

県道静岡焼津線「浜当目トンネル」 対策検討会（第5回） 本編資料



斜面崩壊全景（R6.9.4撮影）

< 目 次 >

- | | |
|---------------------------|---------|
| 1. 第4回検討会(令和7年7月24日)の振り返り | ・・・P 1 |
| 2. 地すべり範囲について | ・・・P 2 |
| 3. トンネルの変状発生メカニズムについて | ・・・P 9 |
| 4. 交通開放に向けた対策について | ・・・P 17 |

1. 第4回検討会(令和7年7月24日)の振り返り

○トンネル変状発生概要：

- ・ R6/4/14に道路利用者より浜当目TNに変状発生通報の連絡あり
- ・ 緊急措置として4/15に剥離部の叩き落とし、その後、亀裂計測を開始
- ・ 亀裂変状が拡大し緊急対策工（当て板工）を実施する中、7/1(想定)に斜面崩壊が発生

○R06/7/24に第1回検討会、R06/12/24に第2回検討会、R07/3/24に第3回検討会、R07/7/24に第4回検討会を開催し、今後の対応について討議した。

<第4回検討会議事>

- (1) 観測の状況について
- (2) 推定のメカニズムについて
- (3) 交通開放に向けた対策の検討状況について

<討議内容>

意見		対応
(1)	観測の状況について	
1)	現時点でのすべり面想定はおおむね妥当と思われるが、今後の豪雨時の観測結果を考慮した再検討が必要。継続の変動観測が必要。	継続観測を実施する。
2)	焼津側の【地すべりブロック】、静岡側の【崩壊ブロック】の区分は妥当である。	
(2)	推定のメカニズムについて	
1)	S24-25は【崩壊ブロック】のすべり面から最も遠いと思われるが、それにも関わらず変状が発生している原因は？	今後、数値解析を実施する。
(3)	交通開放に向けた対策の検討状況について	
1)	鋼製支保工は何に対応する構造物なのかを明確にする必要がある。	今後、必要性について整理を行う。
2)	新規の崩壊発生に伴うトンネル変状発生についての監視が重要である。道路パトロールの回数(3回/月)について増やせないか検討すること。また、豪雨時の臨時点検も検討すること。	今後、対応について検討する。
3)	今後の変状発生時の対応のために、ターゲットを設置して内空断面の初期値を取得したほうが良い。	今後、対応について検討する。

2. 地すべり範囲について_最新の観測状況

○トンネル前後区間含め、斜面に大きな変状は観測されていないものの、豪雨時にすべり面に**累積変動が確認**された

<観測状況>

観測項目	実施日	現在までの状況
時系列干渉SAR解析	3-4回/年	隣接斜面を含めて顕著な変動なし
坑内亀裂観測	常時監視	顕著な変動無し
トンネル内空変位観測	常時監視	顕著な変動無し
地盤伸縮計	常時監視	頭部滑落崖直下において部分的な土塊の緩みは確認されるものの、他箇所では顕著な変状無し
地盤傾斜計	常時監視	顕著な変動無し
孔内傾斜計	常時監視	顕著な変動無し
地下水位計	常時監視	降雨に伴う地下水位上昇は軽微
パイプひずみ計	常時監視	すべり面に、 累積変動が確認 された。

※観測箇所については「別紙 観測箇所図」参照

2. 地すべり範囲について_地すべりブロック

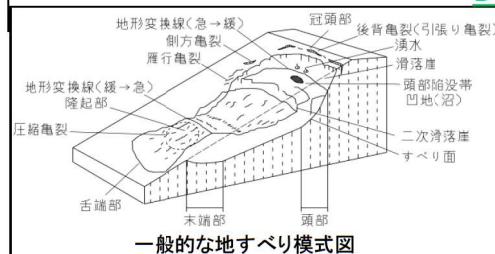
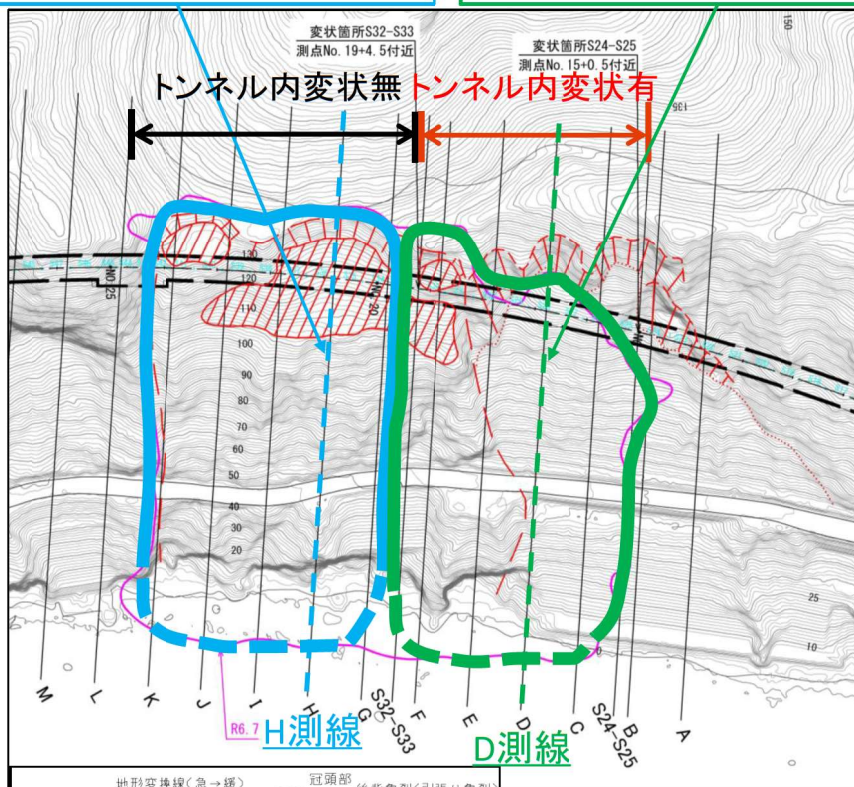
○斜面状況から、地すべりブロックとしては、地質構造等の弱面を起因として、土塊が一体となって剛体的に運動した【**地すべりブロック**】と、突発的に土塊（斜面の一部）が崩壊に近い状況で運動した【**崩壊性地すべりブロック**】の2つに分かれており、各ブロックを**地すべり範囲と特定**

頭部に馬蹄形上の滑落崖及び緩斜面を持つ地すべり地形
(地すべりブロック)
→代表断面を**H測線**と設定

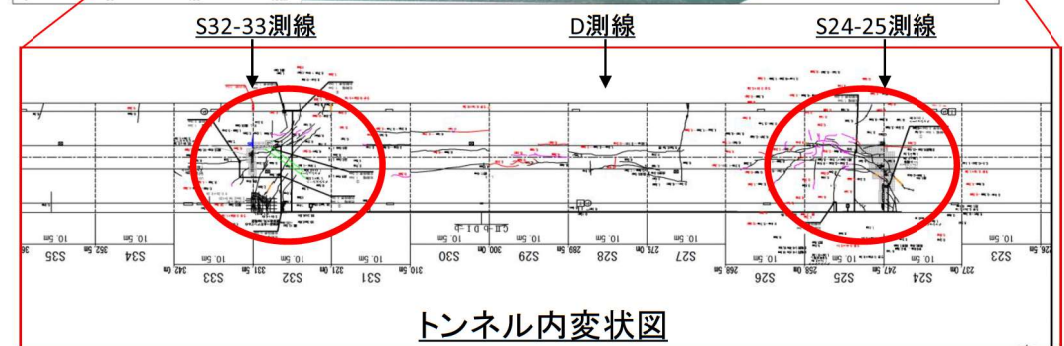
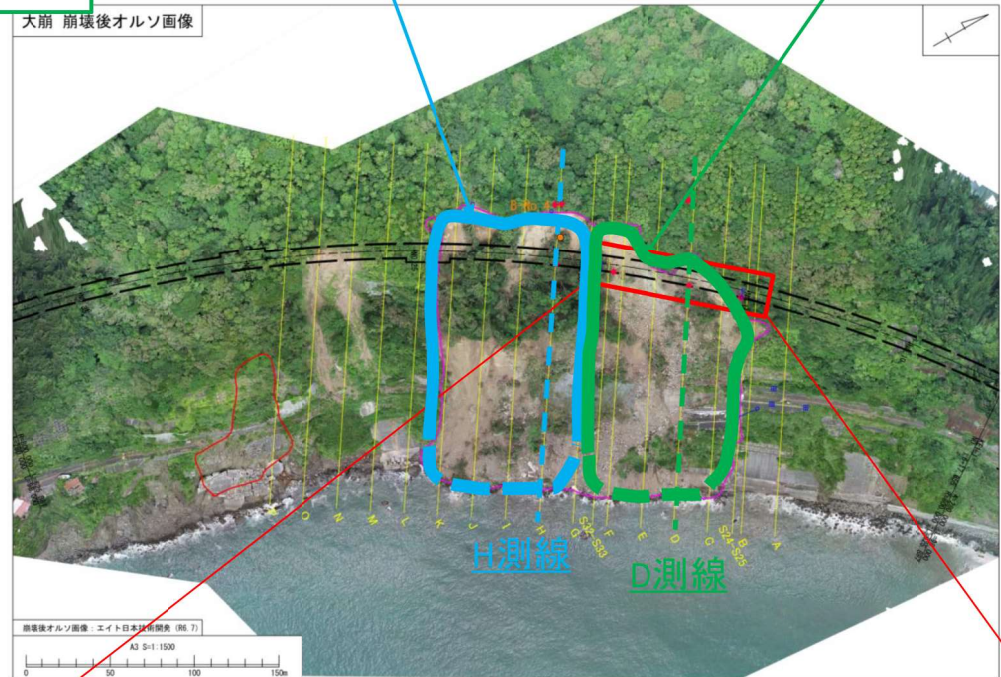
頭部に滑落崖が確認される崩壊跡地形
(崩壊性地すべりブロック)
→代表断面を**D測線**と設定

表層が乱されていないことから地すべり変動と推定

表層が乱されていることから崩壊性地すべりと推定



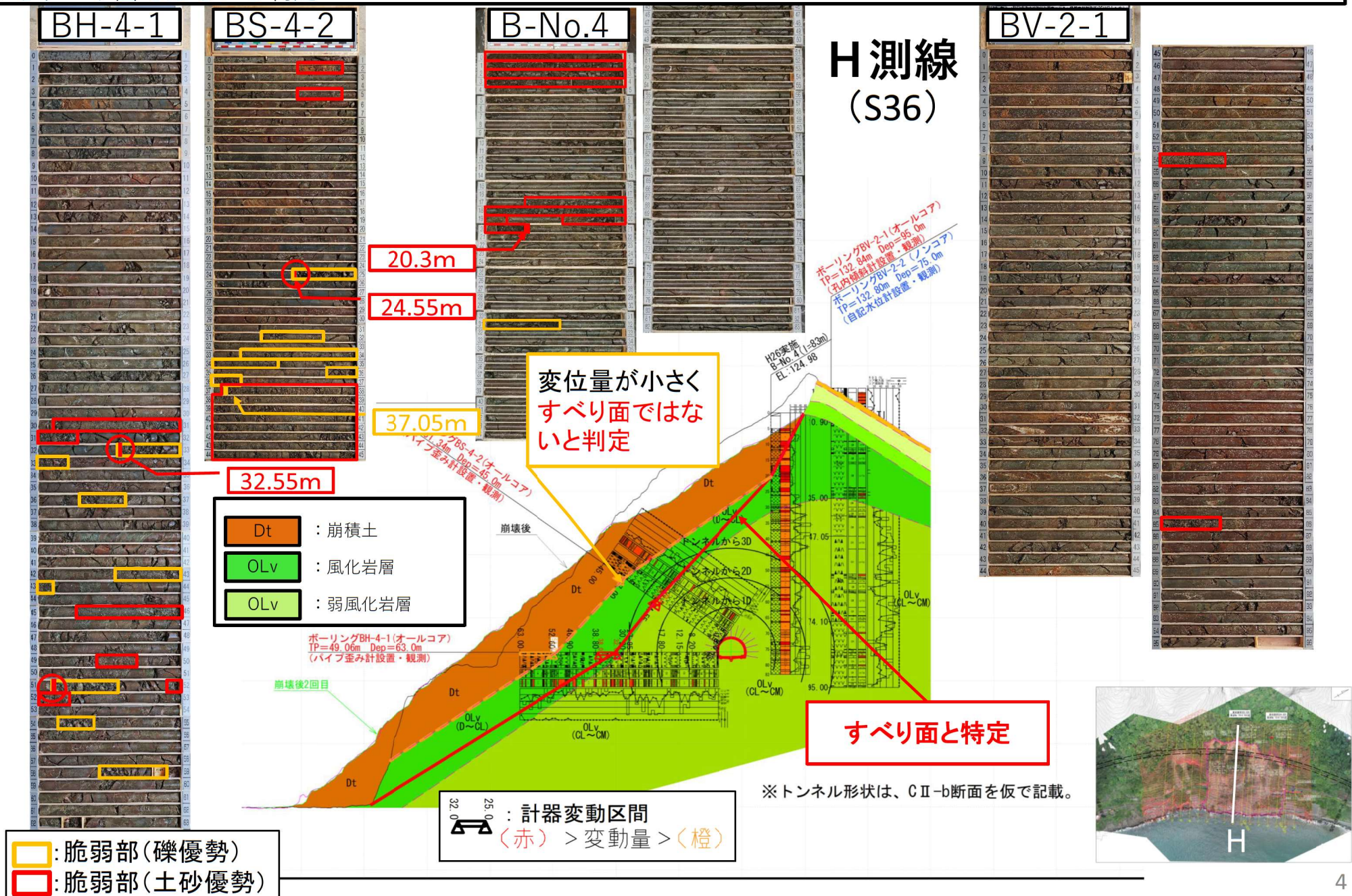
凡 例	
	地すべりブロック
	緩斜面
	崖錐地
	旧滑落崖



2. 地すべり範囲について_H測線_すべり面の検討_地すべりブロック主測線

○風化岩（OLv）下面付近で潜在変動が確認され、変動深度を地すべり面と特定

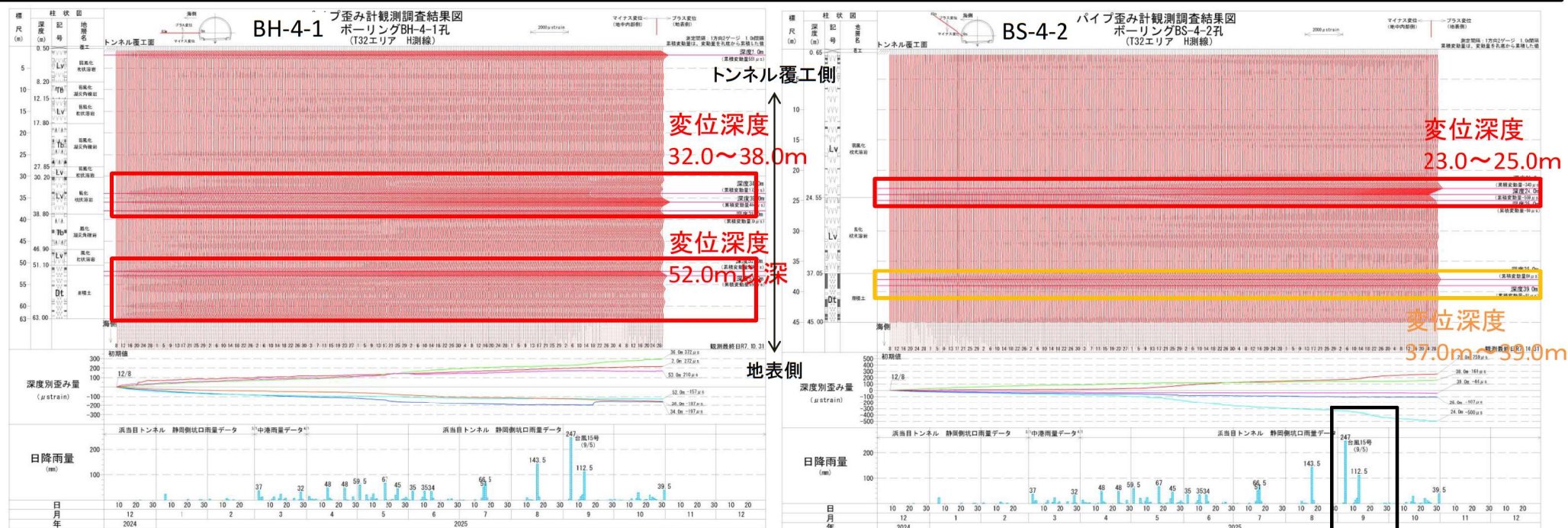
○崩積土（Dt）下面付近で極軽微な変動が確認されるが、変位量が小さく、ルーズな崩積土の変位の可能性が高いことからすべり面ではないと判定



2. 地すべり範囲について_H測線_パイプ歪計

○風化岩（OLv）下面付近で潜在変動が確認され、変動深度を**地すべり面と特定**

○崩積土（Dt）下面付近で極軽微な変動が確認されるが、変位量が小さく、ルーズな崩積土の変位の可能性が高いことからすべり面ではないと判定



測線	孔番号	深度	観測期間	XN	期間月変位量 (μstrain)	累積傾向	地質	ボーリングコア状況	降雨との連動	変動種別	備考	すべり面候補
H測線	BH-4-1	32m~38m	2024/12/8 ~ 2025/11/10	77	457	33.8	あり	風化岩	D級破砕部	ややあり	変位量は深度36mのデータ 2025/9/5の雨に反応	32.55m
		52m以深	2024/12/8 ~ 2025/11/10	86	298	18.9	あり	崩積土下面	崩積土	ややあり	変位量は深度53mのデータ 5/17の67mmの雨に反応	51.1m
	BS-4-2	23m~25m	2024/12/8 ~ 2025/11/10	-29	-545	-45.9	あり	風化岩下面	D級破砕部	ややあり	変位量は深度24mのデータ 2025/9/5の雨に反応	24.55m
		37m~39m	2024/12/8 ~ 2025/11/10	106	269	14.5	あり	崩積土下面	崩積土	なし	変位量は深度38mのデータ	(37.0m) 変位量が小さく確定できず

変動種別	日変動 絶対値 (μ/日)	累計変動 絶対値 (μ/月)	変動状況		すべり面 存在の 可能性	総合判断	
			累積傾向	変動形態		すべり面 種別	活動性等
確定変動 (A)	10 ² 以上	5 × 10 ³ 以上	顕著	累積変動	あり	確定すべり面	顕著に活動している 岩盤すべり 風化岩地すべり 崩積土砂すべり
準確定変動 (B)	10 ² 以上	10 ³ 以上	やや顕著	累積変動	あり	準確定すべり面	緩慢に活動している 地すべり
潜在変動 (C)	10 ² 以下	10 ³ 以上	ややあり	累積 断続 擾乱 回復	あり	潜在すべり面	すべり面の存在の有無を断定できないため、継続観測が必要
異常変動 (D)	10 ² 以上	10 ³ 以上	なし	累積 断続 回復	なし	地すべり以外の要因	すべり面なし 地すべり以外の要因

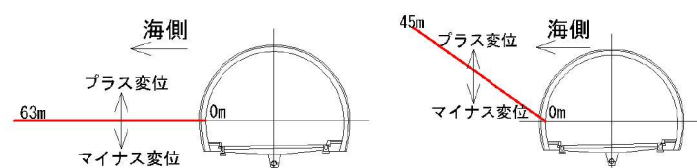


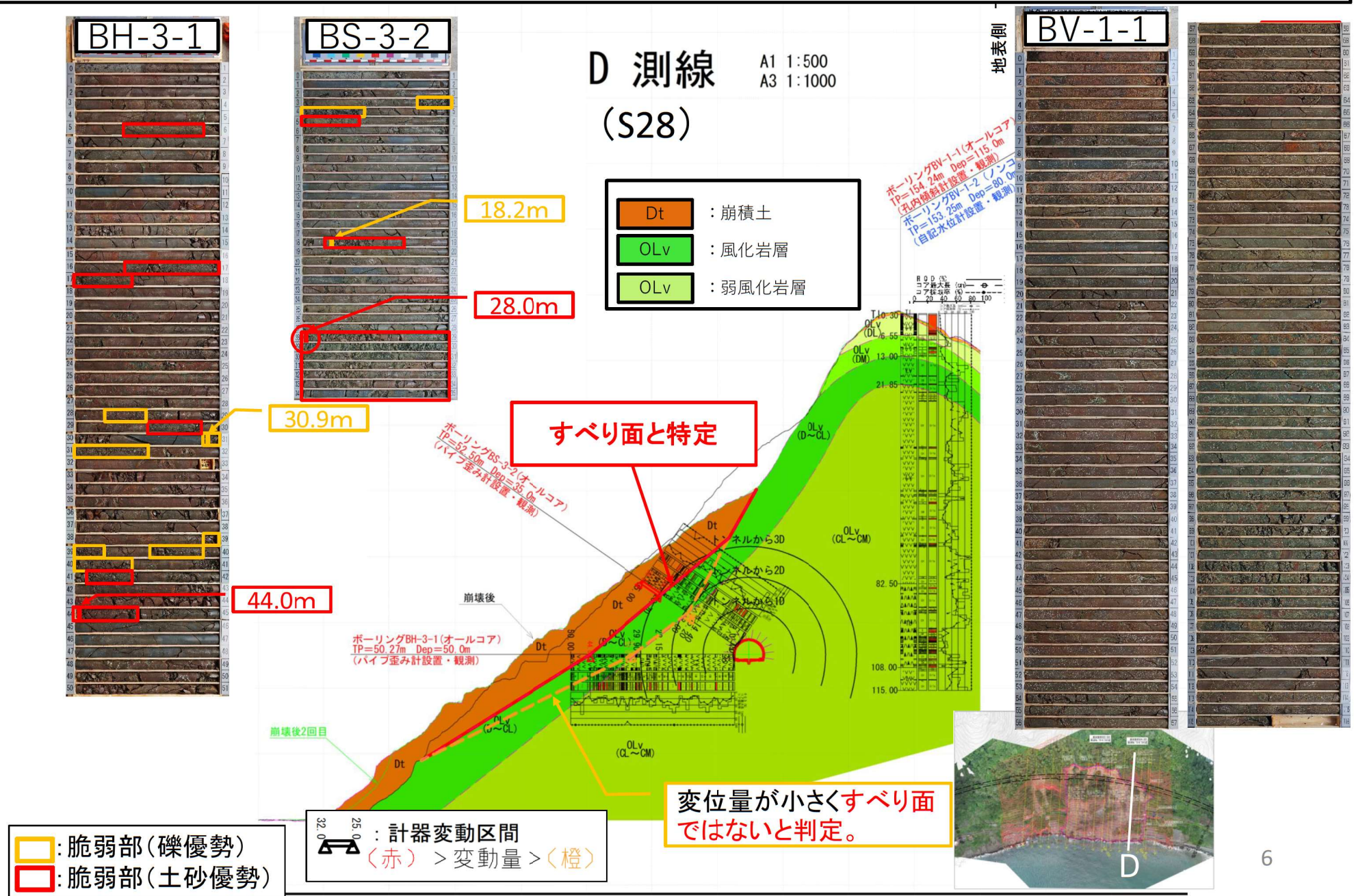
図 パイプ歪み計 数値の符号と変位方向

<目安>
 橙: 極軽微な変動 (20μ/月以下)
 赤: 軽微な変動 (20μ/月以上)

※出典: 地すべり観測便覧 (社団法人斜面防災対策技術協会)

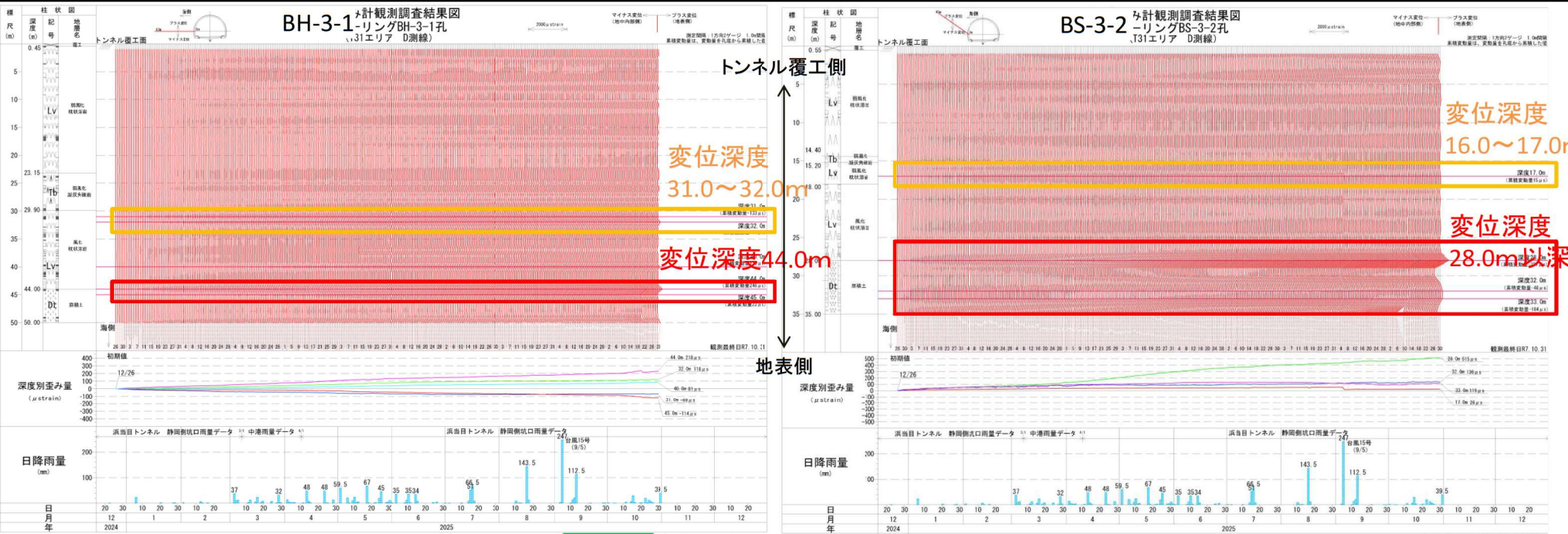
2. 地すべり範囲について_D測線_すべり面の検討_崩壊性地すべりブロック主測線

- 崩積土（Dt）下面付近で変動が確認されたことから、変動深度を**地すべり面と特定**
- 風化岩（OLv）下面付近で極軽微な変動が確認されるが、変位量が小さいためすべり面ではないと判定



2. 地すべり範囲について_D測線_パイプ歪計

- 崩積土 (Dt) 下面付近で変動が確認されたことから、変動深度を地すべり面と特定
- 風化岩 (OLv) 下面付近で極軽微な変動が確認されるが、変位量が小さいためすべり面ではないと判定



測線	孔番号	深度	観測期間		XN		期間月変位量 (μ strain)	累積傾向	地質	ボーリングコア状況	降雨との連動	変動種別	備考	すべり面候補
D測線	BH-3-1	31m~32m	2024/12/26	2025/11/10	-416	-294	11.5	あり	風化岩	32.9mに開口亀裂	なし	-	変位量は深度32mのデータ	(30.9m) 変位量が小さく確定できず
		40m	2024/12/26	2025/11/10	-40	47	8.2	あり	風化岩	D級破砕部	なし	-		43.6m
		44m	2024/12/26	2025/11/10	-117	129	23.1	あり	崩積土下面	崩積土	なし	-		
	BS-3-2	16m~17m	2024/12/26	2025/11/10	-189	-163	2.4	ややあり	弱風化岩	破砕なし (深度18m付近に破砕あり)	なし	-	変位量は深度17mのデータ	(18.2m) 変位量が小さく確定できず
		28m以深	2024/12/26 2025/9/5	2025/11/10 2025/9/20	382 814	914 848	50.0 68.0	あり	崩積土下面	崩積土	ややあり	-	変位量は深度28mのデータ 2025/9/5の雨に反応	28.0m

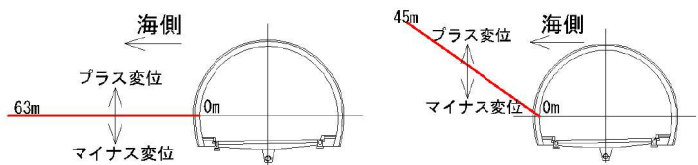


図 パイプ歪み計 数値の符号と変位方向

<目安>

橙: 極軽微な変動
(20 μ /月以下)

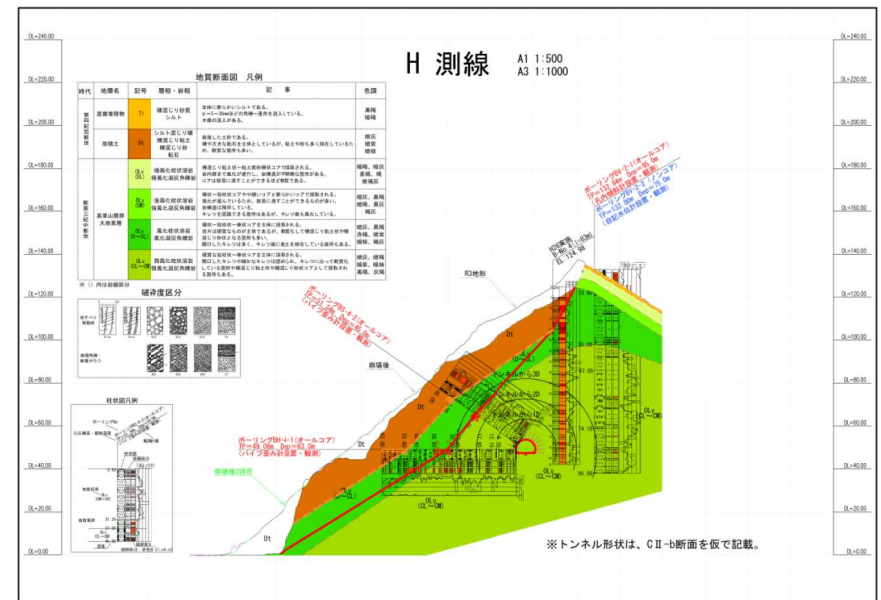
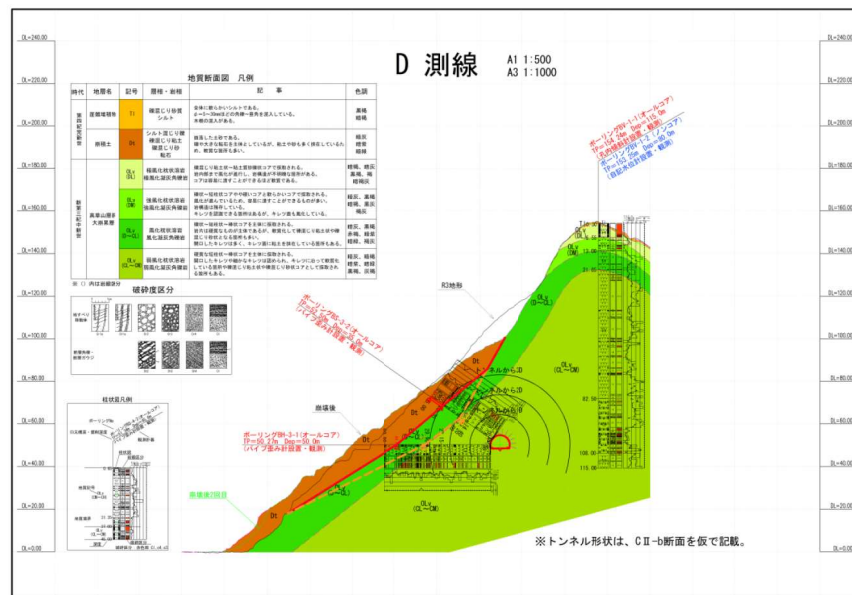
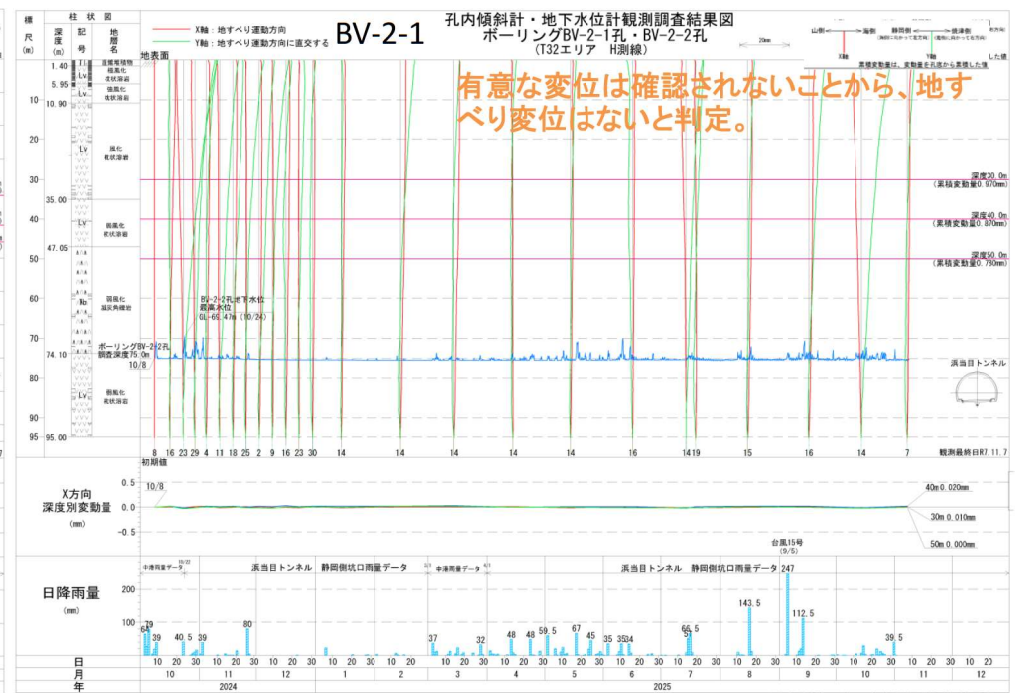
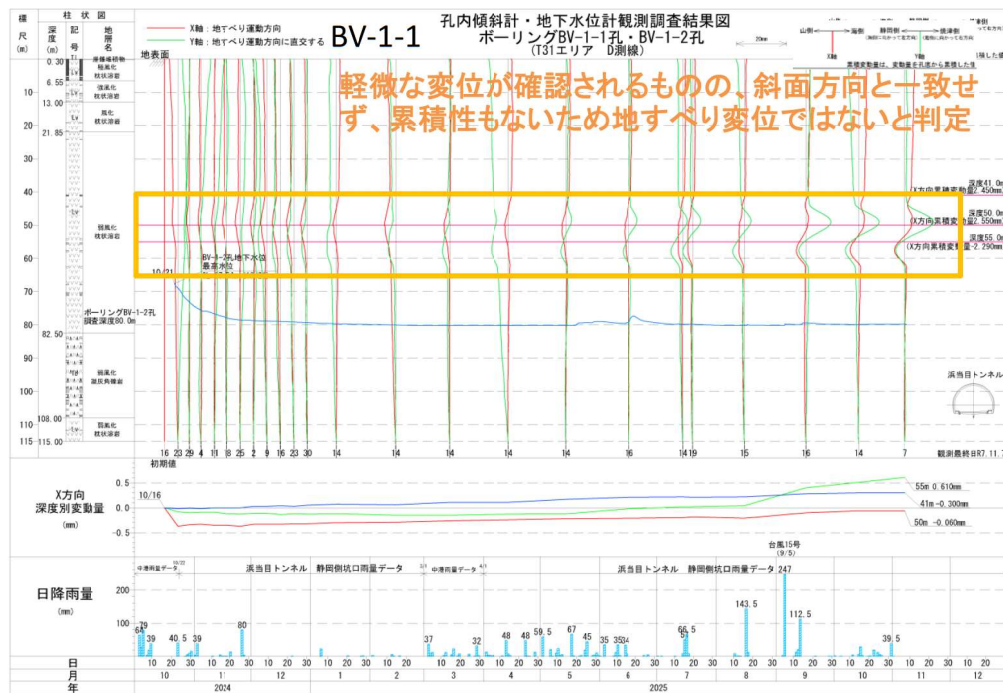
赤: 軽微な変動
(20 μ /月以上)

変動種別	日変動		累計変動		変動状況		すべり面		総合判断
	絶対値 (μ /日)	相対値 (μ /月)	絶対値 (μ /月)	相対値 (μ /月)	累積傾向	変動形態	存在の 可能性	すべり面 種別	
確定変動 (A)	10 ² 以上	5 × 10 ³ 以上	顯著	累積変動	あり	累積	あり	確定すべり面	顯著に活動している 地盤すべり 風化岩地すべり 崩積土砂すべり
準確定変動 (B)	10 ² 以上	10 ³ 以上	やや顯著	累積変動	あり	累積 断続 擾乱 回復	あり	準確定すべり面	緩慢に活動している 地すべり
潜在変動 (C)	10 ² 以下	10 ³ 以上	ややあり	累積	あり	断続 擾乱 回復	あり	潜在すべり面	すべり面の存在の 有無を断定できない ため、継続観測が必要
異常変動 (D)	10 ² 以上	10 ³ 以上	なし	累積	なし	断続 擾乱 回復	なし	地すべり 以外の 要因	すべり面なし 地すべり以外の要因

※出典: 地すべり観測便覧 (社団法人斜面防災対策技術協会)

2. 地すべり範囲について_D測線・H測線_孔内傾斜計

○BV-1、BV-2：地すべり変位は確認されないことから、トンネルを貫いているような**広域的な地すべり**は発生して**いない**



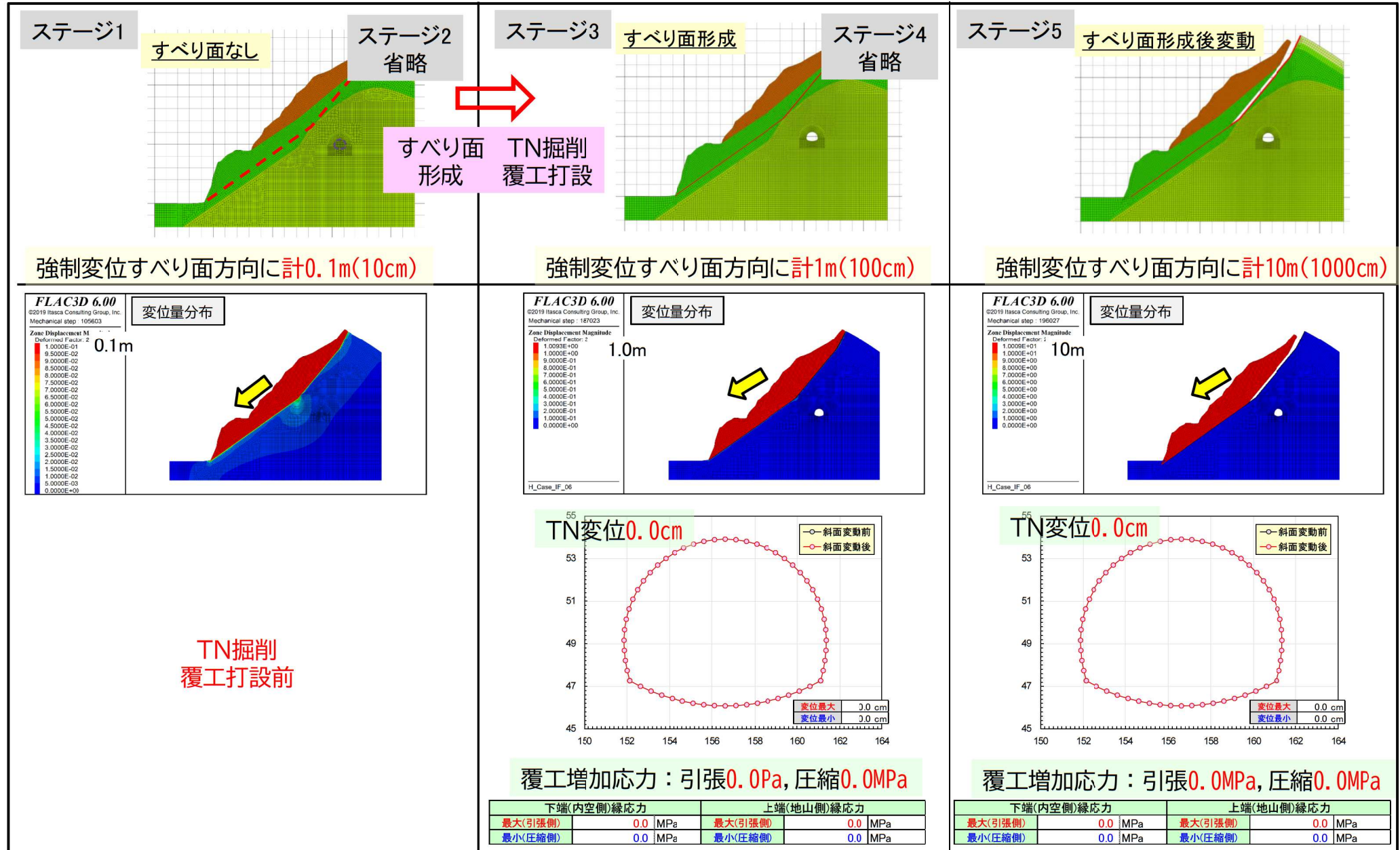
3. トンネルの変状発生メカニズムについて_2次元解析結果の振り返り

○弾塑性モデルを用いた時系列的な解析検討を実施

○H測線【地すべりブロック】では、斜面変動の影響（応力伝搬）がトンネルに伝わりにくい

○地すべり面形成後はトンネルへの影響は小さい

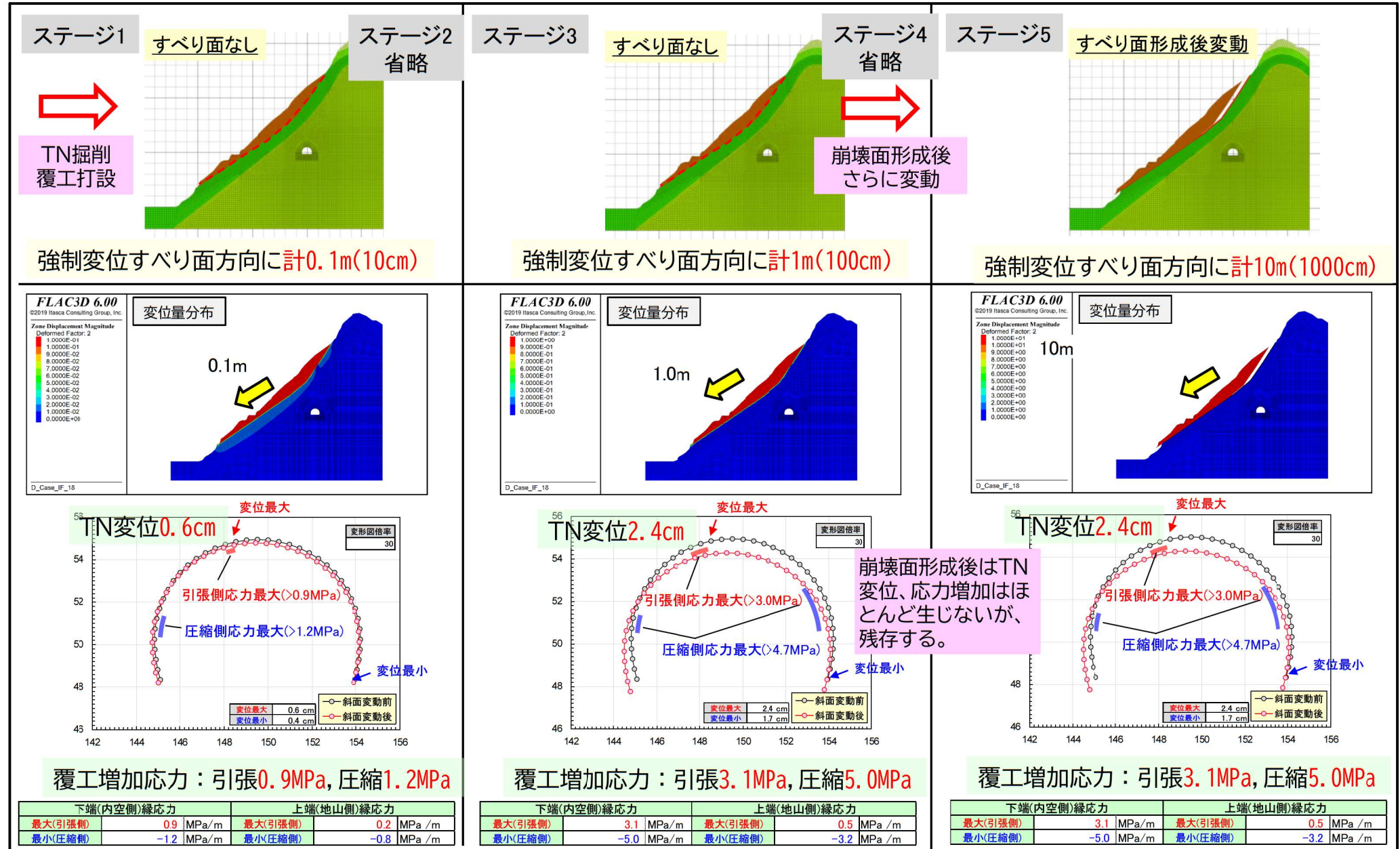
H測線



3. トンネルの変状発生メカニズムについて_2次元解析結果の振り返り

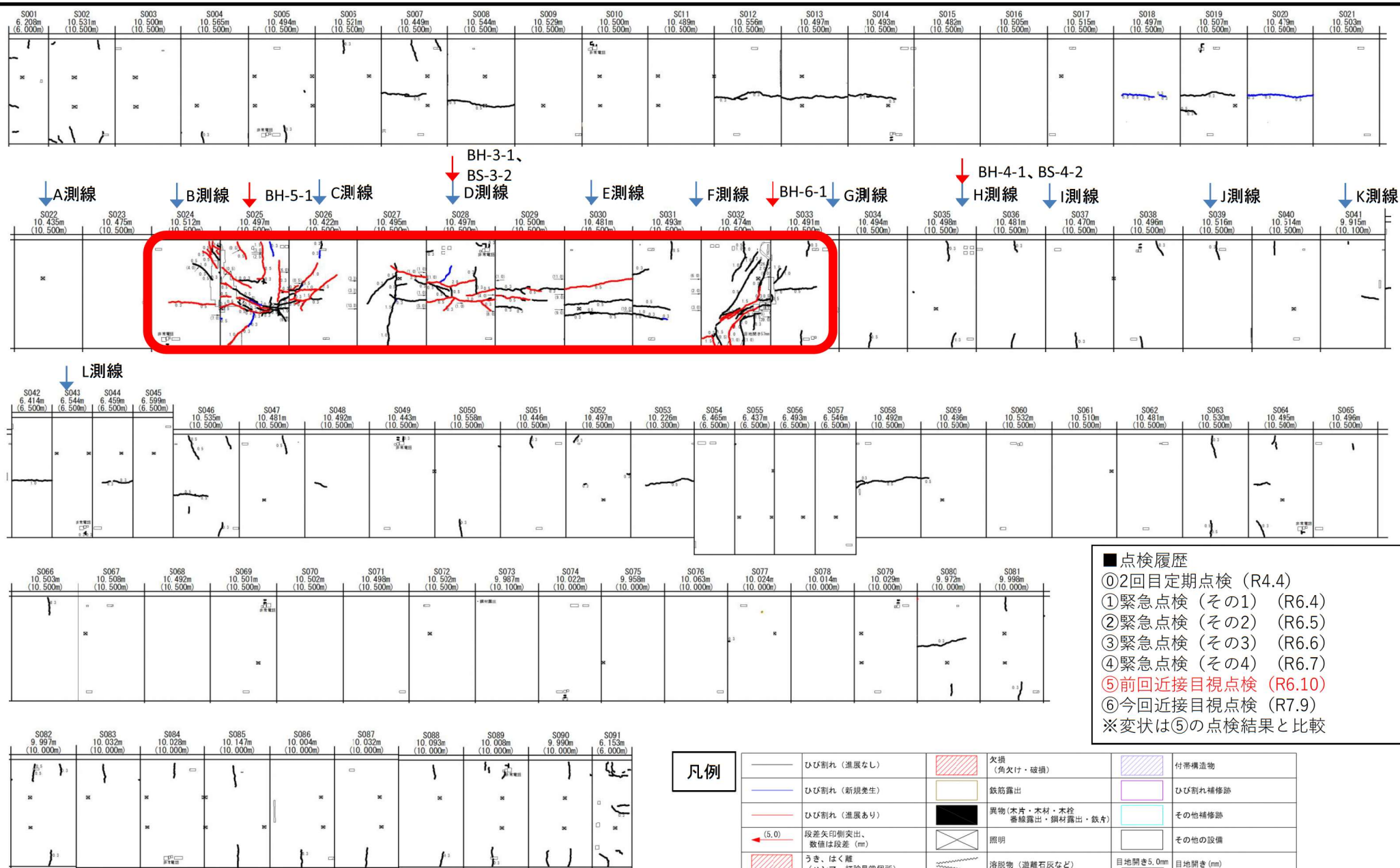
- D測線【崩壊性地すべりブロック】では、斜面変動の影響（応力伝搬）がトンネルに伝わりやすい
- 地すべり面形成後はトンネルへの影響は小さい
- 地すべり変動による応力が伝搬したことで、トンネル（覆工）が破損したものと推定

D測線



3. トンネルの変状発生メカニズムについて_トンネルの現状評価

- 変状範囲を再確認するために、トンネル全線の点検（R7.9.29）を実施
- 前回点検（R6.10）の結果を比較し、S24～S33を中心に覆工へのクラックの発生を確認
- クラック発生は軽度であり、沈静化傾向にあると推定される

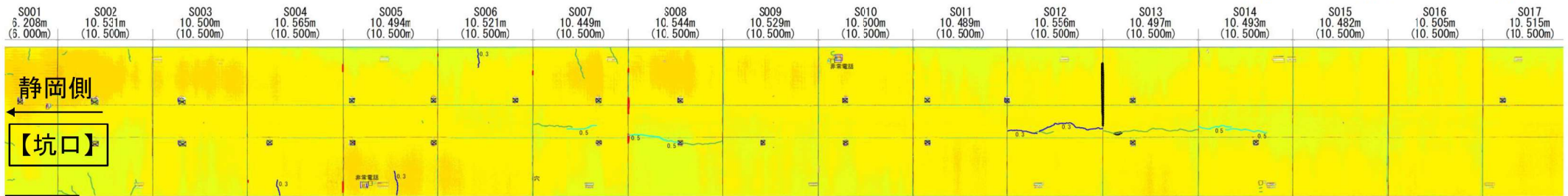


3. トンネルの変状発生メカニズムについて_点群データの差分解析

- トンネル全線における内空変位を確認するため、点群データの差分解析を実施（R4変状前とR7変状後を比較）
- S1～S23の区間は、顕著な差分は確認されない
- S24～S33の区間は、顕著な差分が確認され、斜面変動の外力の影響を受けたと推定される

■ S1～S17

海側

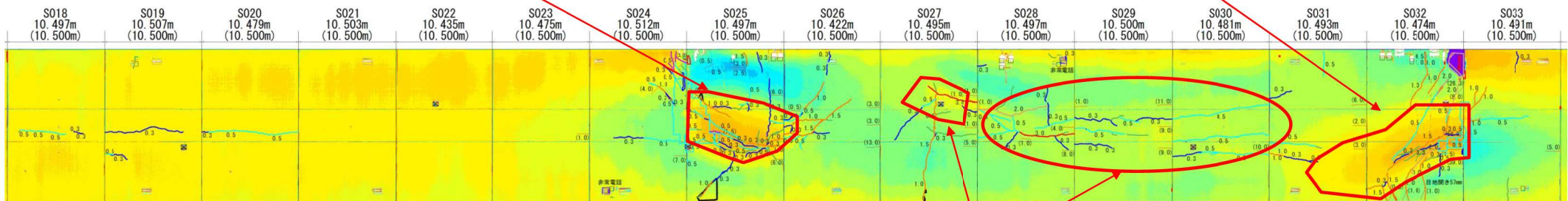


山側

■ S18～S33

・S25: 密集したひび割れ
クラック密集範囲に沿って、トンネル内面側への変形傾向が確認される
→当該範囲のクラックは斜面変動に伴う外力の影響を受けたと推定される

・S32: 密集したひび割れ
クラック密集範囲に沿って、トンネル内面側への変形傾向が確認される。
→当該範囲のクラックは斜面変動に伴う外力の影響を受けたと推定される

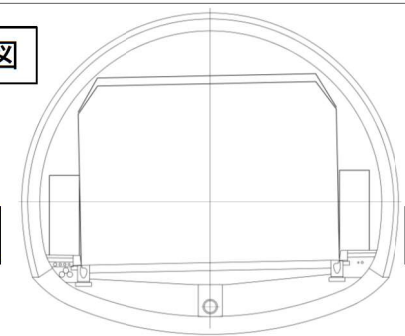


・S26～31: ひび割れ(天端)
天端の縦断方向のクラック発生位置に沿って相対的にトンネル内面側への変形傾向が確認される
→当該範囲のクラックは斜面変動に伴う外力の影響を受けたと推定される

断面図

海側

山側

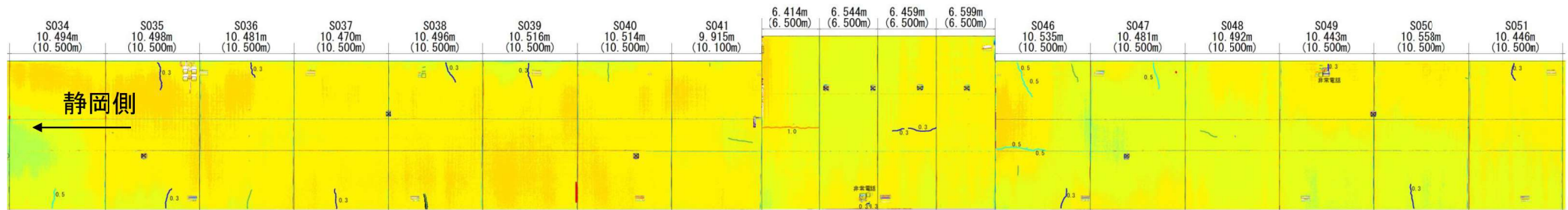


3. トンネルの変状発生メカニズムについて_点群データの差分解析

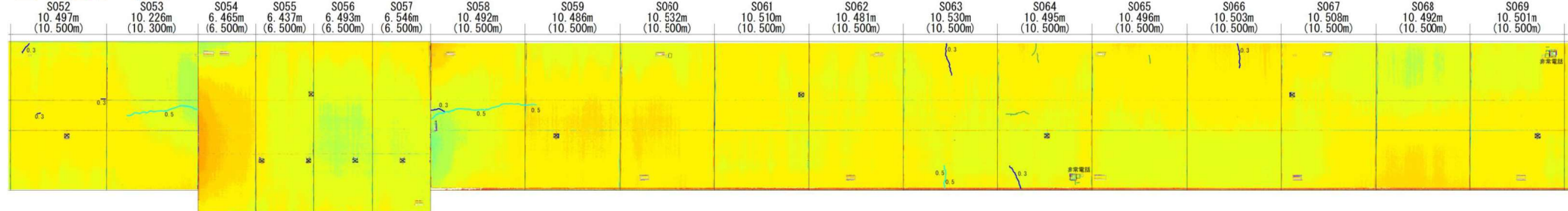
○S34～S86の区間は、顕著な差分は確認されない

○S87～S89区間は、差分及び乾燥収縮に起因する0.4mm程度の微小クラックが確認

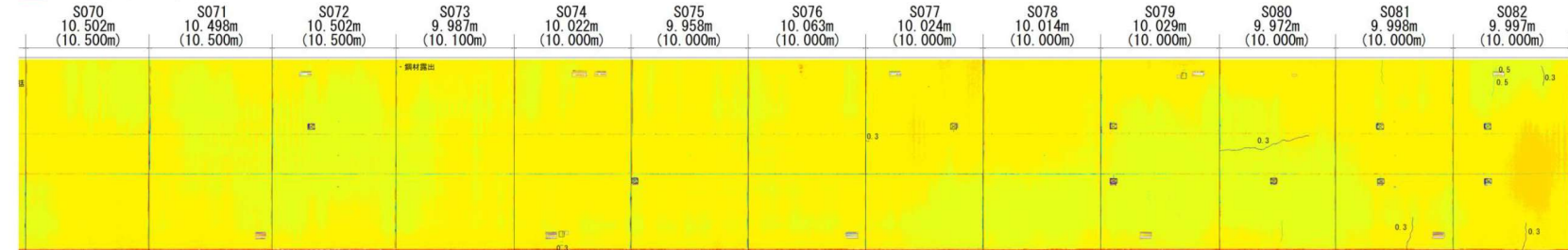
■ S34～S50



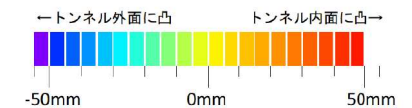
■ S51～S67



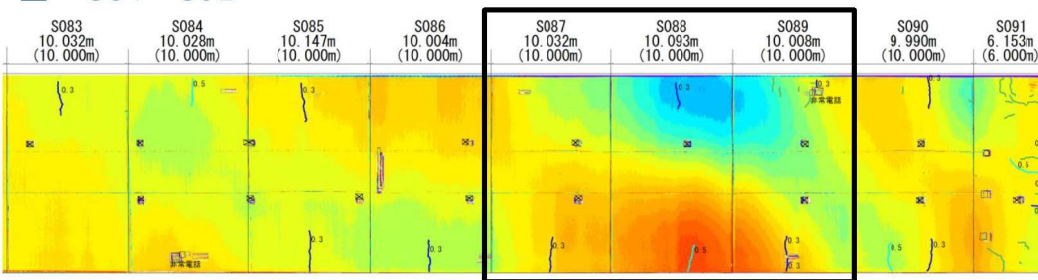
■ S68～S83



凡例



■ S84～S91



海側

焼津側

【坑口】

山側

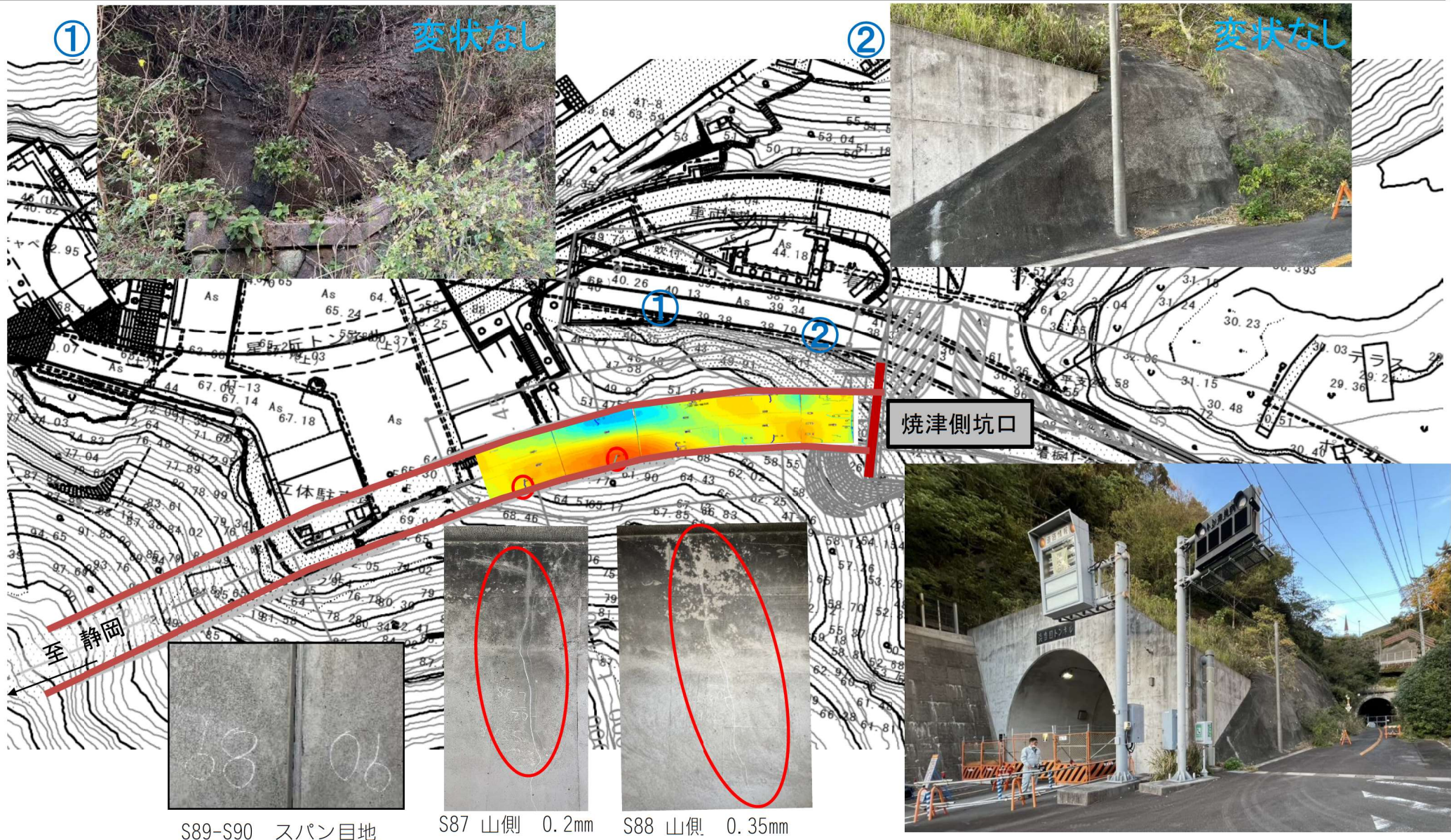
断面図

海側

山側

3. トンネルの変状発生メカニズムについて_ S87-S89周辺目視点検結果

- 覆工ひび割れはスパン中央付近の側壁に確認され、ひび割れ幅は他区間の微小ひび割れと同程度
- スパン間の目地開きは他の区間と同程度
- 海側斜面のモルタル吹付には、変状は確認されない



3. トンネルの変状発生メカニズムについて_S87-S89考察

- 点群データ差分解析結果で明確な差分が確認されたが、周辺目視点検の結果では変状は確認されない
- 差分が検出されたS87～S89については、ひび割れ観測や周辺斜面の監視等を継続的に実施する

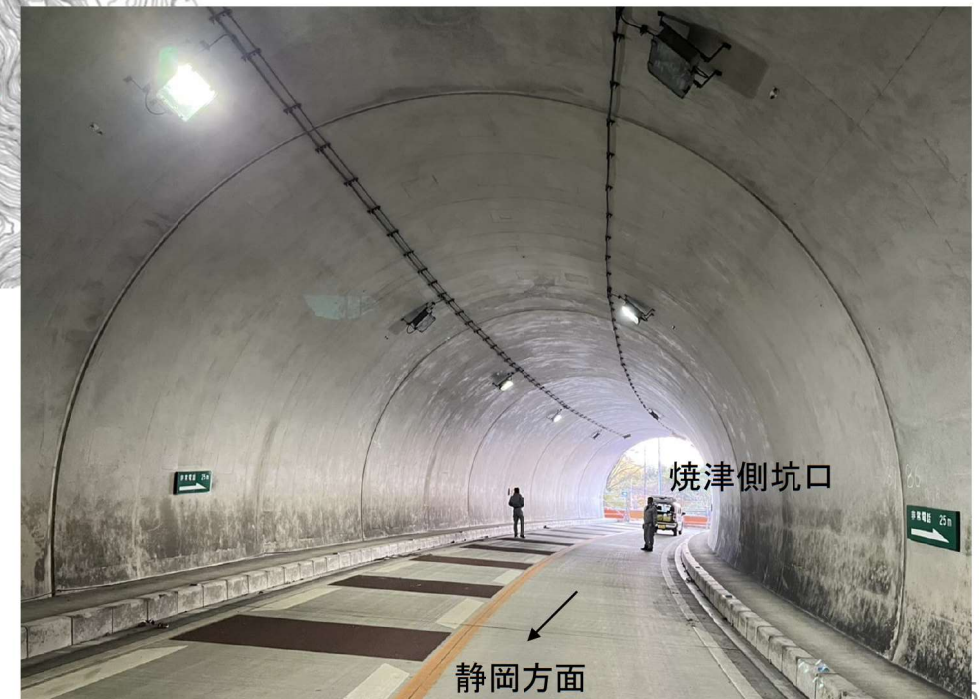
■位置図

←静岡方面

焼津方面→

焼津側坑口

■現地写真



3. トンネルの変状発生メカニズムについて_覆工裏側での健全性検証

○ 覆工コンクリート背面の支保工及びインバートには著しい変状は確認されず、構造的な欠陥は発生していない

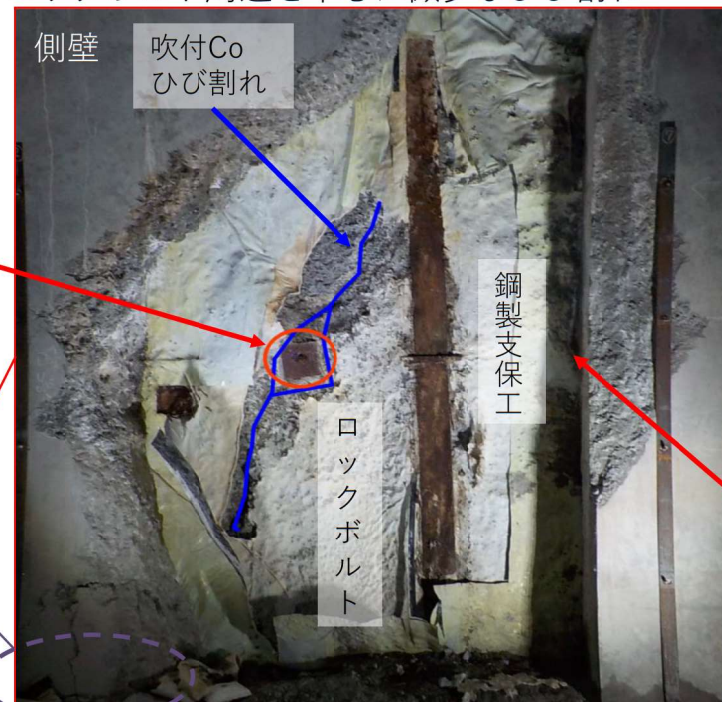
○ ロックボルト

プレートがわずかに内空側に反っている



○ 吹付Co

ロックボルト周辺を中心に微少なひび割れ



○ ひび割れ発生箇所

覆工表面には鋼製支保工沿いにひび割れが確認されるが、覆工Coは貫通していない



○ 覆工とインバートの継ぎ目部

継ぎ目部

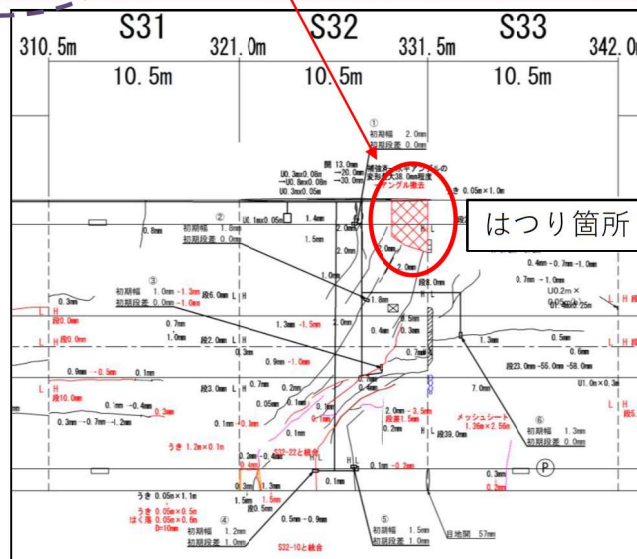
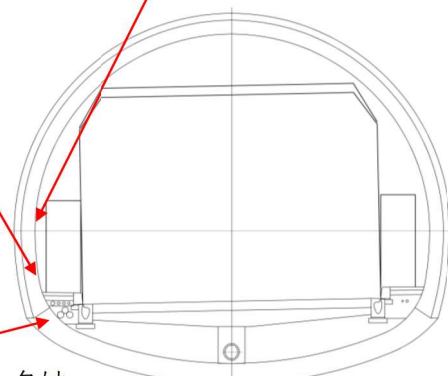


側壁脚部



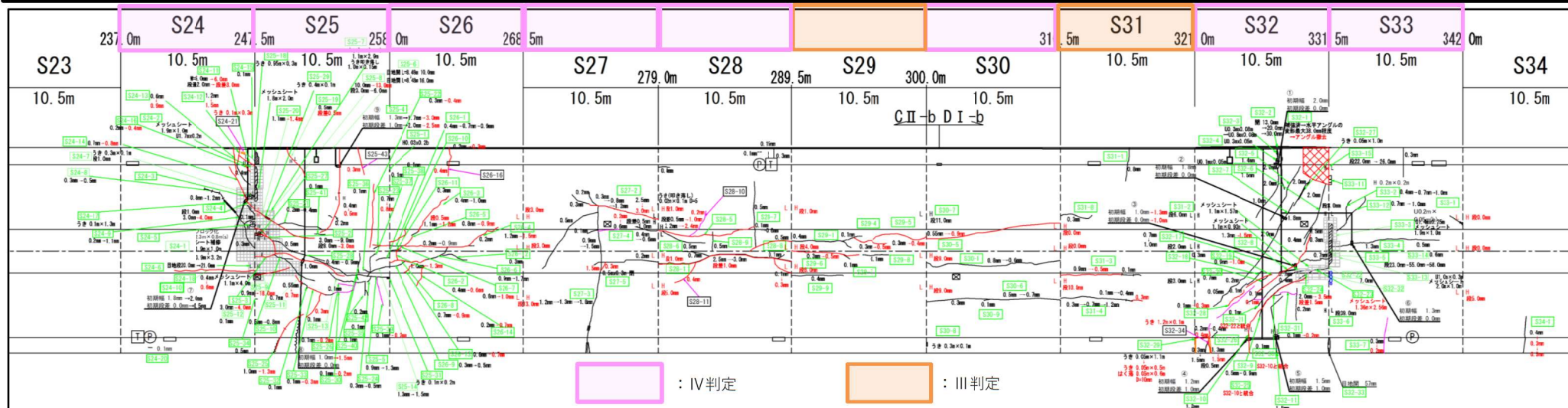
クラックは
インバートで
止まっている

D I - b標準断面図



4. 交通開放に向けた対策について_覆工コンクリートの対策区分

- 覆工コンクリートの対策範囲としては、覆工へのクラックが集中している箇所において、判定区分「IVまたはIII」の区間は対策が必要
- 対策範囲は、覆工へのクラックが集中し、判定区分「IVまたはIII」となる【S24～S33】（L=約100m）とする



■凡例（対策区分）

IV：利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、緊急に対策を講じる必要がある状態

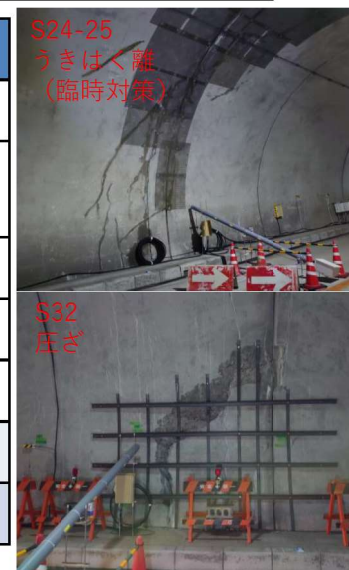
III：早晚、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、早期に講じる必要がある状態

II a：将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的な対策を必要とする状態

II b：将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、監視を必要とする状態

I：利用者に対して影響が及ぶ可能性がないため、措置を必要としない状態

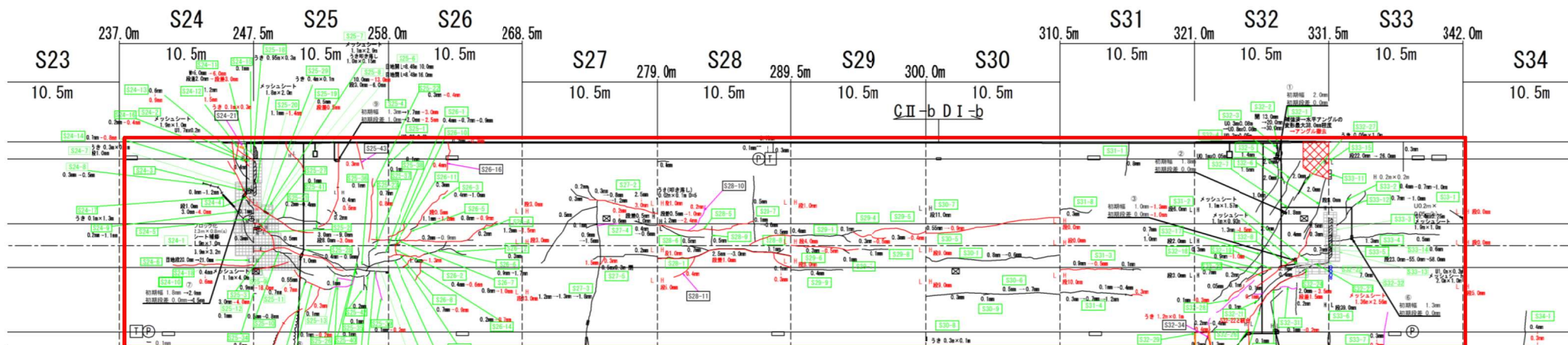
覆工No	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34
ひび割れ	—	III	IV	III	IV	IV	III	III	II a	IV	III	II b
ひび割れ 集中度	—	15.1	52.0	19.8	14.3	28.6	15.6	20.5	10.2	51.3	10.6	—
圧ざ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	IV	—	—
うきはく離	—	IV	III	—	—	—	—	II b	—	II a	IV	—
変形	—	IV	—	IV	III	III	III	IV	III	IV	IV	—
判定区分	I	IV	IV	IV	IV	IV	III	IV	III	IV	IV	II b
対策範囲		←									→	



4. 交通開放に向けた対策について_想定メカニズムに基づく補修方針

- 覆工損傷による機能低下及びはく落の可能性があるので、はく落対策工も兼ねた対策を行う
- 対策工法の選定は、支保材による保持対策（鋼アーチ支保工）、覆工内面の補強対策、覆工改築対策の3案とする

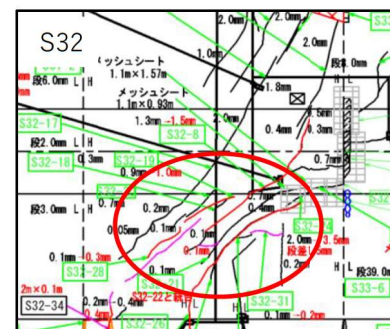
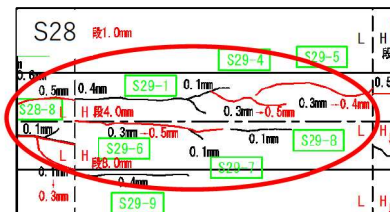
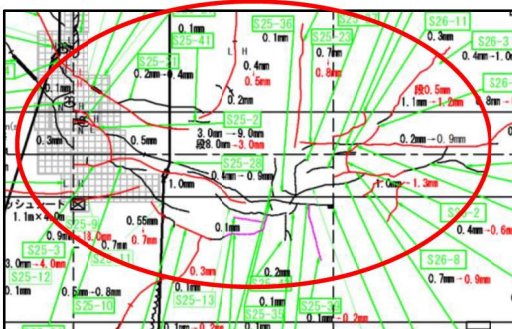
○変状の発生状況



- ・覆工コンクリートの表面はひび割れが密集して発生しており、変状の進行により、ブロック化し、はく落片として、被害を与える恐れがある。
- はく落対策工が必要

ブロック化、はく落の危険性（例）

S24,25,26



○対策工の選定

はく落防止の対策に適用できる工法を下表より選定

- ①支保材による保持対策
- ②覆工内面の補強対策
- ③覆工改築対策

対策の区分			対策の分類	対策工の種類	
外力	はく落防止	漏水			
	○		支保材による保持対策	補強セントル工	鋼アーチ支保工
			覆工内面の補強対策	内面補強工	繊維シート補強工 格子筋補強工 成型版接着工 鋼板接着工
	△			内巻補強工	吹付け工 場所打ち工 プレキャスト工 埋設型枠・モルタル充填工 鋼材補強工
○	△	△		覆工改築対策	覆工改築工
					部分改築工、全面改築工

4. 交通開放に向けた対策について_想定メカニズムに基づく補修方針

○対策工案として、支保材による保持対策（鋼アーチ支保工）、覆工内面の補強対策、覆工改築対策の比較検討を実施

○比較の結果、下記理由により**支保材による保持対策（鋼アーチ支保工）**とする

- ・施工性、経済性共に他案より優位であり、早期の交通開放が可能である
- ・支保工間よりクラック等の変状進行性などの監視が目視等で可能である

	①		②		③	
対策の分類	支保材による保持対策		覆工内面の補強対策		覆工改築対策	
対策工	鋼アーチ支保工		PCL工法		覆工縫い返し	
対策方針	現状機能不全とされる覆工に鋼アーチ支保工を設置		現況機能不全とされる覆工にPCL版を設置		現況機能不全とされる覆工を縫い返し	
前提条件	覆工損傷による機能低下に対応する はく落対策工も兼ねる		覆工損傷による機能低下に対応する はく落対策工も兼ねる		現状機能不全に陥った覆工の現況復旧	
工法			 <p>参考写真 出典：PCL工法 PCL協会</p>		 <p>参考写真 出典：八郎山 トンネル</p>	
道路幾何構造	計画支保工幅で建築限界を確保可	◎	計画PCL厚さで建築限界を確保可	◎	竣工当初の建築限界を確保できる	◎
変状の視認性	継続観察できる（支保工間）	○	継続観察できない	△	継続観察できない	△
はく落対策	支保工間は金網・ネット工と併用することで対策可能	○	覆工面が改修されるため、不要	○	覆工面が改修されるため、不要	○
施工性	鋼アーチ支保工の設置と脚部の固定であり、 施工性が良い	◎	PCL版の脚部固定モルタル、PCL版の設置、裏込め注工など複数工種があり、最も施工に時間を要する	△	既設覆工のはつり作業から覆工の巻き直しが必要であるため、1案に比べ、施工に時間を要する	○
経済性	210(107)百万円※ 鋼アーチ支保工と脚部の固定であり、最も経済性が良い	◎	250(127)百万円※ PCL版が施工費の半分以上を占め、経済性で中位となる	○	330(168)百万円※ 覆工コンクリートの巻き直しに必要なセメントが施工費の約半分を占め、最も高価である	△
評価	施工性、経済性ともに優位 支保工間から継続監視が可能で変状の進行等の監視ができる	◎ (採用)	施工性、経済性が第1案に劣る 覆工の全面にPCL版を設置するため、変状の進行を監視できない。	△	施工性、経済性が第1案に劣る 既設覆工と同等まで復旧可能だが、変状の進行を監視できない。	○

※事業費ベース（カッコ書きは直接工事費）

4. 交通開放に向けた対策について_工法(鋼アーチ支保工)

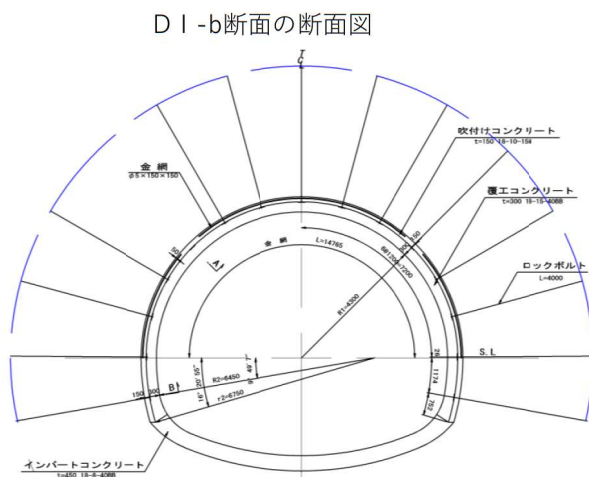
- ロックボルト（プレートの反り等）の変状が確認されたことから、トンネル覆工周辺の地山にゆるみが発生している可能性も考えられることから、土圧（ゆるみ荷重）+覆工コンクリートの自重を支持できる【鋼アーチ支保工の規格と配置】とした
- 支保工間のはく落対策には、耐荷重量が大きく、小片はく落にも対応できるFRPメッシュを選定する

○解析フロー

- ・鋼アーチ支保工の荷重は下の①②③とする。
- ・許容応力度を満足できるように、鋼アーチ支保工の規格と配置を設定する。

- ① **自重(鋼アーチ支保工)** ・単位体積重量：77.0kN/m³
- ② **自重(覆工コンクリート)** ・単位体積重量：23.0kN/m³
- ③ **土圧(ゆるみ荷重)** ・単位体積重量：23.0kN/m³
・側方土圧係数：0.5
・ゆるみ層厚：4.0m

- ・ゆるみ層厚（4.0m）について



はつり調査の結果、
ロックボルトのプレートに
引張による変形を確認

↓
D I -b断面のロックボルト長
の4.0mが緩んだ領域と想定

↓
4.0mの鉛直土圧と側方土圧を
考慮する

-----：ロックボルトの想定緩み領域

○鋼アーチ支保工の規格（照査結果）

- ・構造計算の結果、鋼アーチ支保工の規格と配置で許容応力度を満足することを確認した。

鋼アーチ支保工	
規格	配置
H-200×200	1.00m

箇所	発生応力度 (N/mm ²)	許容応力度 (N/mm ²)	判定
1 (天端)	115.3	140.0	OK

○鋼アーチ支保工間のはく落対策

- ・鋼アーチ支保工間のはく落対策は金網ネット工を併用する。
この工法の中でも、最も耐荷重量が大きく、網目が細かい
(小片はく落にも対応ができる)「FRPメッシュ」を採用する。



参考：FRPメッシュ

4. 交通開放に向けた対策について_監視・観測を合わせた交通開放

○交通開放にあたり、監視項目と通行止め基準を設定する

○通行止め基準値の超過が確認された場合、ただちに通行止めを行い、臨時点検を実施する

■ 交通開放時の監視体制（案）

監視対象	項目	計測箇所	通行止め基準値	備考
気象条件	降雨量	浜当目雨量計	40mm/時間 連続雨量100mm	斜面崩壊後に経験した雨量による
	地震時	焼津、駿河区	震度4以上	道路パトロール実施要領（静岡県）
トンネル外	孔内傾斜計	斜面上部2箇所	—	1回/月程度の観測を継続
	坑内水位	斜面上部2箇所	—	観測を継続
	伸縮計	斜面1箇所	2mm/時間以上を2時間連続 4mm/時間以上	地すべり観測便覧（社団法人斜面防災対策技術協会）
	傾斜計	斜面3箇所	—	温度による日変化が大きいため参考値とする
トンネル内	パイプ歪計	坑内6箇所	2×10^{-3} strain/日	地すべり観測便覧（社団法人斜面防災対策技術協会）
	亀裂変位計	坑内9箇所	0.04mm/時間、0.13mm/日	斜面崩壊時の最大変化量による
	支保工ひずみ計	2断面	短期許容応力度を超過 (SS400の場合： $\sigma_s=210\text{N/mm}^2$)	S24～S25/S32～S33で各1断面
全般	時系列干渉SAR	大崩海岸	—	静岡側を含めた周辺斜面の変状について継続監視
	目視点検	3回/月	落石・崩壊の発生、路面亀裂、・構造物変状等が確認された場合	
	大崩総点検	1回/年		
	総合判断	変状発生時	気象、観測結果、現地確認結果を総合的に判断する	

県道静岡焼津線（静岡市駿河区石部～焼津市浜当目L=5.1km）の雨量による事前通行止基準は、従前通り「連続雨量100mm」（用宗又は中港雨量計）

4. 交通開放に向けた対策について_交通開放に向けたロードマップ

○今回、地すべり面の特定、トンネル変状発生メカニズム解明、トンネル対策工等の決定がなされたことから、
トンネル対策工事を実施していく

