

An aerial photograph of a steep, forested mountain slope. A significant area of the forest has been cleared, revealing a light-colored, rocky or sandy landslide. A small, light-colored building is situated near the top of the landslide area. A thin, dark line, possibly a cable or path, runs diagonally across the upper part of the slope.

北ノ又地すべりにおける応急対策工 としての強制排水工について

岩手北部森林管理署
治山技術官 塚越威仁

目 次

1. 地すべりの概要

- ・位置、地形、経緯、地質、地下水、動態、被害状況

2. 技術的課題と対策方針

3. 強制排水工（スーパーウェルポイント工法）について

- ・工法の概要、特長、施工条件

4. 施工状況（掘削、完成、稼働）

5. 施工効果

6. 今後の課題と取り組み

- ・撤去するタイミング、判断基準、モニタリング

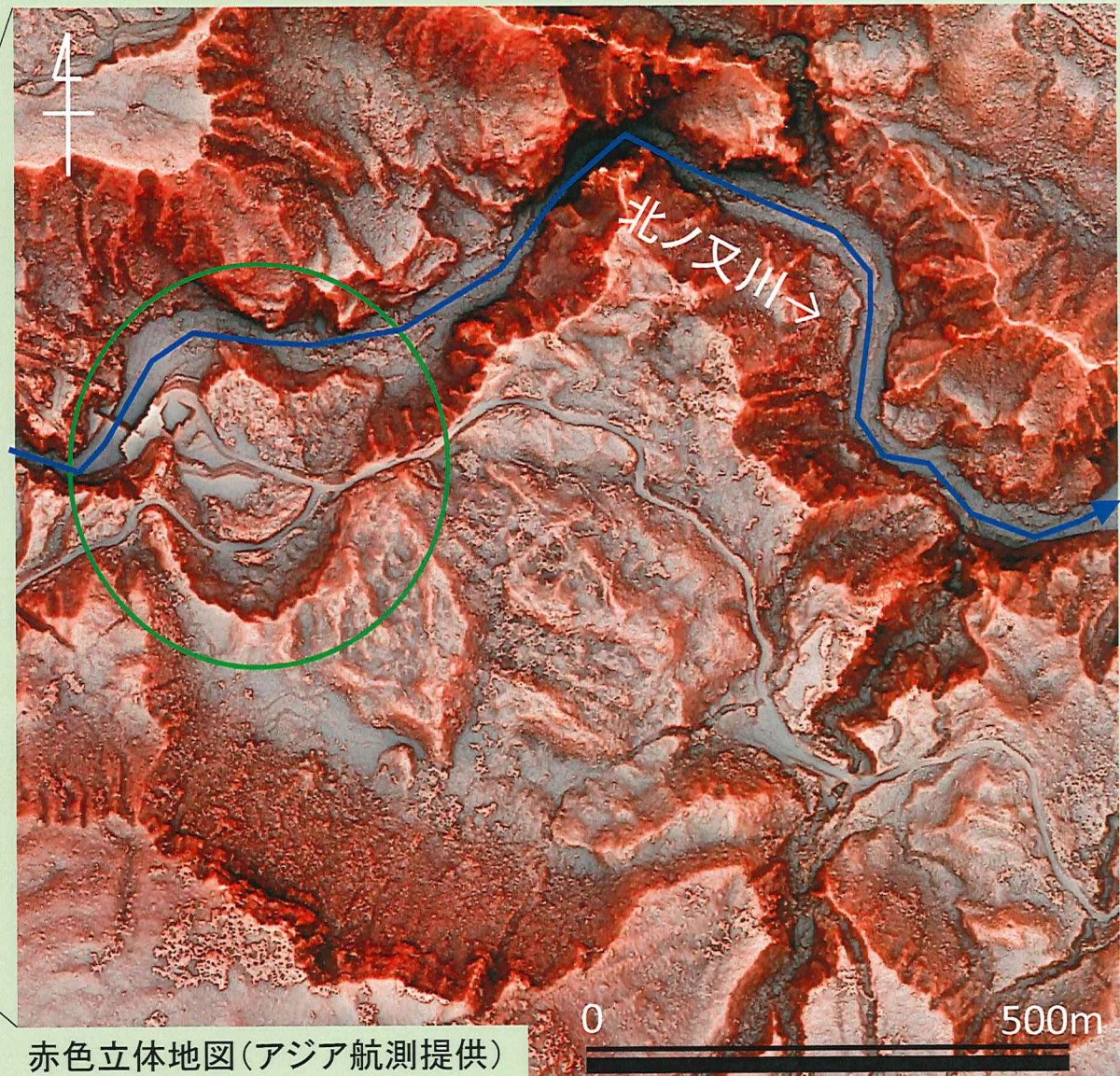
1. 地すべりの概要

【位置】

- 岩手県八幡平市松尾寄木北ノ又山国有林内
- 標高700～780mの豪雪地帯

【地形】

- 頭部：明瞭な滑落崖～陥没帯を形成
- 末端：北ノ又川（一級河川）
- 地内の平均傾斜：0～20°
- 背後に斜面長800m、幅700mの大規模な地すべりが存在



【地すべり規模】

- 斜面長: 300m
- 幅: 200m
- すべり面深度: 35m
- 移動方向: 概ね北(N8°E)

岩手県企業局
北ノ又第二発電所

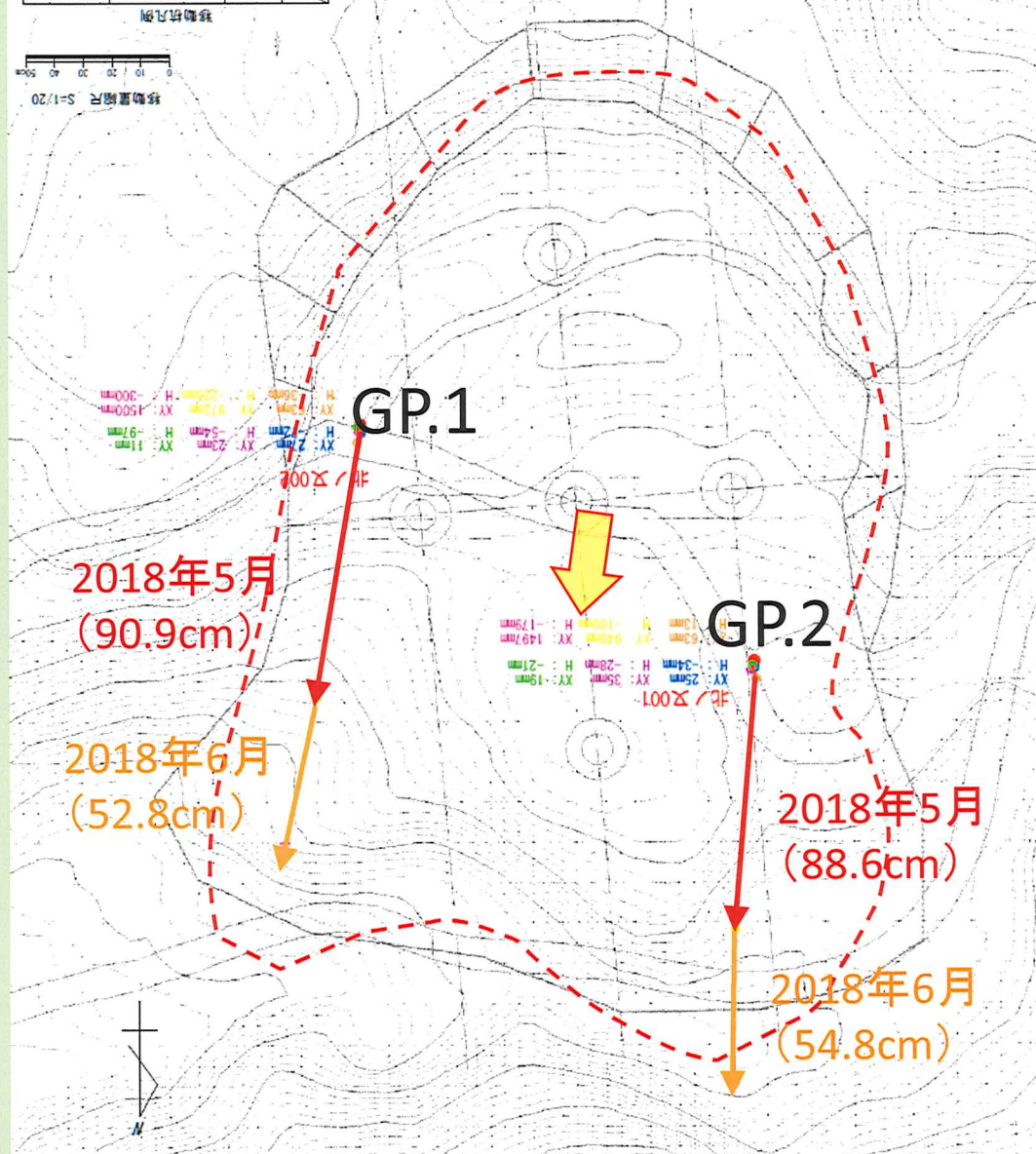
UAV空撮オルソ写真(2018/5/22)

←北ノ又川(一級河川)



GNSS観測点	GNSS 01	1	●
GNSS観測点	GNSS 02	2	●
GNSS観測点	GNSS 03	3	●
GNSS観測点	GNSS 04	4	●
GNSS観測点	GNSS 05	5	●
GNSS観測点	GNSS 06	6	●
GNSS観測点	GNSS 07	7	●
GNSS観測点	GNSS 08	8	●
GNSS観測点	GNSS 09	9	●
GNSS観測点	GNSS 10	10	●
GNSS観測点	GNSS 11	11	●
GNSS観測点	GNSS 12	12	●
GNSS観測点	GNSS 13	13	●
GNSS観測点	GNSS 14	14	●
GNSS観測点	GNSS 15	15	●
GNSS観測点	GNSS 16	16	●
GNSS観測点	GNSS 17	17	●
GNSS観測点	GNSS 18	18	●
GNSS観測点	GNSS 19	19	●
GNSS観測点	GNSS 20	20	●
GNSS観測点	GNSS 21	21	●
GNSS観測点	GNSS 22	22	●
GNSS観測点	GNSS 23	23	●
GNSS観測点	GNSS 24	24	●
GNSS観測点	GNSS 25	25	●
GNSS観測点	GNSS 26	26	●
GNSS観測点	GNSS 27	27	●
GNSS観測点	GNSS 28	28	●
GNSS観測点	GNSS 29	29	●
GNSS観測点	GNSS 30	30	●
GNSS観測点	GNSS 31	31	●
GNSS観測点	GNSS 32	32	●
GNSS観測点	GNSS 33	33	●
GNSS観測点	GNSS 34	34	●
GNSS観測点	GNSS 35	35	●
GNSS観測点	GNSS 36	36	●
GNSS観測点	GNSS 37	37	●
GNSS観測点	GNSS 38	38	●
GNSS観測点	GNSS 39	39	●
GNSS観測点	GNSS 40	40	●
GNSS観測点	GNSS 41	41	●
GNSS観測点	GNSS 42	42	●
GNSS観測点	GNSS 43	43	●
GNSS観測点	GNSS 44	44	●
GNSS観測点	GNSS 45	45	●
GNSS観測点	GNSS 46	46	●
GNSS観測点	GNSS 47	47	●
GNSS観測点	GNSS 48	48	●
GNSS観測点	GNSS 49	49	●
GNSS観測点	GNSS 50	50	●
GNSS観測点	GNSS 51	51	●
GNSS観測点	GNSS 52	52	●
GNSS観測点	GNSS 53	53	●
GNSS観測点	GNSS 54	54	●
GNSS観測点	GNSS 55	55	●
GNSS観測点	GNSS 56	56	●
GNSS観測点	GNSS 57	57	●
GNSS観測点	GNSS 58	58	●
GNSS観測点	GNSS 59	59	●
GNSS観測点	GNSS 60	60	●
GNSS観測点	GNSS 61	61	●
GNSS観測点	GNSS 62	62	●
GNSS観測点	GNSS 63	63	●
GNSS観測点	GNSS 64	64	●
GNSS観測点	GNSS 65	65	●
GNSS観測点	GNSS 66	66	●
GNSS観測点	GNSS 67	67	●
GNSS観測点	GNSS 68	68	●
GNSS観測点	GNSS 69	69	●
GNSS観測点	GNSS 70	70	●
GNSS観測点	GNSS 71	71	●
GNSS観測点	GNSS 72	72	●
GNSS観測点	GNSS 73	73	●
GNSS観測点	GNSS 74	74	●
GNSS観測点	GNSS 75	75	●
GNSS観測点	GNSS 76	76	●
GNSS観測点	GNSS 77	77	●
GNSS観測点	GNSS 78	78	●
GNSS観測点	GNSS 79	79	●
GNSS観測点	GNSS 80	80	●
GNSS観測点	GNSS 81	81	●
GNSS観測点	GNSS 82	82	●
GNSS観測点	GNSS 83	83	●
GNSS観測点	GNSS 84	84	●
GNSS観測点	GNSS 85	85	●
GNSS観測点	GNSS 86	86	●
GNSS観測点	GNSS 87	87	●
GNSS観測点	GNSS 88	88	●
GNSS観測点	GNSS 89	89	●
GNSS観測点	GNSS 90	90	●
GNSS観測点	GNSS 91	91	●
GNSS観測点	GNSS 92	92	●
GNSS観測点	GNSS 93	93	●
GNSS観測点	GNSS 94	94	●
GNSS観測点	GNSS 95	95	●
GNSS観測点	GNSS 96	96	●
GNSS観測点	GNSS 97	97	●
GNSS観測点	GNSS 98	98	●
GNSS観測点	GNSS 99	99	●
GNSS観測点	GNSS 100	100	●

GPS移動杭観測結果



【経緯】

- 平成29年8月頃、北ノ又第二発電所の施設に亀裂等の変状が発生。
- 平成30年の融雪期(4～6月)の2ヶ月間で地盤が1.5m水平移動。



発電施設の変状

【地すべり動態】

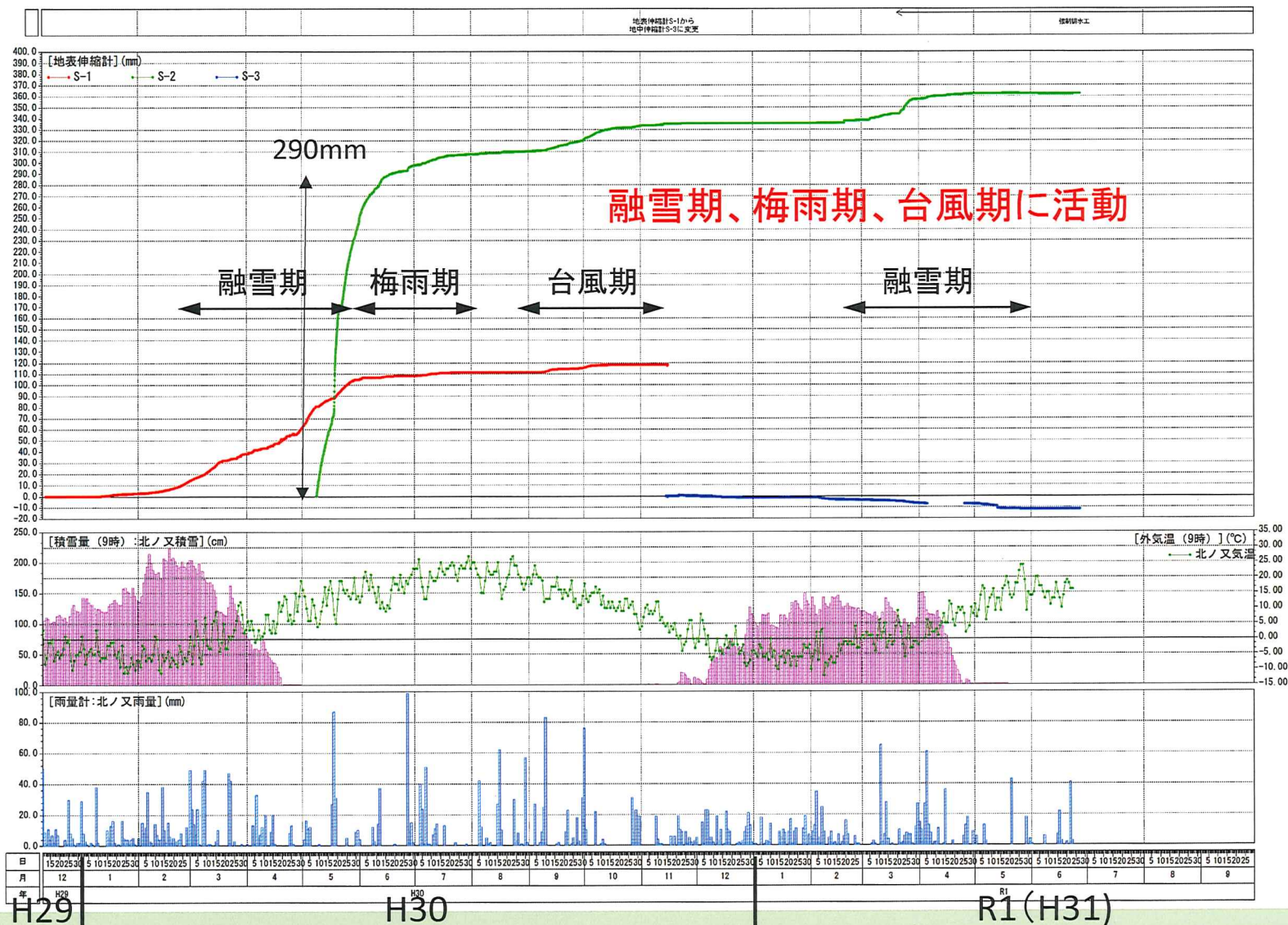
地表伸縮計 (S-1・S-2) 地中伸縮計 (S-3) 解析図

現場名: 北ノ又

地表伸縮計

積雪深
気温

雨量計



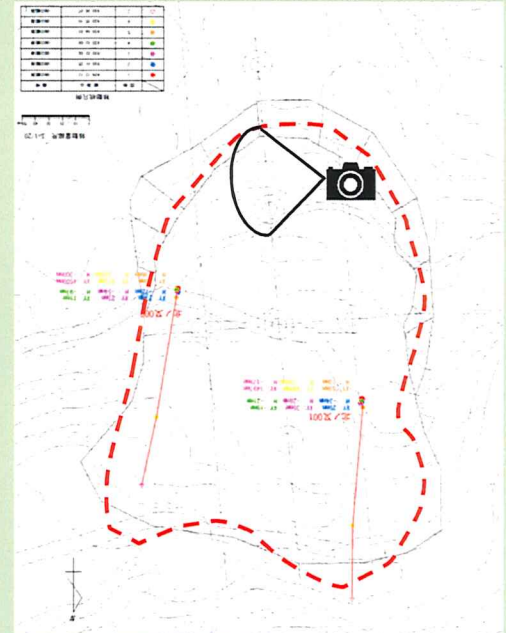
【滑落崖】

明瞭な滑落崖が形成される。



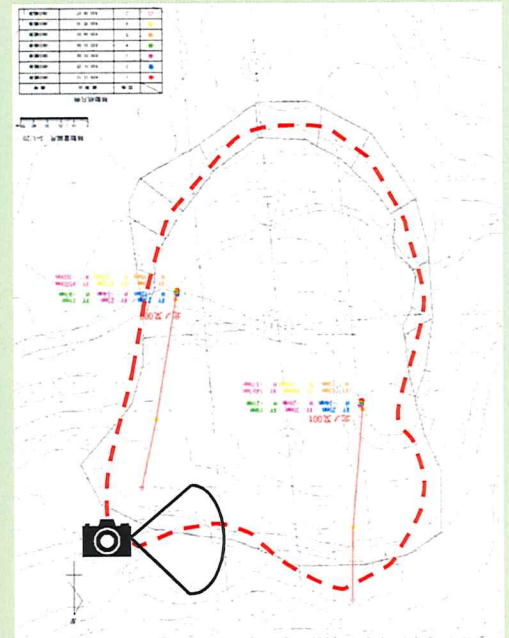
【陷没帶】

滑落崖の直下には、陥没帯が形成される。

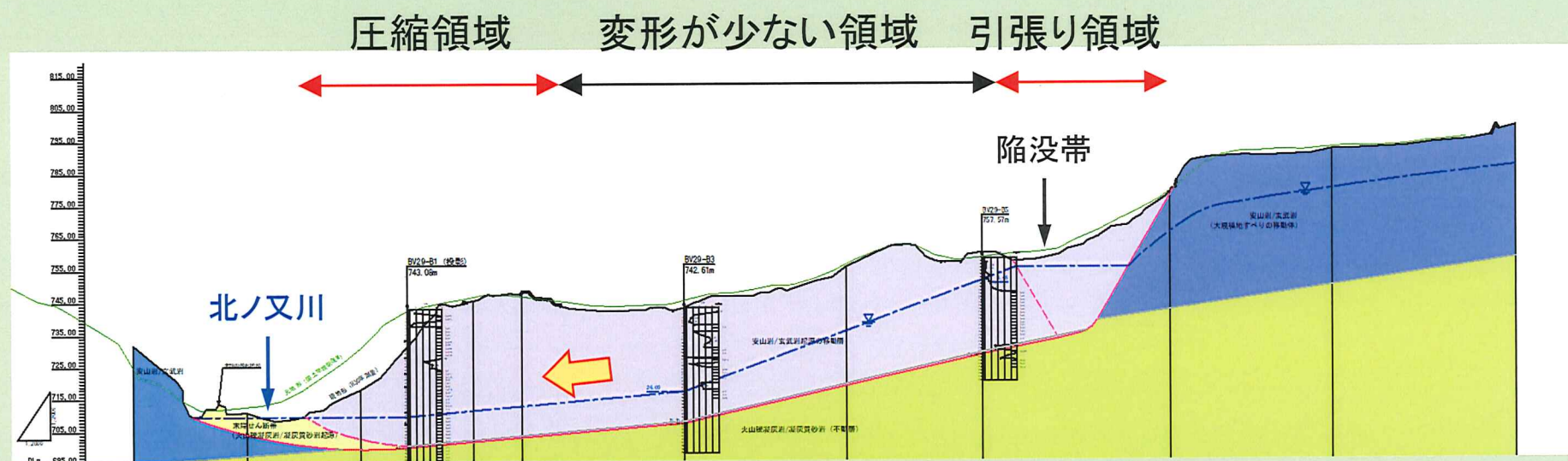


【末端】

- 末端を流下する北ノ又川溪岸は急崖を形成。
- 流量が多い。



【地質】

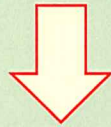


	安山岩/玄武岩 起源の移動層
	安山岩/玄武岩 (大規模地すべりの移動体)
	安山岩/玄武岩
	末端せん断帯 (火山礫凝灰岩/凝灰質砂岩起源)
	火山礫凝灰岩/凝灰質砂岩 (不動層)

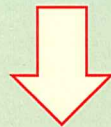
- 透水性の低い凝灰岩層の上に、透水性の高い火山岩類が載る、**キャップロック構造**を呈する。
- 引張り領域には陥没帯が形成され、**陥没帯内の地下水位は特に高い。**

【地下水検層】

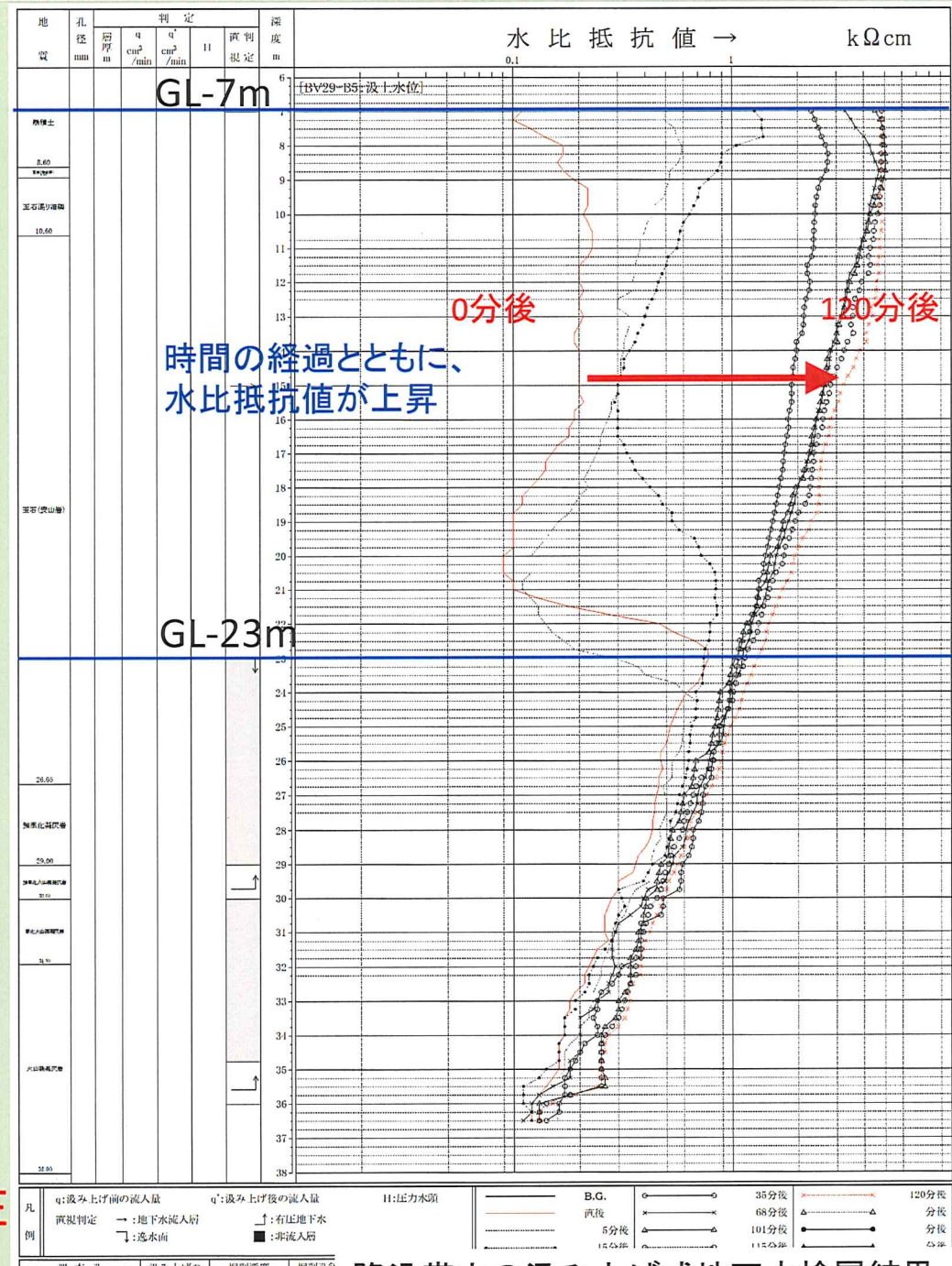
- ボーリング孔内に食塩を溶かし、地下水の比抵抗値(Ωcm)を測定。
- 地下水が稀釈されると、比抵抗値は上昇することを利用し、地下水の流入状況を調べる。



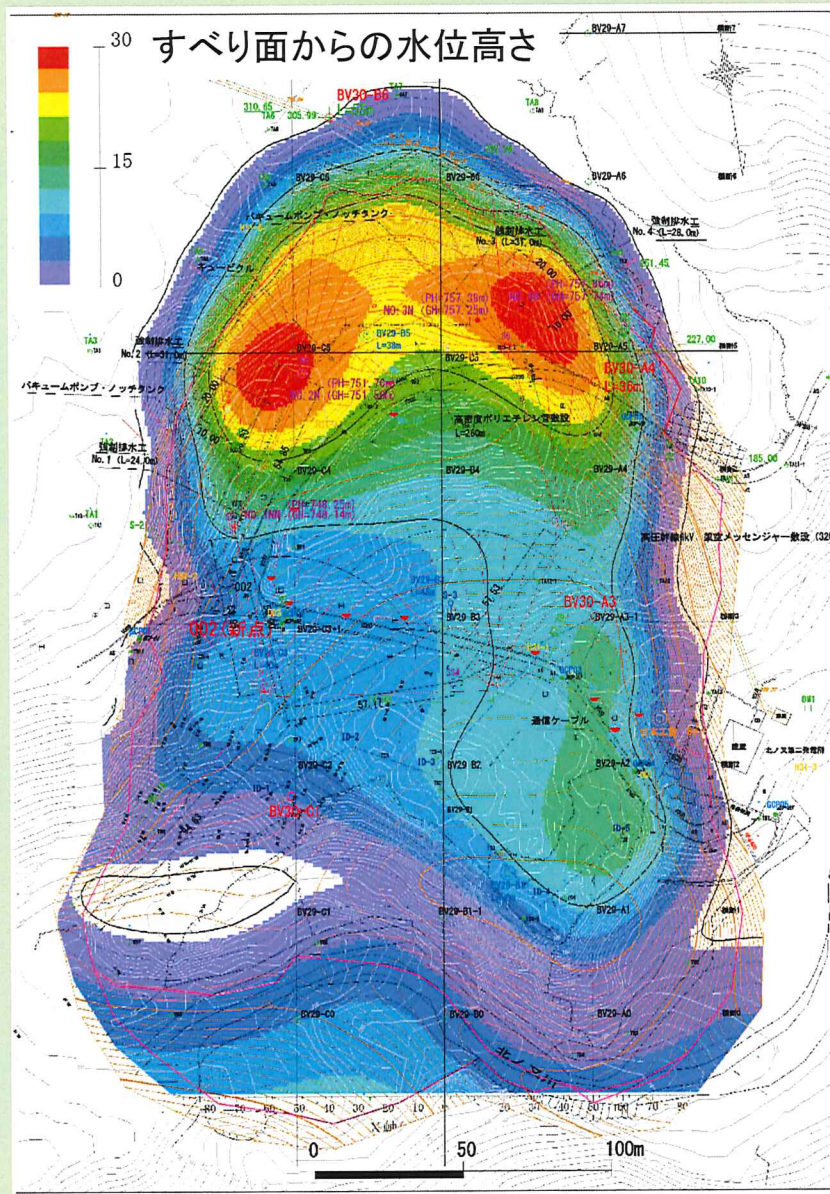
- 陥没帯にあるBV29-B5孔の地下水位はGL-7m付近の浅部に形成され、ボーリング孔内の水を汲み上げても水位が全く下らない。
- GL-7~23m付近まで層流状に地下水が流入。



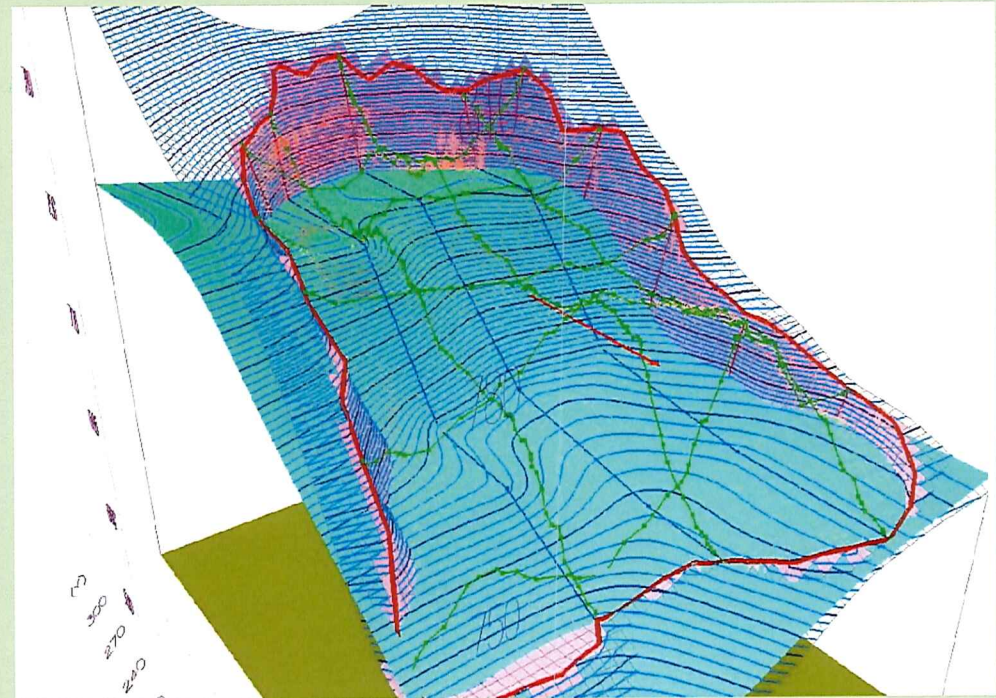
陥没帯内に多量の自由地下水が存在



【施工前の最高水位】



地下水位等値線図

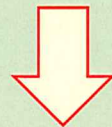


地下水位三次元モデル

2. 技術的課題と対策方針

対策方針を決定するにあたり、技術的課題を整理した。

- ① 背後の大規模地すべりを不安定化させる恐れがある排土工の導入は不可能。
- ② 押え盛土工も施工性に課題がある。
- ③ 地下水排除工は有効であると判断されるものの、当地区は積雪が早く、3m前後の積雪深があるため、平成31年の融雪期までに地すべりの鎮静化を図るための集水井工を施工することは、困難。
- ④ 地すべり活動が激しいため、集水井工が施工中に被災する危険性がある。

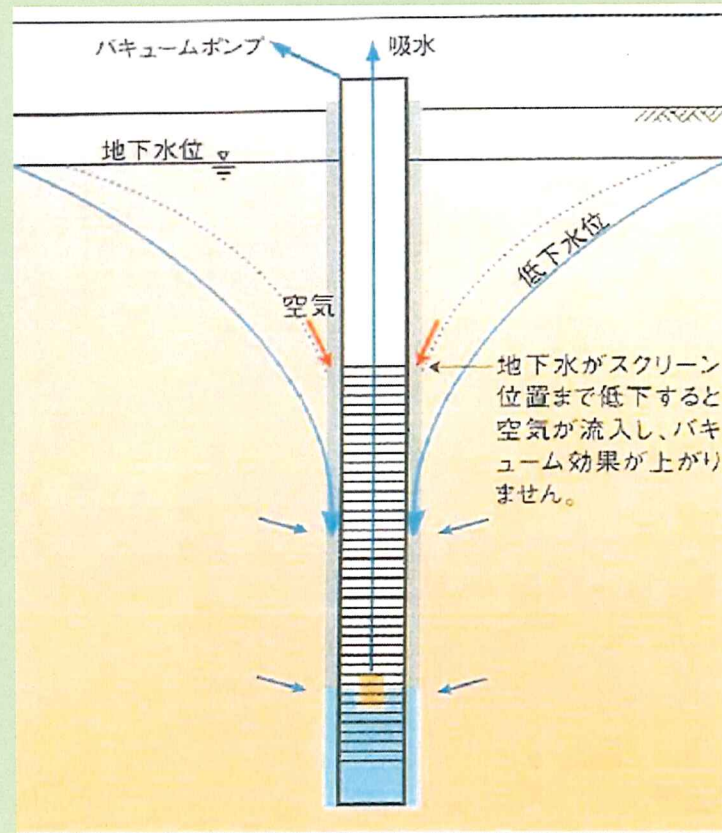


応急対策工として、陥没帯に賦存する多量の自由地下水の排除を目的とした強制排水工を採用し、その施工後に、恒久対策工として集水井工を導入する対策方針とした。

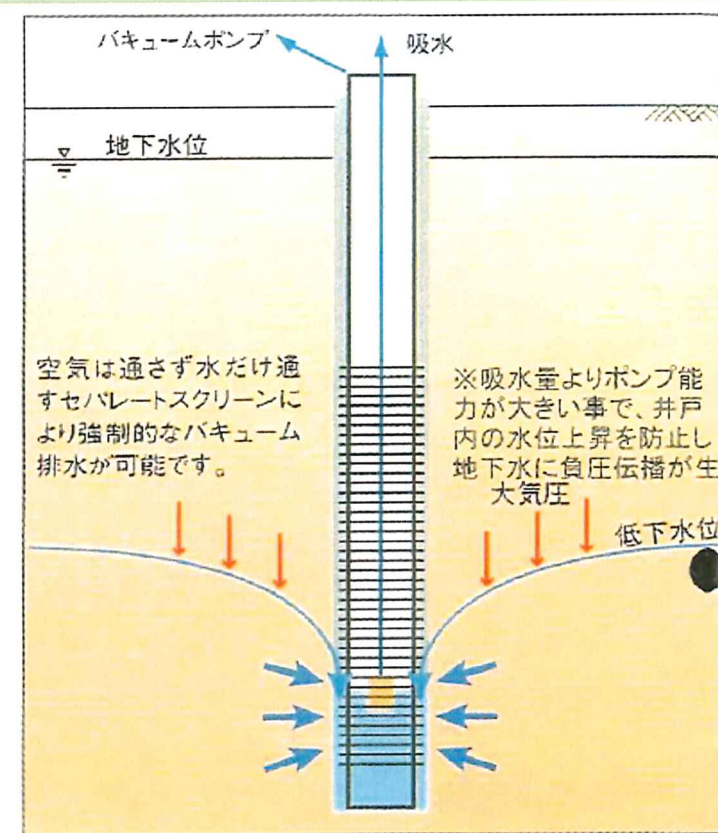
3. 強制排水工 (スーパーウェルポイント工法)について

【工法の概要】

孔内に建て込んだスクリーン管内を真空にすることで周辺地盤に負圧を生じさせ、強制的に管内に水を吸引し、それを水中ポンプで汲み上げる工法



従来工法《バキュームディープウェル工法》



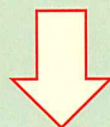
スーパーウェルポイント工法

【特長】

- 水位低下の影響半径が一般的な強制排水工であるディープウェル工法より広い40m程度とされる。
- 極めて短期間での施工が可能

【施工条件】

- 安定的な電力供給が必要。
- 電気を使うため、稼働期間が長くなると電気料金、保守管理費等の維持管理費が高額となる。



当地区では、施工期間が厳冬期に限られること、北ノ又第二発電所より安定的に電力供給されることから採用。

4. 施工状況



ダウンザホールハンマー



掘削状況



掘削状況



スクリーン管挿入





揚水管建込み



洗浄工



砂利間詰め



揚水設備設置



ポンプ、ノッチタンク設置



電柱建柱、キュービクル設置



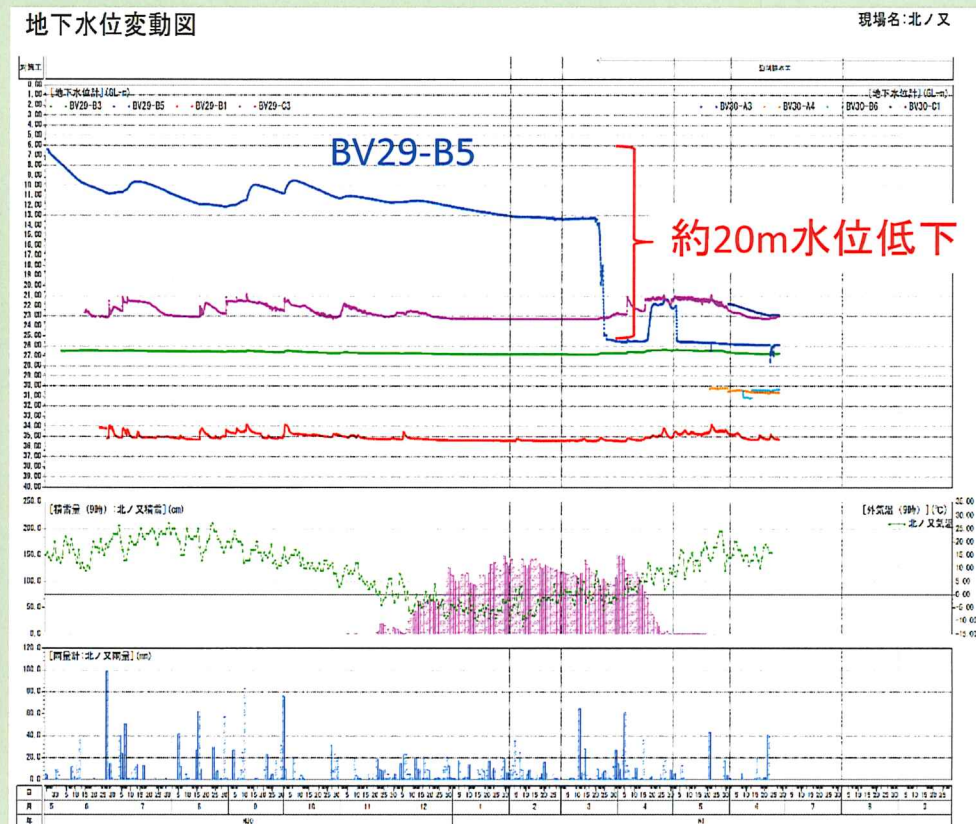
ポンプ稼働状況

5. 施工効果

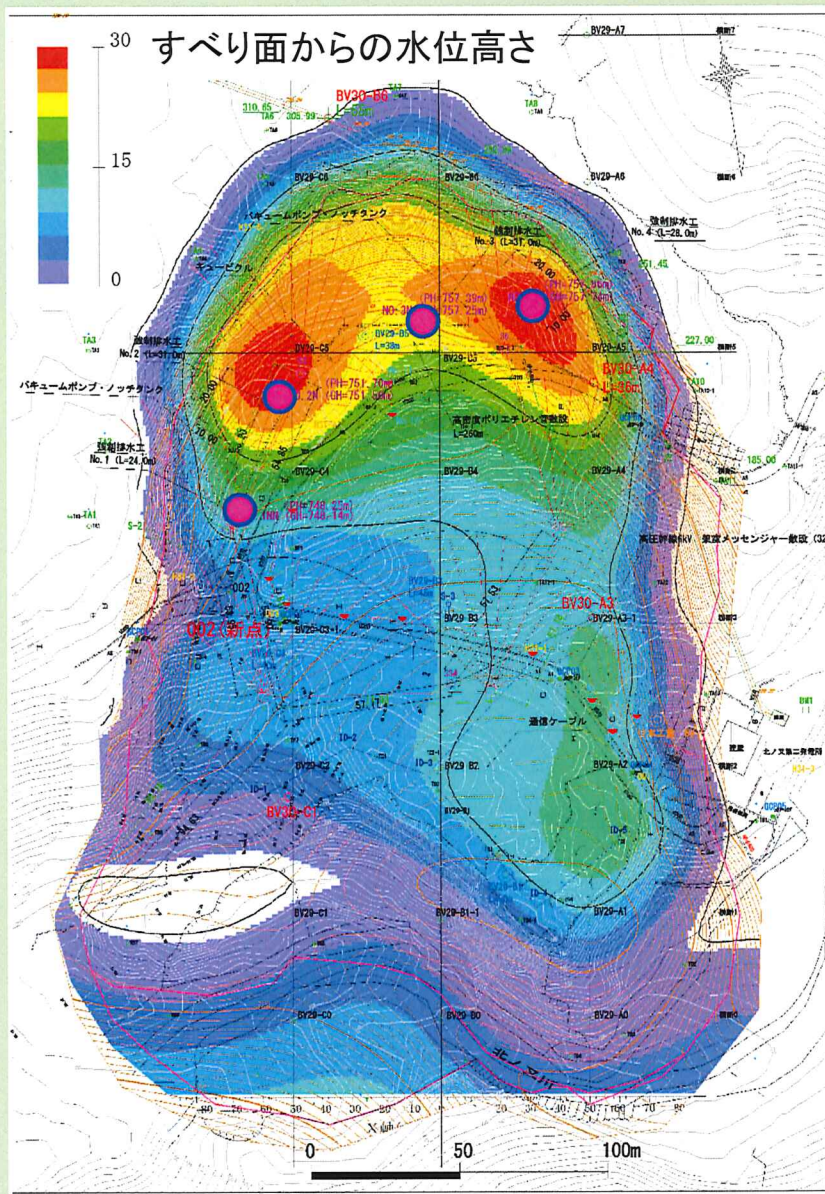
- スーパーウェルポイント工法4孔による日積算排水量(24時間の総排水量)は、最大約1,400m³(970リットル/毎分)
- 陥没帯内の地下水位は、施工前の最高水位と比較して約20m低下。



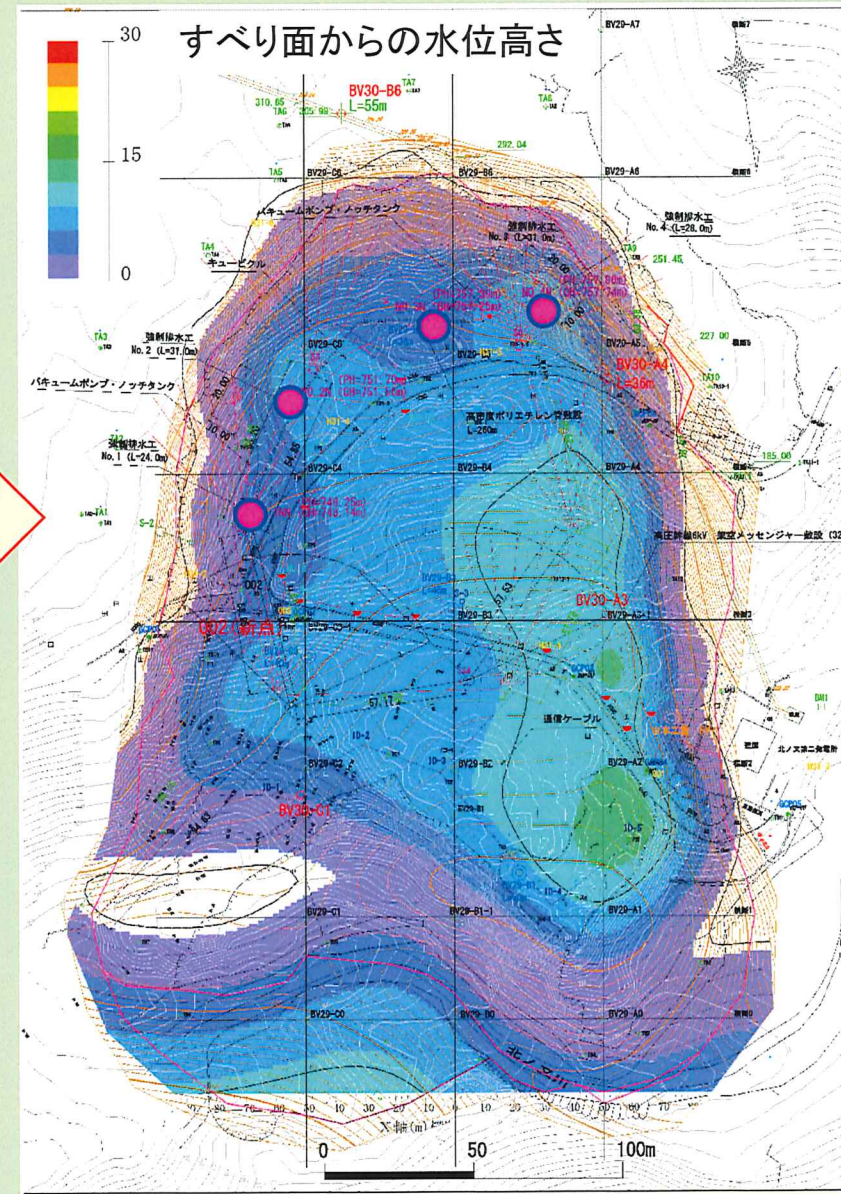
スーパーウェルポイント工法の排水状況



【地下水位等値線図】

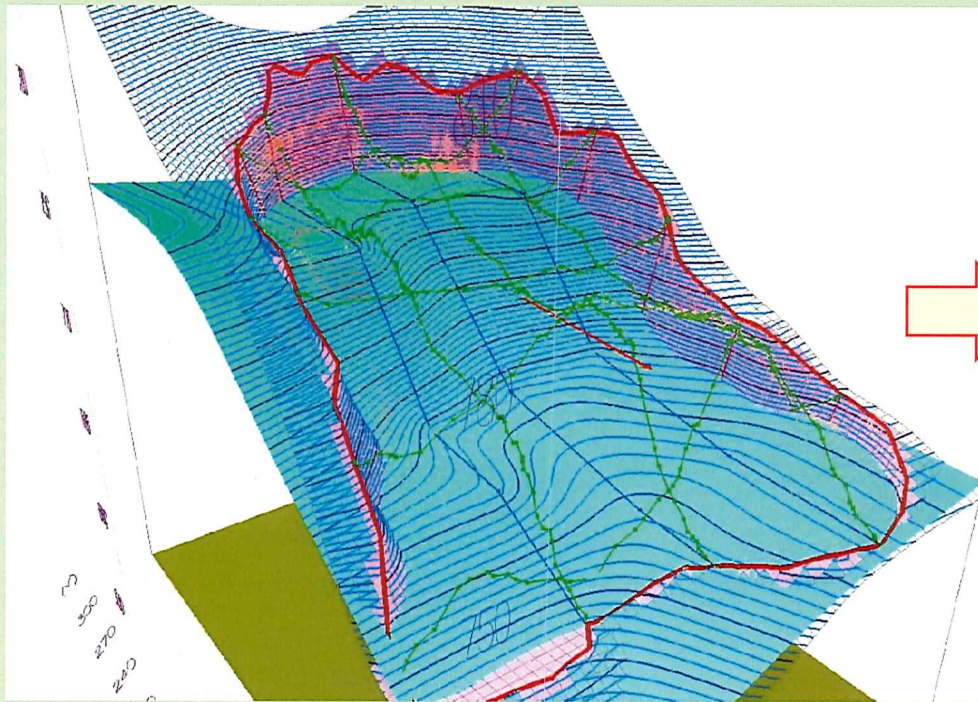


初期水位(施工前の最高水位)

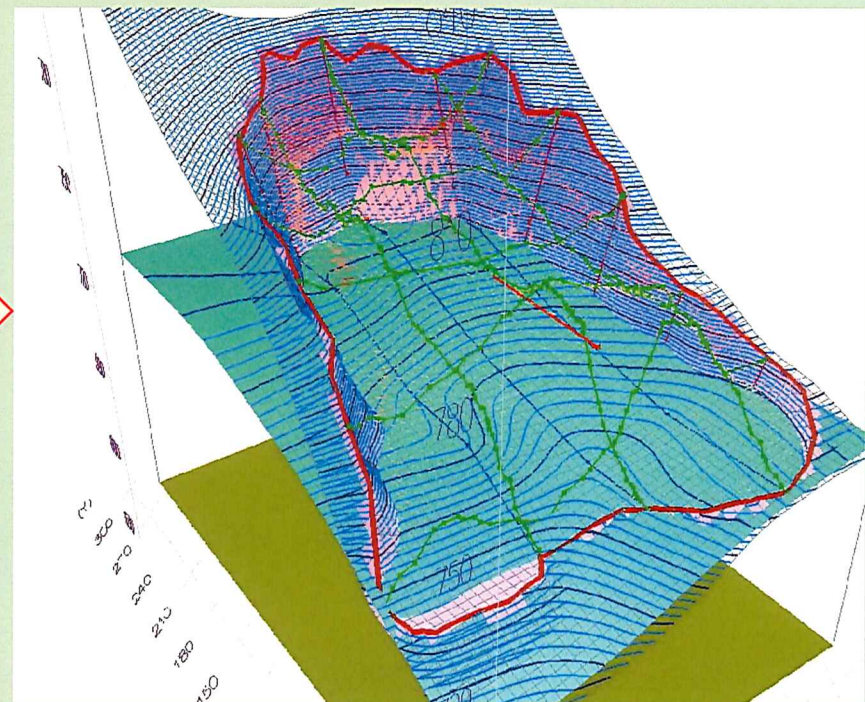


施工後水位

【地下水位三次元モデル】



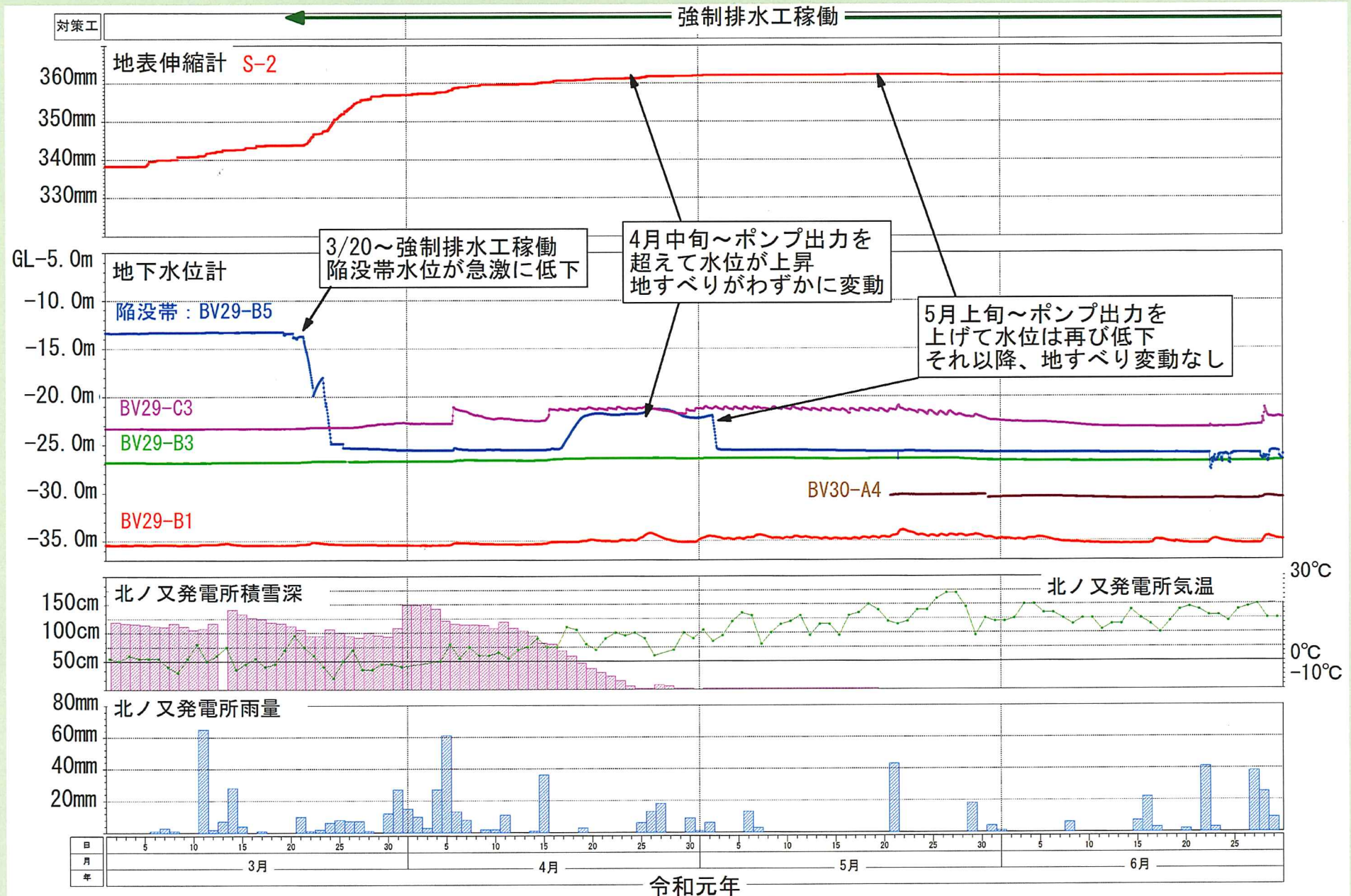
初期水位(施工前の最高水位)



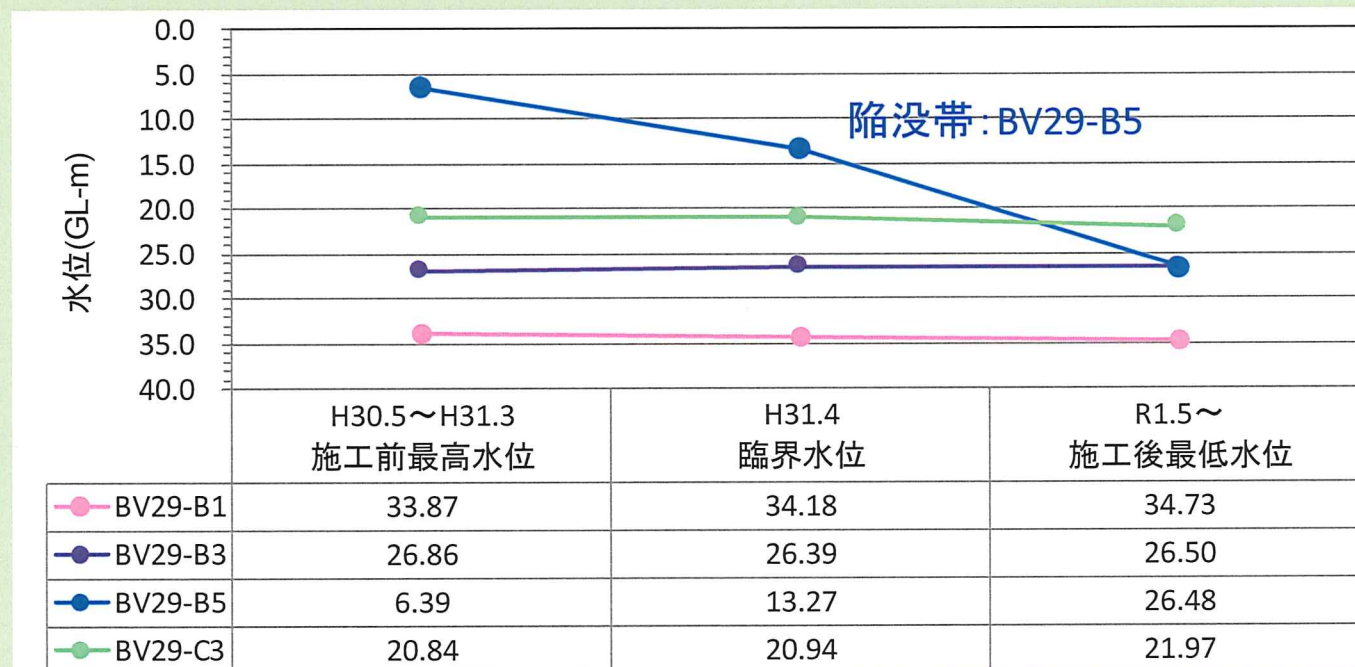
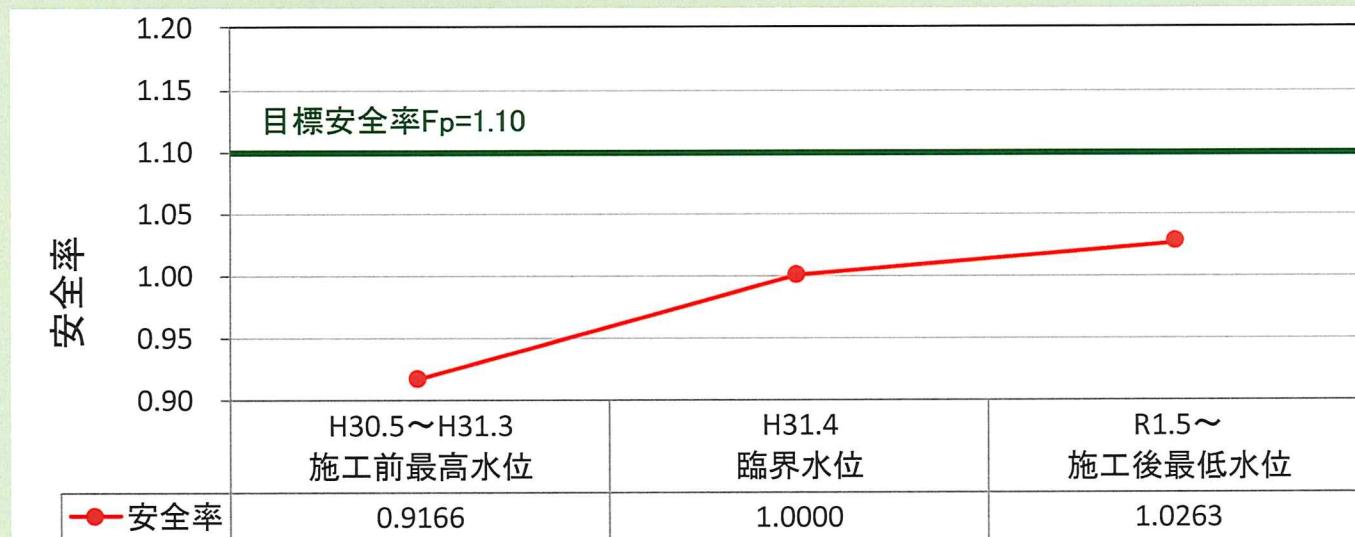
施工後水位

地すべり頭部の陥没帯付近の地下水位が大幅に低下。

【施工後の地すべり動態】



【施工前後の安全率】



6. 今後の課題と取り組み

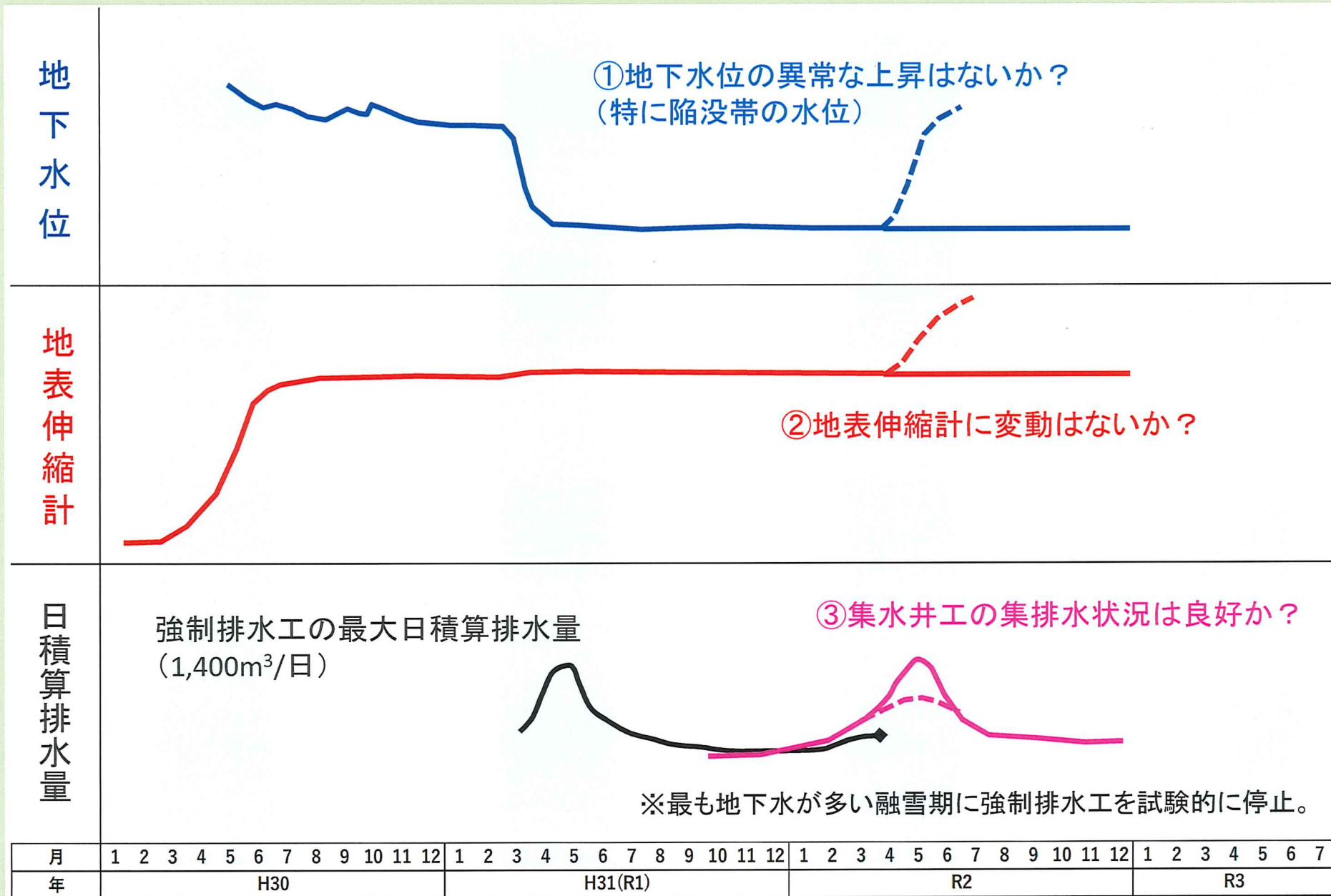
【課題】

- 強制排水工を撤去するタイミングや判断基準の設定。

【取り組み】

- 地すべり動態、地下水位観測に加え、強制排水工と集水井工からの排水量をモニターする。
- 地下水位と排水量から総合的に判断する。

【モニタリング計画のイメージ】

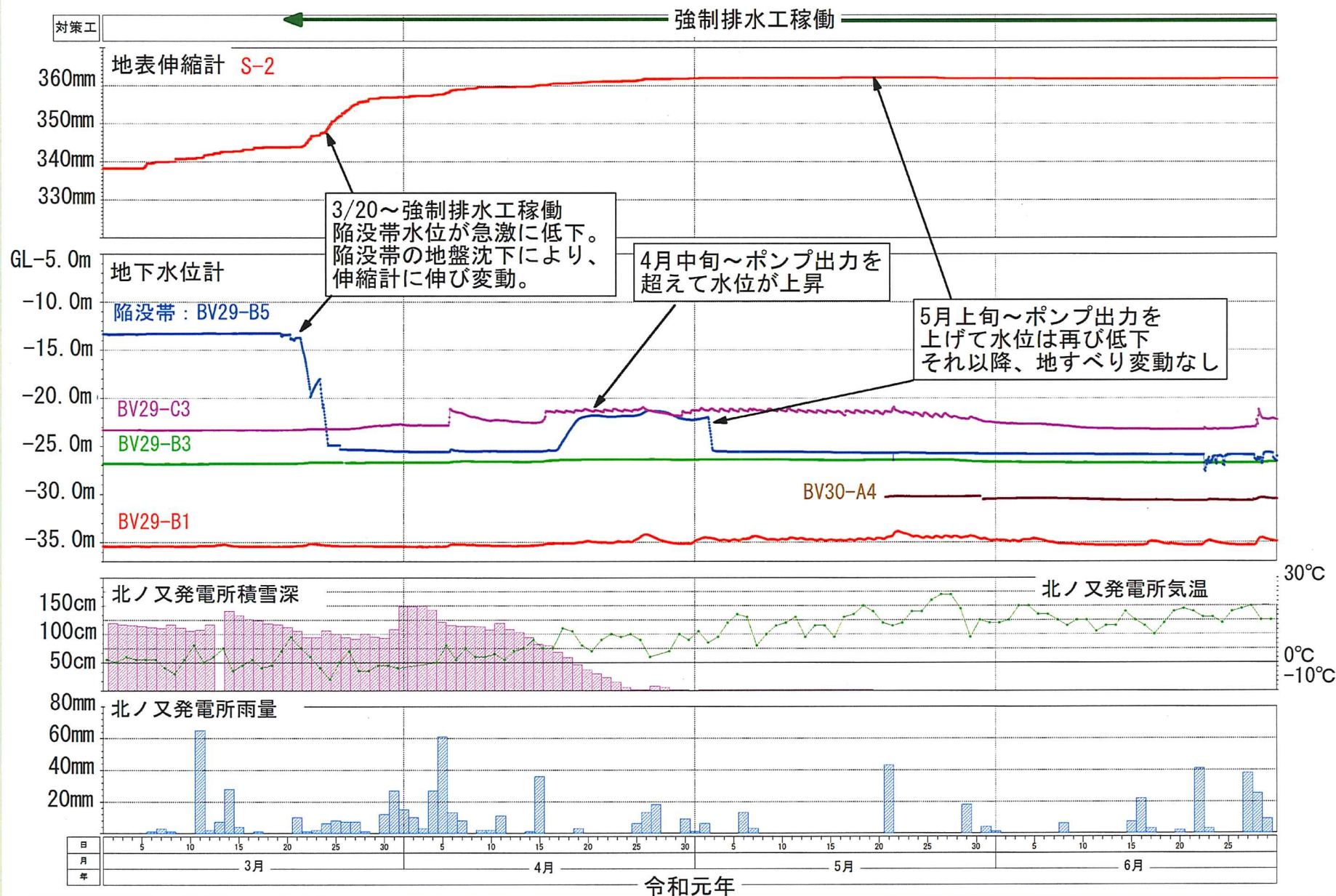


ご清聴ありがとうございました。

【施工後の地すべり動態】

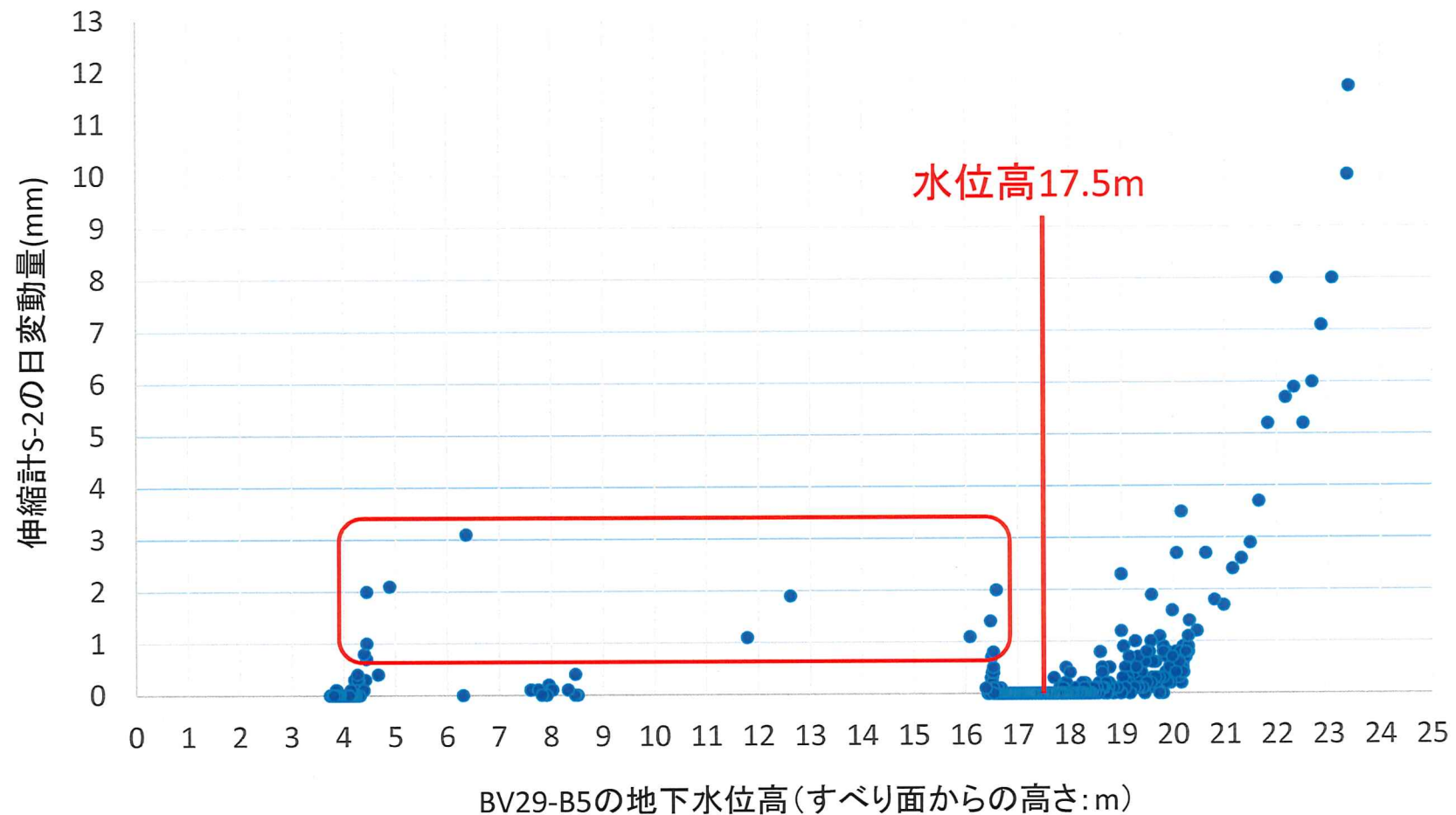
地下水位変動図

現場名：北ノ又

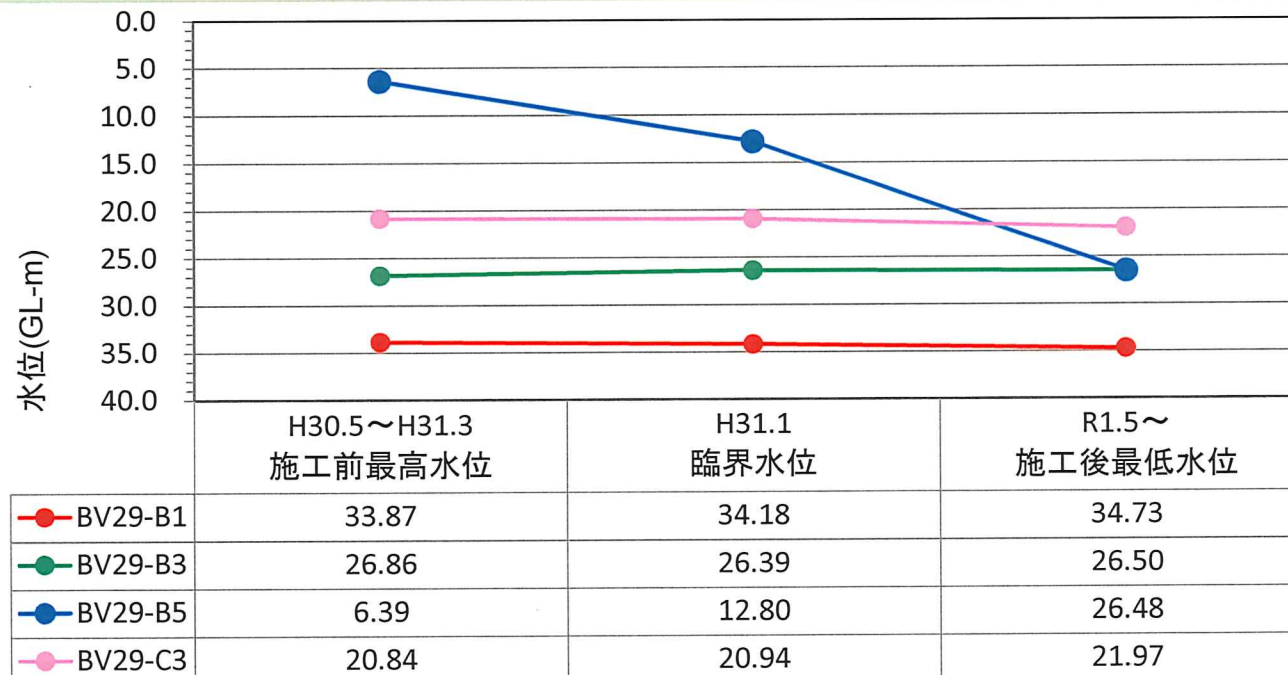
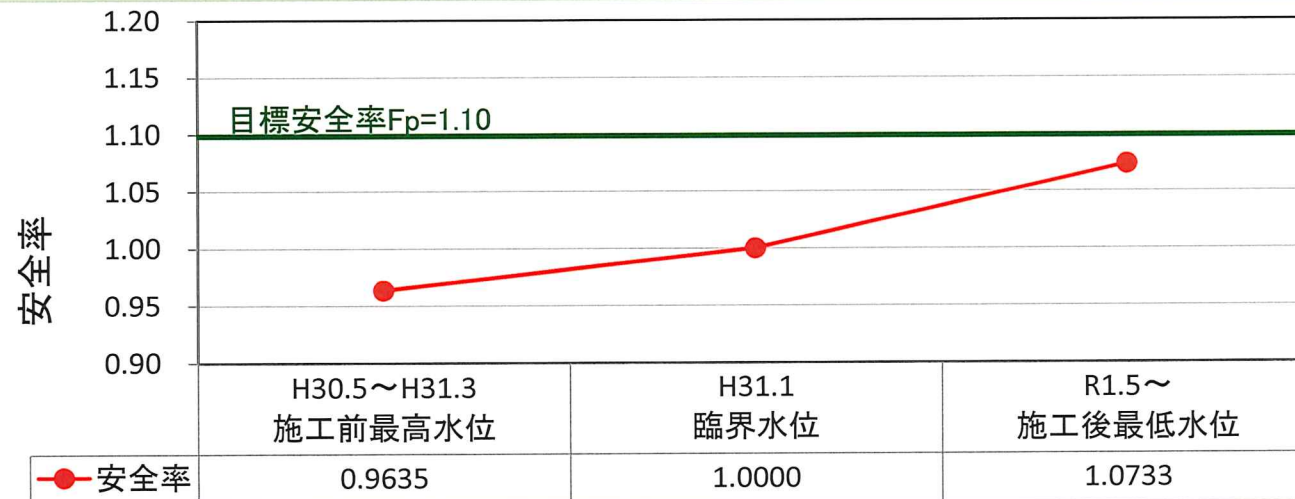


【地下水位と地すべり変動量の相関】

BV29-B5の地下水位高と伸縮計S-2の日変動量の相関

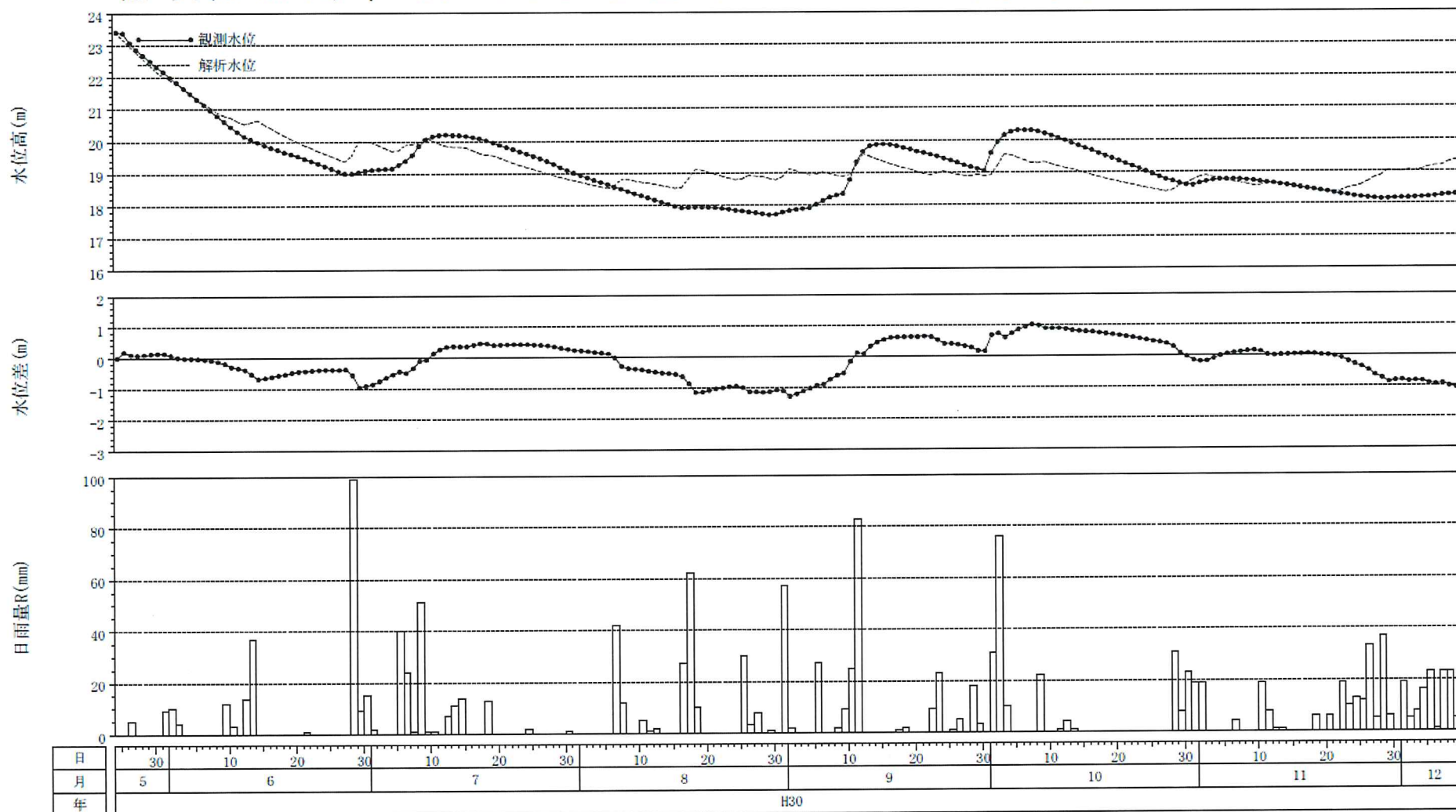


【施工前後の安全率】



【降雨对水位解析①】

降雨对水位解析图

北ノ又(BV-29-B5) $\rho=0.039$ $B_0=17.407(\text{m})$ $\kappa=0.662$ $\varepsilon=7.810$ $[T]=0(\text{日})$ $f=0.666$ $r=0.849$ 

降雨对水位解析图

観測水位

解析水位

地下水位高17.5m

水位高 (m)

水位差 (m)

融雪水を加味した降雨量 (mm)

日	月	年
30	5	H30
10	6	H30
30	6	H30
10	7	H30
30	7	H30
10	8	H30
30	8	H30
10	9	H30
30	9	H30
10	10	H30
30	10	H30
10	11	H30
30	11	H30
10	12	H30
30	12	H30
10	1	H31
30	1	H31
10	2	H31
30	2	H31
10	3	H31
30	3	H31
10	4	H31
30	4	H31
10	5	H31
30	5	H31
10	6	H31
30	6	H31
10	7	H31
30	7	H31

6. 今後の課題と取り組み

【課題】

- 強制排水工を撤去するタイミングや判断基準の設定。

【取り組み】

- 地すべり動態、地下水位観測に加え、強制排水工と集水井工からの排水量をモニターする。
- 地下水位と排水量から総合的に判断する。

【モニタリング計画のイメージ】

