

2021年6月21日提出版

廃棄物埋設施設における 許可基準規則への適合性について

2021年6月
日本原燃株式会社

【凡例】

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

本文記載・・・「黄色」

本文・添付書類ともに記載・・・「黄色」

添付書類記載・・・「水色」

構 成

本資料の構成は、以下のとおり。

第二条 定義(安全機能について)

第三条 安全機能を有する施設の地盤

第四条 地震による損傷の防止

第五条 津波による損傷の防止

第六条 外部からの衝撃による損傷の防止

第七条 火災等による損傷の防止

第八条 遮蔽等

第九条 異常時の放射線障害の防止

第十条 廃棄物埋設地のうち第一号及び第三号

第十条 廃棄物埋設地のうち第四号(廃止措置の開始後の評価)

第十一条 放射線管理施設

第十二条 監視測定設備

第十三条 廃棄施設

第十四条 予備電源

第十五条 通信連絡設備等

廃棄物埋設施設における
許可基準規則第二条について

第二条 定義（安全機能について）
（1号、2号及び3号廃棄物埋設施設）

2021年6月

日本原燃株式会社

目 次

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

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

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

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

2. 廃棄物埋設施設の設備

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

廃棄物埋設地は、埋設設備、排水・監視設備及び埋設設備の上面及び側面を覆う土砂等（以下「覆土」という。）により構成する。埋設設備は、外周仕切設備、内部仕切設備、廃棄体支持架台、セメント系充填材、覆い、コンクリート仮蓋及び内部防水により構成する。排水・監視設備は、ポーラスコンクリート層、排水管、点検路（1号及び2号廃棄物埋設施設）及び点検管（3号廃棄物埋設施設）により構成する。覆土は、難透水性覆土、下部覆土及び上部覆土により構成する。

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

ここで、3号廃棄物埋設施設の増設に伴い「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「許可基準規則」という。）への適合性確認が必要な共用設備は、放射線管理施設、監視測定設備、廃棄施設、通信連絡設備等である。

以上の変更申請対象設備に係る安全機能を定義する。

3. 安全機能を有する施設及びその安全機能について

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

あるものをいう。」となっている。

本施設の安全機能は、放射性物質の漏出を防止する機能(以下「漏出防止機能」という。)、放射性物質の漏出を低減する機能及び生活環境への移行を抑制する機能(以下「移行抑制機能」という。)及び遮蔽機能で、「2. 廃棄物埋設施設の設備」のうち、これらの安全機能を有する施設は、埋設設備(漏出防止機能、移行抑制機能及び遮蔽機能)、排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層(漏出防止機能)及び覆土(移行抑制機能及び遮蔽機能)である。これらは、以下の設計方針に基づくものとする。

なお、埋設クレーンは、放射線従事者の不必要な被ばくを避けるため自動化・遠隔化を図っており、取り扱う廃棄体が落下し、放射性物質が飛散した場合においても、公衆又は従事者に放射線障害を及ぼさないことから安全機能を有する施設ではない。

また、許可基準規則への適合性確認が必要な共用設備は、公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれはないことから安全機能を有する施設ではない。

(1) 漏出防止機能に関する設計方針

漏出防止機能は、埋設設備及び排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層により水を媒体とした放射性物質の環境への漏出を防止するため、雨水及び地下水が廃棄体と接触しないよう浸入を防止する設計と、万一、廃棄体と水が接触した場合にも放射性物質の漏出を防止する設計が相まって、廃棄物埋設地の限定された区域(埋設設備)から放射性物質が漏えいしない状況を達成できる設計とする。

(2) 移行抑制機能に関する設計方針

移行抑制機能は、埋設設備及び覆土により放射性物質の移行に伴う公衆の受ける線量を低減するため、地下水の浸入を抑制する機能及び放射性物質を収着する機能を有する設計とし、その機能の一つに過度に依存しない設計とする。

(3) 遮蔽機能に関する設計方針

遮蔽機能は、廃棄体の表面線量当量率、位置等を考慮し、埋設設備及び覆土により敷地周辺の公衆の受ける線量及び放射線業務従事者の受ける線量並びに濃縮・埋設事業所(以下「事業所」という。)内の人が立ち入る場所に滞在する者の線量が、「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」(平成30年6月8日 原子力規制委員会告示第4号)(以下「線量告示」という。)で定められた線量限度を超えないことはもとより、As Low As Reasonably Achievable (ALARA)の考えの下、合理的に達成できる限り低くできる設計とする。

第1表 埋設設備の要求性能

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

*1：防水シート等の併用により区画内に水を浸入させないよう考慮する。

第2表 排水・監視設備の要求性能

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

*1：排水管には、排水の回収作業用に弁を設けている。

第3表 覆土の要求性能

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

4. 安全機能を維持する期間

本施設に必要となる安全機能を「漏出防止機能」、「移行抑制機能」及び「遮蔽機能」を維持すべき期間は、第4表に示すとおりである。廃止措置の開始後は、移行抑制機能及び遮蔽機能を期待できるように設計する。

第4表 ピット処分における安全機能

安全機能	安全機能を維持すべき期間	
	放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了*1まで	覆土完了*1から廃止措置の開始まで
漏出防止機能	○	-
移行抑制機能	-	○
遮蔽機能	○	○

○：安全機能を維持する

-：考慮しない

*1：覆土完了の時点を埋設の終了とする。

廃棄物埋設施設における
許可基準規則への適合性について

第三条 安全機能を有する施設の地盤
(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)

2021年6月

日本原燃株式会社

目 次

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第三条及びその解釈.....	1
2. 廃棄物埋設施設の安全機能について.....	2
3. 評価対象.....	3
(1) 1号廃棄物埋設地の地盤.....	3
(2) 2号廃棄物埋設地の地盤.....	4
4. 許可基準規則への適合のための評価方針.....	5
(1) 第三条第1項.....	5
(2) 第三条第2項.....	5
(3) 第三条第3項.....	5
5. 許可基準規則への適合性説明.....	6
(1) 敷地の地形.....	6
(2) 調査結果.....	6
(3) 安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価.....	12
(4) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変形に対する評価.....	13
(5) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変位による影響評価.....	15
(6) 廃棄物埋設地設置位置及びその付近の地盤の透水係数.....	16
6. 参考文献.....	17

添付資料1 地盤の評価について

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

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

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

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

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

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

2. 廃棄物埋設施設の安全機能について

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

したがって、許可基準規則第二条第2項第一号を考慮し、**廃棄物埋設施設(以下「本施設」という。)**の安全機能を「放射性物質の漏出を防止する機能(以下「漏出防止機能」という。）」、「放射性物質の漏出を低減する機能及び生活環境への移行を抑制する機能(以下「移行抑制機能」という。）」及び「遮蔽機能」とする。これらの安全機能を有する施設は、埋設設備(漏出防止機能、移行抑制機能及び遮蔽機能)、排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層(漏出防止機能)及び覆土(移行抑制機能及び遮蔽機能)である。

また、安全機能を維持すべき期間は、第1表に示すとおりである。廃止措置の開始後は、移行抑制機能及び遮蔽機能を期待できるように設計する。

第1表 安全機能を維持すべき期間

安全機能	廃止措置の開始前	
	放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了*1まで	覆土完了*1から廃止措置の開始まで
漏出防止機能	○	-
移行抑制機能	-	○
遮蔽機能	○	○

○：安全機能を維持する
 -：考慮しない
 *1：覆土完了の時点を埋設の終了とする。

3. 評価対象

許可基準規則第三条の評価対象は、3号廃棄物埋設地の設置地盤とする。

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

(1) 1号廃棄物埋設地の地盤

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

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

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

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

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

盤を対象としており、廃棄物埋設施設の位置に変更はないことから、1号埋設設備7,8群の漏出防止対策の追加、廃棄体数量の変更及び覆土の仕様の変更による影響はない。したがって、地盤、地質は、既許可申請書の「添付書類三 ロ 地盤」のとおり。

また、廃棄物埋設地設置位置及びその付近の地盤の透水係数についても、廃棄物埋設施設の位置に変更はないことから、既許可申請書の「添付書類三 ハ 水理」のとおり。

(2) 2号廃棄物埋設地の地盤

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

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

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

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

また、廃棄物埋設地設置位置及びその付近の地盤の透水係数についても、廃棄物埋設施設の位置に変更はないことから、既許可申請書の「添付書類三 ハ 水理」のとおり。

4. 許可基準規則への適合のための評価方針

(1) 第三条第1項

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

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

(2) 第三条第2項

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

(3) 第三条第3項

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

以上より、**廃棄物埋設地は、空中写真判読、地質調査、標準貫入試験等の実施結果を基に以下を確認した地盤に設置する。**

- ・自重及び操業時の荷重等に加え、耐震重要度分類Cクラスの施設に求められる地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持性能を有すること。
- ・支持地盤が構造物を安定的に支持できるN値50以上の岩盤（鷹架層）であり、敷地内に断層活動に伴う変動地形がなく、変形が生じるおそれがないこと。
- ・将来活動する可能性のある断層等（支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面を含む）の露頭がなく、変位が生じるおそれがないこと。
- ・また、許可基準規則第三条の要求事項に加え、線量評価の影響を考慮し、**放射性物質の移行上の短絡経路となるような断層及び緩い砂層等の高透水路(水みち)がないこと。**

5. 許可基準規則への適合性説明

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

なお、詳細な検討内容については添付資料1に示す。

(1) 敷地の地形

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

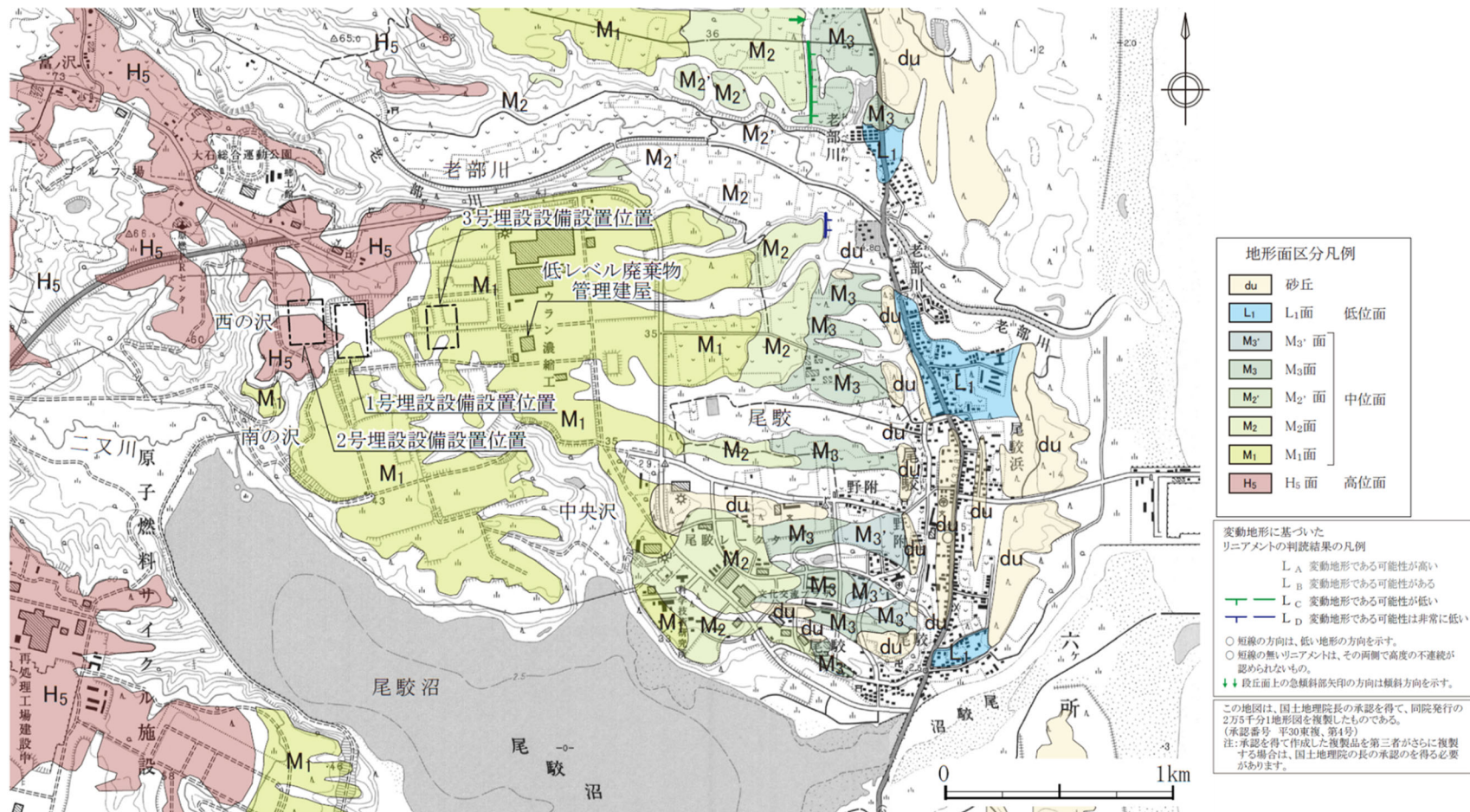
3号廃棄物埋設地は、1号廃棄物埋設地の東側に位置し、標高約41m～46mに造成した場所へ設置する。

(2) 調査結果

(i) 空中写真判読及び地表地質調査

敷地周辺の空中写真判読及び地表地質調査による変動地形に基づいて作成した敷地付近の地形面区分図及びリニアメント・変動地形の判読結果を第1図に示す。1号廃棄物埋設地周辺の北側から北西側の範囲は標高50m～60m程度と標高が高く、1号廃棄物埋設地の南側から東側にかけて分布する中位段丘面(M₁面：酸素同位体ステージ(以下「MIS」という。)5eに対比)よりも1段高い高位段丘面(H₅面：MIS7に対比)が分布する。また、防災科学技術研究所⁽¹⁾による地すべり地形の判読結果を第2図に示す。

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



第1図 敷地付近の地形面区分図



輪郭構造（滑落面と側方崖）

	新鮮なまたは開析されていない冠頂をもつ滑落面
	部分的に開析されている冠頂をもつ滑落面
	冠頂が著しく開析された滑落面
	冠頂が丸みをおびて不明確になった滑落面
	開析されて無くなってしまった冠頂・滑落面の確定復元位置
	中・細粒の流れ出すへり面が地表に露出し、滑落面にあたる急傾斜を呈しない斜面。冠頂は尾端の反対側斜面とすべり面との交線
	後方崖、多重稜線等

移動体の輪郭・境界

	後方に滑落面があり、移動体の輪郭が明確に判別可能
	後方の滑落面は明瞭であるが、移動体の輪郭の判定が困難
	滑落面はほとんど開析されてしまったが、過去の移動体の一部（不安定土塊）が残存している
	ほかの移動体や堆積物におおわれた部分
	斜面体の移動の初期状態。緩衝から分離していないとしても不安定域。移動域と確定される輪郭
	斜面移動体かどうか判定できない山体・小丘

内部構造

	二次・小滑落面、崖線の開析程度に応じて輪郭構造の場合と同様に表す
	サブユニットの境界、内部（二次）移動体輪郭
	移動体内の小尾根
	幅の広い溝状凹地、亀裂
	幅の狭い溝状凹地、亀裂
	雁行亀裂
	線状窪地・小谷遺線

移動方向等移動体の主移動方向

	すべり
	クレープ（爬行）
	流れ・押し出し
	落石など
	前方への移動または傾動を伴う移動とその方向
	元の斜面傾斜と逆方向へ傾動した斜面の傾斜方向

注1：「J-SHIS 地震ハザードステーション」⁽³⁾より抜粋・一部加筆、地すべり地形は、防災科学技術研究所(2009)5万分の1地すべり地形分布図第42集「野辺地・八戸」図集⁽⁴⁾による。

第2図 地すべり地形分布図

(ii) 3号廃棄物埋設地設置位置及びその付近の地質

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

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

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

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

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

なお、3号廃棄物埋設地設置標高付近の鷹架層には、緩い砂層等は確認されない。

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

火山灰層は、段丘堆積層を覆って広く分布し、主に褐色の粘土質火山灰からなる。

なお、火山灰層中には、オレンジ軽石(約17万年前)及び町田・新井(2011)⁽¹⁾による洞爺火山灰(11.2万年前～11.5万年前)が挟まれる。オレンジ軽石及び洞爺火山灰は、段丘堆積層や近傍火山灰との層序関係、火山灰の性状、火山ガラスの屈折率及び鉱物組成の文献値との類似性から対比し、同定した。

盛土は、主に段丘堆積層の砂及び火山灰層の粘土質火山灰の掘削土からなる。

(iii) 標準貫入試験結果

3号廃棄物埋設地及びその付近における鷹架層の風化部の分布状況及び地盤の強度を把握し、3号廃棄物埋設地の設計及び施工の基礎資料を得るため、標準貫入試験を実施した。3号廃棄物埋設地及びその付近のボーリング孔で実施した標準貫入試験によると、表層部を除き、鷹架層はN値が50以上の岩盤である。

(iv) 土質試験結果

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

第2表 3号廃棄物埋設地付近の土質試験結果(盛土及び第四紀層)

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

(iv) 物理試験・岩石試験結果

3号廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層中部層の軽石凝灰岩及び砂質軽石凝灰岩の物理特性及び力学特性を明らかにするため、ボーリング調査より採取した試料を用いて、物理試験、岩石試験を実施した。

a. 物理試験結果

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

第3表 3号廃棄物埋設地付近の物理試験結果(鷹架層)

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

*1: ()内の数字は土粒子の密度を測定した試料数を示す。

b. 岩石試験結果

3号廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層中部層の軽石凝灰岩及び砂質軽石凝灰岩のボーリングコアから採取した試料による岩石試験結果を第4表に示す。

第4表 3号廃棄物埋設地付近の岩石試験結果(鷹架層)

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

(3) 安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価

3号埋設設備の設置地盤は、鷹架層中部層の軽石凝灰岩層である。3号埋設設備は標準貫入試験によるN値が50以上の岩盤(鷹架層)に設置する。また、3号埋設設備の周囲に覆土があると、地盤の変形を抑制する上載荷重として作用するため、地盤の支持力の評価は、3号埋設設備による荷重が最大かつ覆土施工前の状態で行っている。

算出した設置地盤の支持力及び3号埋設設備の接地圧を第5表に示す。

設置地盤の支持性能を検討するに当たり、3号埋設設備の基礎形式は直接基礎であることから、土木構造物の直接基礎の場合に適用される最新の知見として、「道路橋示方書(IV下部構造編)・同解説」(日本道路協会、平成29年)⁽²⁾(以下「道示IV」という。)及び「建築基準法」に基づく「国土交通省告示第千百十三号(地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を求めるための方法等を定める件)」(以下「国土交通省告示第千百十三号」という。)を用いた。

「国土交通省告示第千百十三号」に基づく許容応力度は、岩石試験結果を用いて求められ、軽石凝灰岩層軽石凝灰岩が2.3MN/m²、軽石凝灰岩層砂質軽石凝灰岩が13.1MN/m²である。一方、「道示IV」に基づく地盤反力度の制限値は、軟岩における耐荷性能の照査の制限値として0.9MN/m²である。

設置地盤の支持性能は、「道示IV」⁽²⁾の「表-9.5.5 基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値(支持層が岩盤の場合)」より算出した0.9MN/m²と、国土交通省告示第1113号を用いて算出した支持地盤の許容応力度を確認し、地盤反力度による制限値においても、3号埋設設備の接地圧(0.24MN/m²)に対して十分な支持力を有している。

以上より、3号埋設設備の設置地盤は、N値50以上の岩盤(鷹架層)であり、3号埋設設備による荷重(0.24MN/m²)に対して十分に大きい支持性能を示すことから、十分な支持

力を有していると評価した。

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

第 5 表 設置地盤の支持力

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

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

*2：地盤反力度の制限値については「道示IV」表-9.5.5を用いた。

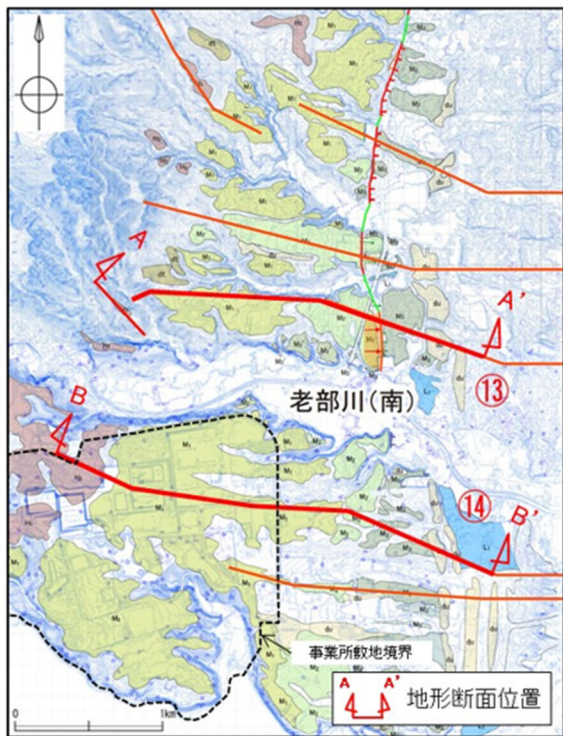
*3：埋設設備の接地圧については、操業中の荷重として自重、地震、風及び積雪を考慮した。

(4) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変形に対する評価

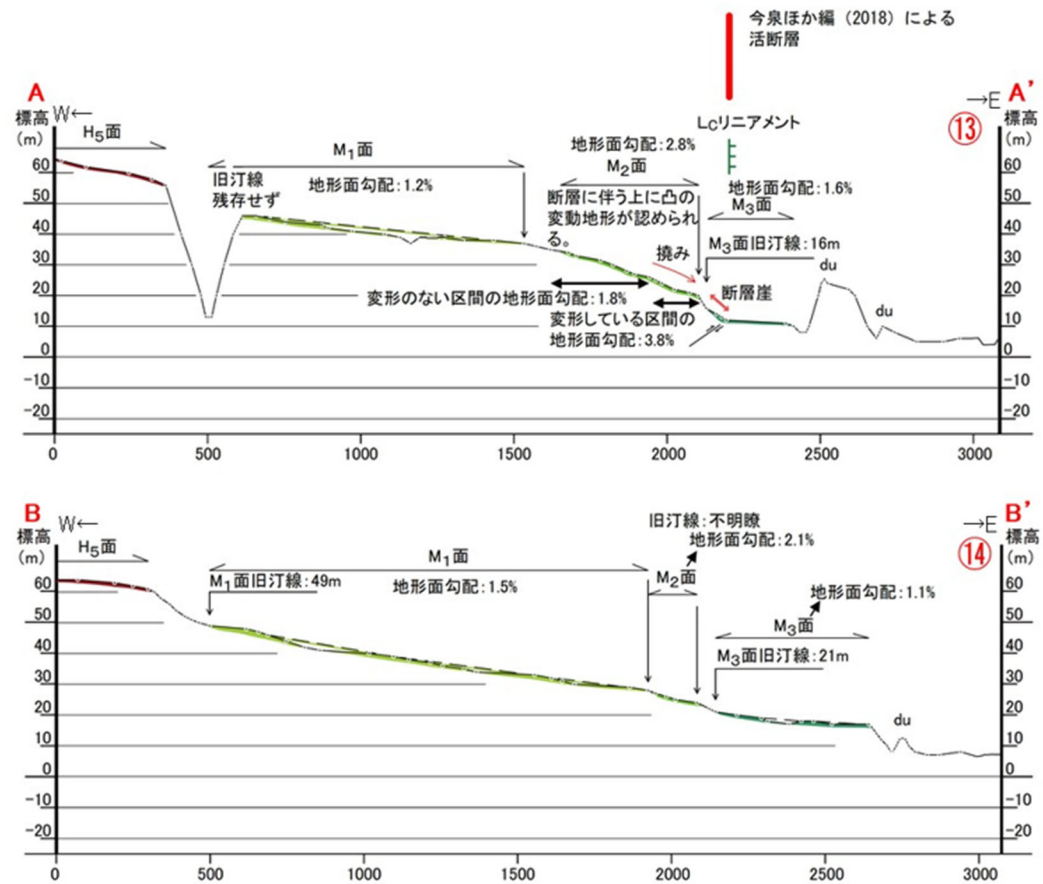
地盤の変形は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下による周辺地盤の変状の影響がないことを確認する。3号廃棄物埋設地周辺地盤の変形のうち地盤の傾斜及び撓みの影響を確認するため、敷地及び敷地周辺に対し空中写真判読及び地質調査を実施した。その結果、敷地周辺に分布する断層として出戸西方断層が確認された。出戸西方断層に起因する変動地形は断層近傍のみで認められ、敷地内には認められないことから、出戸西方断層による敷地への支持地盤の傾斜及び撓みといった変形の影響はないと評価した(第 3 図)。

3号埋設設備の設置地盤は、構造物を安定的に支持できる N 値 50 以上の岩盤(鷹架層)であり、十分な強度を持っている。また、設置地盤以深も N 値 50 以上の岩盤(鷹架層)と同等の岩盤が連続していることから、地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下による周辺地盤の変状の影響はないと評価した。

以上より、3号埋設設備の設置地盤は、地盤の変形に対して安全機能が損なわれるおそれはない。



地形面区分図及び地形断面図位置図
 (「再処理事業所再処理事業変更許可申請書 本文及び添付資料 一部補正」(令和2年7月13日)の一部抜粋加筆)



地形断面図(「再処理事業所再処理事業変更許可申請書 本文及び添付資料 一部補正」
 (令和2年7月13日)の一部抜粋加筆)

第3図 敷地周辺の地形断面図作成位置及び地形断面図

(5) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変位による影響評価

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

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

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

以上より、3号埋設設備の設置地盤は、変位が生ずるおそれはない。

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

(6) 3号廃棄物埋設地設置位置及びその付近の地盤の透水係数

地盤の透水性を把握するため、鷹架層中部層及び第四紀層を対象に主に原位置透水試験を実施した。鷹架層中部層を対象とした試験は、JGS1322⁽⁵⁾等に準拠し、鷹架層表層の風化部及び第四紀層を対象とした試験は、JGS1314⁽⁵⁾等に準拠した。盛土及び第四紀層の一部については、JIS A 1218 に準拠し、室内透水試験を実施した。透水試験結果を第6表に示す。

3号廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層中部層の透水係数は、第四紀層及び鷹架層中部層の風化部と比べて十分小さく、地下水は主に第四紀層及び鷹架層中部層の風化部を流れる。3号廃棄物埋設地及びその付近にはf-a断層、sf-b(Ⅱ)断層及びsf-e断層の3条の断層が認められるが、第6表に示す透水試験結果より、断層部は周辺地盤と同等の透水性を有している。

以上より、放射性物質の移行上の短絡経路となるような断層はない。また、緩い砂層等も存在しないため、水みちとなるようなものはない。

第6表 透水試験結果

3号廃棄物埋設地及びその付近	区 分	透水係数 対数平均値 (m/s)	試験個数(個)	対数の 標準偏差
	盛土部 ^{*1}		7.3×10^{-6}	9
第四紀層 ^{*1}		2.6×10^{-6}	16	0.6
鷹架層中部層 N値50未満(風化部)		9.6×10^{-7}	5	0.6
鷹架層中部層 N値50以上 ^{*2}		5.0×10^{-8}	310	0.9
鷹架層中部層 軽石混り砂岩層(T _{2ps})		4.5×10^{-8}	4	0.2
鷹架層中部層 軽石凝灰岩層(T _{2pt})		4.3×10^{-8}	207	1.0
鷹架層中部層 粗粒砂岩層(T _{2cs})		7.3×10^{-8}	82	0.4
f-a断層		1.6×10^{-7}	3	1.0
sf-b(Ⅱ)断層		1.7×10^{-8}	9	0.3
sf-e断層		1.0×10^{-7}	1	—

*1：3号廃棄物埋設地及びその付近の盛土部と第四紀層を合わせてデータ整理すると、透水係数： 3.8×10^{-6} (m/s)、対数の標準偏差：0.5、試験個数：25個となる。

*2：試験区間中に地層境界(断層部含む)が存在した場合、そのデータは各層の試験データからは除外する。ただし、「鷹架層中部層N値50以上」の透水係数としては、各層の地層境界及び断層部も含める。

6. 参考文献

- (1) 町田洋、新井房夫(2011)：新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺]、東京大学出版会
- (2) 公益社団法人 日本道路協会(平成 29 年)：道路橋示方書(IV 下部構造編)・同解説
- (3) 国立研究開発法人 防災科学技術研究所：J-SHIS Map、J-SHIS 地震ハザードステーション、<https://www.j-shis.bosai.go.jp/map/>(参照 2021-6-1)
- (4) 国立研究開発法人 防災科学技術研究所(2009)：5 万分の 1 地すべり地形分布図 第 42 集 「野辺地・八戸」図集、防災科学技術研究所研究資料 第 329 号
- (5) 社団法人地盤工学会(2013)：地盤調査の方法と解説、地盤工学会

地盤の評価について

目 次

1. はじめに.....	1
2. 許可基準規則に対する評価の方針.....	1
(1) 第三条第1項.....	1
(2) 第三条第2項.....	2
(3) 第三条第3項.....	3
3. 敷地の地形.....	4
4. 安全機能を有する施設設置位置付近の地質・地質構造及び地盤.....	5
(1) 調査内容.....	5
(2) 調査結果.....	8
5. 安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価.....	49
(1) 地盤の支持性能の算定.....	49
(2) 地盤の支持力の評価.....	51
6. 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変形による影響評価.....	52
(1) 地盤の傾斜及び撓みの評価.....	52
(2) 不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下の評価.....	52
7. 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変位による影響評価.....	54
(1) 断層及び地すべりの評価.....	54
8. 低レベル廃棄物管理建屋設置地盤の安定性評価.....	55
9. 3号廃棄物埋設地設置位置及びその付近の地盤の透水係数.....	55
10. まとめ.....	58
(1) 安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価.....	58
(2) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変形による影響評価.....	58
(3) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変位による影響評価.....	58
11. 参考文献.....	59

1. はじめに

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

2. 許可基準規則に対する評価の方針

(1) 第三条第1項

(i) 要求事項

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

(ii) 評価方針

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

地震力については、耐震重要度分類 C クラスの施設に求められる地震力が作用した場合を考慮する。

(iii) 評価の考え方

安全機能を有する施設は、耐震重要度分類 C クラスを基本とした設計であることから、安全機能を有する施設の設置地盤の支持性能がおおむね弾性範囲に留まることを確認する。埋設設備の基礎形式は直接基礎であることから、地盤の支持性能を検討するに当たり、土木構造物の直接基礎の場合に適用される最新の知見として、「道路橋示方書(IV下部構造編)・同解説」(日本道路協会、平成29年)⁽¹⁾(以下「道示IV」という。)及び「建築基準法」に基づく「国土交通省告示第千百十三号(地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を求めるための方法等を定める件)」(以下「国土交通省告示第千百十三号」という。)を用いた。

設置地盤の支持性能値については、「道示IV」⁽¹⁾の「表-9.5.5 基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値(支持層が岩盤の場合)」に示される 0.9MN/m^2 と、「国土交通省告示第千百十三号」を用いて算出した設置地盤の許容応力度を確認した。

算出した設置地盤の支持性能値の値と接地圧を比較し、評価を行う。

a. 地盤反力度の制限値

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

b. 設置地盤の許容応力度

「国土交通省告示第千百十三号」のうち、第2項及び第3項を用いて、地盤の許容応力度を算出するものとする。

c. 接地圧

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

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

自然現象の重畳については、地震、風及び積雪を考慮する。

(2) 第三条第2項

(i) 要求事項

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

(ii) 評価方針

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

(iii) 評価の考え方

a. 設置地盤の傾斜及び撓み

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

b. 不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下

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

(3) 第三条第 3 項

(i) 要求事項

廃棄物埋設地は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。

(ii) 評価方針

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

(iii) 評価の考え方

a. 断層

廃棄物埋設地には、将来活動する可能性のある断層がないことを確認する。

b. 地すべり

廃棄物埋設地の設置地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべりがないことを確認する。

3. 敷地の地形

敷地造成前の地形を第1図に示す。

敷地内にみられる主な沢は、敷地西部の3条の沢(東から順に南の沢、西の沢及びその他1条の沢)及び敷地中央部の沢(以下「中央沢」という。)である。敷地が位置する台地は、中央沢により北東側と南西側に二分される。北東側の台地は標高30m~60m程度、南西側の台地は標高30m~40m程度である。3号廃棄物埋設地は、北東側の台地に設置する。また、1号廃棄物埋設地周辺の北側から北西側の範囲は標高50m~60m程度と標高が高くなっており、1号廃棄物埋設地の南側から東側にかけて分布する中位段丘面(M₁面：酸素同位体ステージ(以下「MIS」という。))5eに対比)よりも1段高い高位段丘面(H₅面：MIS7に対比)が分布する。3号廃棄物埋設地は、1号廃棄物埋設地の東側に位置し、標高約41m~46mに造成した場所へ設置する。



第1図 敷地造成前の地形

4. 安全機能を有する施設設置位置付近の地質・地質構造及び地盤

(1) 調査内容

(i) 空中写真判読及び地表地質調査

敷地付近の地質分布、断層活動に伴う変動地形、地すべり地形、地すべりのおそれがある急斜面及び陥没の発生した形跡を確認するため、空中写真判読及び地表地質調査を実施し、その結果に基づいて地形面区分図、リニアメント・変動地形の分布図等を作成した。

(ii) 地質調査

敷地の地質・地質構造について、直接試料を得るとともに、ボーリング孔を利用した原位置試験を実施するために、敷地内においてボーリング調査を実施した。

ボーリングは、ロータリ型ボーリングマシンを使用し、掘削孔径 76mm のオールコアボーリングとした。

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

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

トレンチ調査及び地表地質調査の結果とあわせて地質平面図及び地質断面図を作成し、敷地内の基礎地盤の地質特性及び地質構造について検討した。

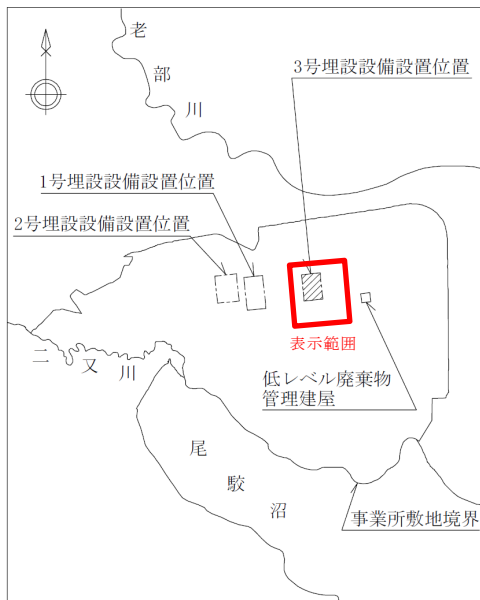
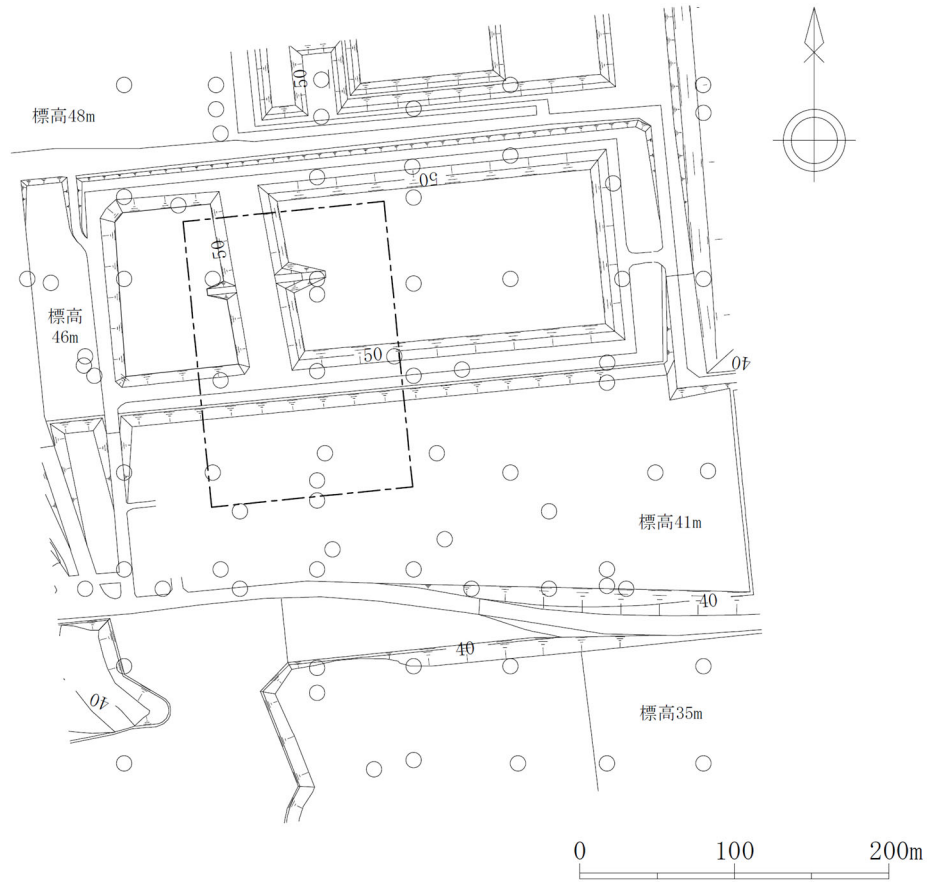
3号廃棄物埋設地付近で実施したボーリング調査は 83 孔*1、総延長約 4,900m であり、3号廃棄物埋設地及びその付近におけるボーリングコアの採取率は 100% である。

3号廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層の R. Q. D. は平均約 98.9% であり、鷹架層は堅硬で亀裂及び節理が少ない岩盤であると判断した。

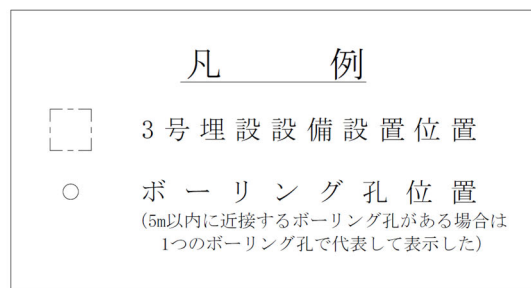
3号廃棄物埋設地には、ボーリング調査結果から、断層が確認されなかったため、トレンチ調査は実施する必要はないと判断した。一方、敷地内に分布する f-a 断層、f-c 断層及び sf-e 断層については、活動性を確認するためトレンチ調査を実施した。

また、3号廃棄物埋設地の力学特性を把握するため、設置標高付近のボーリングコア試料を用いて岩石試験を実施した。3号廃棄物埋設地及びその付近の調査位置を第2図に示す。

*1：地質調査用ボーリングのみの孔数を示す。



表示範囲の位置図



第2図 3号廃棄物埋設地及びその付近の調査位置図

(iii) 標準貫入試験

3号廃棄物埋設地及びその付近における鷹架層の風化部の分布状況及び地盤の強度を把握し、3号廃棄物埋設地の設計及び施工の基礎資料を得るため、標準貫入試験を実施した。試験は、JIS A 1219に準拠し、ハンマーを自由落下させ標準貫入試験用サンプルを30cm打ち込むのに要する打撃回数(N値)を測定する方法で実施した。

(iv) 土質試験

3号廃棄物埋設地及びその付近の第四紀層の物理特性を明らかにするため、土質試験を実施した。

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

(v) 物理試験・岩石試験

3号廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層中部層の軽石凝灰岩及び砂質軽石凝灰岩の物理特性及び力学特性を明らかにするため、岩石試験を実施した。

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

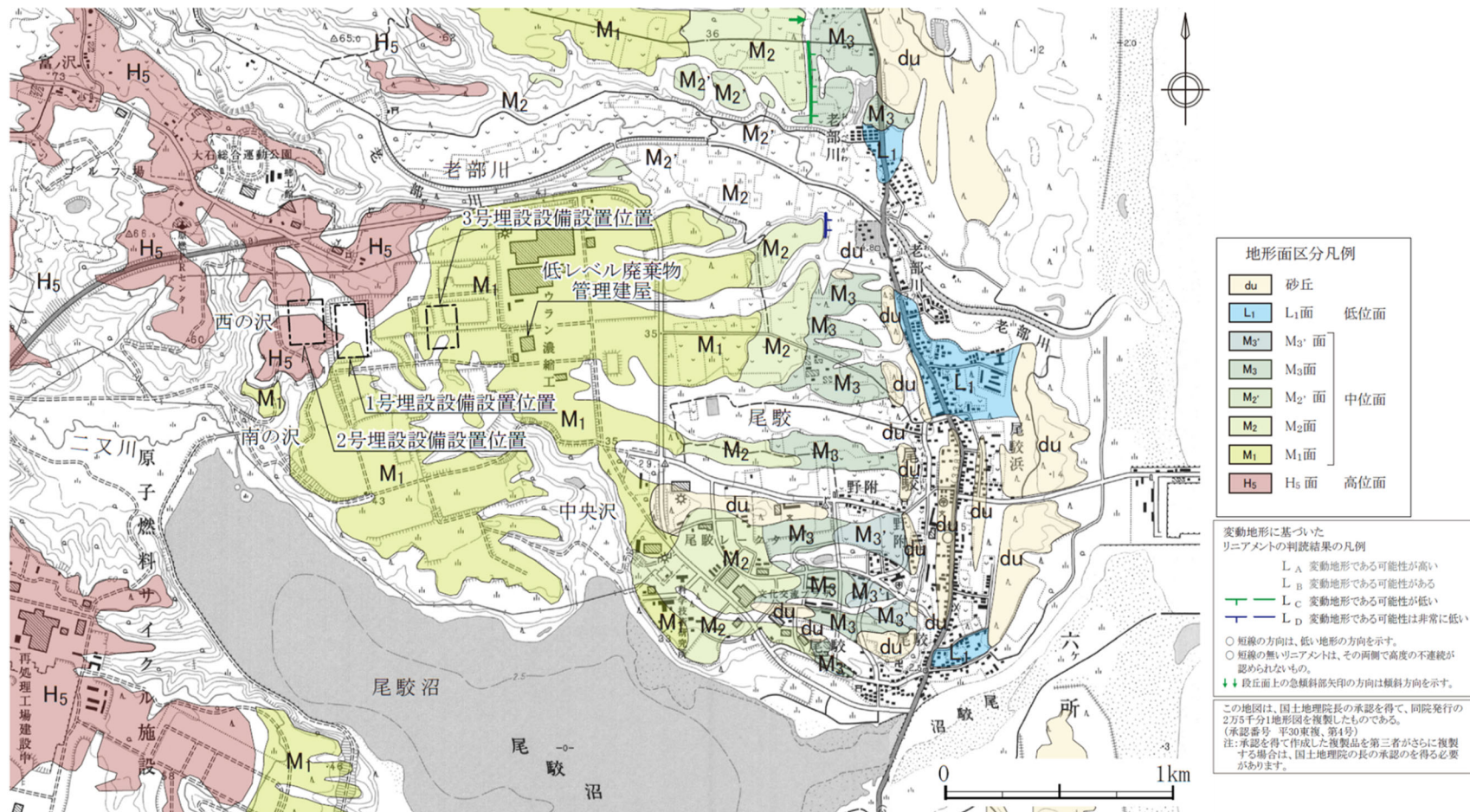
物理試験は、JGS 2132(2009)に、圧裂試験は、JGS 2551(2009)に準拠して実施した。また、三軸圧縮試験(UU)は、JGS 2531(2009)に準拠して実施した。

(2) 調査結果

(i) 空中写真判読及び地表地質調査

敷地周辺の空中写真判読及び地表地質調査による変動地形に基づいて作成した敷地付近の地形面区分図及びリニアメント・変動地形の判読結果を第3図に示す。1号廃棄物埋設地周辺の北側から北西側の範囲は標高50m～60m程度と標高が高く、1号廃棄物埋設地の南側から東側にかけて分布する中位段丘面(M1面：酸素同位体ステージ(以下「MIS」という。)5eに対比)よりも1段高い高位段丘面(H5面：MIS7に対比)が分布する。また、防災科学技術研究所⁽³⁾による地すべり地形の判読結果を第4図に示す。

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



第3図 敷地付近の地形面区分図



注1:「J-SHIS 地震ハザードステーション」⁽³⁾より抜粋・一部加筆、地すべり地形は、防災科学技術研究所(2009)5万分の1地すべり地形分布図第42集「野辺地・八戸」図集⁽⁴⁾による。

第4図 地すべり地形分布図

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

(i) 安全機能を有する施設設置位置付近の地質

3号廃棄物埋設地及びその付近の地質層序表を第1表に示す。また、3号廃棄物埋設地及びその付近の地質平面図を第5図に、3号廃棄物埋設地設置標高付近の地質水平断面図を第6図に示す。さらに、3号廃棄物埋設地及びその付近の地質断面図を第7図に示す。さらに、3号廃棄物埋設地及びその付近でのボーリング調査から得られた主要な地質柱状図を第8図～第11図に示す。

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

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

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

軽石凝灰岩層は、主に径数mm～数cmの軽石を多く含む凝灰岩等からなり、下位から漸移的に軽石質砂岩、砂質軽石凝灰岩及び軽石凝灰岩が分布する。なお、3号廃棄物埋設地設置標高付近の鷹架層には、緩い砂層等は確認されない。

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

火山灰層は、段丘堆積層を覆って広く分布し、主に褐色の粘土質火山灰からなる。

敷地内で確認される示標テフラについて第12図及び第13図に示す。火山灰層中には、オレンジ軽石(約17万年前)及び町田・新井(2011)⁽⁵⁾による洞爺火山灰(11.2万年前～11.5万年前)が挟まれる。オレンジ軽石及び洞爺火山灰は、段丘堆積層や近傍火山灰との層序関係、火山灰の性状、火山ガラスの屈折率及び鉱物組成の文献値との類似性から対比し、同定した。

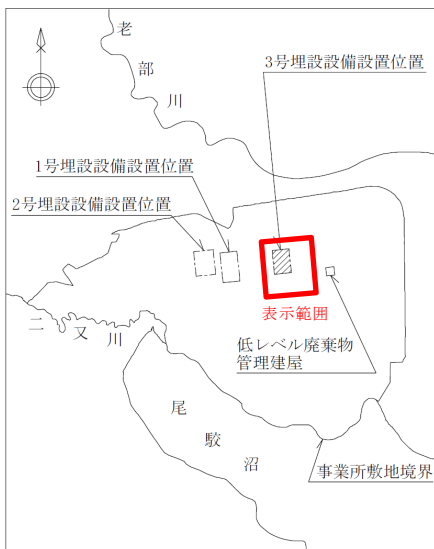
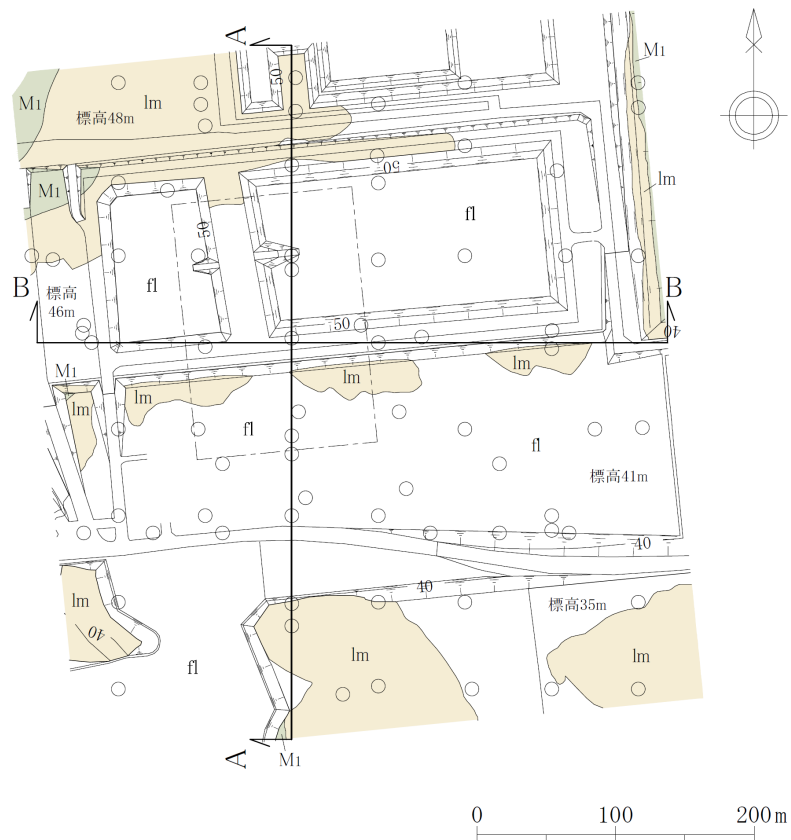
なお、火山灰の対比及び同定の詳細なデータについては根拠資料1に示す。

盛土は主に段丘堆積層の砂及び火山灰層の粘土質火山灰の掘削土からなる。

第1表 3号廃棄物埋設地及びその付近の地質層序表

地質時代			地 層 名	記号	主な層相		
新 代	第 四 紀	完 新 世	盛 土	f1	砂、粘土質火山灰		
		更 新 世	後 期	火 山 灰 層	lm	粘土質火山灰	
			中 期	中 位 段 丘 堆 積 層	M1	中粒砂ないし粗粒砂	
	新 第 三 紀	中 新 世	中 期	鷹 架 層 中 部 層	軽石混り砂岩層	T _{2ps}	礫質砂岩 砂岩・泥岩互層 砂質軽石凝灰岩 軽石混り砂岩
					軽石凝灰岩層	T _{2pt}	軽石凝灰岩 砂質軽石凝灰岩 軽石質砂岩
					粗粒砂岩層	T _{2cs}	砂岩 粗粒砂岩

注) 1 ~~~~~ は、不整合関係を示す

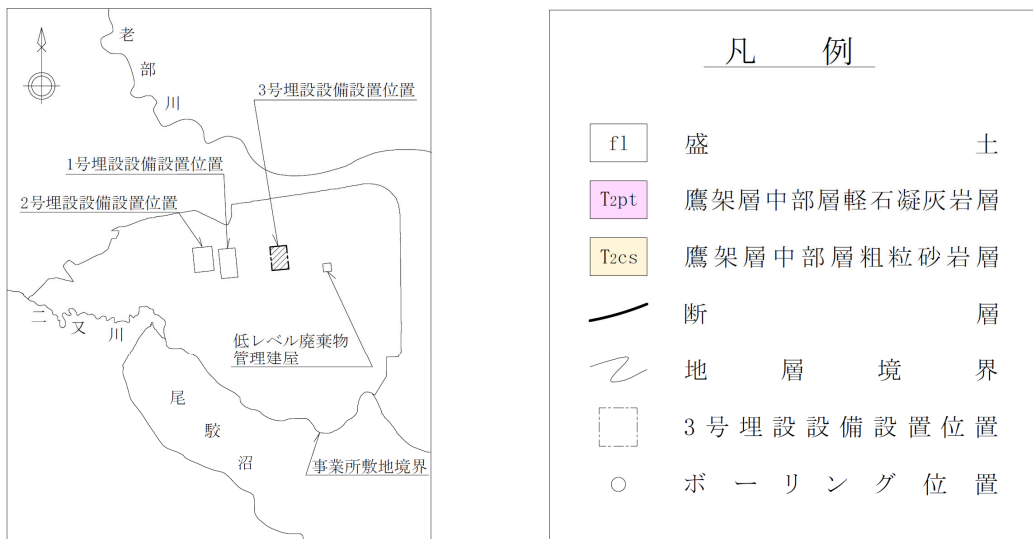
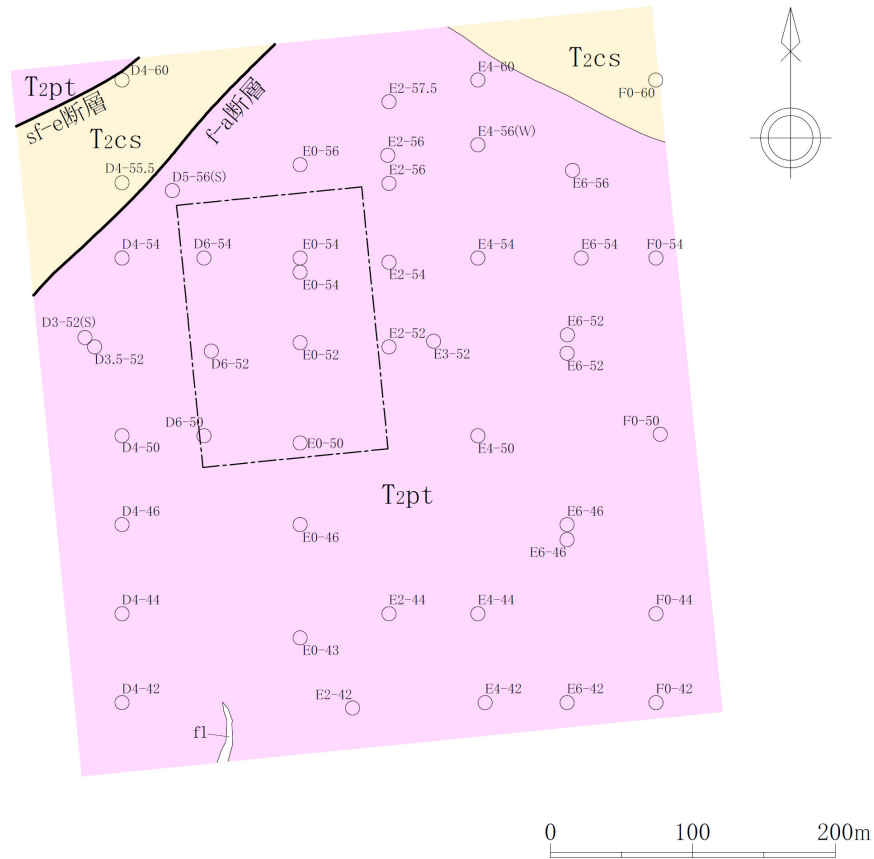


凡 例	
fl	盛 土
lm	火 山 灰 層
M1	中 位 段 丘 堆 積 層
〰	地 層 境 界
□	3号埋設設備設置位置
○	ボーリング位置
A A	断面位置 ^{*1}

表示範囲の位置図

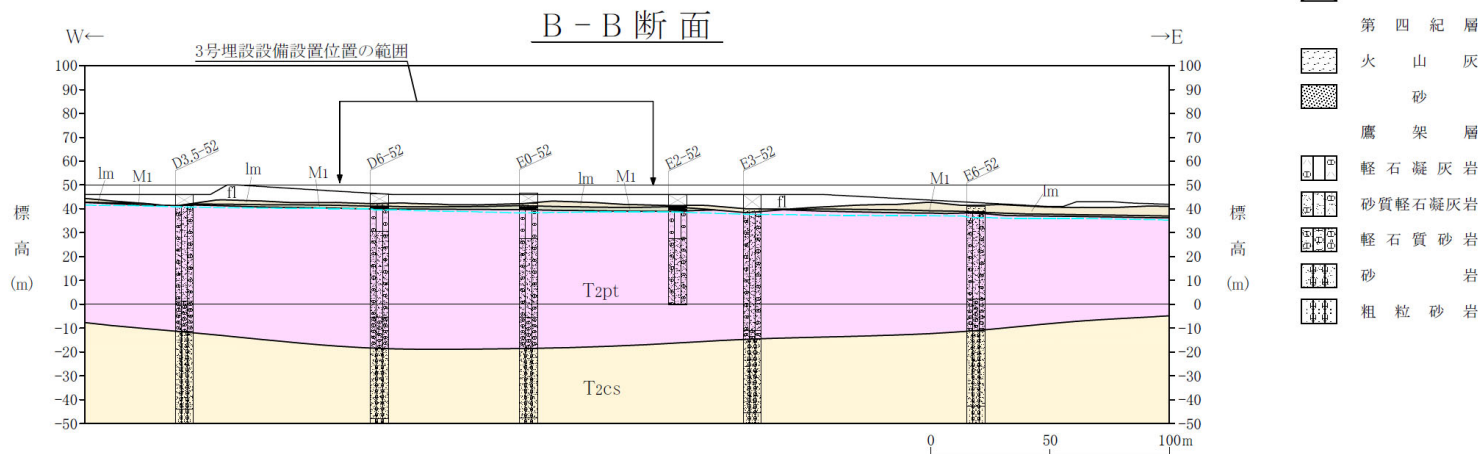
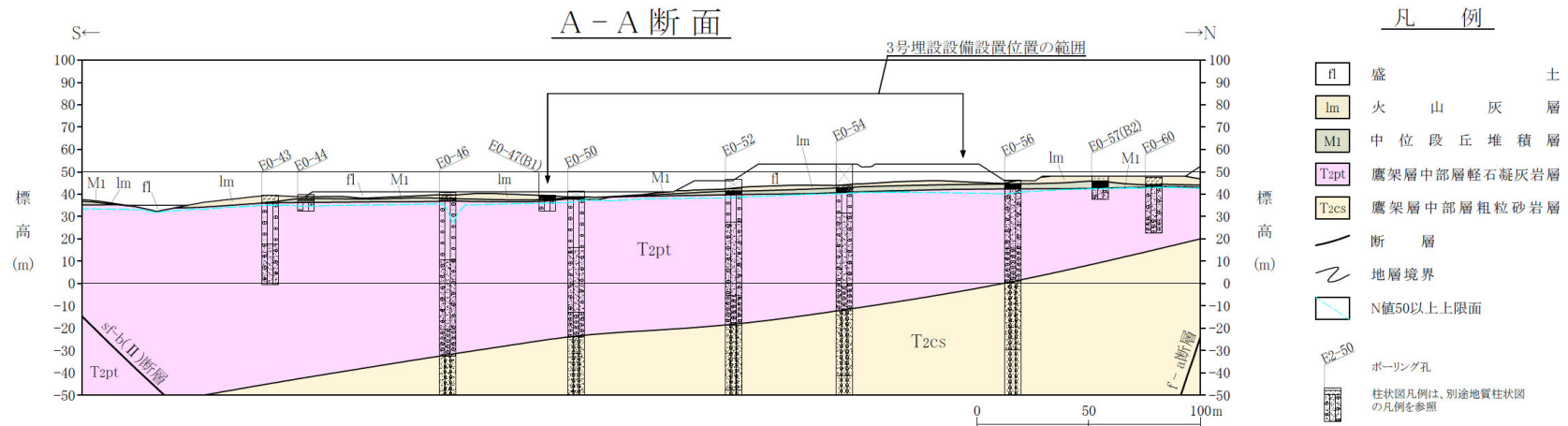
*1：A-A 測線及びB-B 測線は第7図の断面作成位置を示す。

第5図 3号廃棄物埋設地及びその付近の地質平面図



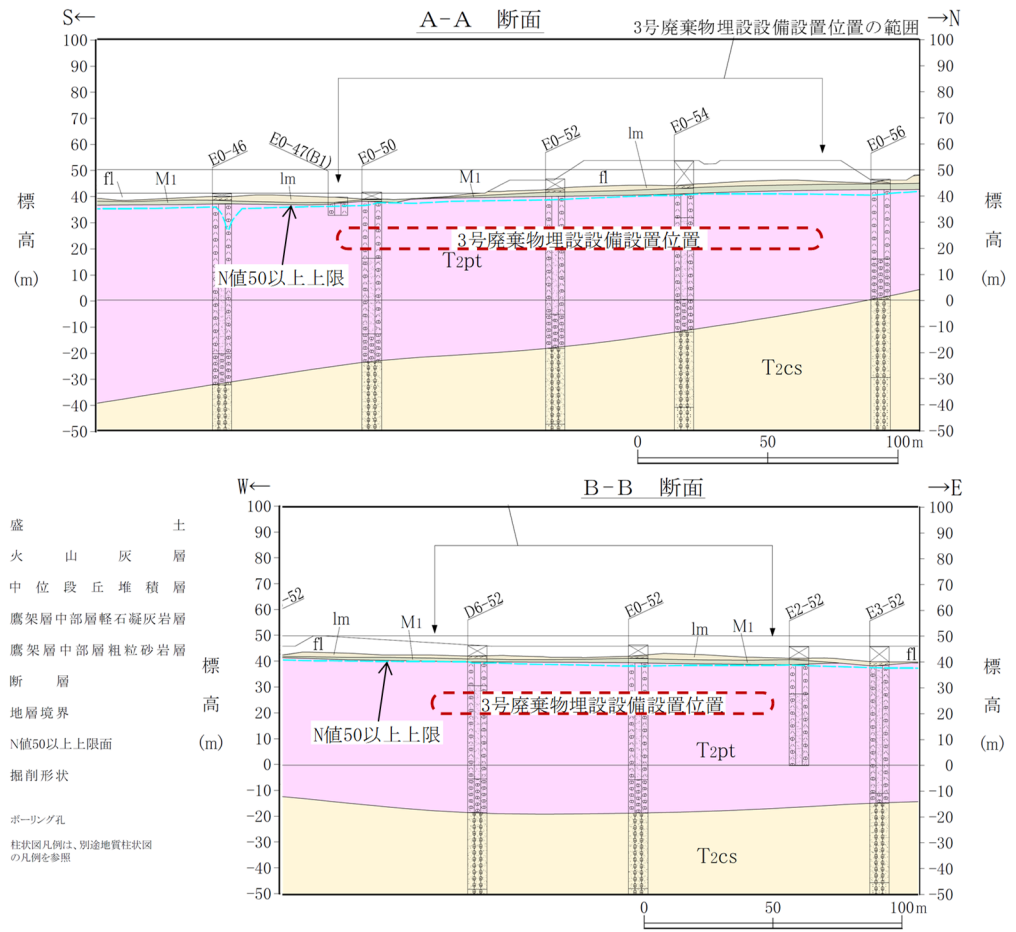
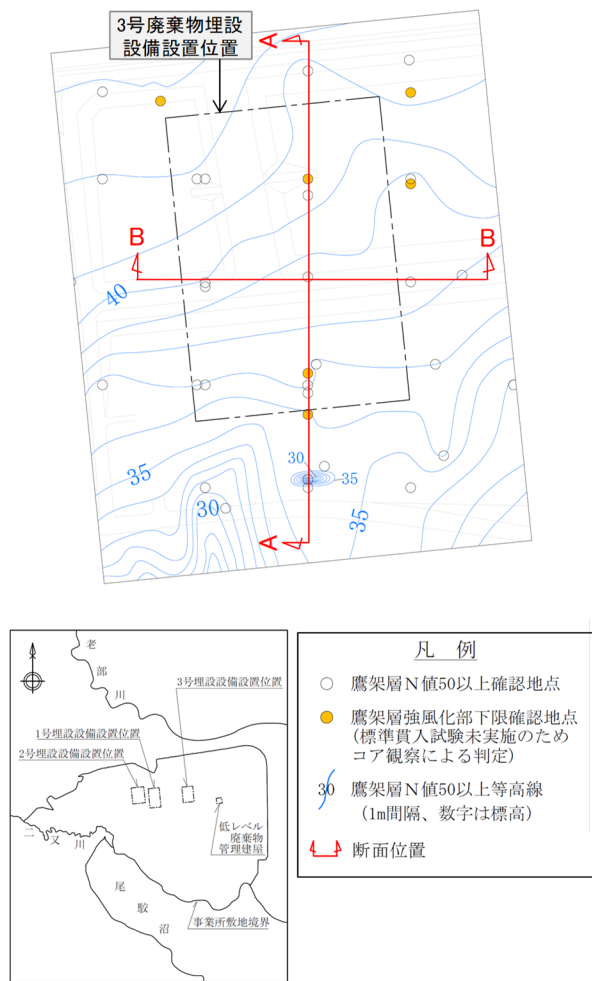
表示範囲の位置図

第 6 図 3号廃棄物埋設地及びその付近の地質水平断面図(標高 22m)



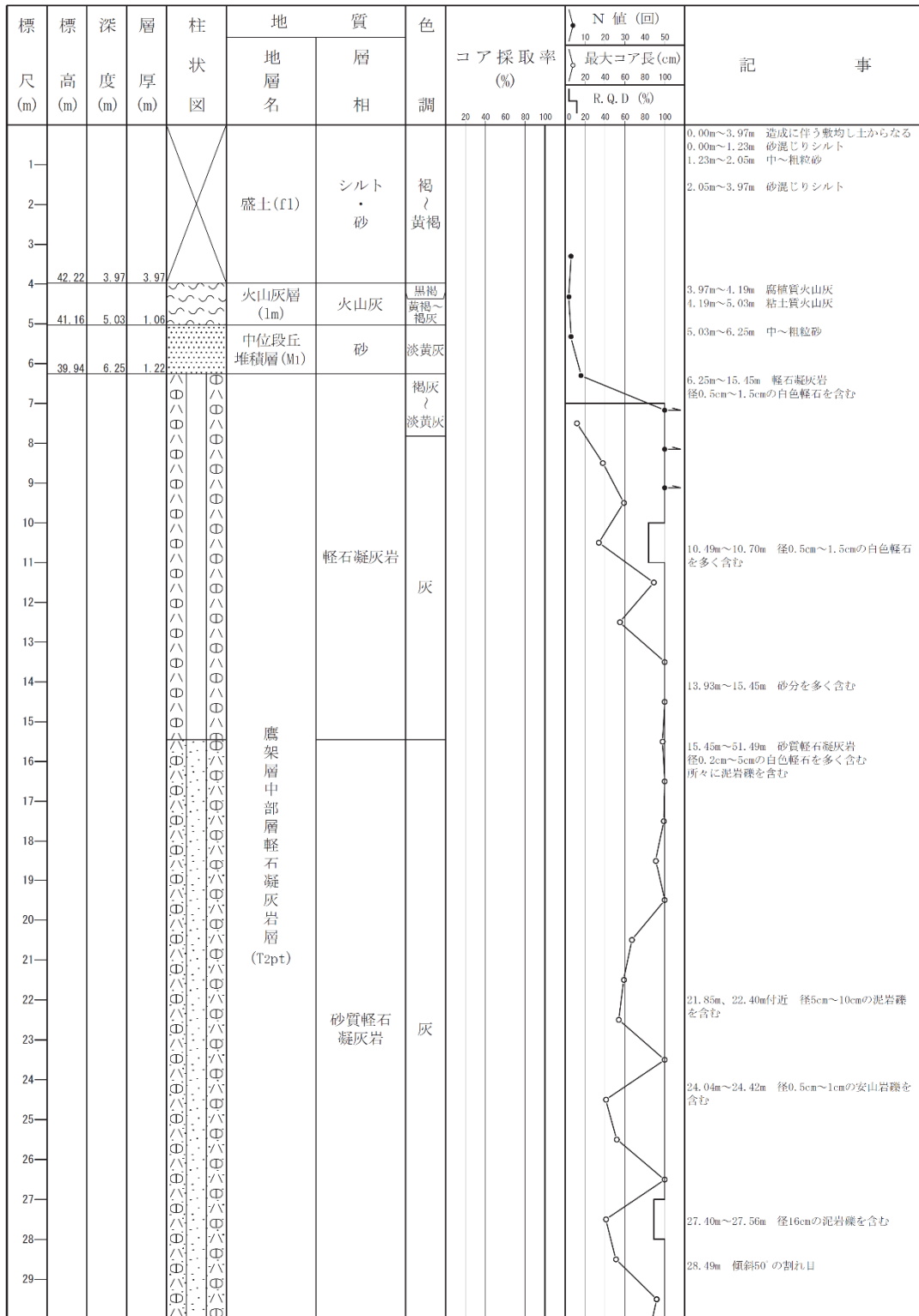
第7図 3号廃棄物埋設地及びその付近の地質断面図(1/2)*1
 (上段：南北断面、下段：東西断面)

*1：南北断面及び東西断面作成位置は第5図に示す。



第7図 3号廃棄物埋設地及びその付近の地質断面図(2/2)
(上段：南北断面、下段：東西断面)

孔名 D6-52 孔口標高 46.19m 掘削深度 G.L. -104.00m



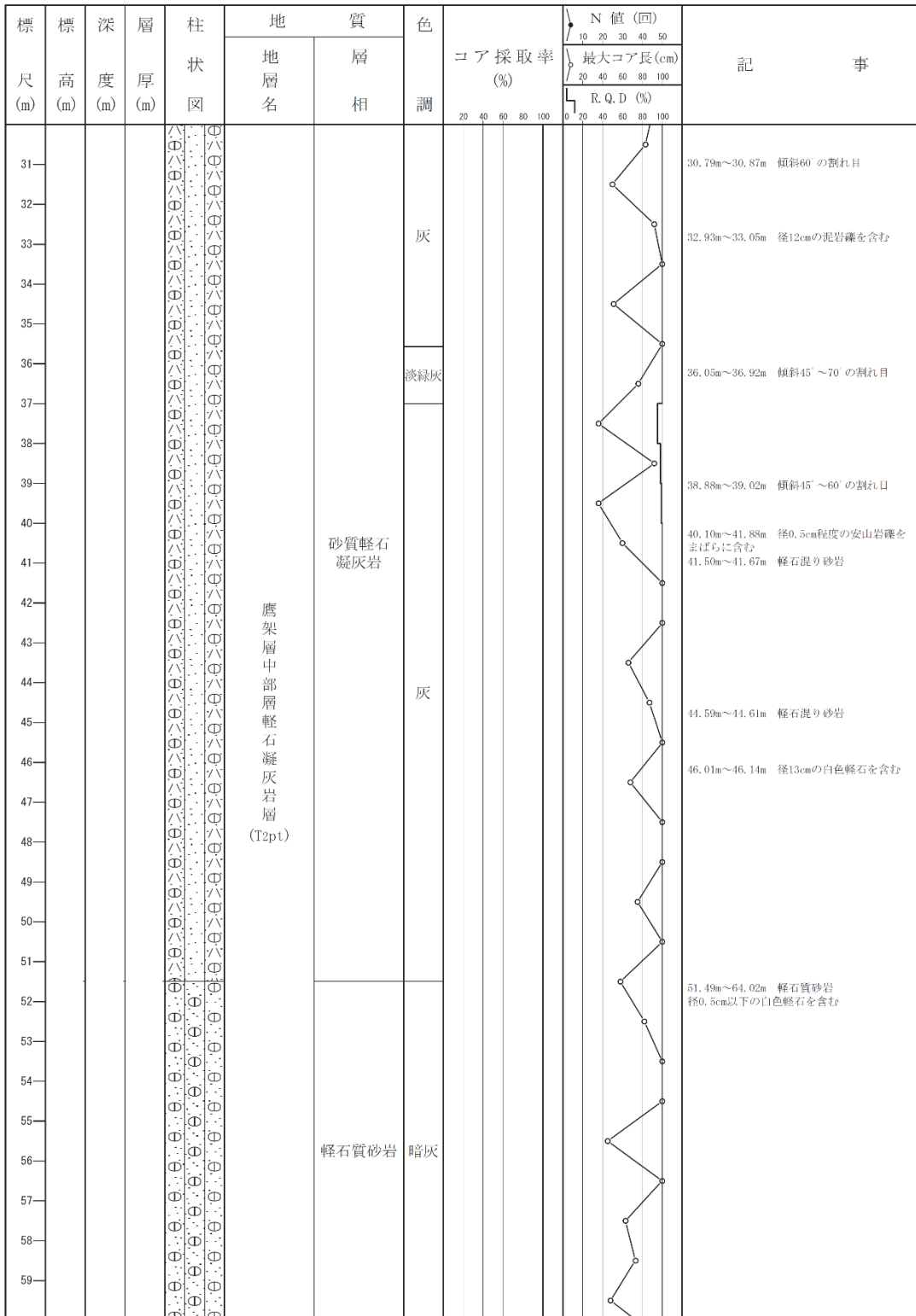
注1:標準貫入試験は別孔で実施した。

第8図 地質柱状図(1/4) (D6-52 孔 : 深度 0m~30m)

孔名 D6-52

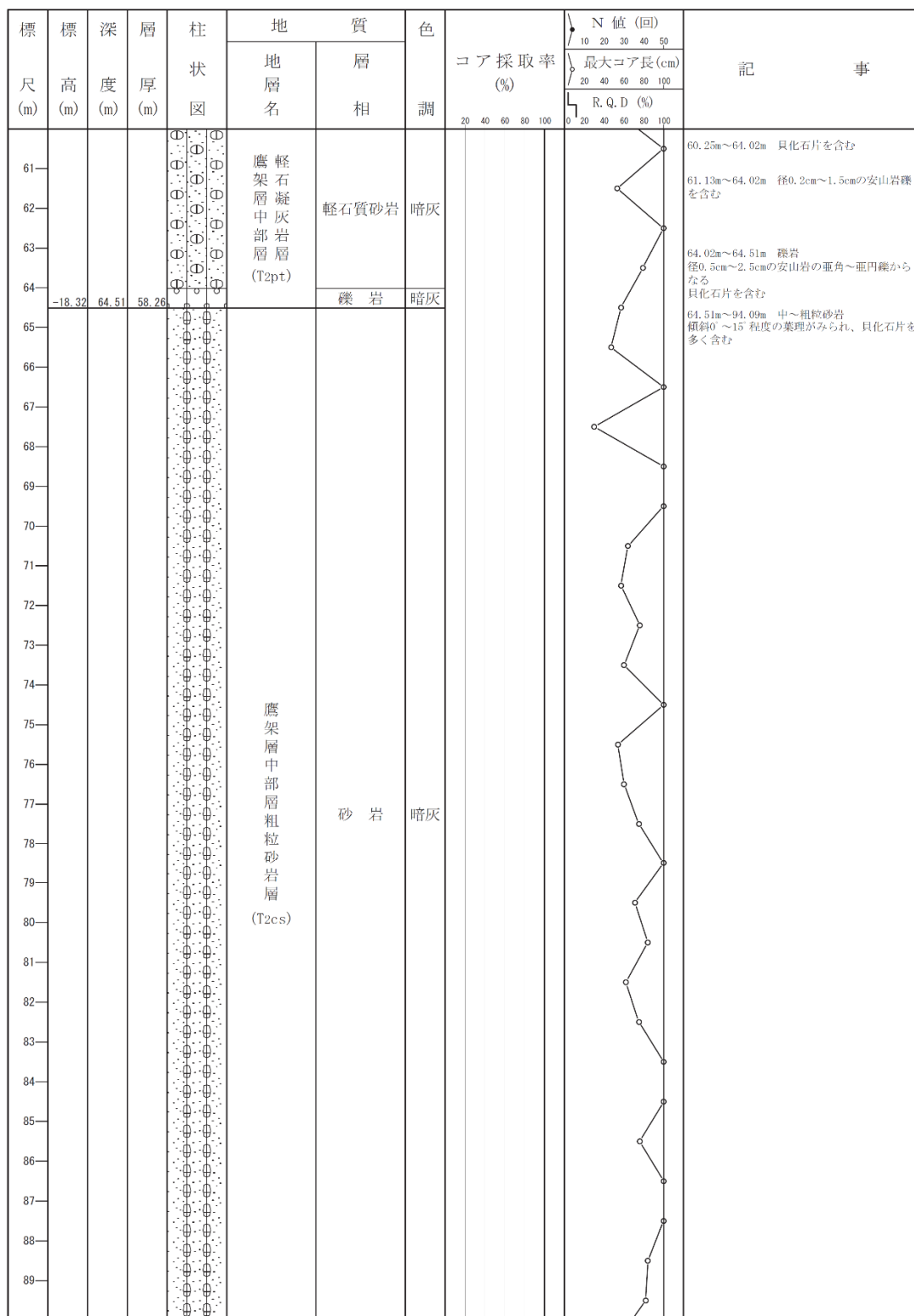
孔口標高 46.19m

掘削深度 G.L. -104.00m



第8図 地質柱状図(2/4) (D6-52 孔 : 深度 30m~60m)

孔名 D6-52 孔口標高 46.19m 掘削深度 G.L. -104.00m

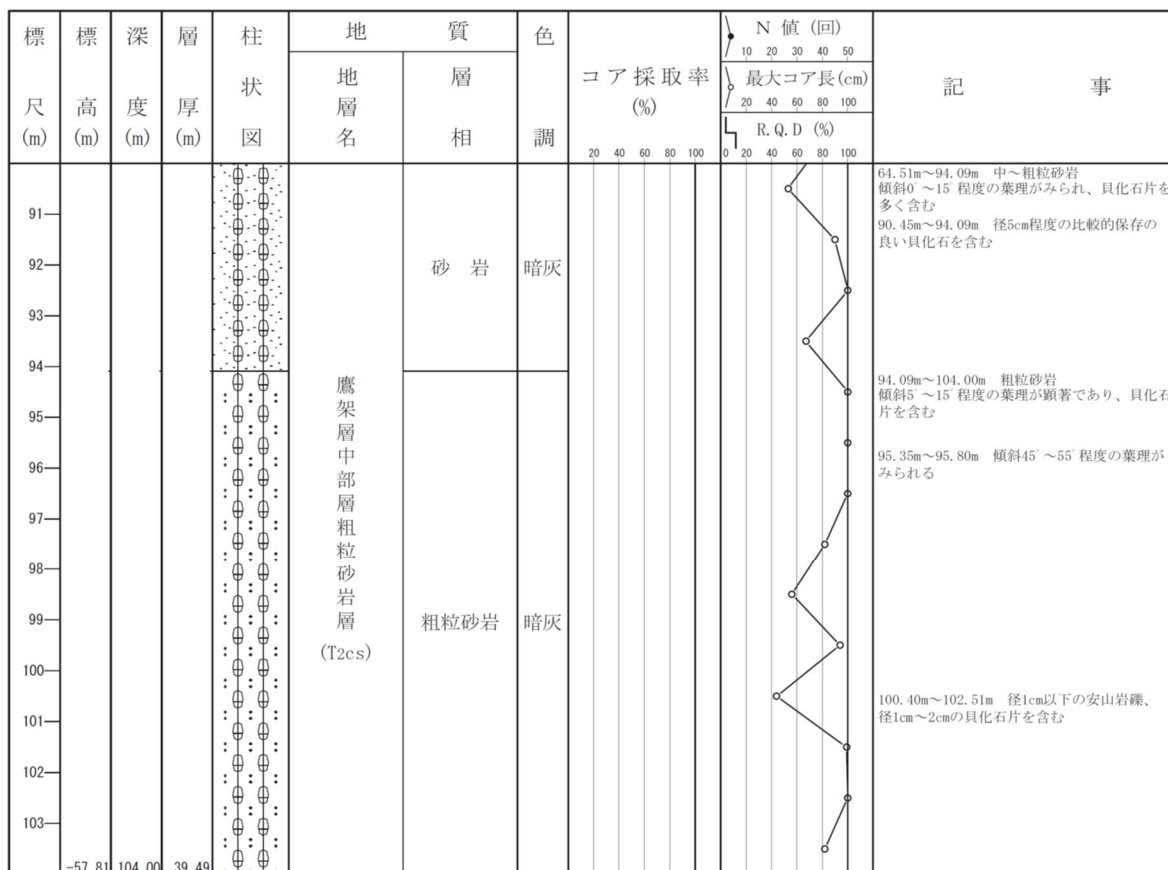


第8図 地質柱状図(3/4) (D6-52 孔 : 深度 60m~90m)

孔名 D6-52

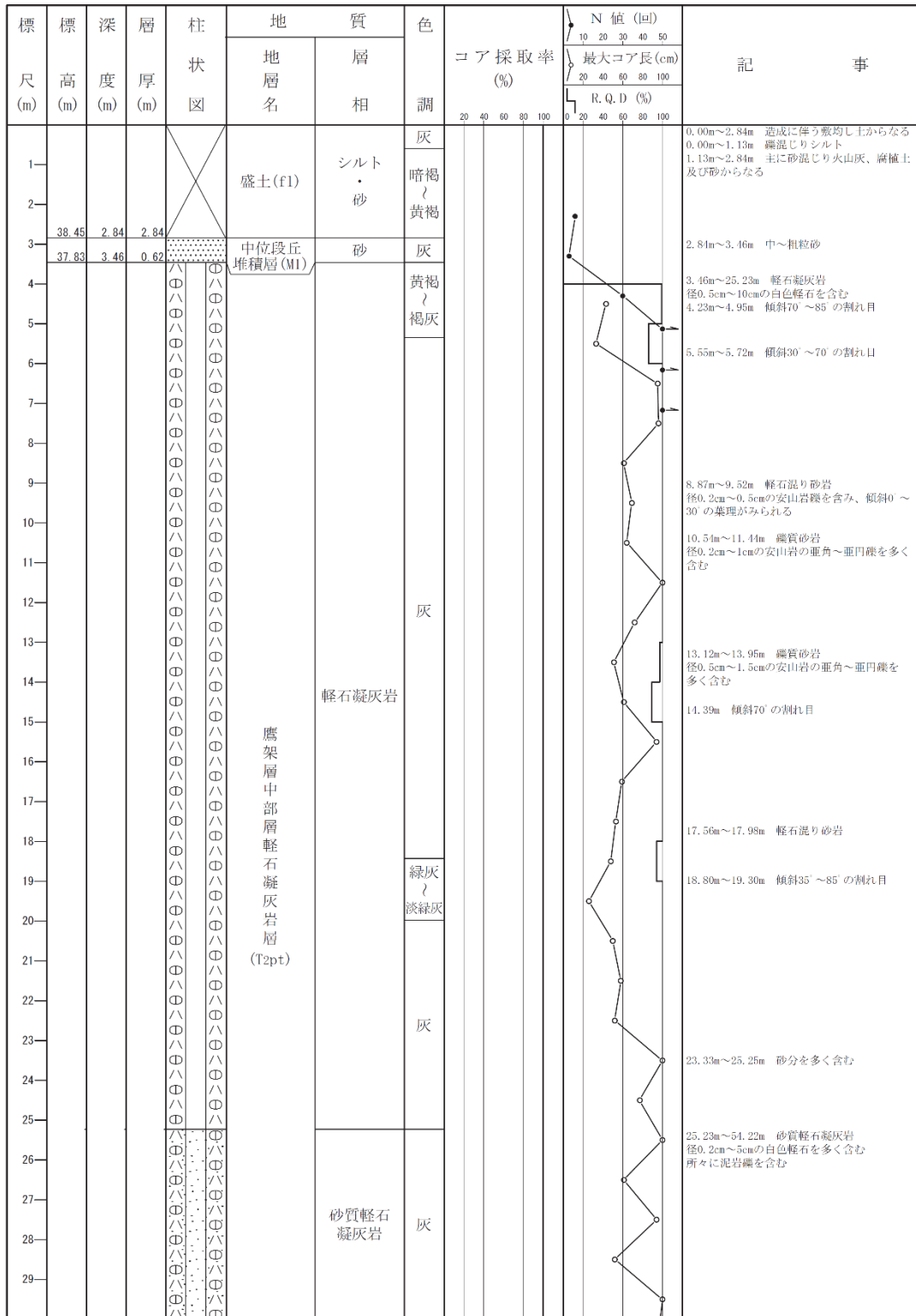
孔口標高 46.19m

掘削深度 G.L. -104.00m



第 8 図 地質柱状図 (4/4) (D6-52 孔 : 深度 90m~104m)

孔名 E0-50 孔口標高 41.29m 掘削深度 G.L. -99.00m



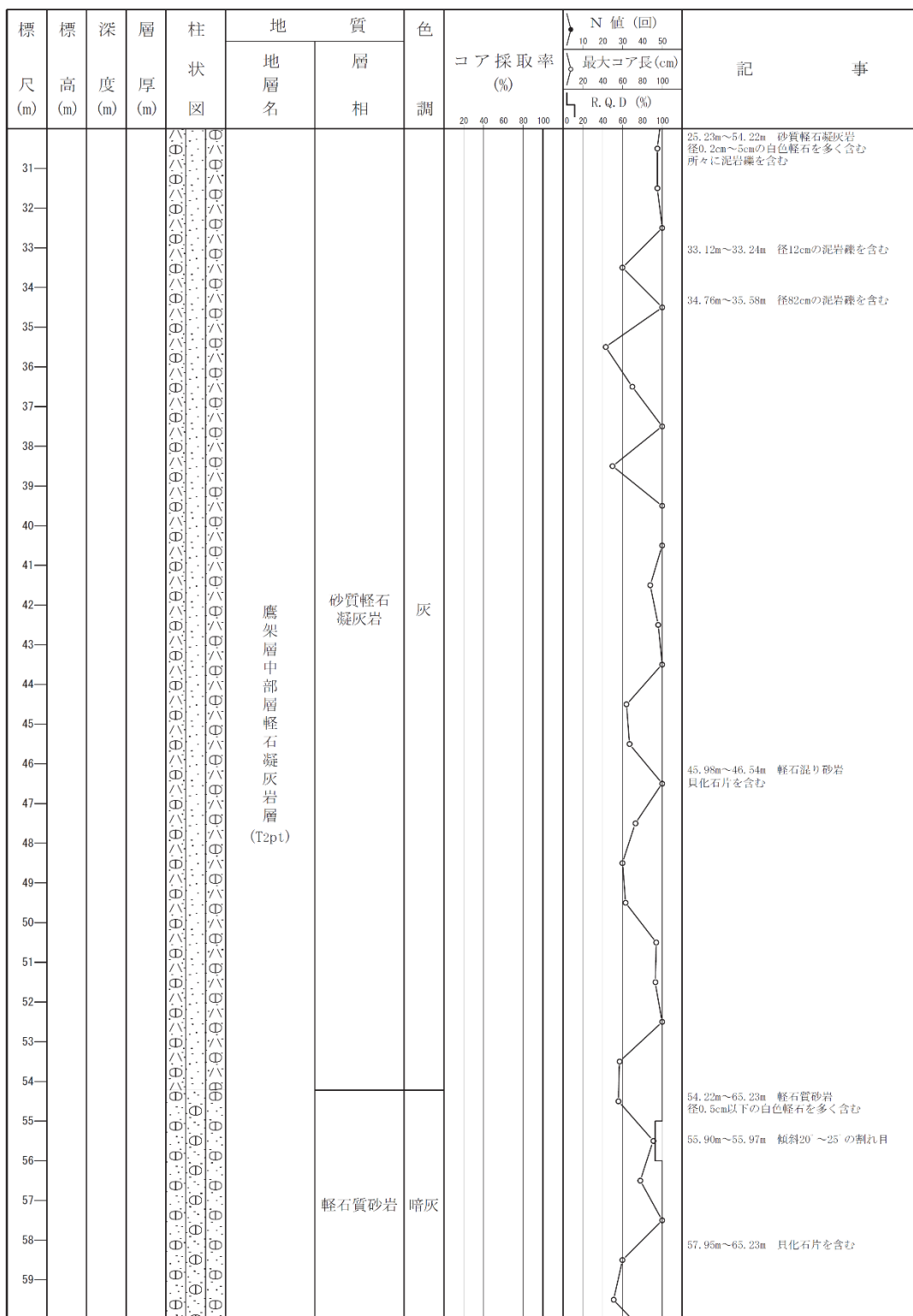
注1: 標準貫入試験は別孔で実施した。

第9図 地質柱状図(1/4) (E0-50孔: 深度0m~30m)

孔名 E0-50

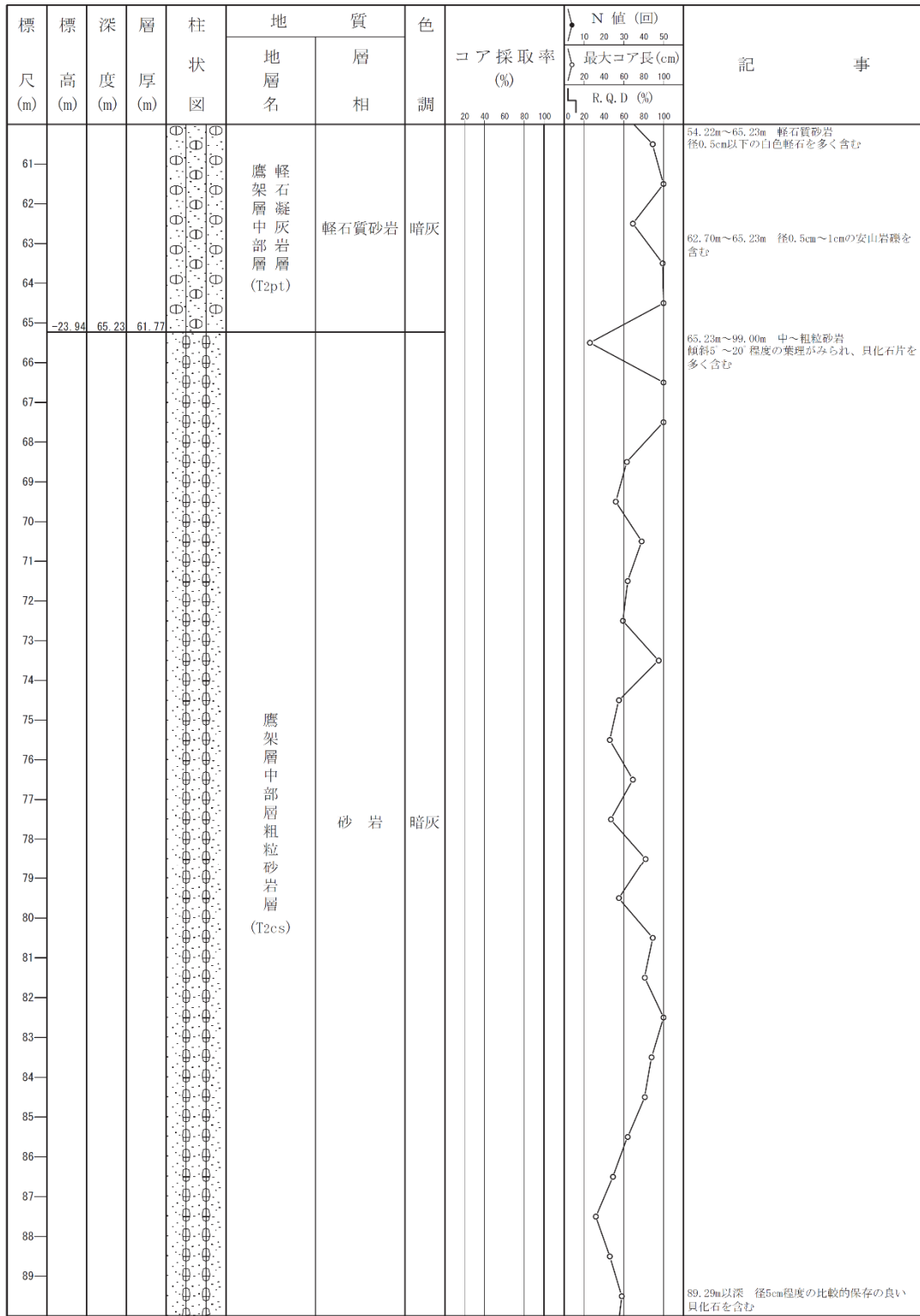
孔口標高 41.29m

掘削深度 G.L. -99.00m



第9図 地質柱状図(2/4) (E0-50 孔 : 深度 30m~60m)

孔名 E0-50 孔口標高 41.29m 掘削深度 G.L. -99.00m



第9図 地質柱状図(3/4) (E0-50 孔 : 深度 60m~90m)

孔名 E0-50

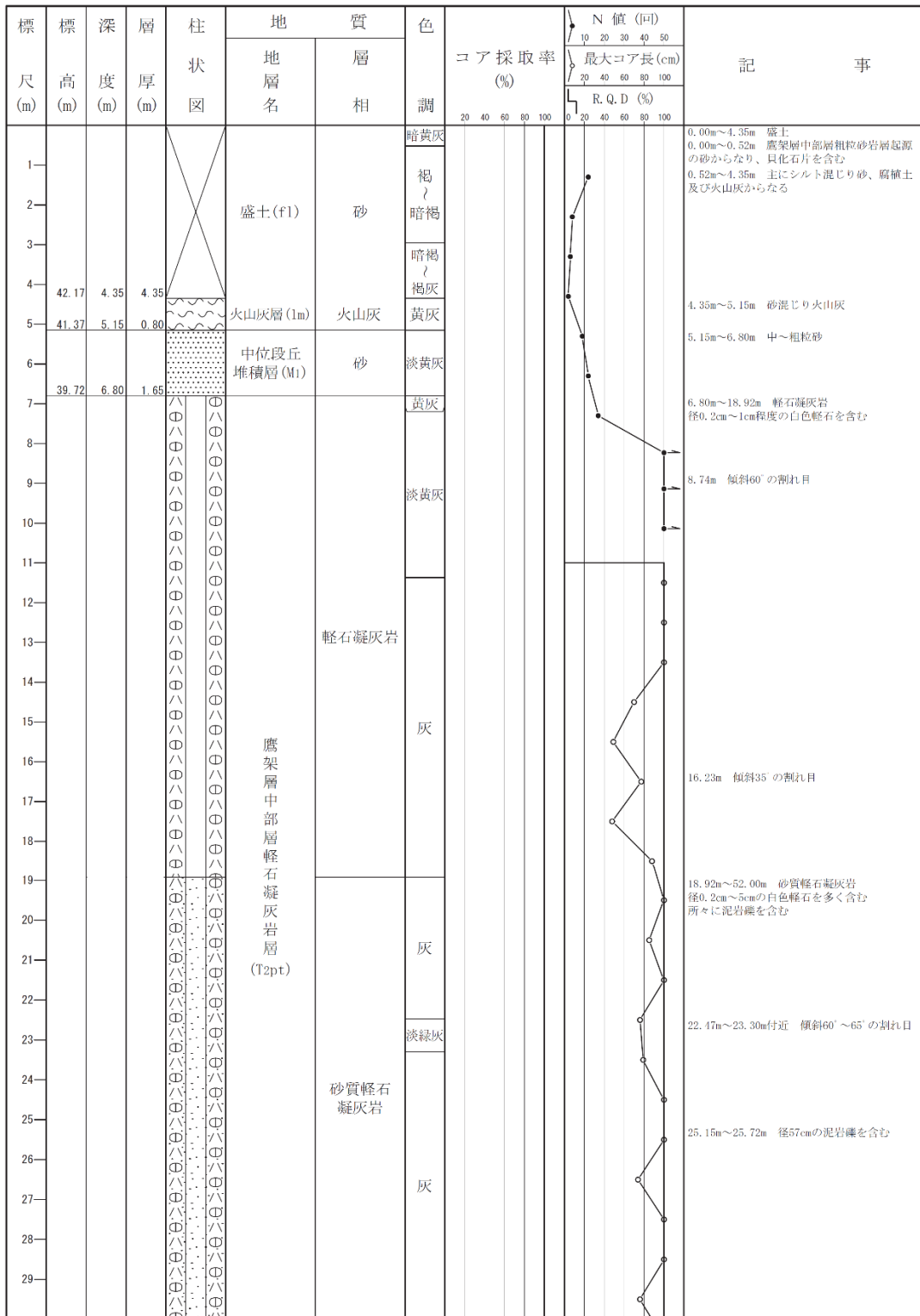
孔口標高 41.29m

掘削深度 G.L. -99.00m

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	柱状図	地質		色調	コア採取率 (%)	N 値 (回)	最大コア長 (cm)	R. Q. D (%)	記事	
					地層名	層相							
91					鷹架層中部層粗粒砂岩層 (T2cs)	砂岩	暗灰					65.23m~99.00m 中~粗粒砂岩 傾斜5°~20°程度の葉理がみられ、貝化石片を多く含む 89.29m以深 径5cm程度の比較的保存の良い貝化石を含む	
92													
93													
94													
95													
96													
97													
98													
	-57.71	99.00	33.77										

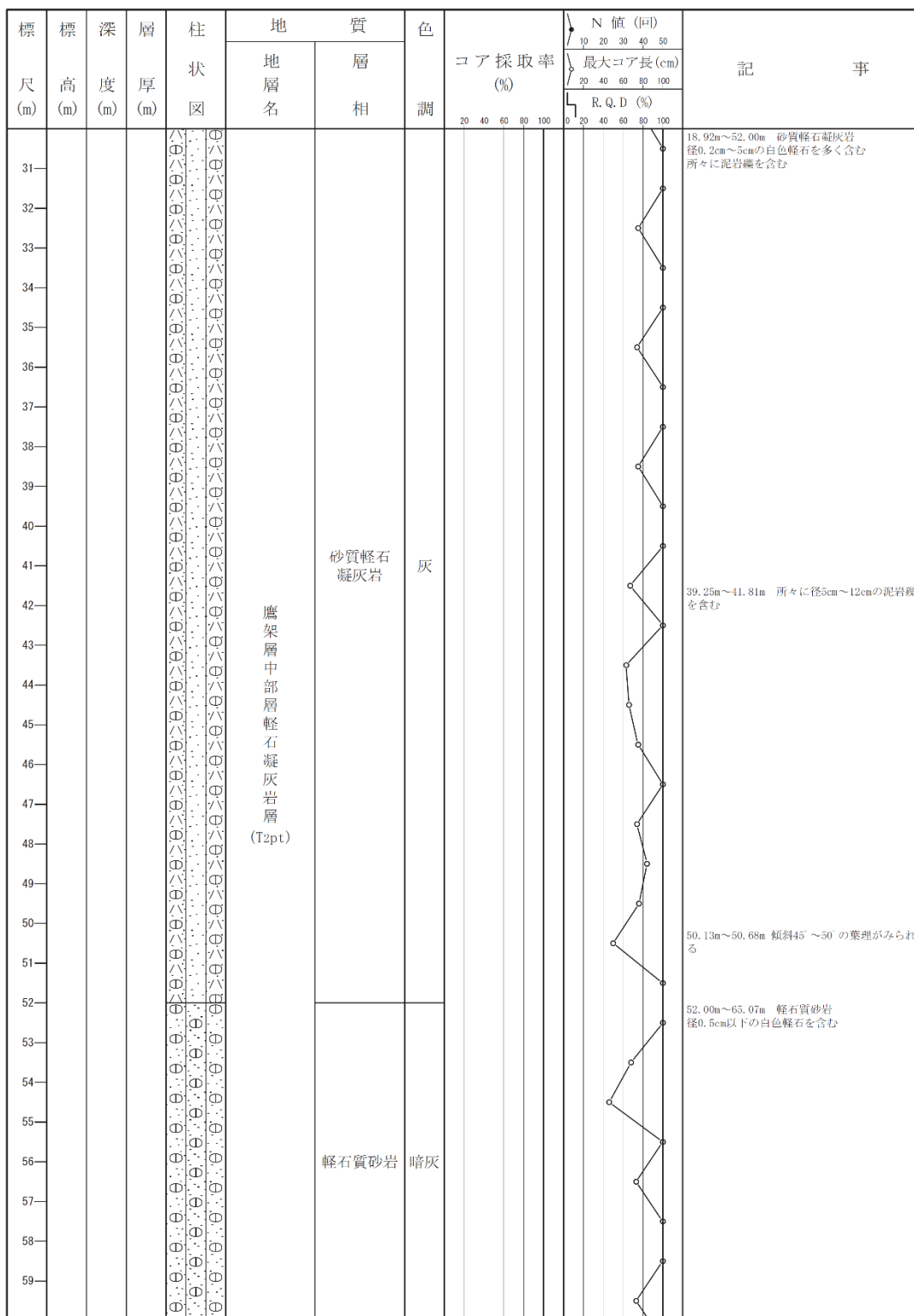
第9図 地質柱状図(4/4) (E0-50 孔 : 深度 90m~99m)

孔名 E0-52 孔口標高 46.52m 掘削深度 G.L. -174.00m



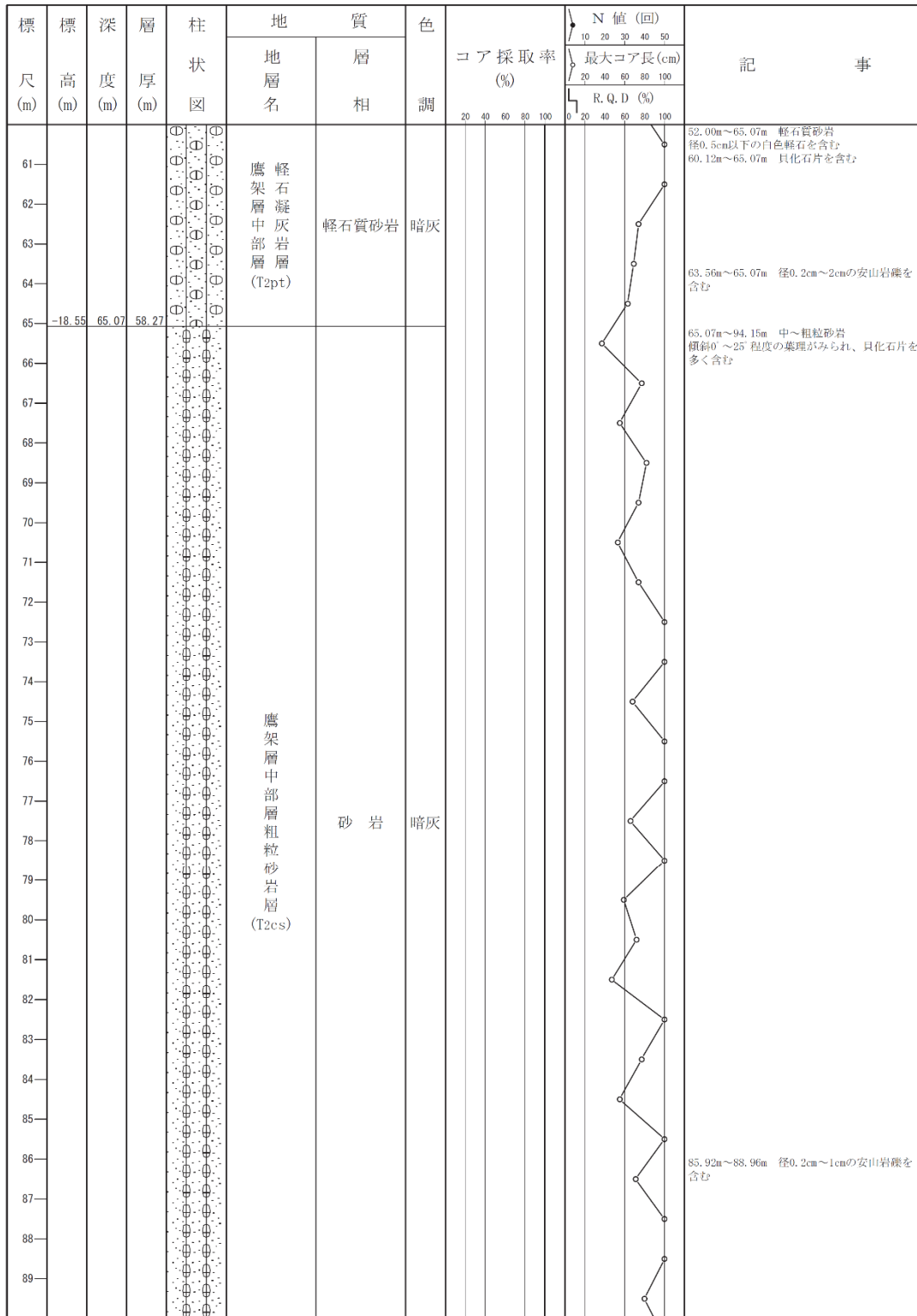
第10図 地質柱状図(1/6) (E0-52孔: 深度0m~30m)

孔名 E0-52 孔口標高 46.52m 掘削深度 G.L. -174.00m



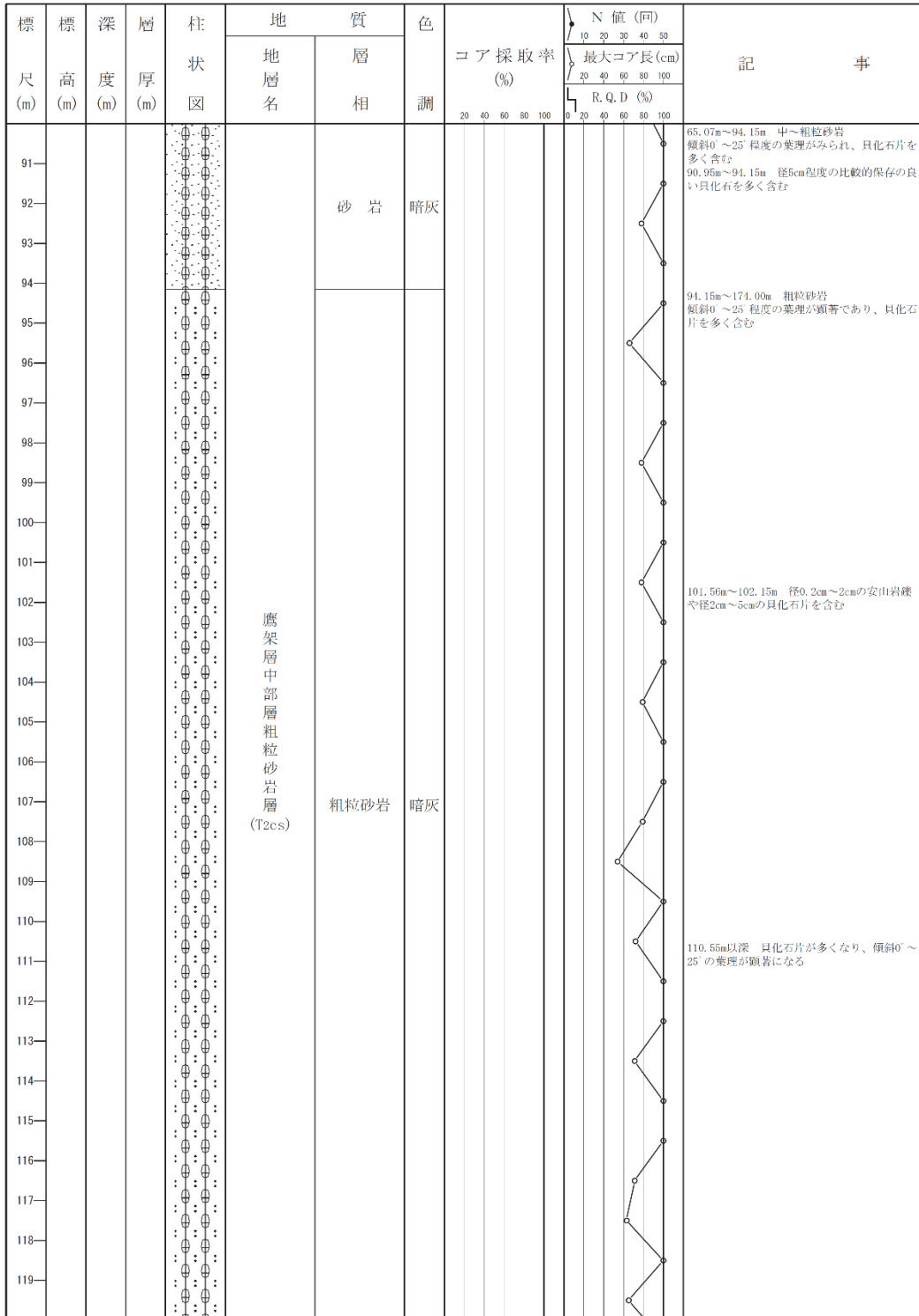
第 10 図 地質柱状図 (2/6) (E0-52 孔 : 深度 30m~60m)

孔名 E0-52 孔口標高 46.52m 掘削深度 G.L. -174.00m



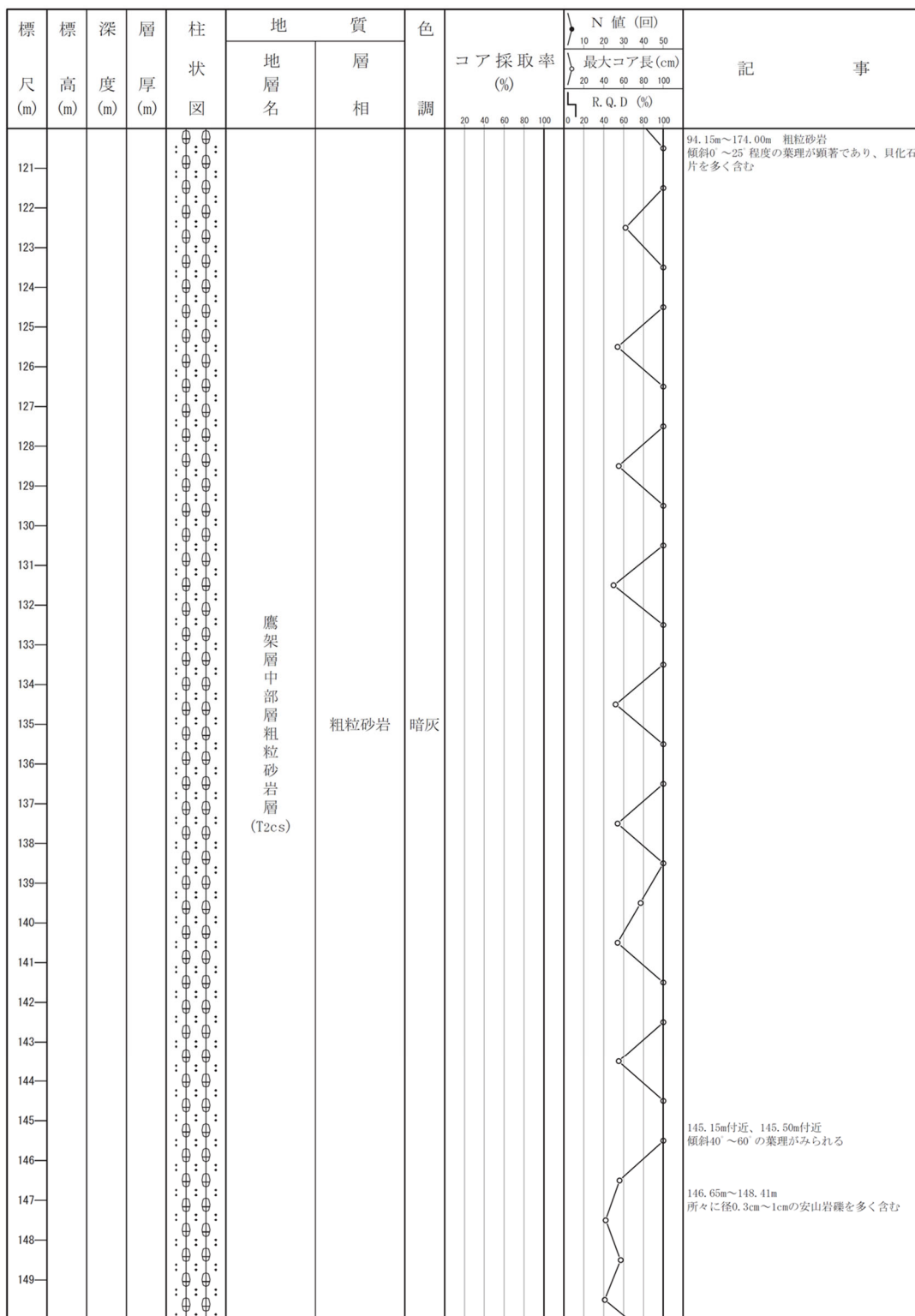
第 10 図 地質柱状図 (3/6) (E0-52 孔 : 深度 60m~90m)

孔名 E0-52 孔口標高 46.52m 掘削深度 G.L. -174.00m



第 10 図 地質柱状図 (4/6) (E0-52 孔 : 深度 90m~120m)

孔名 E0-52 孔口標高 46.52m 掘削深度 G.L. -174.00m



第 10 図 地質柱状図 (5/6) (E0-52 孔 : 深度 120m~150m)

孔名 E0-52

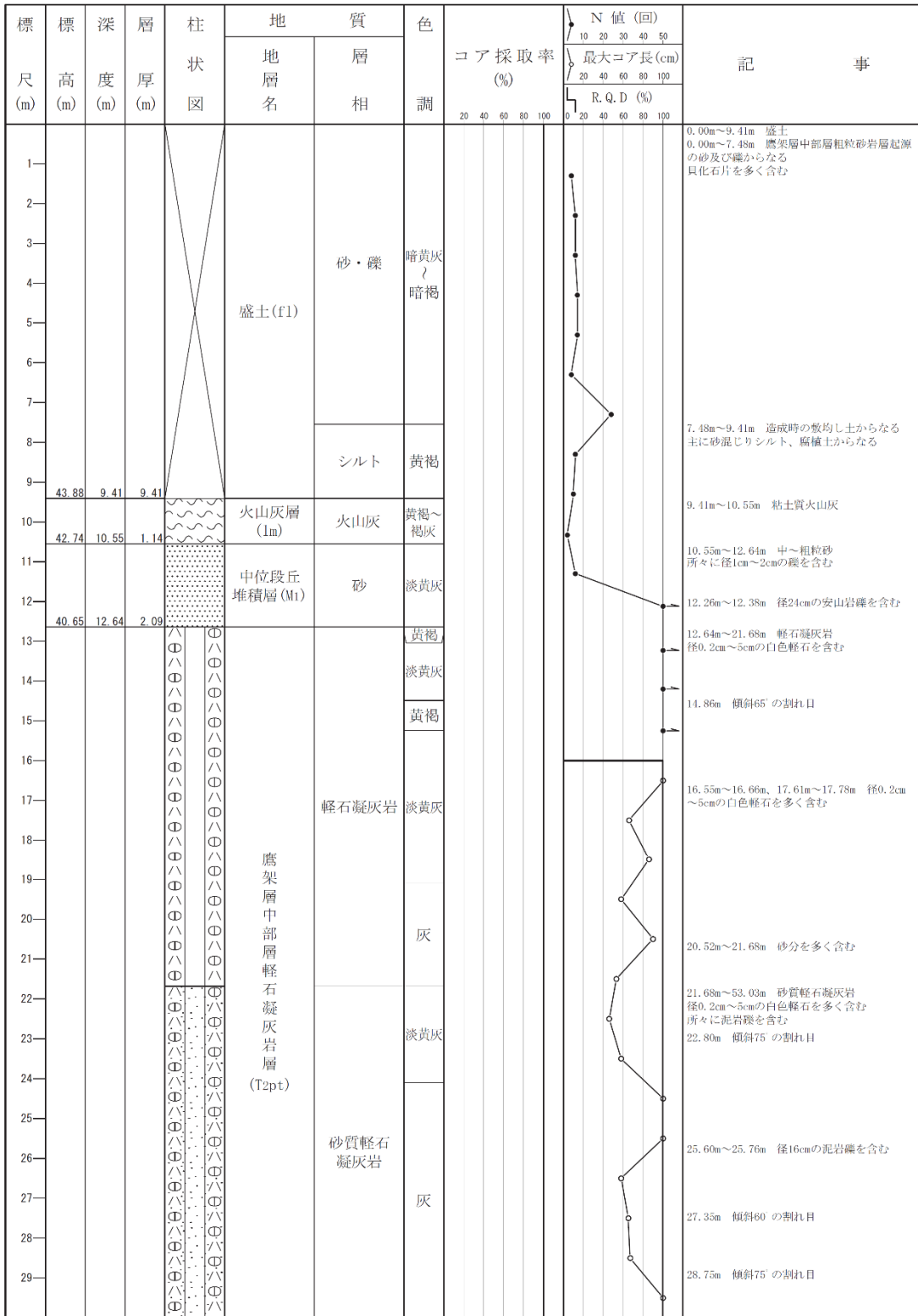
孔口標高 46.52m

掘削深度 G.L. -174.00m

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	柱状図	地質		色調	コア採取率 (%)	N 値 (回)	最大コア長 (cm)	R. Q. D (%)	記事
					地層名	層相						
151					鷹架層中部層粗粒砂岩層 (T2cs)	粗粒砂岩	暗灰					94.15m~174.00m 粗粒砂岩 傾斜0~25 程度の葉理が顕著であり、貝化石片を多く含む
152												
153												
154												
155												
156												
157												
158												
159												
160												
161												
162												
163												
164												
165										170.28m~171.28m 径0.5cm~3cmの安山岩礫を多く含む		
166												
167												
168												
169												
170												
171												
172												
173												

第 10 図 地質柱状図 (6/6) (E0-52 孔 : 深度 150m~174m)

孔名 E0-54 孔口標高 53.29m 掘削深度 G.L. -111.00m

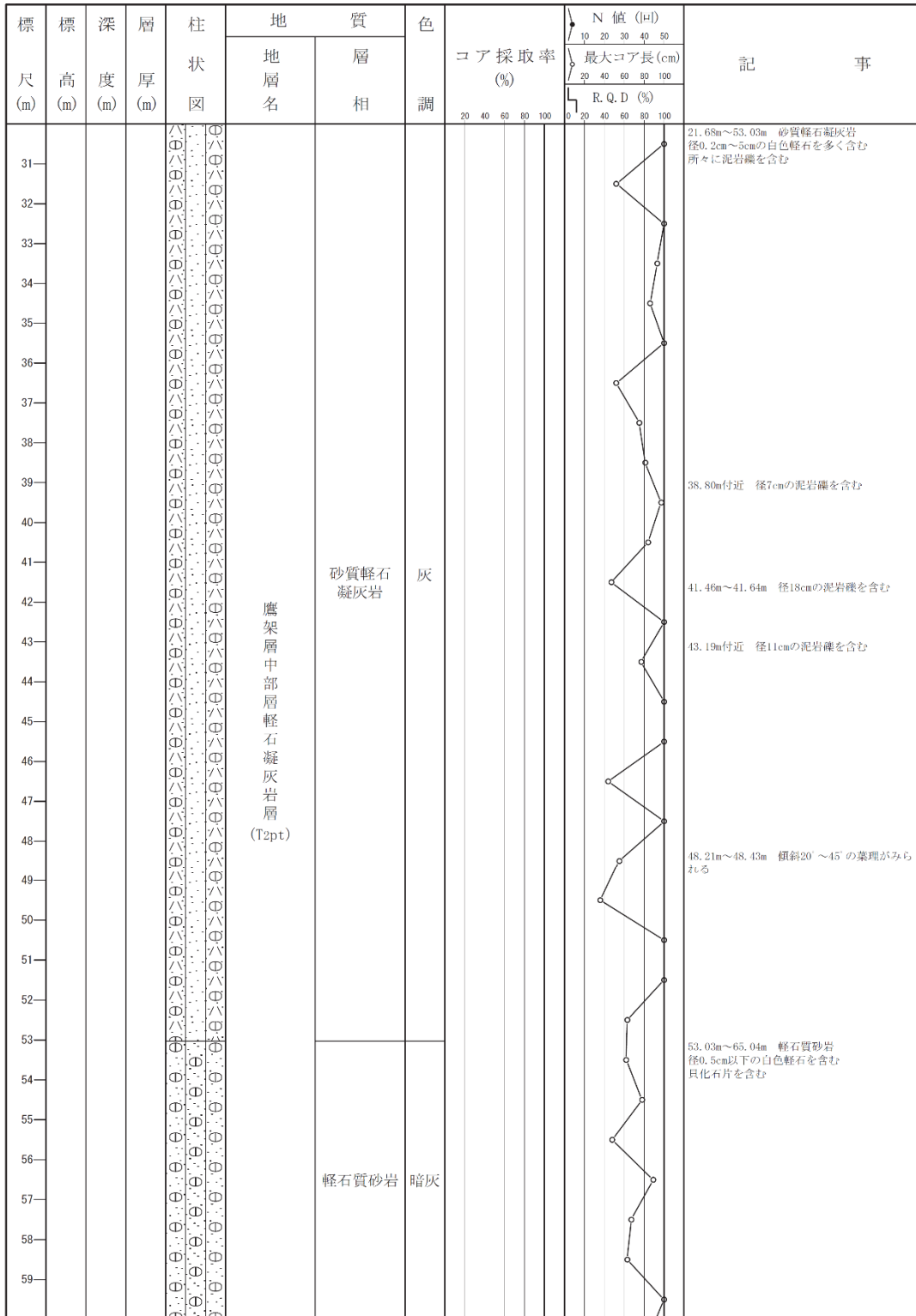


第 11 図 地質柱状図(1/4) (E0-54 孔 : 深度 0m~30m)

孔名 E0-54

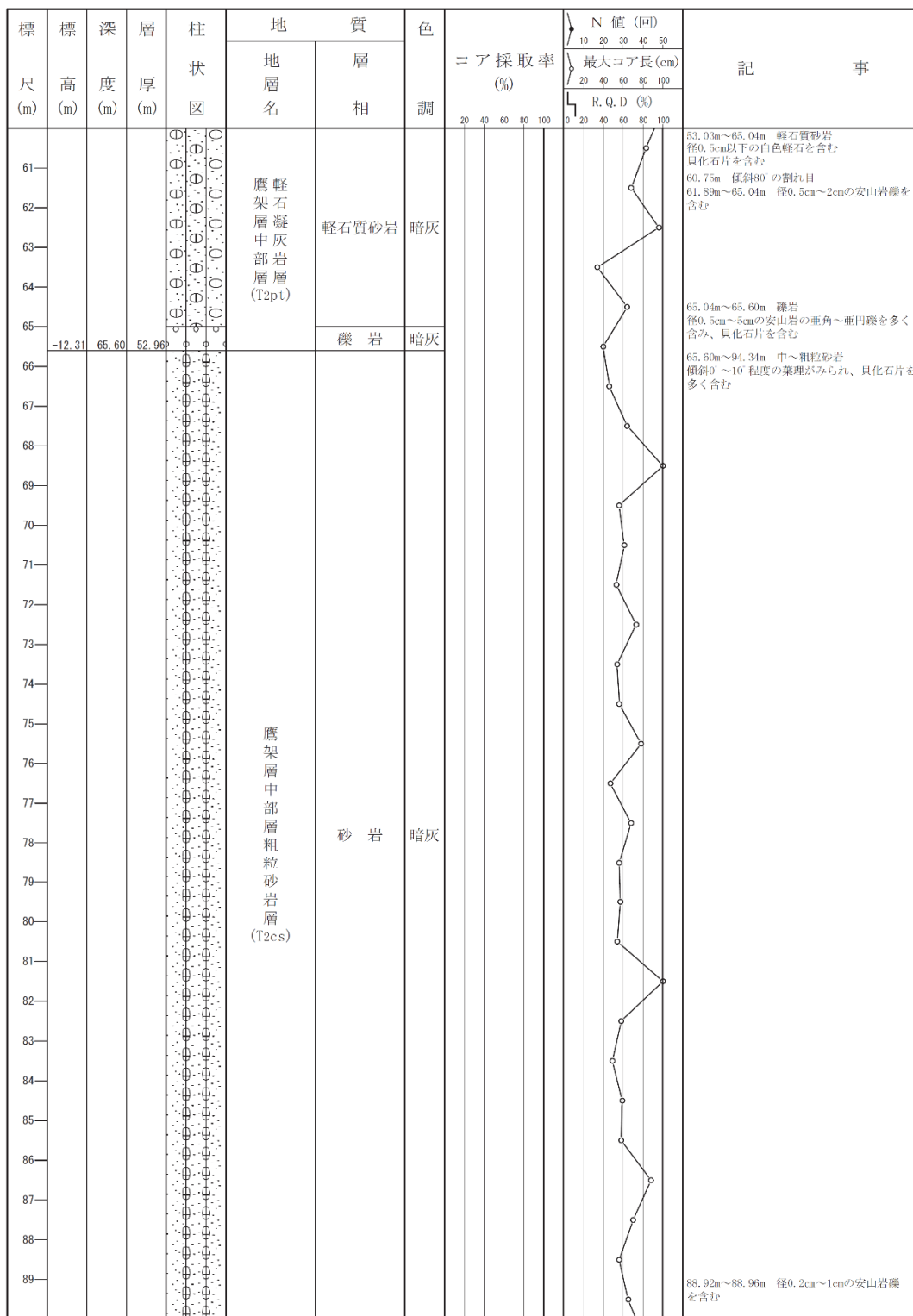
孔口標高 53.29m

掘削深度 G.L. -111.00m



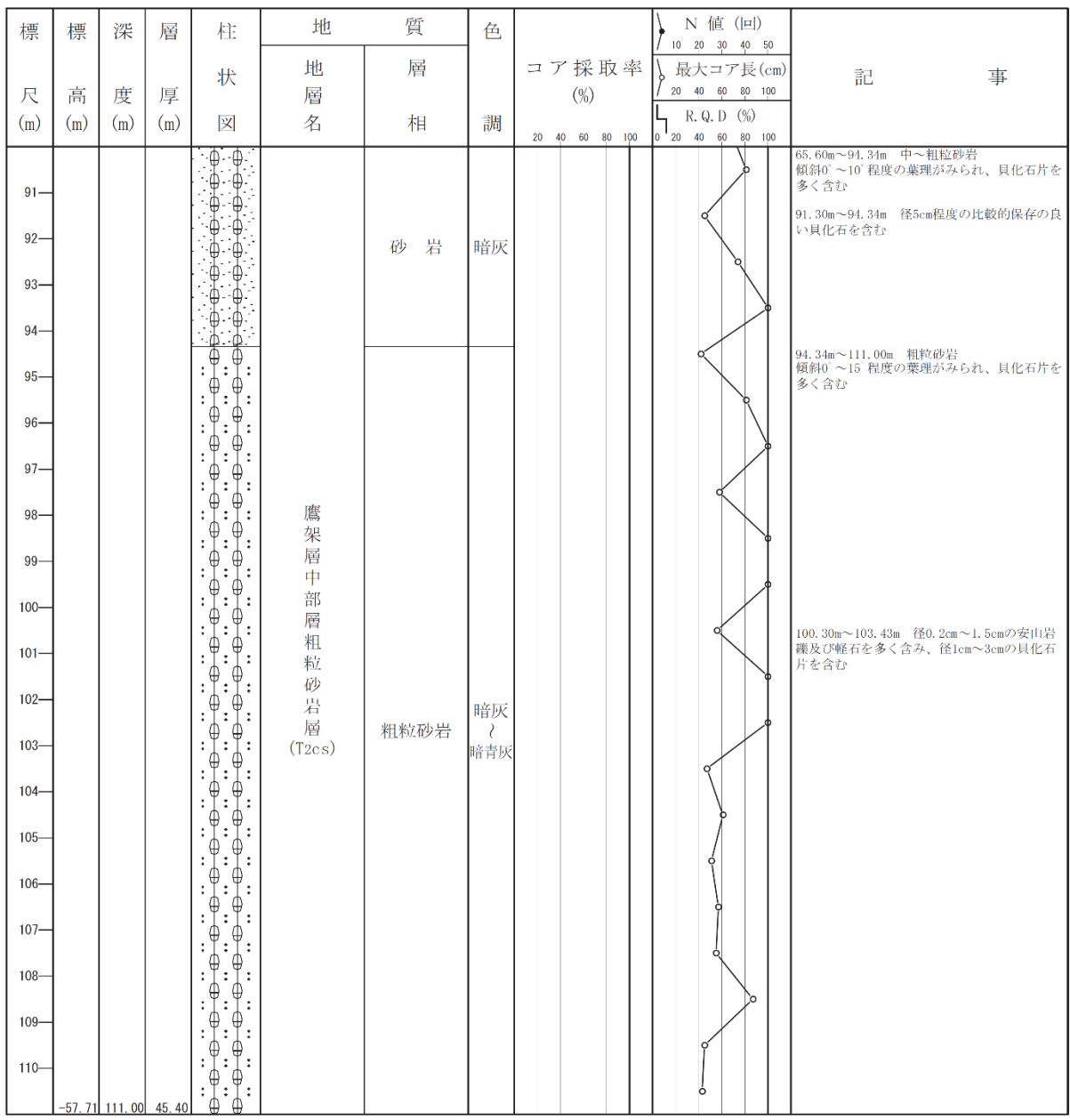
第 11 図 地質柱状図 (2/4) (E0-54 孔 : 深度 30m~60m)

孔名 E0-54 孔口標高 53.29m 掘削深度 G.L. -111.00m

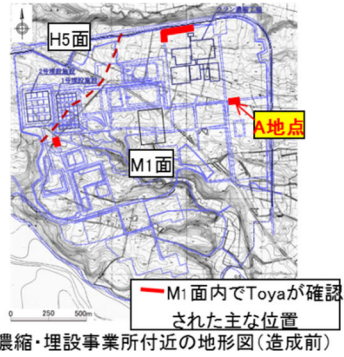


第 11 図 地質柱状図 (3/4) (E0-54 孔 : 深度 60m~90m)

孔名 E0-54 孔口標高 53.29m 掘削深度 G.L. -111.00m



第 11 図 地質柱状図(4/4) (E0-54 孔 : 深度 90m~111m)

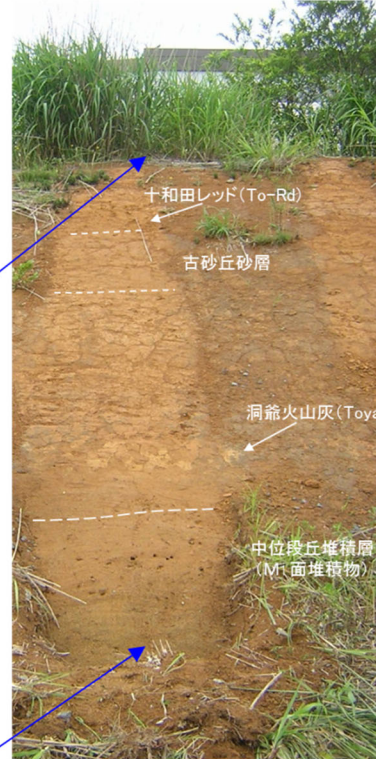


濃縮・埋設事業所付近の地形図(造成前)

A地点試料の主な火山ガラス屈折率分析結果

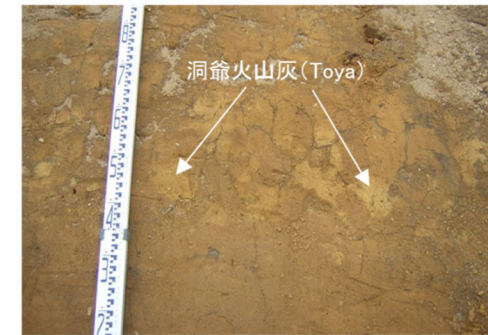
試料	火山ガラス屈折率	主な鉱物
A地点試料	1.4948~1.4968	斜方輝石
Toya 文献値※	1.494~1.497	斜方輝石

火山ガラスの屈折率分析結果を根拠資料に示す。

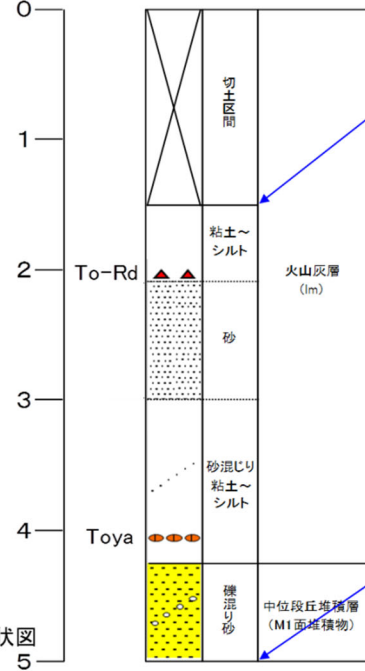


A地点北法面で確認される示標テフラ

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

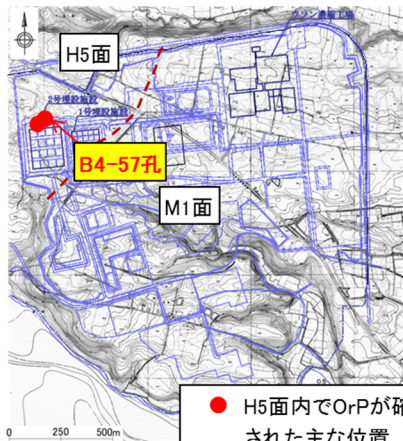


深度(m)(原地形標高37.5m)



A地点露頭柱状図

第12図 敷地内で確認される示標テフラ(中位段丘面)

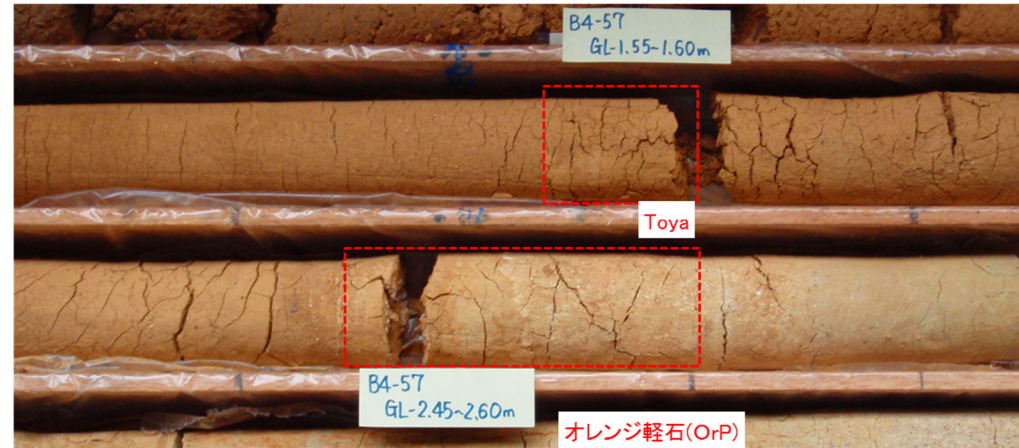


● H5面内でOrPが確認された主な位置

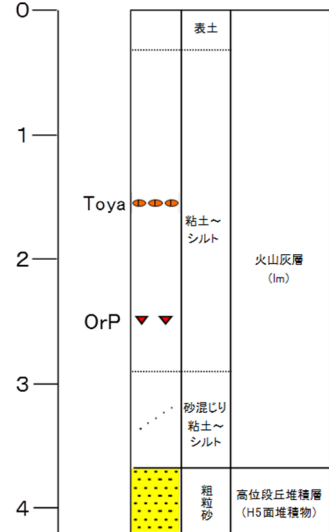
濃縮・埋設事業所付近の地形図(造成前)

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

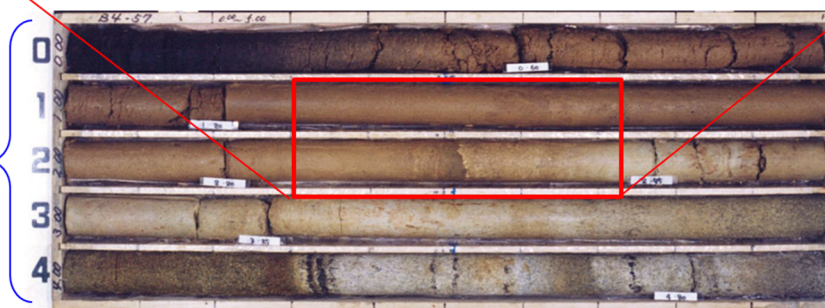
敷地近傍でのオレンジ軽石(OrP)の産状と層位状況について、根拠資料に示す。



深度(m)(原地形標高59.3m)



B4-57孔柱状図



ボーリングコア写真(B4-57孔)

第13図 敷地内で確認される示標テフラ(高位段丘面)

(ii) 3号廃棄物埋設地及びその付近の地質構造(断層及び地すべり)

a. 3号廃棄物埋設地の断層評価

敷地内の鷹架層上限面地質図を第14図に、敷地内の断層性状一覧表を第2表に示す。敷地内には、北東-南西走向のf系断層と東西走向のsf系断層が分布する。

ボーリング調査結果から、3号廃棄物埋設地内には断層は認められなかった。

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

f-a断層は、走向がN30°～55°Eで、70°～90°南東に傾斜する正断層センスの断層である。断層面は、固結・密着している部分及び鏡肌を有する部分が認められる。断層沿いには、断層を境して接する岩石が混在した部分が幅10cm～160cmにわたって認められるが、この部分は固結しており、周囲の岩石と同程度の硬さを有している。また、第15図に示すトレンチ調査結果によれば、f-a断層は、鷹架層を不整合に覆って分布する中位段丘堆積層には変位・変形を与えていない。

f-c断層は、走向がN30°～50°Eで、60°～90°北西に傾斜する正断層センスの断層である。第16図に示すトレンチ調査結果によれば、断層面は鏡肌を呈し条線を伴うが、鷹架層を不整合に覆う高位段丘堆積層には変位・変形を与えていない。

sf-e断層は、走向がN50°～80°Eで、40°～90°南に傾斜している逆断層センスの断層である。断層面はゆ着しており、断層沿いには、断層を境して接する岩石が破碎を伴わずに混在した部分が幅4cm～33cmにわたって認められるが、この部分は固結し、周囲の岩石と同程度の硬さを有している。また、第17図に示すトレンチ調査結果によれば、sf-e断層は、鷹架層を不整合に覆って分布する高位段丘堆積層には変位・変形を与えていない。

さらに、第7図及び第18図に示すように3号廃棄物埋設地の南方にも、E-W走向で北傾斜かつ逆断層センスのsf-b(Ⅱ)断層が認められるが、sf-e断層と同

様に断層面はゆ着しており、ボーリングコアで確認される断層面は固結し、周囲の岩石と同程度の硬さを有している。また、トレンチ調査結果から、f-a 断層は将来活動する可能性のない断層であると判断され、sf-b(Ⅱ)断層は 1 号廃棄物埋設地南側で f-a 断層に切られることから、sf-b(Ⅱ)断層も同様に将来活動する可能性のある断層ではないと評価した。

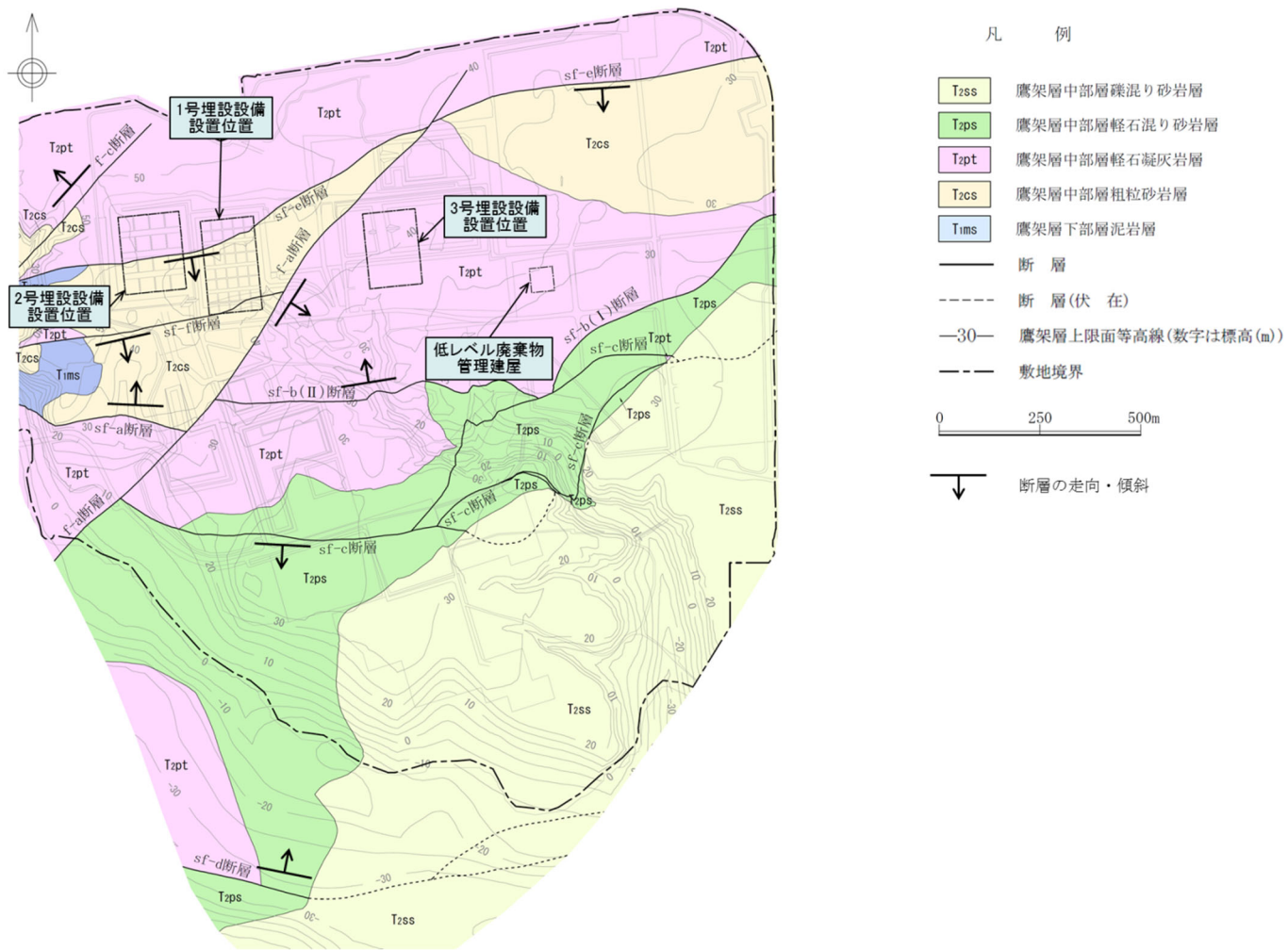
sf-f 断層は、走向がおおむね E-W で、70° 南に傾斜している逆断層センスの断層である。第 19 図に示すボーリング調査結果によれば、sf-f 断層は、その性状から sf-e 断層と同時期に形成された断層と判断できる。また、トレンチ調査結果から、f-a 断層は将来活動する可能性のある断層ではないと判断され、sf-f 断層は 1 号廃棄物埋設地東側で f-a 断層に切られることから、sf-f 断層も同様に将来活動する可能性のある断層ではないと評価した。

以上より、3 号廃棄物埋設地付近には、少なくとも後期更新世以降に活動した断層はないと評価する。

b. 地すべり評価

地すべり地形分布図を第 4 図に示す。防災科学技術研究所(2009)⁽³⁾により、西の沢以西及び尾駁沼付近を除いた台地上には、地すべり地形は判読されない。また、3 号廃棄物埋設地付近での地質調査結果から、地すべり面や地層の乱れは確認されない。

以上より、3 号廃棄物埋設地の設置地盤まで及ぶ地すべりはないと評価した。



第 14 図 敷地内の鷹架層上限面地質図

第2表 敷地内の断層性状一覧表

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

※1 sf-b(I)及びsf-b(II)をまとめて記載した。

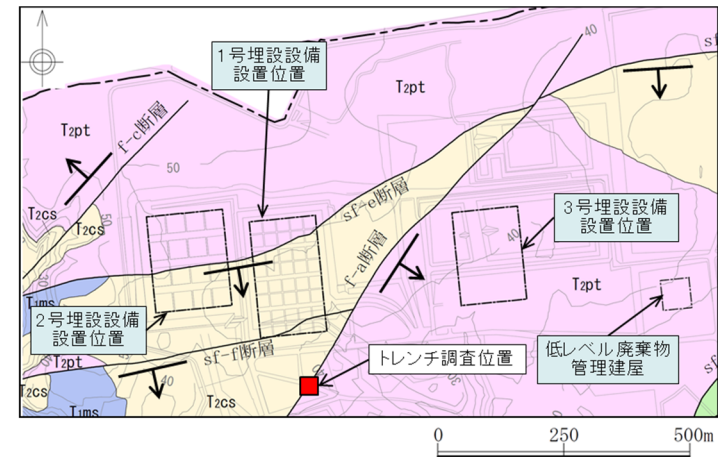
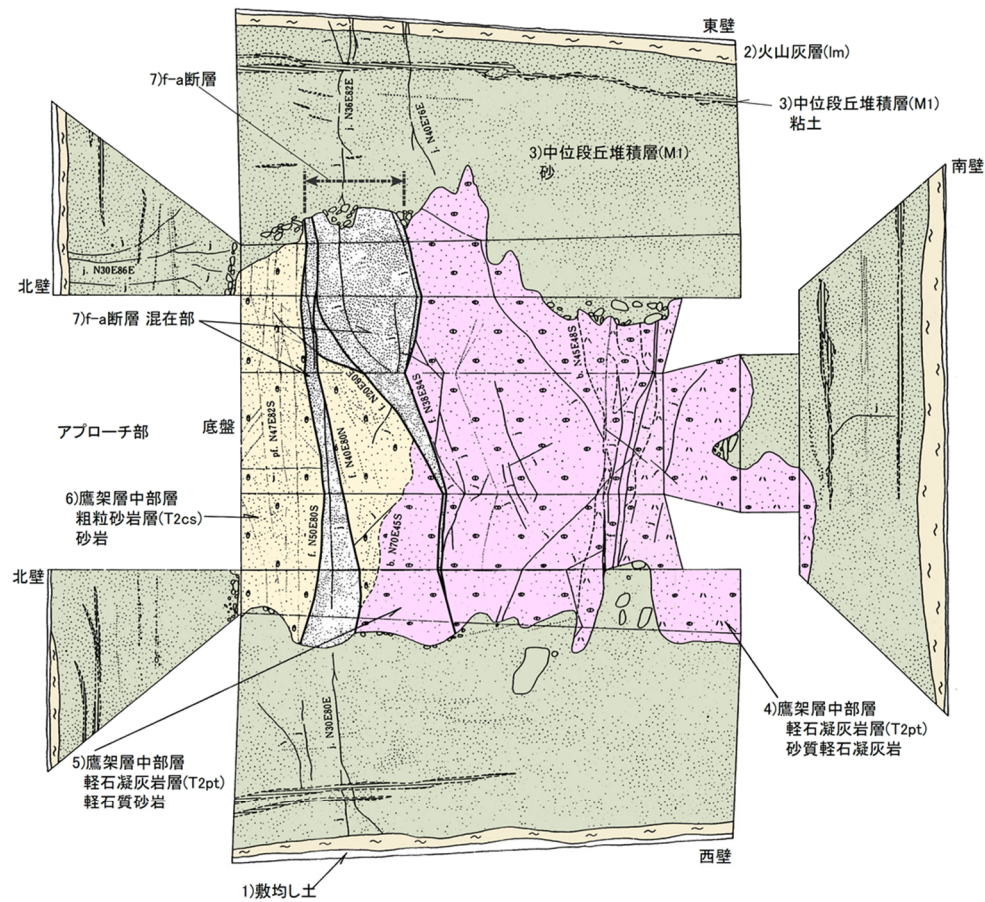
※2 活動性・連続性は、ボーリング調査及び調査坑調査等で確認した地質分布から判断した。

※3 1,2号廃棄物埋設地掘削面。

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

【sf系断層とf系断層との関係】

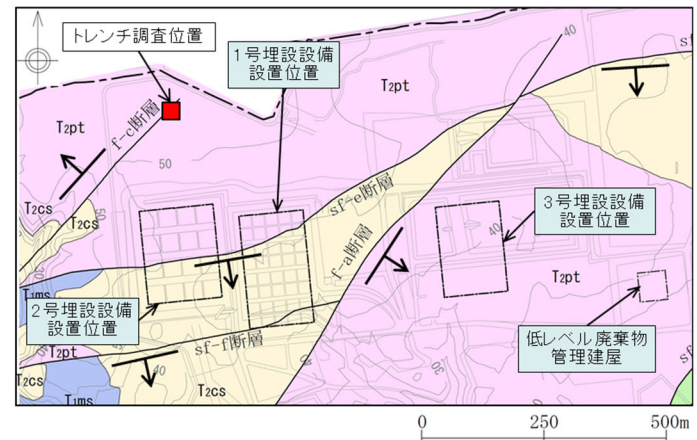
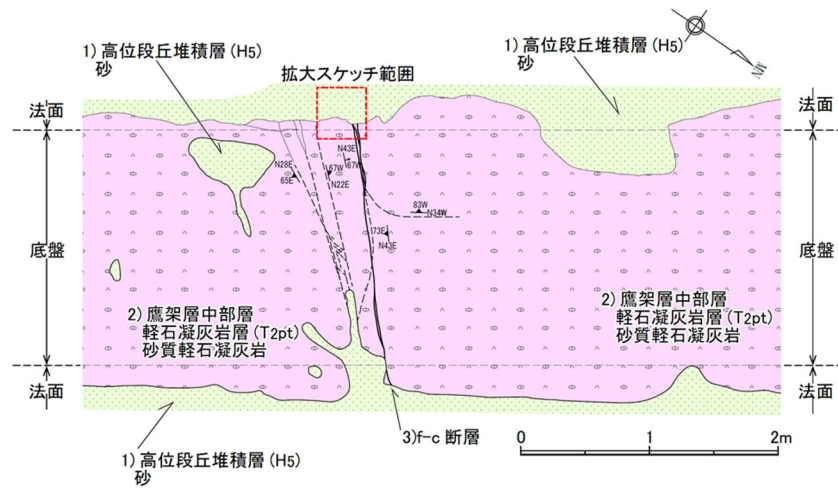
- ・断層部の性状から、sf系断層は未固結時に活動した断層である一方、f系断層は固結後に活動した断層と判断される。
- ・地質分布及びトレンチ調査結果から、sf系断層はf系断層に切られることを確認している。
→sf系断層はf系断層よりも先に形成した断層と判断される。



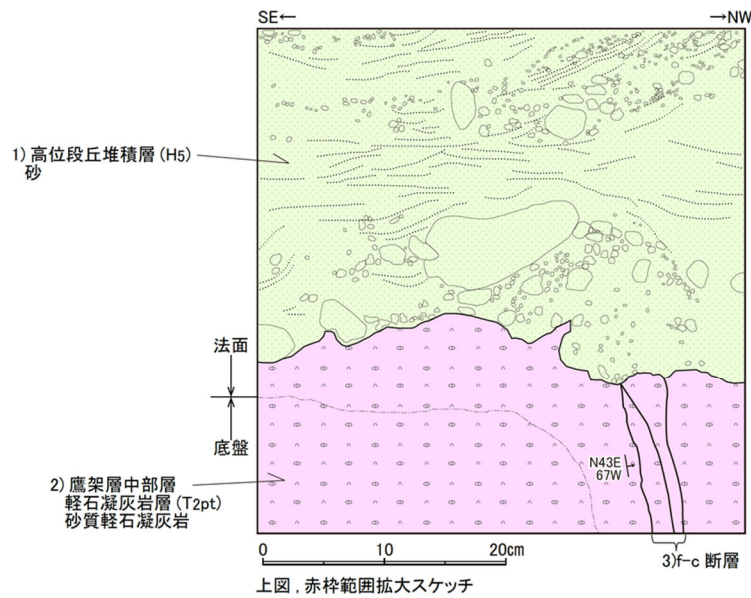
トレンチ調査位置図

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

第 15 図 トレンチ調査結果(f-a 断層)



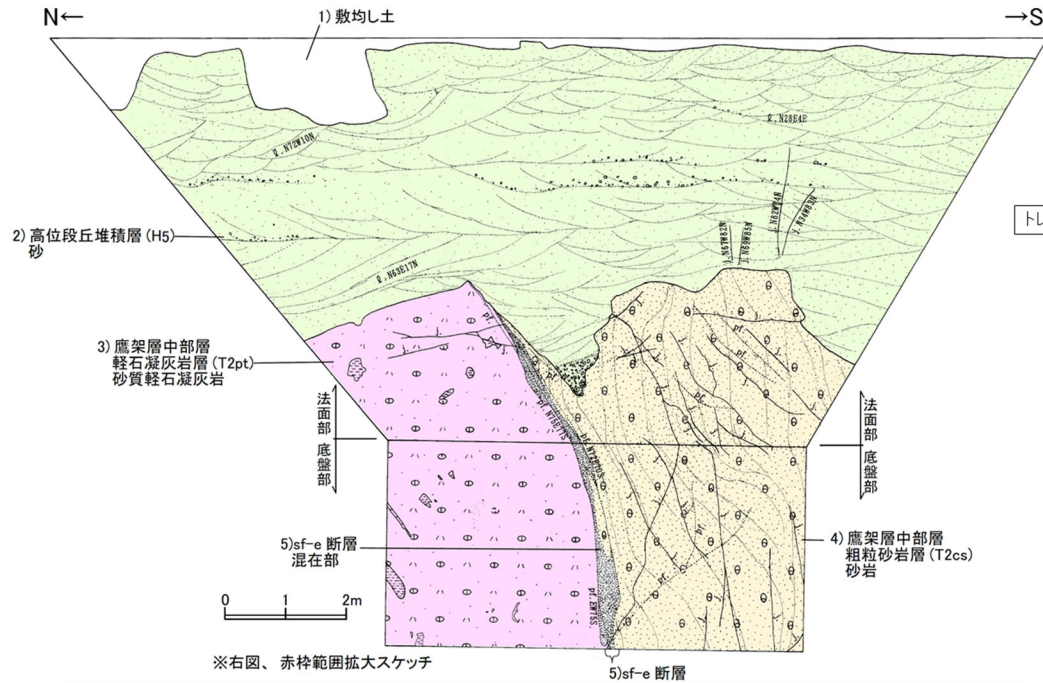
トレンチ調査位置図



上図、赤枠範囲拡大スケッチ

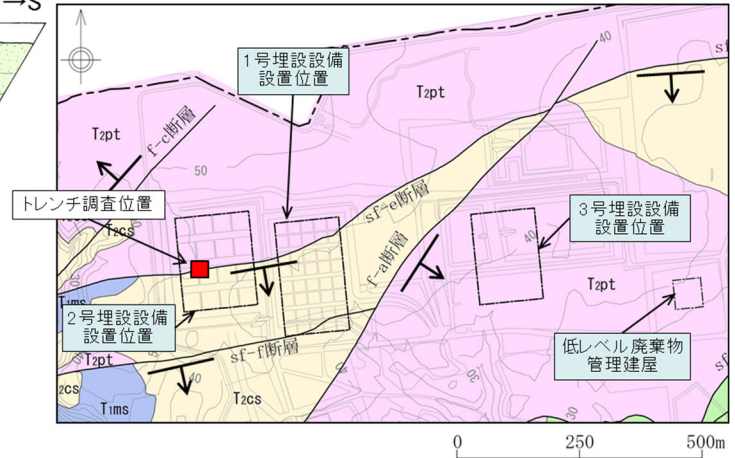
- 1) 高位段丘堆積層 (H5) : シルト分を含む中～粗粒砂からなる。葉理構造が発達し、葉理の基底付近には径 1cm ～ 30cm の円～亜円礫を含む。
- 2) 鷹架層中部層 軽石凝灰岩層 (T2pt) 砂質軽石凝灰岩 : 径 0.5cm ～ 2cm の白色軽石を含む。上面は上位の高位段丘堆積層により削剥される。
- 3)f-c 断層 : 断層面の走向・傾斜は N43 E67 W である。幅 1cm 程度の黄灰色粘土を挟み、断層東端では細粒化した軽石が幅 1.5mm 程度で断層に沿って分布する。上記の高位段丘堆積層に変位・変形を与えない。
- 線種凡例
 — f-c 断層
 - - - 断層 (固結・ゆ着した断層)
 — 割れ目
- 走向傾斜凡例
 / f-c 断層
 / 断層 (固結・ゆ着した断層)

第 16 図 トレンチ調査結果 (f-c 断層)

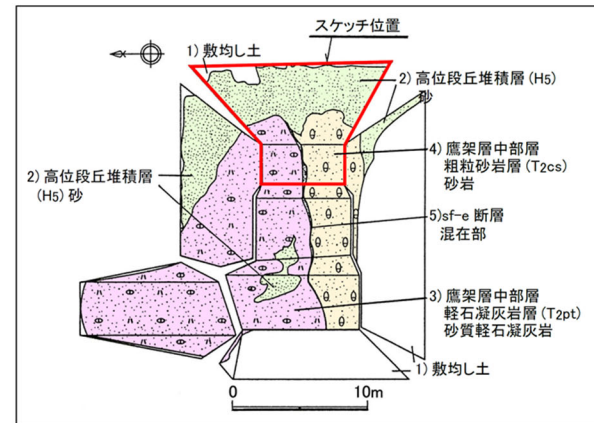


※右図、赤枠範囲拡大スケッチ

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



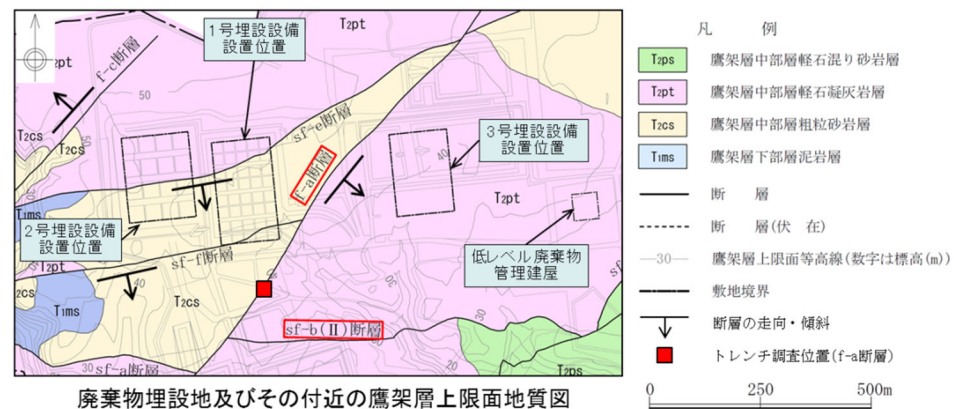
トレンチ調査位置図



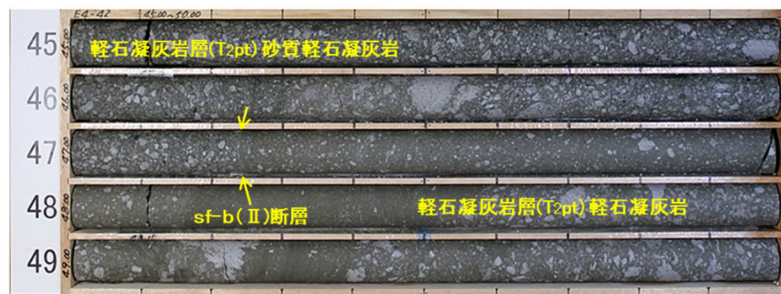
第 17 図 トレンチ調査結果(sf-e 断層)



3号廃棄物埋設地及びその付近の地質平面図

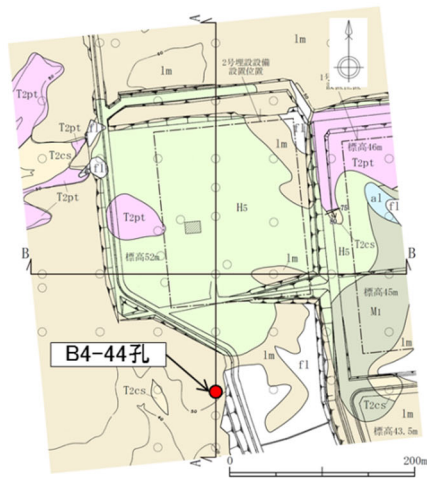


廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層上限面地質図



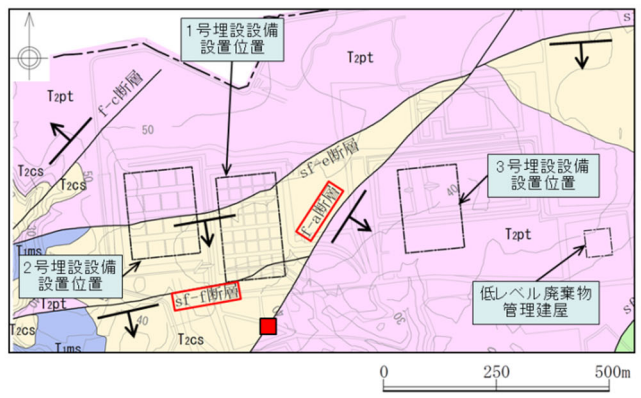
コア写真(E4-42孔、GL-45m~50m)

第 18 図 ボーリング調査結果(sf-b(II)断層)



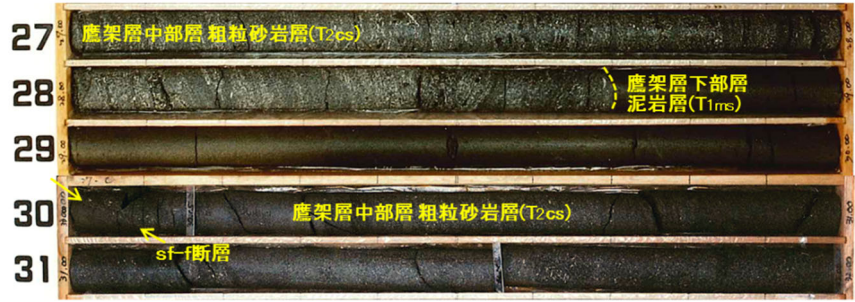
2号廃棄物埋設地及びその付近の地質平面図

- 凡例
- f1 土
 - al 沖積低地堆積層
 - lm 火山灰層
 - Mi 中段段丘堆積層
 - Hs 高位段丘堆積層
 - T2pt 鷹架層中部層軽石凝灰岩層
 - T2cs 鷹架層中部層粗粒砂岩層
 - 地層境界
 - 断層の走向・傾斜
 - 埋設設備設置位置
 - ボーリング位置
 - トレンチ位置
 - 断面位置



廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層上限面地質図

- 凡例
- T2ps 鷹架層中部層軽石混り砂岩層
 - T2pt 鷹架層中部層軽石凝灰岩層
 - T2cs 鷹架層中部層粗粒砂岩層
 - T1ms 鷹架層下部層泥岩層
 - 断層
 - 断層(伏在)
 - 鷹架層上限面等高線(数字は標高(m))
 - 敷地境界
 - 断層の走向・傾斜
 - トレンチ調査位置(f-a断層)



コア写真(B4-44孔、GL-27.00m～-32.00 m)

第 19 図 ボーリング調査結果(sf-f 断層)

(iii) 標準貫入試験結果

3号廃棄物埋設地及びその付近のボーリング孔で実施した標準貫入試験によると、表層部を除き、鷹架層はN値が50以上の岩盤である。

(iv) 土質試験結果

3号廃棄物埋設地及びその付近の盛土、火山灰層及び段丘堆積層のボーリングコアから採取した試料による湿潤密度、含水比、土粒子の密度及び間隙率の試験結果を第3表に示す。

第3表 3号廃棄物埋設地付近の土質試験結果(盛土及び第四紀層)(1/2)

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

第3表 3号廃棄物埋設地付近の土質試験結果(盛土及び第四紀層)(2/2)

地層	湿潤密度 (g/cm ³)	含水比 (%)	土粒子の密度 (g/cm ³)	間隙率 (%)
盛土	1.79	26.2	2.72	47.9
火山灰層	1.54	58.1	2.68	62.7
段丘堆積層	1.79	29.4	2.66	48.1

(v) 物理試験・岩石試験結果

a. 物理試験結果

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

第4表 3号廃棄物埋設地付近の物理試験結果(鷹架層)

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

*1 : ()内の数字は土粒子の密度を測定した試料数を示す。

b. 岩石試験結果

3号廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層中部層軽石凝灰岩層の軽石凝灰岩及び砂質軽石凝灰岩のボーリングコアから採取した試料による物理試験、圧裂試験及び三軸圧縮試験の結果を第5表に示す。

第5表 3号廃棄物埋設地付近の岩石試験結果(鷹架層)

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

5. 安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価

(1) 地盤の支持性能の算定

設置地盤の支持性能を検討するに当たり、3号埋設設備の基礎形式は直接基礎であることから、土木構造物の直接基礎の場合に適用される最新の知見として、「道示IV」⁽¹⁾及び「国土交通省告示第千百十三号」を用いた。

(i) 設置地盤における地盤反力度の制限値

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

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

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

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

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

(ii) 設置地盤における許容応力度

「国土交通省告示第千百十三号」に基づく許容応力度は、岩石試験結果を用いて求められ、軽石凝灰岩層軽石凝灰岩が 2.3MN/m^2 、軽石凝灰岩層砂質軽石凝灰岩が 13.1MN/m^2 である。

設置地盤の許容応力度の算定結果を第7表に示す。

3号廃棄物埋設地については鷹架層中部層軽石凝灰岩層を対象とする。

許容応力度の算出は、3号廃棄物埋設地の地盤である鷹架層の R. Q. D. が平均約 98.9% であり、3号廃棄物埋設地の鷹架層は堅硬で亀裂及び節理が少ない岩盤であること、また3号埋設設備設置標高付近の地盤の力学特性を直接的に把握することが望ましいことから、3号埋設設備設置標高付近のボーリングコアから採取した試料による圧裂試験及び三軸圧縮試験の結果を用いた。許容応力度の算出については、「国土交通省告示第千百十三号」第2項(1)の式を用いた。

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

第7表 設置地盤の許容応力度

3号埋設設備の設置地盤の許容応力度	
軽石凝灰岩層	
軽石凝灰岩	砂質軽石凝灰岩
2.3MN/m^2	13.1MN/m^2

(2) 地盤の支持力の評価

3号埋設設備の設置地盤は、第6図及び第7図に示すとおり、鷹架層中部層の軽石凝灰岩層である。3号埋設設備は、地質柱状図に示すとおり標準貫入試験によるN値が50以上の岩盤（鷹架層）に設置する。また、3号埋設設備の周囲に覆土があると、地盤の変形を抑制する上載荷重として作用するため、地盤の支持力の評価は3号埋設設備による荷重が最大かつ覆土施工前の状態で行っている。

設置地盤の支持性能値については、設置地盤における地盤反力度の制限値と、設置地盤の許容応力度を確認した。その結果、設置地盤の許容応力度に加え、「道示IV」⁽¹⁾の「表-9.5.5 基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値(支持層が岩盤の場合)」に示される 0.9MN/m^2 においても、3号埋設設備の荷重に対して十分な支持力を有していることを確認した。

設置地盤の支持力及び3号埋設設備の荷重による接地圧を第8表に示す。第8表より3号埋設設備の設置地盤は、岩石試験結果から計算した許容応力度と「道示IV」⁽¹⁾に示す地盤反力度の制限値を確認した結果、地盤反力度の制限値においても、3号埋設設備の作業中の荷重による接地圧(0.24MN/m^2)に対して十分な支持力を有している。

以上より、3号埋設設備の設置地盤は、3号埋設設備による荷重に対して十分な支持力を有していると評価した。

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

第8表 設置地盤の支持力

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

*1：許容応力度については、「国土交通省告示第千百十三号」第二(一)式を用いて算出した。

*2：地盤反力度の制限値については、「道示IV」⁽¹⁾表-9.5.5に示される値を用いた。

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

6. 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変形による影響評価

(1) 地盤の傾斜及び撓みの評価

地盤の変形は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下による周辺地盤の変状の影響がないことを確認する。3号廃棄物埋設地周辺地盤の変形のうち地盤の傾斜及び撓みの影響を確認するため、敷地及び敷地周辺に対し空中写真判読及び地質調査を実施した。その結果、地盤の傾斜及び撓みを発生させる敷地周辺に分布する断層として、出戸西方断層が確認された。第20図に敷地周辺の地形断面図作成位置図及び地形断面図を示す。

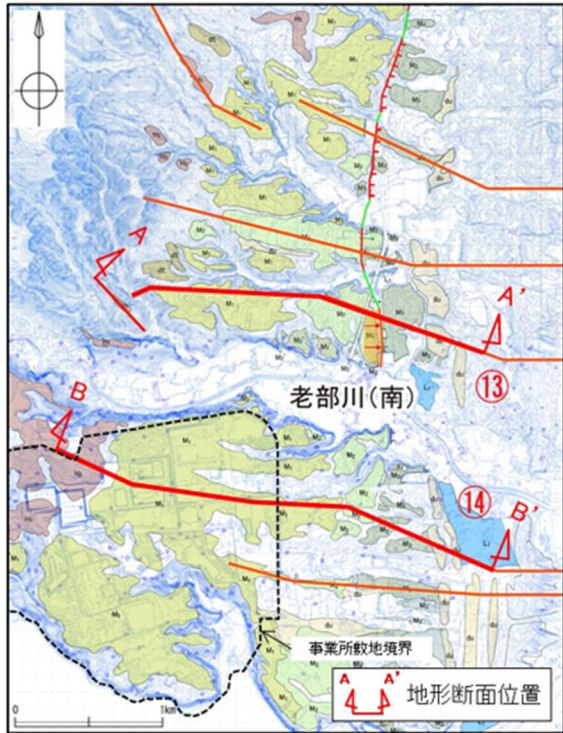
出戸西方断層に起因する変動地形は断層近傍のみで認められ、敷地内には認められないことから、出戸西方断層による支持地盤の傾斜及び撓みといった変形の影響はない。

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

(2) 不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下の評価

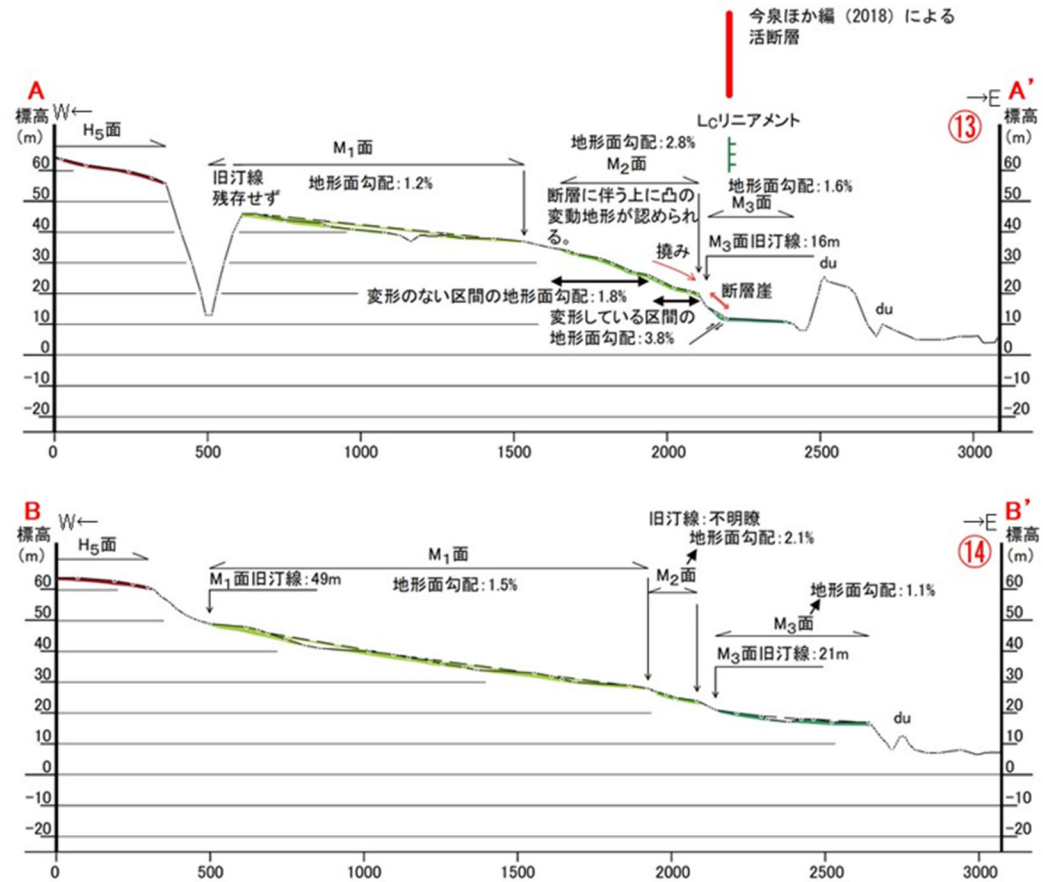
3号廃棄物埋設設備の設置地盤は、構造物を安定的に支持できるN値50以上の岩盤（鷹架層）であり、十分な強度を持っている。また、設置地盤以深もN値50以上の岩盤（鷹架層）と同等の岩盤が連続していることから、地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下による周辺地盤の変状の影響はない。

以上より、3号埋設設備の設置地盤は、地盤の変形に対して安全機能が損なわれるおそれはないと評価した。



地形面区分図及び地形断面図位置図

(「再処理事業所再処理事業変更許可申請書 本文及び添付資料 一部補正」(令和2年7月13日)の一部抜粋加筆)



地形断面図(「再処理事業所再処理事業変更許可申請書 本文及び添付資料 一部補正」(令和2年7月13日)の一部抜粋加筆)

第 20 図 敷地周辺の地形断面図作成位置図及び地形断面図

7. 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変位による影響評価

(1) 断層及び地すべりの評価

(i) 3号廃棄物埋設地の断層

ボーリング調査結果から、3号廃棄物埋設地内に断層は確認されなかった。

(ii) 3号廃棄物埋設地周辺の断層

3号廃棄物埋設地付近の鷹架層中には、f-a断層、f-c断層、sf-b(Ⅱ)断層、sf-e断層及びsf-f断層が認められる。

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

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

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

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

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

以上より、3号廃棄物埋設地付近の断層に関しては、ボーリング調査及びトレンチ調査結果から、少なくとも後期更新世以降に活動した断層ではなく、将来活動する可能性のある断層ではないと評価した。

(iii) 地すべり

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

以上より、3号廃棄物埋設設備の設置地盤は、変位が生ずるおそれはない。

8. 低レベル廃棄物管理建屋設置地盤の安定性評価

低レベル廃棄物管理建屋(以下「管理建屋」という。)は、「廃棄物埋設事業変更許可申請書」(平成10年10月8日付け、10安(廃規)第49号をもって事業変更許可)に記載されている通り、廃棄物埋設地東側の標高35mの位置にある。

空中写真判読結果等によれば、管理建屋設置位置及びその付近には、変位地形は認められず、地すべり地形及び陥没の発生した形跡も認められない。

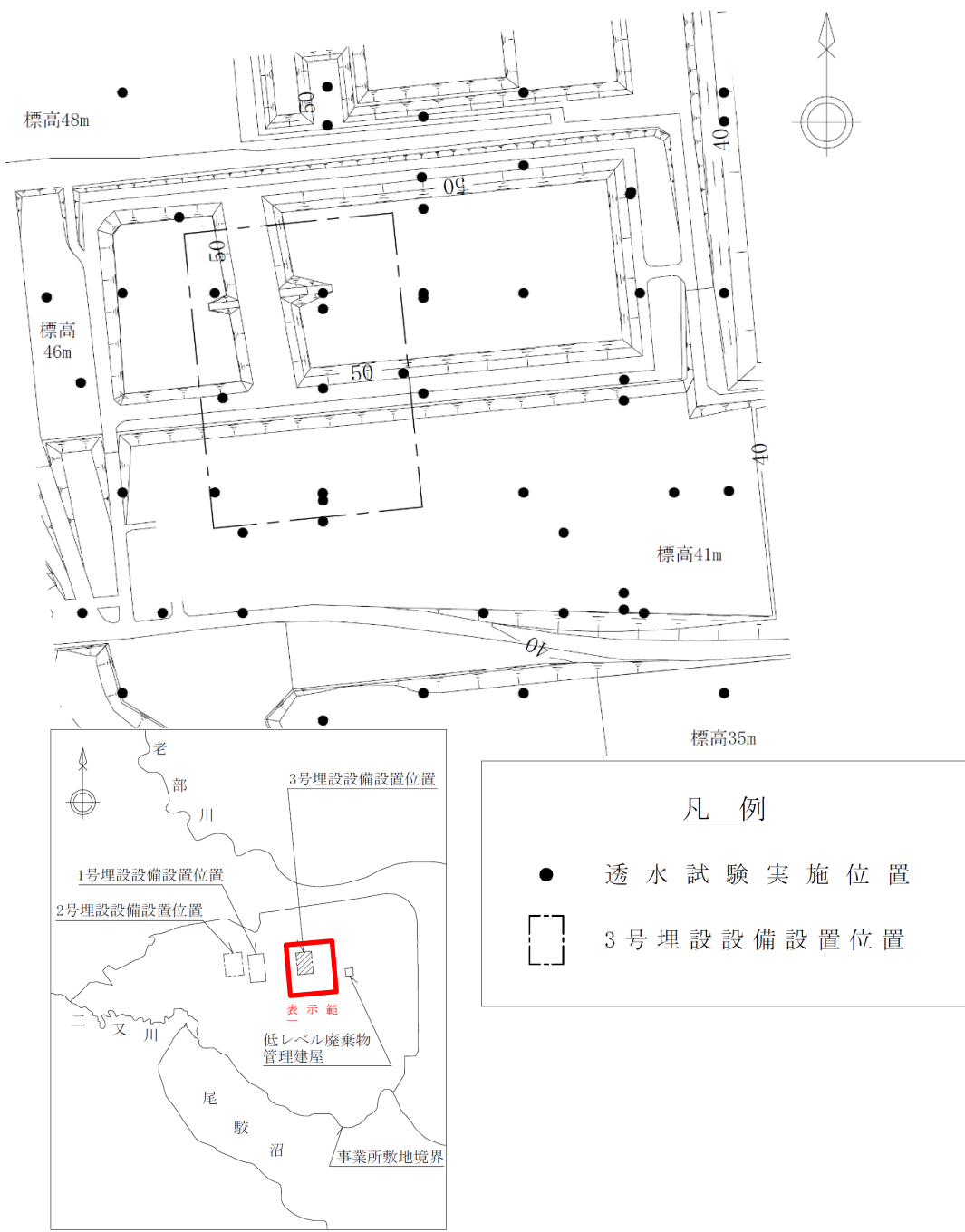
9. 3号廃棄物埋設地設置位置及びその付近の地盤の透水係数

地盤の透水性を把握するため、鷹架層中部層及び第四紀層を対象に主に原位置透水試験を実施した。鷹架層中部層を対象とした試験は、JGS1322⁽⁶⁾等に準拠し、鷹架層表層の風化部及び第四紀層を対象とした試験は、JGS1314⁽⁶⁾等に準拠した。盛土及び第四紀層の一部については、JIS A 1218に準拠し、室内透水試験を実施した。透水試験実施位置を第21図に、透水試験結果を第9表に示す。

3号廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層中部層の透水係数は、第四紀層及び鷹架層中部層の風化部と比べて十分小さく、地下水は主に第四紀層及び鷹架層中部層の風化部を流れる。

3号廃棄物埋設地及びその付近にはf-a断層、sf-b(Ⅱ)断層及びsf-e断層の3条の断層が認められるが、第9表に示す透水試験結果より、断層部は周辺地盤と同等の透水性を有している。

以上より、放射性物質の移行上の短絡経路となるような断層はない。また、緩い砂層等も存在しないため、水みちとなるようなものはない。



表示範囲の位置図

第 21 図 透水試験実施位置図

第9表 透水試験結果

3号廃棄物埋設地及びその付近	区 分	透水係数 対数平均値 (m/s)	試験個数(個)	対数の 標準偏差
	盛土部*1	7.3×10^{-6}	9	0.4
	第四紀層*1	2.6×10^{-6}	16	0.6
	鷹架層中部層 N値50未満(風化部)	9.6×10^{-7}	5	0.6
	鷹架層中部層 N値50以上*2	5.0×10^{-8}	310	0.9
	鷹架層中部層 軽石混り砂岩層 (T _{2ps})	4.5×10^{-8}	4	0.2
	鷹架層中部層 軽石凝灰岩層(T _{2pt})	4.3×10^{-8}	207	1.0
	鷹架層中部層 粗粒砂岩層(T _{2cs})	7.3×10^{-8}	82	0.4
	f-a断層	1.6×10^{-7}	3	1.0
	sf-b(Ⅱ)断層	1.7×10^{-8}	9	0.3
sf-e断層	1.0×10^{-7}	1	—	

*1: 3号廃棄物埋設地及びその付近の盛土部と第四紀層を合わせてデータ整理すると、透水係数： 3.8×10^{-6} (m/s)、対数の標準偏差：0.5、試験個数：25個となる。

*2: 試験区間中に地層境界(断層部含む)が存在した場合、そのデータは各層の試験データからは除外する。ただし、「鷹架層中部層N値50以上」の透水係数としては、各層の地層境界及び断層部も含める。

10. まとめ

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

(1) 安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価

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

(2) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変形による影響評価

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

(3) 3号廃棄物埋設地周辺地盤の変位による影響評価

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

11. 参考文献

- (1) 公益社団法人 日本道路協会(平成 29 年) : 道路橋示方書(IV 下部構造編)・同解説
- (2) 吉中龍之進、桜井春輔、菊地宏吉(1989) : 岩盤分類とその適用、株式会社土木工学会
- (3) 国立研究開発法人 防災科学技術研究所 : J-SHIS Map、J-SHIS 地震ハザードステーション、<https://www.j-shis.bosai.go.jp/map/>(参照 2021-6-1)
- (4) 国立研究開発法人 防災科学技術研究所(2009) : 5 万分の 1 地すべり地形分布図 第 42 集 「野辺地・八戸」図集、防災科学技術研究所研究資料 第 329 号
- (5) 町田洋、新井房夫(2011) : 新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺]、東京大学出版会
- (6) 社団法人地盤工学会(2013) : 地盤調査の方法と解説、地盤工学会

地盤の評価について -根拠資料集-

目 次

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

1. 許容応力度の算出

(1) 3号埋設設備

【支持地盤の許容応力度】

支持地盤の許容応力度は、3号埋設設備の底面を対象に算定する。

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

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

- ただし、 q_a : 長期に生ずる力に対する地盤の許容応力度(kN/m²)
 θ : 基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角(°)
 φ : 地盤の特性によって求めた内部摩擦角(°)
 α, β : 基礎底面の形状係数(-)
 C : 粘着力(kN/m²)
 B : 基礎荷重面の短辺又は短径(m)
 γ_1 : 基礎荷重面下の地盤(支持地盤)の単位体積重量(kN/m³)
 γ_2 : 基礎荷重面より上方の地盤の平均単位体積重量(kN/m³)
 D_f : 基礎に近接した最低地盤面から基礎荷重面までの深さ(m)
 N_c, N_γ 及び N_q : 支持力係数(-)

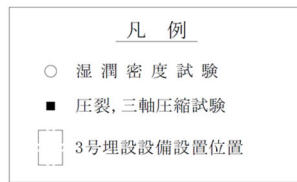
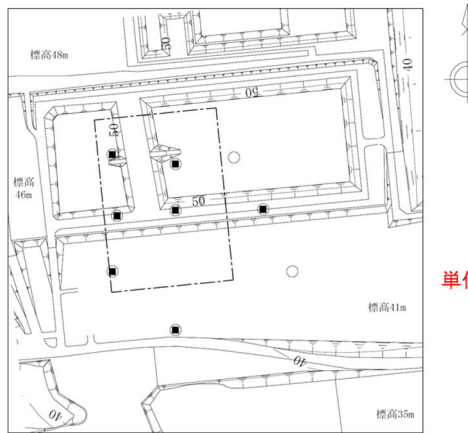
内部摩擦角に応じた支持力係数一覧

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

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

項目	設定値	備考
基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角に応じた数値 (i_c, i_q, i_γ)	$i_c = i_q = i_\gamma = 1$	荷重は支持地盤に対して鉛直であることから $\theta = 0$
基礎の形状係数 (α)	$\alpha = 1 + 0.2B/L$ $= 1 + 0.2 \times 36.51/64.10 \doteq 1.1$	B及びLは、それぞれの基礎荷重面の短辺及び長辺の長さ(m) B=36.51m, L=64.10m
基礎の形状係数 (β)	$\beta = 0.5 - 0.2B/L$ $= 0.5 - 0.2 \times 36.51/64.10 \doteq 0.4$	B及びLは、それぞれの基礎荷重面の短辺及び長辺の長さ(m) B=36.51m, L=64.10m
粘着力 (C) (kN/m ²)	軽石凝灰岩: 800kN/m ² 砂質軽石凝灰岩: 1,360kN/m ²	室内岩石試験の圧裂試験結果のせん断強度定数と三軸圧縮試験(UU)結果の粘着力のうち小さい値を設定(次頁参照)
内部摩擦角 (φ) (°)	軽石凝灰岩: 8.4° 砂質軽石凝灰岩: 27.2°	室内岩石試験の三軸圧縮試験(UU)結果の内部摩擦角から設定(次頁参照)
単位体積重量 (γ_1) (kN/m ³)	軽石凝灰岩: 15.58kN/m ³ 砂質軽石凝灰岩: 16.66kN/m ³	室内岩石試験の物理試験結果の湿潤密度から設定(次頁参照) (※g/cm ³ = 9.8kN/m ³)
支持力係数 (N_c, N_γ 及び N_q)	軽石凝灰岩 $N_c: 7.7, N_\gamma: 0.3$ 砂質軽石凝灰岩 $N_c: 24.4, N_\gamma: 10.0$	室内岩石試験結果(内部摩擦角)と国土交通省告示第1113号に示される支持力係数の表(上表参照)より設定

(2) 3号埋設設備(室内岩石試験結果)

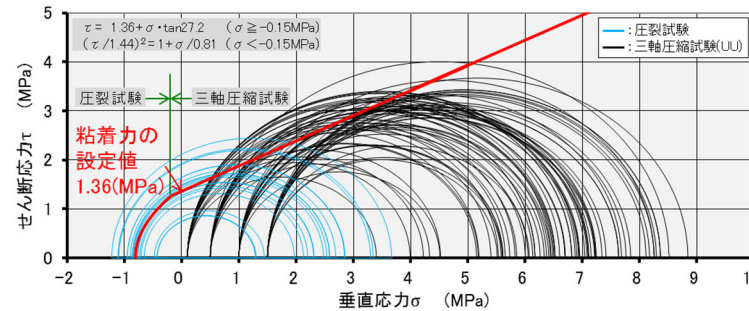
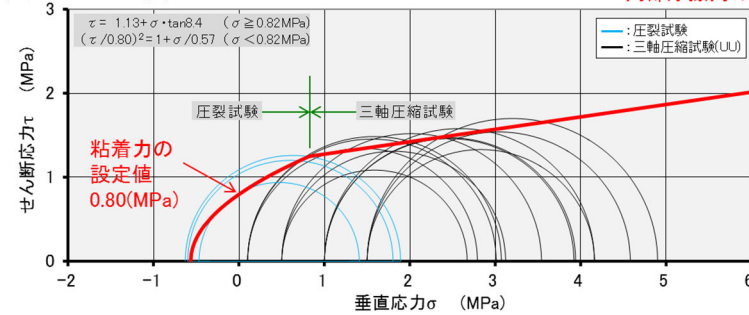


室内岩石試験実施位置図

室内岩石試験結果一覧

地層	物理試験	圧裂試験		三軸圧縮試験(UU)	
	湿潤密度 (g/cm ³)	引張強度 σ_t (MPa)	せん断強度定数 τ_c (MPa)	粘着力 c (MPa)	内部摩擦角 φ (°)
鷹架層 中部層 軽石凝灰岩	1.59 (39)	0.57 (3)	0.80 (3)	1.13 (12)	8.4 (12)
軽石 凝灰岩層 (T2pt)	1.70 (159)	0.81 (18)	1.44 (18)	1.36 (72)	27.2 (72)

単位体積重量の設定値(N/m³に換算) 粘着力の設定値(小さい方を設定) 括弧内の数字は試験数量を表す。 内部摩擦角の設定値



力学試験結果(上段: 軽石凝灰岩、下段: 砂質軽石凝灰岩)

2. 接地圧の算出

(1) 3号埋設設備

【埋設設備の接地圧】

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

ただし、 q ：単位面積当たりの荷重(MN/m²)

W_1 ：廃棄体重量(MN)

W_2 ：充填材重量(MN)

W_3 ：鉄筋コンクリート重量(MN)

LB ：1基当たりの面積(m²)

L及びBは基の長辺及び短辺

【操業中の荷重による接地圧】

道路橋示方書の地盤反力計算式を使用

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

ただし、 q_{max} ：最大地盤反力度(MN/m²)

N ：鉛直荷重(MN)

M_B ：モーメント(MN・m)

B ：基礎幅(m)

L ：基礎の奥行き(m)

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

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

※5 鉄筋コンクリートの単位体積重量(kN/m³)は、土木学会(2017)：「コンクリート示方書【設計編】」より、「24.5」を用いた。

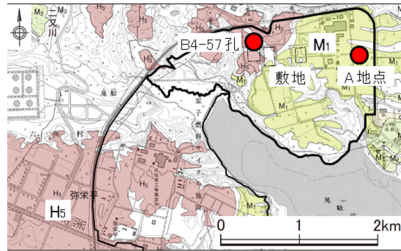
項目	設定値	備考
外荷重の鉛直合力(N) (MN)	501.0 (MN)	外荷重の鉛直合力(N) = $W_1 + W_2 + W_3 + W_4$ (MN) ただし、 W_1 ：廃棄体重量、 W_2 ：充填材重量、 W_3 ：鉄筋コンクリート重量、 W_4 ：雪荷重 W_1 ：258.7(MN)(上表参照)、 W_2 ：124.2(MN)(上表参照)、 W_3 ：113.3(MN)(上表参照) W_4 ：雪の単位荷重※1：積雪1cmごとに30(N/m ²)、 積雪層厚：0.67m(六ヶ所村最深積雪1.9m × 0.35※2) (※1：青森県建築基準法施行細則、※2：建築基準法施行令第82条)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

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

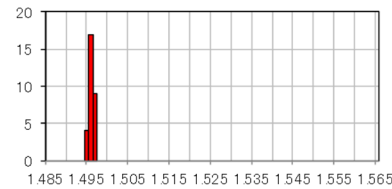
3. 廃棄物埋設地の地質

(1) 火山灰の対比(洞爺火山灰)

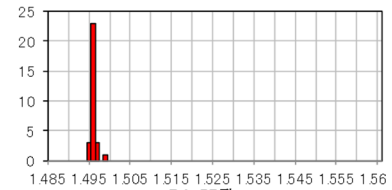
・段丘堆積層及びオレンジ軽石(OrP)との層序関係、露頭の性状及び火山灰分析結果から、敷地の中位段丘堆積層中(A地点)に認められる火山灰を洞爺火山灰(Toya)と同定した。



示標テフラ確認位置図



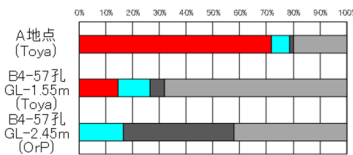
A地点
(Toya)



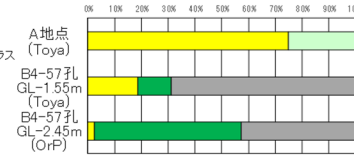
ガラス屈折率頻度分布図

敷地及び敷地周辺で確認される指標テフラ

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



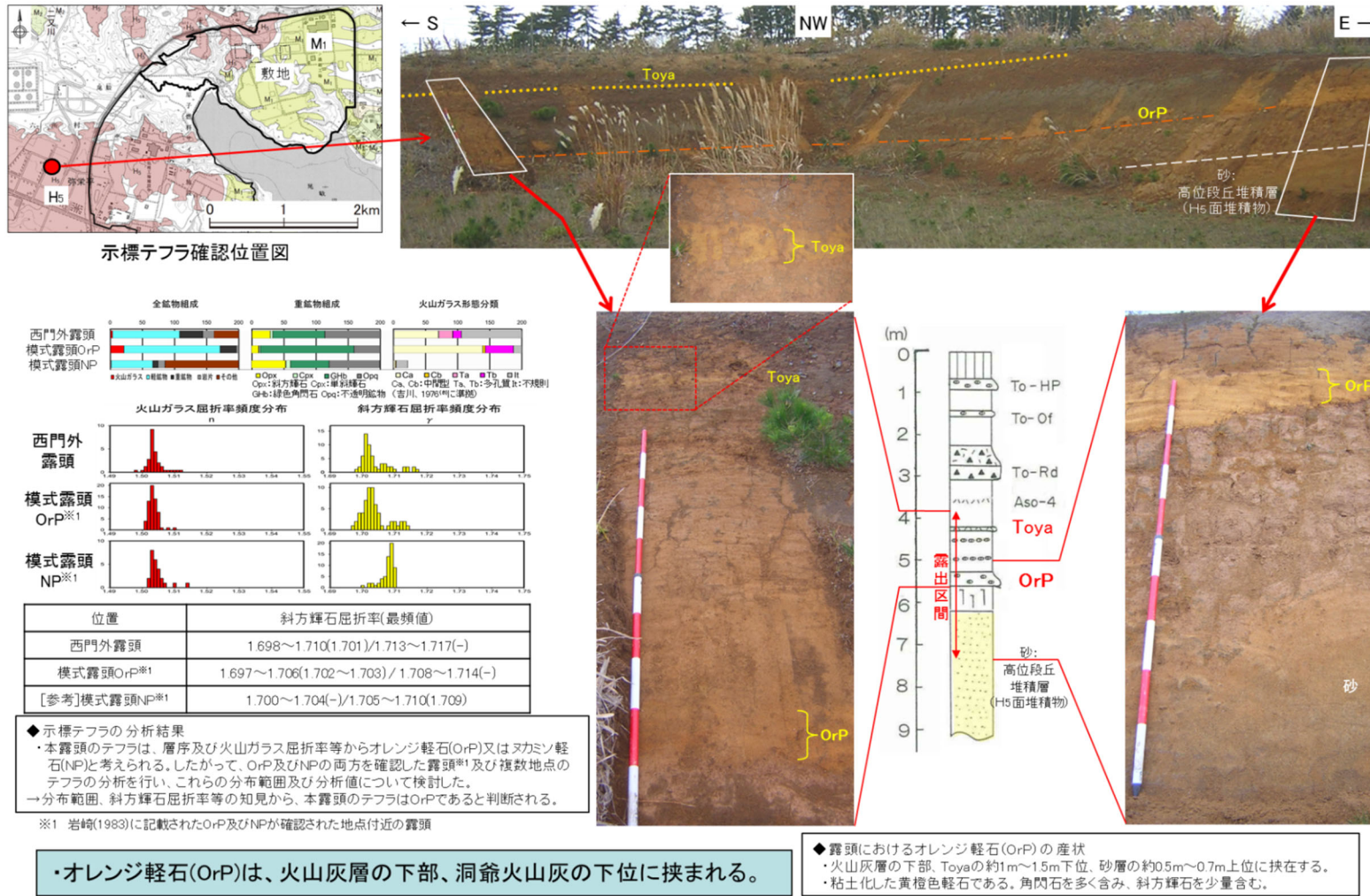
全鉱物組成分析結果



重鉱物組成分析結果

*1: 町田・新井(2011), *2: 岩崎(1983)

(2) オレンジ軽石 (OrP) の産状と層位状況



4. 地盤反力度の制限値の算出

(1) 地盤反力度の制限値算出に関する岩盤種類の目安

道路橋示方書・同解説、IV下部構造編(日本道路協会、平成29年)

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

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

3号廃棄物埋設施設における一軸圧縮強度

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

廃棄物埋設施設における
許可基準規則への適合性について

第四条 地震による損傷の防止

(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)

2021年6月

日本原燃株式会社

目 次

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

参考資料 1 地震による埋設設備の損傷程度

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

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

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

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

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

2. 廃棄物埋設施設の安全機能について

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

したがって、許可基準規則第二条第2項第一号を考慮し、廃棄物埋設施設（以下「本施設」という。）の安全機能を「放射性物質の漏出を防止する機能（以下「漏出防止機能」という。）」、「放射性物質の漏出を低減する機能及び生活環境への移行を抑制する機能（以下「移行抑制機能」という。）」及び「遮蔽機能」とする。これらの安全機能を有する施設は、埋設設備（漏出防止機能、移行抑制機能及び遮蔽機能）、排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層（漏出防止機能）及び覆土（移行抑制機能及び遮蔽機能）である。

また、安全機能を維持すべき期間は、次表に示すとおりである。廃止措置の開始後は、移行抑制機能及び遮蔽機能を期待できるように設計する。

第1表 安全機能を維持すべき期間

安全機能	安全機能を維持すべき期間	
	放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了*1まで	覆土完了*1から廃止措置の開始まで
漏出防止機能	○	-
移行抑制機能	-	○
遮蔽機能	○	○

○：安全機能を維持する

-：考慮しない

*1：覆土完了の時点を埋設の終了とする。

3. 設計対象設備

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

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

計対象設備としない。

- 1号埋設設備の変更は、埋設設備7, 8群の内部防水の追加、埋設を行う廃棄体の種類の追加及び数量の変更、放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類(C1-36)の追加である。ここで、埋設設備7, 8群の内部防水の追加は、設備の耐震強化を図るものではなく漏出防止対策であることから耐震設計の変更はない。埋設を行う廃棄体の数量の変更を行っているが最大埋設能力に変更はないため耐震設計の変更はない。さらに、埋設を行う廃棄体の種類の追加及び放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類(C1-36)の追加は、総放射エネルギーが増加することなく表面線量当量率に影響はない。
- 2号埋設設備の変更は、埋設を行う廃棄体の数量の変更である。埋設を行う廃棄体の数量の変更を行っているが最大埋設能力に変更はないため耐震設計の変更はない。

4. 許可基準規則への適合のための設計方針

新設である3号埋設設備は、地震の発生によって安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、地震力に十分耐えることができるよう耐震設計を行う。

5. 許可基準規則への適合性説明

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

(1) 耐震重要度の設定

(i) 耐震重要度の設定の方針

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

(ii) 耐震重要度の設定

埋設設備は、鉄筋コンクリート製で、その内部にセメント系充填材で固型化された廃棄体を定置した上で隙間をセメント系充填材で充填しており埋設設備が一体のコンクリートの塊状の構造であること及びその横幅と奥行きに比べて高さが低い形状であることから、構造的、形状的に地震に対して堅牢な施設であり、地震によって安全機能が喪失することはない。埋設設備の安全設計を踏まえて1Gの地震力(耐震重要度分類Sクラス施設の設計に用いる静的地震力以上に相当する地震力)を想定しても、損傷に至る変形が生じることはなく安全機能の喪失に至らないことを確認した。

地震の発生によって、放射線による公衆への影響はないことから、耐震重要度分類Cクラスとして設計する。

(2) その他の事象の評価

(i) 津波の影響について

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

詳細は「第五条 津波による損傷の防止」の適合性の説明において示す。

(ii) 埋設設備周辺斜面の崩壊について

廃棄物埋設地は段丘面上に位置するため、大きな自然斜面はない。

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

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

(3) 耐震設計

(i) 埋設設備の耐震設計

埋設設備の耐震設計については、耐震重要度分類がCクラスであり、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（原規規発第20033110号（令和2年3月31日原子力規制委員会決定））別記2（以下「別記2」という。）に基づき、一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設の静的地震力に対して弾性状態に留まる範囲で耐えるように設計する。

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

以下、一般産業施設及び公共施設等の耐震基準として、「耐震設計に係る設工認審査ガイド」（原規規発第20033110号（令和2年3月31日改正、原子力規制委員会））（以下「工認ガイド」という。）に示されている「建築基準法・同施行令」及び「道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説」（以下「道示V」という。）を参照し、地震層せん断力係数 C_i について検討を行う。

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

$$C_i = Z \times Rt \times Ai \times C_0$$

ここに、国土交通省告示第597号より

Z : 地域特性を表す係数であり、青森県上北郡では $Z=1.0$

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

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

考慮せず $A_f=1.0$

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

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

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

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

ここに、

c_z : 地域別補正係数であり、青森県上北郡では $c_z=1.0$

k_{h0} : 地盤種別に応じた設計水平震度の標準値である。

地盤種別は、埋設設備が N 値 50 以上の岩盤上に設置することから I 種であり、設計水平震度の標準値 k_{h0} は、固有周期に応じて第2表により求められ、最大値が 0.2 となり、道示Vに示される I 種地盤の設計水平震度 k_h は、最大値が 0.2 となる。

第2表 レベル1地震動の設計水平震度の標準値 k_{h0} (I種地盤)

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

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

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

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

(ii) その他の設備の耐震設計

a. 覆土の設計

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

また、覆土は、安定した地盤の一部を掘り込んだ箇所に設置しているため、地震による損

傷として、地すべりといった損傷は想定されないが、液状化が想定されるため、液状化し難い材料を用いて適切な管理方法で施工することにより、液状化抵抗性のある設計とする。

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

b. ポーラスコンクリートの設計

排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層は、設計地震力に対して適切な期間安全上要求される機能を損なわない構造とする。「適切な期間安全上要求される機能を損なわない」とは、廃棄物埋設地においては、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間において漏出防止機能を失わないこととする。

排水・監視設備の設計地震力は、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」における耐震設計上の重要度分類のCクラスの施設に対応するものとして、一般産業施設の耐震設計に用いられる地震力に基づき定める。

地震による埋設設備の損傷程度

目 次

1. はじめに	1
2. 埋設設備の前提条件	1
3. 算出方法.....	2
4. 結果.....	2

1. はじめに

耐震重要度の設定をするため、地震による3号埋設設備の損傷の程度について、概算で耐震評価を行う。

2. 評価の前提条件

(1) 耐震評価の計算条件

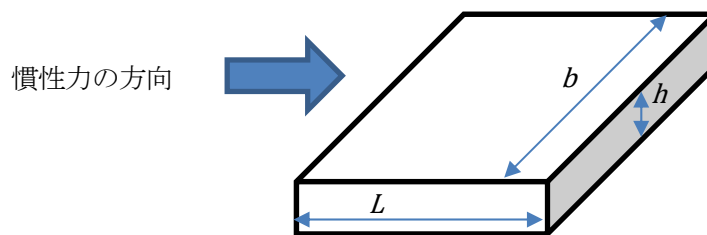
埋設設備は、鉄筋コンクリート製で、その内部にセメント系充填材で固型化された廃棄体を定置した上で隙間をセメント系充填材で充填しており埋設設備が一体のコンクリートの塊状の構造であること及びその横幅と奥行きに比べて高さが低い形状であることから、構造的、形状的に地震に対して堅牢な施設であり、埋設設備1基を剛体として、評価を行う。

埋設設備の外形寸法を第1表、耐震評価の計算条件を以下に示す。

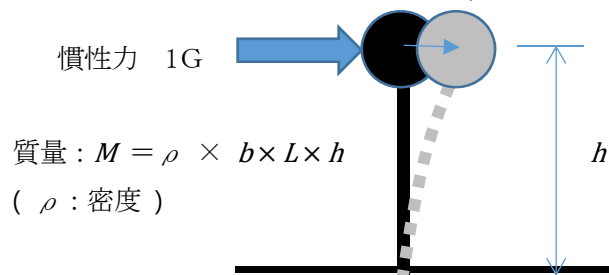
第1表 埋設設備の外形寸法

	b:幅(m)	L:長さ(m)	h:高さ(m)
3号埋設設備	64.1	36.5	6.7

設計基準強度 24.6N/mm²以上のコンクリートとして、2017年制定コンクリート標準示方書(設計編)から弾性係数 2.53×10^7 kN/m² 及び密度 23.0kN/m³ を用いる。



第1図 埋設設備に作用する慣性力のイメージ
たわみ: δ



第2図 計算モデル

(2) 水平地震力の設定

耐震評価で用いる水平地震力は、隣接する施設(再処理施設・加工施設・廃棄物管理施設)の基準地震動の最大加速度である 0.7G 及び他施設の評価で用いられている 1G を踏まえて、耐震重要度 S クラスに求められる静的地震力(3Gi)以上の 1G と仮定する。

3. 算出方法

たわみを求めるための算出に用いる数式を以下に示す。

$$I = \frac{b \times L^3}{12} \quad (1)$$

I : 断面二次モーメント (m⁴)

b : 幅 (m)

L : 長さ (m)

$$P = \rho \times b \times L \times h \times k_h \quad (2)$$

P : 慣性力 (kN)

$\rho (= 24.5)$: 密度 (kN/m³)

h : 高さ (m)

$k_h (= 1.0)$: 水平震度 (-)

$$\delta = \frac{P \times h^3}{3 \times E \times I} \times 1000 \quad (3)$$

δ : たわみ (mm)

$E (= 2.53 \times 10^7)$: 弾性係数 (kN/m²)

$$\varepsilon = \frac{\delta}{h \times 1000} \quad (4)$$

ε : せん断ひずみ (-)

4. 結果

3. 算出方法により計算した結果を第2表に示す。

式(4)の評価式から求めたのは、式(3)で求めた曲げ成分を含んだ変形量と埋設施設の高さから算出したひずみであり、この数値がせん断ひずみの許容限界のめやす値(JEAG4601(日本電気協会(1987)): 2×10^{-3})に比べて十分小さく、有意な変形が生じないことを確認した。

以上より、埋設設備の安全設計を踏まえて 1G の地震力(耐震重要度 S クラスの施設の設計に用いる静的地震力(3*G*)以上に相当する地震力)を想定しても、損傷に至る変形は生じることはなく安全機能の喪失に至らないことを確認した。

第2表 耐震評価の結果

	たわみ(mm)	せん断ひずみ(-)
3号埋設設備	5.50×10^{-3}	8.21×10^{-7}