

斜面防災に関する最近の動向

令和7年12月2日

NEXCO総研 道路研究部 金田 和男

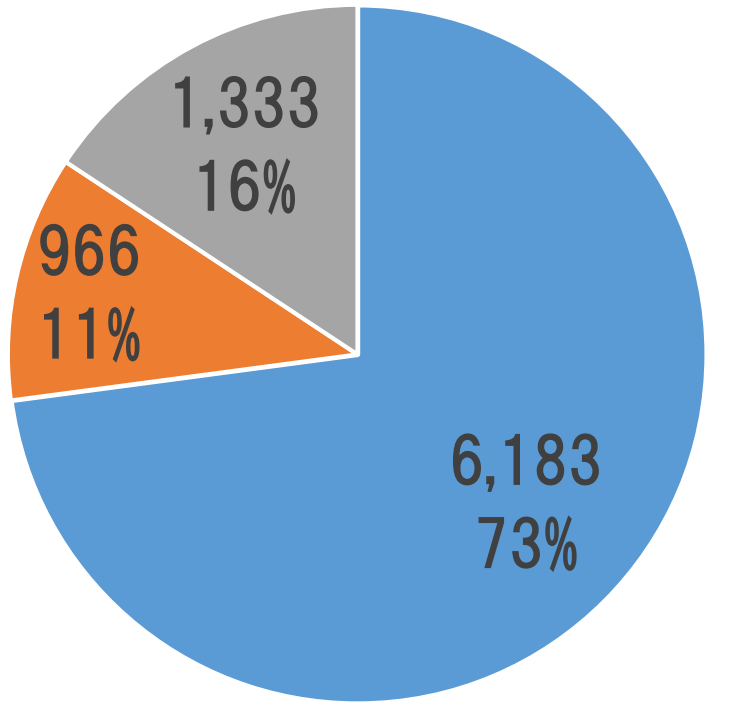
- 1. 土砂災害について**
- 2. 災害、変状の要因と点検**
- 3. 応急対策・本復旧対策**
- 4. 土石流災害への対応**
- 5. 最近の斜面災害の事例**
- 6. 最後に**

1.1 NEXCOの土工延長



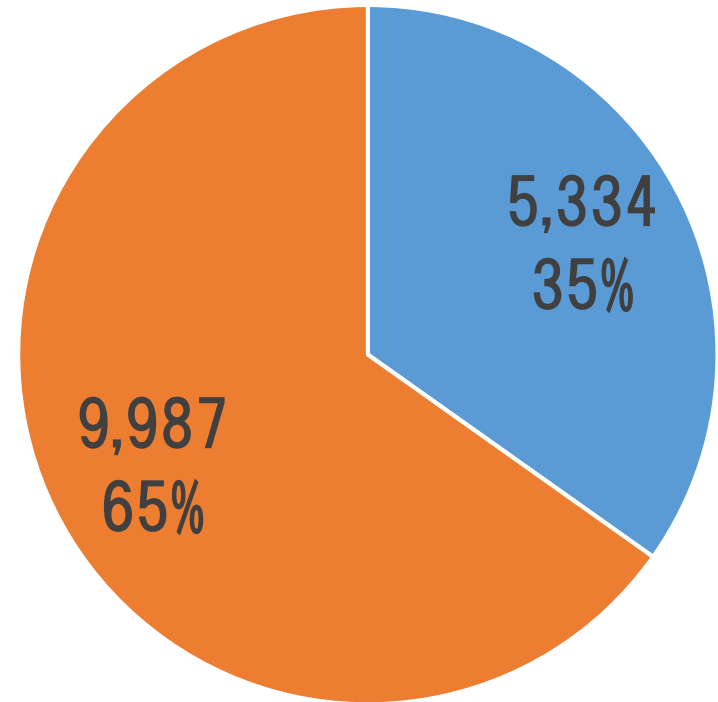
※ 道路構造別延長(km)

資産台帳より求めた土工延長(km)
(上下別)



■ 土工 ■ トンネル ■ 橋梁

※ R6年度高速道路便覧引用

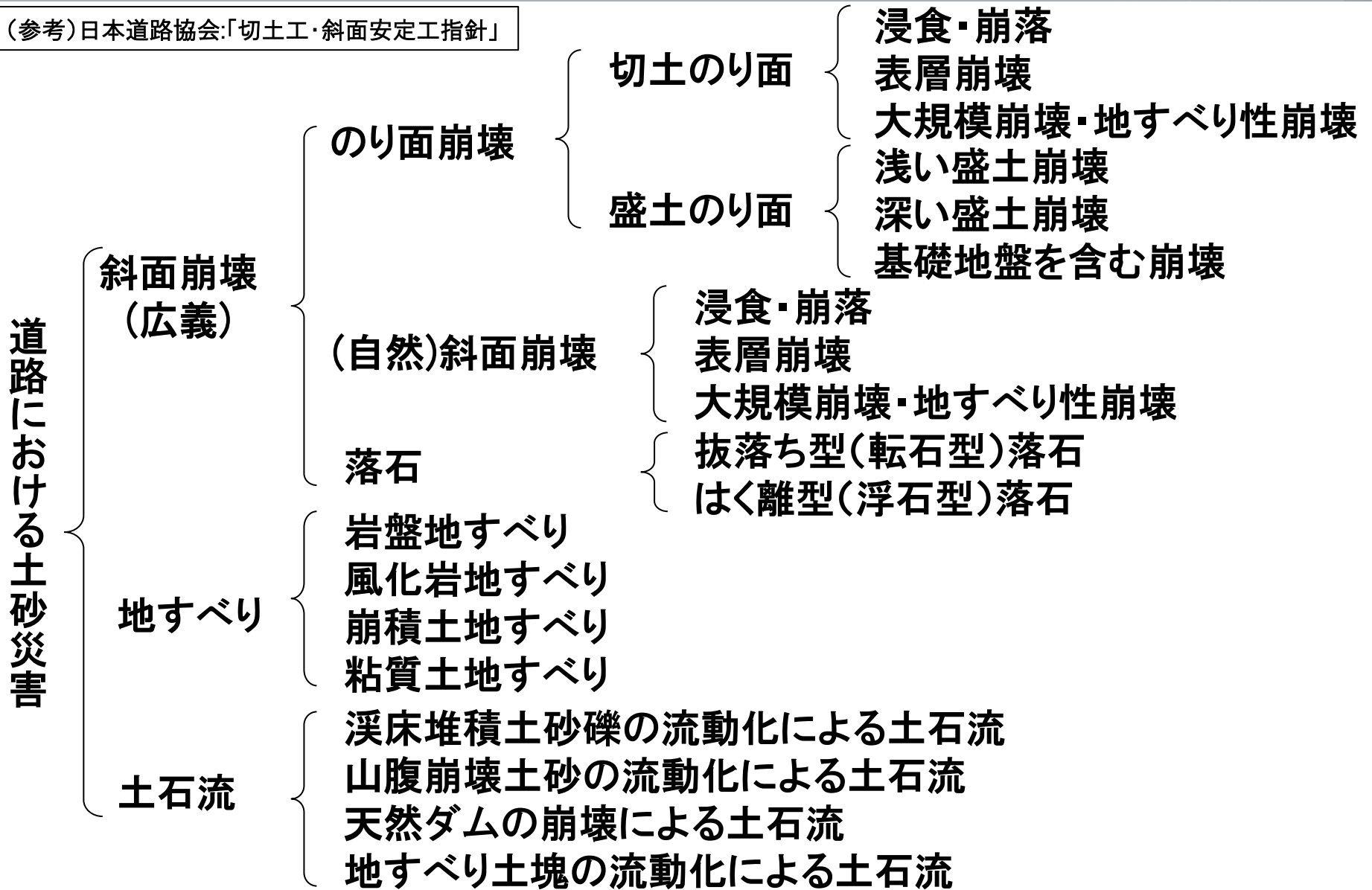


■ 切土 ■ 盛土

盛土延長は、切土延長の約2倍

1.2 土砂災害の分類

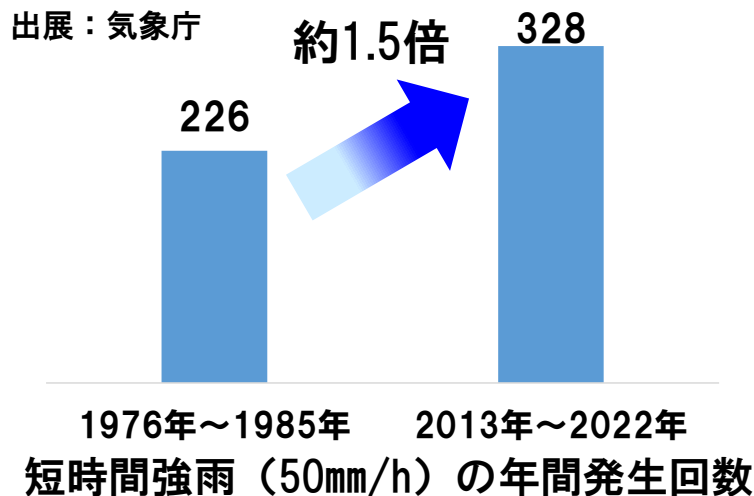
(参考)日本道路協会:「切土工・斜面安定工指針」



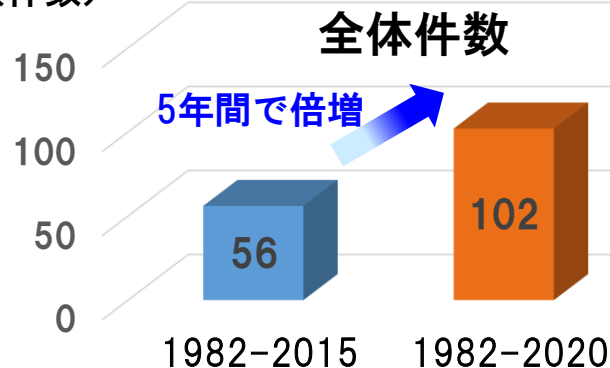
1.3 災害リスクの高まり①

➤ 土砂災害発生件数（年平均）は、直近10年とその前の10年と比較して約1.2倍に増加

出展：気象庁

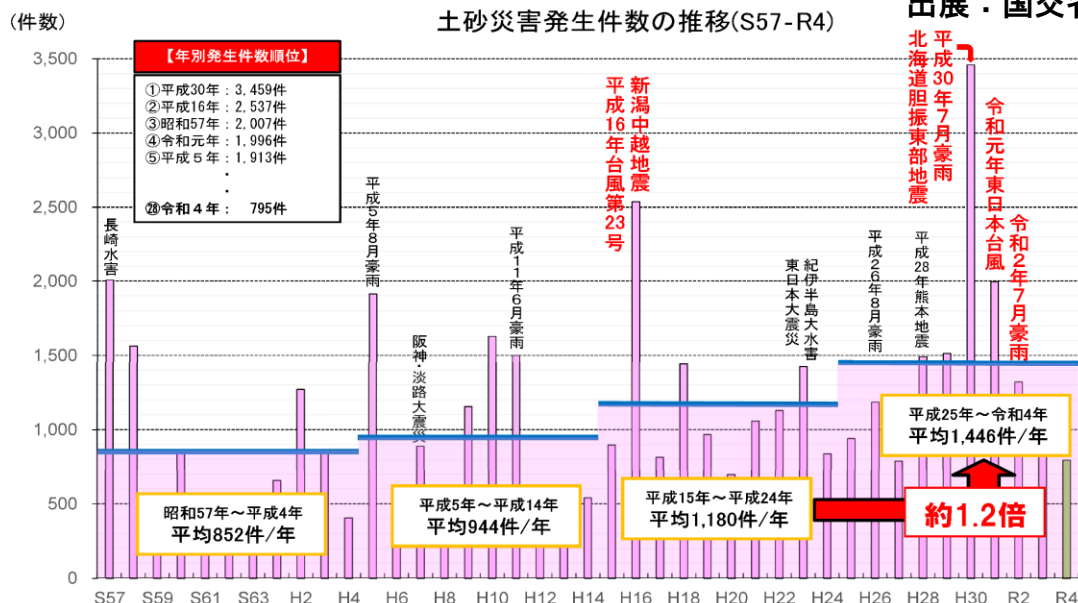


(件数)

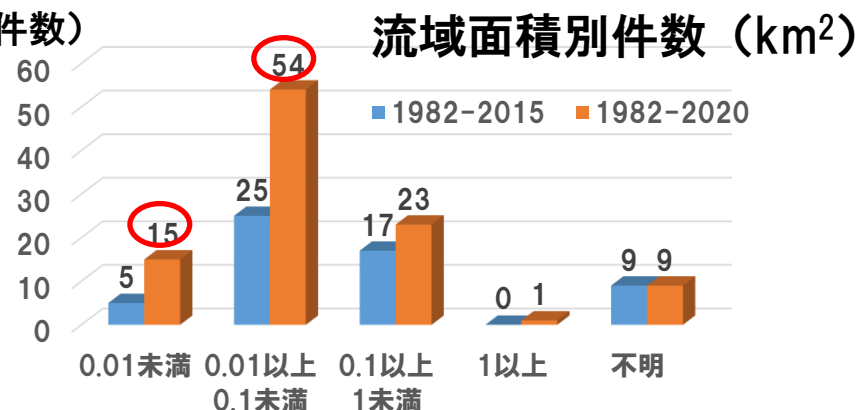


NEXCO3会社の区域外からの土砂流入件数

(件数)



(件数)

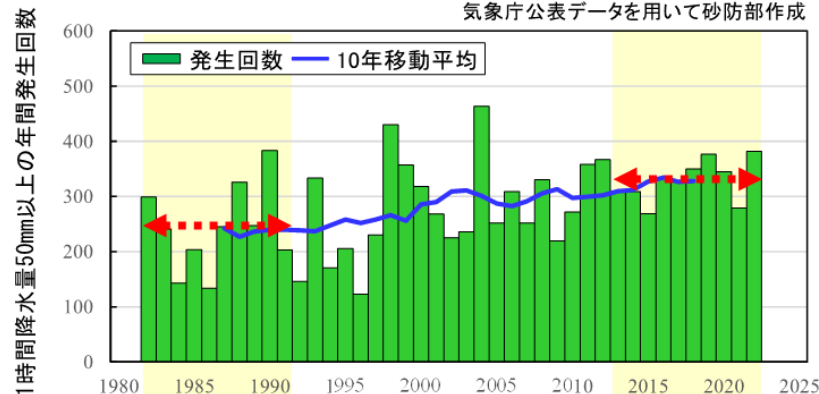


1.3 災害リスクの高まり②

- 過去40年間でも豪雨の増加に合わせて土砂災害は増加傾向
- 土砂災害は全国的に発生
- 土石流は西南日本の日本海側、深層崩壊は西南日本の太平洋側での発生が多い。

出展：国交省

【全国1300地点】1時間降水量50mm以上の年間発生回数
気象庁公表データを用いて砂防部作成



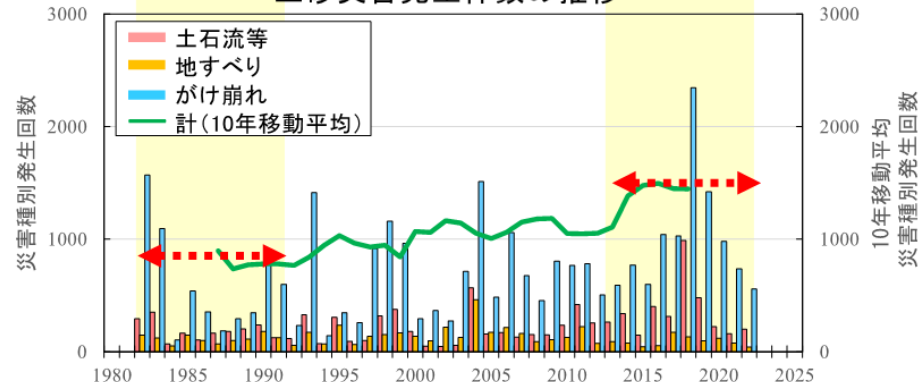
大雨

土砂災害

約30年間で
約1.3倍

約1.6倍

土砂災害発生件数の推移



出展：国交省



土石流

がけ崩れ

土砂・洪水氾濫

→素因によらず全国的に発生。

土砂・洪水氾濫



同時多発的な
表層崩壊や土石流



深層崩壊



土石流

→西南日本で発生が多く、特に西南日本内帯（花崗岩が広く分布）で多い

深層崩壊

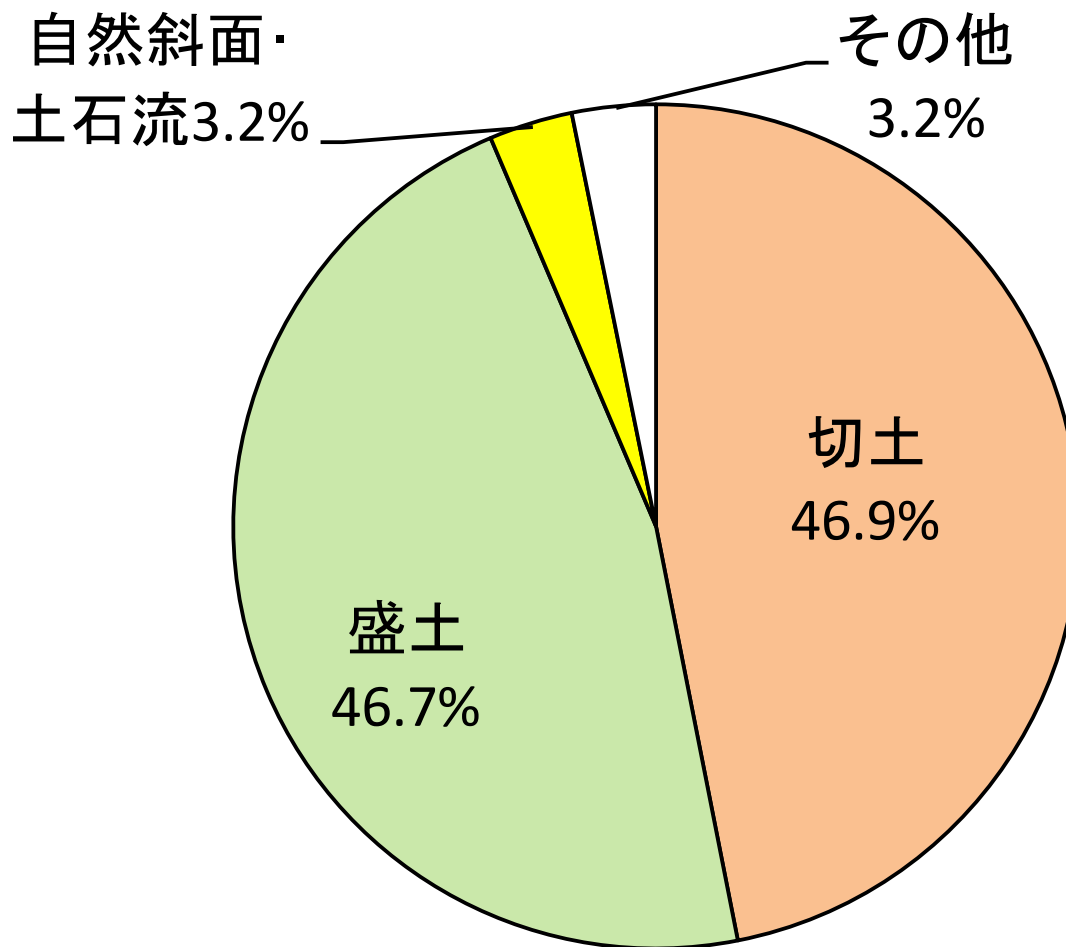
→西南日本で発生し、西南日本外帯（付加体が広く分布）で多い

近年の主要な土砂移動現象の分布
(1988年4月から2020年9月で1つの市町村における死者・行方不明者が5名以上の災害)

1.4 道路土工構造物全体の被災傾向



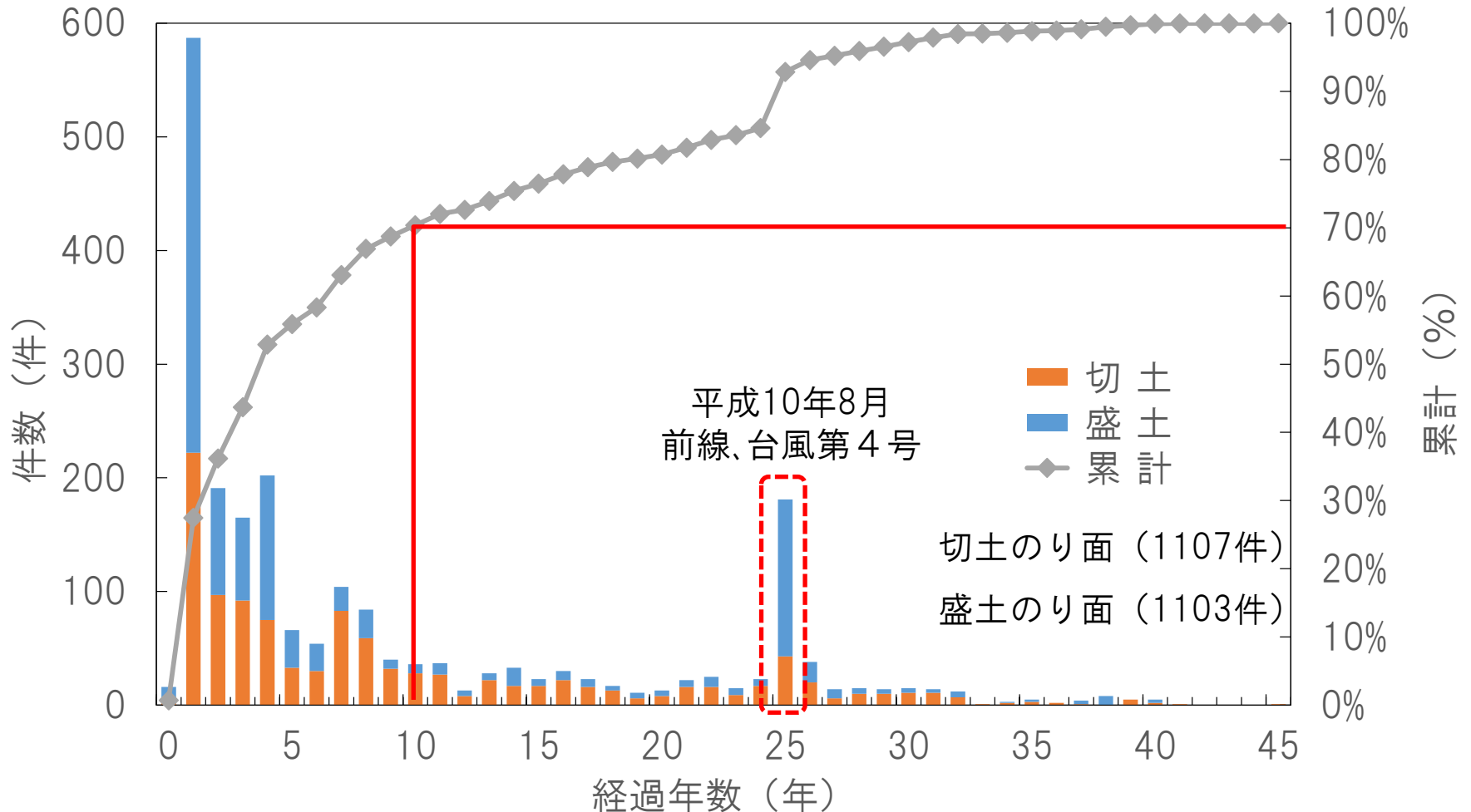
平成5年～平成16年までの災害データ2,373件



崩壊件数の内訳(件)

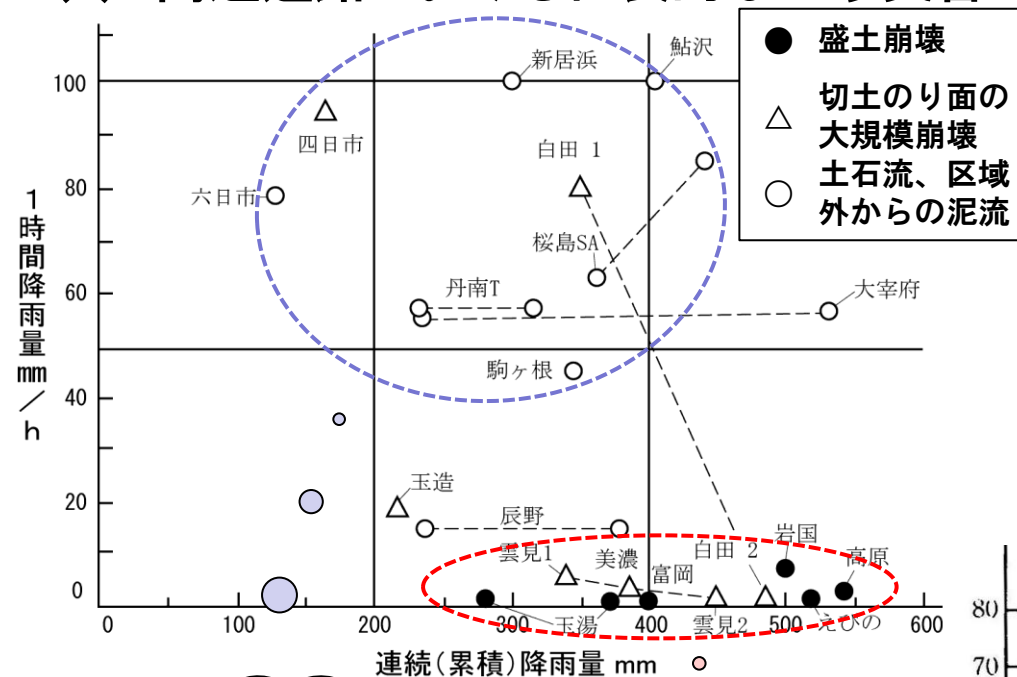
1.4 土砂災害の特徴・傾向 (H5-H16)2,373件

- 供用後10年までの間に、全のり面災害の約7割が発生
- 供用直後から定期的な点検により、変状傾向の把握が重要



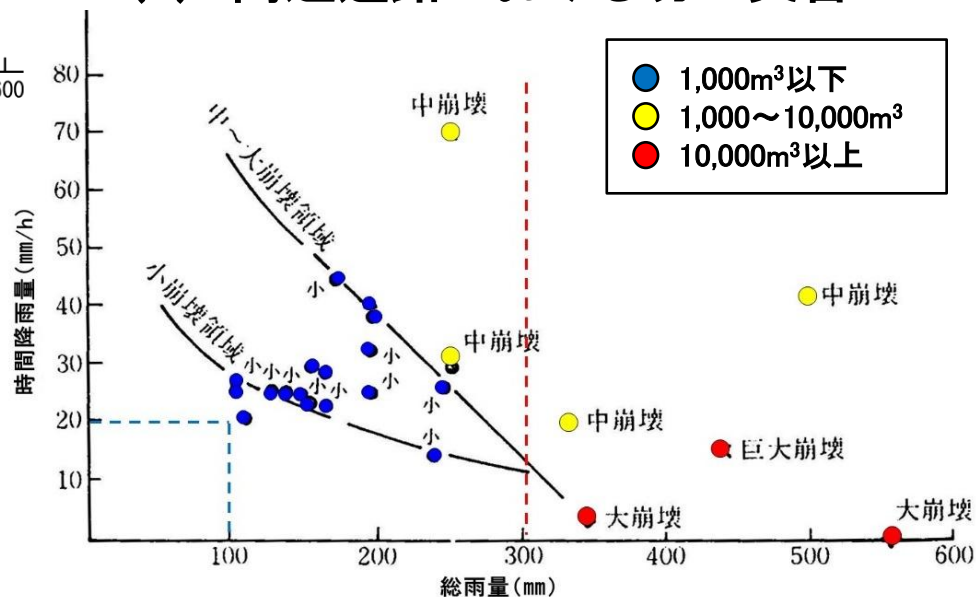
1.5 災害発生時の雨量

(1) 高速道路における代表的な土砂災害



- 土石流
時間降雨量が多い
 - 大規模な崩壊
連続降雨量・総雨量が多い
- ⇒ 雨が止んだ後も要注意！

(2) 高速道路における切土災害



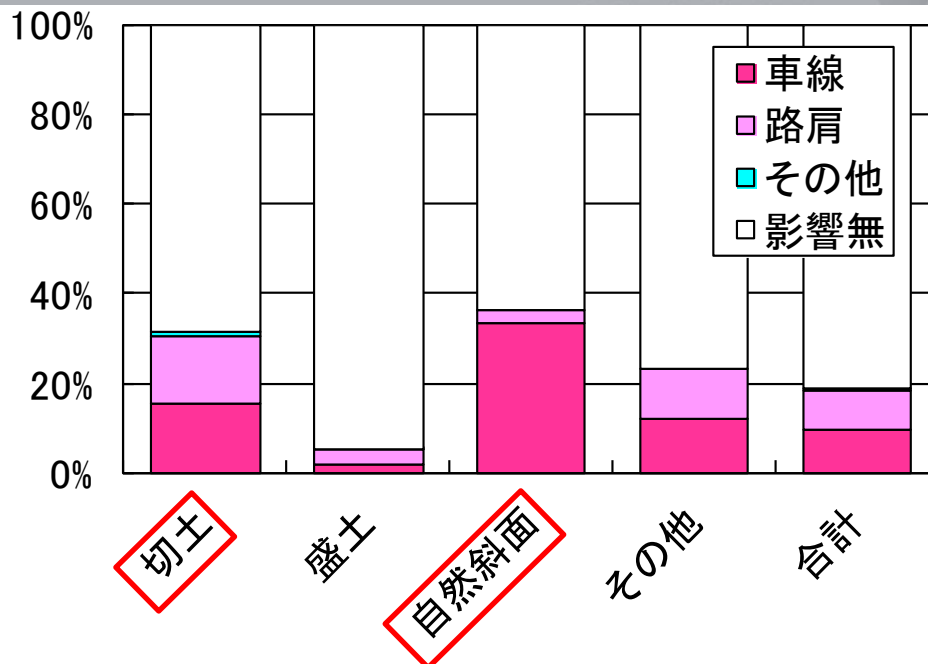
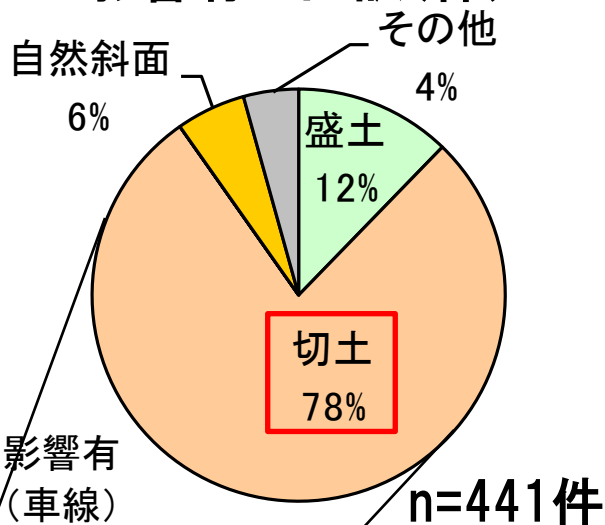
土石流

大規模な
盛土崩壊

1.5 崩壊による交通(車線)への影響

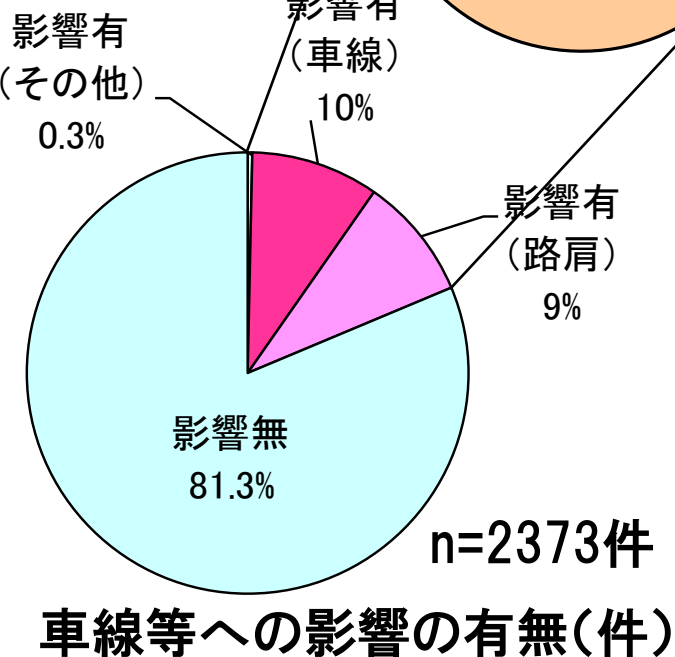
NEXCO

影響有の内訳(件)

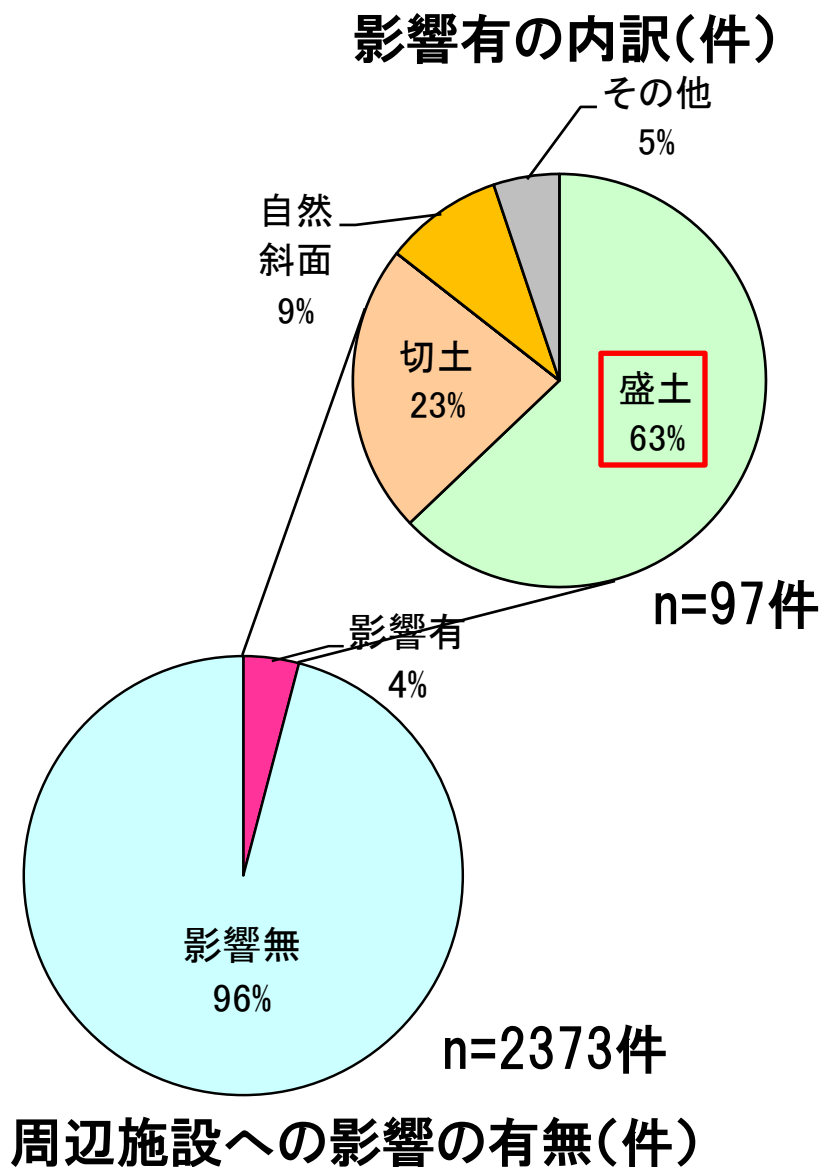


構造物ごとの車線への影響度合い

- 全変状の2割が車線等に影響を及ぼす
- 変状有のうち8割が切土部の変状
- 切土、自然斜面の変状は車線等への影響が大きく、かつ、自然斜面はほとんどが車線に影響



1.5 崩壊による周辺施設への影響



- 全変状の4%が周辺施設に影響を及ぼす
- 変状有のうち約6割が盛土部の変状
- 車線への影響は、事前通行規制などにより、ある程度の回避は可能である
- 崩壊が発生した場合、周辺施設への影響は回避できないため、**盛土部周辺に施設がある箇所**がリスクが高い

※ 対策を講じるまでは、異常降雨時の点検、自治体との連携などのソフト対策を充実させる

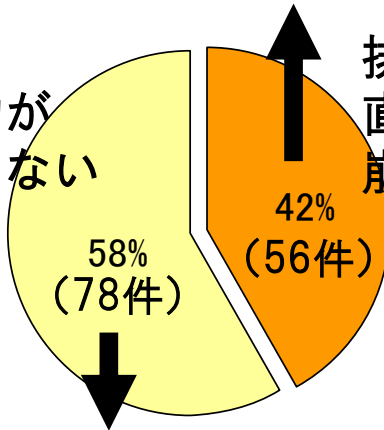
1.6 対策優先箇所の検討(災害事例の分析)

〔崩壊要因〕

③排水施設を改良し、誘因による影響を緩和する
⇒集水ます合流部、たて溝などの改良

切土部

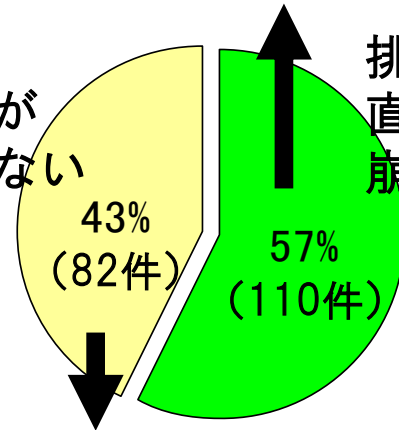
排水構造物が
直接関与しない
崩壊



排水構造物が
直接関与した
崩壊

盛土部

排水構造物が
直接関与しない
崩壊



排水構造物が
直接関与した
崩壊

①崩壊要因を分析し、素因、誘因の
相互作用を緩和する
⇒地質構成、風化、浸透水などが複
雑に影響

⇒災害事例を岩質に着目して分析を
実施

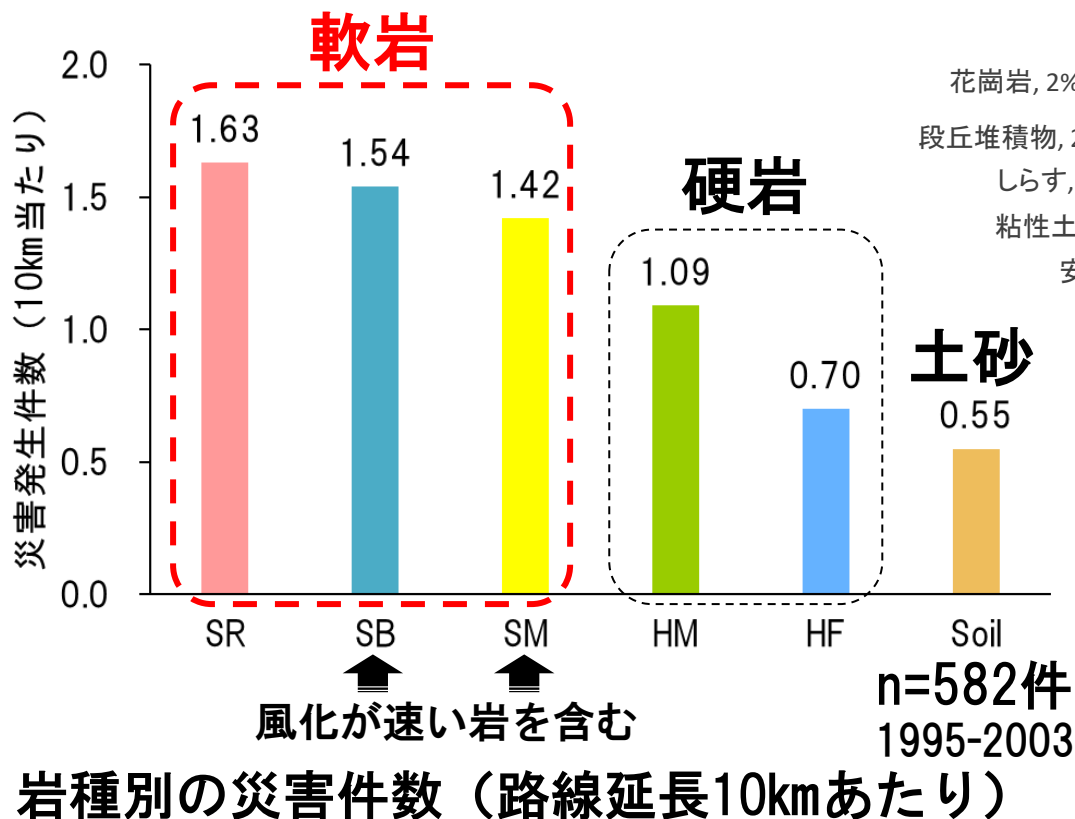
②崩壊要因を分析し、素因、誘因の
相互作用を緩和する
⇒盛土内浸透水による崩壊が主
・水抜き対策の実施
・のり面補強
(優先箇所)

1. 傾斜地盤上の盛土
2. 脆弱岩、砂質土
3. 高盛土

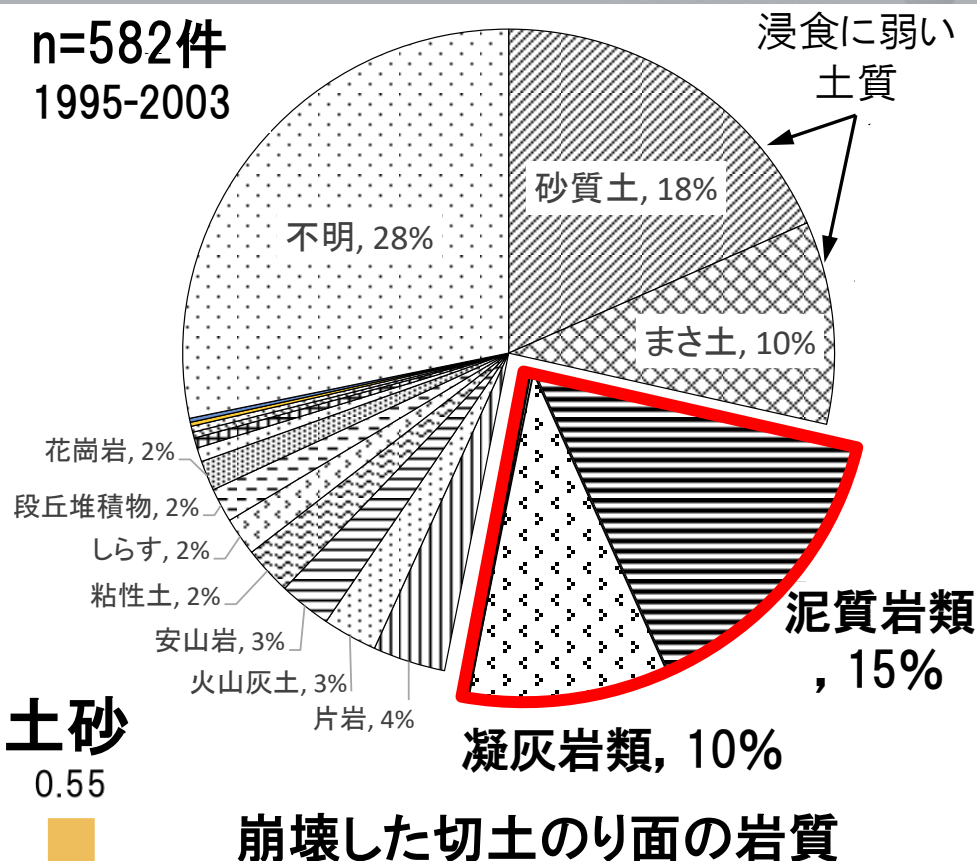
H3～H10までの13路線、326件の災害データの分析結果

1.6 切土のり面災害の岩質による違い

- 崩壊のり面のうち **25%**が **風化の早い岩質**
- 風化が速い岩を含む **軟岩**の **崩壊リスク**が高い



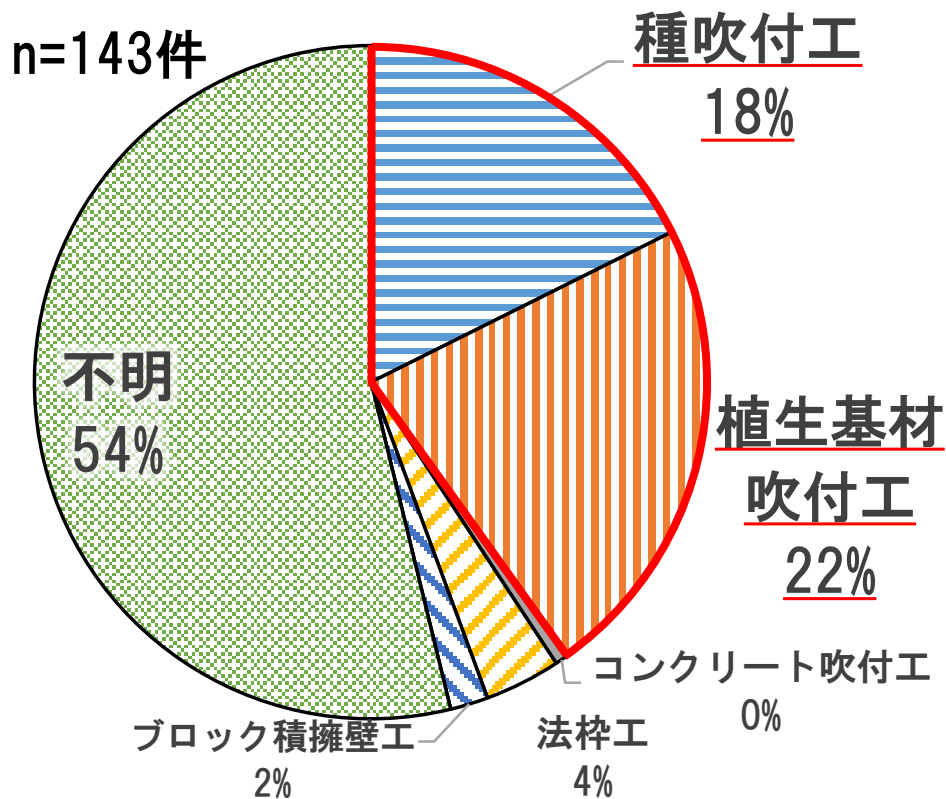
n=582件
1995-2003



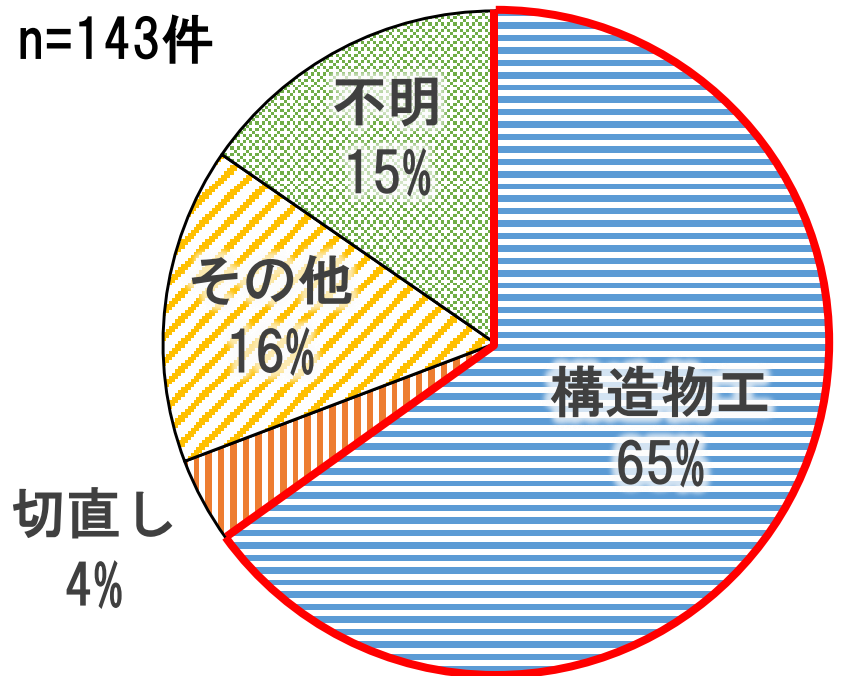
n=582件
1995-2003

1.6 災害箇所ののり面保護工の種別

■災害時ののり面保護工



■復旧時ののり面保護工



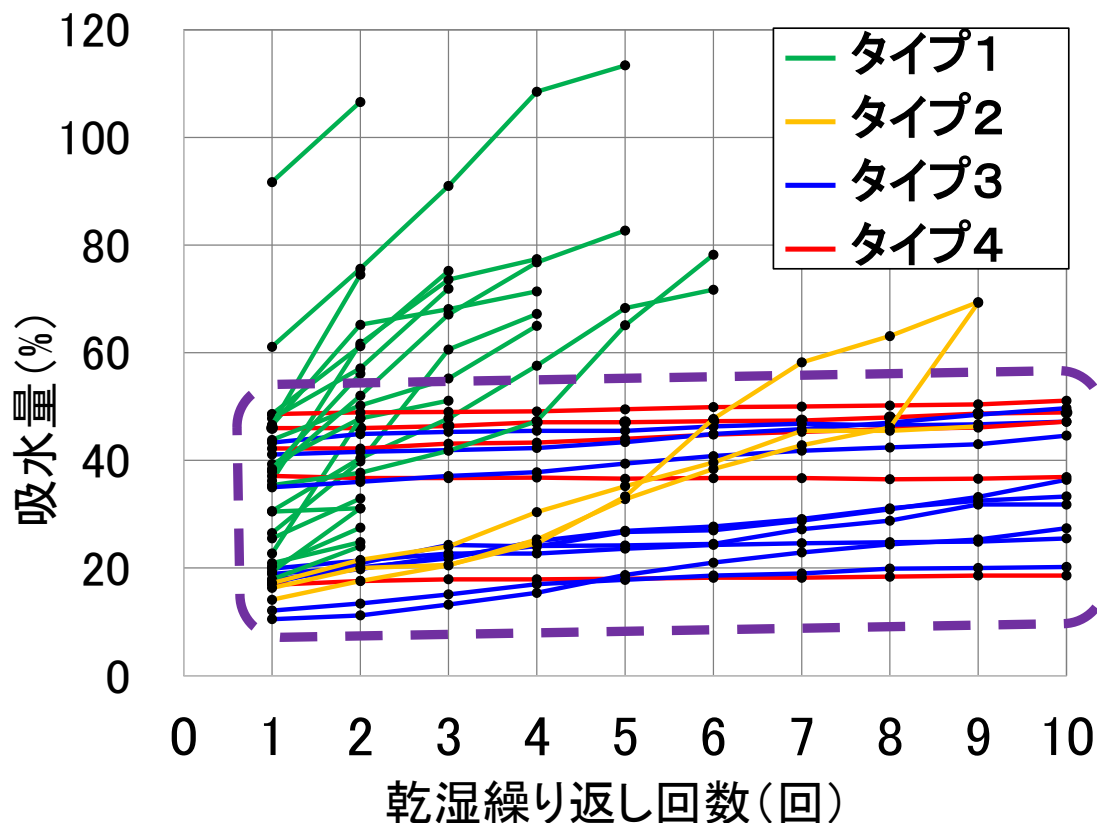
構造物工：法枠、切土補強土、アンカー等
その他：植生工など

➤ 災害時は**植生工**が大部分を占める

➤ 65%が**構造物**によるのり面保護工で復旧、一部は**切直し**

1.6 崩壊した泥岩・凝灰岩のり面の試験結果

- タイプ1: 吸水量大, 土砂化・細片化
 - タイプ3: 吸水量少, 土砂化・細片化
 - タイプ4: 吸水量少, 形状保持
- ⇒ 試験結果(数値)だけでは判別困難



	試験前	試験後
タイプ1		
タイプ3		
タイプ4		

1.6 岩質区分の判定

① 岩の硬さ (I, II, III)

- ・ 目視観察
- ・ ハンマー打診
- ・ 弾性波探査 等

② 風化による強度低下 (A, B)

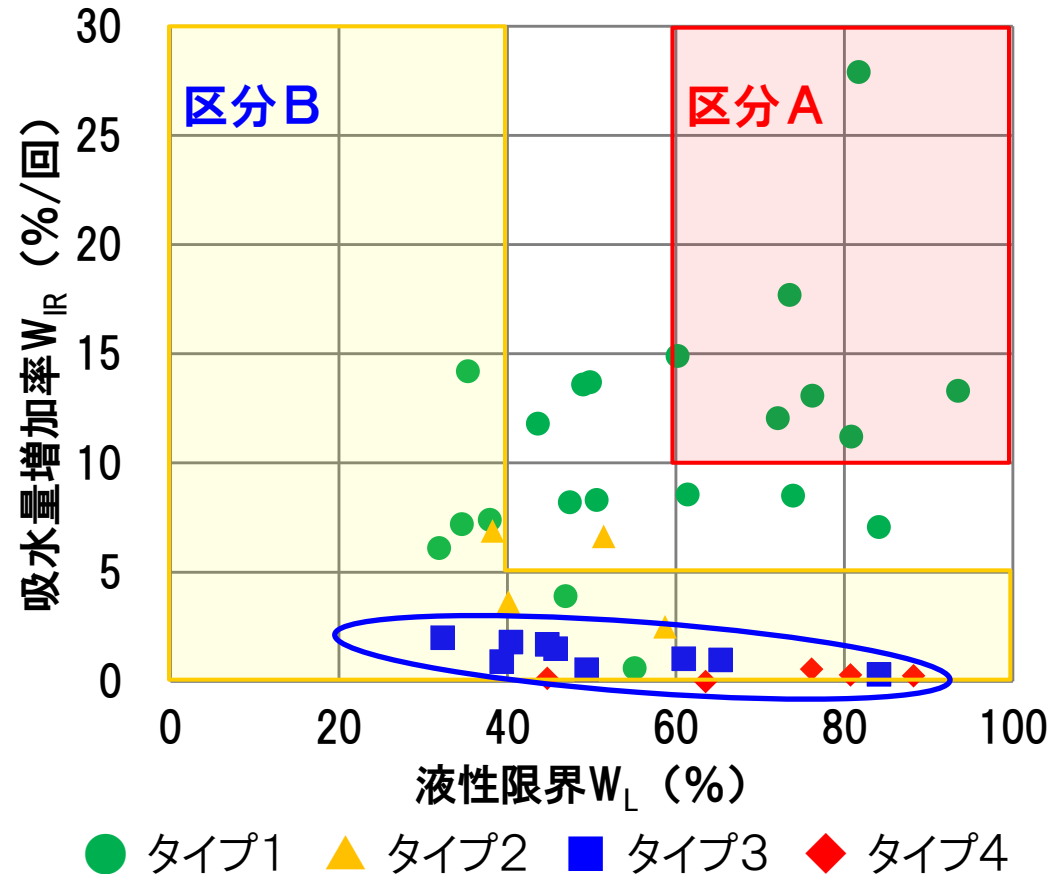
土質試験等

- ・ 膨潤度 (自然吸水膨張率)
- ・ 液性限界
- ・ 乾湿繰り返し時の吸水量増加率



①, ② の組合せで岩質区分を判定

- 土砂化・細片化したタイプ3が区分B (強度低下しない) に判定されるため、性状をきちんと見る必要がある。



1.6 のり面保護工の選定方法について

NEXCO

のり面保護工の考え方

- ・ 植生に不適な土質
- ・ 表層崩壊の危険がある



構造物によるのり面保護

選定フロー図

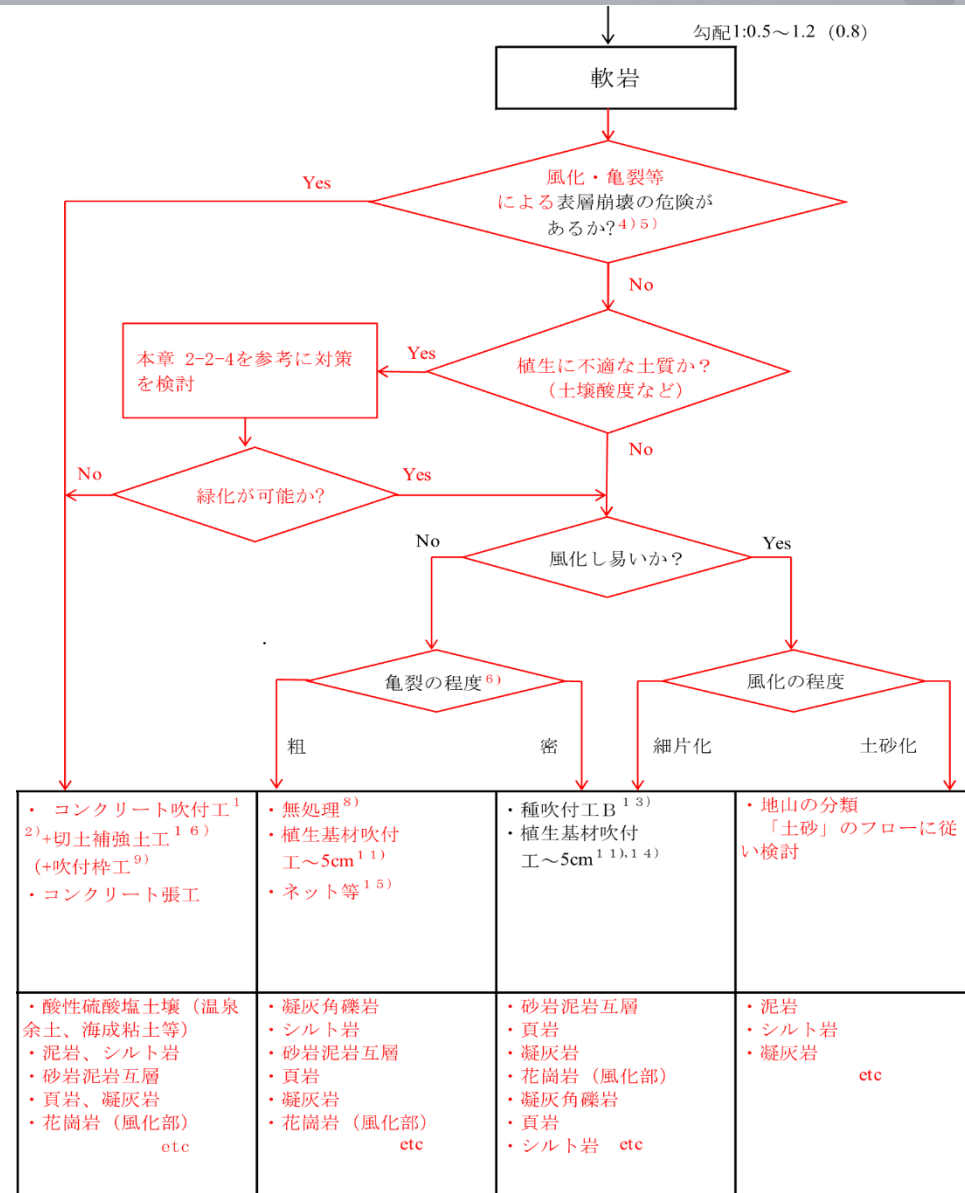
「風化し易いか？」

- ・ 切土後比較的早い時期に細片化、もしくは土砂化する岩



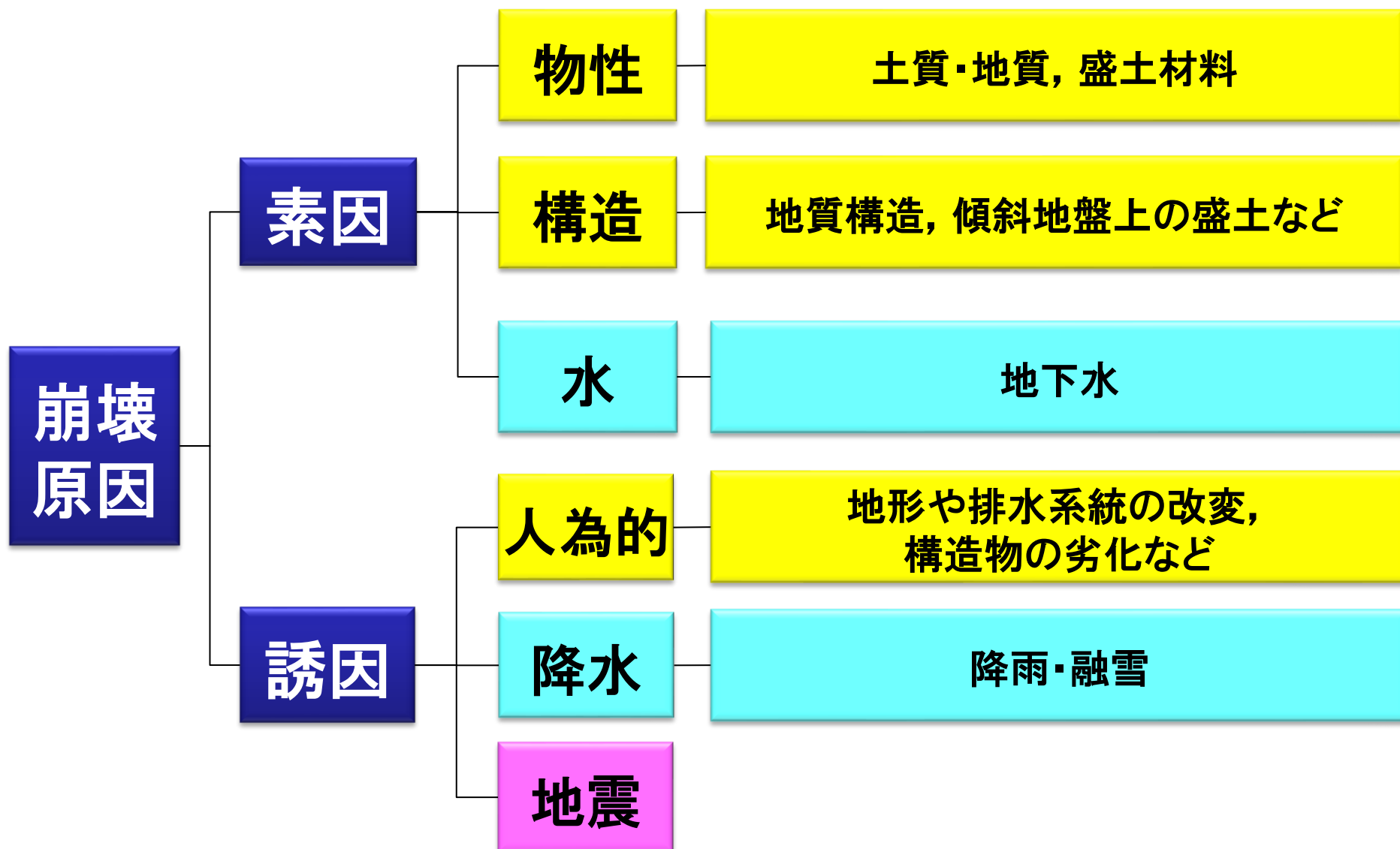
「風化・亀裂等で表層崩壊の危険があるか？」

- ・ 泥岩，シルト岩，凝灰岩等は**乾湿繰り返し等で風化し易い**
- ・ 切土直後のみならず**風化による将来的な表層崩壊の危険性も含む**



1. 土砂災害について
2. 災害、変状の要因と点検
3. 応急対策・本復旧対策
4. 土石流災害への対応
5. 最近の斜面災害の事例
6. 最後に

2.1 土砂災害の要因(素因/誘因)



保全点検要領（構造物編）補足資料【技術資料】R6.4 P4-3

2.2 のり面崩壊のケース



A.建設当時から問題があり崩壊

- 1)地質・土質そのものに問題がある場合
- 2)コスト削減により必要な対策を怠った場合
(排水設備の未設置, 用地買収時による範囲狭小→急こう配)
- 3)対策工の誤選定, 材料の性能不足, (施工不良)

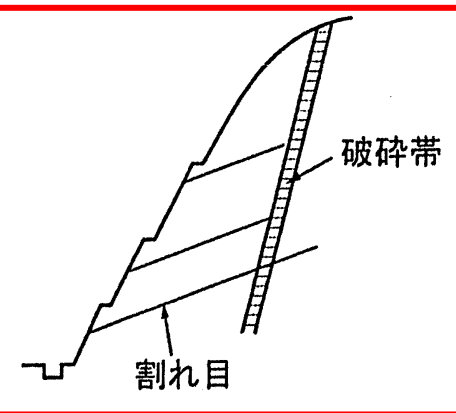
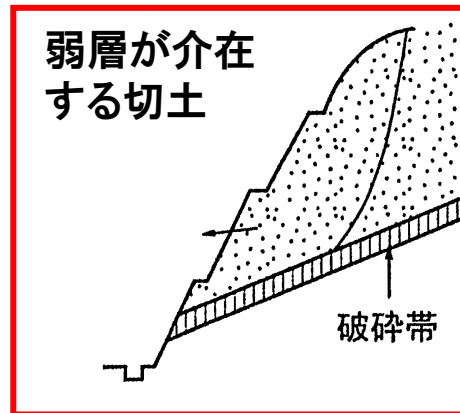
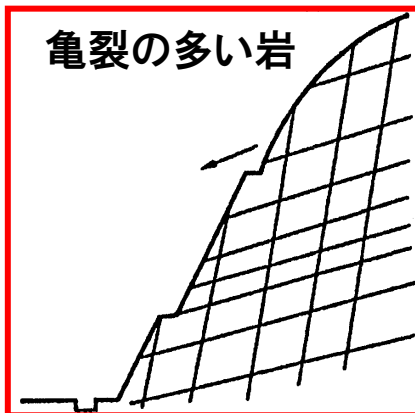
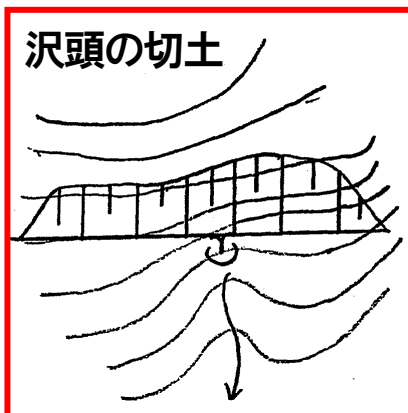
B.建設段階で問題はなかったが崩壊

- 4)劣化により浸水
→ex.コンクリート小段の亀裂から浸水→地下水位上昇→崩壊
(⇒点検および補修の徹底により崩壊を未然に防ぐ)
- 5)設計基準の範囲外?(想定外の降雨)
→昨今のゲリラ降雨→地下水位急上昇→崩壊
(⇒排水設備の見直し(設計と現実), 清掃, 縦溝の増設)

2.3 切土部の素因

災害事例から抽出した素因(切土部)

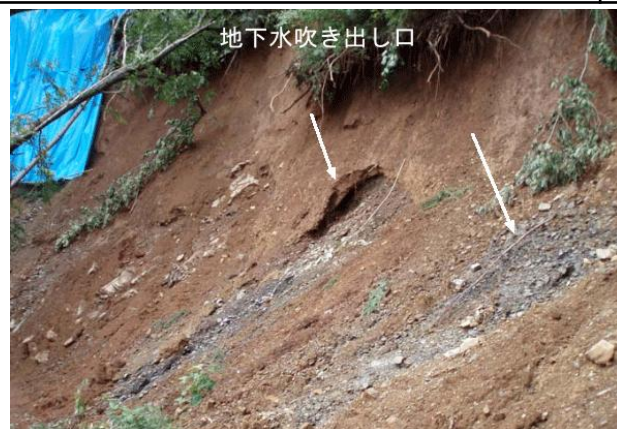
項目		素因に至る素因
崩壊形態		・のり肩(人工遷急線)を含む崩壊が多い
地形	集水地形	・複合斜面・集水地形が認められる切土・沢頭の切土
	地形の特徴	・崖錐地形・鞍部及び構造線に近接した切土
地質	時代・地質	・風化しやすい軟岩や亀裂の多い岩からなる切土 ・固結度の低い地質
	地質構造	・流れ盤構造・弱層が介在する切土・部分的な帯水層
後背地		・後背地の開発による表流水・地下水の流入



2.3 切土部の素因

崩壊性要因を持つ地質(物性)

崩壊性要因をもつ地質	代表的地質等
浸食に弱い土質	しらす, 山砂, まさ土
固結度の低い土砂や強風化岩	崖錐, 火山灰土, 火山碎屑物(第四紀), 崩積土や強風化花崗岩等
風化が速い岩	泥岩, 凝灰岩, 頁岩, 粘板岩, 蛇紋岩, 片岩類等
割れ目の多い岩	片岩類, 頁岩, 蛇紋岩, 花崗岩, 安山岩, チャート等



固結度の低い土砂や強風化岩



風化が速い岩

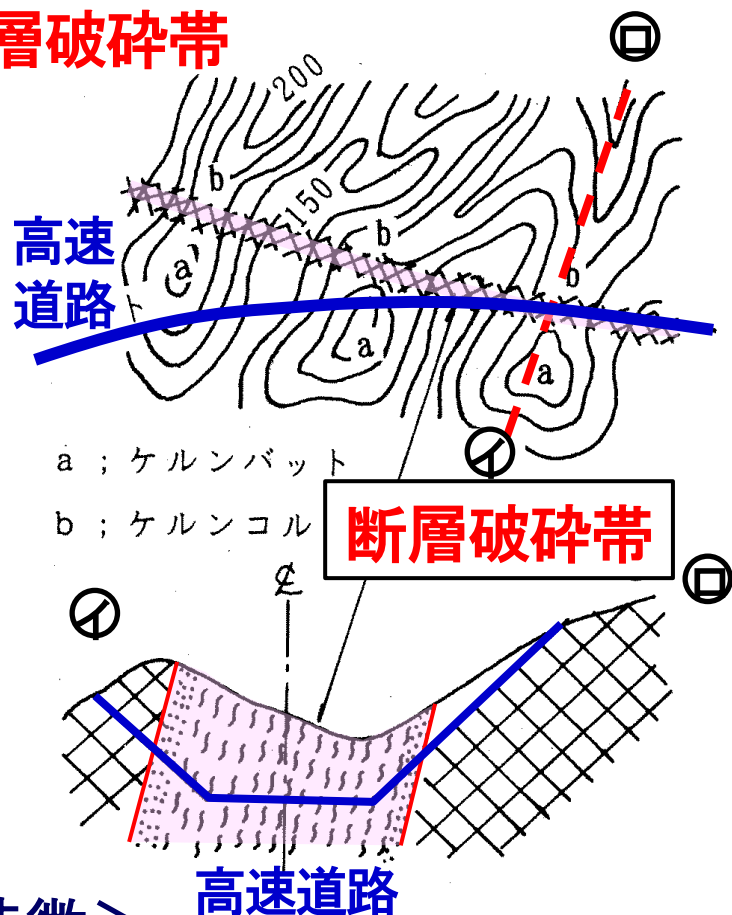


割れ目が多い岩

保全点検要領(構造物編)補足資料【技術資料】R5.4

2.3 切土部の素因 ～崩壊性要因を持つ地質「構造」～

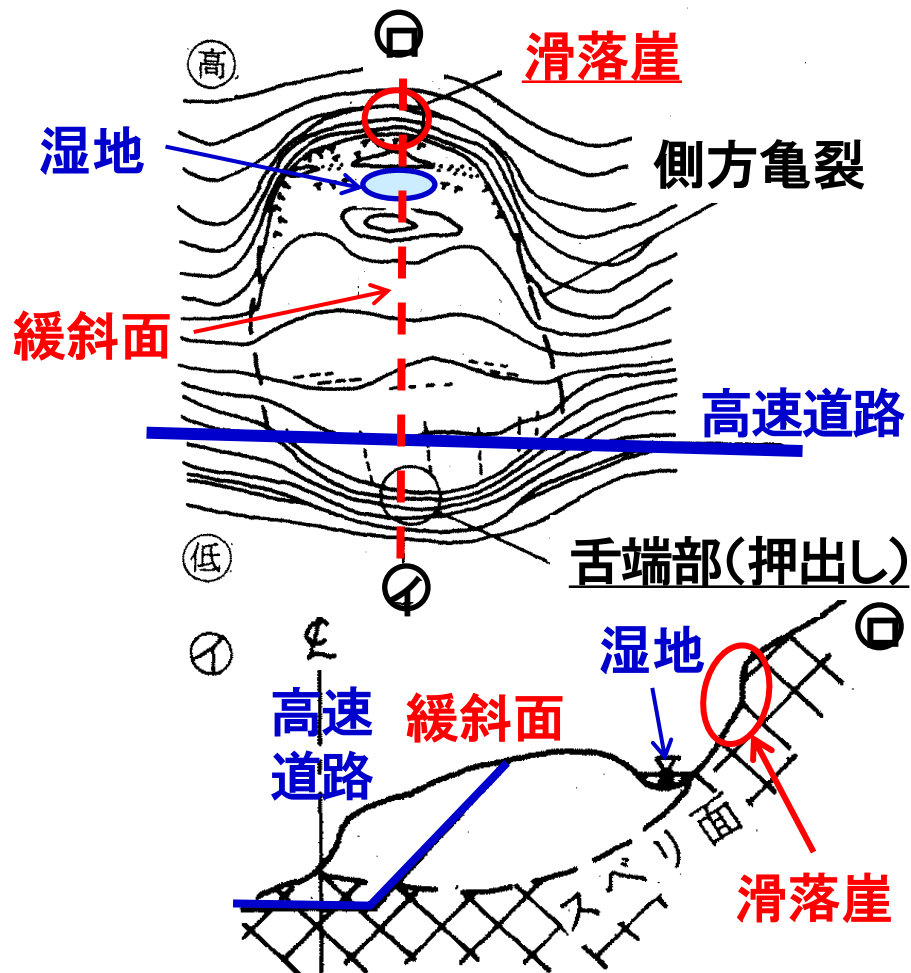
断層破碎帯



<特徴>

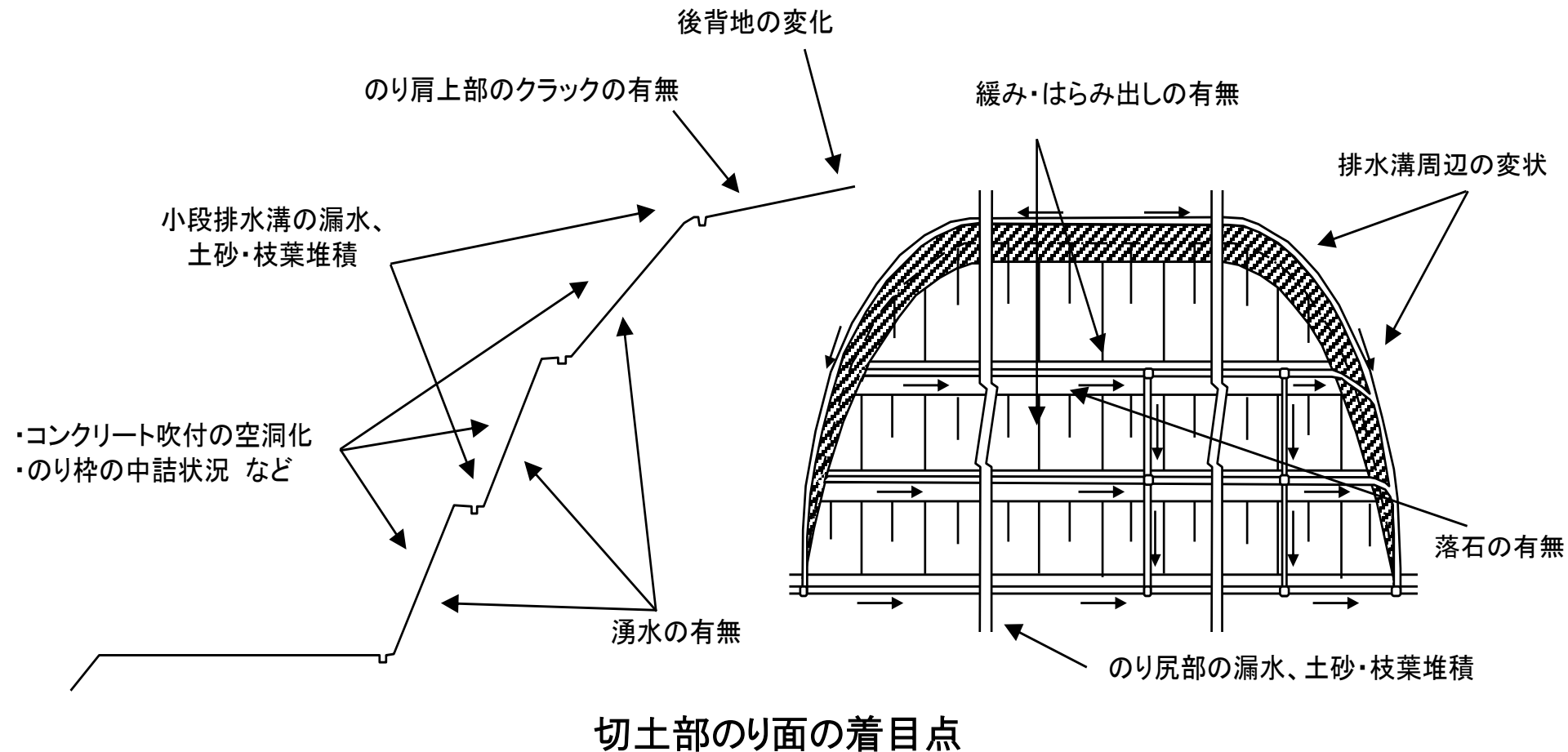
- 鞍部の有無
- 等高線の乱れ
- 滑落崖, 舌端部, その間の緩い斜面の組合せ
- 凹地形や湿地、河川の蛇行等

地すべり地形・崩壊跡地



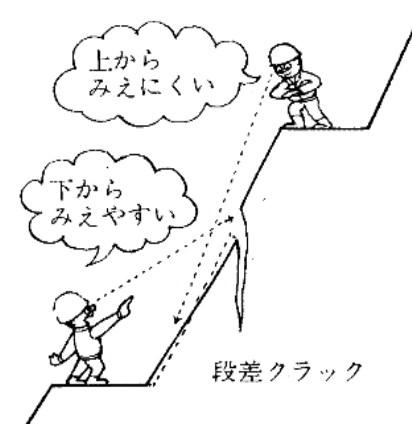
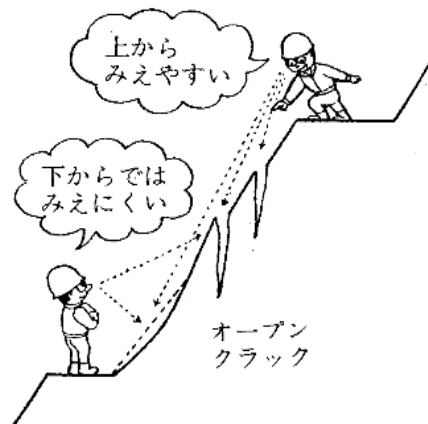
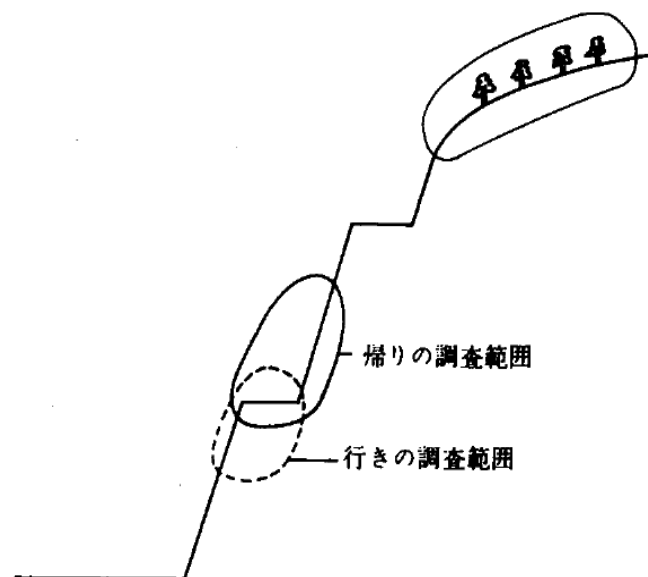
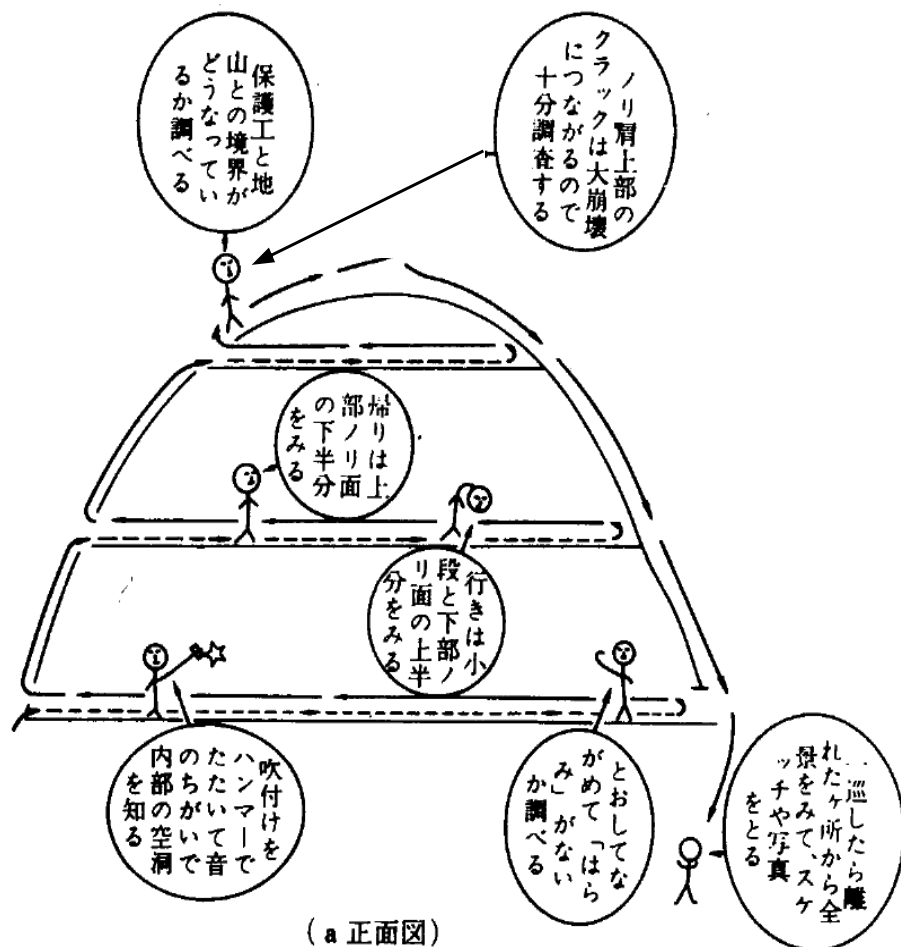
調査要領(R6.7)P1-31より引用

2.4 切土のり面点検時の着目点



2.4 切土のり面点検時の着目点 歩き方

NEXCO



2.4 切土のり面点検時の着目点 湧水

保全点検要領(構造物編)補足資料【技術資料】 R6.4 P4-11



異常湧水の発生状況

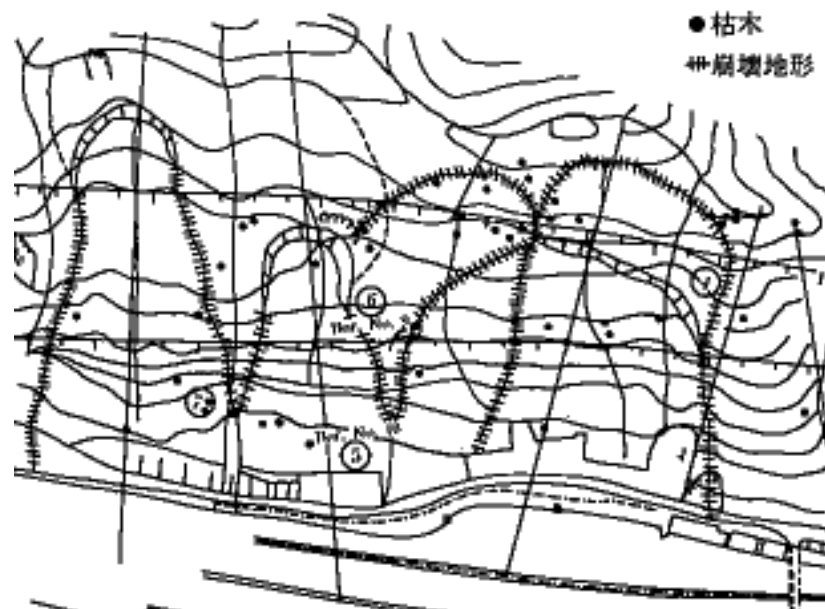
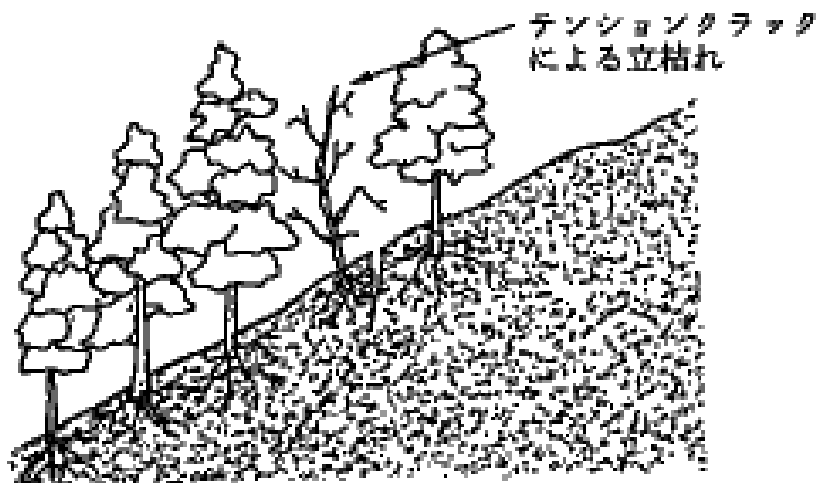


水抜きボーリングからの著しい排水



湧水の発生状況

2.4 切土のり面点検時の着目点 樹木・植生・枯損



枯木調査結果と崩壊地形との関係



樹木の倒れによる根返り箇所

保全点検要領(構造物編)補足資料【技術資料】R6.4 P4-12

2.4 親水性(水を好む)樹種の繁茂



アカメガシワ



エノキ



キリ



クワ



ヤシャブシ



ササ



タケ



ムクノキ



ヌルデ



ネムノキ

※その他の親水性植物

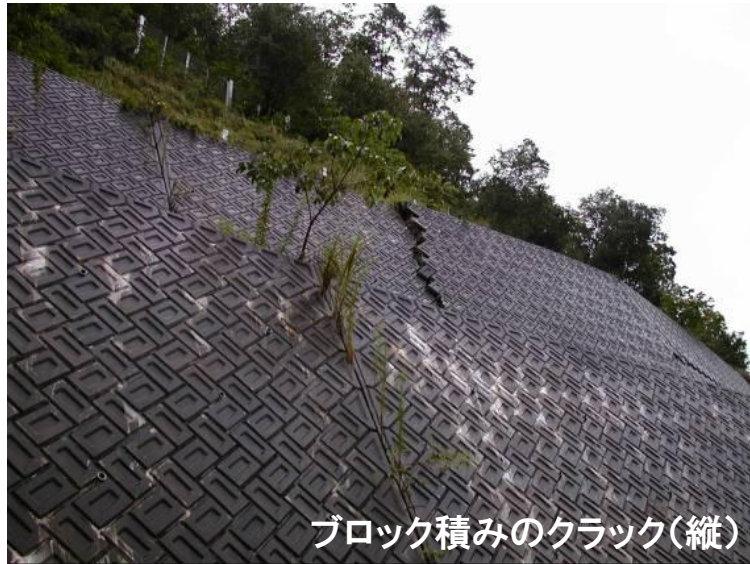
- コケ類、シダ類⇒未風化のり面でも湿った場所に群生
- フサザクラ、タマアジサイ、フキ、ヌルデ等⇒山野にある植物でも、のり面に群生していると注意
- タケ⇒土砂化した地下水の多い場所に群生
- ハンノキ、ドロノキ、ヤナギ、スギ⇒湿った場所に生育する植物。ただし、人為的に導入する場合もあり

保全点検要領(構造物編)補足資料【技術資料】R6.4

事例1 東海北陸道 美濃地区 ～崩壊状況～



事例1 東海北陸道 美濃地区 ～崩壊前の状況～



事例1 東海北陸道 美濃地区 ～時系列～

9/22 5:00頃

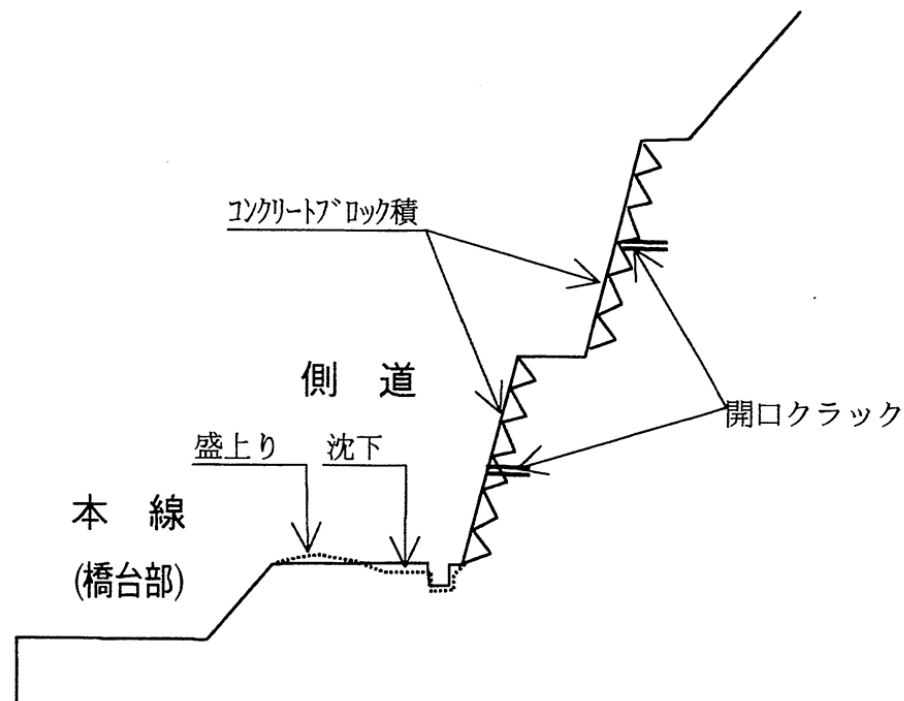
普段は出ていないコンクリートブロック積みの水抜き孔から多量の湧水を確認

9:45頃

コンクリートブロック積み側の水路の沈下、本線側路面の盛り上がり、コンクリートブロック積みに開口亀裂を発見

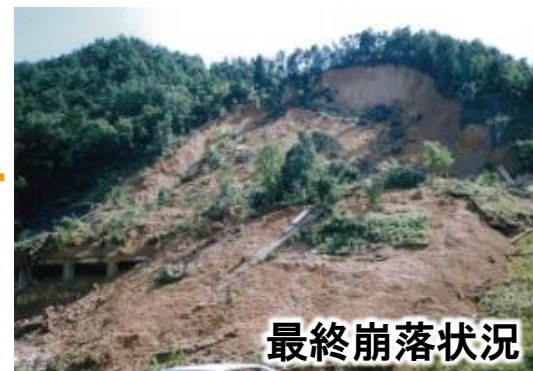
9:55頃

1回目の切土のり面崩壊、その後、9/23日未明まで断続的に拡大



事例1 東海北陸道 美濃地区 ～崩壊状況～

地山：亀裂が多い・土砂化（脆弱な地山）
切土勾配 1：0.5～1：0.8



最終崩落状況



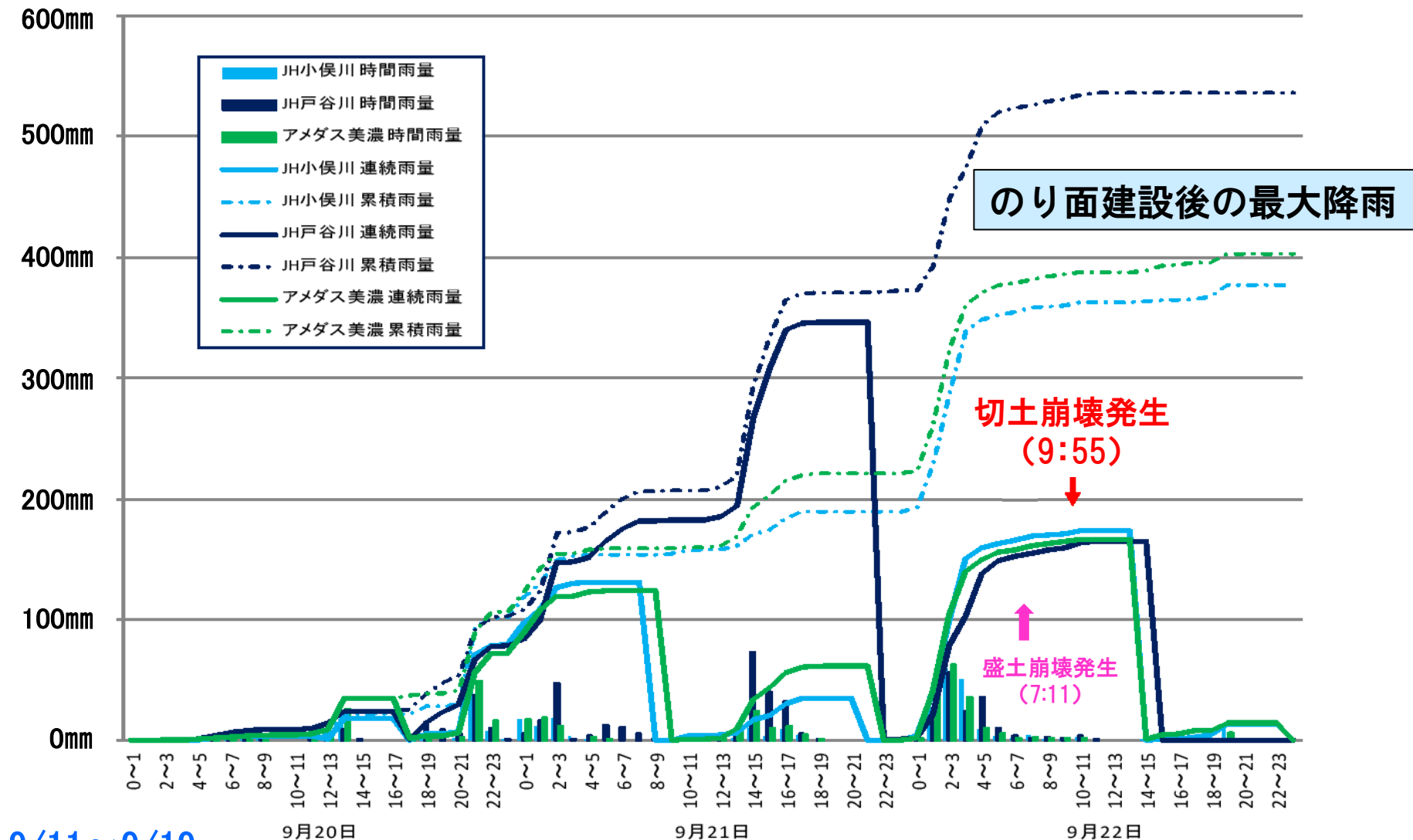
2回目崩落状況



1回目崩落状況

崩壊が繰り返し発生

事例1 東海北陸道 美濃地区 ～降雨状況～



9/11~9/19
約360mm

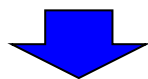
9月の降水量: 約1,000mm (年降水量の約半分)

事例1 東海北陸道 美濃地区 ～復旧対策～

応急復旧 (H11年9月～11月 約2か月)

- ・ 河川の付替え
- ・ 崩落土砂と不安定土砂の撤去
- ・ ファイバーモルタル吹付け (サイド部)
- ・ 植生基材吹付 (中央部)
- ・ 張出し床板の補修
- ・ 水抜きボーリング

※ 11/27 白鳥～荘川開通



本復旧 (H11年11月末～H12年3月末 約4ヶ月)

- ・ 橋梁の補修
- ・ 安定勾配 (1 : 1.2) での切り直し
(健全部は, 1 : 1.0 + のり枠 + 地山補強土)
- ・ 排土量 約35万m³
(応急復旧分を含む)

※ 河川改修完了はH12年9月



本復旧 最大17段, 直高120m

1. 土砂災害について
2. 災害、変状の要因と点検
3. 応急対策・本復旧対策
4. 土石流災害への対応
5. 最近の斜面災害の事例
6. 最後に

3.1 応急復旧に関する整理・分析



① 災害パターンと対応

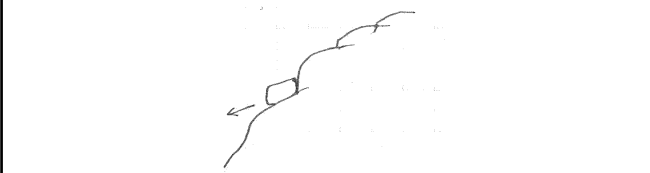
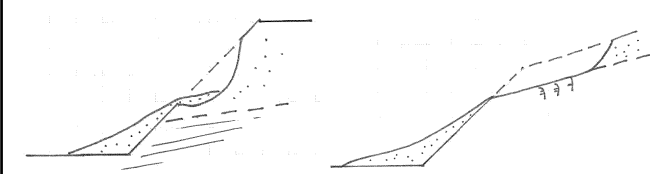
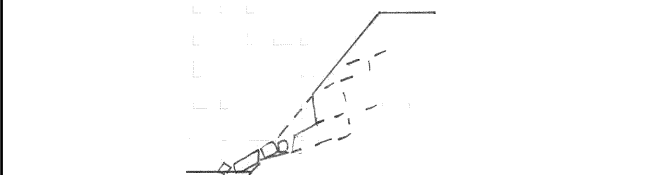
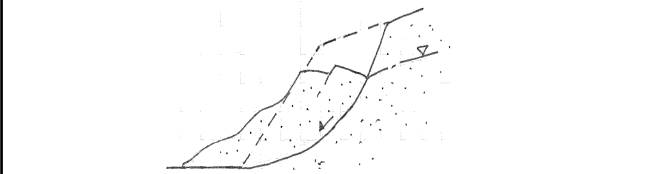
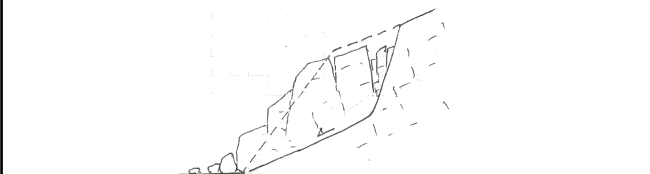
- ・ 切土のり面59事例の災害パターンを分類。
- ・ 災害パターン毎の応急復旧対策の採用件数を整理。

② 崩壊と対策の規模感

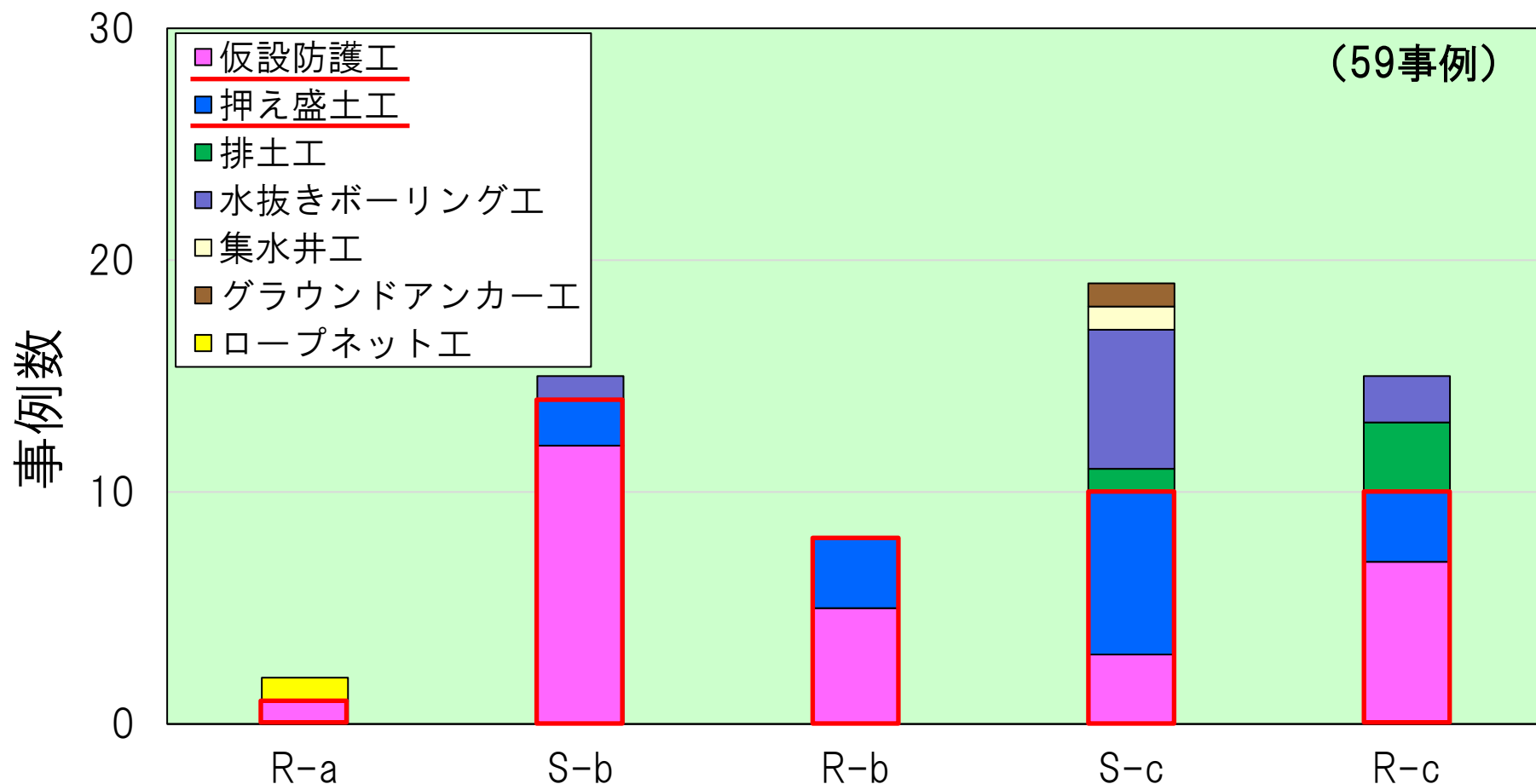
- ・ 切土のり面の応急復旧の仮想モデルを想定。
- ・ 崩壊と対策の規模感を整理。

3.2 災害パターンと対応

切土のり面の災害59事例を5パターンに分類

災害パターン	内容
R-a 	地質条件：岩盤 崩壊種別：落石崩壊
S-b 	地質条件：土砂 崩壊種別：表層崩壊
R-b 	地質条件：岩盤 崩壊種別：表層崩壊
S-c 	地質条件：土砂 崩壊種別：地すべり
R-c 	地質条件：岩盤 崩壊種別：地すべり

3.2 災害パターンと対応



➤ 大型土のうなどを併用した押え盛土や仮設防護工などの採用事例が多い。

3.2 災害パターンと対応

【大型土のうによる押え盛土】



【仮設防護柵工】



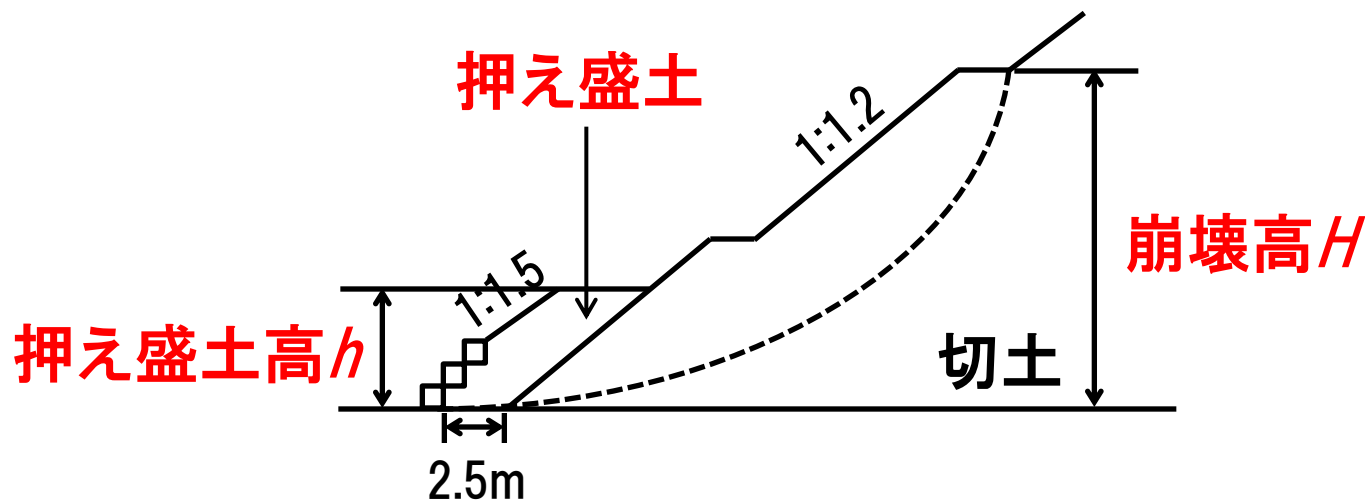
➤ 大型土のうなどを併用した押え盛土や仮設防護工などの採用事例が多い。

3.3 崩壊と対策の規模感

◆ 仮想モデル①：「切土のり面」の「押え盛土」による対策

崩壊高 H が7m(1段)・14m(2段)・21m(3段)の場合について、押え盛土高 h を変化させて安全率 F_s を求めた。

仮想モデルB



■備考

※土質定数は「NEXCO設計要領」に示す礫まじり砂を対象。

※単位体積重量: 19kN/m^3 。

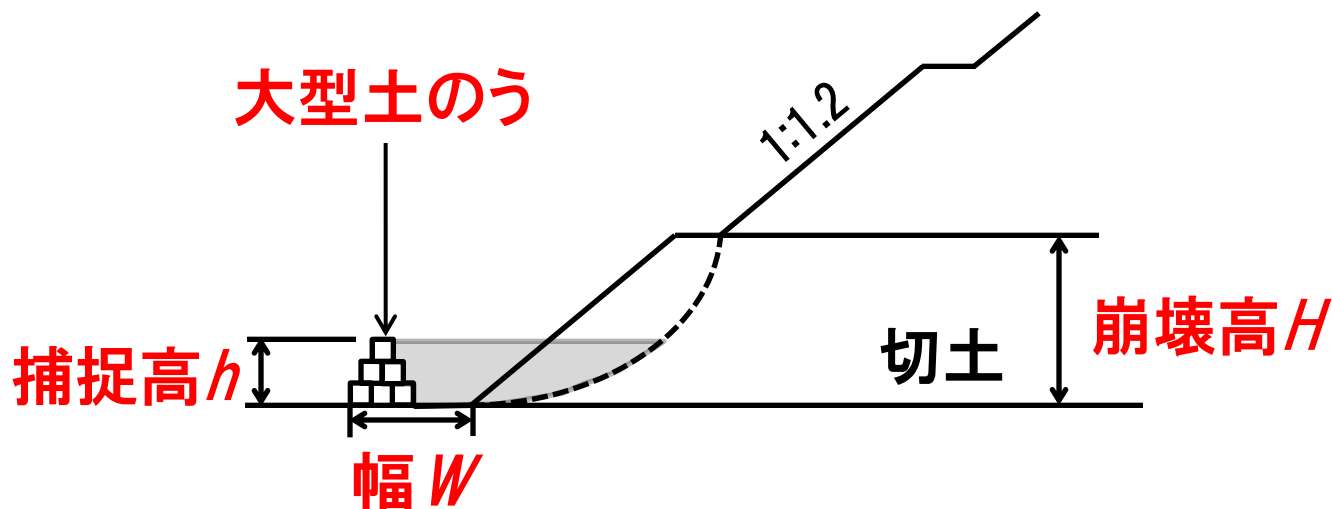
※せん断抵抗角 ϕ は、無対策の安全率 F_s を1.0程度とし粘着力 $c=0\text{kN/m}^2$ として逆算により求めた。

3.3 崩壊と対策の規模感

◆ 仮想モデル②：「切土のり面」の「大型土のう」による対策

崩壊高 H が7m(1段)・14m(2段)・21m(3段)の場合について、捕捉高 h を変化させて安全率 F_s を求めた。

仮想モデルC



■備考

※H鋼土留めの根入れ地盤は砂質土を想定。

※土質定数は「NEXCO設計要領」に従い単位体積重量を19kN/m³、せん断抵抗角を30° とした。

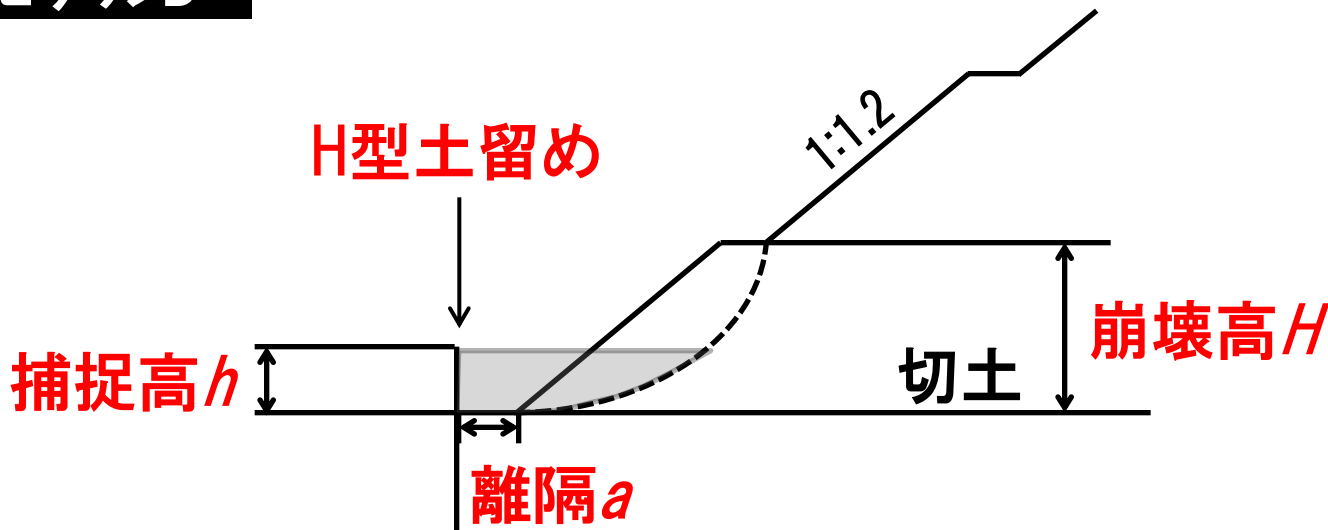
※粘着力 c は安全側を見込み0とした。

3.3 崩壊と対策の規模感

◆ 仮想モデル③：「切土のり面」の「H鋼土留め」による対策

仮想モデルCと同じケースで、**離隔 a** が路肩範囲(2.0m)と、走行車線範囲(6.0m)の場合について、**捕捉高 h** や**H鋼の種別**を求めた。

仮想モデルD



■備考

※N値は「道路土工 仮設構造物工指針」より $N=(\phi-15)2/15$ として求めた。

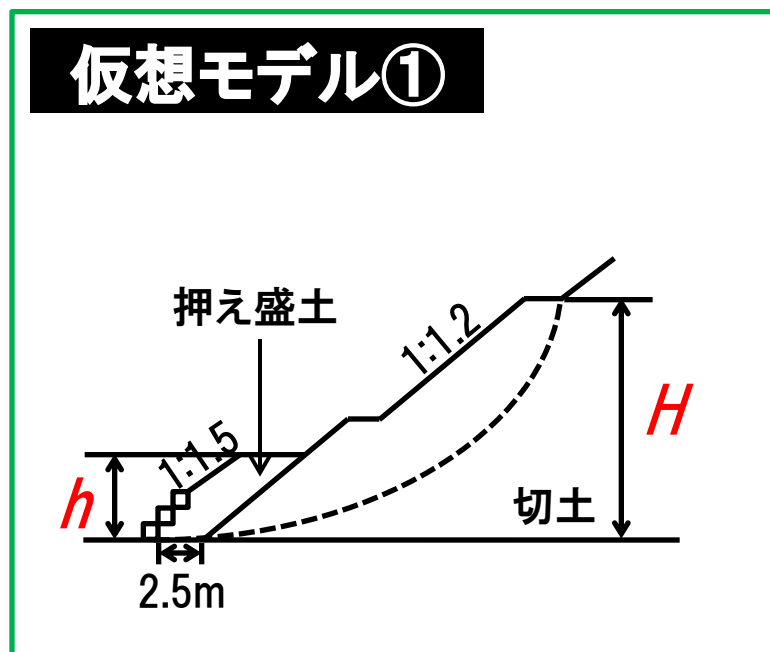
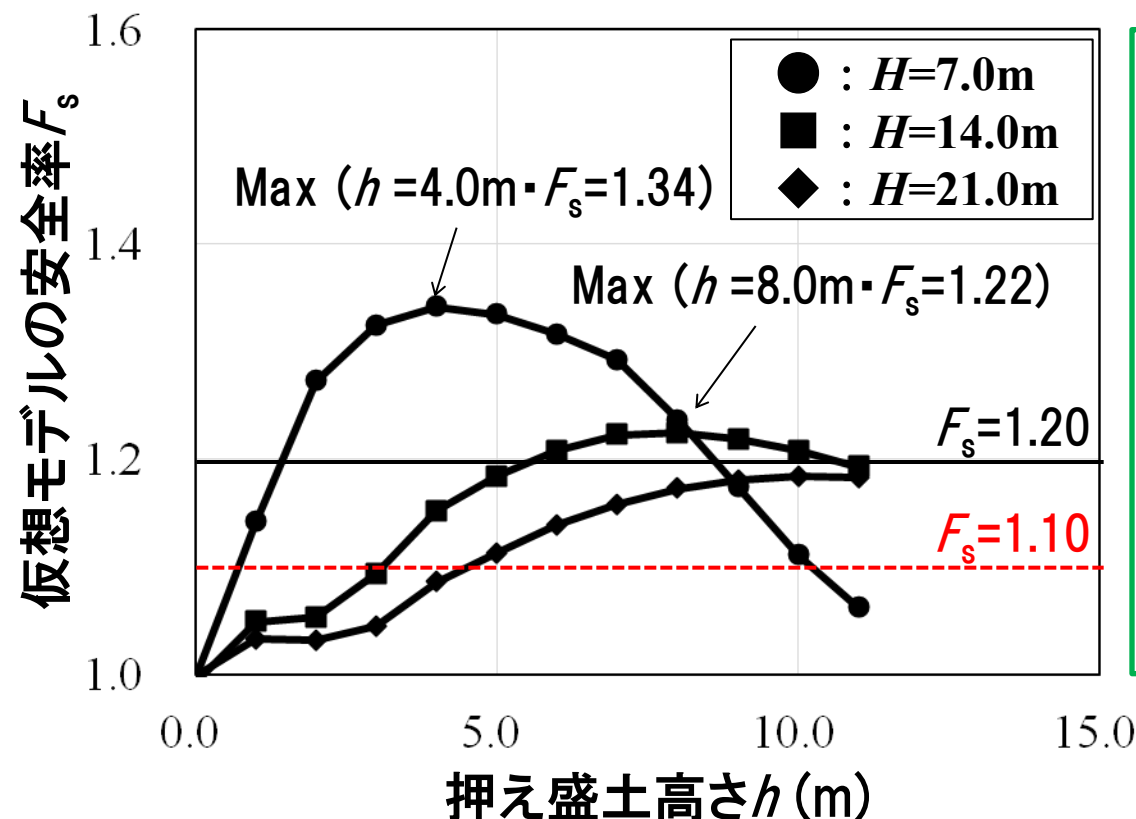
※親杭間隔は1.5mとし横矢板は軽量鋼矢板など鋼製のものを想定した。

※崩壊土砂による衝撃力および土留め背面上の上載荷重は考慮しないものとした。

※使用するH鋼はH300・H350・H400など汎用性の高いものとした。

3.3 崩壊と対策の規模感

◆ 仮想モデル①：「切土のり面」の「押え盛土」による対策

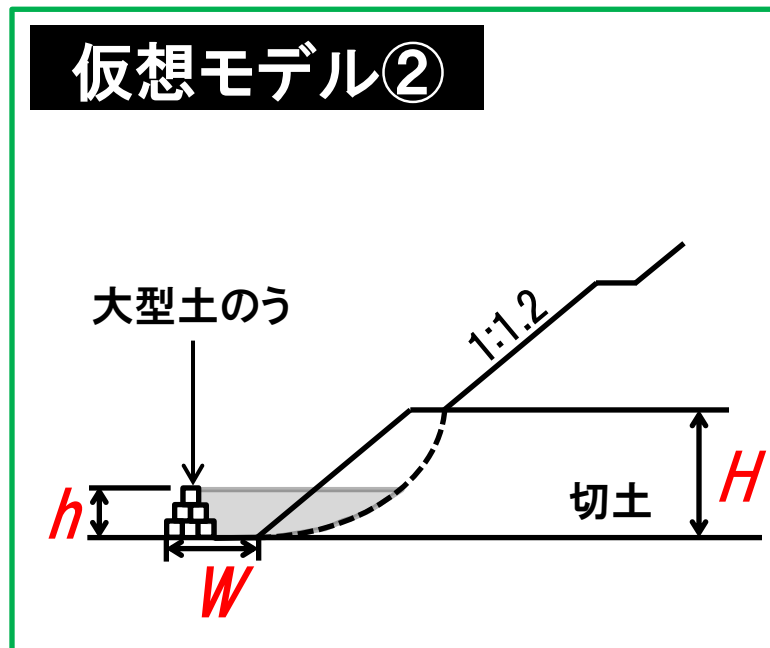


✓ 押え盛土の規模は、**切土崩壊高の1/4程度が目安**
(※ $F_s > 1.10$ となる規模)

3.3 崩壊と対策の規模感

◆ 仮想モデル②：「切土のり面」の「大型土のう」による対策

崩壊高 H (m)	捕捉高 h (m)	幅 W (m)
7.0/1段	3.0	5.0
14.0/2段	5.0	7.0
21.0/3段	7.0	9.0



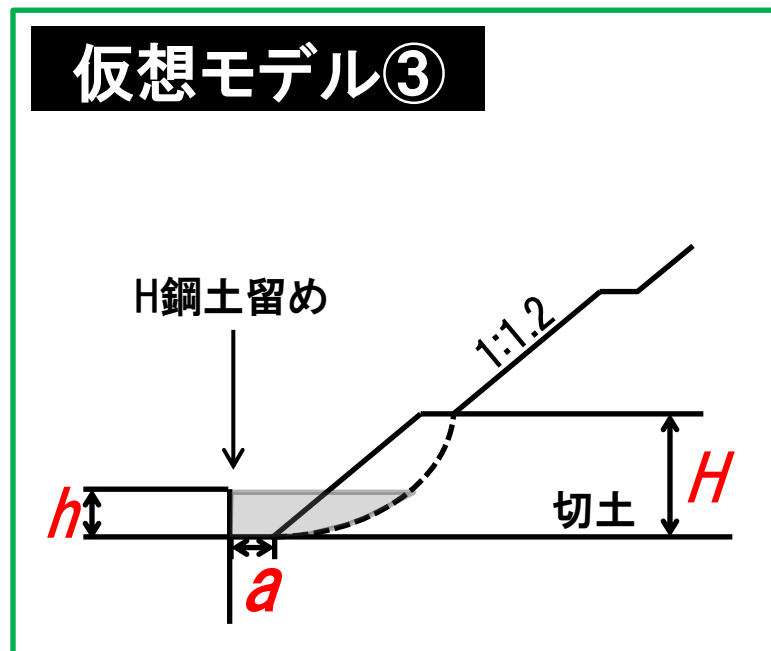
✓ ポケットの規模は、切土崩壊高が1段であっても**車線規制を伴う範囲**となる。

3.3 崩壊と対策の規模感

◆ 仮想モデル③：「切土のり面」の「H鋼土留め」による対策

崩壊高 H (m)	離隔 a (m)	捕捉高 h (m)	H鋼の種別 (参考)
7.0 / 1段	2.5	2.5	H300 -7.5 -5.0
7.0 / 1段	6.0	1.6	H300 -6.5 -4.9
14.0 / 2段	2.5	5.0	H300 -10.0 -5.0
14.0 / 2段	6.0	3.8	H300 -9.0 -5.2
21.0 / 3段	2.5	7.1	H400 -13.5 -6.4
21.0 / 3段	6.0	5.8	H350 -11.5 -5.7

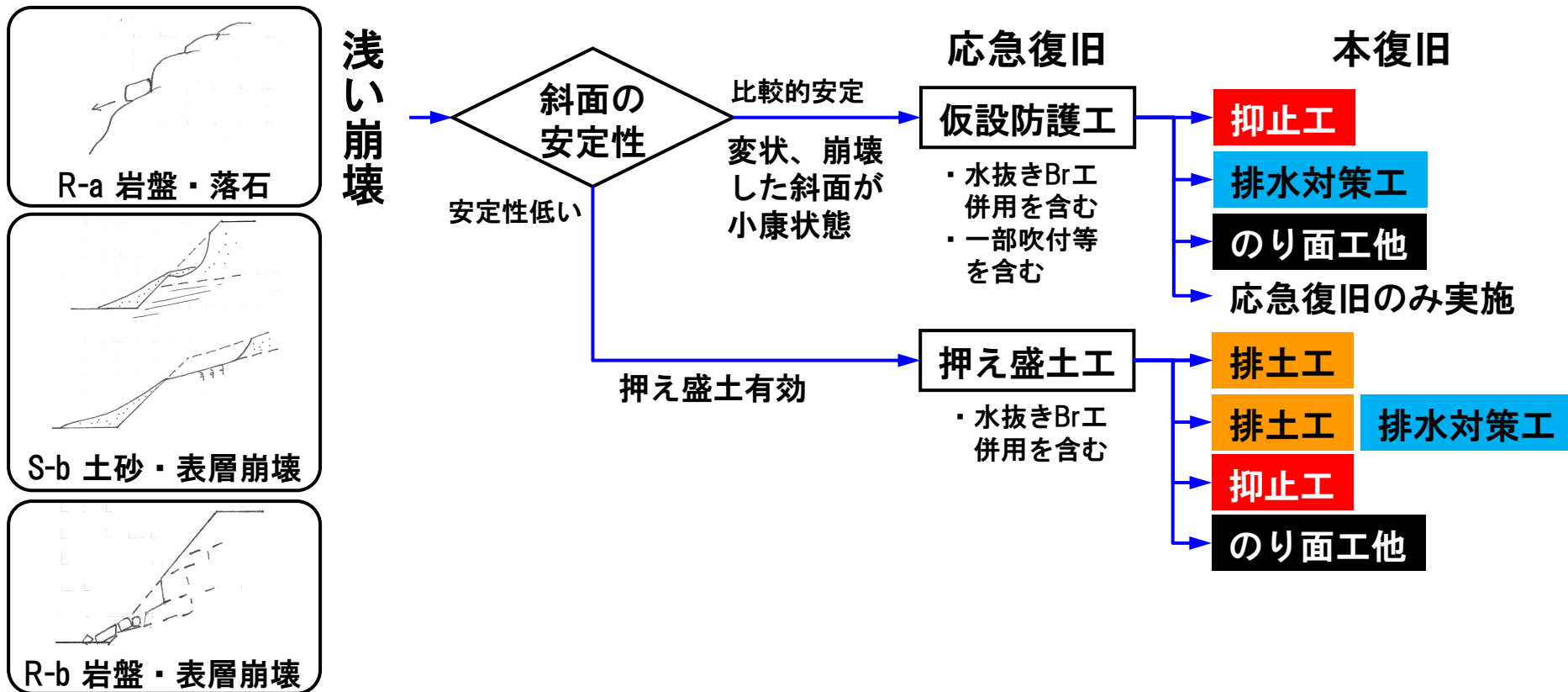
※凡例(H断面-全長-根入れ長)



✓ 補足高の規模は、路肩で切土崩壊高の1/2程度、走行車線で1/3程度が目安。

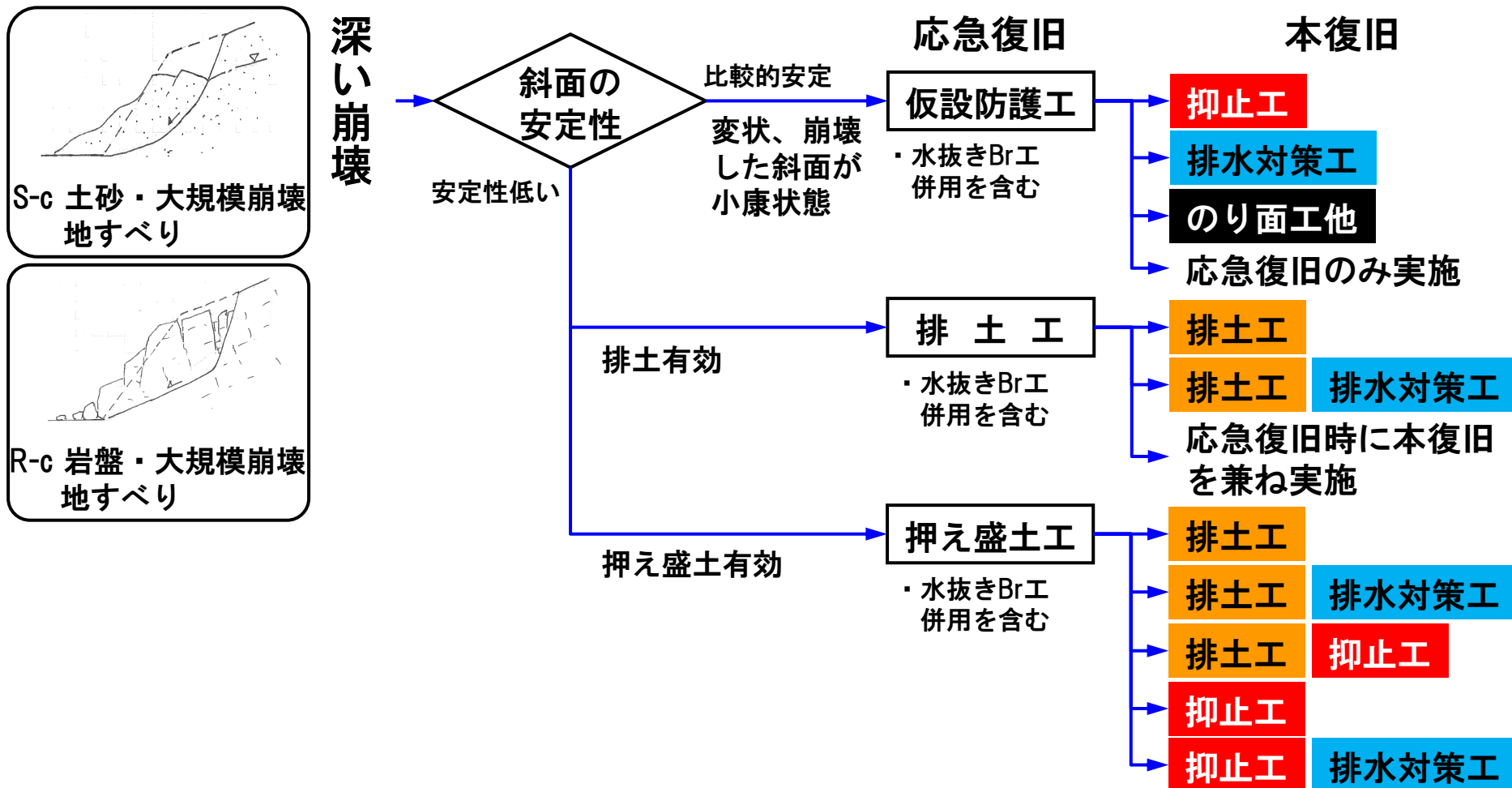
3.4 応急から本復旧への流れ①

- ✓ 浅い崩壊では、仮設防護柵による応急復旧を実施し、のり面工等の本復旧に移行する傾向
- ✓ のり面の安定性が低い場合は、押え盛土工を実施した上で抑止工等の本復旧に移行するものも多い



3.4 応急から本復旧への流れ②

✓ 深い崩壊に対する応急復旧は、のり面の安定性や施工条件から、仮設防護工、排土工、押え盛土工が採用されている傾向



事例2 上信越道 香坂CB ～変状発生時の状況～



事例2 上信越道 香坂CB ～変状の進行～

NEXCO

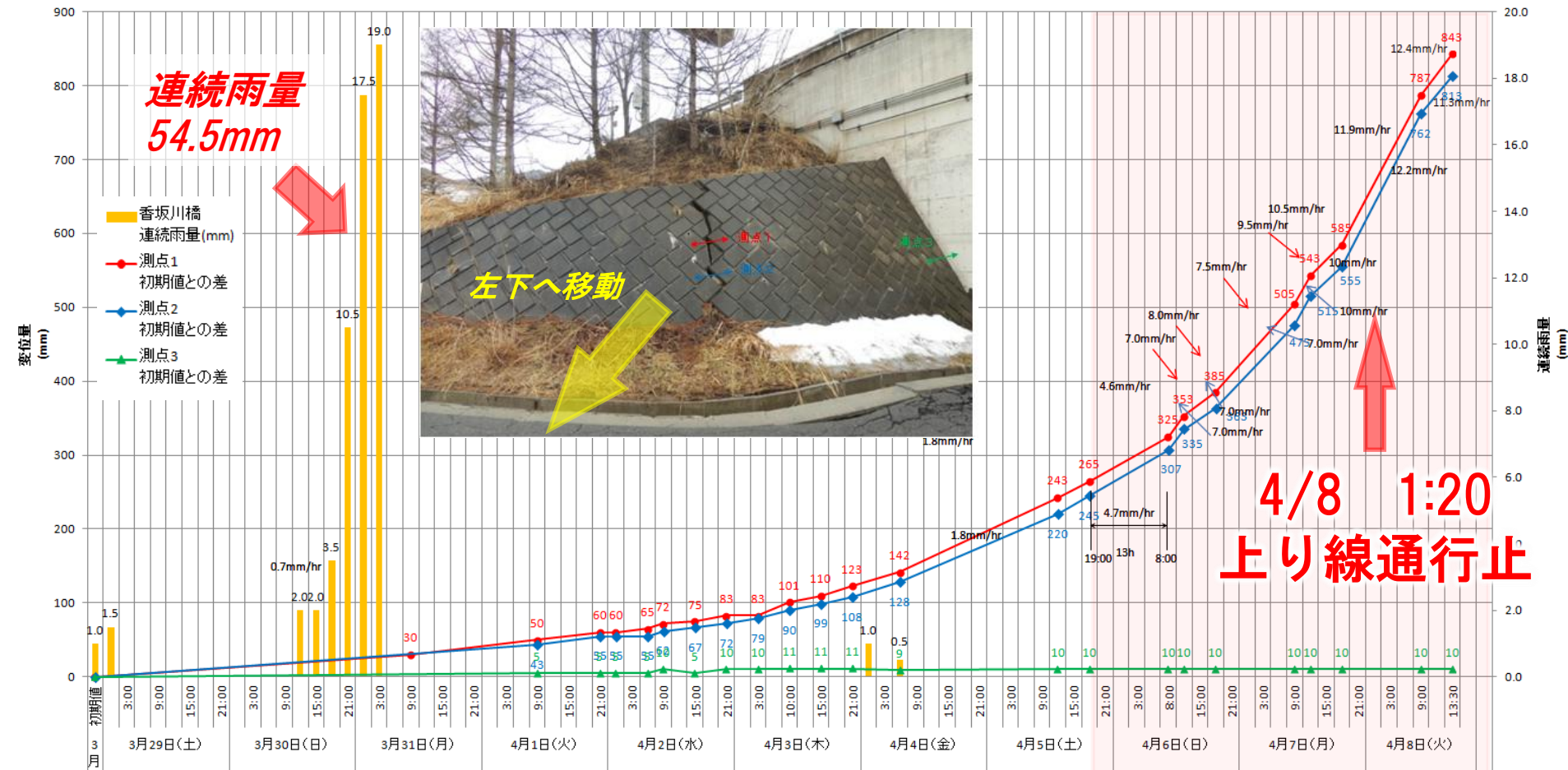


2.0m以上の段差
まで変状が進行



3.0m以上の段差
まで変状が進行

事例2 上信越道 香坂CB ～変状の進行速度～



変状発見
→計測開始

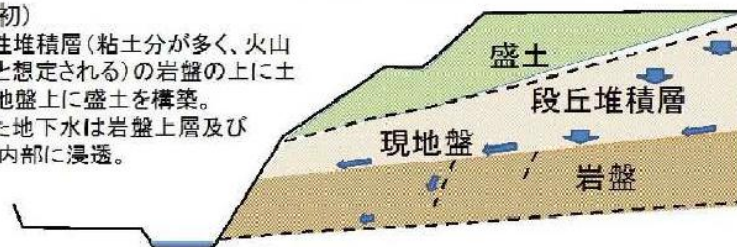
嚴重警戒・通行止め目安
100mm/日以上 ⇒ 4mm/時以上

事例2 上信越道 香坂CB ～原因の推定～

NEXCO

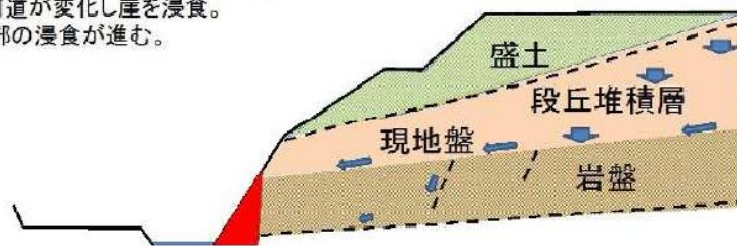
1) 当初(建設当初)

- ・当該地は、火山性堆積層(粘土分が多く、火山灰の堆積した層と想定される)の岩盤の上に土石流で堆積した地盤上に盛土を構築。
- ・堆積層に浸透した地下水は岩盤上層及び縦亀裂から岩盤内部に浸透。



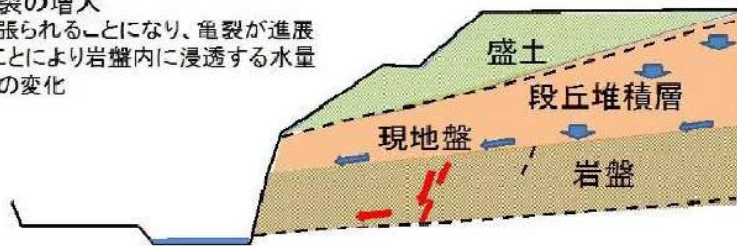
2) 河川流線の変化に伴う崖末端部の浸食

- ・大雨などにより河道が変化し崖を浸食。
- ・その結果、末端部の浸食が進む。



3) 浸食に伴う亀裂の増大

- ・従前の亀裂が引張られることになり、亀裂が進展
- ・亀裂が進展したことにより岩盤内に浸透する水量が増加⇒水みちの変化



4) 融雪に伴う地下水位の増加

- ・気温上昇並びに降雨に伴い、山間部における融雪が促進。
- ・地下水量が増大。



5) 岩盤亀裂への水圧の増大

- ・地下水位が増加したことに伴い、岩盤亀裂への浸透水の水量も増大。
- ・亀裂内の浸透水量の増加に伴い水圧が上昇。
- ・亀裂を拡大させる。



6) 垂直亀裂の進展

- ・岩盤部垂直亀裂が進展し堆積層並びに盛土に変状を及ぼし始める。
- ・その結果、管理用通路の路面及びブロック積に変状が発生し始める。



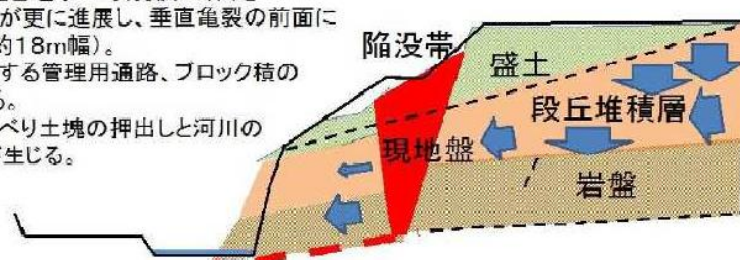
7) 地すべり土塊の滑動

- ・岩盤部垂直亀裂が更に進展し地表面変形が増加する。
- ・この時期においては土塊の移動は明確ではない。
- 地表面(盛土部)の崩壊と見える

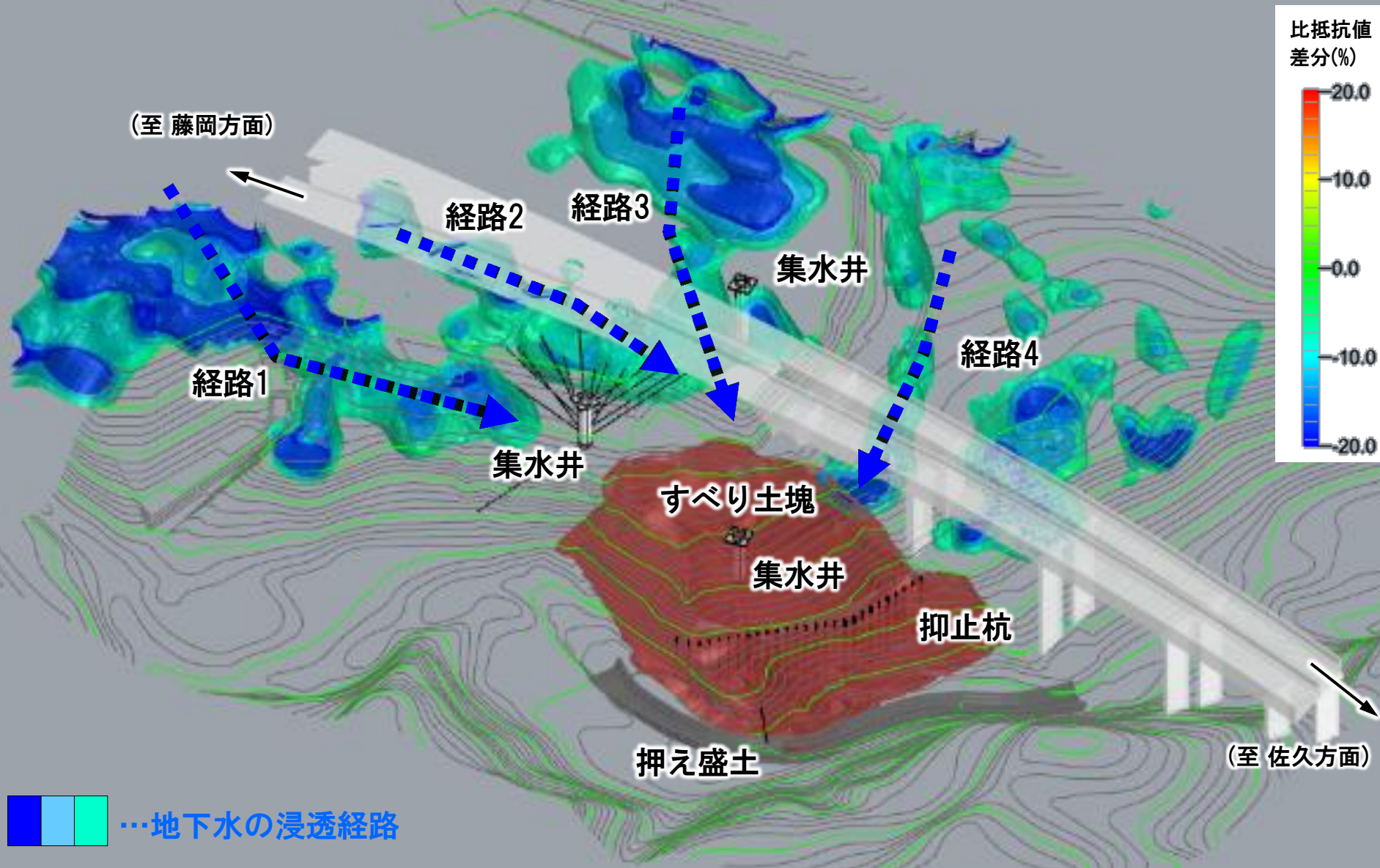


8) 陥没帯の発生と地すべり規模の確定

- ・岩盤部垂直亀裂が更に進展し、垂直亀裂の前面に陥没帯が発生(約18m幅)。
- ・陥没帯内に位置する管理用通路、ブロック積の変状が大きくなる。
- ・河川側への地すべり土塊の押出しと河川の左岸側の隆起が生じる。

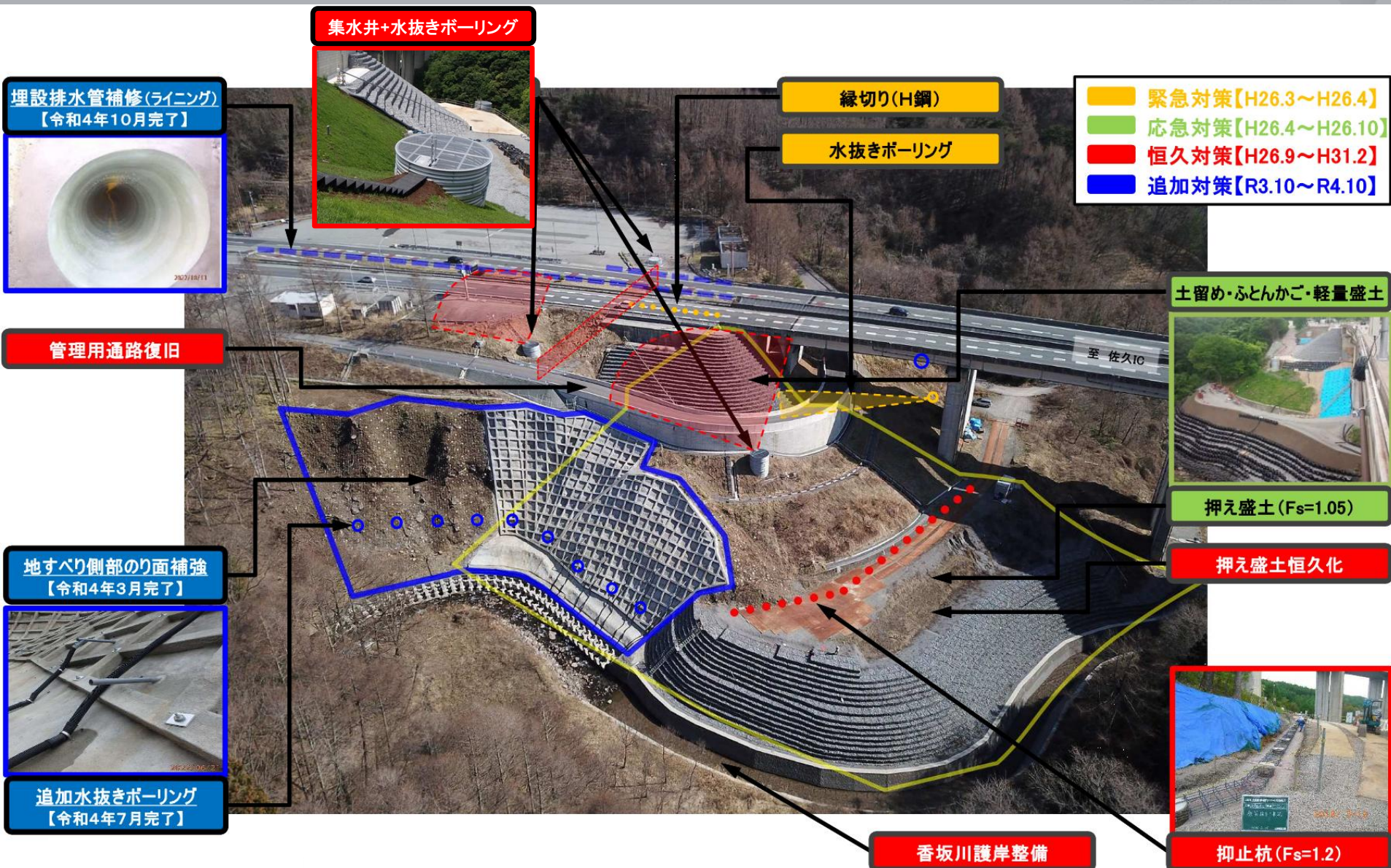


事例2 上信越道 香坂CB ～地下水の浸透経路～



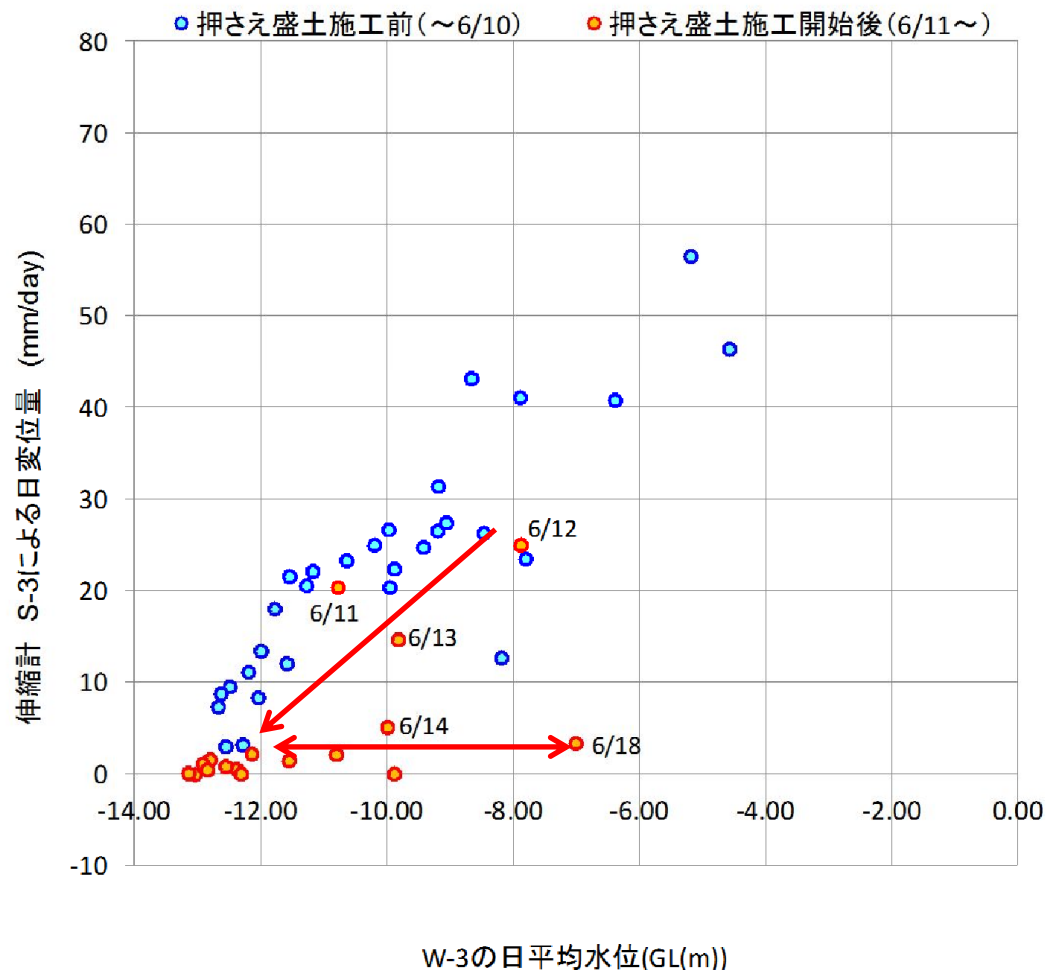
事例2 上信越道 香坂CB ~本復旧~

NEXCO



事例2 上信越道 香坂CB ～押え盛土の効果～

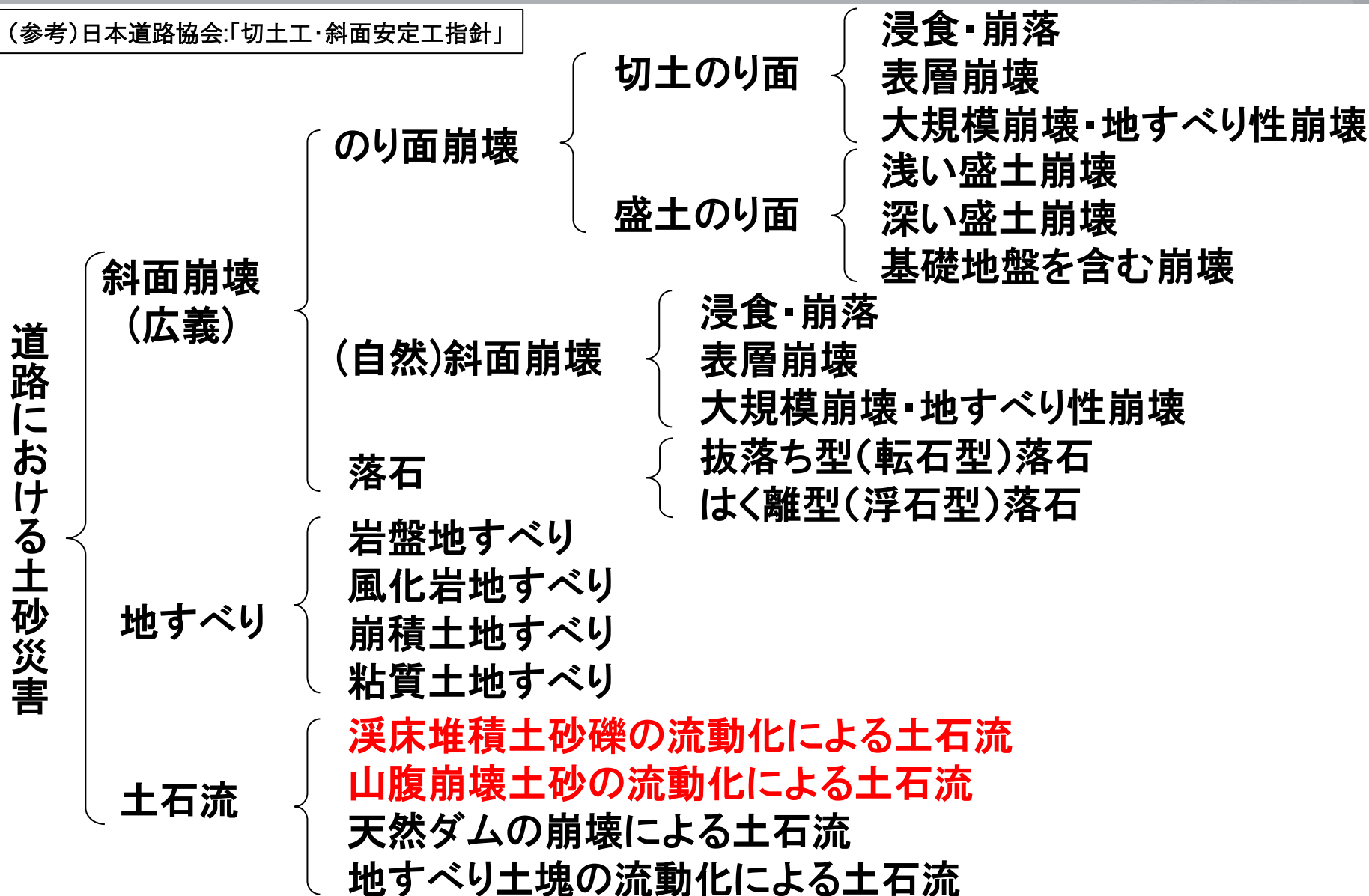
- ✓ 押え盛土の進捗に伴い変位速度が低下
- ✓ 地すべり域内水位と連動しない



1. 土砂災害について
2. 災害、変状の要因と点検
3. 応急対策・本復旧対策
4. 土石流災害への対応
5. 最近の斜面災害の事例
6. 最後に

4.1 土砂災害の分類（再掲）

（参考）日本道路協会：「切土工・斜面安定工指針」



4.2 主な土石流



① 溪床堆積土砂礫の流動化による土石流

急こう配の溪床土に堆積している土砂礫に豪雨や急激な融雪等によって水が供給されて流動化する。

② 山腹崩壊土砂の流動化による土石流

山腹崩壊土砂が斜面を落下する間にその構造が壊れ、水と混合されて流動化する。

⇒この種の土石流は斜面崩壊と区別することが困難

4.2 ① 溪床堆積土砂礫の流動化による土石流

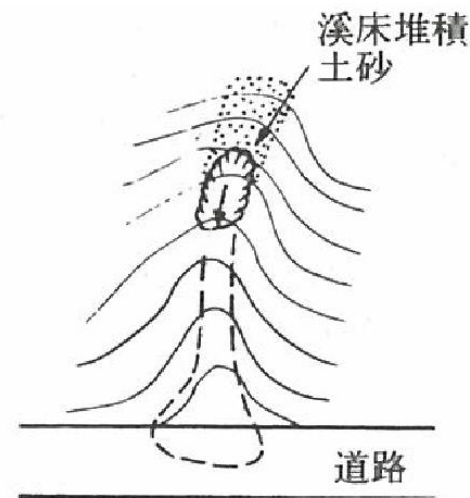
H26.8.20広島市

1時間降水量の日最大値 101.0mm
3時間降水量の日最大値 217.5mm
24時間降水量の日最大値 257.0mmを観測
通年の観測史上1位



※土木学会,地盤工学会合同調査団報告書より, 2014/08/27

- ・ 死者74名他
(県災害対策本部発表：H26.9.19時点)
- ・ 中古生代堆積岩、花崗岩
- ・ 溪床堆積土砂の流動による土石流

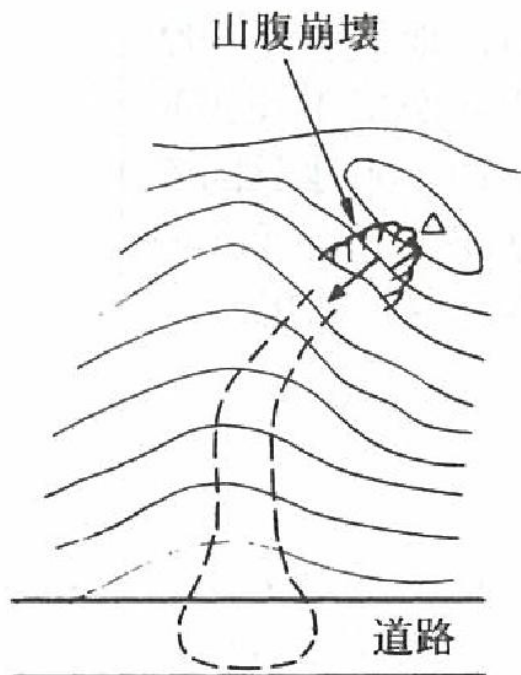


出典：
道路土工 のり面工・斜面安定工指針
(平成21年度版, 日本道路協会, P26)

4.2 ②山腹崩壊土砂の流動化による土石流

H25.10.16伊豆大島災害

- ・死者36名他（H26.1.15時点）
- ・スコリア（火山噴出物の一種）
- ・山腹崩壊土砂の流動による土石流



出典：
道路土工 のり面工・斜面安定工指針
（平成21年度版，日本道路協会，P26）



撮影：株式会社ハスコ / セコム株式会社 撮影日：2013年10月16日

PASCO
World's Leading Geospatial Group

SECOM

4.3 土石流の3要素



- ・ 急な勾配

主には溪床勾配15度以上で発生し、10度～2度で停止する。

⇒細粒分が多いと更に緩斜面の区間まで到達することもある。

- ・ 十分な水

100年確率の日降雨量

- ・ 移動しうる土砂

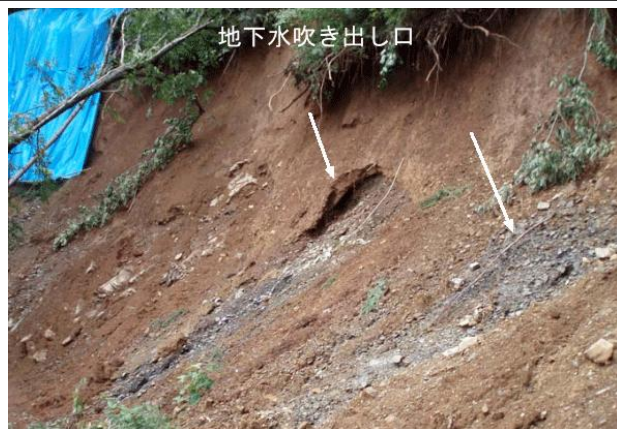
緩んだ土砂厚さを溪床にて調査して決定

4.4 供用中高速道路における主な土石流災害

発生年	路線	場所	地質	備考
S58.9	中央道	駒ヶ根～松川	花崗岩	台風10号
H5.8	九州道	始良	しらす	集中豪雨
H8.8	舞若道	丹南第一TN	流紋岩	集中豪雨
H11.9	中国道	六日市～鹿野	流紋岩質凝灰岩	台風18号
H16.9	松山道	土居 他	変成岩	台風21号
H18.7	中央道	辰野	安山岩	集中豪雨
H21.7	中国道	山口IC	花崗岩	集中豪雨
H22.9	東名	鮎沢	礫岩	台風9号
(H23.5)	(舞若道)	(小浜西IC)	砂岩・礫岩	(集中豪雨)
H24.8	京滋BP	笠取IC	砂岩・泥岩	集中豪雨
H28.8	道東道	狩勝第二TN	花崗岩	台風10号
H30.7	山陽道	西条IC～志和IC	花崗岩	集中豪雨
R元.10	中央道	小仏TN	砂岩・泥岩	台風19号
R3.8	中央道	岡谷JCT～伊北IC	安山岩	集中豪雨
R4.8	北陸道	敦賀TN	花崗閃緑岩	集中豪雨
R4.8	東北道	小坂IC～碓ヶ関IC	火砕流堆積物	集中豪雨
R5.7	大分道	高山TN	花崗閃緑岩	集中豪雨

4.5 崩壊性要因を持つ地質(物性)(再掲)

崩壊性要因をもつ地質	代表的地質等
浸食に弱い土質	しらす, 山砂, まさ土
固結度の低い土砂や強風化岩	崖錐, 火山灰土, 火山碎屑物(第四紀), 崩積土や強風化花崗岩等
風化が速い岩	泥岩, 凝灰岩, 頁岩, 粘板岩, 蛇紋岩, 片岩類等
割れ目の多い岩	片岩類, 頁岩, 蛇紋岩, 花崗岩, 安山岩, チャート等



固結度の低い土砂や強風化岩



風化が速い岩



割れ目が多い岩

保全点検要領(構造物編)補足資料【技術資料】R6.4

4.6 土砂災害対策の経緯

砂防三法が施行（ハード対策）

明治30年 砂防法制定

明治33年 地すべり等防止法制定

昭和44年 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律制定

平成11年6月29日
広島で大規模な土石流災害発生
『6.29広島災害』

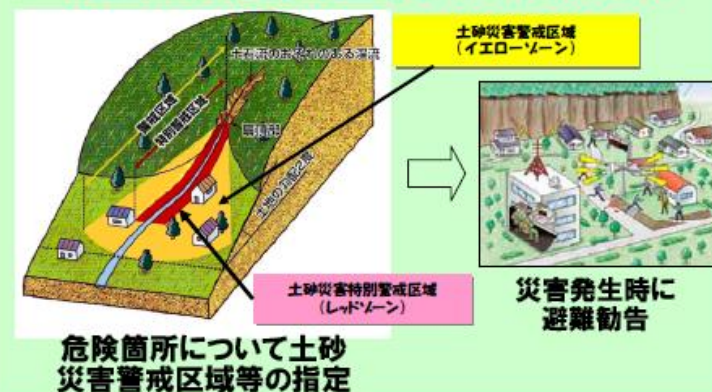
平成13年
土砂災害防止法制定（＋ソフト対策）

ハード対策 （砂防三法）



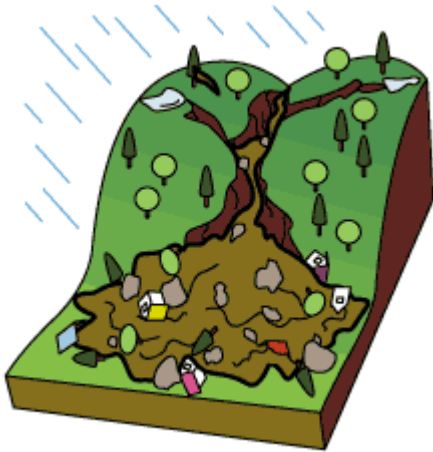
危険箇所が多くハード対策による整備が追いつかない…
（整備率は20%程度）

＋ソフト対策 （土砂災害防止法 H13制定）



4.6 土砂災害の種類



種類	急傾斜地の崩壊	土石流	地すべり
災害形態			
砂防三法（ハード対策法）			
関連法律	急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律	砂防法	地すべり等防止法
土砂災害防止法（ソフト対策法）			
対策事業	急傾斜対策事業	砂防事業	地すべり対策事業
事業主体	国土交通省・都道府県		

4.6 土砂災害のハード対策とソフト対策

土砂災害の発生源

砂防指定地
地すべり防止区域
急傾斜地崩壊危険区域

砂防えん堤等

土砂災害の危険地域

土砂災害警戒区域

ハード対策

- 砂防工事
- 地すべり防止工事
- 急傾斜地崩壊防止工事

ソフト対策

- 警戒避難体制の整備
- 開発行為の規制
- 建築物の構造規制
- 移転等の勧告

4.6 土砂災害のハード対策

NEXCO

土砂災害は各法律に基づき**ハード対策**が実施されます

種類	急傾斜地の崩壊	土石流	地すべり
災害状況			
ハード対策例	 のり枠工	 砂防堰堤	 集水工
対策事業	急傾斜対策事業	砂防事業	地すべり対策事業
関連法	急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律	砂防法	地すべり等防止法

4.6 土砂災害防止法(ソフト対策)

出展:国交省HP

土砂災害防止法 (平成13年4月施行)

【国土交通省】

- ・土砂災害防止対策基本指針の作成

【都道府県】

- ・基礎調査の実施・公表
- ・土砂災害警戒区域等の指定
(イエロー・レッド)

【都道府県又は市町村】

- ・土砂災害計画区域等における対策

【市町村】

- ・災害発生時に区域の住民に避難勧告等

基礎調査結果の公表



ホームページによる基礎調査結果の公表(広島県の例)

警戒避難体制の充実・強化

■警戒避難体制の整備 [市町村]

〇〇市
地域防災計画

- ・土砂災害に関する情報の収集・伝達、予報・警報の発令及び伝達に関する事項

H26年改正により追加された事項

- ・避難場所や避難経路等に関する事項
- ・避難訓練に関する事項
- ・土砂災害警戒区域内に所在する要配慮者利用施設等の名称・所在地及び情報伝達に関する事項
- ・救助に関する事項
- ・その他必要な警戒避難体制に関する事項 等

■ハザードマップの作成・配付 [市町村]

■特定開発行為に対する許可制 [都道府県]

住宅地分譲や要配慮者利用施設の建築のための行為は、基準に従ったものに限って許可されます。

■建築物の構造規制 [都道府県 または 市町村]

居室を有する建築物は、建築基準法施行令に定められた、作用すると想定される衝撃力に対して建築物の構造が安全であるかどうか建築確認がされます。
※安全な構造とするための改修に対する国からの支援制度があります【平成26年度拡充】。

■建築物の移転等の勧告 [都道府県]

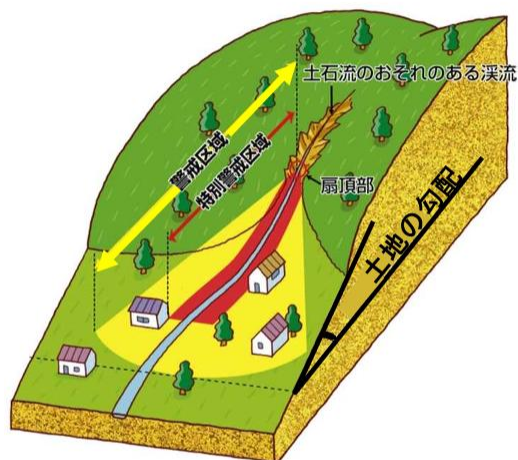
著しい損傷が生じるおそれのある建築物の所有者等に対し、移転等の勧告が図られます。
移転等については、住宅金融支援機構の融資や国からの支援制度等があります。

4.6 土砂災害警戒区域の種類

出展:国交省HP

土石流

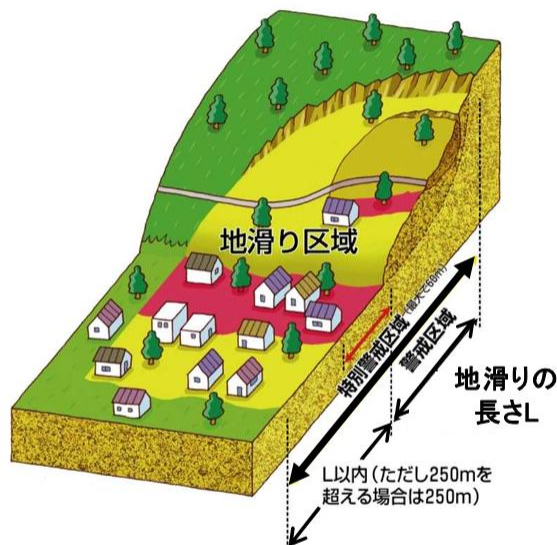
※山腹が崩壊して生じた土石等又は
溪流の土石等が水と一体となって流下
する自然現象



- ・土地の勾配2度以上

地滑り

※土地の一部が地下水等に起因して滑る自
然現象又はこれに伴って移動する自然現象

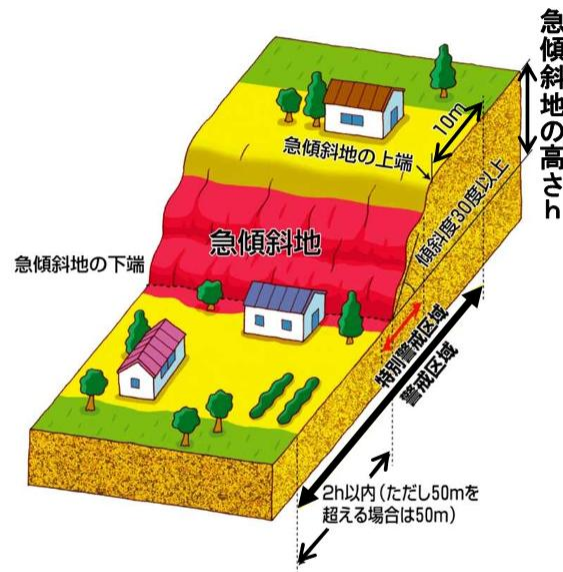


- ・地滑りの長さの2倍以内 ※1

※1 ただし250mを越える場合は250m

急傾斜地の崩壊

※傾斜度が30° 以上である土地が崩壊する自然現象



- ・急傾斜地の上端から10m ※2
- ・急傾斜地の下端から高さの2倍以内

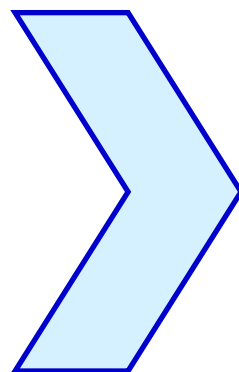
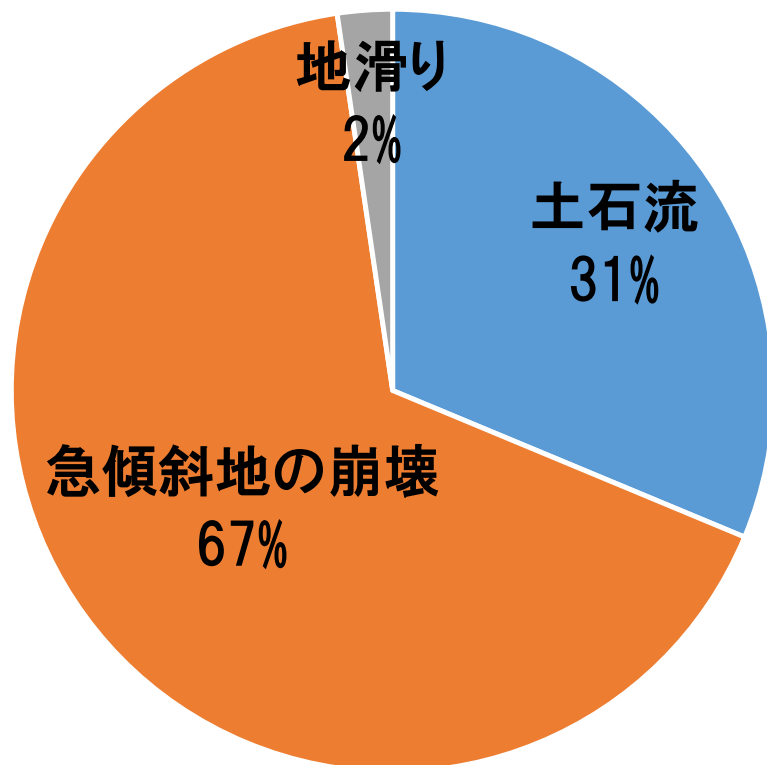
※2 ただし50mを越える場合は50m

急傾斜地崩壊危険箇所や急傾斜地崩壊危険区域は行政のHPで確認できます

4.6 土砂災害警戒区域の内訳

- ・「急傾斜地の崩壊」と「土石流」がほとんどを占める。
- ・「地すべり」は2%程度

土砂災害警戒区域内訳
(2025.6.30時点)



被害軽減対策が行われた
区域の割合※

2022年度末→22.2%

※【定義】

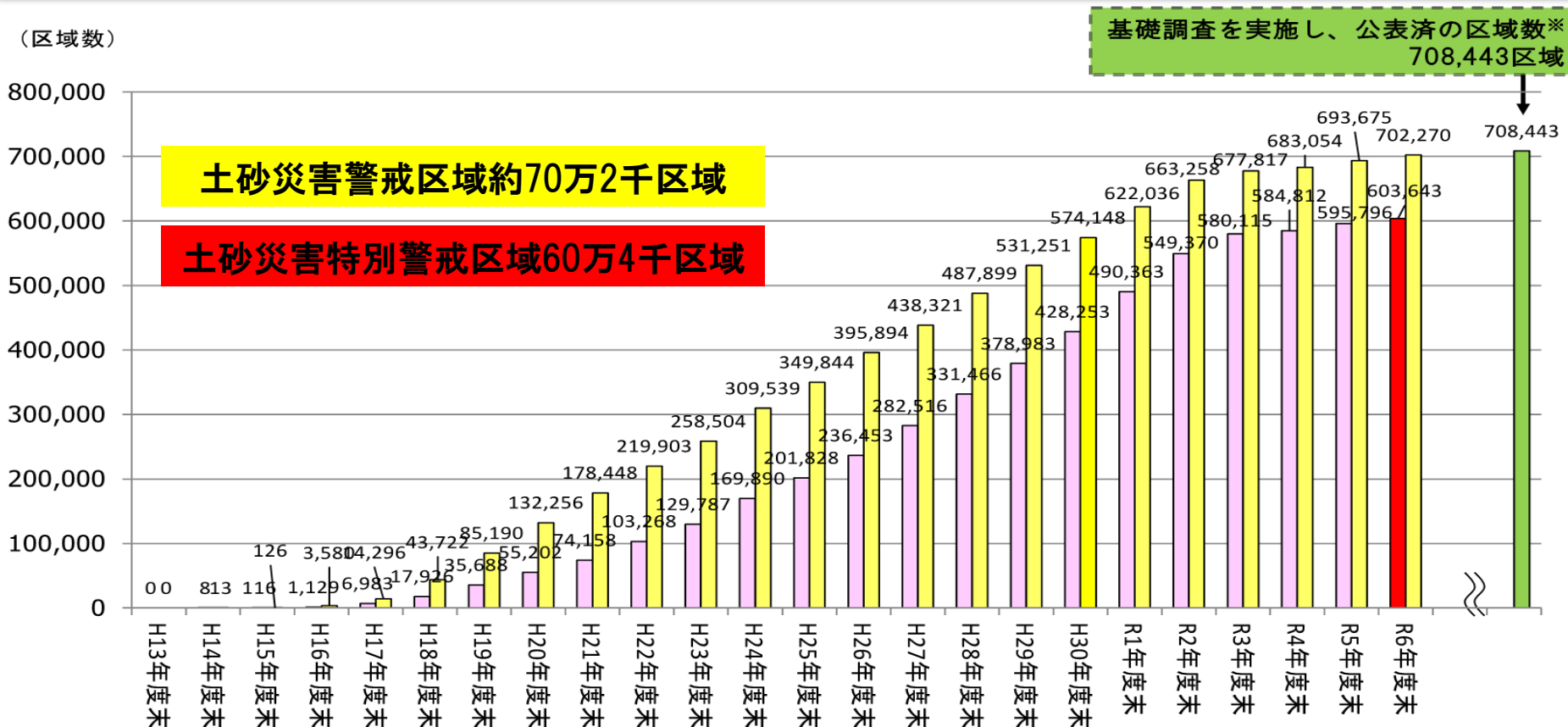
分母: 人家5戸以上が存在する土砂災害警戒区域数
分子: 人家5戸以上が存在する土砂災害警戒区域のうち、
被害軽減対策が行われた区域数

出展: 国交省HP

4.6 土砂災害警戒区域の指定状況

R7. 3末時点

平成13年に土砂災害防止法が施行されて以降**土砂災害警戒区域**の指定数が急増している。



※基礎調査を実施し、公表済の区域数

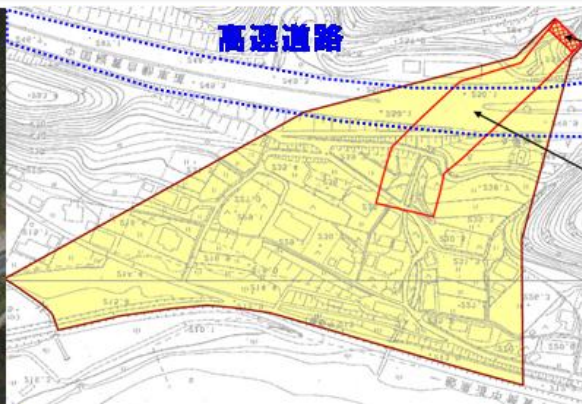
土砂災害のおそれがある箇所について基礎調査を実施し、その結果を関係市町村長に通知するとともに、公表することをいう。
令和7年3月末時点の値であり、今後、変更の可能性がある。

出展: 国交省HP

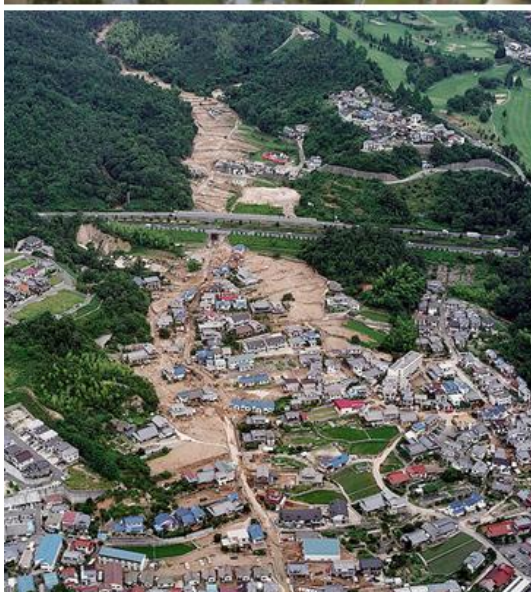
4.7 高速道路における課題

NEXCO

高速道路の隣接地も**新たに土砂災害警戒区域に指定**されたりしており、昨今の強雨も踏まえて影響を及ぼす機会が増加



高速道路に
『影響有り』



高速道路に
『影響無し』※

※R4.8 北陸道では
本線に影響

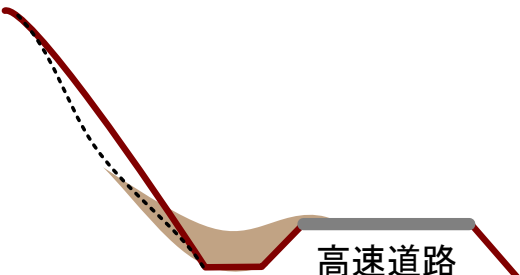
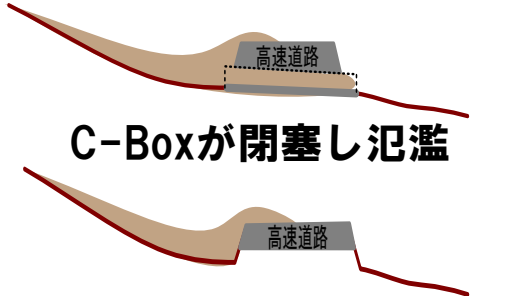
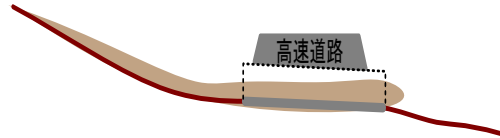
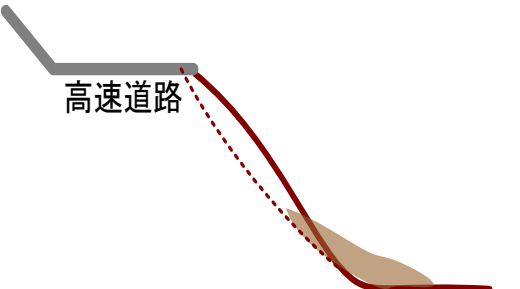
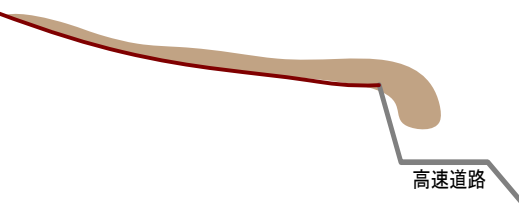
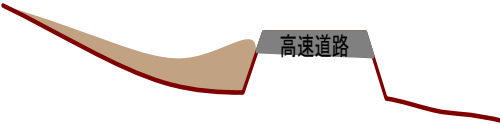
⇒事例参照

土石流がC-Box内を通過

4.7 土砂災害の影響分類

NEXCO

高速道路と土砂災害警戒区域が重複する箇所について影響を分類

急傾斜地の崩壊	土石流	
高速道路に『影響有り』	高速道路に『影響有り』	高速道路に『影響無し』
山側斜面崩壊タイプ	氾濫タイプ	通過タイプ
 高速道路	 高速道路 C-Boxが閉塞し氾濫 上流側ポケットの容量不足	 高速道路 橋梁・C-Box下を通過
谷側斜面崩壊タイプ	直撃タイプ	導流・補足タイプ
 高速道路	 高速道路 道路より高い位置から直撃	 高速道路 上流側ポケットで捕捉 または 路体で安全な方向に導流

4.8 土砂災害警戒情報について①

土砂災害警戒情報は、降雨による土砂災害の危険が高まった時に、**市町村長が避難指示を発令する判断や住民の自主避難の判断を支援**するよう、対象となる市町村を特定し、警戒を呼び掛ける情報で、**都道府県と気象庁が共同で発表**。

大雨注意報・警報

気象庁・都道府県で
土砂災害警戒情報発表

市町村が必要に応じて区域の住民
に対して**避難指示を発令**

住民が避難開始

令和3年5月20日から
ひなんしじ
避難指示で必ず避難
ひなんかんこく
避難勧告は廃止です

警戒レベル
4

警戒レベル
5

警戒レベル
4

警戒レベル
3

警戒レベル
2

警戒レベル
1

新たな避難情報等
緊急安全確保※1

避難指示※2

高齢者等避難※3

大雨・洪水・高潮注意報
(気象庁)

早期注意情報
(気象庁)

これまでの避難情報等
災害発生情報
(発生を確信したときに発令)

・避難指示(緊急)
・避難勧告

避難準備・
高齢者等避難開始

大雨・洪水・高潮注意報
(気象庁)

早期注意情報
(気象庁)

※1 市町村が災害の状況を確実に把握できないものではない等の理由から、警戒レベル5は必ず発令される措置ではありません。
※2 避難指示は、これまでと同様に発生を確信したときに発令されます。
※3 警戒レベル3は、高齢者等以外の人も必要に応じて警戒の行動を見合わせ始めたり、避難の準備をしたり、危険を感じたら自主的に避難するタイミングです。

警戒レベル5は、
すでに安全な避難ができず
命が危険な状況です。
警戒レベル5緊急安全確保の
発令を待ってはいけません！

避難勧告は廃止されます。
これからは、
警戒レベル4避難指示で
危険な場所から全員避難
しましょう。

避難に時間のかかる
高齢者や障害のある人は、
警戒レベル3高齢者等避難で
危険な場所から避難
しましょう。

Evacuation
Information
(Revised)

Scan to get this information in your own language.

English 简体中文 繁體中文 日本語 英語 Español
Portuguese Tiếng Việt ភាសាខ្មែរ မြန်မာစာ မြန်မာစာ
Tagalog Bahasa Indonesia Hindi العربية Mianmar daa QR Translator

内閣府(防災担当)・消防庁

4.8 土砂災害警戒情報②

NEXCO

避難指示の発令
道路の通行止め開始 } 連携が必要

⇒ 日頃より各関係機関で連携を密に

色が持つ意味	状況	住民等の行動の例※1	内閣府のガイドラインで発令の目安とされる避難情報	相当する警戒レベル
災害切迫 大雨特別警戒(土砂災害)の指標に用いる基準に実況で到達	命に危険が及ぶ土砂災害が切迫。土砂災害がすでに発生している可能性が高い状況。	(立退き避難がかえって危険な場合) 命の危険 直ちに身の安全を確保!	緊急安全確保※2	5相当
<警戒レベル4までに必ず避難!>				
危険 2時間先までに土砂災害警戒情報の基準に到達すると予想	命に危険が及ぶ土砂災害がいつ発生してもおかしくない状況。	土砂災害警戒区域等の外へ避難する。	避難指示	4相当
警戒 2時間先までに警戒基準に到達すると予想	土砂災害への警戒が必要な状況。	高齢者等は土砂災害警戒区域等の外へ避難する。 高齢者等以外の方も、普段の行動を見合わせ始めたり、避難の準備をしたり、自ら避難の判断をする。	高齢者等避難	3相当
注意 2時間先までに注意基準に到達すると予想	土砂災害への注意が必要な状況。	ハザードマップ等により避難行動を確認する。 今後の情報や周囲の状況、雨の降り方に留意する。	—	2相当
今後の情報等に留意	—	今後の情報や周囲の状況、雨の降り方に留意する。	—	—

警戒レベル4 避難指示

土砂災害の危険がない場所へ移動

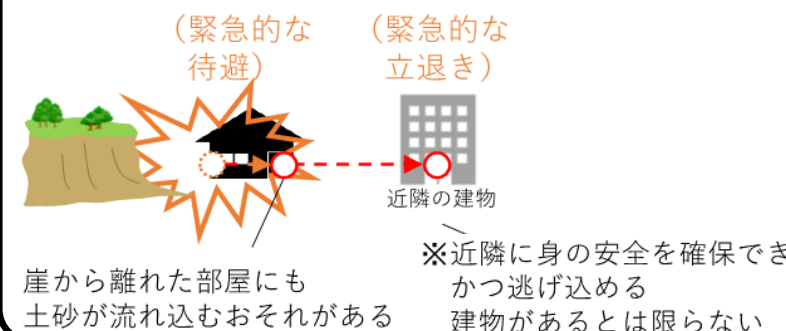
①立退き避難



警戒レベル5 緊急安全確保

少しでも崖から離れた場所へ移動等

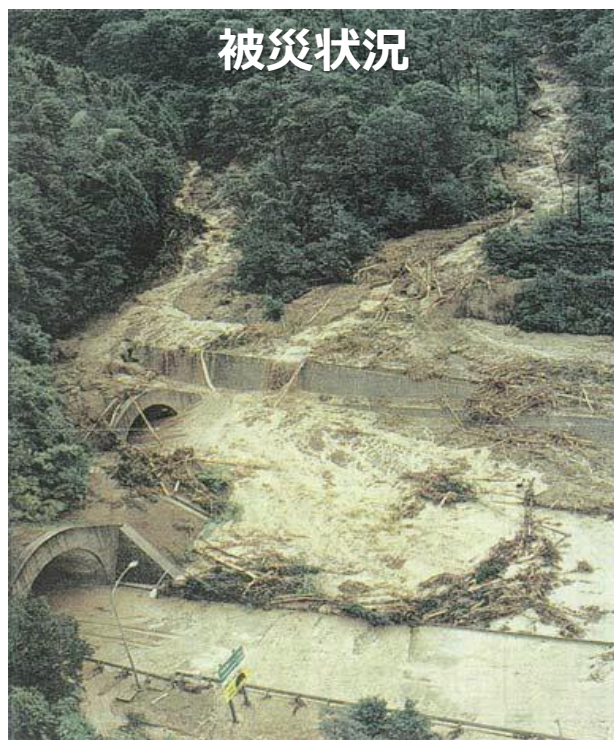
③緊急安全確保



○ 危険な場所 ● 安全な場所 ○ 安全とは限らない
→ 安全に移動が可能 → 安全に移動できないおそれ

4.9 高速道路における土石流対策

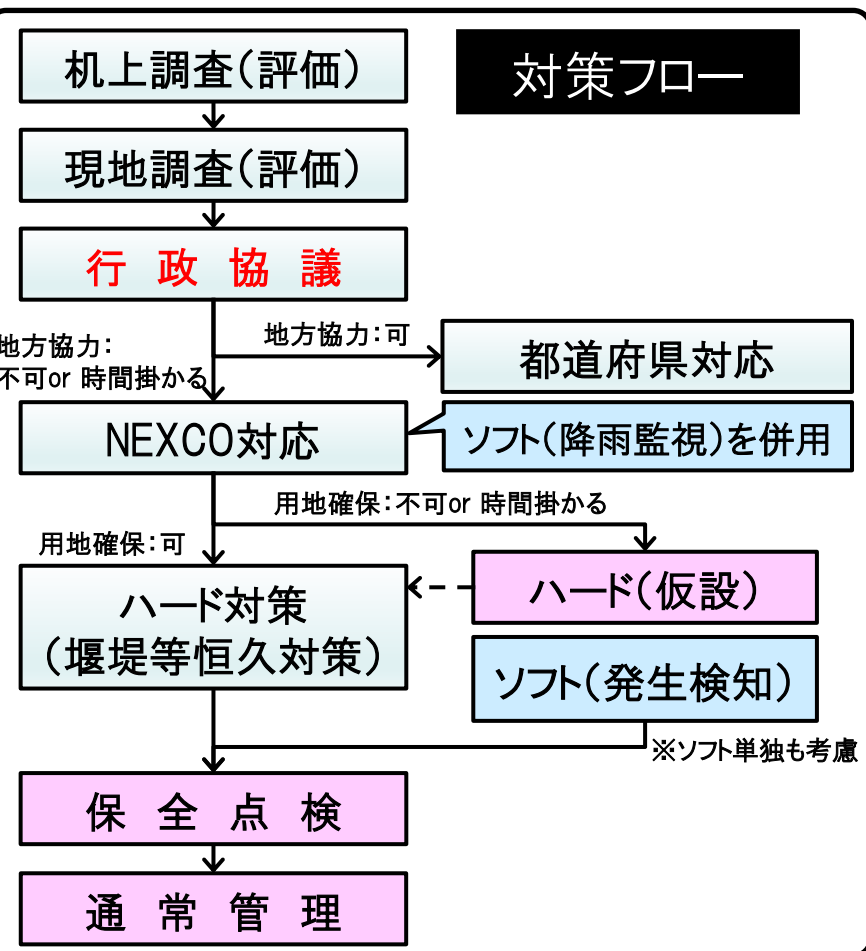
平成8年8月に舞若道 丹南第一トンネル南坑口で土砂が流入
この災害を契機に、**建設段階**で土石流対策を実施



「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）」や「土石流・流木対策設計技術指針」の策定、平成26年8月に広島市北部で発生した土石流災害等を踏まえ、**管理段階**の土石流対策を整備

4.9 土石流対策の基本的な考え方

- 関係部局と行政協議が必要
- NEXCOは自衛対策で実施するため、砂防基準とは「土砂量」の考え方が異なる



土石流対策施設に用いる適用基準（標準）

施設の管理者 溪流の種類		NEXCO で管理	移管する場合	
			法管理者・ 都道府県等	市町村
法指定区 域の溪流	砂防指定地 保安林, 保 安施設地区		砂防・治山 部局の基準 (砂防基準)	
法指定区 域でない溪流	土石流危険 溪流 土砂災害警 戒区域・土 砂災害特別 警戒区域 崩壊土砂流 出危険地区	NEXCO 基準	移管先との協議によっ て適用する基準を決定 し, 設計する。	
	上記以外の溪流			

4.9 土砂量の考え方

土砂の収支

砂防基準

溪流流域

計画
基準点

全ての流路
(砂防基準)

土石流発生

災害実績
土砂量

行政に移管できる場合等

NEXCO基準

溪流流域

計画
基準点

主流路
(NEXCO基準)

土石流発生

災害実績
土砂量

土砂が移動した
流路の延長

NEXCOで対策せざるを得ない場合
(保全対象が高速道路のみ場合)

4.9 土石流処理方針の計画区分



高速道路における土石流の処理方針は、対象とする溪流の横過地点上下流状況や溪流の法規制および協議結果を勘案して区分し、土石流対策施設の計画に反映。

建設段階

- ①流域全体の流出土砂(砂防基準)を安全に流下させる。
- ②主流路からの流出土砂(NEXCO基準)を一部捕捉し、一部を流下させる。
- ③主流路からの流出土砂(NEXCO基準)を捕捉する。
- ④流域全体の流出土砂(砂防基準)を捕捉する。

管理段階

- ⑤主流路または流域全体の流出土砂(NEXCO基準または砂防基準)を流向制御する。
- ⑥主流路または流域全体の流出土砂(NEXCO基準または砂防基準)を、側道沿いで捕捉する。
- ⑦主流路または流域全体の流出土砂(NEXCO基準または砂防基準)を、谷部で捕捉する。

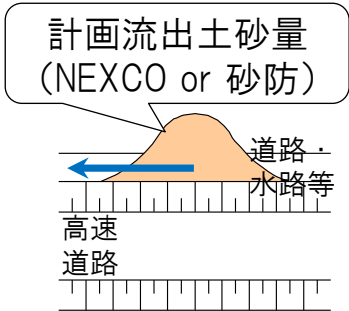
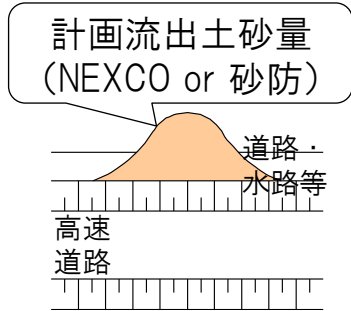
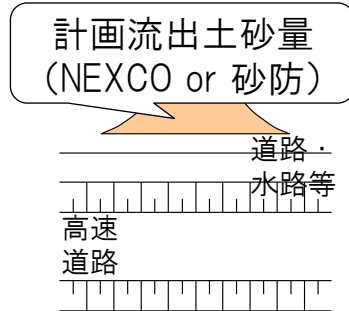
4.9 土石流処理方針【主に建設段階】

NEXCO

		①	②	③	④
対処方法		計画流出土砂量（砂防基準）を安全に流下	NEXCO計画流出土砂量の一部を捕捉し、残りは流下	NEXCO計画流出土砂量の100%を捕捉	計画流出土砂量（砂防基準）の100%を捕捉
概要図	上流 高速道路 下流	補足しない 高速道路 横断構造物 100% 流下	計画流出土砂量（NEXCO基準） 高速道路 横断構造物	計画流出土砂量（NEXCO基準） 高速道路 横断構造物	計画流出土砂量（砂防基準） 高速道路 横断構造物
捕捉・流下させる主な施設		本線横断構造物等	土石流捕捉工，本線盛土土砂捕捉工，土石流堆積流路工，本線横断構造物等	土石流捕捉工，本線盛土土砂捕捉工，土石流堆積流路工，本線横断構造物等	土石流捕捉工，本線盛土土砂捕捉工，本線横断構造物等
捕捉する土砂量		捕捉しない	NEXCO計画流出土砂量の一部	NEXCO計画流出土砂量の100%	計画流出土砂量（砂防基準）の100%
本線横断構造物の流下能力		土石流ピーク流量	土石流ピーク流量×(1-NEXCO計画流出土砂量に対する整備率) ただし、清水流量×1.1以上	清水流量×1.05	NEXCO排水基準

4.9 土石流処理方針【主に管理段階】



		⑤	⑥	⑦
対処方法		計画流出土砂量（NEXCO基準or砂防基準）を 流向制御	計画流出土砂量（NEXCO基準or砂防基準）を 側道沿いで捕捉	計画流出土砂量（NEXCO基準or砂防基準）を 谷部で捕捉
概要図	上流			
	高速道路			
	下流			
捕捉・流下させる主な施設		土石流流向制御工，本線盛土	土石流捕捉工，本線盛土	土石流捕捉工
捕捉する土砂量		捕捉しない	NEXCO基準もしくは砂防基準の全部または一部	
本線横断構造物の流下能力		流下しない	管理段階では大規模な対策施設を計画できないことが想定され，計画流出土砂量の全量を捕捉できない場合は，関係行政へ対策協議を行う。	

4.9 土石流対策施設

➤ ハード対策

- ・土砂を捕捉する対策工を設置(※堰堤、スリットダムなど)
- ・道路区域外、整備費が高いこともあり、実施が困難

➤ ソフト対策

- ・走行車両が被災する前に通行止めを実施



堰堤(不透過型)



スリットダム(透過型)

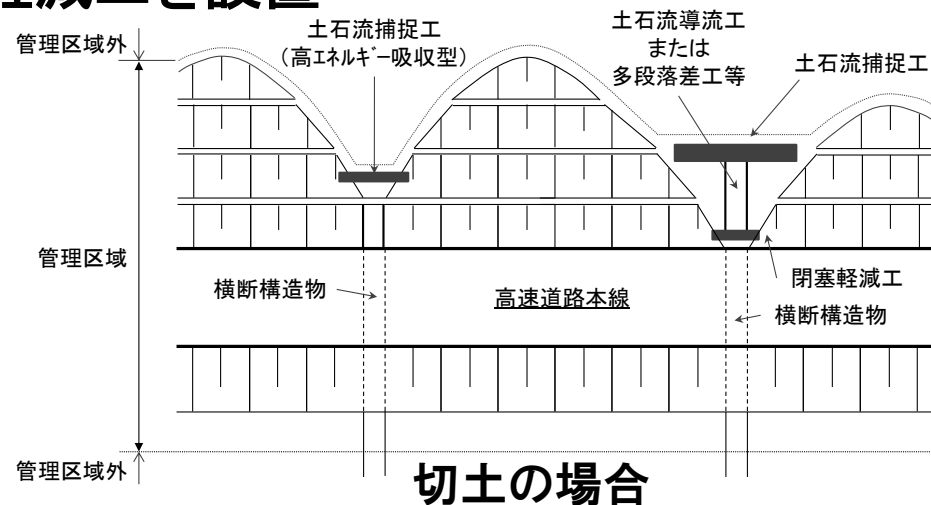
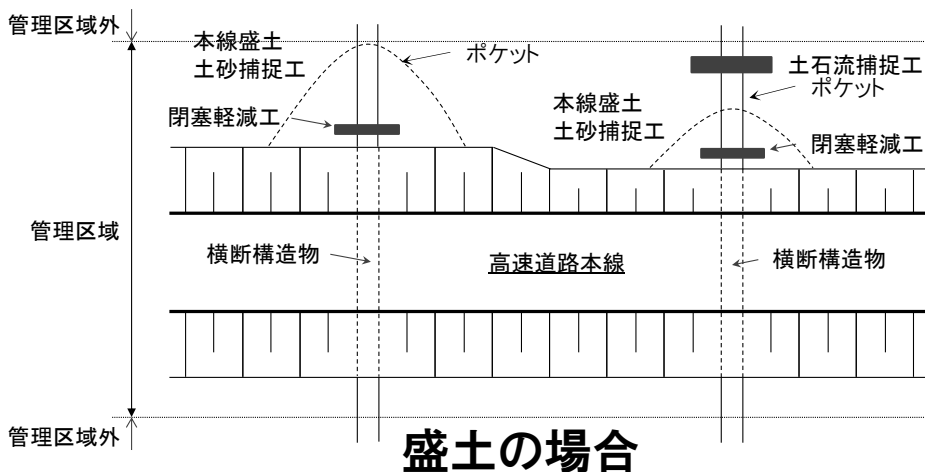
✓ 対策はハード対策とソフト対策を効果的に組み合わせて行うことが重要

4.9 土石流対策施設(ハード対策)の基本構成

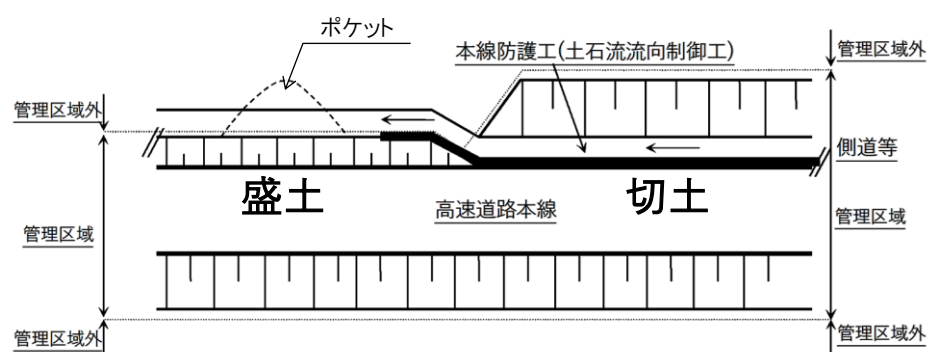
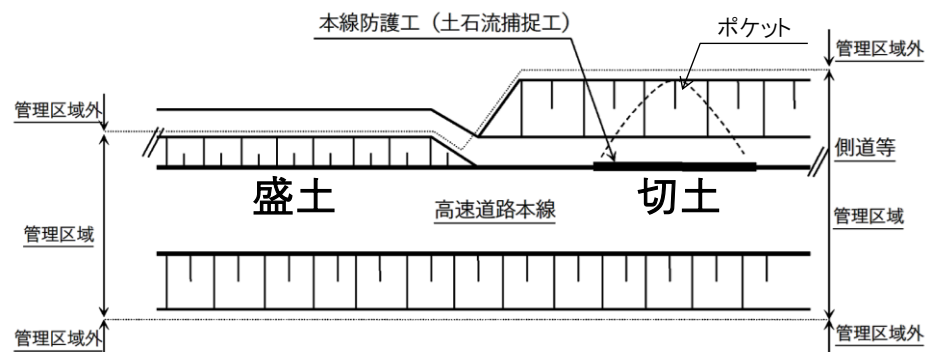
盛土:本線盛土を土砂捕捉工に活用。ポケット容量に応じて対策工を設置

切土:土砂を捕捉する対策工等を設置

共通:横断構造物の上流側には閉塞軽減工を設置



溪流と高速道路の間に側道等がある場合: 流向制御を活用



4.9 土砂災害対策(ハード対策)の工事例

平成22年9月8日に東名高速道路北畑T N西坑口付近で発生した土石流は、既設の透過型えん堤により土砂の多くが捕捉され、被害を最小限にすることができた。



土石流対策として透過型えん堤を設置（H10.8に被災して設置）



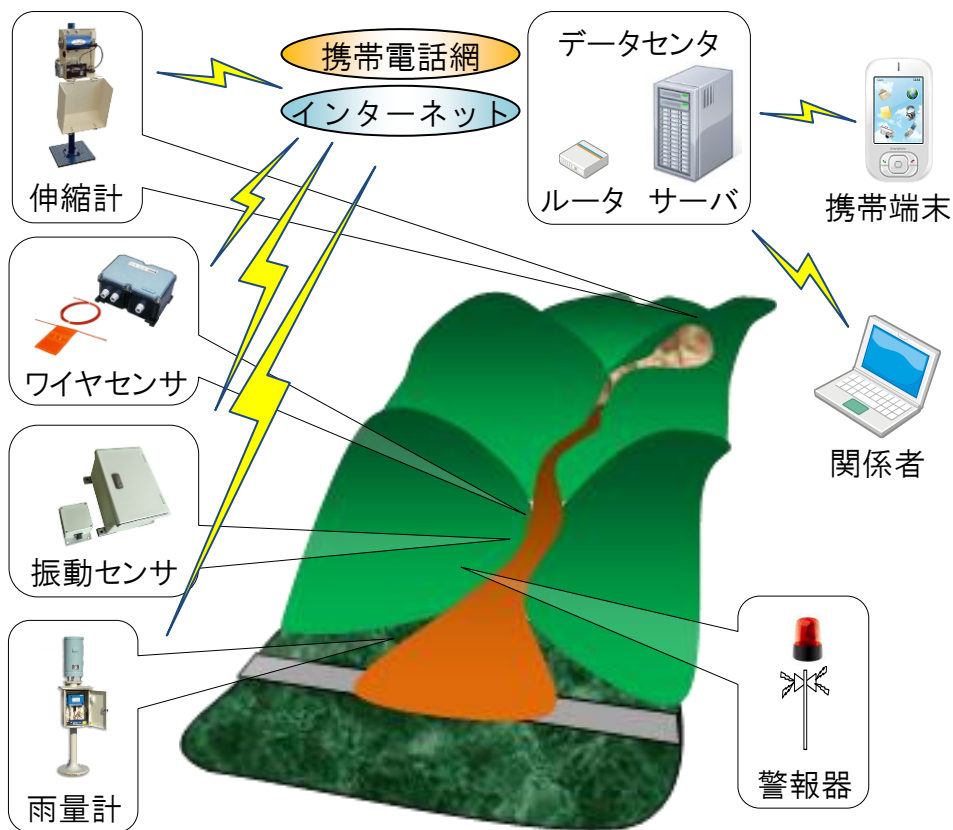
災害発生時に転石や流木を捕捉

4.9 ソフト対策(モニタリング)

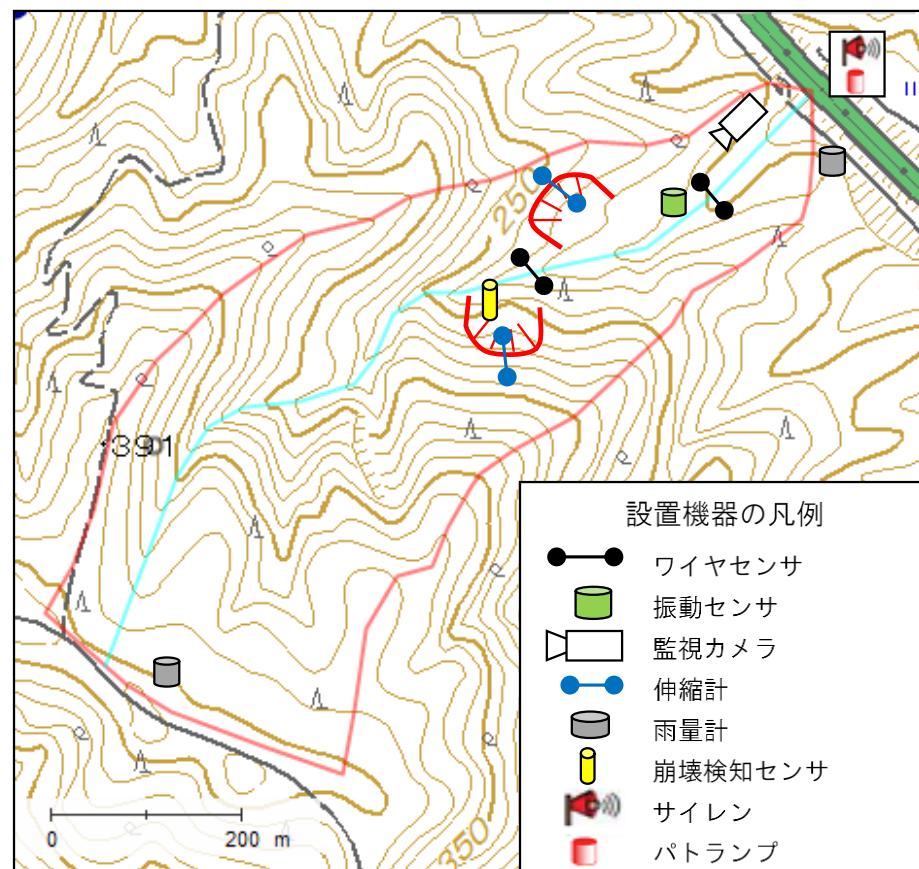
NEXCO

モニタリングの目的

- ①予測検知：土石流の前兆を把握する。
- ②発生検知：仮設対策工との併用。災害復旧時の安全監視。



イメージ図



センサ等配置図

4.10 維持管理を踏まえた土石流対策施設

高エネルギー吸収型防護柵及び自立式フェンス防護柵の導入

従前の対策方法

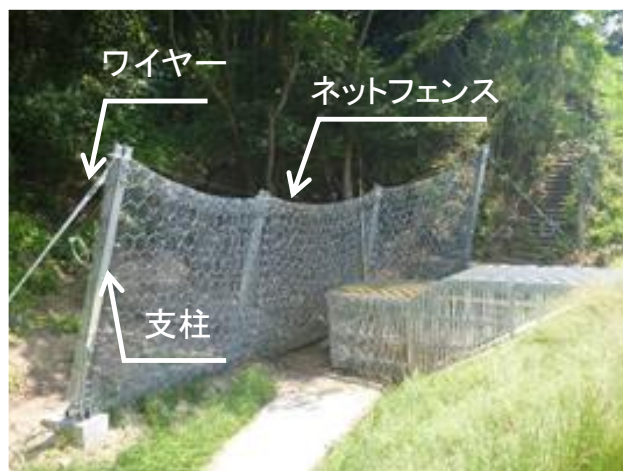
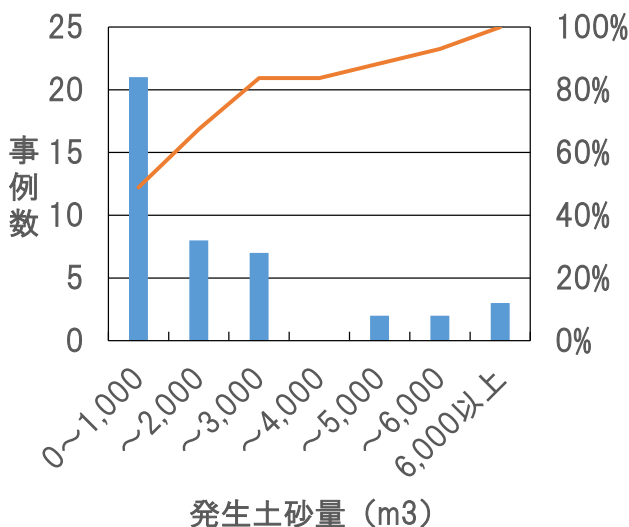
- ・ 小規模であっても大規模な対策施設が必要
- ・ 地形改変が大きく設置が難しい

新たな対策方法（ $\leq 3,000\text{m}^3$ 以下）

- ・ 道路用地内での対策が可能
- ・ 既往事例を踏まえると半数以上が対応可能



計画流出土砂量を 100m^3 と想定した
土石流対策の例（一般国道）



高エネルギー吸収型防護柵



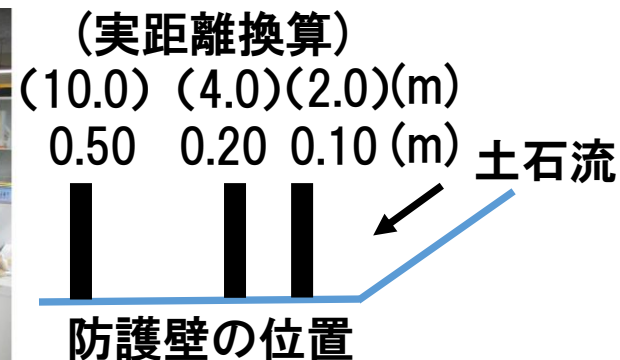
自立式フェンス防護柵

4.10 土石流流体力の低減係数【1/2】

NEXCO

■検討の背景

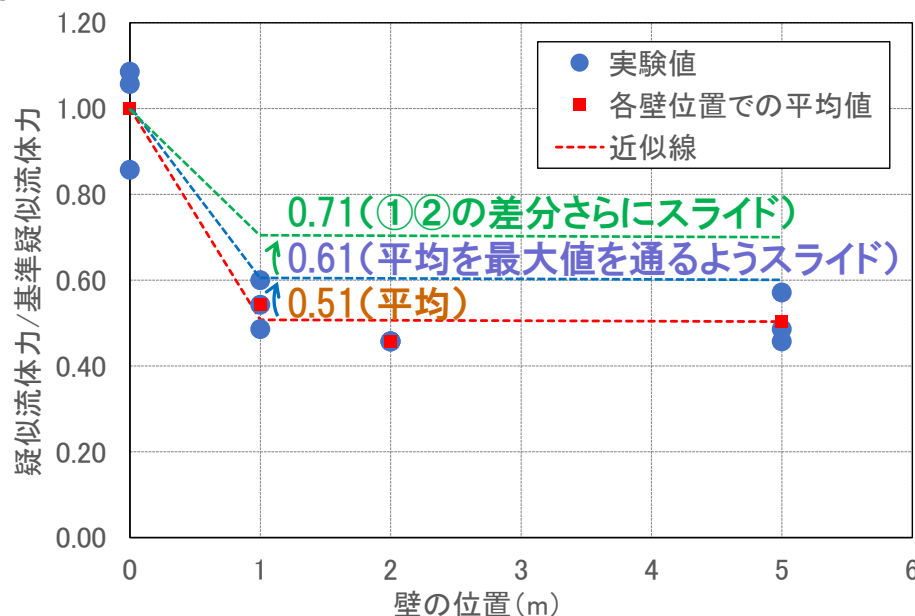
- ・H30.7豪雨において、比較的幅の広い側道がある箇所、落石防護柵により土砂流入災害を防ぐとことができた → **側道(平地)によりエネルギーが低減したのでは？**



■模型実験の結果

- ・簡易対策工を模した防護壁の位置を変化させて、土圧を測定
- ・壁が離れると流体力は低減するが、2m相当以降は同等(それ以上低減しない)

疑似流体力: 土石流先頭の水深が初期に急増し終えて荷重一時保持状態となる状態の荷重



4.10 土石流流体力の低減係数【2/2】

■流体力の低減係数

$$F = K_h \frac{\gamma_d}{g} \cdot D_d \cdot U^2$$

F : 単位幅当りの土石流流体力 (kN/m)

U : 土石流の流速 (m/s)

D_d : 式土石流の水深 (m)

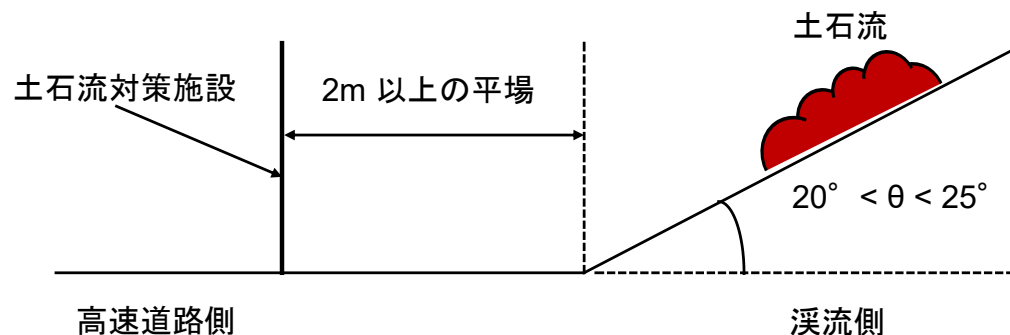
G : 重力加速度 (9.81m/s²)

K_h : 係数 (1.0)

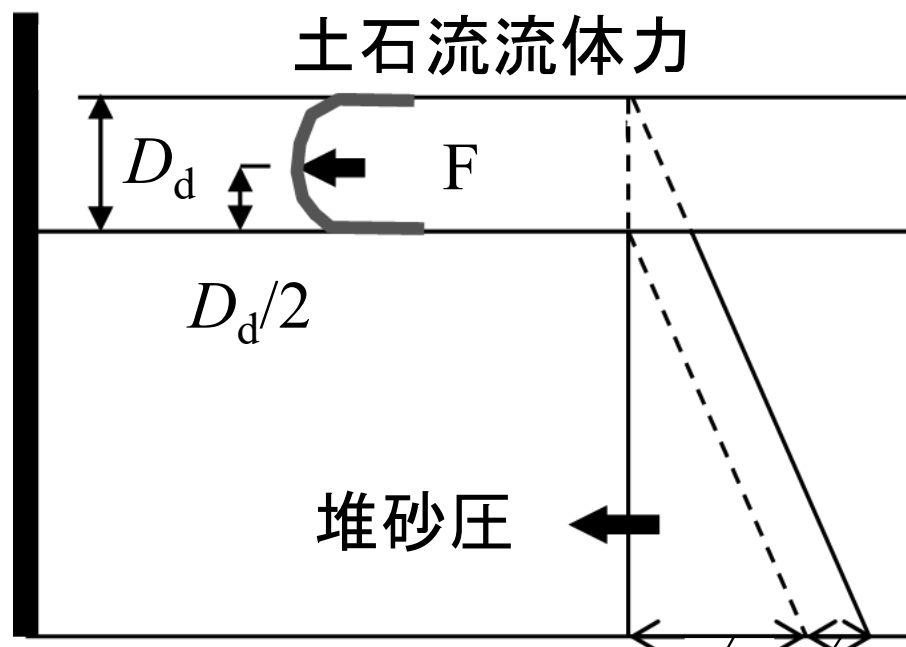
γ_d : 土石流の単位体積重量 (kN/m³)

- ・ 以下の条件に合致する場合に、土石流流体力を低減してもよいとした
(ただし、堆砂圧は低減しない)

適用条件	低減係数
施設直上流に幅員2m以上の側道や平場がある 且つ 横通過地点の溪床勾配が $20^\circ < \theta < 25^\circ$ の範囲	0.71



4.10 低減係数を考慮した検討例



土石流対策施設に働く外力

外力 = 堆砂圧 + 土石流流体力



低減対象外



低減対象

高エネルギー吸収型防護柵の
構造計算結果

土砂量 (m^3)	低減なし 係数=1.00	低減あり 係数=0.71
1,000	○	○
1,500	○	○
2,000	×	○

自立式フェンス防護柵の
構造計算結果

土砂量 (m^3)	低減なし 係数=1.00	低減あり 係数=0.71
1,000	○	○
1,500	×	○
2,000	×	×

1. 土砂災害について
2. 災害、変状の要因と点検
3. 応急対策・本復旧対策
4. 土石流災害への対応
5. 最近の斜面災害の事例
6. 最後に

◆ 最近の斜面災害の事例 斜面崩壊



No.	内容	発生日	場所
①	集中豪雨による区域外自然 斜面の崩壊事例 (高盛土の排水対策効果が 確認された事例)	2022.8.12	東北自動車道 小坂地区
②	台風10号に伴う切土のり面 の崩落により被災した事例	2024.8.29	東九州自動車道 臼杵IC～津久見IC間

斜面① 災害概要

災害概要

場所:東北自動車道 小坂IC～碓ヶ関IC

災害発生日時:2022年8月12日 22時頃



【概要】

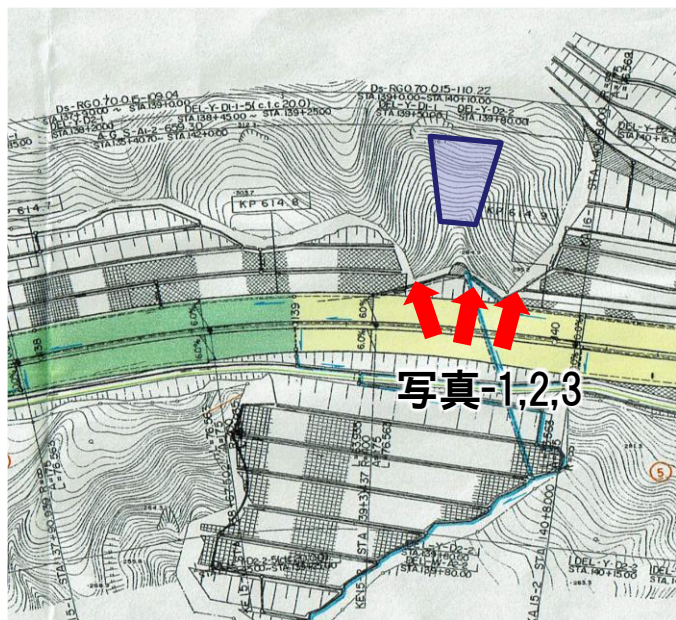
豪雨により用地外の自然地山が崩壊した事例(高盛土の排水対策効果が確認された事例)

発生時の雨量: 連続雨量168mm
時間最大雨量42.5mm

地質: 未固結の火砕流堆積物など
崩壊規模: 幅30m, 高さ72m
崩壊土量: 約10,000m³



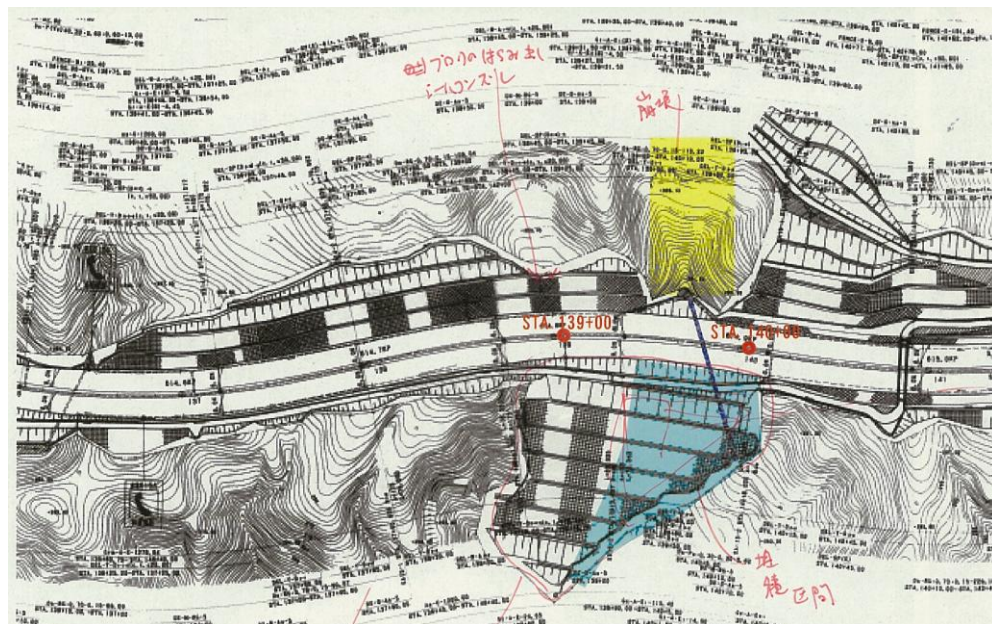
斜面① 現地状況



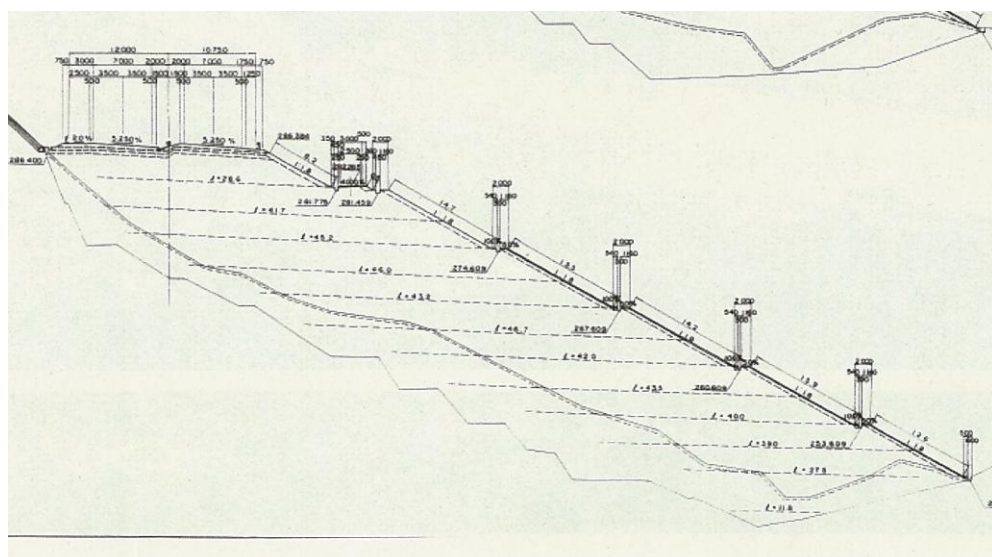


斜面① 現地状況

NEXCO



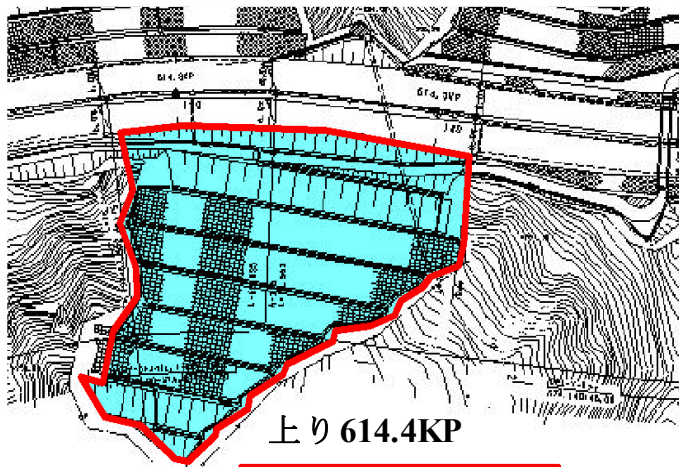
盛土中腹部の暗渠排水



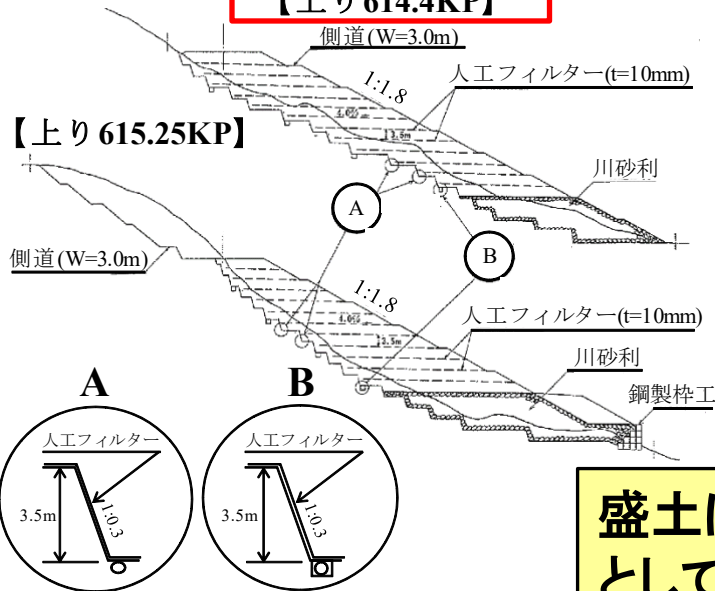
盛土排水対策工(良質材で置き換え)

斜面① 優れた盛土排水対策

高盛土 $L \div 110\text{m}$ $H \div 61\text{m}$ $V \div 17\text{万m}^3$ 9段盛土



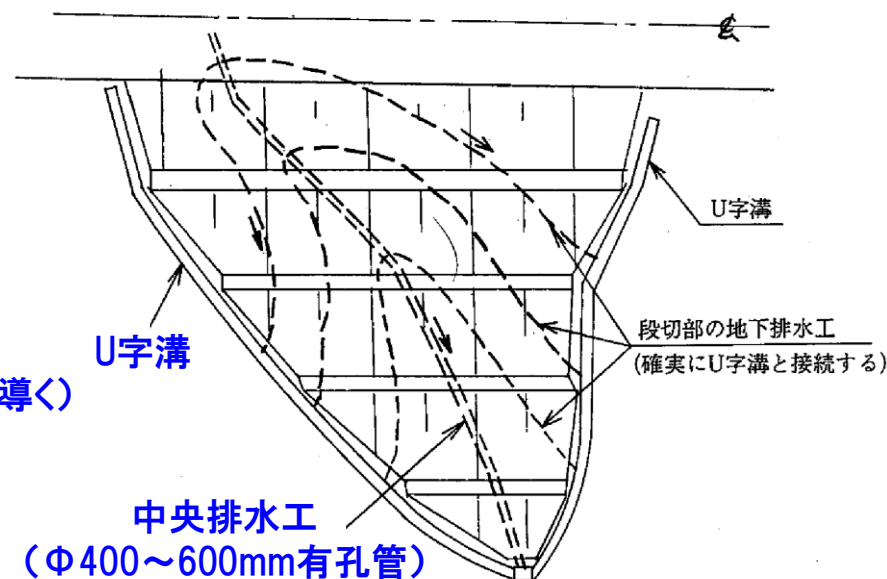
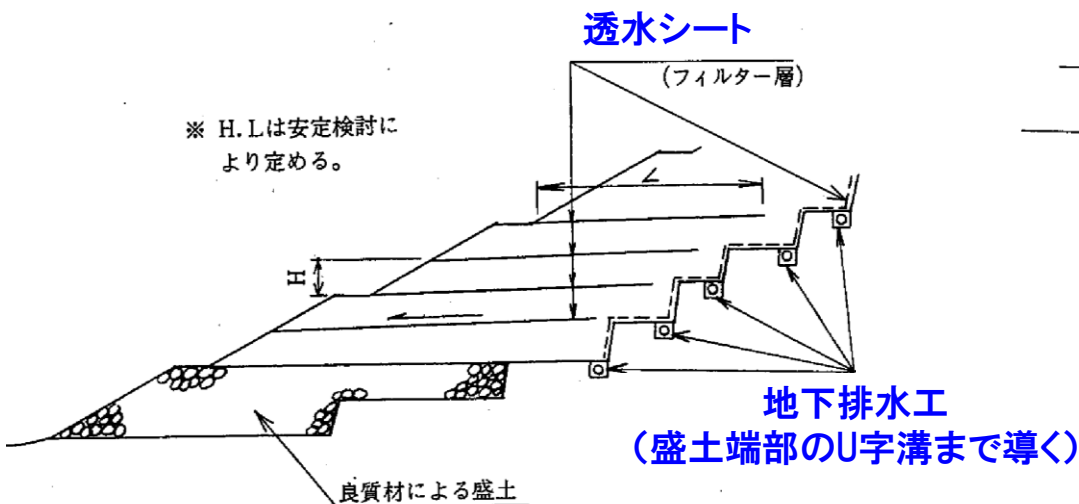
【上り 614.4KP】



盛土に人工フィルター層および下部2段を川砂利盛土として排水機能を強化

斜面① 優れた盛土排水対策

NEXCO



透水シート及び段切排水工の配置例

現在の設計要領の高盛土の記述(平成21年7月以降)と同等の対策を実施

- ①基礎地盤の排水処理
- ②法尻工
- ③水平排水層等



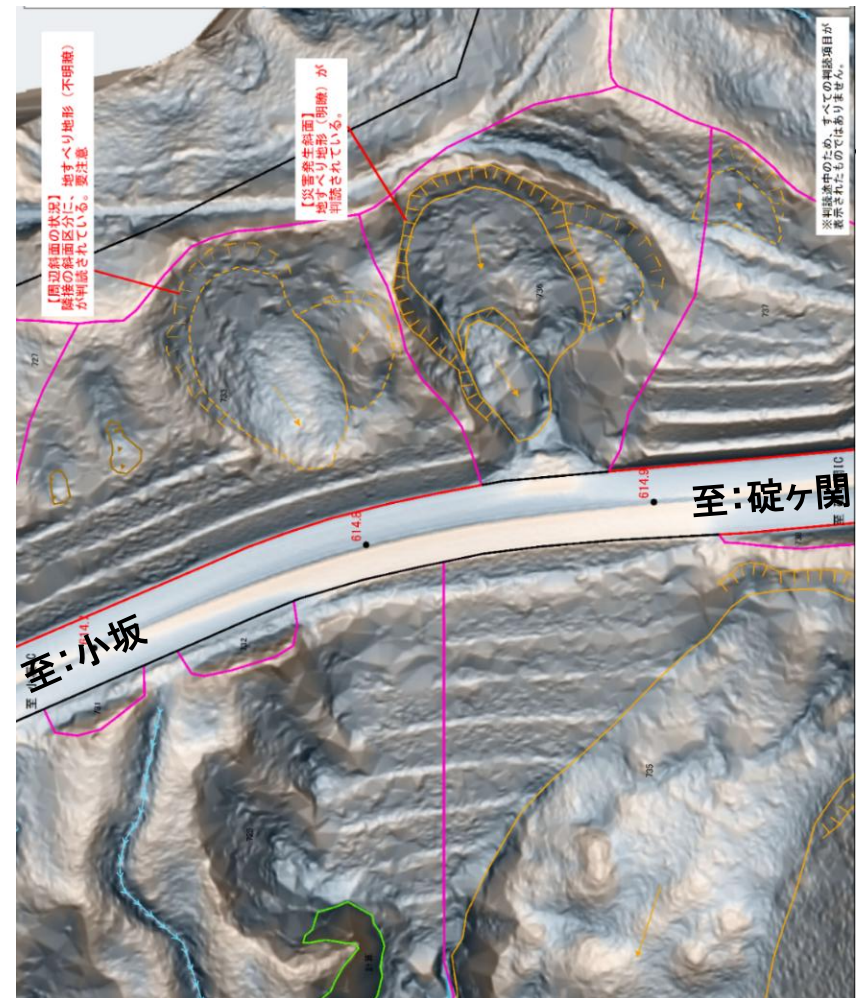
これらの対策により、豪雨に対して当箇所の高盛土の健全性が確保された

地下排水工とU字溝の接続例



斜面① 航空レーザ測量の有効性

航空レーザ測量による地形解析では、当該箇所は地すべり崩壊地であることが明瞭 → 机上での災害リスク分析により災害形態を予測



斜面② 被災概要

N西日本HPより

NEXCO

【区 間】 東九州自動車道 臼杵IC～津久見IC

【被災位置】 上下線 KP155.5付近

【被災状況】 切土のり面の内、2段目及び1段目において崩落が発生

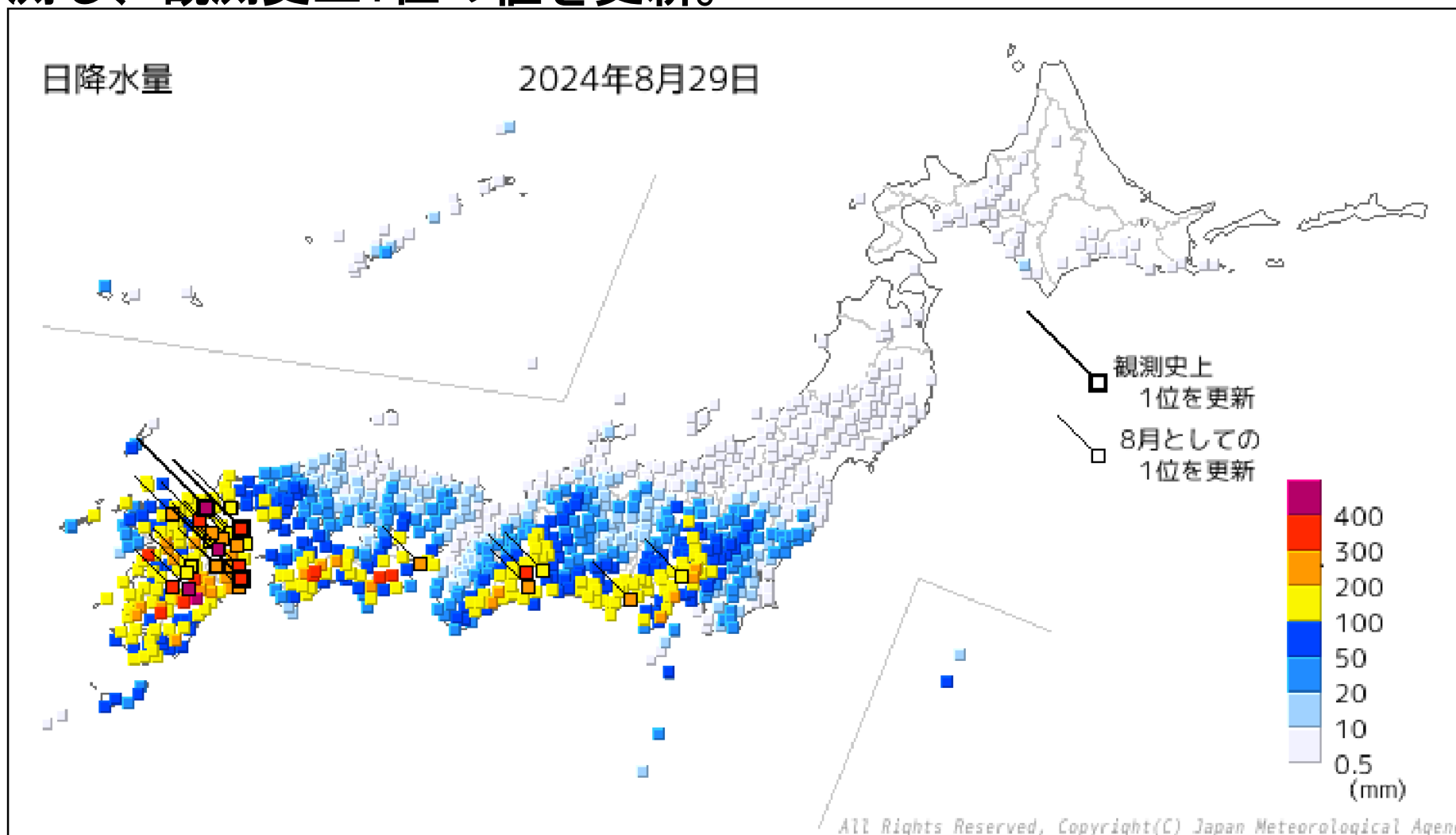
【発生時刻】 8月29日 10時頃

【第三者被害】 なし



斜面② 降雨状況・日降水量

湯布院（由布市）では、29日6時48分までの1時間に75.5mmを観測し、観測史上1位の値を更新。



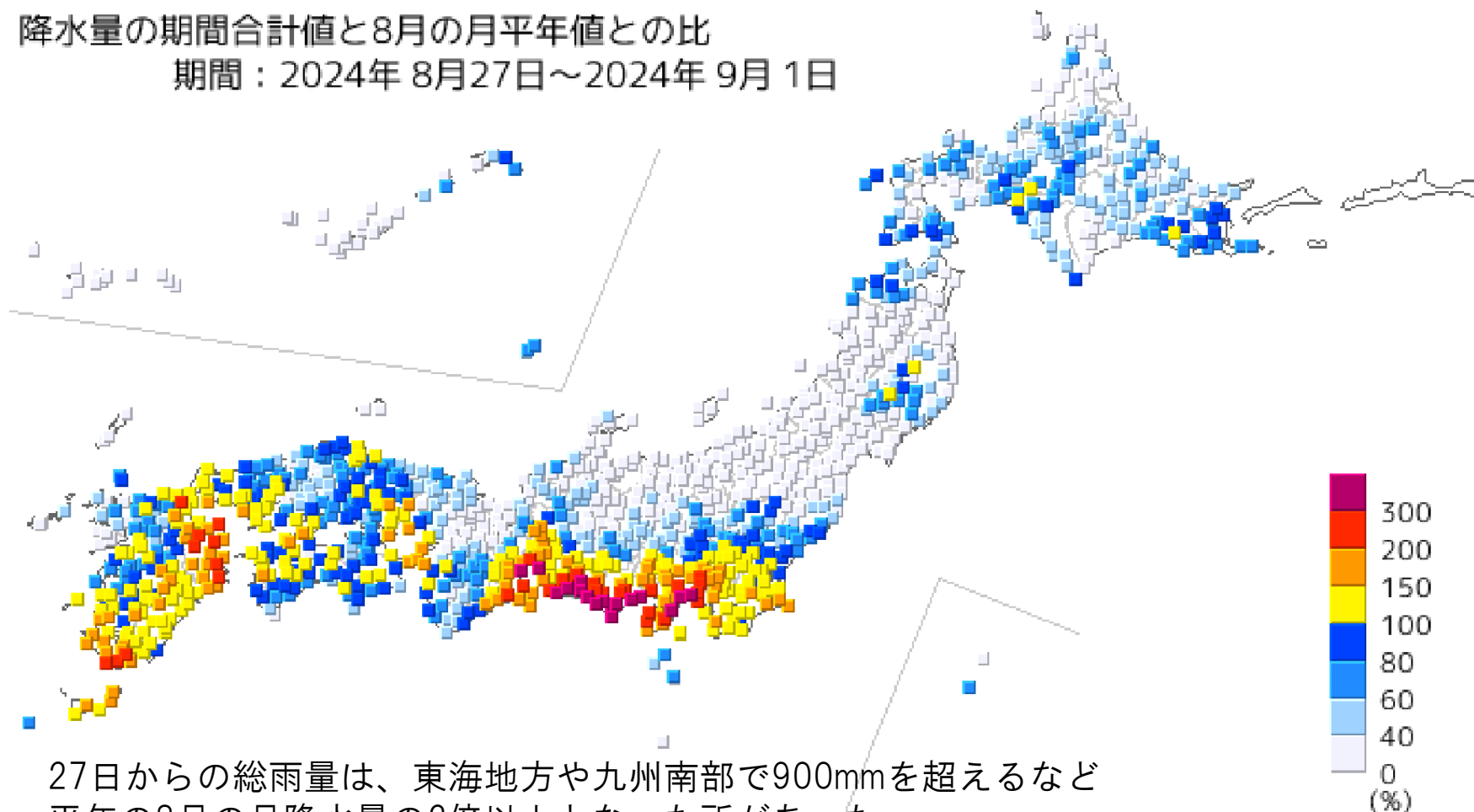
斜面② 降雨状況・期間降水量

NEXCO

西日本から東日本の太平洋側を中心に記録的な大雨となり、複数の観測地点で72時間降水量の観測史上1位の値を更新

降水量の期間合計値と8月の月平年値との比

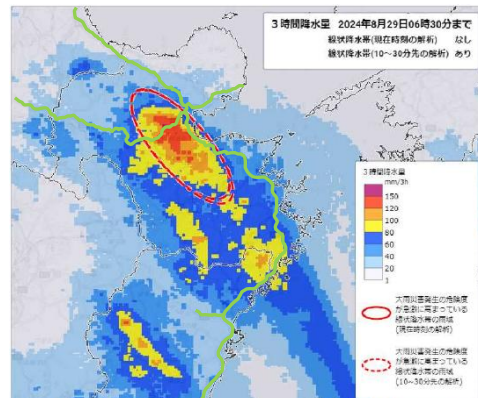
期間：2024年 8月27日～2024年 9月 1日



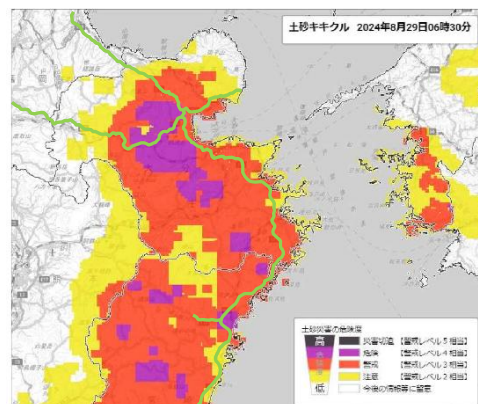
All Rights Reserved, Copyright(C) Japan Meteorological Agency

斜面② 気象情報

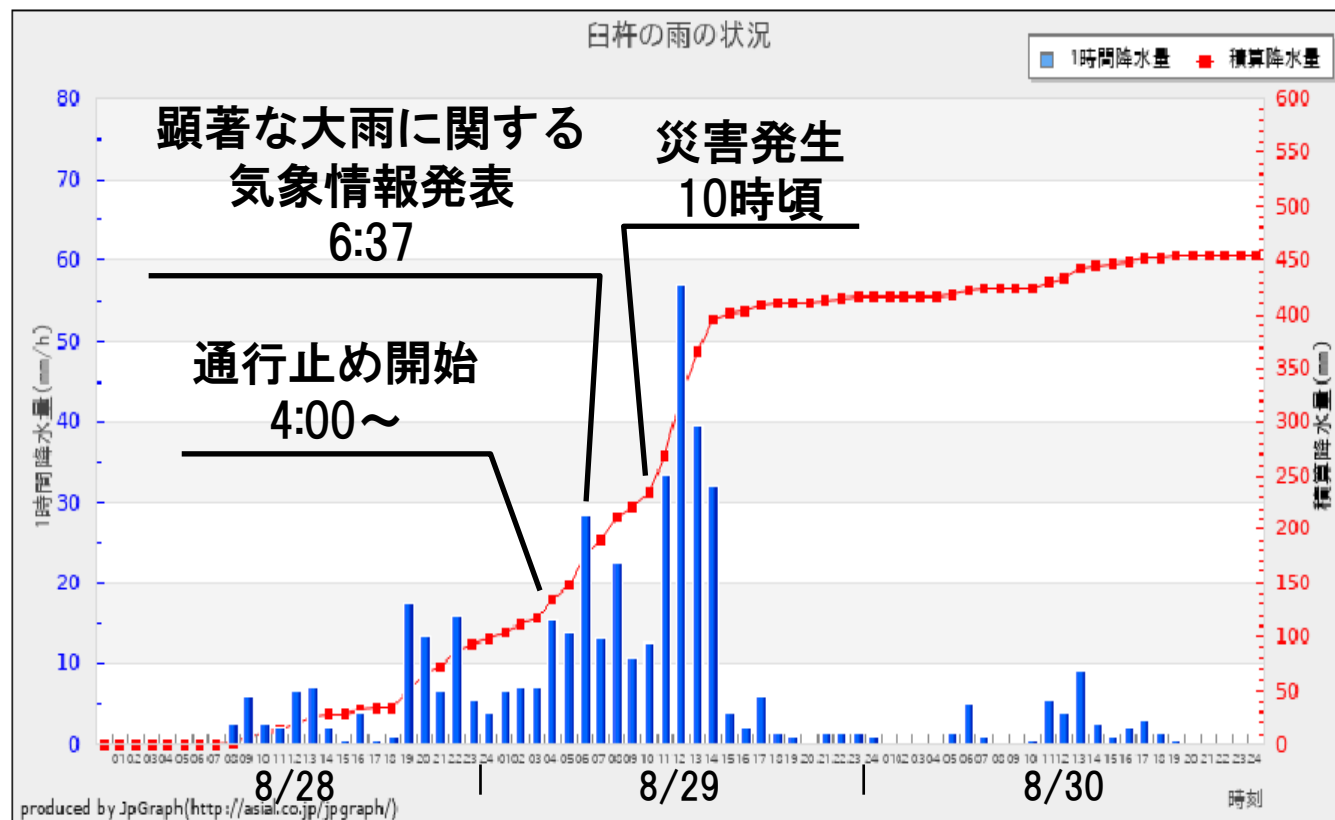
29日6時37分に大分県（中部、北部）に「顕著な大雨に関する気象情報」が発表。発表直前の3時間降水量とキキクルでは中部、北部を中心に雨が強まり、土砂キキクルで紫（危険）が広がった



3時間降水量（解析雨量）



土砂キキクル



臼杵（アメダス）降雨量の時系列図（時間降水量と積算降水量）

斜面② のり面崩壊から復旧完了まで

N西日本HPより

NEXCO



斜面② 復旧作業状況①

N西日本HPより

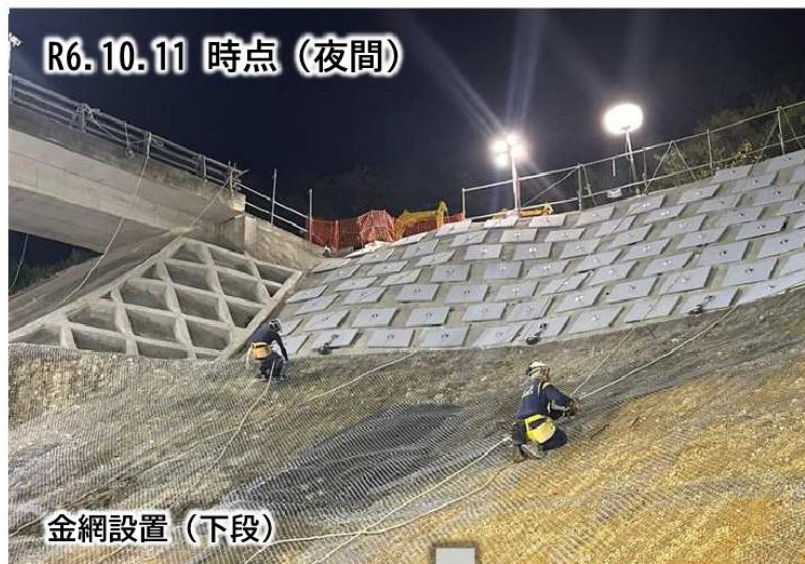
NEXCO



斜面② 復旧作業状況②

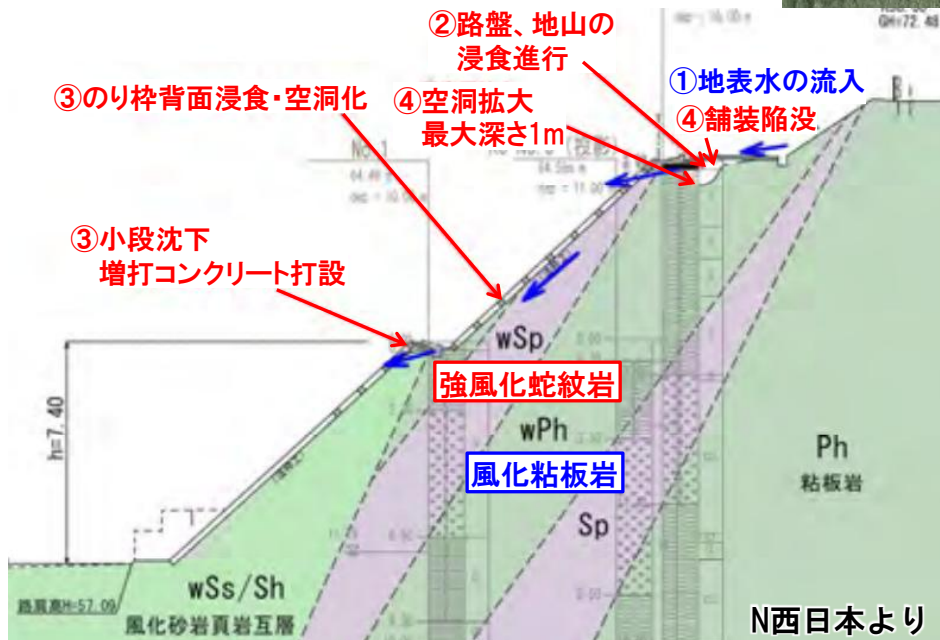
N西日本HPより

NEXCO



斜面② 調査結果・損傷メカニズム(推定)

- 地下水や表面水の浸入により、のり面の風化が促進され、台風10号による大雨によりのり面周辺からの表面水が集積してすべり面が形成されたことが崩壊に至った原因



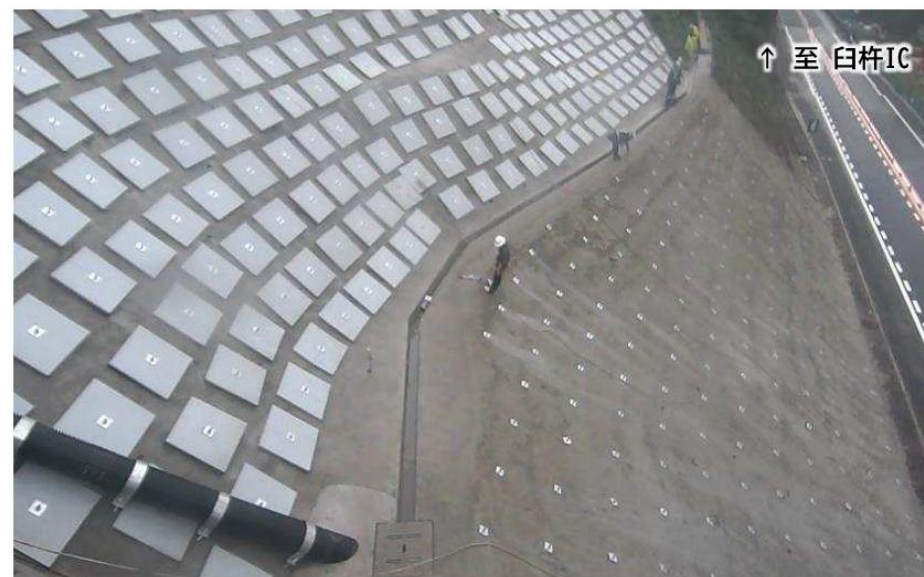
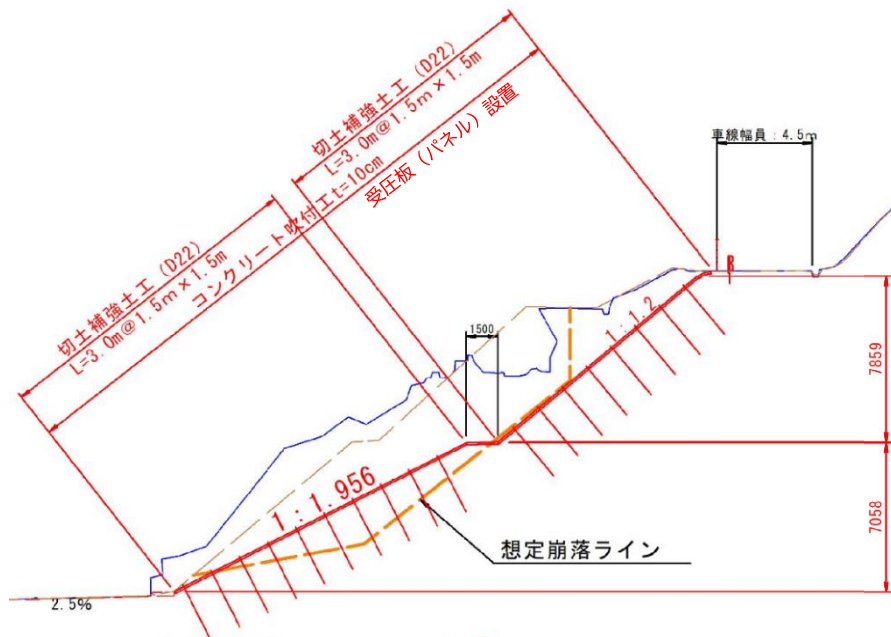
- 崩落したのり枠や土砂を撤去後に、地山の状況を確認のうえ、のり面对策工を行う

出典：東九州自動車道 臼杵IC～津久見IC間のり面災害に関する技術検討委員会

斜面② 対策工法

- 現地にて地山の状況を確認して、復旧範囲及びのり面对策工を決定
- のり面对策工として、コンクリート吹付工及び切土補強土工（鉄筋挿入工）等を実施

出典：東九州自動車道 臼杵 IC～津久見 IC間の
のり面災害に関する技術検討委員会



◆ 最近の斜面災害の事例 土石流



No.	内容	発生日	場所
①	大雨による本線への土砂の流入により被災した事例	2022.8.5	北陸自動車道 敦賀IC～今庄IC間
②	集中豪雨によりトンネル両坑口が時間差で発生した土石流により被災した事例	2023.7.10	大分自動車道 朝倉IC～日田IC間

土石流① 被災概要

発生場所：北陸自動車道 敦賀IC～今庄IC

発生日時：2022年8月5日（金）7時35分頃

交通規制：通行止め（降雨）（5日（金）4時17分～）

気象状況：連続雨量400.5mm，時間最大47.0mm（鹿蒜川橋）

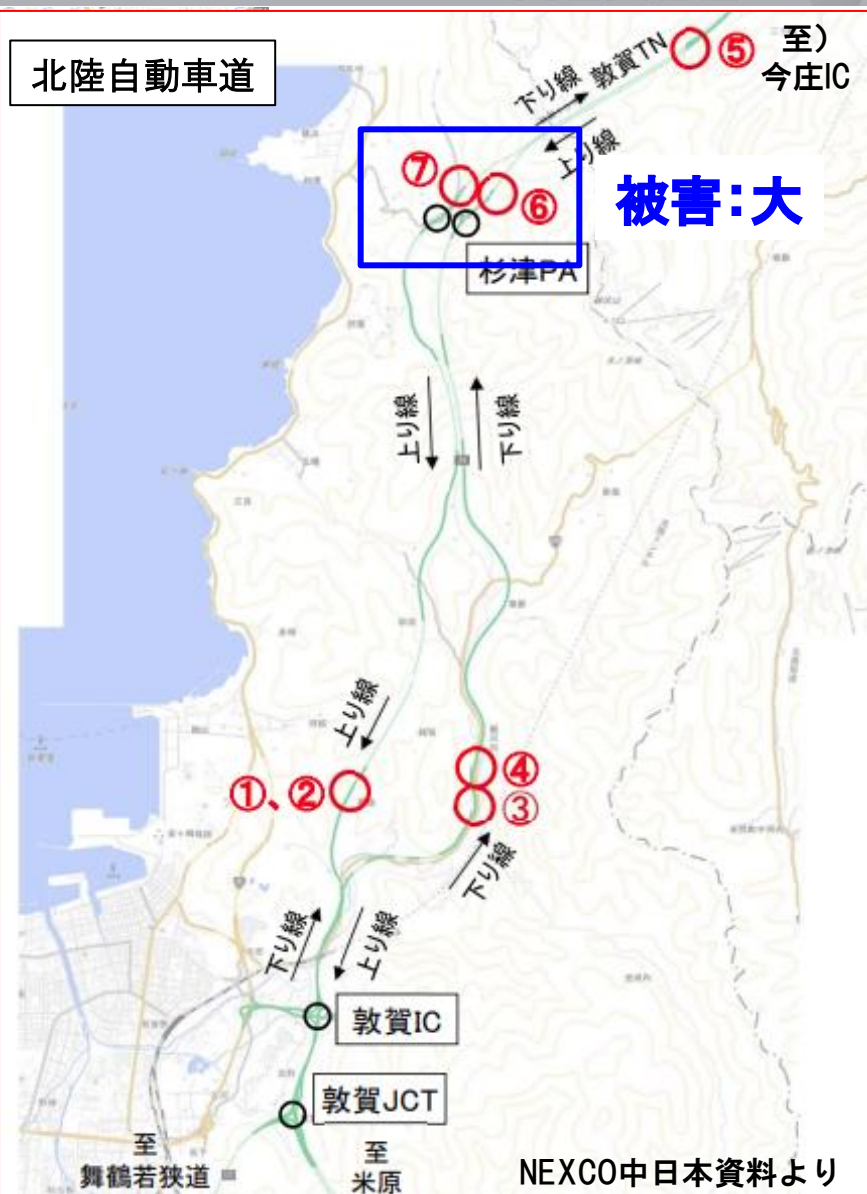
被災概要：隣接溪流の土砂が本線へ流入（7箇所）



NEXCO中日本資料より

土石流① 位置図

NEXCO



国土地理院地図より

NEXCO中日本資料より

土石流① 時系列



8月 5日（金）

4:17 通行止め開始（北陸道 上下線 敦賀IC～今庄IC）

7:13 ⑤上り線 60.7kp 土砂流入 ⇒ 6日(土)17:00 対応完了

7:45 ③下り線 50.5kp 土砂流入 ⇒ 5日(金)19:20 対応完了

7:53 ①・②上り線 49.7kp 土砂流入 ⇒ 5日(金)10:30 対応完了

8:13 ④下り線 50.74kp 土砂流入 ⇒ 5日(金)18:00 対応完了

8:58 ⑥下り線 58.35kp 大規模土砂流入

⑦上り線 57.4kp 大規模土砂流入

8月 7日（日）

9:00 ⑦上り線 57.4kp 緊急車両の通行帯確保

8月 9日（火）

22:00 ⑥下り線 58.35kp 緊急車両の通行帯確保

8月10日（水）

0:00 通行止め解除（北陸道 上り線 敦賀IC～今庄IC）

※下り線の通行止めは継続

NEXCO中日本資料より

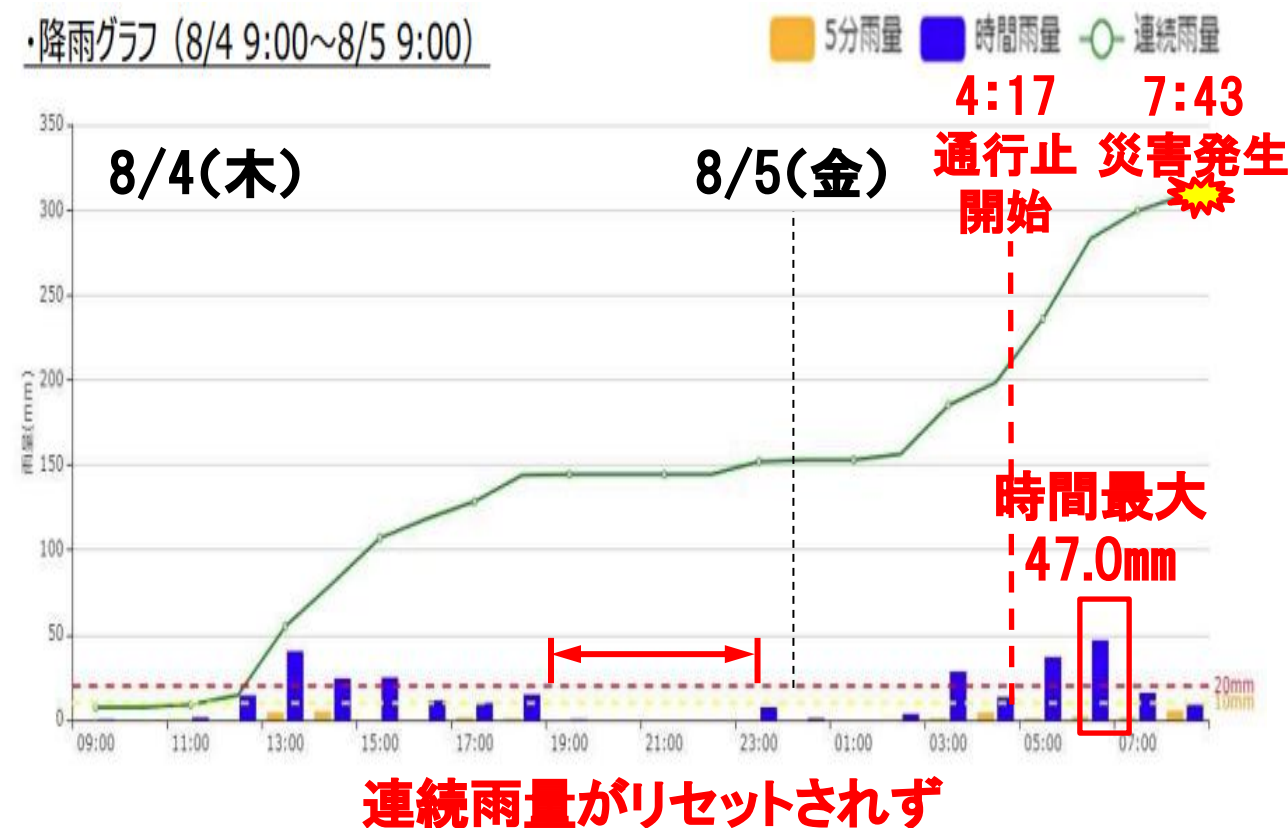
土石流① 降雨状況

北陸自動車道 敦賀IC～今庄IC

[観測点：鹿蒜川橋] (8/5 11:00時点)

- ・ 連続雨量：400.5mm
- ・ 時間最大：47.0mm (8/5 6:00)

・降雨グラフ (8/4 9:00～8/5 9:00)

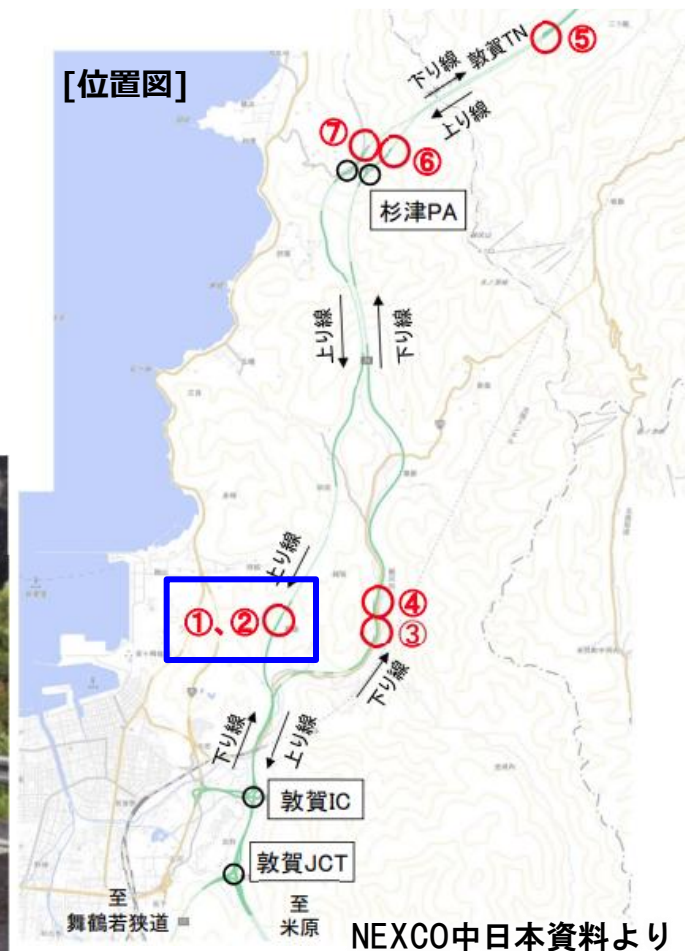


土石流① 被災状況①、②

被災箇所：①・②上り線 49.7kp

被災状況：土砂流入、倒木、のり面小崩落

対応：土砂撤去

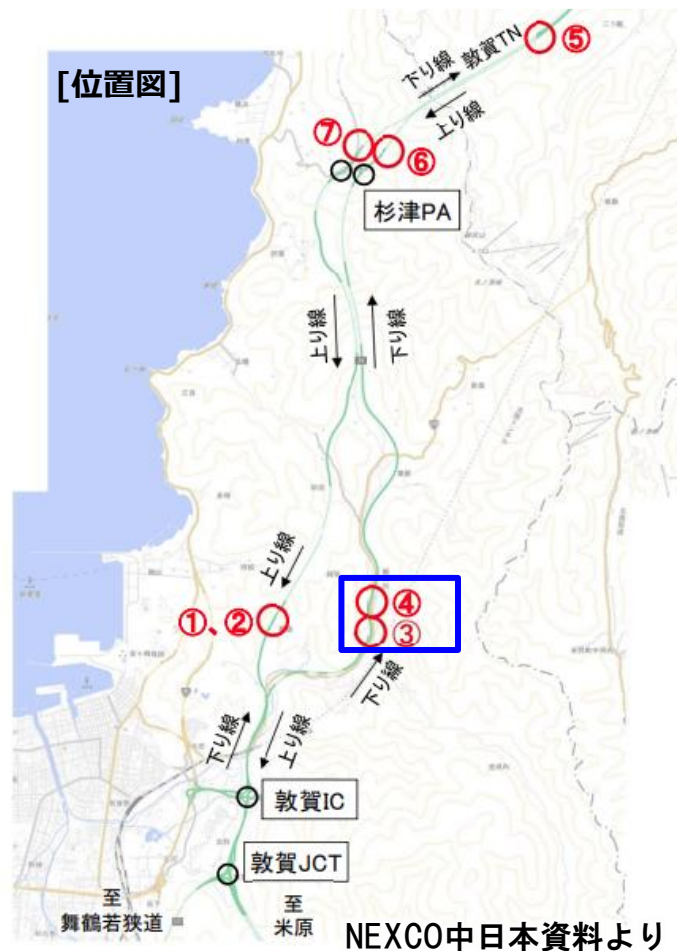


土石流① 被災状況③、④

被災箇所：③下り線 50.5kp、④下り線50.74kp

被災状況：土砂流入

対応：土砂撤去・大型土のう設置

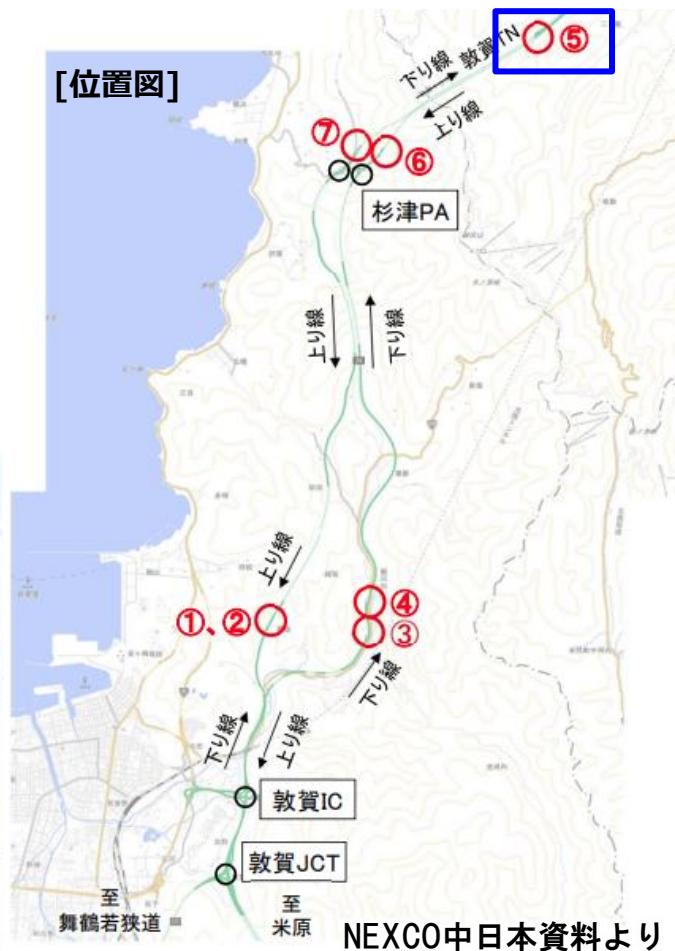


土石流① 被災状況⑤

被災箇所：⑤上り線 60.7kp

被災状況：土砂流入

対応：土砂撤去・大型土のう設置

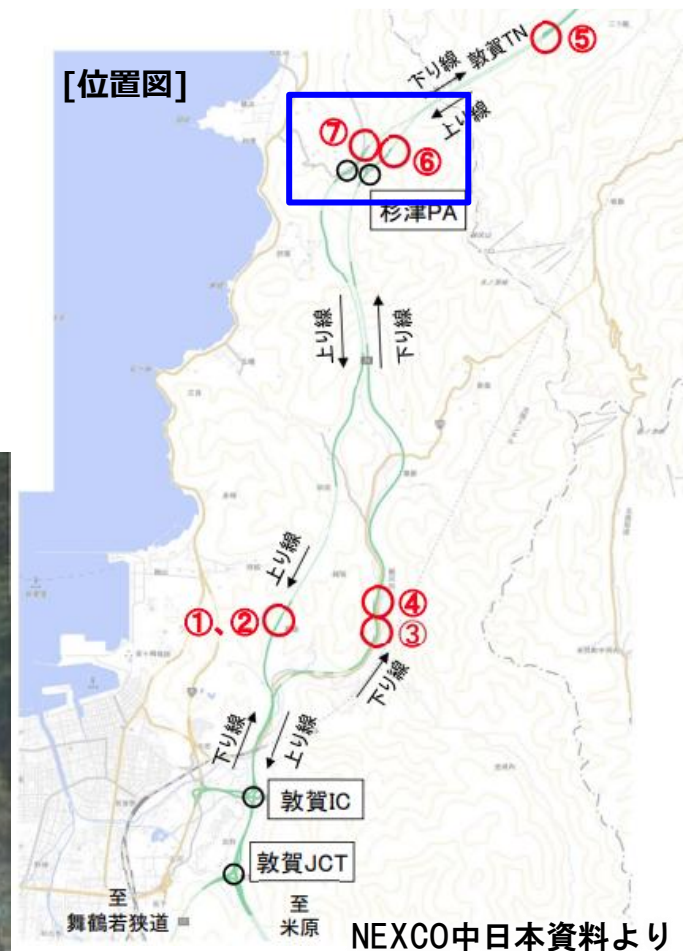


土石流① 被災状況⑥

被災箇所：⑥下り線 58.35kp

被災状況：大規模土砂流入

対応：土砂撤去・親杭横矢板＋大型土のう設置



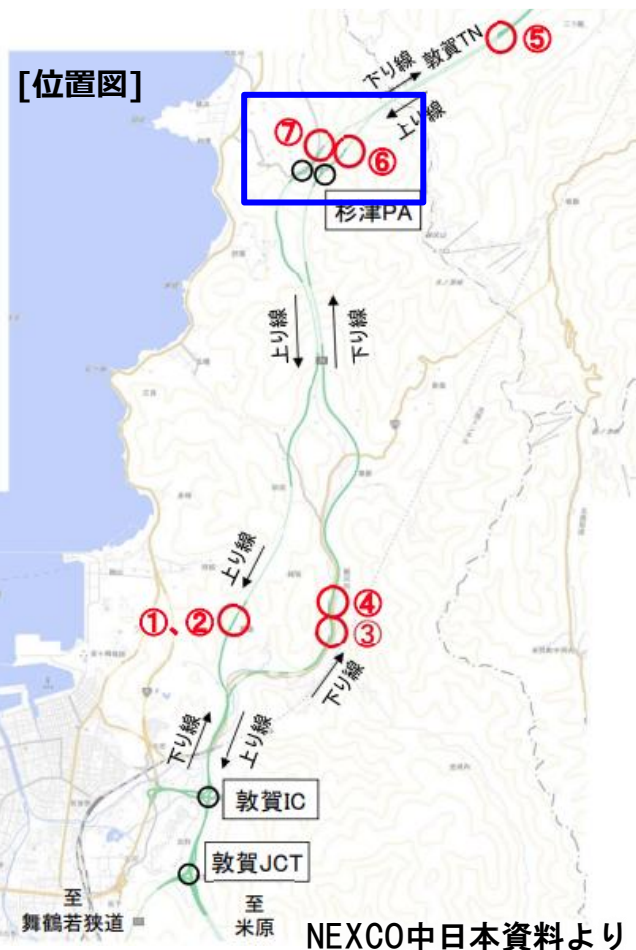
土石流① 被災状況⑦

被災箇所：⑦上り線 57.4kp

被災状況：大規模土砂流入

対応：土砂撤去・親杭横矢板設置

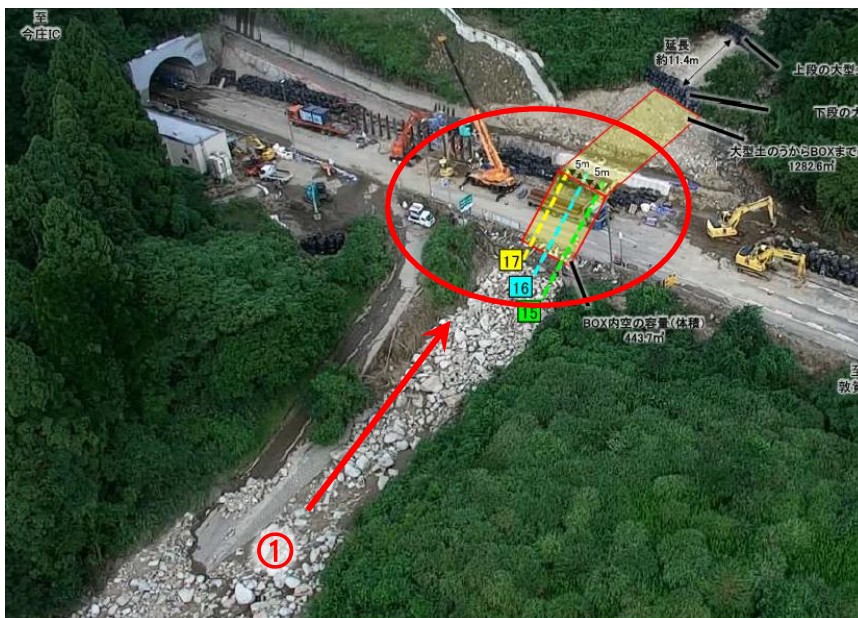
NEXCO



土石流① 被災状況⑥、⑦



土石流① 被災状況⑥



NEXCO中日本資料より

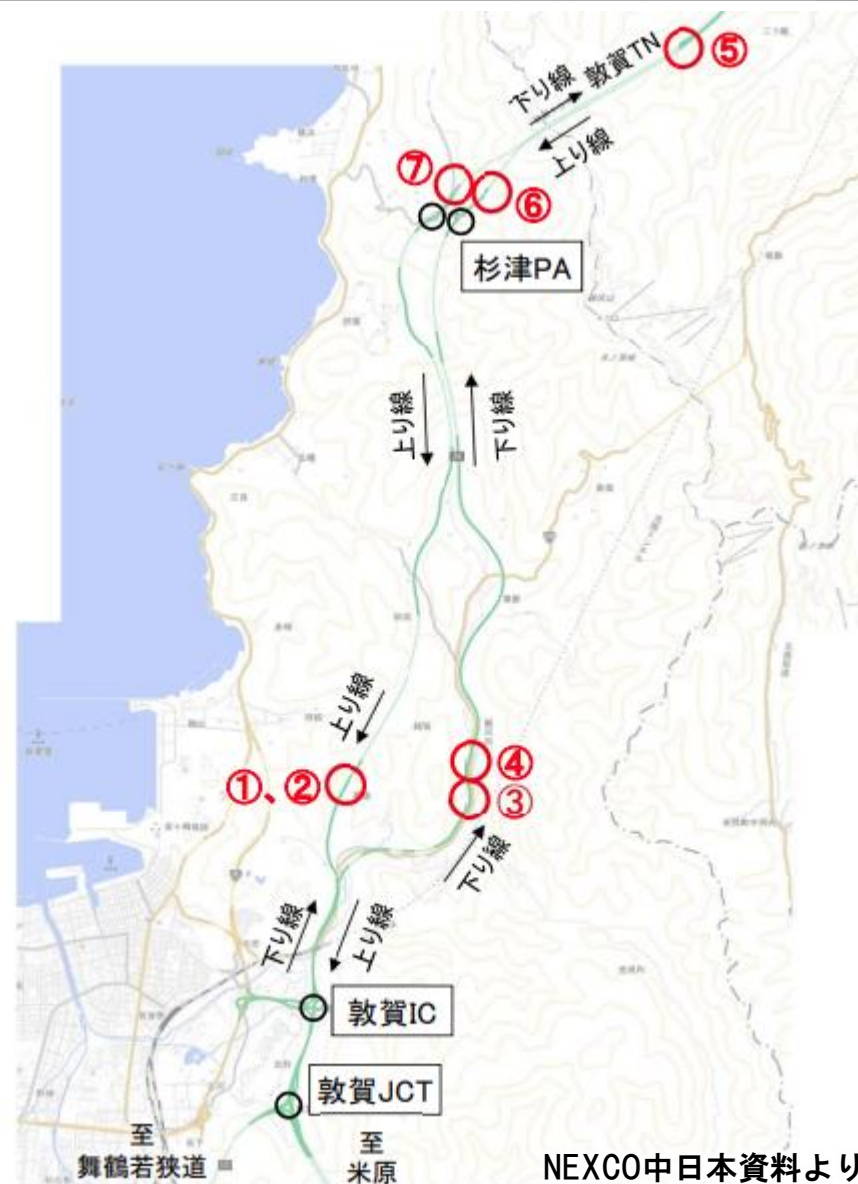
土石流① 被災状況⑦



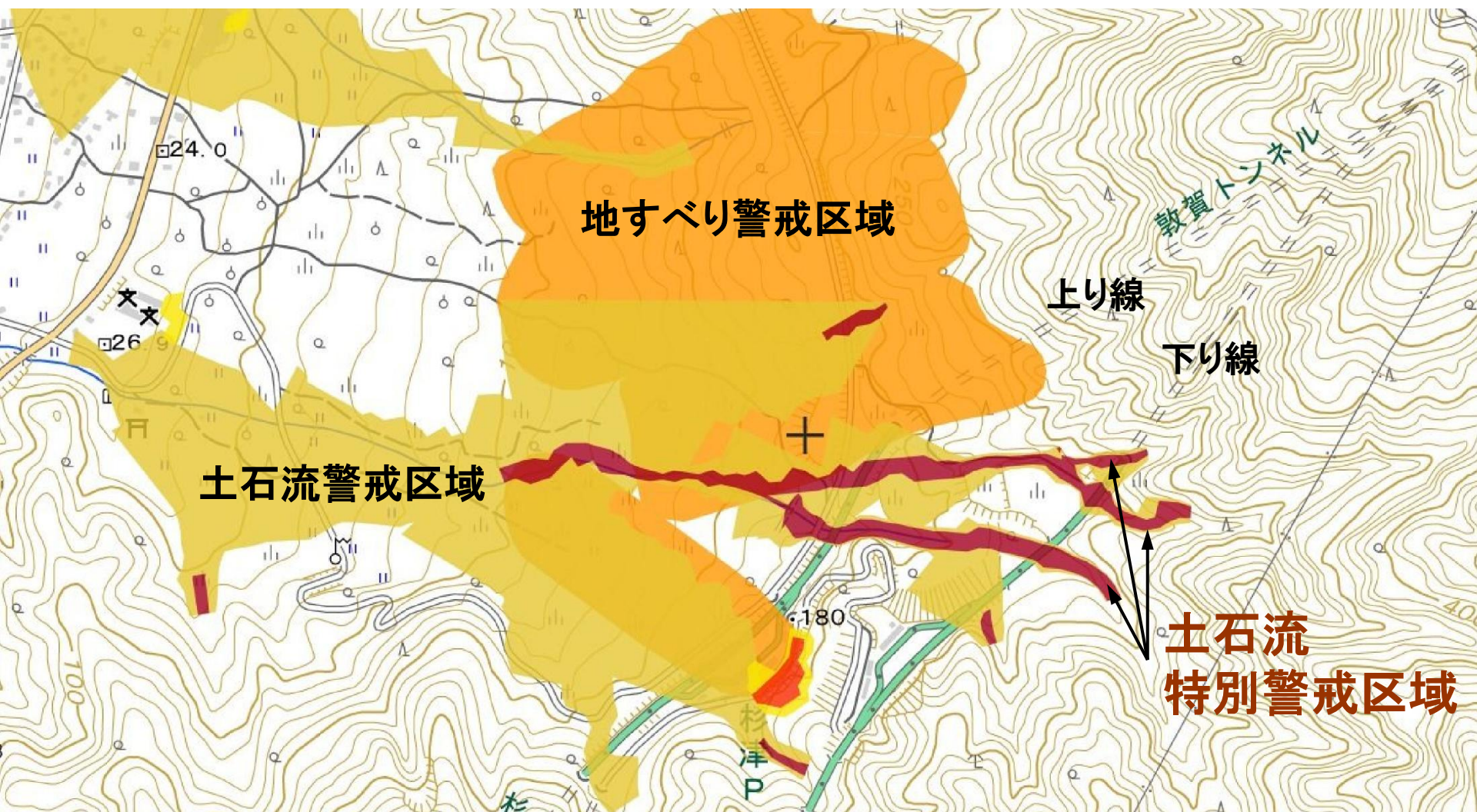
NEXCO中日本資料より

土石流① 地質状況

NEXCO



土石流① 崩壊箇所のハザードマップ



国交省：ハザードマップポータルサイトより引用

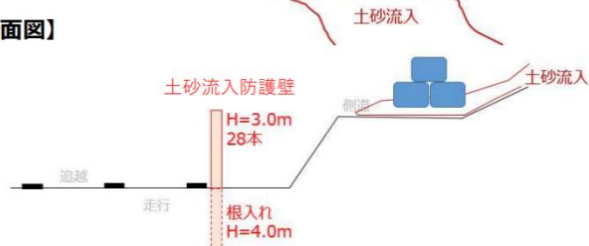
土石流① 応急復旧工事の概要

【上り】57.40KP（敦賀TN南側（出口））

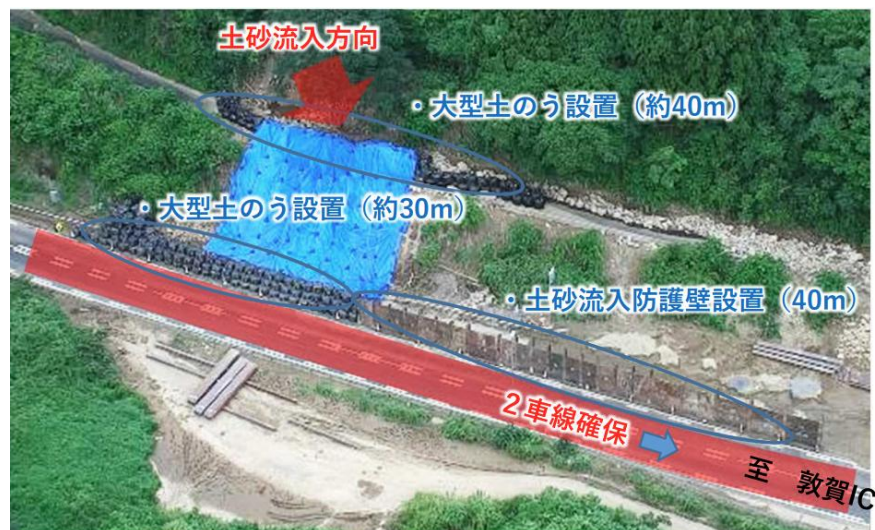
【平面図】



【断面図】



※高速道路区域内に約1,000m³の土砂流入



【下り】58.35KP（敦賀TN南側（入口））

【平面図】



【断面図】



※高速道路区域内に約20,000m³の土砂流入



NEXCO中日本資料より

土石流① 土石流災害に伴う交通運用事例

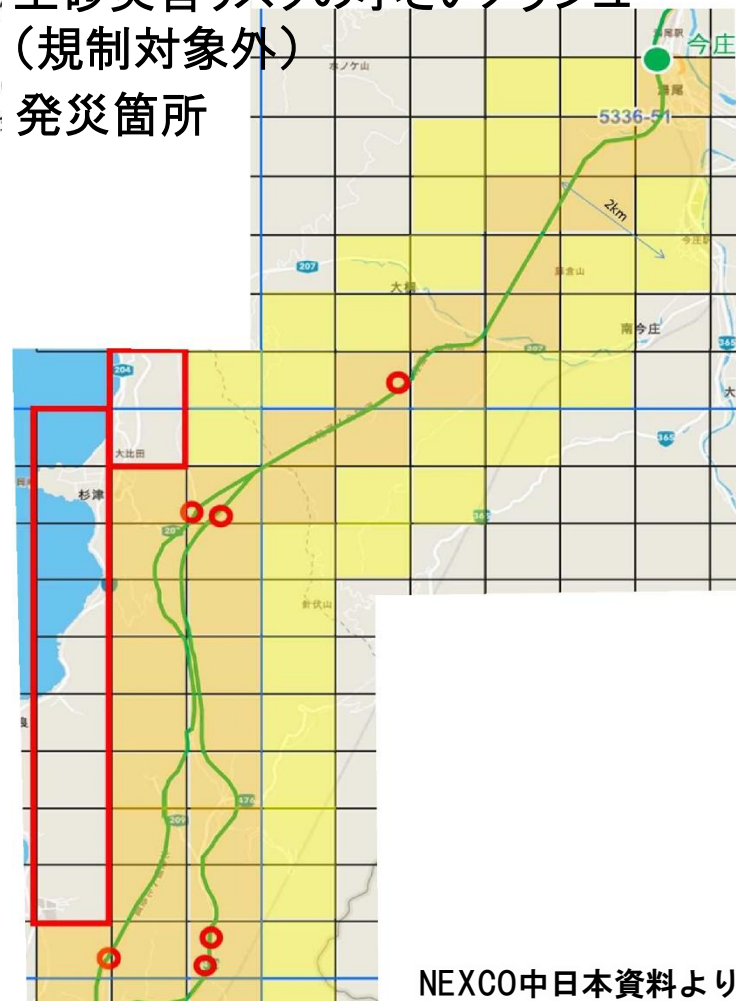
■ 暫定降雨通行止め基準

基準区分	降雨通行止め基準		
	連続雨量	組合せ雨量	
		連続	時間
現行基準(災害発生前)	210 mm	150 mm	40 mm
暫定基準(本復旧完了まで)	160 mm	120 mm	30 mm
	土砂災害警戒情報 警戒レベル4(避難指示)		

気象庁が「敦賀市」「南越前町」に土砂災害警戒情報を発表し、かつ、高速道路沿線※において土砂災害警戒情報が警戒レベル4に達している場合

※土砂災害の可能性がある、高速道路中心より概ね2kmの範囲

- 本線が位置するメッシュ
- 本線から2km以内に位置するメッシュ
- 土砂災害リスクの小さいメッシュ(規制対象外)
- 発災箇所



NEXCO中日本資料より

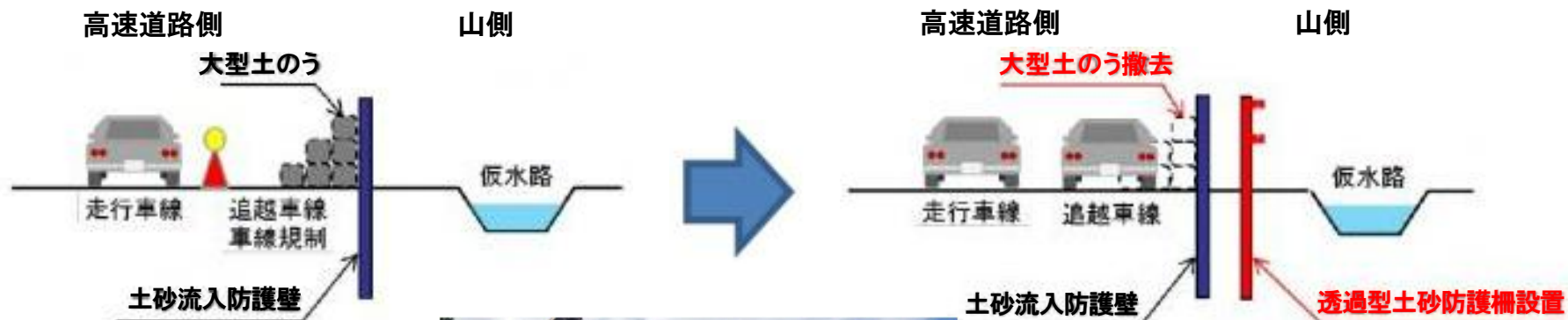
土石流① 応急対策工事の概要

NEXCO

NEXCO中日本資料より

現在(1車線通行)

対策後(2車線通行)



土石流① 本復旧工事

- 土石流はC-BOXを横過させて下流へ流す
- ⇒ C-BOXまで導流：導流工を設置
- ⇒ 高速道路への流入に備えてせり上がり防止用の柵を設置

自衛対策

- ⇒ 自治体側で砂防堰堤を同時に整備



NEXCO中日本資料より

土石流② 被災概要

NEXCO

NEXCO西日本資料より

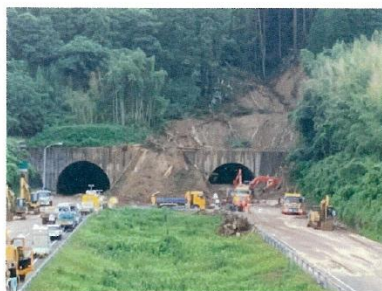
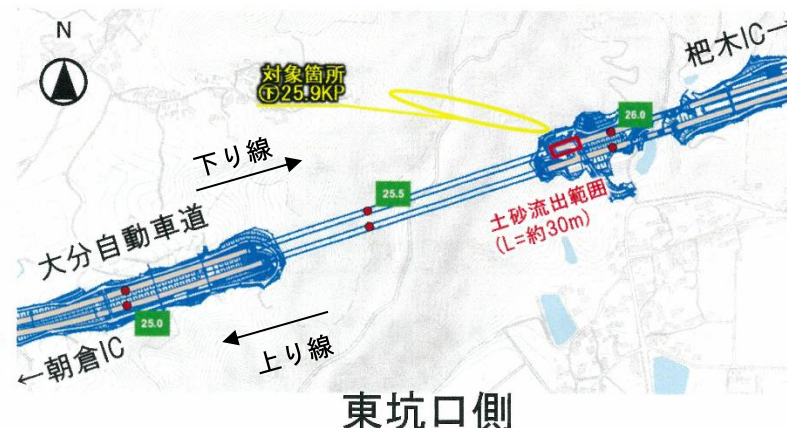
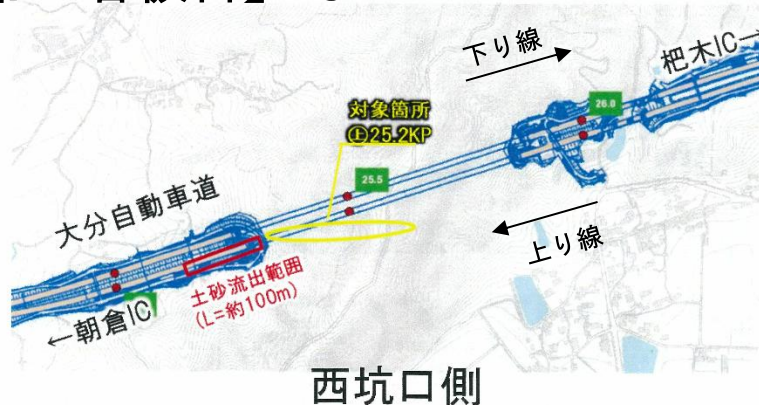
【区 間】 大分自動車道 ^{あさくら} 朝倉IC～^{はき} 杷木IC

【被災位置】 上り線25.2KP付近、下り線25.9KP

【被災状況】 ^{こうやま} 高山トンネル上り線の西坑口用地外及び下り線の東坑口用地外の斜面が崩落し、土砂が本線に流入

【発生時刻】 7月10日 上り線（西坑口）9:13、下り線（東坑口）6:08

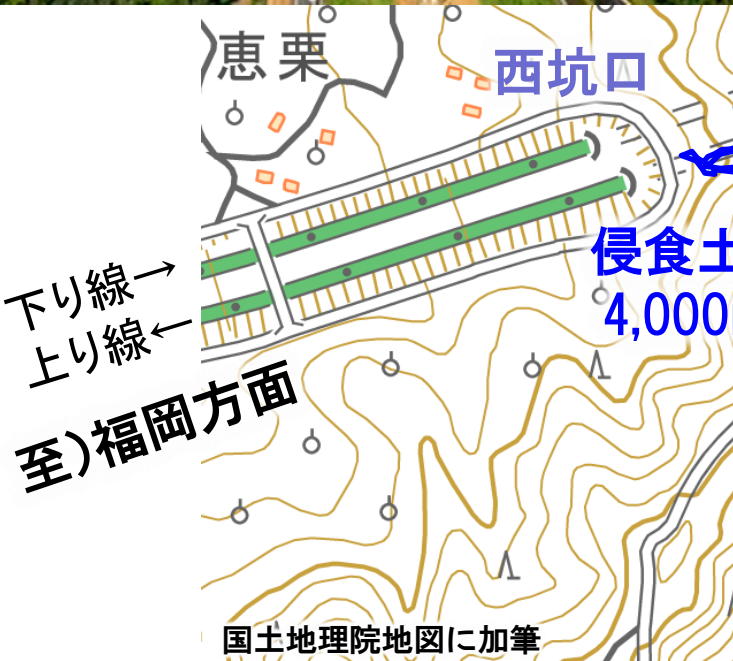
【第三者被害】 なし



土石流② 位置図と被害状況

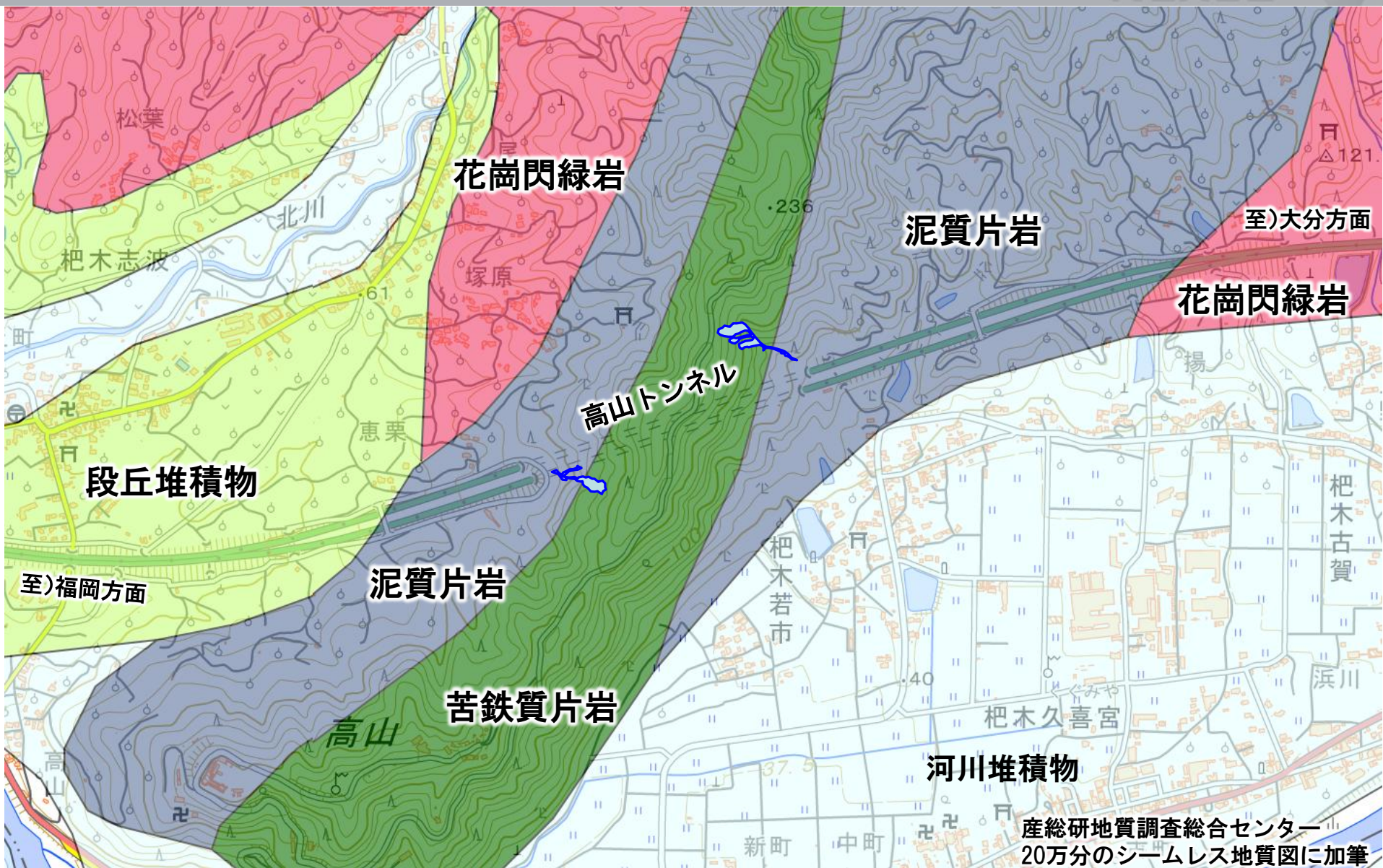
NEXCO

NEXCO西日本資料より



土石流② 地質状況

NEXCO



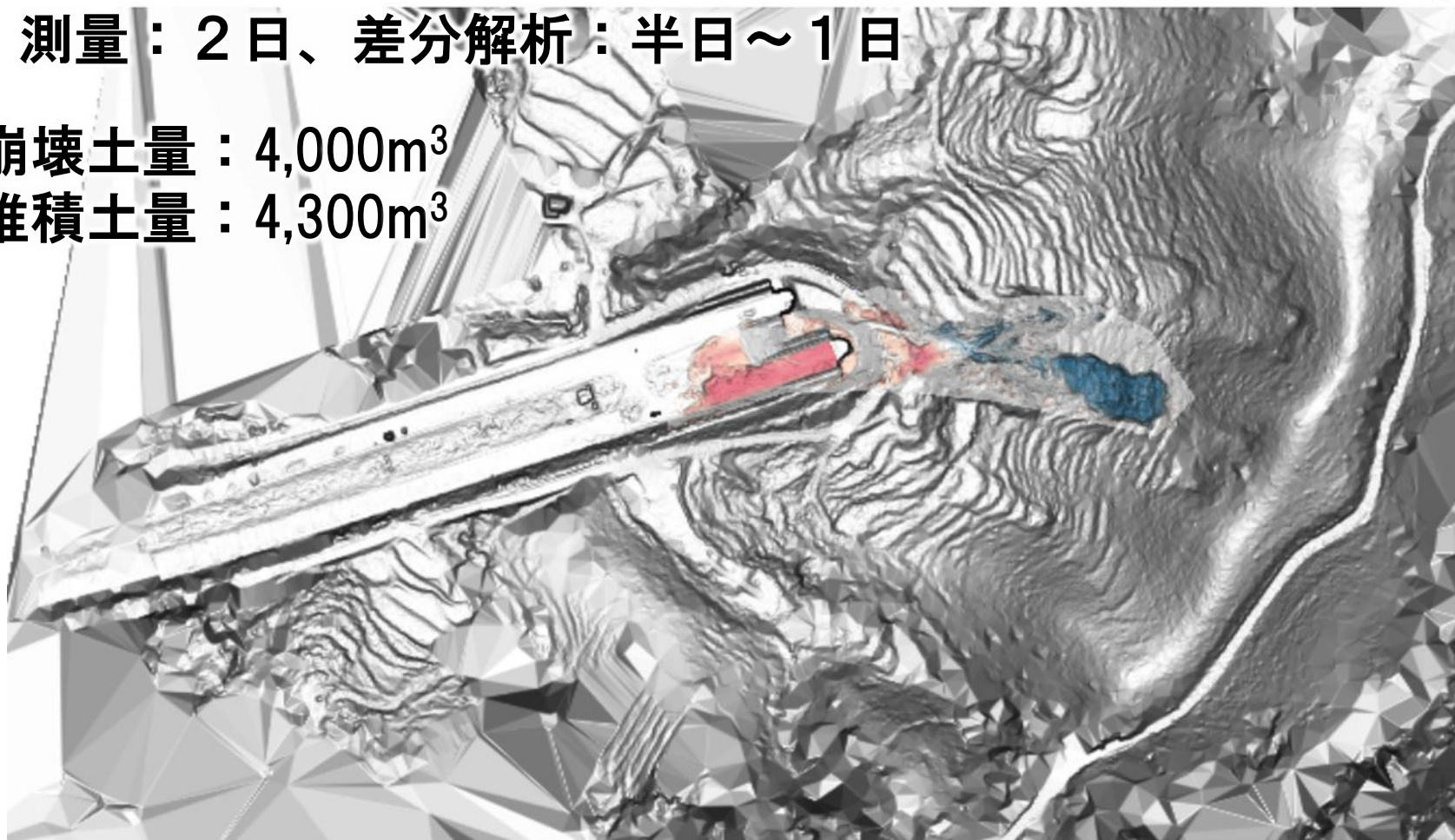
産総研地質調査総合センター
20万分のシームレス地質図に加筆

土石流② LPデータの有効性_高山TN西坑口

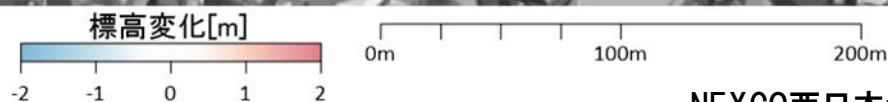
- 異なる2時期のLPデータの差分解析により土量を把握
- 測量：2日、差分解析：半日～1日

崩壊土量：4,000m³

堆積土量：4,300m³



≪R3航空レーザ測量
⇒R5.7.10・11 (UAV)差分解析≫



NEXCO西日本資料より

土石流② LPデータの有効性_高山TN東坑口

- 異なる2時期のLPデータの差分解析により土量を把握
- 測量：2日、差分解析：半日～1日

【東坑口崩壊①】

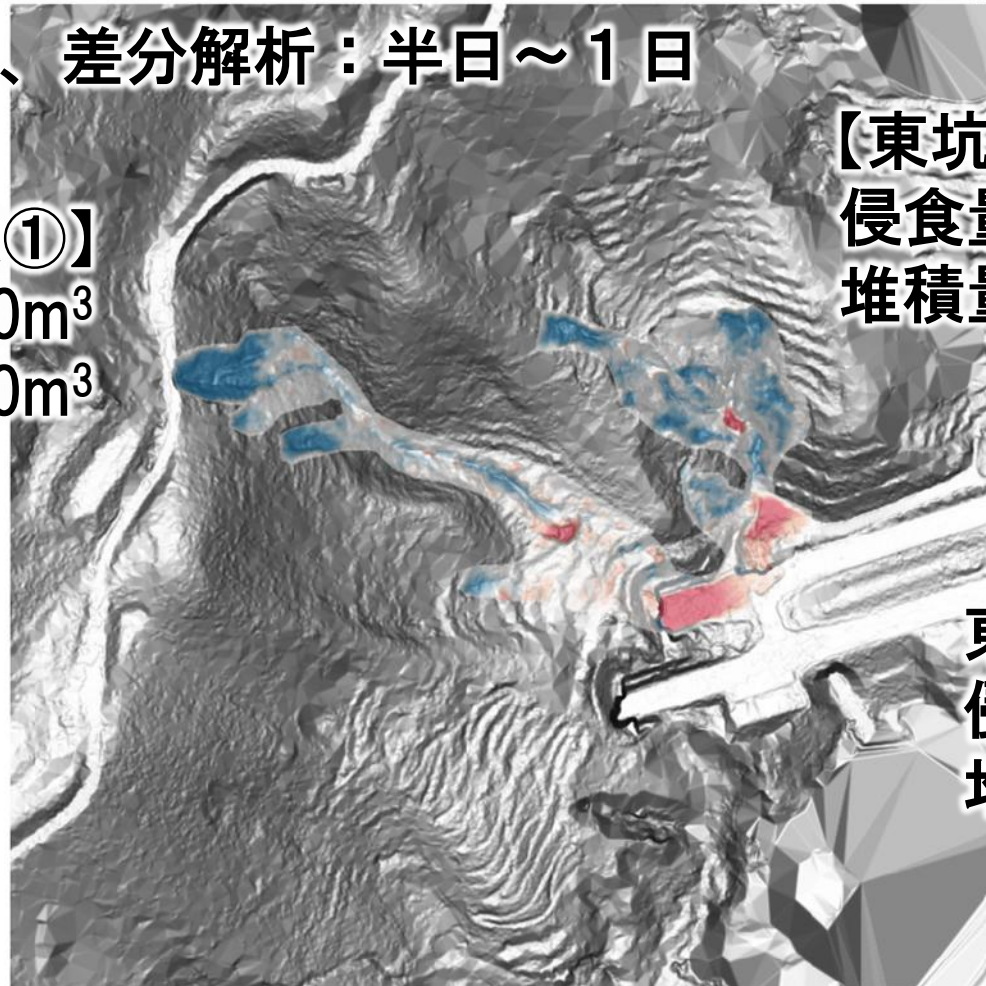
侵食量 $4,000\text{m}^3$

堆積量 $2,400\text{m}^3$

【東坑口崩壊②】

侵食量 $3,000\text{m}^3$

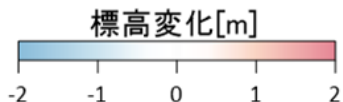
堆積量 $1,100\text{m}^3$



東坑口崩壊合計

侵食量 $7,000\text{m}^3$

堆積量 $3,500\text{m}^3$



≪R3航空レーザー測量

⇒R5.7.10・11 (UAV)差分解析≫

NEXCO西日本資料より

土石流② 応急復旧工事の概要

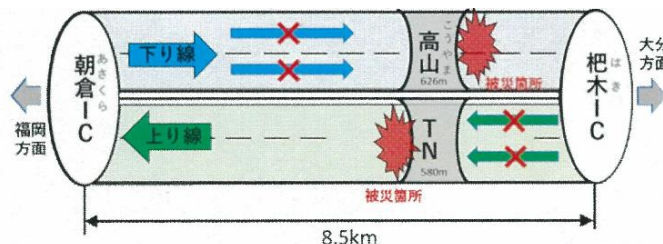
NEXCO

NEXCO西日本資料より

7/10 被災後

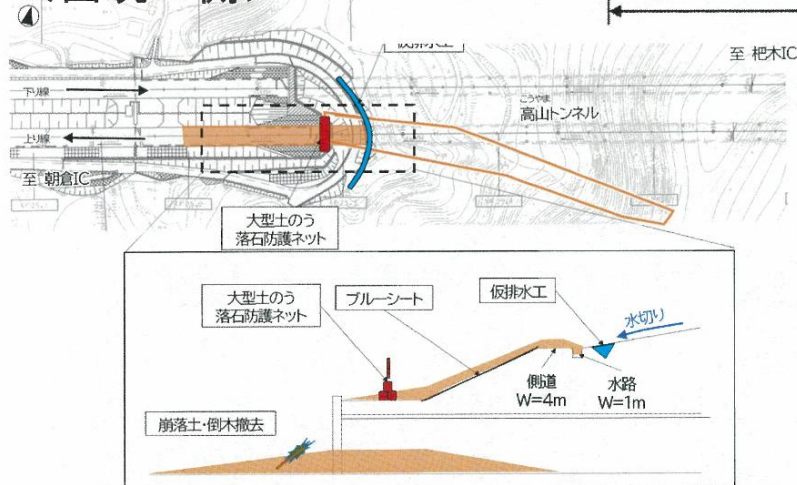
＜西側＞

応急復旧前

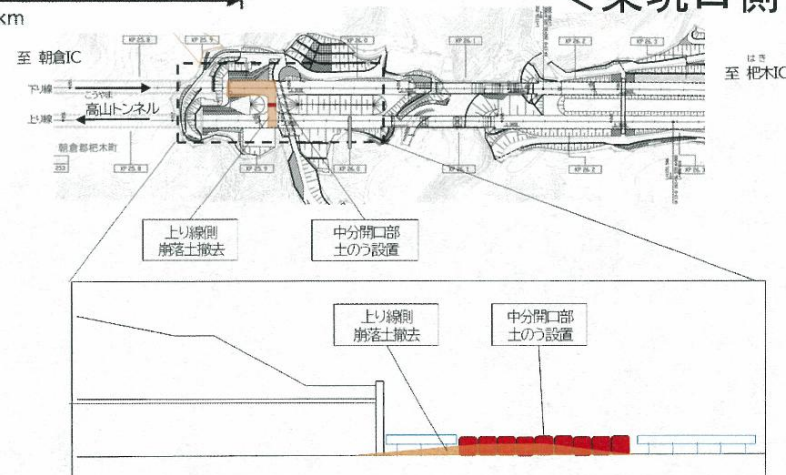


＜東側＞

＜西坑口側＞

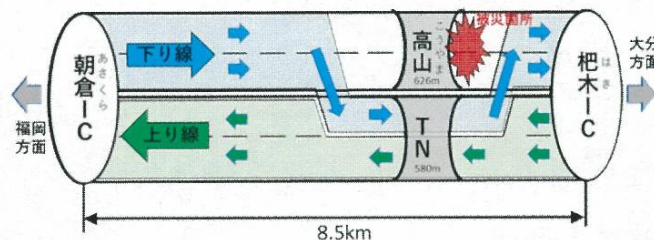


＜東坑口側＞



7/15 22:02～

応急復旧後

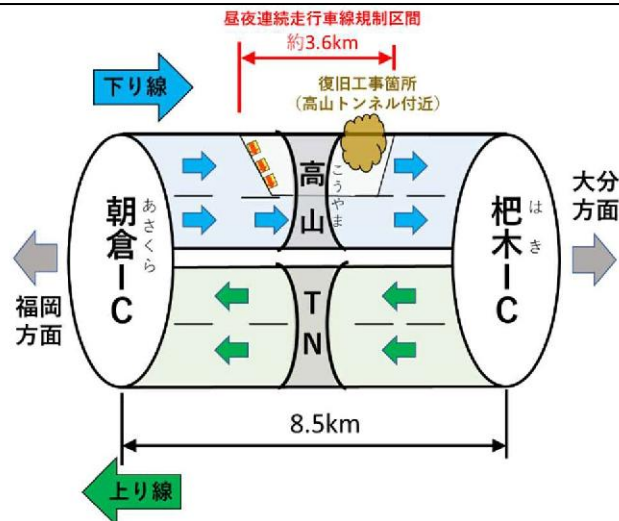


土石流② 応急復旧工事の概要

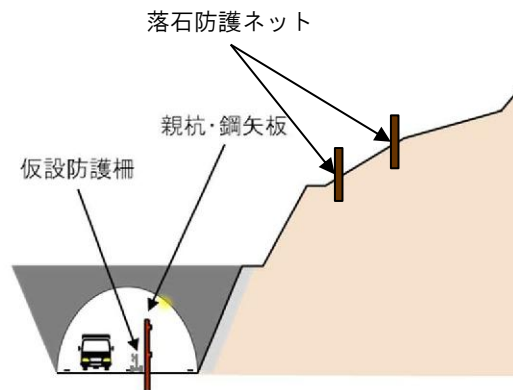
NEXCO

NEXCO西日本資料より

8/8 14:56～（昼夜連続走行車線規制）



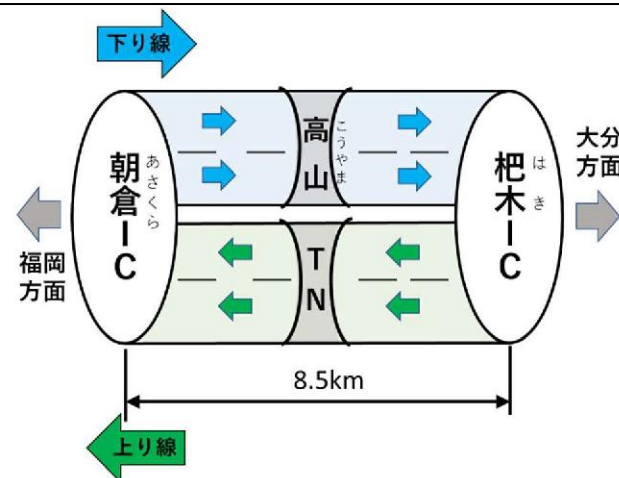
【高山トンネル下り線（東坑口）イメージ】
現在（1車線通行）



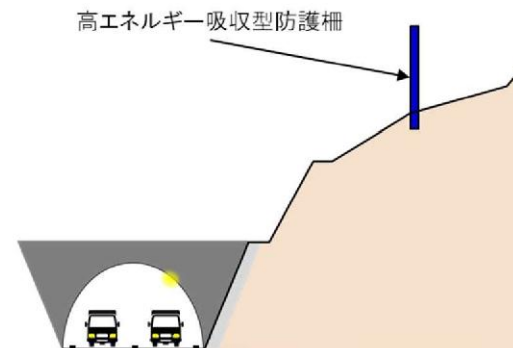
【対策工：落石防護ネット設置】



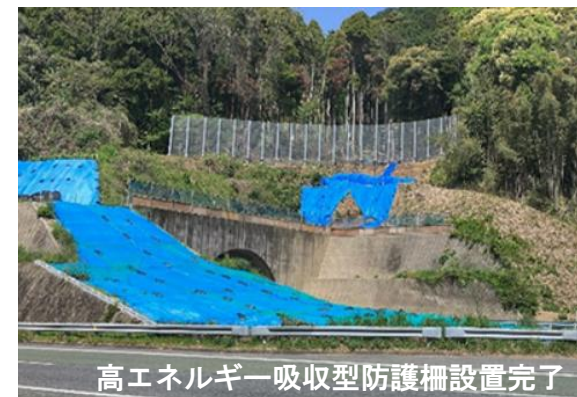
4/25 16:14～（昼夜連続走行車線規制解除）



【高山トンネル下り線（東坑口）イメージ】
復旧対策後（2車線通行）



【対策工完了：高エネルギー吸収型防護柵設置】



◆ 最近の斜面災害の事例_融雪期



No.	内容	発生日	場所
①	融雪期の急激な温度上昇に伴う切土のり面の崩落により被災した事例	2022.3.14	上信越自動車道 信州中野IC～豊田飯山IC間

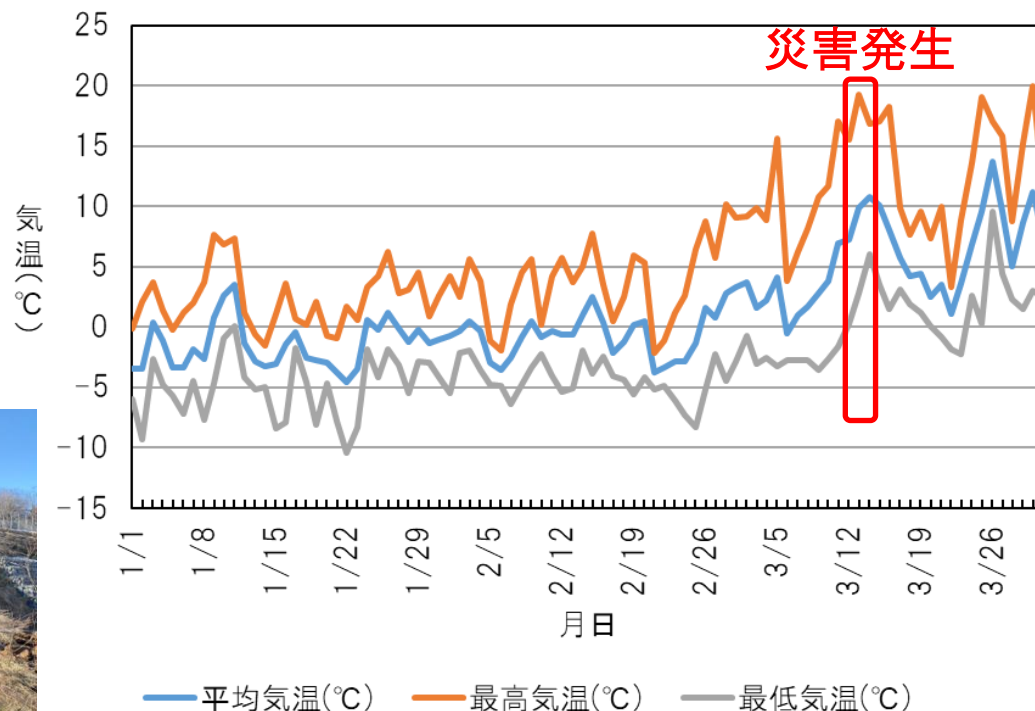
融雪期① 被災概要

- 令和4年3月にのり面崩落が発生
- 雪解けが急速に進行し、切土のり面の含水量が急激に上昇したものと推測。崩落箇所周辺の排水機能不良に伴う滞水確認

発生直後



長野(長野県)の1～3月(日ごとの値)気温



NEXCO東日本資料より

融雪期① 本復旧工事

- のり面全体でのり尻部に湧水を確認。
- のり面全体ののり尻にふとんかご、崩落箇所は碎石で埋め戻し後に植生マットと崩落防止ネットを施工



NEXCO東日本資料より

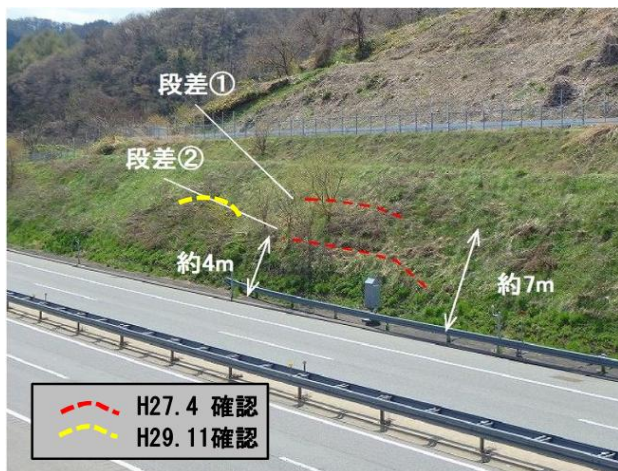
融雪期① 被災前の状況

- 平成27年4月及び平成29年11月にのり面表層部に段差やズレを確認
- 平成29年11月に降雨に伴う浸食及び間隙水圧の増加が誘因と思われる表層崩落（段差②の範囲）発生
- シート＋大型土のうで応急対策後にふとんかご＋植生マットで本復旧対策を実施

対策前

応急対策

本復旧対策



H27.4.22撮影写真に重ね書き

⇒被災箇所の隣は要注意

1. 土砂災害について
2. 災害、変状の要因と点検
3. 応急対策・本復旧対策
4. 土石流災害への対応
5. 最近の斜面災害の事例
6. 最後に

6.1 斜面災害への備えと対策(まとめ)



① ハザード評価

- ・災害危険箇所の抽出
(ex.土石流危険渓流調査、地すべり調査、落石調査)

② ハード対策

- ・斜面安定対策工

③ ソフト対策

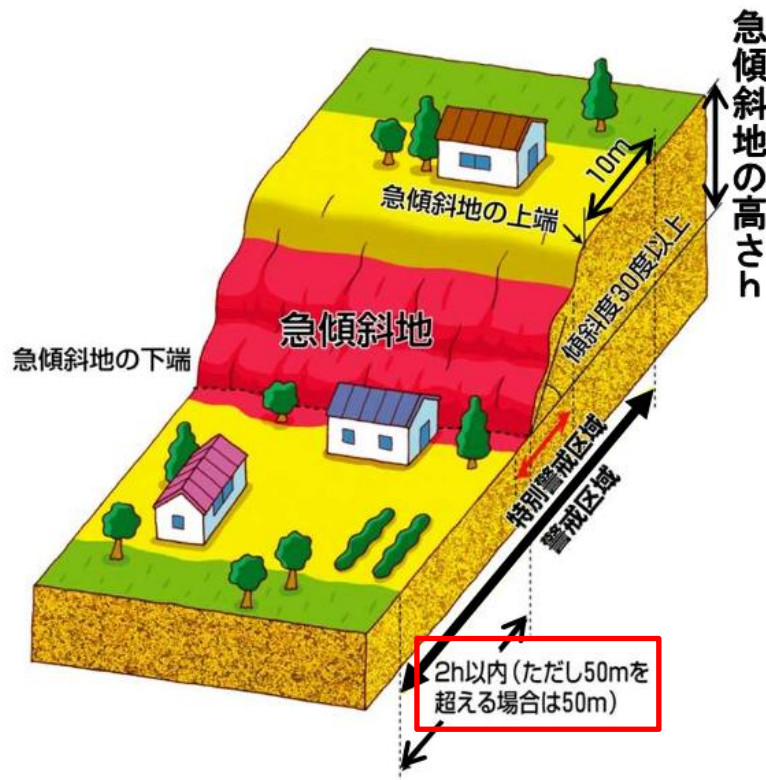
- ・点検: 日常点検(車上)、基本点検(1回/年)、詳細点検※(1回/5年)
※ 重要な構造物
- ・構造物の健全性調査(ex.グラウンドアンカー健全度調査)
- ・モニタリング(ex.変位、地下水位、グラウンドアンカー緊張力)
- ・通行規制

④ 災害発生後の復旧

- ・応急復旧、本復旧

6.2 被災回避に向けて ～崩壊土砂の到達距離～

- 崖の高さの2倍の距離 ($L/H < 2$) が危険範囲。大半は崖の高さの1倍の距離。



出展：国交省HP資料に加筆

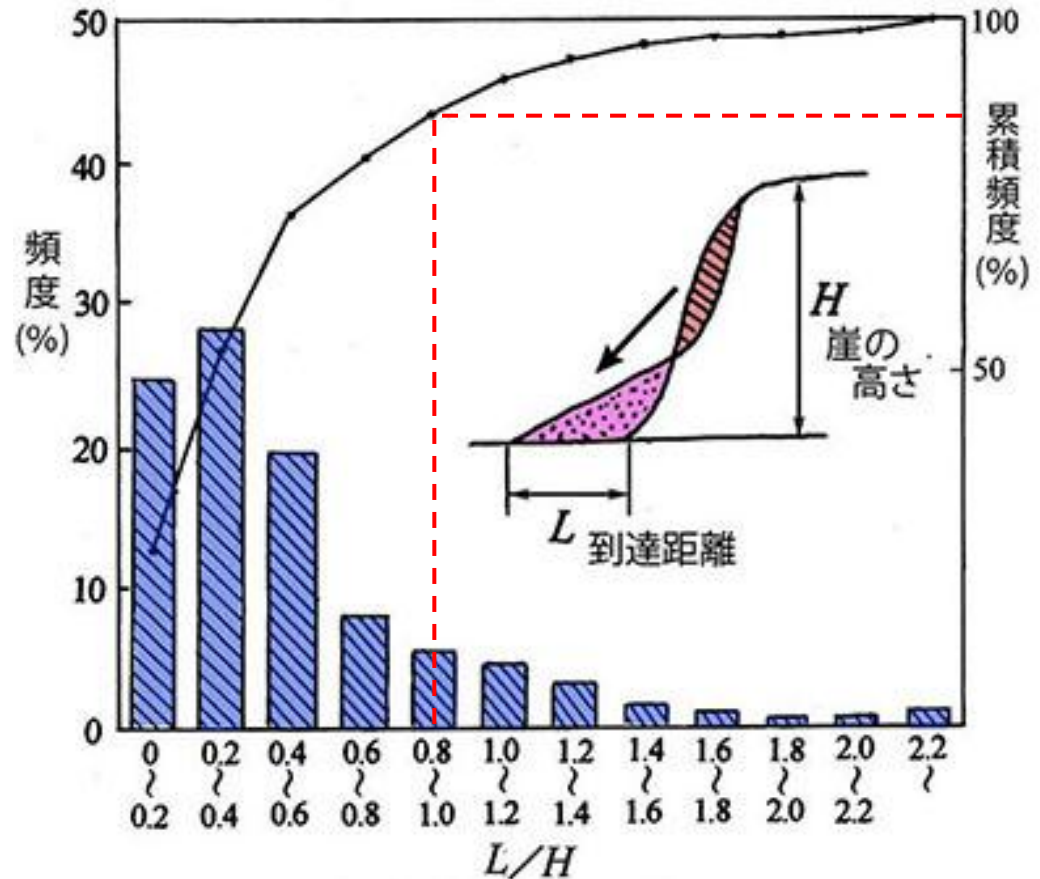


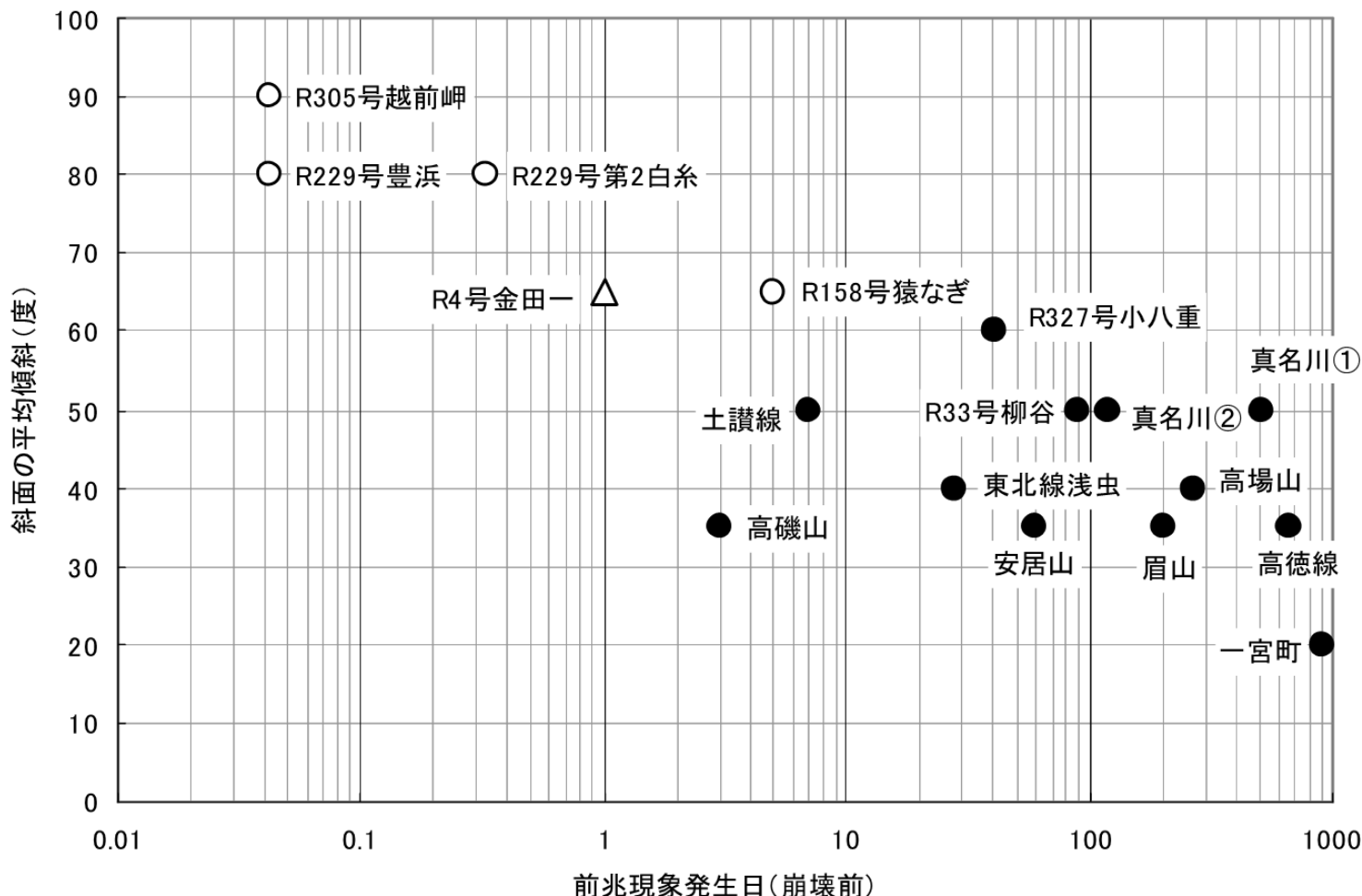
図154 崩壊土砂の到達範囲

出展：防災科学研究所HP資料に加筆

6.2 被災回避に向けて ～崩壊の前兆現象～

- 平均傾斜が60°を超える場合、前兆現象から崩壊に至るまでの時間の余裕はほとんどない

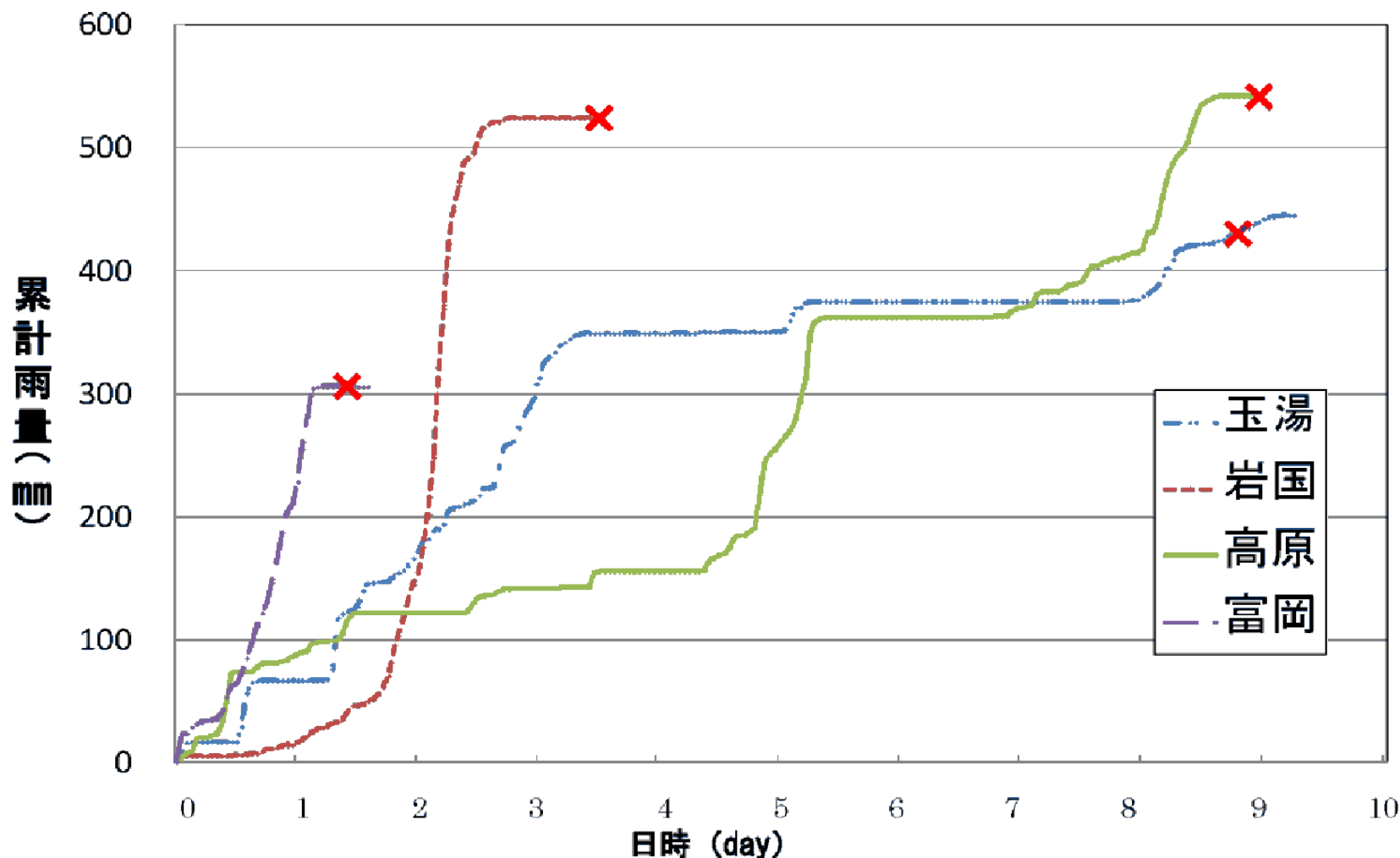
全地連HPより



小寺忠広、上野将司、安藤伸(2005)：斜面崩壊の前兆現象に関する検討、第44回地すべり学会研究発表会講演集、pp.517-520

6.2 被災回避に向けて ～盛土のり面崩壊と降雨量～

➤ 豪雨の後、雨が止んでも一定時間は警戒が必要！



出典：道路斜面防災に関する調査研究報告書

ご清聴ありがとうございました