

～主要地方道伊勢南島線（栗原） 災害防除事業について～

重野 雄大¹・山口 真²・藤村 拓夫³・鈴木 智幸⁴

1,2,3,4三重県伊勢建設事務所 事業推進室 道路一課（〒516-0035 三重県伊勢市勢田町628-2）

主要地方道伊勢南島線は、伊勢市街から南伊勢町を結ぶ緊急輸送道路であり、通勤・通学等に利用されている生活道路でもある。当工区は、既設吹付法面の法尻が大きく隆起し、その変状が進行していたため、法面全体の崩壊による道路利用者への影響等が懸念された。本稿では、これらの被害を防止するため、法面変状に対して行った防災対策工を紹介する。

キーワード：地下水位、法面对策、集水井

1. はじめに

三重県伊勢建設事務所の所管は、伊勢市、玉城町、度会町、大紀町、南伊勢町の1市4町で構成され、三重県の中南部に位置し、伊勢神宮を中心とした多くの街道が通じる交通の要衝として、歴史ある文化を育んだ地域である。（図-1）

主要地方道伊勢南島線は、伊勢市街から南伊勢町を結ぶ緊急輸送道路であり、通勤・通学等に利用されている生活道路でもあるため通行止めになれば地域住民の生活に重大な支障を生じる。（図-2）

本稿では、主要地方道伊勢南島線の度会町栗原地内において発生した法面変状に対して行った防災対策工を紹介する。



図-1 位置図

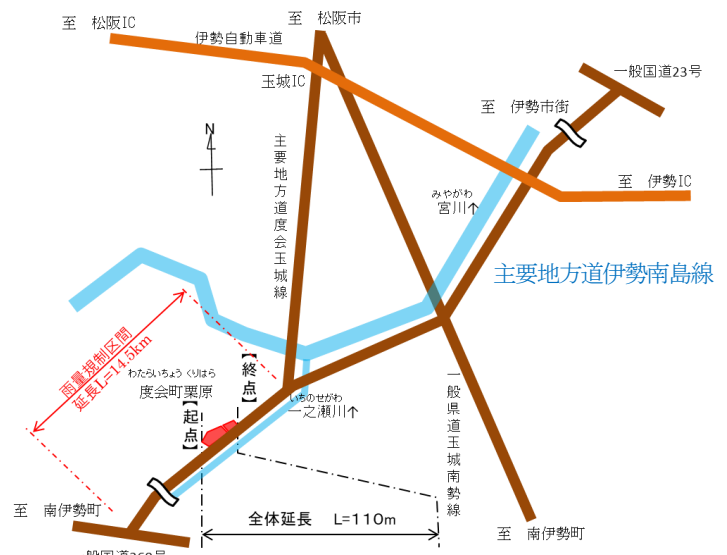


図-2 位置図

2. 事業概要

事業期間：平成26年度～令和3年度（7ヵ年）

延長等：延長0.11km 幅員7.0m

（2車線 3種4級）

全体事業費：6.9億円

(1) 地形、地質概要

事業箇所は、宮川支流の一之瀬川左岸、度会山地の東端に位置する、傾斜30°以下の山地斜面である。斜面末端は県道22号伊勢南島線に面しており、斜面下部（道路面）の標高は約20m、尾根部の標高は約180mである。道路際には高さ約30m、切土勾配1：1.0～1：1.2程度の切土法面が施工されている。

調査地は、中央構造線の南側に位置し、中生代白亜紀の三波川結晶片岩類が分布している。結晶片岩は、低温・高圧下で形成された変成岩であり、片理とよばれる面状構造を持っており、板状に割れやすい性質を持つ。調査地には主に泥質片岩が分布し、苦鉄質片岩・石英片岩を伴う。地層の走向は北東-南西方向で、南東に向かって45°～85°で傾斜する。すなわち当該法面に対して流れ盤の構造をなしている。（図-3）

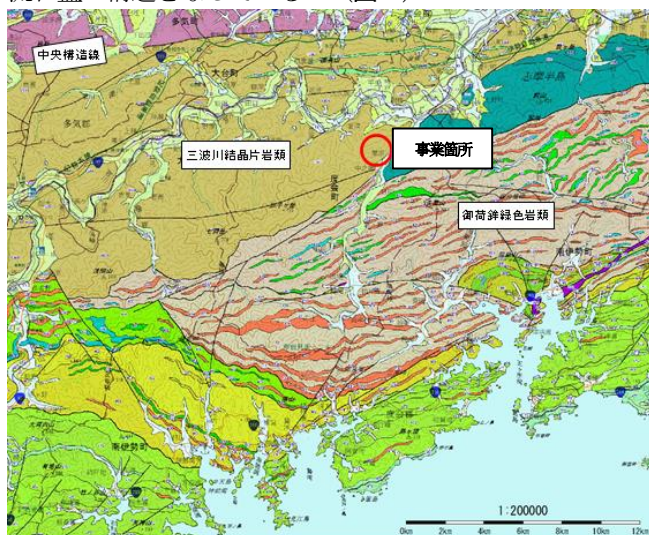


図-3 事業箇所の地質図

(2) 現場状況

現地踏査の結果、斜面上部において開口亀裂、小段排水の変形、法尻部の既設法枠の変形、歩道の隆起等の変状が確認された。（写真-1, 2, 3, 4）



写真-1



写真-2



写真-3



写真-4

平面図から読み取れる地すべり機構（図-4）

◆地形・地質状況

- ①地すべりの幅は、切土法面の幅とほぼ一致している。
- ②露頭で確認される地質構造は、法面に対して流れ盤である。
- ③末端部の押し出し（圧縮）変状と頭部の開口亀裂・段差（引張り）変状が明瞭であるが、中間部にはほとんど

変状が認められない。

- ④明瞭な滑落崖の背後にも不明瞭な段差地形が分布している。

◆地すべり機構

- ①地すべりの誘引として切土施工が考えられる。
- ②地すべりの素因として流れ盤の地質構造が考えられる。
- ③地すべりブロックは一体として滑動している。
- ④後退性すべり発生の可能性がある。

断面図から読み取れる地すべり機構（図-5）

◆地質・地下水状況

- ①地層には背斜状の褶曲がみられ、斜面に対して流れ盤となっており、地層の傾斜は斜面上部ほど緩く、斜面下部では急になる。
- ②地すべり土塊はN<50の強風化岩である。
- ③地下水位は斜面上部（地すべり頭部）ほど高くなる。
- ④地すべり末端部に隆起変状が見られ、すべり面は道路面より深部に達している。

◆地すべり機構

- ①斜面上部で地層傾斜とすべり面傾斜がほぼ等しくなることから、地すべりの主動域（地すべり滑動の主体となっている範囲）は斜面上部（概ねボーリングNo.4より上部）と考えられる。
- ②風化岩地すべりである。
- ③地下水は山地背後より供給され、主に斜面上部のすべり面の安定度を低下させている。
- ④斜面末端では地層傾斜が法面傾斜より急になるため、すべり面が地下にもぐりこむような形状となっている。

(3) 法面変状の要因

地下水位がすべり面に対し非常に高く（5～12m地下水位が高い）まとまった降雨に対し、急激に水位上昇しやすい水理構造であり、豪雨に伴う地下水位の上昇が考えられる。地下水位観測の結果、70mm以上の降雨に対しては降雨後に地下水位が比較的急激に上昇し、緩やかに低下する傾向が確認された。（図-6）

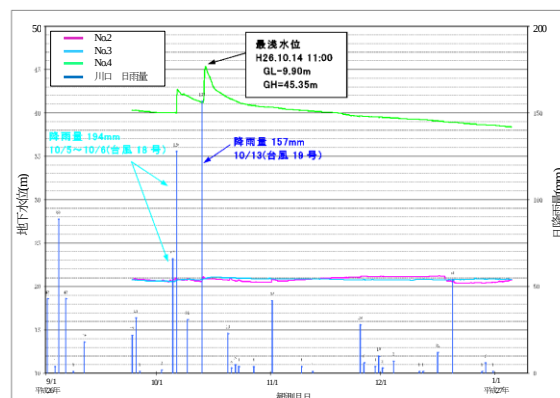


図-6 地下水位変動図 H26～H27

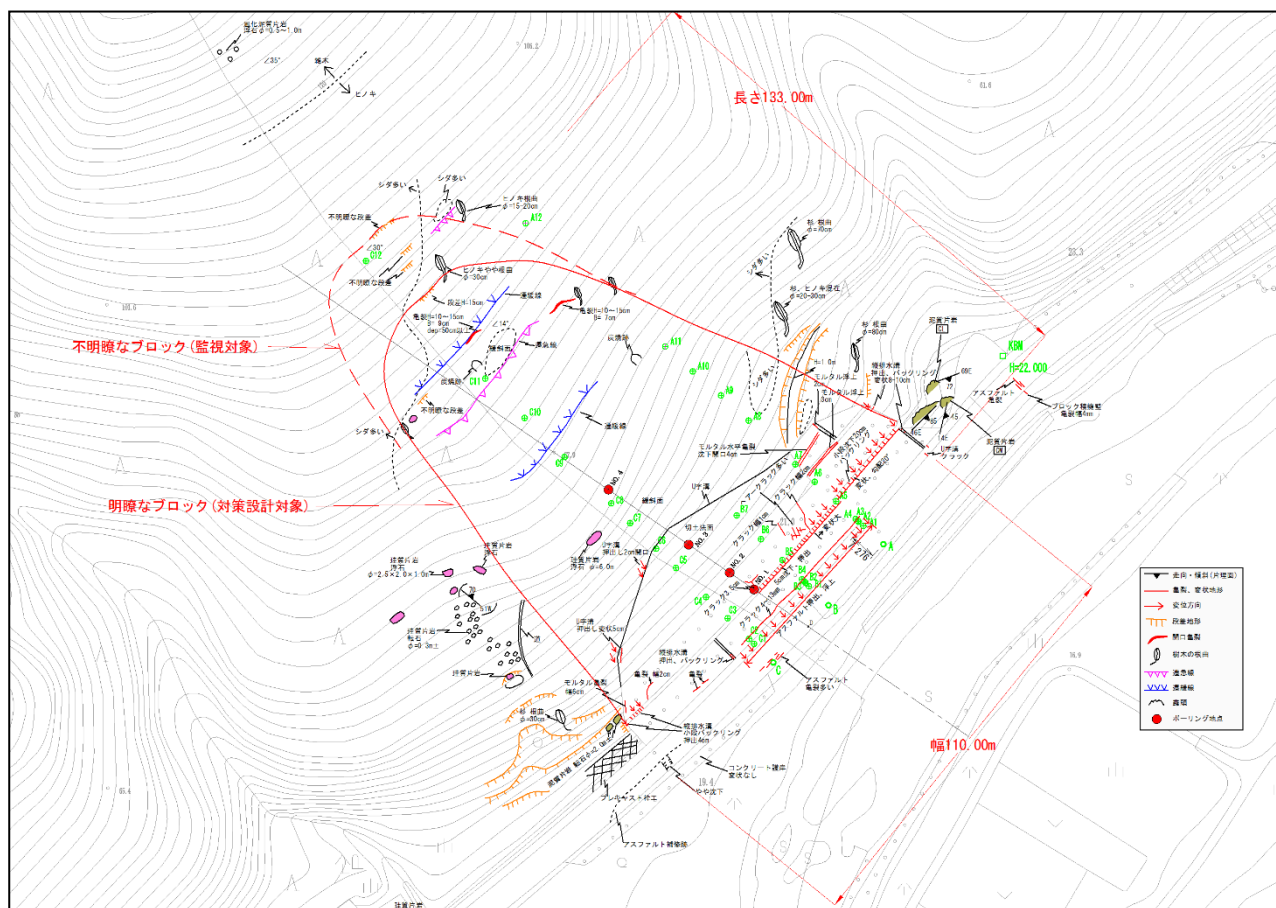


図-4 平面図

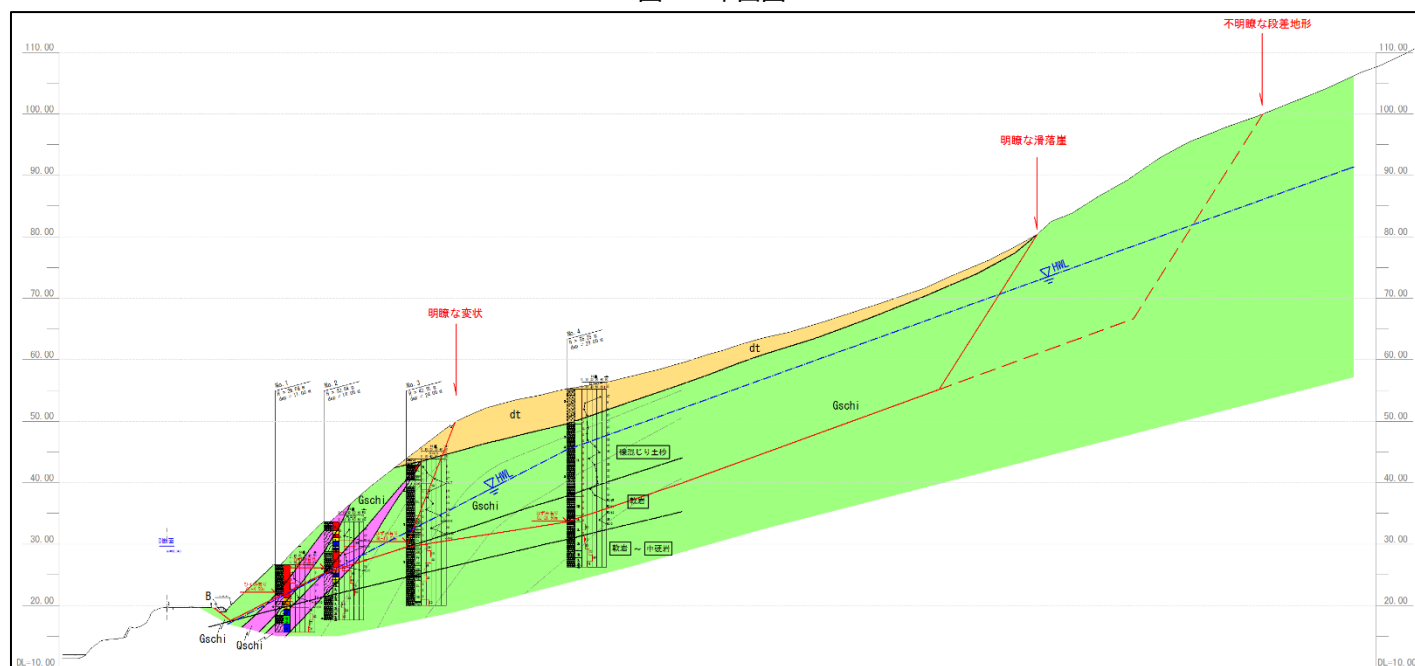


図-5 断面図

3. 対策工法

(1) 対策手順の検討

対策工の施工順序は、フロー図に基づき検討した。赤が実際に行った施工順序となる。まず、応急対策として、早期に完了が見込め、法面変状の要因である地下水位の低下を期待できる集水ボーリングを施工する。その後、集水ボーリングの効果を地下水位の観測により確認する間にグラウンドアンカーを施工した。最後に集水井を施工した。集水ボーリングの効果が想定より大きく、地下水位の低下が大きければ、集水井が不要で、最も経済的な青で示す順序となる。(図-7)

こういったケースも見据え施工順序を決定した。

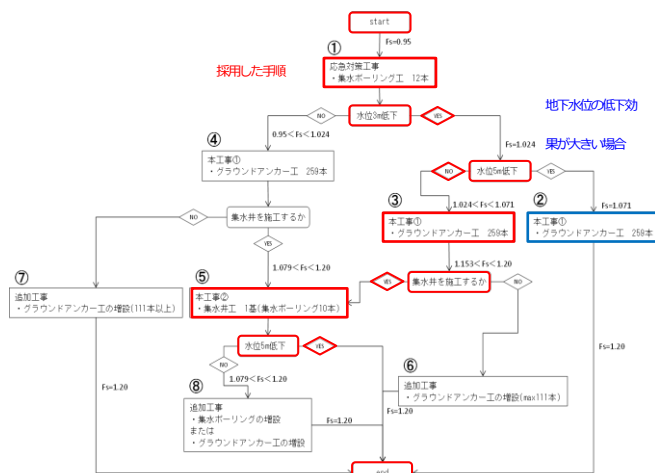


図-7 対策手順の検討

(2) 集水ボーリング

地すべりブロック内の地下水位を低下させる目的で、応急対策工事として先行して実施する。横ボーリング（掘進長は滑り面を貫き65m）により地下水を地表へ排水し、地下水位を3m低下させた。(写真-5, 6)



写真-5



写真-6

(3) グラウンドアンカー

アンカー効果として、すべり面における垂直力を増加させ、せん断抵抗力を増大させる機能（締め付け機能）とすべり滑動力を減殺する機能（引止め機能）があり、この2つの機能を同時に求める。地すべりブロックの滑動力に対し、鋼管杭を打設して抑止する工法も検討したが、道路際の法面変状に対しては崩壊防止効果が期待できないため、グラウンドアンカー工を採用した。(写真-7, 8, 9, 10)



写真-7



写真-8



写真-9



写真-10

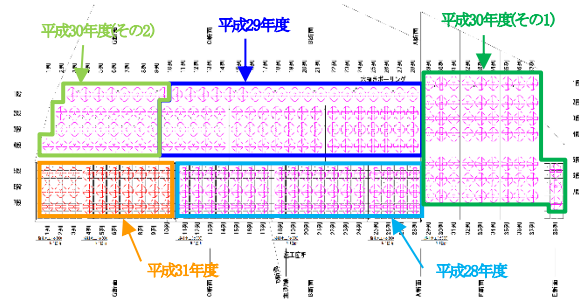


図-8 グラウンドアンカー割付図

(4) 集水井

当地すべりは、斜面上部（地すべり頭部）ほど地下水位が高いという特徴を持っているため地下水を効率的に排除する目的で集水井工を施工した。集水井の深さは、設置箇所でのすべり面深度よりも2m浅くした。(図-9)

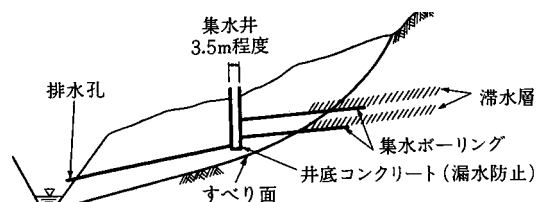


図-9 集水井概略図

集水ボーリングは長さ50mとし、先端間隔が10mとなるように配置する。なお、削孔角度は設置箇所付近のすべり面の角度を考慮し上向き10度とする。すべり面を切るように集水井の中から放射状に、先端部の間隔が5～10mとなるように計画する。

なお、これによる地下水位は2m低下した。(写真-11, 12, 13, 14)



写真-11

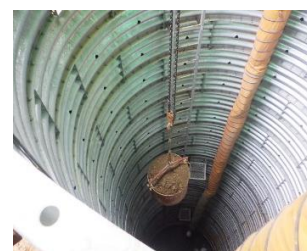


写真-12



写真-13



写真-14

(5) 対策の効果

地下水位の変状は、70mm/日以上降雨に対しては降雨数時間後～数日後に上昇し始め、ピーク後は緩やかに下降する傾向である。水位上昇量は降雨量に比例して大きくなり、台風等に伴う多量降水時(連続降水量150mm以上)には2～5m程度の非常にシャープな水位上昇を確認した。一方、70mm/日より少ない降雨に対してはあまり反応せず変動が小さい。平成27年度の横ボーリング施工後、台風等の極端な豪雨による水位上昇を除けば、地下水位は標高37～39m付近に分布している。対策工事後の70mmを超える降雨時の地下水位は-5mとなった。(図-10)

地盤伸縮計は観測開始(平成27年3月)からの累積変位量は+142.5mmであり、地すべり滑動以外の要因による異常値を除けば+109.8mmであった。なお、観測期間中で最高水位観測した大雨に対して、明瞭な変位は認められなかった。(図-11)

4. 実施した工夫・取り組み

(1) 対策工実施時の工夫・取り組み

平成26年度～令和3年度にかけて、地下水位及び歪の変異観測を自動観測システムにより行い、対策工事前後の比較を行った。本システムは、現地設置機器とインターネット上のクラウドモニタリングサービスで構成されており、データの保存のみならず管理基準値(表-1)を超過した際に予め登録したメールアドレスに警報メールを発信する設定をした。

計測機器		管理基準			
		点検	注意	警戒	通行止め
伸縮計		10mm以上/30日	5～50mm/5日	2mm/時間	4mm以上/時間
パイプ歪計		100 μ 以上 (累積値)	1,000～5,000 μ (累積値)	100 μ /日以上	2,000 μ /日以上
自記水位計		-	-	-	-
観測 頻度 措置	伸縮計	1回/月	1回/週	常時観測	
	パイプ歪計 自記水位計	1回/月 (3～5月、11～3月) 2回/月 (6～10月:多雨期)			
	基本的な 対応	・観測機器の点検 ・監視の開始	・観測頻度の増加 ・観測機器の増加 ・監視の強化	・警報機設置 ・応急対策	・工事中止(避難) ・立入り禁止 ・道路通行止め
	備考	各対応区分の解除は、観測値がその区分を下回った時に検討する。			

表-1 管理基準値と対応措置

(2) 早期の対策完了に向けた取り組み

事業費約6.9億円のうち約半分の3.5億円を補正予算で積極的に活用し、事業期間の短縮を図った。継続して施

工をすることで、有事へ対応可能な体制を途切れることなく継続し、約1年前倒して対策工を完了した。(図-12)

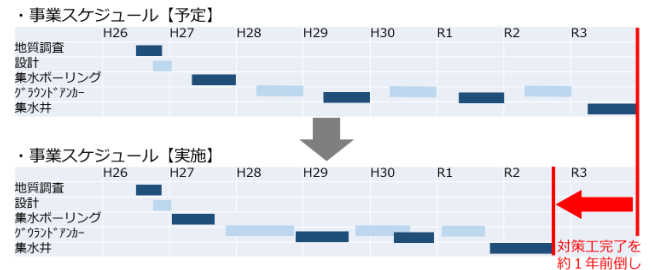


図-12 事業スケジュール

5. おわりに

事業を通しての教訓は、地下水位による法面の安定への影響などに特徴があり、土木事業においては個々の現場特性を正確に把握し、それに応じた計画が重要である。また、当事業は実際に変位が発生している緊張感のある現場での事業であったことから、早期完了に向けた対応や、緊急対応にむけた体制づくりについても必要となる。これらの教訓は今後活かそうと思う。

また、災害防除事業のような事業は、道路改良事業に比較すると現場で何をやっているのか一般通行者には分かりづらいため、対外的な情報発信という面においての課題がある。現在こういった課題の解決に向け活用できるツールとしてTwitter(図-13)などのSNSの活用を行っており、情報発信の面において大変有効になると考える。今後の事業では積極的に活用していく。



図-13 三重県県土整備部Twitter QRコード

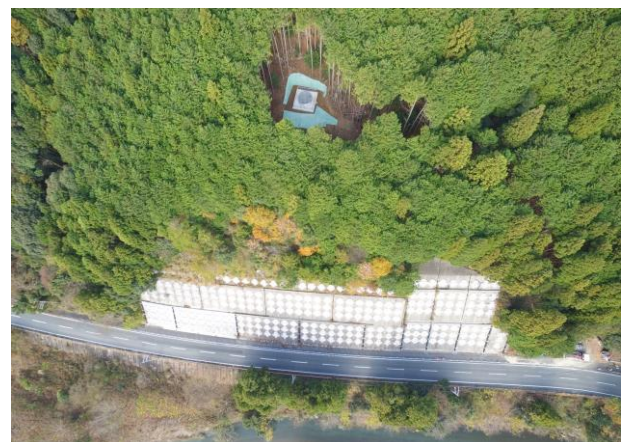


写真-15 完成全景

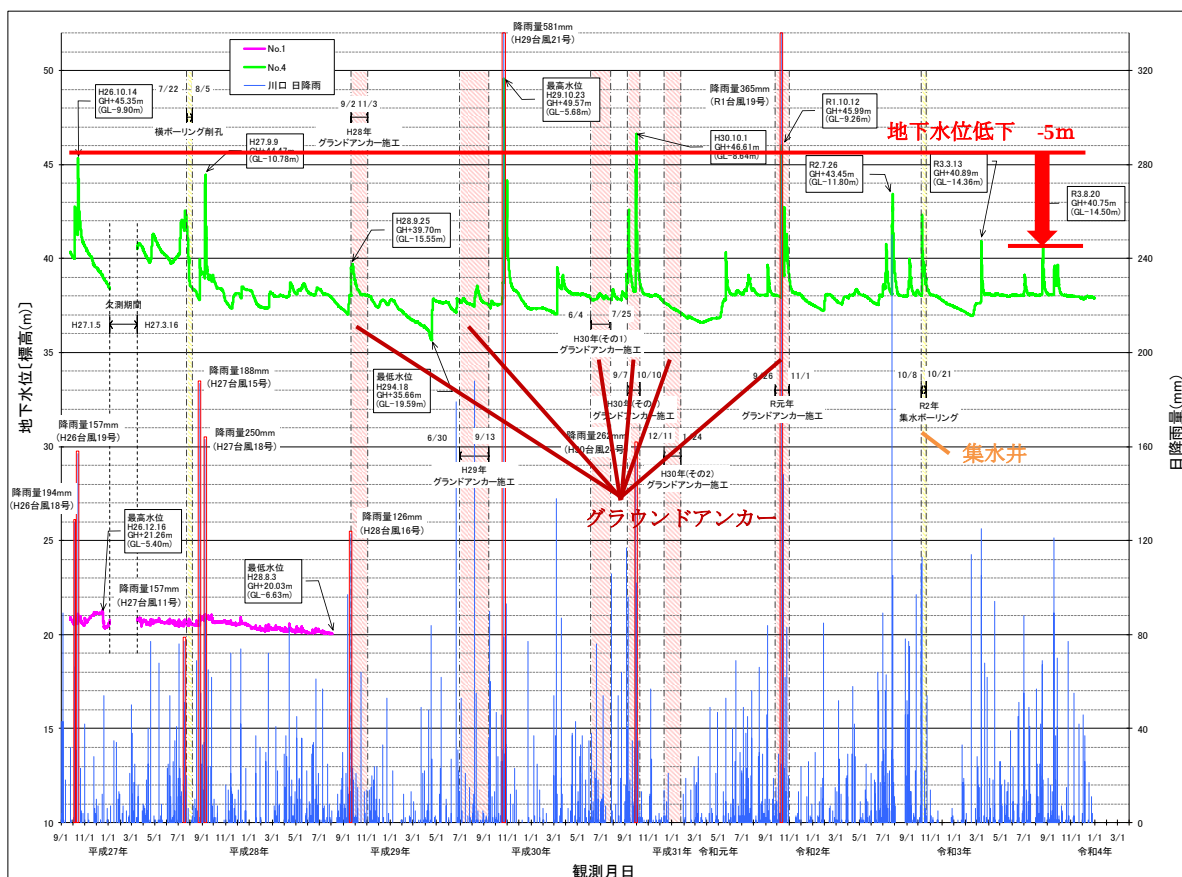


図-10 地下水位変動図

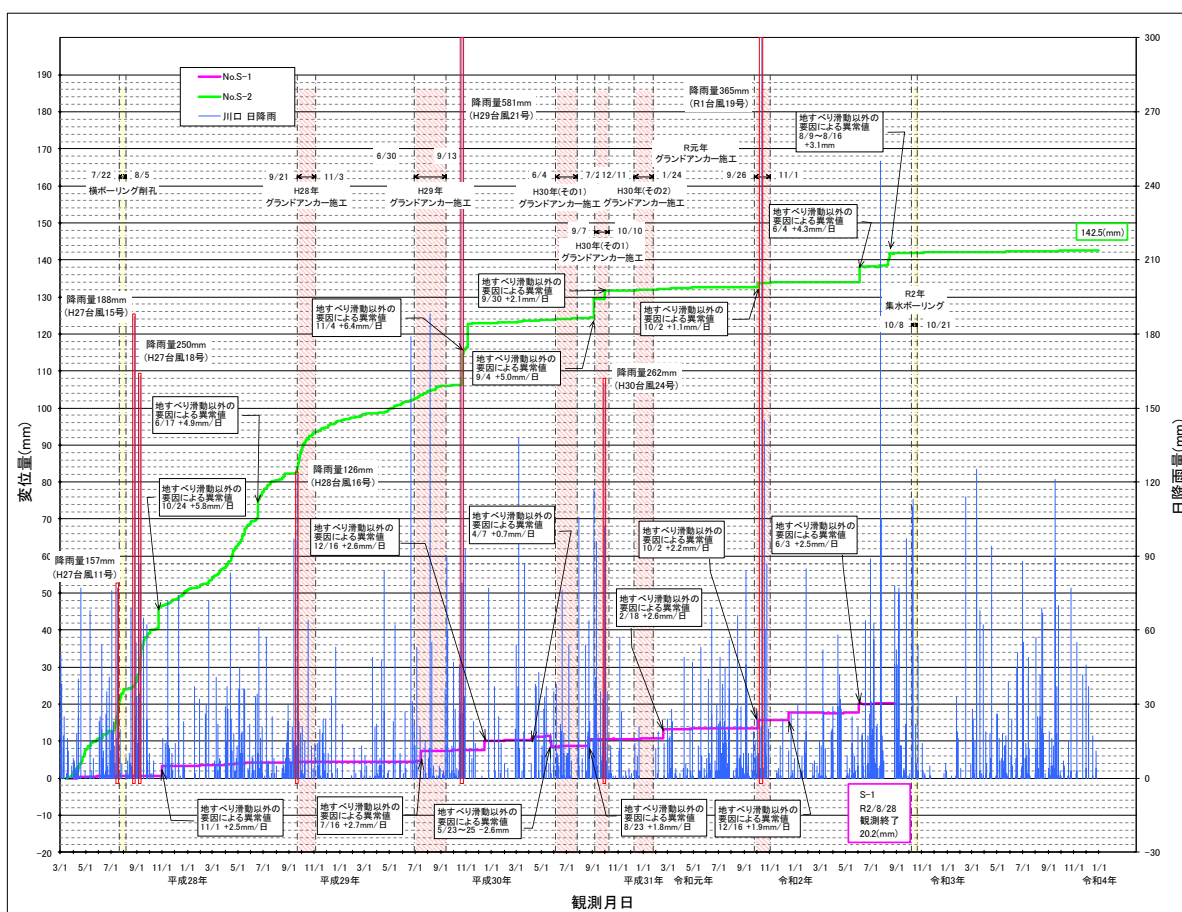


圖-11 歪觀測結果