設置後覆土まで	2.26E-06	7.48E-07	8.93E-08	2.09E-08	4.71E-08	1.62E-08	6880	8760	0	66	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)

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)									
	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		
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.17E-06	2.74E-06	7.76E-07	5.35E-08	1.78E-07	4.86E-07	1.38E-07	9.49E-09	3.15E-08	7.70E-05	3.02E-05	4.66E-06	5.89E-07	1.07E-06	0.00E+00	8.25E-07	9.49E-09	0.00E+00	8.35E-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)					
	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)
		北	東	南	西							北	東	南	西	
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.17E-06	4.57E-07	7.06E-08	8.92E-09	1.62E-08	1.27E-08	6880	8760	0	66	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)

3号埋設設備(No.4,5,6) 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(1Bq/cm ²)、単位面積(1cm ²)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 ³)	8.70E+02
--	----------

○線源面積

1区画当たりの面積(m ²)	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

No.4

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)							
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	合計	
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.32E-06	2.86E-06	5.59E-07	6.09E-08	3.04E-07	5.06E-07	9.91E-08	1.08E-08	5.40E-08	8.71E-05	3.14E-05	3.36E-06	6.70E-07	1.83E-06	0.00E+00	5.95E-07	1.08E-08	0.00E+00	6.05E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.05E-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)									
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)		埋設作業		側面(外周仕切設備)		側面(内部仕切設備)							
	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	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	
⑧ 覆い設置後覆土まで	1.32E-06	4.76E-07	5.08E-08	1.02E-08	2.77E-08	9.17E-09	6880	8760	0	66	7.63E-01	2.75E-01	2.84E-02	5.87E-03	1.60E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

No.5

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)							
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	合計	
⑧ 覆い設置後覆土まで	7.20E-07	1.67E-06	4.61E-07	2.70E-08	1.09E-07	2.95E-07	8.17E-08	4.79E-09	1.93E-08	4.78E-05	1.83E-05	2.77E-06	2.97E-07	6.54E-07	0.00E+00	4.90E-07	4.79E-09	0.00E+00	4.95E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.95E-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)									
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)		埋設作業		側面(外周仕切設備)		側面(内部仕切設備)							
	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	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	
⑧ 覆い設置後覆土まで	7.20E-07	2.78E-07	4.19E-08	4.50E-09	9.91E-09	7.50E-09	6880	8760	0	66	4.17E-01	1.61E-01	2.42E-02	2.60E-03	5.73E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

No.6

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)							
	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	北	東	南	西	合計	
⑧ 覆い設置後覆土まで	7.97E-07	1.88E-06	3.32E-07	3.03E-08	1.85E-07	3.33E-07	5.88E-08	5.37E-09	3.27E-08	5.28E-05	2.07E-05	1.99E-06	3.33E-07	1.11E-06	0.00E+00	3.53E-07	5.37E-09	0.00E+00	3.58E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.58E-07

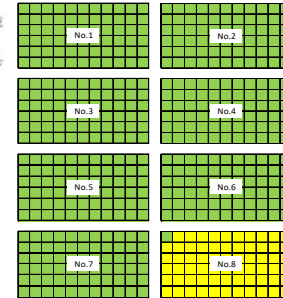
作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μSv/h)					時間(h)		区画数		4. 年間線量(μSv/y)									
	側面(外周仕切設備)					側面(内部仕切設備)		埋設作業		側面(外周仕切設備)		側面(内部仕切設備)							
	上面	北	東	南	西	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面	北	東	南	西	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	
⑧ 覆い設置後覆土まで	7.97E-07	3.13E-07	3.02E-08	5.05E-09	1.68E-08	5.43E-09	6880	8760	0	66	4.61E-01	1.81E-01	1.74E-02	2.92E-03	9.70E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

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	1.13E+00	4.02E-01	7.07E-02	1.04E-02	1.57E-02	0.00E+00	1.13E+00	1.61E-01	4.80E-02	1.04E-02	1.44E-02	0.00E+00
No.2	1.31E+00	4.33E-01	5.16E-02	1.21E-02	2.72E-02	0.00E+00	1.31E+00	1.73E-01	4.73E-02	1.21E-02	1.85E-02	0.00E+00
No.3	6.74E-01	2.64E-01	4.08E-02	5.16E-03	9.35E-03	0.00E+00	6.74E-01	1.20E-01	2.77E-02	5.16E-03	8.57E-03	0.00E+00
No.4	7.63E-01	2.75E-01	2.94E-02	5.87E-03	1.60E-02	0.00E+00	7.63E-01	1.25E-01	2.70E-02	5.87E-03	1.09E-02	0.00E+00
No.5	4.17E-01	1.81E-01	2.42E-02	2.80E-03	5.73E-03	0.00E+00	4.17E-01	7.31E-02	1.64E-02	2.80E-03	5.26E-03	0.00E+00
No.6	4.61E-01	1.81E-01	1.74E-02	2.92E-03	9.70E-03	0.00E+00	4.61E-01	8.25E-02	1.80E-02	2.92E-03	6.59E-03	0.00E+00
No.7	2.56E-01	1.03E-01	1.46E-02	1.30E-03	3.54E-03	0.00E+00	2.56E-01	4.69E-02	9.93E-03	1.13E-03	3.25E-03	0.00E+00
No.8	1.16E+00	2.44E-01	2.11E-02	2.91E-03	1.20E-02	1.86E-03	1.16E+00	1.11E-01	1.94E-02	2.51E-03	8.12E-03	1.86E-03
合計			8.64E+00						7.39E+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(μ 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

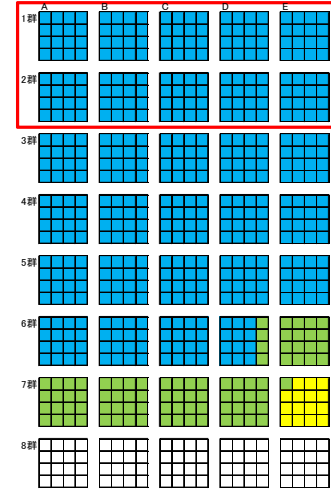
埋設設備	単位放射能濃度(1Bq/cm ³)、単位面積(1cm ²)当たりの線量率					
	上面	北面	東面	南面	西面	
1群	A	1.97E-11	4.79E-11	1.50E-11	2.67E-12	5.31E-12
	B	2.12E-11	4.85E-11	1.20E-11	2.85E-12	7.09E-12
	C	2.20E-11	4.80E-11	8.66E-12	2.90E-12	9.53E-12
	D	2.26E-11	4.64E-11	6.44E-12	2.81E-12	1.34E-11
	E	1.97E-11	4.16E-11	4.83E-12	2.59E-12	1.58E-11
2群	A	1.36E-11	3.45E-11	9.89E-12	1.74E-12	3.90E-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

○廃棄体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm ³)	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

1区画当たりの放出面積(m ²)	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	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)	21.73 (5.35×4.1m)	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)	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	北	東	南	西
⑧ 掘り設置後覆土まで	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	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 掘り設置後覆土まで	1.03	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50

1群

基	作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μ Sv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μ 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)					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	掘り設置後覆土まで	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	

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μ Sv/h)					時間(h)		区画数		4. 年間線量(μ Sv/y)					側面(内部仕切設備) I3=I2*(1+k1)	
		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	上面	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)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*	N6=N5*	E6=E5*	S6=S5*		W6=W5*
A	掘り設置後覆土まで	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

2群

基	作業段階	1. 1区画からのスカイシャイン線量率(μ Sv/h)										2. 1基分の線量率の積算(μ 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)					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	掘り設置後覆土まで	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	4.76E-06	0.00E+00	5.04E-07	2.19E-08	0.00E+00	5.26E-07	

基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率(μ Sv/h)					時間(h)		区画数		4. 年間線量(μ Sv/y)					側面(内部仕切設備) I3=I2*(1+k1)	
		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	上面	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)	t1	t2	k1	k2	U6=U5*	N6=N5*	E6=E5*	S6=S5*		W6=W5*
A	掘り設置後覆土まで	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

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	7面	単位放射能濃度(1Ba/cm³)、単位面積(1cm²)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	4.12E-12	1.14E-11	1.17E-12	4.12E-13
	B	3.08E-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

○遮蔽体の放射能濃度
表面2mSv/h時の放射能濃度(Ba/cm³) 5.80E+03

○線源面積

1区画当たりの放出面積(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
	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)

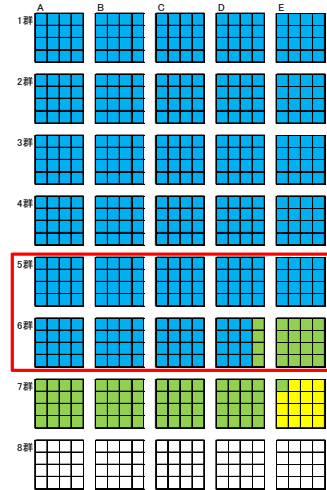
補正係数の設定

○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	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	1.21E-07	5.49E-09	0.00E+00	1.27E-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	覆い完了	側面(外周仕切設備)						
		上面	北	東	南	西	I2=I1/(X*Y)	t1	t2	U6=U5*	N6=N5*	E6=E5*	S6=S5*	W6=W5*	I3=I2*(1*k1)		
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

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	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-08	2.99E-08	4.58E-06	1.21E-05	4.95E-06	3.49E-07	1.18E-06	0.00E+00	2.02E-07	3.55E-09	0.00E+00	2.95E-07	3.67E-09	0.00E+00	9.18E-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	覆い完了	側面(外周仕切設備)						
		上面	北	東	南	西	I2=I1/(X*Y)	t1	t2	U6=U5*	N6=N5*	E6=E5*	S6=S5*	W6=W5*	I3=I2*(1*k1)		
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

添-74

1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(μSv/h)の算出

Table showing unit radiation dose rate (Baq/cm²) and linearity rate (μSv/h) for various zones (A-E) and directions (North, South, East, West).

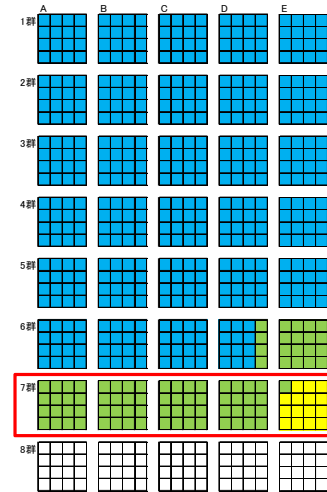
Table showing radiation dose rate of the facility (Baq/cm²) and surface dose rate (Baq/cm²) at 2m height.

Table showing lateral area (m²) for each zone (A-E) and directions (North, South, East, West).

補正係数の設定

Table showing correction coefficients for shielding conditions at various work stages (1-8) and directions.

Table showing correction coefficients for unevenness at various work stages (1-8) and directions.



Main calculation table for the 7 clusters, including dose rate (μSv/h) and annual dose (μSv/y) for various zones and directions.

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、単位放射能密度当たりのスカイライン線量率

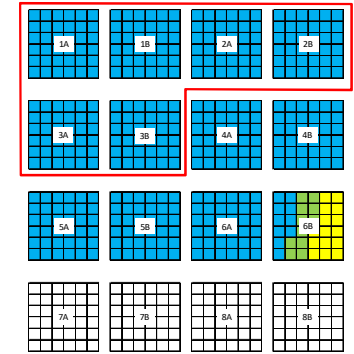
埋設設備		単位放射能密度(1Bq/cm ³)、単位面積(1cm ²)当たりの線量率				
		上面	北面	東面	南面	西面
1群	A	5.62E-12	8.99E-12	1.28E-11	9.57E-13	7.45E-13
	B	8.37E-12	1.45E-11	1.72E-11	1.40E-12	1.24E-12
2群	A	1.22E-11	2.18E-11	2.17E-11	2.00E-12	2.02E-12
	B	1.75E-11	3.71E-11	2.58E-11	2.79E-12	3.28E-12
3群	A	4.15E-12	8.74E-12	8.89E-12	6.04E-13	5.44E-13
	B	5.89E-12	1.15E-11	1.14E-11	8.52E-13	8.73E-13

○廃棄体の放射能密度

表面2mSv/h時の放射能密度(Bq/cm ³)	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

線源	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 ²)	29.15 (5.3×5.3m)	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

基	作業段階	1. 1区分からのスカイライン線量率($\mu\text{Sv/h}$)												2. 1基分の線量率の積算($\mu\text{Sv/h}$)						合計 I1=
		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	5.36E-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	2.08E-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($\mu\text{Sv/y}$)							
		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	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面	北	東	南	西	埋設作業	覆い完了	
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	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	0.00E+00

基	作業段階	1. 1区分からのスカイライン線量率($\mu\text{Sv/h}$)												2. 1基分の線量率の積算($\mu\text{Sv/h}$)						合計 I1=
		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	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	8.22E-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($\mu\text{Sv/y}$)							
		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	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面	北	東	南	西	埋設作業	覆い完了	
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	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	0.00E+00

基	作業段階	1. 1区分からのスカイライン線量率($\mu\text{Sv/h}$)												2. 1基分の線量率の積算($\mu\text{Sv/h}$)						合計 I1=
		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	3.95E-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($\mu\text{Sv/y}$)							
		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	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	上面	北	東	南	西	埋設作業	覆い完了	
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	5.32E-03	3.25E-03	0.00E+00	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	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

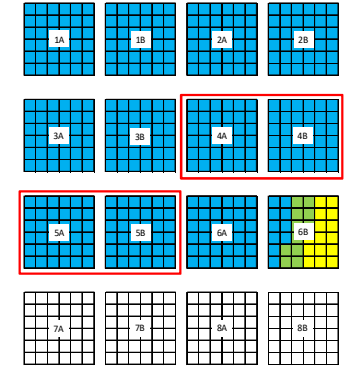
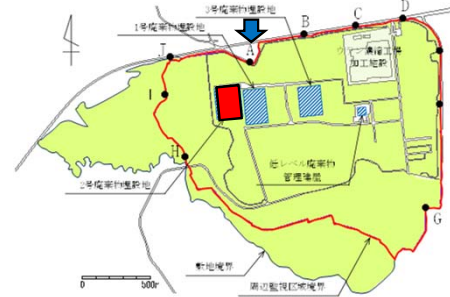
埋設設備	単位放射能濃度(1Bq/cm ³)、単位面積(1cm ²)当たりの線量率	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)				
		北	東	南	西	北	東	南	西	
4群	A	8.10E-12	1.84E-11	1.33E-11	1.19E-12	1.36E-12				
	B	1.09E-11	2.37E-11	1.63E-11	1.54E-12	2.10E-12				
5群	A	3.00E-12	6.41E-12	6.31E-12	3.77E-13	3.88E-13				
	B	4.08E-12	9.40E-12	7.45E-12	5.14E-13	6.01E-13				

○廃棄体の放射能濃度

表面2mSv/h時の放射能濃度(Bq/cm ³)	5.80E+03
--------------------------------------	----------

○線源面積

1区画当たりの放出面積(m ²)	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)	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	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	
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($\mu\text{Sv/y}$)						
		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	U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)		S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)
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	上面	北	東	南	西	北	東	南	西	
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

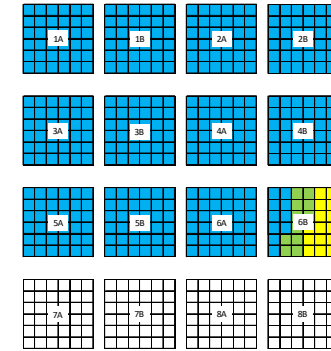
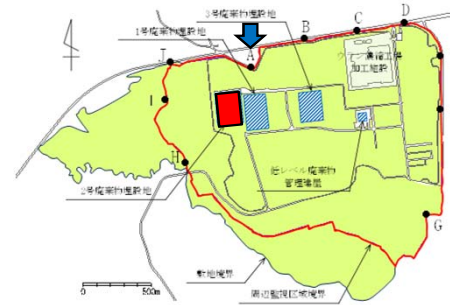
基	作業段階	3. 1区画当たりの平均線量率($\mu\text{Sv/h}$)					時間(h)		区画数		4. 年間線量($\mu\text{Sv/y}$)						
		側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)	埋設作業	覆い完了	埋設作業	覆い完了	側面(外周仕切設備)				側面(内部仕切設備)		
		上面	北	東	南						西	U5=U3/(X*Y)	N5=N3/(X*Y)	E5=E3/(X*Y)		S5=S3/(X*Y)	W5=W3/(X*Y)
A	⑧ 覆い設置後覆土まで	2.85E-07	1.17E-07	1.20E-07	6.89E-09	7.36E-09	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(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
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 ($\mu\text{Sv/y}$)

埋設設備	A/B	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)
			側面(外周仕切設備)						側面(外周仕切設備)					
			北	東	南	西	側面 (内部仕切設備)		上面	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	6.88E-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			