

(13) 雨水排水処理 (PH 処理装置・六価クロム対策)

円弧滑り計算結果により、本事業では所定の値を得るために、盛土材を一定程度改良する必要がある。そのため工事中に、雨水排水等の PH 値がアルカリ性になる可能性がある。それを中和反応によって中性値域にして排水する対策が必要である。そこで一般的な土木工事で採用されている、PH 処理装置【環境に配慮して炭酸ガス方式(二酸化炭素)とした。】を設置し環境基準値以下の水を排水する。

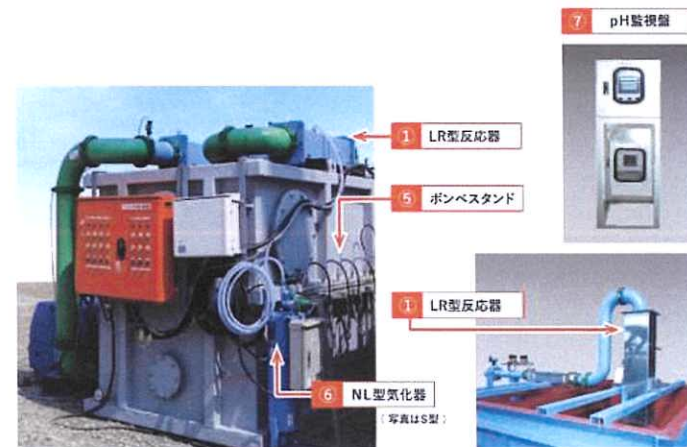
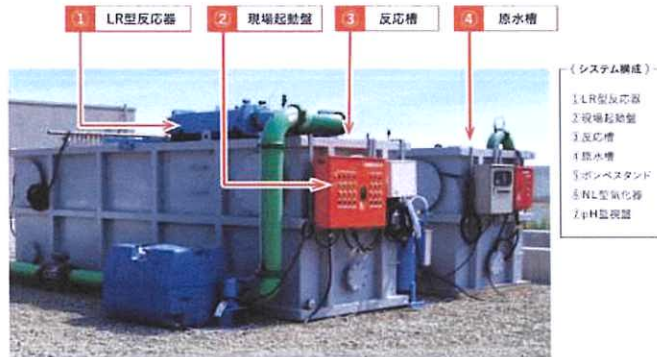
また六価クロムの溶出を土壤環境基準値以下に抑える為、固化材と土質の相性を、溶出試験を実施して確認し、六価クロム溶出量が土壤環境基準値以下となる固化材を使用する。計画では高炉セメント B 種の使用を予定している。



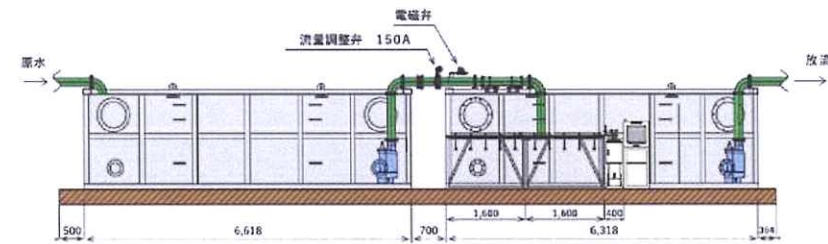
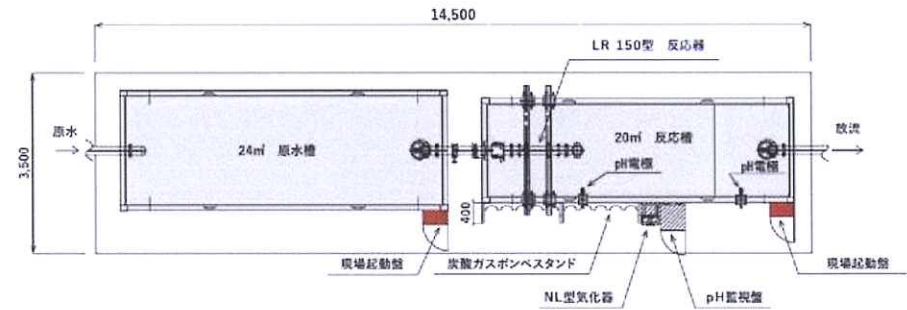
05 処理 | 大容量 pH 中和処理装置 SOCシステム 炭酸ガス式

処理量
60~3000m³/h

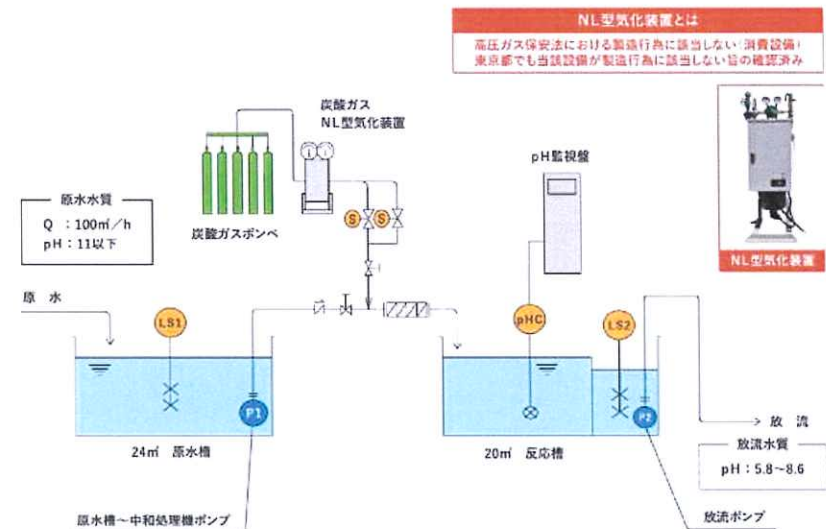
排水の処理量に合わせて、オーダーメイドで計画設計を行い最善の処理プラントをご提案させていただきます。



SOCシステム (100t/H処理) 参考配置図



SOCシステム (100t/H処理) 参考フロー図



(14) 動態観測の計画

1) 観測計画の検討

高盛土や長大法面の施工では、動態観測をして施工中・施工後の挙動を把握し、施工の円滑化を図る。施工における懸念事項と観測内容を表4-1-8の通り整理し、設置予定位置を次項に示した。

表4-1-8

対象構造	番号	懸念事項	観測内容	目的	計測頻度		計測期間	実施間隔
					施工中	施工後		
高盛土	①	盛土のすべり破壊	変位杭	法面の変位把握	1回/日	1回/月	工事完了後 1年間	<ul style="list-style-type: none"> 谷筋に1測線以上を設置する。 法面の各小段に法肩に設置する。
	②	盛土の沈下	沈下板	基礎地盤と盛土の沈下把握 余盛量の把握	1回/日	1回/月	工事完了後 1年間	<ul style="list-style-type: none"> 谷筋に1測線以上を設置する。 法肩天端に最低100m間隔よりも密に設置する。 盛土厚10m毎に設置する。
	③	周辺の変形	孔内傾斜計	地盤内変位の把握	1回/日	1回/月	工事完了後 1年間	<ul style="list-style-type: none"> 法肩付近で谷筋に1箇所以上設置する。
			変位杭	法尻先の地表変位の把握				<ul style="list-style-type: none"> 法尻から軟弱層厚の2倍の範囲を計測対象とする。 ※周面の変形が考えられる一般的な経験による範囲。 (道路土工一般軟弱地盤対策工指針により) 1m~2mの間隔で5箇所以上を設置する。
	④	盛土の水位上昇	水位計	盛土内の水位把握	1回/時間		工事完了後 1年間	<ul style="list-style-type: none"> 谷筋、台地の淵に沿って設置する。 法肩天端に最低100m間隔よりも密に設置する。 盛土厚10m毎に10mのストレーナ区間を設けて設置する。 上記に限らず、盛土内に沢水が流入するような場所にも設置する。
	⑤	盛土の強度確認	ボーリング調査 (標準貫入試験)	盛土の強度把握 宅盤の支持力推定	1回/盛土 高10m	引渡し前	—	<ul style="list-style-type: none"> 盛土高10m完成ごとに1回実施する。
⑥	土砂の過不足	ドローンによる測 量	地形変化の把握 工程進捗の確認 土量変化率の把握	計3回程度	計1回	—	<ul style="list-style-type: none"> 工事範囲全体を対象とする。 工事進捗に応じて計3回程度実施する。 	
切土法面	⑦	法面のすべり破壊	孔内傾斜計	切土法面の地盤内変位の把握	1回/日	1回/月	工事完了後 1年間	<ul style="list-style-type: none"> 法肩付近に1箇所以上を設置する。 法面に対して3測点以上を設置する。
			変位杭	切土法面の地表変位の把握				<ul style="list-style-type: none"> 法面の各小段法肩に設置する。 法面に対して3測点以上を設置する。
全体	⑧	集中豪雨	雨量計	対象地の雨量観測	自動		工事完了後 1年間	<ul style="list-style-type: none"> 事務所で計測する。

※観測の結果異常が確認された場合は、国土交通省の「大規模盛土造成の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説 平成27年5月」を参考にして、
現地確認→原因究明→有事に備えた対策工法の検討→対策工実施を速やかに行い、盛土の崩壊抑制及び抑止を行う。

八王子市兵衛二丁目

凡 例		
記号	観 測 内 容	計測方法
●	盛土のすべり崩壊	変位杭
■	盛土の沈下	沈下板
■	周辺の変形	孔内傾斜計
●	盛土の水位上昇	変位杭
◆	盛土の水位上昇	水位計

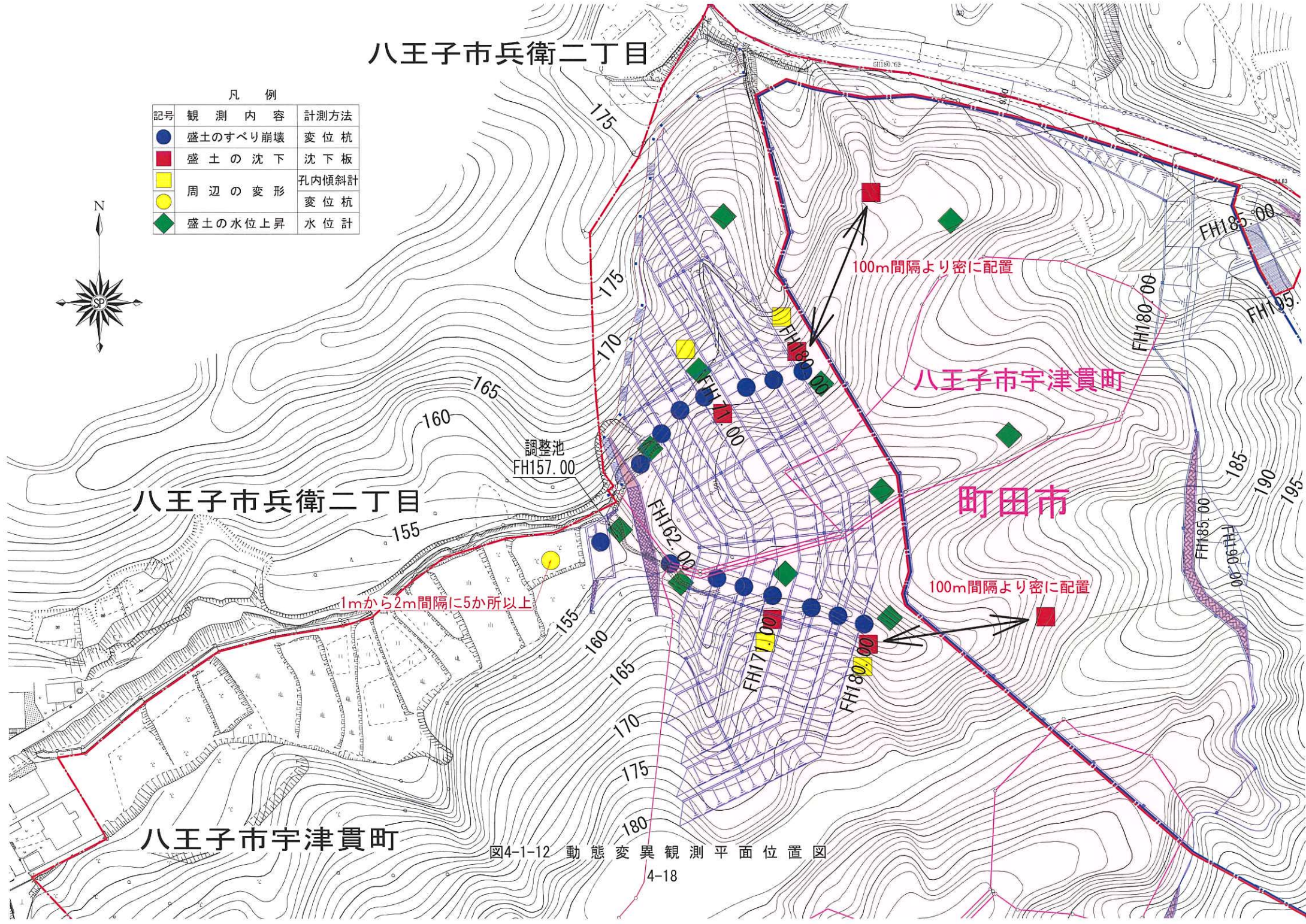
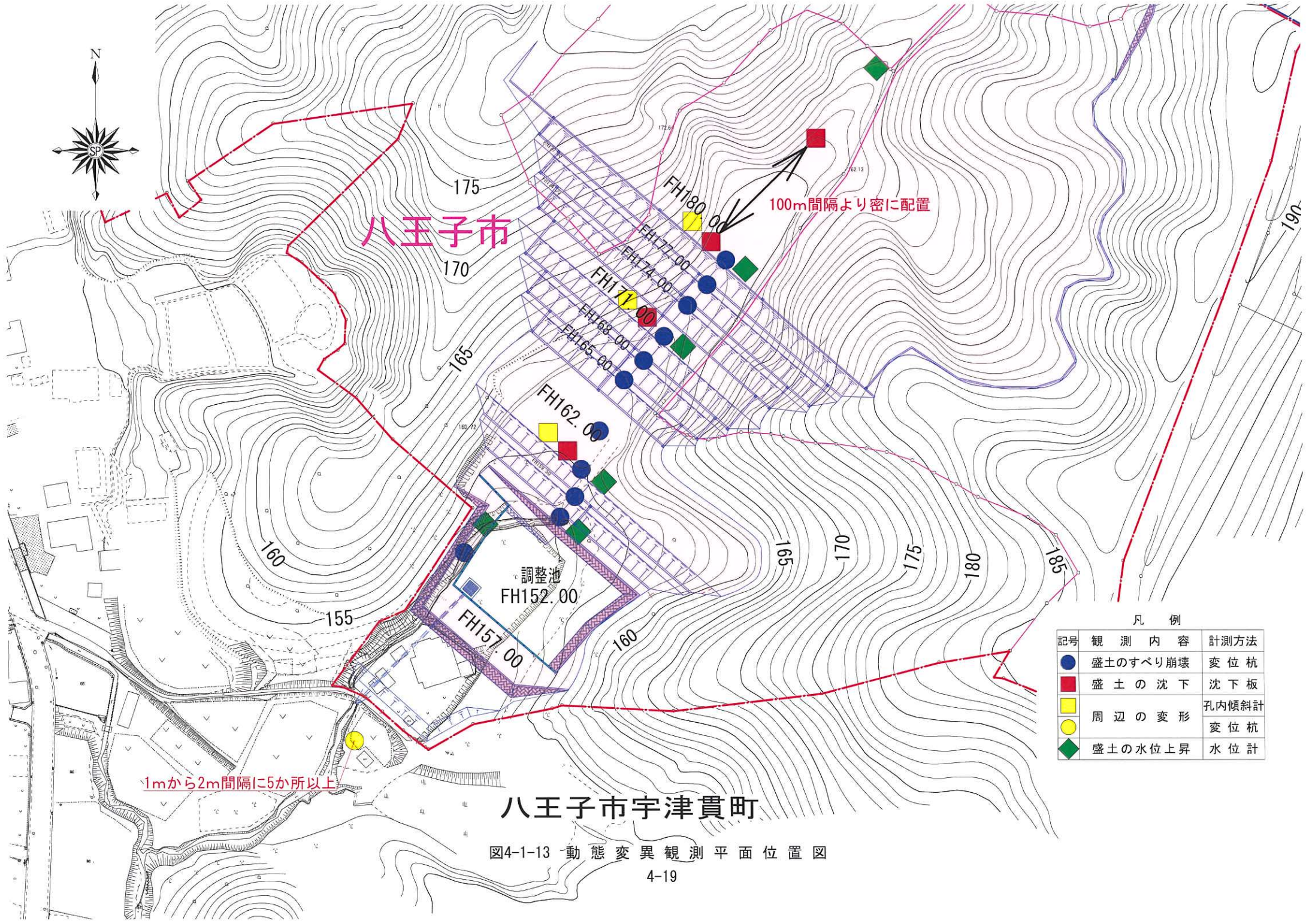


図4-1-12 動態変異観測平面位置図



八王子市

八王子市宇津貫町

100m間隔より密に配置

1mから2m間隔に5か所以上

凡例

記号	観測内容	計測方法
●	盛土のすべり崩壊	変位杭
■	盛土の沈下	沈下板
■	周辺の変形	孔内傾斜計
●	盛土の水位上昇	変位杭
◆		水位計

図4-1-13 動態変異観測平面位置図

【検討に使用した土質定数値】

地層名	記号	単位体積重量 γ KN/m ³	粘着力 c KN/m	内部摩擦角 ϕ 度
盛土層	B	14	90, 50	20
沖積粘性土層	Ts	15	27	2
沖積砂質土層	As	17	0	21
ローム層	Lm	15	64	10
上総層群 平山層	第一粘性土層	Hrc-1	110	0
	第一砂質土層 風化部	Hrs-1(w)	0	25
	第一砂質土層	Hrs-1	0	30
	第二粘性土層	Hrc-2	500	0
	第一礫質土層	Hrg-1	0	40
	第二砂質土層 風化部	Hrs-2(w)	0	25
	第二砂質土層	Hrs-2	0	30
	第二礫質土層	Hrg-2	0	35
	第三砂質土層 風化部	Hrs-3(w)	0	25
第三砂質土層	Hrs-3	0	30	
第三礫質土層	Hrg-3	0	40	

※盛土層の粘着力 c は1-1断面は90kN/m²に、A-A, B-B断面では70kN/m²に改良する。

※Ts層の粘着力 c は1-1断面は90kN/m²に、A-A, B-B断面では70kN/m²に改良する。

※1-1断面に分布するAs層の粘着力 c はB, Tsと同様の改良強度で検討。

凡 例

記号	観 測 内 容	計測方法
●	盛土のすべり崩壊	変位杭
■	盛土の沈下	沈下板
□	周辺の変形	孔内傾斜計
○		変位杭
◆	盛土の水位上昇	水位計

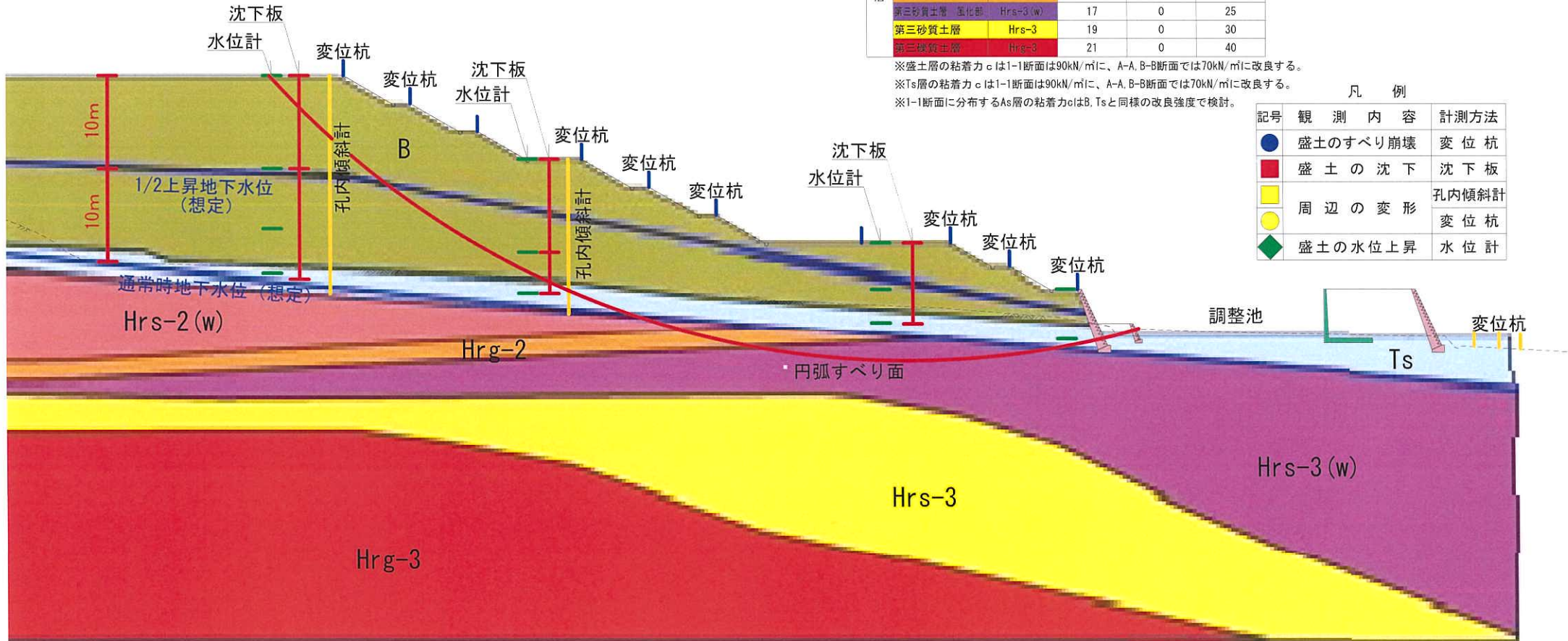


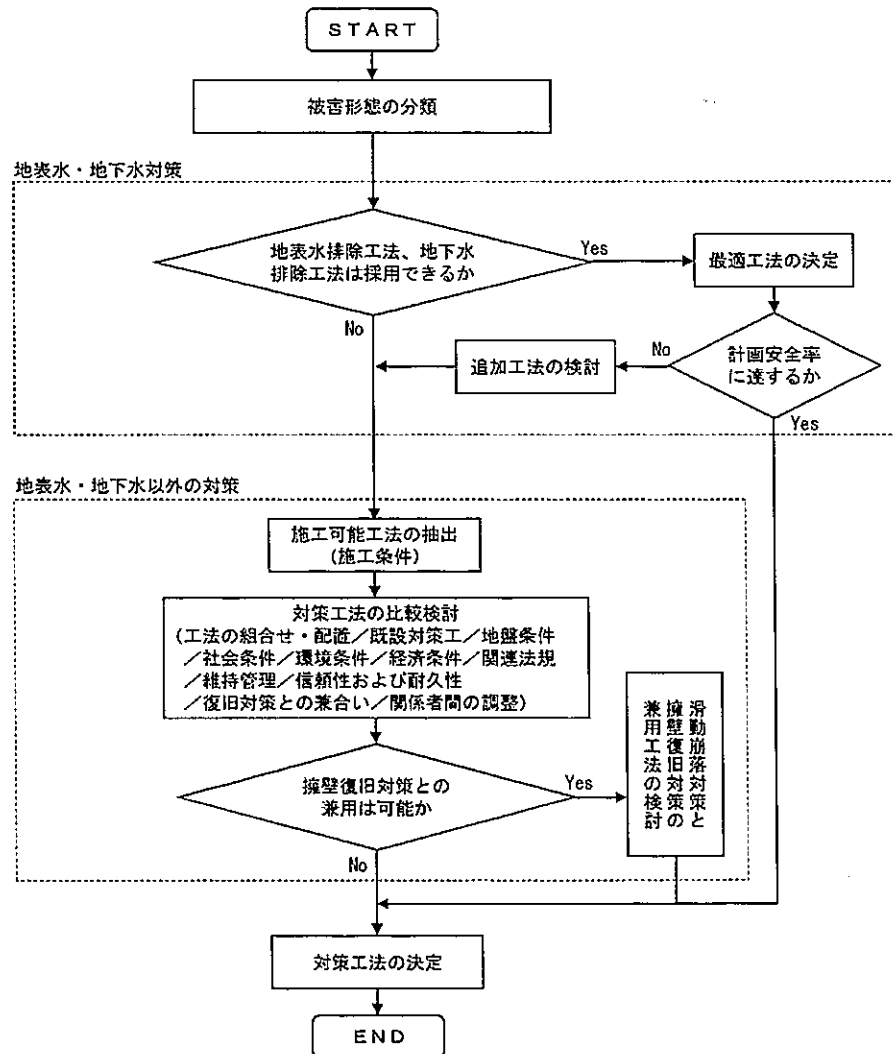
図4-1-14 動態観測計器位置概略断面図

2) 有事に備えた対策工法の検討

対策工法は以下の事項を総合的に検討し選定する。

- (1) 要求性能、(2) 被害形態、(3) 地表水・地下水対策とそれ以外の対策の組み合わせ、
- (4) 施工条件、(5) 既設対策工の評価、(6) 地盤条件、(7) 社会的条件、(8) 環境条件、
- (9) 経済条件、(10) 関連法規、(11) 維持管理、(12) 信頼性および耐久性、
- (13) 復旧対策との兼ね合い、(14) 関係者間の調整

滑動崩落対策工法の選定フローを以下に示す。



3) 対策工法の例

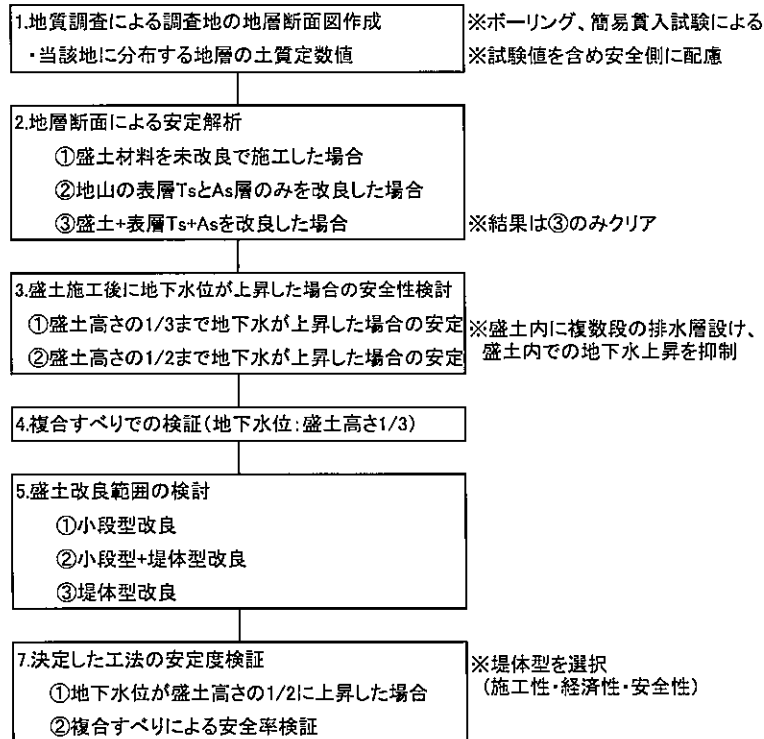
下記に観測で異常が確認され、抑止抑制が必要と判断した場合の対策工法の例を記載する。

観 測		対 策	
観測内容	計測方法	対策工法の種類	対策工の例
盛土のすべり崩壊 周辺の変形	変位杭 孔内傾斜計	押え盛土工法	盛土工
		固結工法	深層混合処理工 中層混合処理工 グラウト工
		抑止杭工法	鋼管杭工 H鋼杭工 鉄筋コンクリート杭工
		グラウンドアンカー工法	グラウンドアンカー工
		地山補強土工法	鉄筋挿入工
		矢板工法	鋼矢板工
盛土の沈下	沈下版	固結工法	深層混合処理工 中層混合処理工 グラウト工
		抑止杭工法	鋼管杭工 H鋼杭工 鉄筋コンクリート杭工
		矢板工法	鋼矢板工
盛土の水位上昇	水位計	地表水排除工法	水中ポンプ圧送工
		地下水排除工法	横ボーリング工

上記の例を参考に現場の状況をよく確認して、周辺に被害を出さないよう迅速に対応する。また、東京都への報告期間は、1年間の観測とするが、その後の経過観測や有事の対応は、事業者が責任を持って行う。

盛土の安定検討

本業務における盛土安定検討フロー



【安定検討手法】

安定検討は円弧すべり(一部複合すべりで検証)によるものとした。

1.解析手法:

円弧すべり、最小安全率計算

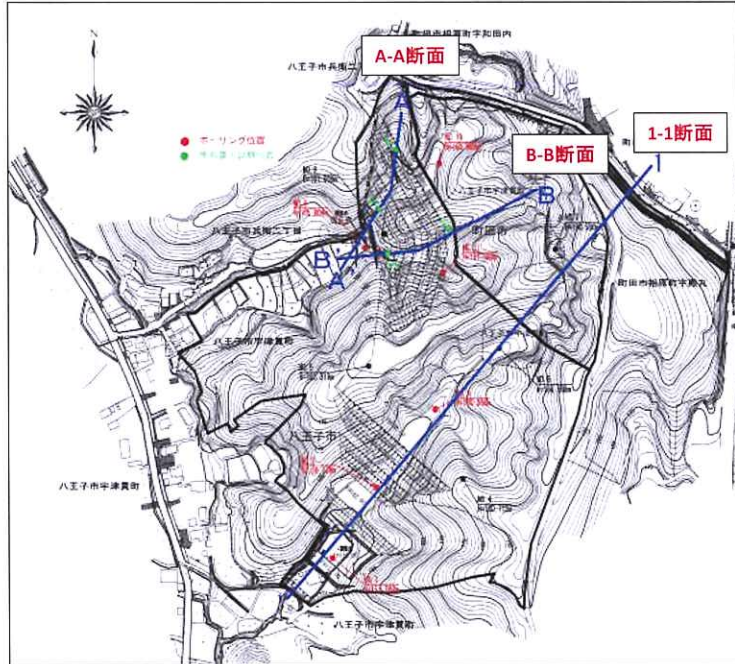
2.計算方法:

道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年) 有効応力法

3.計算ソフト: 富士通エフアイピー 斜面安定計算システム「COSTANA」ver.19

4) 地質調査による調査地の地層断面図作成

盛土の安定検討 沢軸にあたり盛土高が大きい1-1断面、A-A断面、B-B断面により検討した。



【当該地に分布する地層の土質定数値】

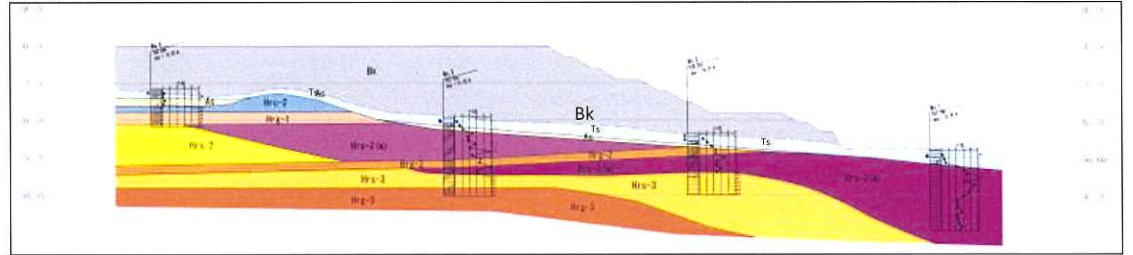
※土質定数値の設定は、土質試験の結果と土質試験を行っていないものは、代表N値を指標値として設定した。

地層名		記号	単位体積重量 γ kN/m ³	粘着力 c kN/m ²	内部摩擦角 ϕ 度
盛土層		B	14	10	20
沖積粘性土層		Ts	15	27	2
沖積砂質土層		As	17	0	21
ローム層		Lm	15	64	10
上総層群	第一粘性土層	Hrc-1	18	110	0
	第一砂質土層 風化部	Hrs-1(w)	17	0	25
	第一砂質土層	Hrs-1	19	0	30
平山層	第二粘性土層	Hrc-2	18	500	0
	第一礫質土層	Hrg-1	21	0	40
	第二砂質土層 風化部	Hrs-2(w)	17	0	25
	第二砂質土層	Hrs-2	19	0	30
	第二礫質土層	Hrg-2	19	0	35
	第三砂質土層 風化部	Hrs-3(w)	17	0	25
	第三砂質土層	Hrs-3	19	0	30
	第三礫質土層	Hrg-3	21	0	40

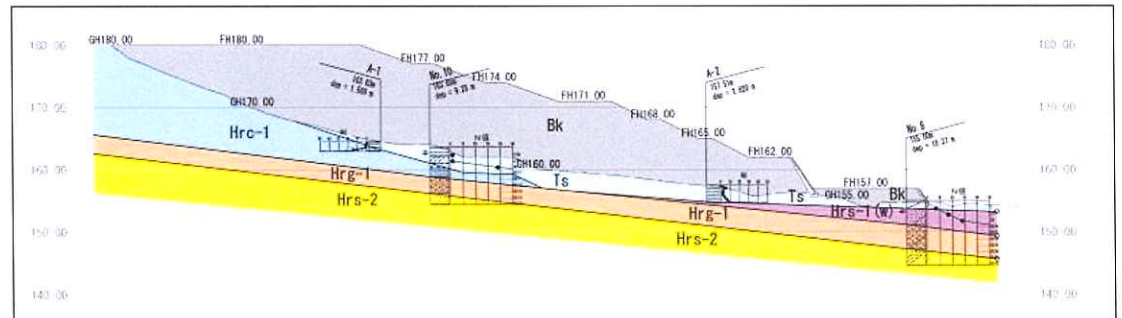
ボーリング調査・簡易貫入試験による地層断面。Bkは将来の盛土。

安定度検討に使用した地層断面は、盛土施工を行う法面下に現存する沢に沿って検討を行った。調整池A側法面は現存する沢2カ所A-A'・B-B'の2断面での安定検討とした。

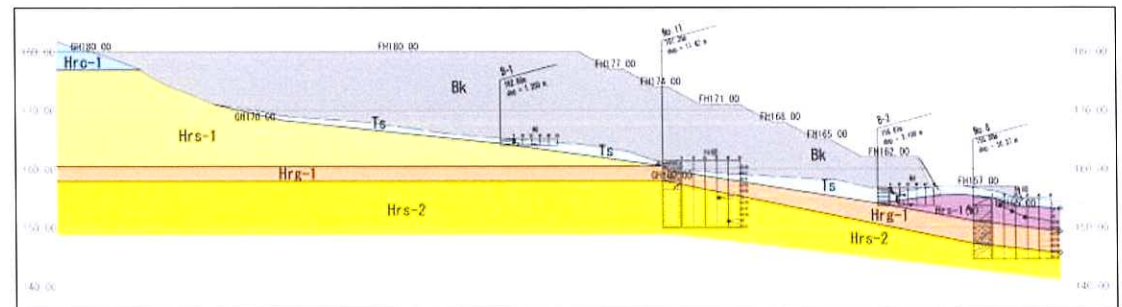
【1-1断面】



【A-A断面】



【B-B断面】



5) 地層断面による安定解析

安定解析は下記の3ケース(①盛土を未改良で施工した場合、②現況のTs層、As層のみを改良した場合、③施工する盛土をすべて改良土とした場合)とした。

①盛土を未改良で施工した場合

地山部分は現在安定した斜面であるので、盛土内での安定状態を円弧すべりの検討によりすべりに対する安全率Fs、および最小値となるすべり位置を確認した。安全である基準Fsは常時1.50、地震時1.0である。

検討に用いた盛土の性状はロームとし、「道路土工 盛土工指針」に示されている右表の値を用いた(単位体積重量14kN/m³、粘着力c10kN/m²、内部摩擦角20°)。

各土質の物性値「道路土工 盛土工指針」

結果は1-1断面、A-A断面、B-B断面共には常時、地震時共に安全率が基準値を下回る結果となった。

【安定計算結果】(検討図p1~p3)

	常時	判定	地震時	判定
1-1断面	1.048	×	0.576	×
A-A断面	1.219	×	0.597	×
B-B断面	1.26	×	0.668	×

種類	状態	単位体積重量 (kN/m ³)	せん断抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	地盤工学会基準 ^(注)	
盛土	礫および礫まじり砂	20	40	0	{G}	
	砂	締め固めたもの	20	35	0	{S}
		粒径幅の広いもの	19	30	0	{S}
	砂質土	締め固めたもの	19	25	30以下	{S F}
粘性土		18	15	50以下	{M}, {C}	
関東ローム	締め固めたもの	14	20	10以下	{V}	

②地山の表層Ts層(表土・沖積粘性土層・斜面堆積物)とAs層(沖積砂質土層)のみを改良した場合

盛土は改良しない材料をそのまま用い、Ts層、As層のみを粘着力c=90~100kN/m²に強度増加(改良)した場合の安全率を確認した。

結果は下表に示すようにA-A断面、B-B断面では常時の安全率はクリアしたが、他は基準値を下回る結果となった。

【安定計算結果】(検討図p4~p6)

	常時	判定	地震時	判定
1-1断面	1.314	×	0.718	×
A-A断面	1.889	○	0.929	×
B-B断面	1.552	○	0.843	×

地層名	記号	単位体積重量 γ kN/m ³	粘着力 c kN/m ²	内部摩擦角 ϕ 度	
盛土層	B	14	10 90, 50	20	
沖積粘性土層	Ts	15	27 90, 50	2	
沖積砂質土層	As	17	0 90	21	
ローム層	Lm	15	64	10	
上総層群 平山層	第一粘性土層	Hrc-1	18	110	0
	第一砂質土層	Hrs-1(w)	17	0	25
	第一砂質土層	Hrs-1	19	0	30
	第二粘性土層	Hrc-2	18	500	0
	第一礫質土層	Hrg-1	21	0	40
	第二砂質土層	Hrs-2(W)	17	0	25
	第二砂質土層	Hrs-2	19	0	30
	第二礫質土層	Hrg-2	19	0	35
	第三砂質土層	Hrs-3(w)	17	0	25
	第三砂質土層	Hrs-3	19	0	30
第三礫質土層	Hrg-3	21	0	40	

③盛土+表層Ts層(表土・沖積粘性土層・斜面堆積物)+As層(沖積砂質土層)を改良した場合

・改良強度は粘着力c=90kN/m²(1-1断面)、50kN/m²(A・B断面)に強度増加(改良)した場合の安全率を確認した。

・地下水位は原地盤の通常時の地下水とした。

【安定計算結果】(検討図p7~p9)

	改良強度 粘着力c kN/m ²	常時	判定	地震時	判定
1-1断面	90	2.201	○	1.071	○
A-A断面	50	2.334	○	1.171	○
B-B断面	50	2.275	○	1.239	○

※盛土層の粘着力cは1-1断面は90kN/m²に、A-A、B-B断面では50kN/m²に改良として検討。

※Ts層の粘着力cは1-1断面は90kN/m²に、A-A、B-B断面では50kN/m²に改良として検討。

※1-1断面に分布するAs層の粘着力cはB、Tsと同様の改良強度90kN/m²で検討。

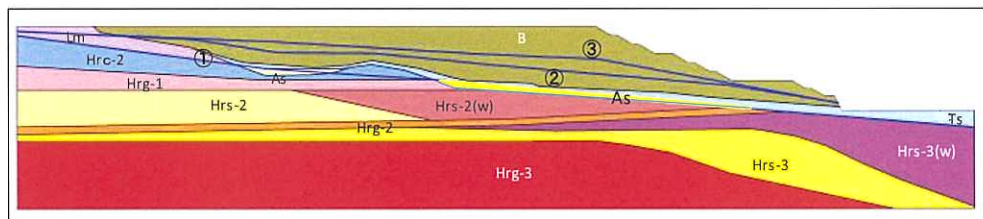
6) 盛土施工後に地下水位が上昇した場合の安全性検討

施工後の地下水上昇は①の通常時に対して②盛土高さの1/3まで上昇した場合、③盛土高さの1/2まで上昇した場合の①、②の2ケースとした。

・十分な排水計画を検討している為、また、盛土材の地盤改良により地下への浸透量が少ないと考え、飽和層の天端は下流に向かって下がっていく事とした。

・1/2水位・1/3水位での検討は、八王子市大規模造成懇談会での過去の事例に倣って行っている。

【1-1断面】

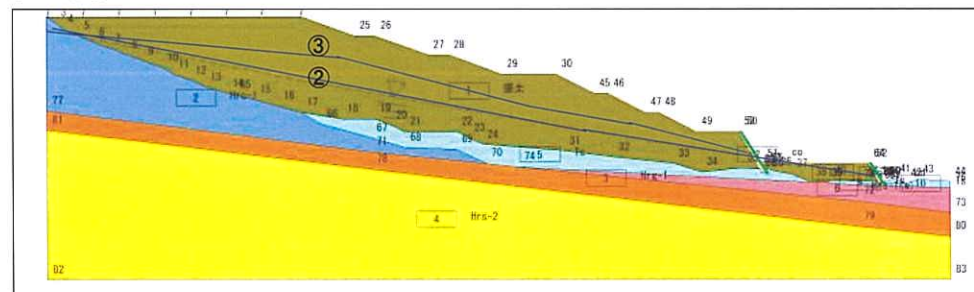


①盛土高さの1/3まで地下水が上昇した場合の安定度

【安定計算結果】

	改良強度 粘着力c kN/m ²	常時	判定	地震時	判定
1-1断面	90	2.201	○	1.071	○
A-A断面	50	2.254	○	1.131	○
B-B断面	50	2.183	○	1.187	○

【A-A断面】

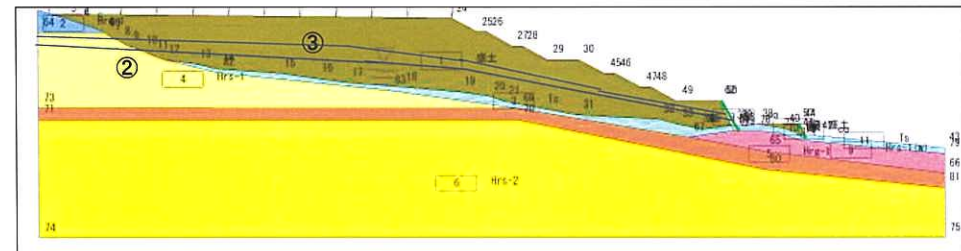


②盛土高さの1/2まで地下水が上昇した場合の安定度

【安定計算結果】

	改良強度 粘着力c kN/m ²	常時	判定	地震時	判定
1-1断面	90	2.097	○	1.004	○
A-A断面	50	2.166	○	1.084	○
B-B断面	50	1.990	○	1.023	○

【B-B断面】



【結果】

- 1.1-1断面：地下水位が盛土の1/3または1/2まで上昇しても安全率は確保できる。
- 2.A-A断面、B-B断面：共に地下水位が盛土の1/3または1/2まで上昇しても安全率は確保できる。
- 3.当計画は、盛土内の複数段の排水層設置により地下水が滞留することがないような構造としている。よって、今後の検討は地下水が盛土高さの1/3まで上昇した形状で行う。

7) 複合すべりでの検証(地下水位:盛土高さ1/3)

自然斜面や切土による斜面では円弧と直線を組み合わせたような形状となることが多い。

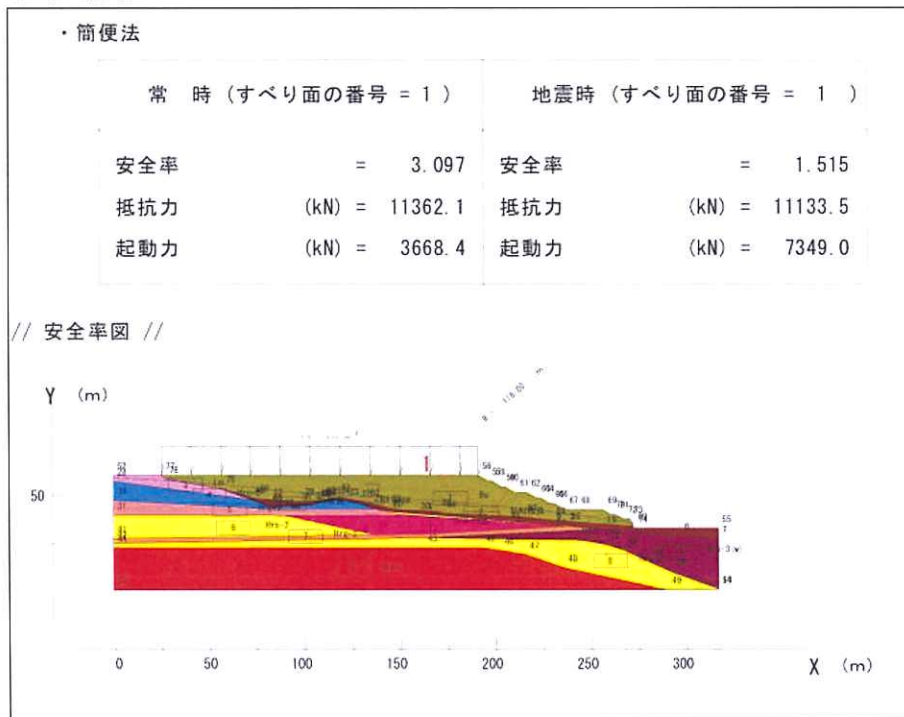
本計画では盛土内に地下水が滞留しない排水計画用いていることから、水位の上昇は盛土の1/3程度と考え、複合すべりの検討を行った結果を記載する。

なお、すべり面は円弧すべりで最小安全率を示した円弧位置、半径を使用した。

結果は1-1断面、A-A断面、B-B断面共に基準値を満足する値となった(常時1.5以上、地震時1.0以上)。

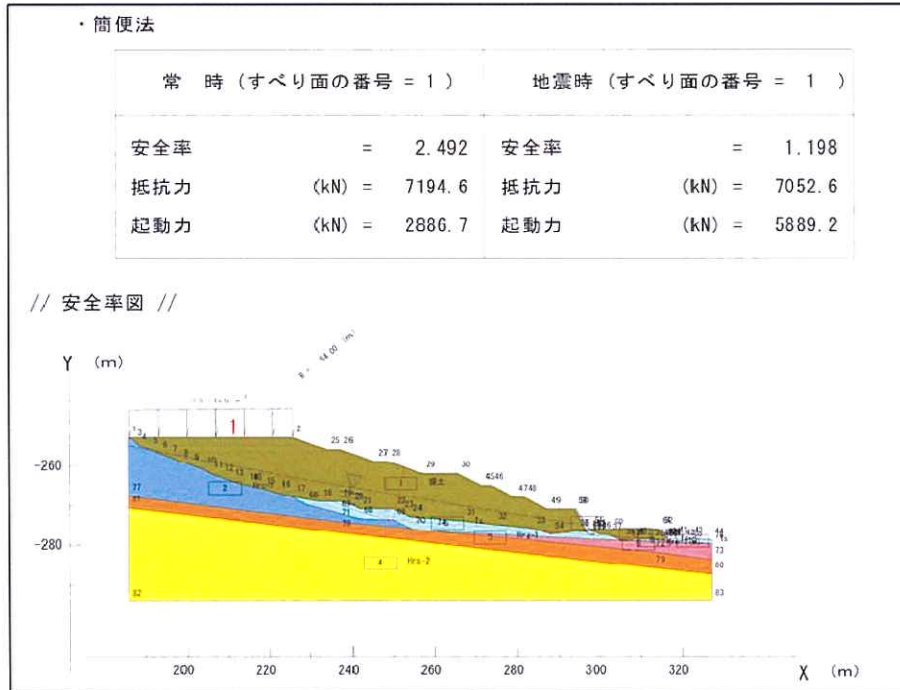
【1-1断面】

《常時・地震時》



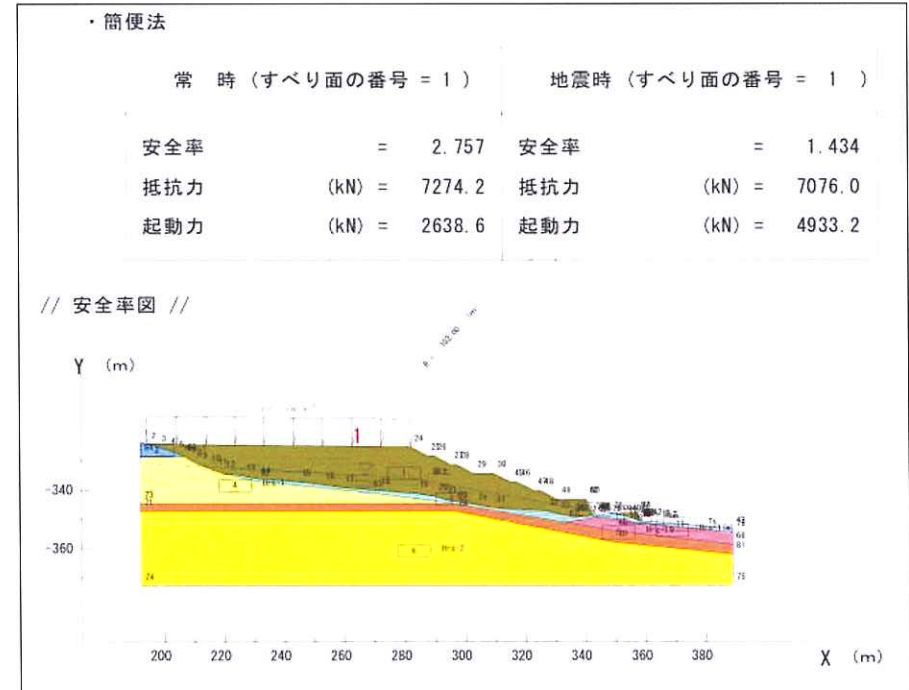
	設計水平震度	Fs	基準値	判定
常時	-	3.097	1.5	○
地震時	0.25	1.515	1.00	○

【A-A断面】
《常時・地震時》



	設計水平震度	Fs	基準値	判定
常時	-	2.492	1.5	○
地震時	0.25	1.198	1.00	○

【B-B断面】
《常時・地震時》

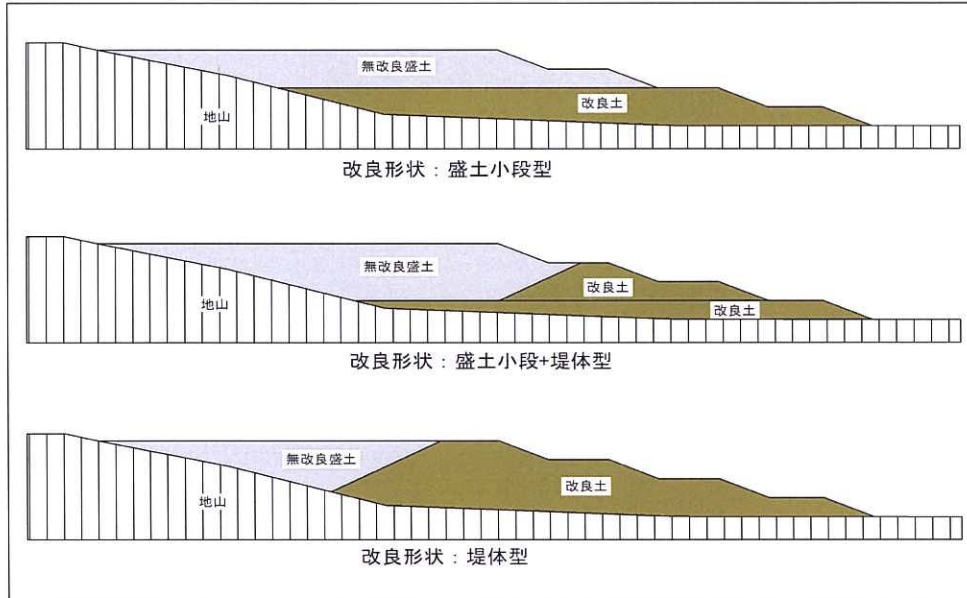


	設計水平震度	Fs	基準値	判定
常時	-	2.757	1.5	○
地震時	0.25	1.434	1.00	○

8) 盛土改良範囲の検討

盛土材は改良により強度増加を図ったものを使用することとするが、全面改良では施工性・経済性に不利となる。ここでは、1-1断面、A-A断面、B-B断面において、基準のFs値を満たす安定した斜面と判定される改良位置を検討した（Fs基準値、常時：1.5 地震時：1.0）。

【改良範囲形状：盛土小段型、盛土小段+堤体型、堤体型】



堤体型とするとき「道理工 盛土工指針H22」より、その勾配は1：1.8とした。

表4-1-9 盛土材及び盛土高に対する標準法面勾配の目安

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章に示す締め固め管理基準値を満たす盛土に適用する。
粒度の悪い砂(SG)	5~15m	1:1.8~1:2.0	
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(沖積層の硬い粘質土、粘土、関東ローム等)	5m以下	1:1.5~1:1.8	()の統一分類は代表的なものを参考に示したものである。
	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	標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算を行う。

【使用した土質定数】(再掲)

無改良の盛土はロームとし、「道理工 盛土工指針」に示されている下表の値を用いた。

表4-1-10 無改良盛土の定数値

種類	状態	単位体積重量 (kN/m ³)	せん断抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	地盤工学会基準 ^{H22)}	
盛土	礫および礫まじり砂	締め固めたもの	20	40	0	{G}
		締め固めたもの	20	35	0	{S}
	砂	締め固めたもの	19	30	0	{S}
		分級されたもの	19	30	0	{SF}
砂質土	締め固めたもの	19	25	30以下	{M}, {C}	
粘性土	締め固めたもの	18	15	50以下	{M}, {C}	
関東ローム	締め固めたもの	14	20	10以下	{V}	

各地層の定数値は地質調査で設定した値を用いた。

表4-1-11 各地層の定数値

地層名	記号	単位体積重量 γ kN/m ³	粘着力 c kN/m ²	内部摩擦角 ϕ 度	
盛土層	B	14	10	20	
沖積粘性土層	Ts	15	27	2	
沖積砂質土層	As	17	0	21	
ローム層	Lm	15	64	10	
上総層群	第一粘性土層	Hrc-1	18	110	0
	第一砂質土層 風化部	Hrs-1(w)	17	0	25
	第一砂質土層	Hrs-1	19	0	30
	第二粘性土層	Hrc-2	18	500	0
	第一礫質土層	Hrg-1	21	0	40
	第二砂質土層 風化部	Hrs-2(w)	17	0	25
	第二砂質土層	Hrs-2	19	0	30
	第二礫質土層	Hrg-2	19	0	35
	第三砂質土層 風化部	Hrs-3(w)	17	0	25
平山層	第三砂質土層	Hrs-3	19	0	30
	第三礫質土層	Hrg-3	21	0	40

※盛土及びTs層・As層の改良土では粘着力 c を50~200kN/m²の範囲で変化

させて検討した。

この時、盛土・Ts層・As層の粘着力は同値とした。

【検討結果】

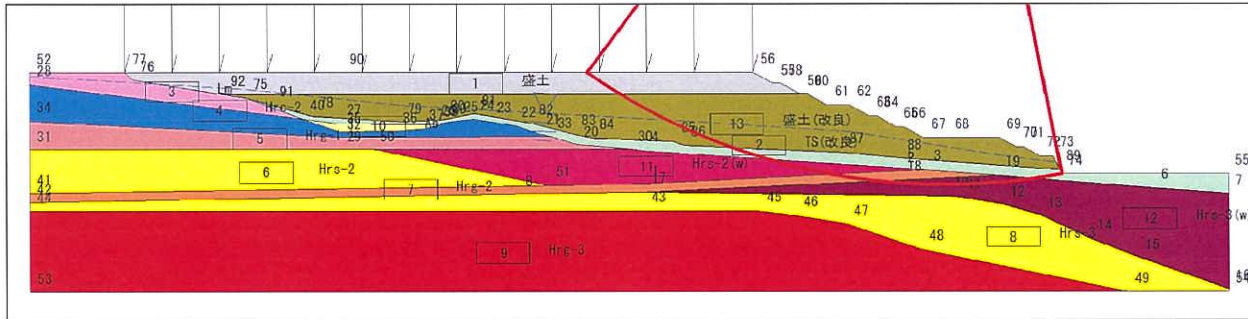
<1-1断面>

検討ケース：改良強度・改良範囲を変えて検討

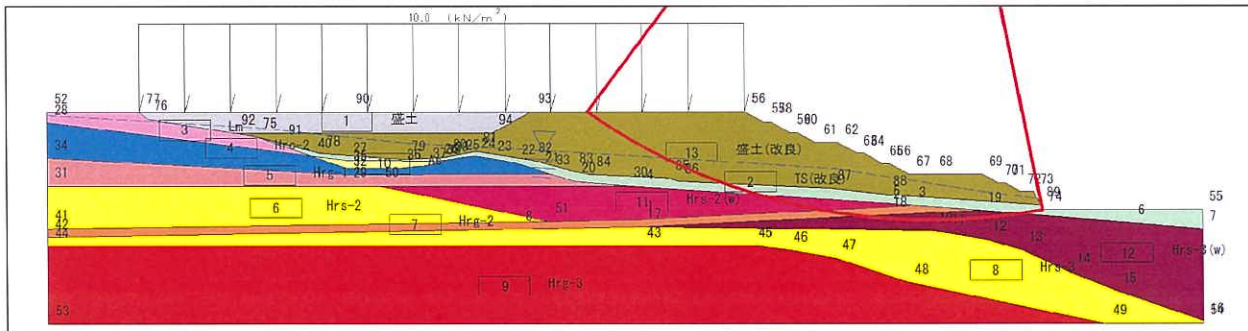
盛土小段型	盛土小段+堤体型	堤体型
9ケース	4ケース	1ケース

- ・ 小段毎の改良では7段目までを改良土で盛土することにより安全率Fsの基準を満足することができる。
この場合、盛土強度増加は全体改良時（ $c = 90\text{kN/m}^2$ ）よりも増加させ、 $c=110\text{kN/m}^2$ 以上にする必要がある。
- ・ 小段改良+堤体改良では堤体型の改良よりも改良部分が大きくなる。
- ・ 堤体型の改良は $c = 90\text{kN/m}^2$ において盛土全延長の1/3程度で堤体型とすることで基準値をクリアする。

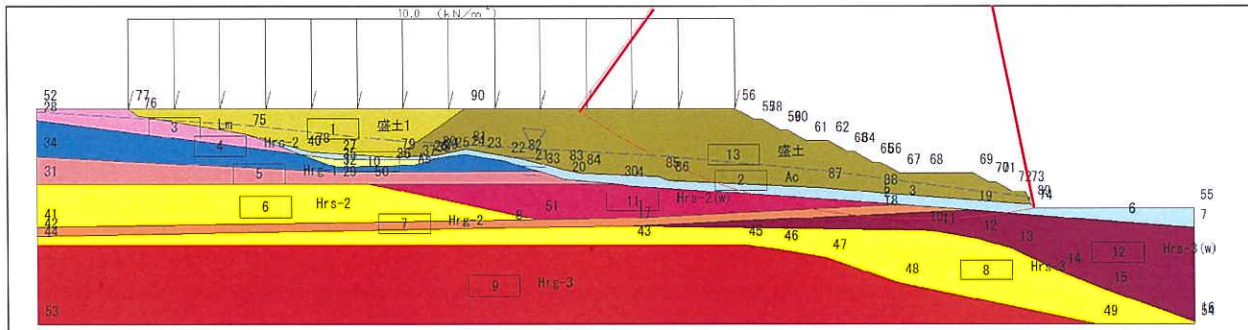
盛土小段型



盛土小段+堤体型



堤体型



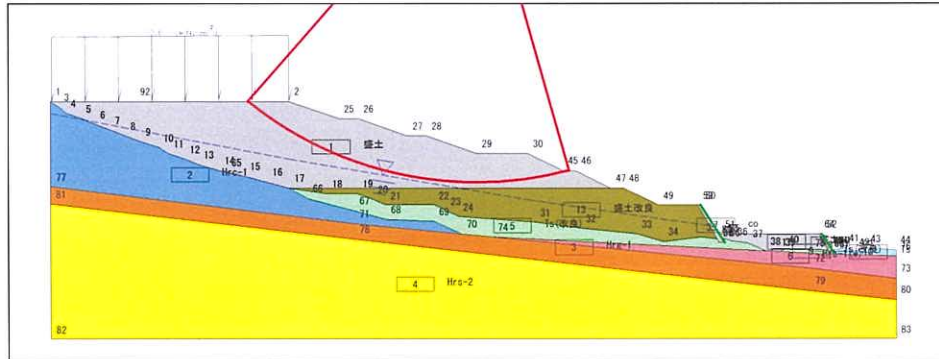
< A-A断面 >

検討ケース：改良強度・改良範囲を変えて検討

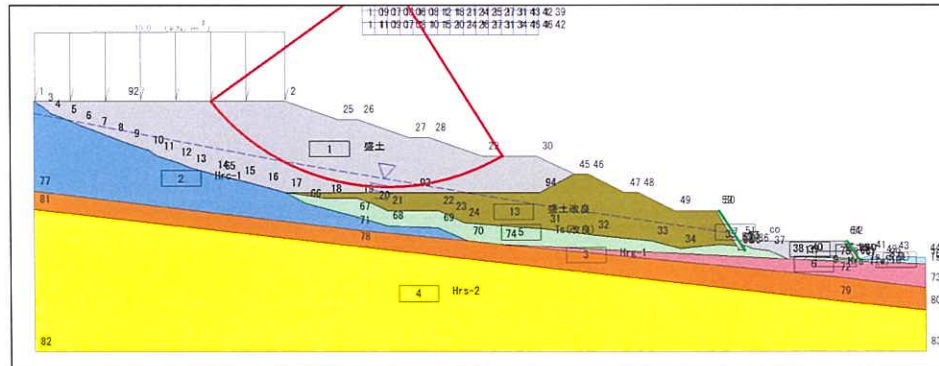
盛土小段型	盛土小段+堤体型	堤体型
9ケース	4ケース	3ケース

- ・ 小段毎の改良では盛土粘着力 c を 70kN/m^2 にすることにより2段目以上の改良で基準値をクリアする。
- ・ 小段（2段目）+堤体型改良では盛土粘着力 c を 70kN/m^2 にすることにより改良範囲が小さくなる。
- ・ 堤体型改良では盛土粘着力 c を 70kN/m^2 にすることにより改良範囲が小さくなる。

盛土小段型



盛土小段+堤体型



堤体型

