

(2) GPS・移動杭観測

(i) GPS 観測結果 (地すべり全体)

GPS 観測では平成 23 年 3 月 11 日の地震を挟んだ期間に大きな変位が確認されるが、その方向性にはバラツキがあり、地震動に伴う局地変動と考えられる (図 3. 2.6)。また地震以外の期間にも観測点によっては累積変位が確認されていたが、いずれも局地的な変動であり、荒砥沢地すべり全体が一体として活動するような変位は確認されていない。

しかし局地変動の中でも、頭部滑落崖と拡大亀裂に挟まれた区域では非常に大きな変位が確認されている (図 3. 2.8)。空中レーザプロファイラ結果等も総合して検討された結果、滑落崖後背斜面がクリープ変形を起こし、将来的な拡大崩壊の発生が危惧された。

(ii) 頭部移動杭観測結果

拡大崩壊が危惧されたことから、その軽減を目的とする頭部排土工を実施し、その後の監視等を目的として平成 22 年度に BV-K1 が掘削されている。その直後に「平成 23 年東北地方太平洋沖地震」が発生し、拡大亀裂が再び顕在化した。さらなるクリープ変形および拡大崩壊が危惧されたため、排土工平坦面に移動杭を配置し、現在まで監視が継続されているものの、現時点では顕著な変動は確認されていない (図 3. 2.9)。

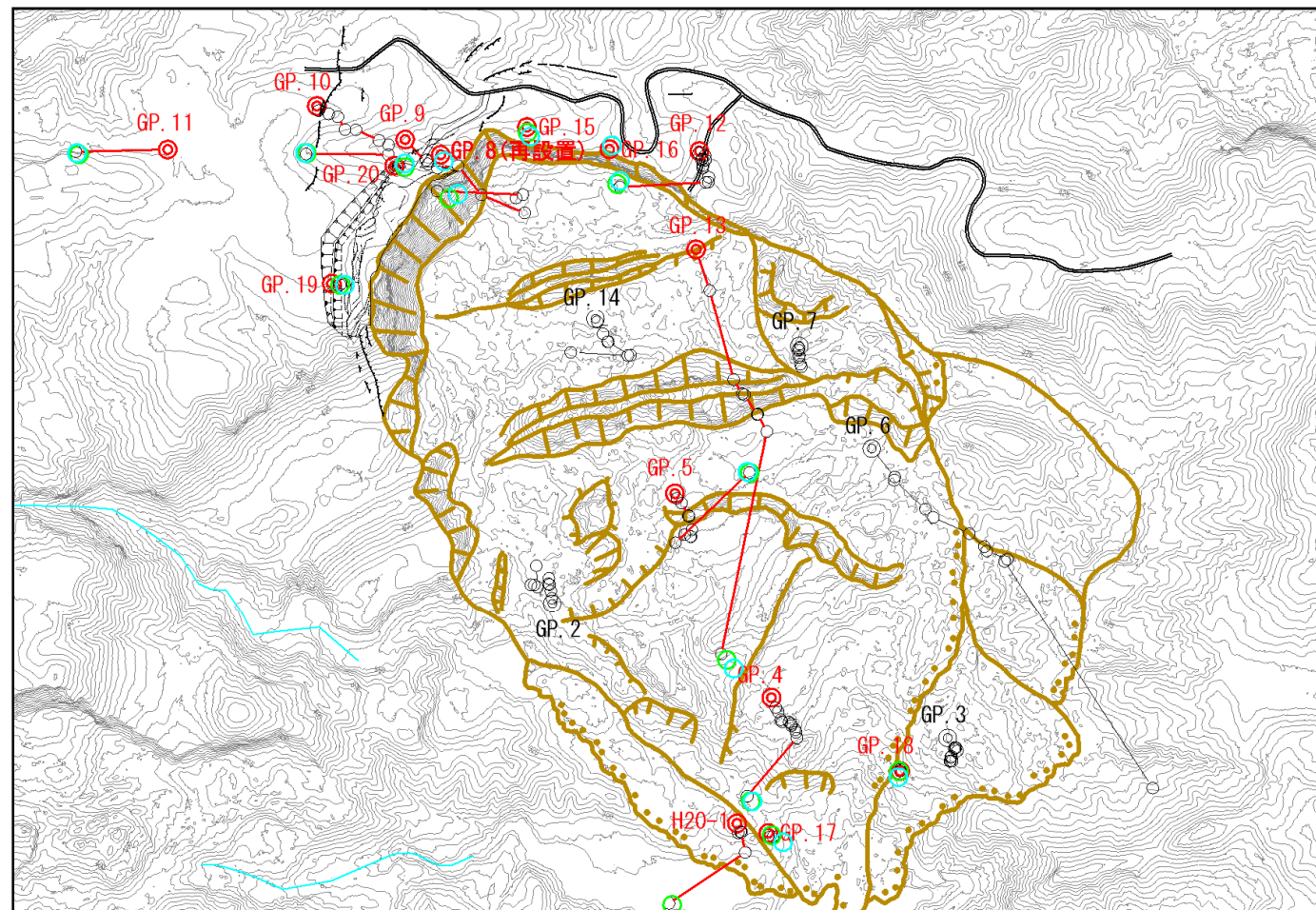


図 3. 2.6 GPS 観測移動図

(iii) 末端部移動杭観測結果

全観測点において、水平変位は 2~7mm と小さく誤差程度であり、その上移動方向は一定しない (図 3. 2.7)。したがって末端部法面において、亀裂が開くような地すべり性変動は発生していないと判断される。

一方、鉛直変位も 2~8mm と小さく誤差程度であるが、亀裂に近い K1, K2, K5, K6 で比較的沈下量が多い傾向にあり、また沈下方向での累積性が確認される。

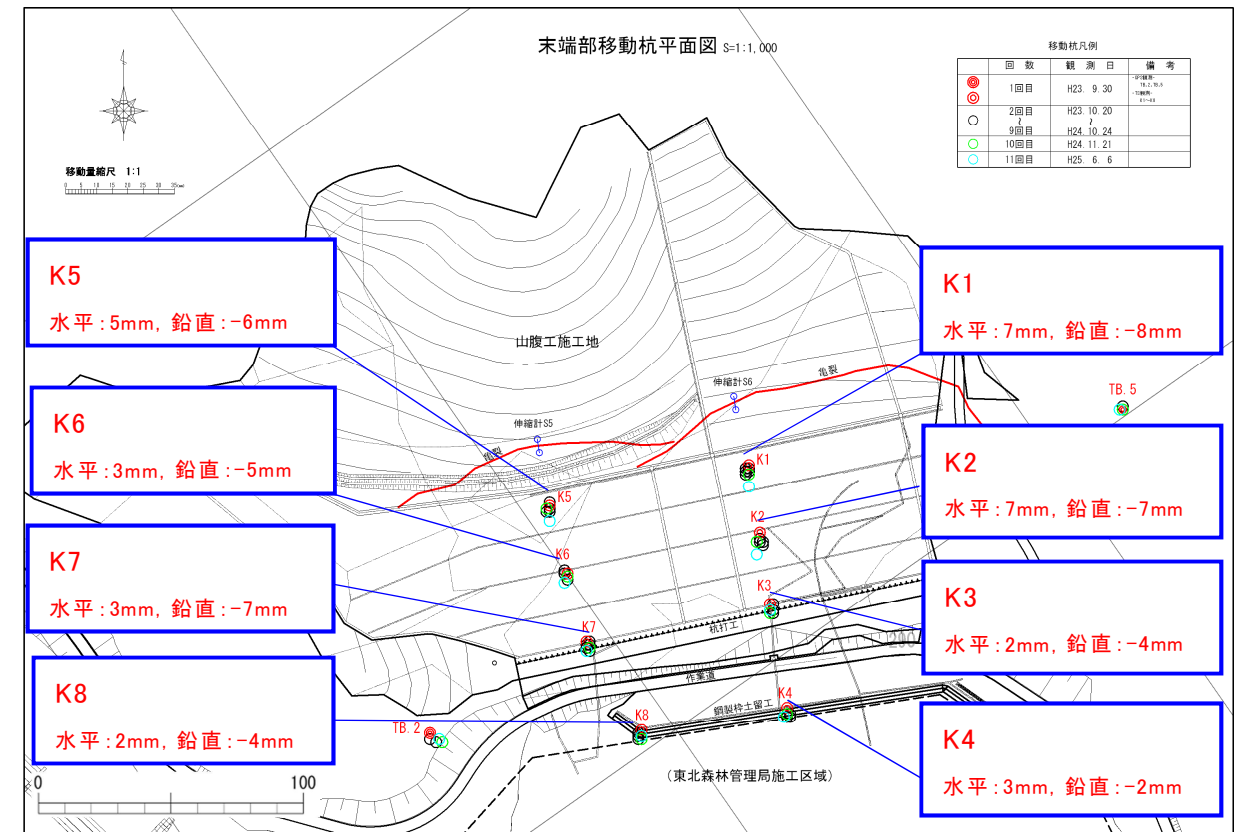


図 3. 2.7 末端部移動杭平面図 : H23 年 9 月 ~ H25 年 6 月

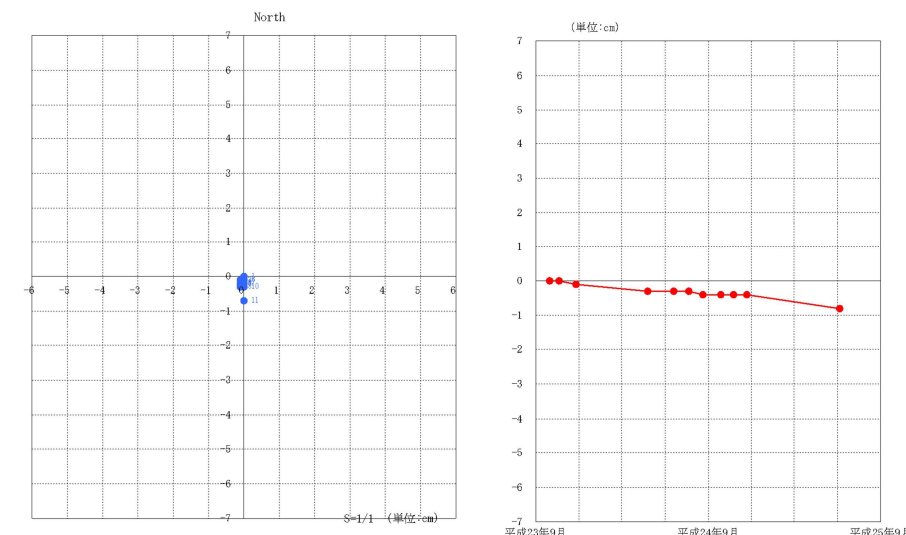


図 3. 2.8 移動杭ベクトル図の一例 K1 (左 : 水平面, 右 : 鉛直)



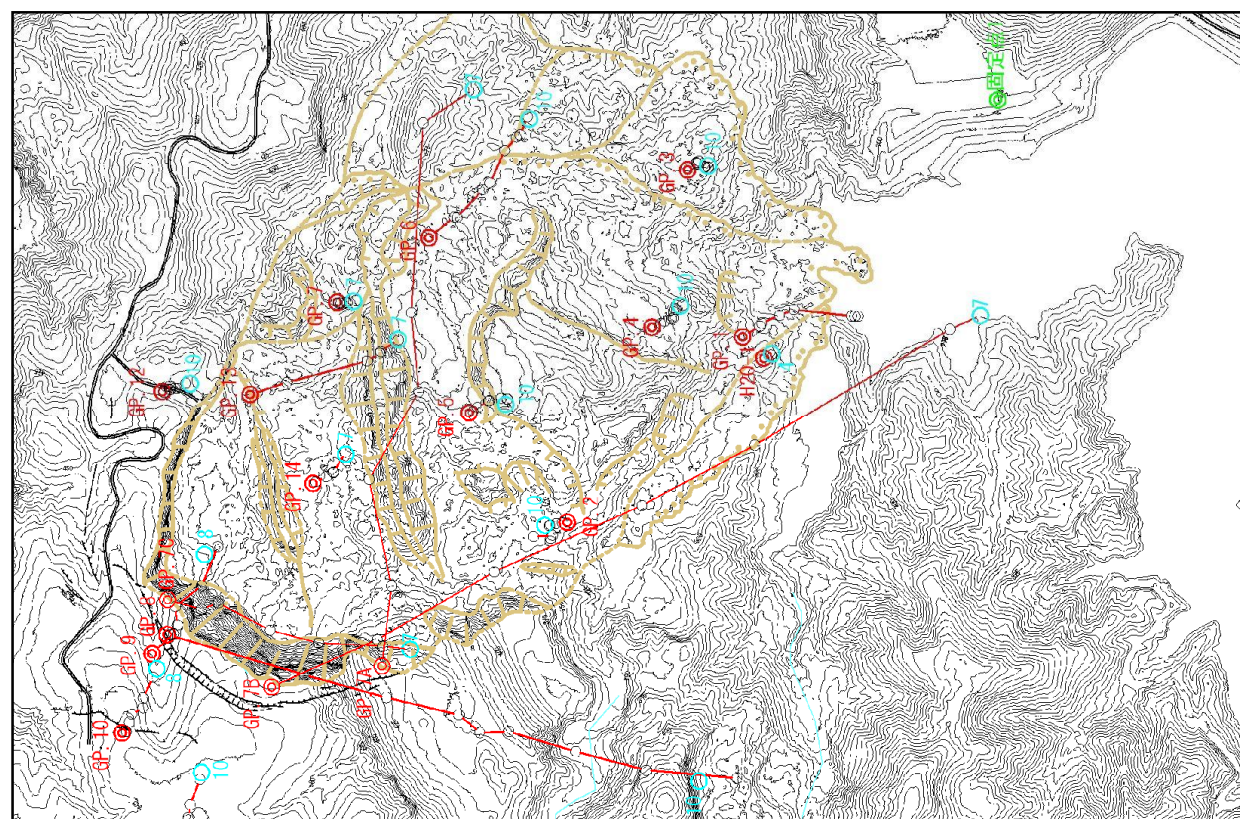


図 3. 2.9 GPS 移動図 平成 21 年度観測結果

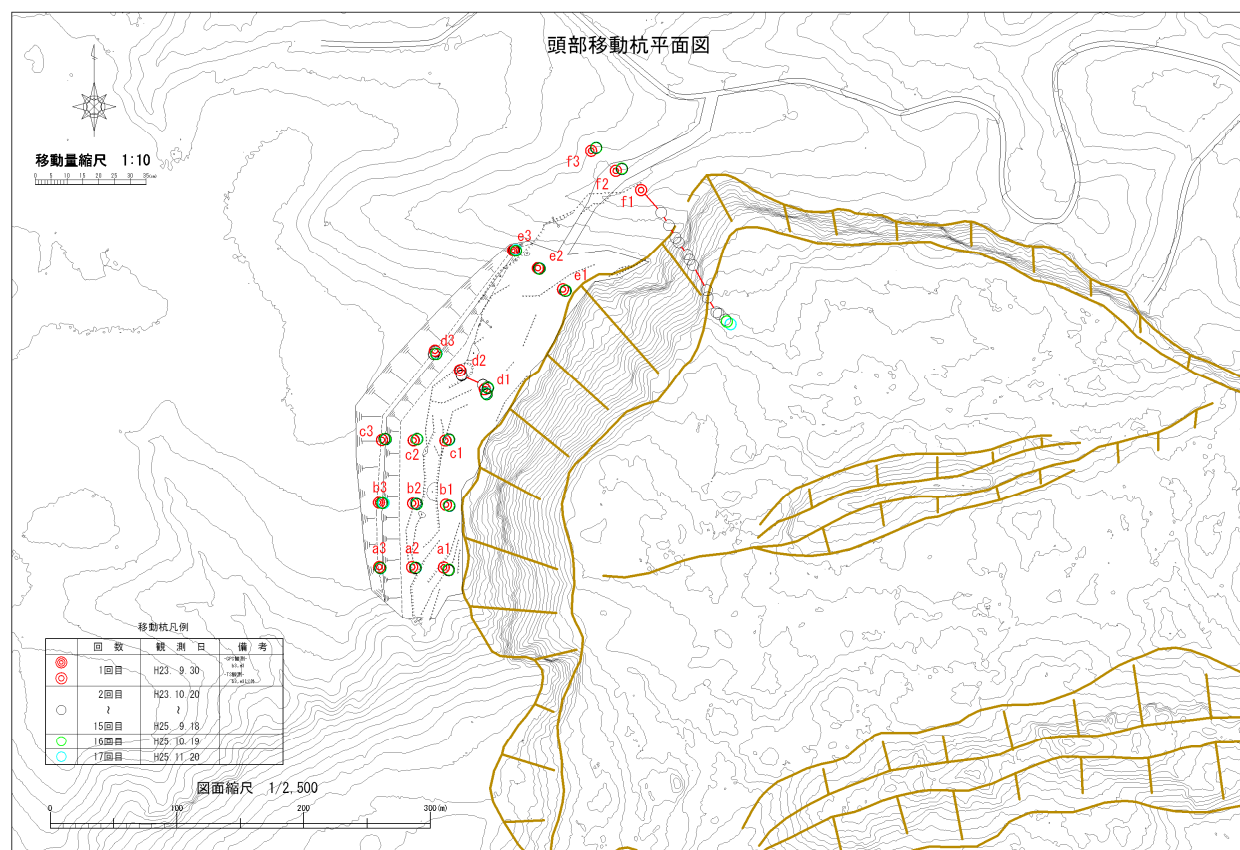


図 3. 2.10 頭部移動杭変動図

### (3) 地表伸縮計観測

#### (i) 頭部拡大亀裂

「平成 23 年東北地方太平洋沖地震」により拡大亀裂が最活動したため、大きく一時変動している(図 3. 2.10 図 3. 2.11)。その他期間では目立った変動は見られないものの、地表伸縮計の構造上、雪囲いを講じたとしても積雪によるノイズは完全に除去できておらず、今後は観測手法も含めて検討する必要がある。

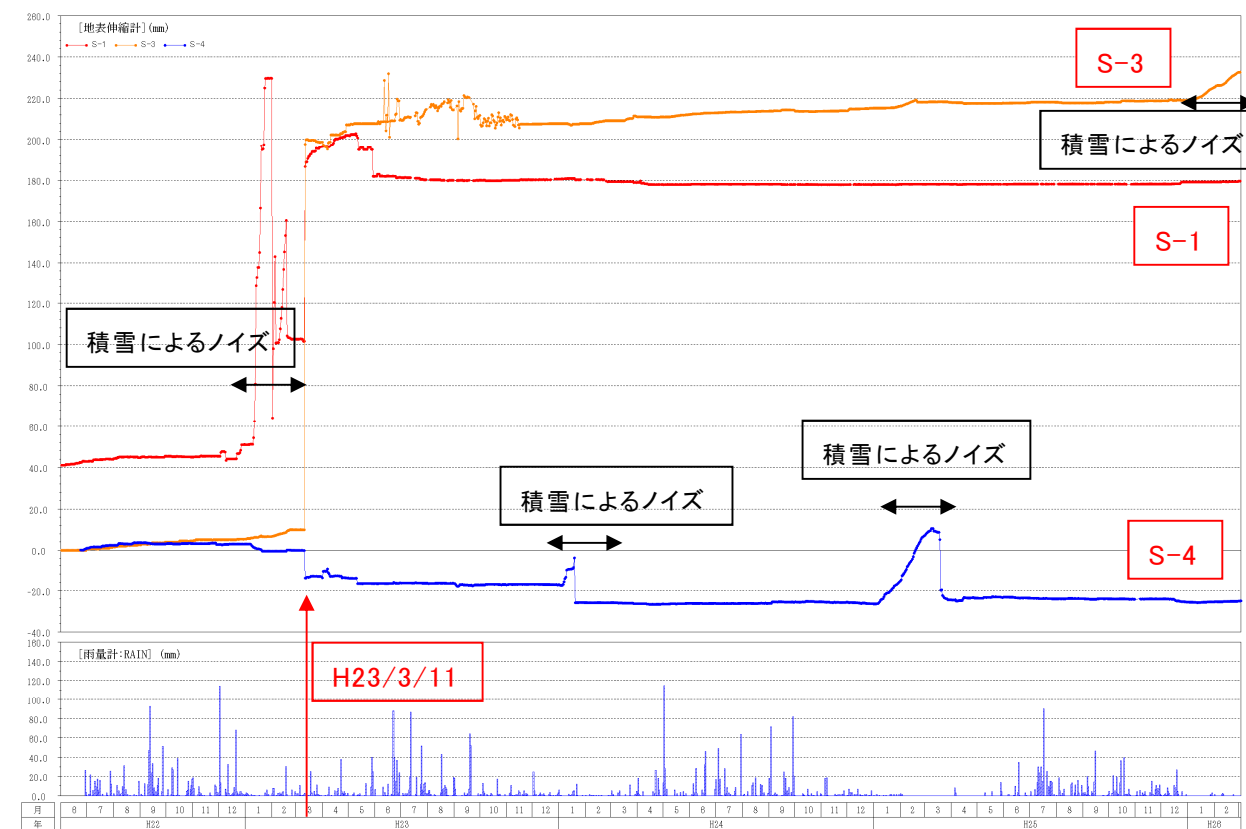


図 3. 2.11 地表伸縮計経年変動図 (S-1, S-3, S-4)

(ii) 末端ブロック山腹工法面の亀裂

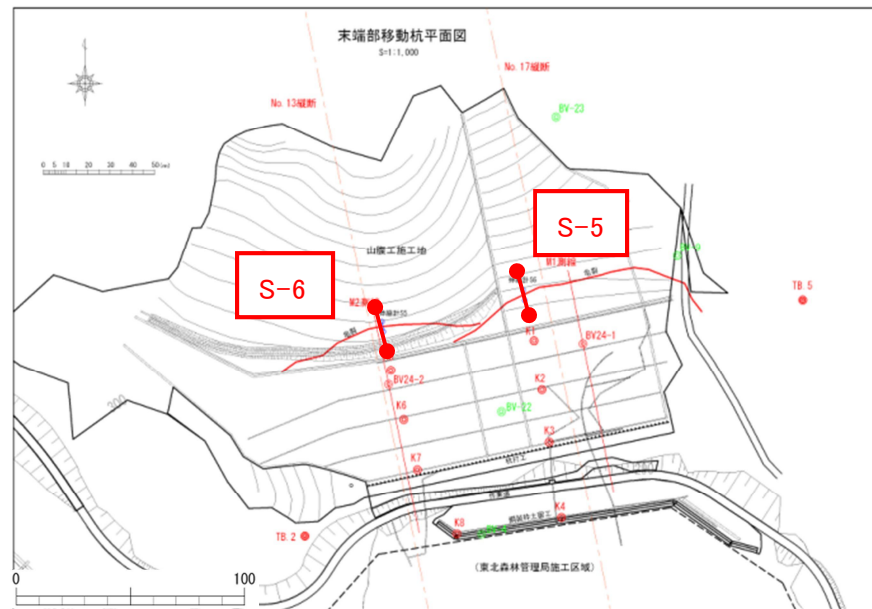


図 3. 2.12 地表伸縮計位置図

①.S-5

図 3. 2.13 に地表伸縮計変動図を示す。

平成 25 年 1 月から 3 月中旬にかけて交互変動が確認されるが、これは積雪や融雪に伴うノイズであると考えられる。その後、微弱ながらも累積変動が確認されるが、その変動量は 2.4mm と非常に小さい。

観測開始からの全データでは、交互変動を繰り返しつつも全体的には累積傾向にあり、総累積値は 17.4mm となる。

②.S-6

図 3. 2.13 に地表伸縮計変動図を示す。

平成 25 年 3 月初旬に一時的に縮み変動が認められるが、これは融雪に伴うノイズであると考えられる。その後、微弱ながらも累積変動が確認され、その変動量は 2.2mm と非常に小さい。

観測開始からの全データでは、交互変動を繰り返しつつも全体的には累積傾向にあり、総累積値は 5.4mm となる。

「平成 23 年東北地方太平洋沖地震」に起因して発生した亀裂は、地震動により激しく揺さぶられた砂質地盤内の一時的な軽度の液状化(側方流動までには至らない)により発生したものであり、その後の地すべりを誘発するまでに至っていない。観測期間中は断続的な沈下現象は継続しているが、最大でも 8mm という非常に小さなものであり、当該山腹全体に影響を及ぼすものではないと考えられる。

なお、今後の豪雨・融雪等によって再度、同様の箇所に亀裂が確認された場合は速やかに観測を再開することが望ましい。

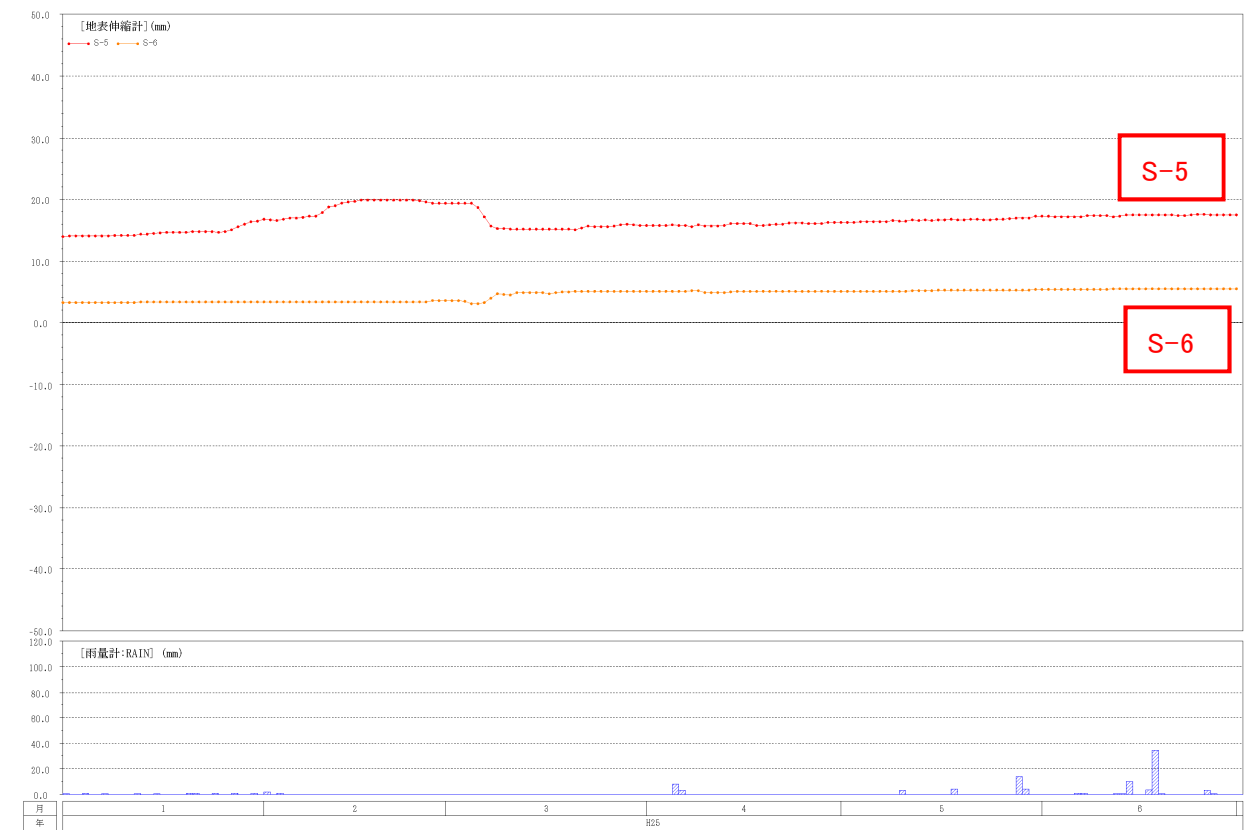


図 3. 2.13 地表伸縮計変動図 (S-5, S-6)

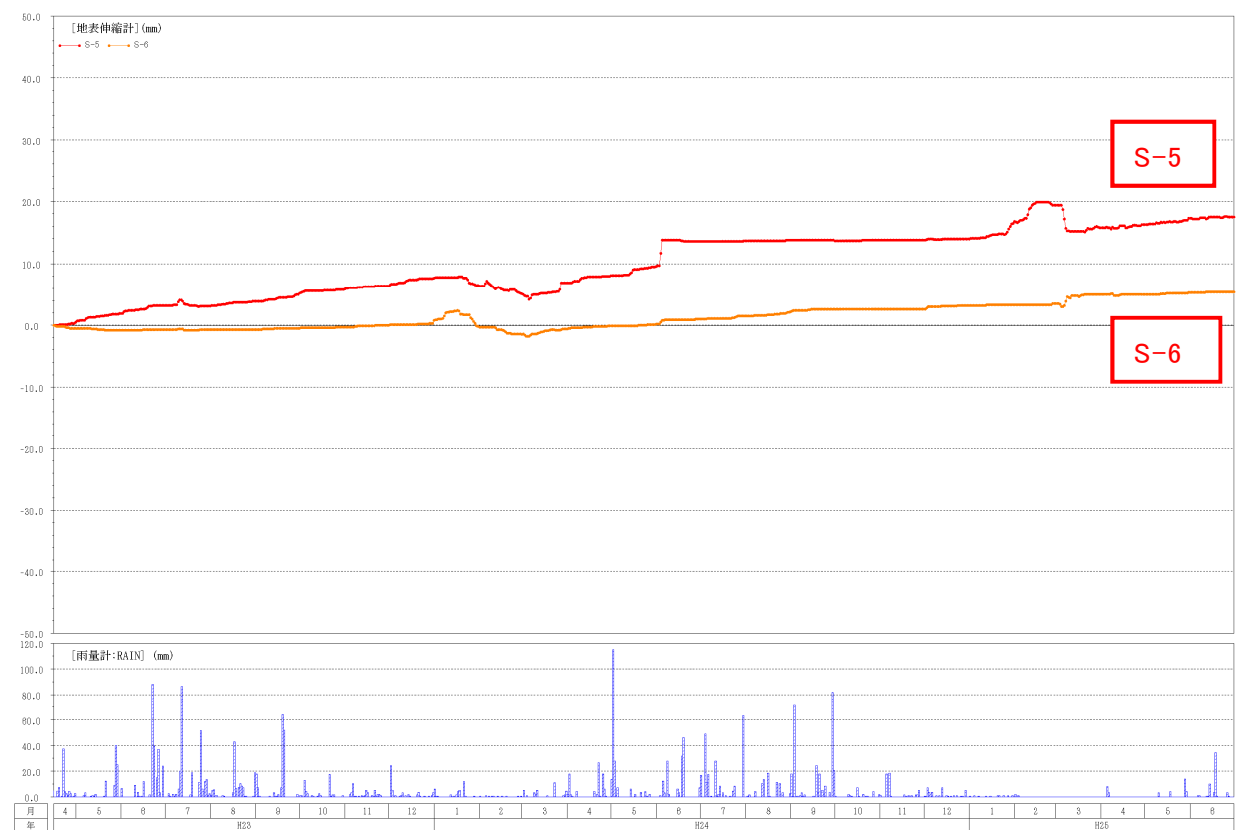


図 3. 2.14 地表伸縮計変動図 (S-5, S-6) 全データ



#### (4) 地上LP計測結果

拡大崩壊の発生は、全体ブロックの再滑動に大きく影響する可能性があるとともに、市道荒砥沢線の被災や、荒砥沢ダムへの土砂供給といった被害を及ぼすことから、拡大崩壊の動態を監視し活動の徴候を察した場合には速やかに対策を検討することが、荒砥沢地すべりの対策方針である。

したがって、本業務で実施した伸縮計観測、移動杭観測、GPS観測とともに地上LPによって拡大崩壊の監視を行う。

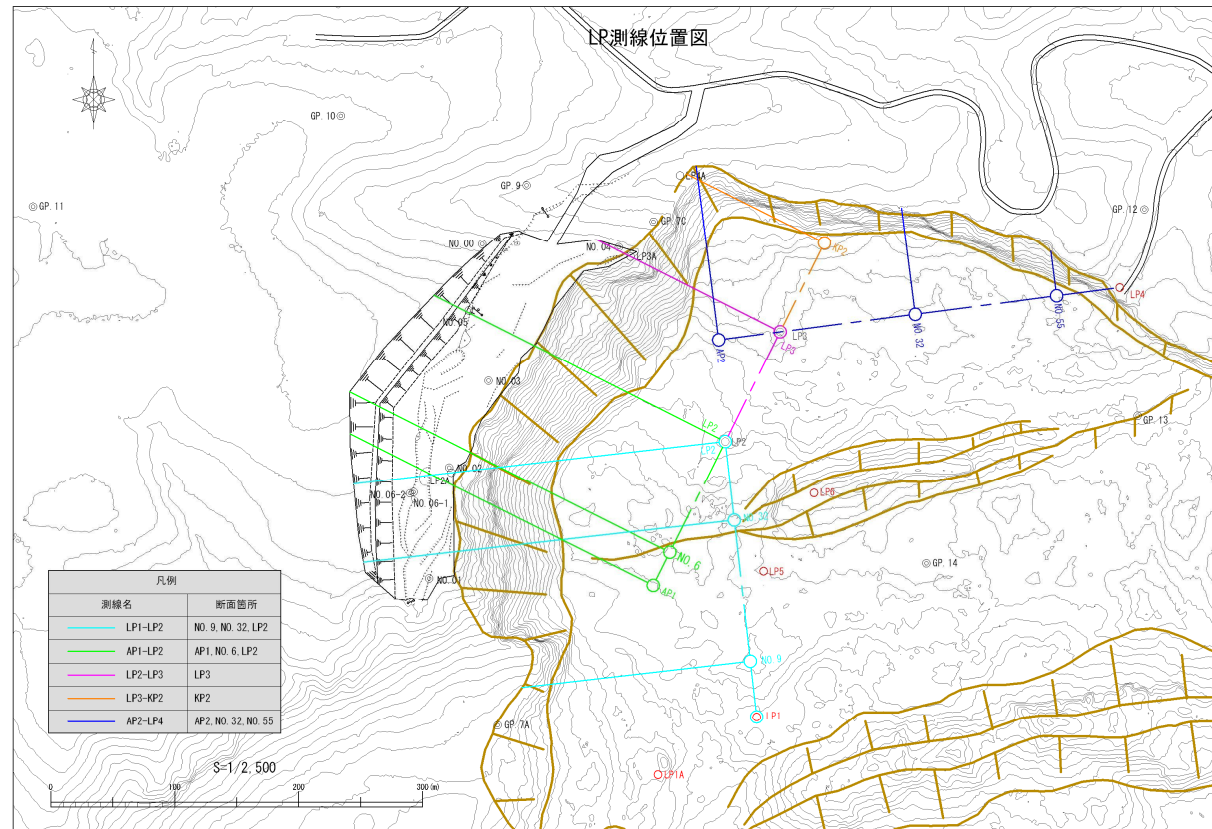


図 3. 2.15 地上レーザ測量実施位置

表 3. 2.3 計測実施日

回数	年月日	備考
1回目	平成21年11月11-12日	平成21年度調査
2回目	平成22年3月1日	
3回目	平成22年9月14日	平成22年度調査
4回目	平成23年6月20日	平成23年度調査
5回目	平成24年8月7-10日	平成24年度調査
6回目	平成25年6月14-15日	平成25年度調査

「平成23年東北地方太平洋沖地震」による崩壊範囲が明瞭に現れている(図 3. 2.17)。定期的な計測により滑落崖の変状を正確に把握できるが、データ量が膨大であり、その解析手法に課題あり。(図 3. 2.15, 図 3. 2.16)。

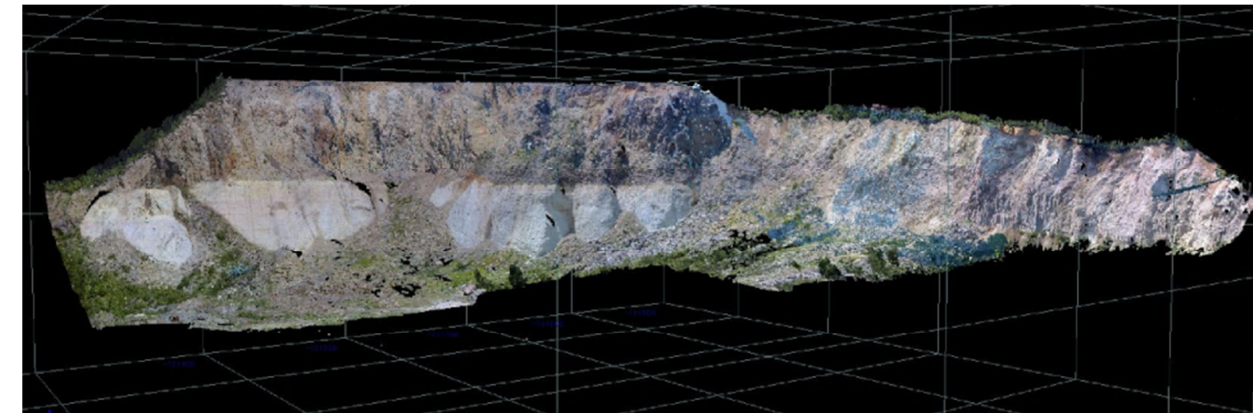


図 3. 2.16 地上LPデータとデジタル画像を組み合わせた立体図

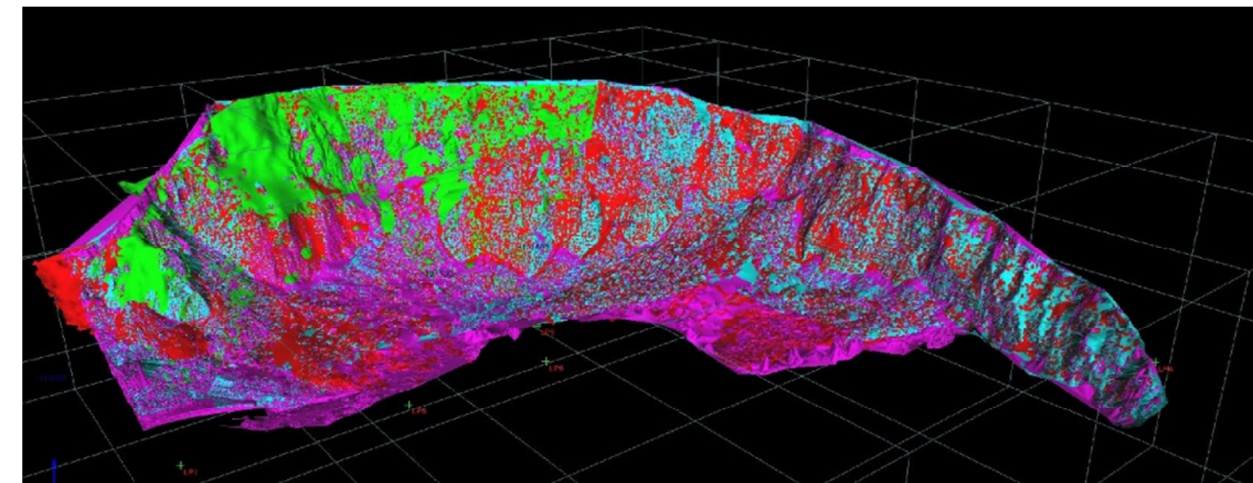


図 3. 2.17 地上LPデータ立体図 (H22~H25 重ね合わせ)

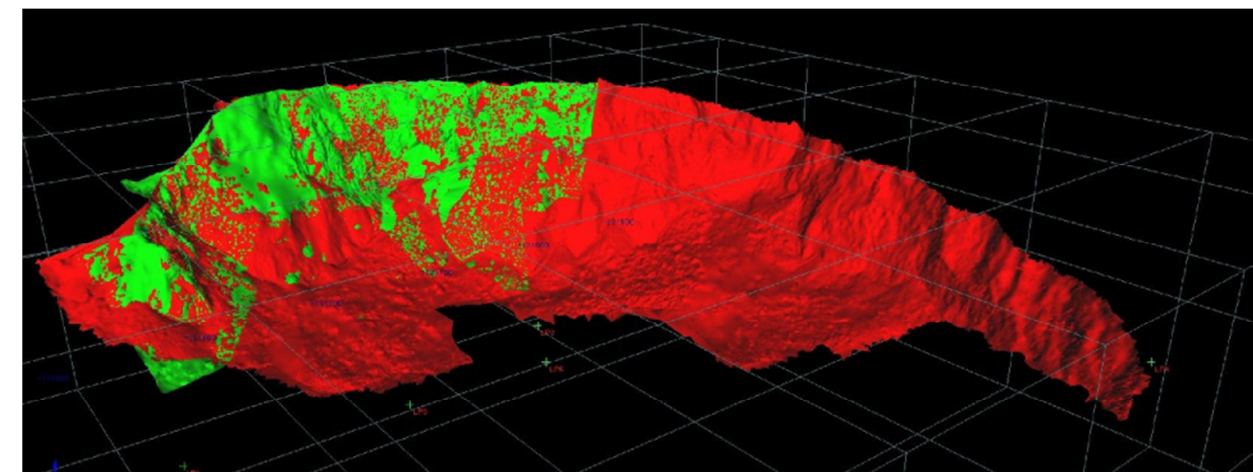


図 3. 2.18 地上LPデータ立体図 (H22~H23 重ね合わせ)



(i) 測線ごとの斜面変状

各測線ごとの変位量一覧表を表 3. 2. 4 に示す。

当業務における測量結果では、局所的な崩壊等による斜面変状を捉えている。主な変状を大別すると、「①せり出し、②崩壊、③堆積」に区分できる。以下に各変状種別に記述する。

①せり出し

せり出しは「LP1-LP2 LP2」, 「AP2-LP4 No.55」で確認されており、安山岩質凝灰角礫岩と溶結凝灰岩の分布区間で発生している。主に滑落崖頂部付近の変位であることから、「平成 23 年東北地方太平洋沖地震」によって岩盤内の亀裂（節理面）が開口して緩みが生じ、クリープ変形していると考えられる。変位量は水平方向で概ね 75cm 程度である。

なお「拡大崩壊ブロック」が活動する場合は軽石凝灰岩分布域が前方にはらみ出す変状形態が想定されるが、今回の測量結果ではその様な変状は認められない。

②崩壊

崩壊は規模の違いはあるものの、全ての測線上で確認される。概ね安山岩質凝灰角礫岩や溶結凝灰岩の分布区間で発生しており、軽石凝灰岩分布区間では小規模な崩壊にとどまっている。「AP2-LP4 AP2」では他の測線と比較して広い範囲で崩壊が認められる。

③堆積

崩壊と同様に、堆積も規模の違いはあるものの、「AP2-LP4 No.55」以外の全ての測線上で確認される。「LP1-LP2 No.32」, 「LP1-LP2 LP2」, 「AP1-LP2 No.6」は他の測線と比較して大きい。

土量の概算結果を表 3. 2. 4 に示すが、平均断面法で土量を算出しているため、実際にはこれより小さな土量と考えられる。

表 3. 2. 4 各測線ごとの変位量（断面積）一覧表

基線名	測線名	区間距離 (m)	断面積(m <sup>2</sup> )		
			せり出し	崩壊	堆積
LP1-LP2	No.9	—	0.00	27.81	29.07
	No.32	115.00	0.00	17.35	123.35
	LP2	63.91	7.25	44.68	128.70
AP1-LP2	AP1	—	0.00	29.72	55.04
	No.6	30.00	0.00	10.09	132.69
	LP2	100.00	0.00	18.20	78.95
LP2-LP3	LP3	98.83	0.00	63.00	16.26
LP3-KP2	KP2	—	0.00	78.96	33.47
AP2-LP4	AP2	—	0.00	125.95	3.97
	No.32	160.00	0.00	26.64	27.94
	No.55	115.00	15.54	19.33	0.00
体積(m <sup>3</sup> )			1125.26	25452.96	39079.21

3. 4. 2 水位観測結果

荒砥沢地区の地下水位変動形態は以下の 2 グループに分類される。

①：降雨や融雪等に左右されにくく、年間をとおして概ね一定の水位を形成する

陥没帯に位置する BV-7, 13, 18 が属し、深層の地下水（すべり面に作用する地下水）の影響を強く受けていると考えられる。例外的に頭部ブロック外の BV-K1 も地下水変動が小さい。

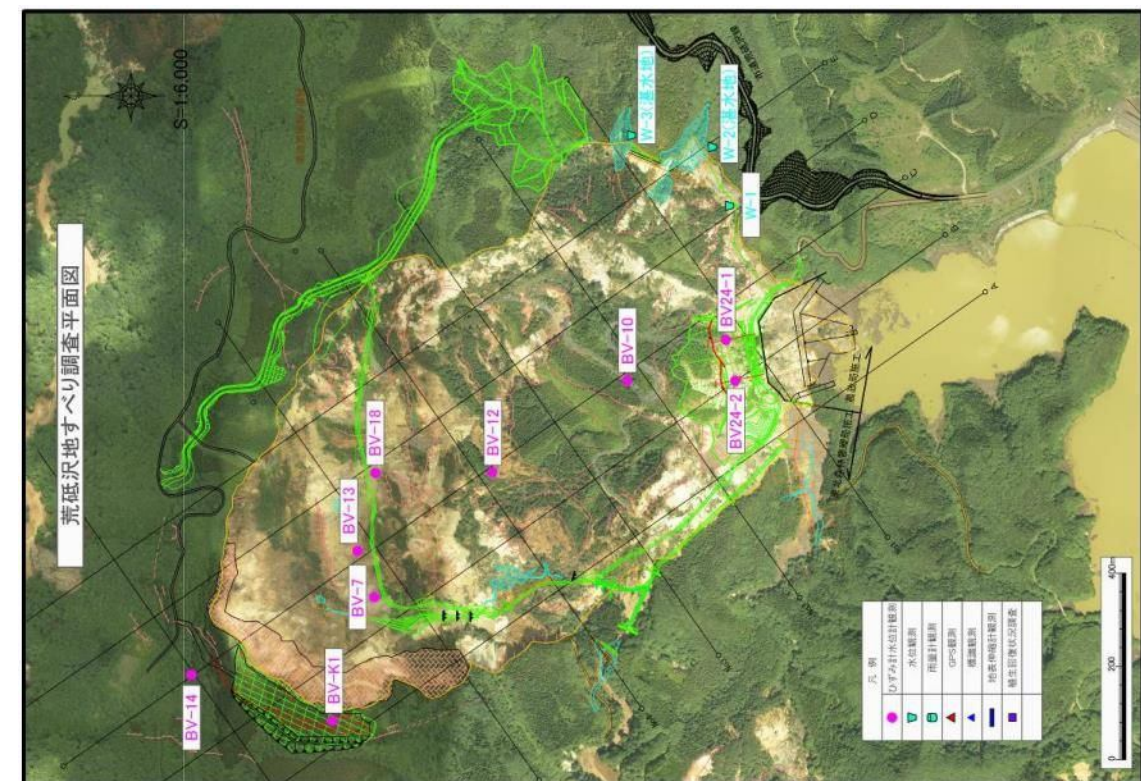
②：緩やかではあるものの、降雨や融雪によって上下変動する

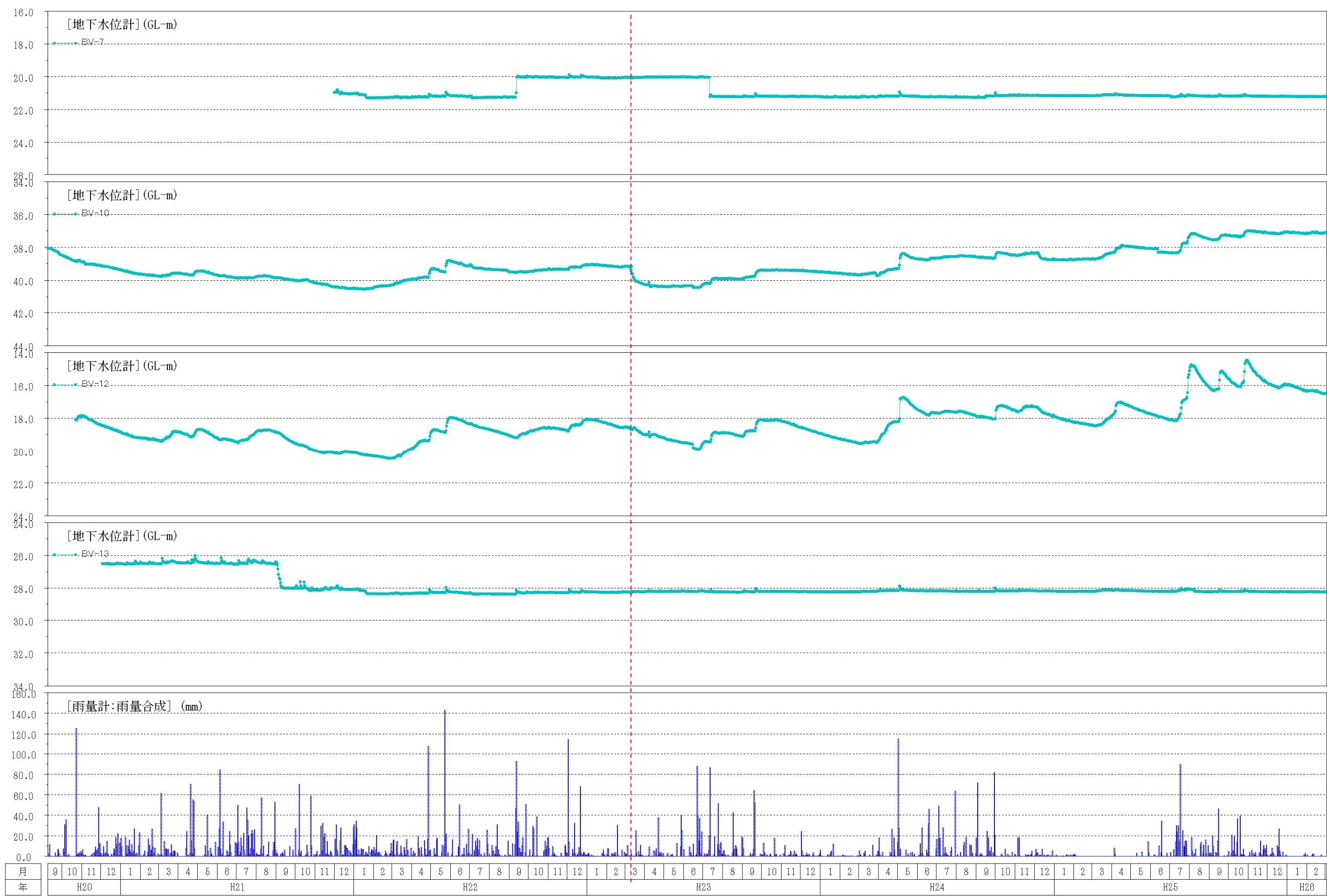
BV-10, 12, 24-1, 24-2 など地すべり移動体に位置する調査孔および BV-14 など頭部ブロック外に位置する調査孔が属し、比較的浅層の地下水の影響を受けていると考えられる。

経年変動図を見ると、各調査孔は以上の特徴を維持したままの変動を継続している（図 3. 2. 18, 図 3. 2. 19）。その様な中で、BV-K1 では「平成 23 年東北地方太平洋沖地震」時に急激に水位が上昇(約 3m)し、その傾向が続いている。地震により「拡大崩壊ブロック」が一時変動し、それによって水みちに変化が生じたと考えられる。変動値は小さいものの、降雨や融雪による水位変化が見れ、間隙水圧が上昇した状態が継続しているため、注意が必要である。

(1) 湛水池水位観測

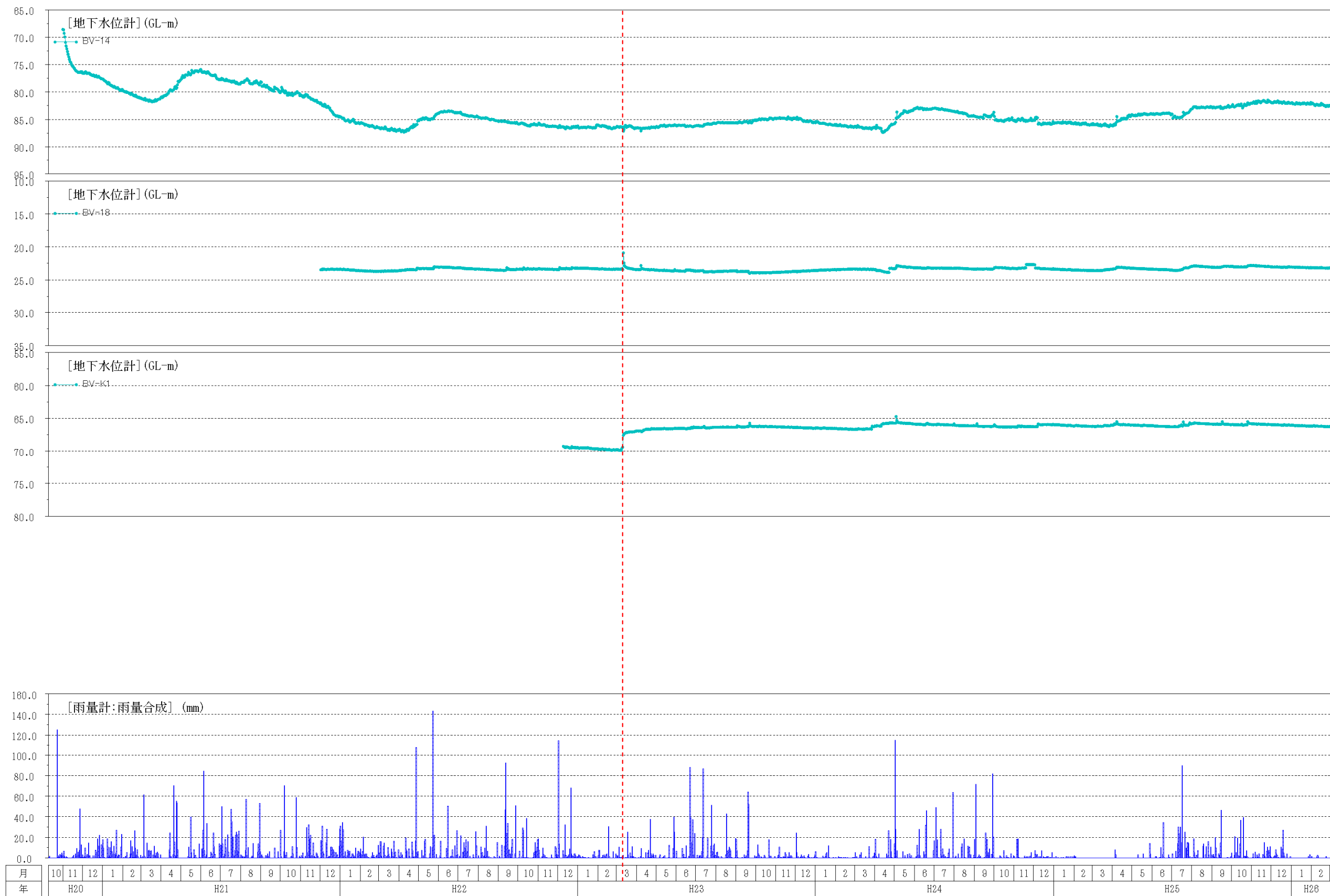
荒砥沢地すべりの末端東部に形成された湛水池の解消を目的として、応急対策として集水井工が施工された。これによって一定の効果は得られたものの、排水能力が不足していたため、湛水池および集水井の水位を観測し、排水ボーリング口径決定の基礎データとして活用された。排水ボーリングの口径を大きくしたことで、それ以前と比較して湛水池の水位は大きく下降したものの、10~20mm/日以上の降雨により、一時的な水位上昇を繰り返している状態が継続している（図 3. 2. 21）。





H23/3/11

図 3. 2. 19 地下水位経年変動図 (BV-7, BV-10, BV-12, BV-13)



H23/3/11

図 3. 2.20 地下水位経年変動図 (BV-14, BV-18, BV-K1)

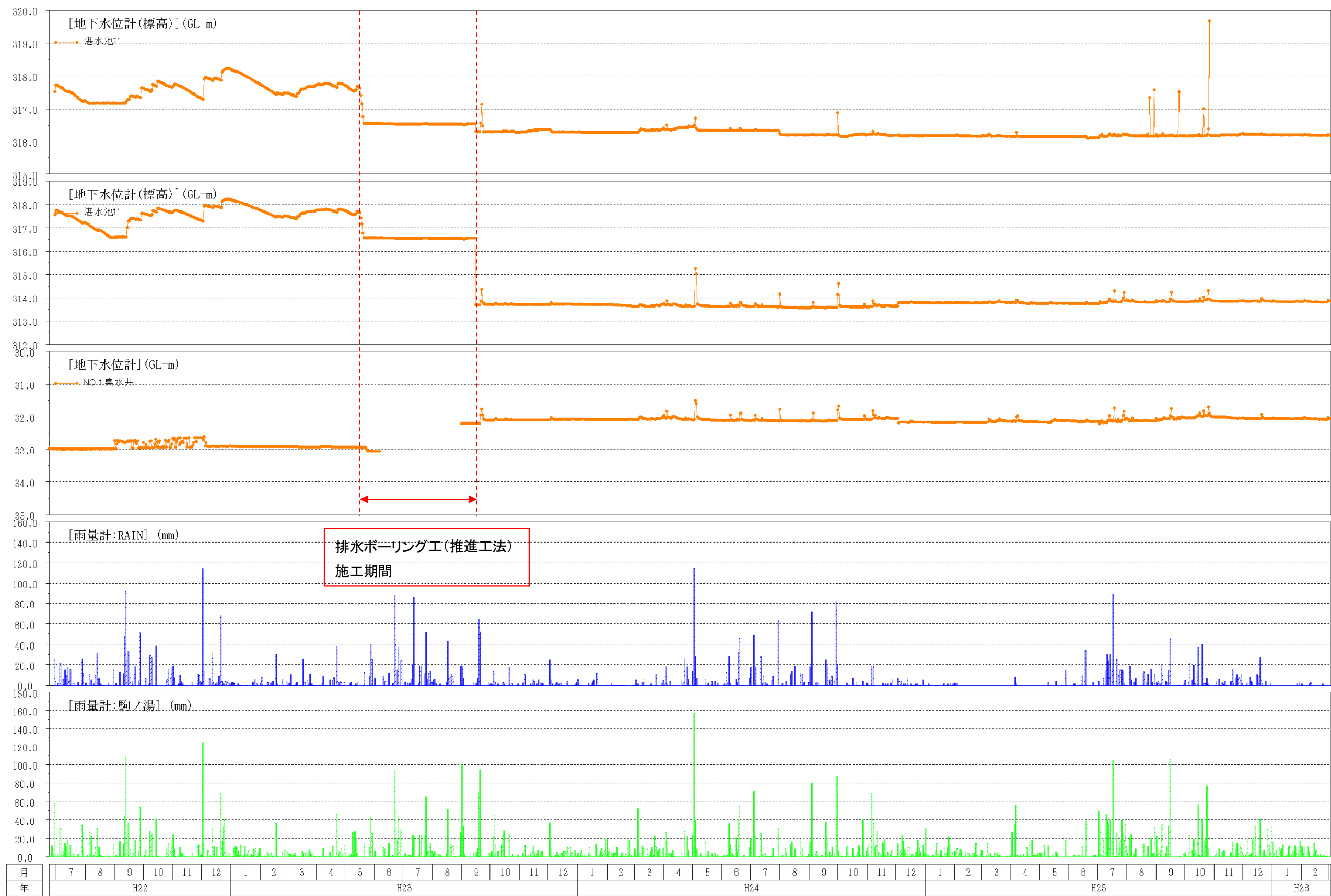


图 3. 2.21 湛水池水位観測（湛水池 2, 湛水池 1, No. 1 集水井）