

2. 能登有料道路崩壊箇所の地形地質の特徴と地質調査業協会の役割

2-1. 崩壊斜面の地形地質、盛土材料の特徴

2-2 盛土斜面の監視技術

2-3. 盛土部の水抜きボーリング工事

2-4. まとめ

石川県地質調査業協会 技術委員

中部地下開発(株)	牧 正人
アルスコンサルタンツ(株)	玉村 清文
(株)エオネックス	山田 信一
中部地質(株)	行野 修一

2-1.崩壊箇所の地形地質、盛土材料の特徴

沿線の地質

- ・穴水累層
安山岩及び同質の火碎岩類
(沿線は凝灰岩・火山礫凝灰岩・
凝灰角礫岩が主体をなす)
- ・浜田層
海成の泥岩・頁岩
- ・山戸田層
非海成の礫岩・砂岩・泥岩互層
- ・赤浦層
花崗岩由来の粗粒砂岩



崩壊現場の状況



被災直後



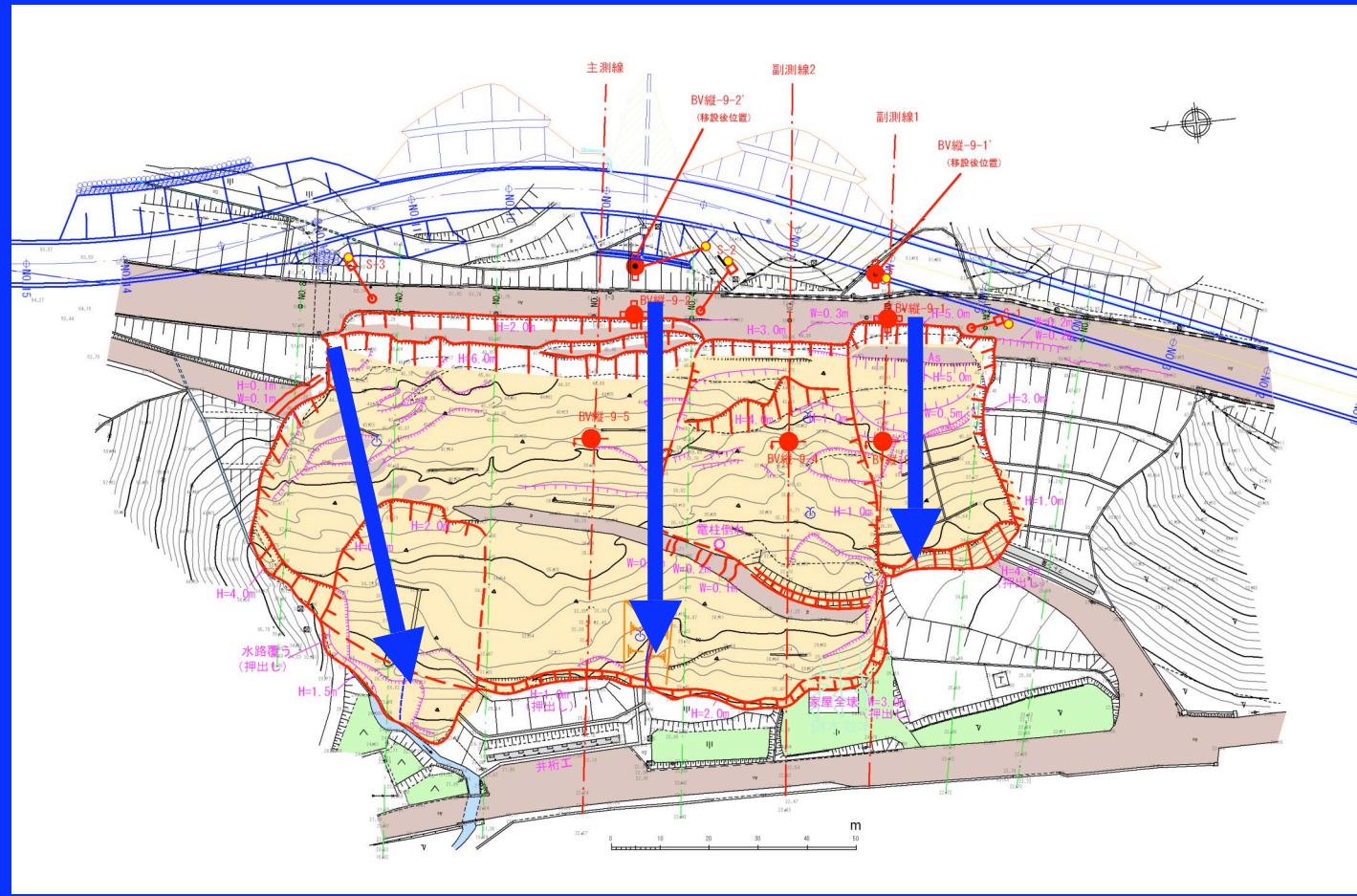
泥流化した崩壊土砂



盛土と旧表層との境界
からの湧水

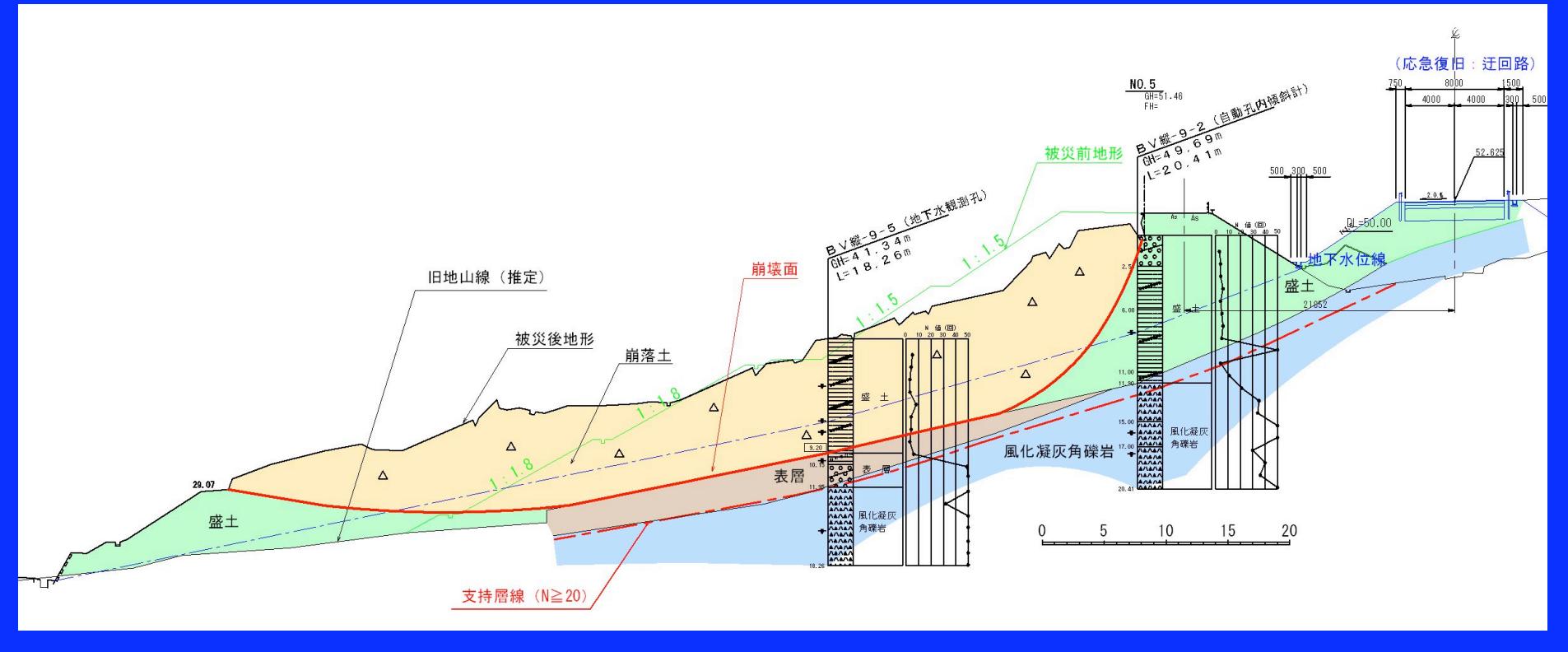
地形的特徴

- ・小規模な谷が盛土を横断している
- ・原地形が集水地形である
- ・全般に20m以上の高盛土となっている



崩壊断面図

- ・盛土と表層の境界にすべり面が生じた
地下水が盛土と表層の境界付近を流下
→ 境界付近の土が脆弱化



盛土の土性

- ・土質区分…高液性限界の「砂礫質シルト」「砂礫混じりシルト」

(凝灰角礫岩の強風化岩)

- ・含水比……平均52.5% (最適含水比に比べ10%高い)
崩落土砂は約60%

- ・強度特性…残存盛土

$$Cu=45.9 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi_u=3.3^\circ$$

締固度85%

$$Cu=10 \sim 23 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi_u=1 \sim 3^\circ$$

→ 路体盛土材に使用
するためには安定
処理が必要

石灰による改良を実施

配合量 30kg/m³ 5回転圧

$$Cu=44 \text{ kN /m}^2$$

$$\phi_u=24^\circ$$

2-2.盛土斜面の計測技術

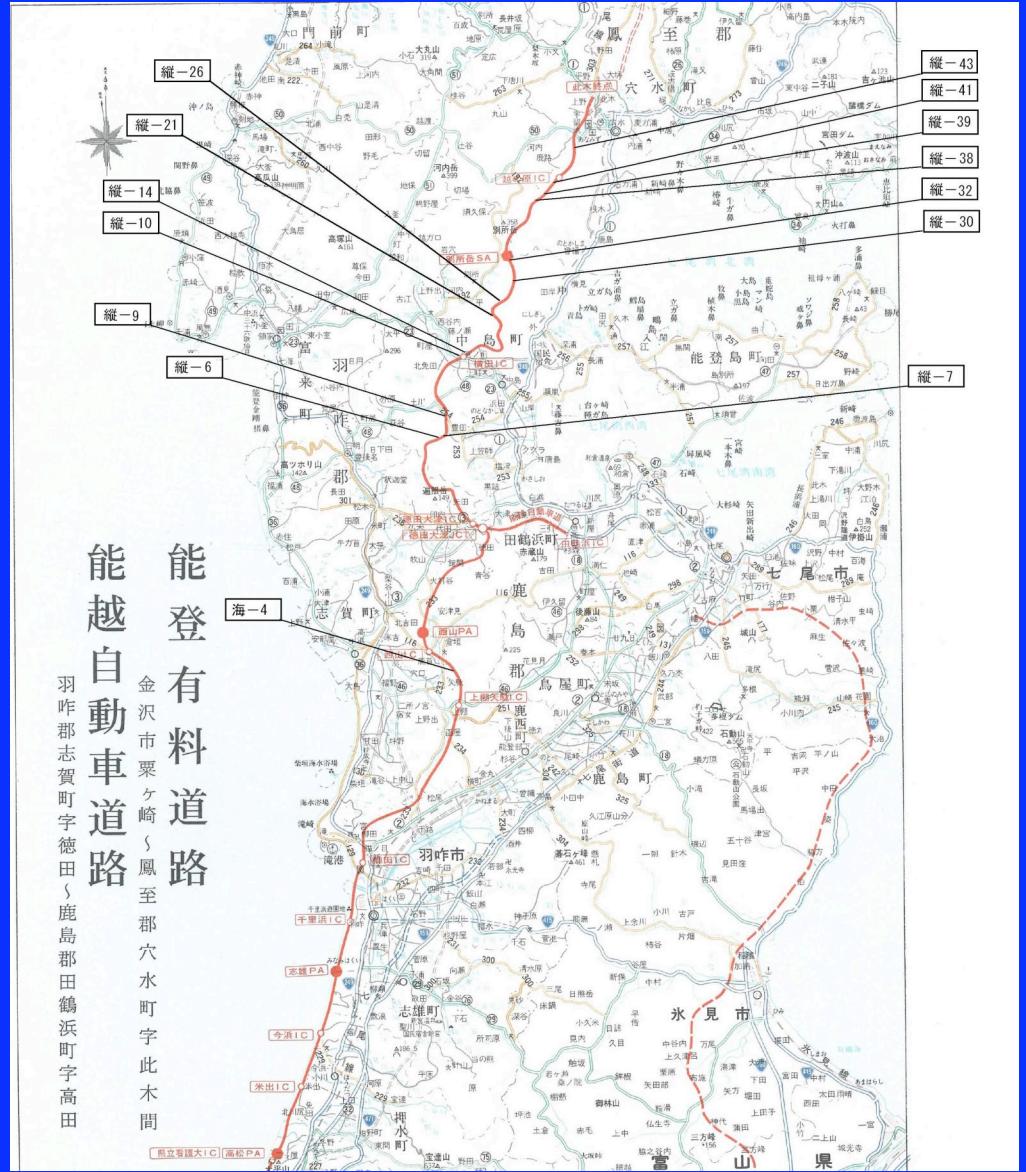
- ・目的

大規模崩壊箇所において余震や梅雨時及び豪雨時等における崩壊の再活動や拡大に対して

災害支援車両・一般車両等が通る迂回路の安全確保

仮復旧工事・本復旧工事における作業員の安全確保

大規模崩壊箇所計測機器による観測地点

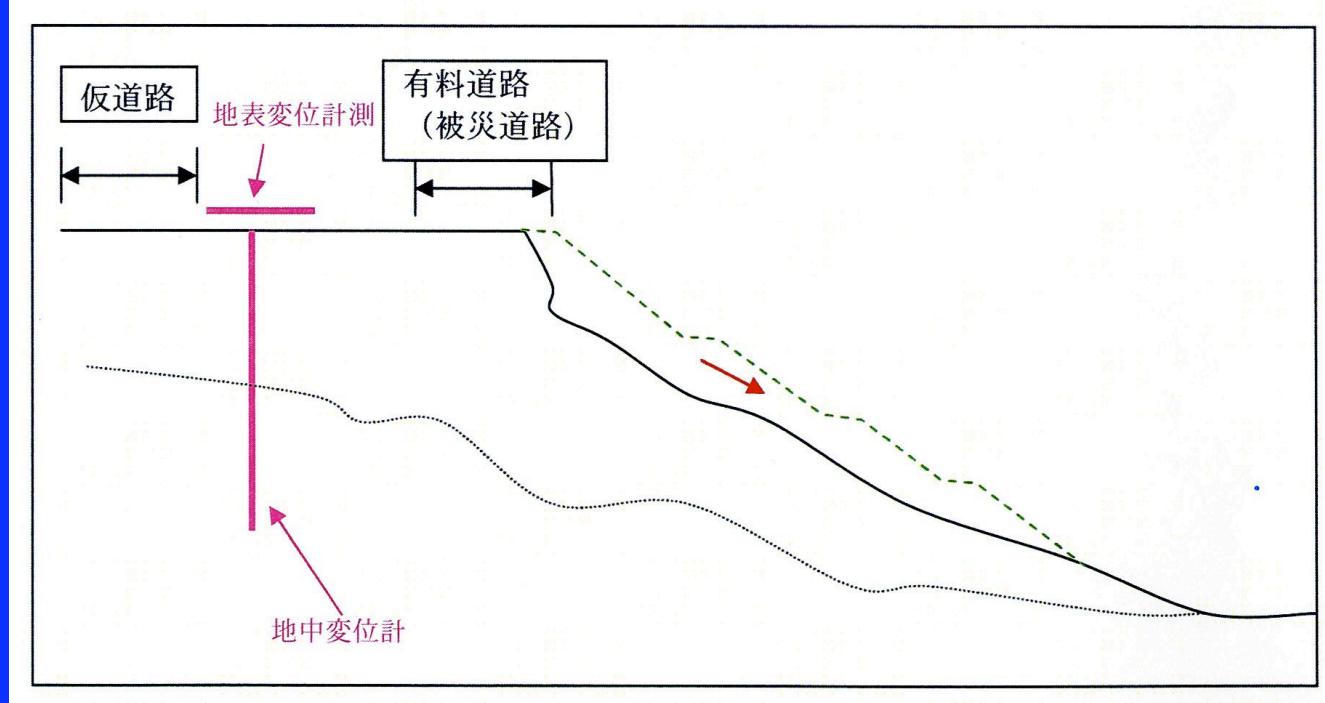


- ・縦貫道路 13箇所
- ・海浜道路 1箇所

・地表伸縮計	震災直後	4箇所
	本復旧工事時	15箇所
・鉛間計測	震災直後	7箇所
・定点観測	震災直後	7箇所
・孔内傾斜計	震災直後 (内3箇所は自動観測)	11箇所
・パイプ歪計	震災直後	2箇所
	本復旧工事時	4箇所
・地中伸縮計	震災直後	7箇所
	本復旧工事時	4箇所
・監視機器	公社パソコン	1台
	パトライト	23台
	サイレン	23台

大規模崩壊箇所に設置された計測機器一覧

箇所	NO.	キロポスト	計測器番号	地表計測機器			地中計測機器			監視機器	備考			
				地表伸縮計	紙間計測	定点観測	孔内傾斜計	パイプ式歪計	地中伸縮計					
1	緯-6	5.6	BV緯6-1				○多段式 I=22m (1m毎)			パトライト・サイレン 公社内パソコン パトライト1台 サイレン1台	孔内傾斜計は携帯電話回線による自動観測 公社にてモニター可 管理: (株) カナイワ			
			BV緯6-2											
			S緯6-1	◎ 1基										
2	緯-7	5.8	BV緯7-1					○ I=24m (1m毎)			管理: (株) エオネックス 東京コンサルタント(株)			
			S緯7-1・S緯7-2・S緯7-3	○ 3基 仮復旧後観測中止										
3	緯-9	6.3	BV緯9-1				○多段式 I=17m (1m毎) 本復旧工事に伴い撤去	○ I=12m (1m毎)	○ I=12m	パトライト3台 サイレン 3台	孔内傾斜計、その後パイプ歪み計は 携帯電話回線による自動観測 公社にてモニター可 管理: (株) エオネックス			
			BV緯9-2				○多段式 I=21m (1m毎) 本復旧工事に伴い撤去	○ I=15m (1m毎)	○ I=15m					
			BV緯9-3											
			BV緯9-4											
			BV緯9-5											
4	緯-10	10.6	緯10-1～5				○移動杭 (A測線5点)				管理: (株) ホクコク地水			
			BV緯14-1～5				○移動杭 (A測線5点)							
6	緯-21	14.7	BV緯21-1							パトライト1台 サイレン 1台	管理: (株) ホクコク地水			
			BV緯21-2											
			BV緯21-3				○挿入式 I=14m (0.5m毎測定)		○ I=14m					
			S緯21-1	◎ 1基			○ A測線10点 B測線3点							
7	緯-26	15.0	BV緯26-1							パトライト4台 サイレン 4台	管理: アルスコンサルタント(株)			
			BV緯26-2											
			BV緯26-3											
			BV緯26-4											
			BV緯26-5					○ I=10m (1m毎)	○ I=10m					
			BV緯26-6					○ I=10m (1m毎)	○ I=10m					
			S緯26-1・S緯26-2	◎ 2基	○ 路面亀裂4点									
8	緯-30	16.8	BV緯30-1					○ I=22m (1m毎)				管理: アルスコンサルタント(株)		
9	緯-32	17.7	BV緯32-1							パトライト2台 サイレン 2台	管理: アルスコンサルタント(株)			
			BV緯32-2											
			BV緯32-3				○挿入式 I=25m (0.5m毎測定)		○ I=25m					
10	緯-38	21.1	S緯32-1	◎ 1基	○ 路面亀裂3点					パトライト2台 サイレン 2台	管理: (株) ホクコク地水			
			BV緯38-1				○挿入式 I=17m (0.5m毎測定)		○ I=17m					
			BV緯38-2											
11	緯-39	21.6	S緯38-1	◎ 1基			○挿入式 I=13m (0.5m毎測定)		○ I=13m	パトライト6台 サイレン 6台	管理: (株) ホクコク地水			
			BV緯39-1											
			BV緯39-2				○挿入式 I=23m (0.5m毎測定)		○ I=23m					
12	緯-41	22.2	BV緯39-3				○挿入式 I=14m (0.5m毎測定)		○ I=14m	パトライト2台 サイレン 2台	管理: (株) ホクコク地水			
			BV緯39-4											
			BV緯39-5											
13	緯-43	24.0	BV緯39-6							パトライト2台 サイレン 2台	崩壊が本構造部に及んでいないため、地表伸縮計のみで対応する 管理: (株) 中部地質			
			S緯39-1・S緯39-2・S緯39-3	◎ 3基										
			BV緯41-1				○挿入式 I=7m (0.5m毎測定)		○ I=7m					
14	海-4	12.0	BV緯41-2							公社内パソコン	管理: (株) 中部地質			
			S緯41-1	◎ 1基										
			BV緯43-1				○ H鋼杭			公社内パソコン パトライト23台 サイレン 23台	監視機器に接続			
			S緯43-1・S緯43-2・S緯43-3	○ 1基 ◎ 2基			○多段式 I=18m (1m毎)							
				○震災直後: 4基 ○本復旧工事時: 15基	○震災直後: 7点	○震災直後: 24点	○震災直後: 11孔	○震災直後: 2孔 ○本復旧工事時: 4孔	○震災直後: 7孔 ○本復旧工事時: 4孔	公社内パソコン パトライト23台 サイレン 23台				
				○震災直後	○本復旧工事時					監視機器に接続				



基本的な監視計測方法模式図



地表伸縮計設置状況

能登有料道路復旧工法検討委員会 資料 より

各計測機器の管理基準（案）

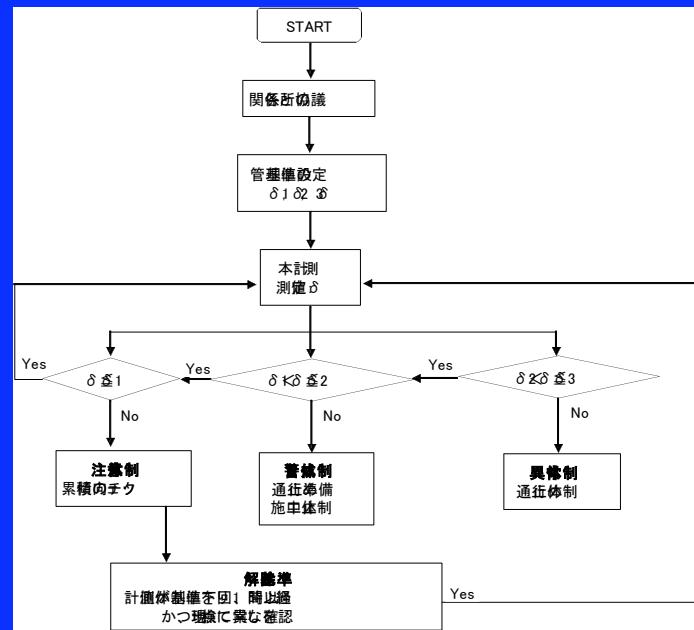
各計測機器の管理基準値（案）

体割分	計測器				
	孔傾斜	地盤縮 地伸縮	パオ録	鉛録測	移動
	24時間変位	1時間変位	24時間変位	1時間変位	24時間変位
注意制	2mm/2日以上累積	2mm/3日以上累積	50μ2日以上累積	2mm/3日以上累積	
警戒制 (通ぬ撃・ 施中体制)	5mm/日以上	2mm/時以上 【監機動】	100μ2日以上	2mm/時以上	50mm/日以上
異常制 (通ぬ撃)	10mm/日以上	4mm/時以上	200μ2日以上	4mm/時以上	100mm/日以上
解除準	計測器基準回復後 かつ現象に異な確認				

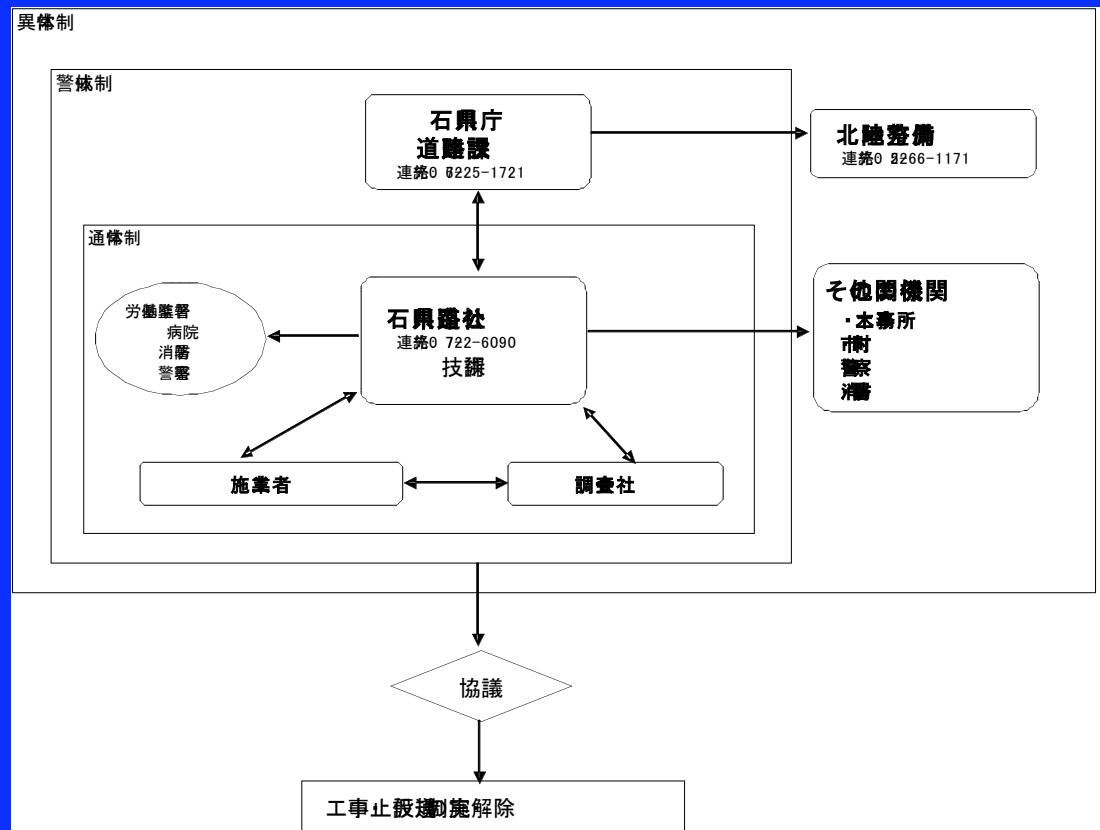
気象による管理基準値（案）

体割分	気象条件		
	雨量警報地	気象警報	計震度
注意制	時最大0 mm 連続 10 m	大雨警報 (警報) 1時間量0 m 3時間量0 m 24時間量5 m	震度満
警戒制 (通ぬ撃・ 施中体制)	時最大0 mm 連続 10 m	大雨報 (警報) 1時間量0 m 3時間量0 m 24時間量0 m	震度5強満
異常制 (通ぬ撃)	時連続0 mm 連続 20 m		震度強上
解除準	連続降雨量m	注報警報解除	余震警報解除

計測機器の管理手順及び連絡フロー

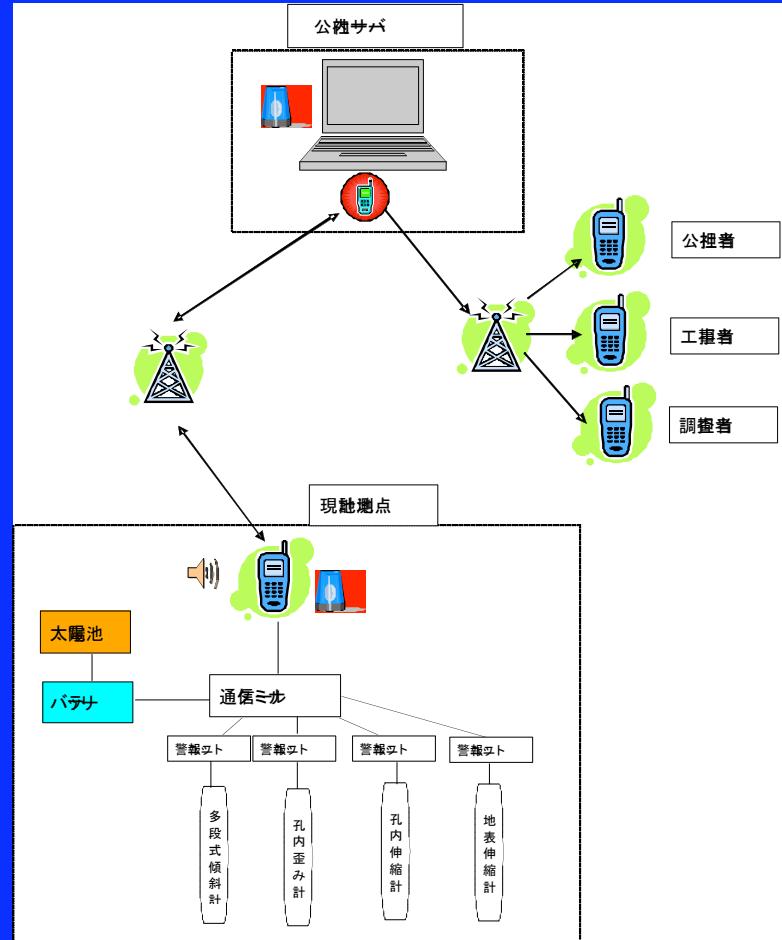


計測機器による管理手順



連絡体制フロー

縦一9における計測事例



縦一9計測監視システム



地震直後の機器設置状況



本復旧時の機器設置状況

2-3. 盛土部の水抜きボーリング工事

道路暫定供用日までの 緊急水抜きボーリング工事

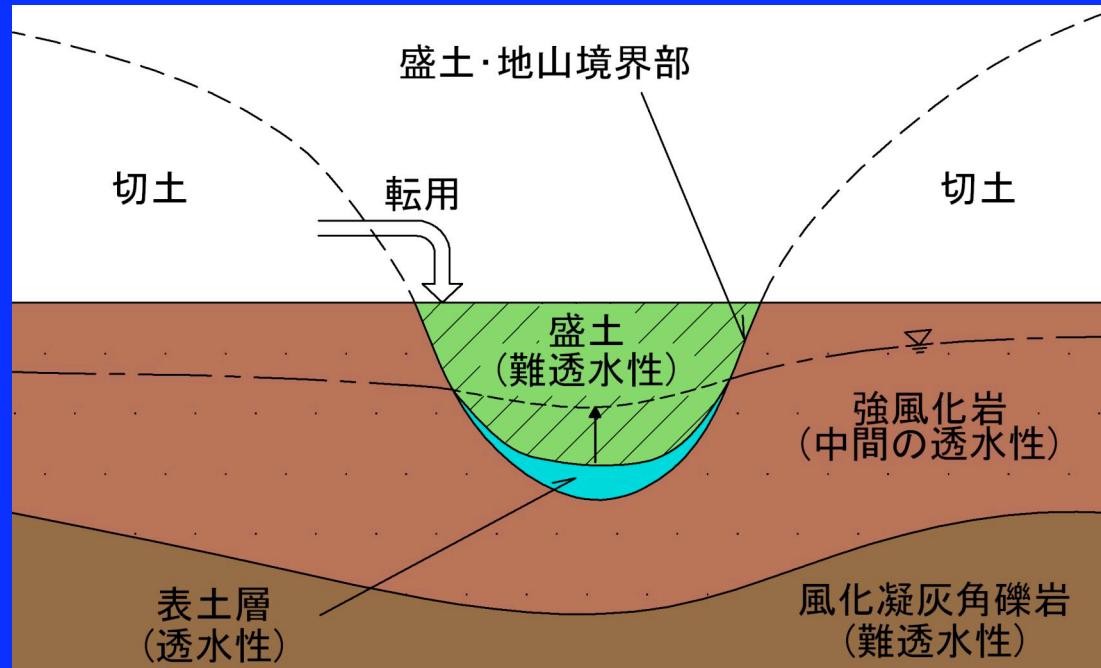
大規模崩壊以外の被災盛土の安定対策

- ・崩壊注意箇所
24箇所で実施
 - ・合計204本
 - ・総延長9433m

水抜きボーリング実施数量

諸元 地点	本数 (本)	長さ (m)	総垂 (m)	総湧量 (L/min)	観測の地 水低量(m)	1孔あたり湧量 (L/min/孔)
縦2	9	30~0	440.0	5.4		11.5
縦7	7	50~0	395.0	1.0	-6.8	5.0
縦+5	6	35~0	245.0	1.2		0.6
縦+6	3	45	135.0	0.2		1.0
縦+7	3	45~0	175.0	0.3		3.0
縦+8	7	35~0	365.0	15.9	0	3.0
縦+9	4	35~0	164.0	0.1		1.4
縦20	15	40~0	917.0	2.7		2.0
縦22	5	40~8	310.0	17.6	-3.80	24.0
縦23	4	30~0	150.0	0.1		1.1
縦24	8	30~0	305.0	2.4		1.8
縦25	7	35~8	395.0	5.0		3.3
縦26	8	30~5	325.0	12.5		7.0
縦28	10	25~0	345.0	63.7	-1.80	30.4
縦29	11	30~0	420.0	10.6		4.4
縦30	11	30~5	465.0	4.2	-0.36	2.0
縦31	8	20~5	225.0	1.3		0.3
縦34	24	25~6	1093.0	89.9	-0.3	4.8 (削直後0)
縦35	4	25~0	110.0	9.3		4.8
縦36	5	25~8	185.0	10.6		8.0
縦37	20	25~0	844.0	52.8		34.0
縦38	4	55~3	270.0	11.9		51.0
縦39	15	45~0	855.0	9.8		10.0
縦41	6	50	300.0	0.6		6.2
合計	204	—	9433	329	—	—

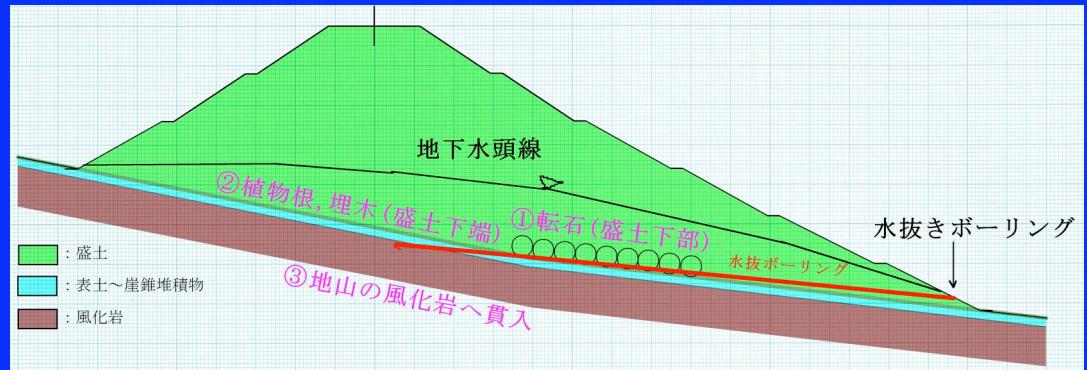
渓流横過部盛土箇所の水理地質



盛土法尻からの湧水
周辺からの総湧水量は約40L/min

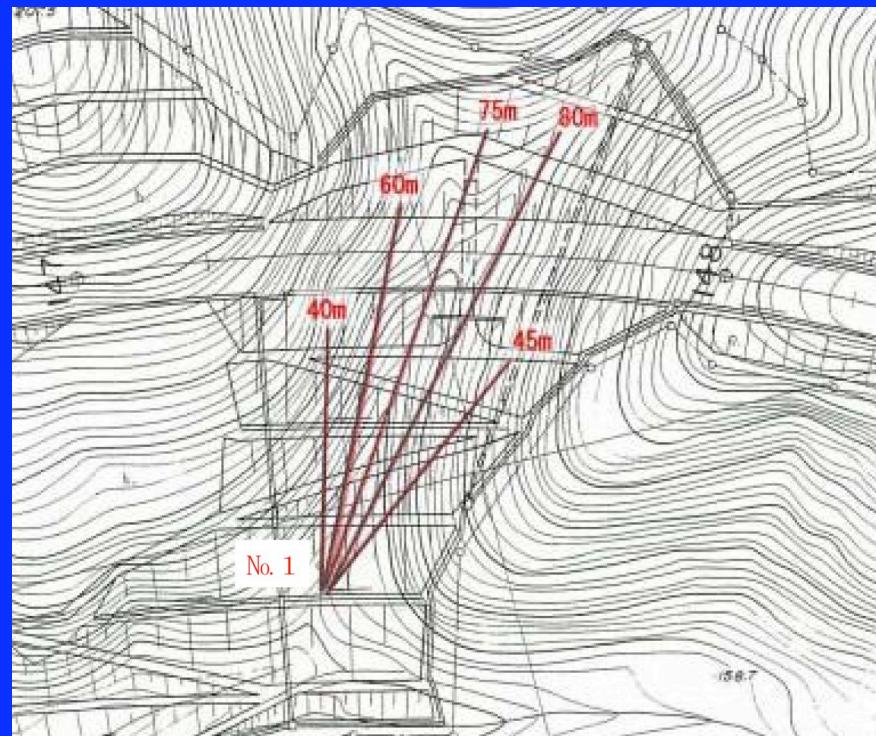


水抜きボーリング工の計画と施工方針



水抜きボーリングの配置と模式地質横断図

- ・盛土・地山境界の法先に作用する地下水位の低下を目的とし、盛土法尻に近い低位置から仰角5度で施工した。
- ・平面的な配置は、盛土前の原地形図を参考に、旧谷筋を中心に配置した。



水抜きボーリングの配置計画例

施工時の重点管理項目と施工状況

①品質管理

盛土・地山境界部の地下水排除
が目的→ボーリングを確実に地山
に到達させる

②工程管理

施工期間:16日間

1孔/1日の施工を目的として、昼夜兼行施工を行なった。

③安全管理

落石・崩壊の恐れのある箇所に観測点を設置し、変位を観測しながら作業を実施した。



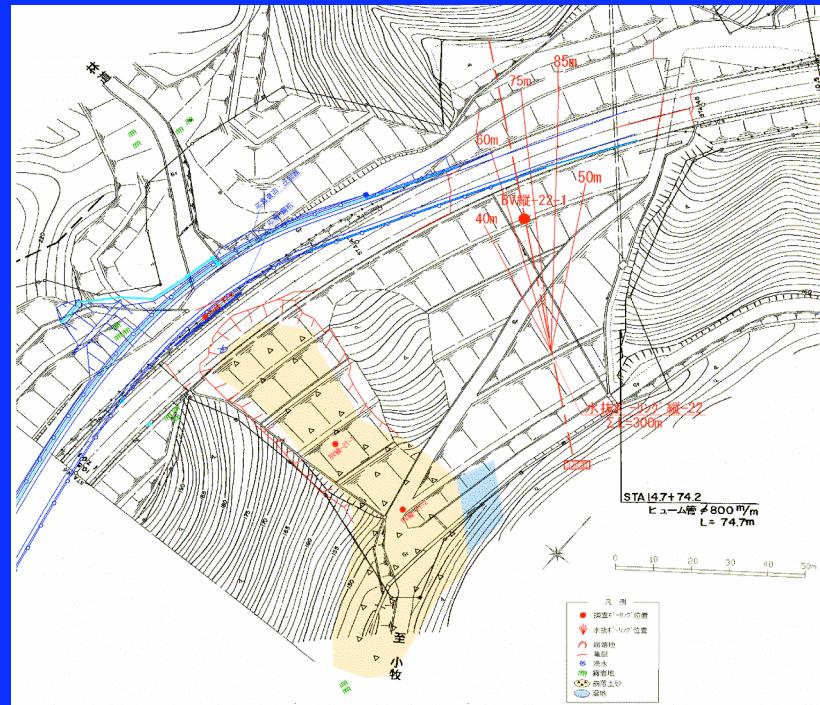
水抜きボーリングからの多量の湧水

湧水量と地下水位の測定事例

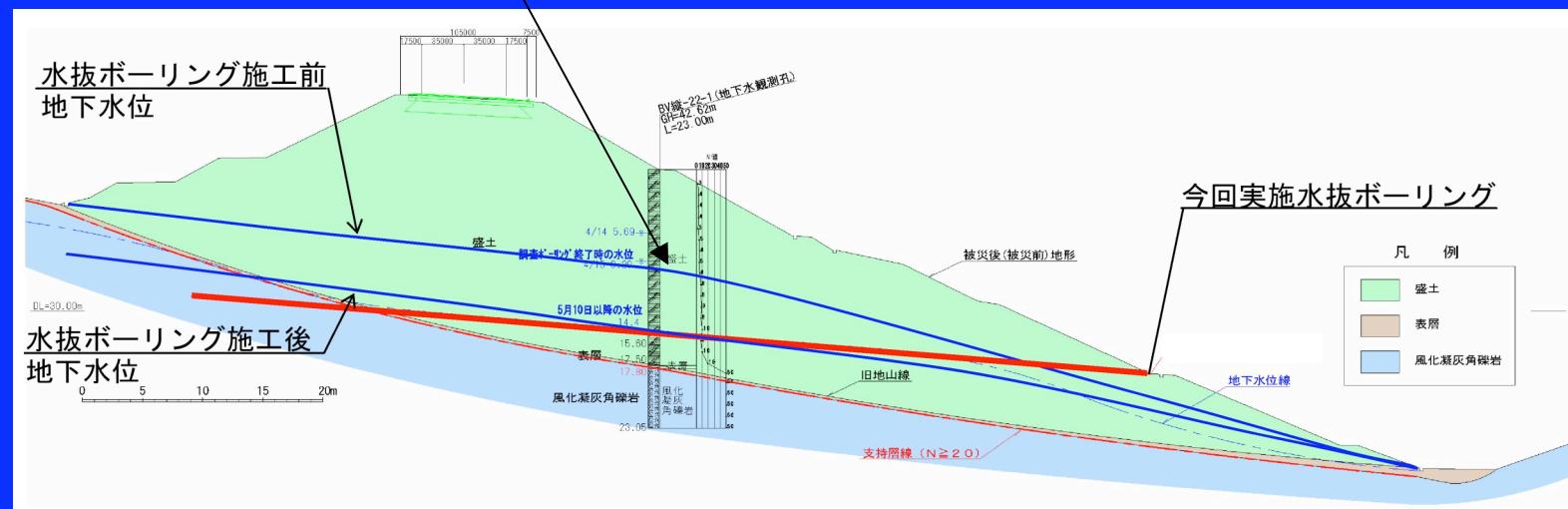
6箇所で水位観測孔を設置

縦-22の事例

地下水位は約3.9m低下した



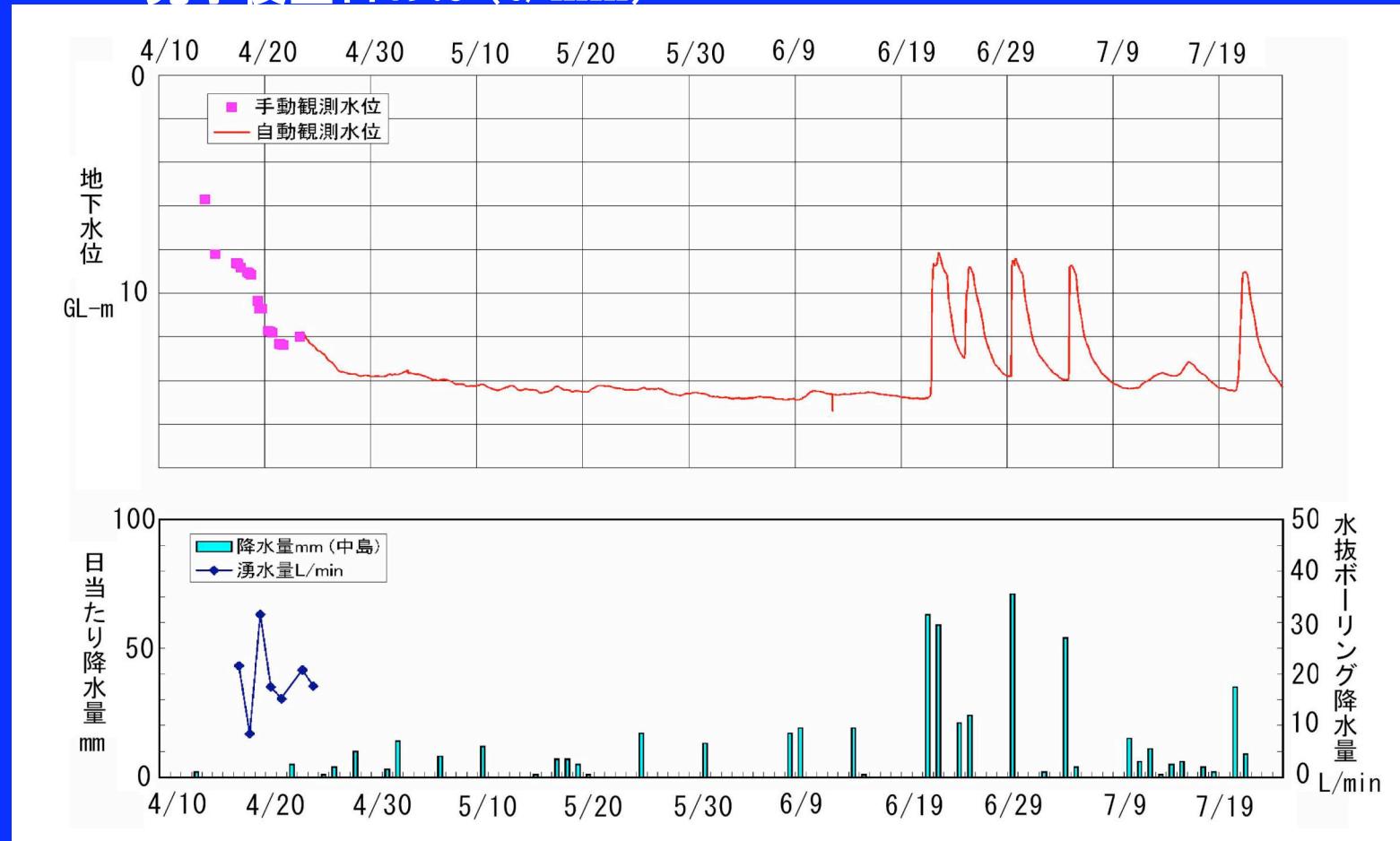
水抜きボーリング配置平面図



地質横断面図

・湧水量 完了直後:74(ℓ/min)
 パイプ挿入後:24 (ℓ/min)
 完了後翌日:9.6 (ℓ/min)

・地下水位 施工前:GL-9.5m
 施工後:GL-13.4m
 水位低下量3.9m



湧水量と地下水位変動図

2-4.まとめ

計測技術

崩壊箇所の地形と地質の特徴

①地形

崩壊箇所は沢地形を横断して盛土した箇所が多い。

②地質

第三紀中新世の凝灰角礫岩が分布するが、全般に風化により脆弱化している。

③盛土材料

周辺の切土部からの強風化凝灰角礫岩を盛土したものである。

崩壊直後の土質試験結果では、細粒分含有率(粘土、シルト)は61%で、含水比が高い(平均52.5%)粘性土からなる。

④崩壊状況

崩壊土砂が泥流化し、下部斜面の広範囲に流出している箇所が多い。

通行車両の安全確保と工事中の作業員の安全確保が目的

地表伸縮計、地中伸縮計、孔内傾斜計、その他を設置。

重要な箇所では、リアルタイムで監視出来るシステムを構築。

緊急水抜きボーリング工

盛土と地山の境界部の地下水排除を目的とした。

盛土前の原地形を考慮して、旧谷筋を中心に、水抜きボーリングを配置した。

効果的に地下水が排除され、地下水の低下が確認されている。

今後は、小まめな補修点検や定期的な洗浄が必要。