第１回

国道229号 乙部町館浦斜面対策技術検討会

令和3年6月23日

国土交通省　北海道開発局
函館開発建設部

【 目　次 】

１．技術検討会の目的および検討会の委員・事務局　・・・・・・・・・・　１
２．被災概要　・・・・・・・・・・

1. 技術検討会の目的および検討会の委員・事務局

1．技術検討会の目的および検討会の委員・事務局

【目的】

令和３年６月６日に発生した土砂崩れによって通行止めとなっている、国道２２９号乙部町館浦地区における斜面の評価及び、当該地区の環境、安全性、維持管理性を総合的に勘案し最適な対策工法等の技術的検討を行うことを目的とする。

【「国道229号 乙部町館浦斜面対策技術検討会」の委員】

委員	蟹江　俊仁	北海道大学大学院　工学研究院　教授
委員	倉橋　稔幸	寒地土木研究所　寒地基礎技術研究グループ　防災地質チーム　上席研究員
委員	佐野　佶房	函館工業高等専門学校　名誉教授
委員	西　　弘明	寒地土木研究所　寒地基礎技術研究グループ　グループ長
委員	渡邉　一弘	国土技術政策総合研究所　道路構造物研究部　道路基盤研究室　室長

（敬称略、50音順）

【「国道229号 乙部町館浦斜面対策技術検討会」の事務局】

事務局	畑山　　朗	北海道開発局　函館開発建設部　次長
事務局	武田　祐輔	北海道開発局　函館開発建設部　道路計画課　課長
事務局	伊藤　典弘	北海道開発局　函館開発建設部　道路計画課　課長補佐
事務局	名古屋幸人	北海道開発局　面館開発建設部　道路計画課　道路調査官
事務局	神馬　強志	北海道開発局　函館開発建設部　工務課　課長
事務局	坂下　孝徳	北海道開発局　函館開発建設部　工務課　課長補佐
事務局	美馬　大樹	北海道開発局　函館開発建設部　道路設計管理官
事務局	鶴谷　孝一	北海道開発局　函館開発建設部　道路設計管理官付　道路設計官

（敬称略）

2. 被災概要

2．被災概要

○発生日時・被災状況

- 被災した道路は、小樽市と江差町を結ぶ幹線道路としての役割を担う国道229号である。
- 被災箇所は、北海道爾志郡乙部町館浦の海岸線に位置するKP=278.619～278.684（L=65m）の山側斜面（L側）1箇所である。
- 被災は、令和3年6月6日（日曜日）18時12分頃に、一般通行者が発見した。
- 崩壊規模：幅35m×高さ40m×奥行き5mの土砂が崩壊した。崩壊土量は約7,000m^{3}と推定された。
- 崩壊した土砂は、斜面末端に設置されていた落石防護工に衝突、転倒・倒壊させ、路面を覆い、一部は海側の海岸擁壁付近まで到達した。人的被害はなく、落石防護擁壁＋落石防護柵（総高7m）工が延長65mの範囲で被災を受けた。

○気象状況

- 被災区間近傍の館浦テレメータでは、6月4日に連続雨量34mm（6月4日7時から15時まで）、最大時間雨量7mm（6月4日12時～13時）を記録した。
- 前月の5月16日には連続雨量113mm（5月16日11時から5月17日6時まで）を、最大時間雨量12mm（5月16日20時～21時、5月17日1時～2時）を記録した。
- 4月1日以降、今回の6月6日の崩落発生時までの累計降雨量は324mmで、過去10年の平均降雨量158.3mmの約2倍となっていた（図-2.1）。

写真-2.1　被災箇所の斜面状況

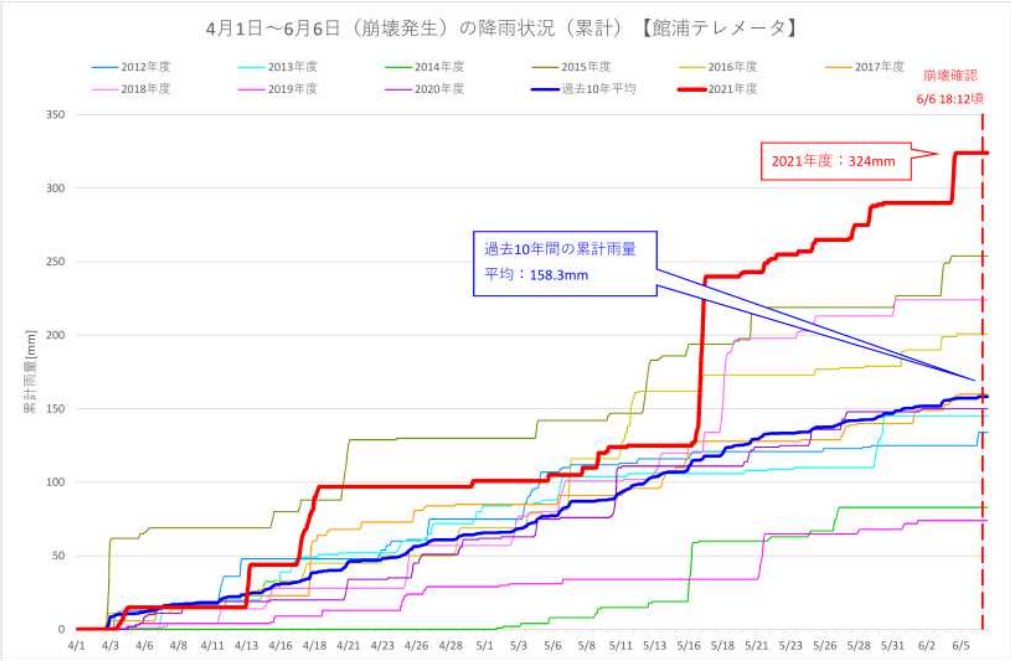


図-2.1　降雨状況（道路テレメーター：館浦）

2. 被災概要

○被災前、被災後の状況

- 崩壊部は、数10cm～3m程度の地層が互層状に分布し、鉛直系の亀裂が卓越した尾根を含む急崖斜面で、写真-2.2に示すようH18防災点検で着目していた箇所を含んでいた。
- 今回の崩壊は、当初想定してた着目箇所の背後から大きく崩壊し、崩壊頭は直線的であること、崩壊面が湿っていたことから、鉛直系の亀裂が岩盤内部まで連続し、亀裂面が形成されていたものと推定される。

写真-2.2 被災前の斜面状況（俯瞰）

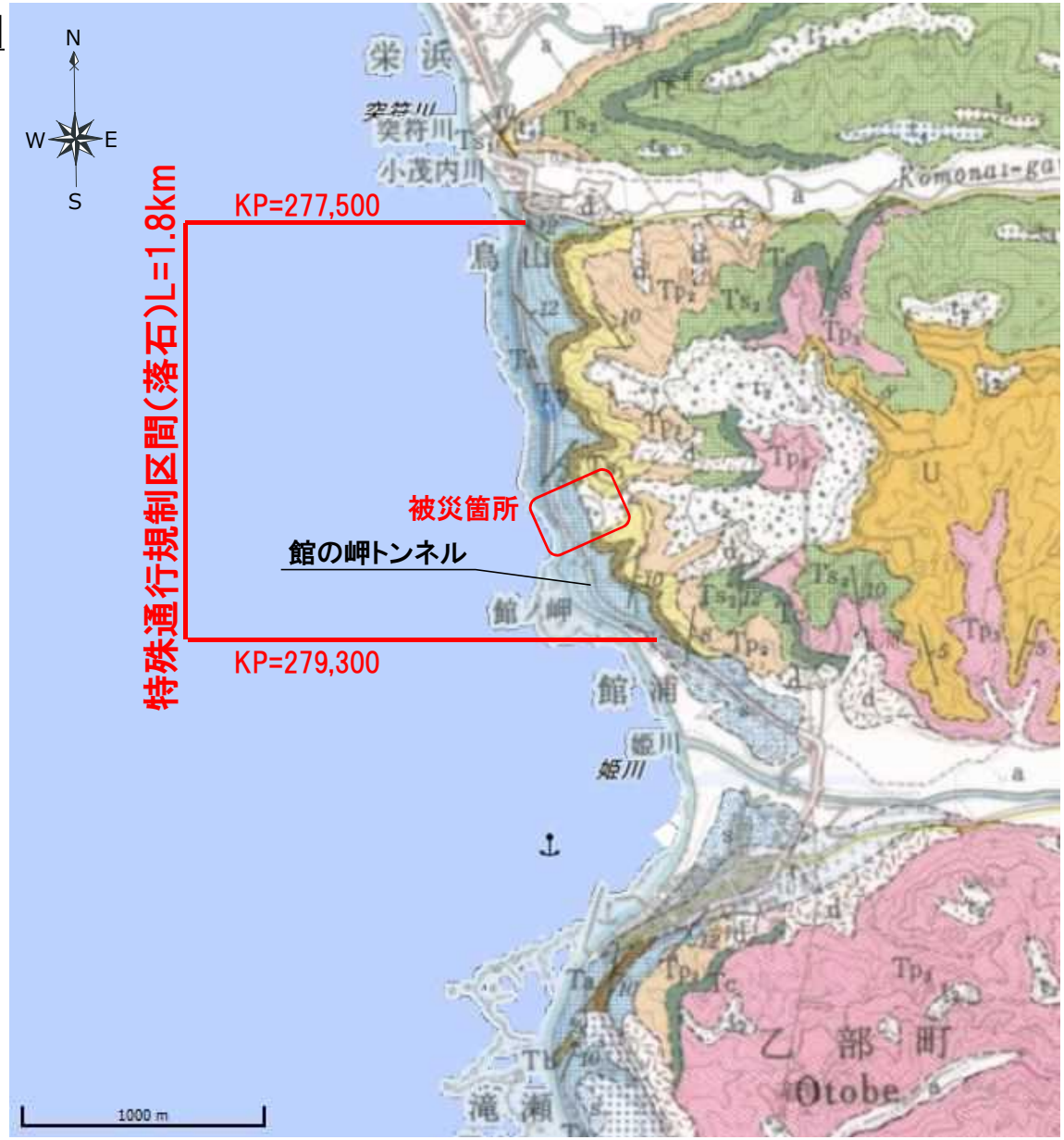
写真-2.3 被災後の斜面状況（俯瞰）

3. 被災箇所の地形地質概要

3．被災箇所の地形地質概要

- ◆ 国道229号乙部町館浦地区の斜面は、新第三紀中新世の館層とそれを被覆する第四紀層で構成。
- ◆ 館層は、主に火砕岩類(軽石凝灰岩・凝灰岩・凝灰角礫岩の互層)と堆積岩（砂岩）で構成。

■地質図



資料：地質平面図　5万分の1 地質図幅「江差」

3．被災箇所の地形地質概要

○地形・地質状況

被災箇所は、国道229号の日本海に面した箇所にあたり、山側は急崖露岩部が近接する自然斜面となっている。斜面は、比高100mの自然斜面で、比高30mまで傾斜45°（以下、下部斜面）、30～70mまで傾斜80°（以下、急崖斜面）、70mより上部で傾斜45°（以下、上部斜面）の斜面から構成される。道路からの比高70mと100mに第1、第2遷急線が認められ、第2遷急線背後は平坦面を形成している。被災箇所周辺に、地すべり地形等は判読されていない。

被災箇所の地質は、新第三紀中新世館層の凝灰質砂岩、砂岩、軽石凝灰岩等の互層が分布し、終点側に向かいゆるく傾斜している。その上位には第四紀の段丘堆積物が被覆している。斜面は、層状構造で緩い流れ盤を呈し、粒度の異なる砂岩層を主体とし、その中に凝灰質砂岩、軽石凝灰岩、凝灰角礫岩等の薄層を挟在している。いずれの層も数10cm～3m程度の層厚で、全般的に風化作用を受けて脆く褐色～黒色を呈している。

図-3.1　被災箇所周辺の斜面状況

図-3.2　被災箇所周辺の地すべり地形
（防災科学技術研究所、2009年10月発行「江差」）

4. 被災箇所の現地調査結果速報

○R229乙部町館浦災害　現地調査の流れ

＜作業＞	＜時系列＞	＜アウトプット＞
	R3.6.6 崩壊発生	
6/7	現地調査	・現地状況写真（被災状況）
6/7	道路防災有識者検討会	・検討会所見（崩壊メカニズム、今後の対応等）
6/8～11	被災斜面周辺の遠望目視点検	・被災箇所と類似箇所の抽出結果 ・現地状況写真（ドローン、地上からの写真）
6/12～16	詳細調査	・クライミング調査結果（近接目視） ・現地状況写真（ドローン、近接目視の写真）

4. 被災箇所の現地調査結果速報

○被災直後の現地調査結果(1/2)

※6月7日の現地調査時点での数値

- 崩壊規模は、幅35m×高さ40m×奥行き最大5m程度（約7,000m^3※）である（写真-4.1、4.2）。
- 急崖には鉛直方向の亀裂が多く分布し、亀裂に沿って水が流れ出た痕跡があった（写真-4.4）。
- 崩壊土砂は、延長約50mにわたり落石防護擁壁＋落石防護柵（総高7m）に衝突、転倒・倒壊させ、海岸擁壁付近まで到達していた（写真-4.2、4.5）。
- 現道に堆積した崩壊土砂は、最大高さ6m、幅15m、延長約30m（約2,000m^3※）である（写真-4.5、4.6）。
- 擁壁背面のポケット幅は約23m、高さ7mあり、延長50mにわたり土砂が堆積する（約5,000m^3※）（写真-4.2、4.5）。

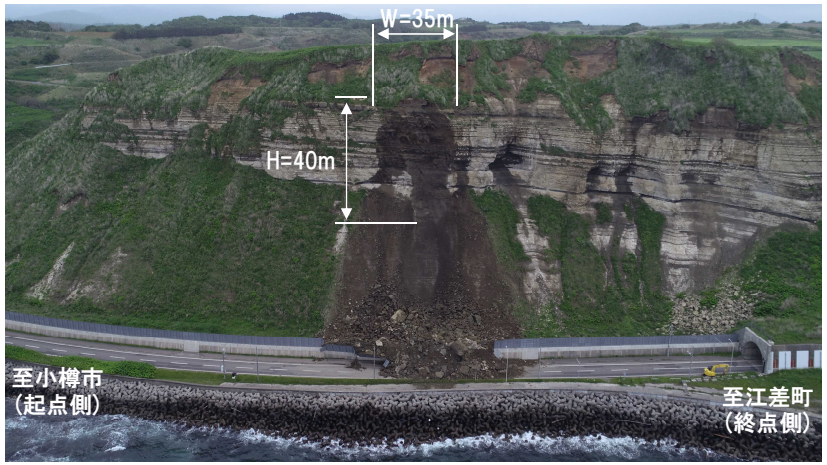


写真-4.1 被災箇所全景

写真-4.2 被災箇所俯瞰

写真-4.3 海岸擁壁付近の土砂

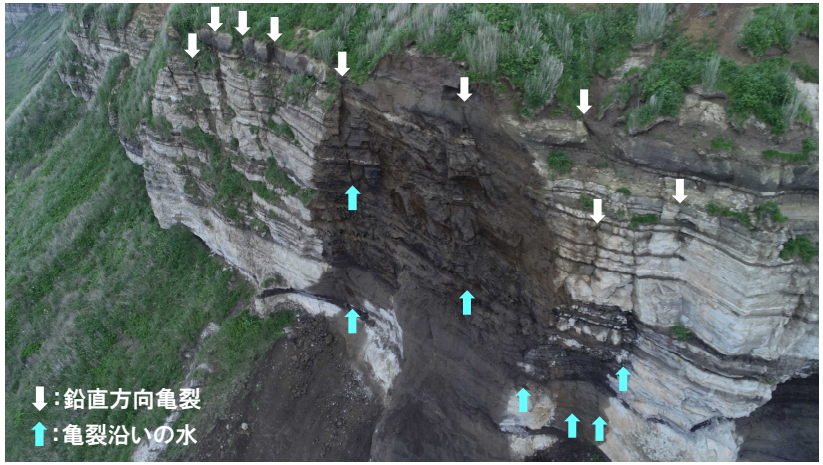


写真-4.4 被災箇所壁面状況

写真-4.5 構造物の被災状況

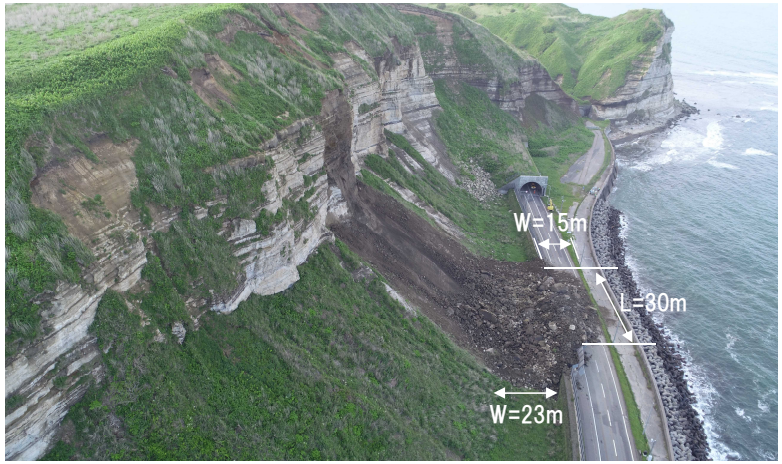


写真-4.6 起点側から横断状況

4. 被災箇所の現地調査結果速報

○被災直後の現地調査結果(2/2)

- 崩壊土砂は、主として角張った岩塊から構成され、最大径3×2×3mである（写真-4.7）。
- 最大岩塊は、現道センター付近まで達していた（写真-4.7,4.8）。
- 崩壊面の左右端部及び崩壊頭付近には不安定な土塊が認められた。（最大径□3m程度）（写真-4.10,11）
- 被災箇所より起点側50m付近でも、鉛直系の亀裂が斜面上方に連続する鉛直系の亀裂のような地形が確認できた（写真-4.9）。

写真-4.7　崩壊土砂分布状況

写真-4.8　崩壊土砂分布状況

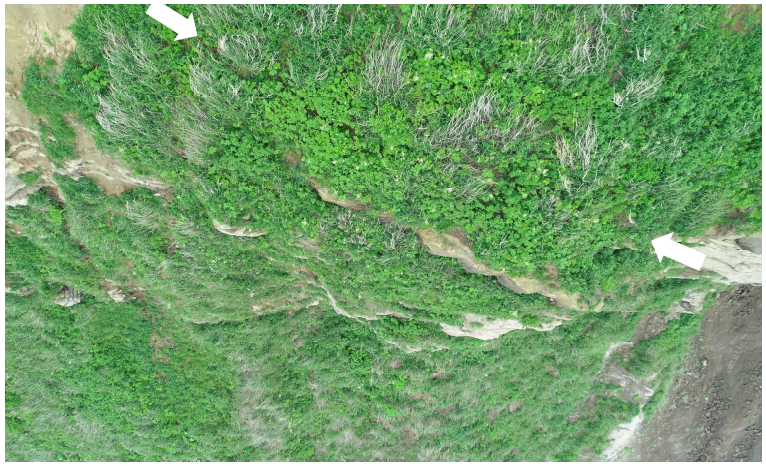


写真-4.9　斜面上方に連続する亀裂のような地形

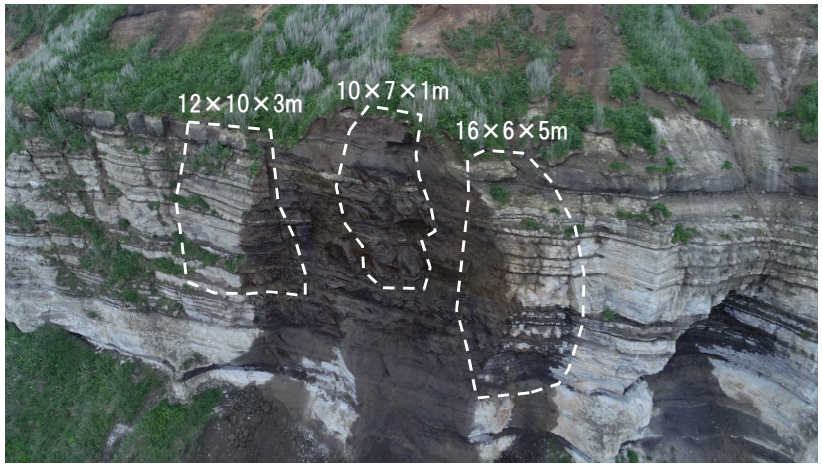


写真-4.10　崩壊面左右端部・頭部に残る不安定部

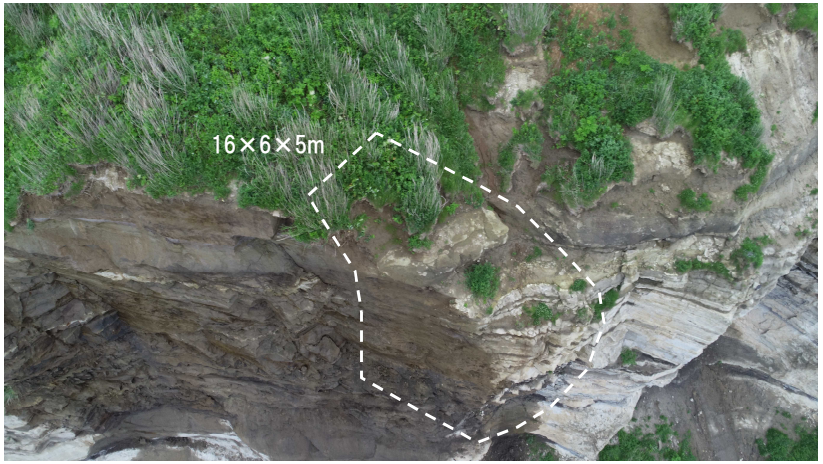


写真-4.11　崩壊面右端部に残る不安定部（終点側）

4. 被災箇所の現地調査結果速報

○道路防災有識者検討会 ※6月7日時点での数値、評価

【検討会概要】

令和3年6月7日（月曜日）

- 現地調査　一般国道229号 乙部町館浦　4:55～6:15
- 検討会　江差道路事務所 会議室　6:55～:

【今回の調査結果】

- 当該斜面は、比高100mの自然斜面で、比高30mまで傾斜45°、30～70mまで傾斜80°、70mより上部で傾斜45°の斜面から構成される。
- 新第三紀中新世館層の凝灰質砂岩、砂岩、軽石凝灰岩の互層が分布し、終点側に向かいゆるく傾斜している。
- 崩壊発生箇所は、比高 約30～70mの急崖部である。
- 崩壊規模は、幅35m×高さ40m×奥行き最大5m程度（V=7,000m^3※）である。
- 急崖には鉛直方向の亀裂が多く分布し、亀裂に沿って水が流れ出た痕跡があった。
- 崩壊土砂は、延長約50mにわたり落石防護擁壁＋落石防護柵（総高7m）に衝突、転倒・倒壊させ、海岸擁壁付近まで到達していた。
- 現道に堆積した崩壊土砂は、最大高さ6m、幅15m、延長約30m（V=2,000m^3※）である。
- 擁壁背面のポケット幅は約23m、最大高さ7mあり、延長50mにわたり土砂が堆積する（V=5,000m^3※）。
- 崩壊土砂は、主として角張った岩塊から構成され、最大径3×2×3mである。
- 最大岩塊は、現道センター付近まで達していた。
- 崩壊箇所の左右端部及び崩壊頭付近には不安定な土塊が認められる。（最大径□3m程度）
- 崩壊箇所より起点側50m付近でも、鉛直系の亀裂が斜面上方に連続する鉛直系の亀裂のような地形が確認できた。

【調査結果から推測される原因】

- 過去の地震、雨、凍結融解、乾湿繰返し等により亀裂に沿って岩盤の劣化が進み岩盤崩壊に至ったと推測される。

【当面の対応】

※安全に細心の注意を払いつつ、以下の対策について検討を行うものとする

- 現道上の崩壊土砂を除去する。ただし、施工に際して落ち残りの岩塊に十分に留意する。
- 現道に土堤を構築してポケットを確保する。
- 現地調査の結果により、海側の旧道を利用することで、片側交互通行が可能と思われる。

【今後の対応】

- 詳細な現地調査をした上で、恒久的な対策を検討すること。
- 崩壊箇所以外にも、斜面上方に連続する亀裂が確認されるため、詳細調査を行い評価すること。

道路防災有識者検討会の結果、以後、「土砂崩れ」から「岩盤崩壊」と表記する

○崩壊土量の推定

- 差分から崩壊土量の推定を行った。
- 被災直後は目視により 約7,000m³と推定（40×35×5m）。
- その後、航空レーザー測量（以下、LP）を実施。平成31年度に実施したLP図と重ね合わせた差分から、崩壊土量はおおよそ2,900m³と算出（図-4.1）。
- 堆積土量は、おおよそ3,900m³と算出（図-4.2）。
- 崩壊土量より1,000m³多いのは、崩壊以前に堆積していた落石や擁壁が埋もれていること、また、崩土が角張った岩塊を主体とすることから、崩土内部の空隙分などがかさ増ししていることによるものと推察される。

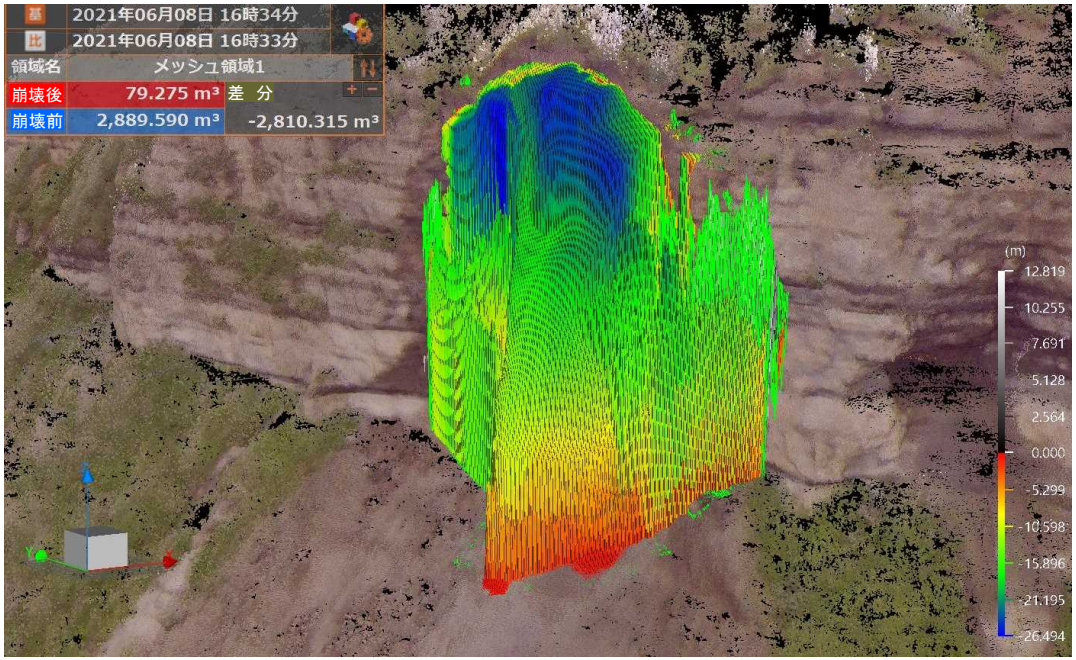


図-4.1 崩壊土砂の差分解析結果

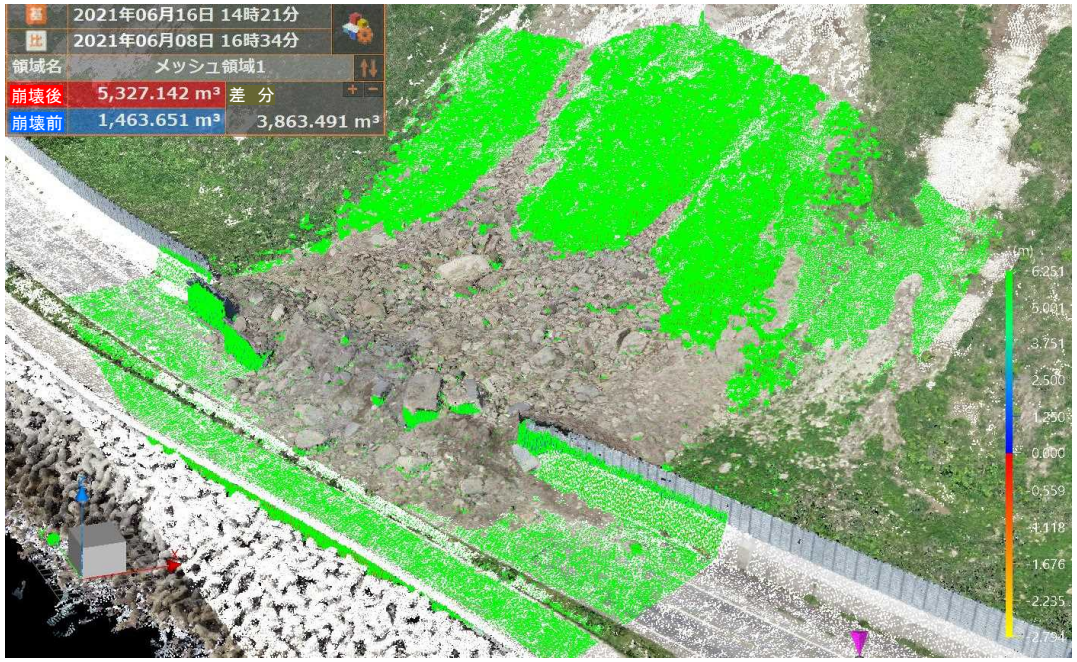


図-4.2 堆積土砂の差分解析結果

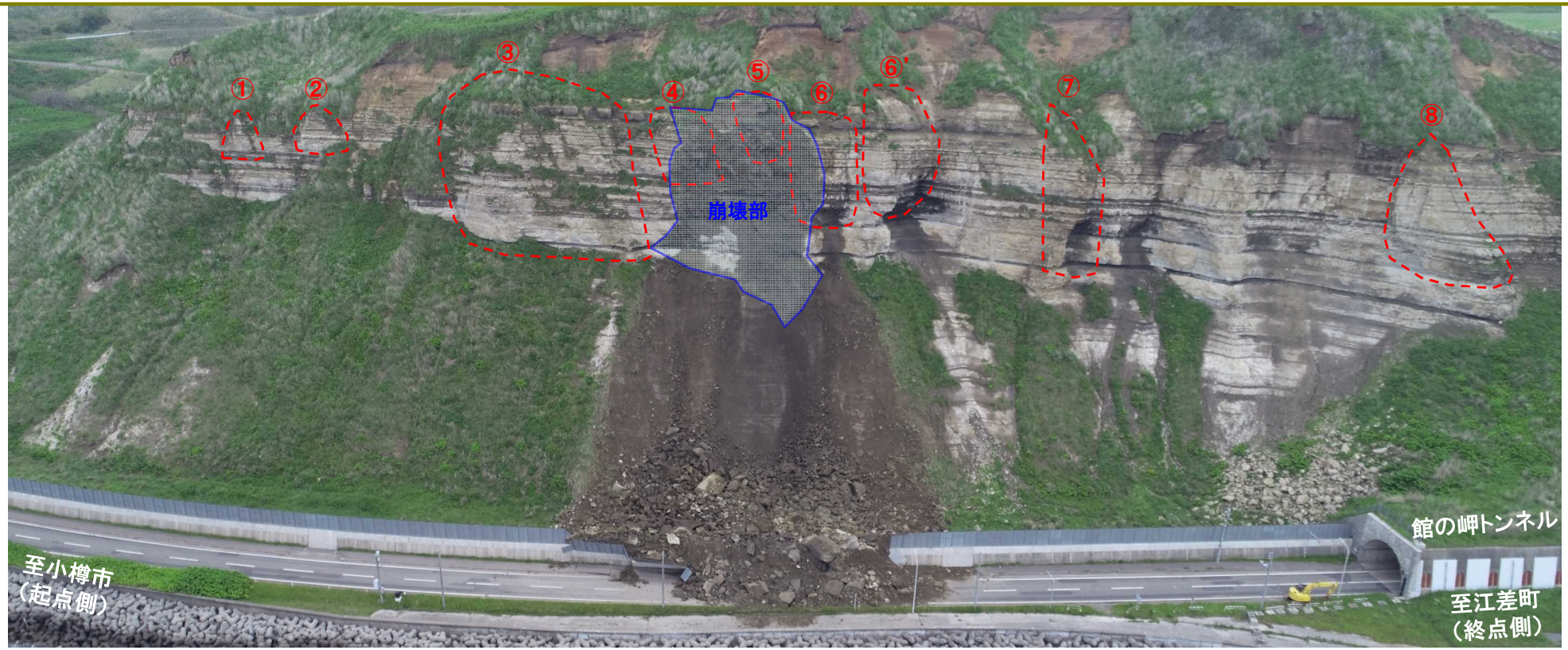
4. 被災箇所の現地調査結果速報

国土交通省

「世界の北海道」を目指して
―北海道総合開発計画―

○遠望目視点検結果

- 被災箇所周辺について、亀裂分布状況、湧水、オーバーハング状況より不安定部①～⑧を抽出した。
- このうち、規模の大きい③、⑦、⑧、崩壊部およびその近傍にある④～⑥についてクライミング調査を実施した。



箇所No.		①	②	③	④	⑤	⑥	⑥'	⑦	⑧
地　質		新第三紀中新世　館層　凝灰質砂岩・砂岩・軽石凝灰岩互層								
亀　裂	壁面	有	有	有	有	有	有	有	有	有
	斜面上部	有	無	有	有	無	有	無	有	有
推定規模（H×W×Dm、V）		10×5×1m×0.5 25m^3	10×10×1m×0.5 50m^3	35×40×5m 7,000m^3	12×10×3m 360m^3	10×7×1m 70m^3	16×6×5m 480m^3	22×7×7m 1,000m^3	26×5×5m 650m^3	22×20×4m×0.5 880m^3
湧　水		有	有	有	有	有	有	有	有	無
脚部オーバーハング		無	無	有	有	有	有	有	有	有
コメント		規模小さく対策工(岩盤崩壊600m^{3}規模のポケット確保)規模以下		ドローン空撮にて上部斜面に亀裂確認	今回崩壊部の落ち残り部。側面・上部斜面へ連続する亀裂を確認。クライミング調査技術者の危険度判断により調査の可否確認。			⑥崩落後に不安定化が懸念。	壁面前面が崩落すると、坑口側の岩体不安定化が懸念。	起点側が崩壊し、上部～終点側に連続する亀裂を確認。
備　考				有識者指摘箇所						
クライミング調査				実施	実施	実施	実施		実施	実施

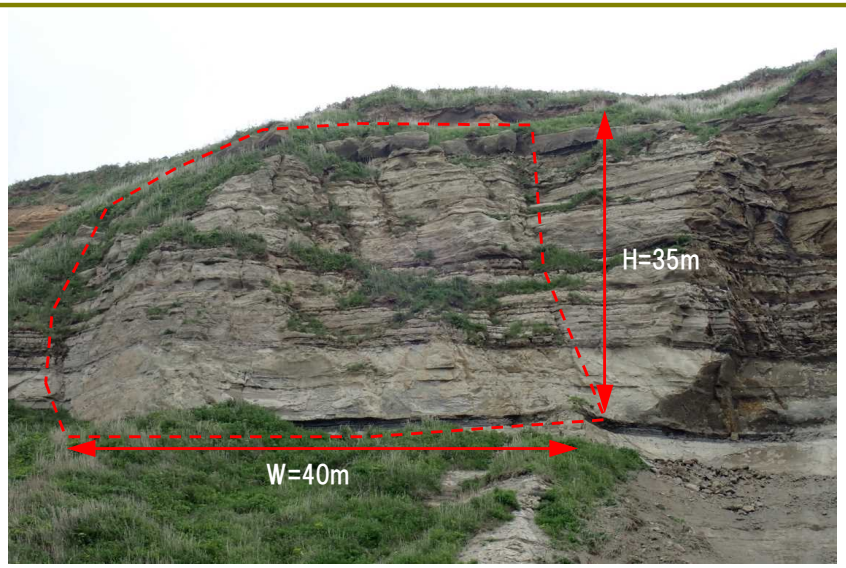
4. 被災箇所の現地調査結果速報

国土交通省

「世界の北海道」を目指して
―北海道総合開発計画―

○遠望目視点検結果 ：③箇所

- 被災箇所の起点側に位置する③箇所。急崖面に平行な鉛直亀裂が複数見られるほか、急崖面上部に連続しているように見られる。
- また、鉛直亀裂に沿って湧水痕も見られ、脚部がオーバーハングを形成することから、不安定化が懸念される。



③正面全景

③俯瞰写真

③起点側より

③終点側から起点側方向

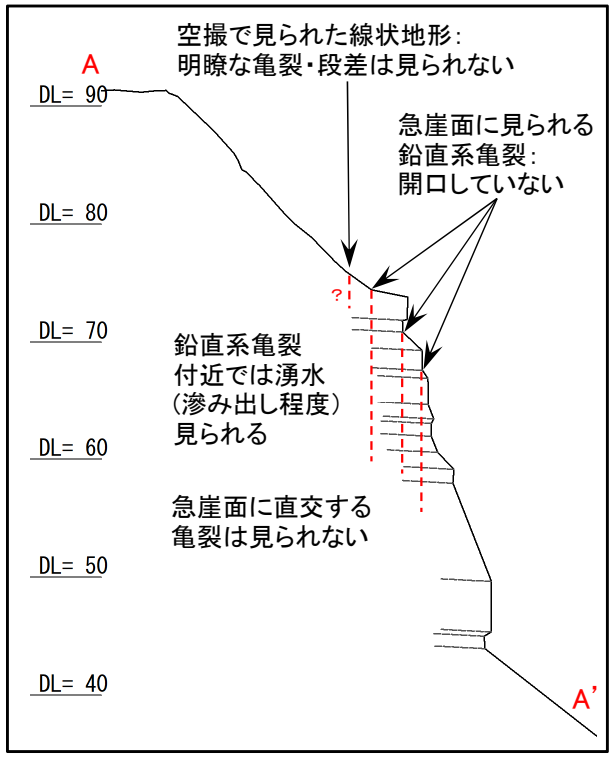
4. 被災箇所の現地調査結果速報

国土交通省
「世界の北海道」を目指して
—北海道総合開発計画—

○詳細現地調査（クライミング調査）

- 崩壊面に認められる不安定部について近接目視調査を実施した。
- また、遠望目視点検結果、被災箇所にみられた「鉛直方向の亀裂」や「亀裂沿いの湧水」、「斜面上方に連続する鉛直系の亀裂」が確認された箇所について実施した。

クライミング調査結果：遠望目視点検③箇所



模式断面図

③箇所クライミング調査結果

- **空撮で確認した線状の地形は、線状に植生が疎な状態であった。**
- **遠望目視で確認した急崖面の鉛直系の亀裂は、開口していない。**
- **鉛直系亀裂付近では湧水（滲み出し程度）が見られる。**
- **急崖面に直交する亀裂は見られなかった。**

4. 被災箇所の現地調査結果速報

国土交通省

「世界の北海道」を目指して
—北海道総合開発計画—

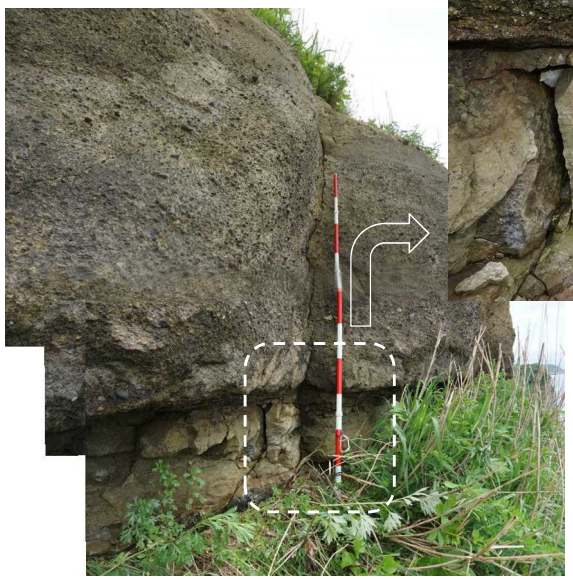
クライミング調査結果：遠望目視点検③箇所(1/2)

y01：上部斜面状況（亀裂や凹み等みられない）

y02：空撮で線状の地形に見えた箇所（凹地はみられない）

f009：空撮で線状の地形に見えた箇所の近接
（植生が疎で開口亀裂、段差はみられない）

f020-022：急崖面最上位の砂岩層
（大径で浮石状に分布）



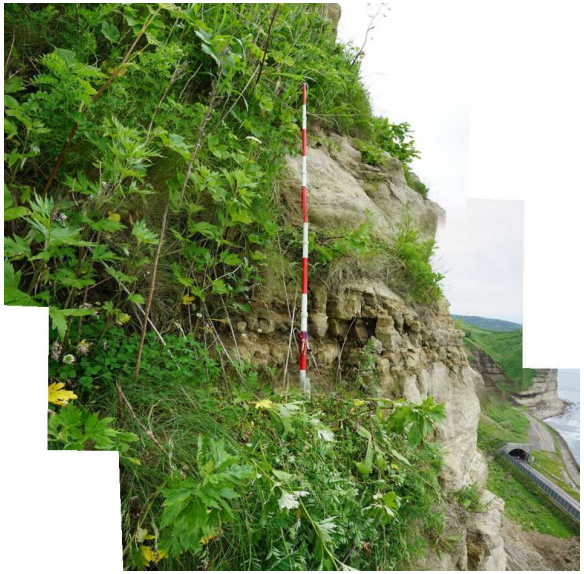
f028-030：急崖面最上位の砂岩層
（根元はオーバーハングする）

f043：根元拡大
（表面剥離）

y03：植生が無く土砂が露出
開口亀裂はみられない

4. 被災箇所の現地調査結果速報

クライミング調査結果：遠望目視点検③箇所(2/2)



f044-046：急崖面状況（脆弱層挟在）

f051：脆弱層拡大

f055-058：急崖面状況（直交方向の亀裂は見られない）

y05：急崖面に直行する亀裂はみられない

y08：亀裂は開口していない

y13：急崖面最上部の凸状岩体
岩体背面には開口亀裂が認められる

4. 被災箇所の現地調査結果速報

国土交通省

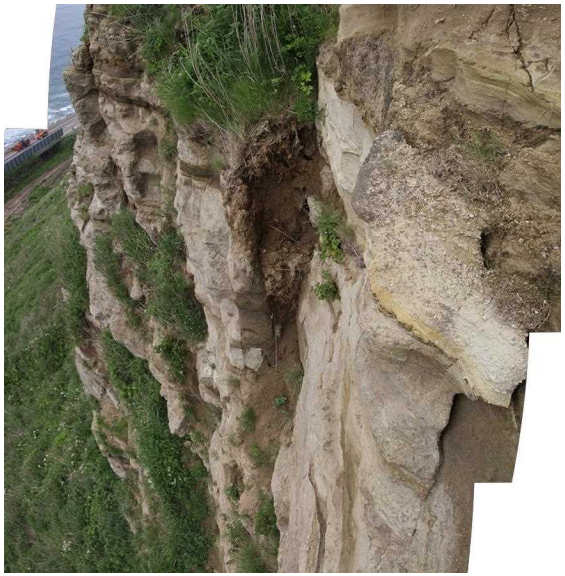
「世界の北海道」を目指して
―北海道総合開発計画―

クライミング調査結果：遠望目視点検③箇所(2/2)

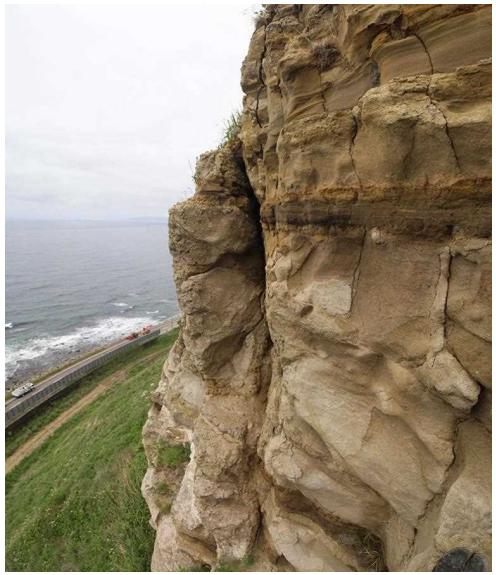
y15：急崖面最上部の露岩状況
最上位の岩体直下は細互層となり、
鉛直系の亀裂が細かくみられる

y14：急崖面最上部付近の露岩状況
急崖面に直行する亀裂はみられない

y06：急崖面の亀裂状況（土砂がつまり開口していない）



y09：急崖面の亀裂状況
（土砂がつまり開口していない）

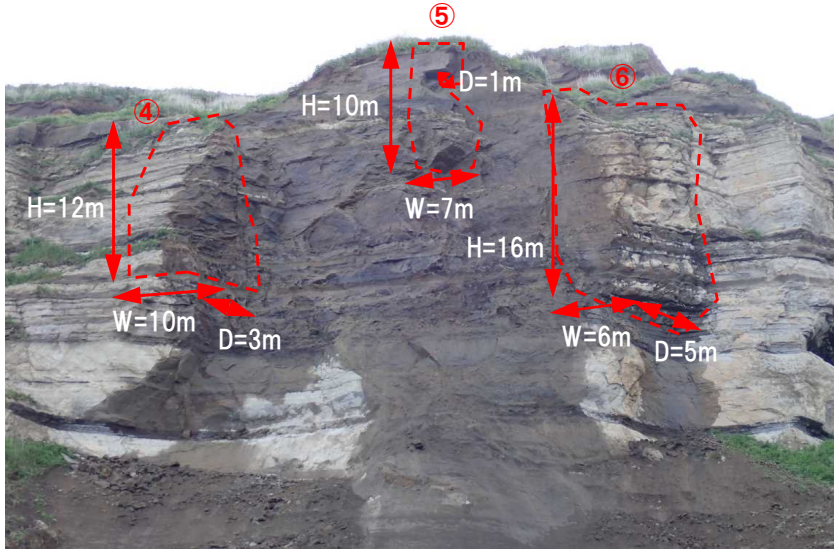


y09：急崖面に平行な亀裂
（亀裂の走向傾斜N8E90）

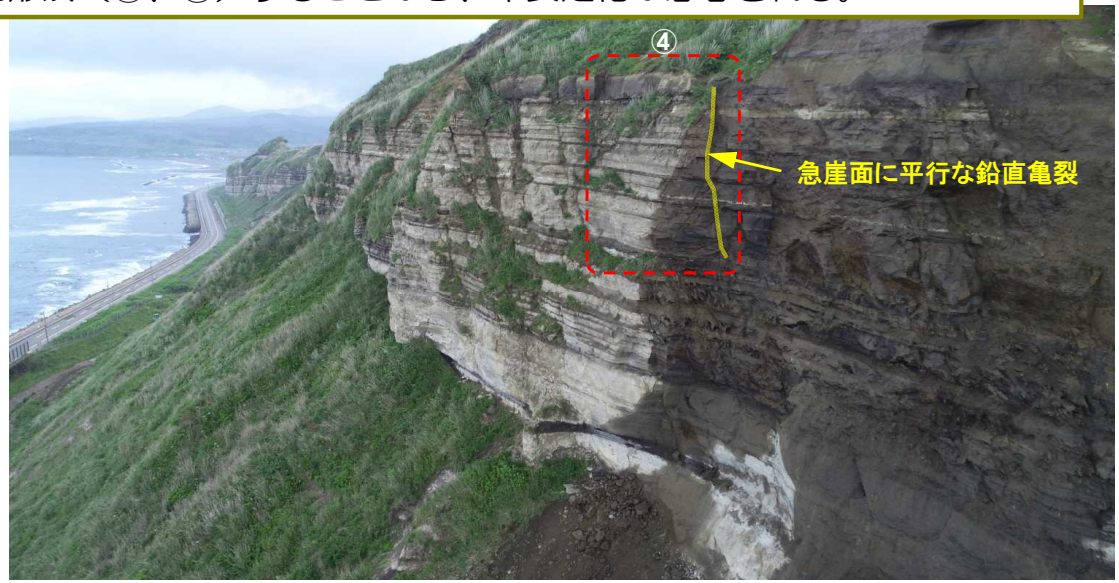
4. 被災箇所の現地調査結果速報

○遠望目視点検結果 ：④～⑥箇所

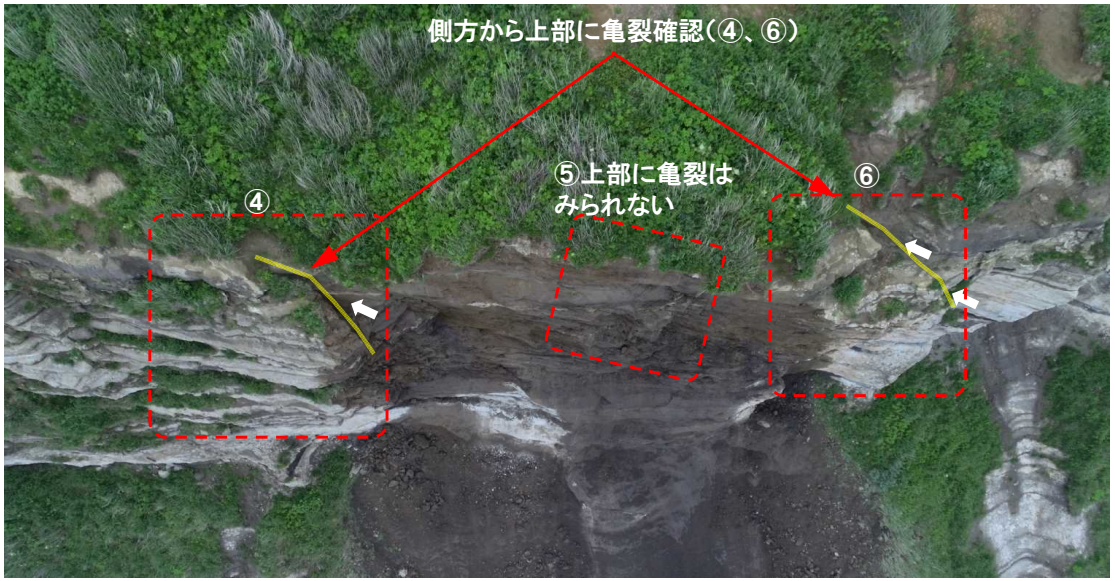
- 崩壊面に位置する④～⑥箇所。急崖面に平行な鉛直亀裂が見られ、その亀裂が急崖面上部に連続しているように見られる（④、⑥）。
- また、鉛直亀裂に沿って湧水痕も見られ、脚部がオーバーハングを形成（⑤、⑥）することから、不安定化が懸念される。



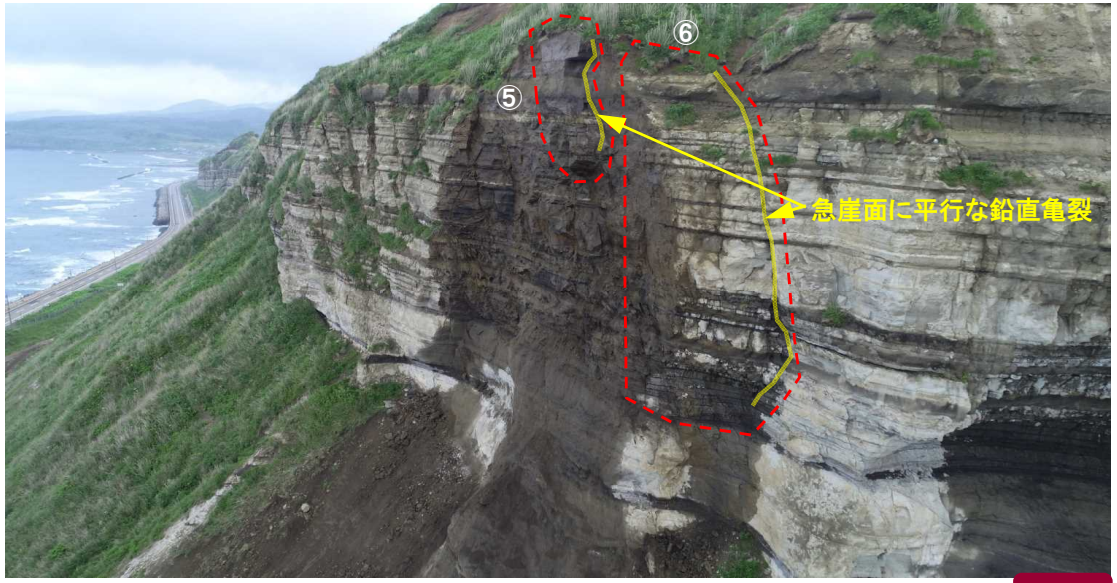
④～⑥正面全景



④終点側から起点側方向



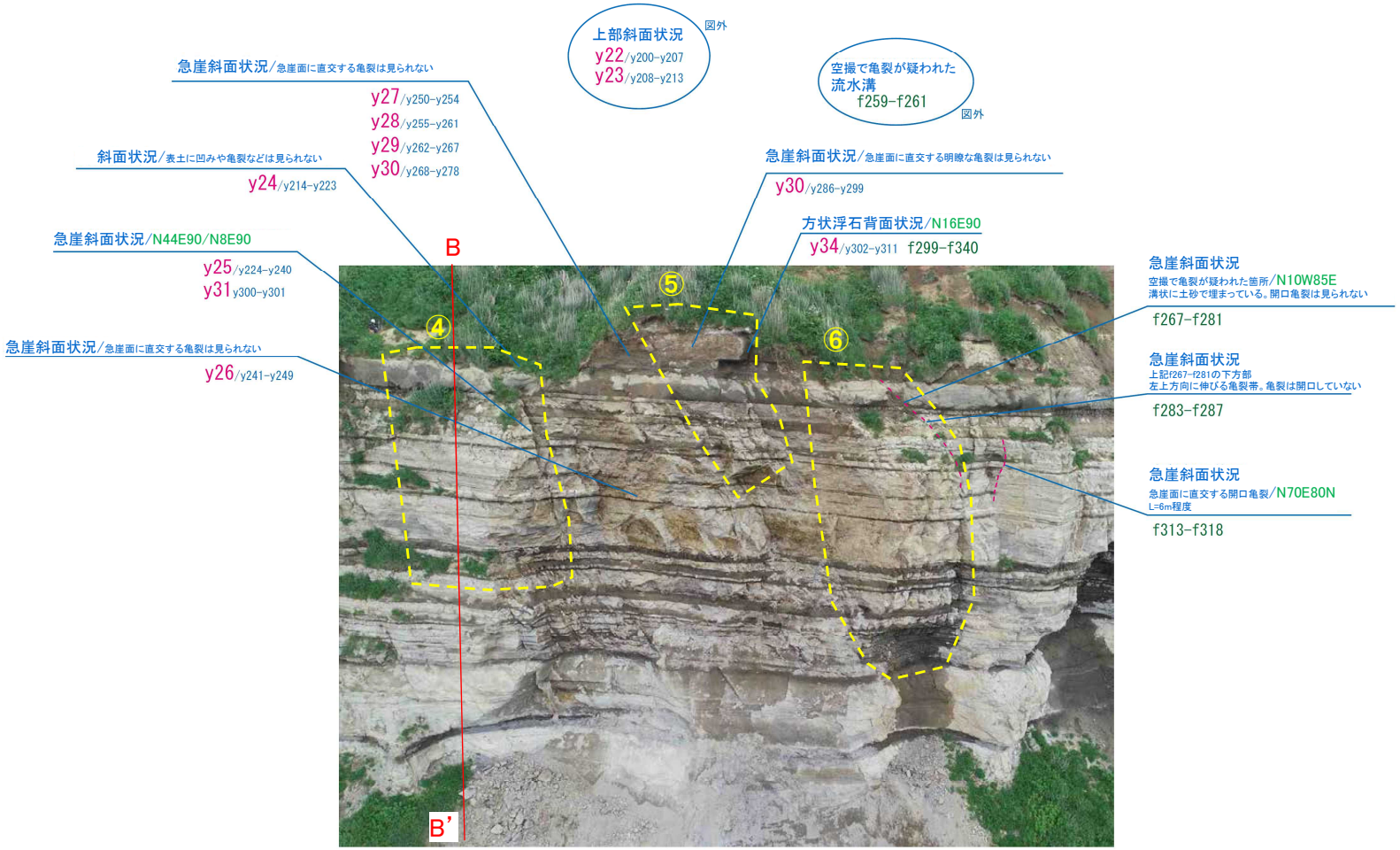
④～⑥俯瞰写真

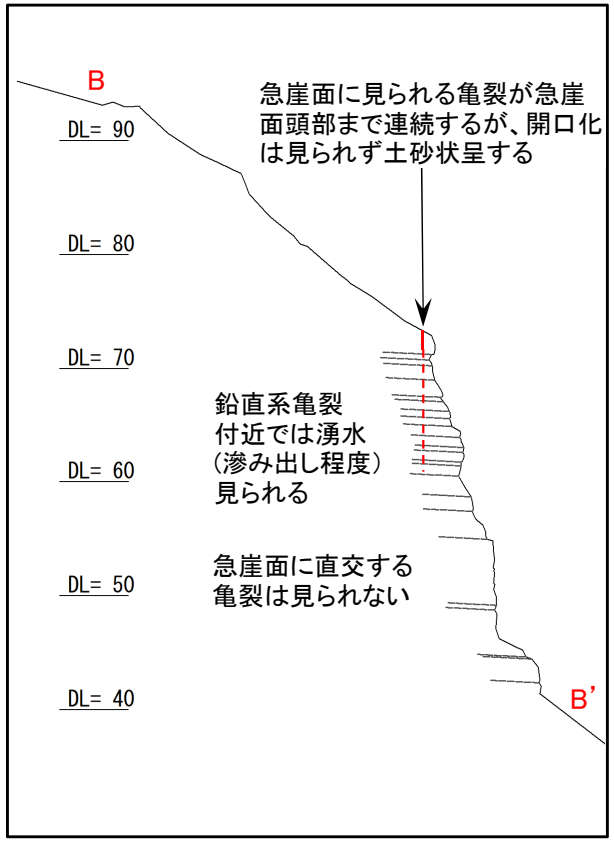


⑤、⑥終点側から起点側方向

4. 被災箇所の現地調査結果速報

クライミング調査結果：遠望目視点検④、⑤、⑥箇所





模式断面図（④箇所）

④、⑤、⑥箇所クライミング調査結果

- ④～⑥箇所の急崖面最上位の砂岩層は、背面に開口亀裂を有し、脚部がオーバーハング形状呈し、不安定形状で残っている。
- ④箇所の急崖面の鉛直系亀裂は、斜面上部まで連続するが亀裂間は土砂状呈し、急崖面の亀裂は閉じていた。
- ⑤箇所の鉛直系亀裂は、開口し連続性は良く不安定形状で残っている、。
- ⑥箇所の急崖面に見られた鉛直系亀裂は、④箇所同様、亀裂間は土砂状呈していた。
- ④～⑥箇所とも、急崖面に直交する亀裂に乏しい。
- ④～⑤箇所の鉛直系亀裂付近は、湿り程度の水分を保有していた。

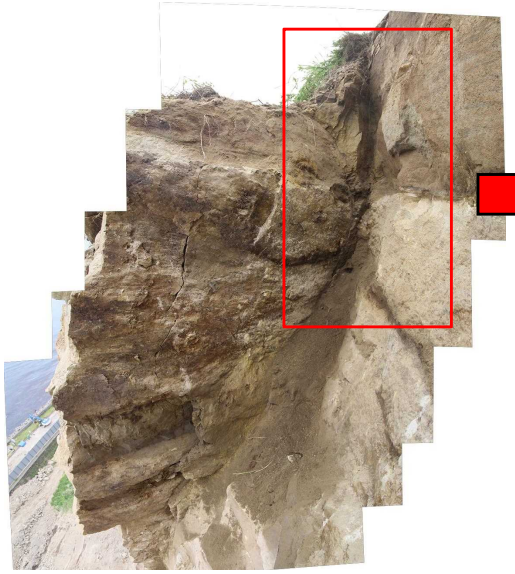
4. 被災箇所の現地調査結果速報

クライミング調査結果：遠望目視点検④箇所

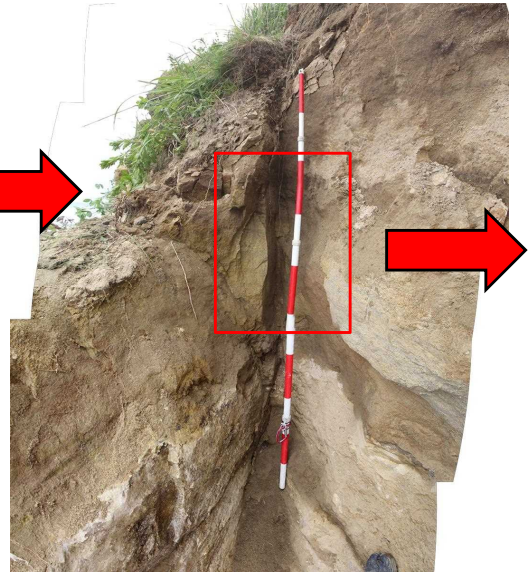
y24：表土に凹みや亀裂等みられない
（岩と岩の間は土砂状呈する）

y24：頭部付近拡大

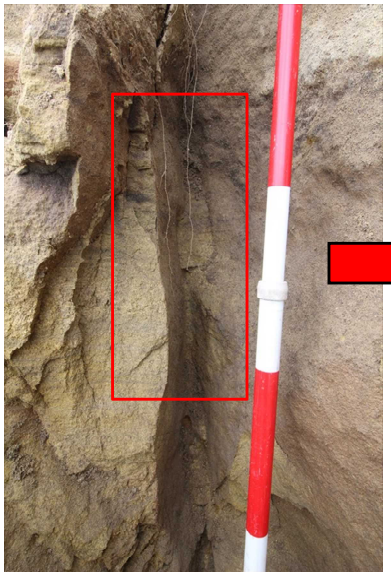
y31：急崖面状況



y25：亀裂状況
（奥は開口せず閉じている）



y25-1：y25拡大

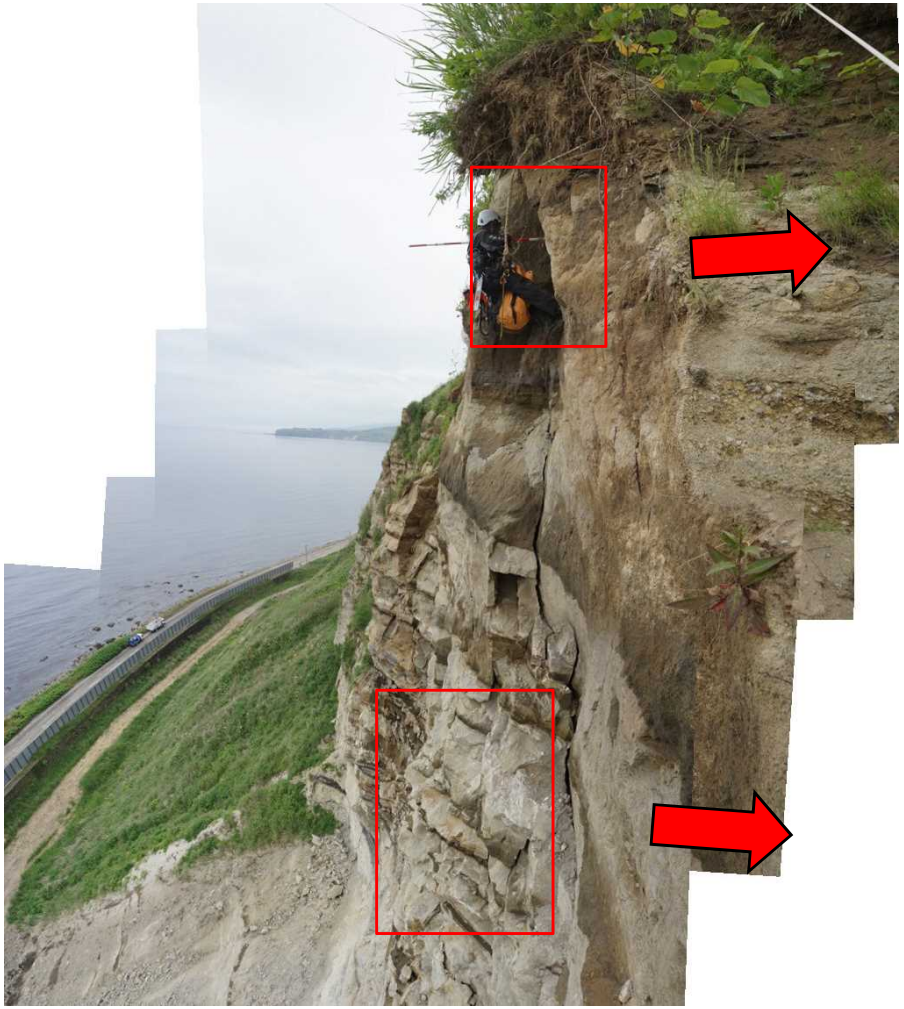


y25-2：y25-1拡大

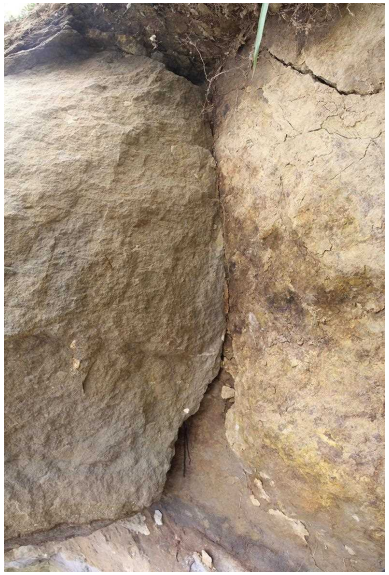
y25-3：y25-2拡大
奥は閉じている

4. 被災箇所の現地調査結果速報

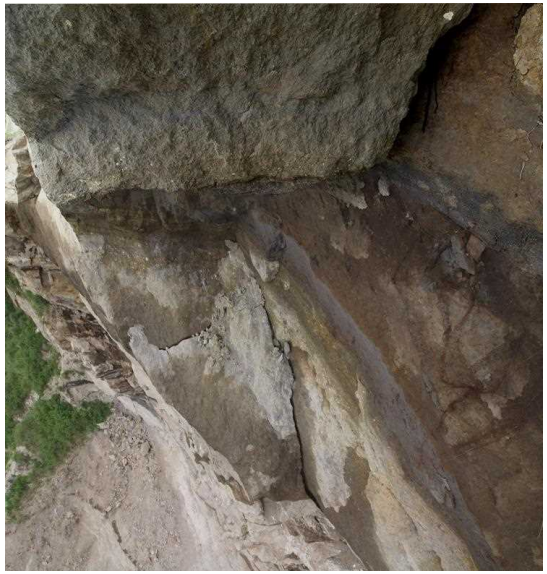
クライミング調査結果：遠望目視点検⑤箇所



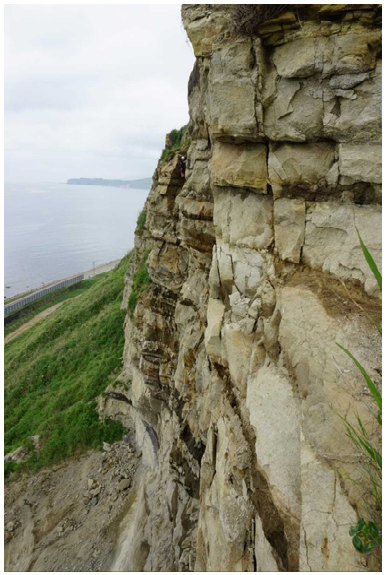
f334-337：箇所終点側より
急崖面に沿って開口亀裂がみられる



y34：頭部付近
背面に亀裂・湧水あり
（亀裂の走向傾斜：N16E90）



y34：方状浮石下端付近

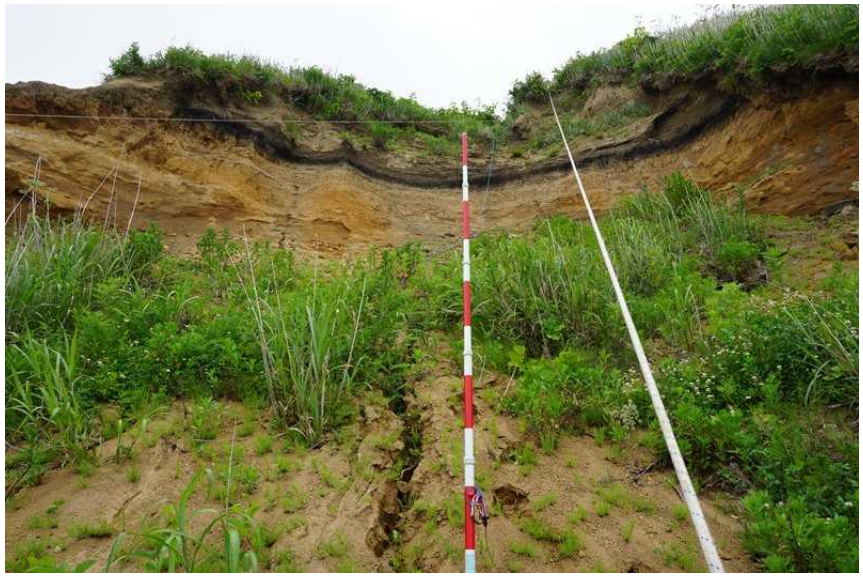


f299：急崖面に平行な鉛直系亀裂

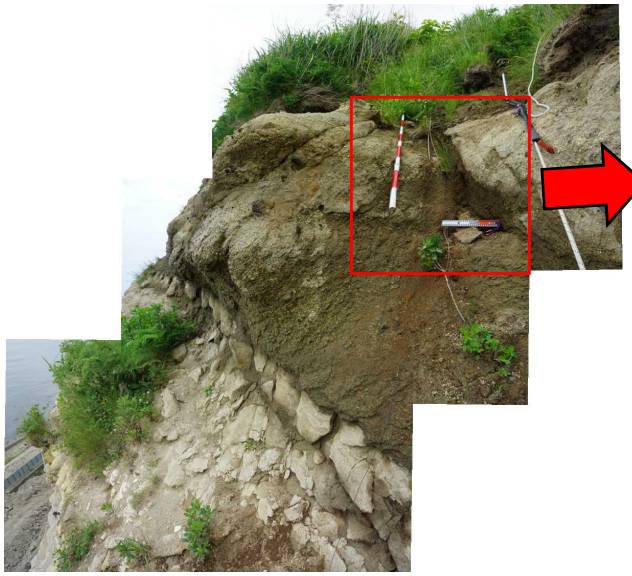
y23：急崖面上部の上部斜面状況

4. 被災箇所の現地調査結果速報

クライミング調査結果：遠望目視点検⑥箇所

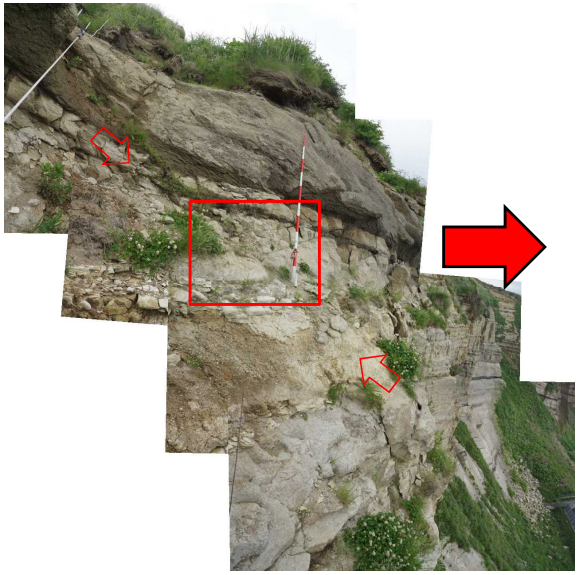


f259：空撮で亀裂に見えた斜面上部
（ガリー）



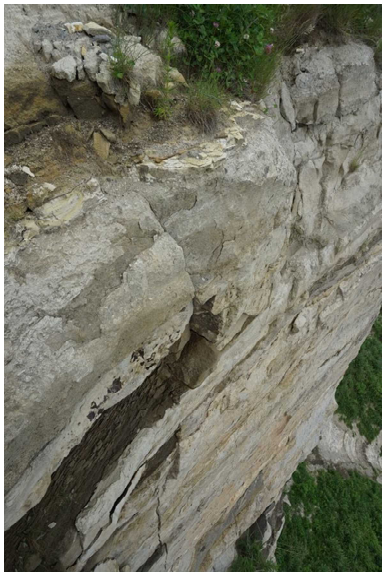
f267-269：空撮で亀裂に見えた箇所

f280：岩と岩の間は土砂で埋まっている



f283-286：f267-269の下方の急崖面
（左上から右下にかけて破砕状呈する）

f287：破砕状亀裂の拡大



f318：急崖面に直交する開口亀裂
（亀裂の走向傾斜：N70E80N）

f318：f318を真上より

5. 過去の被災および対策工

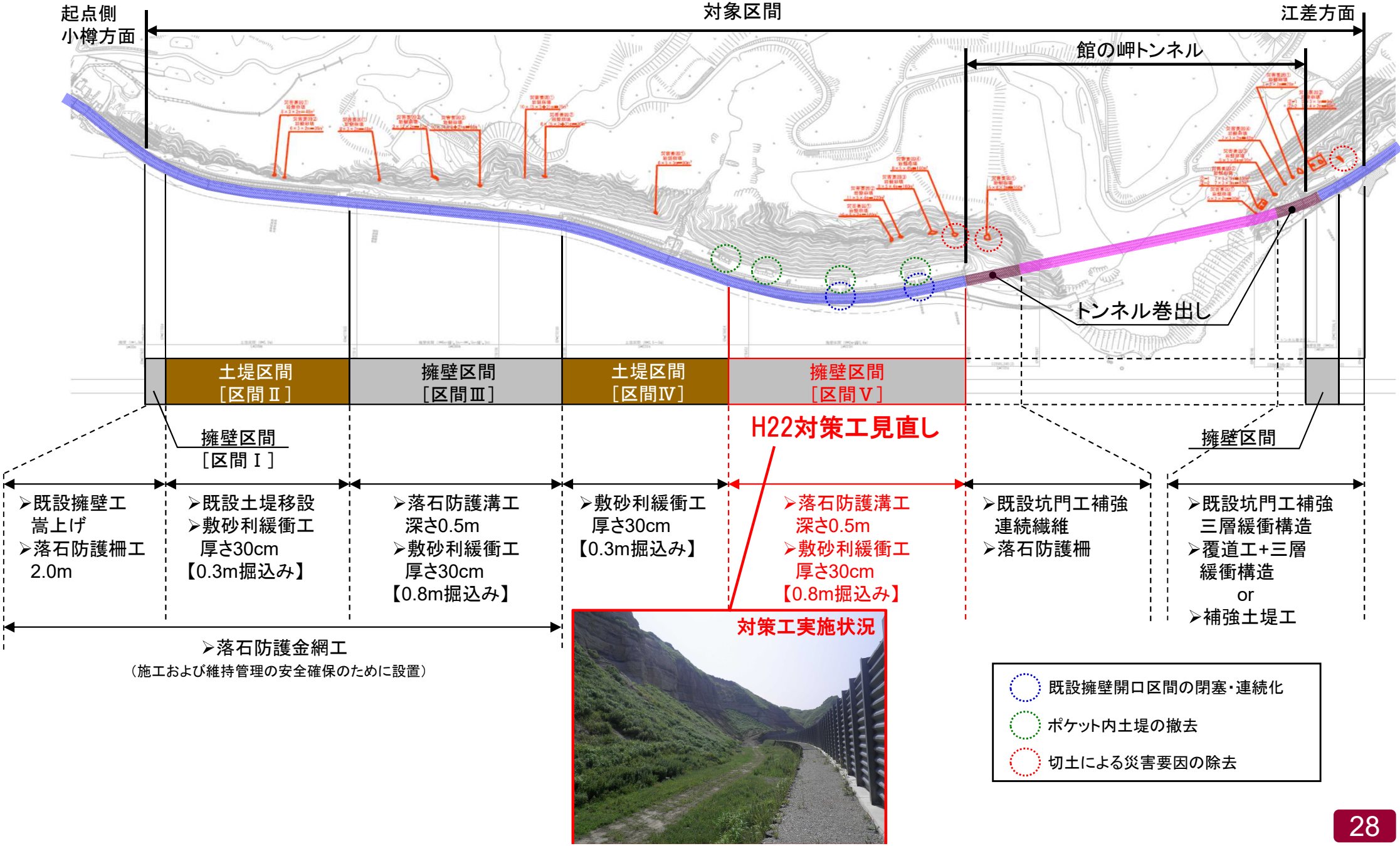
5．過去の被災および対策工

○これまでの経緯

年度	点検、調査、設計	被災履歴
H18	H18防災点検 ・落石・崩壊、岩盤崩壊で箇所挙げ	
H20		3月、4月：約400m^{3}の崩壊 5月：約200m^{3}の崩壊 合計600m^{3}の崩壊と評価
H21	被災区間の地質調査と対策工の設計 ・600m^{3}の崩壊に対応可能なポケット確保	
H22		8月：約1,500m^{3}の崩壊(泥流)
	H21設計の修正設計（1,500m^{3}の泥流に対応可能とする） ・土堤⇒緩衝材に変更、擁壁・防護柵⇒総高7mに嵩上げ	
H25		4月：約80m^{3}の崩壊 （最大□1.5mの落石）
	10月：対策完了	
H30		7月：約100m^{3}の崩壊
R3		4月：約20m^{3}の崩壊 （最大□3×2×1mの落石）

5．過去の被災および対策工

○区間別対策工のまとめ



5．過去の被災および対策工

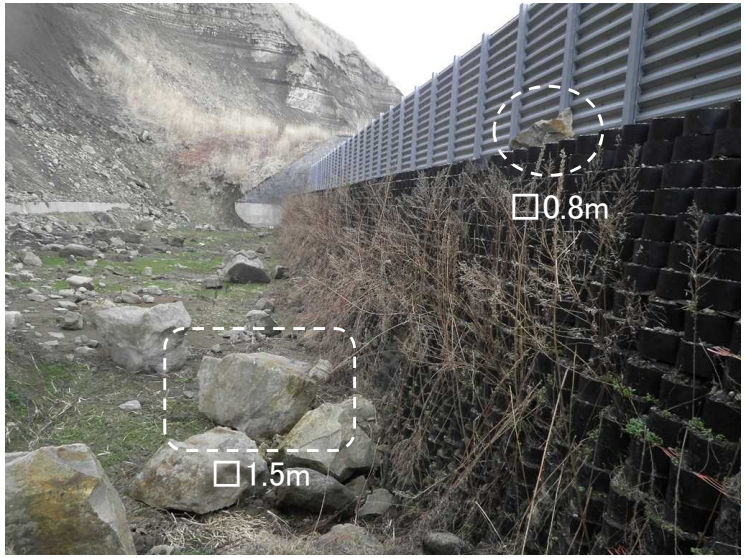
○H22と今回の被災状況

- H22年の崩壊：斜面上部からの土砂崩れ。未固結堆積物層が崩壊。約1,500m^3。
- 今回の崩壊：急崖斜面からの土砂崩れ。岩盤層が崩壊。 約2,900m^3。

写真-2.4 H22被災箇所とR3被災箇所（今回発生）との位置関係（俯瞰）

5．過去の被災および対策工

H25.4



- 約80m^{3}の崩壊
- 最大落石径は□1.5m
- □0.8mが擁壁上部に達する（落石防護柵には衝突痕なし）

→ 対策工の効果あり

5．過去の被災および対策工

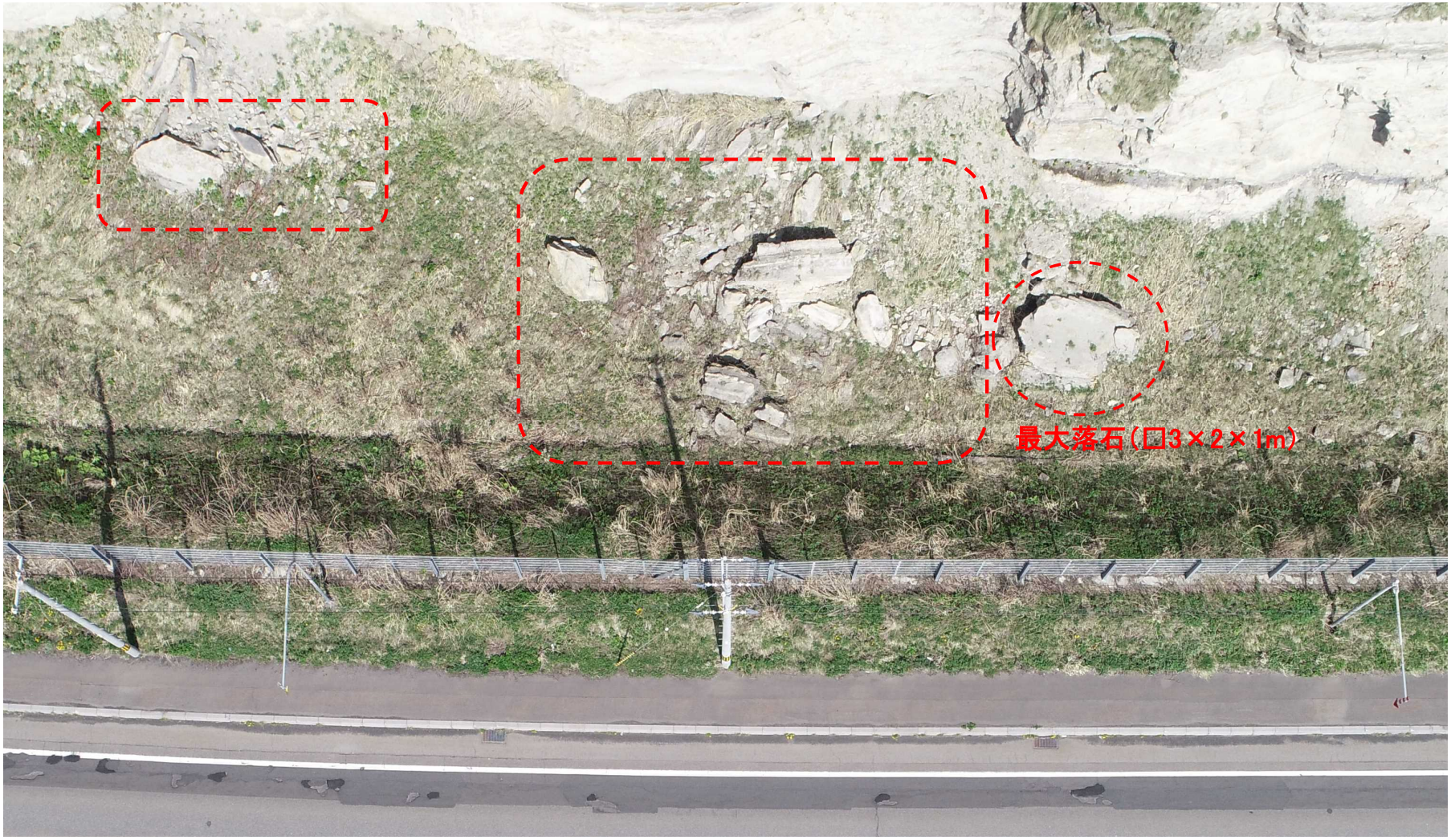
H30.7.11

- 約50m³の土砂流出のほか、坑口付近では約100m³の崩土堆積
- いずれもポケット内で停止

→ 対策工の効果あり

5．過去の被災および対策工

R3.4



- 被災箇所付近で最大□3×2×1mほか□1mクラスの落石複数個確認
- すべてポケット内で停止

➡ 対策工の効果あり

6. 応急対策工（案）

６．応急対策工

○当該箇所の応急対策工として以下について検討中。

- **ポケット整備：**山側の一部を掘削し、崩土容量の確保を検討
- **崩壊箇所近傍の落ち残り部の除去：**着目岩体④⑤⑥は落ち残りと考え、除去を検討
- **土堤：**仮道設置可能範囲で配置を検討（規模等は今後調査による）
- **仮道工：**海側旧道スペースを活用し仮道を確保