

地盤検討委員会議事要旨

日 時：平成17年8月11日(木) 9:30～11:30

場 所：KKR ホテル熊本 2階 城彩の間

出席者：中村浩之委員長、岩尾雄四郎委員、吉松弘行委員、安田成夫委員、平野勇委員、
吉田等委員、藤澤和範委員、光成政和委員

議 事

(1) 調査地の地形・地質解析

- ・瀬目トンネル周辺の地形・地質の概要について説明がなされた。
- ・現在までに実施された地表踏査およびボーリング調査結果により、調査地の地質は上下流部を硬質な砂岩の尾根によって区切られ、その間に相対的に軟質な砂岩粘板岩互層が分布している。
- ・トンネルの上部斜面においてトンネルに直交するように設けられたA-B測線では深部方向に主として砂岩粘板岩互層が分布し、やや亀裂の多いCL級岩盤と亀裂の少ないCM級岩盤が交互に現れ、いくつかの深度において亀裂の最も多いD級岩盤を挟んでいる。また、川辺川の流向に対して直交するよう設けられたA-A'測線上位標高部では深部までCL級岩盤が厚く分布し、その深部にD級岩盤が存在している。
- ・深部のD級岩盤の分布状況および、性状について今後更に調査が必要であると判断された。

(2) 調査地の地盤変動解析

- ・トンネル覆工の変状発生後、平成13年度から実施された大深度ボーリング孔における地盤変動について説明がなされた。
- ・孔内傾斜計の計測結果によると、平成14年度以降変位の累積傾向が認められる孔があるが、反面、明瞭な変動の認められない孔もある。累積傾向が認められる場所の岩盤はいずれもD級岩盤である。
- ・累積傾向の認められる位置は50～90mと深い所にあり、年平均変位はわずかである。現在までの資料では降雨等との関係は認められず、また加速傾向が認められないので、今後、急速な地盤変動が生じる可能性は極めて小さいと判断された。
- ・地盤変動の範囲は明確にはおらず、範囲を特定するための調査が必要であると判断された。

(3) 調査計画

- ・上記(1)と(2)の議論を踏まえ、調査計画が提案され、次項の点を追加検討することで了承された。
- ・地盤変動の機構解明のため、トンネル変状計測と地盤状況との関係の把握、地表面における地形地質調査、地表変状の状況について、調査する必要がある。

(4) その他

- ・調査計画に示された調査の結果がある程度まとまった段階で、次回委員会を開催することとした。

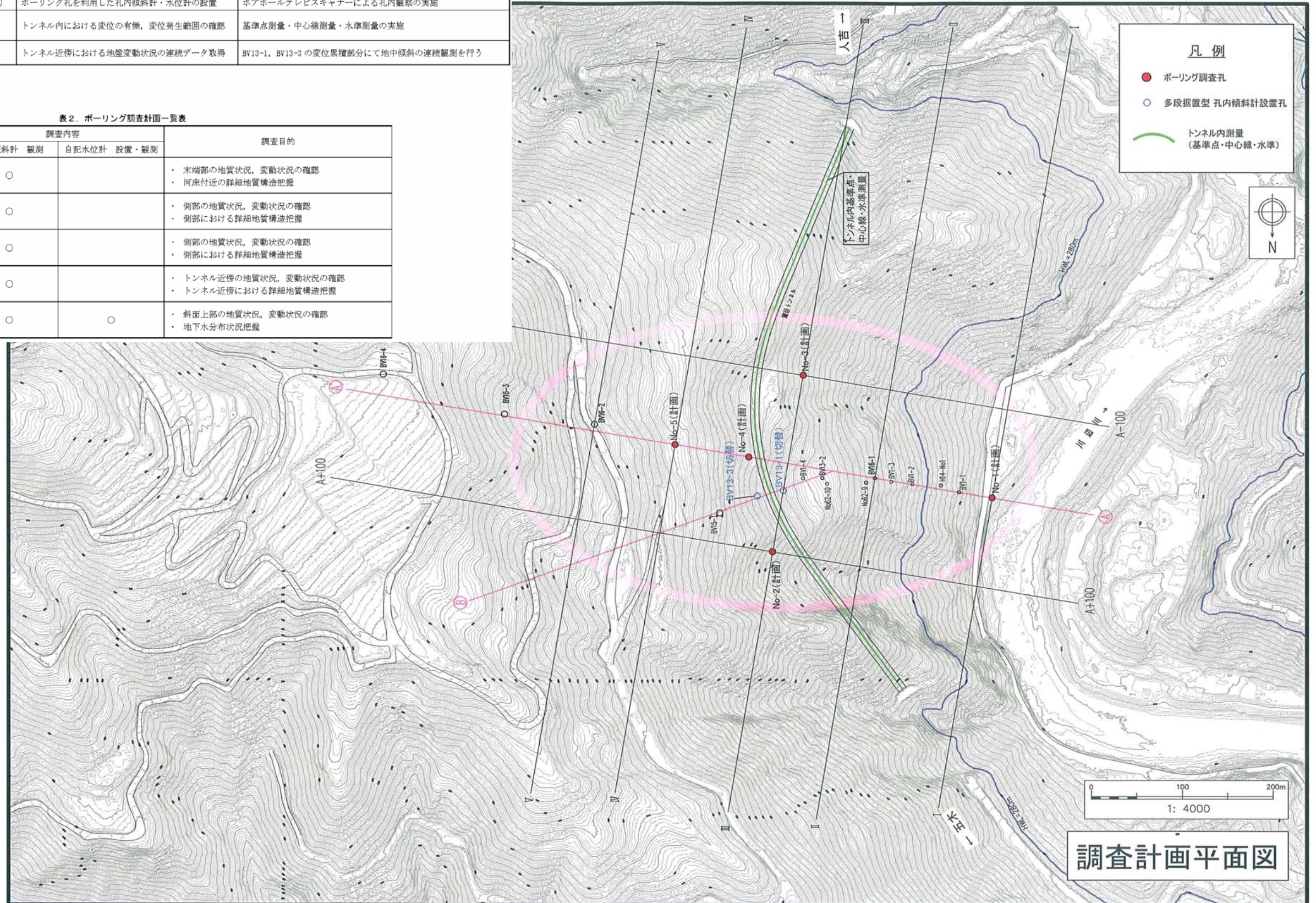
地盤検討委員会要旨について

表1. 調査計画一覧表

調査種別	項目	数量・頻度	目的	方法
地形・地質調査	広域地形・地質調査	一式	最新の地質学的知見に基づく地質構造の見直し	地形解析・地表地質踏査の実施
	ボーリング調査	5孔 (詳細は表2参照)	地山内部における地質構造の詳細な把握 ボーリング孔を利用した孔内傾斜計・水位計の設置	高品質サンプリングの実施 ポアホールテレビカメラによる孔内観察の実施
計器観測・測量	トンネル内測量	年2回程度の頻度で実施	トンネル内における変位の有無, 変位発生範囲の確認	基準点測量・中心線測量・水準測量の実施
	据置型孔内傾斜計設置	2孔	トンネル近傍における地盤変動状況の連続データ取得	BV13-1, BV13-3の変位累積部分にて地中傾斜の連続観測を行う

表2. ボーリング調査計画一覧表

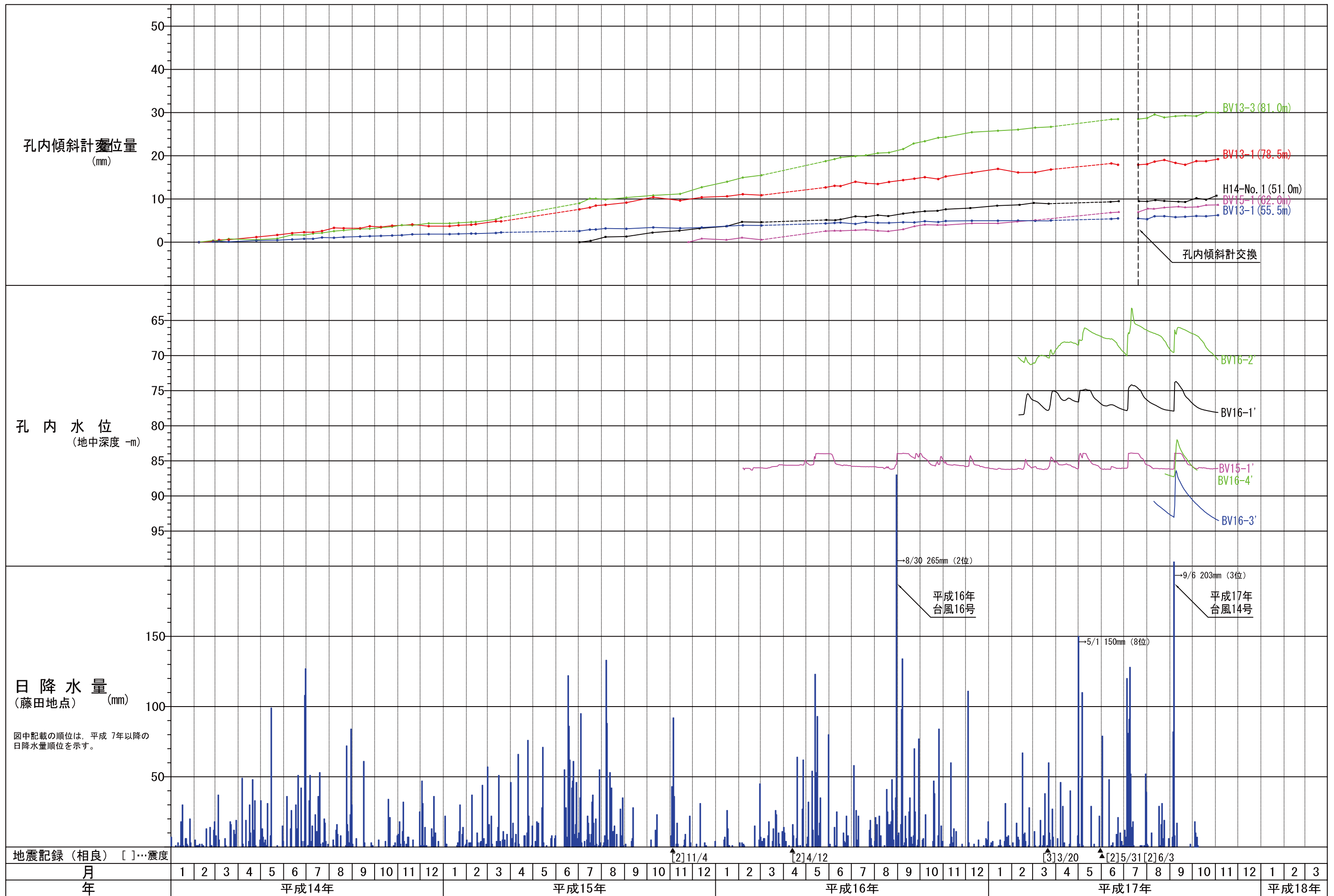
項目	番号	調査内容		調査目的
		孔内傾斜計 観測	自記水位計 設置・観測	
ボーリング調査	No-1	○		・ 末端部の地質状況, 変動状況の確認 ・ 河床付近の詳細地質構造把握
	No-2	○		・ 側部の地質状況, 変動状況の確認 ・ 側部における詳細地質構造把握
	No-3	○		・ 側部の地質状況, 変動状況の確認 ・ 側部における詳細地質構造把握
	No-4	○		・ トンネル近傍の地質状況, 変動状況の確認 ・ トンネル近傍における詳細地質構造把握
	No-5	○	○	・ 斜面上部の地質状況, 変動状況の確認 ・ 地下水分布状況把握



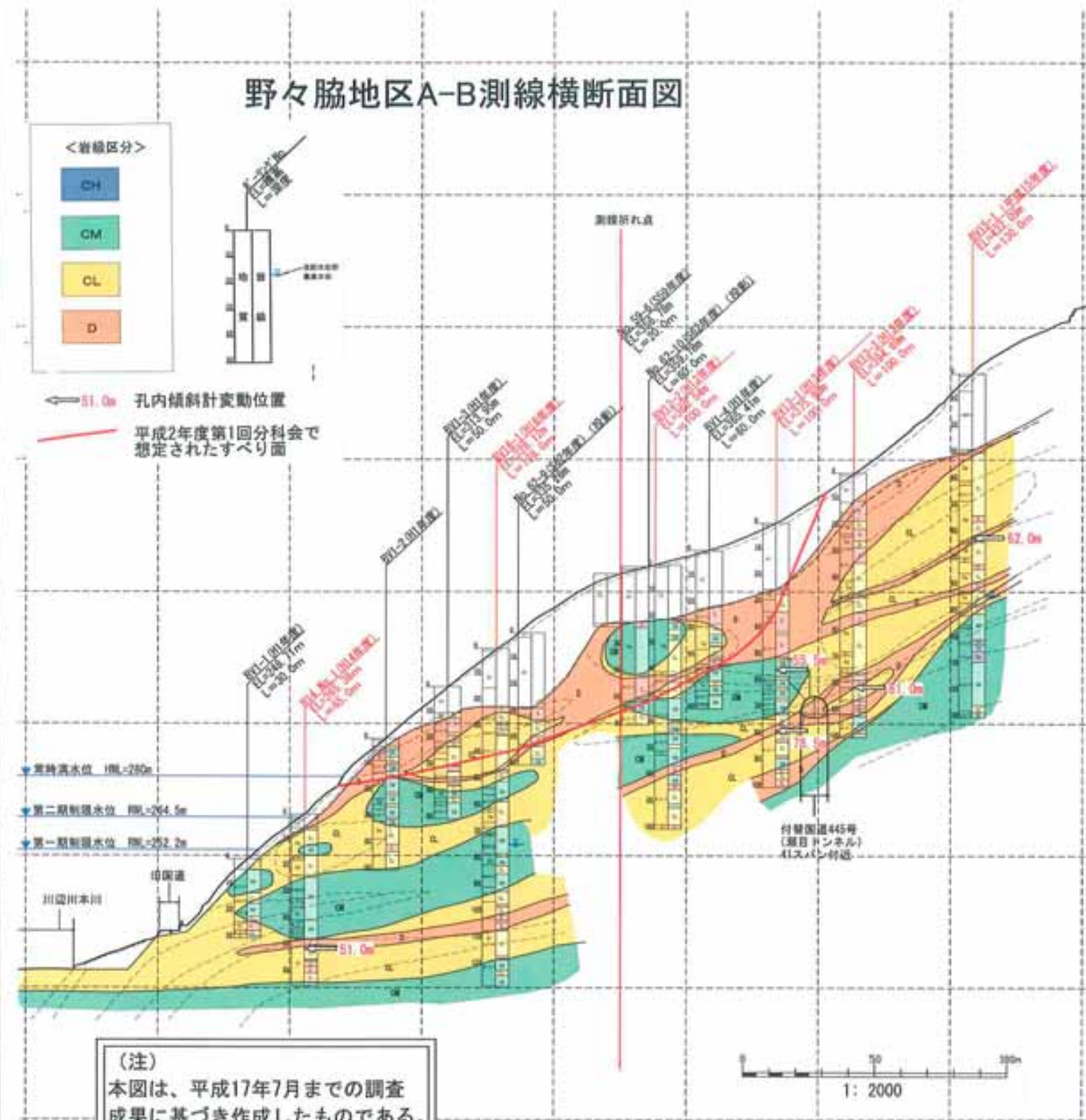
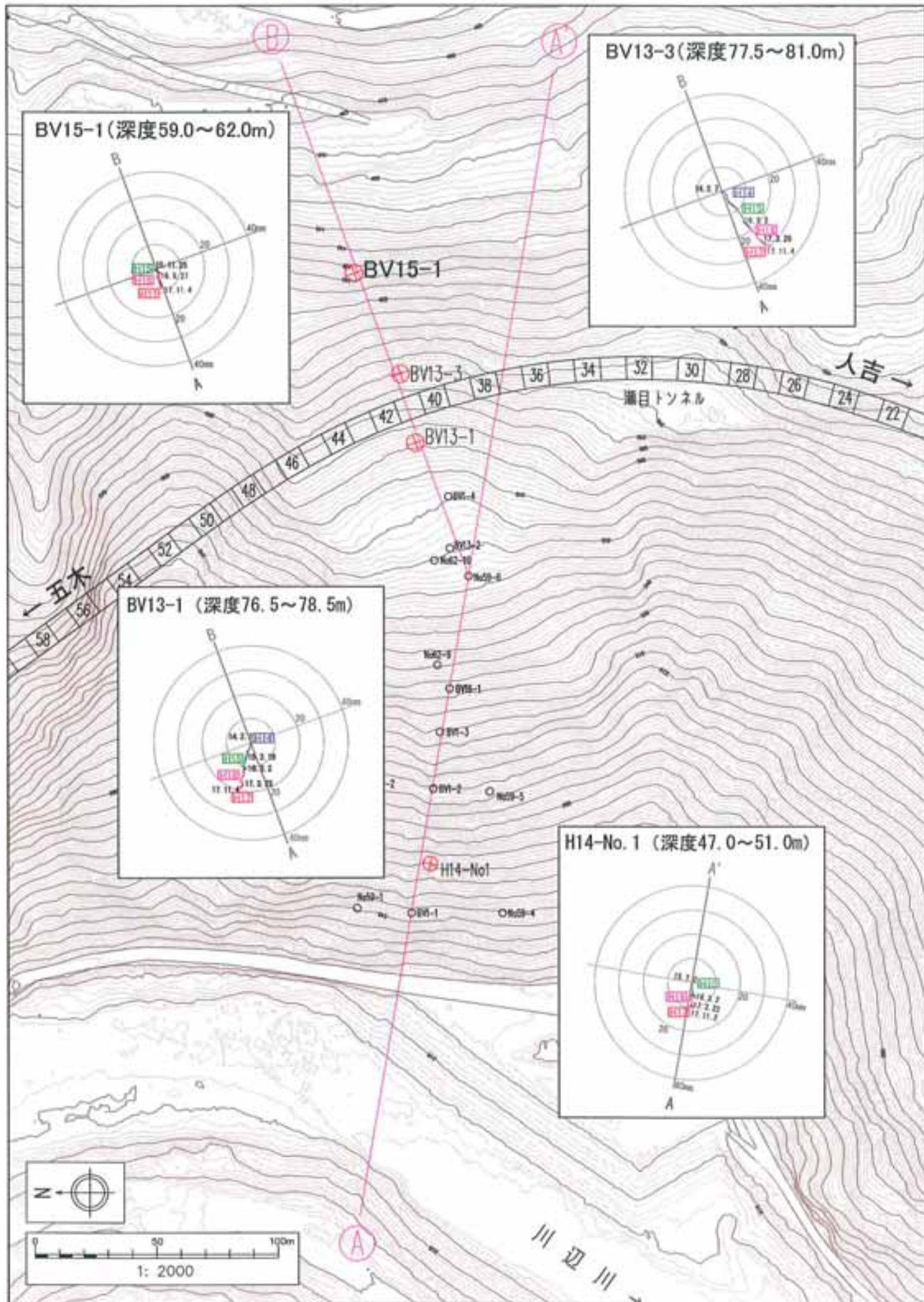
トンネル内計器変動一覧表

変動の状況(H17.6以降)

<p>光ファイバー 変位計</p> <p>位置:40スパン 計器番号:No.1~7</p>	<p>↑ 引張 mm ↓ 圧縮</p>		<p>6月21日に40スパンNo.7にて警報の発生基準値を超える変位(引張変位)が記録された。</p> <p>No.7の変位の発生とほぼ同時期にNo.6にて変位(引張変位)が記録されている。</p> <p>6月24日に光ファイバー変位計:40スパン、No.7を一時撤去し、その後再設置し、9月2日から監視再開した。</p> <p>9月7日の約200mm/日の降雨に対し、各計器では特出するデータは得られていない。</p> <p>光ファイバー変位計:42スパン、No.1は、8月31日に撤去した。</p>
<p>光ファイバー 変位計</p> <p>位置:41スパン 計器番号:No.1~7</p>	<p>↑ 引張 mm ↓ 圧縮</p>		<p>9月7日の約200mm/日の降雨に対し、各計器では特出するデータは得られていない。</p> <p>光ファイバー変位計:42スパン、No.1は、8月31日に撤去した。</p>
<p>光ファイバー 変位計</p> <p>位置:42スパン 計器番号:No.1~7</p>	<p>↑ 引張 mm ↓ 圧縮</p>		<p>光ファイバー変位計 警報の発生基準値 ①0.5mm/1分 ②1.0mm/1時間 ①、②のいずれかに該当した場合に警報が発生する</p>
<p>トンネル内 応急対策工</p>			<p>※金網設置(H13年:41~42スパン)</p>
<p>排水量</p> <p>位置:41,45スパン 計器番号:H14-NO4 H13-45L</p> <p>降水量</p>	<p>L/min mm</p>		
		<p>平成14年度 平成15年度 平成16年度 平成17年度</p>	



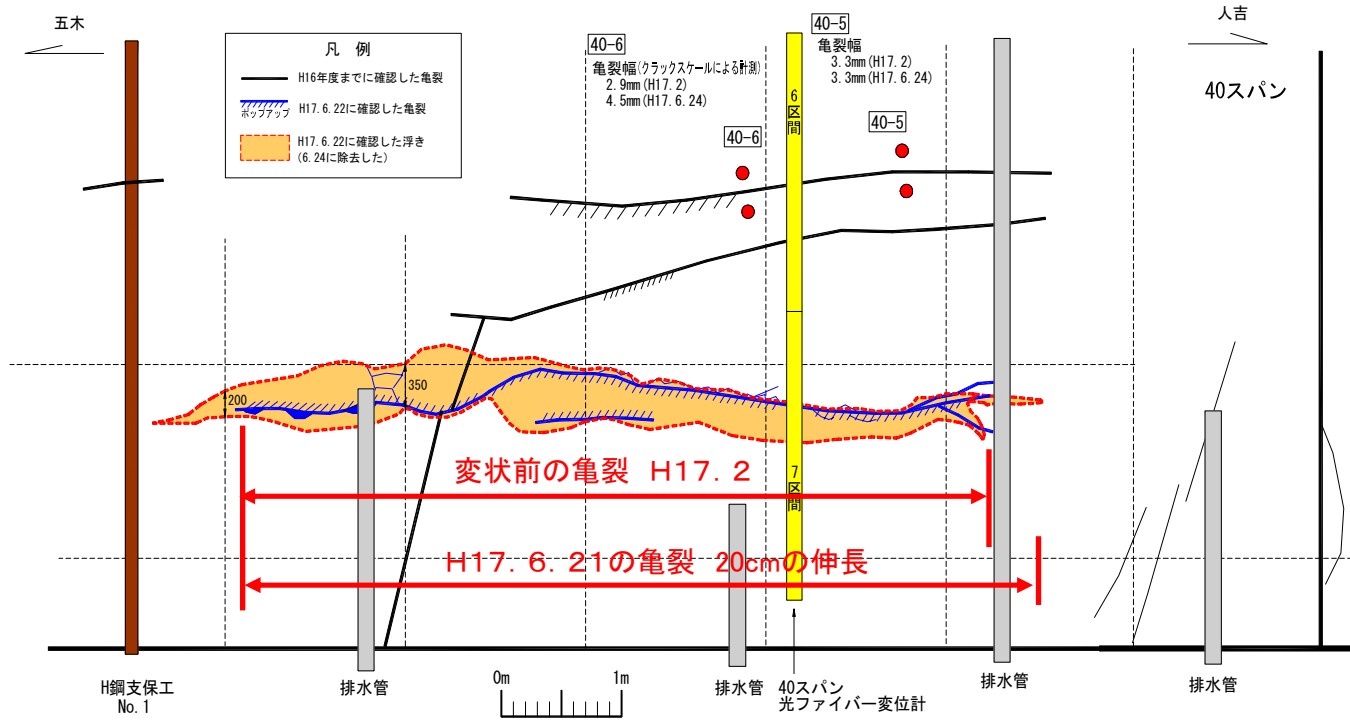
計器変動総括図



(注)
 本図は、平成17年7月までの調査成果に基づき作成したものである。今後の調査により、図の内容を変更することがある。

孔内傾斜計変位累積深度と方向

H17, 6. 21剥離の状況について



H17.6.22撮影

H17.10撮影
 H鋼・金網および
 40スパン光ファイ
 ー変位計No.7の
 設置完了後



H17.10撮影

6/21 剥離の状況の観察

覆工のクラック観察	・40スパンの山側にて、6/21の亀裂長さは、前回調査時より人吉側に20cm程度伸長していた。
剥離コンクリート叩き落とし後の観察	・ハンマーにて叩き落としたコンクリート厚は最大8cm程度であった。(叩き落とした後の亀裂は視認できなかった) ・剥離した亀裂より上方の縦断方向亀裂の幅は、H17.2月の観測時から約1.6mm開口していることを確認した。(2.9mm → 4.5mm:40-6亀裂)
周辺地山の状況	・斜面上方の村道瀬目線、更に上部の開墾地へ至る道路沿いでの変状は確認されなかった。 ・旧国道山側擁壁の亀裂部の測定結果についても、変位は確認されなかった。



H17.6.22撮影



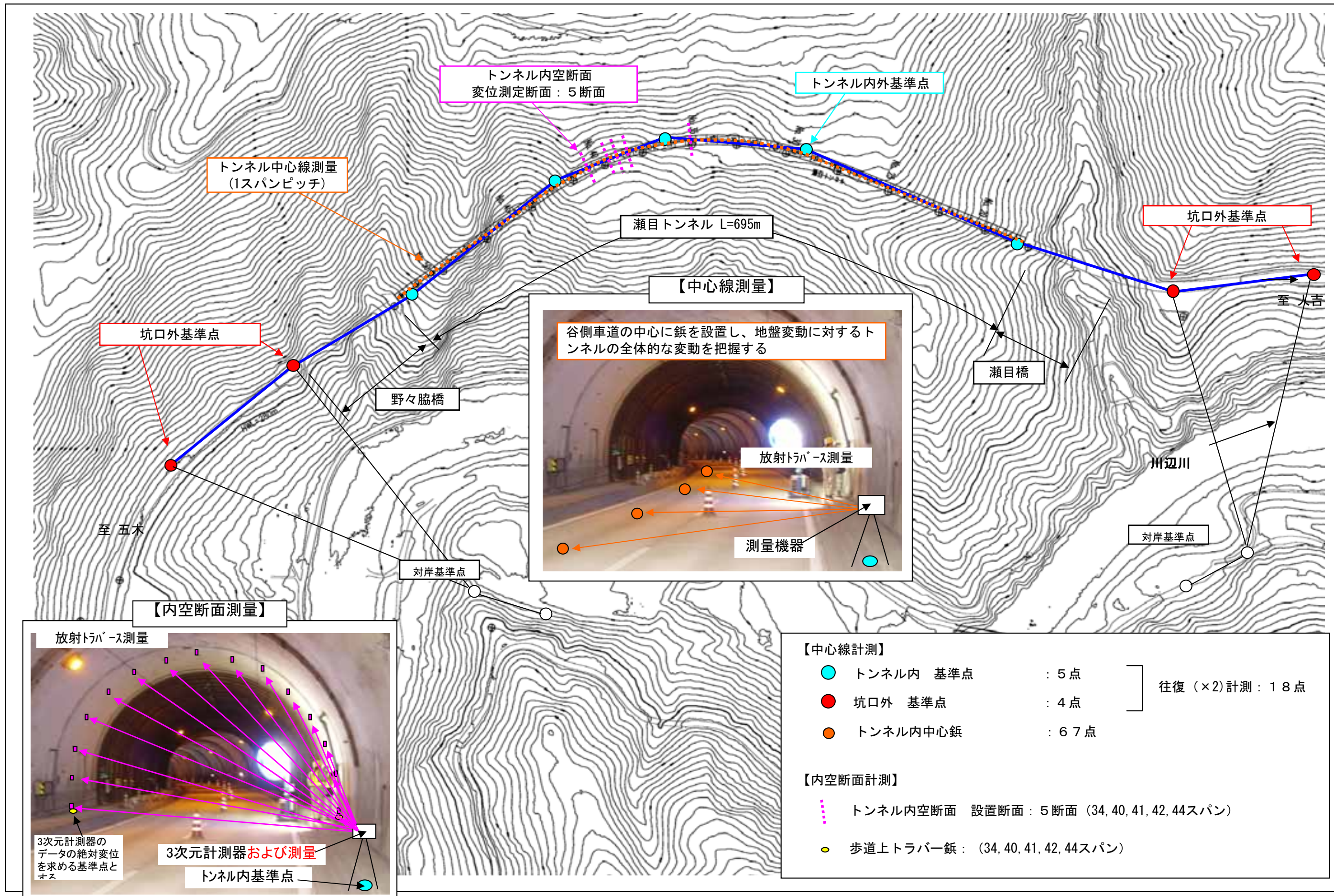
H17.10撮影

40スパン剥離状況

「第1回瀬目トンネル検討委員会」の意見とその対応

対象	意見の内容	対応結果	備考
トンネル全体	トンネルの中心線の移動の調査を行う必要がある。	[結果] トンネル外部の定点から、高精度の測量を定期的に行い延長方向の全体的な移動・沈下を把握する。	(P- 8)
トンネル内計測	光ファイバー変位計の変位量と降雨の関係に相関はあるか。	[結果] 水位の上下動に呼応する変位量の変化は確認されなかった。	(P- 3)
	光ファイバー亀裂計の設置された根元のコンクリートが浮いていないか確認すること。	[結果] 光ファイバー亀裂計2箇所及び42スパン変位計の第1断面は、固定部コンクリートの剥離を生じて計測の目的を果たさないため撤去する。 また、40スパンの6/21の剥離箇所の光ファイバー変位計は再設置により適正化を図った。	(P- 9)
	光ファイバー変位計の警報基準について、チェックする必要がある。	[結果] 過去の警報発令時の状況から、現行基準の半分の値としてもより多くの変状や剥離を確認できないため、現行基準は適性であると判断される。	(P- 3)
	亀裂の累積増加傾向や一定状態などの評価・判定手法として、AE（アコースティックエミッション）の活用も考えてみてはどうか。	[結果] 現段階では、亀裂の増加傾向や地盤の動きについて、亀裂調査および直近のボーリング孔を利用した傾斜計の常時観測により判断していきたいと考えている。	
	H鋼支保工に歪みゲージ張って、H鋼に係る荷重を測定するのはいかがか。	[結果] 現段階では、覆工から受ける荷重状態及びH鋼の耐力確認について、覆工・H鋼支保の状態変化・内空変位計測・光ファイバー変位計により判断していきたいと考えている。	
トンネル内監視・管理	・基準値による判定手法の外に、観測データのトレンド・傾向に注意して管理することも必要である。 ・亀裂の進行度合いを管理する方法としては亀裂密度によるものがある。	[結果] 亀裂密度は1スパン毎で算出することで、トレンドとして各スパンの変状の進行状況を把握することが可能。 また、計測器のデータからは、現在まではトレンドとして扱えるものは確認されていない。	(P- 10)
	クラックの長さ・伸びについては、現地での管理が可能な手法を取る必要があるのではないか。	[結果] 重点的に管理する必要があるクラックを選定し、マーキングによる管理を行い、異常時などに現地確認をすることで、トンネルの状態把握を行う。	(P- 11)
	40スパンの亀裂については、監視機器の追加が必要ではないか。	[結果] 40スパンは、剥離が生じたため応急対策工事を実施した。 また、光ファイバー変位計も正常な作動状態に再設置したので機器の追加は行わない。	
応急対策	観測の異常が出たら補強することで、安全を確保していくことが大事である。 その意味から40スパンの山側のせん断クラック出現に対しては、H鋼支保工設置の必要がある。	[結果] H17.6.21の警報（No40スパン）を受け、40スパンの支保工設置及び金網設置による剥落対策を実施。（H17.10実施）	(P- 12)
	現在の金網の隙間から小さいコンクリートの落下を防ぐため、網目の小さい金網の利用を考えた方がよい。	[結果] 通行の安全を確保するため、剥落対策として金網を設置した部分についてはビニルシートによる被覆（38～40スパン車道上）を実施。（H17.10実施）	
	38～39スパンについては、剥落対策が必要ではないか。	[結果] 38, 39スパンについては、金網・ビニルシートによる剥落対策を実施。（H17.10実施）	
対応体制	警報が鳴った時の対応・体制が一番重要である。 過去の警報発生時の対応を整理すること。	[結果] 第1回委員会後に発生した警報についての対応状況は下記のとおり。 H17.6.21平日16:15警報発生 ・川辺川ダム第二出張所職員の現地到着：約10分後 ・地元道路維持業者の現地到着：約30分後 ・振興局職員の現地到着：約1時間後	

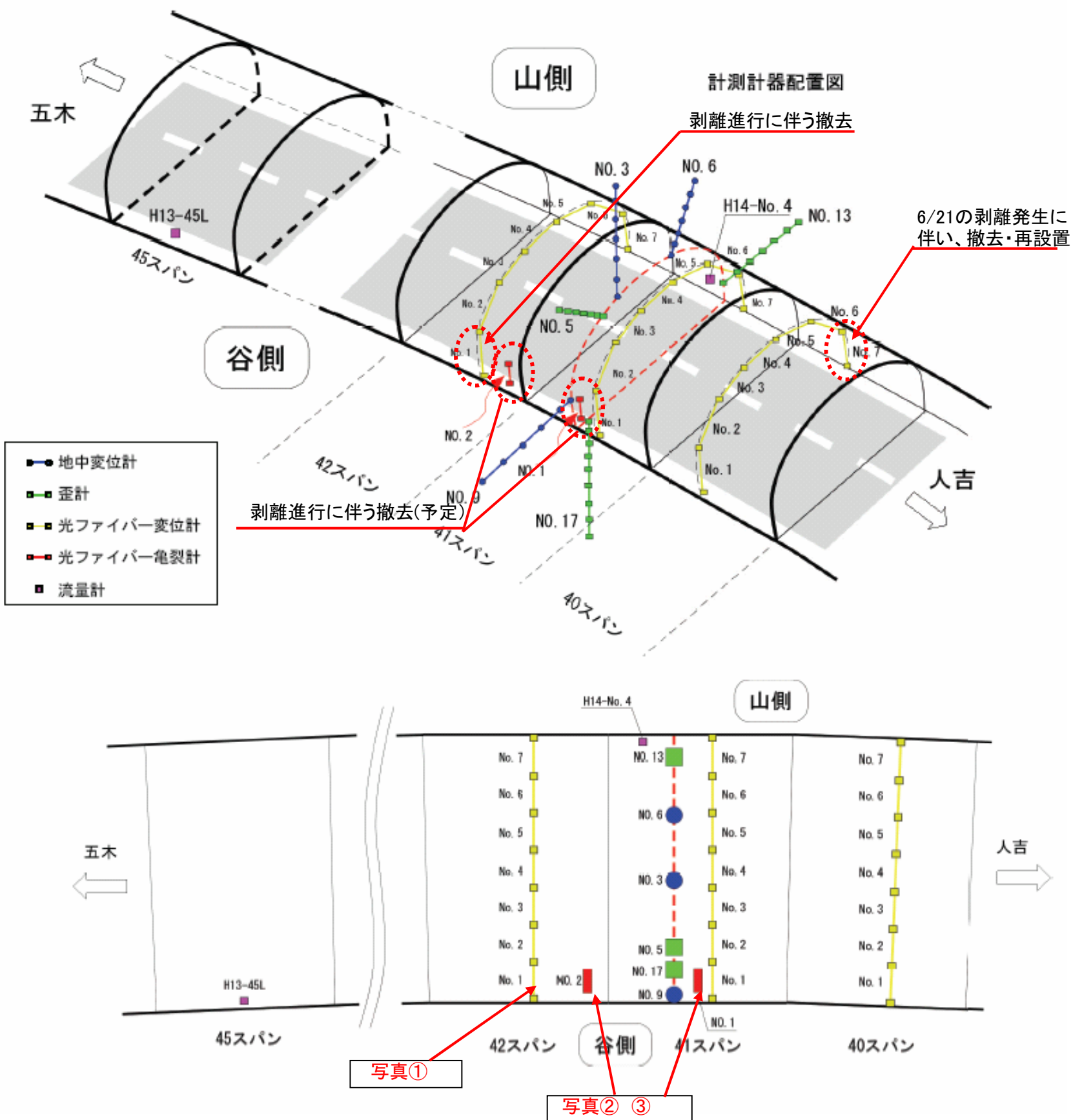
第一回委員会意見とその対応



トンネル中心線測量

光ファイバー計測器の点検結果

瀬目トンネルにおいては、現在光ファイバー計測器にて常時観測を行っているが、特に42スパン谷側のセンサーにおいて、コンクリート剥離を計測している値が得られていることから、今般、計測器の点検及び撤去、計測固定点の打音点検を行った。



○結果

写真①: 第3断面(42スパン)No1センサー部分。コンクリート剥落部を計測しており、再設置は困難であるので撤去。



42スパンの谷側に設置しているクラック変位計については、点検の結果はコンクリート剥落部に設置されていることから、撤去を予定。

写真②: No1亀裂計



写真③: No2亀裂計

コンクリート剥落部の計測

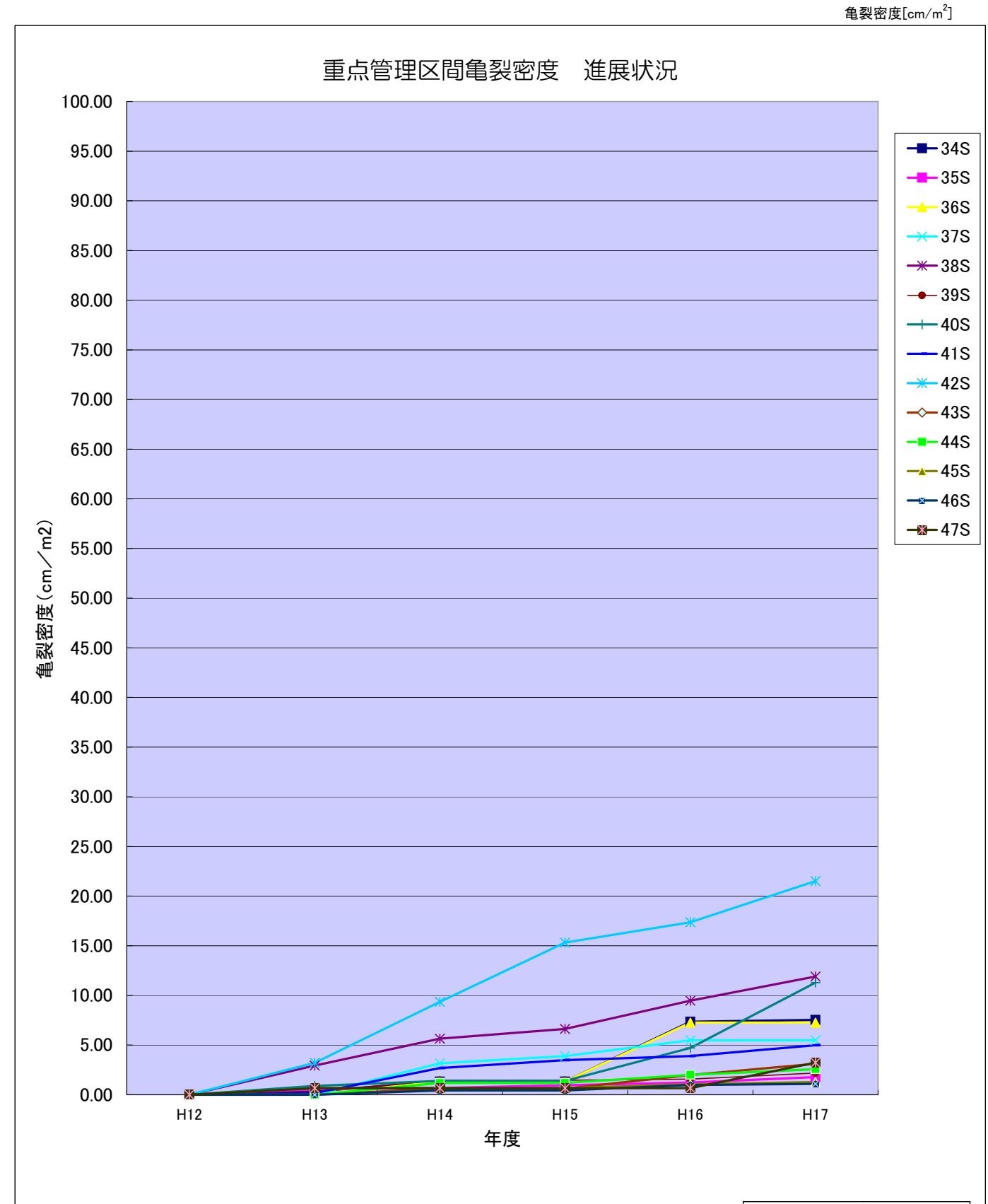
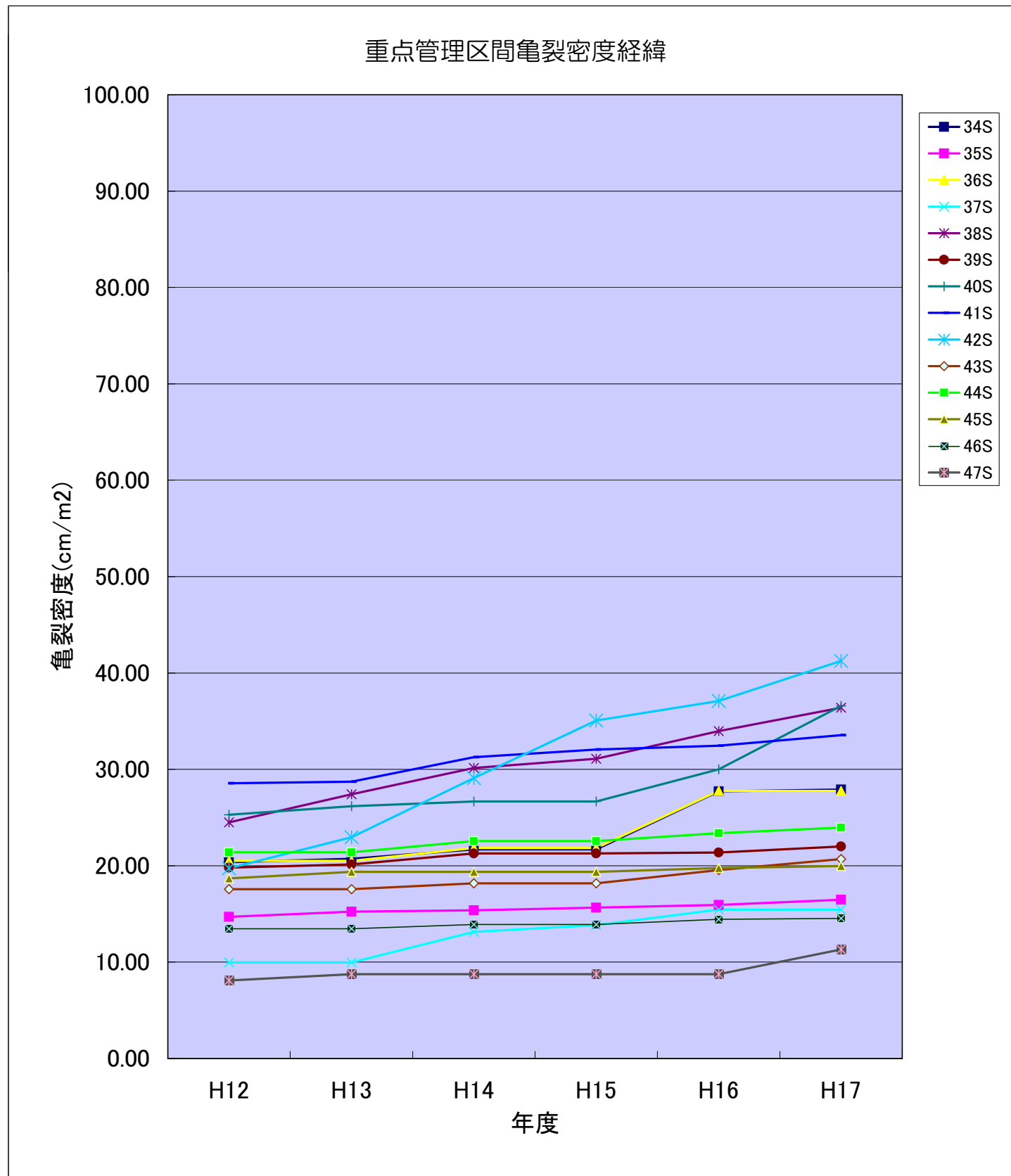


※その他の箇所については、固定部等の浮きはなく、計器状況も正常であった。

光ファイバー計測器の点検結果

亀裂密度について

・亀裂密度については、スパン毎での亀裂密度進展等を把握することにより、トレンドの状態把握を行う。また、亀裂密度と亀裂の種類や形状等も判断しながら応急対策の判定区分を行うこととする。



亀裂密度

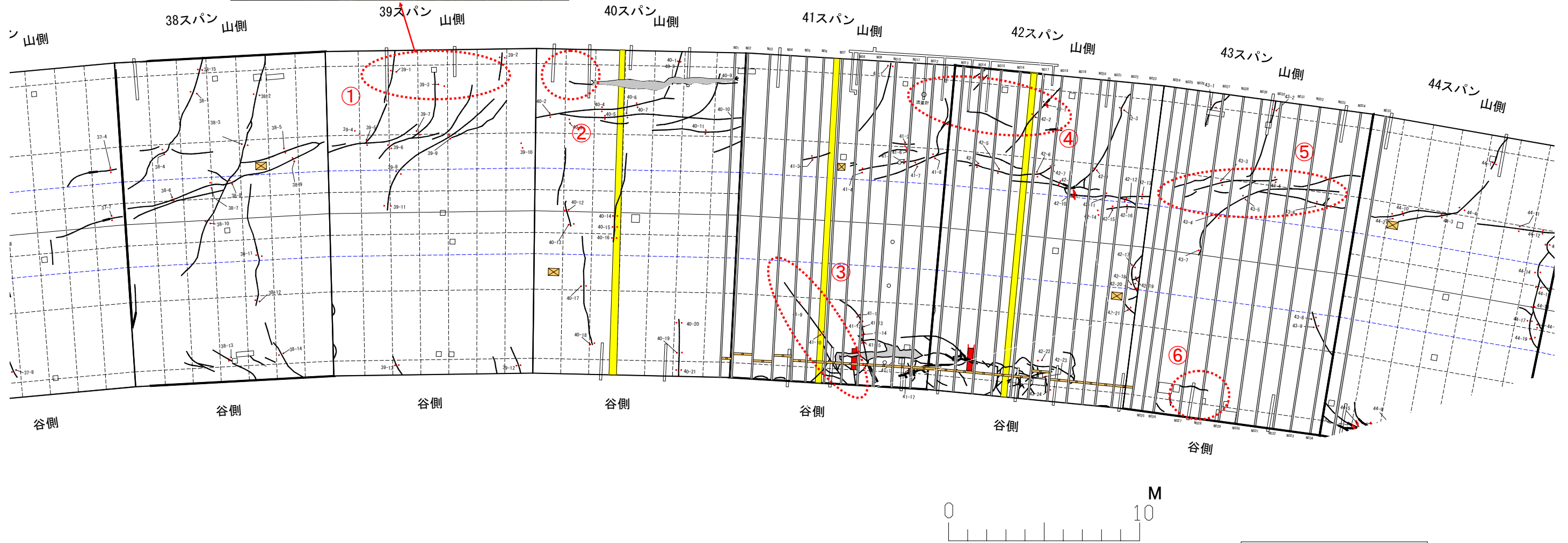
重要監視亀裂

重点監視亀裂 現地状況



重要監視亀裂の選定理由

位置	位置	選定理由
39スパン 山側	①	微細な亀裂が確認されている箇所である。隣接の40スパン山側の変状と初期段階形態が類似していることから、経過観察が必要と判断した。
40スパン 山側	②	コンクリート剥離が生じた箇所の人吉側端部であり、剥離の進展がないかを確認する目的で選定した。
41スパン 谷側	③	構造上変状が出やすい肩部から側壁部に位置しており、変状も多く発生していることから、経過観察が必要と判断した。
42スパン 山側	④	微細な亀裂が確認されている箇所である。その後、亀裂が長くなってきていることから、経過観察が必要と判断した。
43スパン 山側	⑤	構造上変状が出やすい肩部に位置しており、周辺は変状も多く発生していることから、経過観察が必要と判断した。
43スパン 谷側	⑥	微細な亀裂が確認されている箇所である。その後、亀裂が長くなってきていることから、経過観察が必要と判断した。



重点監視クラックの選定

応急対策の実施状況について

38・39スパン

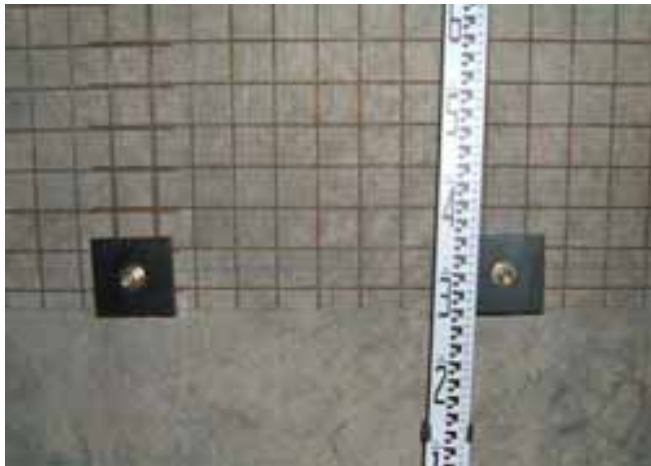
シート張設置範囲 (W=7.4m)
(車道幅員を確保 縁石鉛直上)



40スパン



①金網設置状況



金網
材質: 鋼材(SS400 φ3.2mm)
網目: 5cm×5cm

②ビニールシート設置状況



シート張
材質: ビニール(繊維入り)

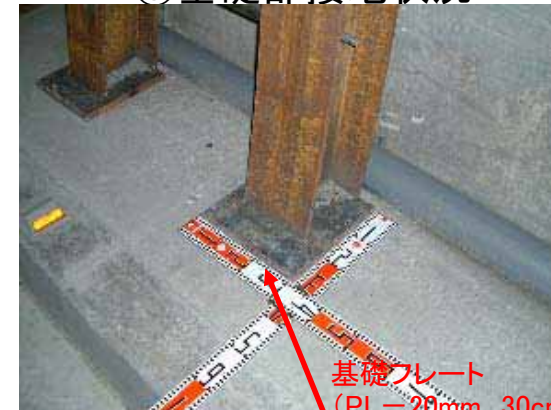
①H鋼支保



②H鋼連結(タイロッド)



③基礎部接地状況



④くさび設置状況



応急対策の実施状況について

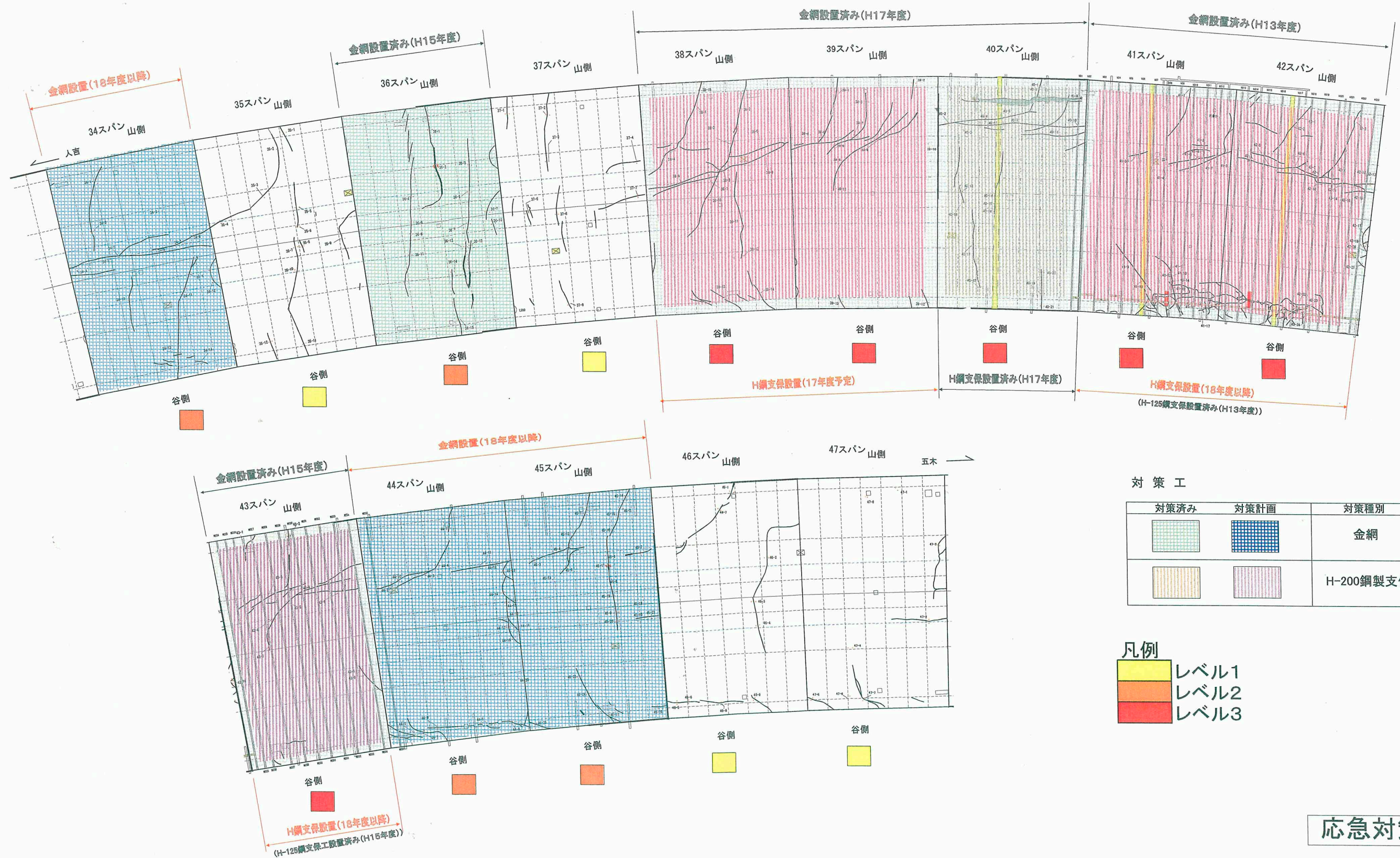
今後の調査

調査対象		調査名称	区分	計測頻度	適用の判断等
トンネル 本体に関する調査	覆工 表面	光ファイバー変位計	実施中	常時	継続して計測する。42スパンのNo1は固定部剥離のため撤去。
		亀裂観察	実施中	2回/年	継続して調査を行う。
	断面 線形	内空変位測定	実施中	2回程度/年	継続して調査を行う。
		中心線測定	委員会意見	2回程度/年	トンネル全体の広範囲な地盤挙動の有無や傾向等のデータが取得可能。
トンネルの 周辺地盤に関する調査	地盤	地中歪計	実施中	常時	継続して調査を行う。
		地中変位計	実施中	常時	継続して調査を行う。
		孔内傾斜計	実施中 (地盤検討委員会)	2回/月 (常時)	BV13-1・BV13-3は据付型孔内傾斜計の設置により常時観測を行う。他の既調査箇所は今までどおり継続。
		地質調査ボーリング	実施中 (地盤検討委員会)	常時	広域的な地盤状況把握するためには、地質調査ボーリングの追加が必要。(H17年度:全5孔を調査)
		広域地形・地質調査	実施中 (地盤検討委員会)	1回/年 適宜	トンネル変位計測と地盤状況との関係を把握する上で、地表面における地形地質調査、地表変位の状況について調査を実施する。
	地下水	日降雨量	実施中	常時	継続して調査を行う。
		地下水位測定	実施中 (地盤検討委員会)	常時	既設調査箇所は継続。新たな地質調査ボーリング箇所(5孔)のうち1孔に水位計を設置し観測を行う。
		流量測定	実施中	常時	継続して調査を行う。

今後の管理

	項目	対策の基本方針等	備考
監視 点 検	重点監視亀裂	・変位計警報時および地震・集中豪雨後において、重点監視亀裂について、目視点検によりひび割れの変状等を確認する	
	判定区分	判定区分の内容	
		<ul style="list-style-type: none"> ・レベル1・・・監視を行う。 ・レベル2・・・計画的な対策要。 ・レベル3・・・早急な対策要。 	
	亀裂密度	判定区分	判定の目安
・レベル1		20cm/m2未満	
・レベル2		20以上～30cm/m2未満	
	・レベル3	30cm/m2以上	
	※瀬目トンネルの現状を考慮して定めたものである。		
応 急 対 策	金網、ビニールシート の設置	判定の区分	
		レベル2	
H鋼支保の設置	判定の区分		※亀裂の種類(せん断亀裂等)や形状等を考慮し判定する。
	レベル3		
緊 急 時 の 対 応	連絡体制	・警報を受けた場合、球磨地域振興局、国交省職員及び道路維持業者による連絡体制を構築している。	
	安全確保	平日昼間)警報を受けて、国交省職員の現地到着までに約10分、道路維持業者は約30分を要する。到着後、状況報告をもとに通行規制等について判断する。	
		休日・夜間)道路維持業者により現地到着は30分を要する。到着後、状況報告をもとに通行規制等について判断する。	
危機管理	現地状況に応じて通行規制等を行った場合の迂回路を設定する。		

応急対策



対策工

対策済み	対策計画	対策種別
		金網
		H-200鋼製支保

凡例

	レベル1
	レベル2
	レベル3

応急対策