

研究施設等廃棄物浅地中処分施設の概念設計

Conceptual Design of Near Surface Disposal Facilities of Radioactive Wastes
Generated from Research, Industrial and Medical Facilities

天澤 弘也 坂井 章浩 仲田 久和 原 弘典
黒澤 亮平 山本 正幸 河田 陽介 坂本 義昭

Hiroya AMAZAWA, Akihiro SAKAI, Hisakazu NAKATA, Hironori HARA
Ryohei KUROSAWA, Masayuki YAMAMOTO, Yosuke KAWATA and Yoshiaki SAKAMOTO

埋設事業推進センター

Low-level Radioactive Waste Disposal Project Center

October 2012

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

本レポートは独立行政法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2012

研究施設等廃棄物浅地中処分施設の概念設計

日本原子力研究開発機構 埋設事業推進センター

天澤 弘也、坂井 章浩、仲田 久和、原 弘典*、黒澤 亮平*、
山本 正幸*、河田 陽介*、坂本 義昭

(2012年8月17日受理)

日本原子力研究開発機構が研究施設等廃棄物の埋設事業に係る実施主体として定めた「埋設処分業務実施に関する計画」(平成21年11月13日認可及び平成24年3月28日変更認可)においては、原子力機構は研究施設等廃棄物の浅地中埋設処分施設の立地選定に係る手続きの透明性の確保及び公平性の観点から立地基準及び立地手順を策定し、これに基づいて立地選定を行うこととしている。

また、実施計画では、本立地基準及び立地手順の策定に係る検討の一環として、関係法令等に定められた施設の技術基準、我が国における一般的な自然及び社会環境等の立地条件、埋設対象廃棄物の廃棄体の種類、性状、含有核種、放射能濃度及び廃棄体の発生予測数量等に基づいて埋設施設の概念設計を行い、安全審査指針における基本的立地条件等を踏まえ、我が国において想定されうる種々の自然及び社会環境条件下において線量評価、費用試算を行い、埋設施設の安全性及び経済性に関する評価・検討を行うものとされている。

本報告書は、研究施設等廃棄物に係る浅地中埋設処分事業の操業から閉鎖後措置までの業務に供する全ての施設、設備、機器類等について、埋設施設の被ばく線量評価等に基づいたより合理的な設備仕様、レイアウト等の概念設計の検討結果について取りまとめを行ったものである。

本報告書は、三菱マテリアル株式会社が独立行政法人日本原子力研究開発機構との契約により実施した業務成果に基づくものである。

原子力科学研究所(駐在): 〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4

※ 技術開発協力員

* 三菱マテリアル株式会社 エネルギー事業センター

Conceptual Design of Near Surface Disposal Facilities of Radioactive Wastes
Generated from Research, Industrial and Medical Facilities

Hiroya AMAZAWA, Akihiro SAKAI, Hisakazu NAKATA, Hironori HARA*,
Ryohei KUROSAWA*, Masayuki YAMAMOTO*, Yosuke KAWATA*
and Yoshiaki SAKAMOTO

Low-level Radioactive Waste Disposal Project Center
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received August 17, 2012)

Japan Atomic Energy Agency is responsible for siting a proper location to establish new disposal facilities with siting criterion and procedure, in consideration of transparency and impartial for the siting process, based on "Plan Concerning the Disposal Business Execution" which JAEA was assigned implementing organization for the disposal business.

As a part of the study to draw up siting criterion and procedure, sensitivity analysis of the disposal facilities from the viewpoint of dose evaluation and cost estimation under various siting condition will be carried out. Therefore, conceptual design of disposal facilities as a reference case is necessary. The basic condition of the design conforms to the property, quantity, radioactivity of waste packages that are to be disposed of, technical standards pursuant to related legislation and likely siting condition such as natural and social environment based on "Basic policy of the safety review of category 2 waste disposal activity".

This report summarizes the results of the reasonable design of our disposal facilities and the layout of the place of activity where the disposal facilities and associated facilities to be installed. Associated facilities taking into account the whole operational process until the post closure period are also designed. The results are on the basis of cost estimation and safety assessment.

Keywords: Near Surface Disposal Facility, Conceptual Design, Likely Siting Condition

This work was based on the study performed by Mitsubishi Materials Corporation under contract with the Japan Atomic Energy Agency.

* Collaborating Engineer

* Energy Project & Technology Center, Mitsubishi Materials Corporation

目次

1. はじめに	1
2. 概念設計の前提条件の設定	3
2.1 一般的な立地条件の設定	3
2.2 基本的な設計条件の設定	3
2.2.1 埋設施設の基本条件	3
2.2.2 廃棄体数量	3
2.2.3 廃棄体の性状割合	3
2.2.4 廃棄体の容器形状割合	4
2.2.5 放射能インベントリ	4
2.2.6 廃棄体等の受入計画	5
3. 埋設処分施設及びその関連施設、設備、機器類等の抽出	12
3.1 主要な施設等	12
3.2 本概念設計の対象とする施設、設備、機器等の抽出の考え方	12
4. 施設設計	22
4.1 コンクリートピット	22
4.1.1 コンクリートピット埋設施設の設計条件	22
4.1.2 コンクリートピット埋設施設の設計仕様	22
4.1.3 コンクリートピット埋設施設の構造と耐震設計の検討	23
4.2 トレンチ	26
4.2.1 トレンチ埋設施設の設計条件	26
4.2.2 トレンチ埋設施設の設計仕様	26
4.3 受入検査施設	31
4.3.1 受入検査施設の設計条件	31
4.3.2 受入検査施設の設計仕様	31
4.3.3 受入検査施設の構造と耐震設計の検討	36
4.4 その他の附属施設	37
4.4.1 受変電所	37
4.4.2 環境分析棟	37
4.4.3 屋外環境監視設備	37
4.4.4 管理棟	38
4.4.5 守衛所及び事業所境界防護設備	38
4.4.6 防災設備	39
4.4.7 構内輸送車両	39
4.4.8 車庫	40
4.5 配置計画	40
4.5.1 敷地に係る前提条件	40
4.5.2 配置する施設及びその平面寸法	40
4.5.3 配置計画の検討方針	41
4.5.4 概略配置の検討	41
4.5.5 具体的配置の検討	42

5. 線量評価	113
5.1 作業期間中の被ばく線量	113
5.1.1 計算条件の設定	113
5.1.2 廃棄体等 1 体あたりの放射エネルギー及び放射能濃度の算出	114
5.1.3 放射線業務従事者に係る線量評価	115
5.1.4 一般公衆に係る線量計算、評価	119
5.2 管理期間終了後の被ばく線量	184
5.2.1 評価の全体方針	184
5.2.2 安全評価の前提条件	185
5.2.3 安全審査指針に基づく安全評価シナリオの検討	189
5.2.4 安全評価モデル及びパラメータの設定	198
5.2.5 線量の評価結果	205
5.2.6 管理期間終了後の被ばく線量結果のまとめ	210
6. まとめ	272
参考文献	273
付録	276

Contents

1. Background and Objective	1
2. Defining the likely condition for conceptual design	3
2.1 Defining the general siting conditions	3
2.2 Defining the basic design conditions	3
2.2.1 Basic conditions of the disposal facility	3
2.2.2 Quantity of waste packages	3
2.2.3 Property ratio of waste packages	3
2.2.4 Configuration ratio of waste containers	4
2.2.5 Radioactive inventory	4
2.2.6 Plan for reception of waste packages	5
3. Clarification of the disposal facility, associated facilities, etc.,	12
3.1 Main facility	12
3.2 Basic policy of the clarification of associated facilities, etc.,	12
4. Facility design	22
4.1 Concrete pit type disposal facility	22
4.1.1 Design conditions for concrete pit type disposal facility	22
4.1.2 Design specification for concrete pit type disposal facility	22
4.1.3 Structure and seismic design of concrete pit type disposal facility	23
4.2 Trench type disposal facility	26
4.2.1 Design conditions for trench type disposal facility	26
4.2.2 Design specification for trench type disposal facility	26
4.3 Waste package reception and inspection facility	31
4.3.1 Design conditions for waste package reception and inspection facility	31
4.3.2 Design specification for Waste package reception and inspection facility	31
4.3.3 Structure and seismic design of Waste package reception and inspection facility	36
4.4 Associated facilities	37
4.4.1 Power plant substation	37
4.4.2 Building for environmental analysis	37
4.4.3 Monitoring station	37
4.4.4 Administration building	38
4.4.5 Guard station and boundary protection fence	38
4.4.6 Anti-disaster facility	39
4.4.7 Transportation vehicle in the place of business	39
4.4.8 Garage	40
4.5 Site layout	40
4.5.1 Site conditions	40
4.5.2 Facilities to be installed and the dimension	40
4.5.3 General guideline for the study of site layout	41
4.5.4 Rough consideration of the site layout	41
4.5.5 Concrete consideration of the site layout	42

5. Safety assessment	113
5.1 Dose evaluation during the operational period	113
5.1.1 Defining the Calculation Condition	113
5.1.2 Estimation of Radioactivity inventory per waste package	114
5.1.3 Dose evaluation for operators	115
5.1.4 Dose evaluation for residents	119
5.2 Dose evaluation after the period for active control	184
5.2.1 Assessment policy	184
5.2.2 Prerequisites for assessment	185
5.2.3 Scenario study of the assessment based on safety review guidelines	189
5.2.4 Concept of assessment model and input parameter selection	198
5.2.5 Result of exposure dose assessment	205
5.2.6 Summary of dose evaluation after the period for active control	210
6. Summary	272
References	273
Appendix	276

図表リスト

- 表2.1 埋設対象廃棄体の性状割合
- 表2.2 埋設対象廃棄体の容器形状割合
- 表2.3 埋設対象角型容器の寸法
- 表2.4 原子力機構のトレンチ処分対象廃棄体の放射能インベントリ
- 表2.5 原子力機構のピット処分対象廃棄体の放射能インベントリ
- 表2.6 他発生者のトレンチ処分対象廃棄体の放射能インベントリ
- 表2.7 他発生者のピット処分対象廃棄体の放射能インベントリ
- 表2.8 廃棄体等の受入本数の年度展開
- 表3.1 本概念設計に適用または準用した法規
- 表3.2 本概念設計に適用または準用した指針
- 表3.3 本概念設計に適用または準用した規格
- 表3.4 受入検査施設の設備・機器等
- 表3.5 コンクリートピットの設備・機器等
- 表3.6 トレンチの設備・機器等
- 表3.7 構内輸送設備・機器等
- 表3.8 車庫等の設備・機器等
- 表3.9 受変電所の設備・機器等
- 表3.10 構内の設備・機器等
- 表3.11 屋外環境・放射線モニタリング設備の設備・機器等
- 表3.12 守衛所の設備・機器等
- 表3.11 管理棟の設備・機器等
- 表4.1.1 コンクリートピット埋設施設の設計条件
- 表4.1.2 ピット処分対象の廃棄体の外形及び数量
- 表4.1.3 ドラム缶、角型容器それぞれに専用のピットに定置する場合の形状検討
- 表4.1.4 ドラム缶、角型容器を同一のピットに定置する場合の形状検討-専用区画の設置-
- 表4.1.5 ドラム缶、角型容器を同一のピットに定置する場合の形状検討-専用区画を設置しない-
- 表4.1.6 コンクリートピット埋設施設の設計仕様
- 表4.1.7 ピットの構造計算に使用した部材の単位体積重量
- 表4.1.8 ピットの構造計算に使用した使用材料の品質
- 表4.1.9 ピットの構造計算に使用した部材の許容応力度
- 表4.1.10 耐震要素の二次元FEM解析結果
- 表4.1.11 ピットの二次元FEM解析用物性値
- 表4.1.12 コンクリートの許容応力度
- 表4.1.13 常時及び地震時に考慮した荷重
- 表4.2.1 トレンチ埋設施設の設計条件
- 表4.2.2 トレンチ処分対象の廃棄体等の外形及び数量
- 表4.2.3 付加機能型トレンチへの処分対象の廃棄体等の外形及び数量
- 表4.2.4 トレンチ(安定型)埋設施設の設計仕様
- 表4.2.5 付加機能型トレンチ埋設施設の設計仕様

- 表4.3.1 受入検査施設の設計条件
- 表4.3.2 発生者別処分方法別容器種別別数量(200ℓドラム缶換算本数)
- 表4.3.3 受入検査施設の年間取扱数量(容器個数)
- 表4.3.4 受入検査施設建屋の設計仕様
- 表4.3.5 受入検査施設の耐震評価結果
- 表4.4.1 環境分析棟における監視項目と装置類
- 表4.4.2 環境分析棟の分析対象核種、分析内容
- 表4.4.3 屋外環境監視設備における監視項目と装置類
- 表4.4.4 気象観測設備の構成機器
- 表4.5 敷地の造成等により発生する掘削土の量
- 表5.1.1 放射線業務従事者に対する設計基準線量率
- 表5.1.2 線量当量率区分
- 表5.1.3 ピット処分対象廃棄体等の密度
- 表5.1.4 トレンチ処分対象廃棄体等の密度
- 表5.1.5 ピット処分対象廃棄体等の核種調査
- 表5.1.6 トレンチ処分対象廃棄体等の核種調査
- 表5.1.7 遮蔽体物質の密度及び重量組成比
- 表5.1.8 廃棄体あたりの放射エネルギー及び放射能濃度
- 表5.1.9 受入検査施設の評価対象とした廃棄体数量
- 表5.1.10 受入検査施設の評価対象とした線源モデル
- 表5.1.11 線源[1] (受入一時保管室) の計算モデル
- 表5.1.12 線源[2] (検査室) の計算モデル
- 表5.1.13 線源[3] (検査室) の計算モデル
- 表5.1.14 線源[4] (検査室) の計算モデル
- 表5.1.15 線源[5] (検査室) の計算モデル
- 表5.1.16 線源[6] (トレンチ一時保管室A) の計算モデル
- 表5.1.17 線源[7] (検査室) の計算モデル
- 表5.1.18 線源[1] (受入一時保管室) の部品置場3階の計算モデル
- 表5.1.19 線源[1] (受入一時保管室) のA通り外壁フェンスの計算モデル
- 表5.1.20 線源[4] (検査室) のG通り外壁フェンスの計算モデル
- 表5.1.21 コンクリートピット埋設施設の線量当量率区分
- 表5.1.22 計算ケース
- 表5.1.23 ドラム缶型廃棄体の線源モデル
- 表5.1.24 S-1容器の線源モデル
- 表5.1.25 ピット (ドラム缶型廃棄体360本定置) の蓋厚及び側壁厚評価に関する計算モデル (ケースD1-a, D1-b)
- 表5.1.26 ピット (ドラム缶型廃棄体360本定置) の蓋厚及び側壁厚評価に関する計算モデル (ケースD2-a, D2-b)
- 表5.1.27 ピット (S-1容器64個定置) の蓋厚及び側壁厚評価に関する計算モデル (ケースS1-a, S1-b)
- 表5.1.28 ピット (S-1容器64個定置) の蓋厚及び側壁厚評価に関する計算モデル (ケースS2-a, S2-b)
- 表5.1.29 パターン1: 定置を3ヶ月に1回、充填材の充填を3ヶ月ごとに行うパターン

- 表5.1.30 パターン2：定置を3ヶ月に1回(6区画)ずつ行い、充填材の充填を定置後1日おいて行うパターン
- 表5.1.31 覆いの遮蔽要求厚の評価結果
- 表5.1.32 仮蓋の遮蔽要求厚の評価結果
- 表5.1.33 側壁の遮蔽要求厚の評価結果
- 表5.1.34 管理区域境界線量率の評価モデル寸法の設定根拠
- 表5.1.35 直接 γ 線及びスカイシャイン γ 線計算の評価点座標
- 表5.1.36 受入検査施設からの直接 γ 線の評価対象とした廃棄体数量
- 表5.1.37 受入検査施設からの直接 γ 線の評価対象とした線源モデル
- 表5.1.38 線源[1]～線源[5]の直接 γ 線による実効線量率及び1年間の実効線量
- 表5.1.39 受入検査施設の直接 γ 線による1年間の実効線量
- 表5.1.40 受入検査施設からのスカイシャイン γ 線の評価対象とした線源モデル
- 表5.1.41 受入検査施設のスカイシャイン γ 線による1年間の実効線量
- 表5.1.42 コンクリートピット埋設施設の評価対象とした廃棄体の数量
- 表5.1.43 コンクリートピット埋設施設のスカイシャイン γ 線計算における線源モデル
- 表5.1.44 トレンチ埋設施設のスカイシャイン γ 線計算における線源モデル
- 表5.1.45 埋設施設全体による16方位の事業所境界上の評価点における実効線量のまとめ
- 表5.2.1 埋設施設ごとの核種インベントリ
- 表5.2.2 地形分類ごとの代表的な地下水位の範囲
- 表5.2.3 地形別動水勾配データの整理結果
- 表5.2.4 第四紀堆積物の透水係数(m/s)
- 表5.2.5 岩盤の透水係数(m/s)
- 表5.2.6 インベントリ特性評価で設定した評価経路及び被ばく形態
- 表5.2.7 インベントリ特性評価で用いるパラメータの設定値一覧
- 表5.2.8 放射能インベントリ特性評価結果(トレンチ埋設施設、50年後以降)
- 表5.2.9 放射能インベントリ特性評価結果(コンクリートピット埋設施設、300年後以降)
- 表5.2.10 トレンチ埋設施設に関するインベントリ特性の評価結果を踏まえた課題とその対応について
- 表5.2.11 コンクリートピット埋設施設に関するインベントリ特性の評価結果を踏まえた課題とその対応について
- 表5.2.12 第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方の整理
- 表5.2.13 安全評価を実施したシナリオ及び評価経路
- 表5.2.14 ピットからの浸出水量の解析における各構成材料及び地質の透水係数の設定条件
- 表5.2.15 地下水流動解析での施設浸出水量の算定結果
- 表5.2.16 線量評価における施設浸出水量の設定
- 表5.2.17 線量の重畳を考慮した線量評価シナリオ
- 表5.2.18 施設に関する評価パラメータの設定値一覧
- 表5.2.19 天然バリア及び自然環境に関する評価パラメータの設定値一覧(基本シナリオ)
- 表5.2.20 施設・天然バリア及び自然環境に関する評価パラメータの設定値一覧(変動シナリオ)
- 表5.2.21 施設・天然バリア及び自然環境に関する評価パラメータの設定値一覧(人為事象シナリオ)
- 表5.2.22 天然バリア及び自然環境に関する評価パラメータの設定値一覧(建設・居住)
- 表5.2.23 人間活動及び社会環境に関する評価パラメータの設定値一覧(農耕・畜産)
- 表5.2.24 各シナリオにおける農作物の摂取割合

- 表5.2.25 基本シナリオの評価結果（コンクリートピット埋設施設、地下水シナリオ）
- 表5.2.26 基本シナリオにおける線量の評価結果（トレンチ埋設施設、地下水シナリオ）
- 表5.2.27 配基本シナリオにおける線量の評価結果（コンクリートピット埋設施設、土地利用シナリオ）
- 表5.2.28 基本シナリオにおける線量の評価結果（トレンチ埋設施設、土地利用シナリオ）
- 表5.2.29 河川流量減少を想定した変動地下水シナリオの評価結果（コンクリートピット埋設施設）
- 表5.2.30 井戸利用を想定した変動地下水シナリオの評価結果（トレンチ埋設施設）
- 表5.2.31 河川流量減少を想定した変動土地利用シナリオの評価結果（コンクリートピット埋設施設）
- 表5.2.32 海水準変動に伴う土地利用シナリオの評価結果（コンクリートピット埋設施設）
- 表5.2.33 核種移行経路侵食・再堆積した土地の利用シナリオの評価結果（コンクリートピット埋設施設）
- 表5.2.34 埋設施設底面までの掘削を伴う土地利用の評価結果（コンクリートピット埋設施設）
- 表5.2.35 埋設施設底面までの掘削を伴う土地利用の評価結果（トレンチ埋設施設）
- 表5.2.36 帯水層土壌に至る掘削と想定した土地利用シナリオの評価結果（コンクリートピット埋設施設）
- 表5.2.37 帯水層土壌に至る掘削と想定した土地利用シナリオの評価結果（トレンチ埋設施設）
- 表5.2.38 バリア機能の一部喪失を想定した地下水シナリオの評価結果（コンクリートピット埋設施設）
- 表5.2.39 バリア機能喪失の一部喪失を想定した土地利用シナリオの評価結果（コンクリートピット埋設施設）
- 表5.2.40 ボーリング孔掘削による仮想的な移行経路短絡シナリオの評価結果（コンクリートピット埋設施設：地下水シナリオ）
- 表5.2.41 ボーリング孔掘削による仮想的な移行経路短絡シナリオの評価結果（コンクリートピット埋設施設：土地利用シナリオ）
- 表5.2.42 ボーリング孔掘削による仮想的な移行経路短絡シナリオの評価結果（コンクリートピット埋設施設：帯水層土壌掘削シナリオ）
- 表5.2.43 施設近傍におけるボーリング孔からの地下水飲用の評価結果（コンクリートピット埋設施設）
- 表5.2.44 両施設からの線量の重畳を考慮した基本シナリオの評価結果（地下水シナリオ）
- 表5.2.45 両施設からの線量の重畳を考慮した基本シナリオの評価結果（土地利用シナリオ）
- 表5.2.46 配置設計の結果を考慮した評価結果のまとめ

図1.1 概念設計の手順

図1.2 我が国における一般的な立地条件における埋設処分の想定図

図4.1.1 コンクリートピット埋設施設の形状（平面図、断面図）

図4.1.2 コンクリートピット埋設施設の概観図

図4.1.3 ピット内区画における異型廃棄体の定置例

図4.1.4 P埋設地におけるコンクリートピット埋設施設の配置図

図4.1.5 S埋設地におけるコンクリートピット埋設施設の配置図

図4.1.6 埋設クレーンの概観図

図4.1.7 排水監視設備の概観図

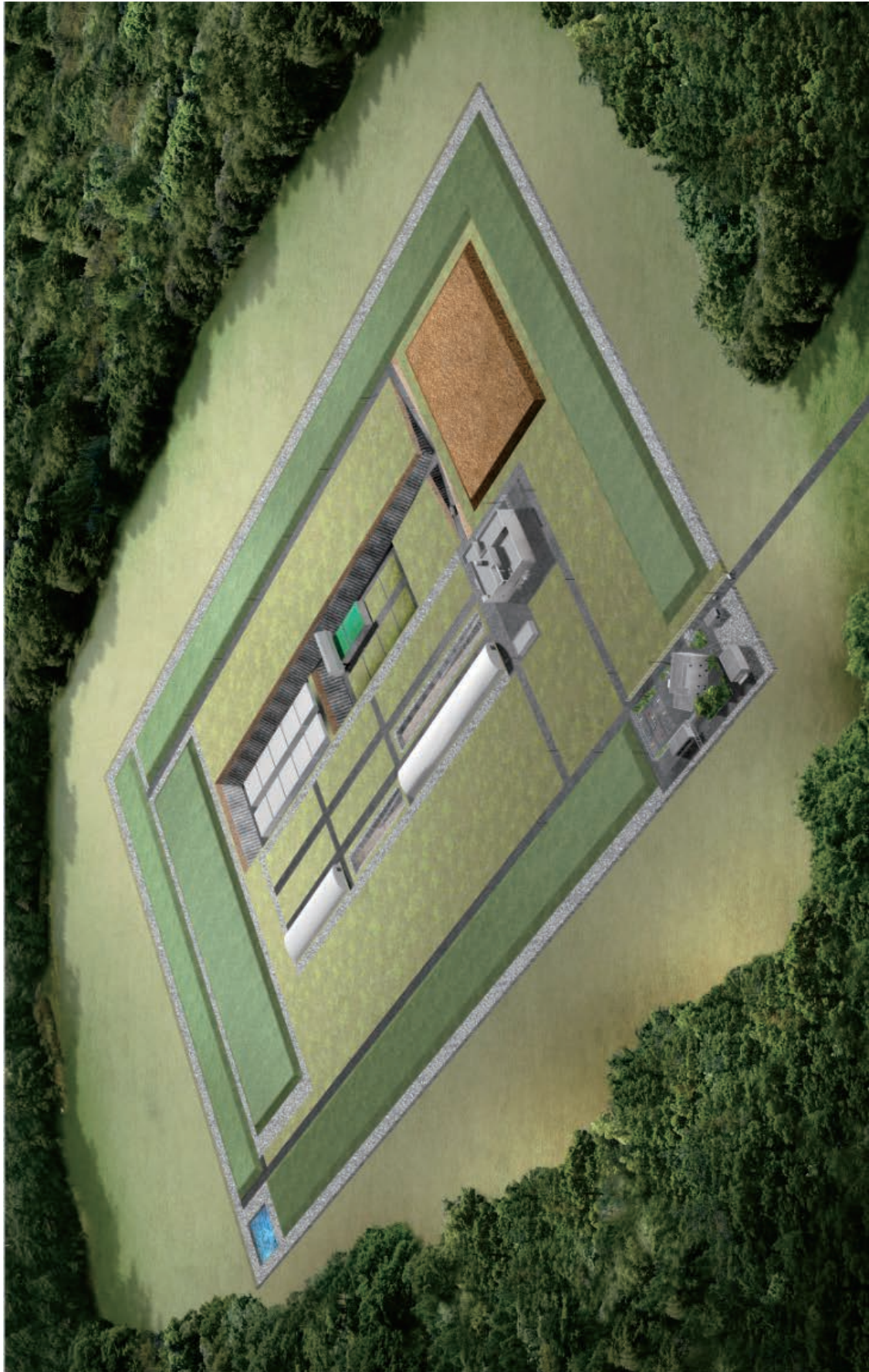
- 図4.1.8 重量のある廃棄体を偏在させたピットの変形パターン(断面図)
- 図4.1.9 ピットに作用する荷重の組み合わせ
- 図4.1.10 ピットの二次元FEM解析モデル
- 図4.1.11 ピットの配筋図
- 図4.1.12 常時におけるピットの最大応力、地盤反力並びに発生部位と定置パターン
- 図4.1.13 地震時におけるピットの最大応力、地盤反力並びに発生部位と定置パターン
- 図4.2.1 二重遮水工断面外形図
- 図4.2.2 底部地下水集排水設備断面外形図
- 図4.2.3 法面部地下水集排水設備断面外形図
- 図4.2.4 雨水浸入防止用テントと埋設地周囲の排水溝の断面外形図
- 図4.2.5 底部保有水集排水設備断面外形図
- 図4.2.6 安定五品目相当を埋設するトレンチ埋設施設の断面図 (P埋設地、S埋設地)
- 図4.2.7 安定五品目相当を埋設するトレンチ埋設施設の底部平面図、縦断面図(P埋設地)
- 図4.2.8 安定五品目相当を埋設するトレンチ埋設施設の底部平面図、縦断面図(S埋設地)
- 図4.2.9 安定五品目相当以外を埋設するトレンチ(付加機能型)埋設施設の断面図
- 図4.2.10 安定五品目相当以外を埋設するトレンチ(付加機能型)埋設施設の底部平面図、縦断面図
(P埋設地)
- 図4.2.11 安定五品目相当以外を埋設するトレンチ(付加機能型)埋設施設の底部平面図、縦断面図
(S埋設地)
- 図4.2.12 P埋設地のトレンチ埋設施設の配置図
- 図4.2.13 S埋設地のトレンチ埋設施設の配置図
- 図4.3.1 受入検査施設 1階部屋配置図
- 図4.3.2 受入検査施設 2階部屋配置図
- 図4.3.3 受入検査施設 3階部屋配置図
- 図4.3.4 受入検査施設の排気系統
- 図4.3.5 受入検査施設の一時貯蔵能力の設定
- 図4.3.6 輸送容器に収納されたドラム缶(ピット処分対象)の動線図
- 図4.3.7 輸送容器に収納されたドラム缶(ピット処分対象)の取扱いフロー
- 図4.3.8 輸送容器に収納されていないドラム缶(ピット処分対象)の動線図
- 図4.3.9 輸送容器に収納されていないドラム缶(ピット処分対象)の取扱いフロー
- 図4.3.10 輸送容器に収納された角型容器(ピット処分対象)の動線図
- 図4.3.11 輸送容器に収納された角型容器(ピット処分対象)の取扱いフロー
- 図4.3.12 輸送容器に収納されていない角型容器(ピット処分対象)の動線図
- 図4.3.13 輸送容器に収納されていない角型容器(ピット処分対象)の取扱いフロー
- 図4.3.14 輸送容器に収納されたドラム缶(トレンチ処分対象)の動線図
- 図4.3.15 輸送容器に収納されたドラム缶(トレンチ処分対象)の取扱いフロー
- 図4.3.16 輸送容器に収納されていないドラム缶(トレンチ処分対象)の動線図
- 図4.3.17 輸送容器に収納されていないドラム缶(トレンチ処分対象)の取扱いフロー
- 図4.3.18 輸送容器に収納された角型容器(トレンチ処分対象)の動線図
- 図4.3.19 輸送容器に収納された角型容器(トレンチ処分対象)の取扱いフロー
- 図4.3.20 輸送容器に収納されていない角型容器(トレンチ処分対象)の動線図
- 図4.3.21 輸送容器に収納されていない角型容器(トレンチ処分対象)の取扱いフロー
- 図4.3.22 輸送容器に収納されたフレキシブルコンテナ(トレンチ処分対象)の動線図

- 図4.3.23 輸送容器に収納されたフレキシブルコンテナ(トレンチ処分対象)の取扱いフロー
- 図4.3.24 輸送容器に収納されていないフレキシブルコンテナ(トレンチ処分対象)の動線図
- 図4.3.25 輸送容器に収納されていないフレキシブルコンテナ(トレンチ処分対象)取扱いフロー
- 図4.3.26 受入検査施設の放射線管理施設
- 図4.3.27 受入検査施設の液体廃棄物処理系統
- 図4.3.28 受入検査施設の固体廃棄物処理系統
- 図4.3.29 受入検査施設の耐震壁
- 図4.4.1 受変電系統
- 図4.4.2 環境分析棟
- 図4.4.3 屋外環境・放射線モニタリング設備の構成
- 図4.4.4 管理棟平面図(1階及び2階)
- 図4.4.5 守衛所
- 図4.4.6 事業所境界防護設備
- 図4.4.7 事業所内輸送フロー例
- 図4.4.8 車庫資材倉庫
- 図4.5.1 構内配置図
- 図4.5.2 構内掘削土仮置設備計画図
- 図4.5.3 構内排水計画
- 図5.1.1 管理区域及び管理区域境界の設計基準線量率
- 図5.1.2 受入検査施設1階遮蔽設計区分図
- 図5.1.3 受入検査施設2階遮蔽設計区分図
- 図5.1.4 受入検査施設3階遮蔽設計区分図
- 図5.1.4 受入検査施設屋上遮蔽設計区分図
- 図5.1.6 評価対象とした廃棄体等の保管位置
- 図5.1.7 実効線量率の変化：評価点[1]-①(A通り外壁(3-7通り間))
- 図5.1.8 実効線量率の変化：評価点[1]-②(7通り壁、トラックヤードAとの境界壁(3通り))
- 図5.1.9 実効線量率の変化：評価点[1]-③(線源[1]直上の天井)
- 図5.1.10 実効線量率の変化：評価点[1]-④(部品置場との境界壁)
- 図5.1.11 実効線量率の変化：評価点[1]-⑤(トラックヤードAとの境界壁(A-B通り、1-3通り間)、保守作業室との境界壁(B-C通り、1-2通り間))
- 図5.1.12 実効線量率の変化：評価点[2]-①(3階通路の壁)
- 図5.1.13 実効線量率の変化：評価点[2]-②(トレンチ一時保管室Bとの境界壁)
- 図5.1.14 実効線量率の変化：評価点[2]-③(7通り壁)
- 図5.1.15 実効線量率の変化：評価点[2]-④(線源[2]直上の天井)
- 図5.1.16 実効線量率の変化：評価点[3]-①(3階通路の壁)
- 図5.1.17 実効線量率の変化：評価点[3]-②(トラックヤードCとの境界壁(F通り))
- 図5.1.18 実効線量率の変化：評価点[3]-③(トレンチ一時保管室Bとの境界壁(5通り))
- 図5.1.19 実効線量率の変化：評価点[3]-④(線源[3]直上の天井)
- 図5.1.20 実効線量率の変化：評価点[4]-①(G通り外壁(3-4通り間))
- 図5.1.21 実効線量率の変化：評価点[4]-②(トラックヤードCとの境界壁(4通り))
- 図5.1.22 実効線量率の変化：評価点[4]-③(トラックヤードBとの境界壁(3通り))
- 図5.1.23 実効線量率の変化：評価点[4]-④(線源[4]直上の天井)
- 図5.1.24 実効線量率の変化：評価点[5]-①(トラックヤードBとの境界壁厚(E通り、2-3通り間))

- 図5.1.25 実効線量率の変化：評価点[5]-②（トレンチ一時保管室Aとの境界壁）
- 図5.1.26 実効線量率の変化：評価点[5]-③（階段室Dとの境界壁）
- 図5.1.27 実効線量率の変化：評価点[5]-④（線源[5]直上の天井）
- 図5.1.28 実効線量率の変化：評価点[6]-①（1通り外壁（トレンチ一時保管室A））
- 図5.1.29 実効線量率の変化：評価点[6]-②（トラックヤードBとの境界壁（E通り、1-2通り間））
- 図5.1.30 実効線量率の変化：評価点[6]-③（線源[6]直上の天井）
- 図5.1.31 実効線量率の変化：評価点[7]-①（階段室Cとの境界壁）
- 図5.1.32 実効線量率の変化：評価点[7]-②（階段室Dとの境界壁）
- 図5.1.33 実効線量率の変化：評価点[7]-③（線源[7]直上の天井）
- 図5.1.34 実効線量率の変化：評価点[1]-⑥（1通り外壁（部品置場 3階部））
- 図5.1.35 実効線量率の変化：評価点[1]-⑦（A通り外壁からフェンスまでの距離）
- 図5.1.36 実効線量率の変化：評価点[4]-⑤（G通り外壁からフェンスまでの距離）
- 図5.1.37 受入検査施設1階遮蔽壁配置図
- 図5.1.38 受入検査施設2階遮蔽壁配置図
- 図5.1.39 受入検査施設3階遮蔽壁配置図
- 図5.1.40 受入検査施設断面(1-1断面)の遮蔽壁配置図
- 図5.1.41 受入検査施設断面(2-2断面)の遮蔽壁配置図
- 図5.1.42 受入検査施設断面(3-3断面)の遮蔽壁配置図
- 図5.1.43 受入検査施設断面(4-4断面)の遮蔽壁配置図
- 図5.1.44 ピット（ドラム缶型廃棄体360本定置）の蓋厚、側壁厚評価（ケースD1-a：ピット最上段の廃棄体表面線量当量率を1mSv/h、モルタル充填前）
- 図5.1.45 ピット（ドラム缶型廃棄体360本定置）の蓋厚、側壁厚評価（ケースD1-b：ピット最上段の廃棄体表面線量当量率を1mSv/h、モルタル充填後）
- 図5.1.46 ピット（ドラム缶型廃棄体360本定置）の蓋厚、側壁厚評価（ケースD2-a：ピット最上段及び外壁となる側壁に接する面の廃棄体表面線量当量率を1mSv/h、モルタル充填前）
- 図5.1.47 ピット（ドラム缶型廃棄体360本定置）の蓋厚、側壁厚評価（ケースD2-b：ピット最上段及び外壁となる側壁に接する面の廃棄体表面線量当量率を1mSv/h、モルタル充填後）
- 図5.1.48 ピット（S-1容器64個定置）の蓋厚、側壁厚評価（ケースS1-a：ピット最上段の廃棄体表面線量当量率を1mSv/h、モルタル充填前）
- 図5.1.49 ピット（S-1容器64個定置）の蓋厚、側壁厚評価（ケースS1-b：ピット最上段の廃棄体表面線量当量率を1mSv/h、モルタル充填後）
- 図5.1.50 ピット（S-1容器64個定置）の蓋厚、側壁厚評価（ケースS2-a：ピット最上段及び外壁となる側壁に接する面の廃棄体表面線量当量率を1mSv/h、モルタル充填前）
- 図5.1.51 ピット（S-1容器64個定置）の蓋厚、側壁厚評価（ケースS2-b：ピット最上段及び外壁となる側壁に接する面の廃棄体表面線量当量率を1mSv/h、モルタル充填後）
- 図5.1.52 ドラム缶型廃棄体の定置及び中間覆土パターン
- 図5.1.53 フレキシブルコンテナの定置及び中間覆土パターン
- 図5.1.54 ドラム缶型廃棄体の管理区域境界における実効線量率の計算モデル
- 図5.1.55 フレキシブルコンテナの管理区域境界における実効線量率の評価モデル
- 図5.1.56 付加機能型トレンチの実効線量率評価結果(X方向)
- 図5.1.57 付加機能型トレンチの実効線量率評価結果(Y方向)
- 図5.1.58 安定型トレンチの実効線量率評価結果(X方向)
- 図5.1.59 安定型トレンチの実効線量率評価結果(Y方向)

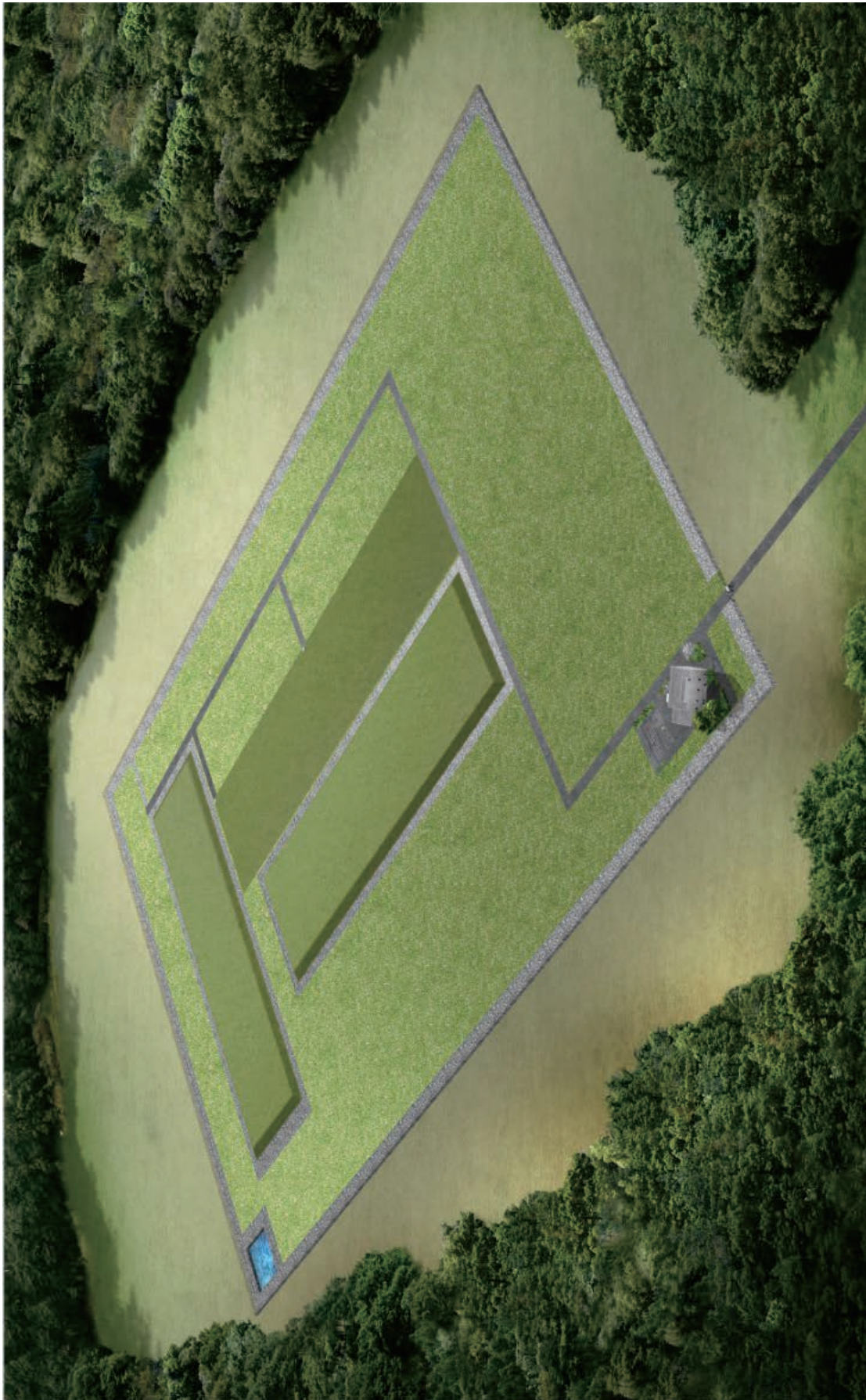
- 図5.1.60 直接 γ 線及びスカイシャイン γ 線計算の評価点
- 図5.1.61 受入検査施設の評価対象とした廃棄体の保管位置
- 図5.1.62 受入検査施設の評価対象とした廃棄体の配置の模式図
- 図5.1.63 受入検査施設の直接 γ 線計算における計算モデル
- 図5.1.64 受入一時保管室のスカイシャイン γ 線計算モデル
- 図5.1.65 検査室のスカイシャイン γ 線計算モデル
- 図5.1.66 受入検査施設からのスカイシャイン γ 線による実効線量率
- 図5.1.67 受入検査施設からの直接 γ 線及びスカイシャイン γ 線による実効線量
- 図5.1.68 ピット1区画の構造模式図(天井開放)
- 図5.1.69 ピット1区画の構造模式図(定置後モルタル充填前(仮蓋))
- 図5.1.70 ピット1区画の構造模式図(モルタル充填し、ポーラスコンクリート層設置後(覆い、仮蓋なし))
- 図5.1.71 ピット1区画の構造模式図(覆い施工後)
- 図5.1.72 線源モデル①(天井開放)のスカイシャイン γ 線計算モデル
- 図5.1.73 線源モデル②(仮蓋)のスカイシャイン γ 線計算モデル
- 図5.1.74 線源モデル③(モルタル)のスカイシャイン γ 線計算モデル
- 図5.1.75 線源モデル④(覆い)のスカイシャイン γ 線計算モデル
- 図5.1.76 ピット1区画(線源モデル①～④)のスカイシャイン γ 線計算結果
- 図5.1.77 操業中のコンクリートピット埋設施設からのスカイシャイン γ 線による実効線量(18区画施工/年)
- 図5.1.78 P埋設地/付加機能型トレンチの構造模式図
- 図5.1.79 S埋設地/付加機能型トレンチの構造模式図
- 図5.1.80 P埋設地/安定型トレンチの構造模式図
- 図5.1.81 S埋設地/安定型トレンチの構造模式図
- 図5.1.82 線源モデル①(施工済みトレンチ)のスカイシャイン γ 線計算モデル
- 図5.1.83 線源モデル②(施工中トレンチ)のスカイシャイン γ 線計算モデル
- 図5.1.84 トレンチ(線源モデル①及び②)からのスカイシャイン γ 線計算結果
- 図5.1.85 P埋設地/付加機能型トレンチ1基からのスカイシャイン γ 線量
- 図5.1.86 評価点⑨-⑧間における1年間の実効線量の最大値
- 図5.2.1 管理期間終了後の被ばく線量評価の進め方
- 図5.2.2 トレンチ及びコンクリートピット埋設施設からの核種浸出モデル
- 図5.2.3 線量評価モデルの概念図
- 図5.2.4 インベントリ特性評価結果
- 図5.2.5 地下水シナリオの概念図
- 図5.2.6 土地利用シナリオの概念図
- 図5.2.7 トレンチ埋設施設の配置設計を考慮した水理パラメータの設定概念図
- 図5.2.8 解析断面位置図
- 図5.2.9 解析モデル図(基本シナリオ: ケース1)
- 図5.2.10 ピット外周面から粒子を発生させた流跡線の解析結果
- 図5.2.11 施設浸出水量算定の概念図
- 図5.2.12 放射性物質の流出域の幅及び流出経路の概念図
- 図5.2.13 トレンチ処分の核種移行評価モデルの概念図
- 図5.2.14 ピット処分の核種移行評価モデルの概念図

- 図5.2.15 配置設計の結果を考慮した線量評価の施設配置の概念図
- 図5.2.16～33 基本シナリオの評価結果(1/18～18/18)
- 図5.2.34～62 変動シナリオの評価結果(1/29～29/29)
- 図5.2.63～73 人為事象シナリオの評価結果(1/11～11/11)
- 図5.2.74～81 基本シナリオ（線量の重畳）の評価結果(1/8～8/8)
- 図5.2.82 コンクリートピット埋設施設のシナリオ評価結果の整理
- 図5.2.83 トレンチ埋設施設のシナリオ評価結果の整理
- 図5.2.84 コンクリートピット埋設施設とトレンチ埋設施設の重畳を考慮したシナリオ評価結果の整理



事業所概観(操業中)

事業所概観(管理期間終了後)





受入検査施設概観



受入検査施設断面

This is a blank page.

1. はじめに

日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」と言う。）は、原子力機構法の改正（平成 20 年法律第 51 号）に基づき、原子力機構及び国内の研究施設等から発生する低レベル放射性廃棄物（以下、「研究施設等廃棄物」と言う。）の埋設事業の実施主体と位置づけられた。この後、改正原子力機構法に基づき原子力機構は、「埋設処分業務の実施に関する計画」¹⁾（平成 21 年 11 月 13 日 文部科学大臣並びに経済産業大臣の認可及び平成 24 年 3 月 28 日変更認可 以下、「実施計画」と言う。）を策定し中期計画の変更認可を受けて埋設処分事業を開始した。

実施計画では、環境保全に配慮しつつ線量評価、費用試算等に基づいて、合理的な埋設施設の設備仕様、レイアウト等の概念設計を行うこととしている。この概念設計に際しては、具体的研究施設等廃棄物の廃棄体性状、含有核種、放射能濃度及び廃棄体の発生予測、我が国における一般的な立地条件、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（原子炉等規制法）」及び「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（放射線障害防止法）」等に定められた埋設施設の技術基準等を考慮することとされている。更に、この概念設計を基にして、我が国で想定され得る種々の自然環境及び社会環境条件下において線量評価、費用試算等を行い、合理性の観点から埋設施設の安全性及び経済性に関する評価・検討を行うことにより埋設施設の立地基準の策定に資することとしている。

概念設計は、図 1.1 に示すように、まず概念設計の前提条件となる、廃棄体性状及び放射能インベントリに係る条件、我が国の一般的な立地条件、埋設施設の技術基準等を取りまとめ、これらの前提条件を踏まえて、埋設施設に必要な施設・設備の抽出、設計、被ばく線量計算等を行う。

その結果に基づき、原子力安全委員会が定めた「第 2 種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方(平成 22 年 8 月 9 日決定)」²⁾に示されている廃棄物埋設施設の敷地及びその周辺における基本的立地条件を踏まえ、図 1.2 に示す一般的な立地条件に基づき設定した浅地中埋設施設を基本として、我が国において想定されうる種々の自然環境(地盤の透水係数、分配係数、地下水の動水勾配、降雨の浸透水量等)及び社会環境(河川、地下水の飲用、農作物の栽培、水産物の漁獲等)条件下において線量評価及び費用試算を行い、合理性の観点から埋設施設の安全性及び経済性に関する感度解析を行う。

本報告書は、これらのうち埋設施設の安全性及び経済性に関する感度解析を除く概念設計等の検討の結果を取りまとめたものである。

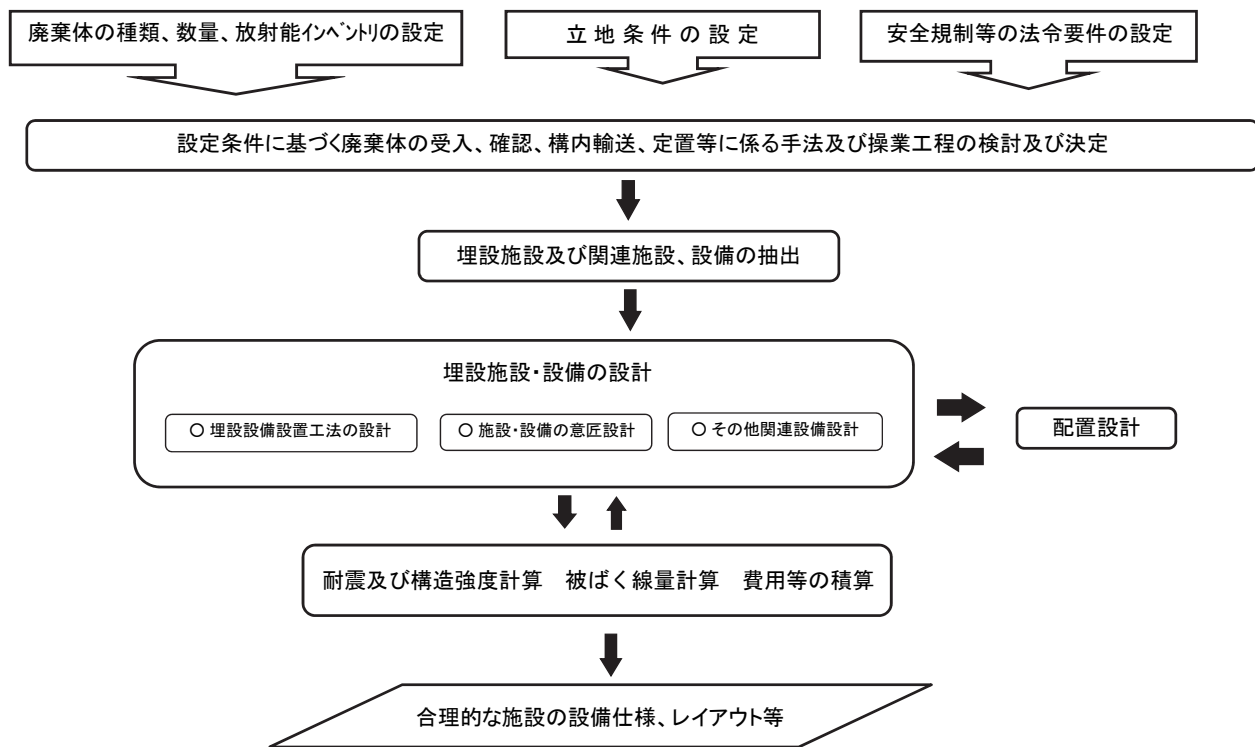


図 1.1 概念設計の手順

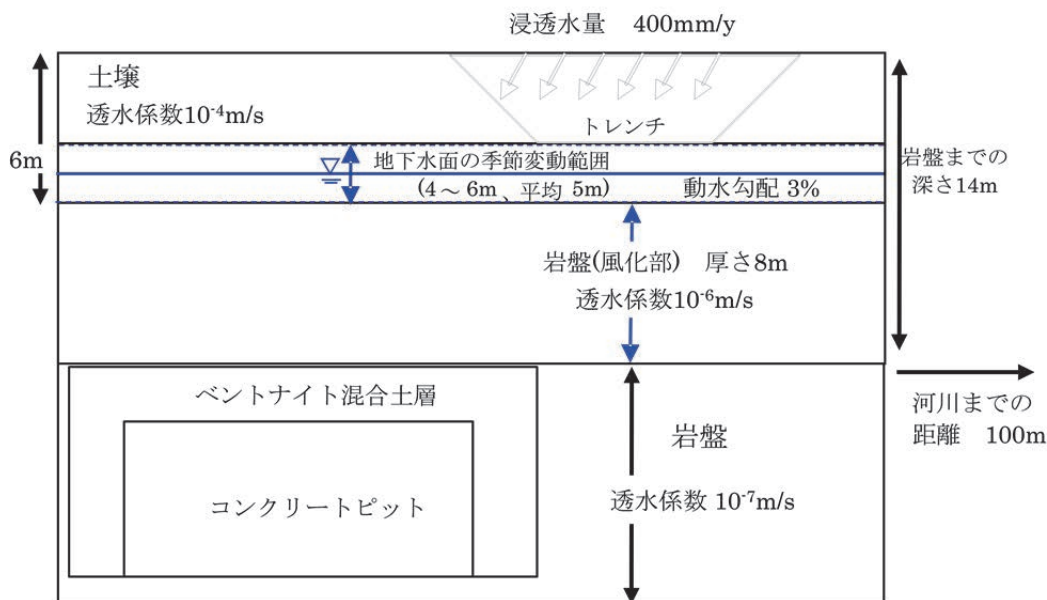


図 1.2 我が国における一般的な立地条件³⁾における埋設処分の想定図

2. 概念設計の前提条件の設定

2.1 一般的な立地条件の設定

研究施設等廃棄物の浅地中埋設処分施設の概念設計にあたっては、その前提となる埋設施設の立地場所が決定していないことから、概念設計に用いる立地条件については、先に検討し設定した我が国における一般的な立地条件³⁾に基づき行うものとした。

2.2 基本的な設計条件の設定

研究施設等廃棄物の浅地中埋設処分施設の概念設計に係る基本的な設計条件を以下に示す。

2.2.1 埋設施設の基本条件

実施計画で示されている埋設施設の基本条件は、以下のとおりである。

(1) 埋設施設の規模

ピット処分	: 2000ドラム缶換算約 22 万本
トレンチ処分	: 2000ドラム缶換算約 38 万本
合計	: 2000ドラム缶換算約 60 万本

(2) 年間の埋設施設操業能力

ピット処分	: 全操業期間(約 50 年間)平均で 2000ドラム缶換算約 4,000 本
トレンチ処分	: 全操業期間(約 50 年間)平均で 2000ドラム缶換算約 8,000 本

2.2.2 廃棄体数量

実施計画の策定時に、原子力機構は、自ら発生する放射性廃棄物並びに原子力機構へ委託処分を行う予定の発生者（以下、「他発生者」と言う。）の埋設処分予定廃棄体数量を調査した。その結果、2000ドラム缶換算した廃棄体数量は、総数で約 528,500 本であり、このうちピット処分で約 201,500 本、トレンチ処分で約 327,000 本となった。この結果を受けて、実施計画では、将来的な物量変動への対応を考慮して、原子力機構が設置する埋設施設の規模は、廃棄体約 60 万本（ピット処分約 22 万本、トレンチ処分約 38 万本）に相当する規模としている。

したがって、概念設計では、実施計画に記載された廃棄体約 60 万本が定置できる埋設施設を設置することとした。また、原子力機構と他発生者の物量並びに処分区分別廃棄体数量は、埋設処分予定数量調査結果を基に、将来の物量変動の可能性等も考慮し、原子力機構のピット処分約 19 万本、トレンチ処分約 24 万本、他発生者のピット処分約 3 万本、トレンチ処分約 14 万本と設定した。

2.2.3 廃棄体の性状割合

埋設施設への埋設の対象となる研究施設等廃棄物は、紙ウエス、ゴム手袋等のような可燃物、ゴムやプラスチック類のような難燃物、配管類等の金属、その他の雑固体、主に施設の解体により発生するコンクリート類、並びに廃液等として発生し、これらの廃棄物の性状を踏まえて各事業所において適切な廃棄体化処理がなされる。このため、廃棄体の性状割合は、これらの廃棄物発生時の性状及びその性状を踏まえた処理方法に基づき設定した。

原子力機構の処理方法を踏まえると、主な性状に応じて以下の処理が想定される。

- (1) 可燃物及び難燃物は焼却等の処理を経て熔融処理の後にセメント等による充填固化
- (2) 金属や雑固体は圧縮処理等の後にセメント等による充填固化等
- (3) 廃液は濃縮後にセメント等の固型化材で均一・均質固化処理

(4) コンクリート類は固化処理が不要

したがって、廃棄体性状を、溶融固化体、金属、雑固体、均一・均質固化体、コンクリート類に区分し、予定数量調査結果から各廃棄体性状の割合を算定した。算定した結果を表 2.1 に示す。

2.2.4 廃棄体の容器形状割合

廃棄体の容器形状は、現在原子力機構で廃棄体処理に際して用いられる容器を基に 200ℓドラム缶、角型容器、フレキシブルコンテナを基準とし、前項で区分した廃棄体性状に応じて以下のように廃棄体容器を設定した。

- (1) 200 ℓドラム缶 : 溶融体（可燃、難燃物）、金属、雑固体、均一・均質固化体（液体等）、コンクリート類
- (2) 角型容器 : 金属、雑固体
- (3) フレキシブルコンテナ : コンクリート類

また、原子力機構の金属、雑固体は、各拠点での廃棄体製作予定を踏まえ 200ℓドラム缶の充填固化体と角型容器の両者が使用されるものと設定し、他発生者については、具体的な廃棄体処理計画が不明なため、金属、雑固体は全て角型容器に収納することとした。廃棄体容器形状割合を算定した結果を表 2.2 に示す。なお、角型容器は、既存の保管容器として使用されている角型容器を廃棄体容器として用いることを想定したが、定常的に取扱う標準的な角型容器としては、埋設作業の効率性、廃棄体輸送の観点から原科研等で使用されている S-1 容器とした。角型容器の外形寸法を表 2.3 に示す。

2.2.5 放射能インベントリ

廃棄体中の放射能インベントリは、埋設処分予定数量調査結果を踏まえ各事業者の廃棄体中の放射能濃度と重量の集計結果から算定した。

放射性廃棄物は、研究炉としての運転、核燃料物質や放射性同位元素の使用形態に応じた発生形態であるため、廃棄物中に含まれる放射性核種組成は各原子力施設の種類毎に類似性を有するものと考えられる。このことから、原子力機構の廃棄体中の放射性核種組成と放射能濃度を原子力施設区分毎に評価した。具体的な原子力施設区分は以下のとおりである。

- (1) 原子炉系 : 原子炉施設
- (2) TRU及びβ・γ系 : 核燃料物質使用施設(HL等)、再処理施設、RI使用施設等
- (3) U系 : U取扱施設(加工施設、核燃料物質使用施設として専らUを取扱う施設)
- (4) 加速器系 : 加速器施設

原子力機構の放射能インベントリは、原子力機構の「低レベル放射性廃棄物管理計画書」(平成19年7月)⁴⁾の取りまとめに際し用いられた放射性核種組成、放射能濃度並びに廃棄体重量により集計した。

他発生者の廃棄体中の放射能インベントリは、系統的に放射性核種組成及び放射能濃度を評価した報告例がない。しかし、原子力機構の廃棄物と同様に、他発生者の廃棄物中に含まれる放射性核種組成も施設区分毎に類似性を有するものと考えられるため、他発生者の廃棄体中の放射性核種組成及び放射能濃度は、上記の施設区分毎に原子力機構のものをそれぞれ適用した。この方法により設定した廃棄体中の放射性核種毎の放射能濃度と他発生者の施設区分毎の廃棄体重量の集計結果を乗じることにより、他発生者の廃棄体中の放射能インベントリとした。なお、RI協会の廃棄体中の放射能インベントリは、「放射性同位元素使用施設等から発生する放射性固体廃棄物の浅地中処分の安全規制に関する基本的考え方」(原子力安全委員会平成16年1月26日)⁵⁾において示されている RI 使用廃棄物中の放射性核種組成と放射能濃度に溶融処理時の残存率を

考慮したデータ⁶⁾を用いて RI 協会の埋設対象廃棄体の総重量を乗じることにより算出した。これらにより算定した放射能インベントリを表 2.4～表 2.7 に示す。

なお、概念設計における被ばく評価対象核種は、表中で灰色の欄中の放射性核種を選定した。選定方法は、全 180 核種のなかで、「第 2 種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方」（原子力安全委員会 平成 22 年 8 月 9 日決定²⁾）に示された基本シナリオのめやす値（以下、「基準線量」という）に対して、5 桁（99.999%）の寄与のある放射性核種を求めて対象核種としたものである。これまでの原子力安全委員会での濃度上限値の評価⁷⁾並びに既存の埋設施設の申請書⁸⁾⁹⁾を踏まえると、基準線量に対して規格化した相対重要度に基づき 2 桁から 3 桁の放射性核種を安全評価上の重要核種として選定することとなる。このような重要核種は、安全評価の結果から選定されることから、被ばく評価対象核種は、それより広い範囲で選定する必要がある。このため、廃棄体中の放射能濃度の分布幅として上下 2 桁が見込まれることを踏まえ、本設定では、基準線量に対して 5 桁の寄与としたものである。

2.2.6 廃棄体等の受入計画

埋設施設に受け入れる廃棄体の数は、予定数量調査結果等を踏まえ以下とおり設定した。

(1) 全体受入計画の設定

廃棄体の受け入れは、現中期計画等に基づき具体的な計画を持っていると見込まれる廃棄体（以下、「第一次埋設対象廃棄体」と言う。）と、未だ計画が定まっていない廃棄体（以下、「第二次埋設対象廃棄体」と言う。）とに区分して行うものとし、以下に第一次埋設対象廃棄体の集計結果を示す。

- 1) ピット処分見込み数量 : 約 102,000 本
- 2) トレンチ処分見込み数量 : 約 93,000 本

なお、コンクリートピット及びトレンチ埋設施設は、その上部覆土及び最終覆土を長期安定性の観点から全操業期間 50 年間に 2 回実施するものとし、廃棄物埋設地を大きく 2 区分（P 埋設地及び S 埋設地）に分割してそれぞれ 25 年操業するものとした。

(2) 年度展開の設定(埋設計画)

廃棄体の受入数量の年度展開(埋設計画)について、上記及び実施計画¹⁾で示された埋設施設の年平均数量を踏まえて受入数量の平坦化を図るよう以下のように設定した。

- 1) 第一次埋設対象廃棄体は、上記(1)に基づき P 埋設地に 25 年間の操業期間でコンクリートピット及びトレンチ埋設施設にそれぞれ合計 100,000 本で 4,000 本/年を受け入れるものとした。
- 2) 第二次埋設対象廃棄体は、埋設施設の操業開始 10 年後からの 40 年間の操業期間でコンクリートピット埋設施設で合計 120,000 本を P 埋設地に操業開始から 11 年目から 25 年目で 1,330 本/年、操業開始 26 年目から 50 年目で 4,002 本/年を、また、トレンチ埋設施設で合計 280,000 本を P 埋設地に操業開始 11 年目から 25 年目で 5,300 本/年、操業開始 26 年目から 50 年目で 8,020 本/年を受け入れるものとした。

この結果、年間最大受入数量は、ピット処分では約 5,300 本、トレンチ処分では約 9,300 本の合計約 14,700 本となった。その詳細を表 2.8 に示す。

(3) 受入検査施設等の設備能力

受入検査施設や定置クレーン等の能力は、(2)で算定した最大年間受入数量の取扱が可能であり、設計裕度も加味した数量に基づき以下のように設定した。

- 1) ピット処分対象廃棄体 : 年間 6,000 本
- 2) トレンチ処分対象廃棄体等 : 年間 12,000 本

表 2.1 埋設対象廃棄体の性状割合

事業者名	処分方法 ピット/トレンチ	溶融体(可燃物)	溶融体(難燃物)	不燃物				均一・均質固化体(液体等)
				金属	雑固体	可燃/難燃/不燃の区別をしていない	コンクリート類	
JAEA	ピット	2.6	1.3	41.4	11.0	0.0	10.7	33.0
	トレンチ	1.4	1.2	12.3	5.8	0.0	74.2	5.0
他発生者	ピット	1.9	0.5	35.9	6.4	13.6	41.4	0.2
	トレンチ	0.8	0.6	18.3	3.6	3.4	72.2	1.1
全体割合	ピット	2.5	1.2	40.6	10.4	1.9	14.9	28.5
	トレンチ	1.2	1.0	14.4	5.0	1.2	73.5	3.6

注：数字は、体積割合(%)で示している。

表 2.2 埋設対象廃棄体の容器形状割合

事業者名	処分方法	2000ドラム缶	フレキシブルコンテナ	角型容器
JAEA	ピット	81.3	0.0	18.7
	トレンチ	19.3	74.2	6.5
他発生者	ピット	93.0	0.0	7.0
	トレンチ	49.2	40.5	10.3
全体割合	ピット	82.9	0.0	17.1
	トレンチ	30.0	62.1	7.8

注：数字は、体積割合(%)で示している。

表 2.3 埋設対象角型容器の寸法

拠点名		容器名称	外形寸法 (mm)
JAEA	核サ研	再処理コンテナ(定型)	W1,430×L1,430×H1,182.8
		再処理コンテナ(二倍尺)	W1,430×L2,860×H1,106.2
		ウラン系コンテナ	W1,280×L1,280×H990
	原科研	S-1 容器	W1,160×L1,300×H1,131
	大洗		
	むつ		
	ふげん	ボックスパレット	W1,360×L1,360×H1,067.6
	人形	解体管理施設コンテナ	W1,400×L1,400×H1,000
EEF		W1,280×L1,280×H980	

注：このほかむつ等には大型(有姿)廃棄物がある。

表 2.4 原子力機構のトレンチ処分対象廃棄物の放射能インベントリ

汚染源分類		JAEA					JAEA					
本数(2000ドラム 缶換算本数)	重量 [t]	原子炉系	TRU及びβγ系	U系	加速器系	合計	汚染源分類	原子炉系	TRU及びβγ系	U系	加速器系	合計
核種		施設別総放射能(Bq)					施設別総放射能(Bq)					
H-3	4.68E+11	2.37E+11	5.89E+11	1.99E+12	2.96E+12	2.44E+05	Pm-147	2.06E+04	2.06E+04	2.06E+04	2.06E+04	2.06E+04
Be-10	7.24E+06	7.98E+06	2.37E+00	9.02E+06	9.02E+06	2.44E+05	Sm-146	2.11E+02	3.86E+02	6.73E-07	6.73E-07	5.97E-02
Co-60	3.94E+09	3.17E+09	1.07E+04	1.31E+10	1.31E+10	2.44E+05	Sm-147	1.47E+05	2.00E+01	1.47E+05	1.47E+05	1.47E+05
Ni-62	3.68E+09	7.95E+08	1.13E-01	4.47E+09	4.47E+09	2.44E+05	Sm-151	1.45E+02	1.05E+03	1.05E+03	1.05E+03	1.05E+03
Al-26	7.46E+06	1.23E+06	5.31E+00	8.69E+06	8.69E+06	2.44E+05	Eu-150	2.21E+10	1.60E+08	1.90E+04	1.90E+04	2.11E+10
Cl-36	9.17E+04	8.09E+00	1.19E+00	9.17E+04	9.17E+04	2.44E+05	Eu-152	4.14E+05	8.92E+04	3.11E+03	3.11E+03	2.93E+09
K-40	3.83E+08	1.48E+06	3.33E+04	3.83E+08	3.83E+08	2.44E+05	Eu-154	2.50E+06	5.27E+05	1.44E+02	1.44E+02	5.06E+05
Mn-53	1.36E+10	2.94E+09	1.66E+10	1.66E+10	1.66E+10	2.44E+05	Ho-166M	1.65E+04	7.94E+03	4.73E-08	4.73E-08	2.75E+03
Mn-54	2.48E+10	5.34E+09	3.01E+10	3.01E+10	3.01E+10	2.44E+05	Hf-182	5.25E+06	1.13E+06	4.73E-08	4.73E-08	6.38E+06
Fe-55	4.67E+08	1.02E+08	5.68E+08	5.68E+08	5.68E+08	2.44E+05	Ra-226	1.70E+02	3.47E-02	1.20E+07	1.20E+07	1.20E+07
Fe-59	8.35E+11	2.24E+11	2.69E+02	2.69E+02	2.69E+02	2.44E+05	Ra-228	3.06E+07	5.18E+03	1.17E+03	1.17E+03	3.06E+07
Co-60	1.53E+09	1.55E+08	1.48E+11	1.21E+12	1.21E+12	2.44E+05	Ac-227	1.70E+02	8.31E-01	7.67E+00	7.67E+00	1.70E+02
Ni-59	1.97E+11	2.38E+10	2.01E+10	2.23E+09	2.23E+09	2.44E+05	Th-229	2.01E+04	7.67E+00	2.01E+04	2.01E+04	2.01E+04
Ni-63	6.09E+06	1.31E+06	7.40E+06	7.40E+06	7.40E+06	2.44E+05	Th-230	8.61E+04	8.08E-01	8.55E+06	8.55E+06	8.55E+06
Se-79	7.41E+04	5.86E+04	1.33E+05	2.97E+02	2.97E+02	2.44E+05	Th-231	2.85E+03	6.35E+00	8.94E+04	8.94E+04	8.94E+04
Rb-87	2.90E+02	7.31E+00	1.75E+05	8.58E+09	8.58E+09	2.44E+05	Pa-231	8.14E+03	2.85E+03	1.24E+08	1.24E+08	1.24E+08
Str-90	5.69E+08	8.02E+09	1.75E+05	1.75E+05	1.75E+05	2.44E+05	Pa-232	8.14E+03	2.85E+03	1.28E+07	1.28E+07	1.28E+07
Y-90	6.00E+04	3.14E+05	4.94E-01	3.73E+05	3.73E+05	2.44E+05	U-232	9.27E+04	1.54E+05	1.35E+09	1.35E+09	1.35E+09
Zr-93	1.88E+07	4.60E+06	2.79E+05	2.37E+07	2.37E+07	2.44E+05	U-233	3.03E+03	2.45E+08	5.38E+07	5.38E+07	5.38E+07
Nb-94	2.34E+04	2.72E-11	6.61E-15	6.61E-15	6.61E-15	2.44E+05	U-235	1.05E+07	1.21E+07	8.55E+07	8.55E+07	8.55E+07
Nb-95	7.33E+07	9.21E+05	1.25E+05	4.33E+07	4.33E+07	2.44E+05	U-236	2.78E+02	2.31E-04	5.83E+02	5.83E+02	5.83E+02
Mo-93	1.81E-02	5.25E-01	5.44E-07	5.44E-07	5.44E-07	2.44E+05	U-238	3.25E+08	8.75E+07	1.05E+09	1.05E+09	1.05E+09
Tc-99	2.66E+06	1.82E+06	4.27E+07	5.83E+05	5.83E+05	2.44E+05	Np-235	5.09E-03	4.33E-01	1.28E+05	1.28E+05	1.28E+05
Ru-106	3.02E+02	2.07E+04	3.42E-01	4.27E+04	4.27E+04	2.44E+05	Np-236	3.14E+02	5.05E+01	5.05E+01	5.05E+01	5.05E+01
Rh-105	1.86E+08	7.19E+06	6.91E+05	1.94E+08	1.94E+08	2.44E+05	Pu-236	3.47E+06	3.06E+08	7.77E+05	7.77E+05	7.77E+05
PD-107	1.09E+06	2.35E+05	5.05E-02	1.35E+05	1.35E+05	2.44E+05	Pu-238	6.78E+05	1.75E+05	2.49E+05	2.49E+05	2.49E+05
Ag-108m	9.29E+04	7.39E+06	7.48E+06	7.48E+06	7.48E+06	2.44E+05	Pu-239	1.48E+06	1.59E+08	2.49E+05	2.49E+05	2.49E+05
Ag-110m	1.07E+06	3.33E+05	6.22E-07	1.40E+06	1.40E+06	2.44E+05	Pu-240	6.18E+03	5.36E+05	6.22E+02	6.22E+02	6.22E+02
CD-113m	1.07E+06	3.33E+05	6.22E-07	1.40E+06	1.40E+06	2.44E+05	Pu-242	1.61E+03	1.44E+08	4.66E+05	4.66E+05	4.66E+05
Sn-113m	1.07E+06	3.33E+05	6.22E-07	1.40E+06	1.40E+06	2.44E+05	Am-241	7.73E+06	1.44E+08	4.66E+05	4.66E+05	4.66E+05
Sn-123	1.07E+06	3.33E+05	6.22E-07	1.40E+06	1.40E+06	2.44E+05	Am-242	1.21E+04	9.15E+05	2.80E+01	2.80E+01	2.80E+01
Sn-125	2.21E+03	5.44E+02	2.21E+03	2.21E+03	2.21E+03	2.44E+05	Am-243	4.53E+04	3.77E+06	5.05E+01	5.05E+01	5.05E+01
Te-125m	3.03E-08	3.07E-08	3.07E-08	3.07E-08	3.07E-08	2.44E+05	Am-244	4.93E+04	4.25E+06	3.73E+04	3.73E+04	3.73E+04
Te-127	2.76E-35	4.27E-35	4.27E-35	4.27E-35	4.27E-35	2.44E+05	Am-245	6.92E+06	5.02E+08	2.60E-01	2.60E-01	2.60E-01
Te-129	7.06E+02	1.59E+03	1.22E-09	2.30E+03	2.30E+03	2.44E+05	Am-246	9.54E+02	1.56E+04	1.56E+04	1.56E+04	1.56E+04
I-129	1.14E+07	2.46E+06	6.99E+03	1.39E+07	1.39E+07	2.44E+05	Am-247	5.93E+03	6.32E-02	6.32E-02	6.32E-02	6.32E-02
Cs-134	7.01E+02	2.00E+06	7.13E-04	2.00E+06	2.00E+06	2.44E+05	Am-248	3.56E-01	3.45E-01	1.70E+00	1.70E+00	1.70E+00
Cs-135	1.58E+09	1.55E+10	3.34E+06	1.71E+10	1.71E+10	2.44E+05	Am-249	3.19E+01	3.80E+01	3.80E+01	3.80E+01	3.80E+01
Cs-137	1.55E+09	4.18E+07	7.18E+03	1.59E+09	1.59E+09	2.44E+05	Am-250	5.91E-01	3.61E-01	3.61E-01	3.61E-01	3.61E-01
Ba-137m	4.84E+03	6.51E-01	2.29E+05	2.29E+05	2.29E+05	2.44E+05	Am-251	5.91E-01	3.61E-01	3.61E-01	3.61E-01	3.61E-01
Ce-141	1.17E+05	6.99E-35	6.99E-35	6.99E-35	6.99E-35	2.44E+05						
Ce-144	1.17E+05	6.99E-35	6.99E-35	6.99E-35	6.99E-35	2.44E+05						
Pr-144	3.15E-06	1.68E-04	8.55E+01	1.71E-04	1.71E-04	2.44E+05						
PM-145	2.02E+06	2.69E+05	8.20E+01	2.29E+06	2.29E+06	2.44E+05						
PM-146	2.84E+03	2.47E+05	4.28E-03	2.56E+05	2.56E+05	2.44E+05						

表中灰色の欄の核種を本概念設計における評価対象核種とする。

表 2.5 原子力機構のピット処分対象廃棄体の放射能インベントリ

汚染源分類	JAEA				JAEA				合計(総放射能)
	原子炉系	TRU及びβγ系	U系	加速器系	原子炉系	TRU及びβγ系	U系	加速器系	
本数(2000ドラム 換算本数)	4.29E+04	1.46E+05	5.00E+02	0.00E+00	4.29E+04	1.46E+05	5.00E+02	0.00E+00	1.89E+05
重量(t)	2.25E+04	7.94E+04	3.11E+02		2.25E+04	7.94E+04	3.11E+02		1.02E+05
核種	施設別総放射能(Bq)				施設別総放射能(Bq)				総放射能(Bq)
H-3	1.10E+14	8.32E+13			1.77E+10				1.77E+10
Be-10	9.09E+07	1.81E+07			1.44E+01				1.51E+01
C-14	5.11E+12	3.86E+12			1.65E+02				4.11E+05
Na-22	3.02E+10	1.78E+11			1.80E+10				1.80E+10
Al-26					9.00E+02				9.14E+02
Cl-36	1.58E+09	1.06E+09			3.87E+16				1.87E+12
K-40	2.37E+05	8.60E+01			1.18E+12				1.64E+12
Ca-41	3.74E+10	2.76E+07			1.55E+06				9.17E+10
Mn-53					2.66E+08				3.05E+08
Mn-54	7.13E+10	1.16E+12			1.80E+07				1.80E+07
Fe-55	9.31E+10	5.73E+13			5.73E+04				2.28E+05
Fe-59					1.97E+07				2.74E+08
Co-58	9.26E+10	1.04E+11							
Co-60					1.45E+01				8.92E+01
Co-60	8.23E+13	1.59E+14							
Ni-59	9.02E+10	1.34E+11							
Ni-63	1.11E+13	1.51E+13			2.82E+02				6.19E+04
Zn-65	2.29E+07	1.71E+09			1.81E+02				1.83E+02
Sr-87	2.63E+06	5.40E+07			3.57E+05				3.57E+05
Rb-87	5.99E+03	2.62E+03			6.09E+02				2.40E+05
Y-90	3.09E+11	9.06E+12			1.11E+08				1.96E+09
Zr-93	2.92E+06	1.57E+08			9.14E+03				9.27E+03
Nb-95	5.75E+08	1.37E+09			2.48E+04				2.40E+04
Nb-95	2.30E+09	2.11E+09			7.94E+04				8.22E+04
Mg-95m					8.49E+03				6.98E+08
Tc-98	4.53E+08	1.00E+08			2.22E+04				2.39E+04
Tc-99	5.99E+00	3.74E+02							
Ru-106	4.20E+08	2.42E+09							
Rh-106					2.32E+05				1.81E+06
Pd-107	2.34E+05	1.49E+07			1.31E+07				1.33E+07
Ag-108m	1.55E+10	6.39E+08			1.47E+06				4.01E+08
Ag-110m	4.09E+06	5.50E+07			3.95E+07				5.34E+08
Cd-109	1.33E+10	1.22E+10			2.63E+05				3.16E+07
Cd-113m	8.33E+07	5.33E+09			1.22E+09				1.64E+10
Sr-123					4.87E+00				2.51E+02
Sr-126	5.17E+06	1.84E+08			3.01E+05				1.52E+08
Sr-125	1.54E+11	1.54E+11							
Te-125m					3.25E+09				2.90E+11
Te-127					5.65E+08				1.06E+11
Te-129					1.44E+09				1.31E+11
I-129	4.03E+05	6.43E+09			3.69E+12				3.69E+12
Cs-134	4.29E+07	9.54E+11			5.97E+06				4.36E+08
Cs-135	5.83E+05	1.20E+08			1.21E+00				7.81E+01
Cs-137	8.04E+11	1.43E+13			3.34E+09				7.55E+10
BA-133	9.60E+11	1.63E+08			1.03E+07				4.10E+08
Ba-137m					4.25E+07				3.05E+09
La-138	1.35E+04	1.23E+02			5.62E+07				8.97E+08
Ce-141					4.20E+05				3.39E+09
Ce-144					1.84E+05				2.88E+07
Pr-144					8.47E+01				1.15E+07
Nd-144	1.92E+03	1.21E+01			7.59E+01				4.55E+01
Nd-145	9.23E+07	1.20E+06			6.82E+00				1.93E+02
Pm-145	2.78E+06	1.80E+08			3.16E+01				3.63E+02
Pm-146					5.67E+02				1.59E+04
					8.00E+00				1.11E+02

表中灰色の欄の核種を本概念設計における評価対象核種とする。

表 2.6 他発生者のトレンチ処分対象廃棄体の放射能インベントリ

汚染源分類	他発生者				合計
	RI協会	原子炉系	TRU及びβ系	U系	
本数(2000ドラム 缶換算本数)	6.01E+04	4.37E+03	1.97E+04	5.26E+04	1.37E+05
重量(t)	3.43E+04	9.93E+02	6.02E+03	1.44E+04	5.58E+04
核種	施設別総放射能(Bq)				総放射能(Bq)
M-3		6.71E+10	8.78E+10		1.55E+11
Be-10		1.01E+06	1.42E+04		9.46E-03
C-14	6.05E+07	3.90E+07	1.33E+09		2.19E+04
Na-22	3.78E+09				4.47E-01
Al-26	1.18E+07				2.44E+09
Cl-36	2.18E+08	6.43E+05	7.50E+04		6.50E+08
K-40	1.37E+04	2.56E+00	1.37E+04		3.19E+05
Ca-41	2.60E+04	3.55E+07	5.67E+05		2.11E+05
Mn-53					1.16E+03
Mn-54					2.19E+03
Fe-55	4.20E+08				
Fe-59					
Co-58					
Co-60					
Co-60	6.09E+11	7.30E+10	5.11E+10		4.22E-02
Ni-59	1.96E+08	1.95E+07			2.25E+06
Ni-63	7.56E+10	2.53E+10	3.14E+09		8.06E+00
Zn-65					4.87E+06
Se-79	9.30E+03	1.93E+04			
Rb-87	3.75E+07	1.26E+00			3.81E+04
Sr-90	1.01E+09	1.38E+07	2.85E+09		
Y-90					
Zr-93	9.24E+05	6.70E+03	8.71E+04		2.54E+01
Zr-95					3.78E+06
Nb-94	4.89E+05	5.11E+05			2.07E+01
Nb-95					3.00E+03
Mo-93					
Mo-93	5.25E+05	7.71E+04			1.28E+04
Tc-98	2.62E-03	1.88E-01			3.69E+02
Tc-99	7.30E+08	3.02E+04	6.08E+05		
Ru-106	3.78E+08				1.95E+03
Rh-102					7.47E+04
Rh-106					
PD-107	4.26E+01	7.37E+03			2.14E+09
Ag-108m	2.66E+07	4.63E+03			8.96E+07
Ag-110m					8.25E+03
Cd-109					
Cd-113m	1.35E+04	2.62E+06			1.67E+09
Sn-121m					
Sn-123					
Sn-126	1.81E+02	3.66E+04			1.54E-01
Sb-125	1.51E+08				2.25E+05
Te-125m					
Te-127					
Te-127m					
Te-129					
Te-129m					
I-129	1.28E+03	4.00E+00	5.08E+02		1.89E+05
CS-134	1.26E+08				3.82E-02
CS-135	1.01E+06	1.01E+02	7.41E+05		4.97E+09
CS-137	4.11E+10	5.79E+07	5.83E+09		
BA-133	6.38E+08	2.26E+08	1.69E+07		3.27E+05
Ba-137m					1.35E+06
La-138					
La-138	7.21E+02	2.74E-01			1.52E+06
Ce-141					
Ce-144					1.80E+08
Pr-144					1.33E+04
ND-144	4.55E-07	5.98E-05			5.66E+03
PM-145	1.33E+05	1.45E+03			2.21E-02
PM-146	4.13E+02	8.79E+04			4.91E-01
					7.56E+00
					1.17E+01
					1.31E-01

表中灰色の欄の核種を本概念設計における評価対象核種とする。

表 2.7 他発生者のピット処分対象廃棄体の放射能インベントリ

汚染源分類	他発生者				合計
	RI協会	RI協会以外			
		原子炉系	TRU及びβγ系	U系	
本数(2000ドラム 缶換算本数)	2.44E+04	1.88E+03	3.48E+03	5.36E+02	3.03E+04
重量 [t]	1.40E+04	4.19E+02	1.71E+03	1.80E+02	1.63E+04
核種	施設別総放射能(Bq)				総放射能
					(Bq)
H-3	8.49E+13	1.67E+12			6.83E+12
Be-10	6.50E+07	8.01E+05		1.02E+00	1.58E+00
C-14	3.78E+08	1.92E+11		1.18E+01	3.19E+05
Na-22	2.36E+10				
Al-26	7.35E+07				
Cl-36	1.18E+09	5.78E+05		6.42E+01	7.30E+01
K-40	1.81E+05	3.76E+00		1.04E+08	1.34E+12
Ca-41	1.63E+05	2.85E+10	1.51E+06	2.00E+06	2.00E+06
Mn-53					
Mn-54					
Fe-55	2.63E+09			1.34E+06	1.94E+08
Fe-59				1.33E+05	1.34E+06
Co-58					
Co-60				2.55E+00	2.58E+00
Cr-50	3.81E+12	3.21E+11		3.32E+02	
Ni-59	1.96E+10	2.37E+08			
Ni-63	4.73E+11	3.28E+10		8.98E+01	9.04E+01
Zn-65				1.41E+02	1.41E+02
Se-79	9.83E+05	2.57E+06		2.77E+05	2.77E+05
Rb-87	2.31E+03	1.40E+02			
Sr-90	6.30E+09	5.63E+10	4.11E+11	2.77E+05	7.75E+00
Y-90					
Zr-93	5.78E+06	1.11E+07		4.72E+02	1.78E+04
Zr-95				8.42E+07	1.38E+08
Nb-94	4.12E+07	2.18E+06		6.59E+03	7.12E+00
Nb-95m				1.88E+04	2.55E+00
Mo-93	8.98E+07	2.07E+06		6.16E+04	2.00E+02
Tc-98	3.75E+00	2.67E+01		2.81E+03	2.23E+06
Tc-99	4.57E+09	1.50E+07		1.58E+04	1.59E+04
Ru-106	2.36E+09				
Rh-102				1.74E+05	6.03E+04
Rh-105				9.88E+06	1.32E+04
PD-107	1.46E+05	1.06E+06		9.21E+05	1.05E+07
Ag-108m	1.08E+10	1.84E+07		1.60E+04	1.43E+06
Cd-109	2.57E+09			1.64E+05	1.19E+06
Cd-113m	5.20E+07	3.79E+08		3.48E+05	3.41E+07
Sn-123				3.04E+00	2.22E+01
Sb-125	7.27E+05	7.52E+06		1.88E+05	1.02E+07
Te-125m					
Te-127					
Te-129					
Te-129m					
I-129	7.98E+03	2.91E+04	1.20E+05	3.73E+06	2.72E+07
Cs-134				7.54E+01	5.48E+00
Cs-135	7.88E+08			2.24E+08	1.94E+09
Cs-137	6.30E+06	3.66E+05	3.47E+06	3.10E+10	3.10E+10
BA-137	2.57E+11	9.38E+10	7.42E+11	6.44E+06	4.70E+07
BA-137m	3.99E+09	7.46E+11	4.88E+06	2.65E+07	1.94E+08
La-138					
Ce-141	1.05E+04	6.51E+04		2.99E+07	2.18E+08
Ce-144				3.51E+09	2.60E+10
Pr-144	1.20E+03	8.64E+03		2.62E+05	2.18E+06
Pm-145	6.75E+07	1.16E+04		1.16E+05	7.98E+05
Pm-146	1.74E+06	1.27E+07		4.81E+01	3.67E+00
				2.33E+01	4.65E+01
				3.97E+02	1.09E+03
				5.85E+00	7.30E+00
					1.32E+01

表中灰色の欄の核種を本概念設計における評価対象核種とする。

表 2.8 廃棄体等の受入本数の年度展開

年数	全埋設本数(本)			ピット			トレンチ			廃棄体等の本数は全て200Lドラム缶換算本数		
	ピット	トレンチ	合計	第1次埋設	第2次埋設	合計	(累積)	第1次埋設	第2次埋設	合計	(累積)	
処分開始後												
1	4,000	4,000	8,000	4,000		4,000	4,000	4,000		4,000	4,000	
2	4,000	4,000	8,000	4,000		4,000	8,000	4,000		4,000	8,000	
3	4,000	4,000	8,000	4,000		4,000	12,000	4,000		4,000	12,000	
4	4,000	4,000	8,000	4,000		4,000	16,000	4,000		4,000	16,000	
5	4,000	4,000	8,000	4,000		4,000	20,000	4,000		4,000	20,000	
6	4,000	4,000	8,000	4,000		4,000	24,000	4,000		4,000	24,000	
7	4,000	4,000	8,000	4,000		4,000	28,000	4,000		4,000	28,000	
8	4,000	4,000	8,000	4,000		4,000	32,000	4,000		4,000	32,000	
9	4,000	4,000	8,000	4,000		4,000	36,000	4,000		4,000	36,000	
10	4,000	4,000	8,000	4,000		4,000	40,000	4,000		4,000	40,000	
11	5,330	9,300	14,630	4,000	1,330	5,330	45,330	4,000	5,300	9,300	49,300	
12	5,330	9,300	14,630	4,000	1,330	5,330	50,660	4,000	5,300	9,300	58,600	
13	5,330	9,300	14,630	4,000	1,330	5,330	55,990	4,000	5,300	9,300	67,900	
14	5,330	9,300	14,630	4,000	1,330	5,330	61,320	4,000	5,300	9,300	77,200	
15	5,330	9,300	14,630	4,000	1,330	5,330	66,650	4,000	5,300	9,300	86,500	
16	5,330	9,300	14,630	4,000	1,330	5,330	71,980	4,000	5,300	9,300	95,800	
17	5,330	9,300	14,630	4,000	1,330	5,330	77,310	4,000	5,300	9,300	105,100	
18	5,330	9,300	14,630	4,000	1,330	5,330	82,640	4,000	5,300	9,300	114,400	
19	5,330	9,300	14,630	4,000	1,330	5,330	87,970	4,000	5,300	9,300	123,700	
20	5,330	9,300	14,630	4,000	1,330	5,330	93,300	4,000	5,300	9,300	133,000	
21	5,330	9,300	14,630	4,000	1,330	5,330	98,630	4,000	5,300	9,300	142,300	
22	5,330	9,300	14,630	4,000	1,330	5,330	103,960	4,000	5,300	9,300	151,600	
23	5,330	9,300	14,630	4,000	1,330	5,330	109,290	4,000	5,300	9,300	160,900	
24	5,330	9,300	14,630	4,000	1,330	5,330	114,620	4,000	5,300	9,300	170,200	
25	5,330	9,300	14,630	4,000	1,330	5,330	119,950	4,000	5,300	9,300	179,500	
26	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	123,952	3,262	740	4,002	187,520	
27	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	127,954	3,262	740	4,002	195,540	
28	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	131,956	3,262	740	4,002	203,560	
29	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	135,958	3,262	740	4,002	211,580	
30	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	139,960	3,262	740	4,002	219,600	
31	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	143,962	3,262	740	4,002	227,620	
32	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	147,964	3,262	740	4,002	235,640	
33	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	151,966	3,262	740	4,002	243,660	
34	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	155,968	3,262	740	4,002	251,680	
35	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	159,970	3,262	740	4,002	259,700	
36	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	163,972	3,262	740	4,002	267,720	
37	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	167,974	3,262	740	4,002	275,740	
38	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	171,976	3,262	740	4,002	283,760	
39	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	175,978	3,262	740	4,002	291,780	
40	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	179,980	3,262	740	4,002	299,800	
41	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	183,982	3,262	740	4,002	307,820	
42	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	187,984	3,262	740	4,002	315,840	
43	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	191,986	3,262	740	4,002	323,860	
44	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	195,988	3,262	740	4,002	331,880	
45	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	199,990	3,262	740	4,002	339,900	
46	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	203,992	3,262	740	4,002	347,920	
47	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	207,994	3,262	740	4,002	355,940	
48	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	211,996	3,262	740	4,002	363,960	
49	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	215,998	3,262	740	4,002	371,980	
50	4,002	8,020	12,022	3,262	740	4,002	220,000	3,262	740	4,002	380,000	
合計	220,000	380,000	600,000	100,000	101,500	118,500	220,000	100,000	233,000	347,000	380,000	
					120,000	280,000						

P埋設地

S埋設地

3. 埋設処分施設及びその関連施設、設備、機器類等の抽出

3.1 主要な施設等

埋設事業推進センターでは、研究施設等廃棄物の浅地中埋設処分施設における廃棄体等の受け入れ、操業及び最終覆土後の埋設施設の段階管理に係る事業を専用に実施する事業所を新規に立地設置する。このため、以下に示す主要な施設、設備、機器類を含め、当該埋設事業を実施する上で必要となる施設及びその関連施設、設備、機器類等(一般事務、管理等を含む)を抽出した。

(1) 廃棄体等の受入検査施設

1) 受入検査施設建屋

受入検査施設換気・空調設備(圧縮空気設備を含む)、受入検査施設給・排水設備、受入検査施設電気設備、受入検査施設消防設備 等

2) 受入検査施設内装設備

廃棄体等受入一時保管設備(荷役設備を含む)、廃棄体等確認・検査設備、廃棄体等搬出一時保管設備(荷役設備を含む)、受入検査施設放射線管理設備、受入検査施設計測制御系統施設、放射性廃棄物の処理設備、放射能分析設備

(2) コンクリートピット埋設施設及び周辺設備

コンクリートピット埋設設備本体、コンクリートピット蓋・覆い、コンクリートピット内廃棄体等定置設備、コンクリートピット附属点検路及び排水監視設備

(3) トレンチ埋設施設及び周辺設備

トレンチ埋設設備本体、トレンチ内雨水浸入防止設備(排水設備を含む)、トレンチ内廃棄体等定置設備、トレンチ内中間及び最終覆土設備、トレンチ遮水工設備、浸出水・地下水排出処理設備

3.2 本概念設計の対象とする施設、設備、機器等の抽出の考え方

本概念設計の結果はリファレンスケースとして、我が国において想定されうる種々の自然環境及び社会環境条件に係る項目をパラメータとした線量評価、費用試算等を行い、合理性の観点から埋設施設の安全性及び経済性に関する感度解析の評価・検討を行う計画である。このため、費用試算で積算に計上する必要があると考えられる研究施設等廃棄物に係る浅地中埋設処分事業の操業から閉鎖後措置までの業務(一般労働安全等を含む。)に供する全ての施設、設備、機器類等を抽出することとした。抽出にあたっては、表 3.1～表 3.3 の関係法規、指針、規格の施設設置基準等を適用または準用し、公衆及び放射線業務従事者の放射線被ばくを低減して核燃料物質によって汚染された物の取扱い及び埋設作業の実施に対する安全を確保しつつ、合理的な操業ができるよう必要な機器等を対象とした。

以上の基本的考え方を踏まえた、埋設処分施設及びその関連施設、設備、機器類等の抽出一覧を表 3.4～表3.13に示す。

表 3.1 本概念設計に適用または準用した法規

No.	適用又は準用法規
1	核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律、同政令
2	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
3	核燃料物質等の第二種廃棄物埋設に関する措置等に係る技術的細目を定める告示
4	核燃料物質の加工の事業に関する規則等の規定に基づき、線量限度等を定める告示
5	放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律(RI法)
6	同施行令(RI法施行令)
7	同施行規則(RI法規則)
8	放射線を放出する同位元素の数量等を定める件
9	電離放射線障害防止規則(電離則)
10	医療法、同施行令、同施行規則、同告示
11	獣医療法、同施行令、同施行規則、同告示
12	臨床検査技師等に関する法律、同施行令、同施行規則、同告示
13	薬事法、同施行令、同施行規則、同告示
14	建築基準法、同施行令、同施行規則、同告示
15	労働基準法、同施行令、同施行規則、同告示
16	労働安全衛生法、同施行令
17	クレーン等安全規則、クレーン構造規格
18	消防法、同施行令、危険物の規制に関する政令、同施行規則、同告示
19	高圧ガス保安法、同施行令、同施行規則、同告示
20	電気事業法、同施行令、同施行規則、同告示
21	廃棄物の処理及び清掃に関する法律、同施行令、同施行規則、同告示
22	環境基本法
23	大気汚染防止法、同施行令、同施行規則、同告示
24	水質汚濁防止法、同施行令、同施行規則、同告示
25	環境影響評価法、同施行令、同施行規則、同告示
26	公害防止条例

表 3.2 本概念設計に適用または準用した指針

1	「放射性廃棄物埋設施設の安全審査の基本的考え方」
2	「廃棄物管理施設の安全性の評価の考え方」(中間報告)
3	「低レベル放射性廃棄物埋設に関する安全規制の基本的考え方」
4	発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針
5	発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針
6	「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」
7	「発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針」
8	「放射性液体廃棄物処理施設の安全審査に当たり考慮すべき事項ないしは基本的考え方」
9	「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」
10	「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」
11	「発電用軽水型原子炉施設における放出放射性物質の測定に関する指針」
12	「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」
13	「環境放射線モニタリング指針」

表 3.3 本概念設計に適用または準用した規格

1	日本工業規格(JIS)
2	日本原子力学会原子燃料サイクル専門部会制定標準(日本原子力学会: AESJ)
3	電気学会電気規格調査会標準規格(日本電気学会: IEEJ、JEC)
4	日本電気工業会標準規格(日本電機工業会: JEMA、JEM)
5	日本電気協会(JEA)原子力規格委員会電気技術規定(JEAC)及び電気技術指針(JEAG)
6	日本建築学会各種構造計算基準及び建築工事標準仕様書(日本建築学会: AIJ、JASS)
7	空気調和・衛生工学会規格等(空気調和・衛生工学会: SHASE)

表 3.4 受入検査施設の設備・機器等(1/2)

施設/操業工程等	使用目的/必要性	要求基本性能等	関係法令など
①廃棄体等の受入検査施設			
1) 受入検査施設建屋	廃棄体を受入れ、埋設する前に所定の検査を行う為の施設。放射性廃棄物の受入れ施設、液体廃棄物及び固体廃棄物の処理設備、放射線管理施設等を収納する。	耐震Cクラスの施設とすること 必要な遮へい壁を有すること	第二種埋設規則
諸室			
廊下	諸室間の動線確保		
階段	上下階の動線確保		
エレベーター	同上(バリアフリーを考慮)		
非常用出入口	非常時の進入口		
倉庫	物品の保管	設定した室内環境を確保すること	建築基準法関係法令 労働安全衛生法関係法令
トイレ	衛生保持		
休憩所	作業従事者及び運搬車の運転員が休憩		
会議室	社内会議及び見学者説明会用		
データファイル室	機器類出力データの保管		
出入管理室	管理区域と非管理区域の人・物の入退域を管理 放射線防護のため必要	出入管理装置のゲート類が設置できること 隣接して一時立入者(見学等含む)と作業従事者の更衣室及び放射線管理室を設けること。また、室内には万一の身体汚染事象に備えて手洗いを設け、排水は廃液処理設備へ接続可能なこと	第二種埋設規則
廃棄体検査室	廃棄体の外観検査及び一部廃棄体の秤量等を実施する際に、放射線防護のため必要	廃棄体を取り扱うために、必要とする遮へい壁厚を有すること	第二種埋設規則
受入トラックヤード	廃棄体を収納した輸送容器又は空輸送容器を積載した輸送車両(トラック等)が、輸送容器の搬出及び搬入時において使用外部への放射線漏出防止のため必要	当該室天井部に位置する区域境界には、自動開閉式シャッターを設けて廃棄体もしくは輸送容器の荷役を可能とすること	-
払出しトラックヤード	廃棄体を構内輸送車両(トラック等)に積載し、建屋から搬出するために使用外部への放射線漏出防止のため必要	当該室天井部に位置する区域境界には、自動開閉式シャッターを設けて廃棄体の荷役を可能とすること	-
廃棄体一時保管室	トラックヤードを介して受入れた輸送容器等を一時的に保管 放射線防護のため必要	廃棄体を収納した輸送容器を一時的に保管して置く為、必要とする遮へい壁厚を有すること。また、輸送容器は多段積保管することから、床スラブは、十分な強度を有すること	-
シャワー室	万一の身体汚染事象に対する除染用	シャワーを設け、排水は廃液処理設備へ接続すること	第二種埋設規則
放射線管理室	放射線管理機器による放射線の測定及び機器類の維持管理	設定した室内環境を確保すること	第二種埋設規則
資機材搬出入室	建屋内へ資機材を搬出入	荷を積載したトラックが停車でき、ホイスト等荷役装置により荷降ろし/荷積み作業が可能であること	-
電気室	受電盤、変電盤及び配電盤を設置	各盤類の配置が可能であること	-
非常電源設備室	非常電源設備の設置	設定した室内環境を確保すること	第二種埋設規則 消防法関係法令
空調機械室	空気調和関連の機械を設置		-
給気ファン室	給気系のフィルタ類及びブロアを設置	各機器・装置類の配置が可能であること	-
第一種系排気ファン室	管理区域系の排気ブロア及びフィルタを設置。放射線防護のため必要		第二種埋設規則
第二種系排気ファン室	非管理区域系の排気ブロア類を設置		-
固体廃棄物処理室	固体廃棄物処理設備を収納 放射性廃棄物処理のため必要	放射性物質を収納した容器を取り扱うために必要とする遮へい及び汚染拡大防止措置を有すること	第二種埋設規則
液体廃棄物処理室	液体廃棄物処理設備を収納 放射性廃棄物処理のため必要		第二種埋設規則
分析室	ボラコン排水等を分析 放射性物質の飛散防止のため必要	必要とする遮へい及び汚染拡大防止措置を有すること	第二種埋設規則
試料貯蔵室	ボラコン排水等を一時貯蔵 放射性物質の飛散防止のため必要		-
試料搬入室	ボラコン排水等が入った容器を搬入 放射性物質の飛散防止のため必要		-
制御室	受入荷役装置、受入検査、搬出荷役装置類及び建屋内設備の監視		-
ユーティリティ室	ユーティリティの機器類を設置	設定した室内環境を確保すること	-
廃棄確認室	国による廃棄体確認のための専用室		-
電気			
受変電設備	施設への電力供給設備	必要十分な電源容量を有すること	-
電力幹線設備	受変電設備より電力使用機器までのワイヤリング	安全に安定した電源供給を確保すること	-
電灯設備	業務内容及び執務環境に応じた適切な光環境及び電源供給の確保	国交省建築設備設計基準「各室の光環境」を満足すること	労働安全衛生法関係法令
非常電源設備	非常時における電源	必要十分な電源容量を有すること	消防法関係法令
誘導灯設備	非常時の安全通路を明示	法定性能を確保すること	消防法関係法令
T V 共聴設備	既存放送局のデジタル映像受信	適切な出力を得ること	-
非常用照明装置	非常時に適切な光環境を確保	国交省建築設備設計基準「各室の光環境」を満足すること	建築基準法関係法令

表 3.4 受入検査施設の設備・機器等(2/2)

施設/操業工程等	使用目的/必要性	要求基本性能等	関係法令など
①廃棄体等の受入検査施設			
電気			
拡声設備	業務放送	音声を必要箇所に対し明瞭に伝達出来ること	-
電話配管設備	必要箇所への管路確保	保守・拡張性を考慮した管路とすること	-
LAN用配管設備			-
機械警備用配管設備			-
入退館(室)設備用配管設備			-
ITV用配管設備			-
自動火災報知設備	施設内で安全な避難と他の防災設備との連携	法定性能を確保すること	消防法関係法令
避雷設備	建屋・設備の被雷防止		建築基準法関係法令
設備			
給水設備			-
上水設備	受入検査施設を維持・監理する従業員に対しての生活用飲料水を供給	必要十分な水を供給できること	-
ろ過水設備	受入検査施設のプラント用設備操作に必要な工業用水を供給	必要十分なろ過水を供給できること	-
給湯設備	受入検査施設を維持・監理する従業員に対しての生活用飲料水(給湯)を供給	必要十分な温水を供給できること	-
排水設備			-
排水設備	受入検査施設を維持・監理する従業員の生活排水を建物外へ排水	安定した排水が可能なこと	-
浄化槽設備	受入検査施設を維持・監理する従業員の生活排水を公共水域へ排水する為の排水処理		水質汚濁防止法関係法令
排水処理設備(中和)	受入検査施設から出る排水を公共水域に排水する為の中和処理	法定性能を確保すること	水質汚濁防止法関係法令
換気・空調設備	受入検査施設を維持・監理する従業員に対しての作業環境を供給		第二種埋設規則 建築基準法関係法令
排煙設備	火災が生じた場合に煙等を排除		建築基準法関係法令
圧縮空気設備	受入検査施設内の液体・固体廃棄物廃棄物処理設備対応	必要十分な圧縮空気を供給できること	-
消火設備	初期消火	法定性能を確保すること	消防法関係法令
2) 受入検査施設内装設備			
廃棄体等受入一時保管設備 ・一時保管天井クレーン	重量のある廃棄体及び廃棄体を収納した輸送容器を受入れて一時的に受入検査施設内に保管 重量物の荷役、放射線防護のため必要	最大重量の廃棄体もしくは輸送容器をハンドリングできる荷役能力を有すること 一時保管のために必要な付属設備もしくは空間(容量)を有すること クレーン構造規格に基づくこと	-
廃棄体等確認・検査設備 ・輸送容器開閉装置(コバア含む) ・廃棄体取出し装置 ・廃棄体検査装置	輸送容器に収納されている廃棄体の取出し廃棄体ごとに表示される整理番号の読取りITV装置を用いた外観検査 一部廃棄体の秤量 放射線量の把握等のため必要	輸送容器に収納されている廃棄体は取出し、廃棄体に著しい損傷がないことと、照合できる整理番号を確認する機能を有すること また、一部廃棄体用の秤量器を有すること	-
廃棄体等搬出一時保管設備 ・廃棄体搬出し天井クレーン	所定の検査が終了した廃棄体を搬出し姿勢にし、一時仮置き場所へ搬送 また、構内輸送車両へ廃棄体を積載し、廃棄物処理地へ搬出 重量物の荷役、放射線防護のため必要	最大重量の廃棄体をハンドリングできる荷役能力を有すること 一時保管のために必要な付属設備もしくは空間(容量)を有すること クレーン構造規格に基づくこと	-
受入検査施設放射線管理設備	受入検査建屋内管理区域の放射線環境を監視	受入れ廃棄体のインベントリから定める管理線源を基にして、建屋内管理区域のエリア放射線、空气中放射能濃度及び建屋排気中放射能濃度を測定監視できること	第二種埋設規則、RI法関係法令、電離則、労安法関係法令、埋設施設安全審査の考え方
受入検査施設計測制御系統設備	受入検査施設の操業に必要な施設内各機器・系統の運転制御 プロセス量の測定・監視等	耐震Cクラスの設備とすること	-
放射性廃棄物の処理設備(液体)	管理区域等で発生する液体廃棄物の廃棄処理 放射性物質の外部への漏出防止のため必要	廃液排出基準濃度の限度以下を十分下回ること 廃液漏出防止対策を有すること	第二種埋設規則、RI法関係法令
放射性廃棄物の処理設備(固体)	液体廃棄物処理設備で発生する固体廃棄物の廃棄処理 放射性物質の外部への漏出防止のため必要	液体廃棄物処理設備から発生する廃棄物を合理的に処理するために必要な機能を有すること	第二種埋設規則、RI法関係法令
放射能分析設備	作業環境の維持を目的とした放射線管理作業及びボラコン排水等の放射能濃度の分析 閉じ込め、移行抑制の確認のため必要	取り扱う廃棄体のインベントリに適した放射能濃度の分析能力と分析の頻度等に合う分析機能を有すること	第二種埋設規則、RI法関係法令
出入管理設備	屋内及び屋外管理区域への入退館管理 外部被ばく管理及び退城者の身体汚染検査並びに持ち出し物品の汚染検査 汚染の洗身。放射線防護のため必要	入退館管理を実施するためのゲート機能、個人被ばく管理及び汚染検査機能を有すること シャワー、手洗いの機能を有すること	第二種埋設規則、RI法関係法令、電離則、労安法関係法令
非常電源設備 (電源設備側にて対応)	万一の停電に対して電力を供給	内装設備からの要求電力を供給可能であること	埋設施設安全審査の考え方

表 3.5 コンクリートピットの設備・機器等

施設/操業工程等	使用目的/必要性	要求基本性能等	関係法令など
②コンクリートピット埋設設備及び周辺設備			
1) 埋設設備本体			
外周仕切設備	廃棄体を定置でき、第1段階の閉じ込め及び遮へいを確保 閉じ込め、遮へいのため必要	耐震Cクラスの施設とすること 必要な遮へい性能を有すること	第二種埋設規則、RI法 同上
内部仕切設備			
覆い			
2) 仮蓋			
鋼製仮蓋	区画内への雨水等の浸入を防止 閉じ込めのため必要	廃棄体定置前に使用するため、構造的な安定性を有すること	-
コンクリート仮蓋	廃棄体と雨水等との接触を防止、遮へいを確保 閉じ込め、遮へいのため必要	構造安定性の他に、必要な遮へい厚さを有すること	-
防水シート	廃棄体と雨水等との接触を防止 閉じ込めのため必要	ピット内への雨水浸入を防止すること	-
3) 廃棄体定置設備			
埋設クレーン	重量のある廃棄体を構内輸送車両の荷台から吊上げ、コンクリートピット埋設設備内の所定の位置へ定置 重量物の荷役のため必要	定格荷重は、取り扱う荷の最大重量の最大に吊り具を超えるものとし、廃棄体を定置するための揚程を持つこと 埋設クレーンの作業範囲は、コンクリートピット設備だけでなく、隣接する設備のレールへ乗換えが可能であること 雨水の浸入防止用の屋根を設け、コンクリートピット設備内の所定の位置に廃棄体が定置できること クレーン構造規格に基づくこと	-
配電設備	受変電設備より電力使用機器までの給電	安全に安定した電源供給が確保できること	-
4) 廃棄体等収納設備			
浮き上がり防止装置	廃棄体の浮き上がりを防止しホワイトゾーンの厚さを確保 閉じ込めのため必要	作用する荷重に耐えられること	-
廃棄体架台	廃棄体着床後転がりを防止しホワイトゾーンの厚さを確保 閉じ込めのため必要	作用する荷重に耐えられること	-
ドラム缶転がり防止装置	ドラム缶転がりを防止しホワイトゾーンの厚さを確保 閉じ込めのため必要	ホワイトゾーンの厚さを確保できる寸法で、作用する荷重に耐えられること	-
5) 充てん材充てん設備			
充てん材注入設備	廃棄体定置後のコンクリートピットに充てん材充てん 陥没防止（移行抑制確保）のため必要	廃棄体を定置したコンクリートピット内へ注入管により充てん材を充てんできる装置とすること 液面計を備え、液面上昇に伴い注入管を上下できる装置とすること	-
セメント系充てん材	廃棄物埋設地の陥没等を防止 移行抑制のため必要	区画内に空けきを残さない材料とすること	-
6) 排水監視設備			
ポーラスコンクリート層	第1段階の閉じ込めを確保及び放射性物質の漏出監視 閉じ込め及び監視のため必要	廃棄体と地下水の接触を防止する排水機能を有すること	-
排水管		ポラコン層からの排水を漏水することなく排出すること	-
点検路		必要内空寸法及び構造安定性を確保すること	-
立孔		必要内空寸法及び構造安定性を確保すること	-
7) 覆土			
ベントナイト混合土	ピット内への地下水浸入量抑制 移行抑制のため必要	所定の透水係数及び厚さを確保すること	-
上部覆土	廃棄物埋設地に設置する設備の露出防止	所定の厚さを有すること	-
覆土上の植栽	設備の露出防止のため、覆土の浸食防止。 移行抑制のため必要	浸食を防止できる植生であること	-
表面排水溝	設備の露出防止のため、覆土の浸食防止。 移行抑制のため必要	表面水を排水できること	-
8) その他			
埋設地内道路、進入路	廃棄物埋設地の建設・操業 コンクリートピットへのアクセスのため必要	所定の仕様で設置されていること	-
埋設地内排水溝	廃棄体と雨水等との接触防止 閉じ込めのため必要	雨水等を速やかに排水できること	-

表 3.6 トレンチの設備・機器等

施設／操業工程等	使用目的／必要性	要求基本性能等	関係法令など
③ トレンチ埋設設備及び周辺設備			
1) トレンチ本体	廃棄体及び廃棄物を埋設	必要空間を確保できること。	第二種埋設規則 廃掃法
2) 雨水浸入防止設備			同上
仮設移動式テント	建設・操業時に廃棄体と雨水等との接触防止。移行抑制のため必要	廃棄体と雨水の接触を防止する形状とすること	第二種埋設規則
3) 廃棄体等定置設備			
移動式クレーン	トレンチ外から中への廃棄体の荷卸し・定置 重量物の荷役のため必要	クレーン構造規格に基づくこと	-
クレーン付キャリアダンプ	トレンチ内で廃棄体の移動・定置 重量物の荷役のため必要	廃棄体が積載可能で、クレーン構造規格に基づくこと	-
4) 中間覆土			
中間覆土	廃棄物埋設地に位置する廃棄物等の露出防止。移行抑制のため必要	陥没を誘発するような空けきが残らないような構造とすること	第二種埋設規則、廃掃法
5) 遮水設備			
遮水シート	浸出水による地下水及び土壌の汚染防止。 環境への影響低減のため必要	所定の構造を有すること	廃掃法
地下水集排水施設	遮水シートの健全性確保のため、揚圧力の抑制及び遮水工破損防止 環境への影響低減のため必要	所定の構造を有すること 地下水等を速やかに排水できること	
雨水集排水施設	トレンチ内への雨水の流入防止 環境への影響低減のため必要	雨水等を速やかに排水できること	
保有水集排水施設	保有水の集水 環境への影響低減のため必要	浸出水を速やかに浸出水処理設備へ排水できること	
埋立ガス処理施設	埋立地から発生するガス排除 環境への影響低減のため必要	所定の構造を有すること	
6) 浸出水処理設備			
浸出水処理設備	浸出水を放流先の公共水域を汚染しないように処理。環境への影響低減のため必要	合理的な水処理プロセスを選定すること	
配電設備	受変電設備より電力使用機器までの給電設備	安全に安定した電源供給が確保できること	
7) 地下水排水設備			
	集水した地下水をポンプによって公共用水域へ排水 環境への影響低減のため必要	集水した地下水を排水する能力を有していること	
8) 覆土			
上部覆土	廃棄物埋設地に設置する設備の露出防止。 移行抑制のため必要	所定の厚さを有すること	同上
覆土上の植栽	設備の露出防止のため、覆土の浸食防止。 移行抑制のため必要	浸食を防止できる植生であること	-
表面排水溝	設備の露出防止のため、覆土の浸食防止。 移行抑制のため必要	表面水を排水できること	-
9) その他			
埋設地内道路、進入路	廃棄物埋設地の建設・操業に利用 トレンチへのアクセスのため必要	所定の仕様で設置されていること	-
埋設地内排水溝	埋設地への雨水等流入防止 移行抑制のため必要	雨水等を速やかに排水できること	-

表 3.7 構内輸送設備・機器等

施設／操業工程等	使用目的／必要性	要求基本性能等	関係法令など
④ 事業所内輸送設備			
構内輸送車両	受入検査建屋から埋設地まで廃棄体を構内輸送 重量物の荷役のため必要	コンクリートビット埋設設備について、廃棄体を構内輸送するために遮へい容器を有する車両等を考慮し、受入検査建屋搬出クレーンと埋設クレーン等の荷役設備と取り合うことが可能なこと 廃棄体を構内輸送するための能力を持つこと	第二種埋設規則
		トレンチ埋設設備について、廃棄体を構内輸送するための能力を持つこと。	-

表 3.8 車庫等の設備・機器等

施設／機業工程等	使用目的／必要性	要求基本性能等	関係法令など
⑤車庫、屋外消防設備、事業所境界防護設備等			
1) 車庫	事業所内輸送設備（運搬車）及び管理棟の車両を維持、保管		-
上水設備	主として洗車	必要十分な水を供給できること	-
電灯設備	車両点検等に適切な光環境及び電源供給の確保	国交省建築設備設計基準「各室の光環境」を満足すること	-
排水設備	洗車などにより発生した汚水を他の施設の浄化槽に排水	汚水が雨水排水に流入しないような構造である事	-
消火設備	初期消火	法定性能の確保すること	消防法関係法令
2) 屋外消防設備	敷地内の消防		-
防火水槽	消防車への給水	法定性能を確保すること	-
3) 事業所境界防護設備			-
防護柵等	施設外部からの侵入を防止	容易に侵入が出来ない構造とすること	(第二種埋設規則)
4) 資材収納設備			-
資材倉庫	各施設に収納困難な資材を保管	必要十分なスペースを確保できること	-
上水設備	主として倉庫内清掃	必要十分な水を供給できること	-
電灯設備	車両点検等に適切な光環境及び電源供給の確保	国交省建築設備設計基準「各室の光環境」を満足すること	-
排水設備	洗車などにより発生した汚水を他の施設の浄化槽に排水	汚水が雨水排水に流入しないような構造である事	-
消火設備	初期消火	法定性能の確保すること	消防法関係法令

表 3.9 受変電所の設備・機器等

施設／機業工程等	使用目的／必要性	要求基本性能等	関係法令など
⑥受・変電所（非常用発電設備を含む）			
諸室	施設への電力供給設備を収容	各室の室内環境を維持、確保すること	-
廊下	諸室間の動線確保	各室の室内環境を維持、確保すること	建築基準法関係法令
階段	上下階の動線確保		
非常用進入口	非常時の進入口		
高圧受電設備室	キュービクルの設置		
非常電源設備室	非常用発電機の設置	各室の室内環境を維持、確保すること	消防法関係法令 「放射性廃棄物物理施設の安全審査の基本的考え方」
消火設備室	消火設備の設置		
電気			
高圧受変電設備	電力会社よりの受電及び構内施設への電力供給	必要十分な電源容量を有すること	-
電力幹線設備	受変電設備より電力使用機器までのワイヤリング	安全に安定した電源供給を確保すること	-
非常電源設備	非常時における発電	必要十分な電源容量を有すること	消防法関係法令 「放射性廃棄物物理施設の安全審査の基本的考え方」
電灯設備	業務内容及び執務環境に応じた適切な光環境及び電源供給の確保	国交省建築設備設計基準「各室の光環境」を満足すること	労働安全衛生法関係法令
非常用照明装置	非常時に適切な光環境を確保	国交省建築設備設計基準「各室の光環境」を満足すること	建築基準法関係法令
誘導灯設備	非常時の安全通路を明示	法定性能を確保すること	消防法関係法令
拡声設備	業務放送	音声を必要箇所に対し明瞭に伝達出来ること	-
電話配管設備	必要箇所への管路確保	保守・拡張性を考慮した管路とすること	-
LAN用配管設備			-
機械警備用配管設備			-
入退館(室)設備用配管設備			-
ITV用配管設備			-
自動火災報知設備	施設内で安全な避難と他の防災設備との連動	法定性能の確保すること	消防法関係法令
避雷設備	建屋・設備の被雷防止		建築基準法関係法令
設備			
換気・空調設備	空気を浄化しその温度等を調整して供給・排出	各室の室内環境を維持、確保すること	建築基準法関係法令
排煙設備	火災が生じた場合に煙等を排除	法定性能を確保すること	建築基準法関係法令
消火設備（不活性ガス等含む）	初期消火		消防法関係法令

表 3.10 構内の設備・機器等

施設／操業工程等	使用目的／必要性	要求基本性能等	関係法令など
⑦敷地内設備			
1) 事業所内道路			
車道	車両通行	通行機能・アクセス機能・滞留機能を確保すること	-
歩道・自転車道	歩行者及び自転車利用者通行	同上	-
植樹帯	車両分離による交通の安全性確保	安全性・快適性を確保すること。	-
雨水排水設備	各施設内への雨水流入防止	路面の表面水を排水できること。	-
照明設備	夜間照明による安全確保	国交省建築設備設計基準「各室の光環境」を満足すること	-
2) 掘削土仮置設備			
	上部覆土で再利用する現地発生土の仮置	土砂の流出・飛散を防止する形状とすること。	-
雨水排水設備	掘削土仮置場への雨水流入防止	雨水を排水できること	-
3) 雨水排水設備			
雨水排水設備	敷地内雨水を沈砂池へ排水	所定の排出量を確保できること	-
雨水放流設備	敷地内雨水を公共用水域へ放流	所定の排出基準を確保できること	-
雨水排水処理設備	敷地内雨水を公共用水域に排水する為の排水処理設備	所定の水質基準を確保できること	水質汚濁防止法関係法令
4) 雑排水設備			
雑排水排水設備	受入検査施設建屋及び管理棟から排出される雑排水を放流設備まで排水	所定の排出量を確保できること	-
雑排水放流設備	受入検査施設建屋及び管理棟から排出される雑排水を公共用水域へ放流	所定の排出基準を確保できること	-
5) 沈砂池			
	敷地内の土砂や濁水の流出を防止	計画排水量に適合した施設とすること	水質汚濁防止法関係法令
6) 造成時の仮設道路			
	造成工事期間中の機器及び資材を搬入	通行機能・アクセス機能・滞留機能を確保すること。	-
7) 造成地の植栽			
	環境保全及び景観の向上	周辺環境条件に適した植栽を行うこと。	-

表 3.11 屋外環境・放射線モニタリング設備の設備・機器等

施設／操業工程等	使用目的／必要性	要求基本性能等	関係法令など
⑧屋外環境・放射線等モニタリング設備			
排気用モニタ	放射性気体廃棄物の放出管理のための濃度測定を行う。	排気口に設置し、放射性気体廃棄物の濃度測定が可能であること。	第二種埋設規則
放射能測定装置	放射性液体廃棄物中の放射能測定を行う。	測定対象核種の濃度測定が可能であること。	同上
放射能測定室	放射能測定装置を収納する。	建築基準法を満足するとともに、放射能測定装置の全てを収納できること。	同上
エリアモニタ	管理区域における外部放射線にかかる線量を測定する。	管理区域における外部放射線にかかる線量を測定が可能であること。	同上
ダストサンプラー	空気中の放射性物質の濃度を測定する。	空気中の放射性物質の1週間の平均濃度が測定可能であること。	同上
モニタリングポスト	周辺監視区域における外部放射線の線量を測定する。	空間放射線を連続監視できること。	同上
ダストサンプラー	周辺監視区域における空気中の浮遊物質の線量を監視する。	空気中の浮遊物質の線量を連続監視できること。	同上
積算線量計	周辺監視区域における外部放射線の線量を測定する。	空間放射線を連続監視できること。	同上
モニタリング孔	周辺監視区域における地下水中の放射性物質濃度を測定するため、地下水の採取を行う。また、地下水位の測定も行う。	地下水の採取が可能であること及び地下水位の測定が可能であること。	同上
気象観測設備	モニタリングと密接に関連する気象観測項目を測定する。	気象庁の検定対象になっている測器は検定に合格したものであること。気象観測は気象業務法に従う。	同上+モニタリング指針
環境試料の採取設備	環境試料中の放射能測定のため、環境試料を採取する。	環境試料を採取できること。	モニタリング指針
環境試料分析設備	環境試料中の放射能測定のため、環境試料を分析する。	環境試料中の放射能測定が可能であること。	同上
環境試料分析室	環境試料分析設備を収納する。	建築基準法を満足するとともに、環境試料分析設備の全てを収納できること。	同上
水質検査設備	放流水の水質検査を実施する。	選定された環境影響物質の測定が可能であること。	廃掃法
BOD又はCODの検査設備	放流水のBOD又はCODを検査する。	BOD又はCODの検査が可能であること。	同上

表 3.12 守衛所の設備・機器等

施設/操業工程等	使用目的/必要性	要求基本性能等	関係法令など
⑨守衛所			
守衛所	外部から施設内へ入場する際のセキュリティチェック	セキュリティチェックを円滑に行なう為の機能、環境を確保すること	
諸室			-
受付	外来者への対応及びセキュリティチェック		
廊下	諸室間の動線確保		
階段	上下階の動線確保		
非常用進入口	非常時の進入口	設定した室内環境を確保すること	建築基準法関係法令 労働安全衛生法関係法令
事務室	警備員の事務作業		
トイレ	衛生保持		
休憩所	作業従事者及び運搬車の運転員が休憩		
電気			
電力幹線設備	受変電設備より電力使用機器までのワイヤリング	安全に安定した電源供給を確保すること	-
電灯設備	業務内容及び執務環境に応じた適切な光環境及び電源供給の確保	国交省建築設備設計基準「各室の光環境」を満足すること	労働安全衛生法関係法令
非常用照明装置	非常時に適切な光環境を確保	国交省建築設備設計基準「各室の光環境」を満足すること	建築基準法関係法令
誘導灯設備	非常時の安全通路を明示	法定性能を確保すること	消防法関係法令
TV共聴設備	既存放送局のデジタル映像受信	適切な出力を得ること	-
拡声設備	業務放送	音声を必要箇所に対し明瞭に伝達出来ること	-
電話配管設備			
LAN用配管設備			
機械警備用配管設備			
ITV用配管設備			
自動火災報知設備	施設内で安全な避難と他の防災設備との連動	法定性能の確保すること	消防法関係法令
避雷設備	建屋・設備の被雷防止	法定性能を確保すること	建築基準法関係法令
設備			
給水設備			-
上水設備	守衛所に駐在する従業員に対しての生活用飲料水を供給	必要十分な水を供給できること	-
給湯設備	守衛所に駐在する従業員に対しての生活用飲料水（給湯）を供給	必要十分な温水を供給できること	-
排水設備			-
排水設備	守衛所に駐在する従業員の生活排水を管理棟へ排水	安定した排水が可能なこと	-
換気・空調設備	空気を浄化しその温度等を調整して供給・排出	各室の室内環境を維持、確保すること	建築基準法関係法令
排煙設備	火災が生じた場合に煙等を排除	法定性能を確保すること	建築基準法関係法令
消火設備	初期消火	法定性能を確保すること	消防法関係法令

表 3.13 管理棟の設備・機器等

施設/操業工程等	使用目的/必要性	要求基本性能等	関係法令など
⑩管理棟			
管理棟	施設内の事務系作業全般及び統括、見学者の対応	事務系作業及び見学者の対応を円滑に行なう為の機能、環境を確保すること	-
諸室			-
受付	入館者に対するセキュリティチェック		-
廊下	諸室間の動線確保		建築基準法関係法令
階段	上下階の動線確保		建築基準法関係法令
エレベーター	同上		-
非常用進入口	非常時の進入口		建築基準法関係法令
倉庫	物品の保管		-
トイレ	衛生保持		労働安全衛生法関係法令
更衣室	職員の更衣	設定した室内環境を確保すること	労働安全衛生法関係法令
休憩所	作業従事者及び運搬車の運転員が休憩		労働安全衛生法関係法令
展示室	施設PRの資料等を展示する為に利用		-
執務室	一般職員の執務		-
書庫	事務書類、書籍、管理ファイルの保管等		-
会議室	社内会議及び見学者説明会用		-
応接室	外来者の対応		-
役員室	一定以上の管理職及び役員執務		-
電気室	電気関連設備の制御	管理棟内の電気関連設備を制御する設備を収納できること	-
機械室	機械関連設備の制御	管理棟内の機械関連設備を制御する設備を収納できること	-
分析測定室	周辺環境の分析	所定の項目を分析できる設備を収納できること	-
給湯室	管理棟に勤務する従業員に対しての生活用飲料水（給湯）を供給	必要十分な温水を供給できること	-
シャワー室	衛生保持	必要十分な温水を供給できること	労働安全衛生法関係法令
食堂	遠隔地を想定した食事場所		-
厨房	食堂附帯設備		-
賄人控室	厨房で炊事を担当する者の控室	設定した室内環境を確保すること	-
非常電源設備室	非常電源設備の設置		消防法関係法令
消火ポンプ室	消火栓ポンプの設置		-
受水槽室	受水槽の設置		-
電気			-
受変電設備	施設への電力供給設備	必要十分な電源容量を有すること	-
電力幹線設備	受変電設備より電力使用機器までのワイヤリング	安全に安定した電源供給を確保すること	-
非常電源設備	非常時における電源	必要十分な電源容量を有すること	消防法関係法令
電灯設備	業務内容及び執務環境に応じた適切な光環境及び電源供給の確保を図る	国交省建築設備設計基準「各室の光環境」を満足すること	労働安全衛生法関係法令
非常用照明装置	非常時に適切な光環境を確保	国交省建築設備設計基準「各室の光環境」を満足すること	建築基準法関係法令
誘導灯設備	非常時の安全通路を明示	法定性能を確保すること	消防法関係法令
T V 共聴設備	既存放送局のデジタル映像受信	適切な出力を得ること	-
拡声設備	業務放送	音声を必要箇所に対し明瞭に伝達出来ること	-
電話配管設備			-
L A N 用配管設備			-
機械警備用配管設備	必要箇所への管路確保	保守・拡張性を考慮した管路とすること	-
入退館(室)設備用配管設備			-
I T V 用配管設備			-
自動火災報知設備	施設内で安全な避難と他の防災設備との連動	法定性能を確保すること	消防法関係法令
避雷設備	建屋・設備の被雷防止	法定性能を確保すること	建築基準法関係法令
設備			-
給水設備			-
給水			-
上水設備（受水槽含む）	管理棟に駐在する従業員に対しての生活用飲料水を供給	必要十分な水を供給できること	-
給湯設備	管理棟に駐在する従業員に対しての生活用飲料水（給湯）を供給	必要十分な温水を供給できること	-
排水設備			-
排水設備	管理棟に駐在する従業員の生活排水を建物外へ排水する設備	安定した排水が可能なこと	-
排水			-
浄化槽設備	管理棟他の生活排水等の排水処理	法定性能を確保すること	水質汚濁防止法関係法令
排水処理設備	管理棟他から出る排水を公共水域に排水する為の処理	法定性能を確保すること	水質汚濁防止法関係法令
換気・空調設備	空気を浄化しその温度等を調整して供給・排出	各室の室内環境を維持、確保すること	建築基準法関係法令
排煙設備	火災時における煙等を排出	法定性能を確保すること	建築基準法関係法令
消火設備（消火ポンプ含む）	初期消火	法定性能の確保すること	消防法関係法令

4. 施設設計

4.1 コンクリートピット

4.1.1 コンクリートピット埋設施設の設計条件

コンクリートピットの概念設計に係る設計条件を表 4.1.1 及び表 4.1.2 に示す。

4.1.2 コンクリートピット埋設施設の設計仕様

4.1.2.1 設計方針

コンクリートピット埋設施設の仕様の検討にあたっては、先行施設の実施例⁸⁾が参考となるが埋設対象物として 2000ドラム缶以外に角型容器、異形大型廃棄体が対象としていることから、それらの埋設計画に応じた必要なピット数で効率よく収納できる設計とするものとした。また、埋設計画の変更へ柔軟に対応できることを重視し、異なる仕様の容器を同一ピットに定置する方針とした。

4.1.2.2 設計仕様の検討

(1) 廃棄体の縦置き、横置きの検討

2000ドラム缶の定置においては、ピット内への収納効率の観点から縦置きに比べ合理的となる横置き(俵積み)とした。また、角型容器は、荷役等の作業性を考慮し縦置きとした。

(2) ピット内区画数の検討

ピットの区画数については、少ないほど廃棄体 1 体あたりの部材量が少なくなるため経済的となる傾向にある。一方で多くすると構造上底板が厚くなり、マスコンクリートとなるのでひび割れ対策等について特段の考慮が必要となることから技術的な課題が生じることが想定される。このため、ピットの区画数は、先行施設における技術的な実績で最大となる 36 区画とした。

(3) ピット基数及び区画寸法の検討

ピットの設置基数及び区画の寸法は、埋設しようとする廃棄体のピット内の定置数量、第二種廃棄物埋設規則、廃棄物処理法に規定される 1 区画(開口部)の面積・容量の基準、想定する埋設計画を踏まえて検討した。検討ケースを表 4.1.3～表 4.1.5 に示す。検討ケースの設定にあたっては、以下の 3 方式を比較した。

- 1) ドラム缶、角型容器それぞれに専用のピットを設置する場合(表 4.1.3)
- 2) ドラム缶、角型容器を 1 つのピットに定置するものとし、ピット内にドラム缶用区画、角型容器用区画を設ける場合(表 4.1.4)
- 3) ドラム缶、角型容器を 1 つのピットに定置するものとし、ドラム缶、角型容器の両方が定置できる 1 種類の区画を設ける場合(表 4.1.5)

表 4.1.3 (上記 1) の場合) によると、収納効率が最もよいのはドラム缶、角型容器それぞれに専用のピットを設置し、ドラム缶、角型容器の 1 区画あたりの配列は、それぞれ 8 行×5 列×9 段、4 行×4 列×4 段の場合(No. 2)であった。しかし、No. 2 では、ドラムに収納した廃棄体と角型容器に収納した廃棄体が別ピットであるため、作業時に埋設クレーンの移動が頻繁になる可能性が高いこと、また、必要に応じて埋設クレーンが 2 基必要になる可能性があり作業への負担が大きく合理的でない。1 区画(開口部)の面積・容量の基準においては、角型容器は 1,160(L)×1,300(W)×1,131(H)mm であり、容器の定置精度等を考慮して縦置きで配列する場合 1 区画内の角型容器の配列は 4 行×4 列×4 段以上とすると区画の容量の基準を超える。このため、1 区画内の角型容器の配列は 4 行×4 列×4 段となる。

表 4.1.4(上記 2) の場合) は、ドラム缶、角型容器を 1 つのピットに定置とし、ピット内にドラ

ム缶用区画、角型容器用区画を設ける場合である。本検討ケースは、収納効率は上記 1) と遜色ないが、今後、想定する廃棄体条件(ドラム缶と角型容器に比率)が変更することを考慮すると、例えば、角型容器が想定より発生しない場合、当該区画の充填等ができず、ピットの埋戻し時期の遅延等により想定する事業計画への影響が大きいと考えられる。

表 4.1.5(上記 3)の場合)は、ドラム缶、角型容器(異型大型容器を含む。)を 1 つのピットに定置するものとしてドラム缶、角型容器の両方が定置できる 1 種類の区画を設ける場合である。本検討ケースは、収納効率は上記 1) 及び 2) と大差なく全てのコンクリートピット形状が同一であるため、廃棄体条件、搬入計画等の変更に対して柔軟性のある建設、操業が可能になると考えられる。

以上より、現時点では 3) のうち No.11 のタイプが最も合理的と考える。

4.1.2.3 構造・仕様

コンクリートピット埋設施設の仕様を表 4.1.6 に、形状を図 4.1.1 に、概観を図 4.1.2 示す。コンクリートピット埋設施設は、ピット躯体、排水・監視設備及び覆土等より構成される。廃棄物埋設地には、埋設計画に従って図 4.1.4 及び図 4.1.5 に示す P 埋設地及び S 埋設地を整備することとし、それぞれ 10 基、8 基の埋設設備(ピット)を設置する。1 基当たり廃棄体(2000ドラム缶換算)で 36 区画×8 行×5 列×9 段/区画で約 12,960 本相当、角型容器(S-1 容器換算)では、36 区画×4 行×4 列×4 段/区画で約 2,300 個相当を埋設することができる。各区画には 2000ドラム缶又は角型容器を、図 4.1.6 に示す定置クレーンにより定置することとし、1 基のピットには 2000ドラム缶及び角型容器のいずれも埋設する仕様とした。また、角型容器以外の異形容器についても定置対象とすることができる。異型容器等の定置例を図 4.1.3 に示す。

コンクリートピット埋設施設は、第 1 段階において放射性物質がピットの外へ漏出することを防止する構造となるよう 4.1.3 項記載のとおり許容応力度法により仕様を決定した。また、5.1 項で検討するよう、構造上の強度を確保することで、遮蔽に係る設計基準線量率を満たすことを確認した。コンクリートピット埋設施設は、新鮮岩盤層を掘り下げて設置するものとし、鉄筋コンクリート造りの外周仕切設備、内部仕切設備及び覆いにより構成し、外形寸法は、平面が約 36m×約 40m、高さは約 7m、その内部は内部仕切設備により 36 区画とした。各区画内には、廃棄体を定置した後セメント系充填材を充填し、空隙が残らないようにしてこれらの区画の上部には覆いを設置する。

埋設地には、排水・監視設備として、ピットの外周仕切設備及び覆いとセメント系充填材との間に十分な集水機能を有するポーラスコンクリート層を、同層に侵入してきた水を排水できるよう排水管を設けることで閉じ込め機能を担保する。よって、図 4.1.7 に示すように排水状況の監視・点検のためピット周囲に点検路及び立坑を設けた。掘り下げた部分の埋戻し及びピット備の上面には、設備が容易に露出しないよう配慮して現地掘削土を締固めながら厚さ 8m 以上の覆土を施すこととした。また、覆土のうち、ピットの上面及び側面から 2m までの間は、外周仕切設備の腐食防止対策としてベントナイト混合土を施すこととした。

4.1.3 コンクリートピット埋設施設の構造と耐震設計の検討

コンクリートピット埋設施設を構成する外周仕切設備、内部仕切設備及び覆いは、地震力、自重、土圧等の荷重に対して十分な構造上の安定性を有するよう、許容応力度法により設計^{10), 11), 12)}した。覆土前においては、ピットは荷重条件が最も厳しくなるセメント系充填材の充填時を対象にし、埋設対象物は保守的に側壁へのもたれ荷重が生じるドラム缶を定置した場合を想定して構造計算を行った。覆土後の第 1 段階において放射性物質がピットの外へ漏出することを防止する構造であることを確認するため、比重の異なる廃棄体が同一のピット内に定置されることを踏

まえ図 4.1.8 に示すように重量のある廃棄体を偏在させた種々の定置パターンを想定した。また、図 4.1.9 に示す荷重の組み合わせを考慮し、埋戻し後のピットの応力状態について検討を行った。検討にあたっては、外周仕切設備、内部仕切設備、覆い、底板のそれぞれの耐震要素と、それらを組み合わせたピット全体を二次元 FEM により、常時及び地震時について静的応力解析を行って必要な部材厚、鉄筋量等を求めた。なお、地震力は、C クラスであるので水平震度 0.2 とした。

4.1.3.1 耐震要素の二次元 FEM 解析モデル

外周仕切設備、内部仕切設備、覆い、底板の各耐震要素について、の二次元 FEM 解析モデルを以下に示す。また、計算条件を表 4.1.7～表 4.1.9 に示す。

(1) 覆土前

1) 外周仕切設備の側壁及び内部仕切設備の構造計算

外周仕切設備の側壁及び内部仕切設備は、廃棄体及びモルタル充填時の側圧、地震荷重等を考慮し、3 辺固定 1 辺自由スラブとして断面力を算出した。

2) 外周仕切設備の底板の構造計算

外周仕切設備の底板は、ピットの自重、廃棄体及び充填モルタル等に対する地盤反力、地震荷重を考慮し、4 辺固定スラブとして断面力を算出した。

3) 覆いの構造計算

覆いは、外周仕切設備側壁及び内部仕切設備側壁により 4 辺がばね支持され、覆いの背面を廃棄体及び充填モルタル層によりばね支持されたスラブとして断面力を算出した。ただし、保守的に廃棄体・モルタル層の弾性係数を算出するにあたっては、廃棄体内部を空とした。

(2) 覆土後

1) 外周仕切設備の側壁及び内部仕切設備の構造計算

外周仕切設備側壁及び内部仕切設備側壁により 3 辺がばね支持され、仕切り板の背面を廃棄体及び充填モルタル層によりばね支持された 3 辺回転固定 1 辺自由スラブとして断面力を算出した。常時は、覆土荷重、側部土圧、地下水圧等を考慮し、地震時は、常時の荷重に加えて地震荷重を考慮した。

2) 外周仕切設備の底板の構造計算

外周仕切設備の底板は、外周仕切設備側壁及び内部仕切設備側壁により 4 辺がばね支持され、底板内側を廃棄体及び充填モルタル層によりばね支持された 4 辺回転固定スラブとして断面力を算出する。常時は、覆土荷重、地下水圧、自重等を考慮し、地震時は常時の荷重に加えて地震荷重を考慮した。

3) 覆いの構造計算

覆いは、外周仕切設備側壁及び内部仕切設備側壁により 4 辺がばね支持され覆いの背面を廃棄体及び充填モルタル層によりばね支持された 4 辺回転固定スラブとして断面力を算出した。なお、廃棄体・モルタル層の弾性係数を算出するにあたっては、保守的に廃棄体内部を空とし、覆土荷重、地下水圧、自重等を考慮した。

4.1.3.2 耐震要素の二次元 FEM 解析結果

外周仕切設備、内部仕切設備、覆い、底板の各耐震要素の二次元 FEM 解析モデルの結果を表 4.1.10 に示す。各要素の部材厚及び主筋の配筋により発生応力度が鉄筋コンクリートの許容応力度以下であることを確認した。なお、せん断補強筋は、コンクリートのみでせん断力を負担することもできるよう配筋することとした。

4.1.3.3 ピットの二次元 FEM 解析

覆土後のピット全体を対象に外周仕切設備、内部仕切設備、覆い、セメント系充てん材の層、ポーラスコンクリート層及び廃棄体/モルタルから成る断面を 2 次元 FEM により、静的応力解析を行った。ピット形状は、平面寸法が 36.0m×40.16m と短辺と長辺の長さに約 4m の差があり、地震力を受ける部材は、長辺方向も短辺方向も外部仕切設備の側壁 2 枚、内部仕切設備 5 枚で同じであるが、長辺方向の方は地震時の覆土や区画内定置材の慣性力が 4m 分大きく発生応力度が短辺方向の場合より大きくなることが考えられる。一方、短辺方向の断面は、断面幅が小さくなることから、地震時の地盤反力が長辺方向の場合より大きくなり、底版部の発生応力度が長辺方向の場合より大きくなることが考えられる。

以上より、短辺方向と長辺方向の 2 方向の断面を検討断面とした。解析モデルを図 4.1.10 に示す。底部には鉛直方向と水平(せん断)方向に地盤バネを設けた。2 次元 FEM 解析用物性値、許容応力度を表 4.1.11 及び表 4.1.12 に示す。荷重条件は、常時及び地震時において表 4.1.13 に示す荷重を考慮した。また、比重の異なる廃棄体が同一のピット内に定置されることから重量のある廃棄体を偏在させた種々の定置パターンを想定した。なお、解析の際の配筋図を図 4.1.11 に示す。

4.1.3.4 ピットの二次元 FEM 解析結果

常時及び地震時における解析の結果を図 4.1.12 及び図 4.1.13 に示す。

常時においては、設備に発生する最大圧縮応力は 1.41N/mm^2 であり、コンクリートの許容圧縮応力度 8.1N/mm^2 を下回る。最大せん断応力度は 0.95N/mm^2 であり、コンクリートの許容せん断応力度 1.7N/mm^2 を下回る。また、この時の最大地盤反力は 550.5kN/m^2 である。地震時においては、設備に発生する最大圧縮応力は 1.56N/mm^2 であり、コンクリートの許容圧縮応力度 12.2N/mm^2 を下回る。最大せん断応力度は 0.65N/mm^2 であり、コンクリートの許容せん断応力度 2.57N/mm^2 を下回る。また、この時の最大地盤反力は 723.1kN/m^2 である。

以上より、ピットは重量のある廃棄体を偏在させた種々の定置条件下においても十分な強度を有し、常時、地震時の荷重により外周仕切設備及び覆いに放射性物質が容易に漏出するようなひび割れが発生することはないことを確認した。

4.2 トレンチ

4.2.1 トレンチ埋設施設の設計条件

トレンチの概念設計に係る設計条件を表 4. 2.1、表 4. 2.2 及び表 4. 2.3 に示す。

4.2.2 トレンチ埋設施設の設計仕様

4.2.2.1 設計方針

トレンチ埋設施設の仕様の検討にあたっては、埋設対象物がフレキシブルコンテナ、200ℓドラム缶、角型容器であり、それらの埋設計画に応じた必要な基数で効率よく収納できる仕様とする。また、非放射性の有害物質の環境影響を踏まえて、一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上¹³⁾の基準を考慮した。

4.2.2.2 設計仕様の検討

(1) 施設型式の検討

トレンチ埋設施設への処分が想定される主要な廃棄体の性状は、以下の2つに分類できることからこの分類に応じた施設型式を検討した。

- ・コンクリート、金属等の安定五品目に相当するもの
- ・溶融、圧縮等の処理をし、収納した容器にコンクリート等を充填した充填固化体又は均質固化体（安定五品目に相当しないもの）

1) 安定五品目を埋設するトレンチ埋設施設

トレンチに係る技術基準としては、現行の原子炉等規制法では素掘り型のトレンチが規定されており、埋設対象物は原子炉施設から発生した金属、コンクリート、これに類するものとされている。本概念設計においては、埋設対象物の規制区分として核燃料サイクル施設から発生した金属、コンクリート、これに類するものも対象としており、廃棄物の性状としては、金属、コンクリートの他、廃棄物処理法においてそのまま地中に埋め立てても環境保全上支障のないものとされているプラスチック、ゴム屑、ガラスを含めた。これらの埋設対象物は、素掘り型のトレンチに埋設するが、廃棄物処理法における安定五品目に相当することを踏まえ安定型産業廃棄物処分場と同等の施設基準を取り入れることにした。産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準¹³⁾第二条第三項ハによれば、埋め立てられた産業廃棄物への安定型産業廃棄物以外の廃棄物の付着又は混入の有無を確認するための水質検査に用いる浸透水を埋立地から採取することができる設備が設けられていることとされている。したがって、安定五品目を埋設するトレンチの底面中央部に直径 200mm の有孔硬質塩ビ管を設置し、その周囲に保護層として粒度調整砕石を設置する。上下流方向に幹線を敷設し、横断方向に枝線を接続する形式とする。また、その流末には地下水集排水立孔（有孔管φ300mm）を設置し、水質検査のための採水を行うとした。

2) 安定五品目以外を埋設するトレンチ(付加機能型トレンチ) 埋設施設

放射線障害防止法等の廃棄物は、放射性物質の使用目的、使用方法の多様性等から有害な化学物質等が混入されている可能性がある¹⁴⁾。従って、本廃棄物を埋設する際には、主にこれらの物質の無害化・閉じ込め性の向上を図る観点から、溶融、固型化処理等を施した後容器に収納し充填固化体又は均質固化体とされる。これらの充填固化体等をトレンチに埋設する場合、廃棄体からの化学物質の溶出による地下水等への影響を考慮し、溶出量が所定の基準以下となるように廃棄体中の有害物質の含有量を制限することにより周囲の公共水域等を保全することとした。廃棄物処理法における実績を踏まえ、その基準値としては管理型処分場への処分基準に対応することから、トレンチ処分対象廃棄体の受入基準としてこれを取り入れた。以下に管理型処分場の施設基準の要件毎に本設計に反映した検討内容を示す。なお、構造等は既往¹⁵⁾の文献に準拠した。

① 遮水シート

廃棄物処理法によれば、遮水シートについて、次の3つから選定することになっている。

- a. 粘土層+遮水シート
- b. アスファルト・コンクリート層+遮水シート
- c. 不織布+二重の遮水シート

これらのうち、最も掘削量が少ないのは不織布+二重の遮水シートであり、廃棄体の収納効率が最もよくなるため、これを採用する。遮水シートとしては、強度・耐久性がよく使用実績も多いHDPE系遮水シート（合成ゴム・合成樹脂系）を採用した。また、浸出水等の排水処理を減らしこれに係るコストを軽減するため、遮水シートの設置位置は、トレンチ底部、法面部の他に最上面の中間覆土上部にも敷設する。底部、法面部の遮水シートは、作業期間が長いこと、上をキャリアダンプが走行すること、順次中間覆土を施工しながら廃棄体を定置する等から遮水シートには保護層を設ける設計とした。遮水工の概形を図4.2.1に示す。

② 地下水集排水施設

遮水シートを敷設した場合のトレンチの基底面は地下水位より上とするが、急激な地下水位の変化及び湧水（地下へ浸透した雨水）の影響により、揚圧力が働いて遮水工を破損することがあり、この影響を防止するため地下水などを速やかに排除するための地下水集排水施設を設置した。地下水集排水施設は、地下水を排水するための底面部地下水集排水施設、主に湧水を排水するための法面部地下水集排水施設及びそれらの排水を一時的に貯留するポンプピットにより構成する。

a. 底面部地下水集排水施設

底面部の地下水集排水施設は、有孔管などを栗石又は砂利などのフィルター材で覆った暗渠構造とし、上下流方向に幹線を敷設し、横断方向に枝線を接続する形式とする。

地下水排水溝に埋設する集水管は内径150mm～300mmが標準である。本設計では、集水管の上に重量のある廃棄体がかかることから、集水管の変形による断面減少を考慮し内径300mmとする。また、集水管の材質は、耐久性及び施工性に優れている有孔硬質塩ビ管を用いることとする。底面部地下水集排水施設の概形を図4.2.2に示す。

b. 法面部地下水集排水施設

法面部は、底面部と同様の線状の暗渠排水構造により遮水工の裏面の集排水を行うため、有孔硬質塩ビ管で内径300mm、暗渠の間隔は20mとし、フィルター材は一般的な碎石とする。ただし、法面部地下水集排水施設を地表面まで延長すると、後述する雨水集排水施設の水を取り込むことになるため、最上段のドラム缶型廃棄体の下部付近から下に設置することとした。法面部地下水集排水施設の概形を図4.2.3に示す。

c. 地下水集排水立孔

安定5品目を埋設するトレンチと同様に、地下水集排水施設の流末には地下水集排水立孔（有孔管φ300mm）を設置し、水質検査のための採水を行う設計とした。

③ 雨水集排水施設

一般廃棄物処分場等では、雨水等の地表水の流入を防止するため雨水集排水施設を設置することから、作業中は仮設テントを設置し雨水の浸入防止措置とする。上部覆土施工後については、仮設テントを除去するため雨水の影響が考えられることから、覆土法面は勾配をつけ、トレンチの周囲にはU字溝を敷設することとした。法面部地下水集排水施設の概形を図4.2.4に示す。

④ 保有水集排水施設

本トレンチでは、遮水シートで廃棄物層を囲うため雨水の浸入は考えにくく、埋設対象物の

性状についても保有水を生じないものであるが、仮に雨水が浸入しても周辺環境に浸出しないう保有水集排水施設を設置する。保有水集排水施設は、保有水を集排水するための底部集排水管、法面部集排水管、発生ガスの影響を回避するための埋立ガス処理設備及び集排水した水を貯留しておくための原水槽から構成する。

a. 底部集排水管

底部集排水管の配置は、廃棄物層は細長い矩形の形状であるため、幹線を直線状に1本配置し、20m間隔で支線とし、材料は、廃棄体荷重に耐えられる強度を有し、可とう性があり施工性がよい有孔硬質ポリエチレン管とした。また、底部集排水管は空気の供給及びガス抜き機能を兼用しているため、使用管径を200mm以上とすることが望ましいとされていること、並びに、幹線には直径400mm以上、支線には直径200mm以上の有孔管が採用されている事例が多いことからこれと同様とした。被覆材としては、細粒分が混じると目詰まりの原因になることから砕石と栗石を用いることとした。底部集排水管の概形を図4.2.5に示す。

b. 法面部集排水管

法面部集排水管は、廃棄物層の法面に沿って設置され、その下流側は、底部集排水管と接続する。また、法面部集排水管は、集水機能よりも上下方向の排水機能を担い、その配置間隔は、経験的に底部集排水管の2倍でよいとされているため、法面部集排水管は40m間隔とする。法面部集排水管には廃棄体荷重が作用するため、底部集排水管と同じ有孔硬質ポリエチレン管を採用した。また、管径も底部集排水管の支線と同じく直径200mmとすることとした。

c. 埋立ガス処理設備

本設計では、埋設対象物の性状を踏まえて埋立ガス処理設備を設置しないこととした。最終処分場に係る技術上の基準¹³⁾第一条第二項第十六号によれば、一般廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準として、“通気装置を設けて埋立地から発生するガスを排除すること”とされている。しかし、第二条第二項第三号によれば、“管理型最終処分場の維持管理は、前条第二項第五号及び第七号から第二十号まで（鉱さい、ばいじん等ガスを発生するおそれのない産業廃棄物のみを埋め立てる最終処分場にあつては、第十六号を除く。）”とされている。また、保有水の集排水設備について、“集排水管は空気供給及びガス抜きの機能を兼ねるので、使用管径は200mm以上とすることが望ましい”とされている。本設計では、埋設対象物は、ガス発生の可能性が低いこと、ガス抜きの機能を要する集排水管が設置されているためガス抜き施設は設置していない。

⑤ 浸出水処理設備

一般廃棄物、産業廃棄物の管理型処分場では、浸出水の管理を集水ピットを設置して行う場合がある。しかし、本施設は、廃棄物層が遮水シートに覆われていることから浸出水の発生量は多くない。このため連続放流による排水をしないことから浸出水処理設備を設けない。ただし、保有水集排水施設の流末に浸出水集水立孔を設置し、そこから定期的に採水等を行う。浸出水集排水立坑より定期的に採水等を行った際に生じる分析廃液等は、受入検査施設内の液体廃棄物処理設備により処理をする。

(2) 施設寸法の検討

1) 安定5品目相当を埋設するトレンチ埋設施設

トレンチ埋設施設の設置深度は、移行抑制の観点から、地下水位より上にする。設計条件より、地下水位は平均GL-5mであり、季節変動を考慮した地下水位はGL-4mまで達するとし、トレンチの深さを地表面から4m下とする。この場合、掘削造成したトレンチ内に積む容器の段数は3段積

みとなる。

トレンチ埋設施設への埋設対象物は、角型廃棄体とフレキシブルコンテナである。角型廃棄体とフレキシブルコンテナでは寸法が異なるため、それぞれ専用のトレンチに定置する場合と一つのトレンチに定置する場合が考えられる。トレンチの断面当たりの収納効率を考慮すると、専用の容器のみを埋設するトレンチを設置する場合が効率がよい。

しかし、廃棄体の埋設計画の変更に応じて柔軟な作業が必要となることや、異なる仕様のトレンチの併設、同時作業等をする場合に伴うコストの増加が想定される。また、それぞれの容器専用のトレンチを設置する場合と、角型容器及びフレキシブルコンテナを同一のトレンチに定置する場合を比較すると、収納効率に大差はない。

従って、角型容器及びフレキシブルコンテナを同一のトレンチに定置する仕様とした。トレンチの断面は、定置の安定性の観点からできるだけフレキシブルコンテナの下に角型容器を定置することとした。安定5品目相当を埋設するトレンチの断面を図4.2.6に示す。

トレンチの断面寸法、長さは、海外類似事例の実績、角型容器及びフレキシブルコンテナの埋設計画（角型容器、フレキシブルコンテナの数量割合）、作業コストの平坦化（単年度に覆土等に係る費用が集中しないようにトレンチ以外の施設の作業費も考慮した。）を踏まえて設定した。

2) 安定5品目以外を埋設するトレンチ(付加機能型トレンチ) 埋設施設

トレンチの設置深度は、移行抑制の観点から、地下水位より上にする。設計条件より、地下水位は平均GL-5mであり、季節変動を考慮した地下水位はGL-4mまで達するとし、トレンチの高さを地表面から4m下とする。この場合、この場合、掘削造成したトレンチ内に積む容器の段数は3段積みとなる。

付加機能型トレンチ埋設施設の埋設対象物は、2000ドラム缶のみである。安定5品目相当以外を埋設するトレンチの断面を図4.2.9に示す。

トレンチの断面寸法、長さは、海外類似事例の実績、2000ドラム缶の埋設計画、作業コストの平坦化(単年度に覆土等に係る費用が集中しないようにトレンチ以外の施設の作業費も考慮した。)を踏まえて設定した。

4.2.2.3 構造・仕様

(1) 安定5品目を埋設するトレンチ埋設施設

安定5品目を埋設するトレンチ埋設施設の仕様を表4.2.4に示す。埋設地には、図4.2.12及び図4.2.13に示すよう安定五品目を埋設する埋設用トレンチを、埋設計画に従ってP埋設地、S埋設地を整備することとし、それぞれ6基、6基のトレンチを設置する。

P埋設地用トレンチの寸法は、約31m×137m、深さ約4mであり、S埋設地用トレンチの寸法は、約31m×148m、深さ約4mである。その周囲には排水溝を設け地表水が埋設地に容易に流入しないようにするとともに、作業期間中には雨水浸入防止用テントを敷設する。

図4.2.7及び図4.2.8に示すように埋設地底部中央には、環境影響の監視を目的とした地下水集排水用の有孔硬質塩ビ管を上下流方向に幹線を敷設し、横断方向に枝線を接続する形式とする。幹線流末には地下水採取孔を設置する。

1基当たり廃棄体(2000ドラム缶換算)で、P埋設地用トレンチでは約21,540本相当、S埋設地用トレンチでは約23,570本相当を埋設することができる。下段には角型容器、中段には、角型容器又はフレキシブルコンテナ、上段にはフレキシブルコンテナを埋設する。なお、最下段から最上段まで全てフレキシブルコンテナとする場合もある。

中間覆土は、十分な転圧効果が得られるよう約25cmとした。トレンチは、表層砂質土を掘り下げた部分に設置し、その埋戻し及び埋設地の上面には、設備が容易に露出しないよう配慮して現

地掘削土を締めながら地表面上約 2.5m の覆土を施す。

(2) 安定 5 品目以外を埋設するトレンチ(付加機能型トレンチ) 埋設施設

安定 5 品目以外を埋設するトレンチ埋設施設の仕様を表 4.3.5 に示す。

埋設地には、図 4.2.12 及び図 4.2.13 に示すよう安定五品目以外を埋設する埋設用トレンチを、埋設計画に従って P 埋設地、S 埋設地を整備することとし、それぞれ 3 基ずつ設置する。

P 埋設地用トレンチの寸法は、約 30m×190m、深さ約 4m であり、S 埋設地用トレンチの寸法は、約 30m×217m、深さ約 4m である。その周囲には排水溝を設け地表水が埋設地に容易に流入しないようにするとともに、操業期間中には雨水浸入防止用テントを敷設する。

トレンチ底部、側部、上部には遮水工を施す。遮水工内への埋設対象物は、廃棄物処理における一般水域への排水基準と同程度である溶出基準^{13) 15)}を満たすものであり、また、保有水を生じない性状である。したがって遮水工は安全性の観点からは移行抑制機能を備えればよいが、安心のため廃棄物処理法における遮水工の基準を満たすものとする。

図 4.2.10 及び図 4.2.11 に示すように埋設地底部(遮水工の裏)中央には、遮水工の損壊等を防止するためと環境影響の監視を目的とした地下水集排水用の有孔硬質塩ビ管を上下流方向に幹線を敷設し、横断方向に枝線を接続する形式とする。幹線流末には地下水採取孔を設置する。

また、遮水工内に保有水が生じた場合の水質監視を目的とした保有水集排水用の有孔硬質塩ビ管を上下流方向に幹線を敷設し、横断方向に枝線を接続する形式とする。幹線流末には保有水採取孔を設置する。

1 基当たり廃棄体(2000ドラム缶換算)で、P 埋設地用トレンチでは約 17,540 本相当、S 埋設地用トレンチでは約 20,250 本相当、を埋設することができる。埋設対象物は、2000ドラム缶である。

中間覆土は、十分な転圧効果が得られるよう約 25cm とした。トレンチは、表層砂質土を掘り下げた部分に設置し、その埋戻し及び埋設地の上面には、設備が容易に露出しないよう配慮して現地掘削土を締めながら地表面上約 2.5m の覆土を施す。

4.3 受入検査施設

4.3.1 受入検査施設の設計条件

受入検査施設を概念設計するうえでの設計条件を表 4. 3.1 に示す。

4.3.2 受入検査施設の設計仕様

4.3.2.1 設計方針

本施設は、事業所外運搬によって輸送されてきた廃棄体を受入れ、一時的な保管、廃棄体の外観検査、検査された廃棄体を種類に応じてコンクリートピット又はトレンチへ搬出するためのものである。取扱い対象物としては、2000ドラム缶、フレキシブルコンテナ、角型容器、異形大型廃棄体、輸送容器等が想定されるため、多種の容器の取扱い、保管に対し合理的に対応できることを方針とした。

4.3.2.2 受入検査施設の取扱い対象容器種類毎の数量の想定

本施設においては、操業期間 50 年を想定しその間にピット処分対象 22 万本(2000ドラム缶換算本数)、トレンチ処分対象 38 万本を取り扱う。この数量について処分方法別発生者別容器種類別の内訳を表 4. 3. 2 に示す。この数量を平坦化した年間平均取扱数量はピット処分対象 4, 400 本/年、トレンチ処分対象 7, 600 本/年となる。

ここで、2. 2. 6(3) 項により受入検査施設の最大取扱い能力は、ピット処分対象 6, 000 本/年、トレンチ処分対象 12, 000 本/年である。したがって、最大取扱い数量と平均取扱数量の比を表 4. 3. 2 の数量に乗じて、50 年で除した数量を、受入検査施設で取り扱う容器種類別の取扱い数量としこれに応じた設備能力とした。

その数量を表 4. 3. 3 に示す。ここで、原子力機構から発生する数量が多いことからドラム缶、フレキシブルコンテナ、角型容器ともに船舶輸送により輸送容器に収納された形態で受入検査施設にて受け入れることを想定した。大学、民間、RI 事業者分は、数量が少ないことから陸上輸送により輸送容器に収納されない形態で受入検査施設にて受け入れることを想定した。

4.3.2.3 構造・設備仕様

(1) 建屋

受入検査施設建屋は、トラックヤード、建屋天井クレーン、廃棄体等一次保管設備、廃棄体の受入検査設備、放射線管理設備、計測制御設備、液体・固体廃棄物処理設備、放射能分析設備等を収容するものとした。受入検査施設建屋の設計仕様を表 4. 3. 4 に示す。

主要構造は、RC 造で地上 3 階、塔屋 1 階(地上高さ約 21. 2m)、平面が約 73. 5m×約 69. 0m の建物である。主要部分のコンクリート厚さは、外壁で約 0. 2m～0. 5m、屋根で約 0. 5m である。なお、受入一時保管室の 1 階相当部分の外壁のコンクリート厚さについては、0. 5m にとどめ、その外壁の外表面から約 20m の区域が屋外第二種管理区域(表面汚染の生じるおそれのない区域)である。受入検査施設の部屋の配置図を図 4. 3. 1～図 4. 3. 3 に示す。主要な建屋附属設備は、以下に示すとおりである。

- 1) 換気空調設備 : 1 式
- 2) 消防用設備 : 1 式
- 3) 非常用発電機 : 1 式
- 4) 一時保管設備 : 1 式

受入検査施設の換気空調設備は、制御室、電気機械室等の非管理区域系と、受入一時保管室、廃棄体検査室等の管理区域系とに区分し、各区域に清浄外気を供給するとともに建屋内温度を適切に制御する。換気空調設備の換気量は、受入一時貯蔵室、廃棄体検査室について必要に応じて

の 20 Pa 程度の負圧とすることができる容量とした。排気系統を図 4.3.4 に示す。

また、受入検査施設には、「消防法」に基づき自動火災報知設備及び消火設備等の消防用設備等を設ける。外部電源系の機能喪失に対応するための非常用所内電源系としては、受入検査施設等の通常の操業を行うのに十分な容量のディーゼル発電機を設置する。

建屋配置図のうち受入一時保管室は、船舶輸送による輸送容器を保管する設備である。受入一時保管室では、年間 12,000 本(60 万本/50 年)の取扱量を想定した。受入一時保管室の容量は、廃棄体を輸送する輸送船の容量が約 3,000 本(2000 ドラム缶換算)と想定されること、年 4 回程度の輸送キャンペーンとし、まとまった廃棄体数量の受け入れを想定すること、厳冬期に 3 か月間程度作業ができなくなることを踏まえ、年間取扱数量の約 3 か月分の保管能力とした。

トレンチ一時保管室 A、B の保管能力は、主に大学、民間、RI 事業者分の陸上輸送される、輸送容器に収納されていないトレンチ処分対象の廃棄体及びコンクリート等廃棄物を取り扱うために十分な保管能力を、表 4.3.3 の数量を踏まえて設定した。検査室内の一時保管スペースの保管能力は、主に海上輸送される、輸送容器に収納されているピット処分対象の廃棄体(2000 ドラム缶及び角型容器)を取り扱うために、それぞれピット 1 区画分に定置する数量である、360 本分(8 行×5 列×9 段)、64 個分(4 行×4 列×4 段)とした。一時保管能力を図 4.3.5 に示す。

(2) 受入検査設備

受入検査施設に輸送されてくる廃棄体等には、ピット処分対象として 2000 ドラム缶、角型容器、トレンチ処分対象としてフレキシブルコンテナ、2000 ドラム缶、角型容器があり、それらの廃棄体は概ね輸送容器に収納されているが一部は輸送容器に収納されない場合も想定される。これらの廃棄体について、ピット/トレンチ処分、容器形状、輸送容器の有無毎に廃棄体の受け入れ、検査、払い出し工程ラインを設ける。以下の 1) 及び 2) に各工程の概要を、3)～10) に受入検査設備の主要な設備及び機器の種類を述べる。なお、複数の容器を搬送可能なラインを一本設け、それぞれの容器専用のラインを設けることをできるだけ避けることにより合理化を図り、設備が少なく、施設規模が大きくなるよう配慮した。また、放射線業務従事者の不必要な放射線を受けることを防止する観点から自動化、遠隔化を図った。天井クレーン等は、クレーン構造規格¹⁶⁾に基づくとともに、廃棄体取扱いの安全性に係る各種インターロックを備える。また、吊り具には吊り荷の振れ止めを考慮するとともに、廃棄体つかみ具は、廃棄体の形状に応じて 1 本ごとに確実につかむことができる構造とした。

1) ピット処分対象

① 輸送容器に収納されたドラム缶

輸送容器受入用のトラックヤード A に輸送されてきた廃棄体(ドラム缶) 8 個収納の輸送容器を天井クレーン A により受入一時保管室に 4 段積みで一時保管し、引き続き輸送容器を天井クレーン A で輸送容器搬送コンベアに載せ、検査室内に搬送する。検査室では、輸送容器から廃棄体を 1 個ずつ取り出し、表示される整理番号の読み取り、外観の検査を行う。検査済の廃棄体は、コンベア等により移送するとともに、検査室内一時保管スペース(トラックヤード C 付近)で保管し、埋設工程に整合させて天井クレーン C により 8 個単位でトラックヤード C において構内輸送車両に積載のうえ埋設地(ピット)へ輸送される。廃棄体動線図、廃棄体取扱いフローを図 4.3.6、図 4.3.7 に示す。

② 輸送容器に収納されていないドラム缶

トラックヤード B に輸送されてきた廃棄体(ドラム缶)を天井クレーン B 等により検査室内一時保管スペースに 1 段積みで一時保管し、廃棄体を 1 個ずつ検査室においてコンベア等により廃棄体を移送するとともに、表示される整理番号の読み取り、外観の検査を行う。検査済の廃棄体

は検査室内一時保管スペース(トラックヤードC付近)で保管し、埋設工程に整合させて天井クレーンCにより8個単位でトラックヤードCにおいて構内輸送車両に積載のうえ埋設地(ピット)へ輸送される。廃棄体動線図、廃棄体取扱いフローを図4.3.8、図4.3.9に示す。

③ 輸送容器に収納された角型容器

輸送容器受入用のトラックヤードAに輸送されてきた廃棄体(角型容器)2個収納の輸送容器を天井クレーンAにより受入一時保管室に4段積みで一時保管し、引き続き輸送容器を天井クレーンAにより輸送容器搬送コンベアに載せ、検査室内に搬送する。検査室では、輸送容器から廃棄体を1個ずつ取り出し、表示される整理番号の読み取り、外観の検査を行う。検査済の廃棄体は、コンベア、天井クレーンDによりにより移送するとともに、検査室内一時保管スペース(トラックヤードD付近)にて保管し、埋設工程に整合させて天井クレーンDにより6個単位でトラックヤードDにおいて構内輸送車両に積載のうえ埋設地(ピット)へ輸送される。廃棄体動線図、廃棄体取扱いフローを図4.3.10、図4.3.11に示す。

④ 輸送容器に収納されていない角型容器

トラックヤードDに輸送されてきた廃棄体(角型容器)を天井クレーンDにより検査室内一時保管スペース(トラックヤードD付近)に2段積みで一時保管し、廃棄体を1個ずつ検査室において天井クレーンDにより移送するとともに、表示される整理番号の読み取り、外観の検査を行う。検査済の廃棄体は同保管スペースで保管し、埋設工程に整合させて天井クレーンDにより6個単位でトラックヤードDにおいて構内輸送車両に積載のうえ埋設地(ピット)へ輸送される。廃棄体動線図、廃棄体取扱いフローを図4.3.12、図4.3.13に示す。

2) トレンチ処分対象

① 輸送容器に収納されたドラム缶

輸送容器受入用のトラックヤードAに輸送されてきた廃棄体(ドラム缶)8個収納の輸送容器を天井クレーンAにより受入一時保管室に4段積みで一時保管し、引き続き輸送容器を天井クレーンAで輸送容器搬送コンベアに載せ、検査室内に搬送する。検査室では、輸送容器から廃棄体を1個ずつ取り出し、表示される整理番号の読み取り、外観の検査を行う。検査済の廃棄体は、コンベア、天井クレーンBにより移送するとともに、トレンチ一時保管室Aにて保管し、埋設工程に整合させて天井クレーンBにより12個単位でトラックヤードBにおいて構内輸送車両に積載のうえ埋設地(付加機能型トレンチ)へ輸送される。廃棄体動線図、廃棄体取扱いフローを図4.3.14、図4.3.15に示す。

② 輸送容器に収納されていないドラム缶

トラックヤードBに輸送されてきた廃棄体(ドラム缶)を天井クレーンBによりトレンチ一時保管室Aに1段積みで一時保管し、廃棄体を1個ずつ検査室において天井クレーンBにより移送するとともに、表示される整理番号の読み取り、外観の検査を行う。検査済の廃棄体は同保管室で保管し、埋設工程に整合させて天井クレーンBにより12個単位でトラックヤードBにおいて構内輸送車両に積載のうえ埋設地(付加機能型トレンチ)へ輸送される。廃棄体動線図、廃棄体取扱いフローを図4.3.16、図4.3.17に示す。

③ 輸送容器に収納された角型容器

輸送容器受入用のトラックヤードAに輸送されてきたコンクリート等廃棄物(角型容器)2個収納の輸送容器を天井クレーンAにより受入一時保管室に4段積みで一時保管し、引き続き輸送容器を天井クレーンAで輸送容器搬送コンベアに載せ、検査室内に搬送する。検査室では、輸送容器からコンクリート等廃棄物を1個ずつ取り出し、表示される整理番号の読み取り、外観の検査を行う。検査済のコンクリート等廃棄物は、コンベア、天井クレーンDにより移送するとともに、トレンチ一時保管室Bにて保管し、埋設工程に整合させて天井クレーンDにより6個単位で

トラックヤードDにおいて構内輸送車両に積載のうえ埋設地(安定5品目を埋設するトレンチ)へ輸送される。廃棄体動線図、廃棄体取扱いフローを図4.3.18、図4.3.19に示す。

④ 輸送容器に収納されていない角型容器

トラックヤードDに輸送されてきたコンクリート等廃棄物(角型容器)を天井クレーンDによりトレンチ一時保管室Bに1段積みで一時保管し、コンクリート等廃棄物を1個ずつ検査室において天井クレーンDにより移送するとともに、表示される整理番号の読み取り、外観の検査を行う。検査済のコンクリート等廃棄物は同保管室で保管し、埋設工程に整合させて天井クレーンDにより6個単位でトラックヤードDにおいて構内輸送車両に積載のうえ埋設地(安定5品目を埋設するトレンチ)へ輸送される。廃棄体動線図、廃棄体取扱いフローを図4.3.20、図4.3.21に示す。

⑤ 輸送容器に収納されたフレキシブルコンテナ

輸送容器受入用のトラックヤードAに輸送されてきたコンクリート等廃棄物(フレキシブルコンテナ)2個収納の輸送容器を天井クレーンAにより受入一時保管室に4段積みで一時保管し、引き続き輸送容器を天井クレーンAで輸送容器搬送コンベアに載せ、検査室内に搬送する。検査室では、輸送容器からコンクリート等廃棄物を1個ずつ取り出し、表示される整理番号の読み取り、外観の検査を行う。検査済のコンクリート等廃棄物は、コンベア、天井クレーンDにより移送するとともに、トレンチ一時保管室Bにて保管し、埋設工程に整合させて天井クレーンDにより10個単位でトラックヤードDにおいて構内輸送車両に積載のうえ埋設地(安定5品目を埋設するトレンチ)へ輸送される。廃棄体動線図、廃棄体取扱いフローを図4.3.22、図4.3.23に示す。

⑥ 輸送容器に収納されていないフレキシブルコンテナ

トラックヤードDに輸送されてきたコンクリート等廃棄物(フレキシブルコンテナ)を天井クレーンDによりトレンチ一時保管室Bに1段積みで一時保管し、コンクリート等廃棄物を1個ずつ検査室において天井クレーンDにより移送するとともに、表示される整理番号の読み取り、外観の検査を行う。検査済のコンクリート等廃棄物は同保管室で保管し、埋設工程に整合させて天井クレーンDにより10個単位でトラックヤードDにおいて構内輸送車両に積載のうえ埋設地(安定5品目を埋設するトレンチ)へ輸送される。廃棄体動線図、廃棄体取扱いフローを図4.3.24、図4.3.25に示す。

3) 天井クレーンA(輸送容器取扱用)

- ・種類 普通型天井クレーン(クラブトロリ式)
- ・容量 約9ton

4) 天井クレーンB(ドラム缶1本単位取扱用)

- ・種類 普通型天井クレーン(クラブトロリ式)
- ・容量 約1ton

5) 天井クレーンC(ドラム缶8本単位取扱用)

- ・種類 普通型天井クレーン(クラブトロリ式)
- ・容量 約8ton

6) 天井クレーンD(鋼製角型容器・フレキシブルコンテナ1個単位取扱用)

- ・種類 普通型天井クレーン(クラブトロリ式)
- ・容量 約2.5ton

7) コンベア(輸送容器搬送ライン)

- ・種類 チェーンコンベア・ローラコンベア
- ・台数 1式
- ・容量 輸送容器用 約9ton
廃棄体用(ドラム缶用) 約1ton

8) 輸送容器蓋脱着装置

- ・種類 軌道走行方式
- ・台数 1基
- ・容量 0.4ton

9) 廃棄体取出装置(ドラム缶用)

- ・種類 1本掴み方式吊り上げ装置
- ・台数 1基
- ・容量 1ton

10) 廃棄体検査設備

- ・種類 光学式廃棄体検査装置(整理番号読み取り及び外観検査)
- ・台数 2基(ドラム缶用1基、鋼製角型容器及びフレキシブルコンテナ用1基)

(3) 放射線管理施設

1) 遮蔽

受入検査施設からの直接 γ 線及びスカイシャイン γ 線による一般公衆及び放射線業務従事者等の受ける線量当量率低減の観点からは、建屋主要部分のコンクリート厚さ等は十分な遮蔽厚さとする。受入検査施設の遮蔽設計については、5.1項に示す。

2) 放射線管理施設

本施設に係る放射線管理を適切に実施するため、管理区域を壁、さく等の区画物によって区画し、放射線業務従事者等の出入り管理ができるようにするとともに、エリアモニタ等の放射線モニタを設置する。さらに、放射線業務従事者等の受ける線量当量率等を測定するための個人線量当量測定器、放射線サーベイ機器等の機材を備える。

分析廃液、排水・監視設備からの排水等の放射性物質の濃度を測定するため、試料分析関係設備を備える。また、換気空調設備の排気口における放射性物質の濃度を監視するため、排気用モニタを設置する。受入検査施設における放射線管理施設を図4.3.26に示す。主要な設備及び機器の種類は、以下に示すとおりである。

① 個人管理用測定設備

- ・個人線量当量測定器 :1式

② 放射線監視・測定設備

- ・放射線サーベイ機器 :1式
- ・エリアモニタ :1式
- ・排気用モニタ :1式
- ・ダストサンプラ :1式

③ 試料分析関係設備(建屋内放射線管理試料、ピット及びトレンチからの排水管理試料)

- ・放射能測定装置:1式

(4) その他の附属施設

液体廃棄物処理設備は、発生する液体廃棄物に対して十分な容量の収集タンク、濾過装置、サンプルタンク等により構成するものとした。これらにより周辺環境に放出する液体廃棄物の放射性物質の濃度を適切に軽減する。また、配管等は、万一液体廃棄物が外部へ漏出することを防止するため、液体廃棄物処理設備を設置する区画等に堰を設ける等の必要な対策を講じた。液体廃棄物の処理設備系統の概要を図4.3.27に示す。

固体廃棄物処理設備は、使用済樹脂受タンク、固化装置、廃棄物保管エリア(最大保管廃棄能力:2000ドラム缶30本)等により構成するものとした。液体廃棄物処理設備内で発生する使用済樹脂(移送水等を含めて1バッチ約1.5m³)等は、ドラム缶に固型化し埋設する。作業に伴って発生する

固体状の廃棄物はドラム缶に詰めた後、受入検査施設内に保管廃棄するか、必要に応じて適切な処理を施して埋設するものとした。

固体廃棄物の処理設備系統の概要を図 4.3.28 に示す。

主要な設備及び機器の種類は、以下のとおりである。

1) 液体廃棄物処理設備

- ・収集タンク 1基(容量 3m³)
- ・濾過装置 1式(能力 1m³/h)
- ・濾過器(中空糸膜式)
- ・脱塩塔
- ・サンプルタンク(容量 3m³)

2) 固体廃棄物処理設備

- ・使用済樹脂タンク 1基(容量 2m³)
- ・固化装置(インドラムミキサ等) 1式(能力 0.5m³/バッチ)

4.3.3 受入検査施設の構造と耐震設計の検討

受入検査施設は、建築基準法関係法令等の基準に基づき構造設計を行う。耐震設計については、発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針¹⁷⁾を参考に重要度をCクラスとして「建築基準法施行令」により定められる地震力に耐えるよう一次設計をした。

二次設計として、建屋をその構造を踏まえて4層に分割し、それぞれの層の層間変形角が基準値を満たしていることの確認をしたのち、保有水平耐力により安全裕度を有していることを確認した。

受入検査施設における安全上重要な部位は、主たる耐震要素となる耐震壁であることから、耐震壁の配置図を図 4.3.29 に、この評価結果を表 4.3.5 に示す。

4.4 その他の附属施設

4.4.1 受変電所

受変電設備(外部電源系)は、事業所外より送電線にて構内に設置された変電所に 22KV1 回線(予備 1 回線)を受電し主変圧器で、6.6KV に降圧する受電設備、6.6KV に降圧した電源を受電して各建屋に給電するメタクラ設備と監視設備からなるものとした。図 4.4.1 に電源系統図を示す。6.6kV で構内各建屋等に送電し、各建屋内受電設備にて 200/100V に降圧して必要な負荷に給電する。受変電所は、これらの設備を収納し主要構造は、RC 造で地上 1 階、地上高さ 7.5m、平面が約 28m×約 18m の建物である。主要な設備は、以下に示すとおりである。

- (1) 空調設備 一式
- (2) 受電設備 一式
- (3) 消火設備 一式

なお、受入検査施設、廃棄物埋設地の附属施設、管理棟においては、外部電源系の機能喪失に対応するための非常用所内電源系として、これら施設等の通常の操業を行うのに十分な容量のディーゼル発電機を設置するものとした。

4.4.2 環境分析棟

本事業所においては、通常の操業時、周辺監視区域内に設置されているモニタリングポスト、気体・液体放射性廃棄物の放出監視設備、気象観測設備を設置し、放射線量率、放射性物質濃度、気象状況を監視するものとした。また、敷地内外において、定期的に陸域等において試料を採取し、環境中の放射性物質濃度の監視を行うこととした。

このうち、気体・液体放射性物質の放出監視/分析設備は受入検査施設内に収納し、環境分析棟においては、非管理区域において分析が可能な環境試料の分析を行う設備を収納するものとした。

環境分析棟において想定する監視項目は、表 4.4.1 とし、分析対象は、表 4.4.2 とした。このためこれらの分析に必要な測定器を収納できる測定室、試料の前処理等を行う前処理室がある。

環境分析棟の主要構造は、RC 造で地上 1 階、地上高さ 5.52m、平面が約 30m×約 14m の建物である。環境分析棟の概形及び部屋配置図を図 4.4.2 に示す。主要な設備は、以下に示すとおりである。

- (1) 換気空調設備 一式
- (2) 受電設備 一式
- (3) 給排水設備 一式
- (4) 消火設備 一式

4.4.3 屋外環境監視設備

屋外環境監視設備において想定する項目は、表 4.4.3 とした。これらを事業所内の適切な位置に配置し、監視盤を受入検査施設に備える。

(1) 空間放射線の測定

本事業所内周辺において、埋設施設に起因する外部被ばくによる線量の推定、評価に用いるため、空間放射線の測定を行う。このため、 γ 線による空間放射線量率の連続測定のできるモニタリングポストを設置するとともに、簡易に測定できる積算線量計を備えたモニタリングポイントを設定した。なお、環境放射線モニタリング指針¹⁸⁾には、「敷地境界の近傍及び人口の集中した地点に連続モニタを備えたモニタリングポストを配置し、空間放射線量率の 1 時間平均値を求めるとあるため、モニタリングポストの γ 線モニタは空間放射線量率の 1 時間平均値を測定できるものとした。また、第二種埋設規則の記録事項にある「周辺監視区域における外部放射線に係

る1月間（すべての廃棄物埋設地を覆うまでの間においては1週間）の線量当量」に対応するため、積算線量計は、外部放射線に係る1週間の線量当量を測定できるものとした。

(2) 気象観測設備

環境γ線モニタの測定結果の解釈を行うために、風向、風速、日射量、放射収支量等の気象要素を連続観測できる気象観測装置を設置した。装置の構成機器を表4.4.4に示す。これらは第二種廃棄物埋設規則、モニタリングに係る指針¹⁸⁾¹⁹⁾を踏まえた。

(3) 地下水の採取及び地下水位測定設備（モニタリング孔）

モニタリング孔は、敷地内の周辺監視区域境界付近に設置し、放射能濃度測定のための地下水の採水及び地下水位の測定を行う。モニタリング孔の底面位置は、実際は地下水流動を考慮して適切に配置し、コンクリートピット埋設施設からの放射性物質の漏えいを感知できるよう、ピットと同程度のGL-23mとした。モニタリング孔の設置は、ボーリングマシンで削孔後、有孔塩ビ管を設置する。また、地下水の採水及び地下水位の測定については、1か月に1回測定することとされており人力で行う。

(4) モニタリングシステム

モニタリングポスト等で測定した環境放射線情報及び気象情報をオンラインで収集し、集中監視できる環境監視盤を受入検査施設の制御室に設置した。また、集計、記録、解析等を行うとともに、施設の放射線情報を公開できる計算機システムを同施設内に設置した。モニタリングシステムの構成を図4.4.3に示す。

4.4.4 管理棟

本事業所においては、環境の保全、安全の確保、経済的な運営のために、受入検査施設、廃棄物埋設施設の操業、搬入される廃棄体の検査・計量、埋設計画と埋立状況との整合性の確認、廃棄体発生者との契約事務などの一連の作業を計画的に行う必要がある。

管理棟は、これらの作業を統合管理するために設置するものとし事務室、作業員控室、シャワー室、更衣室、湯沸室、食堂、洗面所、会議室等から構成される。さらに、周辺住民の見学会などに供する多目的ホール、会議室を設けることとした。また、換気装置、通信設備、電話設備、冷暖房設備なども備える。主要構造は、RC造で、地上3階（屋上部に機械室を設置）、地上高さ19.2m、平面が約51m×約28mの建物である。管理棟の配置図を図4.4.4に示す。

建屋規模については、受入検査施設、埋設施設の操業等に必要となる人員及び契約事務等を行う職員の人員数を想定し、官公庁において庁舎の面積算定の基準²⁰⁾に基づいて必要な室の種類、部屋の面積等を算定した。なお、多目的ホール、見学者用会議室、資料室等は、廃棄物埋設施設の維持管理の透明化を図り信頼性を高めるため、維持管理状況の記録閲覧、状況説明を目的として設置した。資料室には、埋め立てられた廃棄物の種類、数量及び点検、検査その他の措置の記録を作成し、事業廃止までの期間保存する。

4.4.5 守衛所及び事業所境界防護設備

原子炉等規制法等では、敷地の周囲には周辺監視区域等を設け当該区域への立ち入りを制限する必要があるため、構内にみだりに人が立ち入らないように防護柵を設けるとともに、構内に立ち入る人の管理をするための守衛所を設置する。

さらに、敷地の面積が広い安全管理や防犯対策のために、ITVカメラ、外灯等の夜間照明、監視設備を設置し、安全な環境づくりに心がけるとともに、管理人を守衛所に常駐させて夜間や休祝日の管理を行う。守衛所の部屋配置図を図4.4.5に示す。

また、事業所周圍の囲いの構造は、埋め立て地の立地条件、地形条件、気象条件などを考慮し

たうえで、最適なものとする。風雨等により囲いはさびたり、破損したりするので定期的に点検、補修が必要となりこれに要するコスト等も考慮した。なお、埋設地周辺の地形条件から人が立ち入れないようになっている場合は、設ける必要はないとされている。

今回の設計においては、管理期間がトレンチ処分で50年、ピット処分において約300年であり維持修繕コストの合理化を図るため、長期間の供用が可能なコンクリート製の囲いとした。その構造を図4.4.6に示す。

4.4.6 防災設備

埋設施設及びその事業所における火災対策としては、ほとんどが不燃性材料を使用するため、火災が発生する可能性は小さい。万一火災が発生した場合の対策とするため、構内に約40m³の耐震性埋設貯水槽を設置する。

また、本事業所においては、地形変更を伴うため、湧水及び降雨等の排水に伴う河川流域の雨水流出量が増大するおそれがある。このため、構内からの排水について、下流河川の流下能力に応じた流量調整を行うことを目的として防災貯留池を設置する。容量は、事業所の面積、掘削量、一般的な湧水量、降雨量、構内排水計画を踏まえて²¹⁾80m×80m×7m(約3600m³)とした。

4.4.7 構内輸送車両

構内輸送車両は、受入検査施設の払出用天井クレーンやフォークリフトから、定置作業をする埋設地側のコンクリートピット埋設施設の埋設クレーン、もしくは、トレンチ埋設施設の荷役装置まで作業の流れを滞ることなく廃棄体の積載、運搬、荷降ろしをできることを目的としている。

原子炉等規制法等では、事業所内における運搬に該当することから、これに係る技術上の基準である運搬物の表面線量当量率、運搬物の表面から1m離れた位置の最大線量当量率の制限、標識の表示、危険物等と混載しないこと、雨水浸透防止、飛散、漏えい防止等を講じる。

今回の設計においては、ピット処分及びトレンチ処分ごとに1日あたりの最大廃棄体定置数量を確保するために必要な輸送車両台数を、荷役作業に要する時間、受入検査施設-埋設施設間の輸送時間、車両一台あたりの積載能力を踏まえて設定した。

図4.4.7に示すように、輸送車両はピットに隣接して停車し、その荷台から廃棄体を釣り上げ、埋設施設に定置する作業に要する時間は、玉かけ作業、クレーンによる搬送の時間を考慮すると約10分程度と想定される。また、受入検査施設における荷役作業、受入検査施設から埋設施設までの輸送時間を考慮すると、1日当たりの想定する廃棄体数量(ピット1区画分2000ドラム缶360本(8行×5列×9段)又は角型容器64個(4行×4列×4段))を定置するためには、受入検査施設建屋とピット側にそれぞれ1台を配車することが必要となる。このため、ピット用輸送車両を2台と想定した。トレンチ用輸送車両についても、同様の考え方にに基づき2台と想定した。

本車両は、必ずしも購入する必要はなく、埋設計画に応じてリース等により調達することを想定し合理化に努める。

廃棄体の搬送における工程は、廃棄体の積み込みと積み下ろしを可能な限り容易な動きとするため、廃棄体を定置姿勢のまま埋設クレーンの吊具が取り合うように運搬する。コンクリートピットの例においては、廃棄体の取扱い単位は、廃棄体の輸送1回あたりの定置数量と輸送車両の積載能力から、ドラム缶に収納された廃棄体は8本横倒し、角型容器は6個で計画し、ドラム缶、角容器等複数種類の廃棄体の運搬に対応できるものとした。

荷台には、雨水浸入防止を目的とした幌を備えるとともに、容易に廃棄体が移動し、転倒し、又は転落するおそれがない荷台を装備した車両とし、各廃棄体に適した固縛装置を装備する。

4.4.8 車庫

構内運搬車用車庫は、車両を洗浄、整備し、安全な搬入作業を確保することを目的とする。このため、車両保管と資材保管を加えた構成とし、躯体構造形式及び基礎形式は、RC 構造、直接基礎とした。主要寸法、車庫面積は、ピット処分及びトレンチ処分ごとに廃棄体の 1 日あたりの構内輸送能力を確保するために必要な車両台数、車両寸法等を踏まえて算出した。外壁等の仕様は、官庁施設の付帯設備の建築設計に適用される基準²²⁾により、コンクリート打放しとした。図 4.4.8 に車庫棟平面図、立面図、断面図を示す。

なお、事業所内を走行する車両には、埋設地内を走行し廃棄体を受入検査施設から埋設施設まで運搬するものや、構内諸施設の日常管理、点検保守等に用いるもの、掘削残土等の運搬する工事車両等があるためタイヤに土砂等が付着すると考えられる。よって、事業所周辺の環境に対する配慮から、土砂等が付着したまま公道へ出ることを防ぐため洗車場を設けた。

4.5 配置計画

4.4 項までの概念設計の結果を踏まえて、事業所内の配置計画を行う。

4.5.1 敷地に係る前提条件

敷地面積については、実施計画¹⁾により「100ha 程度の一団の土地」とされており更に合理的な配置設計を進めるため、その他の前提条件を次のように想定した。

- (1) 東西方向 1,250m、南北方向 800m の長方形の平坦な土地とする。
- (2) 地下水は、北東から南西に流れているものとする。
- (3) 支持地盤の深度は一定である。
- (4) 敷地境界にて電力の供給を受けられるものとする。
- (5) 敷地境界にて雨水等の排水設備に接続できるものとする。
- (6) 敷地外周道路との取り合い及び通勤の利便性等については、南東の隅が最も有利とする。

4.5.2 配置する施設及びその平面寸法

4.4 項までで概念設計した施設及びその平面寸法を以下に示す。以下の施設を事業所内に配置する。

- (1) 受入検査施設
平面寸法 : 約 67m×約 70m
- (2) コンクリートピット埋設施設本体 (周辺設備を含む)
平面寸法 (P 埋設地) : 約 246m×約 108m (掘削底面)
平面寸法 (S 埋設地) : 約 203m×約 108m (掘削底面)
- (3) トレンチ埋設施設本体 (周辺設備を含む)
平面寸法 (P 埋設地) : 約 552m×約 182m (埋設地内道路含む)
平面寸法 (S 埋設地) : 約 602m×約 182m (埋設地内道路含む)
- (4) 受・変電所 (平面寸法 : 約 16m×約 9m)
- (5) 屋外放射線等モニタリング設備のうち、分析測定棟 (平面寸法 : 約 30m×約 14m)
- (6) 守衛所 (平面寸法 : 約 16m×約 9m)
- (7) 管理棟 (平面寸法 : 約 51m×約 28m)
- (8) 構内輸送車用車庫 (平面寸法 : 約 35m×約 18m)

なお、以下の施設は本項にて寸法等を概略設定し、敷地内に配置するものとした。

- (9) 事業所境界防護設備

- (10) 資材倉庫
- (11) 事業所内道路
- (12) 掘削土仮置設備
- (13) 雨水排水設備

4.5.3 配置計画の検討方針

配置設計の検討に当たっては、安全性、合理性を重視し以下の方針とした。

- (1) コンクリートピット埋設施設、トレンチ埋設施設及び受入検査施設については、直接 γ 線及びスカイシャイン γ 線の評価からの要求(事業所境界において $50\mu\text{Sv/年}$)に基づき、敷地境界までの距離を確保する。5.1項にて検討するとおり、直接 γ 線及びスカイシャイン γ 線から要求される各施設と敷地境界との離間距離は次のとおりである。なお、また、敷地外への環境影響を緩和するためできるだけ敷地中央に配置する。
 - 1) コンクリートピット埋設施設 : 100m 以上
 - 2) トレンチ埋設施設 : 100m 以上
 - 3) 受入検査施設 : 200m 以上
- (2) コンクリートピット埋設施設は第一段階の期間、閉じ込め機能を有することから、地下水流動方向を考慮して、コンクリートピット埋設施設をトレンチ埋設施設の上流に配置する。

4.5.4 概略配置の検討

各施設の概略の位置決めを以下のように検討した。

- (1) 受入検査施設は、遮蔽要求上の敷地境界からの距離を確保するとともに、廃棄体輸送車の動線を考慮して、コンクリートピット埋設施設及びトレンチ埋設施設の各埋設地の進入路付近の位置とする。
- (2) 構内輸送車用車庫は、作業が密接に関係する受入検査施設の傍に設置する。したがって、資材倉庫も同じ位置になる。
- (3) 守衛所は、前提条件より利便性が高く周辺監視区域の外となる南東の隅とする。
- (4) 受・変電所は利便性の観点から周辺監視区域境界外に位置するよう入口(守衛所)付近に配置する。
- (5) 管理棟は守衛所の傍に配置する。一般車用車庫は、来客等を考慮し管理棟傍に配置する。
- (6) 環境分析棟は、来客の出入りを考慮し、管理棟の横に配置する。管理棟と分析測定棟とは渡り廊下で結ぶ。
- (7) 沈砂池は敷地南西の隅に配置する。
- (8) 事業所境界防護設備は、一部を除き、敷地境界に沿って設置する。
- (9) 掘削土仮置設備は、最も面積が取れるよう、敷地境界内側に沿って配置する。
- (10) 事業所内道路として、各施設を結ぶ事業所内道路の配置を検討する。
- (11) 雨水排水設備は事業所内道路に沿って、雨水排水設備を設置し、排水管等の使用については排水計画を検討して決定する。

4.5.5 具体的配置の検討

各施設の具体的位置決めを行った結果を図 4.5.1 に示す。配置決定に際して考慮した考え方を以下に示す。

(1) コンクリートピット埋設施設

コンクリートピット埋設施設に対する直接 γ 線及びスカイシャイン γ 線からの要求離間距離は、敷地境界から100m以上である。これは、コンクリートピット埋設施設に対する要求離間距離であるため、トレンチ埋設施設及び受入検査施設との重畳を考慮し敷地境界北側から約250m離すこととした。コンクリートピット埋設施設には、P埋設地とS埋設地があるが、両埋設地とも寸法が大きいと南北方向に並べるとトレンチを下流側に配置できなくなることから、東西方向に並列に配置した。P埋設地とS埋設地はひとつの進入路で繋げ、先に操業が終了し覆土工事が開始されるP埋設地を進入路から遠い西側に、S埋設地を進入路に近い東側に配置し、受入検査施設建屋は埋設地への進入路付近となる埋設地の東側に設置した。進入路の縦断勾配は9%で進入路の延長は約254mになり、直線状にしてその先に受入検査施設を設置すると、敷地境界からの要求離間距離を確保できなくなるため、進入路は、受入検査施設の位置からカーブして埋設地へ入る配置とした。

埋設地内道路の幅員は12mとし、一部を埋設クレーンのピット群間の移動等を考慮し幅員23mとした。この23m道路の位置をP埋設地では西側、S埋設地では東側に配置した。当該スペースは埋設クレーンを隣接するピット列へ移動させる際に利用される。

なお、P埋設地の操業が終了し埋設クレーンをS埋設地へ移動する際には、解体し再度組み立てすることは合理的でないことから、P及びS埋設地間にある地山を掘削しレールを敷設し、埋設クレーンを移動させるものとする。

(2) トレンチ埋設施設

トレンチ埋設施設は、敷地境界から100m以上離して設置し、コンクリートピット埋設施設の下流側に設置する。トレンチ埋設施設には人工バリアが設置しておらず、放射性物質のコンクリートピット埋設施設側への漏出が懸念されることから、同時期に操業が行われるコンクリートピット埋設施設(P埋設地)の西側にトレンチ埋設施設(P埋設地)を、コンクリートピット埋設施設の南側にトレンチ埋設施設(S埋設地)を設置した。その際、敷地境界までの距離の確保の観点から、トレンチ埋設施設の長手方向が南北になるよう配置する。また、安定5品目を埋設するトレンチ埋設施設と安定5品目以外を埋設するトレンチ(付加機能型)埋設施設の配置については、付加機能型は廃棄体周囲を遮水シートで囲むため、安定5品目を埋設するトレンチ埋設施設より放射性物質の漏出の可能性が低いことを考慮して、コンクリートピット埋設施設(P埋設地)に近い方となる北側に配置した。また、雨水浸入防止用テントの移動が合理的に行えるよう、安定5品目を埋設するトレンチは縦に2基隣接して配置した。

(3) 掘削土仮置設備

コンクリートピット及びトレンチ埋設施設などの掘削に伴って発生する土は、敷地内に仮置する。また、覆土等に利用できることを目的として掘削土仮置設備を設置した。仮置きする場所は、最も面積が取れるよう敷地境界内側に沿って配置し、敷地境界との間に点検用の道路を設置することから法尻を敷地境界から15m離すこととした。仮置き土の高さは、小段を設置する必要のない高さである5mとし、法面勾配はトレンチと同じ1:2とした。また、幅は、他施設との取り合いを考慮して、次のように設定した。

- 1) 敷地北側：底面 85m、上面 65m
- 2) 敷地南側：底面 85m、上面 65m
- 3) 敷地東側：底面 85m、上面 65m
- 4) 敷地西側：底面 80m、上面 60m

これにより、現地発生土を仮置きすると、約 1,206,000m³の仮置きが可能となる。また、敷地内の空き地となる、コンクリートピット埋設施設北側、トレンチ埋設施設(S埋設地)の南側及び受入検査施設建屋の北側に仮置きできる量は、次のとおりとなる。

- 1) コンクリートピット埋設施設北側：底面 85m、上面 65m、長さ 550m
- 2) トレンチ埋設施設(S埋設地)の南側：底面 85m、上面 65m、長さ 550m
- 3) 受入検査施設の北側：底面 170m、上面 150m、長さ 220m

これにより約 588,000m³の仮置きが可能となり、仮置き量の合計は約 1,794,000 m³とることから表 4.5 に示す発生量を上回る。掘削土仮置設備計画図 4.5.2 を示す。

(4) 雨水排水設備

事業所内の雨水排水計画は公開の技術基準等^{21,23)}に準拠し、設計降雨確率年は5年、降雨強度は、70mm/hとした。排水溝の種類は、U字溝と排水管居(ヒューム管)とする。検討に当たっては、事業所内を流域分割し仮想勾配を1%とし、各流域面積から流入量を算定し排水溝の断面積の設定を行った。事業所内排水計画を図4.5.3に示す。

沈砂池の容量は次のとおりである。

- ・ 底部寸法：63m×63m×深さ 7m (法面勾配 1:1.2)
- ・ 上部寸法：80m×80m×深さ 7m (法面勾配 1:1.2)
- ・ 沈砂池の容量：約 36,000m³

表 4.1.1 コンクリートピット埋設施設の設計条件

項目	設計条件
遮蔽	管理区域境界における線量当量率：0.5 μ Sv/h 以下 敷地境界外における線量当量率：50 μ Sv/年以下
耐震	Cクラス
埋設対象物	表 4.1.2 参照
埋設計画	表 2.9 参照
地盤	GL-21m N値 50 以上
地下水位	GL-5m

表 4.1.2 ピット処分対象の廃棄体の外形及び数量

容器名称	外形寸法 (mm)	廃棄体数量		単位	
		P 埋設地	S 埋設地		
2000 ドラム缶	ϕ 600 \times H900	94,582	87,125	本	
角型容器等	S-1 容器	W1,160 \times L1,300 \times H1,131	3,016	2,585	個
	定型再処理コンテナ	W1,430 \times L1,430 \times H1,183	500	0	個
	定型再処理コンテナ (2 倍尺)	W1,430 \times L2,860 \times H1,106	31	0	個
	ボックスパレット	W1,360 \times L1,360 \times H1,068	700	0	個
	大型廃棄体 (原子炉容器)	ϕ 2,500 \times L6,600	1	0	個

表 4.1.3 ドラム缶、角型容器それぞれに専用のピットに設置する場合の形状検討

		1	2	3	4
概要図 (平面図) (断面図)	ドラム缶				
	角型				
収納形態 /区画	ドラム缶	8行×5列×9段 4行×5列×3段	8行×5列×9段 4行×4列×4段	8行×5列×9段 4行×5列×4段	9行×6列×9段 5行×5列×4段
ピット寸法	ドラム缶	36,910×36,000×6,900	36,910×36,000×6,900	36,910×36,000×6,900	43,060×39,720×6,900
	角型	48,860×35,900×5,700	40,160×35,900×6,830	48,860×35,900×6,830	48,860×43,760×6,830
埋設地種類	ドラム缶	S埋設地	P埋設地	P埋設地	S埋設地
	角型	S埋設地	S埋設地	S埋設地	S埋設地
設置基数	ドラム缶	8	7	8	5
	角型	3	3	2	2
余り 区画数	ドラム缶	25	0	25	0
	角型	13	4	2	2
区画内 寸法	端部	5,895×5,800×5,600	5,895×5,800×5,600	5,895×5,800×5,600	6,920×6,420×5,600
	中間	5,480×5,300×5,600	5,480×5,300×5,600	5,480×5,300×5,600	6,505×5,920×5,600
開口部面積 (最大)	端部	7,930×5,770×4,400	6,480×5,770×5,530	7,930×5,770×5,530	7,930×7,080×5,530
	中間	7,450×5,290×4,400	6,000×5,290×5,530	7,450×5,290×5,530	7,450×6,600×5,530
区画容積 (最大)	ドラム缶	34.2	ドラム缶 37.4	34.2	44.4
	角型	45.8	45.8	45.8	56.1
収納効率	ドラム缶	191.5	ドラム缶 206.8	191.5	248.8
	角型	201.3	41.3%	253.0	310.5
全体	ドラム缶	39.1%	30.2%	39.1%	42.5%
	角型	23.3%	38.8%	30.9%	28.7%
全体		35.0%	37.4%	37.8%	39.2%

表 4.1.4 ドラム缶、角型容器を同一のピットに定置する場合の形状検討-専用区画の設置-

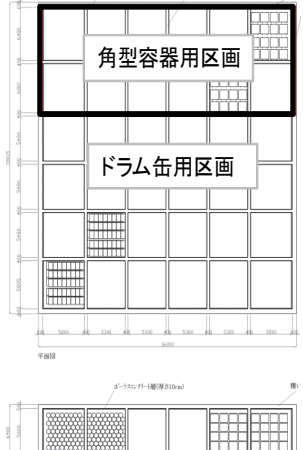

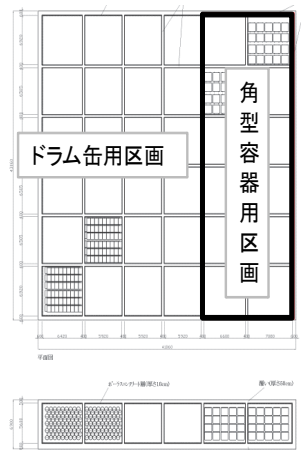
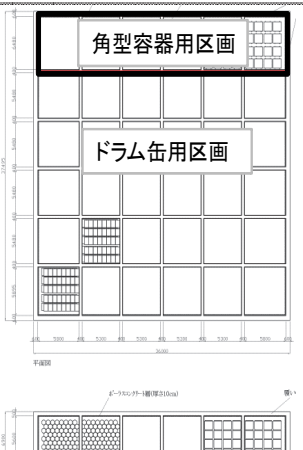
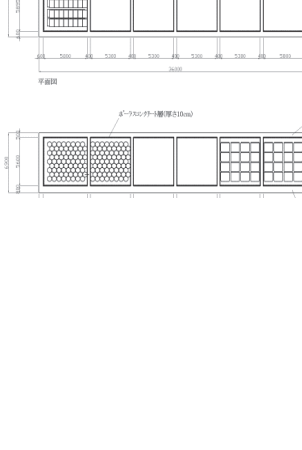
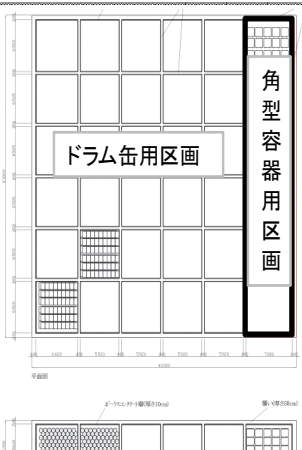
		5		6		7	
概要図 (平面図) (断面図)	一次埋設						
	二次埋設						
収納形態 / 区画	ドラム缶	8行×5列×9段		8行×5列×9段		9行×6列×9段	
	角型	4行×4列×4段		4行×5列×4段		5行×4列×4段	
ピット寸法	ドラム缶	P 38,015×36,000×6,900		38,945×36,000×6,900		P 43,060×41,060×6,900	
	角型	S 37,495×36,000×6,900				S 43,060×40,380×6,900	
設置基数	埋設地種類	P埋設地	S埋設地	P埋設地	S埋設地	P埋設地	S埋設地
	ドラム缶	10	8	10	8	8	6
余り 区画数	ドラム缶	6	4	20	12	27	3
	角型						
区画内 寸法	ドラム缶	端部	5,895×5,800×5,600	5,895×5,800×5,600	6,920×6,420×5,600		
		中間	5,480×5,300×5,600	5,480×5,300×5,600	6,505×5,920×5,600		
	角型	端部	6,480×5,800×5,600	7,930×5,800×5,600	6,920×7,080×5,600		
		中間	6,000×5,300×5,600	7,450×5,300×5,600	6,505×6,600×5,600		
開口部面積 (最大)	ドラム缶	34.2		34.2		34.2	
	角型	37.6		46.0		49.0	
区画容積 (最大)	ドラム缶	191.5		191.5		191.5	
	角型	210.5		257.6		274.4	
収納効率	ドラム缶	41.8%		40.5%		43.1%	
	角型	27.9%		26.9%		23.1%	
	全体	38.5%		37.2%		37.5%	

表 4.1.5 ドラム缶、角型容器を同一のピットに定置する場合の形状検討-専用区画を設置しない-

		8	9	10	11
概要図 (平面図) (断面図)					
収納形態 /区画		8行×5列×9段 4行×3列×4段	8or7行×6列×8段 4行×5列×4段	10行×6列×9段 5行×4列×4段	8行×5列×9段 4行×4列×4段
ピット寸法		36,910×36,000×6,900	48,860×35,900×6,829	43,060×43,760×6,900	40,160×36,000×6,900
埋設地種類		P埋設地	S埋設地	P埋設地	P埋設地
設置基数		11	10	7	10
ドラム缶 角型		9	8	6	8
余り 区画数		27	27	10	4
ドラム缶 角型		27	12	21	6
区画内 寸法		5,895×5,800×5,600	7,930×5,770×5,530	6,920×7,080×5,600	6,480×5,800×5,600
端部		5,480×5,300×5,600	7,450×5,290×5,530	6,505×6,600×5,600	6,000×5,300×5,600
中間					
開口部面積 (最大)		34.2	45.8	49.0	37.6
区画容積 (最大)		191.5	253.0	274.4	210.5
収納効率		35.5%	29.6%	37.4%	36.0%

表 4.1.6 コンクリートピット埋設施設の設計仕様

区分	項目		仕様	
ピット	構造		鉄筋コンクリート造	
	容量(埋設能力)		2000ドラム缶約 182,000 本及び角型容器詰廃棄体約 7,000 体(2000ドラム缶換算約 38,000 本) ・P埋設地：約 120,000 本(2000ドラム缶換算) ・S埋設地：約 100,000 本(2000ドラム缶換算)	
	基数(基)		18 (P埋設地 10基、S埋設地 8基)	
	主要寸法	躯体	短辺(m)	36.0
			長辺(m)	40.16
			軒高さ(m)	6.9
		壁	外周仕切設備(m)	0.6
			内部仕切設備(m)	0.4
		床・覆い	床厚(m)	0.8
			覆い(m)	0.5
	基礎形式		直接基礎	
主要材料	躯体・壁	鉄筋	JIS G3112(鉄筋コンクリート用棒鋼)SD345	
		コンクリート	普通コンクリート 設計基準強度 24.5N/mm ²	
主要設備	定置設備		型式	クラブトロリ式天井クレーン図 4.1.6
	定置設備		定格荷重(Ton)	9
	定置設備		基数(基)	1
	排水監視設備	ポーラスコンクリート層	厚さ(m)	0.1
			構造	鉄筋コンクリート造
		点検路/立坑	縦(m)	3.2
			横(m)	2.6
			立坑高さ(m)	22.9
	排水管	管径	50A	
	覆土	ベントナイト混合土	厚さ(m)	2.0
透水係数(m/s)			1×10 ⁻¹⁰	
上部覆土		厚さ(m)	8.0	
		透水係数(m/s)	1.0×10 ⁻⁴	
配置及び形状			図 4.1.1～図 4.1.5	

表 4.1.7 ピットの構造計算に使用した部材の単位体積重量

鉄筋コンクリート	2.5t/m ³
無筋コンクリート	2.1t/m ³
モルタル(充填時)	2.1t/m ³
廃棄体(ドラム缶)	1.0t/本
廃棄体(角型容器)	2.5t/m ³

表 4.1.8 ピットの構造計算に使用した使用材料の品質

コンクリートの設計基準強度	$f'_{ck}=24.5\text{N/mm}^2$
鉄筋	JIS G 3112 鉄筋コンクリート用鋼棒 SD345

表 4.1.9 ピットの構造計算に使用した部材の許容応力度

材料	応力度の種類	許容応力度*(N/mm ²)
コンクリート $f'_{ck}=24.5\text{N/mm}^2$	曲げ圧縮応力度	8.1
	コンクリート(せん断補強筋と共同して負担する場合)のせん断応力度	1.7
鉄筋 SD345	引っ張り応力度	200

ただし、地震時には上記の 50%増しとする。

*道路橋示方書・同解説IV下部構造編(平成14年3月:社団法人日本道路協会)

表 4.1.10 耐震要素の二次元 FEM 解析結果

単位: N/mm²

部位	部材厚	配筋	σ_c max,	σ_s max,	τ max,
外周仕切設備側壁	6cm	D22@150*1 D13@150×300*2	7.5	242	0.6
外周仕切設備底板	80cm	D25@150*1 D16@300×300*2	4.9	181	0.6
内部仕切設備	40cm	D29@150*1 D13@150×300*2	7.6	144	0.7
覆い	50cm	D16@150*1	1.7	66	0.2
許容応力度	常時		8.1	200	1.7
	地震時		12.2	300	2.5

σ_c : コンクリートの曲げ圧縮応力度

σ_s : 鉄筋の引っ張り応力度

τ : コンクリートのせん断応力度

*1: 主筋

*2: せん断補強筋

表 4.1.11 ピットの二次元 FEM 解析用物性値

	弾性係数 E (kN/m ²)	ポアソン比 ν	単位体積重量 γ (kN/m ³)
鉄筋コンクリート	2.5 × 10 ⁷ *1	0.2	24.5
ポーラスコンクリート*2	9.8 × 10 ⁶	0.2	21.0
ホワイトゾーン*2	1.5 × 10 ⁷	0.2	21.0
廃棄体 (ドラム缶) /モルタル混合部*3	5.4 × 10 ⁶	0.2	34.8
廃棄体 (角型容器) /モルタル混合部*3	6.7 × 10 ⁶	0.2	22.5

ベントナイト混合土と覆土(砂質土)の単位体積重量は、それぞれ 21.0 kN/m³、19.0 kN/m³とした。

*1 道路橋示方書・同解説 I 共通編 (平成 14 年 3 月：社団法人日本道路協会)

*2 設計メーカーの知見による

*3 容器内は空洞として、空洞部、充填モルタル部から構成されるバネとして算定

表 4.1.12 コンクリートの許容応力度

単位：N/mm²

状態	許容圧縮応力度	許容せん断応力度
常時	8.1	1.7
地震時	12.2	2.5

*道路橋示方書・同解説IV下部構造編 (平成 14 年 3 月：社団法人日本道路協会)

表 4.1.13 常時及び地震時に考慮した荷重

状態	考慮した荷重の種類
常時	自重、覆土重量、地下水圧、静止土圧 (土圧係数 0.5)
地震時	自重、覆土重量、地震時土圧(土圧係数 0.46*)、ピット、覆土荷重による慣性力

*道路橋示方書・同解説V耐震設計編 (平成 14 年 3 月：社団法人日本道路協会)

表 4.2.1 トレンチ埋設施設の設計条件

項目	設計条件
遮蔽	管理区域境界における線量当量率：0.5 μ Sv/h 以下 敷地境界外における線量当量率：50 μ Sv/年以下
埋設対象物(性状・物量)	性状：金属類・コンクリート類・廃棄物処理法における安定5品目 物量：表 4.2.2 参照
	性状：金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める総理府令 (昭和48年総理府令第5号)に定める判定基準に適合するもの 物量：表 4.2.3 参照
埋設計画	表 2.9
地盤	GL-4m 地表面から 5m 程度砂質土層が分布
地下水位	GL-5m

表 4.2.2 トレンチ処分対象の廃棄体等の外形及び数量

容器名称	外形寸法 (mm)	廃棄体数量		単位	
		P 埋設地	S 埋設地		
フレキシブルコンテナ	ϕ 1,050 \times H1,060	21,946	25,050	個	
角型容器等	S-1 容器	W1,160 \times L1,300 \times H1,131	2,526	2,375	個
	ウラン系コンテナ	W1,280 \times L1,280 \times H990	180	450	個
	ボックスパレット	W1,360 \times L1,360 \times H1,068	300	0	個
	解体管理施設コンテナ	W1,400 \times L1,400 \times H1,000	120	0	個
	EEF コンテナ	W1,280 \times L1,280 \times H980	8	0	個
大型廃棄体(蒸気発生器)	ϕ 2,500 \times L6,600	1	0	個	

表 4.2.3 付加機能型トレンチへの処分対象の廃棄体等の外形及び数量

容器名称	外形寸法 (mm)	廃棄体数量		単位
		P 埋設地	S 埋設地	
2000 ドラム缶	ϕ 600 \times H900	52,430	60,675	本

表 4.2.4 トレンチ(安定型)埋設施設の設計仕様

区分	項目		仕様	
ト レ ン チ	構造		素掘り式	
	容量(埋設能力)		2000ドラム缶換算約 267,000 本、角型容器詰廃棄体約 6,000 個、フレキシブルコンテナ約 47,000 個 ・P 埋設地：約 127,000 本(2000ドラム缶換算) ・S 埋設地：約 140,000 本(2000ドラム缶換算)	
	基数(基)		12 (P 埋設地 6 基、S 埋設地 6 基)	
	主要寸法 (掘削底面)	P 埋 設 地 用	短辺(m)	14.55
			長辺(m)	120.63
			深さ(m)	4.012
		S 埋 設 地 用	短辺(m)	14.55
			長辺(m)	132.04
			深さ(m)	4.012
主要設備	テ ン ト	P 埋設地用	延長×幅×軒高(m) 150.726×37.0×5.0	
		S 埋設地用	延長×幅×軒高(m) 162.136×37.0×5.0	
	地下 水 集 排 水 設 備	材質	有孔硬質塩ビ管	
		管径(mm)	200	
	上部覆土	厚さ(m)	2.5	
透水係数(m/s)		1.0×10^{-4}		
配置及び形状			図 4.2.6~4.2.8, 図 4.2.12~図 4.2.13	

表 4.2.5 付加機能型トレンチ埋設施設の設計仕様

区分	項目		仕様	
トレンチ	構造		管理型(遮水工敷設)	
	容量(埋設能力)		2000ドラム缶約 113,100 本 ・P埋設地：約 52,400 本 ・S埋設地：約 60,700 本	
	基数(基)		12 (P埋設地 3基、S埋設地 3基)	
	主要寸法(掘削底面)	P埋設地用	短辺(m)	13.55
			長辺(m)	173.05
			深さ(m)	4.2
	S埋設地用	短辺(m)	13.55	
		長辺(m)	200.05	
		深さ(m)	4.2	
	遮水工		材質	HDPE
			透水係数(m/s)	1.0×10^{-9}
			型式	二重遮水層
			厚さ mm	1.5
主要設備	テント	P埋設地用	延長×幅×軒高(m)	202.650×37.0×5.0
		S埋設地用	延長×幅×軒高(m)	229.65×37.0×5.0
	地下水集排水設備		材質	有孔硬質塩ビ管
			管径(mm)	300
	保有水集排水設備		材質	有孔硬質ポリエチレン管
			管径(mm)	300
上部覆土		厚さ(m)	2.5	
		透水係数(m/s)	1.0×10^{-4}	
配置及び形状			図 4.2.9～図 4.2.13	

表 4.3.1 受入検査施設の設計条件

項目		設計条件
遮蔽	管理区域外	管理区域境界における線量当量率：0.5 μ Sv/h 以下 敷地境界外における線量当量率：50 μ Sv/年以下
	管理区域内	週 48 時間以内立ち入り：6 μ Sv/h 以下 週 15 時間以内立ち入り：20 μ Sv/h 以下 週 5 時間以内立ち入り：60 μ Sv/h 以下 通常人が立ち入らない：1 mSv/h 以下
耐震		C クラス
取扱対象廃棄体等容器形状		1 m^3 鋼製角型容器、200 l ドラム缶、1 m^3 フレキシブルコンテナ 輸送容器 (200 l ドラム缶 8 本収納、1 m^3 角型容器 2 個収納できるもの)
取扱対象廃棄体重量		200 l ドラム缶：1000 kg 以下 1 m^3 角型容器 (S-1 容器、その他異形容器を含む)：2500 kg 以下
取扱対象廃棄体表面線量率		ピット処分対象：2mSv/h 以下 トレンチ処分対象：10 μ Sv/h 以下
年間最大取扱い数量 (200 l ドラム缶換算本数)		ピット処分対象：6,000 本 (平均約 4,000 本) トレンチ処分対象：12,000 本 (平均約 8,000 本)
耐用年数		50 年

表 4.3.2 発生者別処分方法別容器種別数量 (200 l ドラム缶換算本数)

発生者種別	処分方法	ドラム缶	フレキシブルコンテナ	角型容器	合計
JAEA	トレンチ	47,131	181,196	15,873	244,200
	ピット	153,576	0	35,324	188,900
大学・民間等	トレンチ	7,079	53,784	16,042	76,904
	ピット	5,296	0	2,969	8,265
RI 協会	トレンチ	58,896	0	0	58,896
	ピット	22,835	0	0	22,835
					600,000

表 4.3.3 受入検査施設の年間取扱数量(容器個数)

処分方法	発生場所等	輸送形態					
		ドラム缶		フレキシブルコンテナ		角型容器	
		輸送容器		輸送容器		輸送容器	
		有	無	有	無	有	無
トレンチ	JAEA	1,489	-	1,144	-	100	-
	大学・民間	-	224	-	340	-	101
	RI 協会	-	1,860	-	-	-	-
	合計	1,489	2,084	1,144	340	100	101
	一日あたり	9	13	7	2	1	1
ピット	JAEA	4,190	-	-	-	193	-
	大学・民間	144	-	-	-	-	16
	RI 協会	-	623	-	-	-	-
	合計	4,334	623	-	-	193	-
	一日あたり	26	4	-	-	2	1

※1日当たりとは、年間取扱数量を受入検査施設の操業日(200日/年)で除した値に基づいて設定

表 4.3.4 受入検査施設建屋の設計仕様

項目		仕様	
構造		鉄筋コンクリート造、地上3階建て(一部中間階有り)	
保管能力		図 4.3.5	
主要寸法	躯体	短辺方向	73.5
		長辺方向	69.0
		地上高さ	21.2
	遮蔽に係る壁厚等		遮蔽に係る壁の位置及び施工上の寸法：図 5.1.3～図 5.1.45
	耐震に係る壁厚等		耐震に係る壁の位置：図 4.4.29
	排気筒	断面寸法	3.5(底部外寸)
		地上高さ	26.8

表 4.3.5 受入検査施設建屋の耐震評価結果

建屋名	評価対象		評価内容(単位)	発生値	基準値
受入検査 施設	建屋	1層	層間変形角(-)	1/2245	1/200
		2階		1/3378	
		3階		1/7740	
		屋上		1/10973	
	耐震壁	1層	せん断力(kN)	3070	10009
		2階		1556	5083
		3階		1221	5319
		屋上		1098	5319
		1層	Qu/Qu _n	1.92	Qu/Qu _n ≥ 1.0
		2階		1.51	
		3階		1.34	
		屋上		1.25	

Qu: 部材のせん断耐力

Qu_n: 必要保有水平耐力

表 4.4.1 環境分析棟における監視項目と装置類

監視項目	必要装置類	施設
環境試料の採取及び環境試料中の放射能の測定	環境試料の採取/分析設備	環境分析棟内分析設備
周辺監視区域における地下水中の放射性物質の濃度	モニタリング孔、採水設備、放射能測定装置	
浸透水の水質検査(地下水等検査項目、BOD、COD)*	水質検査設備	

* 廃棄物処理法等で規定される一般的な水質検査(地下水等検査項目、BOD、COD)は、外部の検査機関に依頼した方が受入検査施設の放射能分析設備にて実施するよりも合理的であるため、本施設では当該分析・測定のための設備は設けない。なお、外部の検査機関に一般的な水質検査を依頼する際には、受入検査施設の放射能分析設備にて放射能測定を行って試料に有意な放射性物質が含まれていないことを確認する。

表 4.4.2 環境分析棟の分析対象核種、分析内容

対象核種	前処理		測定	
	試料種類	概要	測定法	測定装置
^3H	水試料	試料水を常圧蒸留法若しくは減圧蒸留法により蒸留精製し、乳化シンチレータと混合し、液体シンチレーションカウンタにより測定する。	β 線測定	低バックグラウンド液体シンチレーションカウンタ
	大気試料	モレキュラーシーブ、シリカゲル若しくは除湿器を用いて大気中水蒸気を採取する。		
	生物試料	凍結真空乾燥法により試料より水分を採取する。		
^{60}Co ^{137}Cs	浮遊じん	浮遊じんを捕集した濾紙をプラスチック容器に入れて、プラスチック円板にて押し込んで蓋をし、ポリエチレンフィルムで包み測定試料とする。	γ 線測定	高純度ゲルマニウム半導体検出器
	降下物	採取した試料を電熱器等を用いて蒸発濃縮し、測定容器に入れて測定試料とする。		
	海水	アンモニア水を加えて塩基性とした後、二酸化マンガン粉末を加えて沈殿を捕集して、測定容器に入れて測定試料とする。		
	土壌、海底土	採取した土壌・海底土は、乾燥、粉碎、篩い分け、縮分によって試料を調整し、測定容器に入れる。		
	植物、海産物	試料を乾燥器等によって乾燥、電熱器等によって炭化、電気炉等によって灰化して測定容器に入れて測定試料とする。		
	牛乳	試料を電熱器等によって炭化、電気炉等によって灰化して測定容器に入れて測定試料とする。		

表 4.4.3 屋外環境監視設備における監視項目と装置類

監視項目	必要装置類	施設
周辺監視区域における外部放射線の線量(空間放射線の測定)*	空間放射線測定装置(連続モニタ、積算線量計等)	屋外環境監視設備(監視盤等は受入検査施設内に設置)
気象観測項目	気象観測設備	
周辺監視区域の地下水位	モニタリング孔、水位計	

* 事業所外における空間放射線の測定及び気象観測は対象としない。

表 4.4.4 気象観測設備の構成機器

設備名	目的	構成機器		備考
気象観測設備	モニタリング指針 ¹⁸⁾ に記載されている気象要素を測定し、オンラインでデータ収集する。	気象測器	超音波型風向風速計 風車型風向風速計 温度計 湿度計 雨量計 日射計 放射収支計 感雨雪器 感雷計 積雪計	各種気象要素を測定できるものとして、実績のある測器を選定する。なお、気象庁の検定対象となっているものについては検定に合格したものを使用するものとする。
		現場監視盤		変換器等を収納し、現場にて観測項目を表示、記録するとともに、制御室の環境監視盤にデータ伝送できるようにする。
		観測塔		気象指針に基づき、超音波型風向風速計及び風車型風向風速計を高さ10m位置、受入検査施設建屋排気口と同じ位置(高さ23m位置)に設置できるようにする。
		露場		超音波型風向風速計及び風車型風向風速計以外の気象測器を設置できるよう、敷地を代表し、建物等の影響を受けない広さ10m×10mの平坦な土地を確保する。
		気象観測設備局舎		現場監視盤等を収納する。

表 4.5 敷地の造成等により発生する掘削土の量

位置	発生量 (m ³)
コンクリートピット埋設施設 (P 埋設地)	728,000
コンクリートピット埋設施設 (S 埋設地)	609,000
トレンチ埋設施設 (P 埋設地) (遮水工事含む)	108,000
トレンチ埋設施設 (S 埋設地) (遮水工事含む)	120,000
進入路	88,000
道路工事	42,000
沈砂池	38,000
排水工事	25,000
合計	約 1,760,000

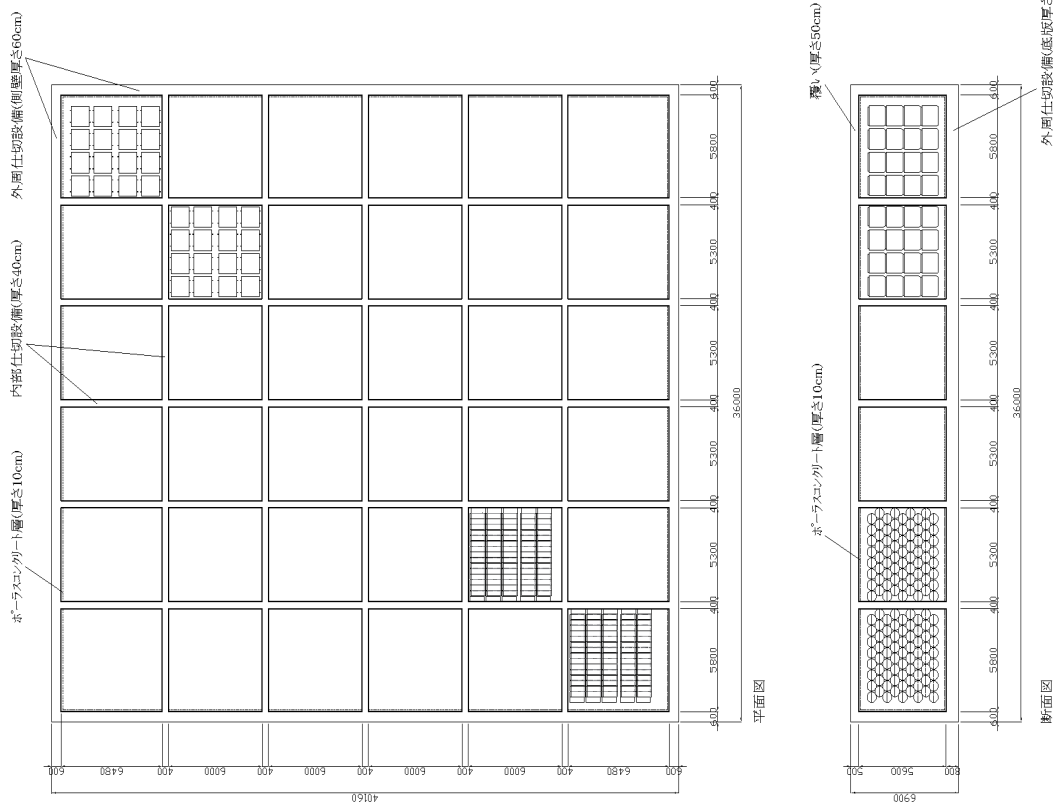


図 4.1.1 コンクリートピット埋設施設の形状(平面図、断面図)

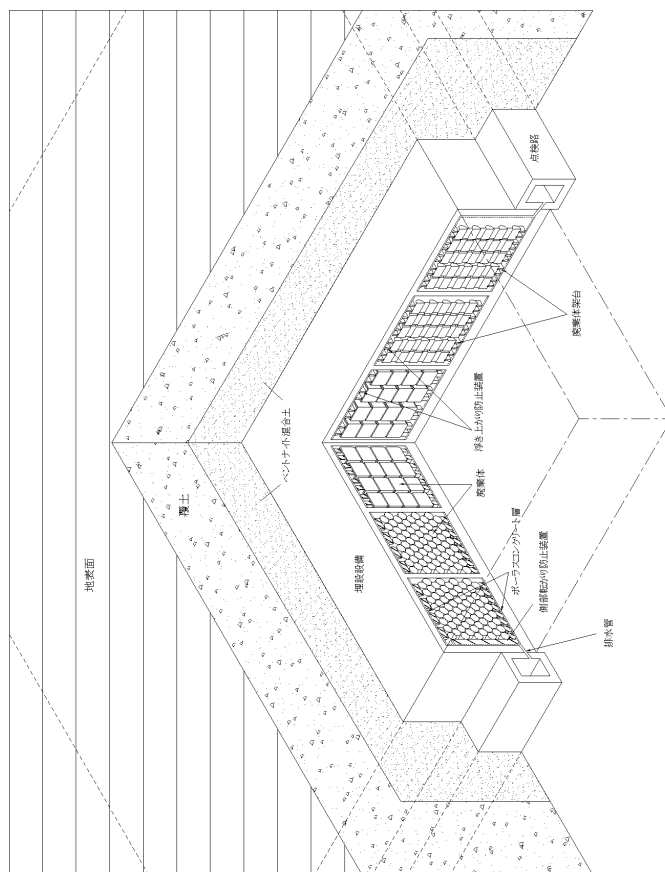
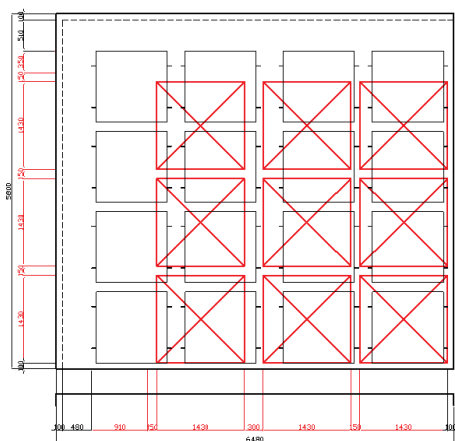
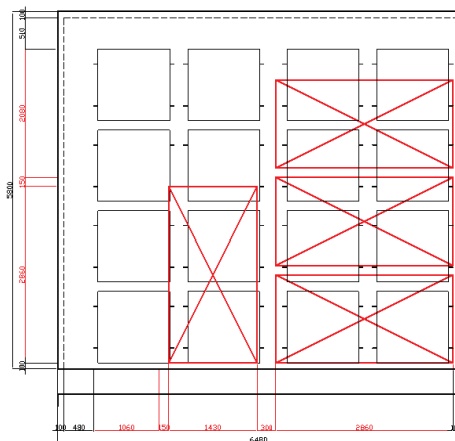


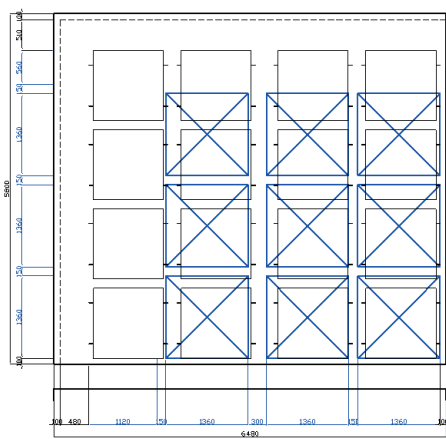
図 4.1.2 コンクリートピット埋設施設の概観図



再処理コンテナ(定型)収納例

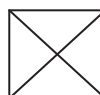


再処理コンテナ(2倍尺)収納例

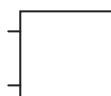


ボックスパレット収納例

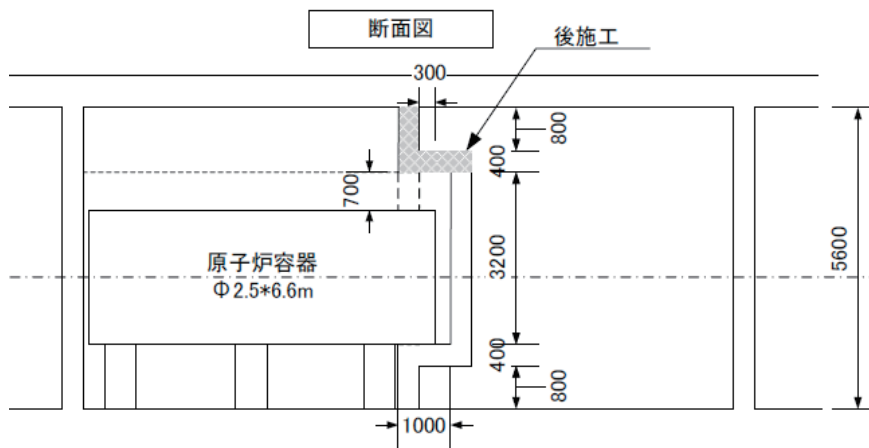
凡例



: 異型容器の定置位置



: 標準角型容器の定置位置



原子炉容器収納イメージ

図 4. 1. 3 ピット内区画における異型廃棄体の定置例

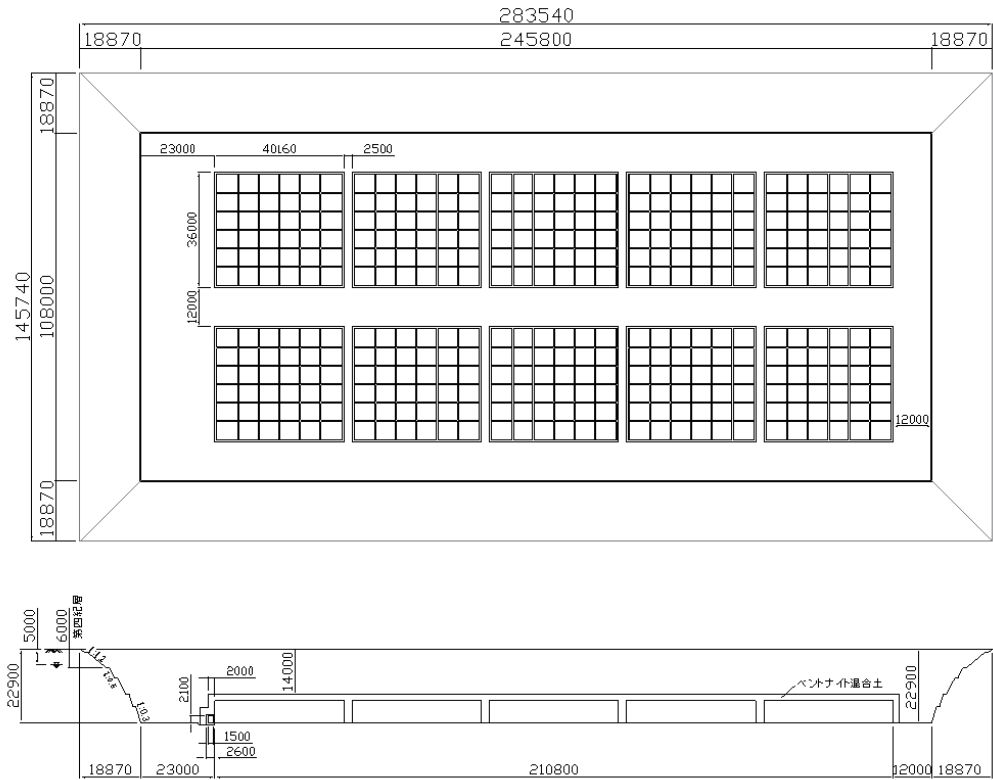


図 4.1.4 P 埋設地におけるコンクリートピット埋設施設の配置図

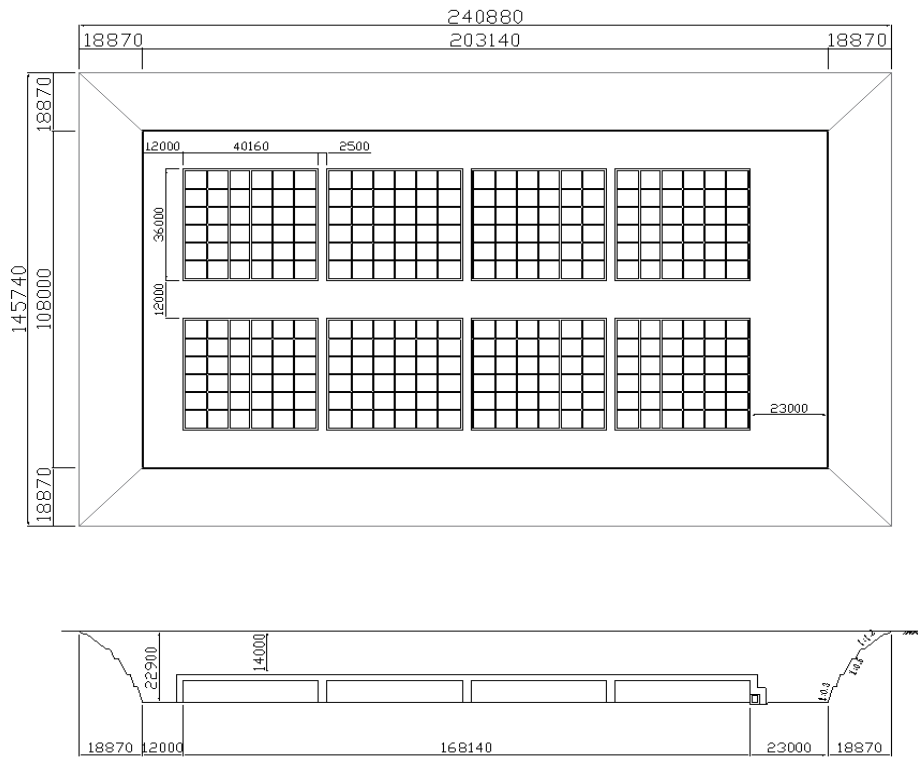


図 4.1.5 S 埋設地におけるコンクリートピット埋設施設の配置図

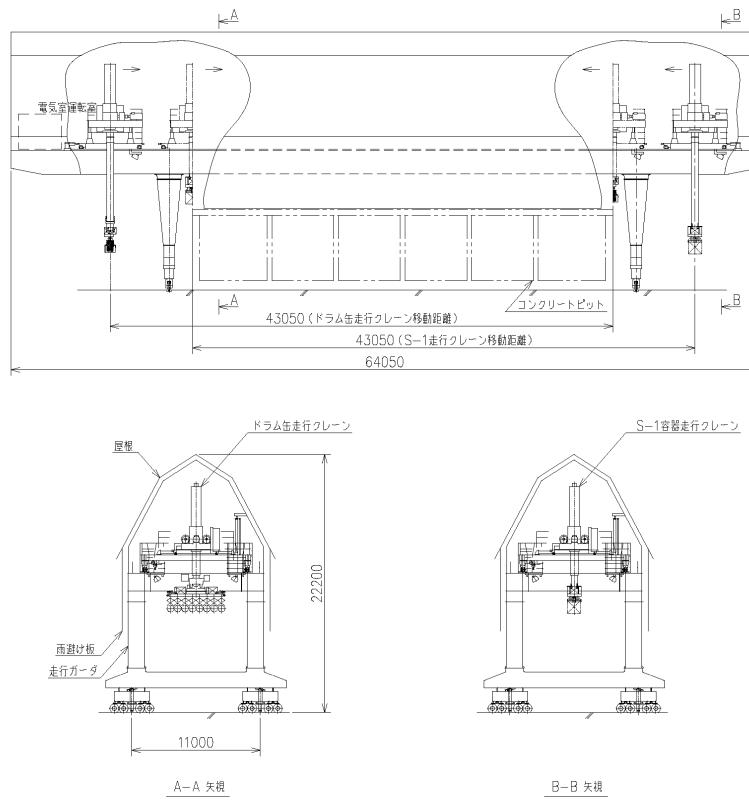


図 4.1.6 埋設クレーンの概観図

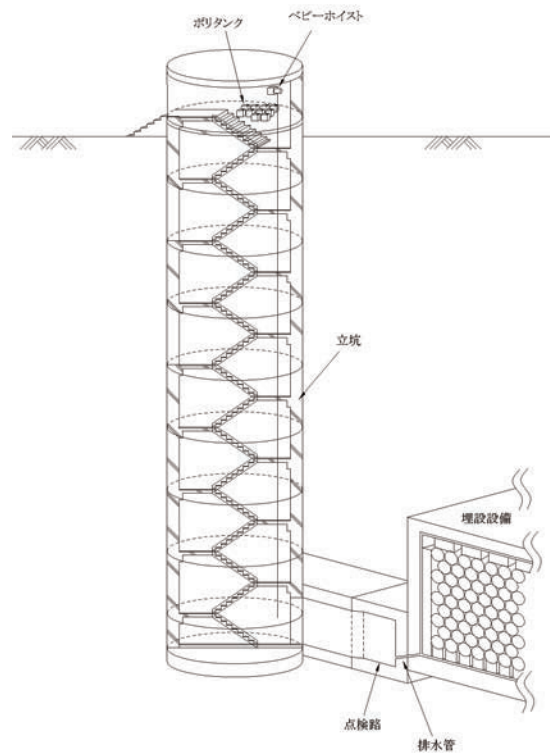
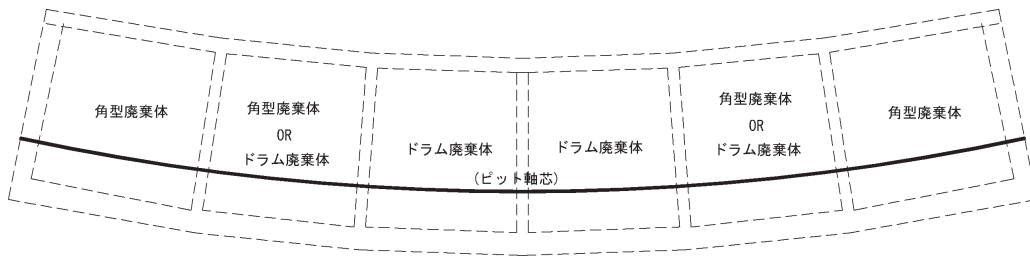
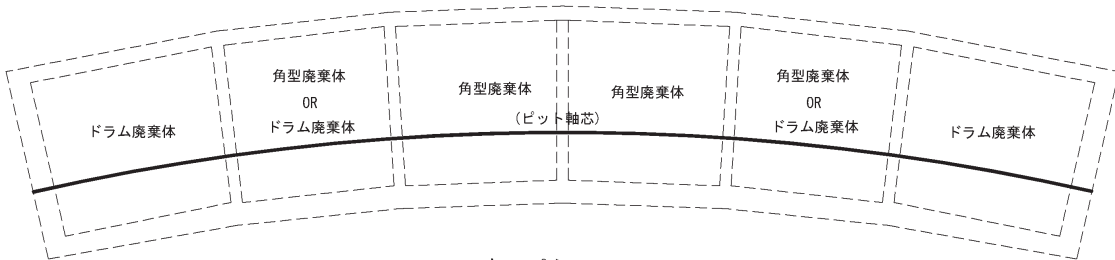


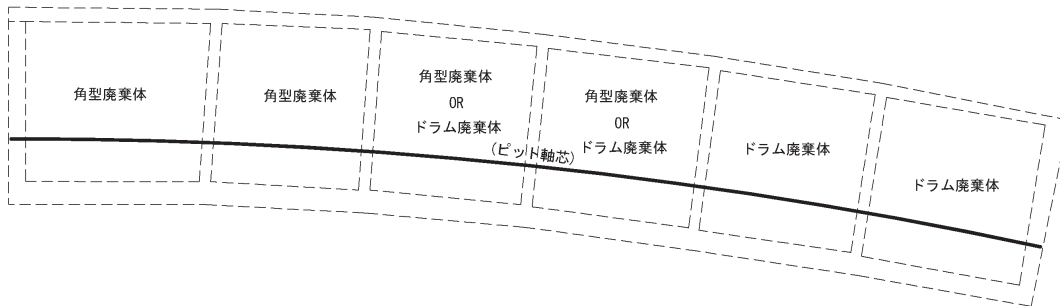
図 4.1.7 排水監視設備の概観図



変形パターン-1
(ピット中心部の区画に重量のある廃棄体を定置する場合)

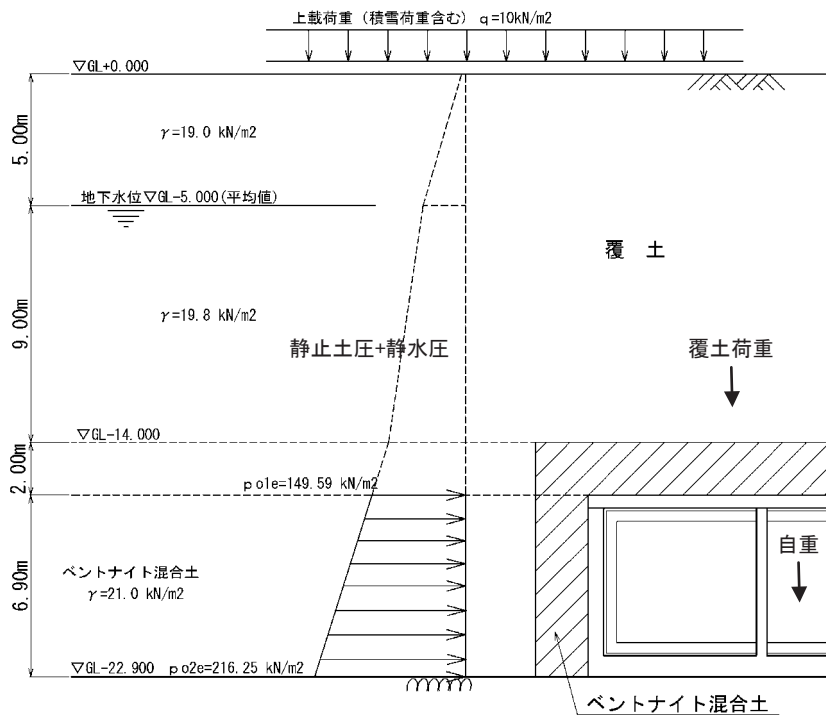


変形パターン-2
(ピット両端の区画に重量のある廃棄体を定置する場合)

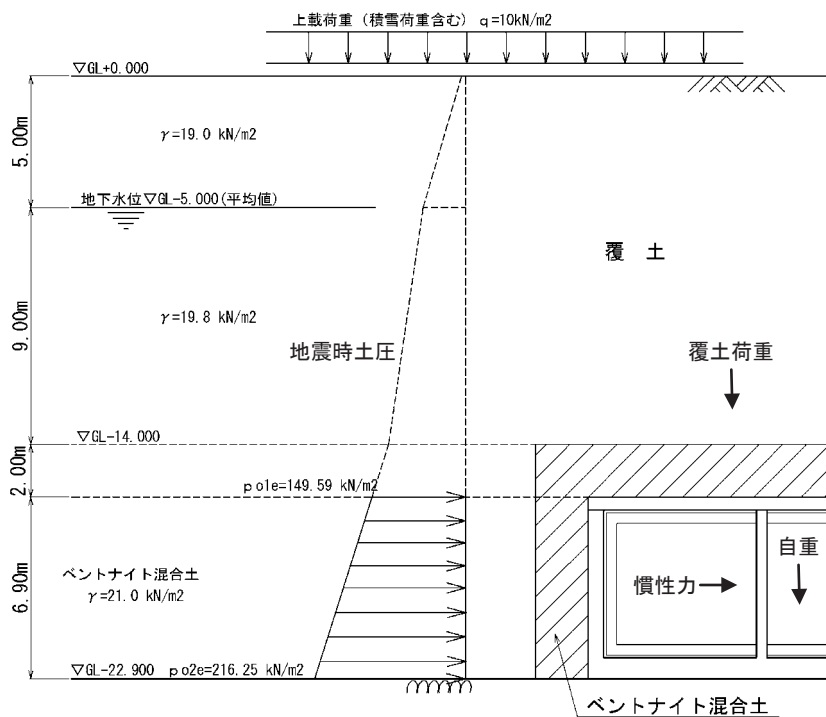


変形パターン-3
(ピットの片側の区画に重量のある廃棄体を定置する場合)

図 4.1.8 重量のある廃棄体を偏在させたピットの変形パターン(断面図)



(埋戻し後：常時)



(埋戻し後：地震時)

図 4.1.9 ピットに作用する荷重の組み合わせ

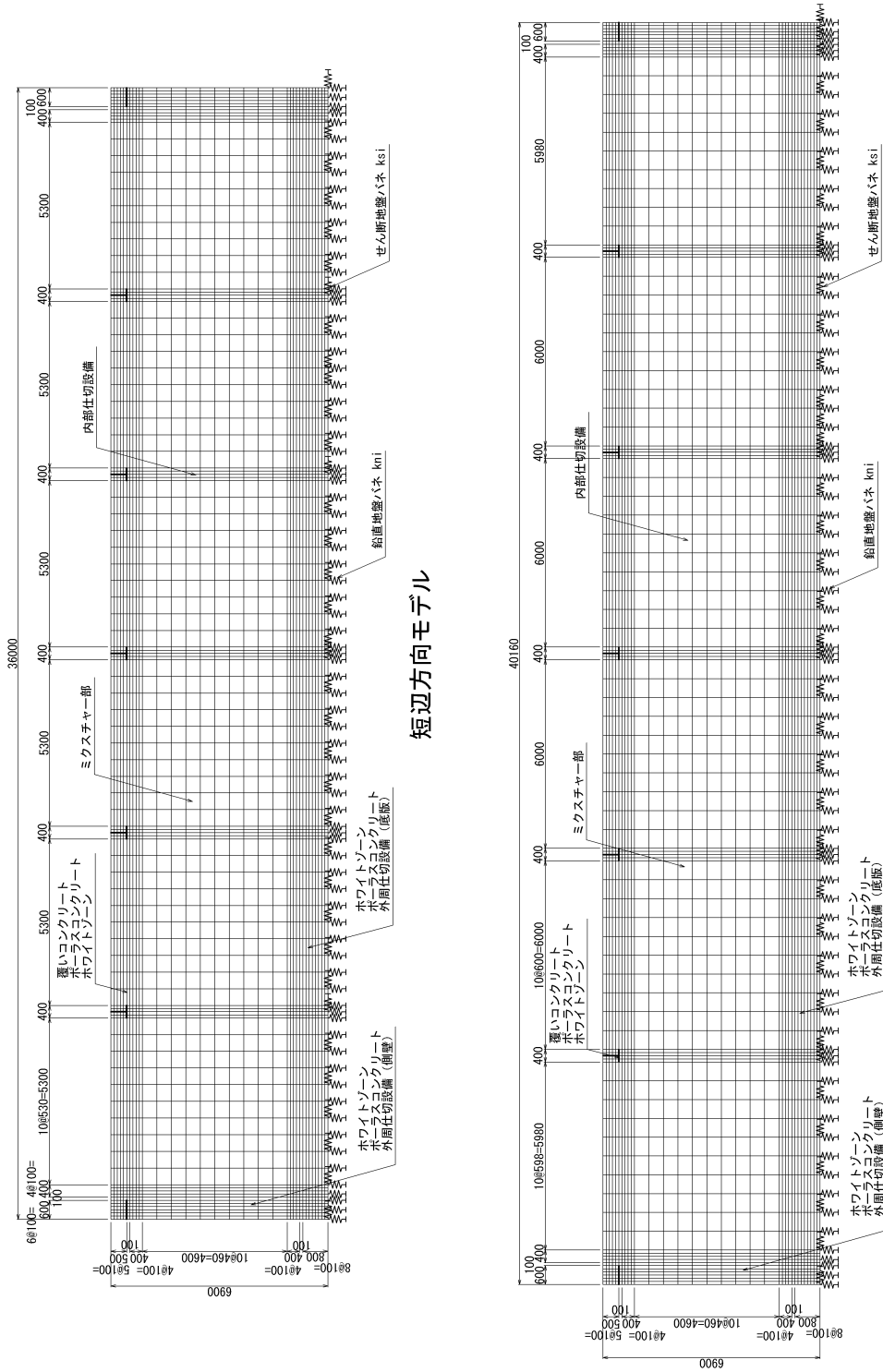
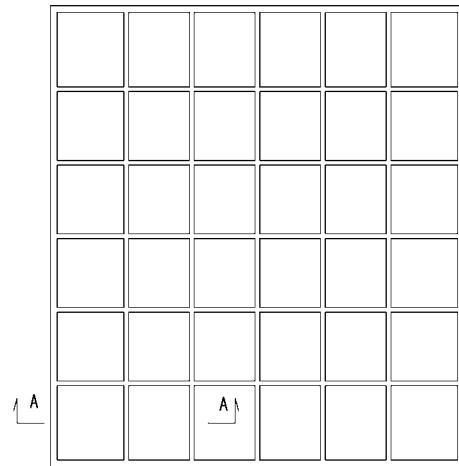


図 4.1.10 ピットの二次元 FEM 解析モデル



平面図

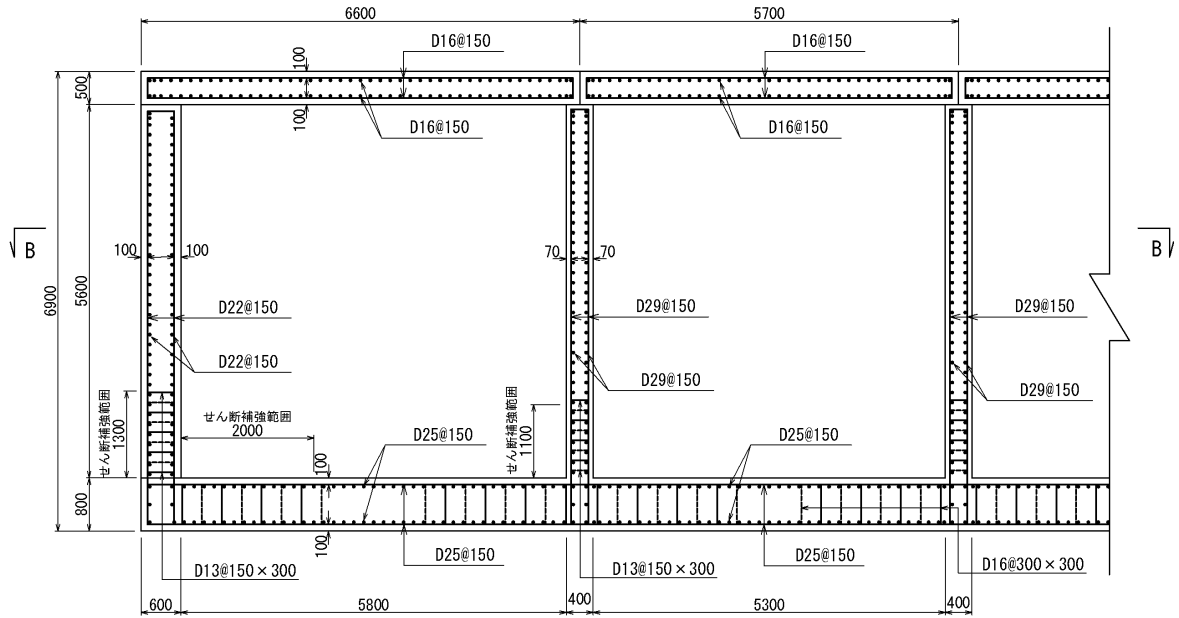


図 4.1.11 ピットの配筋図(1/2)

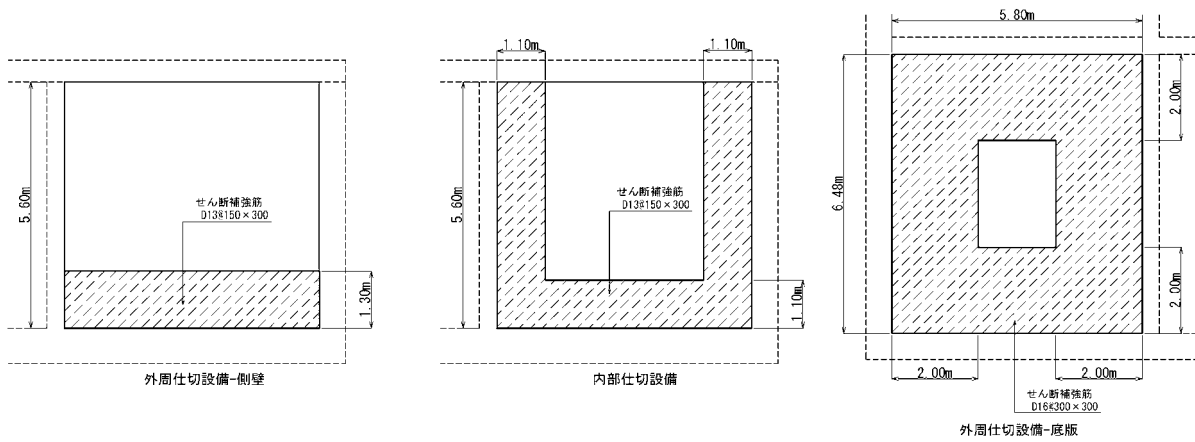
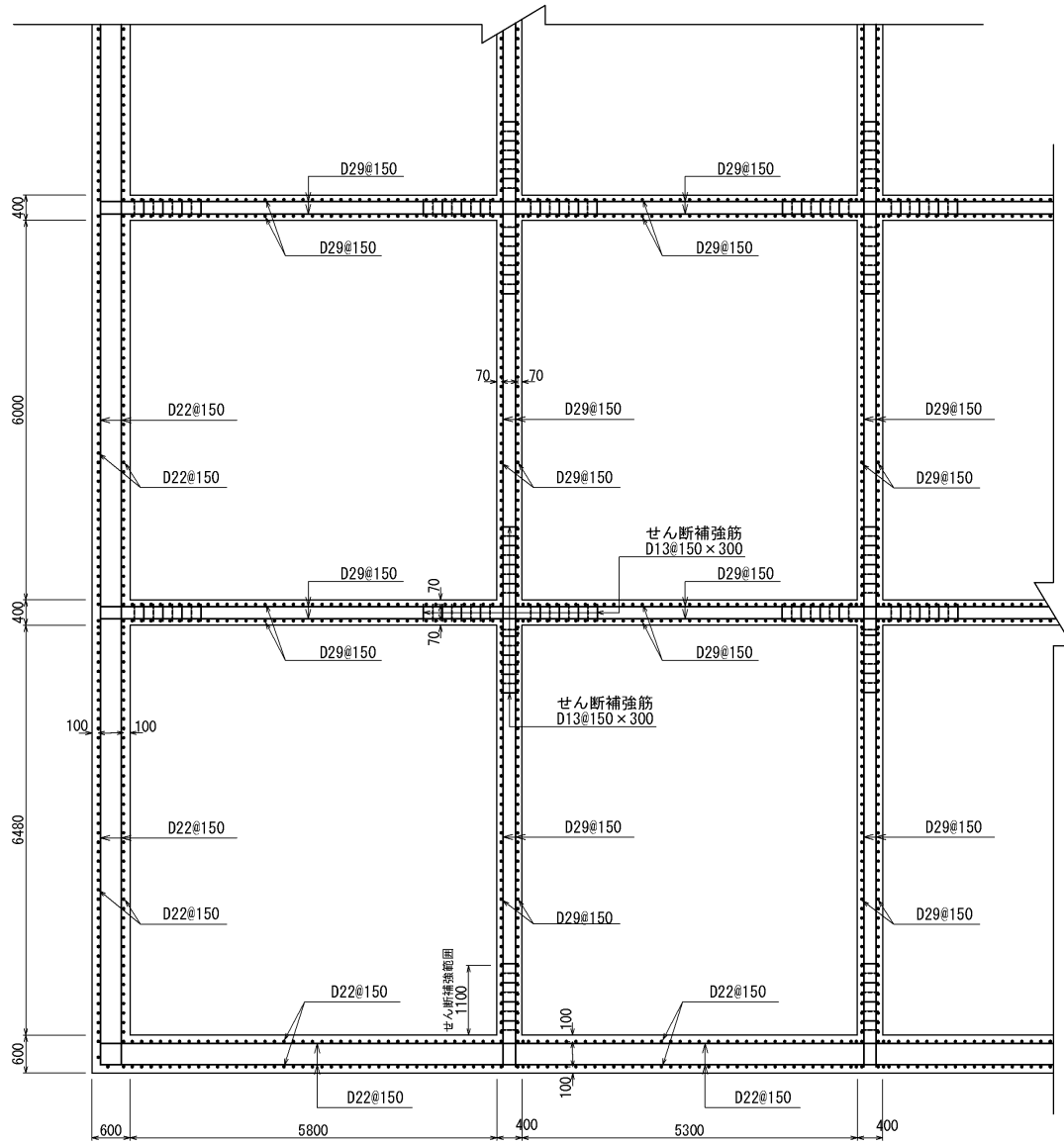
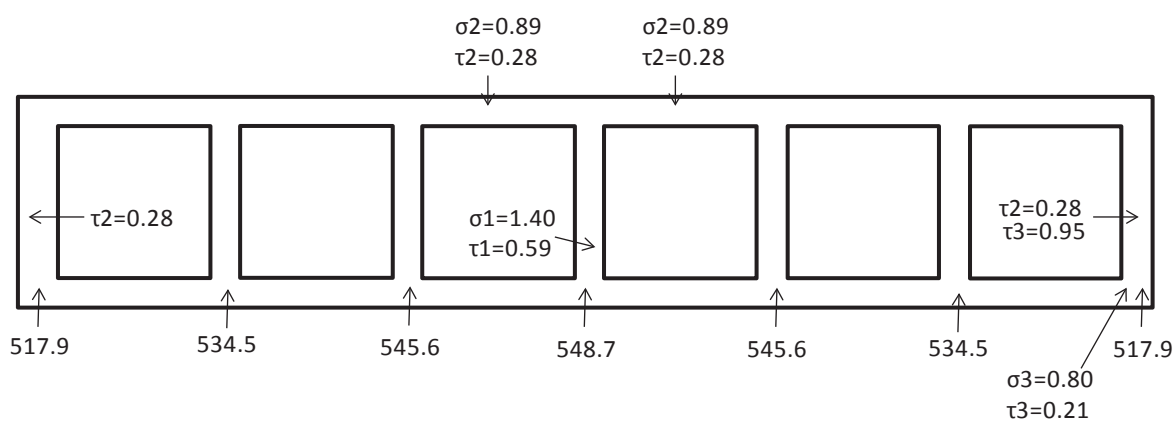
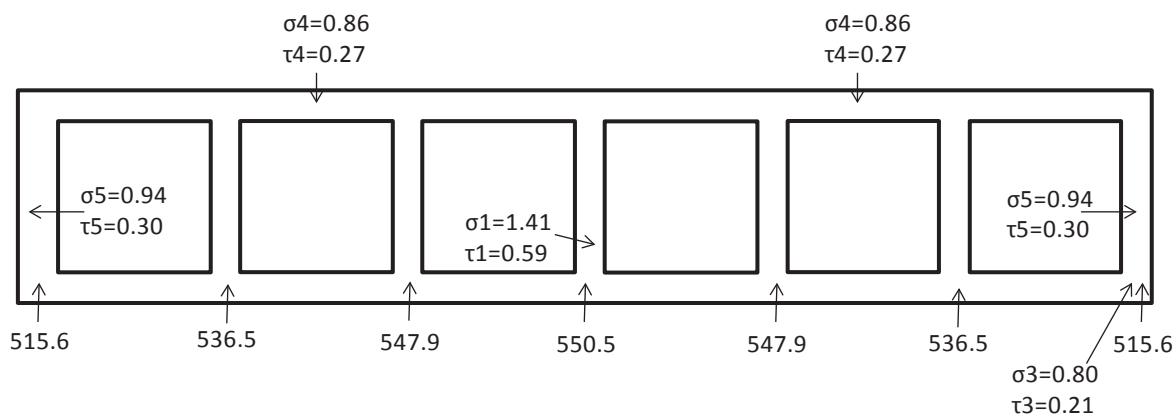


図 4.1.11 ピットの配筋図(2/2)



短辺方向(常時)



長辺方向(常時)

凡例

σ : 曲げ圧縮応力 (N/mm²)

τ : せん断応力 (N/mm²)

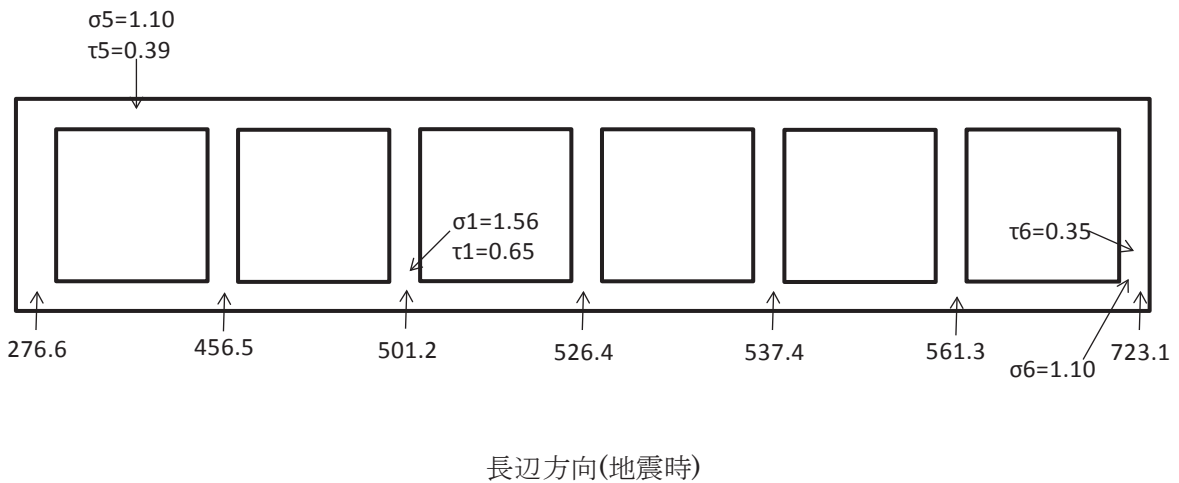
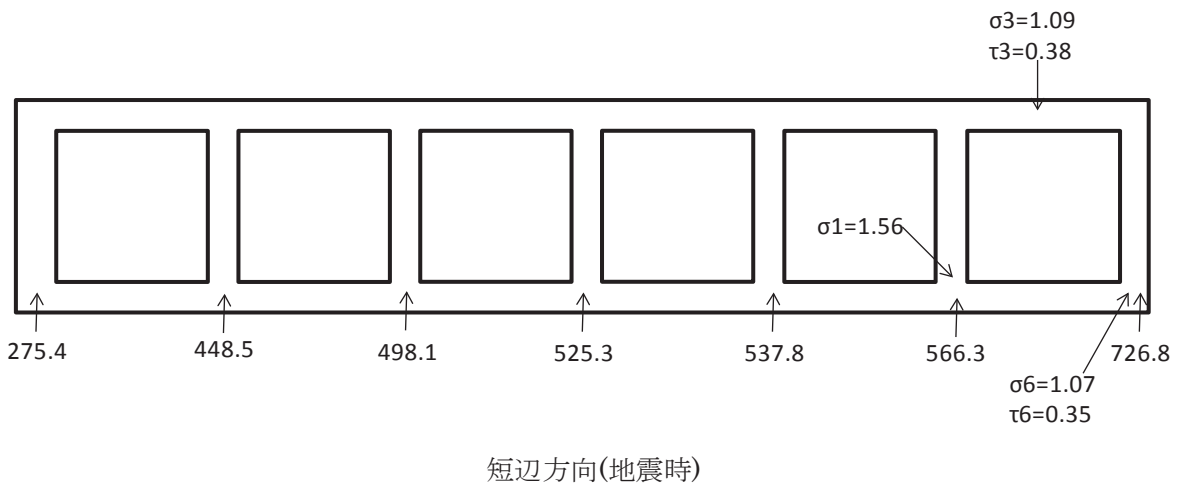
添字 : 定置パターン番号

- 1 : 全区画にドラム缶を定置したケース
- 2 : 中心 2 区画に重量のある廃棄体を定置したケース
- 3 : 右端の 2 区画に重量のある廃棄体を定置したケース
- 4 : 中心 4 区画に重量のある廃棄体を定置したケース
- 5 : 両端の 1 区画に重量のある廃棄体を定置したケース

上向きの矢印は、地盤反力 (kN/m²) を示す。

※比較的大きい応力が生じる定置パターンのみ記載。

図 4.1.12 常時におけるピットの最大応力、地盤反力並びに発生部位と定置パターン



凡例

σ : 曲げ圧縮応力 (N/mm²)

τ : せん断応力 (N/mm²)

添字 : 定置パターン番号

- 1 : 全区画にドラム缶を定置したケース
- 3 : 右端の1区画に重量のある廃棄体を定置したケース
- 5 : 両端の1区画に重量のある廃棄体を定置したケース
- 6 : 右側3区画に重量のある廃棄体を定置したケース

上向きの矢印は、地盤反力 (kN/m²) を示す。

※比較的大きい応力が生じる定置パターンのみ記載。

図 4.1.13 地震時におけるピットの最大応力、地盤反力並びに発生部位と定置パターン

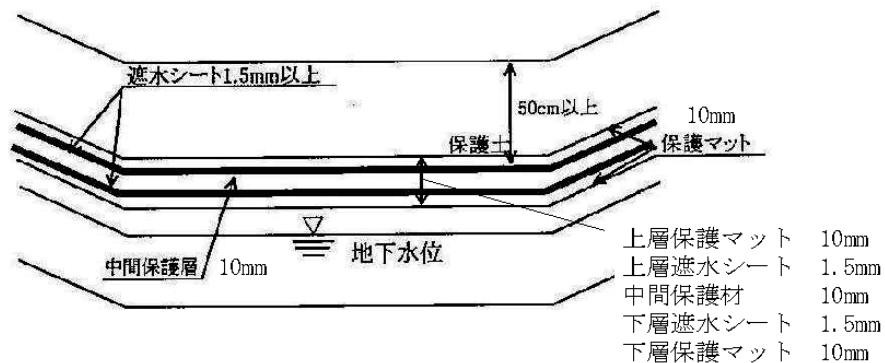
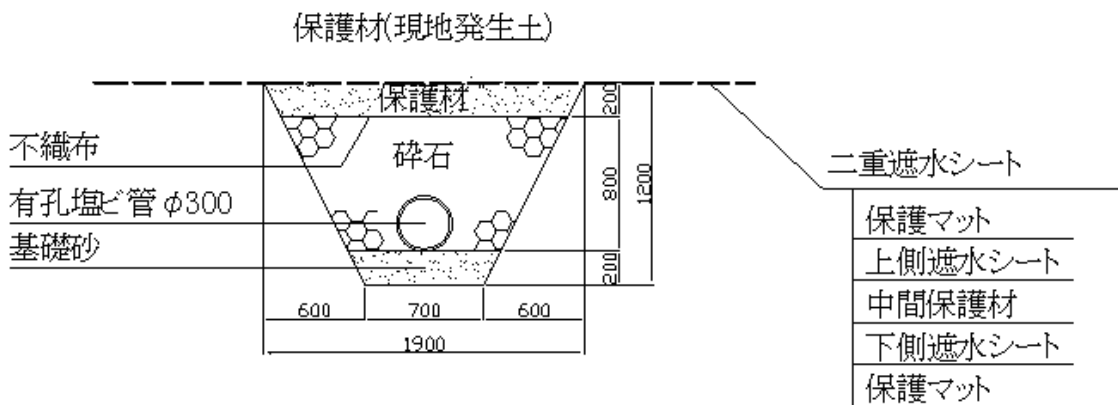
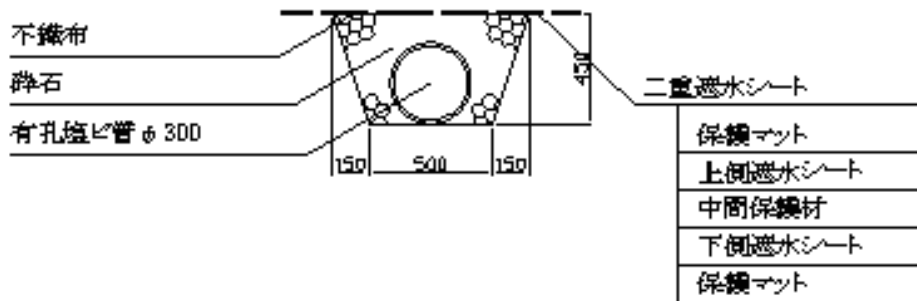


図 4. 2. 1 二重遮水工断面外形図



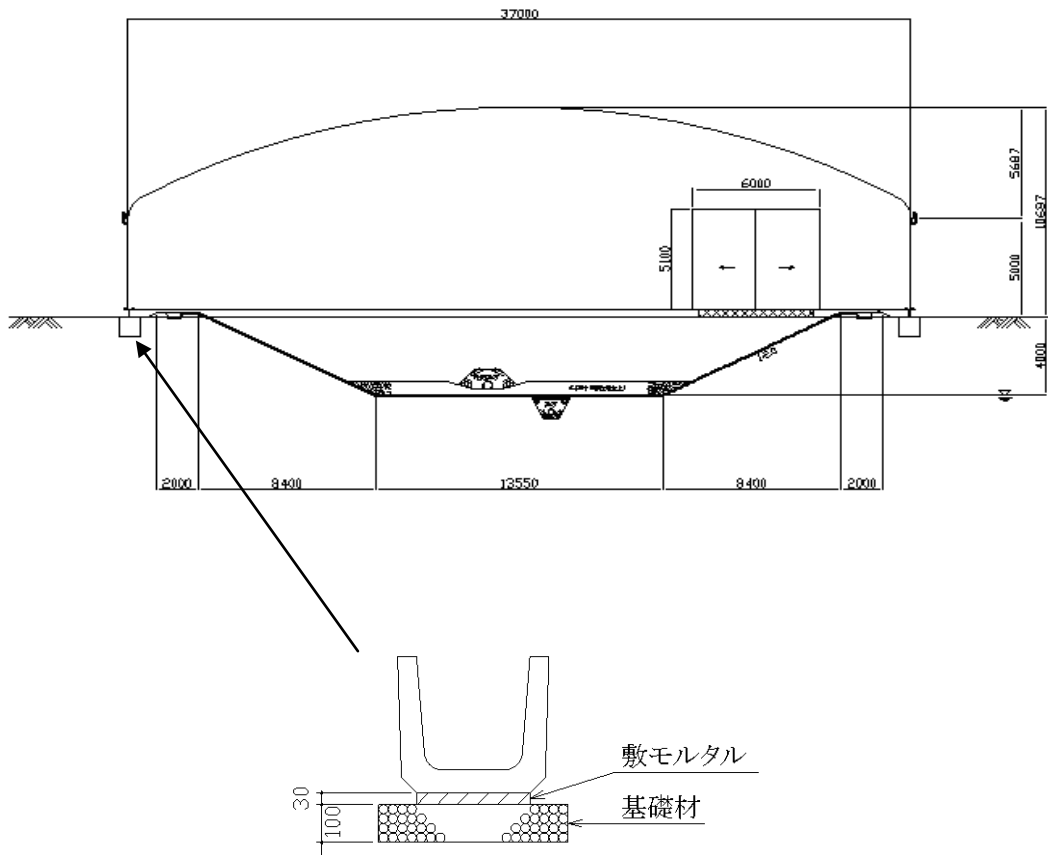
寸法単位：mm

図 4. 2. 2 底部地下水集排水設備断面外形図



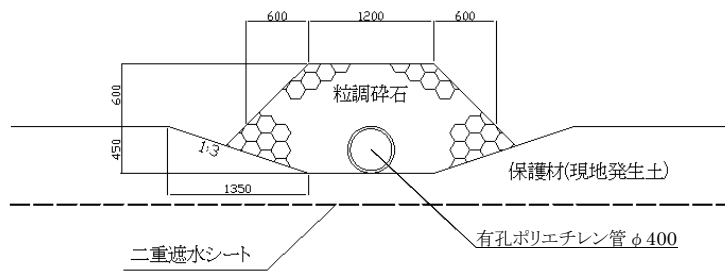
寸法単位：mm

図 4. 2. 3 法面部地下水集排水設備断面外形図



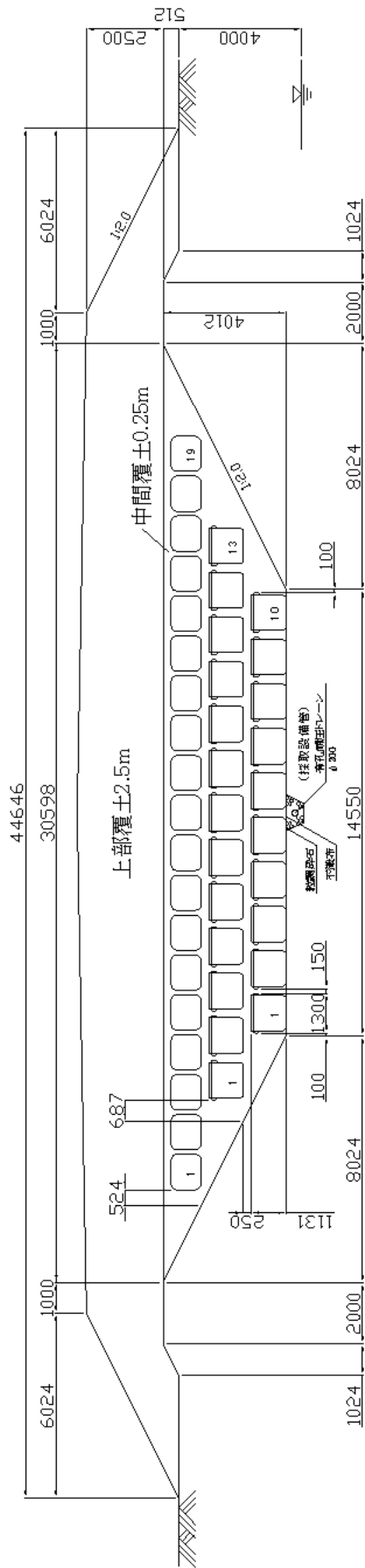
寸法単位：mm

図 4.2.4 雨水浸入防止用テントと埋設地周囲の排水溝の断面外形図



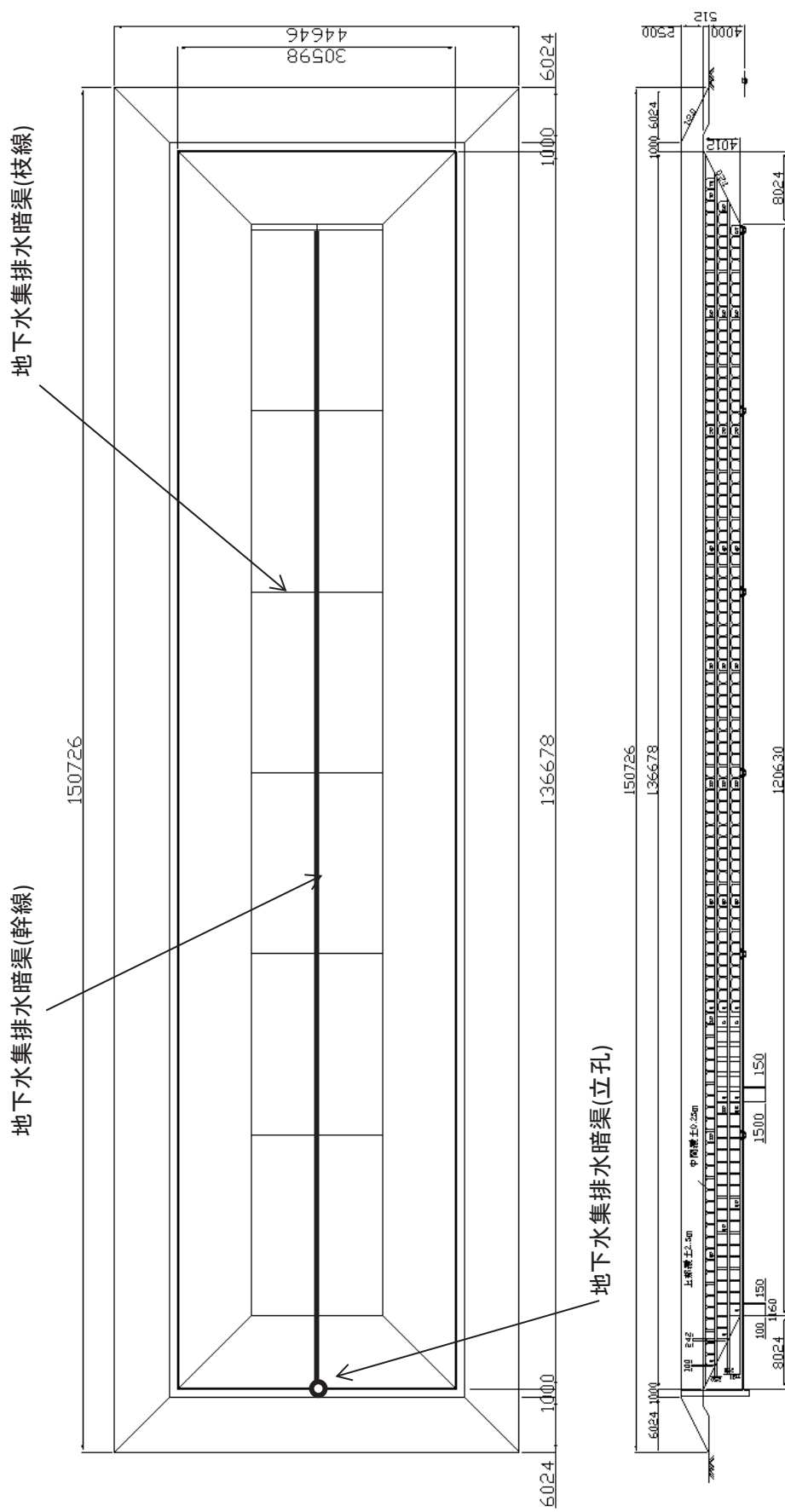
寸法単位：mm

図 4.2.5 底部保有水集排水設備断面外形図



寸法単位：mm

図 4.2.6 安定五品目相当を埋設するトレンチ埋設施設の断面図 (P 埋設地、S 埋設地)



寸法単位：mm

図 4.2.7 安定五品目を埋設するトレンチ埋設施設の底部平面図、縦断面図 (P埋設地)

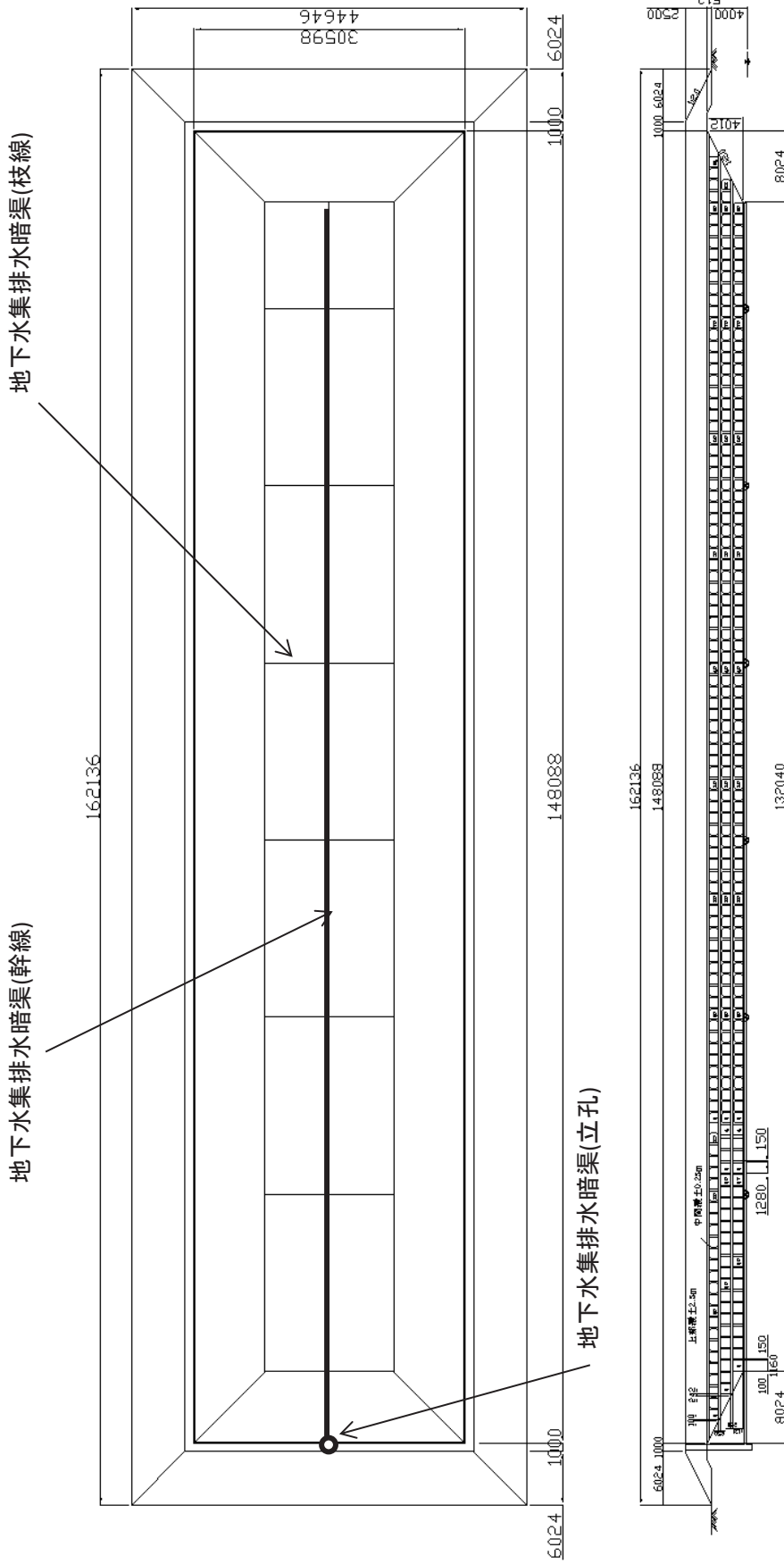
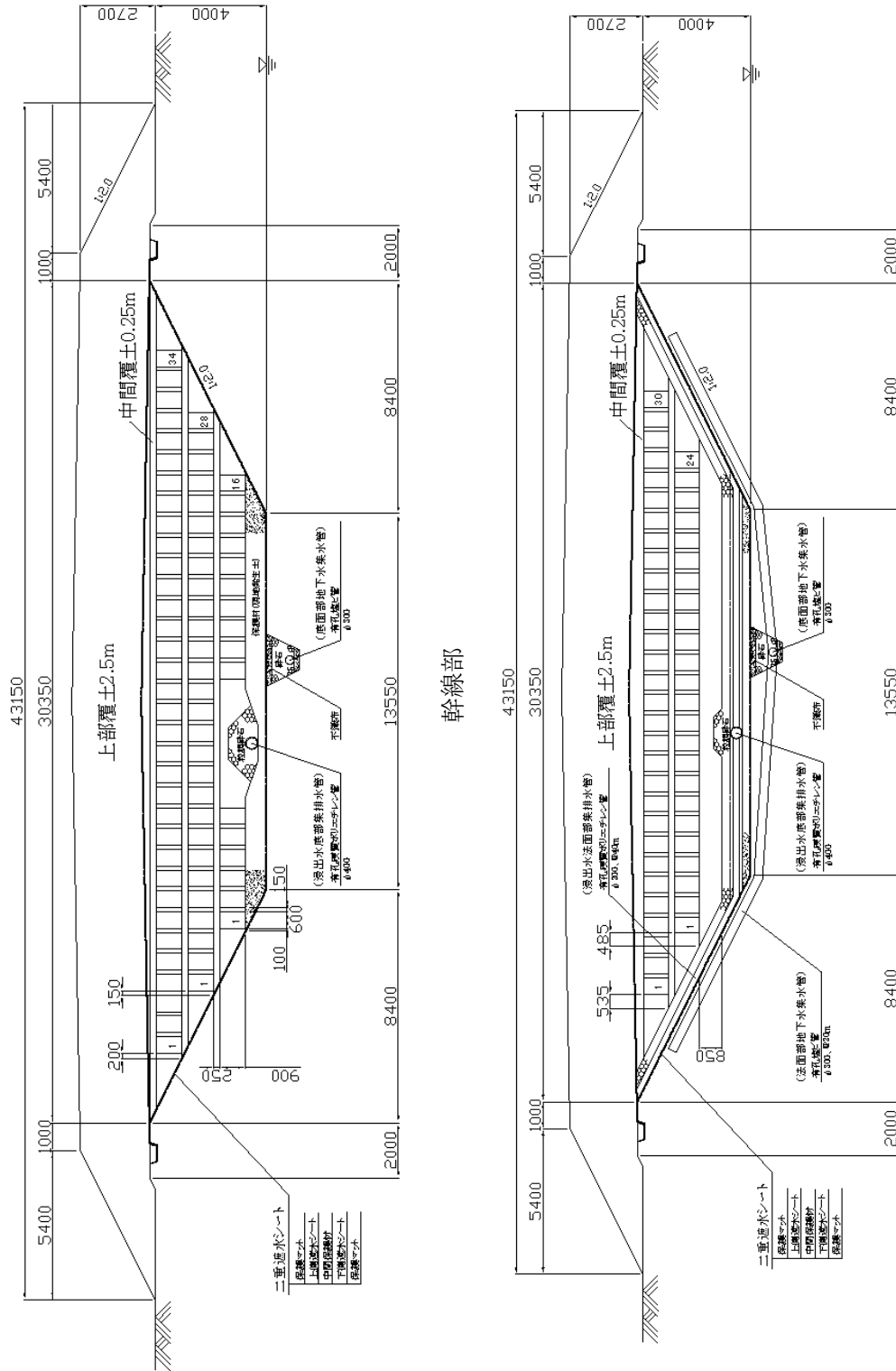
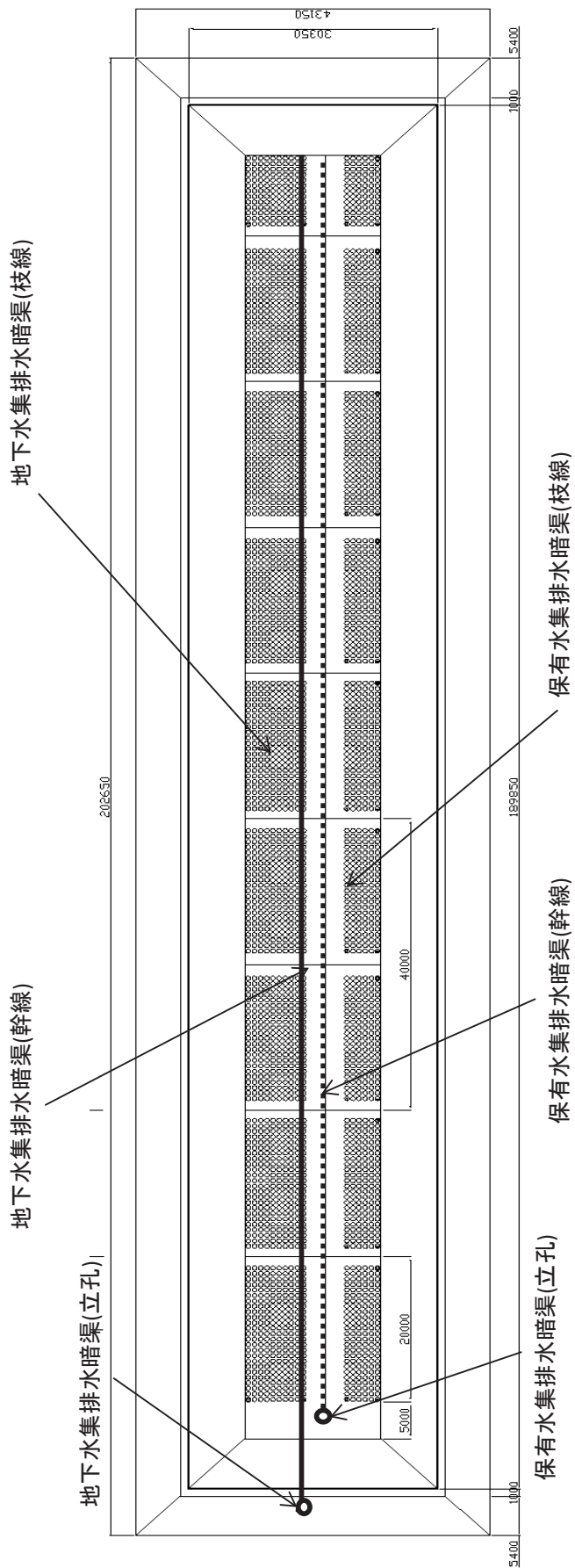


図 4.2.8 安定五品目を埋設するトレンチ埋設施設の底部平面図、縦断面図 (S埋設地)



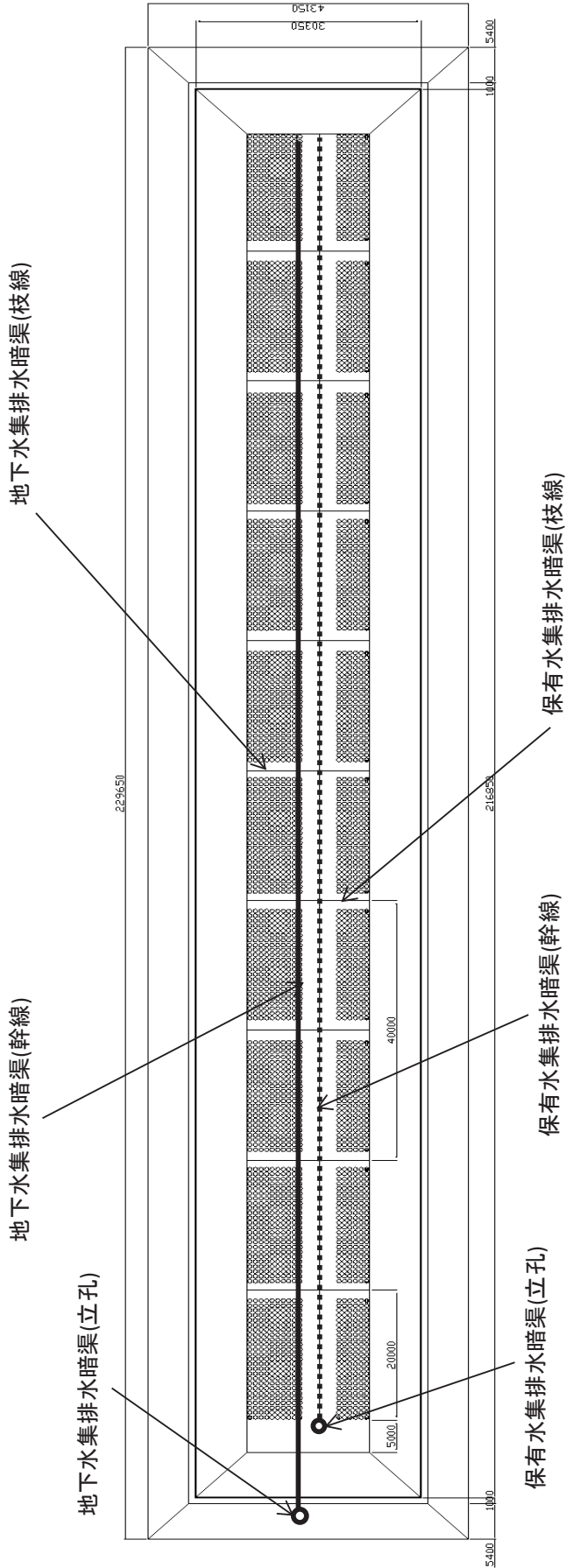
寸法単位：mm

図 4.2.9 安定五品目相当以外を埋設するトレンチ (付加機能型) 埋設施設の断面図



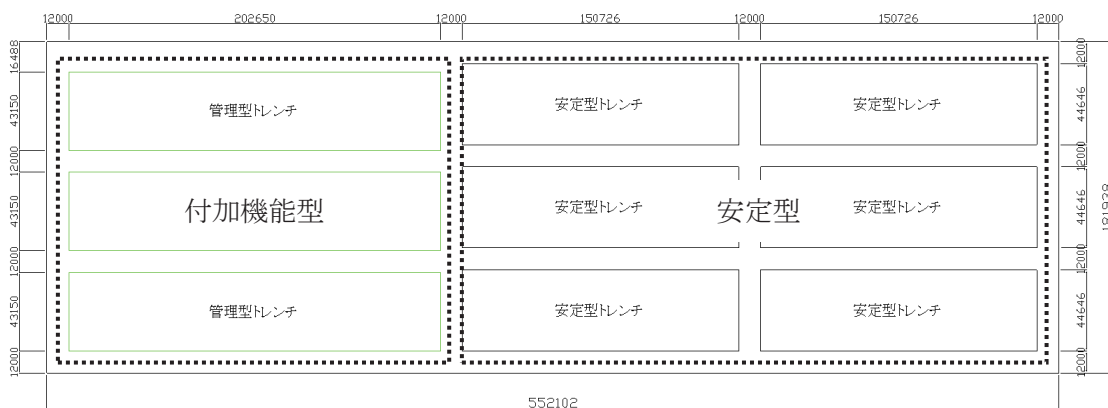
地下水集排水暗渠(枝線)の直上に保有水集排水暗渠(枝線)がある。網掛け部分は廃棄体定置している部分
 寸法単位：mm

図 4.2.10 安定五品目相当以外を埋設するトレンチ(付加機能型)埋設施設の底部平面図、縦断面図(P埋設地)

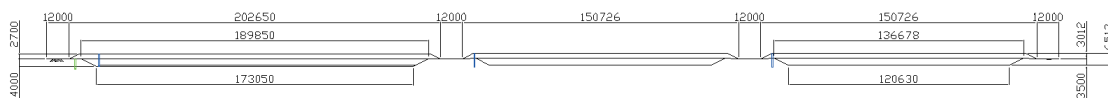


寸法単位：mm

図 4.2.11 安定五品目相当以外を埋設するトレンチ(付加機能型)埋設施設の底部平面図、縦断面図(S埋設地)



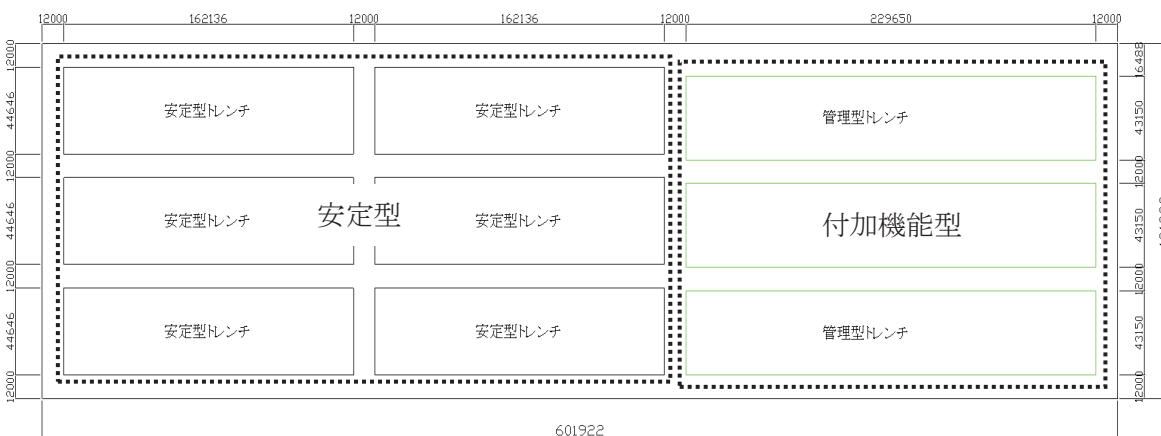
a. 平面図



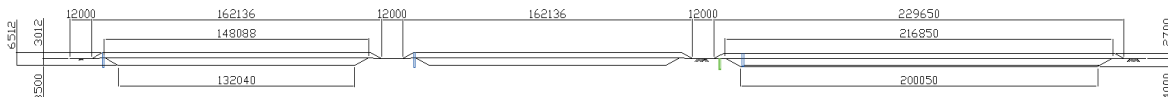
b. 断面図

寸法単位：mm

図 4.2.12 P 埋設地のトレンチ埋設施設の配置図



a. 平面図



b. 断面図

寸法単位：mm

図 4.2.13 S 埋設地のトレンチ埋設施設の配置図

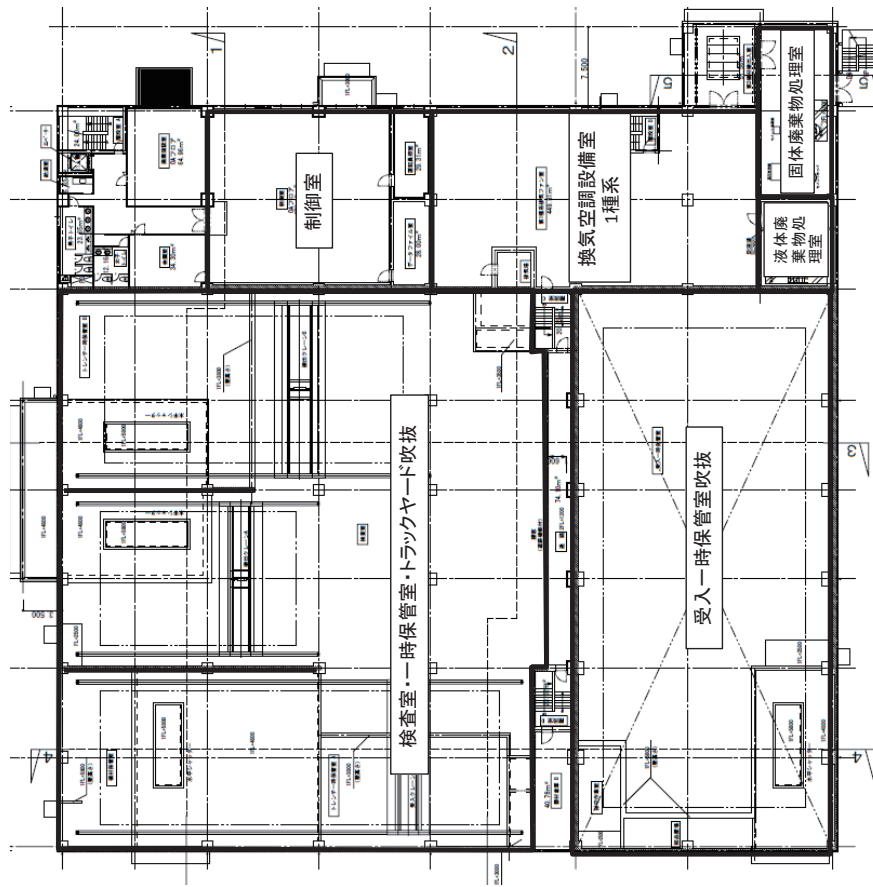


図 4.3.2 受入検査施設 2 階部屋配置図

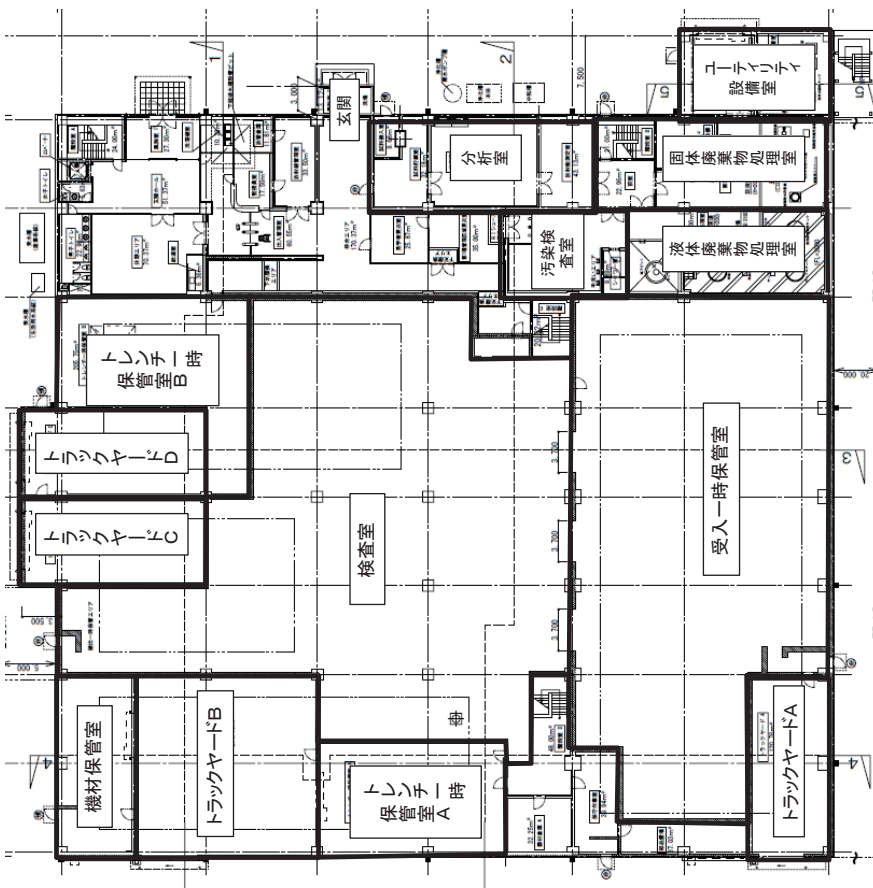


図 4.3.1 受入検査施設 1 階部屋配置図

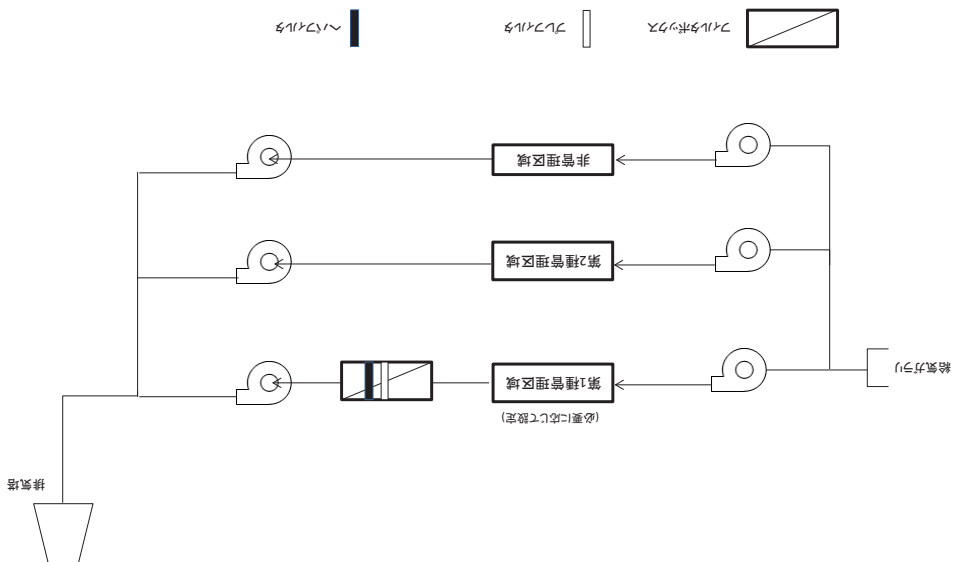


図 4.3.4 受入検査施設の排気系統

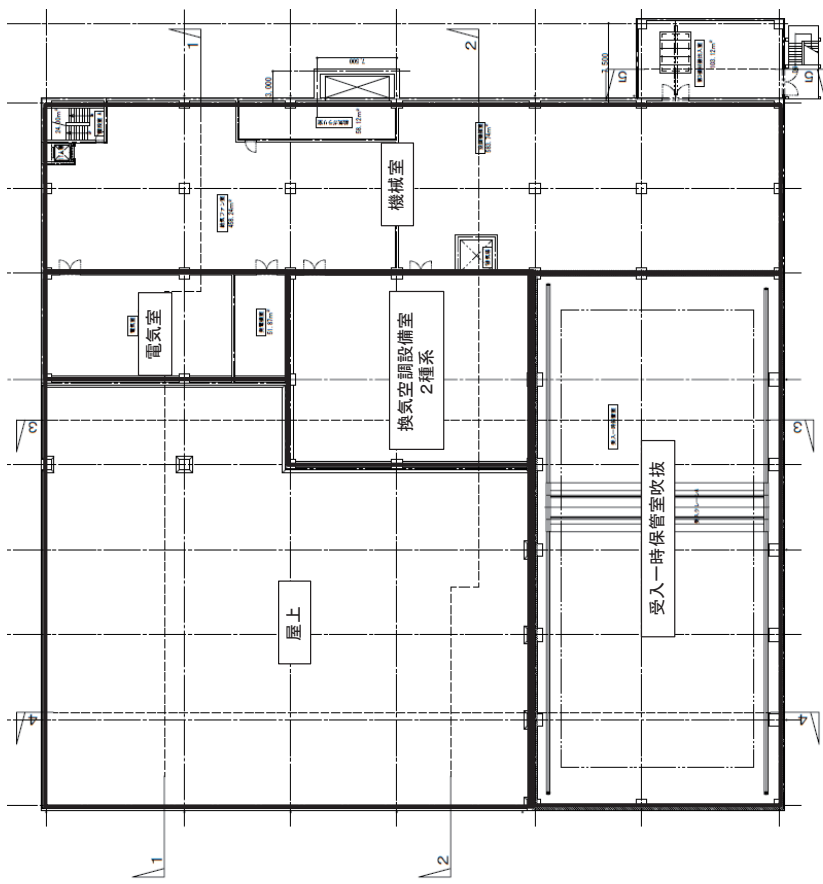


図 4.3.3 受入検査施設 3 階部屋配置図

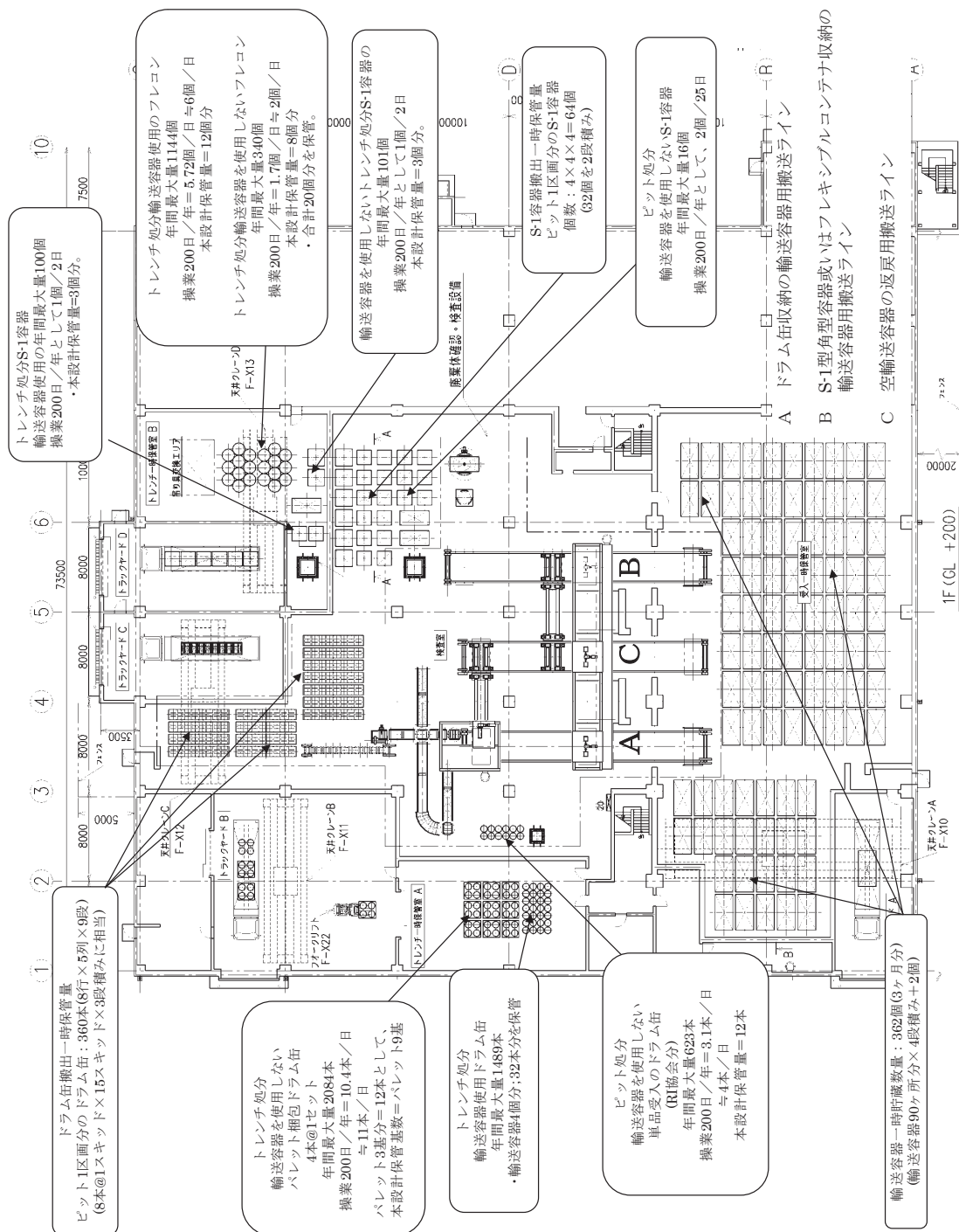
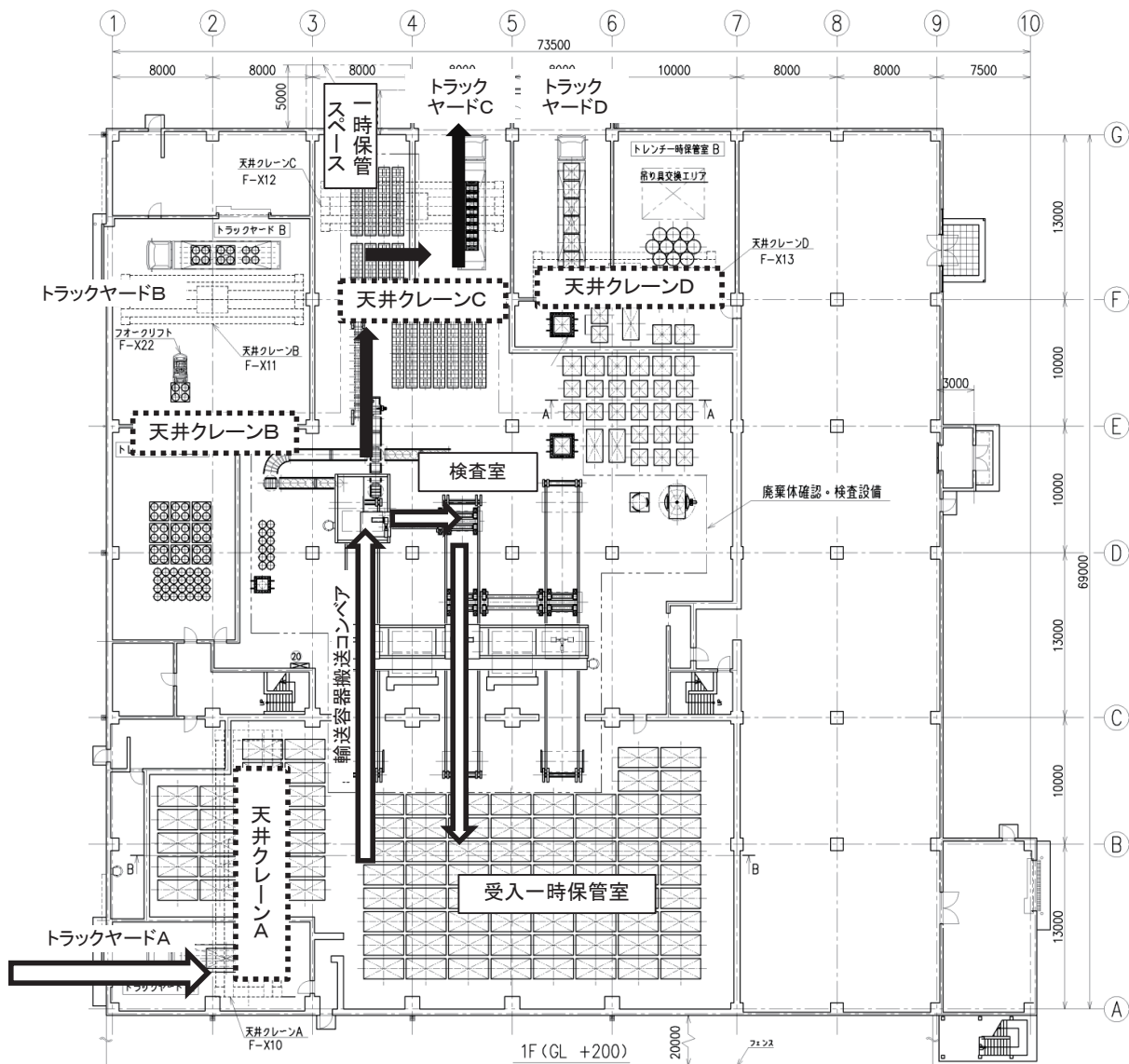


図 4.3.5 受入検査施設の一時貯蔵能力の設定



凡例

- : 輸送容器の搬送経路
- : ドラム缶の搬送経路

図 4.3.6 輸送容器に収納されたドラム缶(ピット処分対象)の動線図

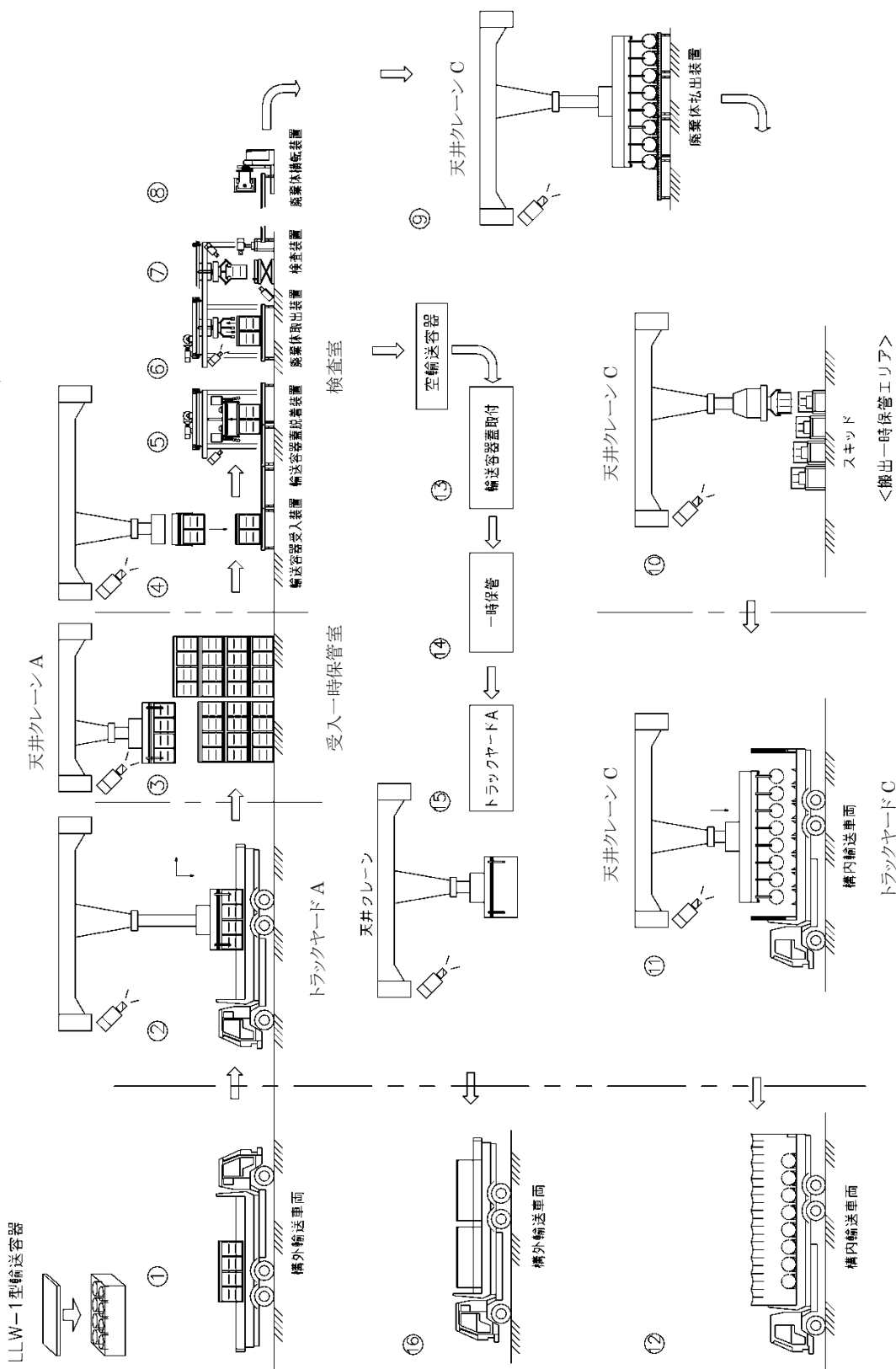
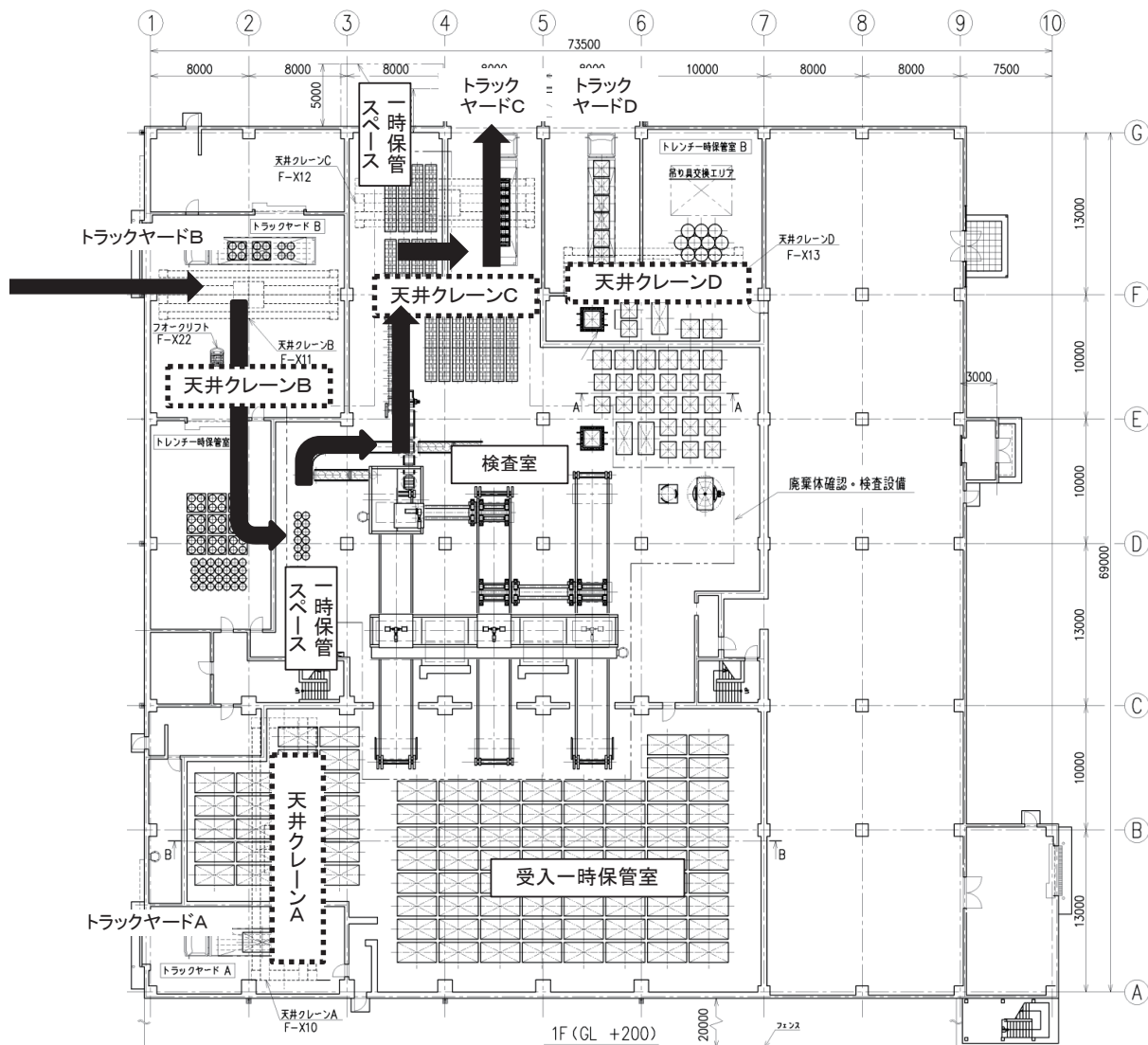


図 4.3.7 輸送容器に収納されたドラム缶(ピット処分対象)の取扱いフロー



凡例

➡:ドラム缶の搬送経路

図 4.3.8 輸送容器に収納されていないドラム缶(ピット処分対象)の動線図

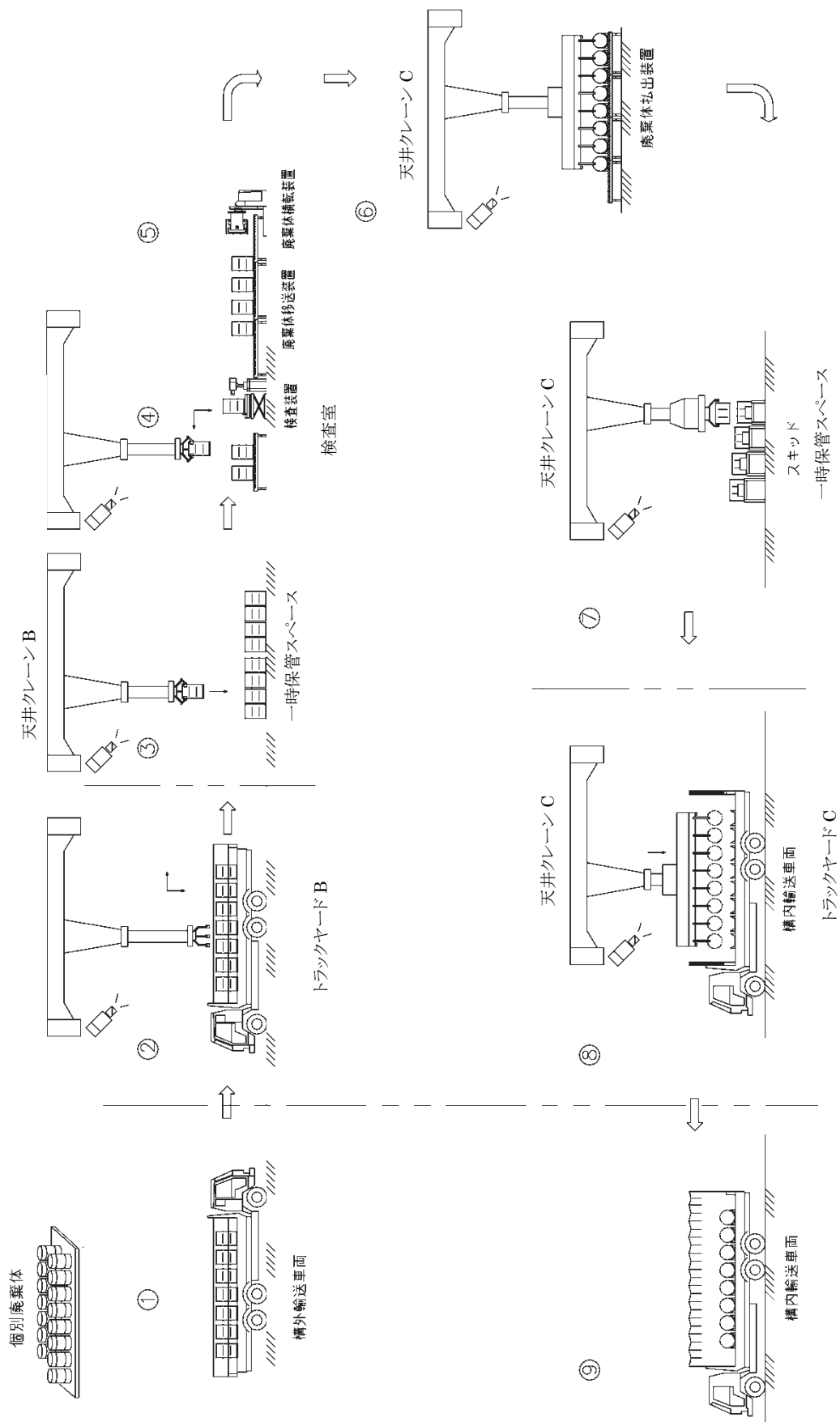
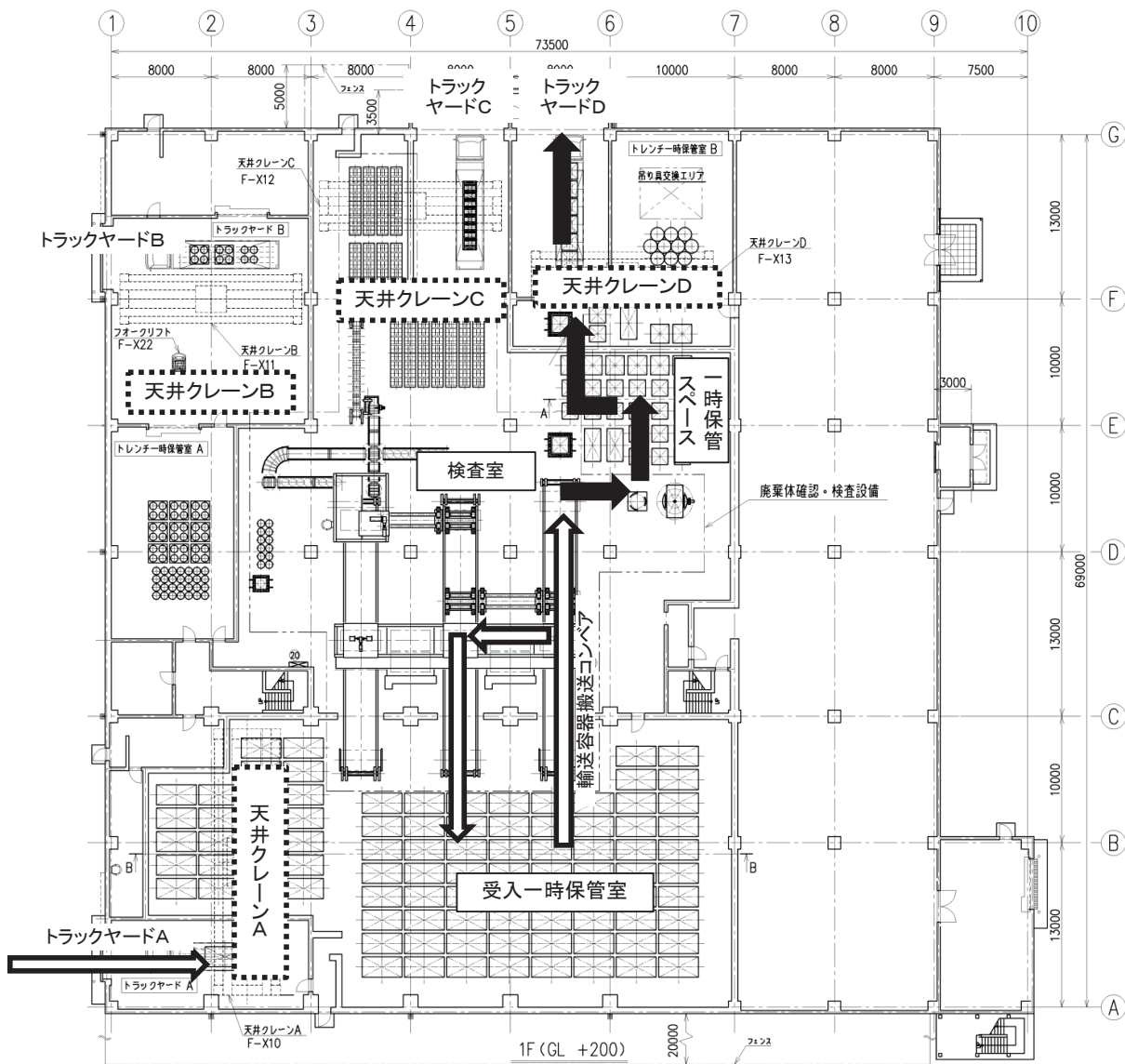


図 4.3.9 輸送容器に収納されていないドラム缶(ピット処分対象)の取扱いフロー



凡例

- ⇨ : 輸送容器の搬送経路
- ➡ : 角型容器の搬送経路

図 4. 3. 10 輸送容器に収納された角型容器(ピット処分対象)の動線図

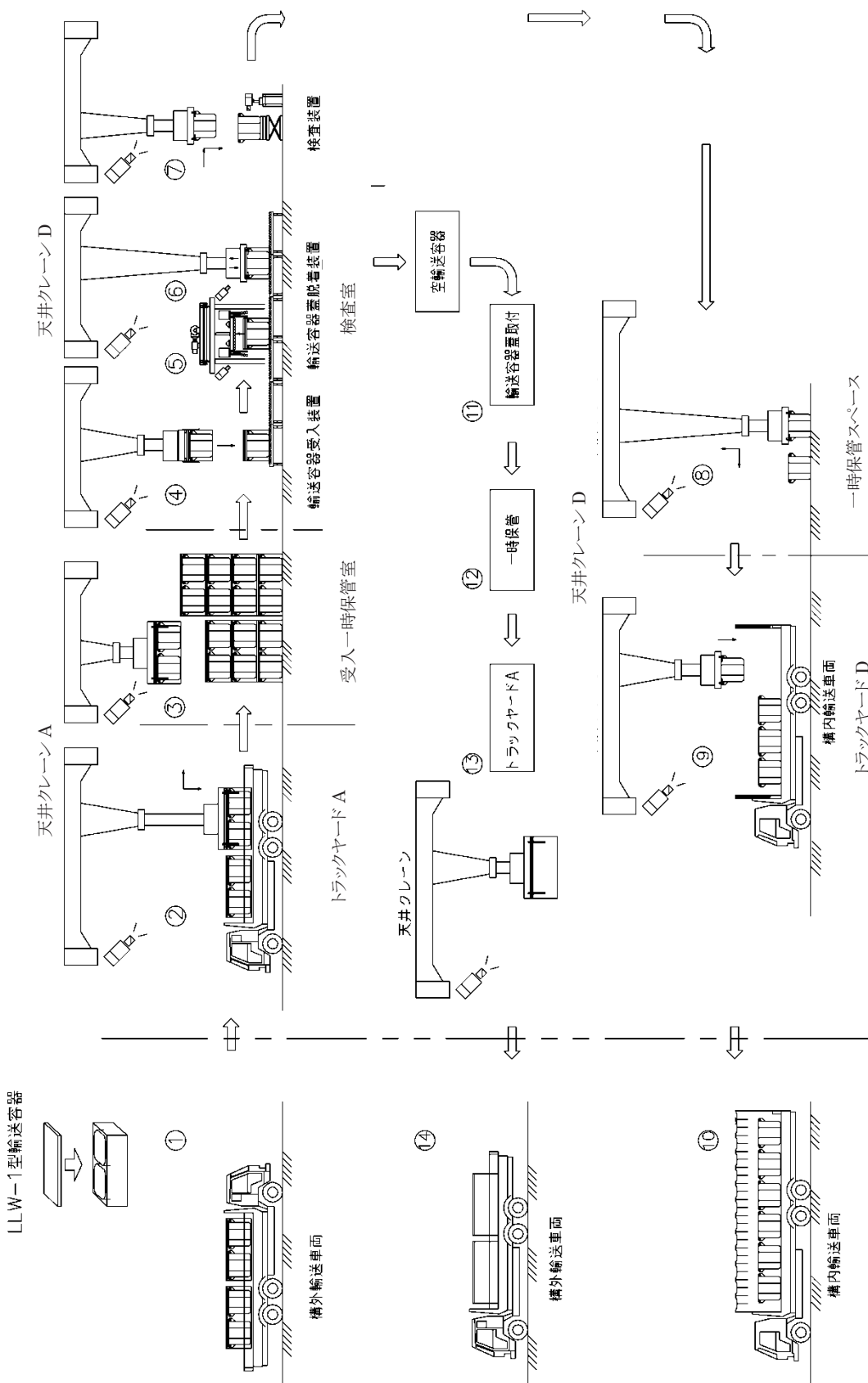
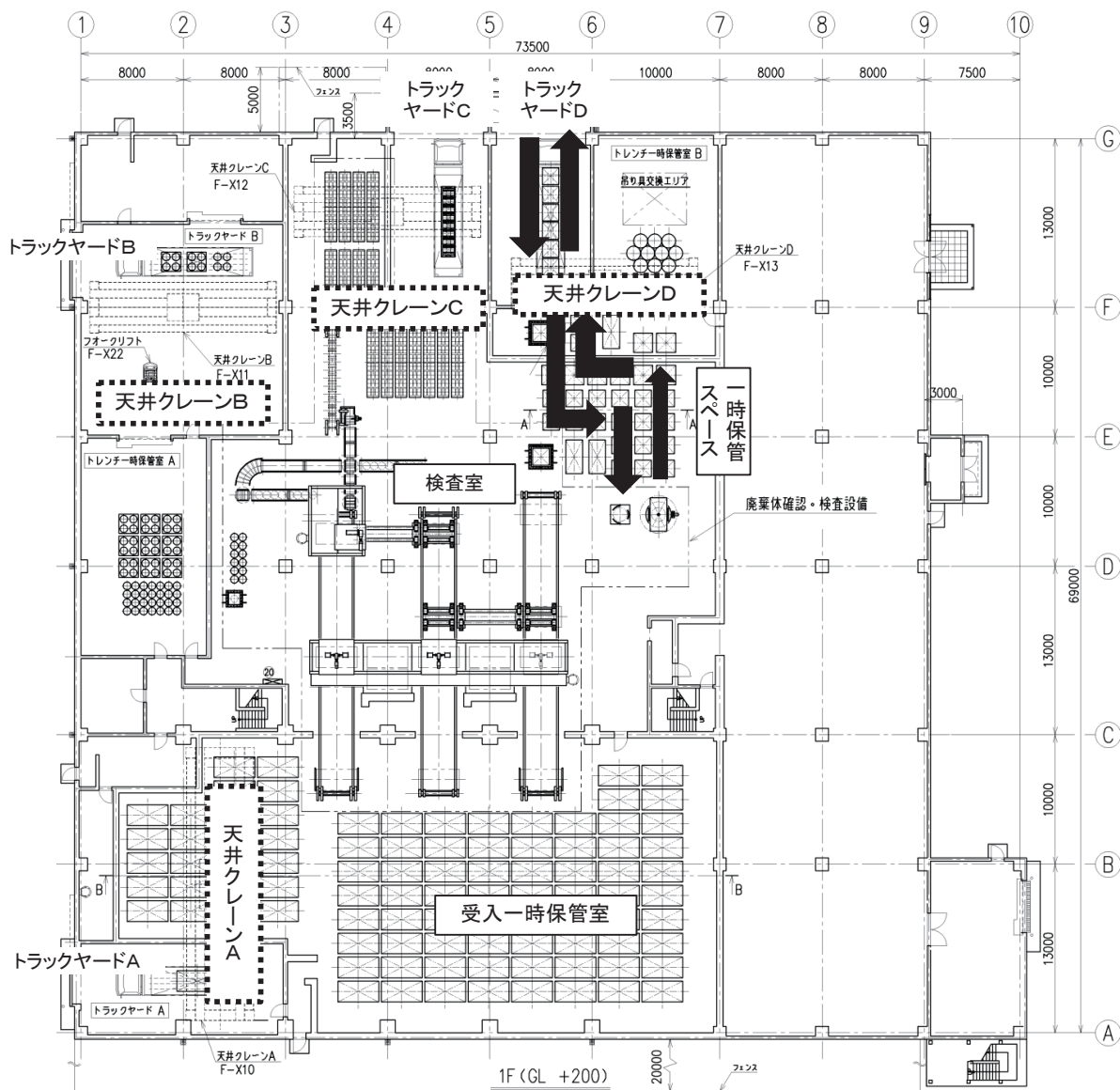


図 4.3.11 輸送容器に収納された角型容器(ピット処分対象)の取扱いはフロー



凡例

➡ : 角型容器の搬送経路

図 4. 3. 12 輸送容器に収納されていない角型容器(ピット処分対象)の動線図

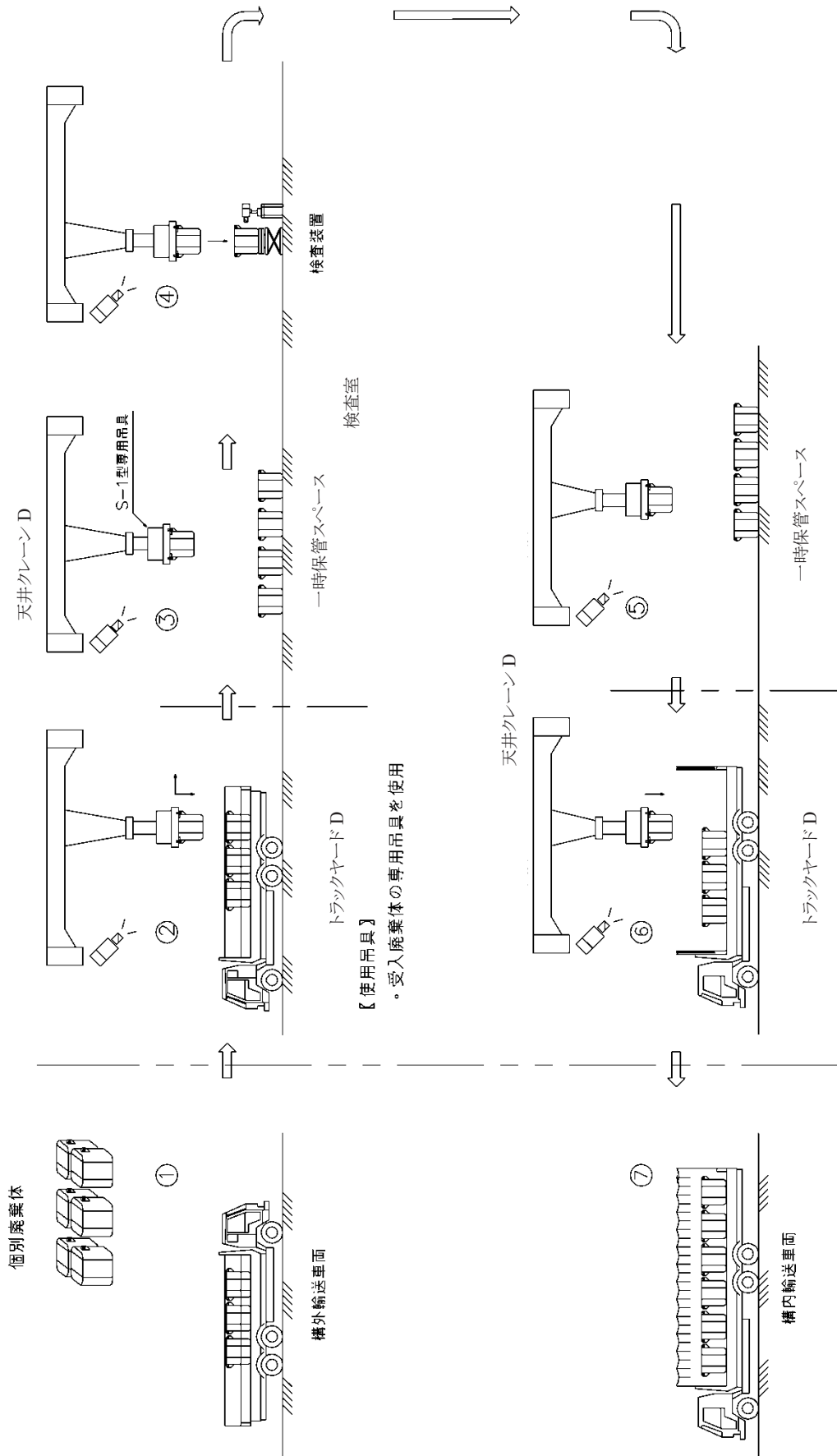
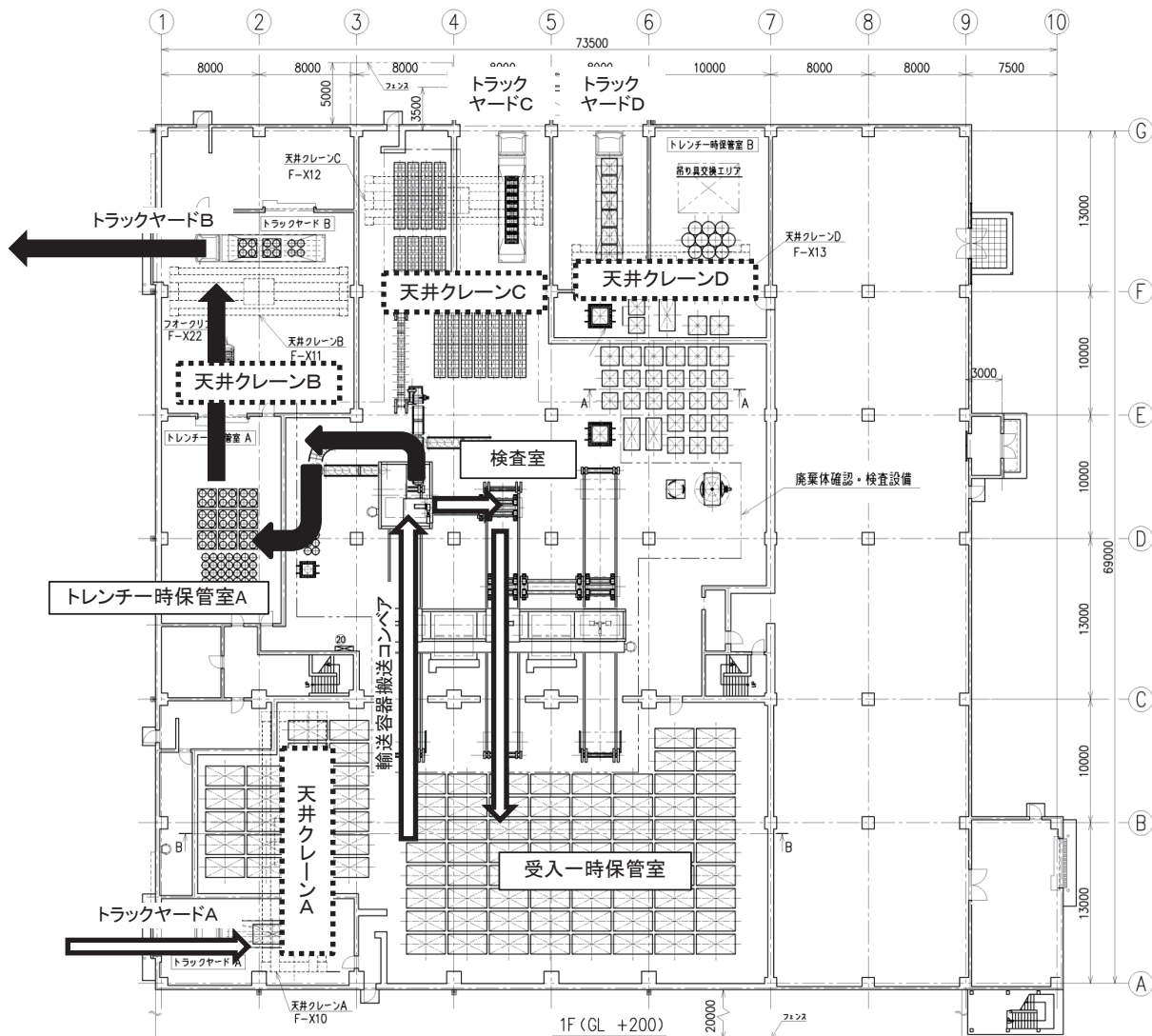


図 4.3.13 輸送容器に収納されていない角型容器(ピット処分対象)の取扱いフロー



- 凡例
- : 輸送容器の搬送経路
 - : ドラム缶の搬送経路

図 4. 3. 14 輸送容器に収納されたドラム缶(トレンチ処分対象)の動線図

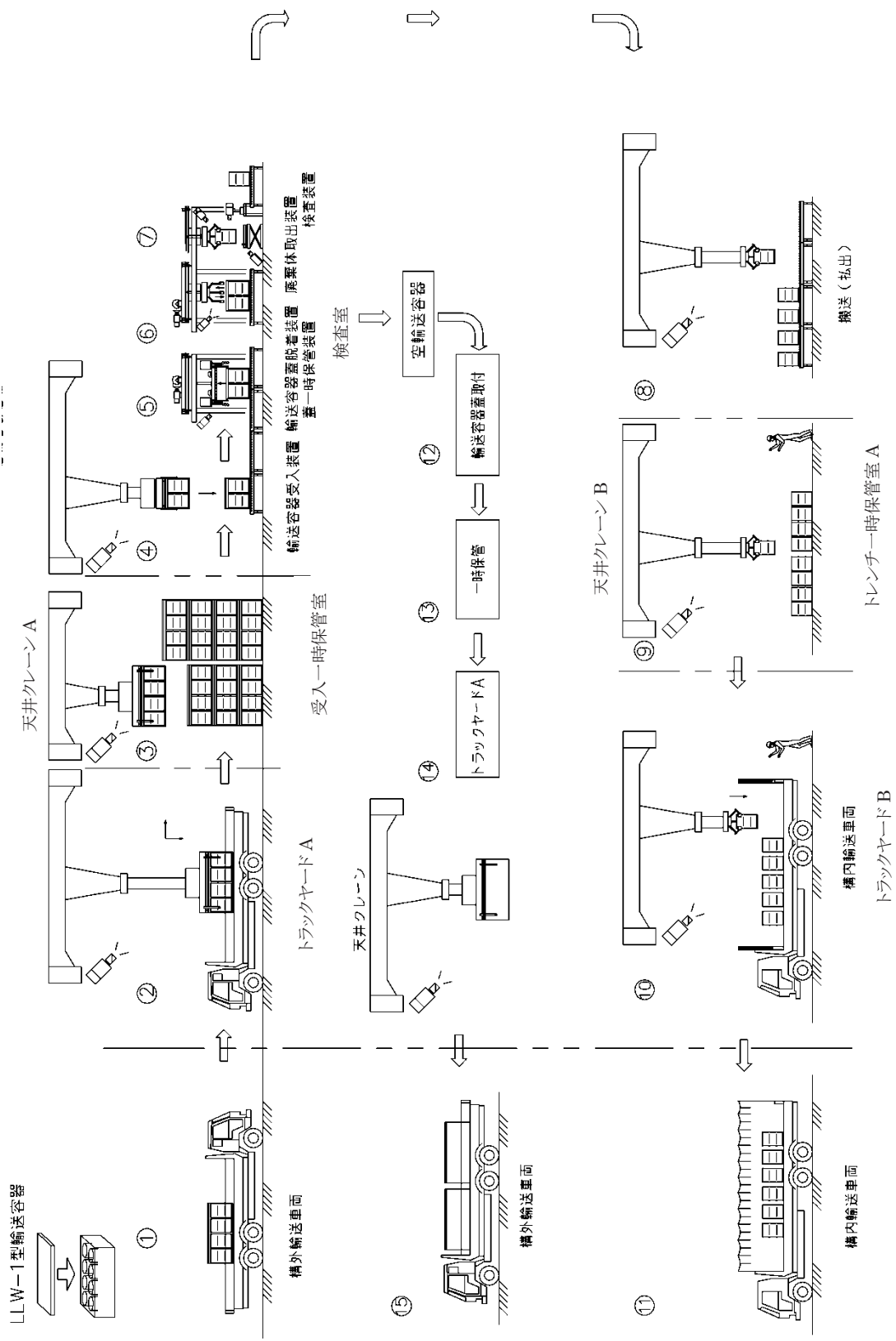
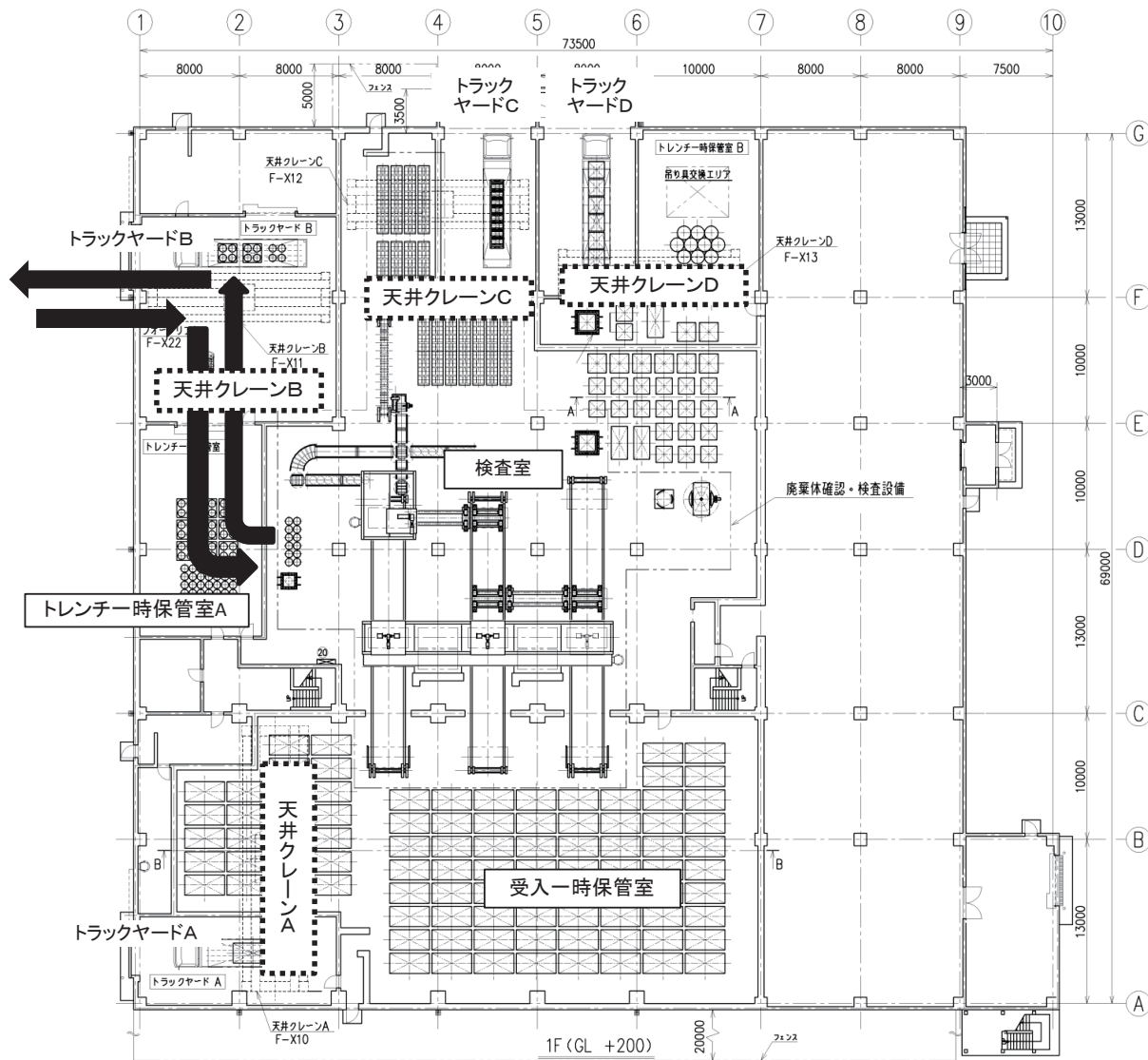


図 4.3.15 輸送容器に収納されたドラム缶(トレンチ処分対象)の取扱いフロー



凡例

➡:ドラム缶の搬送経路

図 4.3.16 輸送容器に収納されていないドラム缶(トレンチ処分対象)の動線図

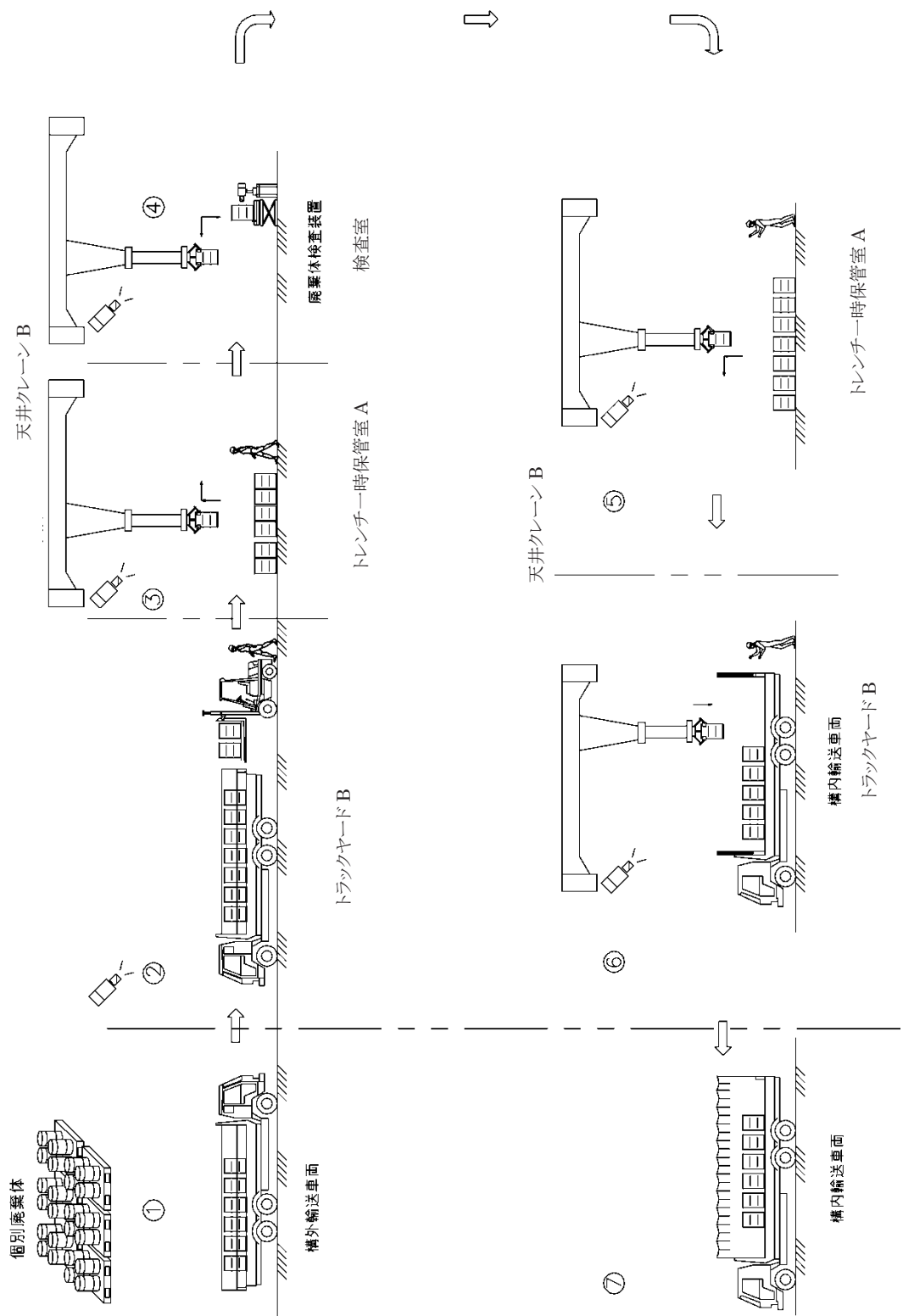
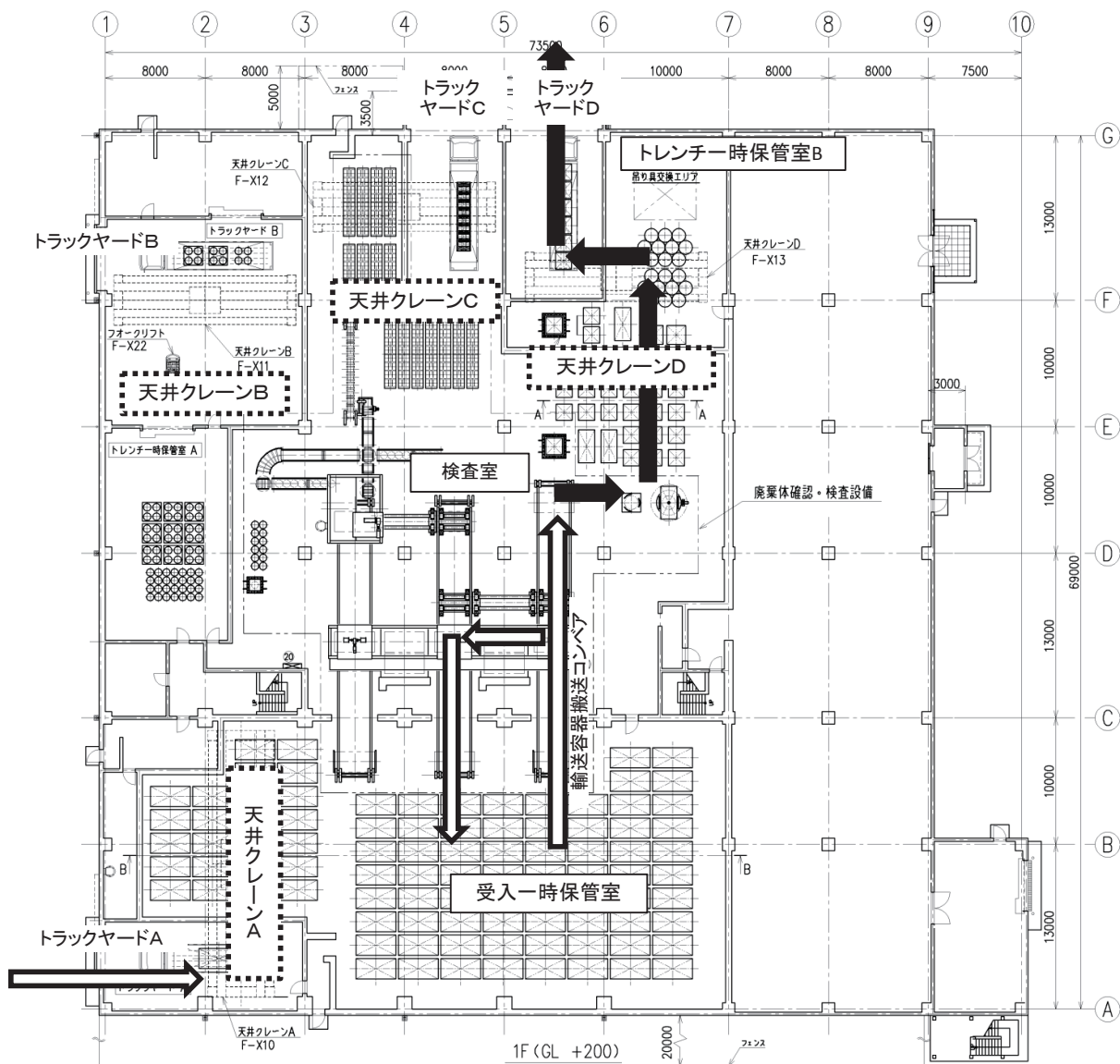


図 4.3.17 輸送容器に収納されていないドラム缶(トレンチ処分対象)の取扱いフロー



凡例

- ◻ → : 輸送容器の搬送経路
- → : 角型容器の搬送経路

図 4. 3. 18 輸送容器に収納された角型容器(トレンチ処分対象)の動線図

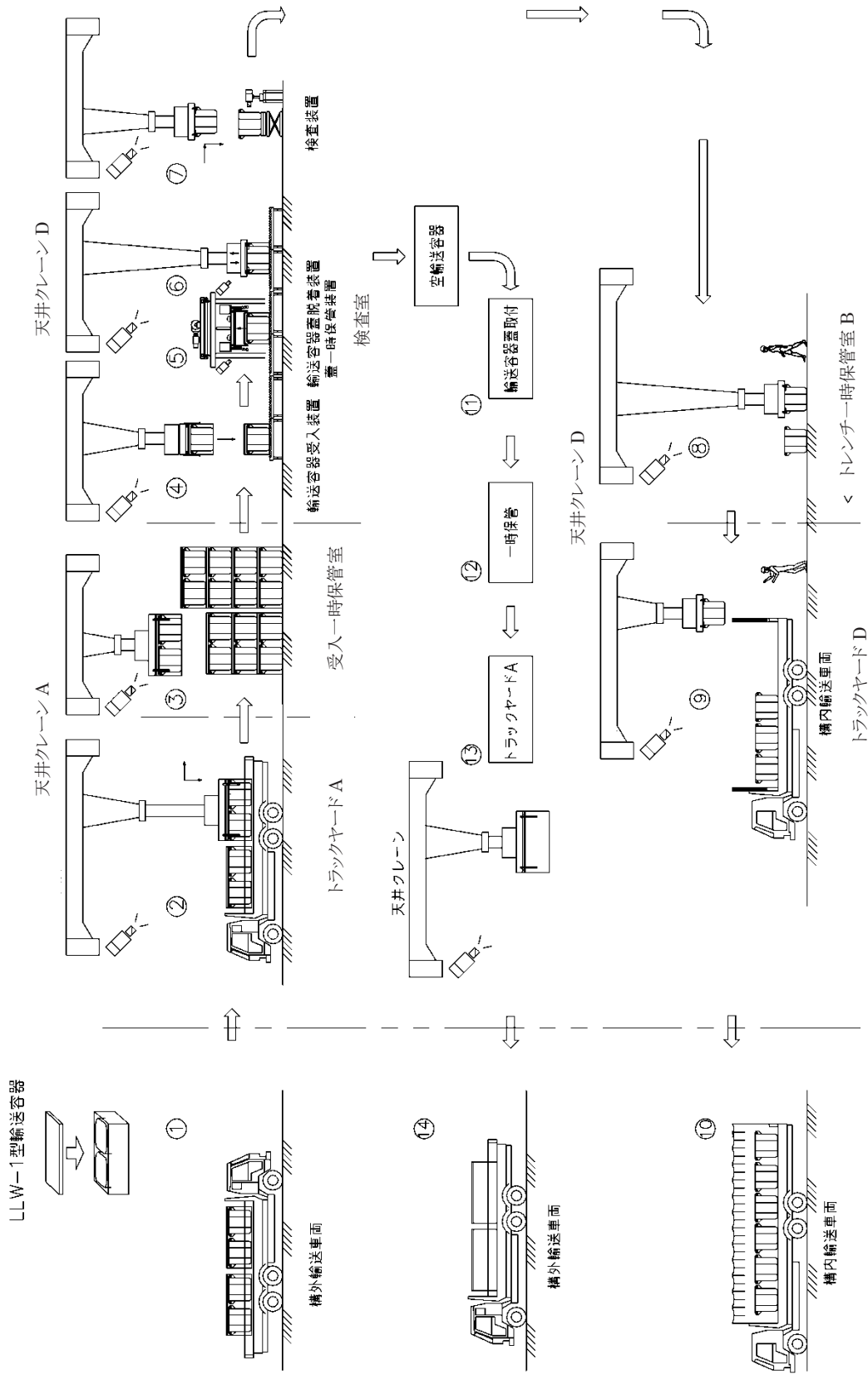
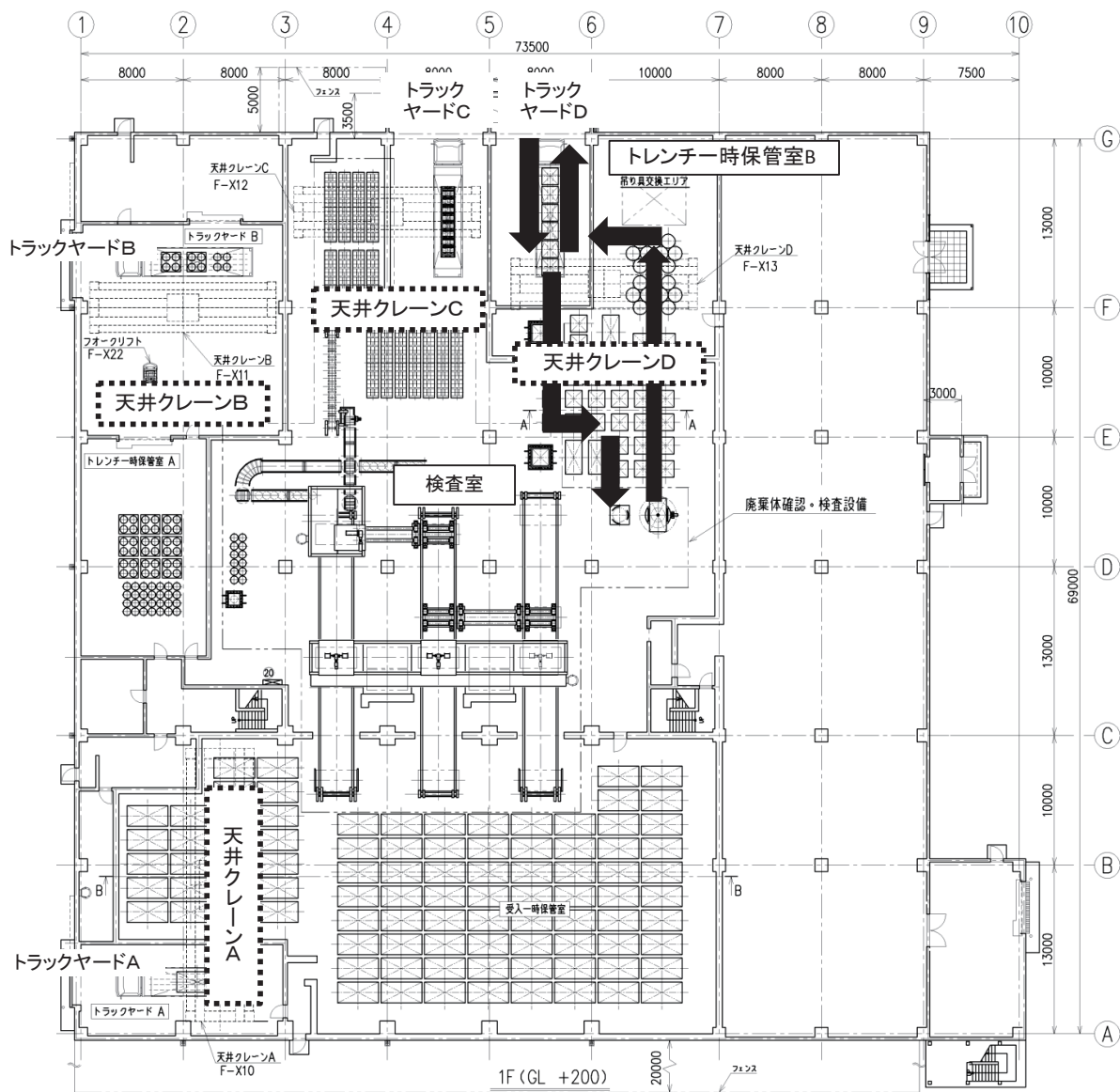


図 4.3.19 輸送容器に収納された角型容器(トレンチ処分対象)の取扱いフロー



凡例

➡ : 角型容器の搬送経路

図 4.3.20 輸送容器に収納されていない角型容器(トレンチ処分対象)の動線図

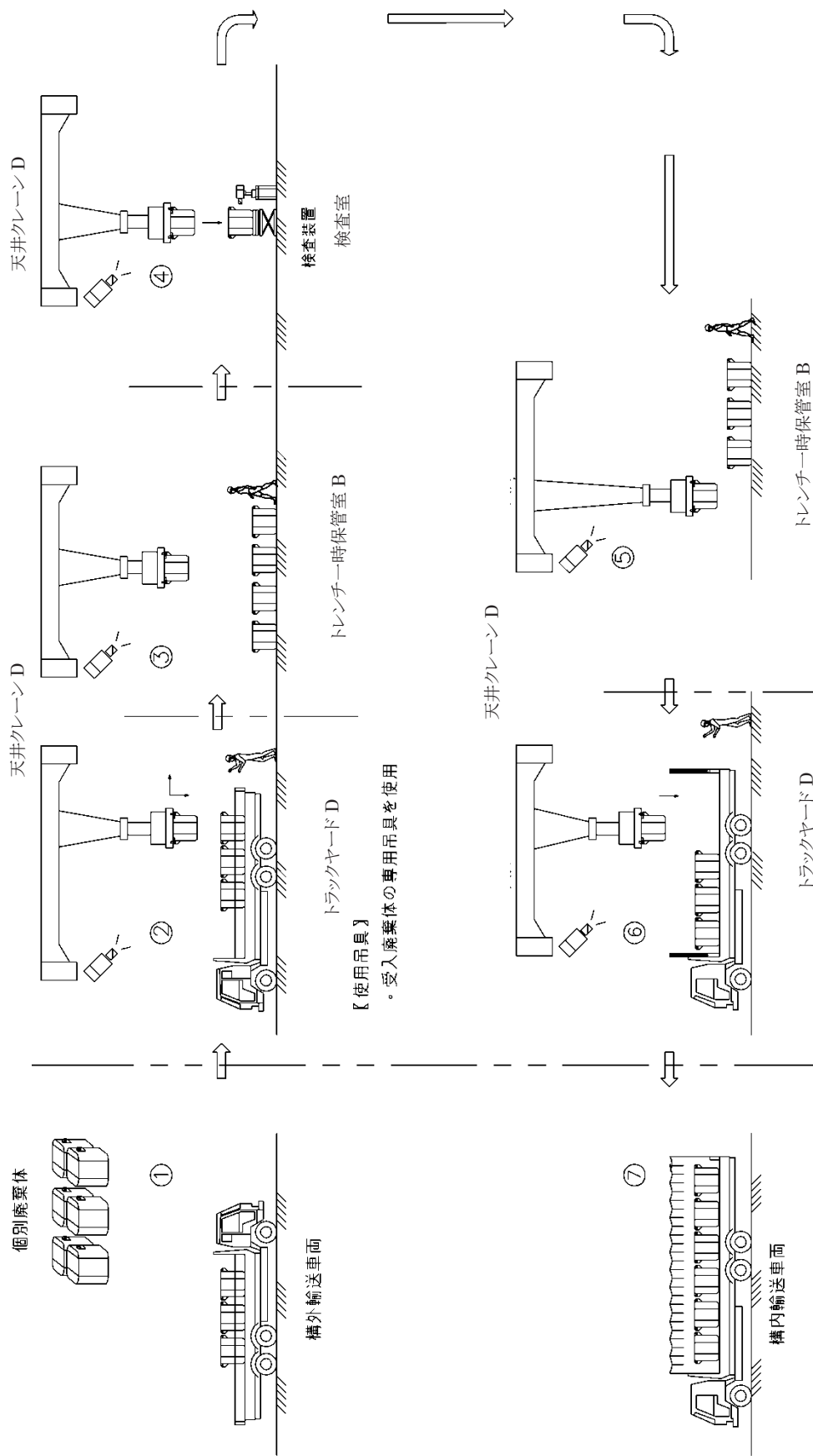
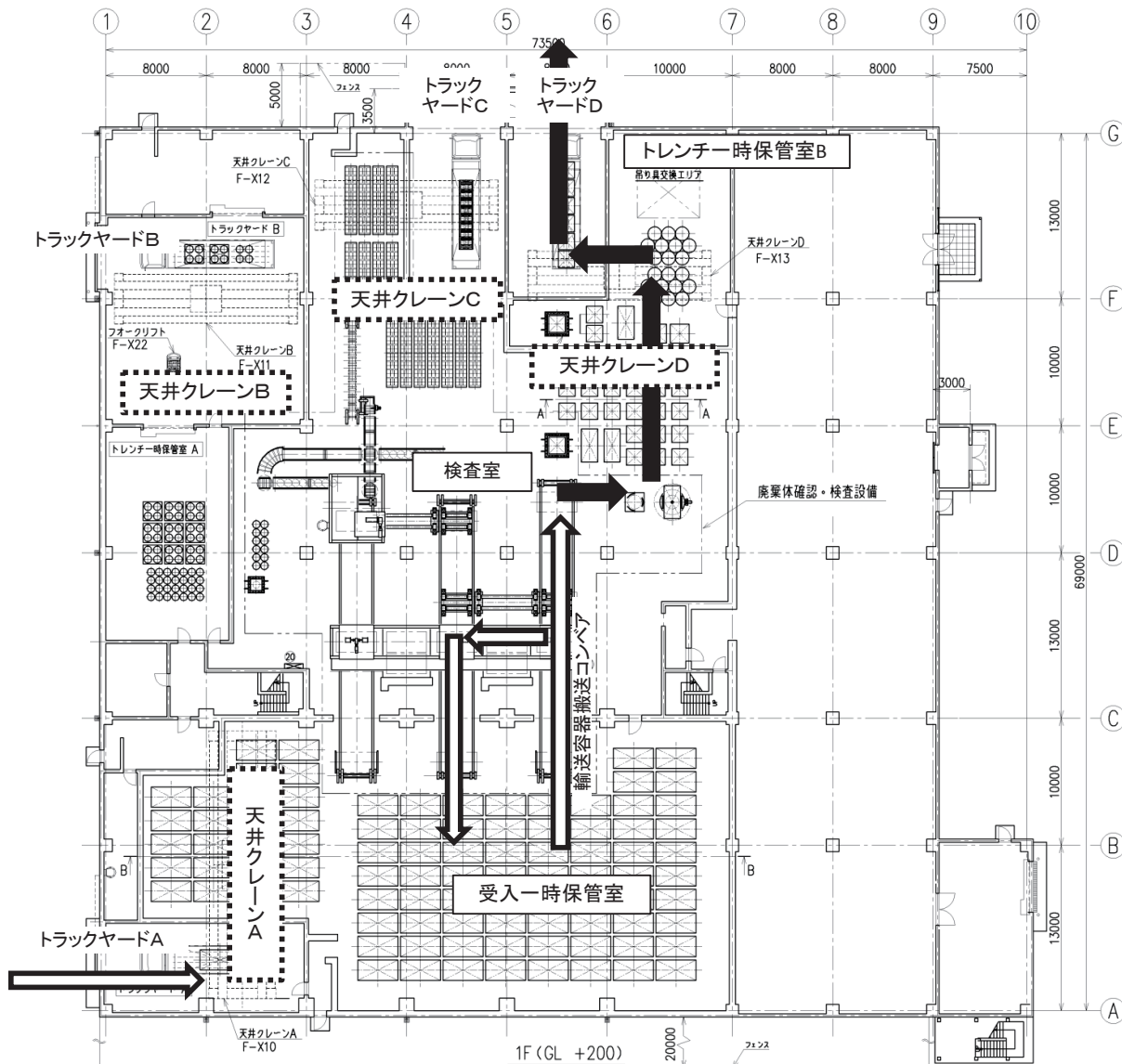


図 4. 3. 21 輸送容器に収納されていない角型容器(トレンチ処分対象)の取扱いフロー



凡例

- : 輸送容器の搬送経路
- : フレキシブルコンテナの搬送経路

図 4. 4. 22 輸送容器に収納されたフレキシブルコンテナ(トレンチ処分対象)の動線図

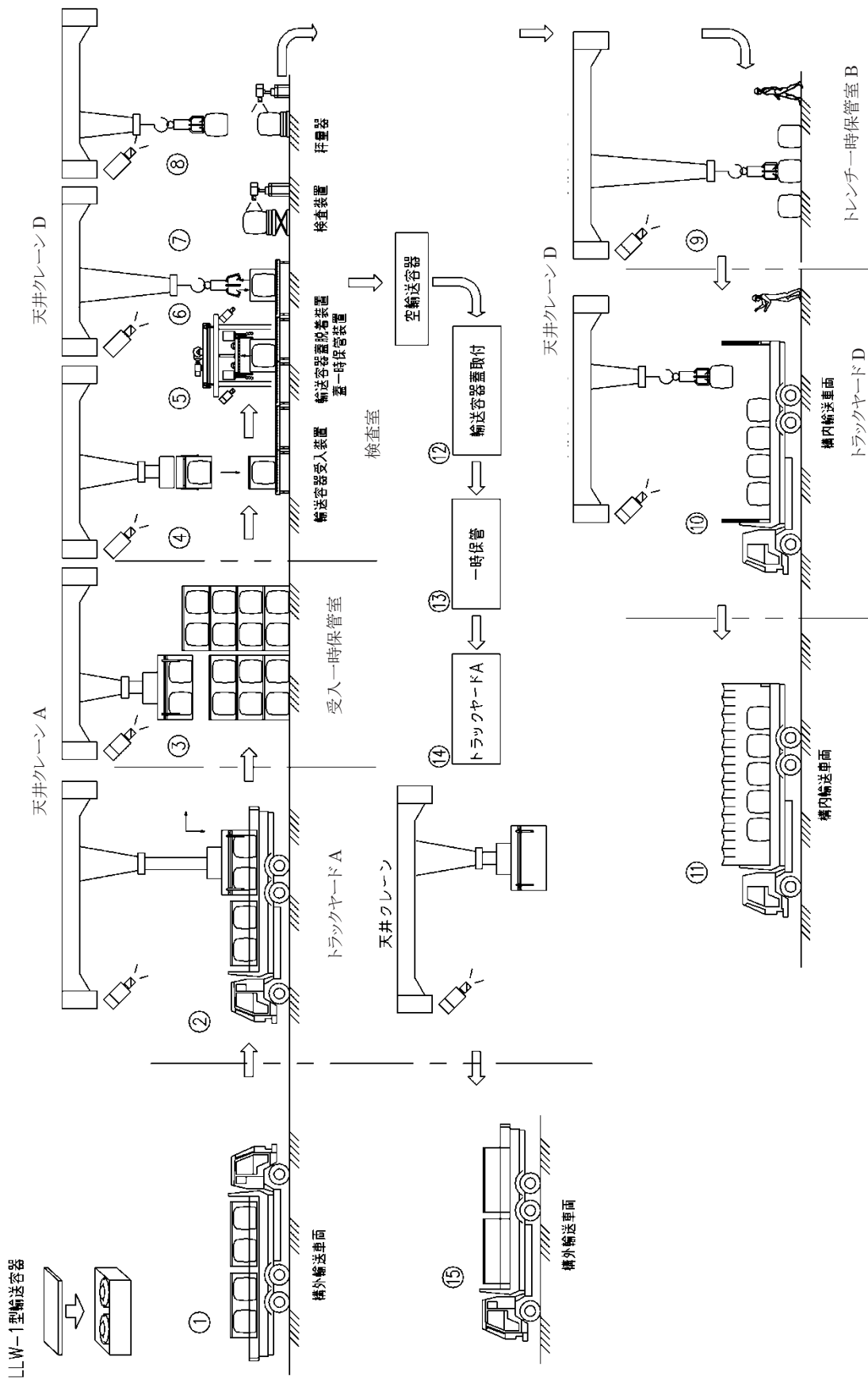
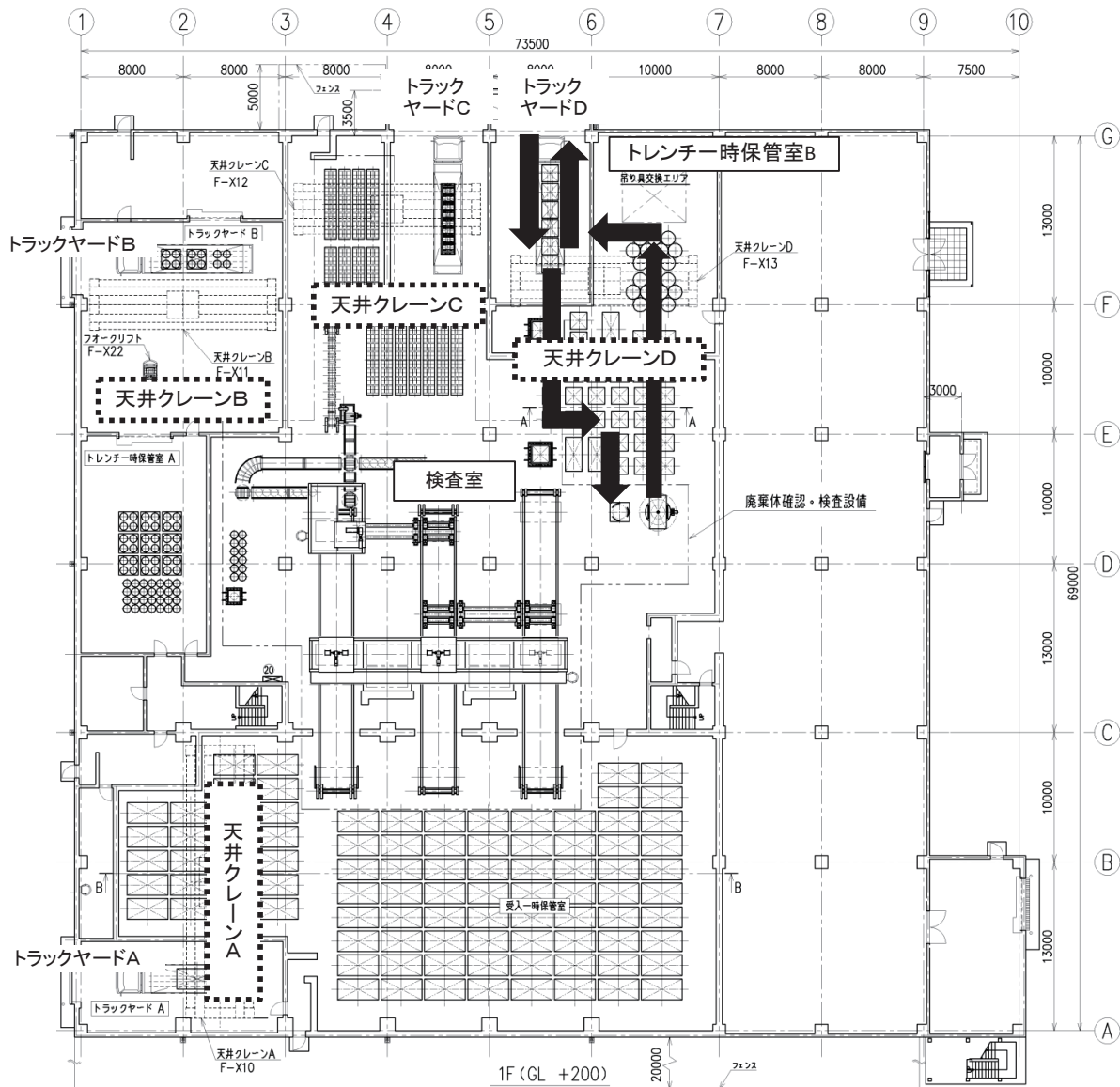


図 4. 3. 23 輸送容器に収納されたフレキシブルコンテナ(トレンチャー処分対象)の取扱いフロー



凡例

➡ :フレキシブルコンテナの搬送経路

図 4. 3.24 輸送容器に収納されていないフレキシブルコンテナ(トレンチ処分対象)の動線図

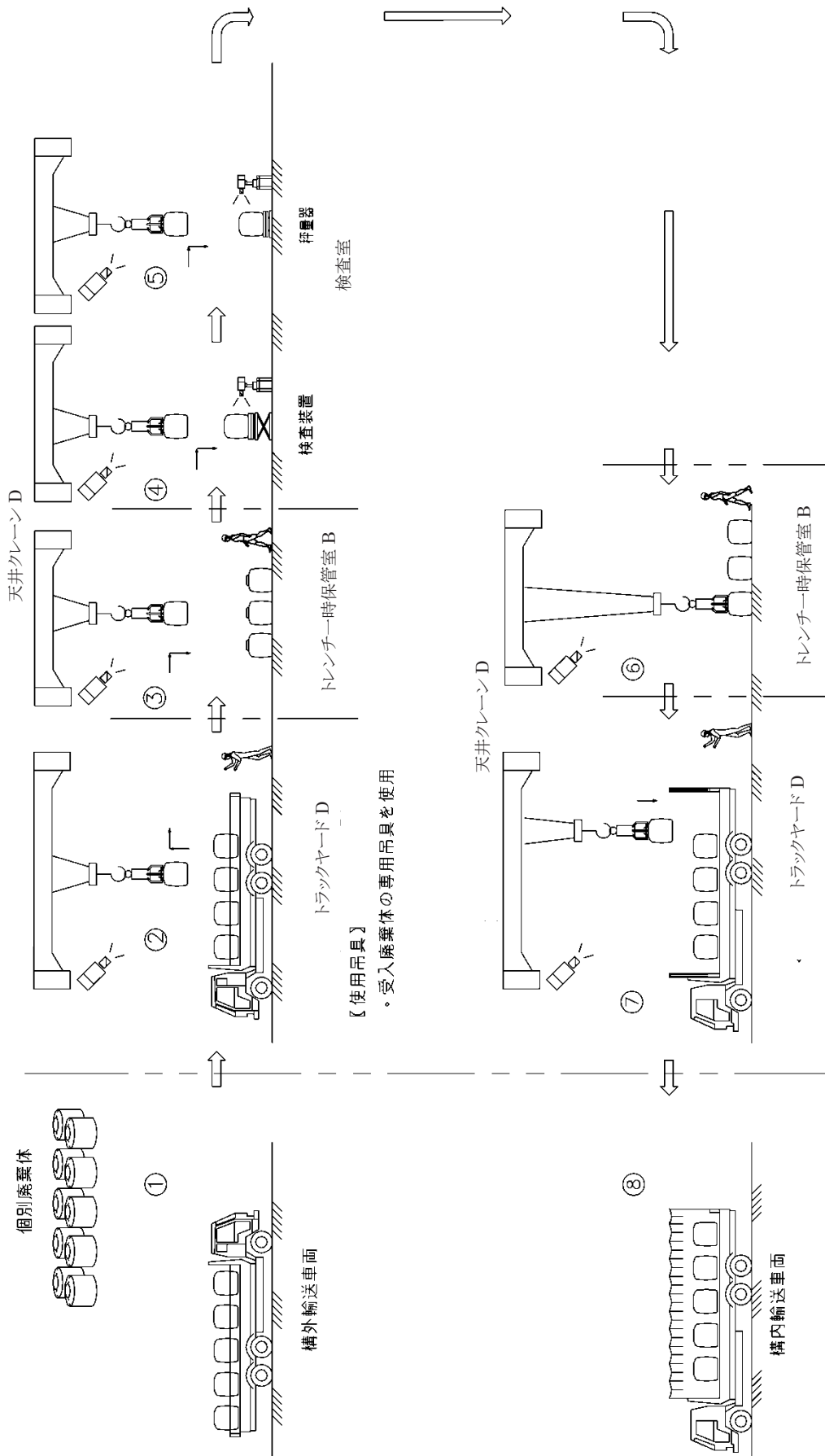


図 4.3.25 輸送容器に収納されていないフレキシブルコンテナ(トレンチ処分対象)の取扱いフロー

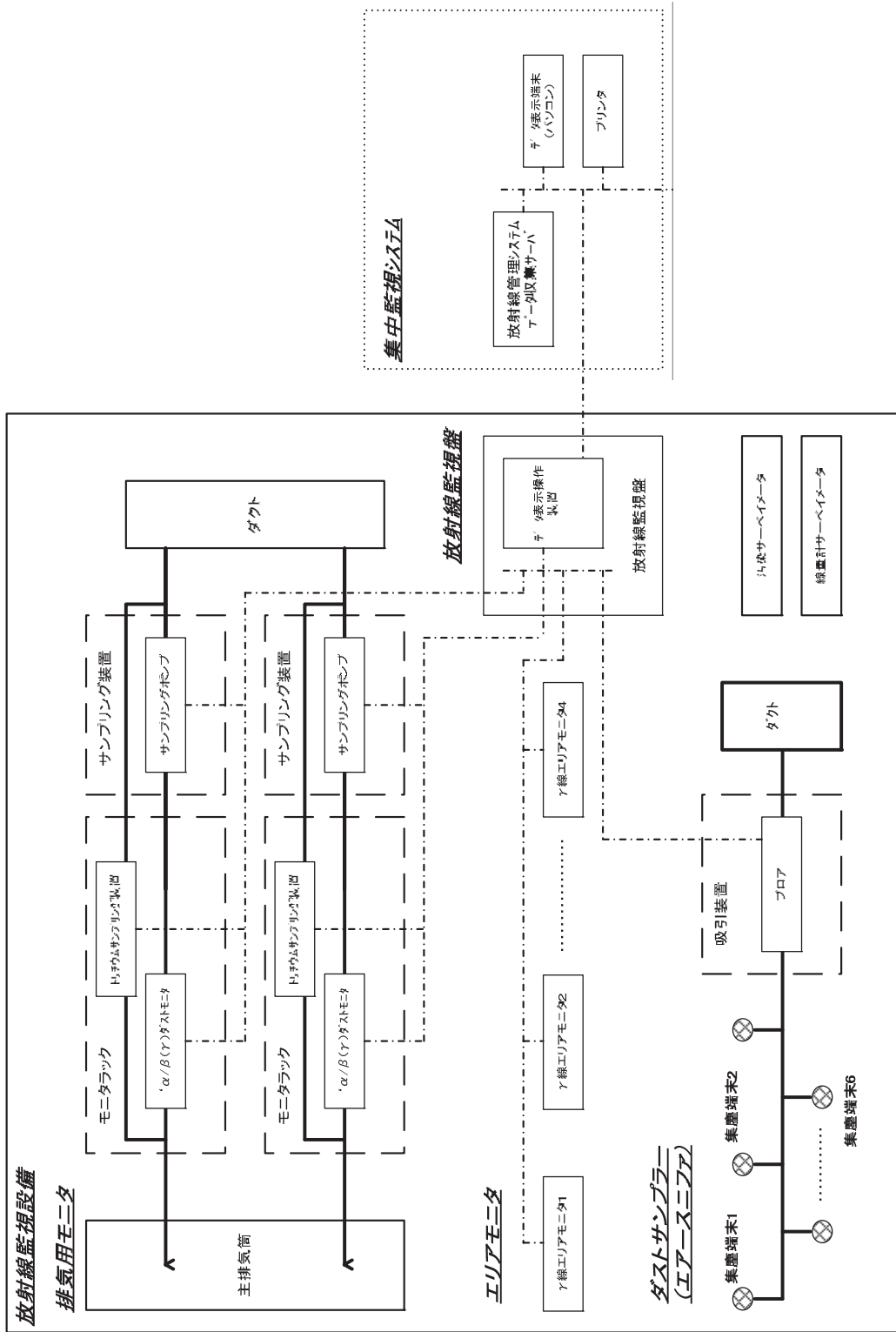


図 4.3.26 受入検査施設の放射線管理施設

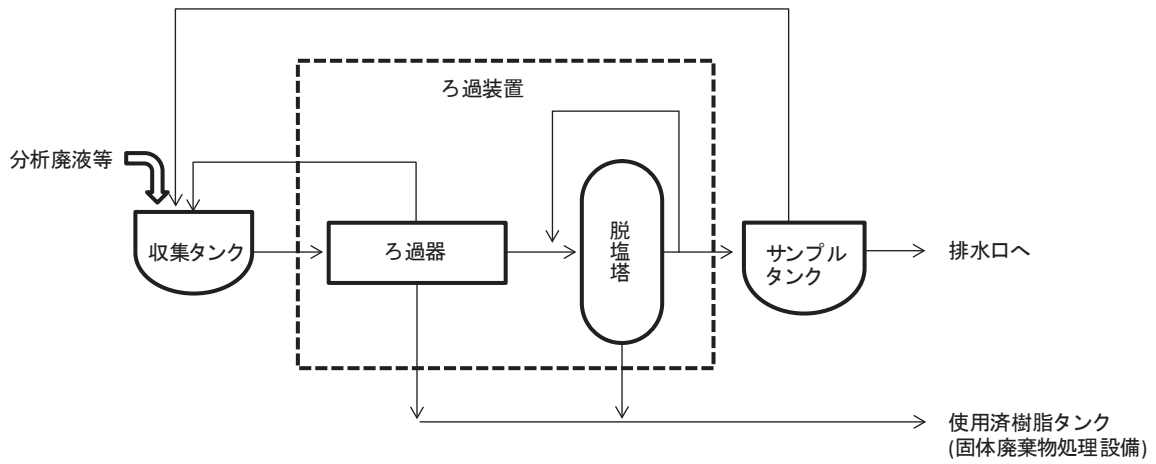


図 4. 3. 27 受入検査施設の液体廃棄物処理系統

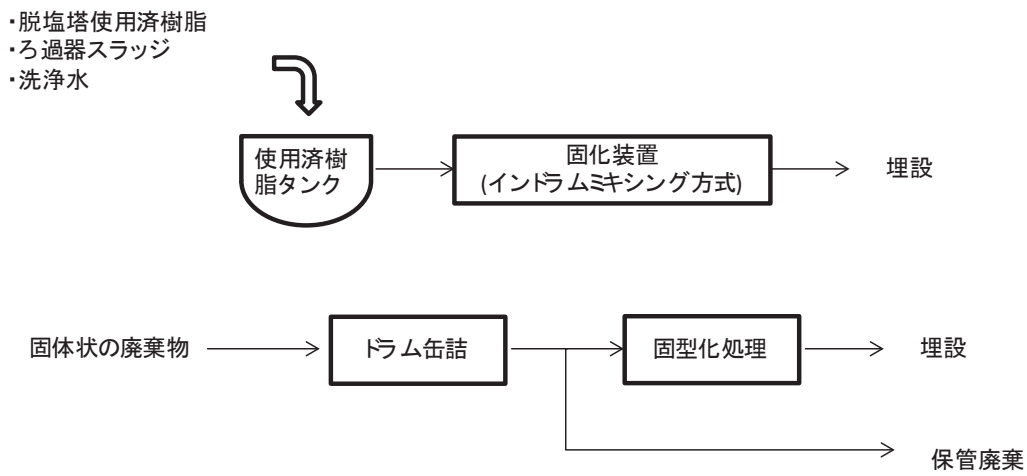


図 4. 3. 28 受入検査施設の固体廃棄物処理系統

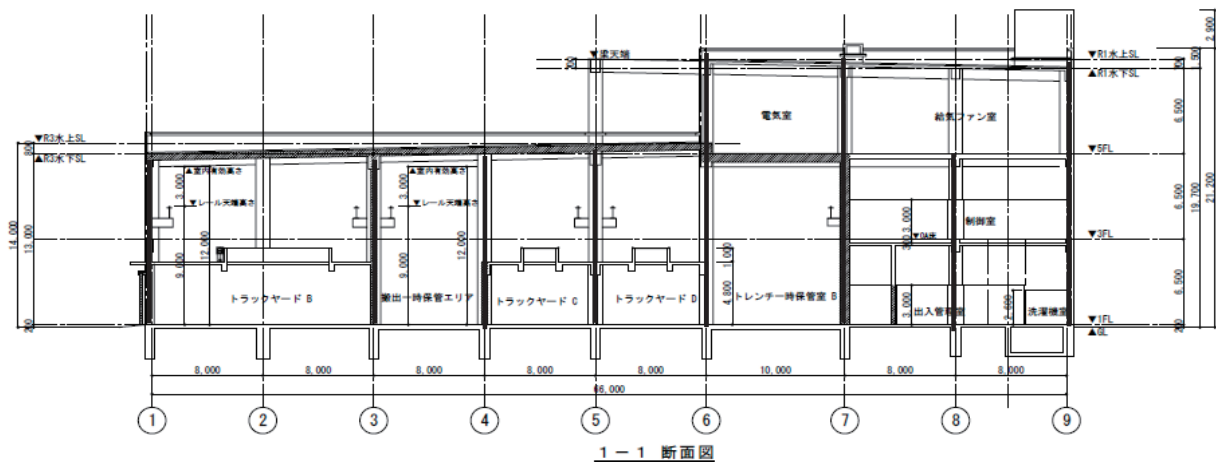
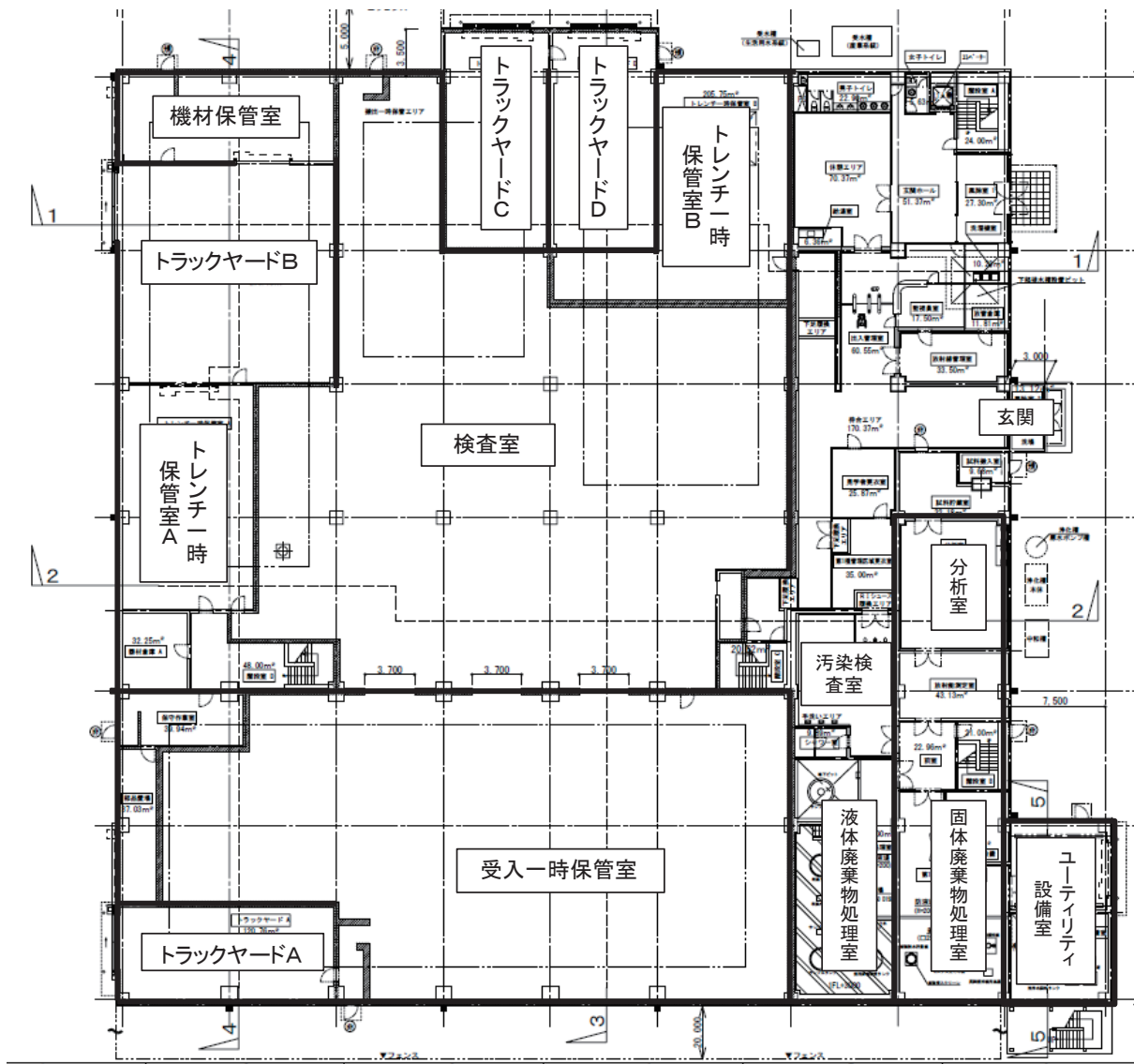


図 4.3.29 受入検査施設の耐震壁

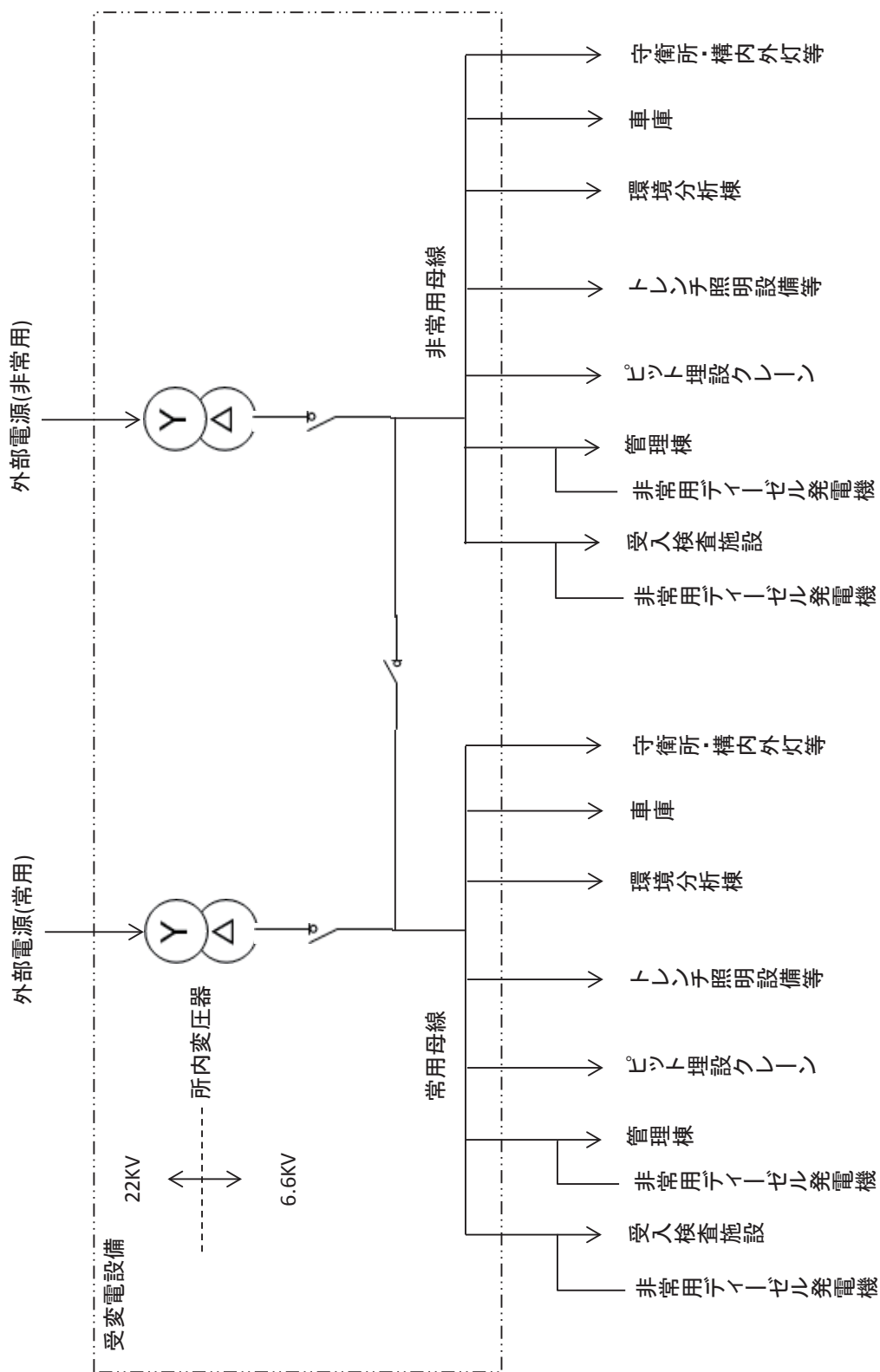


図 4.4.1 受変電系統

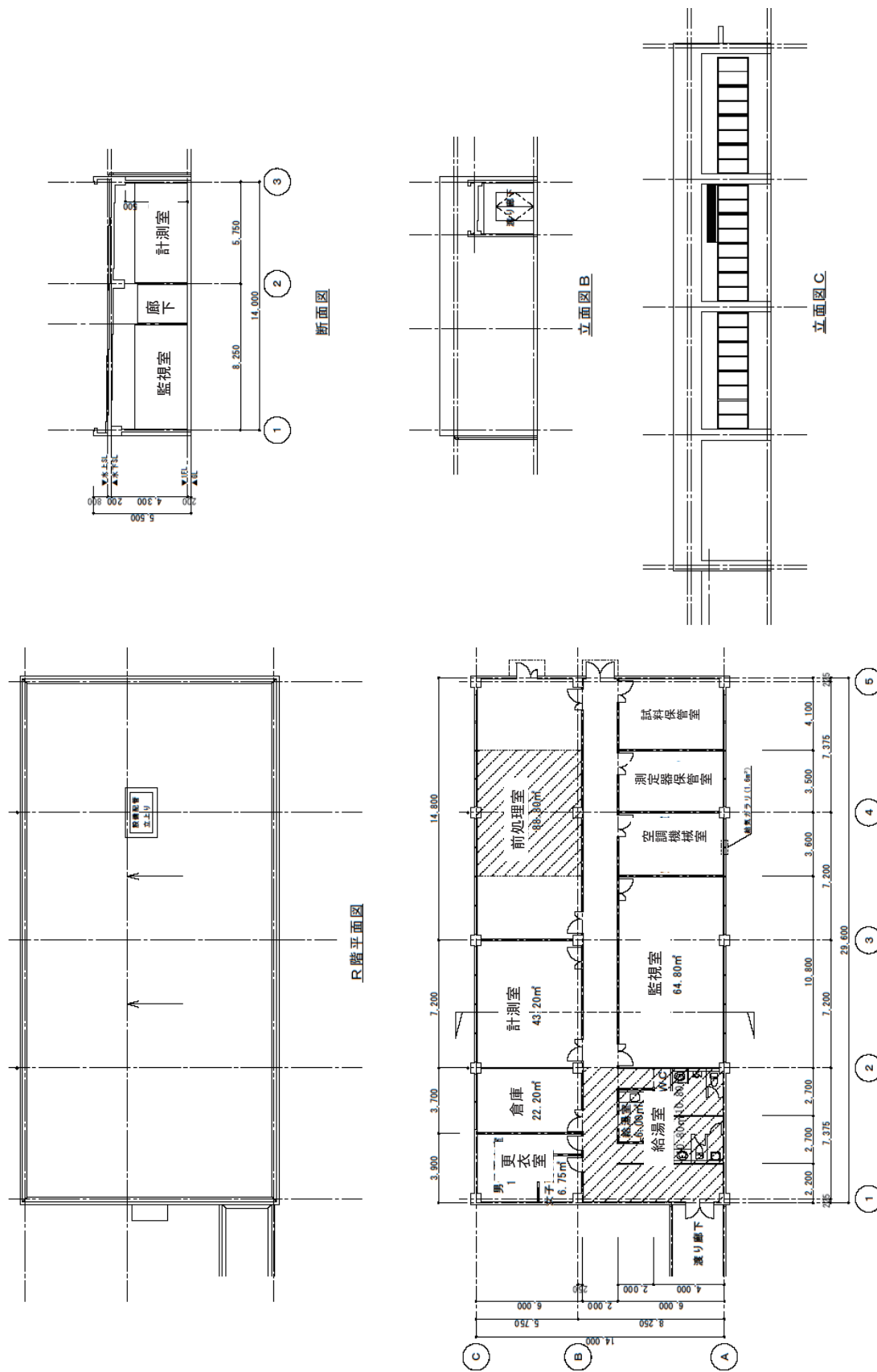
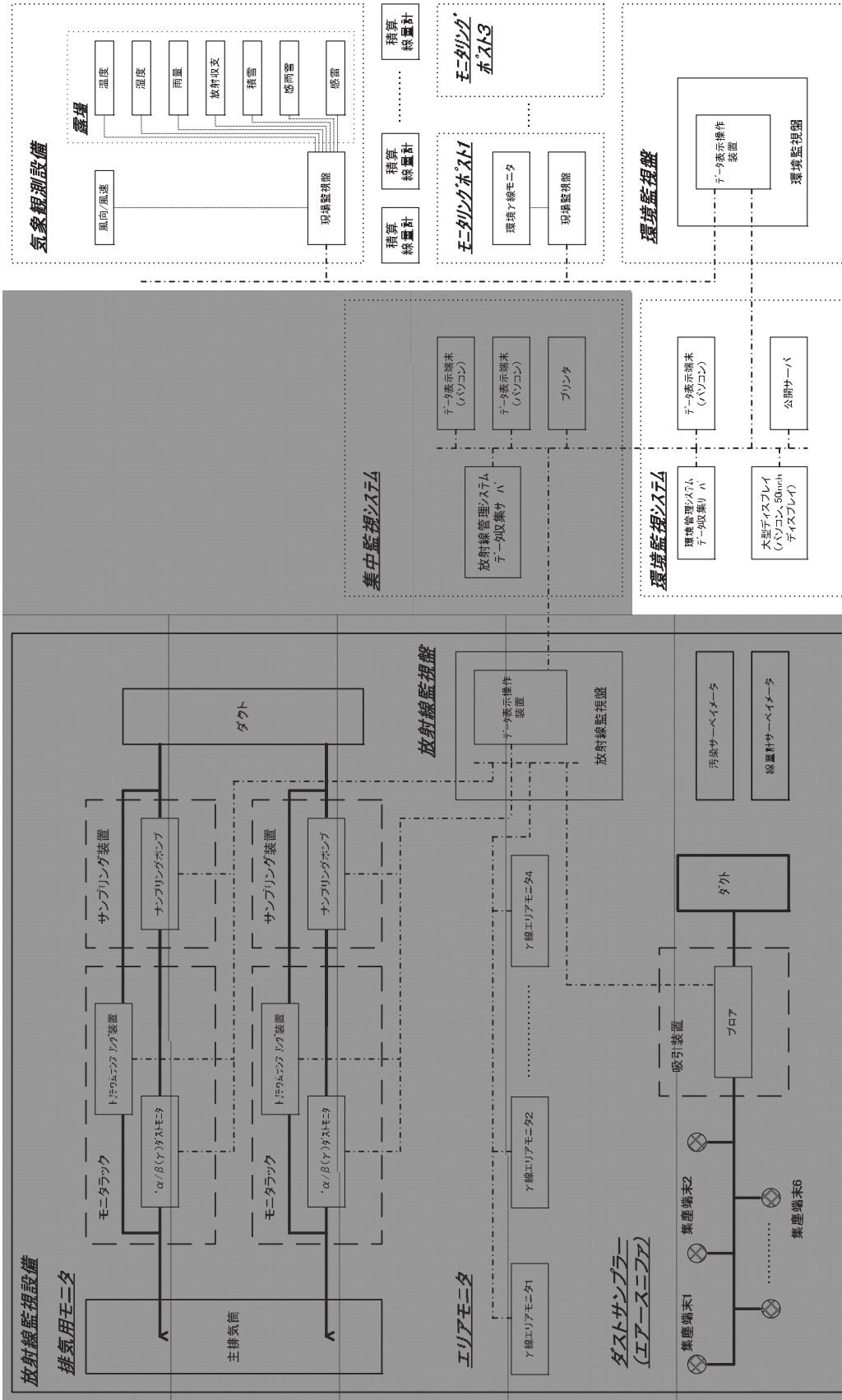


図 4.4.2 環境分析棟



網掛け部の受入検査施設内放射線管理設備の盤で集中監視するテレメータシステム

図 4.4.3 屋外環境・放射線モニタリング設備の構成

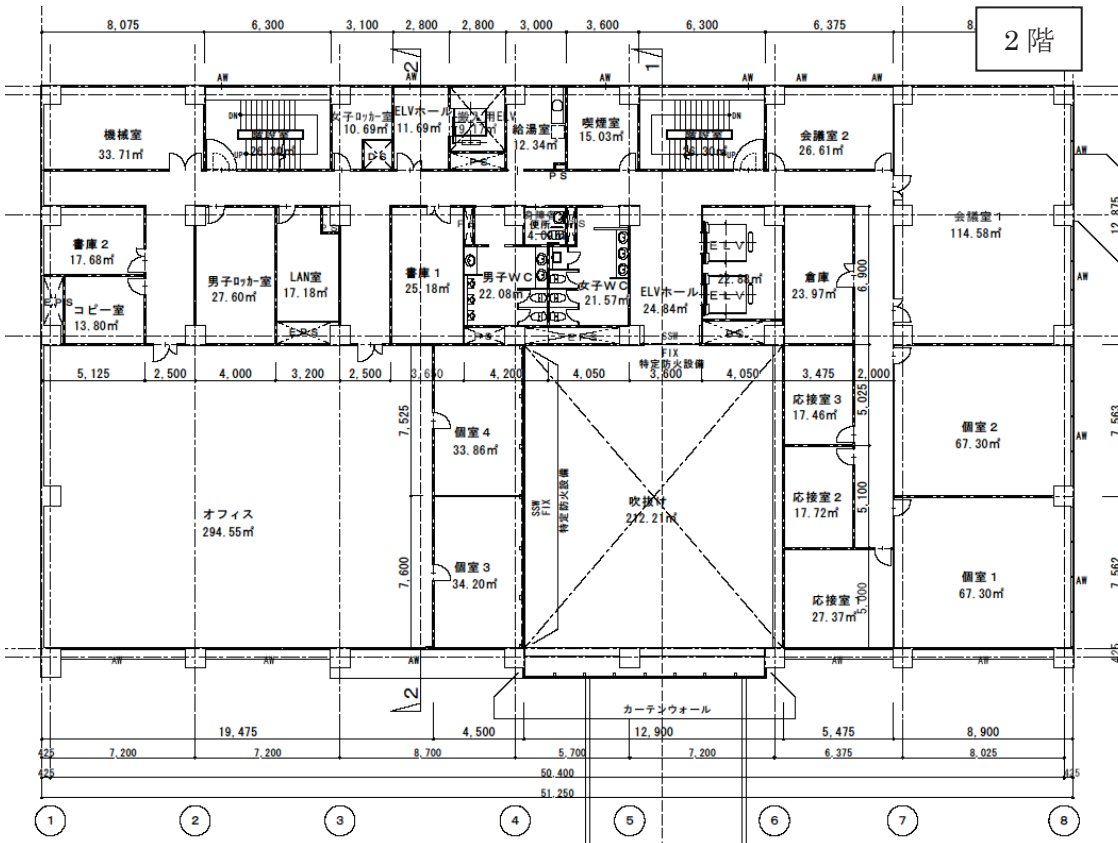
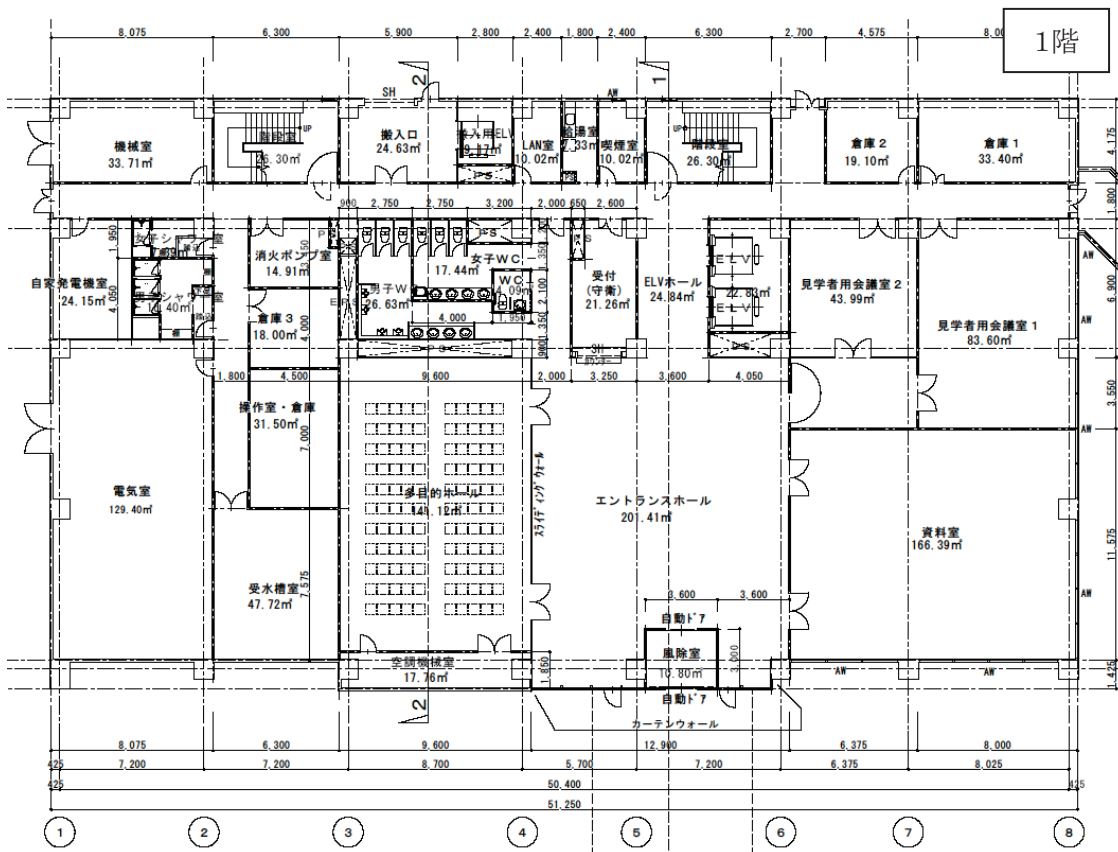


図 4.4.4 管理棟平面図 (1階及び2階)

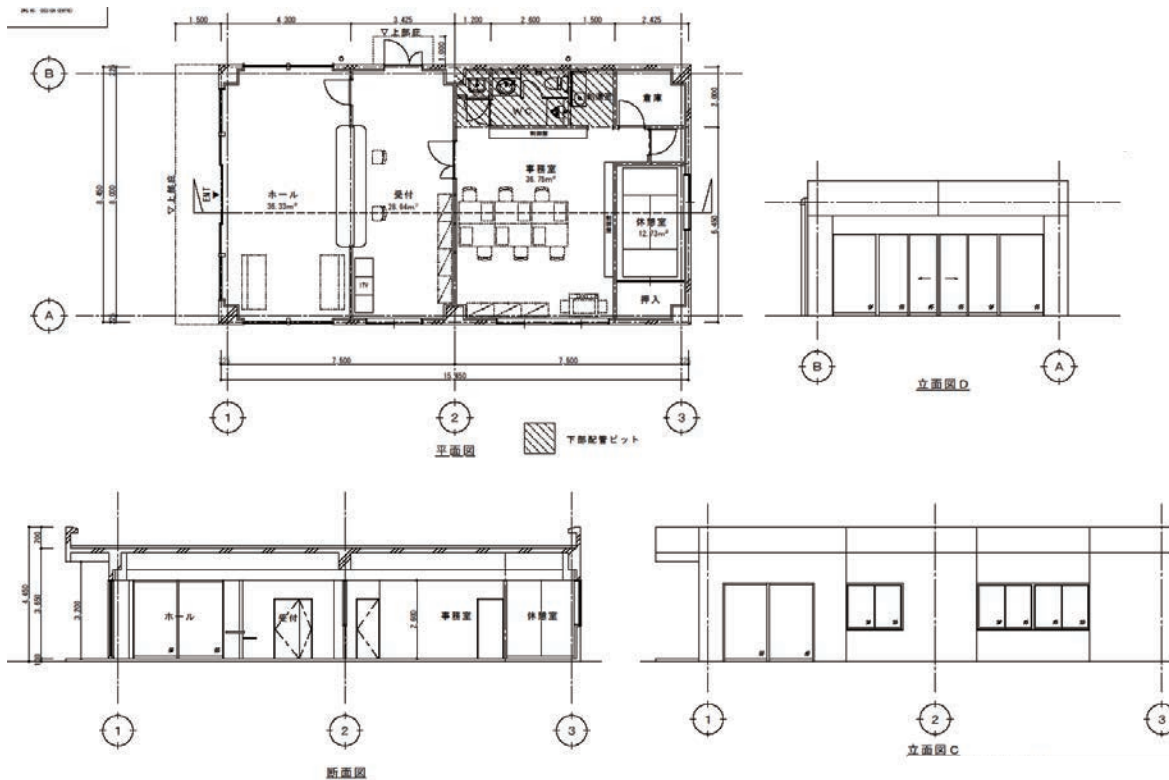


図 4. 4. 5 守衛所

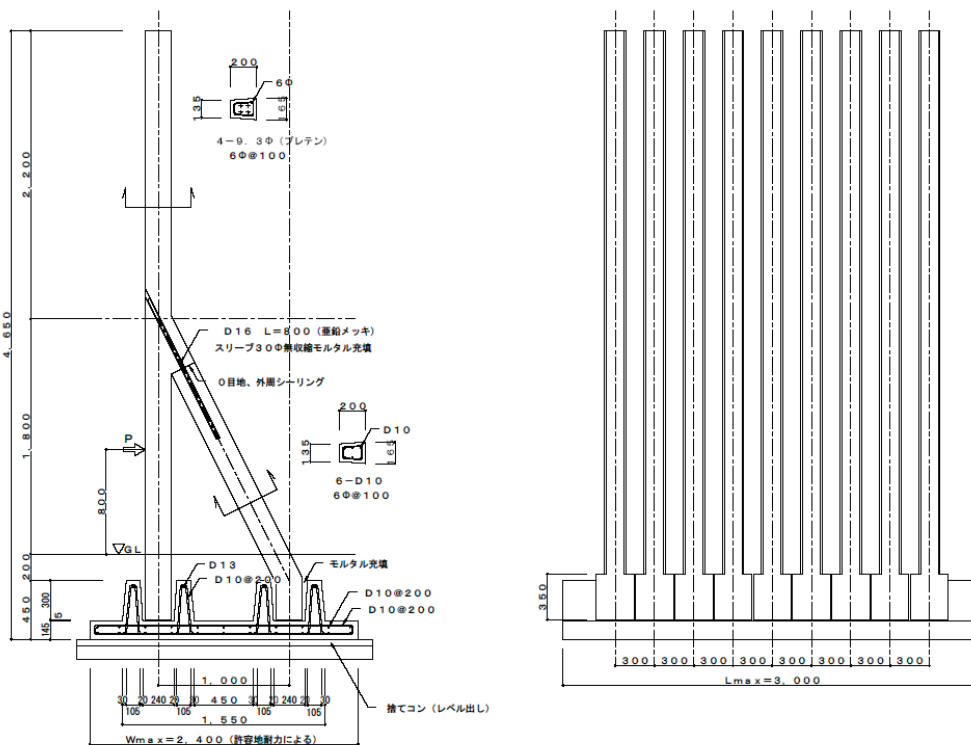


図 4. 4. 6 事業所境界防護設備

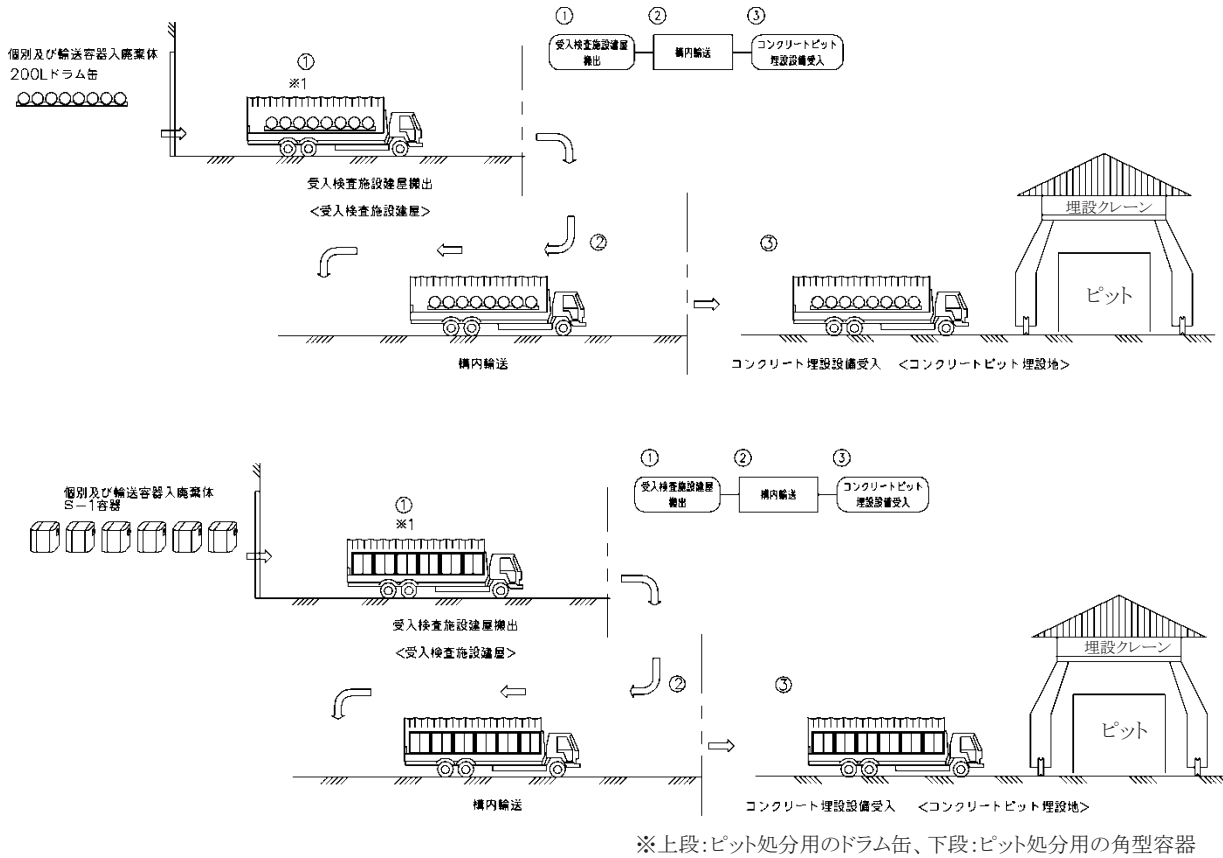


図 4. 4. 7 事業所内輸送フロー例

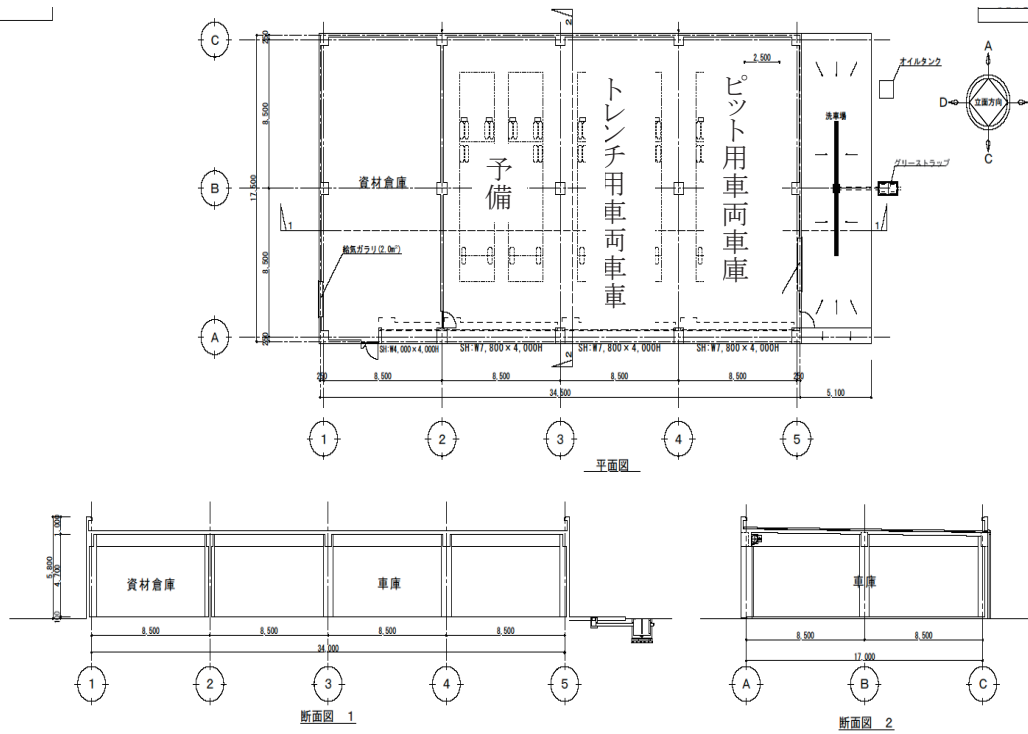
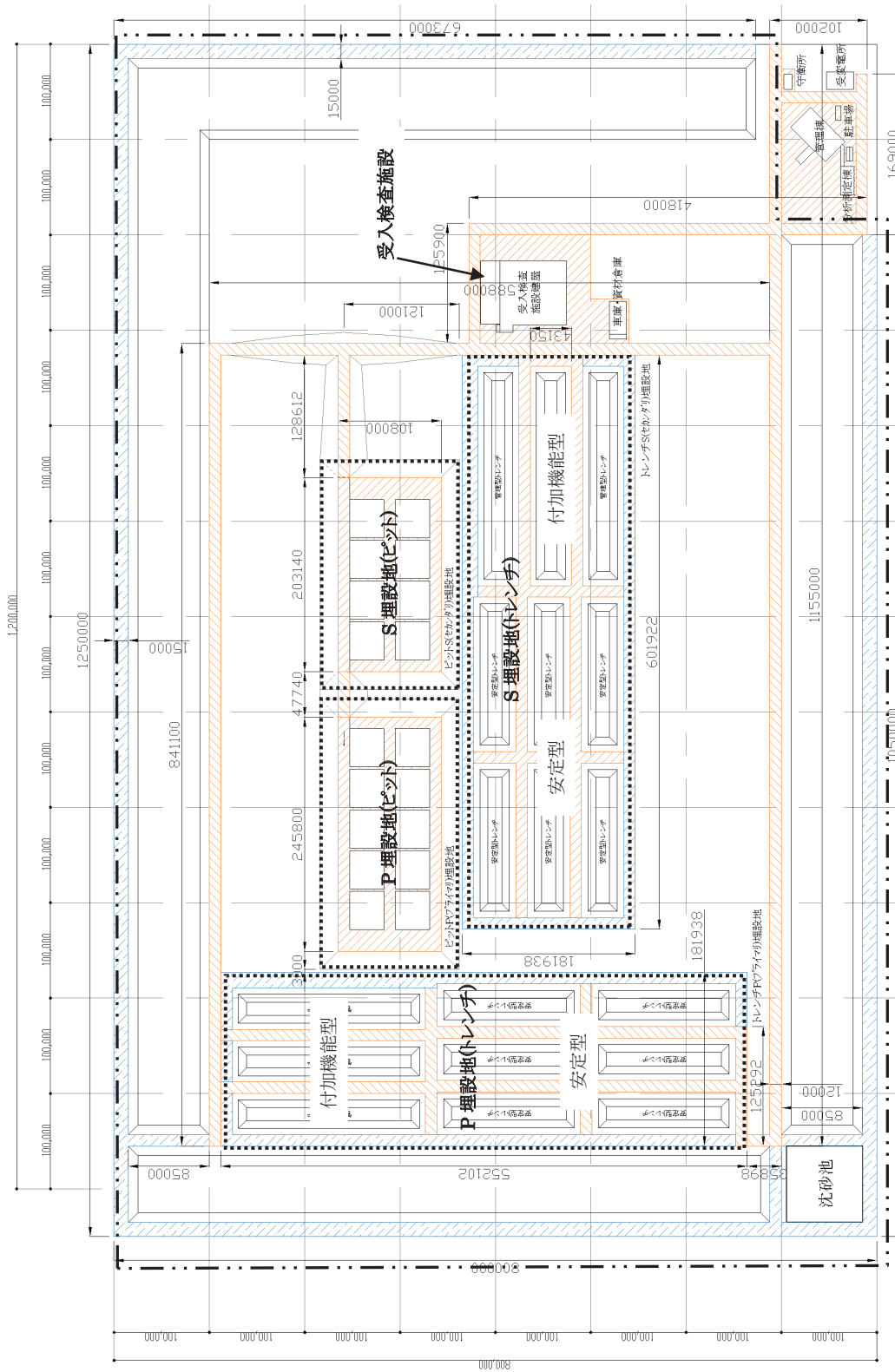


図 4. 4. 8 車庫資材倉庫



- - - : 周辺監視区域境界

図 4.5.1 構内配置図

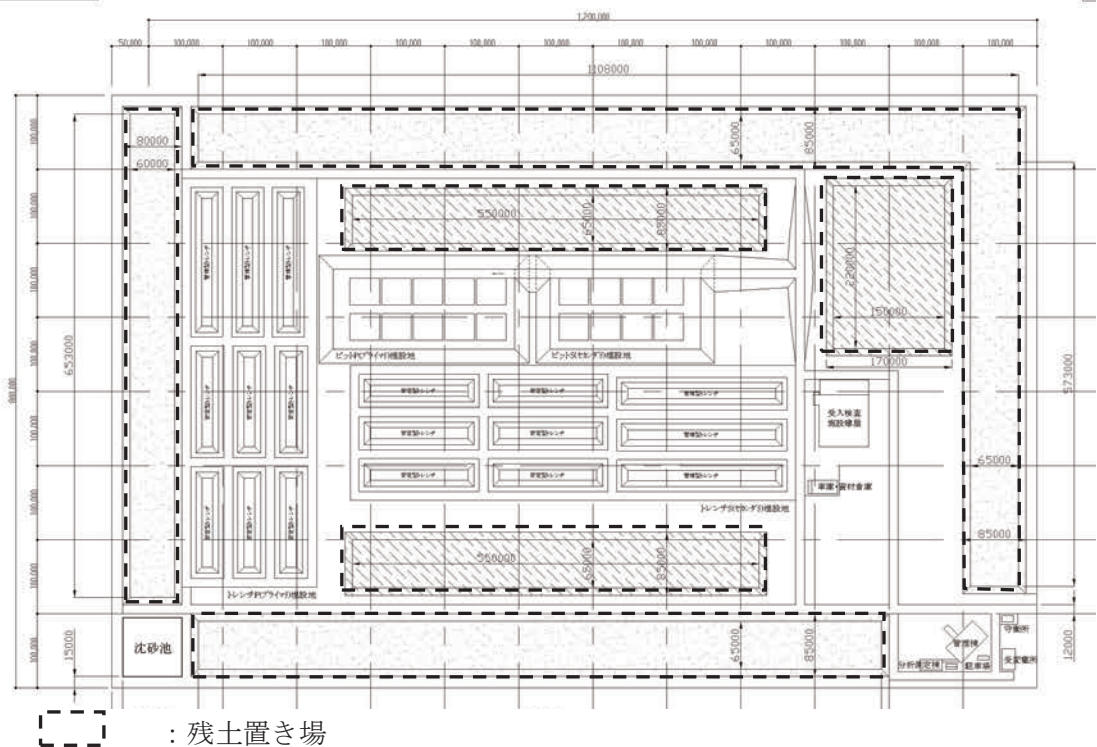
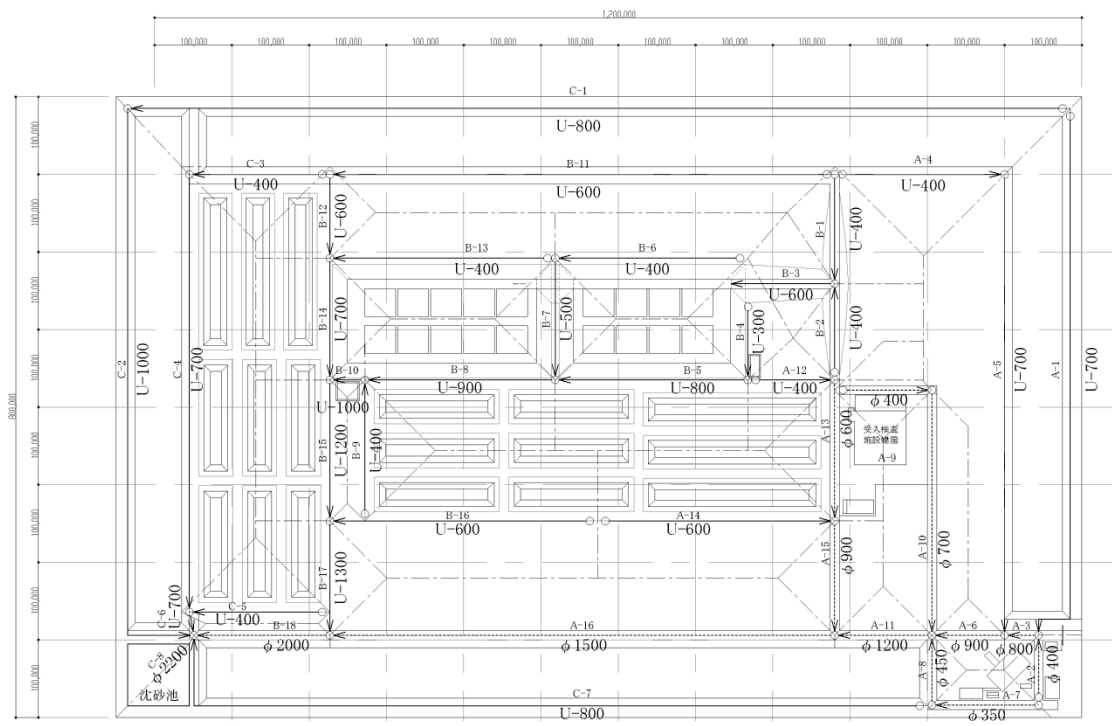


図 4.5.2 構内掘削土仮置設備計画図



凡例：φ, ヒューム管, 数字, 直径(単位 mm)
 : U, U字管, 数字, 幅員(単位 mm)

図 4.5.3 構内排水計画

5. 線量評価

研究施設等廃棄物の浅地中処分施設の概念設計にあたっては、施設の操業期間(最終覆土前までの期間)中における放射線業務従事者及び一般公衆の被ばく線量と、埋設施設の管理期間(最終覆土後、トレンチ処分は約 50 年、ピット処分は約 300 年)終了後における一般公衆の被ばく線量に大別して計算・評価し、これに基づき関連する施設、設備等の施設設計を実施した。以下にそれぞれの結果を示す。

5.1 操業期間中の被ばく線量

5.1.1 計算条件の設定

(1) 管理区域境界の設計基準線量率

遮蔽設計を行うための管理区域境界等の設計基準線量率は、放射線障害防止法等に定められた基準に則って以下のとおりとした。

1) 人が通常立ち入り可能な非管理区域との管理区域境界：

実効線量率 $0.5 \mu\text{Sv/h}$ 以下 ($250 \mu\text{Sv/3 月}$ 以下) (居室との境界の $0.5 \mu\text{Sv/h}$ と同様の基準)

2) 人が通常立ち入りできない非管理区域との管理区域境界：

実効線量率 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 以下 (1.3mSv/3 月 以下)

(2) 放射線業務従事者に対する設計基準線量当量率

原子炉等規制法では、管理区域内の遮蔽物に係る線量限度(放射線を放出する同位元素の数量等を定める件第 10 条)に相当する規定はないが、放射線障害防止法では、廃棄施設内の人が常時立ち入る場所において人が被ばくするおそれのある場所では、外部放射線の実効線量が 1 週間につき 1mSv 以下となるように必要な遮蔽壁その他遮蔽物を設けるよう規定されている。

そのため、放射線業務従事者を外部被ばくから防護する観点から、各区画の立入時間に応じて、設計基準線量当量率を表 5.1.1 のように区分した。また、区画 A~C については、定められた立ち入り時間の範囲において最大限の時間を確保できるよう考慮し、上記(1)及び設計基準線量率をもとに線量当量率区分を表 5.1.2 のように設定した。設定した設計基準線量率の概要を図 5.1.1 に示す。

(3) 線源条件

埋設する廃棄体及びコンクリート等廃棄物(以下、「廃棄体等」という。)の線源物質組成、線源密度、 γ 線エネルギースペクトルについて以下のように設定した。なお、線源のモデル化を行う際は、線源形状を点、平板、球、円筒等の単純形状にモデル化するものとした。

1) 線源物質組成

本埋設施設にて取り扱う廃棄体等は、溶融体(可燃物)、溶融体(難燃物)、充填固化体(金属)、コンクリート類、雑固体、均一・均質固化体(液体等)等種々存在している。これらの多様な廃棄体を考慮し、密度が小さい元素で構成された物質は γ 線を透過しやすいことを踏まえ、線源物質の組成を水とする。

2) 線源密度

ピット及びトレンチ処分対象廃棄体等の密度については、これまでの調査結果等により、表 5.1.3 及び表 5.1.4 のとおりとなっている。これより、本埋設施設にて取り扱う廃棄体等の密度を整理すると、

① ピット処分対象 JAEA 分： $2.6\sim 3.1 \text{ g/cm}^3$ 、他発生者分： $1.1\sim 2.9 \text{ g/cm}^3$

② トレンチ処分対象 JAEA 分： $1.0\sim 2.4 \text{ g/cm}^3$ 、他発生者分： $1.1\sim 2.9 \text{ g/cm}^3$

となることから、保守側の設定となるよう 1.0 g/cm^3 とした。

3) γ 線エネルギースペクトル

γ 線エネルギースペクトルは以下の理由により 1.25MeV、200% (Co-60 相当) とした。遮蔽設計においては γ 線のエネルギーが高いほど遮蔽体の透過率が大きくなることから、遮蔽計算の結果が保守側となるように、廃棄体等に含まれる放射性物質のうち γ 線エネルギーが高く、作業期間中である初期時に放射エネルギーが多い Co-60 を遮蔽設計用線源核種とした。これまでの調査結果等により廃棄体等には、Co-60 よりも高い γ 線エネルギーを放出する核種として Eu-152 等が含まれるが、 γ 線エネルギーを放出する寄与は表 5.1.5 及び表 5.1.6 に示すように Co-60 によるものの 1%未満と低いため、 γ 線エネルギースペクトルの設定として、1.25MeV、200% (Co-60 相当) とすることは妥当である。

なお、既設の類似施設（六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター）の埋設許可申請⁸⁾においても、評価に 1.25MeV、200% (Co-60 相当) を用いている。

4) 放射能濃度

放射能濃度は、廃棄体等の輸送基準、これまでの調査結果等に基づき以下に示すとおり設定とした。

①ピット処分対象廃棄体等：

廃棄体等表面の線量当量率が 2mSv/h 以下（ただし、ピットの最上段に定置する廃棄体については 1mSv/h 以下、その他は 2mSv/h 以下）となる放射能濃度

②トレンチ処分対象廃棄体等：

廃棄体等表面の線量当量率が $10 \mu\text{Sv/h}$ 以下となる放射能濃度

(4) 遮蔽体物質条件

計算に用いる遮蔽体の物質種類毎の密度及び重量組成比は、表 5.1.7 に示すとおり設定した。

(5) 計算コード

直接 γ 線及びカイシャイン γ 線計算にあたっては、以下の計算コードを使用した。

- ・直接 γ 線計算 : QAD-CGGP2R
- ・カイシャイン γ 線: Dot-3

5.1.2 廃棄体等 1 体あたりの放射エネルギー及び放射能濃度の算出

本埋設施設では、

(1) 2000 ドラム缶

(2) 角型容器（再処理コンテナ（定型）、再処理コンテナ（2 倍尺）、ウラン系コンテナ、S-1 容器、ボックスパレット、解体管理施設コンテナ、EEF）

(3) フレキシブルコンテナ

(4) 大型廃棄体（原子炉容器、蒸気発生器）

を取り扱うこととしている。そこで、廃棄体等 1 体あたりの放射エネルギー及び放射能濃度の算出にあたっては、取扱量の多い廃棄体等に代表性があるものとして、2000 ドラム缶に収納した廃棄体（以下、「ドラム缶型廃棄体」という。）、フレキシブルコンテナ及び角型容器のうち 2000 ドラム缶換算で半数以上を占める S-1 容器を代表とした。5.1.1 項に示す計算条件をもとに、廃棄体表面の線量当量率（1cm 線量当量率（ICRP Pub. 74）²⁷⁾）を 2mSv/h、1mSv/h、 $10 \mu\text{Sv/h}$ に規格化し、この線量を与えるような放射エネルギー及び放射能濃度を計算コード毎に逆算して求めた。各廃棄体の線源モデル並びに計算結果を表 5.1.8 に示す。

5.1.3 放射線業務従事者に係る線量評価

5.1.3.1 受入検査施設に係る線量評価

受入検査施設においては、放射線業務従事者等の被ばく線量が大きくなる保管状況を想定し、その場合においても作業室や隣接する部屋に設定される線量当量率区分の設計基準線量率を満たすよう以下のとおり壁、天井(床)等の遮蔽要求厚の評価を行った。また、線量当量率区分に応じ、フェンスや柵等で人が立ち入れない区域を設ける場合には、その離間距離についても評価した。

(1) 評価方法

壁等の遮蔽要求厚等の評価は、以下の手順により実施した。

- 1) 受入検査施設における線量当量率区分、線源条件、遮蔽体条件等を設定
- 2) 一時保管された廃棄体が満杯であるような状況を想定し、複数の廃棄体を均一な体積線源とした線源モデルを設定
- 3) 壁や天井の厚みをパラメータとする計算モデルを設定し、実効線量率の計算を行い、各部屋の線量当量率区分に応じた遮蔽要求厚を求めた。また、フェンスや柵等で人が立ち入れない区域を設ける場合は、建屋外壁からフェンスまでの離間距離をパラメータとする計算モデルを設定し、実効線量率の計算を行い、線量当量率区分に応じたフェンスまでの距離を評価

(2) 線源条件

線量評価の結果が保守側となるような設定とするため、ピット処分対象廃棄体の表面線量当量率は全て 2mSv/h の廃棄体が一時保管されているものとした。

(3) 線量当量率区分及び線量当量率区分図

受入検査施設の線量当量率区分は、表 5.1.2 の線量当量率区分に従うものとし、4.3 項における操業形態の検討をもとに、線量当量率区分図を設定した。設定した線量当量率区分図を図 5.1.2～図 5.1.5 に示す。

(4) 線源となる廃棄体

廃棄体(線源)が満杯の保管状況を想定し、線量評価の結果が保守側となるように廃棄体数量を設定して、表 5.1.9 に示す線源を評価対象とした。評価対象とした廃棄体等の保管位置を図 5.1.6 に示す。

(5) 線源モデル

表 5.1.9 で示した線源[1]～[7]について線量評価を行うために一時保管された複数の廃棄体の外接線を各辺とした矩形の中に、廃棄体線源(水)と収納容器鋼材(鉄)が均一に分布した希釈された体積線源を表 5.1.10 のように設定した。

(6) 遮蔽要求厚等の計算

1) 計算モデル

計算モデルは、廃棄体を取り扱う受入及び搬出クレーンの寄り付きや施設内のレイアウトを考慮して線源と遮蔽体(壁及び天井)の距離を保守側のモデルとなるように設定した。また、評価点については、遮蔽体透過後の壁、天井表面とし、壁の評価点高さは 100cm とした。なお、遮蔽要求厚を検討する中で、フェンスや柵等で人が立ち入れない区域を設ける場合は、フェンスまでの距離を評価する計算モデルについても設定した。線源[1]～[7]をもとに設定した計算モデルを表 5.1.11～表 5.1.20 に示す。

2) 計算結果

上記計算モデルによる計算の結果による壁及び天井厚みによる実効線量率の変化を図 5.1.7～図 5.1.34 に、外壁からフェンスまでの距離による実効線量率の変化を図 5.1.35 及び図 5.1.36 に示す。

3) 遮蔽要求壁厚図の策定

上記の計算結果に基づき受入検査施設建屋の壁、天井等について、遮蔽厚を求め、受入検査施設の各部屋に設定された線量率区分による設計基準線量を満たすように遮蔽要求壁厚図を策定した。策定した遮蔽要求壁厚図を図 5.1.37～図 5.1.43 に示す。

5.1.3.2 コンクリートピット埋設施設に係る線量評価

コンクリートピット埋設施設においては、廃棄体の定置作業状況から線量が大きくなることが予想される状況における作業位置を評価点とし、直接 γ 線による実効線量率が管理区域及び管理区域境界の区分に応じて設定された放射線業務従事者等に対する設計基準線量率を満足することを確認し、外周仕切設備、覆い等の遮蔽要求厚を評価した。

(1) 評価方法

遮蔽要求厚等の評価は、以下の手順により実施した。

- 1) コンクリートピット埋設施設における管理区域及び管理区域境界の区分、線源条件、遮蔽体条件等を設定
- 2) 廃棄体の定置作業状況から線量が大きくなる状況を想定して計算ケースを設定し、複数の廃棄体を均一な体積線源とした線源モデルを設定
- 3) ピット側壁や蓋の厚みをパラメータとする計算モデルを設定し、実効線量率を計算
- 4) 各評価位置での実効線量率の評価結果及び操業スケジュール(表 5.1.29 及び表 5.1.30)から管理区域境界における遮蔽要求厚を評価。また、管理区域内については、各評価位置での実効線量率の評価結果より管理区域区分を検討

(2) 線源条件

評価対象とするピット処分対象廃棄体はドラム缶型廃棄体及び角型容器である。このうち、角型容器には、再処理コンテナ(定型)、再処理コンテナ(2倍尺)、S-1 容器、ボックスパレット等があるが、角型容器は S-1 容器が 2000ドラム缶換算本数で半数以上を占めるため、S-1 容器を角型容器の代表とした。これらの廃棄体の線源条件は受入検査施設の線量評価で用いた線源条件と同一とした。

(3) 線量当量率区分

コンクリートピット埋設施設の線量当量率区分は、表 5.1.2 の線量率区分に従い表 5.1.21 のとおり区分した。定置作業時のピット上部の開口部については、表面線量当量率 2 mSv/h の廃棄体を取り扱うため人が立ち入らない区域とした。

(4) 計算ケース及び線源モデル

廃棄体の定置条件及びモルタル充填状況の違いから、表 5.1.22 に示す 4 ケースの計算ケースを設定した。また、ドラム缶型廃棄体及び S-1 容器の線源モデルを表 5.1.23 及び表 5.1.24 に示すとおり設定した。

(5) 遮蔽要求厚等の計算

1) 計算モデル

① ドラム缶型廃棄体

線源から遮蔽体までの空間、すなわち「廃棄体最上段～蓋内側」及び「廃棄体側面～側壁内面」の空間について、ピット区画内寸法等を踏まえ、保守側の計算モデルとなるようにドラム缶型廃棄体の計算モデルを以下の設定とした。設定した計算モデルを表 5.1.25 及び表 5.1.26 に示す。

- a. 廃棄体最上段～蓋内側：モルタル充填前のホワイトゾーン（高さ方向幅：約 41cm の空間）及びポーラスコンクリート（以下、「ポラコン」と言う。）複合板（高さ方向幅：約 10cm）が設

置される空間（高さ方向幅：約 51cm）には、モルタル充填前は空気、モルタル充填後は、ホワイトゾーンまでがモルタルにより充填されるものとしてモデル化した。

- b. 廃棄体側面～側壁内面：モルタル充填前のホワイトゾーンの空間（長手方向幅：約 103cm、転がり方向幅：約 40cm）には、モルタル充填前は空気、モルタル充填後はモルタルが充填されているものとした。ポラコン層分（約 10cm）については考慮しないモデルとした。

② S-1 容器

線源から遮蔽体までの空間、すなわち「廃棄体最上段～蓋内側」及び「廃棄体側面～側壁内面」の空間についてピット区画内寸法等を踏まえ、保守側の計算モデルとなるように S-1 容器の計算モデルを以下の設定とした。設定した計算モデルを表 5. 1. 27 及び表 5. 1. 28 に示す。

- a. 廃棄体最上段～蓋内側：モルタル充填前のホワイトゾーン（高さ方向幅：約 47cm）及びポラコン複合板（高さ方向幅：約 10cm）が設置される空間（高さ方向幅：約 58cm）には、モルタル充填前は空気、モルタル充填後はホワイトゾーンまでがモルタルにより充填されるものとしてモデル化した。
- b. 廃棄体側端面～側壁内面：モルタル充填前のホワイトゾーンの空間（吊り上げ用フック設置方向における幅：約 55cm、フックの無い方向における幅：約 51cm）には、モルタル充填前は空気、モルタル充填後はモルタルが充填されているものとした。ポラコン層分（10cm 相当）については考慮しないモデルとした。

2) 計算結果

上記計算モデルによる計算の結果、ドラム缶型廃棄体に係るピットの蓋厚、側壁厚の実効線量率の変化を図 5. 1. 44～図 5. 1. 47 に、S-1 容器に係るピットの蓋厚、側壁厚の実効線量率の変化を図 5. 1. 48～図 5. 1. 51 に示す。

3) 遮蔽要求壁厚の評価

ピットの仮蓋厚(モルタル充填までの期間仮に設置する遮蔽蓋)及び側壁厚の遮蔽要求厚の評価は、上記の計算結果及び表 5. 1. 29 ～表 5. 1. 30 に示すコンクリートピット埋設施設の作業スケジュールの相違による 2 パターンにより実施した。また、覆い厚(仮蓋を取り外した後に施工するコンクリート層)はモルタル充填後により評価した。

評価に用いる計算ケースは、実効線量率の計算結果のうち、最も保守的に、蓋厚 50cm 又は側壁厚 60cm で実効線量率が厳しいドラム缶型廃棄体で、ピット最上段のみの廃棄体表面線量当量率を 1 mSv/h とするケースとした。

側壁厚の評価に用いる実効線量率は、遮蔽要求厚の評価結果が非保守側にならないような評価条件とするため、ドラム缶型廃棄体の転がり方向の計算結果を用いた。なお、評価にあたっては、上記の作業スケジュールにより、非管理区域として仮蓋、側壁、及び覆いが施されているピットでの作業区画における 3 月間の実効線量の積算を行い、250 μ Sv 以下となる遮蔽厚みで評価した。3 月間の積算に際しては、91 日/3 月 \times 5 日/週 \div 7 日/週=65 日/3 月の操業とし、1 日 8 時間操業として積算した。また、充填材(モルタル)充填前後で線量率が減少することから、充填材の充填前の状態が最大となる期間で積算した。

4) 評価結果

【覆いの遮蔽要求厚】

モルタル充填後に、覆いの施工に要する期間における 3 月間の積算値を、表 5. 1. 31 に示す。これにより、覆いの遮蔽要求厚は 30cm との評価結果となった。

【仮蓋の遮蔽要求厚】

作業スケジュールの 2 パターンにおける 3 月間の積算値を、それぞれ表 5. 1. 32 に示す。これにより、仮蓋の遮蔽要求厚はパターン 1 で 70cm、パターン 2 で 50cm との評価結果となった。

【側壁の遮蔽要求厚】

操業スケジュールの2パターンにおける3月間の積算値を、それぞれ表5.1.33に示す。これにより、側壁の遮蔽要求厚はパターン1で70cm、パターン2で60cmとの評価結果となった。

5.1.3.3 トレンチ埋設施設に係る線量評価

トレンチ埋設施設においては、廃棄体等の定置状況から線量が大きくなることが予想される状況における作業位置を評価点とし、直接 γ 線による実効線量率が管理区域境界の設計基準線量率を満足することを確認、評価した。

(1) 確認評価方法

確認評価は、以下の手順により実施した。

- 1) トレンチ埋設施設における管理区域境界、線源条件、遮蔽体条件等を設定
- 2) 廃棄体等の定置状況から線量が大きくなることが予想される時点での管理区域境界を評価点として実効線量率を計算
- 3) 計算結果が管理区域境界の設計基準線量率を満足することを確認、評価

(2) 線源条件

評価対象とするトレンチ処分対象廃棄体等は、ドラム缶型廃棄体、角形容器及びフレキシブルコンテナ等である。このうち、ドラム缶型廃棄体及びフレキシブルコンテナが大部分を占めており、角形容器としてはS-1容器が代表例である。そこで、ドラム缶型廃棄体、フレキシブルコンテナ及びS-1容器のなかから、各廃棄体等の定置方法と実効線量率の評価点の位置関係を考慮して、評価対象の廃棄体等を選択した。

(3) 線量当量率区分

トレンチ埋設施設の線量率区分は、表5.1.2に従うものとし、トレンチを覆う雨水浸入防止用テント内を管理区域境界とした。

(4) 線源モデル

4.2項の設計結果により、ドラム缶型廃棄体は付加機能型トレンチに、フレキシブルコンテナ及びS-1容器は安定型トレンチに定置する。安定型トレンチにおいては、S-1容器は、1段目(最下段)及び2段目(中段)のみに定置するものとし、フレキシブルコンテナは最上段である3段目に定置するものとした。これらの廃棄体等の線源条件は、表5.1.8とした。なお、保守的に最上段のドラム缶型廃棄体及びフレキシブルコンテナが覆土されずに露出して個々の廃棄体等が定置されているとした。

(5) 実効線量率の計算

1) 計算モデル

トレンチ処分対象廃棄体等は、一日当たり一定数定置し一部を残してその日のうちに中間覆土(25cm)する。一部その日のうちに覆土しない廃棄体列とは、定置した廃棄体列のうち、最も外側の1列(例えば図5.1.52中1日目No.35~60)であり、前列まで廃棄体列(例えば図5.1.52中1日目No.1~25)を覆う覆土材の土留として用いるためである。各廃棄体等のトレンチ埋設施設への定置本数は以下のとおりとした。

- ① ドラム缶型廃棄体：60本/日(12本/トラック×5回輸送/日)
- ② フレキシブルコンテナ：20体/日(10体/トラック×2回輸送/日)

これに基づき、ドラム缶型廃棄体とフレキシブルコンテナの定置及び中間覆土パターンを図5.1.52及び図5.1.53に示すとおりとした。これにより、

- a. ドラム缶型廃棄体は1日最大3列(1列は最大34本)、フレキシブルコンテナは1日最大3列(1列は最大19体)の覆土されていない、露出している状態となる。

- b. トレンチ埋設施設の X 方向 (図 5.1.54 長手方向) は定置開始一日目から二日目に管理区域境界で線量率が最大となり、その後は覆土されない廃棄体が管理区域境界から遠くなるので線量率は低下する。
- c. トレンチ埋設施設の Y 方向 (図 5.1.54 横幅方向) は定置開始二日目から 3 列分の覆土されない廃棄体が順次移動していくので、管理区域境界で線量率が最大位置も順次移動する。
- d. X 方向と Y 方向の管理区域境界における線量を比較すると、X 方向が管理区域境界と近接して配列され、また、覆土されない状態の廃棄体数が多いので、管理区域境界の最大線量率は X 方向になる。

これに基づき、トレンチ埋設施設の X 方向の評価点は、ドラム缶型廃棄体については 34 行×3 列配列した場合を、フレキシブルコンテナについては 19 行×2 列 (Y 方向の管理区域境界に面した 2 行は 3 列) 配列した場合を想定して、廃棄体配列の中央とした。また、Y 方向の評価点は、ドラム缶型廃棄体については 17 行×3 列配列した場合を、フレキシブルコンテナについては 10 行×2 列 (Y 方向の管理区域境界に面した 2 行は 3 列) 配列した場合を想定して廃棄体配列の中央とした。なお、評価点から遠いドラム缶型廃棄体の 18 行以降及びフレキシブルコンテナの 11 行以降は無視し得るとした。

図 5.1.54 及び図 5.1.55 にドラム缶型廃棄体とフレキシブルコンテナの評価モデルを示す。また、表 5.1.34 にモデル寸法の設定根拠を示す。

2) 計算、評価結果

上記計算モデルによる計算の結果を図 5.1.56～図 5.1.59 に示す。これにより、ドラム缶型廃棄体の X 方向の評価点においては $0.13 \mu\text{Sv/h}$ 、Y 方向の評価点においては $0.11 \mu\text{Sv/h}$ となり、フレキシブルコンテナの X 方向の評価点においては $0.13 \mu\text{Sv/h}$ 、Y 方向の評価点においては $0.15 \mu\text{Sv/h}$ となることから、管理区域境界 (雨水浸入防止用テント境界) の設計基準線量率 $0.5 \mu\text{Sv/h}$ 以下を満足している。

5.1.4 一般公衆に係る線量計算、評価

一般公衆の被ばく線量の計算、評価は、受入検査施設、コンクリートピット埋設施設及びトレンチ埋設施設に対して実施した。計算に際して共通的な事項となる設計基準、線源条件等は予め設定し、施設ごとに計算を行い、計算結果を集約し事業所全体として取りまとめ評価を実施した。

計算にあたっては、敷地 (1250m×800m) 中心からの 16 方位の事業所境界上の点を評価点とし、施設ごとに行った事業所境界における直接 γ 線及びスカイシャイン γ 線の計算結果を合算し、1 年間の実効線量が一般公衆に対する線量基準以下であることを確認した。また、最大線量となる評価点付近については、隣接する評価点の間においても評価を行い、線量基準以下であることを確認した。直接 γ 線及びスカイシャインガンマ線の評価点等を図 5.1.60 に、評価点座標を表 5.1.35 に示す。なお、評価点位置を把握しやすくするため、図面の上方向を北とし東西南北をカッコ書きで表記した。

5.1.4.1 一般公衆に係る線量評価の共通事項の設定

(1) 設計基準

一般公衆に対する線量基準は、昭和 50 年原子力委員会決定「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」(発電用軽水炉における敷地境界の線量目標値 $50 \mu\text{Sv/年}$) を周辺監視区域境界 (=事業所境界) に適用し、一般公衆に対する基準線量 (実効線量) を年間 $50 \mu\text{Sv}$ とした。

(2) 対象施設

受入検査施設は、廃棄体等の受入、一時保管、払出を地上階にて行うこととしていることから、直接 γ 線とスカイシャイン γ 線の計算を行うこととした。コンクリートピット及びトレンチ埋設施設は、埋設設備自体が深く掘り下げたところに位置していること及び埋設設備地表面よりも低い位置に廃棄体を定置することから、直接 γ 線は周囲の地形によって遮られるため、事業所境界における寄与は考慮しないものとし、スカイシャイン γ 線についての計算のみを行うこととした。

5.1.4.2 受入検査施設に係る線量評価

(1) 直接 γ 線の計算

1) 計算方法

受入検査施設の直接 γ 線に係る計算は、以下の手順により実施した。

- ① 一時保管された廃棄体が満杯であるような状況を想定し、複数の廃棄体を均一な体積線源とした線源モデルを設定
- ② 受入検査施設の側壁の厚み等の設計値から計算モデルを設定し、計算モデルごとに線源からの距離に応じた直接 γ 線による実効線量率を計算
- ③ 距離に応じた直接 γ 線による1年間の実効線量を算出

2) 線源となる廃棄体

線源となる廃棄体は、操業条件を考慮して図 5.1.61 及び図 5.1.62 に示す廃棄体線源がほぼ満杯の保管状況を想定し、線量評価に用いる廃棄体数量が保守側になるような設定として表 5.1.36 に示す線源を評価対象とした。

3) 線源モデル

各線源について、図 5.1.63 に示すように廃棄体を1箇所に集約して体積等価な球形状となるように線源のモデル化を行った。また、球形状の各線源には、表 5.1.36 に示した廃棄体数の廃棄体が均一に分布しているものとした。線源モデルの条件を表 5.1.37 に示す

4) 計算モデル

線源からの直接 γ 線の計算は、仕切壁、外壁によって遮蔽されるため、合わせて 60cm 以上の遮蔽体厚みとなるが、保守的に受入一時保管室及び検査室において仕切壁の無い外壁厚を用いて遮蔽体厚みを 50cm とし、線源モデルを球体としたことから、評価点との距離をパラメータとした図 5.1.63 に示す計算モデルとした。なお、評価点の高さは、計算結果が安全側となるよう、線量的に最も高くなる線源の中心とした。

5) 計算結果

線源[1]～[5]について、各評価点におけるそれぞれの実効線量率と1年間の実効線量を表 5.1.38 に、また、1年間の実効線量でこれらを合算したものを表 5.1.39 に示す。なお、1年間の実効線量については、保守的に最大保管量の線源が常時保管されているものとした。

(2) スカイシャイン γ 線の計算

1) 計算方法

受入検査施設のスカイシャイン γ 線に係る計算は、以下の手順により実施した。

- ① 一時保管された廃棄体が満杯である状況を想定し、複数の廃棄体を均一な体積線源とした線源モデルを設定
- ② 受入検査施設の側壁や天井の厚み等の設計値から計算モデルを設定し、計算モデルごとに線源からの距離に応じたスカイシャイン γ 線による実効線量率を計算
- ③ 距離に応じたスカイシャイン γ 線による1年間の実効線量を算出

2) 計算コード

スカイシャイン γ 線による実効線量の計算には二次元輸送計算コードDOT-3.5を使用し、最初に天井面からの漏洩角度線束を求める線源評価用の計算を行い、次にこの漏洩角度線束を線源として空気散乱領域でのスカイシャイン γ 線を求める接続計算により実施した。計算コードに関する基本的条件は以下のとおりとした。

- ・断面積ライブラリ：DLC-23E
- ・散乱成分のルジャンドル展開次数：P3
- ・角度分点数：S16

3) 線源となる廃棄体

線源となる廃棄体は、直接 γ 線の計算に用いた線源である表 5.1.36 及び表 5.1.37 とした。

4) 線源モデル

受入一時保管室の線源[1]を1つの線源モデルに、検査室の線源[2]～線源[4]をまとめて1つに集約して線源のモデル化を行った。線源モデルの条件を表 5.1.40 に示す。なお、容器の鋼材厚みについては、S-1 容器で0.5cmとし、ドラム缶型廃棄体で0.15cmとして考慮した。

(5) 計算モデル

受入一時保管室の線源[1]からの計算は図 5.1.64 に、検査室の線源[2]～線源[5]からの計算は図 5.1.65 に示す計算モデルにより実施した。図中の上が、受入検査施設建屋天井面からの漏洩角度線束を求める線源評価用の計算体系を表し、下がこの漏洩角度線束を線源として接続したスカイシャイン γ 線を求める空気散乱領域での計算体系を表している。

(6) 計算結果

各計算モデルにおける線源中心からの距離に応じた実効線量率の計算結果を図 5.1.66 に示す。また、各評価点における1年間実効線量率の計算結果を表 5.1.41 に示す。なお、1年間の実効線量については、保守的に最大保管量の線源が常時保管されているものとした。

(7) 直接 γ 線及びスカイシャイン γ 線の合算

受入検査施設からの直接 γ 線及びスカイシャイン γ 線による実効線量を図 5.1.67 に示す。

5.1.4.3 コンクリートピット埋設施設に係る線量評価

コンクリートピット埋設施設は、保守的に単一のピット又は埋設地の全てのピットが廃棄体で満杯となって、上部覆土以外の施工が完了している状態（覆い設置済み）と施工中の状態を想定してスカイシャイン γ 線に係る線量評価を実施する。

(1) 計算方法

コンクリートピット埋設施設のスカイシャイン γ 線に係る計算は、以下の手順により実施した。

- 1) ピットが廃棄体で満杯となって、上部覆土以外の施工が完了している状態（覆い設置済み）及び覆いを施工するまでの状態を想定し、それぞれについて複数の廃棄体を均一な体積線源とした線源モデルを設定
- 2) ピットの天井（蓋）や側壁の厚み等の設計値から計算モデルを設定し、計算モデルごとに線源からの距離に応じたスカイシャイン γ 線による実効線量率を計算
- 3) 距離に応じたスカイシャイン γ 線による1年間の実効線量を算出

(2) 計算コード

スカイシャイン γ 線による実効線量の計算コード及び計算コードに関する基本的条件は、受入検査施設のスカイシャイン γ 線の計算コードに同じ。

(3) 線源となる廃棄体

線源とする廃棄体はP埋設地のピット群10基及びS埋設地のピット群8基に定置される廃棄体とし、

- 1) 定置中の廃棄体分（天井開放）
- 2) 定置後のモルタル充填前の廃棄体分（仮蓋設置）
- 3) モルタル充填後のポーラスコンクリート層設置後の廃棄体分（覆い施工及び仮蓋なし）
- 4) 覆い施工後の廃棄体分

を対象とした。評価対象とした廃棄体の数量を表 5.1.42 に示す。なお、ドラム缶型廃棄体と S-1 容器をピット 1 区画内に満杯に定置された状態で比較すると、蓋（覆い又は仮蓋）の有る無しの条件に関わらず天井表面の線量はともにドラム缶型廃棄体の方が高いことから、ドラム缶型廃棄体を評価対象とした。

(4) 線源モデル

ピット 1 区画について、廃棄体の埋設の施工の進行に伴う変化を図 5.1.68～図 5.1.71 に示す。これらの形状及び寸法を基に、ピット 1 区画分の各線源モデルの条件を表 5.1.43 に示すとおり設定した。なお、ドラム缶型廃棄体の鋼材の厚みについては、0.15cm として考慮した。

(5) 計算モデル

ピットの施工状況及び線源モデルに基づき設定した各計算モデルのモデル図を図 5.1.72～図 5.1.75 に示す。図中の上が、天井面からの漏洩角度線束を求める線源評価用の計算体系を表し、下がこの漏洩角度線束を線源として接続したスカイシャイン γ 線を求める空気散乱領域での計算体系を表している。

(6) 計算結果

各計算モデルにおける線源中心からの距離に応じたスカイシャイン γ 線の計算結果を図 5.1.76 に示す。また、ピット 1 区画について、各施工に要する時間（廃棄体定置（天井がない状態）；16h、仮蓋のみ設置している状態；8h、モルタル充填ポーラスコンクリート層設置；8h、覆い施工；4h）を考慮し、1年間当たりのピットの施工量である 18 区画分の廃棄体からの距離に応じたスカイシャイン γ 線の計算結果を図 5.1.77 に示す。

5.1.4.4 トレンチ埋設施設に係る線量評価

トレンチ埋設施設は、廃棄体が満杯状態となって別のトレンチ埋設施設に施工が移る前には必ず上部覆土（2.5m）を実施することとしていることから、付加機能型トレンチ埋設施設と安定型トレンチ埋設施設の各 1 基が施工中の状態を想定してスカイシャイン γ 線に係る線量評価を実施する。

(1) 計算方法

トレンチ埋設施設のスカイシャイン γ 線に係る計算は、以下の手順により実施した。

- 1) 付加機能型トレンチ埋設施設と安定型トレンチ埋設施設の各 1 基に廃棄体等を定置中の状態を想定し、それぞれについて複数の廃棄体を均一な体積線源とした線源モデルを設定
- 2) トレンチ埋設施設の上部覆土や掘削領域の寸法等の設計値から計算モデルを設定し、計算モデルごとに線源からの距離に応じたスカイシャイン γ 線による実効線量率を計算
- 3) 距離に応じたスカイシャイン γ 線による 1 年間の実効線量を算出

(2) 計算コード

スカイシャイン γ 線による実効線量の計算コード及び計算コードに関する基本的条件は、受入検査施設のスカイシャイン γ 線の計算コードと同様とした。

(3) 線源となる廃棄体等

線源とする廃棄体等は、P 埋設地の 9 基のトレンチ（安定型 6 基、付加機能型 3 基）及び S 埋設地の 9 基のトレンチ（安定型 6 基、付加機能型 3 基）に定置される廃棄体とし、

- 1) トレンチ埋設施設が廃棄体で満杯となって上部覆土(25cm)が完了している施工済みのもの
- 2) 付加機能型と安定型の各1基のトレンチ埋設施設において、1日当たりの中間覆土前の定置中の廃棄体分(付加機能型ではドラム缶型廃棄体60本、安定型ではフレコン20体相当)を対象とした。

表5.1.44中線源モデル①は、上記1)のトレンチ埋設施設1基が廃棄体等で満杯となって上部覆土(25cm)が完了している施工済みのものを対象としている。表5.1.44中線源モデル②は、上記2)の定置、覆土中の状態のうち最も保守的(覆土されず露出している廃棄体等が多い)となる条件をモデル化した。この際、上部覆土が完了している施工(覆土)済みの廃棄体等については、無視できる程度であったため評価対象外とした。

(4) 線源モデル

トレンチ1基について、構造模式図を図5.1.78～図5.1.81に示す。これらの形状及び寸法を基に、トレンチ1基分の各線源モデルの条件を表5.1.44に示すとおり設定した。

表5.1.44中線源モデル①では、付加機能型トレンチの放射エネルギーの方が安定形トレンチより大きく保守的となるため付加機能型を代表としてモデル化した。また、トレンチ寸法は細長く、これと同体積の円柱体積線源とすると過度に保守的となるため、トレンチ1基を約25m×25mの正方形領域に分割し、これと等しい体積をもつ円柱体積線源を設定した。このため、トレンチ1基分の線量評価の際には計算結果をトレンチの全長÷25m倍する。なお、ドラム缶型廃棄体の鋼材の厚みについては、0.15cmとして考慮した。線源モデル②では、ドラム型廃棄体より上表面の面積が大きいフレキシブルコンテナを代表とした。フレキシブルコンテナの数量は、1日当たりの定置し覆土する施工中の数量とした。これに加えて、土留用として翌日までフレキシブルコンテナを覆土しない数量を考慮した。

(5) 計算モデル

トレンチの施工状況及び線源モデルに基づき設定した各計算モデルを図5.1.82～図5.1.83に示す。図中の上が、天井面からの漏洩角度線束を求める線源評価用の計算体系を表し、下がこの漏洩角度線束を線源として接続したスカイシャイン γ 線束を求める空気散乱領域での計算体系を表している。

(6) 計算結果

各計算モデルにおける線源中心からの距離に応じた実効線量率の計算結果を図5.1.84に示す。また、P埋設地/付加機能型トレンチ1基を代表施設とした長手方向中央からの1年間当たりのスカイシャイン γ 線による計算結果を図5.1.85に示す。なお、1年間の積算時間については、施工(覆土)済みの領域、土留用として翌日まで廃棄体等を覆土しない施工中の領域に対しては8,760h/y、1日当たりで定置し覆土する施工中の中の領域に対しては年間200日操業として1,600[h/y]とした。

5.1.4.5 埋設施設全体に係る線量評価

敷地中心からの16方位の事業所境界上の点等を評価点とし、各施設・設備からの直接 γ 線及びスカイシャイン γ 線の寄与を重畳し、事業所全体としての1年間の実効線量を合算して評価した。

各評価点の実効線量の合算値を表5.1.45に示す。16方位の事業所境界上の評価点中、実効線量が最大となるのは評価点⑨(W)で43 μ Sv/yであった。そこで、評価点⑨と⑧の間において評価点を変えて実効線量を評価した。その結果を図5.1.86に示す。これより、事業所境界上での実効線量の最大値は47 μ Sv/yとなる。これにより、一般公衆に対するめやす線量である50 μ Sv/yを下回ることが確認できた。

表 5.1.1 放射線業務従事者に対する設計基準線量率

区画	立ち入り時間	設計基準線量率
A	週 48 時間以内の立ち入り	6 μ Sv/h 以下
B	週 15~5 時間以内の立ち入り	20 ~ 60 μ Sv/h
C	週 5~2 時間以内の立ち入り	60 ~ 150 μ Sv/h
D	極短時間しか立ち入らない区画	1 mSv/h 以下
E	通常は立ち入りが不要な区画	

表 5.1.2 線量当量率区分

区 分		設計基準線量率
管理区域外	非管理区域	0.5 μ Sv/h 以下*1
管理区域	A 週 48 時間以内立ち入り	6 μ Sv/h 以下*2
	B 週 15 時間以内の立ち入り	20 μ Sv/h 以下*2
	C 週 5 時間以内の立ち入り	60 μ Sv/h 以下*2
	D 極短時間しか立ち入らない	1 mSv/h 以下
	E 通常は立ち入りが不要	

*1：非管理区域において人が通常立入れない区域の設計基準線量率：2.5 μ Sv/h 以下 (1.3mSv/3月より)

*2：1mSv/週の1/3とした。

表 5.1.3 ピット処分対象廃棄体等の密度

コンクリートピット 埋設対象 廃棄体	JAEA					他発生者					
	汚染源分類	原子炉系	TRU及び β γ 系	U系	加速器系	合計	RI協会	RI協会以外			合計
								原子炉系	TRU及び β γ 系	U系	
本数 (2000ドラム缶 換算本数)	42900	145500	500	0	188900	24388	1876	3484	536	30284	
重量 [t]	2.25E+04	7.94E+04	3.11E+02	0.00E+00	1.02E+05	1.40E+04	4.19E+02	1.71E+03	1.80E+02	1.63E+04	
密度 [g/cm ³]	2.63E+00	2.73E+00	3.11E+00	-	2.71E+00	2.88E+00	1.12E+00	2.45E+00	1.68E+00	2.70E+00	

表 5.1.4 トレンチ処分対象廃棄体等の密度

トレンチ 埋設対象 廃棄体	JAEA					他発生者					
	汚染源分類	原子炉系	TRU及び β γ 系	U系	加速器系	合計	RI協会	RI協会以外			合計
								原子炉系	TRU及び β γ 系	U系	
本数 (2000ドラム缶 換算本数)	109400	66300	18900	49600	244200	60060	4368	19656	52598	136682	
重量 [t]	4.71E+04	2.38E+04	9.14E+03	1.04E+04	9.05E+04	3.43E+04	9.93E+02	6.02E+03	1.44E+04	5.58E+04	
密度 [g/cm ³]	2.15E+00	1.80E+00	2.42E+00	1.05E+00	1.85E+00	2.86E+00	1.14E+00	1.53E+00	1.37E+00	2.04E+00	

表 5.1.5 ピット処分対象廃棄体等の核種調査

核種	半減期 [y]	崩壊形式	γ線エネルギー [MeV]	1崩壊当りの γ線放出率[%]	γ線放出量の比(当該核種/Co-60) [%]	
					JAEA 合計	他発生者合計
Co-60	5.271	β ⁻	1.17, 1.33	両方 100	(100)	(100)
Al-26	7.20E+5	β ⁺ , EC	1.81, 他	100	0	≒0
Eu-152	13.3	EC	1.41, 他	21	0.08	0.5
Bi-207	38	EC	1.77, 他	6.9	0	≒0

表 5.1.6 トレンチ処分対象廃棄体等の核種調査

核種	半減期 [y]	崩壊形式	γ線エネルギー [MeV]	1崩壊当りの γ線放出率[%]	γ線放出量の比(当該核種/Co-60) [%]	
					JAEA 合計	他発生者合計
Co-60	5.271	β ⁻	1.17, 1.33	両方 100	(100)	(100)
Al-26	7.20E+5	β ⁺ , EC	1.81, 他	100	≒0	≒0
Eu-152	13.3	EC	1.41, 他	21	0.2	0.03
Bi-207	38	EC	1.77, 他	6.9	≒0	≒0

表 5.1.7 遮蔽体物質の密度及び重量組成比

遮蔽体物質	密度 g/cm ³	重量組成比	設定根拠
普通コンクリート	2.1	H :4.1600E-03 O :5.0740E-01 Mg:1.1500E-03 Al:4.4600E-03 Si:3.8606E-01 S :7.0000E-04 Ca:6.8690E-02 Fe:2.7380E-02	既設の類似施設(六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター)の埋設許可申請 ⁸⁾ に記載の埋設設備のコンクリート密度を参考とした。
モルタル(充填材)	1.6	同上	既設類似施設 ⁸⁾ の埋設設備のセメント系充填材密度を参考とした。
覆土	1.35	O :5.3257E-01 Si:4.6743E-01	しゃへい計算実務マニュアル ²⁴⁾ 記載の土の密度(砂地平均)1.35g/cm ³ を引用した。
鉄	7.8	Fe:1.0000E+00	鉄の元素密度 7.875g/cm ³ (文献値 ²⁵⁾)を保守的に 7.8g/cm ³ とした。
空気	1.1894E-03	H :1.0000E-05 C :1.3000E-04 N :7.6451E-01 O :2.3535E-01	JAERI-M6928(1977.2) ²⁶⁾

表 5.1.8 廃棄体あたりの放射能量及び放射能濃度 (1/2)

【QAD-CGGP2R】

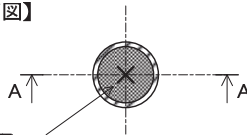
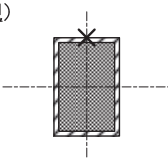
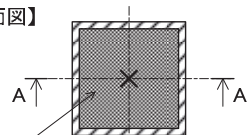
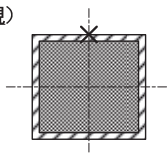
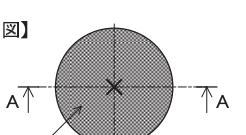
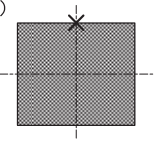
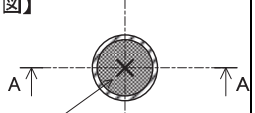
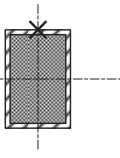
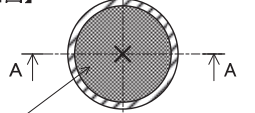
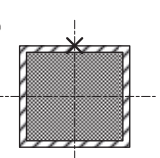
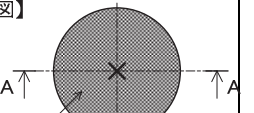
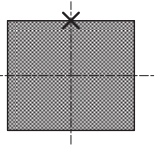
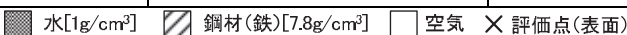
		ドラム缶型廃棄体	角型容器(S-1 容器)	フレキシブルコンテナ
線源モデル		<p>【平面図】</p>  <p>線源 φ58.2cm × H87.2cm ドラム缶鋼材厚み(上下、側面) 0.15cm</p> <p>【断面図】 (A-A矢視)</p> 	<p>【平面図】</p>  <p>線源 L101.8cm × W101.8cm × H93.5cm S1容器鋼材厚み(上下、側面) 0.5cm</p> <p>【断面図】 (A-A矢視)</p> 	<p>【平面図】</p>  <p>線源 φ115cm × H100cm フレコン部材はないもの として評価</p> <p>【断面図】 (A-A矢視)</p> 
		<p>■ 水[1g/cm³] ▨ 鋼材(鉄)[7.8g/cm³] □ 空気 × 評価点(表面)</p>		
1Bq/線源あたりの表面線量当量率		2.5E-06 [μSv/h]	6.0E-07 [μSv/h]	7.7E-07 [μSv/h]
線源体積		2.3E+05 [cm ³]	9.7E+05 [cm ³]	1.0E+06 [cm ³]
放射能量	表面線量当量率	2mSv/h	8.0E+08 [Bq]	3.3E+09 [Bq]
	1mSv/h	4.0E+08 [Bq]	1.7E+09 [Bq]	1.3E+07 [Bq]
	10 μSv/h	4.0E+06 [Bq]	1.7E+07 [Bq]	1.3E+07 [Bq]
放射能濃度	表面線量当量率	2mSv/h	3.4E+03 [Bq/cm ³]	3.5E+03 [Bq/cm ³]
	1mSv/h	1.7E+03 [Bq/cm ³]	1.7E+03 [Bq/cm ³]	1.2E+01 [Bq/cm ³]
	10 μSv/h	1.7E+01 [Bq/cm ³]	1.7E+01 [Bq/cm ³]	1.2E+01 [Bq/cm ³]

表 5.1.8 廃棄体あたりの放射能量及び放射能濃度 (2/2)

【DOT-3】

		ドラム缶型廃棄体	角型容器(S-1 容器)	フレキシブルコンテナ
線源モデル		<p>【平面図】</p>  <p>線源 φ58.2cm×H87.2cm ドラム缶鋼材厚み(上下、側面) 0.15cm</p> <p>【断面図】 (A-A矢視)</p> 	<p>【平面図】</p>  <p>線源 φ114.8cm×H93.5cm (水平断面が元のL101.8cm× W101.8cmと面積等価な円柱に近似 S1容器鋼材厚み(上下、側面) 0.5cm</p> <p>【断面図】 (A-A矢視)</p> 	<p>【平面図】</p>  <p>線源 φ115cm×H100cm フレコン部材はないもの として評価</p> <p>【断面図】 (A-A矢視)</p> 
				
1Bq/cm ³ 線源あたりの表面線量当量率*		5. 3E-01 [μ Sv/h]	4. 3E-01 [μ Sv/h]	6. 1E-01 [μ Sv/h]
1Bq/線源あたりの表面線量当量率		2. 3E-06 [μ Sv/h]	4. 4E-07 [μ Sv/h]	6. 1E-07 [μ Sv/h]
線源体積		2. 3E+05 [cm ³]	9. 7E+05 [cm ³]	1. 0E+06 [cm ³]
放射能量	表面線量当量率	2mSv/h	8. 7E+08 [Bq]	4. 5E+09 [Bq]
		1mSv/h	4. 4E+08 [Bq]	2. 3E+09 [Bq]
		10 μ Sv/h	4. 4E+06 [Bq]	2. 3E+07 [Bq]
放射能濃度	表面線量当量率	2mSv/h	3. 8E+03 [Bq/cm ³]	4. 7E+03 [Bq/cm ³]
		1mSv/h	1. 9E+03 [Bq/cm ³]	2. 3E+03 [Bq/cm ³]
		10 μ Sv/h	1. 9E+01 [Bq/cm ³]	2. 3E+01 [Bq/cm ³]

*Dot においては、単位体積 (cm³) あたりの放射能量(Bq)が入力条件となることから、ドラム缶型廃棄体であれば 2. 3E+05 [cm³]の体積中に 1 Bq/cm³の放射能濃度が均一に分布するとして計算した。

表 5.1.9 受入検査施設の評価対象とした廃棄体数量

線源	部屋名称	評価対象 廃棄体	廃棄体 数量	配置条件
[1]	受入一時 保管室	輸送容器* に収納され た S-1 容器	720 個	S-1 容器 2 個収納の輸送容器 3 ヶ月分となる 360 基を 9×10×4 段の 配列とし、S-1 容器 720 個を配置
[2]	検査室	S-1 容器	70 個	S-1 容器をピット 1 区画分である 64 個以上となる配列 7×5×2 段と し、S-1 容器 70 個を配置
[3]	検査室	ドラム缶型 廃棄体	168 本	線源[3], [4]でピット 1 区画分の 360 本を保管するものとし、ドラム 缶型廃棄体 8 本ごとに保管するドラム缶用スキッドを 7×1×3 段で 配置
[4]	検査室	ドラム缶型 廃棄体	192 本	ドラム缶用スキッドを 4×2×3 段で配置
[5]	検査室	ドラム缶型 廃棄体	12 本	操業にて想定最大の受入数 (3 日分 12 本) を 2×6×1 段で配置
[6]	トレンチ 一時保管 室 A*1	ドラム缶型 廃棄体	76 本	操業にて想定最大の最大保管数 (72 本) 以上となる配列 (ドラム缶型廃 棄体 4 本積載のパレット 3×4×1 段、ドラム缶 7×4×1 段) で配置
[7]	検査室*2	S-1 容器	2 個	3-6 通り間、C-D 通り付近の線源として、輸送容器から取り出される S-1 容器 2 個分を想定

*:S-1 容器 2 個を収納した輸送容器 (外寸: 320cm×160cm×H134cm、容器鋼材厚み 1cm) を想定

*1: ピット処分対象の廃棄体に対して、トレンチ処分対象の廃棄体等の表面線量当量率は 200 分の 1 であり線源としての寄
与は小さいため、トレンチ一時保管室 B の評価は省略した。

*2: 線源[7]の位置にて一時保管はしないが、3 階通路床や階段室 C, D の遮蔽要求厚を求めるために評価対象とした (図 5. 1,
37 中[7]-①, ②参照)。

表 5.1.10 受入検査施設の評価対象とした線源モデル

線源*1	均一体積線源 (希釈後)				参考 (希釈前)	
	モデル寸法 [cm]	密度 (均一体積) [g/cm ³]	重量組成比 (廃棄体)	放射エネルギー [Bq] 放射能濃度 [Bq/cm ³]	密度 [g/cm ³]	放射エネルギー [Bq] 放射能濃度 [Bq/cm ³]
[1]	3040×1780×H536	5.2E-01	H : 5.180E-02 O : 4.113E-01 Fe : 5.369E-01	2.4E+12 8.3E+02	1.9E+00	2.4E+12 3.0E+03
[2]	740×1150×H226.2	4.4E-01	H : 9.030E-02 O : 7.168E-01 Fe : 1.929E-01	2.3E+11 1.2E+03	1.2E+00	2.3E+11 3.4E+03
[3]	530×820×H161.2	6.2E-01	H : 1.010E-01 O : 8.017E-01 Fe : 9.730E-02	1.3E+11 1.9E+03	1.1E+00	1.3E+11 3.4E+03
[4]	1110×460×H161.2	6.0E-01	H : 1.010E-01 O : 8.017E-01 Fe : 9.730E-02	1.5E+11 1.9E+03	1.1E+00	1.5E+11 3.4E+03
[5]	351×117×H89	8.4E-01	H : 1.010E-01 O : 8.017E-01 Fe : 9.730E-02	9.6E+09 2.6E+03	1.1E+00	9.6E+09 3.4E+03
[6]	500×940×H89	4.7E-01	H : 1.010E-01 O : 8.017E-01 Fe : 9.730E-02	3.0E+08 7.3E+00	1.1E+00	3.0E+08 1.7E+01
[7]	318×158×H132	3.6E-01	H : 9.030E-01 O : 7.168E-01 Fe : 1.929E-01	6.7E+09 1.0E+03	1.2E+00	2.4E+06 3.4E+03

*1: 線源欄記載のNo.は、表 5.1.9 中の評価対象廃棄体に該当する。

表 5.1.11 線源[1] (受入一時保管室) の計算モデル

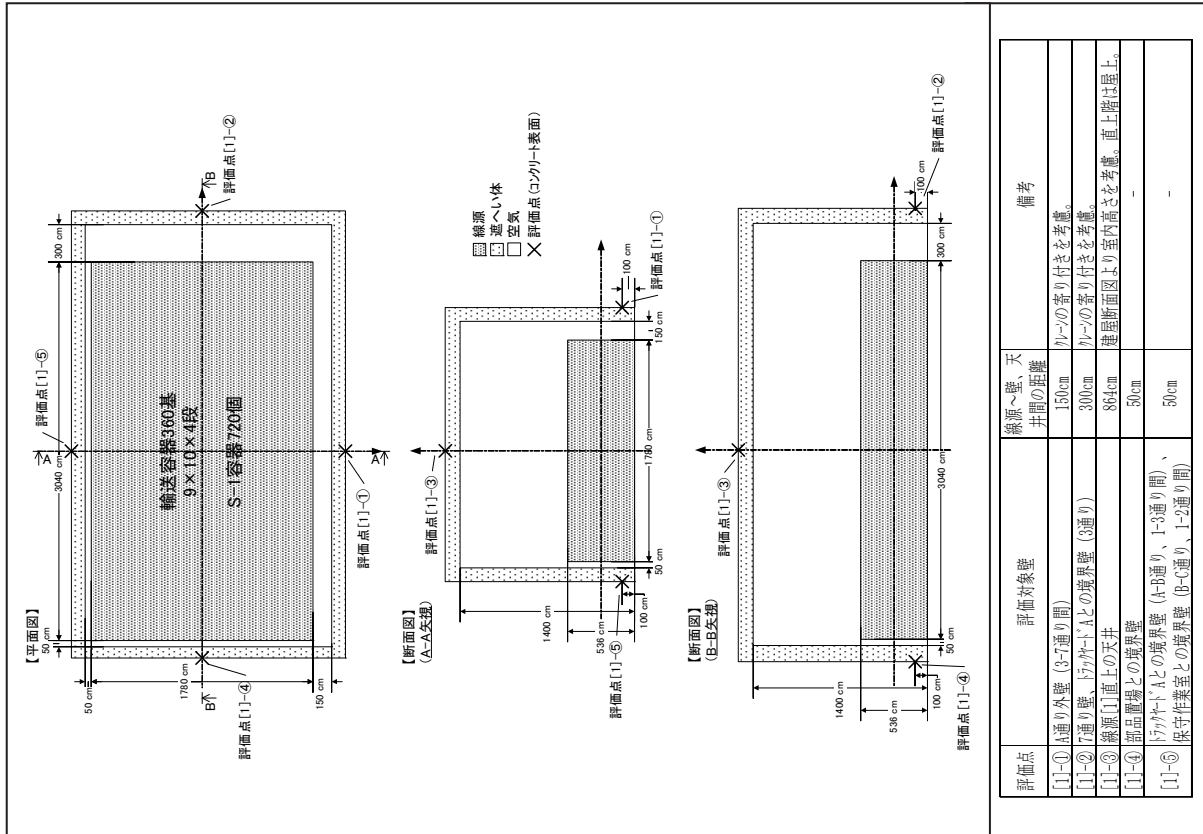


表 5.1.12 線源[2] (検査室) の計算モデル

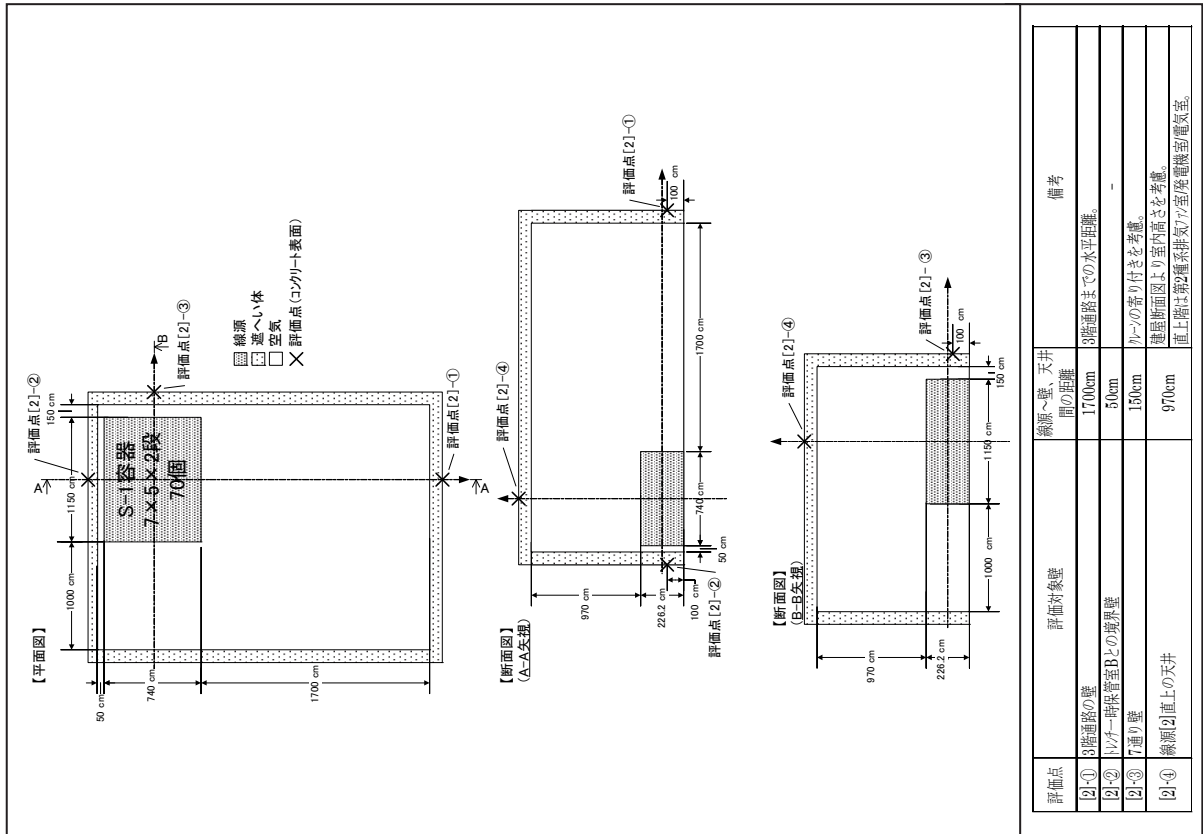


表 5.1.13 線源[3] (検査室) の計算モデル

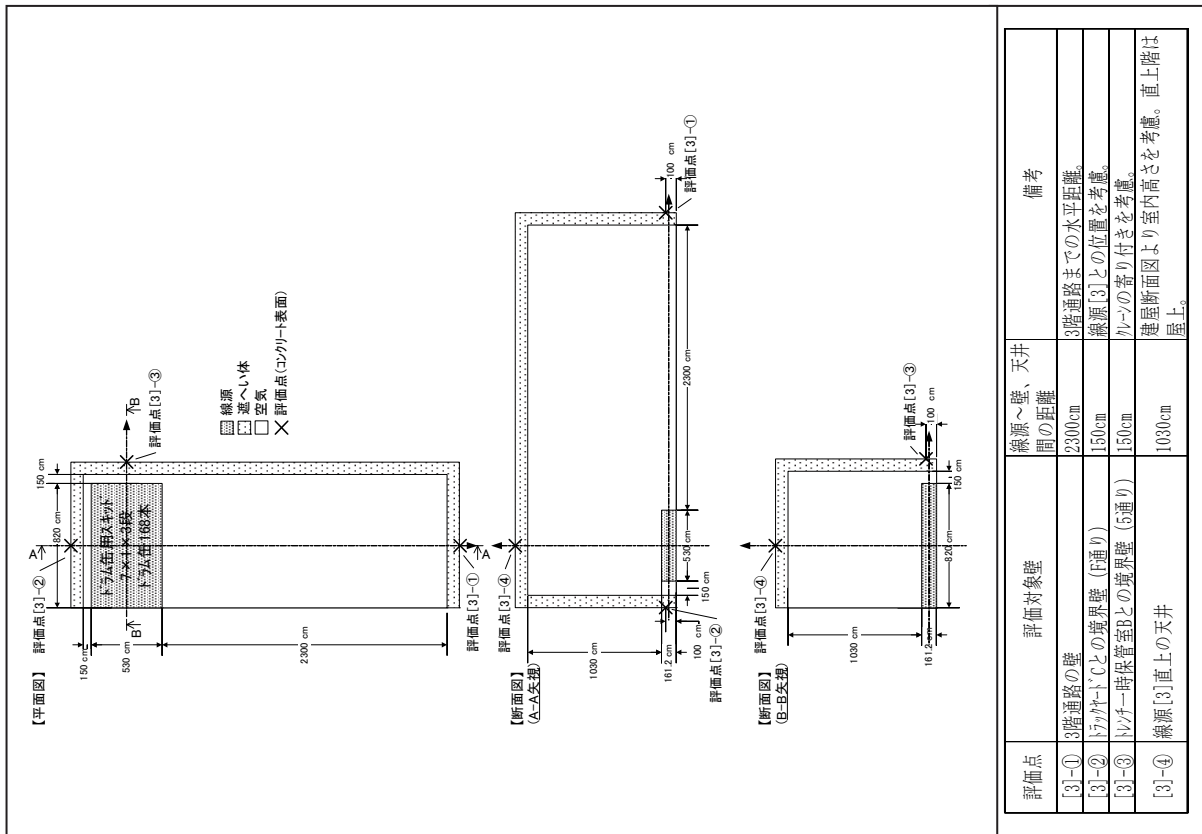


表 5.1.14 線源[4] (検査室) の計算モデル

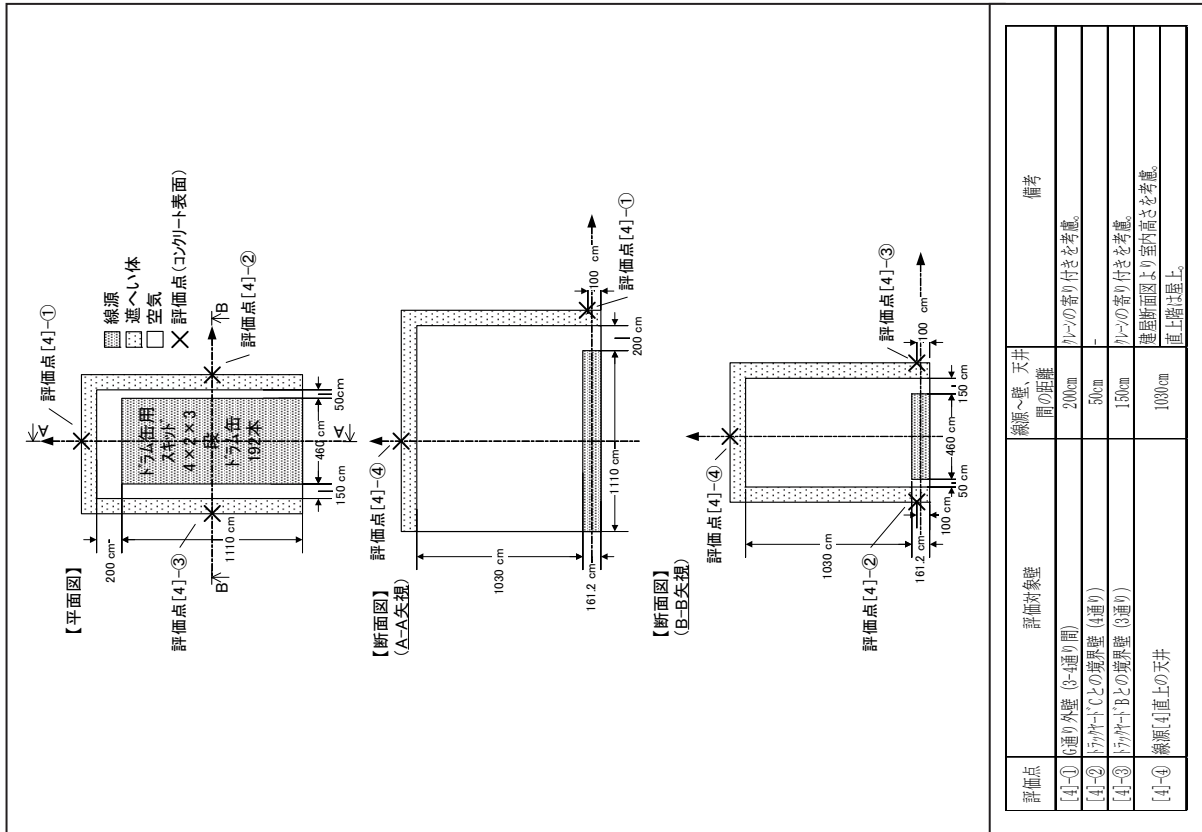


表 5.1.15 線源[5] (検査室) の計算モデル

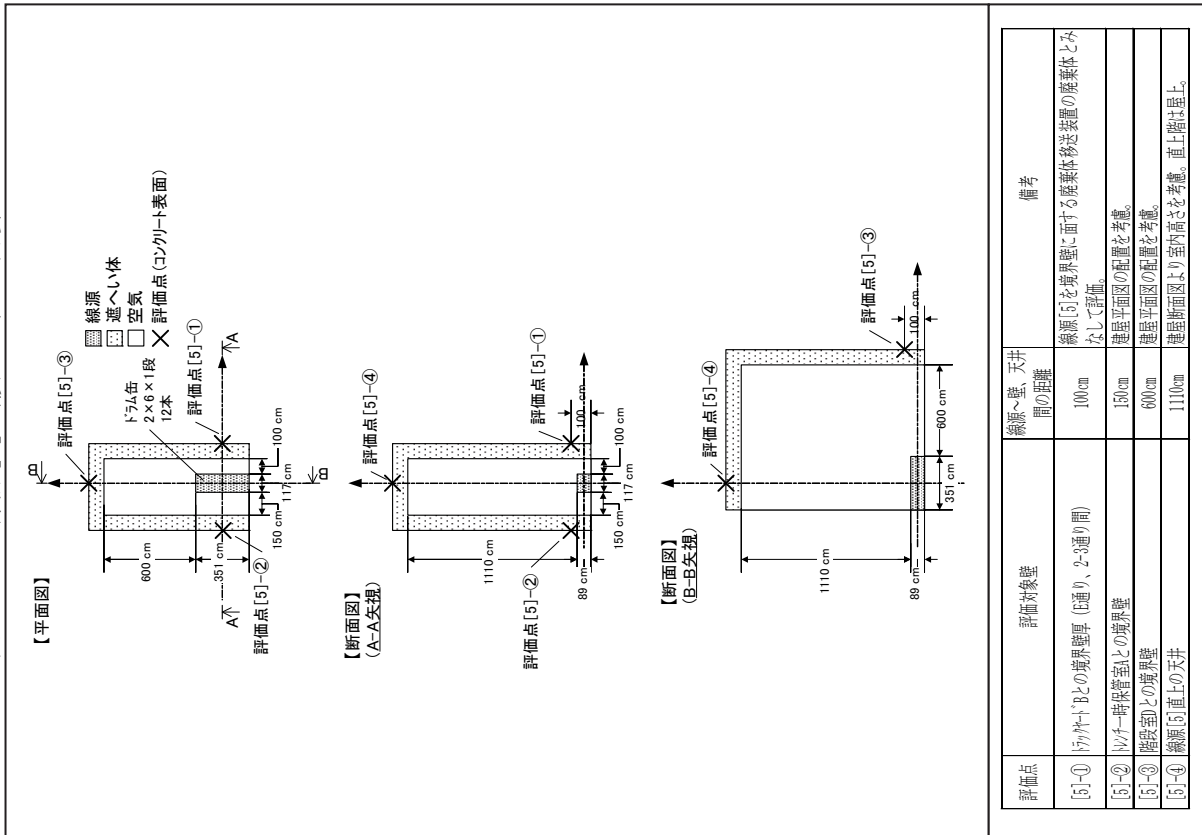


表 5.1.16 線源[6] (トレンチ一時保管室 A) の計算モデル

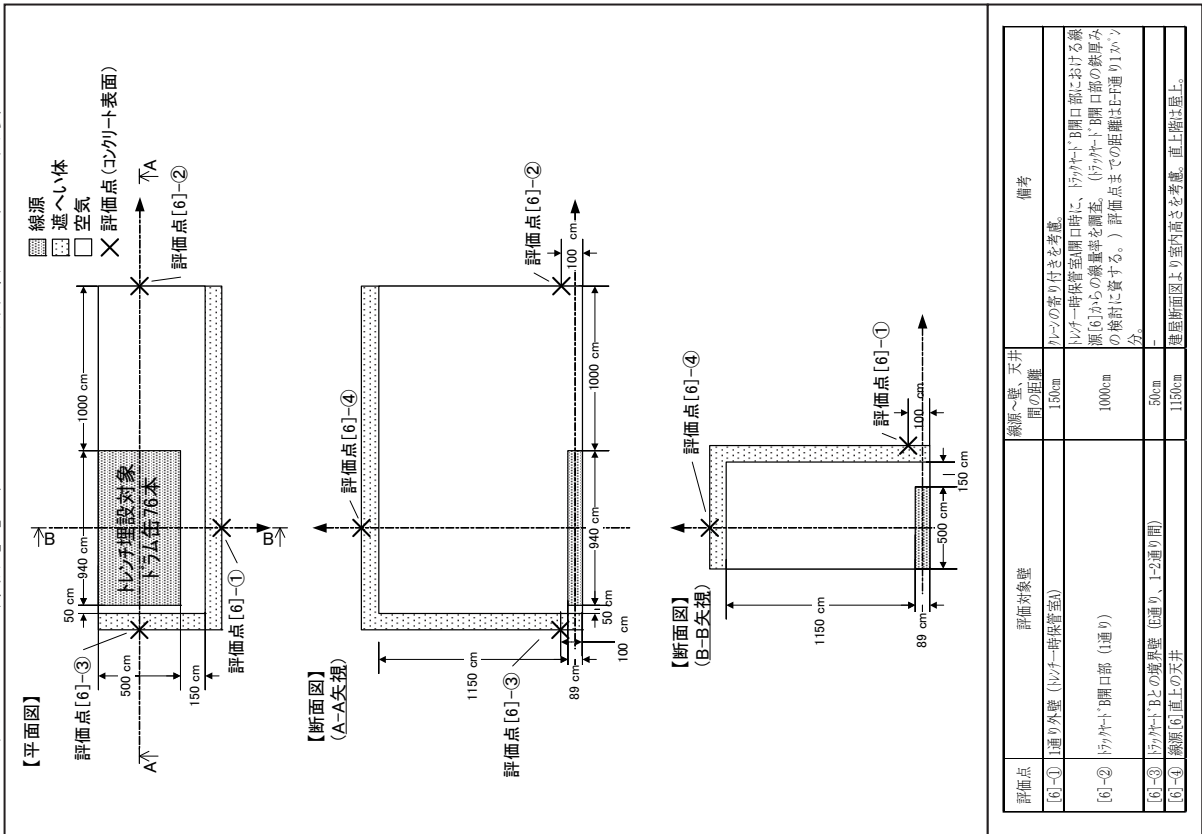


表 5.1.17 線源[7] (検査室) の計算モデル

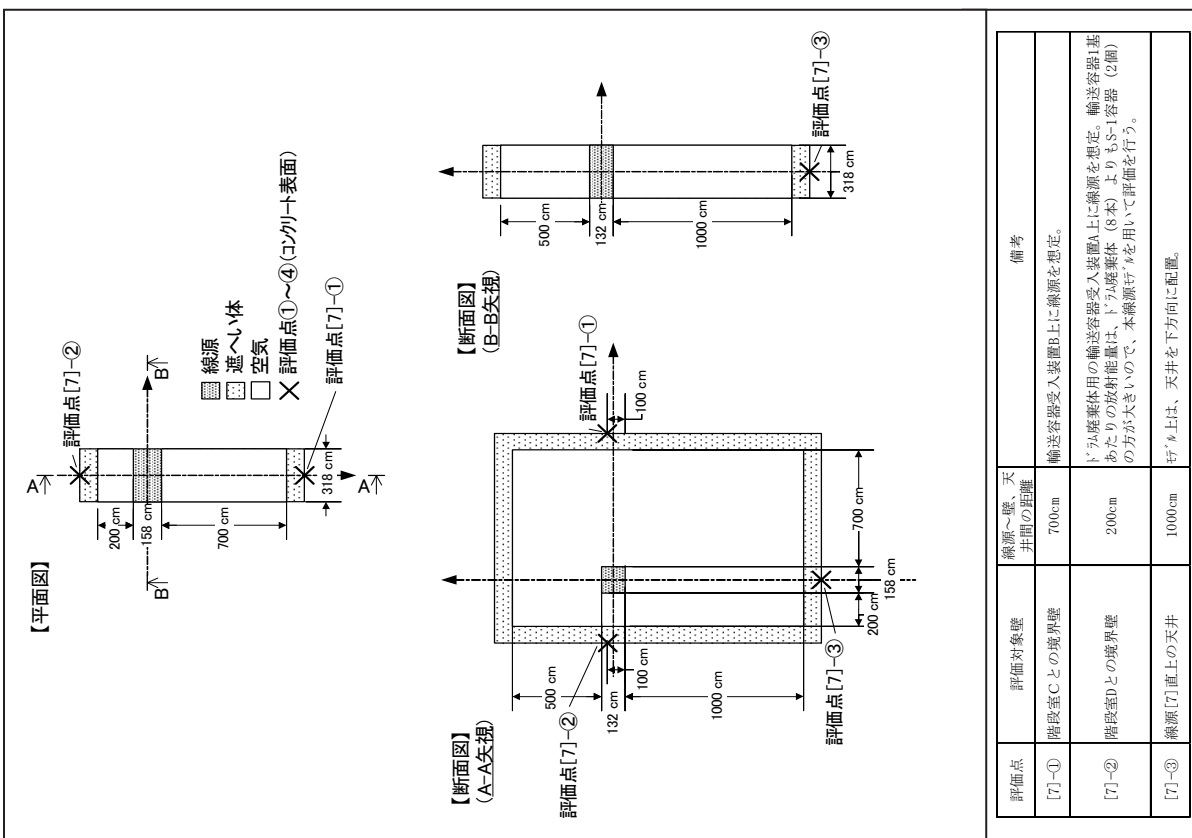


表 5.1.18 線源[1] (受入一時保管室) の部品置場3階の計算モデル

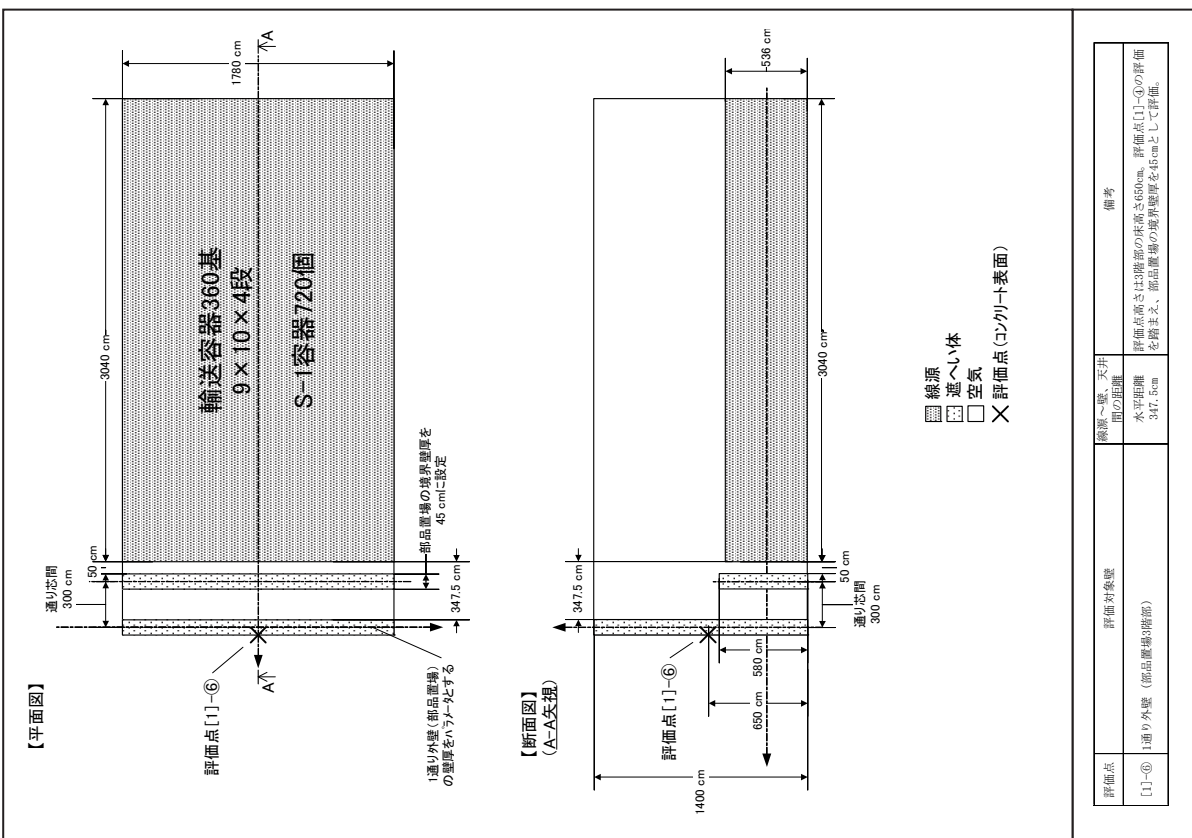


表 5.1.19 線源[1] (受入一時保管室) のA通り外壁フェンスの計算モデル

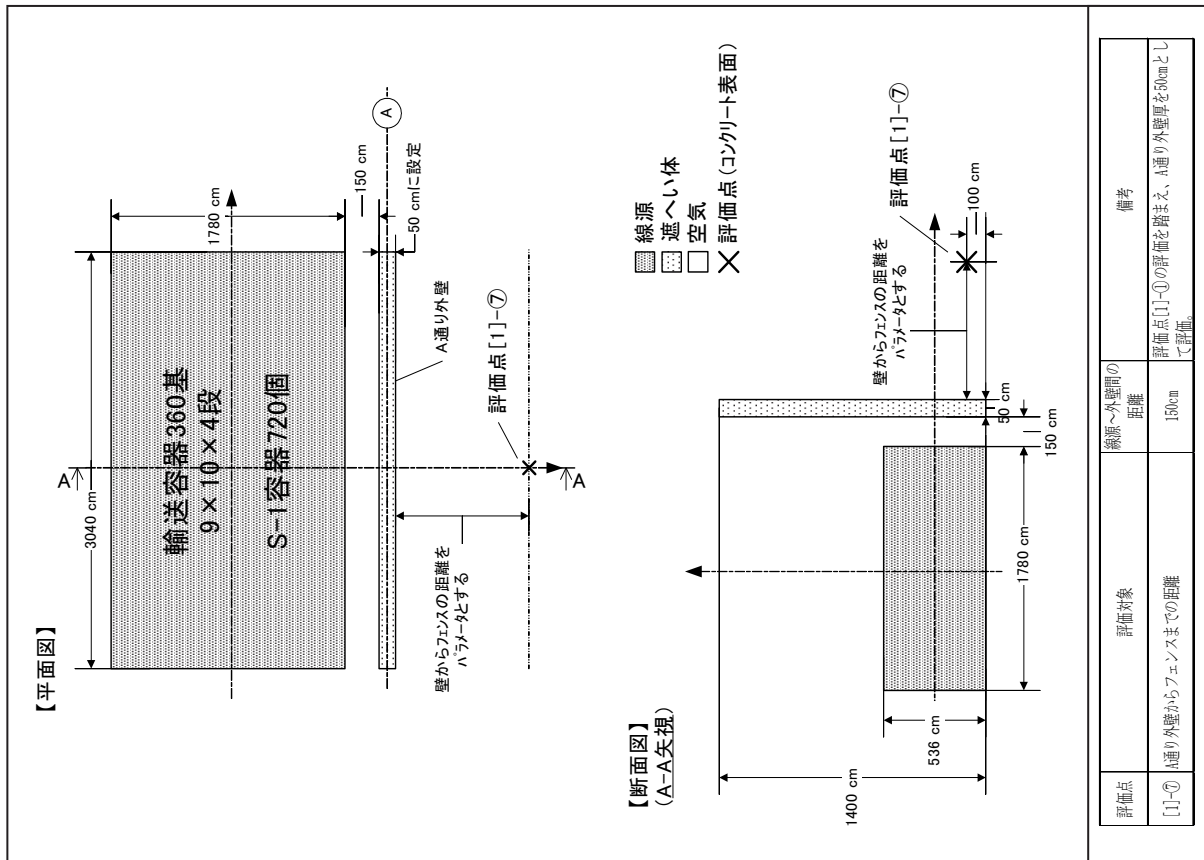


表 5.1.20 線源[4] (検査室) のG通り外壁フェンスの計算モデル

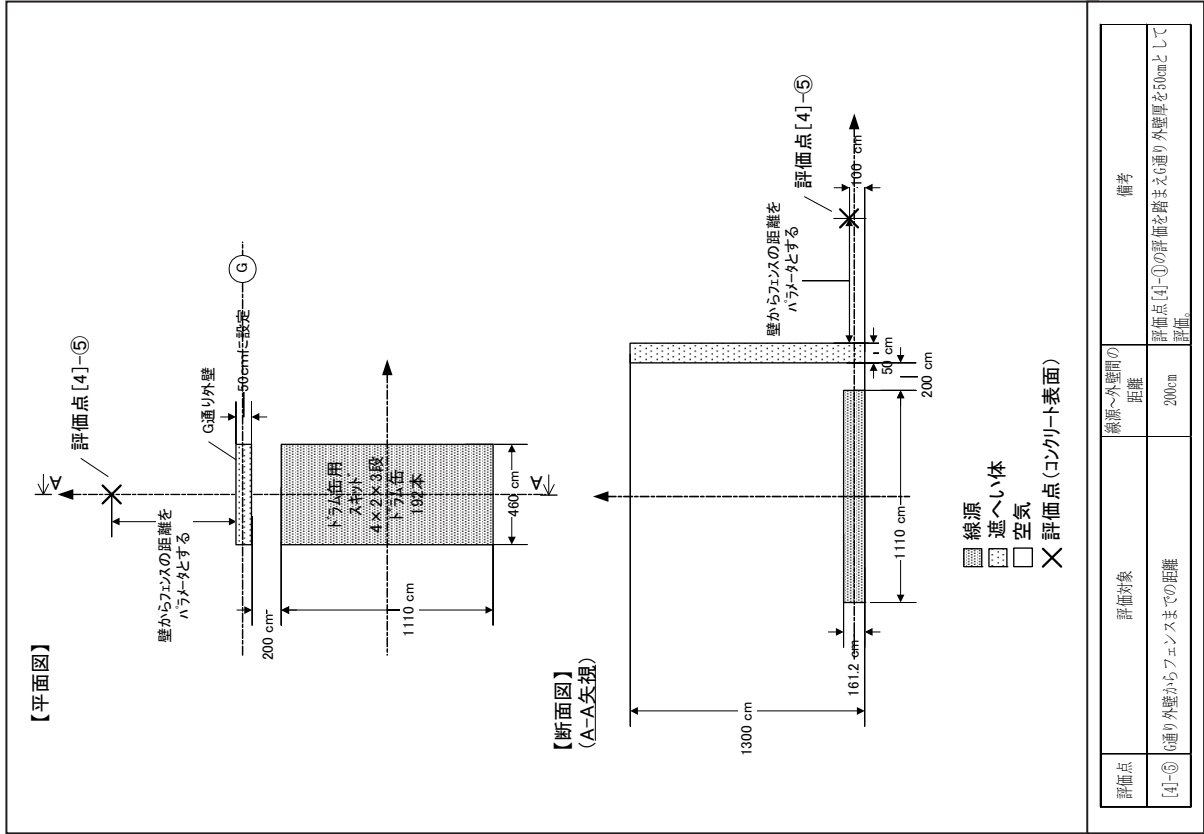


表 5.1.21 コンクリートピット埋設施設の線量当量率区分

場 所	区 分	設計基準線量率
外周仕切設備、仮蓋、覆い表面	非管理区域	0.5 μ Sv/h
ポーラスコンクリート層及び覆い施工時コンクリートピット開口部	管理区域とするが区分は作業スケジュール及び実効線量率評価結果に基づき設定	
定置作業時のコンクリートピット開口部	管理区域	人が立ち入らない区域

表 5.1.22 計算ケース

計算ケース	廃棄体定置条件 (廃棄体表面線量当量率 1mSv/h の廃棄体定置位置)	モルタル充填状況
D, S1-a	ピット最上段のみ	モルタル充填前
D, S1-b	ピット最上段のみ	モルタル充填後
D, S 2-a	ピット最上段及び外壁となる側壁に接する面のみ	モルタル充填前
D, S 2-b	ピット最上段及び外壁となる側壁に接する面のみ	モルタル充填後

※D：ドラム缶型廃棄体、S：S-1 容器

表 5.1.23 ドラム缶型廃棄体の線源モデル

計算ケース	ドラム缶型廃棄体数[本]	表面線量当量率 [mSv/h]	均一体積線源			
			寸法[cm]	密度 [g/cm ³]	重量組成比	放射エネルギー [Bq]
D1-a モルタルなし	最上段：40本	1	522×530×H51	7.3E-01	H: 1.010E-01 O: 8.017E-01 Fe:9.730E-02	1.6E+10
	下8段：320本	2	522×530×H408			2.6E+11
D1-b モルタル充填後	最上段：40本	1	522×530×H51	1.3E+00	H: 6.010E-02 O: 6.773E-01 Mg:5.000E-04 Al:1.900E-03 Si:1.632E-01 S: 3.000E-04 Ca:2.900E-02 Fe:6.770E-02	1.6E+10
	下8段：320本	2	522×530×H408			2.6E+11
D2-a モルタルなし	最上段：40本	1	522×530×H51	7.3E-01	H: 1.010E-01 O: 8.017E-01 Fe:9.730E-02	1.6E+10
	廃棄体長手方向側壁1列：64本	1	104.4×530×H408			2.6E+10
	廃棄体転がり方向側壁1行：32本	1	417.6×417.6×H408			1.3E+10
	ピット区画の内側4列×7行×下8段分：224本	2	417.6×463.75×H408			1.8E+11
D2-b モルタル充填後	最上段：40本	1	522×530×H51	1.3E+00	H: 6.010E-02 O: 6.773E-01 Mg:5.000E-04 Al:1.900E-03 Si:1.632E-01 S: 3.000E-04 Ca:2.900E-02 Fe:6.770E-02	1.6E+10
	廃棄体長手方向側壁1列：64本	1	104.4×530×H408			2.6E+10
	廃棄体転がり方向側壁1行：32本	1	417.6×417.6×H408			1.3E+10
	ピット区画の内側4列×7行×下8段分：224本	2	417.6×463.75×H408			1.8E+11

表 5.1.24 S-1 容器の線源モデル

計算ケース	S-1 容器数 [体]	表面線量 当量率 [mSv/h]	均一体積線源			
			寸法 [cm]	密度 [g/cm ³]	重量 組成比	放射エネルギー [Bq]
S1-a モルタル なし	最上段：16 体	1	551×509×H113.1	6.1E-01	H: 9.030E-02 O: 7.168E-01 Fe: 1.929E-01	2.7E+10
	下 8 段：48 体	2	551×509×H339.3			1.6E+11
S1-b モルタル 充填後	最上段：16 体	1	551×509×H113.1	1.4E+00	H : 4.140E-02 O : 5.980E-01 Mg: 7.000E-04 Al: 2.500E-03 Si: 2.190E-01 S : 4.000E-04 Ca: 3.900E-02 Fe: 9.900E-02	2.7E+10
	下 8 段：48 体	2	551×509×H339.3			1.6E+11
S2-a モルタル なし	最上段：16 体	1	551×509×H113.1	6.1E-01	H: 9.030E-02 O: 7.168E-01 Fe: 1.929E-01	2.7E+10
	フック設置方向 側壁 1 列：12 体	1	137.75×509×H339.3			2.0E+10
	フック無し方向 側壁 1 行：9 体	1	413.25 × 127.25 × H339.3			1.5E+10
	ピット区画の内側 3 列×3 行×下 3 段分：27 体	2	413.25 × 381.75 × H339.3			9.0E+10
S2-b モルタル 充填後	最上段：16 体	1	551×509×H113.1	1.4E+00	H : 4.140E-02 O : 5.980E-01 Mg: 7.000E-04 Al: 2.500E-03 Si: 2.190E-01 S : 4.000E-04 Ca: 3.900E-02 Fe: 9.900E-02	2.7E+10
	フック設置方向 側壁 1 列：12 体	1	137.75×509×H339.3			2.0E+10
	フック無し方向 側壁 1 行：9 体	1	413.25 × 127.25 × H339.3			1.5E+10
	ピット区画の内側 3 列×3 行×下 3 段分：27 体	2	413.25 × 381.75 × H339.3			9.0E+10

表 5.1.25 ピット（ドラム缶型廃棄体 360 本定置）の蓋厚及び側壁厚評価に関する計算モデル（ケース D1-a, D1-b）

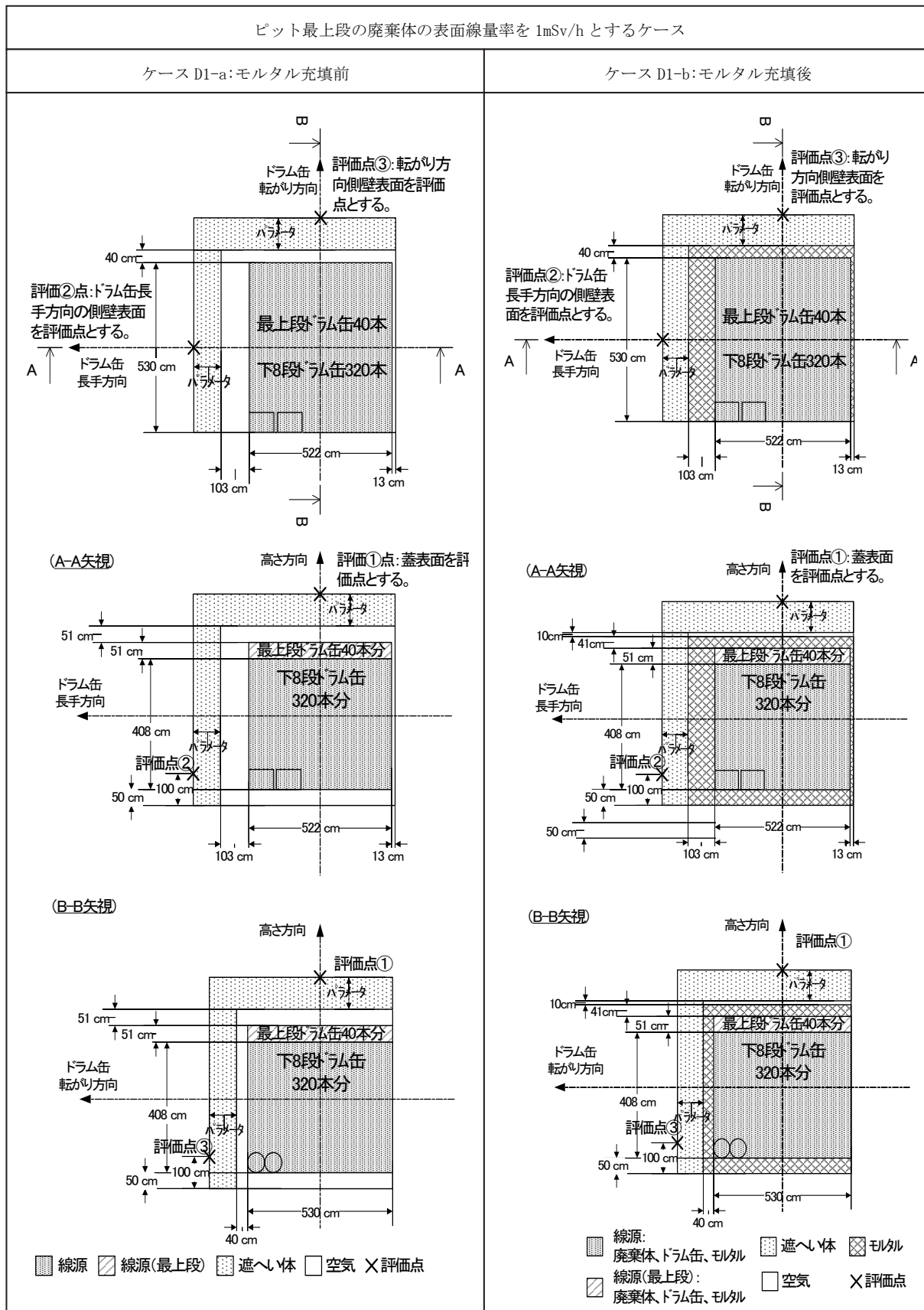


表 5.1.26 ピット（ドラム缶型廃棄体 360 本定置）の蓋厚及び側壁厚評価に関する計算モデル
（ケース D2-a, D2-b）

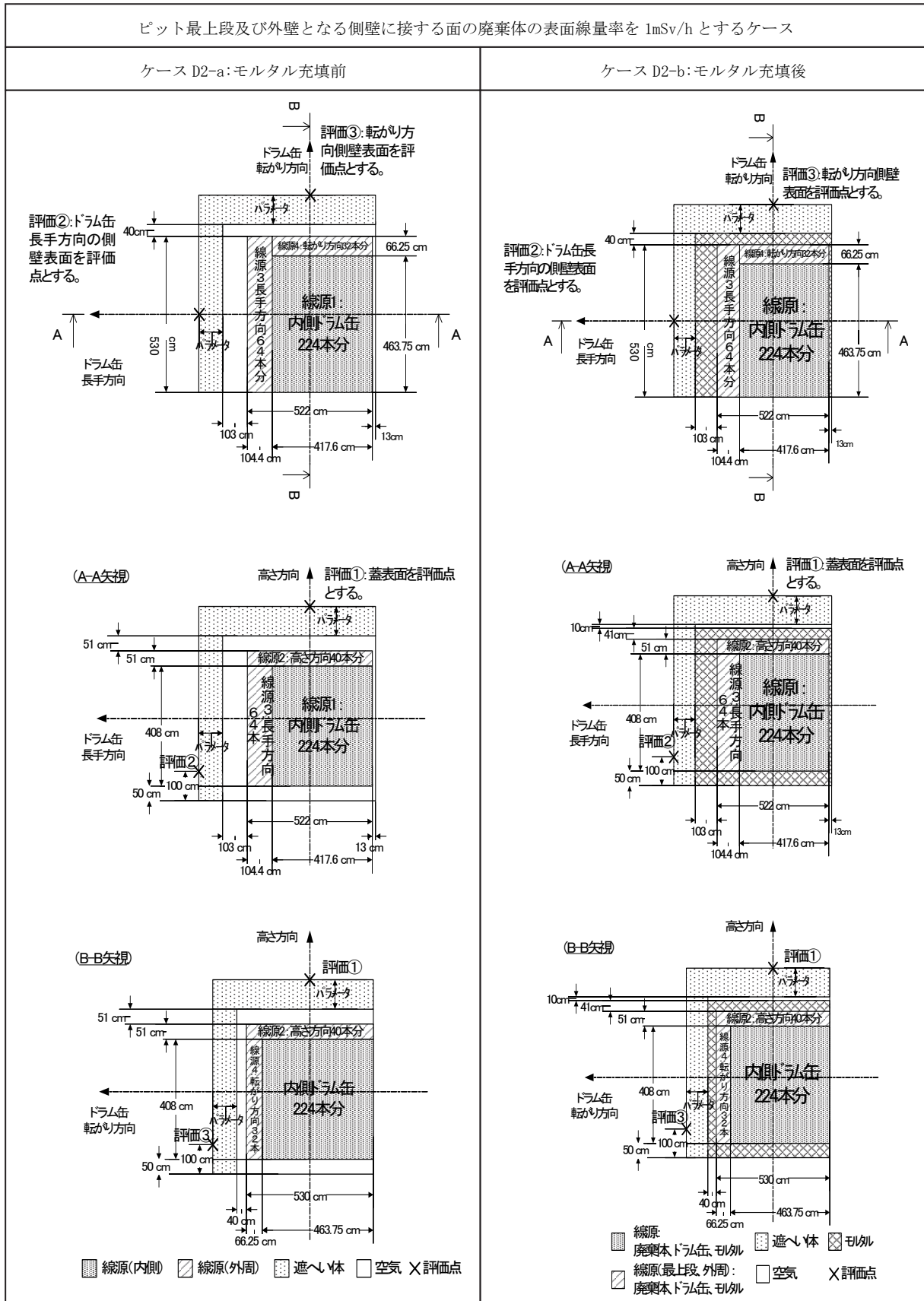


表 5.1.27 ピット (S-1 容器 64 個定置) の蓋厚及び側壁厚評価に関する計算モデル
(ケース S1-a, S1-b)

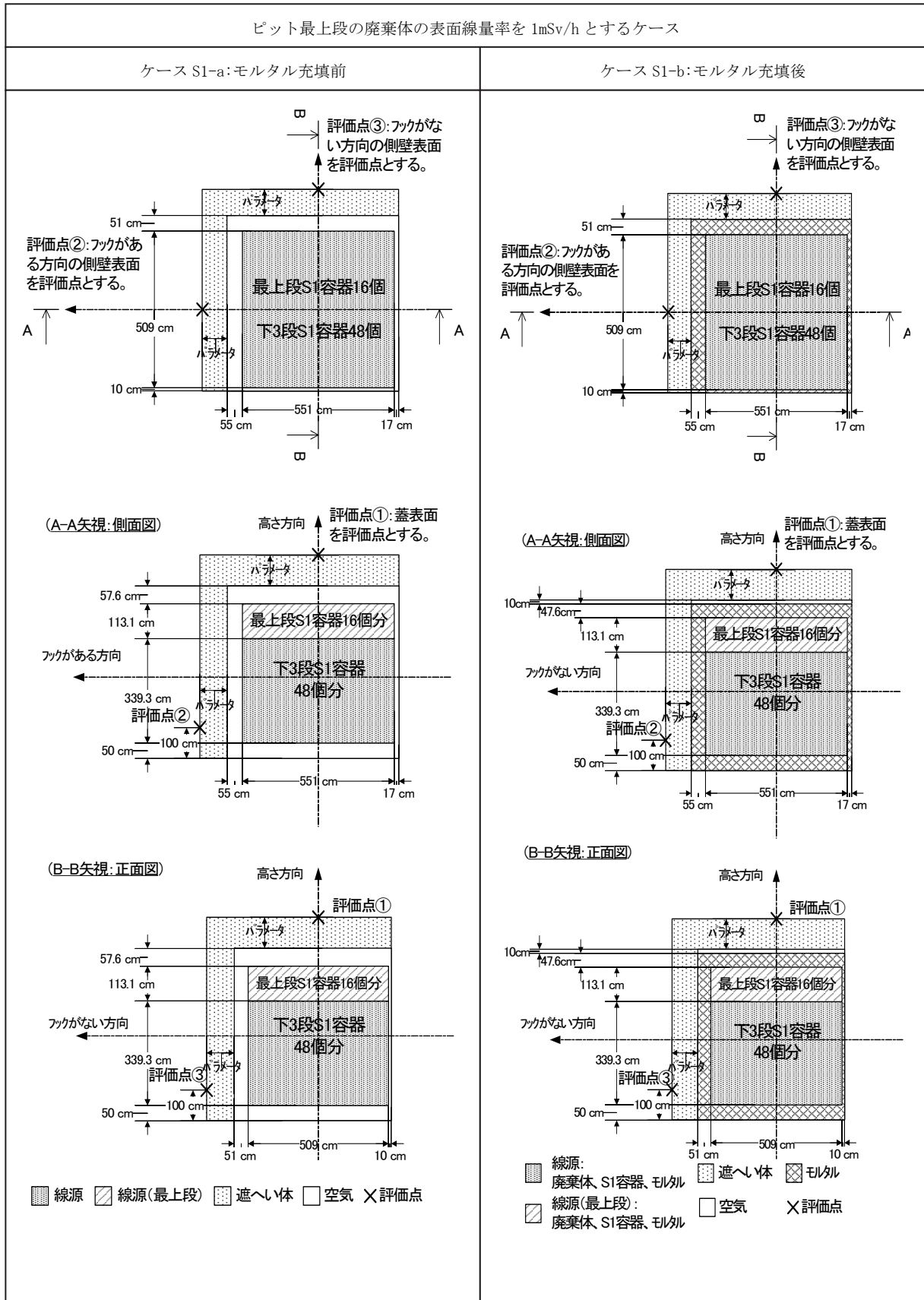


表 5.1.28 ピット (S-1 容器 64 個定置) の蓋厚及び側壁厚評価に関する計算モデル
(ケース S2-a, S2-b)

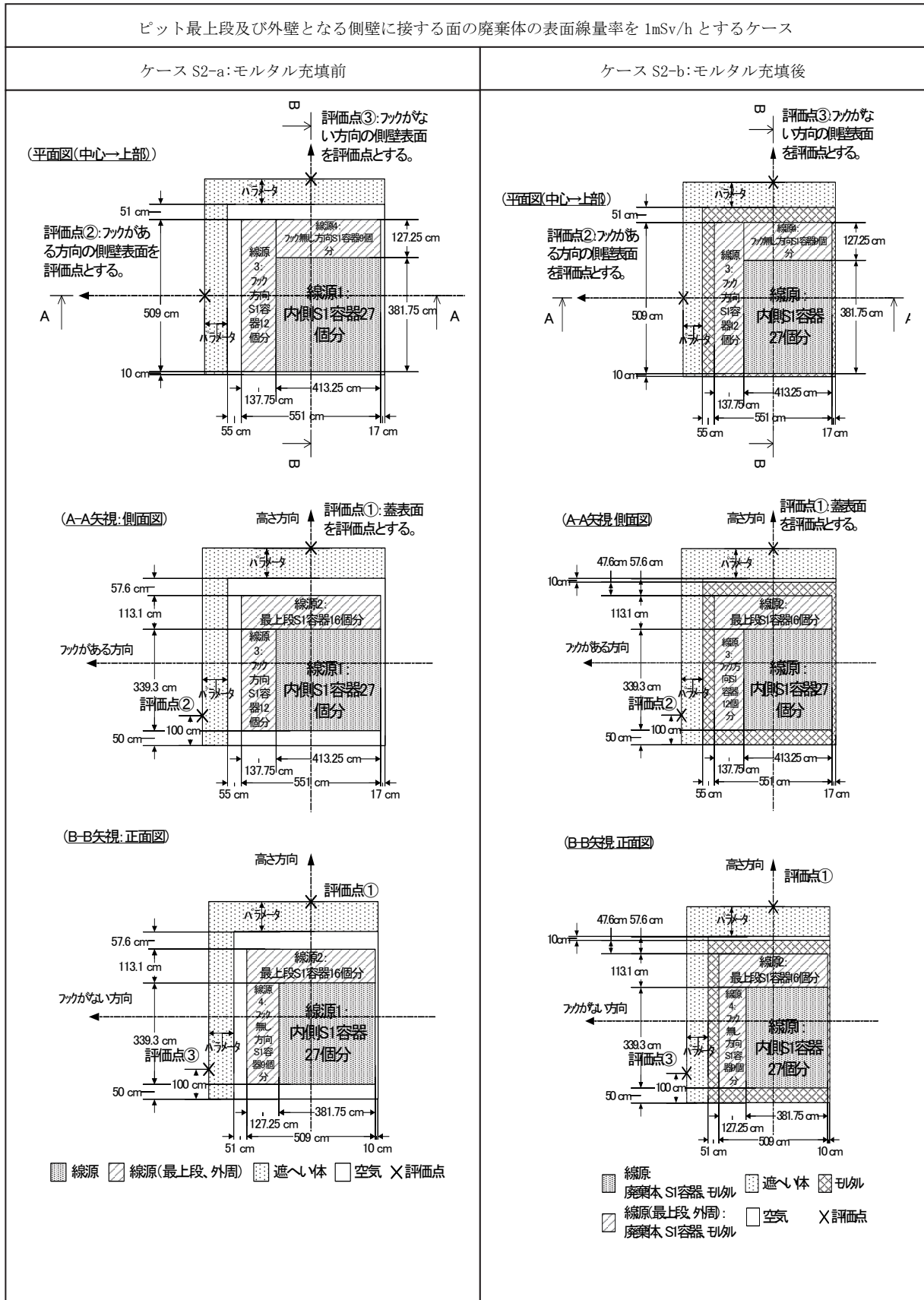


表 5.1.29 パターン1：定置を3ヶ月に1回、充填材の充填を3ヶ月ごとに行うパターン

作業名	3月	6月	9月	12月	日数	備考
廃棄体定置	■				1×18=18	1区画/日
充填材充填		■	■	■	3×6=18	1区画/日(冬季なし)
上部パラコン設置		■	■	■	3×6=18	1区画/日
覆い施工		■	■	■	3×3=9	2区画/日
作業なし(休日)	■	■	■	■	302	-

表 5.1.30 パターン2：定置を3ヶ月に1回(6区画)ずつ行い、
充填材の充填を定置後1日おいて行うパターン

作業名	3月	6月	9月	12月	日数	備考
廃棄体定置	■	■	■		3×6=18	1区画/日
充填材充填	■	■	■		3×6=18	1区画/日(冬季なし)
上部パラコン設置	■	■	■		3×6=18	1区画/日
覆い施工	■	■	■		3×3=9	2区画/日
作業なし(休日)	■	■	■	■	302	-

表 5.1.31 覆いの遮蔽要求厚の評価結果

覆いの厚み [cm]	モルタル充填後の 覆い表面での実効 線量率[μ Sv/h]	日数(d) *1	3ヶ月間の実効線量 の積算値(μ Sv/3ヶ月) *2
0	1.1E+01	65	5.9E+03
10	3.6E+00	65	1.9E+03
20	1.1E+00	65	5.8E+02
30	3.5E-01	65	<u>1.8E+02</u>
40	1.1E-01	65	5.7E+01
50	3.5E-02	65	1.8E+01
60	1.1E-02	65	5.6E+00
70	3.4E-03	65	1.8E+00
80	1.1E-03	65	5.5E-01
90	3.3E-04	65	1.7E-01
100	1.1E-04	65	5.3E-02

←250 μ Sv/3月以下

*1：モルタル充填後覆いを施工するまでの期間を、保守的に3ヶ月間とした。3ヶ月間で週5日間作業より、91日/3月×5日/週÷7日/週=65日/3月とした。

*2：1日8時間作業として積算した。

*モルタル充填後の実効線量率は、「5.1.3.2(5)2項(ドラム缶型廃棄体表面線量当量率：下8段2mSv/h、最上段1mSv/h)」による。

表 5.1.32 仮蓋の遮蔽要求厚の評価結果

パターン1：定置を3ヶ月に1回、充填材充填を3ヶ月ごとに行う。

仮蓋の厚み [cm]	モルタル充填前の仮蓋表面での実効線量率 [μ Sv/h]	日数 (d) *1	モルタル充填後の仮蓋表面での実効線量率 [μ Sv/h]	日数 (d) *1	3ヶ月間の実効線量の積算値 [μ Sv/3ヶ月] *2
0	9.1E+02	65	1.1E+01	0	4.7E+05
10	2.5E+02	65	3.6E+00	0	1.3E+05
20	7.6E+01	65	1.1E+00	0	4.0E+04
30	2.4E+01	65	3.5E-01	0	1.2E+04
40	7.4E+00	65	1.1E-01	0	3.9E+03
50	2.3E+00	65	3.5E-02	0	1.2E+03
60	7.3E-01	65	1.1E-02	0	3.8E+02
70	2.3E-01	65	3.4E-03	0	<u>1.2E+02</u>
80	7.2E-02	65	1.1E-03	0	3.7E+01
90	2.2E-02	65	3.3E-04	0	1.2E+01
100	7.0E-03	65	1.1E-04	0	3.6E+00

←250 μ Sv/3 月以下

パターン2：定置を3ヶ月に1回、充填材充填を定置後1日おいて行う。

仮蓋の厚み [cm]	モルタル充填前の仮蓋表面での実効線量率 [μ Sv/h]	日数 (d) *1	モルタル充填後の仮蓋表面での実効線量率 [μ Sv/h]	日数 (d) *1	3ヶ月間の実効線量の積算値 [μ Sv/3ヶ月] *2
0	9.1E+02	12	1.1E+01	53	9.2E+04
10	2.5E+02	12	3.6E+00	53	2.6E+04
20	7.6E+01	12	1.1E+00	53	7.8E+03
30	2.4E+01	12	3.5E-01	53	2.4E+03
40	7.4E+00	12	1.1E-01	53	7.6E+02
50	2.3E+00	12	3.5E-02	53	<u>2.4E+02</u>
60	7.3E-01	12	1.1E-02	53	7.5E+01
70	2.3E-01	12	3.4E-03	53	2.3E+01
80	7.2E-02	12	1.1E-03	53	7.3E+00
90	2.2E-02	12	3.3E-04	53	2.3E+00
100	7.0E-03	12	1.1E-04	53	7.2E-01

←250 μ Sv/3 月以下

*1: 充填材充填前の仮蓋上での作業を保守的に3ヶ月とし、仮蓋外面は非管理区域(250 μ Sv/3ヶ月以下)とする。

3ヶ月間週5日間作業より、91日/3月×5日/週÷7日/週=65日/3月とした。

*2: 1日8時間作業とし、モルタル充填前の線量率×充填前作業日数+モルタル充填後の線量率×充填後作業日数で積算した。

*3: 仮蓋での最大作業日は、定置後1日おいてから充填材の充填作業を行うので、2日/区画×6区画/3月=12日/3月とした。

*4: 充填後の仮蓋上での作業日数は、3ヶ月から定置・充填・ポーラスコンクリート層設置・覆い設置の期間を除いた期間となるが、本評価では保守側に、3ヶ月から充填の期間のみを除いた、65日/3月-12日/3月=53日/3月とした。

*モルタル充填前後の実効線量率は、「5.1.3.2(5)2)項(ドラム缶型廃棄体表面線量当量率：下8段2mSv/h、最上段1mSv/h)」による。

表 5.1.33 側壁の遮蔽要求厚の評価結果
【ドラム缶長手方向よりも線量率の高くなる転がり方向で評価】

パターン1：定置を3ヶ月に1回、充填材充填を3ヶ月ごとに行う。

側壁の厚み [cm]	モルタル充填前の側壁表面での実効線量率 [μ Sv/h]	日数 (d) * ₁	モルタル充填後の仮蓋表面での実効線量率 [μ Sv/h]	日数 (d) * ₁	3ヶ月間の実効線量の積算値 [μ Sv/3ヶ月] * ₂
0	1.4E+03	65	2.3E+01	0	7.1E+05
10	3.8E+02	65	7.3E+00	0	2.0E+05
20	1.2E+02	65	2.3E+00	0	6.1E+04
30	3.7E+01	65	7.1E-01	0	1.9E+04
40	1.2E+01	65	2.2E-01	0	6.1E+03
50	3.7E+00	65	6.9E-02	0	1.9E+03
60	1.2E+00	65	2.1E-02	0	6.0E+02
70	3.6E-01	65	6.6E-03	0	<u>1.9E+02</u> ←250 μ Sv/3月以下
80	1.1E-01	65	2.1E-03	0	5.9E+01
90	3.5E-02	65	6.4E-04	0	1.8E+01
100	1.1E-02	65	2.0E-04	0	5.7E+00

パターン2：定置を3ヶ月に1回、充填材充填を定置後1日おいて行う。

側壁の厚み [cm]	モルタル充填前の側壁表面での実効線量率 [μ Sv/h]	日数 (d) * ₃	モルタル充填後の仮蓋表面での実効線量率 [μ Sv/h]	日数 (d) * ₄	3ヶ月間の実効線量の積算値 [μ Sv/3ヶ月] * ₂
0	1.4E+03	18	2.3E+01	47	2.0E+05
10	3.8E+02	18	7.3E+00	47	5.8E+04
20	1.2E+02	18	2.3E+00	47	1.8E+04
30	3.7E+01	18	7.1E-01	47	5.6E+03
40	1.2E+01	18	2.2E-01	47	1.8E+03
50	3.7E+00	18	6.9E-02	47	5.5E+02
60	1.2E+00	18	2.1E-02	47	1.7E+02 ←250 μ Sv/3月以下
70	3.6E-01	18	6.6E-03	47	5.4E+01
80	1.1E-01	18	2.1E-03	47	1.7E+01
90	3.5E-02	18	6.4E-04	47	5.3E+00
100	1.1E-02	18	2.0E-04	47	1.6E+00

*1: 充填材充填前の仮蓋上での作業を保守的に3ヶ月間とし、仮蓋外面は非管理区域(250 μ Sv/3ヶ月以下)とする。

3ヶ月間週5日間作業より、91日/3月×5日/週÷7日/週=65日/3月とした。

*2: 1日8時間作業とし、モルタル充填前の線量率×充填前作業日数+モルタル充填後の線量率×充填後作業日数で積算した。

*3: 側壁付近の作業は、保守的に定置～充填材充填までの期間とし、3日/区画×6区画/3月=18日/3月とした。

*4: 充填後の仮蓋上での作業日数は、3ヶ月間から定置・充填・ポーラスコンクリート層設置・覆い設置の期間を除いた期間となるが、本評価では保守側に、3ヶ月間から充填の期間のみを除いた、65日/3月-18日/3月=47日/3月とした。

*モルタル充填前後の実効線量率は、「5.1.3.2(5)2)項(ドラム缶型廃棄体表面線量当量率：下8段2mSv/h、最上段1mSv/h)」による。

表 5.1.34 管理区域境界線量率の評価モデル寸法の設定根拠

項 目		付加機能型 (ドラム缶型廃棄体)		安定型 (フレキシブルコンテナ)		
		P 埋設	S 埋設	P 埋設	S 埋設	
設計寸法	廃棄体等	直径	60	60	115	115
		高さ	90	90	100	100
		定置ピッチ	75	75	130	130
	トレンチ	掘削部長さ(X方向)	18985	21685	136678	148088
		掘削部幅(Y方向)	3035	3035	3060	3060
		テント長さ(X方向)	20265	22965	15073	16214
		テント幅(Y方向)	3700	3700	3700	3700
		廃棄体-掘削境界間(X方向)	250	250	302	302
		掘削境界-テント間(X方向)	640	640	640	640
		廃棄体-テント間(X方向)	890	890	942.4	942.4
		廃棄体-掘削境界間(Y方向)	250	250	302.4	302.4
		掘削境界-テント間(Y方向)	332.5	332.5	320.1	320.1
		廃棄体-テント間(Y方向)	583.3	583.3	622.5	622.5
モデル寸法	体 廃棄	直径	58.5		115	
		高さ	87.5		100	
		定置ピッチ	73.5		130	
	トレンチ	廃棄体-掘削境界間(X方向)	250		300	
		掘削境界-テント間(X方向)	600		600	
		廃棄体-テント間(X方向)	850		900	
		廃棄体-掘削境界間(Y方向)	250		300	
		掘削境界-テント間(Y方向)	300		300	
		廃棄体-テント間(Y方向)	550		600	
	参照図		図 5.1.54		図 5.1.55	

単位：cm

表 5.1.35 直接γ線及びスカイシャインγ線計算の評価点座標

評価点	X 座標 [m]	Y 座標 [m]
① (E)	1250.0	400.0
② (ENE)	1250.0	658.9
③ (NE)	1025.0	800.0
④ (NNE)	790.7	800.0
⑤ (N)	625.0	800.0
⑥ (NNW)	459.3	800.0
⑦ (NW)	225.0	800.0
⑧ (WNW)	0.0	658.9
⑨ (W)	0.0	400.0
⑩ (WSW)	0.0	141.1
⑪1 (SW)	225.0	0.0
⑫ (SSW)	459.3	0.0
⑬ (S)	625.0	0.0
⑭ (SSE)	790.7	0.0
⑮ (SE)	1025.0	0.0
⑯ (ESE)	1250.0	141.1

表 5. 1. 36 受入検査施設からの直接γ線の評価対象とした廃棄体数量

線源	部屋名称	評価対象 廃棄体	廃棄体 数量	備 考
[1]	受入一時 保管室	輸送容器に収納さ れた S-1 容器	720 体	S-1 容器 2 体収納の輸送容器 3 ヶ月分となる 360 基を 9×10×4 段の配列とし、S-1 容器 720 体を配置
[2]	検査室	S-1 容器	70 体	S-1 容器をピット 1 区画分である 64 体以上と なる配列 7×5×2 段とし、S-1 容器 70 体を配 置
[3]	検査室	ドラム缶型廃棄体	168 本	線源[3], [4]でピット 1 区画分の 360 本を保管 するものとし、ドラム缶型廃棄体 8 本ごとに 保管するスキッドを 7×1×3 段で配置
[4]	検査室	ドラム缶型廃棄体	192 本	ドラム缶型廃棄体用スキッドを 4×2×3 段で 配置
[5]	検査室	ドラム缶型廃棄体	12 本	操業にて想定 of 最大受入数 (3 日分 12 本) を 2×6×1 段で配置

表 5. 1. 37 受入検査施設からの直接γ線の評価対象とした線源モデル

線源*	モデル化前		モデル化後				
	形状	寸法 [cm]	形状	寸法 [cm]	線源 物質	線源 密度 (g/cm ³)	放射エネルギー [Bq]
[1]	直方体	101.8×101.8×93.5(H) ×720 体	球	550 (半径)	水	1.0	2.4E+12
[2]	直方体	101.8×101.8×93.5(H) ×70 体	球	253 (半径)	水	1.0	2.3E+11
[3]	円柱	58.2(φ)×87.2(H)×168 本	球	210 (半径)	水	1.0	1.3E+11
[4]	円柱	58.2(φ)×87.2(H)×192 本	球	220 (半径)	水	1.0	1.5E+11
[5]	円柱	58.2(φ)×87.2(H)×12 本	球	87 (半径)	水	1.0	9.6E+09

*:線源欄記載のNo.は、表 5. 1. 36 中の評価対象廃棄体に該当する。

表 5.1.38 線源[1]～線源[5]の直接γ線による実効線量率及び1年間の実効線量

評価点	距離[m]	実効線量率[μ Sv/h]					1年間の実効線量[μ Sv/y]				
		線源[1]	線源[2]	線源[3]	線源[4]	線源[5]	線源[1]	線源[2]	線源[3]	線源[4]	線源[5]
①(E)	227.4	7.8E-04	1.9E-04	1.3E-04	1.4E-04	2.8E-05	6.8E+00	1.6E+00	1.2E+00	1.3E+00	2.5E-01
②(ENE)	348.0	1.7E-04	4.0E-05	2.8E-05	3.1E-05	6.0E-06	1.5E+00	3.5E-01	2.5E-01	2.7E-01	5.2E-02
③(NE)	404.5	8.9E-05	2.1E-05	1.5E-05	1.6E-05	3.2E-06	7.8E-01	1.8E-01	1.3E-01	1.4E-01	2.8E-02
④(NNE)	436.8	6.3E-05	1.5E-05	1.1E-05	1.2E-05	2.3E-06	5.5E-01	1.3E-01	9.3E-02	1.0E-01	2.0E-02
⑤(N)	522.4	2.7E-05	6.3E-06	4.5E-06	4.9E-06	9.5E-07	2.3E-01	5.5E-02	3.9E-02	4.3E-02	8.3E-03
⑥(NNW)	640.2	8.8E-06	2.1E-06	1.5E-06	1.6E-06	3.1E-07	7.7E-02	1.8E-02	1.3E-02	1.4E-02	2.7E-03
⑦(NW)	835.1	1.6E-06	3.8E-07	2.7E-07	2.9E-07	5.7E-08	1.4E-02	3.3E-03	2.3E-03	2.5E-03	5.0E-04
⑧(WNW)	991.2	4.4E-07	1.0E-07	7.3E-08	8.0E-08	1.6E-08	3.9E-03	9.0E-04	6.4E-04	7.0E-04	1.4E-04
⑨(W)	955.6	5.9E-07	1.4E-07	9.8E-08	1.1E-07	2.1E-08	5.2E-03	1.2E-03	8.6E-04	9.3E-04	1.8E-04
⑩(WSW)	973.2	5.1E-07	1.2E-07	8.5E-08	9.2E-08	1.8E-08	4.5E-03	1.0E-03	7.4E-04	8.1E-04	1.6E-04
⑪(SW)	799.8	2.2E-06	5.1E-07	3.6E-07	3.9E-07	7.7E-08	1.9E-02	4.4E-03	3.2E-03	3.4E-03	6.7E-04
⑫(SSW)	593.5	1.4E-05	3.2E-06	2.3E-06	2.5E-06	4.8E-07	1.2E-01	2.8E-02	2.0E-02	2.2E-02	4.2E-03
⑬(S)	463.9	4.8E-05	1.1E-05	8.0E-06	8.7E-06	1.7E-06	4.2E-01	9.9E-02	7.0E-02	7.6E-02	1.5E-02
⑭(SSE)	364.9	1.4E-04	3.3E-05	2.3E-05	2.5E-05	4.9E-06	1.2E+00	2.9E-01	2.0E-01	2.2E-01	4.3E-02
⑮(SE)	325.5	2.2E-04	5.1E-05	3.7E-05	4.0E-05	7.8E-06	1.9E+00	4.5E-01	3.2E-01	3.5E-01	6.8E-02
⑯(ESE)	292.8	3.2E-04	7.7E-05	5.5E-05	5.9E-05	1.2E-05	2.8E+00	6.7E-01	4.8E-01	5.2E-01	1.0E-01

表 5. 1. 39 受入検査施設の直接γ線による1年間の実効線量

評価点	1年間の実効線量 [μ Sv/y]	評価点	1年間の実効線量 [μ Sv/y]
①(E)	1.1E+01	⑨(W)	8.3E-03
②(ENE)	2.4E+00	⑩(WSW)	7.2E-03
③(NE)	1.3E+00	⑪(SW)	3.1E-02
④(NNE)	9.0E-01	⑫(SSW)	1.9E-01
⑤(N)	3.8E-01	⑬(S)	6.8E-01
⑥(NNW)	1.3E-01	⑭(SSE)	2.0E+00
⑦(NW)	2.3E-02	⑮(SE)	3.1E+00
⑧(WNW)	6.2E-03	⑯(ESE)	4.6E+00

表 5. 1. 40 受入検査施設からのスカイシャインγ線の評価対象とした線源モデル

線源	部屋名称	評価対象 廃棄体	廃棄体 数量	モデル化前		モデル化後				
				形状	寸法 [cm]	形状	寸法 [cm]	線源 物質	線源 密度 [g/cm ³]	放射 エネルギー [Bq]
[1]	受入一時保管室	輸送容器に 収納された S-1 容器	720 体	直方体	101.8×101.8×93.5(H) ×720 体	円柱	1312r ×536h	水 鋼材	0.52	3.2E+12
[2]	検査室	S-1 容器	70 体	直方体	101.8×101.8×93.5(H) ×70 体	円柱	765r ×190h	水 鋼材	0.51	6.4E+11
[3]	検査室	ドラム缶型 廃棄体	168 本	円柱	58.2(φ)×87.2(H)× 168 本					
[4]	検査室	ドラム缶型 廃棄体	192 本	円柱	58.2(φ)×87.2(H)× 192 本					
[5]	検査室	ドラム缶型 廃棄体	12 本	円柱	58.2(φ)×87.2(H)× 12 本					

表 5. 1. 41 受入検査施設のスカイシャインγ線による1年間の実効線量

評価点	1年間の実効線量[μ Sv/y]		
	受入一時保管室	検査室	合計
①(E)	2.9E+00	1.4E+00	4.3E+00
②(ENE)	6.6E-01	3.2E-01	9.8E-01
③(NE)	3.4E-01	1.6E-01	5.0E-01
④(NNE)	2.3E-01	1.1E-01	3.5E-01
⑤(N)	8.9E-02	4.3E-02	1.3E-01
⑥(NNW)	2.5E-02	1.2E-02	3.7E-02
⑦(NW)	3.1E-03	1.5E-03	4.6E-03
⑧(WNW)	6.2E-04	3.1E-04	9.3E-04
⑨(W)	9.0E-04	4.5E-04	1.3E-03
⑩(WSW)	7.5E-04	3.7E-04	1.1E-03
⑪(SW)	4.5E-03	2.2E-03	6.7E-03
⑫(SSW)	4.1E-02	1.9E-02	6.0E-02
⑬(S)	1.7E-01	8.3E-02	2.6E-01
⑭(SSE)	5.4E-01	2.6E-01	8.0E-01
⑮(SE)	8.6E-01	4.2E-01	1.3E+00
⑯(ESE)	1.3E+00	6.3E-01	1.9E+00

表 5. 1. 42 コンクリートピット埋設施設の評価対象とした廃棄体の数量

埋設地	名称	施工状態	評価対象廃棄体 ^{※1}	廃棄体数量	備考
P 埋設地	ピットA	施工済み(覆い設置済み)	ドラム缶型廃棄体	ピット36区画分/ピット1基(1区画:40本/段×9段=360本)×18基	線源モデル④(覆い) 図 5. 1. 75
	ピットB				
	ピットC				
	ピットD				
	ピットE				
	ピットF				
	ピットG				
	ピットH				
	ピットI				
	ピットJ				
S 埋設地	ピットA	ドラム缶型廃棄体	ドラム缶型廃棄体	ピット36区画分/ピット1基(1区画:40本/段×9段=360本)×18基	線源モデル④(覆い) 図 5. 1. 75
	ピットB				
	ピットC				
	ピットD				
ピット1基	定置中(天井開放)	定置後、ポラスコンクリート層施工後 覆い施工後	ドラム缶型廃棄体とS-1容器をピット1区画内に満杯に定置した場合、仮蓋の有る無しに関わらず天井表面の線量はドラム缶型廃棄体の方が高いためドラム缶型廃棄体を評価対象とした。	1年当たりの定置区画数:18区画分/ピット1基(1区画:40本/段×9段=360本、36区画/ピット1基)	線源モデル①(天井開放) ^{※2} 図 5. 1. 72 線源モデル②(仮蓋) ^{※3} 図 5. 1. 73 線源モデル③(モルタル) ^{※4} 図 5. 1. 74 線源モデル③(覆い) ^{※5} 図 5. 1. 75
	定置後のモルタル充填直前(仮蓋)				
	モルタル充填し、ポラスコンクリート層施工後				
	覆い施工後				

※1: ドラム缶型廃棄体とS-1容器をピット1区画内に満杯に定置した場合、仮蓋の有る無しに関わらず天井表面の線量はドラム缶型廃棄体の方が高いためドラム缶型廃棄体を評価対象とした。

※2: ピット1区画分をモデル化、区画内に廃棄体(線源)のみ定置し、天井(ピット開口部)が開放

※3: ピット1区画分をモデル化、区画内に廃棄体(線源)のみ定置し、ピット開口部に仮蓋を設置

※4: ピット1区画分をモデル化、区画内に廃棄体(線源)を定置後、区画内空所にモルタルを充填し、ピット開口部にポラスコンクリート層を設置した状態

※5: ピット1区画分をモデル化、上記の作業後に、ピット開口部に覆いを施工した状態

表 5.1.43 コンクリートピット埋設施設のスカイシャイン γ 線計算における線源モデル

評価対象	評価対象 廃棄体	廃棄体 数量	モデル化前(1区画あたり)		モデル化後(1区画あたり)		放射能量[Bq] (1区画あたり)
			形状	寸法[cm]	形状	寸法[cm]	
線源モデル④(覆い)	ドラム缶型 廃棄体	40本/段×9段	直方体(配列)	530×522×459(H)	円柱	297(半径)×459(高さ)	3.1E+11
線源モデル①(天井開							
放)							
線源モデル②(仮蓋)							
線源モデル③(モルタル)							

表 5.1.44 トレンチ埋設施設のスカイシャイン γ 線計算における線源モデル

評価対象	評価対象 廃棄体	廃棄体 数量	モデル化前		モデル化後		放射能量[Bq]
			形状	寸法[cm]	形状	寸法[cm]	
線源モデル① 施工(覆土)済み	ドラム缶型廃棄体 ^{※1}	34×34×3段	直方体 (配列)	・2535×2535×90(H)×3段 (付加機能型トレンチ内の廃棄 体設置範囲面積：図5.1.78～ 5.1.79)	円 柱	1401(半径) ×262.5(高さ)	5.0E+09 (1段あたり)
線源モデル②(施 工中(廃棄体等が 露出している状 態))	フレキシブルコンテ ナ ^{※2}	5×4×1段	直方体 (配列)	635×505×100(H)	円 柱	319(半 径)×100(高さ)	3.4E+08

※1 ドラム缶型廃棄体は付加機能型トレンチへの埋設対象であるが、線量評価上保守的となるため安定型トレンチへもドラム缶型廃棄体を埋設対象として放射能量を設定した。

※2 ドラム缶型廃棄体に比べてフレキシブルコンテナは上表面の面積が広くこの表面線量率が10 μ Sv/hであることからフレキシブルコンテナで代表した。また、容器上部の表面積により、1日あたりの定置数量であるドラム缶60個分が、フレキシブルコンテナ20個分に相当するとした。

表 5.1.45 埋施設全体による 16 方位の事業所境界上の評価点における実効線量のまとめ

評価点	1 年間の実効線量 [μ Sv/y]		
	直接線	スカイシャイン γ 線	合計
① (E)	1.1E+01	5.6E+00	1.7E+01
② (ENE)	2.4E+00	1.7E+00	4.1E+00
③ (NE)	1.3E+00	2.3E+00	3.6E+00
④ (NNE)	9.0E-01	5.8E+00	6.7E+00
⑤ (N)	3.8E-01	5.8E+00	6.2E+00
⑥ (NNW)	1.3E-01	8.3E+00	8.4E+00
⑦ (NW)	2.3E-02	1.7E+01	1.7E+01
⑧ (WNW)	6.2E-03	2.9E+01	2.9E+01
⑨ (W)	8.3E-03	4.3E+01	4.3E+01
⑩ (WSW)	7.2E-03	2.6E+01	2.6E+01
⑪ (SW)	3.1E-02	1.2E+01	1.2E+01
⑫ (SSW)	1.9E-01	4.9E+00	5.1E+00
⑬ (S)	6.8E-01	6.8E+00	7.5E+00
⑭ (SSE)	2.0E+00	7.1E+00	9.1E+00
⑮ (SE)	3.1E+00	3.8E+00	6.9E+00
⑯ (ESE)	4.6E+00	2.8E+00	7.4E+00

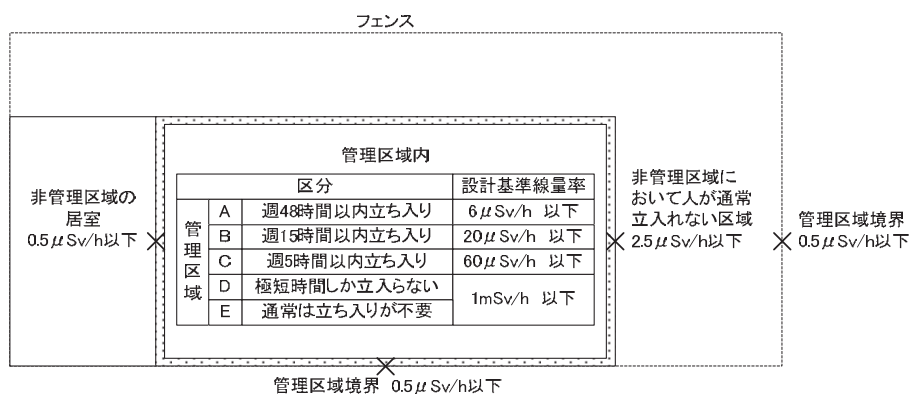
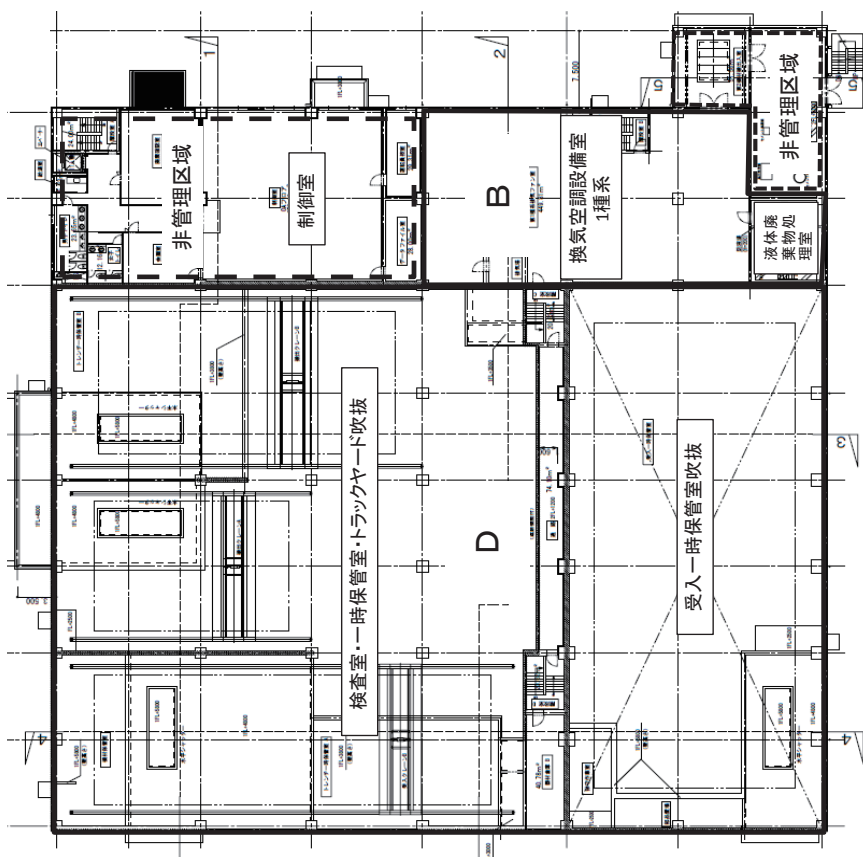
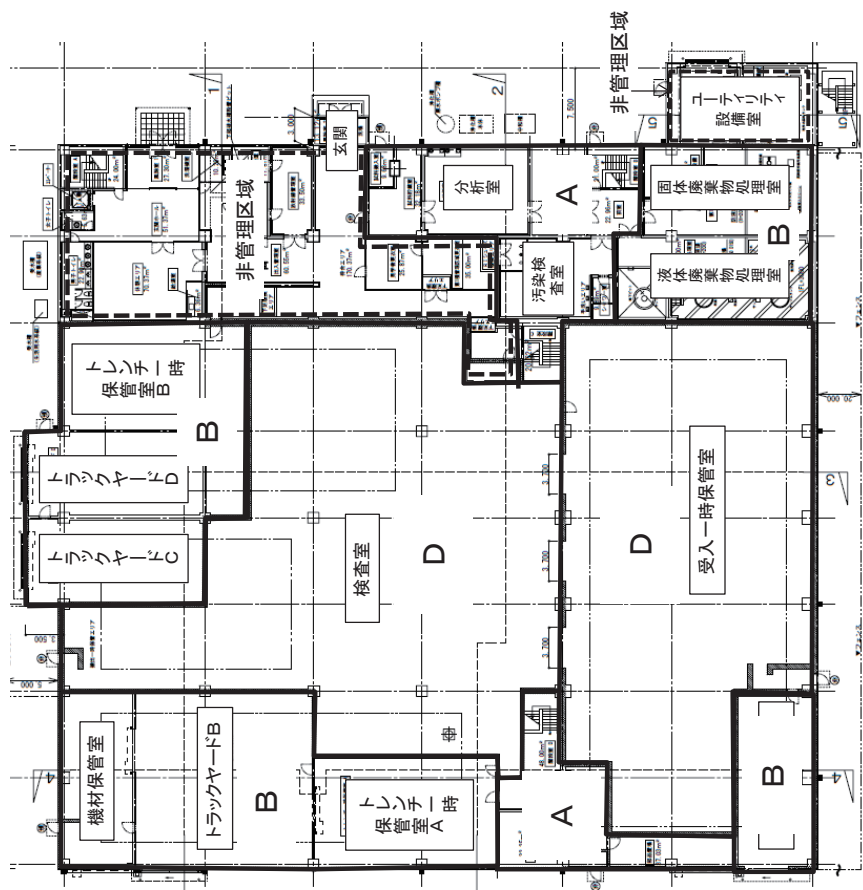


図 5.1.1 管理区域及び管理区域境界の設計基準線量率



C : 週 5 時間以内立ち入り; $60 \mu\text{Sv/h}$ 以下
 D : 通常人が立ち入らない; 1mSv/h 以下

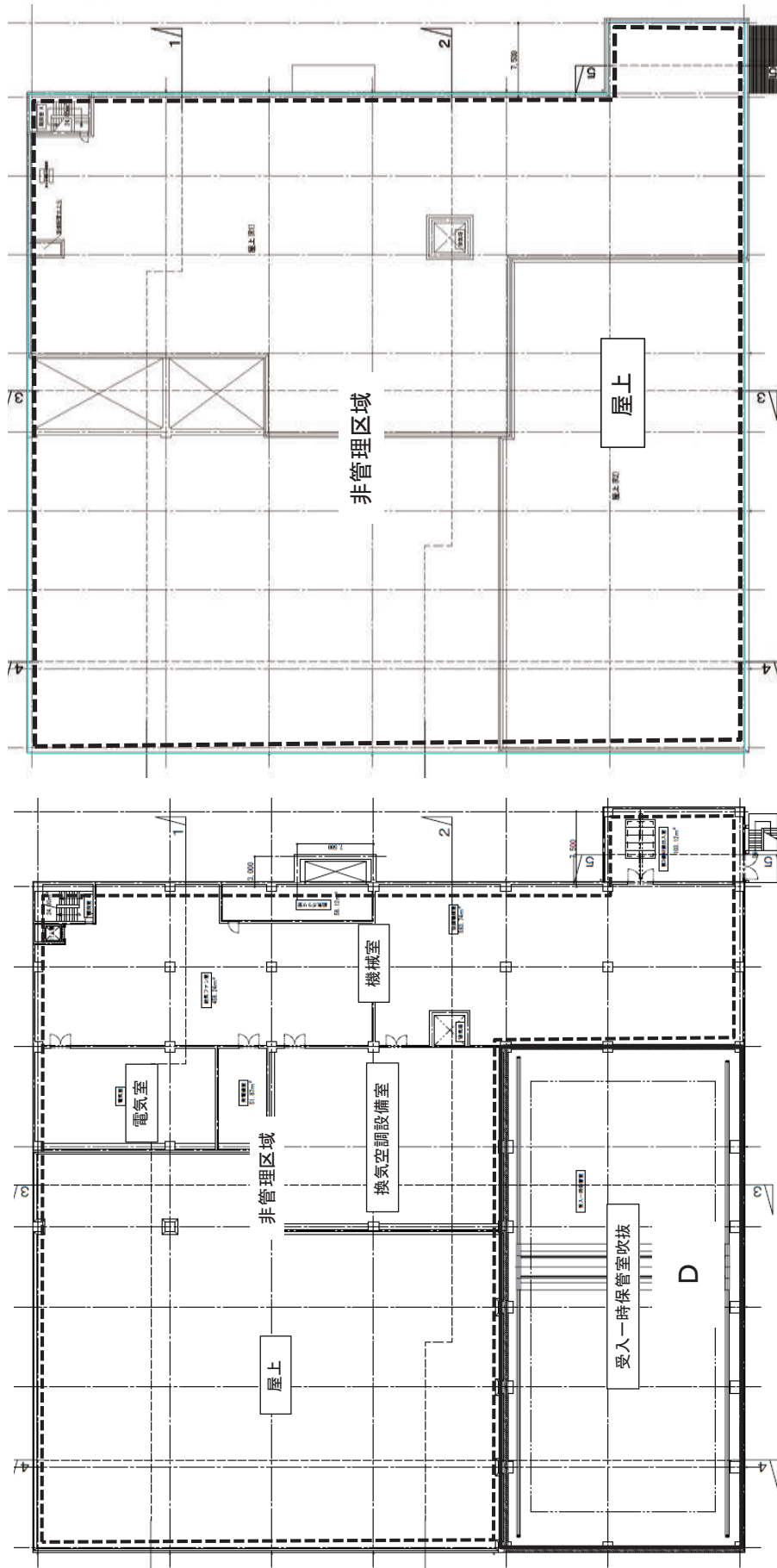
図 5.1.3 受入検査施設 2 階遮蔽設計区分図



凡例

A : 週 48 時間以内立ち入り; $6 \mu\text{Sv/h}$ 以下
 B : 週 15 時間以内立ち入り; $20 \mu\text{Sv/h}$ 以下

図 5.1.2 受入検査施設 1 階遮蔽設計区分図

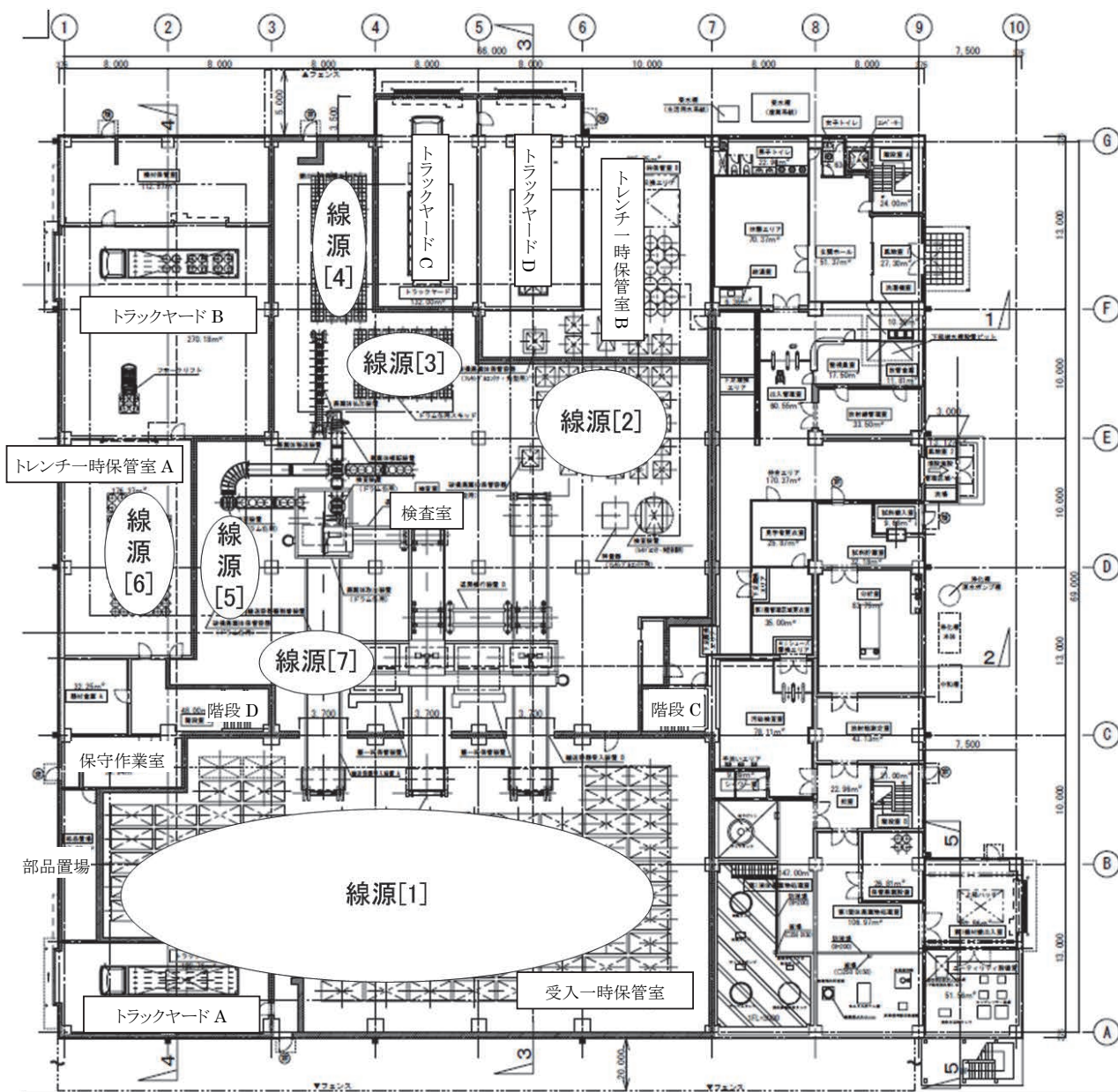


凡例

- A : 週 48 時間以内立ち入り ; 6 μ Sv/h 以下
- B : 週 15 時間以内立ち入り ; 20 μ Sv/h 以下
- C : 週 5 時間以内立ち入り ; 60 μ Sv/h 以下
- D : 通常人が立ち入りならない ; 1 mSv/h 以下

図 5.1.4 受入検査施設 3 階遮蔽設計区分図

図 5.1.5 受入検査施設屋上遮蔽設計区分図



線源 7 は保管場所ではないが、輸送容器から角型容器等を取り出して作業するため線源とした。

図 5.1.6 評価対象とした廃棄体等の保管位置

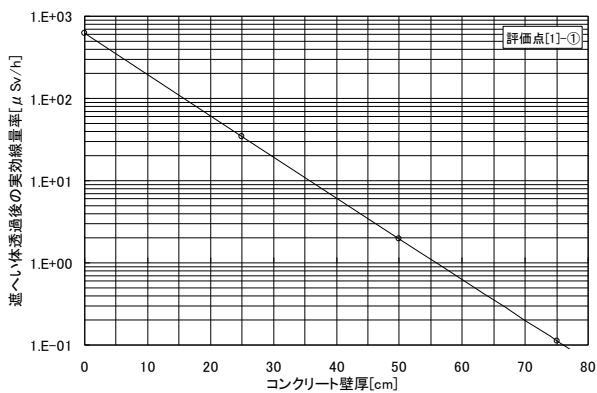


図 5.1.7 実効線量率の変化：評価点[1]-①
A 通り外壁 (3-7 通り間)

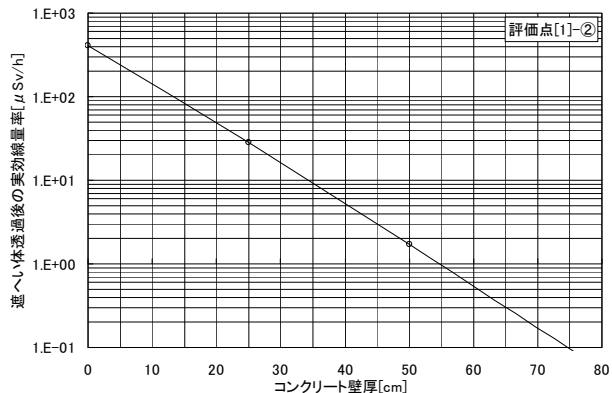


図 5.1.8 実効線量率の変化：評価点[1]-②
7 通り壁、トラックヤード A との境界壁 (3 通り)

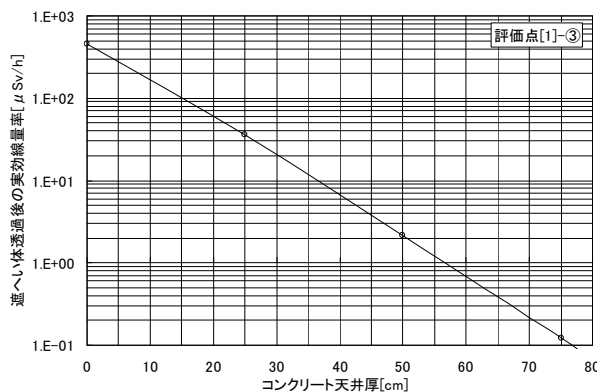


図 5.1.9 実効線量率の変化：評価点[1]-③
線源[1]直上の天井

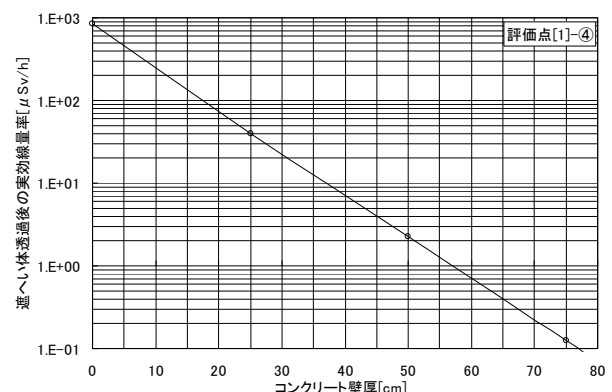


図 5.1.10 実効線量率の変化：評価点[1]-④
部品置場との境界壁

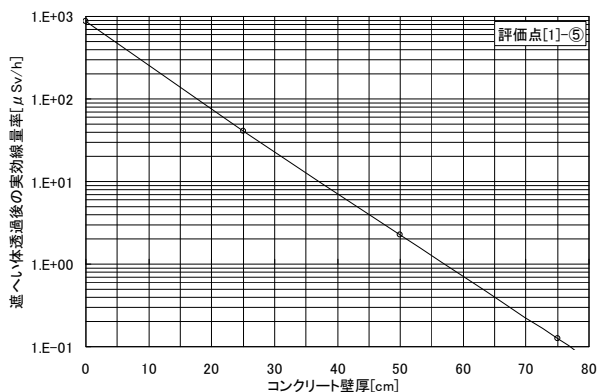


図 5.1.11 実効線量率の変化：評価点[1]-⑤
トラックヤード A との境界壁 (A-B 通り、1-3 通り間)
保守作業室との境界壁 (B-C 通り、1-2 通り間)

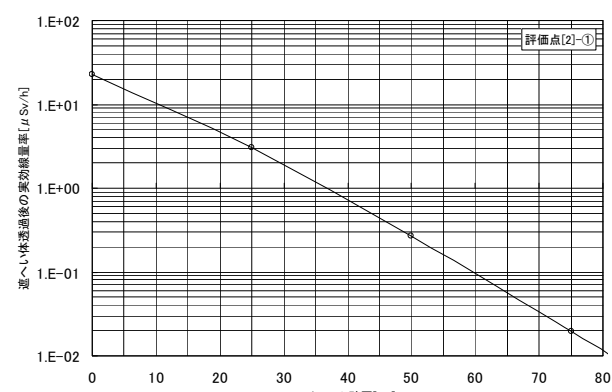


図 5.1.12 実効線量率の変化：評価点[2]-①
(3 階通路の壁)

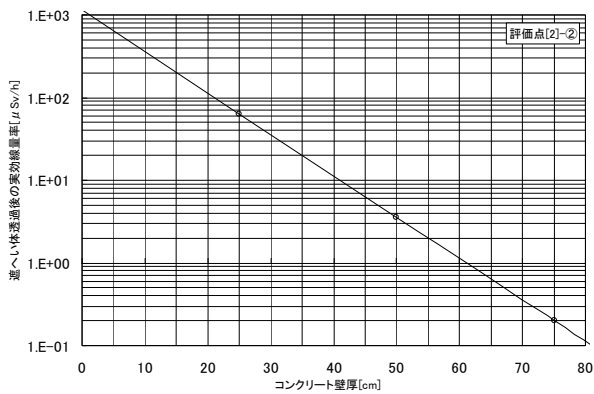


図 5.1.13 実効線量率の変化：評価点[2]-②
トレンチ一時保管室 B との境界壁

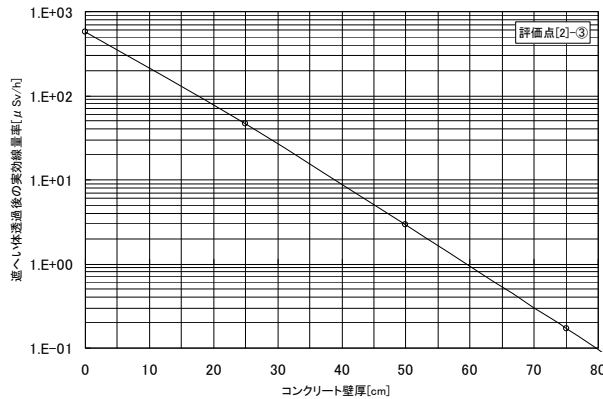


図 5.1.14 実効線量率の変化：評価点[2]-③
7 通り壁

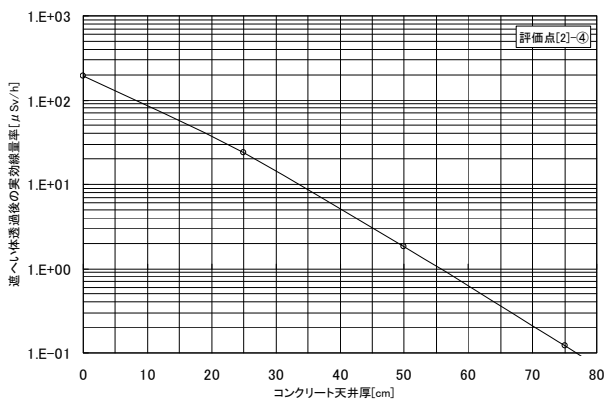


図 5.1.15 実効線量率の変化：評価点[2]-④
線源[2]直上の天井

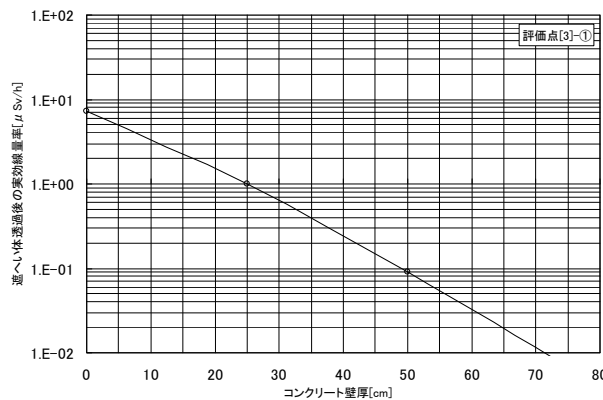


図 5.1.16 実効線量率の変化：評価点[3]-①
3 階通路の壁

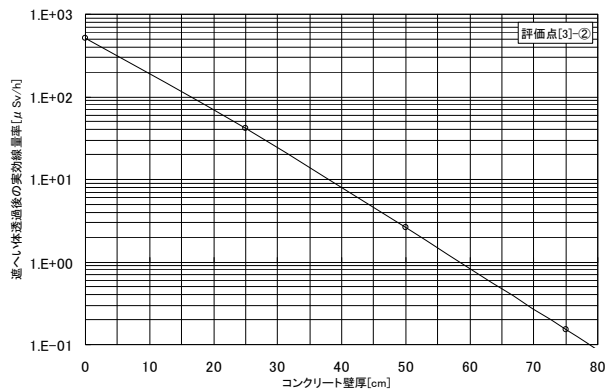


図 5.1.17 実効線量率の変化：評価点[3]-②
トラックヤード C との境界壁 (F 通り)

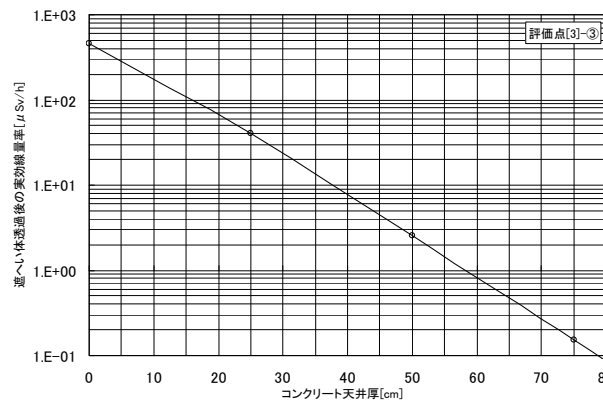


図 5.1.18 実効線量率の変化：評価点[3]-③
トレンチ一時保管室 B 側の境界壁 (5 通り)

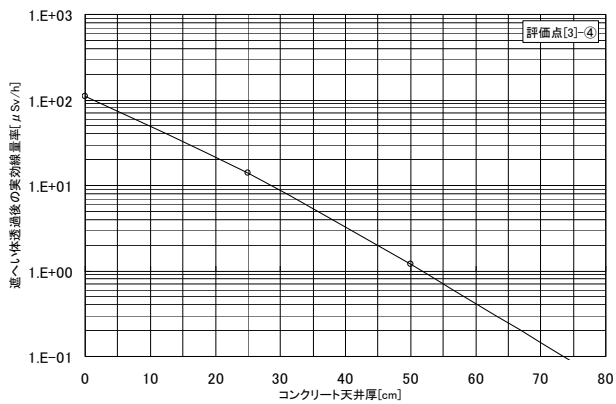


図 5.1.19 実効線量率の変化：評価点[3]-④
線源[3]直上の天井

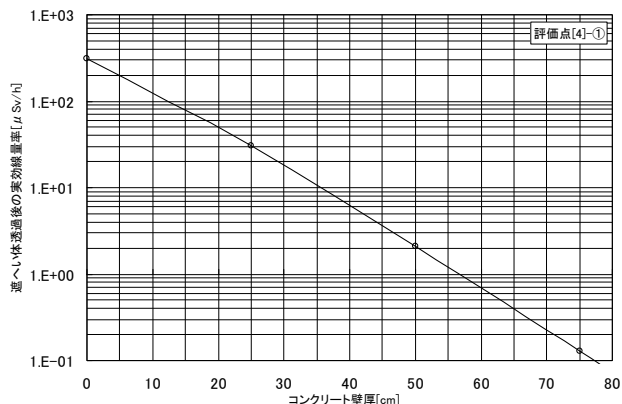


図 5.1.20 実効線量率の変化：評価点[4]-①
G 通り外壁 (3-4 通り間)

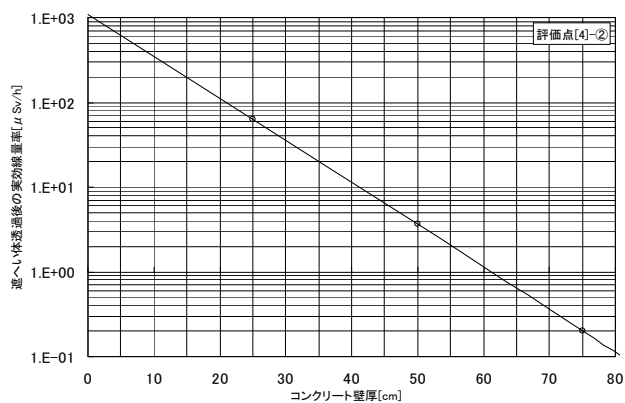


図 5.1.21 実効線量率の変化：評価点[4]-②
トラックヤードCとの境界壁(4 通り)

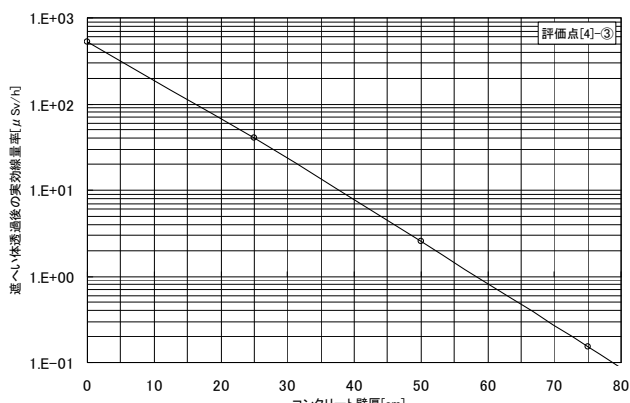


図 5.1.22 実効線量率の変化：評価点[4]-③
トラックヤードBとの境界壁(3 通り)

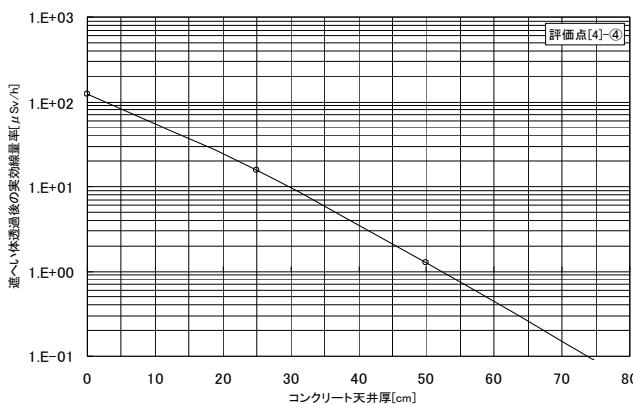


図 5.1.23 実効線量率の変化：評価点[4]-④
(線源[4]直上の天井)

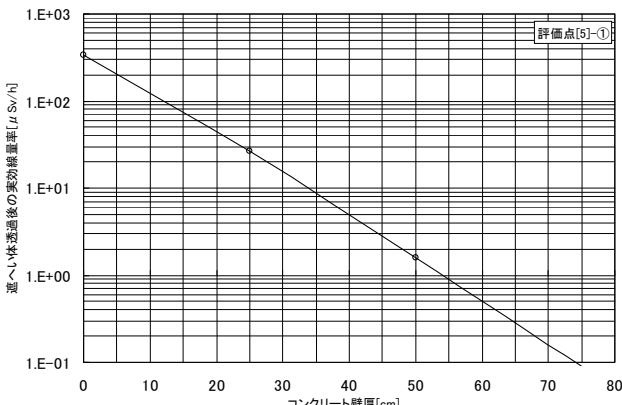


図 5.1.24 実効線量率の変化：評価点[5]-①
トラックヤードBとの境界壁厚(E 通り、2-3 通り間)

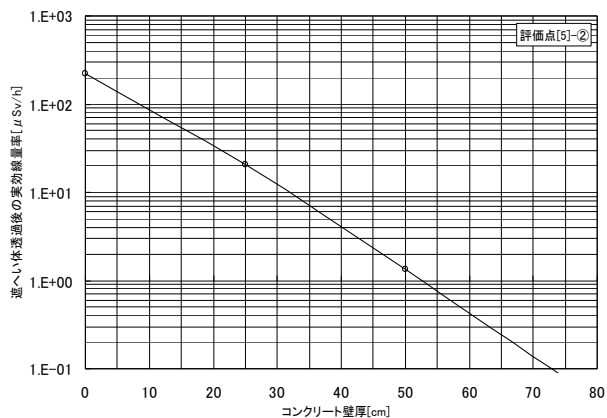


図 5.1.25 実効線量率の変化：評価点[5]-②
トレンチ一時保管室 A との境界壁

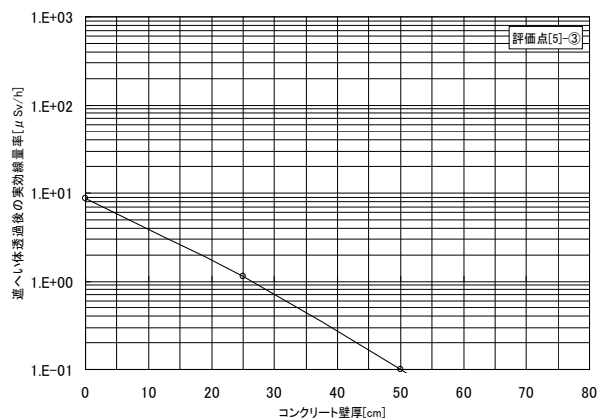


図 5.1.26 実効線量率の変化：評価点[5]-③
階段室 D との境界壁

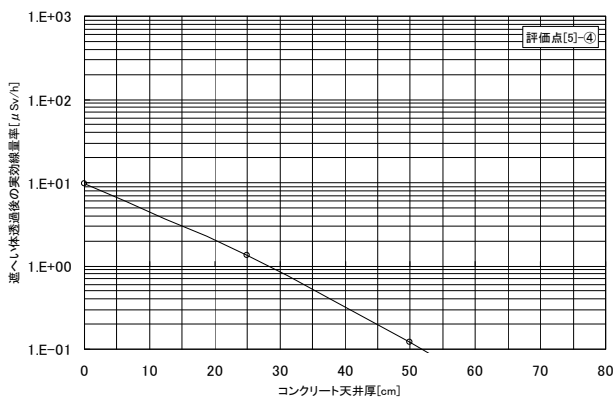


図 5.1.27 実効線量率の変化：評価点[5]-④
線源[5]直上の天井

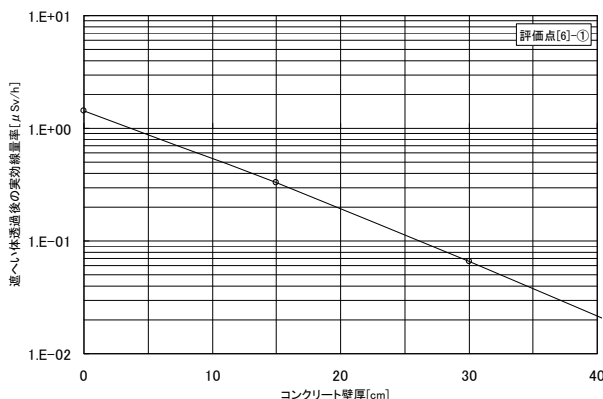


図 5.1.28 実効線量率の変化：評価点[6]-①
1 通り外壁（トレンチ一時保管室 A）

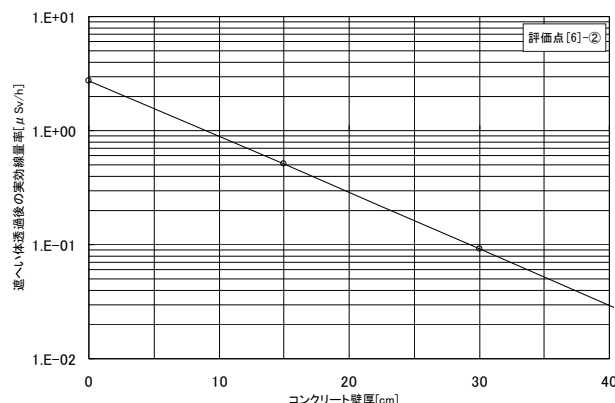


図 5.1.29 実効線量率の変化：評価点[6]-②
トラックヤード B との境界壁（E 通り、1-2 通り間）

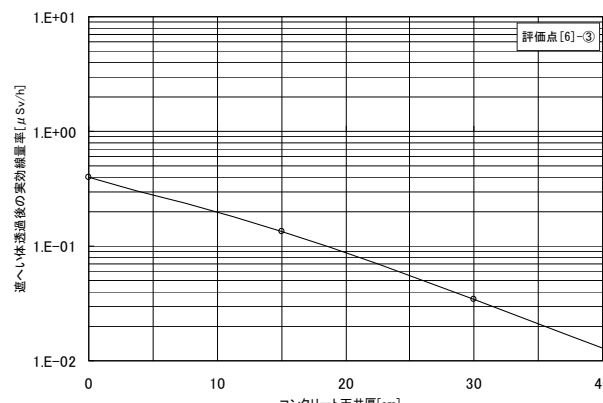


図 5.1.30 実効線量率の変化：評価点[6]-③
線源[6]直上の天井

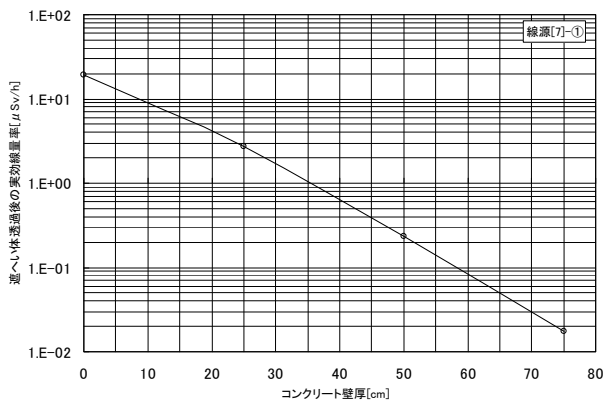


図 5.1.31 実効線量率の変化：評価点[7]-①
階段室 C との境界壁

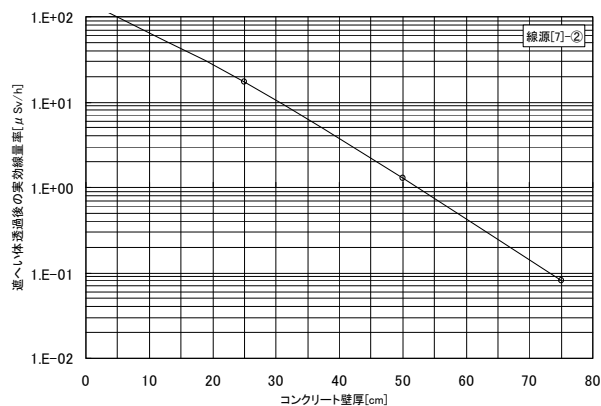


図 5.1.32 実効線量率の変化：評価点[7]-②
階段室 D との境界壁

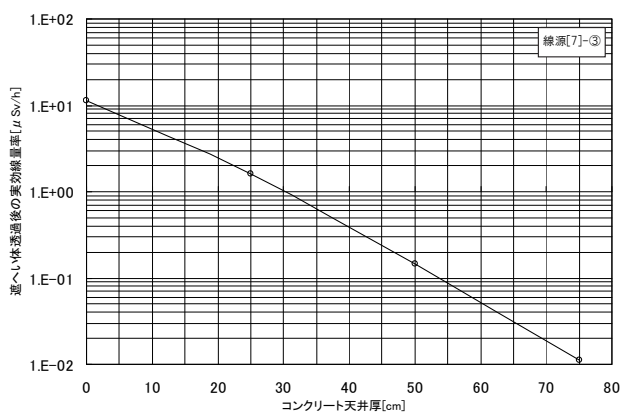


図 5.1.33 実効線量率の変化：評価点[7]-③
(線源[7]直上の天井)

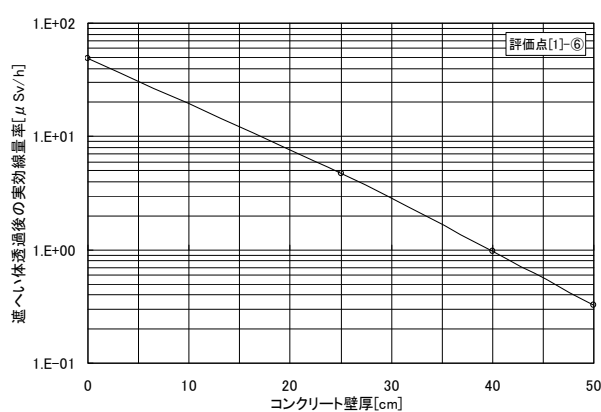


図 5.1.34 実効線量率の変化：評価点[1]-⑥
(1 通り外壁 (部品置場 3 階部))

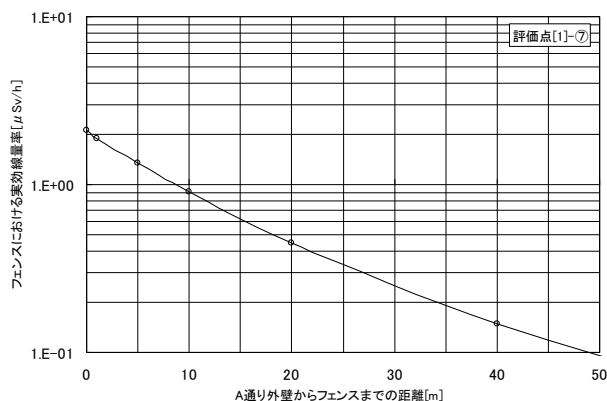


図 5.1.35 実効線量率の変化：評価点[1]-⑦
(A 通り外壁からフェンスまでの距離)

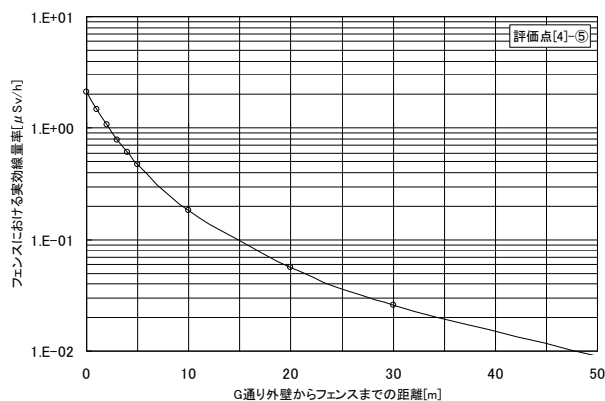
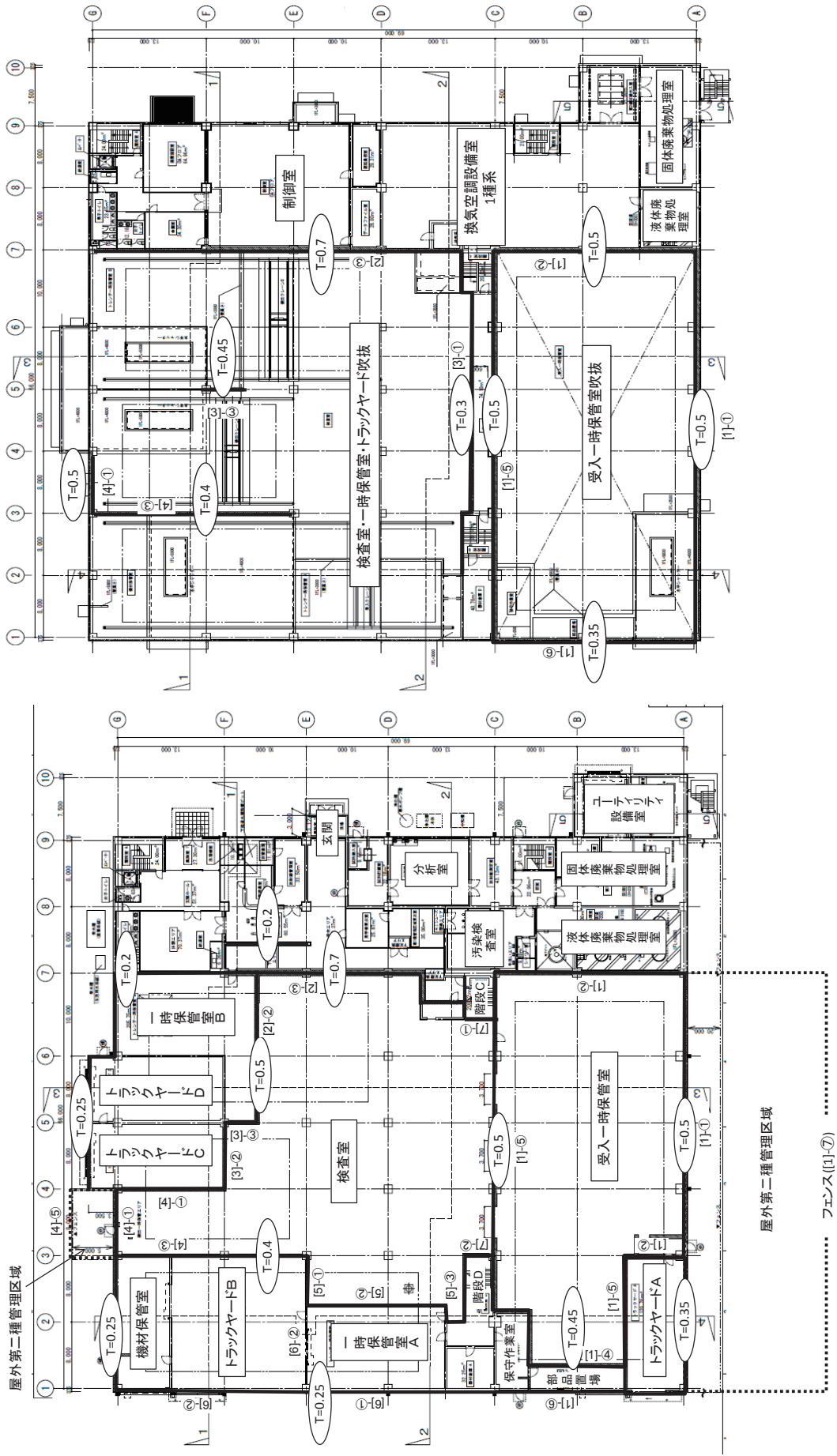


図 5.1.36 実効線量率の変化：評価点[4]-⑤
(G 通り外壁からフェンスまでの距離)

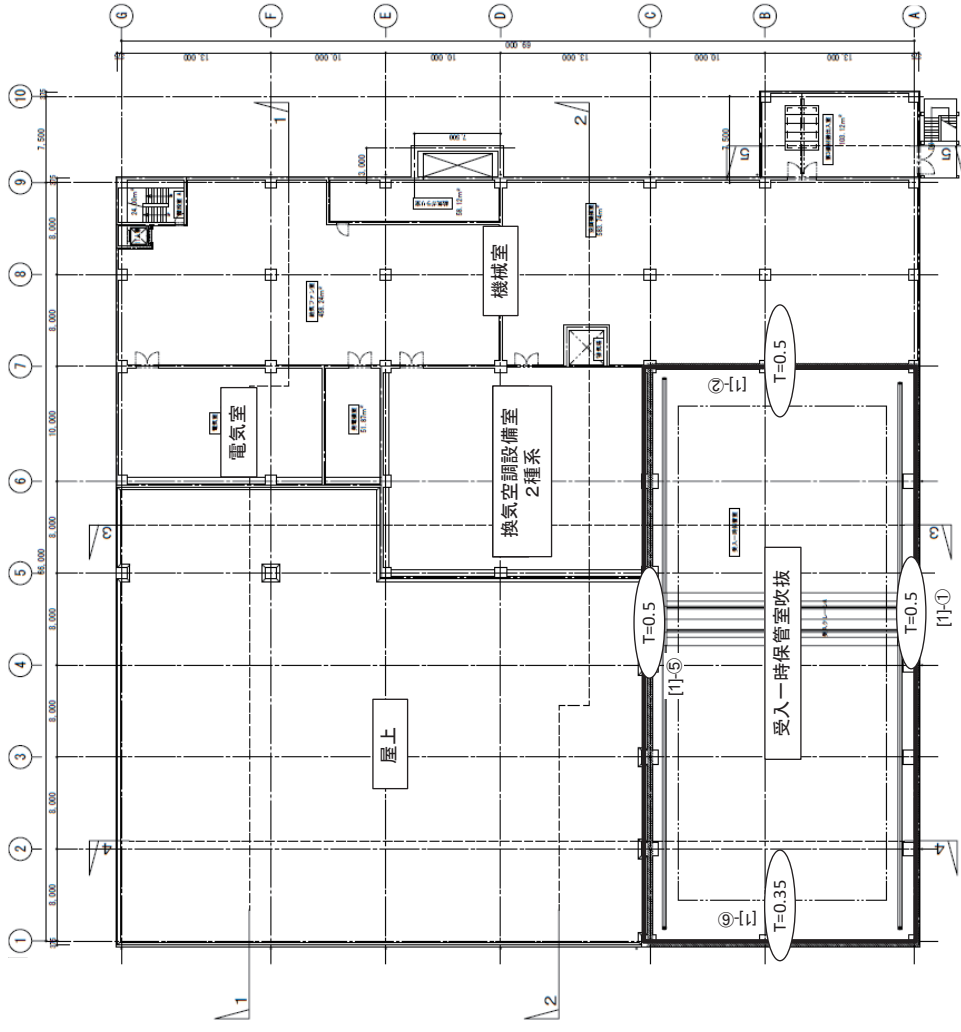


[1]-①他は、評価点番号(図 5.1.7~図 5.1.36, 表 5.1.11~表 5.1.20 に対応)

図 5.1.37 受入検査施設 1 階遮蔽壁配置図

図 5.1.38 受入検査施設 2 階遮蔽壁配置図

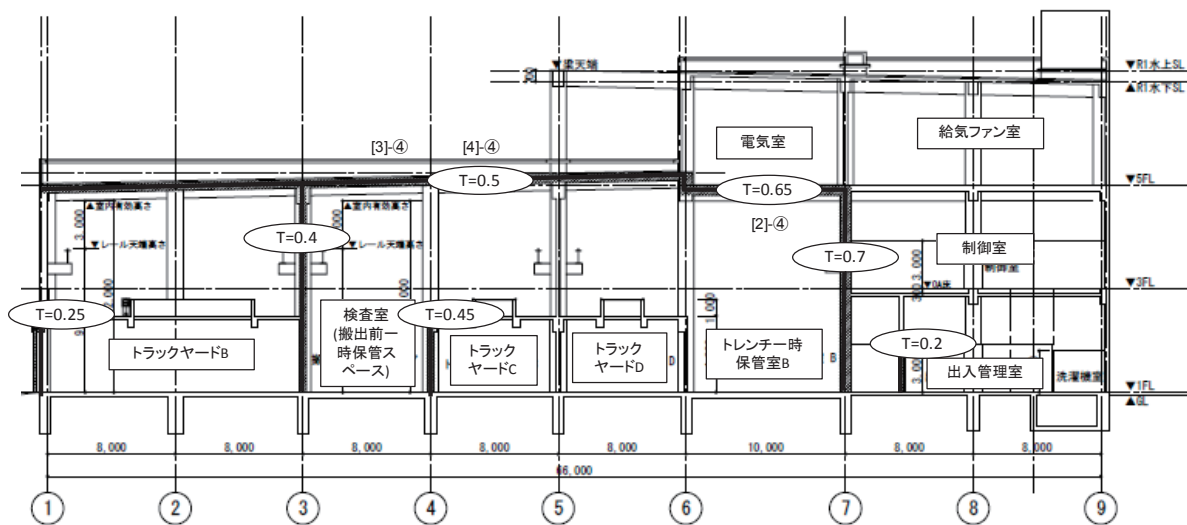
T : 遮蔽壁の厚さ(単位 m)



T : 遮蔽壁の厚さ (単位 m)

[1]-①他は、評価点番号 (図 5.1.7 ~ 図 5.1.36, 表 5.1.11 ~ 表 5.1.20 (に対応))

図 5.1.39 受入検査施設 3 階遮蔽壁配置図

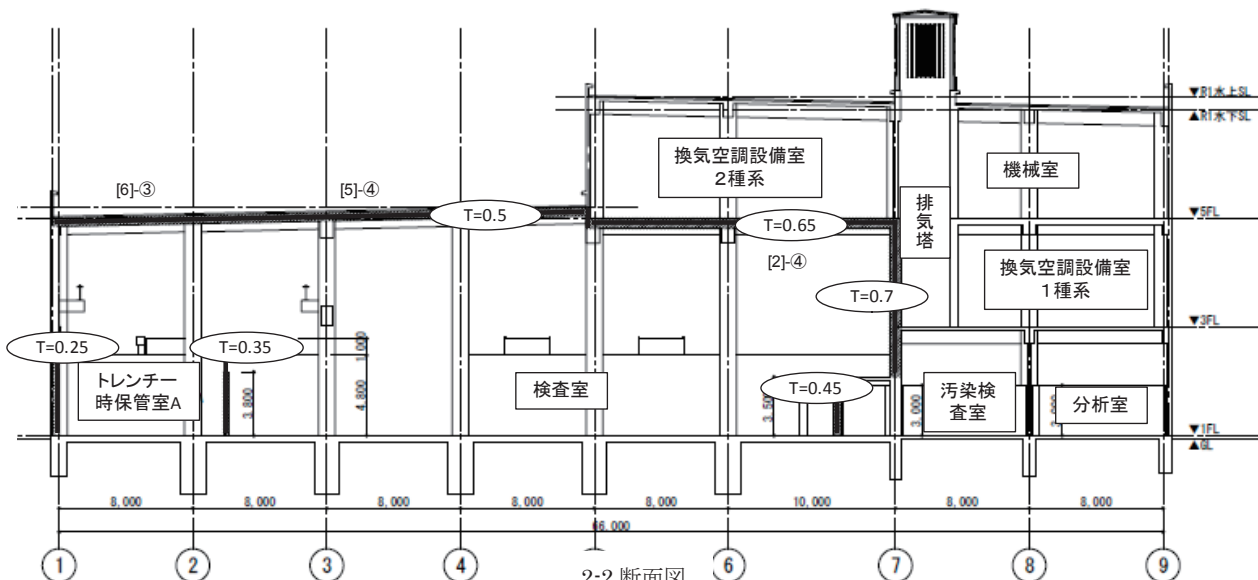


1-1 断面図

T : 遮蔽壁の厚さ (単位 m)

[1]-①他は、評価点番号 (図 5. 1. 7～図 5. 1. 36, 表 5. 1. 11～表 5. 1. 20 に対応)

図 5. 1. 40 受入検査施設断面 (1-1 断面) の遮蔽壁配置図

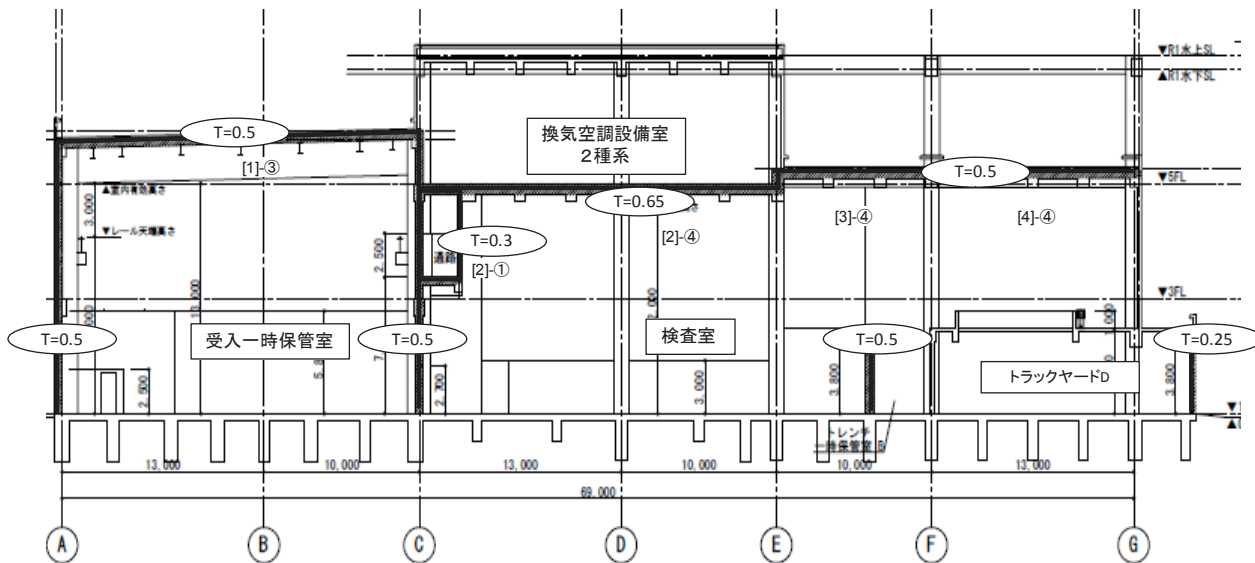


2-2 断面図

T : 遮蔽壁の厚さ (単位 m)

[1]-①他は、評価点番号 (図 5. 1. 7～図 5. 1. 36, 表 5. 1. 11～表 5. 1. 20 に対応)

図 5. 1. 41 受入検査施設断面 (2-2 断面) の遮蔽壁配置図

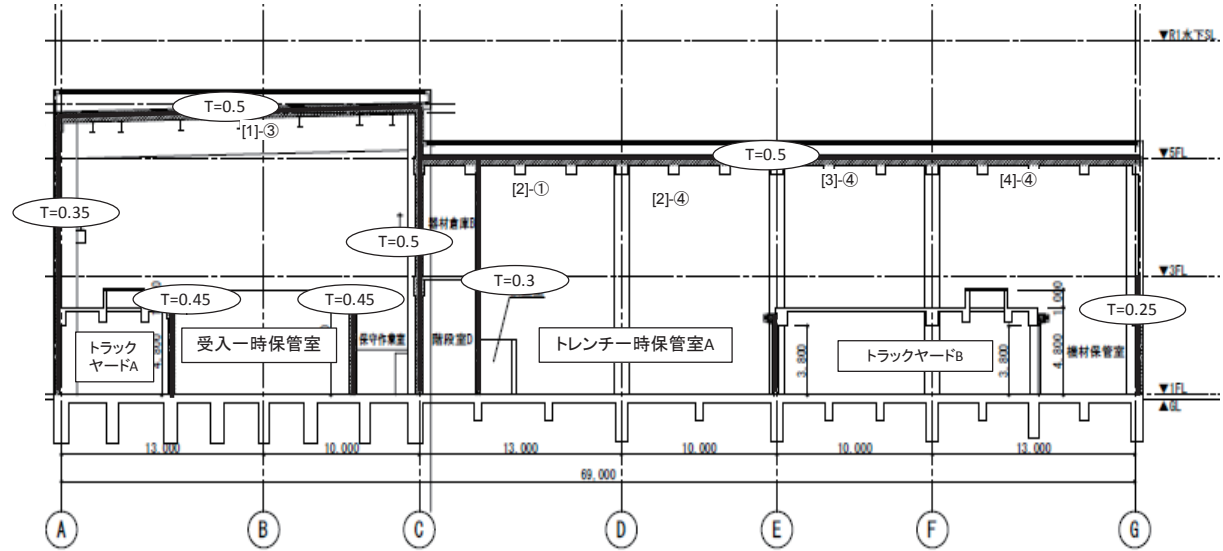


3-3 断面図

T : 遮蔽壁の厚さ(単位 m)

[1]-①他は、評価点番号(図 5. 1. 7～図 5. 1. 36, 表 5. 1. 11～表 5. 1. 20 に対応)

図 5. 1. 42 受入検査施設断面(3-3 断面)の遮蔽壁配置図



4-4 断面図

T : 遮蔽壁の厚さ(単位 m)

[1]-①他は、評価点番号(図 5. 1. 7～図 5. 1. 36, 表 5. 1. 11～表 5. 1. 20 に対応)

図 5. 1. 43 受入検査施設断面(4-4 断面)の遮蔽壁配置図

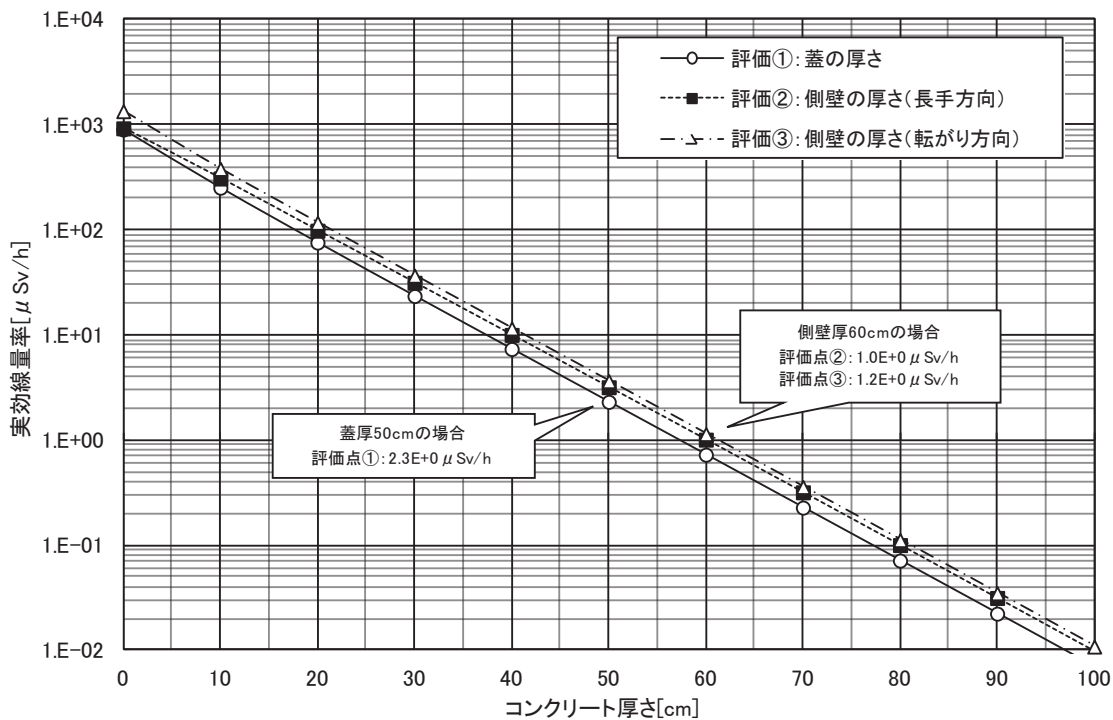


図 5.1.44 ピット（ドラム缶型廃棄体 360 本定置）の蓋厚、側壁厚評価
 (ケース D1-a : ピット最上段の廃棄体表面線量当量率を 1mSv/h、モルタル充填前)

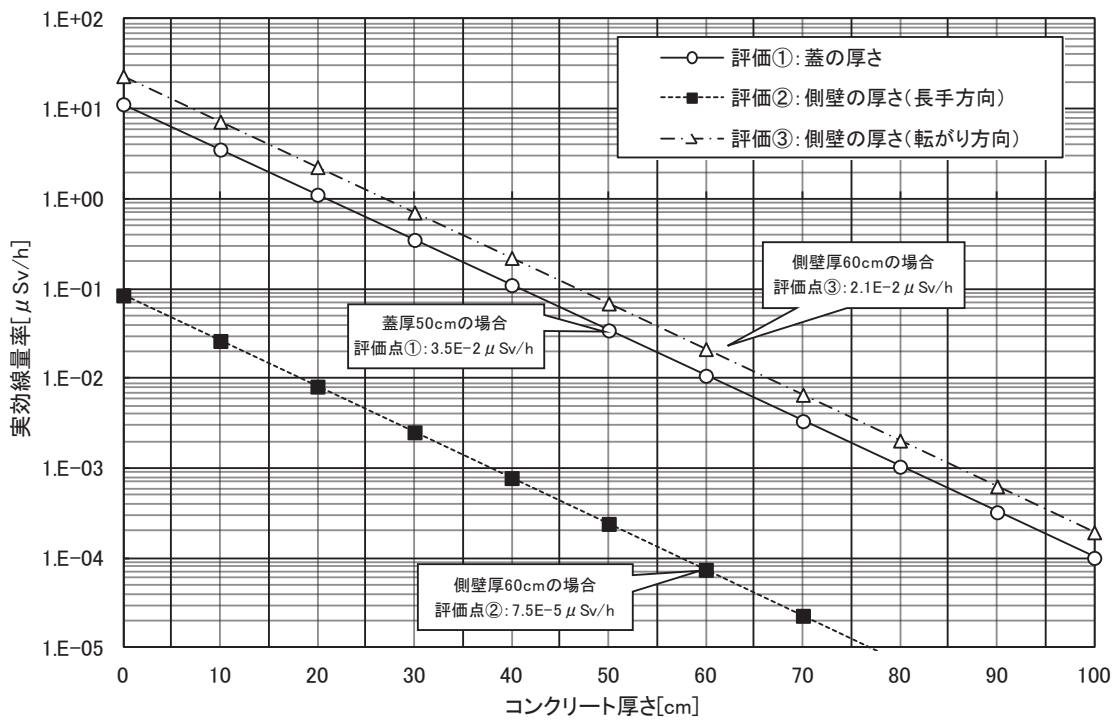


図 5.1.45 ピット（ドラム缶型廃棄体 360 本定置）の蓋厚、側壁厚評価
 (ケース D1-b : ピット最上段の廃棄体表面線量当量率を 1mSv/h、モルタル充填後)

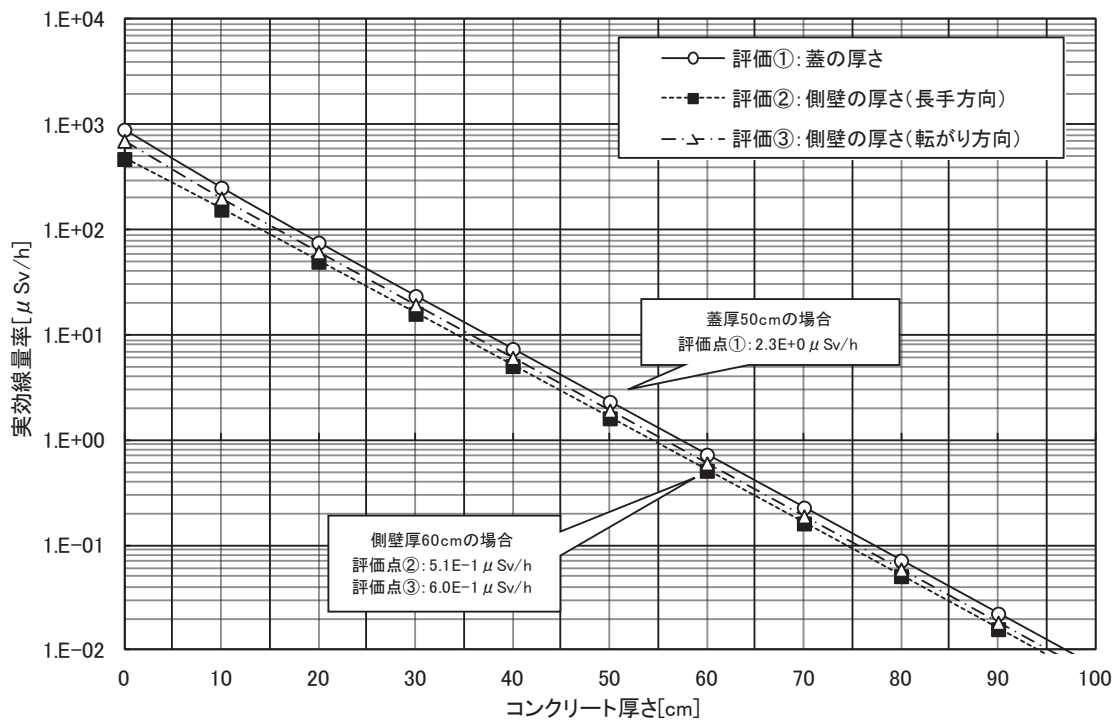


図 5.1.46 ピット（ドラム缶型廃棄体 360 本定置）の蓋厚、側壁厚評価
 (ケース D2-a: ピット最上段及び外壁となる側壁に接する面の廃棄体表面線量当量率を 1mSv/h、モルタル充填前)

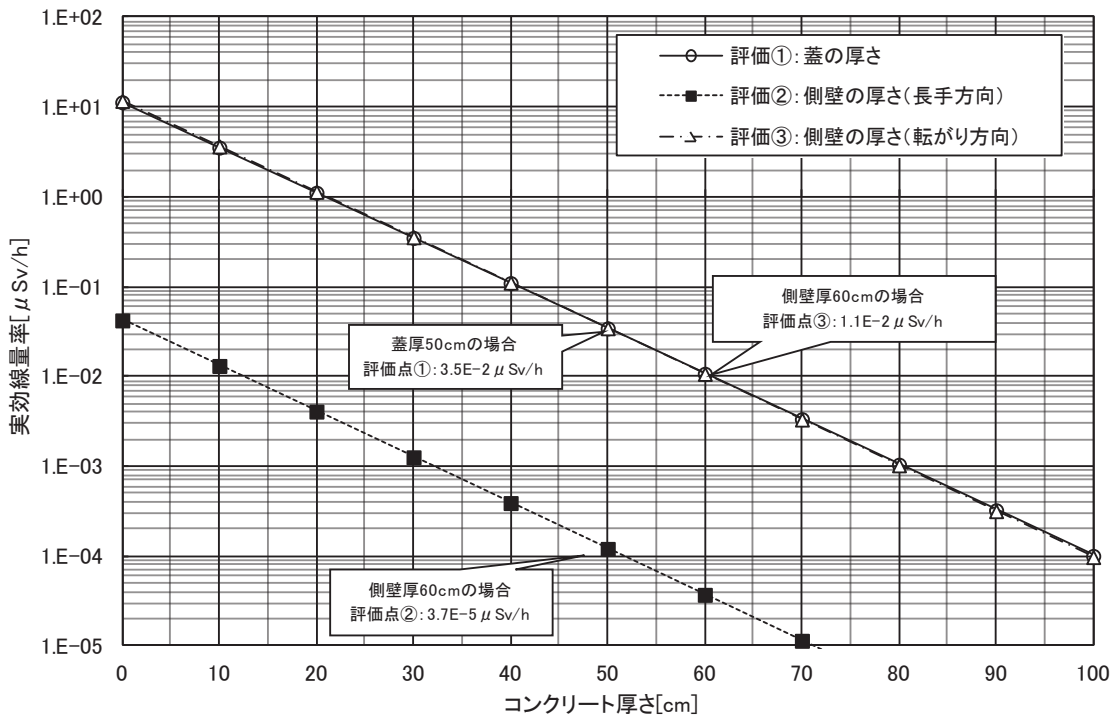


図 5.1.47 ピット（ドラム缶型廃棄体 360 本定置）の蓋厚、側壁厚評価
 (ケース D2-b: ピット最上段及び外壁となる側壁に接する面の廃棄体表面線量当量率を 1mSv/h、モルタル充填後)

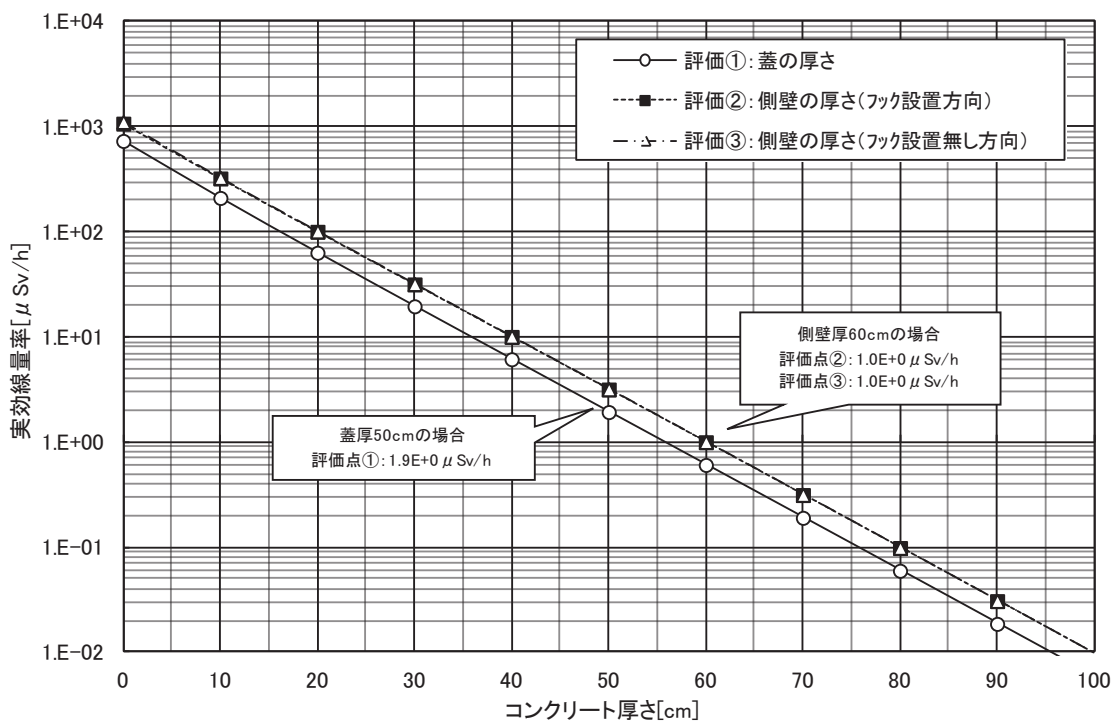


図 5.1.48 ピット (S-1 容器 64 個定置) の蓋厚、側壁厚評価
 (ケース S1-a : ピット最上段の廃棄体表面線量当量率を 1mSv/h、モルタル充填前)

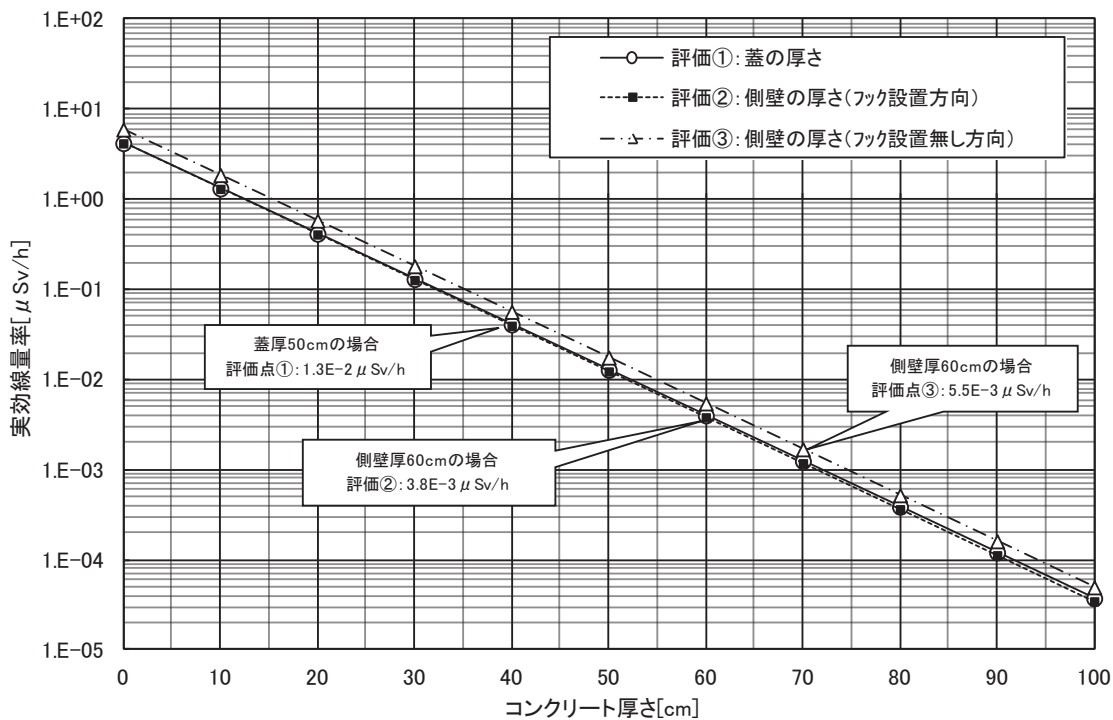


図 5.1.49 ピット (S-1 容器 64 個定置) の蓋厚、側壁厚評価
 (ケース S1-b : ピット最上段の廃棄体表面線量当量率を 1mSv/h、モルタル充填後)

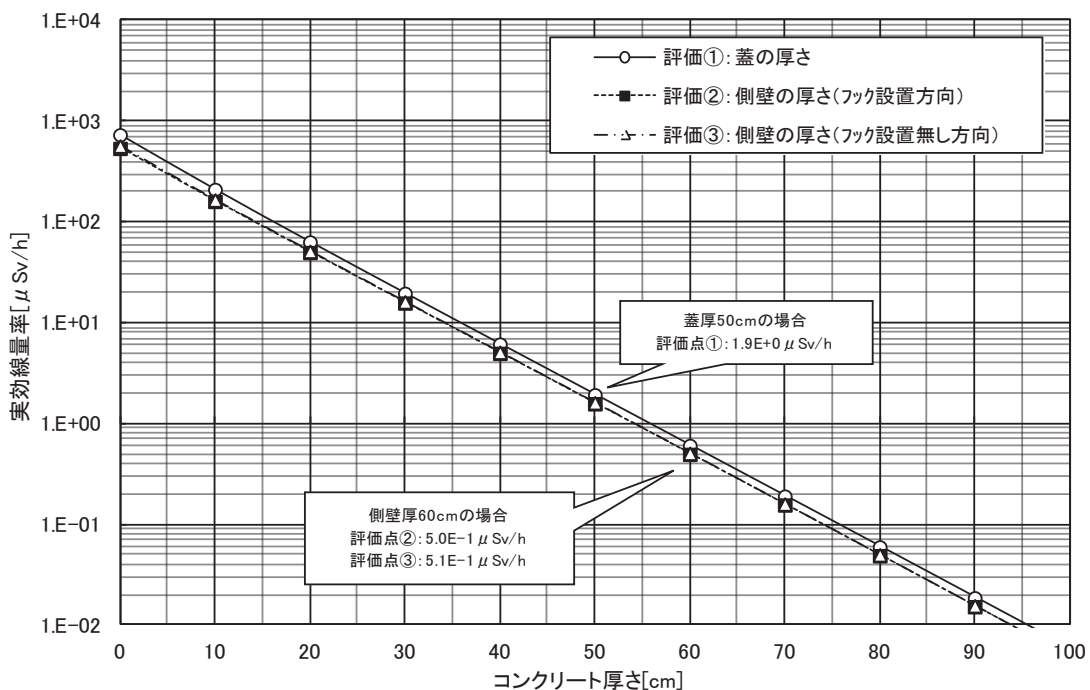


図 5.1.50 ピット (S-1 容器 64 個定置) の蓋厚、側壁厚評価
(ケース S2-a: ピット最上段及び外壁となる側壁に接する面の廃棄体表面線量当量率を 1mSv/h、モルタル充填前)

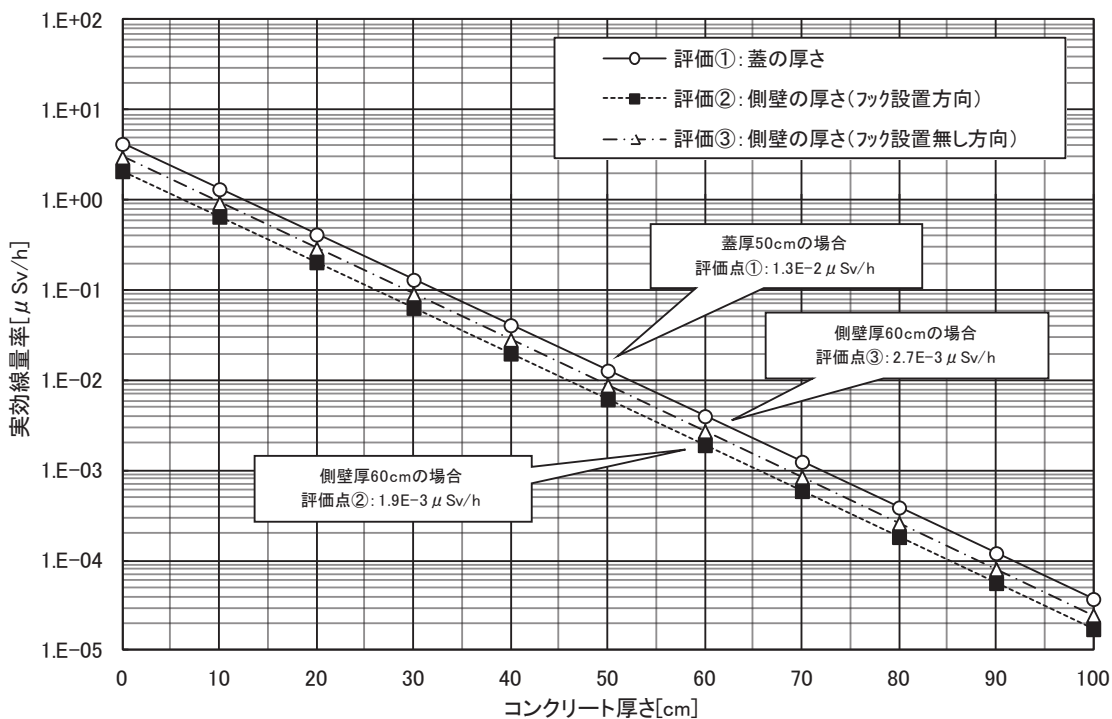


図 5.1.51 ピット (S-1 容器 64 個定置) の蓋厚、側壁厚評価
(ケース S2-b: ピット最上段及び外壁となる側壁に接する面の廃棄体表面線量当量率を 1mSv/h、モルタル充填後)

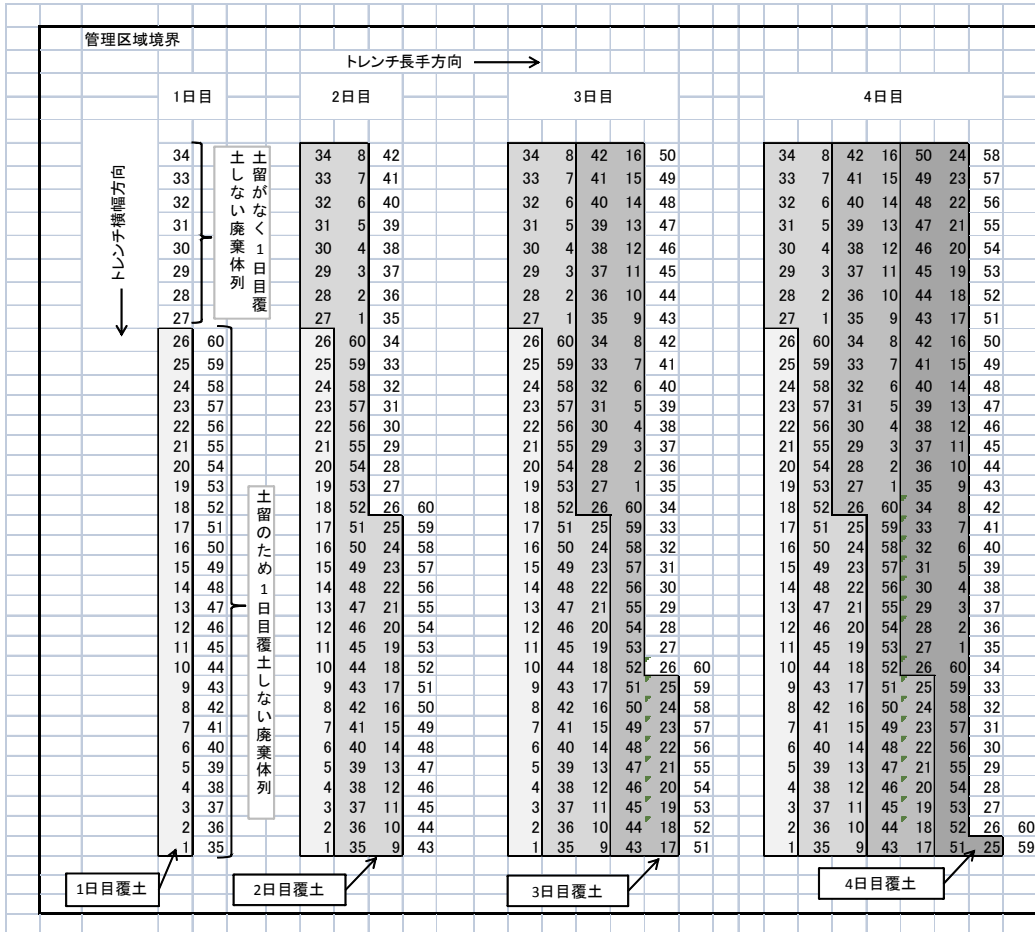


図 5.1.52 ドラム缶型廃棄体の定置及び中間覆土パターン

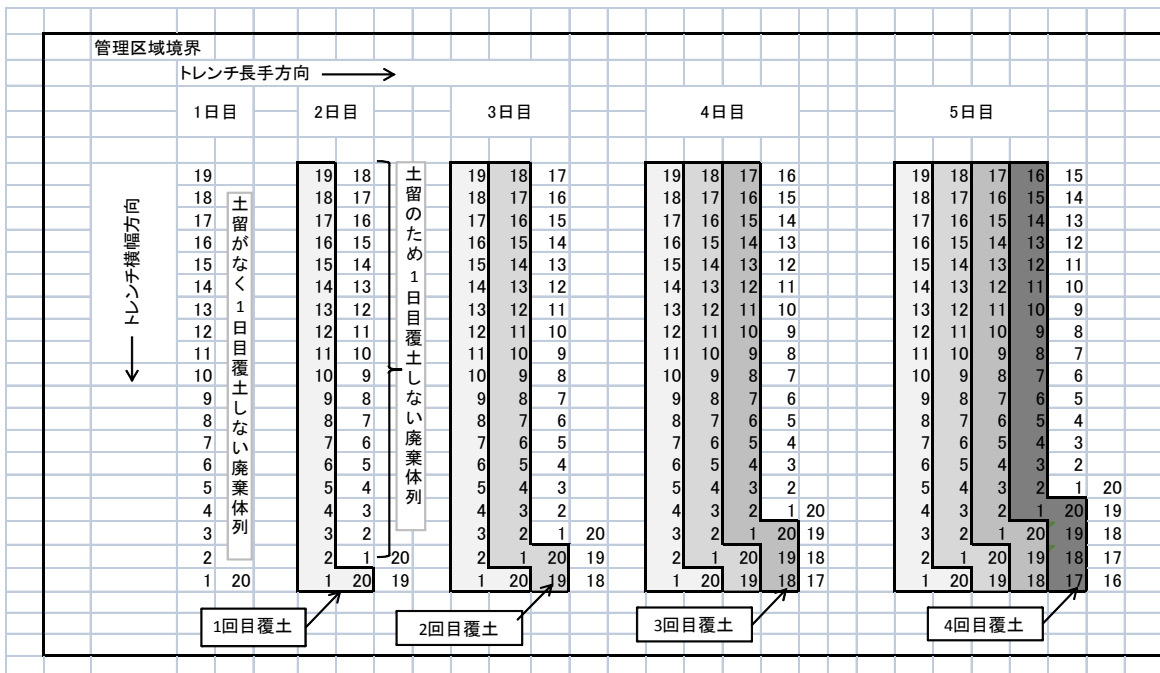


図 5.1.53 フレキシブルコンテナの定置及び中間覆土パターン

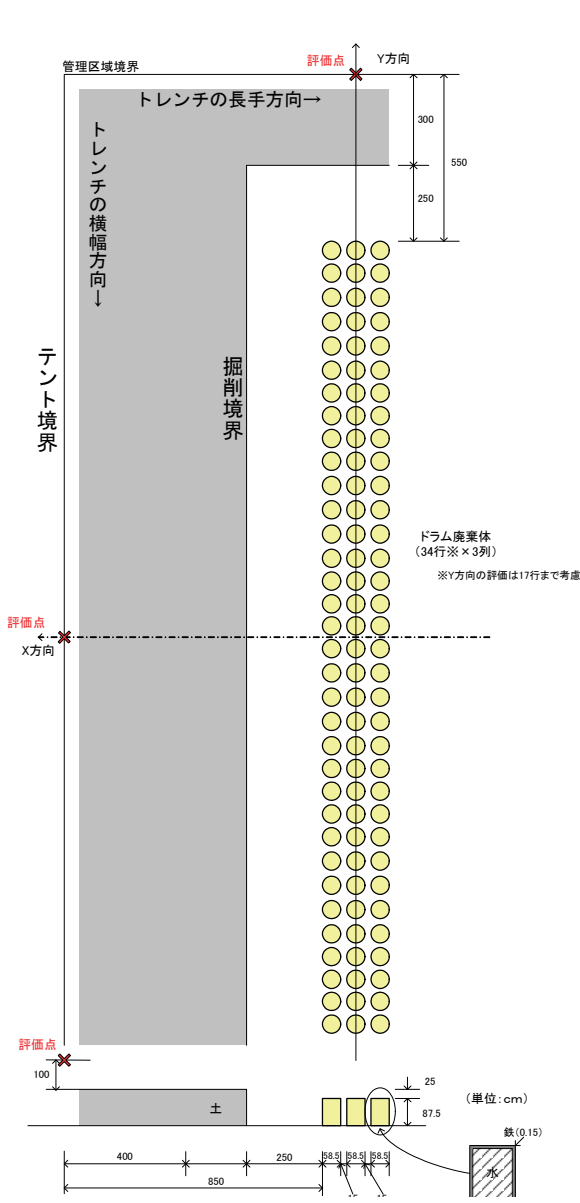


図 5.1.54 ドラム缶型廃棄体の管理区域境界における
実効線量率の計算モデル

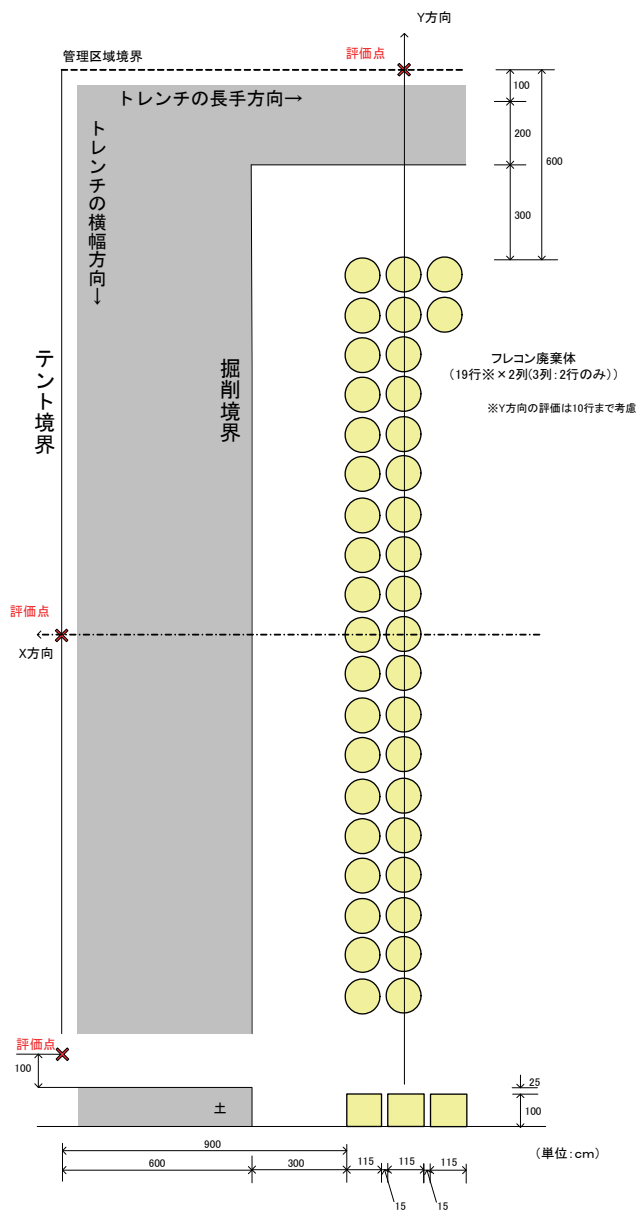


図 5.1.55 フレキシブルコンテナの管理区域
境界における実効線量率の評価モデル

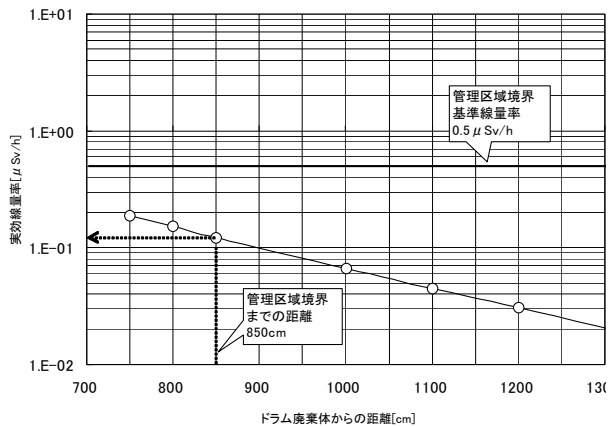


図 5.1.56 付加機能型トレンチの実効線量率
評価結果 (X 方向)

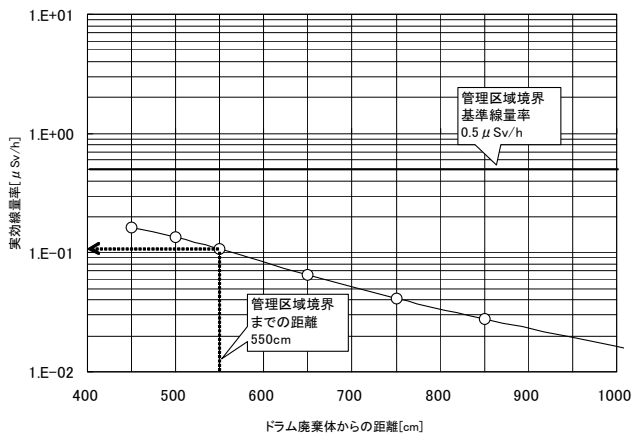


図 5.1.57 付加機能型トレンチの実効線量率
評価結果 (Y 方向)

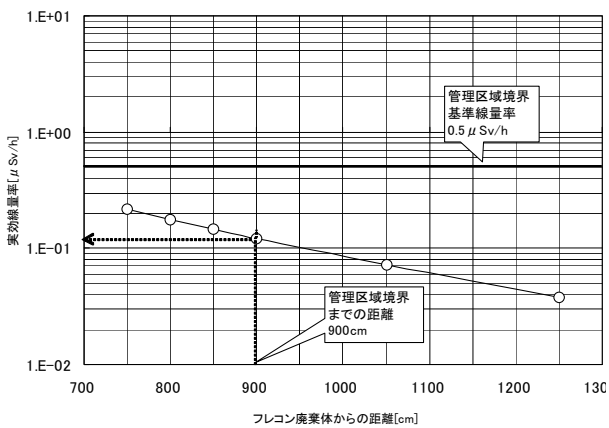


図 5.1.58 安定型トレンチの実効線量率
評価結果 (X 方向)

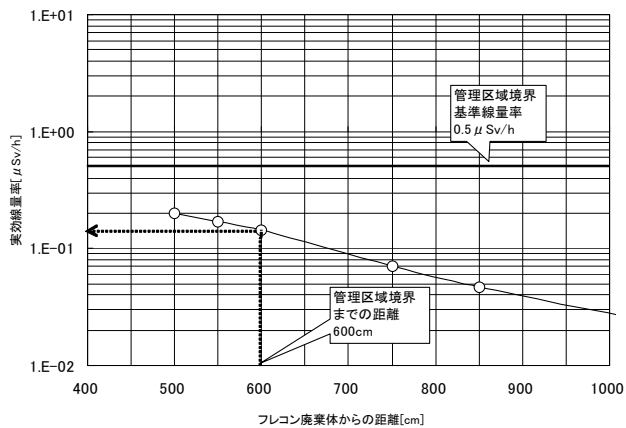
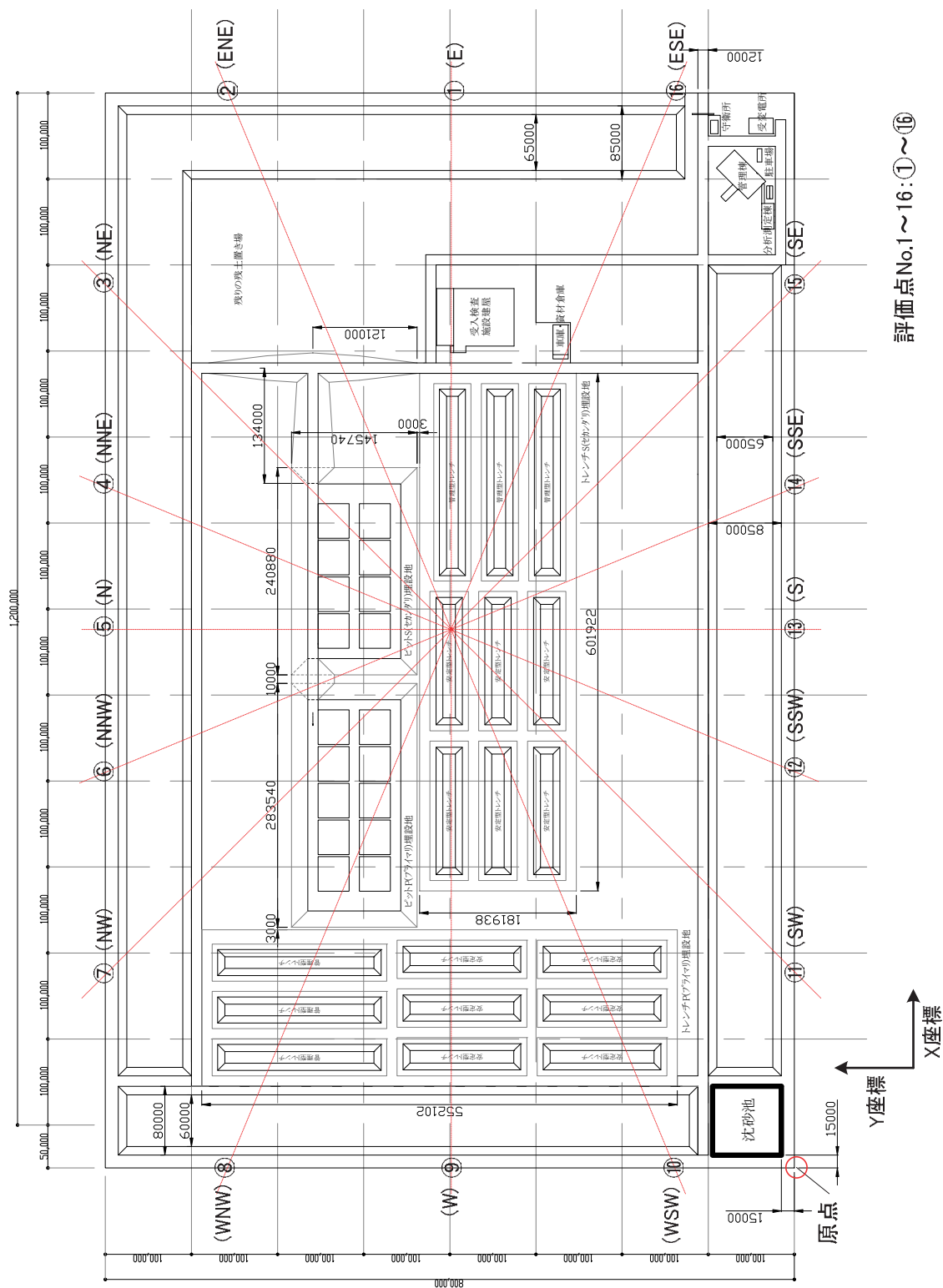
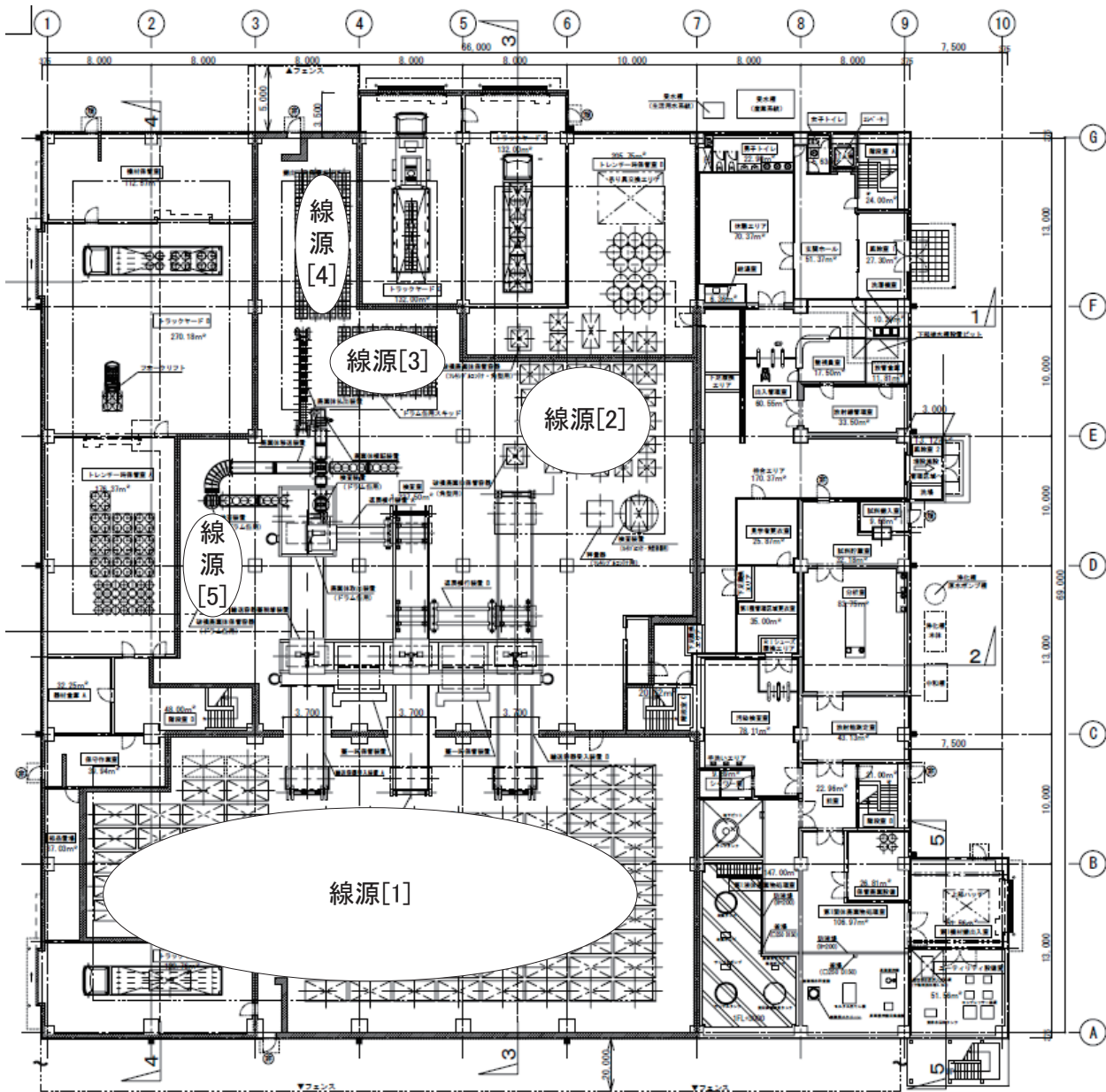


図 5.1.59 安定型トレンチの実効線量率
評価結果 (Y 方向)



評価点No.1～16:①～⑯

図 5.1.60 直接γ線及びスカイシャインγ線計算の評価点



* : ビット処分対象廃棄体に対し1/200の表面線量当量率であるトレンチ処分対象廃棄体等の線源寄与は小さいため、トレンチ一時保管室A,Bの線源は考慮していない。

図 5.1.61 受入検査施設の評価対象とした廃棄体の保管位置

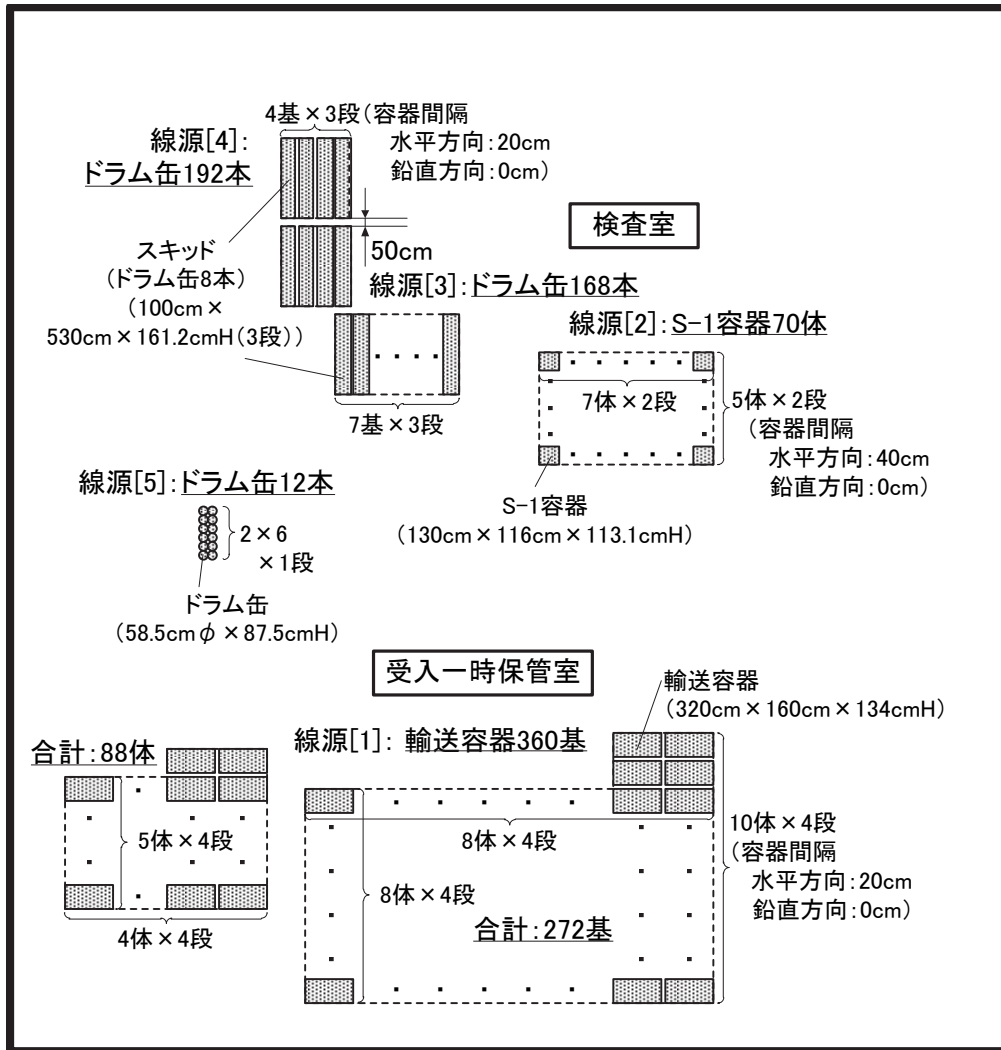


図 5. 1. 62 受入検査施設の評価対象とした廃棄体の配置の模式図

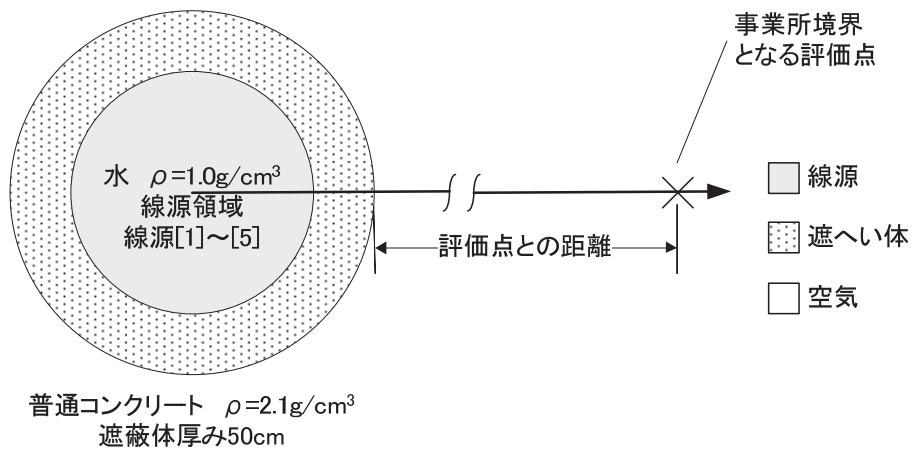


図 5. 1. 63 受入検査施設の直接 γ 線計算における計算モデル

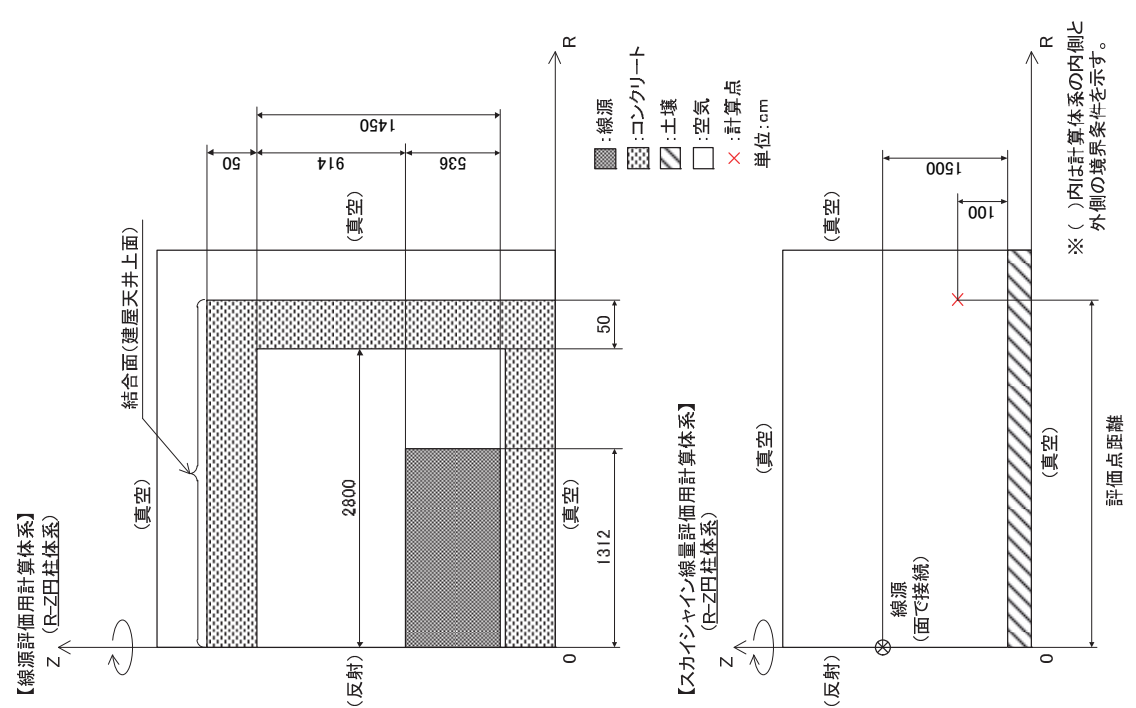
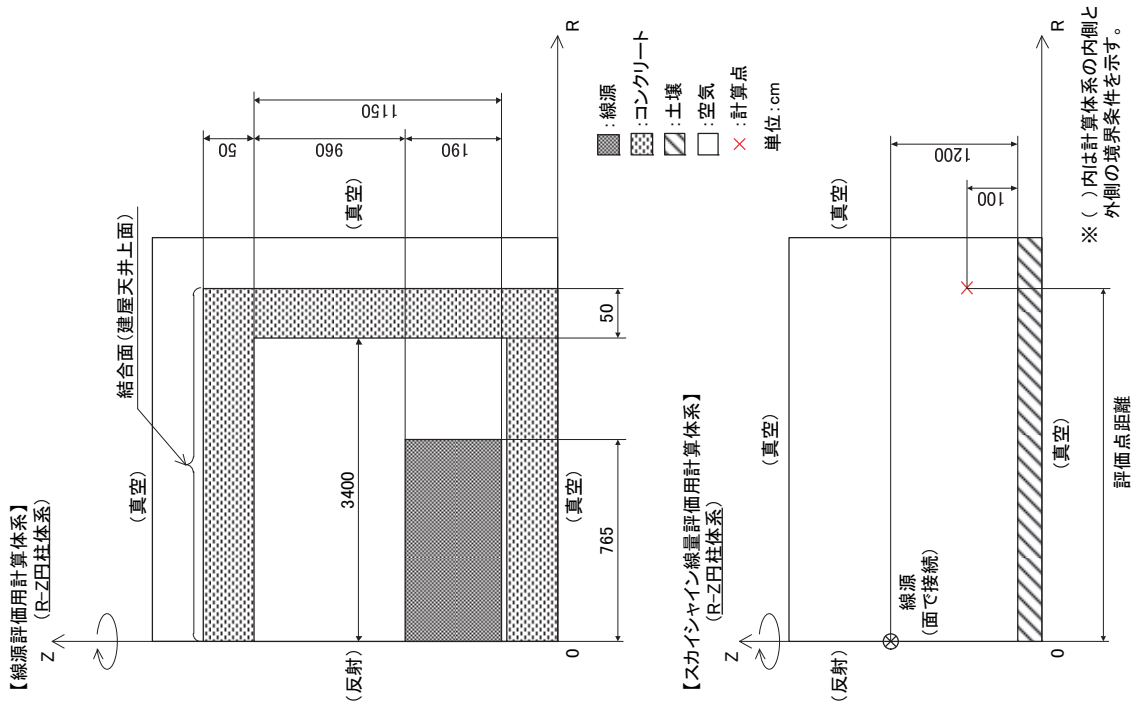


図 5.1.64 受入一時保管室のスカイシャインγ線計算モデル

図 5.1.65 検査室のスカイシャインγ線計算モデル

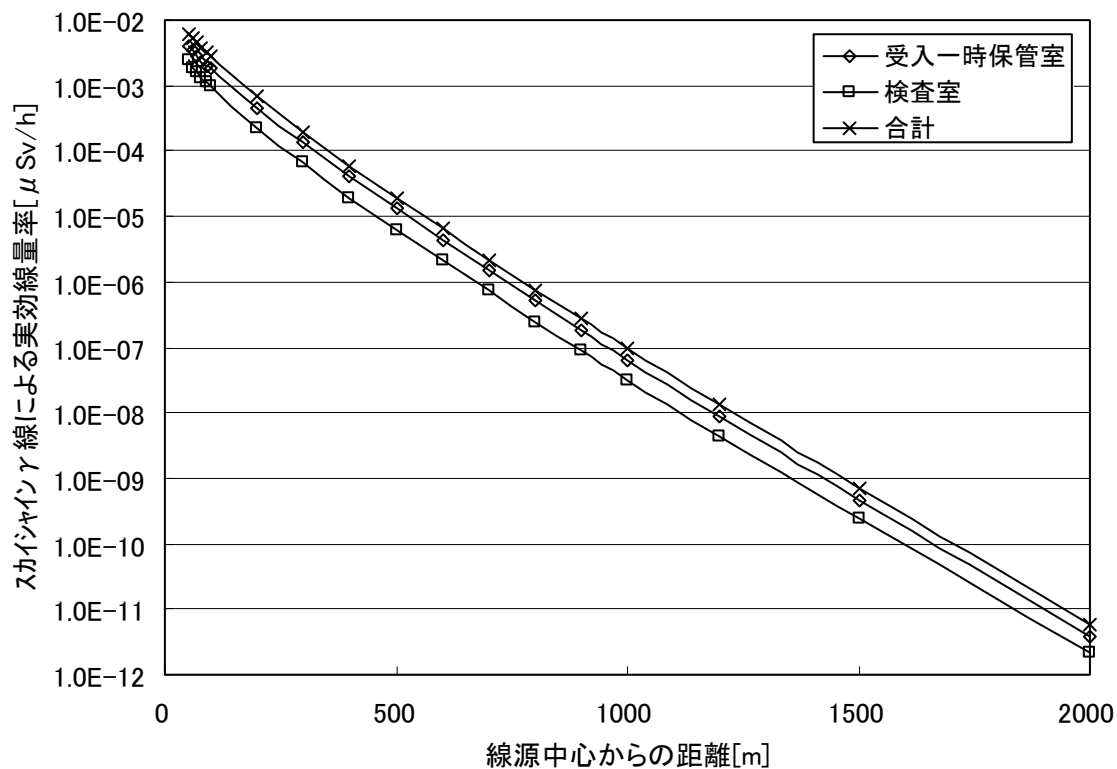


図 5.1.66 受入検査施設からのスカイシャイン γ 線による実効線量率

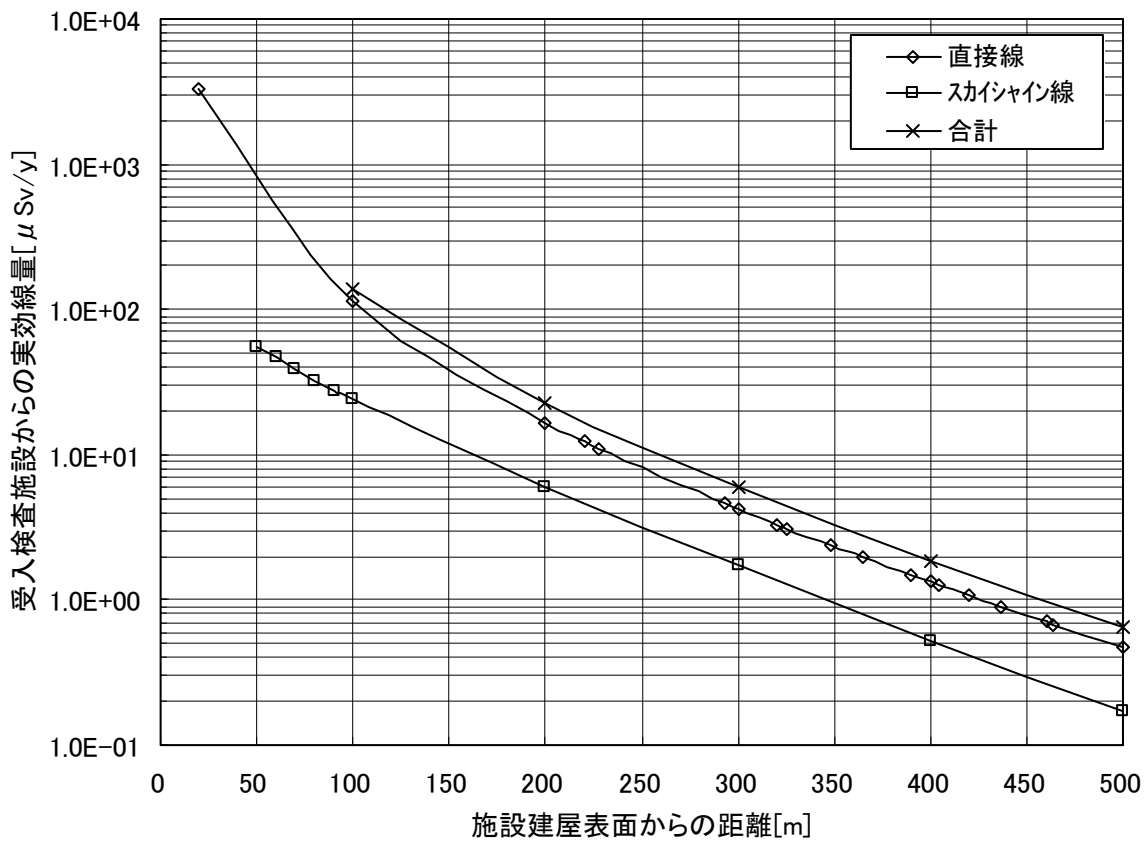


図 5.1.67 受入検査施設からの直接 γ 線及びスカイシャイン γ 線による実効線量

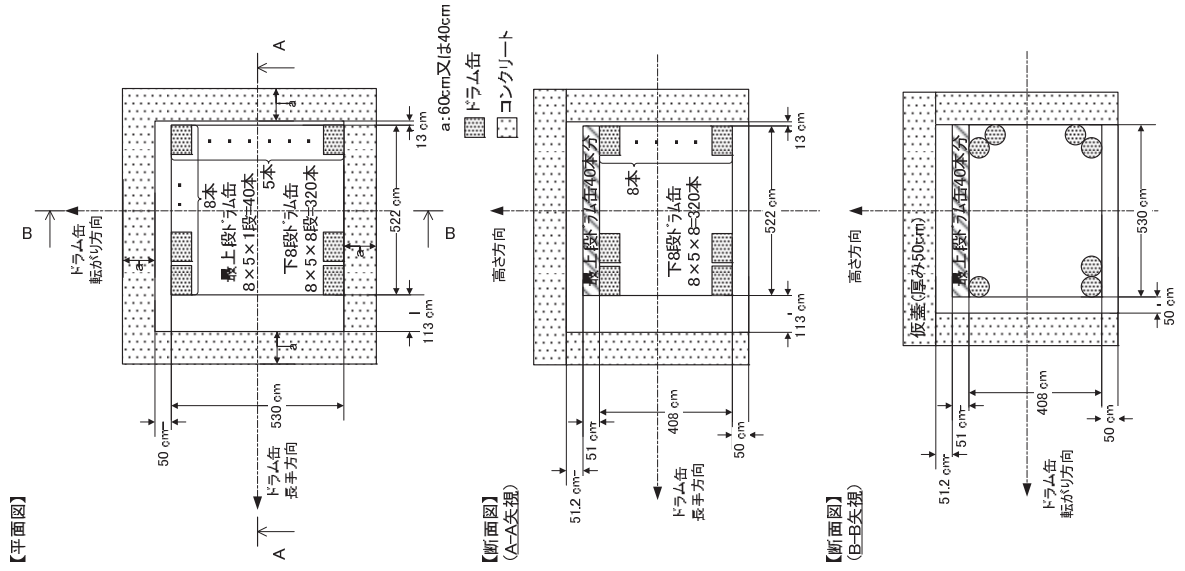


図 5.1.69 ピット1区画の構造模式図(定置後モルタル充填前(仮蓋))

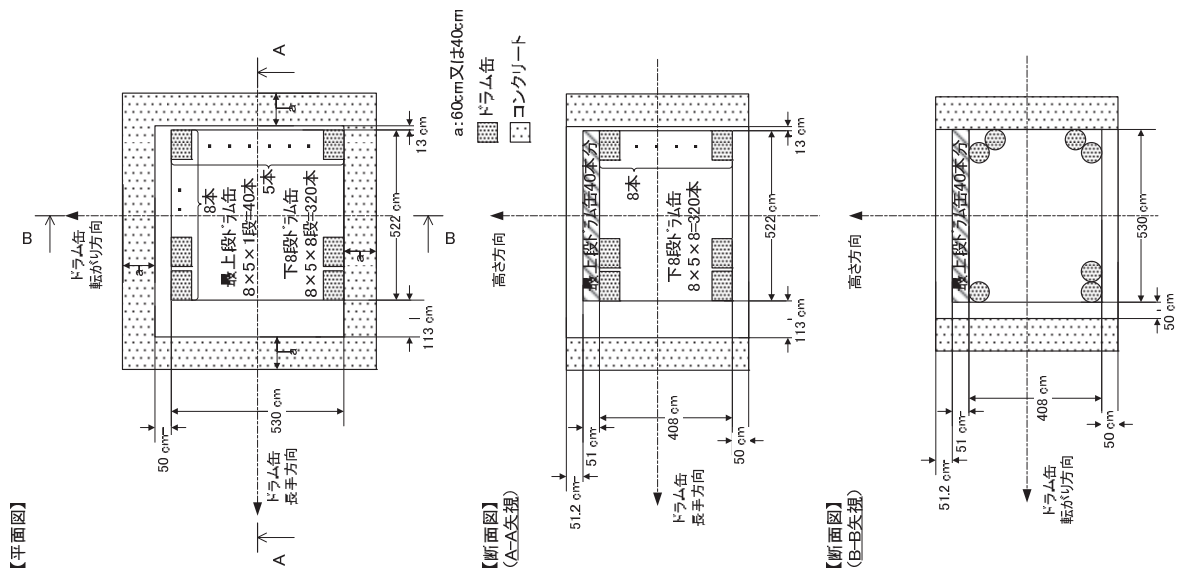


図 5.1.68 ピット1区画の構造模式図(天井開放)

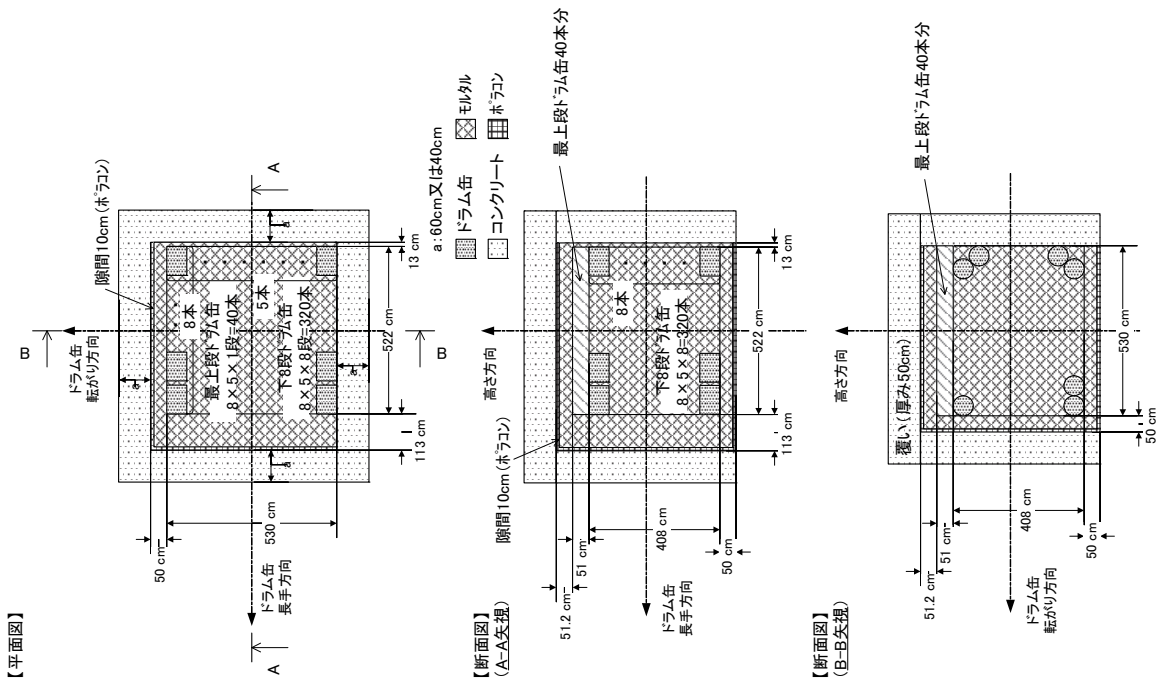


図 5.1.71 ピット1区画の構造模式図 (覆い施工後)

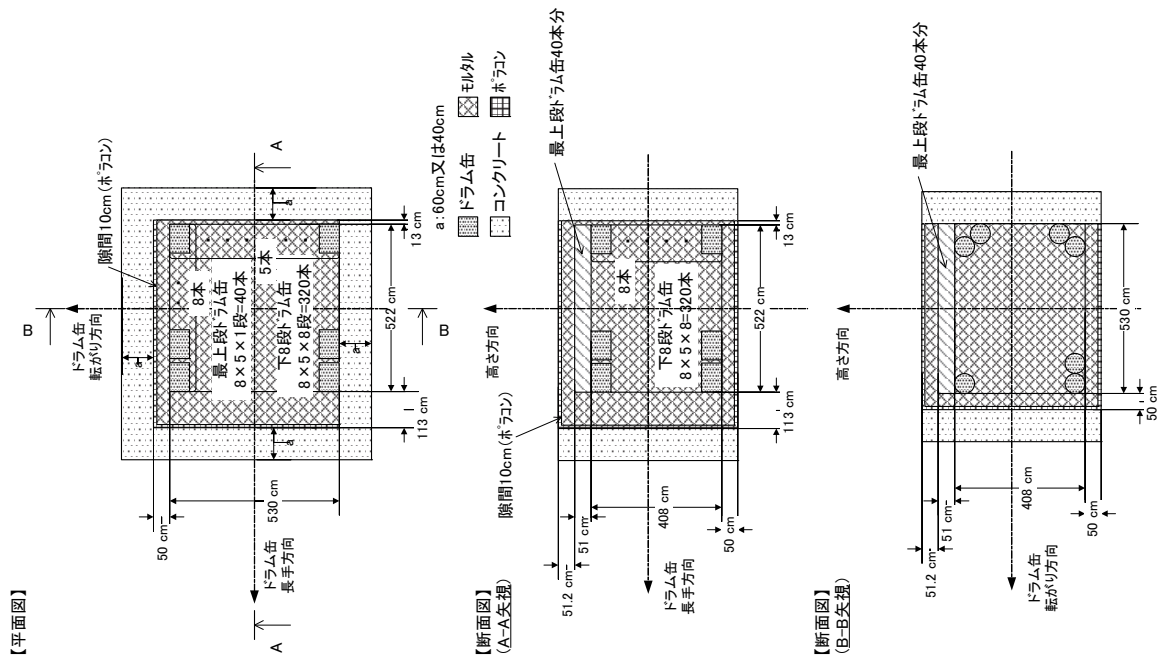
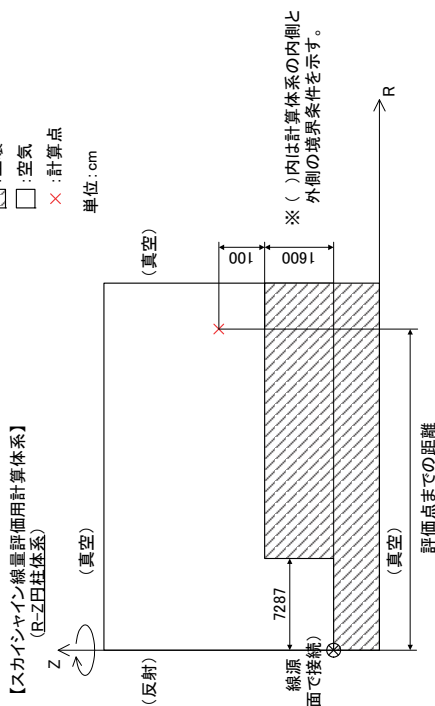
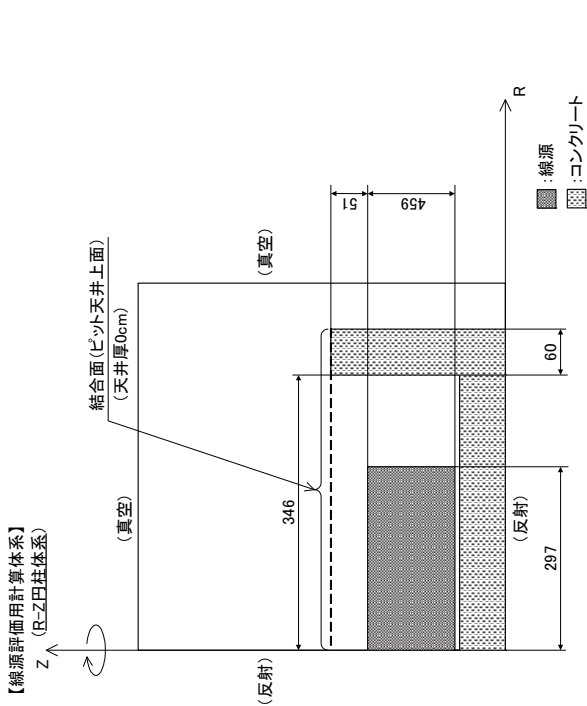
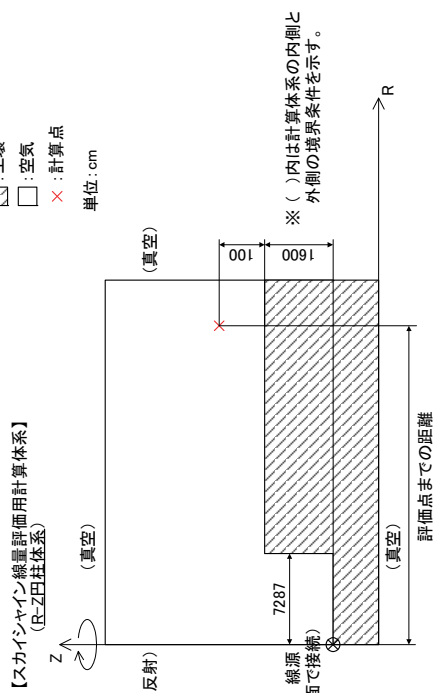
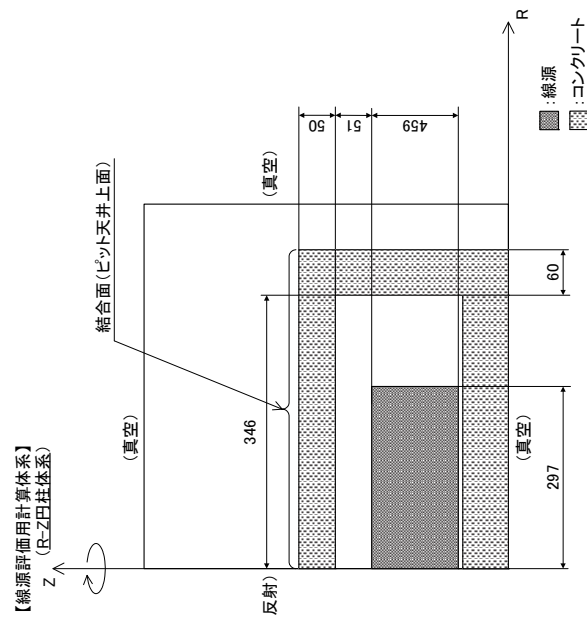


図 5.1.70 ピット1区画の構造模式図 (モルタル充填し、ポーラスコンクリート層設置後(覆い、仮蓋なし))

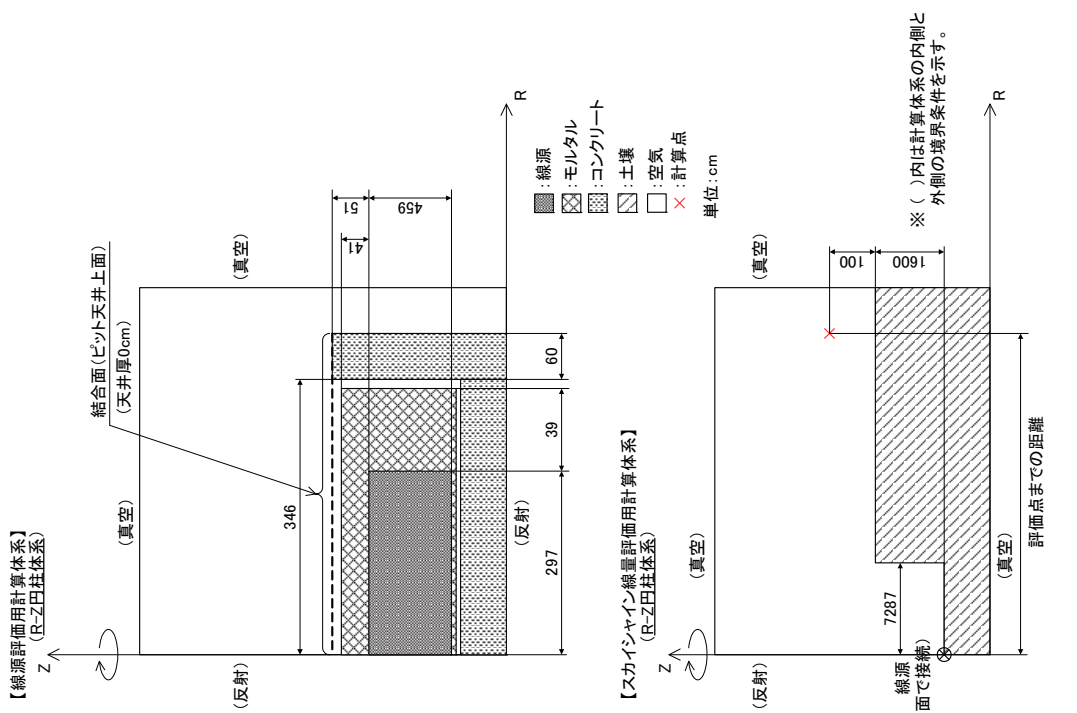


※図 5.1.68 ピット開口部(天井)が解放された状態に対応したモデル

図 5.1.72 線源モデル① (天井開放) のスカイシャインγ線計算モデル

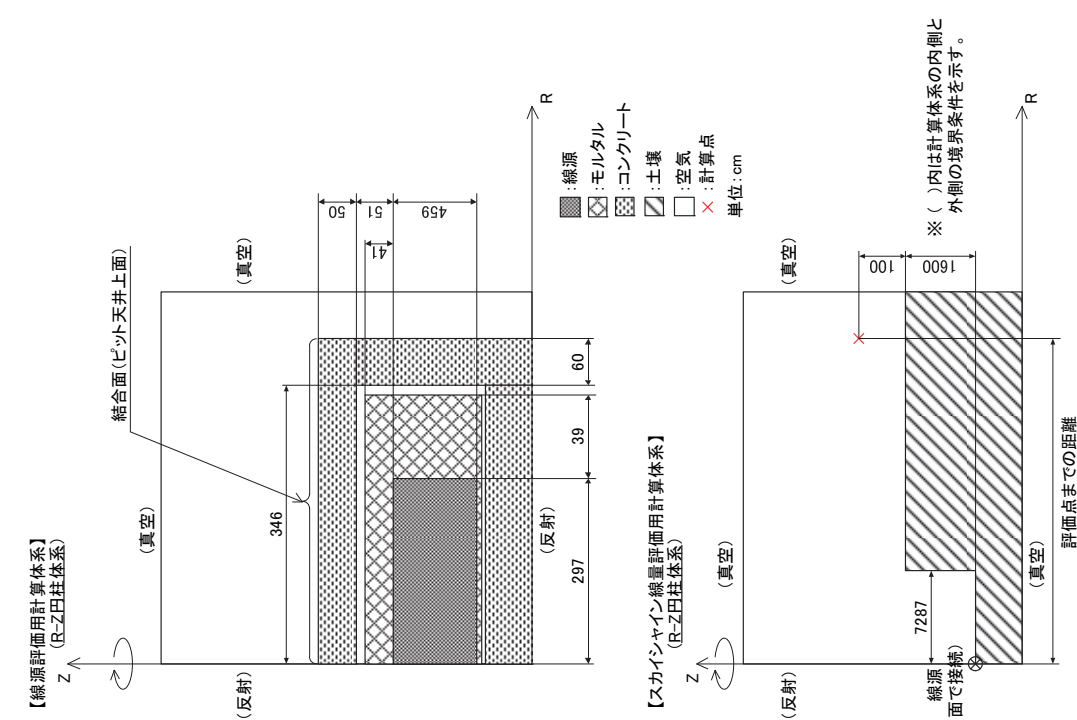
※図 5.1.69 廃棄体定置後ピット開口部に仮蓋が設置された状態に対応したモデル

図 5.1.73 線源モデル② (仮蓋) のスカイシャインγ線計算モデル



※図 5.1.71 廃棄体定置後モルタルを充填し、ビット開口部に覆いを施工した状態に対応したモデル

図 5.1.75 線源モデル④ (覆い) のスカイシャイン γ 線計算モデル



※図 5.1.70 廃棄体定置後モルタルを充填し、ビット開口部にポーラスコンクリート層を設置した状態に対応したモデル

図 5.1.74 線源モデル③ (モルタル) のスカイシャイン γ 線計算モデル

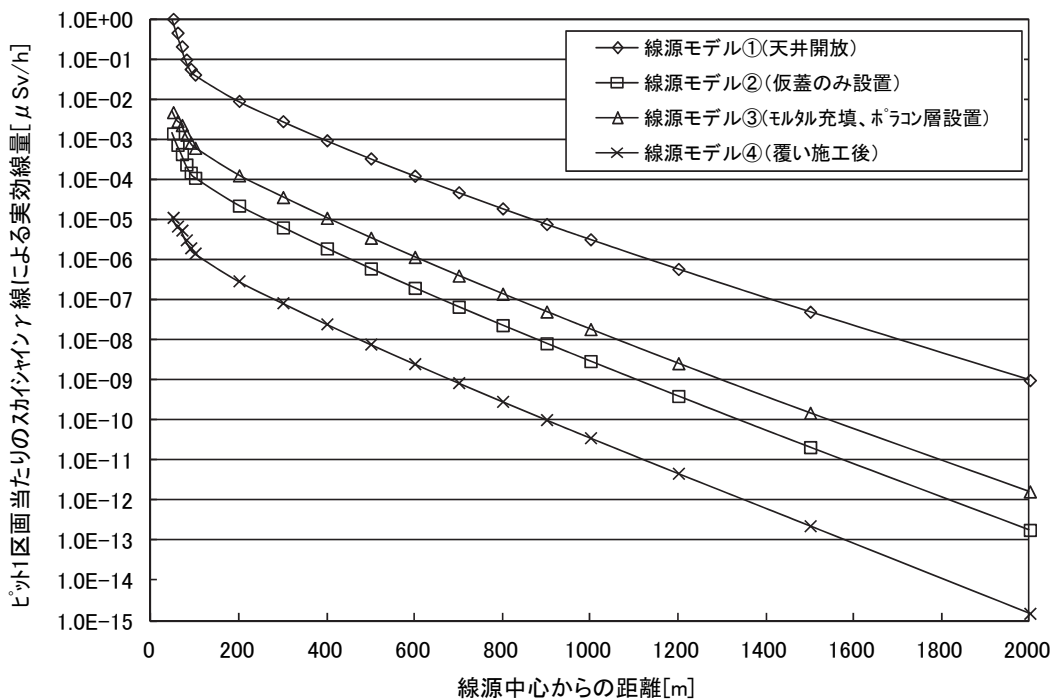


図 5.1.76 ピット 1 区画(線源モデル①～④)のスカイシャイン γ 線計算結果

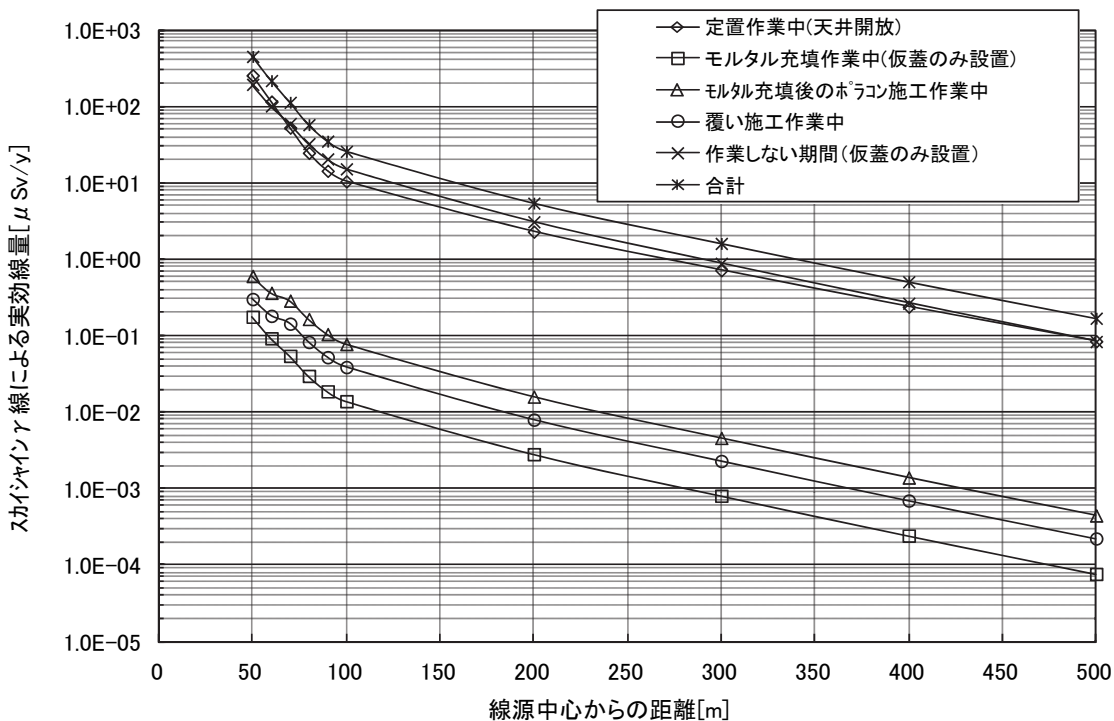


図 5.1.77 作業中のコンクリートピット埋設施設からのスカイシャイン γ 線による実効線量 (18 区画施工/年)

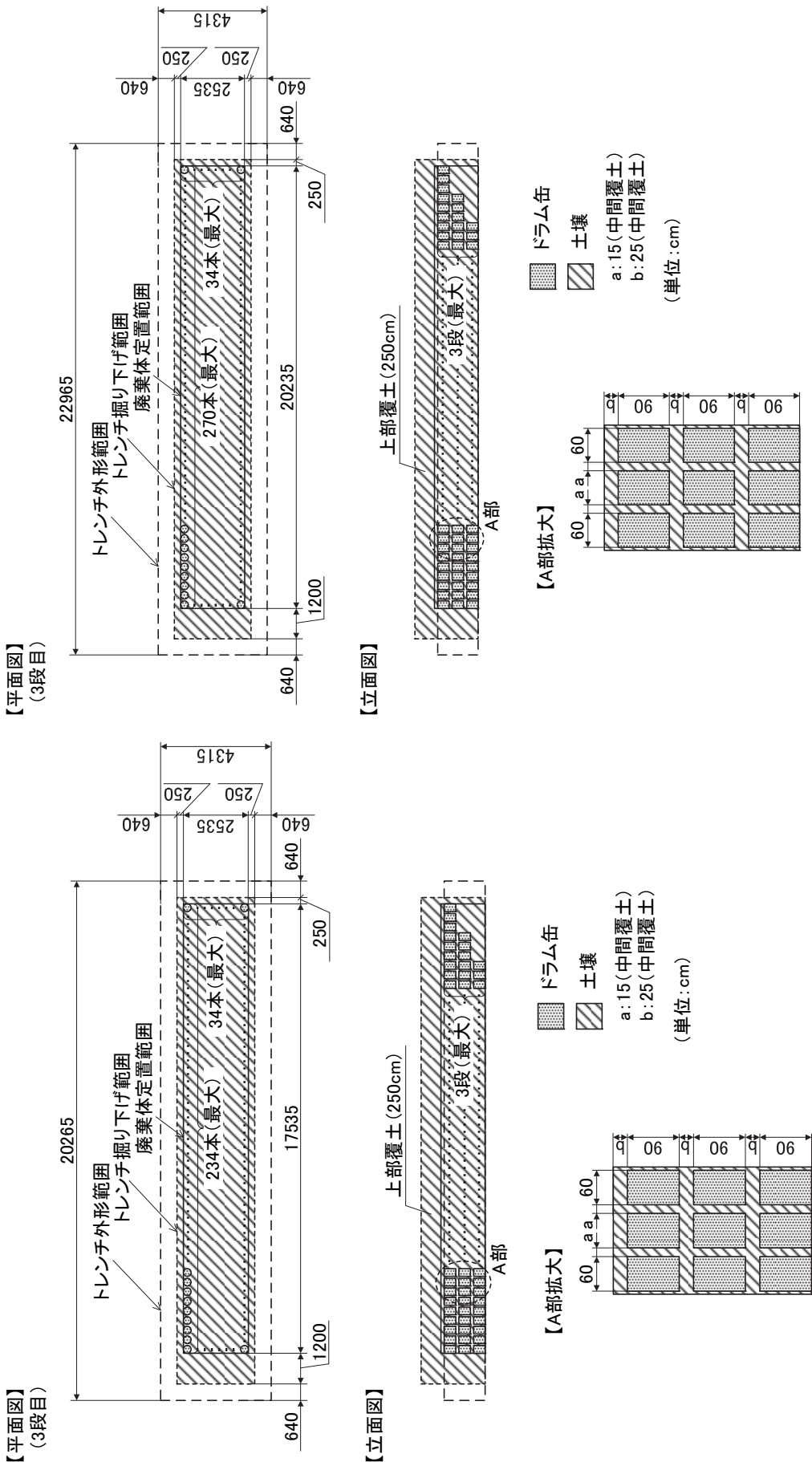


図 5.1.79 S 埋設地/付加機能型トレンチの構造模式図

図 5.1.78 P 埋設地/付加機能型トレンチの構造模式図

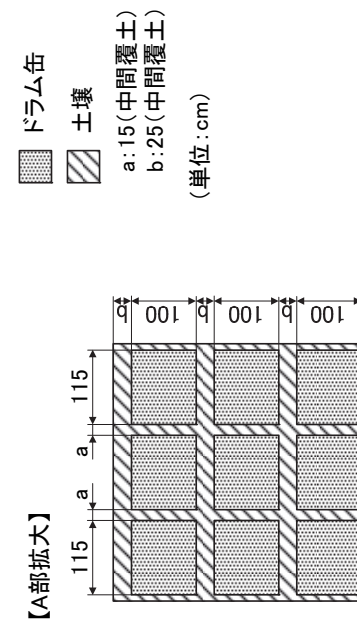
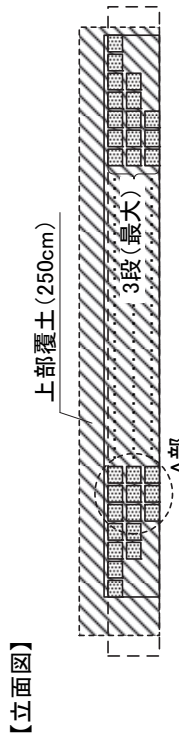
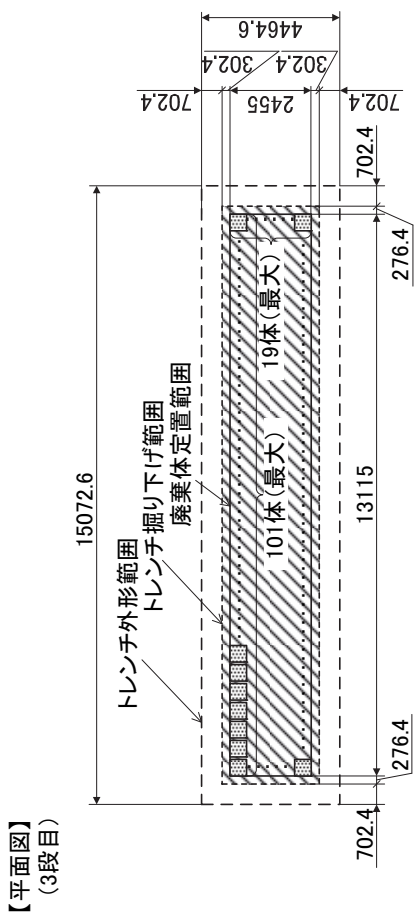
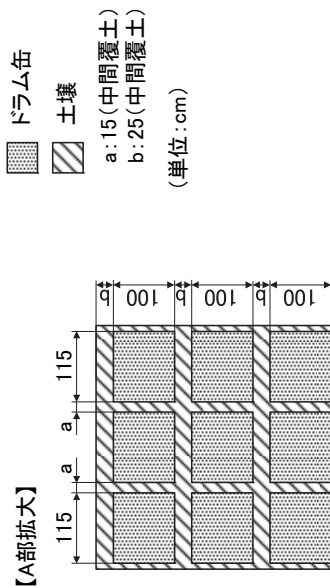
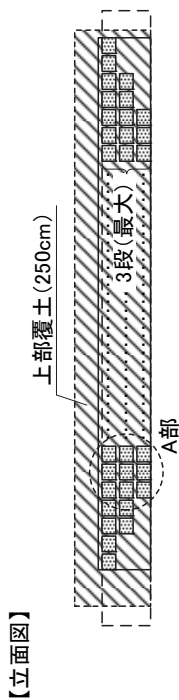
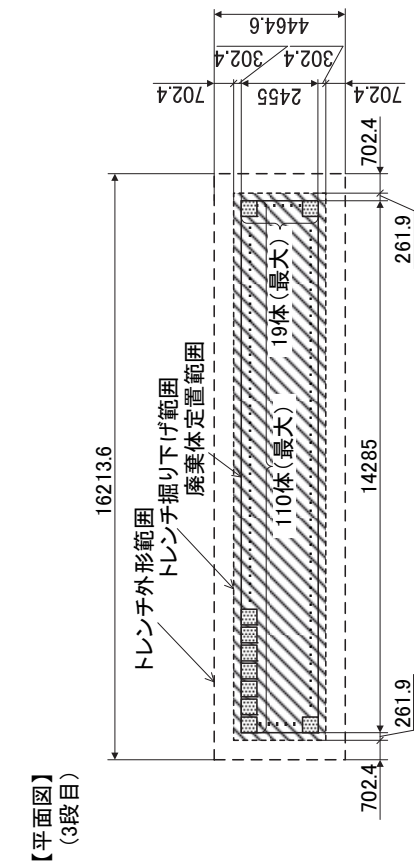


図 5.1.81 S 埋設地/安定型トレンチの構造模式図

図 5.1.80 P 埋設地/安定型トレンチの構造模式図

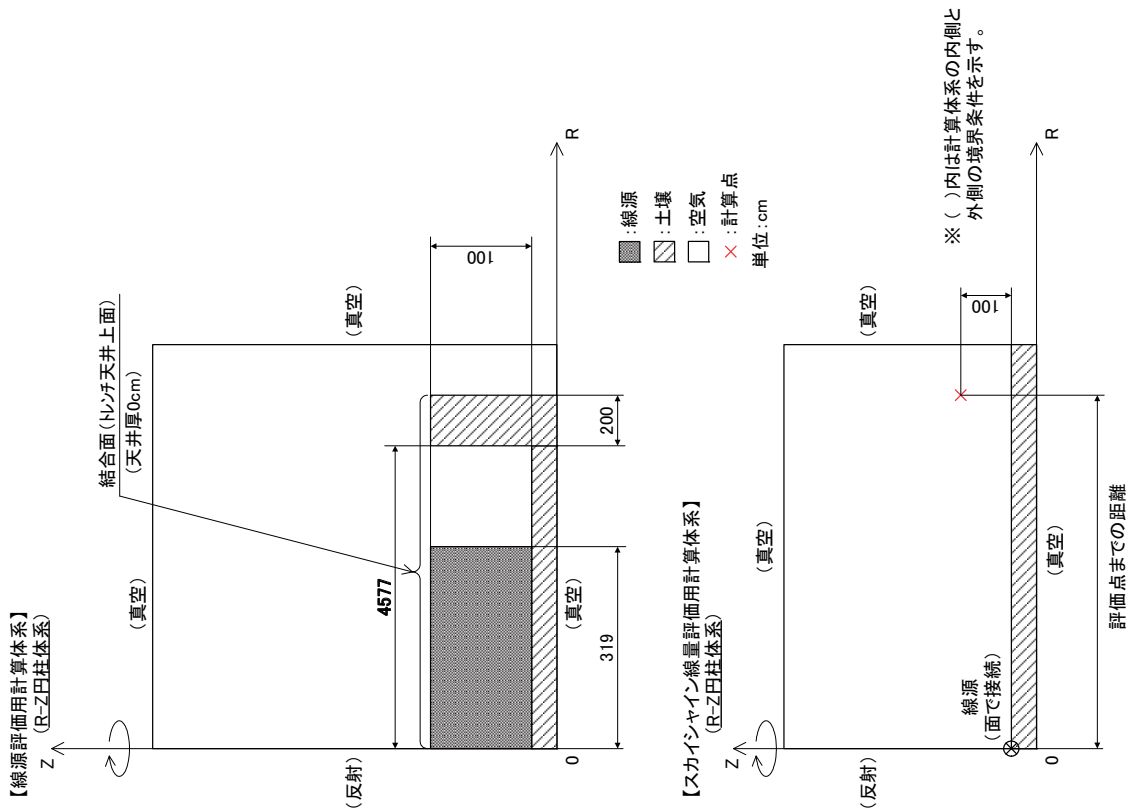


図 5.1.83 線源モデル② (施工中トレンチ) のスカイラインγ線計算モデル

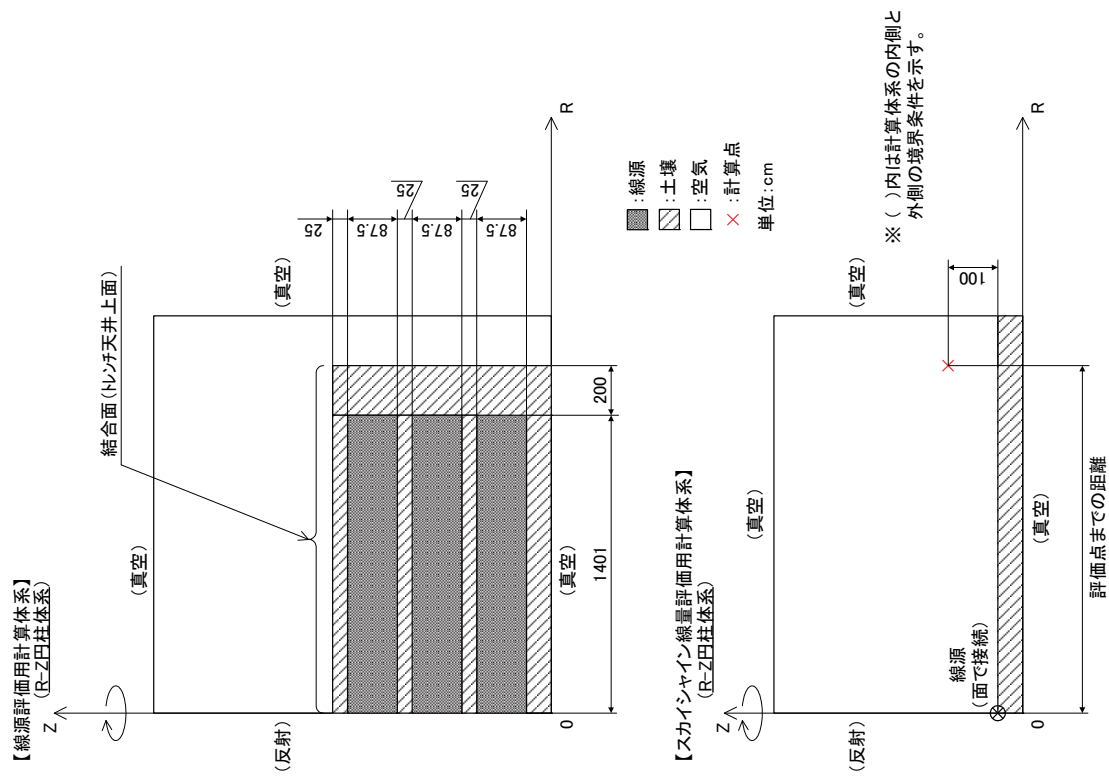


図 5.1.82 線源モデル① (施工済みトレンチ) のスカイラインγ線計算モデル

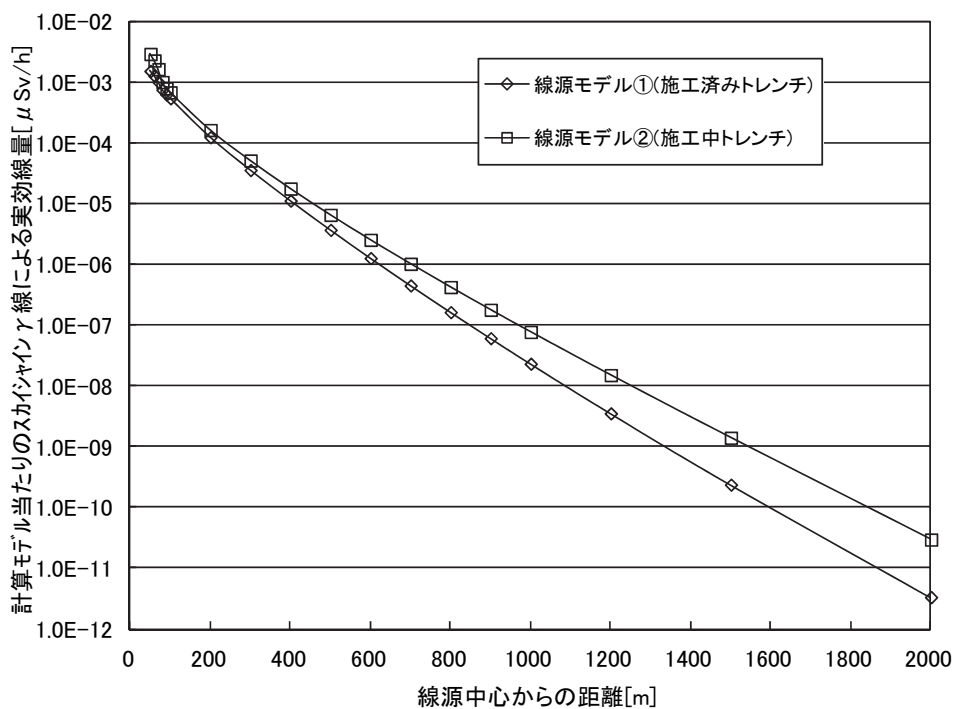


図 5.1.84 トレンチ(線源モデル①及び②)からのスカイシャイン γ 線計算結果

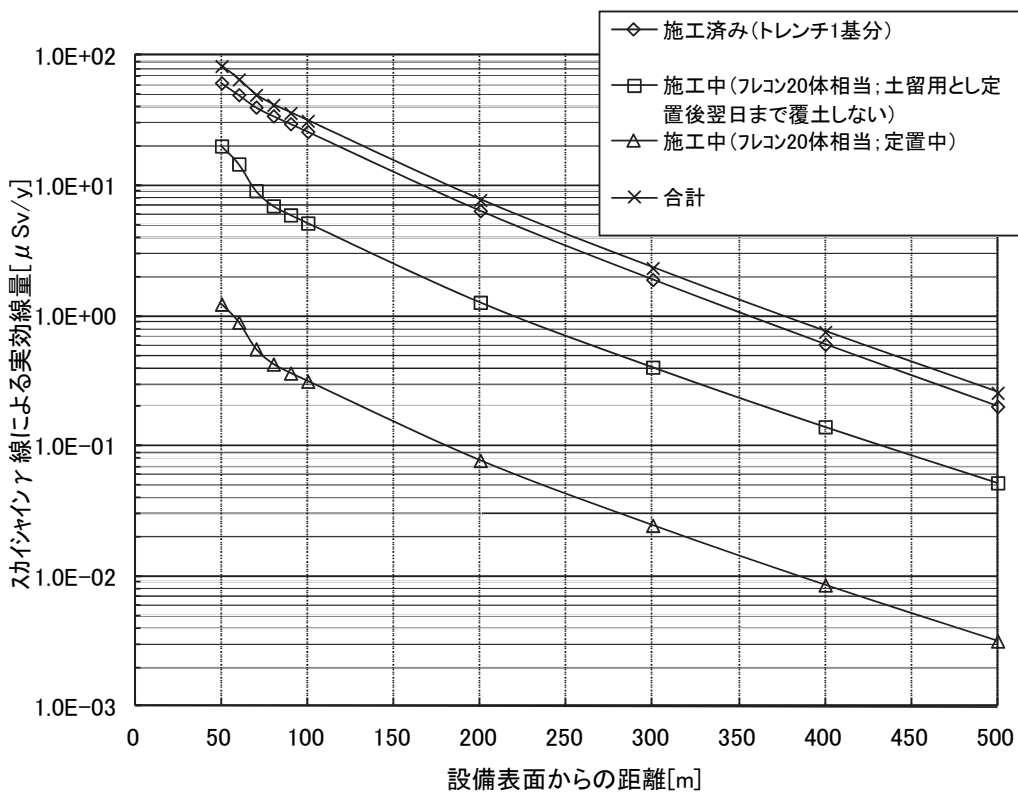


図 5.1.85 P埋設地/付加機能型トレンチ1基からのスカイシャイン γ 線量

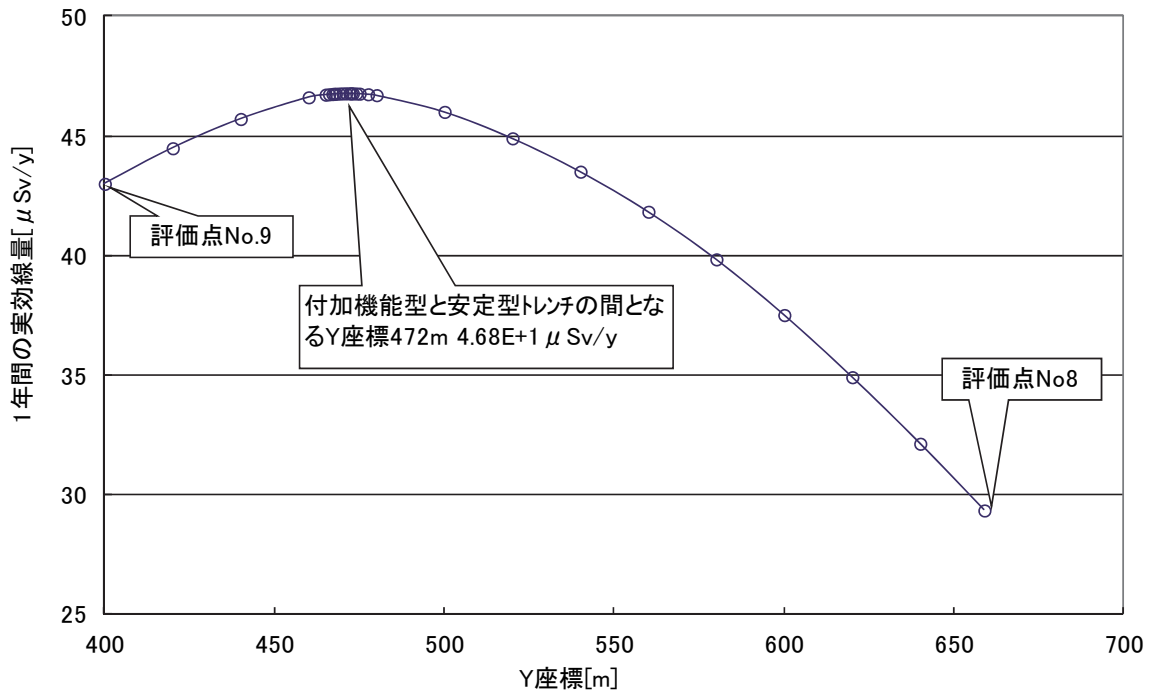


図 5.1.86 評価点⑨-⑧間における1年間の実効線量の最大値

5.2 管理期間終了後の被ばく線量

5.2.1 評価の全体方針

(1) 評価目的と評価の進め方

「管理期間終了後の安全評価」では、コンクリートピット及びトレンチ埋設施設の合理的な設計結果の安全性を確認することを目的とし、管理期間（最終覆土後、トレンチは50年、コンクリートピットは300年）終了後において埋設した放射性廃棄物に起因する一般公衆の被ばく線量について評価を行った。

安全評価シナリオの整理検討にあたっては、原子力安全委員会が平成22年8月に決定した「第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方」²⁾（以下、「安全審査指針」という。）に従うこととした。

また、原子力安全委員会による「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて（平成11年3月）」²⁸⁾（以下、「原子炉CL報告書」という）、「低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について（平成19年5月）」⁷⁾（以下、「濃度上限値報告書」という）及び日本原子力学会による「極めて放射能レベルの低い放射性廃棄物処分の安全評価手法：2006」²⁹⁾（以下、「VLLW学会標準」という）などの標準的な線量評価事例、また、先行施設⁸⁾⁹⁾の線量評価事例を参考とした。

安全評価の前提条件となる立地環境条件については、概念設計の前提条件を設定するために先行して実施した「研究施設等廃棄物の概念設計に供する前提条件の調査及び設定」³⁾に示された自然環境及び社会環境条件を基に設定した。

本項(5.2)の構成は以下のとおりであり、図5.2.1に示す

5.2.1項では、以上の基本方針に従い本評価の進め方を整理するとともに、本評価で適用する線量のめやす値を設定した。

5.2.2項では、立地環境条件、埋設対象廃棄物に含まれる核種ごとの埋設放射能（以下、「放射能インベントリ」という）の前提条件を整理した。さらに、埋設施設の設計に先行して、放射能インベントリに基づくコンクリートピット及びトレンチ埋設施設の基本的な処分概念を踏まえた簡易なモデルによる線量評価を行い、算出された線量の経時変化、最大線量及び最大線量に寄与する核種など、線量評価上の特性を予備的に評価した。（以下、「インベントリ特性評価」という）。その結果をもとに、5.2.3項で実施する安全評価の対応方針の整理、また、埋設施設の設計への基本的な要求事項を整理した。

5.2.3項では、埋設施設の設計結果に基づき、安全審査指針²⁾、原子力安全委員会や先行埋設施設⁸⁾⁹⁾の線量評価事例、5.2.2項におけるインベントリ特性評価の結果を踏まえ、安全評価シナリオの設定を行った。

5.2.4項では、5.2.3項で設定した安全評価シナリオによる線量評価を実施するための線量評価モデル及びパラメーターの設定を行った。

5.2.5項では、線量評価を実施し、コンクリートピット埋設施設及びトレンチ埋設施設の安全性を確認した。

(2) 安全審査指針の適用性

安全審査指針²⁾の適用対象は、原子炉施設及び核燃料サイクル施設の運転及び解体に伴って発生する低レベル放射性廃棄物であり、原子炉等規制法上の第二種廃棄物に区分されるものである。ただし、ウラン系列核種が主な核種となるいわゆるウラン廃棄物については、『自然起源の放射性物質を主たる組成とする放射性廃棄物であり、長期にわたり放射能の減衰が期待できず、かつ、安全性の判断に当たり自然環境中の放射能との関連等も考慮する必要がある』として適用対象外

とされている。

本評価の対象である研究施設等廃棄物は、研究炉等の原子炉施設、核燃料物質使用施設、再処理施設、ウラン濃縮施設及びRI使用施設等から発生する廃棄物から構成され、ウランを主に使用する施設から発生する廃棄物も含まれているが、ウランの放射能濃度は低く濃度上限値報告書⁷⁾で試算された基準線量相当濃度を十分下回っている。また、原子力安全委員会放射性廃棄物・廃止措置専門部会では、トレンチ処分、ピット処分、あるいは余裕深度処分について従来議論されてきた放射能濃度の範囲であれば、新しい安全審査指針は基本的に研究施設等廃棄物の処分に適用が考えられるという議論がなされている³⁰⁾。これらのことより、本評価におけるウランを含む研究施設等廃棄物に対しても、新しい安全審査指針²⁾に基づく安全評価を適用できるものと考えて評価を実施した。また、評価を進めるにあたって、放射能インベントリ特性の把握などを通じて、含まれるウラン核種の影響等を考察し、安全審査指針²⁾の適用性を確認することとする。

(3) 線量のめやす値の設定

本評価におけるめやす線量は、安全審査指針²⁾にしたがって、基本シナリオには $10\mu\text{Sv}/\text{年}$ 、変動シナリオには $300\mu\text{Sv}/\text{年}$ 、さらに人為事象シナリオは被ばくを想定する人に応じて $1\text{mSv}/\text{年}$ 又は事象当たり 10mSv あるいは 100mSv を設定することとする。

なお、稀頻度事象シナリオに関しては、5.2.3項に後述するように、安全審査指針²⁾では、コンクリートピット及びトレンチ処分における位置づけが明確でないために、本評価では対象としないこととした。

5.2.2 安全評価の前提条件

5.2.2.1 前提条件の整理

(1) 埋設施設ごとの放射能インベントリ

本評価の対象とする埋設施設ごとの放射能インベントリ及び各核種の半減期を表5.2.1に示す。これらの中にはウラン核種も含まれているが、ピット、トレンチ埋設対象廃棄物における平均放射能濃度は低く、濃度上限値報告書⁷⁾で試算された基準線量相当濃度を十分下回っている。

なお、処分対象とする廃棄体の数量は、2000ドラム缶換算で、ピット処分対象が22万本、トレンチ処分対象が38万本である。

(2) 想定する立地環境条件

立地環境条件は、我が国の一般的な環境条件等を踏まえ、既往文献³⁾において取りまとめた条件を想定した。この立地環境条件は、安全審査指針²⁾に記されている基本的立地条件を考慮したものである。基本的立地条件のうち、地震、火山、津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等の自然現象に対しては、立地選定によって影響を考慮する必要がないことが確認されているか、もしくは敷地の土工、埋設施設的设计において影響を考慮する必要がない状態とされていることを前提としている。想定した立地環境条件におけるコンクリートピット及びトレンチ埋設処分の想定については、1.項中図1.2に示したものである。

既往文献³⁾より、安全評価に用いる立地条件を以下のように設定した。

- 1) 降雨による浸透水量は原子炉CL報告書²⁸⁾を引用し $400\text{mm}/\text{y}$ とした。
- 2) 地下水位は、表5.2.2に示す地形分類ごとの代表的な範囲³¹⁾から、地表面下5m程度に年平均で位置し、年間を通じて1m程度上下することを想定し、安全評価上は地下水位の深さは4m、土壌層中の帯水層の厚さは2mとした。
- 3) 岩盤層の深さは、既往文献³⁾より地下14mに位置すると設定した。
- 4) 動水勾配は、表5.2.3の地形別動水勾配データ³²⁾の整理結果に示すように2~3%と想定されることから、その中で比較的速い地下水流速を想定し3%に設定した。
- 5) 土壌層の透水係数は、表5.2.4に示す文献データ³³⁾の整理結果では概ね $10^{-6}\sim 10^{-3}\text{m}/\text{s}$ の値と

なった。これを基に、透水性が大きい土壤に着目し、 10^{-4} m/s に設定した。

- 6) 土壤中の地下水流速は、透水係数と動水勾配から、 $100\text{m}/\text{y} = 0.26\text{m}/\text{d} (=1\text{E}-4\text{m}/\text{s} \times 0.03 \times 60\text{min}/\text{h} \times 24\text{h}/\text{d})$ に設定した。この値は、原子炉 CL 報告書²⁸⁾における設定値 $1\text{ m}/\text{day}$ (設定値の幅 $0.01 \sim 100\text{m}/\text{d}$ の中央値) と同程度の値である。
- 7) 岩盤の透水係数は、表 5.2.5 に示す文献³⁴⁾の整理結果を基に、年代を問わないすべての新鮮な岩種で観測されている透水係数から 10^{-7} m/s の値、風化部の透水係数は同表の「風化」区分を参考として 10^{-6} m/s にそれぞれ設定した。
- 8) 地下水の静水圧分布を仮定すれば、岩盤中においても同程度の動水勾配が作用することから、岩盤中の地下水流速は $0.1\text{m}/\text{y} = 10^{-7}\text{m}/\text{s} \times 0.03 \times 60\text{s}/\text{min} \times 60\text{min}/\text{h} \times 24\text{h}/\text{d} \times 365\text{d}/\text{y}$ に設定した。
- 9) 埋設施設周辺には、水の利用が可能な河川が存在すると想定し、埋設施設からの地下水はその河川に流出するとした。河川までの距離は、既往文献³⁾及び原子炉 CL 報告書²⁸⁾の設定値より、施設下端から 100m と設定した。
- 10) 河川の流量は、濃度上限値報告書⁷⁾及び原子炉 CL 報告書²⁸⁾の評価で用いられている $10^8\text{ m}^3/\text{y}$ に設定した。

5.2.2.2 放射能インベントリ特性評価

(1) 目的

本項では、埋設施設の 4. 項の施設設計に先行して、埋設対象廃棄体の放射能インベントリを用いたピット及びトレンチ処分における基本的な処分概念を踏まえた簡易なモデルにより線量評価を実施し、線量評価における最大線量の出現時期、線量への寄与の大きい核種などの線量評価におけるインベントリ特性を把握した。

上記の放射能インベントリ特性評価の結果から、人工バリアの設置等の埋設施設の設計への要求事項を整理するとともに、この結果を 5.2.3 項における安全評価シナリオの検討に用いることとした。

(2) 想定する埋設施設

先行埋設施設⁸⁾⁹⁾の仕様を基に、トレンチ埋設施設は地下水位以浅に設置し、定置した廃棄体の周囲に土砂等を充填し、上部に覆土を敷設する人工バリアを設けない仕様を念頭におき、コンクリートピット埋設施設は、放射性物質の移行を抑制するため、コンクリートピット埋設施設全体が透水性の低い岩盤内となるように設置し、ピットの側部と上面に透水係数の小さいベントナイト混合土層の人工バリアを敷設する仕様を念頭におき、評価モデルを設定した。

(3) 評価モデルの設定

放射能インベントリ特性の把握のため、線量の評価結果とパラメータの影響が把握しやすいように、埋設施設、ベントナイト混合土層、天然バリア及び人の生活環境を簡易化し、以下のように評価モデルを設定した。

1) 施設規模

コンクリートピット埋設施設の大きさは、濃度上限値報告書⁷⁾の基準線量相当濃度の試算(以下、「濃度上限値報告書の線量評価」という。)に用いられた施設高さ 5m 、廃棄物の充填体積割合 (0.16)、埋設対象廃棄体の体積 ($44,000\text{m}^3$) から、相当する幅と長さを計算し、数字を丸めて $200\text{m} \times 200\text{m} \times 5\text{m}$ に設定した。トレンチ埋設施設は、対象廃棄体数量が $380,000$ 本 ($76,000\text{m}^3$) であり、ピット施設と同様の方法で計算するとピット施設より大きくなるが、施設規模が小さい方が施設内の放射能濃度は高くなり保守的な評価となることから、設定を簡略化してピット処分と同じ規模 ($200\text{m} \times 200\text{m} \times 5\text{m}$) に設定した。

2) 埋設施設からの流出モデル

① トレンチ埋設施設

トレンチ埋設施設からの放射性物質の浸出は、施設閉鎖の直後から開始するものとした。放射性物質の浸出モデルは、図 5.2.2 に示すように、トレンチ埋設施設内の放射性物質が降雨による浸透水と施設内の土壌等が分配平衡となることにより浸透水に溶出し、浸透水に伴って施設下方の地下水へ流出する分配平衡モデルとした。分配平衡モデルの説明を添付資料-A に示す。トレンチ施設内で放射性物質の濃度は均一とし、トレンチ埋設施設内の性状は、周囲の土壌と同じ均一な性状とした。

② コンクリートピット埋設施設

コンクリートピット埋設施設からの放射性物質の浸出は施設閉鎖の直後から開始するものとした。放射性物質の浸出モデルは、先行埋設施設の評価事例⁸⁾を参考にすると、図 5.2.2 に示すように、ピット内の放射性物質が浸入した地下水と施設内のコンクリート等が分配平衡となることにより浸入した地下水に溶出し、浸入した地下水に伴って施設下方の岩盤又はベントナイト混合土を通過して施設上方の帯水層土壌層へ流出するモデルが考えられる。ここで、ベントナイト混合土層は、地下水流速の速い帯水層土壌層から施設への地下水の浸入量及び浸入した地下水の土壌層への浸出量を抑制する人工バリアである。

インベントリ特性評価では、放射能インベントリが線量評価に及ぼす特性及び人工バリアの施設設計における必要性を判断するために簡単なモデルで評価することを目的としていることから、コンクリートピット埋設施設からの浸出モデルは、トレンチ埋設施設と同様の浸出モデルとし、ベントナイト混合土層の地下水の浸入抑制の効果として施設への浸入水量をトレンチ埋設施設より 1/10 低く設定して評価を行うこととした。

なお、ピットが有する核種の閉じ込め機能は、操業段階及び管理期間の初期において期待される機能であり、本評価は管理期間終了後の線量を把握することを目的としているため、その機能を考慮しないこととした。

③ 天然バリア中の核種移行モデル

図 1.2 に示すように、トレンチ埋設施設とコンクリートピット埋設施設の設置深度が異なることから、核種が移行する天然バリアが異なるが、本評価では、インベントリ特性と各施設の人工バリアの必要性を判断するため、両施設に同じ天然バリアを設定した。

施設から浸出した放射性物質は、原子炉 CL 報告書²⁸⁾を参考に、厚さ 3m の帯水層土壌を移行するものとした。天然バリアの地下水流速は 1m/d (ダルシー流速) とした。

埋設施設から浸出した放射性物質の天然バリア中の移行及び生活環境中での線量評価モデルの概念図を図 5.2.3 に示す。

④ 生活環境

施設から浸出した放射性物質は帯水層を移行して、施設下端から 100m 離れた河川に流入するものとした。河川流量は、立地環境条件(5.2.2.1 項)と同じ設定($10^8\text{m}^3/\text{y}$)とした。

(4) 評価経路及び被ばく形態の設定

埋設施設の線量評価において代表的と考えられる「濃度上限値の線量評価」に用いられた評価経路の中から埋設地の利用(以下、「跡地利用」という。)、放射性物質が移行する地下水や河川水の利用(以下、「地下水等の利用」という。)及び放射性物質が移行した河川岸土壌の利用(以下、「河川岸利用」という。)を想定し、被ばくの三形態である外部被ばく、吸入による内部被ばく及び経口摂取による内部被ばくを設定して線量評価を実施した。

「跡地利用」、「河川岸利用」における外部被ばく及び吸入による内部被ばく形態では、「濃度上限値の線量評価」において居住シナリオよりも厳しい条件となる建設シナリオの評価経路を設定した。

経口摂取による内部被ばく形態では、居住シナリオにおける農作物摂取経路を設定した。「地下水等の利用」の場合では、地下水等を直接飲用する評価経路として、「濃度上限値の線量評価」では地下水シナリオにおける河川水飲用が考えられるが、より厳しい条件となる原子炉 CL 報告書²⁸⁾で実施された「井戸水飲用」の評価経路を設定した。

また、食物の摂取については、地下水シナリオにおける河川産物摂取の評価経路を選定した。表 5.2.6 に線量評価を実施した評価経路及び被ばく形態を示す。

(5) 評価パラメータの設定

1) 元素に依存しないパラメーター一覧

評価に用いた埋設施設、天然バリア、評価経路及び被ばく形態に対する評価パラメータのうち元素に依存しないパラメータを、その設定方法とともに整理して表 5.2.7 に示す。

2) 元素依存パラメーター一覧

評価に用いた元素依存パラメータ（農作物への移行係数、河川産物への濃縮係数及び土壌への分配係数）及び線量換算係数を、設定値の設定根拠とともに添付資料-B に示す。

移行係数及び濃縮係数は、「濃度上限値報告書の線量評価」に用いられた値から引用し、同報告書⁷⁾にて評価対象でない核種は、「余裕深度処分の安全評価手法、AESJ-SC-F012-2008(2008)、日本原子力学会」³⁵⁾（以下、「L1 学会標準」という。）、VLLW 学会標準²⁹⁾及び IAEA の報告書等³⁶⁾に基づいて設定した。

帯水層土壌への分配係数は、原子炉 CL 報告書²⁸⁾の値を設定し、評価対象でない元素については VLLW 学会標準²⁹⁾から設定した。

作業者及び一般公衆の内部被ばく線量換算係数は ICRP Pub. 68³⁷⁾及び ICRP Pub. 72³⁸⁾の値をそれぞれ設定した。外部被ばく線量換算係数は、評価モデルを考慮して「濃度上限値報告書の線量評価」におけるトレンチ処分に対する設定値とした。当該報告書⁷⁾に記載がない核種(A1-26, Cd-113m, Ba-133, Hf-182)は、それぞれ γ 線エネルギーの類似を考慮して Co-60, Tc-99, Cs-137, Ho-166m の値に設定した。

(6) 評価結果及び考察

トレンチ埋設施設及びコンクリートピット埋設施設の各被ばく経路に対する管理期間終了後の最大線量及び線量への寄与が大きい核種の評価結果を表 5.2.8 及び表 5.2.9 に示す。また、それぞれの被ばく経路に関する線量の時間変化を図 5.2.4 に示す。

河川岸の利用の評価経路における線量は、トレンチ処分、ピット処分ともに、跡地利用の評価経路に比べて十分小さくなったため、跡地利用と地下水等の利用の各評価経路における線量の最大値の出現時期、線量への寄与の大きい核種に着目して、線量評価及び施設設計で対応すべき項目を表 5.2.10 及び表 5.2.11 に整理した。これらの評価結果から、安全確保のための施設設計への要求事項及び線量評価の方針は以下のとおりである。

- 1) コンクリートピット埋設施設では、人工バリアによる施設の浸入出水量の低減効果を考慮して、浸透水量をトレンチ施設の 1/10 に設定して評価した結果、めやす線量を満足する結果が得られた。これより、施設の浸入出水量を低減するための機能が必要と考えられ、先行施設⁸⁾でも用いられているベントナイト混合土を敷設し、ピットへの浸入水量の低減を図ることが必要である。
- 2) 跡地利用の評価経路では、コンクリートピット及びトレンチ埋設施設ともに施設規模・覆土を考慮しない極端な評価を行った結果、ピット処分の建設作業の吸入被ばくでめやす線量以上となった。このため、施設設計に基づく線量評価では、設計結果に基づく施設規模及び上部覆土を考慮して実施し、めやす線量以下となることを確認する。
- 3) 図 5.2.4 におけるコンクリートピット及びトレンチ埋設施設の線量の経時変化を比較すると、トレンチ埋設施設からの核種漏出がより早い時期に開始されるため、施設の配置を検討する際、

トレンチ埋設施設が地下水の流動方向に対して下流側、コンクリートピット埋設施設が上流側となるように配置することが望ましい。

- 4) 図 5.2.4 に示されるとおり、多くのシナリオにおいて時間の経過とともに線量の減少傾向がみられ、最大線量の時期は、トレンチ処分で管理期間終了直後(50 年後)、ピット処分でも最大線量の時期は数百年オーダーの結果が得られた。これより、評価対象とする放射能インベントリでは、ウラン等の長半減期核種に起因する長期的なビルドアップによる線量の影響は有意ではないと言える。また、このインベントリ特性評価における最大線量の時期を踏まえ、施設設計に基づく線量評価における評価期間を設定することとする。
- 5) 本評価結果では、多くのシナリオにおいて安全審査指針²⁾に示された基本シナリオのめやす線量(10 μ Sv/y)の範囲内であった。また、めやす線量を超える一部のシナリオについても、表 5.2.10 及び表 5.2.11 に示す評価及び設計対応により、めやす線量を満足する見込みがあると考えられる。したがって、本評価における放射能インベントリでは、安全審査指針²⁾のめやす線量を満足する見通しが得られたと考えられる。

5.2.3 安全審査指針に基づく安全評価シナリオの検討

5.2.3.1 検討方針

第二種廃棄物埋設施設の管理期間終了後の安全評価については、安全審査指針²⁾において余裕深度処分も加えた管理型処分全般を対象として新たな方向性が示された。今後、第二種埋設施設の設計に係る安全評価はこの考え方を踏まえる必要がある。また、新たな安全審査指針²⁾に加え、その決定過程で取りまとめられた安全評価において今後考慮すべき報告を以下に示す。

- (1) 平成 22 年 8 月 5 日、同委員会放射性廃棄物・廃止措置専門部会でとりまとめられた「余裕深度処分の管理期間終了以後における安全評価に関する技術資料」³⁹⁾(以下、「専門部会資料」という。)
- (2) 平成 22 年 4 月 16 日、同委員会第二種廃棄物埋設検討小委員会で整理された「“第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方(仮)”⁴⁰⁾に記載する評価シナリオの整理」(以下、「埋設小委資料」という。)

上記のうち、「専門部会資料」³⁹⁾は、対象を余裕深度処分として、その評価の具体的な取扱いに関して整理したものであり、「埋設小委資料」⁴⁰⁾は、安全審査指針²⁾が求める安全評価シナリオのピット処分とトレンチ処分に対する適用の要否に関して整理したものである。

上記の資料をもとに概念設計における立地条件(5.2.2.1 項)及び廃棄体のインベントリ特性(5.2.2.2 項)を踏まえて、実施する安全評価シナリオの区分及び状態設定の基本的な考え方について検討する。

5.2.3.2 評価対象とする安全評価シナリオ

安全審査指針²⁾では、安全評価シナリオを、基本シナリオ、変動シナリオ、稀頻度事象シナリオ、人為事象シナリオの 4 つのシナリオ群に区分している。「埋設小委資料」⁴⁰⁾は、これらのうちピットあるいはトレンチ処分に適用すべきシナリオ群を、各々の処分概念の特徴を踏まえ、表 5.2.12 のように示している。ピット処分については、基本シナリオ、変動シナリオ、人為事象シナリオが評価対象とされ、また、トレンチ処分については、基本シナリオ、変動シナリオが評価対象とされている。

これらに基づき、本概念設計に適用する安全評価のシナリオ群としては、ピット処分については、基本シナリオ、変動シナリオ、人為事象シナリオの 3 つのシナリオ群とし、トレンチ処分については、基本シナリオ、変動シナリオの 2 つのシナリオ群とした。

5.2.3.3 評価期間及び地質環境に係る状態設定

立地条件及び廃棄体のインベントリ特性を踏まえ、安全評価における評価期間について整理した。

本概念設計における立地条件(5.2.2.1項)は、我が国の一般的な条件を有しており、安全審査指針²⁾に示される基本的立地条件を満足している。このため、地震、火山、津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等の自然現象に対しては、立地選定によって影響が小さいことが確認されているか、もしくは埋設施設の設計において対応可能なことを前提とすることができる。したがって、管理期間である数百年程度の期間内に、これらの自然現象によって埋設施設が直接影響を受けることを想定する必要はないと考えられる。

また、サイトが被る長期的な変動は、プレート運動に起因する事象と気候変動に起因する事象に大別され、「専門部会資料」³⁹⁾によると、我が国に関する現在の知見としてそれぞれ次のように整理されている。

日本列島の現在のテクトニクスが成立した時期は、地域ごとに異なるものの、おおむね新第三紀鮮新世から第四紀更新世であり、地殻変動(隆起・沈降量の地域性・変動速度、断層の変位方向・速度、断層活動の場の移動等)の傾向や火山活動は、数十万年から数百万年間にわたって著しい変化が認められていない。

気候変動は、2～4万年程度の小さな変動の繰り返しを含み十万年程度で氷期-間氷期サイクルが周期的に繰り返す特性があり、(略)

これらの長期自然事象に係る現在の知見を踏まえると、管理期間終了後から1万年程度までの間に、プレート運動、気候変動によって処分施設が直接的に影響を被る可能性は低いと考えられる。また、インベントリ特性評価(5.2.2.2項)の結果では、対象廃棄物に含まれる長半減期核種やウランとその子孫核種の生成も含めて評価したところ、最大線量が算出される時期は、子孫核種の生成と累積量が多いピット処分の場合でも数百年オーダーであることから、対象廃棄体の浅地中処分においては、上記の長期自然事象が影響を与える時期に至るまでに、ウラン核種等の長半減期核種からの影響が最大値となる時期は過ぎていると考えられる。

このように、立地条件(5.2.2.1項)及び廃棄体のインベントリ特性(5.2.2.2項)に関する考察に基づけば、対象廃棄体の浅地中処分の安全評価期間は、管理期間終了後1万年程度以内で十分であると考えられる。この期間においては、我が国の長期自然事象(プレート運動、気候変動)は比較的安定している。したがって、本安全評価の評価期間は1万年程度と想定し、基本シナリオの自然環境の状態設定としては現在の状態が継続することを前提とすることとした。

その一方で、1万年程度の期間を超えた長期自然事象としては、隆起侵食等の不確かさや変動要因などによる潜在的な影響が想定される。このため、1万年を超えて生じる長期的な状態設定に係る影響については、基本シナリオに対する変動シナリオとしてその影響を確認することとした。

5.2.3.4 基本シナリオの検討

安全審査指針²⁾によれば、基本シナリオは、『科学的に確からしいシナリオ想定に基づく評価によって、埋設した放射性固体廃棄物に起因して発生すると想定される放射性物質の生活環境に及ぼす影響が、無視できるほど軽微であることの科学的蓋然性を示すこと。』とされている。基本シナリオにおいては、前節の結果、1万年程度の評価期間を念頭に置いていることから、想定されるサイト条件が大きく変動しないことを前提に自然環境、生活環境及び埋設施設の状態設定を行うことが適切であると考えられる。

安全審査指針²⁾では、地下水シナリオ、ガス移行シナリオ、土地利用シナリオについて、基本

シナリオを評価することと示されている。このうち、本項では、地下水シナリオ及び土地利用シナリオについて示すこととし、ガス移行シナリオの取扱いについては、5.2.3.7 項で後述する。

(1) 埋設施設の状態設定

1) トレンチ埋設施設

トレンチ埋設施設は、人工バリアを設置しない施設であり、廃棄体周囲の充填には周辺と同等の土壌を用いるため、廃棄体を定置して充填した層（以下、「廃棄体層」という。）及び上部の覆土は同一の性状に設定し、浸透水が通過する状態を想定する。

トレンチ埋設施設は、一部遮水シートを設置した施設を設計したが、長期間にわたり遮水シートの防水機能が維持されることを想定することが現状困難であるため、本評価では、遮水シート設置したトレンチは、遮水シートを設置しないトレンチと同じとして取り扱った。

2) コンクリートピット埋設施設

コンクリートピット埋設施設は、鉄筋コンクリート製のピット構造体に放射性廃棄物をセメント等で固化した廃棄体を収納し、廃棄体とピット構造体の隙間はモルタルで充填されている構造である。ピット全体の上面と側面を厚さ2mのベントナイト混合土で覆い、その後、地表まで周辺と同程度の地質の岩盤及び土壌で埋め戻す設計である。

充填材に使用されるモルタルは、硬化収縮によるひび割れが発生するが、ひび割れが連続した亀裂ネットワークを形成しなければ小さな透水係数を期待でき、地下水等の浸入を防止する機能を期待することができる。しかし、ひび割れが連続した亀裂ネットワークを形成すると、そこを浸入した地下水が選択的に流れるため、低い透水係数を期待することが困難となる。加えて、廃棄体層には、施工初期に発生する上記のひび割れだけでなく、廃棄体と充填モルタルの間に隙間が存在する可能性がある。施工初期だけでなく、処分後の長期間の経過を考慮すると、これらのひび割れや隙間には、土圧などの外力に加え、地震動による外力、鉄筋や廃棄体容器などの鋼材腐食に伴う体積膨張による内的な外力も作用し、ひび割れが進展する可能性がある。

このような長期的なひび割れ挙動に伴う透水係数等の変化に関しては、鉄筋コンクリートにおいても同様であり、セメント水溶性成分の溶脱によって強度が低下するとともに鉄筋の腐食や土圧などによる外力が作用してピットに貫通した通水経路が形成されれば、低い透水係数を期待することは困難になる。

したがって、本評価では、保守側に考え、廃棄体層は亀裂ネットワークが形成され、鉄筋コンクリート製の埋設設備(ピット)には廃棄体等とピット外側を繋ぐ貫通ひび割れのような連続した通水経路が存在すると想定して、高い透水係数を示す状態に設定した。ただし、物理的には、止水性を示さないとしても、外力に対する剛性は維持しており、化学的にはセメント系材料として核種収着を想定し、その分配係数を安全評価で考慮する。

次に埋設設備(ピット)の周囲に敷設されたベントナイト混合土のピットへの地下水流入を抑制する機能の状態設定について検討する。ベントナイトの長期的な変質に関しては、Na型ベントナイトのCa型化やアルカリ変質による含有モンモリロナイト等の溶解と二次鉱物生成などの知見が収集整備され、その技術的な知見に基づく予想では、ベントナイトはセメントと接する部分では変質が進み、溶解に伴うモンモリロナイトゲル密度の低下によって透水係数が大きくなるものの、セメントから離れた部分での変質は顕著ではなく、層全体としての透水係数は施工時の値から大きくは変化しないという結果が得られている。例えば、ベントナイト混合土の透水係数が施工目標値で 10^{-10} m/sであった場合、L1学会標準³⁵⁾に示された長期的な変質を考慮した解析結果を参照すると、セメントに接触している部分の透水係数は大きくなるものの、変化は部分的であり、層全体の透水係数は大きくなったとしても1桁以内となる試算結果が示されている。

このため、ベントナイト混合土については、施工初期の状態に基づく透水係数に長期的な変質による透水係数の変化をあらかじめ評価期間当初から考慮することによって、安全評価における状態を設定した。

(2) 基本地下水シナリオ

1) 地下水シナリオの時間段階の評価方針

安全審査指針²⁾では、地下水シナリオの評価における時間段階について、余裕深度処分を行う場合は、過渡的な期間、多重バリアの機能に期待する期間、主に天然バリアの機能に期待する期間、廃棄物埋設地が地表付近に近接することが想定される期間の4段階に分けて行うことを基本とし、ピット及びトレンチ処分を行う場合は、これを参考に設定すると示されている。また、「埋設小委資料」⁴⁰⁾によれば、『コンクリートピット処分、トレンチ処分においては、地表付近への埋設を前提とした処分であることから、「主に天然バリア機能に期待する期間」と「埋設施設が地表付近に近接することが想定される期間」を統合してひとつの時間段階、例えば「埋設施設が地表付近に近接した状態で主に天然バリア機能に期待する期間」として評価することが考えられる。』とされている。これより、4つの段階のうち、後段の2つの段階については、統合して考えることとした。

また、初期の段階である「過渡的な期間」とは、埋設施設及び周辺の地質環境の状態変化が安定的な状態に移行する期間であり、「多重バリア機能に期待する期間」とは、長期的に安定な地質環境のもと埋設施設の状態変化が緩慢に変遷していく期間と示されている。本評価では、コンクリートピットに低透水性や低拡散性を設定せず、また、ベントナイト混合土では、長期的な変質を考慮した透水係数を設定することから、初期の2つの段階を考慮する期間における放射性物質の移行抑制をほとんど考慮しない評価となっていると考えられる。さらに、もともと地表付近に近接した施設であることを踏まえ、これらの2つの段階についても埋設当初から後段の段階に含め、「埋設施設が地表付近に近接した状態で主に天然バリア機能に期待する期間」として一つの時間段階で評価することとした。

2) 評価経路の設定

評価経路の設定に当たっては、原子力安全委員会や先行埋設施設⁸⁾⁹⁾における評価事例を調査して、評価上重要な経路に抜け落ちがないように選定した。具体的な評価事例には以下を挙げる。

① 原子力安全委員会における埋設処分等規制評価事例

- a. 濃度上限値報告書の線量評価事例⁷⁾
- b. クリアランスレベルを算出したシナリオのうち埋設シナリオの算出事例

② 埋設事業評価事例

- a. 六ヶ所低レベル放射性廃棄物貯蔵センター廃棄物埋設事業許可申請書⁸⁾
- b. 日本原子力研究開発機構原子力科学研究所廃棄物埋設事業許可申請書⁹⁾

これらの評価事例の評価経路を参考に、設定した立地条件に基づいてシナリオ・評価経路を設定した。

地下水シナリオについては、原子炉 CL 報告書²⁸⁾の評価では井戸水を利用する評価経路が選定されているが、設定した立地条件では、埋設地から100m離れた地点に水の利用が可能な河川があることを想定しており、「濃度上限値報告書の線量評価」、先行埋設施設⁸⁾⁹⁾の安全評価においても、一般的と考えられる事象において埋設施設周辺の河川、沼、海等の水利用または水産物の摂取を想定している。したがって、埋設施設から浸出した放射性物質を含む地下水が埋設施設周辺の河川に流出し、その河川水の利用を基本シナリオとして設定した。

河川水の利用における評価経路は、「濃度上限値報告書の線量評価」及び原子炉 CL 報告書²⁸⁾の評価を踏まえて、飲用、水産物摂取、農作業(外部及び吸入による内部被ばく)、農作物摂取及び畜産物摂取を対象とすることとした。牧畜作業は、農作業と評価パラメータが類似しているこ

とから、農作業で代表することとした。

農作物摂取では、河川水を灌漑に用いる農業で生産されたものを摂取すると想定した。我が国における灌漑農業では、稲作が一般的であり、また、米は主食である。米以外の野菜は、灌漑ではなく降雨等で栽培が可能であるため、必ずしも放射性物質が移行した灌漑水で生産するとは限らないと考えられる。したがって、放射性物質が移行した灌漑水により生産した米を年間消費する評価経路を設定した。

畜産物については、畜種別には、酪農、肉牛、養豚、養鶏が代表的である。この中で、牛肉等を食用とするには、加工工程を要することから、年間で放射性物質が移行した河川水を利用して生産された肉牛等だけを摂取する可能性は低いと考えられる。牛乳や卵を自家消費することにより、年間で放射性物質が移行した河川水を利用して生産された牛乳や卵だけを摂取する可能性が考えられ、このうち、酪農の方が養鶏よりも戸数が多く⁴¹⁾、平均的な年間摂取量は、牛乳の方が卵と比べ多いことから、牛乳の摂取で代表できると考えられる。したがって、放射性物質を含む飼育水及び飼料で飼育した牛から取れる牛乳を年間消費する評価経路を設定した。

(3) 基本土地利用シナリオ

1) シナリオの評価区分

土地利用シナリオについては、安全審査指針²⁾の解説において、『現状の土地の利用、海水準変動に伴い利用可能となった土地の利用、廃棄物埋設地の下流域に再堆積した土地の利用及び廃棄物埋設地が地表付近に近接した際の土地の利用に区分して行うことを基本とする。ピット処分及びトレンチ処分を行う場合においては、地表付近に処分するものであることを踏まえて基本土地利用シナリオを評価する。』と示されている。

本検討で対象とする基本シナリオでは、評価期間が1万年に及ばない見通しを立てて評価を行うため、想定される地質環境条件が大きく変動しないことを前提とした。これより、地質環境条件の長期的変動を伴う「海水準変動に伴い利用可能となった土地の利用」及び「廃棄物埋設地の下流域に再堆積した土地の利用」は変動シナリオとして位置づけ、基本シナリオとしては、「現状の土地の利用」及び「埋設施設が地表付近に近接した際の土地の利用」について評価することとした。

2) 評価経路の設定

① 現状の土地利用の評価経路

立地条件(5.2.2.1 項)より、地下水は河川へ流出することを想定していることから、現状の土地利用として、地下水の流出点である河川岸と移行経路である帯水層の土壤が想定される。ただし、帯水層の土壤は、埋設施設近傍における利用も考えられることから、「埋設施設が地表付近に近接した際の土地の利用」の評価経路で想定することとし、「現状の土地利用」としては、河川岸の土地を利用する経路を設定する。

「河川岸利用」については、住居地として利用する可能性は低いと考え、農地、放牧地を想定した。従って、評価経路は、農作業による外部被ばく及び吸入被ばく、農作物摂取、畜産物摂取(酪農による牛乳の摂取)の経路を評価した。

② 埋設施設が地表付近に近接した際の土地の利用の評価経路

ピット処分及びトレンチ処分では、埋設施設は、設置当初から地表付近に近接している。このため、評価経路として「跡地利用」と埋設施設から浸出した放射性物質を含む地下水が移行する帯水層土壤の利用(「帯水層土壤」という。)が考えられる。

「跡地利用」は、地表からの掘削により廃棄体層が掘削され、表層の覆土と混合し、被ばく線源となることを想定した評価経路である。地表からの一般的な掘削深度は、原子力安全委員会⁷⁾²⁸⁾や先行埋設施設の評価事例⁸⁾⁹⁾を基に3mと想定した。ピット処分では、地下3mより深く設置する

ため、廃棄体層に至る掘削による土地利用は一般的ではないと考えられる。このため、「跡地利用」はトレンチ埋設施設において選定した。また、「跡地利用」では、原子力安全委員会⁷⁾²⁸⁾や先行埋設施設の評価事例⁸⁾⁹⁾を参考に、建設作業における外部被ばく及び吸入被ばく、建設作業によって建てられた住居に居住する人の外部被ばく、吸入被ばく及び住居付近に作られた家庭菜園で収穫された農作物摂取を評価することとした。埋設地を農地、放牧地として利用することも想定されるが、農地、放牧地の土地利用は地表付近に限定され、廃棄体層に達するような掘削行為は考えにくいことから、評価対象としないこととした。

「帯水層土壌」では、地表からの掘削により帯水層が掘削され、表層の通気層と混合し、被ばく線源となることを想定した評価経路である。しかし、設定した立地条件(5.2.2.1 項)では、地下水は、深度 4m~6m に位置する帯水層を移行するため、一般的土地利用における掘削深度(3m 程度)より深い場合、基本シナリオの評価経路としては設定しないこととした。

5.2.3.5 変動シナリオの検討

安全審査指針²⁾では、変動シナリオについて、『基本シナリオに対する変動要因を考慮した変動シナリオを想定しても、埋設事業に係る基本設計及びその方針にしたがって埋設した廃棄物に起因して発生すると想定される放射性物質の生活環境に及ぼす影響は、限定的であることを示すこと。』とされ、次の2つの観点からの評価が求められている。

- ・ 基本シナリオに基づき、確からしい事象の進展に基づく確からしいパラメータの変動要因を分析すること。
- ・ 長期の安全性が、一つのバリアに過度に依存していないことを、一部のバリアの性能を無視した変動シナリオを設定・評価することにより示すこと。

本評価では、これらのうち一つ目の観点による変動シナリオを「基本設定に対する変動シナリオ」といい、二つ目の観点による変動シナリオを「バリア機能の一部喪失を想定した変動シナリオ」ということとする。

(1) 基本設定に対する変動シナリオ

基本シナリオでは、評価期間が1万年程度以内であると想定されることから、長期自然事象の変動を想定しないこととしたが、変動シナリオでは、長期自然事象の変動を考慮するシナリオを想定する。長期自然事象としては、「専門部会資料」³⁹⁾では、プレート運動に起因する事象と気候変動に起因する事象の二つが取り上げられ、現在の知見によれば、環境条件の変動が顕著になるまでに数万年程度を要するものと想定されている。よって、変動シナリオで考慮すべき事象は、1万年を超えて生ずるような事象で、かつ、生活環境に影響を及ぼす可能性のあるものを対象に考えることとした。ただし、トレンチ処分では、長期自然事象の影響が考えられる1万年以降において、インベントリ特性評価(5.2.2.2 項)から環境中での線量は十分小さいと想定されるため、長期自然事象の変動を考慮する変動シナリオの評価は実施しないこととした。

また、先行埋設施設の安全評価事例⁸⁾⁹⁾を参考に発生頻度の小さい事象として評価されている事象について、ピット処分及びトレンチ処分ともに変動シナリオとして取扱うこととした。

1) 埋設施設の状態設定

トレンチ埋設施設からの放射性物質の浸出に関する評価において影響を及ぼすパラメータは、施設への浸透水量、施設内の分配係数が挙げられる。帯水層土壌中の移行評価では、地下水流速及び帯水層土壌の分配係数が挙げられる。ここで、トレンチ内は周辺の土壌と同様と想定していることから、放射性物質の移行評価に影響を及ぼすパラメータは、施設への浸透水量、帯水層土壌の地下水流速及び分配係数である。これらのパラメータは、施設の立地環境条件に関するパラメータであり、本概念設計では一般的と想定される立地条件(5.2.2.1 項)において設計・評価を実施することとし、種々の立地環境条件に関する検討は別途実施することとしているため、上記の地質環境に係るパラメータの値を変動させた評価は本評価では実施せず、今後別途実施するこ

ととした。

コンクリートピット埋設施設からの放射性物質の浸出に関する評価において影響を及ぼすパラメータは、施設から浸出水量、施設内（コンクリート、ベントナイト混合土）の分配係数、ベントナイト混合土の拡散係数が挙げられる。地質環境中の移行では、帯水層土壌、岩盤における地下水流速及び分配係数が挙げられる。これらのパラメータのうち、帯水層土壌、岩盤における地下水流速及び分配係数は、施設の立地環境条件に関するパラメータであるため、トレンチ処分の評価と同様に値を変動させた評価は本評価では実施せず、今後、別途実施することとした。

施設からの浸出水量は、ピット、ベントナイト混合土及び周辺の土壌・岩盤の透水係数等から評価される。基本シナリオにおけるコンクリートピット埋設施設のセメント系材料またはベントナイト混合土層の透水性は、ひび割れの進展又は変質により低下した状態を想定しているため、変動シナリオにおいても同じ状態設定とした。したがって、基本設定に対する変動シナリオにおけるコンクリートピット埋設施設からの浸出水量は基本シナリオの設定と同じとした。

コンクリートピット埋設施設におけるセメント系材料及びベントナイト混合土の分配係数、ベントナイト混合土の拡散係数は人工バリアにおけるパラメータであり、その値の変動を考慮する必要がある。これらのパラメータの変動は立地環境に係るパラメータとともに変動を考慮する必要があると考えられるが、本評価では立地環境に係るパラメータの変動を考慮しないため、人工バリアに係るパラメータだけを変動させた検討は、参考として実施し（添付資料-C）、本評価では変動を考慮しないで実施することとした。

2) 地下水シナリオ

① 長期自然事象の変動を考慮した地下水シナリオ

線量への寄与が大きい河川の水量が気候変動等に伴い評価開始から1万年以降に減少する事象を評価することとした。評価経路は、基本シナリオと同じ飲用、水産物摂取、農作物摂取、畜産物摂取及び農業作業（吸入被ばく及び外部被ばく）を対象とした。

② 発生頻度の小さい事象を考慮した地下水シナリオ

先行埋設施設の安全評価事例⁸⁾⁹⁾では、発生頻度の小さい事象として管理期間終了後に浸出点である河川までの途中に浅井戸が設置されて利用されるシナリオを評価している。この想定は、施設近傍にボーリングを行い、地下水を摂取する人為事象シナリオにおける想定と同じであるが、トレンチ処分では人為事象シナリオを評価しないこととしていることから、ピット処分では人為事象シナリオで、トレンチ処分では変動シナリオで評価することとした。先行埋設施設の安全評価事例⁸⁾⁹⁾を参考に井戸水の飲用を評価することとした。

3) 土地利用シナリオ

① 長期自然事象の変動を考慮した土地利用シナリオ

土地利用シナリオのシナリオ区分は、安全審査指針²⁾の解説において、以下のように示されている。

- a. 現状の土地の利用
- b. 海水準変動に伴い利用可能となった土地の利用
- c. 埋設施設の下流域に再堆積した土地の利用
- d. 埋設施設が地表付近に近接した際の土地の利用

長期自然事象の変動を想定することにより、a～cまでのシナリオの評価を実施した。dについては、余裕深度処分とは異なり、トレンチ及びピット処分はもともと地表に付近に近接した処分であり、通常の事象として取扱うことから、長期自然事象の変動設定は想定しない。

- a. 現状の土地の利用では、地下水シナリオと同様に、気候変動により埋設施設周辺の河川の水量が減少した際の河川岸の土地利用を想定する。河川岸の土地利用は、基本シナリオと同じ農地、放牧地としての利用を想定し、評価経路は、農作業による外部被ばく及び吸入被ばく、

農作物摂取、畜産物摂取（酪農による牛乳の摂取）とした。

- b. 海水準変動に伴い利用可能となった土地の利用については、「専門部会資料」³⁹⁾では、海水準変動によって湖沼が縮小し、新たに地表となった土地を利用するシナリオが例示されている。立地条件(5.2.2.1項)では、埋設施設周辺に河川を想定しているため、1万年以降、海水準が変動し、河川水量が減少することにより、利用可能となった河川岸の土地利用を想定した。結果的に、この想定はa.現状の土地の利用における想定と同じとした。
- c. 埋設施設の下流域に再堆積した土地の利用については、1万年以降、河川により土地が侵食され、埋設施設の下流域で核種移行経路であった帯水層土壌が侵食されて、再堆積した土地の利用を想定した。土地は、河川岸と同様に農地、放牧地としての利用に加え、堆積する場所が様々であると考えられることから、堆積地が居住地として利用される場合を想定した。したがって、評価経路は、農作業による外部被ばく及び吸入被ばく、農作物摂取、畜産物摂取（酪農による牛乳の摂取）、建設作業による外部被ばく及び吸入被ばく、居住者の外部被ばく及び吸入被ばく、家庭菜園としての利用による農作物摂取被ばくが想定される。ただし、農作業と建設作業及び農地としての利用による農作物摂取と家庭菜園としての利用による農作物摂取は同じ被ばく形態であるため、農作業及び農地としての利用による農作物摂取の評価経路で代表した。

② 発生頻度の小さい事象を考慮した土地利用シナリオ

先行埋設施設の安全評価事例⁸⁾⁹⁾で発生頻度の小さい事象として評価されている一般の土地利用よりも深い埋設施設の底部までの掘削を伴う土地利用を評価した。土地利用は基本シナリオと同様に建設作業と建設作業後の居住地を想定し、評価経路は、建設作業による外部被ばく及び吸入被ばく、居住者の外部被ばく及び吸入被ばく、家庭菜園における農作物摂取被ばくを想定した。

また、5.2.3.4項で整理したとおり、立地条件(5.2.2.1項)では、帯水層が地下3mよりも深い位置にあるため、基本シナリオでは帯水層が掘削される土地利用を考慮しなかったが、変動シナリオでは、施設周辺において帯水層に至る掘削を伴う土地利用を評価する。帯水層の底面（深さ6m）までを掘削する建設作業と建設作業後に居住地として利用することを想定し、被ばく形態は、建設作業による外部被ばく及び吸入被ばく、居住者の外部被ばく及び吸入被ばく、家庭菜園における農作物摂取被ばくを想定した。

(2) バリア機能の一部喪失を想定した変動シナリオ

基本シナリオでは、唯一のバリア機能としてピット処分におけるベントナイト混合土の浸入水量抑制機能を考慮した評価を行っていることから、バリア機能の一部喪失を想定した変動シナリオでは、この機能に過度に依存していないことを確認する。ただし、ベントナイト混合土は天然の材料による人工バリアであり、浸入水抑制機能の喪失は、長期的な状態の変化において想定されるものと考えられる。安全審査指針²⁾では、「バリアの一部の機能を無視した」とは、安全評価の不確かさとの関連において無視する範囲を定めることであり、既に十分な信頼性が実証されているものや材料等の固有の特性で環境の変化等を勘案しても十分信頼できるような材料特性まで無視する必要はない」と示されている。

これより、ベントナイト混合土の浸入水抑制機能の低下は、変動シナリオで長期的な変動が大きくなると予想される時期として1万年後に生じると想定して評価を実施した。ベントナイト混合土の収着性については、物質本来の固有の化学的性質と考え、バリア機能の一部喪失を想定した変動シナリオを想定しないこととした。

なお、コンクリートピット埋設施設のセメント系材料については、ひび割れ発生の影響を考慮して低い透水性を設定し、化学的な吸着性能のみを評価に用いているため、評価対象としない。

また、トレンチ埋設処分については、人工バリアは設置されないため、評価対象としない。

線量評価は、基本シナリオ(5.2.3.4項)で想定した評価経路及び被ばく形態について実施した。

5.2.3.6 人為事象シナリオの検討

安全審査指針²⁾では、人為事象シナリオは、放射能濃度、処分の区画単位の放射エネルギー、人工バリアによる放射性物質の移行抑制に係る廃棄物埋設地の設計の妥当性等を示すことを目的に、移行経路短絡シナリオ(ボーリング)とボーリング孔地下水摂取シナリオを評価することが示されている。

移行経路短絡シナリオでは、施設を貫通するボーリングにより、最も下流側にある処分区画のひとつの人工バリアが喪失し、区画に含まれる放射性物質が間隙水とともに、処分施設周辺に流出する影響を評価した。また、保守的にピット1基に含まれる放射性物質が間隙水とともに流出する影響も評価した。評価経路及び被ばく形態は、基本シナリオ(5.2.3.4項)で対象としたものとするとともに、帯水層土壌への放射性物質の流出を想定していることから、変動シナリオ(5.2.3.5項)で設定した帯水層土壌が掘削される土地利用シナリオについても評価対象とすることとした。

ボーリング孔地下水摂取シナリオでは、処分施設直近で取水を目的としたボーリングが発生することを想定し、地下水飲用について評価した。

5.2.3.7 ガス移行シナリオの扱い

安全審査指針²⁾では、基本シナリオ及び変動シナリオの一つとして、ガス移行シナリオを評価することが示されている。埋設施設内で発生するガスは、廃棄体中の放射性物質に起因する放射性ガスと放射線分解または金属の腐食で発生する水素ガス等がある。なお、廃棄物の腐敗や分解に伴うガス発生も想定されるが、前処理の段階での除去もしくは安定化処理されることから、これらによるガス発生が顕著になる可能性は低いと考えられる。

放射性物質に起因する放射性ガスとしては、ラドンガスが想定される。ラドンガスの影響については、安全審査指針²⁾によれば、クリアランスレベルよりウラン濃度が低い場合は、ラドンによる被ばくを考慮する必要はないとされている。本対象廃棄物の廃棄体の初期濃度(トレンチ処分対象U-238:0.02Bq/g、ピット処分対象U-238:0.1Bq/g)はクリアランスレベルを下回っているので、ラドンガスの影響は評価しないこととした。

水素ガスの発生については、インベントリ特性評価(5.2.2.2項)を踏まえるとγ線強度が比較的低いことから、放射線分解による発生が問題となる可能性は低いと考えられる。金属の腐食に起因する水素ガスについては、代表的な発生源としてアルミニウム金属の腐食が挙げられる。アルミニウムの腐食に伴う水素ガスについては、埋設対象廃棄体の作製過程において、セメント系材料で容器に固型化する際に、金属状のアルミ材を酸化物に変換し、腐食生成物による耐食層を表面に形成する方法や、あるいは鉄系金属と溶融して固溶体とする⁴²⁾ことによって比表面積を減じるとともに合金化によって反応性を減じるなどの分別及び処理等によってガス発生を抑制することにより、基本的に発生量の抑制対応が可能である。このため、ガス発生抑制対策に係る知見に基づき、別途、廃棄体作製過程における抑制対策の可能性を整理すべきと考えられる。なお、鉄系材料もアルカリ環境下でガスを発生するが、その発生速度はFujisawa et.al.(1997)⁴³⁾が測定しているように、アルミニウムと比べ小さい。

ただし、仮に処分施設内で水素ガスが発生しても、水素ガスはセメント系材料の界面を通じ、また、ベントナイト混合土中に存在する界面やゲル密度の小さな部分を選択的に侵入して処分施設を透気することから、処分施設の内部にガスが蓄積し、安全性に対して顕著な影響を与えるまで、ガス圧力が上昇する可能性は小さい。これより、本評価では、ガス移行シナリオについては、

線量評価の対象外とした。

5.2.3.8 評価対象者の設定

原子炉 CL 報告書²⁸⁾の評価では、評価対象者を成人に加えて、子供も対象としているが、濃度上限値の評価⁷⁾や先行埋設施設⁸⁾⁹⁾の安全評価では、成人を対象としている。ICRP Pub. 81⁴⁴⁾において、被ばく線量を計算する決定グループについて、“埋設場からの放出による生物圏の放射性汚染が人の寿命よりかなり長い期間にわたって比較的一定のままであると仮定できるかもしれない。そうすれば、個人の生涯にわたって平均された年線量または年リスクを計算することは合理的であり、これはいろいろな年齢グループの線量を計算することが必要ないことを意味する。この平均は、成人の年線量または年リスクによって適切に表すことができる。”と示されている。トレンチ処分及びピット処分の管理期間終了後の安全評価は、余裕深度処分や地層処分と比較して短い期間の評価期間であると想定されるものの短くても50年以降の評価であり、クリアランスレベルの評価と比較して、長半減期核種を扱い、かつ埋設処分後の期間も長期であることから、評価対象者を成人に設定する。

評価対象者を設定するにあたり、水の飲用、水産物摂取、農作物摂取、畜産物摂取及び農業作業の経路を重畳して被ばくする人が考えられる。原子力安全委員会の「濃度上限値の評価事例」では重畳を考慮した計算を行っているが、先行埋設施設⁸⁾⁹⁾の評価事例や又はクリアランスレベルの評価事例²⁸⁾では、農作業や建設作業の外部被ばくと吸入被ばくのように明らかに同一の人が被ばくする場合を除いて、各経路からの線量を重畳して線量を計算していない。これらを参考に、農業作業や建設作業においては、同一人物が吸入内部被ばくと外部被ばくを受けると考えられるため、線量を重畳することとし、その他の摂取の経路については、それぞれ経路毎に線量を評価することとした。

5.2.3.9 安全評価シナリオの設定の検討結果

安全評価シナリオの検討結果を表5.2.13に示す。また、地下水シナリオ及び土地利用シナリオの概念図を、それぞれ図5.2.5、図5.2.6に示す。

5.2.4 安全評価モデル及びパラメータの設定

5.2.3項の検討において、設定した安全評価シナリオ、施設の状態設定及び評価経路にしたがい、想定されるサイト条件(5.2.2.1項)及び埋設施設的设计結果(4.1及び4.2項)に基づいて、線量の計算モデルの構築及び計算に用いるパラメータを設定した。

5.2.4.1 線量評価モデルの設定

線量評価モデルは、基本的に、将来の立地確定後に実施される安全評価において採用される手法を念頭に入れ、過去の評価事例に基づいた評価方法を指向し、以下のように設定する。

- (1) 施設から地下水への放射性物質の浸出モデルは、分配平衡モデルを採用した(添付資料-A)。
- (2) 地下水中の放射性物質の移行は、先行施設事業許可申請⁸⁾における線量評価を参照し、1次元の移流による移行モデルを採用した。
- (3) コンクリートピット埋設施設からの浸出水量は、土壌、岩盤及び施設等においてそれぞれ透水性が異なり、それぞれの媒体における地下水の移動量の収支を取った量を設定することから、2次元地下水流動解析を用いて算定した。
- (4) 生活環境では、農作物への移行係数や生物の濃縮・移行係数を用いて環境内における核種移行を評価した。

線量評価モデルにおける基本的な評価式を添付資料-Dに示す。

5.2.4.2 施設からの浸出モデルの設定

(1) トレンチ埋設施設

5.2.3.4 項の検討結果より、トレンチ埋設施設は、降雨から表層流と蒸発散を減じた浸透水が施設に浸透し、浸透水によって放射性物質が施設下部から帯水層中の地下水に移行し、環境中へ移行するモデルとした。

立地条件(5.2.2.1 項)の設定結果からトレンチ埋設施設への浸透水量は 400mm/y、土壌帯水層の地下水の流速は、ダルシー流速で 100m/y に設定した。

トレンチ埋設施設からの核種浸出モデルは、以下の通り設定した。

- 1) 施設内は土壌で均一な性状とし、核種毎の放射能濃度は施設内で均一とする。
- 2) 浸透水は施設全体に均等に通過し、施設内の放射性物質は、分配平衡により浸透水中に溶出し、浸透水に伴って施設下方から土壌帯水層中に移行するモデルとした。各元素の分配係数は、土壌の分配係数とした。

4.5 項の配置設計の結果から、トレンチ埋設施設は P 埋設地及び S 埋設地の 2 つに分割され、図 5.2.7 のように、地下水流向に対する奥行きと幅が異なる配置としている。これより、線量評価ではそれぞれの外形寸法を丸めて、P 埋設地を 200m×400m、S 埋設地を 400m×200m とし、両者の規模がほぼ同じであることから、両施設に等しい放射能インベントリを割り当てた。トレンチ施設の大きさの設定方法を添付資料-E に示す。核種の浸出開始時期は、埋設地の閉鎖時期によらず、同じ時間から開始されると設定した。

(2) コンクリートピット埋設施設

コンクリートピット埋設施設は、岩盤新鮮部中に設置され、側部の周囲と上部にベントナイト混合土を敷設し、ベントナイト混合土の上層は覆土を敷設するが、安全評価上のモデルは、周囲の岩盤風化部及び土壌層と同じ地質条件に設定した。

コンクリートピット埋設施設からの放射性物質の浸出モデルは、放射性物質が浸入した地下水とピットとの分配平衡により地下水に溶出し、施設から浸出する地下水に伴って土壌又は岩盤中に移行する浸出モデルとした。

コンクリートピット埋設施設における地下水の浸出経路及び流量を設定するにあたって、ピット、ベントナイト混合土、岩盤、土壌等の透水係数が異なることから、それぞれの層の配置をモデル化して 2 次元地下水流動解析を実施した。

1) 施設浸入水出量及び流出先の設定

① 地下水流動解析モデルと解析条件

4. 項の施設設計及び配置設計の結果によるコンクリートピット埋設施設の配置を図 5.2.8 に示す。コンクリートピット埋設施設は、P 埋設地及び S 埋設地の二つに分かれており、各々の埋設地にはピットが 2 列の配置で設計されている。

放射性物質の移行評価では、埋設施設の長さが地下水の流向方向に短い方が移行距離や埋設施設からの流出域が短くなり、埋設施設から流出した放射能濃度が大きくなる傾向にある。したがって、地下水は、図 5.2.8 の上側から下側に流れることを想定し、地下水流動解析の断面は、図 5.2.9 に示すように設定した。埋設施設の浸出水量は、この断面の地下水流動解析を実施し、施設から流出する単位長さ当たりの流量に流出域の長さ及び奥行き方向の長さを乗じて算出した。

図 5.2.9 に示す解析モデルの境界の位置は、解析における境界条件の影響を少なくするため、ピットから上流側および下流側に 300m 離れた地点とした。解析モデルには 2 基のピット（縦 36m × 横 40m）が含まれる。

動水勾配 3%は、地表面および地層境界面を動水勾配と同等の勾配で傾斜させ位置水頭として与えた。2 基のピットの間隔は 12m であり、ピット側面から掘削法面までの距離も 12m である。掘削法面の傾斜は、岩盤新鮮部で 1 : 0.3、岩盤風化部で 1 : 0.5、土壌層で 1 : 1.5 である。

解析ケースは、基本シナリオの状態設定とバリア機能を一部無視した変動シナリオの評価に用いる状態設定の2ケースを計算した。

5.2.3.4 項の検討結果より、基本シナリオにおけるベントナイト混合土及びピットの透水係数は、それぞれ 10^{-9} m/s、 10^{-5} m/s に設定した。また、ベントナイト混合土側面と埋設地法面までの埋め戻す領域（以下、「側部覆土」という。）は、埋設地建設時に掘削した岩盤を主に用いて埋め戻すことを想定しているため、岩盤の透水係数より1桁大きい 10^{-6} m/s に設計した。

バリア機能を一部無視した変動シナリオの状態設定では、ベントナイト混合土及び側部覆土の透水係数が土壌の透水係数と同じ値の場合を想定した。解析ケースにおける各構成材及び地質の透水係数の設定条件を表5.2.14に示す。

② 解析コード

計算には岡山大学、三菱マテリアル、ダイヤコンサルタントの共同開発解析コードである「Dtransu 2D-EL」を使用した。この解析コードは、物質移行解析においてより精度良く解を求めするために、移流部分と分散・拡散部分を別々に解くオイリアン-ラグランジアン法と呼ばれる手法を用いている。同時に、飽和・不飽和浸透流問題のほか、密度流の考慮、物質移行現象を定常もしくは非定常で取り扱うことができる。なお、同解析コードは開発三者によって公開されている⁴⁵⁾。

③ 解析結果

解析の結果、ピットから流出した地下水の流れに沿った放射性物質の移行経路としては、以下の4経路が存在する。

- ピット底面から岩盤に流出し岩盤中を移行して浸出地点に向かう経路
- ピット上面から上部覆土に流出し岩盤風化部や土壌層中を移行し浸出地点に向かう経路
- ピット側面から側部覆土に流出し岩盤風化部や土壌層中を移行し浸出地点に向かう経路
- ピット底面から岩盤に流出し側部覆土、岩盤風化部、土壌層中を移行し浸出地点に向かう経路

それぞれの経路における施設浸出水量は、ピットから浸出する地下水の節点における単位長さ当たりの流量 (m^2/y) に奥行き方向に存在するピット9基分の長さ ($40\text{m} \times 9 = 360\text{m}$) を乗じて算定した。また、上記a~dの移行経路毎の浸出水量は、浸出した地下水のピットから評価地点(100m)までの間における流跡線の移行先を確認し、それぞれの経路における浸出水量に区分した。図5.2.11に地下水の埋設施設の外周面からの流跡線の解析結果を示す。ここで、図5.2.11に示すように、aとbの移行経路においては上流側のピットから浸出した地下水が下流側のピットに浸入する地下水の流れが存在する。このために、上流側のピットの浸出水量と下流側のピットの浸入水量の関係を考慮して、次式により重複分を差し引き、正味の地下水流量を算定した。

$$\text{上面からの浸出水量} : Q_u = Q_{uout1} + Q_{uout2} - Q_{uin1}$$

$$\text{下面からの浸出水量} : Q_b = Q_{bout1} + Q_{bout2} - Q_{bin1}$$

解析ケース毎に算定した施設浸出水量の算出結果を表5.2.15に示す。

④ 浸出量及び浸出域の設定

2次元地下水流動解析の結果から、一次元の安全評価モデルを構築する上で考慮すべき特徴は、次のとおりである。

2基の埋設施設をモデル化した2次元地下水流動解析の結果より、施設からの浸出水は、a 施設下面の地下水流速の遅い岩盤と b 施設上面の地下水流速の速い岩盤風化部層及び帯水層土壌の2つの方向に移行することが示された。これより、ピットからの浸出水の移行経路を以下の通り整理した。

- a 岩盤方向
 - (i) 施設下面→岩盤
- b 施設上面の帯水層土壌方向
 - (ii) ケース 1：施設上面→ベントナイト混合土→上部覆土→岩盤風化部
 ケース 2：施設上面→ベントナイト混合土→上部覆土→帯水層土壌（一部が岩盤風化部に流入）
 - (iii) ケース 1：施設側面→ベントナイト混合土→側部覆土→上部覆土→岩盤風化部
 ケース 2：施設側面→ベントナイト混合土→側部覆土→上部覆土→帯水層土壌（一部が岩盤風化部に流入）
 - (iv) ケース 1：施設下面→岩盤(数 m)→側部覆土→岩盤風化部
 ケース 2：施設下面→岩盤(数 m)→側部覆土→帯水層土壌(一部が岩盤風化部に流入)

線量評価では、上記の移行経路を一次元の安全評価モデルで評価することとするが、先行埋設施設の評価例⁸⁾を参考に、岩盤風化部層、側部覆土層、上部覆土層は考慮せず、透水係数の大きい帯水層土壌層と透水係数の小さい岩盤層の 2 層とする単純化したモデルで計算することとした。ここで、岩盤風化部内を流れる浸出水量は保守的に帯水層土壌層を流れる浸出水量に加算し、側部覆土層及び上部覆土層の移行を保守側に考慮しないこととした。これより、上記の b(ii)から(iv)の移行経路は以下のように整理される。

- (ii) ケース 1 及び 2：施設上面→ベントナイト混合土→上部覆土→帯水層土壌
- (iii) ケース 1 及び 2：施設側面→ベントナイト混合土→帯水層土壌層
- (iv) ケース 1 及び 2：施設下面→岩盤(数 m)→帯水層土壌層

以上の(i)から(iv)の移行経路について、線量評価モデルにおけるピットからの浸出水の流出領域及び流出量を表 5.2.15 の施設浸出水量の算定結果及び図 5.2.10 に示す流跡線の解析結果から、以下のとおり設定する。

i) ピット下面の岩盤方向

(i)の移行経路における浸出水のピットからの流出領域は、図 5.2.10 に示す地下水流動解析の流跡線の結果から、下流側ピットの底面の半分程度の領域にほぼ限定されている。これより、線量評価モデルでは、(i)の移行経路の浸出水の流出領域を下流側に位置するピット底面の 1/2 である 20m と設定した。**(浸出経路 1)**

ii) ピット上面の帯水層土壌方向

(ii)のピット上部のベントナイト混合土層から浸出し、帯水層土壌層に向かう移行経路では、ピットからの浸出水の大部分は、下流側に位置するピット上面の下流側の部分から浸出していることから、(i)の移行経路と同様に、流出領域の長さを 20m と設定した。

(iii)のピット側面から帯水層土壌層へ浸出する経路においては、ベントナイト混合土層を移行した後は、(ii)の移行経路の浸出水と同様の経路となる。したがって、線量評価におけるモデルを単純化し、(iii)の移行経路は(ii)の移行経路に統合し、浸出水量は合算することとした。**(浸出経路 2)**

(iv)の施設下面から岩盤を経て帯水層土壌層に至る移行経路については、(ii)や(iii)と異なり、ベントナイト混合土層を経由しないことから、流出経路 2 とは別の流出経路として設定した。(iv)における浸出水の流出域は、地下水流動解析の流跡線の評価結果から、下流側に位置するピット底面の下流端幅 1m とし、岩盤中を移行して側部覆土に至るまでの移行距離をベントナイト混合土層の厚さと等しい 2m と設定した。線量評価では側部覆土における移行を考慮しないことから、岩盤中を 2m 移行した後、帯水層土壌層に至ると設定した。**(浸出経路 3)**

以上のように、浸出水のコンクリートピット埋設施設からの流出経路を 3 経路に設定した。表

5.2.16に各経路の浸出水量の設定結果を示す。

2) コンクリートピット埋設施設からの放射性物質の浸出モデルについて

コンクリートピット埋設施設は、ピット駆体、モルタル充填材、セメント等で固化された廃棄物等の複数の性状の物質で構成されているが、線量評価モデルでは、ピット内はセメント系材料で均一な状態とし、放射性物質もピット内で均一に存在すると設定した。放射性物質は、ピットに浸入した地下水とセメント系材料の分配平衡により地下水に溶出し、各経路の浸出水中に溶存してピットから流出するモデルとした。

3) 浸出経路2におけるベントナイト混合土層中の放射性物質の移行について

浸出経路2では、ピットからの浸出水中はベントナイト混合土層中を移行する。この領域における地下水流速は、施設の幅400m、浸出水量 $190\text{m}^3/\text{y}$ から、流速 $2.5 \times 10^{-2}\text{m}/\text{y}$ （ダルシー流速）と設定した。分配係数は、L1学会標準³⁵⁾に示されているベントナイトの分配係数を引用し、ベントナイトの混合割合が低いことを考慮して、示された値の1/10に設定した。

4) コンクリートピット埋設施設及びベントナイト混合土層からの拡散による物質移行の取扱いについて

ピット上部のベントナイト混合土層では、浸出経路2に係る最上流側の流入域と最下流側の流出域（幅20m）以外の領域は、ほとんど地下水の流入出が見られないことから、ピットからの核種流出には寄与しない可能性が高い。しかし、移流分散方程式に則れば、流速が0であるとすれば、分子拡散が支配的な核種移行機構となる。このため、本評価では、ベントナイトが設置されたコンクリートピット埋設施設上面のうち、流出域以外の領域（80m）に関して、分子拡散による物質移行を設定した。分子拡散において放射能濃度が0となる境界条件は、帯水層土壌の流速が大きいことを考慮し、ベントナイト混合土層の外側に設定した。ベントナイト混合土層の拡散係数は、電気事業連合会、核燃料サイクル開発機構「TRU廃棄物処分技術検討書-第2次TRU廃棄物処分研究開発取りまとめ」⁴⁶⁾（以下、「TRU2次レポート」という。）の評価式を参考に $3 \times 10^{-10}\text{m}^2/\text{s}$ に設定した。

コンクリートピット埋設施設における放射性物質の流出域及び流出経路の概念図を図5.2.12に示す。

5.2.4.3 天然バリアから生活環境中への移行モデルの設定

埋設施設から浸出した放射性物質は、帯水層土壌層又は岩盤層（以下、帯水層土壌層と岩盤層を「天然バリア」という。）を移行した後、生活環境として、5.2.3項の設定に従い、埋設施設周辺の河川に移行するモデルとした。以下に天然バリアから生活環境中への放射性物質の移行モデルの設定結果を示す。

(1) トレンチ処分

図5.2.13に、トレンチ処分における天然バリアから生活環境中への放射性物質の移行モデルの概念図を示す。トレンチ埋設施設から浸出した放射性物質は、すぐに施設の地下水流向方向と同じ長さの帯水層土壌に流入し、帯水層土壌中を浸出点である河川まで移行するモデルとした。

帯水層土壌中の放射性物質の移行計算は、「濃度上限値の線量評価」等で用いられている一次元の移流・分散による評価式を用いて評価した。ただし、分散項は先行埋設施設の線量評価事例⁹⁾を参照し考慮しないこととした。

立地条件(5.2.2.1項)より帯水層土壌層の厚さは2m、地下水流速はダルシー流速で $100\text{m}/\text{y}$ 、トレンチ埋設施設から河川までの距離は100m、地下水が流入する河川の年間流量は $10^8\text{m}^3/\text{y}$ とした。

(2) ピット処分

図5.2.14に、ピット処分における天然バリアから生活環境中への放射性物質の移行モデルの概念図を示す。ピット処分の線量評価では、放射性物質は、帯水層土壌中と岩盤中を移行するモデルである。帯水層土壌中及び岩盤中の放射性物質の移行計算は、それぞれ一次元の移流による評

価式を用いて評価し、評価点においてそれぞれの経路からの放射エネルギーを合算するモデルを用いた。

帯水層土壌層の厚さ及び帯水層土壌層中の地下水流速はトレンチ処分の評価と同様にそれぞれ2m及び100m/yに設定し、岩盤中の地下水流速は、立地条件(5.2.2.1項)の透水係数及び動水勾配の設定から、0.1m/y(ダルシー流速)に設定した。岩盤層の厚さは評価に影響しないため、設定しない。コンクリートピット埋設施設から生活環境である河川までの距離は、トレンチ処分の評価の設定と同様100mとし、地下水が流入する河川の年間流量は $10^8\text{m}^3/\text{y}$ とした。

5.2.4.4 基本シナリオの評価経路における線量評価モデルの設定

図5.2.5に示すとおり、基本シナリオでは、トレンチ処分及びピット処分の共通の評価経路として、地下水シナリオでは河川水を利用する経路、土地利用シナリオでは河川岸の土地を利用するシナリオを設定した。また、トレンチ埋設施設では、埋設地の建設作業、居住する人の評価経路を設定した。これらの評価経路における線量は、濃度上限値報告書⁷⁾等で用いられた評価モデル(添付資料-D参照)により計算した。

5.2.4.5 変動シナリオの評価経路における線量評価モデルの設定

5.2.3.5項で実施した安全評価シナリオの整理に基づいて、変動シナリオの線量評価モデルを以下の2つのとおり設定した。

- ・ 基本シナリオに基づき、確からしい事象の進展に基づく確からしいパラメータの変動要因を分析すること(基本シナリオに対する変動シナリオ)。
- ・ 長期の安全性が、一つのバリアに過度に依存していないことを、一部のバリアの性能を無視した変動シナリオを設定・評価することにより示すこと(バリア機能の一部喪失を想定した変動シナリオ)。

(1) 基本設定に対する変動シナリオ

1) 地下水シナリオ

① 長期自然事象の変動

a. 気候変動により1万年以降に河川水流量が減少することを想定した評価

線量評価モデルは河川水利用シナリオと同じモデルとし、河川水流量が1万年以降に立地条件(5.2.2.1項)で設定した $10^8\text{m}^3/\text{y}$ より1/100にまで減少する状態を仮定した。 $10^6\text{m}^3/\text{y}$ の流量は、国土交通省の水文水質データベース⁴⁷⁾において観測されている中でも小さい流量であることから、想定される河川流量の小さい値として採用した。

2) 発生頻度の小さい事象の評価

① 施設周辺における井戸水飲用の評価

トレンチ埋設施設から距離10mの地点において帯水層の地下水を利用する井戸を想定した。線量評価モデルは河川水飲用の評価経路と同様のモデルを用い、河川水中の放射能濃度の代わりに地下水中の放射能濃度を用いる。井戸水の取水量は、地下水流量と同じとし、地下水流速、流れと直交方向のトレンチ埋設施設の幅、帯水層の厚さの積による算出値と想定し、 $1.2 \times 10^5\text{m}^3/\text{y}$ に設定した。また、井戸の取水においては、周囲の汚染されていない地下水を引き込むことが考えられ、放射性物質を含まない地下水と混合することが原子炉CL報告書²⁸⁾でも想定されているが、本評価では、保守的に放射性物質を含まない地下水との混合を想定しないで評価した。

3) 土地利用シナリオ

① 長期自然事象の考慮

a. 「現状の土地利用」に係る評価

地下水シナリオと同様に、気候変動により埋設施設周辺の河川の水量が減少した際の河川岸の土地利用を想定した。線量評価モデルは河川岸利用のシナリオと同じモデルとし、河川水流量が、1万年以降、 $10^8\text{m}^3/\text{y}$ から $10^6\text{m}^3/\text{y}$ に変動すると設定して評価を実施した。

b. 「海水準変動に伴い利用可能となった土地の利用」として、海水準変動に伴い河川の一部で利用可能となった土地の利用の評価

現状の土地利用と同様に、1 万年以降、気候変動により海水準が変動し、河川水の流量が $10^8\text{m}^3/\text{y}$ から $10^6\text{m}^3/\text{y}$ に減少することによって、河川の一部で利用可能となった土地の利用について評価を実施した。結果的に、「現状の土地利用」における評価と同じとした。

c. 「埋設施設の下流域に再堆積した土地の利用」として、核種移行経路であった土地が侵食されて下流域に再堆積した土地の利用の評価

長期自然現象として、1 万年以降における埋設施設から距離 10m の地点における核種移行経路であった帯水層土壌が侵食されて、再堆積した土地の利用について評価を実施した。線量評価モデルは、河川岸利用の評価モデルで河川岸の放射能濃度の代わりに移行経路の帯水層土壌の放射能濃度を用いて評価するモデルとした。

侵食された土壌の再堆積地では、再堆積までの土壌の移行時間における放射能の減衰や、核種移行経路以外からの土壌との混合による放射能濃度の低下が考えられるが、保守的に考慮しないこととした。

② 発生頻度の小さい事象の評価

a. 施設周辺の帯水層土壌に至る掘削を伴う土地の利用

変動シナリオでは、一般的な土地利用より深い深度の掘削を想定し、帯水層土壌層が掘削された土地が利用されるシナリオを評価した。掘削深度は帯水層底面までの深度 6m を想定した。線量は、埋設地の利用の評価モデルにおいて、廃棄物層が掘削されて混合した土壌の放射能濃度の代わりに、掘削により帯水層土壌と通気層土壌が混合した土壌の放射能濃度を用いて評価した。

b. 施設の底面に至る掘削を伴う土地の利用

変動シナリオでは、先行埋設施設の評価事例⁸⁾⁹⁾を参考に、埋設地で大規模な掘削が行われ、その土地を利用するシナリオを評価した。想定する掘削深度は、コンクリートピット埋設施設及びトレンチ埋設施設までの底面までの深さを想定し、それぞれ 21m 及び 6.5m とした。

(2) バリア機能の一部喪失を想定した変動シナリオ

評価開始から 1 万年以降にベントナイト混合土の透水係数が低下し、施設からの浸出水量が増加することを想定して評価を実施した。ベントナイト混合土の透水係数の低下による浸出水量は、地下水流動解析の結果から表 5.2.15 に示す値とした。基本シナリオで実施した評価経路について線量評価を行うことから、移行経路における線量評価モデルは基本シナリオ(5.2.3.4 項)と同じである。

5.2.4.6 人為事象シナリオに係る評価モデルの設定

5.2.3.6 項の検討結果にしたがって、以下のボーリングシナリオを評価対象とした。

(1) 仮想的な移行経路短絡シナリオ

管理期間終了後(300 年)にピット 1 区画に到達するボーリングが実施され、ボーリングが到達した区画内の間隙水に含まれる放射性物質が直接帯水層に流出した場合の線量を評価した。

コンクリートピット埋設施設からの放射性物質の浸出量の評価モデルは、埋設施設内の放射能量を表 5.2.1 に示す放射性物質毎の放射エネルギーが 300 年間減衰したものとし、埋設施設からの年間浸出水量を 1 区画内の間隙水量が 1 年間で区画外に流出する量に設定し、放射性物質の埋設施設から帯水層土壌への浸出量の計算を行った。帯水層土壌中の放射性物質の移行評価及び評価経路における線量評価モデルは、それぞれ基本シナリオ、河川岸利用及び帯水層土壌を掘削する土地利用と同じとした。また、1 区画の結果を基にボーリング孔の影響がピット 1 基に及んだ場合の線量についても考察した。

(2) 仮想的な廃棄物埋設地近傍掘削ボーリング孔地下水摂取シナリオ

管理期間終了後（300年）にコンクリートピット埋設施設の近傍に井戸が掘削されることを想定した。線量評価モデルは、発生頻度の小さい事象の井戸水飲用シナリオと同じであり、埋設施設から井戸までの距離を変動シナリオにおける想定（10m）よりもさらに埋設施設に隣接した距離1mとして評価を実施した。井戸の取水量は、地下水流量と同じとし、地下水流速、流れと直交方向のコンクリートピット埋設施設の幅、帯水層の厚さの積による算出値と想定し、 $8 \times 10^4 \text{m}^3/\text{y}$ に設定した。また、井戸の取水時の放射性物質を含まない地下水との混合は、変動シナリオの想定と同様、保守的に考慮しないこととした。

5.2.4.7 コンクリートピット埋設施設とトレンチ埋設施設からの線量の重畳を考慮した線量評価モデルの設定

4.5項の配置設計の結果を反映し、コンクリートピット埋設施設とトレンチ埋設施設からの線量の重畳を考慮した評価を実施した。この際、埋設施設の配置は、図5.2.15に示す通り、両施設の地下水下流側で地下水の流向に垂直な断面が同じ直線上になるように設定した。

これより、トレンチ埋設施設、コンクリートピット埋設施設ともに、河川までの天然バリアにおける移行距離は100mで共通となる。また、両施設からの核種浸出は評価開始当初から同時期に始まると設定した。

評価の対象とするシナリオは、コンクリートピット埋設施設とトレンチ埋設施設に共通している基本シナリオとし、表5.2.17のとおりとする。

5.2.4.8 評価パラメータ値の設定

前項までに評価モデルの設定に伴って、埋設施設、人工バリア、天然バリア、評価経路に係る一部のパラメータについて設定した。これまで設定したパラメータ及びそれ以外の線量評価に必要なパラメータについて、設定値及び設定根拠を表5.2.18～表5.2.24に示す。また、元素依存パラメータ（分配係数、移行係数、濃縮係数）及び線量換算係数は添付資料-Bに示す。

4.項の施設設計の結果または立地条件(5.2.2.1項)の設定結果以外から設定するパラメータは、原子力安全委員会⁴⁸⁾及び先行埋設施設の線量評価事例⁸⁾⁹⁾や埋設施設等の線量評価に関する文献⁴⁹⁾をもとに設定した。

5.2.4.9 線量評価に用いる計算コード

被ばく線量評価は、ピット処分におけるベントナイト混合土層の浸入水量の抑制効果を反映し、移流や拡散による放射性核種の移行を評価できる解析ツール GoldSim⁵⁰⁾を用いた。本解析ツールでは評価モデルは1次元体系で土壌層及び岩盤から河川に至る核種移行を移流によって計算する。

5.2.5 線量の評価結果

5.2.5.1 基本シナリオ

(1) 地下水シナリオ

基本シナリオのうち、地下水シナリオの線量評価結果をコンクリートピット埋設施設について表5.2.25に、トレンチ埋設施設について表5.2.26に示す。また、それぞれの評価経路に対する線量の時間変化を図5.2.16～図5.2.25に示す。

コンクリートピット埋設施設、トレンチ埋設施設ともに、すべての評価経路に対する線量は、基本シナリオのめやす線量である $10 \mu\text{Sv}/\text{y}$ を下回る結果となった。

コンクリートピット埋設施設で線量が最大となる評価経路は、河川産物を摂取する経路であり、また、管理期間終了後のピーク時の線量が最大となる核種（以下、「支配核種」という。）は、5

経路のうち3つの経路がC-14で、他の2経路はAg-108mとなった。

コンクリートピット埋設施設の地下水シナリオにおける線量の経時変化の傾向を図 5.2.17 におけるC-14を例で見ると、評価点において線量が上昇し始める施設閉鎖後約20年から約70年頃までの期間では、ピットからの浸出経路3(岩盤(2m)を經由して土壌層を移行する経路)から移行したC-14による線量の寄与となっており、それ以降、浸出経路2(ベントナイト混合土層から土壌層に浸出し、土壌層を移行する経路)から移行したC-14による線量の寄与が最も大きくなり、約100年から200年経過時にC-14からの線量が最大となる。3,000年以降、浸出経路1(岩盤を移行する経路)から移行したC-14による線量の寄与によるピークが現れる。このように、本評価の立地条件(5.2.2.1項)における各核種からの線量は、上記の3つの経路の重ね合わせとなっていることが分かる。ただし、核種によっては、分配係数が異なることによる移行速度の違いや中の放射能の減衰によって線量の経時変化の傾向は異なっている。

灌漑農作物を摂取する評価経路では、10万年を越える時期に最大線量より小さい線量のピークが見られる。この線量に寄与する核種は、Th-232から生成するRa-228やU-238から生成するRa-226とPo-210となっている。ただし、このピークの最大線量は、 $0.01 \mu\text{Sv/y}$ 以下であり十分小さい線量である。

表 5.2.46 に示すように、コンクリートピット埋設施設では地下水シナリオの河川産物摂取の線量が基本シナリオの評価結果で最も高くなった。河川産物摂取の評価経路では魚を摂取する被ばく形態に設定したが、貝類等の無脊椎動物の摂取を想定することも考えられる。そこで、添付資料-Fで、無脊椎動物も摂取した場合の被ばく線量についても試算したところ、 $10 \mu\text{Sv/y}$ を下回ることを確認した。

トレンチ埋設施設の基本地下水シナリオにおける支配核種は、C-14、Sr-90、U-234となった。トレンチ埋設施設の地下水シナリオにおける線量の経時変化傾向は、浸出経路が1経路であるため、コンクリートピット埋設施設のように線量の経時変化が各浸出経路からの重ね合わせにはならない。ただし、P埋設地とS埋設地で形状(地下水流向の長さや流向に垂直な長さ)が異なるため、それぞれの埋設施設から移行した核種からの線量の重ね合わせとなるが、両施設で浸出開始時期及び施設下端から河川までの距離を同じに設定しているため、線量の上昇時期は同じとなり、グラフ上は施設別の線量の寄与の区別はつかない結果となった。

(2) 土地利用シナリオ

基本シナリオのうち、土地利用シナリオの線量評価結果をコンクリートピット埋設施設について表 5.2.27 に、トレンチ埋設施設について、表 5.2.28 に示す。また、各評価経路に対する線量の時間変化を図 5.2.26～図 5.2.33 に示す。

コンクリートピット埋設施設、トレンチ埋設施設ともに、すべての評価経路における線量は、基本シナリオのめやす線量である $10 \mu\text{Sv/y}$ を十分下回る結果となった。

河川岸土壌を利用する評価経路の支配核種は、コンクリートピット埋設施設では、Ag-108m、Sr-90、C-14、トレンチ埋設施設では、Ag-108m、Sr-90 となり、トレンチ埋設施設の跡地利用の評価経路の支配核種は、Cs-137 と Sr-90 となった。

表 5.2.46 に示すとおり、トレンチ埋設施設では、跡地利用における建設の評価経路が、基本シナリオの全ての評価経路において最も線量の高い経路となった。跡地利用の評価経路では、埋設施設における放射能濃度が線量に寄与するパラメータの一つである。本評価では、図 5.2.7 に示すようにP埋設地及びS埋設地をそれぞれ1体的な施設とみなして埋設施設の大きさを設定したが、一方で、トレンチだけの大きさから埋設施設の大きさを設定することも考えられる。このため、埋設施設の大きさの設定ケースについて、添付資料-Eで検討し、各ケースの場合の線量を添付資料-Fで試算した。その結果、どのケースにおいても $10 \mu\text{Sv/y}$ 以下となることを確認した。

5.2.5.2 変動シナリオ

(1) 基本設定に対する変動シナリオ

1) 地下水シナリオ

① 長期自然事象の考慮

長期自然事象を考慮し、1万年経過後に河川の流量が1/100に減少することを想定した地下水シナリオの評価結果を表5.2.29に示す。また、それぞれの評価経路に対する線量の時間変化を図5.2.34～図5.2.38に示す。

すべての評価経路に対する線量は、変動シナリオのめやす線量である $300\mu\text{Sv/y}$ を十分下回る結果となった。河川産物摂取の評価経路が評価した経路の中で最も高い線量となったが、この評価経路では、1万年以降に河川水量を変化させても1万年以前の線量の方が大きいため、評価結果は基本シナリオと同じとなった。畜産物摂取の評価経路に最大線量についても、同様に基本シナリオと同じ評価結果となった。河川産物摂取及び畜産物摂取以外の評価経路では、基本シナリオと比較して、1万年後の河川流量が1/100に減少したことにより、最大線量は増加した。その際、線量が最大となるのは、10万年を超える時期であり、線量に寄与するのはTh-232から生成するRa-228やU-238から生成するRa-226とPo-210であった。

② 発生頻度の小さい事象：施設周辺における井戸水の飲用

この評価経路は、トレンチ埋設処分を対象に評価を実施した。線量の評価結果を表5.2.30に、線量の時間変化を図5.2.39にそれぞれ示す。

評価結果は、変動シナリオのめやす線量である $300\mu\text{Sv/y}$ を下回る結果となった。

2) 土地利用シナリオ

① 長期自然事象の考慮

a. 気候変動により1万年以降に河川水量が減少することを想定した評価

1万年経過後に河川の流量が1/100に減少することを想定した土地利用シナリオの線量評価結果を表5.2.31に示す。また、それぞれの評価経路に対する線量の時間変化を図5.2.40～図5.2.42に示す。

いずれの経路においても、線量は変動シナリオのめやす線量である $300\mu\text{Sv/y}$ を十分下回る結果となった。1万年後の河川流量が1/100に減少することにより、基本シナリオと比較して最大線量が農作物摂取において7倍程度、畜産物(牛乳)の摂取で1.5倍程度増加した。また、線量が最大となる時期は、10万年を超える時期であり、線量に寄与するのは、Th-232から生成するRa-228やU-238から生成するRa-226とPo-210であった。

b. 「海水準変動に伴い利用可能となった土地の利用」として、海水準変動に伴い河川の一部で利用可能となった土地の利用の評価

海水準変動に伴い河川の一部で利用可能となった土地の利用の評価結果を表5.2.32に示す。海水準変動に伴い河川の規模が減少し、河川岸の土壌が利用可能となることを想定した変動シナリオは、河川の規模の減少をa.河川水量の減少を想定した土地利用シナリオと同じ設定としているため、評価結果も同じとなる。

c. 核種移行経路であった土地が侵食されて下流域に再堆積した土地の利用の評価

本シナリオの評価結果を表5.2.33に、経時変化を図5.2.43～図5.2.46に示す。経時変化図は1万年以降の各年に侵食・再堆積が生じた場合の評価結果の値を示している。表に示すとおり、評価結果は、変動シナリオのめやす線量である $300\mu\text{Sv/y}$ を十分下回る結果となった。

② 発生頻度の小さい事象の評価

a. 埋設施設底面までの掘削を伴う土地利用

コンクリートピット埋設施設及びトレンチ埋設施設において、埋設施設底面までの掘削を伴う土地利用シナリオの評価結果を表5.2.34及び表5.2.35に示す。また、それぞれの評価経路おけ

る線量の経時変化を図 5.2.47～図 5.2.50 に示す。コンクリートピット埋設施設及びトレンチ埋設施設の全ての評価経路における線量の評価結果は、変動シナリオのめやす線量である $300 \mu\text{Sv/y}$ を十分下回る結果となった。

b. 施設周辺の帯水層土壌に至る掘削を伴う土地の利用

コンクリートピット埋設施設及びトレンチ埋設施設において、施設周辺の帯水層土壌に至る掘削を伴う土地利用シナリオの評価結果を表 5.2.36 及び表 5.2.37 に示す。また、線量の経時変化を図 5.2.50～図 5.2.54 に示す。ピット処分及びトレンチ処分ともに、全ての評価経路における線量の評価結果は、変動シナリオのめやす線量である $300 \mu\text{Sv/y}$ を十分下回る結果となった。

なお、この評価経路は、帯水層土壌の放射能濃度を線源として評価するため、評価モデルは核種移行経路であった土地が侵食されて下流域に再堆積した土地の利用シナリオと同様であり、堆積や掘削による帯水層土壌とそれ以外の土壌との混合割合と評価対象となる時期が異なるものとなっている。

(2) バリア機能の一部喪失を想定した変動シナリオ

コンクリートピット埋設施設を対象に施設の上部及び側面に設置されたベントナイト混合土の浸入水量抑制機能が失われることを想定し、基本シナリオで評価した地下水シナリオと土地利用シナリオの評価を実施した。ベントナイト混合土のバリア機能が喪失する時期は 1 万年後と想定した。

1) 地下水シナリオ

バリア機能の一部喪失に伴う地下水シナリオの評価結果を表 5.2.38 に示す。また、それぞれの評価経路における線量の経時変化を図 5.2.55～図 5.2.59 に示す。

これらの結果、どの評価経路においても変動シナリオのめやす線量である $300 \mu\text{Sv/y}$ を十分下回る結果となった。

評価経路のうち灌漑農作物摂取の経路では、バリア機能喪失以降の約 2 万 3 千年経過後において、 $3.4\text{E}-2 \mu\text{Sv/y}$ の最大線量を示し、基本シナリオにおける線量よりも高い値となった。

これ以外の 3 経路におけるバリア機能喪失後に生じた線量の増加分は、基本シナリオにおける最大線量を下回る結果となった。

2) 土地利用シナリオ

バリア機能の一部喪失に伴う土地利用シナリオの評価結果を表 5.2.39 に示す。また、それぞれの評価経路における線量の経時変化を図 5.2.60～図 5.2.62 に示す。

いずれの評価経路においても、変動シナリオのめやす線量である $300 \mu\text{Sv/y}$ を十分下回る結果となった。また、人工バリア機能喪失後に生じた線量の増加分は、基本シナリオにおける最大線量を下回った。

5.2.5.3 人為事象シナリオ

(1) 仮想的な移行経路短絡シナリオ

1) 地下水シナリオ

ボーリング孔掘削に伴う移行経路短絡シナリオにおける地下水シナリオの評価結果を、表 5.2.40 に、それぞれの評価経路に対する線量の経時変化を図 5.2.63～図 5.2.67 に示す。それぞれの図中には基本シナリオにおける線量の評価結果も破線で合わせて示し、ボーリングによる移行経路短絡シナリオと基本シナリオの評価結果を比較した。

いずれの評価経路における線量の最大値も、人為事象シナリオのめやす線量である 1mSv/y を十分に下回り、かつ、基本シナリオの線量の最大値よりも低くなった。線量の経時変化では、いずれの評価経路においても、ボーリング孔設置直後に鋭い線量ピークが生じ、その後速やかに

低下する傾向となった。

また、仮にボーリングの影響を受ける範囲がコンクリートピット1基に及んだ場合、ボーリングの影響範囲が36倍となるので、線量の評価結果が36倍となると想定すると、線量が最も高い河川産物摂取の評価経路においても $6.7\mu\text{Sv/y}$ 程度であり、人為事象シナリオのめやす線量である 1mSv/y を十分に下回ることが想定される。

2) 土地利用シナリオ

ボーリング孔掘削に伴う移行経路短絡シナリオにおける土地利用シナリオの評価結果を表5.2.41に、また、それぞれの評価経路における線量の時間変化を図5.2.68～図5.2.70に示す。

いずれの評価経路における線量の最大値も、人為事象シナリオのめやす線量である 1mSv/y を十分に下回り、かつ、基本シナリオの線量の最大値よりも低くなった。

線量の経時変化では、いずれの評価経路においても、ボーリング孔設置直後に鋭い線量ピークが生じ、その後速やかに低下する傾向となった。仮に、ボーリングの影響を受ける範囲がコンクリートピット1基に及んだ場合、線量が高い「河川岸で栽培された飼料を摂取した畜産物（牛乳）の摂取」において $0.018\mu\text{Sv/y}$ 程度であり、人為事象シナリオのめやす線量である 1mSv/y を十分に下回る結果となった。

3) 帯水層土壌掘削シナリオ

ボーリング孔掘削による移行経路短絡シナリオにおける帯水層土壌掘削シナリオの評価結果を表5.2.42に、線量の経時変化を図5.2.71～図5.2.72に示す。

表5.2.42に示すとおり、人為事象シナリオのめやす線量(1mSv/年)を十分に下回る結果となった。

(2) 仮想的なコンクリートピット埋設施設近傍における井戸掘削に伴う地下水飲用シナリオ

ピット近傍における井戸掘削に伴う地下水飲用シナリオの評価結果を表5.2.43に、線量の経時変化を図5.2.73に示す。

表5.2.43に示すとおり、最大線量は $38\mu\text{Sv/y}$ であり、人為事象シナリオにおける特定接近者個人に対するめやす線量である 10mSv/年 を十分に下回る結果となった。

5.2.5.4 コンクリートピット埋設施設とトレンチ埋設施設からの線量の重畳を考慮した線量評価 (1) 地下水シナリオ

コンクリートピット埋設施設及びトレンチ埋設施設からの線量の重畳を考慮した地下水シナリオの線量評価結果を表5.2.44に、線量の経時変化を図5.2.74～図5.2.78に示す。

すべての評価経路において、最大線量は基本シナリオのめやす線量である $10\mu\text{Sv/y}$ を下回る結果となった。両施設からの線量の重畳を考慮した結果と施設毎における結果を比較すると、線量が若干増加したが、線量の最大値に対して、コンクリートピット埋設施設からの線量の寄与が大きく、トレンチ埋設施設からの線量の寄与は限定的であった。

(2) 土地利用シナリオ

両施設からの線量の重畳を考慮した土地利用シナリオの線量評価結果を、表5.2.45に示す。また、それぞれの評価ケースに対する線量の時間変化を図5.2.79～図5.2.81に示す。

すべての評価経路において、最大線量は基本シナリオのめやす線量である $10\mu\text{Sv/y}$ を下回る結果となった。また、最大線量に対して、地下水シナリオと同様にコンクリートピット埋設施設からの寄与が大きい結果となった。

5.2.5.5 線量の評価結果のまとめ

埋設施設的设计結果(4.1及び4.2項)を踏まえ、コンクリートピット埋設施設では地下水流動解析を行い、トレンチ埋設施設ではP埋設地とS埋設地の形状の違いを反映し、評価対象とした「基本シナリオ」、「変動シナリオ」及び「人為事象シナリオ」の線量評価を行った。

さらに、コンクリートピット埋設施設とトレンチ埋設施設のそれぞれの線量の重畳を考慮した評価を基本シナリオについて実施した。

線量の評価結果について、コンクリートピット埋設施設及びトレンチ埋設施設に対する各評価経路の最大線量の経時化をそれぞれ、図 5.2.82、図 5.2.83 に示す。同様に、コンクリートピット埋設施設及びトレンチ埋設施設からの線量の重畳を考慮した評価経路の最大線量について、図 5.2.84 に示す。また、基本シナリオ、変動シナリオ及び人為事象シナリオの評価結果の最大値を表 5.2.46 に示す。

これらの結果、「基本シナリオ」、「変動シナリオ」及び「人為事象シナリオ」のすべてのケースについて、線量の計算結果は目安線量を下回ったことから、概念設計による埋設施設の安全性を確認した。

5.2.6 管理期間終了後の被ばく線量結果のまとめ

ピット及びトレンチ処分を対象に管理期間（トレンチ処分は 50 年、ピット処分は 300 年）終了後における埋設した放射性廃棄物に起因する一般公衆の被ばく線量を評価した。

4. 項の概念設計に先立って、想定される立地環境条件及び埋設する廃棄体に含まれる放射能インベントリを用いて、ピット処分及びトレンチ処分の基本的な処分概念を踏まえた簡易なモデルにより線量評価（インベントリ特性評価）を行い、その結果から、最大線量が発生する時期が、ピット処分対象においても数百年後であり、長期における線量は小さいことを確認した。また、コンクリートピット埋設施設については、ベントナイト混合土層の設置による地下水の浸入の低減が必要であることが示唆された。

概念設計の設計結果を踏まえた線量評価を行うにあたっては、安全審査指針²⁾に基づく評価シナリオを設定した。インベントリ特性評価の結果から、評価期間は長期自然事象による変動が生じない長さであることが想定されることから、基本シナリオの自然環境の状態設定は、現在の状態が継続することを想定し、長期自然事象による変動は、変動シナリオで考慮することとした。評価シナリオは、地下水シナリオ、土地利用シナリオ、人為事象シナリオを想定し、ガス移行シナリオは、対象外とした。これは、放射性ガスとして想定されるラドンの親核種であるウランの廃棄体中の放射能濃度が低いこと、アルミニウムからの水素ガスの発生については、処理時に発生量抑制対策を講じることが可能であり、また、水素ガスが発生したとしても、コンクリートピット埋設施設は、ガスを透気すると想定されることから、ピット内部にガスが蓄積し、安全性に対して顕著な影響を与えるまで、ガス圧力が上昇する可能性は小さいと考えられることにより、評価の対象外とした。ただし、将来的には、基本設計の結果及び埋設する廃棄体の性状を踏まえ、ガスの発生量を把握し、必要な処理対策、または、影響評価により安全性を確認することが必要と考えられる。

設定した評価シナリオについて、必要なパラメータを既往文献³⁾の調査結果や原子力安全委員会の線量評価に用いられた値を参考に設定し、線量評価を実施した。コンクリートピット埋設施設の線量評価にあたっては、周辺の地質環境及びベントナイト混合土層の浸入水量抑制効果を取り入れたピットからの浸出水量を設定するために2次元の地下水流動解析を実施した。

また、ピット処分及びトレンチ処分を同一サイトで行うことから、それぞれの埋設施設からの線量の重畳した評価も実施した。

これらの結果、コンクリートピット埋設施設及びトレンチ埋設施設に対するすべての評価シナリオについて、線量の計算結果は目安線量を下回ったことから、概念設計による埋設施設の安全性を確認し、また、両施設から線量を重畳した結果もめやす線量を下回ったことから、本対象廃棄物の全量を同一サイトで、埋設可能であることを確認した。

表 5.2.1 埋設施設ごとの核種インベントリ

番号	核種名	半減期 (年)	インベントリ (Bq)		番号	核種名	半減期 (年)	インベントリ (Bq)	
			トレンチ 処分	ピット処分				トレンチ 処分	ピット処分
1	H-3	1.2E+01	1.45E+12	2.80E+14	28	Po-210 ^{*)}	3.8E-01	0	0
2	Be-10	1.5E+06	1.00E+07	1.75E+08	29	Ra-226	1.6E+03	1.96E+02	2.58E+05
3	C-14	5.7E+03	1.46E+10	9.20E+12	30	Ra-228	5.8E+00	3.44E+07	2.18E+09
4	Al-26	7.2E+05	1.17E+07	7.35E+07	31	Ac-227	2.2E+01	1.33E+03	1.59E+04
5	Cl-36	3.0E+05	2.27E+08	5.19E+09	32	Th-228 ^{*)}	1.9E+00	0	0
6	Ca-41	1.0E+05	4.21E+08	6.59E+10	33	Th-229	7.3E+03	1.92E+02	4.37E+04
7	Co-60	5.3E+00	1.94E+12	2.72E+14	34	Th-230	7.5E+04	2.31E+04	1.44E+05
8	Ni-59	1.0E+05	2.44E+09	2.44E+11	35	Th-232	1.4E+10	9.89E+04	7.00E+08
9	Ni-63	1.0E+02	3.45E+11	2.91E+13	36	Pa-231	3.3E+04	3.22E+03	3.98E+04
10	Se-79	3.0E+05	1.61E+05	6.02E+07	37	U-232	6.9E+01	1.28E+07	2.05E+06
11	Sr-90	2.9E+01	1.24E+10	9.84E+12	38	U-233	1.6E+05	3.21E+05	2.32E+07
12	Zr-93	1.5E+06	1.39E+06	1.79E+08	39	U-234	2.5E+05	3.84E+09	5.31E+08
13	Nb-94	2.0E+04	2.47E+07	1.99E+09	40	U-235	7.0E+08	1.66E+08	5.40E+08
14	Mo-93	4.0E+03	7.49E+07	6.45E+08	41	U-236	2.3E+07	8.55E+07	3.30E+07
15	Tc-99	2.1E+05	7.78E+08	7.54E+09	42	U-238	4.5E+09	3.15E+09	1.67E+10
16	Ag-108m	4.2E+02	2.21E+08	2.69E+10	43	Np-237	2.1E+06	8.93E+05	1.62E+08
17	Cd-113m	1.4E+01	1.01E+07	5.85E+09	44	Pu-238	8.8E+01	4.18E+08	3.07E+11
18	Sn-126	2.3E+05	1.44E+06	1.98E+08	45	Pu-239	2.4E+04	3.34E+08	1.12E+11
19	I-129	1.6E+07	4.08E+03	6.43E+09	46	Pu-240	6.6E+03	2.15E+08	1.39E+11
20	Cs-135	2.3E+06	3.75E+06	1.31E+08	47	Pu-241	1.4E+01	3.30E+07	3.69E+12
21	Cs-137	3.0E+01	6.41E+10	1.62E+13	48	Pu-242	3.8E+05	7.31E+05	4.67E+08
22	Ba-133	1.1E+01	2.47E+09	1.71E+12	49	Am-241	4.3E+02	5.12E+09	1.09E+11
23	Eu-152	1.4E+01	2.47E+10	3.16E+12	50	Am-242m	1.4E+02	1.25E+06	1.15E+09
24	Eu-154	8.6E+00	3.58E+09	2.07E+12	51	Am-243	7.4E+03	5.16E+06	3.27E+09
25	Ho-166m	1.2E+03	3.24E+06	5.00E+08	52	Cm-243	2.9E+01	5.82E+06	3.64E+09
26	Hf-182	9.0E+06	2.67E+04	3.62E+05	53	Cm-244	1.8E+01	6.88E+08	4.18E+11
27	Pb-210	2.2E+01	6.21E+01	3.23E+02	54	Cm-245	8.5E+03	5.11E+04	3.10E+07

(*) 初期インベントリがゼロの核種は埋設処分後、親核種の崩壊連鎖で生成される子孫核種。上記の2核種以外は、線量換算係数で他の系列核種に含まれている。

表 5.2.2 地形分類ごとの代表的な地下水位の範囲

地形分類	種類	地形形成時代	地下水位の範囲 (m)
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	10m
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降	
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世	
台地・河岸段丘	河岸段丘	完新世以降	岩石段丘 1～5m 砂礫段丘 5m 以深 ローム段丘 3～15m
	溶岩・火砕流台地	完新世	1～5m
	石灰岩台地	完新世以降	10 以深
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	30m 以浅
		蛇行原	自然堤防 3～10m
		三角州	3m 以浅
	海成低地		
	海岸段丘	完新世以降	河岸段丘に同じ

注) 文献³¹⁾より整理したデータのうち、囲み部、を主に参考にした。

表 5.2.3 地形別動水勾配データの整理結果

地形分類	種類	地形形成時代	動水勾配の平均値
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	0.0272 (3%)
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降	
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世	
台地・河岸段丘	河岸段丘	完新世以降	0.0181 (2%)
	溶岩・火砕流台地	完新世	
	石灰岩台地	完新世以降	
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	0.0085 (1%)
		蛇行原	
		三角州	
	海成低地		
	海岸段丘	完新世以降	0.0181 (2%)

注) 文献³²⁾より、山地を除き、地形分類ごとにデータの平均値を整理したもの。

表 5.2.4 第四紀堆積物の透水係数(m/s)

	データ数	最大値	最小値	中央値	対数平均値	標準偏差	平均値
シルト質粘土	14	4.58E-06	1.00E-10	1.40E-09	4.51E-09	1.30E-06	5.20E-07
団結粘土	6	8.34E-07	1.61E-10	6.72E-09	5.33E-09	3.39E-07	1.43E-07
シルト	24	1.00E-06	5.00E-10	9.60E-09	1.27E-08	2.40E-07	1.10E-07
粘土	44	1.00E-05	1.50E-10	1.64E-08	2.42E-08	1.52E-06	4.07E-07
泥炭	10	5.90E-06	5.00E-09	3.08E-07	2.09E-07	1.95E-06	1.05E-06
表土・腐植土	9	5.57E-06	1.00E-08	5.00E-07	3.59E-07	1.87E-06	1.38E-06
ローム・火山灰	23	9.75E-05	1.00E-09	2.32E-06	7.24E-07	2.40E-05	1.34E-05
粘土混じり砂礫土	17	9.80E-04	1.50E-09	1.78E-06	8.15E-07	2.62E-04	1.09E-04
風化岩	171	5.00E-05	2.00E-09	1.33E-06	1.01E-06	7.67E-06	3.67E-06
砂質土	60	9.23E-04	3.16E-10	9.17E-06	3.88E-06	1.58E-04	6.01E-05
シルト混じり砂礫	14	7.60E-04	2.18E-07	1.15E-05	1.50E-05	2.47E-04	1.40E-04
シラス	6	1.58E-03	3.16E-07	1.13E-05	1.73E-05	6.00E-04	2.94E-04
砂	192	1.00E-03	7.62E-10	2.66E-05	1.90E-05	1.51E-04	8.54E-05
扇状地堆積物	2	1.58E-04	5.00E-06	8.15E-05	2.81E-05	1.08E-04	8.15E-05
礫混じり砂礫土	19	3.00E-03	1.00E-08	3.16E-05	3.39E-05	9.45E-04	4.84E-04
段丘砂礫	18	5.00E-03	3.16E-07	4.23E-05	6.14E-05	1.22E-03	5.74E-04
河床堆積物	2	3.16E-04	2.24E-05	2.08E-04	8.41E-05	1.69E-04	1.69E-04
砂礫混合	208	1.00E-01	1.87E-07	1.58E-04	1.26E-04	8.02E-03	7.41E-03
礫	22	5.10E-03	1.58E-06	1.19E-04	1.30E-04	1.30E-03	7.41E-04
礫性石灰岩	6	7.10E-03	1.71E-04	4.40E-04	8.67E-04	3.02E-03	2.25E-03

文献³³⁾より整理。単位をm/sに換算した。

風化岩は第3紀以前の全岩種から「風化」の記載のあるものを抽出した。

表 5.2.5 岩盤の透水係数(m/s)

風化区分	標本数(個)	最大値	最小値	中央値	対数平均値
強風化	38	3.55E-05	3.16E-08	2.51E-06	2.00E-06
風化	63	5.01E-05	2.00E-09	1.38E-06	1.58E-06
弱風化	24	5.01E-05	3.16E-09	6.17E-07	6.17E-07
新鮮岩盤	77	5.01E-06	2.51E-10	1.86E-07	1.86E-07
全データ	410	7.08E-04	5.25E-11	6.48E-07	6.46E-07

注) 文献³⁴⁾における風化状況別の透水係数(表-8)より作成した。風化岩盤、新鮮岩盤については、各々、網掛け部の太字の値に着目した。

表 5.2.6 インベントリ特性評価で設定した評価経路及び被ばく形態

評価経路		被ばく形態
跡地利用	建設作業	外部被ばく
	建設作業	吸入による内部被ばく
	居住・農作物摂取 ^{注)}	経口摂取による内部被ばく
河川岸土壌の利用	建設作業	外部被ばく
	建設作業	吸入による内部被ばく
	居住・農作物摂取 ^{注)}	経口摂取による内部被ばく
地下水等の利用	井戸水の飲用	経口摂取による内部被ばく
	河川産物の摂取	経口摂取による内部被ばく

注) 文献²⁹⁾を参考に、家庭菜園において葉菜、非葉菜、果実を摂取することを想定した。

表 5.2.7 インベントリ特性評価で用いるパラメータの設定値一覧 (1/2)

区分	立地条件項目	評価パラメータ項目	設定値		設定方法
			設定値	単位	
処 分 場	施設の 設計条件	施設形状	200×200×5	m ³	既往文献 ³⁾ を参考として、居住シナリオに対して非保守的とならな いように設定する。
		浸透水量	トレンチ：400 ピット：40	mm/y	トレンチ埋施設については、原子炉CL報告書を参考にする。ピッ ト埋施設は、浸透水量がトレンチ埋施設の1/10と想定する。
		河川までの距離	100	m	原子炉CL報告書を参考にする。
		移行時間	0	d	保守性を考慮して、第3次中間報告 ⁵⁾ を参考にする。
		地下水流速 (ダルシー流速)	1	m/d	原子炉CL報告書を参考にする。
		帯水層厚さ	3	m	原子炉CL報告書を参考にする。(出典：IAEA-TECDOC-401) なお、5. 2.4項における線量評価試算では、施設の想定されるサイト条件を 考慮して別途設定する。
		帯水層(土壌)間隙率	0.3	—	原子炉CL報告書を参考にする。(出典：水理公式集)
		帯水層土壌の真密度	2.6	g/cm ³	原子炉CL報告書を参考にする。(出典：土質工学ハンドブック)
		土壌の真密度	2600	kg/m ³	原子炉CL報告書を参考にする。(出典：土質工学ハンドブック)
		流水方向の分散長	0	m	原子炉CL報告書を参考にする。
		河川水流量	1.0E+08	m ³ /y	原子炉CL報告書を参考にする。
		井戸水の混合割合	0.33	—	原子炉CL報告書を参考にする。
		社会環境	地表水の利用状況	処分場下流端から 井戸までの距離	10
人の年間飲料水摂取量	0.61			m ³ /y	原子炉CL報告書を参考にする。(出典：ICRP Pub. 23)

表 5.2.7 インベントリ特性評価で用いるパラメータの設定値一覧(2/2)

区分	立地条件 項目	評価パラメータ項目	設定値		設定方法	
			設定値	単位		
社会環境	農業、畜産業 等食物に関する 土地利用の 状況	河川・沼産物の年間摂取量(魚)	0.6	kg/y	原子炉CL報告書を参考にする。	
		経根吸収係数	0.1	—	原子炉CL報告書を参考にする。(出典:「植物栄養土壌肥料大辞典」)。 なお、第3次中間報告ではIAEA-TECDOC-401を参考として、「1」が 与えられている。	
		農作物の市場係数	0.1	—	原子炉CL報告書では「1」とされている。ここではVLLW学会標準を 参考に、「居住者」は、家庭菜園において摂取量の1/10をまかなうも のと想定する。	
		農作物の輸送時間	0	d	原子炉CL報告書を参考にする。	
		農作物の 年間摂取量	米	0	kg/y	原子炉CL報告書(出典:「平成8年版 国民栄養の現状」)を参考に、 葉菜、非葉菜、果実のすべてに放射性核種が含まれていると想定し て摂取量を設定する。ただし、VLLW学会標準における居住者の家庭 菜園では灌漑を想定しないため、米の摂取はないものとする。
			葉菜	24	kg/y	
			非葉菜	90	kg/y	
			果実	44	kg/y	
		建設作業の年間作業時間	500	h/y	原子炉CL報告書を参考にする。(出典:IAEA-TECDOC-401)	
		掘削深さ	3	m	原子炉CL報告書の出典:IAEA-TECDOC-401を参考にする。	
		覆土と廃棄物の混合割合	1	—	掘削に伴う覆土と廃棄物の混合は設定しない。	
		建設作業時の遮蔽係数	0.5	—	原子炉CL報告書を参考にする。(出典:IAEA-TECDOC-401)	
		建設作業時の粉塵濃度	5.0E-04	g/m ³	原子炉CL報告書を参考にする。(出典:IAEA-TECDOC-401)	
		建設作業時のダストの密度	2.0E+00	g/m ³	「原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するもの のうち放射性廃物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度につ いて」を参考にする。皮膚被ばく評価新設のため。(出典: IAEA-TECDOC-401)	
建設作業者の呼吸量	1.2	m ³ /h	原子炉CL報告書を参考にする。(出典:ICRP Pub.23)			
微粒子への濃縮係数 (吸入可能な粒子)	4.0E+00	—	ウランクリアランス報告書を参考にする。皮膚被ばく評価新設のた め。(出典:IAEA SRS No.44)			

表 5.2.8 放射能インベントリ特性評価結果(トレンチ埋設施設、50 年後以降)

評価経路		被ばく形態	線量 [μ Sv/y]	最大核種	線量寄与率 10% 以上の核種
跡地利 用	建設作業	外部被ばく	3.1	Cs-137	Co-60
		吸入内部被ばく	4.8E-01	Am-241	—
	居住・農作物 摂取	経口摂取による 内部被ばく	9.7E-01	Sr-90	—
河川岸 の利用	建設作業	外部被ばく	2.4E-04	Co-60	Eu-152,
		吸入内部被ばく	5.9E-06	U-234	U-238, Pu-239, Pu-240, Am-241,
	居住・農作物 摂取	経口摂取による 内部被ばく	1.1E-03	Sr-90	—
地下水 等の利 用	水産物摂取	経口摂取による 内部被ばく	2.0E-02	C-14	—
	井戸水飲用	経口摂取による 内部被ばく	8.0E-01	Sr-90	U-234, U-238

表 5.2.9 放射能インベントリ特性評価結果(コンクリートピット埋設施設、300 年後以降)

評価経路		被ばく形態	線量 [μ Sv/y]	最大核種	線量寄与率 10% 以上の核種
跡地利 用	建設作業	外部被ばく	6.7	Ag-108m	Cs-137
		吸入内部被ばく	48	Pu-240	Am-241, Pu-239, Pu-238
	居住・農作物 摂取	経口摂取による 内部被ばく	3.6	Sr-90	C-14
河川岸 の利 用	建設作業	外部被ばく	1.4E-04	Ag-108m	Cs-137
		吸入内部被ばく	1.0E-04	Pu-240	Pu-239
	居住・農作物 摂取	経口摂取による 内部被ばく	3.9E-04	Sr-90	C-14
地下水 等の利 用	水産物摂取	経口摂取による 内部被ばく	1.7	C-14	—
	井戸水飲用	経口摂取による 内部被ばく	6.7	C-14	I-129

表 5.2.10 トレンチ埋設施設に関するインベントリ特性の評価結果を踏まえた課題とその対応について

評価シナリオ ・評価経路 ・被ばく形態	結果			対応	
	線量*1	決定核種*2	課題	評価対応*3	施設対応*3
地下水利用	○	C-14	河川水量が減少する場合は、線量が増加する。 C-14 からの線量の寄与が大きいため、その放射能インベントリの増減が重要なファクターである点に留意が必要である。	◎河川水量が減少する評価は、変動シナリオとする。 線量の最大値出現時期が早い(数年～数10年程度)ため、同期間内の気候変動により河川水量が減少する蓋然性は低い。	△トレンチからの浸出量を抑制するため、低透水性の上部覆土を設置し降雨浸透水を低減する対応が考えられるが、先行施設の事例、原子力安全委員会の評価モデルと同様に施設対応は採用しない。
跡地利用	外部	○	上部覆土がない極端な条件下あるため、めやす線量(10μSv/y)に対する裕度が比較的小さい。 埋設施設内の放射能濃度が線量に寄与するファクターである。	◎上部覆土を考慮して評価を行うことでめやす線量に対する裕度を上げる。 ◎施設内の放射能濃度(定置効率)を適切に考慮する。	◎上部覆土を設置する。 △線量低減の観点から埋設施設の規模を小さくする設計をすることはしない。
	吸入	○	Am-241	同上	同上
農作物 摂取	○	Str-90	同上	同上	同上
井戸水 飲用	○	Str-90	基本シナリオとした場合でも、管理期間終了以後においてはめやす線量(10μSv/y)未満となった。 トレンチ埋設施設では人工バリアを設置しないため、H-3の早い漏出に留意する必要がある。	◎先行施設の評価では、管理期間終了直後に直近で井戸が利用される状況を基本シナリオとして想定していないため、変動シナリオとして評価する。	△トレンチからの浸出量を抑制するため、低透水性の上部覆土を設置し降雨浸透水を低減する対応が考えられるが、先行施設の事例、原子力安全委員会の評価モデルと同様に施設対応は採用しない。

*1:めやす線量(10μSv/y)未満である場合○、以上である場合△

*2:当該経路において、線量が最も大きくなった核種

*3:◎ 対応を行う内容。 △対応を実施しない内容

表 5.2.11 コンクリートピット埋設施設に関するインベントリ特性の評価結果を踏まえた課題とその対応について

評価シナリオ ・被ばく経路 ・被ばく形態	結果			対応	
	線量*1	決定核種*2	課題	評価対応	施設対応
地下水利用	○	C-14	浸入水量の低減効果を考慮した結果、めやす線量 (10 μSv/y) 未満となった。河川水量が減少する場合は、線量が増加する。 C-14 からの線量の寄与が大きいため、その放射能インベントリの増減が重要なファクターである点に留意が必要である。	◎河川水量が減少する評価は、変動シナリオとする。 線量の最大値出現時期が早い(数年～数100年程度)ため、同期間内の気候変動により河川水が減少する蓋然性は低い。	◎人工バリア (ベントナイト混合土) を設置し、施設への浸入水量の低減を図る。
跡地利用	○	Cs-137 Ag-108m	上部覆土がない極端な条件であるため、めやす線量 (10 μSv/y) に対する余裕度が小さい。	◎上部覆土を考慮して評価を行うことでめやす線量に対する余裕度を上げる。 ◎施設内の放射能濃度 (定置効率) を適切に考慮する。	◎上部覆土を設置する。 △線量低減の観点から埋設施設の規模を小さくする設計をすることはしない。
	△	Am-241 Pu-239	上部覆土がない極端な条件であるため、めやす線量 (10 μSv/y) を満足しない。 減衰による線量低下が期待できない。	同上	同上
農作物摂取	○	Sr-90 C-14	上部覆土がない極端な条件であるため、めやす線量 (10 μSv/y) に対する余裕度が小さい。	同上	同上
井戸水飲用	○	C-14	浸入水量の低減効果を考慮した結果、めやす線量 (10 μSv/y) 未満となった。	◎先行施設の評価では、管理期間終了直後に直近で井戸が利用される状況を基本シナリオとして想定していないため、変動シナリオとして評価する。	◎人工バリア (ベントナイト混合土) を設置し、施設への浸入水量の低減を図る。

*1: めやす線量(10 μSv/y)未満である場合○、以上である場合△

*2: 当該経路において、線量が最も大きくなった核種

*3: ◎ 対応を行う内容。 △対応を実施しない内容

表 5.2.12 第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方の整理

	基本シナリオ	変動シナリオ	稀頻度事象シナリオ	人為事象シナリオ
定義等	科学的に確からしいシナリオ想定に基づく評価によって、埋設事業に係る基本設計及びその方針にしたがって埋設した廃棄物に起因して発生する放射線影響が、無視できるほど軽微であることとの科学的蓋然性を示すこと。	基本シナリオに対する変動要因を考慮した変動シナリオを想定しても、埋設事業に係る基本設計及びその方針にしたがって埋設した廃棄物に起因して発生する放射線影響は、限定的であることを示すこと。	変動シナリオにおいてもなお想定しがたいほどの稀頻度の事象を敢えて想定しても、埋設事業に係る基本設計及びその方針にしたがって埋設した廃棄物に起因して発生する放射線影響は、放射線物質の生活環境に及ぼす影響が、周辺住民と特定の接近者個人のそれぞれに対して、放射線防護上の特別な措置を必ずしも必要としないことにより、埋設事業に係る基本設計及びその方針において、人為事象シナリオを含む安全評価に対して十分な頑健性を有することを示すこと。	人の行為を様式化した上で、埋設事業に係る基本設計及びその方針にしたがって埋設した廃棄物に起因して発生すると想定される放射線物質の生活環境に及ぼす影響が、周辺住民と特定の接近者個人のそれぞれに対して、放射線防護上の特別な措置を必ずしも必要としないことにより、埋設事業に係る基本設計及びその方針において、人為事象シナリオを含む安全評価に対して十分な頑健性を有することを示すこと。
評価すべきこと	発生の可能性が高く、通常起きるものと考えざるをえないようなシナリオを設定し、確からしい状態設定の基で確からしいパラメータを用いて評価すること。	①基本シナリオを基に、確からしい事象の進展に基づく確からしいパラメータの変動要因を分析すること。 ②長期の安全性が、一つのバリエーションに依存していないことを、一部のバリエーションの性能を無視した変動シナリオを設定・評価することにより示すこと。	長期にわたって火山・火成活動、地震・断層活動による廃棄物埋設地の力学的な破壊、火山・火成活動による極端な熱的・化学的な劣化の可能性を排除することが困難な地域においては、変動シナリオの想定を超える複数バリエーションの性能の同時喪失又は低下を仮想的に考慮した長期的な時間枠での稀頻度事象シナリオを念のため評価すること。	放射線濃度、処分の区画単位の放射線量、人工バリエーションによる放射性物質の移行抑制に係る廃棄物埋設地の設計の妥当性等を示すことを目的に以下のシナリオを評価すること。 i) ボーリングシナリオ ii) トンネル掘削シナリオ iii) 大開発土地利用シナリオ
めやす線量	10 μSv/年以下	300 μSv/年以下	10mSv/年を超えないこと (保守的 100mSv/年以下)	周辺住民 1mSv/年以下 (保守的 10mSv/年以下) 特定接近者 10mSv/年以下 (保守的 100mSv/年以下)
ピット	○	○	-	○
トレンチ	○	○	-	-

注1) “第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方” 原子力安全委員会をもとに作成。

注2) 稀頻度事象については、評価対象外とされている。例えば、“ピット処分の放射線濃度は余裕深度処分にして数オーダー以上低くなるため、このような事象をあえて評価する必要は無いと考えられる。”との記載がある。

表 5.2.13 安全評価を実施したシナリオ及び評価経路

シナリオ (対象施設)	移行経路	評価経路	被ばく形態	評価対象とする経路						人為	
				基本		変動					
				ビット	トレンチ	長期変動 事象	ビット	人エスリア 機能喪失	トレンチ		可能性の 小さい事象
地下水シナリオ (ピット/トンナ)	地下水中移行	河川水利用	経口摂取	飲用	○	○	-	-	○	-	-
				河川産物摂取	○	○	-	-	○	-	-
				灌漑農業者	○	○	-	-	○	-	-
				灌漑農作物(米)摂取	○	○	-	-	○	-	-
				灌漑畜産物(牛乳)摂取	○	○	-	-	○	-	-
				飲用	-	-	-	-	-	○	-
				農業者	○	○	-	-	○	-	-
				農作物(葉菜等)摂取	○	○	-	-	○	-	-
				畜産物(牛乳)摂取	○	○	-	-	○	-	-
				農業者	-	-	-	-	-	-	-
地下水中移行	河川の陸地化 による利用	農作物(葉菜等)摂取	経口摂取	農作物(葉菜等)摂取	-	-	-	-	-	-	-
				畜産物(牛乳)摂取	-	-	-	-	-	-	-
				農業者	-	-	-	-	-	-	-
				農作物(葉菜等)摂取	-	-	-	-	-	-	-
				畜産物(牛乳)摂取	-	-	-	-	-	-	-
				農業者	-	-	-	-	-	-	-
				居住者	-	-	-	-	-	-	-
				農作物(葉菜等)摂取	-	-	-	-	-	-	-
				畜産物(牛乳)摂取	-	-	-	-	-	-	-
				建設作業	-	○	-	-	-	○	-
埋設地	埋設地の掘削 利用	帯水層土壌の 掘削利用	経口摂取	居住者(農作物(葉菜等)摂取を含む)	-	○	-	-	-	○	-
				居住者(農作物(葉菜等)摂取を含む)	-	○	-	-	-	○	-
				建設作業	-	-	-	-	-	-	-
				居住者(農作物(葉菜等)摂取を含む)	-	-	-	-	-	-	-
				飲用	-	-	-	-	-	-	-
				河川産物摂取	-	-	-	-	-	-	-
				農業者	-	-	-	-	-	-	-
				灌漑農作物摂取	-	-	-	-	-	-	-
				灌漑畜産物(牛乳)摂取	-	-	-	-	-	-	-
				農業者	-	-	-	-	-	-	-
人為 シナリオ (ピット)	地下水中移行	河川水利用	経口摂取	農作物摂取	-	-	-	-	-	-	-
				畜産物(牛乳)摂取	-	-	-	-	-	-	-
				建設作業	-	-	-	-	-	-	-
				居住者(農作物(葉菜等)摂取を含む)	-	-	-	-	-	-	-
				農業者	-	-	-	-	-	-	-
				灌漑農作物(牛乳)摂取	-	-	-	-	-	-	-
				農作物摂取	-	-	-	-	-	-	-
				畜産物(牛乳)摂取	-	-	-	-	-	-	-
				建設作業	-	-	-	-	-	-	-
				居住者(農作物(葉菜等)摂取を含む)	-	-	-	-	-	-	-
人為事象 シナリオ (ピット)	地下水中移行	井戸水利用	経口摂取	井戸水飲用	-	-	-	-	-	-	○
				掘削利用	-	-	-	-	-	-	-

表 5.2.14 ピットからの浸出水量の解析における各構成材料及び地質の透水係数の設定条件

解析ケース	動水勾配(%)	透水係数(m/s)				
		土壌	新鮮岩盤部	覆土	側部覆土	ベントナイト混合土
1 基本シナリオ	3	10 ⁻⁴	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
2 変動シナリオ	3	10 ⁻⁴	10 ⁻⁷	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴

表 5.2.15 地下水流動解析での施設浸出水量の算定結果

解析ケース	施設浸出水量(m ³ /y : 奥行 360m) ^{*1}			
	①ピット→岩盤→浸出地点	②ピット→上部覆土→岩盤風化部・土壌層→浸出地点	③ピット→側部覆土→岩盤風化部・土壌層→浸出地点	④ピット→岩盤→側部覆土・岩盤風化部・土壌層→浸出地点
1 基本シナリオ	560	50	150	370
2 変動シナリオ	3320	3890	5620	0

*1 : 施設浸出水量は、1の位を切り上げ、10の位までの値に丸めた。

表 5.2.16 線量評価における施設浸出水量の設定

解析ケース	施設浸出水量(m ³ /y : 奥行 360m) ^{*1}		
	①ピット→岩盤→浸出地点	②ピット→ベントナイト混合土→岩盤風化部・土壌層→浸出地点	③ピット→岩盤→側部覆土・岩盤風化部・土壌層→浸出地点
1 基本シナリオ	560	190	370
2 変動シナリオ	3320	9500	0

*1 : 施設浸出水量は、1の位を切り上げ、10の位までの値に丸めたため、表 5.2.15 の浸出水量の合計と合わない点がある。

表 5.2.17 線量の重畳を考慮した線量評価シナリオ

シナリオ	評価経路	
地下水シナリオ	河川水利用	河川水飲用
		河川産物摂取
		灌漑農作物摂取
		灌漑畜産物(牛乳)摂取
土地利用シナリオ	河川岸土壌の利用	農作物摂取
		畜産物(牛乳)摂取

表 5.2.18 施設に関する評価パラメータの設定値一覧(1/2)

区分	立地条件項目	評価パラメータ項目	設定値		設定方法
			設定値	単位	
埋設施設	施設条件 (トレンチ 処分)	施設形状	P埋設地; 200×400×4 S埋設地; 400×200×4	m ³	施設の配置設計の結果をもとに設定。
		廃棄体：真密度	2600	kg/m ³	帯水層土壌の真密度と同じとする。
		廃棄体：間隙率	0.3	—	帯水層土壌の間隙率と同じとする。
		廃棄体：分配係数	別表	m ³ /kg	帯水層土壌の分配係数と同じとする。値は添付資料-B 参照。
		施設浸透水量	400	mm/y	原子炉 CL 報告書を参考にする。
		施設形状	400×100×5	m ³	施設の配置設計の結果をもとに設定。
		廃棄体：真密度	2500	kg/m ³	「六ヶ所低レベル放射性廃棄物貯蔵センター廃棄物埋設事業許可申請書」を参考とする。
	施設条件 (ピット 処分)	廃棄体：間隙率	0.35	—	モルタルの分配係数を参考にする。値は添付資料-B 参照。
		廃棄体：分配係数	別表		施設の配置設計の結果をもとに設定。
		ベントナイト混合土層の厚さ	2	m	「六ヶ所低レベル放射性廃棄物貯蔵センター廃棄物埋設事業許可申請書」を参考とする。
		ベントナイト混合土層：真密度	2700	kg/m ³	ベントナイトの分配係数を参考にする。値は添付資料-B 参 照
		ベントナイト混合土層：間隙率	0.4	—	
		ベントナイト混合土：分配係数	別表		

表 5.2.18 施設に関する評価パラメータの設定値一覧(2/2)

区分	立地条件項目	評価パラメータ項目	設定値		設定方法
			設定値	単位	
埋設 施設	施設条件 (ピット処 分)	ベントナイト混合土層：実効拡散係数	3×10^{-10}	m ² /s	既往文献 ³⁾ のベントナイト混合土の仕様(礫 50%、ベントナイト 15%)を参考にし、嵩密度を 1600kg/m ³ と仮定して第2次 TRU レポートの 4.4.2.2-11 式を用いて算出した値を丸めて 3×10^{-10} m ² /s と設定。
		核種が流入する土壌層の地下水流方向長さ	20	m	地下水流動解析の結果から設定する。
		核種が流入する岩盤の地下水流方向長さ	20	m	地下水流動解析の結果から設定する。
		岩盤經由で土壌層へ流入する核種について、核種が流出する岩盤の地下水流方向長さ	1	m	岩盤を迂回して土壌層に至る流れは施設の最も下流側の限られた領域から生じることから、1m と設定する。
		岩盤經由で覆土へ流入する核種について、施設下流端から覆土に到るまでに核種が移行する距離	2	m	ベントナイト混合土層を迂回するための最も短い距離として、ベントナイト混合土層の厚さを設定する。
		施設から覆土への流出水量	基本：190 変動：9500	m ³ /y	地下水流動解析の結果から設定する。変動シナリオの開始時刻は 10000 年経過時点。
		施設から岩盤への流出水量	基本：560 変動：3320	m ³ /y	地下水流動解析の結果から設定する。変動シナリオの開始時刻は 10000 年経過時点。
		核種が流入する岩盤を經由した後、施設から岩盤への流出水量	基本：370 変動：0	m ³ /y	地下水流動解析の結果から設定する。変動シナリオの開始時刻は 10000 年経過時点。

表 5.2.19 天然バリア及び自然環境に関する評価パラメータの設定値一覧（基本シナリオ）

区分	立地条件項目	評価パラメータ項目	設定値		設定方法
			設定値	単位	
天然 バリア 及び 自然環境	水象及び水理	帯水層土壌：真密度	2600	kg/m ³	原子炉 CL 報告書を参考にする。
		帯水層土壌：間隙率	0.3	—	原子炉 CL 報告書を参考にする。
		帯水層土壌：分配係数	別表	m ³ /kg	帯水層土壌の分配係数を参考にする。値は添付資料-B 参照。
		帯水層土壌： 地下水流速（ダルシー流速）	100	m/y	地下水流動解析の結果から設定する。
		岩盤：真密度	2800	kg/m ³	「六ヶ所低レベル放射性廃棄物貯蔵センター廃棄物埋設事業許可申請書」を参考とする。
		岩盤：間隙率	0.47	—	帯水層の分配係数と同じとする。値は添付資料-B 参照。
		岩盤：分配係数	別表	m ³ /kg	帯水層の分配係数を参考にする。
		岩盤：地下水流速（ダルシー流速）	0.1	m/y	地下水流動解析の結果から設定する。
		河川岸土壌：真密度	2600	kg/m ³	帯水層土壌の真密度と同じとする。
		河川岸土壌：間隙率	0.3	—	帯水層土壌の間隙率と同じとする。
		河川岸土壌：分配係数	別表	m ³ /kg	帯水層土壌の分配係数と同じとする。値は添付資料-B 参照。
		帯水層厚さ	2	m	季節変動を考慮した土壌層中の地下水位が岩盤面から 2m に達することから、2m に設定する。
		流水方向の分散長	0	m	原子炉 CL 報告書を参考にする。
		河川水流量	1.0×10 ⁸	m ³ /y	原子炉 CL 報告書を参考にする。
河川までの距離	100	m	原子炉 CL 報告書を参考にする。		

表 5.2.20 施設・天然バリア及び自然環境に関する評価パラメータの設定値一覧（変動シナリオ）

区分	立地条件項目	評価パラメータ項目	設定値		設定方法
			設定値	単位	
処分場	人工バリア機能 (ピット処分)	施設からの流出水量が変化する時刻	10000	y	シナリオ区分検討より、立地条件の不確実性が大きくなると考えられる時期を設定する。
		施設から覆土への流出水量	9500	m ³ /y	
		施設から岩盤への流出水量	3320	m ³ /y	
		核種が流入する岩盤を経由した後に覆土へ流入する経路について、施設から岩盤への流出水量	0	m ³ /y	
天然バリア及び自然環境	隆起・侵食 帯水層土壌の掘削	堆積地規模（ピット処分）	400×100× 5	m ³	コンクリートピット埋設施設の規模と同じとする。
		堆積地土壌：真密度	2600	kg/m ³	灌漑土壌の真密度と同じとする。
		堆積地土壌：間隙率	0.3	—	灌漑土壌の間隙率と同じとする。
		堆積地土壌：分配係数	別表	m ³ /kg	灌漑土壌の分配係数と同じとする。値は添付資料-B 参照。
		帯水層土壌までの距離	10	m	施設設置深度を考慮し、人間活動のある施設に十分に近い距離を想定して設定する。

表 5. 2. 21 施設・天然バリア及び自然環境に関する評価パラメータの設定値一覧（人為事象シナリオ）

区分	立地条件項目	評価パラメータ項目	設定値		設定方法
			設定値	単位	
処分場	施設の設計条件 (ピット処分)	施設形状	8.3×8.3×5	m ³	施設の1区画を対象とする。(施設は1施設あたり16ピット、1ピットあたり36区画で構成される)
		人為シナリオが発生する時期	300	y	最も早い発生時期として管理期間終了直後を設定する。
		施設から土壌層への流出水量	121	m ³ /y	1年間ですべての間隙水が流出すると想定して設定する。
		施設から岩盤への流出水量	0	m ³ /y	ボーリング孔からの流出を想定することから、岩盤方向へは流出しないとする。
天然バリア及び自然環境	水象及び水理	岩盤経由で土壌層へ流入する経路について、施設から岩盤への流出水量	0	m ³ /y	ボーリング孔からの流出を想定することから、岩盤方向へは流出しないとする。
		施設周辺のボーリング孔までの距離	1	m	施設に近い位置と想定して設定する。

表 5. 2. 22 天然バリア及び自然環境に関する評価パラメータの設定値一覧（建設・居住）

区分	立地条件項目	評価パラメータ項目	設定値		設定方法
			設定値	単位	
人間活動及び社会環境	建設、居住等に関する土地利用の状況	年間作業時間	500	h/y	原子炉 CL 報告書を参考にする。
		掘削深さ（跡地利用）	基本シナリオ : 3m 変動シナリオ ピット: 21m トレンチ: 6.5m	m	基本シナリオ 原子炉 CL 報告書を参考にする。 変動シナリオ 施設底面に至る掘削を想定。想定されるサイト条件に基づいて、土壌層(6m)及び岩盤風化部(8m)に評価上の施設高さ(5m)及びびべントナイト混合土層高さ(2m)を考慮した。 施設底面に至る掘削を想定。概念設計結果に基づいて、上部覆土2.5m、評価上の施設高さ(4m)を考慮した。 土壌層が掘削されることを想定した。
		掘削深さ（帯水層土壌の利用）	6	m	基本シナリオでは、深度 3m までの掘削により廃棄物層の厚さ 0.5m 分が掘削されるとした。変動シナリオでは、深度 6.5m の掘削により廃棄物層の厚さが 4m 分が掘削されるとした。
		掘削時における覆土と廃棄物層の混合割合（トレンチ）	基本シナリオ: 0.17 変動シナリオ: 0.62	-	変動シナリオでは、深度 21m までの掘削により廃棄物層の厚さ 5m 分が掘削されるとした。
		掘削時における覆土と廃棄物層の混合割合（ピット）	0.22	-	変動シナリオでは、深度 6m までの掘削により帯水層土壌の厚さ 2m 分が掘削されるとした。
		掘削時における通気層土壌と帯水層土壌の混合割合	0.33	-	原子炉 CL 報告書を参考にする。
		作業時の遮蔽係数	0.5	-	原子炉 CL 報告書を参考にする。
		農作業時の遮蔽係数	1.0	-	原子炉 CL 報告書を参考にする。
		作業時の粉塵濃度	5.0E-04	g/m ³	原子炉 CL 報告書を参考にする。
		作業時のダストの密度	2.0	g/m ³	「原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するもののうち放射性廃物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について」 ⁴⁹⁾ を参考にする。皮膚被ばく評価新設のため。
		作業者の呼吸量	1.2	m ³ /h	原子炉 CL 報告書を参考にする。
		微粒子への濃縮係数	4	-	ウランクリアランス報告書を参考にする。
		年間居住時間	8760	h/y	原子炉 CL 報告書を参考にする。
		居住時の遮蔽係数	0.2	-	原子炉 CL 報告書を参考にする。
居住時の粉塵濃度	6.0E-6	g/m ³	原子炉 CL 報告書を参考にする。		
居住者の呼吸量	0.96	m ³ /h	原子炉 CL 報告書を参考にする。		

表 5. 2. 23 人間活動及び社会環境に関する評価パラメータの設定値一覧 (農耕・畜産) (1/2)

区分	立地条件項目	評価パラメータ項目	設定値		設定方法	
			設定値	単位		
人間活動 及び 社会環境	河川水、地 下水等の利 用状況	人の年間飲料水摂取量	0.61	m ³ /y	原子炉 CL 報告書を参考にする。	
			10 (変動) 1 (人為)	m	原子炉 CL 報告書を参考にする。ただし、同書の設定値 (0m) は現実的ではないことから、U.S. NRC NUREG-0782, Appendix-G (1981) のパツアゾーンサイト境界井戸の位置設定 (30m) を参考にし、これを保守的に丸めて 10m と設定する。人為事象では、これよりさらに近い距離として 1/10 の 1m とする。	
		井戸の集水量	ピット(人為): 8×10 ⁴ トレンチ(変動): 1.2×10 ⁵	m ³ /y	埋設施設の規模(ピット: 400×100m、トレンチ P 埋設地: 200×400m、トレンチ S 埋設地: 400×200m)、帯水層の厚さ(2m)、帯水層が存在する土壌層の地下水流速(100m/y) から算出して設定する。	
			1	—	原子炉 CL 報告書では、0.33 であるが、保守的に取水する水が全て汚染水であるとして設定	
		汚染水混合割合	0.61	m ³ /y	原子炉 CL 報告書を参考にする。	
			0.6	kg/y	原子炉 CL 報告書を参考にする。	
	河川水	人の年間飲料水摂取量	魚類	0.1	—	原子炉 CL 報告書を参考にする。
			河川・沼産物の年間 摂取量	1	—	原子炉 CL 報告書を参考にする。
		経根吸収係数	農作物の市場係数	別表	—	原子炉 CL 報告書を参考にする。
			農作物の摂取割合	0	d	表 5. 2. 24 を参照する。
		農作物の輸送時間	米	71	—	原子炉 CL 報告書を参考にする。
			葉菜	24	—	原子炉 CL 報告書を参考に、葉菜、非葉菜、果実のすべてに放射性核種が含まれていると想定して摂取量を設定する。なお、ここで示す農作物の年間摂取量に対する線量評価対象者の摂取割合については表 5. 2. 23 に示す。
			非葉菜	90	kg/y	
果実	44	kg/y				

表 5.2.23 人間活動及び社会環境に関する評価パラメータの設定値一覧 (農耕・畜産) (2/2)

区分	立地条件項目	評価パラメータ項目	設定値		設定方法	
			設定値	単位		
人間活動 及び 社会環境	農業、畜産業等 食物に関する 土地利用の状況	灌溉土壌：真密度	2600	kg/m ³	原子炉 CL 報告書を参考にする。	
		灌溉土壌：間隙率	0.3	—	原子炉 CL 報告書を参考にする。	
		灌溉土壌：分配係数	別表	m ³ /kg	農耕土壌の分配係数を参考にする。値については、添付資料-B に示す。	
		有効土壌深さ	0.15	m	原子炉 CL 報告書を参考にする。	
		灌溉水量	田	2.4	m ³ /m ² /y	原子炉 CL 報告書を参考にする。
			畑・牧草地	1.2	m ³ /m ² /y	原子炉 CL 報告書を参考にする。
		土壌飽和度	田	1	—	原子炉 CL 報告書を参考にする。
			畑・牧草地	0.2	—	原子炉 CL 報告書を参考にする。
		灌溉水浸透水量	0.4	m ³ /m ² /y	原子炉 CL 報告書を参考にする。	
		放射性核種の土壌残留係数	1	—	原子炉 CL 報告書を参考にする。	
		放射性核種の農作物(葉菜、牧草)表面への沈着割合	1	—	原子炉 CL 報告書を参考にする。	
		灌溉水年間生育期間	60	d	原子炉 CL 報告書を参考にする。	
		Weathering 効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	18.07	1/y	原子炉 CL 報告書を参考にする。	
		農作物の栽培密度(葉菜、牧草)	2.3	kg/m ²	原子炉 CL 報告書を参考にする。	
		農作物への移行係数	別表	—	値については、添付資料-Bに示す。	
		放射性核種を含む飼料の混合割合	1	—	原子炉 CL 報告書を参考にする。	
		家畜の飼料摂取量(乳牛)	16.1	kg-dry/d	原子炉 CL 報告書を参考にする。	
家畜の飼育水摂取量(乳牛)	60	L/d	原子炉 CL 報告書を参考にする。			
畜産物の年間摂取量(乳牛)	44	L/y	原子炉 CL 報告書を参考にする。			
畜産物の市場係数	1	—	原子炉 CL 報告書を参考にする。			
畜産物の輸送時間	0	d	原子炉 CL 報告書を参考にする。			

表 5. 2. 24 各シナリオにおける農作物の摂取割合

シナリオ	線量評価対象者	農作物の年間摂取量に対する線量評価対象者の摂取割合(-)				設定方法
		米	葉菜	非葉菜	果実	
地下水移行	河川水： 農作物摂取	1	0	0	0	灌漑農作物摂取の評価経路に用いる。
土地利用	帯水層土壌：居住する人	0	0.1	0.1	0.1	VLLW 学会標準における跡地居住者の家庭菜園を参考にする。
	河川岸土壌：農作物摂取	0	0.5	0.5	0.5	VLLW 学会標準を参考に、半分が自給自足と想定する。
	掘削土壌：居住者による農作物摂取	0	0.1	0.1	0.1	VLLW 学会標準における跡地居住者の家庭菜園を参考にする。
	隆起浸食：居住者による農作物摂取	0	0.1	0.1	0.1	VLLW 学会標準における跡地居住者の家庭菜園を参考にする。
人為事象	河川岸土壌：農作物摂取	0	0.5	0.5	0.5	VLLW 学会標準を参考に、半分が自給自足と想定する。
	河川水： 農作物摂取	1	0	0	0	灌漑農作物摂取の評価経路に用いる。

表 5. 2. 25 基本シナリオの評価結果（コンクリートピット埋設施設、地下水シナリオ）

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
河川水利用	河川水飲用	3.1E-02	300	C-14	I-129
	河川産物摂取	1.3E+00	300	C-14	—
	農作業	3.0E-02	555	Ag-108m	—
	灌漑農作物摂取	5.1E-03	500	Ag-108m	C-14, Sr-90, I-129, Ra-226, Ra-228
	灌漑畜産物(牛乳)摂取	1.3E-02	300	C-14	—

表 5. 2. 26 基本シナリオにおける線量の評価結果（トレンチ埋設施設、地下水シナリオ）

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
河川水利用	河川水飲用	2.6E-03	285	U-234	C-14, Sr-90, U-238
	河川産物摂取	2.4E-02	50	C-14	—
	農作業	3.8E-04	700	Ag-108m	U-234, U-238
	灌漑農作物摂取	1.1E-03	70	Sr-90	Cl-36
	灌漑畜産物(牛乳)摂取	8.8E-04	50	Sr-90	C-14, Cl-36

表 5. 2. 25 及び表 5. 2. 26 の注釈：

*1：管理期間終了(50年経過後)以降の最大線量を評価対象とした。

*2：ピーク時の線量が最も大きい核種

*3：ピーク時の線量が最大線量に対して 10%以上の核種

表 5.2.27 配基本シナリオにおける線量の評価結果
(コンクリートピット埋設施設、土地利用シナリオ)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
河川岸土壌	作業者	1.7E-03	300	Ag-108m	—
	農作物摂取	5.0E-04	300	Sr-90	C-14
	畜産物(牛乳)摂取	2.0E-03	300	C-14	—

表 5.2.28 基本シナリオにおける線量の評価結果 (トレンチ埋設施設、土地利用シナリオ)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
河川岸土壌	作業者	3.1E-05	360	U-234	Ag-108m, Eu-152, U-238, Pu-239
	農作物摂取	6.2E-04	60	Sr-90	—
	畜産物(牛乳)摂取	1.3E-04	50	Sr-90	C-14
埋設地の 利用	建設作業者	2.6E-01	50	Cs-137	Co-60
	居住者	1.3E-01	50	Sr-90	Co-60, Cs-137

表 5.2.29 河川流量減少を想定した変動地下水シナリオの評価結果
(コンクリートピット埋設施設)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
河川水利用	河川水飲用	1.1E-01	110000	Po-210	C-14, Pb-210, Pu-239
	河川産物摂取	1.3E+00	300	C-14	—
	農作業	9.4E-02	150000	Th-228	Ag-108m, Ra-226, Ra-228, Pu-239
	灌漑農作物摂取	4.1E-01	150000	Ra-228	Ra-226
	灌漑畜産物(牛乳)摂取	1.3E-02	300	C-14	Ni-59, Po-210, Ra-226, Ra-228

表 5.2.30 井戸利用を想定した変動地下水シナリオの評価結果(トレンチ埋設施設)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
井戸の利用	井戸水飲用	2.7E+00	50	Sr-90	C-14, U-234, U-238

本頁表中の注釈：

*1：管理期間終了(50年経過後)以降の最大線量を評価対象とした。

*2：ピーク時の線量が最も大きい核種

*3：ピーク時の線量が最大線量に対して10%以上の核種

表 5.2.31 河川流量減少を想定した変動土地利用シナリオの評価結果
(コンクリートピット埋設施設)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
河川岸土壌	農業者	9.4E-03	28000	Pu-239	Ag-108m, Ra-226, Th-228
	農作物摂取	3.6E-03	135000	Ra-228	Sr-90, Pb-210, Ra-226
	畜産物(牛乳)摂取	2.0E-03	300	C-14	Ni-59, Po-210, Ra-226, Ra-228

表 5.2.32 海水準変動に伴う土地利用シナリオの評価結果
(コンクリートピット埋設施設)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
河川岸土壌	農業者	9.4E-03	28000	Pu-239	Ag-108m, Ra-226, Th-228
	農作物摂取	3.6E-03	135000	Ra-228	Sr-90, Pb-210, Ra-226
	畜産物(牛乳)摂取	2.0E-03	300	C-14	Ni-59, Po-210, Ra-226, Ra-228

表 5.2.33 核種移行経路侵食・再堆積した土地の利用シナリオの評価結果
(コンクリートピット埋設施設)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
下流域の 再堆積地の 利用	農業者	3.7E-02	26500	Pu-239	Ra-226, Th-228, Pu-240
	居住者	1.0E-02	26500	Pu-239	Ra-226, Th-228, Pu-240
	農作物摂取	3.8E-03	130000	Ra-226	Pb-210, Ra-228
	畜産物(牛乳)摂取	6.6E-03	17500	Ni-59	Po-210, Ra-226, Ra-228

表 5.2.34 埋設施設底面までの掘削を伴う土地利用の評価結果(コンクリートピット埋設施設)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
埋設地の 利用	建設作業員	1.7E+01	300	Pu-240	Pu-239, Am-241
	居住者	5.5E+00	300	Pu-240	Pu-239, Am-241

本頁表中の注釈：

*1：管理期間終了(300年経過後)以降の最大線量を評価対象とした。

*2：ピーク時の線量が最も大きい核種

*3：ピーク時の線量が最大線量に対して10%以上の核種

表 5.2.35 埋設施設底面までの掘削を伴う土地利用の評価結果(トレンチ埋設施設)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*310%以上の 核種
埋設地の 利用	建設作業	9.5E-01	50	Cs-137	Co-60
	居住者	4.6E-01	50	Sr-90	Co-60, Cs-137

表 5.2.36 帯水層土壌に至る掘削と想定した土地利用シナリオの評価結果
(コンクリートピット埋設施設)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*310%以上の 核種
帯水層土壌を掘削 した土地の利用	建設作業	6.4E-01	300	Ag-108m	—
	居住者	1.8E-01	300	Ag-108m	Sr-90

表 5.2.37 帯水層土壌に至る掘削と想定した土地利用シナリオの評価結果(トレンチ埋設施設)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*310%以上の 核種
帯水層土壌を掘削 した土地の利用	建設作業	2.1E-02	50	Co-60	Eu-152
	居住者	6.4E-02	50	Sr-90	—

表 5.2.38 バリア機能の一部喪失を想定した地下水シナリオの評価結果
(コンクリートピット埋設施設)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*310%以上の 核種
河川水利用	河川水飲用	3.1E-02	300	C-14	I-129, Pu-239, Pu-240
	河川産物摂取	1.3E+00	300	C-14	—
	農作業	3.0E-02	555	Ag-108m	Th-228, Pu-239
	灌漑農作物摂取	3.4E-02	23500	Ra-228	Ag-108m
	灌漑畜産物(牛乳)摂取	1.3E-02	300	C-14	—

本頁表中の注釈：

*1：管理期間終了(300年経過後)以降の最大線量を評価対象とした。

*2：ピーク時の線量が最も大きい核種

*3：ピーク時の線量が最大線量に対して10%以上の核種

表 5. 2. 39 バリア機能喪失の一部喪失を想定した土地利用シナリオの評価結果
(コンクリートピット埋設施設)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
河川岸土壌	農業者	2. 2E-03	13000	Ag-108m	Ra-228, Th-228, Pu-239, Pu-240
	農作物摂取	5. 0E-04	300	Sr-90	C-14, Ra-228, Pu-239
	畜産物(牛乳)摂取	2. 0E-03	300	C-14	—

表 5. 2. 40 ボーリング孔掘削による仮想的な移行経路短絡シナリオの評価結果
(コンクリートピット埋設施設：地下水シナリオ)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
河川水利用	河川水飲用	4. 3E-03	301	C-14	I-129
	河川産物摂取	1. 9E-01	301	C-14	—
	農業者	3. 5E-04	650	Ag-108m	Pu-239, Pu-240, Am-241
	灌漑農作物摂取	1. 7E-04	304	Ra-228	C-14, Ni-63, Sr-90, Ag-108m, I-129
	灌漑畜産物(牛乳)摂取	1. 6E-03	301	C-14	I-129

表 5. 2. 41 ボーリング孔掘削による仮想的な移行経路短絡シナリオの評価結果
(コンクリートピット埋設施設：土地利用シナリオ)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
河川岸土壌	農業者	2. 4E-04	315	Ag-108m	Cs-137, Pu-239, Pu-240, Am-241
	農作物摂取	8. 1E-05	303	Sr-90	C-14
	畜産物(牛乳)摂取	2. 7E-04	301	C-14	Ni-63, Cs-137

表 5. 2. 42 ボーリング孔掘削による仮想的な移行経路短絡シナリオの評価結果
(コンクリートピット埋設施設：帯水層土壌掘削シナリオ)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
帯水層土壌を掘削 した土地の利用	建設業者	2. 3E+00	320	Ag-108m	Nb-94, Cs-137, Pu-239, Pu-240, Am-241
	居住者	6. 1E-01	755	Sr-90	C-14, Ag-108m, Cs-137, Pu-239, Pu-240, Am-241

本頁表中の注釈：

*1：管理期間終了(300年経過後)以降の最大線量を評価対象とした。

*2：ピーク時の線量が最も大きい核種

*3：ピーク時の線量が最大線量に対して10%以上の核種

表 5.2.43 施設近傍におけるボーリング孔からの地下水飲用の評価結果
(コンクリートピット埋設施設)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
井戸の利用	井戸水飲用	3.8E+01	300	C-14	I-129

表 5.2.44 両施設からの線量の重畳を考慮した基本シナリオの評価結果 (地下水シナリオ)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
河川水利用	河川水飲用	3.4E-02	300	C-14	—
	河川産物摂取	1.3E+00	300	C-14	—
	農業者	3.0E-02	555	Ag-108m	—
	灌漑農作物摂取	5.2E-03	500	Ag-108m	C-14, Sr-90, I-129, Ra-226, Ra-228
	灌漑畜産物(牛乳)摂取	1.3E-02	300	C-14	—

表 5.2.45 両施設からの線量の重畳を考慮した基本シナリオの評価結果 (土地利用シナリオ)

評価経路		最大線量*1 (μ Sv/y)	ピーク 時期(y)	支配 核種*2	線量寄与率*3 10%以上の 核種
河川岸土壌	作業者	1.7E-03	300	Ag-108m	—
	農作物摂取	5.0E-04	300	Sr-90	C-14
	畜産物(牛乳)摂取	2.0E-03	300	C-14	—

本頁表中の注釈：

*1：管理期間終了(300年経過後)以降の最大線量を評価対象とした。

*2：ピーク時の線量が最も大きい核種

*3：ピーク時の線量が最大線量に対して10%以上の核種

表 5. 2. 46 配置設計の結果を考慮した評価結果のまとめ

シナリオ (対象施設)	移行経路	評価経路	概ぼく形態	評価対象とする経路							人為		
				基本		重量	変動			トレンチ可能性の小さい事象			
				ビット	トレンチ		ビット	長期変動事象	可能性の小さい事象			人工バリア機能喪失	
シナリオ (ビット/トンチ)	地下水中移行	河川水利用	飲料	経口摂取	3. 1E-02	2. 6E-03	3. 4E-02	1. 1E-01	-	3. 1E-02	-	-	
				経口摂取	1. 3E+00	2. 4E-02	1. 3E+00	9. 4E-02	-	1. 3E+00	-	-	
				外部・吸入	3. 0E-02	3. 8E-04	3. 0E-02	9. 4E-02	-	3. 0E-02	-	-	
				経口摂取	5. 1E-03	1. 1E-03	5. 2E-03	4. 1E-01	-	3. 4E-02	-	-	
				経口摂取	1. 3E-02	8. 8E-04	1. 3E-02	1. 3E-02	-	1. 3E-02	-	-	
				経口摂取	-	-	-	-	-	2. 7E+00	-	-	
	地下水中移行	井戸水利用	飲料	外部・吸入	1. 7E-03	3. 1E-05	1. 7E-03	9. 4E-03	-	2. 2E-03	-	-	
				経口摂取	5. 0E-04	6. 2E-04	5. 0E-04	3. 6E-03	-	5. 0E-04	-	-	
				経口摂取	2. 0E-03	1. 3E-04	2. 0E-03	2. 0E-03	-	2. 0E-03	-	-	
				外部・吸入	-	-	-	9. 4E-03	-	-	-	-	
				経口摂取	-	-	-	3. 6E-03	-	-	-	-	
				経口摂取	-	-	-	2. 0E-03	-	-	-	-	
土地利用シナリオ (ビット/トンチ)	地下水中移行	河川の陸地化による利用	農作物	外部・吸入	-	-	-	-	-	-	-		
				経口摂取	-	-	-	-	-	-	-		
				経口摂取	-	-	-	-	-	-	-		
				外部・吸入	-	-	-	-	-	-	-		
				外部・吸入	-	-	-	-	-	-	-		
				経口摂取	-	-	-	-	-	-	-		
	埋設地	埋設地の掘削利用	建設作業	外部・吸入	-	2. 6E-01	-	-	-	1. 7E+01	-	9. 5E-01	-
				外部・吸入・経口摂取	-	1. 3E-01	-	-	-	5. 5E+00	-	4. 6E-01	-
				外部・吸入	-	-	-	-	-	6. 4E-01	-	2. 2E-02	-
				外部・吸入・経口摂取	-	-	-	-	-	1. 8E-01	-	6. 4E-02	-
				経口摂取	-	-	-	-	-	-	-	-	4. 3E-03
				経口摂取	-	-	-	-	-	-	-	-	1. 9E-01
人為事象シナリオ (ビット)	地下水中移行	河川水利用	飲料	経口摂取	-	-	-	-	-	-	-	4. 3E-03	
				経口摂取	-	-	-	-	-	-	-	-	1. 9E-01
				外部・吸入	-	-	-	-	-	-	-	-	3. 5E-04
				経口摂取	-	-	-	-	-	-	-	-	1. 7E-04
				経口摂取	-	-	-	-	-	-	-	-	1. 6E-03
				外部・吸入	-	-	-	-	-	-	-	-	2. 4E-04
	地下水中移行	井戸水利用	飲料	経口摂取	-	-	-	-	-	-	-	-	8. 1E-05
				経口摂取	-	-	-	-	-	-	-	-	2. 7E-04
				外部・吸入	-	-	-	-	-	-	-	-	2. 3E+00
				外部・吸入・経口摂取	-	-	-	-	-	-	-	-	6. 1E-01
				経口摂取	-	-	-	-	-	-	-	-	3. 8E+01
				経口摂取	-	-	-	-	-	-	-	-	3. 8E+01

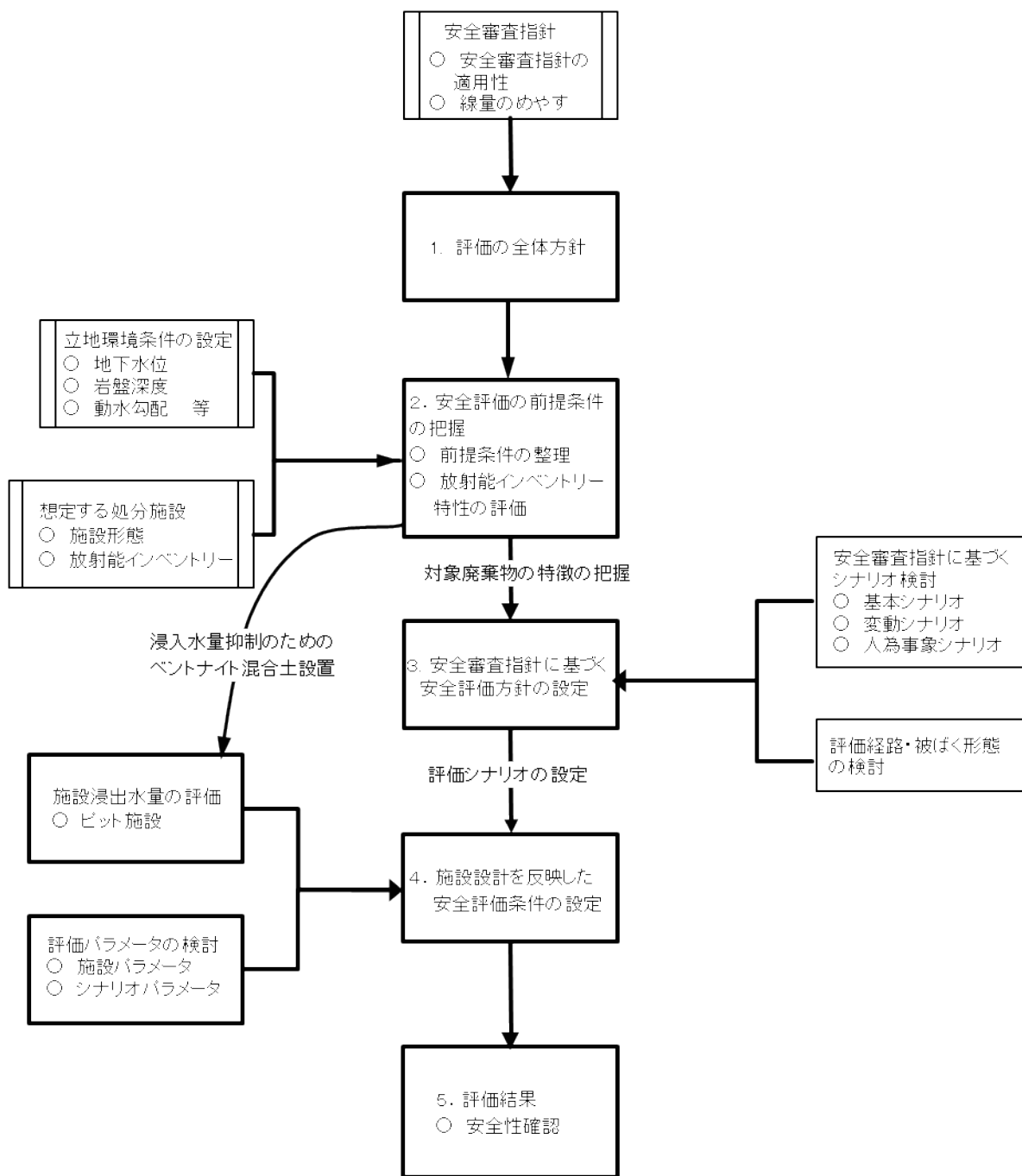


図 5.2.1 管理期間終了後の被ばく線量評価の進め方

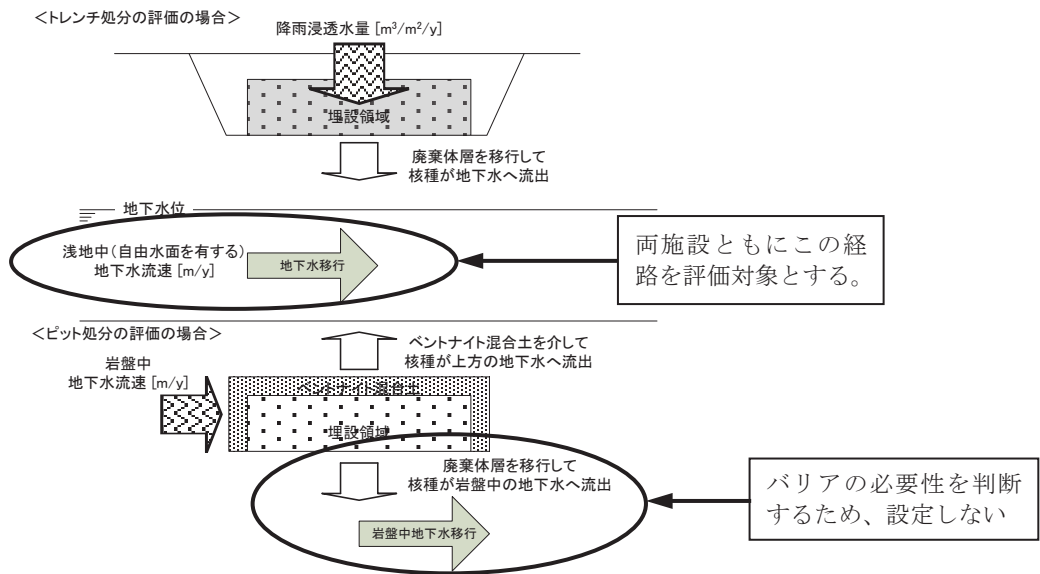


図 5.2.2 トレンチ及びコンクリートピット埋設施設からの核種浸出モデル



図 5.2.3 線量評価モデルの概念図

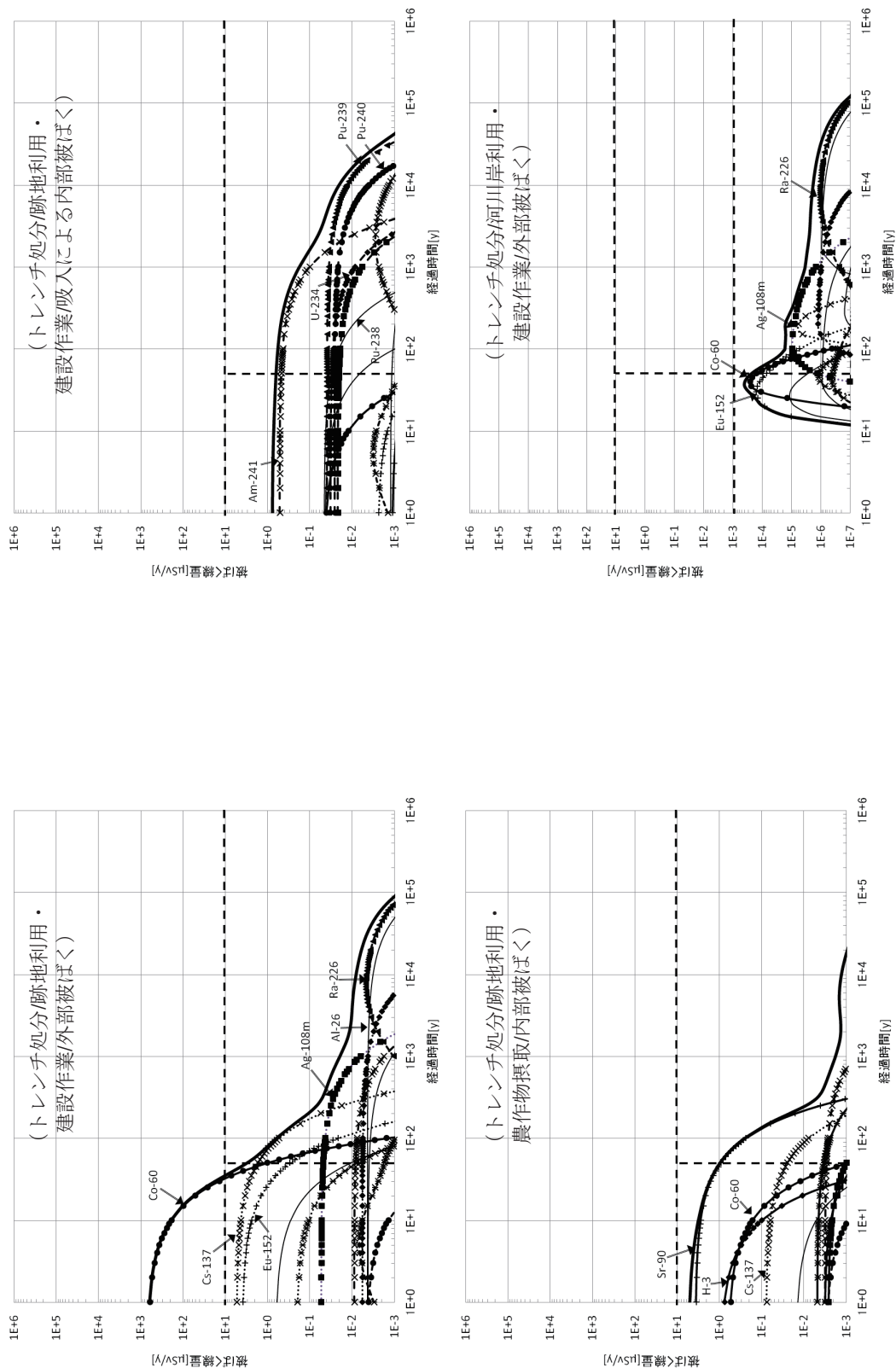


図 5.2.4 インベントリ特性評価結果 (1/4)

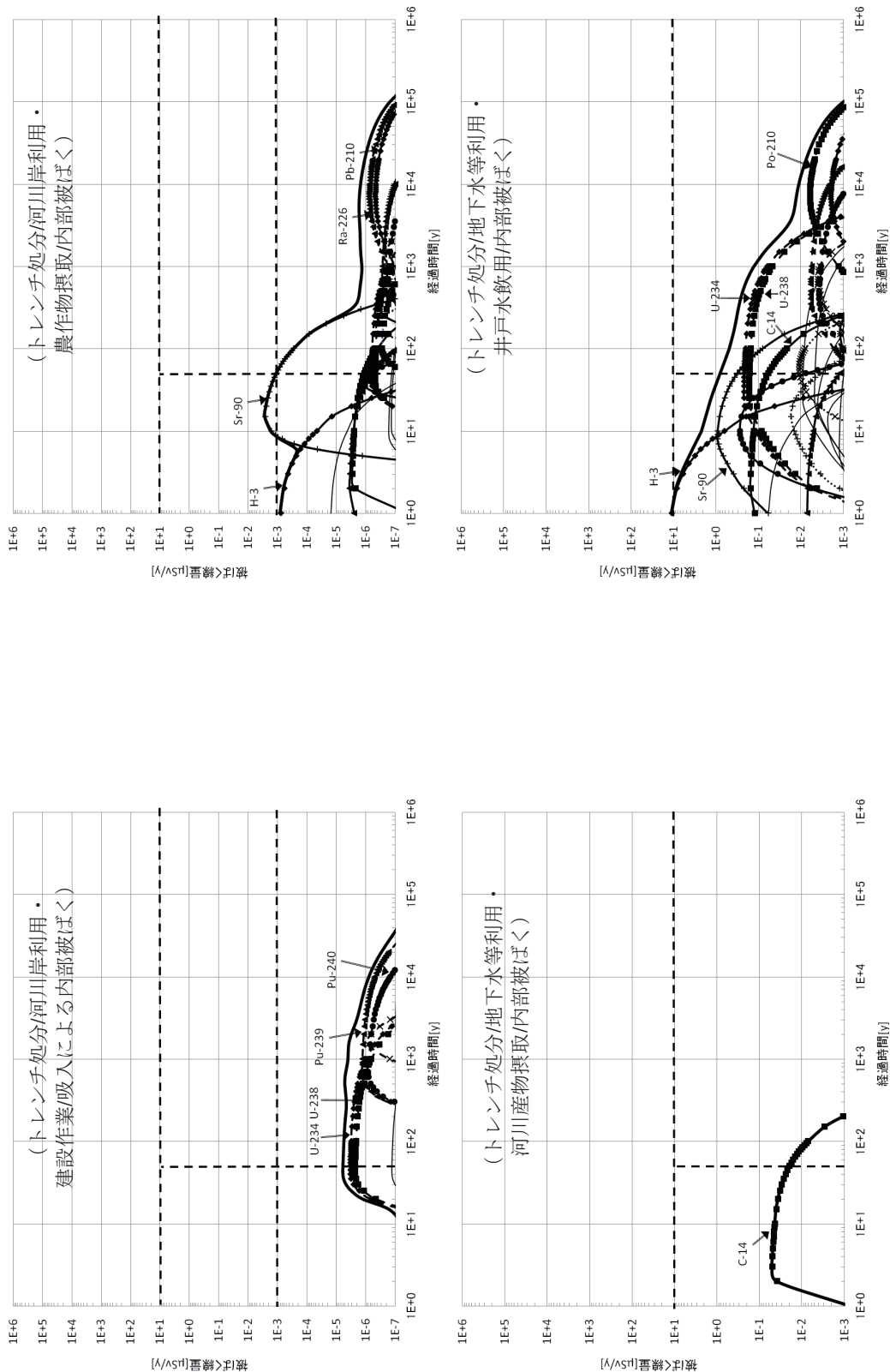


図 5.2.4 インベントリ特性評価結果 (2/4)

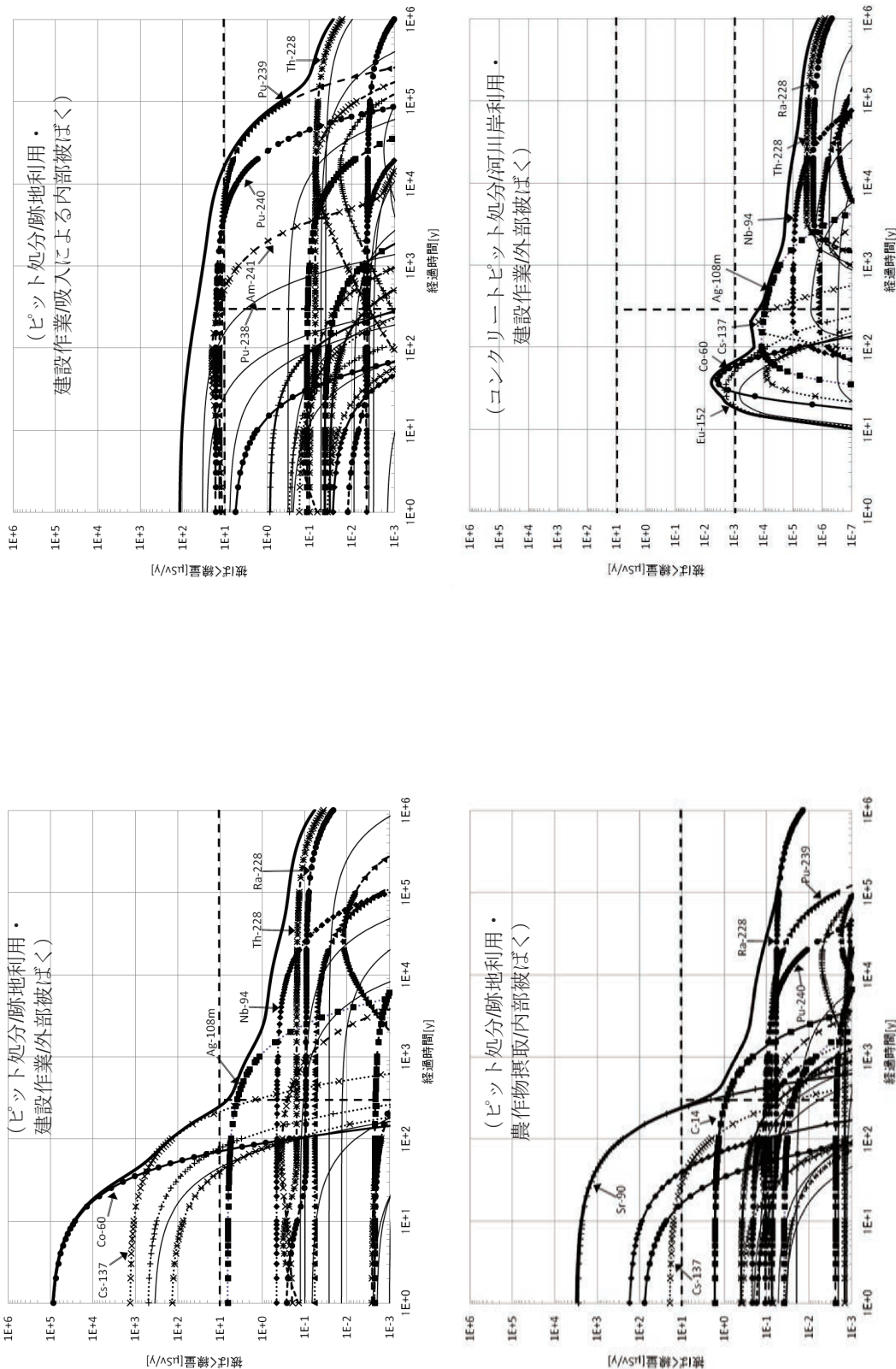


図 5.2.4 インベントリ特性評価結果 (3/4)

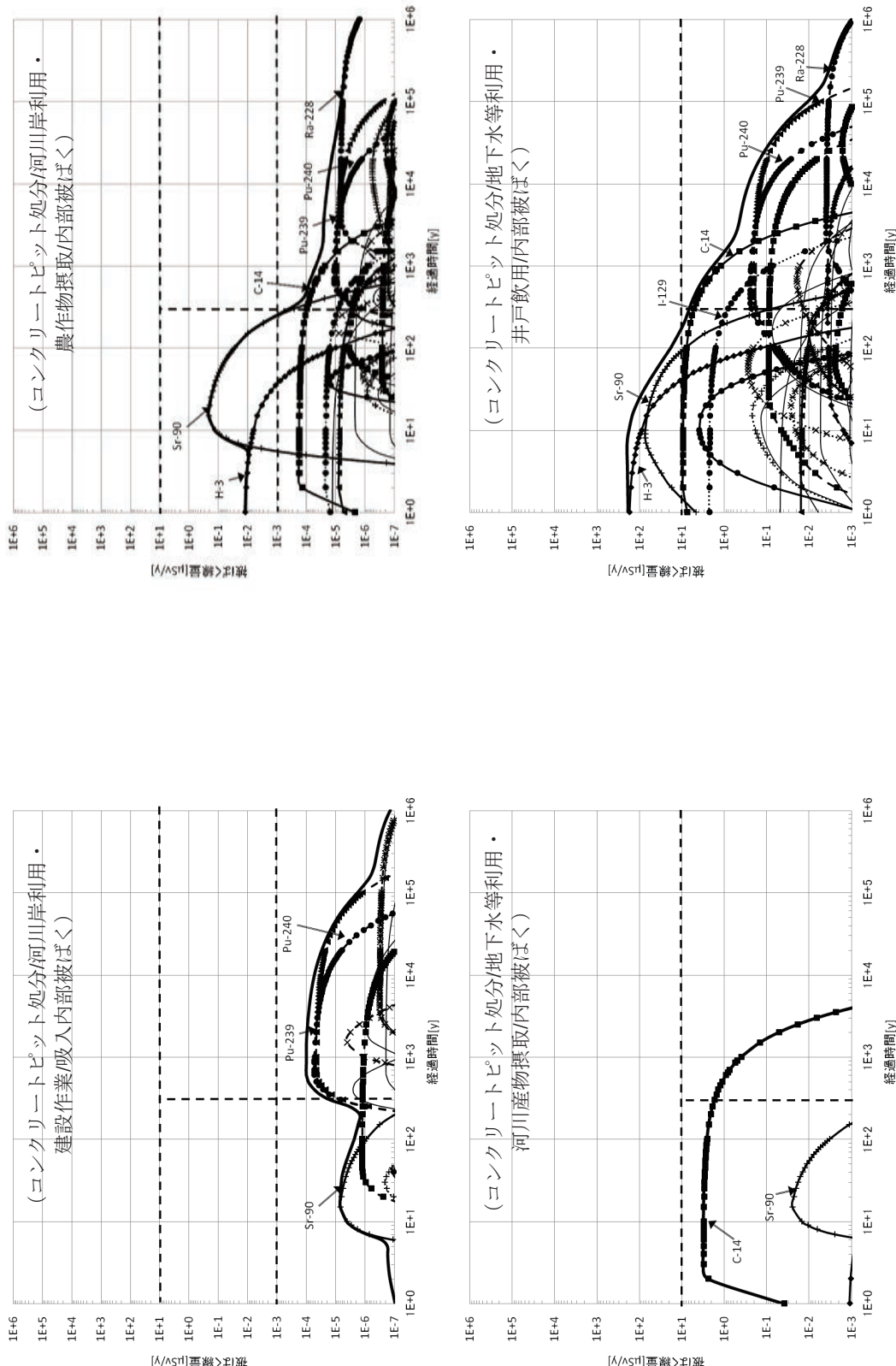
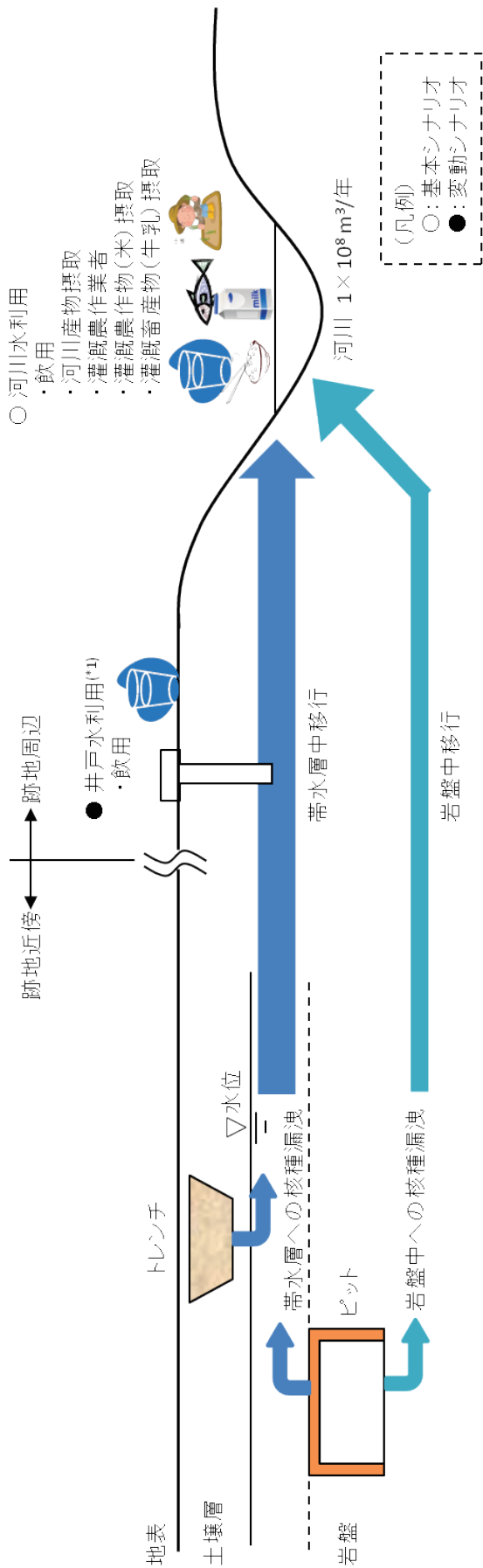


図 5.2.4 インベントリ特性評価結果 (4/4)



(*1) サイト周辺に水量の豊富な河川があるため、井戸水の利用の可能性は低いと考えられる。しかし、なから、浅井戸掘削は簡便な取水方法であることから、これを変動地下水シナリオとして評価する。

図 5.2.5 地下水シナリオの概念図

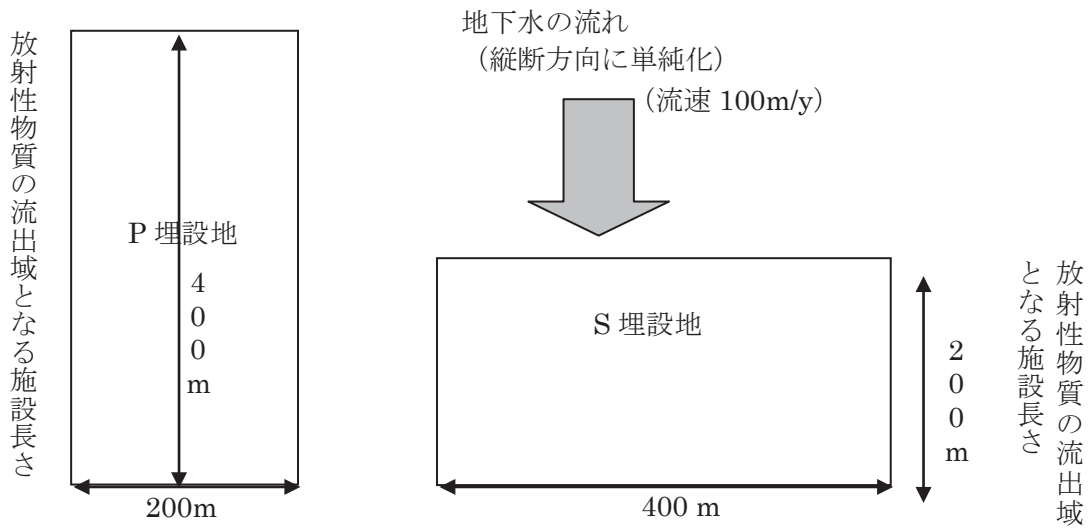


図 5. 2. 7 トレンチ埋設施設の配置設計を考慮した水理パラメータの設定概念図

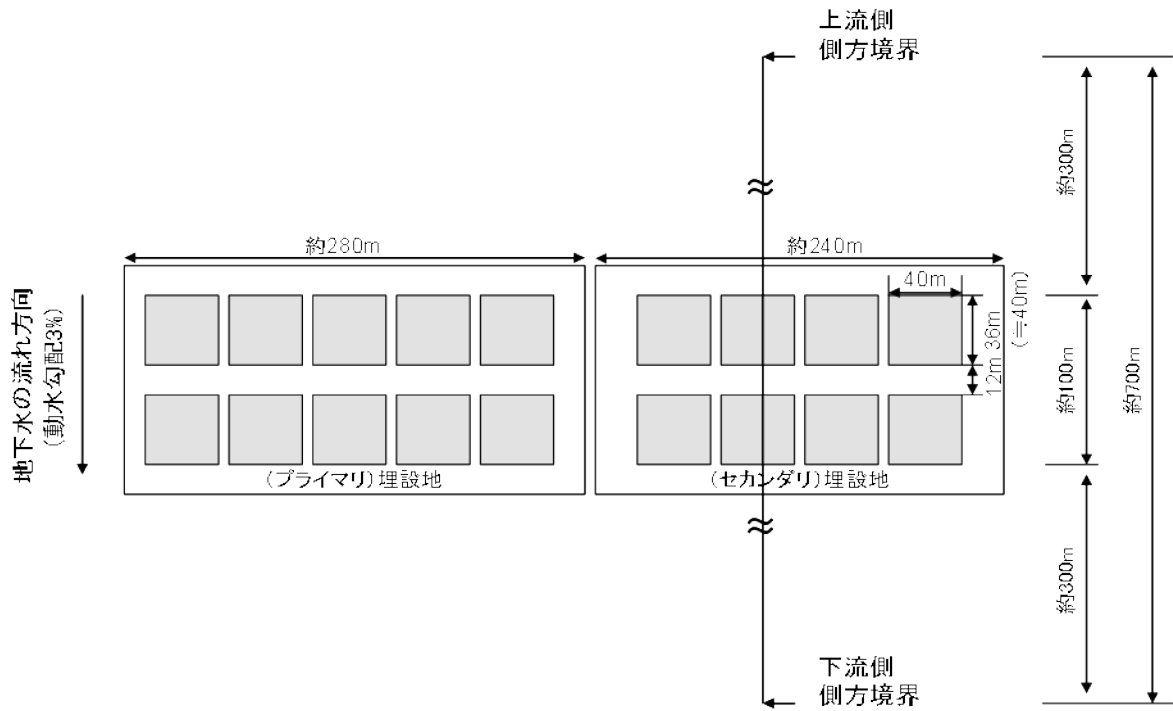
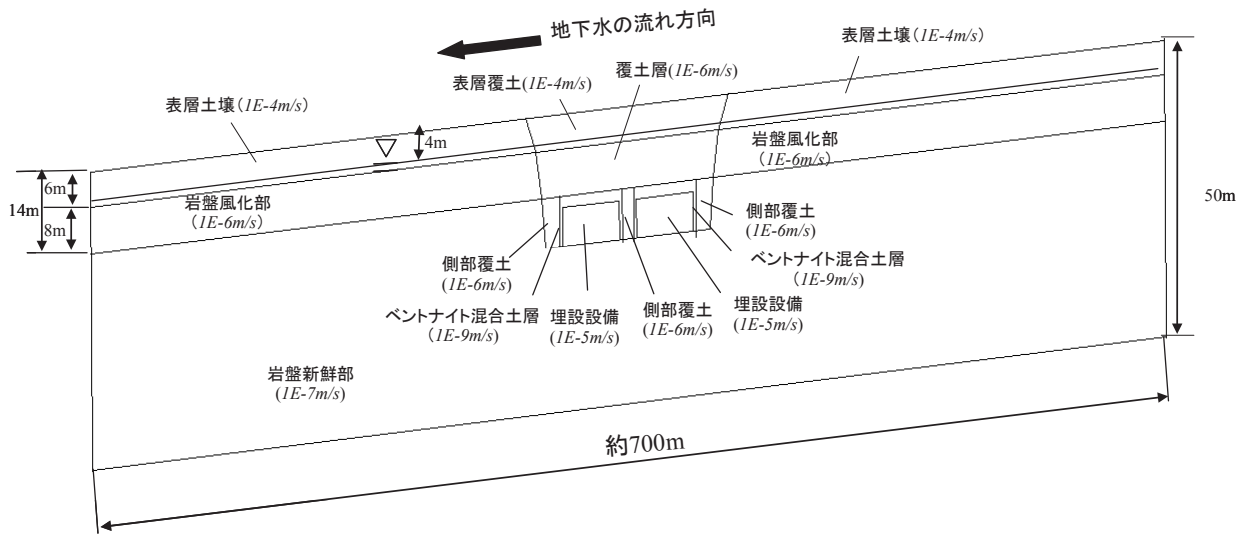


図 5. 2. 8 解析断面位置図



注) 斜字は透水係数を表す。
 表層土壌中の地下水流速は丸めて100m/y。
 岩盤中の地下水流速は丸めて0.1m/y。
 図は垂直方向を約4倍に拡大表示した。

図 5. 2. 9 解析モデル図 (基本シナリオ : ケース 1)

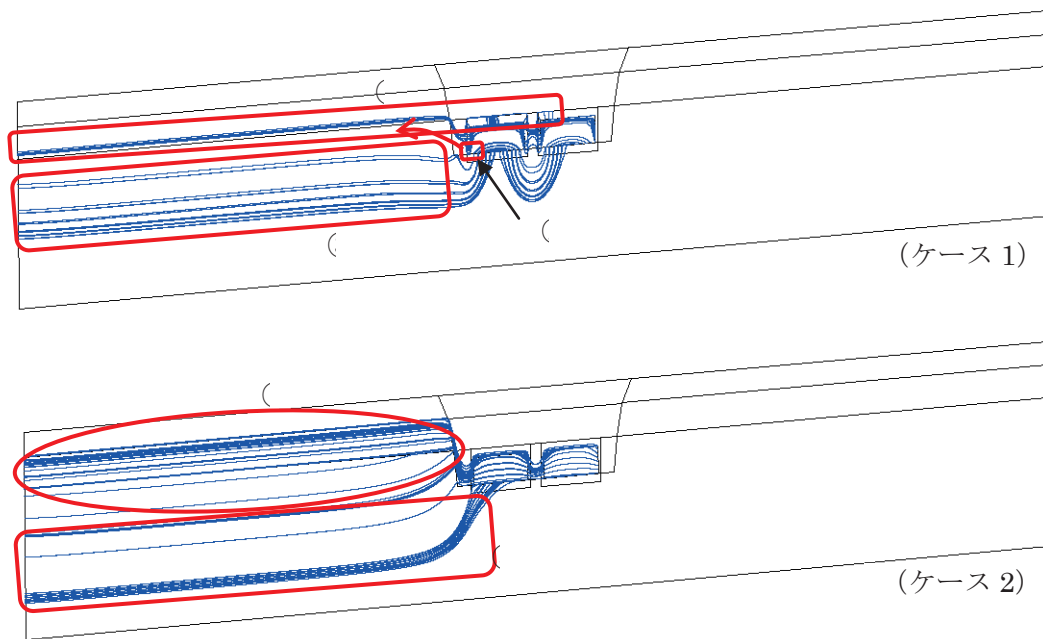


図 5. 2. 10 ピット外周面から粒子を発生させた流跡線の解析結果

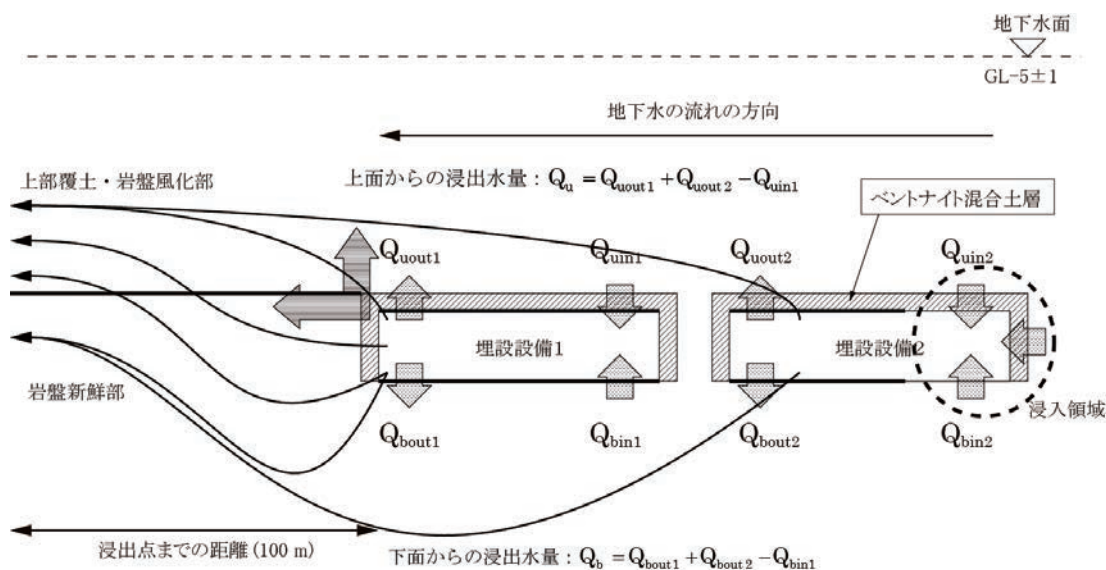


図 5. 2. 11 施設浸出水量算定の概念図

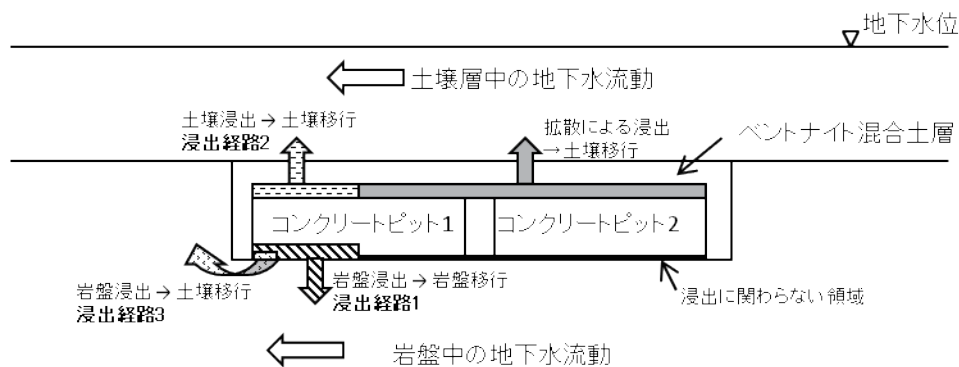


図 5. 2. 12 放射性物質の流出域の幅及び流出経路の概念図



図 5. 2. 13 トレンチ処分の核種移行評価モデルの概念図

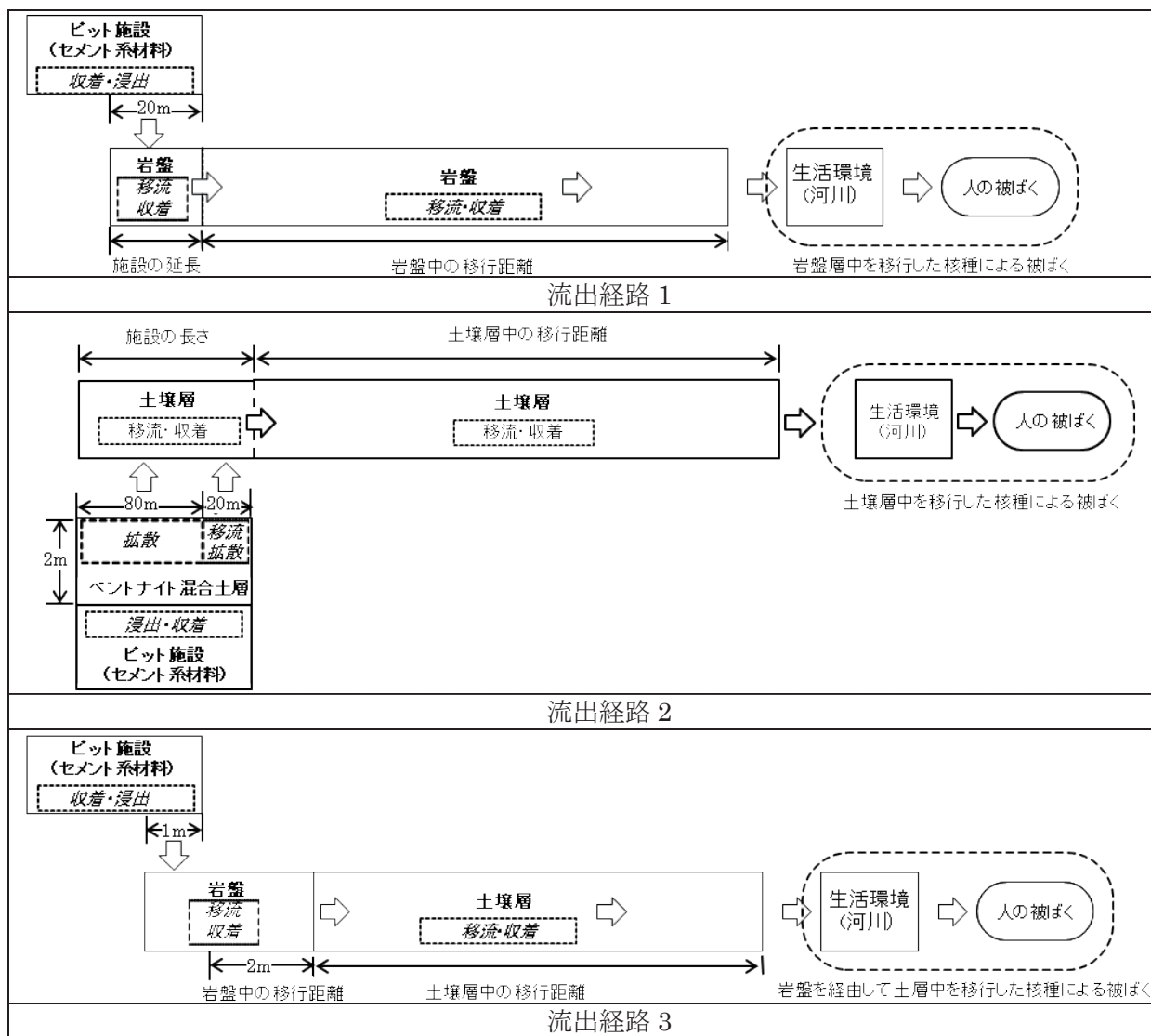


図 5. 2. 14 ピット処分の核種移行評価モデルの概念図

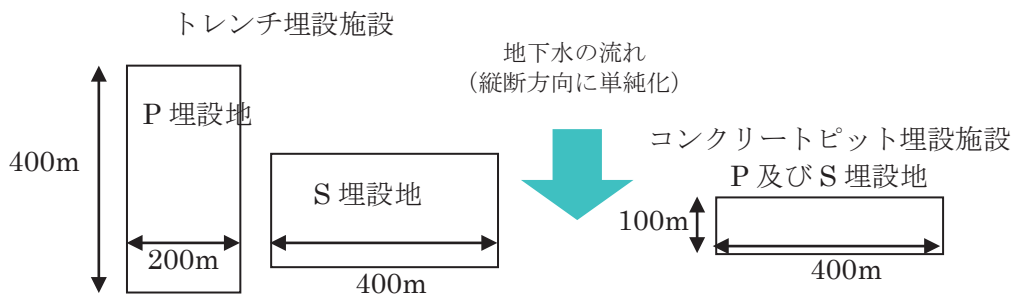


図 5. 2. 15 配置設計の結果を考慮した線量評価の施設配置の概念図

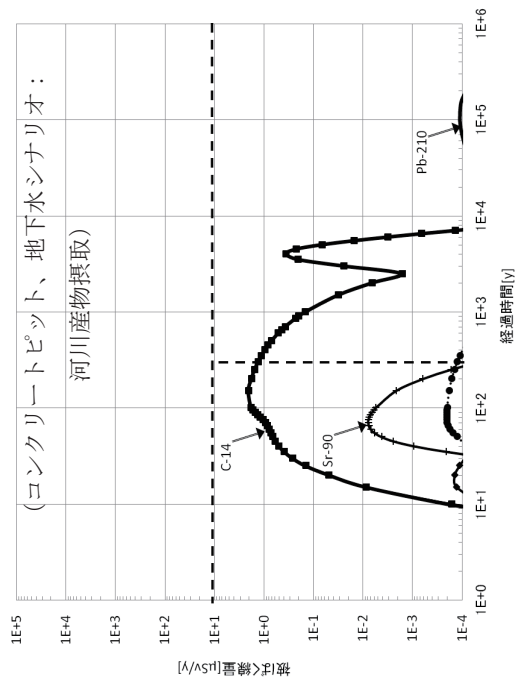


図 5.2.17 基本シナリオの評価結果 (2/18)

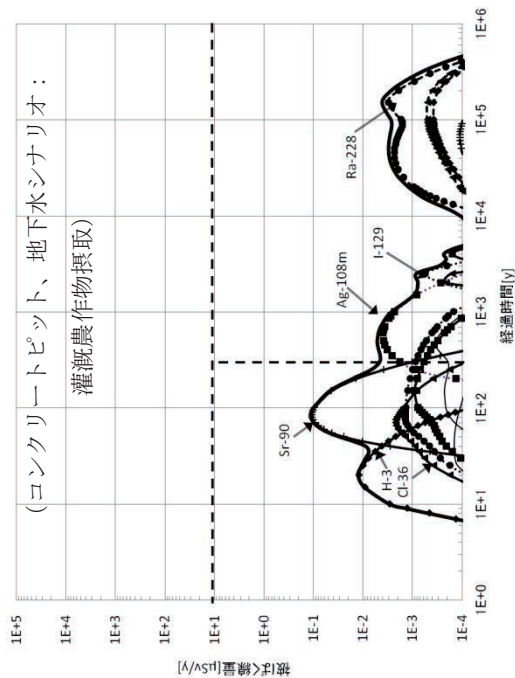


図 5.2.19 基本シナリオの評価結果 (4/18)

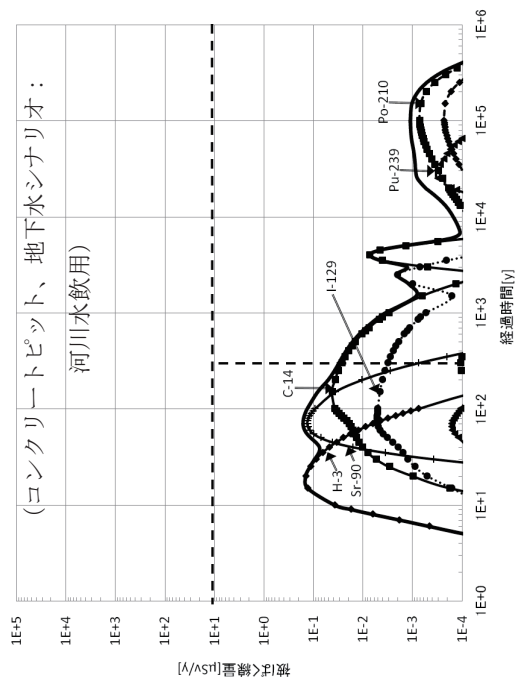


図 5.2.16 基本シナリオの評価結果 (1/18)

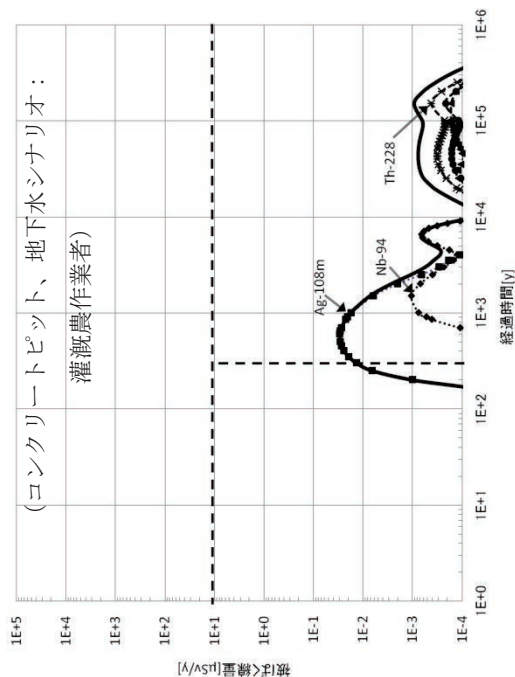


図 5.2.18 基本シナリオの評価結果 (3/18)

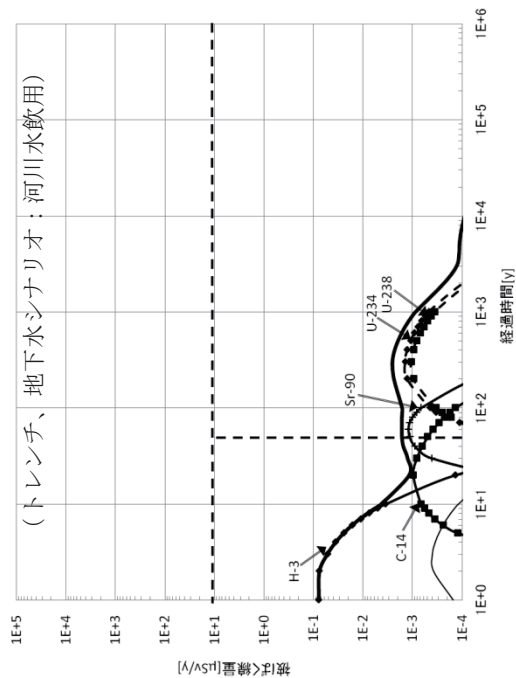


図 5.2.21 基本シナリオの評価結果 (6/18)

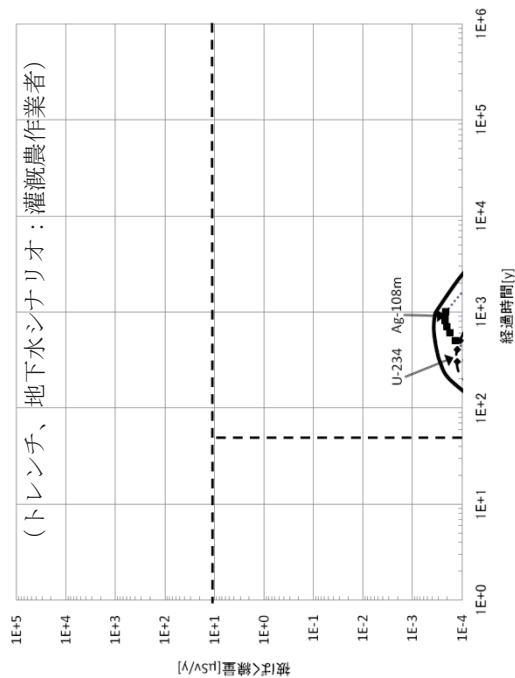


図 5.2.23 基本シナリオの評価結果 (8/18)

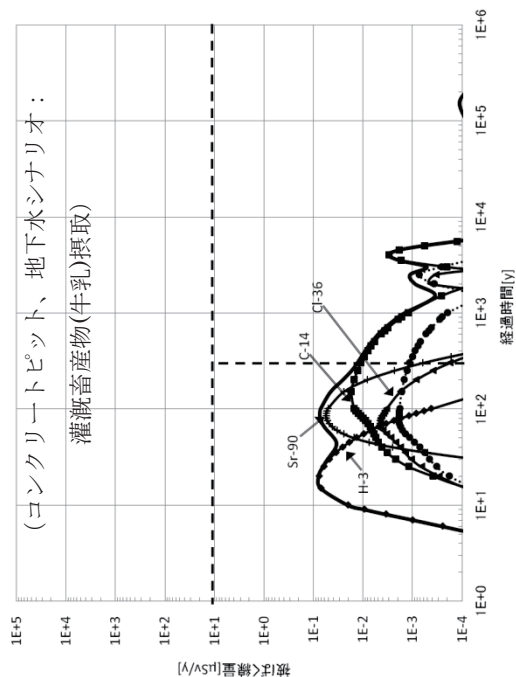


図 5.2.20 基本シナリオの評価結果 (5/18)

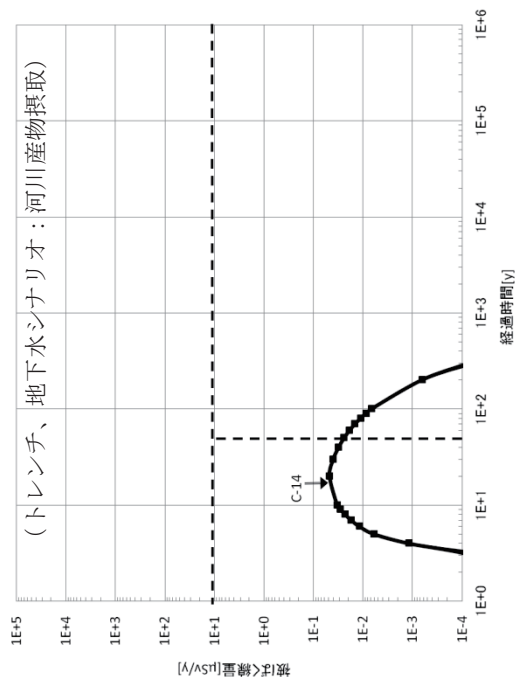


図 5.2.22 基本シナリオの評価結果 (7/18)

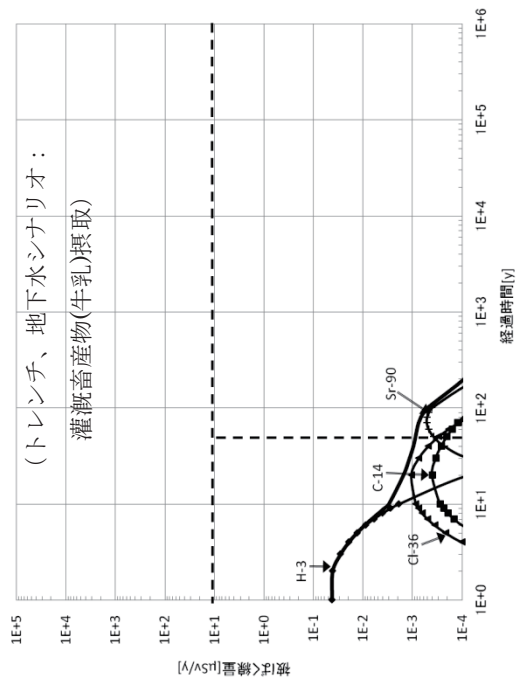


図 5.2.25 基本シナリオの評価結果(10/18)

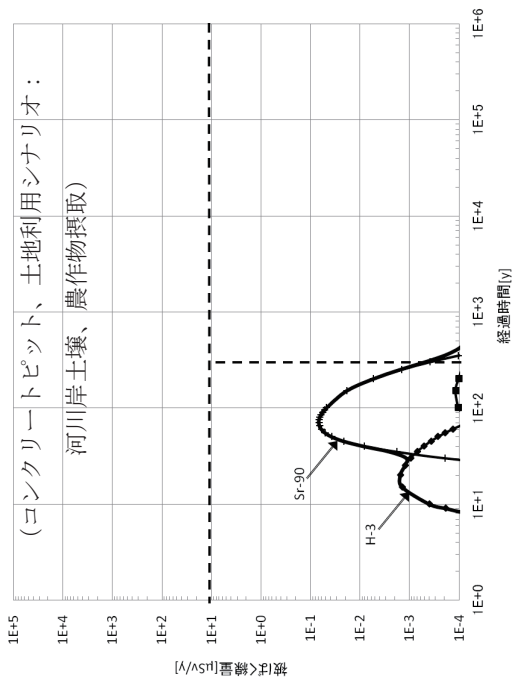


図 5.2.27 基本シナリオの評価結果(12/18)

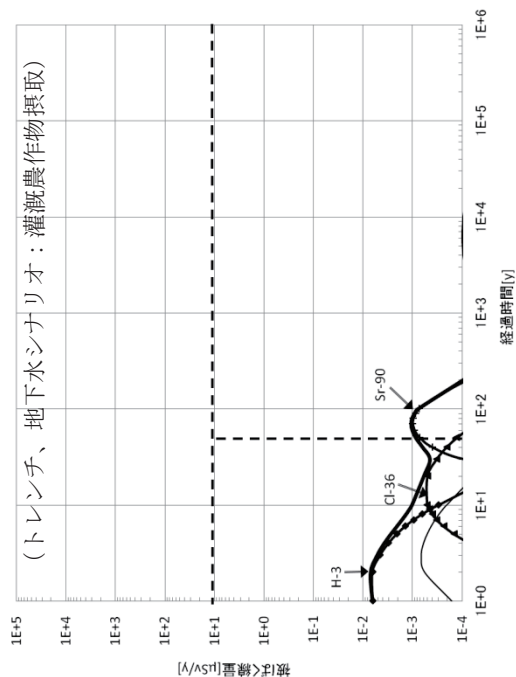


図 5.2.24 基本シナリオの評価結果(9/18)

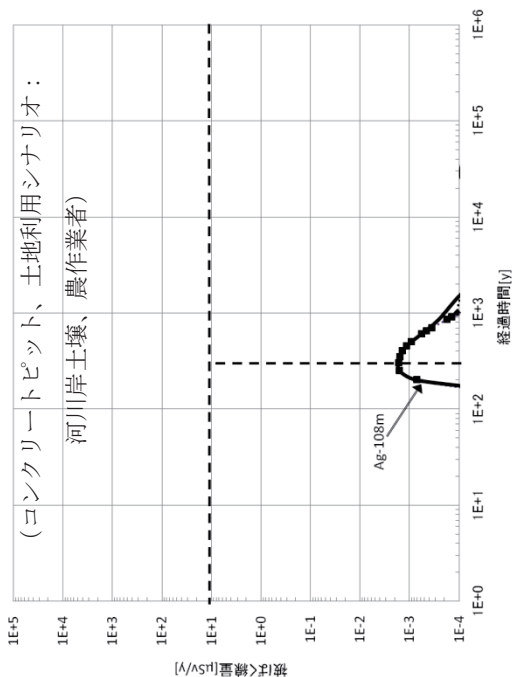


図 5.2.26 基本シナリオの評価結果(11/18)

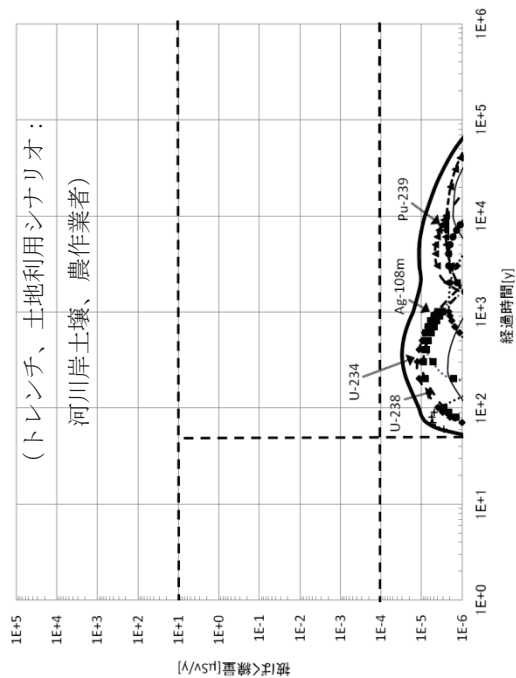


図 5.2.29 基本シナリオの評価結果 (14/18)

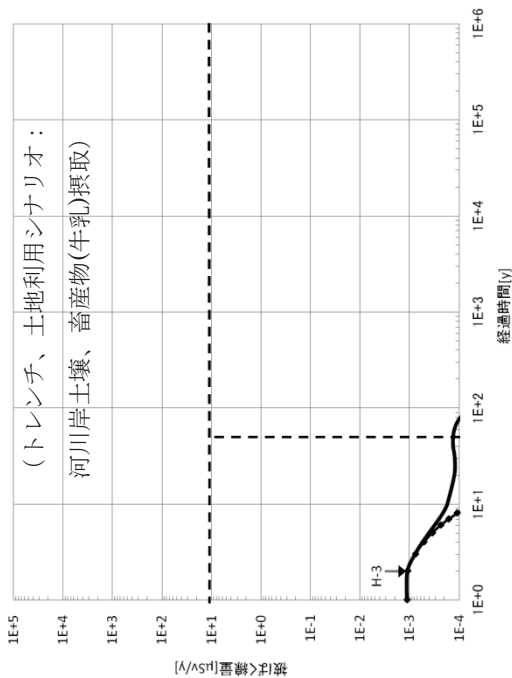


図 5.2.31 基本シナリオの評価結果 (16/18)

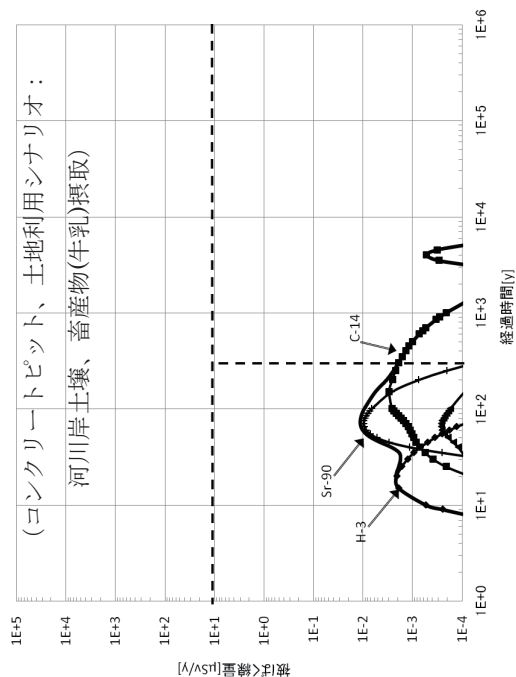


図 5.2.28 基本シナリオの評価結果 (13/18)

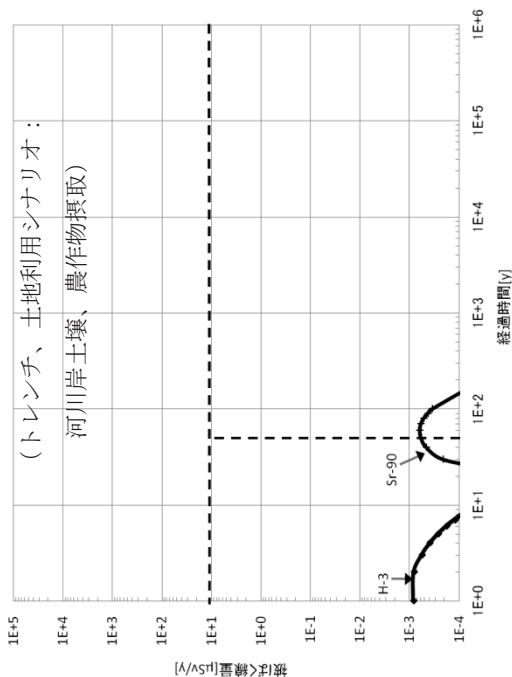


図 5.2.30 基本シナリオの評価結果 (15/18)

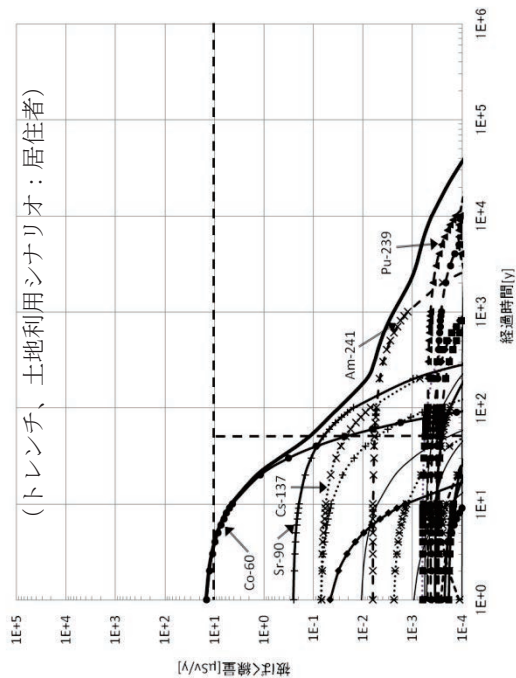


図 5.2.33 基本シナリオの評価結果(18/18)

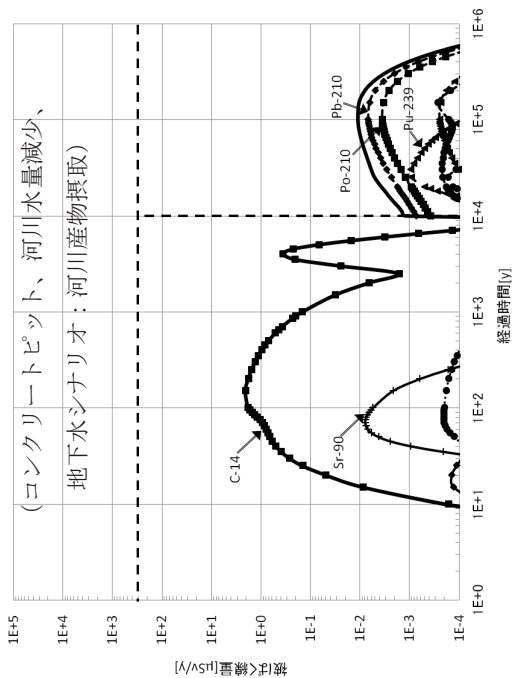


図 5.2.35 変動シナリオの評価結果(2/29)

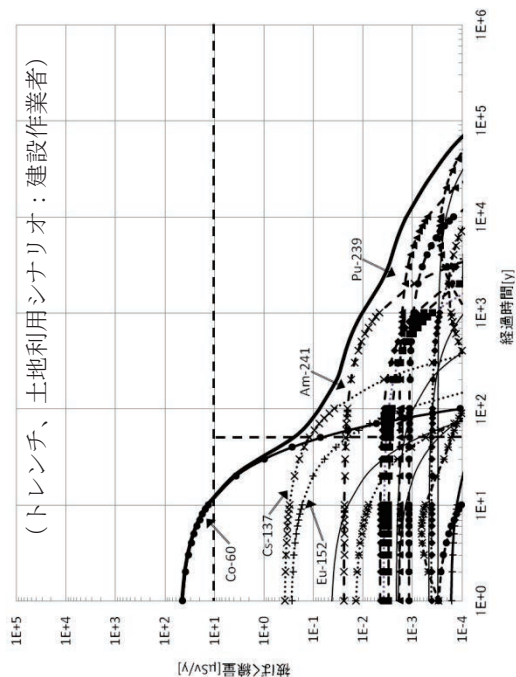


図 5.2.32 基本シナリオの評価結果(17/18)

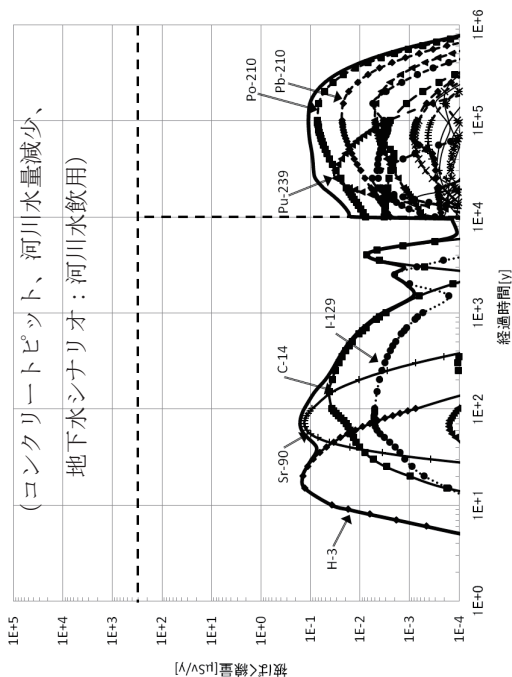


図 5.2.34 変動シナリオの評価結果(1/29)

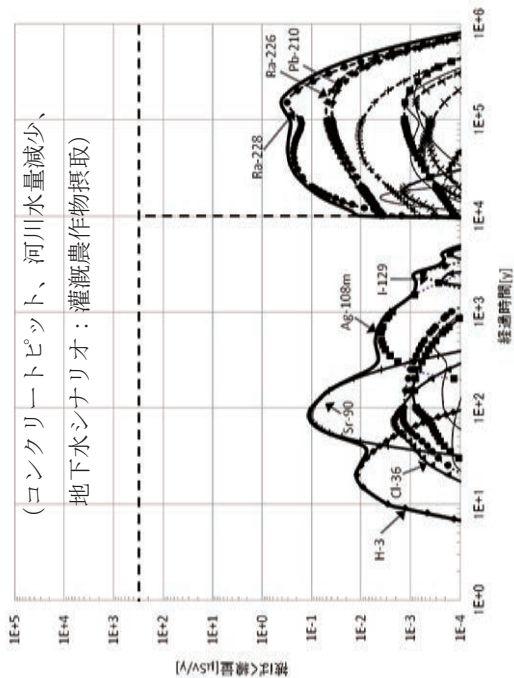


図 5.2.37 変動シナリオの評価結果 (4/29)

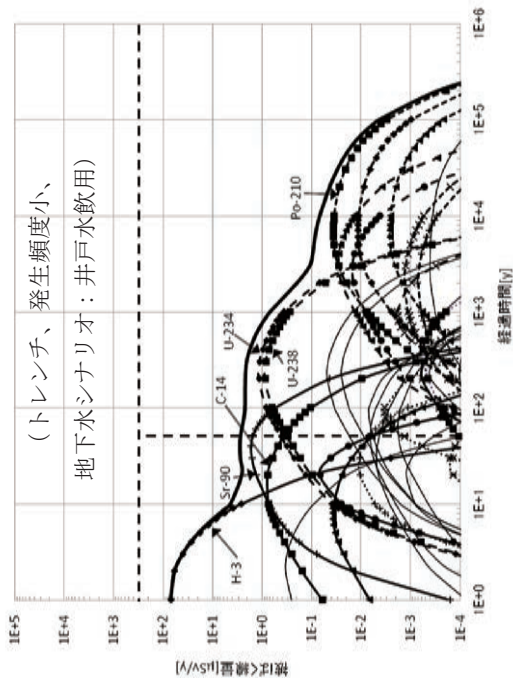


図 5.2.39 変動シナリオの評価結果 (6/29)

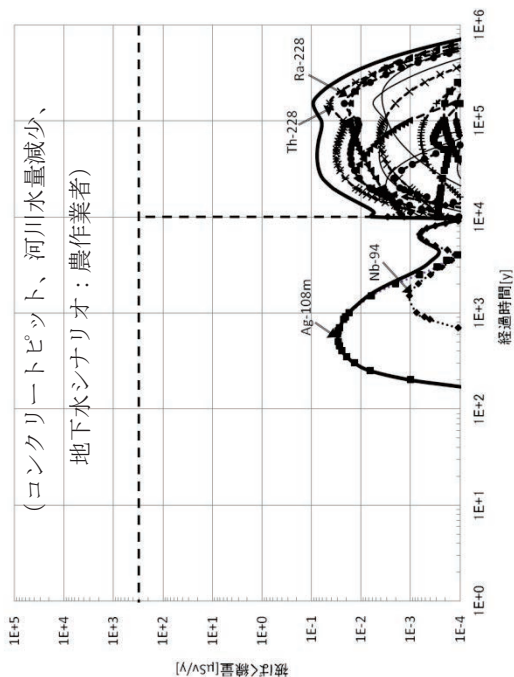


図 5.2.36 変動シナリオの評価結果 (3/29)

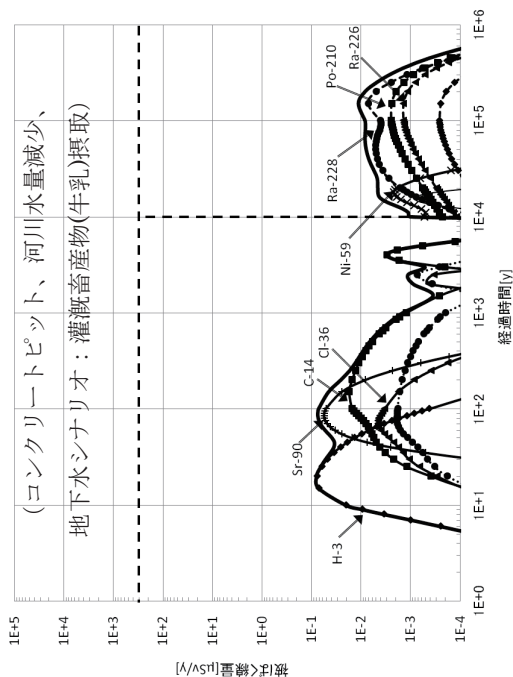


図 5.2.38 変動シナリオの評価結果 (5/29)

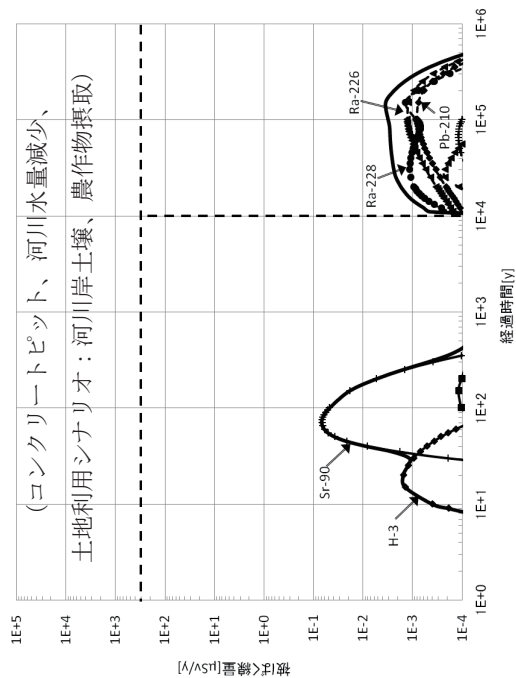


図 5.2.41 変動シナリオの評価結果 (8/29)

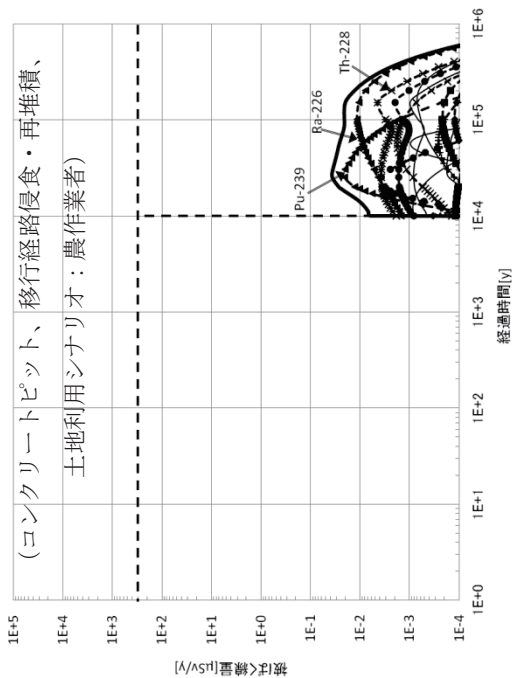


図 5.2.43 変動シナリオの評価結果 (10/29)

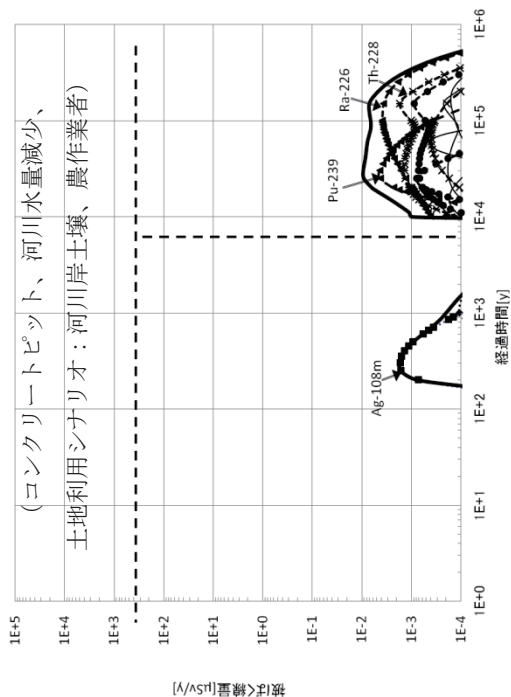


図 5.2.40 変動シナリオの評価結果 (7/29)

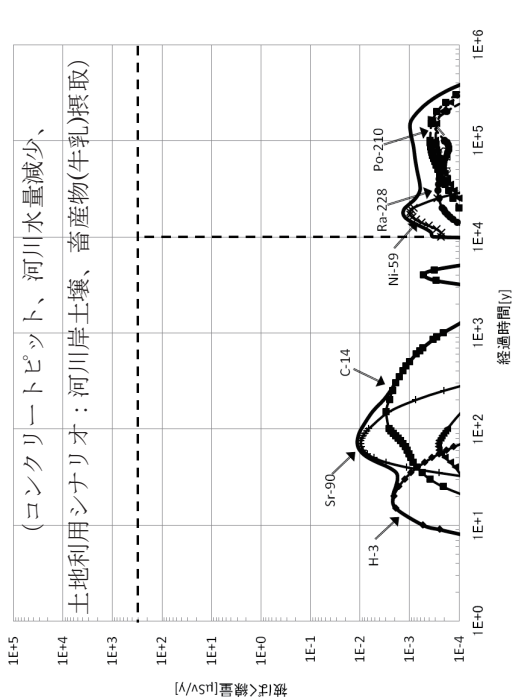


図 5.2.42 変動シナリオの評価結果 (9/29)

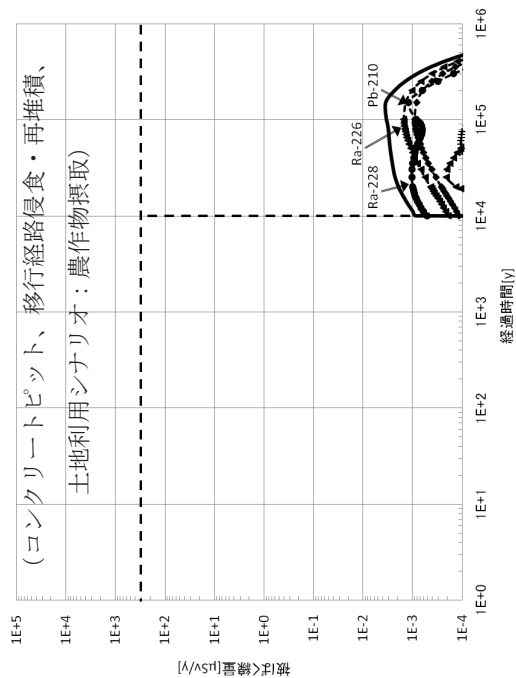


図 5.2.45 変動シナリオの評価結果 (12/29)

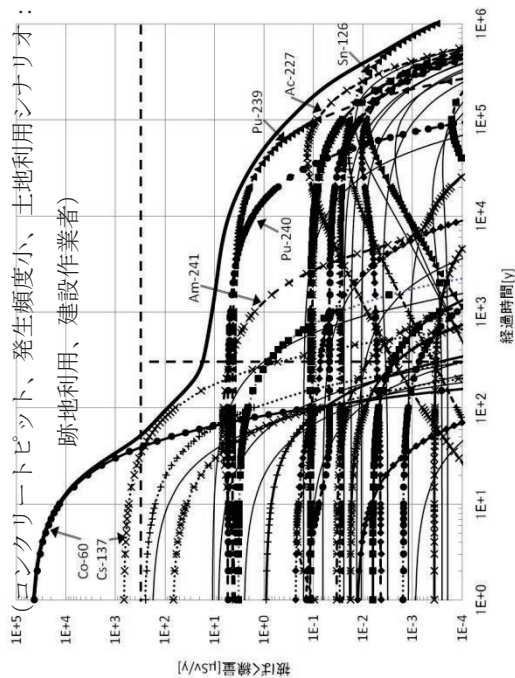


図 5.2.47 変動シナリオの評価結果 (14/29)

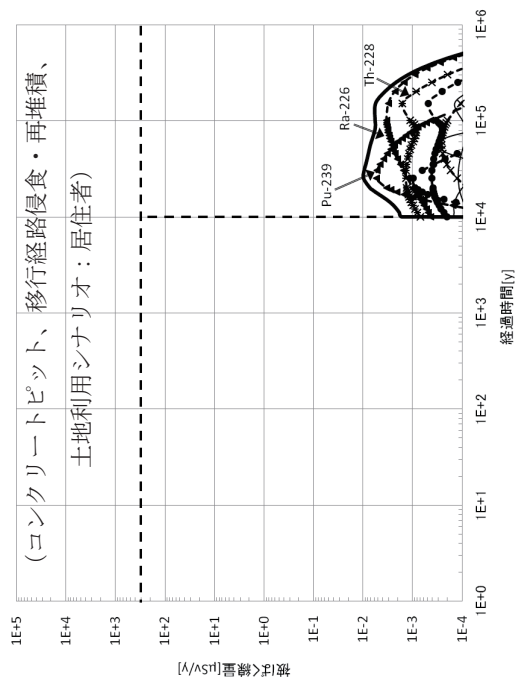


図 5.2.44 変動シナリオの評価結果 (11/29)

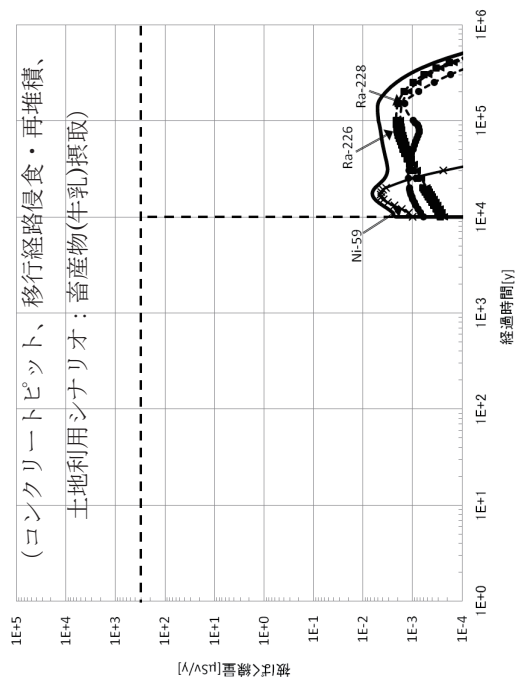


図 5.2.46 変動シナリオの評価結果 (13/29)

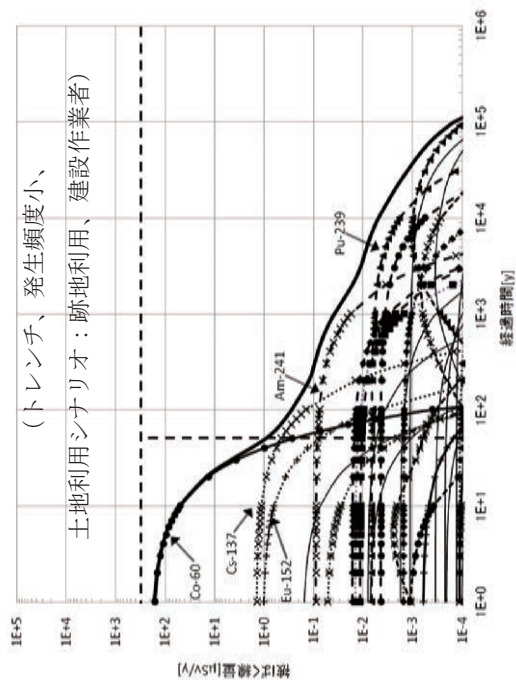


図 5.2.49 変動シナリオの評価結果(16/29)

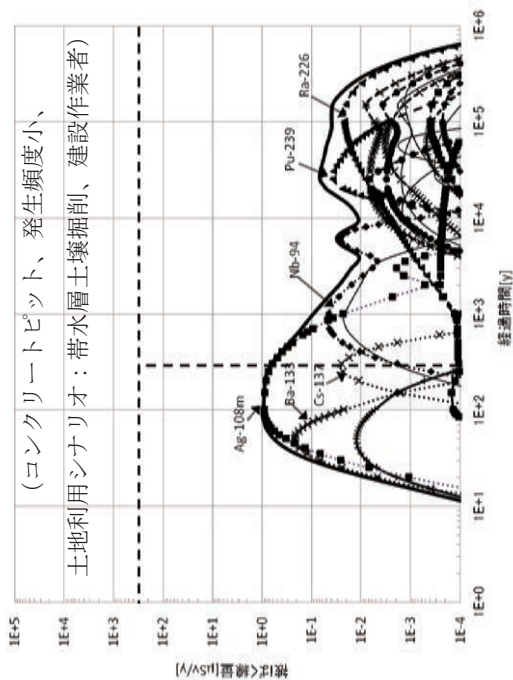


図 5.2.51 変動シナリオの評価結果(18/29)

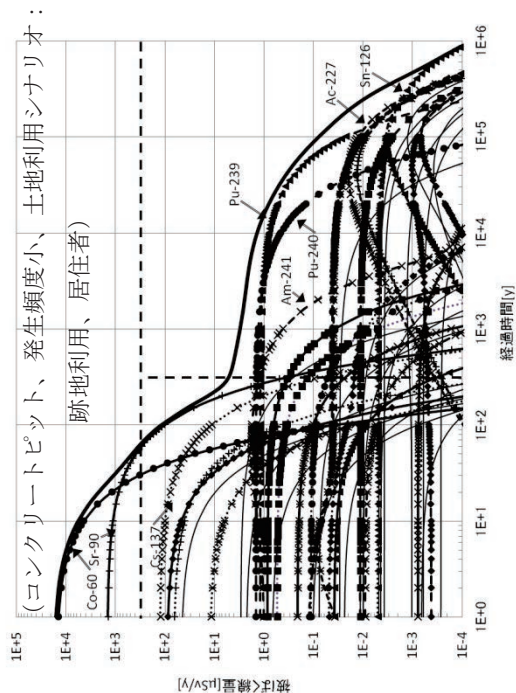


図 5.2.48 変動シナリオの評価結果(15/29)

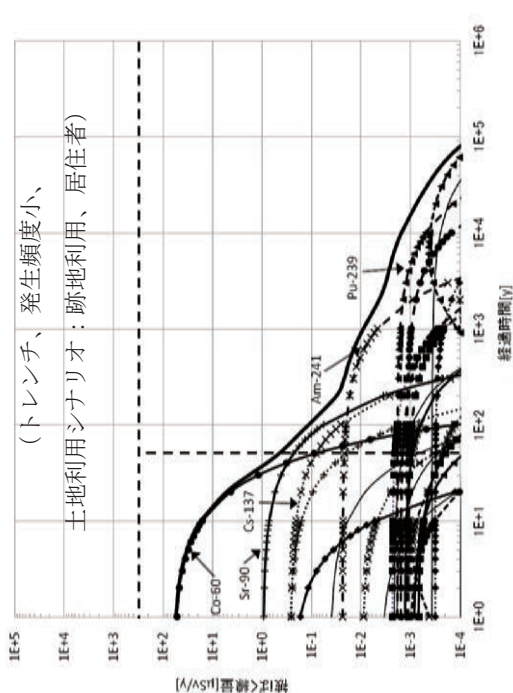


図 5.2.50 変動シナリオの評価結果(17/29)

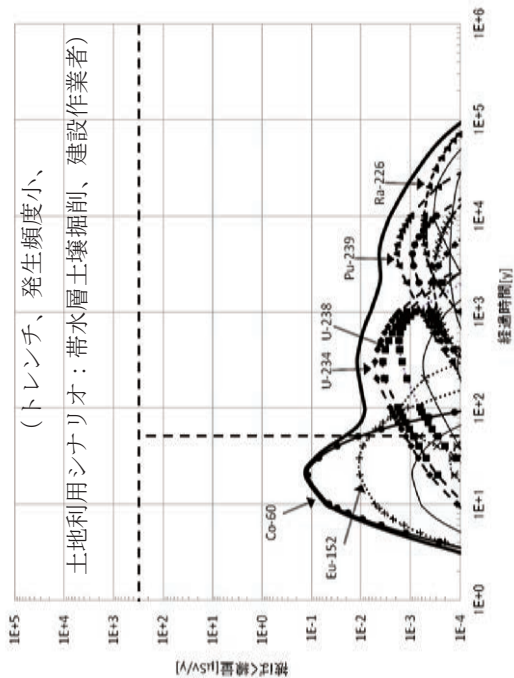


図 5.2.53 変動シナリオの評価結果 (20/29)

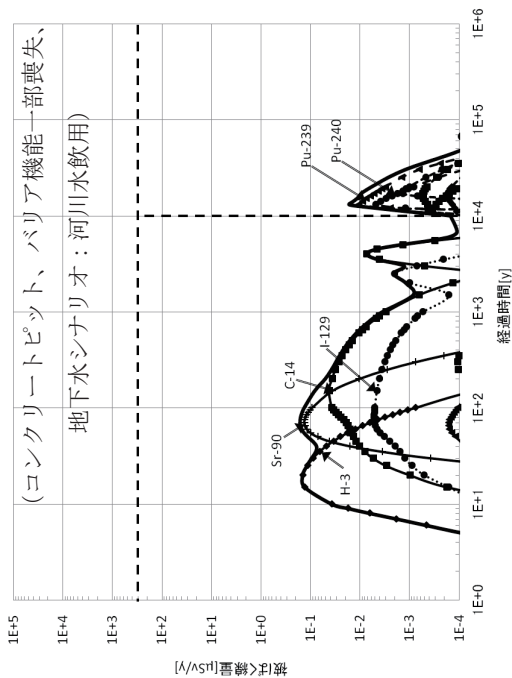


図 5.2.55 変動シナリオの評価結果 (22/29)

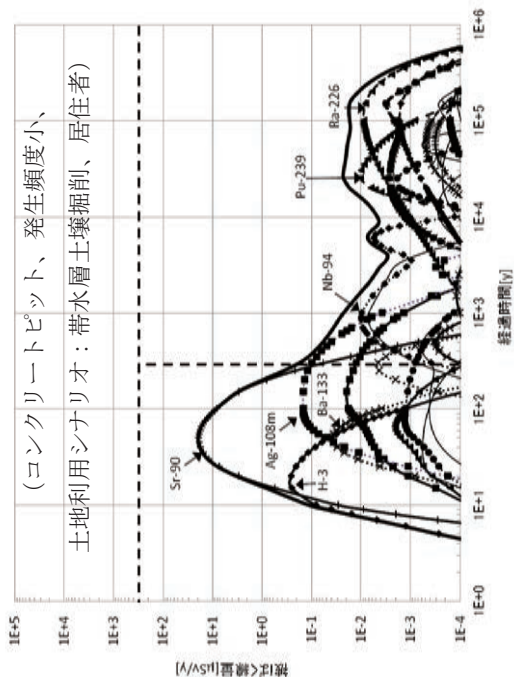


図 5.2.52 変動シナリオの評価結果 (19/29)

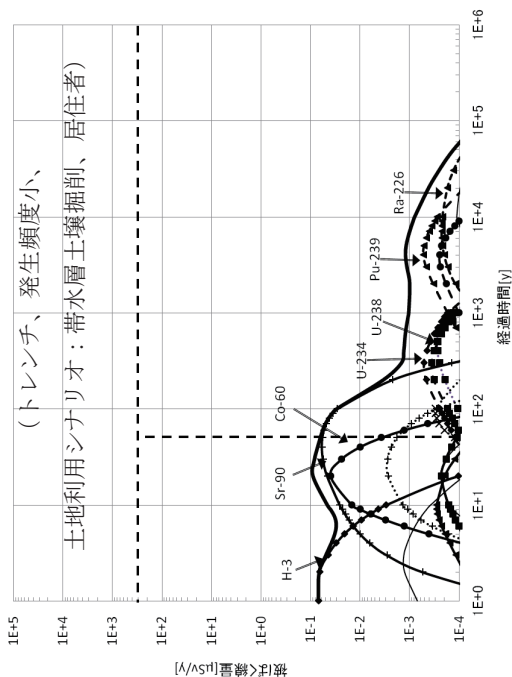


図 5.2.54 変動シナリオの評価結果 (21/29)

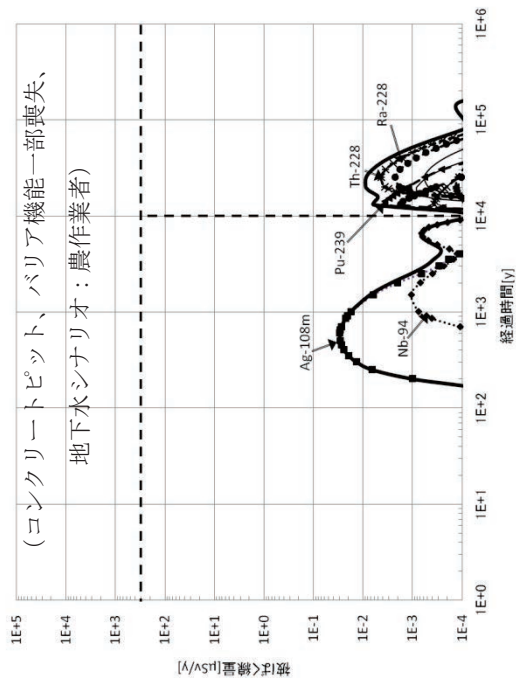


図 5.2.57 変動シナリオの評価結果 (24/29)

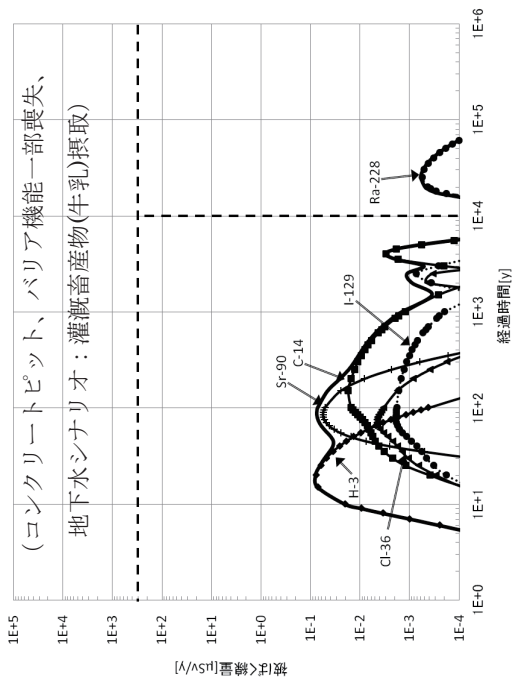


図 5.2.59 変動シナリオの評価結果 (26/29)

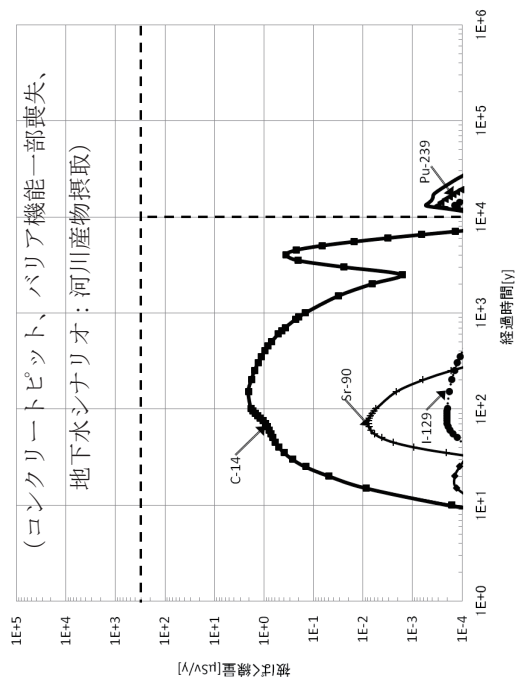


図 5.2.56 変動シナリオの評価結果 (23/29)

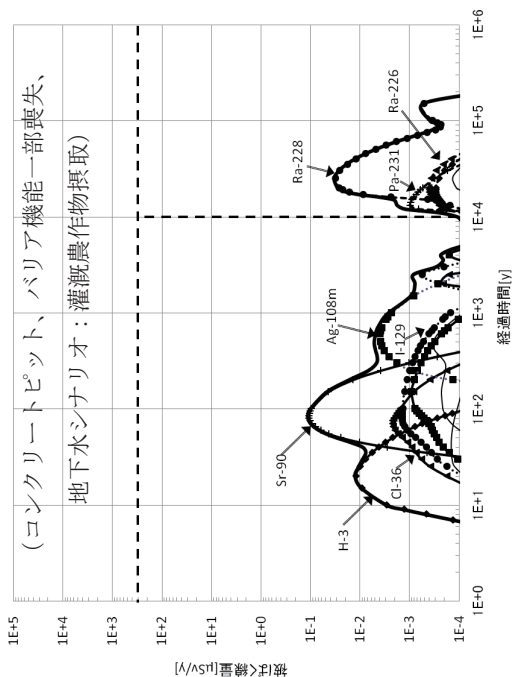


図 5.2.58 変動シナリオの評価結果 (25/29)

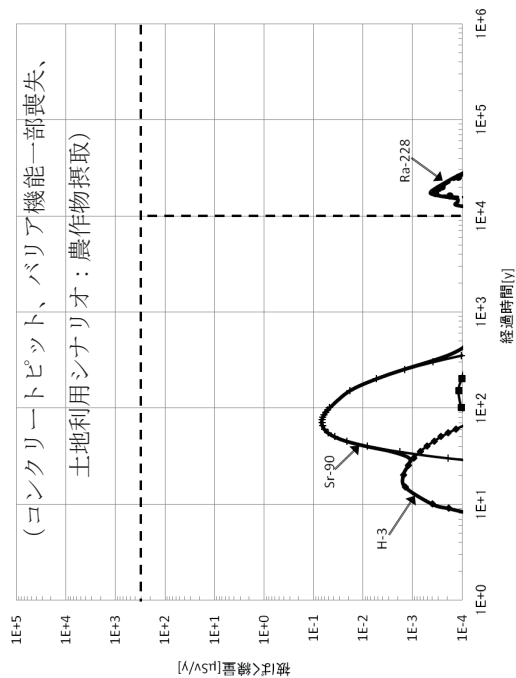


図 5.2.61 変動シナリオの評価結果 (28/29)

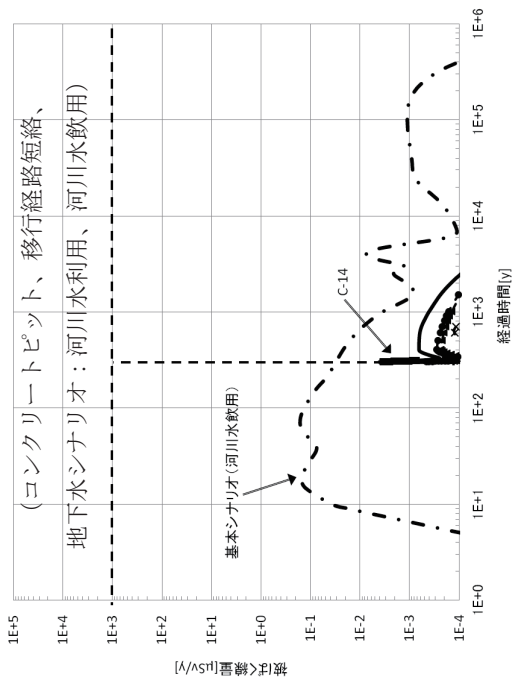


図 5.2.63 人為事象シナリオの評価結果 (1/11)

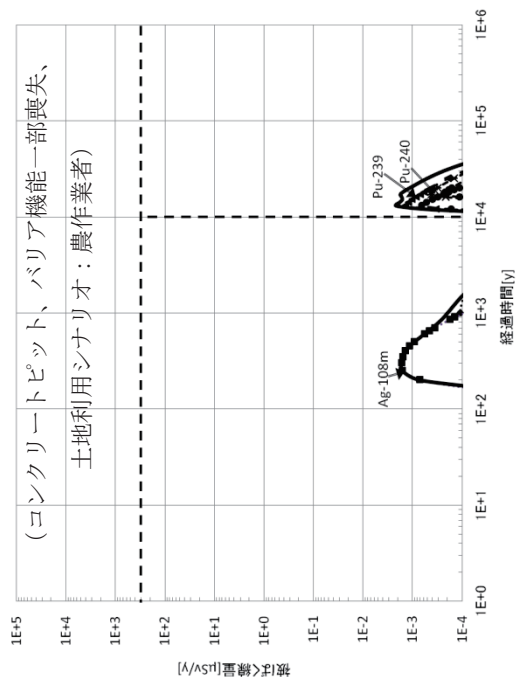


図 5.2.60 変動シナリオの評価結果 (27/29)

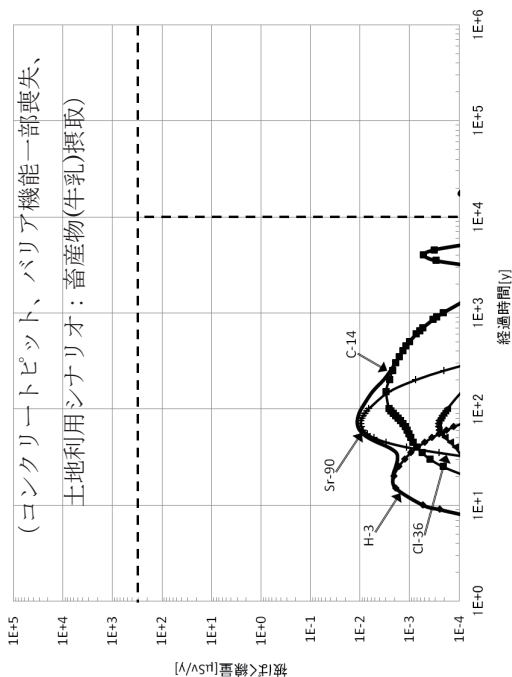


図 5.2.62 変動シナリオの評価結果 (29/29)

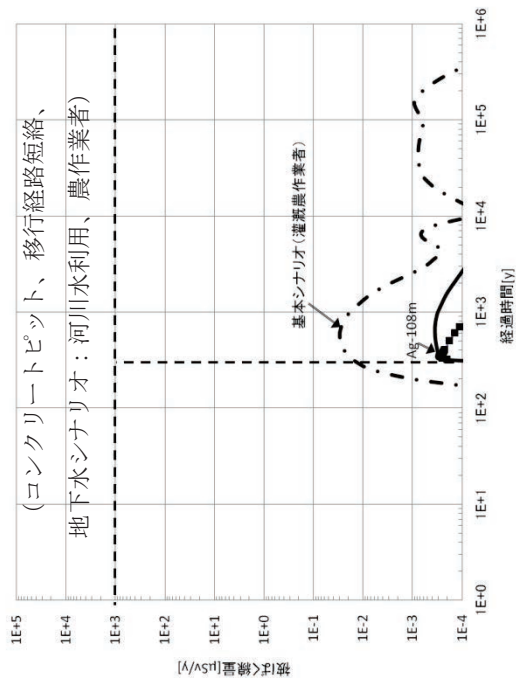


図 5.2.65 人為事象シナリオの評価結果 (3/11)

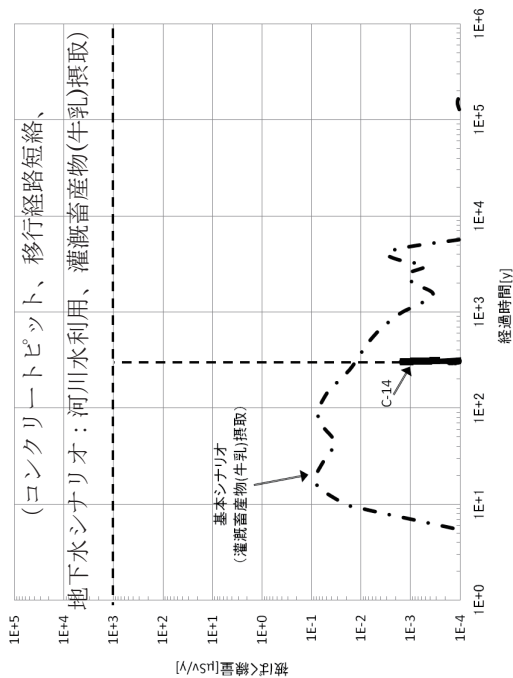


図 5.2.67 人為事象シナリオの評価結果 (5/11)

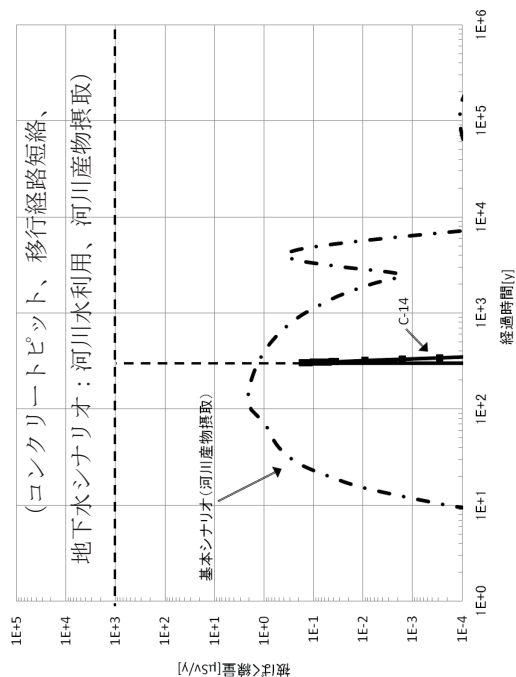


図 5.2.64 人為事象シナリオの評価結果 (2/11)

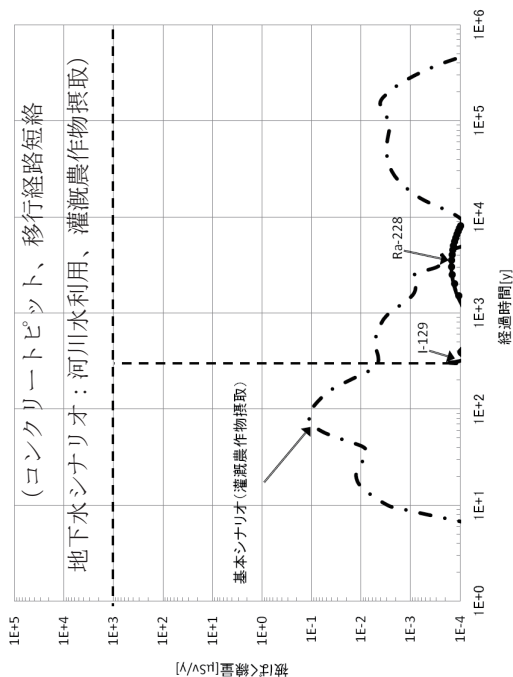


図 5.2.66 人為事象シナリオの評価結果 (4/11)

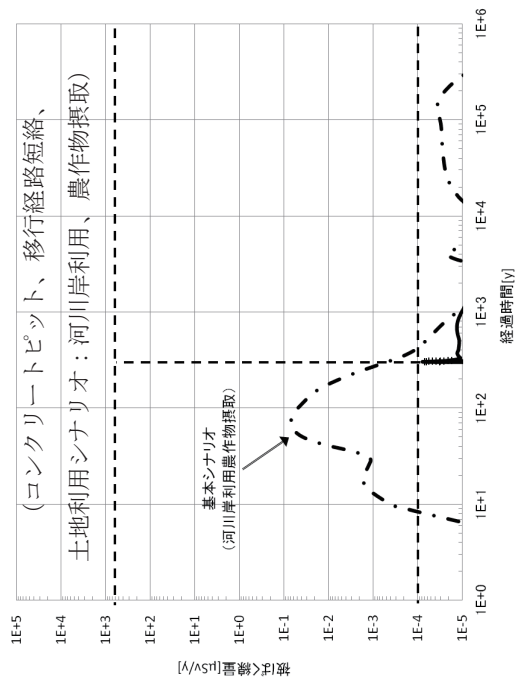


図 5.2.69 人為事象シナリオの評価結果 (7/11)

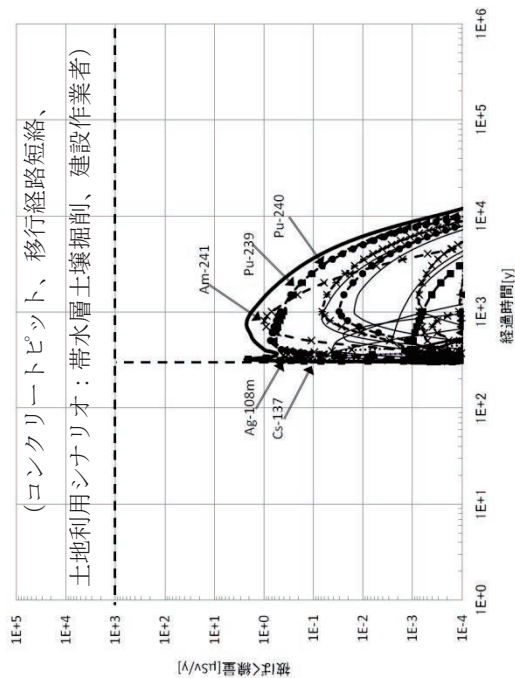


図 5.2.71 人為事象シナリオの評価結果 (9/11)

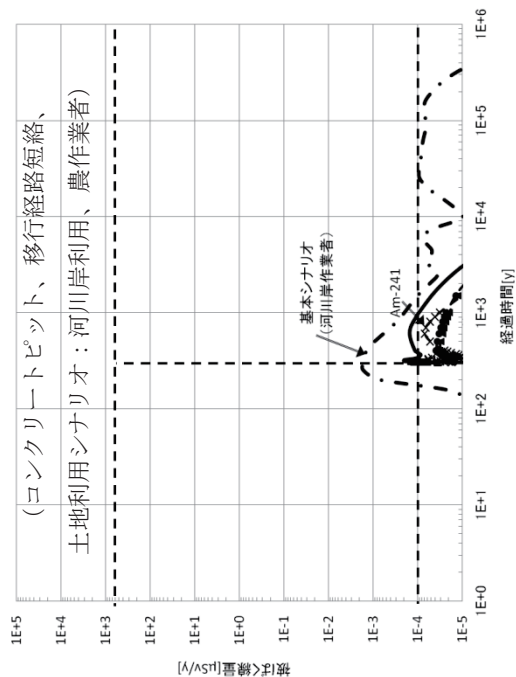


図 5.2.68 人為事象シナリオの評価結果 (6/11)

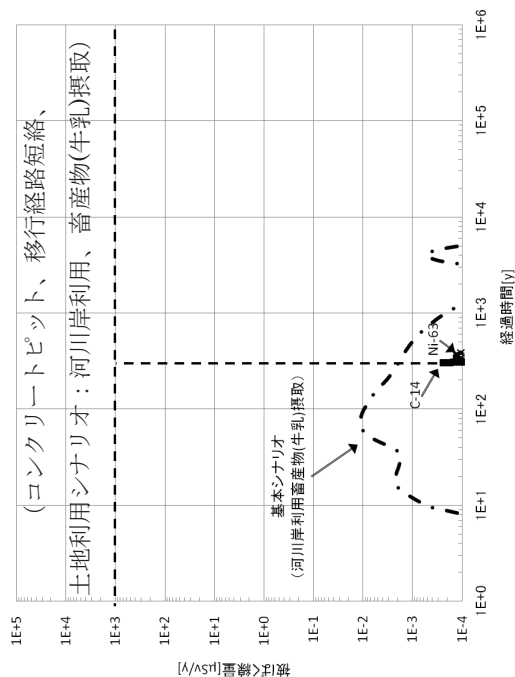


図 5.2.70 人為事象シナリオの評価結果 (8/11)

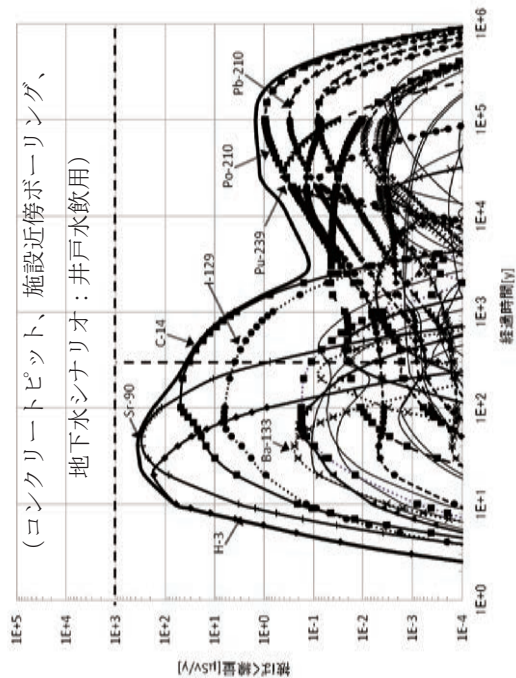


図 5.2.73 人為事象シナリオの評価結果 (11/11)

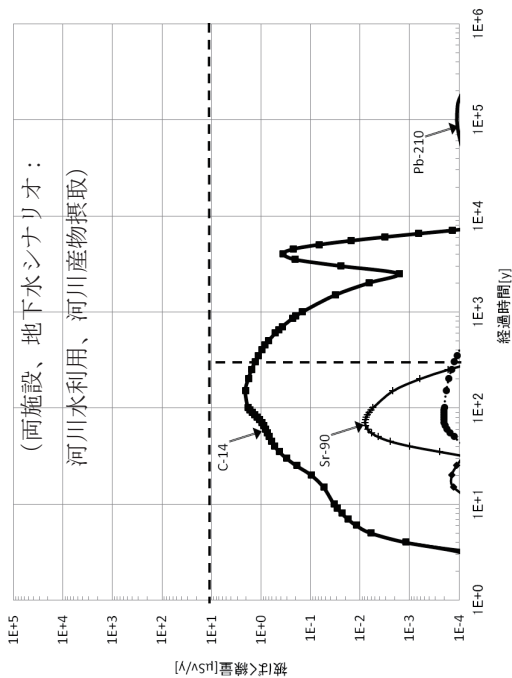


図 5.2.75 基本シナリオ (線量の重畳) の評価結果 (2/8)

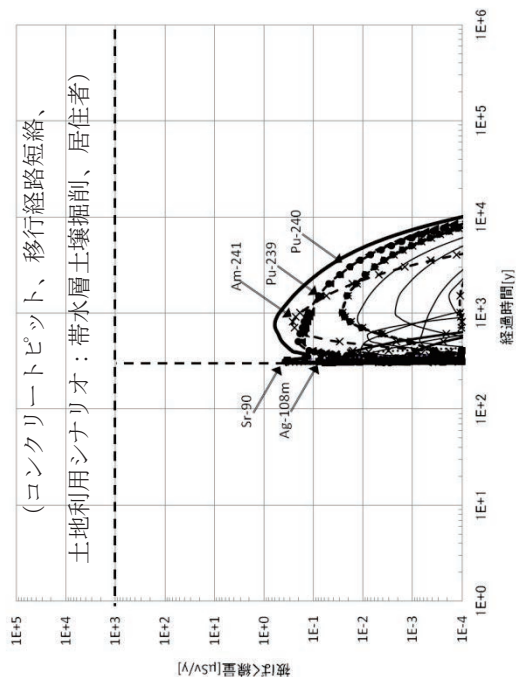


図 5.2.72 人為事象シナリオの評価結果 (10/11)

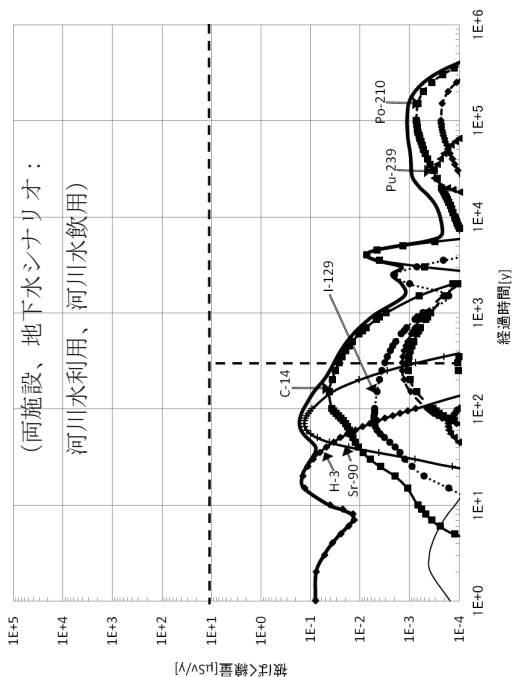


図 5.2.74 基本シナリオ (線量の重畳) の評価結果 (1/8)

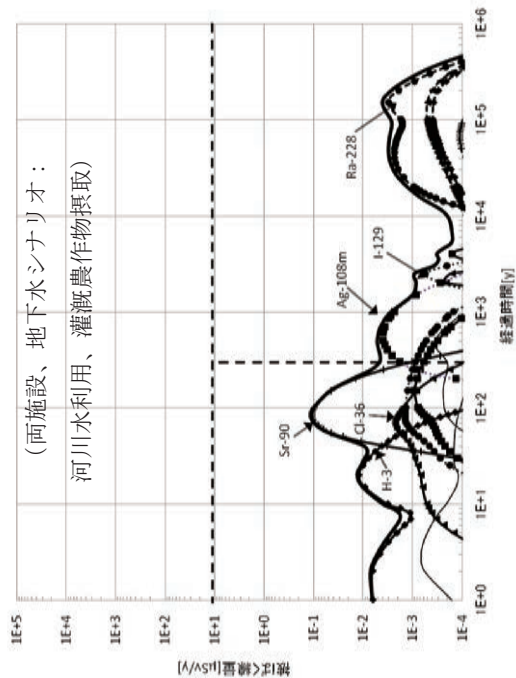


図 5.2.77 基本シナリオ (線量の重畳) の評価結果 (4/8)

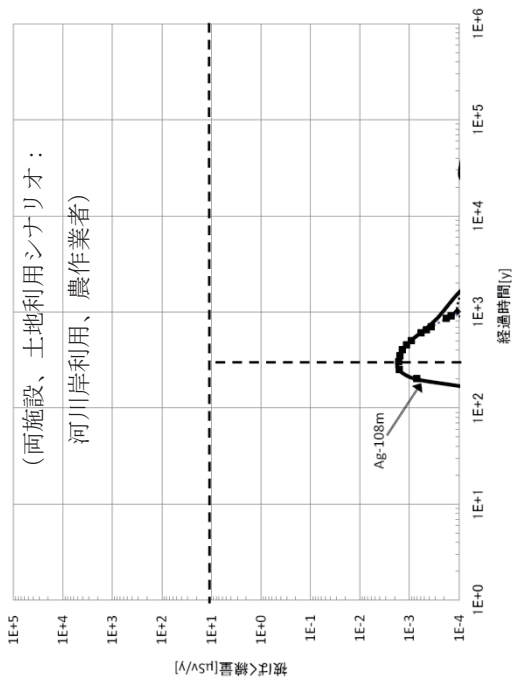


図 5.2.79 基本シナリオ (線量の重畳) の評価結果 (6/8)

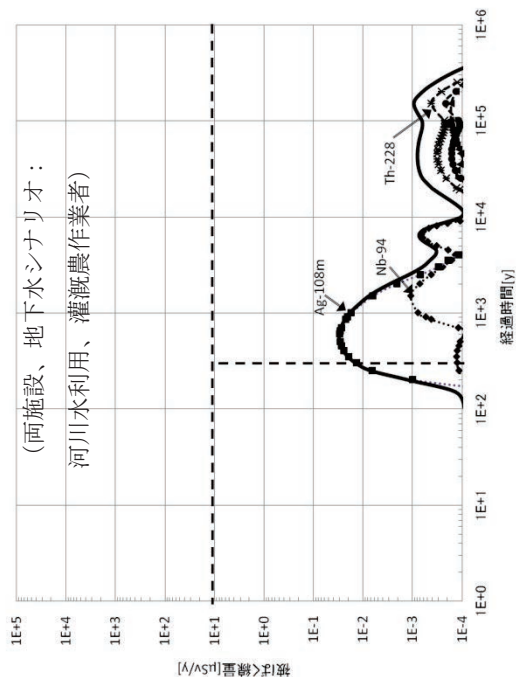


図 5.2.76 基本シナリオ (線量の重畳) の評価結果 (3/8)

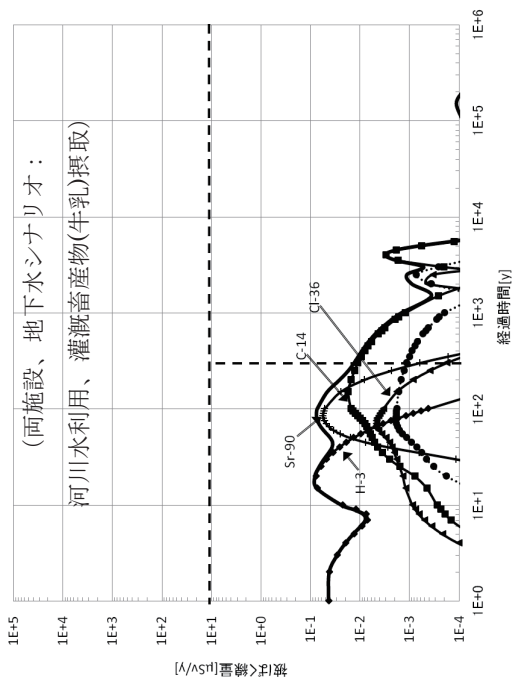


図 5.2.78 基本シナリオ (線量の重畳) の評価結果 (5/8)

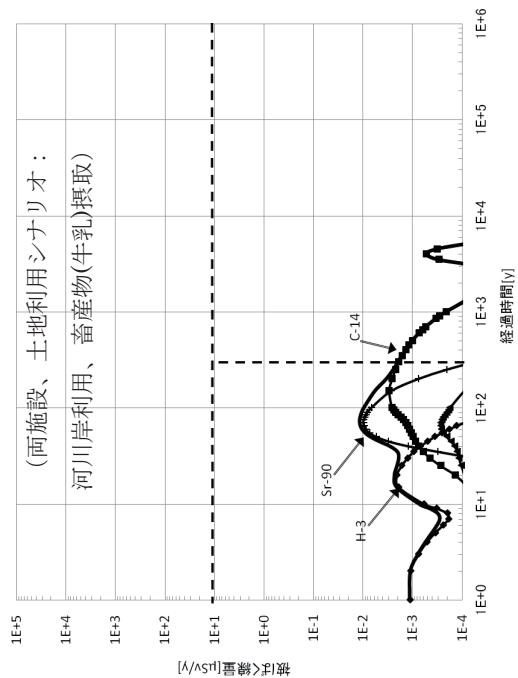


図 5.2.81 基本シナリオ (線量の重畳) の評価結果 (8/8)

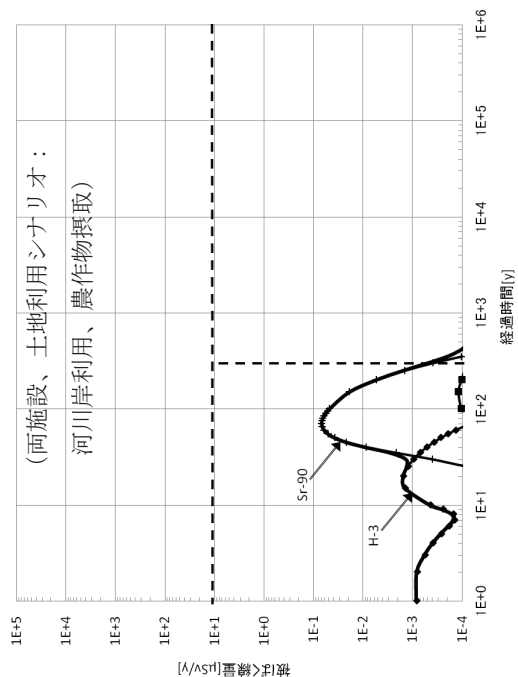


図 5.2.80 基本シナリオ (線量の重畳) の評価結果 (7/8)

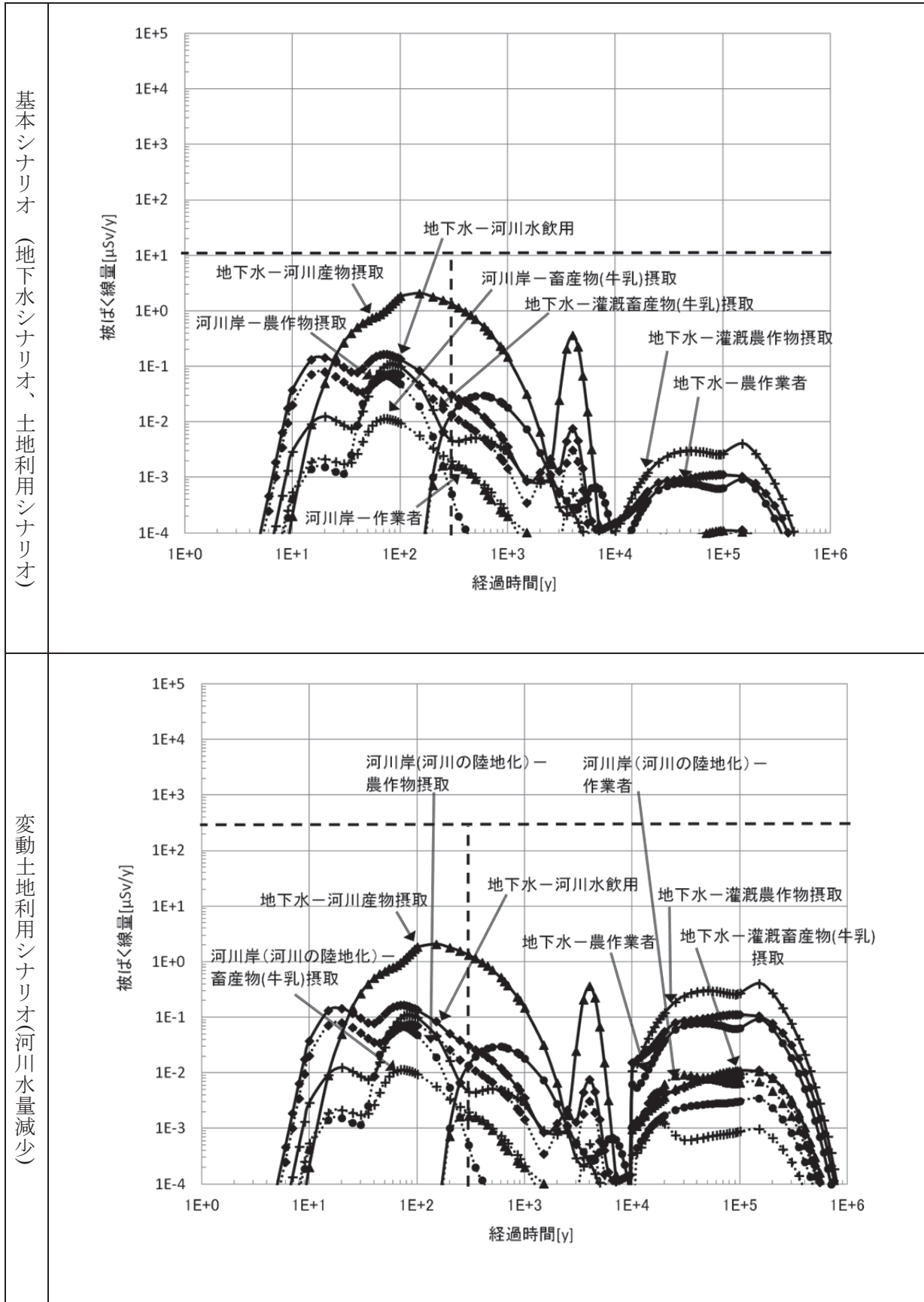


図 5. 2. 82 コンクリートピット埋設施設のシナリオ評価結果の整理 (1/3)

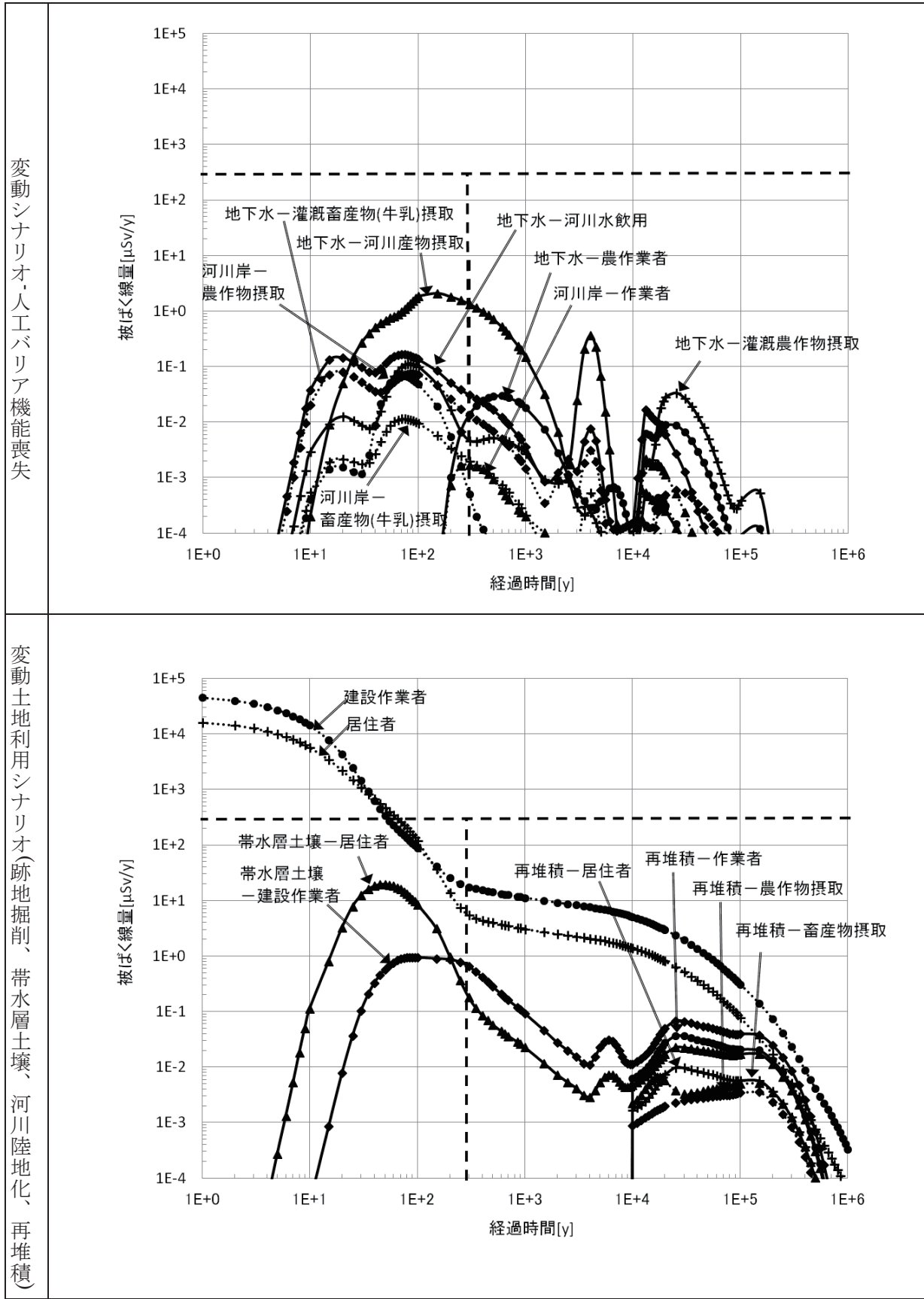


図 5.2.82 コンクリートピット埋設施設のシナリオ評価結果の整理 (2/3)

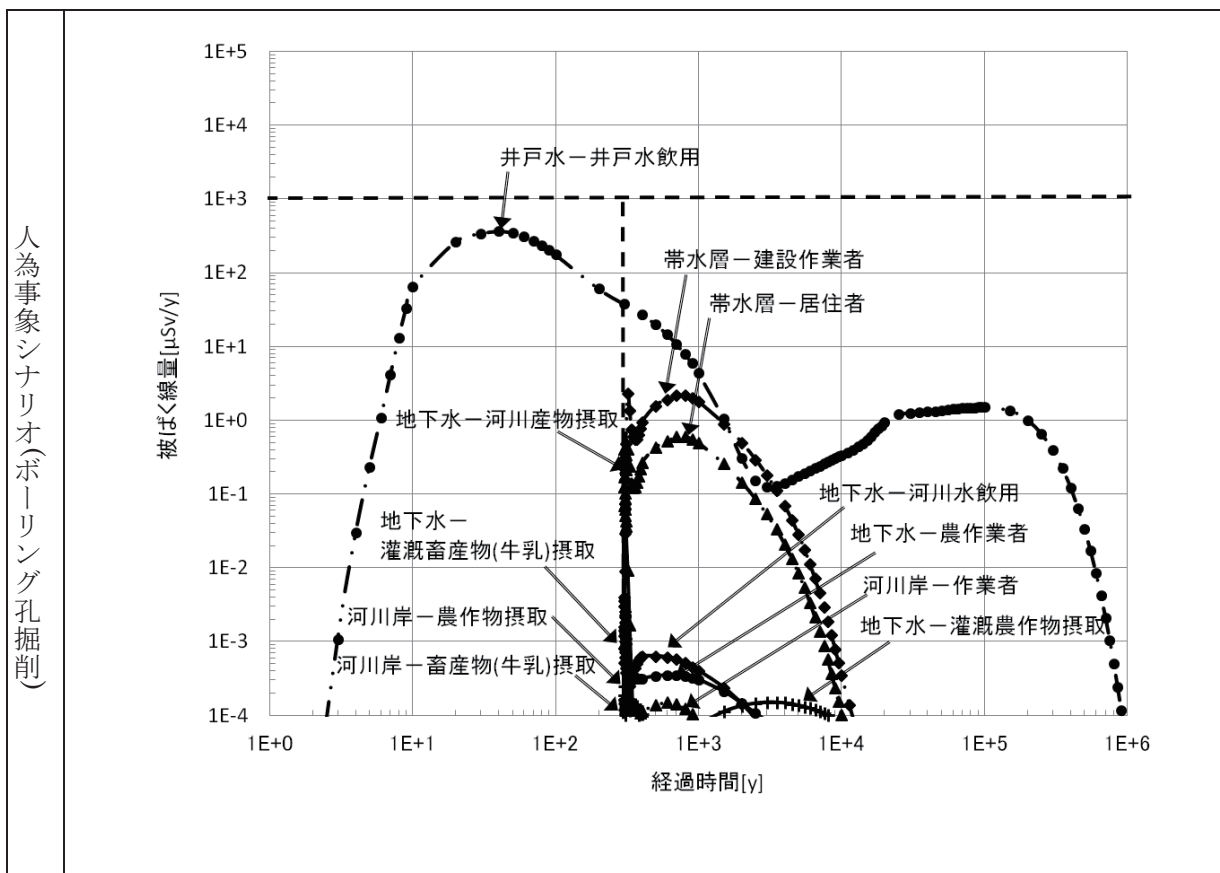
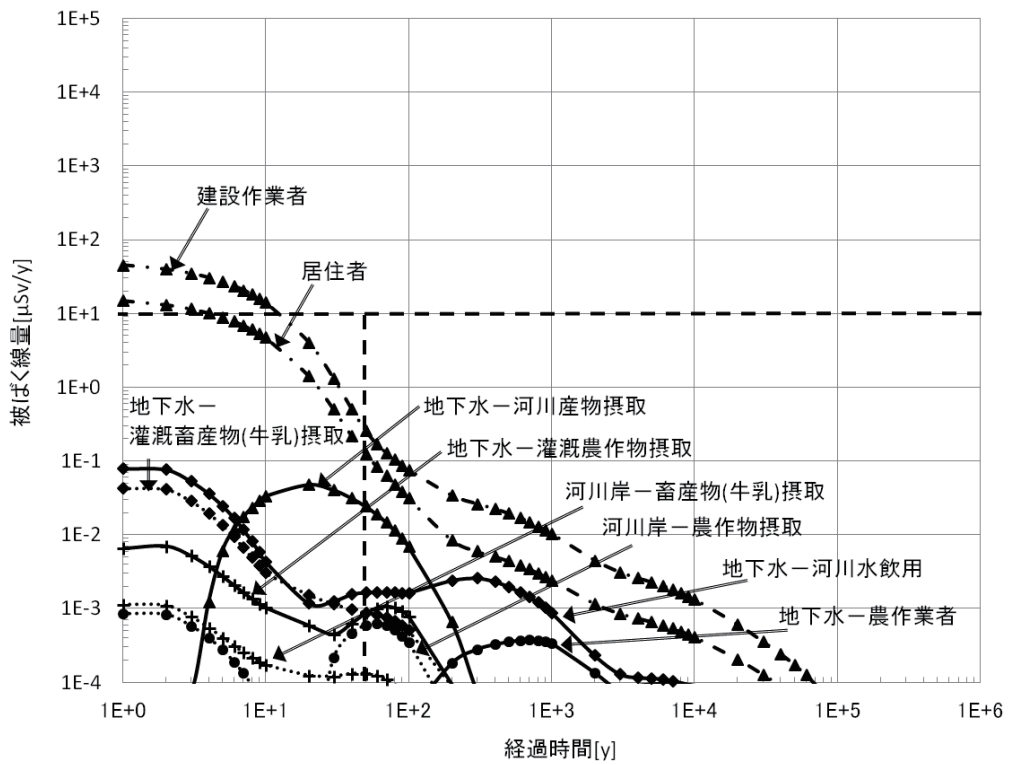


図 5.2.82 コンクリートピット埋設施設のシナリオ評価結果の整理 (3/3)

基本シナリオ(地下水シナリオと土地利用シナリオ)



変動シナリオ(地下水シナリオと土地利用シナリオ)

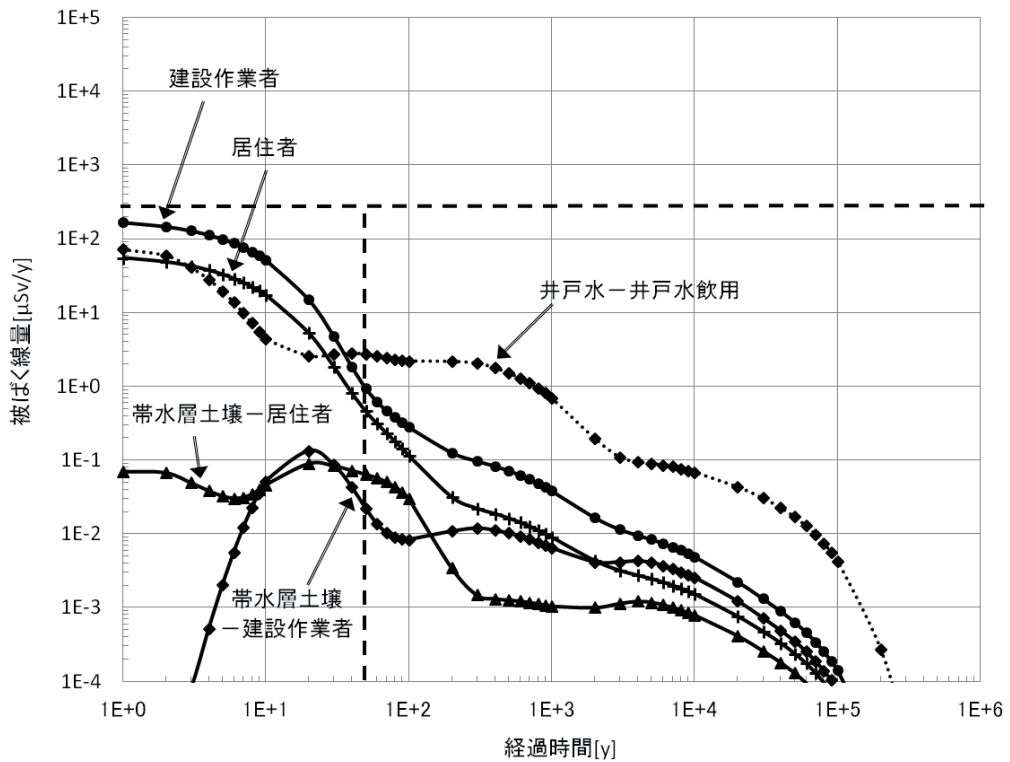


図 5.2.83 トレンチ埋設施設のシナリオ評価結果の整理

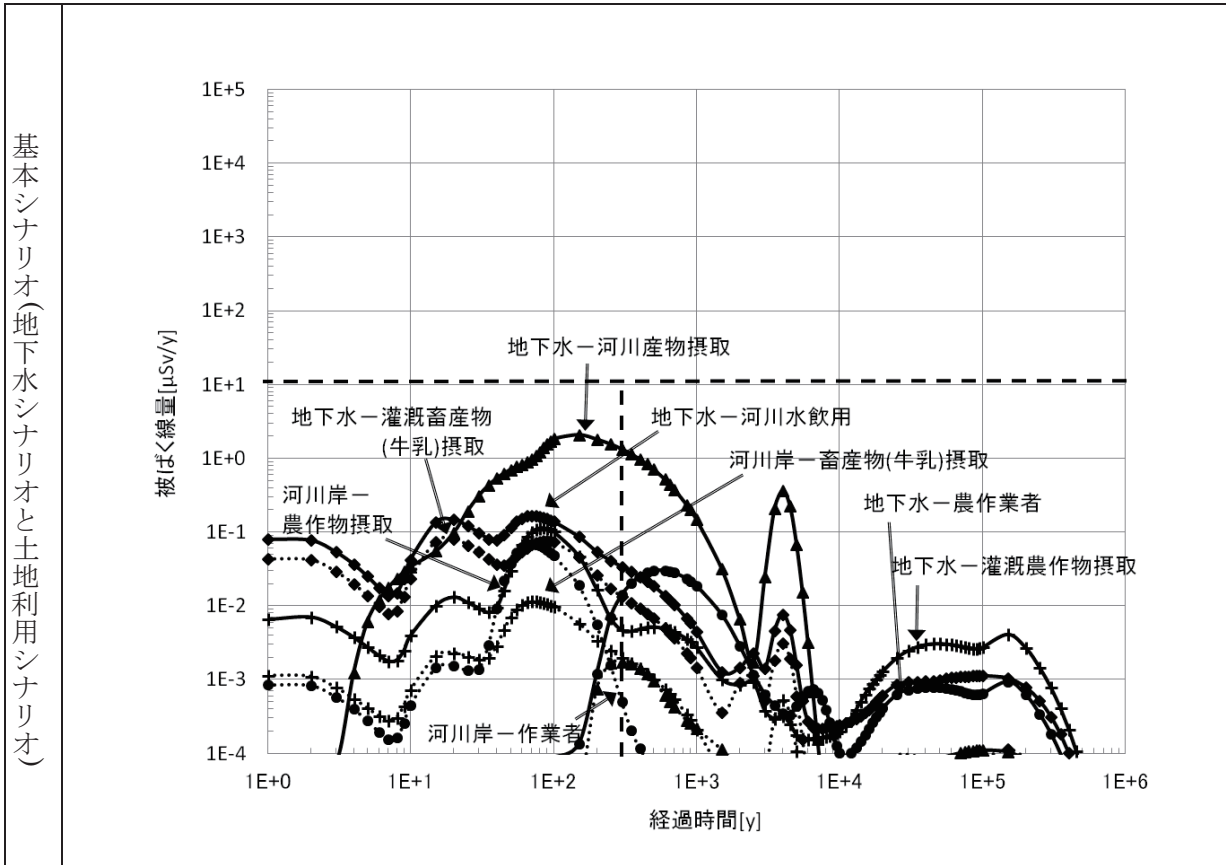


図 5.2.84 コンクリートピット埋設施設とトレンチ埋設施設の重畳を考慮したシナリオ評価結果の整理

6. まとめ

本報告書では、概念設計の前提条件となる、廃棄体性状及び放射能インベントリに係る条件、我が国の一般的な立地条件、埋設施設の技術基準等を取りまとめ、これらの前提条件を踏まえて、埋設施設に必要な施設・設備の抽出、設計、被ばく線量計算等を行った。本報告書で行った内容を各章ごとに示す。

2章では、概念設計の前提条件（一般的な立地条件及び基本的な設計条件（廃棄体数量・放射能インベントリ、埋設計画等））の設定を行った。

3章では、当該埋設事業を実施する上で必要となる施設及びその関連施設、設備等の抽出を行った。その際、公衆及び放射線業務従事者の放射線被ばくを低減し、核燃料物質によって汚染された物の取扱いや埋設作業の実施に対する安全を確保しつつ、合理的な操業ができるよう必要な機器等を対象とした。

4章では、3章で抽出した施設等の施設設計及び事業所内の配置計画を行った。

コンクリートピット埋設施設の施設設計では、埋設計画に応じた必要なピット数で効率よく収納できる仕様とした。また、二次元FEM解析をすることにより、重量のある廃棄体を偏在させた種々の定置条件下においても十分な強度を有し、常時、地震時の荷重により放射性物質が容易に漏出するようなひび割れが発生することはないことを確認した。

トレンチ埋設施設の施設設計でも埋設計画に応じた必要な基数で効率よく収納できる仕様とし、また、非放射性の有害物質の環境影響を踏まえて、産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準¹³⁾に定める構造基準を考慮した。

5章では、操業期間（最終覆土前までの期間）中における放射線業務従事者及び一般公衆の被ばく線量と、埋設施設の管理期間（最終覆土後、トレンチ処分は約50年、ピット処分は約300年）終了後における一般公衆の被ばく線量の評価を行った。

操業期間中における放射線業務事業者の被ばく線量の評価では、受入検査施設、コンクリートピット埋設施設及びトレンチ埋設施設において、直接γ線による実効線量率が管理区域及び管理区域境界の区分に応じて設定された設計基準線量率を満足することを確認した。また、一般公衆の被ばく線量の評価では、事業所境界上を評価点として、同3施設からの直接γ線及びスカイシャインγ線の実効線量率を求め、1年間の線量基準以下であることを確認した。

管理期間終了後の評価では、新しい安全審査指針²⁾に基づきピット、トレンチ処分に対して考慮すべき評価シナリオを、放射能インベントリ等の特徴を踏まえて選定し、評価した。計算結果はいづれのシナリオでもめやす線量を下回り、また、ピット、トレンチ両埋設施設からの線量を重畳した結果もめやす線量を下回ったことから、本埋設施設により対象廃棄物の全量を同一サイト内で埋設可能であることを確認した。

今後、実施計画¹⁾に従い安全審査指針²⁾に示されている廃棄物埋設施設の基本的立地条件を踏まえ、我が国において想定されうる種々の自然環境及び社会環境条件下において線量評価及び費用試算を行い、合理性の観点から埋設施設の安全性及び経済性に関する感度解析を行う。

参考文献

- 1)独立行政法人日本原子力研究開発機構：“埋設処分業務の実施に関する計画”,(2012)
- 2)原子力安全委員会：“第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方”,平成 22 年 8 月 9 日
- 3)天澤弘也,他：“研究施設等廃棄物の概念設計に供する前提条件の調査及び設定”,JAEA-Technology 2010-043(2011).
- 4)独立行政法人日本原子力研究開発機構：“低レベル放射性廃棄物管理計画書”,平成 19 年 7 月
- 5)原子力安全委員会：“放射性同位元素使用施設等から発生する放射性固体廃棄物の浅地中処分の安全規制に関する基本的考え方”,平成 16 年 1 月 26 日
- 6)独立行政法人原子力安全基盤機構；“平成 21 年度放射性廃棄物処分に関する調査(浅地中埋設処分に関する調査)報告書”,(平成 23 年 3 月)
- 7)原子力安全委員会：“低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について”,(平成 19 年 5 月).
- 8)日本原燃株式会社：“六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター廃棄物埋設事業許可申請書”,(1997)
- 9)日本原子力研究開発機構：“日本原子力研究所東海研究所廃棄物埋設事業許可申請書”,(1993).
- 10)社団法人日本道路協会：“道路橋示方書・同解説 I 共通編”,(平成 14 年 3 月)
- 11)社団法人日本道路協会：“道路橋示方書・同解説IV下部構造編”,(平成 14 年 3 月)
- 12)社団法人日本道路協会：“道路橋示方書・同解説V耐震設計編”,(平成 14 年 3 月)
- 13)環境省：“一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令”(昭和 52 年総理府・厚生省令第 1 号)
- 14)原子力安全委員会：“研究所等から発生する放射性固体廃棄物の浅地中処分の安全規制に関する基本的考え方”,(平成 18 年 4 月).
- 15)社団法人全国都市清掃会議：“廃棄物最終処分場整備の計画・設計要領”,(2001)
- 16)社団法人日本クレーン協会：“クレーン等各構造規格の解説”,(平成 20 年 5 月)
- 17)原子力安全委員会：“発電要原子炉施設に関する耐震設計審査指針”,(平成 19 年 9 月).
- 18)原子力安全委員会：“環境放射線モニタリング指針”,(平成 20 年 3 月).
- 19)原子力安全委員会：“発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針”,(平成 20 年 3 月).
- 20)国土交通省：“新営一般庁舎面積算定基準”,平成 15 年 3 月 2 日
- 21)日本河川協会：“防災調整池等技術基準(案)”,昭和 62 年
- 22) 国土交通省：“建築設計基準”,平成 18 年 3 月 31 日
- 23)日本道路協会：“道路土工要綱”,平成 21 年 6 月
- 24)財団法人原子力安全技術センター：“放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル”,(2007)
- 25)国立天文台編：“理科年表”,(平成 22 年)
- 26)小山謹二,他：“遮蔽材料の群定数・中性子 100 群・ガンマ線 20 群・P₅近似-”,JAERI-M 6928 (1997).
- 27)ICRP：“Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation”, ICRP Publication 74 (1996).

- 28 原子力安全委員会：“主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて”，(平成 11 年 3 月).
- 29) 日本原子力学会：“日本原子力学会標準 極めて放射能レベルの低い放射性廃棄物処分の安全評価手法：2006”，AESJ-SC-F007, (2006).
- 30) 原子力安全委員会：“放射性廃棄物・廃止措置専門部会（第 29 回）速記録，平成 22 年 4 月 5 日.
- 31) 日本地形学連合：“地形学から工学への提言”，地形工学セミナー 1，古今書院，(1996).
- 32) 日比谷他：“我が国の地下水流動特性に関する研究”，JNC TN7400 99-004, (1999).
- 33) 梅田浩司：“日本の地盤を対象とした透水係数データベースの作成”，PNC TN7450 96-002, (1996).
- 34) 梅田浩司他：“日本の地盤を対象とした透水係数データベースの作成”，日本地下水学会誌，37, 1, p.69-78, (1995)
- 35) 日本原子力学会：“日本原子力学会標準余裕深度処分の安全評価手法：2008”，AESJ-SC-F012：2008, (2009).
- 36) IAEA：“Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment”，IAEA-SRS No.19(2001).
- 37) ICRP：“Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers”，ICRP Publication 68 (1994).
- 38) ICRP：“Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides：Part 5. Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients”，ICRP Publication 72 (1996).
- 39) 原子力安全委員会放射性廃棄物・廃止措置専門部会：“余裕深度処分の管理期間終了以後における安全評価に関する技術資料”，(平成 22 年 8 月).
- 40) 原子力安全委員会放射性廃棄物・廃止措置専門部会 第二種廃棄物埋設検討小委員会：“「第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方(仮)」に記載する評価シナリオの整理”，(平成 22 年 4 月 16 日).
- 41) 農林水産省：“農林水産統計。農業経営統計調査。平成 22 年 個別経営の営農類型別経営統計（経営収支）－酪農・肉用牛・養豚・採卵養鶏・ブロイラー養鶏経営－(online) available from < http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noukei/einou_kobetu/index.html > (accessed on 2012-06-01).
- 42) 河田他：“処分環境下における鉄－アルミニウム溶融体の腐食挙動”，日本原子力学会春の年会予稿集 (1996)
- 43) Fujisawa R., Cho T., Sugahara K., Takizawa Y., Horikawa Y., Shiomi T. and Hironaga M.：“The corrosion behavior of iron and aluminum under waste disposal condition”，Mat. Res.Soc. Symp. Proc. Vol.465, Materials Research Society (1997).
- 44) ICRP：“Radiation protection recommendations as applied to the disposal of long-lived solid radioactive waste. ”，ICRP Publication 81, (1998)
- 45) 岡山大学地盤環境評価学研究室ホームページ，(online) available from http://gw.civil.okayama-u.ac.jp/gel_home/download/index.html > (accessed on 2012-06-06)
- 46) 電気事業連合会、核燃料サイクル開発機構：“TRU 廃棄物処分技術検討書 - 第 2 次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめ”，(2005)，JNC TY1450 2005-001
- 47) 国土交通省、水文水質データベース，(online) available from <http://www1.river.go.jp/>>

(accessed on 2012-06-06)

- 48)原子力安全委員会, : “ウラン取扱施設におけるクリアランスレベルについて”, (平成 21 年 10 月).
- 49)U.S.NRC, : “Draft Environmental Impact Statement on 10 CFR Part 61 -Licensing Requirements for Land Disposal of Radioactive Waste”, NUREG-0782, Vol.4 (1981).
- 50)GoldSim Technology group, (online) available from <http://www.goldsim.com/Home/>> (accessed on 2012-06-06)
- 51)原子力安全委員会 : “低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について(第3次中間報告)”, (平成 12 年 9 月 14 日).

付録A 施設からの核種浸出漏出モデルについて

埋設施設からの核種浸出モデルは、一般に(式1)のように表すことができる。施設中に存在する核種は崩壊に伴って減衰するとともに、核種移行率(η)に応じて施設から浸出する。

核種移行率は、埋設される廃棄物中の放射性物質の放射能量、廃棄物の物理的・化学的性質(金属、コンクリート等)、汚染の形態(表面汚染とその固着率、放射化汚染)及び廃棄体仕様(固型化、充填固化、溶融等)に起因する核種保持性能を適切に考慮することによりモデル化される。具体的には、廃棄体が核種保持性能を有することが期待できる場合には、これを反映した放出率を設定することが可能であり、廃棄体の核種保持機能を期待できない場合には、核種が瞬時に放出されることを想定することとなる。また、埋め戻し材を含む埋設施設としての核種保持機能を考慮する場合には、廃棄体から放出された放射性物質が施設中に浸透した間隙水と一緒に混合希釈されると想定し、固相との吸着分配平衡を考慮して核種の浸出をモデル化(以下、「分配平衡モデル」という。)することができる。

$$J(t) = \eta \times Q_0 \times \exp[-(\lambda + \eta) \times t] \quad (\text{式 1})$$

$J(t)$: 時間 t における核種移行率(Bq/y)

Q_0 : 初期放射能量(Bq)

λ : 崩壊定数(1/y)

η : 核種移行率(1/y)

なお、本評価における放射能インベントリ及び廃棄体の物量からは考慮しないが、地下水の化学的雰囲気、間隙水中の核種濃度を考慮して、溶解度律速に基づく核種浸出をモデル化することも考えられる。

以下では、核種浸出モデルの代表的なモデルである放出係数モデルと分配係数モデルを取り上げ、それぞれの特徴を整理・検討したのち、本評価で用いる埋設施設に係る評価モデルを決定した。

(1) 放出係数モデルについて

濃度上限値報告書¹⁾の線量評価では、施設からの核種浸出は、IAEA-TECDOC-401²⁾が採用したように、NRPB-R161³⁾で使用された放出係数モデルが採用されている((式2)を参照)。この放出係数モデルは、施設からの核種浸出を、実際に操業されている衛生処分場への重金属等の処分量とその浸出水量濃度から算定した比率を放出係数(R_c)として各元素に適用したものであり、施設の降雨浸透抑制機能や施設の汚染物質保持機能などの環境要因を包括的に考慮したものである。ただし、放出係数モデルは、測定等によってあらかじめ評価パラメータとしての放出係数値を決定することができないため、類似例がない限り、具体の施設には適用が困難なモデルである。

$$\eta = \frac{\nu_{in} \times S}{S \times H_D} \times R_c = \frac{\nu_{in}}{H_D} \times R_c \quad (\text{式 2})$$

R_c : 放出係数(-) S : 核種移行に係る施設面積(m²)

ν_{in} : 浸透水量(m/y) H_D : 核種移行に係る施設高さ(m)

(2) 分配平衡モデルについて

廃棄体からの核種放出が瞬時に起こり、ある領域中に一様に混合希釈する（瞬時混合希釈）と仮定し、施設を構成する媒体の密度、間隙率及び収着分配係数を設定して、間隙水と媒体との分配平衡を仮定することにより核種の浸出量を算定する「分配平衡モデル」を適用することが考えられる。本モデルにおける核種移行率は、上記の(式 2)において、放出係数 (R_c) を(式 3)のように媒体の間隙率 (ε) と遅延係数 (R_f) の積に置き換えることで得られる。収着分配係数は、収着媒体を決めれば、一定の手法に則った試験で測定可能なパラメータ値である。

$$\eta = \frac{\nu}{H_D} \times \frac{1}{\varepsilon \times R_f} \quad (\text{式 3})$$

$$\text{ここで、 } R_f = 1 + \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon} \times \rho \times K_d \quad (\text{式 4})$$

R_f : 遅延係数(-)

ε : 媒体の間隙率(-)

ρ : 媒体の粒子密度(g/cm^3)

K_d : 分配係数(cm^3/g)

(3) 本安全評価で用いる核種浸出モデル

(式 2)と(式 3)から明らかなように、放出係数は、数学的に、一定の施設への降雨浸透水量の下で核種の浸出量が等しくなる等価な収着分配係数を求めることによって、分配平衡モデルとして評価することが可能である。例えば、廃棄物の見かけ密度； $2.0 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、空隙率 0.3 のとき、放出係数 R_c ； $3.0\text{E-}4$ は、 $R_f = 1.1\text{E-}4$ から、 $K_d = 1670 \text{ (cm}^3/\text{g)}$ と算出される。設定値と換算値の比較を表 A-1 に示す。

なお、施設への降雨浸透水量は、トレンチ埋設施設であれば覆土などの特性を試験的に測定することにより、あるいはコンクリートピット埋設施設であれば一定の条件の下に地下水流動解析等を用いて設定可能なパラメータ値である。具体の施設を計画するに当たっては、分配平衡モデルは、試験・解析を通じて具体的に利用可能な評価モデルであり、将来的な適用性の観点からも、採用が現実的なものと考えられる。

このため、安全審査など、これから計画され実施される処分に適用する施設からの核種浸出モデルとしては、放出係数モデルよりも分配平衡モデルの方が環境変化に応じた値の試験確認等も可能であり適用性に富んでいる。

以上より、本評価では、トレンチ埋設施設とコンクリートピット埋設施設に共通して、具体的にパラメータ値の設定が可能である分配平衡モデルを適用することとし、各媒体の分配係数に関しては、両施設が浅地中に設置されることを考慮して、砂や堆積岩等に対する測定値や評価事例を参考に、施設内の充てん材等に適用できる分配係数を設定するものとする。

表 A-1 インベントリ特性評価における施設内分配係数設定値と放出係数との比較

元素名	濃度上限値評価		インベントリ特性評価のための Kd 設定値(B) (m ³ /kg)	A/B (-)	備考		
	放出係数 (-)	Kd 換算値(A) (m ³ /kg)					
Al	-	-	1.50E+00				
H	5.00E+00	1.00E-04	0.00E+00				
C	1.00E-01	5.00E-03	2.00E-03	2.5			
Cl			1.00E-03	5.0			
Tc			1.40E-04	36	+		
I			1.00E-03	5.0			
Be			3.00E-02	1.67E-02	2.40E-01	0.070	-
Ca	9.00E-03	1.9					
Co	6.00E-02	0.28					
Ni	4.00E-01	0.042			-		
Se	1.50E-01	0.11					
Sr	1.30E-02	1.3					
Nb	1.60E-01	0.10					
Mo	7.40E-03	2.3					
Sn	1.30E-01	0.13					
Ba	6.00E-02	0.28					
Ho	2.40E-01	0.070			-		
Hf	4.50E-01	0.037			-		
Cs	1.00E-02	5.00E-02			2.70E-01	0.19	
Zr	3.00E-04	1.67E+00			2.00E-01	8.4	
Ag					9.00E-02	19	+
Cd			7.40E-02	23	+		
Eu			3.10E-02	54	+		
Pb			2.70E-01	6.2			
Po			1.50E-01	11	+		
Ra			4.90E-01	3.4			
Ac			4.50E-01	3.7			
Th			3.00E+00	0.56	+		
Pa			5.40E-01	3.1			
U			3.30E-02	51	+		
Np			4.10E-03	410	+		
Pu			5.40E-01	3.1			
Am			2.00E+00	0.84			
Cm			4.00E+00	0.42			
	参考文献： Cs 以外 NRPB-R-161 Cs IAEA-TECDOC-401 * Al は設定されていない。		本検討における設定手順： ①IAEA-TRS-364 ⁴⁾ (砂の値) ②IAEA S.S No.57 ⁵⁾ ③IAEA-TECDOC-401 ④Eu：原研事業許可申請書 ⁶⁾ Cl：化学的類似性を考慮し I と同じ値に設定。 Al, Ba：VLLW 学会標準 ⁷⁾ を 参考にし ORNL-5786 ⁸⁾ より 設定。	備考欄の凡例 + : A/B > 10 - : A/B < 0.1			

参考文献

- 1)原子力安全委員会：“低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について”，平成 19 年 5 月.
- 2)IAEA：“Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control – INTERIM REPORT”，IAEA-TECDOC-401 (1987).2) IAEA：“Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control – INTERIM REPORT ”，IAEA-TECDOC-401 (1987).
- 3)A. V. pinner, C. R. Hemming, M. D. Hill：“An Assessment of the Radiological Protection Aspects of Shallow Land Burial of Radioactive Wastes”，NRPB-R161(1984).
- 4)IAEA：“Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments”，IAEA Technical Reports Series No.364 (1994).
- 5)IAEA：“Generic of Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases”，IAEA Safety Series No.57(1985).
- 6)日本原子力研究開発機構：“日本原子力研究所東海研究所廃棄物埋設事業許可申請書”，平成 5 年 10 月.
- 7)日本原子力学会：“極めて放射能レベルの低い放射性廃棄物処分の安全評価手法：2006”、2006.
- 8)C. F. Baes III, R. D. Sharp, A. L. Sjoreen, R.W. Shor：“A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Environmentally Released Radionuclides through Agriculture “，ORNL-5786(1984).

付録-B

元素依存パラメータ及び被ばく線量の換算係数

5.2 項のインベントリ特性評価及び概念設計の結果に基づく線量評価に用いた元素依存パラメータ（分配係数、移行係数、濃縮係数）及び線量換算係数を表 B-1~表 B-9 に示す。

表 B-1 農作物への移行係数

元素名	米 (Bq/g-wet)/(Bq/q-dry)		葉菜、非葉菜、果実 (Bq/g-wet)/(Bq/q-dry)	
	選定値	選定値の選定根拠	選定値	選定値の選定根拠
H	5.0E+00	IAEA-TECDOC-1380	5.0E+00	IAEA-TECDOC-1380
Be	2.0E-03	IAEA-TECDOC-1380	2.0E-03	IAEA-TECDOC-1380(葉菜)
C	1.0E-01	IAEA-TECDOC-1380	1.0E-01	IAEA-TECDOC-1380
Al	4.0E-03	NCRP No.129 (VLLW 学会標準)	4.0E-03	ORNL-5786 (VLLW 学会標準)
Cl	5.0E+00	NUREG/CR-3585	5.0E+00	NUREG/CR-3585
Ca	5.0E-01	IAEA-TECDOC-1380	5.0E-01	IAEA-TECDOC-1380
Co	3.0E-02	IAEA-TECDOC-1380	3.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Ni	5.0E-02	IAEA-TECDOC-1380	3.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Se	1.0E-01	IAEA-TECDOC-1000	1.0E-01	IAEA-TECDOC-1000
Sr	8.0E-02	IAEA-TECDOC-1380	3.0E+00	IAEA-TECDOC-1380(葉菜)
Zr	5.0E-03	IAEA-TECDOC-1380	5.0E-03	IAEA-TECDOC-1380
Nb	1.0E-02	IAEA-TECDOC-1380	1.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Mo	2.0E-01	IAEA-TECDOC-1000	2.0E-01	IAEA-TECDOC-1000
Tc	1.0E+01	IAEA-TECDOC-1380	1.0E+01	IAEA-TECDOC-1380
Ag	2.0E-01	IAEA-TECDOC-1380	2.0E-01	IAEA-TECDOC-1380
Cd	5.0E-01	葉菜、非葉菜、果実と同じ (VLLW 学会標準)	5.0E-01	IAEA SRS No.19 (VLLW 学会標準)
Sn	2.0E-01	IAEA-TECDOC-1380	1.0E-01	IAEA-TECDOC-1380
I	1.0E-01	IAEA-TECDOC-1380	1.0E-01	IAEA-TECDOC-1380
Cs	2.0E-02	IAEA-TECDOC-1380	3.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Ba	5.0E-02	葉菜、非葉菜、果実と同じ (VLLW 学会標準)	5.0E-02	IAEA SRS No.19 (VLLW 学会標準)
Eu	3.0E-03	IAEA-TECDOC-1380	3.0E-03	IAEA-TECDOC-1380
Ho	2.6E-03	UCRL-50163 part IV	2.6E-03	UCRL-50163 part IV
Hf	3.0E-03	NCRP-129 (L1 学会標準)	3.5E-03	ORNL-5786 (L1 学会標準)
Pb	1.0E-02	IAEA-TECDOC-1380	1.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Po	2.0E-04	IAEA-TECDOC-1380	2.0E-04	IAEA-TECDOC-1380
Ra	4.0E-02	IAEA-TECDOC-1380	4.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Ac	1.0E-03	IAEA-TECDOC-1380	1.0E-03	IAEA-TECDOC-1380
Th	5.0E-04	IAEA-TECDOC-1380	5.0E-04	IAEA-TECDOC-1380
Pa	4.0E-02	IAEA-TECDOC-1380	4.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
U	1.0E-04	IAEA-TECDOC-1380	1.0E-03	IAEA-TECDOC-1380
Np	3.0E-04	IAEA-TECDOC-1380	1.0E-02	IAEA-TECDOC-1380(葉菜)
Pu	3.0E-05	IAEA-TECDOC-1380	1.0E-03	IAEA-TECDOC-1380(根菜)
Am	1.0E-05	IAEA-TECDOC-1380	1.0E-03	IAEA-TECDOC-1380
Cm	1.8E-05	IAEA TRS No.364 (シリアル)	2.2E-04	IAEA TRS No.364 (根菜)

選定手順：①IAEA-TECDOC-1380¹⁾、②IAEA TRS No.364²⁾、③IAEA SS No.57³⁾、
④IAEA-TECDOC-401⁴⁾、⑤IAEA-TECDOC-1000⁵⁾
⑥上記文献に記載がない元素の設定は下記のとおり
Al : NCRP No.129⁶⁾(米)、ORNL-5786⁷⁾(葉菜、非葉菜、果実)、
Cd 及び Ba : IAEA SRS No.19⁸⁾、Cl : NUREG/CR-3585⁹⁾、Ho : UCRL-50163 part IV¹⁰⁾

表 B-2 河川産物(魚類) への濃縮係数

元素名	選定値 (m ³ /kg)	選定値の選定根拠
H	1.0E-03	IAEA-TECDOC-1380
Be	1.0E-01	IAEA-TECDOC-1380
C	5.0E+01	IAEA-TECDOC-1380
Al	5.0E-01	NCRP-123(VLLW 学会標準)
Cl	5.0E-02	NUREG/CR-3585
Ca	2.0E-01	IAEA-TECDOC-1380
Co	3.0E-01	IAEA-TECDOC-1380
Ni	1.0E-01	IAEA-TECDOC-1380
Se	2.0E-01	IAEA-TECDOC-1000
Sr	6.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Zr	3.0E-01	IAEA-TECDOC-1380
Nb	3.0E-01	IAEA-TECDOC-1380
Mo	1.0E-02	NUREG/CR-3585
Tc	2.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Ag	5.0E-03	IAEA-TECDOC-1380
Cd	2.0E-01	IAEA SRS No.19(VLLW 学会標準)
Sn	3.0E+00	IAEA-TECDOC-1380
I	4.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Cs	2.0E+00	IAEA-TECDOC-1380
Ba	4.0E-03	IAEA SRS No.19(VLLW 学会標準)
Eu	5.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Ho	2.5E-02	UCRL-50564
Hf	4.0E-02	NCRP-123 (L1 学会標準)
Pb	3.0E-01	IAEA-TECDOC-1380
Po	5.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Ra	5.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Ac	3.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Th	1.0E-01	IAEA-TECDOC-1380
Pa	1.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
U	1.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Np	3.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Pu	3.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Am	3.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Cm	3.0E-02	IAEA TRS No.364
選定手順 : ①IAEA-TECDOC-1380, ②IAEA SS No.57, ③IAEA-TECDOC-401, ④NUREG/CR-3585, ⑤UCRL-50564 Rev.1 ¹¹⁾ ,⑥IAEA TRS No.364, ⑦IAEA-TECDOC-1000, ⑧IAEA SRS No.19, ⑨NCRP-123 ¹²⁾		

表 B-3 飼料への移行係数

元素名	選定値 (Bq/g-wet)/(Bq/g-dry)	選定値の選定根拠
H	5.0E+00	第3次中間報告
Be	2.0E-02	第3次中間報告
C	2.8E+00	第3次中間報告
Al	1.0E-01	IAEA SRS No.19
Cl	7.0E+01	第3次中間報告
Ca	3.5E+00	第3次中間報告
Co	1.1E+00	第3次中間報告
Ni	5.1E-01	第3次中間報告
Se	1.0E+00	第3次中間報告
Sr	1.7E+00	第3次中間報告
Zr	2.0E-02	第3次中間報告
Nb	5.0E-02	第3次中間報告
Mo	1.0E+00	第3次中間報告
Tc	7.6E+01	第3次中間報告
Ag	1.0E+00	第3次中間報告
Cd	5.0E+00	IAEA SRS No.19
Sn	1.0E+00	第3次中間報告
I	3.4E-03	第3次中間報告
Cs	5.3E-01	第3次中間報告
Ba	1.0E-01	IAEA SRS No.19
Eu	4.0E-02	第3次中間報告
Ho	5.0E-02	第3次中間報告
Hf	1.0E-02	第3次中間報告
Pb	1.1E-03	第3次中間報告
Po	9.0E-02	第3次中間報告
Ra	8.0E-02	第3次中間報告
Ac	1.0E-01	IAEA SRS No.19
Th	1.0E-02	第3次中間報告
Pa	1.0E-01	IAEA SRS No.19
U	2.3E-02	第3次中間報告
Np	6.9E-02	第3次中間報告
Pu	8.0E-04	第3次中間報告
Am	1.2E-03	第3次中間報告
Cm	1.1E-03	第3次中間報告
選定手順：①第3次中間報告 ¹³⁾ , ②IAEA SRS No.19		

表 B-4 飼料から畜産物（牛乳）への移行係数

元素名	選定値 (d/L)	選定値の選定根拠
H	1.5E-02	IAEA-TECDOC-1380
Be	2.6E-06	IAEA-TECDOC-1380
C	1.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Al	2.0E-04	ORNL-5786(VLLW 学会標準)
Cl	1.7E-02	NUREG/CR-3585
Ca	3.0E-03	IAEA-TECDOC-1380
Co	3.0E-04	IAEA-TECDOC-1380
Ni	1.6E-02	IAEA-TECDOC-1380
Se	1.0E-03	IAEA-TECDOC-1000
Sr	2.8E-03	IAEA-TECDOC-1380
Zr	5.5E-07	IAEA-TECDOC-1380
Nb	4.1E-07	IAEA-TECDOC-1380
Mo	1.7E-03	IAEA TRS No.364
Tc	2.3E-05	IAEA-TECDOC-1380
Ag	5.0E-05	IAEA-TECDOC-1380
Cd	2.0E-02	IAEA SRS No.19(VLLW 学会標準)
Sn	1.0E-03	IAEA-TECDOC-1380
I	1.0E-02	IAEA-TECDOC-1380
Cs	7.9E-03	IAEA-TECDOC-1380
Ba	5.0E-03	IAEA SRS No.19(VLLW 学会標準)
Eu	5.0E-05	IAEA-TECDOC-1380
Ho	2.5E-06	PNL-3209
Hf	2.0E-05	NCRP-129 (L1 学会標準)
Pb	3.0E-04	IAEA-TECDOC-1380
Po	3.4E-04	IAEA-TECDOC-1380
Ra	1.3E-03	IAEA-TECDOC-1380
Ac	4.0E-07	IAEA-TECDOC-1380
Th	5.0E-06	IAEA-TECDOC-1380
Pa	5.0E-06	IAEA-TECDOC-1380
U	4.0E-04	IAEA-TECDOC-1380
Np	5.0E-06	IAEA-TECDOC-1380
Pu	1.1E-06	IAEA-TECDOC-1380
Am	1.5E-06	IAEA-TECDOC-1380
Cm	2.0E-05	IAEA SS No.57
選定手順：①IAEA-TECDOC-1380, ②IAEA SRS No.19, ③IAEA TRS No.364, ④IAEA SS No.57, ⑤ORNL-5786⑥NUREG/CR-3585, ⑦PNL-3209 ¹⁴⁾ , ⑧IAEA-TECDOC-1000		

表 B-5 コンクリートピット埋設施設の分配係数

元素名	選定値 (m ³ /kg)	選定根拠
H	0.00E+00	L1 学会標準
Be	0.00E+00	L1 学会標準
C	1.00E-03	L1 学会標準
Al	1.25E-03	第2次 TRU 取りまとめ
Cl	0.00E+00	第2次 TRU 取りまとめ
Ca	1.00E-03	L1 学会標準
Co	1.25E-02	第2次 TRU 取りまとめ
Ni	1.25E-02	第2次 TRU 取りまとめ
Se	0.00E+00	L1 学会標準
Sr	1.00E-03	L1 学会標準
Zr	2.50E+00	第2次 TRU 取りまとめ
Nb	0.00E+00	第2次 TRU 取りまとめ
Mo	0.00E+00	L1 学会標準
Tc	3.00E-04	六ヶ所申請書
Ag	1.00E-03	SFR-1
Cd	1.25E-02	第2次 TRU 取りまとめ
Sn	2.50E+00	第2次 TRU 取りまとめ
I	1.25E-03	第2次 TRU 取りまとめ
Cs	2.00E-03	SFR-1
Ba	1.00E-03	L1 学会標準
Eu	2.50E-01	L1 学会標準
Ho	1.00E-02	L1 学会標準
Hf	1.25E-02	L1 学会標準
Pb	1.25E-02	第2次 TRU 取りまとめ
Po	0.00E-00	L1 学会標準
Ra	1.25E-03	第2次 TRU 取りまとめ
Ac	2.50E-01	第2次 TRU 取りまとめ
Th	2.50E-01	第2次 TRU 取りまとめ
Pa	2.50E-01	第2次 TRU 取りまとめ
U	2.50E-01	第2次 TRU 取りまとめ
Np	2.50E-01	第2次 TRU 取りまとめ
Pu	2.50E-01	第2次 TRU 取りまとめ
Am	2.50E-01	第2次 TRU 取りまとめ
Cm	2.50E-01	第2次 TRU 取りまとめ
設定手順： ①TRU 廃棄物処分技術検討書（第2次 TRU 取りまとめ） ¹⁵⁾ ②L1 学会標準 ¹⁶⁾ ③六ヶ所申請書 ¹⁷⁾ ④SFR-1 ¹⁸⁾ ⑤上記文献に記載がない元素の設定は下記のとおり Al：化学的類似性を考慮して I と同じ値に設定 Cd：化学的類似性を考慮して Ni と同じ値に設定 Ba：化学的類似性を考慮して Sr と同じ値に設定 Po：化学的類似性を考慮して Se と同じ値に設定		

表 B-6 ベントナイト混合土の分配係数

元素名	選定値 (m ³ /kg)	選定根拠
H	0.00E+00	L1 学会標準
Be	0.00E+00	L1 学会標準
C	1.00E-04	L1 学会標準
Al	0.00E+00	SFR-1
Cl	0.00E+00	第2次 TRU 取りまとめ
Ca	1.00E-04	L1 学会標準
Co	5.00E-03	第2次 TRU 取りまとめ
Ni	5.00E-03	第2次 TRU 取りまとめ
Se	0.00E+00	第2次 TRU 取りまとめ
Sr	1.00E-04	第2次 TRU 取りまとめ
Zr	1.00E-01	第2次 TRU 取りまとめ
Nb	1.00E-02	第2次 TRU 取りまとめ
Mo	0.00E+00	第2次 TRU 取りまとめ
Tc	0.00E+00	HLW 第2次取りまとめ
Ag	0.00E+00	SFR-1
Cd	5.00E-03	第2次 TRU 取りまとめ
Sn	1.00E-01	第2次 TRU 取りまとめ
I	0.00E+00	SFR-1
Cs	5.00E-03	第2次 TRU 取りまとめ
Ba	1.00E-04	第2次 TRU 取りまとめ
Eu	1.00E-01	L1 学会標準
Ho	1.00E-01	L1 学会標準
Hf	5.00E-03	L1 学会標準
Pb	5.00E-03	HLW 第2次取りまとめ
Po	0.00E+00	第2次 TRU 取りまとめ
Ra	1.00E-04	第2次 TRU 取りまとめ
Ac	1.00E-01	HLW 第2次取りまとめ
Th	1.00E-01	HLW 第2次取りまとめ
Pa	1.00E-01	HLW 第2次取りまとめ
U	5.00E-04	HLW 第2次取りまとめ
Np	5.00E-04	HLW 第2次取りまとめ
Pu	5.00E-01	L1 学会標準
Am	1.00E-01	HLW 第2次取りまとめ
Cm	1.00E-01	HLW 第2次取りまとめ
<p>設定：L1 学会標準を参考に、ベントナイト混合割合がより低いことを考慮し、1/10 の値を設定した。</p> <p>設定手順： ①HLW 第2次取りまとめ¹⁹⁾ ②第2次 TRU 取りまとめ ③L1 学会標準 ④SFR-1 ⑤上記文献に記載がない元素の設定は下記のとおり Al：化学的類似性を考慮して I と同じ値に設定 Cd：化学的類似性を考慮して Ni と同じ値に設定 Ba：化学的類似性を考慮して Sr と同じ値に設定 Po：化学的類似性を考慮して Se と同じ値に設定</p>		

表 B-7 トレンチ埋設施設、帯水層土壌及び岩盤の分配係数

元素名	選定値 (m ³ /kg)	選定根拠
H	0.00E+00	IAEA-TECDOC-401
Be	2.40E-01	IAEA TRS 364(砂)
C	2.00E-03	IAEA-TECDOC-401
Al	1.50E+00	ORNL-5786 (VLLW 学会標準)
Cl	1.00E-03	Iと同じ値に設定
Ca	9.00E-03	IAEA TRS 364(砂)
Co	6.00E-02	IAEA TRS 364(砂)
Ni	4.00E-01	IAEA TRS 364(砂)
Se	1.50E-01	IAEA TRS 364(砂)
Sr	1.30E-02	IAEA TRS 364(砂)
Zr	6.00E-01	IAEA TRS 364(砂)
Nb	1.60E-01	IAEA TRS 364(砂)
Mo	7.40E-03	IAEA TRS 364(砂)
Tc	1.40E-04	IAEA TRS 364(砂)
Ag	9.00E-02	IAEA TRS 364(砂)
Cd	7.40E-02	IAEA TRS 364(砂)
Sn	1.30E-01	IAEA TRS 364(砂)
I	1.00E-03	IAEA TRS 364(砂)
Cs	2.70E-01	IAEA TRS 364(砂)
Ba	6.00E-02	ORNL-5786 (VLLW 学会標準)
Eu	3.10E-02	原研事業許可申請書
Ho	2.40E-01	IAEA TRS 364(砂)
Hf	4.50E-01	IAEA TRS 364(砂)
Pb	2.70E-01	IAEA TRS 364(砂)
Po	1.50E-01	IAEA TRS 364(砂)
Ra	4.90E-01	IAEA TRS 364(砂)
Ac	4.50E-01	IAEA TRS 364(砂)
Th	3.00E+00	IAEA TRS 364(砂)
Pa	5.40E-01	IAEA TRS 364(砂)
U	3.30E-02	IAEA TRS 364(砂)
Np	4.10E-03	IAEA TRS 364(砂)
Pu	5.40E-01	IAEA TRS 364(砂)
Am	2.00E+00	IAEA TRS 364(砂)
Cm	4.00E+00	IAEA TRS 364(砂)
設定手順： ①IAEA-TRS-364 から砂の値を設定 ②IAEA S.S No.57 ③IAEA-TECDOC-401 ④上記文献に記載がない元素の設定は下記のとおり Eu：原研事業許可申請書 ²⁰⁾ Cl：化学的類似性を考慮して I と同じ値に設定 Al 及び Ba：VLLW 学会標準を参考にし、ORNL-5786 より設定		

表 B-8 農耕土壌の分配係数

元素名	選定値 (m ³ /kg)	選定根拠
H	0.00E+00	原子炉 CL 報告書
Be	3.00E+00	IAEA TRS 364
C	2.00E-03	原子炉 CL 報告書
Al	1.50E+00	ORNL-5786
Cl	2.70E-02	原子炉 CL 報告書
Ca	1.10E-01	原子炉 CL 報告書
Co	9.90E-01	原子炉 CL 報告書
Ni	1.10E+00	原子炉 CL 報告書
Se	1.80E+00	IAEA TRS 364
Sr	1.50E-01	原子炉 CL 報告書
Zr	7.30E+00	IAEA TRS 364
Nb	2.00E+00	原子炉 CL 報告書
Mo	2.70E-02	IAEA TRS 364
Tc	1.50E-03	原子炉 CL 報告書
Ag	1.50E+01	IAEA TRS 364
Cd	8.10E-01	IAEA TRS 364
Sn	1.60E+00	IAEA TRS 364
I	2.70E-02	原子炉 CL 報告書
Cs	2.70E-01	原子炉 CL 報告書
Ba	6.00E-02	ORNL-5786
Eu	3.10E-02	原子炉 CL 報告書
Ho	3.00E+00	IAEA TRS 364
Hf	5.40E+00	IAEA TRS 364
Pb	2.20E+01	IAEA TRS 364
Po	6.60E+00	IAEA TRS 364
Ra	2.40E+00	ウランクリアランス
Ac	5.40E+00	IAEA TRS 364
Th	8.90E+01	ウランクリアランス
Pa	6.60E+00	IAEA TRS 364
U	4.00E-01	ウランクリアランス
Np	1.20E+00	IAEA TRS 364
Pu	1.80E+00	原子炉 CL 報告書
Am	1.10E+02	原子炉 CL 報告書
Cm	1.20E+01	IAEA TRS 364
設定手順： ①原子炉 CL 報告書 ²¹⁾ ②ウランクリアランス ²²⁾ ③IAEA TRS 364 ④ORNL-5786 Al 及び Ba : VLLW 学会標準 ²³⁾ を参考にし、ORNL-5786 より設定		

表 B-9 被ばく線量換算係数 (1/2)

核種名	内部被ばく			外部被ばく ^{注1)}		放射平衡を仮定した子孫核種
	ICRP Pub.68	ICRP Pub.72				
	吸入	経口	吸入	居住	建設作業	
	[Sv/Bq]	[Sv/Bq]	[Sv/Bq]	[(μ Sv/hr)/ (Bq/g)]	[(μ Sv/hr)/ (Bq/g)]	
H-3	4.1E-11	4.2E-11	4.5E-11	0.0E+00	0.0E+00	
Be-10	1.9E-08	1.1E-09	3.5E-08	0.0E+00	0.0E+00	
C-14	5.8E-10	5.8E-10	2.0E-09	0.0E+00	0.0E+00	
Al-26	1.4E-08	3.5E-09	2.0E-08	3.4E-02	7.3E-01	
Cl-36	5.1E-09	9.3E-10	7.3E-09	8.5E-07	4.6E-05	
Ca-41	1.9E-10	1.9E-10	9.5E-11	0.0E+00	0.0E+00	
Co-60	1.7E-08	3.4E-09	1.0E-08	3.4E-02	7.3E-01	
Ni-59	2.2E-10	6.3E-11	1.3E-10	9.0E-08	4.9E-06	
Ni-63	5.2E-10	1.5E-10	4.8E-10	0.0E+00	0.0E+00	
Se-79	3.1E-09	2.9E-09	1.1E-09	0.0E+00	0.0E+00	
Sr-90	7.9E-08	3.1E-08	3.8E-08	0.0E+00	2.2E-09	Y-90
Zr-93	2.9E-08	1.1E-09	1.0E-08	0.0E+00	0.0E+00	
Nb-94	2.5E-08	1.7E-09	1.1E-08	1.4E-02	4.7E-01	
Mo-93	2.3E-09	3.2E-09	1.1E-09	0.0E+00	2.2E-05	Nb-93m
Tc-99	3.2E-09	6.4E-10	4.0E-09	1.1E-10	1.5E-07	
Ag-108m	1.9E-08	2.3E-09	7.4E-09	1.1E-02	4.9E-01	Ag-108
Cd-113m	1.3E-07	2.3E-08	1.1E-07	1.1E-10	1.5E-07	
Sn-126	1.8E-08	5.1E-09	2.8E-08	1.4E-02	6.0E-01	Sb-126m,Sb-126
I-129	5.1E-08	1.1E-07	3.6E-08	1.4E-13	7.2E-04	
Cs-135	9.9E-10	2.0E-09	6.9E-10	0.0E+00	0.0E+00	
Cs-137	6.7E-09	1.3E-08	4.6E-09	4.1E-03	1.7E-01	Ba-137m
Ba-133	1.8E-09	1.5E-09	1.0E-08	4.1E-03	1.7E-01	
Eu-152	2.7E-08	1.4E-09	4.2E-08	1.2E-02	3.3E-01	
Eu-154	3.5E-08	2.0E-09	5.3E-08	1.3E-02	3.6E-01	
Ho-166m	7.8E-08	2.0E-09	1.2E-07	1.3E-02	5.2E-01	
Hf-182	3.6E-07	3.0E-09	3.1E-07	1.3E-02	5.2E-01	

注 1) 外部被ばく線量換算係数は、「低レベル放射性廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について」²⁴⁾・参考資料-(平成19年4月 原子力安全委員会 放射性廃棄物・廃止措置専門部会)の参考資料3の表6から、トレンチ処分に対する設定値とした。当該報告書に記載がない核種(Al-26, Cd-113m, Ba-133, Hf-182)は、それぞれ、線エネルギーの類似を考慮して Co-60, Tc-99, Cs-137, Ho-166m の値を設定した。

表 B-9 被ばく線量換算係数 (2/2)

核種名	内部被ばく			外部被ばく ^{注1)}		放射平衡を仮定した子孫核種
	ICRP Pub.68	ICRP Pub.72		居住	建設作業	
	吸入	経口	吸入			
	[Sv/Bq]	[Sv/Bq]	[Sv/Bq]	[(μ Sv/hr)/ (Bq/g)]	[(μ Sv/hr) / (Bq/g)]	
Pb-210	1.2E-06	6.9E-07	1.2E-06	3.6E-11	1.8E-04	Bi-210
Po-210	2.2E-06	1.2E-06	3.3E-06	7.4E-08	2.5E-06	Hg-206,Tl-206
Ra-226	1.2E-05	2.8E-07	3.5E-06	2.2E-02	5.0E-01	Rn-222,Po-218,At-218,Rn-218, Pb-214,Bi-214,Po-214,Tl-210
Ra-228	1.7E-06	6.9E-07	2.6E-06	9.5E-03	2.7E-01	Ac-228,Fr-224
Ac-227	6.3E-04	1.1E-06	5.5E-04	1.4E-06	2.1E-04	Fr-223,At-219
Th-228	3.4E-05	1.4E-07	4.4E-05	2.8E-02	4.5E-01	Ra-224,Rn-220,Po-216,Pb-212, Bi-212,Po-212,Tl-208
Th-229	6.9E-05	4.9E-07	7.1E-05	5.4E-05	2.4E-02	
Th-230	2.8E-05	2.1E-07	1.4E-05	1.7E-07	9.0E-05	
Th-232	2.9E-05	2.3E-07	2.5E-05	4.1E-08	3.8E-05	
Pa-231	8.9E-05	7.1E-07	1.4E-04	1.1E-04	1.1E-02	
U-232	2.6E-05	3.3E-07	7.8E-06	1.5E-07	6.3E-05	
U-233	6.9E-06	5.1E-08	3.6E-06	4.5E-07	8.5E-05	
U-234	6.8E-06	4.9E-08	3.5E-06	3.2E-08	2.7E-05	
U-235	6.1E-06	4.7E-08	3.1E-06	2.3E-04	5.1E-02	Th-231
U-236	6.3E-06	4.7E-08	3.2E-06	1.1E-08	1.3E-05	
U-238	5.7E-06	4.5E-08	2.9E-06	9.1E-06	2.7E-04	
Np-237	1.5E-05	1.1E-07	2.3E-05	7.9E-06	5.8E-03	
Pu-238	3.0E-05	2.3E-07	4.6E-05	2.5E-09	6.6E-06	
Pu-239	3.2E-05	2.5E-07	5.0E-05	1.0E-07	1.5E-05	
Pu-240	3.2E-05	2.5E-07	5.0E-05	9.5E-09	7.1E-06	
Pu-241	5.8E-07	4.8E-09	9.0E-07	4.1E-09	1.4E-06	U-237
Pu-242	3.1E-05	2.4E-07	4.8E-05	8.6E-07	3.2E-05	
Am-241	2.7E-05	2.0E-07	4.2E-05	7.8E-08	3.5E-03	
Am-242m	2.4E-05	1.9E-07	3.7E-05	3.2E-05	4.6E-03	Am-242,Np-238
Am-243	2.7E-05	2.0E-07	4.1E-05	2.7E-04	6.2E-02	Np-239
Cm-243	2.0E-05	1.5E-07	3.1E-05	2.1E-04	3.8E-02	
Cm-244	1.7E-05	1.2E-07	2.7E-05	1.7E-07	9.9E-06	
Cm-245	2.7E-05	2.1E-07	4.2E-05	5.0E-05	2.5E-02	

注 1) 外部被ばく線量換算係数は、「低レベル放射性廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について」- 参考資料 -(平成 19 年 4 月 原子力安全委員会 放射性廃棄物・廃止措置専門部会)の参考資料 3 の表 6 から、トレンチ処分に対する設定値とした。当該報告書に記載がない核種 (Al-26, Cd-113m, Ba-133, Hf-182)は、それぞれ γ 線エネルギーの類似を考慮して Co-60, Tc-99, Cs-137, Ho-166m の値を設定した。

参考文献

- 1)IAEA : “DERIVATION OF ACTIVITY LIMITS FOR THE DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE IN. NEAR SURFACE DISPOSAL FACILITIES”, IAEA-TECDOC-1380(2003).
- 2)IAEA : “Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments”, IAEA Technical Reports Series No.364 (1994).
- 3)IAEA : “Generic of Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases” , IAEA Safety Series No.57(1985).
- 4)IAEA : “Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control - INTERIM REPORT” , IAEA-TECDOC-401 (1987).
- 5)IAEA : “Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research”, IAEA-TECDOC-1000(1998).
- 6)NCRP, “Recommended Screening Limits For Contaminated Surface Soil and Review of Factors Relevant To Site-Specific Studies”, NCRP No.129(1999).
- 7)C. F. Baes III, R. D. Sharp, A. L. Sjoreen, R.W. Shor : “A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Environmentally Released Radionuclides through Agriculture “ , ORNL-5786(1984).
- 8)IAEA : “Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment” , IAEA-SRS No.19(2001).
- 9)U.S.Nuclear Regulatory Commission : “De Minimis Waste Impacts Analysis Methodology” , NUREG/CR-3585(1984).
- 10)Ng, Y. C., C. A. Burton, S. E. Thompson, R. K. Tandy, H. K. Kretner, and M. W. Pratt. : “Prediction of the maximum dosage to man from the fallout of nuclear devices”, UCRL-50163(1968).
- 11)S.E.Thompson, C.A.Burton, D.J.Quinn, Y.C.Ng : “Concentration Factors of Chemical Elements in Edible Aquatic Organisms”, UCRL-50564, Rev.1, 1972.
- 12)NCRP : “Screening Models for Releases of Radionuclides to the Atmosphere, Surface Water, and Ground”, NCRP No.123(1996).
- 13)原子力安全委員会放射性廃棄物・安全基準専門部会: “低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について “ , (平成 12 年 9 月) .
- 14)B.A.Napier, W.E.Kennedy Jr., J.K.Soldat : “Assessment of Effectiveness of Geologic Isolation System”, PNL-3209, 1980.
- 15)電気事業連合会・核燃料サイクル開発機構: “TRU 廃棄物処分技術検討書ー第 2 次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめー”, (平成 17 年 9 月), JNC TY1450 2005-001.
- 16)日本原子力学会: “余裕深度処分の安全評価手法”, AESJ-SC-F012-2008, (2008).
- 17)日本原燃株式会社: “六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター 廃棄物埋設事業変更許可申請書”, (平成 9 年 1 月) .
- 18)Project SAFE : “Compilation of data for radionuclide transport analysis”, SKB R-01-14, 2001.11.
- 19)核燃料サイクル開発機構: “わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性ー地層処分研究開発第 2 次取りまとめー”, JNC TN1400 99-020(1999).

- 20)日本原子力研究開発機構：“日本原子力研究所東海研究所廃棄物埋設事業許可申請書”，平成 5 年 10 月.
- 21)原子力安全委員会：“主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて”，平成 11 年 3 月.
- 22)原子力安全委員会：“ウラン取扱施設におけるクリアランスレベルについて”，平成 21 年 10 月.
- 23)日本原子力学会：“極めて放射能レベルの低い放射性廃棄物処分の安全評価手法：2006”、2006.
- 24)原子力安全委員会：“低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について”，平成 19 年 5 月.

付録-C

コンクリートピット埋施設及びベントナイト混合土の分配係数等の変動に関する線量評価

概念設計における安全評価(本文 5.2 項における評価)では、人工バリアにおいて放射性物質の移行に関するパラメータの変動を考慮しなかったことから、本資料において、ピットの分配係数、ベントナイト混合土の分配係数及び拡散係数を変化させた場合の管理期間終了後の線量を試算した。評価経路は、基本シナリオで選定した評価経路を対象とした。

1. パラメータの変動値の設定

コンクリート及びベントナイト混合土における各元素の分配係数は、原子力機構が開発した 2 つのデータベース¹⁾²⁾及び原子力安全委員会の第二種廃棄物埋設分科会の線量評価例の資料(以下、「二分第 11-2 号」)³⁾におけるセメント及びベントナイトのデータをそれぞれ引用し、最大値と最小値を設定した。コンクリート及びベントナイト混合土の分配係数の設定結果を表 C-1 及び C-2 に示す。

ベントナイト混合土層の拡散係数は、TRU 廃棄物処分技術検討書⁴⁾に示された評価式を用いて、 $3.0 \times 10^{-10} \text{m}^2/\text{s}$ に設定したが、拡散係数の上昇を想定し、同検討書において人工バリア変質影響ケースの解析に用いられている $2 \times 10^{-9} \text{m}^2/\text{s}$ の値を設定した。

2. 線量評価ケースの設定

線量評価ケースは、まず、単一のパラメータだけを最小値又は最大値に変動させたケースの線量評価を実施した。次にそれぞれのパラメータを全て最小値又は最大値に変動させたケースの線量評価を実施した。表 C-3 に線量評価ケースを示す。

3. 評価結果

線量評価は原子力機構が開発した計算コード GSA-GCL⁵⁾を用いて実施した¹⁾。各線量評価ケースの管理期間終了後の評価経路毎の最大線量を表 C-4 に示す。各線量評価ケースにおける線量の経時変化を図 C-1 に示す。また、コンクリートピットの基本シナリオにおける概念設計と GSA-GCL の線量の比較を表 C-5 及び図 C-2 に示す。

表 C-4 より、コンクリートピット、ベントナイト混合土のパラメータを個々に変動させたケースでは、ベントナイト混合土の実効拡散係数を大きくしたケース 3 で全ての評価経路における線量が概念設計の線量より 1.1~3.7 倍となり、分配係数を小さくしたケース 1 又は 2 でもいくつかの評価経路において、線量は概念設計の線量より 1.1~1.6 倍となった。また、分配係数及び実効拡散係数を同時に変動させたケース 6 では、河川水利用の飲用、灌漑農作業、灌漑農作物摂取、河川岸における農作業において、線量が概念設計の線量より 2.2~5.9 倍となった。ただし、どのケースの最大線量も表 C-5 に示す概念設計における最大線量から考慮して、変動シナリオのめやす線量である $300 \mu \text{Sv/y}$ 以下となると考えられる。

¹⁾GSA-GCL を用いた基本シナリオの評価経路毎の計算結果は、GoldSim の計算結果と比較して最大で 17% の違いであり、評価コードの違いが線量評価の結果に影響を与える差はないと考えられる。

表 C-1 コンクリートピット埋設施設の分配係数

(単位：m³/kg)

元素	概念設計の選定値	概念設計の選定値根拠	最小値	最大値	範囲設定根拠根拠
H	0.0E+00	TRU 廃棄物処分技術検討書	0.0E+00	0.0E+00	分布を考慮しない
Be	0.0E+00	L1 学会標準 ⁶⁾	0.0E+00	0.0E+00	分布を考慮しない
C	1.0E-03	L1 学会標準	0.0E+00	5.0E+01	二分第 11-2 号、KdDB
Al	2.5E-03	I と同じ値を設定	0.0E+00	1.1E+00	I と同じ値を設定
Cl	0.0E+00	TRU 廃棄物処分技術検討書	0.0E+00	1.5E-01	二分第 11-2 号、KdDB
Ca	1.0E-03	L1 学会標準	0.0E+00	1.0E-02	二分第 11-2 号、選定値の 10 倍
Co	1.3E-02	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.3E-02	9.0E+01	二分第 11-2 号、KdDB
Ni	1.3E-02	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.3E-02	3.0E+03	二分第 11-2 号
Se	0.0E+00	TRU 廃棄物処分技術検討書	0.0E+00	2.0E+00	二分第 11-2 号、SpDB
Sr	1.0E-03	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.0E-03	4.0E-01	選定値を設定、KdDB
Zr	2.5E+00	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.3E-01	2.5E+01	二分第 11-2 号、選定値の 10 倍
Nb	0.0E+00	TRU 廃棄物処分技術検討書	0.0E+00	5.0E+00	二分第 11-2 号、SpDB
Mo	0.0E+00	L1 学会標準	0.0E+00	0.0E+00	分布を考慮しない
Tc	3.0E-04	(株)日本原燃許可申請書 ⁷⁾	0.0E+00	2.5E+00	二分第 11-2 号
Ag	1.0E-03	SFR-1 ⁸⁾	1.0E-03	1.0E-02	二分第 11-2 号、選定値の 10 倍
Cd	1.3E-02	Ni と同じ値を設定	1.3E-02	3.0E+03	Ni と同じ値を設定
Sn	2.5E+00	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.3E-01	2.5E+01	二分第 11-2 号、選定値の 10 倍
I	1.3E-03	TRU 廃棄物処分技術検討書	0.0E+00	1.1E+00	二分第 11-2 号、KdDB 及び SpDB
Cs	2.0E-03	SFR-1	2.0E-03	1.0E-01	選定値を設定、二分第 11-2 号
Ba	1.3E-03	Sr と同じ値を設定	1.3E-03	4.0E-01	Sr と同じ値を設定
Eu	2.5E-01	L1 学会標準	1.0E-01	1.5E+04	SpDB
Ho	1.0E-02	L1 学会標準	1.0E-02	1.5E+04	選定値を設定、Eu と同じ値を設定
Hf	1.3E-02	L1 学会標準	1.3E-02	1.3E-01	選定値を設定、選定値の 10 倍
Pb	1.3E-02	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.3E-02	1.2E-01	二分第 11-2 号、選定値の 10 倍
Po	1.3E-02	TRU 廃棄物処分技術検討書	0.0E+00	2.0E+00	二分第 11-2 号、Se と同じ値を設定
Ra	1.3E-03	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.3E-03	1.3E-02	二分第 11-2 号、選定値の 10 倍
Ac	2.5E-01	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.3E-02	2.5E+00	二分第 11-2 号、選定値の 10 倍
Th	2.5E-01	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.3E-02	2.5E+00	二分第 11-2 号、選定値の 10 倍
Pa	2.5E-01	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.3E-02	3.0E+02	二分第 11-2 号、KdDB
U	2.5E-01	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.3E-02	9.3E+00	二分第 11-2 号、SpDB
Np	2.5E-01	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.3E-02	4.7E+02	二分第 11-2 号、KdDB
Pu	2.5E-01	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.3E-02	5.6E+03	二分第 11-2 号、SpDB
Am	2.5E-01	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.3E-02	2.1E+02	二分第 11-2 号、SpDB
Cm	2.5E-01	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.3E-02	2.0E+02	二分第 11-2 号、SpDB

※KdDB、SpDB 及び二分第 11-2 号は以下の文献を示す。

KdDB : JAERI-Data-Code-2001-005¹⁾

SpDB : JAEA-Data-Code-2008-034²⁾

二分第 11-2 号 : 原子力安全委員会放射性廃棄物・廃止措置専門部会 第 2 種埋設分科会資料³⁾

表 C-2 ベントナイト混合土の分配係数

(単位：m³/kg)

元素	概念設計の選定値	概念設計の選定値根拠	最小値	最大値	範囲設定根拠根拠
H	0.0E+00	L1 学会標準	0.0E+00	0.0E+00	分布を考慮しない
Be	0.0E+00	L1 学会標準	0.0E+00	0.0E+00	分布を考慮しない
C	1.0E-04	L1 学会標準	0.0E+00	3.0E-03	二分第 11-2 号、KdDB
Al	0.0E+00	I と同じ値を設定	0.0E+00	8.0E-01	I と同じ値を設定
Cl	0.0E+00	TRU 廃棄物処分技術検討書	0.0E+00	1.0E-02	二分第 11-2 号、KdDB
Ca	1.0E-04	L1 学会標準	0.0E+00	6.4E-01	二分第 11-2 号、KdDB
Co	5.0E-03	TRU 廃棄物処分技術検討書	2.0E-03	8.0E+00	二分第 11-2 号、KdDB
Ni	5.0E-03	TRU 廃棄物処分技術検討書	2.0E-03	7.4E+01	二分第 11-2 号、SpDB
Se	0.0E+00	TRU 廃棄物処分技術検討書	0.0E+00	1.3E-01	二分第 11-2 号、SpDB
Sr	1.0E-04	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.0E-04	5.3E+00	選定値を設定、KdDB
Zr	1.0E-01	TRU 廃棄物処分技術検討書	5.0E-04	1.0E+00	二分第 11-2 号、選定値の 10 倍
Nb	1.0E-02	TRU 廃棄物処分技術検討書	0.0E+00	2.3E+01	二分第 11-2 号、SpDB
Mo	0.0E+00	TRU 廃棄物処分技術検討書	0.0E+00	0.0E+00	分布を考慮しない
Tc	0.0E+00	HLW 第 2 次取りまとめ	0.0E+00	2.6E+02	二分第 11-2 号、KdDB 及び SpDB
Ag	0.0E+00	SFR-1	0.0E+00	3.0E-01	二分第 11-2 号、KdDB 及び SpDB
Cd	5.0E-03	Ni と同じ値を設定	2.0E-03	7.4E+01	Ni と同じ値を設定
Sn	1.0E-01	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.0E-04	1.0E+00	二分第 11-2 号、選定値の 10 倍
I	0.0E+00	SFR-1	0.0E+00	8.0E-01	二分第 11-2 号、KdDB 及び SpDB
Cs	5.0E-03	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.0E-03	2.7E+01	二分第 11-2 号、KdDB
Ba	1.0E-04	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.0E-04	5.3E+00	Sr と同じ値を設定
Eu	1.0E-01	L1 学会標準	1.0E-01	1.0E+01	選定値を設定、SpDB
Ho	1.0E-01	L1 学会標準	1.0E-01	1.0E+01	二分第 11-2 号、Eu と同じ値を設定
Hf	5.0E-03	L1 学会標準	5.0E-03	5.0E-02	選定値を設定、選定値の 10 倍
Pb	5.0E-03	HLW 第 2 次取りまとめ	5.0E-03	5.0E-02	選定値を設定、選定値の 10 倍
Po	0.0E+00	TRU 廃棄物処分技術検討書	0.0E+00	8.5E+01	二分第 11-2 号、SpDB
Ra	1.0E-04	TRU 廃棄物処分技術検討書	1.0E-04	2.6E+01	選定値を設定、SpDB
Ac	1.0E-01	HLW 第 2 次取りまとめ ⁹⁾	1.0E-01	1.6E+02	選定値を設定、SpDB
Th	1.0E-01	HLW 第 2 次取りまとめ	1.0E-01	1.6E+01	選定値を設定、SpDB
Pa	1.0E-01	HLW 第 2 次取りまとめ	1.0E-01	1.0E+03	選定値を設定、KdDB
U	5.0E-04	HLW 第 2 次取りまとめ	1.0E-04	1.3E+02	二分第 11-2 号、SpDB
Np	5.0E-04	HLW 第 2 次取りまとめ	5.0E-04	1.7E+00	選定値を設定、SpDB
Pu	5.0E-01	HLW 第 2 次取りまとめ	1.0E-02	8.9E+01	二分第 11-2 号、SpDB
Am	1.0E-01	HLW 第 2 次取りまとめ	1.0E-01	1.6E+03	二分第 11-2 号、SpDB
Cm	1.0E-01	HLW 第 2 次取りまとめ	1.0E-01	5.1E+02	二分第 11-2 号、SpDB

※KdDB、SpDB 及び二分第 11-2 号は以下の文献を示す。

KdDB : JAERI-Data-Code-2001-005¹⁾

SpDB : JAEA-Data-Code-2008-034²⁾

二分第 11-2 号 : 原子力安全委員会放射性廃棄物・廃止措置専門部会 第 2 種埋設分科会資料³⁾

表 C-3 線量評価ケース

	case1	case2	case3	case4	case5	case6	case7
コンクリート分配係数	小	-	-	大	-	小	大
ベントナイト分配係数	-	小	-	-	大	小	大
ベントナイト拡散係数	-	-	大	-	-	大	-

表 C-4 各線量評価ケースの評価結果 (その 1)

被汚染物	評価対象者	case1			case2			case3			case4		
		最大線量 (μ Sv/y)	ピーク時期 (y)	ピーク時期 (y)	最大線量 (μ Sv/y)	ピーク時期 (y)	ピーク時期 (y)	最大線量 (μ Sv/y)	ピーク時期 (y)	ピーク時期 (y)	最大線量 (μ Sv/y)	ピーク時期 (y)	ピーク時期 (y)
河川水 (移行距離 100m)	飲用	1.6E-02	4000	300	3.1E-02	300	300	3.4E-02	300	300	8.4E-03	775000	
	河川産物摂取	7.5E-01	4000	300	1.3E+00	300	300	1.4E+00	300	300	8.9E-04	775000	
	灌漑農作業	3.0E-02	530	530	3.4E-02	530	530	9.0E-02	490	490	6.2E-03	700	
	灌漑農作物(米)摂取	8.1E-03	22500	490	5.1E-03	490	490	1.3E-02	460	460	7.3E-03	750000	
	灌漑畜産物(牛乳)摂取	6.3E-03	4000	300	1.3E-02	300	300	1.4E-02	300	300	3.3E-04	775000	
河川岸土壌 (移行距離 100m)	農作業	1.7E-03	300	370	2.6E-03	370	370	6.3E-03	340	340	3.3E-04	775000	
	農作物(野菜等)摂取	2.8E-04	300	300	3.4E-04	300	300	6.2E-04	300	300	1.8E-04	775000	
	畜産物(牛乳)摂取	1.1E-03	4000	300	1.9E-03	300	300	2.1E-03	300	300	5.8E-05	775000	

表 C-4 各線量評価ケースの評価結果 (その 2)

被汚染物	評価対象者	case5			case6			case7		
		最大線量 (μ Sv/y)	ピーク時期 (y)	ピーク時期 (y)	最大線量 (μ Sv/y)	ピーク時期 (y)	ピーク時期 (y)	最大線量 (μ Sv/y)	ピーク時期 (y)	ピーク時期 (y)
河川水 (移行距離 100m)	飲用	2.5E-02	300	300	6.8E-02	2250	2250	2.7E-04	825000	
	河川産物摂取	1.2E+00	300	300	4.9E-01	4000	4000	8.6E-05	4250	
	灌漑農作業	3.9E-04	175000	500	9.7E-02	500	500	1.4E-04	5250000	
	灌漑農作物(米)摂取	1.7E-03	175000	15000	3.0E-02	15000	15000	5.4E-04	5250000	
	灌漑畜産物(牛乳)摂取	1.1E-02	300	4000	4.2E-03	4000	4000	3.1E-05	2500	
河川岸土壌 (移行距離 100m)	農作業	3.7E-05	30000	2250	8.7E-03	2250	2250	1.3E-05	775000	
	農作物(野菜等)摂取	7.1E-05	300	300	5.4E-04	300	300	6.5E-06	775000	
	畜産物(牛乳)摂取	1.7E-03	300	4000	7.2E-04	4000	4000	2.0E-06	800000	

表 C-5 概念設計と GSA-GCL の評価結果の比較 (その 1)
(管理期間終了後から最大線量を抽出)

評価経路	A : 概念設計			B : GSA-GCL			比率 (B/A)
	最大線量 (μ Sv/y)	ピーク時期 (y)	ピーク時期 (y)	最大線量 (μ Sv/y)	ピーク時期 (y)	ピーク時期 (y)	
河川水利用	飲用	3.1E-02	300	3.1E-02	300	300	1.0
	河川産物摂取	1.3E+00	300	1.3E+00	300	300	1.0
	灌漑農作業	3.0E-02	555	3.0E-02	530	530	1.0
	灌漑農作物(米)摂取	5.1E-03	500	5.1E-03	490	490	1.0
	灌漑畜産物(牛乳)摂取	1.3E-02	300	1.3E-02	300	300	1.0
河川岸土壌	農作業	1.7E-03	300	1.7E-03	300	300	1.0
	農作物(葉菜等)摂取	5.0E-04	300	3.4E-04	300	300	0.7
	畜産物(牛乳)摂取	2.0E-03	300	2.0E-03	300	300	1.0

表 C-5 概念設計と GSA-GCL の評価結果の比較 (その 2)
(管理期間開始後から最大線量を抽出)

評価経路	A : 概念設計			B : GSA-GCL			比率 (B/A)
	最大線量 (μ Sv/y)	ピーク時期 (y)	ピーク時期 (y)	最大線量 (μ Sv/y)	ピーク時期 (y)	ピーク時期 (y)	
河川水	飲用	1.7E-01	71	1.9E-01	68	68	1.2
	河川産物摂取	2.1E+00	130	2.2E+00	150	150	1.0
	灌漑農作業	3.0E-02	555	3.0E-02	530	530	1.0
	灌漑農作物(米)摂取	1.1E-01	84	1.4E-01	81	81	1.2
	灌漑畜産物(牛乳)摂取	8.3E-02	18	8.6E-02	83	83	1.0
河川岸土壌	農作業	1.7E-03	275	1.7E-03	260	260	1.0
	農作物(葉菜等)摂取	6.9E-02	71	8.3E-02	69	69	1.2
	畜産物(牛乳)摂取	1.2E-02	73	1.4E-02	69	69	1.2

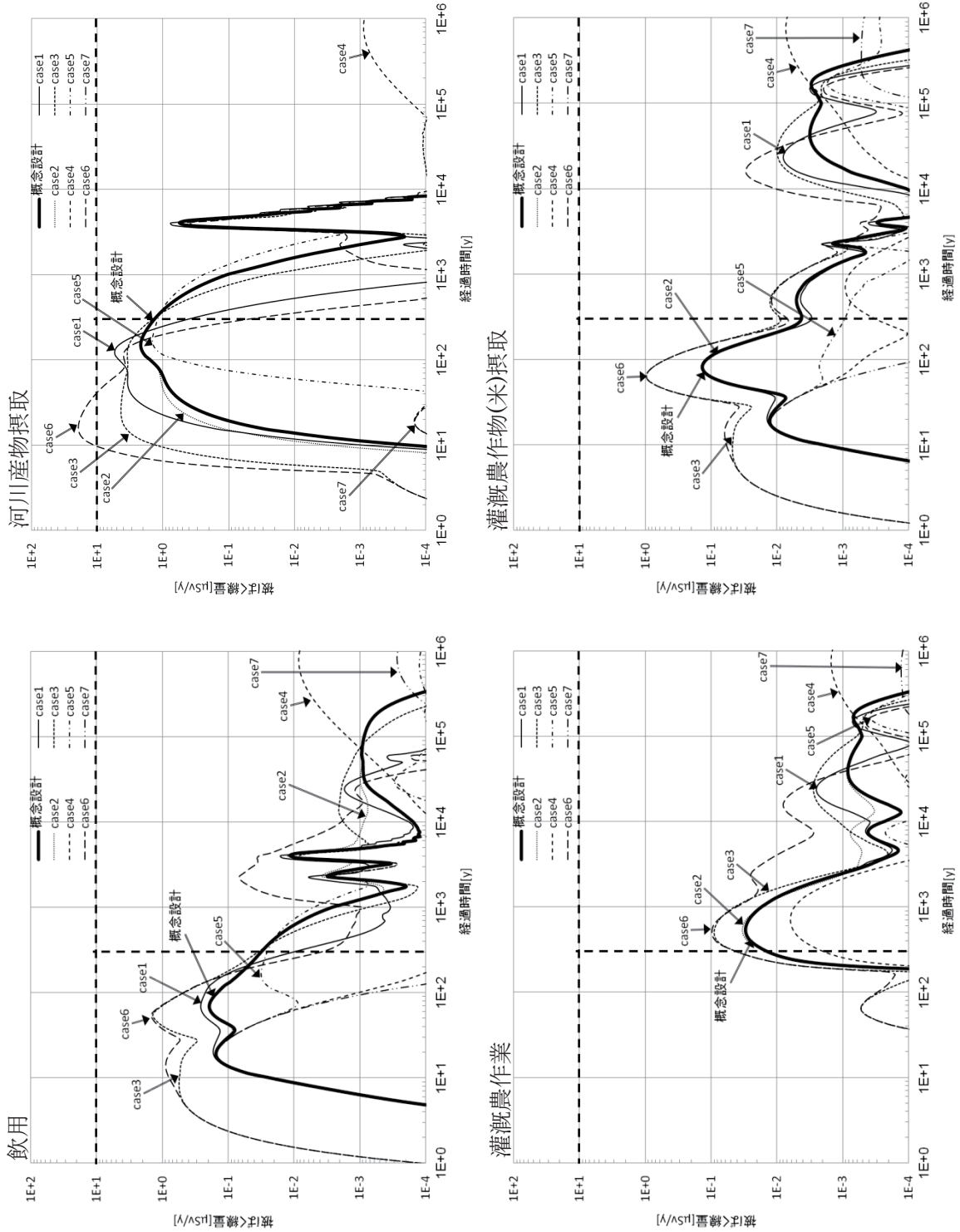


図 C-1 各線量評価ケースの線量の経時変化 (その 1)

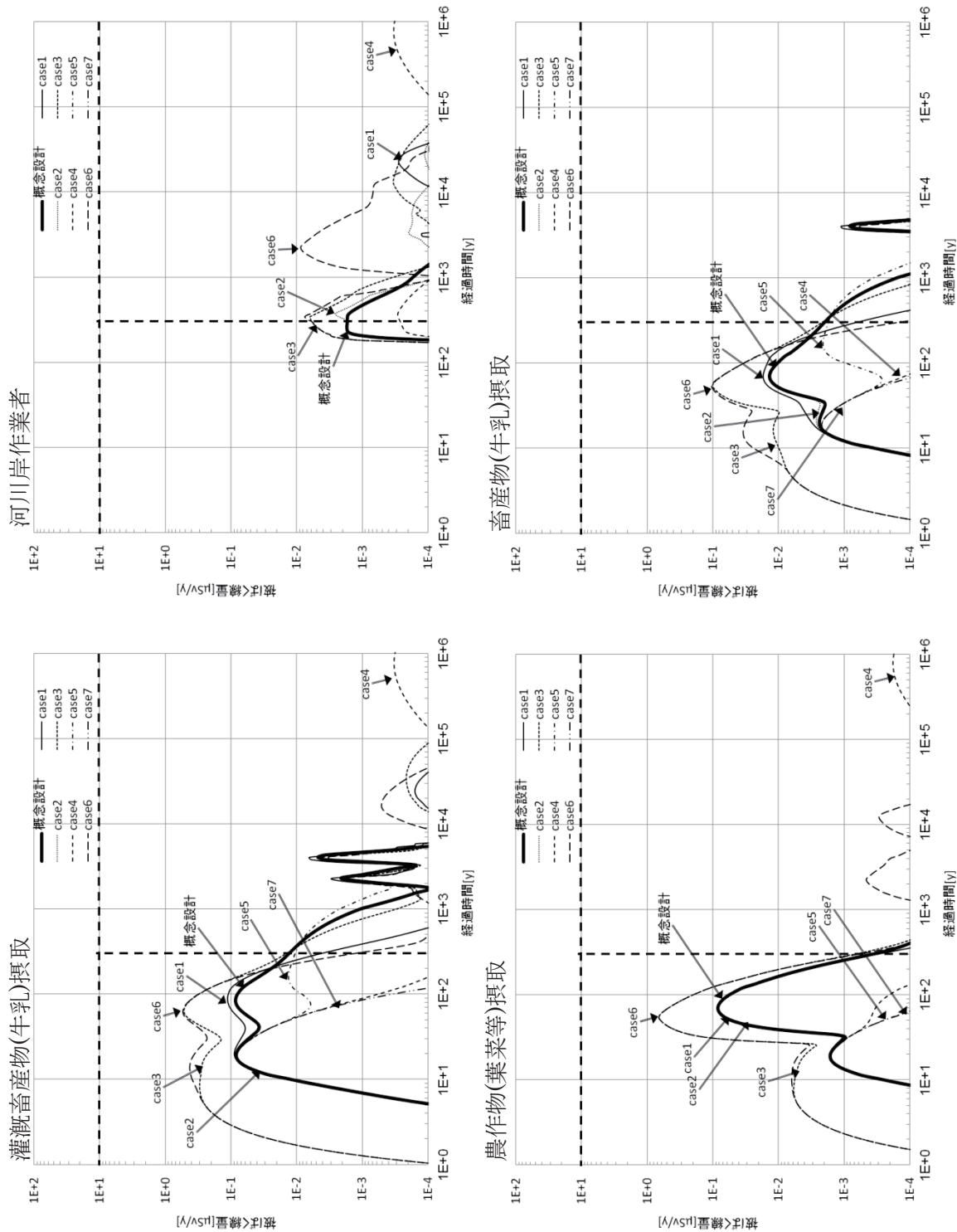


図 C-1 各線量評価ケースの線量の経時変化 (その 2)

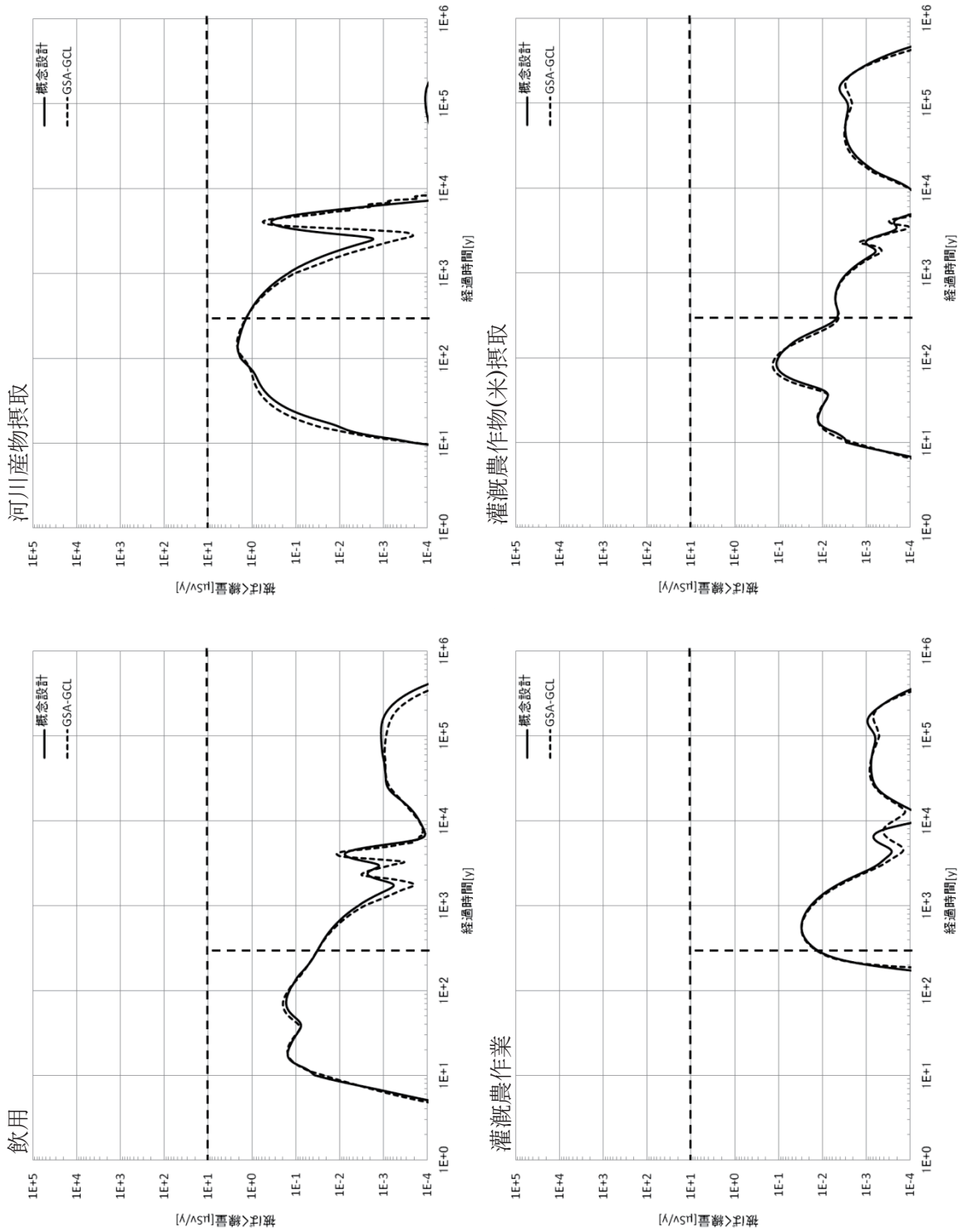


図 C-2 概念設計と GSA-GCL における線量の経時変化の比較 (その 1)

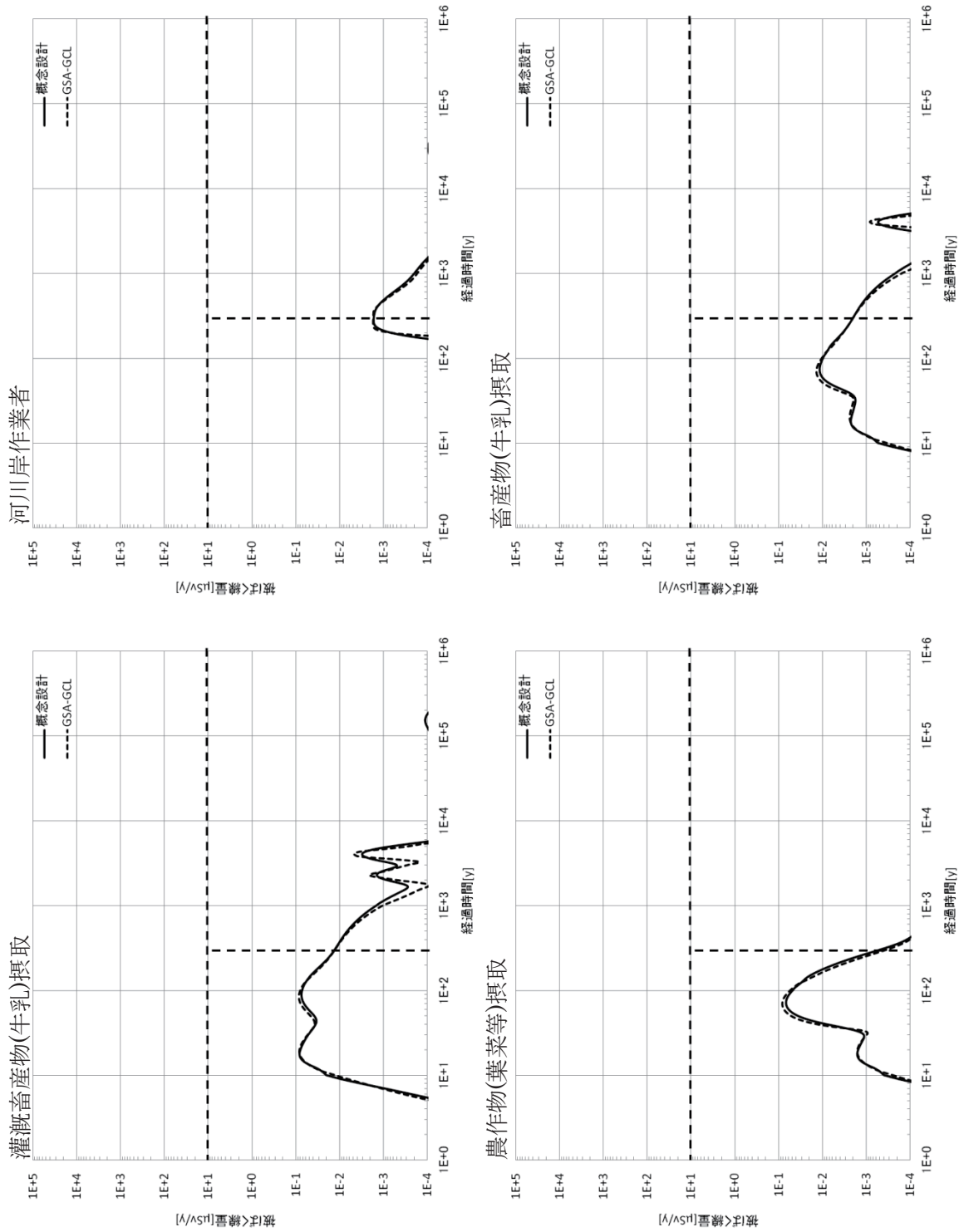


図 C-2 概念設計と GSA-GCL における線量の経時変化の比較 (その 2)

参考文献

- 1)武部慎一, 阿部昌義:“分配係数に関するデータベースの開発 (1)分配係数データの収集”, JAERI-Data/Code 2001-005, (2001).
- 2)館幸男, 他:“地層処分安全評価のための核種の収着・拡散 データベースシステムの開発”, JAEA-Data/Code 2008-034, (2008).
- 3)原子力安全委員会放射性廃棄物・廃止措置専門部会 第二種廃棄物埋設分科会資料 二分第 11-2 号:“代表的な安全評価シナリオの解析例の再解析について”, (平成 20 年 9 月).
- 4)電気事業連合会・核燃料サイクル開発機構:“TRU 廃棄物処分技術検討書ー第 2 次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめー”, (平成 17 年 9 月), JNC TY1450 2005-001..
- 5)武田聖司, 他:“低レベル放射性廃棄物処分に対する濃度上限値評価コード GSA-GCL 第 2 版の開発”, JAEA-Data/Code 2011-008, (2011) .
- 6)日本原子力学会:“余裕深度処分の安全評価手法”, AESJ-SC-F012-2008, (2008).
- 7)日本原燃株式会社:“六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター 廃棄物埋設事業変更許可申請書”, (平成 9 年 1 月) .
- 8)Project SAFE:“Compilation of date for radionuclide transport analysis”, SKB R-01-14, 2001.11.
- 9)核燃料サイクル開発機構:“わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性ー地層処分研究開発第 2 次取りまとめー”, JNC TN1400 99-020(1999).

付録・D

安全評価モデルの概要

1. 地下水移行シナリオ

1.1 埋設施設からの放射性物質の浸出モデル

1.1.1 トレンチ処分

トレンチ埋設施設からの放射性物質の帯水層土壌中への移行は、以下の式より求める。

地下水移行シナリオにおける埋設施設からの放射性物質の浸出モデルは、トレンチ埋設施設内を均一なコンパートメントとし、崩壊系列を考慮した廃棄物層の放射能の変化を計算する。

$$\frac{d}{dt}A_i(t) = -(\eta_i + \lambda_i) \cdot A_i(t) + \lambda_{i-1} \cdot A_{i-1}(t) \quad (1)$$

$$J_i = \eta_i \cdot \lambda_i \cdot A_i \quad (2)$$

$$\eta_i = \frac{v_{IN}}{H} \cdot \frac{1}{\varepsilon_c \cdot R_{c,i}} \quad (3)$$

$$R_{c,i} = 1 + \frac{1 - \varepsilon_c}{\varepsilon_c} \cdot \rho_c \cdot Kd_{c,i} \quad (4)$$

ここで、

- A_i : 核種 i の原子数
- η_i : 核種 i の廃棄物層からの漏洩率 (1/y)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (1/y)
- J_i : 核種 i の施設からの浸出フラックス (Bq/y)
- v_{IN} : 浸透水量 (m/y)
- H : 処分施設の高さ (m)
- ε_c : 土壌の空隙率 (-)
- $R_{c,i}$: 核種 i の遅延係数 (-)
- ρ_c : 土壌の密度 (kg/m³)
- $Kd_{c,i}$: 核種 i の分配係数 (m³/kg)

である。

1.1.2 ピット処分

コンクリートピット埋設施設から放出される放射性核種は、施設からの浸出水に伴ってベントナイト混合土層を通過して土壌層へ至る経路と岩盤へ放出される経路、施設上部のベントナイト混合土層へ拡散により移行する経路を想定した(図 1)。埋設施設内及びベントナイト混合土層の放射性物質の濃度は、以下の式より求めた。

$$\varepsilon_b \cdot Rf_b(i) \cdot \frac{\partial C_{bw}(y,t,i)}{\partial t} = De_b \cdot \frac{\partial^2 C_{bw}(y,t,i)}{\partial y^2} - U_b \cdot \frac{\partial C_{bw}(y,t,i)}{\partial y} - \lambda(i) \cdot \varepsilon_b \cdot Rf_b(i) \cdot C_{bw}(y,t,i) + \lambda(i-1) \cdot \varepsilon_b \cdot Rf_b(i) \cdot C_{bw}(y,t,i-1) \quad (5)$$

$$Rf_b(i) = 1 + \frac{1 - \varepsilon_b}{\varepsilon_b} \cdot \rho_b \cdot Kd_b(i) \quad (6)$$

$$\varepsilon_W \cdot Rf_W(i) \cdot V_{meq} \cdot \frac{\partial C_{ww}(t,i)}{\partial t} = S_b \cdot De_b \cdot \frac{\partial C_{bw}(y,t,i)}{\partial y} \Big|_{y=0} - Q_{meq} \cdot C_{ww}(t,i) - \lambda(i) \cdot \varepsilon_W \cdot Rf_W(i) \cdot V_{meq} \cdot C_{ww}(t,i) + \lambda(i-1) \cdot \varepsilon_W \cdot Rf_W(i) \cdot V_{meq} \cdot C_{ww}(t,i-1) \quad (7)$$

$$R_{aq}(t,i) = -S_b \cdot De_b \cdot \frac{\partial C_{bw}(y,t,i)}{\partial y} \Big|_{y=L_b} + Q_b \cdot C_{bw}(y,t,i) \Big|_{y=L_b} \quad (8)$$

$$R_{rk}(t,i) = Q_{rk} \cdot C_{ww}(y,t,i) \quad (9)$$

ここで、

- $C_{bw}(y,t,i)$: ベントナイト混合土層の位置 y 時間 t における核種 i の水中濃度 (Bq/m³)
- $Rf_b(i)$: 核種 i のベントナイト混合土層中の遅延係数 (-)
- y : ベントナイト混合土層における内部からの距離 (m)
- De_b : ベントナイト混合土層の実効拡散係数 (m²/y)
- U_b : ベントナイト混同土層の地下水流速 (m/y)
- $\lambda(i)$: 核種 i の崩壊定数 (1/y)
- ε_b : ベントナイト混合土層の間隙率 (-)
- ρ_b : ベントナイト混合土層の密度 (kg/m³)
- $Kd_b(i)$: 核種 i に対するベントナイト混合土層の分配係数 (m³/kg)
- Q_{mea} : 埋設施設を通過する地下水流量 (m³/y)
- S_b : ベントナイト混同土層の拡散寄与面積 (m²)
- $R_{aa}(t,i)$: 時間 t 、核種 i のベントナイト混合土層から土壌層への放出量 (Bq/y)
- $R_{rk}(t,i)$: 時間 t 、核種 i の埋設施設から岩盤への放出量 (Bq/y)
- L_b : ベントナイト混合土層の厚さ (m)
- Q_b : ベントナイト混合土層から流出する地下水流速 (m³/y)
- Q_{rk} : 処分施設から岩盤へ流出する地下水流速 (m³/y)

である。

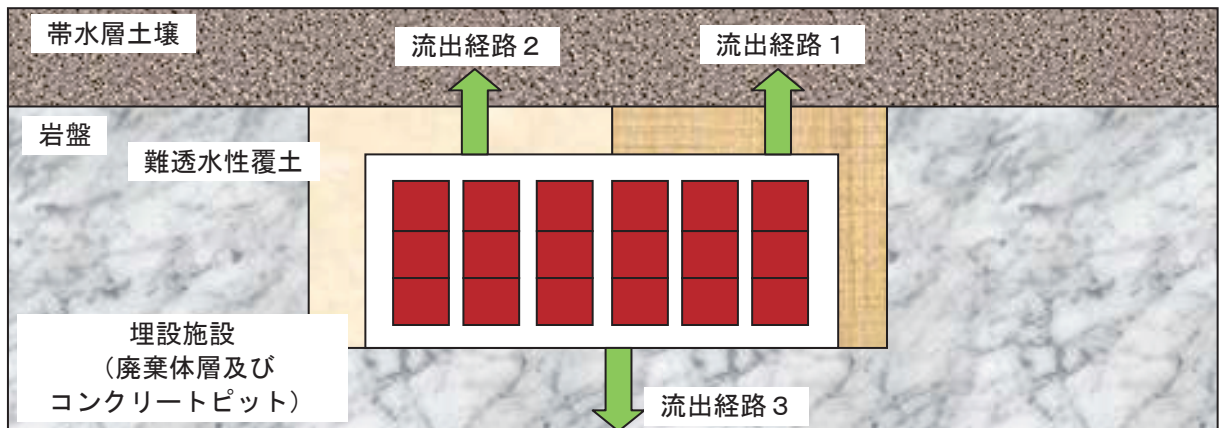


図 1 処分施設及び流出経路の概念

1.2 天然バリア中の放射性物質の移行モデル

天然バリア中の放射性物質の移行モデルは、埋設施設より浸出した放射性物質に対し、天然バリア中における 1 次元の移行を評価し、生活環境に流入する放射性物質の移行量を評価するモデルである。天然バリア中の放射性物質の移行は、堆積岩で代表される多孔質媒体とした地質媒体中における移流-分散、分配平衡による遅延及び崩壊連鎖を考慮した 1 次元移流分散モデルとした。帯水層土壌中での放射性物質の移行は、以下の式で評価した。

$$\varepsilon_c \cdot R_{c,i} \cdot \frac{\partial C_{c,i}}{\partial t} = D_c \frac{\partial^2 C_{c,i}}{\partial x^2} - U_c \cdot \frac{\partial C_{c,i}}{\partial x} - \lambda_i \cdot \varepsilon_c \cdot R_{c,i} C_{c,i} + \lambda_{i-1} \cdot \varepsilon_c \cdot R_{c,i-1} C_{c,i-1} + Q_{c,n,i} \quad (10)$$

$$R_{c,i} = 1 + \frac{1 - \varepsilon_c}{\varepsilon_c} \cdot \rho_c \cdot Kd_{c,i} \quad (11)$$

ここで、

- $C_{c,i}$: 帯水層土壌の地下水中の核種 i の放射能濃度 (Bq/m³)
- D_c : 帯水層土壌の分散係数 (m²/y)
- U_c : 帯水層土壌のダルシー流速 (m/y)
- $Q_{c,n,i}$: 核種 i の移行経路 n (埋設施設又はベントナイト混合土層) から帯水層土壌への流入量 (Bq/m³/y)
- $R_{c,i}$: 核種 i の土壌の遅延係数 (-)
- ε_c : 帯水層土壌の空隙率 (-)
- ρ_c : 帯水層土壌の真密度 (kg/m³)
- $Kd_{c,i}$: 核種 i の帯水層土壌の分配係数 (m³/kg)

である。

概念設計の評価では、地下水流速が速いため、拡散の寄与は小さいと考え、先行埋設施設の線量評価と同様、分散係数は考慮しなかった。また、埋設施設から帯水層土壌中へ複数の浸出経路を想定しているが、帯水層土壌中での移行計算は経路別に計算し、評価点で移行量を合計する計算方法とした。

岩盤における放射性物質の移行は、式(10)、式(11)の添え字 c を g に置き換え、岩盤の物性、岩盤中の放射能濃度に置き換えて計算を行う。

1.3 評価経路における線量評価モデル

地下水移行シナリオでは、埋設施設から浸出した放射性物質が、土壌層または岩盤層を通過して河川・地下水・帯水層に流入するものとし、それぞれの環境媒体中における放射能濃度を求める。求めたそれぞれの環境媒体中の放射能濃度に基づき線量評価を行う。

1.3.1 環境媒体中の放射能濃度評価モデル

1.3.1.1 水域中 (河川・地下水) の放射能濃度

水域中の放射能濃度は、以下の式より求める。ただし、水域中に対応するパラメータは、

環境媒体中（河川水・地下水中）の放射能濃度を求める際に対応したパラメータを設定している。

$$C_{s,i} = \frac{C_{c,i} \cdot Q_{cs} + C_{g,i} \cdot Q_{gs}}{Q_s} \quad (12)$$

ここで、

- $C_{s,i}$: 水域中の核種 i の放射能濃度 (Bq/m³)
- $C_{c,i}$: 土壌中の地下水中の核種 i の放射能濃度 (Bq/m³)
- Q_{cs} : 土壌から水域への移行水量 (m³/y)
- $C_{g,i}$: 岩盤中の地下水中の核種 i の放射能濃度 (Bq/m³)
- Q_{gs} : 岩盤から水域への移行水量 (m³/y)
- Q_s : 水域の流量 (m³/y)

である。

1.3.1.2 灌漑土壌中の放射能濃度

河川水または地下水を灌漑水として利用する場合の灌漑土壌中における放射能濃度は、以下の式より求める。

$$\frac{dC_{d,i}}{dt} = \frac{C_{ir,i} \cdot F_r \cdot Q_{ir}}{V_s \cdot (1 - \varepsilon_f) \cdot \rho_f} - \frac{Q_p \cdot C_{d,i}}{V_s \cdot \{\varepsilon_f \cdot \theta + (1 - \varepsilon_f) \cdot \rho_f \cdot Kd_{f,i}\}} - \lambda_i \cdot C_{d,i} + \lambda_{i-1} \cdot C_{d,i-1} \quad (13)$$

$$C_{ir,i} = f_{ir} \cdot C_{s,i} \quad (14)$$

$$Q_p = (r - e) \cdot (1.0 - ro) + Q_{ir} \quad (15)$$

ここで、

- $C_{d,i}$: 灌漑土壌中の核種 i の放射能濃度 (Bq/kg)
- $C_{ir,i}$: 灌漑水中の核種 i の放射能濃度 (Bq/m³)
- F_r : 灌漑土壌への放射性物質の残留割合 (-)
- Q_{ir} : 灌漑水量 (m/y)
- Q_p : 農耕土壌への降雨浸透水量 (m/y)
- V_s : 実効土壌高さ (m)
- ε_f : 農耕土壌の空隙率 (-)
- ρ_f : 農耕土壌の真密度 (kg/m³)
- $Kd_{f,i}$: 農耕土壌の核種 i の分配係数 (m³/kg)
- θ : 農耕土壌の水分飽和度 (-)
- f_{ir} : 放射性物質を含む水域の利用割合 (-)
- $C_{s,i}$: 水域中の放射能濃度 (Bq/m³)
- r : 降水量 (m/y)
- e : 蒸発散量 (m/y)
- ro : 表面流出係数 (-)

である。

1.3.1.3 河川岸土壌中の放射能濃度

河川岸土壌は、河川水と灌漑土壌が分配平衡にあると考慮した。河川岸土壌中の放射能濃度は、以下の式より求める。

$$C_{e,i} = \frac{C_{c,i} \times Q_{cs} + C_{s,i} \times Q_{gs}}{Q_s} \times \left\{ \frac{\varepsilon_r}{(1.0 - \varepsilon_r) \times \rho_r} + Kd_{r,i} \right\} \times G_r \quad (16)$$

ここで、

- $C_{e,i}$: 河川岸土壌中の核種 i の放射能濃度 (Bq/kg)
- $C_{c,i}$: 土壌中の地下水中の核種 i の放射能濃度 (Bq/m³)
- Q_{cs} : 土壌から水域への移行水量 (m³/y)
- $C_{g,i}$: 岩盤中の地下水中の核種 i の放射能濃度 (Bq/m³)
- Q_{gs} : 岩盤から水域への移行水量 (m³/y)
- Q_s : 河川の流量 (m³/y)
- ε_r : 河川岸土壌の空隙率 (-)
- ρ_r : 河川岸土壌の密度 (kg/m³)
- $Kd_{r,i}$: 河川岸土壌の核種 i の分配係数 (m³/kg)
- G_r : 河川岸土壌の希釈係数 (-)

である。

1.3.1.4 帯水層土壌中の放射能濃度

帯水層土壌は、地下水と帯水層土壌が分配平衡にあると考慮した。帯水層土壌中の放射能濃度は、河川岸土壌中の放射能濃度と同様に式(16)より求める。その際、河川の流量及び河川岸土壌の物性に対応するパラメータを、地下水流量、帯水層土壌のパラメータに置き換えて設定する。

1.3.2 線量評価モデル

1.3.2.1 直接 γ 線による外部線量

放射性物質を含む河川水を灌漑として用いた土壌の直上で作業する評価対象者は、農業者を考慮する。灌漑土壌からの直接 γ 線による外部被ばく線量は、以下の式より求める。

$$D_{EXT,i}(t) = C_{d,i}(t) \cdot S \cdot T \cdot DCF_{EXT,i} \cdot 10^{-3} \quad (17)$$

ここで、

- $D_{EXT,i}(t)$: 直接 γ 線による外部被ばく線量 (Sv/y)
- $C_{d,i}(t)$: 灌漑土壌中の核種 i 濃度 (Bq/kg)
- S : 遮へい係数 (-)
- T : 年間作業時間 (h/y)
- $DCF_{EXT,i}$: 核種 i の外部被ばく線量換算係数 (Sv/h per Bq/g)

である。

河川岸・帯水層土壌からの直接 γ 線による外部被ばく線量も同様に式(17)より求める。そ

の際、灌漑土壌に対応するパラメータを、河川岸・帯水層土壌のパラメータに置き換えて設定する。

1.3.2.2 粉塵吸入による内部被ばく線量

放射性物質を含む河川水を灌漑として用いた土壌の直上で作業する評価対象者は、農業者を考慮する。灌漑土壌からの粉塵吸入による内部被ばく線量は、以下の式より求める。

$$D_{INH,i}(t) = C_{d,i}(t) \cdot f \cdot A \cdot B \cdot T \cdot DCF_{INH,i} \cdot 10^{-3} \quad (18)$$

ここで、

- $D_{INH,i}(t)$: 粉塵吸入による内部被ばく線量 (Sv/y)
- $C_{d,i}(t)$: 灌漑土壌中の核種 i 濃度 (Bq/kg)
- f : 空気中の粉塵濃度 (g/cm³)
- A : 吸入可能な粒子への濃縮係数 (-)
- B : 作業者の呼吸量 (m³/h)
- T : 年間作業時間 (h/y)
- $DCF_{INH,i}$: 核種 i の吸入内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

である。

河川岸・帯水層土壌からの粉塵吸入による内部被ばく線量も同様に式(18)より求める。その際、灌漑土壌に対応するパラメータを、河川岸・帯水層土壌のパラメータに置き換えて設定する。

1.3.2.3 水飲用による内部被ばく線量

河川水または地下水を飲用水として摂取することによる内部被ばく線量は、以下の式より求める。

$$D_{ING,i}(t) = C_{s,i}(t) \cdot Q_w \cdot DCF_{ING,i} \quad (19)$$

ここで、

- $D_{ING,i}(t)$: 核種 i の飲料水摂取による内部被ばく線量 (Sv/y)
- $C_{s,i}(t)$: 河川水または地下水中の核種 i 濃度 (Bq/m³)
- Q_w : 年間飲料水摂取量 (m³/y)
- $DCF_{ING,i}$: 核種 i の経口内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

である。

1.3.2.4 水産物摂取による内部被ばく線量

放射性物質を含む河川または海から得られる水産物中の放射能濃度は、水中の放射能濃度に依存し、両者の間に平衡関係が成立しているものとする濃縮係数法によって求める。水産物中の放射能濃度は、以下の式より求める。

$$C_{m,i}(t) = C_{s,i}(t) \cdot 10^{-3} \cdot T_{m,i} \quad (20)$$

ここで、

$C_{m,i}(t)$: 水産物 m 中の核種 i 濃度 (Bq/kg)

$C_{s,i}(t)$: 河川水の核種 i 濃度 (Bq/m³)

$T_{m,i}$: 核種 i の水産物 m への濃縮係数 (L/kg)

である。

評価対象とする河川産物は、魚類の 1 種類を考慮した。水産物摂取による内部被ばく線量は、以下の式より求める。

$$D_{ING,i}(t) = \sum C_{m,i}(t) \cdot Q_m \cdot G_m \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_m}{365}\right) \cdot DCF_{ING,i} \quad (21)$$

ここで、

$D_{ING,i}(t)$: 核種 i の河川産物摂取による内部被ばく線量 (Sv/y)

$C_{m,i}(t)$: 水産物 m 中の核種 i 濃度 (Bq/kg)

Q_m : 水産物 m の摂取量 (kg/y)

G_m : 水産物 m の市場係数 (-)

λ_i : 核種 i の崩壊定数 (1/y)

t_m : 水産物 m の輸送時間 (d)

$DCF_{ING,i}$: 核種 i の経口内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

である。

1.3.2.5 農作物摂取による内部被ばく線量

放射性物質を含む灌漑土壌において、栽培された農作物を摂取することを想定する。放射性物質は根を経由して農作物に移行するものとする。農作物中の放射性物質の濃度は、以下の式より求める。

$$C_{k,i}(t) = T_{k,i} \cdot C_{d,i}(t) + \frac{C_{s,i}(t) \cdot Q_{ir} \cdot F_{k,i} \cdot (1 - e^{-\lambda_{e,i} T_I})}{\lambda_{e,i} \cdot Y_{Bk}} \quad (22)$$

$$\lambda_{e,i} = \lambda_i + \lambda_{w,i} \quad (23)$$

ここで、

$C_{k,i}(t)$: 農作物 k 中における核種 i 濃度 (Bq/kg)

$T_{k,i}$: 土壌から農作物 k への核種 i の移行係数 (Bq/kg-wet 農作物/Bq/kg-dray 土壌)

$C_{d,i}(t)$: 灌漑土壌の核種 i 濃度 (Bq/kg)

$C_{s,i}(t)$: 河川水中の核種 i 濃度 (Bq/m³)

Q_{ir} : 灌漑水量 (m/y)

$F_{k,i}$: 核種 i の農作物 k の表面への沈着割合 (-)

Y_{Bk} : 農作物 k の栽培密度 (kg/m³)

$\lambda_{e,i}$: 沈着した核種 i の実効減衰係数(1/y)

$\lambda_{w,i}$: weathering 効果による植物表面沈着核種 i の除去係数 (1/y)

である。

放射性物質を含む農作物を摂取することによる内部被ばく線量は、以下の式より求める。

$$D_{ING,i}(t) = \sum C_{k,i}(t) \cdot Q_k \cdot G_k \cdot R_k \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_k) \cdot DCF_{ING,i} \quad (24)$$

ここで、

$D_{ING,i}(t)$: 核種 i の農作物摂取による内部被ばく線量 (Sv/y)

$C_{k,i}(t)$: 農作物 k の可食部における核種 i 濃度 (Bq/kg)

Q_k : 農作物 k の年間摂取量 (kg/y)

G_k : 農作物 k の市場係数 (-)

R_k : 農作物 k の摂取割合 (-)

λ_i : 核種 i の崩壊定数 (1/y)

t_k : 農作物の輸送時間 (y)

$DCF_{ING,i}$: 核種 i の経口内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

である。

河川岸・帯水層土壌で栽培された農作物を摂取することによる人の内部被ばく線量も同様に式(22)~(24)より求める。その際、灌漑土壌に対応するパラメータを、河川岸・帯水層土壌のパラメータに置き換えて設定する。

1.3.2.6 畜産物摂取による内部被ばく線量

放射性物質を含む灌漑土壌において、畜産物中の放射能濃度は、放射性物質を含む灌漑土壌において栽培された飼料を摂取する場合と放射性物質を含む飼育水を摂取する場合の2経路を考慮する。

放射性物質を含む灌漑土壌において栽培された飼料を摂取することによる畜産物中の放射能濃度は、式(22)より求めた飼料中の放射性核種を用いて、以下の式より求める。

$$C_{Fn,i}(t) = T_{Fn,i} \cdot C_{k,i}(t) \cdot Q_n \cdot M_F \quad (25)$$

ここで、

$C_{Fn,i}(t)$: 飼料摂取による畜産物 n の放射能濃度 (Bq/L)

$T_{Fn,i}$: 飼料から畜産物 n への核種 i の移行係数 (d/L)

Q_n : 家畜 n の1日当たりの飼料摂取量 (kg-dry/d)

$C_{k,i}(t)$: 飼料の可食部における核種 i 濃度 (Bq/kg)

M_F : 核種を含む飼料の混合割合 (-)

である。

また、放射性物質を含む飼育水を利用して生産される畜産物中の放射能濃度は、以下の式より求める。

$$C_{FWn,i}(t) = C_{s,i}(t) \cdot T_{FWn,i} \cdot Q_{wn} \cdot 10^{-3} \quad (26)$$

ここで、

$C_{FWn,i}(t)$: 飼育水摂取による畜産物 n の放射能濃度 (Bq/L)

$C_{s,i}(t)$: 河川水中の核種 i 濃度 (Bq/m³)

$T_{FWn,i}$: 飼育水から畜産物 n への核種 i の移行係数 (d/L)

Q_{wn} : 家畜 n の 1 日当たりの飼育水摂取量 (L/d)

である。

放射性物質を含む畜産物を摂取することによる人の内部被ばく線量は、以下の式より求める。

①飼料経由による内部被ばく

$$D_{ING,i}(t) = \sum C_{Fn,i}(t) \cdot Q_n \cdot G_n \cdot \text{ext}(-\lambda_i \cdot t_n) \cdot DCF_{ING,i} \quad (27)$$

②飼育水経由による内部被ばく

$$D_{ING,i}(t) = \sum C_{FWn,i}(t) \cdot Q_n \cdot G_n \cdot \text{ext}(-\lambda_i \cdot t_n) \cdot DCF_{ING,i} \quad (28)$$

ここで、

$D_{ING,i}(t)$: 核種 i の畜産物摂取による内部被ばく線量 (Sv/y)

Q_n : 畜産物 n の年間摂取量 (L/y)

G_n : 畜産物 n の市場係数 (-)

t_n : 畜産物 n の輸送時間 (y)

$DCF_{ING,i}$: 核種 i の経口内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

である。

河川岸・帯水層土壌から生成された畜産物を摂取することによる人の内部被ばく線量も同様に式(25)～(28)より求める。その際、灌漑土壌に対応するパラメータを、河川岸・帯水層土壌のパラメータに置き換えて設定する。

2. 跡地利用シナリオ

2.1 埋設施設の放射能濃度の評価モデル

跡地利用シナリオにおける埋設施設の放射能濃度は、埋設施設内を均一な放射能濃度分布の廃棄物層とし、崩壊系列を考慮して以下の式により計算する。

$$\frac{d}{dt} A_{d,i}(t) = -(\eta_i + \lambda_i) \cdot A_{d,i}(t) + \lambda_{i-1} \cdot A_{d,i-1}(t) \quad (29)$$

$$\eta_i = \frac{P}{H_w} \cdot R_{c,i} \quad (30)$$

$$R_{c,i} = \frac{1}{\varepsilon_w \cdot \left(1 + \frac{1 - \varepsilon_w}{\varepsilon_w} \cdot \rho_w \cdot Kd_{w,i} \right)} \quad (31)$$

ここで、

$A_{d,i}(t)$: 廃棄物層の核種 i の放射エネルギー (Bq)

λ_i : 核種 i の崩壊定数 (1/y)

η_i : 核種 i の廃棄物層からの漏洩率 (1/y)

P : 廃棄物層浸透水量 (m/y)

H_w : 廃棄物層の厚さ (m)

$R_{c,i}$: 核種 i の放出係数 (-)

ε_w : 廃棄物層の空隙率 (-)

ρ_w : 廃棄物層の真密度 (kg/m³)

$Kd_{w,i}$: 廃棄物層の核種 i 分配係数 (m³/kg)

である。

式(29)(30)の初期条件は、以下の式で表わされる。

$$C_{d,i} = \frac{A_{d,i}}{W \cdot \rho \cdot (1 - \varepsilon_w)} \cdot D_w \cdot 10^{-3} \quad (32)$$

$$D_w = \frac{W}{L_w \cdot W_w \cdot H_w} \quad (33)$$

ここで、

$C_{d,i}(t)$: 廃棄物層の核種 i の放射能濃度 (Bq/g)

W : 放射性廃棄物処分総量の処分容量に対する割合 (-)

L_w : 処分施設の長さ (m)

W_w : 処分施設の幅 (m)

H_w : 処分施設の厚さ (m)

である。

2.2 評価経路における線量評価モデル

跡地利用シナリオにおける線量評価は、廃棄物層中の放射能濃度に基づき実施する。

2.2.1 建設シナリオ

2.2.1.1 直接 γ 線による外部被ばく線量

廃棄物層と表層の覆土が掘削されて混合した土壌（以下、「廃棄物混合土壌」という。）の直上における作業者の直接 γ 線による外部被ばく線量は、以下の式より求める。

$$D_{EXT,i}(t) = C_{d,i}(t) \cdot S \cdot T \cdot M \cdot DCF_{EXT,i} \quad (34)$$

ここで、

$D_{EXT,i}(t)$: 直接 γ 線による外部被ばく線量 (Sv/y)

$C_{d,i}(t)$: 廃棄物層の核種 i 濃度 (Bq/g)

S : 遮へい係数 (-)

T : 年間作業時間 (h/y)

M : 掘削による廃棄物層と土壌の混合割合(-)

$DCF_{EXT,i}$: 核種 i の外部被ばく線量換算係数 (Sv/h per Bq/g)

である。

2.2.1.2 粉塵吸入による内部被ばく線量

廃棄物混合土壌を粉塵として吸入することにより生じる作業者の内部被ばく線量は、以下の式より求める

$$D_{INH,i}(t) = C_{d,i}(t) \cdot f \cdot A \cdot B \cdot T \cdot M \cdot DCF_{INH,i} \quad (35)$$

ここで、

$D_{INH,i}(t)$: 粉塵吸入による内部被ばく線量 (Sv/y)

$C_{d,i}(t)$: 廃棄物層の核種 i 濃度 (Bq/g)

f : 空気中の粉塵濃度 (g/cm^3)

A : 吸入する粉塵の濃縮係数 (-)

B : 作業者の呼吸量 (m^3/h)

T : 年間作業時間 (h/y)

M : 掘削による廃棄物層と土壌の混合割合(-)

$DCF_{INH,i}$: 核種 i の吸入内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

である。

2.2.2 居住シナリオ

2.2.2.1 直接 γ 線による外部被ばく線量

廃棄物混合土壌からの直接 γ 線による外部被ばく線量は、2.2.1 節と同様に式(34)により求める。ただし、遮へい係数、年間作業時間、外部被ばく線量換算係数については居住シナリオに対応したパラメータを設定する。

2.2.2.2 粉塵吸入による内部被ばく経路

廃棄物混合土壌を粉塵として吸入することにより生じる内部被ばく線量は、2.2.1 節と同様に式(35)により求める。ただし、年間作業時間、作業者の呼吸量、吸入内部被ばく線量換算係数については居住シナリオに対応したパラメータを設定する。

2.2.2.3 農作物摂取による内部被ばく経路

農作物栽培は処分施設の跡地の直上で行われるとし、放射性物質は根を経由して農作物に移行するものとする。農作物中の核種の濃度は、以下の式より求める。

$$C_{j,i}(t) = C_{d,i}(t) \cdot T_{j,i} \cdot M \cdot 10^3 \quad (36)$$

ここで、

$C_{j,i}(t)$: 農作物 j の可食部における核種 i 濃度 (Bq/kg)

$C_{d,i}(t)$: 廃棄物層の核種 i 濃度 (Bq/g)

$T_{j,i}$: 核種 i の土壌から農作物 j への移行係数 (Bq/kg per Bq/kg)

M : 掘削による廃棄物層と土壌の混合割合(-)

である。

放射性物質を含む農作物を摂取することによる人の内部被ばく線量は、以下の式より求める。

$$D_{ING,i}(t) = \sum C_{j,i}(t) \cdot Q_j \cdot K_j \cdot R_j \cdot DCF_{ING,i} \quad (37)$$

ここで、

$D_{ING,i}(t)$: 核種 i の経口摂取による内部被ばく線量 (Sv/y)

$C_{j,i}(t)$: 農作物 j の可食部における核種 i 濃度 (Bq/kg)

Q_j : 農作物 j の年間摂取量 (kg/y)

K_j : 農作物 j の経根吸収係数 (-)

R_j : 農作物 j の摂取割合(-)

$DCF_{ING,i}$: 核種 i の経口内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

である。

付録-E

トレンチ埋設施設の大きさ と 廃棄物の定置効率の設定

1. トレンチ埋設施設の大きさ

概念設計のトレンチ埋設施設の設計及び配置設計結果を図 E-1 に示す。図 E-1 から、トレンチ埋設施設の安全評価上の大きさは、P 埋設地又は S 埋設地毎に覆土後は一体となることから、それぞれ全体を埋設施設とみなし、以下のように設定した。

P 埋設地の規模； $158 \times 528 \times 4 = \mathbf{333,696m^3}$

S 埋設地の規模； $158 \times 578 \times 4 = \mathbf{365,296m^3}$

合計 $\mathbf{698,992 m^3}$ ～ $\mathbf{418 \times 418 \times 4m}$ の矩形に相当

上記から、P 埋設地と S 埋設地を評価上同等の大きさとみなし、値を丸めて、 $200 \times 400m \times 4m$ の施設が 2 施設として設定した。

2. トレンチ埋設施設の廃棄体定置効率

1.より処分施設の総体積は、 $400m \times 400m \times 4m = 6.4 \times 10^5 m^3$

一方で、廃棄体は 38 万本であるため、体積は $3.8 \times 10^5(\text{本}) \times 0.2(m^3) = 7.6 \times 10^4(m^3)$

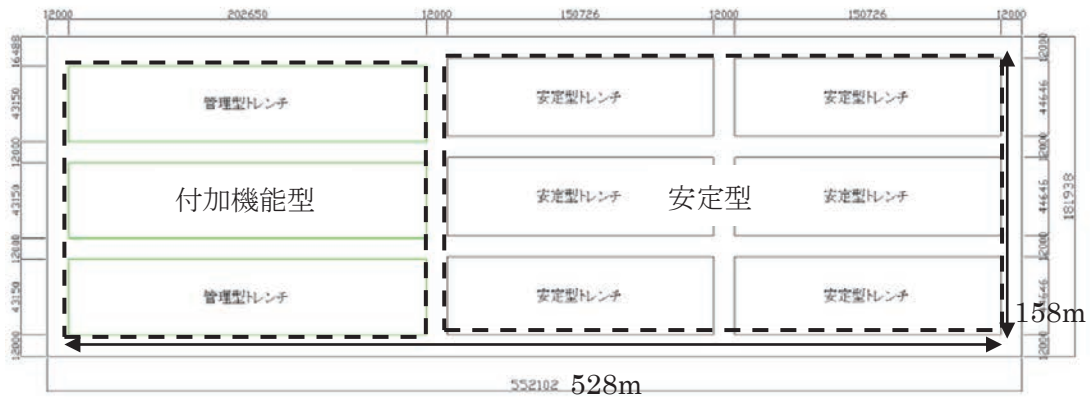
したがって廃棄体定置効率を、 $7.6 \times 10^4 / 6.4 \times 10^5 \div 0.12$ に設定した。

3. コンクリートピット埋設施設の大きさ及び廃棄体

コンクリートピット埋設施設の大きさは、図 E-2 より、P 埋設地と S 埋設地を合わせて全体を処分施設とみなし、

$100 m \times 400 m \times 5 m = 200,000m^3$

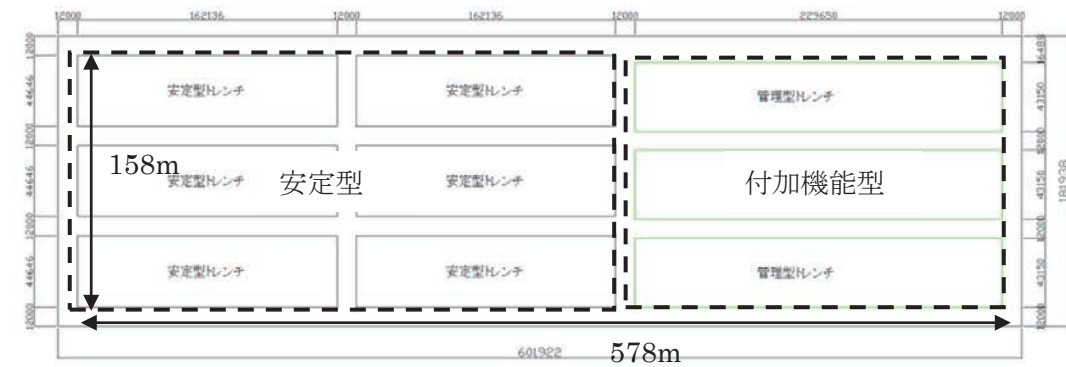
に設定した。ピット処分対象の廃棄体本数は 22 万本 ($44,000m^3$)なので、廃棄体定置効率は、0.22 となる。



a. 平面図

b. 断面図

P 埋設地の形状及び配置



a. 平面図

b. 断面図

S 埋設地の形状及び配置

図 E-1 概念設計におけるトレンチ埋設施設の形状及び配置

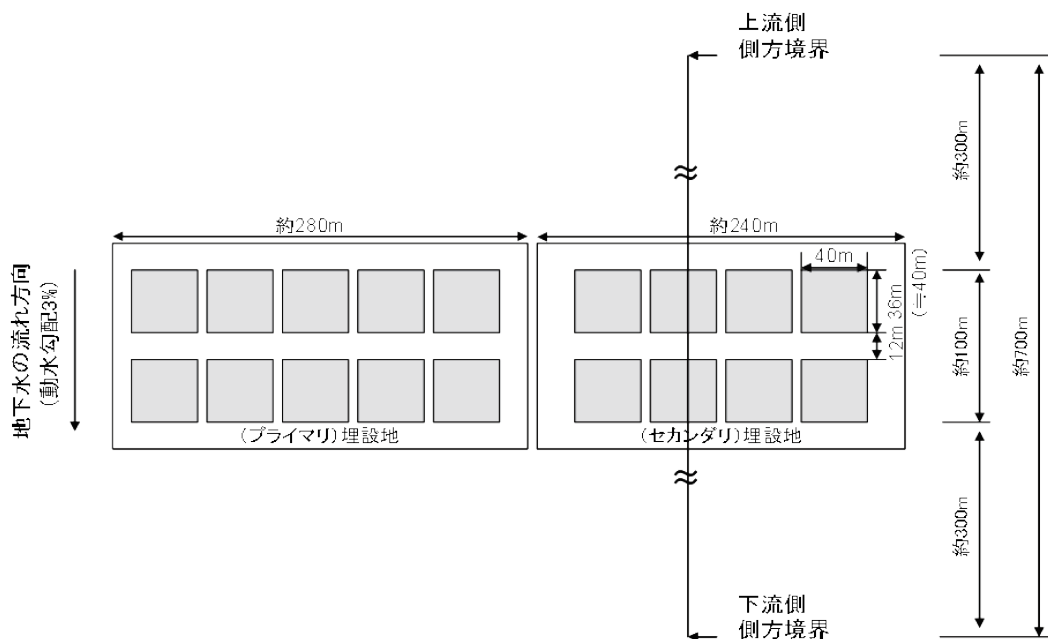


図 E-2 ピットの線量評価モデル断面図

4. トレンチ埋設施設の廃棄体定置効率に関する考察

1.においてトレンチ埋設施設の体積を P 埋設地、S 埋設地をそれぞれ 1 体的と考え埋設施設の大きさを設定したが、細かく見るとトレンチ間のスペースなど廃棄体が定置されていない領域も埋設施設に含まれている。このため、埋設施設の領域について他の考え方を取った場合の廃棄体定置効率を試算した。

表 E-1 にトレンチ埋設施設の掘削部の寸法を示す。表 E-1 から、掘削開口部の断面積×深さ×トレンチの基数から廃棄体定置効率を求めるケース 2 と、トレンチの形状の開口部が大きく底部が小さい形状となっているため、それぞれのトレンチの体積を求め、それらの合計から廃棄体定置効率を求めるケース 3 の 2 ケースを検討した。

表 E-2 に各ケースの廃棄体定置効率の計算結果を示す。ケース 1 は、概念設計の安全評価で設定したケースである。廃棄体定置効率は、跡地利用の評価において必要なパラメータであり、廃棄体定置効率を変化させた際の跡地利用の評価を添付資料・F で考察する。なお、地下水シナリオでは、埋設放射エネルギーと埋設地の地下水流行方向の長さ及び幅が評価結果に影響するが、概念設計の安全評価に用いたケース 1 の施設形状は、配置設計上のトレンチ埋設施設の位置が安全評価に反映されていると考えられるため、地下水シナリオの評価のケーススタディーは実施しない。

トレンチ埋設施設の形状

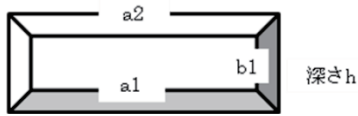


表 E-1 各トレンチ埋設施設毎の寸法と設置基数

-	-	a1	a2	b1	b2	h	設置基数
安定型	P	120.6	136.7	14.6	30.6	4	6
	S	132.1	148.1	14.6	30.6	4	6
管理型	P	173.1	189.9	13.6	30.4	4	3
	S	200.1	216.9	13.6	30.4	4	3

注) 本表の各寸法は、地表面の開口部の寸法で、図 E-1 に示した寸法は覆土の法面下部の寸法であるため、両者の値は異なる。

表 E-2 検討ケース毎の廃棄体定置効率

	埋設数量		施設総体積	定置効率
	(2000ドラム 缶換算本数)	m ³	m ³	
ケース 1	380,000	7.6E+4	6.4E+5	0.12
ケース 2			3.6E+5	0.21
ケース 3			2.5E+5	0.30

ケース 1：施設総体積=P埋設地、S埋設地のそれぞれの面積の合計
 ケース 2：施設総体積=掘削開口部の断面積×高さ×トレンチの基数
 ケース 3：施設総体積=各トレンチの体積の合計

5. コンクリートピット埋設施設の廃棄体定置効率に関する考察

コンクリートピット埋設施設の 1 基の大きさは、P 埋設地及び S 埋設地共通で、36m×40m であり、ピットだけの体積を合計して廃棄体定置効率を求めると、

施設の総体積：36m×40m×5m×18 基=129,600m³

廃棄体定置効率：廃棄体体積 44,000m³/ 施設体積 129,600m³ = 0.34

となる。コンクリートピット埋設施設についても、廃棄体定置効率を変化させた時の跡地利用シナリオの評価について、添付資料-F で検討する。

付録-F

線量評価の追加検討

1. 河川産物摂取の線量評価経路における追加検討

1.1 検討の目的

管理期間終了後の安全評価では、河川産物は川魚を摂取することを想定して線量評価を実施したが、原子炉 CL 報告書¹⁾では、貝類のような無脊椎動物の同時に摂取することを想定している。概念設計のコンクリートピット埋設施設の基本シナリオの線量評価結果では、河川産物摂取の評価経路が最も高い線量となったことから、無脊椎動物の摂取量も加えた線量を確認した。

1.2 パラメータの設定

無脊椎動物の摂取量は、原子炉 CL 報告書で設定された 0.25kg/y とした。濃縮係数は、原子炉 CL 報告書で引用されている文献の値を引用し、表 F-1 のように設定した。

1.3 線量の評価結果

河川産物の魚類と無脊椎動物の摂取を考慮した線量の評価結果を表 F-2 に線量の経時変化を図 F-1 から図 F-5 に示す。表 F-2 に示すように、管理期間終了後の最大線量は、魚類だけを摂取した評価の 1.1 倍となったが、基本シナリオ及び変動シナリオのめやす線量以下であることを確認した。

表 F-1 河川産物（無脊椎動物）への濃縮係数

元素名	選定値(m ³ /kg)	選定値の設定根拠
H	9.0E-04	UCRL-50564 ReV.1 ²⁾
Be	1.0E-02	UCRL-50564 ReV.1
C	9.1E+00	UCRL-50564 ReV.1
Al	6.3E-02	UCRL-50564 ReV.1
Cl	1.0E-01	UCRL-50564 ReV.1
Ca	3.3E-01	UCRL-50564 ReV.1
Co	1.0E+01	IAES S.S. No.57 ³⁾
Ni	1.0E-01	IAES S.S. No.57
Se	1.7E-01	UCRL-50564 ReV.1
Sr	3.0E-01	IAES S.S. No.57
Zr	1.0E-01	IAES S.S. No.57
Nb	1.0E-01	IAES S.S. No.57
Mo	1.0E-02	UCRL-50564 ReV.1
Tc	5.0E-03	IAES S.S. No.57
Ag	7.0E-01	IAES S.S. No.57
Cd	2.0E+00	UCRL-50564 ReV.1
Sn	1.0E+00	UCRL-50564 ReV.1
I	4.0E-01	IAES S.S. No.57
Cs	1.0E+00	IAES S.S. No.57
Ba	2.0E-01	IAES S.S. No.57
Eu	1.0E+00	UCRL-50564 ReV.1
Ho	1.0E+00	UCRL-50564 ReV.1
Hf	6.7E-03	UCRL-50564 ReV.1
Pb	1.0E-01	IAES S.S. No.57
Po	2.0E+01	IAES S.S. No.57
Ra	3.0E-01	IAES S.S. No.57
Ac	1.0E+00	UCRL-50564 ReV.1
Th	5.0E-01	IAES S.S. No.57
Pa	1.0E-01	IAES S.S. No.57
U	1.0E-01	IAES S.S. No.57
Np	4.0E-01	IAES S.S. No.57
Pu	1.0E-01	IAES S.S. No.57
Am	1.0E+00	IAES S.S. No.57
Cm	1.0E+00	UCRL-50564 ReV.1

表 F-2 河川産物の魚類と無脊椎動物の摂取を考慮した線量の評価結果

			線量(μ Sv/y)		比率 (B/A)	
			A : 魚類	B : 魚類+ 無脊椎動物		
地下水 中移行	河川産物 摂取	基本	トレンチ	2.4E-02	2.6E-02	1.1
			コンクリートピット	1.3E+00	1.4E+00	1.1
		変動	長期変動事象	1.3E+00	1.4E+00	1.1
			人工バリア機能喪失	1.3E+00	1.4E+00	1.1
		人為	移行経路短絡	1.9E-01	2.0E-01	1.1

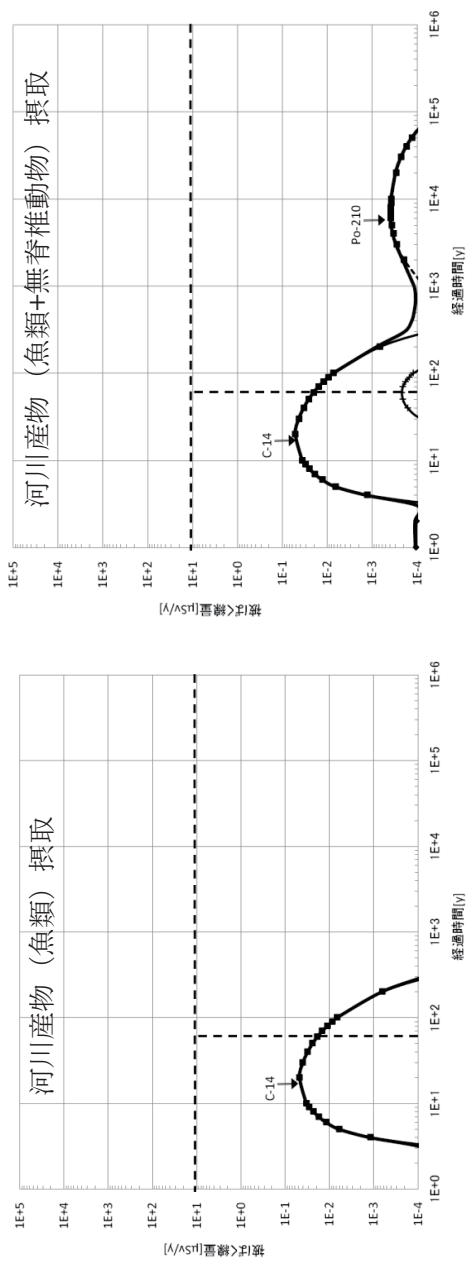


図 F-1 基本シナリオ：トリチウム処分

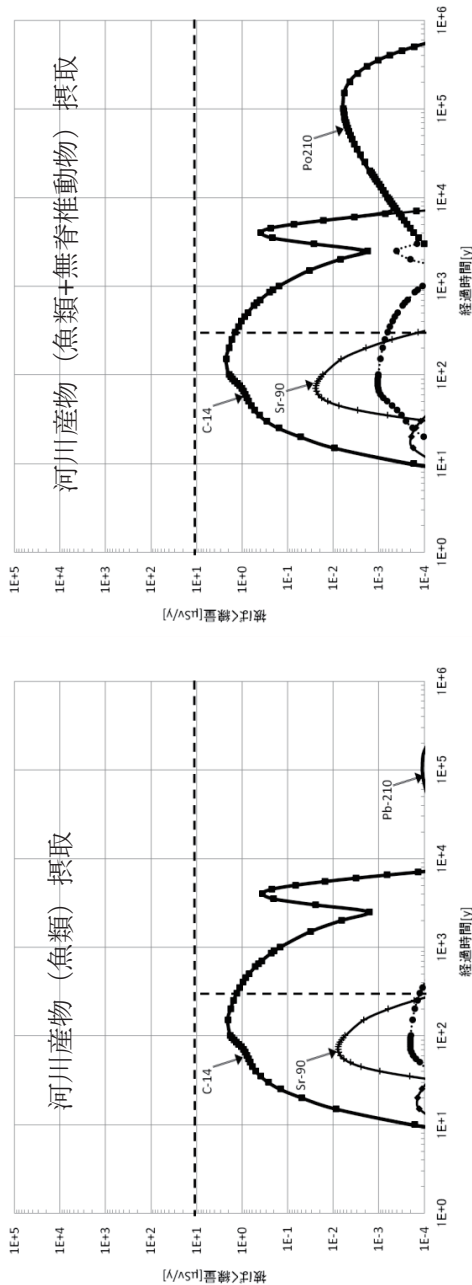


図 F-2 基本シナリオ：ピット処分

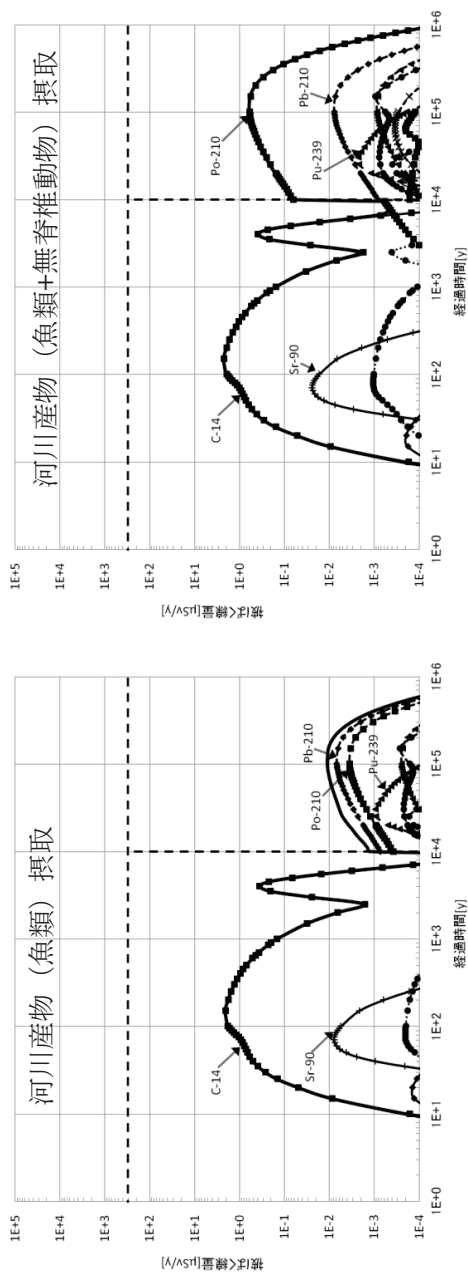


図 F-3 変動シナリオ：ピット処分 (長期変動事象)

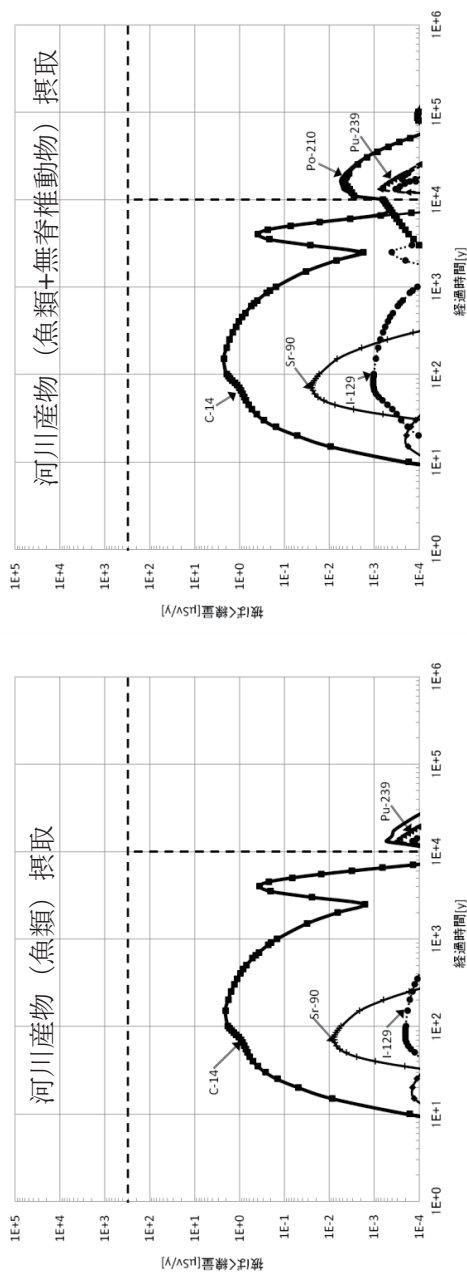


図 F-4 変動シナリオ：ピット処分 (人工バリア機能の喪失)

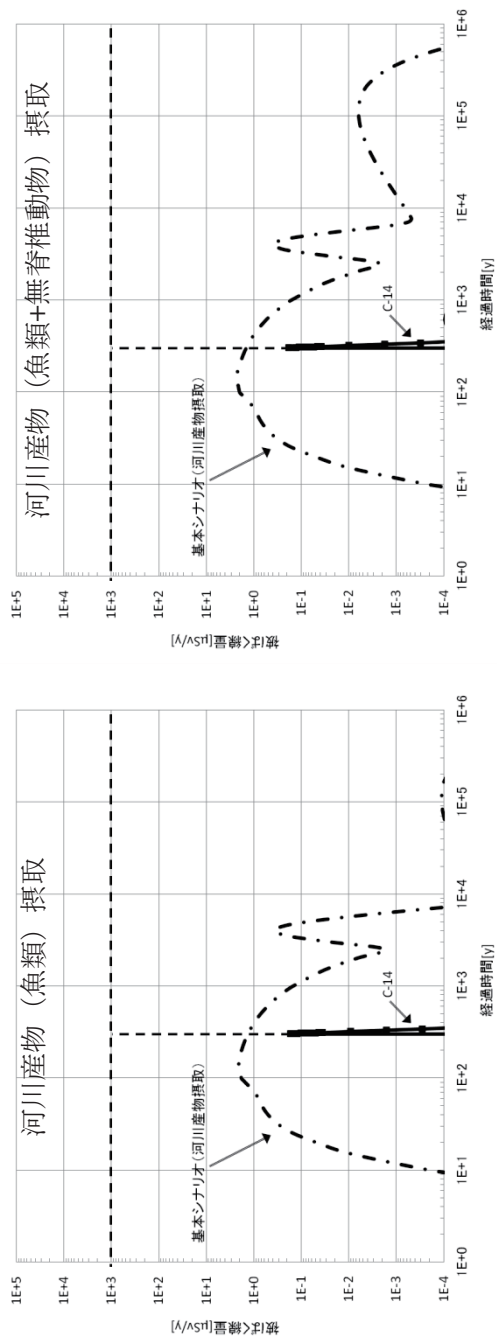


図 F-5 人為事象シナリオ：ピット処分 (移行経路短絡)

2. 跡地利用シナリオの評価経路に係る追加検討

2.1 検討の目的

トレンチ埋設施設の基本シナリオの評価結果では、跡地利用における建設の評価経路が最も線量の高い経路となった。跡地利用の評価経路では、埋設施設における放射能濃度が線量に寄与するパラメータの一つである。線量評価におけるトレンチ埋設施設の大きさは、図 5.2.7 に示すように P 埋設地及び S 埋設地をそれぞれ 1 体的な施設とみなして設定した。一方で、トレンチ施設だけの大きさから施設を設定することも考えられる。このため、施設の設定ケースについて、添付資料-E で検討し、図 5.2.7 のケース(ケース 1 とする。)の他に、トレンチ埋設施設の掘削開口部の断面積×深さ×トレンチの基数から施設の大きさを設定したケース 2 と、設計したトレンチは、開口部が大きく底部が小さい形状となっているため、その形状を考慮した体積をそれぞれのトレンチについて求め、それらの合計から施設の大きさを設定したケース 3 の 2 ケースを設定し、トレンチ埋設施設の線量評価を実施した。また、コンクリートピット埋設施設では、P 埋設地と S 埋設地が隣接していることから同一の施設とみなした大きさに設定した図 E-2 のケース(ケース 4 とする。)を添付資料 E で検討し、埋設設備(ピット自体)の大きさだけを考慮した施設の大きさを設定したケース(ケース 5 とする。)により、線量評価を実施した。

さらに、トレンチ埋設施設、コンクリートピット埋設施設ともに跡地利用の評価経路において、管理期間終了以降も放射性物質が埋設施設内に留まり続け、減衰だけにより放射能が減少するモデルについても線量評価を実施した。

2.2 評価ケースの設定

トレンチ埋設施設では、跡地利用の評価経路は、基本シナリオと変動シナリオの両者において線量評価を実施した。したがって、ケース 1 から 3 について、基本シナリオと変動シナリオの線量を評価した。また、感度解析として、管理期間終了以降も放射性物質が施設内から浸出せずに施設内に留まり続ける想定をした場合(以下、「浸出なしのシナリオ」という。)についても評価を行った。浸出なしの評価においては、地上から 3m 深さまでの掘削を伴う土地利用(以下、「深度 3m 掘削シナリオ」という。)と埋設施設の底部までの大規模な掘削を伴う土地利用(以下、「大規模掘削シナリオ」という。)を想定したシナリオについて線量を評価した。

コンクリートピット埋設施設では、跡地利用の評価経路は、変動シナリオについて実施したため、ケース 4、5 における跡地利用の評価は変動シナリオを対象とした。また、浸出なしのシナリオについては、大規模掘削シナリオの線量を評価した。表 F-3 に線量評価を行うシナリオとケースの組合せを示す。

施設の大きさ以外のパラメータは、安全評価に用いたものと同じとする。

表 F-3 跡地利用の線量評価を試算するシナリオとケースの組合せ*1

埋設施設	施設形状			基本シナリオ		変動シナリオ		浸出なしのシナリオ			
	施設ケース	体積(m³)	高さ(m)	建設	居住	建設	居住	深度3m掘削シナリオ		大規模掘削シナリオ	
								建設	居住	建設	居住
トレンチ	ケース1 (概念設計の安全評価モデル)	6.4E+05	4	○	○	○	○	○	○	○	○
	ケース2	3.6E+05		○	○	○	○	○	○	○	○
	ケース3	2.5E+05		○	○	○	○	○	○	○	○
ピット	ケース4 (概念設計の安全評価モデル)	2.0E+05	5	--	--	○	○	--	--	○	○
	ケース5	1.3E+05		--	--	○	○	--	--	○	○

*1: ○: 線量評価を行う組合せ

2.3 線量の評価結果

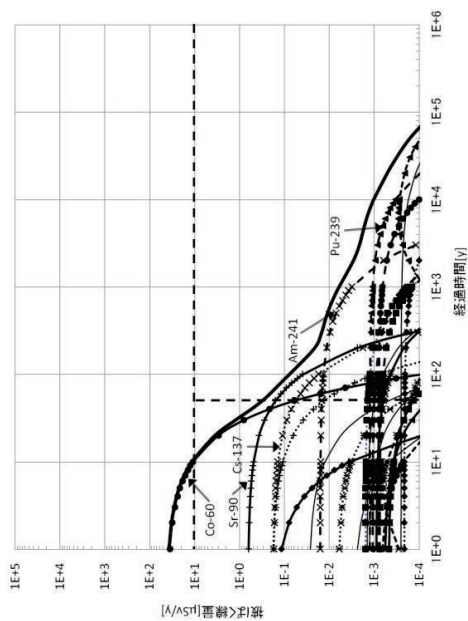
各ケースのシナリオ毎の線量の評価結果を表 F-3 に示す。また、トレンチ埋設施設で線量が大きくなったケース 3 の基本シナリオ及び変動シナリオ、ピット処分のケース 5 の変動シナリオの線量の経時変化をそれぞれ図 F-6 及び図 F-7 に示す。トレンチ埋設施設及びコンクリート埋設施設における基本シナリオ及び変動シナリオにおける評価結果は、どの施設形状においてもそれぞれの線量のめやす値を下回る結果となった。

感度解析として実施した浸出なしのシナリオについて、概念設計の施設形状で評価したケース 1 の深度 3m 掘削シナリオ及び大規模掘削シナリオ、ケース 4 における大規模掘削シナリオの線量の経時変化についてそれぞれ図 F-8 及び図 F-9 に示す。

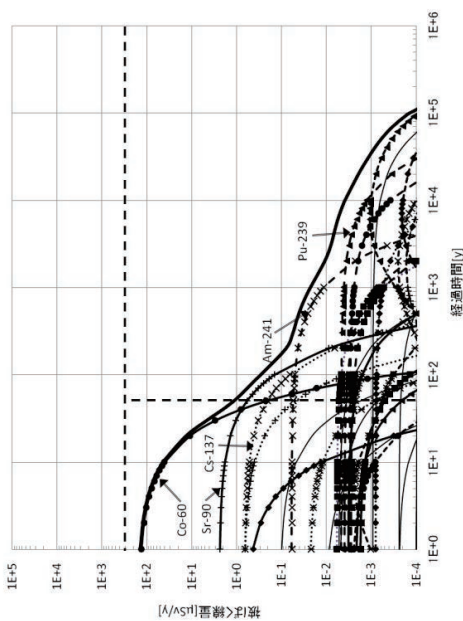
表 F-4 各ケースにおける線量の評価結果

(単位：μSv/y)

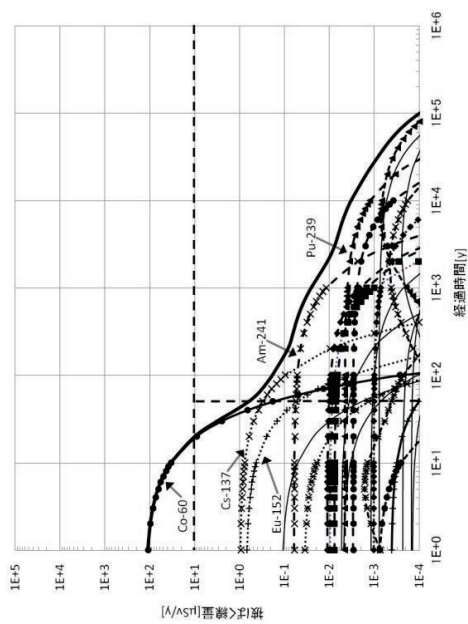
埋設施設	施設形状			基本シナリオ		変動シナリオ		浸出なしのシナリオ			
								深度3m掘削シナリオ		大規模掘削シナリオ	
	施設ケース	体積(m ³)	高さ(m)	建設	居住	建設	居住	建設	居住	建設	居住
トレンチ	ケース1 (概念設計の安全評価モデル)	6.4E+05	4	0.26	0.13	0.95	0.46	0.26	0.15	0.96	0.55
	ケース2	3.6E+05		0.45	0.22	1.67	0.81	0.46	0.26	1.69	0.96
	ケース3	2.5E+05		0.65	0.31	2.38	1.16	0.66	0.38	2.41	1.37
ピット	ケース4 (概念設計の安全評価モデル)	2.0E+05	5	--	--	17.49	5.50	--	--	19.15	7.14
	ケース5	1.3E+05		--	--	27.03	8.50	--	--	29.60	11.04



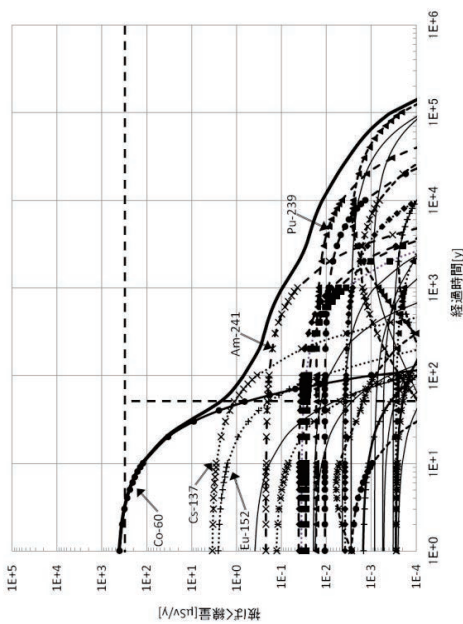
(基本シナリオ 居住者)



(変動シナリオ 居住者)

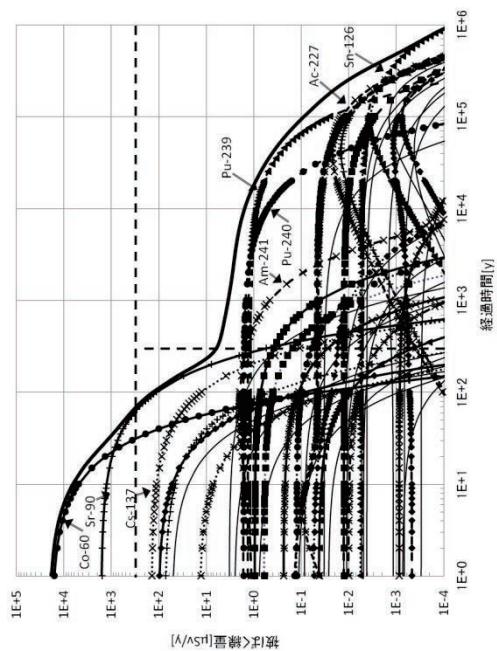


(基本シナリオ 建設作業者)

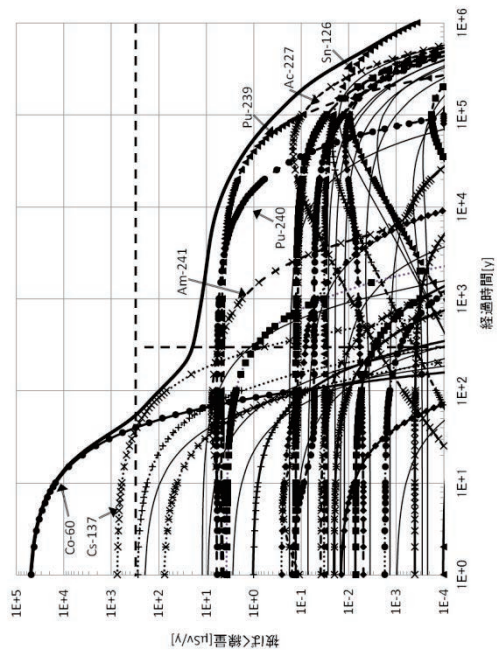


(変動シナリオ 建設作業者)

図 F-6 トレンチ埋設施設の基本シナリオ及び変動シナリオにおけるケース 3 の評価結果

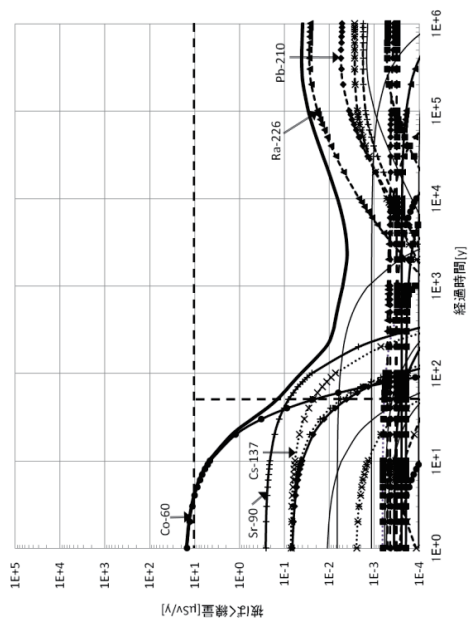


(変動シナリオ 居住者)

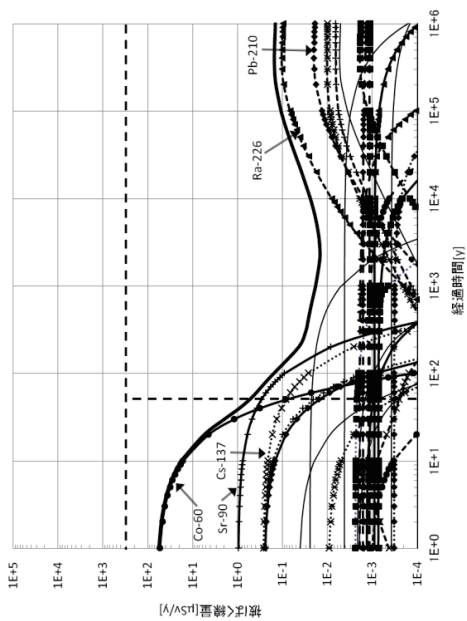


(変動シナリオ 建設業者)

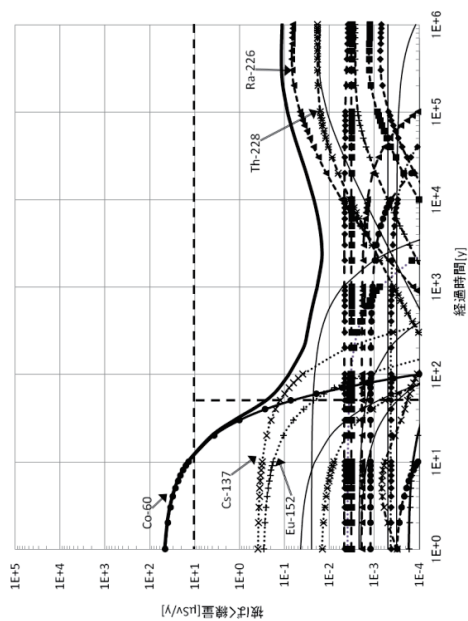
図 F-7 コンクリートピット埋設施設の基本シナリオ及び変動シナリオにおけるケース5の評価結果



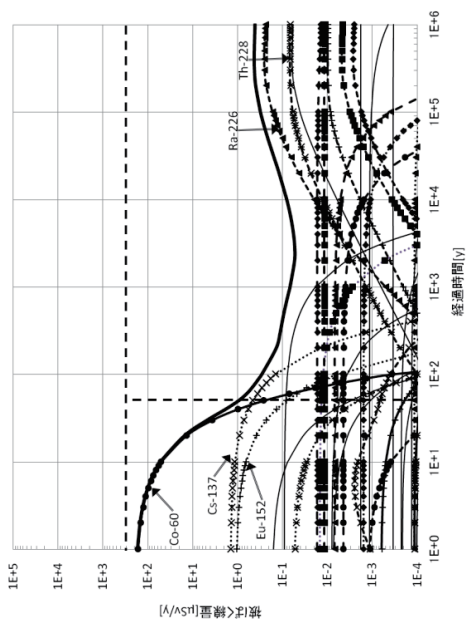
(深度 3m 掘削シナリオ 居住者)



(大規模掘削シナリオ 居住者)

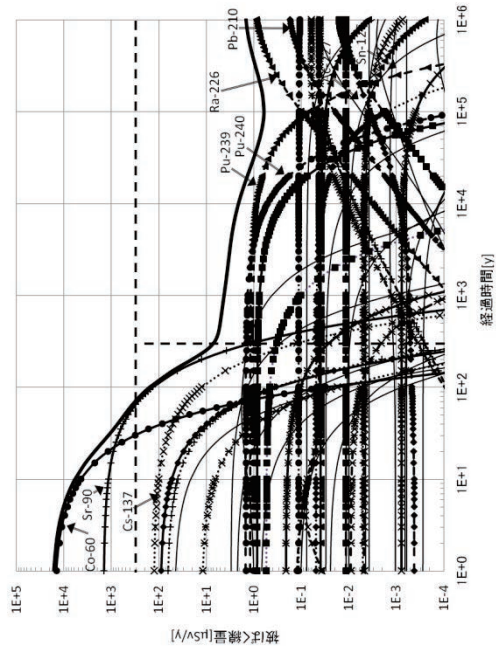


(深度 3m 掘削シナリオ 建設作業者)

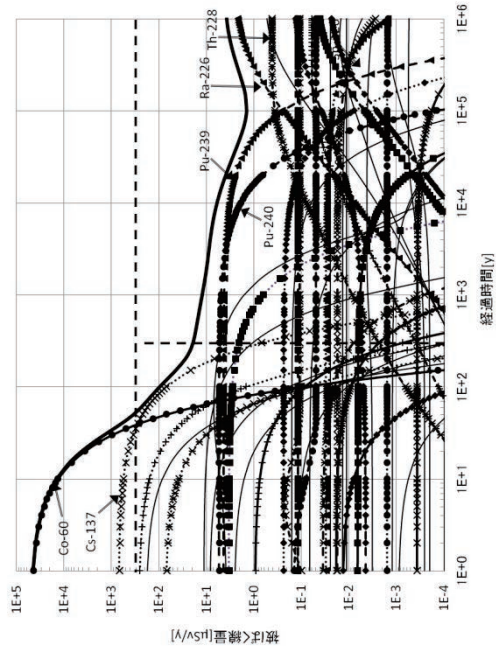


(大規模掘削シナリオ 建設作業者)

図 F-8 トレンチ埋設施設の浸出なしのシナリオにおけるケース 1 の評価結果



(大規模掘削シナリオ 居住者)



(大規模掘削シナリオ 建設業者)

図 F-9 コンクリート埋設施設の浸出なしのシナリオにおけるケース 4 の評価結果

3. 畜産物摂取の線量評価経路における追加検討

3.1 検討の目的

管理期間終了後の安全評価では、畜産物摂取は牛乳を摂取することを想定して線量評価を実施したが、原子炉 CL 報告書¹⁾では、牛肉、豚肉、鶏肉、鶏卵及び牛乳を同時に摂取することを想定している。よって、原子炉 CL 報告書と同様に牛肉、豚肉、鶏肉、鶏卵の摂取量も加えた線量を確認した。

3.2 パラメータの設定

肉牛、豚、鶏の飼料及び飼育水摂取量と牛肉、豚肉、鶏肉、鶏卵の年間摂取量は原子炉 CL 報告書で設定された値を使用した。それぞれの値を表 F-5 及び F-6 に示す。

飼料から畜産物への移行係数は、概念設計の「畜産物（牛乳）への移行係数」と同じ考え方にに基づき、それぞれ表 F-7 から表 F-9 のように設定した。

3.3 線量の評価結果

牛乳、豚肉、鶏肉、鶏卵及び牛乳の摂取を考慮した線量の評価結果を表 F-10 に線量の経時変化を図 F-10、表 F-10 に示すように、管理期間終了後の最大線量は、牛乳のみ摂取した評価の 2.3 倍から 3.2 倍となったが、基本シナリオ及び変動シナリオのめやす線量以下であることを確認した。

表 F-5 家畜（肉牛、豚、鶏）の飼料及び飼育水摂取量

	飼料摂取量 (kg/d)	飼育水摂取量 (L/d)
肉牛	7.2	50
豚	2.4	10
鶏	0.07	0.3

表 F-6 畜産物（牛肉、豚肉、鶏肉、鶏卵）の年間摂取量

	畜産物の年間摂取量 (kg/y、L/y(牛乳))
牛肉	8
豚肉	9
鶏肉	7
鶏卵	16

表 F-7 飼料・飼育水から畜産物（牛肉）への移行係数

元素名	選定値(d/kg)	選定値の設定根拠
H	2.9E-02	IAEA TECDOC-1380 ⁴⁾
Be	6.6E-04	IAEA TECDOC-1380
C	1.2E-01	IAEA TECDOC-1380
Al	1.5E-03	ORNL-5786 ⁵⁾
Cl	2.0E-02	IAEA TRS No.364 ⁶⁾
Ca	2.0E-03	IAEA TECDOC-1380
Co	1.0E-02	IAEA TECDOC-1380
Ni	5.0E-03	IAEA TECDOC-1380
Se	1.0E-01	IAEA SRS No.19 ⁷⁾
Sr	8.0E-03	IAEA TECDOC-1380
Zr	1.0E-06	IAEA TECDOC-1380
Nb	3.0E-07	IAEA TECDOC-1380
Mo	1.0E-02	IAEA SRS No.19
Tc	1.0E-04	IAEA TECDOC-1380
Ag	3.0E-03	IAEA TECDOC-1380
Cd	1.0E-03	IAES SRS No.19
Sn	1.9E-03	IAEA TECDOC-1380
I	4.0E-02	IAEA TECDOC-1380
Cs	5.0E-02	IAEA TECDOC-1380
Ba	2.0E-03	IAEA SRS No.19
Eu	4.7E-04	IAEA TECDOC-1380
Ho	5.0E-03	PNL-3209 ⁸⁾
Hf	2.0E-02	Zr と同じとした
Pb	4.0E-04	IAEA TECDOC-1380
Po	5.0E-03	IAEA TECDOC-1380
Ra	9.0E-04	IAEA TECDOC-1380
Ac	1.6E-04	IAEA TECDOC-1380
Th	2.7E-03	IAEA TECDOC-1380
Pa	5.0E-05	IAEA TECDOC-1380
U	3.0E-04	IAEA TECDOC-1380
Np	1.0E-03	IAEA TECDOC-1380
Pu	1.0E-05	IAEA TECDOC-1380
Am	4.0E-05	IAEA TECDOC-1380
Cm	2.0E-05	IAEA SRS No.19

表 F-8 飼料・飼育水から畜産物（豚肉）への移行係数

元素名	選定値(d/kg)	選定値の設定根拠
H	8.0E-02	PNL-3209
Be	1.0E-02	PNL-3209
C	1.7E-01	PNL-3209
Al	1.5E-03	牛肉と同じとした
Cl	2.2E-01	DOE/RW/88.083 ⁹⁾
Ca	5.2E-02	DOE/RW/88.083
Co	2.0E-03	IAEA TRS No.364
Ni	4.1E-02	DOE/RW/88.083
Se	3.2E-01	IAEA TRS No.364
Sr	4.0E-02	IAEA TRS No.364
Zr	3.5E-03	DOE/RW/88.083
Nb	2.0E-04	IAEA TRS No.364
Mo	2.0E-02	PNL-3209
Tc	1.5E-04	IAEA TRS No.364
Ag	2.0E-02	IAEA TRS No.364
Cd	1.5E-02	IAEA TRS No.364
Sn	9.9E-04	PNL-3209
I	3.3E-03	IAEA TRS No.364
Cs	2.4E-01	IAEA TRS No.364
Ba	1.0E-02	PNL-3209
Eu	5.0E-03	PNL-3209
Ho	5.0E-03	PNL-3209
Hf	3.5E-03	Zrと同じとした
Pb	3.1E-02	DOE/RW/88.083
Po	3.1E-02	Pbと同じとした
Ra	3.5E-02	DOE/RW/88.083
Ac	1.7E-04	DOE/RW/88.083
Th	4.6E-03	DOE/RW/88.083
Pa	1.1E-04	DOE/RW/88.083
U	4.0E-02	NUREG/CR-2976 ¹⁰⁾
Np	1.0E-02	PNL-3209
Pu	8.0E-05	IAEA TRS No.364
Am	1.7E-04	IAEA TRS No.364
Cm	1.0E-02	PNL-3209

表 F-9 飼料・飼育水から畜産物（鶏肉）への移行係数

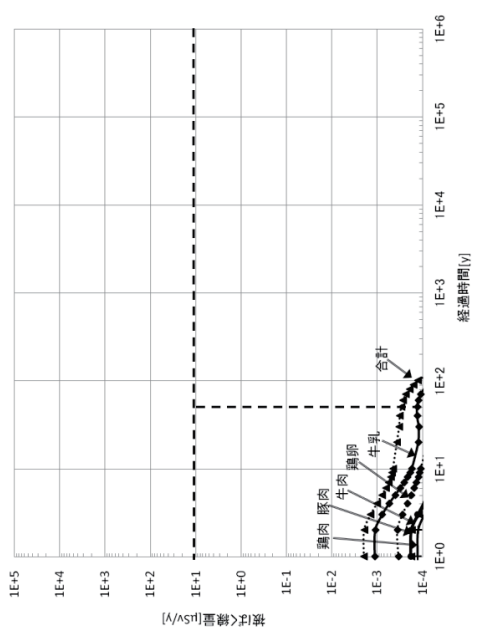
元素名	選定値(d/kg)	選定値の設定根拠
H	2.5E+00	PNL-3209
Be	4.0E-01	PNL-3209
C	3.7E+00	PNL-3209
Al	1.5E-03	牛肉と同じとした
Cl	8.7E+00	DOE/RW/88.083
Ca	4.0E-02	IAEA TRS No.364
Co	2.0E+00	IAEA TRS No.364
Ni	1.7E+00	DOE/RW/88.083
Se	9.0E+00	IAEA TRS No.364
Sr	8.0E-02	IAEA TRS No.364
Zr	6.0E-05	IAEA TRS No.364
Nb	3.0E-04	IAEA TRS No.364
Mo	1.0E+00	IAEA TRS No.364
Tc	3.0E-02	IAEA TRS No.364
Ag	2.0E+00	IAEA TRS No.364
Cd	8.0E-01	IAEA TRS No.364
Sn	9.9E-04	PNL-3209
I	1.0E-02	IAEA TRS No.364
Cs	1.0E+01	IAEA TRS No.364
Ba	9.0E-03	IAEA TRS No.364
Eu	4.0E-03	PNL-3209
Ho	4.0E-03	PNL-3209
Hf	6.0E-05	Zrと同じとした
Pb	1.2E+00	DOE/RW/88.083
Po	1.2E+00	Pbと同じとした
Ra	4.8E-01	DOE/RW/88.083
Ac	6.6E-03	DOE/RW/88.083
Th	1.8E-01	DOE/RW/88.083
Pa	4.1E-03	DOE/RW/88.083
U	1.2E+00	NUREG/CR-2976
Np	4.0E-03	PNL-3209
Pu	3.0E-03	IAEA TRS No.364
Am	6.0E-03	IAEA TRS No.364
Cm	4.0E-03	PNL-3209

表 F-9 飼料・飼育水から畜産物（鶏卵）への移行係数

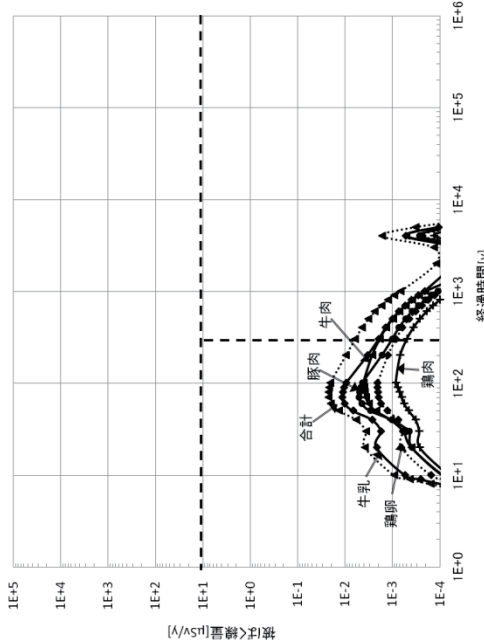
元素名	選定値(m ³ /kg)	選定値の設定根拠
H	2.7E+00	PNL-3209
Be	8.7E-02	DOE/RW/88.083
C	2.8E+00	PNL-3209
Al	1.5E-03	牛肉と同じとした
Cl	8.7E+00	DOE/RW/88.083
Ca	4.0E-01	IAEA TRS No.364
Co	1.0E-01	IAEA TRS No.364
Ni	1.7E+00	DOE/RW/88.083
Se	9.0E+00	IAEA TRS No.364
Sr	2.0E-01	IAEA TRS No.364
Zr	2.0E-04	IAEA TRS No.364
Nb	1.0E-03	IAEA TRS No.364
Mo	9.0E-01	IAEA TRS No.364
Tc	3.0E+00	IAEA TRS No.364
Ag	7.9E-02	DOE/RW/88.083
Cd	1.0E-01	NUREG/CR-2976
Sn	9.9E-04	PNL-3209
I	3.0E+00	IAEA TRS No.364
Cs	4.0E-01	IAEA TRS No.364
Ba	9.0E-01	IAEA TRS No.364
Eu	7.0E-03	PNL-3209
Ho	7.0E-03	PNL-3209
Hf	2.0E-04	Zrと同じとした
Pb	1.2E+00	DOE/RW/88.083
Po	1.2E+00	Pbと同じとした
Ra	2.5E-01	DOE/RW/88.083
Ac	1.6E-02	DOE/RW/88.083
Th	1.8E-01	DOE/RW/88.083
Pa	4.1E-03	DOE/RW/88.083
U	9.9E-01	NUREG/CR-2976
Np	2.0E-03	PNL-3209
Pu	5.0E-04	IAEA TRS No.364
Am	4.0E-03	IAEA TRS No.364
Cm	4.0E-02	DOE/RW/88.083

表 F-10 畜産物摂取の線量評価結果

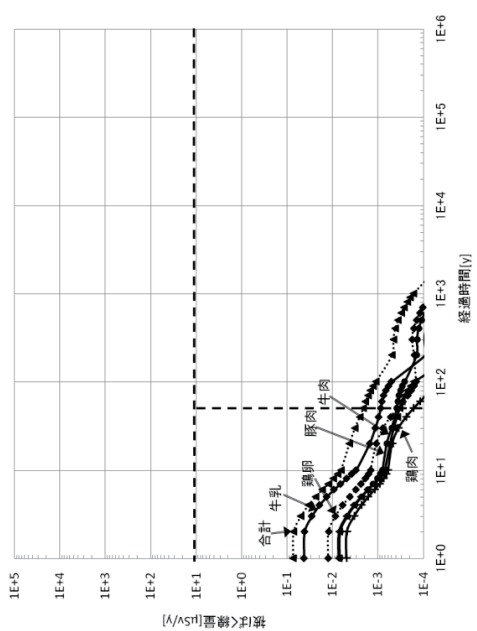
	被ばく形態	トレンチ		ピット	
		線量 (μ Sv/h)	ピーク時間 (y)	線量 (μ Sv/h)	ピーク時間 (y)
河川水利用	牛乳	8.8E-04	5.0E+01	1.3E-02	3.0E+02
	牛肉	3.4E-04	5.0E+01	1.2E-02	3.0E+02
	豚肉	3.9E-04	5.0E+01	6.2E-03	3.0E+02
	鶏肉	1.7E-04	5.0E+01	3.0E-03	3.0E+02
	鶏卵	3.8E-04	5.0E+01	5.8E-03	3.0E+02
	合計	2.2E-03	5.0E+01	4.1E-02	3.0E+02
河川岸利用	牛乳	1.3E-04	5.0E+01	2.0E-03	3.0E+02
	牛肉	5.5E-05	5.0E+01	1.9E-03	3.0E+02
	豚肉	6.0E-05	5.0E+01	1.0E-03	3.0E+02
	鶏肉	1.5E-05	5.0E+01	5.1E-04	3.0E+02
	鶏卵	3.6E-05	5.0E+01	8.6E-04	3.0E+02
	合計	3.0E-04	5.0E+01	6.2E-03	3.0E+02



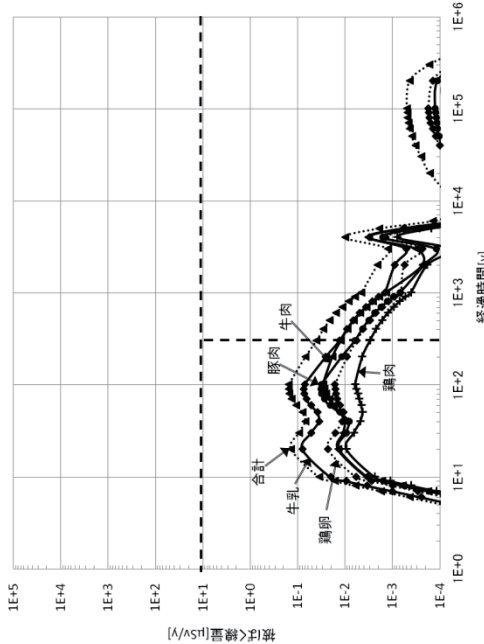
(トレンチ処分—河川岸利用)



(ピット処分—河川岸利用)



(トレンチ処分—河川水利用)



(ピット処分—河川水利用)

図 F-10 畜産物摂取の線量評価結果の経時変化図

参考文献

- 1)原子力安全委員会：“主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて”，平成11年3月.
- 2)S.E.Thompson, C.A.Burton, D.J.Quinn, Y.C.Ng：“Concentration Factors of Chemical Elements in Edible Aquatic Organisms”，UCRL-50564, Rev.1, 1972.
- 3)IAEA：“Generic of Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases”，IAEA Safety Series No.57(1985).
- 4)IAEA：“DERIVATION OF ACTIVITY LIMITS FOR THE DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE IN. NEAR SURFACE DISPOSAL FACILITIES”，IAEA-TECDOC-1380(2003).
- 5)C. F. Baes III, R. D. Sharp, A. L. Sjoreen, R.W. Shor：“A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Environmentally Released Radionuclides through Agriculture”，ORNL-5786(1984).
- 6)IAEA：“Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments”，IAEA Technical Reports Series No.364 (1994).
- 7)IAEA：“Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment”，IAEA-SRS No.19(2001).
- 8)B.A.Napier, W.E.Kennedy Jr., J.K.Soldat：“Assessment of Effectiveness of Geologic Isolation System”，PNL-3209, 1980.
- 9)Ashton, J., Sumerling, T. J：“Biosphere Database for Assessments of Radioactive Waste Disposals”，UKDOE Report No. DOE/RW/88.083(1988).
- 10)Y. C. Ng, C. S. Colsher, S. E. Thompson：“Transfer Coefficients for Assessing the Dose from Radionuclides in Meat and Eggs”，NUREG/CR-2976, Lawrence Livermore National Laboratory (1982).

国際単位系 (SI)

表1. SI基本単位

基本量	SI基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質	モル	mol
光	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m ²
体積	立方メートル	m ³
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
波数	数メートル	m ⁻¹
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²
比体積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 ^(a) , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率 ^(b)	(数字の) 1	1
比透磁率 ^(b)	(数字の) 1	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。
 (b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(c)	1 ^(b)	m ² /m ²
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz	1	s ⁻¹
力	ニュートン	N		m kg s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m	m ² kg s ⁻²
仕事率, 工率, 放射	ワット	W	J/s	m ² kg s ⁻³
電荷, 電気量	クーロン	C		s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
静電容量	ファラド	F	C/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ³ A ²
磁束	ウェーバ	Wb	Vs	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²	kg s ⁻² A ⁻¹
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m ² kg s ⁻² A ⁻²
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C		K
光照射度	ルーメン	lm		cd sr ^(c)
放射線核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq		s ⁻¹
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
酸素活性	カタール	kat		s ⁻¹ mol

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
 (b) ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は明示されない。
 (c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
 (d) ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみに使用される。
 (e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
 (f) 放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
 (g) 単位シーベルト (PV,2002,70,205) についてはCIPM勧告2 (CF-2002) を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI組立単位		
	名称	記号	SI基本単位による表し方
粘着力	ニュートンメートル	N m	m ² kg s ⁻²
表面張力	ニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	m m ⁻¹ s ⁻¹ =s ⁻¹
角加速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m m ⁻¹ s ⁻² =s ⁻²
熱流密度, 放射照度	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg s ⁻³
熱容量, エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
比エントロピー	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ s A
電表面積電荷	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
誘電率	ファラド毎メートル	F/m	m ⁻³ kg ⁻¹ s ⁴ A ²
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ⁻²
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	m ² kg s ⁻² mol ⁻¹
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹
照射線量 (X線及びγ線)	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ s A
吸収線量	グレイ毎秒	Gy/s	m ² s ⁻³
放射強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ³ m ⁻² kg s ⁻³ =m ² kg s ⁻³
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² sr)	m ² m ⁻² kg s ⁻³ =kg s ⁻³
酵素活性濃度	カタール毎立方メートル	kat/m ³	m ⁻³ s ⁻¹ mol

表5. SI接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 ²⁴	ヨタ	Y	10 ¹	デシ	d
10 ²¹	ゼタ	Z	10 ²	センチ	c
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ³	ミリ	m
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ⁶	マイクロ	μ
10 ¹²	テラ	T	10 ⁹	ナノ	n
10 ⁹	ギガ	G	10 ¹²	ピコ	p
10 ⁶	メガ	M	10 ¹⁵	フェムト	f
10 ³	キロ	k	10 ¹⁸	アト	a
10 ²	ヘクト	h	10 ²¹	ゼプト	z
10 ¹	デカ	da	10 ²⁴	ヨクト	y

表6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1 h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	1ha=1hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1L=11=1dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1t=10 ³ kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI単位で表される数値
電子ボルト	eV	1eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統一原子質量単位	u	1u=1 Da
天文単位	ua	1ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1mmHg=133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852m
バイン	b	1 b=100fm ² =(10 ⁻¹² cm) ² =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的な関係は、対数量の定義に依存。
ベベル	B	
デジベル	dB	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI単位で表される数値
エルグ	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1Pa s
ストークス	St	1 St=1cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
ストルブ	sb	1 sb=1cd cm ⁻² =10 ⁻⁴ cd m ⁻²
フォト	ph	1 ph=1cd sr cm ⁻² 10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1G cm ² =10 ⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1Mx cm ⁻² =10 ⁴ T
エルステッド ^(c)	Oe	1 Oe ≡ (10 ³ /4π)A m ⁻¹

(c) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「≡」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 ⁻⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	fm	1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1メートル系カラット=200 mg=2×10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr=(101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm=101 325 Pa
カロリ	cal	1cal=4.1858J (「15°C」カロリ), 4.1868J (「IT」カロリ), 4.184J (「熱化学」カロリ)
マイクロン	μ	1 μ=1μm=10 ⁻⁶ m

