

05 (01) ①貯留構造物（埋立部の土木構造を含む）

◆提示資料の要点

埋立廃棄物の流出防止や安定化のため、必要となる構造耐力を有した安全な土えん堤（貯留構造物）と効率的な埋立が可能となるようにのり面用土えん堤を用いて、廃棄物の埋立地を造成する。

◆設計基準、関連基準等

基準省令	第2条第1項第4号（第1条第1項第4号）
県指針	4-3-1 貯留構造物、4-1-15 構造物の設計、4-1-19 崩壊防止、4-3-10 埋立施工、5-3-9 埋立地の管理
全都清要領	3章 貯留構造物（p.199-224）
その他	土地改良事業計画設計基準 設計「ダム」（農林水産省農村振興局） 道路土工 切土工・斜面安定工指針（日本道路協会） 道路土工 盛土工指針（日本道路協会）

◆施設等の概要・ポイント

埋立地面積	22,100 m ²
埋立容量	埋立容量：25.2万 m ³ （第Ⅰ期：約7.4万m ³ 、第Ⅱ期：約17.8万m ³ ）
貯留構造物	○貯留構造物 ・土えん堤（均一型土えん堤） ・堤高：5.0m程度 ・法面勾配：前面（下流）1：2.5、背面（上流）1：2.0 ・天端幅：3.0m ○のり面用土えん堤 ・貯留構造物の天端からのり面用土えん堤法尻までの距離（以下「天端小段幅」という。）：10.0m（貯留構造物の天端幅を含まない）
特記事項	・貯留構造物は、第Ⅰ期と第Ⅱ期を区分する底面部に設置する。その他の土えん堤（区画堤を除く）は、のり面用土えん堤に該当するものと整理する。 ・県指針にある「のり面用土えん堤」の要件に則した設計とする。 ・事業計画地の形状、現地測量の結果を踏まえ、計画埋立容量に近づくように設計する。 ・隣接する一般廃棄物処分場の運営の支障にならないよう配慮し、第Ⅰ期、第Ⅱ期の期別埋立が可能となるように設計する。

1. 貯留構造物の基本構造

(1) 県指針基準

貯留構造物基本構造の県指針基準は、以下のとおりである。

【県指針 p.21 より】

4-3-1 貯留構造物

擁壁等が埋立地の一部を構成する場合には、保有水等の擁壁等からの浸出を防止するため4-3-2の遮水工と同等の遮水機能を有する必要があること。

① 擁壁

ア コンクリート擁壁の種類

コンクリート擁壁の種類は、原則として重力式コンクリート擁壁とすること。

イ 擁壁の高さは、施工実績の多い15m以下が望ましいこと。

ウ 擁壁には伸縮目地を設け、適切な止水板を二重に設置すること。

エ 擁壁の安定計算は、4-1-15に準じて検討のこと。ただし、すべてについて常時、地震時の検討を行うこと。

② 土えん堤

ア 種類は原則として均一型土えん堤とすること。

イ 盛土材料は、原則同一材料とし、せん断強度が大きく、かつ圧縮性の小さい材料を使用すること。

ウ 土えん堤の高さは、施工実績の多い15m以下とすることが望ましいこと。

エ 高さが5mを超える場合は、直高5m以内ごとに幅2m以上の小段を設けること。

オ 土えん堤ののり面勾配は表-4.3.1に示す値より緩やかなものとし、すべりに対する安定計算を行い、その安全性を確認すること。

カ レキ及び砂はのり面部に使用しないこととする。

表-4.3.1 えん堤ののり面勾配

主要区分			上流のり面 (背面)勾配	下流のり面 (前面)勾配
区分	名称	備考		
粗粒土	レキ質土		2.0	2.5
	砂質土	「日本統一土質分類」における (S-M) (S-C) (S-O) (S-V) (SM) (SC) (SO) (SV)	2.5	3.0
	砂質土(その他)	上記以外のもの	2.0	2.5
細粒土	シルト・粘性土	低塑性限界 (WL<50%)	2.0	2.5
	シルト・粘性土	低塑性限界 (WL≥50%)	2.5	3.0
	火山灰質粘性土			

キ 天端幅は、3m以上とすること。

ク 土えん堤前面ののり尻には、フトン簀等により図-4.2.1のようなのり尻処理を施工のこと。ただし、排水のできる構造とすること。

(2) 【県指針 p.49 より】基本構造のポイント

5-3-9 埋立地の管理

- ① 搬入された廃棄物は、原則として搬入された日に埋め立てを行い、締固め、覆土、整地の作業等が講じられるように計画的に埋立処分を行うこと。
- ② 埋め立てる廃棄物の各層の厚さは、原則として次のとおりとし、必要に応じて各層の間に中間覆土を0.5m以上行うこと。
 - ア 腐敗物を含まない場合は、5m以下とすること。
 - イ 腐敗物が40%未満の場合は、3m以下とすること。
 - ウ 腐敗物が40%以上の場合は、0.5m以下とすること。
- ③ 中間覆土の施工時は、原則として新たな廃棄物の搬入及び埋め立てを中止し、計画的に行うこと。

基本構造のポイントは、以下のとおりである。

- 貯留構造物は、第Ⅰ期と第Ⅱ期を区分する底面部に設置し、遮水工と同等の遮水機能を有することとする。
- 土えん堤の種類は、県指針に基づき均一型土えん堤とする。
- 盛土材料は、砂質土（「日本統一土質分類」における（S-M）（S-C）（S-O）（S-V）（SM）（SC）（SO）（SV）以外のもの）を使用することとし、前面の法面勾配を1：2.5、背面の法面勾配を1：2.0とする。
- 貯留構造物の高さは、埋立地外周法面の1段目の高さと同じ5.0m程度とする。
- 貯留構造物の天端幅は、3.0mとする。
- 貯留構造物ののり面部にはレキ及び砂は使用しない。
- 湧水等による崩壊防止のため、土えん堤前面法尻部（埋め戻し面）にふとん籠を設置し、第Ⅱ期の遮水工設置時に撤去する。
- ふとん籠を設置する埋め戻し面には、工事中沈砂池に向かって5%以下の排水勾配を設ける。
- ふとん籠の排水は、工事中沈砂池を経由し、地下水集排水施設へ接続する。

上記を踏まえ、貯留構造物の基本構造を計画平面図、貯留構造物詳細図、標準断面図に示す。

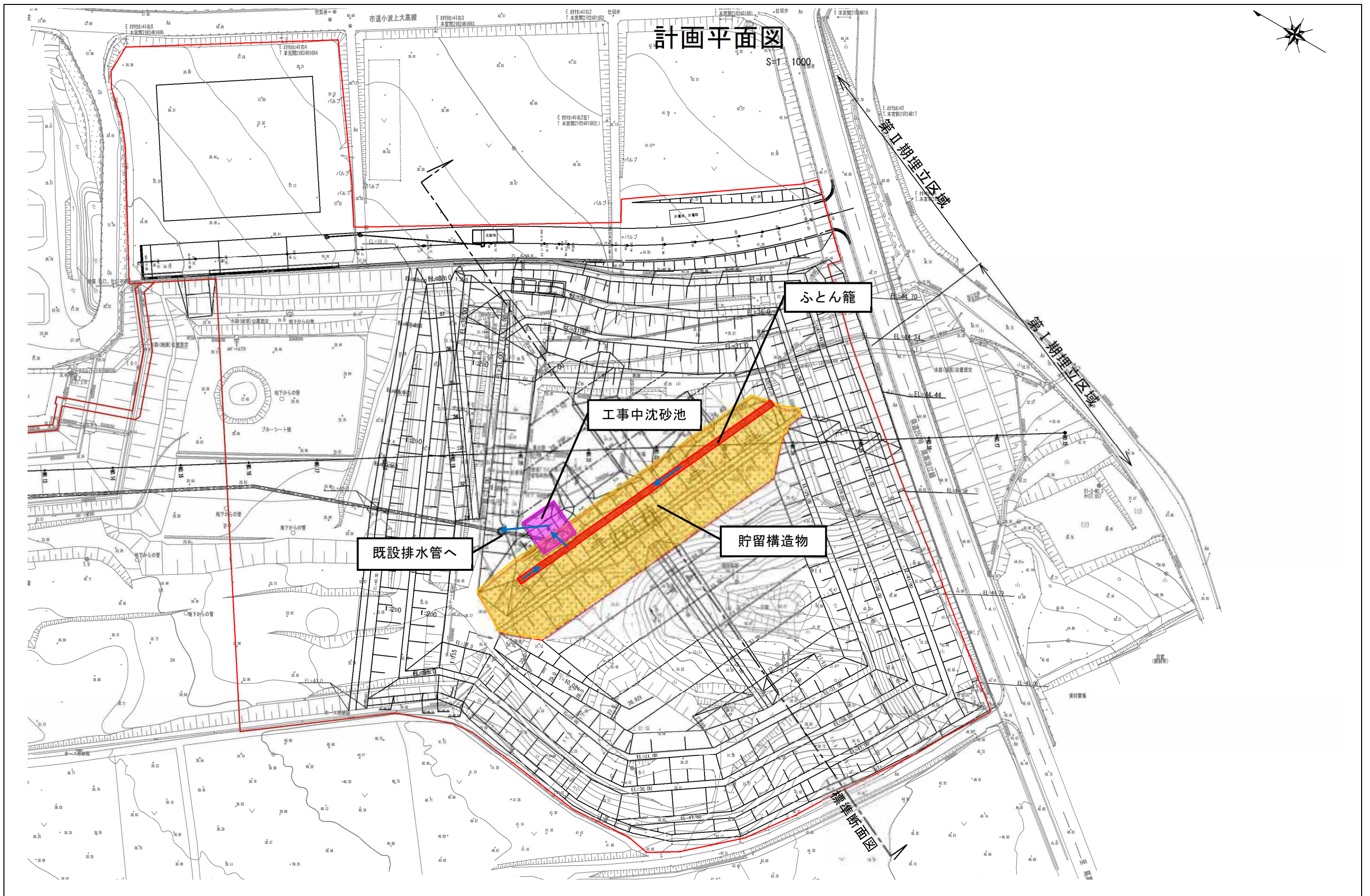
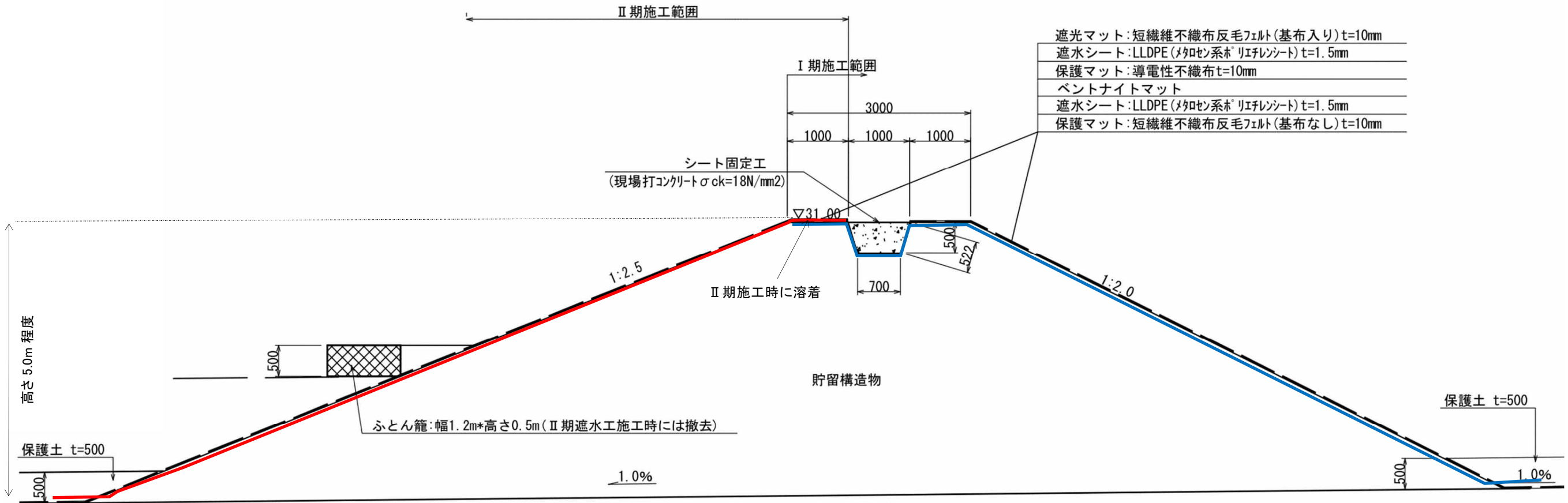


図01-1 計画平面図

貯留構造物詳細図



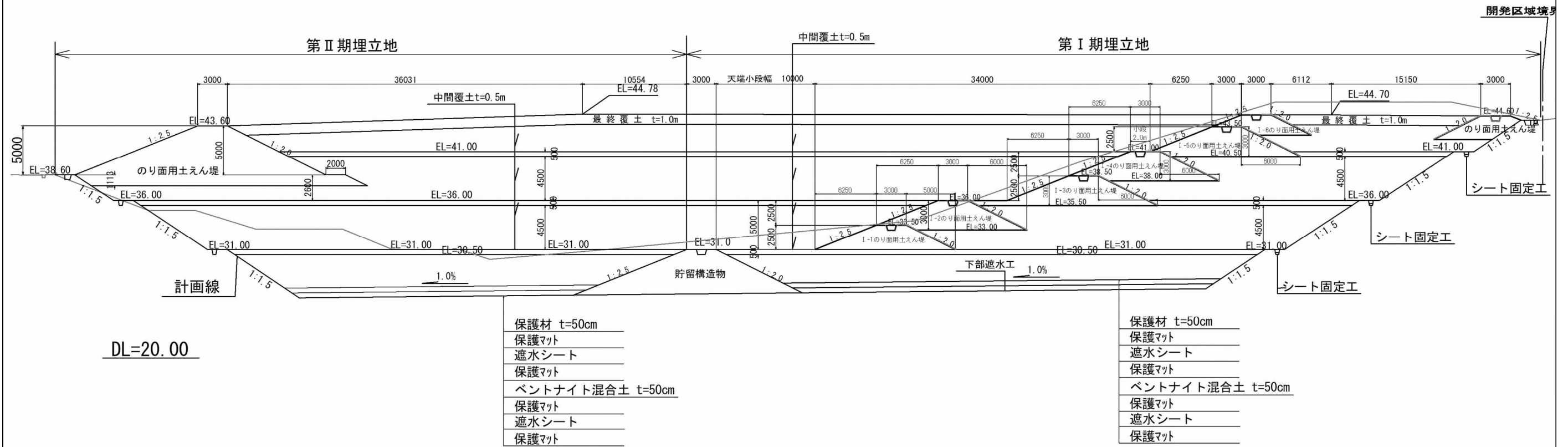
【 83 】

ポイント

- 均一型土えん堤で造成する。
- 前面の法面勾配=1:2.5、背面の法面勾配=1:2.0
- 高さ=5.0m程度
- 天端幅=3.0m
- 天端小段幅=10m (天端幅を含まない)
- 前面法尻部にふとん籠を設置し、第II期の遮水工設置時に撤去する。
- ふとん籠の端部は、地下水集排水施設へ接続し、排水できる構造とする。

図01-2 貯留構造物詳細図

標準断面図



ポイント

- 貯留構造物は、第Ⅰ期と第Ⅱ期を区分する底面部に設置する。
- 貯留構造物以外の土えん堤（区画堤を除く）は、のり面用土えん堤とする。
- のり面用土えん堤の構造は、貯留構造物に準じる。
- のり面用土えん堤は、高さ5mに対して2段設置し、高さ50cmの重ね代を確保する。
- 中間覆土は、高さ5m毎に厚さ50cmを設けることを基本とする。
- 最終覆土は、厚さ1.0mとする。

図01-3 標準断面図

2. 埋立施工

(1) 県指針基準

埋立施工の県指針基準は、以下のとおりである。

【県指針 p. 32 より】

4-3-10 埋立施工

- ① 貯留構造物の高さを超えて廃棄物を埋め立てないこと。ただし、当初計画の段階から貯留構造物の高さを超えて施工する計画としている場合において、貯留構造物、埋立廃棄物、基礎地盤の全体を含めた安定検討を行った上で、以下のいずれか又は両方の施工を行うときはこの限りではない。
 - ア 貯留構造物の天端に10m以上の十分な幅の小段を取り、最終的なのり面を形成するのり面用土えん堤を設置して、その堤体下部に十分な支持力強度が得られる廃棄物を埋め立て、不等沈下を起さぬように施工管理を十分に行ったことが管理資料等で確認できる場合
この場合、最終的なのり面を形成するのり面用土えん堤の構造は4-3-1の貯留構造物に準じること。
 - イ 雨水排水等のため、最終覆土表面を5%以下の勾配で緩やかに埋め立てる場合
- ② 埋立断面は、**図-4.3.13**の例によること。
- ③ 埋め立ては、原則として埋立地の下部から行うものとし、埋立地内には4-1-7の規定による埋立作業に適した場内道路を設けること。
- ④ 埋め立ての進行にともなって、埋立仕上がり面に表面排水路を設置すること。

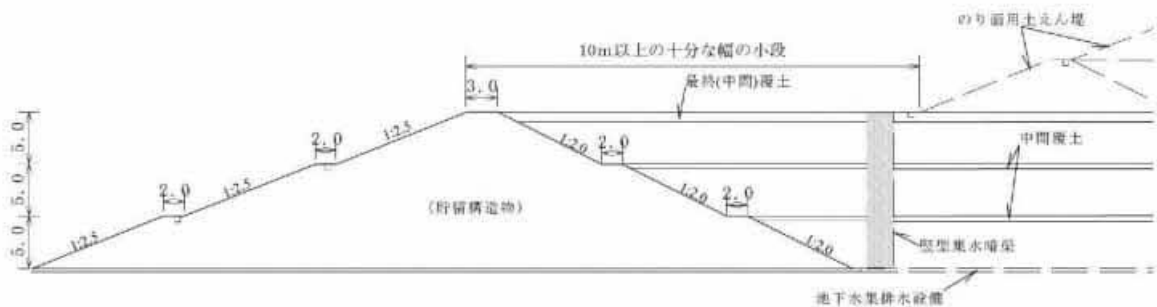


図-4.3.13 管理型最終処分場埋立断面図

(2) 埋立施工のポイント

埋立施工のポイントは、以下のとおりである。

- 貯留構造物の高さを超えて廃棄物を埋め立てる計画としていることから、のり面用土えん堤を設置することとする。
- 天端小段幅は10mとする。なお、この10mには、貯留構造物の天端幅を含まないものとし、より安全性を高めた設計とする。
- 貯留構造物以外の土えん堤（区画堤を除く）は、のり面用土えん堤とする。
- のり面用土えん堤の構造は、貯留構造物に準じる。
- のり面用土えん堤は、一段毎の高さが5mを超えないように、高さ5mに対して2段設置する。また、地震時の変形量抑制の観点から、2段分けのり面用土えん堤の一体化を図るため、間に高さ50cmの重ね代を確保する。（他事例参考）

- 埋め立てる廃棄物は、燃え殻、ばいじん及び鉱さいの無機物が大半を占める見込みである。そのため、埋め立て廃棄物の各層の厚さは、県指針（p.49）に「腐敗物を含まない場合は、5m以下」とあることから5mを基本とし、中間覆土は高さ5m毎に厚さ50cmを設ける。（無機物区域）ただし、腐敗物を含む廃棄物（40%未満）を受け付けた場合には、無機物とは別の区域を設けて埋め立てることとし、中間覆土は高さ2.5～3m毎に厚さ50cmを設ける。（有機物区域）
- 最終覆土は、中・高木の植栽も可能な厚さ1.0mとする。
- 本埋立地は、貯留構造物の高さを超えて埋立を行う計画のため、貯留構造物、埋立廃棄物、のり面用土えん堤及び基礎地盤の全体を含めた安定計算を行い、安全性を確認する。
- 雨水排水のため、最終覆土表面は、5%以下程度の排水勾配とする。
- 埋立手順は、貯留構造物の高さまで埋立⇒中間覆土⇒のり面用土えん堤構築・埋立⇒繰り返し⇒最終覆土である。
- のり面用土えん堤堤体下部に十分な支持力強度が得られる廃棄物を埋め立て、十分な転圧を行い不等沈下を防止する。
- 埋め立ての進行にともなって、最終覆土及び中間覆土の埋立仕上がり面は、埋立地外周の小段側に勾配を設け、雨水排水を行うこととする。

上記を踏まえた流域平面図、標準断面図を次図に示す。

また、章末に貯留構造物及びのり面用土えん堤の安定計算書を示す。

3. 崩壊防止

(1) 県指針基準

崩壊防止の県指針基準は、以下のとおりである。

【県指針 p. 12 より】

4-1-19 崩壊防止

① 切土

- ア 地山の土質に対する切土のり面勾配は、表-4.1.8 に掲げる基準によるものとし、一層の切土高は5 m以下とすること。
- イ 切土の高さは、原則として表-4.1.8 の切土高の上限までとする。
- ウ 小段は以下のとおり設置すること。
 - a 均一な土質からなる場合は、切土高5 m以内ごとに水平距離2 m以上の小段を設けること。
 - b 土質が異なる場合は、地層等を考慮してその境界に合わせて小段を設けること。
- エ 表-4.1.8 に掲げる切土高の上限を越える場合及び地盤、土質条件等によっては、のり面の安定検討を円弧すべり面法によって行うこと。なお、各設計基準に基づき所要の安全率を確保すること。

② 盛土

- ア 盛土は立木の伐採、除根等を必ず行い現地盤と盛土の密着を図ること。
- イ 地山の勾配が1：5.0（勾配20%）より急な場合には、高さ0.5 m以上、幅1 m以上の段切りを施すものとする。
- ウ 盛土は原則として同一材料を使用すること。
- エ 締め固め作業は、土質及び使用機械により適切に行うこととし、一層の仕上り厚は30 cmを標準とする。
- オ 盛土材料及び盛土高に対する盛土のり面勾配は、原則として表-4.1.9 に掲げる基準によるものとし、一層の盛土高は5 m以下とすること。
- カ 盛土の高さは、原則として表-4.1.9 の盛土高の上限までとする。
- キ 盛土高5 m以内ごとに水平距離2 m以上の小段を設けること。
- ク 表-4.1.9 に掲げる盛土高の上限を越える場合及び地盤、土質条件等によっては、のり面の安定検討を円弧すべり面法によって行うこと。なお、各設計基準に基づき所要の安全率を確保すること。

③ のり面保護

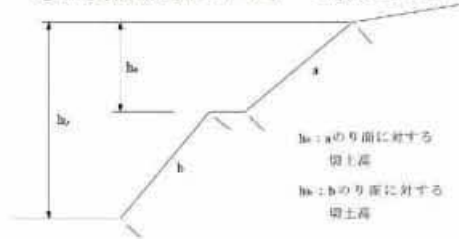
- ア 開発区域内の切土、盛土箇所ののり面には、表-4.1.10 に掲げるものの中から適切に選定した工法によりのり面保護工を施工し、のり面の安定を図ること。
- イ 植生工を採用する場合は、ネット処理を施したもの又はそれと同等以上のものとする。
- ウ のり面の小段には、排水計画又は排水路の維持管理を検討の上、必要断面の排水路を設けること。

表-4.1.8 切土に対する標準のり面勾配

地山の土質		切土高	勾配
硬岩			1:0.3~1:0.8
軟岩			1:0.5~1:1.2
砂	密実でない粒度分布の悪いもの		1:1.5~
砂質土	密実なもの	5m以下	1:0.8~1:1.0
		5~10m	1:1.0~1:1.2
	密実でないもの	5m以下	1:1.0~1:1.2
		5~10m	1:1.2~1:1.5
砂利または岩塊混じり砂質土	密実なもの、または粒度分布のよいもの	10m以下	1:0.8~1:1.0
		10~15m	1:1.0~1:1.2
	密実でないもの、または粒度分布の悪いもの	10m以下	1:1.0~1:1.2
		10~15m	1:1.2~1:1.5
粘性土		10m以下	1:0.8~1:1.2
岩塊または玉石		5m以下	1:1.0~1:1.2
混じりの粘性土		5~10m	1:1.2~1:1.5

注) ①上表の標準勾配は地盤条件、切土条件等により適用できない場合があるので「道路土工一切土工・斜面安定工指針」を参照すること。

②土質構成等により単一勾配としないときの切土高および勾配の考え方は下図のようにする。



- ・勾配は小段を含めない。
- ・勾配に対する切土高は当該切土のり面から上部の全切土高とする。

③シルトは粘性土に入れる。

④上表以外の土質は別途考慮する。

表-4.1.9 盛土材料及び盛土高に対する標準のり面勾配

盛土材料	盛土高(m)	勾配	摘要
粒度の良い砂(S), 礫および細粒分混じり礫(G)	5m以下	1:1.5~1:1.8	基礎地盤の支持力が十分にあり、浸水の影響のない盛土に適用する。
	5~15m	1:1.8~1:2.0	
粒度の悪い砂(SG)	10m以下	1:1.8~1:2.0	()の統一分類は代表的なものを参考に示す。
岩塊(ずりを含む)	10m以下	1:1.5~1:1.8	
	10~20m	1:1.8~1:2.0	
砂質土(SF), 硬い粘質土, 硬い粘土(洪積層の硬い粘質土, 粘土, 関東ローム等)	5m以下	1:1.5~1:1.8	標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算を行う。
	5~10m	1:1.8~1:2.0	
火山灰質粘性土(V)	5m以下	1:1.8~1:2.0	

注) 盛土高は、のり肩とのり尻の高低差をいう(下図参照)。

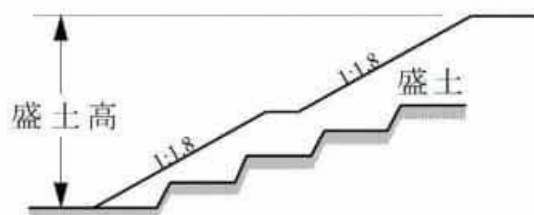


表-4.1.10 のり面保護工の主な工種と目的

分類	工 種	目 的	
のり面緑化工(植生工)	播種工 種子散布工、客土吹付工、 植生基材吹付工(厚層基材吹付工)、 植生シート工、植生マット工	浸食防止、凍上崩落抑制、 植生による早期全面被覆	
	植生筋工	盛土で植生を筋状に成立させることによる浸食防止、植物の侵入・定着の促進	
	植生土のう工、植生基材注人工	植生基盤の設置による植物の早期生育、 厚い生育基盤の長期間安定を確保	
	植栽工	張芝工	芝の全面張り付けによる浸食防止、凍上崩落抑制、 早期全面被覆
		筋芝工	盛土で芝の筋状張り付けによる浸食防止、 植物の侵入・定着の促進
		植栽工	樹木や草花による良好な景観の形成
		苗木設置吹付工	早期全面被覆と樹木等の生育による良好な景観の形成
構造物工	金網張工、繊維ネット張工	生育基盤の保持や流下水によるのり面表層部のはく落の防止	
	柵工、じゃかご工	のり面表層部の浸食や湧水による土砂流出の抑制	
	プレキャスト枠工	中詰の保持と浸食防止	
	モルタル・コンクリート吹付工、 石張工、ブロック張工	風化、浸食、表流水の浸透防止	
	コンクリート張工、吹付枠工、 現場打ちコンクリート枠工	のり面表層部の崩落防止、多少の土圧を受けるお それのある箇所の土留め、岩盤はく落防止	
	石積、ブロック積擁壁工、 かご工、井桁組擁壁工、 コンクリート擁壁工、 連続長繊維補強土工	ある程度の土圧に対抗して崩落を防止	
	地山補強土工、 グラウンドアンカー工、杭工	すべり土塊の滑動力に対抗して崩壊を防止	

(2) 崩壊防止のポイント

崩壊防止のポイントは、以下のとおりである。

①切土

- 計画地の地山の土質は、県指針の「粘性土」や「玉石混じりの粘性土」に該当する。
- 一層の切土高は、5m以下とする。
- 県指針によると「粘性土」は 1 : 0.8~1 : 1.2、「玉石混じりの粘性土」は 1 : 1.0~1 : 1.2（切土高 5m以下）である。
- 埋立地内の切土のり面勾配は、遮水工の施工性を考慮し、1 : 1.5 とし、県指針（p.13）に記載の切土高の上限を超えることから、円弧すべり面法によるのり面の安定検討を行い、安定性を確認した。
- 上記の安定検討にて安全性が確認されたことから、切土法面の途中で土質が変わる場合でも小段幅は切土高 5.0m ごとに水平距離 2.0m を設けた。

②盛土

- 埋立地内の盛土のり面勾配は、切土のり面との連続性を考慮し、切土のり面勾配と同じ 1 : 1.5 とする。なお、県指針（p.13）に記載の盛土高の上限を越えることから、円弧すべり面法によるのり面の安定検討を行うものとする。
また、一般廃棄物処分場境界部の盛土のり面勾配は、下流部に隣接する一般廃棄物最終処分場の押え盛土の勾配と同じ、1 : 2.0 とする。
- 埋立地外の盛土のり面勾配は、盛土材料が「砂質土」で盛土高 5m 以下の場合を適用し、1 : 1.5 とする。（県道取付道路の盛土のり面が該当）
- 小段幅は、盛土高 5.0m ごとに水平距離 2.0m を設ける。
- 地山の勾配が 20% より急な場合には、高さ 0.5m 以上、幅 1m 以上の段切りを施すものとする。
- 一層の仕上り厚は 30 c m 以下とする。
- 盛土は立木の伐採、除根等を行い、現地盤と盛土の密着を図る。

③のり面保護

- のり面の浸食防止のため、盛土のり面部分には植生シート工、切土のり面部分には植生マット工を施工する。
- のり面の小段には、小段雨水排水口を設け、小段部シート固定工のコンクリート天端に勾配を付けて排水口に集水する。

上記を踏まえた計画平面図と標準断面図を次図に示す。

また、章末に造成法面（切土、盛土）の安定計算書を示す。

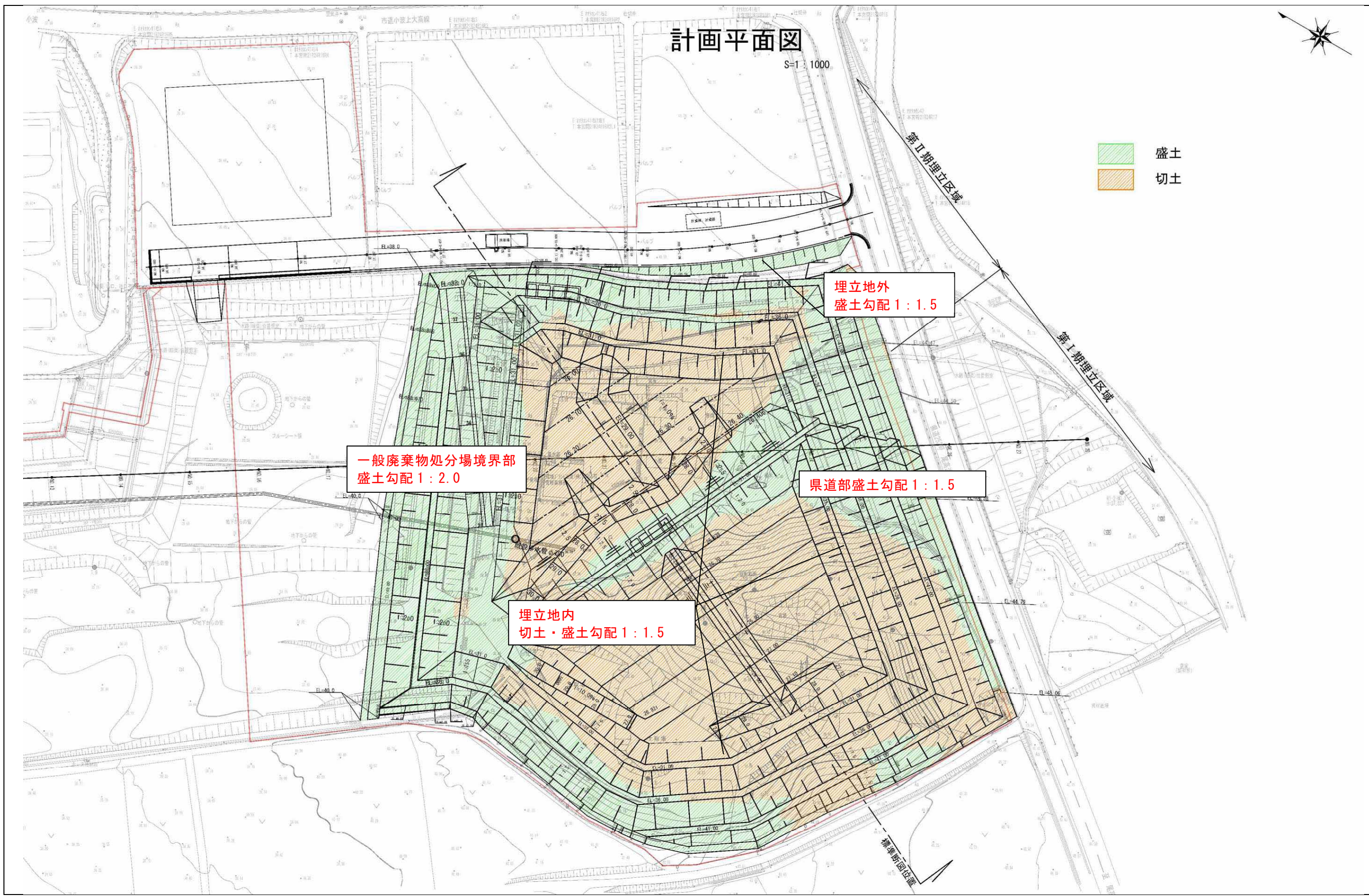
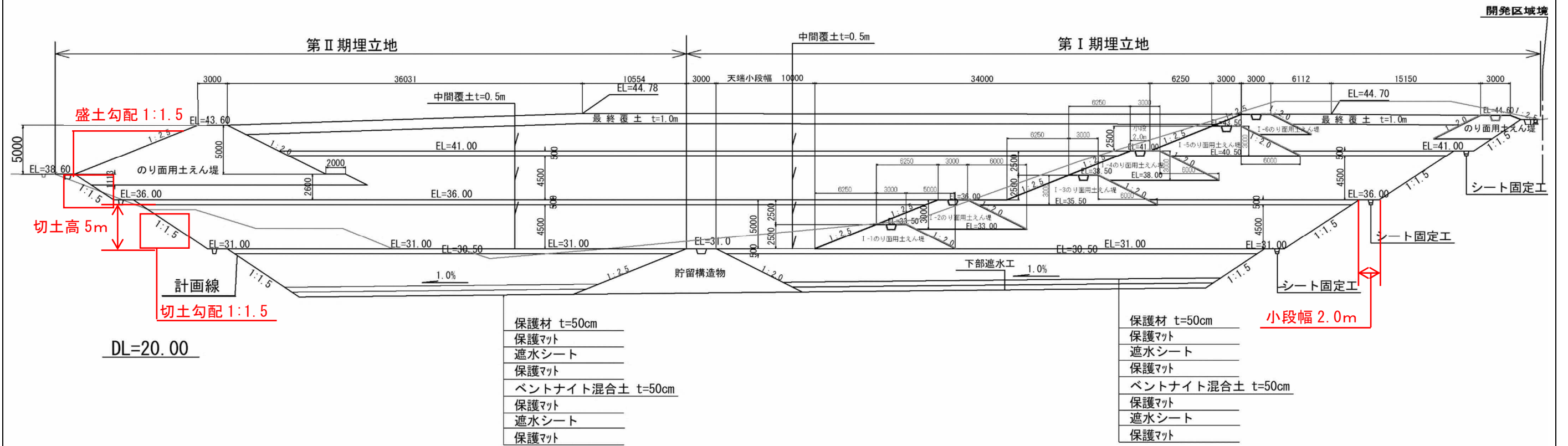


図01-6 計画平面図

標準断面図



- ポイント
- 一層の切土高は、5m以下とする。
 - 埋立地外の切土勾配は、1:1.2、埋立地内の切土勾配は、1:1.5とする。
 - 埋立地外の盛土勾配は、1:1.5、埋立地内の盛土勾配は、1:1.5（一般廃棄物処分場境界部は、1:2.0）とする。
 - 小段幅は、切土高及び盛土高 5.0m ごとに水平距離 2.0m を設ける。

図01-7 標準断面図

【 92 】

4. 貯留構造物の安定計算の考え方

(1) 設計基準

1) 基準省令と留意事項

「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（以下、「基準省令」という。）」及び「同省令の運用に伴う留意事項 平成 10 年 7 月 16 日（以下、「留意事項」という。）」には、擁壁・堰堤等について、以下のように規定されている。

(基準省令)

- 四 埋め立てる一般廃棄物の流出を防止するための擁壁、えん堤その他の設備であつて、次の要件を備えたもの（以下「擁壁等」という。）が設けられていること。
- イ 自重、土圧、水圧、波力、地震力等に対して構造耐力上安全であること。
- ロ 埋め立てる一般廃棄物、地表水、地下水及び土壌の性状に応じた有効な腐食防止のための措置が講じられていること。

(留意事項)

構造耐力（第 4 号イ）

荷重及び外力として自重、土圧、水圧、地震力を、さらに水面埋立地においては波力を採用して擁壁等の安定計算（静的設計計算をいう。）を行い、安全性を確認すること。

安定計算の対象としては、基礎地盤の支持力、擁壁等構造物の転倒及び滑動等があり十分な安全率を見込んで行うこと。その他の荷重及び外力としては、積載荷重、積雪荷重、風圧力があり、埋立地の状況に応じて採用すること。

2) 適用する基準

「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010 改訂版（以下「全都清要領」という。）」では、盛土えん堤（盛土ダム）形式の貯留構造物の設計は、「土地改良事業計画設計基準 設計「ダム」（以下「土地改良基準」という。）」（農林水産省農村振興局）を設計基準として準拠するとしている。

そのため、本件の貯留構造物の安定計算は、「土地改良基準」を設計基準として準拠し、廃棄物等の貯留構造物であることを考慮して設計を行った。

また、県指針には、貯留構造物の設計について次のとおり記載されている。

4-1-15 構造物の設計

埋め立てる廃棄物の流出を防止するための擁壁、えん堤その他設備は自重、土圧、水圧、波力、地震力等に対して構造耐力上安全であること。

- ① 必要に応じて埋め立てる廃棄物の性状、設置箇所の地形、地質・土質、水文および施工条件等、設計に必要な基本事項を調査すること。
- ② ①の調査結果、埋立容量、施工性等を総合的に検討し貯留構造物の種類・構造形式及び基礎形式を選定すること。
- ③ 貯留構造物の設計にあたっては、原則として下記の設計基準等に準拠するとともに、**廃棄物の最終処分場であることを考慮して行うこと。**
 - ア 重力式コンクリートダム
 - ・「建設省河川砂防技術基準（案）同解説設計編 [I]」（社）日本河川協会（1997.10）
 - イ 盛土ダム**
 - ・「土地改良事業計画設計基準 設計・ダム」（社）農業土木学会（2003.4）
 - ウ 擁壁
 - ・「道路土工 擁壁工指針」（公社）日本道路協会（2012.9）
- ④ 貯留構造物の高さは、外周のり面を貯留施設とする場合には、浸出水が周辺地に流出しないよう貯留構造物の天端標高が埋立地外周地盤高さより低くなるよう計画すること。
- ⑤ 設計荷重の種類は次のものが考えられるが、構造物の種類及び各設計基準に基づき荷重条件を明確に設定すること。
 - ア 自重
 - イ 静水圧
 - ウ 廃棄物圧
 - エ 地震時慣性力
 - オ 間隙水圧
- ⑥ 設計荷重の組み合わせは、少なくとも次の4ケースについて検討することとし、条件に合わせて適宜、追加削除をするものとする。

	状態	説明等
ケース1	完成直後・空虚時	構造物上流が空虚な状態、設計震度は100%とする。
ケース2	埋立中・洪水時	構造物上流に浸出水が貯水（満水位）されている。設計震度は50%とする。
ケース3	埋立終了・洪水時	廃棄物の埋立が終了し、埋立面まで浸出水で満たされている、または貯水可能水位まで貯水されている。設計震度は50%とする。
ケース4	埋立終了・地震時	廃棄物の埋立が終了し、跡地利用のための造成計画を考慮する。設計震度は100%とする。

- ⑦ 地震時における安定検討
 - 各設計基準に基づき、地震時の検討を行うものとする。
- ⑧ 基礎地盤の土質調査
 - 基礎地盤について、原則、土質調査により安定計算に必要な土質定数等を決定すること。土質調査を行うことが困難な場合は、各設計基準に基づき適切に土質定数等を決定すること。

(2) 安定計算の種類

設計要領 p. 213 の「貯留構造物の安定計算と荷重の組み合わせ」によると、盛土えん堤（盛土ダム）の場合、安定計算の種類は以下の 3 項目とされている。

- ・基礎地盤の支持力
- ・堤体および基礎地盤の滑動
- ・堤体および基礎地盤の浸透水による破壊

貯留構造物の安定計算では、上述の 3 項目について安全性の確認を行った。

(3) 設定定数

1) 設計水平震度

すべり土塊に作用させる設計水平震度は、「盛土工指針」の p. 125 に示すように設計水平震度の標準値に、地域別補正係数 ($C_z=0.85$) を乗じて算出し、設計水平震度 0.21 ($0.24 \times 0.85 = 0.204 \div 0.21$) と設定した。

なお、地盤種別は、安全性を考慮し、Ⅲ種と設定した。

2) 廃棄物の土質定数

貯留構造物の安定性検討に用いる廃棄物の土質定数は、「全都清要領」(p. 207) に代表的な廃棄物の定数が記載されている。

本件の埋立対象廃棄物は、燃え殻・ばいじん・石膏ボード（「ガラスくず、コンクリートくずおよび陶磁器くず」に分類）等、13種類の産業廃棄物であり、広域的な移動が見込まれるとともに、産業活動の変化によっても性状が異なることが想定される。埋立対象廃棄物の搬入計画割合は、平成 25 年度に実施した搬入希望量に関するアンケート結果によると、「産業廃棄物焼却施設からの燃え殻」や「ばいじん」が全体の約 66% を占める結果となっている。

以上により、廃棄物の単位体積重量は、「全都清要領」(p. 207)：埋立廃棄物の土質定数事例・表中の「都市ごみ焼却残渣」の値を参考として、 $\gamma = 16.4 \text{ kN/m}^3$ （本処分場の埋立対象物は特定なものではなく、一般的な産業廃棄物と考え、全国実績の $1.34 \sim 2.01 \text{ t/m}^3$ の平均値を用いる。）と設定した。

また、廃棄物の内部摩擦角及び粘着力は、同表中の「都市ごみ焼却残渣」の三軸圧縮試験に基づく値のうち、安全側の近似値（特定な環境・埋立状況に応じて予期せぬ極端なデータが出る可能性があるため、最大値とする。）参考として、 $\phi = 21$ 度 ($21.0 \sim 40.2$ 度) 及び $c = 29.4 \text{ kN/m}^2$ ($0.3 \sim 0.9 \text{ kg/cm}^2$) と設定した。

表01-1 廃棄物関連の定数一覧（全都清掃要領 p.207 より）

対象	項目	単位体積重量 (湿潤密度) (t/m^3)	含水率 (%)	熱しきく減量 (%)	(乾)比重 ()	第四礫		一重砂層		二重砂層			
						最大粒径 (g/cm^3)	最大含水比 (%)	粘着力 (kg/cm^2)	せん断抵抗 (度)	粘着力 (kg/cm^2)	せん断抵抗 (度)		
都市ごみ 処理残渣	4.76mm通過	1.34~2.01	11.1~54.4	3.5~9.2	1.78~2.53	1.35	19.8	0.07	32.0~32.5	-	-	0.32~0.72	28.2~32.4
	9.52mm or 19.1mm通過			0.6~37.1	1.86~3.54	1.8~1.67	11.7~59.5	0.33~1.18	21.5~49.2	0.17~0.58	0.3~0.9	21.0~40.2	
	全量通過			5.9~10.2	2.34~2.63	1.21~1.63	23.0~26.6	0.14~1.54	21.2~54.6	--	--		

上記より、廃棄物の土質定数は以下のとおりである。

- 単位体積重量 $\gamma = 16.4 \text{ kN/m}^3$
- 粘着力 $C = 29.4 \text{ kN/m}^2$
- 内部摩擦角 $\phi = 21^\circ$

3) 貯留構造物築堤材料の土質定数

貯留構造物は、重要構造物であり、基本的には良質な砂質土で構築する計画である。

現地からは、地質調査結果により、B3c層やM1層が発生すると考えられるが、B3c層は一般廃棄物処分場造成時の粘性土主体盛土であり、N値が2程度の軟弱な粘性土を主体とし、まれに礫分を含む特徴を有している。

また、M1層は、凝灰角礫岩・凝灰岩の風化土や火山灰質粘性土が、0.5~3m程度の層厚で不均質に混在し、固結度の弱い粘性土主体である。

上述のとおり、B3c層やM1層の発生土は、貯留構造物の使用材料には適していないことから、現場発生土の利用は行わず、良質な砂質土の購入土とする。

貯留構造物築堤材料の土質定数は、「盛土工指針」に記載されている砂質土の定数により設定する。

- 単位体積重量 $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- 粘着力 $C = 30 \text{ kN/m}^2$
- 内部摩擦角 $\phi = 25^\circ$

4) 貯留構造物下部の土質定数

貯留構造物下部の土質定数は、今回の地質調査結果より設定する。

調査結果から貯留構造物の下部には、B3c、Ac、M1及びM2の4つの層が分布することが想定される。

また、M1とM2層は、地層の固結度にバラつきがあり、N値に差が見られる。このことから、M1とM2層においては、N値により地層を細分化し、土質定数を設定する。

土質定数は、下表に示すとおりである。

表01-2 貯留構造物下部の土質定数

地層	N値 回	単位体積重量 γ kN/m ³	粘着力C kN/m ²	内部摩擦角 ϕ °	変形係数E kN/m ²	透水係数k cm/sec
B3c	4.7	17	20	15	3200	1.97×10^{-6}
Ac	5.0	17	28	15	3500	9.13×10^{-6}
M1	10未満が主体の層	7.2	17	42	5000	2.14×10^{-5}
	10~30が主体の層	18.2	20	103	12700	2.14×10^{-5}
	30以上が主体の層	84.4	22	238	59000	2.95×10^{-7}
M2	10未満が主体の層	6.3	14	45	4400	1.01×10^{-7}
	10~30が主体の層	22.7	20	109	24400	1.01×10^{-7}
	30以上が主体の層	93.1	22	252	65100	1.01×10^{-7}

(4) 貯留構造物安定計算のポイント

1) 基礎地盤の支持力の確認

軟弱地盤のように十分な支持力を有していない基礎地盤上に盛土する場合、盛土が立ち上がるにつれて、盛土下の基礎地盤が沈下し側方に変位して、盛土側方の地盤が隆起することがある。

基礎地盤の沈下量、隆起量及び隆起の及ぶ範囲は、徐々に増大し、盛土荷重が地盤の極限支持力を超えたとき、次図に示すようなすべり面に沿って盛土が崩壊する。

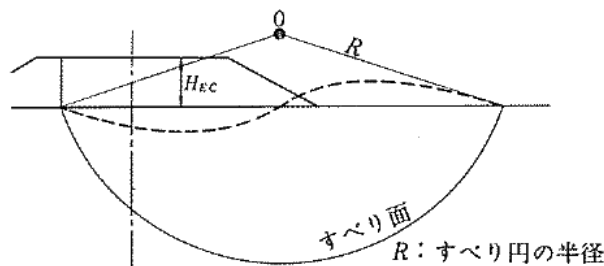


図01-8 盛土のすべりモデル図

上述の現象は、基礎地盤内に円弧すべり面が出現する場合であり、基礎地盤の支持力に対する安定性は円弧すべり計算によって確認する。

2) 堤体および基礎地盤の滑動の確認

貯留構造物本体および基礎地盤の滑動は、円弧すべり計算により安定性を確認する。

貯留構造物本体が滑動によって崩壊する場合、その要因は、のり面勾配・締固め管理基準値・盛土材料・のり面保護・地盤改良・補強材料等によるものが挙げられるが、円弧すべり計算によって、それらの要因が問題ないかを確認する。

基礎地盤の滑動は、先述の「基礎地盤の支持力の確認」と重複するが、円弧すべり計算によって確認する。

3) 堤体および基礎地盤の浸透水による破壊の確認

先述のとおり、貯留構造物本体および基礎地盤は、円弧すべり計算により、安定性を確認しているが、その安定計算では次のケースを想定して計算している。

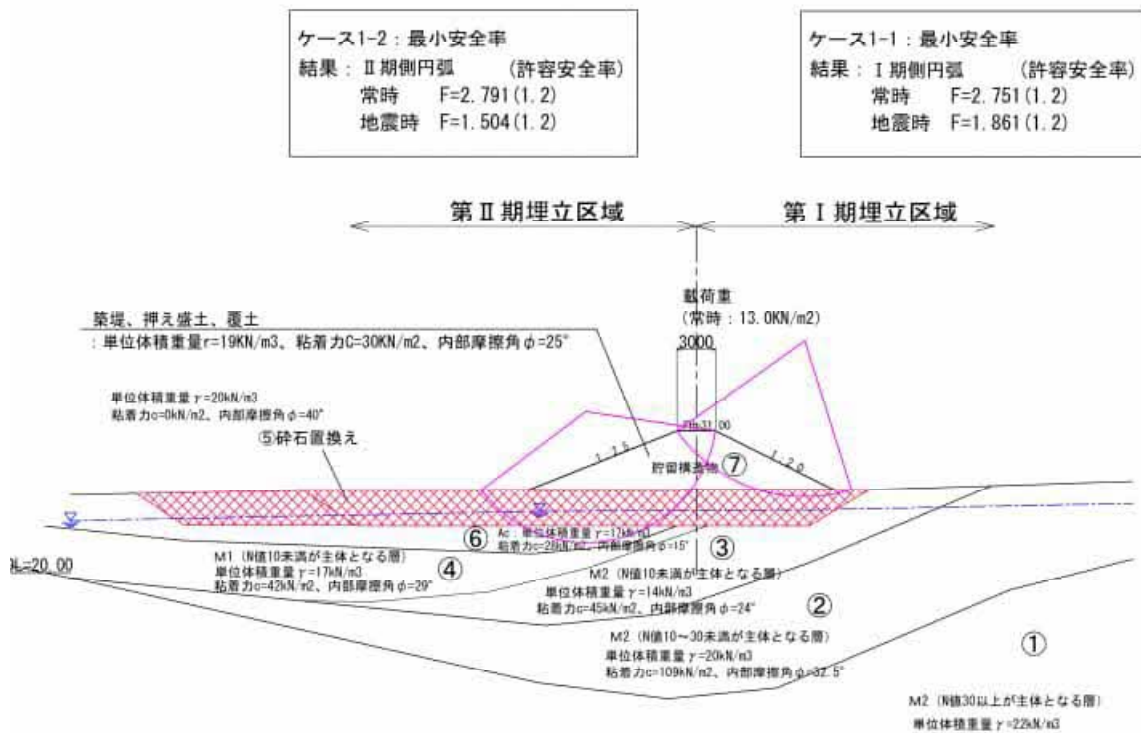
貯留構造物本体および基礎地盤の浸水による破壊については、「第Ⅰ期供用中（洪水時）」および「埋立終了（洪水時）」を適用し、円弧すべり計算によって確認した。

また、円弧すべり計算では、埋立地底部には地盤対策（碎石置換）を反映した検討を行った。

円弧すべり計算結果は、許容安全率 1.2 以上を確保していることを確認した。

○ケース 1：貯留構造物完成直後（未埋立時）

- ・貯留構造物完成直後であり、廃棄物が埋め立てられていない状態である。
- ・貯留構造物直上流が空虚な状態が長期間にわたることも想定されるため、設計震度は 100% とする。

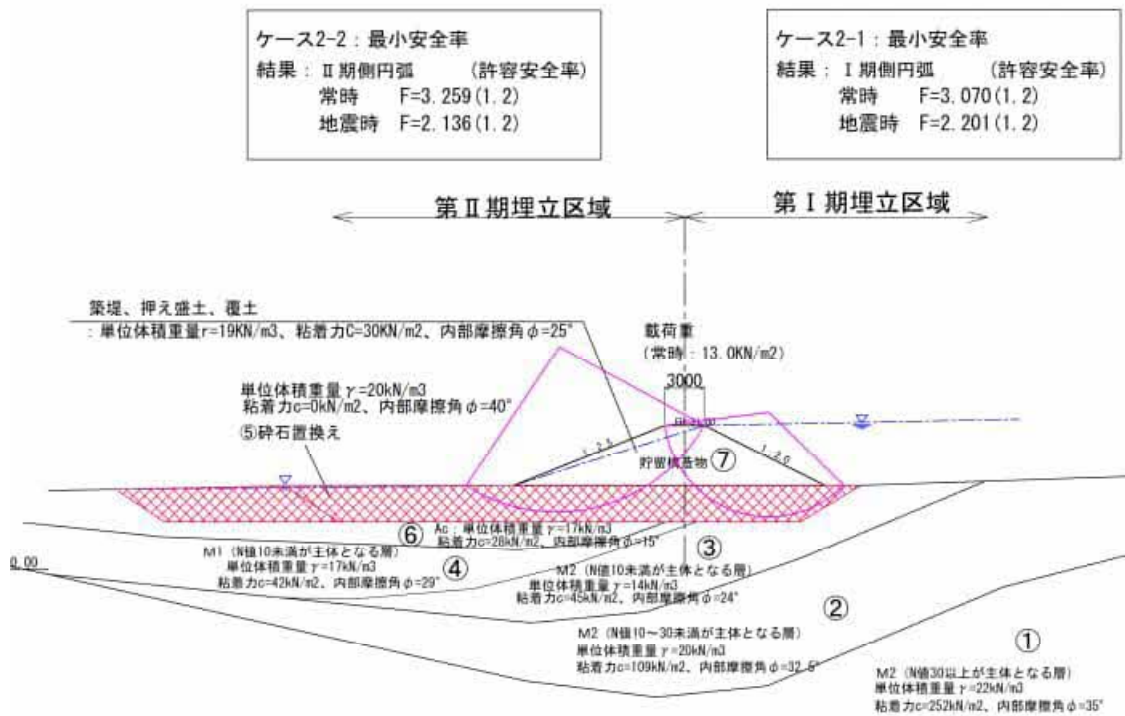


○ケース 2：第 I 期供用中（洪水時）

- ・埋立中であるが貯留構造物天端以上は廃棄物が埋立られておらず、洪水（浸出水）が貯留している。

※実際は、浸出水集排水管があるため、洪水（浸出水）が貯留することはないが、危険側として想定する。

- ・洪水（浸出水）水位は、物理的に貯留可能な水位（満水位）とする。
- ・洪水時（内部貯水時）に地震に遭遇する確率は低いものと考えられることから、設計震度は 50%とする。

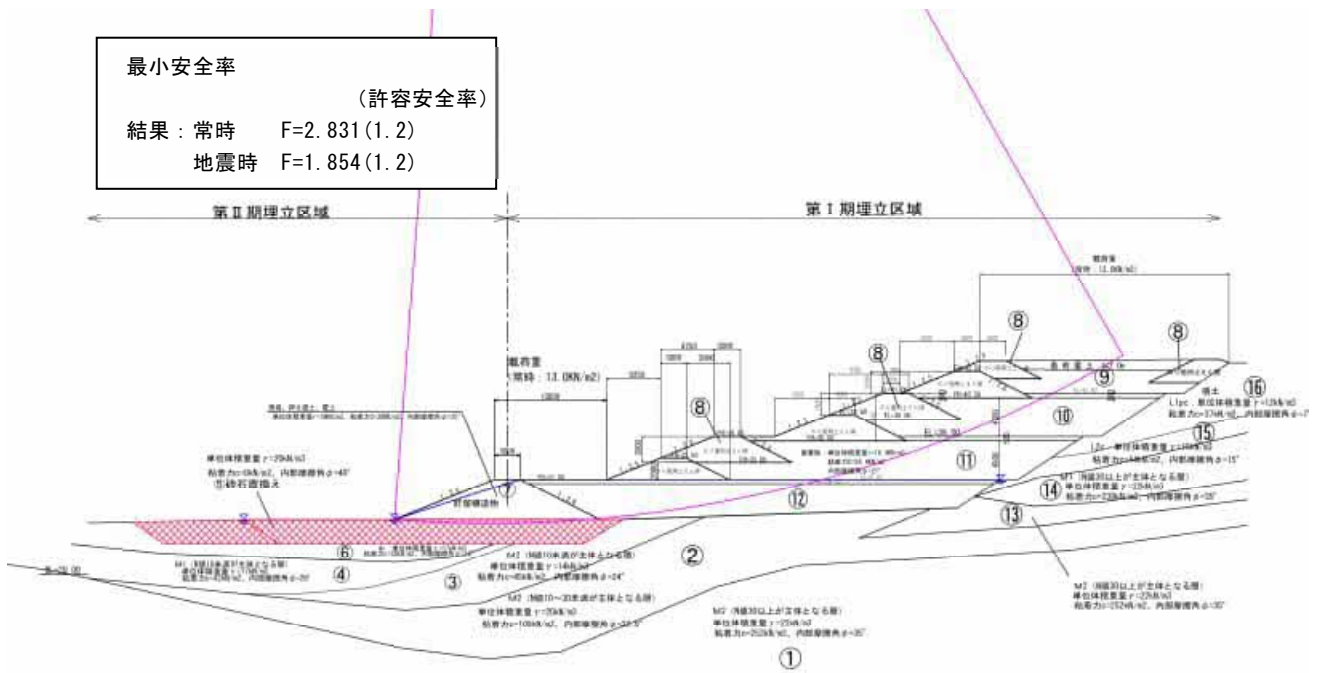


○ケース 3-1：埋立終了（洪水時）

- ・埋立終了し貯留構造物上部には廃棄物が埋め立てられている。貯留構造物天端まで洪水（浸出水）が満たされている。

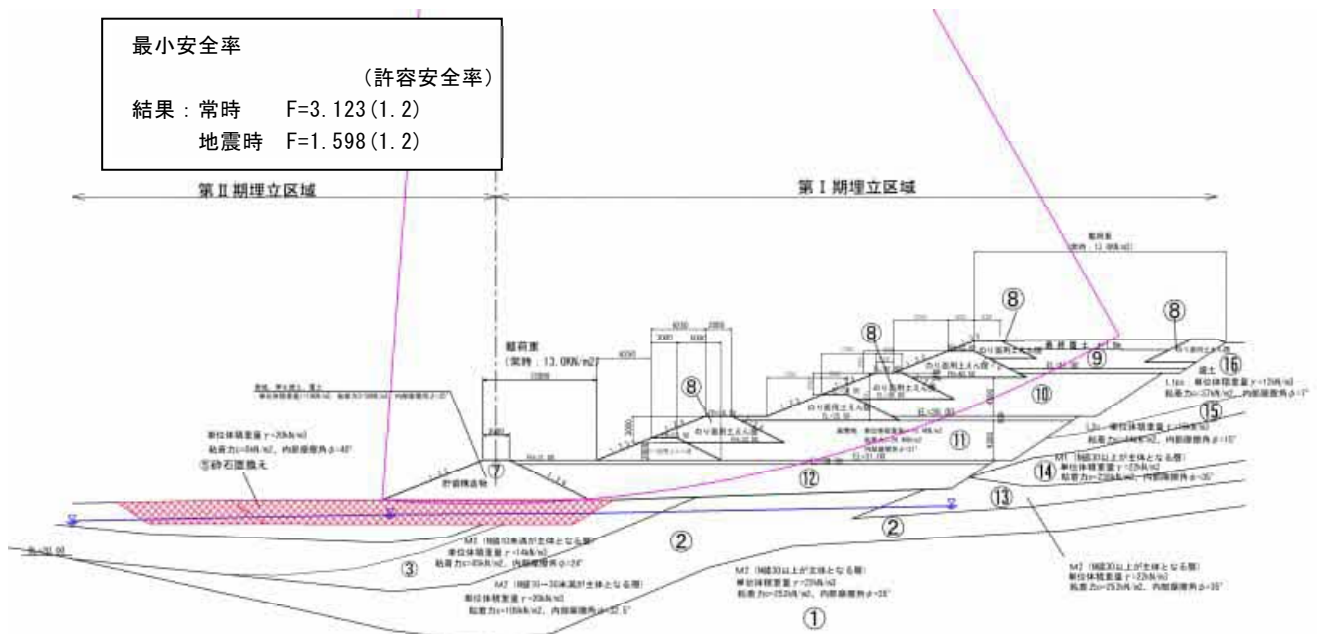
※実際は、浸出水集排水管があるため、洪水（浸出水）が貯留することはないが、危険側として想定する。

- ・洪水（浸出水）水位は、物理的に貯留可能な水位（満水位）とする。
- ・埋立終了後は、一般に覆土などにより表流水を排除するため、埋立終了後の洪水時に地震に遭遇する確率は低いものと考えられることから、設計震度は 50%とする。



○ケース 3-2 : 埋立終了 (平常時)

- ・埋立終了し貯留構造物上部には廃棄物が埋め立てられている。
- ・洪水 (浸出水) 水位は、ないものとする。
- ・埋立終了後、終了状態が長期間に渡ることを考慮し、設計震度は 100% とする。



■目的

のり面用土えん堤の安定性を照査するため、円弧すべり面法によるのり面の安定計算を行った。

■検討断面

検討断面は、のり面用土えん堤の直高が最も高くなる断面を選定した。検討位置は次のとおり。



■土質定数

のり面用土えん堤の安定計算に用いる土質定数の一覧を以下に示す。

地層	N値	単位体積重量 γ	粘着力 c	内部摩擦角 Φ	
	回	kN/m ³	kN/m ²	°	
道路盛土	15.6	19	57	26	
B2	2.0	16	40	15	
B3c	4.7	17	20	15	
Ac	5.0	17	28	15	
L1c	5.2	11	12	15	
L1pc	3.8	12	37	7	
L2s	22.5	18	15	27.5	
L2c	12.1	15	44	15	
M1	10未満が主体の層	7.2	17	42	29
	10~30が主体の層	18.2	20	103	32.5
	30以上が主体の層	84.4	22	238	35
M2	10未満が主体の層	6.3	14	45	24
	10~30が主体の層	22.7	20	109	32.5
	30以上が主体の層	93.1	22	252	35
既設一廃埋立て地盤	-	15.6	4.5	42	
置換地盤（碎石層）	-	20	0	40	
造成盛土・覆土	-	19	30	25	

■安定計算結果

円弧すべり計算結果（最小安全率）を以下に示す。全ての検討ケースにおいて、許容安全率を満足する結果となった。

円弧位置	安定計算結果（最小安全率）		
	常時	レベル 1 地震時 ($kh=0.102$) ²⁾	レベル 2 地震時 ($kh=0.204$) ³⁾
右側円弧	3.145 (Ok)	2.432 (Ok)	1.951 (Ok)
左側円弧	3.668 (Ok)	2.618 (Ok)	1.819 (Ok)

1) 常時の許容安全率：1.2 以上、地震時の許容安全率：1.2 以上

2) レベル 1 地震時の設計水平震度 $kh=0.12$ (Ⅲ種地盤) $\times 0.85$ (地域別補正係数、B 地域)

3) レベル 2 地震時の設計水平震度 $kh=0.24$ (Ⅲ種地盤) $\times 0.85$ (地域別補正係数、B 地域)

安定計算の検討結果を次ページ以降に示す。

■目的

造成後ののり面に対する安定性を照査するため、代表断面に対して円弧すべり法によるのり面の安定計算を行った。

■代表断面

代表断面は、第Ⅰ期、第Ⅱ期それぞれに対して、各方向ののり面において安定性が最も厳しくなると想定される断面を選定した。

代表断面の位置図を図 1.1～図 1.2 に示す。

表 1.1 代表断面および選定理由

代表断面		選定理由
第Ⅰ期	外周断面①	現況道路盛土と自然地盤の複合のり面
	外周断面②	自然地盤の切土のり面、のり面高が同一方向で最も高い
	外周断面③	自然地盤の切土のり面、のり面高が同一方向で最も高い
	外周断面④	自然地盤の切土のり面、のり面高が同一方向で最も高い
	外周断面⑤	自然地盤の切土のり面、のり面高が同一方向で最も高い
第Ⅱ期	外周断面①	現況道路盛土のり面のうち、のり面高が最も高い
	外周断面②	自然地盤の切土のり面、のり面高が同一方向で最も高い
	外周断面③	既設一廃処分場側土えん堤のり面、谷筋付近で盛土高が高い

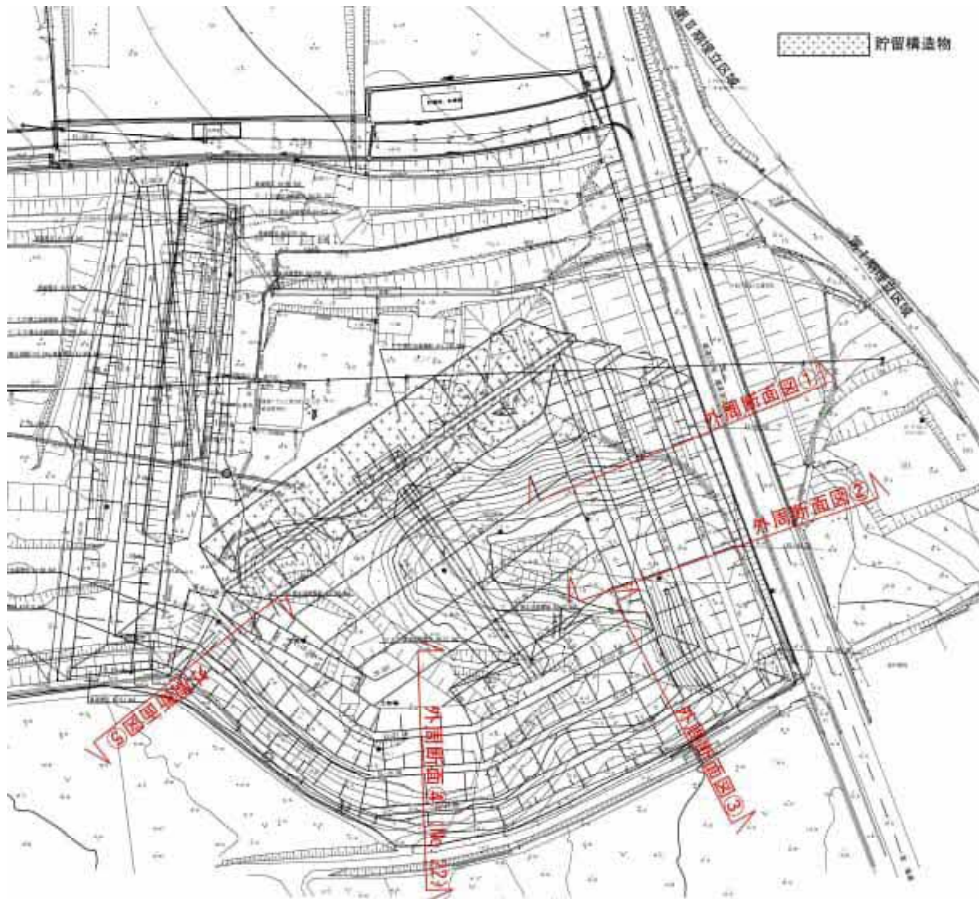


图 1.1 代表断面位置图 (第 I 期)



图 1.2 代表断面位置图 (第 II 期)

■土質定数

のり面の安定計算に用いる土質定数の一覧を表 1.2 に示す。

- ・ 既設一廃埋立て地盤の土質定数は、当該地盤で採取された攪乱再構成試料を用いた三軸圧縮試験結果より、せん断強度が最も小さい試験結果（表 1.3 参照）を参照した。
- ・ 地盤対策として実施される置換地盤は碎石層相当とし、道路土工指針における締め固めた礫材盛土相当として土質定数を設定した。

表 1.2 土質定数（のり面安定計算）

地層		N値	単位体積重量 γ	粘着力 c	内部摩擦角 ϕ
		回	kN/m ³	kN/m ²	°
道路盛土		15.6	19	57	26
B2		2.0	16	40	15
B3c		4.7	17	20	15
Ac		5.0	17	28	15
L1c		5.2	11	12	15
L1pc		3.8	12	37	7
L2s		22.5	18	15	27.5
L2c		12.1	15	44	15
M1	10未満が主体の層	7.2	17	42	29
	10～30が主体の層	18.2	20	103	32.5
	30以上が主体の層	84.4	22	238	35
M2	10未満が主体の層	6.3	14	45	24
	10～30が主体の層	22.7	20	109	32.5
	30以上が主体の層	93.1	22	252	35
既設一廃埋立て地盤		-	15.6	4.5	42
置換地盤（碎石層）		-	20	0	40
造成盛土・覆土		-	19	30	25

表 1.3 既設一廃埋立て地盤の室内土質試験結果

ボーリングNo.		R4-B-10	R4-B-11	R4-B-12	
孔口標高 DL (m)		34.65	33.08	30.38	
試料番号		10-1	11-1	12-1	
採取位置		6.00	6.00	6.00	
	採取区間	GL- m	~	~	
		9.00	9.00	9.00	
対象地層		一般廃棄物処分場埋立地盤	一般廃棄物処分場埋立地盤	一般廃棄物処分場埋立地盤	
一般	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.487	1.621	1.590	
	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	1.182	1.223	1.198	
	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.627	2.683	2.662	
	自然含水比 ω_n (%)	25.8	32.5	32.7	
	間隙比 e	1.223	1.194	1.222	
	飽和度 S_r (%)	55.4	73.0	71.2	
粒度	石分 (75mm 以上) (%)				
	礫分 (2 ~ 75mm) (%)	78.1	56.3	65.9	
	砂分 (0.075 ~ 2mm) (%)	14.7	28.1	20.5	
	細粒分 (0.075mm 未満) (%)	7.2	15.6	13.6	
	最大粒径 (mm)	75	53	38	
	均等係数 U_c	82	-	-	
	曲率係数 U'_c	-	-	-	
締め	試験方法	A-c	A-c	A-c	
	最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.461	1.335	1.417	
	最適含水比 w_{opt} (%)	24.7	19.6	23.7	
せん断	試験条件		CU三軸	CU三軸	CU三軸
	全応力	C_{cu} (kN/m ²)	5.3	42.4	5.2
		ϕ_{cu} (°)	38.0	25.2	28.4
	有効応力	C' (kN/m ²)	4.8	19.3	4.5
		ϕ' (°)	46.7	36.6	42.0

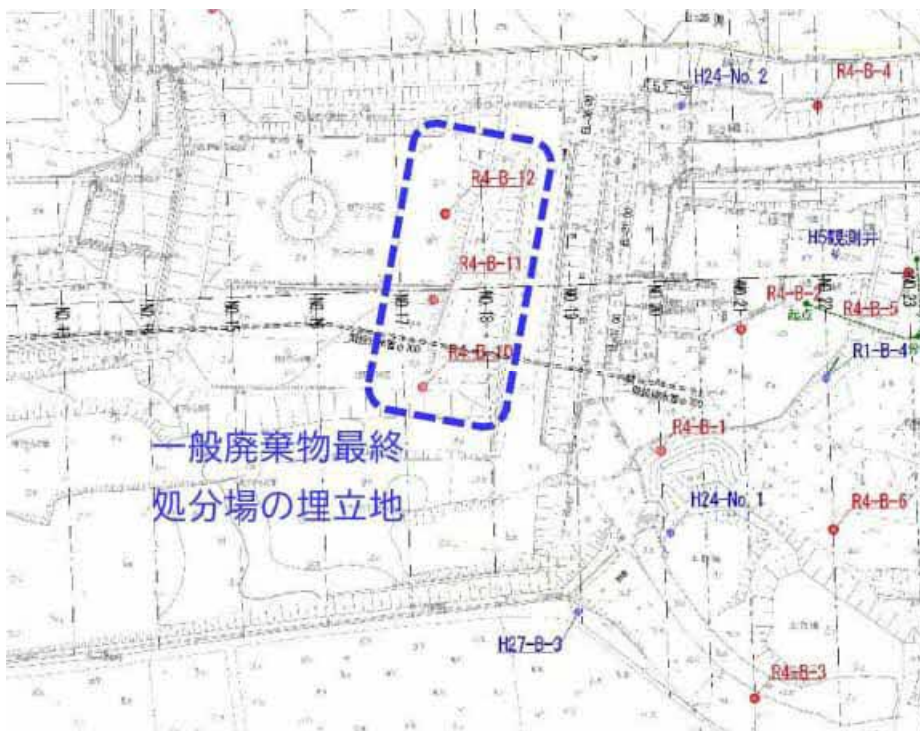


図 1.5 既設一廃埋立て地盤ボーリング位置図

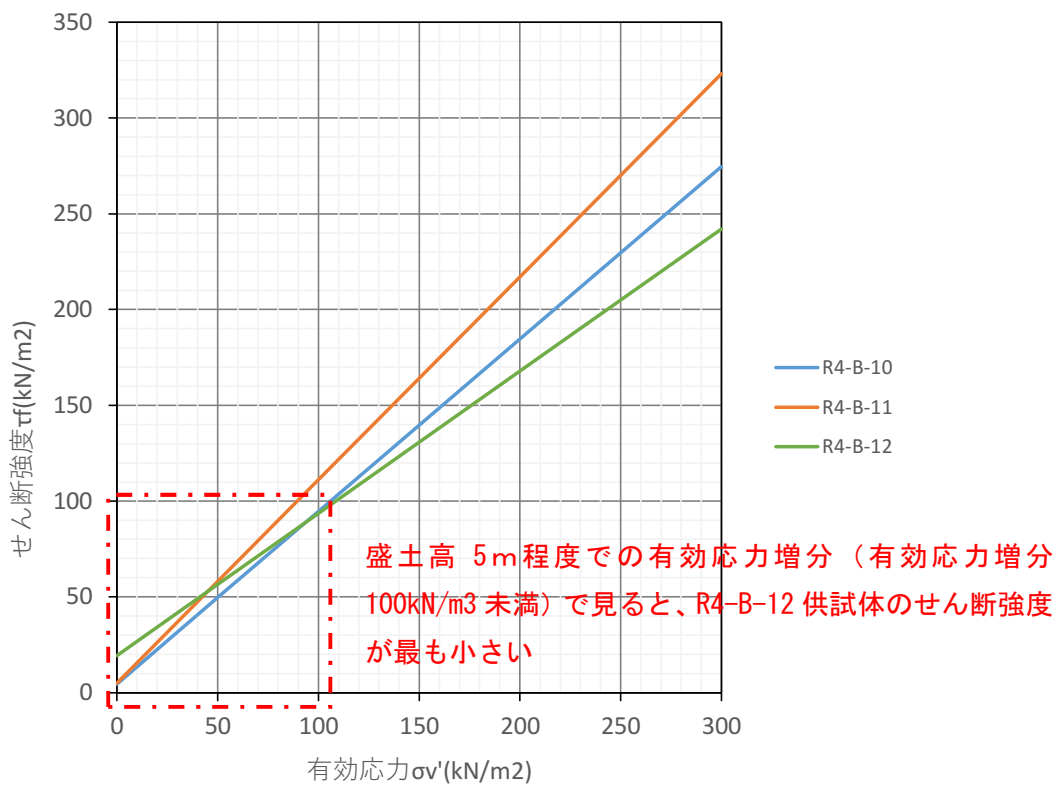


図 1.6 せん断強度の比較 (既設一廃埋立て地盤三軸試験結果)

【出典】道路土工 盛土工指針（平成 22 年度版）／日本道路協会 p.101

解表 4-2-4 設計時に用いる土質定数の仮定値^{注1)}

種 類	状 態	単位体積 質量 (kN/m ³)	せん断 抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	地盤工学会基準 ^{注2)}	
盛 土	礫および礫 まじり砂	締め固めたもの	20	40	0	{G}
	砂	締め固めたもの	20	35	0	{S}
		粒径幅の広いもの 分級されたもの	19	30	0	
	砂質土	締め固めたもの	19	25	30 以下	{S F}
粘性土	締め固めたもの	19	15	50 以下	{M}, {C}	
土 質 地 盤	既成ローム	締め固めたもの	14	20	10 以下	{V}
	砂	密実なものまたは粒径幅の広いもの	21	40	0	{G}
		密実でないものまたは分級されたもの	19	35	0	
	礫まじり砂	密実なもの	21	40	0	{G}
		密実でないもの	19	35	0	
	砂	密実なものまたは粒径幅の広いもの	20	35	0	{S}
		密実でないものまたは分級されたもの	18	30	0	
	砂質土	密実なもの	19	30	30 以下	{S F}
	粘性土	密実でないもの	17	25	0	{M}, {C}
		固いもの（指で強く押し多少へこむ） ^{注1)}	16	25	50 以下	
やや軟らかいもの（指の中程度の力で貫入） ^{注1)}		17	20	50 以下		
粘土およびシルト	固いもの（指で強く押し多少へこむ） ^{注1)}	17	20	50 以下	{M}, {C}	
	やや軟らかいもの（指の中程度の力で貫入） ^{注1)}	16	15	30 以下		
既成ローム	軟らかいもの（指が容易に貫入） ^{注1)}	14	10	15 以下	{V}	
		14	5(φ)	30 以下	{V}	

注1) N値の目安は次のとおりである。

固いもの (N=8~15)、やや軟らかいもの (N=4~8)、軟らかいもの (N=2~4)

注2) 地盤工学会基準の記号は、およその目安である。

■安定計算結果

各代表断面における円弧すべり計算結果（最小安全率）を表 1.3 に示す。

全ての断面において、道路土工盛土工指針における許容安全率を十分満足する結果となった。

表 1.3 安定計算結果（最小安全率）

代表断面		安定計算結果（最小安全率）		
		常時	レベル 1 地震時 ($kh=0.102$) ²⁾	レベル 2 地震時 ($kh=0.204$) ³⁾
第 I 期	外周断面①	2.180 (OK)	1.787 (OK)	1.489 (OK)
	外周断面②	2.502 (OK)	2.022 (OK)	1.656 (OK)
	外周断面③	3.195 (OK)	2.557 (OK)	2.126 (OK)
	外周断面④	2.334 (OK)	1.887 (OK)	1.568 (OK)
	外周断面⑤	3.067 (OK)	2.458 (OK)	2.022 (OK)
第 II 期	外周断面①	2.230 (OK)	1.815 (OK)	1.506 (OK)
	外周断面②	2.103 (OK)	1.728 (OK)	1.460 (OK)
	外周断面③	2.301 (OK)	1.705 (OK)	1.336 (OK)

1) 常時の許容安全率：1.2 以上、地震時の許容安全率：1.0 以上

2) レベル 1 地震時の設計水平震度 $kh=0.12$ (Ⅲ種地盤) $\times 0.85$ (地域別補正係数, B 地域)

3) レベル 2 地震時の設計水平震度 $kh=0.24$ (Ⅲ種地盤) $\times 0.85$ (地域別補正係数, B 地域)