

2020年5月1日提出版

廃棄物埋設施設における
許可基準規則第二条について

第二条 定義（安全機能について）

（1号、2号及び3号廃棄物埋設施設）

2020年5月

日本原燃株式会社

目 次

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

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

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

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

2. 安全機能について

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

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

(1) 漏出防止機能に関する設計方針

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

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

漏出防止機能は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間において、水を

媒体とした放射性物質の環境への漏出を防止するため、雨水及び地下水と廃棄体との接触を抑制する設計とする。雨水及び地下水と廃棄体との接触の抑制は、外周仕切設備及び覆いの透水特性のうち、低透水性及びひび割れ抑制により埋設設備内への水の浸入を抑制するとともに、埋設設備内に浸入した水はポーラスコンクリート層により回収し、埋設設備外に排出できる設計とする。

(2) 移行抑制機能に関する設計方針

埋設設備及び覆土は、覆土完了後において、移行抑制機能を有する設計とする。

移行抑制機能は、材料に対する放射性物質の吸着性及び埋設設備内への水の浸入を抑制する材料の低透水性である。よって、埋設設備及び覆土は、以下に示す方針に基づき、吸着性及び低透水性を考慮し、さらに長期的に機能を期待できる構成・仕様となる設計とする。

埋設設備は、吸着性を有するセメント系材料を用いる設計とし、覆土は、低透水性を有する土質系材料を用いる設計とする。

(3) 遮蔽機能に関する設計方針

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

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等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低減できる設計とする。

3. 安全機能を有する施設

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

第1表 埋設設備の要求性能

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

*1：防水シート等の併用により区画内に水を浸入させないよう考慮する。

第2表 排水・監視設備の要求性能

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

*1：排水管には、排水の回収作業用に弁を設けている。

第3表 覆土の要求性能

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

4. 安全機能を維持する期間

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

第4表 ピット処分における安全機能

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

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

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

5. 飛散防止について

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

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

なお、廃棄体の落下を想定した場合の公衆への影響の評価を以下に示す。

(1) 想定する事象

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

(i) 評価条件

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

- a. 廃棄体1本当たりの平均放射エネルギーは、総放射エネルギーを廃棄体最大埋設本数で除した値とする。廃棄体1本当たりの最大放射エネルギーは、本施設で受け入れる廃棄体の最大放射能濃度とし、廃棄体重量は受入れ最大重量を考慮して1,000kgとして算定する。
- b. 損傷する廃棄体に含まれる放射性物質の放射エネルギーは、放射能濃度に極端な片寄りが無いこととして設定する。

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

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

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

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

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

(ii) 評価結果

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

6. 参考文献

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