

第2回 主要地方道乗鞍公園線「路側崩壊」対策検討会

次 第

日時：令和4年10月28日（金）15：00～

場所：岐阜大学工学部 A棟5階 A530

1 開 会

2 第2回 主要地方道乗鞍公園線「路側崩壊」対策検討会

議事1：崩壊メカニズムの検証

議事2：令和2年度災害復旧工事（設計）の検証

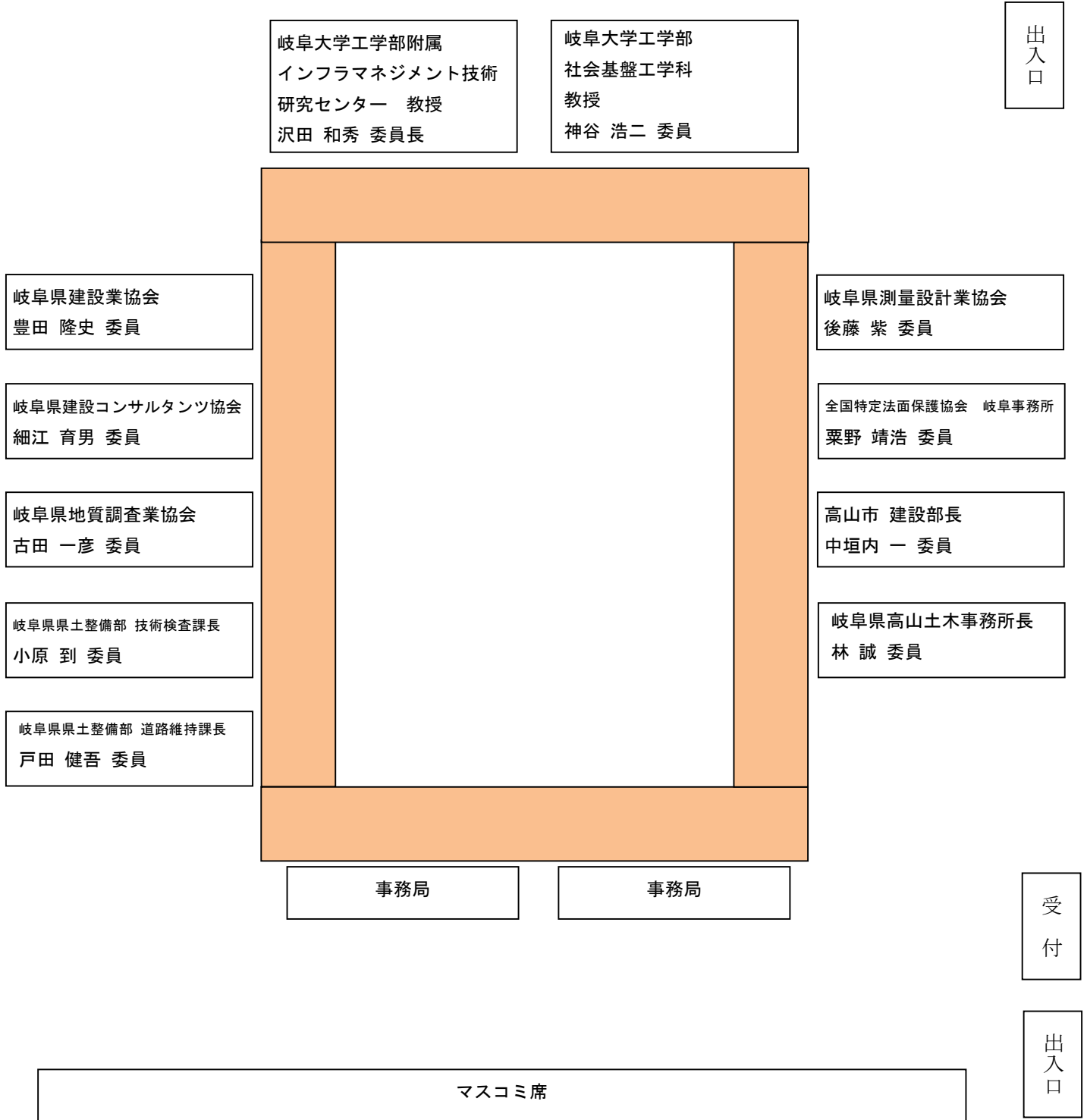
議事3：令和2年度災害復旧工事（施工）の検証

議事4：復旧工法の提案

3 閉 会

配席図

主要地方道乗鞍公園線「路側崩壊」対策検討会（15：00～16：30）



第2回 主要地方道乗鞍公園線「路側崩壊」対策検討会

出席者一覧

役職	所属	氏名
委員長	岐阜大学工学部附属インフラマネジメント技術研究センター 教授	沢田 和秀
委員	岐阜大学工学部社会基盤工学科 教授	神谷 浩二
委員	(一社) 岐阜県建設業協会	豊田 隆史
委員	(一社) 岐阜県測量設計業協会	後藤 紫
委員	(一社) 岐阜県建設コンサルタント協会	細江 育男
委員	(一社) 全国特定法面保護協会 岐阜事務所	栗野 靖浩
委員	岐阜県地質調査業協会	古田 一彦
委員	高山市 建設部長	中垣内 一
委員	岐阜県 県土整備部技術検査課長	小原 到
委員	岐阜県 県土整備部道路維持課長	戸田 健吾
委員	岐阜県 高山土木事務所長	林 誠

1. 令和4年9月9日の被災状況

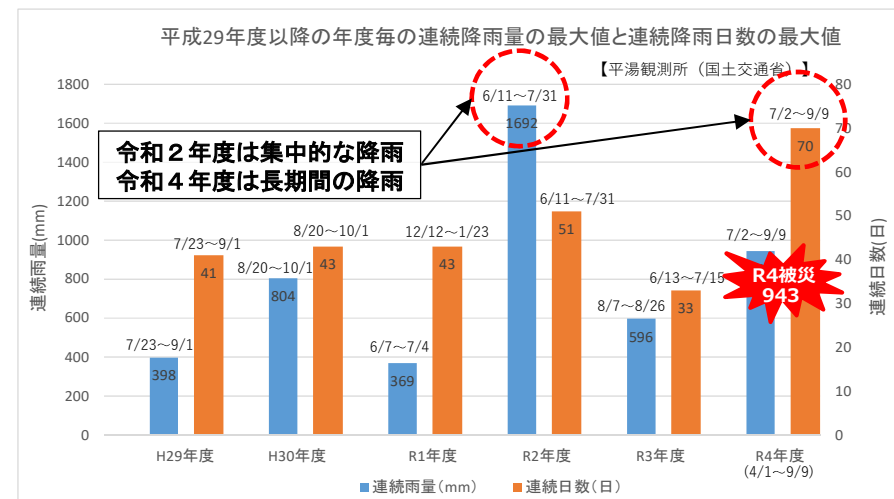
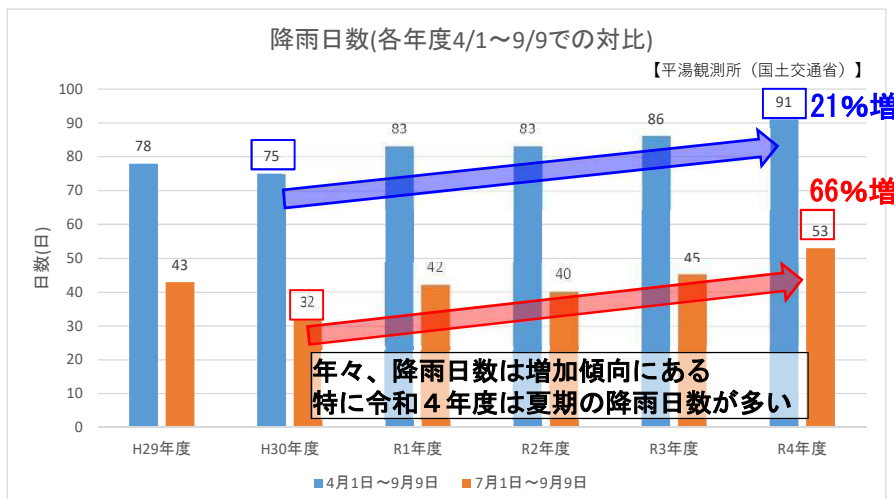
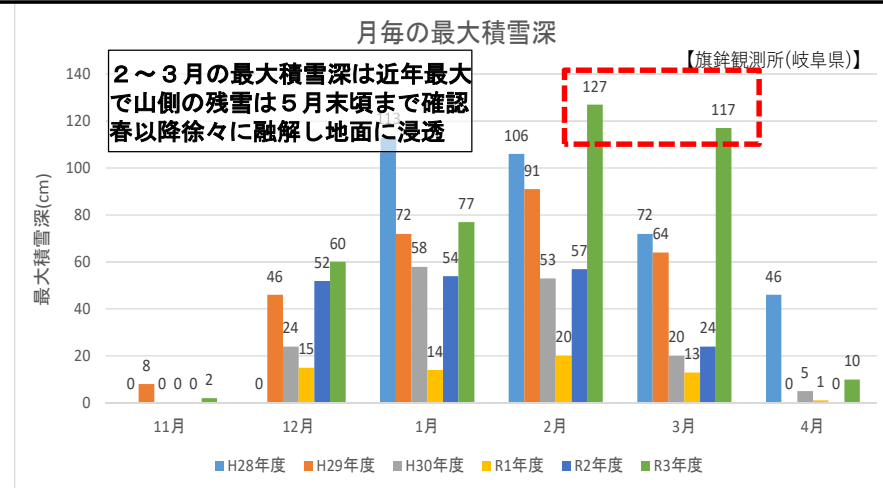
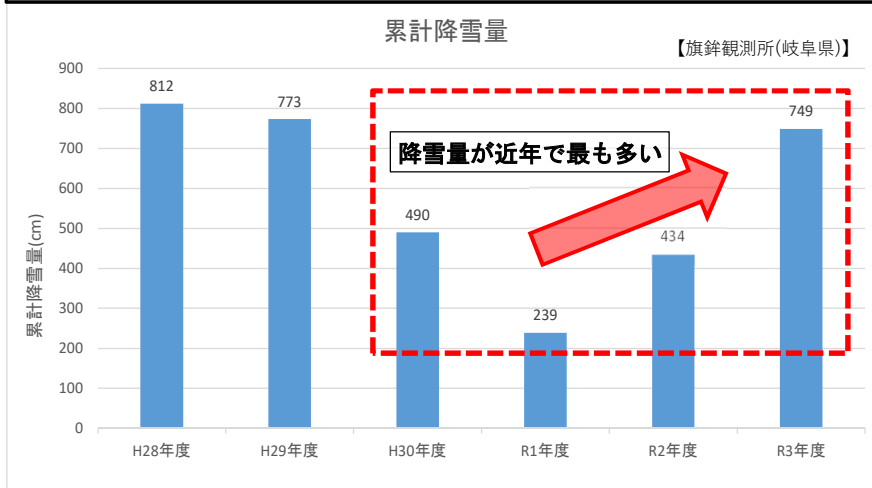
- ・平湯ゲート側（垂直擁壁にて復旧した箇所）を中心に、擁壁背面の地山から大きく崩壊が発生した



崩壊メカニズムの検証

2. 被災地の気象の特徴

- 令和3年度の冬期は降雪が多く、特に春先の残雪量は過去5年と比べ最多であり、多量の融雪水が発生
- 令和4年度の降雨日数は過去5年と比べ最多であり、連続降雨日数も同様に最多、連続降雨量も令和2年（前回被災時）に次いで多い



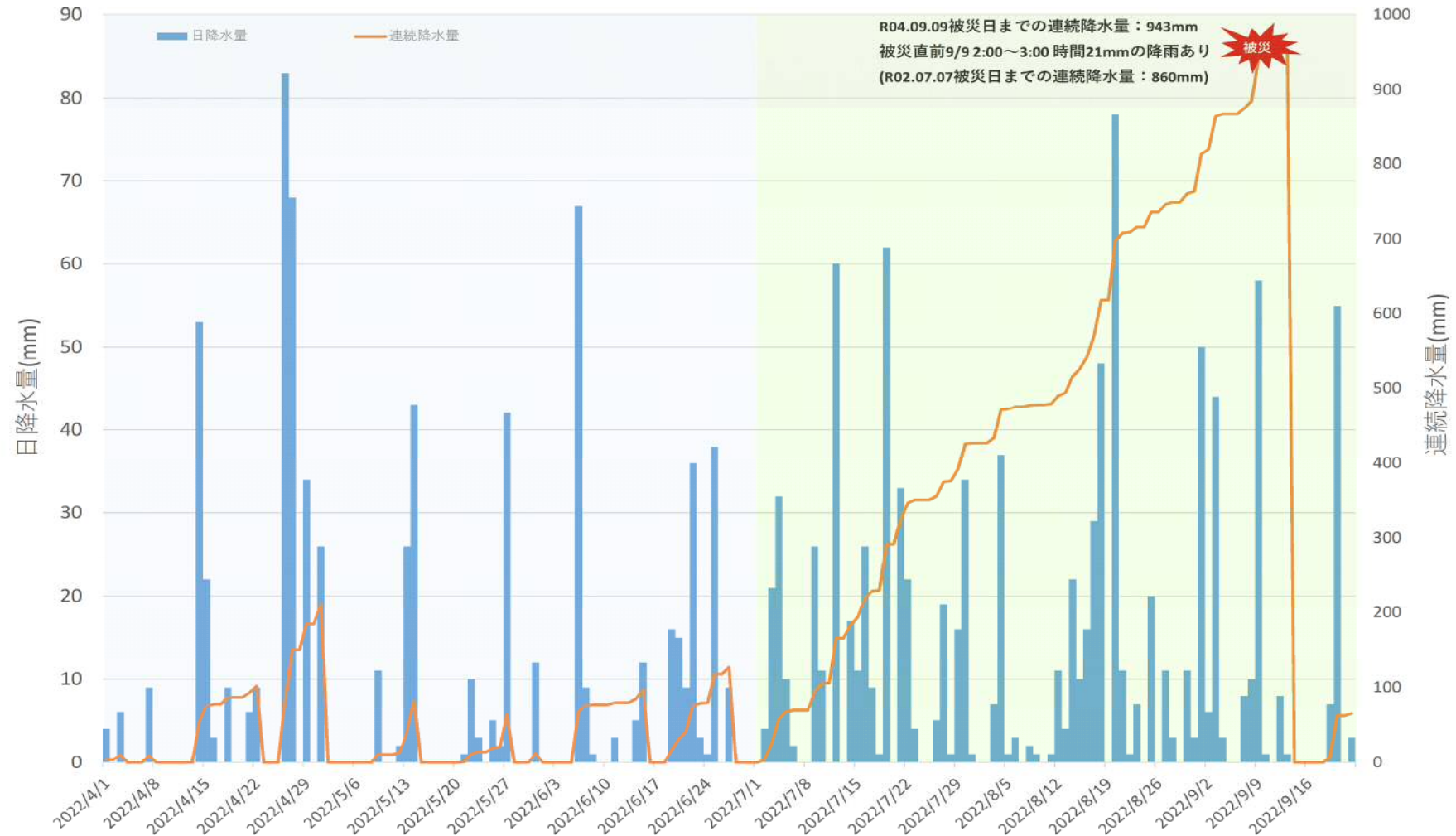
*1: 連続: 雨の降り始めから降り終わりまでを『連続』と称する。ただし、本資料では雨の降り終わりとは、無降雨日が3日*連続した場合と定義する
*2: 切土補強面からの湧水の観測において、雨が降り止んだ9/13から9/15の3日間、湧水が確認(9/16に枯涸)されたことから、降雨が地下水に影響を与える期間を3日と見なした

崩壊メカニズムの検証

3. 被災地の地下水上昇機構

- ・ 7月から9月に被災するまで間、連続した降雨により、地下水量が増加した

令和4年4月～9月までの日降水量と連続降水量



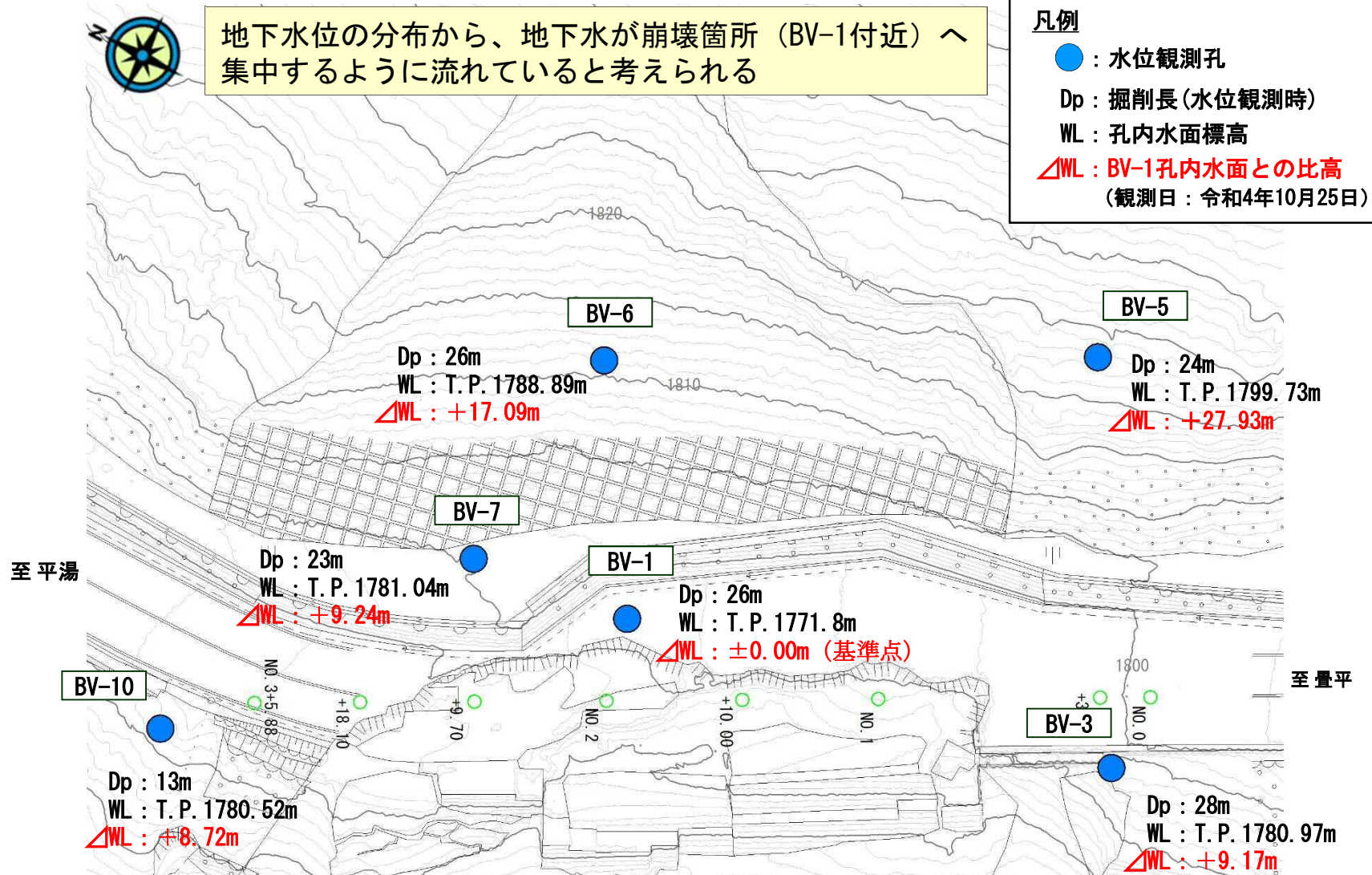
平湯観測所(国交省)

崩壊メカニズムの検証

4. 被災地の地下水流向の想定

- 山側の地下水は、崩壊箇所集中して流入したと考えられる

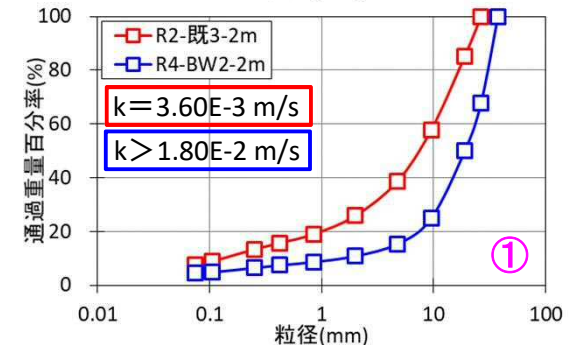
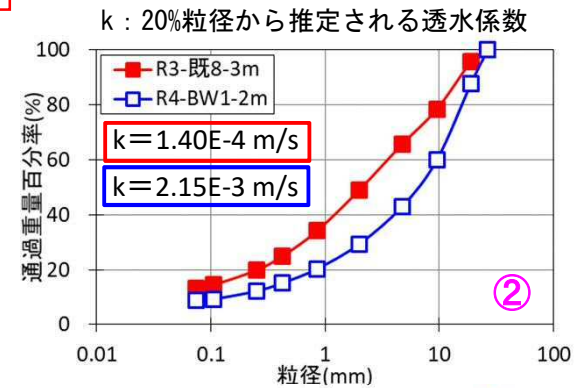
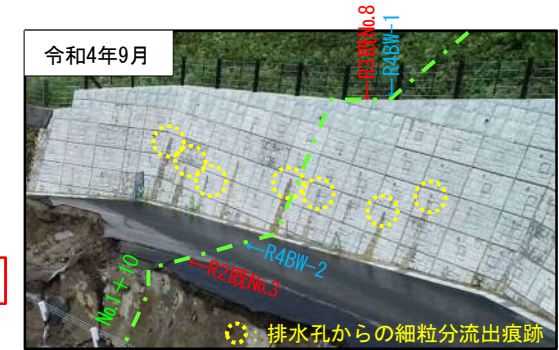
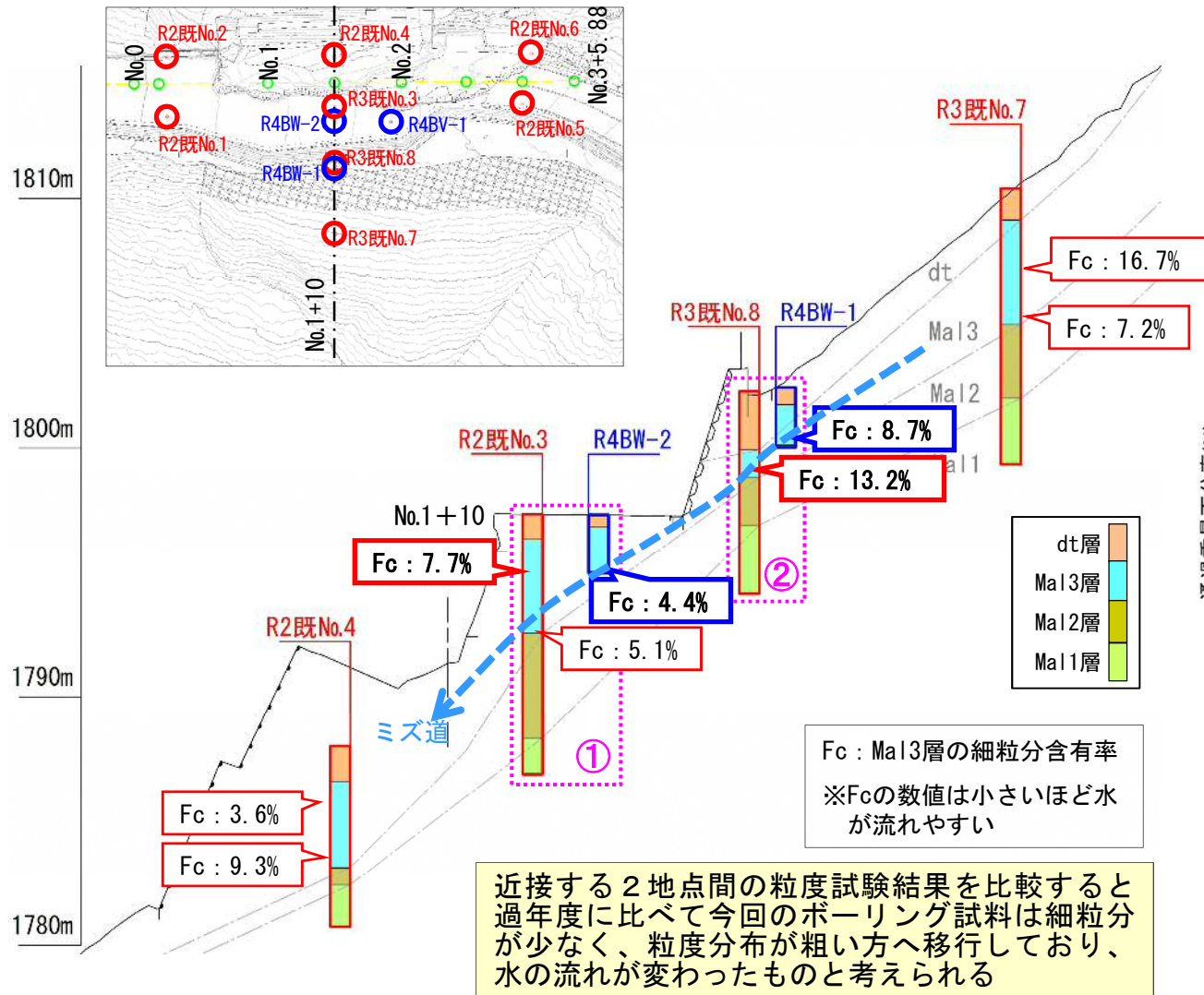
ボーリング孔内の水位観測結果



崩壊メカニズムの検証

5. 粒度試験結果による水の流れの推定

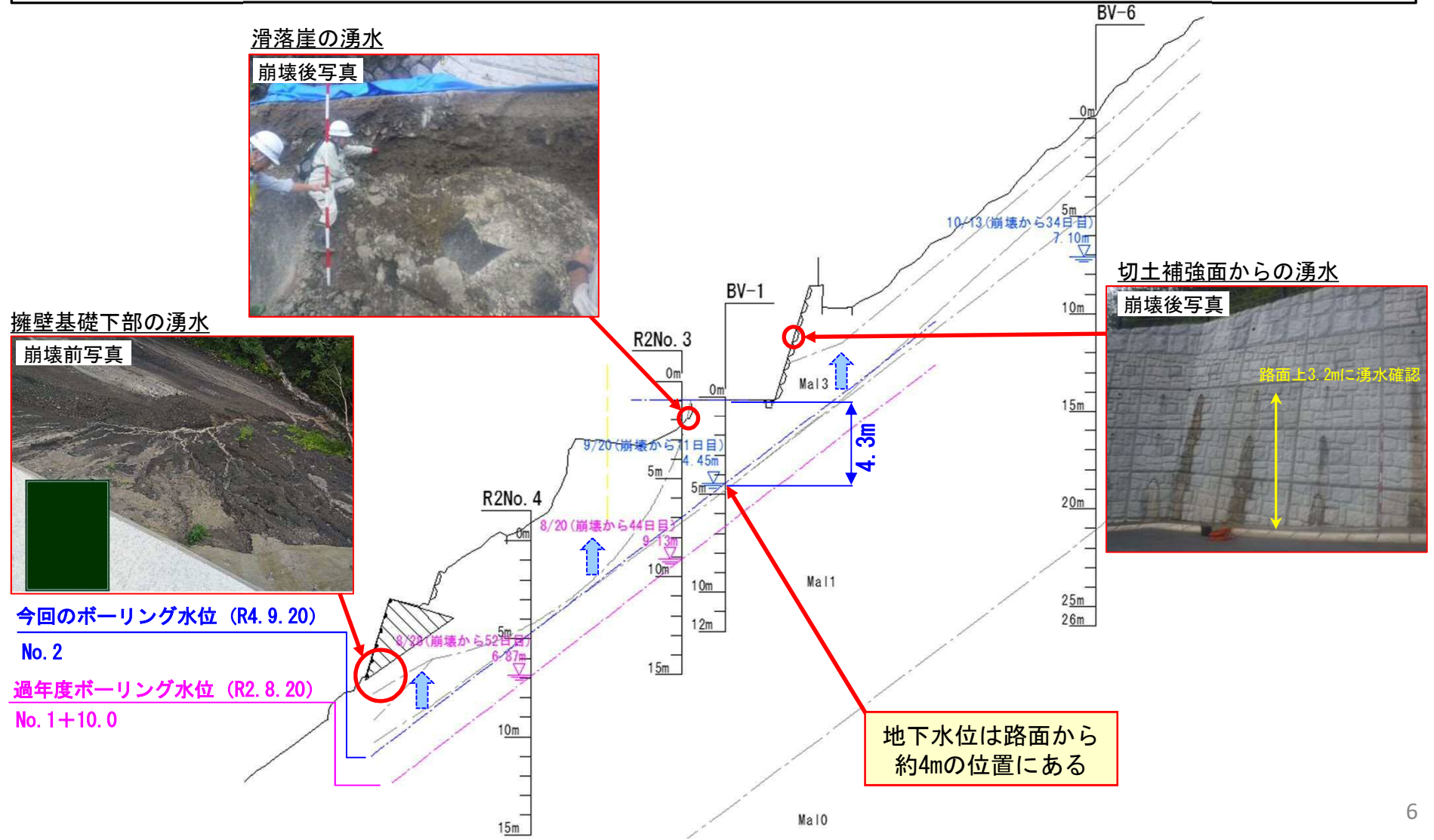
- ・ 過年度と比較すると、細粒分の割合が減少している
- ・ 切土補強の水抜管から茶色い湧水が出ている事象とあわせると、細粒分が抜けたと考えられる



崩壊メカニズムの検証

6. ボーリング孔内の地下水位

- ・ 令和2年度の設計時に想定していた地下水位より、今回の水位は高い位置にあった可能性がある
- ・ 被災時には、水分量が増加し地下水位がさらに上がっていた可能性がある
- ・ 崩壊前後に擁壁基礎下部や切土補強壁面の水抜管、滑落崖において湧水を確認



崩壊メカニズムの検証

7. 山側擁壁からの湧水状況

- ・ 令和3年度の冬期前には、背面擁壁からの湧水は確認されなかった
- ・ 冬期後からは、特に平湯側から細粒分を含んだ茶色い湧水が高い位置で確認された
⇒ 冬期を経て、地中の水の流れが変わり、垂直擁壁背面部に地下水が集水されるようになり、地下水位が上昇したと考えられる



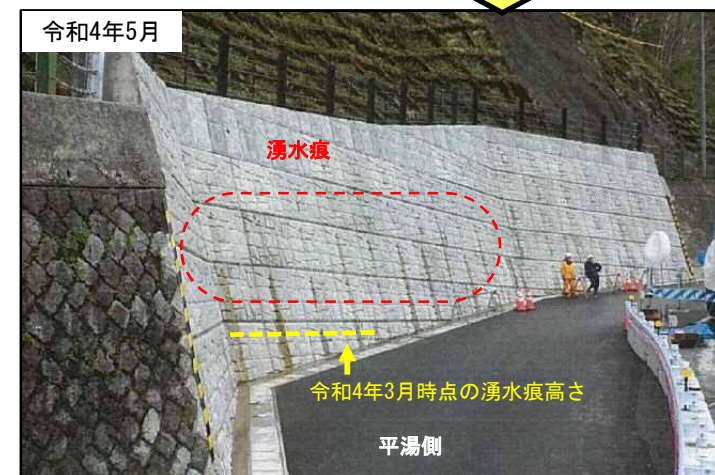
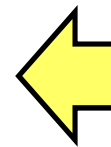
切土補強壁面（復旧構造）に明瞭な湧水跡は確認できない



切土補強壁面下部の排水管から湧水痕が確認される



切土補強のほぼ全体に湧水痕が確認できるが、平湯側は高い位置からの湧水痕が色濃くなっている



融雪が進み平湯側の湧水痕が高い位置へ変化

崩壊メカニズムの検証

8. 地下水位置変化の推定

- ・ 令和3年度は降雪が多く、山側の積雪は5月末頃まで残っていた
- ・ 融雪水が長期にわたり地中に浸潤したことにより、土中の細粒分が流され、地中の水の流れが変化したと考えられる



切土補強の水抜管から出る湧水の位置が高くなった事象より、垂直擁壁背面部に地下水が集水されるようになり、地下水位が上昇したと考えられる

- ・ 上記に加え、7月2日からの継続的な降雨により、地表面から多量の水が地中に浸潤した

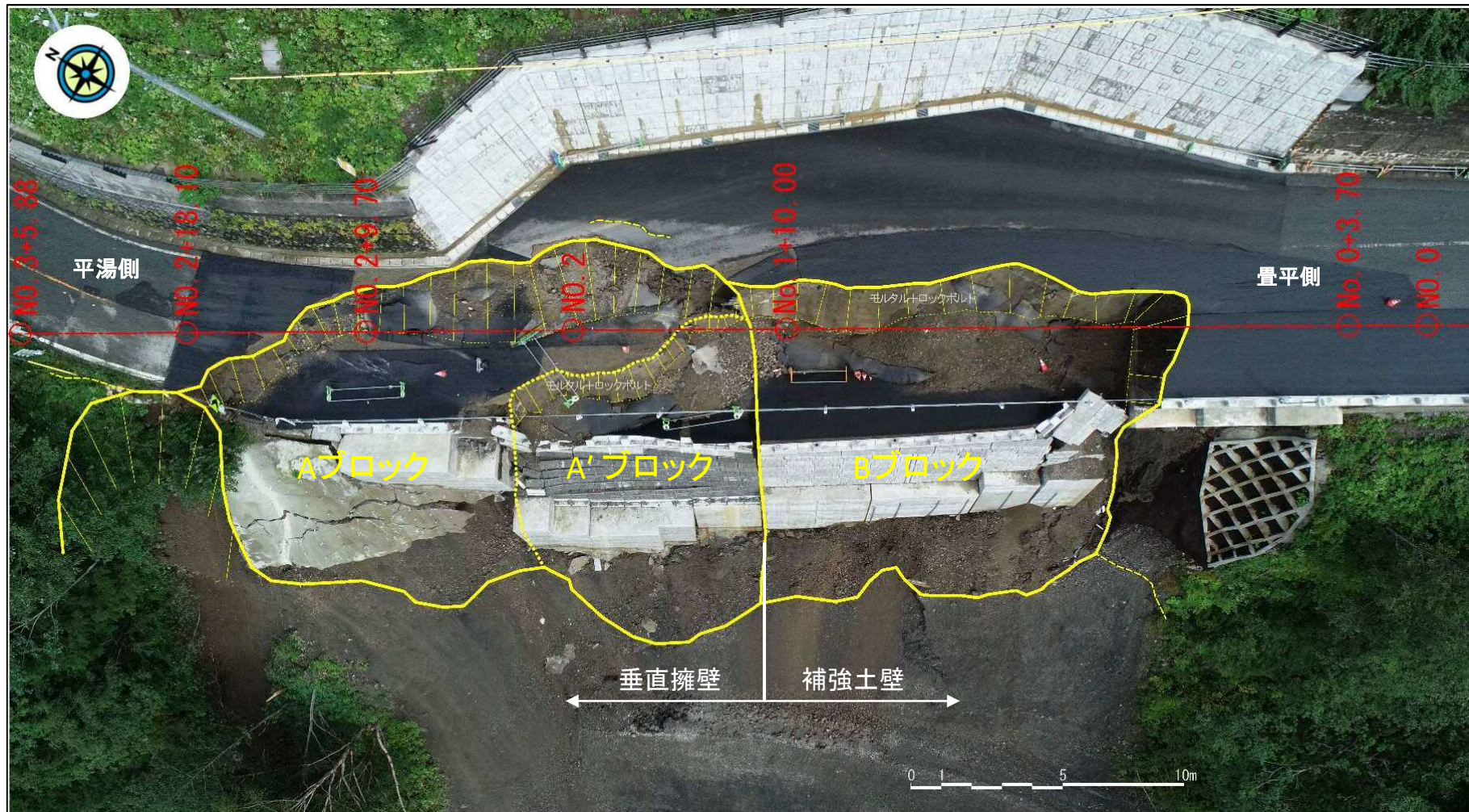


地下水量がさらに増加した

崩壊メカニズムの検証

9. 崩壊メカニズム

- ・ 崩壊の状況から、新たな崩落箇所（Aブロック）と、旧崩壊箇所の地山補強部が残存している箇所（Bブロック）に分割する
- ・ Aブロックのうち、滑動の状況から、垂直擁壁部をA'ブロックとする



崩壊メカニズムの検証

- 令和2年の被災時は、路面水が谷側路側に流れ込み、飽和した表層の土砂地盤が崩壊
- 令和4年の被災時は、融雪水や降雨の影響による地下水量の異常な増加により地山から崩壊したと考えられる

崩壊ステップ

気象状況や地下水、崩壊ブロックの状況を踏まえ、崩壊は下表のステップで発生したと考えられる

	① R2被災時	② R2被災後	③ 崩壊対策直後	④ R4崩壊前半	⑤ R4崩壊後半
Aブロック (No.2断面)	<p>豪雨により多量な路面水が谷側に流下し、斜面に浸透した浸透水により飽和した緩い土砂地盤（崖錐とD級層の一部）が崩落</p>	<p>不安定化した土塊は崩落し、滑落崖には自立した形状でD級岩盤が露出</p>	<p>滑落崖は自立していたものの、露出するD級岩盤は表層崩壊の懸念のある風化岩であったことから、地山補強工（コンクリート吹付と鉄筋挿入工）で表層崩壊を防止し、その前面に擁壁基礎（圧縮補強土）を設置、垂直擁壁を構築</p>	<p>融雪や降雨により地下水量が増加し、Aブロックのすべり面に作用する間隙水圧が増加したことにより、地山にて円弧すべりが発生。圧縮補強土の崩壊を伴い、垂直擁壁及び擁壁基礎が崩落</p>	<p>目視確認の状態。湧水箇所①、湧水箇所②。A'ブロックでは、谷側に押し出された垂直擁壁と擁壁基礎が支持力を失い、斜面を滑落</p>
Bブロック (No.1+10断面)	<p>豪雨により多量な路面水が谷側に流下し、斜面に浸透した浸透水により飽和した緩い土砂地盤（崖錐とD級層の一部）が崩落</p>	<p>不安定な土塊は崩落し、滑落崖には自立した形状でD級岩盤が露出</p>	<p>滑落崖は自立していたものの、露出するD級岩盤は表層崩壊の懸念のある風化岩であったことから、地山補強工（コンクリート吹付と鉄筋挿入工）で表層崩壊を防止し、その前面に擁壁基礎（圧縮補強土）を設置、垂直擁壁を構築</p>	<p>Aブロックにおける圧縮補強土の崩壊に引きずられ、Bブロックの圧縮補強土も崩壊。圧縮補強土の崩壊に伴い補強土壁と擁壁基礎も斜面を滑落したと考えられる</p>	

崩壊メカニズムの検証

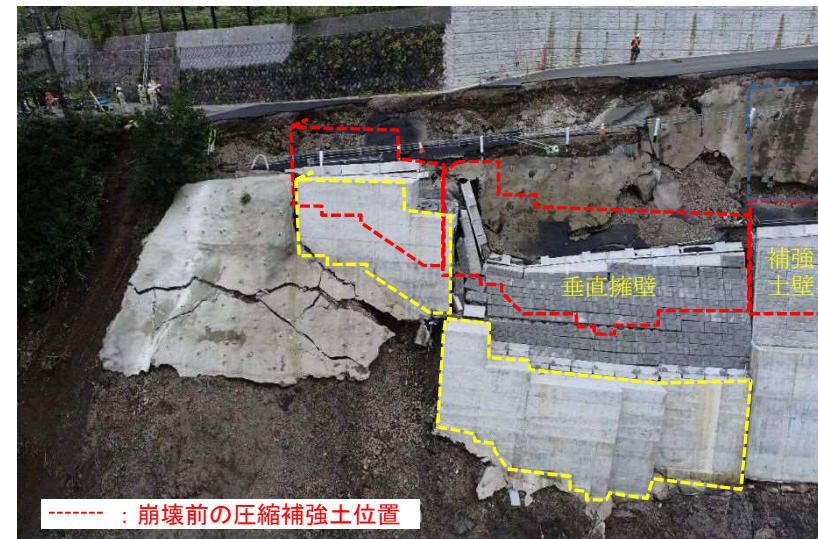
- ・融雪や降雨により地下水量が増加し、Aブロックの地山に円弧すべりが発生
圧縮補強土の崩壊を伴い、垂直擁壁及び擁壁基礎が崩落
- ・Aブロックにおける圧縮補強土の崩壊に引きずられ、Bブロックの圧縮補強土も崩壊
- ・圧縮補強土の崩壊に伴い、補強土壁と擁壁基礎も斜面を滑落したと考えられる

垂直擁壁部の崩壊状況



路面及び擁壁の変状状況より、崩壊は円弧すべりと考えられる

擁壁本体及び擁壁基礎の滑落状況

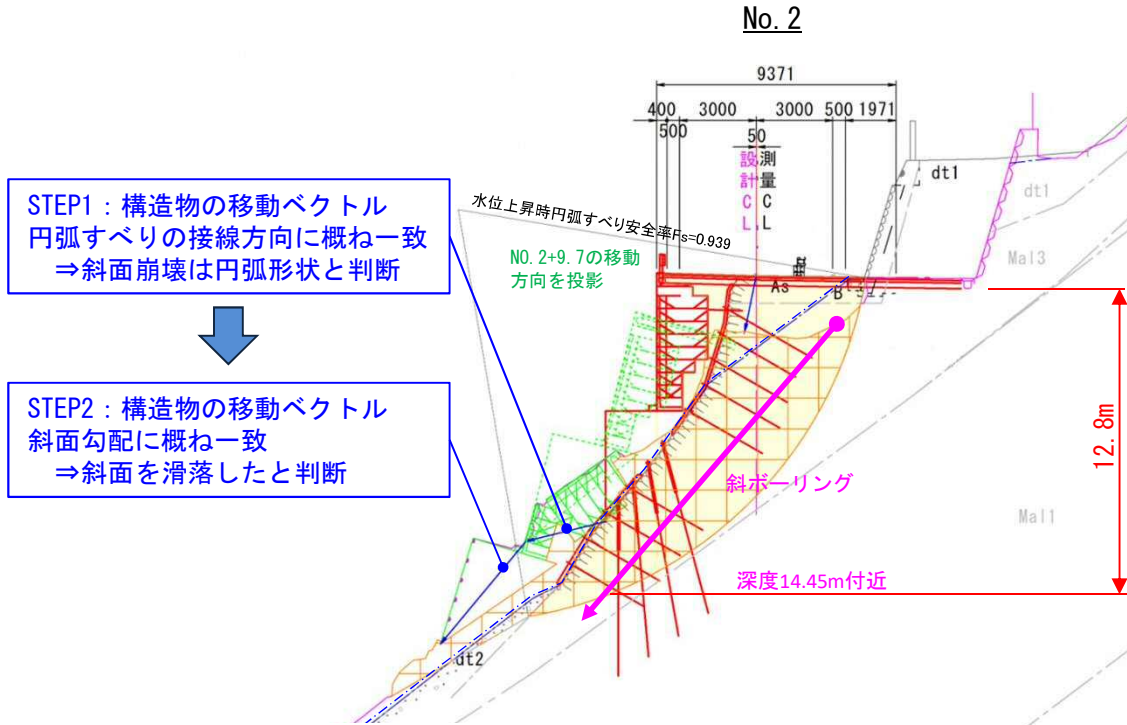


崩壊メカニズムの検証

10. すべり面の設定

- ・地下水量の異常な増加により崩壊に至った
- ・崩壊の状況及びボーリング調査結果、崩壊土砂量の収支等により、崩壊したすべり面の位置を推定

地下水量の増加に伴う安全率の低下について

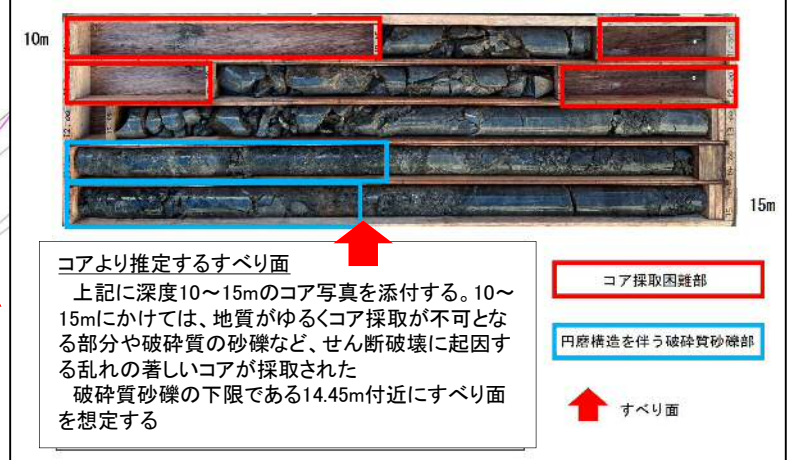


STEP1: 構造物の移動ベクトル
円弧すべりの接線方向に概ね一致
⇒斜面崩壊は円弧形状と判断



STEP2: 構造物の移動ベクトル
斜面勾配に概ね一致
⇒斜面を滑落したと判断

斜めボーリングコア (BS-1)



コアより推定するすべり面
上記に深度10~15mのコア写真を添付する。10~15mにかけては、地質がゆるくコア採取が不可となる部分や破碎質の砂礫など、せん断破壊に起因する乱れの著しいコアが採取された。破碎質砂礫の下限である14.45m付近にすべり面を想定する

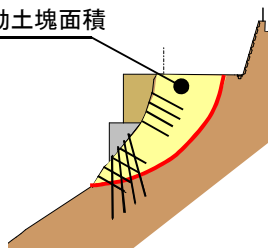
斜面安定解析-安全率の変化

	地下水位の影響	すべり力 (kN/m)	抵抗力 (kN/m)	安全率
R2復旧	なし	689.57	1109.15	1.608
R4被災	あり	918.38	863.03	0.939

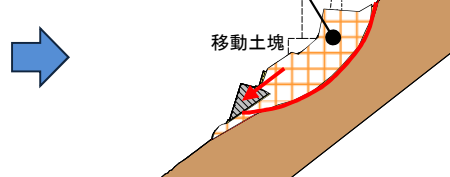
R4年度は地下水量の増加により、円弧すべりの安全率が1.0を下回っている (Fs=0.939)

移動土塊の土量の変化

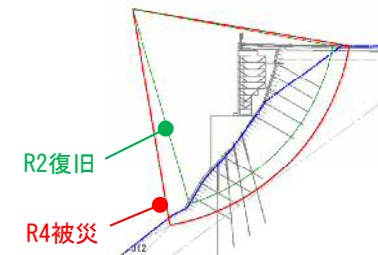
R4崩壊前 移動土塊面積
A=66m²



R4崩壊後 移動土塊面積
A=62m²



土量同等であるため、すべり面妥当と判断

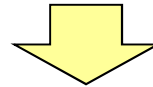


崩壊メカニズムの検証

1.1. 崩壊メカニズムの推定

崩壊原因の推定

- ・ 地中に浸潤した融雪水が土中の細粒分を流し、水の流れが変化したことにより、長期間、地下水位が上昇したと考えられる
- ・ 7月当初からの連続した降雨により、地下に浸透する水量がさらに増加したと考えられる



9月9日の降雨により、崩壊に至った

今後も地下水量の増加が懸念される

1. 令和2年7月豪雨の被災原因と設計の考え方

- ・ 令和2年の被災時は、豪雨により大量の路面水が谷側路側に流れ込み、飽和した表層の土砂地盤が崩壊

被災状況

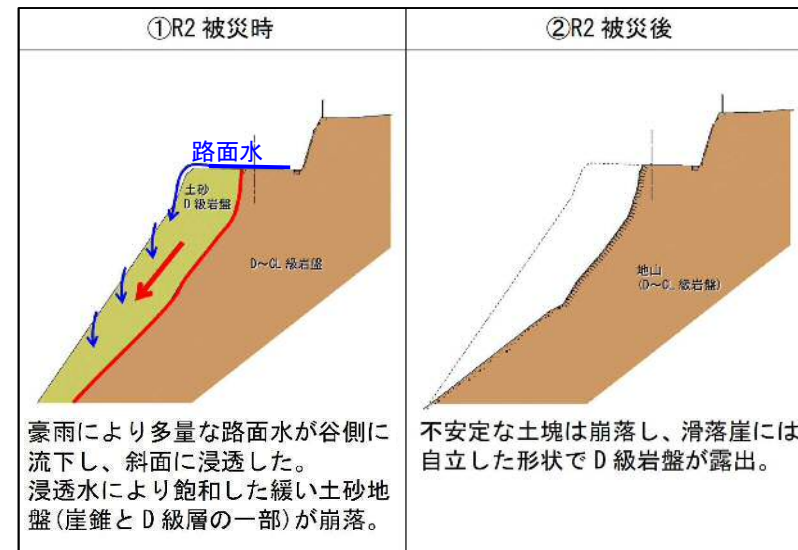


被災日時 : 令和2年7月7日

連続雨量 : 415mm

最大時間雨量 : 32mm

被災のメカニズム



令和2年度災害復旧工事(設計)の検証

復旧方針

- 路面水を効率的に流下させる
- 鉄筋挿入により滑落崖を補強し、地山を安定させる
- 路側擁壁の構築による道路復旧

設計条件

- 道路土工（切土工・斜面安定工指針H21.6）及び道路の重要性から、すべり検討時の安全率は1.15を確保

(iv) 計画安全率
 地すべり対策の施工後、地すべり地の安定に必要とされる安全率を計画安全率と呼ぶ。これは、道路建設後に必要とする安全率のことであり、それは、その地すべりによって生じる被害の大きさや、経済性等を考慮して通常は、1.2を用いることが多いが、1.05~1.2の範囲で設定する。

道路土工 切土斜面安定工指針 H21.6 P.403抜粋

■岐阜県統一事項 計画安全率

重要な道路、河川、人家等に重大な影響を与える箇所	1.20
上記以外	1.15
市町村道	1.12
応急工事	1.05

- 土質定数はボーリング調査結果を踏まえながら、粘着力やせん断抵抗角を評価

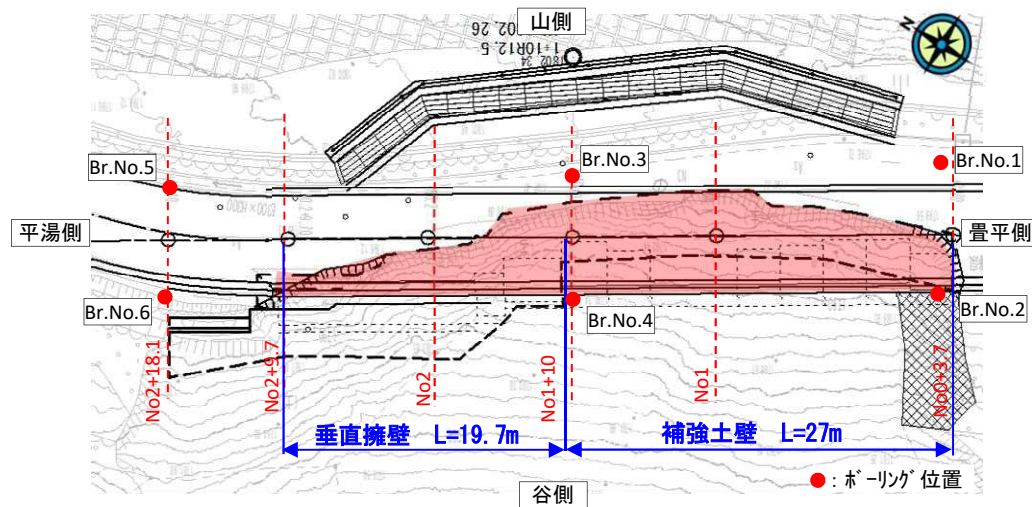
地質区分	設計N値	単位体積重量 (kN/m ³)	粘着力c (kN/m ²)	せん断抵抗角 φ(°)	変形係数E (kN/m ²)		
崩壊土砂	dt2	2	18	0	21	1,400	
盛土・構造物	B	-	19	-	-	-	
崖錐堆積物	dt1	10	18	8.5	31	7,000	
美濃帯堆積岩類	D級	Ma13	16	21	21.4	25	55,000
	CL~D級	Ma12	36	22	75	30	115,000
	CL級	Ma11	89	24	200	30	225,000

令和2年度災害復旧工事(設計)の検証

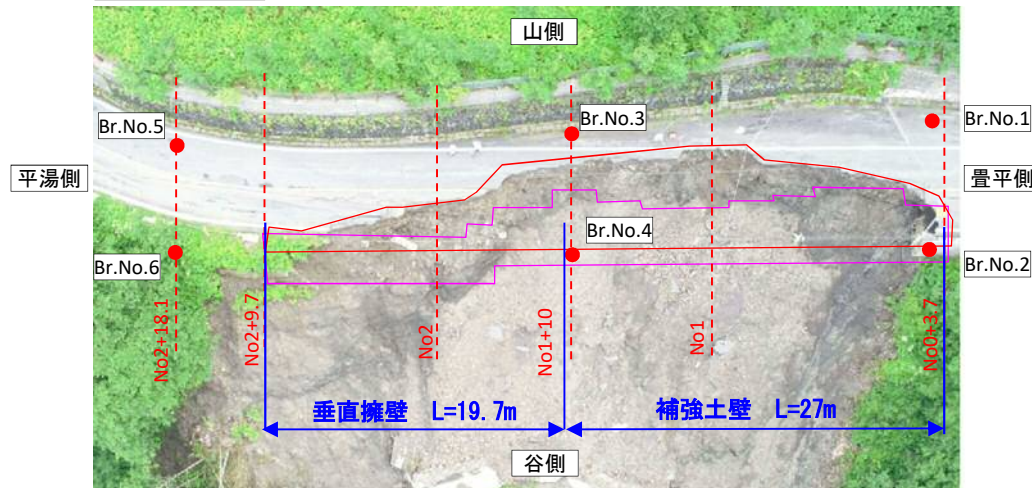
2. 復旧概要

- ・ 地山補強工にて地山の安定を図り、その前面に擁壁を構築し道路を復旧

平面図

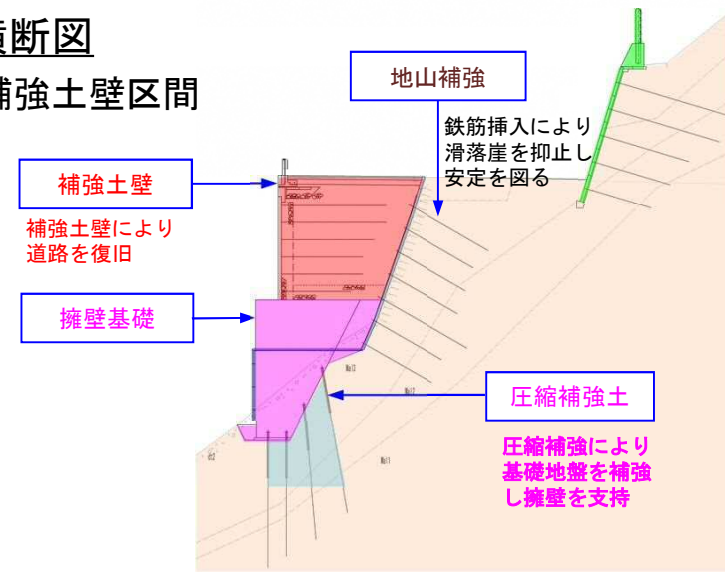


平面写真

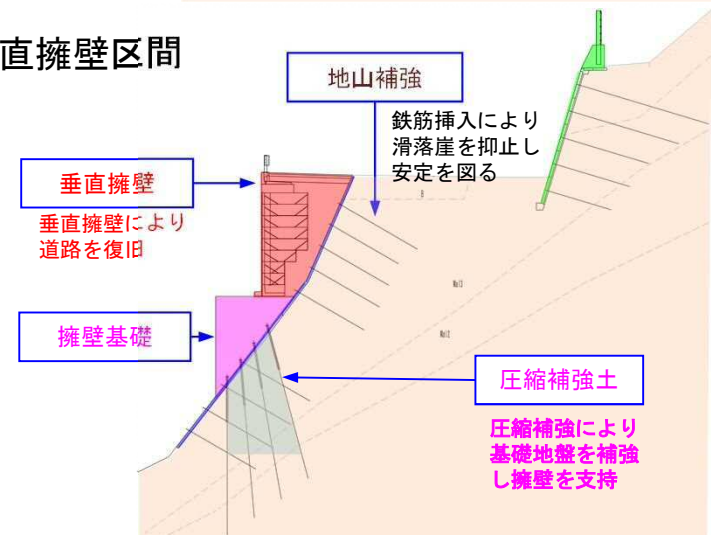


横断図

補強土壁区間



垂直擁壁区間



令和2年度災害復旧工事(設計)の検証

3. 崩落面の地山補強工 (コンクリート吹付+鉄筋挿入) の設計

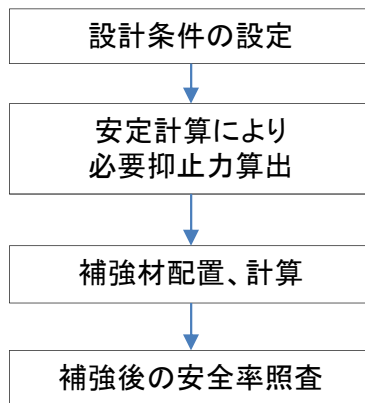
設計方針

- 不安定土塊は被災時に全て崩落し、その後も地山に変状はなかったことから、滑落崖の安全率は1.0と評価
- ただし、滑落崖は急峻であることや法面設計の計画安全率の観点から安全率が1.0では長期的な安定は確保できない
- よって、斜面の安全率を1.0から1.15に引き上げるため、安定計算により必要抑止力を算出し地山補強を実施

計算結果

- 1箇所/m²に補強鉄筋D19 (L=3.5m~4.5m) を配置

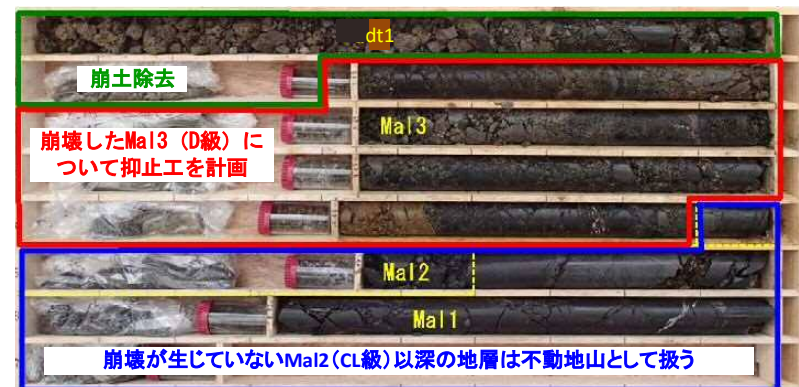
設計フロー



設計条件一覧表

名 称	数 値	
現況安全率 F_s	1.00	
計画安全率 PF_s	1.15	
崖錐堆積物 (dt1)	設計N値	10
	単位体積重量 γ (kN/m ³)	18.0
	内部摩擦角 ϕ°	31.0
	粘着力C (kN/m ²)	8.5
美濃帯堆積岩類 D級 (Ma13)	設計N値	16
	単位体積重量 γ (kN/m ³)	21.0
	内部摩擦角 ϕ°	25.0
	粘着力C (kN/m ²)	21.4
美濃帯堆積岩類 CL~D級 (Ma12)	設計N値	36
	単位体積重量 γ (kN/m ³)	22.0
	内部摩擦角 ϕ°	30.0
	粘着力C (kN/m ²)	75.0
美濃帯堆積岩類 CL級 (Ma11)	設計N値	89
	単位体積重量 γ (kN/m ³)	24.0
	内部摩擦角 ϕ°	30.0
	粘着力C (kN/m ²)	200.0

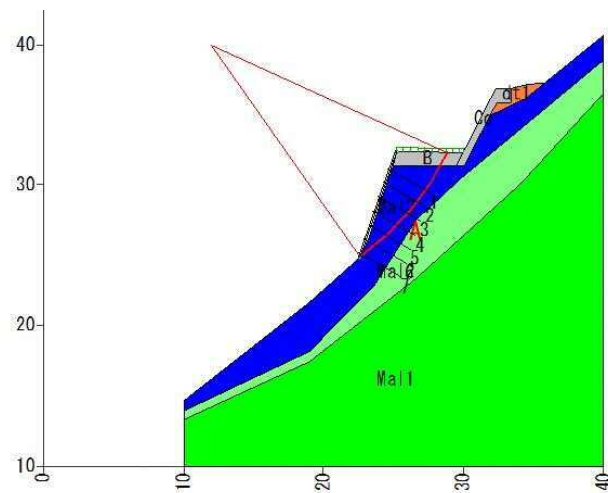
地質条件 (Br. No4)



令和2年度災害復旧工事(設計)の検証

- ・ 切土工・斜面安定工指針に基づき検討
- ・ 被災区間において、安全率1.15を満たすのに必要な抑止力が最大となる断面を検討し、設計に反映
- ・ 必要抑止力が最大となる垂直擁壁区間の結果を設計に反映

補強土壁区間



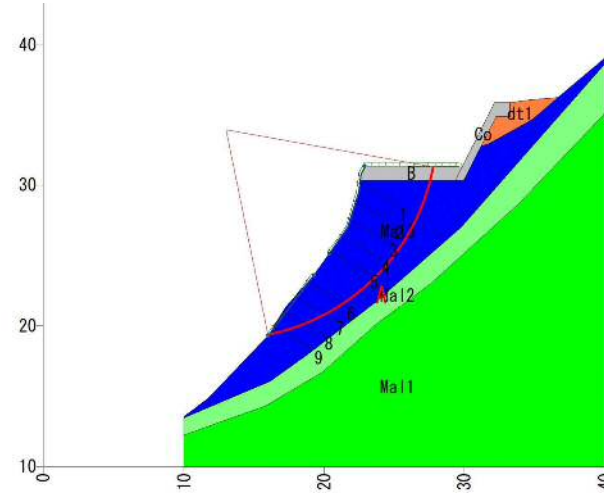
計画安全率1.15に対し最大抑止力(26.0kN/m)となる円弧すべり

補強材の配置 鉄筋径 : D19
水平間隔 : 1.0m
施工段数 : 7段

計画後安全率 (補強前)1.059 ⇒ (補強後)1.545 \geq 1.15

補強後安全率の検討(最大抑止力以外の円弧すべり)についても計画安全率を満足

垂直擁壁区間



計画安全率1.15に対し最大抑止力(103.7kN/m)となる円弧すべり

補強材を配置 鉄筋径 : D19
水平間隔 : 1.0m
施工段数 : 9段

計画後安全率 (補強前)1.008 ⇒ (補強後)1.166 \geq 1.15

補強後安全率の検討(最大抑止力以外の円弧すべり)についても計画安全率を満足

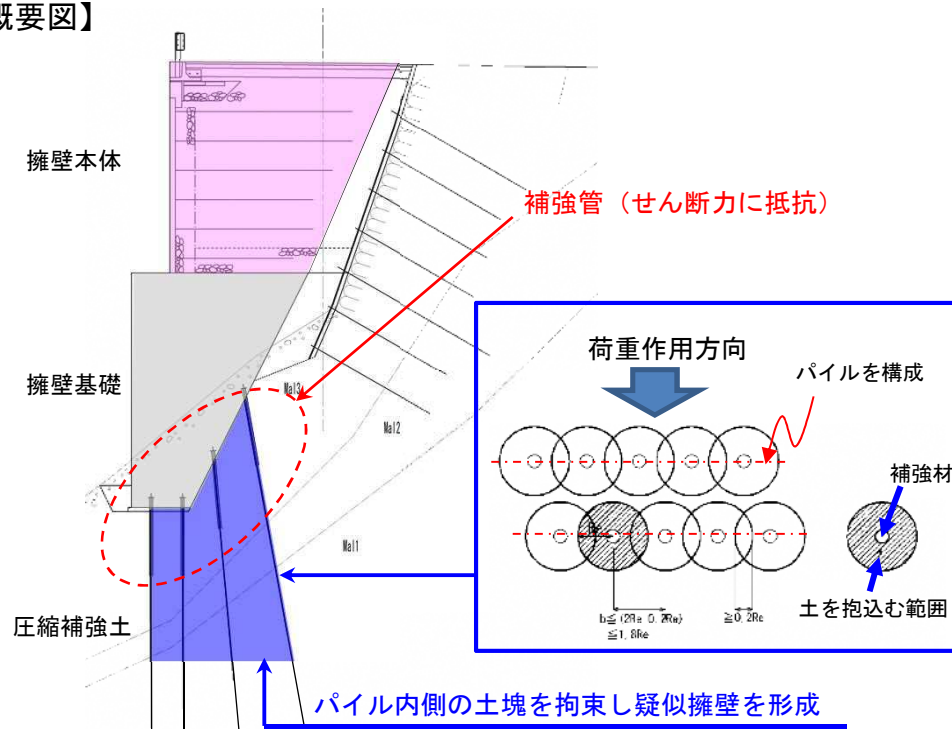
令和2年度災害復旧工事(設計)の検証

4. 擁壁基礎（圧縮補強土）の設計

構造概要

- 芯材（鋼材）と芯材周りに加圧充填した高強度グラウトで構成される補強材を土中に配列しパイルを構成
- パイル内側の土塊を拘束することで疑似擁壁を地中に形成
- 形成した疑似擁壁上に構築する上部構造物（補強土壁、垂直擁壁、基礎コンクリート）の死荷重や活荷重に抵抗
- また、補強材頭部には、補強管を配置することで、基礎コンクリートを介して作用するせん断力に抵抗

【概要図】



【補強目的】

工種	SPフィックスパイル	備考
用途・補強方法	圧縮補強	
切土のり面の安定	△	注) 場合によっては設計方法として、せん断補強対策を主目的とする場合もある。
自然斜面の安定	○	
仮設切上のり面の安定	△	
地すべり対策	○	
岩盤補強	×	
構造物補強	◎	
基礎地盤補強	◎	
アンダーピーニング	◎	
トンネル、シールド等	○	

◎:最適 ○:適 △:やや難 ×:不適

滑落崖は鉄筋挿入により地山が補強がされていることから上部構造物の基礎地盤補強として採用

【適用条件（適用できない地盤）】

軟弱地盤 (NK2の粘土、シルト、有機質土)
液状化の恐れがある地盤
玉石層などの透水性地盤

いずれも該当しないため適用可能

令和2年度災害復旧工事(設計)の検証

設計計算

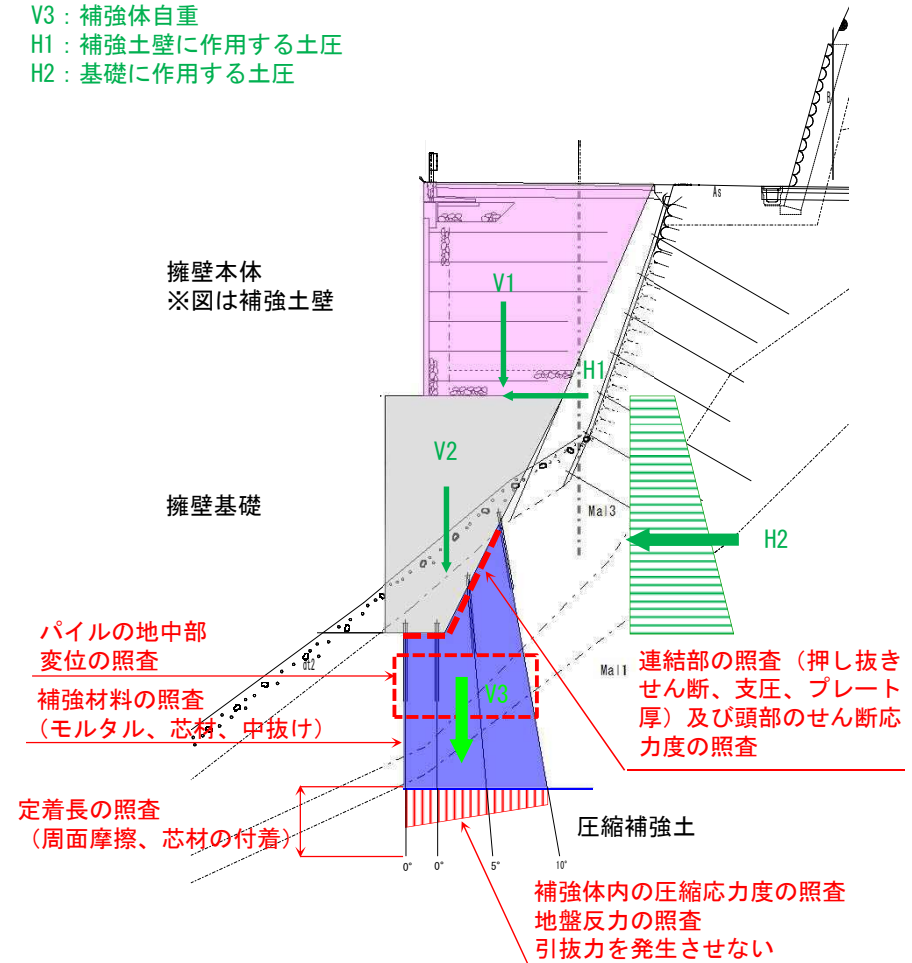
圧縮補強土上に構築する上部構造物の死荷重や活荷重により、圧縮補強土に作用する圧縮力及び曲げモーメント、せん断力に対し照査

【照査項目】

照査項目	照査内容
圧縮力の照査	鉛直力と曲げモーメントに対して圧縮補強土が圧縮破壊しないこと、引張力が生じないこと
部材照査	最大圧縮力に対し補強材の応力度が許容値以下に収まること
支持層への根入長の照査	最大圧縮力に対して、支持層の根入れ長さが確保されていること
せん断力の照査	擁壁基礎底面に生じるせん断力に対して、補強材の応力度が許容値以下に収まること
すり抜けの照査	補強材間隔が疑似擁壁の構築するための間隔であること
連結部の照査	擁壁基礎と補強材の定着部において、補強材の押し抜きせん断（鉛直・水平）及び支圧応力度が許容値に収まること
水平変位の照査	補強材に作用する水平力に対して許容値に収まること

【概要図】

- V1 : 擁壁の自重 : 載荷重
- V2 : 基礎自重
- V3 : 補強体自重
- H1 : 補強土壁に作用する土圧
- H2 : 基礎に作用する土圧



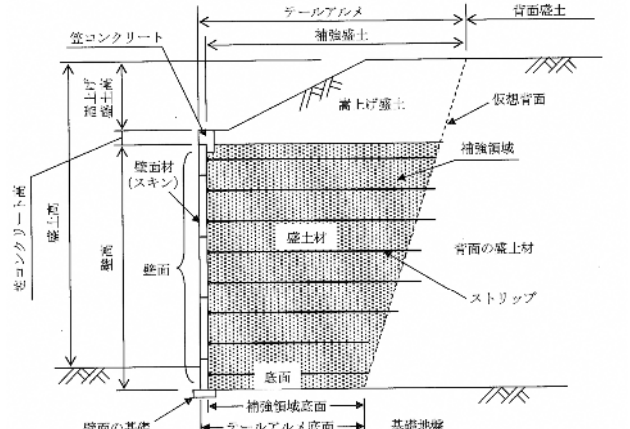
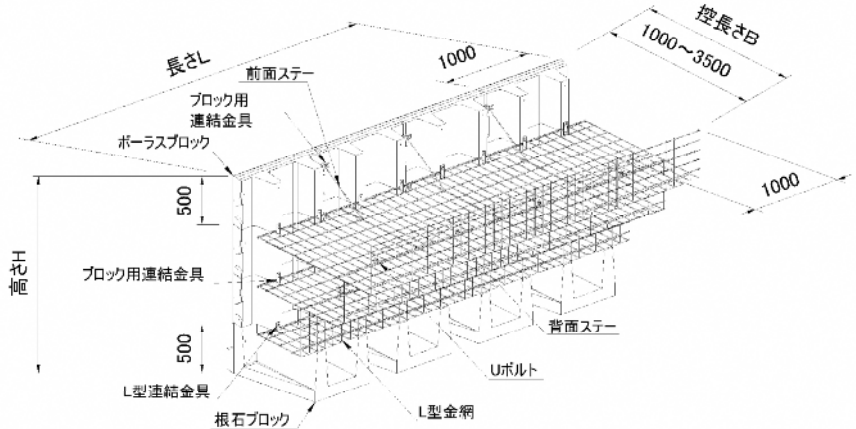
令和2年度災害復旧工事(設計)の検証

5. 擁壁構造の設計

擁壁構造の選定

- 滑落崖は地山補強工を行っており切り込むことが不可能かつ、擁壁背面は狭隘な空間となっていることを考慮して擁壁構造を選定
- 擁壁背面幅が3m（ストリップの最低長）以上確保できる区間においては、補強土壁（テールアルメ）を採用
- 擁壁背面幅が3m未満の区間においては垂直擁壁を採用

擁壁構造の特徴

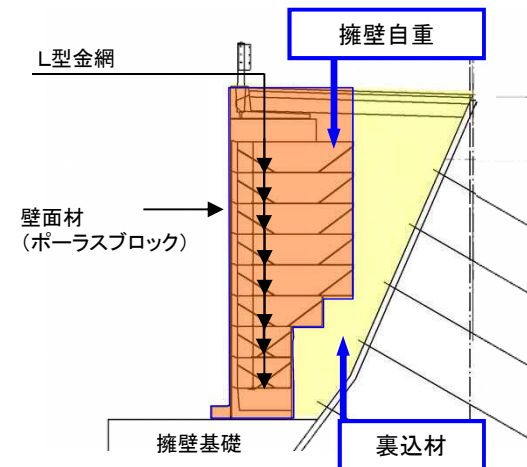
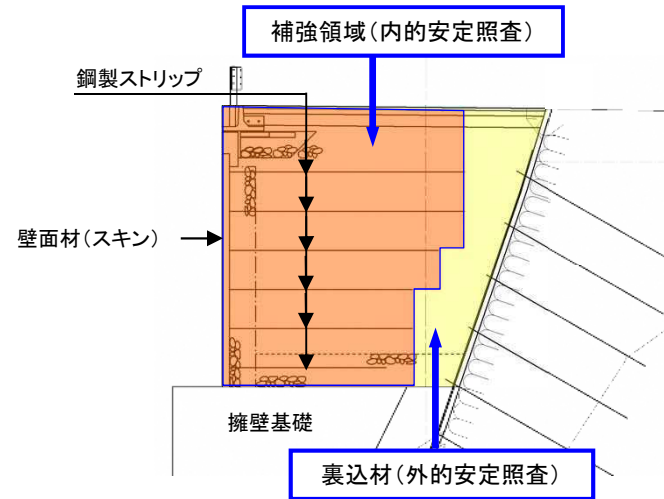
補強土壁	垂直擁壁
<ul style="list-style-type: none">補強土壁（テールアルメ）は鉛直の壁面を構成するスキンと層状に鋼製ストリップを敷設した補強領域からなり、補強領域の安定は盛土材とストリップの間に働く相互作用によって保たれる 	<ul style="list-style-type: none">ポラスコンクリートの壁面材とL型金網、中詰材（砕石）で構成され、土圧に対しては壁面材と中詰め材の自重により支持自重バランスを調整しやすく、土圧に対して最適な断面を構築することが可能基礎底板は控長1.0mから構築でき、狭小部においても設置可能 

令和2年度災害復旧工事(設計)の検証

- ・補強土壁と垂直擁壁は、擁壁工指針(日本道路協会)に基づき適切に設計・照査を実施

設計計算

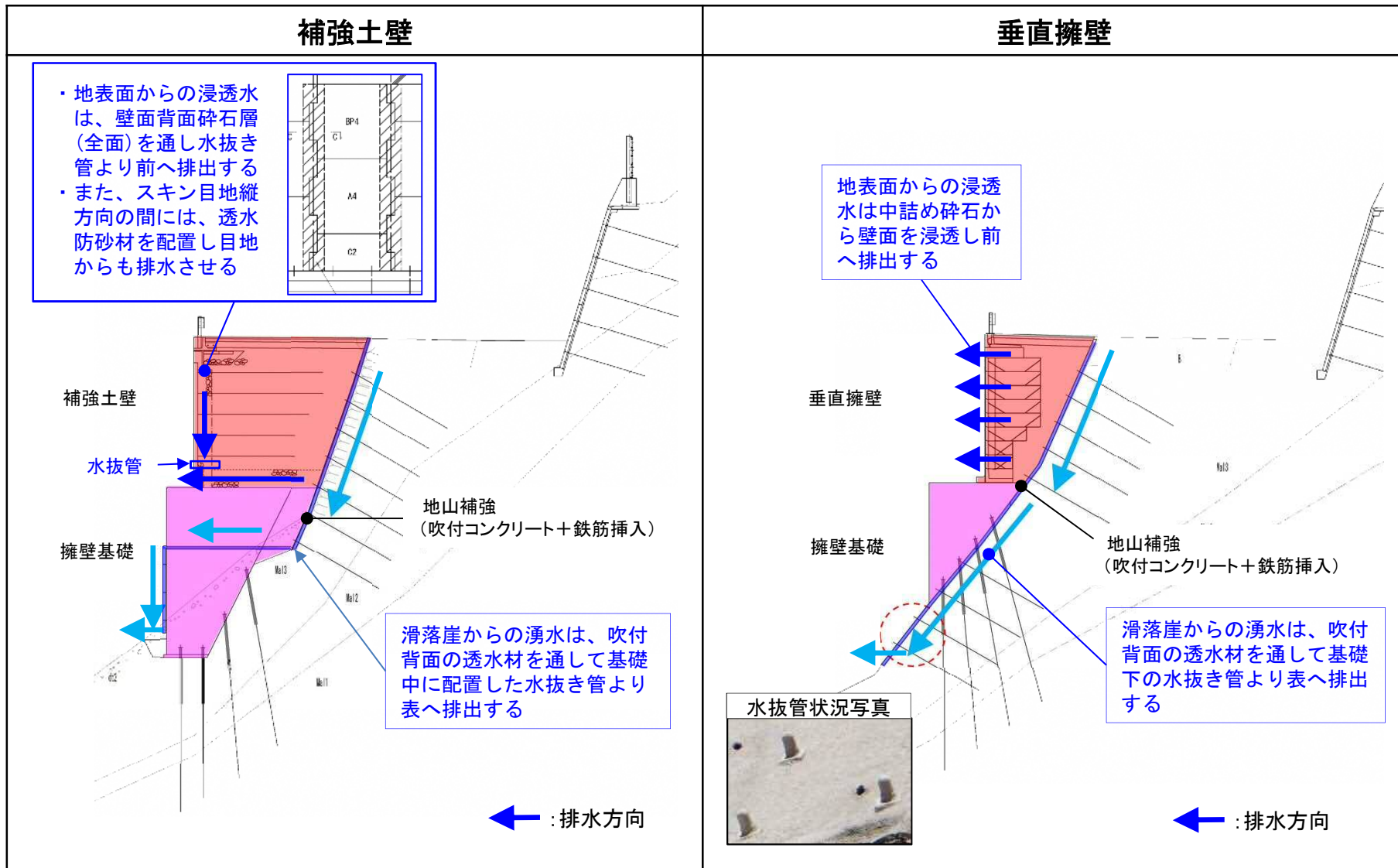
	照査項目・内容
補強土壁	<p>〈内的安定照査〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ストリップの引抜きの発生といった土との大きな相対変位を起こさないこと ・ストリップの破断やストリップ連結ボルトの折損が生じないこと ・スキンやストリップとの連結部材が破断したり、スキンから引抜きが生じないこと <p>〈外的安定照査〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テールアルメの補強領域を1つの土工構造物とみなし、この土工構造物に作用する外力に対して、安定であるとともに変位が許容値以内であること
垂直擁壁	<p>〈各段の安定照査〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各段をバランスよく配置し安定性が確保できるよう、各段に作用する外力(土圧・活荷重等)に対して滑動や転倒が生じないこと <p>〈全体安定照査〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各段の安定照査でバランスよく配置した製品を一体の構造物とみなして、外力に対して滑動、転倒を生じないこと



令和2年度災害復旧工事(設計)の検証

6. 排水処理

- ・ 地山補強工及び各擁壁工には適切に排水処理が計画されている



令和2年度災害復旧工事(設計)の検証

7. 設計の妥当性の結論

設計の妥当性の結論

- ・ 検討会委員の専門家にご意見をいただきながら、設計内容を確認
- ・ 各指針に基づき適切に設計されていることを確認

施工管理の確認について




- ・ 出来形管理や品質管理の状況、県の共通仕様書どおり施工されているかを写真や管理簿等、工事記録や業者への聞き取りにて確認

施工管理の確認項目

工 種		出来形管理基準	品質管理基準
地山補強工	吹付工	法長、厚さ、延長	圧縮強度試験、スランプ試験 塩化物含有量試験
	鉄筋挿入工	削孔深さ、穿孔方向（設置角度） 配置誤差	引抜試験、外観検査（材料） 定着材のフロー値試験、圧縮強度試験
擁壁工	圧縮補強土工	削孔長、基礎との定着長（頭部） 穿孔方向（設置角度）、配置誤差	引抜試験（基本試験・確認試験） 外観検査（材料）、圧縮強度試験 定着材のフロー値試験
	擁壁基礎	配筋（間隔、かぶり） 高さ、幅、延長、基準高	圧縮強度試験、スランプ試験 空気量測定、塩化物含有量試験
	補強土壁工	高さ、延長、基準高、鉛直度 控え長さ	土の締固め試験、土の粒度試験 現場密度試験、外観検査（材料）
	垂直擁壁工	高さ、延長、基準高、鉛直度 控え長さ	土の締固め試験、土の粒度試験 現場密度試験、中詰材粒形 外観検査（材料）

令和2年度災害復旧工事(施工)の検証

擁壁部の品質・施工管理について (その1)

	盛土材料	盛土の施工管理	
補強土壁	<p>適用基準(共通仕様書、補強土(テールアルメ)壁設計・施工マニュアル)</p> <ul style="list-style-type: none"> ふるい分け試験細粒分含有量：25%以下 最大粒径：250mm以下 <p>使用材料</p> <ul style="list-style-type: none"> ふるい分け試験細粒分含有量：1.5% 最大粒径：89mm 	<p>適用基準(共通仕様書、補強土(テールアルメ)壁設計・施工マニュアル)</p> <ul style="list-style-type: none"> 裏込め1層の締固め厚さ：25cm 現場密度試験 (頻度) 500m³毎に1回 (ただし1500m³未満は3回) (規格値) 締固め度90%以上 <p>施工</p> <ul style="list-style-type: none"> 裏込め1層の締固め厚さ：25cm以下 現場密度試験： (実施数) 施工数量 約400m³に対し3回 (実測値) 締固め度90.2% (最小値) 	
	<p>裏込めの巻出し厚管理 (マーキング)</p> 	<p>転圧状況</p> 	<p>現場密度の測定</p> 

令和2年度災害復旧工事(施工)の検証

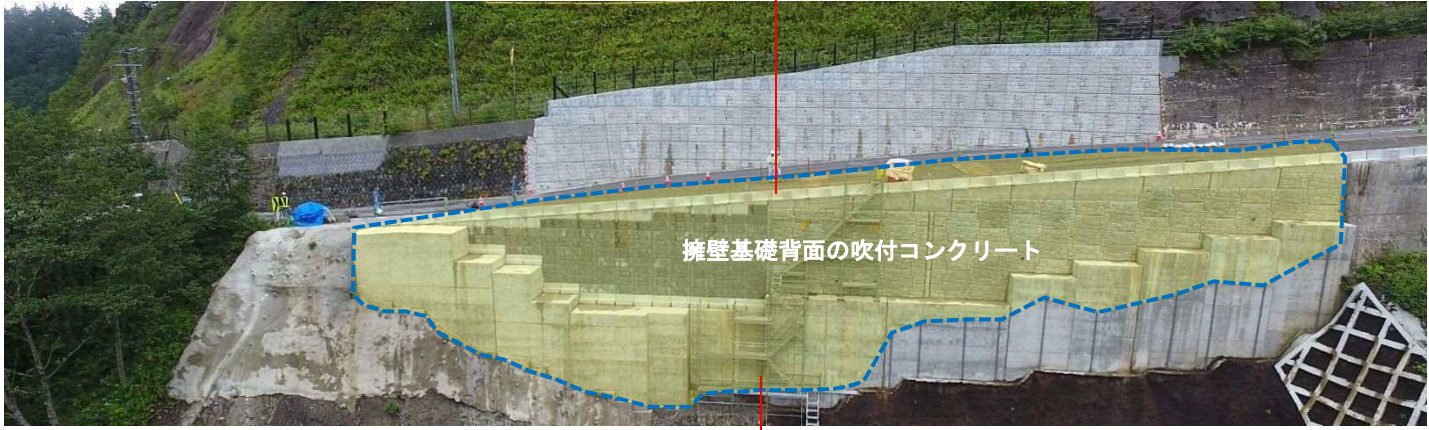



擁壁部の品質・施工管理について (その2)

	盛土材料	盛土の施工管理	
垂直擁壁	<p>適用基準(共通仕様書、補強土(テールアルメ)壁設計・施工マニュアル)</p> <p>中詰材 (RC-40)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・粒度0~40mmの碎石 <p>裏込材</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ふるい分け試験細粒分含有量：25%以下 ・最大粒径：250mm以下 <p>使用材料</p> <p>中詰材 (RC-40)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・粒度0~40mmの碎石 <p>裏込材</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ふるい分け試験細粒分含有量：1.5% ・最大粒径：89mm以下 	<p>適用基準(共通仕様書)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1層の締固め厚さ：30cm以下 ・現場密度試験： <ul style="list-style-type: none"> (頻度) 500m³毎に1回 (ただし1500m³未満は3回) (規格値) 締固め度90%以上 <p>施 工</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1層の締固め厚さ：25cm以下 ・現場密度試験： <ul style="list-style-type: none"> (実施数) 施工数量 約200m³に対し4回 (実測値) 締固め度95.1% (最小値) 	
	<p>パネル及び中詰め材の設置状況</p> 	<p>転圧状況</p> 	<p>現場密度の測定</p> 

令和2年度災害復旧工事(施工)の検証

擁壁部の品質・施工管理について (その3-1)

- ・地山補強工の吹付コンクリート背面には透水マットを設置し、湧水を排水

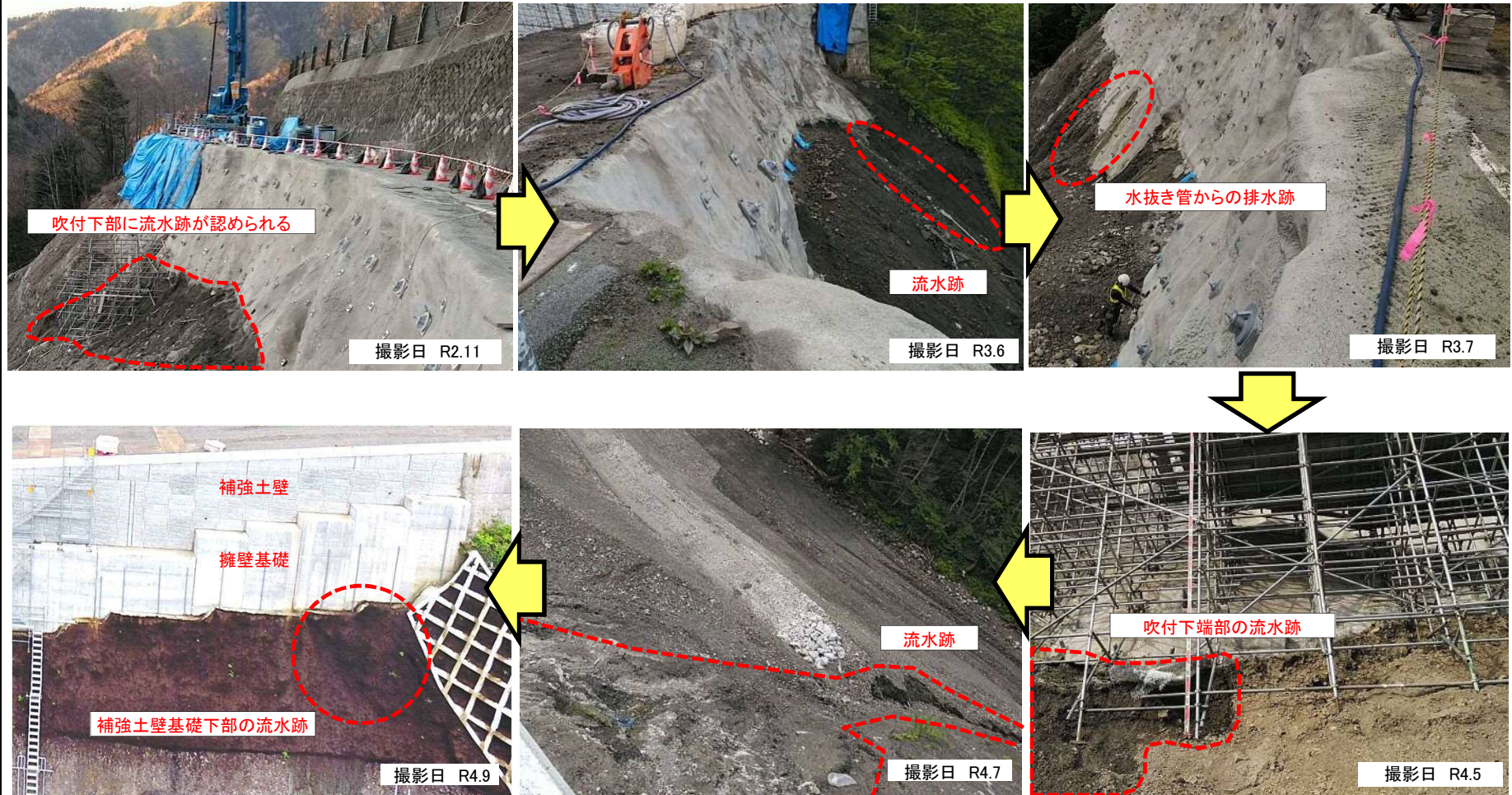
排水処理・湧水対策	
補強土壁 垂直擁壁 (共通)	擁壁基礎と吹付コンクリートとの取り合い ← 垂直擁壁 補強土壁 →  擁壁基礎背面の吹付コンクリート
	← 吹付コンクリートが擁壁基礎より露出している区間 吹付コンクリートが擁壁基礎内に収まっている区間 →
	吹付コンクリートの水抜き管設置状況 吹付コンクリート背面の透水マット設置状況 補強土壁基礎の排水管設置状況
	  

令和2年度災害復旧工事(施工)の検証

擁壁部の品質・施工管理について (その3-2)

排水処理・湧水対策

●擁壁部 (吹付コンクリート背面) の排水状況



令和2年度災害復旧工事(施工)の検証

擁壁部の品質・施工管理について (その4)

擁壁基礎 (圧縮補強土) の支持力

- 基本試験
 - ・定着層で抵抗できる周面摩擦抵抗力を把握し、設計値と乖離が無いかを確認
 - ・本設とは別に試験用供試体で1本実施
 - ・試験荷重：282.2 kN (補強材に作用する最大荷重)
 - ・試験結果：試験荷重を確認
- 確認試験
 - ・供用する補強材にて試験を実施
 - ・試験荷重：100.1 kN (補強芯材が負担する荷重)
 - ・実施本数：13本 (全体数量250本のうち5.2%)
※SPフィックスパイル工法 設計・施工マニュアルに定める頻度は3%以上
 - ・設計荷重に対し引拔が発生しないかを確認
 - ・試験結果：必要荷重の載荷を確認

試験状況写真



地山補強 (鉄筋挿入) の支持力

- 引抜試験
 - ・地山の引抜抵抗力を確認
 - ・試験荷重：36.02kN
(アンカーに作用する設計荷重)
 - ・実施本数：19本 (全体数量361本のうち5.2%)
※共通仕様書に定める頻度は5%以上
 - ・設計荷重に対し引拔が発生しないかを確認
 - ・試験結果：必要荷重の載荷を確認

試験状況写真



令和2年度災害復旧工事(施工)の検証

擁壁部の品質・施工管理について (その5)

擁壁基礎部 (圧縮補強土) の施工管理

●補強材の削孔長

- ・適用基準 (SPフィックスパイル工法 設計・施工マニュアル)
 - (頻 度) 全数確認 (250本)
 - (規格値) 設計値以上
 - (設計値) 4,150mm~7,650mm
- ・施工管理 : (頻 度) 全数 (250本)
 - (実測値) 削孔長の施工誤差 +10mm~+560mm

●補強材と基礎コンクリートとの定着長

- ・適用基準 (SPフィックスパイル工法 設計・施工マニュアル)
 - (頻 度) 全数確認 (250本)
 - (規格値) $\pm 50\text{mm}$ (施工は $-10\text{mm} \sim +50\text{mm}$ で管理)
 - (設計値) 350mm
- ・施工管理 : (頻 度) 全数 (250本)
 - (実測値) 定着長の施工誤差 $-10\text{mm} \sim 0\text{mm}$

●補強材の設置角度

- ・適用基準 (SPフィックスパイル工法 設計・施工マニュアル)
 - (頻 度) 全数確認 (250本)
 - (規格値) 設計値に対し $\pm 2.5^\circ$ 以内
 - (設計値) 打設角度 $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ$
- ・施工管理 : (頻 度) 全数 (250本)
 - (実測値) 設置角度の施工誤差 $\pm 0^\circ$

●施工時における支持層到達の確認方法

- ・削孔時の音の変化やスピード、スライムで支持層への到達を確認

※CL層に到達すると甲高い音が発生し、削孔スピードも落ち、スライムに岩質の破片が混ざる



令和2年度災害復旧工事(施工)の検証

地山補強の品質・施工管理について

地山補強（鉄筋挿入）の施工管理

●鉄筋挿入の削孔長

- ・適用基準（共通仕様書）
 - （頻度）全数（361本）
 - （規格値）設計値以上
 - （設計値）3,500mm~4,500mm
- ・施工管理：（頻度）全数
 - （実測値）削孔長の施工誤差 +0mm~+30mm



●鉄筋挿入の設置角度

- ・適用基準（共通仕様書）
 - （頻度）全数（361本）
 - （規格値）設計値に対し $\pm 2.5^\circ$ 以内
 - （設計値）打設角度 30°
- ・施工管理：（頻度）全数
 - （実測値）設置角度の施工誤差 $-0.6^\circ \sim +0.5^\circ$



令和2年度災害復旧工事(施工)の検証

越冬の管理について

越冬時の養生・越冬後の現地状況確認



●越冬時の養生

令和2年：応急本工事が施工中（崩落法面のコンクリート吹付・鉄筋挿入は完了していない）で冬期を迎えたことから、崩落法面及び路面全体にブルーシート養生を実施

令和3年：応急本工事が完了（崩落法面のコンクリート吹付、鉄筋挿入は完了）し、片側交互通行で本復旧工事を施工していたことから、仮設ガードレールや大型土のうの撤去を実施

●越冬後の現地状況確認

- ・現地施工前に法面（山側及び谷側）や路面の状況を目視にて確認、着工後も定期的に現地確認を実施
- ・確認結果：崩落法面及び路面に**変状なし**

	令和2～3年	令和3～4年
越冬状況		

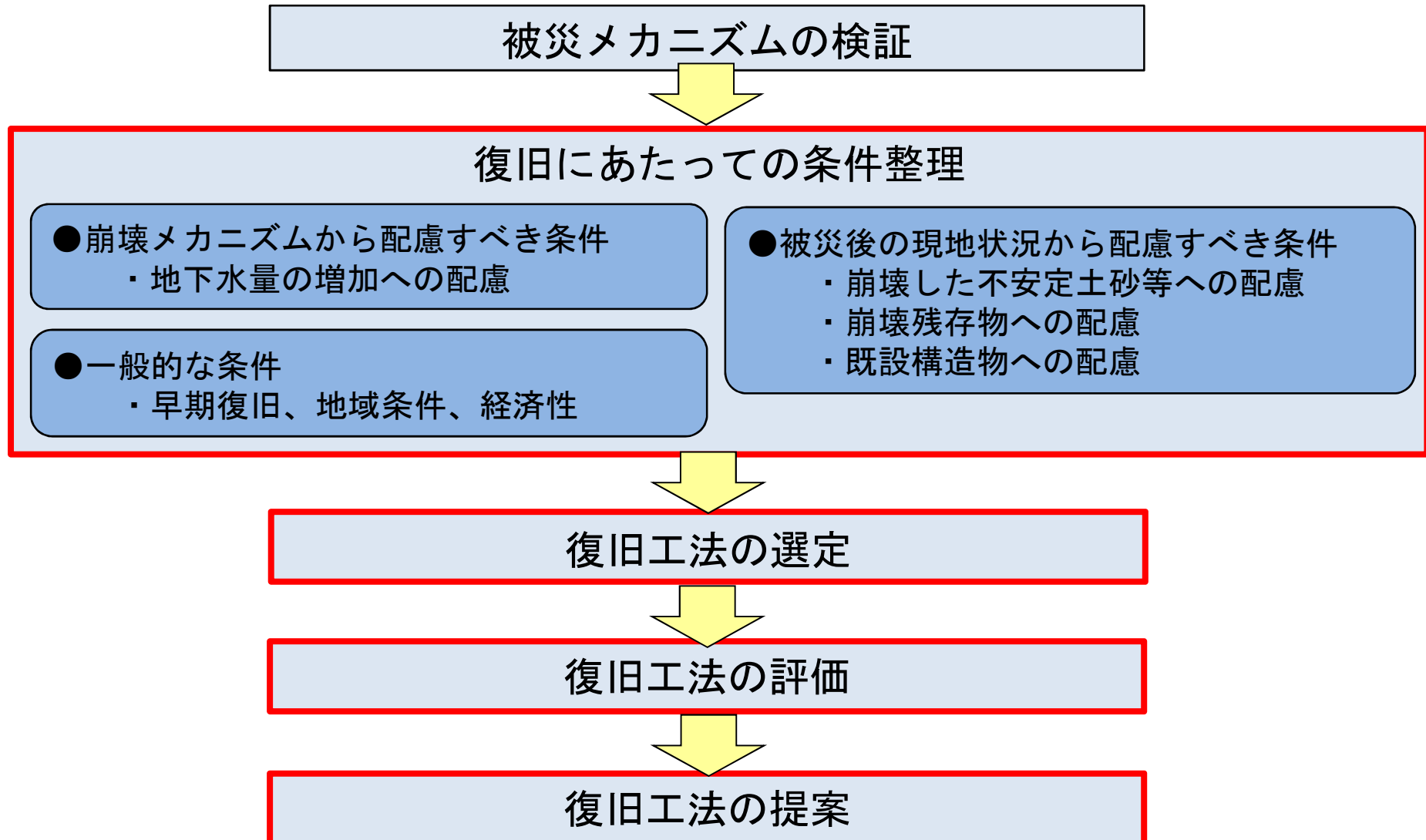
令和2年度災害復旧工事(施工)の検証

施工の妥当性の結論

施工の妥当性の結論

- ・ 検討会委員の専門家にご意見をいただきながら施工状況を確認
- ・ 仕様書に基づき適切に施工されていることを確認

1. 復旧工法の提案に向けた進め方



復旧工法の提案

2. 崩壊メカニズムから配慮すべき条件

(1) 地下水量の増加への配慮

- ・ 山側の地下水が崩壊箇所へ集中して流入し、地下水が上昇したと考えられる。今後も地下水量の増加が懸念される。
- ・ 地山の地下水を円滑に排水させる工法の選定が必要

- 対策案：
- ・ 地山の地下水量の増加を抑制するため、**排水ボーリング**の設置を提案
 - ・ **地下水の影響を受けにくい構造（開放型）**を提案

<集水状況>

地下水位の分布から、地下水が崩壊箇所へ集中するように流れていると考えられる



ボーリング孔内の水位観測結果

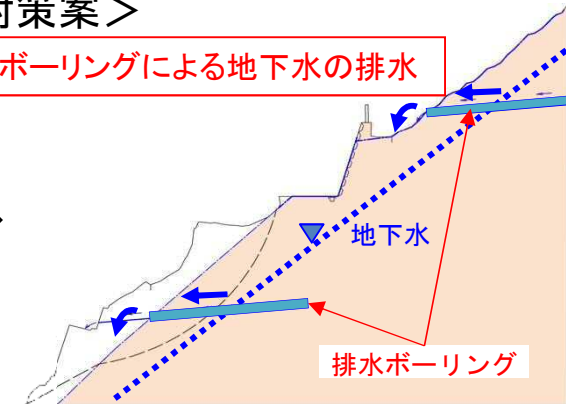
<地下水が高い状況>



被災直後の山側擁壁部地下水状況

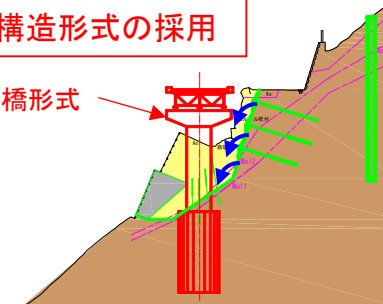
<対策案>

排水ボーリングによる地下水の排水



開放型の構造形式の採用

橋梁・栈橋形式



復旧工法の提案

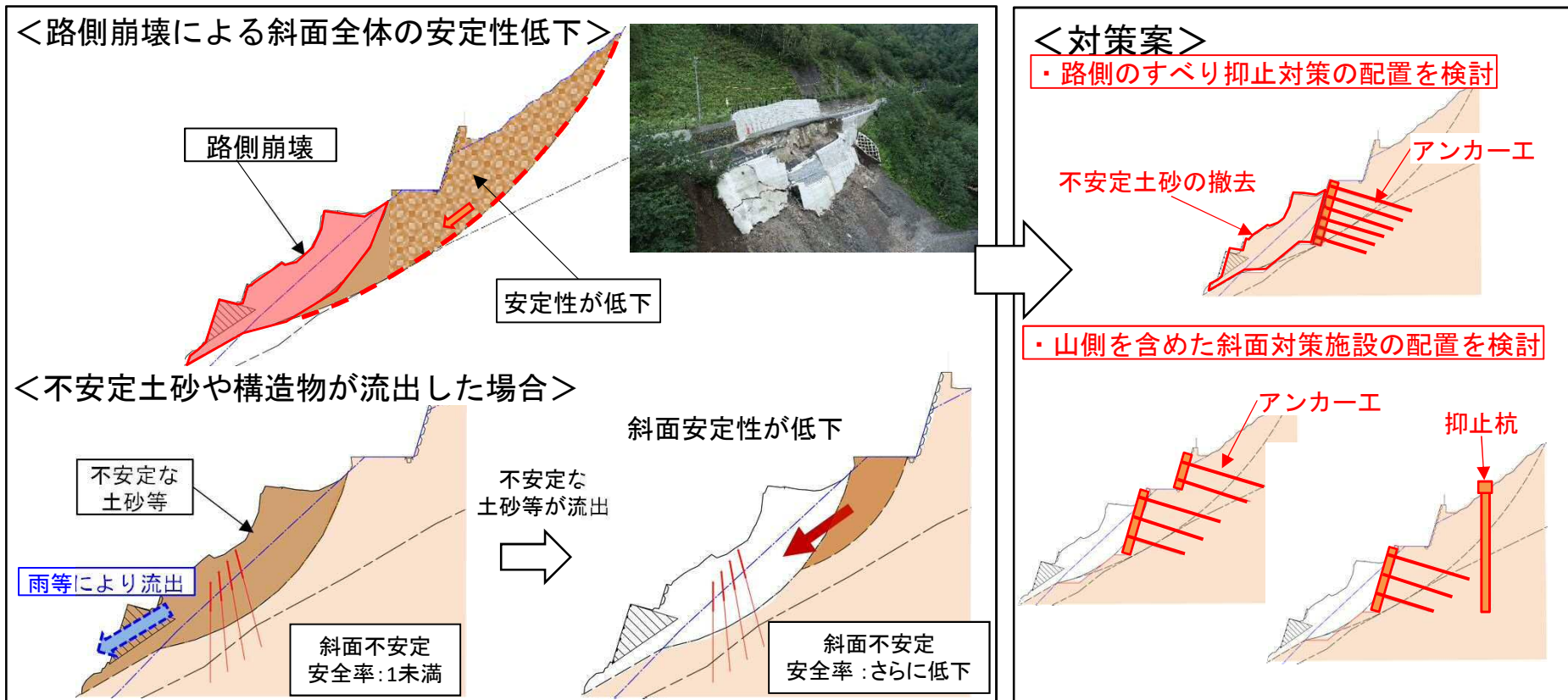
3. 被災後の現地状況から配慮すべき条件

(1) 崩壊した不安定土砂等への配慮

- ・ 路側崩壊により斜面全体の安定性が懸念される
- ・ 堆積している不安定土砂や構造物が雨等により流出した場合、斜面の安定性が懸念される

対策案： ・ 路側崩壊や不安定土砂等の流出により、斜面全体の不安定化を防止するため、斜面のすべり抑止対策を実施し、不安定土砂を撤去することを提案

・ 斜面对策は地質調査結果を踏まえ、山側を含めた斜面对策施設の配置を提案



復旧工法の提案

3. 被災後の現地状況から配慮すべき条件

(2) 崩壊残存物への配慮

- 被災箇所には、前回の復旧で使用した圧縮補強土（パイル）が地山に残存している可能性が高く、復旧工事の支障となることから、残存物を考慮した対策が必要

対策案：圧縮補強土（パイル）を撤去できる復旧工法あるいは影響しない復旧工法を提案

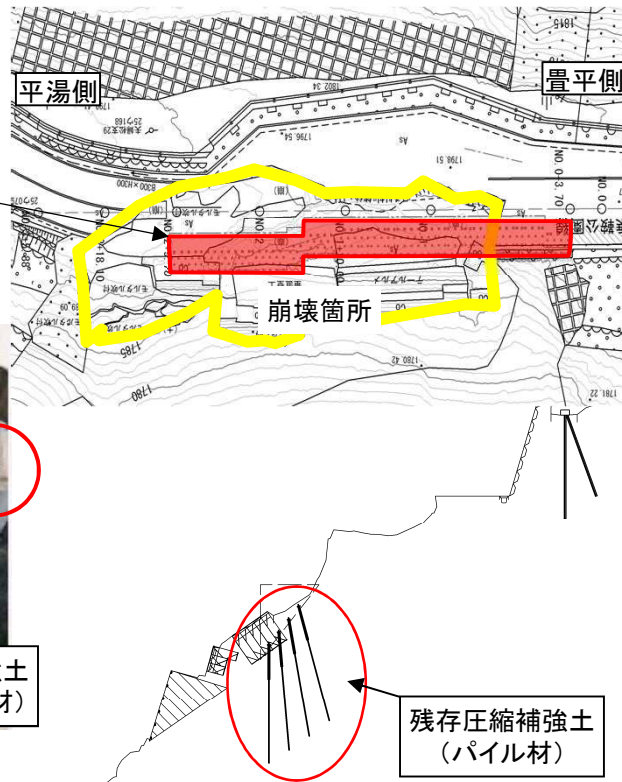
<パイル材の残存状況>

残存圧縮補強材（パイル材）が配置されている範囲



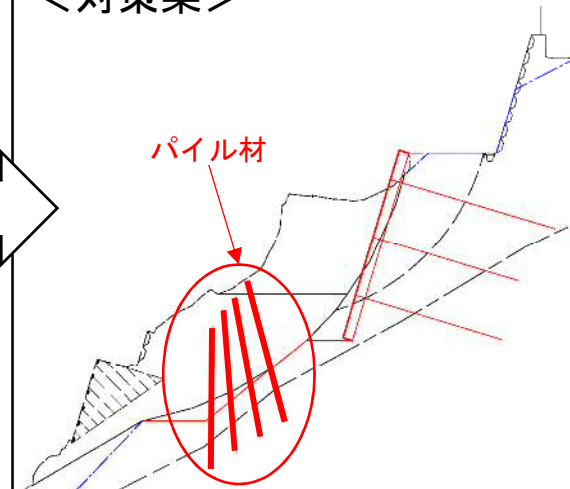
(圧縮補強土の施工状況)

圧縮補強土（パイル材）



残存圧縮補強土（パイル材）

<対策案>



・圧縮補強土（パイル）を撤去できる復旧工法あるいは影響しない復旧工法を検討

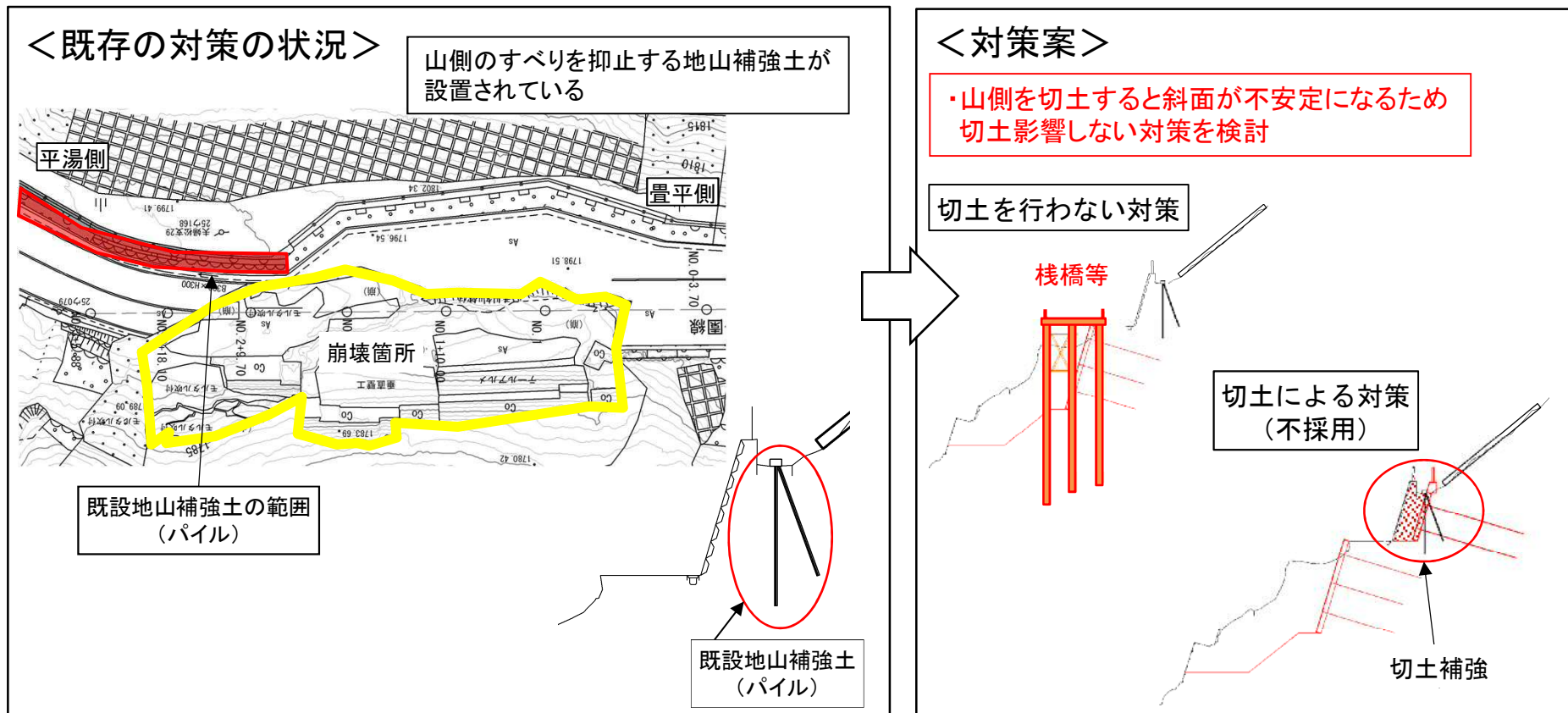
復旧工法の提案

3. 被災後の現地状況から配慮すべき条件

(3) 既設構造物への配慮

- ・ 山側には地山の滑りを抑止するための地山補強土（パイル）が設置されているため、山側を施工する場合には配慮が必要

対策案：既存の地山補強土（パイル）を撤去した場合、地山が不安定になるため
山側の切土は行わない対策を提案



復旧工法の提案

4. 復旧工法の検討における配慮すべき条件と対応策一覧表

条 件	配慮すべき事項	対 応 策
崩壊メカニズムから 配慮すべき条件	地下水量の増加への配慮	<ul style="list-style-type: none">・排水ボーリングにより地下水量の増加を抑制・地下水の影響を受けにくい構造（開放型）
被災後の現地状況から 配慮すべき条件	崩壊した不安定土砂等への配慮	<ul style="list-style-type: none">・斜面のすべり抑止対策を設置して、崩落土砂等を撤去・地質調査結果を踏まえ山側を含めた斜面对策を設置
	崩壊残存物への配慮	<ul style="list-style-type: none">・残存する圧縮補強土（パイル）に影響しない復旧工法を選定
	既設構造物への配慮	<ul style="list-style-type: none">・山側の既設地山補強土（パイル）に影響しない対策を選定
その他一般条件	早期復旧	<ul style="list-style-type: none">・早期復旧が可能な工法を選定・施工可能期間（4月～10月）が限定されるため越冬できる工法を選定

復旧工法の提案

5. 復旧工法の選定

● 配慮すべき諸条件、地形・地質状況等から現道沿いに復旧可能な工法を選定

・ 復旧工法：橋梁形式、**棧橋形式**、擁壁形式※

※擁壁形式は、地下水の影響を受けにくい開放型と比べ、影響を受けやすいこと、路側のすべり抑止対策(アンカー)が路体内となり、施工後に緊張力の管理が出来ないことから不採用とする

● 復旧工法の比較評価の着目点

(1) 崩壊メカニズム

① 地下水量の増加への配慮

地下水の影響を受けにくい構造か。

(2) 現地状況

① 崩壊した不安定土砂への配慮

路側斜面のすべり抑止対策と不安定土砂の撤去が可能か。

山側を含めた斜面对策施設の配置は可能か。

② 崩壊残存物への配慮

残存する圧縮補強土(パイル)に影響しない工法か。

③ 既設構造物への配慮

山側の既設地山補強土(パイル)に影響しない対策か。

(3) 一般条件

① 早期復旧

早期に復旧が可能か。

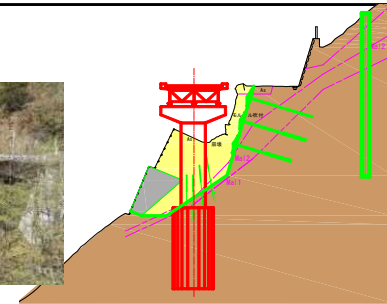
② 地域条件

越冬できる工法か。

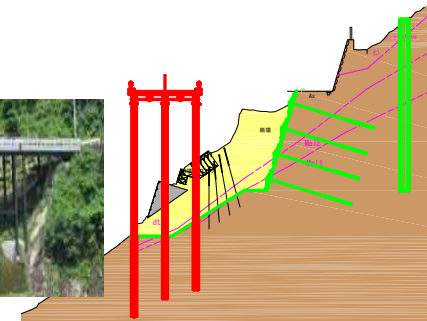
③ 経済性

経済的な対策工法か。

○ 橋梁形式

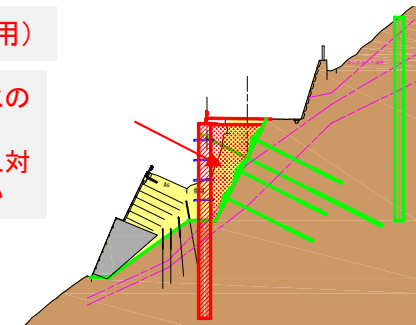


○ 棧橋形式



○ 擁壁形式 (不採用)

- ・ 開放型と比べ地下水の影響を受けやすい
- ・ 施工後、すべり抑止対策の管理が出来ない



復旧工法の提案

6. 復旧工法の評価

評価: ○ 対応可能もしくは相対的に有利、△工夫により対応可能もしくは相対的に劣る、×対応不可

検討案		橋梁形式	橋梁形式	栈橋形式	栈橋形式
概略図 (平面イメージ・横断イメージ)					
計画概要		<ul style="list-style-type: none"> ・橋梁で崩落地を跨ぐ復旧方法 ・谷側に仮橋で仮設道路を構築 		<ul style="list-style-type: none"> ・鋼製栈橋で崩落地の谷側に復旧する方法 ・山側に仮橋で仮設道路を構築 	
(1) 崩壊メカニズム	①地下水量の増加への配慮	○	<ul style="list-style-type: none"> ・排水ボーリングの設置が可能 ・開放型の構造のため、地下水の影響を受けない 	○	<ul style="list-style-type: none"> ・排水ボーリングの設置が可能 ・開放型の構造のため、地下水の影響を受けない
(2) 現地状況	①崩壊した不安定土砂への配慮	△	<ul style="list-style-type: none"> ・路側斜面のすべり対策、不安定土砂の撤去は可能 ・ただし路側対策は橋梁が影響する広範囲に必要 ・山側を含めた斜面对策は可能 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・路側斜面のすべり対策、不安定土砂の撤去は可能 ・山側を含めた斜面对策は可能
	②崩壊残存物への配慮	○	<ul style="list-style-type: none"> ・残存圧縮補強土(パイル)がある状態でも施工が可能 ・そのため、影響せずルート選定が可能 	○	<ul style="list-style-type: none"> ・残存圧縮補強土(パイル)がある状態では施工できないため、避けたルート選定が必要
	③既設構造物への配慮	△	<ul style="list-style-type: none"> ・山側既設構造物に影響しない本復旧工事が可能 ・仮設工事は谷側に仮橋の設置が必要のため大規模 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・山側既設構造物に影響しない本復旧工事が可能 ・仮設工事は山側に仮橋の設置が可能のため小規模
(3) 一般条件	①早期復旧(工期)	△	<ul style="list-style-type: none"> ・栈橋形式より工期が長い 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・橋梁形式より工期が短い
	②地域条件(越冬可否)	○	<ul style="list-style-type: none"> ・工事途中の越冬が可能 	○	<ul style="list-style-type: none"> ・工事途中の越冬が可能
	③経済性(工事費)	△	<ul style="list-style-type: none"> ・栈橋形式より工事費が高い 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・橋梁形式より工事費が安い
総合評価		○:3項目 △:4項目 ×:0項目		○:6項目 △:1項目 ×:0項目	