

『施設の基本的な構造等』について

令和3年1月
高知県

(1) 中間覆土について	・ ・ ・ ・ ・ P 2
(2) 施設の配置計画について	・ ・ ・ ・ ・ P 6
(3) 埋立地の造成設計について	・ ・ ・ ・ ・ P 8
(4) 地下水集排水施設について	・ ・ ・ ・ ・ P14
(5) 浸出水集排水施設について	・ ・ ・ ・ ・ P20
(6) ガス抜き設備について	・ ・ ・ ・ ・ P26
(7) 遮水シートについて	・ ・ ・ ・ ・ P28
(8) 保護マットについて	・ ・ ・ ・ ・ P31
(9) 水質モニタリングについて	・ ・ ・ ・ ・ P33
(10) 遮水工の基本的構造について	・ ・ ・ ・ ・ P37
(11) 浸出水処理施設（処理能力の検討）について	・ ・ ・ ・ ・ P39
(12) 浸出水処理施設（浸出水原水の設定）について	・ ・ ・ ・ ・ P40
(13) 浸出水処理施設（処理水水質の設定）について	・ ・ ・ ・ ・ P42
(14) 浸出水処理施設（浸出水処理方法）について	・ ・ ・ ・ ・ P44
(15) 地下水モニタリングの箇所について	・ ・ ・ ・ ・ P46
(16) 埋立地内への廃棄物の運搬方法について	・ ・ ・ ・ ・ P47
(17) 展開検査場の設置箇所について	・ ・ ・ ・ ・ P49
(18) 被覆施設について	・ ・ ・ ・ ・ P52

(1) 中間覆土について

① 中間覆土の効果

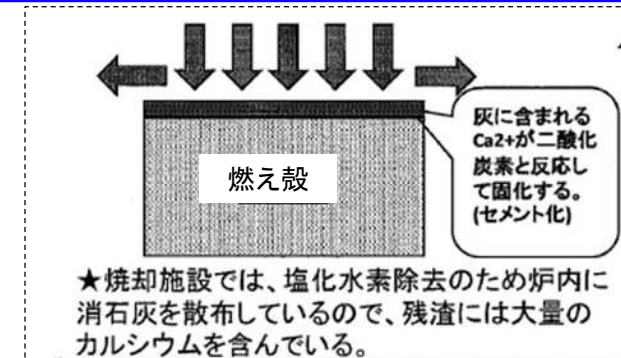
- 本処分場で受け入れる廃棄物は、熱しゃく減量15%以下であるため、本来、中間覆土は不要である。
- しかし、中間覆土を実施せず、廃棄物のみを埋め立てる場合、以下のような廃棄物の安定化促進等に向けた支障が生じる可能性がある。

(ア) 透水性の低下

- 燃え殻、鉍さい等の粒径が小さい廃棄物が締め固まると、透水性が低くなる恐れがある。特に、燃え殻に含まれる Ca^{2+} が二酸化炭素と反応して固化（セメント化）する（右図上）。
- また、透水性が低くなると、廃棄物層表面に散水による水たまりが形成されるなど、作業性の低下やトラフィカビリティの確保の困難を招く可能性がある。

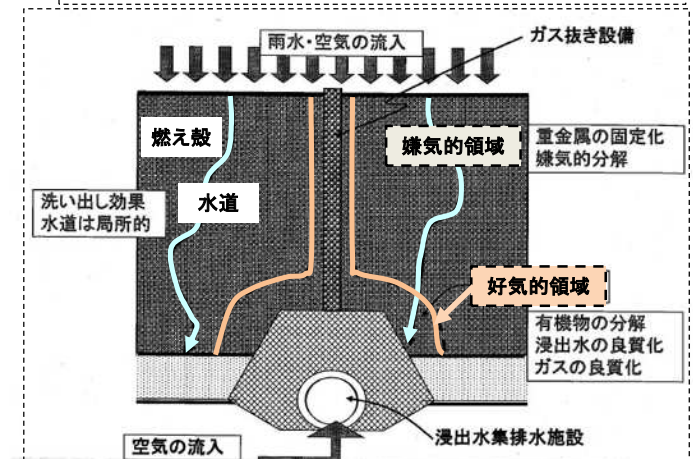
(イ) 洗い出し範囲の縮小

- 廃棄物の透水性が低いと廃棄物層内に浸透した水は、廃棄物層全体に浸透するのではなく、ガス抜き管周辺などの透水性の高い場所のみ浸透し、廃棄物の洗い出しが進まない。
- このような状態では、水道が固定され、廃棄物の洗い出し範囲は限定的なものになる。また、嫌氣的領域が多くを占め、好氣的領域はガス抜き管の周辺などに限定され、有機物の分解や浸出水の良質化が進みにくい（右図中）。

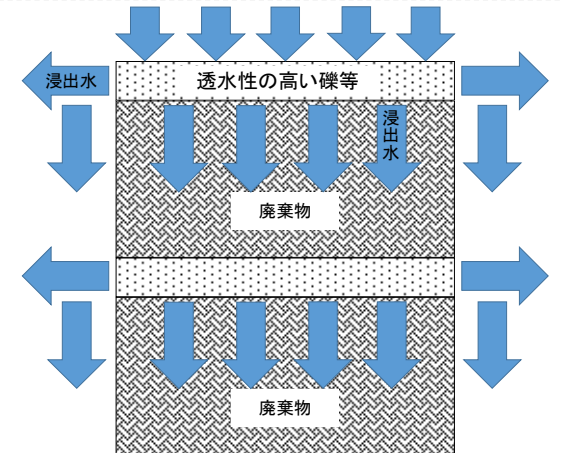


★焼却施設では、塩化水素除去のため炉内に消石灰を散布しているため、残渣には大量のカルシウムを含んでいる。

燃え殻固化のイメージ



準好気性埋立構造



中間覆土の効果イメージ

- 透水性の高い礫等で中間覆土を行うことで、浸出水は垂直方向だけではなく、水平方向にも移動し、広い範囲の廃棄物層内に浸透しやすくなる。
- これにより、洗い出し範囲の拡大、空気流入範囲の拡大が行われ、安定化や廃止の促進につながる。（右図下）

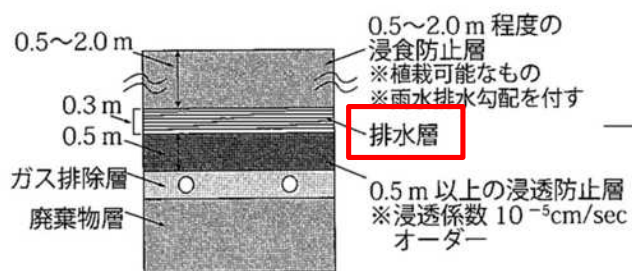
② 中間覆土の実施方法

(ア) 埋立方式

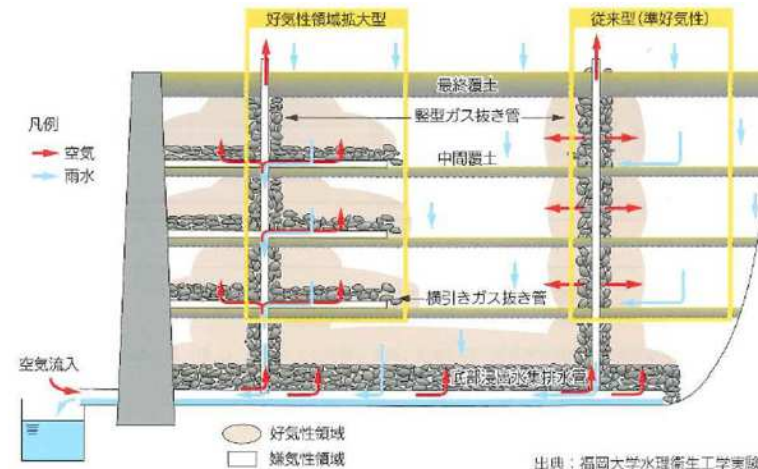
- 底部集排水管や豎型ガス抜き管から10m以上離れた区域では、廃棄物層への空気(酸素)の供給が不足するため、嫌氣的雰囲気エリアが形成され、浸出水水質の悪化や可燃ガス等の発生の可能性が大きくなる（産業廃棄物最終処分場維持管理マニュアル（公社）全国産業資源循環連合会）
- このため、本施設では『セル方式』による埋立を行い、10mごとに縦方向にも通気・排水層を設け、埋立廃棄物の分解促進、浸出水の早期排水と良質化、可燃ガス・有害ガスの発生抑制を図る。

(イ) 中間覆土厚

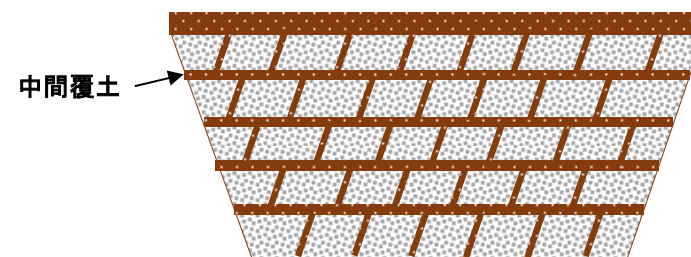
- 中間覆土を排水層として考え、覆土の厚さを設定する。
- （財）廃棄物研究財団において、廃棄物層への水分供給に偏りが発生せず、全体的に浸透が可能となるよう検討された最終覆土の提案断面図や『道路土工 盛土工指針』において示されている盛土の水平排水層は、いずれも排水層の厚さは30cm程度とされている。
- 本施設における中間覆土も、同様に水平方向への浸透水の移動を目的としており、中間覆土の厚さを30cmとする。
- なお、重機が走行しないセル表面覆土については、重機による締固めの影響を考慮せず、容量確保の観点からも中間覆土よりも薄くし、20cmとする。



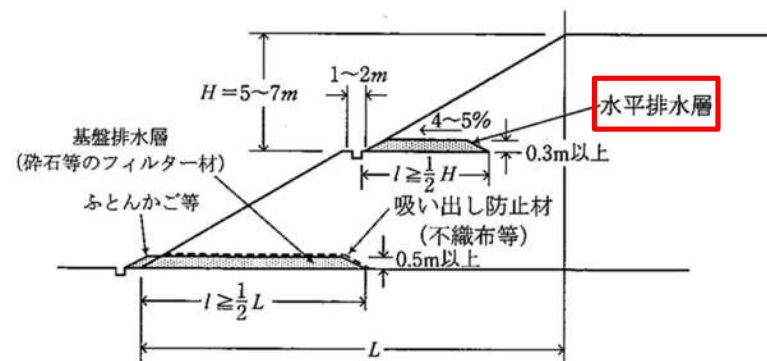
最終覆土の提案断面図
出典：クローズドシステム処分場技術ハンドブック
（NPO法人最終処分場技術システム研究会）



好気性領域の拡大イメージ図
出典：産業廃棄物最終処分場維持管理マニュアル（公社）全国産業資源循環連合会



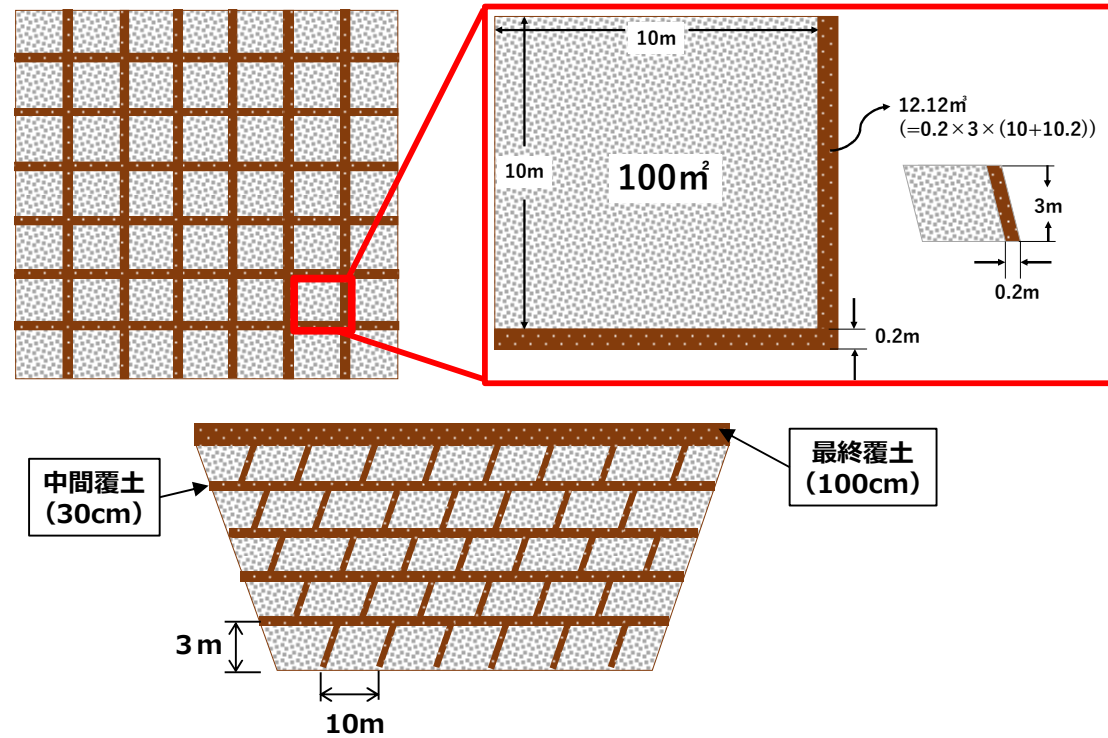
セル方式埋立イメージ図（断面図）



道路盛土における水平排水層
出典：『道路土工-盛土工指針（社）日本道路協会』

③ 覆土量を踏まえた埋立量

年間廃棄物搬入量	8,600 ³
中間覆土厚	0.3m
最終覆土厚	1m
セル表面覆土厚	0.2m
埋立地面積	16,300 ²
埋立地標準面積	10,750 ²
埋立地高さ	19.5m



※セル表面覆土の勾配等、施工の詳細については、他施設の実施状況を踏まえ決定する。

- ① 廃棄物量 : $8,600\text{m}^3 \times 20\text{年} = 172,000\text{m}^3$
 ② 中間覆土量 : $8,600\text{m}^3 \times 0.3\text{m} / 3\text{m} \times 20\text{年} = 17,200\text{m}^3$
 ③ 最終覆土量 : $16,300\text{m}^2 \times 1\text{m} = 16,300\text{m}^3$
 ④ セル表面覆土量 : $12.12\text{m}^3 \times 10,750\text{m}^2 / 100\text{m}^2 = 1,302.9\text{m}^3$
 $1,302.9\text{m}^3 \times (19.5\text{m} - 1\text{m}) / 3.3\text{m} = 7,304.1\text{m}^3$
【合計】 $212,804\text{m}^3 \Rightarrow 213,000\text{m}^3$

④ 覆土に使用する材料

- 中間覆土は現地発生土の利用を基本とする。
- 建設予定地平坦面の掘削部分は大部分が石灰岩となることが予測される。石灰岩は岩片が硬く泥岩のようにスレーキング（岩石が乾燥、吸水を繰り返すことにより、細かくばらばらに崩壊する現象）は発生しないため、中間覆土として使用可能である。
- 一方、法面掘削部の大部分は泥質岩となるため、中間覆土として利用が可能かスレーキング試験（乾燥・水浸によって岩石に生じる細粒化などの形状の変化を確認する試験）を実施した。
- スレーキング試験の結果、泥質岩のD～C_L級区分では高いスレーキング性を示すが、C_M～C_H級ではスレーキング性は低い結果となった。
- 法面掘削による発生土は、大部分がD～C_L級泥質岩となることが推察されるので中間覆土としての利用は適当ではないと考えられる。なお、深い位置にあるC_M～C_H級は、低いスレーキング性と評価できたが、掘削に伴い細粒化した場合は粘土化して盛土の変状につながる可能性が否定できないので、留意する必要がある。



試験前

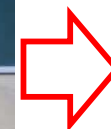


試験後

【C_L級】



試験前



試験後

【C_M級】

(2) 施設の配置計画について

① 施設の配置方針

○ 建設予定地の地形の状況を施設配置方針（案）を下記のとおり作成した。

主要施設	施設規模	配置位置	配置方針
埋立地	約21.3万m ³	計画地中央の平坦地部分	○ 埋立容量が最も確保しやすく、被覆施設の外壁がJR土佐加茂駅から視認されにくい位置とする。
管理棟	約500m ²	施設入口付近	○ 搬入車両の管理が必要なため、施設入口側を基本とする。
計量棟	約75m ²		
浸出水処理施設	約500m ²	施設入口付近	○ 施設の維持管理性を考慮し、管理棟付近に計画する。 ○ 本施設は浸出水の循環を行うため、埋立地と浸出水処理施設の揚程をなるべく抑える事が可能な配置を基本とする。
防災調整池	約8,700m ³	計画地東側谷部	○ 防災調整池の維持管理が容易な場所を計画する。
北側尾根	—	—	○ JR土佐加茂駅からの視認性に配慮し、北側尾根を残地する計画とする。

※展開検査場については、検査方法、廃棄物の処分場内への搬入方法をふまえ、配置位置を決定する（P49参照）



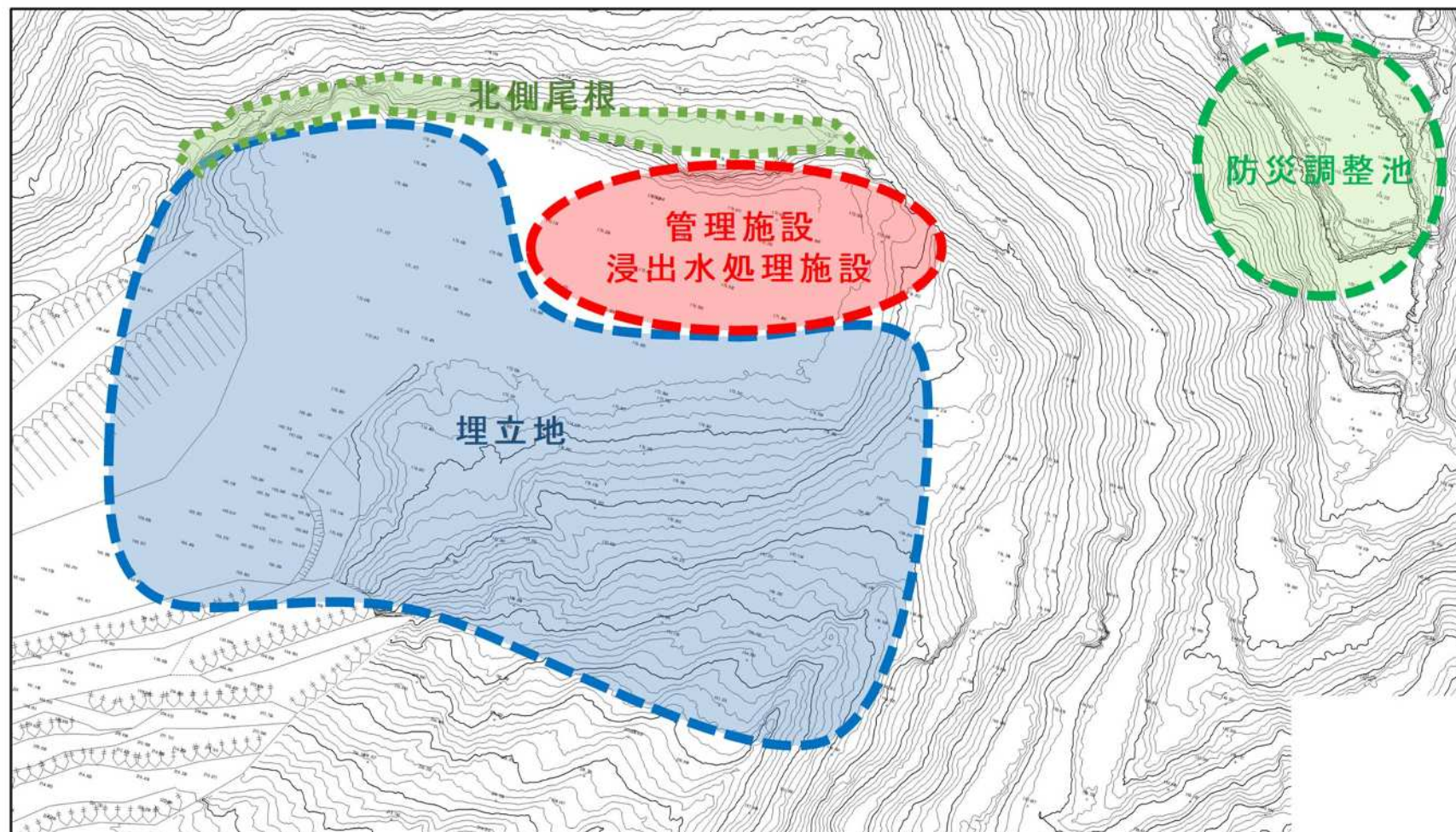
北側の尾根



進入道路ルート案（令和2年7月時点）

② 施設配置ゾーニング

- 施設配置方針を踏まえた施設配置ゾーニングを作成した。
- 造成計画を踏まえ、具体的な配置計画図を作成する



(3) 埋立地の造成設計について

① 計画する法面勾配

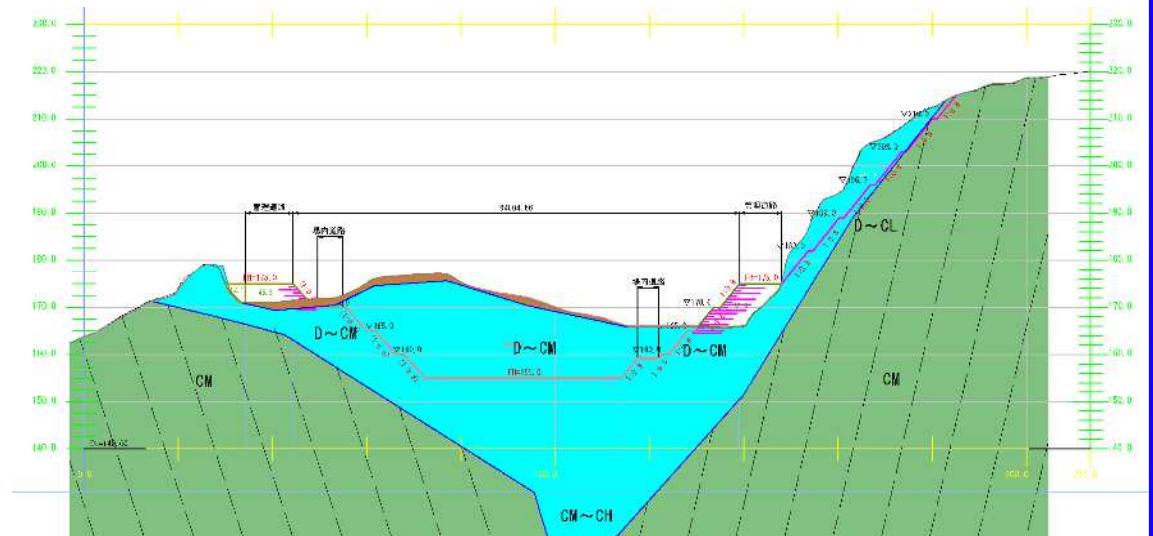
(ア) 切土勾配

- 建設予定地の地質の岩級区分は、地質調査の結果、**岩級区分D~C_M級**となっており、岩石の風化が進行し、軟質化した岩盤～多少軟質化した岩盤に分類される。
- 岩盤状態が複雑に変化しているため、法面勾配は、D~C_M級を網羅する軟岩想定として、「道路土工一切土工・斜面安定工指針（平成21年）」に基づき、軟岩の中間値となる『**切土法面勾配1：0.8**』とする。
- なお、上記の通りD級を含むため、**施工時に1：0.8の切土勾配では安定しないと認められる箇所を、鉄筋挿入により補強する計画**とする。

土質区分別切土法面勾配表

出典：「道路土工一切土工・斜面安定工指針（社）日本道路協会」

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、または粒度程度の分布の悪いもの	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
岩塊または玉石混じりの粘性土		5m以下	1：1.0～1：1.2
		5～10m	1：1.2～1：1.5



地質想定断面図（横断図No9）

(イ) 盛土勾配

- 盛土勾配は、盛土材料を考慮するとともに、主に用地の制約などを重視し、「道路土工—盛土工指針」に基づき、**岩塊の上限値である『盛土法面勾配1：1.5』**とする。

※ なお、施設レイアウト等を検討した結果、本処分場の整備にあたり、上記盛土を実施する箇所は結果として発生しない。

(ウ) 小段幅

- **法面小段は、法面を流下する雨水による浸食防止、法面部における雨水集排水機能、管理通路としての機能を併せて持つことを目的として設置される。**
- 小段の規模は、「高知県林地開発許可申請の手引」において、切土の高さが10mを超える場合には、高さ5mから10m毎に小段を設置することとされている。
- **埋立処分場内の法面については、最小値の5mを採用し、処分場周辺の切土法面については、「長大切土のり面の調査・設計・施工管理マニュアル（高知県土木部道路課、以下「長大切土法面マニュアル」という。）」において、示されている切土高さ20mを超える長大切土法面の規定（7m）を採用する。**
- また、**小段の幅**については、長大切土法面マニュアルで規定されている**幅1.5m**を採用する。

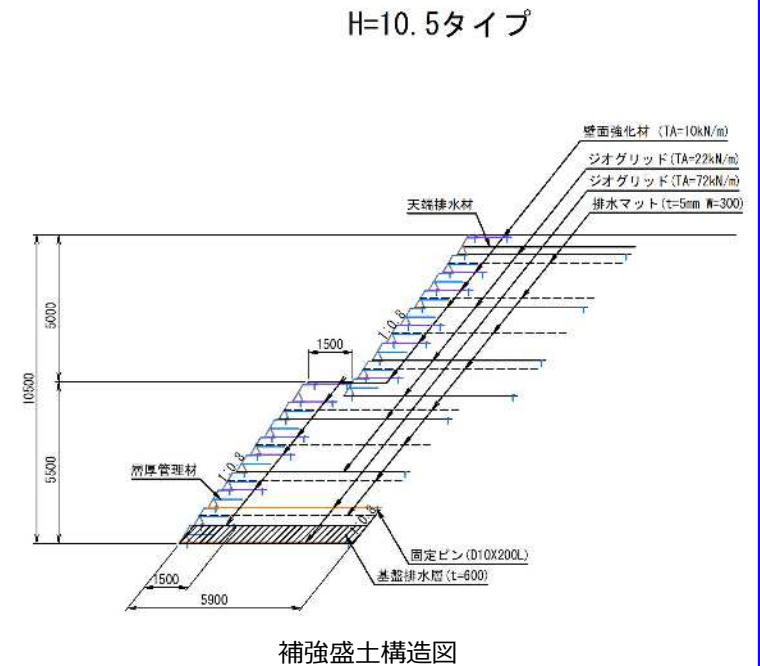
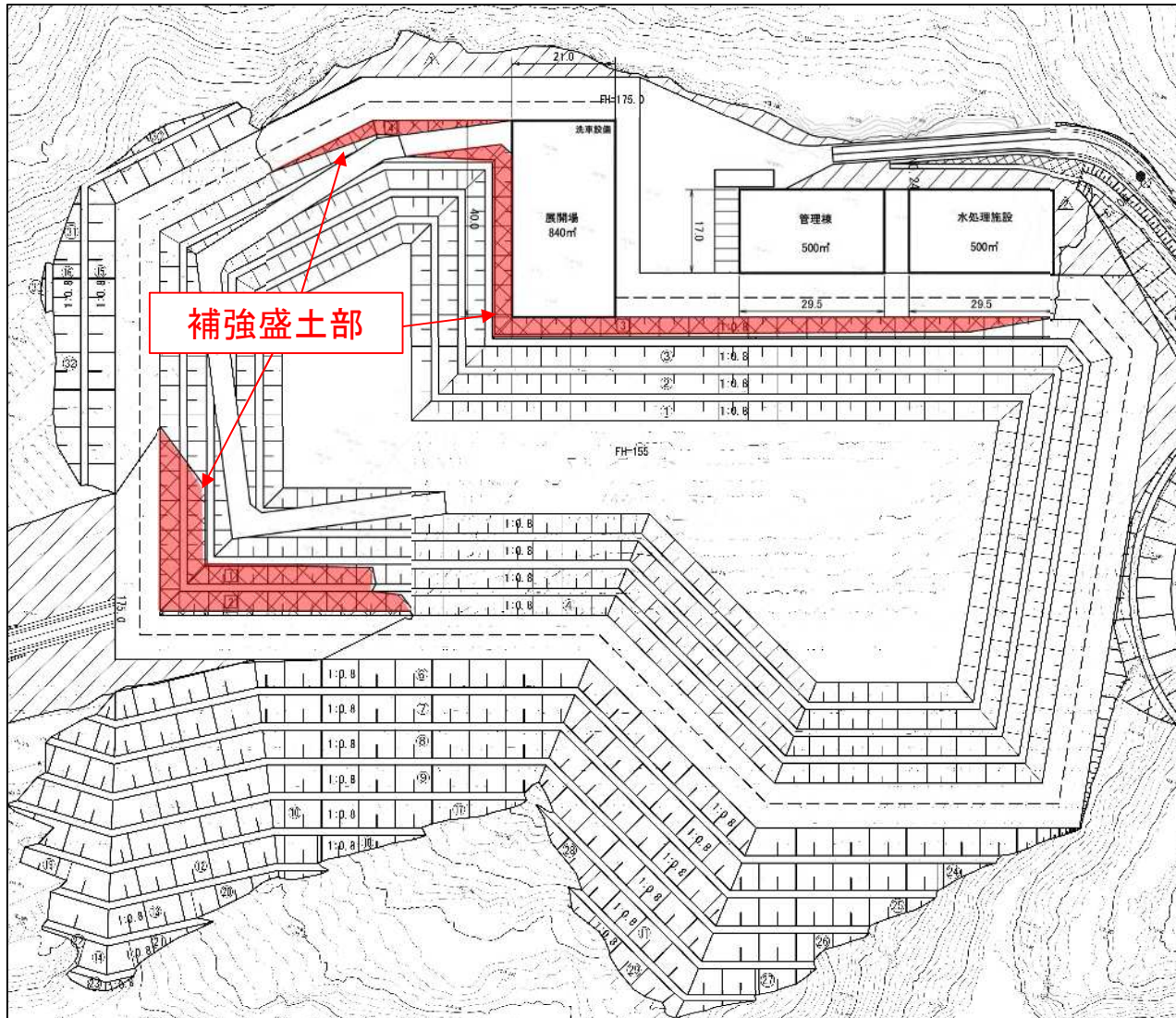
土質区分別法面勾配表
出典：「道路土工—盛土工指針（（社）日本道路協会）」

盛土材料	盛土高 (m)	勾配	摘要
粒度の良い砂(S), 礫及び細粒分混じり礫(G)	5m以下	1:1.5~1:1.8	基礎地盤の支持力が十分にあり、浸水の影響がなく、5章に示す締固め管理基準値を満足する盛土に適用する。
	5~15m	1:1.8~1:2.0	
粒度の悪い砂(SG) 岩塊(ずりを含む)	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したものである。標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算を行う。
	10~20m	1:1.8~1:2.0	
砂質土(SP), 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	
	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(解図4-3-2参照)。

② 補強盛土工

- 施設のレイアウトを検討した結果、埋立処分場内の北側及び南西側の一部について、最大高さ約10mの盛土部が必要となる。
- 埋立地内の切土勾配と併せて1:0.8の盛土勾配とする必要があるため、補強盛土工を計画する。
- 断面計画の検討にあたっては、円弧すべりによる安定計算を実施する。



③ 法面保護工

○ 遮水シートを施工するために必要となる「埋立地内の切土面の平滑化」や「埋立地外の切土法面の風化防止」を目的として法面保護工を検討する。

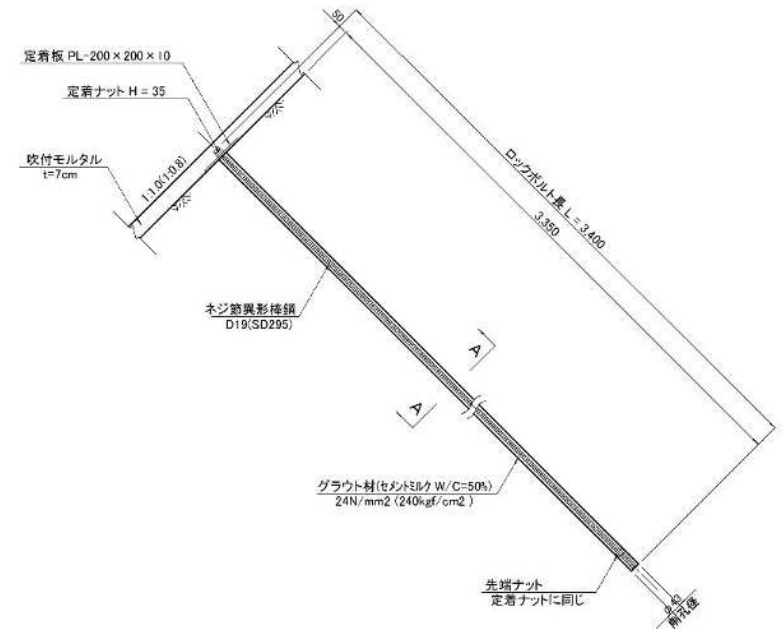
(ア) 埋立処分場内の切土法面

○ 埋立地内の法面は、1 : 0.8の切土勾配により安定勾配を確保するため、法面保護工は、12ページに示す選定フローに基づき、**モルタル吹付け工**を採用することとするが、地山の湧水の状況によっては、適切な工法に変更する。

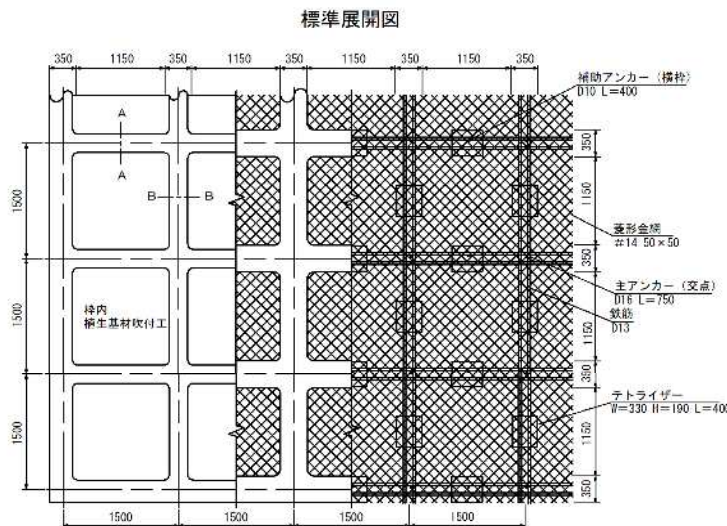
○ なお、地質調査結果及び施工時において、**法面が脆い箇所が確認された場合には、必要に応じて鉄筋挿入工の併用**を検討する。

(イ) 埋立処分場外の切土法面

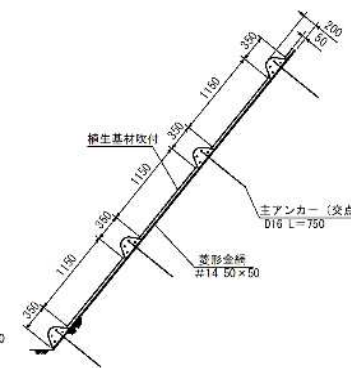
○ 切土範囲が大規模となり**JR土佐加茂駅から切土面の視認が可能であるため、景観に配慮し、吹付法枠工+植生工の併用**とする。



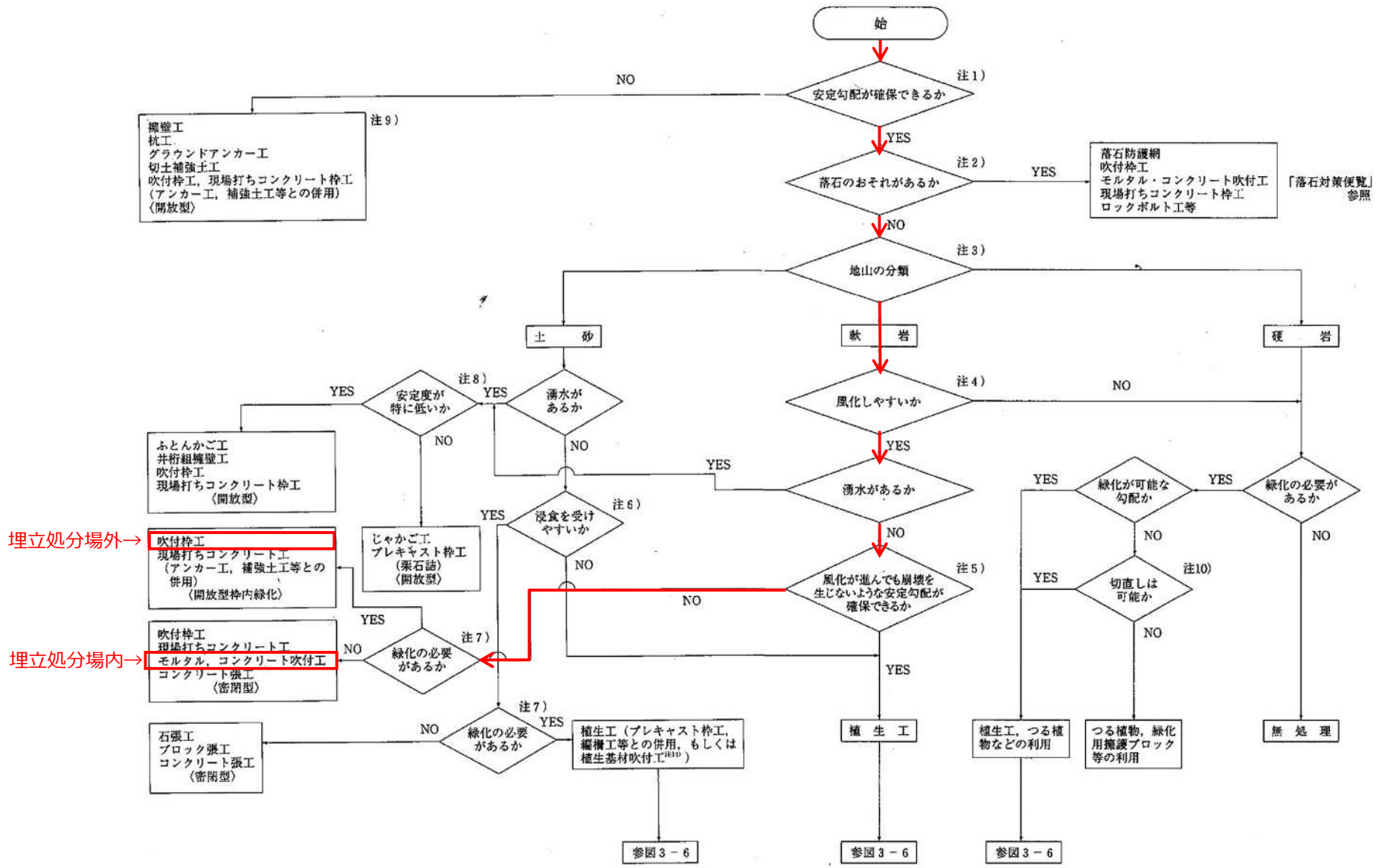
モルタル吹付け+鉄筋挿入工 (イメージ図)



標準断面図



吹付法枠工図面 (イメージ図)



埋立処分場外→

埋立処分場内→

切土法面保護工選定フロー

出典：道路土工-切土工・斜面安定工指針 ((社) 日本道路協会)

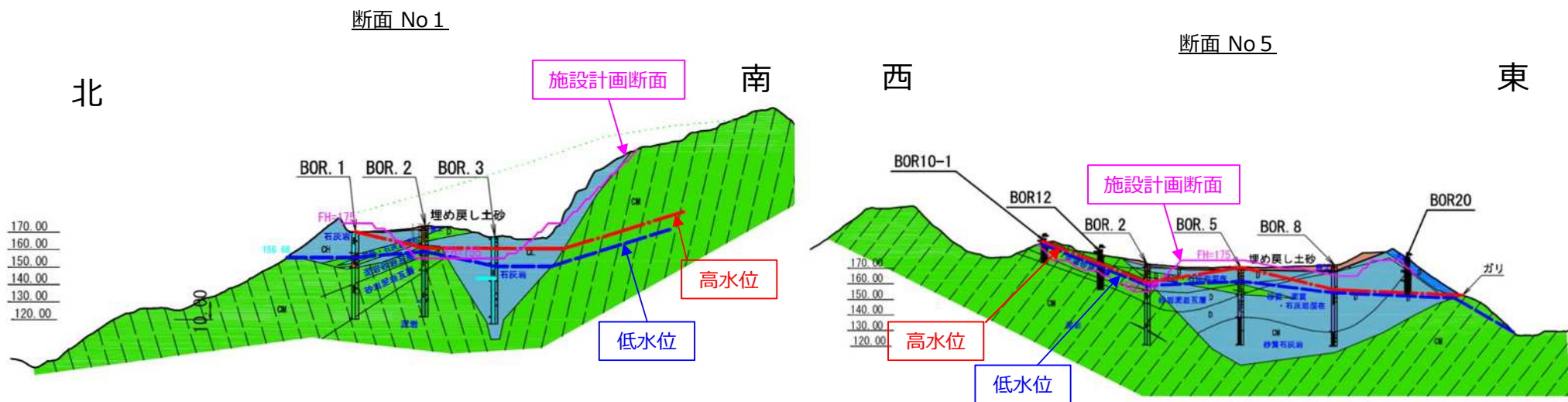
(4) 地下水集排水施設について

① 地下水集排水施設の機能・目的

- 表面遮水工を設置した処分場では、地下水や湧水が生じた場合、揚圧力により遮水工が破損する事例がある。
- また、地下水の影響により、埋立地の地山がゆるみ、崩落や滑りを生ずる原因ともなる。このため、埋立地の下部で発生する地下水や湧水を速やかに排除するため、地下水集排水施設を計画する。
- また、遮水工が万が一破損した場合、地下水に浸出水が混入することで地下水中の塩化物イオン濃度等が変化するため、地下水集排水施設により集水した地下水を監視することで、漏水の検知機能を担うことが可能となる。

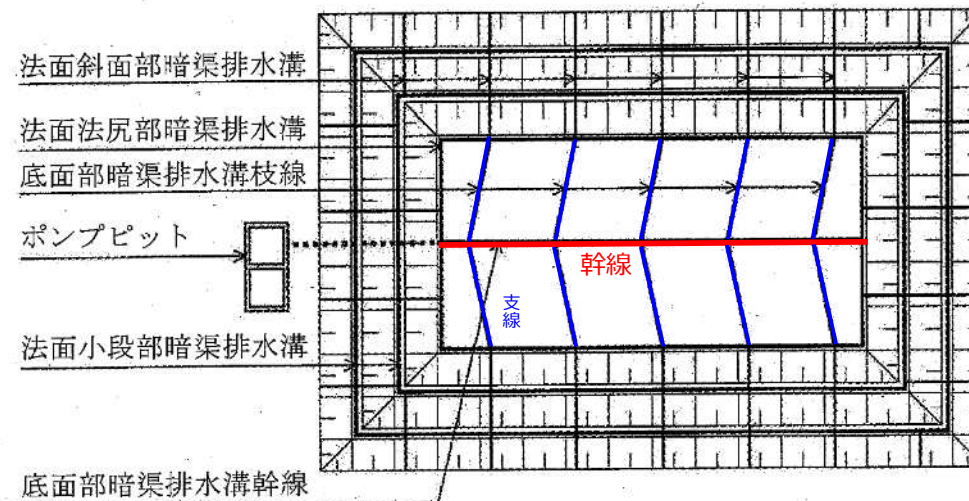
② 地下水位及び流向

- 地質調査結果から得られた地下水位から、低水位時には、断面No1のBor.3において、地下水位が埋立地底部（FH=155.0）より低いが、Bor.3以外の地点は、埋立地底部より高い位置に地下水位が確認できる。
- 高水位時は、いずれの地点においても埋立地底部より高い位置に地下水位が確認できる。



③ 配置計画

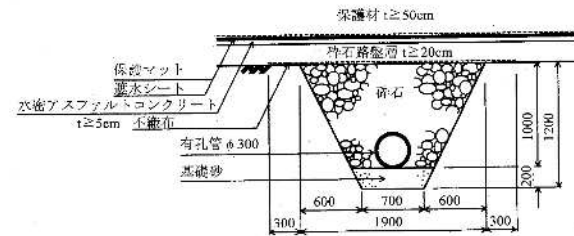
- 埋立地内の地下水集排水施設は、一般的には、有孔管などを栗石や碎石などのフィルター材で覆った暗渠排水構造とし、横断方向には支線を接続する形式である。
- 地下水集排水管の配置については、「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010改訂版（全国都市清掃会議、以下「設計・管理要領」という。）」において、「一般的には支線の間隔は、20m程度を目処」とされており、幹線に対して、支線を原則20mピッチで設置する。
- また、埋立地南側及び西側は山側からの地下水の浸み出し量が多いことが、地質調査結果より想定される。このため、地下水の集排水性が特に求められる埋立地南側及び西側法面については、面状排水材を敷設する等して集排水性を向上させることとする。



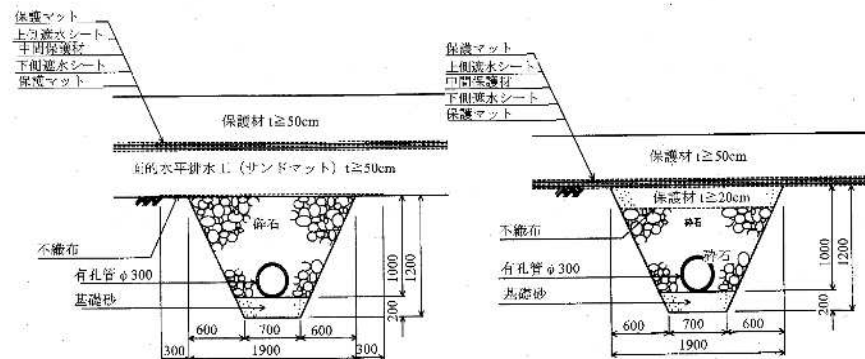
地下水集排水施設の配置例
出典：「廃棄物最終処分場指針解説（全国都市清掃会議）」

④ 地下水集排水施設の構造

- 地下水集排水施設の構造は、設計・管理要領に記載の構造を参考に、遮水工の下層部に、有孔管と碎石の構造を基本に検討する。
- 地下集排水管の管径は、「道路土工 排水工指針（（社）日本道路協会）」において、「地下水排水溝に埋設する集水管は、内径15～30cmを標準とする」と示されており、以下に示す管径とする。
- また、既述の通り埋立地の地下水位は埋立地底盤部（FH=155.0）よりも高い位置で確認されており、遮水工への揚圧力による影響を抑制するため、埋立地底盤部全面に碎石を敷設し、地下水集排水管への流入を促進させる構造とする。



(b) 水密アスファルトコンクリート+シートの場合



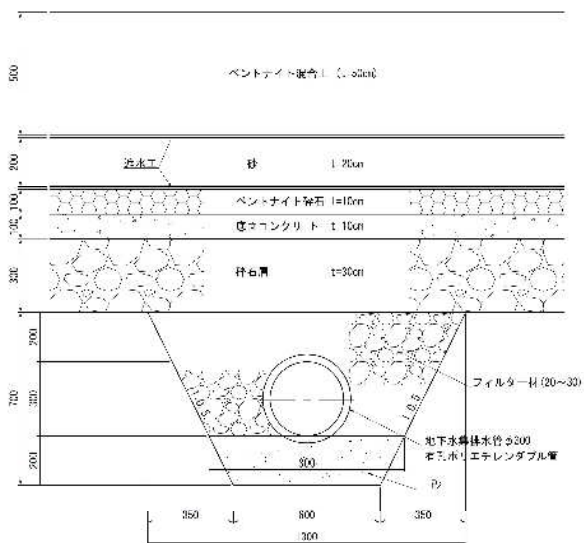
地下水集排水施設の構造例

出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」

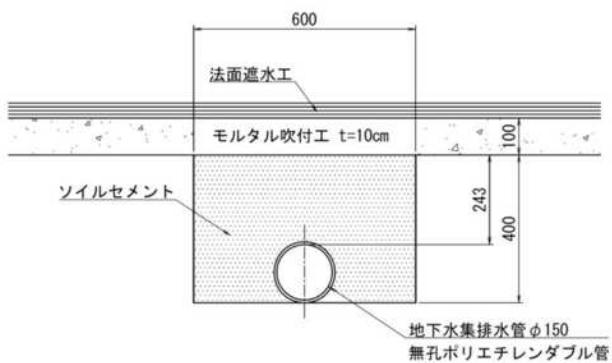
布 設 位 置	諸元
埋立地底面部幹線	Φ200の支線が流入するため管径をΦ300とする。
埋立地底面部支線	埋立地小段地下水集排水管及び埋立地法面縦型地下水集排水管が接続されることより管径をΦ200とする。
埋立地法面縦型地下水集排水管	小段で集水された地下水を埋立地底面の幹線へ導水するため無孔管とする。管径はΦ150とする。
埋立地小段地下水集排水管	法面部小段に設置する。管径はΦ150とする。
法面部（埋立地南側・西側）	法面部からの地下水の染み出しを考慮し、面状排水材を敷設する。

構造図詳細

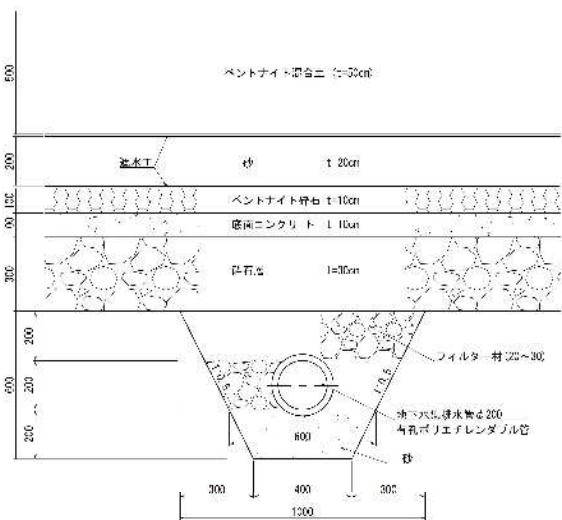
底面部幹線 (Φ300)



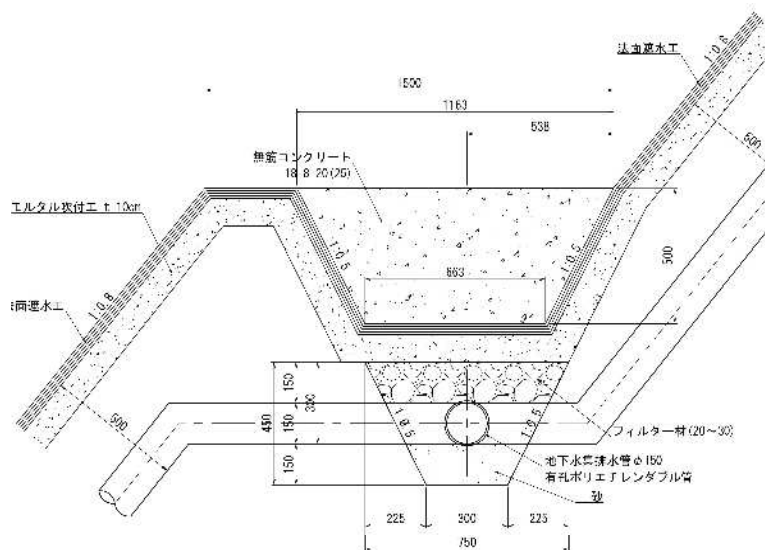
法面部 (Φ150)



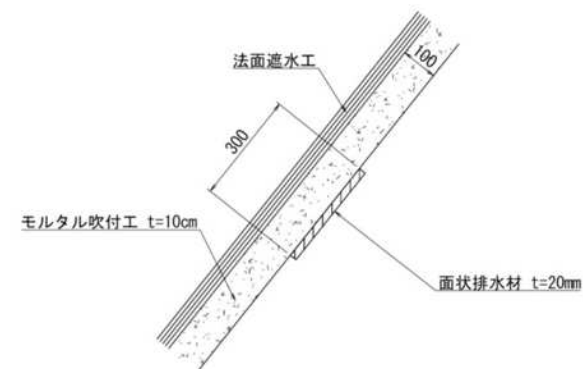
底面部支線 (Φ200)



小段部 (Φ150)

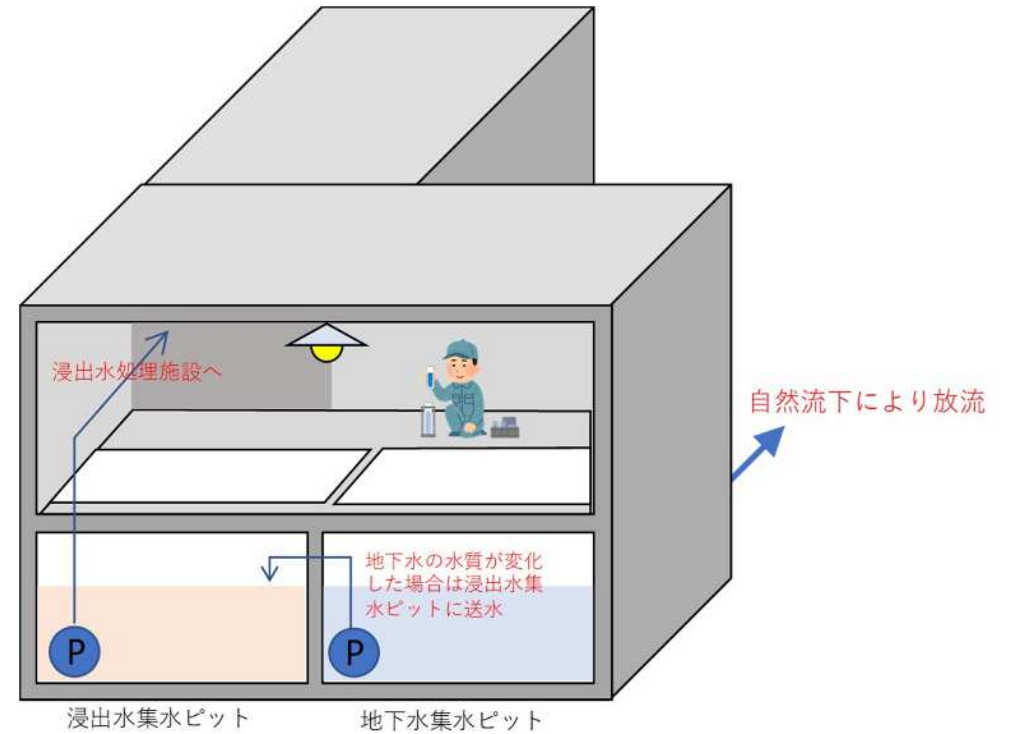


法面部面状排水材



⑤ 地下水集水ピット

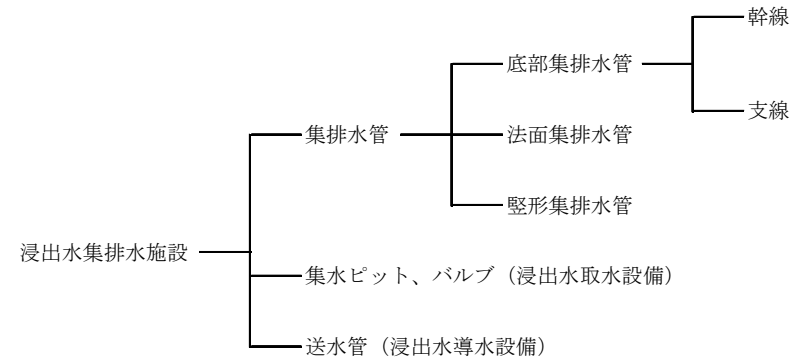
- 地下水は、集排水管により自然流下で排水されることから、地下水集排水管の末端部に地下水水質のモニタリングを行う地下水集水ピットを設置する。
- 地下水集水ピットに水質の監視設備（pH計、EC（電気伝導度計））を設置し、地下水水質をモニタリングする。
- また、万が一地下水の水質が変化した場合に備え、バルブ及びポンプによる浸出水処理施設への送水が可能な構造を検討する。



(5) 浸出水集排水施設について

① 浸出水集排水施設の目的・機能

- 浸出水集排水施設は、埋立層内に散水した水を速やかに集水し、**浸出水処理施設に送る**ために設けられる。
- また、**法面集排水管**や**堅形集排水管**は、**ガス抜き設備**としても機能し、**浸出水集排水管**は、**準好気性埋立構造**の中で、**空気の供給管**としての機能も兼ねる。
- 浸出水集排水施設は、一般的に右図の構成となる。



浸出水集排水施設の構成

出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」

② 浸出水集排水管の配置

- 埋立地底面部の浸出水集排水管の配置は、埋立地の形状や埋立方法に応じて、以下に示すような配置形式が用いられている。

(ア) 直線形

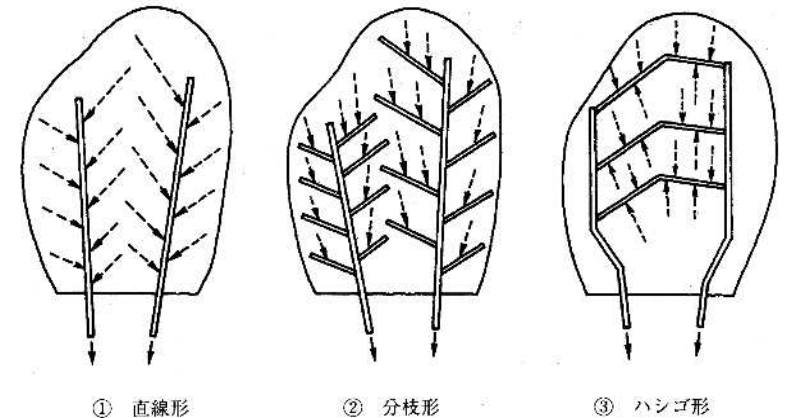
1本ないし数本の**集排水管を直線的に配置**するもので、埋立地底面部の面積が小規模であり、かつ勾配が急な場合に用いられる。その特徴として、工事費は安価であるが、**空気流通面が小さく集水効率が悪くなる**。

(イ) 分枝形

幹線に枝状の支線を接続させたものである。浸出水は幹線に集水されるため、大規模な埋立地の場合には複数の分枝形を採用することもある。本方式は採用事例が多く、**縦横断勾配が比較的十分に確保できる埋立地に適する**。**空気流通面が確保でき、集水効率がよい**という特徴がある。

(ウ) ハシゴ形

ハシゴ形は、**横断勾配がとりにくい平地の埋立地に採用**されることが多い。特徴としては、**幹線が2系列以上あるため、不慮の事故への対応**ができる。**空気流通、集水効率は分枝形と同等**である。



底部集排水管の配置形式例

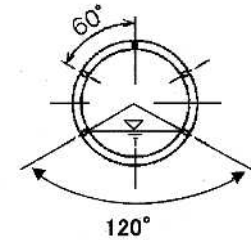
出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」

本設計の埋立地底面は、縦断方向及び横断方向のどちらも排水勾配が確保できることから、**分枝形を基本**とするが、より速やかな集排水を促すため、**底盤部の外周にも集排水管を配置**することとし、分枝形とハシゴ形を組み合わせた方式とする。

③ 浸出水集排水管の断面検討

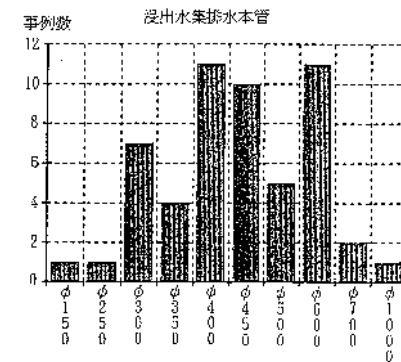
- 設計・管理要領において、『**管断面上部を空気やガスの流通断面と考え、計画対象流量が管径の20%程度に納まるように管路断面を決定するのが良い**』と示されており、本計画ではこれを満足する断面を決定する。
- また、同じく**幹線は管径φ400mm以上の有孔管を用いられている場合が多い**としている。「**廃棄物最終処分場技術システムハンドブック（環境産業新聞社）**」に示されている浸出水集排水管（幹線）管径のアンケート調査結果では、幹線の管径はφ400～φ600が最も採用されている。
- 本処分場はクローズド型処分場のため、散水量のコントロールが可能である。**浸出水集排水管の管径は、散水量から算定した結果を踏まえ決定する。**
- 埋立地底面部の浸出水集排水管は、通常、管とその目詰まりを防止するための被覆材が組み合わされた構造が採用される。
- 設計・管理要領において示された下記の設計方針に基づき、浸出水集排水施設の断面形状を決定する。

- ・ 目詰まりによるフィルター機能の低下を防止するため、被覆材の天端の高さは、保護土の高さ（右図のhで示された高さ）より、幹線で50cm以上、支線で30cm以上高くすることが望ましい。
- ・ 被覆材の幅は、集水機能の確保と集排水管への鉛直荷重を軽減するため、管径の3倍以上とすることが望ましい。
- ・ 表面遮水工が採用されている場合は、碎石や栗石が直接遮水材に触れないよう、保護マットで遮水材を保護するほか、保護をより確実にするために、現地発生土にセメントなどを添加し適度の強度を持たせた安定処理土層（最低30cm厚）を設置することが有効である。
- ・ 被覆材下部の溝勾配は、保護層の安定性、施工を配慮し、概ね1:3～4の緩勾配とすることが望ましい。

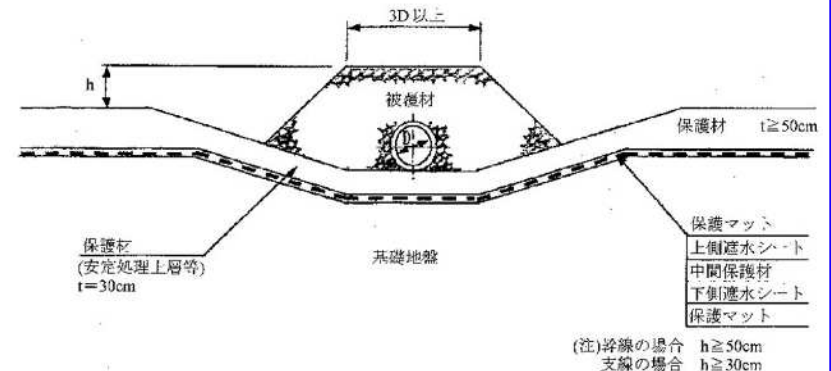


底部集排水管の管路断面の模式図

出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」



浸出水集排水管（幹線）管径のアンケート調査結果
出典：「廃棄物最終処分場技術システムハンドブック」（環境産業新聞社）

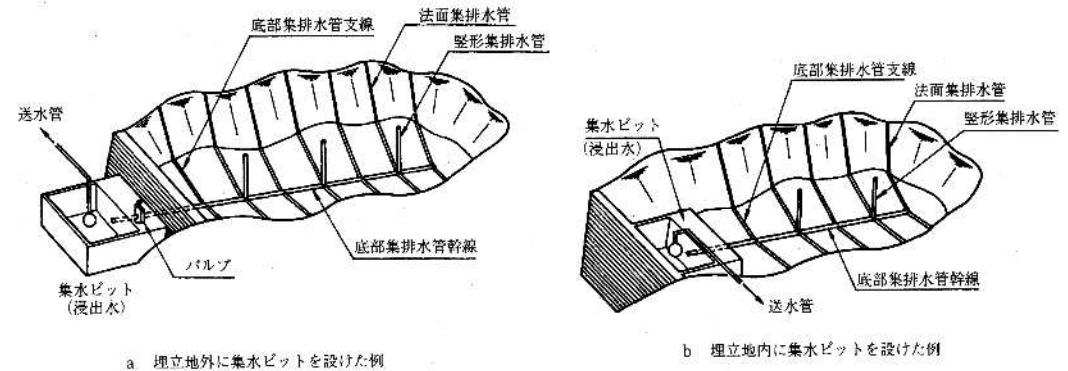


底部浸出水集排水管の構造例

出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」

④ 浸出水集水ピット

- 埋立地より発生し、集排水された浸出水は、貯留堰堤部に設けた集水ピットにて集水し、浸出水処理施設へ送水される。
- 集水ピット構造は鉄筋コンクリート構造とし、内部には防食塗装を施し、浸出水によるピット内部の侵食からピット本体を保護する。
- 浸出水集水ピットは、**豎型集水ピット**と**監査路内集水ピット**に大別される。
- 本施設では、下表のとおり**浸出水送水管を監査路内で直接目視点検することが可能で維持管理面で優れるB案 監査路内集水ピット**を採用する。



a. 埋立地外に集水ピットを設けた例

b. 埋立地内に集水ピットを設けた例

浸出水集排水施設の配置概念図

出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」

比較	A案 豎型集水ピット	B案 監査路内集水ピット
配置		
概要	貯留構造物天端部に設置した豎型の浸出水集水ピットに、浸出水を暗渠排水し集水する構造	貯留構造物内の監査路内に浸出水集水ピットを設置し、浸出水集水管を接続する構造。浸出水送水管を監査路内に設置する。
自然環境へのリスク回避	浸出水を暗渠排水するため、万が一の漏水時に確認が困難となる可能性があるが、排水管の漏水対策を行うことでリスクを最小限にすることが可能である。	○ 浸出水送水管が監査路内に設置されるため、漏水時の目視確認により、早期の対応が可能である。 ◎
施工性	豎型集水ピットを立坑により施工する。排水管は推進工法となる。	○ オープン掘削によりカルバートを施工する。埋戻しに改良土又は補強土の使用となる。 ○
維持管理性	豎型集水ピット内の目視点検は可能である。	○ 浸出水送水管が監査路内に設置されるため、維持管理は容易である。 ◎
経済性 (直接工事費)	1,651千円	△ 1,234千円 ○

(6) ガス抜き設備について

① ガス抜き設備の目的・機能

- 埋立地から発生するガスを速やかに排除するとともに、廃棄物層内に空気を供給することにより、廃棄物の安定化を促進する。
- 廃棄物層内から発生するガスを速やかに排除し、廃棄物層内を準好気性状態に保つ配置及び構造とする。

② ガス抜き設備の配置

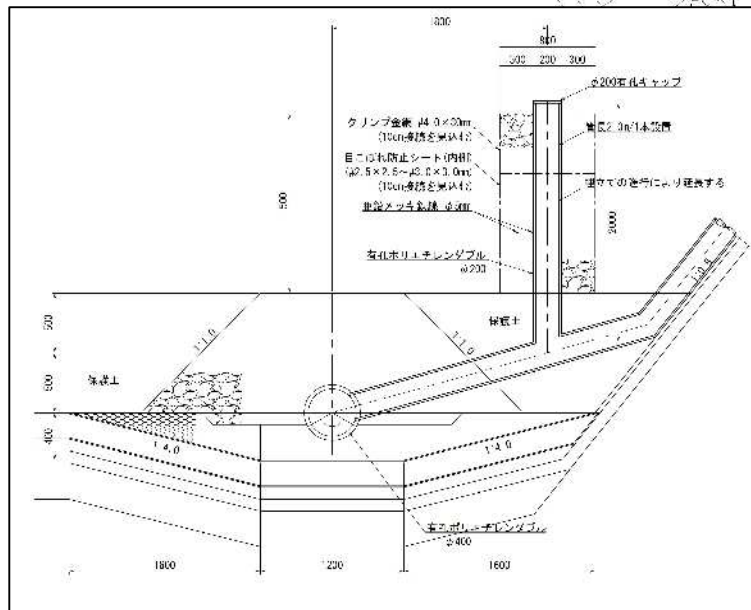
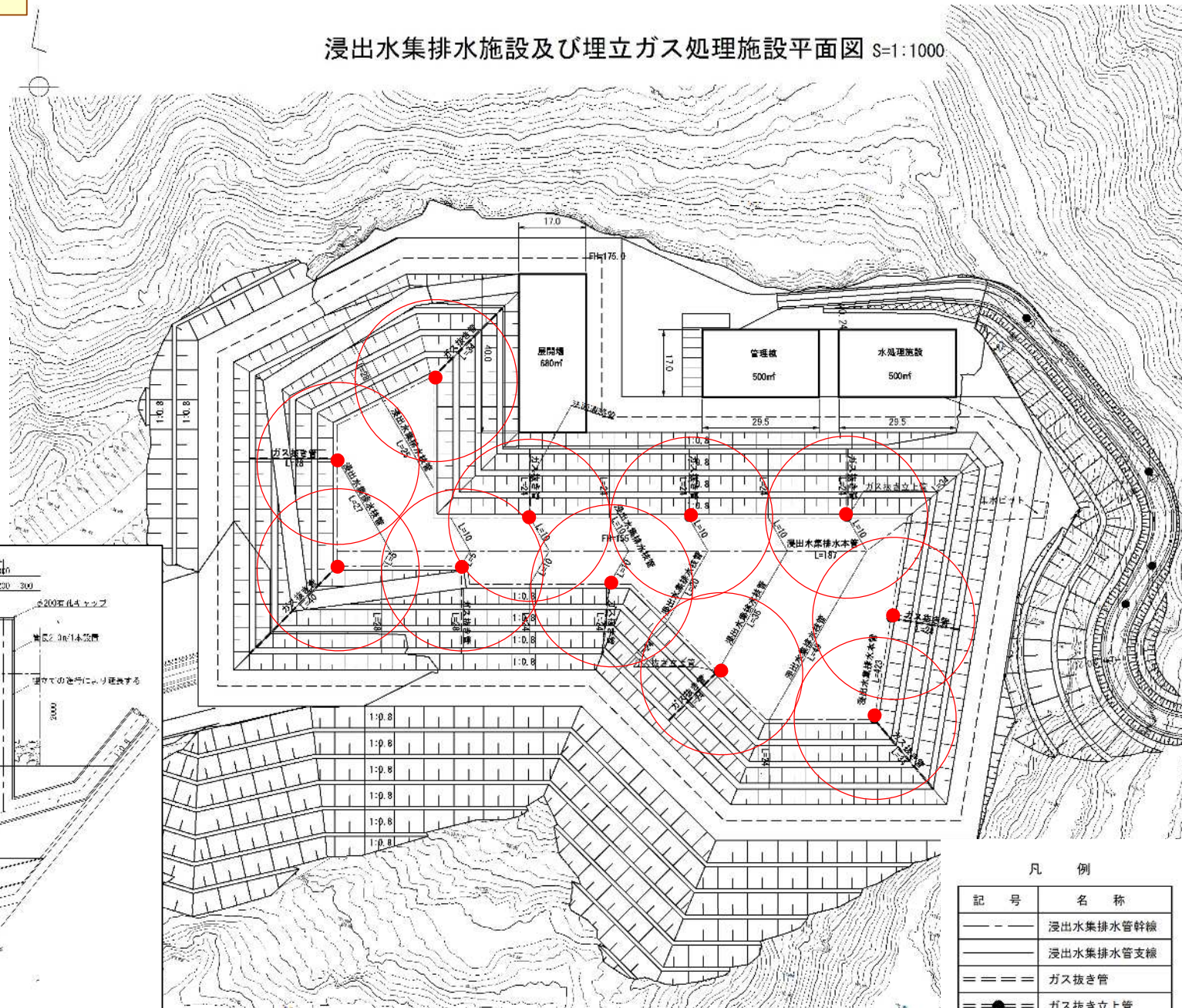
- 下記の「廃棄物最終処分場の性能に関する性能指針について（以下、「性能指針」という。平成12年12月28日生衛発第1903号厚生省生活衛生局水道環境部長通知）」の規定に基づき、配置等を検討する。

通気装置（縦型保有水等集排水管を兼用する場合にあっては、管径200mm以上であること。）が2,000㎡に1か所以上（これにより難い特別な事情がある場合は、必要かつ合理的な数値とする。）設置されること。

- 本施設の埋立地面積（約16,300㎡）では、9箇所（ $\div 16,300\text{m}^2 \div 2,000\text{m}^2$ ）必要
- 設置の間隔としては $2000\text{m}^2 = 3.14 \times r^2 \div$ 半径25mとなるため、埋立地形状にあわせた設置間隔を踏まえ箇所数を決定する。
- また、ガス抜き管は、縦型ガス抜き管と法面部ガス抜き管（浸出水集排水機能兼用）がある。縦型ガス抜き管については、埋立地内の作業性を考慮し、被覆施設の中間柱の位置を踏まえて決定する。

ガス抜き設備平面図、構造図

浸出水集排水施設及び埋立ガス処理施設平面図 S=1:1000



ガス抜き設備構造図

凡 例

記 号	名 称
---	浸出水集排水管幹線
---	浸出水集排水管支線
==	ガス抜き管
●	ガス抜き立上管

ガス抜き設備配置図

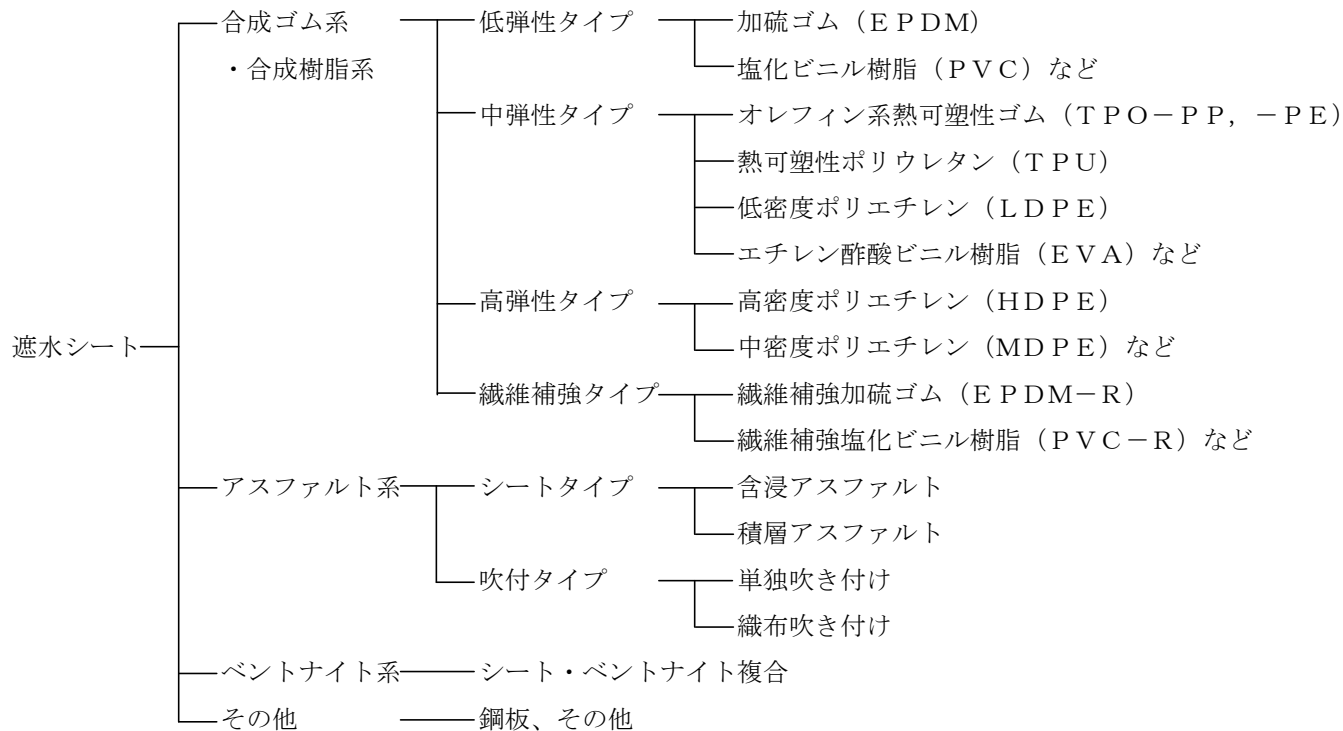
(7) 遮水シートについて

① 求められる機能

基本特性	内容
遮水性	遮水性があり、ピンホールがなく、接合部についても十分な遮水性を有すること。
物理的特性	廃棄物や埋立作業機械の荷重・衝撃に対する「耐衝撃性」、「耐圧縮性」、「耐貫通性」、「引張強度」、地盤の沈下に対する「引張強度」、「下地追従性」、「耐クリープ性（変形しにくさ）」、「耐ストレスクラッキング性（繰り返し応力）」などがあること。
耐久性	埋め立てから廃止に至るまでの期間において安定した遮水性能を有する必要があること、この期間における耐久性を有すること。
化学的特性	廃棄物から発生する浸出水は、廃棄物によってはpH3～12程度の酸性やアルカリ性を示す。また、廃棄物や覆土中には多様な微生物が存在するため、「耐薬品性」、「耐バクテリア性」などがあること。
熱安定性	遮水シートは温度変化により伸縮するため、高温・低温時の「物理的安定」や「寸法安定性」があること。
施工性	遮水シートの遮水性は、施工不良により損なわれる場合が多く、施工性は重要な要素となる。「取扱いの容易性」、「接合性」、「補修性」があること。

② 選定の考え方

○ 遮水シートは材質により**合成ゴム系・合成樹脂系**、**アスファルト系**、**ベントナイト系**及びその他に分けられ、それぞれの特性や建設計画地への適用性を考慮し、選定を行う。



遮水シート区分図

出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」

○ 選定にあたっての留意事項

- ・ シート間の接合は**安全性の高い熱融着接合が可能な遮水シート**であること
- ・ **法面に対応できるよう柔軟性に富み**、敷設、接合において作業効率に優れること
- ・ 沈下等に対応できる**地盤追従性に優れる**こと
- ・ **敷設時の作業性及び品質管理性に優れる**こと

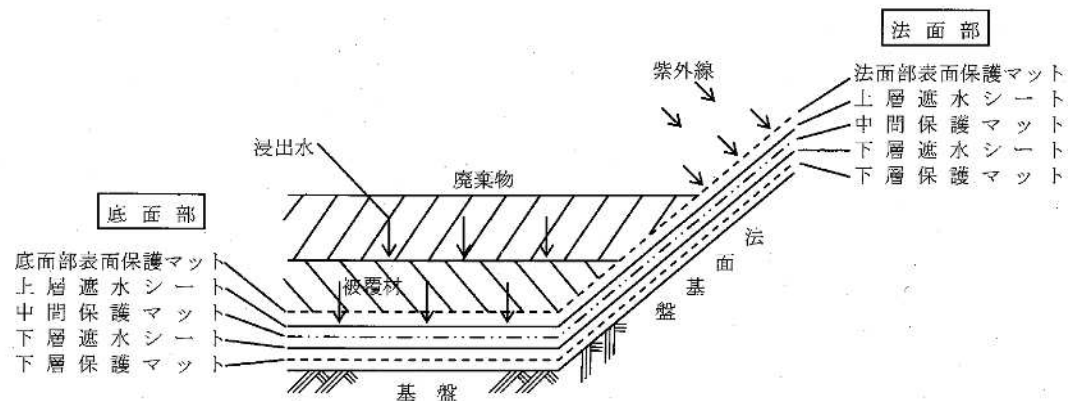
○ 比較表に基づき、本処分場の状況等を考慮し、『合成ゴム系・合成樹脂系』のうち中弾性タイプの遮水シートを選定する。

	合成ゴム・合成樹脂系	アスファルト系	ベントナイト系
概要	加硫ゴム、またはポリエチレン、ポリプロピレン等の合成樹脂を混合または重合させたものである。	不織布などの基材に溶融したアスファルトを含まれたものや、アスファルトを積層させたものがある。	不織布などの繊維でベントナイトを挟み込んで固定したものである。一般に、GCLと呼ばれ、厚さ4mm程度である。
遮水性	1×10 ⁻¹² cm/s以下	2×10 ⁻¹¹ cm/s以下	1×10 ⁻⁸ cm/s以下 ※基準省令*で定められた遮水工の厚さと透水係数の関係(1×10 ⁻⁷ cm/sが5cm以上)から、透水係数0.1nm/sであれば、厚さ5mm以上が必要となるため、基準省令の規定を満足しないものがある。
物理的特性	<ul style="list-style-type: none"> 引張強度や伸度が高く、柔軟で下地に良く追従する。 硬くて突き刺し抵抗の高いものや柔らかくて突き刺し抵抗は低い伸びが大きいものなど多様である。 	<ul style="list-style-type: none"> 引張強度は基材によるが、合成ゴム・合成樹脂系に比べて劣る。 揚圧力が働くと噴火口のような突出孔が開きやすい。塑性を示し、一度変形したら復旧しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 引張強度は、上下面の繊維による。 急斜面での施工は、ベントナイトが下方に偏る可能性がある。
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> 直接紫外線に曝しても、20年以上の耐久性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 直接紫外線に曝しても、10年以上の耐久性がある。 長期使用により表面に亀裂が生じる。 	<ul style="list-style-type: none"> ベントナイトは自然由来の粘土成分であり、耐久性に問題はない。
化学的特性	<ul style="list-style-type: none"> 耐薬品性、耐油性について安定しているが、有機溶剤や高濃度の酸への抵抗力は小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 耐薬品性について安定しているが、油、有機溶剤や高濃度の酸への抵抗力は小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 強アルカリ・強酸に触れると膨潤力が低下する。
熱安定性	<ul style="list-style-type: none"> -20℃～+60℃の範囲で十分使用できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 熱によりアスファルトが軟化すると、法面では下方にアスファルトが垂れるおそれがある。 	<ul style="list-style-type: none"> ベントナイトは自然由来の粘土成分であり、熱による影響はない。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 高弾性タイプは剛性が高く法面部での施工性が劣るが、中弾性タイプは施工性が良い。 安全性の高い熱融着接合が可能である。 また、加圧や真空法等に加え、熱赤外線による接合幅管理が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 重量があるので、施工性に劣る。 接合幅管理の検査方法は真空法のみとなり、検査には時間を要する。 	<ul style="list-style-type: none"> やや重量があるが、接合作業がないので、施工性は悪くはない。 接合管理は、重ね幅のみ管理である。
評価	○ <ul style="list-style-type: none"> 伸度等に優れ、下地追従性が高く、弾性を示す特性から、法面が多い本処分場に適している。 安全性の高い熱融着接合が可能であることに加え、接合幅管理の方法が多い。 	△ <ul style="list-style-type: none"> 引張強度等で合成ゴム・合成樹脂系と比べ劣る。 シートの接合方法や接合幅管理等の施工性についても合成ゴム・合成樹脂系と比べ劣る。 	× <ul style="list-style-type: none"> 基準省令の規定に合致しない場合がある。

(8) 保護マットについて

① 保護マットの目的・機能

- 保護マットに求められる機能は、遮水シートが外力によって損傷されるのを防ぐ防護機能と直射日光による劣化を防止する機能である。
(なお、本施設は被覆施設により直射日光には曝されない)
- 保護機能を判断する指標として、貫入抵抗があり、不織布の「目付量」に比例する。



保護マットの使用例

出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」

② 保護マットの種類



保護マットの分類

出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」

保護マットの目安

出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」

項目	単位	試験法	長繊維不織布	短繊維不織布	反毛フェルト	ジオコンポジット	
材質			合成繊維・合成樹脂				
目付量	g/m ²		400以上	500以上	1000以上		
強度	引張強さ	N/5cm	JIS L 1908	925以上	140以上	100以上	500以上
	貫入抵抗	N	ASTM D4833	500以上			
耐久性	耐候性*	N	JISA1415	WS形促進暴露試験後(1000h以上)の貫入抵抗500以上			
	遮光性*	%	JIS L1055	95以上			
安全性	溶出性		環告13号 または 総理府令第 35号	溶出試験において、地下水環境基準値・水質環境基準値以下であること			

*：遮光性マットおよび遮光性保護マットに適用する。

③ 保護マットの選定

(ア) 法面部

- 埋立地の法面部には引張力が作用する。このため、熔融紡糸した長い繊維をマット状に成型し、繊維が連続しているため引張強度が高い特徴がある『長繊維不織布』を採用する。
- 目付量は流通する材料では50～800g/m²であるため、800g/m²を採用する。

(イ) 底盤部

- 底盤部は、廃棄物等の突起物から遮水シートを保護する耐貫通抵抗性が求められる。このため、長繊維不織布に比べて厚く、クッション性に優れている『短繊維不織布』を採用する。
- 目付量については、最終処分場で施工されている短繊維不織布の中で、最も目付量の高い値（1,500g/m²）を採用する。

(9) 水質モニタリングについて

① 必要性

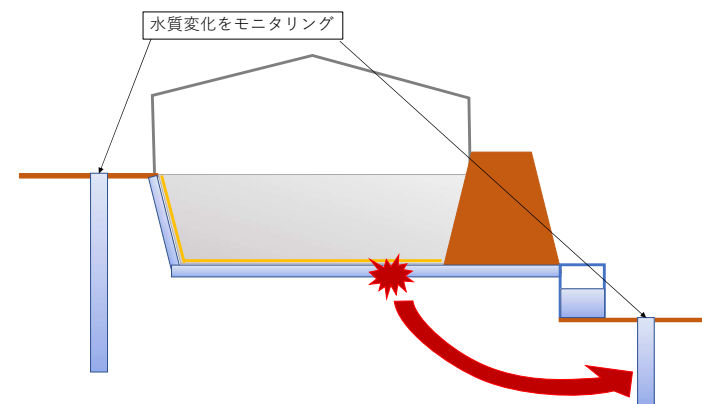
- 最終処分場は、埋め立てられる廃棄物や浸出水、埋立ガスなどによって、周辺環境に影響を及ぼさないように、各種施設を設けるとともに、定期的に周辺環境のモニタリングを実施し、環境汚染を未然に防止しなければならない。
- そのうち、**水質モニタリングについては**、万が一遮水工が損傷した場合、適切な対策を行い、**環境汚染を未然に防止**するため、**漏水を迅速に検知する必要がある**。

② 水質モニタリングの種類

- 漏水を検知する方法は、(ア) 地下水観測井戸、(イ) 地下水集水ピットモニタリング、(ウ) 損傷(漏水)検知システムに区分される。

(ア) 地下水観測井戸

- **地下水観測井戸を設置し、モニタリングを行うことで、その水質変化から漏水の有無を直接検知**する方法。
- この方法では漏水が確認されても**漏水位置を特定することができない**。
- なお、「**最終処分場維持管理基準(基準省令)**」により、以下の**ように地下水観測井戸の設置箇所と測定頻度が義務付け**られている。



・最終処分場の周縁の2箇所以上の場所から採取した地下水又は地下水集排水設備より採取した水の水質検査を次により行うこと。

- ▼ 埋立開始前に地下水等検査項目、電気伝導率及び塩化物イオン濃度を測定・記録すること。
- ▼ 埋立開始後、地下水等検査項目を1年に1回以上測定・記録すること。
- ▼ 電気伝導率又は塩化物イオン濃度を1月に1回以上、測定・記録すること。

(イ) 地下水集水ピットモニタリング

- 地下水集排水管の末端部に地下水集水ピットを設置することで、集排水管により自然流下で排水される地下水水質のモニタリングを行う。
- 地下水集水ピットに水質の監視設備（pH計、EC計等）を設置し、地下水水質をモニタリングする。また、万が一地下水の水質が悪化した場合に備え、バルブ及びポンプによる浸出水処理施設への送水が可能な構造とすることもできる。

(ウ) 損傷(漏水)検知システム

A 水質調査法

- 二重遮水シート間の排水を調査し、その水質変化から漏水の有無を直接検知する方法。
- 漏水位置を特定するために二重遮水シート間を袋状の区画に分け、ブロックごとに専用の排水管を取り付けることで損傷の有無とその位置をブロック単位で検知する方法も実用化されている。

B 電氣的検知法

- 遮水シート自体の電気絶縁性に着目して、遮水シートに生じた絶縁不良箇所の電位や電流の変化から損傷の有無とその位置を検知する方法。
- この方法は遮水シートの損傷を検知することで間接的に漏水の有無を判定する技術で、竣工後や供用時の維持管理に用いられている。

C 圧力検知法

- 二重の遮水シートで構成したブロック（袋構造の区画）ごとに専用の管理ホースを取り付け、二重遮水シート間に生じる圧力や水位の変化から損傷の有無とその位置を検知する方法。
- 具体的な方法としては、真空吸引法とコロイド溶液加圧法が挙げられる。これらの圧力検知法では、損傷位置の特定は袋構造としたブロック単位となる。
- ただし、近年、施工事例がないので比較対象としない。

③ 水質モニタリング方法の比較

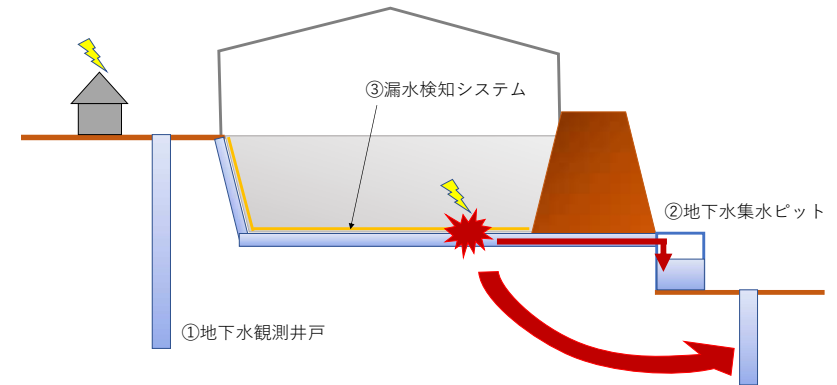
	(ア)地下水観測井戸	(イ)地下水集水ピット	(ウ)漏水検知システム	
			A 水質調査法	B 電氣的検知法
概要	<ul style="list-style-type: none"> 地下水観測井戸を設置し、その水質変化から漏水の有無を直接検知する 最終処分場維持管理基準で義務付けられている 	<ul style="list-style-type: none"> 地下水集排水管の末端部に地下水集水ピットを設置することで、地下水水質のモニタリングを行う 	<ul style="list-style-type: none"> 二重遮水シート間の排水を調査し、その水質変化から漏水の有無を直接検知する 	<ul style="list-style-type: none"> 遮水シートに生じた絶縁不良箇所の電位や電流の変化から損傷の有無とその位置を検知する
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 漏水の有無を水質調査結果から直接判定できる 	<ul style="list-style-type: none"> 漏水の有無を水質調査結果から直接判定できる バルブ及びポンプによる浸出水処理施設への送水が可能 (ア)と比較し、早期の漏水確認が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 損傷の有無とその位置をブロック単位で検知することが可能（大まかな位置は、当該ブロックの直近の埋立箇所から推定することが可能） モニタリング管を設置するだけであり、設置費用はBと比べて安価である 	<ul style="list-style-type: none"> 損傷の有無とその位置を検知することが可能（1m範囲内）
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 多くの漏水が発生した段階でないと気が付きにくい 漏水位置を特定することができない 	<ul style="list-style-type: none"> 漏水位置を特定することはできない 	<ul style="list-style-type: none"> ブロックの数が多いほど施工及び管理（水質測定等）の手間がかかる 	<ul style="list-style-type: none"> 漏水がないのにも関わらず検知する場合（誤作動※）がある 停電時にも機能させるにはバックアップ電源を用意する必要がある

※誤作動の主な原因は、埋立地の絶縁不良とされる。（例：浸出水集排水管やガードレール、フェンスによる電流漏洩など）

③ 水質モニタリング計画の検討

○ 水質モニタリング方法は、それぞれ単独で使用されるのではなく、**複数を組み合わせて使用する**のが一般的である。

	(ア)地下水観測井戸	(イ)地下水集水ピット	(ウ)漏水検知システム		金額	性能
			A 水質調査法	B 電氣的検知法		
A	○	×	×	×	低	低
B	○	○	×	×		
C-1	○	○	○	×		
C-2	○	○	×	○		
D	○	○	○	○	高	高



○ 今回整備する施設では、**(ア)地下水観測井戸**と**(イ)地下水集水ピット**でのモニタリングに加えて、**(ウ)漏水検知システムを導入**し、浸出水の漏水に対する安全性を向上させる。

○ また、導入する漏水検知システムは、ブロック単位での損傷位置の推定が可能で、誤作動の恐れがない『A 水質調査法』を採用する。

○ なお、損傷位置の特定精度は、電気検知法が水質調査法と比べて優れていると考えられるが、以下の理由から、両手法とも精度に大きな差はないと判断している。

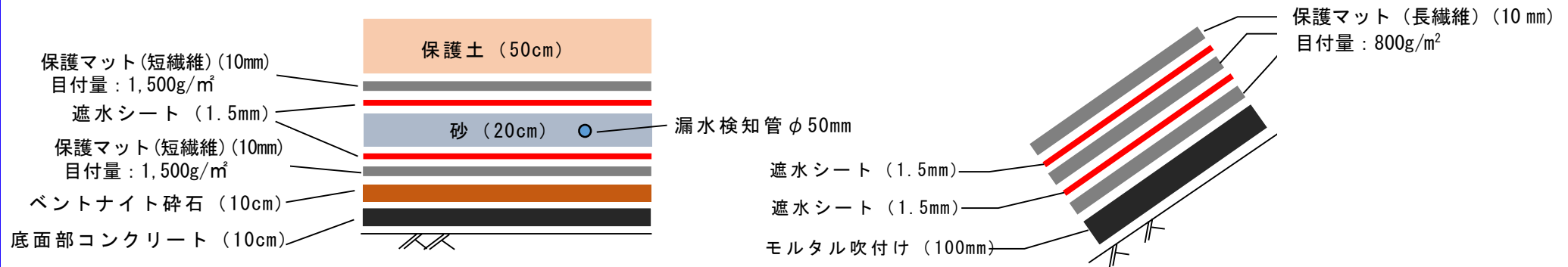
- 遮水シートの損傷事例を見ると、施工時の接合不良によるものや埋立作業によるものが多い。
- 接合不良は、接合幅を確認できる熱赤外線検査法を適用することで原因を除去することが可能である。
- また、埋立作業による損傷は、ブロック単位で漏水が確認された場合に、**直近の埋立作業場所付近で損傷が発生している可能性が高いことから、損傷位置の確認精度をブロック単位より向上**することができる。

(10) 遮水工の基本的構造について

○ (6) ~ (9) の検討をふまえ、決定した遮水工の基本的構造は下表のとおりとなる。

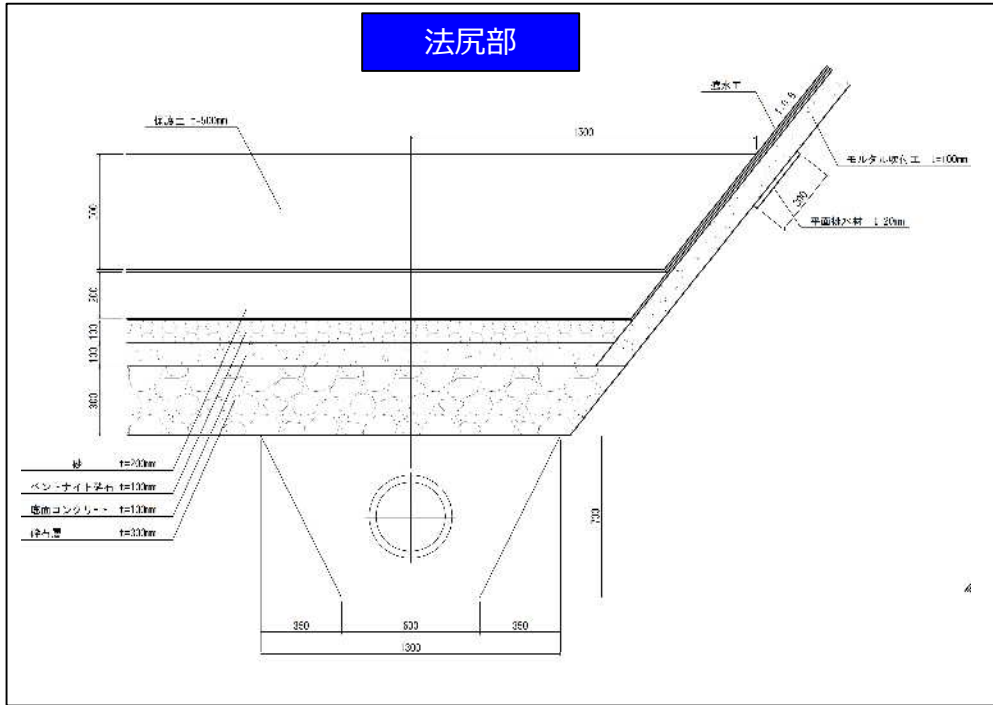
	遮水工構造【底盤部】	主な目的
上層	保護土 500mm	廃棄物等による遮水工への損傷防止
	保護マット (短繊維) 10mm 目付量1,500g/m ² 以上	保護土中の角礫による遮水シートの損傷防止
	遮水シート 1.5mm	浸出水の漏水防止
	漏水検知システム (漏水検知管)	万が一の遮水シート破損による漏水が発生した場合、漏水の有無と破損ブロックを特定
	遮水シート 1.5mm	浸出水の漏水防止
下層	保護マット (短繊維) 10mm 目付量1,500g/m ² 以上	下部保護土中の角礫による遮水シートの損傷防止
	ベントナイト砕石10cm	万が一の遮水シート破損時の、汚染拡散防止及び自己修復
	底面部コンクリート10cm	基礎地盤の不陸修正

	遮水工構造【法面部】	主な目的
上層	保護マット (長繊維) 10mm 目付量800g/m ² 以上	保護土中の角礫による遮水シートの損傷防止及び日照による遮水シートの劣化防止
	遮水シート 1.5mm	浸出水の漏水防止
	保護マット (長繊維) 10mm 目付量800g/m ² 以上	上下の遮水シートの緩衝及び上部遮水シート敷設時の保護及び漏
下層	遮水シート 1.5mm	浸出水の漏水防止
	保護マット (長繊維) 10mm 目付量800g/m ² 以上	下部保護土中の角礫による遮水シートの損傷防止
	下地処理 (モルタル吹付け) 100mm	基礎地盤の不陸修正 切土面の地下水浸透防止



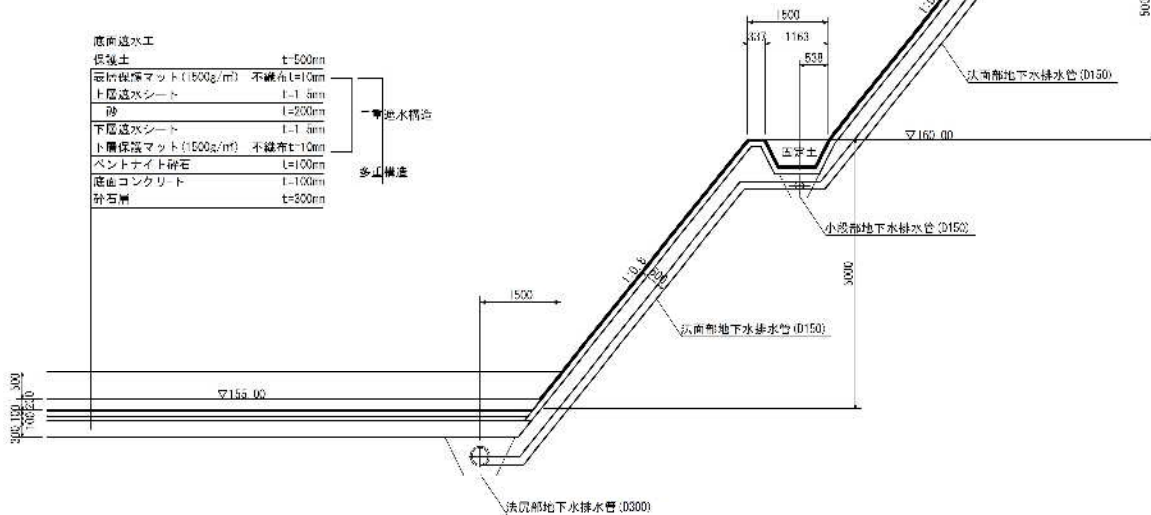
遮水工の断面図

法尻部



遮水工	t=500mm
保護土	t=500mm
上部保層マット (800g/m ²)	不織布 L=10mm
上部遮水シート	t=1.5mm
中間保層マット (800g/m ²)	不織布 t=10mm
下部遮水シート	t=1.5mm
下部保層マット (800g/m ²)	不織布 t=10mm
モルタル吹付工	t=100mm

底面遮水工	t=500mm
保護土	t=500mm
上部保層マット (800g/m ²)	不織布 L=10mm
上部遮水シート	t=1.5mm
砂	t=200mm
下部遮水シート	t=1.5mm
下部保層マット (800g/m ²)	不織布 t=10mm
ベントナイト砕石	t=100mm
底面コンクリート	t=100mm
砕石層	t=300mm



(11) 浸出水処理施設（処理能力の検討）について

① 算定方法

- 被覆施設を設けた最終処分場の場合、処理水を循環利用し無放流とするケースが多い。この場合は無機塩類の循環による濃縮を考慮した処理計画が必要となる。

浸出水処理の考え方の例（クローズドシステム処分場開発研究会、2006を一部修正）
出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」

種類	概要	備考
無水式1	フレコンなどに収納した廃棄物を埋立て、散水による粉じん飛散防止が不要なケースで、基本的に散水は行わない。	熔融スラグなどフレコンなどの容器に収納しているケースが該当する。廃棄物処理法上の取り扱いに留意する必要がある。
無水式2	粉じん飛散防止対策のため、最小限の散水を行い、蒸発散量と散水量をバランスさせる。	散水用の補給水源が必要である。埋立廃棄物の状況に合わせた散水制御が必要である。
無放流循環型	浸出水を処理し、処理水を散水として循環使用する。塩類の濃縮が生じる可能性があるため、脱塩処理などを考慮する必要がある。	散水用の補給水源が必要である。廃止時の放流の取り扱いなどに留意する必要がある。
放流式	浸出水を処理して放流する。埋立廃棄物の状況に合わせた散水制御が可能となる。	処理水質は放流先の環境基準値や利用状況を調査して設定する必要がある。

- 本処分場は、「高知県における今後の管理型産業廃棄物最終処分のあり方に関する基本構想」に基づき、**無放流循環式での計画**であり、**塩類の濃縮を避けるため脱塩処理を設ける**ことを基本とする。
- 安定化に必要な散水量は、設計・管理要領で示されている**廃棄物と浸出水量の液固比（脱塩処理3.0）**を目安とする。

液固比の目安（焼却残渣：熱しやく減量10%以下、不燃物主体埋立の場合）
出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」

	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	液固比 (m ³ /m ³)
排水基準値	60	90	60	—	1.0~1.3
性能指針	20	50	—	—	1.5程度~3.0
高度処理	20	20	10	—	1.5~3.0
脱塩処理	10	10	10	500	3.0以上

② 今後の検討方針

- 他自治体における同じ脱塩処理方式を採用した浸出水処理施設において、廃棄物の種類により散水量を変え、液固比3.0より小さい値を採用している施設がある。
- このため、**本処分場においても廃棄物の種類・量や安定化の考え方によって液固比を変える必要がある**と考えられる。
- このことから、本処分場で設定する液固比についても、廃棄物の種類等を踏まえ、今後、**実施設計において実際の廃棄物の力ラム試験等を実施**し、埋立計画や液固比を決定し、浸出水量、散水量を決定する。

(12) 浸出水処理施設（浸出水原水の設定）について

① 浸出水原水水質の設定

- 本処分場の計画原水水質は、**既存の最終処分場の事例等を参考に、受入廃棄物の質・量を考慮し、設定する。**

計画流入水質の目安（埋立廃棄物が焼却残渣と不燃性廃棄物の場合）
出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」

項目	水質の目安	影響因子	備考
BOD	50～250mg/L	・焼却残渣の熱灼減量により濃度は増減する。 ・不燃物に付着する有機物量により増減する。	・埋立初期に1,600mg/L程度となることもある。
SS	100～200mg/L	・気象条件、特に降水強度と連動する。 ・埋立が進むと変動しにくくなる。	・降水強度が大きいとSS濃度が急激に増大し、一時的には、800mg/L程度に達することがある。
COD	50～200mg/L	・焼却残渣の熱灼減量により増減する。 ・不燃物に付着する有機物量により増減する。	・埋立初期に400mg/L程度になることもある。 ・生物易分解性CODと難分解性CODがあることに留意すべき。 ・焼却残渣の性状(薬品等添加物)により、難分解性CODが増加することもある。
T-N	50～100mg/L	・焼却残渣の熱灼減量により濃度は増減する。 ・不燃物に付着する有機物量により増減する。	・埋立初期に300mg/L程度になることもある。 ・焼却残渣の性状(薬品等添加物)により、増加することもある。
Ca ²⁺	500～3,000mg/L	・焼却炉の塩化水素除去設備(乾式)に用いる石灰投入量により増減する。	・焼却残渣主体の最終処分場ではピーク時に5,000mg/L程度になることもある。
Cl ⁻	2,000～20,000mg/L	・焼却炉の塩化水素除去設備(乾式)の除去性能により増減する。	・ピーク時には、30,000mg/L程度になることもある。

- また、既存施設（エコサイクルセンター）の設定水質は以下のとおり設定されている。

項目	流入水質	処理水管理目標値	処分場廃止に向けた浸出水処理水質目標値
BOD	250mg/L	10～20mg/L	20mg/L
SS	300mg/L	10～20mg/L	20mg/L
COD	100mg/L	10～20mg/L	-
T-N	100mg/L	10～20mg/L	-
pH	6～10	5.8～8.6	5.8～8.6
Ca	2,000mg/L	100mg/L	200mg/L
Cl	15,000mg/L	200mg/L	500mg/L
その他の項目	-	計画放流水質以下	

② 浸出水原水水質の設定

○既存の最終処分場の事例及び既存施設の設定値を参考に浸出水原水水質の設定（案）を作成した。

項目	原水水質	設定理由
BOD	50 mg/L	エコサイクルセンターの実績では、最大50mg/Lであり、今後想定される埋立廃棄物も鉱さい及び熱しゃく減量10%以下の焼却灰埋立物が中心となる。有機物を含んだ廃棄物が少ないため、既存施設の最大値を設定する。
SS	100mg/L	エコサイクルセンターでは埋立初期に高濃度となったが、その後は安定して100mg/L以下の濃度となっている。 散水量に影響を受ける項目であり、既存施設の数値を踏まえた値とする。
COD	—	基準外の為設定しない。
T-N	—	基準外の為設定しない。
Ca ²⁺	3,000mg/L	他施設の設定事例から、搬入される廃棄物のうち焼却灰が占める割合が比較的多いことをふまえ、最大値を採用する。
Cl ⁻	15,000mg/L	他施設の設定事例から、搬入される廃棄物のうち焼却灰が占める割合が比較的多いことをふまえ、設定する。 <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; margin-top: 10px;"> ※エコサイクルセンターの埋立物の溶出試験結果より、3,870mg/lの塩化物イオン濃度が確認されている。溶出試験は液固比10.0で実施された結果である。仮に同じ廃棄物を対象に液固比3.0とした場合、約3.33倍（$3,870 \times 3.33 \approx 12,887$mg/l）程度と予測できる。 </div>

(13) 浸出水処理施設（処理水水質の設定）について

① 処理水水質の事例

- 浸出水処理水水質（散水の管理水質）は、設計・管理要領、排水基準を定める総理府令（以下「排水基準」という。）、基準省令、ダイオキシン類特別措置法等を基に設定する。
- 計画処理水水質は、（ア）基準省令、（イ）ダイオキシン類対策特別措置法、（ウ）性能指針を基に設定する。

（ア）基準省令

廃棄物処理法「基準省令」の別表第一に掲げる排水基準である。

（イ）ダイオキシン類対策特別措置法施行規則別表第二に定める許容限度

放流水のダイオキシン類基準値は10 pg-TEQ/Lと規定されており、10 pg-TEQ/L以下を遵守する必要がある。

（ウ）性能指針

「性能指針」において、放流水質は、BOD、SSについての基準を遵守する必要がある。

クローズド型処分場の浸出水処理水水質（循環利用）の設定例
出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」

項目	単位	処理水質（代表値）
pH	-	5.8～8.6
BOD	mg/L	10～20
COD	mg/L	10～20
全窒素（T-N）	mg/L	10～20
浮遊物質（SS）	mg/L	10～20
蒸発残留物（TS）	mg/L	< 500
塩化物イオン（Cl ⁻ ）	mg/L	< 200
カルシウムイオン（Ca ²⁺ ）	mg/L	< 100
ダイオキシン類（DXNs）	pg-TEQ/L	< 10

項目	処理水水質	設定理由	法令・指針等（参考）		
			基準省令	性能指針	DXN
BOD	20 mg/L	性能指針、設計・管理要領の設定例より設定。	60 mg/L	20 mg/L	-
SS	10 mg/L	性能指針、設計・管理要領の設定例より設定。	60 mg/L	10 mg/L	-
Ca ²⁺	100 mg/L	カルシウム濃度を100mg/L以下にすれば、スケールの付着はほとんどないものとされている。	-	-	-
DXN	10pgTEQ/L	ダイオキシン特措法に基づき設定	-	-	10pgTEQ/L
Cl ⁻	200 mg/L	処理水を循環することによって濃度が濃くなり腐食等による影響が出るため、機器類の保全のために処理する。	-	-	-

② 浸出水原水・処理水水質の設定

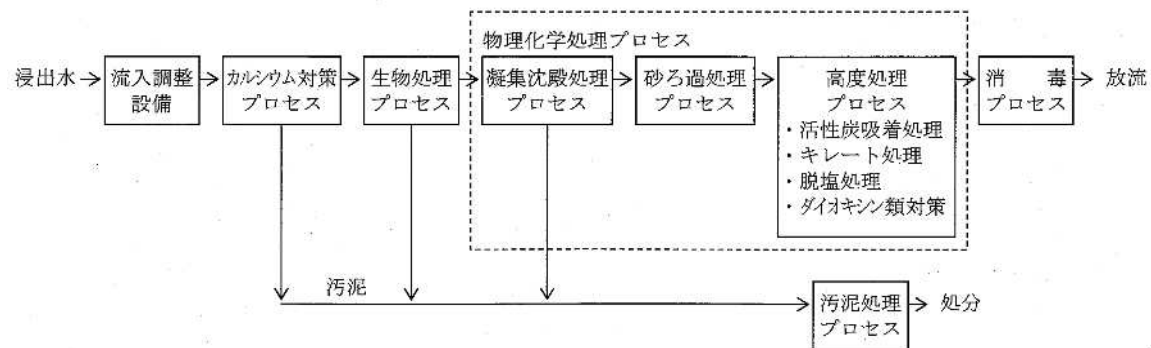
○ (12)、(13)の検討から、浸出水原水・処理水水質を下記のとおり設定する。

水質項目		計画原水水質	計画処理水水質
pH	—	6~10	5.8~8.6
BOD	mg/L	50	20以下
SS	mg/L	100	10以下
Ca ²⁺	mg/L	3,000	100以下
ダイオキシン類	pg-TEQ/L	—	10以下
有害物質	—	—	排水基準値以下
塩化物イオン	mg/L	15,000	200以下

(14) 浸出水処理施設（浸出水処理方法）について

① 基本処理フローの検討

- 浸出水の処理方法は、流入水質条件（水質項目、濃度）及び処理後の水質の条件から、除去対象項目及び除去程度を設定し、処理可能なプロセスを選定する。
- 浸出水処理設備の全体的な構成は、設計・管理要領において示されているが、水質の条件等によっては、採用する処理プロセスや処理フローの組み合わせ方を変更して対応する必要がある。
- 設計・管理要領において示された水処理方法の適用性に基づき、(12)、(13)で設定した水質条件に適用できるプロセスを設定する。



浸出水処理の基本処理フロー

出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」

水処理方法の適用性

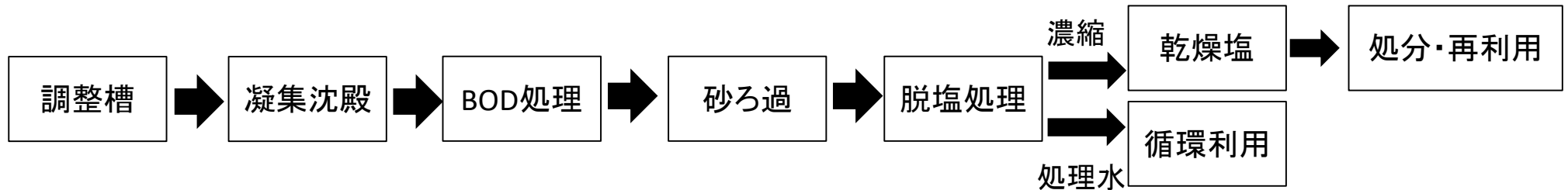
出典：「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（全国都市清掃会議）」

項 目		BOD	COD	SS	TIN	重金属類	カルシウムイオン	塩化物イオン	ふっ素・ほう素	色度	ダイオキシン類
分解処理	生物処理法	○	○	○	×	△	×	×	×	△	×
	生物脱窒法	○	○	○	○	△	×	×	×	△	×
	促進酸化法	△	△	×	×	×	×	×	×	○	○
	フェントン酸化法	△	○	○	△	○	×	×	×	○	○
	超臨界分解法	○	○	△	○	○	×	×	×	○	○
分離処理	凝集沈殿法	△	△	○	△	○	×	×	△	△	○
	アルカリ凝集沈殿法	△	△	○	△	△	○	×	×	△	○
	砂ろ過法	△	△	○	×	△	×	×	×	×	○
	活性炭吸着法	△	○	△	×	△	×	×	×	○	○
	キレート吸着法	×	×	×	×	○	×	×	○	×	×
	精密ろ過法(MF膜)	△	△	○	×	△	×	×	×	×	○
	限外ろ過法(UF膜)	△	△	○	×	△	×	×	×	△	○
	蒸発法	△	△	○	△	○	○	○	○	○	○
	電気透析法	×	×	×	△	×	○	○	△	×	×
逆浸透法	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	

注： ○ 除去率高、 △ 除去率中または低、 × 除去率極低または無

② 本処分場における基本処理フロー（案）

○ ①に基づき、本処分場の基本処理フロー案を下図のとおり設定する。



(ア) 凝集沈殿

- 凝集剤を添加し、浸出水中に含有する浮遊物質等のフロックを形成させ、沈殿させる。
- アルカリ凝集沈殿法により、カルシウムイオンを沈殿させ、炭酸カルシウム生成による、浸出水処理施設内の機能低下防止を図る。

(イ) BOD処理

- 活性汚泥方式等により浸出水中に含有する有機物由来のBOD、COD、窒素分を除去する。

(ウ) 砂ろ過

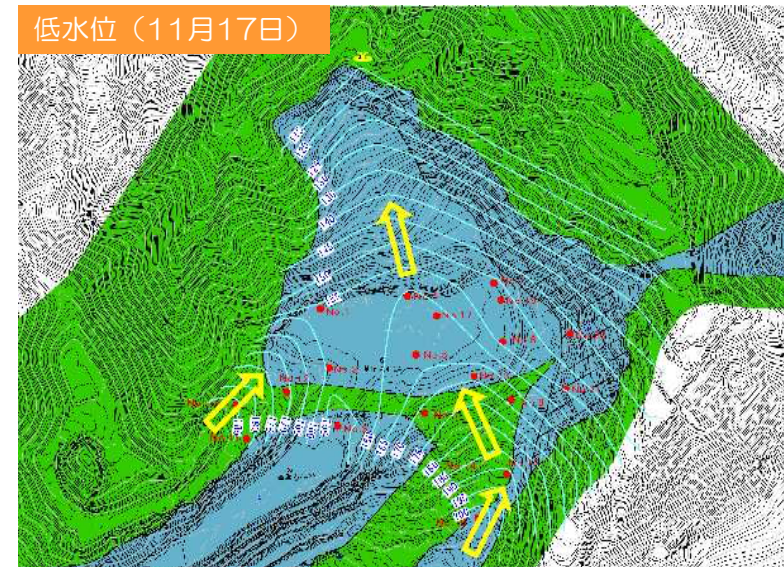
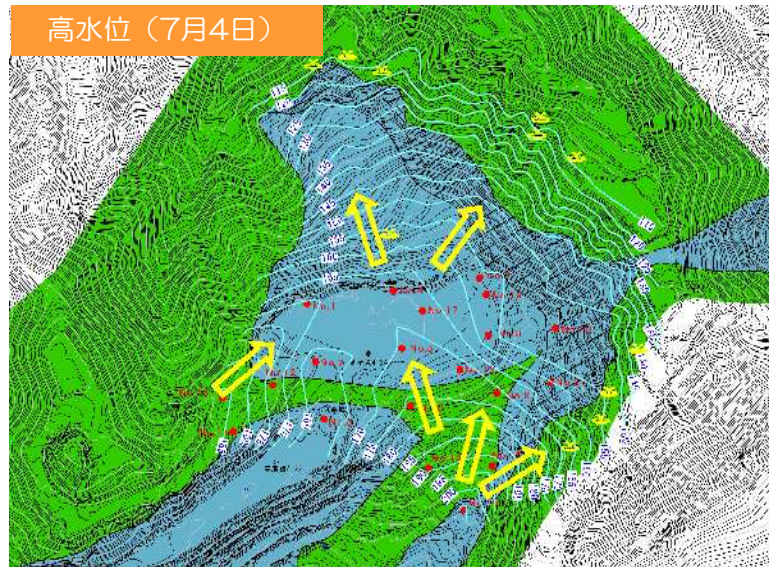
- 凝集処理された後のSS分を直接除去することにより、これらに付着しているダイオキシン類を分離する。

(エ) 脱塩処理

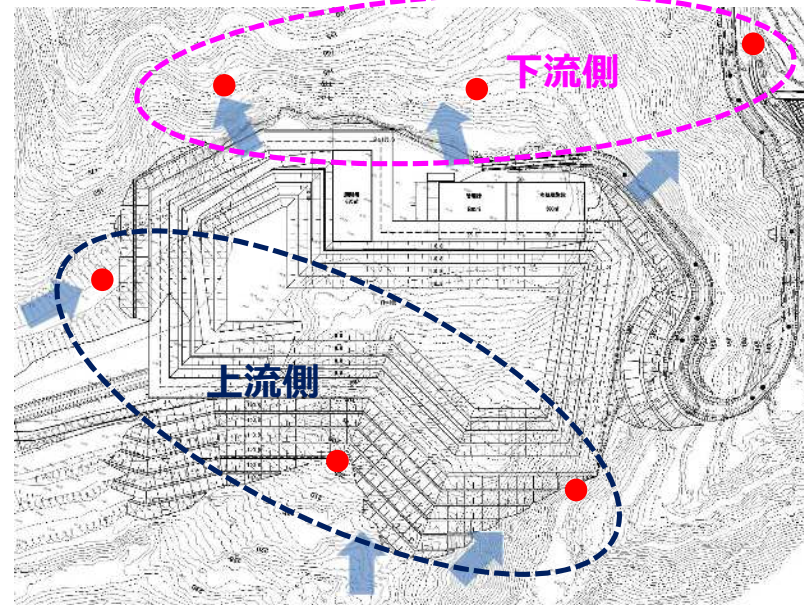
- 電気透析法、逆浸透法等により塩化物イオンを分離させ、濃縮水と脱塩水に分離する。

(15) 地下水モニタリングの箇所について

- 地質調査・地下水調査結果より、地下水は南及び西の斜面から流入して水位が高い時は北及び東の斜面に流れ、水位が低い時は北の斜面に向かって流れる形状である。



- 本施設では、地下水質の基準となるよう、上流側に3箇所設置する。また、万が一の地下水水質異常を確認するため、下流側に3箇所設置する。
- モニタリング井戸の深さは、漏出した浸出水による地下水の汚染等を検査するため地下水位以下とする。



(16) 埋立地内への廃棄物の運搬方法について

① 運搬方法

- クローズドシステム処分場における搬入・埋立方式は、場内道路を利用した『直接搬入ダンピング方式』、場内道路の設置が困難な場合、場内道路を利用しない方式として『直接投入(スライダー投入)方式』・『機械投入方式』がある。

(ア) 直接搬入ダンピング方式

- 進入口から埋立地内へ**進入路**を設けて、**小型ダンプトラック等の運搬車両による直接搬入**を行う方法である。場内道路が計画可能な場合、一般的にこの方法がとられる。

(イ) 直接投入(スライダー投入)方式

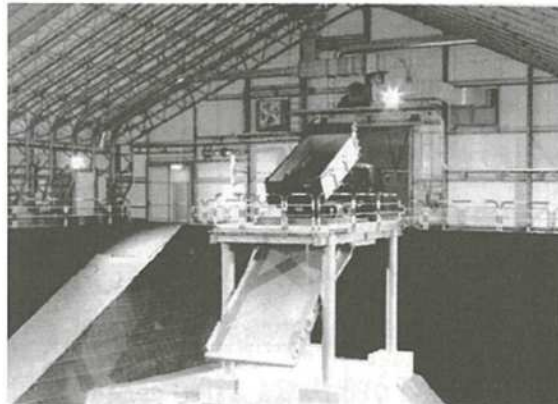
- 埋立地内に運搬車両が進入しないで**上部から直接またはスライダー等の投入設備によって、埋立地に廃棄物を投入**する方法
- 設備は主に投入口に設けられるドア(シャッター)および投入台、スライダーで構成され、搬入車両のための車止めが必要である。直接搬入ダンピング方式と併用した利用もある。

(ウ) 機械投入天井走行クラムシェル(バケットクレーン)方式

- 埋立地天井部に**天井クレーンを配置し、クラムシェルにより搬入された廃棄物を任意の場所に運搬**できる方法。
- 敷均し・転圧については別途ブルドーザ、コンパクタにより行う。レール上でガーダを走行させるが、ガーダの幅は過度に広く取りすぎると経済性を損なうので、広い処分場では無理のないガーダの幅で分割した構造とすることが望ましい。現在、埋立規模が比較的小規模な処分場での採用が多い。



(ア) 直接搬入ダンピング方式



(イ) 直接投入(スライダー投入)方式



(ウ) 機械投入天井走行クラムシェル
(バケットクレーン)方式

(出典：クローズドシステム処分場技術ハンドブック (NPO最終処分場技術システム研究協会))

② 各案の比較

	(ア) 直接搬入ダンピング方式	(イ) 直接投入(スライダー投入)方式	(ウ) 機械投入天井走行コラムシェル(バケットクレーン)方式
必要となる構造	○ 進入路、進入口が必要。	○ 進入口が必要。	○ 進入口、付帯設備が必要。 ○ 屋根吊り下げタイプでは支持部材、門型タイプでは柱が必要。
作業環境	○ 人が埋立地内に入るため、十分な換気に留意する必要がある。 ○ ダンピングにより埋立地内で荷下ろしするため、他2案と比較し粉じんの発生は抑えられる。	○ 本施設では埋立深度が大きいと、廃棄物投入時の粉じんにより、作業環境の悪化が懸念される。 ○ 廃棄物落下時の衝撃、振動等による影響を考慮する必要がある。	○ 本施設では埋立深度が大きいと、粉じん発生対策が必要となる。 ○ 廃棄物落下時の衝撃、振動等による影響を考慮する必要がある。 ○ 柱、梁が作業の妨げとなる。
維持管理性	○ 点検・管理が容易である。	○ 廃棄物の円滑な投下を維持しなければならない。 ○ 投入時の衝撃に耐えられる材質、勾配が必要。	○ 廃棄物落下時の衝撃、振動等による損傷等が考えられるため、保護対策の検討が必要となる。
埋立地規模	○ 埋立容量が小さい施設では斜路を確保できる範囲が狭いため不適。	○ 他事例では最大深度10mとなっており、埋立深度が大きいと、衝撃が大きいと不適。	○ 中間柱が存在する施設では不適。
経済性	○ 施設としては進入路を設置するのみなので、3つのうち最も建設費が安価になる。	○ 施設の維持管理上、進入路は不可欠であるため、スライダーの設置費用分、直接搬入ダンピング方式よりも高価になる。	○ 付帯設備(貯留ピット、機械操作室等)が必要な分他2案よりも高価になると考えられる。 ○ ガーダの幅は過度に広く取りすぎると経済性を損なうので、広い処分場では無理のないガーダの幅で分割した構造とすることが必要。 ○ スパンが長い場合複数台が必要となる。

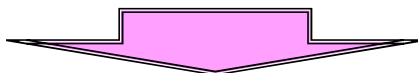
以下の理由から、「(ア) 直接搬入ダンピング方式」を採用する

- 【理由】
- 付帯設備装置が不要であり、イニシャルコストが小さい
 - 場内粉じんの発生が抑えられる
 - 本施設の埋立深度が大きいことや中間柱の設置が必要であるため、他の方式の適用が困難

(17) 展開検査場の設置箇所について

【展開検査場とは】

- 搬入された廃棄物を定期的に展開検査することで、マニフェスト通りの廃棄物であるか組成等の確認を行う施設
- 基準省令において、安定型産業廃棄物最終処分場での展開検査の実施が義務付けられている
- エコサイクルセンターでは、搬入時に蛍光X線分析装置等により、搬入される廃棄物について検査を実施

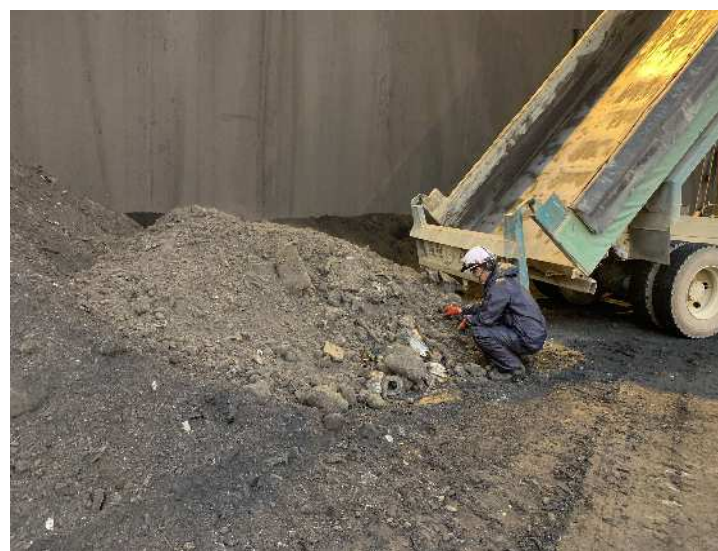


- 展開検査を実施する場所として、以下の2種類が考えられる。
 - (A) 埋立地外に設置 (現行施設と同様)
 - (B) 埋立地内に設置 (簡易的な展開検査場)
- (A) 案については、展開検査後の埋立地への搬入方法により2種類 (【A-1】廃棄物運搬車両による運搬、【A-2】施設側の専用車両による運搬) に区分される。

(A) 埋立地併設案



(B) 埋立地内部案



○ 各案の比較

(A) 埋立地併設案

(B) 埋立地内部案

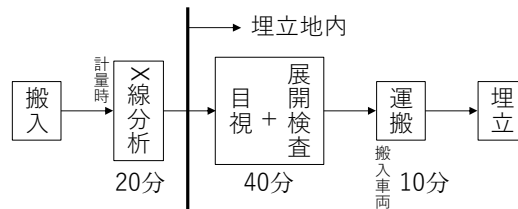
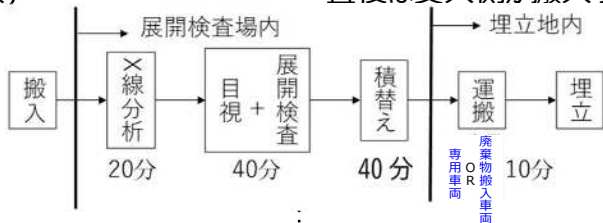
概要

A-1 搬入車両による搬入

A-2 施設専用車両による搬入

○ 展開検査場を埋立地横に併設する。
(既存施設と同様)

○ 展開検査場を埋立地横に併設し、検査後は受入側が搬入する。



メリット

- 一度建設してしまえば移設の手間は不要
- 重機の駐車スペースとすることが可能
- 荷下ろした廃棄物を残さずに扱うことが容易
- 埋立地内の埋立作業や重機の走行等を阻害しない

○ A-2と比べ、受入側の作業量が少ない

- 搬入車両が埋立地内に進入しないため、タイヤ等への廃棄物の付着の恐れが無い

- 場内に設置するので展開検査場の敷地が不要
- 職員による設置・移設が可能
- 検査後の運搬埋立が容易
- 埋立地外に展開検査用の重機が不要

デメリット

- (B)埋立地内部案と比較し、初期費用がかかるため経済的に劣る
- 埋立地とは別に敷地が必要
- 搬入車両のタイヤに廃棄物が付着し、洗浄しても場外に持ち出される恐れがある
- 他の2案と比べ、搬入者の処分場での拘束時間が増える

- 他の2案と比べ、受入側の作業量が増える

- 埋立状況に合わせて移設する必要がある
- 移設作業時は搬入を停止する必要がある
- 底盤の材質(鉄板等)によっては、荷下ろした廃棄物をすべて扱うことが困難
- 展開検査場を設置した場所は、埋立や覆土、車両・重機の走行ができないため、適切な埋立計画を検討する必要がある
- 蛍光X線分析装置の検査スペースが別途必要となる
- 搬入車両のタイヤに廃棄物が付着し、洗浄しても場外に持ち出される恐れがある

経済性
(設置費用)

計：16,265万円
①底盤コンクリート:1,200万円
②建屋設置費:8,000万円
③重機:5,840万円
④洗車設備(タイヤ洗浄機 湿式):1,000万円
⑤集塵装置:225万円

計：24,165万円
①底盤コンクリート:1,200万円
②建屋設置費:8,000万円
③重機:5,840万円
④運搬用トラック:8,400万円
⑤洗車設備(水槽式):500万円
⑥集塵装置:225万円

計：6,980万円
①コンクリート擁壁(プレキャスト製品):20万円
②敷き鉄板購入費:120万円
③重機:5,840万円
④洗車設備(タイヤ洗浄機 湿式):1,000万円

評価

- 一度建設してしまえば移設の手間は不要
- 重機の駐車スペースとすることが可能
- 埋立地内の埋立作業や重機の走行等を阻害しない
- 蛍光X線分析装置の検査スペースとしても使用可能
- A-2と比べ、受入側の作業量が少ない

- A-1と同様メリットが多いが、受入側の作業量が増える点で劣る。

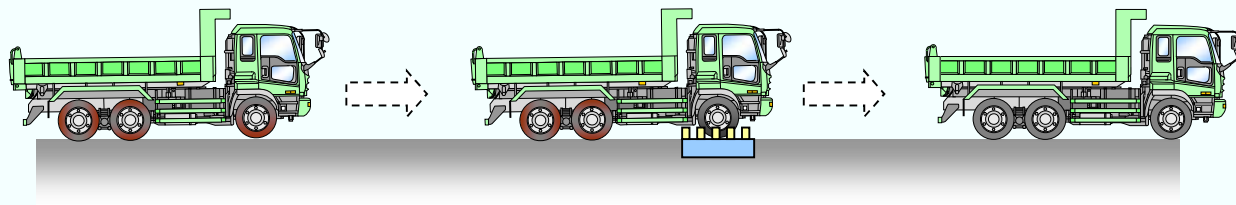
- 場内に設置するので展開検査場の敷地が不要で簡易な設備であり、A案と比較して経済性は優れる。
- 職員による設置・移設が必要であり、受入側の作業量がA-1と比べ多い。
- 移設時には搬入を停止する必要があるため、その期間は円滑な受入れができない恐れがある。

以下の理由から、

「A-1：埋立地併設案（廃棄物運搬車両による埋立地内への運搬）」を採用する

- 【理由】
- 一度建設してしまえば移設の手間は不要
 - 重機の駐車スペースとすることが可能
 - 埋立地内の埋立作業や重機の走行等を阻害しない
 - 蛍光X線分析装置の検査スペースとしても使用可能
 - A-2、Bと比較し、受入側の作業量が少ない

- なお、直接搬入方式では、搬入車両のタイヤに廃棄物が付着し、洗浄しても場外に持ち出される恐れがある。
- 対策として、タイヤに付着した廃棄物を入念に洗浄して落とす施設として、展開検査場内に洗浄設備（湿式）を設置することとする。

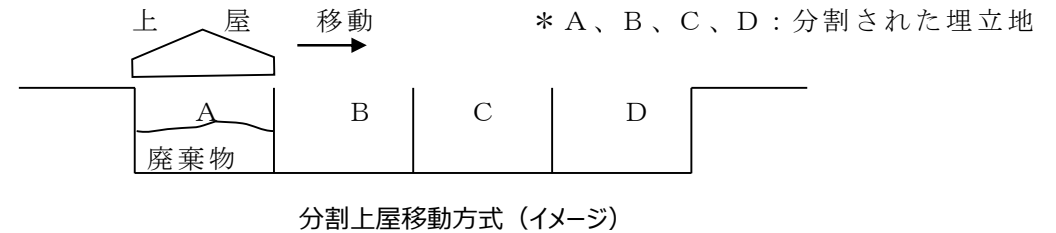


タイヤ洗浄機（湿式）の例

(18) 被覆施設について

① 分割整備の検討

- クローズド型最終処分場では、埋立地全体を1つの上屋で覆う『全体上屋式』と、平面的に同形の埋立地を複数個造成しておき、その中の埋立区画1所に上屋を設置して使用し、埋め立ての完了にしたがいそれらの上屋を順次移動していく『分割上屋移動方式』がある。



	(A) 全体上屋式	(イ) 分割上屋移動方式
施工性	<ul style="list-style-type: none"> ○ 埋立地全体を被覆施設で覆うため、被覆施設の施工は、分割案に比べて大規模となる。 ○ 被覆施設施工後の遮水工等の埋立地内工事は天候に左右されない。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 全体上屋式と比較し、供用開始までの工事期間が短い。 ○ 遮水工等の施工は天候の影響を受ける。
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> ○ 一度建設すれば移設の手間はない。 ○ 降雨や日照等による自然環境の影響を受けにくく、遮水工の劣化等に対する安定性が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 埋立区画の移動に伴い、被覆施設の移動又は再施工および埋立完了区画のキャッピング工が必要。 ○ 埋立中以外の区画は、自然環境の影響を受け劣化が進行しやすい。 ○ 上屋移動による埋立地の損傷・資材の劣化等への対応が必要。
経済性	<ul style="list-style-type: none"> ○ 被覆施設のインシャルコストは分割方式に比べて高価となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 被覆施設のインシャルコストは全体方式に比べて安価となる。 ○ 上屋移動及び損傷・劣化部分の補修費用を見込む必要がある。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ○ 雨水が入らないため浸出水の無放流が可能である。 ○ 屋内での跡地利用が可能。 ○ 建築確認申請が初回のみで良い。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 無放流にするには埋立完了区画に雨水を浸透させないことが必要。 ○ 跡地利用の屋内利用は一部の区画に限定される。 ○ 車路が複数必要なため埋立容量の確保が困難となる。 ○ 建築確認申請が移動毎に必要となる。

以下の理由から、「(A) 全体上屋式」を採用する

- 【理由】
- 自然環境の影響を受けにくい。
 - 本処分場の埋立地の形状が複雑であり、同じ形状の上屋を移動させて利用することが困難である。

② 設計条件

(ア) 概要

- 配置計画に基づき、周回道路の内側で埋立地と示される範囲の周囲に、被覆施設の柱・壁・基礎等を考慮して4m分を確保した範囲に屋根を架ける計画とする。

(イ) 中柱の配置

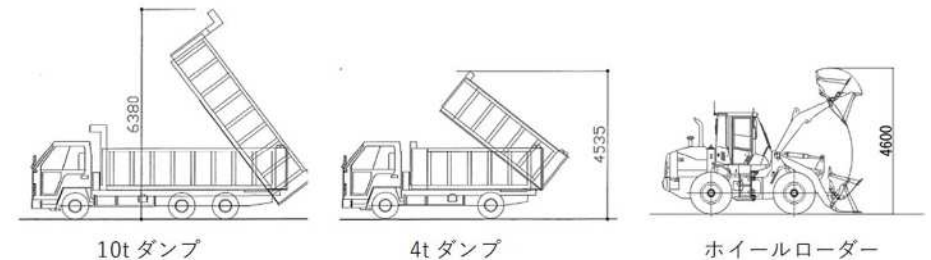
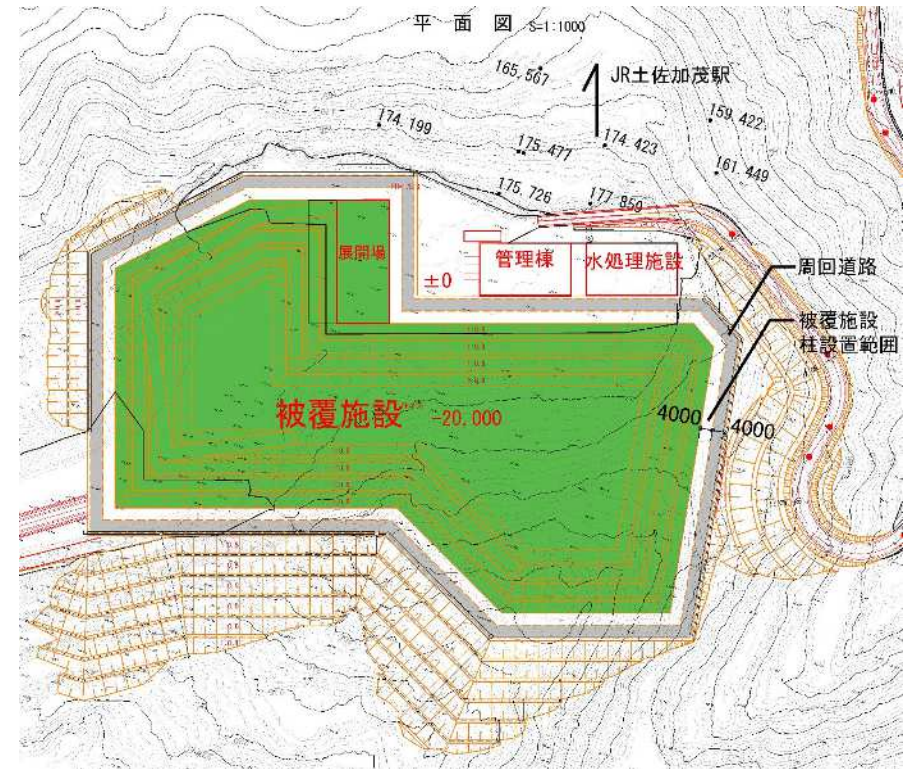
- 掘削する法面は、地盤の状況によっては、鉄筋挿入工によって法面を安定させる計画である。
- このため、被覆施設の基礎工事は、被覆施設の屋根を支える中柱基礎が法面にある場合、鉄筋挿入工施工の支障となるため、**埋立地の法面に中柱を落さない計画として検討を行う。**

(ウ) 建物高さ（埋立地内の作業性）

- 被覆施設内で利用が想定される車両は、10tダンプ・4tダンプ・ホイールローダーが考えられる。それぞれダンピング等の作業時における最高高さ等を考慮する必要がある。
- 各車両の作業高さが異なるため、**10tダンプがすべての範囲で作業可能とすると、建物高さが高くなる。**そのため、各車両の作業可能範囲を被覆施設内のどこに確保するかは、**作業性や景観等他の要素と複合的に検討する必要がある。**
- なお、ホイールローダーの高さについては、既存施設（エコサイクルセンター）で採用されたものを準用し、作業に必要な最低有効高さを4.6mとする。

(エ) 建物高さ（景観上の配慮）

- 北側のJR土佐加茂駅からの視点を考慮し、敷地北側の尾根に**可能な限り隠れるように計画する。**
- 敷地東側部分は尾根の高さが低いため、屋根勾配を水下にする等、特に配慮が必要である。



ダンピング等の作業時における最高高さ

③ 建築・構造計画

(ア) 配置計画

- 進入道路終点付近に管理棟・浸出水処理施設を確保できるように、処分場を配置し、処分場・展開検査場の範囲に被覆施設を設ける計画とする。

(イ) 構造形式と躯体構造材料

- 下記の被覆施設の構造形式から、本処分場の規模と、整形とならない平面形状を踏まえ、下記に示す構造形式のうち、**ラーメン、トラス、又はスペースフレーム（立体トラス）**が適していると考える。
- なお、アーチについては、経済性、耐久性、強度の評価が良いが、**整形でない平面で採用するとアーチの形状が一様にならず複雑な構造となるため、本処分場では適さない**と考える。

被覆施設の構造形式の比較例（クローズドシステム処分場開発研究会、2006）

	1 ラーメン	2 アーチ	3 平面トラス	4 ハイブリッド	5 スペースフレーム	6 シェル	7 空気支持	8 サスペンション
模式図								
構造体構造	剛平面	剛平面	剛平面	剛平面/立体	剛立体	剛立体	柔立体	柔立体
構造形式の特徴	・門型のビーム材で構成 ・各部材は、軸力、せん断力、曲げモーメントで抵抗 ・アーチ構造に比べ構造断面が大きい	・曲線のビーム材で構成 ・各部材は主に軸力で抵抗しトラスよりも構造が軽微 ・アーチ反力を支持する堅固な基礎構造が必要	・各部材はピン結合で三角形を構成し、軸力のみで抵抗 ・ビーム材に比べ構造断面が大きい ・平屋根、アーチ屋根構造も構築可能	・高い剛性をもつ曲げ材（鉄骨など）と大きな引張強度を持つ引張材（ケーブルなど）を組み合わせる自己釣合型の複合構造	・シングルレイヤとダブルレイヤがある ・軽量で剛性が高いため、大スパン構造に適している ・システムトラス化が可能	・単材または集成材を格子状に組み、曲面を構成する ・複雑な構造が可能	・屋内側に空気を送り、膜材料を引張状態にして荷重などに抵抗 ・屋根構造は軽微 ・屋根の耐久性が低くメンテナンスが必要	・膜材とケーブルで引張を受持つ ・構造は軽量 ・大きな内空断面を確保できる ・膜張工程が煩雑、広い施工スペースが必要となる
主架構材	・鉄骨 ・鉄筋コンクリート ・鋼管	・鉄骨 ・鉄筋コンクリート ・木質系材料、鋼管	・鉄骨 ・木質系材料 ・鋼管	・鉄骨 ・木質系材料 ・膜	・鉄骨 ・木質系材料 ・繊維補強材、鋼管	・鉄骨 ・鉄筋コンクリート ・木質系材料	・鉄骨 ・膜	・鉄骨 ・木質系材料 ・鋼線材、膜
ルーフ材	・金属（折板など） ・膜材	・膜材 ・金属（折板など）	・膜材 ・金属（折板など）	・金属（折板など）	・金属（折板など）	・金属	・膜材	・膜材
スパン	100m未満	150m未満	150m未満 (木質系は100m未満)	150m未満	100m以上対応可能	100m未満	100m以上対応可能	100m未満 (鉄骨100m以上)
経済性	・初期投資大 ・跡地利用は不経済	・初期投資大 ・跡地利用は不経済	・初期投資大 ・跡地利用は不経済	・初期投資大	・初期投資大	・初期投資大	・初期投資小	・初期投資小
施工性	△	△	△	△	△	△	○	○
転用性	△	△	△	△	△	△	○	○
耐久性	◎	◎	◎	○	○	○	△	△
強度	◎	◎	◎	○	○	○	△	△
被覆	◎	◎	◎	○	○	○	△	△
意匠	△	○	○	△	○	○	○	△

(凡例：◎ 最適、○ 適、△ 不可)

○ 躯体材料としては、鉄骨造、鉄筋コンクリート造、木造等が考えられるが、以下の理由から**鉄骨造**を採用する。

躯体構造の材料

(出典：クローズドシステム処分場技術ハンドブック (NPO最終処分場技術システム研究協会))

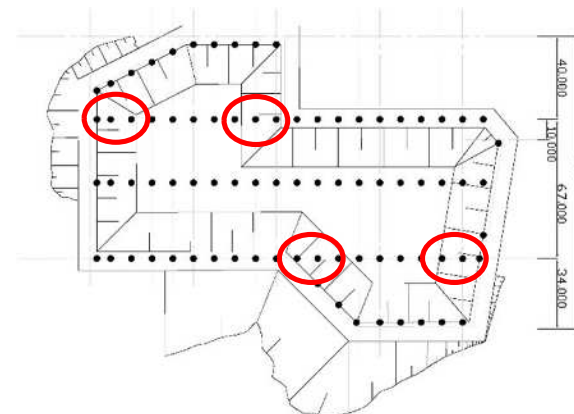
- 鉄筋コンクリート造や、木造についても大スパンの建築物に採用されることがあるが、**鉄筋コンクリート造**については、**鉄筋で張力をかけたプレストレストコンクリート造**であっても30m程度のスパンまでが標準である。
- また、一般に小規模建築に適した**木造**については、鉄骨に比べ重量はないものの、**散水により断続的に湿度のある状況となり腐朽が進みかねない**本計画では、部材自体の耐久性等の理由で適さない。

躯体構造材料 構造形式	鉄骨 (ステンレス含む)	鉄筋コンクリート	木質系材料 (集成材含む)	繊維 (CFRPなど)	限
アーチ	○	○	○		
トラス	○		○		
ラーメン	○	○			
スペースフレーム	○		○	○	
シェル	○	○	○		
サスペンション	○		*		○
空気支持	*				○
ハイブリッド	○		○		○

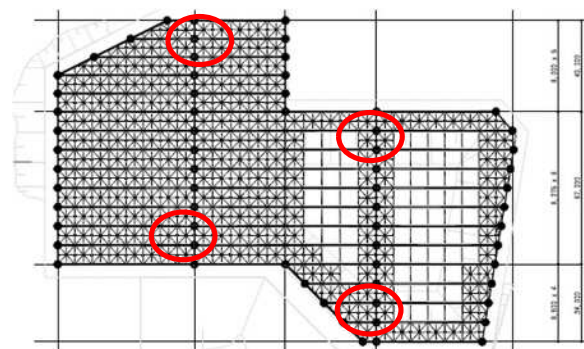
○：躯体構造、 *：特殊例がある。

(ウ) 構造形式比較

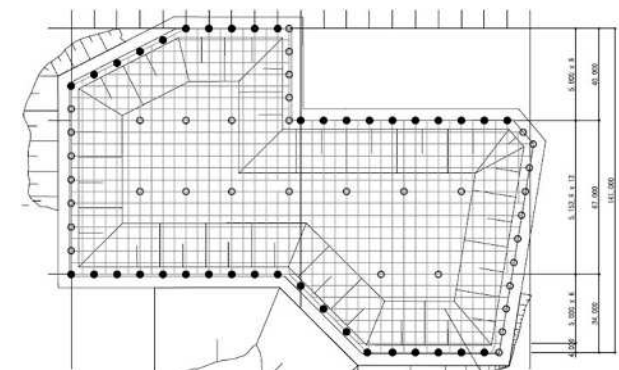
- (イ) で整理したラーメン構造・平面トラス構造・立体トラス構造を比較する。
- 設計条件より、被覆施設内法面を鉄筋挿入工で安定させるため、**法面に中柱を落すことができない**。
- 計画では梁を最低でも100m程度飛ばすことが求められ、ラーメン構造・平面トラス構造の場合には各梁に中柱を設ける必要がある。概略検討より、柱梁の**ラーメン構造**と**平面トラス構造**の場合は、**各スパンで中柱を設ける必要があり、法面に中柱を落すことになってしまう**。
- このため、**柱の位置を比較的自由に決めることが可能な立体トラス構造**とする。



ラーメン構造



平面トラス構造



立体トラス構造

(I) 建物高さの検討

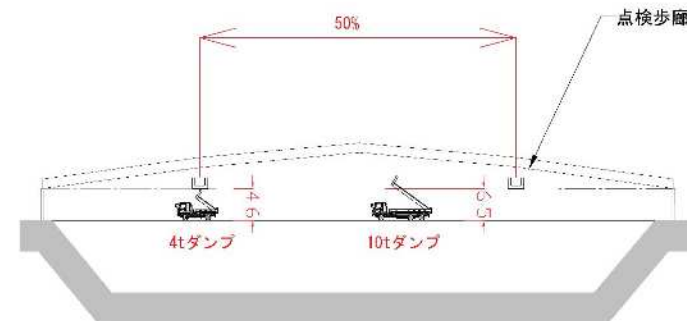
- 景観の面から出来る限り高さを抑えた建物形状とするため、平面計画と合わせて屋根架構の比較検討を行う。
- 最終処分場内すべての範囲で10tダンプの作業性を確保しつつ、景観的配慮として尾根に被覆施設を完全に隠す計画をすることは難しい。被覆施設内のダンプ計画を基に下記4案を整理し、各案で想定される高さをまとめる。また点検歩廊については梁下に吊り下げを想定し、歩廊下の有効高さは2m低いものとする。

A 東西方向に屋根勾配（東西を水下とした切妻屋根）

- A-1：内部の作業性を最優先する案（10t、4tダンプ、ホイールローダーが全範囲で作業可能）
- A-2：建物高さを抑えつつ、内部の作業性を確保する案
（10tダンプを50%、4tダンプ、ホイールローダーを全範囲で作業可能とする）

B 南北方向に勾配（東西中央を境に南北を水下とした切妻屋根）

- B-1：内部の作業性を最優先する案（A-1と同じ）
- B-2：建物高さを抑えつつ、内部の作業性を確保する案
（10tダンプを75%、4tダンプ、ホイールローダーを全範囲で作業可能とする）



建物高さを抑えつつ、内部の作業性を確保する案（イメージ）

	A-1 内部の作業性を最優先したパターン	A-2 建物高さを抑えつつ、内部の作業性を確保したパターン
イメージ		
景観上の配慮	<ul style="list-style-type: none"> ○ 中央部・東側は尾根に隠すことが不可能。 ○ 東側では3.6m程度（建物1階分以上）、中央部では0.5m程度建物が見えてしまう。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 東側は尾根に隠すことが不可能。 ○ 1.6m程度の高さ分だけ建物が見えてしまう。

	B-1 内部の作業性を最優先したパターン	B-2 建物高さを抑えつつ、内部の作業性を確保したパターン
イメージ		
景観上の配慮	<ul style="list-style-type: none"> ○ 東側は尾根に隠すことが不可能。 ○ 4.7m程度（建物1階分以上）建物が見えてしまう。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 東側は尾根に隠すことが不可能。 ○ 1.6m程度の高さ分だけ建物が見えてしまう。



○ A-1案とB-1案は建物高さが大きくなるため、景観的に尾根に隠れない範囲が拡大してしまう。
 ○ このため、A-2案とB-2案に絞り、構造の概略検討と、フォトモンタージュによる景観検討を行い選定する。

④ 構造の概略検討

○ A-2案・B-2案について構造計算を行い、立体トラス形式の屋根架構が設計条件で成立可能かを確認する。

項目	設定の考え方等
固定荷重 ・折板屋根 300 N/m ² ・折板受 150 N/m ² ・トラス 400 N/m ² ・設備 200 N/m ² ・柱 自重×1.25 ・外壁 1000 N/m ²	○ 屋根材や構造形式を踏まえ、一般的な荷重値から固定荷重を設定。
積雪荷重 15cm × 20N/m ² ・cm = 300N/m ² 割増係数 α = 1.65 300 × 1.65 = 495 → <u>500N/m²</u>	○ 高岡郡佐川町の垂直積雪量は0.1m（高知県建築基準法施行細則）。 ○ 多雪区域以外の区域における緩勾配屋根の積雪被害を受け制定された、平成30年国土交通省告示第80号を参考に、告示が適用される最低値の0.15mとして検討する。
風荷重 風圧力 q = 1300 N/m ² ※地表粗度区分Ⅲ V ₀ = 36m/s 風力係数 -1.0（吹上）	○ 建築基準法87条により、地域毎に設定される風速や地表粗度区分に応じて風圧力を検討する。 ○ 高岡郡佐川町の基準風速は36 m/s である。また平成12年建設省告示第1454号より、地表面粗度区分をⅢとする。 ○ 緩勾配の屋根形状より、風力係数C _f を-1.0（吹上）とする。
地震荷重 地震層せん断力係数 C _i = 0.4	○ 建築基準法88条により、地震力を検討。必要保有水平耐力相当の計算を行う。 ○ 構造特性係数D _s の最大値は、立体トラスの場合、鉄骨造ラーメン構造と扱うため0.4と設定して、地震層せん断力係数 C _i を算出。

○ 構造検討の結果、A-2案・B-2案ともに被覆施設外周の柱位置はスパン10mを基本に同一とすることが可能である。

⑤ 景観検討

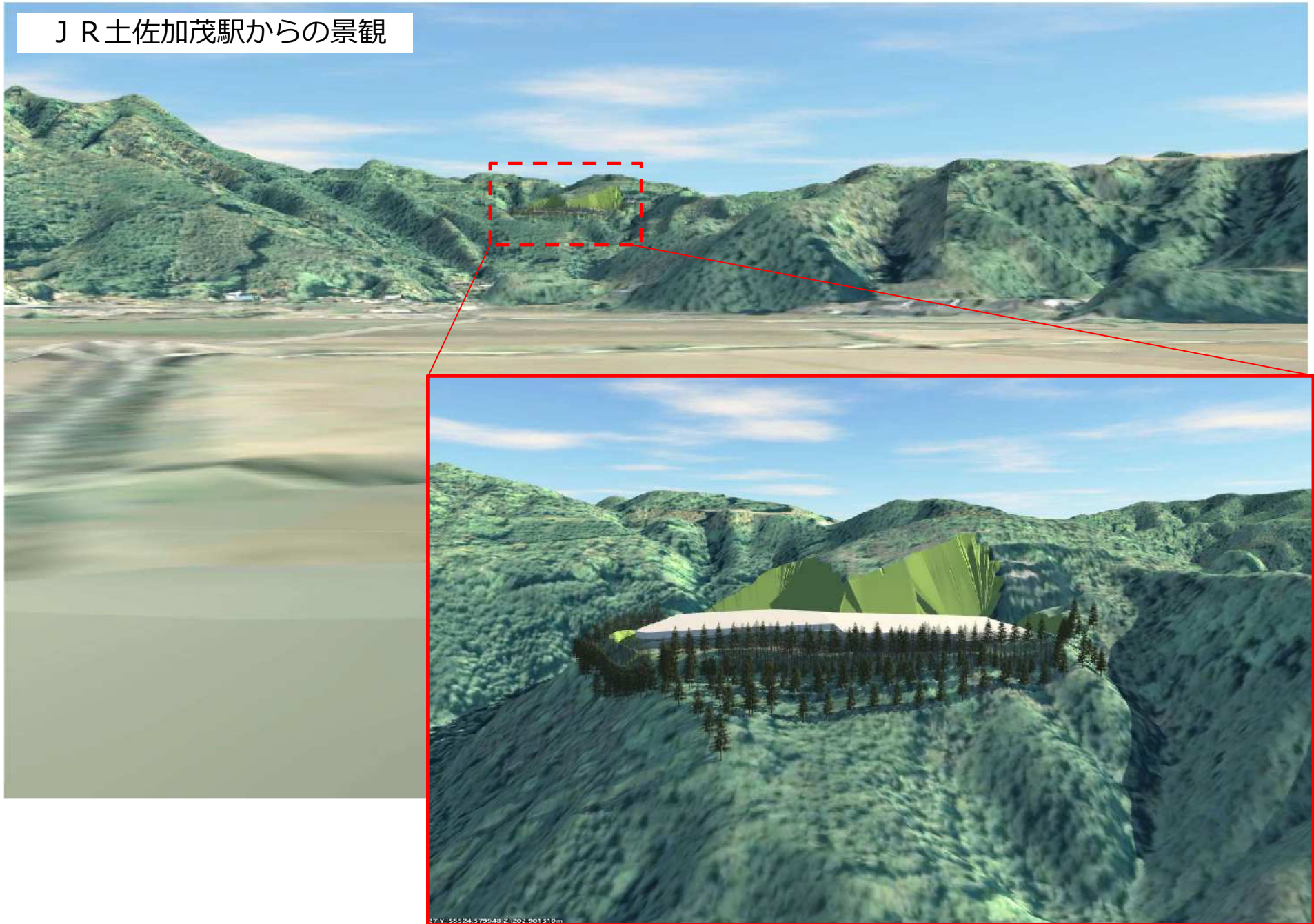
○ A-2案・B-2案について、建物の大きさや形状、高さから**フォトモンタージュ**を作成し、**どれだけ景観に影響があるか比較検討**する。

○ 基本計画で設定した視点場（JR土佐加茂駅付近）から樹木高さを考慮して、被覆施設の視認性について比較する。

○ 検討の結果、**両案ともに建物東側が一部尾根に隠れない**。樹木の上に見えてしまう高さとしては1.6m程度である。視点場からは2.6km程度離れており、建物の高さが約11mのため、A-2、B-2共に明確な差はでない。

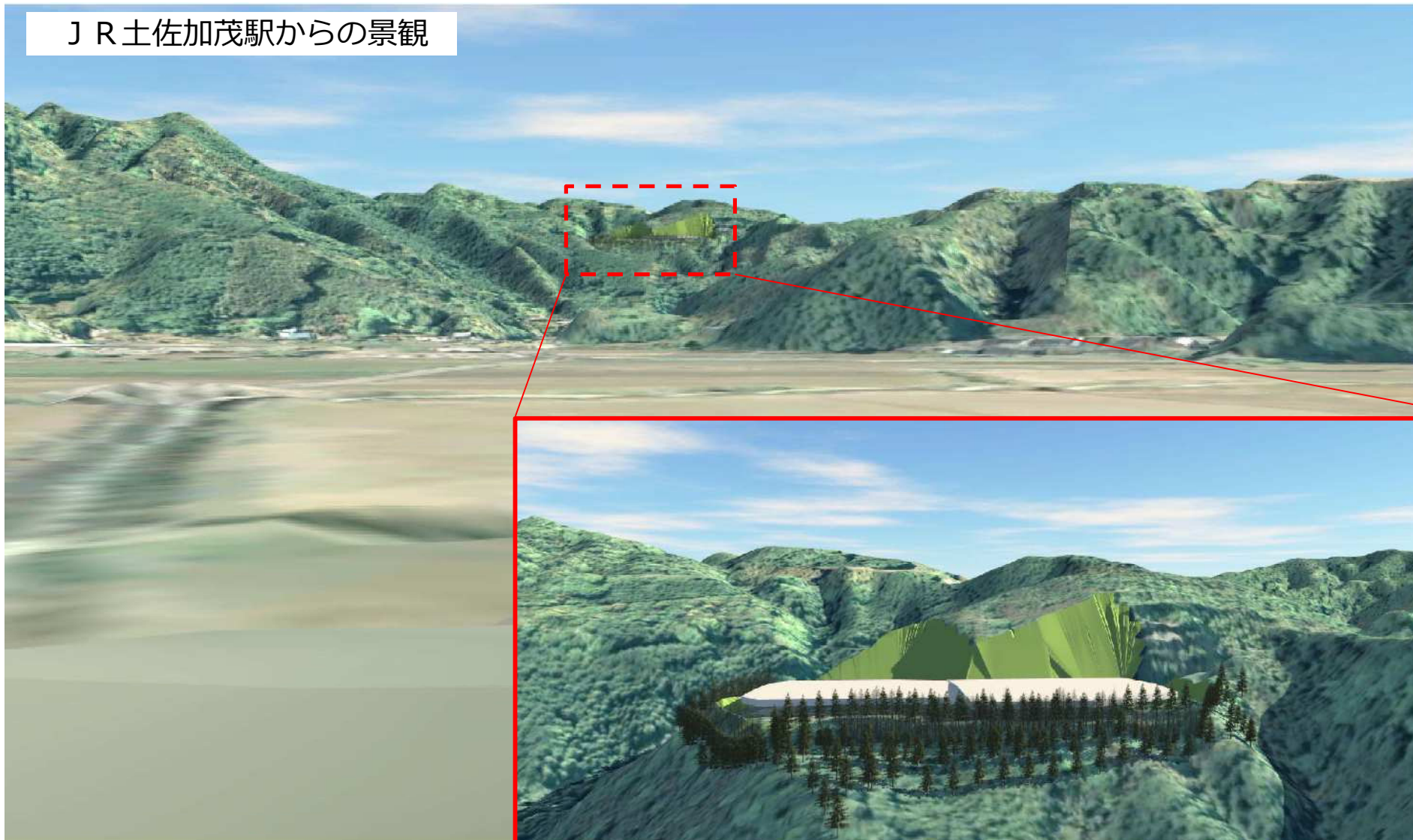
A-2案

J R土佐加茂駅からの景観



B-2案

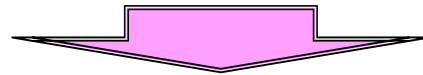
J R 土佐加茂駅からの景観



⑥ 比較検討のまとめ

○ A-2案とB-2案について、作業性、景観、コストに関する比較検討をまとめる。

	A-2案	B-2案
作業性 (10tダンプのダンピングが可能な範囲)	約50%	約75%
景観への配慮 (JR土佐加茂駅からの見え方)	建物東側は高さ1.6m程度、尾根に隠すことができないが、視点場からの距離があるため、ほとんど視認できない	
概算直接工事費 (B-2案に対する全体工事費比較)	▲1.6%	—

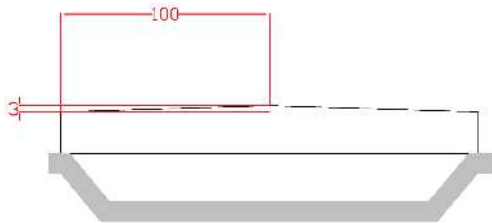


以下の理由から、「B-2案」を採用する。

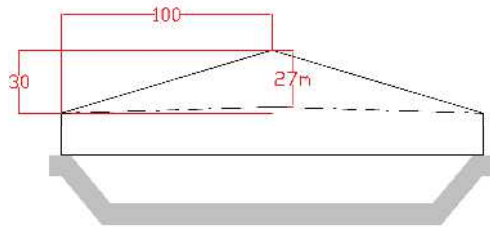
- 10tダンプのダンピング可能な範囲が広く、作業性が高いこと。
- 概算直接工事費についても、A-2案と比べ、大きな差はないこと。

⑦ 仕上げ材（屋根材）

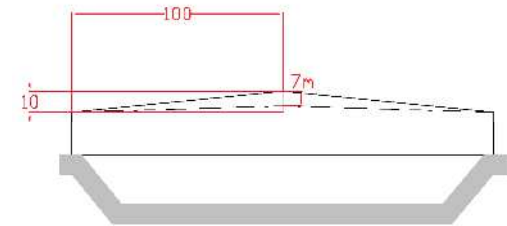
- 屋根材について、これまでの検討の条件として採用した「金属系屋根」と比べ、「窯業系屋根」の方が材料及び施工価格としては安価である。
- このため、適用が可能と考えられる屋根材について、柱部材も含めたコスト等を算出し、比較検討を実施した。（次ページ参照）
- その結果、最低屋根勾配の違いにより、柱長さが長くなることをふまえ、コストを算定すると、金属系屋根材の概算工事費が最も安価になることが確認できた。



金属系屋根



窯業系屋根



膜系屋根

屋根材比較表

	金属系屋根	窯業系屋根	膜系屋根
屋根勾配	3/100 まで可能なため、建物高さは低く押えられる。 (棟-軒先間 100m場合、建物高さは軒高+3m)	3/10 以上必要のため、建物高さは高くなる。(棟-軒先間 100m場合、建物高さは軒高+30m)	緩勾配では引張力をかけ続けないと、水がたまり排水ができないため、1~1.5/10以上必要。(棟-軒先間 100m場合、建物高さは軒高+10~15m)
荷重	12~15 kg/m ² (t = 0.8 の場合) 15~17 kg/m ² (t = 1.0 の場合)	24~32 kg/m ²	0.82 kg/m ²
耐火性	屋根30 分耐火認定	準耐火建築物と同等の性能を有する屋根	不燃材料はあるが、耐火準耐火構造はない
耐久性	30年程度	25年程度	品質でA種~C種まであり、処分場のような用途ではB種が一般的。15年程度 (B・C種)
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 屋根材を山形に曲げ成型することで屋根材自身に強度があり、取付のためのタイトフレームピッチも広く取ることが可能 (約4mピッチ) 屋根材のための取付鋼材料は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 衝撃に弱く鋼性が無いため、取付のための母屋が細かく必要 (約0.6mピッチ~0.9mピッチ) 屋根材のための取付鋼材料は多くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 衝撃に弱く鋼性が無いため、取付のための母屋が細かく必要 (約1.8mピッチ) 屋根材のための取付鋼材料は多くなる。
雨仕舞	折版屋根は現場にて成型機により成型して取付けるため、雨水の流れ方向での重ねがない1 本ものであることや屋根材同士の緊定も漏水防止の納まりとなっており、漏水の恐れは非常に低い。	スレート屋根の緊結ボルトや多数の重ね部分が屋根面に出てしまい、その処理はゴムキャップ又はシールになるため、劣化による漏水の可能性は低くない。	膜自体の遮水性は十分あるが、想定を超える積雪等により膜が破断したり膜のたわみにより雨水が貯留されてしまい、そこから漏水したりという事故が散見されている。
採光性	屋根自体に採光性はないが、採光用に同形状のFRPやポリカーボネートの採光板があり、これを使用することで採光の確保は可能となる。	屋根自体に採光性はないが、採光用に同形状のFRPやポリカーボネートの採光板があり、これを使用することで採光の確保は可能となる。	採光性に優れる。
リサイクル性	スクラップとして再利用できるため、リサイクル性は高い。	リサイクル性はない。	リサイクル性はない。
太陽光の反射	つや消しタイプの茶系・グリーン系から屋根材塗装を選定すれば、反射は低く抑えることができる。	材料の特性上、反射は起こらない。	白色系で日射反射率が高いことから、太陽光の反射の可能性はある。
意匠性	片流屋根・切妻屋根・湾曲屋根等デザイン的なバリエーションはある。色彩計画上也複数のカラーリングから選定出来るため、周辺環境に調和させやすい。	意匠性は低い。カラーバリエーションが少ない。	意匠性は高い。カラーバリエーションは少ない。
材工価格	8000 円/m ² × 19000m ² = 1億5,200万円	4400 円/m ² × 19000m ² = 8,300万円 (金属系との差 ▲6,800万円)	13100 円/m ² × 19000m ² = 2億4,900万円 (金属系との差 9,700万円)
柱コスト増	—	7,700万円増	2,900万円増
コスト計	—	900万円増	1億2,600万円