

(案)

日本原子力学会標準

低レベル放射性廃棄物の埋設地に係る埋戻しの方法
及び施設の管理方法
—中深度処分編：20XX

20XX 年 X 月

一般社団法人 日本原子力学会

まえがき

原子力施設などから発生する低レベル放射性廃棄物は、放射能レベルに応じて適切な埋設処分方式を適用するという処分方策が確立しています。すなわち、極めて放射能レベルの低い放射性廃棄物（L3 廃棄物）についてはトレンチ処分、比較的放射能レベルの低い放射性廃棄物（L2 廃棄物）についてはピット処分、比較的放射能レベルの高い放射性廃棄物（L1 廃棄物）については中深度処分によって埋設処分されます。これらのうち、原子力発電所の運転中に発生する L2 廃棄物のピット処分については、1992 年 12 月以来青森県六ヶ所村にある低レベル放射性廃棄物埋設センターにおいて埋設事業が行われています。L3 廃棄物のトレンチ処分については、茨城県東海村において、JPDR の解体廃棄物を対象とした埋設処分の操業・覆土が 1996 年に終了し、現在は保全段階に入っており、2025 年に終了する見込みとなっています。また、廃止措置を実施中の原子力発電所において、廃止措置に伴って発生する L3 廃棄物を対象とする埋設処分の事業許可申請を既に行っている事業者もあります。L1 廃棄物の中深度処分についても、原子力発電所の廃止措置の進展とともに、L3 廃棄物のトレンチ処分と併せてそのニーズが増大しており、近い将来の具体化が見込まれています。

一般社団法人日本原子力学会では、低レベル放射性廃棄物の埋設処分の終了及びその後の管理措置に関する標準として、“低レベル放射性廃棄物の埋設地に係る埋戻し方法及び施設の管理方法：2010（AESJ-SC-F016:2010）”を制定・発行しました。AESJ-SC-F016:2010 の制定当時、これらの低レベル放射性廃棄物の埋設処分の規制に関する法令・指針は、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下、“原子炉等規制法”という。）、第二種廃棄物埋設事業に関する規則（以下、“事業規則”という。）及び原子力安全委員会の関連指針類でしたが、2011 年 3 月の東京電力福島第一原子力発電所の事故を契機とする原子力安全規制体制全般の見直しに伴う法令改正の一環として、2013 年 11 月にピット処分及びトレンチ処分を対象とする第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下、“許可基準規則”という。）が制定されるとともに、2014 年 6 月には、事業規則も改正され、新たな規制基準が定められました。

これらによって、AESJ-SC-F016:2010 を最新の法令の規制に整合するように改定する必要が生じ、5 年ごとの標準改定時期に合わせて、AESJ-SC-F016:2010 のピット処分とトレンチ処分に関わる部分の改定を行うこととし、LLW 埋設後管理分科会、原子燃料サイクル専門部会、標準委員会での審議を経て、“低レベル放射性廃棄物の埋設地に係る覆土の施工方法及び施設の管理方法：2016—ピット処分及びトレンチ処分編—（AESJ-SC-F016:2016）”を策定・発行しました。

原子力規制委員会における中深度処分に関する新規基準の検討は 2014 年 10 月に開始され、2021 年 9 月に制定されました。一般社団法人日本原子力学会では、2018 年 1 月の分科会から中深度処分の埋設地に係る埋戻しの方法及び施設の管理方法の改定作業に着手しました。

この標準は、一般社団法人日本原子力学会が標準委員会原子燃料サイクル専門部会 LLW 埋設後管理分科会、同専門部会、同委員会の審議を経て制定したもので、中深度処分の埋設地に係る埋戻しの方法及び施設の管理方法についてまとめたものです。

Foreword

For the low-level radioactive waste generated from nuclear facilities, the policy to dispose of them appropriately according to their radioactivity level has already been established. More specifically, the very low-level radioactive waste (L3 waste) is to be disposed of in near surface trench disposal facilities, the relatively low-level radioactive waste (L2 waste) is to be disposed of in near surface concrete pit disposal facilities and the comparatively higher-level radioactive waste which is still in the category of low-level radioactive waste (L1 waste) is to be disposed of in intermediate depth disposal facilities.

Of these wastes, the L2 waste which is generated during the operation of nuclear power plants has been disposed of in the concrete pit at the Low-Level Radioactive Waste Disposal Center in Rokkasho-mura, Aomori Prefecture since December 1992.

And the operation and final soil cover of the trench disposal of the L3 waste from the decommissioning of JPDR was completed in 1996 in Tokai-mura, Ibaraki Prefecture. It is now in the preservation phase and is expected to be completed in 2025.

In addition, a nuclear power plant that is implementing decommissioning measures has already applied for a business license for the trench disposal of L3 waste generated from the decommissioning.

With the progress in decommissioning nuclear power plants, the need for intermediate depth disposal of L1 waste is increasing along with trench disposal of L3 waste, and it is expected that this will be realized in the near future.

The Atomic Energy Society of Japan has established a standard for termination of disposal of low-level radioactive waste and subsequent management measures, and “Standard for Backfilling Procedures and Post-closure Controls of Low Level Radioactive Waste Disposal Facilities: 2010 (AESJ-SC- F016:2010)” was established and issued. At the time of establishment of AESJ-SC-F016:2010, the laws and rules concerning the regulation of the disposal of these low-level radioactive wastes were the “Act on the Regulation of Nuclear Source Material, Nuclear Fuel Material and Reactors”, and the “Regulation Concerning Category 2 Waste Disposal Activity” (hereinafter referred to as “Disposal Activity Regulation”), and related guidelines of the Nuclear Safety Commission. In November 2013, as part of the revision of laws and regulations accompanying the revision of the overall nuclear safety regulatory system triggered by the accident at Fukushima Daiichi nuclear power station, the Regulation of Location, Structure, and Equipment of Category 2 Waste Disposal Facilities Permission (hereafter referred to as the “Permission Regulation”), for shallow land pit-type and trench-type disposal was enacted. In June 2014, along with the enactment of the Permission Regulation, the Disposal Activity Regulation were also revised, and new regulatory standards were established.

Due to these circumstances, it became necessary to revise AESJ-SC-F016:2010 to comply with the latest legal regulations. In accordance with the routine revision period of every 5 years, the “Standard for Backfilling Procedures and Post-closure Controls of Pit-type and Trench-type Near-surface Disposal Facilities for Low Level Radioactive Waste (AESJ-SC-F016: 2016)” was established and issued as the revision of AESJ-SC-F016: 2010, after deliberations by the LLW Post-Disposal Management Subcommittee, the Nuclear Fuel Cycle Technical Committee, and the Standard Committee.

In October 2014, the Nuclear Regulation Authority started deliberations on new regulatory standards for intermediate depth disposal and enacted them in September 2021. At the January 2018 subcommittee meeting, Atomic Energy Society of Japan started work to revise the Standard for Backfilling Procedures and Post-closure Controls of Intermediate Depth Disposal Facilities for Low Level Radioactive Waste.

This standard was established by the Atomic Energy Society of Japan after deliberations by the LLW Post-Closure Management Subcommittee of the Nuclear Fuel Cycle Technical Committee of the Standards Committee, compiling the “Standard for Backfilling Procedures and Consecutive Controls of Intermediate Depth Disposal Facilities for Low Level Radioactive Waste”.

「
核
電
機
保
護
法
規
定
」

免責条項

この標準は、審議の公平性、公正性、公開性を確保することを基本方針として定められた標準委員会の規則類に従って、所属業種のバランスに配慮して選出された委員で構成された委員会にて、専門知識及び関心を有する人々が参加できるように配慮しながら審議され、さらにその草案に対して産業界、学界、規制当局を含め広く社会から意見を求める公衆審査の手続きを経て制定されました。

一般社団法人日本原子力学会は、この標準に関する説明責任を有しますが、この標準に基づく設備の建設、維持、廃止などの活動に起因する損害に対しては責任を有しません。また、この標準に関連して主張される特許権及び著作権の有効性を判断する責任もそれらの利用によって生じた特許権及び著作権の侵害に係る損害賠償請求に応じる責任もありません。そうした責任は全てこの標準の利用者にあります。

なお、この標準の審議に規制当局、産業界の委員が参加している場合においても、この標準が規制当局及び産業界によって承認されたことを意味するものではありません。

Disclaimer

This standard was developed and approved by the Standards Committee of AESJ in accordance with the Standards Committee Rules, which assure Balance, Due process, and Openness in the process of deliberating on a standard. The Committee is composed of individuals who are competent or interested in the subject and elected, keeping the balance of organizations they belong in the subject, with their professional affiliations well-balanced as specified in the Rules. Furthermore, the standard proposed by the Committee was made available for public review and comment, providing an opportunity for additional input from industry, academia, regulatory agencies and the public-at-large.

AESJ accepts the responsibility for interpreting this standard, but no responsibility is assumed for any detriment caused by the actions based on this standard during construction, operation, or decommissioning of facilities. AESJ does not endorse or approve any item, construction, device or activity based on this standard.

AESJ does not take any position with respect to the validity of any patent rights or copyrights claimed in relation to any items mentioned in this document, nor assume any liability for the infringement of patent rights or copyrights as a result of using this standard. The risk of infringement of such rights shall be assumed entirely by the users.

The Committee acknowledges with appreciation the participation by regulatory agency representatives and industry-affiliated representatives, whose contribution is not to be interpreted that the government or industry has endorsed this standard.

著作権

文書による出版者の事前了解なしに、この標準のいかなる形の複写・転載も行つてはなりません。この標準の著作権は、全て一般社団法人日本原子力学会に帰属します。

Copyright

No part of this publication may be reproduced in any form without the prior written permission of the AESJ Copyright © 202X Atomic Energy Society of Japan
All Right Reserved

標準委員会，専門部会，分科会 委員名簿

標準委員会

(順不同，敬称略)

(2022年12月7日現在)

委員長	山本 章夫 名古屋大学	委員	高橋 邦明 (国研)日本原子力研究開発機構
副委員長	中村 武彦 (国研)日本原子力研究開発機構	委員	竹山 弘恭 中部電力(株)
幹事	西川 武史 関西電力(株)	委員	田中 正和 九州電力(株)
委員	井口 哲夫 元名古屋大学	委員	田中 裕治 日本原燃(株)
委員	石川 顕一 東京大学	委員	戸澤 克弘 富士電機(株)
委員	牛尾 直史 原子燃料工業(株)	委員	成宮 祥介 (一社)原子力安全推進協会
委員	岡本 孝司		ニュークリア・エナジ
委員	小澤 隆		
委員	木倉 宏成		
委員	黒田 理知		ホールディングス(株)
委員	越塚 誠一		日本原子力研究開発機構
委員	酒井 俊朗 (一財)電力中央研究所	(フェロー委員)	
委員	清水 勝 MHINS エンジニアリング(株)	宮野 廣 元法政大学	
委員	関村 直人 東京大学		
委員	高田 孝 東京大学		

旧委員

常時参加者

原子燃料サイクル専門部会

(順不同, 敬称略)

(2022年12月7日現在)

部会長	高橋 邦明 (国研)日本原子力研究開発機構	委員	佐々木 隆之 京都大学
副部会長	加藤 和之 原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)	委員	白井 茂明 リサイクル燃料貯蔵(株)
幹事	藤原 啓司 (公財)原子力環境整備促進・資金管理センター	委員	高橋 秀治 東京工業大学
委員	浅野 隆 日立GEニュークリア・エナジー(株)	委員	高橋 浩之 東京大学
委員	飯田 芳久 (国研)日本原子力研究開発機構	委員	立川 博一 (公財)原子力安全研究協会
委員	石原 義尚 三井物産(株)	委員	田村 明男 元(一社)原子力安全推進協会
委員	井出 秀一 川崎重工業(株)	委員	山本 武志 (一財)電力中央研究所
委員	大間 知行 電力中央研究所	委員	山本 正史 (公財)原子力環境整備促進・資金管理センター
委員	片岡 秀哉 電力中央研究所		
委員	菊池 孝浩 日揮(株)		
委員	久野 悟 中部電力(株)		
委員	久保 稔 (一財)総合科学研究機構		
委員	小松原 勝 東芝エネルギーシステムズ(株)		
委員	斉藤 拓巳 東京大学		

旧委員

常時参加者

LLW 埋設後管理分科会

(順不同, 敬称略)

(2022年12月7日現在)

主査	河西 基 (株)アサノ大成基礎エンジニアリング	委員	高崎 伸朗 日本原子力発電(株)
副主査	山本 正史 (公財)原子力環境整備促進・資金管理センター	委員	千々松 正和 (株)安藤・間
		委員	辻家 靖人 関西電力(株)
幹事	梅原 隆司 (一社)原子力安全推進協会	委員	徳永 朋祥 東京大学
委員	大石 英希 日本原燃(株)	委員	仲田 久和 (国研)日本原子力研究開発機構
委員	後藤 考裕 原子力発電環境整備機構(NUMO)	委員	長峰 春夫 大成建設(株)
委員	小峯 秀雄 早稲田大学	委員	久田 直 東北大学
委員	白石 知成 清		
委員	鈴木 健介 東		
委員	関口 高志 戸		

制定後修正

旧委員 (所属は分科会委員参加当時)

村松 貴史, 吉原 恒一 ((一社)原子力安全推進協会), 天澤 弘也 ((国研)日本原子力研究開発機構),
石橋 純, 山本 正幸 (三菱マテリアル(株)), 今村 聡, 井尻 裕二 ((株)大成建設),
川上 泰 ((公財)原子力安全研究協会), 根本 修, 新津 茂彦, 平井 輝幸 (東京電力ホールディングス(株)),
野口 裕史, 中辻 雅之 (日本原子力発電(株)), 熊谷 守, 齋藤 健司 (日本原燃(株)),
門井 務, 森本 恵次, 田中 正人, 宇野 弘倫, 竹田 安宏 (関西電力(株))

常時参加者

山岡 功 ((一社)原子力安全推進協会), 齋藤 健司 (日本原燃(株)), 山田 悠介 (日本エヌ・ユー・エス(株))

標準の利用に当たって

標準は対象とする技術、活動又は結果の仕様についての関係者のコンセンサスを規定しているものです。標準にはこうあるべきという義務的事項の他、こうあってもよいとして合意された非義務的な事項も含まれています。しかし、標準は、対象としている技術、活動又は結果の仕様について、規定している以外のものを排除するものではありません。

また、標準が規定のために引用している他の規格・標準は、記載された年度版のものに限定されます。標準は全体として利用されることを前提に作成されており、公式な解釈は標準委員会が行います。標準委員会はそれ以外の解釈については責任を持ちません。標準を利用するに当たってはこれらのことを踏まえてください。

なお、標準委員会では、技術の進歩に対応するため、定期的に標準を見直しています。利用に当たっては、標準が最新版であることを確認してください。

目次

序文	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 用語及び定義	1
4 段階管理による安全確保の方策	7
4.1 一般	7
4.2 各段階において満たすべき基本安全機能	7
4.3 廃棄物埋設施設の建設と管理措置	8
4.4 基本安全機能と廃棄物埋設施設の建設及び管理措置との関係	9
4.5 段階移行要件及びその確認方法	13
5 埋戻しの方法	13
5.1 一般	13
5.2 廃棄物埋設地の埋戻し	14
5.3 坑道の埋戻し	14
5.4 坑口の閉塞	15
6 廃棄物埋設施設の管理方法	15
6.1 遮蔽に係る措置	15
6.2 漏えいの監視	16
6.3 飛散防止のための措置	17
6.4 地下水等の浸入防止のための措置	17
6.5 周辺監視区域における措置	17
6.6 廃棄物埋設地に係る保全	18
6.7 定期的な評価等	19
7 記録	20
7.1 一般	20
7.2 第二種廃棄物埋設事業期間に保存する記録	20
7.3 第二種廃棄物埋設事業の廃止時に移管する記録	21
8. 品質保証	21

附属書 A (参考) この標準と第二種廃棄物埋設の事業に係る法令との関係	22
附属書 B (参考) この標準の参照処分場	25
附属書 C (参考) 基本安全機能を満たすための管理措置とその実施時期の事例	31
附属書 D (参考) 放射性廃棄物の放射能の減衰に応じた管理の変更時期及び規制終了までの 期間の考え方の例	34
附属書 E (参考) 国内における埋戻し方法の事例	36
附属書 F (参考) 諸外国における埋戻し方法の検討事例	42
附属書 G (参考) 国内の確証試験による埋設坑道内充填材の施工事例	44
附属書 H (参考) 埋戻しの方法の技術的要件及び具体的な内容	55
附属書 I (参考) 埋戻し材及び閉塞材の選定方法	60
附属書 J (参考) 坑道の埋戻し部の施工品質管理方法	64
附属書 K (参考) 遮蔽その他適切な措置の技術的要件及び具体的な内容	68
附属書 L (参考) 公衆の外部被ばくに係る安全確保の考え方	70
附属書 M (参考) 漏えいの監視の技術的要件及び具体的な内容	72
附属書 N (参考) 漏出防止に係る監視の考え方	74
附属書 O (参考) 指標核種の選定の例	79
附属書 P (参考) 湧水、近傍地下水などにおける放射性物質濃度の監視場所の例	83
附属書 Q (参考) 類似環境における地下水浸入状況観測の例	85
附属書 R (参考) 類似施設などにおける環境影響物質の監視などの措置の例	86
附属書 S (参考) 中深度処分における環境影響物質の監視などの措置の考え方	89
附属書 T (参考) 漏えいの監視結果に基づく措置	90
附属書 U (参考) 飛散防止のための措置の技術的要件及び具体的な内容	93
附属書 V (参考) 地下水等の浸入防止のための措置の技術的要件及び具体的な内容	95
附属書 W (参考) 周辺監視区域に係る監視の考え方	97
附属書 X (参考) 廃棄物埋設地に係る保全の技術的要件及び具体的な内容	102
附属書 Y (参考) 埋設保全区域の設定の考え方	104
附属書 Z (参考) 保全管理のための区域設定の例	105
附属書 AA (参考) 保全に係る管理の例	107
附属書 AB (規定) 定期的な評価等における線量評価の手順	109
附属書 AC (参考) 定期的な評価等に係る基本安全機能と最新知見との関係の整理	111
附属書 AD (参考) 定期的な評価等に用いる最新知見の区分と例	116
附属書 AE (参考) 線量評価の重点評価項目の選定例	121
附属書 AF (参考) 線量評価に用いるデータの取得条件の設定例	136
附属書 AG (参考) 線量評価時の重点評価項目の再評価の考え方	141
附属書 AH (参考) 国外における定期的な評価等の類似事例	146
附属書 AI (参考) 国際機関における記録に係る検討例 (記録管理システム)	151
附属書 AJ (参考) 保存する記録項目の選定と保存期間の検討例	157

解説

1	今回の改定までの経緯	165
2	今回の改定の趣旨	166
3	審議中に特に問題となった事項	167
4	主な改正点	167
5	構成要素について	170
6	法規との関係	170
6.1	この標準と法規との関係	170
6.2	“放射能の減衰に応じて保安のために講ずべき措置”について	170
7	海外規格との関係	172
8	その他の解説事項	174
8.1	指定廃棄物埋設区域（3.2.13）、周辺監視区域（3.4.3）及び埋設保全区域（3.4.4）	174
8.2	漏出防止（3.3.3）	174
8.3	この標準で定める管理措置（箇条4）と事業者の責任範囲との関係	175
8.4	遮蔽その他適切な措置（6.1.3）及び周辺監視区域に係る監視（6.5.3）の関係	176
8.5	周辺監視区域に係る監視（6.5.3）	177
8.6	評価の結果に基づく措置（6.7.5）	181
8.7	埋戻しの方法（箇条5）	182
8.8	廃棄物埋設地に係る保全（6.6）	183

日本原子力学会標準

低レベル放射性廃棄物の埋設地に係る埋戻しの方法
及び施設の管理方法
— 中深度処分編 : 20XX

Standard for Backfilling Procedures and Consecutive Controls of
Intermediate Depth Disposal Facilities for Low Level Radioactive Waste :
20XX

序文

この標準は、低レベル放射性廃棄物の中深度処分の廃棄物埋設地に係る埋戻しの方法及び廃棄物埋設施設の管理方法を定めることによって、放射線防護の観点から廃棄物埋設地の安全確保に資することを目的としたものである。

1 適用範囲

この標準は、原子炉施設、再処理施設及び MOX 燃料加工施設の運転並びに廃止措置に伴って発生する低レベル放射性廃棄物の中深度処分の廃棄物埋設地に係る埋戻しの方法及び廃棄物埋設施設の管理方法に適用する。

注記 附属書 A には、この標準と第二種廃棄物埋設事業に係る法令の条項との対応関係を参考に示し、この標準において前提とした処分場のモデルを参考に附属書 B に示す。
なお、附属書 B には、中深度処分の施工部位も例示する。

2 引用規格

次に示す規格は、この標準に引用されることによって、この標準の一部を構成する。なお、引用規格とこの標準の規定とに相違がある場合は、この規定を優先する。

JIS Z 4001:1999 原子力用語

3 用語及び定義

この標準で用いる主な用語及び定義は、JIS Z 4001:1999 によるほか、次による。

注記 定義又は注釈の中で用いた用語で、この標準の箇条 3 に定義されている用語は、太字で示した。

3.1 処分方法に関する用語

3.1.1

処分システム(disposal system)

放射性廃棄物の処分において、人間及び生活環境への影響を防止するための仕組み

注釈 1 この仕組みは、**廃棄物埋設地** (人工バリアを含む)、地質環境 (**天然バリア**を含む) などによって構成される。

3.1.2

人工バリア(engineered barrier)

廃棄物埋設地の構築物であって、**廃棄物埋設地**の外への放射性物質の漏出の防止及び低減のための機能を有するもの

注釈 1 廃棄体については、**飛散防止**、構造上の強度などを期待する場合もある。

注釈 2 **人工バリア**には、**遮蔽**を期待する場合もある。

3.1.3

天然バリア(natural barrier)

埋設された放射性廃棄物又は**人工バリア**の周囲に存在し、放射性廃棄物から漏出してきた放射性物質の生活環境への移動の抑制のための機能を有するような岩盤、地盤など

3.1.4

中深度処分(intermediate depth disposal)

放射性廃棄物と公衆との**離隔**に有効と考えられる深度の地下で**人工バリア**が設置された**廃棄物埋設地**において放射性廃棄物を埋設の方法によって最終的に処分すること

注釈 1 対象廃棄物に必要となる**離隔**のための深度及び**漏出防止**の程度は、総放射エネルギー又は長半減期核種の濃度等に見合ったものとし、深度は地表から深さ 70m 以上と規定されている。

3.2 場所又は部位に関する用語

3.2.1

廃棄物埋設施設(waste disposal facility)

廃棄物埋設地及びその附属施設

注釈 1 附属施設としては、廃棄物受入施設、放射線管理施設、坑道などがある。

注釈 2 **人工バリア**を設置するために放射性廃棄物と公衆の**離隔**に有効と考えられる深度の地下に設けた空間は**廃棄物埋設地**となるが、この標準では、**廃棄物埋設施設**の建設及び廃棄体搬入のために設けた坑道は、**廃棄物埋設地**には含めない。

注釈 3 埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から埋設の終了までの間、**廃棄物埋設地**の水没によって当該**廃棄物埋設地**の安全機能が損なわれることを防止するための施設（排水施設）を設けることとされている（事業規則及び許可基準規則の記載事項）。

注釈 4 **廃棄物埋設地**の附属施設（安全機能を有する施設に限る）は、当該安全機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものとする事とされている（許可基準規則の記載事項）。

注釈 5 **廃棄物埋設施設**は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から埋設の終了までの間において、健全性が損なわれ、又はそのおそれがある廃棄体を回収する措置を講ずることができるものとする事とされている（許可基準規則の記載事項）。

3.2.2

廃棄物埋設地(waste disposal area)

放射性廃棄物を埋設するために又は**人工バリア**を設置するために土地を掘削した場所、及び放射性廃棄物を埋設し、埋め戻した場所

注釈 1 単に埋設地ともいう。**人工バリア**を設置する場合は、その**人工バリア**を含む。

3.2.3

埋設設備(disposal vault, disposal equipment)

人工バリアの一部であって、**廃棄物埋設地**からの放射性物質の異常な漏えいを防止するための設備

3.2.4

埋戻し材(backfill material)

坑道の埋戻し部に使用される材料

注釈 1 埋戻し材は、埋戻し材の原材料を単独で使用する場合と、複数の原材料を混合して使用する場合とがある。

3.2.5

坑道の埋戻し部(backfill part of the tunnel)

埋設坑道の建設及び廃棄体の搬入などのために設けた坑道を埋め戻した部位

3.2.6

アクセス坑道(access tunnel)

地下に埋設坑道を建設するため、及び**廃棄物埋設地**へ廃棄体を搬入するために地表から**周辺坑道**まで掘削した坑道

3.2.7

周辺坑道(gallery tunnel)

埋設坑道の建設又は廃棄体搬入時の作業性を考慮して設けられる坑道で、通常、埋設坑道の周辺に設置される坑道

3.2.8

坑口(tunnel entrance, tunnel opening)

アクセス坑道のうち、地表に近い場所にある坑道の入口

3.2.9

閉塞材(blocking material, sealing material)

坑口に使用される材料

注釈 1 閉塞材は、閉塞材の原材料を単独で使用する場合と、複数の原材料を混合して使用する場合とがある。

3.2.10

埋設坑道(disposal tunnel)

放射性廃棄物を埋設するために掘削した領域（支保工含む）

注釈 1 中深度処分の場合は、法令などによって要求される深度より深い地下に設置される。

3.2.11

コンクリートピット(concrete pit)

廃棄体を定置するためのコンクリート製の区画設備

3.2.12

埋設坑道内充填材(disposal tunnel filling material)

埋設設備の周辺に生じる埋設坑道内の空間を充填する材料

注釈 1 埋設坑道内充填材は、埋設坑道内充填材の原材料を単独で使用する場合と、複数の原材料を混合して使用する場合とがある。

3.2.13

指定廃棄物埋設区域(designated waste disposal area)

掘削等の**特定行為**が制限される**廃棄物埋設施設**の敷地及びその周辺の区域並びにこれらの地下について

一定の範囲を定めた立体的な区域

3.2.14

特定行為(specified act)

廃棄物埋設地を含む一定の区域に対する掘削又は地下利用等の特定の行為

3.3 基本安全機能に関する用語

3.3.1

基本安全機能(fundamental safety function)

廃棄物埋設施設の放射線障害防止上の安全性を確保するために必要な機能

注釈 1 この標準では、**基本安全機能**は**管理措置**と関連付けて用いられる。

注釈 2 **中深度処分**の**基本安全機能**は、**遮蔽**、**漏出防止**、**移動抑制**及び**離隔**で構成される。

なお、**遮蔽**は、必要に応じ要求される機能である。

3.3.2

遮蔽(shielding)

ある領域に入射する放射線の粒子フルエンス率を、放射線源との間に物体を挿入することによって減らすこと

注釈 1 “粒子フルエンス率”は、JIS Z 4001:1999に定義されている“粒子束密度”と同義語であるが、この**遮蔽**の定義では、国際放射線単位測定委員会ICRUの推奨する一般的な表現である前者を用いた。

3.3.3

漏出防止(prevention of leakage)

廃棄物埋設地からの放射性物質の有意な漏えいを防止すること

3.3.4

移動抑制(retardation of migration)

廃棄物埋設地から地下水を介して生活環境へ移動する放射性物質を低減させること

3.3.5

離隔(separation)

少なくとも10万年は、**廃棄物埋設地**上部地盤の侵食作用を考慮しても人間侵入を防止できる深度へ埋設することによって、偶発的な人間侵入による被ばくを防止・低減すること

注釈 1 **離隔**の確保は、坑道と坑口が閉塞されていることが前提となる。

3.3.6

技術的要件(technical requirement)

事業規則、許可基準規則、許可基準規則に定める要求事項及び同解釈（以下、“許可基準規則解釈”という）に定める考え方を踏まえた定量的又は定性的な技術条件

3.4 管理措置に関する用語

3.4.1

管理措置(control measures)

低レベル放射性廃棄物処分に求められる**基本安全機能**を達成又は確認するためにとられる措置及びこれを補完するその他の措置

注釈 1 基本安全機能の達成のためにとられる措置としては、**廃棄物埋設地**の埋戻し、**坑道の埋戻し**、**坑口の閉塞**、**遮蔽**その他適切な措置、地下水等の浸入防止のための措置があり、**基本安全機能**の確認のためにとられる措置としては、**遮蔽**その他適切な措置、**廃棄物埋設地**の保全、漏えいの監視がある。また、これらを補完するその他の措置として、**飛散防止**のための措置、**周辺監視区域**等に係る監視、**定期的な評価等**がある。なお、これらの措置などに係る記録については、**基本安全機能**に直接的に寄与するものではないことから、この標準では**管理措置**には当たらないとしているが、**管理措置**に係る重要な情報を含み得るものであり、保管すべき記録の項目及びその保存方法についての留意事項を**箇条 7**で規定している。なお、**遮蔽**その他適切な措置が**基本安全機能**の達成のためにとられる措置、**基本安全機能**の確認のためにとられる措置の両者にあるが、前者は**遮蔽**の措置そのもの、後者は巡視・点検などで**遮蔽機能**がとられていることの確認の措置を含むためである。

3.4.2

飛散防止(prevention of scattering)

廃棄体を埋設する場合において、廃棄体自体の落下や廃棄体への落下物の衝撃により**廃棄物埋設地**の外に放射性物質が飛散することを防止すること

3.4.3

周辺監視区域(peripheral monitoring area)

廃棄物埋設施設及びその周辺の区域（管理区域を除く）であって、当該区域の外側のいかなる場所においても、その場所における線量が原子力規制委員会の定める線量限度を超えるおそれのない場所

3.4.4

埋設保全区域(disposal preservation area)

廃棄物埋設地の保全のために、特に管理を必要とする場所であって、管理区域以外の場所

3.4.5

周辺地下水(groundwater around the peripheral monitoring area)

廃棄物埋設地から生活環境へ移動する放射性物質濃度などを測定するために採取する**周辺監視区域**境界付近の地下水

3.4.6

近傍地下水(groundwater around the waste disposal area)

廃棄物埋設地から生活環境へ移動する放射性物質濃度などを測定するために採取する**廃棄物埋設地**境界付近の地下水

3.4.7

坑道の埋戻し(backfill of tunnel)

埋設終了以降に**アクセス坑道**及び**周辺坑道**の地下に掘削した空間を**埋戻し材**で埋めることで元の地盤に近い状態に戻す行為

3.4.8

坑口の閉塞(blocking of tunnel entrance/opening, sealing of tunnel entrance/opening)

坑道の埋戻しに続けて、**アクセス坑道**のうち地表に近い場所を耐候性のある材料で閉じ塞ぐ行為

3.4.9

閉鎖措置(closure measures)

坑道の埋戻し及び**坑口の閉塞**並びに地下に設置した**廃棄物埋設地**の附属施設の解体及び撤去

3.4.10

定期的な評価等(periodic review)

事業の開始から廃止措置の開始までの間で、10年を超えない期間ごと及び放射能の減衰に応じた第二種廃棄物埋設についての保安のために講ずべき措置を変更しようとするとき、又は**閉鎖措置**計画、若しくは廃止措置計画を定めようとするときに、**最新の技術的知見**を踏まえて、核燃料物質等による放射線の被ばく管理に関する評価を行い、その評価の結果を踏まえて、**廃棄物埋設施設**の保全のために必要な措置を講ずること

3.4.11

最新の技術的知見(latest technical knowledge)

定期的な評価等の実施までに、**廃棄物埋設施設**に係る監視及び測定の結果として蓄積された知見及び国内外の研究開発・技術開発成果等を参照した最新の知見であって、事業規則第二条第二項第三号から第七号までに掲げる事業（変更）許可申請書の添付書類（以下、“申請書添付書類”という）の記載事項を更新するために必要なもの（以下、“最新知見”という）

注釈 1 事業規則第二条第二項第三号から第七号を次に示す。

- 第三号 **廃棄物埋設施設**を設置しようとする場所における気象、地盤、地質、水理、地震、社会環境等の状況に関する説明書
- 第四号 **廃棄物埋設施設**を設置しようとする場所の中心から5km以内の地域を含む縮尺五万分の一の地図
- 第五号 **廃棄物埋設施設**の安全設計に関する説明書（主要な設備の配置図を含む）
- 第六号 核燃料物質等による放射線の被ばく管理及び放射性廃棄物の廃棄に関する説明書
- 第七号 **廃棄物埋設施設**に係る設備の操作上の過失、機械又は装置の故障、火災、爆発、電源喪失等があつた場合に発生することが想定される異常の種類、程度、影響等に関する説明書

3.5 段階管理に関する用語

3.5.1

段階管理(staged control)

公衆の受ける線量を合理的に達成できる限り低く抑えるため、埋設した放射性廃棄物の放射能が時間の経過に伴って低減することなどによって、生活環境において放射線が人間の健康へ及ぼす影響が安全上支障のないレベル以下になることを確認するまでの間、放射性廃棄物の種類、放射能レベルなどに応じて**廃棄物埋設施設**の管理を段階的に行うこと（**附属書C**参照）

3.5.2

建設段階(construction stage)

事業許可から放射性廃棄物の受入れの開始までの期間

3.5.3

廃棄物の埋設段階(waste disposal stage)

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から**廃棄物埋設地**の埋戻し終了までの期間

3.5.4

閉鎖措置段階(closure stage)

廃棄物埋設地の埋戻し終了から**閉鎖措置**の終了までの期間

3.5.5

保全段階(preservation stage)

閉鎖措置の終了から廃止措置の開始までの期間

3.5.6

廃止措置段階(decommissioning stage)

廃止措置の開始から廃止措置の終了までの期間

3.5.7

管理期間(control period)

処分場における放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの期間

注釈1 廃棄物埋設施設において、操業を行う期間及び監視、巡視、点検、**特定行為**の制約などの管理を行う期間。

なお、**管理期間**の終了以降であっても、原子力規制委員会によって設定される**指定廃棄物埋設区域**において**特定行為**の制約が行われる。

3.5.8

操業期間(operation period)

処分場における**管理期間**の一部であり、放射性廃棄物の受入れの開始から**閉鎖措置**の終了までの期間

4 段階管理による安全確保の方策

4.1 一般

廃棄物埋設施設には基本安全機能が求められる。第二種廃棄物埋設事業者（以下、事業者という）は、基本安全機能を満足して、管理期間中の安全性及び廃止措置段階以降の長期間の安全性を確保するように廃棄物埋設施設の設計を行い、安全評価によって公衆被ばくに対する安全性を確認する。また、事業者は基本安全機能を達成又は確認するために、廃棄物埋設施設の建設を行い、その施設が設計どおりに建設されていることについて施設検査を行うとともに、管理措置を行う。この管理措置は、保安のために講ずべき措置として、放射線の影響が安全上支障のないレベル以下になることを確認するまでの間、放射能の減衰に応じて管理の内容を段階的に軽減しながら実施する（段階管理）。ここで、廃棄物埋設施設の建設のうち、廃棄物埋設地の埋戻しの完了が廃棄物の埋設段階から閉鎖措置段階への段階移行要件の一つであり、坑道の埋戻し及び坑口の閉塞の完了が閉鎖措置段階から保全段階への段階移行要件の一つである。この標準では、段階管理に関する要件を取りまとめる観点から、廃棄物埋設地及び坑道の埋戻しの方法並びに廃棄物埋設施設の管理方法について規定する。

4.2 各段階において満たすべき基本安全機能

管理期間以降における段階管理の各段階において満たすべき基本安全機能として、遮蔽、漏出防止、移動抑制、隔離がある。

なお、移動抑制、隔離については、廃止措置段階以降の長期間においても求められる機能である。各段階において満たすべき基本安全機能を**表 1**に示す。

表 1—各段階における基本安全機能

基本安全機能	廃棄物の埋設段階	閉鎖措置段階	保全段階	廃止措置段階	廃止措置の終了以降の長期間
遮蔽 ^{a)}	←→				
漏出防止	←→	←→	←→	←→	←→
移動抑制 ^{b)}		←→	←→	←→	←→
隔離 ^{b)}		←→	←→	←→	←→

注^{a)} 遮蔽は、附属施設だけに適用される（表 4 参照）。
注^{b)} 移動抑制及び隔離は長期にわたって要求される機能である。

4.3 廃棄物埋設施設の建設と管理措置

廃棄物埋設施設の建設は、まず、建設段階で坑道及び埋設坑道の掘削と埋設設備の施工を行う。次に廃棄物の埋設段階で廃棄体の定置後に残りの埋設設備の施工及び廃棄物埋設地の埋戻しを行う。最後に閉鎖措置段階に坑道の埋戻し及び坑口の閉塞を行う。ここで、埋設坑道の掘削、埋設設備の施工、廃棄物埋設地の埋戻しの工程は、必要に応じて複数の埋設坑道で並行して行う。また管理建屋などの附属施設の建設はそれぞれ必要な時期に行う。

事業者は、段階管理の実施に当たって、廃棄物埋設地及び坑道の埋戻しを確実にを行い、各段階において要求される基本安全機能を達成及び／又は確認するための技術的要件を満足するような管理措置として、遮蔽その他適切な措置、漏えいの監視、地下水等の浸入防止のための措置、廃棄物埋設地に係る保全を行う。また、事業者は、廃棄物の埋設段階に飛散防止のための措置、周辺監視区域を設定してから廃止措置の開始までの間は周辺監視区域に係る監視及び周辺監視区域の廃止後の監視（以下、周辺監視区域等に係る監視という）、事業の開始から廃止措置の開始までの間は定期的な評価等を行う。

廃棄物埋設施設の建設と管理措置の実施時期について表 2 に示す。

表 2—廃棄物埋設施設の建設と管理措置の実施時期

廃棄物埋設施設の建設と管理措置		建設段階	廃棄物の埋設段階	閉鎖措置段階	保全段階
廃棄物埋設施設の建設	坑道及び埋設坑道の掘削 ^{a)}	←————→			
	埋設設備の施工 ^{a)}	←————→			
	廃棄物埋設地の埋戻し ^{a)}		←————→		
	坑道の埋戻し及び坑口の閉塞			←————→	
	附属施設の建設 ^{b)}	←.....→			
管理措置	遮蔽その他適切な措置		←————→		
	漏えいの監視		←————→		————→
	飛散防止のための措置		←————→		
	地下水等の浸入防止のための措置		←————→		
	周辺監視区域等に係る監視		←————→		————→
	廃棄物埋設地に係る保全		←————→		————→
	定期的な評価等	←————→			————→
記録 ^{c)}		←————→			————→
注記 1 廃棄物埋設施設の建設のうちハッチングしている箇所及び建設段階はこの標準の対象範囲外 注記 2 点線の矢印は、矢印で示している期間のうちの一部が対象となる（注 ^{b)} 参照） 注^{a)} 坑道及び埋設坑道の掘削、埋設設備の施工、廃棄物埋設地の埋戻しは並行して行われると想定 注^{b)} 管理建屋などの附属施設の建設は必要な時期に実施 注^{c)} 記録はこの標準では管理措置には当たらないとしているが、管理措置に係る重要な情報を含み得るので、表 2 に含めている。					

4.4 基本安全機能と廃棄物埋設施設の建設及び管理措置との関係

基本安全機能は、廃棄物埋設施設の建設及び管理措置によって達成又は確認される。

基本安全機能とそれを達成又は確認するための実施項目との関係を表 3 に示す。ここで、飛散防止は基本安全機能としていない、周辺監視区域等に係る監視は法令要求として行う措置、定期的な評価等は間接的に全ての基本安全機能と関連する措置、記録は基本安全機能に直接的に寄与するものではないということで、表 3 からは除いている。また表 2 に示した廃棄物埋設施設の建設のうち、この標準では埋戻しの方法だけを対象としている。

埋戻しの方法及び管理措置の技術的要件と具体的な内容について表 4、その他の管理措置の技術的要件及び具体的な内容について表 5 に示す。

各段階で行う埋戻しと基本安全機能を達成又は確認するための管理措置の実施時期の事例を附属書 C に示す。

表 3—基本安全機能を達成するための実施項目及び実施項目で達成できたかどうかを確認する方法

基本安全機能	基本安全機能を達成するための実施項目	実施項目で達成できたかどうかを確認する方法
遮蔽	<ul style="list-style-type: none"> ・附属施設の遮蔽体の施工^{a)} ・遮蔽その他適切な措置^{b)} 	<ul style="list-style-type: none"> ・遮蔽その他適切な措置^{b)}
漏出防止	<ul style="list-style-type: none"> ・埋設設備の施工^{a)} ・地下水等の浸入防止のための措置 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物埋設地の保全 ・漏えいの監視
移動抑制	<ul style="list-style-type: none"> ・埋設設備の施工^{a)} ・廃棄物埋設地の埋戻し^{c)} ・坑道の埋戻し 	
隔離	<ul style="list-style-type: none"> ・坑道及び埋設坑道の掘削^{a)} ・坑道の埋戻し ・坑口の閉塞 	
<p>注記 その他の管理措置として飛散防止のための措置、周辺監視区域に係る監視、定期的な評価等がある。</p> <p>注^{a)} ハッチングをしている箇所は、廃棄物埋設施設の建設のうち、この標準では規定していない項目で、残りの項目は埋戻しの方法に該当する。</p> <p>注^{b)} 遮蔽その他適切な措置が両者にまたがっているが、左側は遮蔽の措置そのもの、右側は巡視・点検などで遮蔽機能がとられていることの確認の措置を含むためである。(6.1.3 参照)</p> <p>注^{c)} “廃棄物埋設地の埋戻し”によって確保される基本安全機能(この表では移動抑制と想定)及び“廃棄物埋設地の埋戻し”に対する具体的な規定については埋戻し方法及び仕様が明確になった時点で必要に応じて設定する。</p>		

表 4—埋戻しの方法及び管理措置の技術的要件及び具体的な内容

段階	基本安全機能	技術的要件	廃棄物埋設施設の建設及び管理措置	廃棄物埋設施設の建設及び管理措置の具体的な内容
廃棄物の埋設段階	遮蔽	ALARA の考え方の下、施設に起因する外部被ばく線量 ^{a)} が合理的に達成できる限り十分に低いものであること	遮蔽その他適切な措置	<ul style="list-style-type: none"> ・附属施設の遮蔽体の巡視・点検（異常がないことの確認） ・附属施設の位置・構造・遮蔽部材厚・遮蔽部材密度（線量評価条件を逸脱しないことを施設検査で確認） ・廃棄体の受入検査など（施設固有の受入条件を満足することを確認） ・施設固有の操作条件の遵守
	漏出防止	廃棄物埋設地の現状を保全すること	廃棄物埋設地に係る保全	<ul style="list-style-type: none"> ・周辺監視区域への立入制限 ・廃棄物埋設施設の巡視・点検 ・監視設備及び測定設備の維持管理 ・埋設保全区域の設定及び、埋設保全区域の巡視・点検
		廃棄物埋設地から漏出する放射性物質の量が無視できるほど少ないことを確認すること	漏えいの監視 ^{o)}	<ul style="list-style-type: none"> ・放射性物質濃度の測定又は廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいの徴候を示す物質の測定
		廃棄物埋設地の水没によって当該廃棄物埋設地の安全機能が損なわれないこと	地下水等の浸入防止のための措置	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートピット内に水がたまっているときは排除 ・必要に応じて防水工、排水工、漏水対策工を実施
閉鎖措置段階	漏出防止	廃棄物埋設地の現状を保全すること	廃棄物埋設地に係る保全 ^{b)}	<ul style="list-style-type: none"> ・周辺監視区域への立入制限 ・廃棄物埋設施設の巡視・点検 ・監視設備及び測定設備の維持管理 ・埋設保全区域の巡視・点検
		廃棄物埋設地から漏出する放射性物質の量が無視できるほど少ないことを確認すること	漏えいの監視 ^{o)}	<ul style="list-style-type: none"> ・放射性物質濃度の測定又は廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいの徴候を示す物質の測定
	移動抑制 ^{d)}	放射性物質の卓越した移動経路を形成しないこと	坑道の埋戻し ^{e)}	<ul style="list-style-type: none"> ・埋戻し材の透水特性の確認 ・化学的変質に対する抵抗性の確認 ・施工計画の策定
	離隔 ^{d)}	廃棄体近傍への人間の容易な侵入を防止すること	坑道の埋戻し ^{e)} 坑口の閉塞	<ul style="list-style-type: none"> ・坑道の閉塞性の確認 ・化学的変質に対する抵抗性の確認 ・施工計画の策定 ・坑口の閉塞性の確認
保全段階	漏出防止	廃棄物埋設地内の現状を保全すること	廃棄物埋設地に係る保全 ^{b)}	<ul style="list-style-type: none"> ・監視設備及び測定設備の維持管理 ・埋設保全区域の巡視・点検 ・特定行為の禁止、制約に係る立札などの設置及び維持管理
		廃棄物埋設地から漏出する放射性物質の量が無視できるほど少ないことを確認すること	漏えいの監視 ^{o)}	<ul style="list-style-type: none"> ・放射性物質濃度の測定又は廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいの徴候を示す物質の測定
<p>注記 “廃棄物埋設地の埋戻し” によって確保される基本安全機能及び“廃棄物埋設地の埋戻し” に対する具体的な規定については埋戻し方法及び仕様が明確になった時点で必要に応じて設定することになる。</p> <p>注 ^{a)} “施設に起因する外部被ばく線量” とは、“付属施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による事業所周辺の公衆の外部被ばくの線量” のことをいう。</p> <p>注 ^{b)} 周辺監視区域への立入制限は周辺監視区域が設定されている場合に限る。</p> <p>注 ^{c)} 施設設計及び地質条件によって監視場所、監視頻度、監視期間などを個別に設定するが、監視結果又は定期的な評価等の実施結果などを考慮し、監視場所、監視頻度、監視期間などを見直してもよい。</p> <p>注 ^{d)} 機能が確保されるべき時期の以前に管理措置が採られることもある。</p> <p>注 ^{e)} この項目の中に設計、施工管理、施工時の品質管理を含む。</p>				

表 5—その他の管理措置の技術的要件及び具体的な内容

管理措置	技術的要件	管理措置の具体的な内容	管理措置が実施される時期
飛散防止のための措置	放射性物質を含む粉じんの大気中への飛散の原因となり得るような廃棄体の落下による損傷を防止すること	<ul style="list-style-type: none"> 作業手順の遵守及び設備の点検による確認 	廃棄物の埋設段階
周辺監視区域等に係る監視	周辺地下水中の放射性物質濃度が周辺監視区域外の濃度限度を超えていないことを確認すること	<ul style="list-style-type: none"> 周辺地下水中^{a)}の放射性物質濃度の測定^{b)} 	周辺監視区域の設定から廃止措置の開始まで
	廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいの徴候を示す物質が確認されないこと	<ul style="list-style-type: none"> 設置した人工バリアの破損等に伴い著しい変化が生じる周辺地下水^{a)}の成分の測定^{b)} 人工バリアの異常な劣化を検知するために用いるトレーサの測定^{b)} 	
	施設に起因する外部被ばく線量 ^{c)} が周辺監視区域外の線量限度を超えていないことを確認すること	<ul style="list-style-type: none"> 周辺監視区域境界付近^{d)}の放射線量の測定^{b)} 	
定期的な評価等	許可基準規則への適合性を確認すること	(定期的な評価等の計画) <ul style="list-style-type: none"> 最新知見の収集の計画 最新知見を反映した評価の計画 評価の結果に基づく措置の計画 	事業の開始から廃止措置の開始まで
		(最新知見の収集) <ul style="list-style-type: none"> 定期的な評価等のためのデータ取得 文献などの最新知見の収集 事業の進展に伴い得られる最新知見の収集 スクリーニング、分析・評価 	
		(最新知見を反映した評価の実施) <ul style="list-style-type: none"> 申請書添付書類の記載事項への最新知見の反映 許可基準規則に基づく評価 管理期間終了以降の安全評価 管理期間内の安全評価 許可基準規則への適合性の確認 	
		(評価の結果に基づく措置) <ul style="list-style-type: none"> 廃棄物埋設施設の保全のための必要な措置 	
<p>注記 この表で説明している三つの管理措置は、表 3 の整理に落とし込めなかったものを一括して表 4 に相当する記載を記載している。</p> <p>注^{a)} 周辺監視区域の廃止後は近傍地下水中の放射性物質濃度の測定を実施。</p> <p>注^{b)} 平常時の変動幅を超える場合は原因究明を行い、必要に応じて監視を強化。</p> <p>注^{c)} “施設に起因する外部被ばく線量”とは、“付属施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による事業所周辺の公衆の外部被ばくの線量”のことをいう。</p> <p>注^{d)} 周辺監視区域の廃止後は必要に応じて敷地境界付近など適切な場所で実施。</p>			

4.5 段階移行要件及びその確認方法

段階管理の考え方では、埋設された放射性廃棄物の放射能の減衰によって公衆への影響が低減することで管理を段階的に軽減することが可能となるが、次の段階に移行するためには移行前の段階における基本安全機能に対する要求事項が適切に満たされていることが必要となる。次の段階に移行できる管理期間内の移行要件及びその確認方法を表6に規定する。

放射性廃棄物の放射能の減衰に応じた管理の変更時期及び管理の終了時期の考え方の例を、附属書Dに示す。

表6－段階移行要件と確認方法

段階移行時期	段階移行要件	確認方法
廃棄物の埋設段階 → 閉鎖措置段階	埋戻した埋設坑道及びその周囲が安全上支障を来す放射性物質の漏出が生じないよう適切なものであること	埋設坑道の埋戻しの施工時・完了時の検査
	廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいの徴候を示す物質が確認されないこと	漏えいの監視の結果
	異常な漏えいがあったと認められる場合などにおける廃棄物埋設地の設備の修復その他の方法が適切なものであること	廃棄物埋設地の保全の結果
	最新の技術的知見を踏まえた評価によって、廃棄物埋設施設の長期的な安全性が確保される見通しがあること	定期的な評価等の結果 ^{a)}
閉鎖措置段階 → 保全段階	埋戻した坑道及びその周囲が安全上支障を来す放射性物質の漏出が生じないよう適切なものであること	坑道の埋戻しの施工時・完了時の検査
	廃棄物埋設地からの放射性物質の異常な漏えいの徴候がないこと	漏えいの監視の結果
	異常な漏えいがあったと認められる場合などにおける廃棄物埋設地の設備の修復その他の方法が適切なものであること	廃棄物埋設地の保全の結果
	最新の技術的知見を踏まえた評価によって、廃棄物埋設施設の長期的な安全性が確保される見通しがあること	定期的な評価等の結果 ^{a)}
	閉鎖措置の方法が、異常な漏えいがあった場合において当該漏えいを著しく拡大させるおそれがないものであること	閉鎖措置の確認
保全段階 → 廃止措置段階	廃棄物埋設地からの放射性物質の異常な漏えいの徴候が確認されていないこと	漏えいの監視の結果
	最新の技術的知見を踏まえた評価によって、廃棄物埋設施設の長期的な安全性が確保される見通しがあり、廃棄物埋設地の保全の措置を必要としない状況にあること	定期的な評価等の結果 ^{a)}
注 ^{a)} 安全審査の段階における評価の前提条件が大きく変わっていないことの確認結果		

5 埋戻しの方法

5.1 一般

中深度処分では、事業者は、埋設設備の周辺に生じる埋設坑道内の空間を埋設坑道内充填材で充填することによって廃棄物埋設地の埋戻しを行う。全ての廃棄物埋設地の埋戻しが完了した後、閉鎖措置として、坑道の埋戻し及び坑口の閉塞並びに地下に設置した廃棄物埋設施設のうち、残置しておかない対象となる附属施設の解体及び撤去を行う。

この標準では、廃棄物埋設地の埋戻しについては、埋設坑道内充填材に与える機能によって材料の選定及び施工の方法として規定する内容が異なってくることから、それらの技術的要件を示すまでとする。また、坑道の埋戻し及び坑口の閉塞については、技術的要件を規定したうえで、材料の選定方法及び施工方法について規定する。

坑道の埋戻し及び坑口の閉塞の参考として、国内における埋戻し方法の事例を**附属書 E**に、諸外国における埋戻し方法の検討事例について**附属書 F**にそれぞれ示す。

閉鎖措置の実施に際しては、事前に、閉鎖措置計画を記載した申請書を原子力規制委員会に提出し、認可を受ける必要がある。

5.2 廃棄物埋設地の埋戻し

埋設設備の周辺に生じる埋設坑道内の空間は、埋設坑道内充填材で充填する。事業者は、申請時の安全評価で想定した埋設坑道内充填材の機能を満足することを技術的要件とし、その技術的要件に従って土質系材料及び／又はセメント系材料から使用材料を選定するとともに施工方法を選定する。

国内の確証試験における埋設坑道内上部の充填材の事例を参考として**附属書 G**に示す。

5.3 坑道の埋戻し

5.3.1 坑道の埋戻しの技術的要件

事業者は、閉鎖措置におけるアクセス坑道・周辺坑道の埋戻しとして、所要の期間、廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出を抑制し、かつ、放射性廃棄物との離隔を確保するために、次に示す二つの技術的要件を考慮して材料の選定及び施工を行う。坑道の埋戻しの技術的要件及び具体的な内容の例を**附属書 H**に示す。

坑道の埋戻しの技術的要件

- a) 放射性物質の卓越した移動経路を形成しないこと
- b) 廃棄体近傍への人間の容易な侵入を防止すること

5.3.2 材料の選定方法

事業者は、坑道の埋戻し部の技術的要件を満足するために、次の三つの事項を考慮して埋戻し材の材料を選定する（**附属書 I**参照）。

- a) 設計で定めた埋戻し材の透水特性
- b) 坑道の閉塞性
- c) 化学的変質に対する抵抗性

5.3.3 施工方法

5.3.3.1 施工計画

事業者は、閉鎖措置計画の中で、坑道の埋戻し部の構造条件及び施工条件を勘案し、全体工程、施工方法、埋戻し材の製造方法、品質管理及び検査の計画を策定する。施工計画が**5.3.1**の技術的要件を確保できるものであることを、施工試験又はこれに準ずる適切な方法で確認する。

工事の途中で施工の変更を行おうとする場合には、又は、途中で施工計画の変更を行う場合には、**5.3.1**の技術的要件を満足するように施工計画の変更を行う。

5.3.3.2 施工

事業者は、坑道の埋戻し方法の選定に当たり、**5.3.1**の技術的要件を確保できるような施工方法を選択する。

また、施工機械の選定に当たっては、埋戻し材の特性を把握し、適切な機械を選択するとともに、支保工、周辺地盤に接する部分又はきょうあい(狭隘)部についても 5.3.1 の技術的要件を確保できるよう留意する。

5.3.3.3 施工品質管理

事業者は、所定の基本安全機能を有する坑道の埋戻し部を確実に施工することを目的に品質管理を実施し、その項目は、5.3.1 の技術的要件に基づき抽出する。

試験方法は、日本産業規格、(公社)地盤工学会、(公社)土木学会などの団体規格として定められた方法に準じる。

品質管理の実施頻度は、施工した坑道の埋戻し部の品質が統計的に管理基準を満たしており、かつ、ばらつきが小さいことを確認できるように設定する。

品質管理の管理基準値は、施工試験から得られた品質試験結果の分布を基に、所要の物性値に対し、ばらつきを考慮して設定する。

なお、施工が完了した坑道の埋戻し部に対しては、坑道の埋戻し部の性能に悪影響を及ぼさない試験方法を採用する必要がある。

坑道の埋戻しの品質管理方法を、参考として**附属書 J**に示す。

5.4 坑口の閉塞

5.4.1 閉塞の目的

事業者は、閉鎖措置における坑口の閉塞として、少なくとも管理期間の間、放射性廃棄物との離隔を確保するために、廃棄体近傍への人間の容易な侵入を防止することを技術的要件として、その技術的要件に従って材料の選定及び施工を行う。坑口の閉塞の技術的要件及び具体的な内容の例を**附属書 H**に示す。

5.4.2 材料の選定方法

事業者は、坑口の閉塞の技術的要件を満足するために、坑口の閉塞性を考慮して閉塞材の材料を選定する(**附属書 I**参照)。

5.4.3 施工方法

事業者は、坑口の閉塞の技術的要件を満足するために、少なくとも管理期間の間は坑口の閉塞性を維持できるように施工する。

6 廃棄物埋設施設の管理方法

6.1 遮蔽に係る措置

6.1.1 一般

事業者は、廃棄物の埋設段階において、附属施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による事業所周辺の公衆の外部被ばくの線量(以下、“施設に起因する外部被ばく線量”という)を十分に低減できるよう、遮蔽の設計に基づき、遮蔽その他適切な措置を講じる。遮蔽その他適切な措置の技術的要件及び具体的な内容の例を**附属書 K**に示す。また、遮蔽の設計及び遮蔽その他適切な措置による公衆の外部被ばくに係る安全確保の考え方を**附属書 L**に示す。

6.1.2 遮蔽の設計

事業者は、附属施設のうち、遮蔽の機能を持たせる部位については、平常時における施設に起因する外部被ばく線量の評価結果が、周辺監視区域外の線量限度を超えないことはもとより、As Low As Reasonably Achievable (ALARA) の考え方の下、合理的に達成できる限り十分に低いものとなるように設計する。ま

た附属施設に事故・異常が発生した場合においても、施設に起因する外部放射線による公衆の放射線障害が生じることがないように設計する。

遮蔽の設計に当たっては、敷地の地形条件、線源となる廃棄体の条件、操業条件、周辺監視区域又は埋設保全区域の範囲と設置の時期、評価対象者の条件を考慮する。

6.1.3 遮蔽その他適切な措置

遮蔽の設計を満足する附属施設を設置することで遮蔽の機能を確保し、廃棄体の受入れ・検査・定置、保安規定に基づいた操業の管理、周辺監視区域又は埋設保全区域の設置と廃止を適切に行うことで、平常時における施設に起因する外部被ばく線量を十分に低減する。附属施設が遮蔽の設計を満足していることは施設検査で確認し、遮蔽の機能を維持していることは巡視・点検で確認する。

附属施設に事故・異常が発生した場合は、監視を強化し、原因の調査と施設の修復などの必要な措置を講じる。

6.2 漏えいの監視

6.2.1 一般

事業者は、各段階に応じた漏えいの監視を実施し、その監視結果に基づき必要な措置を講じる。漏えいの監視の技術的要件及び具体的な内容の例を**附属書 M**に示す。

6.2.2 漏えいの監視

事業者は、基本安全機能である漏出防止が設計どおりに機能していること、一般公衆の安全が確保されていることを確認するため、廃棄物の埋設段階、閉鎖措置段階及び保全段階において、**表 7**に示す漏えいの監視を実施する。

表 7—漏えいの監視

実施時期	廃棄物の埋設段階	閉鎖措置段階・保全段階
漏出防止の範囲	廃棄物埋設地内	廃棄物埋設地内
監視対象	湧水、裏面排水	近傍地下水
測定項目	放射性物質の濃度又は廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいの徴候を示す物質	放射性物質の濃度又は廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいの徴候を示す物質

事業者は、漏えいの監視に当たっては監視のための設備の設置による施設安全性能への影響を考慮し合理的で適切な監視を実施する。

なお、漏えいの監視結果又は定期的な評価等の実施結果を考慮し、監視場所、監視頻度、監視期間などを見直してもよい。ただし、必要に応じて、周辺監視区域の境界付近において、附属施設（地下施設）及び地下の廃棄物埋設地内の廃棄体を線源とする直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による影響を確認しておくものとする。

漏えいの監視の考え方を参考として**附属書 N**に、埋設した廃棄物に含まれる放射性物質の中から指標核種を選定する例を**附属書 O**に示す。また、湧水、近傍地下水などにおける放射性物質濃度の監視場所の例を**附属書 P**に示す。これらの測定が困難と判断される場合などには、間接的な監視方法の適用が考えられる。その事例として、類似環境における試験による地下水浸入状況観測の例を**附属書 Q**に示す。漏出防止の基本安全機能から抽出される管理項目ではないが、非放射性物質の監視を行う場合について、参考となる措置の例を**附属書 R**及び**附属書 S**に示す。

6.2.3 漏えいの監視結果に基づく措置

事業者は、漏えいの監視の結果、廃棄物埋設地の外への放射性物質の異常な漏えいがあった場合には、その原因を調査するための調査計画を作成・実行し、結果をとりまとめる。これに基づいて廃棄物埋設地の設備を修復する必要性を検討する。設備の修復が必要と判定された場合には、修復計画を策定し、修復の措置を講じる。

漏えいの監視結果に基づく対応の手順の例を**附属書 T**に示す。

6.3 飛散防止のための措置

6.3.1 一般

事業者は、廃棄物埋設施設において放射性物質の飛散防止のための措置を講じる。中深度処分における飛散防止のための措置は、廃棄体の落下による損傷防止及び落下物による廃棄体の損傷防止のために必要な措置を含む。

飛散防止のための措置の技術的要件及び具体的な内容の例を**附属書 U**に示す。

6.3.2 飛散防止のための措置の時期

飛散防止のための措置が必要となるのは廃棄物の埋設段階である。ただし、廃棄体自体の落下及び廃棄体上への落下物のおそれがない状態になれば飛散防止のための措置は不要となる。

6.3.3 飛散防止のための措置の方法

事業者は、廃棄体を定置する時に、誤操作、機器の故障による廃棄体の落下による損傷防止及び落下物による廃棄体の損傷防止のために必要な措置を講じる。その他、必要に応じて、飛散防止のための措置を講じる。

6.4 地下水等の浸入防止のための措置

6.4.1 一般

事業者は、廃棄物埋設施設において廃棄物埋設地への地下水の湧出を抑制し、廃棄体への地下水等の接触を防ぐために必要な措置を講じる。

地下水等の浸入防止の措置の技術的要件及び具体的な内容の例を**附属書 V**に示す。

6.4.2 地下水等の浸入防止のための措置の時期

地下水等の浸入防止のための措置が必要となるのは廃棄物の埋設段階である。

6.4.3 地下水等の浸入防止のための措置の方法

事業者は、廃棄体を定置する時に、廃棄物埋設地の水没によって当該廃棄物埋設地の基本安全機能が損なわれることを防止するために排水施設を設ける必要がある。

6.5 周辺監視区域における措置

6.5.1 一般

事業者は、周辺公衆の放射線防護の観点から周辺監視区域を定めるとともに、周辺監視区域の線量限度及び濃度限度を超えないように、管理しなければならない。

6.5.2 周辺監視区域の設定と措置

事業者は、廃棄物埋設地に放射性廃棄物又は廃棄体の受入れを開始する前から周辺監視区域を定め、次に掲げる措置を講じなければならない。ただし、事業者が第二種廃棄物埋設事業に係る保安規定において、当該区域を定めないこととした場合は、この限りでない。

- 人の居住を禁止すること。
- 境界に柵又は標識を設け、周辺監視区域に業務上立ち入る者以外の者の立入りを制限すること。当該区域に人が立ち入るおそれのないことが明らかな場合は、この限りでない。

6.5.3 周辺監視区域に係る監視

事業者は、廃棄物の埋設段階及び閉鎖措置段階、保全段階の周辺監視区域設定期間においては周辺監視区域に係る監視を行い、外部線量及び放射性物質濃度が法令に定める線量限度及び濃度限度を超えていないことを確認する。

なお、施設に起因する外部被ばく線量における線源は、附属施設（地上施設）とする。
周辺監視区域に係る監視を表 8 に示す。

表 8—周辺監視区域に係る監視

監視対象	周辺地下水中の放射性物質濃度	施設に起因する外部被ばく線量 ：附属施設（地上施設）の線源
監視場所	周辺監視区域境界付近	周辺監視区域境界付近
監視頻度	1 回/月	1 回/月
注記 この標準では規定しないが、法令要求として附属施設の排気・排水における放射性物質濃度、降雨、地下水の水位の監視がある（附属書 W）。		

周辺地下水中の放射性物質濃度の監視は、移動抑制の監視のうちの生活環境への移動の監視の一部又は全てを兼ねてもよい。

周辺監視区域に係る監視の考え方を参考として附属書 W に示す。

6.5.4 周辺監視区域の廃止後の監視

周辺監視区域の廃止後は、周辺地下水中の放射性物質濃度の監視に代えて、保全段階の終了までの間、近傍地下水中の放射性物質濃度の監視を実施する。また施設に起因する外部被ばく線量の監視は、周辺監視区域の廃止から保全段階の終了までの間、必要に応じて敷地境界付近などで実施する。

6.6 廃棄物埋設地に係る保全

6.6.1 一般

事業者は、放射性廃棄物又は廃棄体を埋設した廃棄物埋設地の現状を保全するための措置を講じる。廃棄物埋設地を保全するための措置に係る管理項目は、埋設保全区域の設定並びに保全のための巡視・点検及び維持管理である。廃棄物埋設地の保全の技術的要件及び具体的な内容の例を附属書 X に示す。

6.6.2 埋設保全区域の設定

事業者は、廃棄物埋設地に廃棄体を埋設する前から廃止措置計画の認可を受けるまでの期間、特に管理の必要な場所を埋設保全区域として設定する。設定の考え方の例を附属書 Y に、設定の例を附属書 Z に示す。また、埋設保全区域をほかの場所と区分する標識、フェンス又は同様の設備、及び立札又は同様の標示設備を設置する。なお、周辺監視区域への立入制限、及び廃棄物埋設施設についての巡視・点検を行う期間においては、これらの管理が実施される区域には保全のための措置と同等な管理が実施される。

6.6.3 廃棄物埋設地に係る保全のための措置

事業者は、周辺監視区域の設定及び廃止、廃棄物埋設地における処分の進捗に応じて、廃棄物埋設地に

係る保全のために次の措置を行う。

- 埋設保全区域の巡視・点検（充填の施工が完了した埋設坑道と周辺坑道との境界部に埋設保全区域を設定した場合は、当該区域も巡視・点検対象に含む。）
- 標識，フェンス又は同様の設備及び坑道入口の立札又は同様の掲示設備の維持管理
- 掘削^り等の特定行為の禁止又は制約
- 監視設備及び測定設備の維持管理

注^り 事業の開始前から事業の終了以降まで原子力規制委員会が指定廃棄物埋設区域を指定しており、掘削は原子力規制委員会の許可制となる。なお、事業者がその事業として当該指定廃棄物埋設区域において行う土地の掘削については、当該事業許可によって許可されることになり、指定廃棄物埋設区域に係る掘削許可（指定廃棄物埋設区域における土地の掘削の許可等に関する規則）の対象外である。

保全に係る管理の例を**附属書 AA** に示す。

6.7 定期的な評価等

6.7.1 一般

事業者は、あらかじめ立てた計画に従い、事業の開始から廃止措置の開始までの適切な時期に定期的な評価等を実施する。定期的な評価等では、最新知見を反映した評価を行い、許可基準規則への適合性を確認し、その結果に基づいて必要な措置を講じる。最新知見は、国内外の研究開発・技術開発成果等で得られる知見、一般的な保安活動（事業者が建設段階から保全段階までの各段階において実施する保安活動）によって得られるデータに加え、定期的な評価等のために取得するデータも合わせて収集する。

定期的な評価等における線量評価の手順を**附属書 AB**、定期的な評価等に係る基本安全機能と最新知見との関係の整理の例を**附属書 AC** に、定期的な評価等に用いる最新知見の項目の区分と例を**附属書 AD** にそれぞれ示す。

6.7.2 定期的な評価等の計画

6.7.2.1 最新知見の収集の計画

事業者は、定期的な評価等の実施に際しては、最新知見の収集、最新知見を反映した評価の実施、評価の結果に基づく措置のそれぞれに対して適切な時期に計画を立てる。

最新知見の収集を行うに当たり、毎年又は適宜、最新知見の対象と収集の方法、スクリーニング、分析・評価についての計画を立てる、又は計画の見直しを行う。

線量評価の重点評価項目の選定例を**附属書 AE** に、線量評価のためのデータの取得条件の設定例を**附属書 AF** にそれぞれ示す。

6.7.2.2 最新知見を反映した評価の実施計画

事業者は、定期的な評価等の実施時期を、10年を超えない期間ごと、及び放射能の減衰に応じた第二種廃棄物埋設についての保安のために講ずべき措置を変更しようとするとき、又は閉鎖措置計画若しくは廃止措置計画を定めようとするときとなるように計画する。最新知見を反映した評価の実施前には、具体的な実施手順及び体制を定める。

6.7.2.3 評価の結果に基づく措置の計画

事業者は、最新知見を反映した評価の結果を踏まえて、廃棄物埋設施設の保全のために必要な措置の計画を立てる。

6.7.3 最新知見の収集

事業者は、最新知見の収集の計画に従い、国内外の研究開発・技術開発成果等についての文献などの最新知見を収集する。また、日常的な保安活動によって得られるデータについて、事業の進展に伴い得られる最新知見として収集する。これらの最新知見は、適宜スクリーニングを行い、技術的に適用可能なものを抽出し、定期的な評価等のために取得したデータと合わせて、適宜、分析・評価を行う。その後、定期的な評価等を行うまで、事業規則に定められた申請書添付書類（3.4.11を参照）の記載事項を更新するために必要な最新知見として蓄積する。

6.7.4 最新知見を反映した評価の実施

事業者は、最新知見を反映して核燃料物質等による放射線の被ばく管理に関する評価を行う。ここでは、申請書類の記載事項に最新知見を反映し、許可基準規則に基づき評価を行い、許可基準規則への適合性を確認する。

線量評価時の重点評価項目の再評価の考え方を**附属書 AG**に、国外における定期的な評価等の類似事例を**附属書 AH**にそれぞれ示す。

6.7.5 評価の結果に基づく措置

事業者は、最新知見を反映した評価の結果を踏まえて、廃棄物埋設施設の保全のために必要な措置を講じる。その際には、保安活動の計画、実施、評価及び改善並びに品質保証計画の改善を行う。

なお、放射能の減衰に応じた第二種廃棄物埋設についての保安のために講ずべき措置を変更するために定期的な評価等を行う場合には、評価の結果を踏まえ、措置を変更することの妥当性が認められる十分な根拠を確認したうえで、措置についての内容、手順などを変更する。

埋設の終了時の定期的な評価等の結果は、閉鎖措置計画の策定に資するものとする。また、最後の定期的な評価等の結果は、廃止措置計画の策定に資するものとし、廃止措置計画の認可を受けた後には、定期的な評価等を実施しない。

7 記録

7.1 一般

低レベル放射性廃棄物処分における記録管理は、廃棄物埋設地の適正な維持管理のために必要な記録を適切に保存することによって廃棄物埋設地の保全、第二種廃棄物埋設事業の廃止以降の廃棄物埋設地の安全性を保証するために必要なものであり、ここに管理期間及び事業廃止時において保管すべき記録の項目及びその保存方法についての留意事項を規定する。

注記 法令で義務付けられている記録事項については事業規則に定められている。

7.2 第二種廃棄物埋設事業期間に保存する記録

7.2.1 記録の項目

事業者は、低レベル放射性廃棄物の埋設において取得される立地、廃棄物、施設設計・建設、施設検査、安全評価、操業・管理、保全・保守、埋戻しの施工、定期的な評価等、防護措置、閉鎖措置の確認の結果などに係るデータを含む情報を対象に、それらの安全確保上の重要度を検討し、管理期間終了まで保存する記録項目を選定する。記録項目の選定の検討例を**附属書 AI**及び**附属書 AJ**に示す。

7.2.2 記録の保存方法

事業者は、管理期間中であっては、人が直接知覚でき、保存性に配慮した素材（例 耐久性の優れた紙）によって記録を作成するとともに、バックアップとして、電磁的方法によって記録を作成し、保存しても

よい。また、電磁的方法による記録は、そのデータの劣化、入力方式の変更及び電子機器の進化などを考慮して、適宜更新作業を行う。

7.2.3 記録の保存期間

廃棄物埋設地の保全に支障を来す事象を抑制するために必要な情報及び廃止措置に必要な情報の記録の保存期間は、原子力規制委員会の廃止措置の終了確認を受けるまでとする。

7.3 第二種廃棄物埋設事業の廃止時に移管する記録

7.3.1 記録の項目

廃棄物埋設施設に関する記録情報は将来世代の人々が、現世代が残した廃棄物埋設地の不認知による偶発的な侵入を避けるため、また廃棄物埋設施設及びその周辺の区域の再利用を考える場合に有用なものとする。

また、第二種廃棄物埋設事業の廃止以降において、特定行為を制度的に制限する際に有効に活用できるものとする。これらの点を考慮して、管理期間中に保存した記録項目の中から同事業の廃止以降に保存する記録項目を選定する。記録項目の選定の検討例を**附属書 AI**及び**附属書 AJ**に示す。

7.3.2 記録の保存方法

第二種廃棄物埋設事業の廃止以降の記録にあつては、長期的な保存の必要性があることから耐久性のある素材を用いるなどの記録の保存方法を採用することが望ましい。

8. 品質保証

事業者は、品質保証計画を策定して保安のための措置の計画、実施、評価及び改善を行う。品質保証計画の策定においては、次に示す事業規則第十三条の三の要求事項に従う。

事業規則第十三条の三：品質マネジメントシステム

注記 法令の条項番号などは、法令改正によって変わることがある。

附属書 A
(参考)

この標準と第二種廃棄物埋設の事業に係る法令との関係

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

A.1 一般

この附属書は第二種廃棄物埋設事業に係る核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下“原子炉等規制法”又は単に“法”という。）及び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（以下“事業規則”という。）の条項とこの標準との対応関係について表 A.1 に示す。また、各段階における事業者の安全規制への対応の例を、表 A.2 に示す。

表 A.1—この標準と第二種廃棄物埋設の事業に係る法令との関係

	原子炉規制法	事業規則	この標準の対応
許可関連	法第五十一条の二第三項第五号 (事業許可申請書に保安の措置の変更予定時期の記載)	第二条第一項第四号 (放射能の減衰に応じて行う周辺監視区域又は保安の措置の変更又は廃止の時期)	4.段階管理による安全確保の方策 (基本安全機能と管理措置, 段階移行要件)
確認・認可関連	法第五十一条の六 (廃棄物埋設に関する確認)	第六条 (廃棄物埋設施設等の技術上の基準)	5.埋戻しの方法 (材料の選定方法, 施工方法, 品質管理など)
	法第五十一条の十六 (保安及び特定核燃料物質の防護のために講ずべき措置)	第十六条 (廃棄物埋設施設の施設管理)	6.廃棄物埋設施設の管理方法 6.1 遮蔽に係る措置 6.2 漏えい又は移動抑制の監視
		第十七条 (廃棄物埋設地の保全)	6.6 廃棄物埋設地に係る保全 (埋設保全区域の設定, 巡視・点検など) (廃棄物埋設地外への漏えい監視, 漏出状況の監視)
		第十四条 (管理区域への立入制限等) 第十九条第十号 (周辺監視区域における監視及び濃度限度)	6.5 周辺監視区域における措置 (周辺監視区域の設定と措置) (濃度限度などの監視場所, 頻度, 測定項目)
	第十九条の二 (廃棄物埋設施設の定期的な評価等)	6.7 定期的な評価等 (手順, 計画, 最新知見の収集など)	
法第五十一条の十五 (記録)	第十三条 (記録)	7.記録 (埋設事業期間における記録, 廃止時の記録)	
法第五十一条の十六 (保安及び特定核燃料物質の防護のために講ずべき措置)	第十三条の三 (品質マネジメントシステム)	8.品質保証	
その他	—	—	1.適用範囲, 2.引用規格, 3.用語及び定義
注記 法令の条項番号などは、法令改正によって変わることがある。			

表 A.2—各段階における事業者の安全規制への対応とこの標準の関係 ^{a)}

段階	事業者	原子力規制委員会
審査段階	<p>事業規則第二条(法第五十一条の二第三項)</p> <p>廃棄物埋設事業許可申請</p>	<p>安全審査</p> <p>↓</p> <p>廃棄物埋設事業許可</p>
建設段階	<p>事業規則第四条(法第五十一条の六第一項)</p> <p>廃棄物埋設施設確認申請 (操業段階を含め一括申請)</p> <p>事業規則第二十条(法第五十一条の十八第一項)</p> <p>保安規定認可申請</p> <p>事業規則第二十二条(法第五十一条の二十)</p> <p>廃棄物取扱主任者選任届出</p> <p>(法第五十一条の十六第二項)</p> <p><保安のために講ずべき措置> ^{b)} (操業開始前に保安規定で定める。)</p> <p>↓</p> <p>事業規則第十七条</p> <p><埋設地の保全> ^{b)} 保安全管理, 監視ほか</p> <p>事業規則第十四条</p> <p><立入制限> ^{b)} 周辺監視区域の設定ほか</p>	<p>廃棄物埋設施設確認 (positioning 前)</p> <p>保安規定認可</p>
<p>事業規則第二十条 (保安規定) によって定められる項目のうち、埋設後管理標準に関係する項目を列記しており、廃棄物の埋設段階、閉鎖措置段階、保全段階にも適用される。^{b)}</p> <ul style="list-style-type: none"> 二 品質マネジメントシステムに関すること。 六 放射能の減衰に応じた第二種廃棄物埋設についての保安のために講ずべき措置に関すること。 七 管理区域、周辺監視区域及び埋設保全区域の設定並びにこれらの区域に係る立入制限等に関すること。 九 線量、線量当量、放射性物質の濃度及び放射性物質によつて汚染された物の表面の放射性物質の密度の監視並びに汚染の除去に関すること。 十 廃棄物埋設施設の定期的な評価等に必要情報を把握するための廃棄物埋設地及びその周辺の状況の監視 (前号に掲げるものを除く。)に関すること。 十六 廃棄物埋設施設に係る保安 (保安規定の遵守状況を含む。)に関する適正な記録及び報告に関すること。 十七 廃棄物埋設施設の施設管理に関すること。 十八 廃棄物埋設施設の定期的な評価等に関すること。 		

表 A.2—各段階における事業者の安全規制への対応とこの標準の関係(続き)^{a)}

段階	事業者	原子力規制委員会
廃棄物の埋設段階	法第五十一条の十一 事業開始届^{b)}	
	<埋設事業の実施> 事業規則第七条(法第五十一条の六第二項) 埋設する放射性廃棄物等の確認申請	埋設する放射性廃棄物等の確認
		保安検査
		立入検査(必要な場合)
	事業規則第二十条(法第五十一条の十八第一項) 保安規定変更認可申請^{b),c)}	保安規定変更認可^{c)}
事業規則第二十二条の五の四(法第五十一条の二十四の二第一項) 閉鎖措置計画認可申請^{b),c)}	閉鎖措置計画認可^{c)}	
閉鎖措置段階	事業規則第二十二条の五の三(法第五十一条の二十四の二第一項) 閉鎖措置として行うべき事項^{b)} 坑道の埋戻し及び坑口の閉塞(設計も含む)	廃棄物埋設施設確認
	坑道の埋戻し部及び坑口の施工工事^{b)} [施工管理, 周辺監視, 保安全管理]	保安検査
	事業規則第二十条(法第五十一条の十八第一項) 保安規定変更認可申請^{b),c)}	保安規定変更認可^{c)}
保全段階		保安検査
		立入検査(必要な場合)
	事業規則第二十二条の七(法第五十一条の二十五第二項) 廃止措置計画認可申請	廃止措置計画認可
	事業規則第二十条(法第五十一条の十八第一項) 保安規定変更認可申請^{b)}	保安規定変更認可
廃止措置段階	事業規則第二十二条の十一(法第五十一条の二十五第三項) 廃止措置終了確認申請	終了確認

注^{a)} 出典：旧原子力安全・保安院のホームページ資料を加筆・修正して作成した AESJ-SC-F016:2010 の附属書 A (参考) の表 A.2 を改定。

注^{b)} ハッチング箇所は、この標準の検討対象の項目を示す。法令の条項番号などは、法令改正によって変わることがある。

注^{c)} 例えば、廃棄物の埋設段階から廃止措置段階への移行時に保安規定を変更する場合などにこの手続きが行われる。

附属書 B

(参考)

この標準の参照処分場

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

B.1 一般

放射能レベルの比較的高い低レベル放射性廃棄物の中深度処分施設について、代表となるモデル形態を想定した処分場を次に示す。また、**3.用語及び定義**の埋戻し材の施工場所について、補足する。なお、個別処分場が参照処分場と異なる部位は、個別に対応することが望ましい。

B.2 中深度処分における参照処分場

この標準を適用する放射性廃棄物は、原子力発電所の運転及び廃止措置に伴って発生する放射能レベルの比較的高い炉心などの低レベル放射性廃棄物、MOX燃料成型加工工場、再処理工場の運転及び廃止措置に伴って発生する放射能レベルの比較的高い低レベル放射性廃棄物である。

これらの放射性廃棄物は、発生元で合理的な範囲内で切断、焼却、圧縮及び固化などの処理がなされ、容器に入れられ、物理的に安定な性状の廃棄体とされる（ここで、廃棄体の製作時及び埋設側での受入れ時における廃棄体の機能確認はこの標準の対象外）。

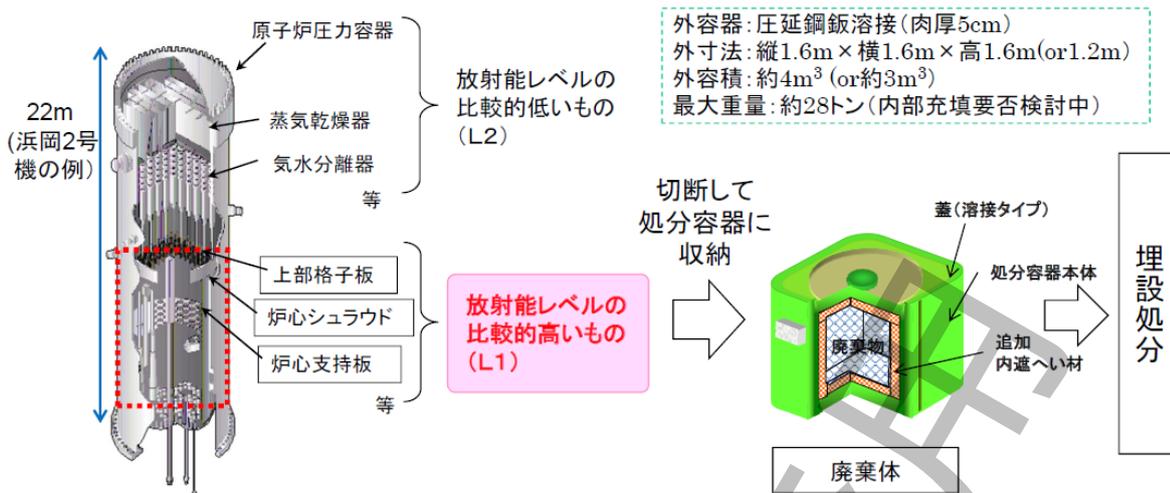
この標準で検討の前提とする処分容器の主な仕様（例）を**図 B.1**に示す[1]。

なお、放射性物質の崩壊熱による発熱については、埋設施設側に冷却を要しないように、廃棄体製作時に発熱制限が実施されるものとする。

中深度処分は、放射性廃棄物と公衆との離隔に有効と考えられる深度の地下を掘削して作った埋設坑道の中に埋設設備を設置し、その中に廃棄体を定置し、埋設坑道と埋設設備の間に生じた空間を埋設坑道内充填材で充填する処分方法である。埋設した放射性廃棄物の放射能が時間の経過に伴って減衰し放射能レベルが安全上支障のないレベル以下になるまでの間、放射性廃棄物の種類、放射能レベルなどに応じて廃棄物埋設地は、建設段階、廃棄物の埋設段階、閉鎖措置段階、保全段階の段階的管理を行う。

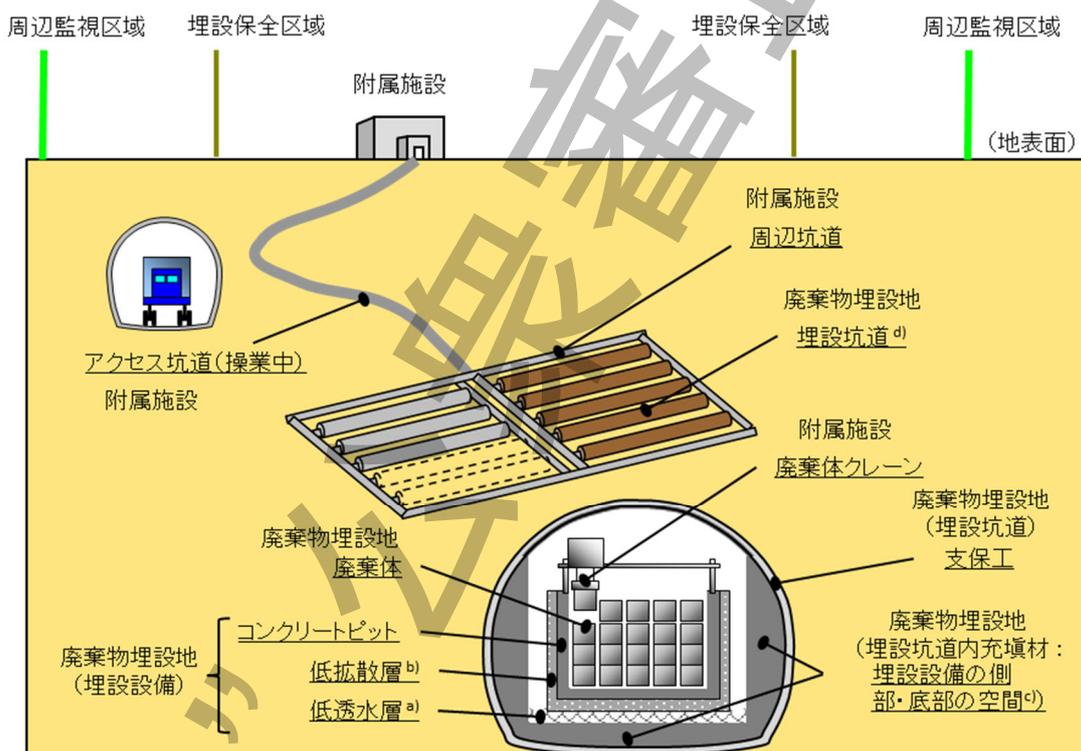
この標準で検討の前提とする中深度処分における参照処分場は、トンネル型の埋設坑道と想定し、埋設設備の例として、低透水層、低拡散層、コンクリートピット、区画内充填材を想定する。また埋設坑道内充填材のうち、埋設設備の上部の空間をベントナイト混合土で埋設設備の後に施工、埋設設備の側部及び底部の空間をコンクリートで埋設設備の前に施工と想定する。以上の想定に基づく参照処分場を、管理の段階別に**図 B.2**及び**図 B.3**に示す。また参照処分場の呼称について**表 B.1**に整理する。

なお、参照処分場は、トンネル型の埋設坑道の埋設設備を想定しているが、サイロ型の埋設設備となる可能性も考えられる。



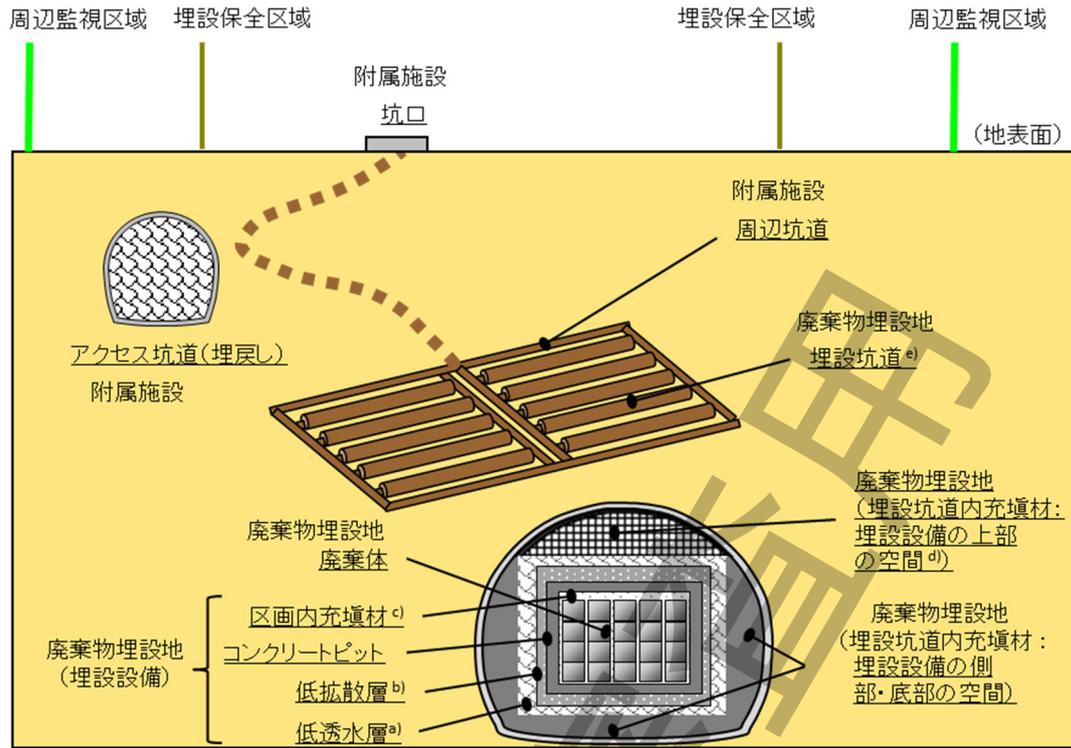
(出典：電気事業連合会，原子力規制委員会 第2回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合，資料2-1，“原子力発電所等の廃止措置及び運転に伴い発生する放射性廃棄物の処分について”，2015)

図 B.1—処分容器の主な仕様(例)



- 注 a) 低拡散層の周囲を，低透水性を有する材料でとり囲み，人工バリアを通過する地下水量を小さくすることで廃棄物埋設施設からの放射性物質の漏出速度を低減する機能を持つ人工バリアの構成要素。
- 注 b) 廃棄物埋設施設の中で放射性物質の拡散抑制に寄与する材料を用いることで廃棄物埋設施設からの放射性物質の漏出速度を低減する機能を持つ人工バリアの構成要素。
- 注 c) 埋設坑道内充填材のうち，埋設設備の側部と底部の空間は，一例として，埋設設備の構築の前にコンクリートで施工するものと想定する。この場合，確実な建設・操業が行われる空間，力学的安定性を確保し，埋設坑道の形状を維持するものとする[2]。
- 注 d) 埋設坑道では，支保工に対して，建設段階及び廃棄物の埋設段階における技術要件として，力学特性，防水・排水性，内空確保が求められ，埋戻し後の機能として，地表面からの離隔距離を確保する離隔機能が求められる[2]。

図 B.2—この標準の参照処分場（廃棄物の埋設段階）



- 注 a) 低拡散層の周囲を、低透水性を有する材料でとり囲み、人工バリアを通過する地下水量を小さくすることで廃棄物埋設施設からの放射性物質の漏出速度を低減する機能を持つ人工バリアの構成要素。
- 注 b) 廃棄物埋設施設の中で放射性物質の拡散抑制に寄与する材料を用いることで廃棄物埋設施設からの放射性物質の漏出速度を低減する機能を持つ人工バリアの構成要素。
- 注 c) コンクリートピットの内面と廃棄体との隙間を充填する材料で人工バリアの構成要素。
- 注 d) 埋設坑道内充填材のうち、埋設設備の上部の空間は、一例として、埋設設備の構築の後にベントナイト混合土を充填するものと想定する。この場合、埋戻し後以降の長期にわたり低透水層の膨潤変形を十分に小さい水準に抑制することが求められることから、技術要件として力学特性が挙げられる[2]。
- 注 e) 埋設坑道では、支保工に対して、建設段階及び廃棄物の埋設段階における技術要件として、力学特性、防水・排水性、内空確保が求められ、埋戻し後の機能として、地表面からの離隔距離を確保する離隔機能が求められる[2]。

図 B.3—この標準の参照処分場（閉鎖措置段階及び保全段階）

表 B.1—参照処分場の部位などの呼称の例

廃棄物埋設施設に係る呼称と岩盤又は地盤		各施設を構成する要素又は各施設に設置されるもの	バリア		
廃棄物埋設施設	廃棄物埋設地	廃棄体	放射性廃棄物+容器+固型化材料など	人工バリア	
		埋設設備	コンクリートピット		人工バリア
			区画内充填材		
			低拡散層		
			低透水層		
	埋設設備と埋設坑道の間 に生じる空間	埋設坑道内充填材 ^{a)}	注 ^{b)}		
	埋設坑道	支保工 (吹付コンクリート, 鋼製支保工, ロックボルト)	—		
	附属施設	周辺坑道	坑道の埋戻し部	注 ^{c)}	
		アクセス坑道	坑道の埋戻し部		
			坑口	—	
その他	施設の具体的な名称 (放射性廃棄物の受入設備など)	—			
岩盤又は地盤		—	天然バリア		
<p>注^{a)} 埋設坑道内充填材のうち、埋設設備の上部の空間は、一例として、埋設設備の構築の後にベントナイト混合土を充填するものと想定する。また埋設設備の側部と底部の空間は、一例として、埋設設備の構築の前にコンクリートで施工するものと想定する。</p> <p>注^{b)} 埋設坑道内充填材を、低透水層の膨潤変形を十分小さい水準に抑制することを期待して用いる場合、人工バリアに相当するバリアとして考慮してもよい。</p> <p>注^{c)} 坑道の埋戻し部は天然バリアに相当するバリアとして考慮してもよい。</p>					

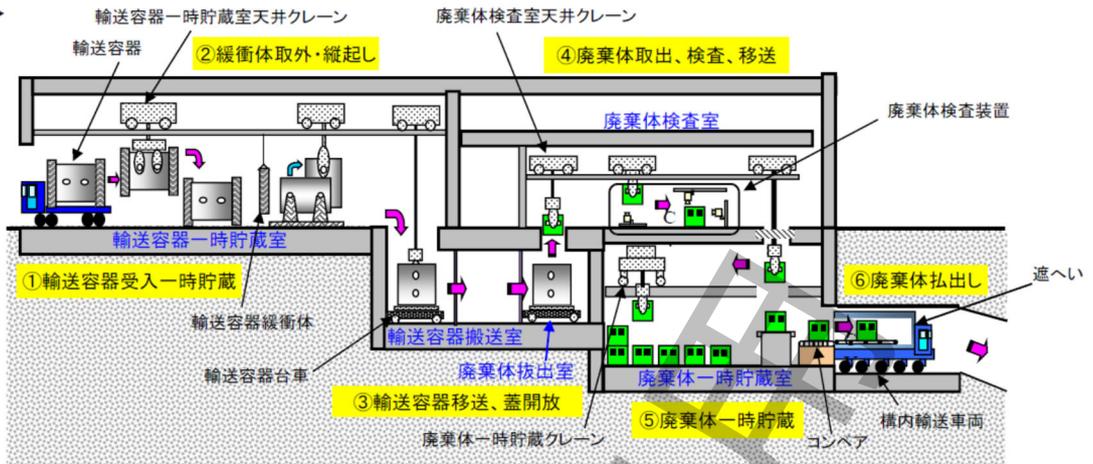
B.3 廃棄物埋設施設の操業の検討事例

この標準の参照処分場と同様の処分概念が提示されている原子力規制委員会の検討チーム会合の資料[1]において、廃棄物埋設施設の操業の検討事例が示されている。

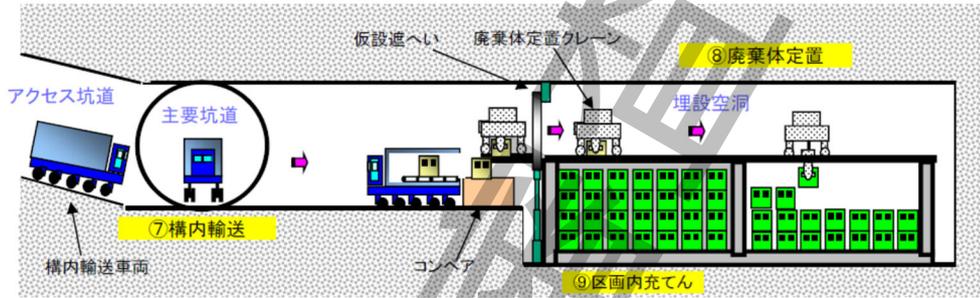
廃棄体の受入れから埋設に係る操業イメージを図 B.4、廃棄物埋設施設における建設及び廃棄物の埋設の手順を図 B.5、地下施設の作業工程の例を図 B.6 にそれぞれ示す[1]。

なお、これらの図は、操業の検討事例として示したものであり、図中で示されている呼称は、この標準で用いている表 B.1 で示した参照処分場の部位などの呼称と一致するものではない。

<地上施設>



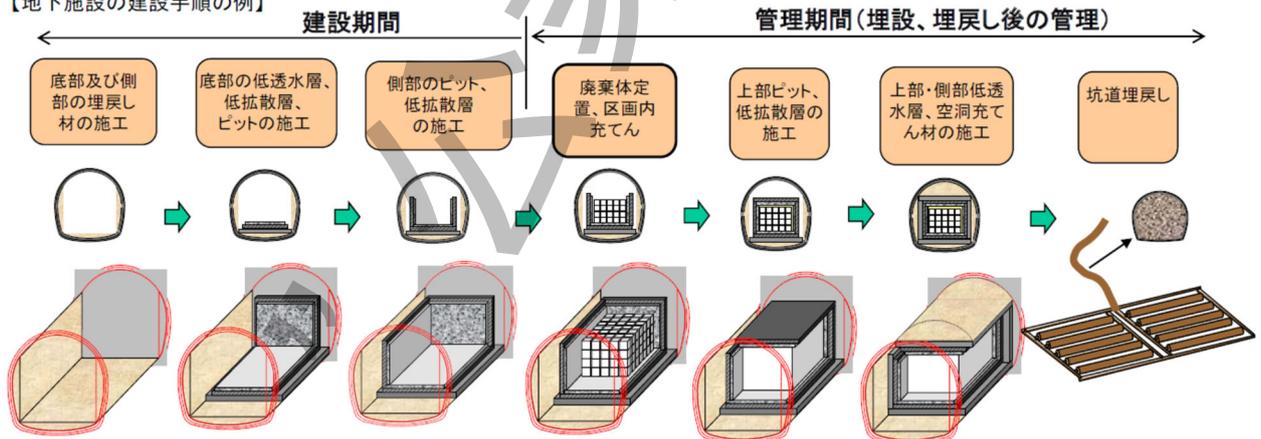
<地下施設>



(出典：電気事業連合会，原子力規制委員会 第2回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合，資料2-1，“原子力発電所等の廃止措置及び運転に伴い発生する放射性廃棄物の処分について”，2015)

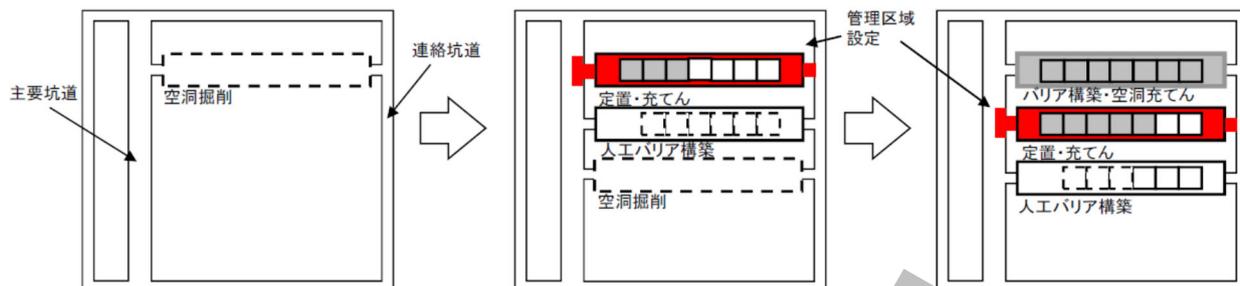
図 B.4—廃棄体の受入れから埋設に係る操業イメージ

【地下施設の建設手順の例】



(出典：電気事業連合会，原子力規制委員会 第2回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合，資料2-1，“原子力発電所等の廃止措置及び運転に伴い発生する放射性廃棄物の処分について”，2015)

図 B.5—廃棄物埋設施設における建設及び廃棄物の埋設の手順



(出典：電気事業連合会，原子力規制委員会 第2回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合，資料2-1，“原子力発電所等の廃止措置及び運転に伴い発生する放射性廃棄物の処分について”，2015)

図 B.6—地下施設の作業工程の例

図 B.6 の一番左側の図において、点線で示されている坑道掘削の箇所が表 B.1 の埋設坑道に相当し、連絡坑道と主要坑道（それぞれ埋設坑道に直接連結する小さい坑道も含む）が表 B.1 の周辺坑道に相当する。また、3.5.6 の定義より、“地下に廃棄物埋設地を建設するため、及び廃棄物埋設地へ廃棄体を搬入するために地上から周辺坑道までに設置した坑道”がアクセス坑道で、周辺坑道に接続する（図 B.3 参照）。

附属書 C (参考)

基本安全機能を満たすための管理措置とその実施時期の事例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

C.1 一般

中深度処分の基本安全機能に関しては、“炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について”（平成 28 年 8 月 31 日原子力規制委員会決定）及び許可基準規則において安全確保のための設計要求として、“遮蔽”，“漏出防止”及び“離隔”の三つの機能を挙げ、それらの各過程で必要となる機能を定めている。また、廃止措置段階以降の長期の安全性に係る機能としては、“離隔”，“移動抑制”が挙げられる。また事業規則からは、事業の段階に応じて実施すべき管理措置が挙げられている。

この附属書は、この標準で規定している基本安全機能が求められる時期と埋戻しの方法（廃棄物埋設地の埋戻し、坑道の埋戻し、坑口の閉塞）、管理措置（遮蔽その他適切な措置、飛散防止のための措置、地下水等の浸入防止のための措置、漏えいの監視、廃棄物埋設地の保全、周辺監視区域等に係る監視、及び定期的な評価等）及び記録の実施時期の事例を説明する。

C.2 中深度処分の基本安全機能

中深度処分の安全性は、人工バリアと天然バリアによる多重バリアによって確保される。

廃棄物埋設施設は、管理期間中の安全性に加え、廃止措置段階以降の長期間の安全性を確保するように設計され、安全評価によって公衆被ばくに対する安全性が確認される。

この標準では、基本安全機能を遮蔽、漏出防止、移動抑制、離隔とし、この基本安全機能と埋戻しの方法及び管理措置との関係を表 3 のように整理している。

C.3 中深度処分における漏出防止及び移動抑制について

中深度処分では、許可基準規則で、管理期間の間、“漏出防止”が求められている。

この標準では、“漏出防止”を基本安全機能の一つとして、管理措置と関連付けて整理している。

許可基準規則解釈では、次の二つの“漏出防止”の方法を前提として、漏出防止の判断基準が示されている。

- ・廃棄体だけで漏出防止
- ・人工バリア全体で漏出防止

“移動抑制”については、天然バリアの有する基本安全機能として整理している。この“移動抑制”と関連付けられる管理措置は、“坑道の埋戻し”としている。“坑道の埋戻し”は閉鎖措置段階に行われる管理措置であるが、坑道は附属施設であり、管理期間の間、廃棄物埋設地内での“漏出防止”が求められているため、天然バリアの“移動抑制”は廃止措置段階以降に求められる機能と考える。

なお、管理期間の間、“移動抑制”は求められないが、継続して確保されている期間と考える。

C.4 中深度処分における離隔について

中深度処分における離隔については、上記の“炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について”において、廃棄物埋設地の位置に係る要求として、科学的知見に十分に基づいていれば、今後 10 万年程度の期間又は数 10 万年といった期間の地質環境の状態について外挿することによって評価することは合理的であると考えられること、及び炉内等廃棄物の平均放射能濃度を踏まえると、廃棄物に含まれる短半減期核種（Co-60 など）は数百年でおおむね減衰し、その他の核種の多くは数千年から 10 万年程度でおおむね減衰することから、自然事象への対策として少なくとも 10 万年間は火山活動及び断層活動、侵食作用が著しい影響を及ぼすおそれのない区域に廃棄物埋設地を設置することを要求するとともに、少なくとも 10 万年間は、侵食作用を考慮しても離隔に必要な深度を確保することを要求している。

また、離隔に必要な深度としては、我が国における現状の地下利用状況に照らし、トンネル施工による廃棄物埋設地への掘削行為を廃棄物埋設地の大規模な損傷を引き起こす事象と位置付け、地表から廃棄物埋設地の頂部までの深さが 70 m より深いことを要求している。

離隔の確保のためには、深度の確保に加えて、容易に廃棄物埋設地近傍に人間が侵入できないよう、アクセス坑道等が適切に閉鎖されていることが求められる[2]。そのため、この標準では、坑道の埋戻しと坑口の閉塞について、基本安全機能の離隔と関連付けて整理する。離隔は、廃止措置段階以降に求められる機能であるが、坑口の閉塞については、保全段階を含めて一定の期間求められる機能とし、坑道の埋戻しと機能が期待される期間を分けて整理している。

なお、許可基準規則では、廃棄物埋設地を天然資源が相当程度存在し、又は存在する可能性がある区域に設置しないことを立地要件として新たに規定している。“炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について”では、この要件について、人間侵入の発生防止に係る要求と位置付けており、これも離隔の機能と関連があると考えられるが、この標準で規定している管理措置とは直接的な関係はないものである。

C.5 基本安全機能が求められる時期と管理措置の実施時期の事例

中深度処分に求められる基本安全機能と管理措置の実施時期の事例を、表 C.1 に示す。また簡条 7 で規定される記録も参考に並べて示す。

表 C.1—この標準で規定している基本安全機能が要求される期間、埋戻しの方法、管理措置及び記録の実施時期の事例

段階管理		廃棄物の埋設段階		閉鎖措置段階	保全段階	廃止措置段階	廃止措置段階以降の長期間
工程		廃棄体の受入れから定置まで	人工バリア構築:廃棄物埋設地の埋戻し終了まで	周辺・アクセス坑道の埋戻し(施工の開始から埋戻しまで)	埋戻し完了後から廃止措置段階の開始まで		
管理措置		遮蔽その他適切な措置 ^{a)}					
		飛散防止のための措置					
		漏えいの監視					
		廃棄物埋設地に係る保全					
		地下水等の浸入防止のための措置					
		定期的な評価等					
		周辺監視区域等に係る監視					
埋戻しの方法			廃棄物埋設地の埋戻し ^{e)}	坑道の埋戻し	坑口の閉塞		
記録				記録			
基本安全機能	遮蔽 ^{a)}	←→					
	漏出防止 ^{b)}	←→				→	
	移動抑制 ^{c)}			←→			→
	離隔 ^{d)}			←→			→
<p>注記 1 埋戻しの方法、管理措置及び記録の  印を付した部分が、この標準の範囲となる。この標準の範囲外のものも枠で示す。</p> <p>注記 2 定期的な評価等、及び記録は建設段階から行う措置である。しかし、建設段階はこの標準の範囲(廃棄物の埋設段階～保全段階)には含まれないため、建設段階における定期的な評価等、及び記録は表内に記載していない。</p> <p>注 ^{a)} 遮蔽は、附属施設だけに適用される。</p> <p>注 ^{b)} 坑道埋戻し前の期間は、隣接する埋設坑道の掘削、建設・定置、廃棄物埋設地の埋戻しが並行する状況において開埋設坑道側(図 P.1)に周囲の地下水が流入するため放射線管理上の観点から一括して“漏出防止”としている。</p> <p>注 ^{c)} “移動抑制”は、廃止措置開始以降の人工バリア及び天然バリアにおいて、長期にわたって要求される機能である。</p> <p>注 ^{d)} “離隔”は、立地条件などによって廃棄物埋設地に元来備わっている機能である。この機能が発揮され、人間接近などに対する安全性の確保に貢献するのは、廃止措置開始以降であるが、廃止措置開始前において、ほかの基本安全機能からの要求によって実施されるアクセス坑道の埋戻し及び保安のための措置(巡視・点検、定期的な評価等など)によって、廃止措置開始前及び廃止措置開始以降も継続して確保されるものである。</p> <p>注 ^{e)} “廃棄物埋設地の埋戻し”によって確保される基本安全機能及び“廃棄物埋設地の埋戻し”に対する具体的な規定については埋戻し方法及び仕様が明確になった時点で必要に応じて設定する。</p>							

附属書 D (参考)

放射性廃棄物の放射能の減衰に応じた管理の変更時期 及び規制終了までの期間の考え方の例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

D.1 一般

低レベル放射性廃棄物処分について、第二種埋設規則の第二条の第一項、第四号で、放射能の減衰に応じた周辺監視区域又は廃棄物埋設地の保全の措置の変更又は廃止について、それぞれの時期を事業許可申請書に記載することが定められている。

そこで、ここでは放射能の減衰に応じた管理の変更内容及びその予定時期、及び規制終了までの期間について例を示す。

D.2 規制終了まで期間の考え方

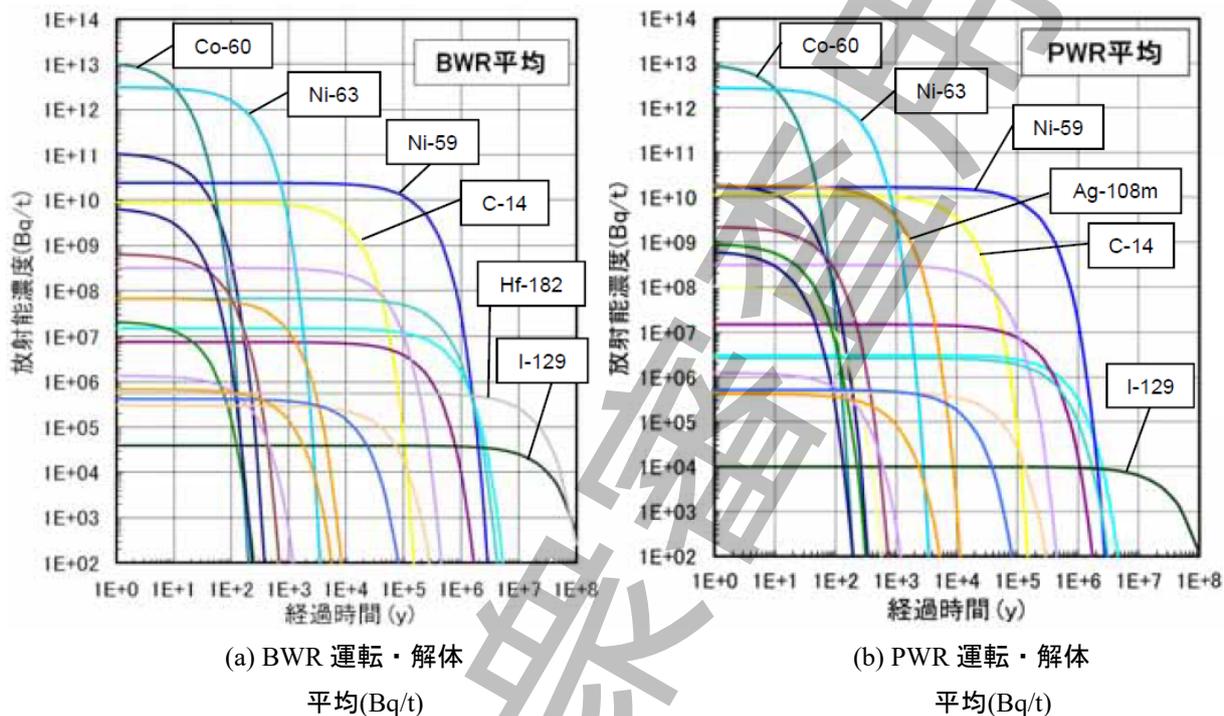
D.2.1 規制終了まで期間設定の考え方

“炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について”では、“埋設された炉内等廃棄物は、数万年を超える長期にわたり人への潜在的な影響が残る可能性があるが、こうした長期間にわたり事業者を規制して管理させることによって安全を確保することは現実的でない”とし、“事業者が離隔や漏出防止の措置を完了し、原子力規制委員会が、当該措置に問題がないこと、原子力規制委員会による事業者に対する規制が行われる期間の終了以降において防護上の問題を生じうるような状態に至ることは合理的に想定し得ないことなどを確認した上で、規制は有限の期間で終了するものとする。”としている。また、規制終了までの期間としては、“事業者による離隔や漏出防止の措置に係る確認を一定の期間求める観点に加えて、事業者による事業の継続性の観点から既往のピット処分の事業を参考に、300～400年程度を念頭に置く。”としている。

さらに、“中深度処分において300年～400年程度の能動的管理を要求することは、当該期間中において、初期の炉内等廃棄物に多く含まれる半減期の短い放射性核種の減衰が期待できるという観点でも合理的と考える。”としている。

D.2.2 中深度処分における規制終了までの期間の算定例

主な中深度処分対象廃棄物である放射化金属などは放射能濃度が大きいですが、廃棄物埋設施設の放射線防護上重要となる核種は、“余裕深度処分対象廃棄物に関する基本データ集” [3]の図 D.1 にもみられるように、300 年～400 年経過すれば 1～2 桁程度減衰し、被ばくによる潜在的危険性は少なくなる。鉛直方向のボーリングによって廃棄物埋設地が損傷し、人工バリアによって区画された領域から放射性物質が漏えいすることを仮定した公衆被ばく線量についても、図 D.1 にみられる放射能の減衰特性が反映されるので、管理期間のめやすを 300 年～400 年とすることが考えられる。



(出典：電気事業連合会“余裕深度処分対象廃棄物に関する基本データ集（一部改訂）平成 28 年 8 月 23 日”，2016)

図 D.1—中深度処分対象放射性廃棄物の放射能減衰特性（例）

附属書 E (参考) 国内における埋戻し方法の事例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

E.1 一般

(国研) 日本原子力研究開発機構の東濃鈷山（岐阜県土岐市）では、月吉ウラン鈷床の形態、品位分布状況の調査及び堆積岩を対象に岩盤中の物質移動に関する研究等を実施してきた。その後、所期の目的を達成したことから、2004年に調査研究を終了して休止鈷山とし、2010年度から閉山措置を実施している。坑道の充填作業は2012年4月に着手して2015年2月に完了している。また、主要な地上施設等の解体撤去は2016年3月に完了している。

この附属書では、東濃鈷山閉山措置実施計画書[4]に基づき、東濃鈷山の閉山措置のうち、坑内作業である坑道及び立坑の埋戻しと坑口の閉塞についての事例をとりまとめた。

E.2 閉山措置の基本的考え方

東濃鈷山における閉山措置の基本的考え方は、“東濃鈷山の閉山措置に当たっては、鈷山保安法及び関連法規の定めに従って、危害及び鈷害の発生を防止しつつ、可能な限り管理を要さない状況に措置することを基本とする。”と定められている。

E.3 危害防止と鈷害防止の方策

閉山措置の基本的考え方で示されている危害防止と鈷害防止の方策について、表 E.1 に示す。

表 E.1—危害防止と鈷害防止の方策

項目		内容
危害防止の方策	通気の確保	作業員への被ばく低減及び粉じん吸入防止の観点から、作業の進捗に合わせて、主要扇風機による全体通気若しくは局部扇風機等を用いた局部通気を実施する。
	立坑充填時の落下物防止	立坑充填時には、充填材をウインチ若しくはクレーンでつり下げる。この際、立坑底には作業員がいるため、充填材の落下防止を図る。また、立坑内のバントンを落下物に対する保護施設として活用する。
鈷害防止の方策	集積場の崩落・流出防止	集積場の掘削に当たっては、集積物が崩落しないように適切な作業手順で行う。また、掘削箇所はシート等で覆うことによって、雨水等の浸入による集積物の流出を防止する。
	坑水処理	坑内充填作業中は、現在行っている坑水処理を継続し、坑道閉塞後、坑内からの湧水がないこと並びに鈷山からの排水の水質が排水基準を満たしていることを確認した後に、坑水処理を終了する。
	放射線管理	現在行っている周辺監視区域境界及びその外側での外部放射線量及びラドン濃度の測定を継続実施し、下記の東濃地科学センターホームページにて公開する。 http://www.jaea.go.jp/04/tono/an_tm/an_tmradio.html

(出典：花木達美，永崎靖志，鈴木一，“東濃鈷山閉山措置実施計画書—施設設備の具体的措置内容—”，

JAEA-Technology 2012-002, 2012) を基に作成

E.4 坑道及び立坑の充填

E.4.1 準拠法令と基本方針

立坑については、鉱山保安法施行規則及び鉱業上使用する工作物等の技術基準を定める省令に則って充填措置する。充填には東濃鉱山産鉱石及び捨石を用い、立坑坑口をコンクリートで閉塞することによって危害及び鉱害を防止するとともに、水平坑道も充填措置する。

E.4.2 充填材料の積み込み

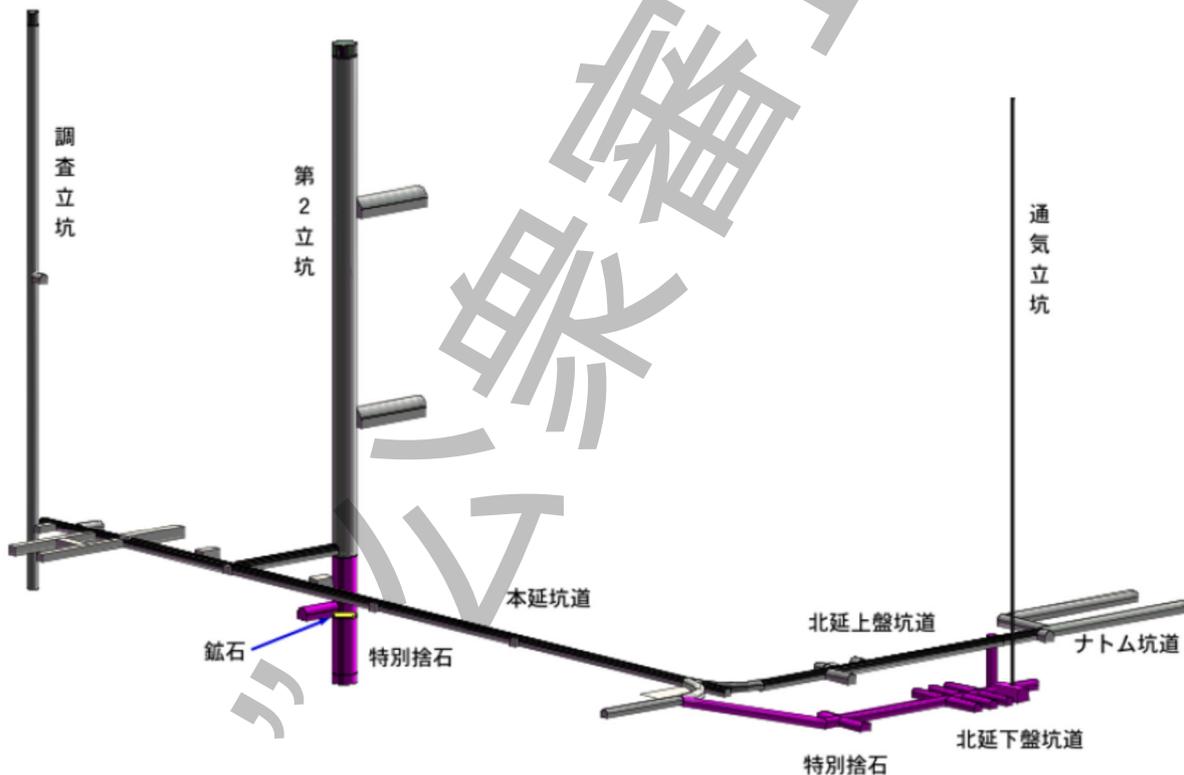
捨石及び特別捨石については、捨石集積場上段のアスファルト舗装を剥離した後、軌道（レール）を延長し、その北側から捨石を重機で掘削する。掘削した捨石（充填材）は、E.4.3 で記載するように、鉱車への積み込み若しくはフレコンバッグへの詰め込みを行う。

また、鉱石については、坑内鉱石貯蔵箇所のある北延下盤坑道においてドラム缶からフレコンバッグ（0.5 t）に詰め込む。

E.4.3 各充填材料の充填範囲

鉱石はもともと掘り出された箇所である第2立坑下部（図 E.1 の左側の紫の着色部）、特別捨石は鉱床付近（図 E.1 の右側の紫の着色部）、それ以外の場所は捨石で埋め戻す（図 E.1 の灰色の着色部）[4]。

なお、通気立坑は全てコンクリートで充填し、調査立坑と第2立坑の坑口はコンクリートで閉塞する。



（出典：花木達美，永崎靖志，鈴木一，“東濃鉱山閉山措置実施計画書－施設設備の具体的措置内容－”，
JAEA-Technology 2012-002，2012）

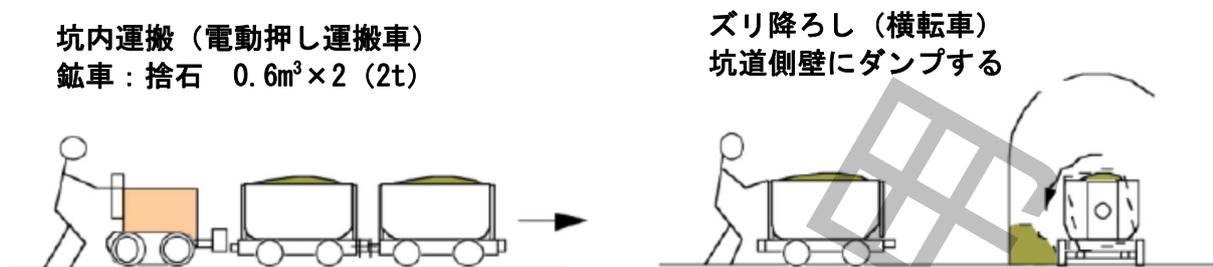
図 E.1—各充填材料の充填範囲図

E.4.4 水平坑道への充填材料の運搬と充填

充填材を重機によって直接鉱車に積み込み（0.6 m³）、軌道運搬し、充填箇所において鉱車を横転させ充填材をダンプした後（図 E.2 参照[4]）、ベルトコンベアによって坑道奥部から充填する（図 E.3 参照[4]）。

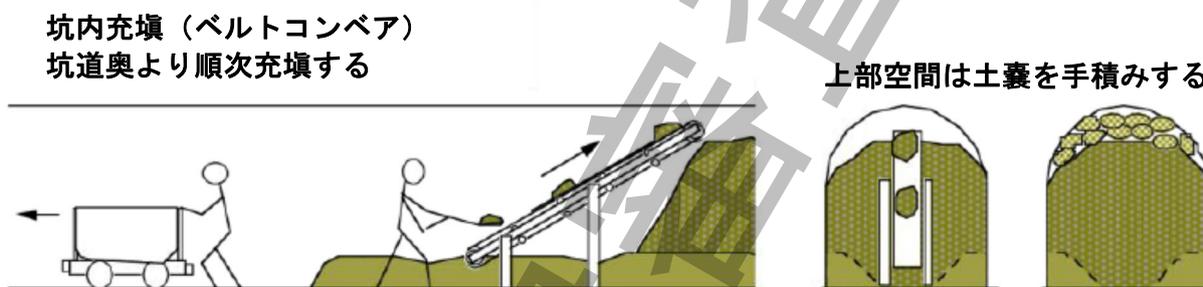
この際、可能な限り隙間なく充填するため、上部の空間については、充填材を入れた土嚢を手積みで充填する（図 E.3 参照[5]）。

なお、実際の充填作業では、図 E.4 のナトム坑道におけるベルトコンベアへの積み込みでの重機（ミニバックホウ）の利用及び北延下盤坑道の出入口部における土のう袋の重ね置きも行われている[5]。



（出典：花木達美，永崎靖志，鈴木一，“東濃鉦山閉山措置実施計画書—施設設備の具体的措置内容—”，
JAEA-Technology 2012-002，2012）

図 E.2—充填材の坑内運搬方法イメージ図



（出典：花木達美，永崎靖志，鈴木一，“東濃鉦山閉山措置実施計画書—施設設備の具体的措置内容—”，
JAEA-Technology 2012-002，2012）

図 E.3—水平坑道における充填作業方法イメージ図



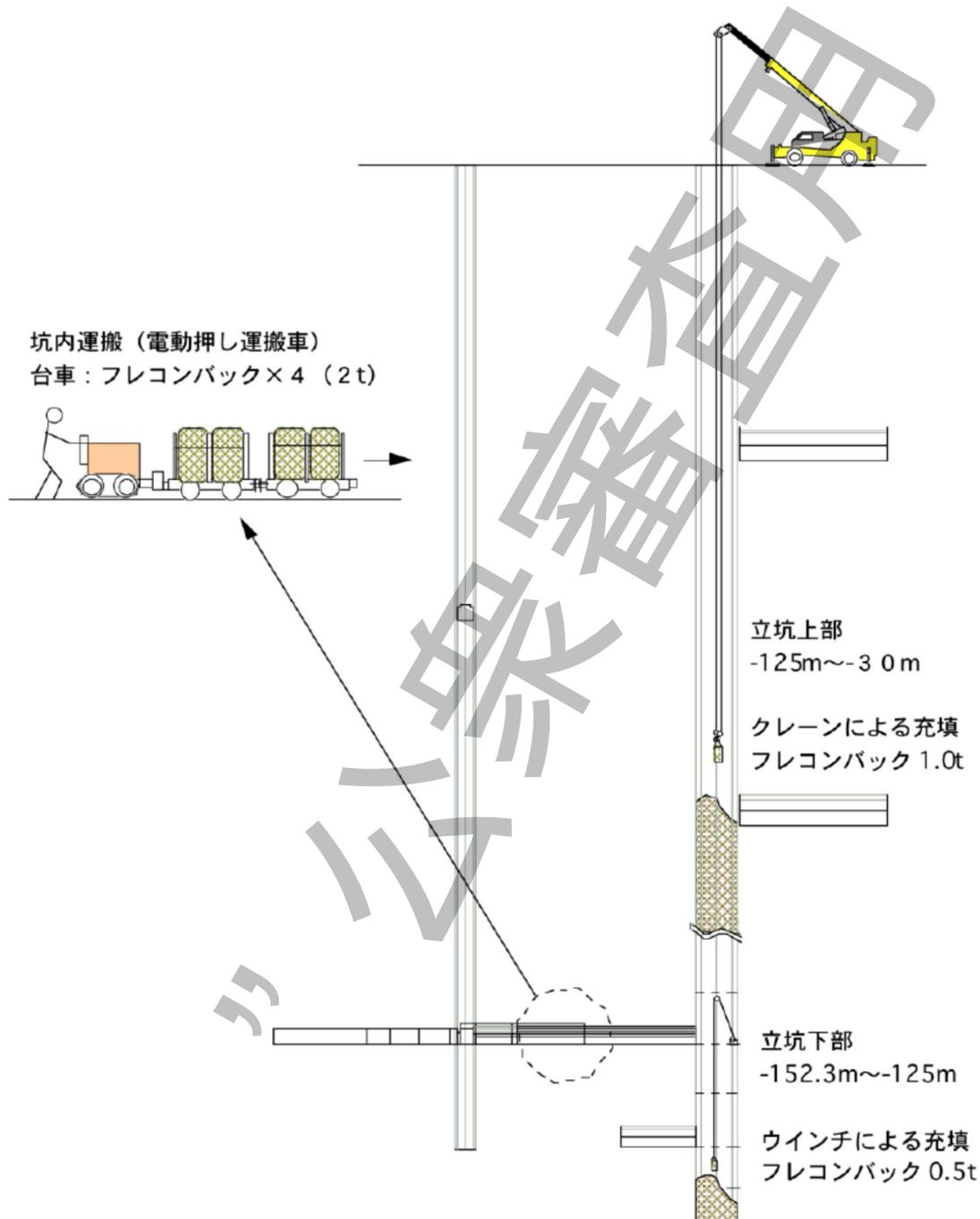
（出典：（国研）日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター，“東濃鉦山閉山措置技術検討委員会資料
東濃鉦山の閉山措置状況について”，2013）

図 E.4—水平坑道の充填作業状況

E.4.5 立坑への充填材料の運搬と充填

充填材を重機によって直接フレコンバッグに詰め込み（約 1t）、坑口まで車両で運搬する。なお、第 2 立坑下部（坑底～上盤連絡坑道のレベル）については、フレコンバッグ（0.5t）を上盤連絡坑道のレベルまで台車による軌道運搬を行う。

坑口若しくは第 2 立坑上盤連絡坑道のレベルまで運搬したフレコンバッグをウインチ若しくはクレーンで充填箇所まで移動させフレコンバック底部から充填材を投入する（図 E.5 参照[4]）。

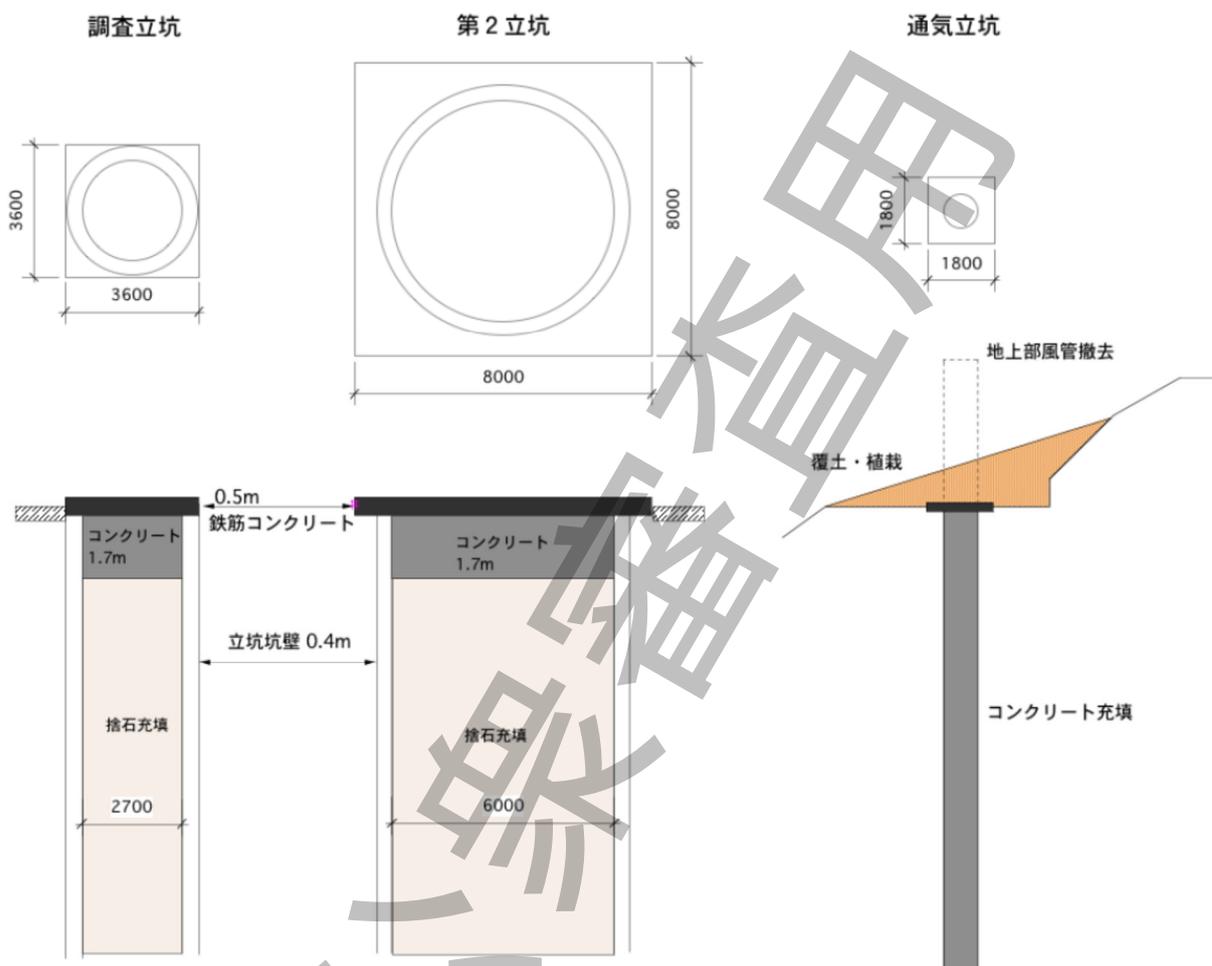


（出典：花木達美，永崎靖志，鈴木一，“東濃鉱山閉山措置実施計画書－施設設備の具体的措置内容－”，
JAEA-Technology 2012-002，2012）

図 E.5ー立坑における充填作業方法イメージ図

E.4.6 立坑への充填材料の運搬と充填

立坑の充填後，調査立坑及び第2立坑の坑口をコンクリートで閉塞する（図 E.6 参照[4]）。
なお，通気立坑については，ポンプ圧送によるコンクリート充填とする（図 E.6 参照[4]）。



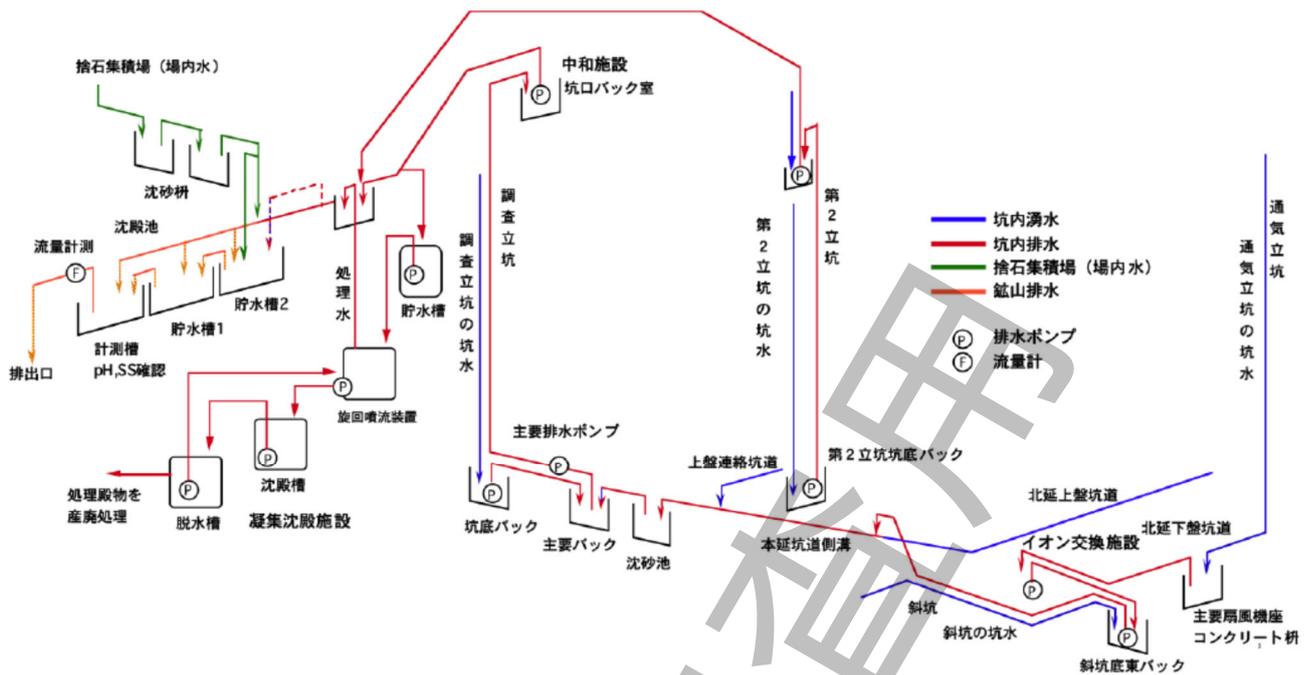
（出典：花木達美，永崎靖志，鈴木一，“東濃鉱山閉山措置実施計画書－施設設備の具体的措置内容－”，
JAEA-Technology 2012-002，2012）

図 E.6ー立坑坑口付近における閉塞イメージ図

E.4.7 坑水処理施設

東濃鉱山では，坑水処理施設としてイオン交換施設，中和施設及び凝集沈殿施設を備えている。坑水処理として，第2立坑以外から湧出する坑内水については，調査坑道の主要バックに集水し，調査坑道に設置した主要排水ポンプで坑口バックにポンプアップし，中和施設及び凝集沈殿施設で処理した後，沈殿池に集水し，水素イオン濃度及び濁度を測定した後に河川に放流している。

なお，北延下盤坑道への湧水については，イオン交換施設でウラン濃度を低減させた後，排水ポンプで調査坑道のレベルにポンプアップして主要バックに集水している。また，第2立坑への湧水については，第2立坑底排水ポンプによって第1計測坑道へポンプアップした後，第1計測坑道排水ポンプによって地上へポンプアップし，沈殿池に集水している（図 E.7 参照[4]）。



(出典：花木達美，永崎靖志，鈴木一，“東濃鉱山閉山措置実施計画書－施設設備の具体的措置内容－”，
JAEA-Technology 2012-002，2012)

図 E.7ー坑水処理フロー図 (閉山措置中)

E.4.8 通気施設

東濃鉱山では、通気施設として主要扇風機と局部扇風機を使用し、調査立坑及び第2立坑を入気、主要扇風機が設置されている通気立坑を排気の通気系統としている。坑道充填作業時には、被ばく等を低減する観点から、通気又は換気を行う。特別捨石の充填までは主要扇風機による通気を維持する。具体的には、主扇室を除く北延下盤坑道及び斜坑を特別捨石で充填した後に主要扇風機を撤去し、局部扇風機及びブローアを用いた第2立坑を排気とする通気系統に切り替える。また、第2立坑充填後は、調査立坑の単独通気となる。

なお、局部通気に利用する局部扇風機等は充填作業終了に合わせて坑外に搬出する。

附属書 F (参考) 諸外国における埋戻し方法の検討事例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

F.1 一般

諸外国における埋戻しの方法の検討事例として、DOPAS プロジェクト[6]、LUCOEX プロジェクト[7]、SKB の埋戻しプロジェクト[8]、Posiva の埋戻しプロジェクト[9]について、次に示す。

F.2 DOPAS プロジェクト[6]

F.2.1 概要と目的

DOPAS プロジェクトは欧州 8 国から 14 機関（地層処分実施主体及び研究機関）が参画するプラグ及びシールシステムを試験するための技術開発プロジェクトである。このプロジェクトは 2012 年～2016 年の期間において Posiva 社のコーディネートの元で実施された。

DOPAS プロジェクトは下記の七つのワーキングパッケージ（WP）で構成されている。

- ・ WP1：プロジェクト運営と調整・とりまとめ
- ・ WP2：プラグ及びシールの必要条件の定義と設計基準
- ・ WP3：プラグ及びシールの設計と技術構築の実現可能性検討
- ・ WP4：プラグ及びシールシステムの機能の評価
- ・ WP5：プラグ及びシールシステムの性能評価
- ・ WP6：結果の統合分析
- ・ WP7：プロジェクトの普及活動

F.2.2 実証試験

DOPAS プロジェクトでは、4 種類の実証試験を行った[6]。それらを次に記載する。

1. フルスケールシール（FSS）実験：粘土岩、導坑及び中間レベル廃棄物（ILW）廃棄物保管庫の建設の実験、ANDRA がフランスのサン・ディジェで実施した。
2. 圧力とシーリングプラグ（EPSP）実験：結晶片岩、SÚRAO とチェコ工科大学（CTU）がジョセフ地下研究所（URC）とチェコ共和国の地下研究所で実施した。
3. ドームプラグ（DOMPLU）実験：結晶片岩、SKB と Posiva がスウェーデンの Äspö Hard Rock Laboratory（ÄspöHRL）で実施した。
4. Posiva プラグ（POPLU）実験：結晶片岩、Posiva、SKB、VTT、BTECH がフィンランドのオンカロ（地下岩盤特性調査施設）で実施した。

これらフルスケール実証テストは、処分場の設計、ライセンス供与、試運転、そして運転の将来の手順を開発する上で重要な役割を担い安全性を提供する。また開発段階における設計業務の一般的なガイドラインとして価値がある。4 年間のプロジェクト期間中、広範囲に普及した学習と知識は、ほかの人工バリアの構成要素の開発にも使用してもよい。プロジェクトの実験では、プラグとシールの寸法は 100 m³～1,200

m³, 静水圧は 0.0 MPa~4.2 MPa の範囲であった。

F.3 LUCOEX プロジェクト[7]

F.3.1 概要と目的

LUCOEX プロジェクトは長寿命の放射性廃棄物の地層処分概念の研究開発の一環として, Nagra, ANDRA, SKB, Posiva の 4 社の廃棄物管理機関が, 安全で信頼性の高い技術的実現可能性を示す共通の目的で実施された。

LUCOEX プロジェクトは下記の六つのワーキングパッケージ (WP) で構成されている。

- WP1 : 調整ととりまとめ
- WP2 : モンテリ FE (フルスケール定置) 実証試験 (Nagra) : Opalinus Clay 粘土岩における廃棄物パッケージの水平定置
- WP3 : Bure の ALC 実験 (ANDRA) : Callovo-Oxford 粘土岩における廃棄物パッケージの水平定置
- WP4 : Äspö (エスポ) での KBS-3H の多目的試験 (SKB) : 結晶岩中の廃棄物パッケージの水平定置
- WP5 : オンカロにおける KBS-3V 設置試験 (Posiva) : 結晶硬岩における廃棄物パッケージの垂直定置
- WP6 : 運営と普及活動 (SKB)

F.4 SKB[8]及び Posiva[9]の埋戻しプロジェクト

SKB, Posiva の各機関は, それぞれ個別に坑道の埋戻しにブロックを設置する方法についてプロジェクトとして検討している。SKB では埋戻しブロックの推奨配列例や設置ロボットの検討例[8]を, Posiva は坑道埋戻しの概略図や使用材料の設計仕様例[9]を示している。

附属書 G (参考)

国内の確証試験による埋設坑道内充填材の施工事例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

G.1 一般

(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センターが経済産業省資源エネルギー庁から受託した管理型処分技術調査等事業の地下空洞型処分施設に係る性能確証試験(平成19年度～24年度)及び閉鎖技術確証試験(平成25年度～26年度)(以下、二つの試験を総称して“確証試験”という。)は、処分施設施工確認試験、初期性能確認試験及び施設/岩盤挙動計測で構成される[10]。

確証試験を構成する各試験の目的を表 G.1 に示す。

表 G.1—確証試験の構成と各試験の目的

確証試験を構成する試験	各試験の目的
1. 処分施設施工確認試験	実際の地下空洞環境下において実規模の施設を施工することによって、施工技術、施工手順、施工方法等の実施への適用性を確認する。また、処分施設を構成する構成要素ごとに、複数の施工技術、施工方法等を適用するとともに、施工の精度、効率を考慮して総合的な施設の施工性を確認する。
2. 初期性能確認試験	施工された施設について、力学的安定性、核種の漏出防止性等の安全評価において要求される初期性能に関わる品質について、その達成度及びばらつき等を確認する。
3. 施設/岩盤挙動計測	施工された施設の力学的安定性及び周辺岩盤に与える影響等を評価するために、施設及び周辺岩盤の力学・水理挙動を計測する。

(出典：(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成26年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確証試験 平成19年度～平成26年度の取りまとめ報告書”，2015)

この附属書では、埋設坑道内充填材の施工品質管理の参考とするため、確証試験の成果を取りまとめた“平成19年度～平成26年度の取りまとめ報告書[10]”の内容に基づき、処分施設施工確認試験及び初期性能確認試験で実施された上部埋戻し材に係る試験を参考事例として説明する。

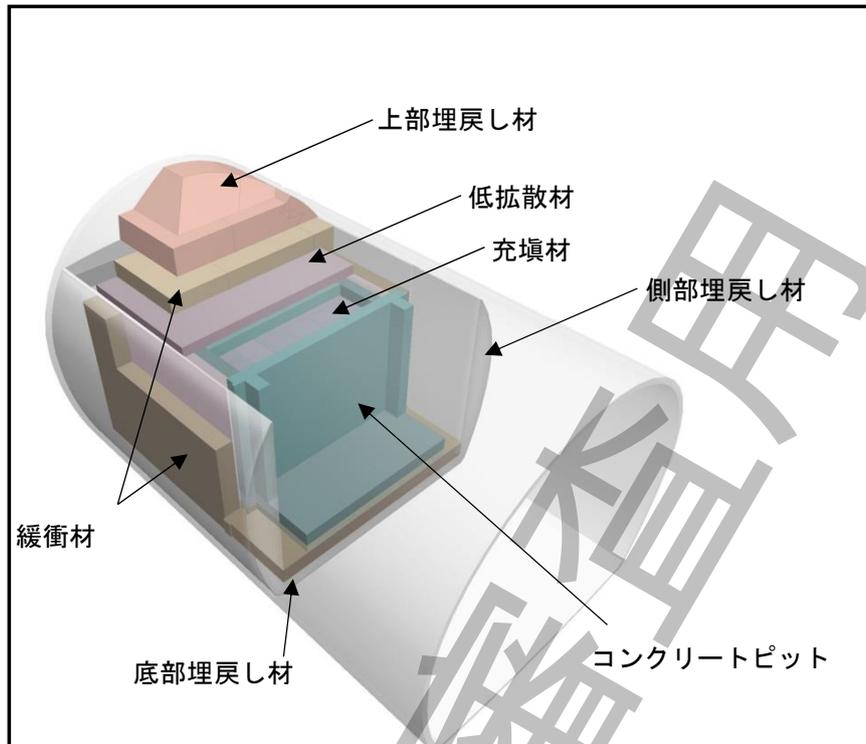
G.2 確証試験の目的

人工バリアの材料、性能及び施工方法等の成立可能性については、基本的な検討がなされているが、実事業で求められるのは地下空間の狭隘な空間での高品質な人工バリアの構築である。実際の処分施設に近い制約条件を持つ地下空洞内で各種試験を行い、施工機械、施工方法、人工バリアの品質等について確認するとともに、品質管理方法の確立を行うことは重要である。

(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センターでは、原子力発電所から発生する放射性廃棄物の中深度処分(確証試験実施時の呼称は余裕深度処分、以下同様)に係る共通的な基盤技術の確立のため、実際の地下環境下において中深度処分に想定されている実規模大の処分施設の模擬施設を構築し、地下空間で適用可能な機械及び工法の選定と施工可能性の確認及び構築されたバリアの品質を確認することを目的とし、日本原燃(株)の試験空洞を利用して確証試験を実施した[10]。

G.3 施設構成

平成 26 年度施工完了時の確証試験施設の構築状況を図 G.1 に示す[11]。



(出典：(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成 26 年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確証試験 平成 19 年度～平成 26 年度の取りまとめ報告書（概要版）”，2015) の凡例の表記を改変

図 G.1—確証試験施設の構築状況（平成 26 年度施工終了時）

確証試験施設は、中深度処分の処分施設を模擬して、コンクリートピット、低拡散材、緩衝材、充填材の人工バリア部材と埋戻し材で構成される。埋戻し材は、地下空洞と人工バリア部材との間の隙間を充填する部材であり、セメント系材料からなる底部及び側部並びにセメント系／土質系材料からなる上部とに分けられる。

この標準の参照処分場と確証試験施設[11]の部位の名称の対比を表 G.2 に示す。この附属書では、確証試験施設における名称をそのまま用いることとする。

表 G.2—この標準の参照処分場との部位の名称の対比

部位の名称	この標準の参照処分場 表 B.1		確証試験施設[11] 図 G.1
	埋設坑道内 充填材	埋設設備の上部の空間	
埋設設備の側部の空間			側部埋戻し材
埋設設備の底部の空間			底部埋戻し材
低透水層			緩衝材
低拡散層			低拡散材
コンクリートピット			コンクリートピット
区画内充填材			充填材

G.4 上部埋戻し材の要求機能

上部埋戻し材の要求機能として、(社)土木学会の報告書[2]及び AESJ-SC-F019:2010[12]では埋戻し後の段階の“移動抑制”が設定されていることから、本確認試験[10]においても、埋戻し材の主たる要求機能として“移動抑制”が設定されている(表 G.3)。

表 G.3—埋戻し材の主たる要求機能

要求機能		段階	機能の内容	技術要件
基本安全機能	移動抑制	埋戻し後	低透水性によって、処分施設を通過する地下水流量の低減を行うこと a)	力学特性
			連続した地下水移動経路を形成しないこと 周辺岩盤よりも低い透水性を有すること b) 隙間なく充填されること c)	透水特性
<p>注 a) 埋戻し材の“低透水性によって、処分施設を通過する地下水流量の抑制を行うこと”という機能に対する技術要件は、“埋戻し後以降の長期にわたり緩衝材の膨潤変形を十分小さい水準に抑制すること(力学特性)”としている。</p> <p>注 b) (社)土木学会の報告書[2]に示された機能に加え、本確認試験で追加した機能。</p> <p>注 c) (社)土木学会の報告書[2]に示された機能に加え、AESJ-SC-F019:2010[12]を参考にして、本確認試験で追加した機能。</p>				

上部埋戻し材の技術要件である“透水特性”を検討する上で重要度が高い設計仕様項目として、透水係数が設定されている。本確認試験においては、施工直後の透水性が周辺岩盤の透水性と比較してどの程度かを確認することが主たる目的であり、設計仕様項目は透水係数に絞り込んで検討をする方針とし、上部埋戻し材の要求機能、技術要件及び設計仕様項目を表 G.4 としてまとめている[10]。

なお、“隙間なく充填されること”に対しては、施工中、目視確認することとした。

表 G.4—上部埋戻し材の要求機能、技術要件及び設計仕様項目

要求機能		段階	技術要件	設計仕様項目
基本安全機能	移動抑制(低透水性)	埋戻し後	透水特性	透水係数

(出典：(公財)原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成26年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確認試験 平成19年度～平成26年度の取りまとめ報告書”，2015(一部修正))

上部埋戻し材の施工試験における管理項目については、設計仕様項目である透水係数と、ベントナイト系材料で透水性と関連性が高いと考えられる乾燥密度を管理項目として選定した。

これらの管理項目に対して設定した管理目標値を表 G.5 に示す[10]。

表 G.5—上部埋戻し材の管理項目と管理目標値

要求機能	管理項目	管理目標値	備考
移動抑制(低透水性)	透水係数	$1 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 以下	原地盤よりも小さい値
	乾燥密度	材料ごとに設定	検討課題の一つ

(出典：(公財)原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成26年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確認試験 平成19年度～平成26年度の取りまとめ報告書”，2015(一部修正))

G.5 上部埋戻し材に関する確証試験の概要

上部埋戻し材に関する確証試験は、主たる要求機能である透水特性について所定の透水係数を発揮し得る材料を選定すること、地下空洞と人工バリアとの隙間を充填可能で均質な部材を構築するための施工方法を選定すること、及び十分な品質の確保を確認することを検討項目として実施された。

各検討項目についての確証試験の内容を表 G.6 に示す[10]。

表 G.6—上部埋戻し材確証試験の課題に対する対応と実施内容

検討項目	課題の概要	実施内容
材料検討	材料の選定、配合の検討の実施、施工時の管理目標値の設定	文献調査による候補材料の絞込み及び配合の検討、室内試験による選定配合の性能の確認及び施工時の管理目標値になりうる特性値の抽出と設定
施工検討	練り混ぜ方法の検討と製造後のばらつき把握	文献調査による候補となる方法の絞込み・検討、選定した方法の練り混ぜ試験の実施による施工性の確認、練り混ぜ後の材料の品質の確認
	施工方法の検討と適用性の確認、施工管理手法の検討	文献調査による候補となる方法の絞込み・検討、選定した方法による施工試験計画の立案及び施工試験の実施
初期性能確認	施工後の品質確認	施工終了後、コアを採取して、室内試験で透水係数等の特性値を測定

(出典：(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成 26 年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確証試験 平成 19 年度～平成 26 年度の取りまとめ報告書”，2015)

G.5.1 材料及び配合条件

上部埋戻し材確証試験では、平成 24 年度検討成果で実施された材料・配合仕様の設定検討で抽出・選定された材料及び配合を参考として、表 G.7 に示す材料及び配合条件が使用された[10]。

なお、使用されたベントナイト材料であるクニゲル V1 は、緩衝材で用いているベントナイトと産地が同じであり、成分組成が同等であることが考えられ、化学的に影響がないことが期待されたことによる。

表 G.7—上部埋戻し材確証試験で使用された緩衝材の配合設計方針

分類	項目	配合 (乾燥質量比)	概要
材料	ベントナイト	15%	粉末状 Na 型ベントナイト (クニゲル V1)
	砂	85%	三沢産コンクリート用細骨材

(出典：(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成 26 年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確証試験 平成 19 年度～平成 26 年度の取りまとめ報告書”，2015 (一部修正))

G.5.2 施工方法

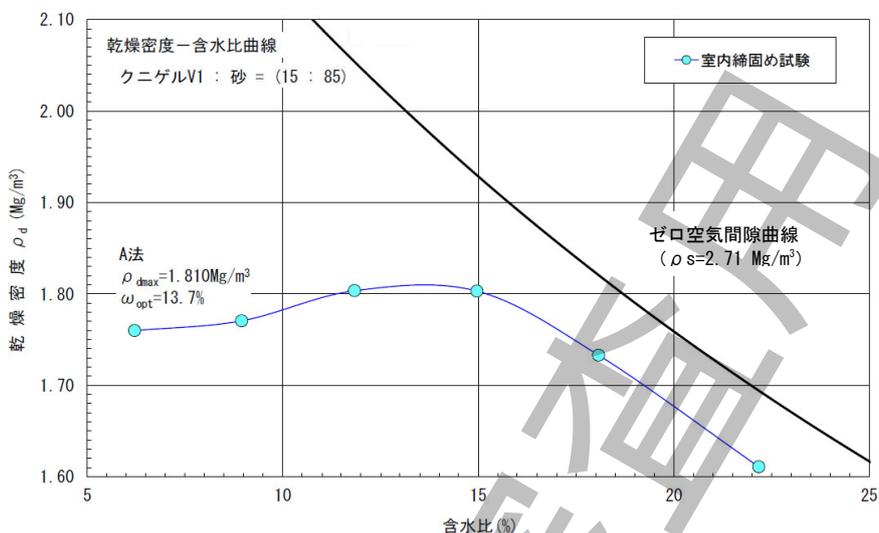
上部埋戻し材の施工方法の検討では、突固めによる締固め特性測定試験を実施し、締固め曲線を取得した。締固め試験は、バット練り (手練り) による方法でベントナイト混合土を作製し、突固めによる締固め試験 (A 法) を実施した。取得した締固め曲線は、図 G.2 に示すとおりである。最大乾燥密度 ρ_{dmax} は 1.810 Mg/m³、最適含水比 ω_{opt} は 13.7% であった[10]。

また、実際の施工を考慮して、図 G.3 に示す自走式土質改良機 (SR-2000G) と連続式二軸強制ミキサ (GeoTom) を用いて混合土製造に関する検討を行った[10]。

自走式土質改良機は、投入した材料を連続的に混合かくはんし、ベントナイト混合土 (上部埋戻し材の材料) を製造する。通常、土質改良機は高含水比土壌の改良に用いられるが、本機は水添加機構を備えて

おり，材料の含水比調整も可能である点に特徴がある。

連続式二軸強制ミキサは土砂の定量供給機構と添加材の定量供給機構を備えていない。そのため別途，材料の定量供給機構を用意する必要があったが，後述のとおり自走式土質改良機に比べれば定量供給精度は高くなった。水添加機構も備えていないため，モノーポンプを用いて定量加水を行った。



(出典：(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成 26 年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確証試験 平成 19 年度～平成 26 年度の取りまとめ報告書”，2015 (一部修正))

図 G.2—締固め曲線 (クニゲル V1 : 砂 = 15 : 85)



(a)自走式土質改良機 SR-2000G

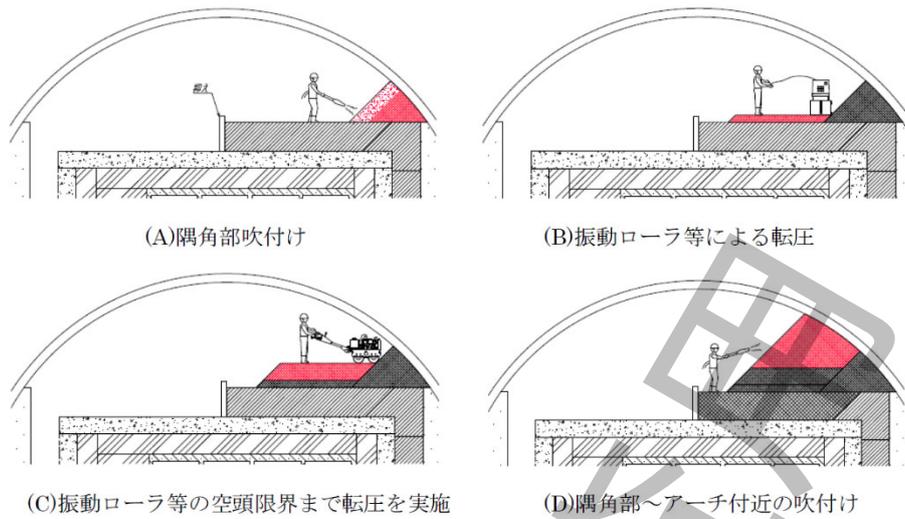


(b)Geo-Tom

(出典：(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成 26 年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確証試験 平成 19 年度～平成 26 年度の取りまとめ報告書”，2015)

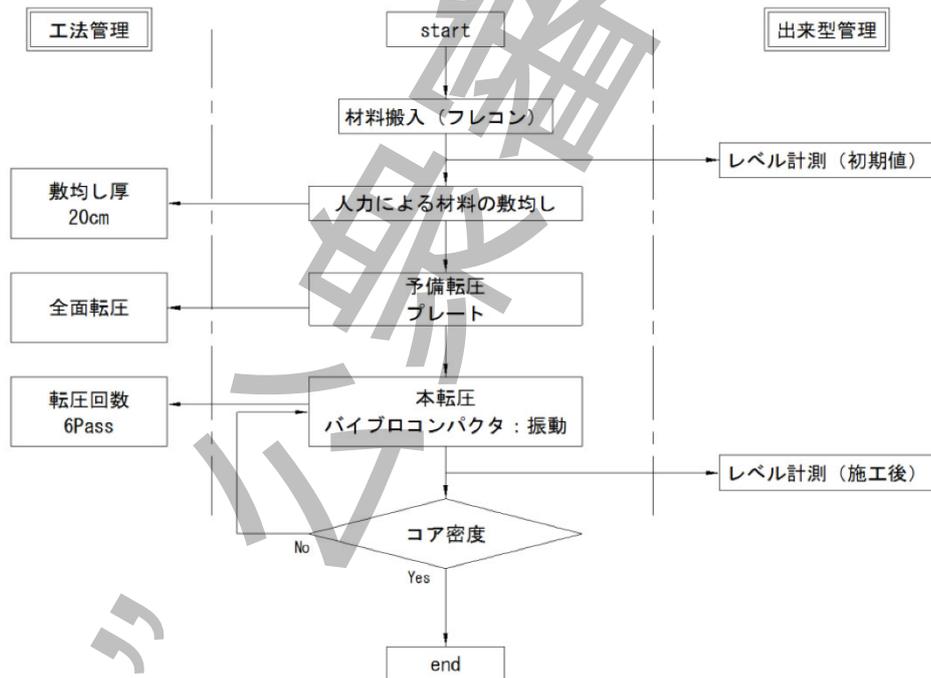
図 G.3—連続式機械の例

上部埋戻し材の施工方法は，転圧及び吹付けによって行った。図 G.4 に上部埋戻し材の施工手順の例，図 G.5 に転圧工法の施工フロー，図 G.6 に吹付け時の機械の配置図，図 G.7 に各工法の状況を示す[10]。



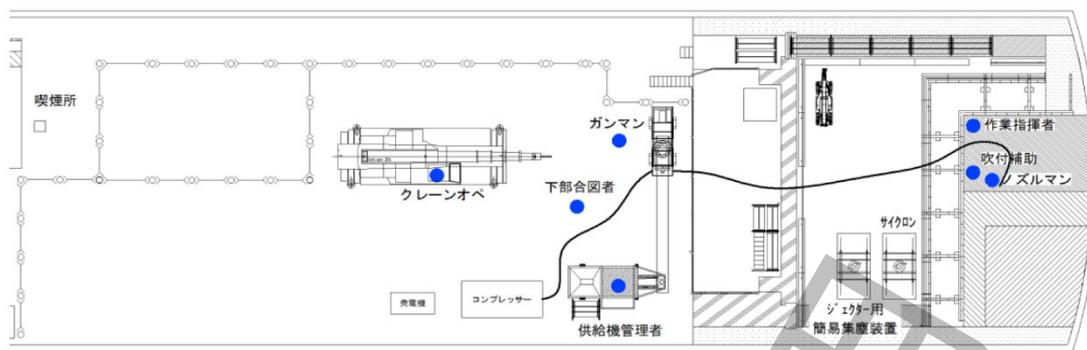
(出典：(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成 26 年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確証試験 平成 19 年度～平成 26 年度の取りまとめ報告書”，2015)

図 G.4—上部埋戻し材の施工手順の例



(出典：(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成 26 年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確証試験 平成 19 年度～平成 26 年度の取りまとめ報告書”，2015)

図 G.5—転圧工法の施工フロー



(出典：(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成 26 年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確証試験 平成 19 年度～平成 26 年度の取りまとめ報告書”，2015)

図 G.6—吹付け時の機械配置図



転圧工法

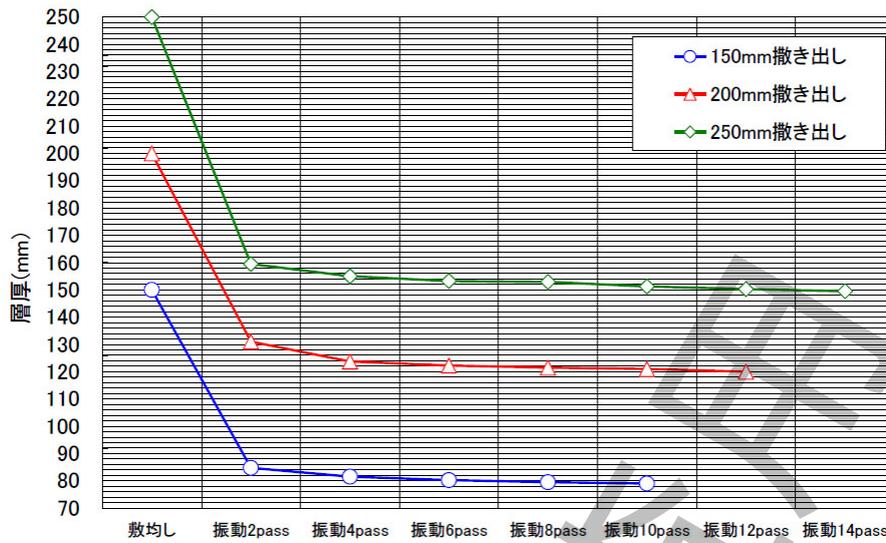
吹付け工法

(出典：(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成 26 年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確証試験 平成 19 年度～平成 26 年度の取りまとめ報告書”，2015)

図 G.7—上部埋戻し材の施工状況

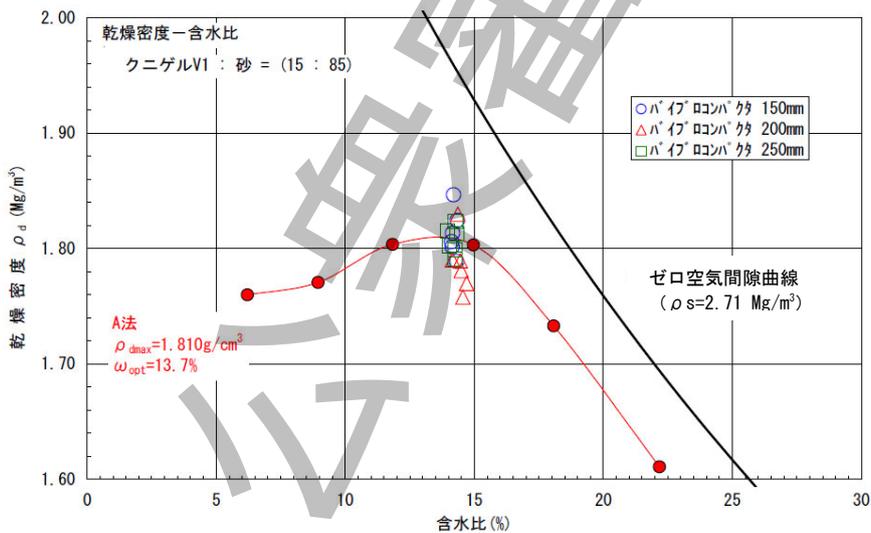
バイブロコンパクトを用いた転圧施工の予備試験結果として、敷均し厚さを変化させたときの各転圧段階と施工層厚の関係を図 G.8 に示す。また、各敷均し厚さにおいて図 G.8 に示す最終転圧後にサンプリングによる密度測定を行った結果を図 G.9 に示す[10]。

以上の結果に基づき、施工試験においては、施工仕様として敷均し厚さ 200 mm，振動転圧 6Pass として施工を行うこととした。



(出典：(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成26年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確認試験 平成19年度～平成26年度の取りまとめ報告書”，2015)

図 G.8—各敷均し厚さでの転圧段階と層厚の関係



(出典：(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成26年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確認試験 平成19年度～平成26年度の取りまとめ報告書”，2015 (一部修正))

図 G.9—各敷均し厚さでの仕上がり密度

G.6 初期性能確認試験の概要

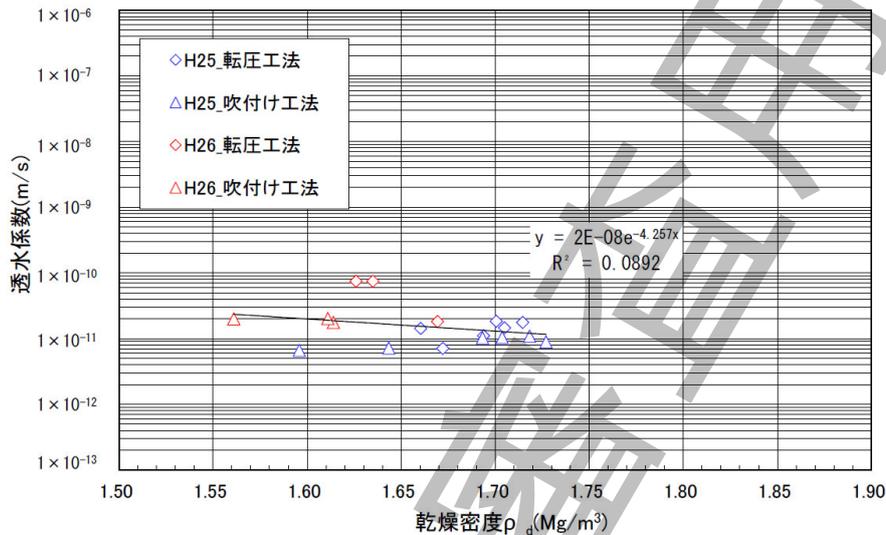
上部埋戻し材の初期性能確認試験における試験項目と要求機能との対応を表 G.8 に示す[10]。初期性能確認試験は、上部埋戻し材の主たる要求機能である拡散抑制に係るデータのほか、副次的な要求機能に関わるデータ及び設計・施工等のための基礎となる基本的な物性の取得を目的とした試験も実施された。

表 G.8—上部埋戻し材の初期性能確認試験項目

			試験項目													
			力学特性		透水	透水への影響因子										長期力学安定性
			一軸圧縮強度試験	三軸圧縮強度試験	透水試験	乾燥密度試験	含水比試験	メチレンブルー吸着量	交換性陽イオン測定	膨潤力試験	塑性限界試験	粒度試験	細粒分含有率測定(混合率)	膨潤圧試験		
機能	段階	機能の説明														
要求機能	基本安全機能	漏出防止	建設作業	放射線物質の埋設施設外の環境への有意な漏えいを防止すること			○		○	○	○		○	○		
		遮蔽	建設作業	廃棄体を線源とする放射線に対して、十分な遮蔽を有する環境を保つこと												
	移動抑制	埋戻し後	放射性核種の拡散による移動を抑制すること													
			放射性核種を収着すること													
			低透水性によって、処分施設を通過する地下水流量の抑制を行うこと													
			連続した地下水移動経路を形成しないこと	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	作業上の機能	建設作業	確実な建設、作業が行われる空間、力学的安定性が確保されること													
材料物性	設計・施工等のための基礎となる基本的な物性の取得														○	

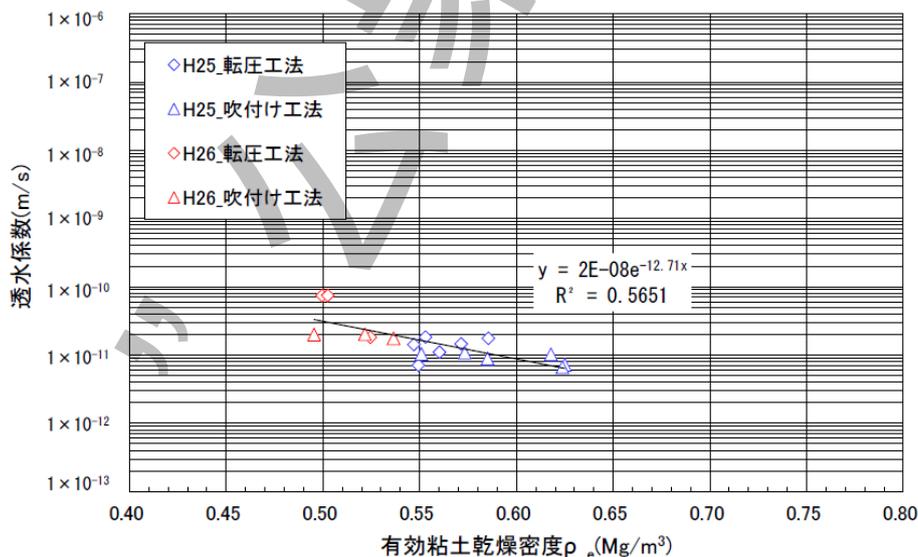
(出典：(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成 26 年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確証試験 平成 19 年度～平成 26 年度の取りまとめ報告書”，2015（一部修正）)

初期性能確認試験で使用した供試体材料の初期乾燥密度は 1.561~1.727 Mg/m³，初期含水比は 12.3~19.0%，ベントナイト混合率は 15.0~20.9%であり，得られた透水係数は $7.07 \times 10^{-12} \sim 7.43 \times 10^{-11}$ m/s であった。また，透水係数には乾燥密度及び有効粘土乾燥密度との相関が見られ，**図 G.10** 及び**図 G.11** に示すとおり，乾燥密度より有効粘土乾燥密度との相関性が高い結果となった[10]。更に，有効粘土乾燥密度が高くなるにつれて透水係数の値が小さくなる傾向は，既往の研究事例[2]と整合する結果となっている。また，今回の試験で得られた透水係数は，有効粘土乾燥密度が 0.50~0.63 Mg/m³ のときの値であり， $10^{-12} \sim 10^{-11}$ m/s のオーダーとなっている。この透水係数のオーダーについても既往の研究事例[2]と整合している。



(出典：(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成 26 年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確認試験 平成 19 年度～平成 26 年度の取りまとめ報告書”，2015)

図 G.10—透水係数と乾燥密度の関係



(出典：(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター，“平成 26 年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確認試験 平成 19 年度～平成 26 年度の取りまとめ報告書”，2015)

図 G.11—透水係数と有効粘土乾燥密度の関係

G.7 成果の概要

本実証試験では、ベントナイト混合土を用いた上部埋戻し材について、国内初となる実際に近い環境下で実規模大の施工及び施工後の品質が確認された。試験結果の概要は次のとおりとされた[10]。

a) 混合土製造と施工方法の知見を提示

- －ベントナイト混合土の製造は、現状で選択し得る方法で実施した（図 G.3）。
- －ベントナイト混合土の製造においては、含水比及びベントナイトの混合率のばらつきの程度を把握した。また、施工後の上部埋戻し材の乾燥密度及びベントナイトの混合率のばらつきの程度を把握できた。

b) 狭隘部への適用性を踏まえた施工方法の組合せを提示

- －既往の検討に基づき、転圧工法と吹付け工法を組み合わせる方法を抽出した（図 G.4～図 G.7）。
- －転圧工法と吹付け工法の組合せによって、狭隘でかつ隅角部を有する上部埋戻し材の構築が可能であることを明らかにした。

c) 転圧工法による施工管理手法の整備

- －転圧工法においては、事前に数均し厚さと転圧回数との関係を把握し、施工時の管理目標である乾燥密度に到達する転圧回数を設定した（図 G.8～9）。
- －試験空洞内での施工では、この数均し厚さ、転圧回数で施工し、所定の数均し厚さ、転圧回数で施工しているかを管理する施工管理手法で実施した。
- －その結果、管理目標値を満足する（含水比と乾燥密度の目標の達成）ことを確認できた。

d) 吹付け工法の施工の成立性を確認

- －室内締固め試験 A 法に対する締固め度が 90%以上をおおむね達成し、平均で 94%を満足することが分かった。施工時の材料のリバウンド率は、12～13%程度であった。

e) 施工後の上部埋戻し材の透水係数を評価

- －施工後の上部埋戻し材から採取した試料を用いて、透水試験等の室内試験を実施し、初期的な性能の確認を行った。
- －透水係数は 1.0×10^{-11} m/s 程度であり、試験空洞周辺岩盤の透水係数の最低値である 7.8×10^{-8} m/s よりも 3 桁程度小さい。

附属書 H (参考)

坑道の埋戻しの技術的要件及び具体的な内容

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

H.1 一般

中深度処分求められる基本安全機能を達成するための坑道の埋戻しとその実施時期については、**附属書 C** で説明している。ここでは、“坑道の埋戻し及び坑口の閉塞”についての“技術的要件”及び“埋戻しの具体的な内容”を整理する（**図 H.1** 参照）。

H.2 坑道の埋戻し

アクセス坑道・周辺坑道の埋戻し部の基本安全機能は放射性物質の移動抑制及び隔離である。これらの基本安全機能を達成するための坑道の埋戻しの技術的要件は、それぞれ、次の **a)** 及び **b)** である。

- a)** 放射性物質の卓越した移動経路を形成しないこと。
- b)** 廃棄体近傍への人間の容易な侵入を防止すること。

a) について、坑道の埋戻し部の透水性が周辺地盤に比べて著しく高いと、放射性物質の卓越した移動経路になる可能性があるため、坑道の埋戻し部周辺の地下水流動場を極力坑道掘削前の状態に戻すことが望ましい。したがって、坑道の埋戻し部には、所要の透水特性、並びに想定される物理的・化学的状態の変化に対して長期にわたり機能を維持するための特性（化学的変質に対する抵抗性）が必要であると考えられる。そのためには、適切な埋戻し材と施工方法を選定して坑道の埋戻しを行う必要があると考えられる。また、坑道には、附属施設として吹付け工又は床版などの暫定的な対策工が施工されている場合、又は坑道周辺に掘削影響領域が生じている場合が想定される。これらの部分が安全評価上の前提とした透水性を満足するためには、坑道の埋戻し部の施工前にこれらを撤去する、又は水理プラグを設置するなどの措置が必要な場合がある。プラグについては、このような核種の移動経路を水理的に分断する水理プラグのほか、緩衝材、埋戻し材の移動・流出防止などのために設置する力学プラグがある。力学プラグについても、間接的に **a)** に対応するものとする。TRU 処分施設の地層処分を対象とした水理プラグ、力学プラグの機能の例を **図 H.1** に示す[13]。

b) のためには、人間が侵入できないように坑道を閉塞するとともに、想定される物理的・化学的状態の変化に対して長期にわたり機能を維持する必要があると考えられる。そのためには、適切な埋戻し材と施工方法を選定して坑道の埋戻しを行う必要があると考えられる。この機能は隔離の確保の前提として坑口の閉塞と合わせて確保されるものであるが、侵食作用によって坑口の機能が失われた後も含めて、坑道の埋戻し部が閉塞されていることによって人間の容易な侵入を防止する。

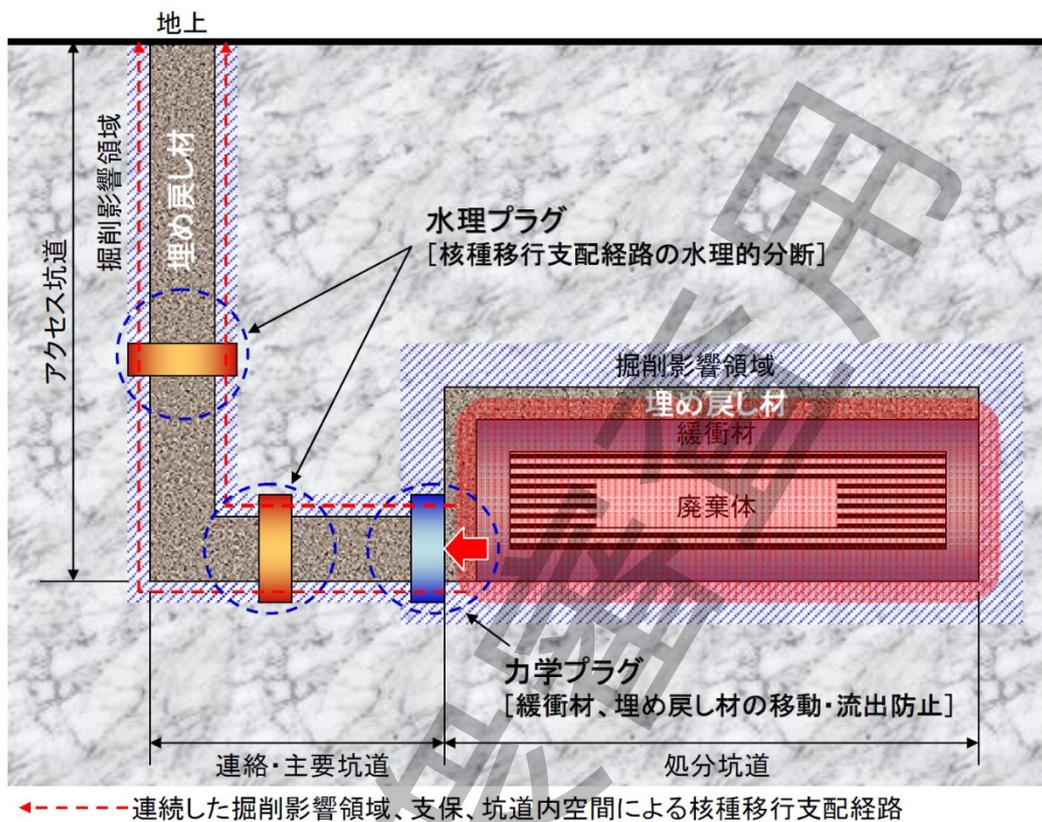
坑道の埋戻しとして技術要件 **a)**、**b)** を満足するために行う具体的な内容を次に示す（**図 H.2**）。

技術的要件 **a)**

- 設計で定めた埋戻し材の透水特性の確認
- 化学的変質に対する抵抗性の確認
- 施工計画の策定

技術的要件 b)

- 坑道の閉塞性の確認
- 化学的変質に対する抵抗性の確認
- 施工計画の策定



(出典：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—根拠資料集”，3-11 埋め戻し及びプラグの仕様・配置の検討(3.2.2.3)，2005)

図 H.1—TRU 廃棄物処分施設における埋戻し材，プラグの機能の例

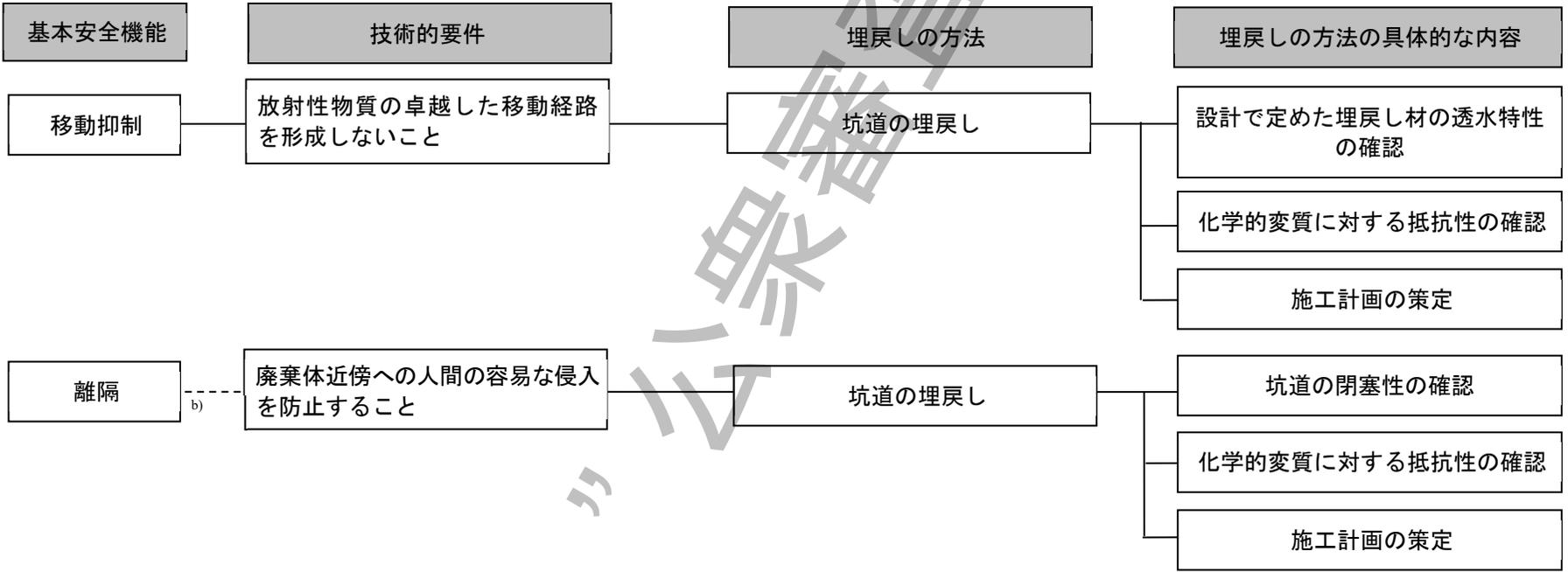
		廃棄物の埋設段階	閉鎖措置段階	保全段階	廃止措置段階	廃止措置の終了以降の長期間
管理措置	坑道の埋戻し				a)	a)
基本安全機能	移動抑制					
	離隔					

管理措置を実施する時期
 管理措置と関連付けられる基本安全機能が要求される期間

注記 1 この段階の時期を示す棒グラフは、単純に下図で説明している当該の管理措置を実施する時期とその管理措置と関連付けられる基本安全機能が要求される期間の範囲を示したものであり、管理措置と基本安全機能の全般的な関係は箇条 4 で説明している。

注記 2 坑道の埋戻しが閉鎖措置段階の終了付近の時期までとしているのは、次工程として坑口の閉塞があるためである（表 C.1, 図 H3 参照）。

注^{a)} この標準の適用範囲外



注記 坑道の埋戻しに関しては、施工管理、施工時の品質管理を含む。
注^{b)} 図中の点線は、管理措置の目的が基本安全機能の離隔の確保の前提となるものであることを示す。

図 H.2—坑道の埋戻し（閉鎖措置段階）

H.3 坑口の閉塞

坑口の閉塞の基本安全機能は放射性物質の離隔である。この基本安全機能を達成するための坑口の閉塞の技術的要件は“廃棄体近傍への人間の容易な侵入を防止すること”である。

この技術的要件を満足するためには、人間が侵入できないように坑口を閉塞するとともに、少なくとも管理期間の間はその機能を維持する必要がある。そのためには、耐候性のある適切な使用材料を選定して坑口の閉塞を行う必要がある。この機能は離隔の確保の前提として坑道の埋戻しと合わせて確保されるものであるが、坑口の機能は侵食作用によって失われる可能性があるため、少なくとも管理期間の間までを必須のものとする。

坑口の閉塞の技術的要件を満足するために“坑口の閉塞性が維持されていることの確認”を行う(図H.3)。

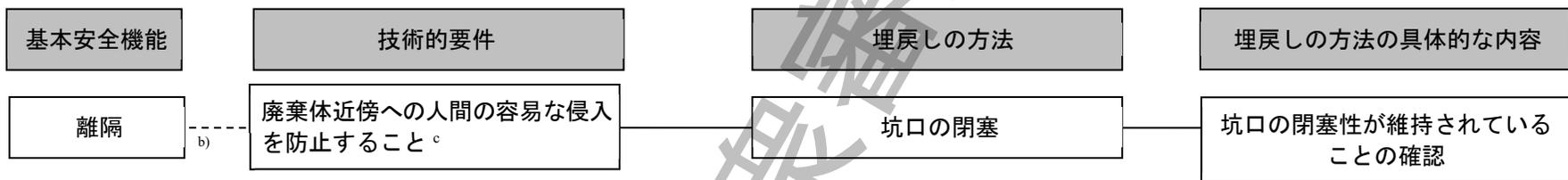
		廃棄物の埋設段階	閉鎖措置段階	保全段階	廃止措置段階	廃止措置の終了以降の長期間
管理措置	坑口の閉塞				a)	a)
基本安全機能	離隔					

管理措置を実施する時期
 管理措置と関連付けられる基本安全機能が要求される期間

注記1 この段階の時期を示す棒グラフは、単純に下図で説明している当該の管理措置を実施する時期とその管理措置と関連付けられる基本安全機能が要求される期間の範囲を示したものであり、管理措置と基本安全機能の全般的な関係は箇条4で説明している。

注記2 坑口の閉塞を閉鎖措置段階の終了付近の時期としているのは、前工程として坑道の埋戻しがあるためである（表 C.1, 図 H.2 参照）。

注 a) この標準の適用範囲外



注 b) 図中の点線は、管理措置の目的が基本安全機能の離隔の確保の前提となるものであることを示す。

注 c) 坑口の閉塞の管理措置の目的は、少なくとも管理期間の間を必須とする。

図 H.3—坑口の閉塞の技術的要件及び具体的な内容（閉鎖措置段階）

附属書 I (参考) 埋戻し材及び閉塞材の選定方法

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

I.1 一般

坑道の埋戻しの技術的要件と埋戻しの方法について**附属書 H** で説明している。ここでは、埋戻し材及び閉塞材の選定方法について整理する（技術的要件の整理は**図 H.1** 参照）。

I.2 埋戻し材

埋戻し材は、周辺坑道及びアクセス坑道における坑道の埋戻し部に用いられる材料であり、土砂などの地盤材料、地盤材料とベントナイトを適当な割合で配合させたベントナイト混合土などが想定される。また閉塞材は、坑口に用いられる材料であり、コンクリートなどの耐候性のある材料が想定される。

以上、埋戻し材及び閉塞材の例について、**表 I.1** に整理する。

表 I.1—埋戻し材及び閉塞材の例

場所	材料
坑道の埋戻し部	地盤材料、ベントナイト混合土
坑口	コンクリートなどの耐候性のある材料

坑道の埋戻しの技術的要件は次のとおりである（**H.2** 参照）。

- a) 放射性物質の卓越した移動経路を形成しないこと
- b) 廃棄体近傍への人間の容易な侵入を防止すること

事業者は、坑道の埋戻しの技術的要件を満足するために、次の三つの事項を考慮して埋戻し材の材料を選定する。

- a) 設計で定めた埋戻し材の透水特性
- b) 坑道の閉塞性
- c) 化学的変質に対する抵抗性

表 I.2 は建設工事で対象とする地盤材料の分類を示したものである[14]。これらの地盤材料のうち、高有機質土と有機質土は変質しやすく、長期の化学的安定性の観点から埋戻し材として適していないと考えられる。高有機質土又は有機質土は、強熱減量¹⁾試験から得られる有機物含有量を指標として判別することが可能である。

注¹⁾ 強熱減量とは、試料を強熱した時に生じる質量の減少をいう。鉱物又は無機化合物の場合、試料を（750±50）℃で恒量になるまで加熱したときの減量を、原試料に対する百分率で示す。

表 I.2—地盤材料の分類名と現場土質名の判別・分類法の対比

対象地盤材料		地盤材料の分類名		現場土質名	
		判別・分類指標	判別・分類のための試験など	判別・分類指標	判別・分類のための方法
粗粒土	礫質土	粒子の質量混合比	粒度試験 (ふるい分け)	土粒子の質量混合比	観察
	砂質土				
細粒土	粘性土	塑性図 液性限界	観察 液性限界試験 塑性限界試験	粒子の質量混合比	
	有機質土	有機質の特徴 液性限界		有機質の特徴	
	火山灰土	地質的背景 液性限界		火山灰質の特徴	
高有機質土		有機質の特徴	観察	有機質の特徴	
人工材料		材料の特徴		材料の特徴	

(出典：(公社)地盤工学会，“地盤材料試験の方法と解説 一二分冊の1”，2020)

I.3 埋戻し材の原材料及び埋戻し材の試験方法

地盤材料，ベントナイト，ベントナイト混合土を用いた場合の埋戻し材の原材料及び埋戻し材の試験項目並びに試験方法の例を表 I.3，表 I.4 及び表 I.5 に示す。

表 I.3—埋戻し材の原材料及び埋戻し材の試験項目並びに試験方法（物理的性質試験）

技術的要件	項目	試験方法		対象
		方法	適用範囲	
a)透水特性 b)坑道の閉塞性	密度	JIS A 1202:2020 JGS 0111:2009	9.5 mm ふるいを通過した土	埋戻し材原材料 埋戻し材
		JIS A 1225:2020 JGS 0191:2009	自立する塊状の土	
	含水比	JIS A 1203:2020 JGS 0121:2009	全ての土	
	粒度	JIS A 1204:2020 JGS 0131:2009	高有機質土以外の土で、かつ、 75 mm ふるいを通過した土	
コンシステンシー ^{a)}	JIS A 1205:2020 JGS 0141:2009	425 μmふるいを通過した土		
b)坑道の閉塞性	スレーキング ^{b)}	JGS 2124-2020	岩石	
c)化学的変質に対する抵抗性	破砕率	JHS 109:2009	岩石	

注^{a)} 土の硬軟の程度を表したことで、一般には外力による変形、流動に対する抵抗の度合をいい、土の含水比の大小によって左右される。
注^{b)} 岩石が乾燥と湿潤による水分変化を受けると、鉱物粒子間の結合力が失われて次第に崩壊する現象。

表 I.4—埋戻し材の原材料及び埋戻し材の試験項目並びに試験方法（化学的性質試験）

技術的要件	項目	試験方法		対象
		方法	適用範囲	
a)透水特性	メレンブルー吸着量	JIS Z 2451:2019	粉状ベントナイト [粉末度として250mesh(−63 μm 乾式) 70%以上通過程度]	埋戻し材原材料 埋戻し材
	層間陽イオン組成	JBAS-106:1977によ って抽出した陽イ オン組成の分析	粉状ベントナイト [粉末度として250mesh(−63 μm 乾式) 70%以上通過程度]	
	随伴鉱物	X線回折	全ての土	
c)化学的変質に対する抵抗性	pH	JGS 0211:2020	粒径 10 mm 以上の土粒子を取り 除いた土	
	強熱減量	JIS A 1226:2020 JGS 0221:2009	全ての土	
	有機炭素含有量	JGS 0231:2020	全ての土	
	水溶性成分	JGS 0241:2020	粒径 10 mm 以上の土粒子を取り 除いた土	
	随伴鉱物	X線回折	全ての土	

表 I.5—埋戻し材の試験項目及び試験方法（力学的性質試験）

技術的要件	項目	試験方法		対象
		方法	適用範囲	
a)透水特性	乾燥密度	JIS A 1210:2020 JGS 0711:2009	37.5 mm ふるいを通過した土	埋戻し材
b)坑道の閉塞性	乾燥密度	JIS A 1210:2020 JGS 0711:2009	37.5 mm ふるいを通過した土	
	一軸圧縮強度	JIS A 1216:2020 JGS 0511:2009	乱さない粘性土（繰り返した試料，又は締め固めた土，砂質土などの自立する供試体にも準用してもよい）	
	三軸圧縮強度	JGS 0521:2020 JGS 0522:2020 JGS 0523:2020	飽和した粘性土（飽和した粗粒土にも準用してもよい）	
		JGS 0524:2020	飽和した土（最大の粒径が 20 mm 程度を超える飽和していない粗粒土にも準用してもよい）	
透水係数	JIS A 1218:2020 ¹⁾ JGS 0311:2009 ¹⁾ JGS 0312:2018 ²⁾	飽和状態にある土 ¹⁾ 透水係数 10^{-9} m/s～ 10^{-3} m/s 程度の土 ²⁾ 透水係数 10^{-13} m/s～ 10^{-9} m/s 程度の土		

I.4 閉塞材

坑口は、坑道の入口として地表面付近に設置される。坑口の閉塞の技術的要件は“廃棄体近傍への人間の容易な侵入を防止すること”である（H.3 参照）。

事業者は坑口の閉塞の技術的要件を満足し、少なくとも管理期間の間は坑口の閉塞性を維持できるように、閉塞材の材料を選定する。

I.5 閉塞材の使用材料

閉塞材は、坑道の入口で坑口を閉塞する目的で地表面付近に設置される。少なくとも管理期間の間、雨、雪、風などの気象条件に対して耐候性のある材料であることが求められる。また坑道への人間の侵入を防止する構造を備えていることが要求される。

坑口の形状、構造、材料については、様々なものが想定されるが、例えば、耐候性のあるコンクリートで断面全体を一定の長さで充填することが考えられる。

附属書 J
(参考)
坑道の埋戻し部の施工品質管理方法

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

J.1 一般

品質管理は、所定の基本安全機能を有した坑道の埋戻し部を確実に施工することを目的に実施するものである。したがって、品質管理項目は、技術的要件に基づいて選定することが基本となる。

J.2 品質管理項目及び方法の選定

地盤材料、ベントナイト、ベントナイト混合土を用いた場合の坑道の埋戻し部の基本安全機能を確保するための次の三つの技術的要件に基づいて抽出した品質管理項目の一例を表 J.1 に示す。また、品質管理試験方法の一例を表 J.2 に示す。

- a) 透水特性
- b) 坑道の閉塞性
- c) 化学的変質に対する抵抗性

表 J.1—坑道の埋戻し部の技術的要件と品質管理項目の例

技術的要件	品質管理項目	対象	
a) 透水特性	粒度	埋戻し材の原材料	
	含水比		
	コンシステンシー		
	メチレンブルー吸着量 ^{a)}		
		層間陽イオン組成 ^{a)}	埋戻し材
		原材料の配合	
		含水比	
		敷均し方法, 転圧方法	
	乾燥密度	坑道の埋戻し部	
b) 坑道の閉塞性	出来形	坑道の埋戻し部	
c) 化学的変質に対する抵抗性	粒度	埋戻し材の原材料	
	含水比		
	コンシステンシー		
	スレーキング率		
	破碎率		
		メチレンブルー吸着量 ^{a)}	埋戻し材
		層間陽イオン組成 ^{a)}	
		原材料の配合	
		含水比	
		敷均し方法, 転圧方法	
	乾燥密度	坑道の埋戻し部	
注 ^{a)} ベントナイトを使用する場合に限る。			

表 J.2—品質管理項目及び方法の例

品質管理項目	試験方法
含水比	JIS A 1203:2020
粒度	JIS A 1204:2020
コンシステンシー	JIS A 1205:2020
スレーキング率	JGS 2124-2020
破碎率	NEXCO 試験方法 試験法 109:2015
メチレンブルー吸着量	JIS Z 2451:2019
層間陽イオン組成	JBAS-106:1977 によって抽出した陽イオン組成の分析
原材料の配合	JIS A 5308:2019
敷均し方法	敷均し厚さ、敷均し機械などの規定
転圧方法	転圧機械、転圧回数などの規定
乾燥密度	JIS A 1225:2020 又は、 3次元レーザー測量データと投入質量による平均密度計算による方法
出来形	目視
坑内環境	温度計測、相対湿度計測、滴水状況の確認

J.3 品質管理基準値

品質管理の管理基準値は、検査項目に対して示された規格値を満足するために必要な範囲とする。管理基準値の設定に当たっては、既往の施工試験などの実績を参考にしてその値を検討する。

J.4 品質管理の実施頻度

地盤材料、ベントナイト、ベントナイト混合土を用いた場合の試験頻度の設定の考え方を表 J.3 に示す。

表 J.3—品質管理試験頻度の設定の考え方

対象	試験項目	試験頻度（必要点数）
埋戻し材の 原材料	粒度	平均値が一定入荷量を代表できると考えられる点数
	含水比	
	コンシステンシー	
	スレーキング率	
	破碎率	
	メチレンブルー吸着量	製品，採取鉤床などに変更が生じた場合，又は，定期的に実施
	層間陽イオン組成	
埋戻し材	原材料の配合	平均値が一定入荷量を代表できると考えられる点数
	含水比	平均値が一定施工量を代表できると考えられる点数
	敷均し方法	
	転圧方法	
坑道の 埋戻し部	乾燥密度	平均値が一定施工量を代表できると考えられる点数
	出来形	—
	坑内環境	—

附属書 K (参考)

遮蔽その他適切な措置の技術的要件及び具体的な内容

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

K.1 一般

中深度処分求められる基本安全機能を達成又は確認するための管理措置とその実施時期については、**附属書 C**で説明している。ここでは、それらの管理措置の一つである“遮蔽その他適切な措置”についての“技術的要件”及び“管理措置の具体的な内容”を整理する（**図 K.1** 参照）。

K.2 遮蔽その他適切な措置の技術的要件及び具体的な内容

中深度処分の附属施設では、廃棄物の埋設段階で、基本安全機能として“遮蔽”が求められる。基本安全機能の“遮蔽”を達成し、また確認するための技術的要件は、附属施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による事業所周辺の公衆の外部被ばく線量（以下、“施設に起因する外部被ばく線量”という）が法令に定められている周辺監視区域外の線量限度を超えないことはもとより、ALARA の考え方下、施設に起因する外部被ばく線量が合理的に達成できる限り十分に低いものであることである。この技術的要件に基づいて、“遮蔽その他適切な措置”として、ALARA の考え方に基づく遮蔽の設計で想定した遮蔽体が機能していることを管理する。また、遮蔽の設計で想定した線量評価条件を逸脱しないことも管理する。

管理措置の具体的な内容は、廃棄物の埋設段階で、附属施設の遮蔽体の巡視・点検（異常がないことの確認）、附属施設の位置・構造・遮蔽部材厚・遮蔽部材密度（線量評価条件を逸脱しないことを施設検査で確認）、廃棄物の受入検査など（施設固有の受入条件を満足することを確認）、施設固有の操業条件の遵守である。

		廃棄物の埋設段階	閉鎖措置段階	保全段階	廃止措置段階	廃止措置の終了以降の長期間
管理措置	遮蔽その他適切な措置	—————			a)	a)
基本安全機能	遮蔽	=====				

————— 管理措置を実施する時期
 ===== 管理措置と関連付けられる基本安全機能が要求される期間

注記 この段階の時期を示す棒グラフは、単純に下図で説明している当該の管理措置を実施する時期とその管理措置と関連付けられる基本安全機能が要求される期間の範囲を示したものであり、管理措置と基本安全機能の全般的な関係は箇条 4 で説明している。

注 a) この標準の適用範囲外

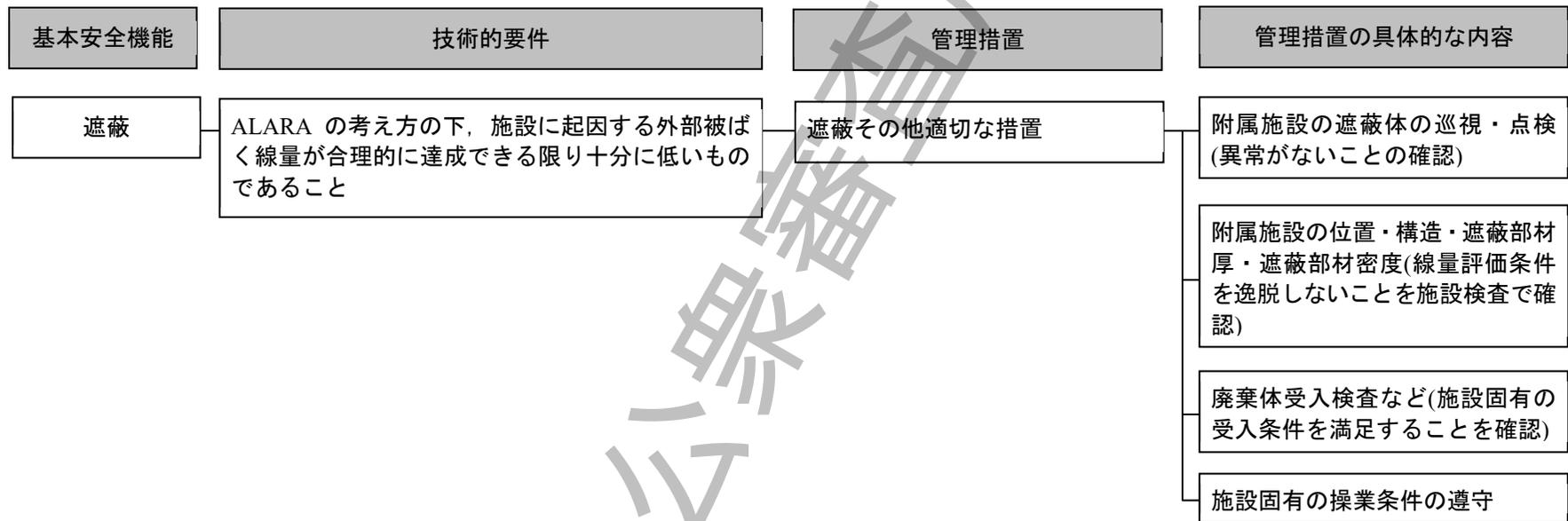


図 K.1—遮蔽その他適切な措置の技術的要件及び具体的な内容（廃棄物の埋設段階）

附属書 L (参考)

公衆の外部被ばくに係る安全確保の考え方

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

L.1 一般

この附属書では、本体の 6.1.2 で規定されている遮蔽の設計及び 6.1.3 で規定されている遮蔽その他適切な措置の考え方について説明する。

L.2 公衆の外部被ばくに係る安全確保の考え方

L.2.1 遮蔽に係る設計要求

許可基準規則では、当該廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による周辺環境の公衆の外部被ばくの線量（以下、“施設に起因する外部被ばく線量”という）を十分に低減できるよう、“遮蔽その他適切な措置”を講じたものでなければならないとされている。ここで、“線量を十分に低減できる”とは、許可基準規則解釈で、“平常時における廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線によって公衆の受ける線量が、廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出、移動及び廃棄物埋設施設からの環境への放射性物質の放出によって公衆の受ける線量を含め、法令に定める線量限度を超えないことはもとより、ALARA の考え方の下、合理的に達成できる限り十分に低いものであること（「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」（平成元年 3 月 27 日原子力安全委員会了承）を参考に、実効線量で 50 マイクロシーベルト/年以下を達成できるものであること。）”とされている。

この判断基準は設計及び操業管理の線量目標値であり、その安全評価は、AESJ-SC-F012:2008[15]において、管理期間内における平常時評価として扱われている。

L.2.2 遮蔽その他適切な措置（廃棄物の埋設段階）

中深度処分地の廃棄物埋設地は地下深部に建設されるため、附属施設の地下施設（アクセス坑道、周辺坑道）を通過し、廃棄物埋設地に運搬され、定置される廃棄体を線源とした公衆の外部被ばくは、附属施設の地上施設と岩盤によって十分に遮蔽される。そのため、附属施設の地下施設（アクセス坑道、周辺坑道）及び廃棄物埋設地では公衆に対する遮蔽その他適切な措置は不要である。ただし、必要に応じて、周辺監視区域の境界付近において、附属施設（地下施設）及び地下の廃棄物埋設地内の廃棄体を線源とする直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による影響を確認しておくものとする。なお、従事者に対する遮蔽その他適切な措置は必要であるが、この標準では対象外である。

附属施設における遮蔽の設計で想定する設計線量評価条件について、次に示す。

- ・敷地平面図、地形図（2-D or 3-D）
- ・附属施設の位置・構造・寸法・密度（遮蔽条件など）
- ・廃棄体の条件（表面線量率など）
- ・操業条件（遮蔽の有無など）
- ・評価対象者の条件（評価点、滞在時間など）

各条件を組み合わせた設計条件は多数あるが、感度解析などによって、施設に起因する外部被ばく線量が大きくなる作業管理項目を抽出し、L.2.1 に示されている線量目標値を満足するように作業管理項目の判断基準を設定し、保安規定に記載する。また、この判断基準を逸脱した場合の対応の手順について、あらかじめ定めておく。

附属施設のうち、例えば、放射性廃棄物の受入設備では、遮蔽構造を有する施設の構築及び作業条件に応じて、施設に起因する外部被ばくの線量は変化する。この施設に起因する外部被ばく線量の変動の要因を考慮し、ALARA の考え方に基づく遮蔽の設計で想定した遮蔽体が機能していることを巡視・点検で確認する。また、遮蔽の設計で想定した線量評価条件を逸脱しないための管理として、施設検査、受入検査、保安検査で確認する。

L.2.3 遮蔽その他適切な措置（閉鎖措置段階及び保全段階）

この標準の参照処分場では、閉鎖措置段階及び保全段階では、公衆に対する遮蔽を必要とする附属施設（廃棄物受入設備）はないものと想定しており、廃棄体は地下深部の廃棄物埋設地に埋設されていることから、公衆のための遮蔽その他適切な措置は不要である。

附属書 M (参考)

漏えいの監視の技術的要件及び具体的な内容

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

M.1 一般

中深度処分に求められる基本安全機能を達成又は確認するための管理措置とその実施時期については、**附属書 C**で説明している。ここでは、それらの管理措置の一つである“漏えいの監視”についての“技術的要件”及び“管理措置の具体的な内容”を整理する。

M.2 漏えいの監視の技術的要件及び具体的な内容

廃棄体の埋設段階、閉鎖措置段階、保全段階及び廃止措置段階において監視の対象となる基本安全機能として、放射性物質の“漏出防止”がある。この基本安全機能を確認するための技術的要件は、廃棄物埋設地から漏出する放射性物質の量が無視できるほど少ないことを確認することである。この技術的要件に基づいて、管理措置として“漏えいの監視”を行う。管理措置の具体的な内容は、近傍地下水中の放射性物質濃度の測定又は廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいの徴候を示す物質の測定である(図 M.1 参照)。

		廃棄物の埋設段階	閉鎖措置段階	保全段階	廃止措置段階	廃止措置の終了以降の長期間
管理措置	漏えいの監視				a)	a)
基本安全機能	漏出防止					

——— 管理措置を実施する時期
 ===== 管理措置と関連付けられる基本安全機能が要求される期間

注記 この段階の時期を示す棒グラフは、単純に下図で説明している当該の管理措置を実施する時期とその管理措置と関連付けられる基本安全機能が要求される期間の範囲を示したものであり、管理措置と基本安全機能の全般的な関係は箇条 4 で説明している。

注 a) この標準の適用範囲外

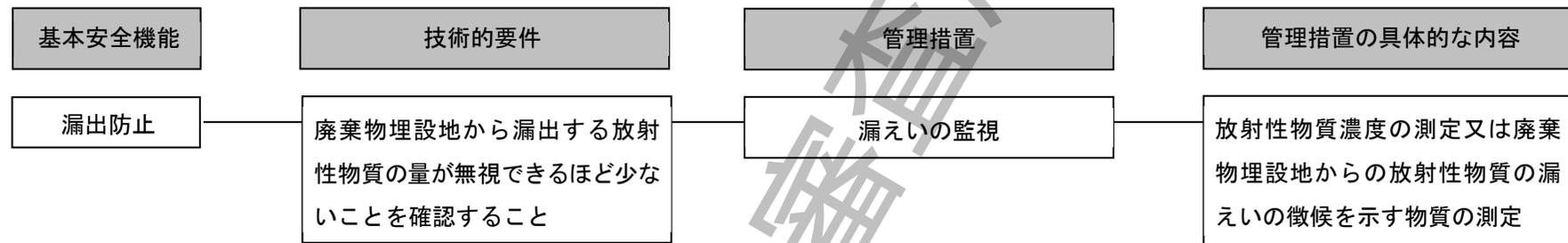


図 M.1－漏えいの監視の技術的要件及び具体的な内容

附属書 N (参考)

漏出防止に係る監視の考え方

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

N.1 一般

この附属書では、本体の 6.2 で規定されている、漏出防止に係る監視の考え方について説明する。

N.2 漏出防止の確保の考え方

中深度処分では、少なくとも管理期間の間、基本安全機能の漏出防止が求められている。漏出防止が確保されていることは、“漏えいの監視”及び“定期的な評価等における漏出防止に係る設計の基準適合性の確認”の双方を満足することによって確認されるものと考えられる。基本安全機能の漏出防止の確保の考え方について図 N.1 に示す。

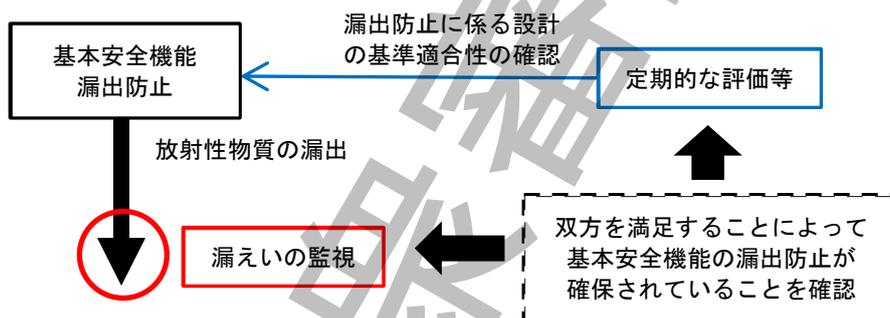


図 N.1—基本安全機能の漏出防止の確保の考え方

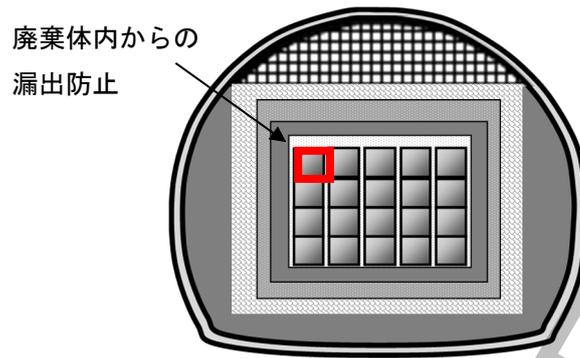
N.3 漏出防止の範囲

事業者は、基本安全機能の漏出防止を満足するために、1) 廃棄体だけで漏出防止、又は、2) 人工バリア全体で漏出防止のいずれかの設計方針を選択して廃棄物埋設施設を計画する。それぞれの場合における漏出防止の範囲を次に示す。

1) 廃棄体だけで漏出防止する場合の漏出防止の範囲 (図 N.2)

廃棄物の埋設段階、閉鎖措置段階、保全段階、廃止措置段階を通じて、放射性物質を廃棄体だけで漏出防止する。

なお、廃止措置段階以降においては、人工バリア全体及び天然バリアにおける移動抑制の機能を考慮した設計が求められる。

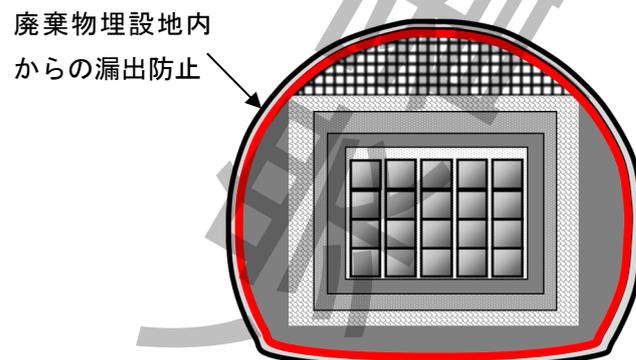


(廃棄物の埋設段階, 閉鎖措置段階, 保全段階, 廃止措置段階)

図 N.2—廃棄体だけで漏出防止する場合の漏出防止の範囲

2)人工バリア全体で漏出防止する場合の漏出防止の範囲 (図 N.3)

廃棄物の埋設段階, 閉鎖措置段階, 保全段階, 廃止措置段階を通じて放射性物質を人工バリア全体で漏出防止する。なお, 廃棄体の受入れから少なくともコンクリートピット内に定置するまでの間は, 廃棄体内に放射性物質の漏出を防止する必要がある。また, 廃止措置段階以降においては, 人工バリア全体及び天然バリアにおける移動抑制の機能を考慮した設計が求められる。



(廃棄物の埋設段階, 閉鎖措置段階, 保全段階, 廃止措置段階)

図 N.3—人工バリア全体で漏出防止する場合の漏出防止の範囲

ここで, 漏えいの監視は, 廃棄物埋設地の状態を鑑み, 廃棄物の埋設段階は埋設坑道の裏面排水中及び周辺坑道の湧水中の放射性物質濃度又は放射性物質の漏えいの徴候を示す物質を監視対象とし, 閉鎖措置段階, 保全段階は近傍地下水中の放射性物質濃度又は放射性物質の漏えいの徴候を示す物質を監視対象とする。

廃棄物の埋設段階における漏えいの監視の考え方を表 N.1 に, 閉鎖措置段階及び保全段階における漏えいの監視の考え方を表 N.2 にそれぞれ示す。

表 N.1－漏えいの監視の考え方（廃棄物の埋設段階）

監視対象	埋設坑道の裏面排水中及び周辺坑道の湧水中の放射性物質濃度又は放射性物質の漏えいの徴候を示す物質
監視場所	<p>近傍地下水（地下水流況に基づいて廃棄物埋設地の近傍から採水に設定又は埋設設備からの排水で代替）</p> <p>許可基準規則第十五条第一号の“廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度又は廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいの徴候を示す物質”について監視できる位置とする。</p> <p>上記の許可基準規則の要求事項を踏まえ、廃棄物を定置した後の埋設坑道からの放射性物質の漏出を補足可能な位置について、廃棄物埋設地の近傍における水平方向と鉛直方向の地下水流況、地質条件、隣接する埋設坑道及び周辺坑道との位置関係などを考慮して裏面排水及び湧水の監視場所を設定する。廃棄物埋設地近傍の水平方向の配置は、廃棄物埋設地からの漏えいを監視するために廃棄物埋設地内の上流側・下流側で、廃棄物埋設地のバリアに影響を与えない範囲で近接した箇所とする。その際、近傍地下水採取場所をより廃棄物埋設地近くに設定すれば漏えいをより早く検出可能であるが、単一の測点での漏えい検出範囲は狭くなる。逆に、採取場所をより廃棄物埋設地から離して設定すれば漏えいの検出は遅くなるが、単一の測点での漏えい検出範囲は広がる。この関係を考慮し、地下水流況調査結果に基づいて、廃棄物埋設地からの距離と測点数を設定する。また、鉛直（深さ）方向の配置については地下水流況を考慮するとともに、被ばく評価上重要な経路であり、測定が容易な場所に設定する。</p> <p>なお、外周仕切設備内部で排水中の放射性物質濃度を監視する場合は、排水中の放射性物質濃度がバックグラウンドレベルを有意に超えるまでの間、近傍地下水の監視を行う必要はなく、超えた場合に、近傍地下水の監視を行う。</p>
監視頻度	<p>少なくとも1回/月</p> <p>周辺地下水に対する監視頻度が事業規則第十三条の記録の頻度として1回/月と規定されており、放射性物質の地下水を介しての移動が極めて緩やかな事象であることを勘案し、少なくとも事業規則第十三条で要求されている頻度とし、監視結果の状況に応じて適切に設定する。</p> <p>なお、外周仕切設備内部で排水中の放射性物質濃度を監視する場合は排水の監視頻度は、排水の発生量など処分場ごとの状況を考慮して設定することが妥当と考えられる。</p>
測定項目	<p>申請核種の放射能濃度</p> <p>放射エネルギー、バリア中での移動性を考慮して代表性を有する放射性核種（H-3）を指標核種として選定している場合は、指標核種の放射性物質濃度が漏出防止性能の評価値を超えるまでの間、指標核種だけの測定としてもよい。（指標核種の選定については、0.2を参照）</p>
判定の考え方 （放射性物質濃度）	<p>埋設坑道の裏面排水中又は周辺坑道の湧水中の放射性物質濃度がバックグラウンドレベルを有意に超えないこと。バックグラウンド試料としては、ほかからの影響を除き廃棄物埋設施設の正味の影響評価のために、廃棄物埋設地を通過する地下水の上流側の地下水を用い、その濃度との比較によって判定することが妥当である。</p> <p>なお、上流側の地下水が近接する別の原子力施設からの排水又は放射性物質の漏えいの影響を受ける場合、当該施設の監視の結果とあわせて、総合的に判断する。またバックグラウンドレベルが検出限界値^{a)}以下の核種では、検出限界値^{a)}を超えた場合にバックグラウンドレベルとの有意な差が検出されたものとする。</p>
判定の考え方 （放射性物質の漏えいの徴候を示す物質）	<p>人工バリアの破損等に伴う地下水の成分の著しい変化又は人工バリアの異常な劣化を検知するために用いたトレーサー^{b)}が人工バリア外で測定された場合は放射性物質の漏えいの徴候があると判断する。</p>
<p>注^{a)} 検出限界値は、測定機器の性能、測定時間などの測定条件で決まり、その値以上の測定値に信頼性があることを示す。一方、検出限界値以下であれば漏出防止が確保されていると判定するためには、告示濃度を十分に下回っているレベルで検出できることが望ましい。そのため、目標とする検出限界値は、測定上の技術レベルと監視で判定すべきレベルの両者を満足するように合理的に設定する必要がある。</p> <p>注^{b)} トレーサーを用いる手法としては、地下水中に含まれる溶存成分を用いる方法と、人為的にトレーサーを投入して追跡する方法がある[16,17]。前者は広範囲を把握するための有効な手法で、後者は地下水流れが速い場合又は限られた範囲に対して用いられる。</p>	

表 N.2—漏えいの監視の考え方（閉鎖措置段階及び保全段階）

監視対象	近傍地下水中の放射性物質濃度又は放射性物質の漏えいの徴候を示す物質
監視場所	<p>近傍地下水（地下水流況に基づいて廃棄物埋設地の近傍に設定）</p> <p>許可基準規則第十五条第一号の“廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度又は廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいの徴候を示す物質”について監視できる位置とする。</p> <p>上記の許可基準規則の要求事項を踏まえ、廃棄物埋設地の近傍における水平方向と鉛直方向の地下水流況を地質条件などに基づく地下水流動解析などによって調査し、この調査結果に基づいて監視場所を設定する。廃棄物埋設地近傍の水平方向の配置は、廃棄物埋設地からの漏えいを監視するために廃棄物埋設地内の上流側・下流側で、廃棄物埋設地のバリアに影響を与えない範囲で近接した箇所とする。その際、近傍地下水採取場所をより廃棄物埋設地近くに設定すれば漏えいをより早く検出できるが、単一の測点での漏えい検出範囲は狭くなる。逆に、採取場所をより廃棄物埋設地から離して設定すれば漏えいの検出は遅くなるが、単一の測点での漏えい検出範囲は広くなる。この関係を考慮し、地下水流況調査結果に基づいて、廃棄物埋設地からの距離と測点数を設定する。また、鉛直（深さ）方向の配置については地下水の流況を考慮するとともに、被ばく評価上重要な経路であり、測定が容易な場所に設定する。</p>
監視頻度	<p>少なくとも1回/月</p> <p>周辺地下水に対する監視頻度が事業規則第十三条の記録の頻度として1回/月と規定されており、放射性物質の地下水を介しての移動が極めて緩やかな事象であることを勘案し、少なくとも事業規則第十三条で要求されている頻度とし、監視結果の状況に応じて適切に設定する。</p>
測定項目	<p>申請核種の放射能濃度</p> <p>放射能量、バリア中での移動性などを考慮して代表性を有する放射性核種（H-3）を指標核種として選定している場合は、指標核種の放射性物質濃度が漏出防止性能の評価値を超えるまでの間、指標核種だけの測定としてもよい。（指標核種の選定については、0.2を参照）</p> <p>放射性物質の漏えいの徴候を示す物質</p> <p>放射性物質の漏えいの徴候を示す物質とは、設置した人工バリアの破損等に伴い著しい変化が生じる地下水の成分、人工バリアの異常な劣化を検知するために用いるトレーサーである。トレーサーの例を表N.3に示す[16]。</p>
判定の考え方 （放射性物質濃度）	<p>地下水中の放射性物質濃度がバックグラウンドレベルを有意に超えないこと。バックグラウンド試料としては、ほかからの影響を除き廃棄物埋設施設の正味の影響評価のために、廃棄物埋設地を通過する地下水の上流側の地下水を用い、その濃度との比較によって判定することが妥当である。</p> <p>なお、上流側の地下水が近接する別の原子力施設からの排水又は放射性物質の漏えいの影響を受ける場合、当該施設の監視の結果とあわせて、総合的に判断する。またバックグラウンドレベルが検出限界値^{a)}以下の核種では、検出限界値^{a)}を超えた場合にバックグラウンドレベルとの有意な差が検出されたものとする。</p>
判定の考え方 （放射性物質の漏えいの徴候を示す物質）	<p>人工バリアの破損等に伴う地下水の成分の著しい変化又は人工バリアの異常な劣化を検知するために用いたトレーサー^{b)}が人工バリア外で測定された場合は放射性物質の漏えいの徴候があると判断する。</p>
<p>注 ^{a)} 検出限界値は、測定機器の性能、測定時間などの測定条件で決まり、その値以上の測定値に信頼性があることを示す。一方、検出限界値以下であれば漏出防止が確保されていると判定するためには、告示濃度を十分に下回っているレベルで検出できることが望ましい。そのため、目標とする検出限界値は、測定上の技術レベルと監視で判定すべきレベルの両者を満足するように合理的に設定する必要がある。</p> <p>注 ^{b)} トレーサーを用いる手法としては、地下水に含まれる溶存成分を用いる方法と、人為的にトレーサーを投入して追跡する方法がある[16,17]。前者は広範囲を把握するための有効な手法で、後者は地下水流れが早い場合や限られた範囲に対して用いられる。</p>	

表 N.3-トレーサーの例

種類	トレーサーとして用いられる物	トレーサーの検知方法	実測例	問題点
熱	・温水	・高感度温度センサー (0.02℃測定精度)	・地下水と水温の異なる湖水水をパルス状に注入し水温変化を注入井戸から 46m の距離まで観測	・水温変化に伴う密度流の発生に注意が必要
固体粒子	・着色したコケの種子 ・小型時限爆弾 ・イースト菌 ・バクテリア ・ウイルス	・微生物の場合は培養により増殖させて測定 ・爆発時の振動を地上の地震計で観測	・カルストや玄武岩の空洞内の地下水調査,あるいはゴミ埋立地からの汚水の浸透移動の観測に活用された例が多い	・巨大粒子の形成による目づまり ・微生物は, pH, イオン強度による影響 ・地下水汚染の危険
イオン	・Cl ⁻ , Br ⁻ , I ⁻ , SO ₄ ²⁻ , (陰イオン) ・重金属あるいは微量金属の EDTA 等とのキレート錯体	・電気伝導度計 ・イオンメータ ・液体クロマトグラフ ・イオンクロマトグラフ分析 ・誘導結合プラズマ質量分析 (ICP-MS)	・古くから用いられているものに食塩が多いが,天然水中に含まれる割合の低い Br ⁻ や I ⁻ が地下水調査に有効 ・ダム の漏水調査等に In やランタノイド元素の DTPA 錯体の活用	・密度流の発生を抑えるためには, イオン強度としては 3000ppm 以下とする
安定同位体	・ ² H(D), ¹³ C, ¹⁵ N, ¹⁸ O, ³⁴ S	・質量分析	・人為的に投入して地下水流れの追跡に活用されるよりは, 天然に存在する同位体 (主に D, ¹⁸ O) の変動を調査し広域の地下水調査や雨水の浸透速度の把握に活用される例が多い	・高度な分析技術が要求され分析費用が高い
放射性同位体	・ ³ H, ¹⁴ C, ³² Si, ³⁶ Cl, ³⁹ Ar, ⁶⁰ Co(EDTA), ⁸¹ Kr, ⁸⁵ Kr, ¹²⁹ I, ²²² Rn	・放射線計測あるいはタンデム加速器による質量分析	・過去には, 人為的に ¹³¹ I や ⁶⁰ Co(EDTA) が地下水に投入され調査に活用されたこともあるが, 現在では法律で禁止されている ・天然に生成される ³ H, ¹⁴ C, ³⁶ Cl, ⁸¹ Kr, ²²² Rn が地下水の年代測定に活用される例が多い	・天然に存在する放射性核種を活用する場合には, 測定に高度な技術を要求される ・放射能分析の場合, 試料水が多量となる
有機染料	・フロレッセン, ローダミン WT, ライザミン FF, アミノ G 酸	・比色分析 ・分光分析	・0.1ppb と高感度で安価なため石灰石や玄武岩の亀裂や空洞の多い岩盤あるいは, 砂礫層の地下水調査に活用された事例が多い	・直射日光や微生物による分解 ・懸濁液や有機物への吸着による減少
溶存ガス	・放射性ガス (¹³³ Xe, ⁸⁵ Kr, ²²² Rn) ・有機ガス (メチルメルカプタン, メタン, フロンガス) ・希ガス (He, Ne, Ar, Kr, Xe)	・放射線計測 ・ガスクロマトグラフ分析 ・質量分析	・メチルメルカプタンをカルストの地下水調査に活用 ・環境中のフロンガスを広域地下水調査に活用 ・He ガスを溶解注入して地下水トレーサーとして活用 ・ ³ He+ ³ H法又は ⁴ Heの蓄積量を地下水年代測定に活用 ・ ³ He/ ⁴ He比を広域地下水流れの流動区別に活用	・サンプリングの際に溶存ガスが気化散逸しないよう試料水の採取を行う必要がある

(出典: 馬原保典, “最近の地下水調査法と計測技術 7. 環境の計測 7.2 環境同位体分析”, 地下水学会誌, 36(4), 473-485, 1994 (一部修正))

附属書 O (参考) 指標核種の選定の例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

O.1 一般

この附属書は、地下水中の放射性物質濃度及び附属施設での排気・排水における放射性物質濃度の監視を行う場合の指標核種選定の例を説明する。

廃棄物埋設地からの漏えい監視（近傍地下水）及び周辺監視区域境界での地下水濃度の監視（周辺地下水）にあたり、埋設した廃棄物に含まれる放射性物質の中から代表性を有する放射性物質を指標核種として監視することが合理的と考えられる。指標核種の選定に当たっては放射エネルギー、移動性、測定精度の観点が必要である。次に中深度処分における指標核種の選定の例を示す。

O.2 漏出防止に関する重要核種

許可基準規則第十二条第一項第四号において、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の終了までの間に、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を防止する機能を有するものであることが要求されている。また、この基準としては、廃棄物埋設地の外へ漏えいする主要な放射性物質の1年間当たりの漏えい量又は当該区域に隣接する人工バリア若しくは天然バリア内の主要な放射性物質についての放射能濃度が、核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示（平成27年8月31日原子力規制委員会告示第8号）で定められている周辺監視区域外の水中の濃度限度（以下「水中濃度限度」という。）と比べて十分に低いことが挙げられている。

そのため、規制期間中に廃棄物埋設地内外のモニタリングを行う場合、モニタリング対象の核種としては水中の放射性核種の濃度と水中濃度限度によって相対重要度を求めて重要核種を選定することが考えられる。地下水モニタリングにおいて放射性核種が検出される事象としては、埋設施設の廃棄体及び人工バリアに異常事象が生じたことが想定される。異常事象のケースとして以下を想定した。

- a) 廃棄体容器による漏出防止を想定した施設において、廃棄体容器の破損が生じた事象（廃棄体破損ケース）
- b) 廃棄体容器以外の人工バリア全体での漏出防止を想定した施設において、人工バリアの漏出防止性能が設計値より大幅に低下した事象（人工バリア劣化ケース）

上記 a) については、埋設の終了までにおける漏出防止の評価となる。容器から漏出する地下水中の放射性核種の組成は、廃棄体内では廃棄体破損時における廃棄物中の放射性核種の組成と等しいと考えられる。それが廃棄体周辺の廃棄体層（ここでは砂を想定）内で間隙水分配平衡状態となったものを測定することを想定する。減衰期間として3年と30年の2種類の減衰期間における放射性核種の組成を設定して相対重要度を評価した。なお、廃棄体層間隙水濃度については、下記の式(1)で計算可能である。ここで、 $C_{gw}(i)$ は廃棄体層間隙水濃度、 $C_g(i)$ は廃棄体内の放射能濃度、 $R_f(i)$ は遅延係数、 ϵ は間隙率を表す。

$$C_{gw}(i) = \frac{C_g(i)}{\epsilon R_f(i)} \dots\dots\dots (1)$$

b)についても種々の状態が想定できるが、ここでは簡略化した評価として廃棄体層間隙水内の核種の収着による地下水移動の遅延だけを考慮した。地下水の移動時間として0.3年～100年のケーススタディを行った。参考として間隙率0.4の砂中のトリチウム水の実効拡散係数は $8 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ (約 $0.025 \text{ m}^2/\text{a}$)となり、定常状態では1mの距離を拡散によっておよそ40年で移動する。

なお、各ケースにおいて移動遅延によって廃止措置開始(300年後を想定)までに人工バリア外に移動しない核種については、地下水中濃度を0として評価を行った。評価結果を**表 O.1** 及び**表 O.2** に示す。H-3, C-14, Cl-36, Co-60, Ni-63, Sr-90, Tc-99, Cs-134, Cs-137 の9核種が対象となる。計算は“余裕深度処分対象廃棄物に関する基本データ集(一部改訂)”[3]のデータに基づき行った。

実際にモニタリングする核種は、この中から測定の容易性なども考慮し決定する。

表 O.1—漏出防止に関する相対重要度①(廃棄体破損ケース)

No.	核種	半減期 (a)	漏出防止時間(a)別相対重要度最大値	
			中深度処分対象廃棄物	
			3a	30a
1	H-3	1.2E+01	4.0E-02	2.5E-01
3	C-14	5.7E+03	3.6E-03	1.0E-01
7	Cl-36	3.0E+05	5.6E-05	1.6E-03
13	Mn-54	8.5E-01	8.7E-05	7.6E-13
14	Fe-55	2.7E+00	8.7E-03	2.7E-04
17	Co-60	5.3E+00	1.0E+00	8.2E-01
19	Ni-63	1.0E+02	1.9E-03	4.5E-02
26	Sr-90	2.9E+01	6.7E-02	1.0E+00
35	Mo-93	4.0E+03	2.4E-04	6.7E-03
39	Tc-99	2.1E+05	2.0E-04	5.9E-03
41	Ru-106	1.0E+00	1.1E-05	3.6E-12
44	Ag-108m	4.2E+02	2.4E-04	6.5E-03
58	Sb-125	2.8E+00	4.2E-03	1.4E-04
67	Cs-134	2.1E+00	6.4E-02	2.1E-04
69	Cs-137	3.0E+01	1.6E-03	2.5E-02
75	Ce-144	7.8E-01	1.1E-06	1.2E-15
120	Tl-204	3.8E+00	4.1E-03	8.3E-04
145	Pu-238	8.8E+01	3.0E-05	7.0E-04
146	Pu-239	2.4E+04	2.9E-06	8.2E-05
147	Pu-240	6.6E+03	4.7E-06	1.3E-04
148	Pu-241	1.4E+01	8.8E-05	6.9E-04

注記 相対重要度が0.001を超える核種だけ記載した。太字は値が0.01以上

表 0.2－漏出防止に関する相対重要度②（人工バリア劣化ケース）

No.	核種	半減期 (a)	地下水移動時間(a)別相対重要度最大値					
			中深度処分対象廃棄物					
			0.3a	1a	3a	10a	30a	100a
1	H-3	1.2E+01	9.6E-01	1.0E+00	1.0E+00	1.0E+00	1.0E+00	8.4E-01
3	C-14	5.7E+03	7.5E-02	8.1E-02	9.0E-02	1.3E-01	4.0E-01	0.0E+00
7	Cl-36	3.0E+05	1.1E-03	1.2E-03	1.4E-03	2.0E-03	6.3E-03	2.7E-01
17	Co-60	5.3E+00	2.0E-03	3.8E-13	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
26	Sr-90	2.9E+01	1.0E+00	4.4E-01	3.7E-02	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
33	Nb-94	2.0E+04	1.5E-04	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
35	Mo-93	4.0E+03	4.8E-03	5.2E-03	5.8E-03	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
36	Tc-97	2.6E+06	5.0E-06	5.4E-06	6.0E-06	9.0E-06	2.8E-05	1.2E-03
39	Tc-99	2.1E+05	4.2E-03	4.5E-03	5.1E-03	7.5E-03	2.3E-02	1.0E+00
44	Ag-108m	4.2E+02	4.1E-03	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
66	I-129	1.6E+07	2.7E-04	2.9E-04	3.3E-04	4.9E-04	1.5E-03	0.0E+00
142	Np-237	2.1E+06	1.0E-05	1.1E-05	1.2E-05	1.8E-05	0.0E+00	0.0E+00

注記 相対重要度が 0.001 を超える核種だけ記載した。太字は値が 0.01 以上

0.3 指標核種の選定の例

核種の放射エネルギーは時間とともに減少することから廃棄体に含まれる代表的な放射性物質について受入れ時（0年）、50年、100年経過後の放射エネルギーを**表 0.3**に、移動のしやすさの目安となる各元素のバリアに対する分配係数を**表 0.4**に示す。放射エネルギー、移動のしやすさ、測定性の観点から指標核種の絞り込みを行い、**表 0.5**に取りまとめた。

中深度処分対象となる廃棄物に関しては、“余裕深度処分対象廃棄物に関する基本データ集” [3]において、資料作成時に運転中の軽水炉発電所（48プラント（BWR：24プラント、PWR：24プラント））、廃止措置中の軽水炉発電所（8プラント：東京電力（株）福島第一原子力発電所1～6号機除く）及び日本原子力発電（株）東海発電所、建設中の軽水炉発電所（2プラント）並びに日本原燃（株）再処理・MOX工場から発生する運転中廃棄物及び解体廃棄物（東京電力（株）福島第一原子力発電所1～3号機の解体廃棄物は除く）のうち、中深度処分対象となる廃棄物について、その種類、物量、放射エネルギーなどの基本データを示すと共に、その評価方法について示している。この資料において整理された廃棄物の放射エネルギーを抽出、整理して**表 0.3**の受入れ時の値とした。H-3は放射エネルギーが多く、また全バリア材に対して分配係数が0（ゼロ）であり極めて移動しやすく、ほかの核種よりも早くバリアを通過してくるものと想定される。測定性に関しては実績ある測定方法があり、問題はない。さらに、H-3は半減期も比較的長く（半減期12.3年）50年程度であれば指標核種としての条件が揃っている。

なお、更に時間を経過（100年程度）する場合には、H-3は放射エネルギーが減衰するので指標核種として適当でなくなるものと考えられる。その場合には、より半減期の長い、比較的移動もしやすく、実績のある測定方法のある核種、例えばC-14を選定することが考えられる。

表 O.3—中深度処分対象の放射性物質濃度（軽水炉・ガス炉）の変化

核種	半減期	受入れ時	50 年後	100 年後
	年	Bq	Bq	Bq
H-3	1.2E+01	2.9E+17	1.74E+16	1.04E+15
C-14	5.7E+03	6.7E+15	6.66E+15	6.62E+15
Cl-36	3.0E+05	1.0E+13	1.00E+13	1.00E+13
Co-60	5.3E+00	7.4E+18	1.03E+16	1.44E+13
Ni-63	1.0E+02	1.9E+18	1.34E+18	9.51E+17
Sr-90	2.9E+01	1.2E+16	3.60E+15	1.08E+15
Tc-99	2.1E+05	3.3E+13	3.30E+13	3.30E+13
Cs-137	3.0E+01	1.7E+16	5.39E+15	1.71E+15

表 O.4—中深度処分における各元素の分配係数（主な元素）（単位 m³/kg）

元素	分配係数					
	モルタル/コンクリート		ベントナイト		岩	
	設定値	出典/根拠	設定値	出典/根拠	設定値	出典/根拠
H	0	六ヶ所 2 号申請書[18]	0	六ヶ所 2 号申請書	0	六ヶ所 2 号申請書
C	0.05	六ヶ所 2 号申請書	0.001	六ヶ所 2 号申請書	0.002	六ヶ所 2 号申請書
Cl	0.001	PSI98-01[19]の値 : 0.005 より保守的に設定	0	保守的設定	0	保守的設定
Co	0.7, 0.1	六ヶ所 2 号申請書	0.05	六ヶ所 2 号申請書	0.6	六ヶ所 2 号申請書
Ni	0.4, 0.08	六ヶ所 2 号申請書	0.05	六ヶ所 2 号申請書	0.5	六ヶ所 2 号申請書
Sr	0.01	六ヶ所 2 号申請書	0.2	六ヶ所 2 号申請書	0.2	六ヶ所 2 号申請書
Tc	0.0003, 0	六ヶ所 2 号申請書	0	六ヶ所 2 号申請書	0.0005	六ヶ所 2 号申請書
Cs	0.03	六ヶ所 2 号申請書	0.1	六ヶ所 2 号申請書	1	六ヶ所 2 号申請書

表 O.5—指標核種の絞り込み

No.	核種	放射エネルギー ^{a)}			移動のしやすさ ^{b)} 分配係数			測定性 ^{c)}	絞り込み
		経過年数(年)			コン クリ ート	ベ ン ト ナ イ ト	岩		
		0	50	100					
1	H-3	○	○	△	◎	◎	◎	○	指標核種
3	C-14	△	△	△		△		○	
7	Cl-36				△	◎	◎		
17	Co-60	◎	○					○	
19	Ni-63	◎	◎	○					
26	Sr-90	○	△	△				○	
39	Tc-99				○, ◎	◎	○		
67	Cs-134	◎						○	
69	Cs-137	○	△	△				○	

注^{a)} 放射エネルギー ◎≥1 E+18(Bq) > ○≥1 E+16(Bq) > △≥1 E+14(Bq) > 無印

注^{b)} 移動のしやすさ ◎=0(m³/kg), 0(m³/kg) < ○ < 0.001(m³/kg) ≤ △ < 0.002(m³/kg) < 無印

注^{c)} 測定性 ○: 文部科学省放射能測定シリーズに測定方法の記載があり, 環境モニタリングレベルの測定が可能な核種

附属書 P (参考)

湧水、近傍地下水などにおける放射性物質濃度の監視場所の例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

P.1 一般

中深度処分において、廃棄物埋設地からの漏えいの監視を実施するに当たり、監視場所の選定が重要である。監視場所としては、埋設作業の進展にあわせて湧水の集水管、地表からのボーリング孔などとする。

P.2 湧水など

監視の対象となる湧水には、当該埋設坑道の裏面排水のほか、隣接埋設坑道の裏面排水又は処分サイトの周辺坑道の湧水も考えられる。

- a) **操業中の開埋設坑道の監視** 仮に人工バリアに地下水が入り核種の漏出が発生した場合、漏えい核種は裏面排水に混入すると考えられるので、当該埋設坑道の集水管へ流入する裏面排水を利用する。
- b) **閉埋設坑道の監視** 下流側で隣接する開埋設坑道の集水管へ流入する裏面排水又は周辺坑道の集水管へ流入する湧水を利用する。
- c) **閉埋設坑道の監視（全ての埋設坑道が閉）** 埋設坑道を取り囲むように配置された周辺坑道には、周囲からの地下水が集まると考えられるので、下流側の周辺坑道の集水管へ流入する湧水を利用する。
- d) **閉埋設坑道の監視（全ての埋設坑道と周辺坑道が閉）** 閉鎖措置段階において全ての埋設坑道と周辺坑道が埋め戻されてからの監視は、近傍地下水を利用する。近傍地下水は、地表からのボーリング孔内（下流側）によることが考えられる。
- e) **坑道等の埋戻し後の閉埋設坑道の監視** 保全段階において廃棄物埋設地からの漏えいの監視は、ボーリング孔内の近傍地下水（下流側）を利用する。施設設計及び地質条件によって監視場所、監視頻度、監視期間などを個別に設定する。ただし、定期的な評価等の実施結果などを考慮し、監視場所、監視頻度、監視期間などを見直してもよい。

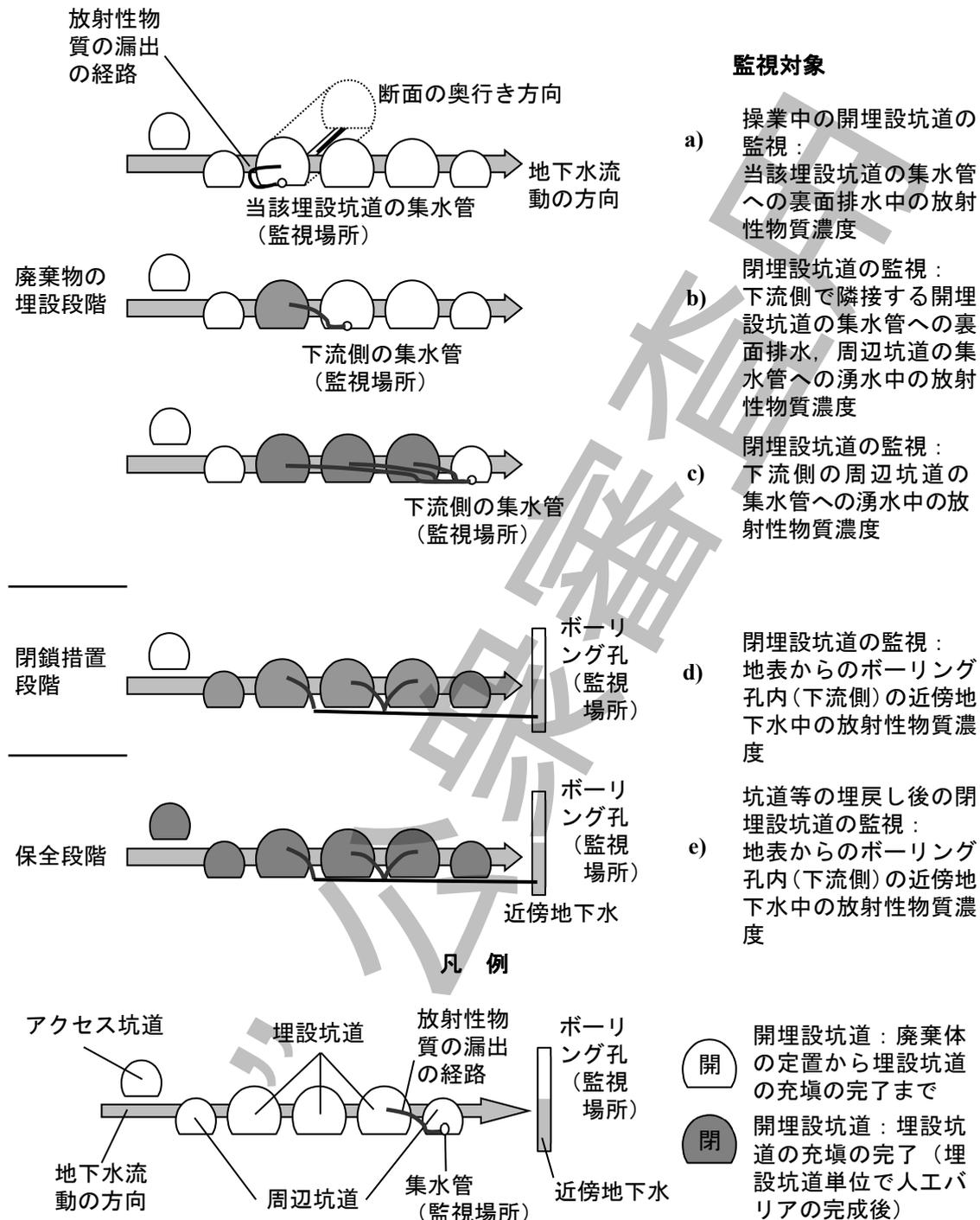
a)～e)の概念を図 P.1 に示す。

注記 開埋設坑道は閉鎖されていない埋設坑道、閉埋設坑道は閉鎖された埋設坑道を示す。

P.3 近傍地下水

埋設坑道の数が少ない又は埋設坑道間の距離が大きくそれぞれの埋設坑道が単独と考えられ、かつ、地下水流動解析などによって地下水流況を把握できる場合には、下流側で埋設地近傍に地下水監視用の井戸を設け地下水中の放射性物質濃度の測定によって漏出状況を監視することができる可能性がある。一方、地下 100 m 程度での地下水の流れは亀裂又は弱層での流れが支配的となることが考えられること、また処分サイトによっては埋設坑道の閉状態と開状態がふくそう（輻輳）する場合があります、その期間中の地下水流況は複雑に変化するので、地下水流況を解析によって特定することに困難が予想される。説明性を良くするため多くの観測孔を必要とする場合であっても、天然バリアの性能を著しく損なうことがないよう、天然バリア性能への影響に留意して設置位置を計画する必要がある。また、周辺坑道が埋め戻されてから

は地下水流況が処分施設の建設前の状態に戻ろうとすることが考えられ、地下水流況を把握の上、近傍地下水で監視することが考えられる。



注記 1 閉埋設坑道の裏面排水の集水管を監視用に残置しておくことも考えられる。

注記 2 開埋設坑道は閉鎖されていない埋設坑道、閉埋設坑道は閉鎖された埋設坑道を示す。

図 P.1-湧水、近傍地下水などの監視場所の例

附属書 Q (参考)

類似環境における地下水浸入状況観測の例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

Q.1 一般

実施設と異なり試験施設においては測定装置を比較的自由に設置し状況把握が可能である。この特長を生かし、地下水の浸入がなければ放射性物質の漏出はないと考え、地下水浸入状況を類似環境における試験で観測するものである。この監視は、間接的な方法であり、湧水、近傍地下水などにおける放射性物質濃度の測定と併用して、又は立地条件からこれらの測定が困難と判断される場合に用いることが考えられる。

原位置における地下水浸入状況などの監視と、原位置の類似環境下となる水環境及び試験室における地下水浸入状況などの観測とが考えられる。

Q.2 類似環境下試験の例

- a) **原位置における地下水浸入状況などの監視の例** 原位置における地下水浸入状況などを観測することで、例えば周辺坑道の外側に試験施設を設置して地下水の浸入状況を観測することで、実施設と同様な温度、圧力、雰囲気などの条件下で低透水層による漏出防止が確保されていることの傍証が得られる。
- b) **原位置の類似環境下となる水環境及び試験室における地下水浸入状況などの観測の例** 原位置の類似環境下となる水環境における地下水浸入状況での観測は、例えば原位置の地下水と同じ水系の小川などに模擬廃棄体を水浸させ、廃棄体表面の腐食状況を観察することで、廃棄体による漏出防止が確保されていることの傍証を得るものである。また試験室における地下水浸入状況などの観測は、実廃棄体を原位置の地下水で養生し、廃棄体表面の腐食状況の観察又は廃棄体を通過する放射性物質の濃度の測定などを行うことで、廃棄体による漏出防止が確保されていることの傍証を得るものである。

附属書 R (参考)

類似施設などにおける環境影響物質の監視などの措置の例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

R.1 一般

この附属書は、類似施設などにおける環境影響物質の監視などの措置の例を説明する。

R.2 海外の低レベル放射性廃棄物埋設施設での化学物質の扱い

海外の低レベル放射性廃棄物埋設施設での化学物質の扱いが参考になる。各国においても放射性物質以外についてもモニタリングが実施されている。一部においては、放射性核種の物質移動評価を用いた環境中の濃度の推定も行われている。

- a) **米国** 低レベル放射性廃棄物と有害廃棄物の混合物を Mixed LLW (MLLW) と呼び、1987年に原子力規制委員会 (NRC) と環境保護庁 (EPA) が共同でガイドラインを定めている。また、モニタリングも実施されている[20]。
- b) **スペイン [El Cabril]** 廃棄物埋設施設からの漏出の可能性を検知するため、地下水及び表流水中の放射性物質及び化学物質についてのモニタリングが確立されている。4回/年の頻度で、Zn, Cu, P, Clなどを測定している[20]。
- c) **カナダ [Chalk River Laboratories (CRL)]** 地下水について、陽イオン及び陰イオン、重金属、有機溶媒などの有機化学物質、その他の有機化学物質 (例えば、PCB, フェノール, ダイオキシン, 多環芳香族化学物質) について分析を実施している[20]。
- d) **フランス** ラ・マンシュ処分場の状況評価及び周辺環境への影響に関する Turpin (チュルパン) 委員会が1996年に設立され、“放射能リスクと化学リスク両方の定量評価及び許容性に基づく安全対策を検討すべき”との委員会報告をまとめた。これを受けてデクレ (省令) にて有害物監視項目などが規定され、事業者が有害物のモニタリングを実施している[21]。フランスのホウ素の環境基準は5ppmであり、放射性核種と同様の、分配係数を用いた評価方法で影響評価が行われている。

R.3 国内の産業廃棄物最終処分場について

- a) **産業廃棄物最終処分場の概要** 産業廃棄物の遮断型最終処分場の概要を表 R.1 に示す。また、産業廃棄物の遮断型最終処分場の概念図[22]を図 R.1 に示す。
- b) **維持管理基準** 産業廃棄物の遮断型最終処分場では維持管理基準が基準省令[23,24,25]で定められており、その一部に最終処分場周縁の地下水 (2箇所以上から採取) の水質検査について、検査項目、検査方法及び検査頻度が表 R.1 の注 a) に示すように明確化されている。また、水質が悪化した場合には、その原因の調査、その他の生活環境保全上の必要な措置を講じることが義務付けられている。
- c) **産業廃棄物最終処分場での地下水モニタリングの考え** 産業廃棄物の遮断型最終処分場では、施設稼働開始後のモニタリングが重要である。地下水のモニタリングは、上記の維持管理基準に基づき、自らが維持管理計画を定め、実施することが必要である。また埋立地内の状況及び周辺地下水の流れを把握する

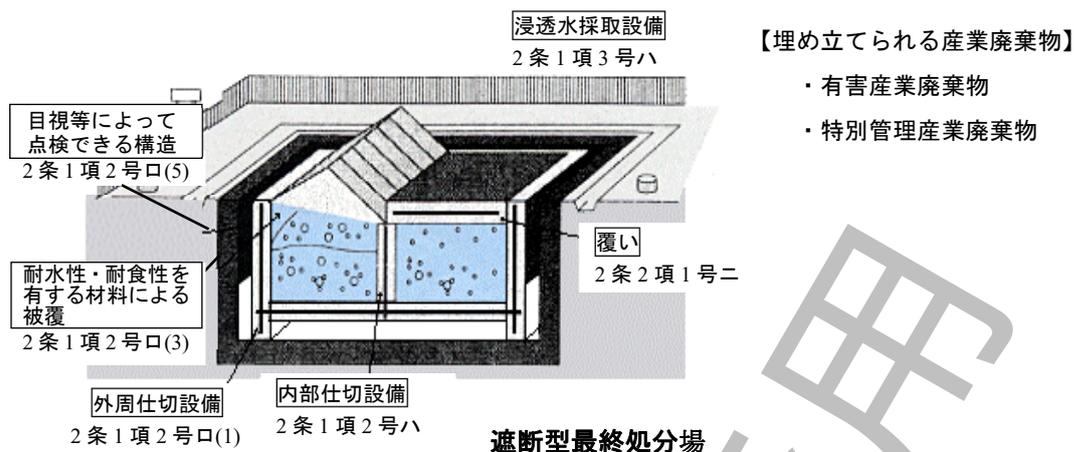
ために、地下水水質だけでなく、地下水水位についても定期的に測定しておくことが望ましい。

d) 廃止基準 上記の維持管理基準で定められているモニタリングは最終処分場の廃止まで継続されるが、廃止に関しては別途廃止基準が基準省令[23,24,25]で次のように定められており、地下水などの水質検査の結果、次のいずれにも該当していないことが求められている。ただし、水質の悪化が認められない場合においてはこの限りでない。

- 現に地下水質が基準に適合していないこと
- 検査結果の傾向に照らし、基準に適合しなくなるおそれがあること

表 R.1－産業廃棄物の遮断型最終処分場の概要

概要	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート造，屋根設置 (水を遮断し，施設自体が地下水と接触しない構造)
埋設対象物	<ul style="list-style-type: none"> ・安定型・管理型に入れられないもの (例) 燃え殻，汚泥，鋼滓（スラグ），ばいじん，廃酸，廃アルカリ，廃油，その他政令で定めるものの内，含まれる有害物質が溶出試験の結果，判定基準を超えたもの。
管理内容	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物の飛散，病虫害，火災の防止 ・囲い，立札など ・定期的な施設点検・修復（開渠など） ・地下水モニタリング^{a)}（1回/年以上） ・廃止基準では実質廃止できない (地下水質が満足できるか確認できない)
注 ^{a)}	<p>地下水モニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地下水等検査項目：1回/年以上（電気伝導率，塩化物イオンは1回/月以上） ・周縁の2ヶ所以上から地下水を採取し水質検査を実施 ・水質悪化時は生活環境保全上必要な措置の実施



注記 図中記載の条、項などは、“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省令” [23]の中で、図に示している処分場の設備、施工及び管理内容に係る法令の条、項などを示す。法令の条項番号などは、法令改正によって変わることがある。

(出典：環境省，“建設工事等から生ずる廃棄物の適正処理について”，衛産 20 号(各都道府県・政令市産業廃棄物主管部(局)長あて厚生省生活衛生局水道環境部産業廃棄物対策室長通知)，平成 11 年 03 月 23 日，環境省ホームページ，<https://www.env.go.jp/hourei/11/000101.html>，1999) を加工して作成

図 R.1—産業廃棄物の遮断型最終処分場の概念図

附属書 S (参考)

中深度処分における環境影響物質の監視などの措置の考え方

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

S.1 一般

中深度処分で埋設される廃棄物は、**B.1** で示したように、発生元で合理的な範囲内で切断、焼却、圧縮及び固型化などの処理がなされ、容器に入れられ、物理的に安定な性状の廃棄物とされる。環境影響物質の監視は、実際に埋設されている廃棄物中の濃度、廃棄体の性状及び廃棄物埋設施設の状態を考慮し、周辺環境への影響が懸念される可能性がある場合は、項目を絞って行うことが望ましい。また、環境基準は生物学的知見などによって見直されていくことから、この改正に準拠し対応していくことが望ましい。

S.2 環境影響物質の濃度

中深度処分対象廃棄物は、“廃棄物の処理及び清掃に関する法律”に従って処分される産業廃棄物で類似するものがないが、物理的に安定な性状の廃棄体で、廃止措置段階の終了まで廃棄物埋設施設に漏出防止機能が求められており、有意な濃度の環境影響物質が環境中で検出されることは考えにくい。念のため、環境基準に定められている物質が廃棄体に含有する濃度を確認しておくことが望ましい。

S.3 監視の方法

中深度処分では、**S.2** に記載のとおり、有意な濃度の環境影響物質が環境中で検出されることは考えにくい。環境基準に定められている物質が廃棄体に含有する濃度が高い場合には、**表 R.1**、**図 R.1** で示した産業廃棄物の遮断型最終処分場における監視の方法を参考にすることが考えられる。

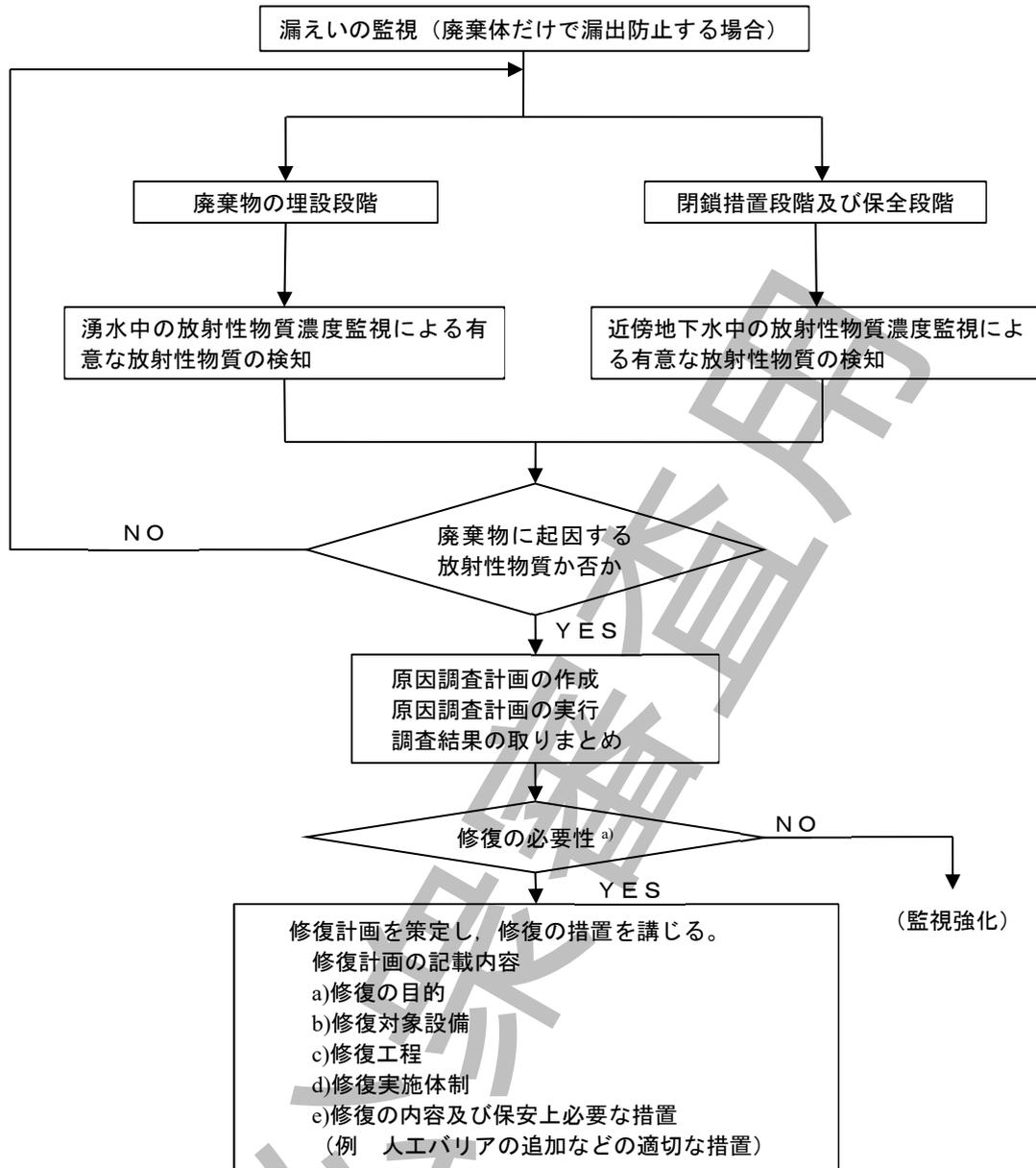
附属書 T
(参考)
漏えいの監視結果に基づく措置

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

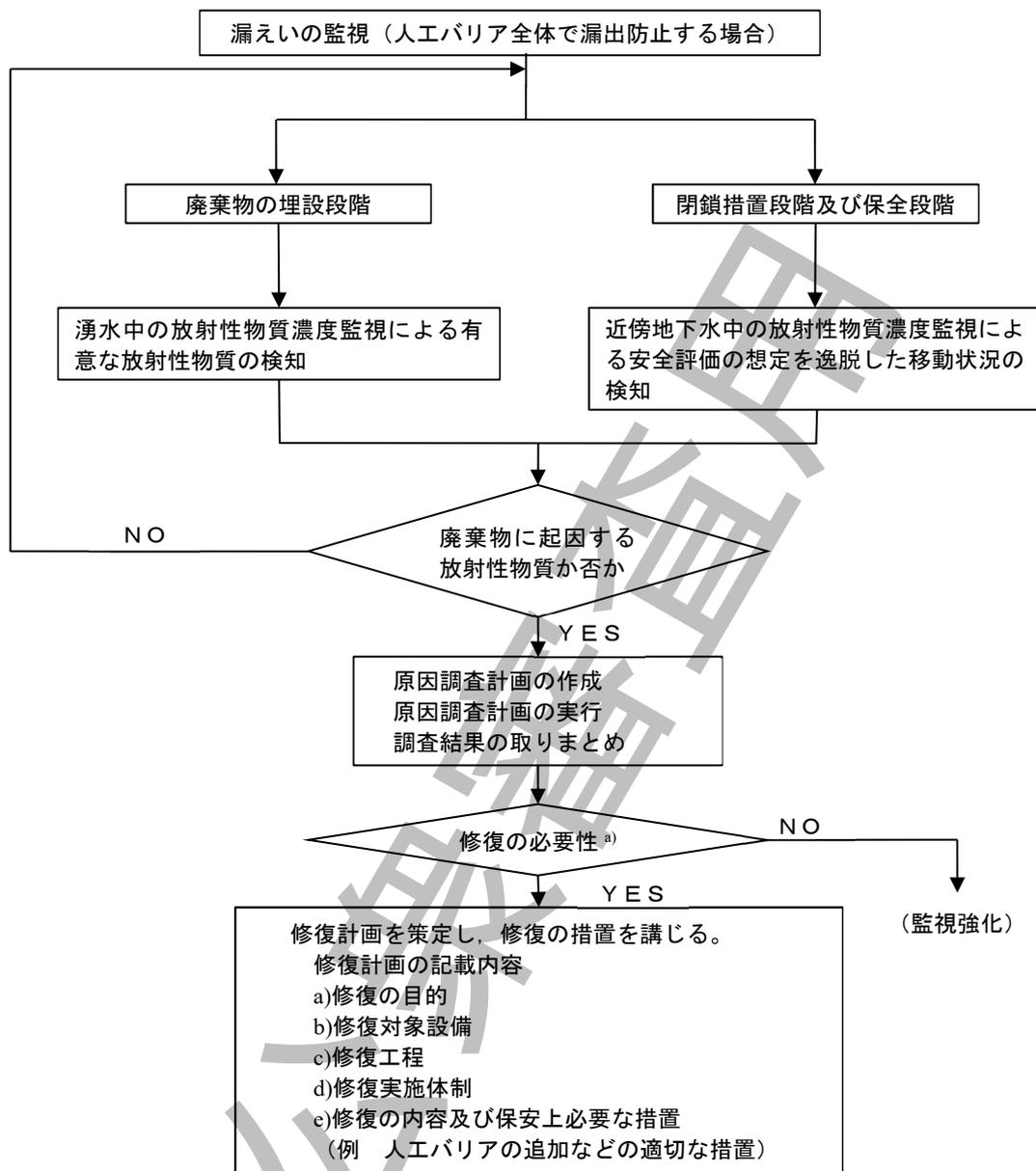
T.1 一般

事業者は、基本安全機能の漏出防止を満足するために、1) 廃棄体だけで漏出防止、又は、2) 人工バリア全体で漏出防止のいずれかの設計方針を選択して廃棄物埋施設を計画する(N.3 参照)。漏えいの監視の結果に基づく対応の手順をフロー図の形で廃棄体だけで漏出防止の場合を **図 T.1**、人工バリア全体で漏出防止の場合を **図 T.2** にそれぞれ示す。



注^{a)} 修復の必要性は、放射性物質の漏えいの原因調査の結果、廃棄物埋設地の状態などを考慮し、実施可能な修復案を想定したうえで、修復の有無の影響を比較評価して判断する。

図 T.1－監視結果に基づく措置対応手順フロー（廃棄体だけで漏出防止する場合）



注^{a)} 修復の必要性は、放射性物質の漏えいの原因調査の結果、廃棄物埋設地の状態などを考慮し、実施可能な修復案を想定したうえで、修復の有無の影響を比較評価して判断する。

図 T.2-1 監視結果に基づく措置対応手順フロー（人工バリア全体で漏出防止する場合）

附属書 U (参考)

飛散防止のための措置の技術的要件及び具体的な内容

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

U.1 一般

中深度処分求められる基本安全機能を達成又は確認するための管理措置とその実施時期については、**附属書 C**で説明している。“飛散防止のための措置”は、その他の管理措置扱いとされているが、ここでは、“技術的要件”及び“管理措置の具体的な内容”を整理する（**図 U.1** 参照）。

U.2 飛散防止のための措置の技術的要件及び具体的な内容

基本安全機能ではないが、飛散防止のための措置の技術的要件は、廃棄体を埋設する時に放射性物質を含む粉じんの大気中への飛散の原因となり得るような廃棄体の落下による損傷を防止することである。

この管理措置が必要となるのは、廃棄物の埋設段階のうち廃棄物の受入れから定置までの期間であり、附属施設では廃棄体が搬出された後、廃棄物埋設地では区画内充填材の施工が開始されて廃棄体自体の落下及び廃棄体上への落下物のおそれがなくなった以降は必要とはならない。

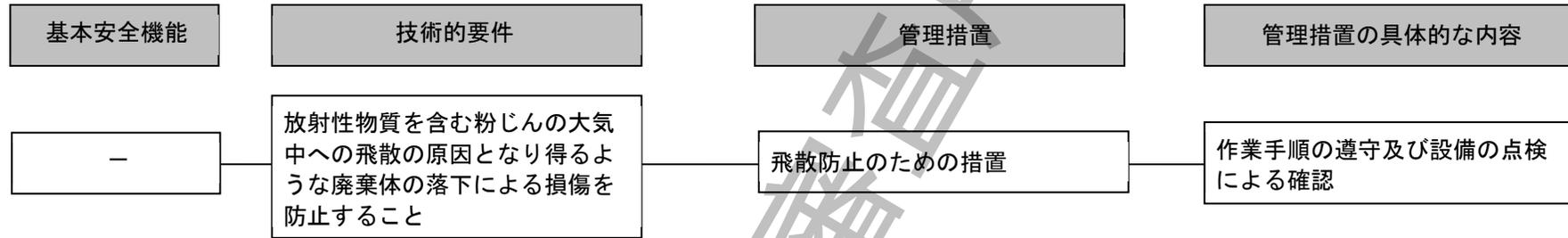
飛散防止のための措置の具体的な内容は、作業手順の遵守及び設備の点検による確認である。その他、必要に応じて、誤操作又は機器の故障による廃棄体の落下による損傷防止、落下物による廃棄体の損傷防止となるような飛散防止のための措置を講じる。

		廃棄物の埋設段階	閉鎖措置段階	保全段階	廃止措置段階	廃止措置の終了以降の長期間
管理措置	飛散防止のための措置				a)	a)
基本安全機能	—					

管理措置を実施する時期
 管理措置と関連付けられる基本安全機能が要求される期間

注記 この段階の時期を示す棒グラフは、単純に下図で説明している当該の管理措置を実施する時期とその管理措置と関連付けられる基本安全機能が要求される期間の範囲を示したものであり、管理措置と基本安全機能の全般的な関係は箇条 4 で説明している。

注 a) この標準の適用範囲外



注記 別途、廃棄体の技術基準として、想定される最大高さから落下した場合においても、放射性物質が容易に飛散又は漏えいしないことが求められている。その他、必要に応じて、飛散防止のための措置を講じる。

図 U.1—飛散防止のための措置の技術的要件及び具体的な内容（廃棄物の埋設段階）

附属書 V (参考)

地下水等の浸入防止のための措置の技術的要件及び具体的な内容

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

V.1 一般

中深度処分求められる基本安全機能を達成又は確認するための管理措置とその実施時期については、**附属書 C**で説明している。ここでは、それらの管理措置の一つである“地下水等の浸入防止のための措置”についての“技術的要件”及び“管理措置の具体的な内容”を整理する（**図 V.1** 参照）。

V.2 地下水等の浸入防止のための措置の技術的要件及び具体的な内容

廃棄物の埋設段階において地下水等の浸入防止に係る基本安全機能として“漏出防止”がある。この基本安全機能を達成するための技術的要件は、廃棄体に地下水等が接触することを防ぐこと及び埋設設備に地下水が浸入して支障を与えないことであり、そのために、廃棄体の定置時にコンクリートピットに水がたまっていないこと、廃棄物埋設地への地下水の湧出を抑制することを行う。地下水の浸入防止のための措置として廃棄物埋設地が水没しないように排水施設を設置することになる。具体的には、防水工，排水工，漏水対策工を実施することである。

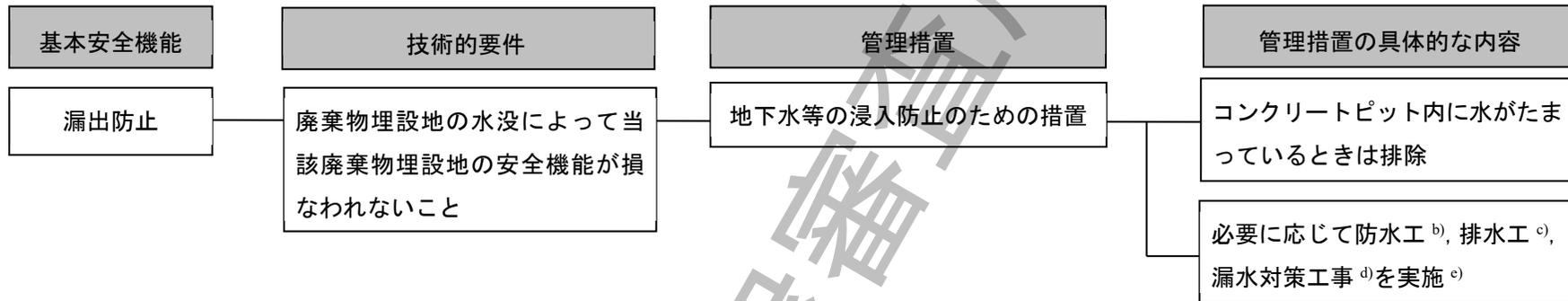
なお、防水工，排水工，漏水対策工については、必要に応じて、建設段階から実施する。

		廃棄物の埋設段階	閉鎖措置段階	保全段階	廃止措置段階	廃止措置の終了以降の長期間
管理措置	地下水等の浸入防止のための措置	——			a)	a)
基本安全機能	漏出防止	=====	=====	=====	=====	

—— 管理措置を実施する時期
===== 管理措置と関連付けられる基本安全機能が要求される期間

注記 この段階の時期を示す棒グラフは、単純に下図で説明している当該の管理措置を実施する時期とその管理措置と関連付けられる基本安全機能が要求される期間の範囲を示したものであり、管理措置と基本安全機能の全般的な関係は箇条 4 で説明している。

注 a) この標準の適用範囲外



注 b) 覆工内面に漏水を生じさせないように適切な湧水対策を行った後に防水シートなどを施工[2]。

注 c) トンネル湧水などを停滞させることなく排水するための裏面排水工など[2]。

注 d) 防水工を施工したにもかかわらず打ち継ぎ目などから覆工内面に漏水が生じたときには、止水又は導水を行って漏水に対処[2]。

注 e) 防水工、排水工、漏水対策工については、必要に応じて、建設段階から実施する。

図 V.1—地下水等の浸入防止のための措置の技術的要件及び具体的な内容（廃棄物の埋設段階）

附属書 W

(参考)

周辺監視区域に係る監視の考え方

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

W.1 一般

この附属書では、本体の 6.5.3 で規定されている、法令要求に基づく周辺監視区域に係る監視の考え方について説明する。

W.2 周辺監視区域に係る監視の管理項目の抽出

周辺監視区域では、法令要求として、周辺地下水中の放射性物質濃度及び施設に起因する外部被ばく線量の監視が求められている。これらの監視に関する管理措置の目的はそれぞれ、周辺監視区域外の濃度限度及び周辺監視区域外の線量限度を超えないようにすることである。具体的な内容として、前者は、周辺地下水中の放射性物質濃度の測定、後者は、周辺監視区域の放射線量の測定となる。

なお、周辺監視区域の廃止後における地下水中の放射性物質濃度の測定は、近傍地下水中で実施する。また、周辺監視区域の廃止後における施設に起因する外部被ばく線量の監視は、必要に応じて敷地境界付近など適切な場所で実施する。ただし、埋設する廃棄体の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、施設に起因する外部被ばく線量を監視及び測定できる設備を有する設計であることが法令要求としてある。そのため、周辺監視区域の廃止後においても、廃止措置の開始までは、固定式、移動式、又は携帯用の監視及び測定のできる設備を用意しておく。

周辺監視区域に係る監視の管理項目の抽出について、表 W.1 に示す。

表 W.1—周辺監視区域に係る監視の管理項目の抽出

管理措置の目的	措置	管理項目
周辺地下水中の放射性物質濃度が周辺監視区域外の濃度限度を超えないようにすること	周辺地下水中の放射性物質濃度が周辺監視区域外の濃度限度を超えないようにすることの監視	周辺地下水中 ^{a)} の放射性物質濃度の測定 ^{b)}
施設に起因する外部被ばく線量が周辺監視区域外の線量限度を超えないようにすること	施設に起因する外部被ばく線量が周辺監視区域外の線量限度を超えないようにすることの監視	周辺監視区域 ^{c)} の放射線量の測定 ^{b)}
注 ^{a)} 周辺監視区域の廃止後は近傍地下水中の放射性物質濃度の測定を実施 注 ^{b)} 平常時の変動幅を超える場合は原因究明を行い、必要に応じて監視を強化 注 ^{c)} 周辺監視区域の廃止後は必要に応じて敷地境界付近など適切な場所で実施		

W.3 周辺監視区域の放射線量の監視の考え方

図 W.1 に示すように、廃棄物埋設施設への廃棄体の受入れの開始以降、周辺環境における公衆の外部被ばく線量は、施設に起因する外部被ばく線量（線源は放射性廃棄物）とそれ以外のバックグラウンドによる線量を合わせたものになる。中深度処分では、廃棄物埋設地は地下深部に建設されることから、施設に起因する外部被ばく線量の線源は主に附属施設の地上施設である。

事業者には、このうち、施設に起因する外部被ばく線量を十分に低減できるよう、ALARA の考え方の下、遮蔽の設計を行い、“遮蔽その他適切な措置”が計画に沿って行われていることの確認を行い、周辺環境における公衆の外部被ばくに係る安全を確保することが求められる（6.1）。この“遮蔽その他適切な措置”に対する確認は、施設検査、記録、日常の巡視・点検、受入検査、保安検査を通じて行われる。

一方、事業者には、施設に起因する外部被ばく線量が、実際に周辺監視区域外の線量限度を下回っていることを確認するために、埋設段階及び保全段階の間、周辺監視区域の放射線量の監視を行うことが求められる。

この監視の目的には、ほかに、事業の継続中に、周辺環境における公衆の外部被ばくに係る安全に影響を与えるおそれのあるような線量の増加を早期に発見し、原因の調査にあたること、必要に応じて監視を強化して、その後の対応に備えることがある。監視場所、監視頻度、監視期間などの監視の条件については、定期的な評価等の結果によって見直してもよい。

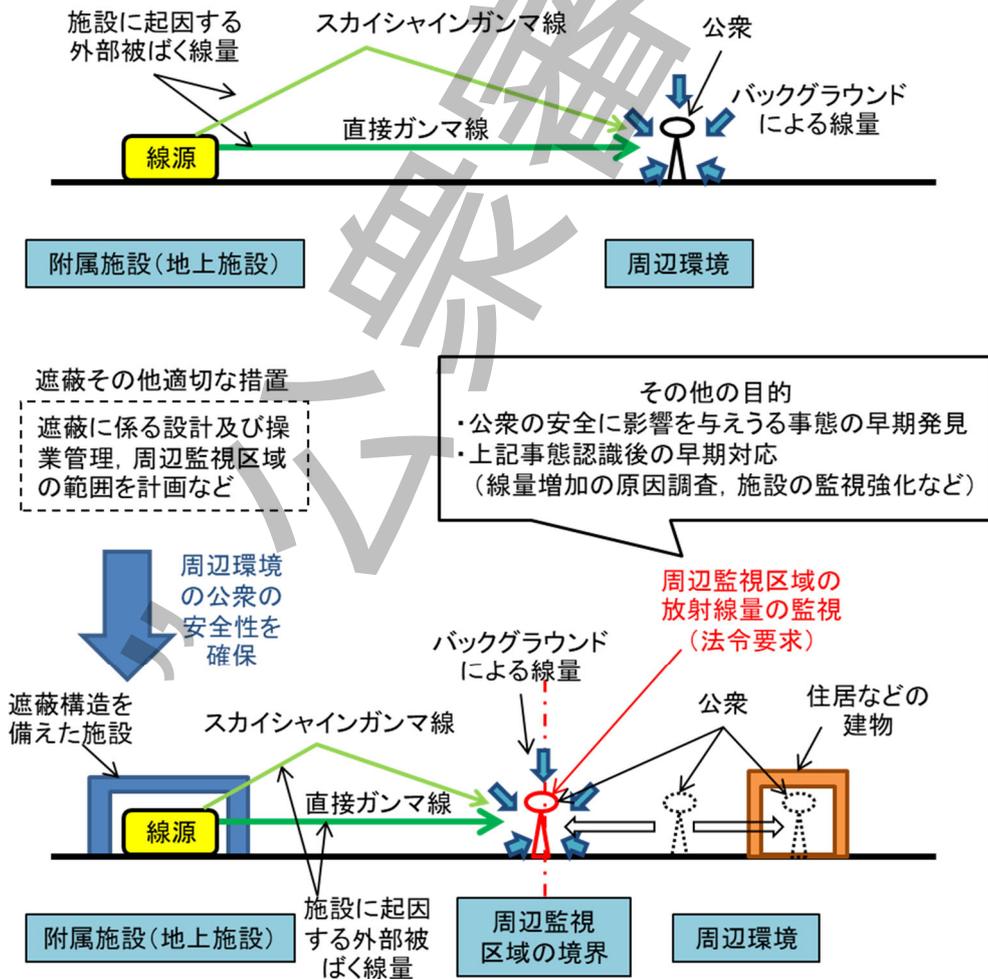


図 W.1-1 周辺監視区域の放射線量の監視に係る模式図

W.4 周辺監視区域の放射線量の監視の方法と技術的要件

施設に起因する外部被ばく線量は、施設からの離隔の拡大又は住居などの建物の遮蔽によって急速に減弱する。公衆が自由に立ち入ることができる場所で附属施設に近づく限界は、周辺監視区域があるとの前提で考えると周辺監視区域の境界であり、周辺環境の放射線量の監視場所は、施設に起因する外部被ばく線量が設計で最大となる箇所を考慮したうえで、周辺監視区域の境界付近とする。

この監視場所で得られる測定データは、モニタリングポイントで測定される線量当量（単位は Sv）であり、空気カーマ（単位は Gy）を測定している場合には、環境放射線モニタリング指針[26]を参考に、次のように実効線量（単位は Sv）の推定値を求める。

空気カーマ（Gy）→一般環境でのガンマ線のエネルギー範囲では空気吸収線量（Gy）に等しい→放射線荷重係数（ガンマ線で 1）を乗じて等価線量（Sv）に変換→平常時には 0.8 を乗じて実効線量（Sv）に変換

周辺監視区域外の線量限度と対比するのは、1年間当たりの線量当量又は空気カーマから換算された1年間当たりの実効線量のうち、施設に起因する外部被ばく線量である。

周辺監視区域の放射線量の監視における技術的要件は、施設に起因する外部被ばく線量が周辺監視区域外の線量限度を超えないようにすることである。平常時には、ALARA の考え方の下での安全確保が達成されていることを前提とすると、施設に起因する外部被ばく線量は十分に低減されており、バックグラウンドの変動幅に包含され、通常の測定技術によって測定データから正確に検出することはほとんど不可能である。一方で、廃棄物埋設施設に重大な異常が発生すると、施設に起因する外部被ばく線量が増大し、周辺監視区域外の線量限度に影響を与えるおそれのある場合には、測定データが平常時の変動の範囲の上限を大きく超えた状態になりうると考えられるので、容易に検知できると考えられる。そこで、周辺監視区域の放射線量の監視における管理項目は、バックグラウンドを含む放射線量の測定とした。そのために、監視設備に求められる実用上必要な精度は、平常時の変動幅を確認できること、線量上昇時には変動の範囲の上限を超える線量の増加分を検知できることとなる。

以上は、放射線量が比較的大きい廃棄物の埋設段階を念頭においた監視の考え方になるが、閉鎖措置段階及び保全段階には、廃棄物は全て地下深部の廃棄物埋地に定置されており、施設に起因する外部被ばく線量は極めて小さい程度を保ったままであることから、監視場所、監視頻度などを軽減し、又は周辺監視区域の廃止後に監視を停止するなど、合理的な管理方法を設定してもよい。

なお、周辺監視区域の廃止後は、廃棄物埋設施設内のいかなる場所でも周辺監視区域外の線量限度を超えていない状態ではあるが、必要に応じて、敷地境界付近など適切な場所で、固定式、移動式、携帯用の設備を用いて実施する。

W.5 周辺監視区域に係る監視の考え方

周辺監視区域に係る監視対象と監視項目の設定の考え方について表 W.2 に、表 W.3 にそれぞれ示す。

表 W.2—周辺監視区域に係る監視対象と監視項目の設定の考え方

監視対象	周辺地下水中の放射性物質濃度	施設に起因する外部被ばく線量
監視場所	周辺監視区域境界付近	周辺監視区域境界付近
	周辺監視区域境界付近に、水平方向の配置として廃棄物埋設施設を中心とする 8 方位程度の場所に設置することを目安とし、地下水流況を考慮し修正を加えた上で（流出可能性が少ない領域の除外、分水嶺にあわせた調整など）監視場所を設定する。また、鉛直方向の配置（深さ）については、地盤構成を考慮し流速の速い層から採取できるようにするなど有効な深さに設定する。	周辺監視区域境界付近の廃棄物埋設地を中心とした 8 方位程度の場所に設置することを目安とし、一般公衆の居住場所を考慮して（海などの非居住区域に接している場合は測点数を低減可能）監視場所を設定する。
監視頻度	1 回/月	1 回/月
	事業規則による。	事業規則による。
測定項目	申請核種の放射能濃度	周辺監視区域境界付近の放射線量（バックグラウンドを含む）
	なお、放射能、バリア中での移動性などを考慮して代表性を有する放射性核種を指標核種として選定している場合は、指標核種の放射能が検出されるまでの間、指標核種だけの測定としてもよい。指標核種の放射能が検出されて以降、ほかの核種も測定する。	測定値の変動幅を把握しておき、線量上昇時に変動の範囲の上限を超える線量を測定平常時の変動幅を超える場合は原因究明を行い、必要に応じて監視を強化
判定の考え方	周辺地下水中の放射性物質濃度は法令に定められた周辺監視区域外の濃度限度を超えてはならない。	施設に起因する外部被ばく線量は法令に定められた周辺監視区域外の線量限度を超えてはならない。

W.6 その他の法令要求事項に基づく監視

その他の法令要求として附属施設の排気・排水における放射性物質濃度の監視、事業所内における降雨、地下水の水位の監視がある。その他の法令要求事項に基づく監視の考え方を表 W.3 に示す。

表 W.3—その他の法令要求事項に基づく監視の考え方

監視対象	附属施設の排気・排水における放射性物質濃度	降雨	地下水の水位
監視場所	排気口・排水口	事業所内	事業所内
	附属施設で発生した気体状又は液体状の廃棄物を総括的に監視するにはそれらの環境への放出口で監視するのが合理的であるので、気体廃棄物の排気口及び液体廃棄物の排水口に監視場所を設定する。	降雨量は事業所内であれば地域差はほとんどないので、事業所内の代表的な位置に1箇所監視場所を設定する。	事業所内の地下水位の変動を監視するため、廃棄物埋設地を通過する地下水主流の上流側と下流側が含まれるように、線量評価上の前提条件に係る地下水位観測位置から代表的な位置を監視場所として複数箇所設定する。
監視頻度	排気又は排水の都度	降雨量：連続した一ヶ月間の積算降雨量（1回/月）	1回/月
	事業規則による。	事業規則による。	事業規則による。
測定項目	申請核種の放射能濃度	積算降雨量	地下水の水位
	なお、放射能、移動性を考慮して代表性を有する放射性核種を指標核種として選定している場合は、指標核種の放射能が検出されるまでの間、指標核種だけの測定としてもよい。指標核種の放射能が検出されて以降、ほかの核種も測定する。（指標核種の選定については、0.2を参照）	地下水流況、ひいては近傍地下水、周辺地下水における放射性物質濃度に影響する監視項目である。	地下水流況と関連し、近傍地下水、周辺地下水における放射性物質濃度に影響する監視項目である。
判定の考え方	周辺監視区域外の空気中の放射性物質濃度が、線量告示に定める空気中の濃度限度を超えてはならない。 周辺監視区域外の水中の放射性物質濃度が、線量告示に定める水中の濃度限度を超えてはならない。	特になし。	特になし。

附属書 X (参考)

廃棄物埋設地に係る保全の技術的要件及び具体的な内容

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

X.1 一般

中深度処分求められる基本安全機能を達成又は確認するための管理措置とその実施時期については、**附属書 C**に記載している。ここでは、それらの管理措置の一つである“廃棄物埋設地に係る保全”についての“技術的要件”及び“管理措置の具体的な内容”を整理する（**図 X.1** 参照）。

なお、**附属書 K**の“遮蔽その他適切な措置”で取り上げた遮蔽に関連した巡視・点検についての記載は、この附属書では省略する。

X.2 廃棄物埋設地に係る保全の技術的要件及び具体的な内容

X.2.1 基本安全機能

廃棄物埋設地に係る保全についての基本安全機能として、廃棄物の埋設段階、閉鎖措置段階、保全段階、廃止措置段階を通じての放射性物質の“漏出防止”がある。

X.2.2 廃棄物の埋設段階

基本安全機能として、埋設段階における“漏出防止”を維持し、廃棄物埋設地の保全のために、廃棄物を埋設する前から、特に管理の必要な場所を埋設保全区域として設定し、当該埋設保全区域及び廃棄物埋設施設の巡視・点検を行う。また、放射線の影響の監視・測定設備、定期的な評価等のために地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視・測定設備、埋設保全区域を示す標識、フェンス及び立札などの維持管理を行う。

X.2.3 閉鎖措置段階及び保全段階のうち周辺監視区域の廃止まで

基本安全機能として、閉鎖措置段階及び保全段階のうち周辺監視区域の廃止までにおける“漏出防止”を維持し、廃棄物埋設地の保全のために、埋設保全区域及び廃棄物埋設施設の巡視・点検を行う。また、放射線の影響の監視・測定設備、定期的な評価等のために地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視・測定設備、埋設保全区域を示す標識、フェンス及び立札などの維持管理を行う。

X.2.4 保全段階のうち周辺監視区域の廃止以降

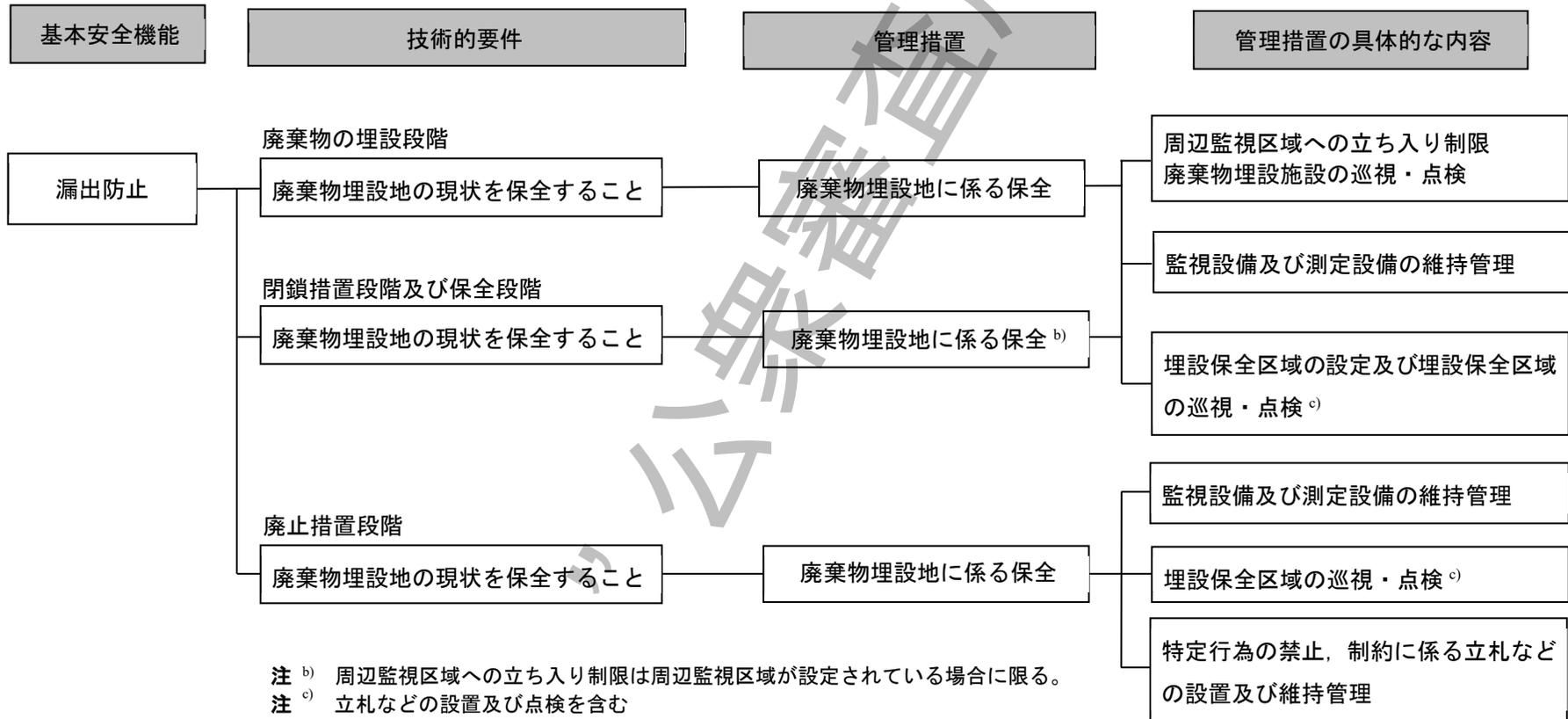
保全段階のうち周辺監視区域の廃止以降は、埋設した放射性物質の放射能が減衰していることに加えて、引き続き基本安全機能としての“漏出防止”の維持が要求される一方、偶発的な人間活動によってバリアの機能が阻害されないように、特定行為を禁止又は制約するための保全の措置を講じる段階である。このため周辺監視区域の廃止の前から継続して埋設保全区域を巡視・点検し、掘削などの特定行為の禁止又は制約、及び放射線の影響の監視・測定設備、定期的な評価等のための地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視・測定設備、埋設保全区域を示す標識、又はフェンス及び立札などの維持管理を行う。

		廃棄物の埋設段階	閉鎖措置段階	保全段階	廃止措置段階	廃止措置の終了以降の長期間
管理措置	廃棄物埋設地の保全	—————			a)	a)
基本安全機能	漏出防止	=====				

————— 管理措置を実施する時期
===== 管理措置と関連付けられる基本安全機能が要求される期間

注記 この段階の時期を示す棒グラフは、単純に下図で説明している当該の管理措置を実施する時期とその管理措置と関連付けられる基本安全機能が要求される期間の範囲を示したものであり、管理措置と基本安全機能の一般的な関係は箇条4で説明している。

注 a) この標準の適用範囲外



注 b) 周辺監視区域への立ち入り制限は周辺監視区域が設定されている場合に限る。

注 c) 立札などの設置及び点検を含む

図 X.1—廃棄物埋設地に係る保全の技術的要件及び具体的な内容（廃棄物の埋設段階，閉鎖措置段階，保全段階）

附属書 Y (参考)

埋設保全区域の設定の考え方

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

Y.1 一般

埋設保全区域は、事業規則に基づき、廃棄物埋設地に廃棄体を埋設する前から廃止措置計画の認可を受けるまでの期間、廃棄物埋設地の保全のために特に管理を必要とする場所であって、管理区域以外の場所を設定する。

埋設保全区域の範囲については、廃棄物埋設地におけるバリアの機能が大規模な掘削などの特定行為によって損なわれないように廃棄物埋設地の状況に応じて設定することが必要である。また、通常、廃棄体の定置作業の開始前から周辺監視区域が設定されるので、それによって保全のための管理を行うことが可能である。周辺監視区域には一般公衆などの敷地内への立入制限措置が講じられ、廃棄物埋設施設の巡視・点検が行われるのでこれらの管理がなされる期間、当該区域では埋設事業に係わらない大規模な掘削などの特定行為は防止できると考えられる。

なお、事業の開始前から事業の終了以降まで原子力規制委員会が指定廃棄物埋設区域を指定しており、掘削は原子力規制委員会の許可制となる。ここで、廃棄物埋設事業者がその事業として当該指定廃棄物埋設区域において行う土地の掘削については、当該事業許可によって許可されることになり、指定廃棄物埋設区域に係る掘削許可（指定廃棄物埋設区域における土地の掘削の許可等に関する規則）の対象外である。

Y.2 埋設保全区域の設定

中深度処分においては、埋設した放射性物質の廃棄物埋設地の外への漏えいを抑制するために、廃棄物埋設地の機能が維持管理されていることが重要である。また保全段階においては、坑口の機能が維持管理されていることも求められる。このため、埋設保全区域は、特に管理を必要とする場所に設定するが、廃棄物の埋設段階において、周辺監視区域が設定されている間は Y.1 で述べたように周辺監視区域に係る措置として保全のための管理を行うことが可能である。

なお、埋設坑道充填終了後、当該の埋設坑道と周辺坑道との境界部分などに標識を設けるなどの方法によって埋設保全区域として、ほかの場所と区別することも考えられる。

周辺監視区域の設定が解除された以降の埋設保全区域の設定については、周辺監視区域の立入制限措置が無くなった状態において、掘削行為などの禁止又は制約の措置を講じるために必要な範囲とし、廃棄物埋設地を投影する地上部を含めた範囲に設定することが考えられる。

Y.3 立札又は同様の掲示設備に記載する事項

立札又は同様の掲示設備には少なくとも次の項目を記載する。

- 放射性廃棄物の種類
- 埋設を開始した日及び埋設を終了した日
- 保安のための注意事項

附属書 Z
(参考)
保安全管理のための区域設定の例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

Z.1 一般

この附属書は、中深度処分における保安全管理のための区域設定について、廃棄物埋設地及び附属施設からなる廃棄物埋設施設との関係、並びに管理区域及び周辺監視区域との関係において、例示する。

Z.2 中深度処分

中深度処分に係る処分場の保安全管理のための区域設定の例を図 Z.1 に示す。

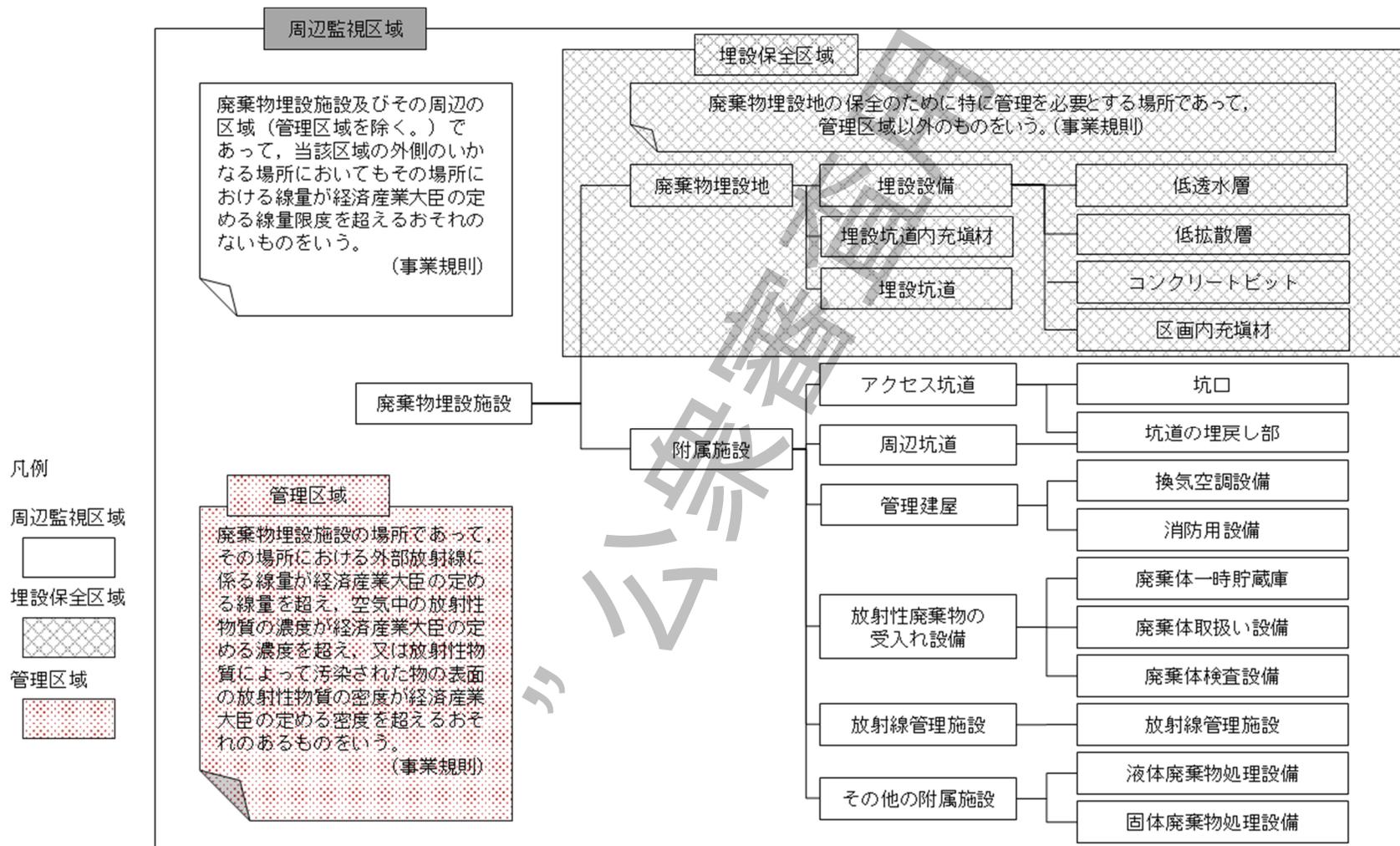


図 Z.1—中深度処分に係る保安全管理のための区域設定の例

附属書 AA (参考) 保全に係る管理の例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

AA.1 一般

廃棄物埋設地に係る保全とは、廃棄体の埋設後から管理を必要としなくなるまでの期間、廃棄物埋設地及び必要に応じその周囲において、廃棄物埋設地の現状を保全し、かつ処分方法及び処分の進捗に応じて大規模な掘削などの特定行為が発生しないことを確認するため、廃棄物埋設地及びその周辺を巡視・点検し、必要に応じて修復措置を講じることによって、廃棄物埋設地の現状を維持管理することである。

埋設保全区域及び廃棄物埋設施設における日常の保全に係る管理は、主に巡視・点検によって当該区域及び施設に異常がないことを確認すること、当該区域及び施設に設置した標識、フェンス又は同様の設備、立札又は同様の掲示設備及び放射線の影響を監視する監視設備を維持管理することによって行う。また、これらの実施状況を記録する。

巡視・点検の頻度は、事業規則で定められた頻度（毎週1回以上）を基本とするが、震度4以上の地震発生などの自然災害発生時には、臨時に巡視・点検を行い、異常の有無を早期に確認する。

これらの保全に係る管理によって、異常を発見した場合は、応急的な措置を含めて必要な修復措置を講じる。

AA.2 保全に係る巡視・点検の例

保全に係る各段階の巡視・点検の例を表 AA.1 に示す。

表 AA.1—保全に係る各段階の巡視・点検の例

段階区分	巡視・点検内容					
	巡視場所	点検対象	点検項目と点検方法	頻度	備考	
廃棄物の埋設段階	廃棄物埋設地（充填が終了した埋設坑道）	・ 充填が終了した埋設坑道と周辺坑道との境界部など	・ 当該境界部を目視確認	<ul style="list-style-type: none"> ・ 巡視・点検は定期的に週1回 ・ 臨時として、震度4以上の地震など自然災害が発生した場合には、可能な限り速やかに実施する。 ・ 監視設備などの点検頻度は、機器の点検仕様によって定める。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 埋設保全区域の標識に記載されている保安のための注意事項については、段階ごとに応じて内容が変わる場合があるため、その場合は速やかに記載を見直すこと。 	
	監視設備	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地下水の採取設備（廃棄物埋設地内の地下水採取設備含む）、雨量計 ・ 周辺監視区域の放射線監視設備 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 集水管及び取水装置（ポンプなど）、水位計、雨量計の異常の有無を目視確認、校正（計測機器の動作確認など） 			
	埋設保全区域、又は周辺監視区域 ^{a)}	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃棄物埋設保全区域であることを示す標識及び注意事項を掲示した立札（充填された埋設坑道と周辺坑道との境界部に設置した埋設保全区域の標識含む） ・ 周辺監視区域フェンス^{a)} 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 標識などの文字消え、損傷、倒壊など異常の有無を目視確認 			
閉鎖措置段階及び保全段階	監視設備 ^{b)}	<ul style="list-style-type: none"> ・ 近傍地下水の採取設備、雨量計 ・ 周辺監視区域の放射線監視設備 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 取水装置（ポンプなど）、水位計、雨量計の異常の有無を目視確認、校正（計測機器の動作確認など） 	同上	—	
	周辺監視区域 ^{a)}	・ 周辺監視区域フェンス ^{a)}	・ 廃棄物の埋設段階と同様	<ul style="list-style-type: none"> ・ 閉鎖措置段階及び保全段階における巡視・点検は、掘削行為などの発生の兆候、標識などの異常の有無、及び坑口の閉塞性の有無を確認するために行うので、その頻度は漸次軽減してもよい。（例えば月に1回） ・ 臨時として、震度4以上の地震など自然災害が発生した場合には、可能な限り速やかに実施する。 	—	
	埋設保全区域	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃棄物埋設保全区域であることを示す標識及び注意事項を掲示した立札など 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 標識などの文字消え、損傷、倒壊など異常の有無を目視確認 		<ul style="list-style-type: none"> ・ 掘削行為などの発生の兆候 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃棄物の埋設段階と同様
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 掘削行為などの発生の兆候 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 掘削行為などの禁止・制約されている行為又はその準備行為の行われていないことを目視によって確認する。 			
		・ 坑口	<ul style="list-style-type: none"> ・ 坑口の閉塞性に異常がないことを目視で確認する。 		<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業規則では、埋設地の巡視・点検は、週1回以上と定められているが、これは作業中である埋設段階における頻度と考えることが自然であり、静的な施設の管理が数百年続く段階においては、点検する対象及び廃棄物埋設地の状況に応じて頻度を設定していくことが合理的と考えられる。 	
<p>注^{a)} 周辺監視区域が設定され、当該区域において保全の管理を行う場合</p> <p>注^{b)} 監視を行う期間</p>						

附属書 AB (規定) 定期的な評価等における線量評価の手順

序文

この附属書は、定期的な評価等における線量評価の手順を規定する。

AB.1 規制要件

定期的な評価等についての規制要件は、次の四つの文書で示されている。

- (1)事業規則第十九条の二で、廃棄物埋設施設の定期的な評価等を実施することについて規定されている。
- (2)許可基準規則では、定期的な評価等のためのデータ取得のために、地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周辺の状況を監視し、及び測定する設備を設けることが規定されている。
- (3)第二種廃棄物埋設施設の定期的な評価等に関する運用ガイドでは、事業規則で規定されている定期的な評価等を実施する考え方として、実施時期と評価項目等について示されている。評価項目等では、事業規則に記載されている“最新の技術的知見”と“核燃料物質等による放射線の被ばく管理に関する評価を行うこと”について、説明が加えられている。
- (4)事業規則第二十条の保安規定についての審査基準が示されている。

注記 法令の条項番号などは、法令改正によって変わることがある。

AB.2 定期的な評価等における線量評価の目的とその手順

定期的な評価等のうち、最新知見を反映した評価(6.7.4)の一部として、管理期間内及び管理期間終了以降の線量評価を行う。この線量評価によって、管理期間内に廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであることを確認することで、許可基準規則への適合性を確認する。申請時又は前回の定期的な評価等の実施時以降に、規制要件が改定された場合、定期的な評価等では、改定後の最新の規制要件に対応して基準適合性の確認を行う。

また、埋設の終了時の定期的な評価等の結果は閉鎖措置計画の策定に資するものとする。

線量評価以外の評価の結果も含めて、許可基準規則への適合性を確認した後、評価の結果に基づく措置(6.7.5)の手順に従い、廃棄物埋設施設の保全のために必要な措置を講じる。

線量評価に反映する最新知見は、国内外の研究開発・技術開発成果等で得られる知見、日常的な保安活動によって得られるデータに、人工バリア及び天然バリアの機能に関する地下水の状況等のデータを加えたものとし、最新知見の収集(6.7.3)の手順に従って、収集、スクリーニング、分析・評価を行う。

線量評価の計画は、定期的な評価等の計画(6.7.2)の手順に従う。ここで、線量評価のために取得する地下水の状況等のデータについては、計画時にあらかじめ線量評価の“重点評価項目(次で説明)”を選定したうえで、監視及び測定が可能で、重点評価項目の評価で参照する可能性のある項目を選定する。

重点評価項目とは、線量評価の結果に対して相対的に大きく影響する項目である。例えば、重要な線量評価パラメータ(線量への感度の有意性及び/又は変動性が高いパラメータ)、処分システムのバリア機能及びその性能指標からなる。

注記 1 定期的な評価等の計画時に選定され、実施時に再評価される。

注記 2 最新知見の収集において主な対象となる。

監視及び測定項目については、計画時にデータの取得条件として、データの取得項目ごとの取得方法、取得場所、取得頻度を定める。監視設備及び測定設備は、測定期間及び使用環境に適応して実用上必要な精度で監視及び測定ができる性能を有するものとする。データの取得に当たっては処分システムの長期性能を損なわないよう計画し、設備の見直しが必要な場合は設計を変更する。なお、重点評価項目は、地下水の状況等のデータ以外の最新知見のスクリーニングの過程において、参考情報として活用してもよい。

附属書 AC (参考)

定期的な評価等に係る基本安全機能 と最新知見との関係の整理

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

AC.1 一般

この附属書では、定期的な評価等に係る基本安全機能と最新知見との関係について整理する。

AC.2 定期的な評価等の具体的な内容

定期的な評価等の具体的な内容について、表 AC.1 に示す。定期的な評価等の目的は、許可基準規則への適合性の確認で、それを達成するための措置は、図 AC.1 のように PDCA サイクルの各要素と考へてもよい。この定期的な評価等の PDCA サイクルと処分システムの安全評価との関係性については附属書 AG で説明する。また具体的な内容は、図 AC.1 の PDCA サイクルの各要素で示される。

表 AC.1—定期的な評価等の具体的な内容

定期的な評価等の目的	措置	具体的な内容
許可基準規則への適合性の確認	定期的な評価等の計画 (Plan)	<ul style="list-style-type: none">最新知見の収集の計画最新知見を反映した評価の実実施計画評価の結果に基づく措置の計画
	最新知見の収集 (Do)	<ul style="list-style-type: none">定期的な評価等のためのデータ取得文献などの最新知見の収集事業の進展に伴い得られる最新知見の収集スクリーニング、分析・評価
	最新知見を反映した評価の実施 (Do, Check)	<ul style="list-style-type: none">申請書添付書類の記載事項に最新知見を反映許可基準規則に基づく評価許可基準規則への適合性の確認
	評価の結果に基づく措置 (Act)	<ul style="list-style-type: none">廃棄物埋設施設の保全のための必要な措置

AC.3 定期的な評価等の手順

定期的な評価等の手順については、規制要件を考慮し、PDCA サイクルとして考えると、図 AC.1 のような手順となり、その時系列的な展開は図 AC.2 となる。

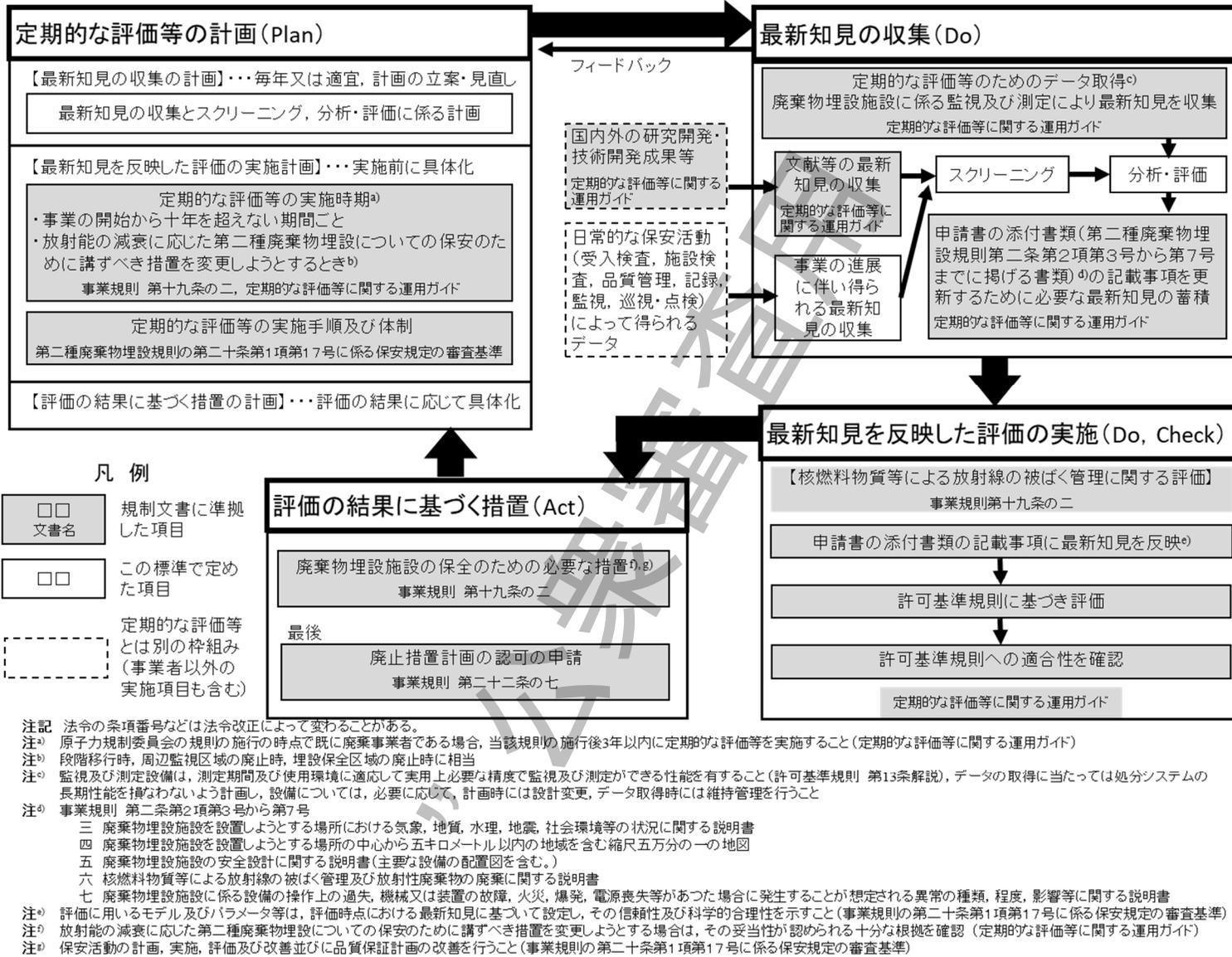
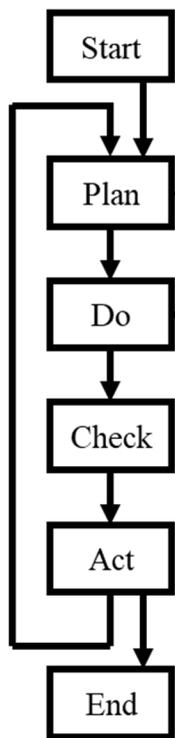
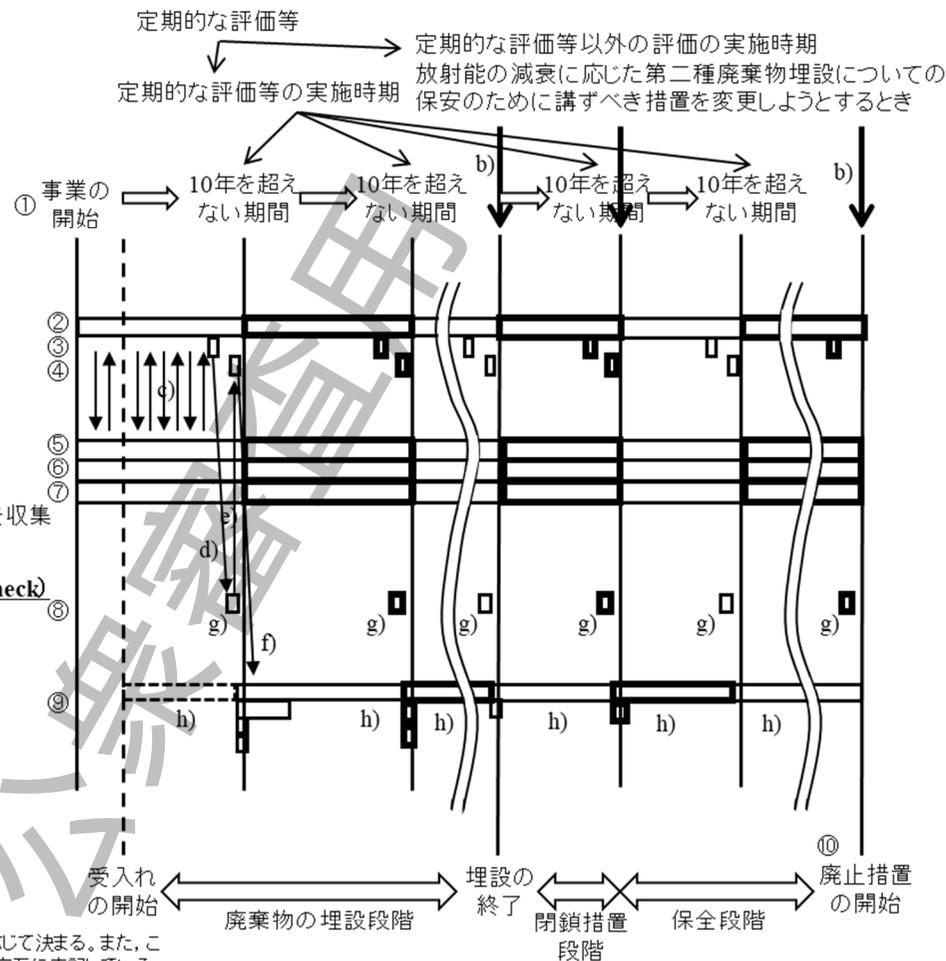


図 AC.1—定期的な評価等のPDCA サイクル

定期的な評価等のPDCAサイクル



- ①事業の開始
- 定期的な評価等の計画 (Plan)**
 - ②最新知見の収集の計画
 - ③最新知見を反映した評価の実施計画
 - ④評価の結果に基づく措置の計画
- 最新知見の収集 (Do)**
 - ⑤定期的な評価等のためのデータ取得
 - ⑥文献等の最新知見を収集
 - ⑦事業の進展に伴い得られる最新知見を収集 (⑥⑦スクリーニング, ⑤⑥⑦分析・評価)
- 最新知見を反映した評価の実施^{a)} (Do, Check)**
 - ⑧
- 評価の結果に基づく措置^{a)} (Act)**
 - ⑨
- ⑩廃止措置の開始



注記 定期的な評価等の回数は、事業の期間、実施間隔、段階管理の状況に応じて決まる。また、この図では、PDCAサイクルを1サイクルごとに識別するため、細線・太線で交互に表記している。なお、最初の定期的な評価等の実施前に行う廃棄物埋設施設についての保安のために講ずべき措置は、申請書の記載に基づいて行うため、点線で表記している。

- 注^{a)} 定期的な評価等として、⑧最新知見を反映した評価及び⑨評価の結果に基づく措置を実施
- 注^{b)} 閉鎖措置計画、廃止措置計画を定める場合に定期的な評価等に基づき必要な措置を要求
- 注^{c)} ②最新知見の収集の計画→⑤⑥⑦最新知見の収集(下向き矢印)
⑥⑦スクリーニング、⑤⑥⑦分析・評価→①最新知見の計画へのフィードバック(上向き矢印)

- 注^{d)} ③最新知見を反映した評価の実施計画→⑧最新知見を反映した評価の実施(下向き矢印)
- 注^{e)} ⑧最新知見を反映した評価の結果→④評価の結果に基づく措置の計画(上向き矢印)
- 注^{f)} ④評価の結果に基づく措置の計画→⑨評価の結果に基づく措置(下向き矢印)
- 注^{g)} 管理期間中に廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであることを確認
- 注^{h)} 措置は複数の場合もあり、措置の内容に応じて実施期間は変動

図 AC.2—定期的な評価等のPDCAサイクルの時系列的な展開

AC.4 基本安全機能と最新知見の収集との関係の整理

定期的な評価等に係る基本安全機能と最新知見の収集の関係について、表 AC.2 のように整理する。

基本安全機能が要求される期間は、受入れの開始以降で、廃止措置段階以降も離隔と移動抑制の機能が要求される。一方、最新知見の収集は、事業の開始以降に定期的な評価等の計画に基づいて行われ、受入れの開始までの間に、ベースラインの把握などが行われる。廃止措置段階以降の基本安全機能に係る最新知見は、廃止措置段階の開始までに収集し、定期的な評価等に反映させる。

基本安全機能のうち、遮蔽について、申請書の記載事項の見直しが必要となるような最新知見は、日常的な保安活動で可視的に確認できる異常な状態と考えられる。したがって、遮蔽については、日常的な保安活動で最新知見が得られた場合に再評価を行うこととし、計画時に重点評価項目を設定することは求めない。

漏出防止と離隔については、計画時に重点評価項目を設定し、最新知見を反映した評価において、設計の基準適合性の確認を行う。

移動抑制については、漏出防止と密接に関連した機能であることから、漏出防止と同様に、計画時に重点評価項目を設定する対象とする。

なお、“炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について”では、定期的な評価等に係る要求として閉じ込めに係る設計の基準適合性の確認及び離隔に係る設計の基準適合性の確認の説明があるため、AC.5 で閉じ込めを漏出防止に読み替え説明し、AC.6 で離隔について説明する。

表 AC.2—基本安全機能と最新知見の収集の関係の整理

		事業の 開始から	廃棄物の 埋設段階	閉鎖措置 段階	保全段階	廃止措置 段階	廃止措置の終了 以降の長期間
基本 安全 機能	遮蔽 ^{a)}						
	漏出防止						
	移動抑制						
	離隔						
最新知見の収集							
<p>注記 定期的な評価等は申請書の記載事項について、最新の技術的な知見と照らし合わせるのので、間接的に全ての基本安全機能が関連する。箇条 4 では、特定の基本安全機能と関連付けた整理とはせず、その他の管理措置の扱いとする。</p> <p>注^{a)} 遮蔽は附属施設だけに適用される。</p>							
<p>凡例</p> <p>————— 最新知見の収集を実施する期間</p> <p>————— 最新知見の収集と関連付けられる基本安全機能が要求される期間</p>							

AC.5 漏出防止に係る設計の基準適合性の確認

定期的な評価等では、漏出防止に係る設計の基準適合性の確認として、最新の技術的知見を踏まえてもなお廃止措置の開始後の安全評価における自然事象シナリオの線量基準に適合していることを事業者が確認することが求められる。

この基準適合性の確認では、次に示すような項目による総合的な評価を行う。

- ・定期的な評価等のために実施する地下水等モニタリングの結果を反映
- ・人工バリアの移動抑制機能の健全性を確認
- ・人工バリアからの放射性核種の漏出及び天然バリア中の移動挙動を評価

地下水等モニタリングでは、物理的なデータとして地下水の水位、間隙水圧、化学的なデータとして地下水の水質を測定する。建設段階から閉鎖措置段階までは、坑道等の掘削、人工バリアの構築、坑道等の埋戻しによって地下水流動の状況が変化し、保全段階で一定期間を経過した後、定常状態に戻ると想定される。地下水の物理的なデータの時系列的な変化から、地下水流動の状況を確認し、規制期間終了以降の地下水シナリオで想定している地下水流動の状況に影響を与える事象がないか確認する。地下水の化学的なデータからは、人工バリアと天然バリアの放射性核種の収着性への影響などを確認する。

人工バリアの移動抑制機能の健全性については、建設段階と廃棄物の埋設段階では、施設検査のデータ又は品質管理のデータを用いて、バリア材料としての初期性能が確保されているかを確認する。閉鎖措置段階以降は、人工バリアを直接観察することができないため、間接的な方法を用いて健全性を示す傍証となるデータを得る。

人工バリアからの放射性核種の漏出及び天然バリア中の移動挙動については、地下水中の放射性物質濃度の監視の結果と評価結果を照らし合わせて、異常がないかを確認する。

AC.6 離隔に係る設計の基準適合性の確認

処分システムの安全評価において、廃棄物埋設地の位置に係る要件は、自然事象などによる著しい変動の影響が及ぶ可能性のある区域を避ける目的で設定されている。そこでは、少なくとも10万年間は火山活動及び断層活動、侵食作用によって著しい影響を受けないこと、また侵食作用を考慮しても地表下70mの深度にとどまることが要件であり、過去の活動履歴に基づき評価される。

定期的な評価等では、過去の活動履歴に基づく評価による将来の見通しに影響を及ぼす要素又は徴候がないことを確認する。

附属書 AD (参考)

定期的な評価等に用いる最新知見の区分と例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

AD.1 一般

定期的な評価等に用いる最新知見は、国内外の研究開発・技術開発成果等についての文献などの最新知見、日常的な保安活動によって得られるデータ（事業の進展に伴い得られる最新知見）、定期的な評価等のために取得されるデータに区分される。この附属書では、最新知見の区分についての法令上の位置づけ、具体的な事例について説明する。

AD.2 最新知見の区分

この標準、法令、定期的な評価等に関する運用ガイドの各文書における最新知見の区分の関係について整理したものを、表 AD.1 に示す。

国内外の研究開発・技術開発成果等で得られる最新知見では、研究・開発に加え、調査・統計資料及び国内外の法令・規基準類の制定・改定に係る最新知見も必要に応じて活用する。

日常的な保安活動から得られるデータには、受入検査、施設検査、品質管理、記録、監視、巡視・点検のデータがある。これらは、元々定期的な評価等とは無関係に取得されているデータであるが、必要に応じて活用する。

線量評価のために取得するデータには、許可基準規則に基づき取得する地下水の状況等のデータなどがあり、これらは事業規則で示されている廃棄物埋設施設の定期的な評価等に必要な情報を把握するための廃棄物埋設地及びその周辺の状況に相当する。なお、この条項では、間接的な方法によって取得されるデータについても想定している。

定期的な評価等に関する運用ガイドで示されている廃棄物埋設施設に係る監視及び測定の結果として蓄積された知見は、定期的な評価等のために取得するデータと日常的な保安活動から得られるデータを包含したものであると考えられる。

表 AD.1—各文書の最新知見の区分の関係

この標準での最新知見の区分		規則及びガイドで各区分の最新知見に関する記載の概要		
		許可基準規則	事業規則	定期的な評価等に関する運用ガイド
国内外の研究開発・技術開発成果等で得られる最新知見	研究・開発等	—	—	国内外の研究開発・技術開発成果等を参照した最新の知見
	調査・統計資料			
日常的な保安活動から得られるデータ	受入検査, 施設検査, 品質管理, 記録, 監視, 巡視・点検のデータ	—	第十三条 第一号 第二種廃棄物埋設に関する記録 第二号 放射線管理記録 第四号 廃棄物埋設施設の施設管理に係る記録 第五号 廃棄物埋設施設の事故記録 第六号 降雨記録 第七号 地下水の水位	廃棄物埋設施設に係る監視及び測定の結果として蓄積された知見
定期的な評価等のために取得するデータ	許可基準規則第十五条に基づき取得する地下水の状況等のデータ (主に線量評価で使用)	第十五条第一項 廃棄物埋設地の周囲における地下水の水位等を監視し、及び測定する設備 (によって得られたデータ) 第十五条第一項 解説 定期的な評価等に必要なデータを取得するため、人工バリア及び天然バリアの機能に関する地下水の水位等の監視及び測定 (によって得られたデータ)	第二十条第一項第十号 廃棄物埋設施設の定期的な評価等に必要な情報を把握するための廃棄物埋設地及びその周辺の状況の監視 ^{a)}	
注記 法令の条項番号などは、法令改正によって変わることがある。 注^{a)} 許可基準規則第十五条に基づき設置した監視設備によって収集した情報に限らず、間接的な方法によって取得されるデータなども含む。				

表 AD.1 の区分の考え方にに基づき、定期的な評価等で活用されることが想定される最新知見の例について、表 AD.2 に示す。

表 AD.2—想定される最新知見の例

最新知見の区分		最新知見の例
国内外の研究開発・技術開発成果等で得られる最新知見	研究・開発等	<ul style="list-style-type: none"> 人工バリアの性能評価（モデル、解析結果など） 天然バリアの長期変動事象
	調査・統計資料	<ul style="list-style-type: none"> 環境パラメータ（生物圏）
	国内外の法令・規基準類の制定・改定に係る最新知見	<ul style="list-style-type: none"> 国際的な規基準類、勧告（IAEA, ICRP, NEA など）又は国際的なプロジェクト、国際会議 国内の法律、法令、規則 学協会（日本原子力学会、土木学会、地盤工学会、日本地下水学会、日本建築学会、日本産業規格）の民間規格、論文集、技術報告書 研究機関の技術報告書、レポート類
日常的な保安活動から得られるデータ	受入検査、施設検査、品質管理、記録、監視、巡視・点検のデータ	<ul style="list-style-type: none"> 人工バリア材、坑道の寸法 埋設した廃棄体実績データ（廃棄体性状、放射エネルギー、放射能濃度、表面線量率） 漏えいの監視によって類推される人工バリアの状況 巡視・点検の結果から類推される人工バリア、坑道の状況
	現地で新たに得られる知見	<ul style="list-style-type: none"> 現地で新たに発見される地質・地下水環境及び流出点付近の地表水等の状況変化
定期的な評価等のために取得するデータ	許可基準規則第十五条に基づき取得する地下水データ	<ul style="list-style-type: none"> 地下水データ 例えば、物理：地下水の水位、間隙水圧、化学：地下水の水質
	間接的な方法によって取得されるデータ	<ul style="list-style-type: none"> 検査項目（かつ安全評価パラメータ）の代替指標に係るデータ 例えば、低透水層の透水係数、セメント系材料の収着分配係数の代替指標等

AD.3 重点評価項目との関係性による区分

最新知見の区分の考え方として、重点評価項目との関係性による区分が挙げられる。この考え方では、最新知見は、次のように分けられる。

- データを含む最新知見の抽出・整理が、重点評価項目を表すことになる項目（以下、“直接表現項目”という。）
- 最新知見の抽出・整理が重点評価項目の長期的な変化の影響因子となる項目（以下、“影響因子項目”という。）

なお、重点評価項目との関係性がなくても処分システムの長期安全性に係るものはその他の最新知見として分類しておくものとする。

直接表現項目は、更に直接指標、代替指標、解析に分けられる。ここで代替指標は、重点評価項目と相関関係にあるものであり、その相関性に係る知見も収集すべき最新知見の対象となる。また解析は、解析結果が重点評価項目となることを示す。

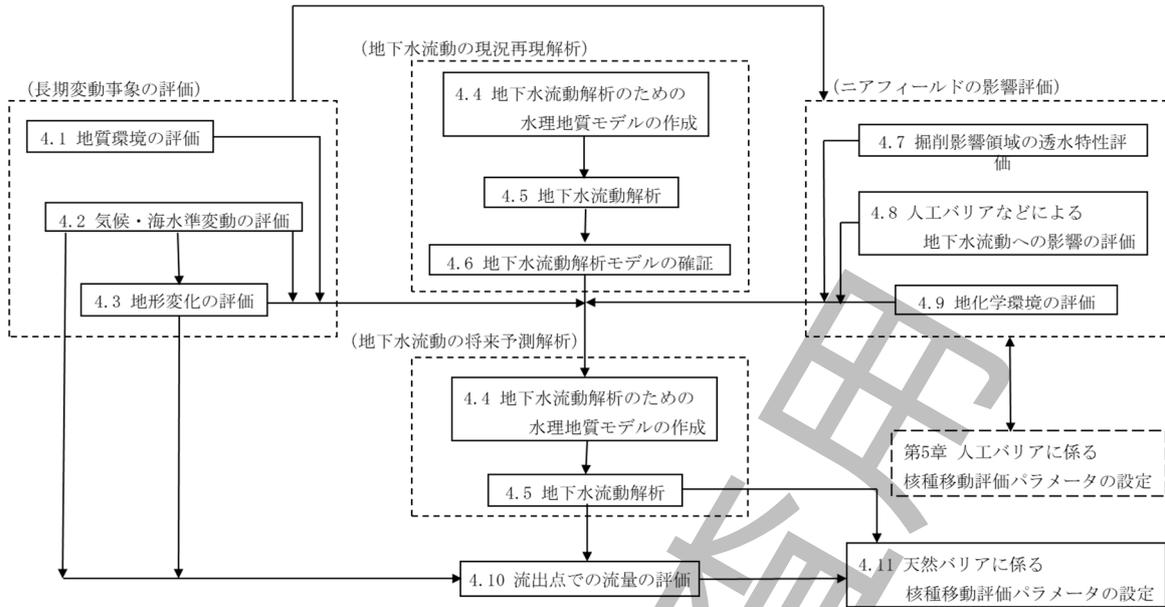
影響因子項目は、重点評価項目に影響を及ぼすような環境条件と事象などに分けられ、事象などは更に環境条件、直接指標、代替指標、解析に分けられる。

直接表現項目と影響因子項目の考え方及び留意事項を**表 AD.3**に示す。

表 AD.3—直接表現項目と影響因子項目の考え方及び留意事項

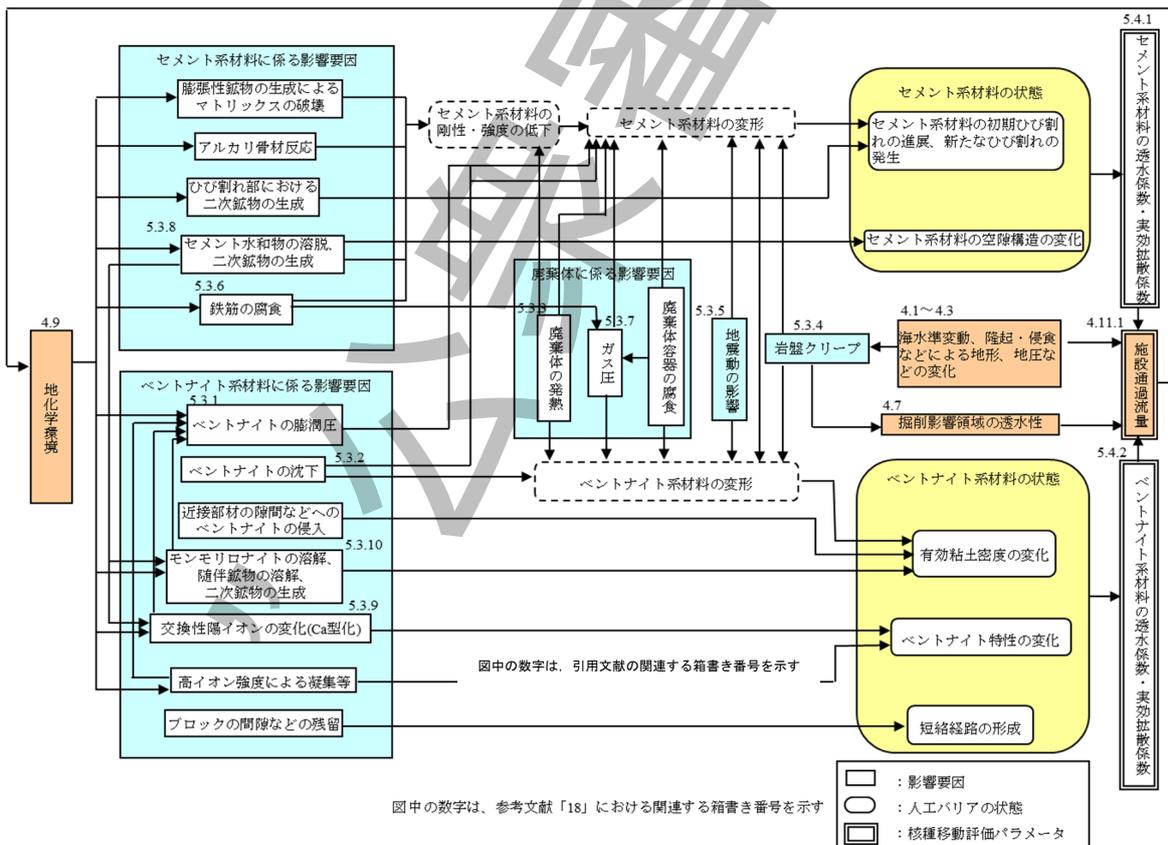
データを含む最新知見の項目の区分	考え方及び留意事項
直接表現項目 —直接指標 —代替指標 —解析	<ul style="list-style-type: none"> ・最新知見の抽出・整理が重点評価項目を表すことになる項目 ・データ数が多い場合には、統計処理の活用を検討 ・代替指標の場合は、関係性を示す経験式などについて最新知見を確認 ・解析の場合は、解析手法及びその入力データについて最新知見を確認 ・線量評価上の時間軸のどのあたりのデータを取得するのかを確認
影響因子項目 —環境条件 —事象など <ul style="list-style-type: none"> ・環境条件 ・直接指標 ・代替指標 ・解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・最新知見の抽出・整理が重点評価項目の長期的な変化の影響因子となる項目 ・影響因子項目と重点評価項目との定量的な関係が不明確な場合は、可能な範囲で、保守的又は非保守的かの判断基準を作成 ・環境条件はデータ取得場所と重点評価項目の部位の位置関係を考慮しデータ取得の有意性を確認 ・事象などの代替指標の場合は、関係性を示す経験式などについて最新知見を確認 ・事象などの解析の場合は、解析手法及びその入力データについて最新知見を確認 ・線量評価上の時間軸のどのあたりでの影響因子かを確認

影響因子項目については、例えば、**図 AD.1**（天然バリア関連）[17]、**図 AD.2**（人工バリア関連）[17]などを参考として重点評価項目に対する影響度の大きい影響因子を抽出する。



(出典：(社) 土木学会エネルギー委員会，“余裕深度処分の安全評価における地下水シナリオに用いる核種移行評価パラメータ設定の考え方”，2008（一部修正）)

図 AD.1—天然バリアの核種移動評価パラメータの設定フロー例



(出典：(社) 土木学会エネルギー委員会，“余裕深度処分の安全評価における地下水シナリオに用いる核種移行評価パラメータ設定の考え方”，2008（一部修正）)

図 AD.2—埋戻し後の人工バリアの状態に影響を及ぼす要因例

附属書 AE (参考)

線量評価の重点評価項目の選定例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

AE.1 一般

定期的な評価等における線量評価では、最新知見を反映した評価を行うに当たり、計画時に重点評価項目を選定する。

管理期間内の線量評価に係る重点評価項目は、日常的な保安活動によって得られる施設検査、品質管理、記録、監視、巡視・点検のデータから選定する。AE.2 ではその考え方と事例を説明する。

また、管理期間終了以降の線量評価に係る重点評価項目の選定を合理的に行う例として、処分システム全体の性能を基本安全機能に基づいて付与される機能と部位とに単純化するとともに、線量評価における考慮事項を重要なものに集約する、すなわち再評価の対象とする線量評価パラメータを抽出する事例について AE.3 以降で説明する。

したがって、この附属書 AE では、管理期間内の線量評価に係る重点評価項目の選定例を AE.2、管理期間終了以降の線量評価に係る重点評価項目の選定例を AE.3 から AE.7 で説明している。

AE.2 管理期間内の線量評価に係る重点評価項目の選定例

管理期間内の線量評価に係る重点評価項目は、基本安全機能のうち漏出防止について、日常的な保安活動によって得られる施設検査、品質管理、記録、監視、巡視・点検のデータから選定することを基本とする。

表 AE.1 に管理期間内の線量評価に係る重点評価項目の選定について例示する。

廃棄物の埋設段階における漏出防止に関しては、施設検査における技術的要件と漏えいの監視に着目し、コンクリートピット及び低透水層の漏出防止に係る技術的要件[12]及び漏えいの監視結果を重点評価項目とする。閉鎖措置段階及び保全段階における漏出防止に関しては、管理期間終了以降の移動抑制と連続的に機能するものであることから、管理期間終了以降の線量評価に係る重点評価項目に漏えいの監視結果を加えたものとする。

表 AE.1—管理期間内の線量評価に係る重点評価項目の選定例

基本安全機能	廃棄物の埋設段階における漏出防止	閉鎖段階及び保全段階における漏出防止
重点評価項目	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートピットの力学的安定性 ・定置作業期間の廃棄体と雨水などとの接触防止（コンクリートピット自体に要求される技術的要件ではない） ・低透水層の透水特性 ・低透水層の力学特性 ・漏えいの監視結果 	<ul style="list-style-type: none"> ・管理期間終了以降の長期間の線量評価に大きく影響する人工バリア関連のパラメータなど ・漏えいの監視結果

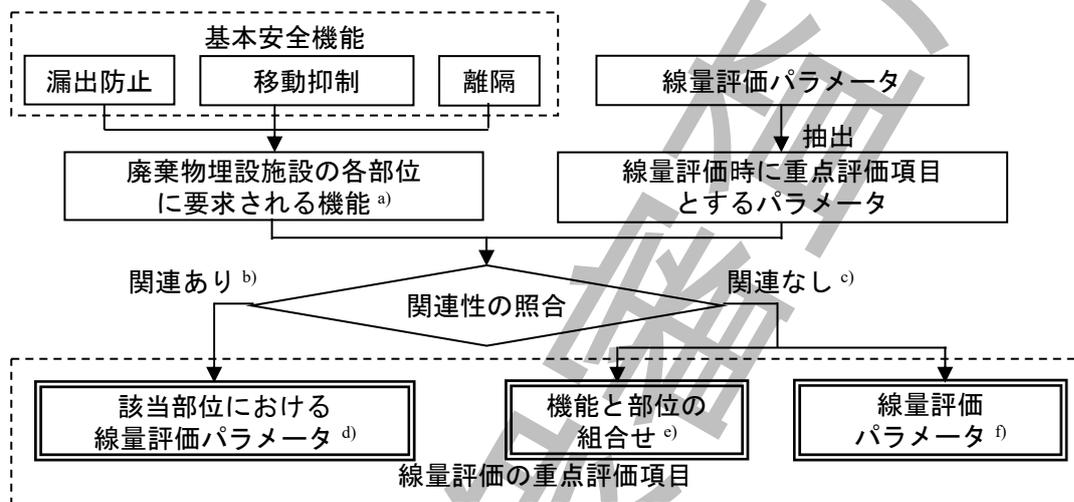
AE.3 管理期間終了以降の線量評価の重点評価項目の選定の留意点

管理期間終了以降の線量評価に係る重点評価項目の選定において、次の点に留意する必要がある。

廃棄物埋設施設の機能と線量評価パラメータは関連性のある場合が多いと考えられるので、これらによって重点評価項目を選定する場合は、両者を照合したうえで総合的な判断に基づき行う必要がある。また、線量評価の計画時に選定した重点評価項目以外の事項についても、処分システムの安全性の判断に関わる可能性のある重要な事項については、収集すべき最新知見の項目として想定し、線量評価の計画の見直し及び重点評価項目の再評価などに反映させることを考慮しておくことが必要である。

AE.4 管理期間終了以降の線量評価の重点評価項目の選定の手順

管理期間終了以降の線量評価で移動抑制に係る重点評価項目は、**図 AE.1** に示す手順で選定する。



- 注 a) 組み合わせることによって基本安全機能を満足するような幾つかの機能
例えば、移動抑制を満足するための機能の一つである核種収着性
- 注 b) 当該機能の指標が線量評価パラメータとなっている場合
例えば、核種収着性（機能）の指標＝収着分配係数（線量評価パラメータ）
- 注 c) 機能がパラメータと関連していない場合、又はパラメータが機能と関連していない場合
例えば、地下水流動解析によって設定されるパラメータ（線量評価パラメータ）
- 注 d) 例えば、「低透水性（機能）」と「低透水層（該当部位）」のように機能と部位の関連付けがあって、「透水係数（線量評価パラメータ）」のように、機能を表す指標が線量評価パラメータとなっているもの
- 注 e) 例えば、「低透水層の拘束（低透水性の二次機能）」と「埋設坑道内充填材（該当部位）」のように機能と部位の組み合わせで表現できるが、当該機能がそのまま線量評価パラメータにはなっていないもの
- 注 f) 例えば天然バリアのパラメータのように廃棄物埋設施設に要求される機能として取り上げられているものではないが、当該部位における線量評価パラメータとして設定されているもの

図 AE.1 線量評価の重点評価項目の選定の手順

- a) この標準の参照処分場を例として、廃棄物埋設施設の各部位に要求される機能の例について、**AESJ-SC-F019:2010[12]**に基づいて整理したものを**表 AE.2** に示す。
- b) **AESJ-SC-F012:2008[15]**で規定されている線量評価手法のうち、管理期間終了以降の線量評価において用いられているパラメータから、**AE.5** に示す手順によって重点評価項目とするパラメータを抽出する。
- c) 上記 a) で抽出された機能と b) で抽出された重点評価項目とする線量評価パラメータとを照合する。
- d) 上記 c) で関連性ありの場合（当該指標が線量評価パラメータとなっている場合）は、機能の該当部位における線量評価パラメータを線量評価の重点評価項目とする。

- e) 上記 e)で関連性なしの場合（機能がパラメータと関連していない場合、又はパラメータが機能と関連していない場合）は、機能と部位、線量評価パラメータのそれぞれを重点評価項目の候補とし、重要度に応じて重点評価項目に選定する。
- f) 必要に応じ、重点評価項目としたもので、再評価のためのデータ取得及び最新知見の出現の見通しがたかないものを除外する、又は重点評価項目としていないもので、再評価をしたいものを追加する。

表 AE.2－廃棄物埋設施設の各部位に要求される機能の例

基本安全機能	機能	部位							
		附属施設	廃棄物埋設地						
		アクセス坑道 周辺坑道 坑道の埋戻し部	廃棄体	区画内 充填材	コンクリ ートピット	低拡散層	低透水層	埋設坑道	埋設坑道内 充填材 (埋設設備の 上部の空間)
漏出防止	溶出抑制	—	● (溶出抑制)	—	—	—	—	—	—
	核種 収着性	—	—	● (収着)	● (収着)	● (収着)	● (収着)	—	—
	低拡散性	—	—	—	—	● (低拡散)	● (低拡散)	—	—
	低透水性	—	—	—	—	—	● (低透水)	—	● (低透水層の 拘束)
移動抑制	卓越した移動経路形成の防止	● (卓越した移動経路形成の防止)	—	—	—	—	—	—	—
離隔	離隔距離の確保	—	—	—	—	—	—	● (坑道深度)	—
	容易な人間侵入の抑制	● (坑道の埋戻しと坑口の閉塞)	—	—	—	—	—	—	—

(出典：(一社)日本原子力学会, “日本原子力学会標準 AESJ-SC-F019:2010 余裕深度処分施設の施設検査方法”, 2011) を基に作成

AE.5 管理期間終了以降の線量評価時に重点評価項目とするパラメータの抽出の手順

重点評価項目とする線量評価パラメータの抽出の前提条件として、この標準では、定期的な評価等で実施する線量評価が、AESJ-SC-F012:2008[15]の規定に従っているものと想定する。そのうえで、AESJ-SC-F012:2008[15]で規定されている管理期間終了以降の線量評価において用いられているパラメータから、図 AE.2 に示される手順に従って、個々の判断因子を当てはめて重点評価項目とするパラメータ抽出する。

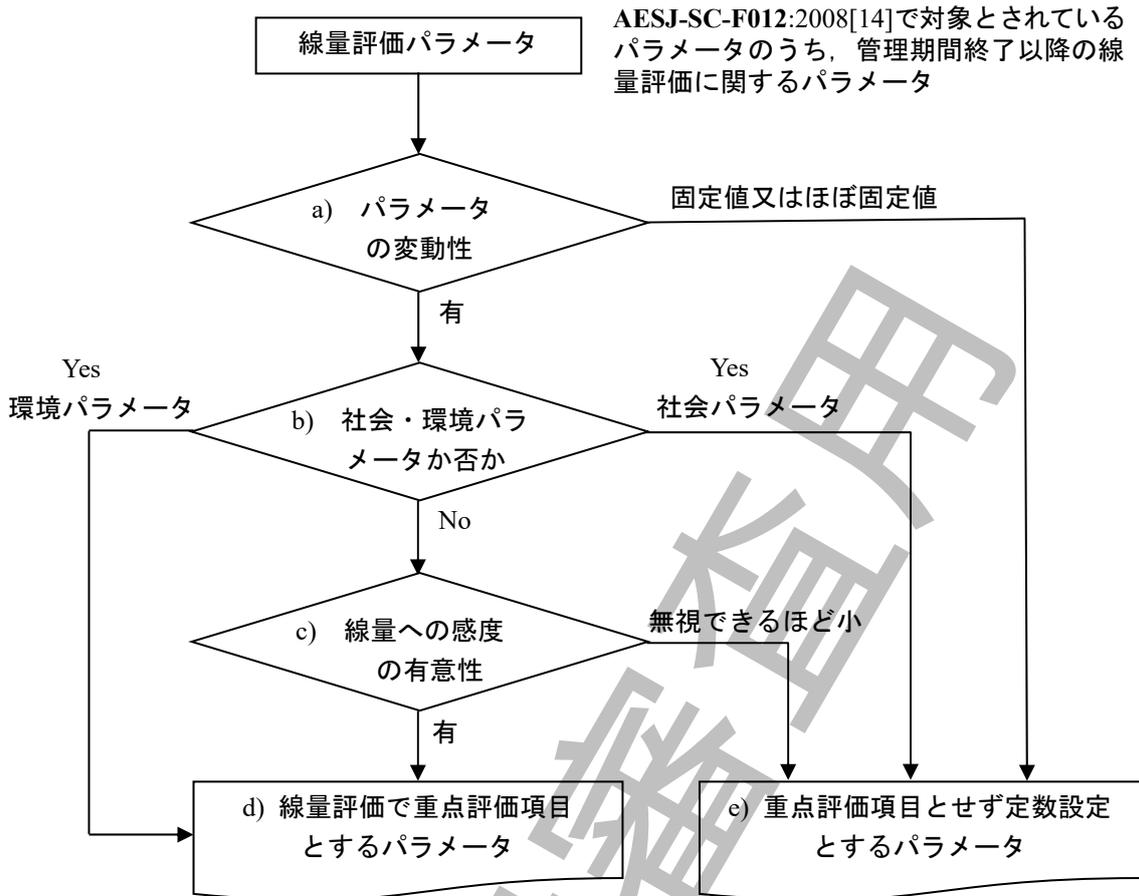


図 AE.2—線量評価時に重点評価項目とするパラメータの抽出の手順

重点評価項目とする線量評価パラメータの抽出に際しての判断因子は、“パラメータの変動性”，“社会・環境パラメータか否か”，“線量への感度の有意性”の3点とする。

a) パラメータの変動性

パラメータの変動性は、パラメータが固定値又はほぼ固定値であるか、変動するものかで判断する。

b) 社会・環境パラメータか否か

社会・環境パラメータは、線量評価で考慮する社会・環境の状態についてのパラメータで、生活圏の状態に係る環境パラメータと人の行動様式に係る統計データである社会パラメータとに分類し、**図 AE.2**で、YES の場合は、環境パラメータか、社会パラメータかを選択する。この社会・環境パラメータは、線量評価の計算のうち、特に生活圏の評価の計算で用いられることが多い。

社会・環境パラメータは、線量評価時に、当初の設定値との“比較”ができるので、その時の収集で十分である。そのうちの環境パラメータについては重点評価項目とするが、社会パラメータに係るデータは社会の長期的な変化によって判断することとし、原則的には重点評価項目から外す。

c) 線量への感度の有意性

線量への感度の有意性に関しては、次に示す感度解析の結果(AESJ-SC-F012:2008[15])を参考として、“有”か“無視できるほど小”かで判断する。

AESJ-SC-F012:2008[15]

- モルタル内の実効拡散係数又はセメント系材料への収着分配係数といった人工バリアからの放出抑制効果はいずれの核種においても感度が大きい。
- 数千年から数万年の半減期を有する C-14 及び Ni-59 は共に、人工バリアによる放出抑制、天然バリアにおける移動遅延の感度は大きい。
- 半減期は長く収着性の乏しい Cl-36, I-129 などは溶出率、モルタル拡散係数などの人工バリア放出抑制効果の感度は大きい、天然バリアにおける移動遅延の感度は小さい。
- ベントナイト系材料の透水係数に依存して設定される施設侵入水量は、半減期が長く、収着性に乏しい核種も含めて感度を有する。
- 地表面希釈水量は核種によらず線量に比例するため、総じて感度が大きい。
- ベントナイト系材料への収着分配係数については、全ての核種で感度が小さい。

この重点評価項目とする線量評価パラメータの抽出結果として、次の2種類にパラメータを分類する。

- ・ **線量評価で重点評価項目とするパラメータ**

何らかの手段でデータの取得、最新知見の収集を行う。

- ・ **重点評価項目とせず定数設定とするパラメータ**

想定外の最新知見が得られればそれを反映する。

AE.6 管理期間終了以降の線量評価時に重点評価項目とする線量評価パラメータの抽出例

AESJ-SC-F012:2008[15]では、操業シナリオ、処分システムにおける核種移動、被ばく経路の各々について、線量評価式とパラメータ名が示されている。

ここでは、管理期間終了以降の線量評価という観点から操業シナリオに係るパラメータは対象外とし、処分システムにおける核種移動と被ばく経路に係る各パラメータを取り上げ、**図 AE.2**の手順による重点評価項目とするパラメータの抽出例について、**表 AE.3**に示す。

AESJ-SC-F012:2008[15]は日本原子力学会標準であるので、評価式は一般化されていて、位置 (x,y,z) において記されるパラメータも多く見られるが、**表 AE.3**ではその一部を媒体、環境条件ごとに分割し、“媒体に応じた境界位置”のように記載している。

表 AE.3—線量評価で重点評価項目とするパラメータの抽出例

分類	線量評価パラメータ	判断因子 ^{a)}			抽出結果 (重点評価項目) ^{b)}
		a)パラメータの変動性	b)社会・環境 パラメータか	c)線量への感度の 有意性	
処分システムにおける核種移動 a) 全般 ; 位置 (x,y,z) におけるパラメータ					
	媒体に応じた境界位置：廃棄物埋設施設内の媒体の寸法 (m)	有	No	有	●-01
	媒体に応じた境界位置：移動経路の流出点までの移動距離 (m)	有	No	有	●-02
処分システムにおける核種移動 b) 地下水流れ ; 位置 (x,y,z), 時間tにおけるパラメータ					
	廃棄物埋設施設内の媒体の x,y,z 方向の透水係数 (m/a)	有	No	有	●-03
	移動経路の岩の x,y,z 方向の透水係数 (m/a)	有	No	有	●-04
	境界条件としての地下水流入項, 流出項 ((m ³ /a)/m ³)	有	環境パラメータ	→	●-05
	比貯留係数 (1/m)	ほぼ固定値	→	→	—
処分システムにおける核種移動 c) 地下水による核種移動 ; 位置 (x,y,z), 時間tにおけるパラメータ					
	廃棄物埋設施設内の媒体の間隙率 (—)	有	No	有	●-06
	移動経路の岩の間隙率 (—)	有	No	有	●-07
	粒子密度 (kg/m ³)	ほぼ固定値	→	→	—
	廃棄物埋設施設内媒体への放射性核種 i の収着分配係数 (m ³ /kg)	有	No	有	●-08
	移動経路の岩への放射性核種 i の収着分配係数 (m ³ /kg)	有	No	有	●-09
	k 又は l 方向のダルシー流速 (m ³ /(m ² ・a)) 上記 b) の速度項	有	No	有	●-10
	廃棄物埋設施設内の流れ方向の分散長 (m)	有	No	小	—
	移動経路の岩の流れ方向の分散長 (m)	有	No	有	●-11
	廃棄物埋設施設内の流れに垂直方向の分散長 (m)	有	No	小	—
	移動経路の岩の流れに垂直方向の分散長 (m)	有	No	有	●-12
	廃棄物埋設施設内の放射性核種 i の実効拡散係数 (m ² /a) ※自由水中の分子拡散係数, 形状因子, 間隙率の組合せ	有	No	有	●-13
	移動経路中の放射性核種 i の実効拡散係数 (m ² /a)	ほぼ固定値	→	→	—
	放射性核種 i の半減期 (a) ※位置 (x,y,z), 時間 t とは無関係	固定値	→	→	—
	放射性核種 i の生成項 (Bq/(m ³ ・a)) 下記 d) の出力 (すなわち核種の廃棄物からの溶出項)	有	No	有	●-14
処分システムにおける核種移動 d) 廃棄物からの溶出					
	廃棄物領域の廃棄物中に存在する放射性核種 i の放射能 (Bq)	有	No	有	●-15
	廃棄物からの溶出率 (1/a)	有	No	有	●-16
	廃棄物領域の体積 (m ³)	有	No	有	●-17

表 AE.3—線量評価で重点評価項目とするパラメータの抽出例（続き）

分類	線量評価パラメータ	判断因子 ^{a)}			抽出結果 (重点評価項目) ^{b)}
		a)パラメータの変動性	b)社会・環境 パラメータか	c)線量への感度の 有意性	
処分システムにおける核種移動 c) 生活環境中への放出					
	地表水系に流入する地下水流量 (m ³ /a)	有	→	→	●-18
	流出点までの移動距離 (m)	有	No	有	●-19
	地表水系に流入する流路断面積 (m ²)	ほぼ固定値	→	→	—
	地表水系の流量 (m ³ /a)	有	環境パラメータ	→	●-20
被ばく経路 a) 空气中に放出された核種による被ばく, 1) 空气中の核種の吸入による内部被ばく					
	呼吸率 (m ³ /h)	ほぼ固定値	→	→	—
	吸入時間 (h/a)	ほぼ固定値	→	→	—
	放射性核種 i の吸入内部被ばく線量換算係数(Sv/Bq)	固定値	→	→	—
被ばく経路 a) 空气中に放出された核種による被ばく, 2) 地表に沈着蓄積する放射性核種による外部被ばく					
	浸透係数 (1/m)	ほぼ固定値	→	→	—
	沈着速度 (m/a)	ほぼ固定値	→	→	—
	放射性核種の放出期間 (a)	ほぼ固定値	→	→	—
	沈着した放射性核種のうち残存する割合(—)	ほぼ固定値	→	→	—
被ばく経路 a) 空气中に放出された核種による被ばく, 3) 農畜産物摂取による内部被ばく					
	Weathering 効果による減少定数 (1/a)	ほぼ固定値	→	→	—
	沈着速度 (m/a)	ほぼ固定値	→	→	—
	葉菜の栽培密度 (kg/m ²)	有	環境パラメータ	→	—
	葉菜の栽培期間 (a)	有	社会パラメータ	→	—
	経根移行に寄与する土壌の有効密度 (kg/m ²)	ほぼ固定値	→	→	—
	土壌中の放射性核種 i が葉菜に移行する割合(—)	有	環境パラメータ	→	●-21
	蓄積期間 (a)	ほぼ固定値	→	→	—
	葉菜の栽培期間年間比(—)	有	社会パラメータ	→	—
	調理前洗浄による残留比(—)	ほぼ固定値	→	→	—
	葉菜摂取量 (kg/a)	有	社会パラメータ	→	—
	乳牛の牧草摂取量 (kg/d)	有	社会パラメータ	→	—
	牛が摂取した放射性核種 i が牛乳に移行する割合 (d/L)	ほぼ固定値	→	→	—
	放牧期間年間比(—)	有	社会パラメータ	→	—
	牛乳摂取量 (L/a)	有	社会パラメータ	→	—
	放射性核種 i の経口摂取内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)	固定値	→	→	—

表 AE.3—線量評価で重点評価項目とするパラメータの抽出例（続き）

分類	線量評価パラメータ	判断因子 ^{a)}			抽出結果 (重点評価項目) ^{b)}
		a)パラメータの変動性	b)社会・環境 パラメータか	c)線量への感度の 有意性	
被ばく経路 b) 地表水系への核種の移動による被ばく, 1) 水産物摂取による内部被ばく					
	放射性核種 i の水産物 m への濃縮係数 (m ³ /kg)	有	環境パラメータ	→	●-22
	水産物 m の年間摂取量 (kg/a)	有	社会パラメータ	→	—
	水産物 m の市場希釈係数	有	社会パラメータ	→	—
被ばく経路 b) 地表水系への核種の移動による被ばく, 2) 河川岸, 湖沼岸又は海岸作業における被ばく					
	河川岸, 湖沼岸又は海岸年間実作業時間 (h/a)	有	社会パラメータ	→	—
	河川岸, 湖沼岸又は海岸土壌への放射性核種 i の収着分配係数 (m ³ /kg)	有	No	有	●-23
	河川岸, 湖沼岸又は海岸土壌の粒子密度 (kg/m ³)	ほぼ固定値	→	→	—
	河川岸, 湖沼岸又は海岸土壌の間隙率 (kg/m ³)	ほぼ固定値	→	→	—
	放射性核種 i の外部被ばく線量換算係数 (Sv/h/(Bq/kg))	ほぼ固定値	→	→	—
	河川岸, 湖沼岸又は海岸作業者の呼吸率 (m ³ /h)	ほぼ固定値	→	→	—
	河川岸, 湖沼岸又は海岸のダスト濃度 (kg/m ³)	有	環境パラメータ	→	●-24
被ばく経路 b) 地表水系への核種の移動による被ばく, 3) 飲料水摂取による内部被ばく					
	年間飲料水摂取量 (m ³ /a)	ほぼ固定値	→	→	—
被ばく経路 b) 地表水系への核種の移動による被ばく, 4) 地表水系の灌漑利用による被ばく					
	農耕土壌の灌漑水量 (m ³ /(m ² ・a))	有	社会パラメータ	→	—
	農耕土壌の実効土壌深さ (m)	ほぼ固定値	→	→	—
	降雨浸透量 (m ³ /(m ² ・a))	有	環境パラメータ	→	●-25
	農耕土壌への放射性核種 i の収着分配係数 (m ³ /kg)	有	No	有	●-26
	農耕土壌の間隙率(—)	ほぼ固定値	→	→	—
	農耕土壌の粒子密度 (kg/m ³)	ほぼ固定値	→	→	—
	農耕作業における放射性核種 i の遮蔽係数(—)	ほぼ固定値	→	→	—
	年間の農耕作業時間 (h/a)	有	社会パラメータ	→	—
	農耕作業時のダスト濃度 (kg/m ³)	ほぼ固定値	→	→	—
	農耕作業者の呼吸率 (m ³ /h)	ほぼ固定値	→	→	—
	土壌から農作物への放射性核種 i の移行係数(Bq/kg-wet 農作物/Bq/kg-dry 土壌)	ほぼ固定値	→	→	—
	農作物の年間摂取量 (kg/a)	有	社会パラメータ	→	—
	農作物の市場希釈係数(—)	有	社会パラメータ	→	—

表 AE.3—線量評価で重点評価項目とするパラメータの抽出例（続き）

分類	線量評価パラメータ	判断因子 ^{a)}			抽出結果 (重点評価項目) ^{b)}
		a)パラメータの変動性	b)社会・環境 パラメータ	c)線量への感度の 有意性	
被ばく経路 b) 地表水系への核種の移動による被ばく, 5) 地表水系の飼育水利用による被ばく					
	家畜 n の 1 日当たりの飼育水摂取量 (m ³ /d)	ほぼ固定値	→	→	—
	飼育水から家畜 n への放射性核種 i の移行係数 (d/kg)	ほぼ固定値	→	→	—
	畜産物 n の年間摂取量 (kg/a)	有	社会パラメータ	→	—
	畜産物 n の市場希釈係数 (—)	有	社会パラメータ	→	—
<p>注^{a)} 判断因子 a), b), c)及び表中の選択肢は図 AE.2 による。表中の—印は、抽出手順の上位に位置する判断因子によって、検討対象項目としないことが確定した項目。</p> <p>注^{b)} 表中の●印は検討対象項目とするパラメータを示し、整理番号 (1, 2, 3・・・) は、表 AE.4 の整理番号と一致させている。</p>					

AE.7 管理期間終了以降の線量評価における重点評価項目の選定例

表 AE.2 で抽出された機能と表 AE.3 で抽出された重点評価項目とする線量評価パラメータとを照合して整理し、線量評価の重点評価項目を選定した例を表 AE.4 に示す。また、表 AE.4 で選定した重点評価項目について、最新知見として取得するデータの選定例を整理したものを表 AE.5 に示す。この表 AE.5 のデータの取得条件の例については附属書 AF で説明する。

表 AE.4—機能と線量評価パラメータの照合及び重点評価項目の選定例

線量評価の重点評価項目 ^{a)}	廃棄物埋設施設に要求される機能と部位			線量評価パラメータのうち重点評価項目とするパラメータ			
	基本安全機能	機能	部位	分類	No ^{b)}	線量評価パラメータ	
1)廃棄物の放射能の総量	漏出防止	—	(廃棄体)	処分システムにおける核種移動	d)廃棄物からの溶出	15	廃棄物領域の廃棄物中に存在する放射性核種 i の放射能 (Bq)
2)廃棄物からの溶出率						16	廃棄物からの溶出率 (1/a)
3)廃棄物領域の体積						17	廃棄物領域の体積 (m ³)
2)廃棄物からの溶出率				c)地下水による核種移動	14	放射性核種 i の生成項 (Bq/(m ³ ・a))	
4)区画内充填材の寸法		核種収着性	区画内充填材	処分システムにおける核種移動	a)全般	01	媒体に応じた境界位置：廃棄物埋設施設内の媒体の寸法 (m)
8)セメント系材料の収着分配係数					c)地下水による核種移動	08	廃棄物埋設施設内の媒体への放射性核種 i の収着分配係数 (m ³ /kg)
5)コンクリートピットの寸法		核種収着性	コンクリートピット	処分システムにおける核種移動	a)全般	01	媒体に応じた境界位置：廃棄物埋設施設内の媒体の寸法 (m)
8)セメント系材料の収着分配係数					c)地下水による核種移動	08	廃棄物埋設施設内の媒体への放射性核種 i の収着分配係数 (m ³ /kg)
6)低拡散層の寸法		核種収着性	低拡散層	処分システムにおける核種移動	a)全般	01	媒体に応じた境界位置：廃棄物埋設施設内の媒体の寸法 (m)
8)セメント系材料の収着分配係数					c)地下水による核種移動	08	廃棄物埋設施設内の媒体への放射性核種 i の収着分配係数 (m ³ /kg)
7)低透水層の寸法		核種収着性	低透水層	処分システムにおける核種移動	a)全般	01	媒体に応じた境界位置：廃棄物埋設施設内の媒体の寸法 (m)
9)低透水層の収着分配係数							c)地下水による核種移動

表 AE.4—機能と線量評価パラメータの照合及び重点評価項目の選定例（続き）

線量評価の重点評価項目 ^{a)}	廃棄物埋設施設に要求される機能と部位			線量評価パラメータのうち重点評価項目とするパラメータ			
	基本安全機能	機能	部位	分類	No ^{b)}	線量評価パラメータ	
6)低拡散層の寸法	移動抑制	低拡散性	低拡散層	処分システムにおける核種移動	a)全般	01	媒体に応じた境界位置 ：廃棄物埋設施設内の媒体の寸法 (m)
10)低拡散層の実効拡散係数					c)地下水による核種移動	13	廃棄物埋設施設内の放射性核種 i の実効拡散係数 (m ² /a)
※前記9)の代替指標						06	廃棄物埋設施設内の媒体の間隙率 (—)
7)低透水層の寸法	移動抑制	低拡散性	低透水層	処分システムにおける核種移動	a)全般	01	媒体に応じた境界位置 ：廃棄物埋設施設内の媒体の寸法 (m)
11)低透水層の実効拡散係数					c)地下水による核種移動	13	廃棄物埋設施設内の放射性核種 i の実効拡散係数 (m ² /a)
7)低透水層の寸法	移動抑制	低透水性	低透水層	処分システムにおける核種移動	a)全般	01	媒体に応じた境界位置 ：廃棄物埋設施設内の媒体の寸法 (m)
12)低透水層の透水係数					b)地下水流れ	03	廃棄物埋設施設内の媒体の透水係数 (m/a)
13)埋設坑道の埋設坑道内充填材による低透水層の拘束	移動抑制	低透水層の拘束 (低透水性の二次機能)	埋設坑道：埋設坑道内充填材	—	—	—	—

表 AE.4—機能と線量評価パラメータの照合及び重点評価項目の選定例（続き）

線量評価の重点評価項目 ^{a)}	廃棄物埋設施設に要求される機能と部位			線量評価パラメータのうち重点評価項目とするパラメータ		
	基本安全機能	機能	部位	分類	No ^{b)}	線量評価パラメータ
15)アクセス坑道及び周辺坑道での卓越した移動経路形成の防止	移動抑制	卓越した移動経路形成の防止	アクセス坑道, 周辺坑道 : 埋戻し材, プラグ	—	—	—
14)埋設坑道の離隔距離	離隔	離隔距離の確保 (坑道深度)	埋設坑道	—	—	—
16)アクセス坑道及び周辺坑道と坑口の閉塞性	離隔	容易な人間侵入の抑制 (坑道の埋戻しと坑口の閉塞)	アクセス坑道, 周辺坑道 : 埋戻し材, プラグ	—	—	—
17)農耕土壌の収着分配係数	移動抑制	—	(天然バリア)	被ばく経路	b)地表水系への核種の移動による被ばく, 2)河川岸, 湖沼岸又は海岸作業における被ばく	23 河川岸, 湖沼岸又は海岸土壌への放射性核種 i の収着分配係数 (m ³ /kg)
					b)地表水系への核種の移動による被ばく, 4)地表水系の灌漑利用による被ばく	26 農耕土壌への放射性核種 i の収着分配係数 (m ³ /kg)

表 AE.4-機能と線量評価パラメータの照合及び重点評価項目の選定例（続き）

線量評価の重点評価項目 ^{a)}	廃棄物埋設施設に要求される機能と部位			線量評価パラメータのうち重点評価項目とするパラメータ			
	基本安全機能	機能	部位	分類	No ^{b)}	線量評価パラメータ	
18)岩の収着分配係数	移動抑制	—	(天然バリア)	処分システムにおける核種移動	c)地下水による核種移動 09	移動経路の岩への放射性核種 i の収着分配係数 (m ³ /kg)	
19)地下水流動解析によって設定されるパラメータ	移動抑制	—	(天然バリア)	処分システムにおける核種移動	a)全般	02	媒体に応じた境界位置：移動経路の流出点までの移動距離 (m)
					b)地下水流れ	04	移動経路の岩の透水係数 (m/a)
					c)地下水による核種移動	07	移動経路の岩の間隙率 (—)
						10	k 又は l 方向のダルシー流速 (m ³ /(m ² ・a))
						11	移動経路の岩の流れ方向の分散長 (m)
						12	移動経路の岩の流れに垂直方向の分散長 (m)
					e)生活環境中への放出	18	地表水系に流入する地下水流量 (m ³ /a)
						19	流出点までの移動距離 (m)

表 AE.4—機能と線量評価パラメータの照合及び重点評価項目の選定例（続き）

線量評価の重点評価項目 ^{a)}	廃棄物埋設施設に要求される機能と部位			線量評価パラメータのうち重点評価項目とするパラメータ			
	基本安全機能	機能	部位	分類	No ^{b)}	線量評価パラメータ	
20)環境パラメータ（生物圏）	移動抑制	—	(生物圏)	処分システムにおける核種移動	b)地下水流れ	05	境界条件としての地下水流入項, 流出項 ((m ³ /a)/m ³)
					c)生活環境中への放出	20	地表水系の流量 (m ³ /a)
20)環境パラメータ（生物圏）	移動抑制	—	(生物圏)	被ばく経路	a)空气中に放出された核種による被ばく, 3)農畜産物摂取による内部被ばく	21	土壌中の放射性核種 i が葉菜に移行する割合 (—)
					b)地表水系への核種の移動による被ばく, 1)水産物摂取による内部被ばく	22	放射性核種 i の水産物 m への濃縮係数 (m ³ /kg)
					b)地表水系への核種の移動による被ばく, 2)河川岸, 湖沼岸又は海岸作業における被ばく	24	河川岸, 湖沼岸又は海岸のダスト濃度 (kg/m ³)
					b)地表水系への核種の移動による被ばく, 4)地表水系の灌漑利用による被ばく	25	降雨浸透量 (m ³ /(m ² ・a))

注^{a)} 重点評価項目の整理番号 (1, 2, 3・・・) は, 表 AE.5 の整理番号と一致させている。
注^{b)} No の整理番号 (1, 2, 3・・・) は, 表 AE.3 の整理番号と一致させている。

表 AE.5—線量評価の重点評価項目と線量評価のために取得するデータの選定例

区分	基本安全機能	重点評価項目 ^{a)}	重点評価項目に係る最新知見の例		
			国内外の研究・開発等で得られる最新知見	一般的な保安活動から得られるデータ	地下水の状況等のデータ
a)廃棄物関連	漏出防止	1)廃棄物の放射能の総量	—	○	—
		2)廃棄物からの溶出率	○ 研究・開発等	○	○ 地下水 (化学)
		3)廃棄物領域の体積	—	○	—
b)人工バリア関連	漏出防止	4)区画内充填材の寸法	—	○	—
		5)コンクリートピットの寸法	—	○	—
		6)低拡散層の寸法	—	○	—
		7)低透水層の寸法	—	○	—
		8)セメント系材料の収着分配係数	○ 研究・開発等	○	○ 地下水 (化学), 収着分配係数 ^{b)}
		9)低透水層の収着分配係数	○ 研究・開発等	○	○ 地下水 (化学), 収着分配係数 ^{b)}
		10)低拡散層の実効拡散係数	○ 研究・開発等	○	○ 地下水 (化学), ひび割れ, 実効拡散係数 ^{b)}
		11)低透水層の実効拡散係数	○ 研究・開発等	○	○ 地下水 (化学), 実効拡散係数 ^{b)}
c)埋設坑道関連	漏出防止	13)埋設坑道の埋設坑道内充填材による低透水層の拘束	—	○	—
	離隔	14)埋設坑道の離隔距離	—	○	—
d)附属施設関連	移動抑制	15)アクセス坑道及び周辺坑道での卓越した移動経路形成の防止	—	○	—
	離隔	16)アクセス坑道及び周辺坑道と坑口の閉塞性	—	○	—
e)天然バリア関連	移動抑制	17)農耕土壌の収着分配係数	○ 研究・開発等	—	—
		18)岩の収着分配係数	○ 研究・開発等	—	—
		19)地下水流動解析によって設定されるパラメータ	○ 研究・開発等	○	○ 地下水 (物理, 化学)
f)社会環境パラメータ関連	移動抑制	20)環境パラメータ (生物圏)	○ 調査・統計資料	—	—

注^{a)} 重点評価項目の整理番号 (1), 2), 3)・・・) は, 表 AE.4 の整理番号と一致させている。
注^{b)} 日常的な保安活動において代替指標でデータを取得している場合

附属書 AF (参考)

線量評価に用いるデータの取得条件の設定例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

AF.1 一般

線量評価のために改めてデータの取得を行う場合には、データの取得条件、すなわちデータの取得項目・取得方法・取得場所・取得頻度を定めておく必要がある。データ取得の計画に当たっては、定例的な業務で取得できるものと定期的な評価等のためにデータ取得の計画を立てて取得するものが考えられる。また事業の進展に伴い、データを取得できる時期、場所は限定される。これらとデータ取得の有用性を考慮して、データの取得項目を選定し、データ取得の方法、場所、時期・頻度について計画を立てることが重要である。なお、データの取得によって処分システムの長期性能を損なわれることがないように、配慮が求められる。

AF.2 データ取得の考え方

データ取得項目の選定の考え方について図 AF.1 に示す。

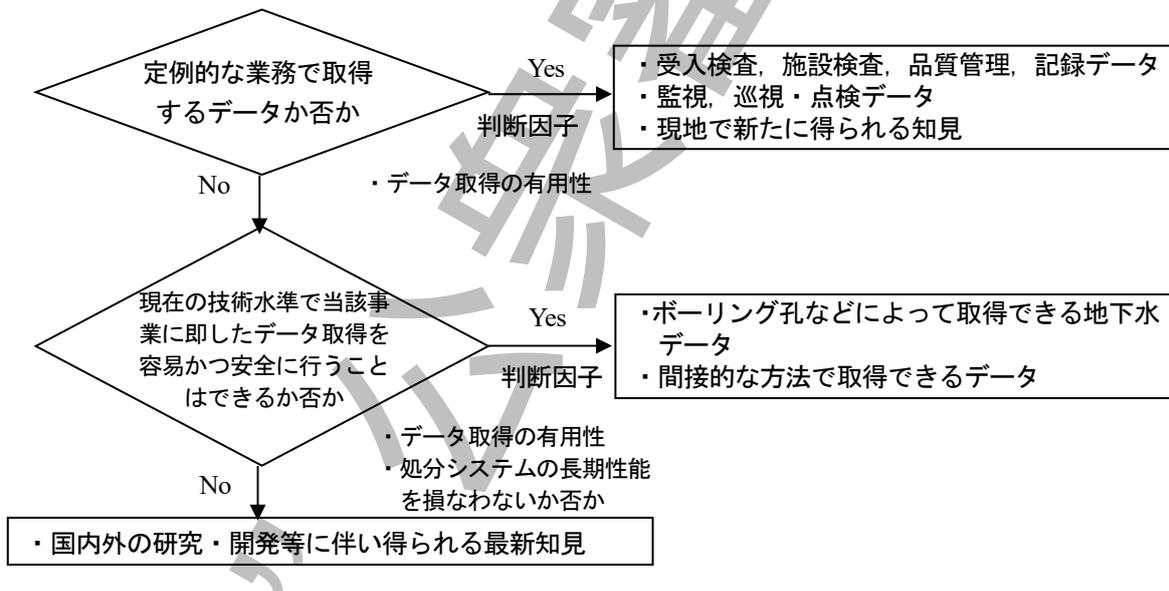


図 AF.1—データ取得項目の選定の考え方

定例的な業務で取得するデータで、処分システムの安全性を考慮する上で有用なものは、線量評価に用いるのが合理的であると考えられる。受入検査、施設検査、品質管理、記録データについては、次のような目的で線量評価に用いることができると考えられる。

- ・ 同じ形式の多くのデータによって、値の大きさとばらつきの程度について把握
- ・ 漏出防止、移動抑制、離隔を確保するための機能の確認
- ・ 人工バリアに影響を及ぼす環境条件について確認

- ・掘削時の地盤、岩盤の状況について確認
- ・地下水流動モデルの確証
- ・廃棄体に関する確定情報について確認

また、監視、巡視・点検、現地（トンネル掘削時など）、実施設で新たに知見が得られる可能性もある。これらについては、事前にどのようなデータが得られる可能性があるのかを想定しておくことが望ましいが、不意に発見しうる知見やデータが有用となることも想定され、そのような場合には実際に得られるデータの種別を事前に設定することができないため、データ取得要件は定めず、必要に応じてデータを取得するものとする。

現在の技術水準で当該事業に即したデータ取得とは、“線量評価の計画（計画の見直しを含む。）を行う時点において、技術的に可能な方法で、線量評価の対象としている処分システムに関係しているデータを取得する”ということを示しており、これを容易かつ安全に行うことができるか、という観点でデータ取得項目を選定する。ここで、容易かつ安全なデータ取得かどうかの判断因子は、“データ取得の有用性”及び“処分システムの性能を損なわないか否か”とする。

この現在の技術水準で当該事業に即したデータとしては、ボーリング孔などによって取得できる地下水データ及び間接的な方法で取得できるデータが考えられる。地下水データは、地下水の水位などの物理データと地下水組成などの化学データがあり、中深度処分では、次のような目的で線量評価に用いることができると考えられる。

なお、不要となったボーリング孔を埋め戻す場合には、水みちを形成して放射性核種の移動経路とならないよう、土質系材料及びセメント系材料を用いて丁寧に充填する必要がある。

- ・人工バリアに影響を及ぼすニアフィールドの地下水水質について確認
- ・地下水流動解析モデルの確証
- ・掘削、施設建設、埋戻しを考慮した非定常地下水流動解析の確証
- ・人工バリアが地化学環境に及ぼす影響について確認

これら以外のものについては、国内外の研究開発・技術開発成果等に伴い得られる最新知見の扱いでデータを取得するものとする。

また、これらのデータが得られる時期については、次のように整理することが可能である。

- a) 主に廃棄物の埋設段階に得られるもの
 - 受入検査、施設検査・品質管理・記録データ
 - 監視、巡視・点検によって得られる知見に含まれるデータ
 - 現地で新たに得られる知見に含まれるデータ
 - 実施設によって取得できるデータ
- b) 定期的な評価等の期間全般（事業の開始から保全段階の終了まで）で得られるもの
 - ボーリング孔によって取得できる地下水データ
 - 国内外の研究開発・技術開発成果等に伴い得られる最新知見

AF.3 データ取得項目の選定例

定期的な評価等の計画時に設定するデータ取得項目について、定期的な評価等の目的で取得するデータの例を表 AF.1, 受入検査・施設検査・品質管理・記録データの例を表 AF.2 に示す。

表 AF.1—データ取得項目の例（定期的な評価等の目的で取得するデータ）

区分 (表 AE.5 参照)	重点評価項目 (表 AE.5 参照)	データ取得項目	
		・実施設又は実施設施工時に作製した供試体によって取得するデータ	地下水データ
b)人工バリア関連	8)セメント系材料の収着分配係数	・セメント系材料の収着分配係数の代替指標に係るデータ	・地下水組成（イオン濃度）、pH、酸化還元電位、電気伝導度
	9)低透水層の収着分配係数	・低透水層の収着分配係数	
	10)低拡散層の実効拡散係数	・低拡散層の実効拡散係数 ・低拡散層のひび割れ状態（側部）	
	11)低透水層の実効拡散係数	・低透水層の実効拡散係数	
	12)低透水層の透水係数	・低透水層の透水係数	
a)廃棄物関連	2)廃棄物からの溶出率	—	
e)天然バリア関連	19)地下水流動解析によって設定されるパラメータ	—	・地下水組成（イオン濃度）、pH、酸化還元電位、電気伝導度 ・地下水位、間隙水圧 ・広範囲の地下水の流動場 ・地下水の流速 ・地下水年代

表 AF.2—データ取得項目の例（受入検査・施設検査・品質管理・記録データ）

区分 (表 AE.5 参照)	検討対象項目 (表 AE.5 参照)	データ取得項目		
a)廃棄物関連	1)廃棄物の放射能の総量	・安全評価で設定された単位に埋設された放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類ごとの放射能の総量		
	2)廃棄物からの溶出率	・廃棄物組成（炭素鋼，ステンレス，ジルカロイの比率）		
	3)廃棄物領域の体積	・廃棄物領域の体積		
b)人工バリア関連	4)区画内充填材の寸法	<ul style="list-style-type: none"> ・人工バリア材の部材寸法 ・人工バリア材の使用材料の種類，品質 ・セメント系材料の配合 ・区画内充填材の充填量 ・低拡散層の空隙率，ひび割れの状態，圧縮強度 ・低透水層の有効モンモリロナイト密度，乾燥密度，含水比 ・坑内温度，坑内湿度 		
	5)コンクリートピットの寸法			
	6)低拡散層の寸法			
	7)低透水層の寸法			
	8)セメント系材料の収着分配係数			
	9)低透水層の収着分配係数			
	10)低拡散層の実効拡散係数			
	11)低透水層の実効拡散係数			
	12)低透水層の透水係数			
	c)埋設坑道関連		13)埋設坑道の埋設坑道内充填材による低透水層の拘束	<ul style="list-style-type: none"> ・埋設坑道内充填材の乾燥密度 ・埋設坑道内充填材の使用材料の種類，品質 ・埋設坑道内充填材の配合 ・埋設坑道内充填材の充填の状態
			14)埋設坑道の離隔距離	・埋設坑道の位置
	d)附属施設関連		15)アクセス坑道及び周辺坑道での卓越した移動経路形成の防止	<ul style="list-style-type: none"> ・埋戻し材の有効モンモリロナイト密度 ・埋戻し材の使用材料の種類，品質
16)アクセス坑道及び周辺坑道と坑口の閉塞性		<ul style="list-style-type: none"> ・埋戻し材の配合 ・坑道の埋戻しと坑口の閉塞の状態 		
e)天然バリア関連	19)地下水流動解析によって設定されるパラメータ	<ul style="list-style-type: none"> ・内空変位 ・天端沈下，支保応力 		
		<ul style="list-style-type: none"> ・切羽地質，湧水状況 ・地山物性（物理：有効空隙率など，化学） 		

AF.4 データ取得条件の設定例

データ取得方法，取得場所，取得頻度の設定例を表 AF.3 に示す。

なお，検査・品質管理・記録データについては，データ取得の本来の目的に応じたデータ取得条件にするものとし，ここでは，定期的な評価等の目的で取得するデータを対象とする。

原位置での試験は施設を損傷させることなく直接試験することが望ましい。サンプリング又は試験をして，原位置の施設が損傷する場合については，損傷前の状態に施設を補修することが重要である。

データ取得頻度については，データ取得の対象としているものの性状がどのくらいの時間軸で変化していくのか，また，その変化の度合いに対し，どのくらいの時間軸で解析及び評価を行っているのか，ということを検討し，取得するデータの項目ごとに頻度を設定する必要がある。また，保全段階においては，覆土の完了後における地下水の状況の変化などを除けば，廃棄物埋設地の状態の変化はほとんどないと考えられるため，必要に応じて，取得頻度の低減又はデータ取得の終了を検討する。

表 AF.3—データ取得条件の設定例（定期的な評価等の目的で取得するデータ）

取得項目	取得方法	取得場所	取得時期・頻度
・低拡散層のひび割れ幅・本数（側部）	目視及びスケールによる測定	低拡散層（側部）	低透水層（側部）の施工時
・地下水組成（イオン濃度）、pH、酸化還元電位、電気伝導度	地下水採取して分析又はボーリング孔内で測定	埋設坑道、坑道及び既存ボーリング孔	定期的な評価等の実施時
・セメント系材料の収着分配係数 ・低透水層の収着分配係数	AESJ-SC-F003:2002 又は AESJ-SC-F008:2006	実施設施工時に作製又は原位置でサンプリングした供試体で室内試験	代替指標との相関性を確認できる頻度
・低拡散層の実効拡散係数 ・低透水層の実効拡散係数	透過型拡散試験法		
・低透水層の透水係数 ・埋戻し材の透水係	室内透水試験		
・低透水層の膨潤圧	膨潤圧試験		
・低透水層の強度、変形係数 ・埋設坑道内充填材（埋設設備の上部の空間）の強度、変形係数	サンプリング試験 非破壊の原位置試験（変形係数）	低透水層、埋設坑道内充填材（埋設設備の上部の空間）	
・地下水位、間隙水圧	ボーリング孔内で測定	既設ボーリング孔（地下水流の上流、下流など）	建設・埋戻しなどの施工の影響、季節変動の確認、定常状態の確認に必要な頻度を設定
・広範囲の地下水の流動場 ・地下水の流速 ・地下水年代	トレーサー手法（地下水に含まれる溶存成分を用いる方法）	地下水流動解析の広域モデルでの測定点	定期的な評価等の実施時
	トレーサー手法（人為的にトレーサーを投入、追跡する方法）	地下水流れの速い場所、限定的な場所	定期的な評価等の実施時

データを取得する期間については、取得可能な期間（最大で300年程度）で評価したい期間のうち、どの程度の期間の評価に有効なデータをとれるのかという考察が必要である。一般に、評価したい期間に比べ、データの取得可能な期間の方が短いと考えられるため、この考察では、加速試験の実施の可能性又はデータの外挿で信頼性を確保できる期間について検討する。

表 AF.3 において、データ取得頻度を“線量評価の実施時”としている項目については、基本的に線量評価の実施時にデータを取得する必要があるということであり、実際には、上記の留意事項に沿って適切に頻度及び解析及び評価する際の時間軸の取り方によって望ましいデータ取得の頻度は変わってくるものと考えられる。

附属書 AG (参考)

線量評価時の重点評価項目の再評価の考え方

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

AG.1 一般

定期的な評価等の実施に至るまでの手順は、この標準の“定期的な評価等の計画 (6.7.2)”, “最新知見の収集 (6.7.3)”, “最新知見を反映した評価の実施 (6.7.4)” の各項において規定しているが、その一部として実施する線量評価 (附属書 V) の具体的な手順を図示したもの (ただし、管理期間内の線量評価は除く) を図 AG.1 に示す。

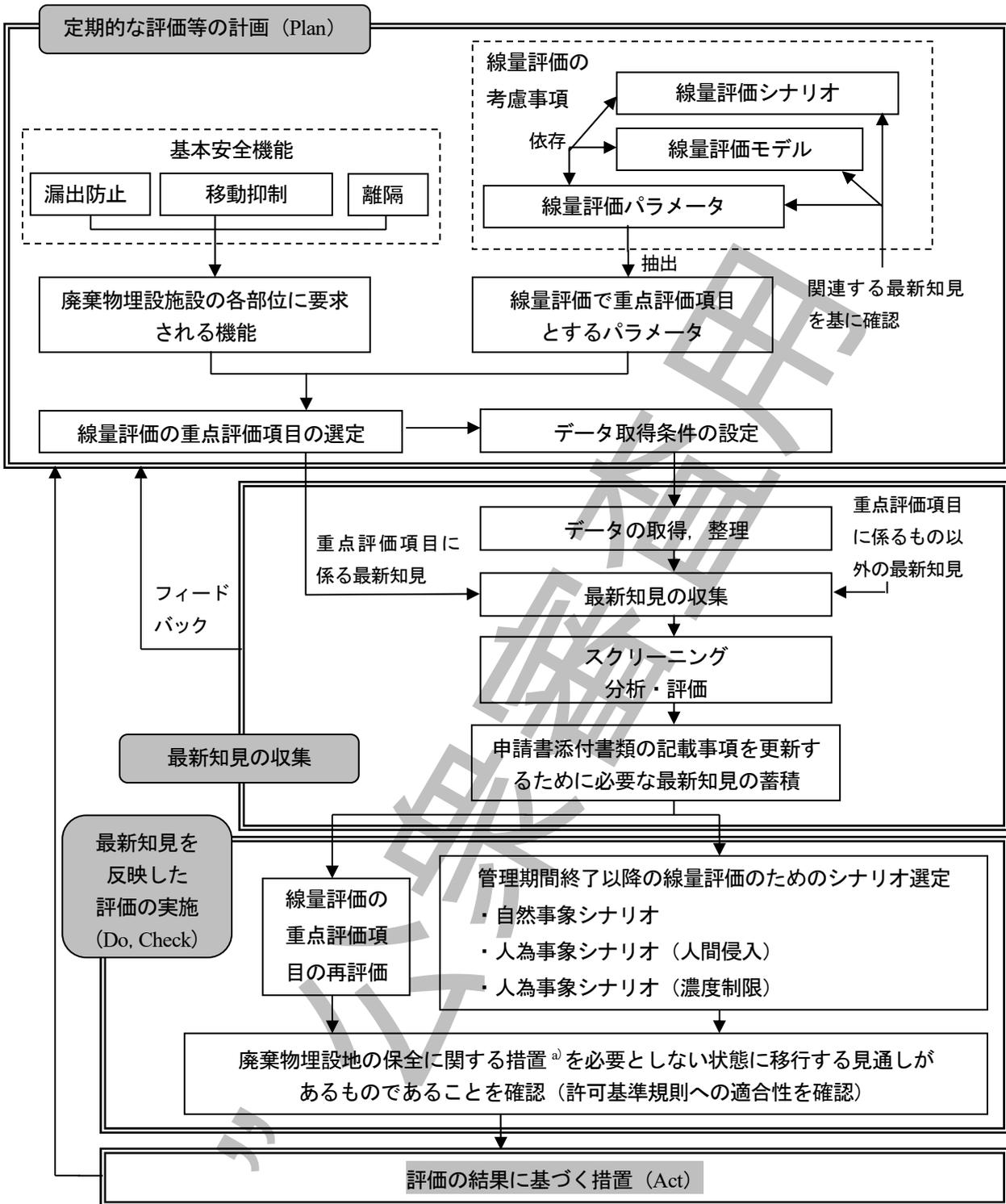
定期的な評価等の計画に当たっては、まず、基本安全機能と線量評価の考慮事項に基づいて、線量評価の重点評価項目を選定し、最新知見の収集を行うためデータ取得条件を設定する。ここで、線量評価の考慮事項は、関連する最新知見に基づいて確認するが、この関連する最新知見には、前回の定期的な評価等 (最初の定期的な評価等の場合は申請時の安全評価) で得られた知見を含む。

次に最新知見を収集して、スクリーニング、分析、評価を行い、申請書添付書類の記載事項を更新するために必要な最新知見の蓄積を行っていく。線量評価の実施時には、まず、スクリーニングで絞り込まれた技術的に適用可能な最新知見に基づいて重点評価項目の再評価を行う。その後、管理期間終了以降の線量評価のシナリオを選定し、重点評価項目の再評価の結果に基づいて線量評価を実施し、その結果について許可基準規則第九条への適合性を確認することによって、管理期間内の安全性が確保されていること及び管理期間内において、廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであることを確認する。その後、評価の結果に基づく措置を実施し、次の定期的な評価等の計画に移る。

ここで、線量評価で再評価する線量評価パラメータの種類及び値は、線量評価のシナリオ及びモデルと相互に依存するものである。これら線量評価のシナリオ、モデル、パラメータは、適宜、関連する最新知見に基づいて確認することが必要である。

なお重点評価項目とは関連しなくても、影響度の大きい最新知見が出現した場合には線量評価への反映について考慮する。

この附属書では、線量評価時の重点評価項目の再評価の考え方について、その結果に基づき判断及び確認する事項とあわせて補足的に説明する。



注記 管理期間内の線量評価は除く

注^{a)} “廃棄物埋設地の保全に関する措置”とあるのは、事業規則第十七条で規定されている措置であり、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏えい監視と異常な漏えいがあった場合の措置、埋設保全区域の設定と標識の設置等、廃棄物埋設地への立札の設置等をいう。

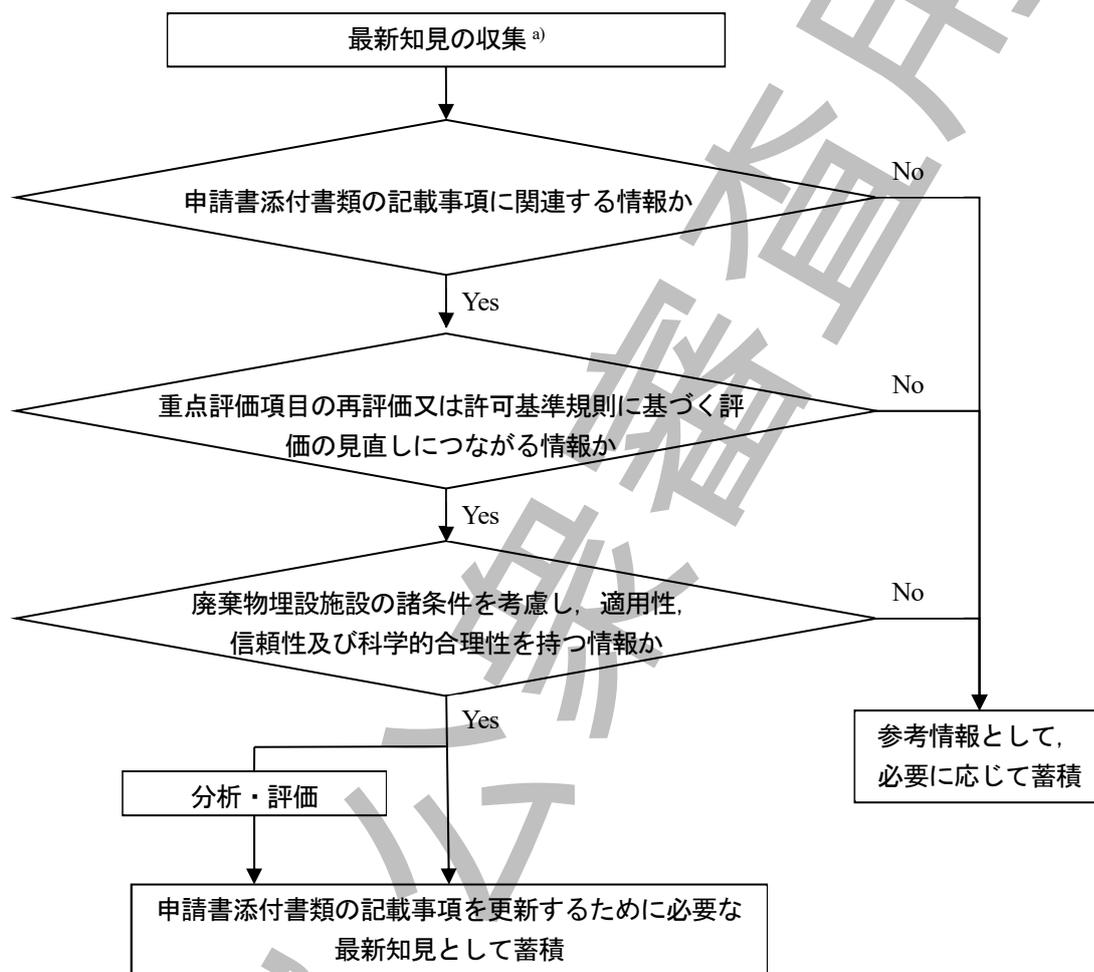
図 AG.1—定期的な評価等における線量評価の実施の手順

AG.2 最新知見のスクリーニング

定期的な評価等に用いられる最新知見は次の三つに区分することが可能である（附属書 AH 参照）。

- a) 国内外の研究開発・技術開発成果等で得られる最新知見
- b) 日常的な保安活動から得られるデータ
- c) 定期的な評価等のために取得するデータ

これらの最新知見は、適宜スクリーニングを行い、必要に応じて、適宜、評価・分析を行う。最新知見を収集してから、申請書添付書類の記載事項を更新するために必要な最新知見として蓄積するまでに行うスクリーニングの手順の例について、**図 AG.2** に示す。この例では、スクリーニングを3段階に分けて行っている。



注 a) 最新知見の収集には、法令の改正も含む。

図 AG.2—最新知見のスクリーニングの手順の例

このスクリーニングは、最新知見のタイプ及び定期的な評価等の実施方法（線量評価及び性能評価の手法など）に応じ、線量評価の計画時に設定した重点評価項目も参考にしながら、専門家の意見も参考にして、その時点における技術力を考察したうえで、一つ一つ吟味して行うべきものと考えられる。スクリーニングに際しては、線量評価の結果を増大させる最新知見だけを抽出するのではなく、減少させる最新知見もあわせて抽出する。またスクリーニングの時期については、最新知見が得られた時点で行うもの、ある程度収集してから行うもの、定期的な評価等の実施前に行うものなどに分けられる。これらスクリーニング及び分析・評価を適宜行い、その

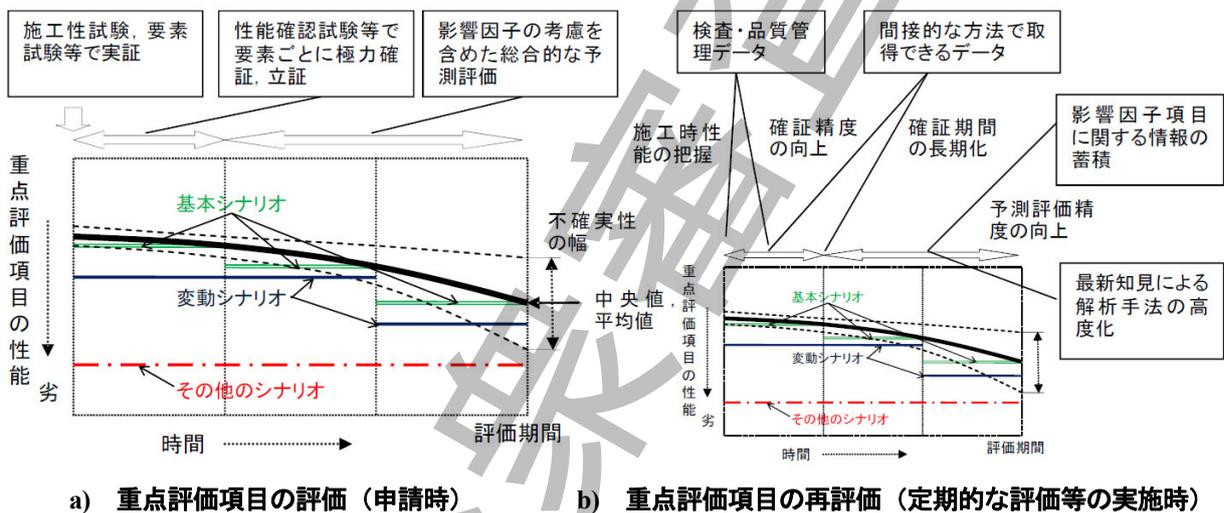
方法も含め、その都度議論していくことは、事業の技術的な継承にも寄与するものである。

AG.3 重点評価項目の再評価

線量評価の実施時には、申請書添付書類の記載事項に最新知見を反映して重点評価項目の再評価を行い、また、評価に用いるモデル及びパラメータなどに係る最新知見については、その信頼性及び科学的合理性を示す。

重点評価項目の再評価では、スクリーニングを経た最新知見を用いて、施工時性能の把握、確認精度の向上、確認期間の長期化、予測評価精度の向上といった観点から、処分システムの状態設定の妥当性を確認したうえで、申請時又は前回までの定期的な評価等で見直した線量評価における重点評価項目の評価結果を定量的又は定性的に見直す。

ここで、定量的な再評価を行う場合に用いる知見の例について、申請時における重点評価項目の評価例と定期的な評価等の実施時における重点評価項目の再評価の例とを対比させて図AG.3に示す。



図AG.3—定量的な再評価で用いる知見の例

この定量的な再評価は、最新知見のスクリーニング及び取得データの工学的な吟味に基づき慎重に行うものとし、少なくとも安全性を非保守側に判断するような過誤がないように留意することが求められる。また定性的な再評価については、申請時の線量評価が非保守的でないことを説明する根拠を積み上げて示すことなどが考えられ、これによって安全性の見通しの判断をより強固なものにできると考えられる。

なお、重点評価項目の再評価の結果は、定期的な評価等がPDCAサイクルの手順を繰り返しながら実施するものであることから、次回の定期的な評価等の実施時の重点評価項目の基になるものである。

AG.4 線量評価の実施

重点評価項目の再評価の結果に基づき、管理期間内及び管理期間終了以降の線量評価を実施する。

線量評価では、その結果とシナリオ区分ごとの線量めやす値を比較する。なお重点評価項目とは関連しなくても、影響度の大きい最新知見が出現した場合には線量評価への反映について考慮する。

AG.5 許可基準規則第九条への適合性の確認

廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しは、重点評価項目の再評価を反映して実施される線量評価の結果と線量めやす値との比較の結果を踏まえて確認し、許可基準規則第九条への適合性を確認する。ここで、重点評価項目の再評価の結果及び線量評価の結果を個別に判断するのではなく、総合的に判断するという観点が重要である。また、最後の定期的な評価等の結果は廃止措置計画の認可に資するものとする。

附属書 AH (参考) 国外における定期的な評価等の類似事例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

AH.1 一般

この附属書では、定期的な評価等と関連する規制要件及び実施内容についての国外の類似事例として、フィンランドの低中レベル放射性廃棄物処分における定期安全レビュー（Periodic safety review）について説明する。

フィンランドでは、“Radiation and Nuclear Safety Authority”（放射線・原子力安全センター、以下、フィンランド語の略称の“STUK”という。）が放射性廃棄物処分の規制機関である。また、低中レベル放射性廃棄物（我が国の低レベル放射性廃棄物全般に相当）の処分場として、ロヴィーサ（Loviisa）処分場を Fortum 社、オルキルオト（Olkiluoto）処分場を TVO が操業中であり、両処分場とも、第 1 回の定期安全レビューが最近、実施されたところである。

AH.2 フィンランドにおける規制要件

AH.2.1 フィンランドの法規制

フィンランドの放射性廃棄物処分の法規制は、当初、廃棄物の区分ごとに政府決定と指針が定められていたが、2008 年の政府決定とそれを受けた 2013 年の指針によって、全ての放射性廃棄物処分で共通となった。2015 年時点の法規制について、次に示す。

- 法律：原子力法（1987 年、2008 年改正）
- 規則：原子力令（1988 年、2008 年改正）、政府決定（全ての放射性廃棄物処分に共通の 736/2008 “Government Decree on the safety of disposal of nuclear waste（放射性廃棄物処分の安全性に関する政令）”）
- 指針：STUK YVL D.5 “Disposal of nuclear waste”（放射性廃棄物の処分の指針、2013 年）

このフィンランドの法規制のうち、定期安全レビューに関する規制要件の要点を次に示す。

AH.2.2 定期安全レビューに関する規制の要点

フィンランドにおける処分場の許可は、建設時、操業時、閉鎖時に与えられ、操業者は、それぞれに予備的安全解析報告書（“Preliminary safety analysis report”，以下“PSAR”という。）、最終安全解析報告書（“Final safety analysis report”，以下“FSAR”という。）、最終閉鎖計画を提出する必要がある。このうち、操業時の許可は、50 年程度の長期間で与えられるが、その間、少なくとも 15 年ごと（別途、操業許可条件で定められている場合を除く）に定期安全レビューで FSAR 及びセーフティケースを更新することが STUK YVL D.5 で定められている。

定期安全レビューには、処分場の安全状態、処分の長期安全性、安全性の維持・向上のために実行可能な開発目標を含めなければならない。

また、15 年ごとの FSAR 及びセーフティケースの更新のほか、次に示すような定期的なレポートの提出が義務づけられている。

- 毎年、廃棄物管理計画（廃止措置計画も含む）に関するレポートを提出
- 3 年ごとに放射性廃棄物管理の研究、開発、技術設計に関するレポートを提出
- 5 年ごとに廃止措置計画に関するレポートを提出

定期安全レビューによる FSAR の更新は 15 年ごとであるが、これとは別に、操業時において安全要件に関連した安全解析の結果を決定的に変更するような新たなデータが得られた場合は FSAR を修正しなければならない。

AH.3 フィンランドの処分場における調査及びモニタリング

処分場の調査及びモニタリングは、操業前段階、操業段階、閉鎖後段階のそれぞれで行われる。ここで、操業前段階のものは建設許可を得るための PSAR と操業許可を得るための FSAR に用いられ、操業段階のものは、定期安全レビューとして、FSAR 及びセーフティケースの更新と最終閉鎖計画に用いられる。

ロヴィーサ処分場における各段階での調査の目的について表 AH.1、調査及びモニタリングの実施項目について表 AH.2 にそれぞれ示す。

オルキオト処分場でも同様の調査及びモニタリングをしているが、別途、両社（Fortum 社と TVO）が共同で、オルキオト処分場の地下 60m にある研究用の空洞でコンクリートの長期耐久性試験を実施している[27]。その研究結果は、処分場条件下での放射性核種の溶解性と移動性に対してコンクリートの長期的耐久性が及ぼす影響と、実際の操業条件に対応した地下水条件下でのコンクリートの耐候性を推定するために使用されている。この研究の目的は、典型的な条件下で最も耐久性を示すコンクリート配合を特定し、処分場で設定された 60 年の耐用年数の要件が達成できるようにすることと、コンクリート材の長期耐久性のモデリング及びモデル開発のための情報を得ることにある。

表 AH.1—ロヴィーサ処分場における各段階での調査の目的

調査時期	調査目的
操業前段階の調査 (PSAR のための調査)	調査の主たる目的は、処分の安全性を評価するために、処分場予定地における母岩の状態を明らかにすることである。放射性核種が処分場から生物圏へ地下水だけによって移動するため、調査の焦点は、地下水流動を考慮するのに最も重要な特性（岩盤の割れ目、母岩の透水係数など）にあてられた。また、調査の結果は、ロヴィーサ処分場のサイトレポート（1982 年）及び設計、PSAR（1986 年提出、1988 年承認）などに用いられた。
建設段階、操業段階の調査（FSAR 及びその更新のための調査）	処分場の長期的安全性は、放射性廃棄物を多重バリアで囲むことによって確保される。最も有効なバリアは岩盤であり、そのため、岩盤の品質は建設段階と操業段階にモニタリングを行い、処分の目的に合致していることを確認しなければならない。モニタリングの目的は、地質環境に対する処分場建設の長期的影響を評価し、将来の安全解析にその結果を活かすことである。モニタリングプログラムはほとんどが、岩石の安定性の測定、水文地質学、地下水化学、近隣岩盤に関係したものである。
操業段階の調査 (FSAR 及びセーフティケースの更新のための調査)	最終処分施設の操業時研究は、モニタリングプログラムに基づいて 2004 年も継続された。プログラムの目的は、処分場及び周辺の地下水と岩盤の特性と挙動の長期的変化を調査、モニタリングすることにある。

表 AH.2ーロヴィーサ処分場における調査及びモニタリングの実施項目

調査時期	調査位置	大項目	中項目
操業前段階 (PSAR のための調査)	地表	地質構造調査	地質マッピング
			ボーリング
		物理探査	地表測定
			単孔測定
			孔間測定
		地下水調査	地下水理
			地下水水質など
		室内試験	岩石試験
土質試験			
収着試験			
操業前段階 (FSAR のための調査)	地表	地質構造調査	ボーリング
		地下水調査	地下水理
			地下水水質
	岩盤モニタリング	振動測定	
	地下	地質構造調査	地質マッピング
			ボーリング
		地下水調査	地下水理
			地下水水質
		室内試験	岩石試験
		岩盤モニタリング	岩盤変位計
振動測定			
操業段階 (FSAR 及 びセーフティケー スの更新のための調 査)	地表	地下水調査	地下水理
			地下水水質
	地下	地下水調査	地下水理
			地下水水質
		岩盤モニタリング	岩盤変位計
			振動測定

AH.4 ロヴィーサ処分場における定期安全レビュー[28]

ロヴィーサ処分場は、1998年に操業許可を得て以来15年が経過し、2013年に第1回の定期安全レビューを実施した。長期安全性に関するセーフティケース（表 AH.3[28]）は、2006年の変更申請時に実施していたことから、第1回の定期安全レビューでは、操業経験、学術的知見、分析ツールの開発に基づいて実施した。地下水流動解析に関係するモニタリングデータの評価は、専門家の工学的判断に基づいて行われ、例えば、保守性の要件として、地下水流速の結果の分布を、決定論的な地下水流動シミュレーションによる値の±30%であると仮定された。また、定期安全レビューの結果に基づき、測定頻度及び測定設備の更新が考えられている。

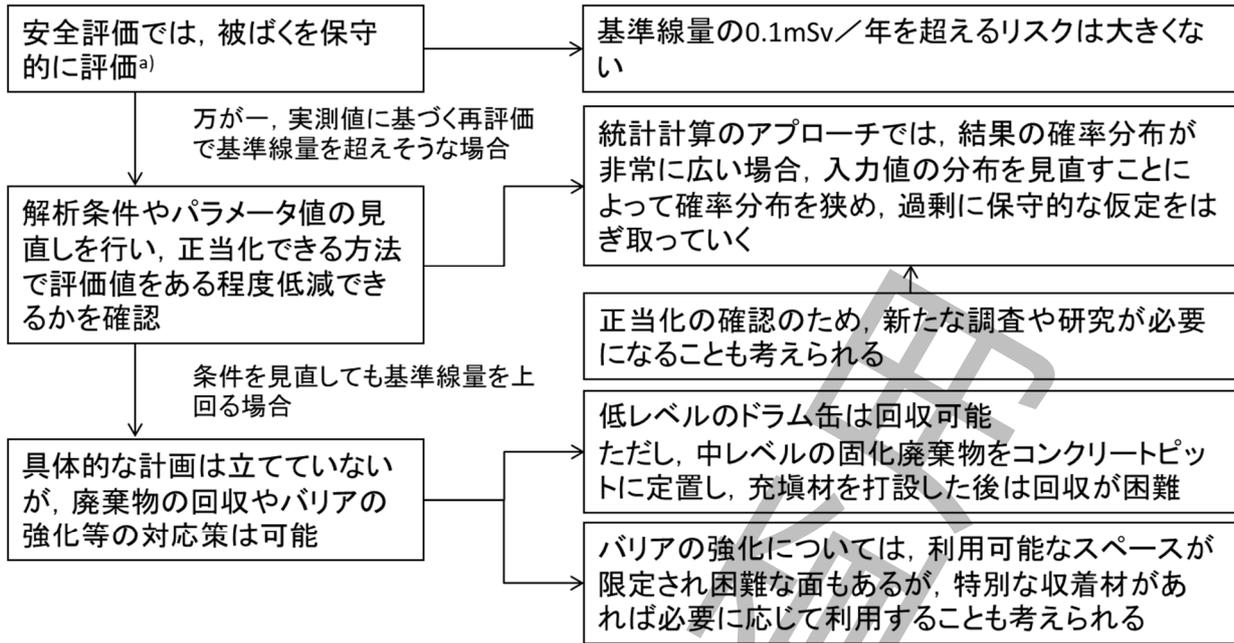
第1回の定期安全レビューでは、安全評価で基準値を超えるような異常値は出ていないが、万が一、異常値が出た場合の対応については、図 AH.1 に示すような考え方を持っている。

技術の伝承については、情報の記録作成と保管が情報の維持、保存の主たる手段であり、非明示的な暗黙知については、処分場の操業に最も深く関与している職員からの個別の聞き取り調査を行い、それを文書化している。また優れた安全文化の維持と職員の長期的関与も知識の共有に寄与すると考えられている。

表 AH.3—長期安全性に関するセーフティケース

項目	最新の知見	レビューの結果
コンクリートの長期耐久性	文献資料、実験データ（流水場での浸せき試験、オルキルオト VLJ 処分場での耐久性試験）	拡散モデルに基づき、長期耐久性を推定し、コンクリート構造物について、想定された耐久性に大きな変化がないことを確認
地下水流動	処分場拡大時に得た天然バリアの知見（新しい破碎帯モデル）	新しいモデルで再計算し、地下水流の変化が不確実性の範囲にとどまることを確認
母岩の収着性	文献資料（POSIVA、SKB で用いている収着パラメータ）	岩盤タイプと地下水化学の違いを考慮したうえで、母岩の収着性がおおむね同じであることを確認、また劣化するコンクリートから放出されるコロイドの影響は低いと推定
放射能インベントリ	実際の放射能レベル	特に C-14、H-3 を重要視し、実際の放射能レベルが保守的な基準を満たしていることを確認
生物圏パラメータ	IAEA TRS No.472(2010)	パラメータ値は従来の値と異なるが、結果として得られる線量率に対する影響は全体的に大きくないことを確認
氷河作用と永久凍土層の影響	これらの現象の発生時期が現在から5万年後との推定	当処分場（低中レベル放射性廃棄物）では影響は軽微と推定
中レベル埋設坑道のベントナイト	—	従来の考え方どおり（人工バリア材料として考慮しない）
井戸掘削の確率	—	従来の考え方どおり（近い井戸：0.1と遠い井戸：1、家庭用：1と農業用：0.1の組合せ、例：近い井戸で家庭用：0.1×1=0.1）

（出典：関口高志，“フィンランドのロヴィーサ VLJ 処分場における定期安全レビューの考察”，
土木学会第 69 回年次学術講演会，CS9-040，2014（一部修正））



注^{a)} STUK YVL D.5 付録A セーフティケース

- ・モデルを単純化し、それらに要する初期データを決定する際は、安全機能の効果は過大評価せず、しかし同時に過度に過小評価することも避けることを原則としなければならない。
- ・使用する計算法及び初期データを選択するに当たっての基本として、実際の放射線ばく露及び放出する放射性物質の実際の量は、安全解析が示す結果より確実に小さくなければならない。

(出典：関口高志，“フィンランドのロヴィーサ VLL 処分場における定期安全レビューの考察”，土木学会第 69 回年次学術講演会，CS9-040，2014) を基に作成

図 AH.1—異常値が出た場合の対応の考え方

附属書 AI (参考)

国際機関における記録に係る検討例（記録管理システム）

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

AI.1 一般

放射性廃棄物の埋設処分に係る記録について、どのような記録を残し、それらを重要度に応じて階層化してどのように保存管理するかについて国際機関の IAEA は技術図書[29,30,31]を発行している。これらの情報は、この標準での廃止措置の終了まで保管する記録項目、及び事業廃止時に残す記録項目の選定に参考になる。また IAEA は、浅地中処分についての廃棄物埋設施設の閉鎖¹⁾に係る手順についても技術図書[32]を発行しており、この標準での事業廃止時に残す記録項目の選定の参考となる。

処分事業の初期の段階から、記録を適切に保存することは重要である。また、事業の廃止以降では、廃棄物埋設地の位置及び廃棄物の関連情報などの記録を保存することによって、将来世代の人々の廃棄物埋設施設への偶発的な侵入の抑制、及び、将来世代の人々が廃棄物埋設地の跡地利用などを検討する場合の情報を提供する上で有用である。

IAEA 技術図書では、放射性廃棄物の埋設に関する記録について、記録の使用目的に従って記録を階層化して管理する階層的記録管理システム及び各階層で記録する記録の例を提示しており、次に説明する。

注¹⁾ IAEA で使用している“閉鎖 (closure)”という用語はこの標準における“廃止措置”に対応する。

AI.2 記録の階層

階層的記録管理システムでは、記録を一次レベルの情報、中位レベルの情報及び高位レベルの情報の3階層に分けて定義している。

- a) **第1階層；PLI（一次レベルの情報）** 階層構造の基礎部分及び国全体の記録管理システムの基礎部分は、一次レベルの情報（Primary Level Information=PLI）から構成され、廃棄物埋設施設の操業期間中は継続的に情報を収集する。PLI 内の情報の種類及び量は、処分システム、法律などの規制、公衆の参加といった事項によって内容が多様となる。したがって、立地、設計、建設、閉鎖の各段階の廃棄物埋設施設に関連する全ての情報が含まれていなければならない。
- b) **第2階層；ILI（中位レベルの情報）** 階層構造の2番目の部分は、中位レベルの情報（Intermediate Level Information=ILI）であり、処分システムを確実に理解するために要約した重要文書で構成される。この情報には、廃棄物埋設施設の廃止措置まで(throughout the repository life)の法的要件及び許認可要件を満たすために必要な記録が含まれる。また、ILI には PLI 内の特定の記録との関連情報が含まれており、その PLI がどこにあるかの情報も含まれている。ILI には、PLI から直接引用された重要資料、又は PLI 内の資料の要約、又はその両方が含まれることがある。
- c) **第3階層；HLI（高位レベルの情報）** 階層構造の最上位に位置する重要情報（High Level Information=HLI）は、ILI より更に要約された情報で構成される。HLI は処分システムに関する基本的考えを理解するための十分な情報を提供するもので、将来世代が現世代の廃棄物埋設施設に関する情報を知ろうとした時のニーズを満たすものでなくてはならない。HLI は国内だけではなく、国際レベルで構築されることになる。

AI.3 廃棄物埋設事業の廃止時の記録、高位レベルの情報 (HLI)

将来世代のための記録の例として“閉鎖時を含む閉鎖までに作成される記録の一例”(表 AI.1)と“能動的な閉鎖後管理¹⁾段階に作成される記録の一例”が示されている(表 AI.2)。

注¹⁾ “能動的な管理”とは、閉鎖後の一定期間廃棄物埋設施設の健全性を確認するために監視を行うなどの管理であり、その後は管理を緩和する“受動的な管理”に移行する。

表 AI.1—廃棄物埋設事業の廃止までに作成される記録、高位レベルの情報 (HLI) の例

記録の種類	記録の一例
安全評価又は修復処置に関連した記録	
廃棄物埋設施設の位置及びサイトのデータ	<ul style="list-style-type: none"> 閉鎖後の制度的管理の期間中に管理すべき領域の境界と廃棄物埋設施設の範囲(標識の位置も含む) 国内/国際的な地理的基準に対する参考情報 地域の人口統計及び将来の推測 サイトのデータ 地質学的、水質学的、気象学的、地球化学的、地震データ、地表水の情報
廃棄物埋設施設の設計及び人工バリア	<ul style="list-style-type: none"> 建設の仕様/手順(材料及び施工方法を含む) 各処分ユニット(トレンチ、セルなど)の構造及び位置を示す完成図 修復処置を含む不適合/規格外れの説明 能動的及び受動的モニタリングシステムの詳細図及び仕様 人工バリアの保守及び修理のための仕様及び記録
放射性廃棄物の記録	<ul style="list-style-type: none"> 処分記録 最終処分位置、処分日、放射性廃棄物出荷記録 施設への受入可否判定基準 受入れ可能な放射性廃棄物形状、パッケージ化方法、放射線場、放射線量
記録管理システム	<ul style="list-style-type: none"> 記録管理システムの説明 この説明は、閉鎖中に行われたあらゆる変更の度に更新する。説明には、変更の内容と構造、指示文書、手順、計画が含まれる。
運転記録	<ul style="list-style-type: none"> モニタリングデータ 運転のモニタリング計画/仕様(改訂を含む)、線量、及び大気、地表水、植物相と動物相、堆積物と地下水に含まれる放射能に関するモニタリング結果 運転遵守記録 不適合、是正処置、コンプライアンス記録
背景情報	<ul style="list-style-type: none"> 将来世代が処分システムの機能と性能を理解するのに役立つ情報
歴史的、法的、その他の利用に関連した記録	
許認可記録	<ul style="list-style-type: none"> 運転許可申請、許可、要求に関する記録 性能目標、被ばく線量限度を含む モニタリング要件 性能評価レポート
法律	<ul style="list-style-type: none"> 運転及び閉鎖時に適用される法的環境の説明
一般情報	<ul style="list-style-type: none"> 放射性廃棄物を処分した社会に関する情報、例えば、放射性廃棄物の管理手法及び管理技術の概要

表 AI.2—能動的な閉鎖後管理段階に作成される記録の例

記録の種類	記録例
安全評価又は修復処置の実施に関連した記録	
モニタリングデータ	<ul style="list-style-type: none"> ・ モニタリング活動を管理するための仕様, 計画, 手順 ・ モニタリング装置の較正と保守記録 ・ モニタリング結果
施設の保守	<ul style="list-style-type: none"> ・ 仕様/計画/手順 ・ 修理/修復記録 ・ 処置を含む不適合の記録
歴史的, 法的, その他の利用に関連した記録	
法律	<ul style="list-style-type: none"> ・ 能動的な閉鎖後管理段階で適用される法的環境の説明
一般情報	<ul style="list-style-type: none"> ・ 能動的な閉鎖後管理段階に廃棄物埋設施設を管理した社会に関する情報

AI.4 第1階層の一次レベルの情報 (PLI) の情報例

IAEA-TECDOC-1398[31]に第1階層の一次レベルの情報 (PLI) の例が示されており, 次に示す。

a) 放射性廃棄物発生記録

放射性廃棄物パッケージの特性を説明した記録

b) 処分前の管理記録

操業記録, 放射性廃棄物の再パッケージ化の記録

c) 廃棄物埋設施設の操業前の記録**1) 計画**

- 設計計算書と設計方針
- 代替案の研究と比較
- 立地選定の基準の開発
- 研究開発

2) 立地

- サイト特性調査報告
- サイト選定報告, 審査, 認可
- 生物圏, 地質的, 水理学的 (地下水), 地球化学的, 地質力学的, 及び地震学的な特性
- 気候の変遷履歴及び予測
- 公聴会文書
- 証書類, 制限約款 (採掘権を含む) 及び土地回収文書などの法的文書

3) 設計

- 性能評価報告
- 工学的計算
- 建設のための仕様
- 放射性廃棄物パッケージ及び人工バリアについての研究開発報告
- シーリング, 覆土及び閉鎖設計報告
- 外部の組織によるピアレビュー (科学・技術的)

4) 工事許可

- 予備的な安全評価, 審査, 及び所管官庁による認可
- 配置図及び完成図
- 工事図書
- 各ユニットの工事及び完成の日付
- プロジェクトマネジメント報告
- 契約, 調達及び受入図書
- コンプライアンスの記録
- 品質保証図書
- 公聴会文書

5) 操業許可

- 最終安全評価, 審査, 及び所轄官庁による認可
- 環境影響評価, 審査, 及び環境所轄官庁による認可, 許認可申請・提出・認可記録 (環境, 廃水, 有害・危険廃棄物, 排気)
- 許可・認可証
- 公聴会記録
- 許可の交信
- 外部の組織によるピアレビュー (技術的・科学的)

d) 廃棄物埋設施設の操業段階の記録**1) 放射性廃棄物独自のデータ**

- Waste inventory record keeping systems (WIRKS)によって管理される放射性廃棄物インベントリ記録 (IAEA-TECDOC-1222[30]参照)
- 放射性廃棄物受入基準
- 放射性廃棄物パッケージ調達及び品質管理
- 放射性廃棄物発生者の技術報告書
- 放射性廃棄物発生者が作成する放射性廃棄物の情報
- 廃棄物埋設施設の操業者又は規制者又は両者による放射性廃棄物の情報の認可
- 放射性廃棄物特性調査手順及び認可
- 出荷明細書 (マニフェスト), すなわち放射性廃棄物と共に到着する文書
- 放射性廃棄物発生者との契約書及び交信

2) 施設及びサイト独自の記録

- 試運転及び運転開始の記録
- 認可済の設計の修正及び修正の実行の認可
- 緩衝材・埋戻し材定置
- 規制当局への報告
- 地質又は水理学上の変化 (地震, 侵食, 人間の活動による)
- 操業の間の地震活動
- 環境のモニタリング及び監視プログラム (地下水レベル, 放射性核種サンプリング, 空気サンプル, 気象データ, 収穫作物サンプル, 生物相 (植物相及び動物相))
- 修復内容 (修復した場合)

- 放射性核種又はほかの汚染物質の環境への放出
- 実験的な試験を含む作業条件
- 非常事態及び非定常的な出来事
- 周期的な手続きの見直し
- 最新の安全評価，審査及び所轄官庁による認可
- 品質保証プログラム計画，監査計画及び監査報告
- 非適合及び是正処置の報告

3) 一般作業記録

- 緊急時計画書
- 作業上の事象報告
- 定期報告（月次，年次，その他）
- 操作手続き（開発，改訂，見直し，認可）
- 保障措置及び安全報告書
- 作業日誌及び記録

e) 廃棄物埋設施設の閉鎖段階

1) 覆土及びシーリング

- 仕様
- 説明
- 完成図
- サンプル及び試験
- 履歴（日付，事象など）
- 修理手順，その他

2) モニタリング及び環境管理

- プログラム
- 設備
- 手順（観察，サンプリング，解析など）
- サンプル及び試験
- 予測モデル（覆土，放射性核種の輸送），すなわち概念モデル，配置，データ，コードの説明
- 閉鎖前後での結果

AI.5 記録の管理

低レベル放射性廃棄物浅地中処分についての記録の管理について、IAEA-TECDOC-1260[32]では、適切な文書及び記録が適切に保管されることを保証するのは、廃棄物管理者及び規制機関の責任であると述べている。また、定期的な評価等を実施する場合、又は予想よりも大きい放射性物質の放出が確認された場合には、処分システムの性能を評価するために保管された記録にアクセスする必要があるであろうと解説している。さらに、廃棄物の特性及び廃棄物処分施設についての記録を、廃棄物管理者及び国の規制当局の両者によって複数の場所に保存されることが一般的には望ましいとし、保存すべき最も重要な記録は次に関連したものであるとしている。

- 廃棄物埋設施設の地理的な位置
- 放射性廃棄物の化学的及び物理的な特性
- 廃棄物埋設施設の設計
- 最終性能評価
- 廃棄物埋設施設の操業記録
- 閉鎖システムの建設記録
- 規制
- 公の協議に関連した全般情報

附属書 AJ (参考)

保存する記録項目の選定と保存期間の検討例

序文

この附属書は、本体に関連する事柄を説明するものであり、規定の一部ではない。

AJ.1 一般

事業者は、廃止措置の認可を受けたときは、指定廃棄物埋設区域に関して原子力規制委員会規則で定める事項を記録し、これを原子力規制委員会に提出する必要がある。

事業規則には、記録について項目と保存期間が規定されている。ただし、この記録の保存期間は一年から十年までの短期間のものから、事業の廃止まで保存するものまでであるが、廃止以降の記録の保存については規定されていない。

ここでは、改めて低レベル放射性廃棄物処分における、立地、放射性廃棄物、施設設計・建設、施設検査、安全評価、操業・管理、保全・保守、坑道の埋戻し及び坑口の閉塞、定期的な評価等、防護措置などに関する重要な記録情報を、国内外での議論に基づき抽出し、各々の項目につき、事業規則で規定されているか、記録の本来の意義を考慮すれば廃止措置の終了まで保存すべきか、事業の廃止以降も保存すべき重要な記録かどうかを検討し、その検討結果を例示する。

AJ.2 検討方針

AJ.2.1 記録項目の抽出

重要な記録項目の検討事例として、低レベル放射性廃棄物処分の閉鎖を議論した IAEA-TECDOC-1260[32]があり、次の項目を抽出している（附属書 AI 参照）。

- 廃棄物埋設施設の地理的な位置
- 放射性廃棄物の特性
- 廃棄物埋設施設の設計
- 最終性能評価
- 廃棄物埋設施設の操業記録
- 閉鎖システムの建設記録
- 規制
- 公の協議に関連した全般情報

(財) 原子力環境整備促進・資金管理センターが放射性廃棄物処分の記録保存について検討を行い[33,34]、その中で将来世代の意思決定に必要となる情報の検討の結果、次の項目を抽出している。

- 廃棄物埋設施設近辺の地理情報
- 廃棄物埋設施設の地理的位置に関する情報
- サイトの地質環境条件に関する情報
- 廃棄物埋設施設の位置、深度などに関する情報
- 廃棄物埋設施設の施設仕様に関する情報

- 放射性廃棄物としての特性に関する情報
- 現世代が行った安全評価に関する情報
- 現世代が行った安全評価の元データに関する情報

また IAEA では重要度に応じた階層的記録管理システムが議論され、IAEA- TECDOC- 1097[35]において放射性廃棄物埋設事業の廃止時の記録に相当する重要情報（HLI : High Level Information）に次の分類に従った項目を選定している（**附属書 AI** 参照）。

安全評価又は修復措置に関連した記録として、

- 処分施設の位置及びサイトのデータ
- 廃棄物埋設施設の設計及び人工バリア
- 放射性廃棄物の記録
- 記録管理システム
- 運転記録
- 背景記録

更に歴史的、法的、その他の利用に関連した記録として、

- 許認可記録
- 法律
- 一般情報

これらの項目を参考にし、更に規制で要求される記録項目にも配慮し、低レベル放射性廃棄物処分における記録項目を次のように分類し、はじめにそれらの分類ごとに記録項目の抽出を行い、個々の項目の重要度検討の基礎とする。この分類に沿って抽出された記録項目の結果を**表 AJ.1** の“記録項目”の欄に示す。

- a) 廃棄物埋設施設の地理的な位置及びサイトデータ
- b) 廃棄体（又は放射性廃棄物）の情報
- c) 廃棄物埋設施設の設計、建設
- d) 安全評価
- e) 廃棄物埋設施設の操業、管理・監視
- f) 廃棄物埋設施設の保全、保守、事故
- g) 許認可情報
- h) 品質保証
- i) 定期的な評価等関連
- j) 防護措置
- k) 廃止措置に係る工事
- l) 一般情報
- m) 記録管理システム

これらの分類の中で、次の分類項目については、この標準の各管理措置の検討から重要な記録項目として抽出されているものも含まれている。

- 廃棄物埋設施設の設計、建設
- 廃棄物埋設施設の操業、管理・監視

- 廃棄物埋設施設の保全, 保守, 事故
- 定期的な評価等関連

廃棄物埋設施設の建設に係る記録には, 坑道の埋戻し及び坑口の閉塞に係る記録が含まれる。その記録については, 施工品質管理記録が保存の対象となる。施工品質管理の項目については**附属書 J**を参照可能である。

廃棄物埋設施設の操業, 管理・監視の記録のうち, 監視に係る記録については, 漏出防止, 移動抑制の監視結果, 周辺監視区域に係る監視の結果の記録が保存の対象となる (6.2 及び 6.5 参照)。

廃棄物埋設施設の保全, 保守・事故の記録のうち, 廃棄物埋設地の保全に係る記録については, 埋設保全区域の設定に係る記録, 巡視・点検の結果の記録, 異常が認められて修復措置を実施した場合の記録が保存の対象となる (**附属書 X** 参照)。

定期的な評価等に係る記録については, 長期的な安全性の見通しの確認の結果, 定期的な評価等の結果に基づき講じた措置が保存の対象となる。

AJ.2.2 記録項目の選定

AJ.2.2.1 選定の意義

低レベル放射性廃棄物埋設施設で既に閉鎖された事例としてフランスのラ・マンシュ処分場があり, その事例では, “記録に不必要な情報を満載することは絶対に避けなければならない”とフランス国内のテュルパン委員会から勧告されている[36]。この事例からも注意深い選定によって, 記録項目に不必要な内容の記載を避けることが肝要である。

AJ.2.2.2 選定に関する切り口

AJ.2.1 で抽出された記録項目につき, 記録としての重要度を次の切り口から検討し, 重要な項目を廃止措置の終了までとするか, 事業の廃止以降も必要となる記録とするかを検討する。

- a) 事業規則での規定
- b) 記録の意義

AJ.2.2.3 事業規則での規定

事業規則では, 記録について項目と保存期間が規定されている。それらの記録項目は, **表 AJ.1** で規定記録期間とともに全て示されるが, これらの記録項目の中には, 操業の管理に係るものもあるので, 記録項目の内の廃止まで保存すると規定された項目は廃止措置の終了まで保存する必要がある, それ以降も保存するかどうかは, 後述する記録の意義から判断する。事業規則の記録の条で言及されていない項目についても対象とする場合には, **表 AJ.1** に, 関連する条が示されている。

AJ.2.2.4 記録の意義

廃止措置の終了まで保存する必要がある記録とは, 廃棄物埋設地の維持管理に必要な情報の記録であり, そのような対象になるものが**表 AJ.1** で, “廃棄物埋設地の維持管理”の欄に“有益”と示される。

我が国では, (財) 原子力環境整備促進・資金管理センターが放射性廃棄物処分の記録保存について検討を行った事例があり[33,34], そこでは廃止措置の開始以降の記録保存の目的について, IAEA-TECDOC-1097[35]で示されている, “将来世代の人々が, 現世代が残した廃棄物埋設施設への偶発的な侵入を避けるため, またサイト, 埋設された放射性廃棄物及びその周辺の区域の再利用を考える際に, 正しい情報に基づく適切な決定を行えるように廃棄物埋設施設に関する情報を残すことは重要である”という概念を紹介している (**附属書 AI** 参照)。

この概念に従うと, 廃止措置の開始以降も記録を保存する意義は, 次の二つであり, 記録項目の中で, この意義を持つものは, 廃止時の記録として選定される。

- 将来世代の人々の廃棄物埋設施設への偶発的な侵入の抑制
 - 将来世代の人々が廃棄物埋設地の跡地利用などを検討する場合の情報の提供
- そのような対象になるものが表 AJ.1 で、“偶発的な侵入の抑制，跡地利用情報”の欄に“有益”と示される。

AJ.3 記録項目の選定の検討結果の例

表 AJ.1 に前述の方針に沿って実施した記録項目の重要度と保存期間の検討結果の例を示す。

表 AJ.1 の保存期間の欄の中の“廃止措置の終了まで”に○印が付された項目が、廃止措置の終了まで保存すべきと考えられる記録項目であり、また“廃止措置の開始以降”に○印が付された項目が、廃止措置の開始以降にも保存すべきと考えられる記録項目となる。

表 AJ.1－記録項目の重要度と保存期間の検討（例）

分類	記録項目	事業規則 (保存期間)	保存期間	
			廃止措置の 終了まで ^{a)}	廃止措置の終了以降 ^{b)}
廃棄物埋設地の 地理的な位置及 びサイトデータ	気象，地盤，水理，地震，社会環境	第二条，第三条 事業許可申請	○	○
	積算降雨量	第十三条 記録（廃止措置の終了まで）	○	—
	地下水の水位	第十三条 記録（廃止措置の終了まで）	○	—
廃棄体（又は放射 性廃棄物）の情報	埋設した放射性廃棄物の種類，数量，放射性物質 の数量，埋設した日，埋設を行った場所，埋設に 関する確認結果（確認証）	第七条 廃棄体確認申請 第八条 廃棄物の技術基準 第九条 確認証 第十三条 記録（廃止まで） 第二十条 保安規定	○	○
廃棄物埋設地の 設計，建設	廃棄物埋設施設の設計図，構造図，設計計算書， 図面，工事工程表，埋設計画，それらの検査結果 （確認証も含む）	第四条 施設確認申請 第六条 施設の技術基準 第九条 確認証 第十三条 記録（廃止措置の終了まで） 第二十条の二 保安規定の遵守状況の検査	○	○
安全評価	被ばく管理，廃棄の説明書 操業上の故障などに関する説明書	第二条，第三条 事業許可申請	○	—
廃棄物埋設地の 操業，管理・監視	運転記録	第二十条 保安規定	○	—
	放射線管理記録	第十三条 記録（十年以内）	—	—
	事業所で用いた資材などに含まれる放射性廃棄物 の放射能濃度確認の記録	第十三条 記録（搬出後十年間）	—	—
	地下水中の放射性物質濃度の記録 （漏出防止，移動抑制の監視結果など）	第十三条 記録（廃止措置の終了まで）	○	○

表 AJ.1－記録項目の重要度と保存期間の検討（例）（続き）

分類	記録項目	事業規則 (保存期間)	保存期間	
			廃止措置の 終了まで ^{a)}	廃止措置の終了以降 ^{b)}
廃棄物埋設地の保 全, 保守, 事故	埋設保全区域の設定	第十七条 廃棄物埋設地の保全	○	○
	巡視・点検の結果	第十六条 巡視及び点検	—	—
	廃棄物埋設地に係る保守記録	第十三条 記録（廃止措置の終了まで）	○	○
	廃棄物埋設地の修理記録	第十三条 記録（廃止措置の終了まで）	○	○
	廃棄物埋設地の事故記録	第十三条 記録（廃止措置の終了まで）	○	○
	廃棄物埋設地及びその周辺の状況	第十三条 記録（廃止措置の終了まで）	○	○
許認可情報	事業許可申請書及び許可書 事業変更許可申請書, 許可書	第二条, 第三条 事業許可（変更）申請	○	○
	廃棄体確認申請書, 確認証 施設確認申請書, 確認証	第四条 施設確認申請 第七条 廃棄体確認申請 第九条 確認証	○	○
	保安規定認可申請書, 認可書	第二十条 保安規定	○	○
品質保証	品質保証計画に従った計画, 実施, 評価及び改 善状況の記録	第十三条 記録（五年間）	—	—
定期的な評価等関 連	定期的な評価等のために収集した最新知見	第十三条 記録（廃止措置の終了まで）	○	○
	長期的な安全性の見通しの確認の結果	第十三条 記録（廃止措置の終了まで）	○	○
	定期的な評価等の結果に基づき講じた措置	第十三条 記録（廃止措置の終了まで）	○	○
廃止措置に係る工 事	廃止措置に係る工事の方法, 時期及び対象となる 廃棄物埋設地の附属施設の設備の名称	第十三条 記録（廃止措置の終了まで）	○	—
一般情報	地元との協議, 報告記録（安全協定を含む）	—	○	○
記録管理システム	記録管理システムの説明書 GIS（地理情報システム）への登録記録	—	○	○
<p>注 ^{a)} 主に事業規則に記載されている保存期間を参考に設定。事業規則にて要求のある情報, 廃棄物埋設地の維持管理に有益であると考えられる情報。 ^{b)} この標準において設定。偶発的な侵入の抑制及び跡地利用に有益であると考えられる情報。これらの情報は事業終了以降管理を行う適切な機関が保存する。</p>				

参考文献

- [1] 電気事業連合会, 原子力規制委員会 第 2 回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合, 資料 2-1, “原子力発電所等の廃止措置及び運転に伴い発生する放射性廃棄物の処分について”, 平成 27 年 2 月 12 日, (2015).
- [2] (社) 土木学会エネルギー委員会, “余裕深度処分における地下施設の設計, 品質管理および検査の考え方”, (2008).
- [3] 原子力安全委員会, 余裕深度処分対象廃棄物に関する基本データ集 (一部改訂) 平成 28 年 8 月 23 日 電気事業連合会, (2016) .
- [4] 花木達美, 永崎靖志, 鈴木一, “東濃鈹山閉山措置実施計画書—施設設備の具体的措置内容—”, JAEA-Technology 2012-002, (2012).
- [5] (国研) 日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター, “東濃鈹山閉山措置技術検討委員会資料 東濃鈹山の閉山措置状況について”, 平成 25 年 7 月 16 日, (2013).
- [6] DOPAS Project, *DOPAS Work Package 6 Deliverable D6.4: DOPAS Project Final Summary Report (Grant Agreement number:323273)*, (2016).
- [7] LUCOEX Project, *DELIVERABLE D6:10 Final Report LUCOEX (GRANT AGREEMENT: 269905)*, (2015).
- [8] SKB, *System design of backfill Project results*, SKB TR-14-20, (2015).
- [9] POSIVA, *Backfill Design 2012*, POSIVA 2012-15, (2013).
- [10] (公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター, “平成 26 年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確証試験 平成 19 年度～平成 26 年度の取りまとめ報告書”, 平成 27 年 3 月, (2015).
- [11] (公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター, “平成 26 年度 管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確証試験 平成 19 年度～平成 26 年度の取りまとめ報告書 (概要版)”, 平成 27 年 3 月, (2015).
- [12] (一社) 日本原子力学会, “日本原子力学会標準 AESJ-SC-F019:2010 余裕深度処分施設の施設検査方法”, (2011).
- [13] 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—根拠資料集”, 3-11 埋め戻し及びプラグの仕様・配置の検討(3.2.2.3), (2005).
- [14] (公社) 地盤工学会, “地盤材料試験の方法と解説”, (2020).
- [15] (社) 日本原子力学会, “日本原子力学会標準 AESJ-SC-F012:2008 余裕深度処分の安全評価手法”, (2009).
- [16] 馬原保典, “最近の地下水調査法と計測技術 7. 環境の計測 7.2 環境同位体分析”, 地下水学会誌, 36(4), 473-485, (1994).
- [17] (社) 土木学会エネルギー委員会, “余裕深度処分の安全評価における地下水シナリオに用いる核種移行評価パラメータ設定の考え方”, (2008).
- [18] 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”, (1997).
- [19] M. H. Bradbury and L. R. Van Loon, *Cementitious Near-Field Sorption Databases for Performance Assessment of a L/ILW Repository in a Palfris Marl Host Rock*, CEM-94: Update 1, June 1997, PSI-Bericht Nr. 98-01, (1997).
- [20] International Atomic Energy Agency, *Surveillance and Monitoring of Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste*, IAEA Safety Reports Series No.35, June (2004).
- [21] WM'01 Conference, *Methodology of a Chemical Safety Assessment of Radioactive Waste Disposal with an Example*

- Presented for the Centre de l'Aube Low Level Radioactive Waste (LLW) Repository.*, February 25-March 1, (2001).
- [22] 環境省, “建設工事等から生ずる廃棄物の適正処理について”, 衛産 20 号(各都道府県・政令市産業廃棄物主管部(局)長あて厚生省生活衛生局水道環境部産業廃棄物対策室長通知), 平成 11 年 03 月 23 日, 環境省ホームページ, <https://www.env.go.jp/hourei/11/000101.html>, (1999).
- [23] “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省令(共同命令)”
- [24] “廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃掃法)”
- [25] 厚生労働省, “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の一部改正について”, 平成 10 年 6 月 16 日, (1998).
- [26] 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, 平成 22 年 4 月一部改訂, 原子力規制委員会ホームページ(旧組織等の情報, 国立国会図書館インターネット資料収集保存事業(WARP)), https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/9483636/www.nsr.go.jp/archive/nsc/shinsajokyo/pdf/100327_kankyo_monita.pdf, (2010).
- [27] POSIVA, Nuclear waste management of the Olkiluoto and Loviisa nuclear power plants, (2012).
- [28] 関口高志, “フィンランドのロヴィーサ VLJ 処分場における定期安全レビューの考察”, 土木学会第 69 回年次学術講演会, CS9-040, 平成 26 年 9 月, (2014).
- [29] International Atomic Energy Agency, Maintenance of records for radioactive waste disposal, IAEA-TECDOC-1097, (1999).
- [30] International Atomic Energy Agency, Waste inventory record keeping systems (WIRKS) for the management and disposal of radioactive waste, IAEA-TECDOC-1222, (2001).
- [31] International Atomic Energy Agency, Records for radioactive waste management up to repository closure: Managing the primary level information (PLI) set, IAEA-TECDOC-1398, (2004).
- [32] International Atomic Energy Agency, Procedures and techniques for closure of near surface disposal facilities for radioactive waste, IAEA-TECDOC-1260, (2001).
- [33] 杉山 和稔, 高尾 肇, 大内 仁, 坪谷 隆夫, 原環センター技術報告書: RWMC-TRJ 02001, “地層処分にかかわる記録保存の研究—位置付けと方策—”, (財)原子力環境整備促進・資金管理センター, 平成 14 年 12 月, (2002).
- [34] 杉山 和稔, 高尾 肇, 杉山 武, 青木和弘, 大内 仁, 坪谷 隆夫, 原環センター技術報告書: RWMC-TRJ 08001, “地層処分にかかわる記録保存の研究—位置付け・方策・技術的可能性—”, (財)原子力環境整備促進・資金管理センター, 平成 21 年 3 月, (2009).
- [35] International Atomic Energy Agency, Maintenance of records for radioactive waste disposal, IAEA-TECDOC-1097, (1999).
- [36] Commission Scientifique d'Evaluation de la Situation du Centre de Stockage de la Manche, La Situation du centre de stockage de la Manche (Turpin Report), (1996).

低レベル放射性廃棄物の埋設地に係る埋戻しの方法及び施設の管理方法 —中深度処分編：20XX

解 説

この解説は、本体及び附属書に関連する事柄を説明するものであり、標準の一部ではない。

この解説は、(一社)日本原子力学会が編集・発行するものであり、これに関する問合せ先は、日本原子力学会標準課である。

1 今回の改定までの経緯

(一社)日本原子力学会では、低レベル放射性廃棄物の埋設処分の終了及びその後の管理措置に関する標準として、“低レベル放射性廃棄物の埋設地に係る埋戻し方法及び施設の管理方法：2010 (AESJ-SC-F016:2010)”を制定・発行した。制定時には、原子力発電所の運転に伴って発生する放射能レベルが比較的低い廃棄物のピット処分施設への埋設処分が既に1992年から開始されており、これは現在も継続されている。原子炉施設の廃止措置などによって発生する放射能レベルが極めて低い廃棄物は、トレンチ処分施設に埋設処分することができ、先行事例として、旧日本原子力研究所^{a)}の動力試験炉 (JPDR^{b)}) の解体コンクリート廃棄物のトレンチ処分施設への埋設処分があった。これは1996年3月に埋設処分の操業を終了し、既に覆土の施工が実施され、保全段階に入っていた。実用発電用原子炉の廃止措置においても放射能レベルが極めて低い廃棄物の発生が見込まれ、トレンチ処分施設の具体化が検討されていた。実用発電用原子炉施設の廃止措置では、ピット処分の対象とできる放射性廃棄物と比較してより放射能レベルが高い放射性廃棄物の発生も見込まれており、トレンチ処分及びピット処分を総称する浅地中処分よりも深い深度の処分施設となる余裕深度処分^{c)}によって処分することが可能であるとされていた。

AESJ-SC-F016:2010の制定当時、これらの低レベル放射性廃棄物の埋設処分の規制に関する法令・指針は、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律 (以下、“原子炉等規制法”という。)、核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則 (以下、“事業規則”という。)及び原子力安全委員会の関連指針類であったが、2011年3月の東京電力福島第一原子力発電所の事故を契機とする原子力安全規制体制全般の見直しに伴う法令改正の一環として、2013年11月にピット処分及びトレンチ処分を対象とする第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 (以下、“許可基準規則”という。)が制定されるとともに、2014年6月には、事業規則も改正され、新たな規制基準が定められた。

これらによって、AESJ-SC-F016:2010を最新の法令の規制に整合するように改定する必要性が生じ、5年ごとの標準改定時期に合わせて、AESJ-SC-F016:2010のピット処分とトレンチ処分に関わる部分の改定を行うこととし、LLW埋設後管理分科会、原子燃料サイクル専門部会、標準委員会での審議を経て、“低レベル放射性廃棄物の埋設地に係る覆土の施工方法及び施設の管理方法：2016—ピット処分及びトレンチ処分編—(AESJ-SC-F016:2016)”を策定・発行した。

AESJ-SC-F016:2010では、放射能レベルが比較的高い廃棄物を埋設処分する余裕深度処分施設の埋戻し方法及び管理方法についても規定していたが、これらの廃棄物の処分の規制基準に関しては、上述の法令改正では見送られ、2015年1月に開始された原子力規制委員会の“廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム”における新規制基準の検討に着手されたところであったため、その制定を待つこととして改定対象から除外していた。

AESJ-SC-F016:2016では、ピット処分とトレンチ処分の二つの処分方法ごとに埋設段階及び保全段階 (管理期

間内)において求められる廃棄物埋設地の管理における安全確保及びその確認に資することを目的に、段階管理による安全確保の方策、覆土の施工方法、保安のために講ずべき措置(監視、埋設地の保全、定期的な評価等)及び記録などを規定した。

注^{a)} 現在は、(国研)日本原子力研究開発機構。

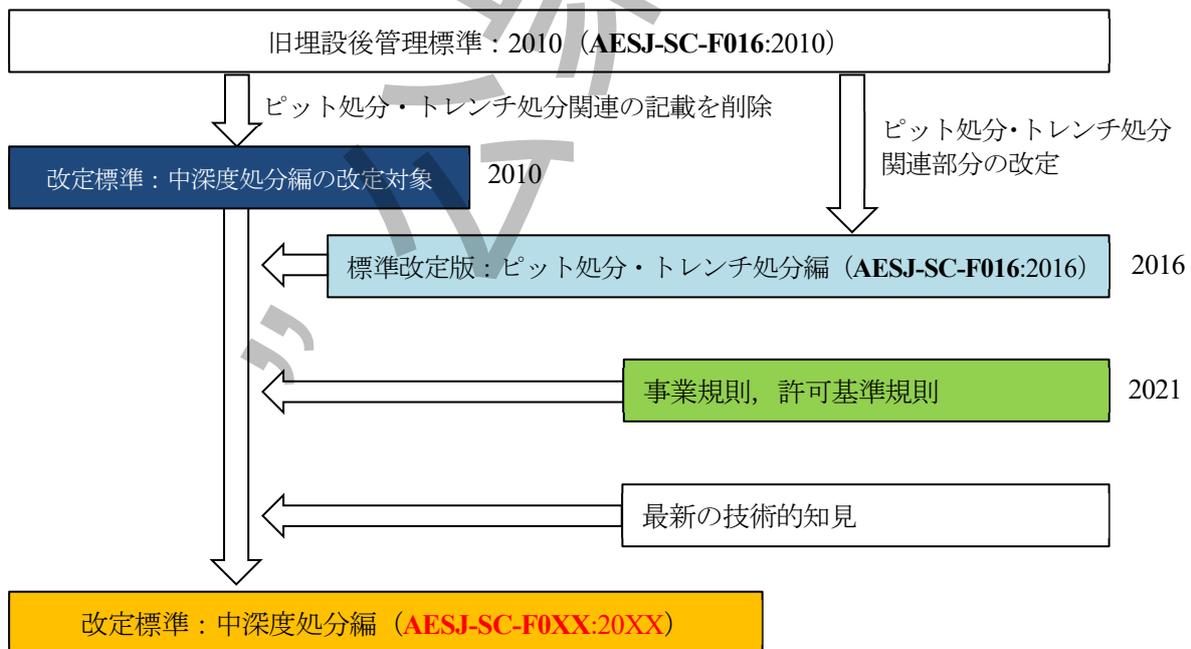
注^{b)} Japan Power Demonstration Reactor : 旧日本原子力研究所が日本で初めての原子力発電に成功した動力試験炉。

注^{c)} 当時の名称であり、現在は中深度処分という名称に変更されるとともに、要求される深度の条件なども変更されている。

2 今回の改定の趣旨

先述の“廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム”の検討が進み、中間的な取りまとめの段階に至っていることから、前回の改定対象から除外した AESJ-SC-F016:2010 の中深度処分(当時は余裕深度処分と称していた。)に関わる部分の改定の検討が可能になったので、前回改定対象から除外していた部分の改定の検討を LLW 埋設後管理分科会において 2018 年 1 月に開始した。改定の趣旨は、前回同様に原子力規制委員会の新規規制基準に整合した標準とするための改定である。

今回の改定の趣旨を図示したものを解説図 1 に示す。AESJ-SC-F016:2010 から、ピット処分及びトレンチ処分に関連した記載を除いたものが今回の改定の対象となり、それに対して、AESJ-SC-F016:2016 改定版の改定の新情報を組み入れ、原子力規制委員会の中深度処分に関する新規規制基準を規定する改正関連法令・規制基準類の情報及び最新の技術的知見を考慮した改定案を策定するという構想のもとでの改定標準案の検討を開始し、その最終的な結果を改定標準として策定したものである。結果として AESJ-SC-F016:2010 を二つの標準に分割したことになり、規格番号を新たに AESJ-SC-F0XX:20XX として策定したものである。



解説図 1—今回の改定の趣旨

3 審議中に特に問題となった事項

今回のこの標準の改定審議で問題となった主な事項及び審議結果は次のとおりである。

箇条 4 の記載として、**箇条 5** 及び**箇条 6** で規定している事項を表に集約して整理していたが、表の記載内容の作成の根拠、**箇条 5** 及び**箇条 6** の附属書の記載と整合していない点などについて、第 80 回原子燃料サイクル専門部会の中間報告における意見募集で意見が出たことを受けて、**箇条 4** の記載についての理解を深めるため、**箇条 4** の前半部分に基本安全機能と管理措置の関係性を説明するための文章、表を大幅に加筆した。

箇条 5 の対象は、AESJ-SC-F016:2010 の余裕深度処分（今回の改定では中深度処分）では坑道の埋戻しだけだったが、改正原子炉等規制法によって閉鎖措置計画の認可及び確認が要求され、改定標準案として閉鎖措置段階を新たに定義したことを受けて、分科会で閉鎖措置として行われる坑口の閉塞も対象に加えるべきであるとの意見が出た。また、分科会で坑道の埋戻しだけでなく、埋設坑道単位での埋戻しも対象に加えるべきであるとの意見が出た。これらの意見を受けて、**箇条 5** の対象を、坑道の埋戻し、坑口の閉塞、埋設坑道の埋戻しとした。

箇条 7 の記録については、この標準では管理措置には当たらない扱いとしているが、第 92 回原子燃料サイクル専門部会にて記録は基本安全機能の確認をする行為の一部であり管理措置に含まれるのではないかと、との意見が出た。結果として、管理措置（control measures）は、基本安全機能の確保（達成・確認）に直接的（または補完的）に寄与し得る措置と考え、一方、記録は、IAEA の安全基準体系において通常マネジメントシステムの枠内で扱われており、記録管理措置（record management）として、安全機能に直接的に寄与し得る管理措置とは別の観点で、安全機能に関連付けられるものと考え、AESJ-SC-F016:2010 及び AESJ-SC-F016:2016 と同様に管理措置には含めない扱いのままとした。

なお、並行して検討・改定されている安全評価手法の標準及び施設検査方法の標準などの関連するほかの標準との関係、関連標準体系の範囲外となっている設計に関する要求事項の考え方、この標準の改定期間中に改定された JIS Z 8301:2019 規格票の様式及び作成方法及び AESJ-SC-M001:2020 標準作成ガイドライン:2020 標準などへの対応も行った。

4 主な改正点

今回の改正点の中から“主な改正点”について、改正の箇所、その内容、理由などを、改正項目ごとに AESJ-SC-F016:2010 と比較して解説表 1 に記載する。

解説表 1—主な改正点

AESJ-SC-F016:2010 の 箇条番号・項目名及び内容		この標準の箇条番号・項目名及び内容		改正の理由
1 適用範囲	低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分、ピット処分及びトレンチ処分の埋設地に係る埋戻し方法及び施設の管理方法	1 適用範囲	低レベル放射性廃棄物の中深度処分の廃棄物埋設地に係る埋戻しの方法及び廃棄物埋設施設の管理方法	ピット処分及びトレンチ処分は AESJ-SC-F016:2016 で改正しており、中深度処分を別冊とした。
3.1.2 人工バリア	埋設された廃棄物から生活環境への放射性物質の漏出の防止及び低減を期待して設けられるコンクリートピットなどの人工構築物	3.1.2 人工バリア	廃棄物埋設地の構築物であって、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出の防止及び低減のための機能を有するもの	許可基準規則の定義に基づき、人工バリアの定義を見直し。

AESJ-SC-F016:2010 の 箇条番号・項目名及び内容		この標準の箇条番号・項目名及び内容		改正の理由
3.1.4 余裕深度処分	地表から深さ 50m 以上の地下に設置	3.1.4 中深度処分	放射性廃棄物と公衆との離隔に有効と考えられる深度の地下で人工バリア設置(注釈で、深度は地表から深さ 70m 以上と記載)	法令に基づき、処分方法の呼称と深度要件を見直し。
—	—	3.2.13 指定廃棄物埋設区域	掘削等の特定行為が制限される廃棄物埋設施設の敷地及びその周辺の区域並びにこれらの地下について一定の範囲を定めた立体的な区域	中深度処分に対し、規制側で新たに導入された概念を追加した。
3.2.4 閉じ込め 3.2.5 移行抑制 6.1 監視	余裕深度処分の基本安全機能のうち、6.1 監視の対象となるもの。 閉じ込め:人工構築物を設置した廃棄物埋設地に埋設する場合において、放射性物質が廃棄物埋設地の限定された区域から漏えいすることを防止するために求められる機能。 移行抑制:廃棄物埋設地から漏えいした放射性物質が地下水を介して生活環境へ移動することを抑制し、周辺公衆の被ばくを低減するために求められる機能。	3.3.3 漏出防止 3.3.4 移動抑制 6.2 漏えいの監視	漏出防止:廃棄物埋設地内からの放射性物質の有意な漏えいを防止すること。 移動抑制:廃棄物埋設地から地下水を介して生活環境へ移動する放射性物質を低減させること。	許可基準規則の改正に基づき、基本安全機能の名称を漏出防止、移動抑制とし、定義の表現も見直し。監視は事業規則の表現より漏えいの監視とし、許可基準規則の改正に基づき、関係する基本安全機能は漏出防止のみ。
—	—	3.2.12 埋設坑道内充填材	埋設設備の周辺に生じる埋設坑道内の空間を充填する材料。	廃棄物埋設地の埋戻しを 箇条5 に加えたため、該当箇所の用語の定義を追加した。
3.4.1 管理措置	基本安全機能と関係する管理措置 坑道の埋戻し部の施工 廃棄物埋設地の保全 監視 安全レビュー	3.4.1 管理措置	基本安全機能の達成のためにとられる措置 ・廃棄物埋設地の埋戻し ・坑道の埋戻し ・坑口の閉塞 ・遮蔽その他適切な措置 ・地下水等の浸入防止のための措置 基本安全機能の確認のためにとられる措置 ・遮蔽その他適切な措置	基本安全機能との関係性で埋戻しを含む措置を3つに分類した。 遮蔽機能に対する管理措置の考え方を見直し、遮蔽その他適切な措置を管理措置とした。 許可基準規則の改正により、地下水等の浸入防止のための措置及び飛散防止のための措置を加え

AESJ-SC-F016:2010 の 箇条番号・項目名及び内容		この標準の箇条番号・項目名及び内容		改正の理由
			<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物埋設地の保全 ・漏えいの監視 これを補完するその他の措置 <ul style="list-style-type: none"> ・飛散防止のための措置 ・周辺監視区域等に係る監視 ・定期的な評価等 	た。
—	—	3.4.9 閉鎖措置	坑道の埋戻し及び坑口の閉塞並びに地下に設置した附属施設の解体及び撤去	中深度処分に対し、規制側で新たに導入された概念を追加した。
3.4.7 安全レビュー 6.4 安全レビュー 6.4.3.2 実施時期の計画	「6.4.3.2 実施時期の計画」で実施時期を20年を超えない期間ごと	3.4.10 定期的な評価等 6.7 定期的な評価等	事業の開始から廃止措置の開始までの間で、10年を超えない期間ごと	事業規則で用いている用語に見直し。期間の要件について、事業規則の改正に基づき、20年から10年に見直し。
3.4.7 安全レビュー 注記1	技術的に適用可能な最新の知見とは、公開データ及び取得した測定値などの知見のうち、スクリーニングで抽出したものを示す。	3.4.11 最新の技術的知見	定期的な評価等の実施までに、廃棄物埋設施設に係る監視及び測定の結果として蓄積された知見及び国内外の研究開発・技術開発成果等を参照した最新の知見であって、事業規則第二条第二項第三号から第七号までに掲げる事業（変更）許可申請書の添付書類の記載事項を更新するために必要なもの。	第二種廃棄物埋設施設の定期的な評価等に関する運用ガイドに基づき、定義を見直し。
3.3.2 建設・埋設段階 3.3.3 埋戻後段階	標準の対象となる段階の呼称	3.5.3 廃棄物の埋設段階 3.5.4 閉鎖措置段階 3.5.5 保全段階	標準の対象となる段階の呼称	炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方についての段階の名称の定義に基づき見直し。
4 段階管理による安全確保の方策	表1で、箇条5、箇条6で規定している余裕深度処分における管理措置及びその管理項目を説明	4 段階管理による安全確保の方策	表4 で埋戻しの方法及び管理措置の技術的要件及び具体的な内容を説明、その前の 表1～表3 で 表4 の作成の根拠を説明	第80回原子燃料サイクル専門部会の意見募集のコメントに対応して 箇条4 の説明を追記した。
5 埋戻し方法	埋戻しの対象 坑道の埋戻し部の施工	5 埋戻しの方法	埋戻しの対象 廃棄物埋設地の埋戻し 坑道の埋戻し 坑口の閉塞	「3.4.8 閉鎖措置」の概念の導入によって、坑口の閉塞を追加した。

AESJ-SC-F016:2010 の 箇条番号・項目名及び内容		この標準の箇条番号・項目名及び内容		改正の理由
				分科会でのコメントによって廃棄物埋設地の埋戻しを追加した。
6 保安のために講ずべき措置	箇条タイトル	6 廃棄物埋設施設の管理方法	箇条タイトル	適用範囲の記載に合わせて箇条タイトルを見直し。

5 構成要素について

今回の改定に先立ち、ピット処分とトレンチ処分を対象として AESJ-SC-F016:2010 から AESJ-SC-F016:2016 へ同様の構成で改定を行っており、今回、中深度処分を対象とした改定でも、利用者の混乱を避けるため、次のように同様の構成とした。

標準タイトル、序文、**箇条 1** 適用範囲、**箇条 2** 引用規格、**箇条 3** 用語及び定義、**箇条 4** 段階管理による安全確保の方策、**箇条 5** 埋戻しの方法、**箇条 6** 廃棄物埋設施設の管理方法、**箇条 7** 記録、**箇条 8** 品質保証

なお、**箇条 6** のタイトルについては、AESJ-SC-F016:2010 及び AESJ-SC-F016:2016 において、“保安のために講ずべき措置”としていたが、今回の改定で、標準のタイトルと整合させるよう“廃棄物埋設施設の管理方法”に改めた。

6 法規との関係

6.1 この標準と法規との関係

この標準と法規との関係は、**附属書 A** に示したところである。**表 A.1** には、関連法令の関連条項とこの標準の記載箇所の対応を示した。また、**表 A.2** には、埋設事業者と規制者との間の法令に基づく規制手続きフローを整理した。関連法令は、最新の知見、規制方針の改定などによって改正・廃止されることがあり、対応する条項などが変わることがあるので、最新のものをこの標準とあわせて参照することが前提となっている。

なお、2021 年の規則改正の後、NRA 技術ノート“中深度処分の規制基準の背景及び根拠 (NTEN-2022-0001)”が原子力規制庁より発行（令和 4 年 8 月）されており、規制基準の理解の参考となる。

6.2 “放射能の減衰に応じて保安のために講ずべき措置”について

原子炉等規制法第五十一条の十六第二項で、事業者は、放射能の減衰に応じて、保安のために必要な措置を講じなければならないと規定されている。この放射能の減衰に応じて、保安のために講ずべき措置として、事業規則で具体的に定められているもののうち、この標準に関係のある措置を**解説表 2** に示す。

解説表 2—放射能の減衰に応じて保安のために講ずべき措置

この標準の該当箇所	事業規則
6.1 遮蔽に係る措置	第十六条 廃棄物埋設施設の施設管理
6.2 漏えいの監視	第十七条第一項第一号 廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏えいを監視し、異常な漏えいがあつたと認められる場合又は異常な漏えいの徴候が認められた場合には廃棄物埋設地の設備の修復その他の放射性物質の異常な漏えいを防止し、又は低減するために必要な措置
6.5 周辺監視区域における措置 6.5.2 周辺監視区域の設定と措置	第十四条 管理区域への立入制限等
6.5 周辺監視区域における措置 6.5.3 周辺監視区域に係る監視 6.5.4 周辺監視区域の廃止後の監視	第十九条第十号、十四号 周辺監視区域の地下水中の放射性物質濃度の監視
6.5 周辺監視区域における措置 6.5.3 周辺監視区域に係る監視	第十九条第四号、第六号 事業所内の廃棄に係る措置のうち、附属施設の排気・排水における放射性物質濃度の監視
6.6 廃棄物埋設地に係る保全 6.6.2 埋設保全区域の設定 6.6.3 廃棄物埋設地に係る保全のための措置	第二十条第一項第七号 保安規定に定めることとして、埋設保全区域の設定
6.6 廃棄物埋設地に係る保全 6.6.3 廃棄物埋設地に係る保全のための措置	第十六条 廃棄物埋設施設の施設管理
6.6 廃棄物埋設地に係る保全 6.6.3 廃棄物埋設地に係る保全のための措置	第十七条第一項第二号 廃棄物埋設地の保全のうち、廃棄物埋設地への立札の設置等
6.7 定期的な評価等	第十九条の二 廃棄物埋設施設の定期的な評価等
8 品質保証	第十三条の三 品質マネジメントシステム
埋設後管理標準の本体に記載なし (操業条件の遵守) (施設確認：LLW 施設検査方法標準) (廃棄体確認：LLW 廃棄体等製作・管理標準)	第十九条 事業所内の廃棄
注記 法令の条項番号などは、法令改正によって変わることがある。	

解説表 2 によると、6.3 飛散防止のための措置、6.4 地下水等の浸入防止のための措置及び 6.5 周辺監視区域における措置のうち、周辺監視区域で行う施設に起因する外部被ばく線量の監視は、事業規則では“放射能の減衰に応じて保安のために講ずべき措置”には含まれていない。しかし、飛散防止の措置は許可基準規則第八条第三項、地下水等の浸入防止のための措置は許可基準規則第十六条、施設に起因する外部被ばく線量の監視は事業規則第十三条第一項第二号ハで規定されていることから、法令要求との位置づけで**箇条 6**の“廃棄物埋設施設の管理方法”で規定している。

7 海外規格との関係

低レベル放射性廃棄物の埋設処分に関しては、既に多くの原子力先進国において、ピット処分、トレンチ処分などの浅地中処分が実施されており、早期に処分を開始した国では、埋設設備の覆土の施工が行われている事例もある。また、これらと比較すると数は少ないが、中深度処分に相当する処分が行われている事例も幾つかあり、それら諸外国の安全確保の考え方や安全性を向上するための処分技術は、この標準群を策定する上で参考とすべき有益な情報が多い。また、これらの処分先進国が処分システムを構築する上で必要となる共通的な安全確保の方針に関して、IAEA から、安全基準、技術レポートなどが発行されており、それらの文書は、国際的な規範としての機能が期待されているので、この標準の検討では、これらの文書を参考にすることとした。また、放射線防護の基本哲学については、国際放射線防護委員会（ICRP）が国際的な規範を示す文書を出版している。これら IAEA 及び ICRP の国際的な要件・規範を示す文書は、我が国の規制当局による規制基準及び規制法規類の検討・制定においても参照されており、この標準においても直接的・間接的に引用・参照されている。これらによって、国際的な規範との整合化が図られていることになる。ICRP の放射線防護に関する勧告などについては、“廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム”と並立して“廃棄物埋設の放射線防護基準に関する検討チーム”が設置され、被ばくの確率、人数及び線量のいずれをも”合理的に達成できる限り低減する（ALARA）”の考え方を第二種廃棄物埋設の規制に取り入れるための検討が行われ、ピット処分及びトレンチ処分の浅地中処分に関しては、ほかの改正事項を含めて既に関係法令の改正が行われている。

IAEA 文書に関しては、安全シリーズ、安全基準シリーズから次の文書が、直接的・間接的に参照されている。

- ・基本安全原則“Fundamental Safety Principles（基本安全原則）”，SF-1(2006)
- ・安全要件“Disposal of Radioactive Waste（放射性廃棄物の処分）”，SSR-5(2011)
- ・安全指針”The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste（放射性廃棄物の処分に関するセーフティケース及び安全評価）”，SSG-23(2012)
- ・安全指針”Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste（放射性廃棄物の浅地中処分施設）”，SSG-29(2014)
- ・安全指針”Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment（環境への放射能放出の規制上の管理）”，GSG-9(2018)
- ・安全指針”Monitoring and Surveillance of Radioactive Waste Disposal Facilities（放射性廃棄物処分施設のモニタリングとサーベイランス）”SSG-31(2014)

安全レポートシリーズから、

- ・“Surveillance and Monitoring of Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste（放射性廃棄物のための浅地中処分施設のサーベイランスとモニタリング）”，SRS-No.35(2004)

TECDOC シリーズから

- ・“Procedures and techniques for closure of near surface disposal facilities for radioactive waste（放射性廃棄物の浅地中処分施設の閉鎖のための手順と技術）”，TECDOC-1260(2001)
- ・“Monitoring of Geological Repositories for High Level Radioactive Waste（高レベル放射性廃棄物の地層処分場のモニタリング）”，TECDOC-1208(2001)

記録の管理に関しては、

- ・IAEA の安全基準における一般安全要件“Leadership and Management for Safety（安全に対するリーダーシップ及びマネジメント）”，GSR Part 2(2016)
- ・一般安全指針”Organization, Management and Staffing of the Regulatory Body for Safety（安全に対する規制機関

の組織, 管理及び人員配置) ", GSG-12(2018)

- 一般安全指針 “Leadership, Management and Culture for Safety in Radioactive Waste Management (放射性廃棄物管理における安全に対するリーダーシップ, マネジメント及び文化) ”, GSG-16(2022)

ICRP 文書に関しては同様に, 直接的・間接的な引用・参照文書として次の文書を挙げることが可能である。

- “Implications of Commission Recommendations that Doses be kept as Low as Readily Achievable (“線量は容易に達成できる限り低く保つべきである”という委員会勧告の意味合いについて) ”, ICRP Publ.22 (1973)
- “Radiation Protection Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste (放射性固体廃棄物処分に関する放射線防護の諸原則) ”, ICRP Publ.46 (1985)
- “1990 Recommendations of the ICRP (国際放射線防護委員会の 1990 年勧告) ”, ICRP Publ.60 (1990)
- “Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste (放射性廃棄物の処分に対する放射線防護の方策) ”, ICRP Publ.77 (1997)
- “Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste (長寿命放射性固体廃棄物の処分に適用する放射線防護勧告) ”, ICRP Publ.81 (1999)
- “Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure - The Application of the Commission's System of Radiological Protection to Controllable Radiation Exposure Due to Natural Sources and Long-lived Radioactive Residues (長期放射線被ばく状況における公衆の防護—自然線源および長寿命放射性残渣による制御しうる放射線被ばくへの委員会の放射線防護体系の適用—) ”, ICRP Publ.82 (1999)
- “Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and The Optimisation of Radiological Protection: Broadening the Process (公衆の防護を目的とした代表的個人の線量評価/放射線防護の最適化: プロセスの拡大) ”, ICRP Publ.101 (2006)
- “The 2007 Recommendations of the ICRP (国際放射線防護委員会の 2007 年勧告) ”, ICRP Publ.103 (2007)
- “Scope of Radiological Protection Control Measures (「放射線防護の管理方策の適用範囲」) ”, ICRP Publ.104 (2007)
放射線防護の管理方策の適用範囲
- “Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste (長寿命放射性固体廃棄物の地層処分における放射線防護) ”, ICRP Publ.122 (2013)

8 その他の解説事項

8.1 指定廃棄物埋設区域 (3.2.13), 周辺監視区域 (3.4.3) 及び埋設保全区域 (3.4.4)

廃棄物埋設地に係る保全を設定するため、指定廃棄物埋設区域、周辺監視区域及び埋設保全区域の設定時期を解説表3のようにまとめた。

指定廃棄物埋設区域は、敷地外の地上及び地下を含む範囲と想定され、その範囲は一律に決まるものではなく、様々な要件を考慮して設定される。指定廃棄物埋設区域の設定は地下利用等による人間の廃棄物埋設地への侵入及び機械を用いた掘削による侵入によって廃棄物埋設地が擾乱されるような事象（人間侵入）を防止するための措置（規制検討チーム会合資料 27-1P.90）であるため、基本安全機能の「隔離」に対する管理措置に該当する。ただし、区域を指定するのは原子力規制委員会であり、事業者ではないため、この標準の規定の直接的な対象ではなく、廃棄物埋設地の保全を行うに当たっての前提条件的な位置づけとして扱った。

AESJ-SC-F016:2016では、保全段階で周辺監視区域を廃止した後の廃棄物埋設地に係る保全として、「農耕等の特定行為の禁止又は制約」を規定している。この規定は、埋設保全区域に立札を立てたり、巡視点検時に侵入者がいた場合に注意を促すようなことを想定している。この標準の改定でもAESJ-SC-F016:2016の「農耕」を「掘削」に読み替えて同様の規定と想定するとした。ただし、前提条件として、埋設保全区域よりも広い範囲で、原子力規制委員会が指定廃棄物埋設区域を指定しており、掘削は原子力規制委員会の許可制となることを記載した。

解説表3—指定廃棄物埋設区域、周辺監視区域、埋設保全区域の設定時期

段階	指定廃棄物埋設区域	周辺監視区域 ^{a)}	埋設保全区域
事業開始前	事業の開始前に原子力規制委員会が指定	—	—
建設段階	継続	廃棄物の埋設段階の前から事業者が設定	廃棄物の埋設段階の前から事業者が設定
廃棄物の埋設段階	継続	継続	継続
閉鎖措置段階	継続	継続	継続
保全段階	継続	周辺監視区域を廃止とする保安規定の認可を受けるまで	廃止措置計画の認可を受けるまで
廃止措置段階	継続	—	—
規制期間終了以降	継続（原子力規制委員会による指定の解除まで）	—	—

注^{a)} 周辺監視区域の範囲の変更又は廃止は、埋設した放射性廃棄物の放射能の減衰、地上の附属施設及び地下への運搬時、定置時における廃棄体の管理の状況、廃棄物埋設地の状態、坑道の埋戻し及び坑口の閉塞の状態、監視の結果、定期的な評価等の結果などを踏まえて、事業者が適切なタイミングで保安規定の変更認可を受けて行う。

8.2 漏出防止 (3.3.3)

3.3.3において“漏出防止”の定義について用いる“有意な漏えいがない”とは、IAEAのSSR-5(2011)の“要件8：放射性廃棄物の閉じ込めの3.39”及びNuclear Safety and Security Glossary(2022)の“Containmentの定義の注釈”を参考とし、漏えいの監視において、通常のバックグラウンドの変動幅を逸脱する値の放射性物質が検出されないことを意味する。

8.3 この標準で定める管理措置（箇条 4）と事業者の責任範囲との関係

この標準では、**附属書 B** で示した参照処分場を想定し、**箇条 4** において、事業者が行うことの全体像を説明したうえで、この標準で規定する管理措置について、基本安全機能との関係を示しながら記載している（**表 2**、**表 3** 参照）。この標準の**箇条 6** で示した廃棄物埋設施設の管理方法の規定は主に事業規則に基づくものであり（**表 A.1** 参照）、事業規則では廃棄物の埋設段階、閉鎖措置段階、保全段階及び廃止措置段階（この標準の適用対象外）に事業者が行う管理措置の規定をしている。このため、事業者は、廃棄物埋設施設に対して自らが行う管理措置について保安規定を定めて、原子力規制委員会から認可を受けて、具体的な管理措置を実施する（**表 A.2** 参照）。保安規定は具体的な施設を対象として定めるものであるが、事業規則に基づいており、法令適合性という点でこの標準と基本的な考え方については整合している。

なお、事業者の責任範囲は、廃止措置段階までであるが、事業開始前に国が行う指定廃棄物埋設区域の設定は、廃止措置段階の終了以降（規制期間終了以降）においても継続している（**解説 8.1** 参照）。

“炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について”では、中深度処分における長期の安全確保のための規制要求として、“中深度処分で行う放射性廃棄物は固体状であり、原子力発電所のような核反応の制御を行う必要がないため、静的な安全対策を要するものである。一方、中深度処分は、原子力発電所等の原子力施設に比べて安全確保が必要な期間が長期にわたることから、事業者に対し、長期にわたって想定される事象への対策を要求する必要があるとの特徴を有する。規制期間中については、公衆と生活環境に対するリスクを十分に低減するための設計に加え、事業者が適切な能動的管理を行うことを要求する。また、規制期間終了以降に発生が合理的に想定できる範囲内の事象への事前対策を必須のものとして要求する。”と記載している。このように、中深度処分の廃棄物埋設施設は、原子力発電所のような原子力施設と比べて放射線源の状況が異なり、長期にわたる管理措置が必要である。

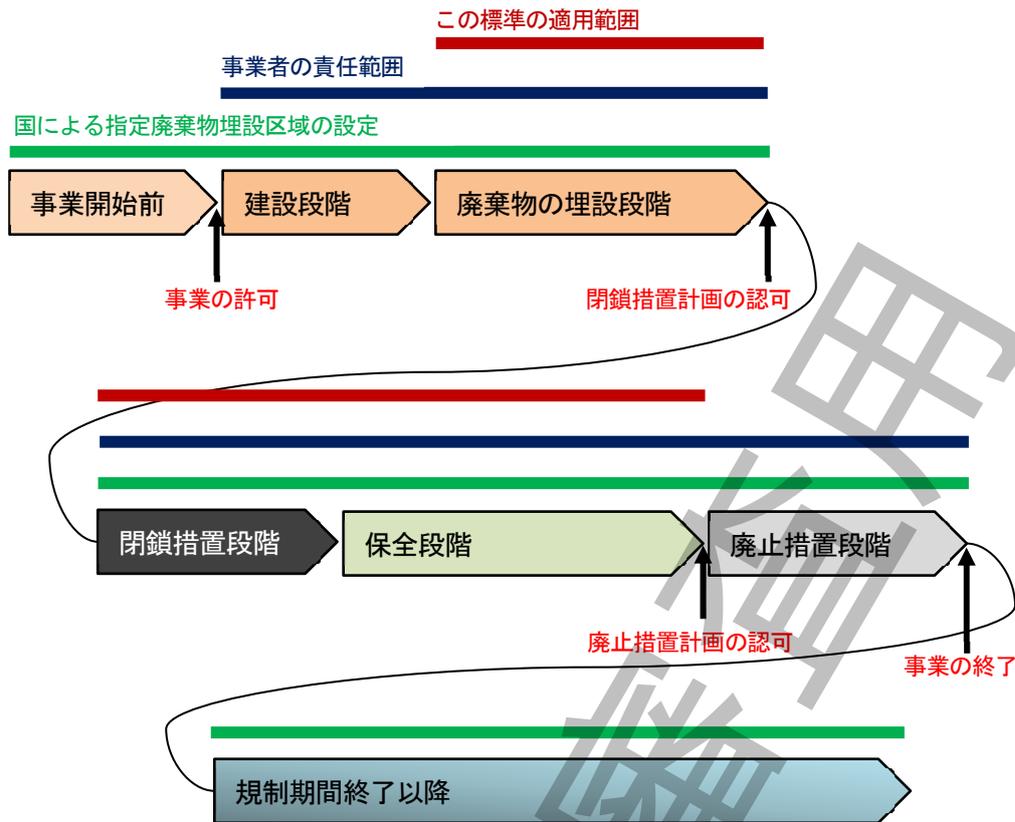
附属書 D では、“炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について”による中深度処分における管理期間の考え方の概要を示したうえで、放射能の減衰特性（例）及びボーリングシナリオの評価（例）を参照して、“管理期間の目安を 300 年～400 年とすることが考えられる。”と管理期間が長期に及ぶことを示している。

また、中深度処分の廃棄物埋設施設は、廃止措置で放射線源を取り除く原子力施設とは異なり、規制期間終了以降にも放射線源となる放射性廃棄物が残ることから、規制期間終了以降の安全性を確保するための管理措置も必要となる。このことは、事業規則第二十二條の十（廃止措置計画の認可の基準）において、事業規則第十七條第一項に定められている廃棄物埋設地に係る保全の措置を必要としない状況にあることなどで定められている（**解説 8.6** 参照）。

管理期間が長期に及ぶこと、規制期間終了以降の安全性も考慮する必要があることに対して、平成 29 年（2017 年）4 月 14 日 公布の改正原子炉等規制法に対する衆参の附帯決議（第 193 回国会閣法第 17 号）では、政府が本法の施行に当たって、次の事項について適切な措置を講ずべきであるとしている。

“中深度処分を行う第二種廃棄物埋設施設については、放射能濃度が比較的高い廃棄物を数百年にも及ぶ長期間取り扱うことから、その間、事業者によって安定的に事業が継続されるよう、当該事業者の体制強化を図る施策の実施も含め、必要な指導・監督を行うこと。また、事業者による管理終了以降に放射性物質の漏えいなどが発生した場合においては、国が責任を持ってその対処に当たること。”

国による指定廃棄物埋設区域の設定と事業者の責任範囲、及びこの標準の適用範囲との時系列的な関係性について、**解説図 2** にまとめた。



解説図 2—事業の各段階における関係性の整理

8.4 遮蔽その他適切な措置（6.1.3）及び周辺監視区域に係る監視（6.5.3）の関係

原子力規制庁の資料（第1回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合，資料1-1，第二種廃棄物埋設に係る規制制度の概要，平成27年1月26日）では，遮蔽機能に係る目的，設計要求，管理要求について次のように整理されている。

遮蔽機能（ピット処分，トレンチ処分）

- ・目的：周辺監視区域外の線量限度を超えないようにすること
- ・設計要求：周辺監視区域の線量当量を監視できる設計
- ・管理要求：周辺監視区域の直接 γ 線及びスカイシャイン γ 線に係る線量当量の監視

この標準の改定前（AESJ-SC-F016:2010，附属書O）における遮蔽に係る管理項目の抽出手順では，この考え方と整合していたが，この標準では次のように見直している。

第二種廃棄物埋設施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈 第八条の第一項において，周辺監視区域における施設に起因する外部被ばく線量の低減は，ALARAの考え方の下に行われる遮蔽，機器の配置等，所要の放射線防護上の措置を講じた設計によってなされるものと説明されている。この設計要求は，廃棄物埋設施設に遮蔽機能を持たせることの目的に対応しており，この標準では新たに6.1.2を追記し，“遮蔽の設計”として説明した。この設計要求を満足させるための管理要求について，この標準では新たに6.1.3を追記し，“遮蔽その他適切な措置”として説明した。また附属書Kで，基本安全機能の遮蔽に係る管理措置を遮蔽その他適切な措置として，技術的要件と具体的な内容を整理した。

一方，許可基準規則第十二条第二号では，周辺監視区域の線量当量を監視できる設計は，事業所及びその境界

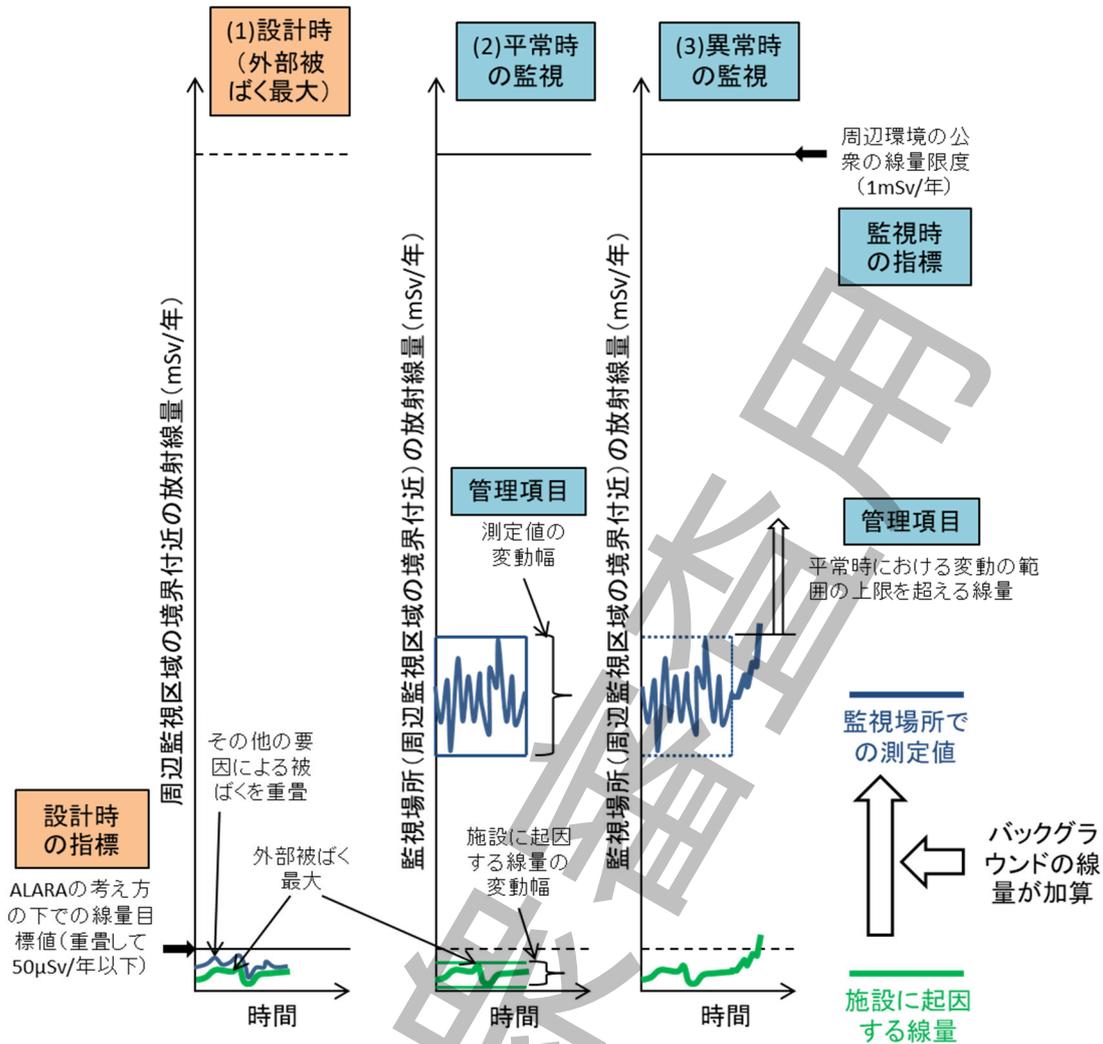
付近における線量の監視・測定設備に対する要求事項とされている。この設計要求に基づいた管理要求である“周辺監視区域に係る監視”は、この標準では法令要求に基づく監視として**6.5.3**で説明している。ここで、遮蔽機能の確保・維持は、ALARAの考え方の下での遮蔽の設計に基づいた遮蔽その他適切な措置によって達成されるものであり、周辺監視区域の放射線量の監視を実施することで達成されるものではないと考えられる。この標準では、**附属書W**で、遮蔽その他適切な措置を講じた結果として、施設に起因する外部被ばく線量が、実際に周辺監視区域外の線量限度を下回っていることを確認するために、埋設段階及び保全段階において周辺監視区域（廃止後は必要に応じて、敷地境界付近など適切な場所）で監視を行うとした。またその他の目的として、公衆の外部被ばくに係る安全に影響を与え得る状況の早期発見、その状況の認識後の対応（線量増加の原因調査、廃棄物埋設施設の監視強化など）とした。

8.5 周辺監視区域に係る監視 (6.5.3)

周辺監視区域の放射線量の監視において、附属施設に起因する外部被ばく線量が周辺監視区域外の線量限度を超えないことを確認するためには、設計時における公衆の外部被ばくに係る安全確保の考え方を踏まえたうえで、適切な監視場所、監視頻度などを設定し、管理をする必要がある。

管理に当たっては、まず、平常時の変動幅を把握しておき、測定データが平常時の変動傾向とは明らかに異なる増加傾向を示した場合には、その原因が施設に起因する放射線量かどうかを速やかに判別する必要がある。

周辺監視区域の放射線量の監視の状況の例示を**解説図 3**に示す。



解説図 3—周辺監視区域の放射線量の監視の状況の例示
(廃棄物の埋設段階)

解説図 3 は、周辺監視区域の放射線量が比較的大きい埋設段階における監視の状況を例示したものである。各状況について、次に説明する。

(1)設計時 (外部被ばく最大) ; 解説図 3 参照

施設に起因する外部被ばく線量による1年間当たりの外部被ばくが、設計上最大となる時期と場所 (例えば周辺監視区域の境界付近) において、廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出、移動及び廃棄物埋設施設からの環境への放射性物質の放出により公衆の受ける線量を含め、線量目標値の50μSv/年を満足するよう、遮蔽の設計及び遮蔽その他の適切な措置を計画する。

(2)平常時の監視 (変動幅の範囲内) ; 解説図 3 参照

施設に起因する外部被ばく線量が、周辺監視区域外の線量限度を十分に下回っていることを、周辺監視区域の境界付近などの監視場所で放射線量を測定することで確認する。この監視場所での測定値には、バックグラウンドの値が含まれている。そのため、施設に起因する外部被ばく線量が線量限度を十分に下回っている状態では、バックグラウンドの変動幅に包含され、通常の測定技術によって測定データから正確に抽出することはほとんど不可能である。そこで、監視の対象を測定値の変動幅とし、変動の傾向に異常がないこと

を確認することで、施設に起因する外部被ばく線量が、周辺監視区域外の線量限度を下回っていると判断できるものとする。

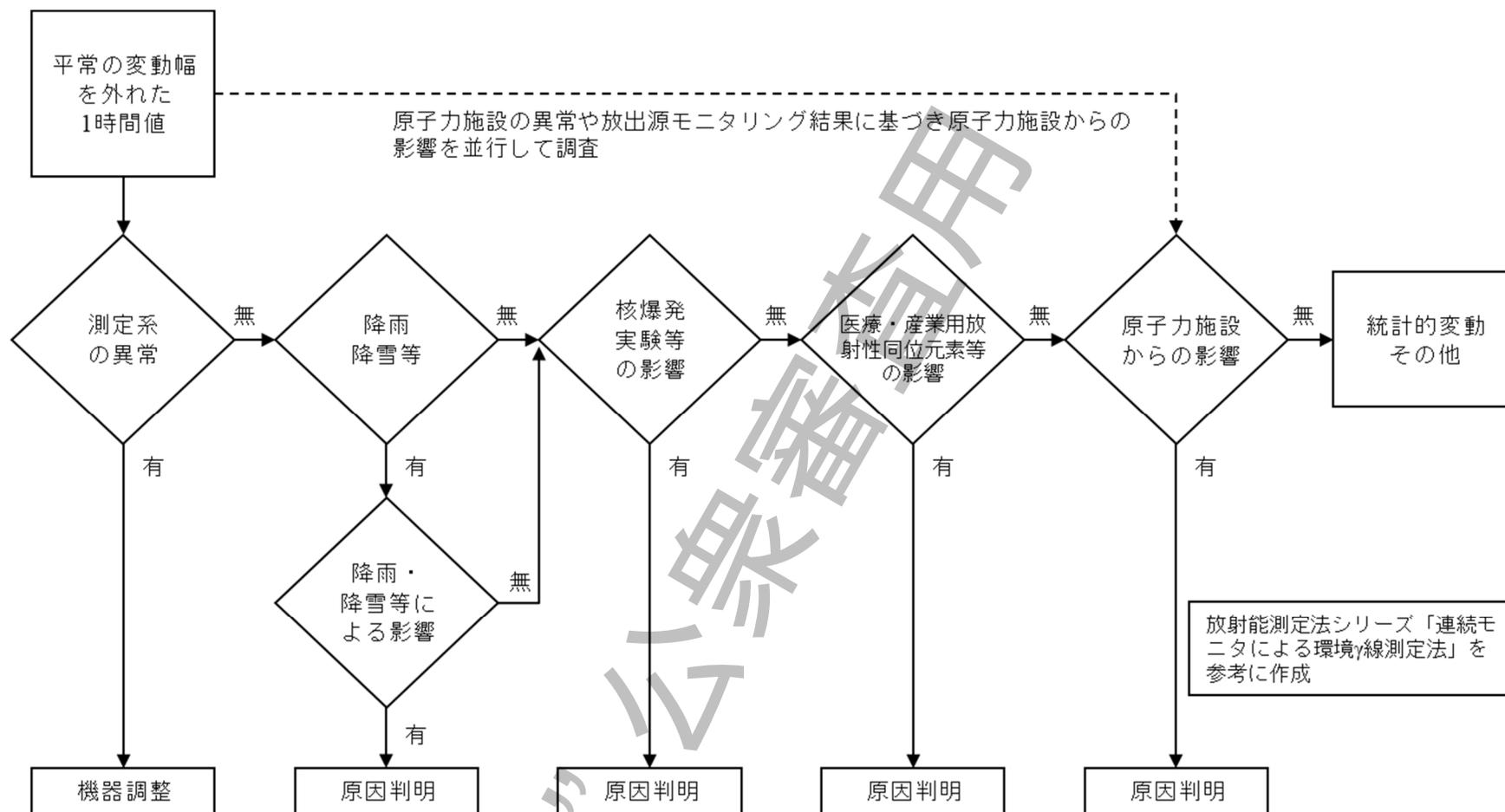
(3)異常時の監視（線量上昇時）；解説図3 参照

周辺監視区域での測定値が平常時における変動の範囲の上限を超過して線量が上昇傾向にある場合には、少なくとも線量限度よりも小さい段階で、その兆候が表れると考えられる。この場合、監視の対象を平常時における変動の範囲の上限を超える線量とすることで、周辺監視区域外の線量限度との対比が可能になると考える。

一般に、L.2.2 に示した変動要因による施設に起因する外部被ばく線量の変動幅は、計算上では確認可能であっても、監視設備で検知できる水準に至ることはほとんどないと考えられる。施設に起因する外部被ばく線量が増大することにより、測定データが平常時の変動の範囲の上限を超えるような状態は、大規模な災害や事故の発生時（例えば、大量の放射性廃棄物が火災や爆発で大量に飛散）、又は計画した操業管理からの著しい逸脱（例えば、大量の放射性廃棄物をモニタリングポストの直近に遮蔽設備なしで仮置き）など、原因となる事象が廃棄物埋設施設の巡視・点検や管理区域内における放射線業務従事者のための放射線量の監視で容易に確認できるものと考えられる。原因となる事象が前者の場合には原子力災害対策特別措置法などに基づいた緊急時の対応、後者の場合には操業管理の計画への回帰又は計画の変更が求められる。

このような事象が発生していない状態で測定データが平常時の変動傾向とは明らかに異なる増加傾向を示した場合には、監視設備の故障、想定を超える異常気象の影響、廃棄物埋設施設以外の原子力施設の事故や核実験による放射性降下物の影響など、廃棄物埋設施設以外の影響要因について確認する必要がある。その際、単体の監視場所で変動する場合と複数の監視場所で連動して変動する場合の違いも考慮する必要がある。また理由が明確に説明できる変動だけではなく、ランダムな変動の要因についても考慮する必要がある。その結果、原因が判明しない場合には、埋設設備や覆土などに期待する遮蔽機能を損なうような変形、損傷が生じていないことを臨時の点検によって確認し、廃棄物埋設施設に近い場所で監視を強化して、廃棄物埋設施設に起因する可能性が低いことの根拠を補強することが求められる。万が一、臨時の点検や監視の強化によって、測定データの増加傾向が廃棄物埋設施設に起因することが判明した場合には、その影響と対応策を詳細に検討する必要がある。

参考に、環境放射線モニタリング指針[1]で示されている空間放射線が平常の変動幅を外れた場合の原因究明のフローチャートを解説図4に示す。



(出典：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，平成22年4月一部改訂，原子力規制委員会ホームページ(旧組織等の情報，国立国会図書館インターネット資料収集保存事業(WARP))，

https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/9483636/www.nsr.go.jp/archive/nsc/shinsajokyo/pdf/100327_kankyo_monita.pdf, 2010)

解説図4ー空間放射線が平常の変動幅を外れた場合の原因究明のフローチャート

8.6 評価の結果に基づく措置 (6.7.5)

定期的な評価等のうち、最後の定期的な評価等と廃止措置の関係について次に示す。

事業規則第二十二條の六では、第二種廃棄物埋設事業において廃止措置として行うべき事項として、次のものを規定している。

- ・ 廃棄物埋設地の附属施設（以下“廃止措置対象附属施設”という。）の解体
- ・ 核燃料物質による汚染の除去
- ・ 核燃料物質等の廃棄
- ・ 事業規則第十三條第一項に規定する放射線管理記録の同條第五項の原子力規制委員会が指定する機関への引渡し
- ・ 廃棄物埋設地の所在等を示す措置の実施

これらの事項は、この標準の適用範囲外であるが、廃止措置計画の認可の申請時に、定期的な評価等の結果に基づく説明書を添付書類として提出することになっている（事業規則第二十二條の七第二項第五号）。

廃止措置計画の認可を受けようとする事業者は、当該認可の日までに、廃止措置に関する事項の追加の記載を含んだ保安規定の変更の認可を受けなければならない（事業規則第二十二條第二項）。この保安規定の変更の認可の申請時には、定期的な評価等の結果に関する説明書を添付書類として提出することになっている（事業規則第二十二條第三項）。なお、この廃止措置に関する保安規定には、それまでの管理期間中の保安規定に記載されていた定期的な評価等（事業規則第二十二條第一項第十八号）の記載が要求されていない（事業規則第二十二條第二項で記載事項から外れている）こと及び事業規則第十九條の二第三項には、廃止措置計画の認可を受けた廃棄物埋設施設には定期的な評価等の要求は適用しないとされている。このため定期的な評価等の実施は、この廃止措置計画の認可申請の直前に行われたものが最後になる。

定期的な評価等では、最新の技術的知見である事業規則第二十二條第二項第三号から第七号に掲げる書類の更新を踏まえ、許可基準規則に基づく評価を行い、その内容の同規則への適合性を確認する（第二種廃棄物埋設施設の定期的な評価等に関する運用ガイド）。この適合性の確認のうち、廃止措置の開始以降の線量評価によって、廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであることを確認する（許可基準規則第十二條第一項第六号）。“廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるもの”とは、保安規定で廃棄物埋設地の保全に関する措置を廃止する予定としている時期以降の線量評価を、最新の技術的知見を反映して行い、放射性物質の環境に及ぼす影響が基準を満たしていることを確認することで、当該予定時期の経過後に、管理期間を終了し、廃止措置の開始に移行できる見通しが得られることである。

一方、廃止措置計画の認可の基準として、“放射能の減衰に応じた第二種廃棄物埋設についての保安のために講ずべき措置の変更予定時期”に規定する措置を実施する期間（管理期間）が経過していることと、事業規則第十七條第一項に定められている廃棄物埋設地に係る保全の措置を必要としない状況にあることなどが定められている（事業規則第二十二條の十）。

以上のことから、事業者は、定期的な評価等により廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しを確認し、当該定期的な評価等に関する説明書を添付した廃止措置に関する保安規定の変更の認可の申請を行うとともに、廃止措置計画の認可の申請を行うことになる。この廃止措置計画の認可申請書には、放射能の減衰に応じた第二種廃棄物埋設についての保安のために講ずべき措置の変更予定時期が経過していることを明らかにする資料（事業規則第二十二條の七第二項第二号）及び、定期的な評価等の結果に関する説明書（事業規則第二十二條の七第二項第三号）などが要求されており、この資料により廃棄物埋設地に係る保全の措置を必要としない状況にあることが確認される。

最後の定期的な評価等と廃止措置の関係について**解説図 5**に示す。

注記 法令の条項番号などは、法令改正によって変わることがある（解説図5も含む）。



解説図5—最後の定期的な評価等と廃止措置の関係

8.7 埋戻しの方法（箇条5）

AESJ-SC-F016:2010（標準の改定前）の**箇条5**の埋戻し方法では、行為、部位、材料の名称について、処分方法ごとに**解説表4**のように定義していた。ここで、“埋戻し”は、ピット処分、トレンチ処分における“覆土の施工”，余裕深度処分における“坑道の埋戻し部の施工”の行為を総称する概念として用いていた。また，“覆土”は部位を表す名称として用いている。

今回の改定では、中深度処分における“埋戻し”として，“坑道の埋戻し”，“坑口の閉塞”，“埋設坑道の埋戻し”を総称する概念として用いている。

解説表 4—埋戻し方法に係る用語の定義

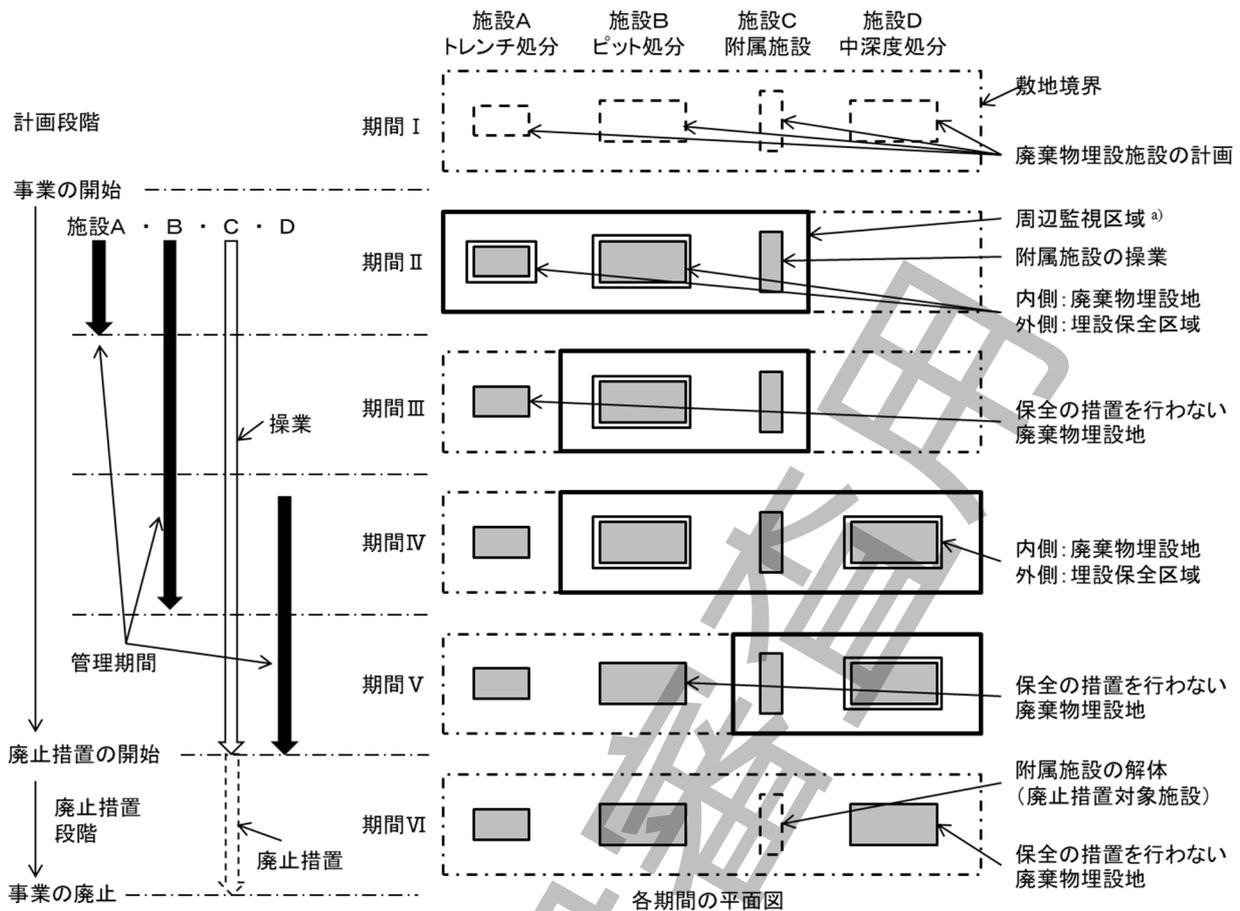
		行為		部位	材料
AESJ-SC-F016:2010	ピット処分 ^{a)} トレンチ処分 ^{a)}	埋戻し	覆土の施工 ^{a)}	覆土 ^{a)}	覆土材 ^{a)}
	余裕深度処分 ^{b)}		坑道の埋戻し部の施工	坑道の埋戻し部	埋戻し材
改定後	中深度処分	埋戻し	坑道の埋戻し (坑口の閉塞も 合わせて規定)	坑道の埋戻し部 (坑口)	埋戻し材 (閉塞材)
			埋設坑道の埋戻し	埋設設備と埋設坑道 の間に生じる空間	埋設坑道内 充填材
注 ^{a)} この標準では対象外					
注 ^{b)} この標準では中深度処分					

8.8 廃棄物埋設地に係る保全 (6.6)

複数の廃棄物埋設地がある場合の保全の措置についての考え方について次に示す。

第二種廃棄物埋設の事業における廃止措置とは、埋設事業の廃止であることから敷地内に複数の廃棄物埋設地を有する場合は、廃棄物埋設事業許可対象の全廃棄物埋設地が保全の措置を必要としない状態となる必要があり、かつ、管理期間を経過していなければ、廃止措置に移行することができない。その場合、“第二種廃棄物埋設施設に係る規則・内規に対するご意見と回答案”（平成 25 年 11 月、原子力規制庁）によれば、廃棄物埋設地の管理は「放射能の減衰に応じたものでよい」とする考えであること、“複数の廃棄物埋設地を有する事業所において、放射性物質の漏えいを監視する必要がない廃棄物埋設地が存在する場合には、保安規定の変更認可をもって、当該廃棄物埋設地については、改正案第 17 条第 1 項第 1 号の措置を要しない管理へと移行することが可能”であることが示されている。このため、廃止措置へ移行はできないが、定期的な評価等の結果を踏まえ個々の廃棄物埋設地において保全の措置を必要としない状態であれば、当該廃棄物埋設地の保全の措置をやめることが可能である。

一例として、敷地内に中深度処分、ピット処分、トレンチ処分の廃棄物埋設地が各 1 箇所、附属施設が 1 箇所ある場合の保全の措置についての考え方を解説図 6 に示す。



注^{a)} 周辺監視区域は、各施設の操作の状況及び放射能の減衰に応じて、適宜、設置、範囲の変更、廃止を行う。

解説図 6—複数の廃棄物埋設地がある場合の保全の措置についての考え方

参考文献

[1] 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，平成 22 年 4 月一部改訂，原子力規制委員会ホームページ(旧組織等の情報，国立国会図書館インターネット資料収集保存事業(WARP))，https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/9483636/www.nsr.go.jp/archive/nsc/shinsajokyo/pdf/100327_kan_kyo_monita.pdf, (2010).