

第6回 新たな管理型産業廃棄物最終処分場施設整備専門委員会

(2-2) 南側斜面の対策工法の一部変更について(修正)

令和6年11月
高知県、(公財)エコサイクル高知

(2-2) 南側斜面の対策工法の一部変更について

① 南側斜面で発生した新たな変状



近景写真 変状ブロックA

7段目
6段目

近景写真 変状ブロックB



抑え盛土

○ 変状までの経過

- 令和5年12月2日の「第5回新たな管理型産業廃棄物最終処分場施設整備専門委員会」において、南側斜面の安全対策（工法変更）見直し後、令和6年1月、頂点部（建物地盤面から数えて10段目）から1:2.0勾配で掘削開始。
- 4月中旬、建物地盤面から数えて6段目まで掘削が完了。
- 4月下旬、6段目から8段目にかけて、2箇所で変状が発生（上記写真参照、変状ブロックA及びB）。
- 変状の状況から変状ブロックAは表層での地すべり、変状ブロックBでは、深い位置での地すべりが発生したと推定。

○ 変状の要因

- 応力解放の影響 → 掘削の影響で、斜面表層部にかかる土圧が減少し、表層部に緩みが発生。（ブロックA,B）
- 降雨、地下水等の影響 → 降雨や地下水が緩みが生じた表層部に浸透し、軟質化や亀裂が生じ、軟質化した部分が不安定となり、表層土塊に移動が生じた。（変状ブロックA）
- 深部浸透の影響 → 表層部に生じた亀裂沿って深部まで雨水が浸透し、軟質化が進行することで、すべり面が形成され、土塊の移動が生じた。（変状ブロックB）

② 南側斜面の追加地質調査

○ 追加ボーリング調査の実施

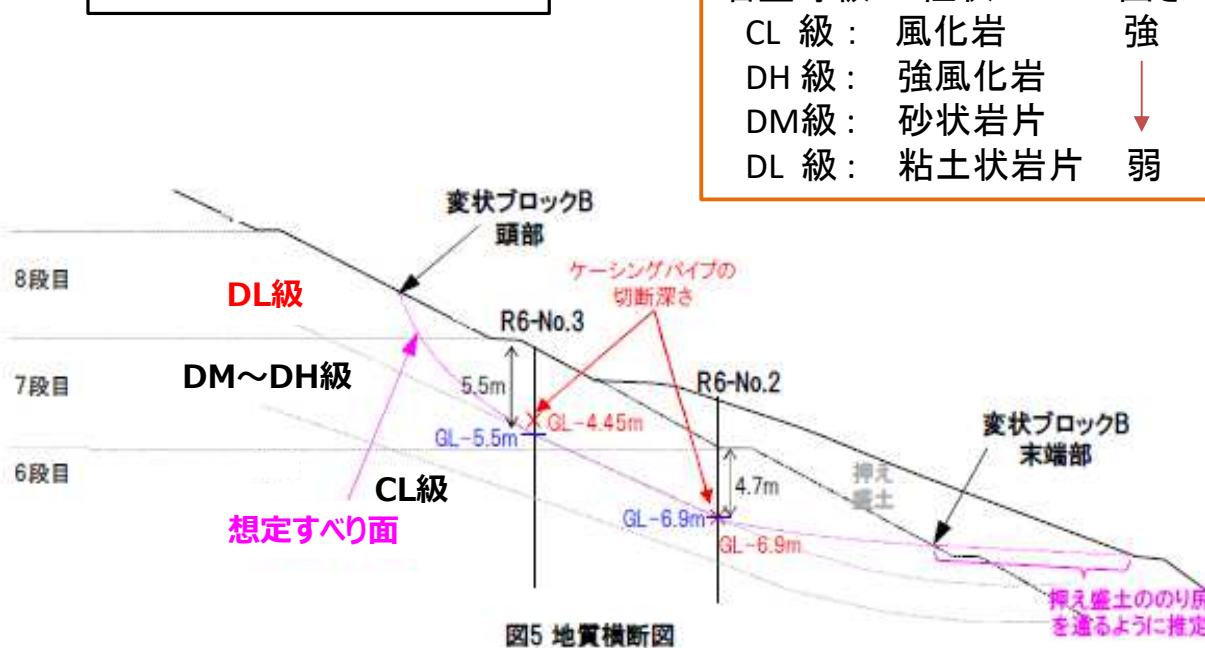
- 変状ブロックBのすべり面や、地質情報が不足している箇所の地質状況を確認するため、追加のボーリング調査を実施。

○ 追加ボーリング調査結果（変状ブロックB）

- 変状ブロックBの変状規模から推定したすべり面の深さでは、DL級泥質混在岩が確認された。
- 調査後に観測装置を設置するために、地中に残っていた鋼管（ケーシングパイプ）が推定したすべり面付近で、地すべりにより破断された。

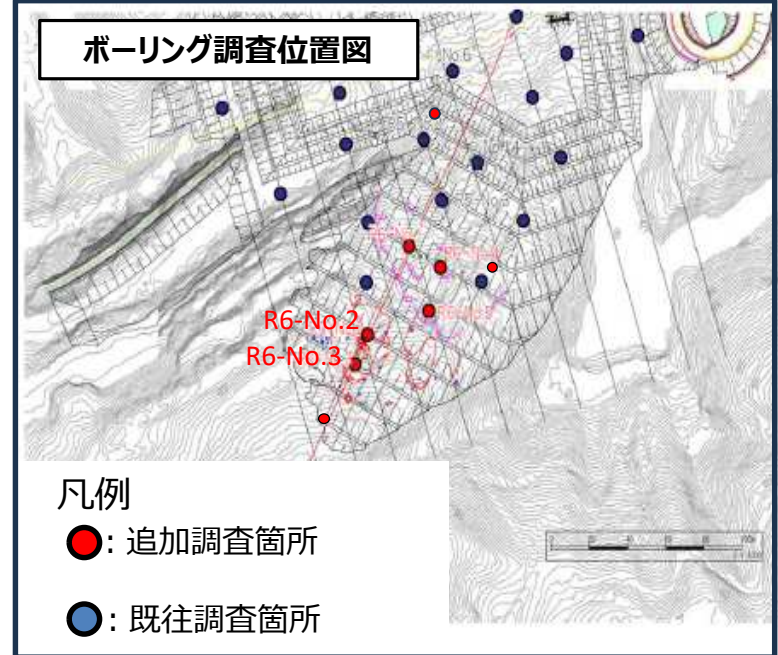
- 以上のことから、**本現場では、DL級泥質混在岩を地すべりが発生する脆弱層と判断した。**

変状ブロックBすべり面横断面図



岩盤等級	性状	固さ
CL 級	風化岩	強
DH 級	強風化岩	↓
DM 級	砂状岩片	↓
DL 級	粘土状岩片	弱

ボーリング調査位置図

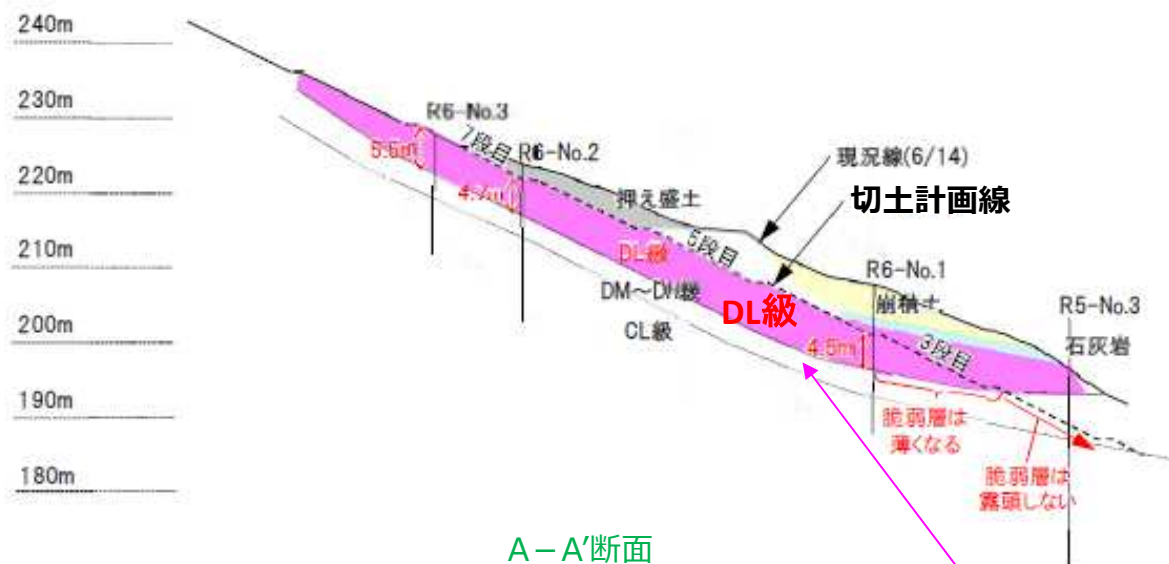


鋼管（ケーシングパイプ）破断状況

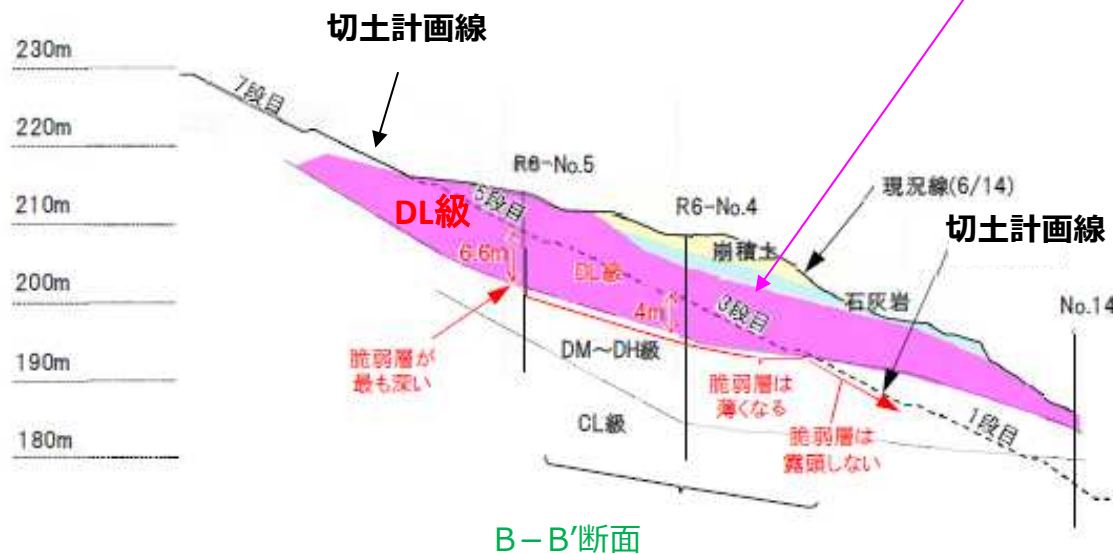


○ 南側斜面の地質状況

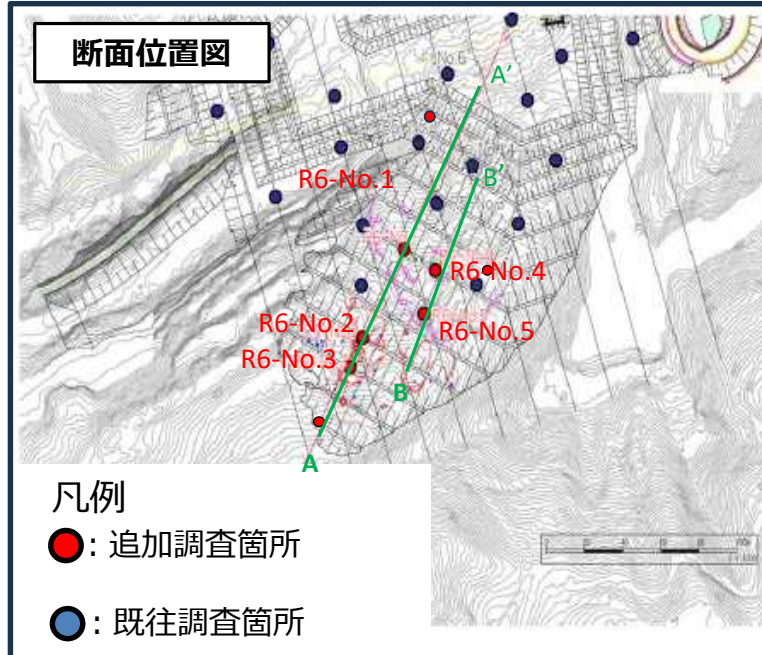
- 追加調査結果及び既往調査結果から、変状ブロックBを含み切土計画線の表層部にあたる深さで、脆弱層（DL級泥質混在岩）が確認された。



切土計画線部での脆弱層
(DL級泥質混在岩)を確認



断面位置図



岩盤等級	性状	固さ
CL 級:	風化岩	強
DH 級:	強風化岩	↓
DM 級:	砂状岩片	↓
DL 級:	粘土状岩片	弱

③対策方針

- 斜面変状対策
変状ブロックと同等の地すべりが発生すると考えられるため、表層部の脆弱層を全て取り除く。
- 雨水浸透対策
表層部の亀裂や軟質化を防ぐため、雨水の浸透を抑えるとともに周辺景観に配慮した法面保護工を行う。
- 地下水、湧水対策
表層部の軟質化を防ぐため、排水工により、地下水水位の上昇や湧水の表層への浸透を抑える。

④ 工法検討

下記の3案で法面保護工、排水工の検討を行う。

法面保護工 比較表													
工法名称		第1案			第2案			第3案					
項目		セメント改良土盛土＋碎石排水層			モルタル吹付＋透水マット			植生基材吹付＋透水マット					
概算費用 1断面当り 2割勾配 10段 (各段h=7m) 小段W=1.5m	セメント混合土作成	340㎡	×	4,000 円	=	1,360 千円	残土運搬	340㎡	×	1,240 円	=	422 千円	
	セメント改良土盛土	310㎡	×	600 円	=	186 千円	モルタル吹付 (t=10cm)	157 ㎡	×	10,700 円	=	1,680 千円	
	碎石排水層	47 ㎡	×	6,000 円	=	282 千円	透水マット	79 ㎡	×	3,500 円	=	277 千円	
	計			1,828 千円		計			2,379 千円		計		
経済性		1,828 千円			◎	2,379 千円			○	2,065 千円			○
施工性		現地の土砂（脆弱層）にセメントを混合することで物理的性質を改善した改良土を作成し盛土を行うため、残土処理が少なくなり、土工のみで行われるため、施工性が良い。			○	脆弱部の排土後、透水マットを法面に敷設し、アンカーピン、ラス網を設置、最後にモルタルを吹付け、斜面表面の風化や浸食を防止する工法あり、土工と法面工を交互に行う必要があることや、プラント位置を移動させる必要があることなどから施工性は劣る。			△	透水マット、ラス網を敷設後、モルタルガンを使用し、堆肥、種子、肥料、安定剤などを吹付け緑化を図る工法。プラントが必要で施工の進捗に伴いプラント位置を移動させる必要があることや、土工と交互に行う必要があることなどから施工性は劣る。			△
景観(緑化)		セメントを混合しているため、施工当初は固くphも高い値となるため、施工直後の緑化は難しいが、将来的には植物が育成できる土壌となり、景観回復が可能。			○	モルタルであるため、景観面では劣る。緑化する場合も、表面部に厚い植生基盤層を設置する必要があるが、背面がモルタルであることから緑化の持続は困難。			△	法全面の緑化が可能であり、周辺との調和が図れ景観性に優れる。			◎
浸透性等		セメント改良土を締固め、厚さ2mとすることで地山への雨水浸透の防止が見込める。			○	モルタルの表面であるため、背面への浸透は無い。			◎	遮水性能は無く、雨水は浸透する。			△
地下水・湧水の排水		表面より2m程深い位置に排水層を施工し、表面部もセメント改良土であるため軟質化や亀裂が防止出来る。			◎	表面での排水であり、地下水の影響は受けやすい。			△	表面での排水ではあり、地下水の影響は受けやすい。			△
総合評価		将来的には緑化基盤となるが見込め、施工性、経済性が良く、水による脆弱化への対策となる。				長期緑化が困難であり、施工性、経済性でやや劣り、降雨の遮水性は高いが、地下水の影響は受けやすい。				緑化により景観は優れるが、施工性、経済性でやや劣り、水による脆弱化への対策とはならない。			
		◎				△				△			

上記のとおり、経済性、施工性が優れる第1案を採用する。

⑤ 対策工法

○ 脆弱層の取り除き

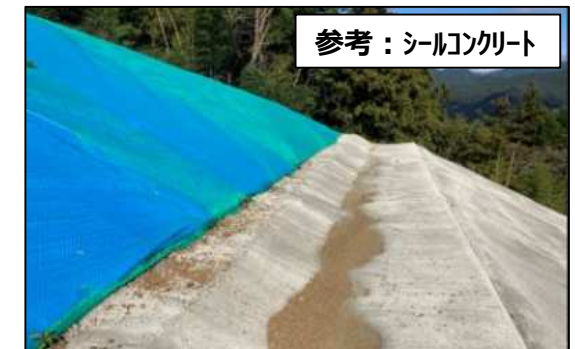
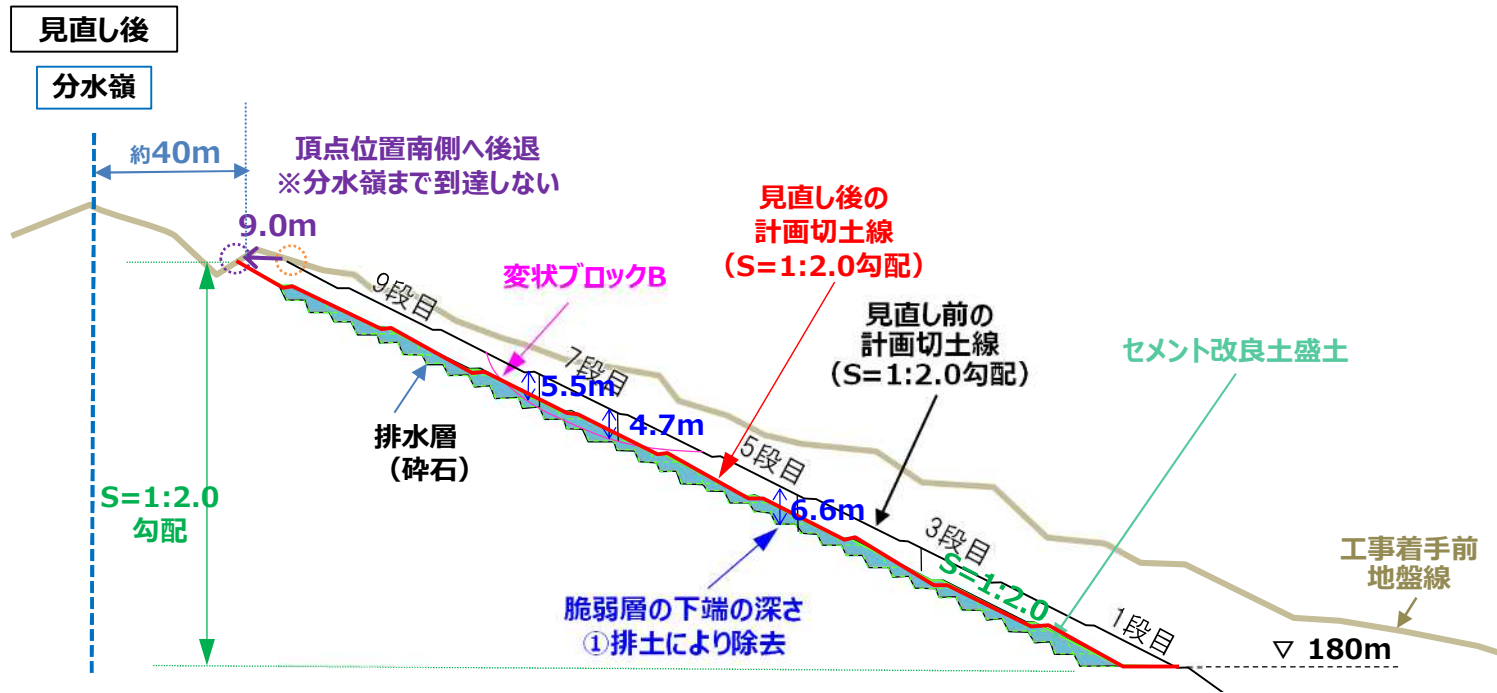
斜面表層部に現れる脆弱層（DL級泥質混在岩）を全て取り除く。

○ 斜面表層のセメント改良土盛土への置換

脆弱層を取り除いた後の復旧には、雨水の浸透が少なく、脆弱化しにくいセメント改良土での盛土を行う。

○ 碎石排水層の配置

地下水水位の上昇や湧水の浸透による軟質化を防ぐため、地山と接する部分や各小段に碎石による排水層を配置する。



排水層からの水が再浸透しない構造とする。

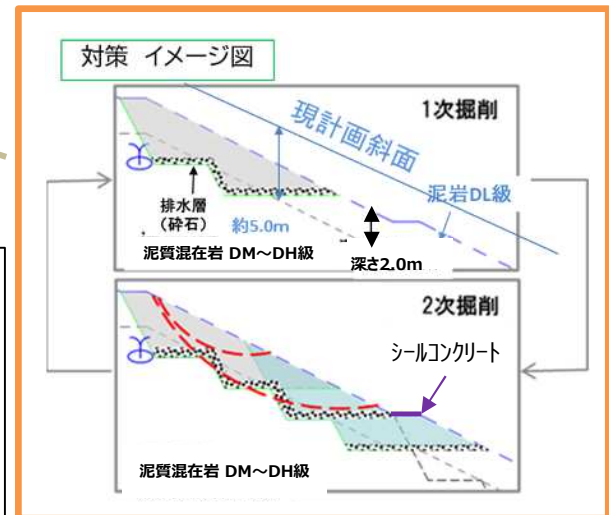
【施工手順】

手順①： 南側斜面を現計画から掘削面全体に約6m深く掘削し、脆弱層部の排土を行う。

手順②： 排土後は、直ちに、碎石（排水層）を設置する。

手順③： 排土した部分をセメント改良土で置換（深さ約2m）する。

なお、掘削面が雨水にさらされないように、部分毎に手順①から③の作業を1日で完了させる。



⑥ 改良土表面部の保護

- 保護方法については、これまでの考え方（景観及び周辺の植生に配慮）を踏まえ、**周辺植物からの飛来種子による植生を基本**とする。
- セメント添加による改良土は、施工当初は、表面部も固く、pHも約10とアルカリ性が強くなるため、周辺植物からの飛来種子による植生回復は期待できない。
- セメント改良土についても、雨水による浸食防止のため、**表面部の早急な保護が必要**。

【表面部の保護工法】

- 牧草類の種子及びマメ科植物（草、低木）の種子を混合し、無機物、有機物、肥料を含んだ植生基材を、斜面に固定した金網に吹付けすることで、斜面表面部に永続的な植生基盤を形成。
- **早期に緑化が可能である牧草類**により、改良土表面部の早急な保護を実施。
- 根粒菌（空気中の窒素分を固定し、植物に供給する細菌）と共生し、**少ない栄養素で繁茂するマメ科植物（草、低木）**により、緑化を継続。
- 経年により、改良土表面部のpHや硬度が下がり、土壤環境が変わることで、周辺植物に植生が遷移。

- 植生の状態を確認しながら、周辺植物への植生遷移の過程で、**斜面に高木が繁茂しないように維持管理**を実施していく。



ギョウギシバ※1
(牧草類・イネ科)



ヤマハギ※2
(マメ科)

※1 出典:「ギョウギシバ」富山市科学博物館 クリエイティブ・コモンズ 表示 4.0 国際 ライセンス

※2 出典:「ヤマハギ」富山市科学博物館 クリエイティブ・コモンズ 表示 4.0 国際 ライセンス

緑化工使用植物（案）の一例



アカメガシワ（高木）
(トウダイグサ科)



タケニクサ
(ミカン科)

ススキ
(イネ科)

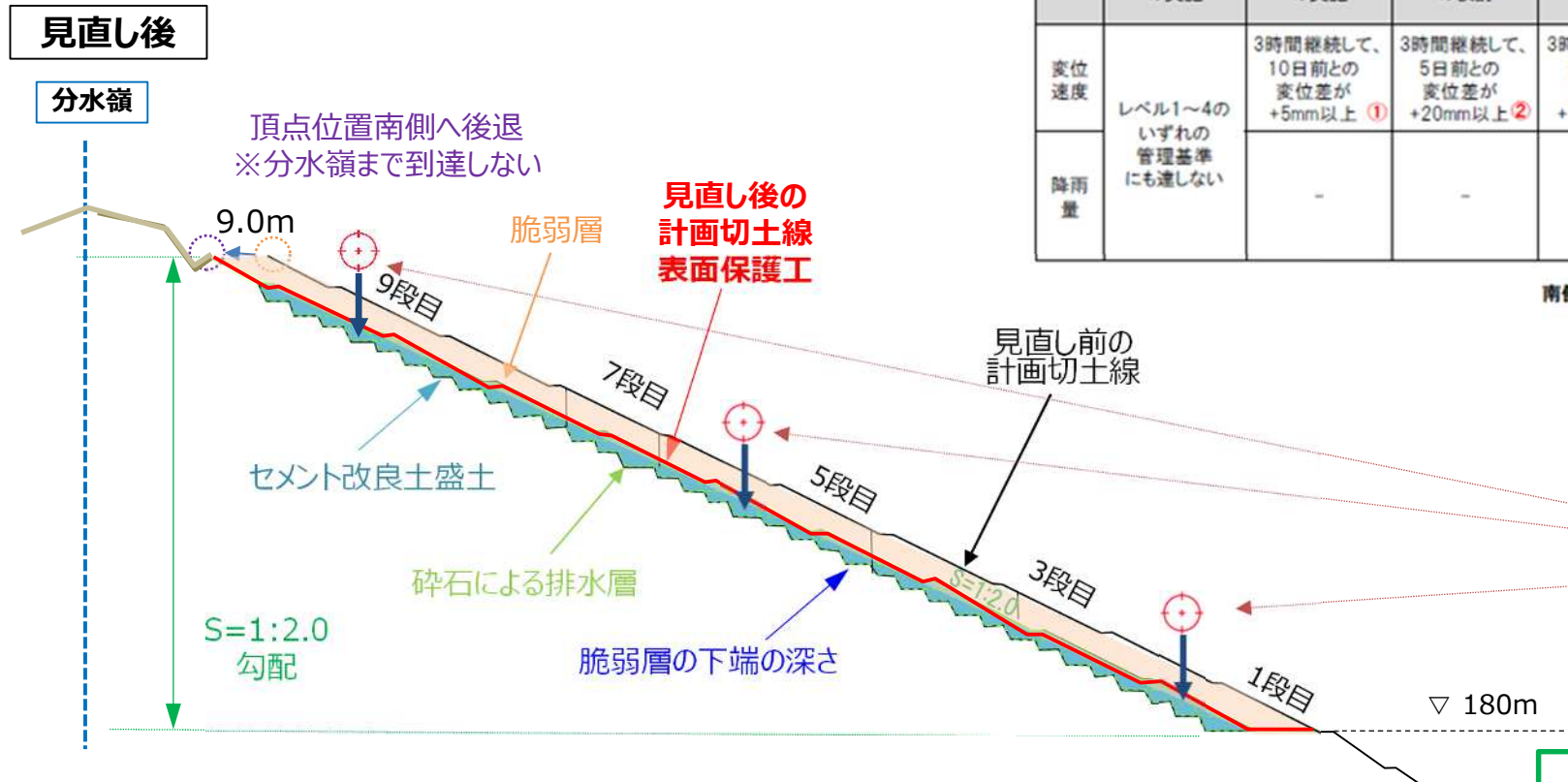
施設本体工事区域の周辺植物の一例

⑦ 南側斜面の対策工法（検討結果）

斜面観測管理基準（施工時）

管理項目	レベル0 通常時の管理の実施	レベル1 現場巡視の実施	レベル2 追加対策の検討	レベル3 応急対策の実施	レベル4 退避の実施	
					発報 (1つでも満たした時)	解除 [※]
変位速度	レベル1～4のいずれの管理基準にも達しない	3時間継続して、10日前との変位差が+5mm以上 ①	3時間継続して、5日前との変位差が+20mm以上 ②	3時間継続して、1日前との変位差が+10mm以上 ③	3時間継続して、1時間前との変位差が+2mm以上 ④	3時間継続して、1時間前との変位差が+1mm以下 ⑤
降雨量	-	-	-	-	時間雨量14mm以上 ⑥ または、 累加雨量60mm以上 ⑦	2時間継続して、時間雨量2mm以下 ⑧

南側のり面および埋立地内の施工中断



表面保護工 イメージ



○ 検討結果のまとめは以下のとおり

- 脆弱層の取り除きによる斜面不安定部の排除
- 排水層（砕石）の設置による地下水及び湧水の外部排出
- セメント改良土による雨水の浸透や表層部の脆弱化防止
- 植生基材や種子の吹き付けによる斜面表面部の保護と継続的な維持管理
- 観測管理基準の設定及び継続的な斜面観測による安全の確保