

独立行政法人 原子力安全基盤機構 殿

平成 24～25 年度 モニタリング装置の データの整理分析と測定の品質管理

委託調査研究 最終報告書

平成 26 年 3 月

独立行政法人 日本原子力研究開発機構

地層処分研究開発部門

本報告書は、独立行政法人原子力安全基盤機構からの委託研究として独立行政法人日本原子力研究開発機構が実施した「平成 24～25 年度 モニタリング装置のデータの整理分析と測定の品質管理」の成果を取りまとめたものです。

本報告書の複製，転載，引用等には，独立行政法人原子力安全基盤機構の承認が必要です。

報告書目次

1	概要	1
1.1	実施目的	1
1.2	実施背景	1
1.3	実施項目	2
1.4	実施場所	3
1.5	実施期間	3
1.6	発注者	3
1.7	実施者	3
1.8	実施体制	4
1.9	実施工程	5
2	水圧モニタリングデータの整理・分析	6
2.1	SAB-1 孔の状況	6
2.2	観測データの測定間隔と処理方法	8
2.3	平成 24 年度における SAB-1 孔の水圧変動と坑内作業との対比	9
2.4	平成 25 年度における SAB-1 孔の水圧変動と坑内作業との対比	67
2.5	水圧変動イベントと坑内作業および断層／亀裂との水理学的対応関係	115
2.6	考察	119
3	モニタリング装置によるデータ取得の品質管理	121
4	まとめ	122
5	参考文献	122

巻末資料

App. 1	モニタリング装置設置開始日から業務終了日における水圧変動
App. 2	平成 24 年度の検討期間における水圧変動
App. 3	平成 25 年度の検討期間における水圧変動
App. 4	平成 24 年度の検討期間におけるグラウト工配置図
App. 5	平成 25 年度の検討期間におけるグラウト工配置図
App. 6	平成 24 年度における巡視報告
App. 7	平成 25 年度における巡視報告
App. 8	平成 24 年度の現場写真
App. 9	平成 25 年度の現場写真

図目次

図 1-1	SAB-1 孔位置図	3
図 2-1	全体概念図(恒久対策後:平成23年11月25日～)	6
図 2-2	350m調査坑道グラウト工施工位置図	10
図 2-3	350m調査坑道支保工割付図	11
図 2-4	変動要因除去前後の水圧変動	12
図 2-5	平成24年2月6日～平成24年6月18日における潮汐の影響による変動成分	13
図 2-6	平成24年6月19日～平成24年10月31日における潮汐の影響による変動成分	14
図 2-7	平成24年11月29日～平成25年2月28日における潮汐の影響による変動成分	15
図 2-8	平成24年2月6日～平成24年6月18日における気圧の影響による変動成分と大気圧	16
図 2-9	平成24年6月19日～平成24年10月31日における気圧の影響による変動成分と大気圧	17
図 2-10	平成24年11月29日～平成25年2月28日における気圧の影響による変動成分と大気圧	18
図 2-11	平成24年2月6日～平成24年6月18日におけるデジタルノイズ成分	19
図 2-12	平成24年6月19日～平成24年10月31日におけるデジタルノイズ成分	20
図 2-13	平成24年11月29日～平成25年2月28日におけるデジタルノイズ成分	21
図 2-14	平成24年2月6日～平成25年3月29日における長期的な水圧変動	24
図 2-15	平成24年2月6日～平成24年2月19日における短期的な水圧変動	25
図 2-16	平成24年2月20日～平成24年3月4日における短期的な水圧変動	26
図 2-17	平成24年3月5日～平成24年3月18日における短期的な水圧変動	27
図 2-18	平成24年3月19日～平成24年4月1日における短期的な水圧変動	28
図 2-19	平成24年4月2日～平成24年4月15日における短期的な水圧変動	29
図 2-20	平成24年4月16日～平成24年4月29日における短期的な水圧変動	30
図 2-21	平成24年4月30日～平成24年5月13日における短期的な水圧変動	31
図 2-22	平成24年5月14日～平成24年5月27日における短期的な水圧変動	32
図 2-23	平成24年5月28日～平成24年6月10日における短期的な水圧変動	33
図 2-24	平成24年6月11日～平成24年6月24日における短期的な水圧変動	34
図 2-25	平成24年6月25日～平成24年7月8日における短期的な水圧変動	35
図 2-26	平成24年7月9日～平成24年7月22日における短期的な水圧変動	36
図 2-27	平成24年7月23日～平成24年8月5日における短期的な水圧変動	37
図 2-28	平成24年8月6日～平成24年8月19日における短期的な水圧変動	38
図 2-29	平成24年8月20日～平成24年9月2日における短期的な水圧変動	39
図 2-30	平成24年9月3日～平成24年9月16日における短期的な水圧変動	40
図 2-31	平成24年9月17日～平成24年9月30日における短期的な水圧変動	41

図 2-32	平成 24 年 10 月 1 日～平成 24 年 10 月 14 日における短期的な水圧変動 .	42
図 2-33	平成 24 年 10 月 15 日～平成 24 年 10 月 28 日における短期的な水圧変動	43
図 2-34	平成 24 年 10 月 29 日～平成 24 年 11 月 11 日における短期的な水圧変動	44
図 2-35	平成 24 年 11 月 12 日～平成 24 年 11 月 25 日における短期的な水圧変動	45
図 2-36	平成 24 年 11 月 26 日～平成 24 年 12 月 9 日における短期的な水圧変動 .	46
図 2-37	平成 24 年 12 月 10 日～平成 24 年 12 月 23 日における短期的な水圧変動	47
図 2-38	平成 24 年 12 月 24 日～平成 25 年 1 月 6 日における短期的な水圧変動 .	48
図 2-39	平成 25 年 1 月 7 日～平成 25 年 1 月 20 日における短期的な水圧変動 . . .	49
図 2-40	平成 25 年 1 月 21 日～平成 25 年 2 月 3 日における短期的な水圧変動 . . .	50
図 2-41	平成 25 年 2 月 4 日～平成 25 年 2 月 17 日における短期的な水圧変動 . . .	51
図 2-42	平成 25 年 2 月 18 日～平成 25 年 3 月 3 日における短期的な水圧変動 . . .	52
図 2-43	平成 25 年 3 月 4 日～平成 25 年 3 月 17 日における短期的な水圧変動 . . .	53
図 2-44	平成 25 年 3 月 18 日～平成 25 年 3 月 29 日における短期的な水圧変動 . .	54
図 2-45	平成 24 年 4 月初旬付近における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較	65
図 2-46	平成 25 年 2 月 9 日付近における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較	66
図 2-47	350m 調査坑道グラウト工及びボーリング施工位置図	69
図 2-48	A 部詳細図	70
図 2-49	調査坑道の支保工割付図	71
図 2-50	変動要因除去前後の水圧変動	72
図 2-51	平成 25 年 4 月 1 日～平成 25 年 9 月 30 日における潮汐の影響による変動成分	73
図 2-52	平成 25 年 10 月 1 日～平成 25 年 2 月 28 日における潮汐の影響による変動成分	74
図 2-53	平成 25 年 4 月 1 日～平成 25 年 9 月 30 日における気圧の影響による変動成分と大気圧	75
図 2-54	平成 25 年 10 月 1 日～平成 25 年 2 月 28 日における気圧の影響による変動成分と大気圧	76
図 2-55	平成 24 年 2 月 6 日～平成 24 年 6 月 18 日におけるデジタルノイズ成分 .	77
図 2-56	平成 24 年 6 月 19 日～平成 24 年 10 月 31 日におけるデジタルノイズ成分	78
図 2-57	平成 25 年 3 月 1 日～平成 26 年 2 月 28 日における長期的な水圧変動 . . .	81
図 2-58	平成 25 年 3 月 1 日～平成 25 年 3 月 14 日における短期的な水圧変動 . . .	82
図 2-59	平成 25 年 3 月 15 日～平成 25 年 3 月 28 日における短期的な水圧変動 . .	83
図 2-60	平成 25 年 3 月 29 日～平成 25 年 4 月 11 日における短期的な水圧変動 . .	84
図 2-61	平成 25 年 4 月 12 日～平成 25 年 4 月 25 日における短期的な水圧変動 . .	85
図 2-62	平成 25 年 4 月 26 日～平成 25 年 5 月 9 日における短期的な水圧変動 . . .	86
図 2-63	平成 25 年 5 月 10 日～平成 25 年 5 月 23 日における短期的な水圧変動 . .	87
図 2-64	平成 25 年 5 月 24 日～平成 25 年 6 月 6 日における短期的な水圧変動 . . .	88
図 2-65	平成 25 年 6 月 7 日～平成 25 年 6 月 20 日における短期的な水圧変動 . . .	89

図 2-66	平成 25 年 6 月 21 日～平成 25 年 7 月 4 日における短期的な水圧変動...	90
図 2-67	平成 25 年 7 月 5 日～平成 25 年 7 月 18 日における短期的な水圧変動...	91
図 2-68	平成 25 年 7 月 19 日～平成 25 年 8 月 1 日における短期的な水圧変動...	92
図 2-69	平成 25 年 8 月 2 日～平成 25 年 8 月 15 日における短期的な水圧変動...	93
図 2-70	平成 25 年 8 月 16 日～平成 25 年 8 月 29 日における短期的な水圧変動...	94
図 2-71	平成 25 年 8 月 30 日～平成 25 年 9 月 12 日における短期的な水圧変動...	95
図 2-72	平成 25 年 9 月 13 日～平成 25 年 9 月 26 日における短期的な水圧変動...	96
図 2-73	平成 25 年 9 月 27 日～平成 25 年 10 月 10 日における短期的な水圧変動...	97
図 2-74	平成 25 年 10 月 11 日～平成 25 年 10 月 24 日における短期的な水圧変動...	98
図 2-75	平成 25 年 10 月 25 日～平成 25 年 11 月 7 日における短期的な水圧変動...	99
図 2-76	平成 25 年 11 月 8 日～平成 25 年 11 月 21 日における短期的な水圧変動...	100
図 2-77	平成 25 年 11 月 22 日～平成 25 年 12 月 5 日における短期的な水圧変動...	101
図 2-78	平成 25 年 12 月 6 日～平成 25 年 12 月 19 日における短期的な水圧変動...	102
図 2-79	平成 25 年 12 月 20 日～平成 26 年 1 月 2 日における短期的な水圧変動...	103
図 2-80	平成 25 年 1 月 3 日～平成 25 年 1 月 16 日における短期的な水圧変動...	104
図 2-81	平成 26 年 1 月 17 日～平成 26 年 1 月 30 日における短期的な水圧変動...	105
図 2-82	平成 26 年 1 月 31 日～平成 26 年 2 月 13 日における短期的な水圧変動...	106
図 2-83	平成 26 年 2 月 14 日～平成 26 年 2 月 27 日における短期的な水圧変動...	107
図 2-84	平成 26 年 2 月 28 日～平成 26 年 2 月 28 日における短期的な水圧変動...	108
図 2-85	平成 25 年 3 月における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較.....	113
図 2-86	平成 25 年 6 月から 8 月における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較	114
図 2-87	地下施設周辺の主要な高透水性断層の推定分布（中山ほか編，2011）...	117
図 2-88	SAB-1 孔の②，④区間における水圧変動イベントと関連可能性のある坑内作 業現場と主要な高透水性断層（図 2-87）の位置関係.....	118

表目次

表 1-1	業務実施体制	4
表 1-2	業務実施工程	5
表 2-1	SAB-1 孔の観測区間と水圧センサーの設置深度	7
表 2-2	BAYTAP-G の解析パラメータ一覧	22
表 2-3	①区間における短期的な水圧の変化	55
表 2-4	④区間における短期的な水圧の変化（1）	56
表 2-5	④区間における短期的な水圧の変化（2）	57
表 2-6	④区間における短期的な水圧の変化（3）	58
表 2-7	④区間における短期的な水圧の変化（4）	59
表 2-8	④区間における短期的な水圧の変化（5）	60
表 2-9	④区間における短期的な水圧の変化（6）	61

表 2-10	⑤区間における短期的な水圧の変化（１）	62
表 2-11	⑤区間における短期的な水圧の変化（２）	63
表 2-12	⑤区間における短期的な水圧の変化（３）	64
表 2-13	350m 調査坑道における調査ボーリング孔一覧	68
表 2-14	BAYTAP-G の解析パラメーター一覧	79
表 2-15	①区間における短期的な水圧の変化	109
表 2-16	④区間における短期的な水圧の変化	110
表 2-17	⑤区間における短期的な水圧の変化（１）	111
表 2-18	⑤区間における短期的な水圧の変化（２）	112
表 2-19	②, ④区間の長期的な水圧変動イベントと坑内作業イベント	115
表 2-20	②, ④区間の短期的な水圧変動イベントと坑内作業イベント	116

1 概要

本報告書は、独立行政法人日本原子力研究開発機構が独立行政法人原子力安全基盤機構殿と締結した委託契約「平成 24～25 年度 モニタリング装置のデータの整理分析と測定の品質管理」のうち、平成 24 年度および平成 25 年度の調査結果の取りまとめと平成 23 年度の検討結果を基に水理地質構造モデルの検証を行う際の留意点をとりまとめたものである。

1.1 実施目的

独立行政法人原子力安全基盤機構殿（以下、JNES という）では高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全評価手法の整備を進めている。この最終処分地建設に係わる立地調査結果レビューや安全審査では、実施機関が行う安全評価結果の妥当性の検討が規制機関に求められる。特に地層処分における性能評価では、地下水流動解析結果を用いた物質移行評価パラメータ（地下水の流速や移行経路長など）や地下施設の掘削に伴う影響範囲を設定する必要があり、そのためには、定常状態と非定常状態の両方の側面から信頼性の高い地下水流動系の評価手法の確立が不可欠である。

本業務の目的は、JNES が独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下、JAEA という）の幌延深地層研究所内に設置した深層ボーリング（SAB-1 孔、深さ 512m）内のモニタリング装置を用いて、初期の水理的な擾乱が少ない状態から地下研究施設の建設に伴って変化する間隙水圧データを取得し、規制支援に必要とされる地下水流動評価手法の検証データと地下施設の掘削影響の観測に係る技術基盤を整備することである。そのために、JAEA が蓄積してきた解析技術や地下施設の掘削情報を用いて、間隙水圧に含まれるノイズ成分を除去するとともに、水圧の変動要因となりうる坑道・ボーリング掘削や止水対策、地震等のイベントとの対比を行い、その結果を JNES の解析評価に資する情報としてとりまとめる。また、モニタリング装置による測定の品質管理の一環として、定期的な巡視等の安全にかかわる諸作業を実施する。

1.2 実施背景

平成 17 年 10 月に原子力委員会で決定された「原子力政策大綱」では、安全規制のための研究開発では、最新の知見を踏まえて科学技術的基盤を高い水準に維持しつつ合理的な規制を実施することが示されている。また、規制行政庁（旧原子力安全・保安院）は JNES 殿や産業技術総合研究所（以下、AIST 殿）、JAEA 安全研究センターなどの規制支援研究機関に対し、事業許可時の安全審査を視野に入れた以下の様な研究開発を要請している（廃棄物安全小委員会報告書、平成 15 年 7 月）。

- ①事業申請に対する安全審査において、事業者による処分場設計に基づいた安全評価における被ばくシナリオや現象モデル、各種パラメータの妥当性を判断するために必要な知見の整備のための研究
- ②安全審査において、総合的な安全性の信頼度の把握に必要な手法の整備のための研究
- ③将来の安全審査を見越した規制側の見解を実施側に示し、適切な誘導を行うためのガ

イドライン等の整備のための研究

以上の状況を踏まえ、安全評価の地下水流動評価に係わる妥当性の評価検討を図るためには、

- 水文地質学的変化をもたらす得る要因による地下水流動系への影響評価に関する解析技術情報
- 広域を対象とした長期地下水流動解析モデルの検証手法に対する検討

が必要であり、本調査結果はこれらの課題に直接的に反映される。また、設定された目標は、規制行政庁のニーズとも整合している。

1.3 実施項目

本業務では、SAB-1 孔で観測が継続されている地下水の間隙水圧の観測データを品質管理がなされた状態で取得・整理・分析し、水圧変動が生じた時期・程度・要因に係る解釈・考察を加えるものである。間隙水圧データの信頼性を確保するためには、データの取得から解釈・考察に至る過程を追跡性のある形で保存・管理するとともに、それらの品質を担保していく。本業務における調査は、下記の 3 項目から構成される。

- ・水圧モニタリングデータの整理・分析
- ・モニタリング装置によるデータ取得の品質管理
- ・報告書等の作成

1.4 実施場所

北海道天塩郡幌延町北進 432 番 2

独立行政法人日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター

地下施設建設施設内 SAB-1 孔およびその周辺 (図 1-1 参照)

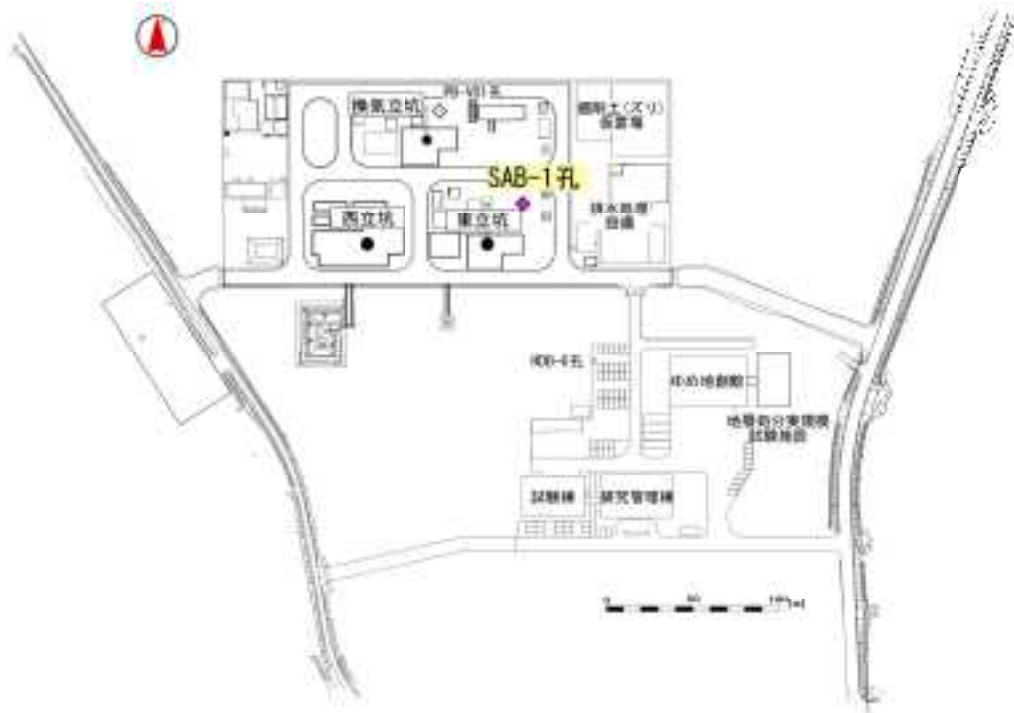


図 1-1 SAB-1 孔位置図

1.5 実施期間

(平成 24 年度の実施期間) 平成 24 年 10 月 15 日～平成 25 年 3 月 29 日

(平成 25 年度の実施期間) 平成 25 年 4 月 1 日～平成 26 年 3 月 10 日

各年度のデータの整理分析については、以下の期間とした。

(平成 24 年度)

平成 24 年 2 月 6 日～平成 25 年 2 月 28 日 (平成 23 年度の検討以降より)

(平成 25 年度)

平成 25 年 3 月 1 日～平成 26 年 2 月 28 日 (平成 24 年度の検討以降より)

1.6 発注者

独立行政法人 原子力安全基盤機構 核燃料廃棄物安全部 廃棄物処分グループ

1.7 実施者

独立行政法人日本原子力研究開発機構 地層処分研究開発部門

1.8 実施体制

実施体制を表 1-1 に示す。

表 1-1 業務実施体制

当該業務における 担当業務	氏 名	所属・役職	関連業務の経験 技術的能力
プロジェクトリーダー (平成 24 年度)	中司 昇	幌延深地層研究ユニット ユニット長	地質環境の長期安定性に係る調査研究
プロジェクトリーダー (平成 25 年度)	伊藤 洋昭	幌延深地層研究ユニット ユニット長	資源探査に係る調査研究
研究実施責任者	野原 壯	堆積岩地質環境研究グループ グループリーダー	地質環境の長期安定性に係る調査研究
(1)水圧モニタリングデー タの整理・分析	石井 英一	堆積岩地質環境研究グループ チームリーダー 研究員	瑞浪超深地層研究所および幌延深地層 研究所に係る水理地質構造の調査研究
	山本 信幸	堆積岩地質環境研究グループ 技術開発協力員	国内のダムおよび山岳トンネルにおけ る設計・施工/計測・品質管理
	岸 敦康	堆積岩地質環境研究グループ 技術開発協力員	幌延深地層研究所および倉敷国家石油 ガス備蓄基地における水理試験
	新屋 和美	堆積岩地質環境研究グループ アルバイト	データ処理経験者
(2)モニタリング装置に よるデータ取得の品質 管理	石井 英一	堆積岩地質環境研究グループ チームリーダー 研究員	瑞浪超深地層研究所および幌延深地層 研究所に係る水理地質構造の調査研究
	山本 信幸	堆積岩地質環境研究グループ 技術開発協力員	国内のダムおよび山岳トンネルにおけ る設計・施工/計測・品質管理
	岸 敦康	堆積岩地質環境研究グループ 技術開発協力員	幌延深地層研究所および倉敷国家石油 ガス備蓄基地における水理試験
	新屋 和美	堆積岩地質環境研究グループ アルバイト	データ処理経験者
(3)報告書等の作成	石井 英一	堆積岩地質環境研究グループ チームリーダー 研究員	瑞浪超深地層研究所および幌延深地層 研究所に係る水理地質構造の調査研究
	山本 信幸	堆積岩地質環境研究グループ 技術開発協力員	国内のダムおよび山岳トンネルにおけ る設計・施工/計測・品質管理
	岸 敦康	堆積岩地質環境研究グループ 技術開発協力員	幌延深地層研究所および倉敷国家石油 ガス備蓄基地における水理試験

※巡視および装置異常時の応急措置に従事する者：岸 敦康/山本 信幸 (滞在場所：北海道天塩郡幌延町)

1.9 実施工程

実施工程を表 1-2 に示す。

表 1-2 業務実施工程

実施項目		平成 24 年度						平成 25 年度											
		10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
1	水圧モニタリングデータの整理・分析	▲業務打ち合わせ ▲中間報告 ▲業務打ち合わせ ▲最終報告																	
2	モニタリング装置によるデータ取得の品質管理	▲業務打ち合わせ ▲中間報告 ▲業務打ち合わせ ▲最終報告																	
3	報告書等の作成				▲業務打ち合わせ	▲中間報告												▲業務打ち合わせ	▲最終報告
合計																			

▲業務打ち合わせ ▲中間報告 ▲業務打ち合わせ ▲最終報告

2 水圧モニタリングデータの整理・分析

2.1 SAB-1 孔の状況

(1) SAB-1 孔の現状

SAB-1 孔には、観測区間から立ち上がった圧力計測管に圧力センサーを挿入し、圧力計測管内の水位を観測するシステムが設置されている（産業技術総合研究所，2011）。SAB-1 孔には観測用ケーシングと 6 本のパッカーで 6 つの計測区間が構築されており、上部区間より①区間、②区間、③区間、④区間、⑤区間、⑥区間となる。

後述するように、平成 23 年 11 月 21 日～11 月 25 日に水圧センサーの設置深度を変更する作業(恒久対策)が実施された。SAB-1 孔の全体概念図を図 2-1(恒久対策後)に示す。また、観測区間と水圧センサーの設置深度は表 2-1 に示すとおりである。

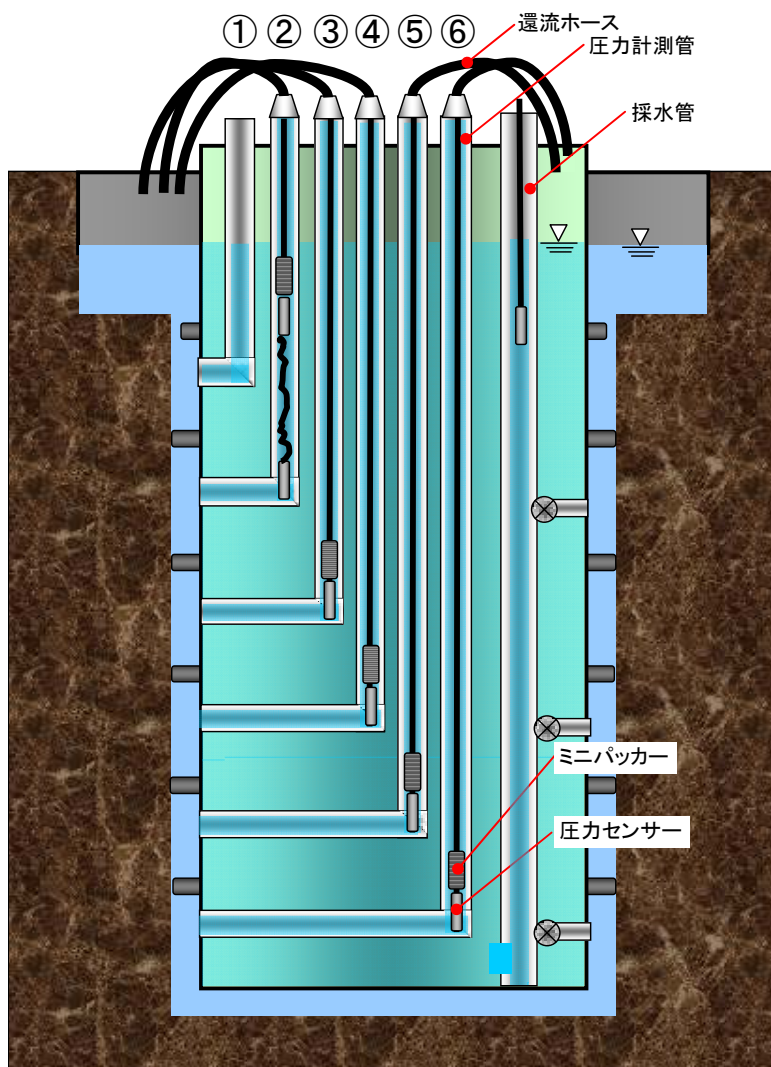


図 2-1 全体概念図(恒久対策後：平成 23 年 11 月 25 日～)

表 2-1 SAB-1 孔の観測区間と水圧センサーの設置深度

孔口標高: EL 60.0m

設置区間				水圧計測部		水圧センサー設置深度						採水口深度(孔内側)	
区間	深度 (EL.m)	深度 (GL.m)	区間長 (m)	深度 (EL.m)	深度 (GL.m)	恒久対策前			恒久対策後			深度 (EL.m)	深度 (GL.m)
						設置日時	深度 (EL.m)	深度 (GL.m)	設置日時	深度 (EL.m)	深度 (GL.m)		
①	上端	-127	82	-127.3	-187.3	2011.8.11	④へ転用		2011/11/23	-139.47	-199.47		
	下端	-209							17:00				
②	上端	-210	19	-210.3	-270.3	2011.7.5	-101.50	-161.50	2012/11/13	-98.90	-158.90	-210.65	-270.65
	下端	-229							17:00				
③	上端	-230	19	-230.3	-290.3	2011.7.4	-83.00	-143.00	2012/11/13	-214.13	-274.13		
	下端	-249							17:00				
④	上端	-250	29	-250.3	-310.3	2011.8.11	-61.00	-121.00	2013/5/24	-196.29	-256.29	-250.65	-310.65
	下端	-279							17:00				
⑤	上端	-280	124	-280.3	-340.3	2011.7.5	-45.00	-105.00	2012/11/17	-277.31	-337.31		
	下端	-404							17:00				
⑥	上端	-405	47	-418.24	-478.24	2009/11/11	55.00	-5.00	2012/11/17	-401.88	-461.88	-405.65	-465.65
	下端	-452							17:00				

平成 23 年度 JNES 委託事業「平成 23 年度モニタリング装置のデータの整理分析と測定の品質管理」の調査において、地下水・ガスの噴出を防止するための恒久対策作業が JNES 殿により実施され、この業務の実施時期における品質評価上留意が必要な観測区間は下記のように判断された。

- ①区間：対策時にセンサーを採水管に設置したことにより、水圧の観測が可能となった（対策直後の水位は、約-45m）。ただし、本区間は観測ケーシングと連通していることから、観測データは①区間の実際の値ではなく、観測用ケーシング内の水位を示している。
- ②区間：対策後、区間水圧は上昇した（対策直後の水位は、約-30~-20m）。ただし、この上昇傾向がガス圧の兆候を示すステップ状であることから、孔内のガス圧を測定している可能性がある。

また、③~⑥区間における水圧の観測結果を整理した結果、以下のことが確認された。

- ③区間：換気立坑の掘削に伴うと考えられる水位低下（単調減少）が認められる。ただし、JNES 殿からのヒアリング結果から、③区間の水圧センサーは区間水位より上部に位置していると考えられていることから、正常な観測値が得られていない可能性がある。
- ④区間：採水作業開始直前の平成 23 年 12 月 2 日午前中から⑤区間の観測値と近い値を示し始めた。ただし、平成 24 年 1 月 21 日以降は、②区間と近い値を示し始めている。
- ⑤区間：採水作業開始直前の平成 23 年 12 月 2 日午前中から④区間の観測値と近い値を示し始めた。
- ⑥区間：有意な変動は認められない。

以上のことから、水圧センサーが区間水位以深に設置され、区間の水圧を測定できている区間は、④、⑤、⑥の 3 区間と判断された。ただし、④、⑤区間は、一定期間において

同一レベルの水位を示していることから、区間同士の連結の可能性があります、地下水流動解析モデルの検証への同データの利用や水理学的連結性などの解釈を行う際には、十分な留意が必要とされた。

(2) SAB-1 孔における作業の実施状況

本業務の期間内において SAB-1 孔で実施された作業は、下記のとおりである。

1) モニタリング装置の保守業務

平成 24 年 11 月 5 日～11 月 29 日および平成 25 年 5 月 13 日～5 月 24 日までの期間中に、JNES 殿によって SAB-1 孔に設置したモニタリング装置の保守業務が実施された。作業実施期間中の水圧変動は、ミニパッカー、水圧センサーの揚降および閉塞パッカーの開閉などの作業が主な要因であることから、水圧の回復過程と思われる 5 月 30 日までの期間を検討から除外した。

2.2 観測データの測定間隔と処理方法

SAB-1 孔における観測データ測定間隔は通常 10 分であるが、観測データをグラフ化する際には時間当たり湧水量データと揃えるため、1 時間間隔のデータを使用した。

観測データの測定項目は、日時、水圧 (kPa)、水頭 (EL m)、気温 (°C)、大気圧 (hPa)、パッカー圧 (kPa) である。観測結果は水頭値を標高で表した。以下に水頭値の算出方法について示す。

水頭値は位置水頭（水圧計設置深度）と圧力水頭の和で表わされる。また、圧力水頭は水圧を水の単位体積重量で除したものである。また、水の単位体積重量は、9.80665 kN/m³ を採用している。

$$W = EL + h$$

W : 水頭値 (EL m)

EL : 位置水頭 (水圧計設置深度) (EL m)

h : 圧力水頭 (m)

$$h = WP / \gamma_w$$

WP : 水圧 (kPa)

$\gamma_w = 9.80665$ (kN/m³) : 水の単位体積重量

2.3 平成 24 年度における SAB-1 孔の水圧変動と坑内作業との対比

(1) 水圧変動との対比対象とする坑内作業

SAB-1 孔における水圧の変動と，その水圧変動要因となり得る SAB-1 孔周辺の立坑内における作業との対比を行った。対比の対象とした作業は以下のとおりである。

- 1) 東立坑掘削（平成 24 年 4 月 6 日時点で深度 350.5m までの掘削を完了）
- 2) 西立坑掘削（平成 24 年 6 月 20 日から深度 47m 以深を開始。平成 25 年 2 月 28 日時点で深度 279.0m までの掘削を完了）
- 3) 350m 調査坑道（平成 24 年 3 月 22 日より深度 350m 調査坑道を掘削開始。2 月末時点で予定掘削延長の 5 割程度を完了）
- 4) グラウト工（深度 250m 地点から 350m 調査坑道へ向けたグラウト工（B-①，B-②，C-①，C-③工区），及び 350m 調査坑道内でのグラウト工（A-①，A-②，D-①工区））
- 5) 調査研究ボーリング掘削（試験坑道 1 において北から 9 度西方向および 7 度東方向の研究用ボーリング孔。掘削長はそれぞれ 50.0m（C01 孔），6.5m（C02 孔）で俯角 1 度の方向に向けた計 2 本）

図 2-2 に 350m 調査坑道グラウト工施工位置図を，図 2-3 に 350m 調査坑道の支保工割付図を示す。

また，立坑からの時間当たり排水量を取りまとめた。平成 24 年 11 月 15 日より排水系統が変更になり，各施工箇所からの排水量が検討期間を通して一貫性がなくなったため，時間当たり総排水量から時間当たり総給水量を差し引いた地下施設全体からの時間当たり総湧水量として取りまとめた。

工区	施工位置	施工時期
A-①	350m調査坑道	平成24年8月～平成24年9月
A-②	350m調査坑道	平成24年12月～平成25年1月
B-①	350m調査坑道	平成24年5月～平成24年7月
B-②	350m調査坑道	平成24年1月～平成24年5月
C-①	350m調査坑道	平成23年8月～平成24年1月
C-③	350m調査坑道	平成24年4月～平成24年6月
D-①	350m調査坑道	平成24年11月～平成24年12月
緊急グラウト	350m調査坑道	平成25年2月～平成25年2月
ポストグラウト	350m調査坑道	平成25年3月～平成25年3月
S1グラウト	350m調査坑道	平成25年3月～平成25年6月
E-①	350m調査坑道	平成24年3月～平成24年4月

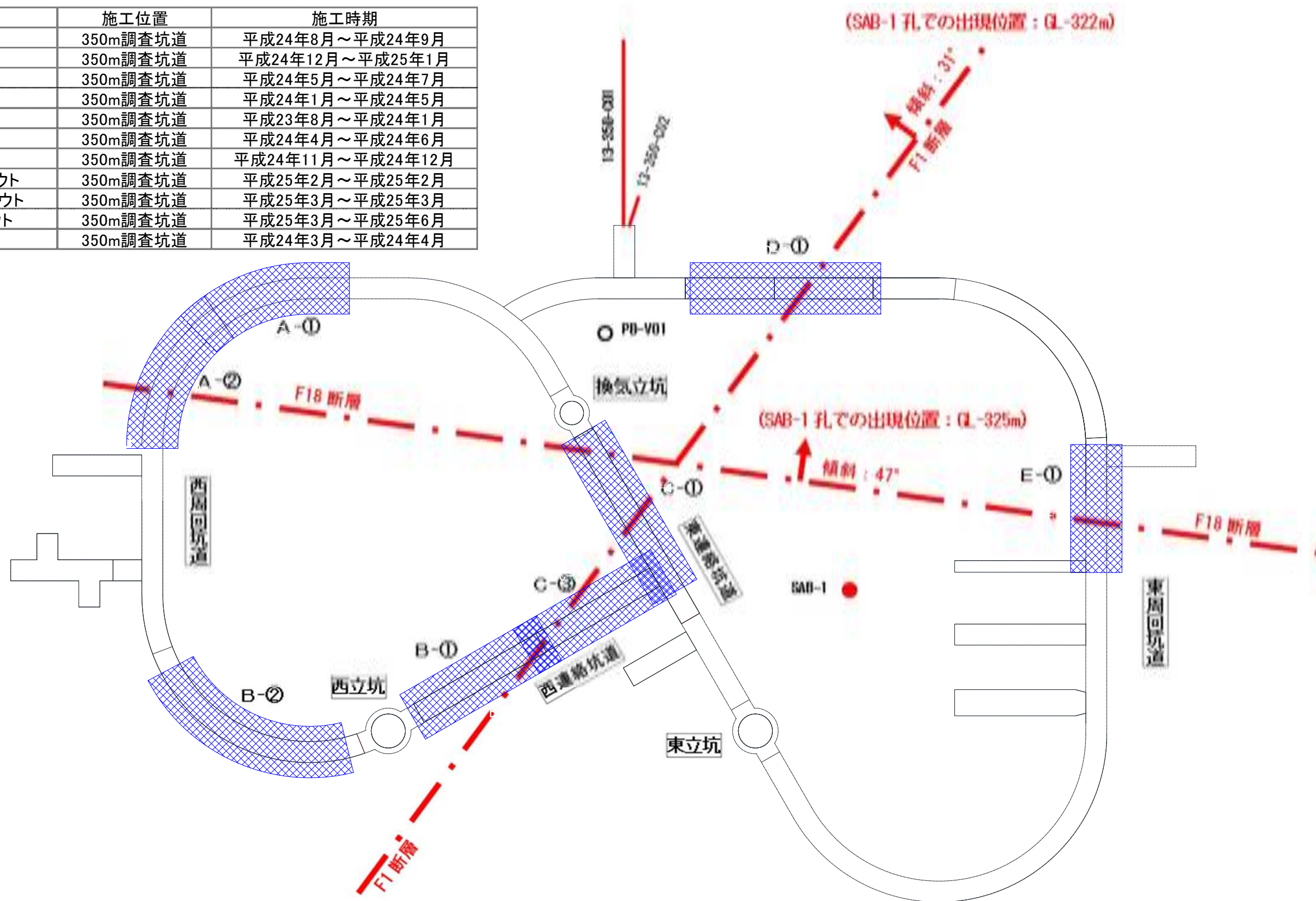
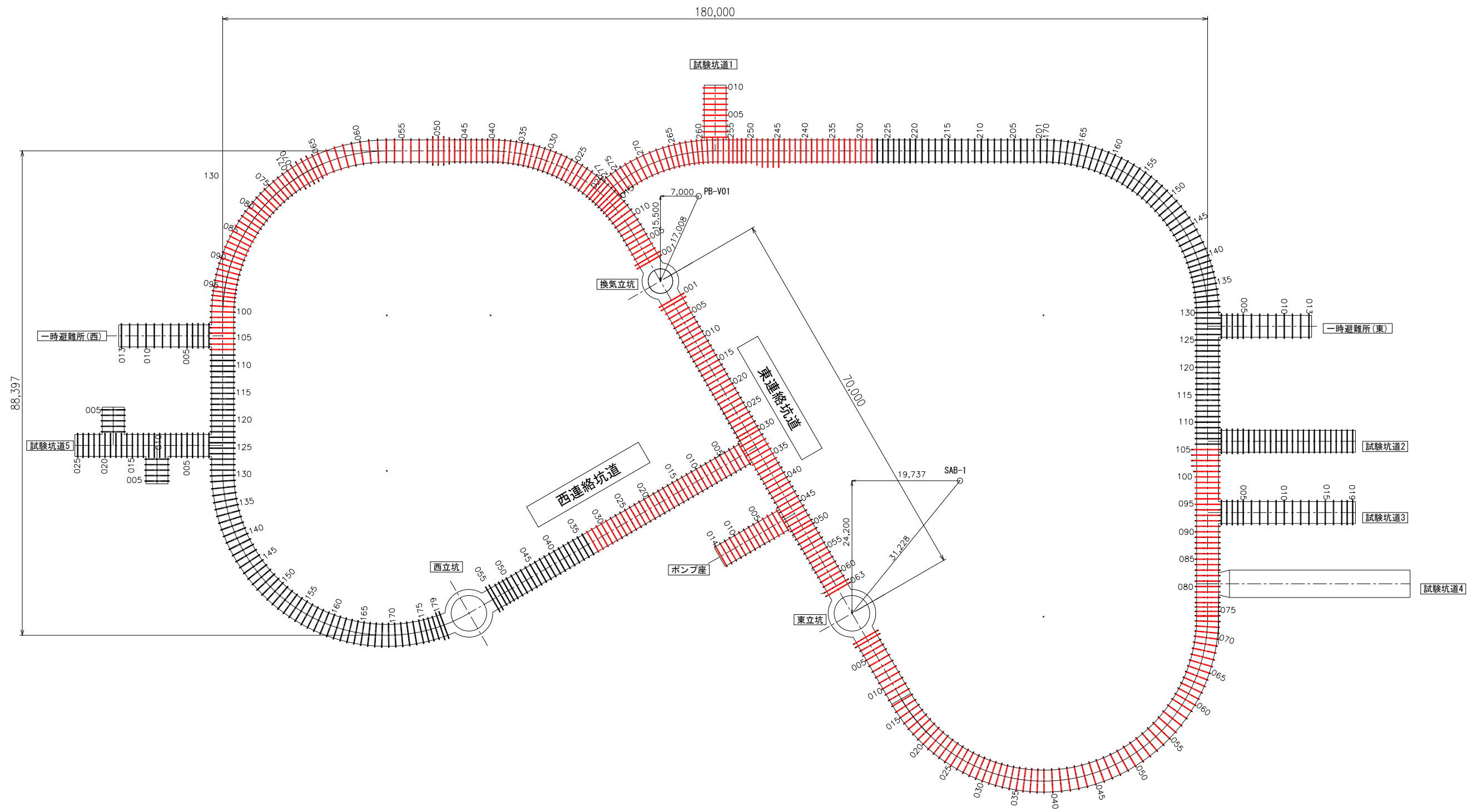


図 2-2 350m調査坑道グラウト工施工位置図

(施設レイアウトは今後の JAEA の業務における検討で変更の可能性がある。図中の断層は SAB-1 孔と交差すると解釈される主要な推定断層)



※赤色部は、平成 24 年度の当該委託業務中に掘削が完了した区間を示す。
 ※坑道周辺の数字は支保工基数番号を示す。

図 2-3 350m調査坑道支保工割付図
 (施設レイアウトは今後の JAEA の業務における検討で変更の可能性がある)

(2) モニタリングデータノイズ除去処理

取得した水圧データには潮汐等のノイズ成分が含まれていると考えられることから、坑内作業に起因する水圧応答をより正確に評価するためには、潮汐等のノイズ成分を除去した水圧データを用いることが望ましい。ここでは潮汐等のノイズ成分を除去することを目的として、JAEAが開発した間隙水圧モニタリングデータの自動処理ツール「TAP. JK」を用いてデータに含まれるノイズの除去を行った。「TAP. JK」は、データロガーで収集した日時、水圧、気圧データをもとに潮汐解析プログラム「BAYTAP-G (Tamura et al., 1991)」を利用してデータの解析処理を行うものである。

JNES 殿の委託業務で AIST 殿が SAB-1 孔で実施した採水作業実施後（平成 24 年 2 月 6 日 0:00 以降）における水圧の変動について、解析プログラムを用いて潮汐および気圧の影響による変動成分、ならびに主に装置の状態に起因するノイズ（デジタルノイズ）成分の除去を行った。図 2-4 に除去前後の水圧値 (kPa) を示す。また、図 2-5～図 2-7 に潮汐の影響による変動成分 (kPa) を、図 2-8～図 2-10 に気圧の影響による変動成分 (kPa) と大気圧を、図 2-11～図 2-13 にデジタルノイズ成分 (kPa) を示す。

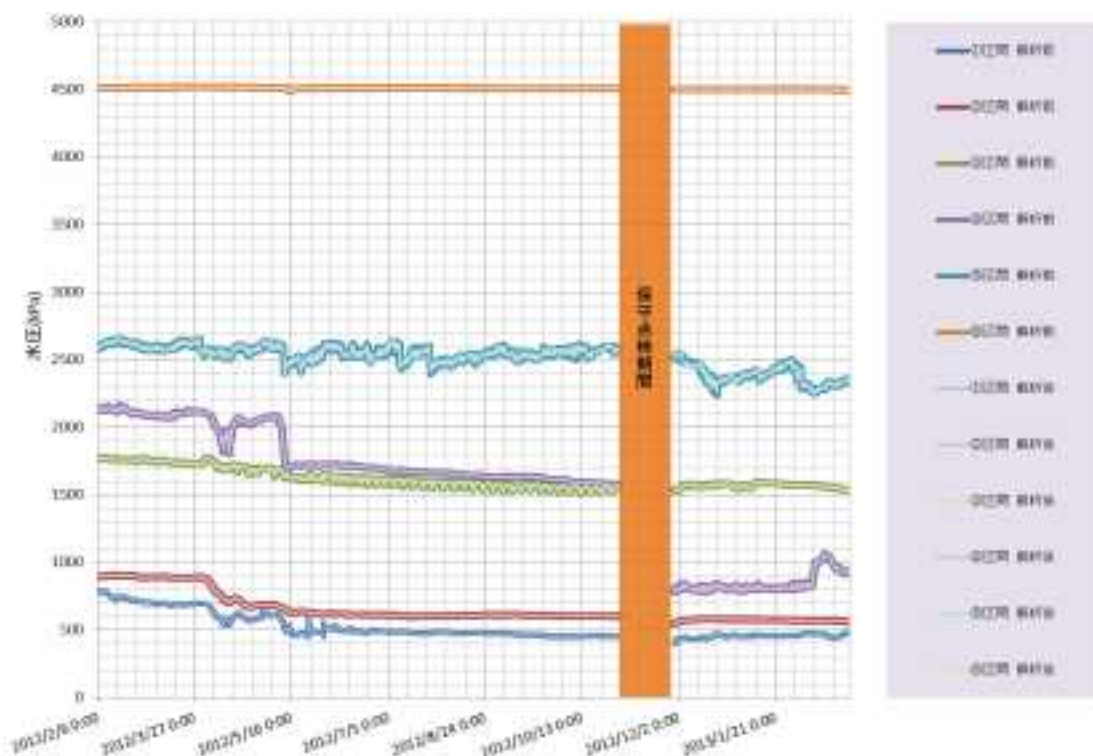


図 2-4 変動要因除去前後の水圧変動

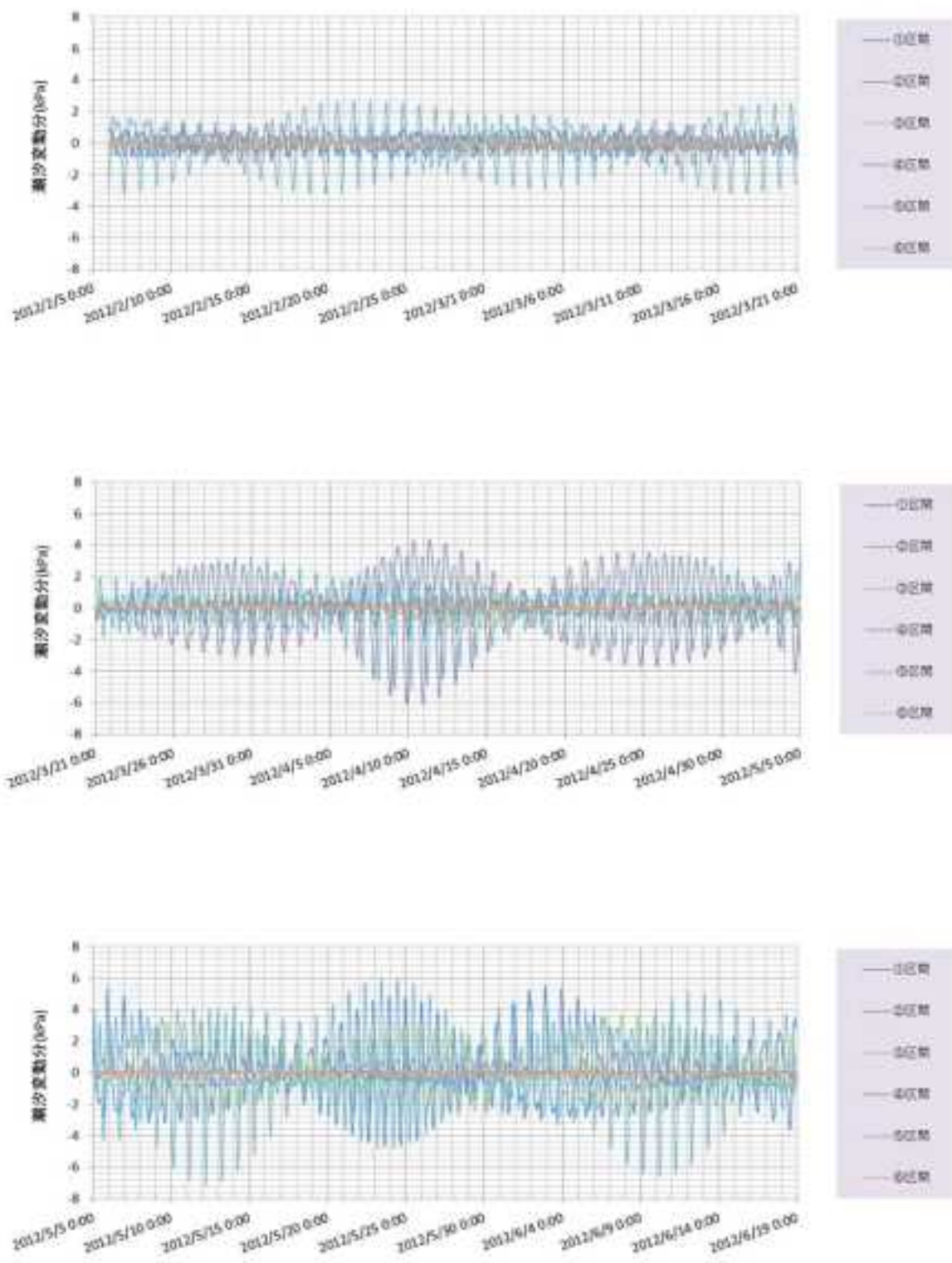


図 2-5 平成 24 年 2 月 6 日～平成 24 年 6 月 18 日における潮汐の影響による変動成分

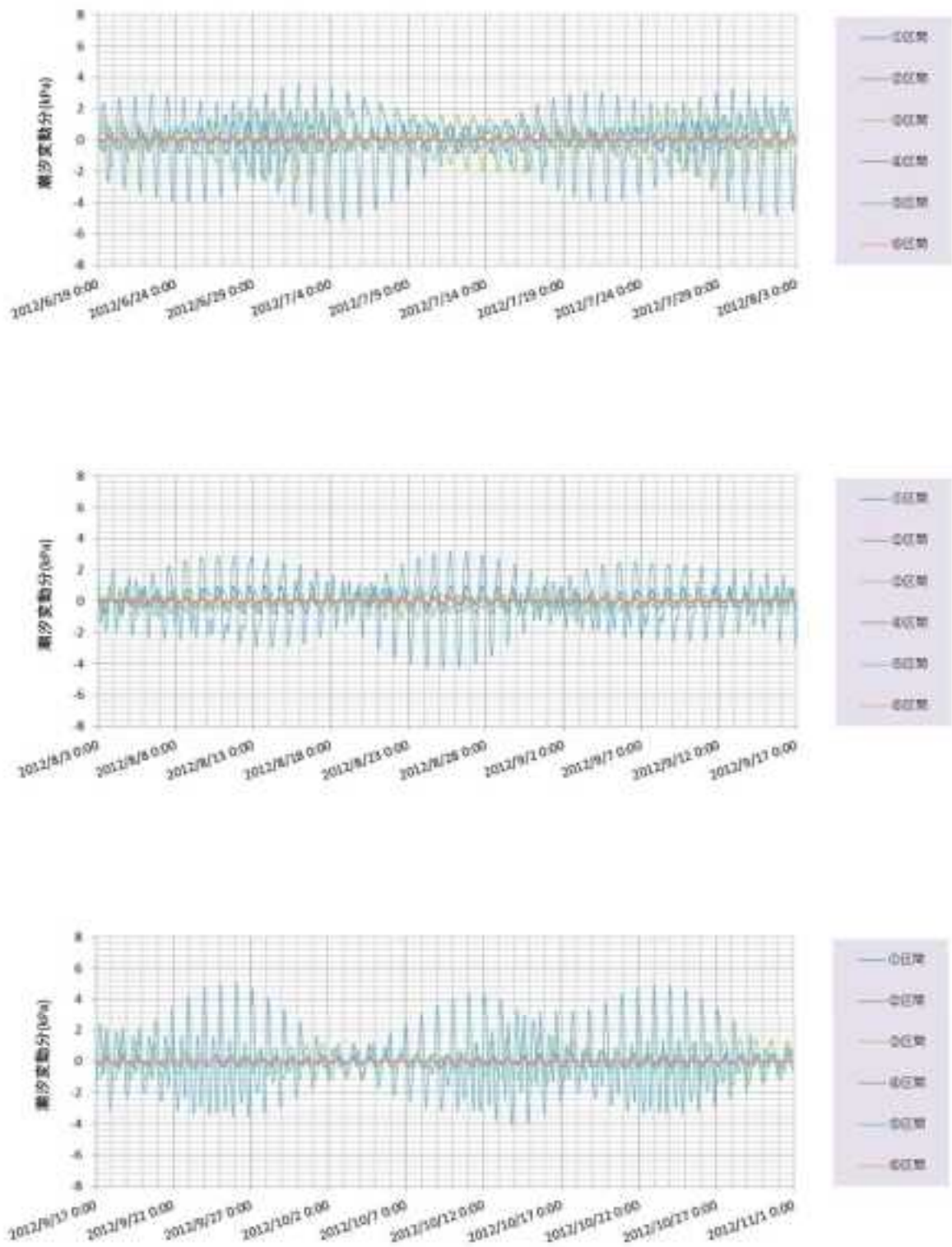


図 2-6 平成 24 年 6 月 19 日～平成 24 年 10 月 31 日における潮汐の影響による変動成分

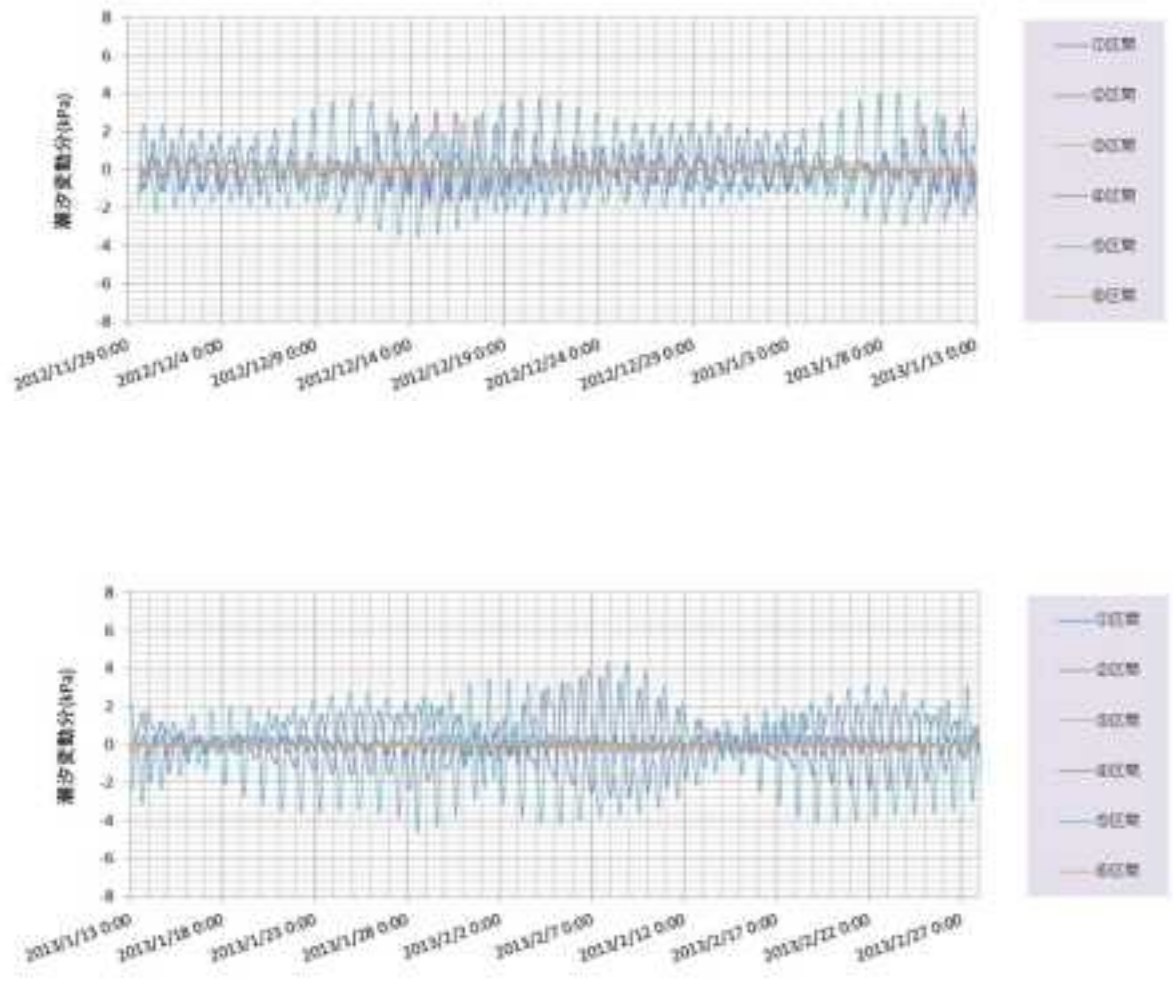


図 2-7 平成 24 年 11 月 29 日～平成 25 年 2 月 28 日における潮汐の影響による変動成分

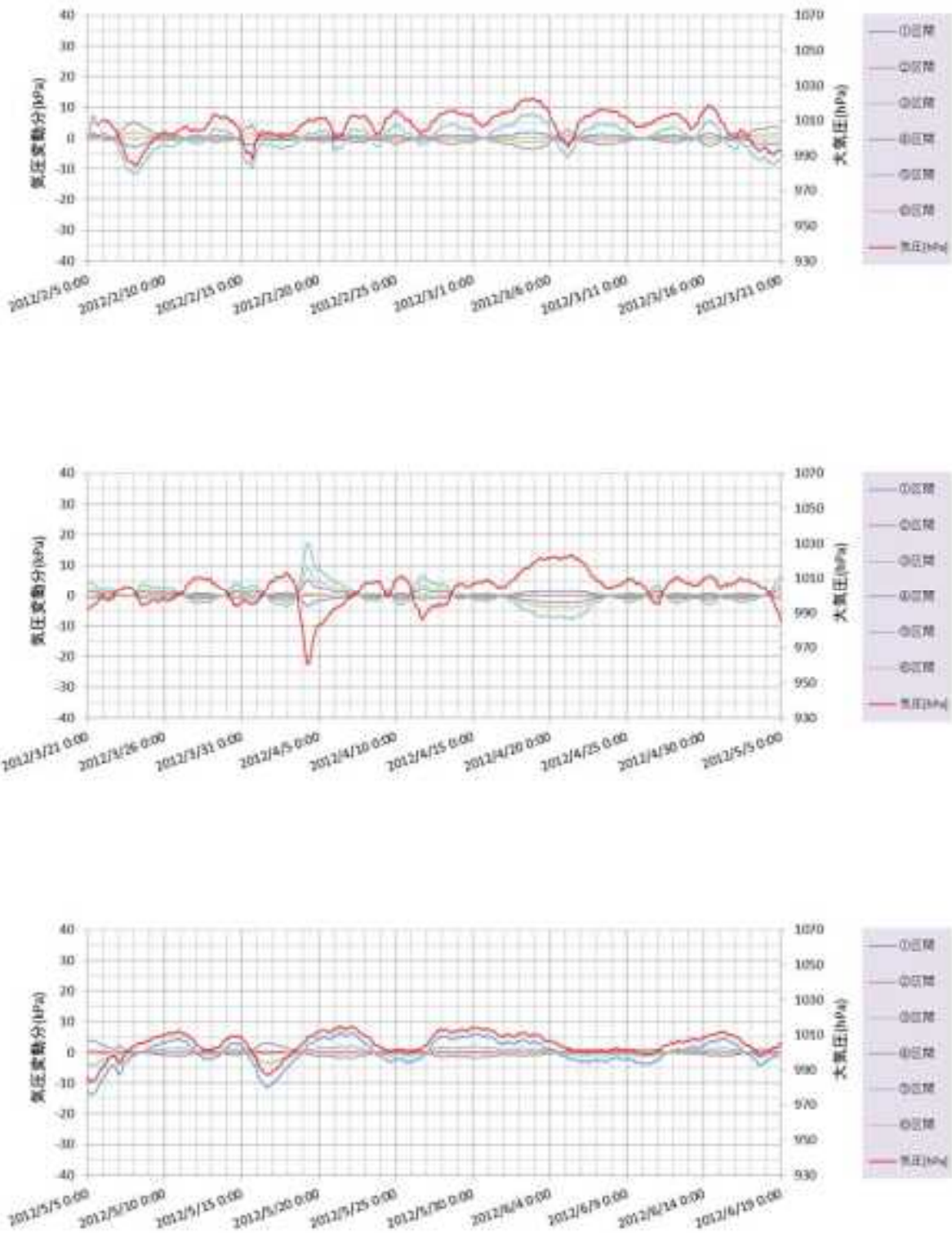


図 2-8 平成 24 年 2 月 6 日～平成 24 年 6 月 18 日における気圧の影響による変動成分と大気圧

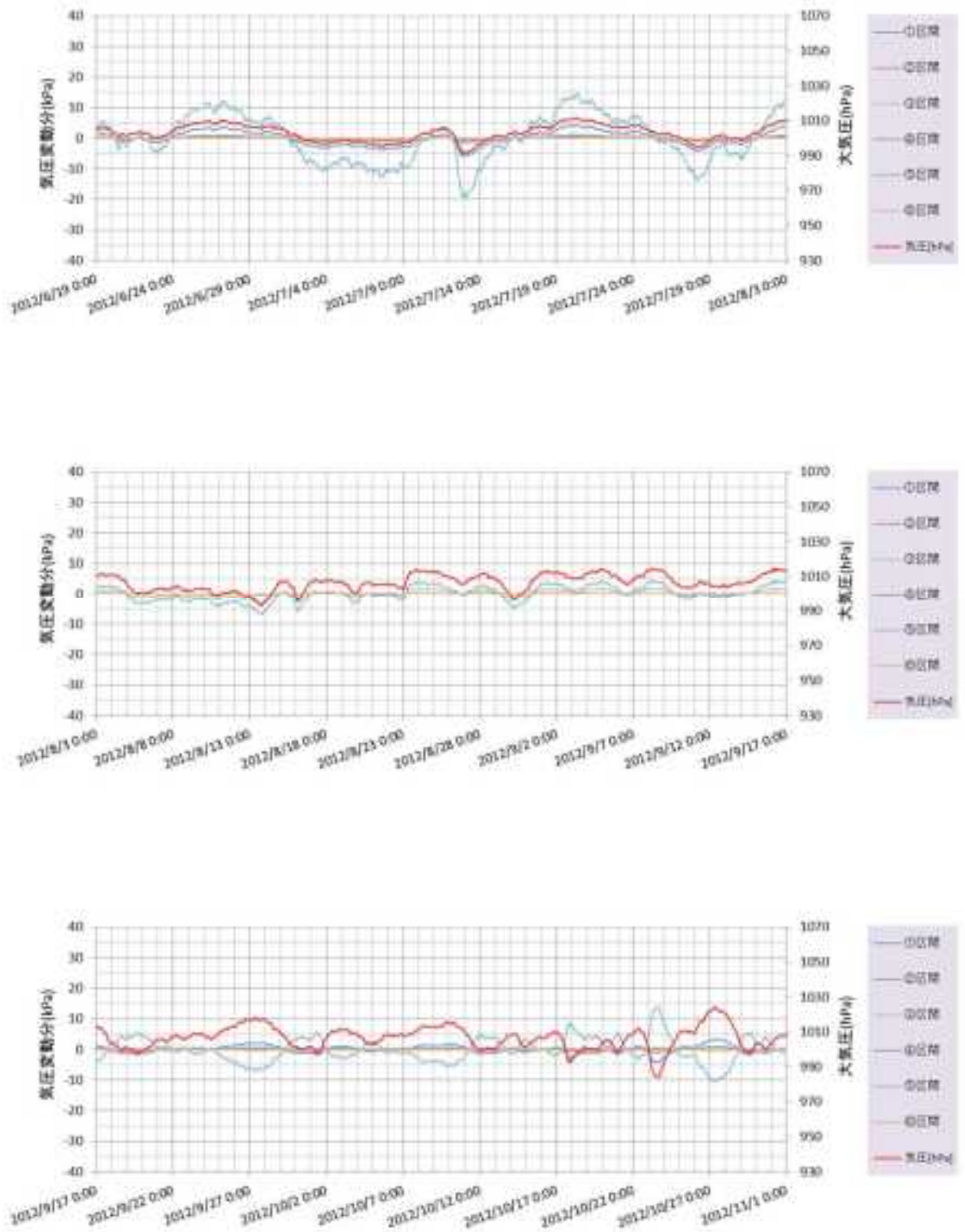


図 2-9 平成 24 年 6 月 19 日～平成 24 年 10 月 31 日における気圧の影響による変動成分と大気圧

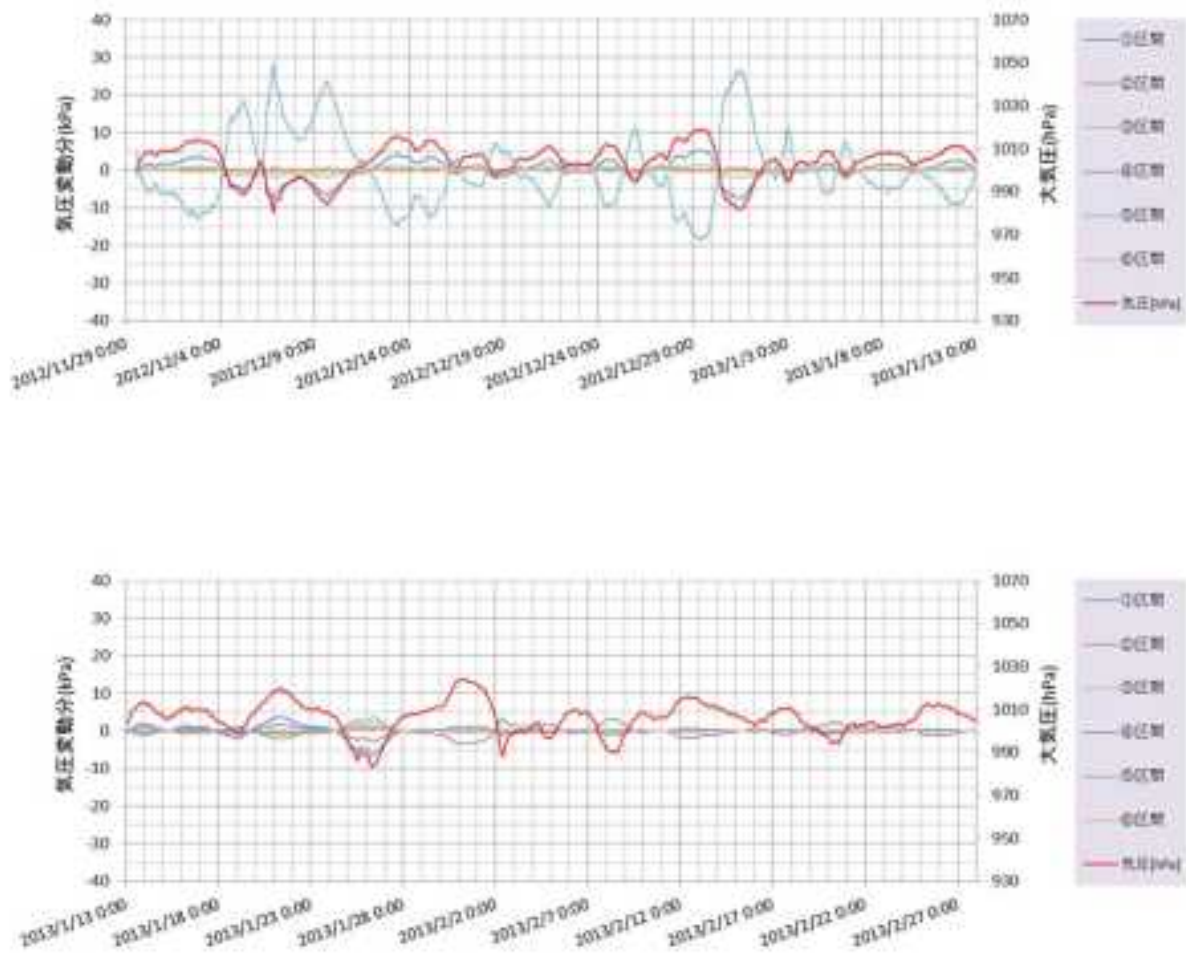


図 2-10 平成 24 年 11 月 29 日～平成 25 年 2 月 28 日における気圧の影響による変動成分と大気圧

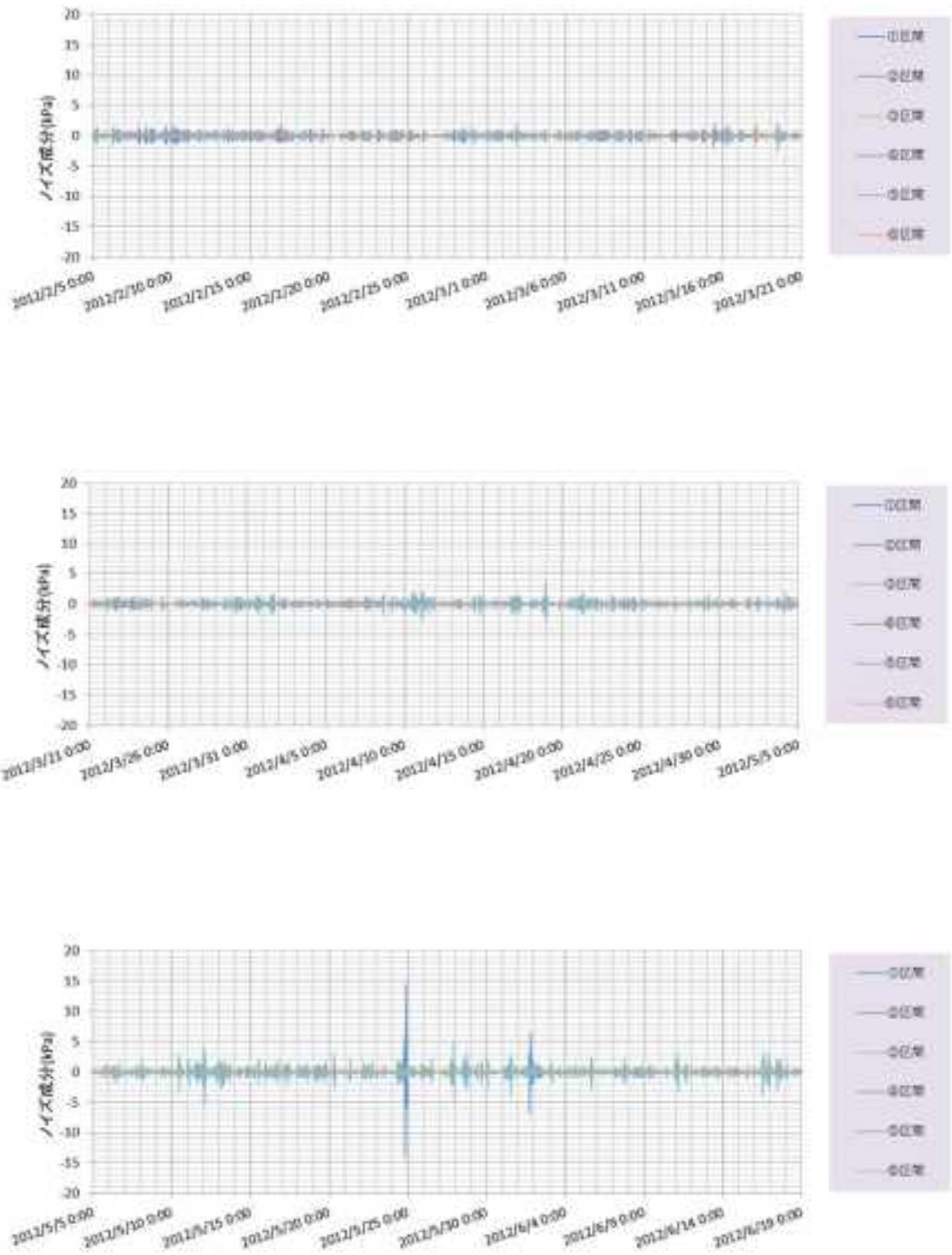


図 2-11 平成 24 年 2 月 6 日～平成 24 年 6 月 18 日におけるデジタルノイズ成分

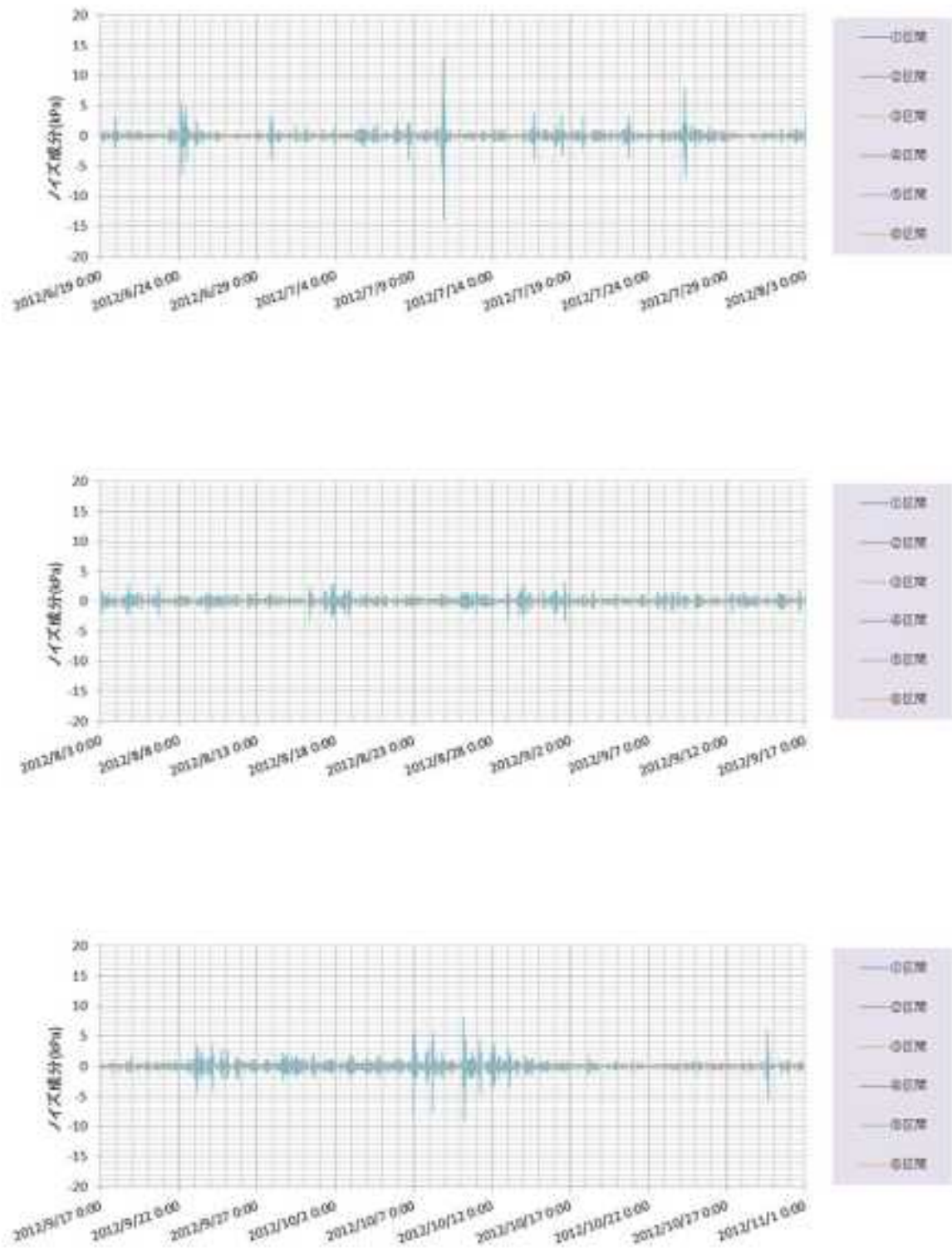


図 2-12 平成 24 年 6 月 19 日～平成 24 年 10 月 31 日におけるデジタルノイズ成分

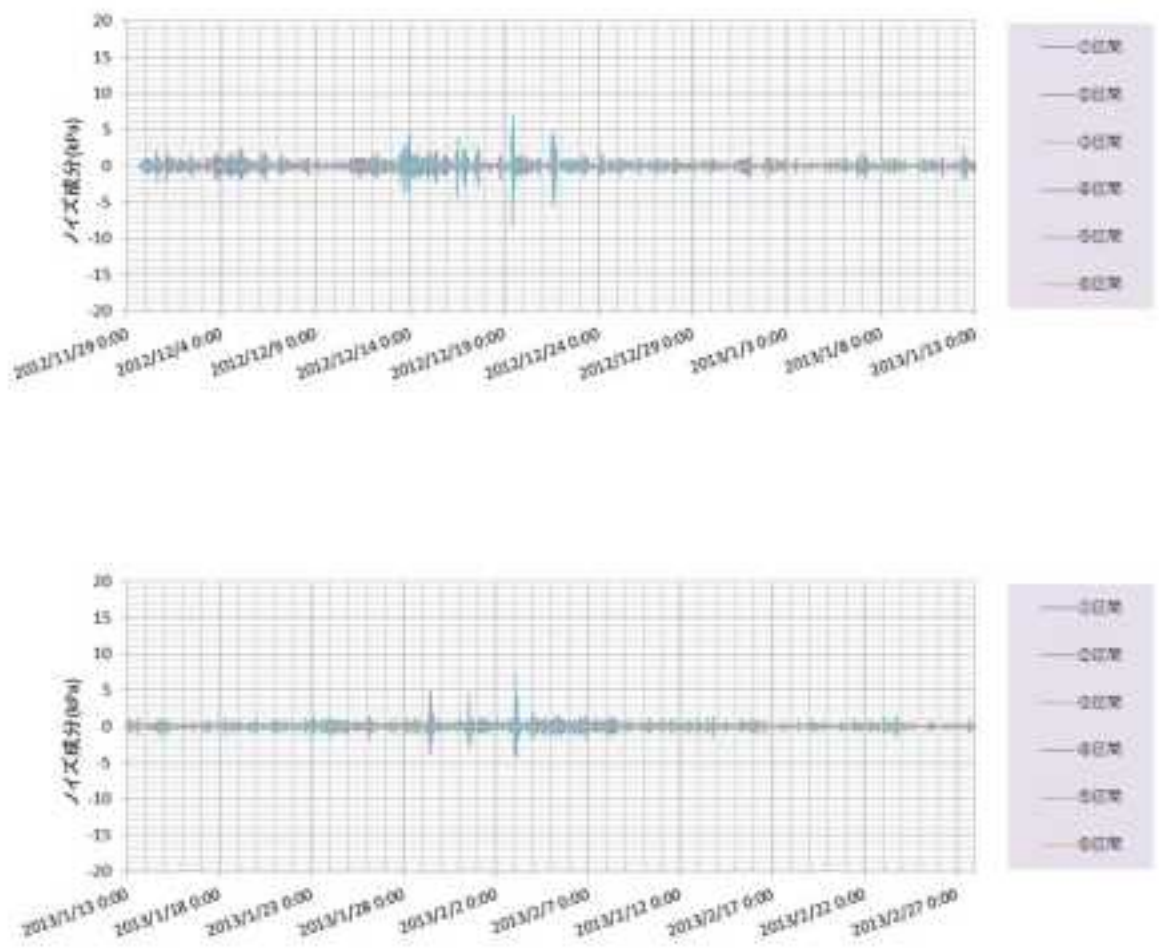


図 2-13 平成 24 年 11 月 29 日～平成 25 年 2 月 28 日におけるデジタルノイズ成分

潮汐解析プログラムを使用したノイズ処理結果より、SAB-1 孔の観測データにおける潮汐による変動成分は、大きな潮汐変動成分を示す④区間および⑤区間で±7kPa 以内であったが、小さな潮汐変動成分を示す⑥区間は±1kPa 以下であった。これは④区間および⑤区間の観測値そのものの振れが大きくなっていることが要因と考えられる。

気圧の影響による変動成分で大きな気圧変動成分を示したのは⑤区間の±30kPa 以内であり、小さな気圧変動成分を示す②区間および⑥区間で±1kPa 以内であった。また、センサーを採水管内に設置している①区間において大気圧と同調している期間を確認した。

デジタルノイズ成分（イレギュラー成分）に関して、大きなデジタルノイズ成分を示したのは①区間および⑤区間で±14kPa 以内であり、小さなデジタルノイズ成分を示す②区間および⑥区間で±1kPa 以内であった。なお、イレギュラー値の判定方法に関してはドリフトが残差の平均的な値の4倍以上になった部分を異常値（イレギュラー）として判断している。

以上より、SAB-1 孔の観測データには潮汐や大気圧等のノイズ成分の影響が非常に小さく、水圧変動イベントの要因について坑内作業との関連性を検討する上では、ノイズ除去を行う必要性は小さいことが確認された。但し、⑤区間は、気圧の影響による変動成分が比較的大きいことに留意する必要がある。

潮汐解析プログラムで設定した解析条件を下記に示す。

表 2-2 BAYTAP-G の解析パラメーター一覧

パラメータ名称	設定値	説明
KIND	8	理論潮汐の種類を指定するパラメータ。 KIND=8：海洋潮汐cm、海面上昇を正とする。
SPAN	2160	一度に処理するデータ数。上限は2千数百程度である。BAYTAP-Gでは長期間のデータを処理するには、解析区間をずらしながら処理するか、トレンドを求めずに潮汐定数のみ求めるかを使用目的によって選択する（本解析は前者） SPAN=2160：上限近傍の45日分のデータを1回分の解析区間とする。
SHIFT	720	解析区間をずらす長さ。 SHIFT=720：15日ずつ解析区間をずらしながら全区間を計算する。
DMIN	0.5	超パラメータDの下限値を指定するパラメータ。プログラムでは $D_0=4 \times DMIN$ を初期値として、 $DMIN \leq D \leq 1000.0$ の範囲で最適値を探す。 DMIN=0.5：収束値が0.5以上であることを確認したうえで設定する。
LPOUT	1	出力データ量を指定するパラメータ。 LPOUT=1：全データを出力する。
FILOUT	1	変動要因別に分解した各成分をファイル出力するためのフラグ。 FILOUT=1：ファイル出力有り。
PREPRO	1	欠測箇所の補完値を出力するためのフラグ。 PREPRO=1：欠測箇所補完値をフォーマットF8.1で出力。
LAUG	1	並行観測データの組数。 LAUG=1：気圧データを並行観測データとして使用。
LAGP	0	並行観測データレスポンスの最大ラグ数。 LAGP=0：レスポンスウェイトの個数が1個となり、潮汐データと同時刻のデータ1個に対するの応答をみる（単純な比例係数を求めることになる）。
TIMSYS	-9.0	時刻を世界時UTにするための補正值。 TIMSYS=-9.0：日本標準時（JST）。
MAXJMP	50	解析区間中に存在する欠測個数の最大値。 MAXJMP=50
分潮群の分け方	0	0：（自動設定）→解析区間長（SPAN=45）16日以上、180日未満では12分潮群を使用。

(3) 水圧変動イベントの抽出と関連可能性のある坑内作業イベントの抽出

図 2-14 に平成 24 年 2 月 6 日～平成 25 年 3 月 29 日までの間（データの整理・分析期間）の水圧経時変化と同時期における坑内作業状況を、図 2-15～図 2-44 および表 2-3～表 2-12 に同期間内における 2 週間毎の水圧経時変化と坑内作業状況を示す。参考にした掘削日報が作業開始時間の 7 時から取りまとめられていることから、水圧経時変化グラフにおいても同様に 7 時からの取りまとめとした。また、巻末資料に上記の水圧経時変化グラフの拡大版、並びに本検討対象期間以前のデータも含む水圧経時変化グラフを添付する。なお、前述のモニタリングデータノイズ除去処理よりノイズ除去を行う必要性は小さいことが確認されたことから、ここでは除去処理前のデータを使用した。

1) 水圧変動イベントの抽出

水圧経時変化グラフにおいて、水圧の変化量が 1.0m/hour 以上の箇所（計 178 箇所）を短期的な水圧変動イベントとして抽出した。但し、⑤区間では水圧変化量が 1.0m/hour 以上を示す点が多いため、他区間において抽出された点と前後 2 時間以内に 1.0m/hour 以上の変化が確認された箇所を短期的な水圧変動イベントとして抽出した。抽出の結果、短期的な水圧変動イベントが認められたのは、①、④、⑤区間であった（図 2-15～図 2-44）。

さらに、水圧の変化量としては 1.0m/hour 以下ではあるが、②区間および④区間の平成 24 年 4 月 1 日～5 月 13 日付近と④区間の平成 25 年 2 月 9 日～3 月 20 日付近においてもやや長期的に大きな水圧変化を示す箇所が水圧経時変化グラフより読み取れる（図 2-14）。本検討では、同箇所については長期的な水圧変動イベントとして抽出した（イベント番号②-a, ④-a, ④-b）。

③区間においては、5 月 28 日以降、4 日程度での目立った周期的な水圧変動が確認される。同様な水圧の上下動は他孔（HDB-3 孔）でも地下施設建設前に確認されており、その要因として、閉鎖されている観測区間に存在するガスの地下水への溶存に伴う圧力低下と、圧力低下による脱ガスが引き起こす圧力上昇が繰り返し生じている可能性が指摘されている（藪内ほか、2006）。③区間での上記の水圧変動は保守点検（区間開放）後に確認されなくなった（図 2-14）ことも考慮すると、他孔の例と同様にガスの影響によって繰り返し発生している可能性が考えられる。本検討では③区間の同水圧変動を坑内作業イベントと対比すべき水圧変動イベントから除外することとした。

2) 関連可能性のある坑内作業イベントの抽出

上記で抽出した水圧変動イベントと同時期に行われた坑内作業を水圧変動に関連する可能性のある坑内作業イベントとして抽出した（図 2-14～図 2-44, 表 2-3～表 2-12）。但し、⑤区間では坑内作業時の前後 2 時間以内に上記の短期的な水圧変動イベントが認められた作業を関連可能性のある坑内作業イベントとして抽出した。

また、表中の坑内作業工程におけるグラウトの記載は、湧水深度（GL-m）、湧水量（L/min）、施工場所、孔番の順で示している。なお、水平ボーリングを実施した A-①、A-②、D-①、E-①工区の湧水深度は孔口からの掘削長を示す。参考までに坑内作業イベントとして抽出されたグラウトボーリングの孔番を示した配置図を巻末に添付した。

SAB-1孔：2012/2/6～2013/3/29

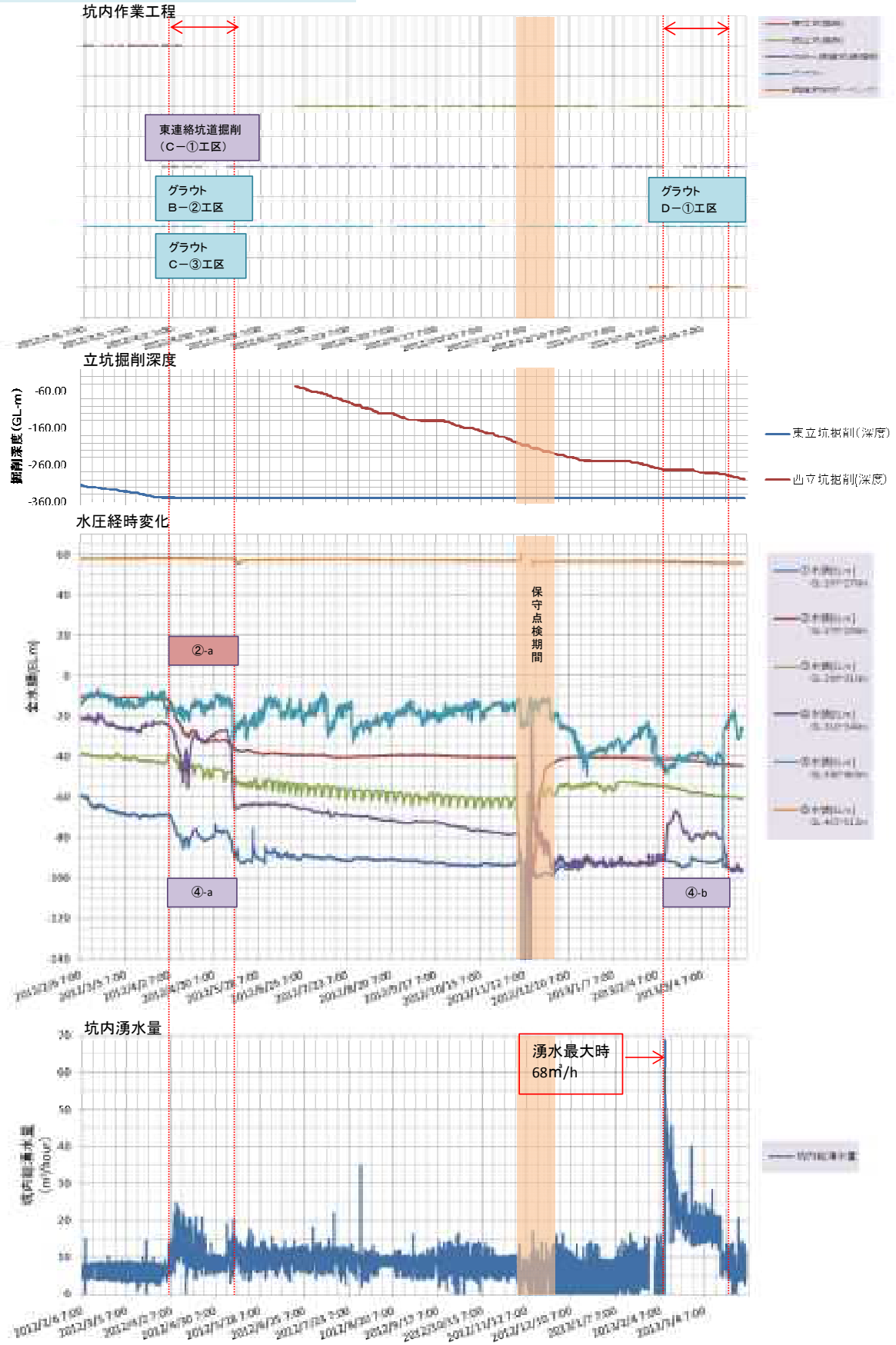


図 2-14 平成 24 年 2 月 6 日～平成 25 年 3 月 29 日における長期的な水圧変動

SAB-1孔：2012/2/6～2012/2/19

坑内作業工程

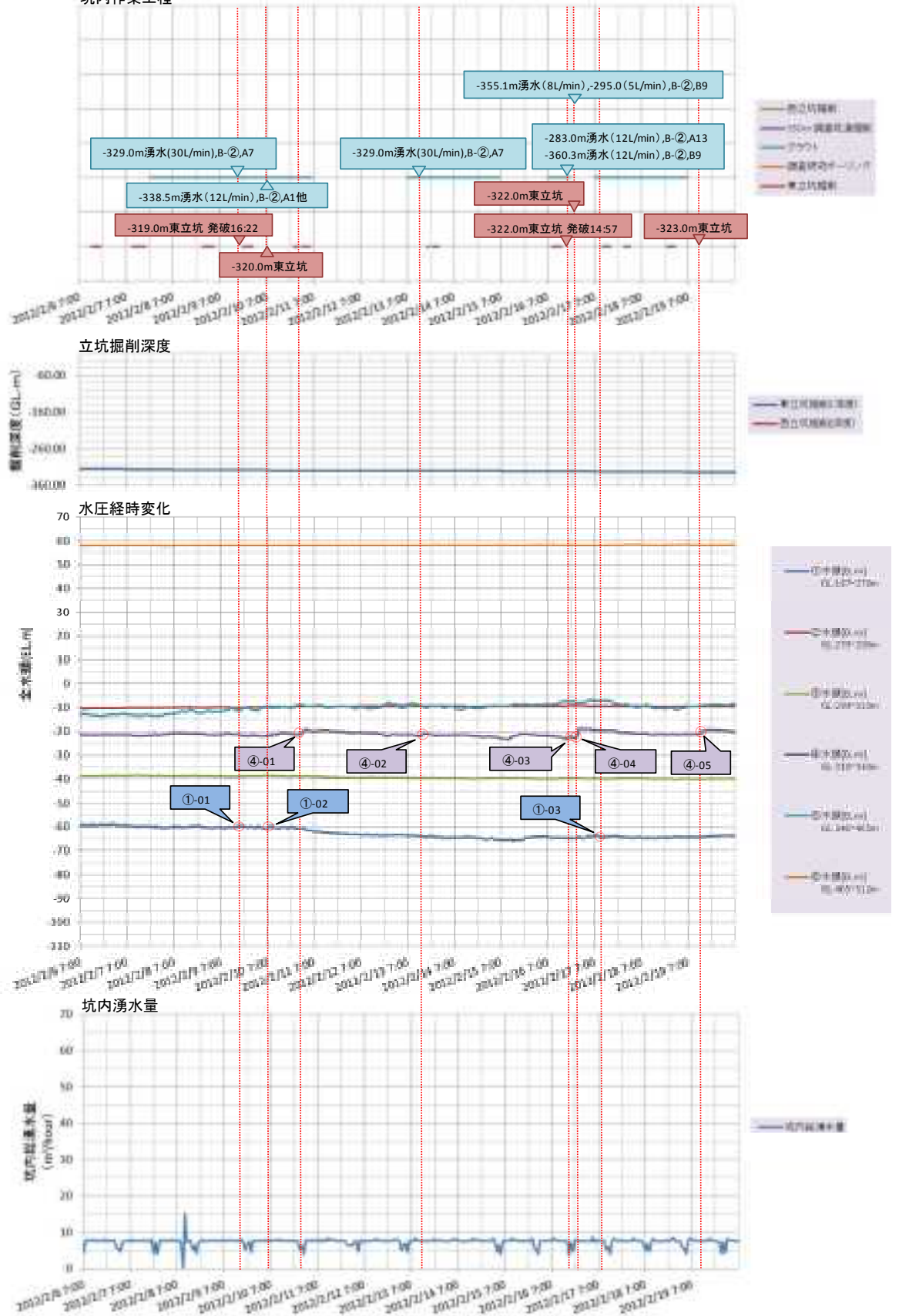


図 2-15 平成 24 年 2 月 6 日～平成 24 年 2 月 19 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔：2012/2/20～2012/3/4

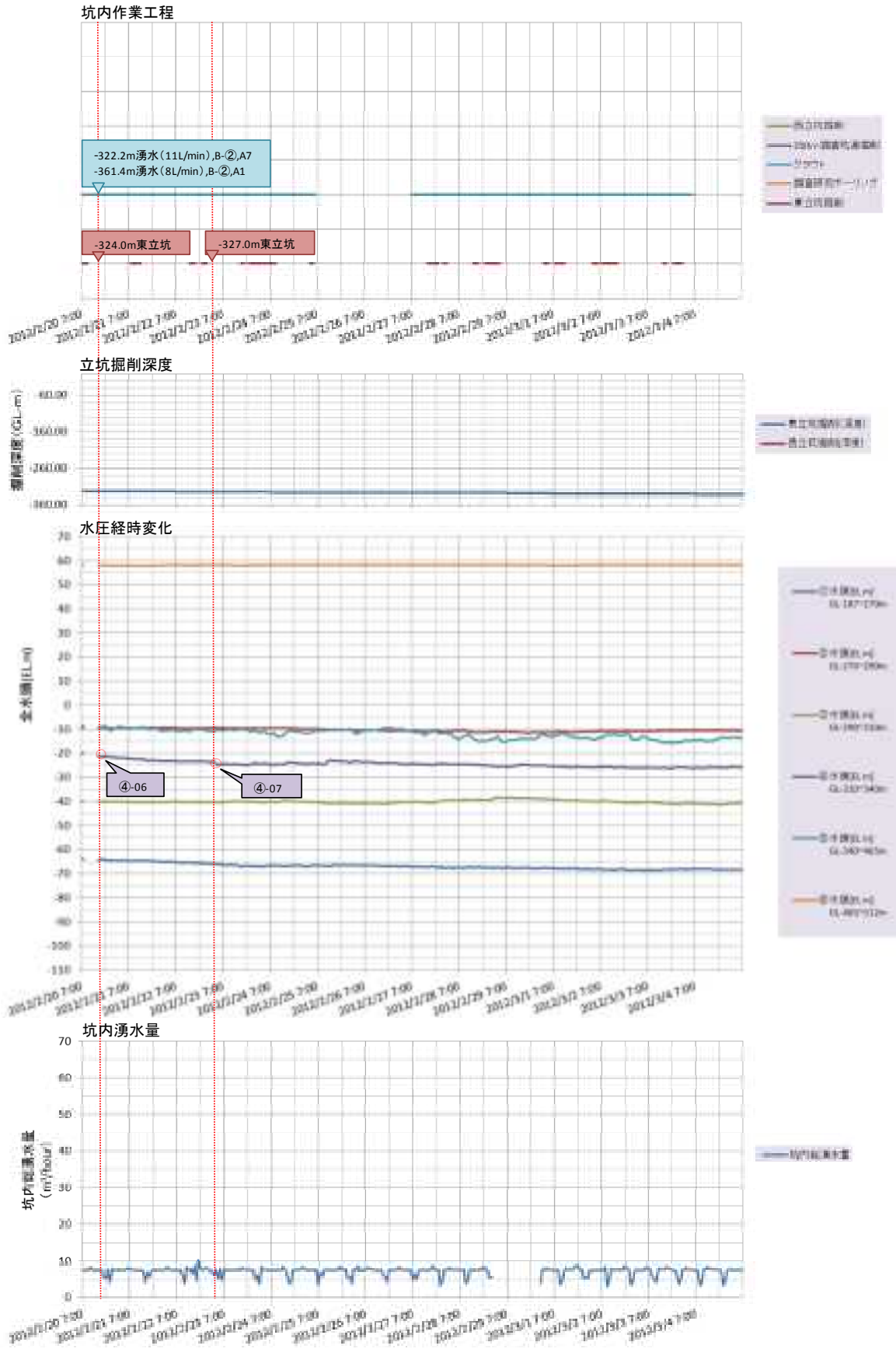


図 2-16 平成 24 年 2 月 20 日～平成 24 年 3 月 4 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔：2012/3/5～2012/3/18

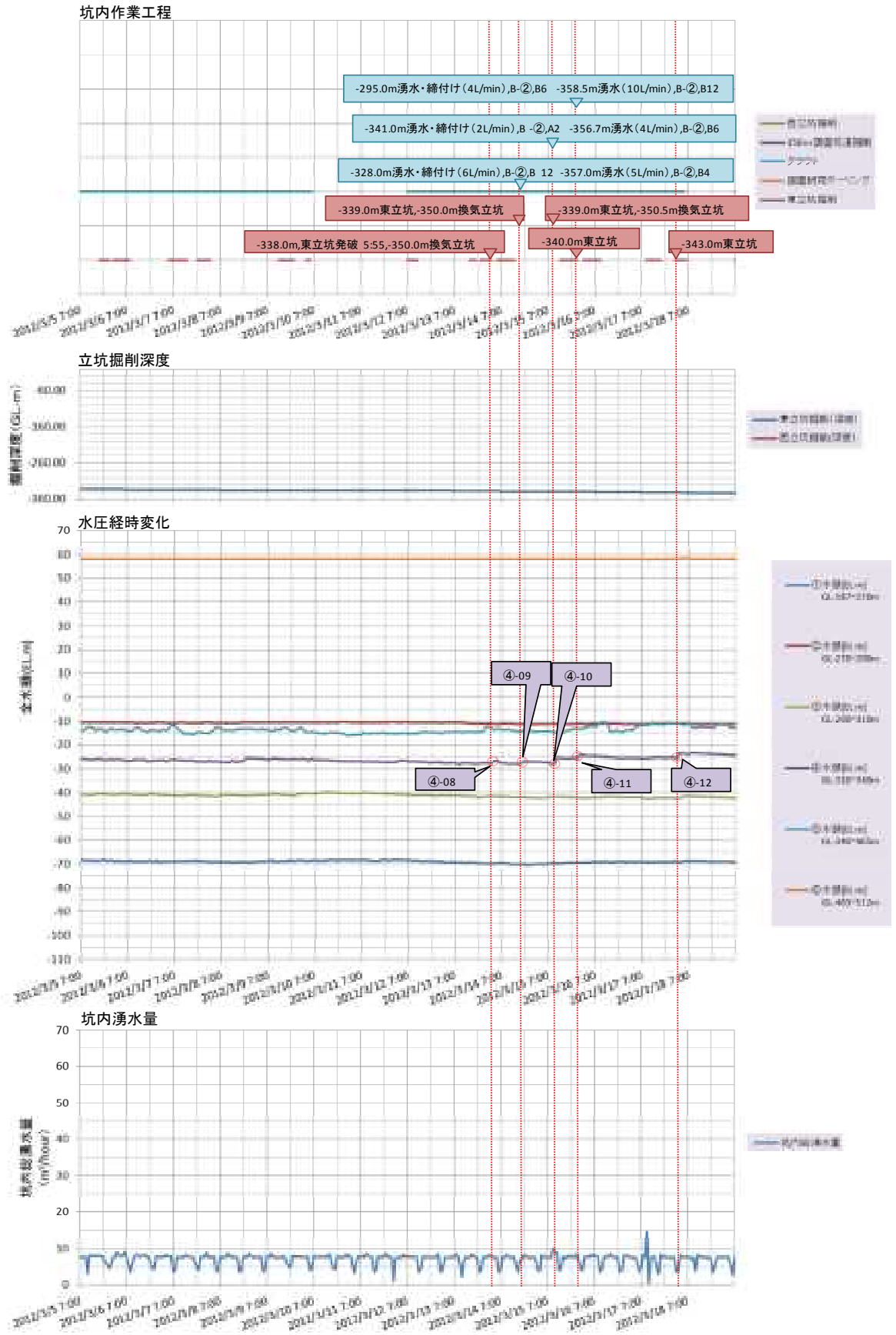


図 2-17 平成 24 年 3 月 5 日～平成 24 年 3 月 18 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔：2012/3/19~2012/4/1

坑内作業工程

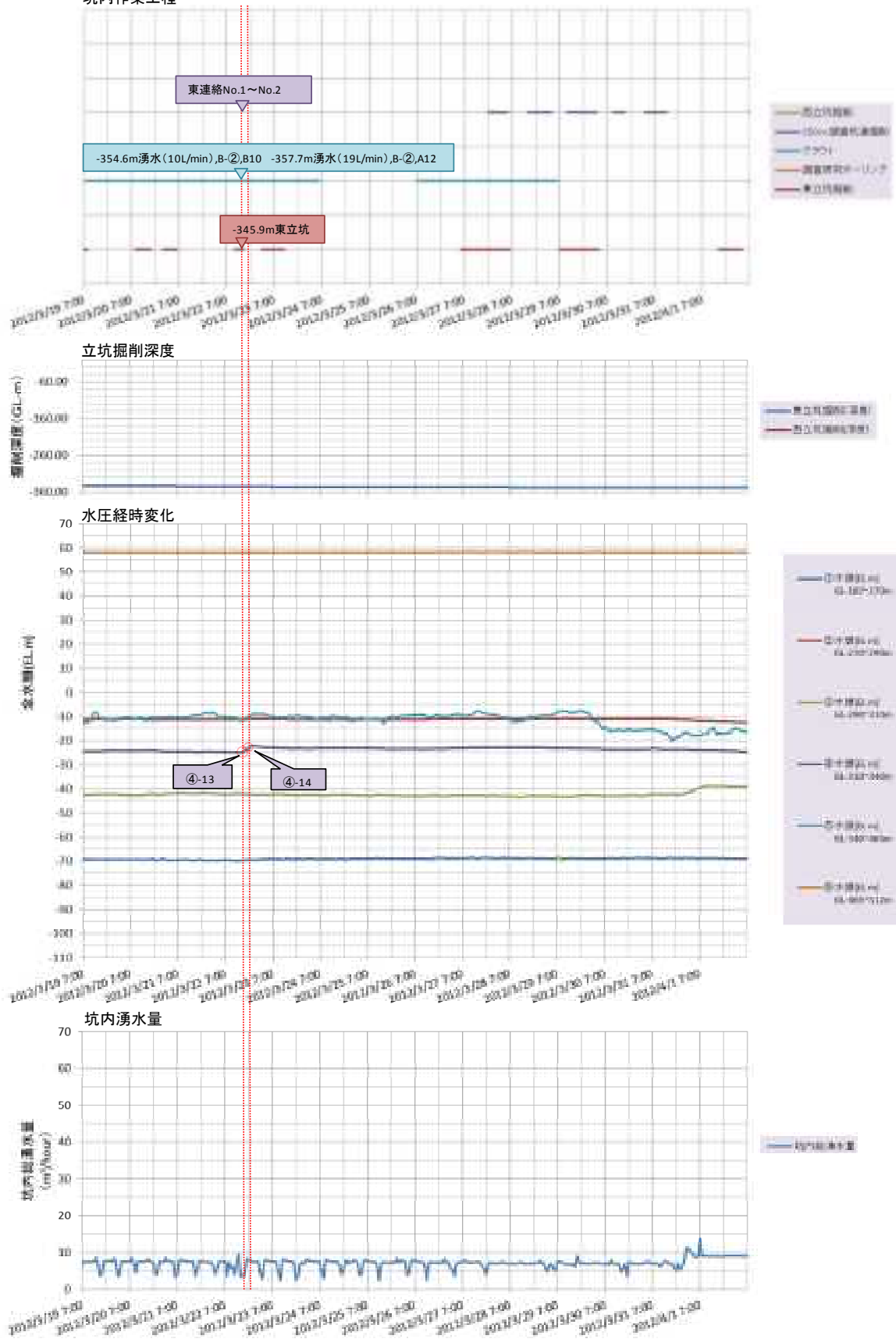
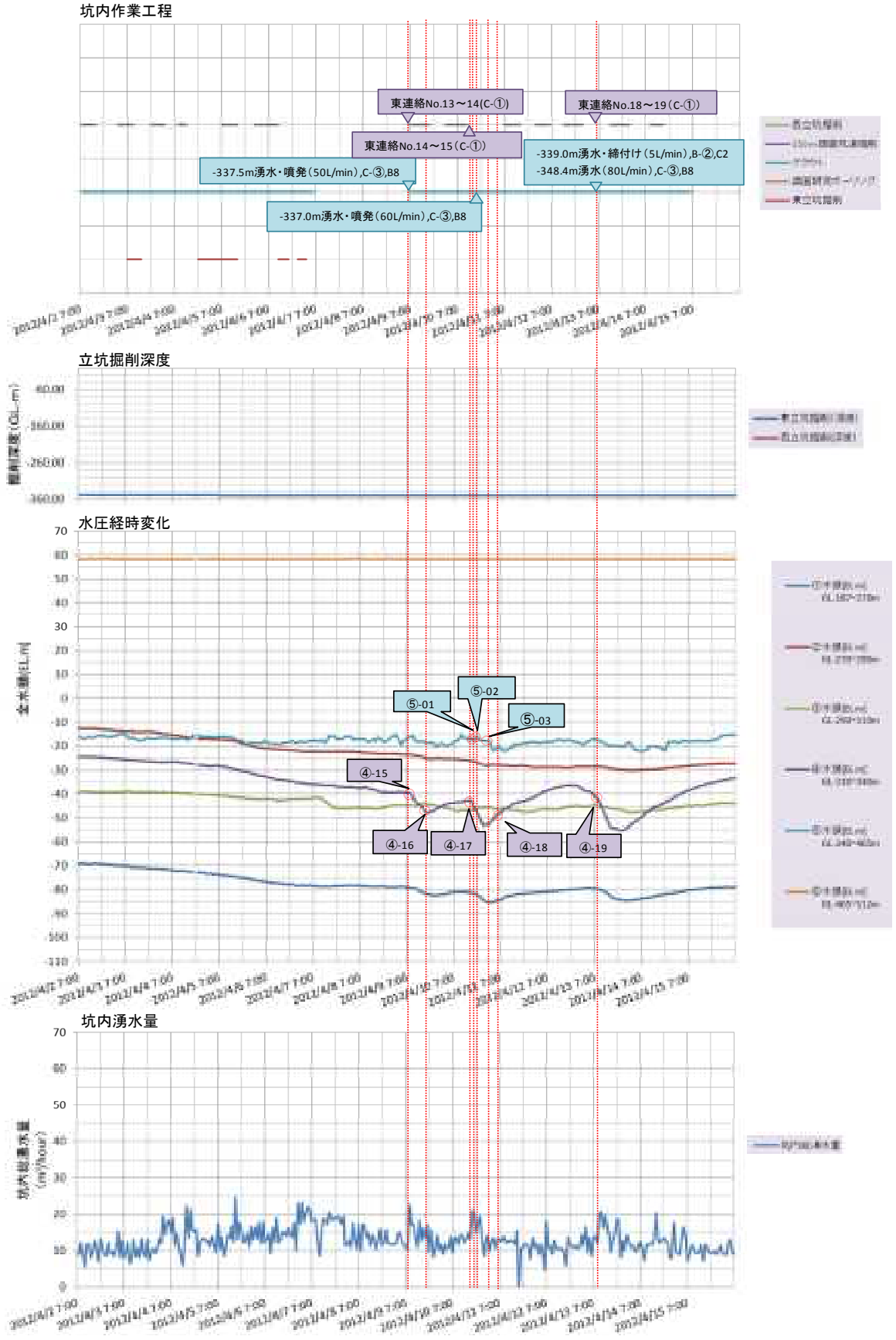
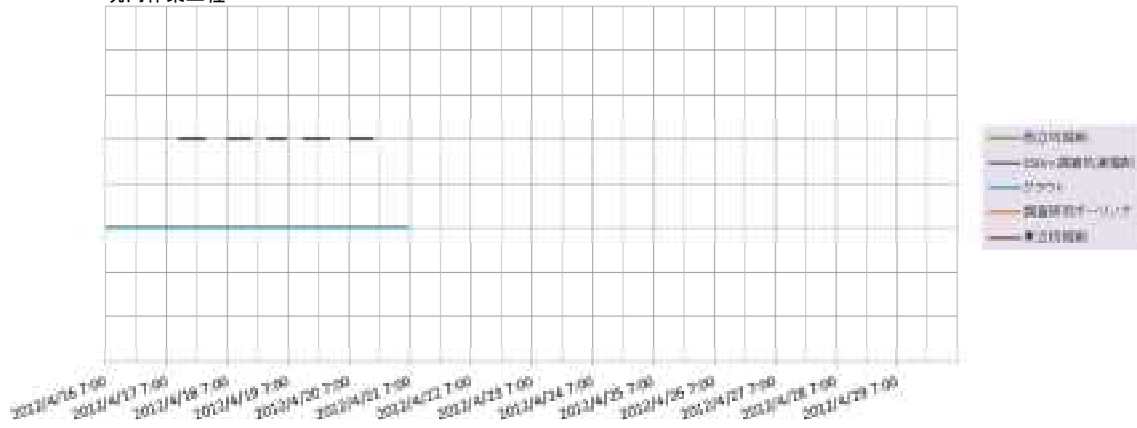


図 2-18 平成 24 年 3 月 19 日～平成 24 年 4 月 1 日における短期的な水压変動

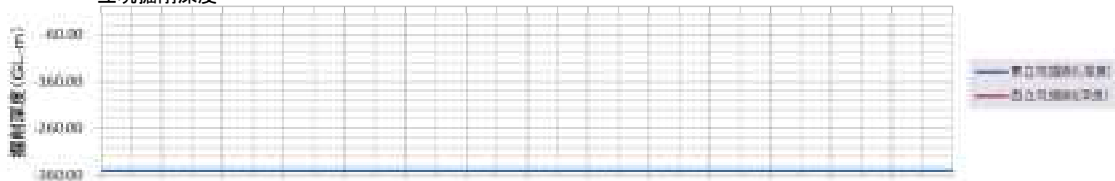
SAB-1孔：2012/4/2～2012/4/15



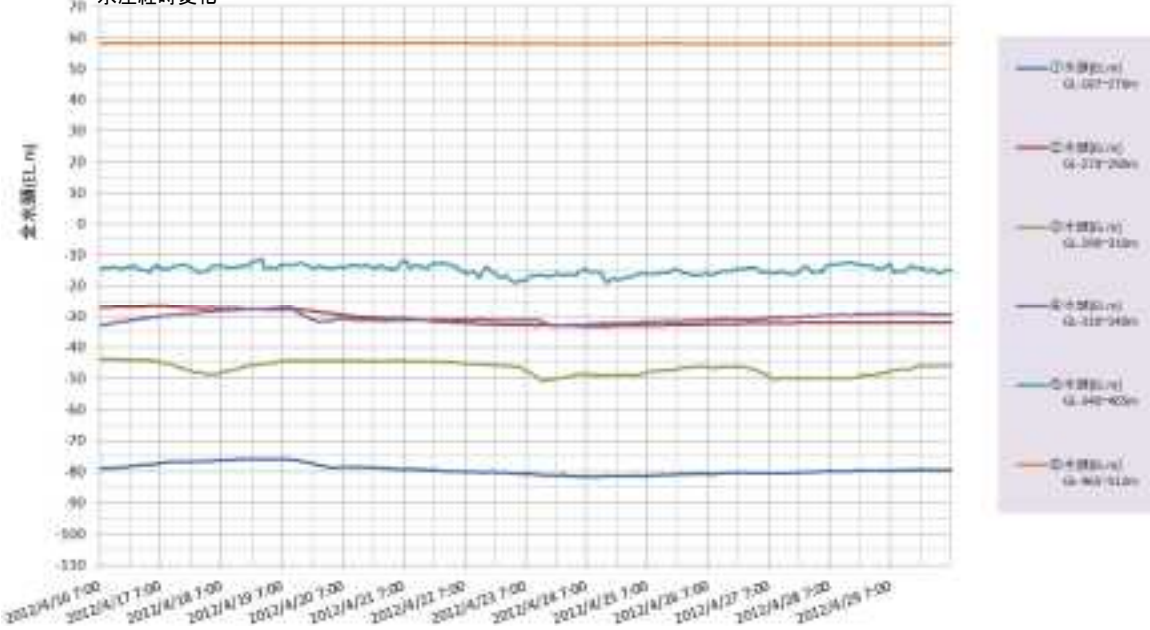
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

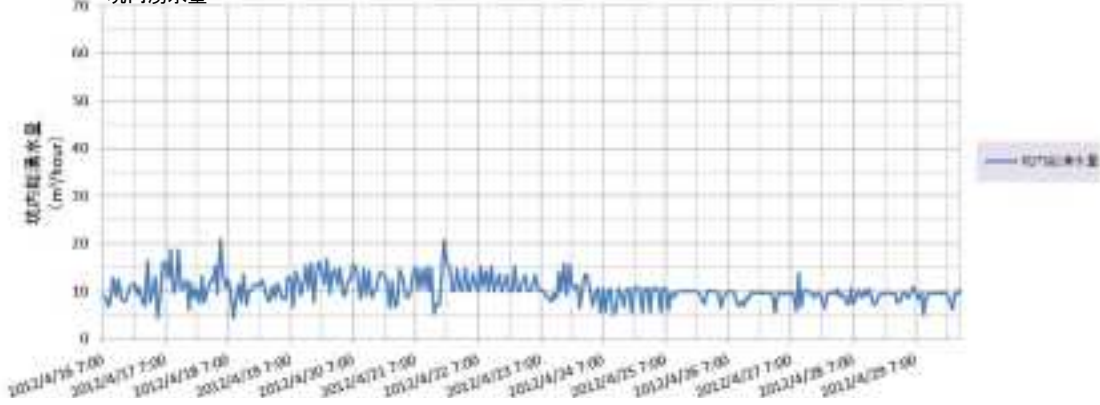


図 2-20 平成 24 年 4 月 16 日～平成 24 年 4 月 29 日における短期的な水圧変動

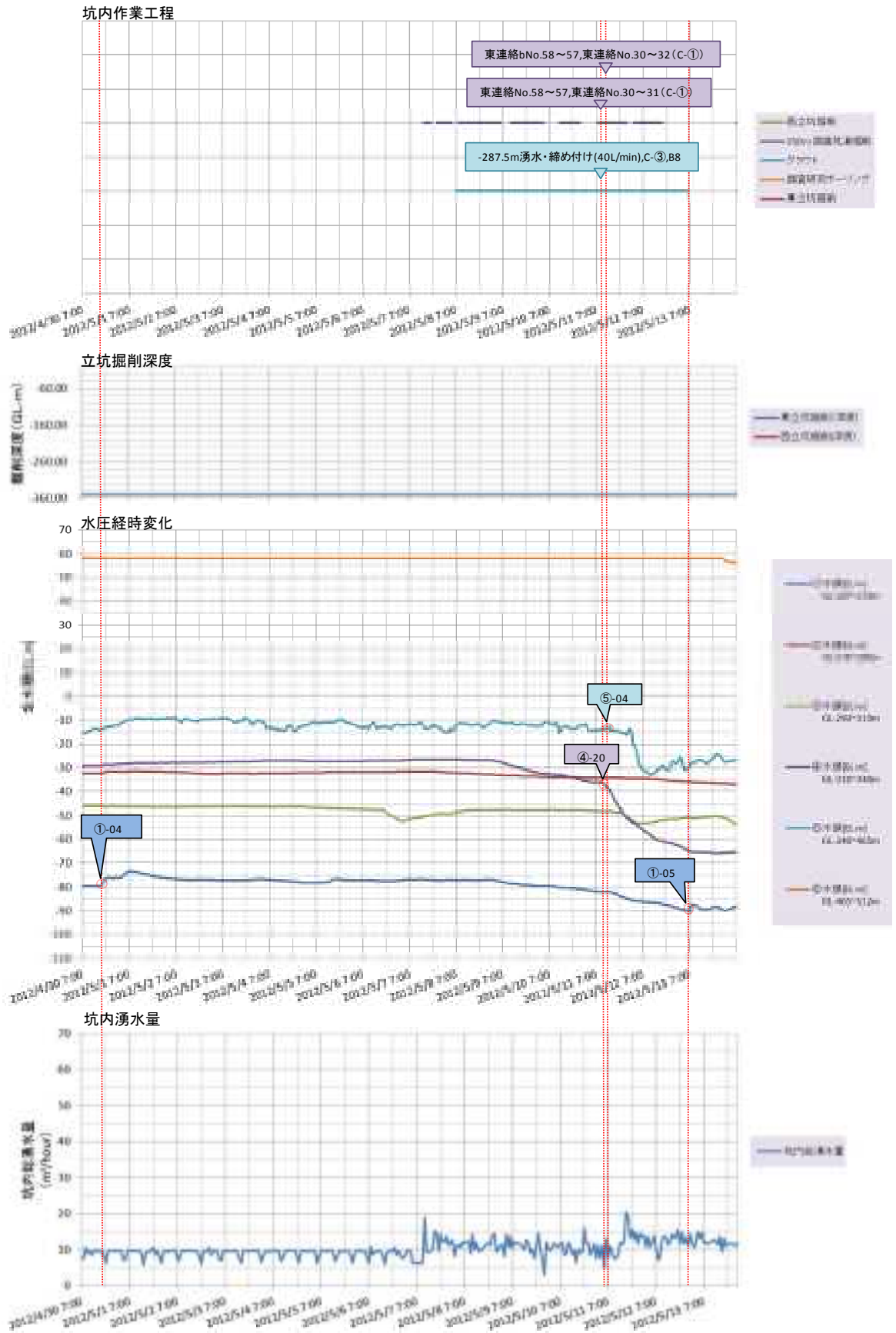


図 2-21 平成 24 年 4 月 30 日～平成 24 年 5 月 13 日における短期的な水圧変動

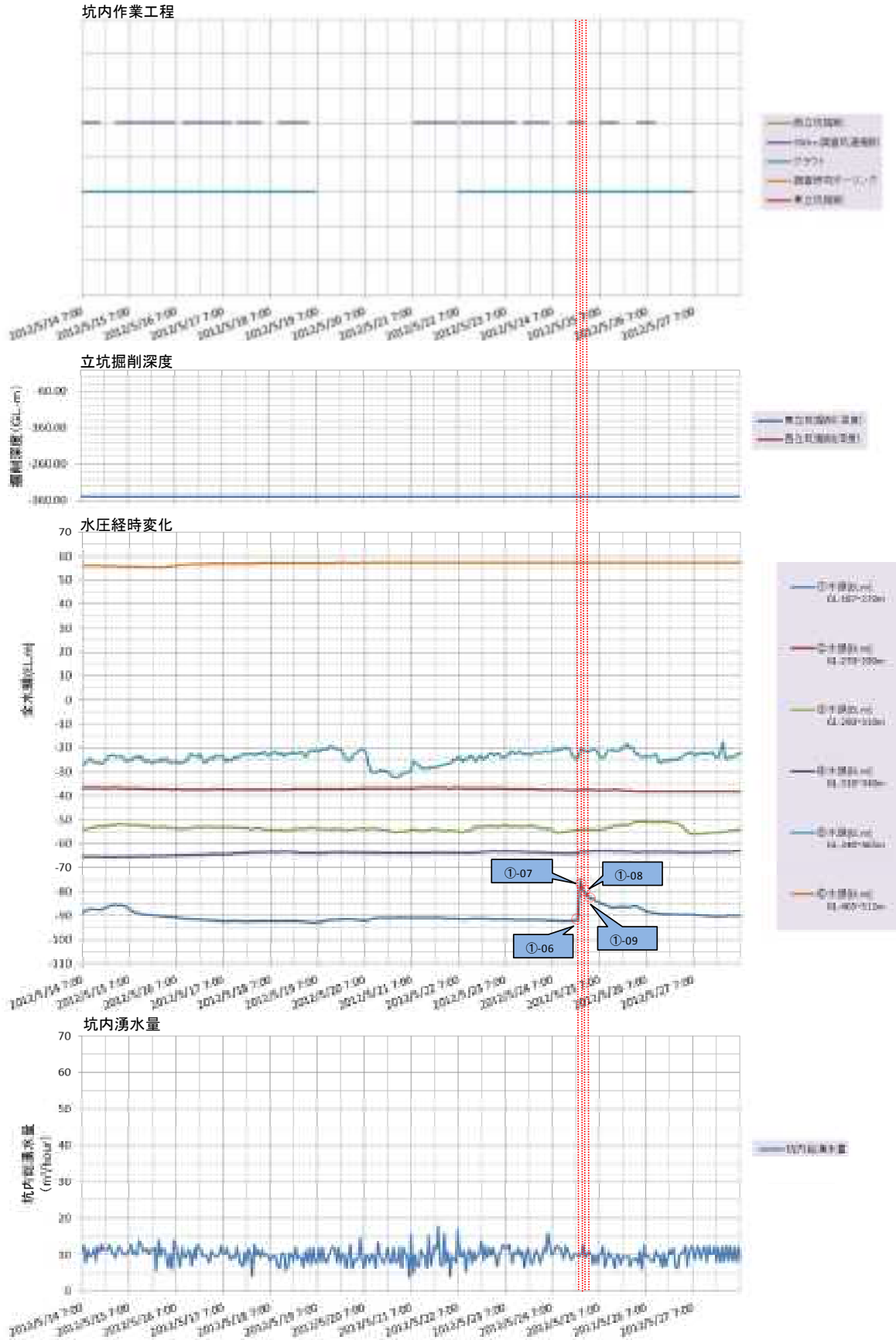


図 2-22 平成 24 年 5 月 14 日～平成 24 年 5 月 27 日における短期的な水圧変動

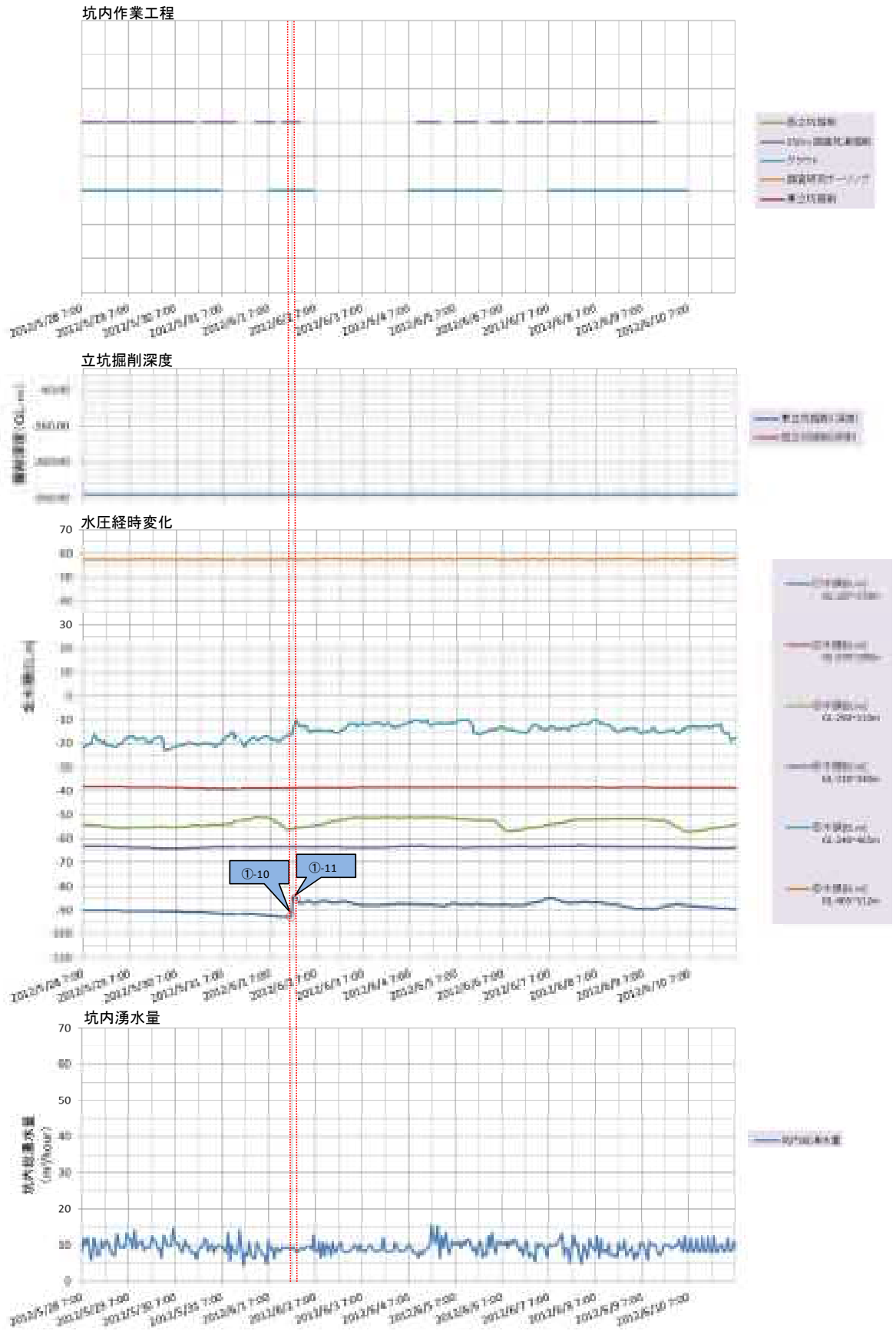


図 2-23 平成 24 年 5 月 28 日～平成 24 年 6 月 10 日における短期的な水圧変動

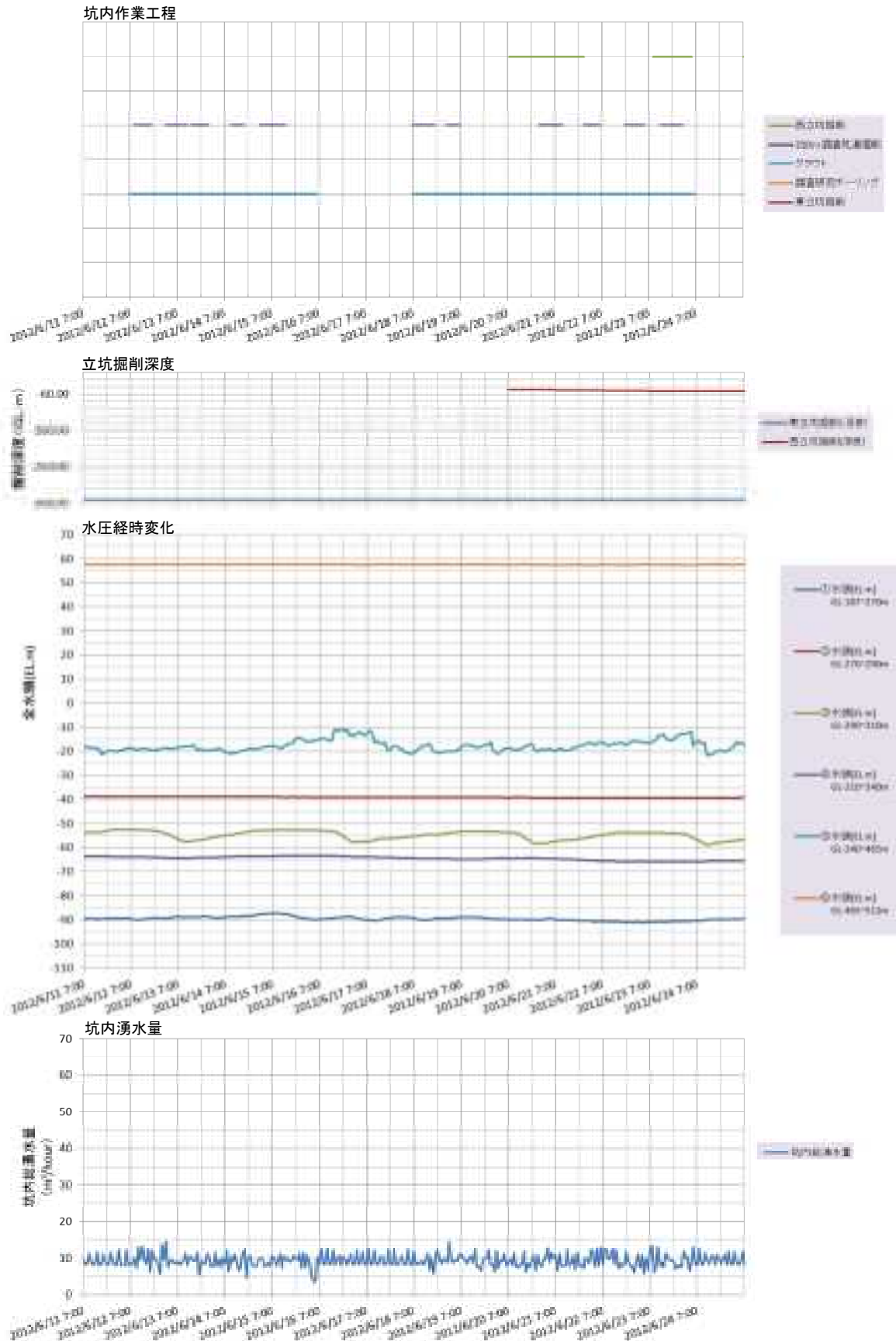
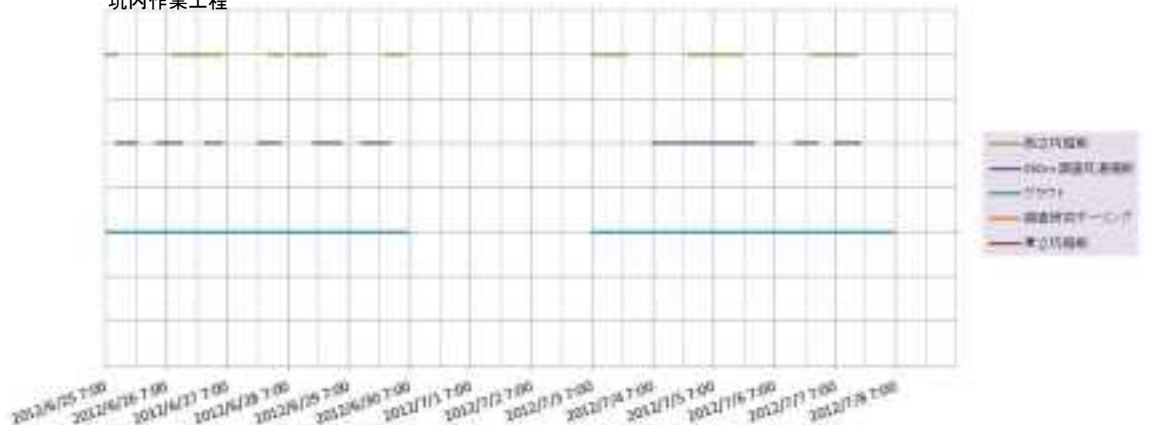


図 2-24 平成 24 年 6 月 11 日～平成 24 年 6 月 24 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔：2012/6/25～2012/7/8

坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

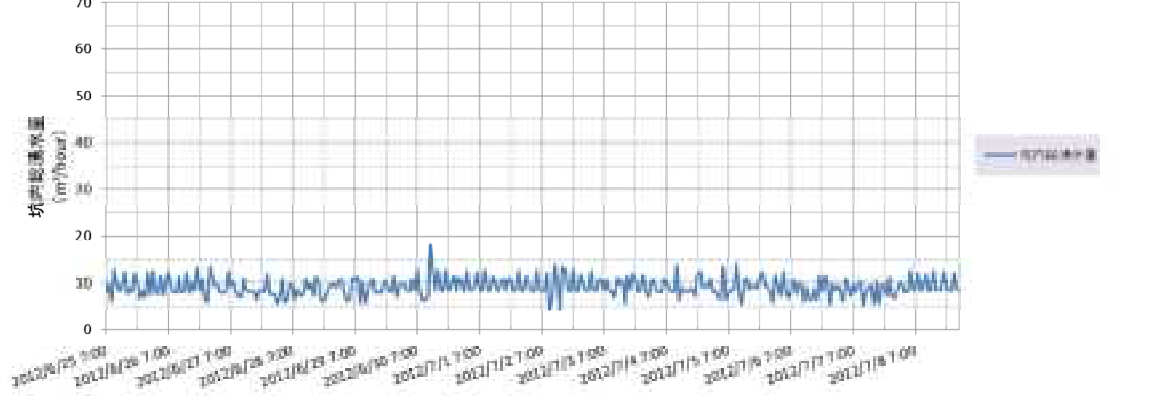


図 2-25 平成 24 年 6 月 25 日～平成 24 年 7 月 8 日における短期的な水圧変動

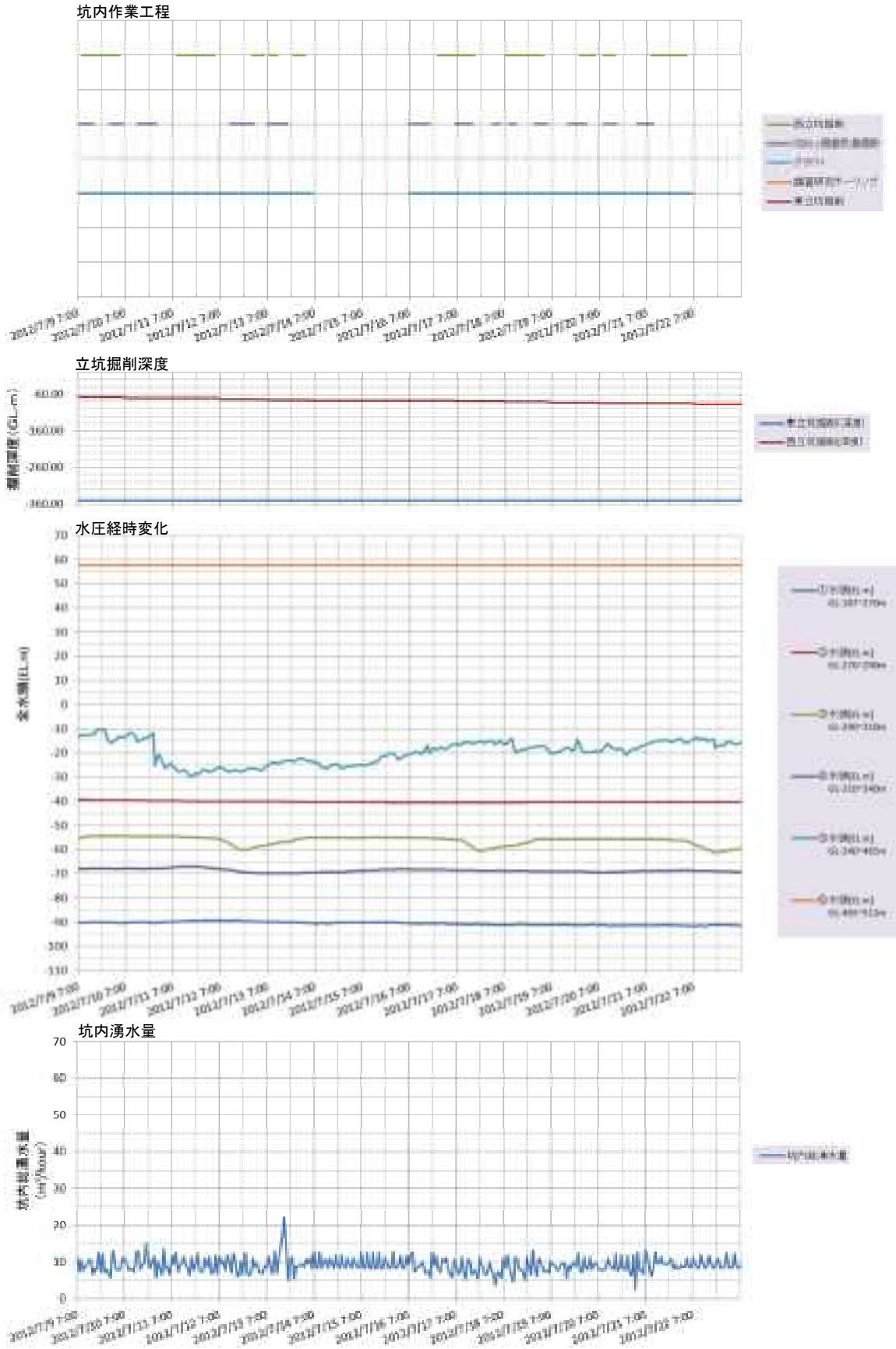


図 2-26 平成 24 年 7 月 9 日～平成 24 年 7 月 22 日における短期的な水圧変動

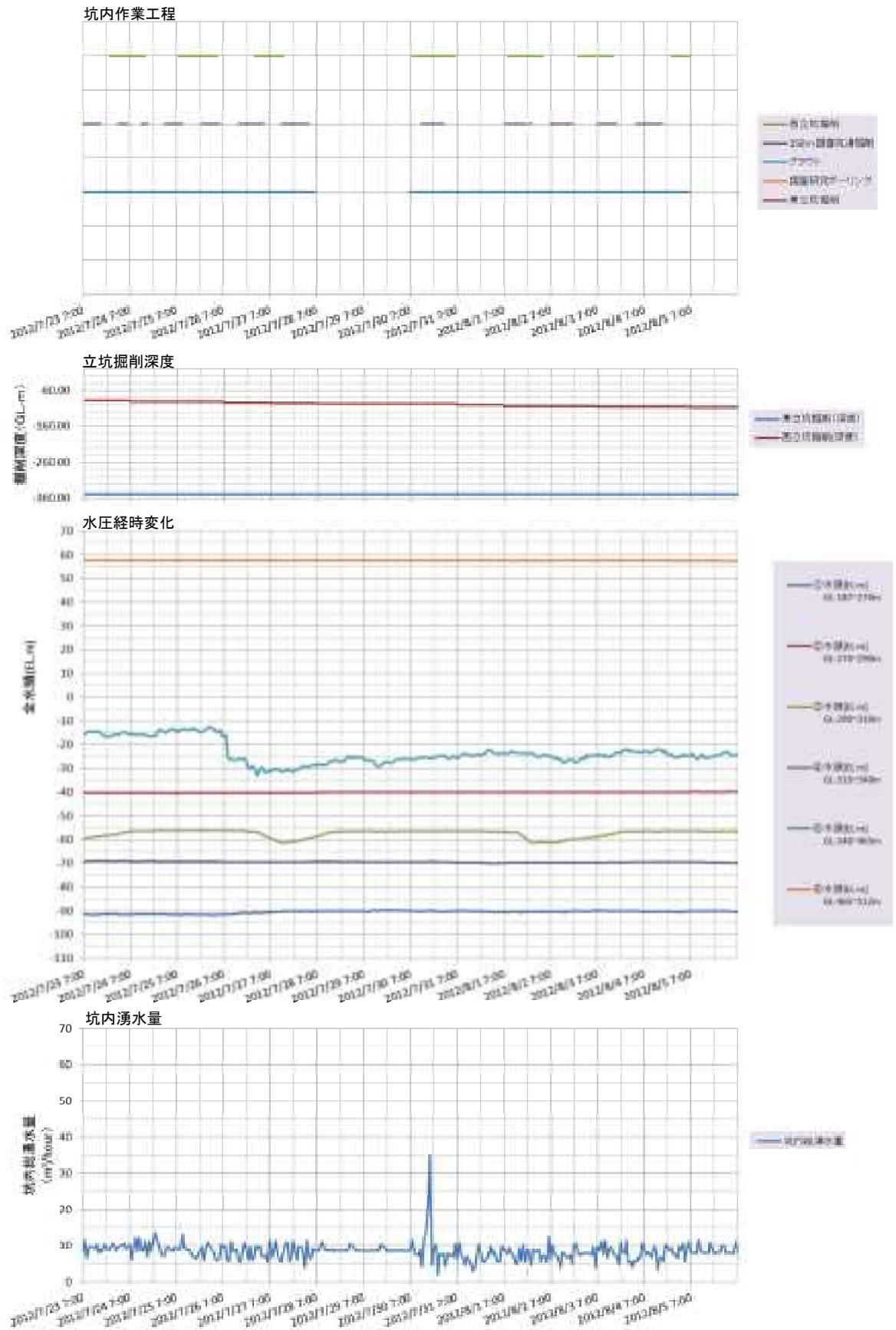
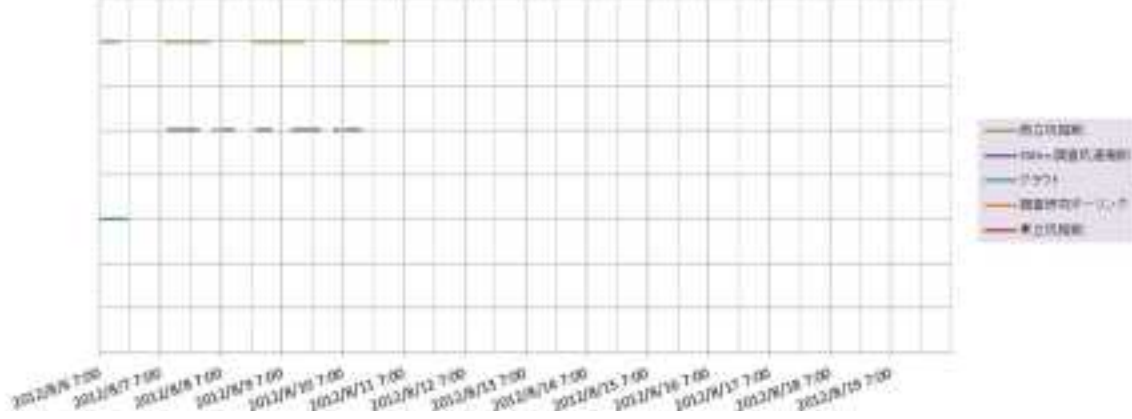


図 2-27 平成 24 年 7 月 23 日～平成 24 年 8 月 5 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔：2012/8/6～2012/8/19

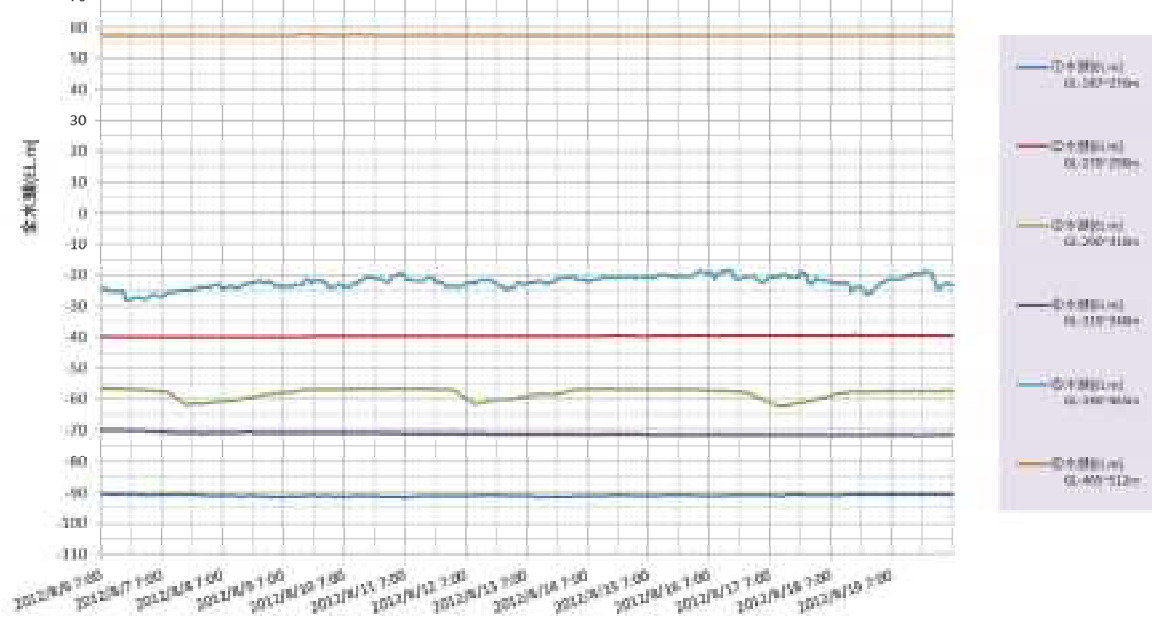
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

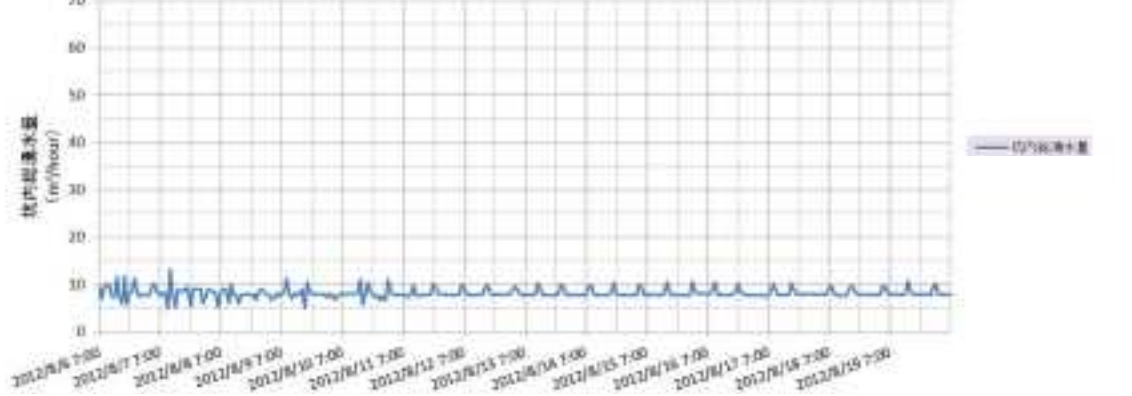


図 2-28 平成 24 年 8 月 6 日～平成 24 年 8 月 19 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔：2012/8/20～2012/9/2

坑内作業工程

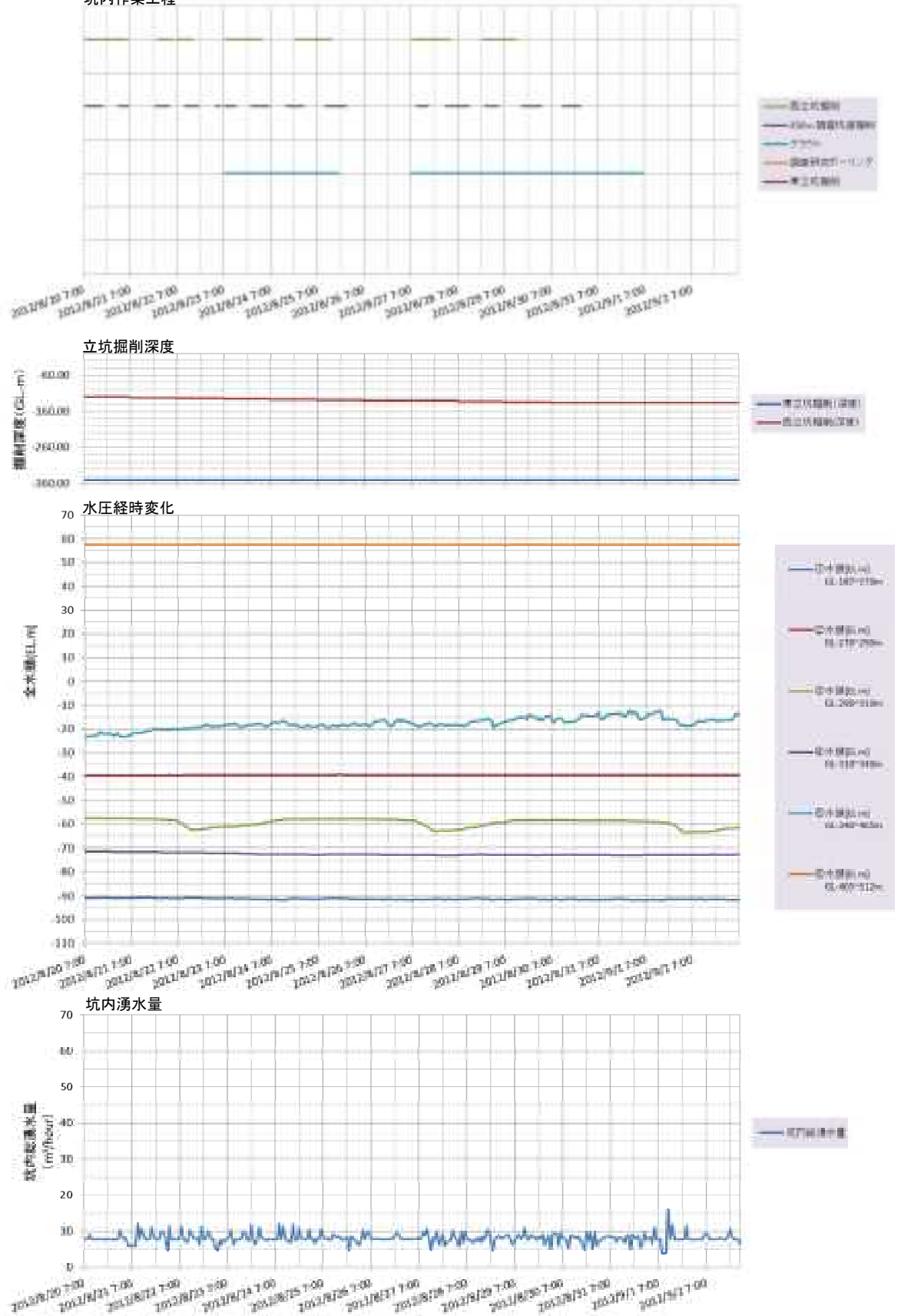
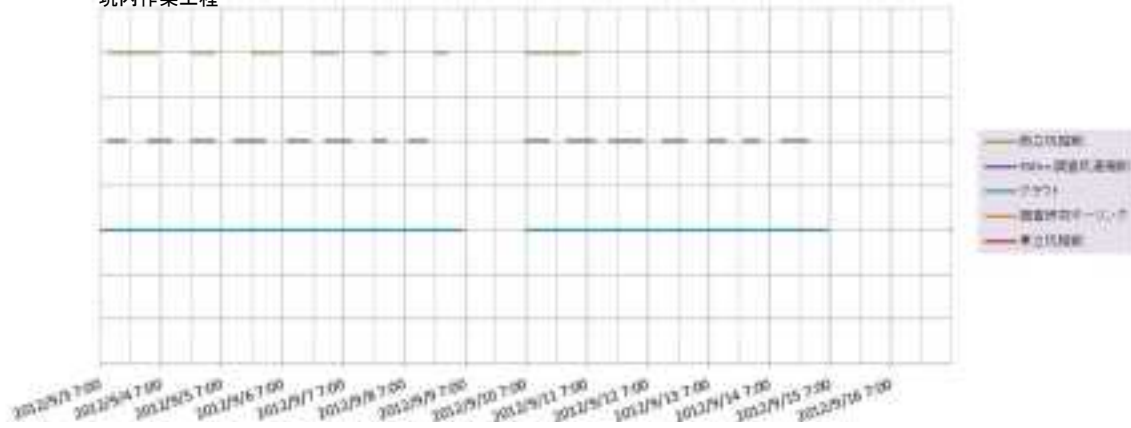


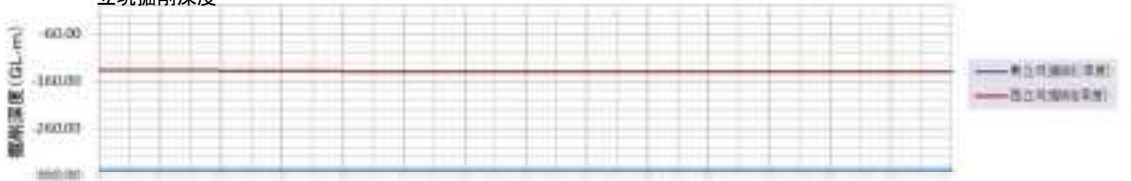
図 2-29 平成 24 年 8 月 20 日～平成 24 年 9 月 2 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔：2012/9/3～2012/9/16

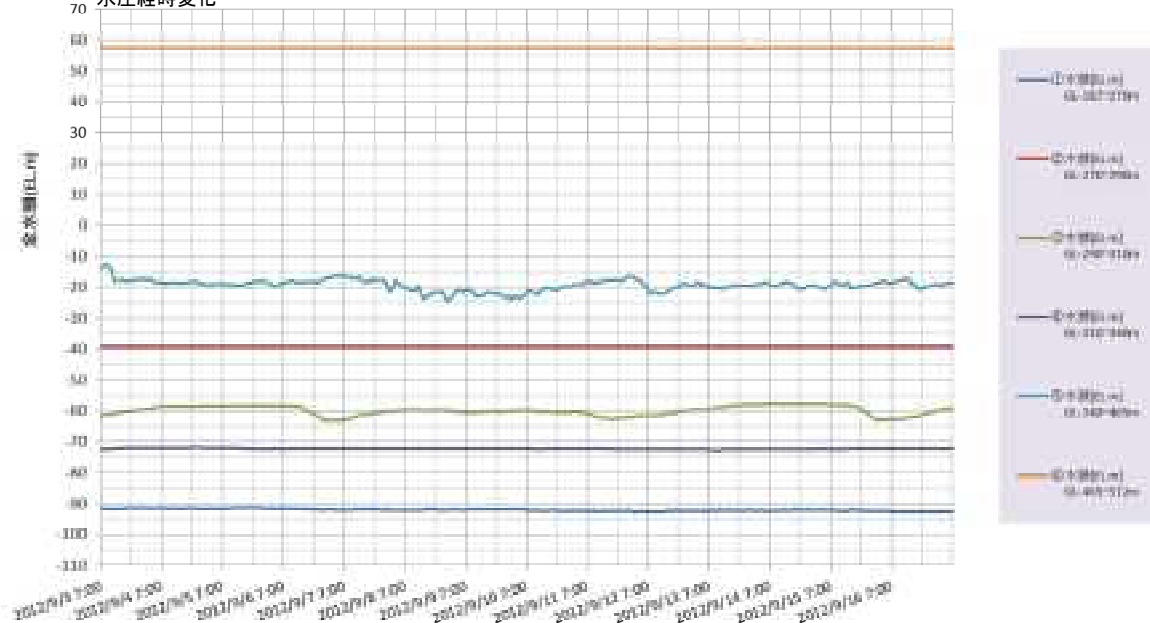
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

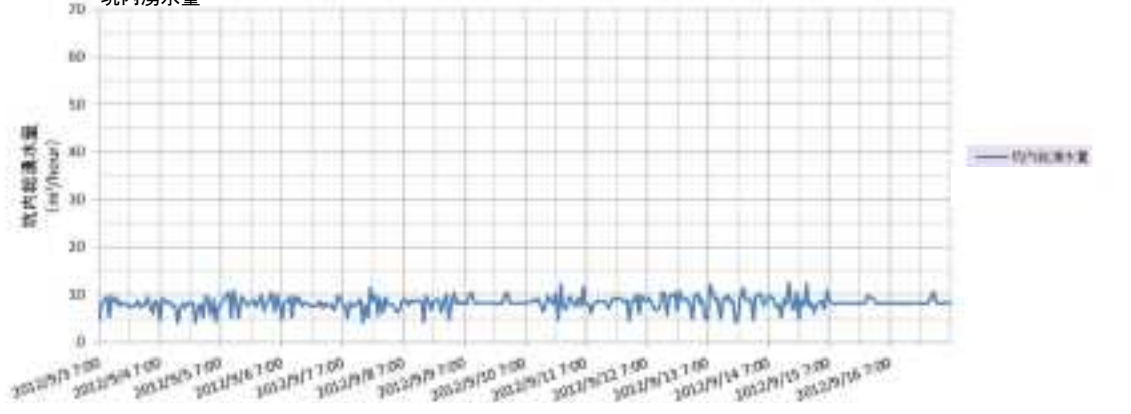
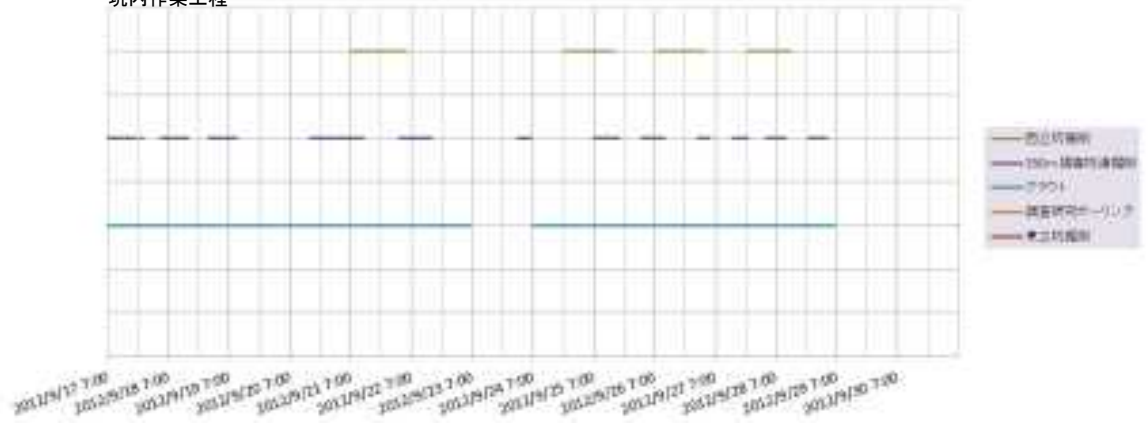


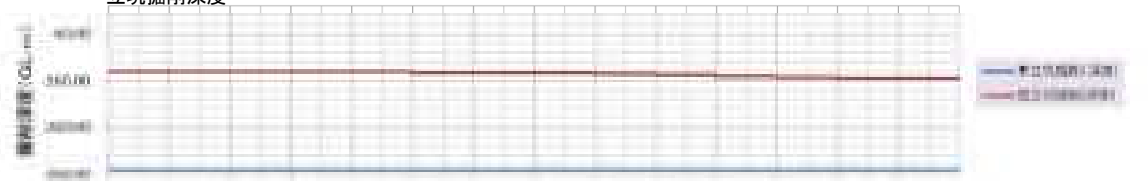
図 2-30 平成 24 年 9 月 3 日～平成 24 年 9 月 16 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔：2012/9/17～2012/9/30

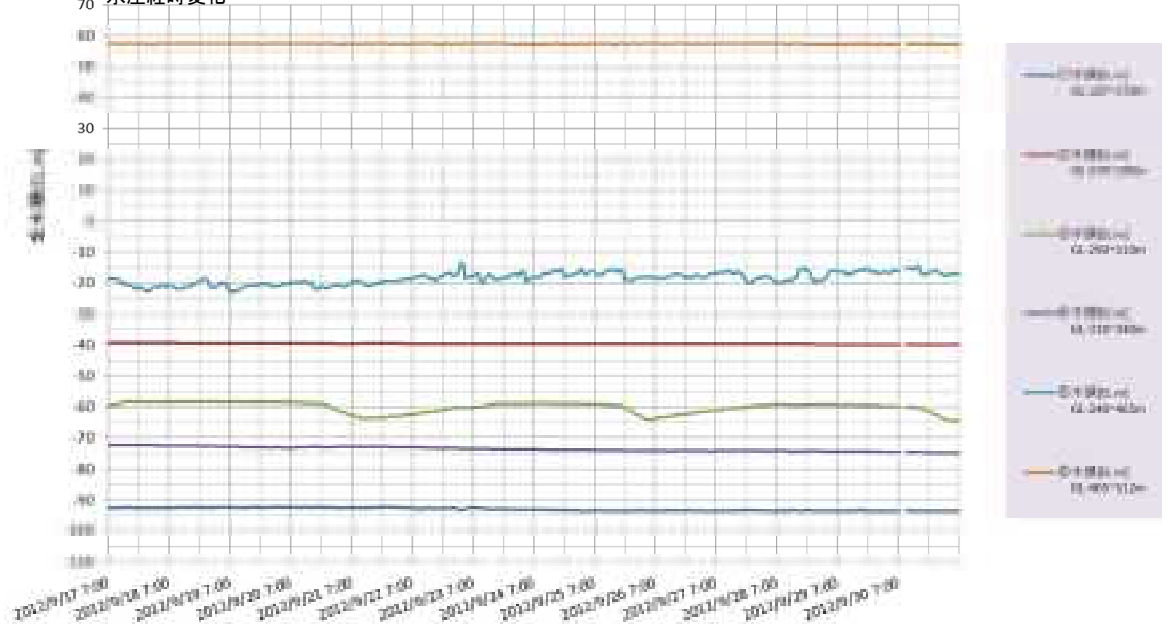
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

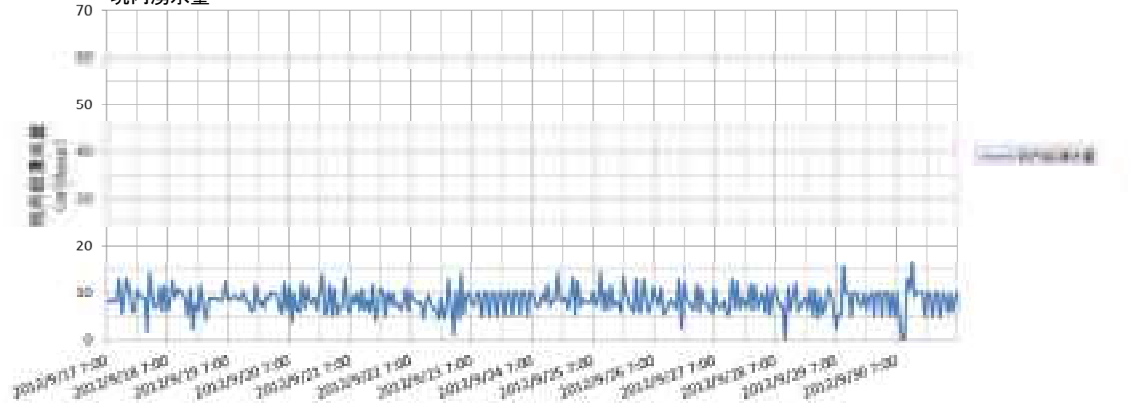


図 2-31 平成 24 年 9 月 17 日～平成 24 年 9 月 30 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔：2012/10/1～2012/10/14

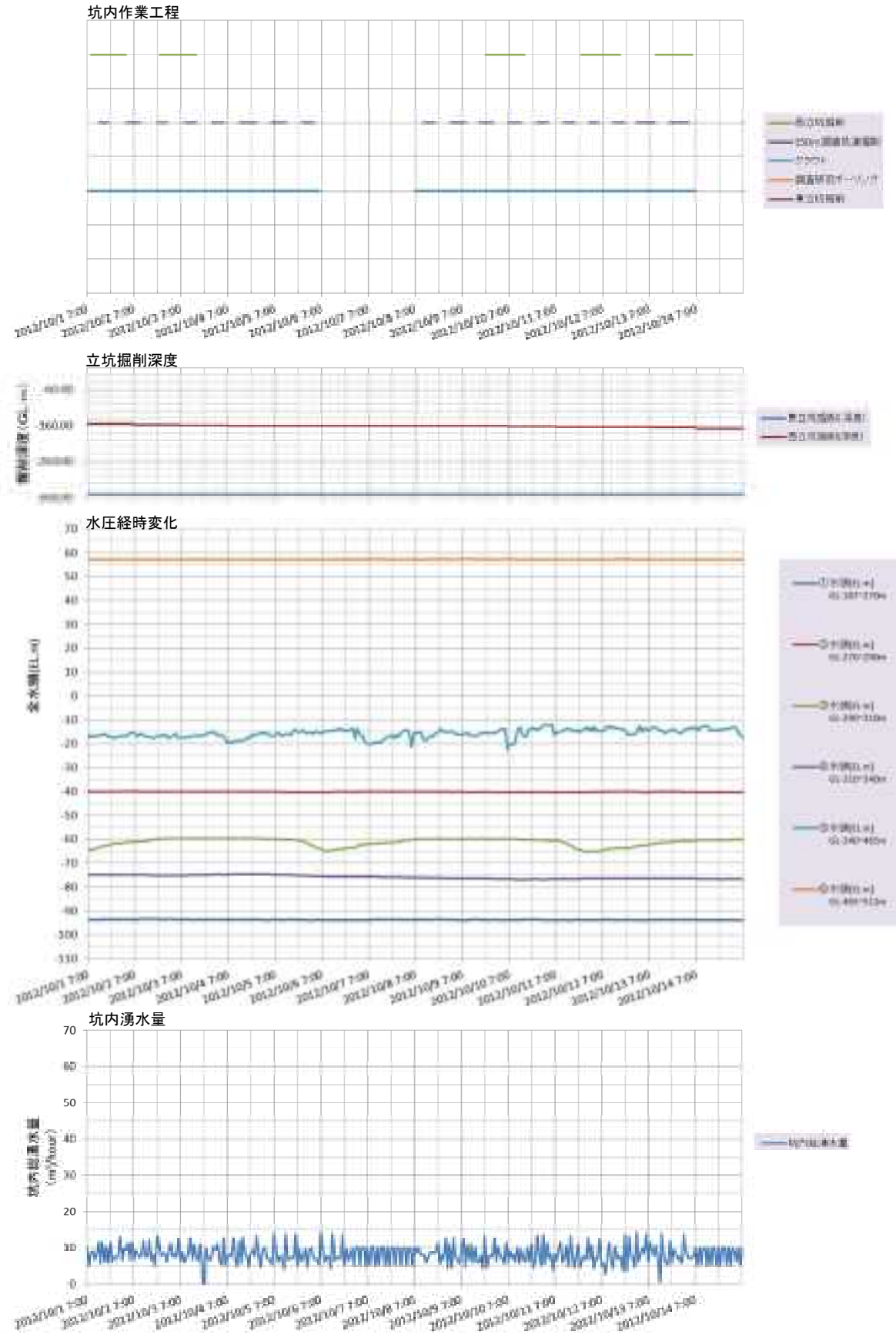
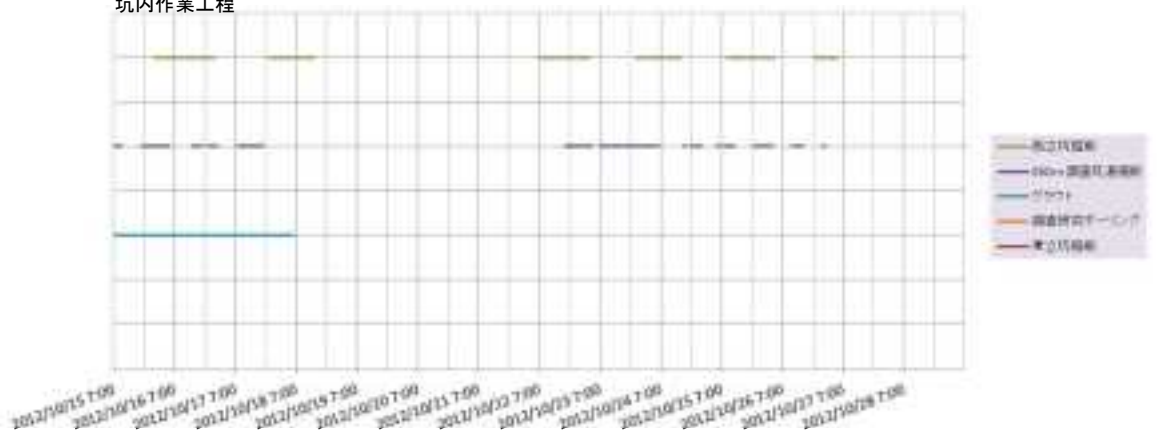


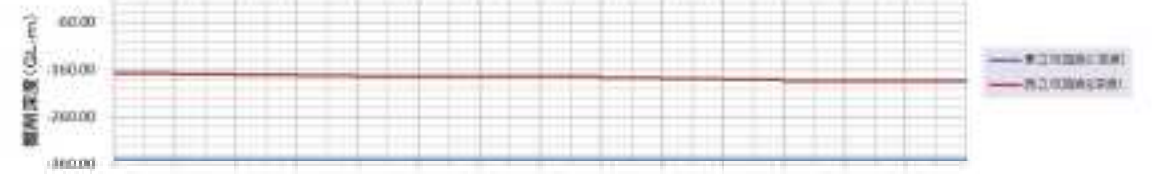
図 2-32 平成 24 年 10 月 1 日～平成 24 年 10 月 14 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔：2012/10/15～2012/10/28

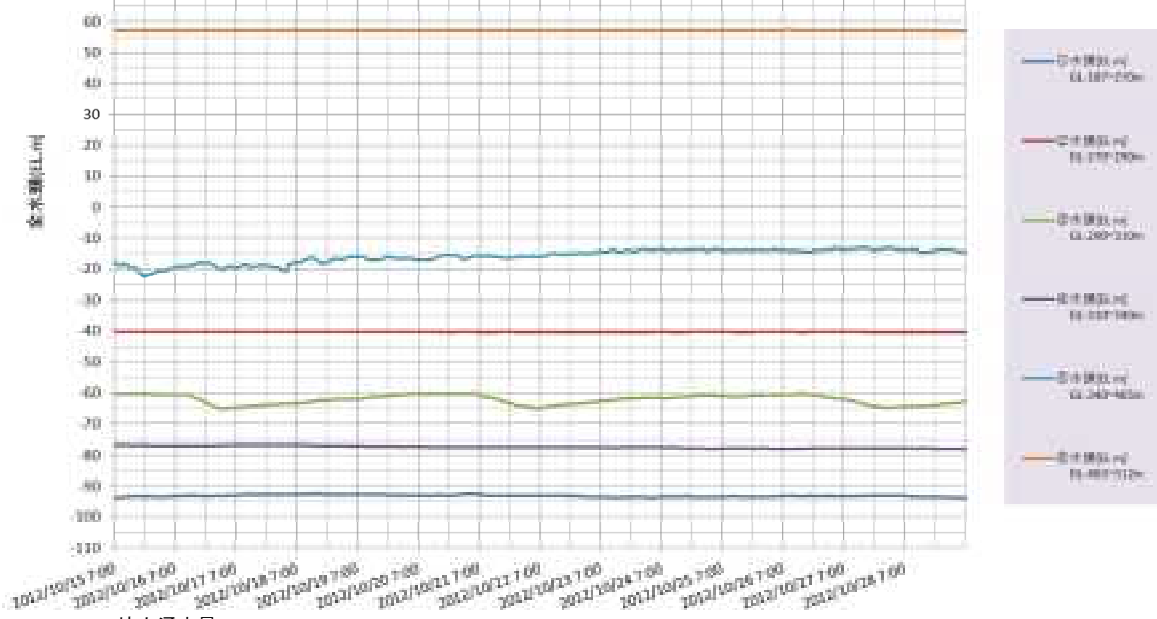
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

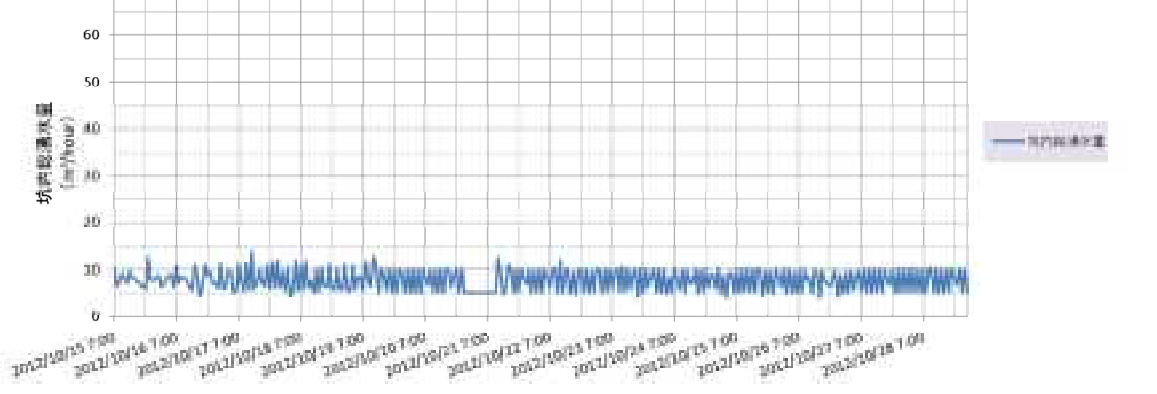


図 2-33 平成 24 年 10 月 15 日～平成 24 年 10 月 28 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔 : 2012/10/29~2012/11/11

モニタリング装置点検作業

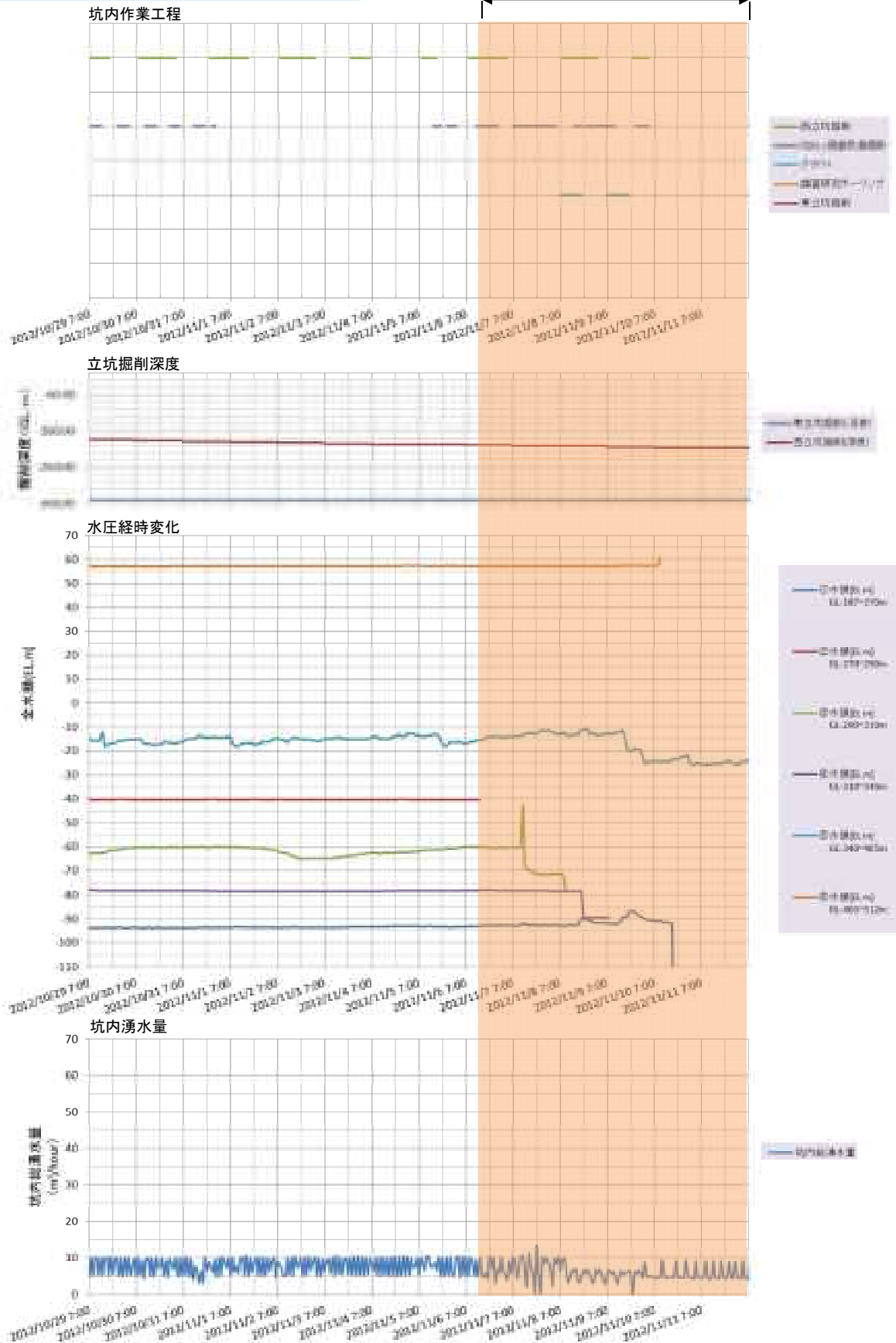


図 2-34 平成 24 年 10 月 29 日～平成 24 年 11 月 11 日における短期的な水圧変動

坑内作業工程

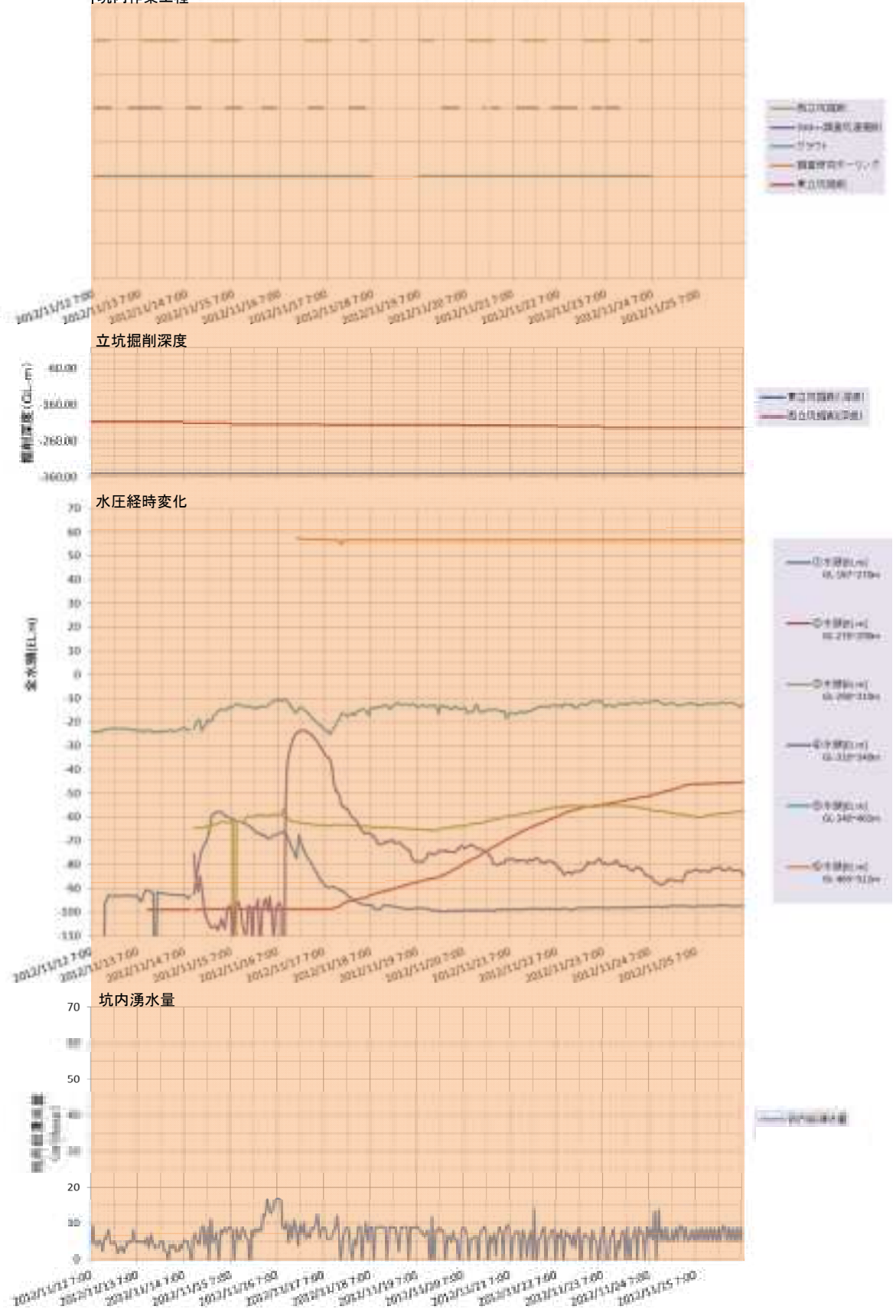


図 2-35 平成 24 年 11 月 12 日～平成 24 年 11 月 25 日における短期的な水压変動

SAB-1孔：2012/11/26～2012/12/9

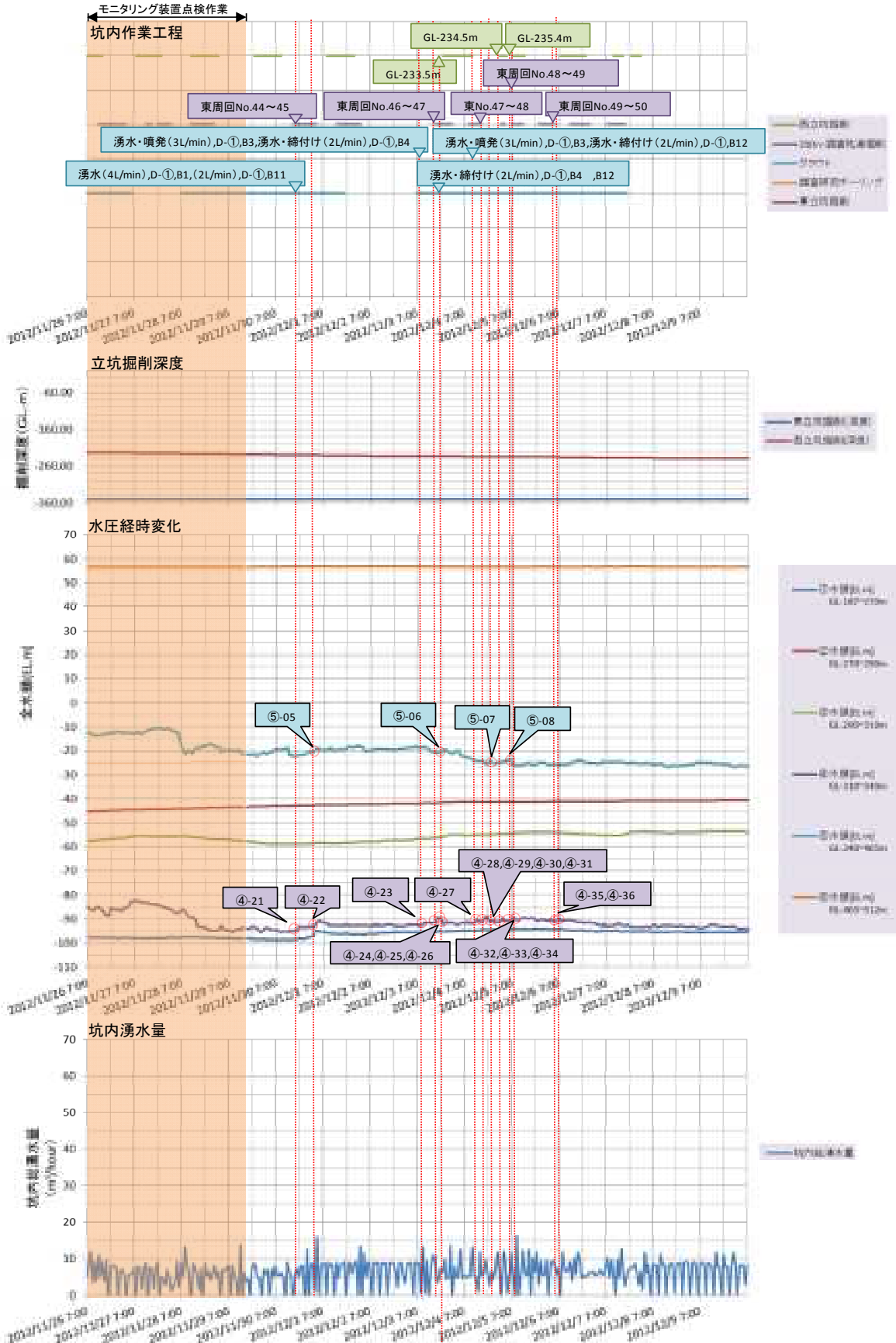


図 2-36 平成 24 年 11 月 26 日～平成 24 年 12 月 9 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔：2012/12/10～2012/12/23

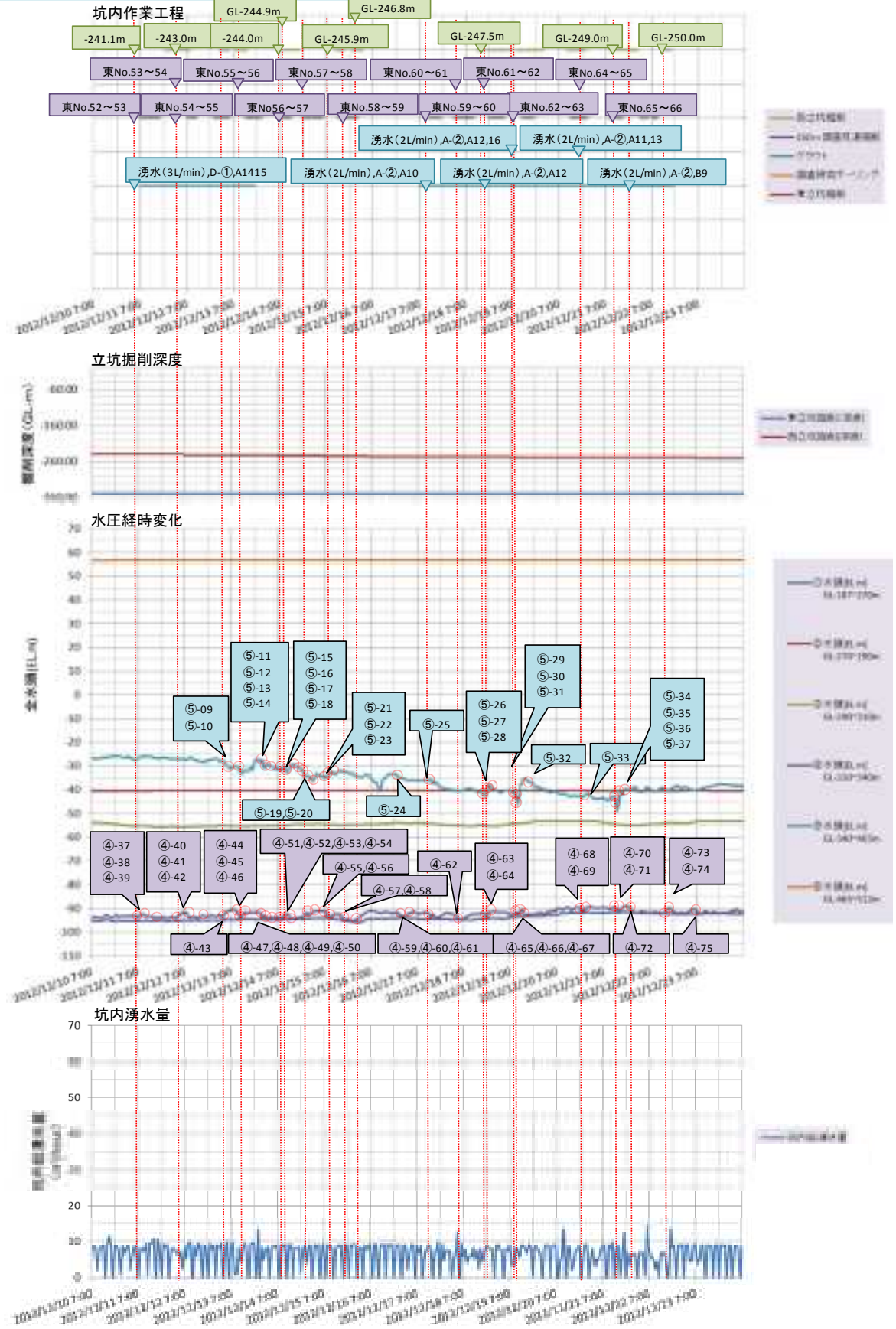


図 2-37 平成 24 年 12 月 10 日～平成 24 年 12 月 23 日における短期的な水圧変動

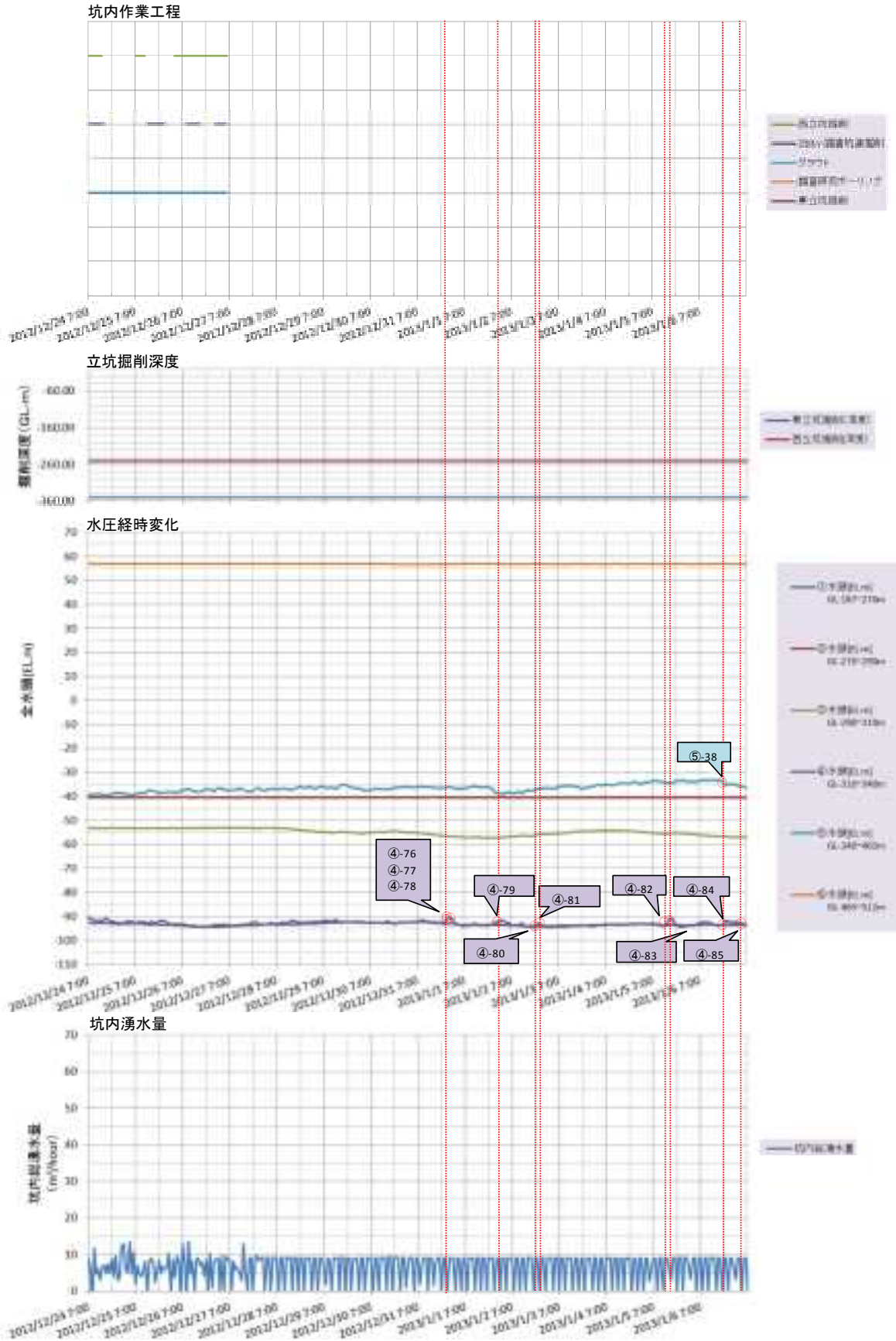


図 2-38 平成 24 年 12 月 24 日～平成 25 年 1 月 6 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔：2013/1/7～2013/1/20

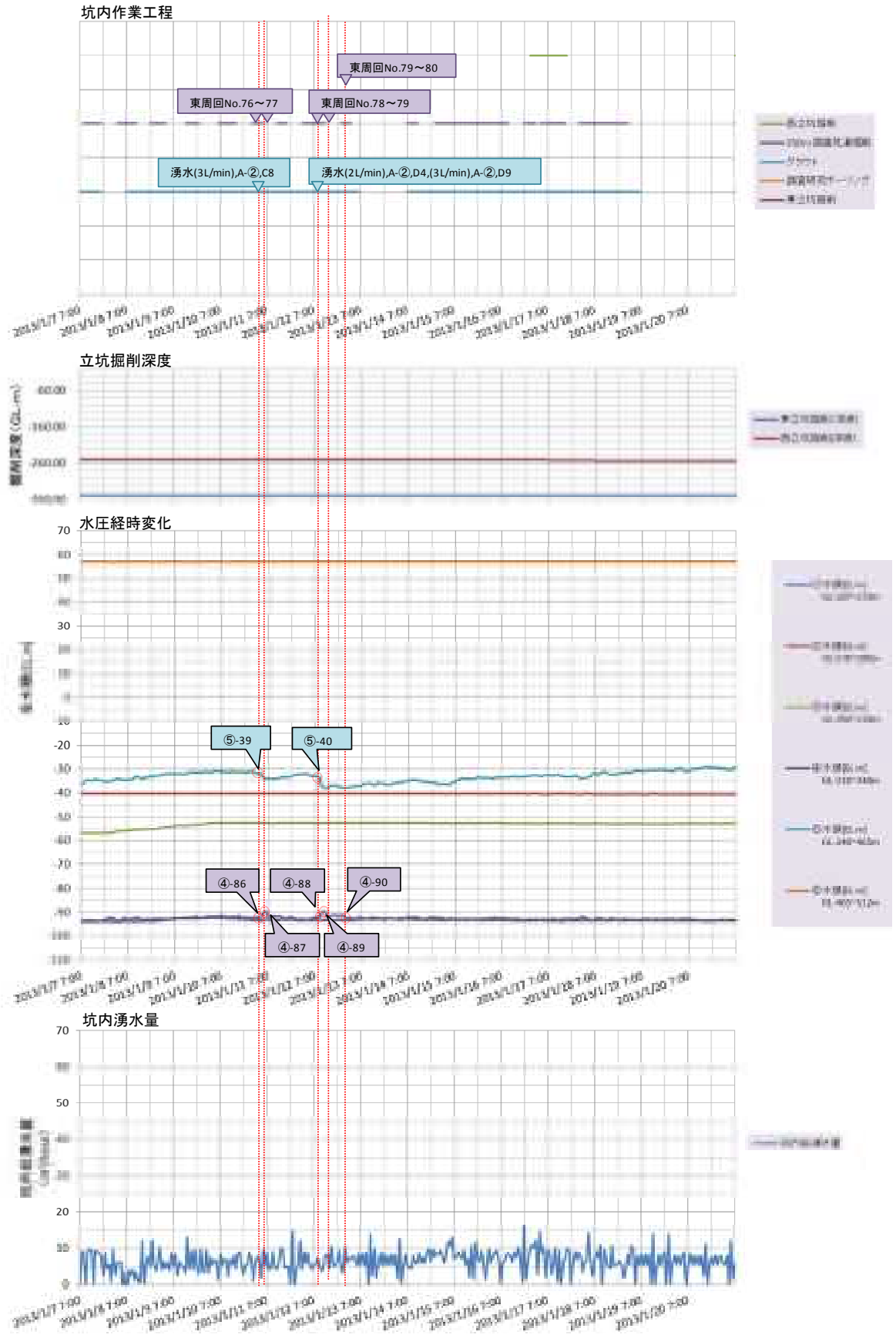


図 2-39 平成 25 年 1 月 7 日～平成 25 年 1 月 20 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔：2013/1/21～2013/2/3

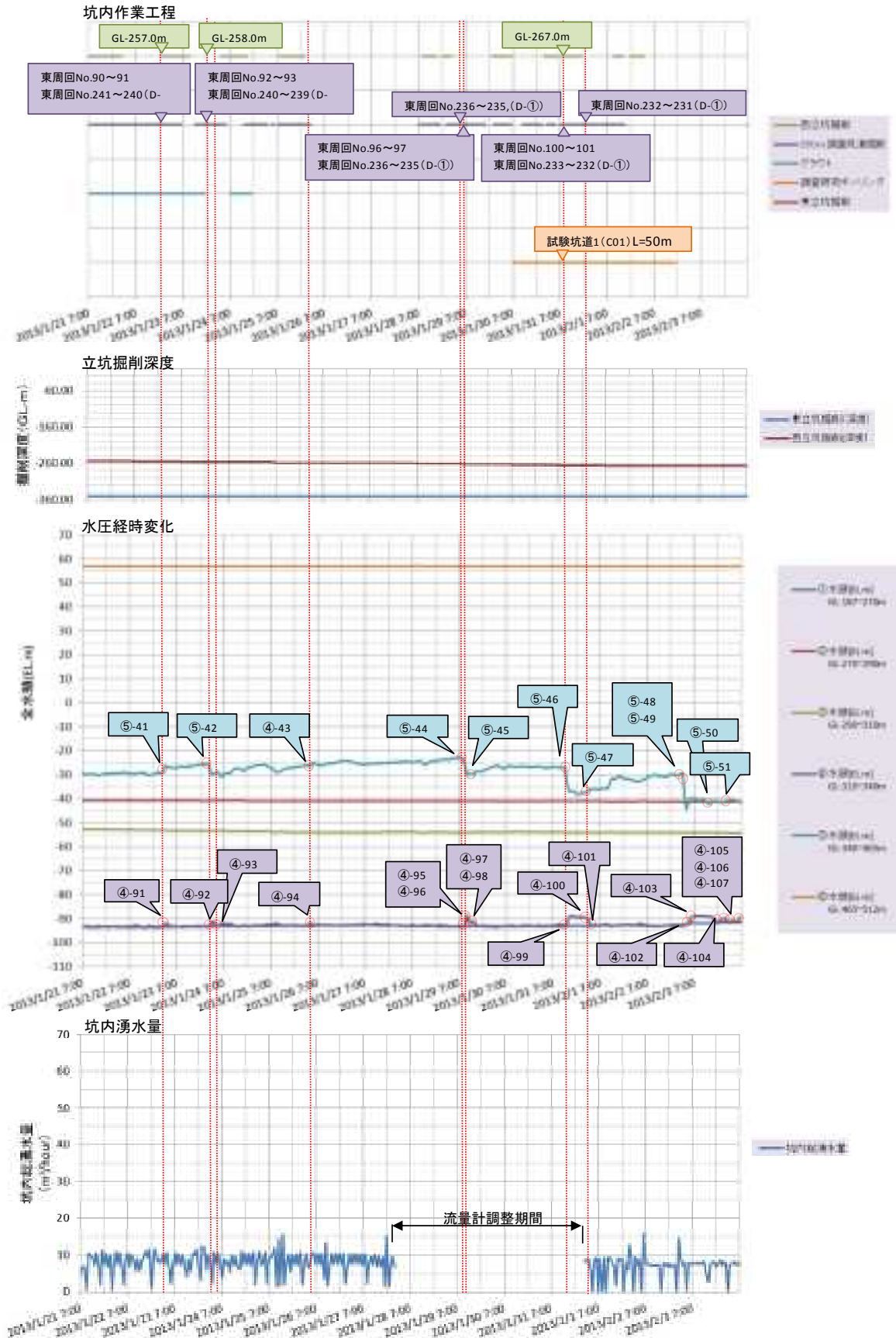


図 2-40 平成 25 年 1 月 21 日～平成 25 年 2 月 3 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔：2013/2/4～2013/2/17

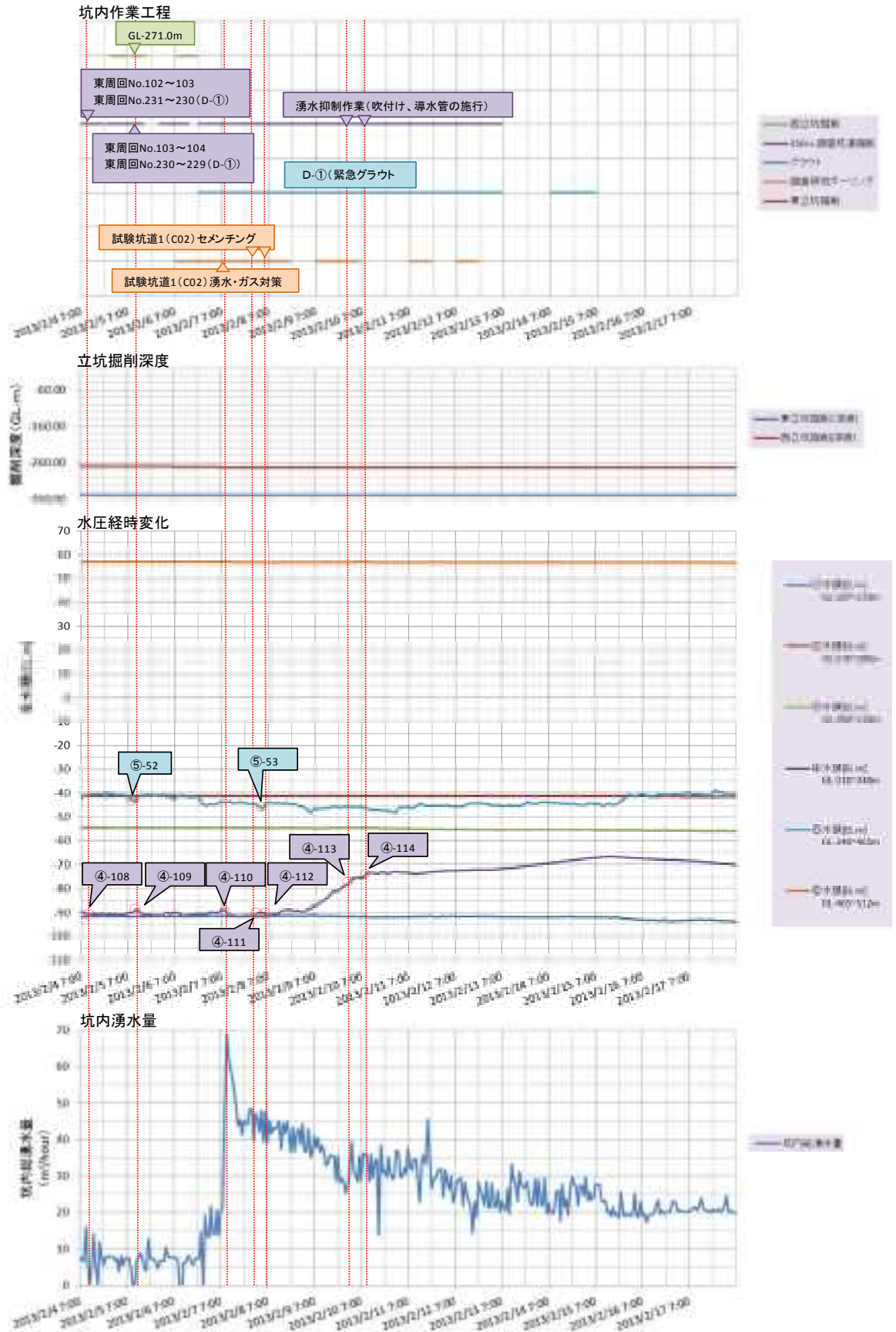


図 2-41 平成 25 年 2 月 4 日～平成 25 年 2 月 17 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔：2013/2/18～2013/3/3

坑内作業工程

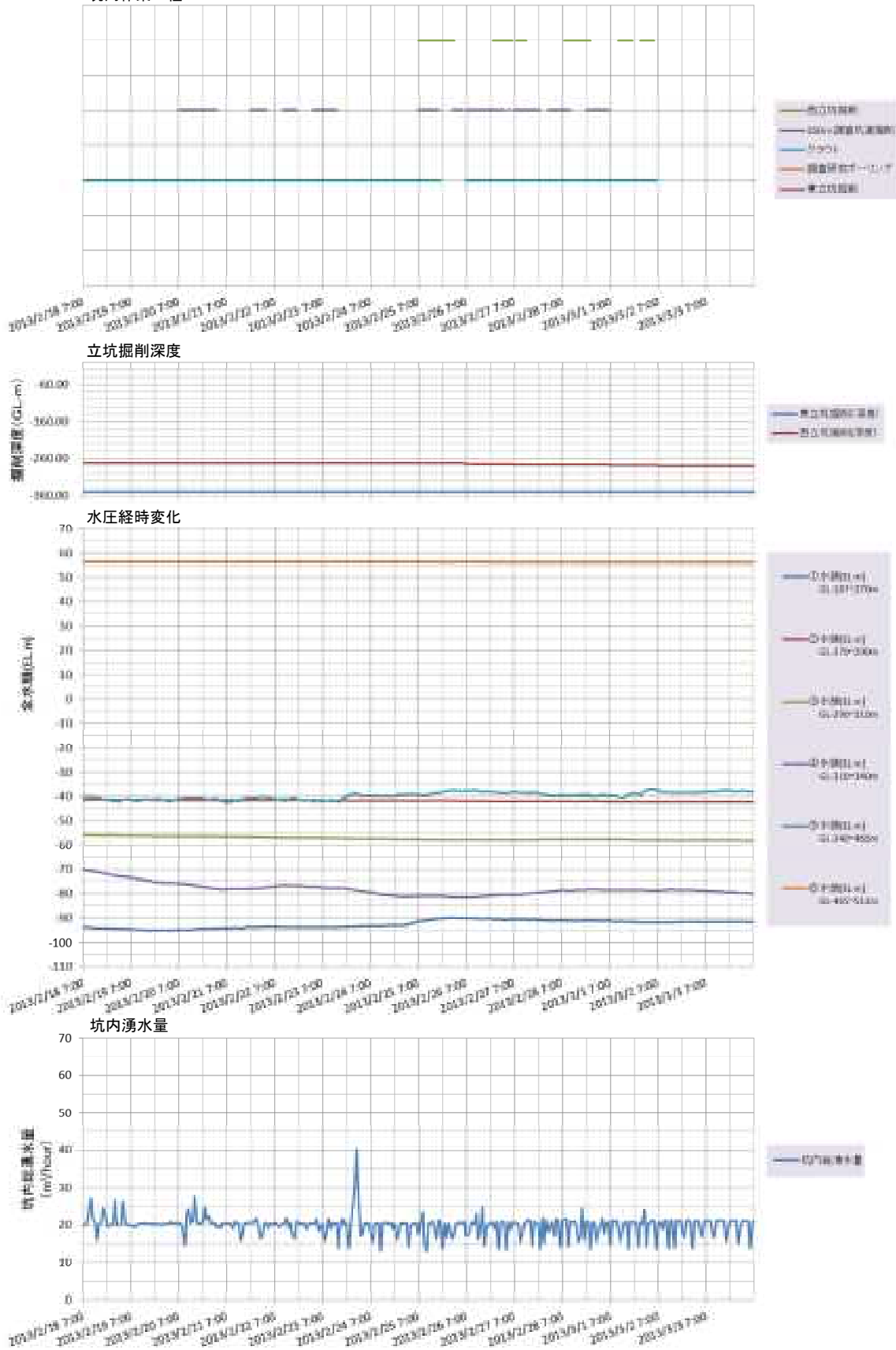
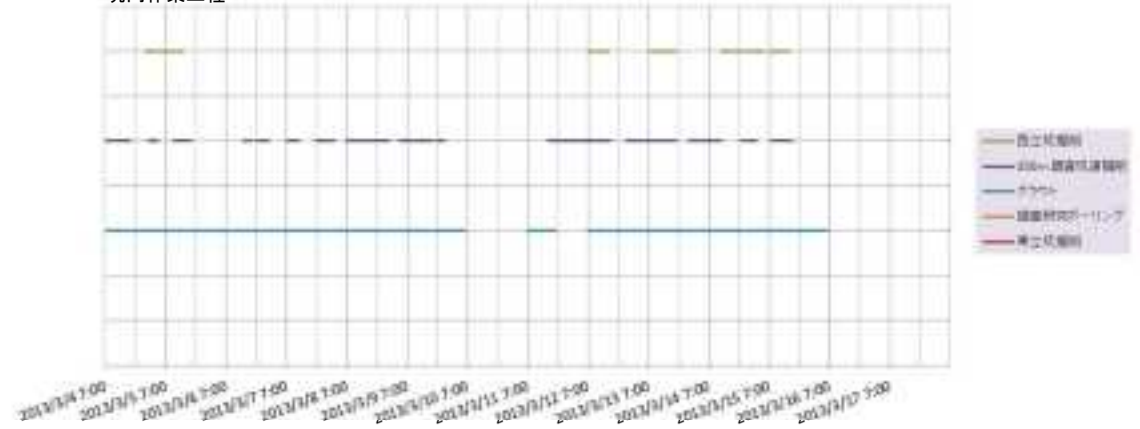


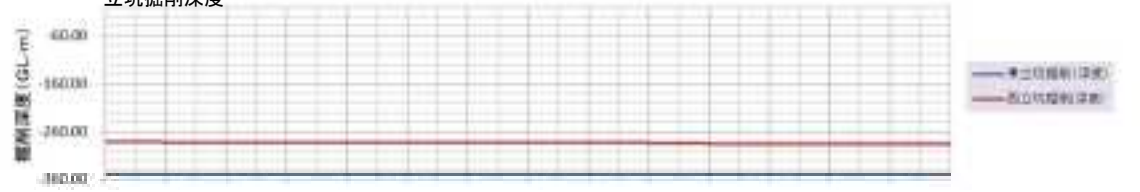
図 2-42 平成 25 年 2 月 18 日～平成 25 年 3 月 3 日における短期的な水圧変動

SAB-1孔 : 2013/3/4~2013/3/17

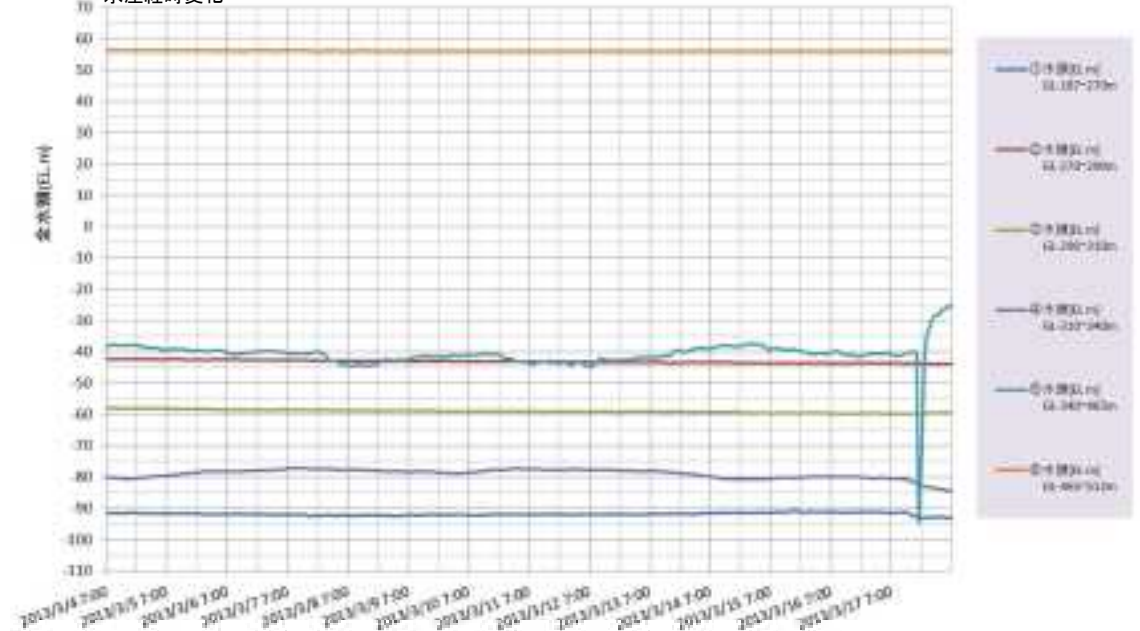
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

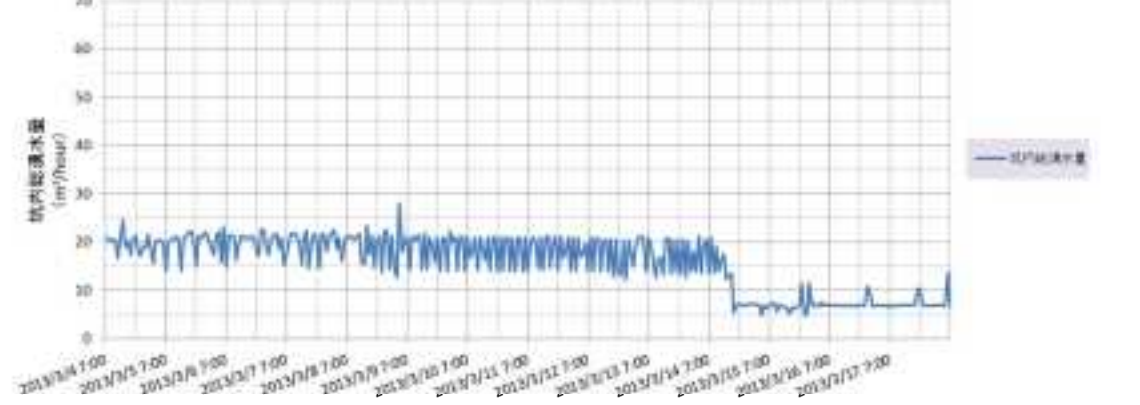


図 2-43 平成 25 年 3 月 4 日~平成 25 年 3 月 17 日における短期的な水圧変動

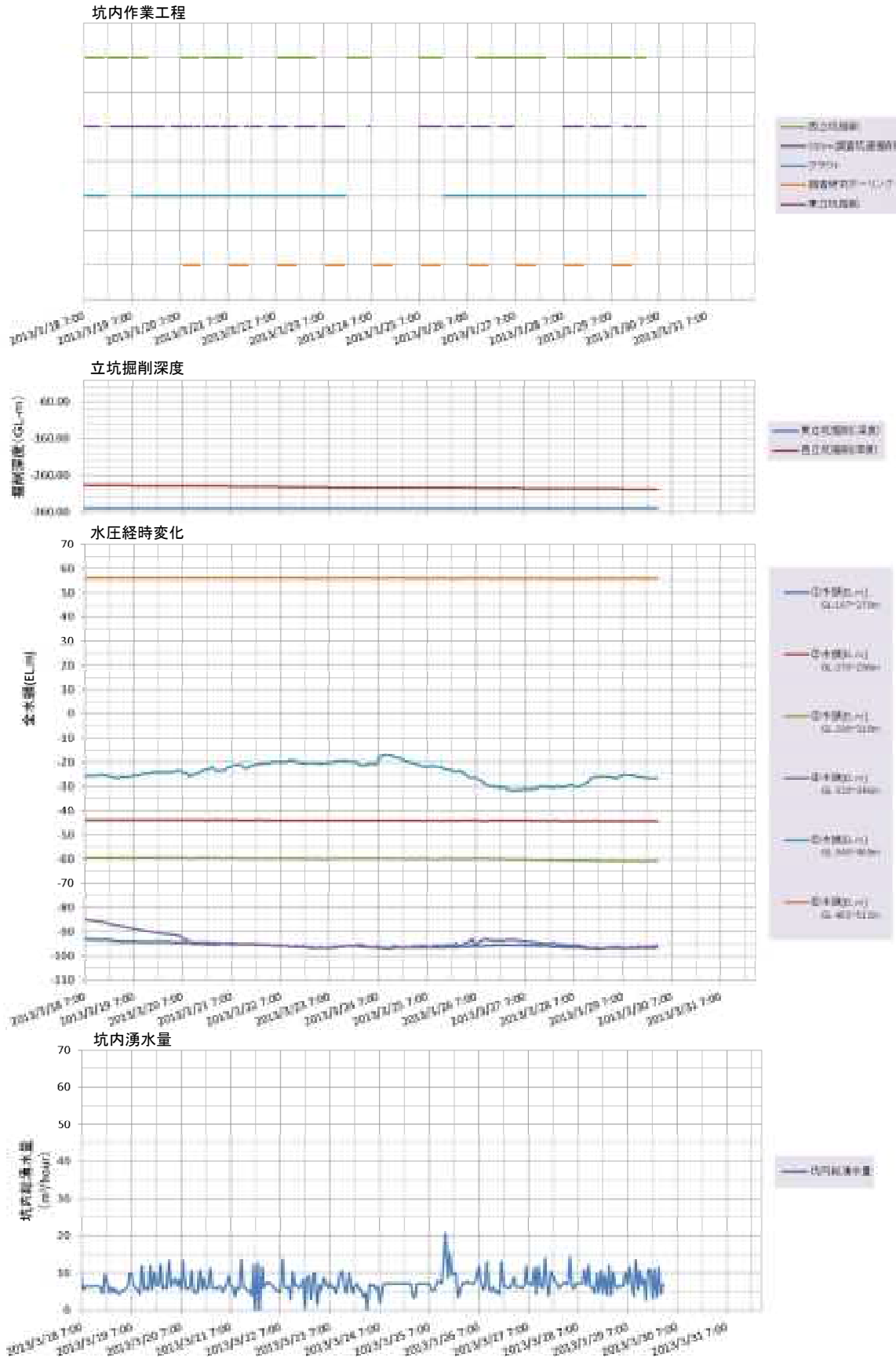


図 2-44 平成 25 年 3 月 18 日～平成 25 年 3 月 29 日における短期的な水圧変動

表 2-3 ①区間における短期的な水圧の変化

番号	時間	変化量 (m/hour)	イベント				他区間の変動との関 連性	備考
			立坑掘削	350m調査坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
①-1	2012/2/9 16:00	1.055	GL-319.0m, 東立坑～発破16:22		GL-329.0m, 湧水(30L/min), B-②工区, A7孔			
①-2	2012/2/10 8:00	1.208	GL-320.0m, 東立坑		GL-338.5m, 湧水(12L/min), B-②工区, A1孔 GL-256.0m, 湧水(7L/min), B-②工区, C7孔			
①-3	2012/2/17 10:00	-1.032	GL-323.0m, 東立坑～発破18:18		GL-361.8m, 湧水(12L/min), B-②工区, B5孔			
①-4	2012/4/30 18:00	1.648					作業なし	
①-5	2012/5/13 8:00	2.592					作業休日	
①-6	2012/5/24 21:00	16.433		東連絡No. 45～46	GL-348.5m, 湧水(10L/min), C-③工区, B6孔			
①-7	2012/5/24 22:00	-2.197		東連絡No. 45～46	GL-348.5m, 湧水(10L/min), C-③工区, B6孔			
①-8	2012/5/24 23:00	-2.043		東連絡No. 45～46	GL-348.5m, 湧水(10L/min), C-③工区, B6孔			
①-9	2012/5/25 1:00	-1.011		東連絡No. 44～45	GL-295.0m, 湧水(7L/min), C-③工区, B6孔			
①-10	2012/6/1 19:00	8.457		ポンプ座No. 3～4				
①-11	2012/6/1 21:00	-1.318		ポンプ座No. 3～4				

表 2-4 ④区間における短期的な水圧の変化 (1)

番号	時間	変化量 (m/hour)	イベント				他区間の変動との関連性	備考
			立坑掘削	350m調査坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-01	2012/2/11 1:00	1.473						
④-02	2012/2/13 15:00	1.224			GL-329.0m,湧水(30L/min),B-②工区,A7孔			
④-03	2012/2/16 18:00	1.204	GL-322.0m,東立坑～発破14:57		GL-283.0m,湧水(12L/min),B-②工区,A13孔 GL-360.3m,湧水(12L/min),B-②工区,B9孔			
④-04	2012/2/16 22:00	1.415	GL-322.0m,東立坑		GL-355.1m,湧水(8L/min),B-②工区,B9孔 GL-295.0m,湧水(5L/min),B-②工区,B9孔			
④-05	2012/2/19 14:00	1.511	GL-323.0m,東立坑					
④-06	2012/2/20 16:00	-1.281	GL-324.0m,東立坑		GL-322.2m,湧水(11L/min),B-②工区,A7孔 GL-361.4m,湧水(8L/min),B-②工区,A1孔			
④-07	2012/2/23 4:00	-1.319	GL-327.0m,東立坑					
④-08	2012/3/14 3:00	1.013	GL-338.0m,東立坑～発破5:55 GL-350.0m,換気立坑					
④-09	2012/3/14 18:00	1.166	GL-339.0m,東立坑 GL-350.0m,換気立坑		GL-328.0,湧水(6L/min),B-②工区,B12孔 GL-357.0m,湧水(5L/min),B-②工区,B4孔			
④-10	2012/3/15 11:00	2.657	GL-339.0m,東立坑 GL-350.0m,換気立坑		GL-341.0,湧水(2L/min),B-②工区,A2孔 GL-356.7m,湧水(4L/min),B-②工区,B6孔			
④-11	2012/3/15 23:00	1.357	GL-340.0m,東立坑		GL-295.0m,湧水(4L/min),B-②工区,B6孔 GL-358.5m,湧水(10L/min),B-②工区,B12孔			
④-12	2012/3/18 2:00	2.122	GL-343.0m,東立坑					
④-13	2012/3/22 17:00	1.243	GL-345.9m,東立坑	東連絡No.1～No.2	GL-354.6m,湧水(10L/min),B-②工区,B10孔 GL-357.7m,湧水(19L/min),B-②工区,A12孔			
④-14	2012/3/22 20:00	1.167	GL-345.9m,東立坑		GL-354.6m,湧水(10L/min),B-②工区,B10孔 GL-357.7m,湧水(19L/min),B-②工区,A12孔			
④-15	2012/4/9 10:00	-1.108		東連絡No.13～14 (C-①工区)	GL-337.5m,湧水・噴発(50L/min),C-③工区,B8孔			
④-16	2012/4/9 16:00	-1.358		東連絡No.13～14 (C-①工区)	GL-337.5m,湧水・噴発(50L/min),C-③工区,B8孔			
④-17	2012/4/10 17:00	-2.065		東連絡No.14～15 (C-①工区)			⑤-1	
④-18	2012/4/11 5:00	1.014		東連絡No.14～15 (C-①工区)	GL-337.0m,湧水・噴発(60L/min),C-③工区,B8孔		⑤-3	
④-19	2012/4/13 9:00	-1.032		東連絡No.18～19 (C-①工区)	GL-339m,湧水(5L/min),B-②工区,C2孔 GL-348.4m,湧水(80L/min),C-③工区,B8孔			
④-20	2012/5/11 13:00	-1.147		東連絡No.58～57 東連絡No.30～31 (C-①工区)	GL-287.5m,湧水(40L/min),C-③工区,C7孔		⑤-4	

表 2-5 ④区間における短期的な水圧の変化（2）

番号	時間	変化量 (m/hour)	イベント				他区間の変動との関連性	備考
			立坑掘削	350m調査坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-21	2012/11/30 18:00	1.155		東周回No. 44~45	37.4m, 湧水(4L/min), D-①工区, B1孔 21.5m, 湧水(2L/min), D-①工区, B11孔			
④-22	2012/12/1 3:00	1.868		東周回No. 44~45	37.4m, 湧水(4L/min), D-①工区, B1孔 21.5m, 湧水(2L/min), D-①工区, B11孔	⑤-5		
④-23	2012/12/3 10:00	1.098			21.0m, 湧水・噴発(3L/min), D-①工区, B3孔 16.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B4孔			
④-24	2012/12/3 17:00	2.176		東周回No. 46~47	21.0m, 湧水・噴発(3L/min), D-①工区, B3孔 16.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B4孔			
④-25	2012/12/3 20:00	-1.790	GL-233.5m, 西立坑	東周回No. 46~47	16.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B4孔 18.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B12孔	⑤-6		
④-26	2012/12/3 21:00	1.001	GL-233.5m, 西立坑	東周回No. 46~47	16.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B4孔 18.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B12孔			
④-27	2012/12/4 13:00	1.579			19.5m, 湧水・噴発(3L/min), D-①工区, B3孔 18.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B12孔			
④-28	2012/12/4 17:00	1.598		東周回No. 47~48	19.5m, 湧水・噴発(3L/min), D-①工区, B3孔 18.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B12孔			
④-29	2012/12/4 19:00	-1.636		東周回No. 47~48	19.5m, 湧水・噴発(3L/min), D-①工区, B3孔 18.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B12孔			
④-30	2012/12/4 21:00	1.213			19.5m, 湧水・噴発(3L/min), D-①工区, B3孔 18.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B12孔	⑤-7		
④-31	2012/12/5 2:00	1.675	GL-234.5m, 西立坑		19.5m, 湧水・噴発(3L/min), D-①工区, B3孔 18.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B12孔			
④-32	2012/12/5 3:00	-1.251	GL-234.5m, 西立坑		19.5m, 湧水・噴発(3L/min), D-①工区, B3孔 18.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B12孔			
④-33	2012/12/5 7:00	1.136	GL-235.4m, 西立坑		19.5m, 湧水・噴発(3L/min), D-①工区, B3孔 18.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B12孔	⑤-8		
④-34	2012/12/5 9:00	-1.155	GL-235.4m, 西立坑	東周回No. 48~49	19.5m, 湧水・噴発(3L/min), D-①工区, B3孔 18.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B12孔			
④-35	2012/12/6 4:00	-1.348		東周回No. 49~50	19.5m, 湧水・噴発(3L/min), D-①工区, B3孔 18.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B12孔			
④-36	2012/12/6 8:00	-1.560			19.5m, 湧水・噴発(3L/min), D-①工区, B3孔 18.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B12孔			
④-37	2012/12/11 7:00	-1.059		東周回No. 52~53	17.8m, 湧水(3L/min), D-①工区, A1415孔			
④-38	2012/12/11 11:00	-1.021		東周回No. 52~53	17.8m, 湧水(3L/min), D-①工区, A1415孔			
④-39	2012/12/11 16:00	-1.039		東周回No. 52~53	17.8m, 湧水(3L/min), D-①工区, A1415孔			
④-40	2012/12/12 4:00	1.232	GL-241.1m, 西立坑	東周回No. 53~54				

表 2-6 ④区間における短期的な水圧の変化 (3)

番号	時間	変化量 (m/hour)	イベント				他区間の変動との関連性	備考
			立坑掘削	350m調査坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-41	2012/12/12 9:00	-1.848		東周回No. 53~54				
④-42	2012/12/12 15:00	1.059						
④-43	2012/12/13 4:00	1.771	GL-243.0m, 西立坑	東周回No. 54~55			⑤-9	
④-44	2012/12/13 11:00	-1.540	GL-243.0m, 西立坑					
④-45	2012/12/13 12:00	-1.675	GL-243.0m, 西立坑				⑤-10	
④-46	2012/12/13 13:00	2.079	GL-243.0m, 西立坑	東周回No. 55~56				
④-47	2012/12/13 23:00	-2.580					⑤-12	
④-48	2012/12/14 0:00	1.194					⑤-13	
④-49	2012/12/14 2:00	-1.059					⑤-14	
④-50	2012/12/14 3:00	1.425						
④-51	2012/12/14 9:00	1.078	GL-244.0m, 西立坑	東周回No. 56~57			⑤-15	
④-52	2012/12/14 14:00	-1.463	GL-244.9m, 西立坑				⑤-17	
④-53	2012/12/14 22:00	1.039		東周回No. 57~58			⑤-19	
④-54	2012/12/14 23:00	-1.347		東周回No. 57~58			⑤-20	
④-55	2012/12/15 9:00	-2.272					⑤-22	
④-56	2012/12/15 12:00	1.078	GL-245.9m, 西立坑				⑤-23	
④-57	2012/12/15 17:00	-1.232	GL-245.9m, 西立坑	東周回No. 58~59				
④-58	2012/12/16 2:00	1.271	GL-246.8m, 西立坑	作業なし				
④-59	2012/12/16 22:00	-2.002		作業なし			⑤-24	
④-60	2012/12/17 2:00	1.232		作業なし				

表 2-7 ④区間における短期的な水圧の変化 (4)

番号	時間	変化量 (m/hour)	イベント				他区間の変動との関連性	備考
			立坑掘削	350m調査坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-61	2012/12/17 14:00	-1.694		東周回No. 59~60	11.3m, 湧水(2L/min), A-②工区, A10孔		⑤-25	
④-62	2012/12/18 4:00	-1.270		東周回No. 60~61				
④-63	2012/12/18 19:00	-1.117		東周回No. 61~62	10.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A12孔		⑤-27	
④-64	2012/12/18 20:00	1.425		東周回No. 61~62	10.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A12孔		⑤-27	
④-65	2012/12/19 12:00	1.117		東周回No. 62~63	10.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A12孔 11.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A16孔		⑤-31	
④-66	2012/12/19 13:00	1.039		東周回No. 62~63	10.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A12孔 11.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A16孔		⑤-31	
④-67	2012/12/19 14:00	-1.906		東周回No. 62~63	10.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A12孔 11.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A16孔		⑤-32	
④-68	2012/12/20 20:00	-1.367		東周回No. 64~65	10.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A11孔 11.0m, 湧水(2L/min), A-②工区, A13孔			
④-69	2012/12/20 22:00	1.541		東周回No. 64~65	10.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A11孔 11.0m, 湧水(2L/min), A-②工区, A13孔		⑤-33	
④-70	2012/12/21 14:00	-1.213	GL-249.0m, 西立坑	東周回No. 65~66			⑤-34	
④-71	2012/12/21 16:00	1.213	GL-249.0m, 西立坑	東周回No. 65~66			⑤-35	
④-72	2012/12/21 22:00	-1.040	GL-249.0m, 西立坑		17.4m, 湧水(2L/min), A-②工区, B9孔			
④-73	2012/12/22 16:00	1.367	GL-250.0m, 西立坑					
④-74	2012/12/22 19:00	-1.020						
④-75	2012/12/23 7:00	-1.214						
④-76	2012/12/31 22:00	1.906						作業休日
④-77	2013/1/1 0:00	-1.059						作業休日
④-78	2013/1/1 2:00	-1.598						作業休日
④-79	2013/1/2 1:00	1.079						作業休日
④-80	2013/1/2 20:00	1.097						作業休日

表 2-8 ④区間における短期的な水圧の変化 (5)

番号	時間	変化量 (m/hour)	イベント				他区間の変動との関連性	備考
			立坑掘削	350m調査坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-81	2013/1/2 23:00	-1.271						作業休日
④-82	2013/1/5 15:00	1.521						作業休日
④-83	2013/1/5 18:00	-1.098						作業休日
④-84	2013/1/6 20:00	1.926					⑤-38	作業休日
④-85	2013/1/7 4:00	-1.098						
④-86	2013/1/11 4:00	1.136		東周回No. 76~77			⑤-39	
④-87	2013/1/11 7:00	-2.156		東周回No. 76~77				
④-88	2013/1/12 10:00	1.348		東周回No. 78~79	24.3m, 湧水(2L/min), A-②工区, D12孔		⑤-40	
④-89	2013/1/12 13:00	-1.829		東周回No. 78~79	24.3m, 湧水(2L/min), A-②工区, D12孔			
④-90	2013/1/12 23:00	-1.328		東周回No. 79~80				
④-91	2013/1/23 1:00	1.656	GL-257.0m, 西立坑	東周回No. 90~91 東周回No. 241~240 (D-①工区)			⑤-41	
④-92	2013/1/24 1:00	1.233	GL-258.0m, 西立坑	東周回No. 92~93 東周回No. 240~239 (D-①工区)			⑤-42	
④-93	2013/1/24 3:00	-1.058	GL-258.0m, 西立坑	東周回No. 92~93 東周回No. 240~239 (D-①工区)				
④-94	2013/1/26 4:00	-1.001					⑤-43	
④-95	2013/1/29 11:00	4.140		東周回No. 236~235 (D-①工区)			⑤-44	
④-96	2013/1/29 12:00	-2.503		東周回No. 96~97 東周回No. 236~235 (D-①工区)				
④-97	2013/1/29 14:00	1.040		東周回No. 96~97 東周回No. 236~235 (D-①工区)			⑤-45	
④-98	2013/1/29 15:00	-1.155		東周回No. 96~97 東周回No. 236~235 (D-①工区)			⑤-45	
④-99	2013/1/31 14:00	1.540	GL-267.0m, 西立坑	東周回No. 100~101 東周回No. 233~232 (D-①工区)		試験坑道 1 (C01), L=50m	⑤-46	
④-100	2013/2/1 1:00	-1.213		東周回No. 232~231 (D-①工区)		試験坑道 1 (C01), L=50m	⑤-47	

表 2-9 ④区間における短期的な水圧の変化 (6)

番号	時間	変化量 (m/hour)	イベント				他区間の変動との関連性	備考
			立坑掘削	350m調査坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-101	2013/2/1 2:00	-1.502		東周回No. 232~231 (D-①工区)		試験坑道1 (C01), L=50m		
④-102	2013/2/3 2:00	1.136					⑤-48	作業休日
④-103	2013/2/3 5:00	1.791					⑤-49	作業休日
④-104	2013/2/3 18:00	-1.155					⑤-50	作業休日
④-105	2013/2/4 0:00	-1.559					⑤-51	作業休日
④-106	2013/2/4 2:00	1.097						作業休日
④-107	2013/2/4 6:00	1.502						作業休日
④-108	2013/2/4 11:00	-1.059		東周回No. 102~103 東周回No. 231~230 (D-①工区)				
④-109	2013/2/5 13:00	-1.194	GL-271.0m, 西立坑	東周回No. 103~104 東周回No. 230~229 (D-①工区)			⑤-52	
④-110	2013/2/7 10:00	-1.675				湧水・ガス対策		
④-111	2013/2/8 2:00	1.040				試験坑道1 (C02), L=6.5m セメンチング		
④-112	2013/2/8 6:00	-1.117				試験坑道1 (C02), L=6.5m セメンチング	⑤-53	
④-113	2013/2/10 1:00	1.174		湧水抑制作業 (吹付け, 導水管の施工)				
④-114	2013/2/10 10:00	1.117		湧水抑制作業 (吹付け, 導水管の施工)				

表 2-10 ⑤区間における短期的な水圧の変化（1）

番号	時間	変化量 (m/hour)	イベント				他区間の変動との関連性	備考
			立坑掘削	350m調査坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
⑤-1	2012/4/10 18:00	1.166		東連絡No. 14~15 (C-①工区)			④-17	
⑤-2	2012/4/10 20:00	-1.395		東連絡No. 14~15 (C-①工区)	GL-337.0m, 湧水・噴発(60L/min), C-③工区, B8孔			
⑤-3	2012/4/11 3:00	-2.945		東連絡No. 14~15 (C-①工区)	GL-337.0m, 湧水・噴発(60L/min), C-③工区, B8孔		④-18	
⑤-4	2012/5/11 15:00	-1.587		東連絡No. 58~57 東連絡No. 31~32 (C-①工区)	GL-287.5m, 湧水(40L/min), C-③工区, C7孔		④-20	
⑤-5	2012/12/1 3:00	1.071		東周回No. 44~45	37.4m, 湧水(4L/min), D-①工区, B1孔 21.5m, 湧水(2L/min), D-①工区, B11孔		④-22	
⑤-6	2012/12/3 20:00	1.071	GL-233.5m, 西立坑	東周回No. 46~47	16.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B4孔 18.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B12孔		④-25	
⑤-7	2012/12/4 21:00	-1.262			16.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B4孔 18.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B12孔		④-30	
⑤-8	2012/12/5 7:00	-1.778	GL-235.4m, 西立坑		16.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B4孔 18.0m, 湧水(2L/min), D-①工区, B12孔		④-30	
⑤-9	2012/12/13 5:00	-1.243	GL-243.0m, 西立坑	東周回No. 54~55			④-43	
⑤-10	2012/12/13 12:00	-2.466	GL-243.0m, 西立坑				④-45	
⑤-11	2012/12/13 22:00	-1.089		東周回No. 55~56				
⑤-12	2012/12/13 23:00	1.147					④-47	
⑤-13	2012/12/14 0:00	-3.595					④-48	
⑤-14	2012/12/14 2:00	1.071					④-49	
⑤-15	2012/12/14 10:00	1.587	GL-244.0m, 西立坑	東周回No. 56~57			④-51	
⑤-16	2012/12/14 11:00	-1.090	GL-244.0m, 西立坑	東周回No. 56~57				
⑤-17	2012/12/14 13:00	1.702	GL-244.9m, 西立坑	東周回No. 56~57			④-52	
⑤-18	2012/12/14 16:00	-1.051	GL-244.9m, 西立坑				④-52	
⑤-19	2012/12/14 21:00	-2.160		東周回No. 57~58			④-53	
⑤-20	2012/12/15 1:00	-1.664		東周回No. 57~58			④-54	

表 2-11 ⑤区間における短期的な水圧の変化（2）

番号	時間	変化量 (m/hour)	イベント				他区間の変動との関連性	備考
			立坑掘削	350m調査坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
⑤-21	2012/12/15 8:00	-1.014						
⑤-22	2012/12/15 9:00	1.453					④-55	
⑤-23	2012/12/15 12:00	-1.128	GL-245.9m, 西立坑				④-56	
⑤-24	2012/12/16 21:00	-1.931		作業なし			④-59	
⑤-25	2012/12/17 15:00	-2.084		東周回No. 59~60	GL-350m, 湧水(2L/min), A-②工区, A10孔		④-61	
⑤-26	2012/12/18 17:00	-1.013	GL-247.5m, 西立坑				④-63	
⑤-27	2012/12/18 19:00	2.141		東周回No. 61~62	GL-350m, 湧水(2L/min), A-②工区, B12孔		④-63	
⑤-28	2012/12/18 22:00	-1.204		東周回No. 61~62			④-64	
⑤-29	2012/12/19 10:00	-1.357			10.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A12孔 11.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A16孔			
⑤-30	2012/12/19 11:00	-3.308			10.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A12孔 11.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A16孔			
⑤-31	2012/12/19 12:00	7.973		東周回No. 62~63	10.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A12孔 11.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A16孔		④-65	
⑤-32	2012/12/19 16:00	-1.204		東周回No. 62~63	10.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A12孔 11.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A16孔		④-67	
⑤-33	2012/12/20 22:00	1.300		東周回No. 64~65	10.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A12孔 11.9m, 湧水(2L/min), A-②工区, A16孔		④-69	
⑤-34	2012/12/21 14:00	-5.716	GL-249.0m, 西立坑	東周回No. 65~66			④-70	
⑤-35	2012/12/21 15:00	3.613	GL-249.0m, 西立坑	東周回No. 65~66			④-70	
⑤-36	2012/12/21 17:00	-1.281	GL-249.0m, 西立坑				④-71	
⑤-37	2012/12/21 18:00	2.160	GL-249.0m, 西立坑				④-71	
⑤-38	2013/1/6 20:00	-1.511					④-84	作業休日
⑤-39	2013/1/11 4:00	-1.358		東周回No. 76~77	19.1m, 湧水(1L/min), A-②工区, C7孔		④-86	
⑤-40	2013/1/12 10:00	-3.346		東周回No. 78~79	24.3m, 湧水(2L/min), A-②工区, D12孔		④-88	

表 2-12 ⑤区間における短期的な水圧の変化（3）

番号	時間	変化量 (m/hour)	イベント				他区間の変動との関連性	備考
			立坑掘削	350m調査坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
⑤-41	2013/1/23 1:00	2.448	GL-257.0m, 西立坑	東周回No. 90~91 東周回No. 241~240 (D-①工区)			④-91	
⑤-42	2013/1/24 0:00	-2.772	GL-258.0m, 西立坑	東周回No. 92~93 東周回No. 240~239 (D-①工区)			④-92	
⑤-43	2013/1/26 4:00	1.262					④-94	
⑤-44	2013/1/29 10:00	-3.442		東周回No. 236~235 (D-①工区)			④-95	
⑤-45	2013/1/29 15:00	1.032		東周回No. 96~97 東周回No. 236~235 (D-①工区)			④-98	
⑤-46	2013/1/31 14:00	-6.940	GL-267.0m, 西立坑	東周回No. 100~101 東周回No. 233~232 (D-①工区)		試験坑道1 (C01), L=50m	④-99	
⑤-47	2013/2/1 1:00	1.014		東周回No. 232~231 (D-①工区)		試験坑道1 (C01), L=50m	④-101	
⑤-48	2013/2/3 2:00	-10.955					④-102	作業休日
⑤-49	2013/2/3 4:00	4.187					④-103	作業休日
⑤-50	2013/2/3 16:00	1.032					④-104	作業休日
⑤-51	2013/2/4 0:00	1.243					④-105	作業休日
⑤-52	2013/2/5 12:00	1.587	GL-271.0m, 西立坑	東周回No. 103~104 東周回No. 230~229 (D-①工区)			④-109	
⑤-53	2013/2/8 5:00	1.549				試験坑道1 (C02), L=6.5m セメンチング	④-112	

(4) 水圧変動イベントの信頼性の評価

前項の検討より、①、②、④、⑤区間にて水圧変動イベントが抽出された。しかし、①、⑤区間の水圧変動イベントの信頼性については以下の点で問題がある。まず、平成 23 年度業務で、①区間はケーシング内水位を観測していると考えられること、④、⑤区間は一定期間において同一レベルの水位を示すことから両区間が連結している可能性が高いことが指摘されていた。さらに、SAB-1 孔のボーリング調査時の原位置透水試験結果に基づくと、④区間の透水性は比較的高い (10^{-7} m/sec 程度) が、⑤区間の透水性は低い (10^{-10} m/sec 以下) ことが想定され、⑤区間では一般的に水圧応答が観測しにくいことが想定されることが挙げられる。また、⑤区間の水圧変動の挙動は極めて不安定である(図 2-14)。したがって、①、⑤区間の水圧変動イベントは、何らかの坑内作業イベントに伴って発生した有意な水圧変動とは言い難い。

一方、②、④区間の水圧変動イベントは信頼性が高いと考えられる。例えば、②区間で、平成 24 年 4 月 1 日頃から徐々に水圧低下(水圧変動イベント②-a)が認められたが、SAB-1 孔から北西 70m の位置にある PB-V01 孔の⑦区間などでもほぼ同時期に同様な水圧低下が認められる(図 2-45)。SAB-1 孔の④区間においても、平成 25 年 2 月 9 日以降に徐々に水圧上昇(水圧変動イベント④-b)が認められたが、PB-V01 孔の⑤区間でもほぼ同時期に同様な水圧上昇が認められる(図 2-46)。このように、②、④区間の水圧変動イベントは、何らかの坑内作業イベントに伴って発生した水圧変動である可能性が考えられる。

以上より、本検討では②、④区間で抽出された水圧変動イベントを対象に、坑内作業イベントとの対比および断層/亀裂との水理学的対応関係を後項で検討する。

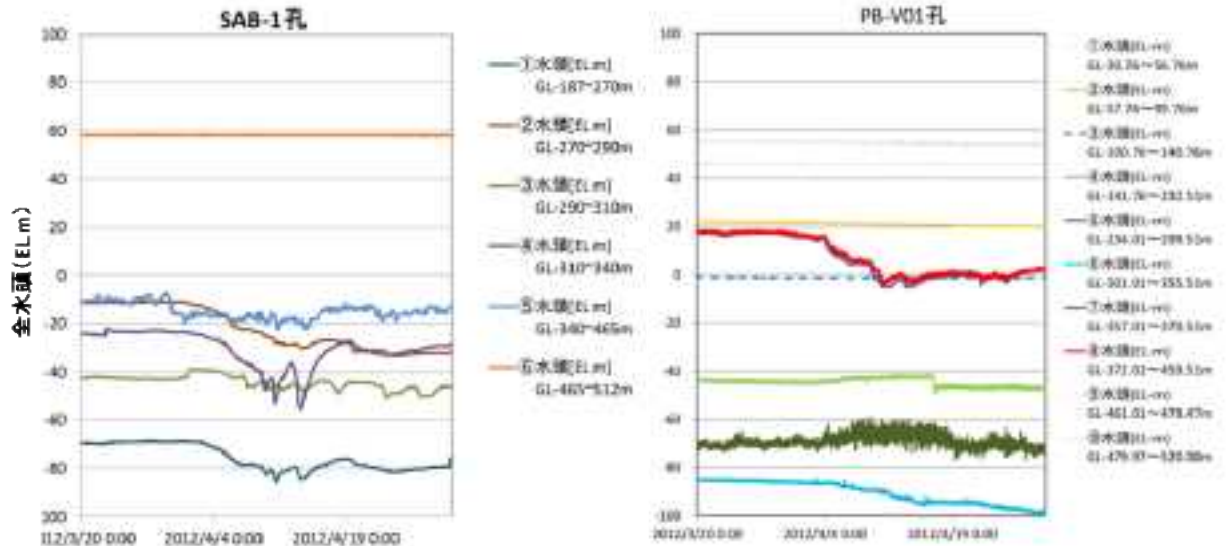


図 2-45 平成 24 年 4 月初旬付近における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較

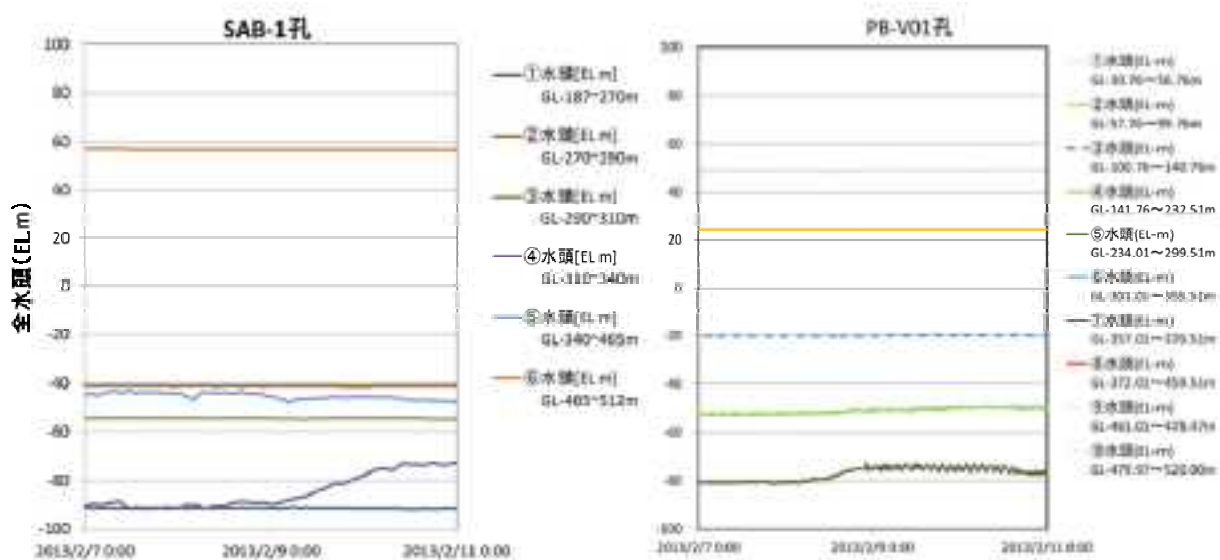


図 2-46 平成 25 年 2 月 9 日付近における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較
(PB-V01 孔の⑥区間以深は観測が行われていない)

2.4 平成 25 年度における SAB-1 孔の水圧変動と坑内作業との対比

(1) 水圧変動との対比対象とする坑内作業

SAB-1 孔における水圧の変動と、その水圧変動要因となり得る SAB-1 孔周辺の立坑内における作業との対比を行った。対比の対象とした作業は以下のとおりである。

1) 換気立坑掘削

平成 25 年 11 月より 350.5m 以深の掘削を開始し、平成 26 年 2 月 13 日時点で深度 380 m まで掘削を完了した。

2) 東立坑掘削

平成 26 年 2 月より 350.5m 以深の掘削を開始し、平成 26 年 2 月 28 日時点で深度 356 m まで掘削した。

3) 西立坑掘削

平成 25 年 6 月に深度 350.5m まで掘削を完了し、平成 26 年 2 月末に掘削を再開した。

4) 350m 調査坑道

平成 24 年 3 月 22 日より掘削を開始した深度 350m 調査坑道が平成 26 年 1 月 17 日に掘削を完了した。

5) グラウト工

350m 調査坑道内からのグラウト工であり、A-③、A-④、A-⑤工区、D-①工区のうち追加の S1 グラウト、S1 補強グラウト、一時避難所（東）グラウトおよび換気立坑 S1 グラウトを施工した。

6) 調査研究ボーリング掘削

350m 調査坑道における調査研究ボーリングは予定している孔数の大半が掘削された。参考までに掘削したボーリング孔の孔名、孔長、角度、掘削期間を表 2-13 の 350m 調査坑道における調査ボーリング孔一覧に示す。

図 2-47 に 350m 調査坑道グラウト工及びボーリング施工位置図を、図 2-48 に A 部の詳細図を、図 2-49 に 350m 調査坑道の支保工割付図を示す。

また、立坑からの時間当たり排水量を取りまとめた。平成 24 年 11 月 15 日より排水系統が変更になり、各施工箇所からの排水量が検討期間を通して一貫性がなくなったため、時間当たり総排水量から時間当たり総給水量を差し引いた地下施設全体からの時間当たり総湧水量として取りまとめた。

表 2-13 350m 調査坑道における調査ボーリング孔一覧

調査項目	孔名	孔長(m)	角度(°)	掘削期間		
弾性波トモグラフィ	S4-1	23	仰角22	平成25年9月4日	～	平成25年9月6日
	S4-2	23	俯角26	平成25年9月10日	～	平成25年9月13日
	S2-1	15	仰角21	平成25年9月7日	～	平成25年9月9日
	S2-2	15	俯角22	平成25年9月9日	～	平成25年9月10日
比抵抗トモグラフィ	R4-1	23	仰角22	平成25年8月26日	～	平成25年9月2日
	R4-2	23	俯角26	平成25年8月27日	～	平成25年8月29日
	R2-1	15	仰角21	平成25年8月20日	～	平成25年8月22日
	R2-2	15	俯角20	平成25年8月23日	～	平成25年8月24日
地中変位計測	D4-1	8	水平	平成25年9月3日	～	平成25年9月3日
	D2-1	5.5	水平	平成25年8月30日	～	平成25年8月30日
埋設ひずみ計測	ST4-1	13	仰角16	平成25年8月30日	～	平成25年9月2日
	ST4-2	10	俯角23	平成25年9月3日	～	平成25年9月3日
	ST4-3	15	俯角23	平成25年9月4日	～	平成25年9月5日
	ST4-4	15	俯角23	平成25年9月6日	～	平成25年9月7日
	ST4-5	10.5	俯角27	平成25年9月3日	～	平成25年9月3日
	ST2-1	10	俯角16	平成25年8月28日	～	平成25年8月28日
	ST2-2	10	俯角16	平成25年8月27日	～	平成25年8月27日
	ST2-3	10	俯角24	平成25年8月29日	～	平成25年8月29日
透水試験	H4-1	13	仰角11	平成25年12月16日	～	平成25年12月18日
	H4-2	13	俯角23	未実施	～	未実施
	H4-3	13	仰角11	平成25年12月13日	～	平成25年12月14日
	H2-1	10	俯角17	平成25年8月24日	～	平成25年8月26日
	H3-1	9	仰角1	平成25年9月14日	～	平成25年9月15日
	H3-2	10	俯角15	平成25年8月22日	～	平成25年8月23日
間隙水圧計測	P	13	仰角11	平成26年1月11日	～	平成26年1月13日
水圧・水質モニタリング	13-350-C04	10	俯角11	平成25年3月5日	～	平成25年3月7日
	13-350-C05	50	俯角1	平成25年3月15日	～	平成25年3月21日
	13-350-C06	70	俯角1	平成25年6月11日	～	平成25年6月15日
	13-350-C07	16	直上	平成25年12月24日	～	平成25年12月26日
	13-350-C08	16	水平	平成25年12月20日	～	平成25年12月23日
	13-350-C09	16	直下	平成26年1月8日	～	平成26年1月10日
水分量計測	WC4-1	3.5	直下	未実施	～	未実施
	WC4-2	3.5	直下	未実施	～	未実施
	WC4-3	3.5	直下	未実施	～	未実施
	WC4-4	2	仰角11	平成26年1月14日	～	平成26年1月14日
	WC4-5	4.2	仰角11	平成26年1月15日	～	平成26年1月15日
	WC4-6	8	仰角11	平成26年1月16日	～	平成26年1月16日
初期地圧測定	12-P350-M01	20	仰角5	平成25年9月24日	～	平成25年9月25日
	12-P350-M02	20	仰角5	平成25年9月26日	～	平成25年9月28日
	12-P350-M03	20	俯角54	平成25年9月29日	～	平成25年10月1日
	12-P350-M04	6.1	仰角5	平成25年10月3日	～	平成25年10月5日
	12-350TG5-M01	15.3	仰角5	平成25年12月13日	～	平成25年12月18日
	12-350TG5-M02	17.3	俯角45	平成25年12月20日	～	平成25年12月23日
水理・地球化学	13-350-C01	50	俯角1	平成25年1月29日	～	平成25年2月2日
	13-350-C02	6.5	俯角1	平成25年2月6日	～	平成25年2月6日
	13-350-C03	76	俯角16	平成25年11月13日	～	平成25年11月22日
立坑掘削影響	A	26	直下	平成25年10月7日	～	平成25年10月9日
	B	26	直下	平成25年10月10日	～	平成25年10月11日
	C	26	直下	平成25年10月12日	～	平成25年10月15日
	D	26	直下	平成25年10月16日	～	平成25年10月17日
	G	24	直下	平成25年10月19日	～	平成25年10月21日
	H	24	直下	平成25年10月22日	～	平成25年10月23日
	E	18	俯角81	平成25年10月24日	～	平成25年10月24日
	F	11.5	俯角81	平成25年10月25日	～	平成25年10月25日
	S1	23	直下	平成25年11月2日	～	平成25年11月4日
	S2	23	直下	平成25年10月29日	～	平成25年10月31日
物質移行試験				平成25年10月31日	～	平成25年11月1日
				未実施	～	未実施

※表中の孔長・角度は当初計画案から抜粋し、記載している
表中の斜体は掘削中に填発/湧水した箇所を示す

工区	施工位置	施工時期
A-1	250m調査坑道	平成24年8月～平成24年9月
A-2	380m調査坑道	平成24年12月～平成25年1月
A-3	250m調査坑道	平成25年7月～平成25年7月
A-4	350m調査坑道	平成25年6月～平成25年6月
A-5	250m調査坑道	平成25年6月～平成25年7月
B-1	380m調査坑道	平成24年8月～平成24年7月
B-2	250m調査坑道	平成24年1月～平成24年5月
C-1	380m調査坑道	平成23年8月～平成24年1月
C-3	250m調査坑道	平成24年4月～平成24年6月
D-1	380m調査坑道	平成24年11月～平成24年12月
緊急グラウト	250m調査坑道	平成25年2月～平成25年2月
ポストグラウト	380m調査坑道	平成25年3月～平成25年3月
S1グラウト	250m調査坑道	平成25年9月～平成25年9月
S1補強グラウト	380m調査坑道	平成25年8月～平成25年8月
E-1	250m調査坑道	平成24年3月～平成24年4月
一時避難所(東)グラウト	380m調査坑道	平成25年11月～平成25年11月
換気立坑S1グラウト	250m調査坑道	平成25年9月～平成25年10月

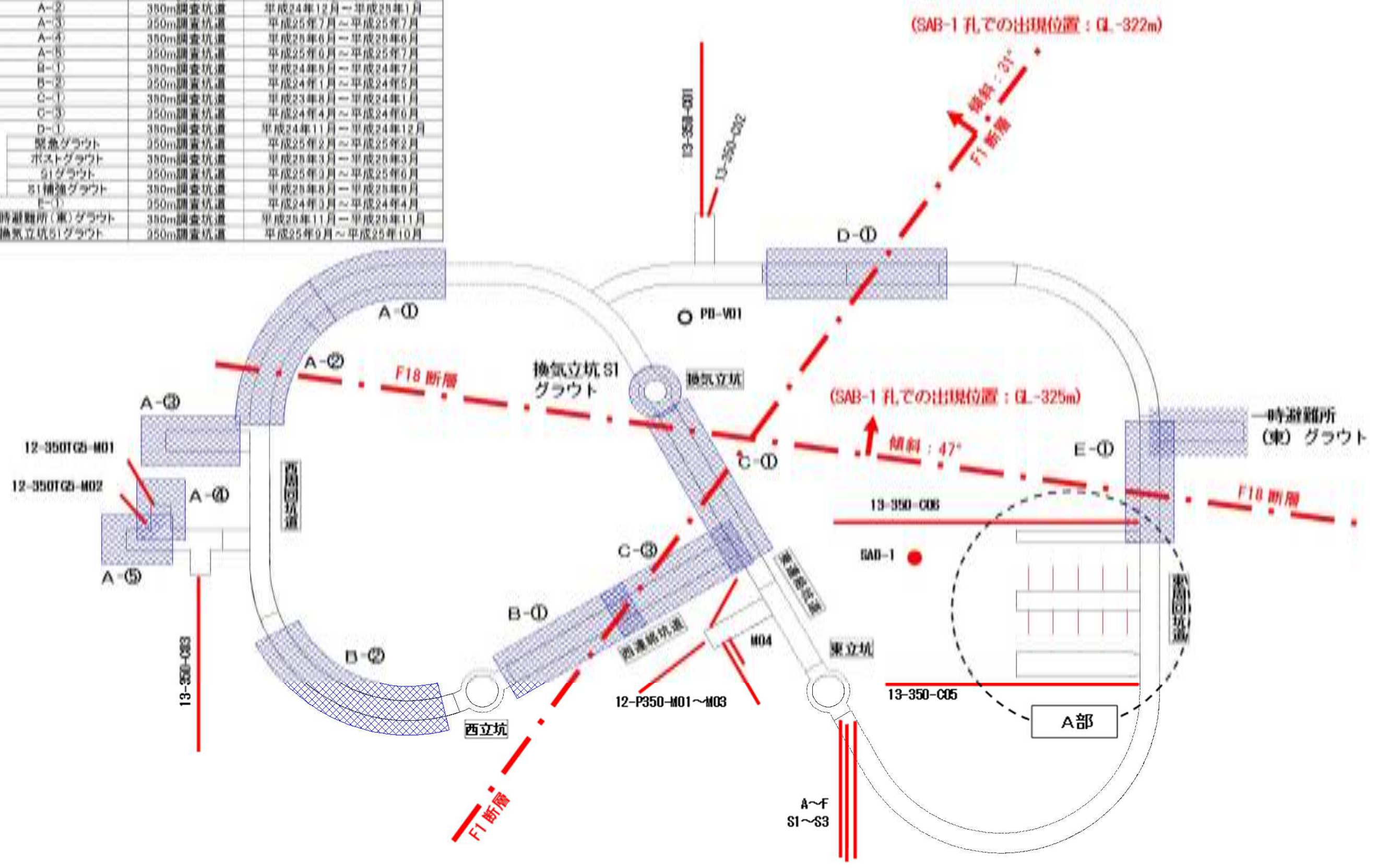
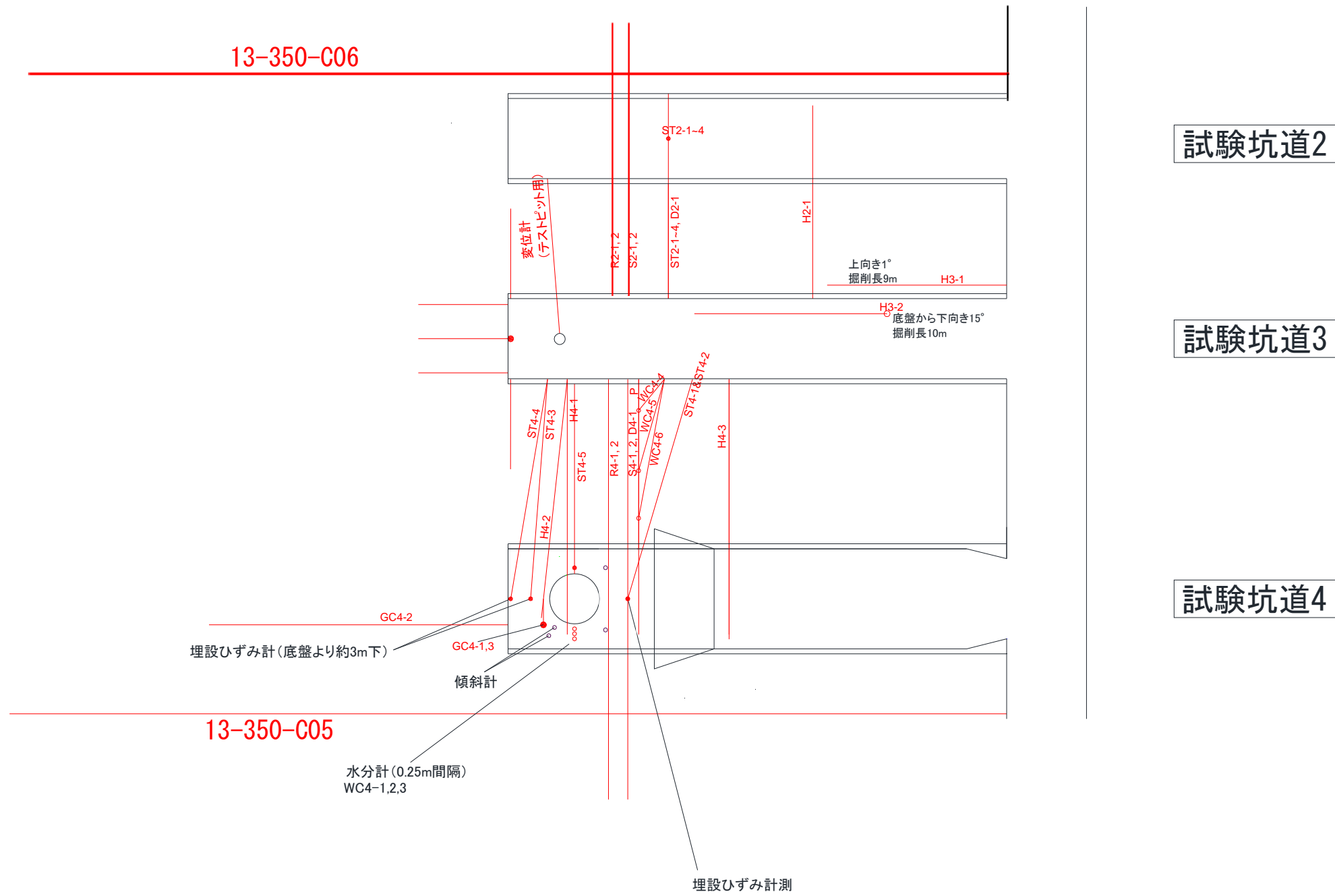


図 2-47 350m調査坑道グラウト工及びボーリング施工位置図

A部詳細図



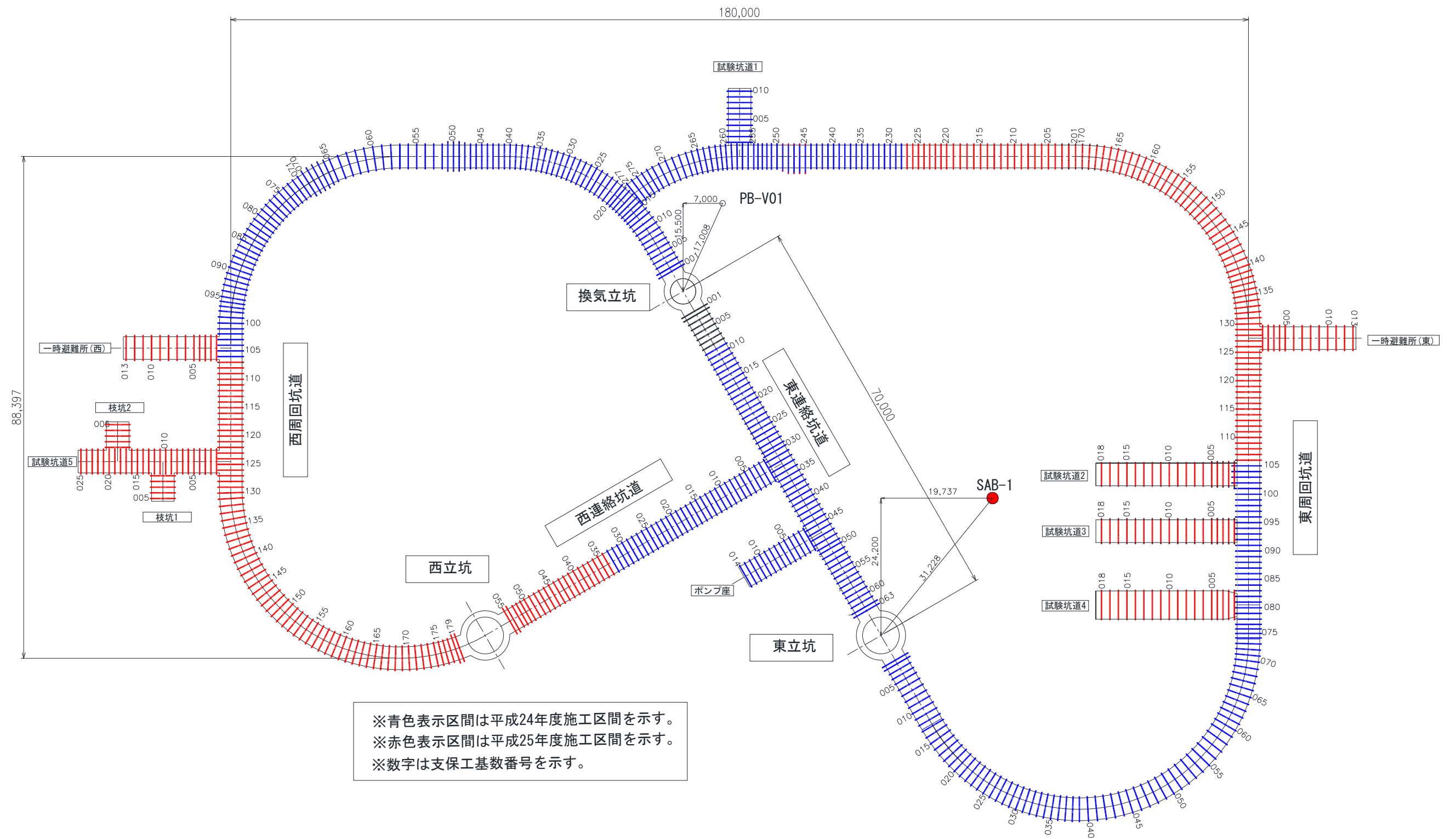


図 2-49 調査坑道の支保工割付図

(2) モニタリングデータノイズ除去処理

取得した水圧データには潮汐等のノイズ成分が含まれていると考えられることから、坑内作業に起因する水圧応答をより正確に評価するためには、潮汐等のノイズ成分を除去した水圧データを用いることが望ましい。ここでは潮汐等のノイズ成分を除去することを目的として、JAEAが開発した間隙水圧モニタリングデータの自動処理ツール「TAP. JK」を用いてデータに含まれるノイズの除去を行った。「TAP. JK」は、データロガーで収集した日時、水圧、気圧データをもとに潮汐解析プログラム「BAYTAP-G (Tamura et al., 1991)」を利用してデータの解析処理を行うものである。

平成25年4月1日からの水圧変動について、解析プログラムを用いて潮汐および気圧の影響による変動成分、ならびに主に装置の状態に起因するノイズ（デジタルノイズ）成分の除去を行った。図2-50に除去前後の水圧値(kPa)を示す。また、図2-51～図2-52に潮汐の影響による変動成分(kPa)を、図2-53～図2-54に気圧の影響による変動成分(kPa)と大気圧を、図2-55～図2-56にデジタルノイズ成分(kPa)を示す。

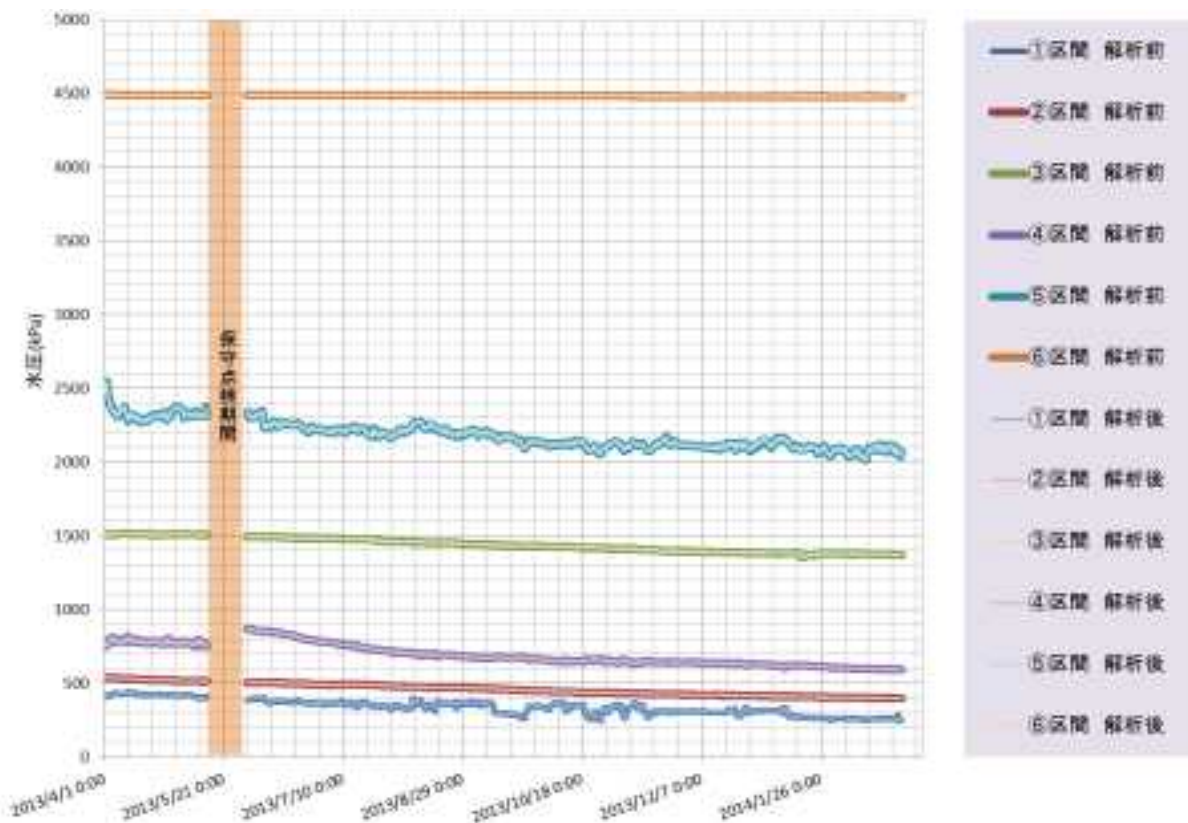


図 2-50 変動要因除去前後の水圧変動

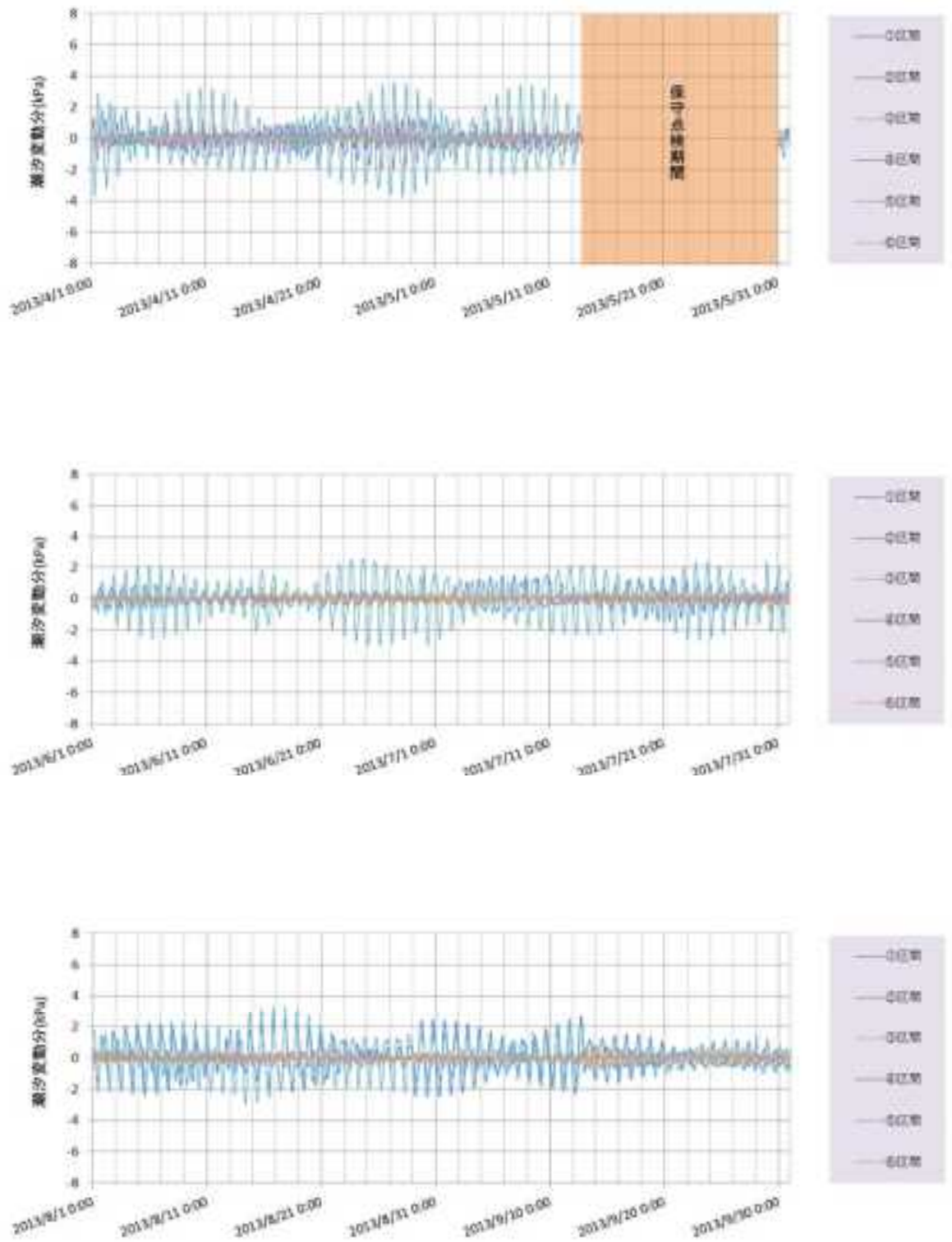


図 2-51 平成 25 年 4 月 1 日～平成 25 年 9 月 30 日における潮汐の影響による変動成分

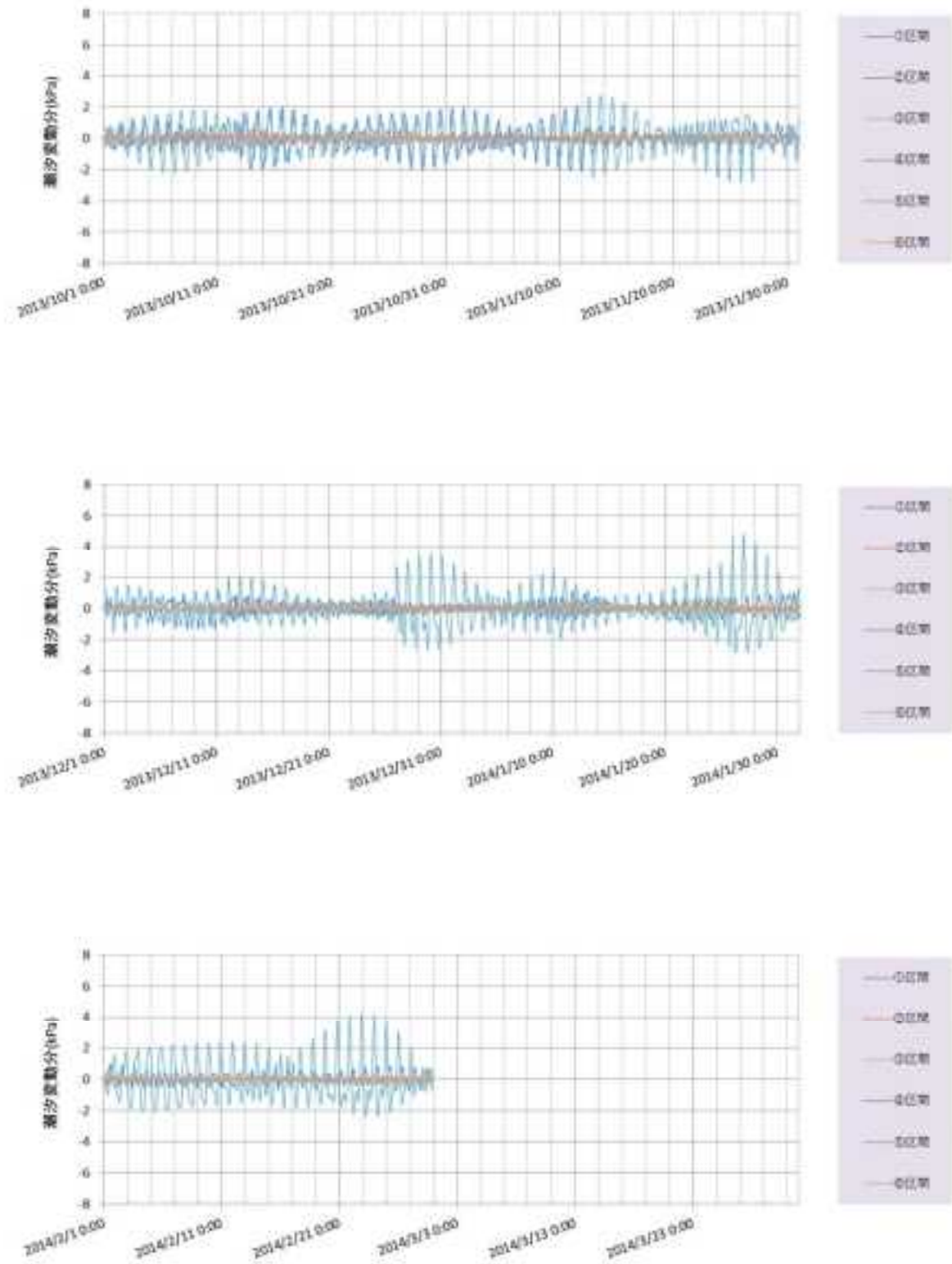


図 2-52 平成 25 年 10 月 1 日～平成 25 年 2 月 28 日における潮汐の影響による変動成分

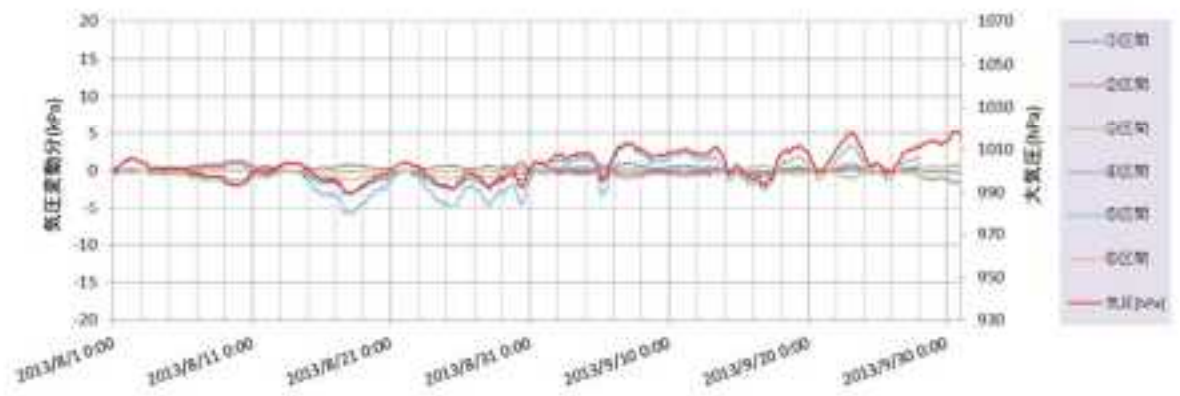
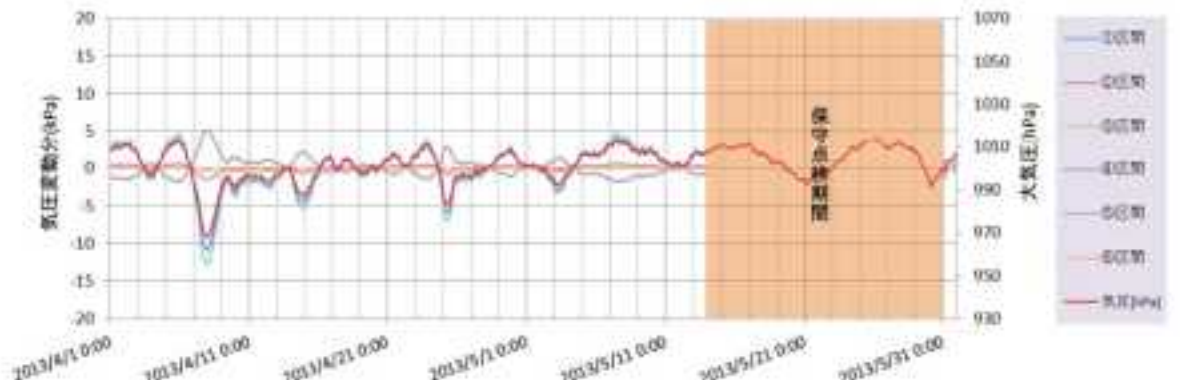


図 2-53 平成 25 年 4 月 1 日～平成 25 年 9 月 30 日における気圧の影響による変動成分と大気圧

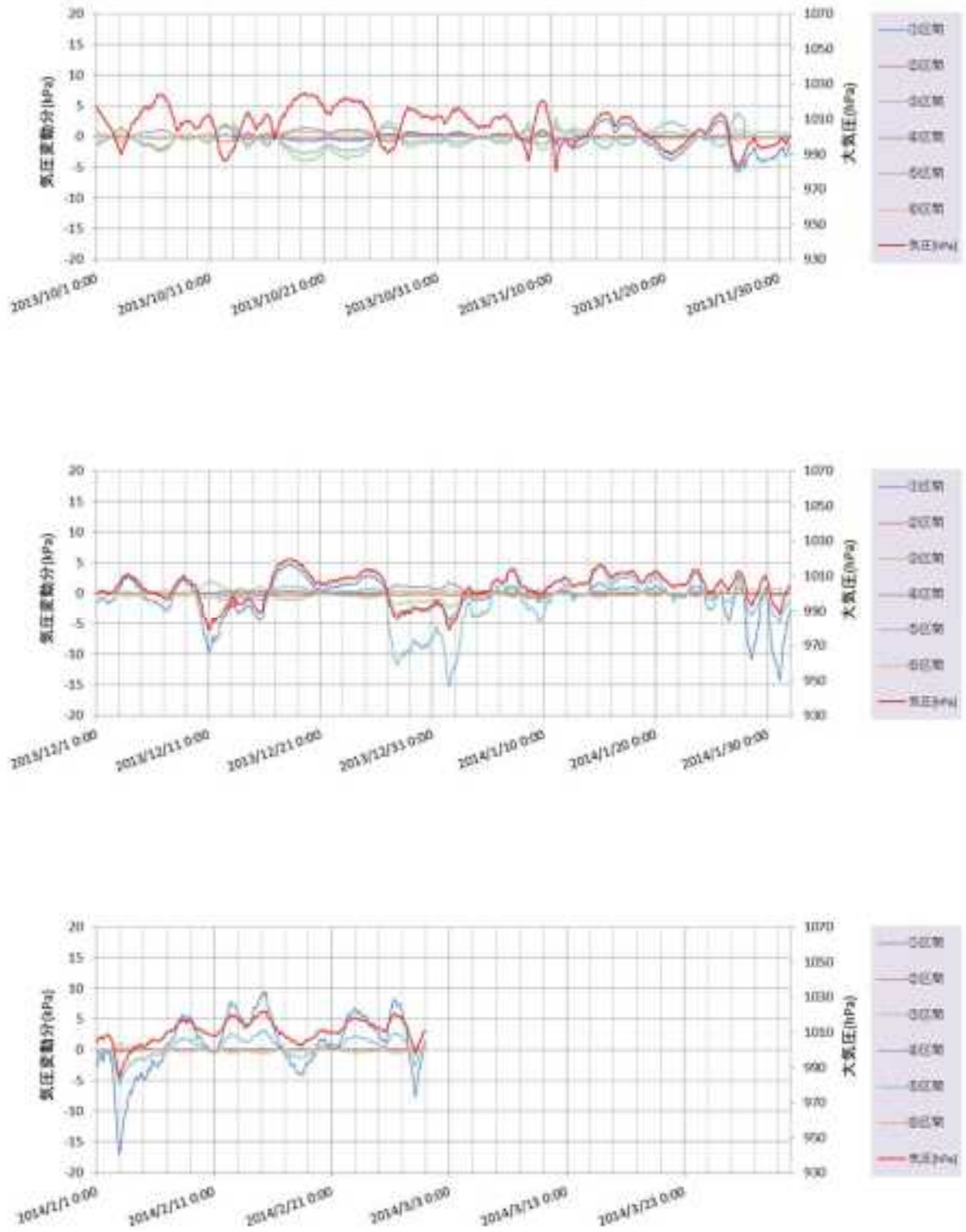


図 2-54 平成 25 年 10 月 1 日～平成 25 年 2 月 28 日における気圧の影響による変動成分と大気圧

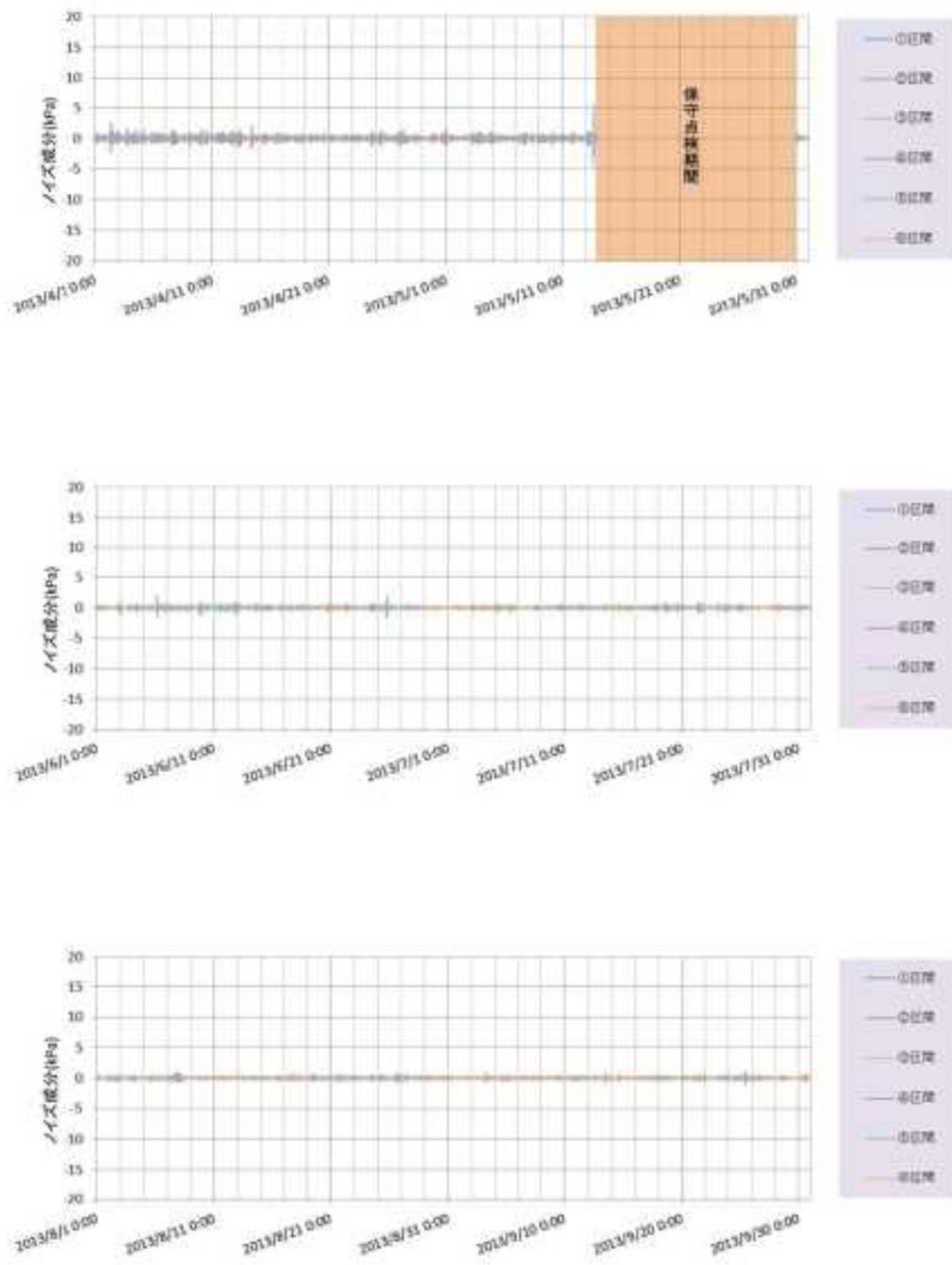


図 2-55 平成 24 年 2 月 6 日～平成 24 年 6 月 18 日におけるデジタルノイズ成分

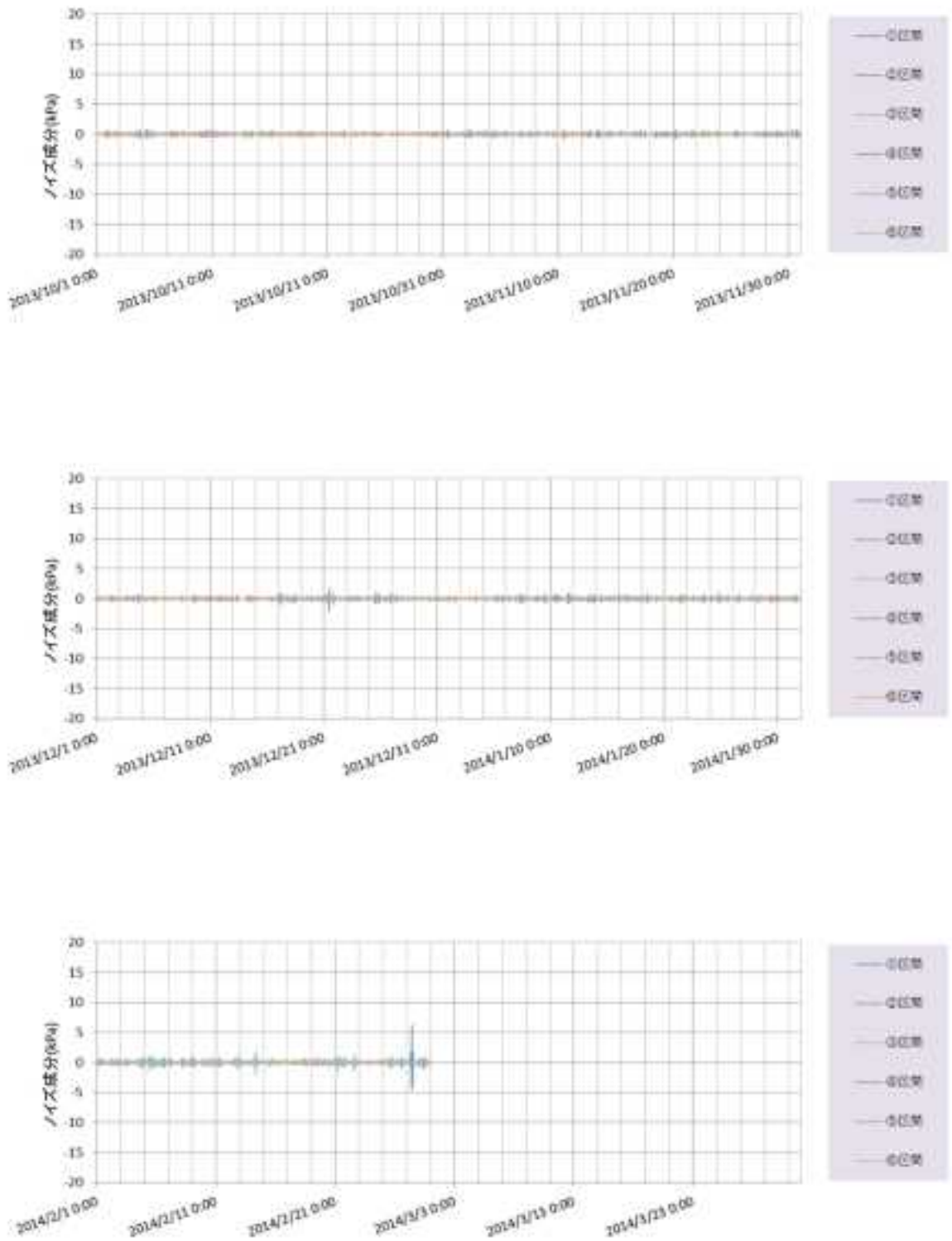


図 2-56 平成 24 年 6 月 19 日～平成 24 年 10 月 31 日におけるデジタルノイズ成分

潮汐解析プログラムを使用したノイズ処理結果より、SAB-1 孔の観測データにおける潮汐による変動成分は、⑤区間で大きな潮汐変動成分を示し最大時で±4kPa 程度であり、その他の区間では最大時でも±1kPa 以下であった。これは⑤区間の観測値そのものの振れが大きくなっていることが要因と考えられる。

気圧の影響による変動成分で大きな気圧変動成分を示したのは⑤区間であり、最大時で±13kPa 程度であった。小さな気圧変動成分を示す③区間および⑥区間で±1kPa 以内であった。また、センサーを採水管内に設置している①区間において大気圧と同調している期間を確認した。

デジタルノイズ成分（イレギュラー成分）に関して、大きなデジタルノイズ成分を示したのは⑤区間で±6kPa 以内であり、小さなデジタルノイズ成分を示す①区間、②区間、③区間および⑥区間で±1kPa 以内であった。なお、イレギュラー値の判定方法に関してはドリフトが残差の平均的な値の4倍以上になった部分を異常値（イレギュラー）として判断している。

以上より、SAB-1 孔の観測データには潮汐や大気圧等のノイズ成分の影響が非常に小さく、水圧変動イベントの要因について坑内作業との関連性を検討する上では、ノイズ除去を行う必要性は小さいことが確認された。

潮汐解析プログラムで設定した解析条件を下記に示す。

表 2-14 BAYTAP-G の解析パラメーター一覧

パラメータ名称	設定値	説明
KIND	8	理論潮汐の種類を指定するパラメータ。 KIND=8：海洋潮汐cm，海面上昇を正とする。
SPAN	2160	一度に処理するデータ数。上限は2千数百程度である。BAYTAP-Gでは長期間のデータを処理するには、解析区間をずらしながら処理するか、トレンドを求めずに潮汐定数のみ求めるかを使用目的によって選択する（本解析は前者） SPAN=2160：上限近傍の45日分のデータを1回分の解析区間とする。
SHIFT	720	解析区間をずらす長さ。 SHIFT=720：15日ずつ解析区間をずらしながら全区間を計算する。
DMIN	0.5	超パラメータDの下限値を指定するパラメータ。プログラムでは $D_0=4 \times DMIN$ を初期値として、 $DMIN \leq D \leq 1000.0$ の範囲で最適値を探す。 DMIN=0.5：収束値が0.5以上であることを確認したうえで設定する。
LPOUT	1	出力データ量を指定するパラメータ。 LPOUT=1：全データを出力する。
FILOUT	1	変動要因別に分解した各成分をファイル出力するためのフラグ。 FILOUT=1：ファイル出力有り。
PREPRO	1	欠測箇所の補完値を出力するためのフラグ。 PREPRO=1：欠測箇所補完値をフォーマットF8.1で出力。
LAUG	1	並行観測データの組数。 LAUG=1：気圧データを並行観測データとして使用。
LAGP	0	並行観測データレスポンスの最大ラグ数。 LAGP=0：レスポンスウェイトの個数が1個となり、潮汐データと同時刻のデータ1個に対するの応答をみる（単純な比例係数を求めることになる）。
TIMSYS	-9.0	時刻を世界時UTにするための補正值。 TIMSYS=-9.0：日本標準時（JST）。
MAXJMP	50	解析区間中に存在する欠測個数の最大値。 MAXJMP=50
分潮群の分け方	0	0：（自動設定）→解析区間長（SPAN=45）16日以上、180日未満では12分潮群を使用。

(3) 水圧変動イベントの抽出と関連可能性のある坑内作業イベントの抽出

図 2-57 に平成 25 年 3 月 1 日～平成 26 年 2 月 28 日までの間（データの整理・分析期間）の水圧経時変化と同時期における坑内作業状況を、図 2-58～図 2-84 および表 2-15～表 2-18 に同期間内における 2 週間毎の水圧経時変化と坑内作業状況を示す。参考とした掘削日報が作業開始時間の 7 時から取りまとめられていることから、水圧経時変化グラフにおいても同様に 7 時からの取りまとめとした。また、巻末資料に、上記の水圧経時変化グラフの拡大版、並びに本検討対象期間以前のデータも含む水圧経時変化グラフを添付する。なお、前述のモニタリングデータノイズ除去処理よりノイズ除去を行う必要性は小さいことが確認されたことから、ここでは除去処理前のデータを使用した。

1) 水圧変動イベントの抽出

水圧経時変化グラフにおいて、水圧の変化量が 1.0m/hour 以上の箇所（計 36 箇所）を短期的な水圧変動イベントとして抽出した。但し、⑤区間では水圧変化量が 1.0m/hour 以上を示す点が多いため、他区間において抽出された点と前後 2 時間以内に 1.0 m/hour 以上の変化が確認された箇所を短期的な水圧変動イベントとして抽出した。抽出の結果、短期的な水圧変動イベントが認められたのは、①、④、⑤区間であった（図 2-58～図 2-84、表 2-15～表 2-18）。

さらに、水圧の変化量としては 1.0m/hour 以下ではあるが、④区間の平成 25 年 2 月 9 日～3 月 20 日付近と 6 月 13 日～8 月 3 日付近でやや長期的に大きな水圧変化を示す箇所が水圧経時変化グラフより読み取れる（図 2-57）。本検討では、同箇所については長期的な水圧変動イベントとして抽出した（イベント番号④-b, ④-c）。

2) 関連可能性のある坑内作業イベントの抽出

上記で抽出した水圧変動イベントと同時期に行われた坑内作業を水圧変動に関連する可能性のある坑内作業イベントとして抽出した（図 2-57～図 2-84、表 2-15～表 2-18）。但し、⑤区間では坑内作業時の前後 2 時間以内に上記の短期的な水圧変動イベントが認められた作業を関連可能性のある坑内作業イベントとして抽出した。

表中の坑内作業工程における 350m 調査坑道掘削のイベントに示されている No. は支保工の基数番号を示す。また、グラウトのイベントは、湧水深度（孔口からの距離）・湧水量・施工場所・孔番の順で示している。参考までに坑内作業イベントとして抽出されたグラウトボーリングの孔番を示した配置図を巻末に添付した。

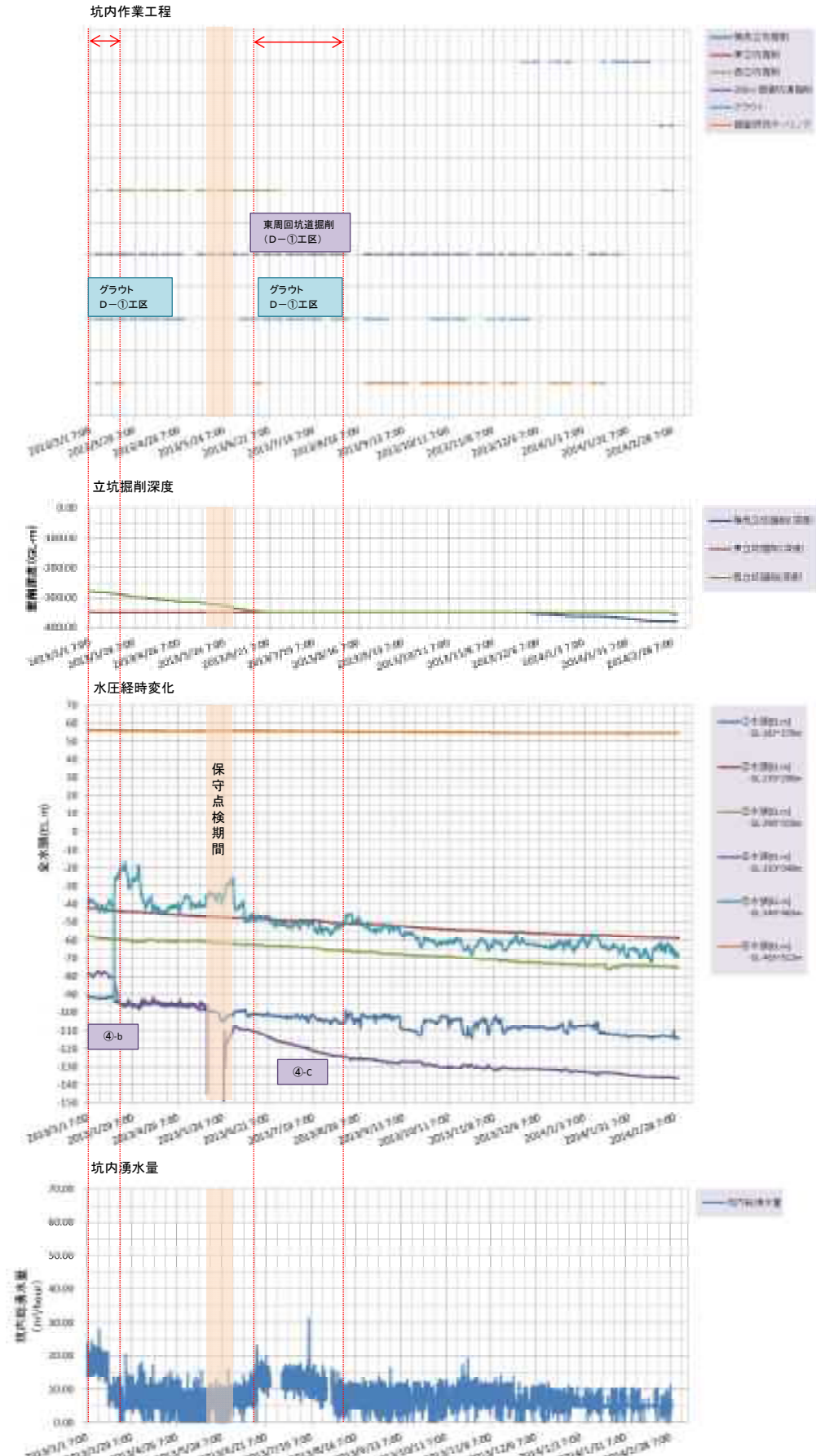


図 2-57 平成 25 年 3 月 1 日～平成 26 年 2 月 28 日における長期的な水圧変動

坑内作業工程

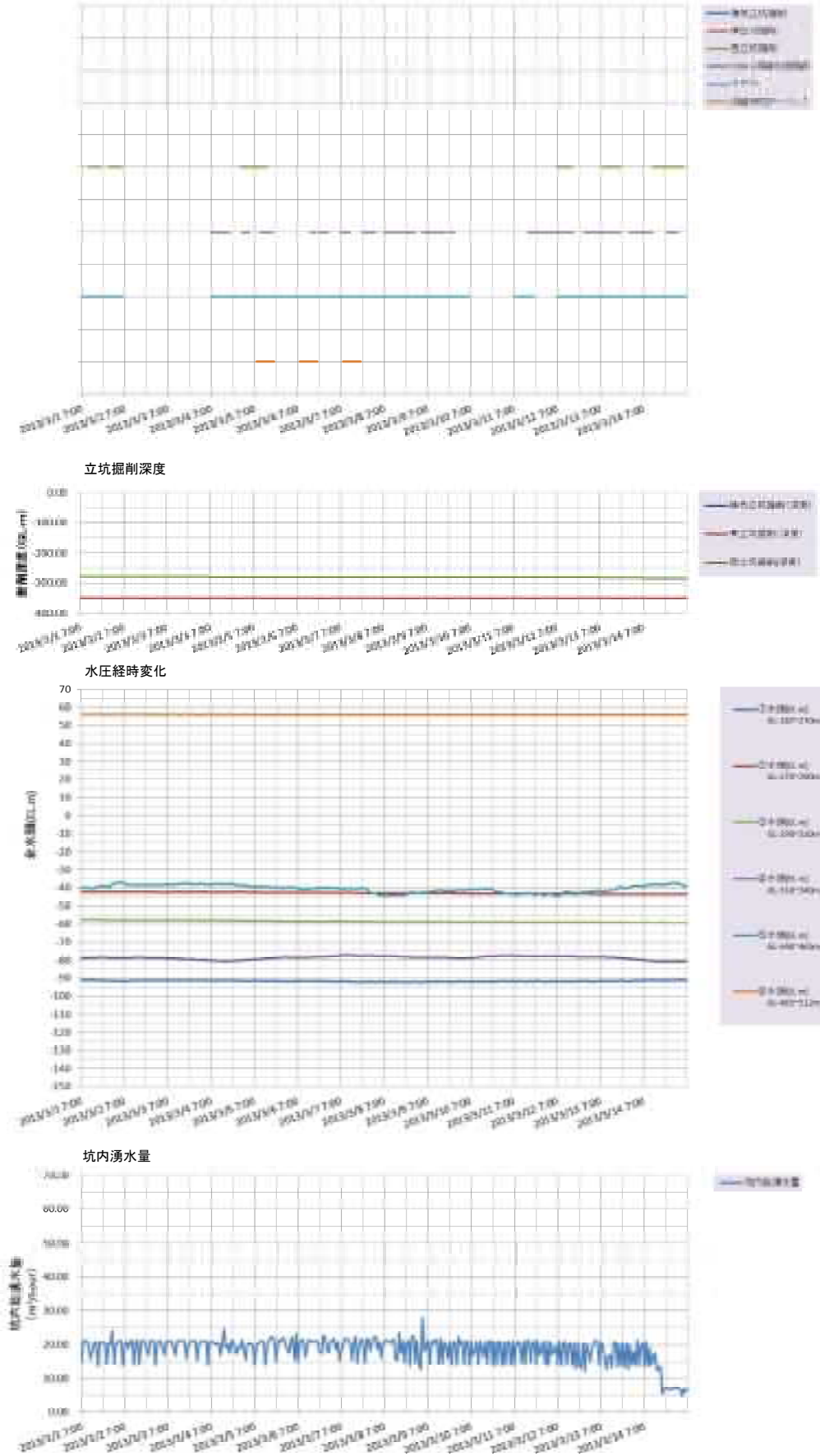


図 2-58 平成 25 年 3 月 1 日～平成 25 年 3 月 14 日における短期的な水压変動

坑内作業工程

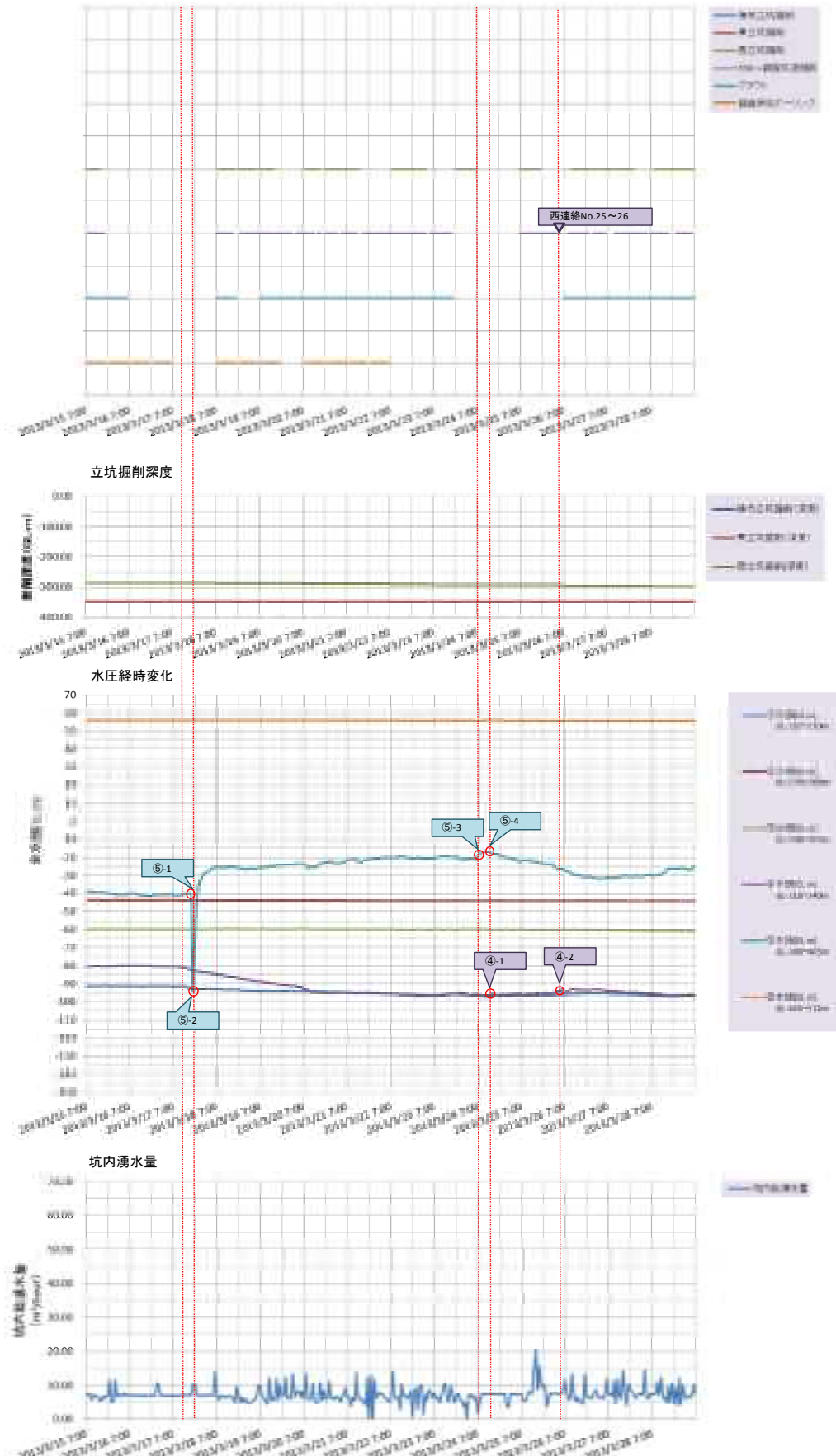


図 2-59 平成 25 年 3 月 15 日~平成 25 年 3 月 28 日における短期的な水压変動

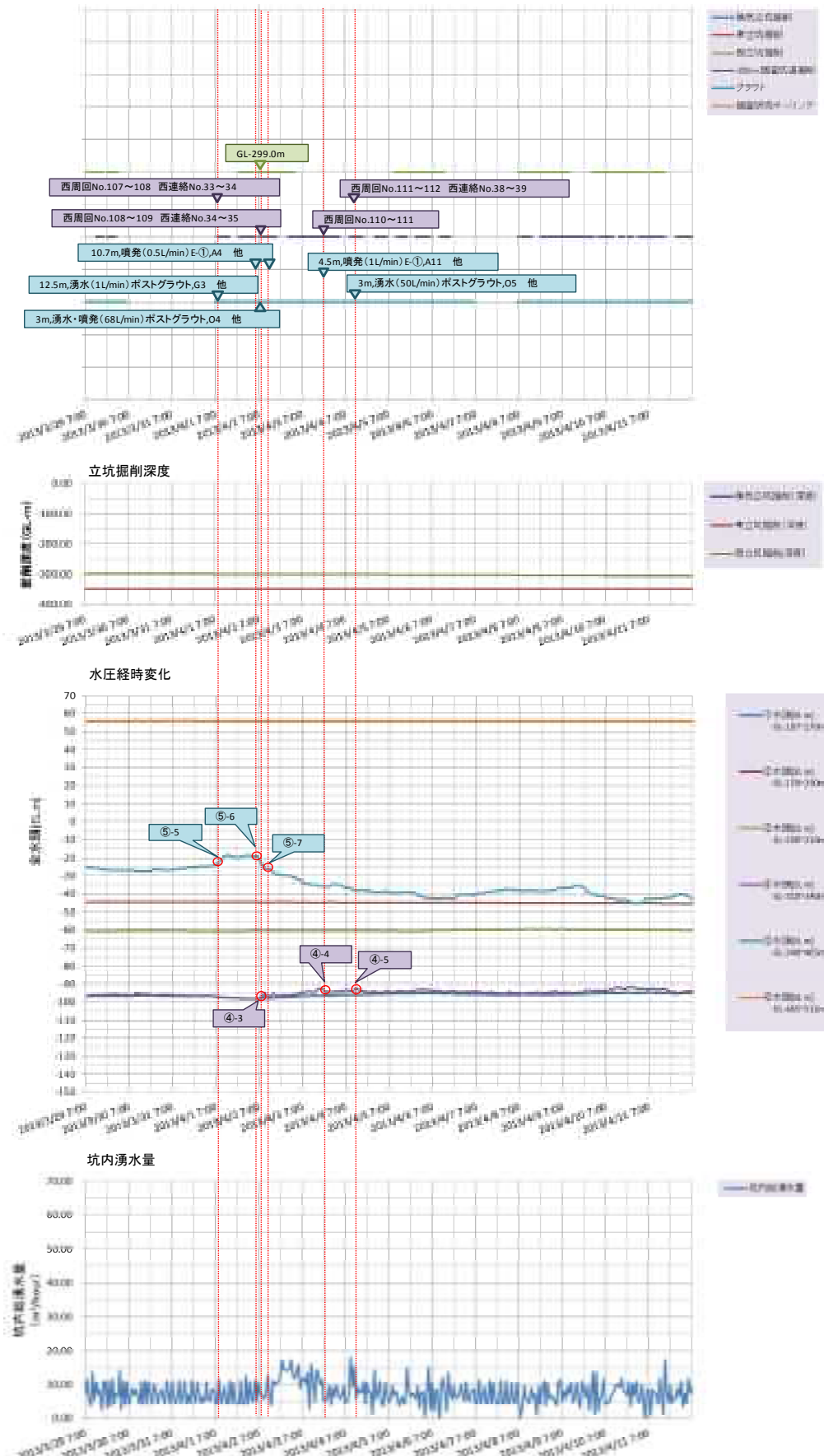
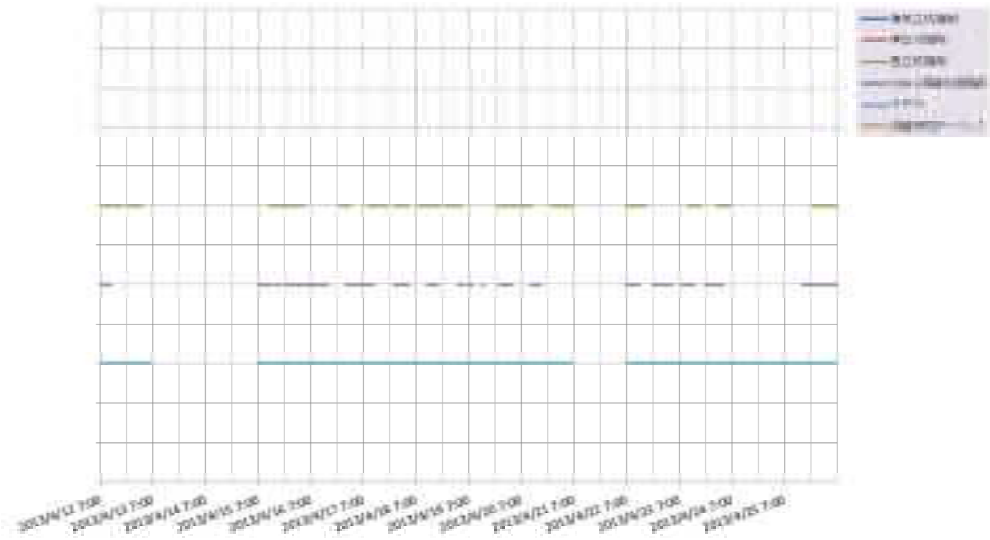
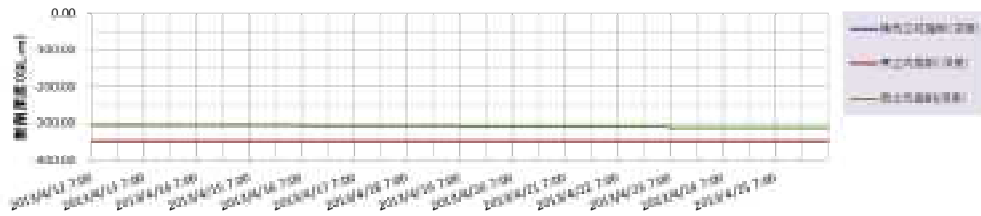


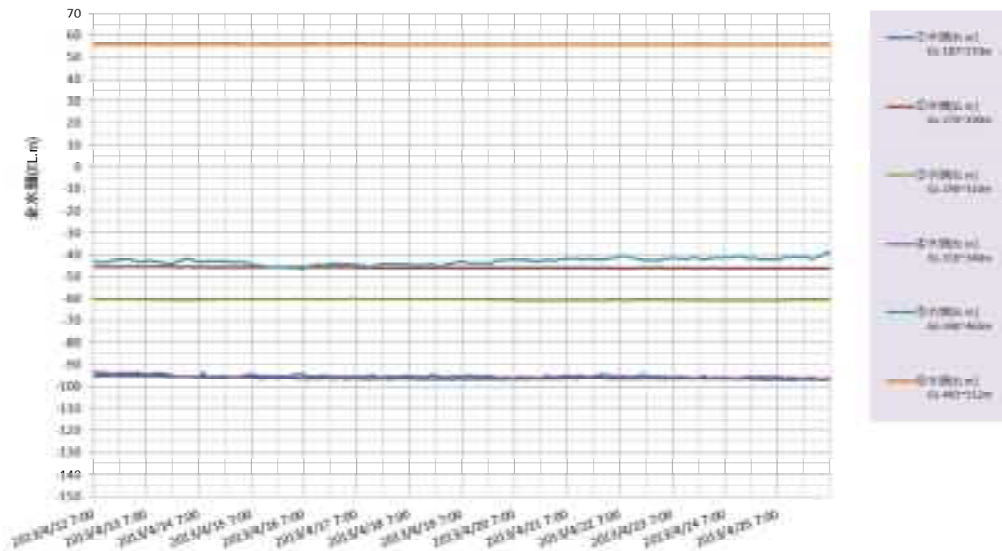
図 2-60 平成 25 年 3 月 29 日~平成 25 年 4 月 11 日における短期的な水圧変動



立坑掘削深度



水压経時変化



坑内湧水量

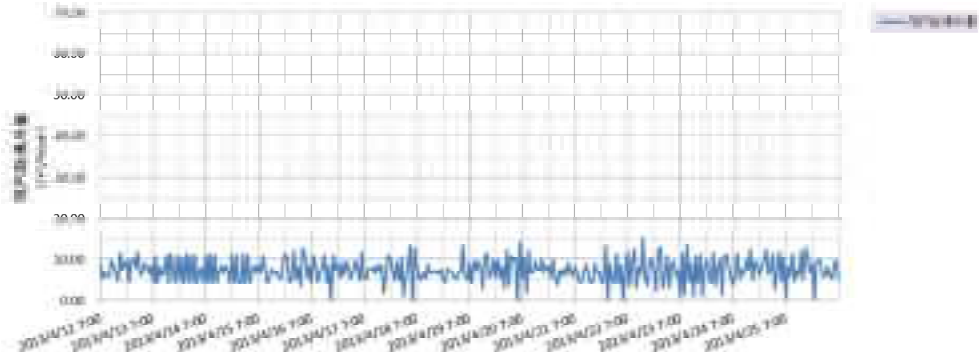


图 2-61 平成 25 年 4 月 12 日~平成 25 年 4 月 25 日における短期的な水压変動

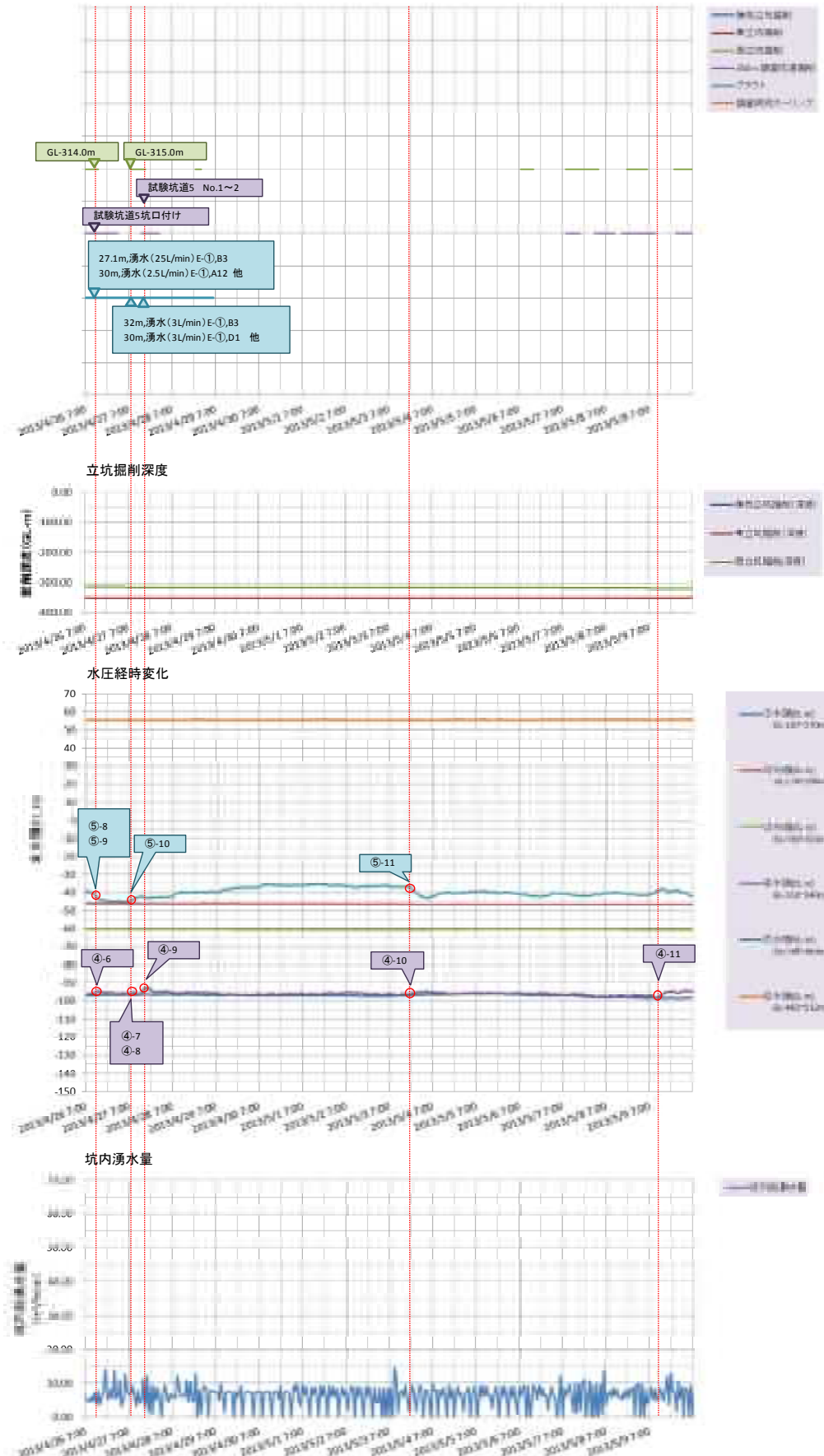


図 2-62 平成 25 年 4 月 26 日～平成 25 年 5 月 9 日における短期的な水压変動

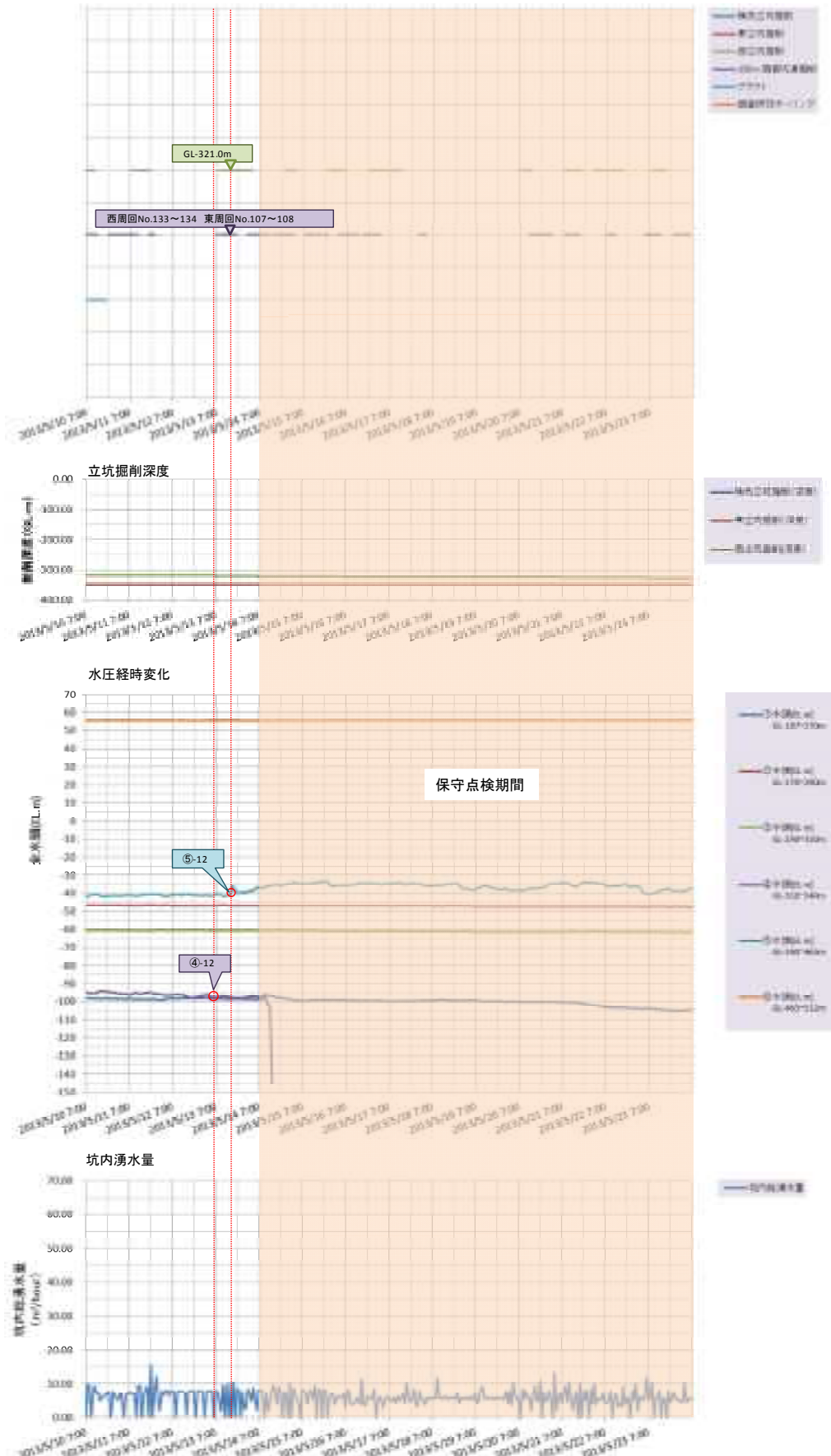


図 2-63 平成 25 年 5 月 10 日～平成 25 年 5 月 23 日における短期的な水压変動

坑内作業工程

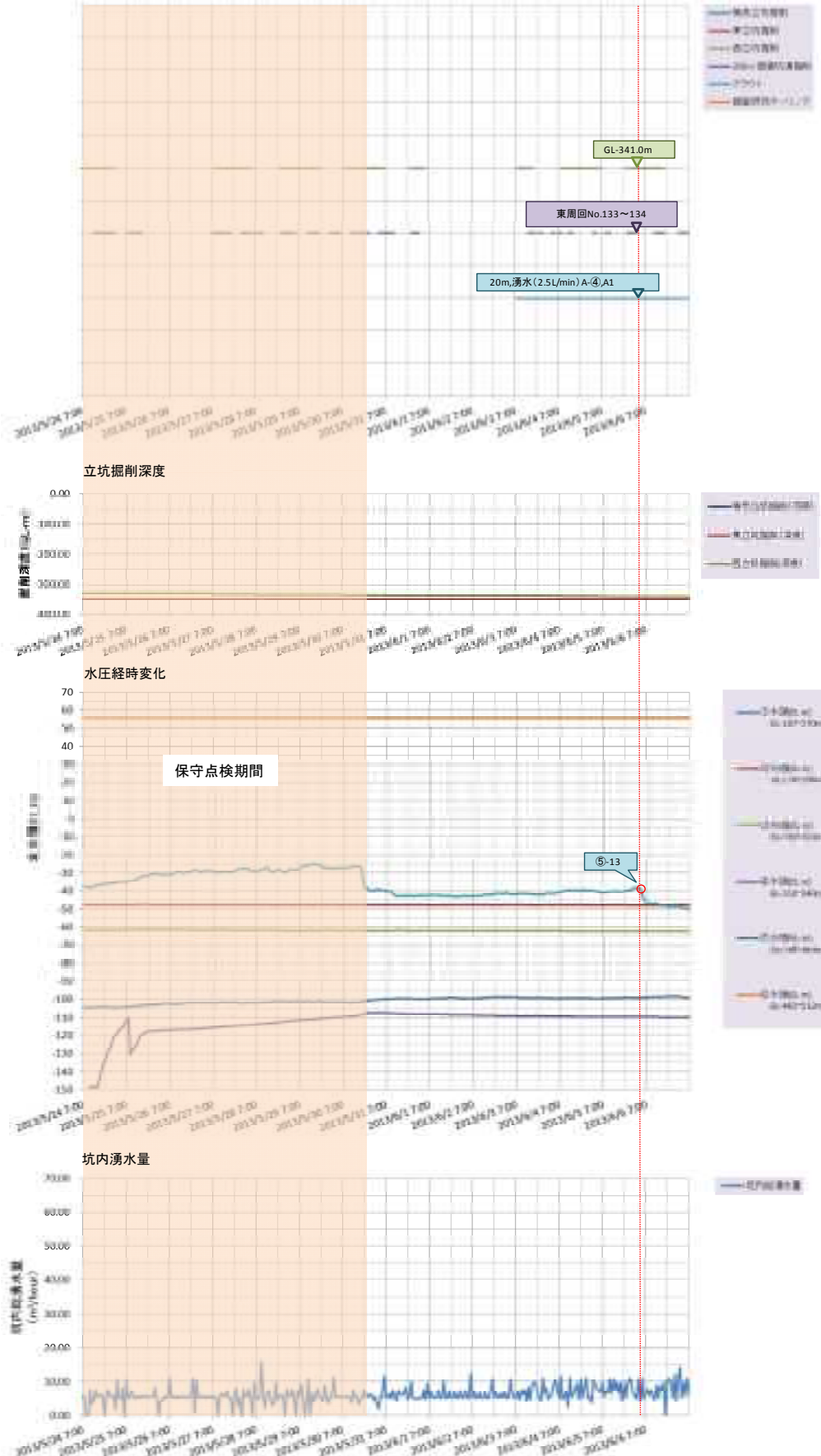


図 2-64 平成 25 年 5 月 24 日～平成 25 年 6 月 6 日における短期的な水压変動

坑内作業工程

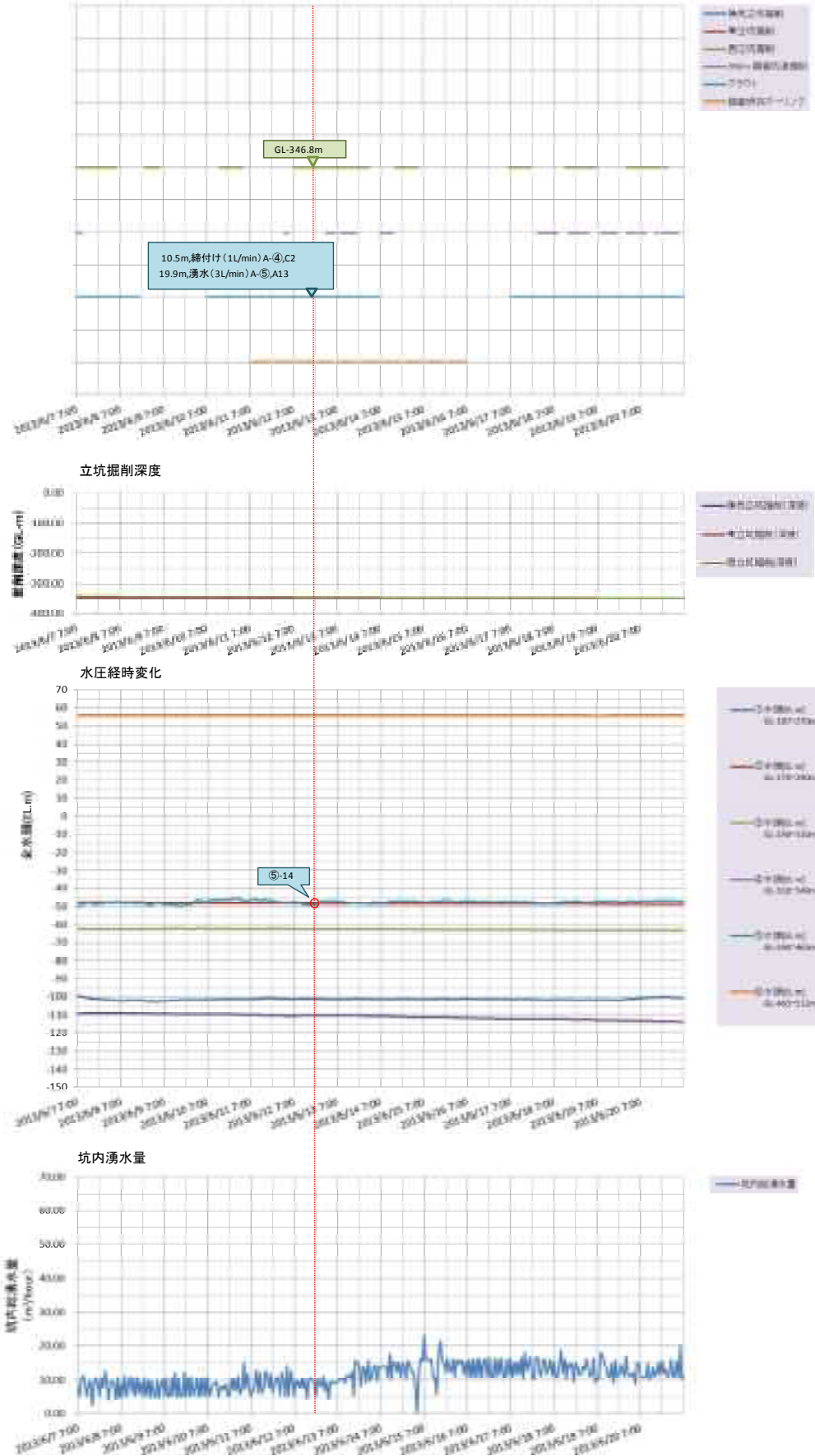
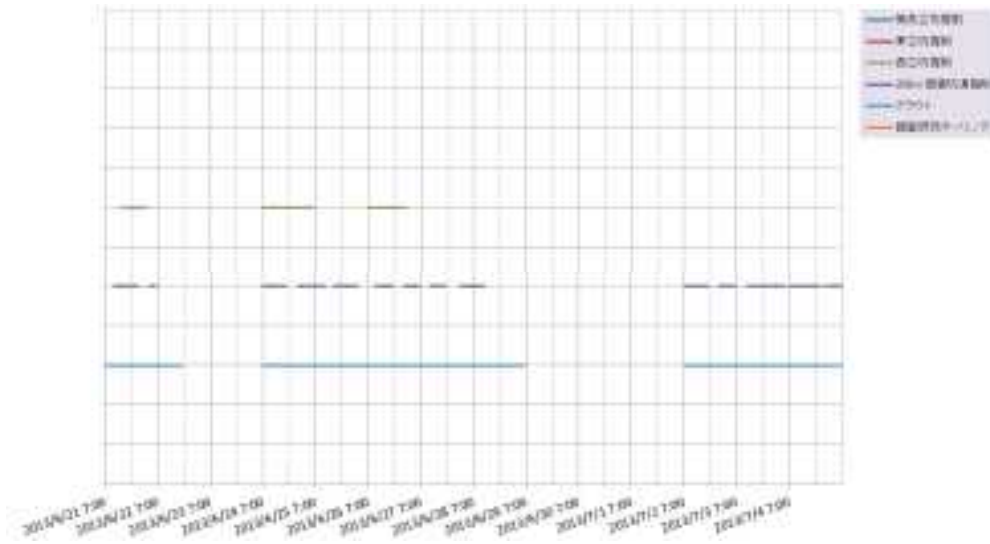
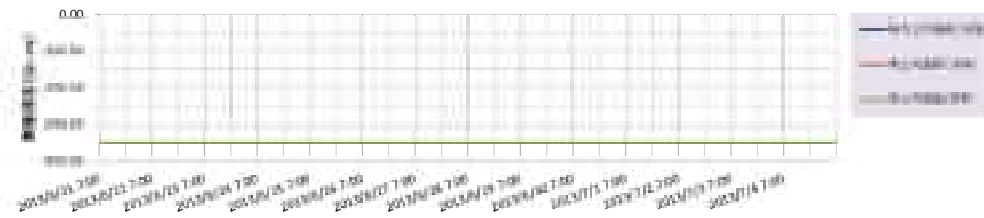


図 2-65 平成 25 年 6 月 7 日～平成 25 年 6 月 20 日における短期的な水压変動

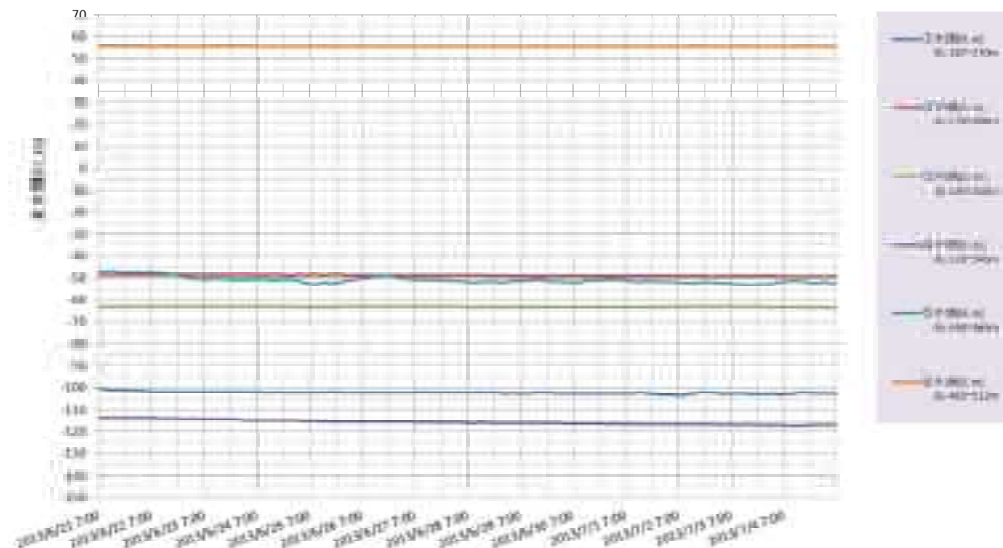
坑内作業工程



立坑掘削深度

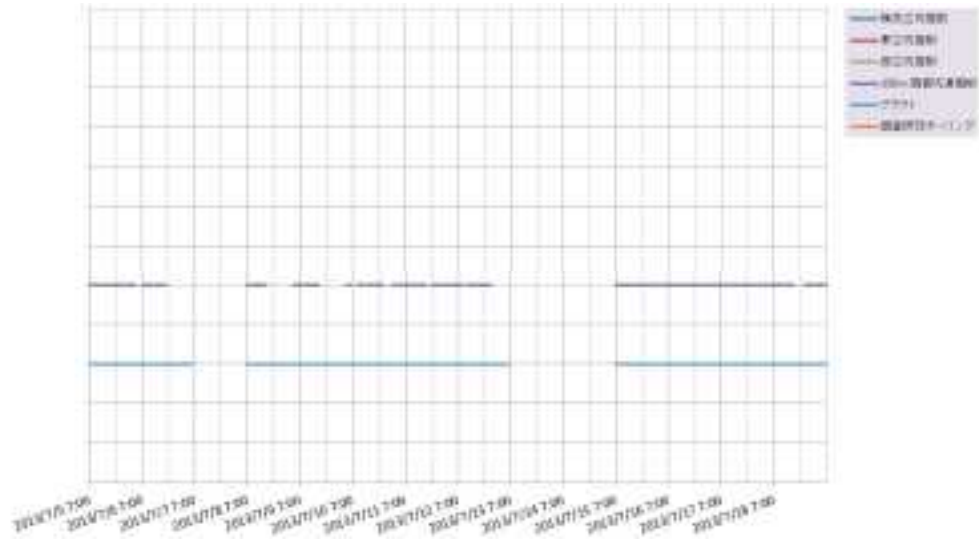


水压経時変化

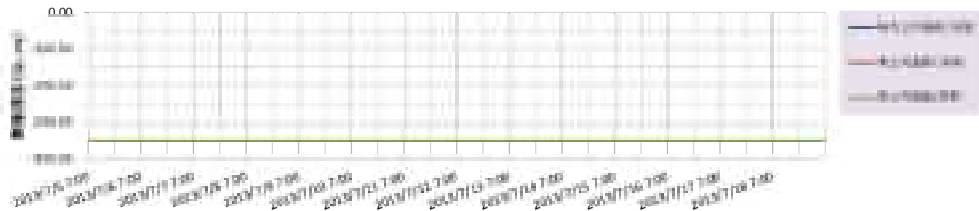


坑内湧水量

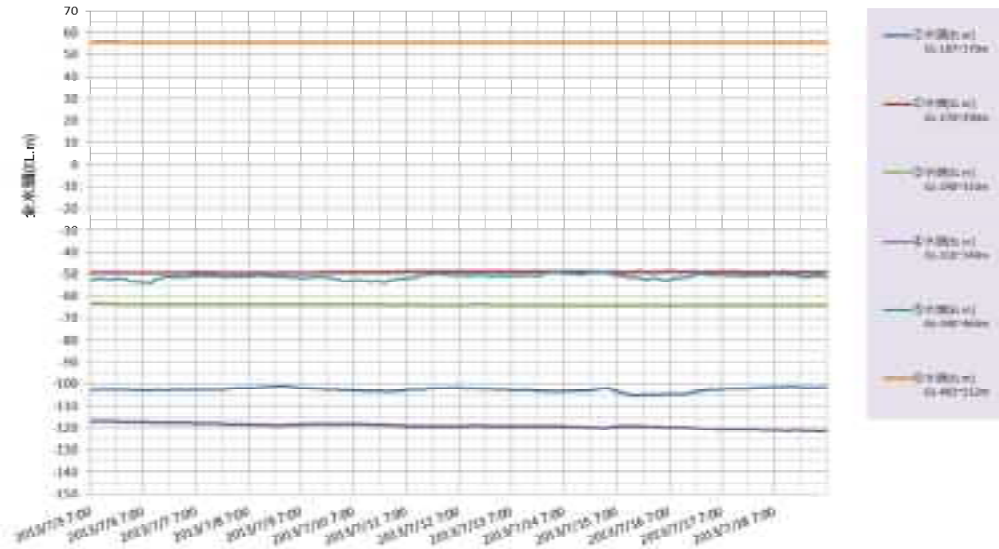
図 2-66 平成 25 年 6 月 21 日～平成 25 年 7 月 4 日における短期的な水压変動



立坑掘削深度



水压経時変化



坑内湧水量

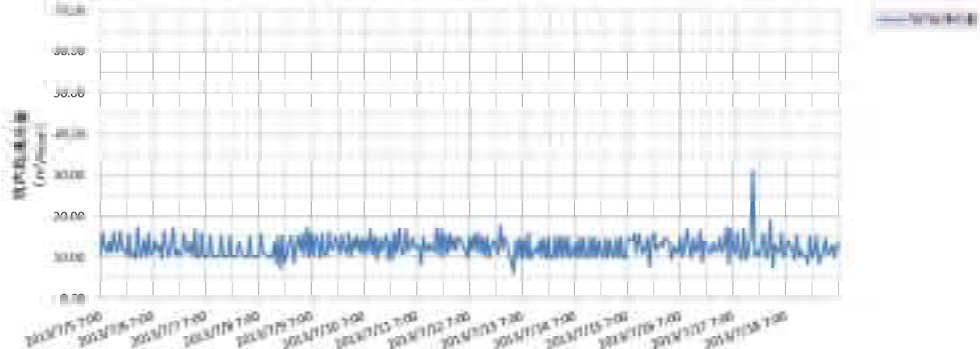
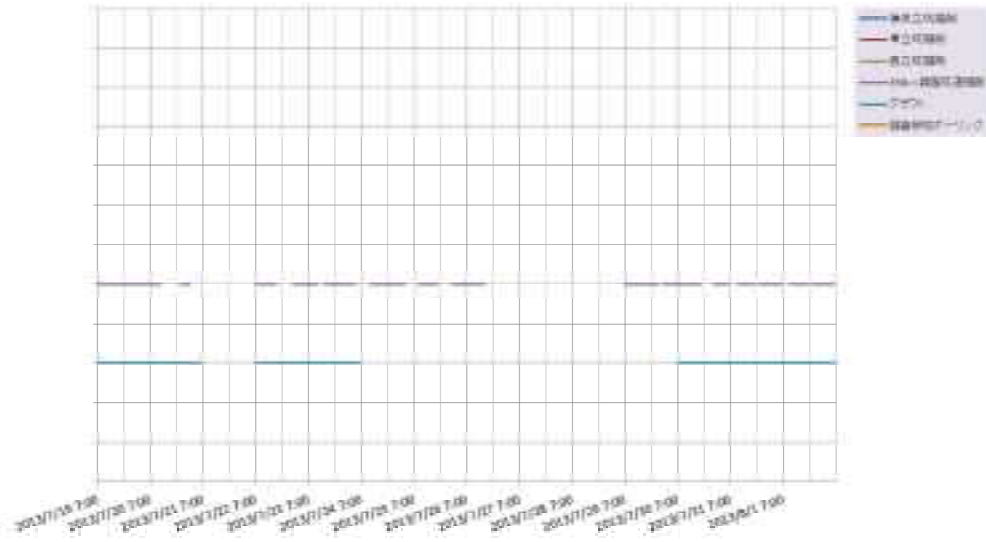
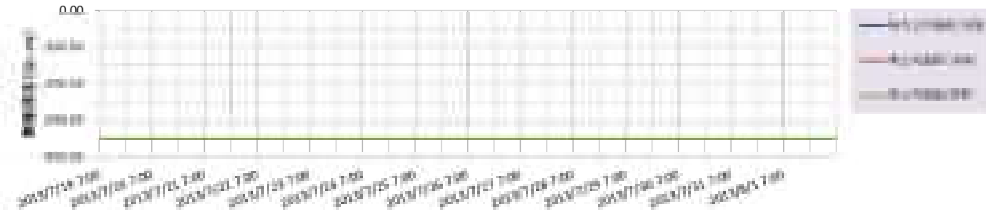


図 2-67 平成 25 年 7 月 5 日～平成 25 年 7 月 18 日における短期的な水压変動

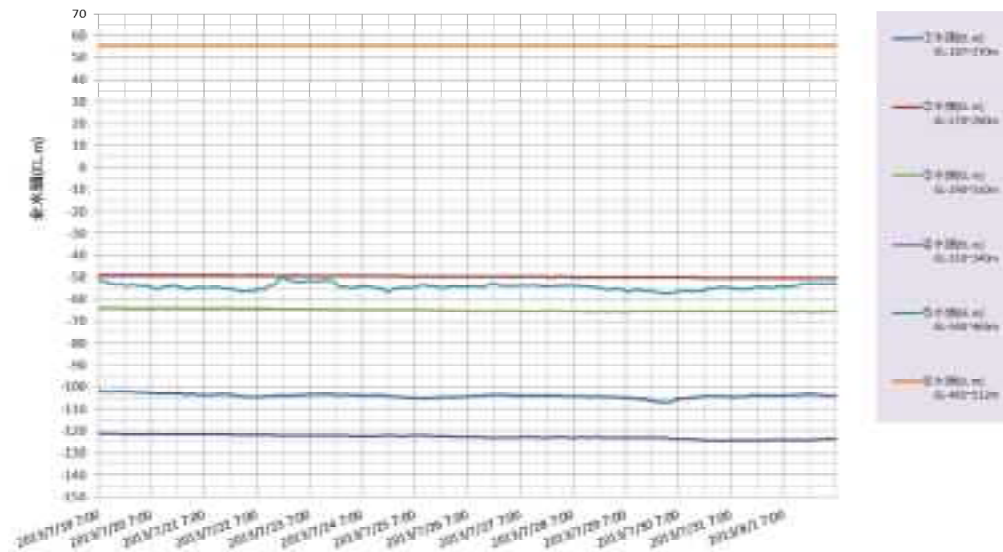
坑内作業工程



立坑掘削深度



水压経時変化



坑内湧水量

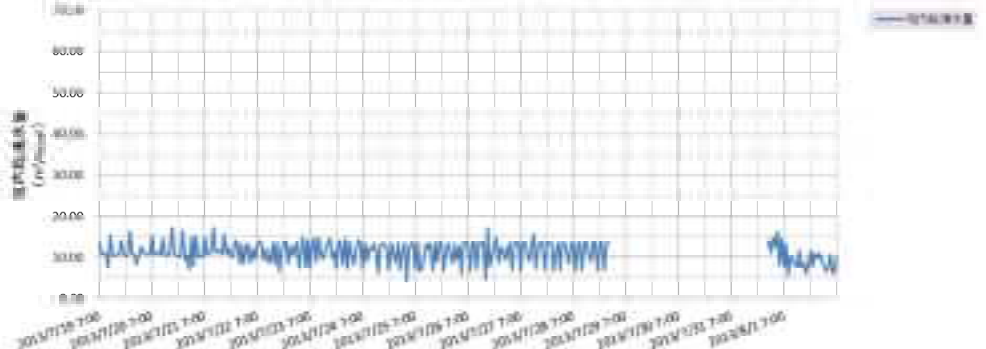
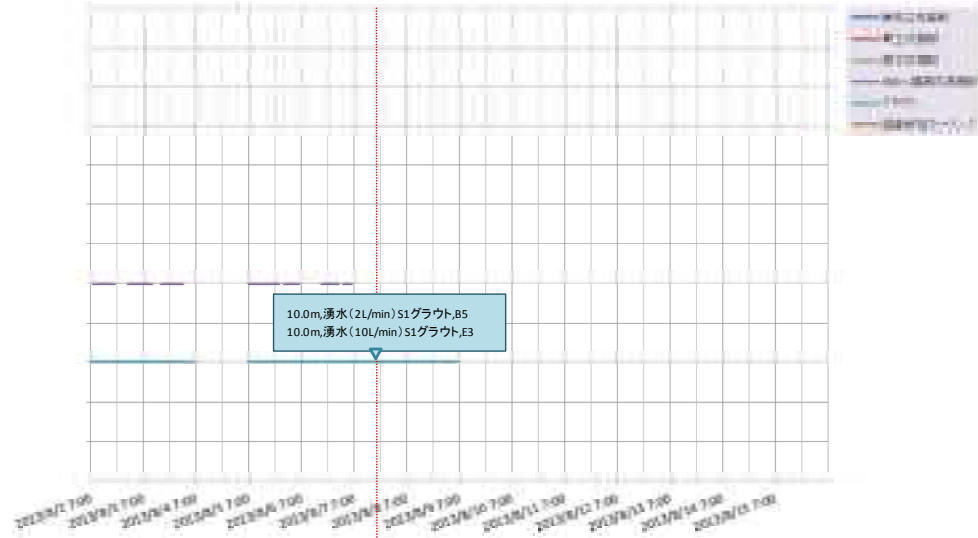
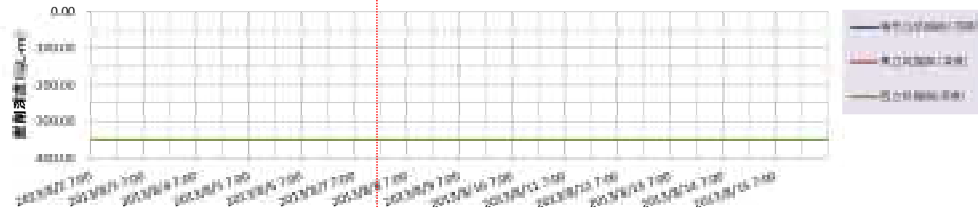


図 2-68 平成 25 年 7 月 19 日～平成 25 年 8 月 1 日における短期的な水圧変動

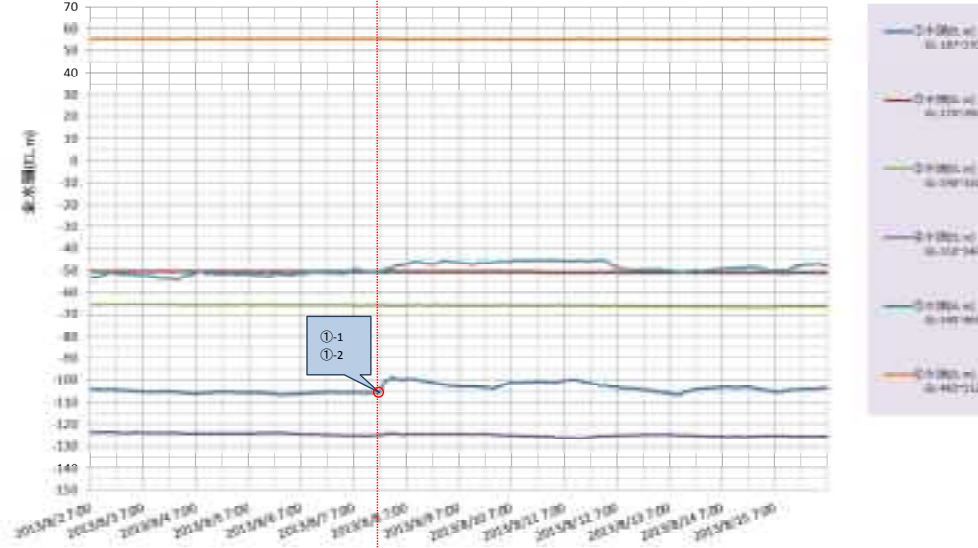
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

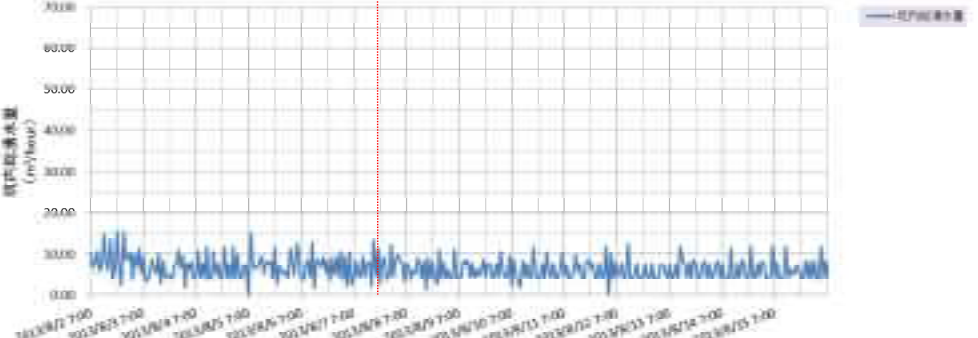


図 2-69 平成 25 年 8 月 2 日～平成 25 年 8 月 15 日における短期的な水圧変動

坑内作業工程

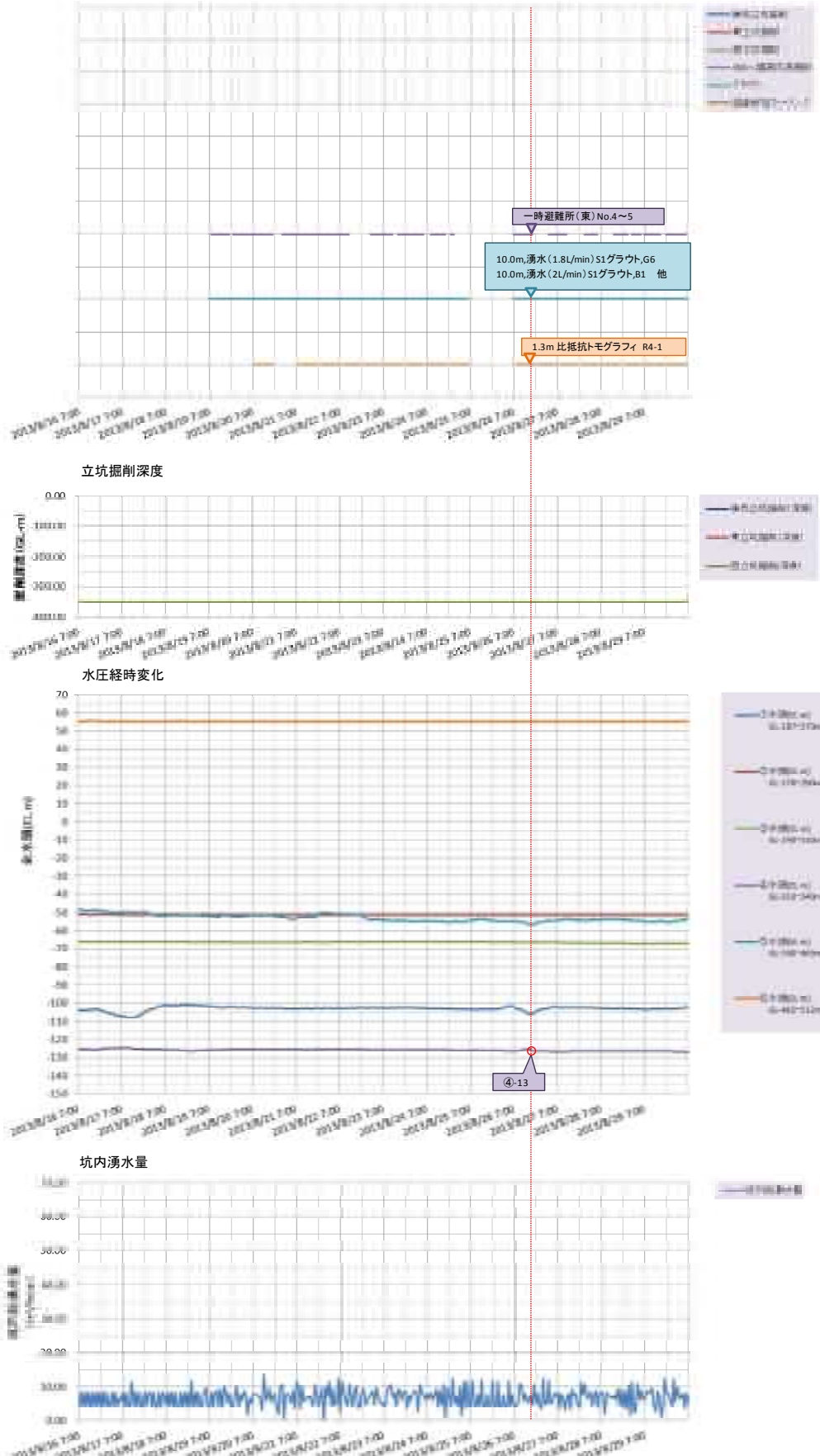
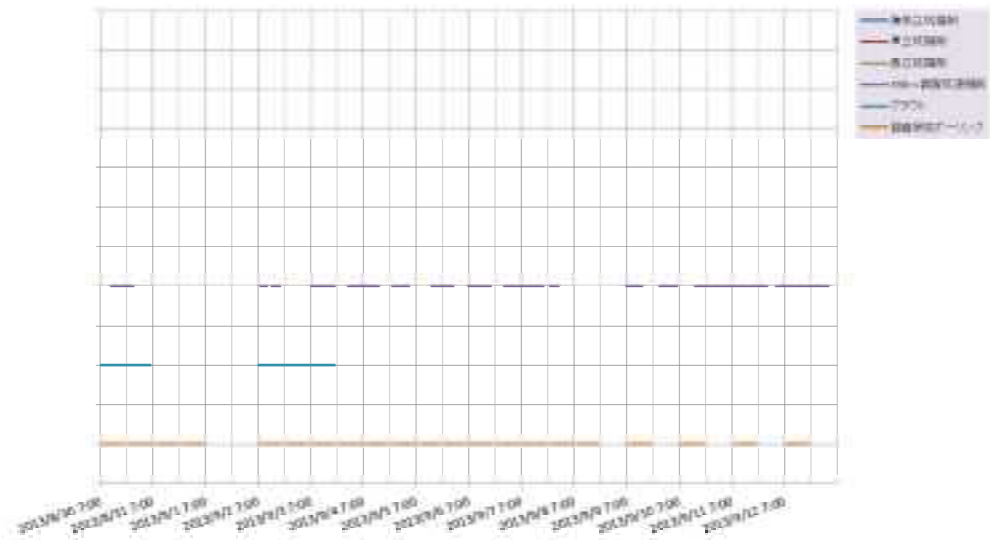
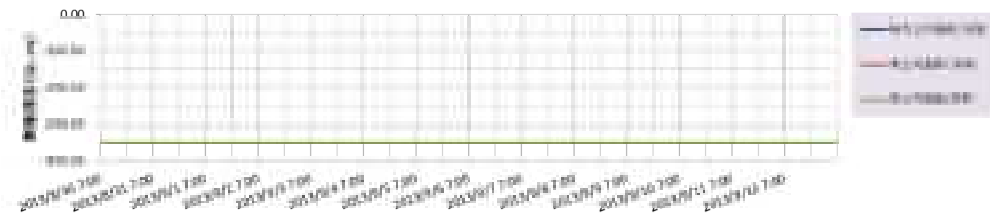


図 2-70 平成 25 年 8 月 16 日~平成 25 年 8 月 29 日における短期的な水圧変動

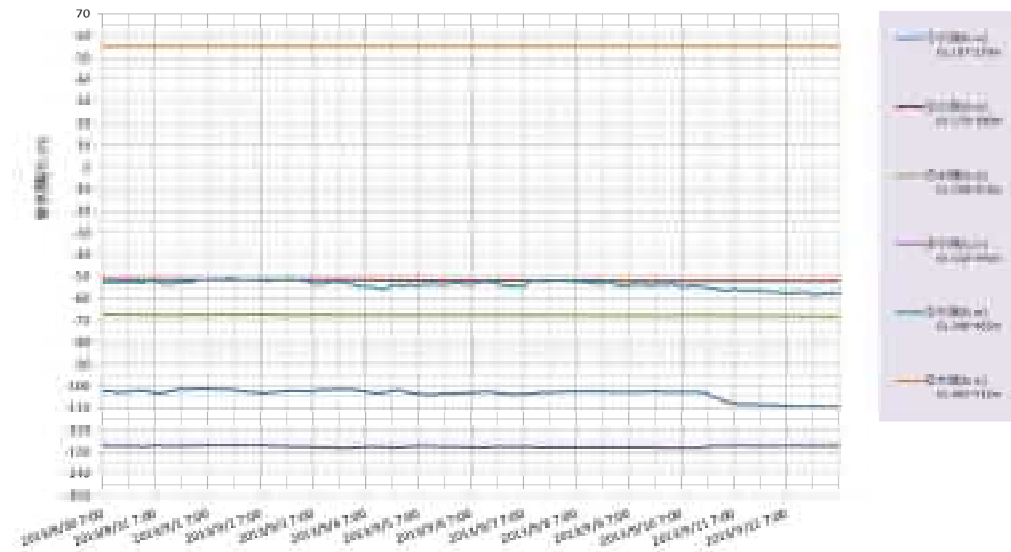
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

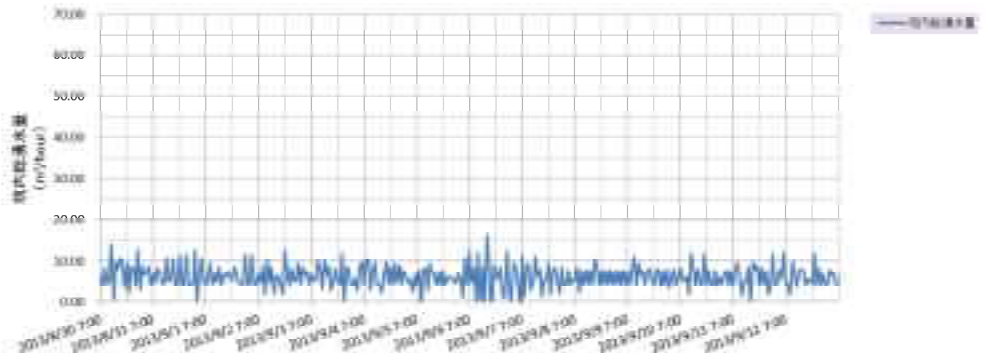


図 2-71 平成 25 年 8 月 30 日～平成 25 年 9 月 12 日における短期的な水圧変動

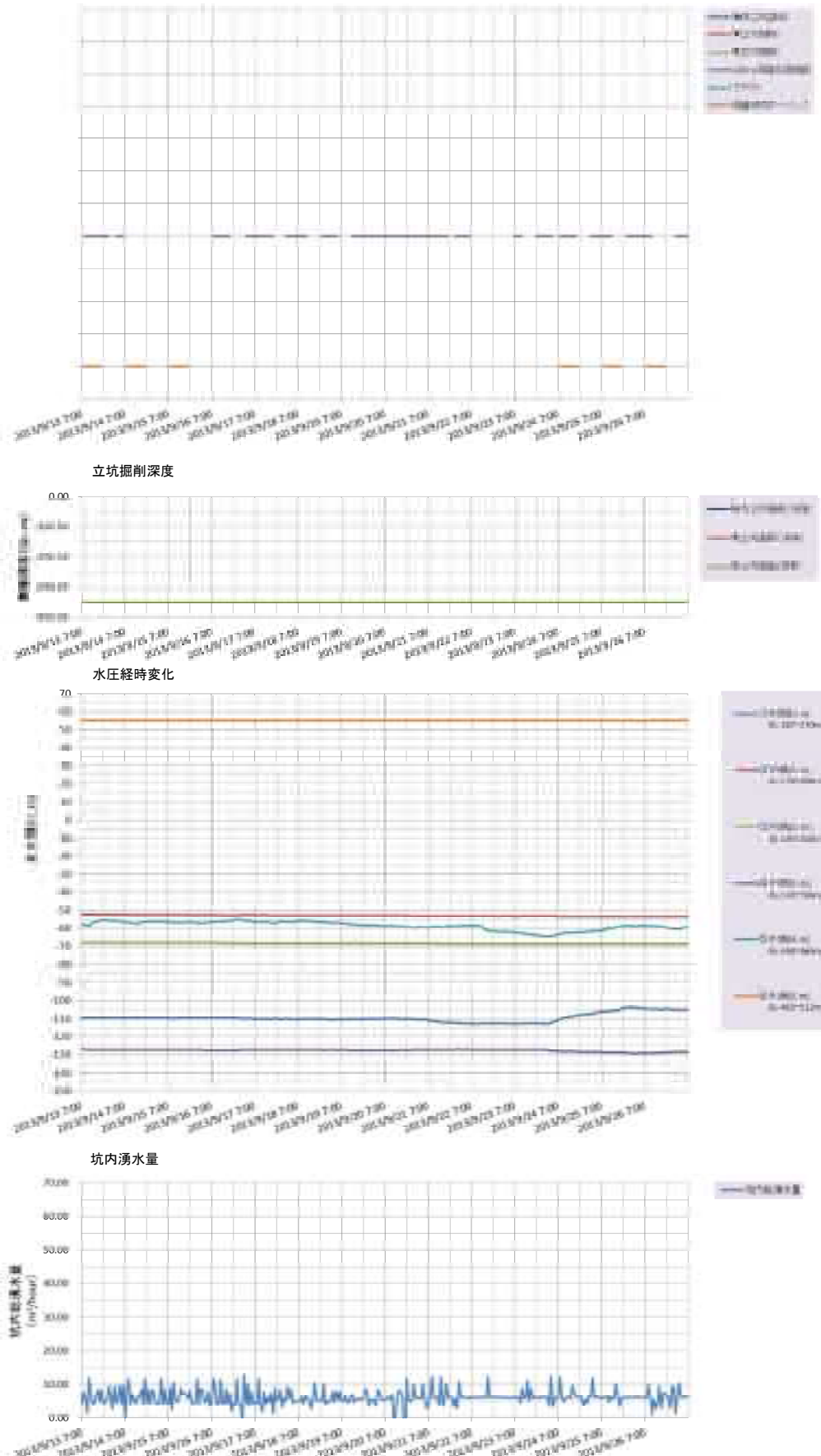
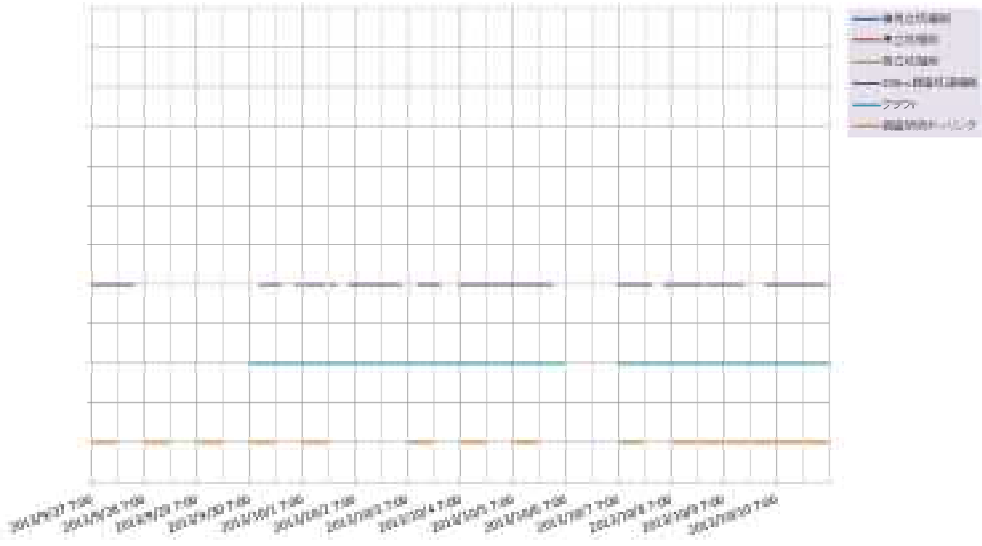
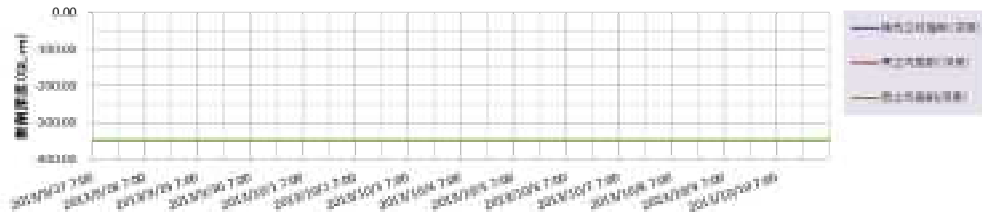


図 2-72 平成 25 年 9 月 13 日～平成 25 年 9 月 26 日における短期的な水圧変動

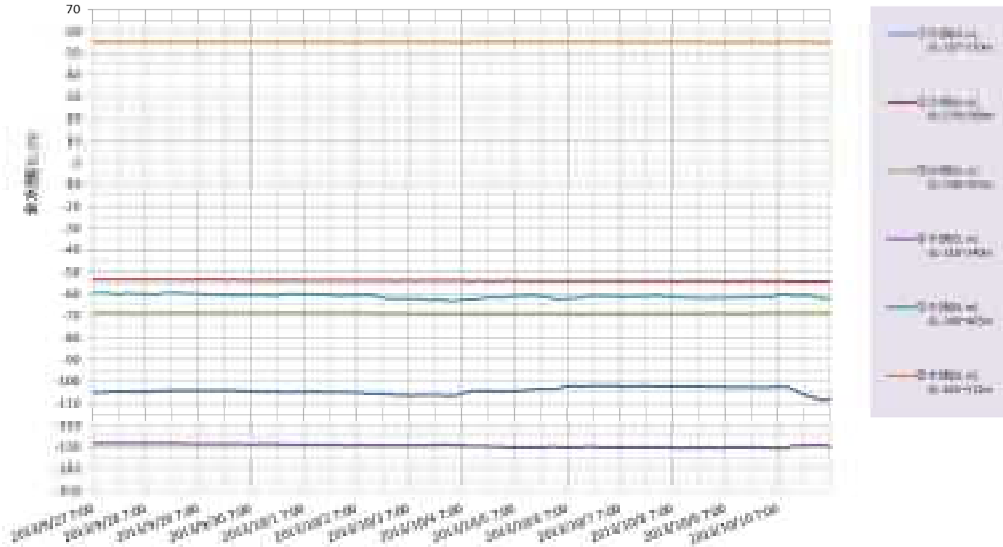
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

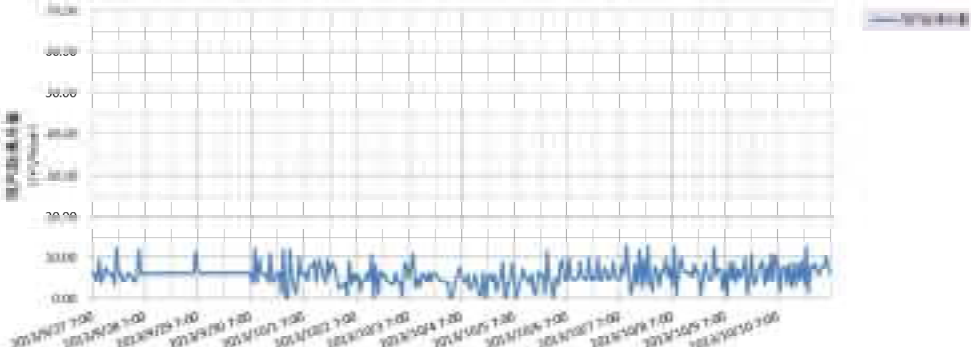
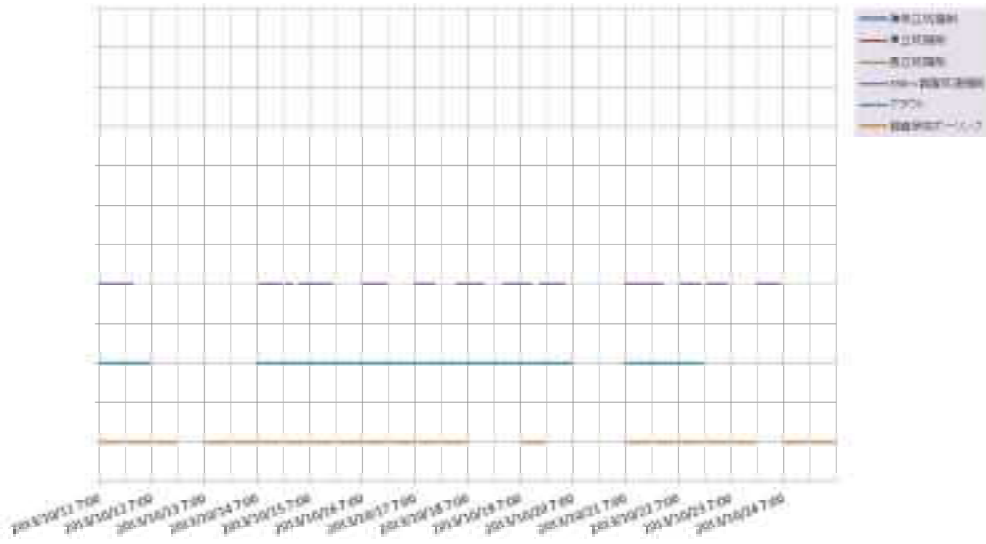


図 2-73 平成 25 年 9 月 27 日～平成 25 年 10 月 10 日における短期的な水圧変動

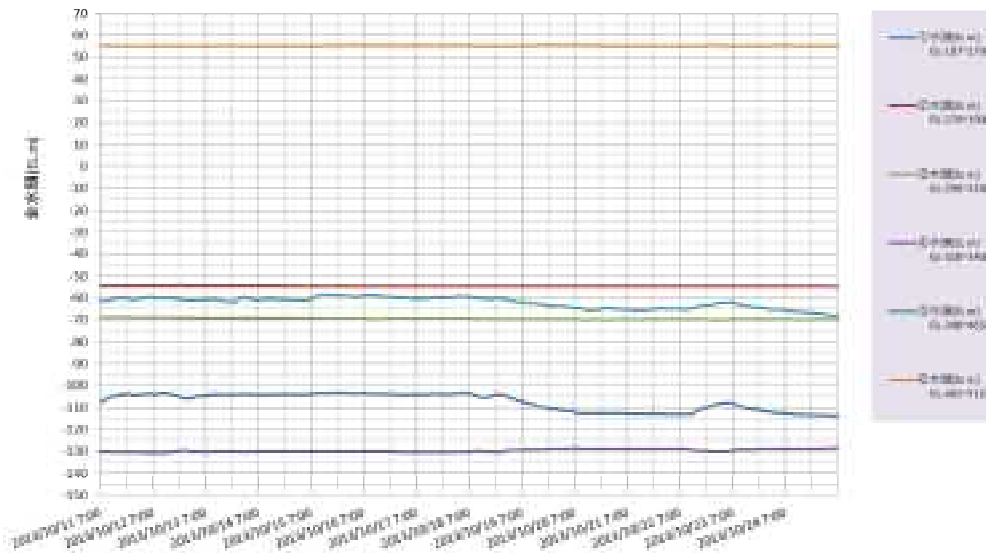
坑内作業工程



立坑掘削深度



水压経時変化



坑内湧水量

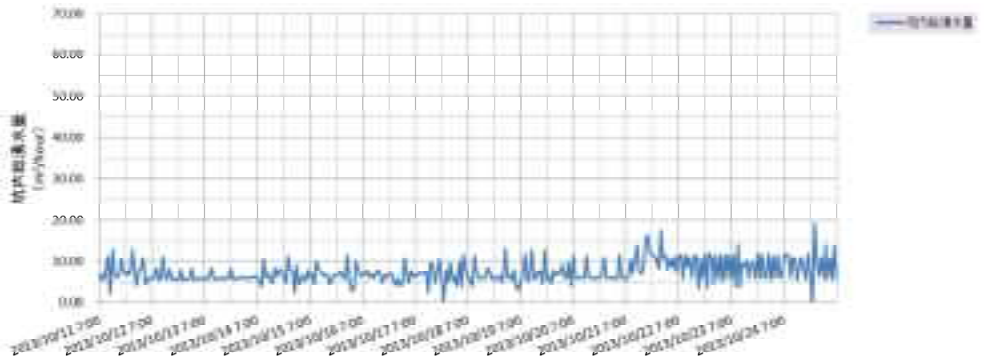
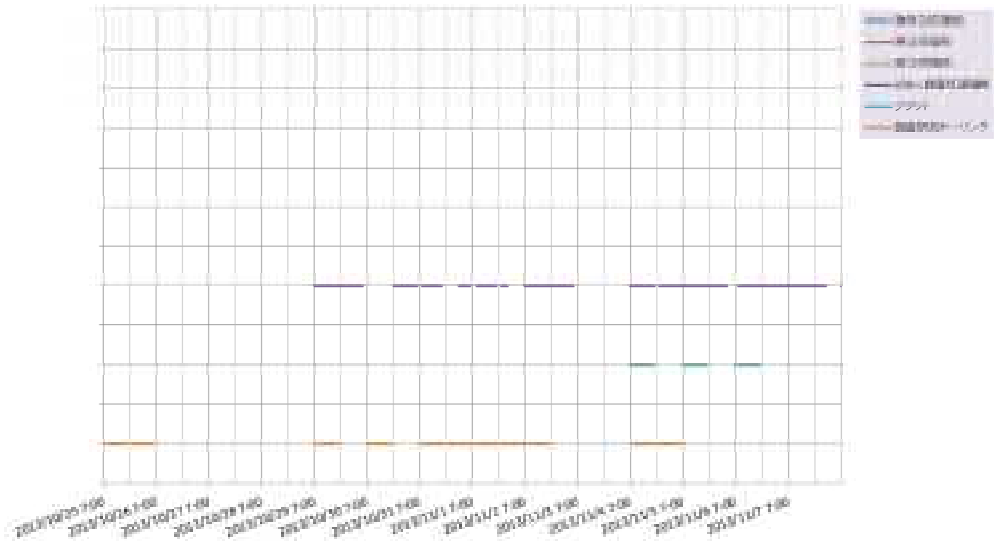


図 2-74 平成 25 年 10 月 11 日～平成 25 年 10 月 24 日における短期的な水压変動

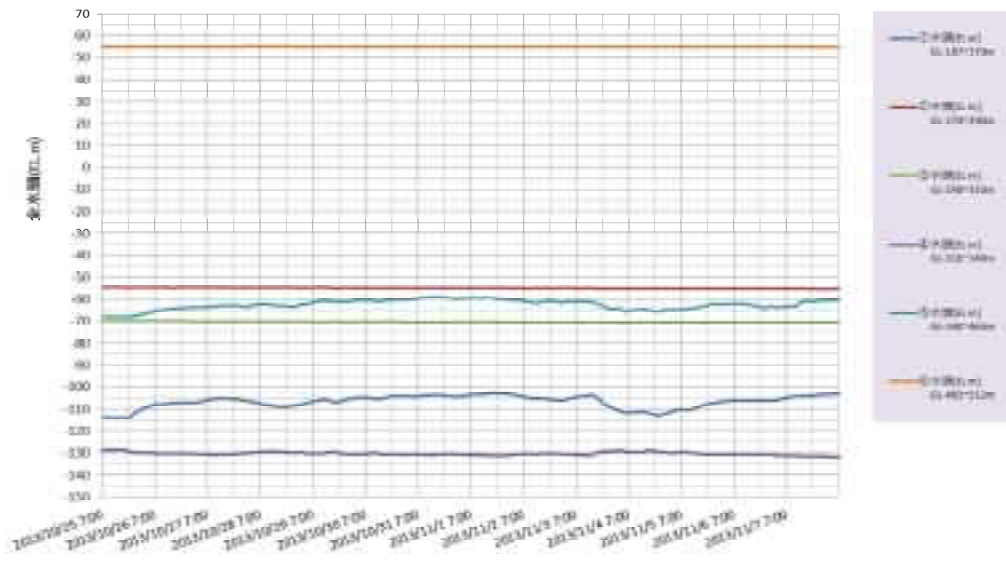
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

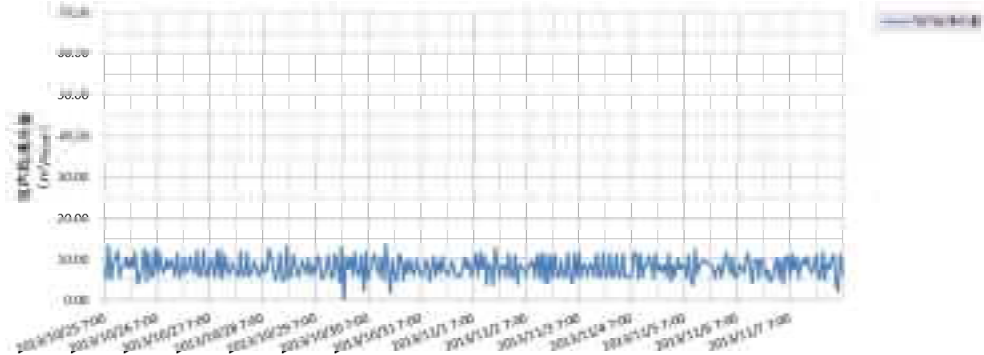
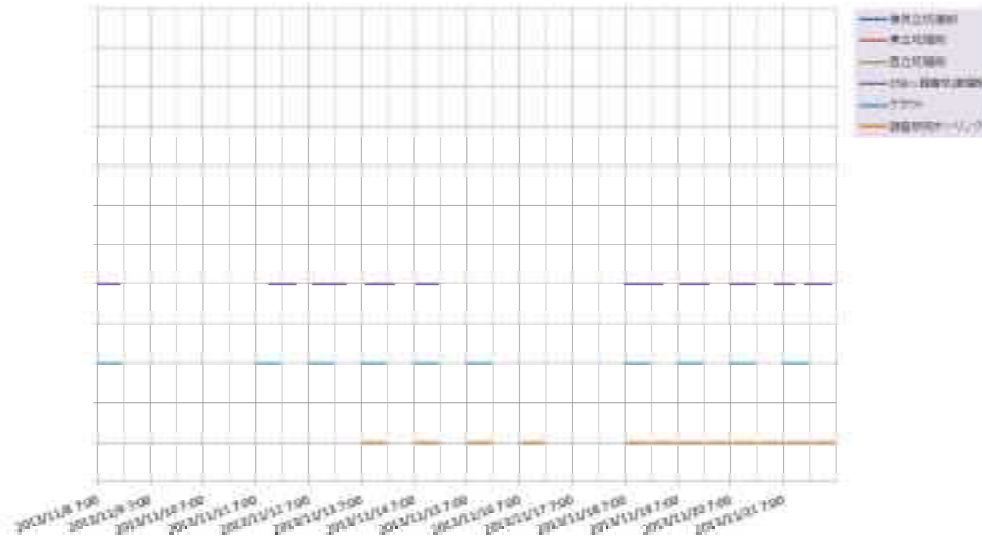


図 2-75 平成 25 年 10 月 25 日～平成 25 年 11 月 7 日における短期的な水圧変動

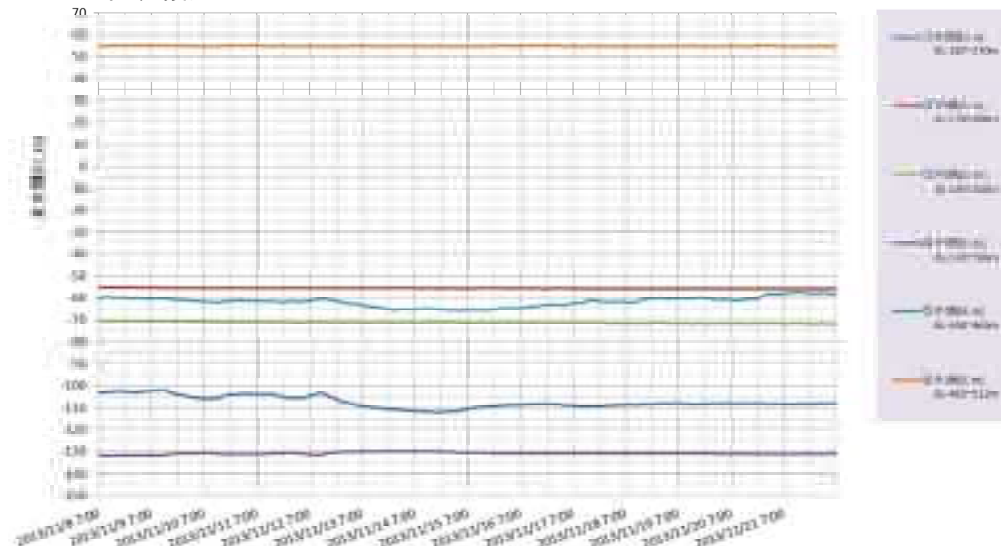
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

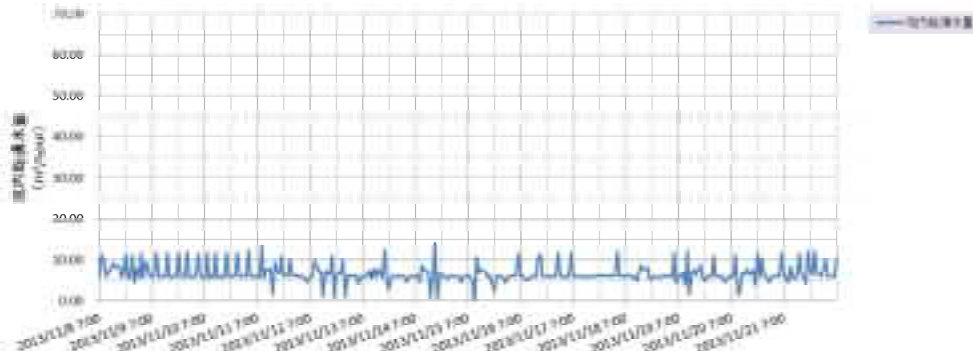
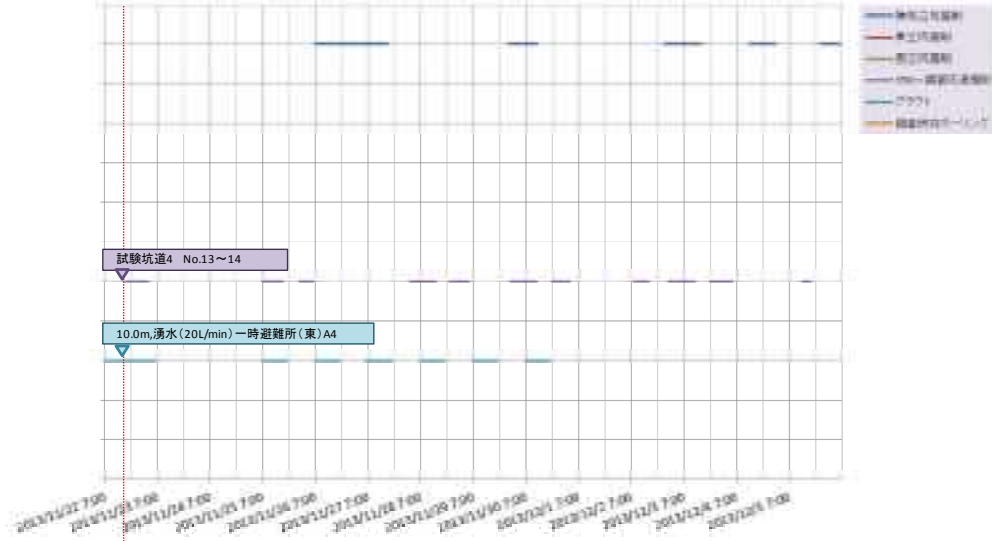
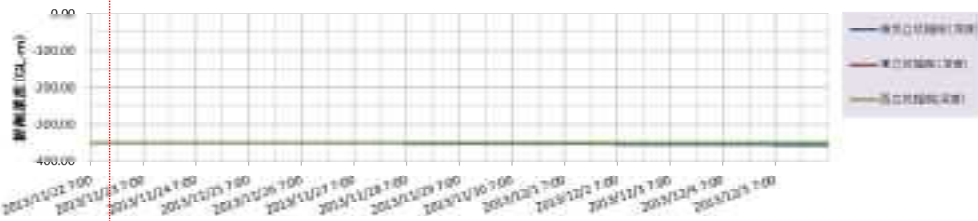


図 2-76 平成 25 年 11 月 8 日～平成 25 年 11 月 21 日における短期的な水圧変動

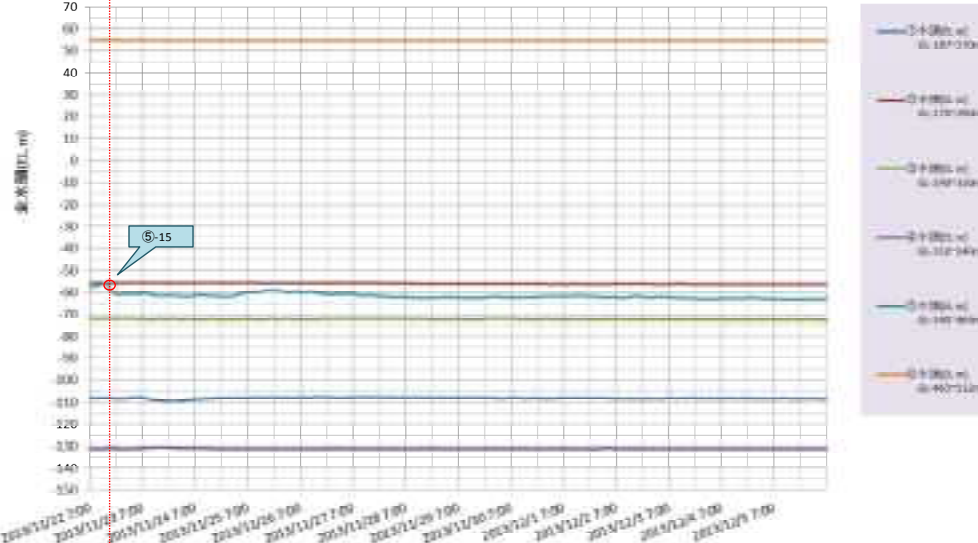
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化

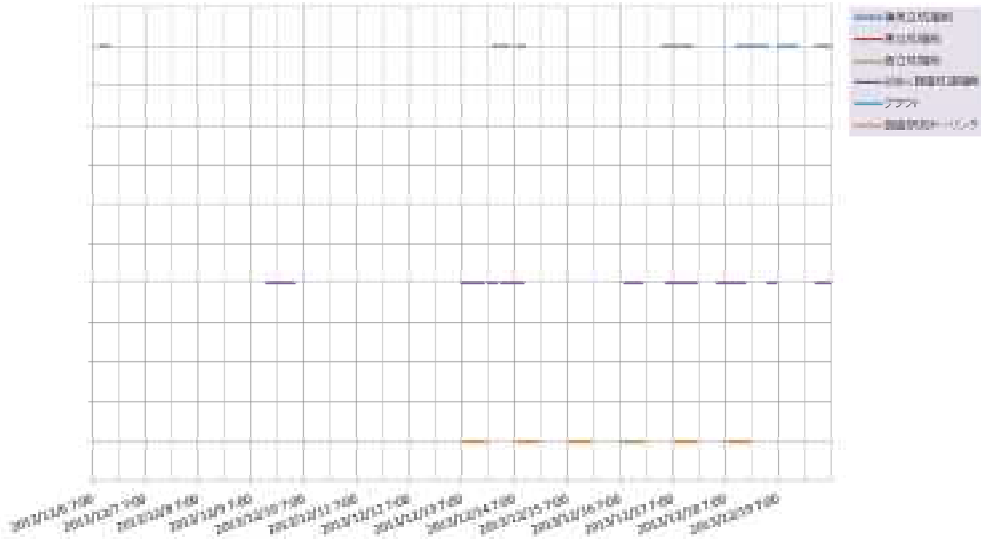


坑内湧水量

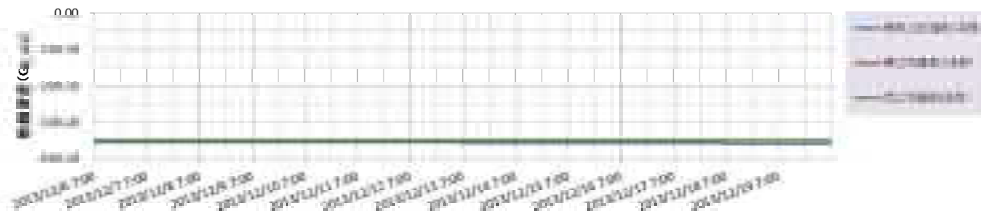


図 2-77 平成 25 年 11 月 22 日～平成 25 年 12 月 5 日における短期的な水圧変動

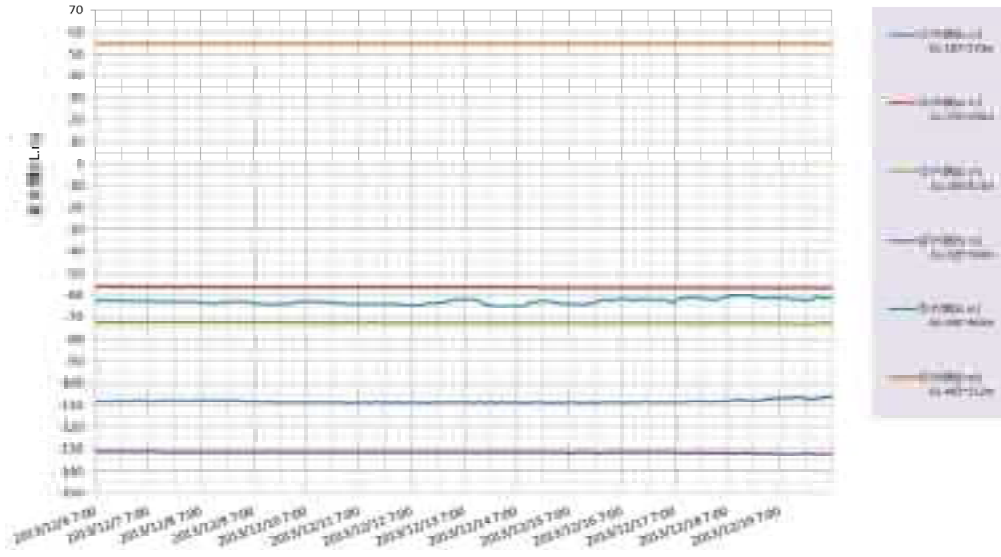
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

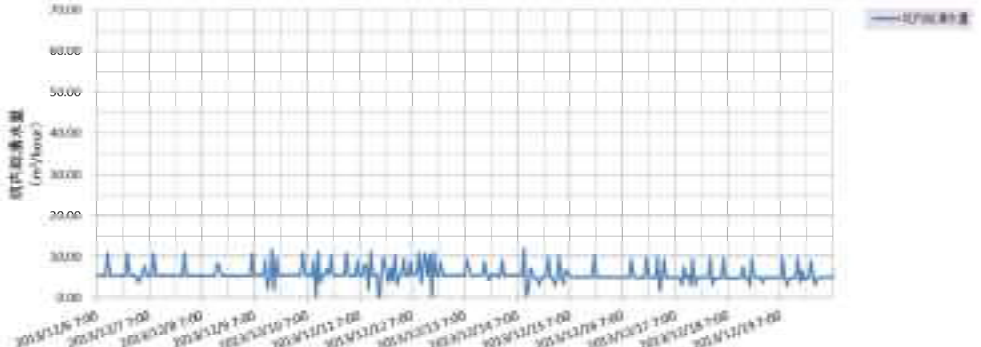


図 2-78 平成 25 年 12 月 6 日～平成 25 年 12 月 19 日における短期的な水圧変動

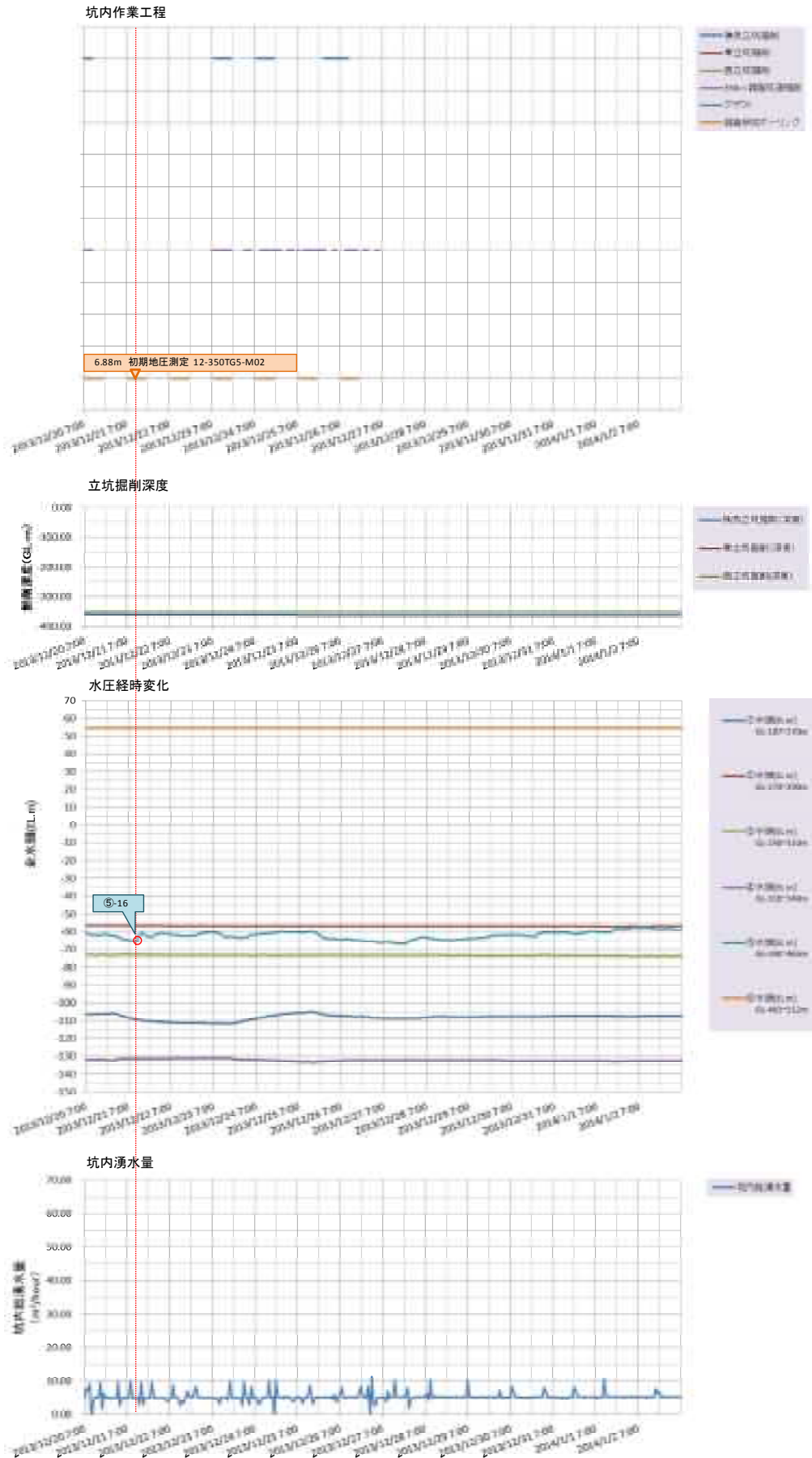


図 2-79 平成 25 年 12 月 20 日～平成 26 年 1 月 2 日における短期的な水圧変動

坑内作業工程

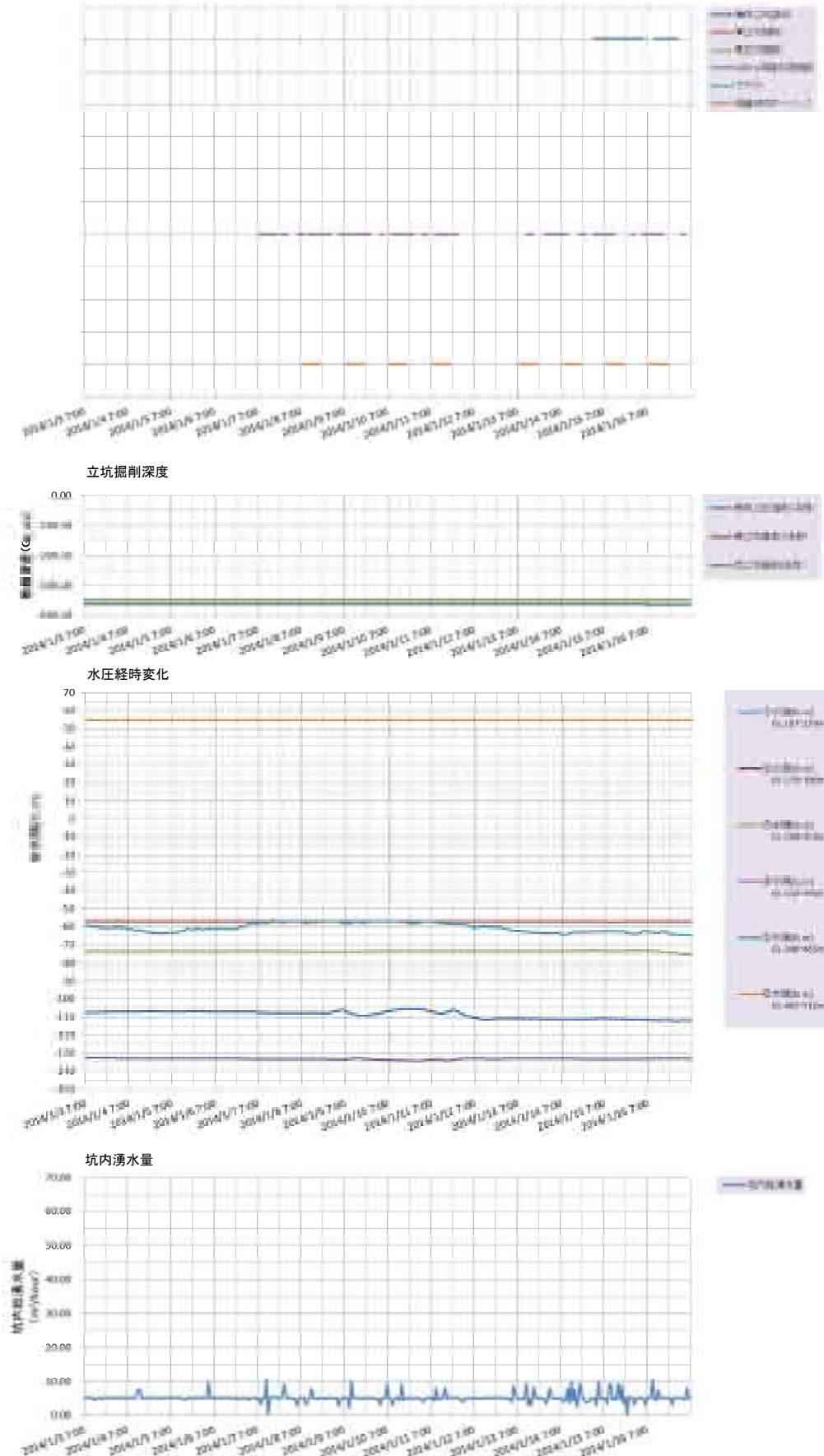
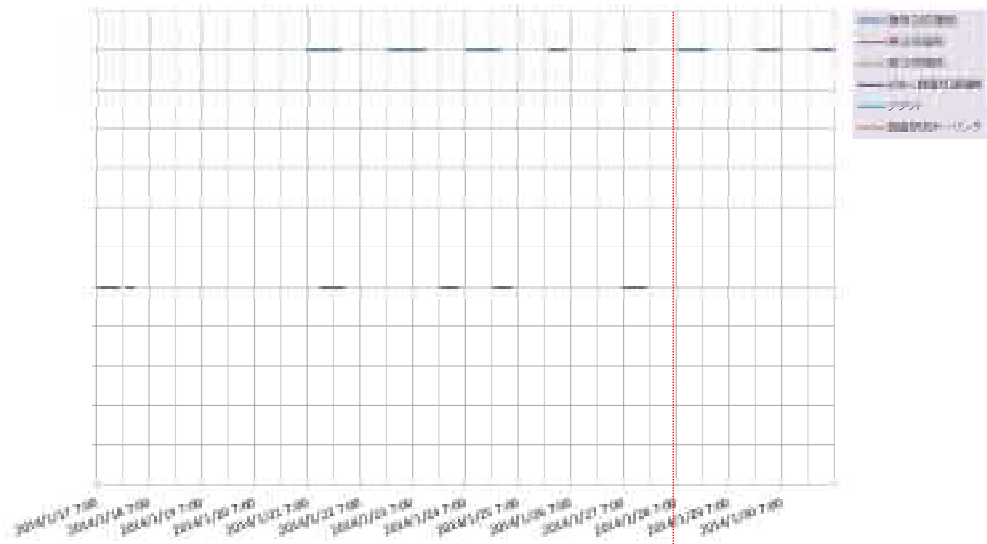
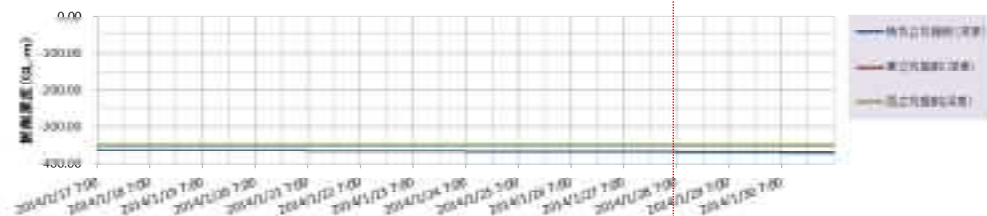


図 2-80 平成 25 年 1 月 3 日～平成 25 年 1 月 16 日における短期的な水压変動

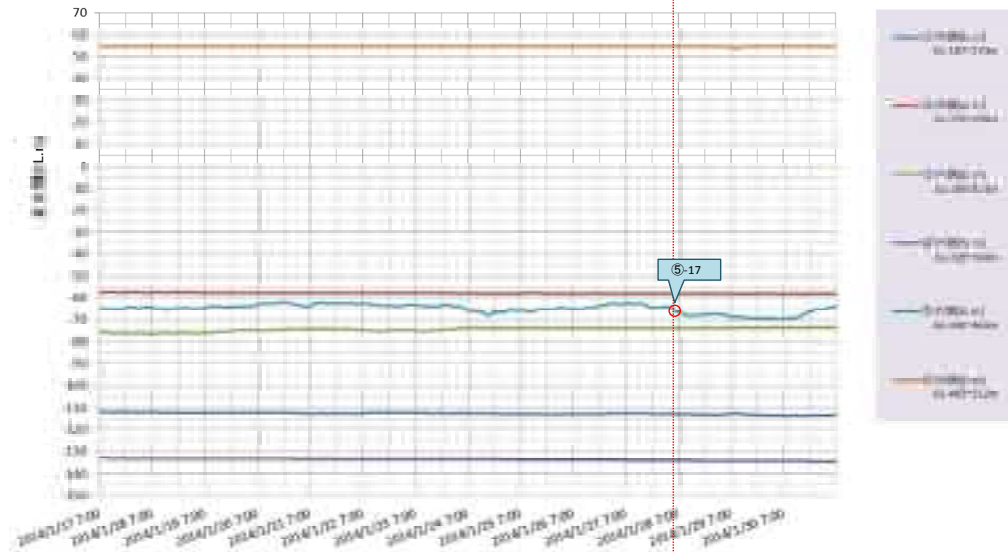
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

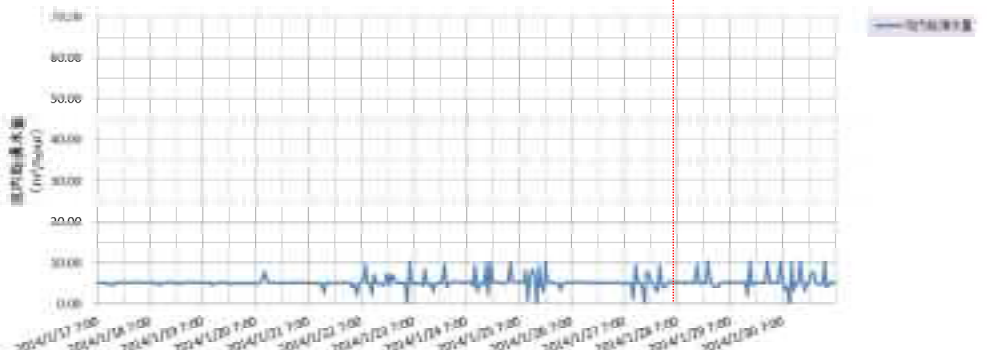


図 2-81 平成 26 年 1 月 17 日～平成 26 年 1 月 30 日における短期的な水圧変動

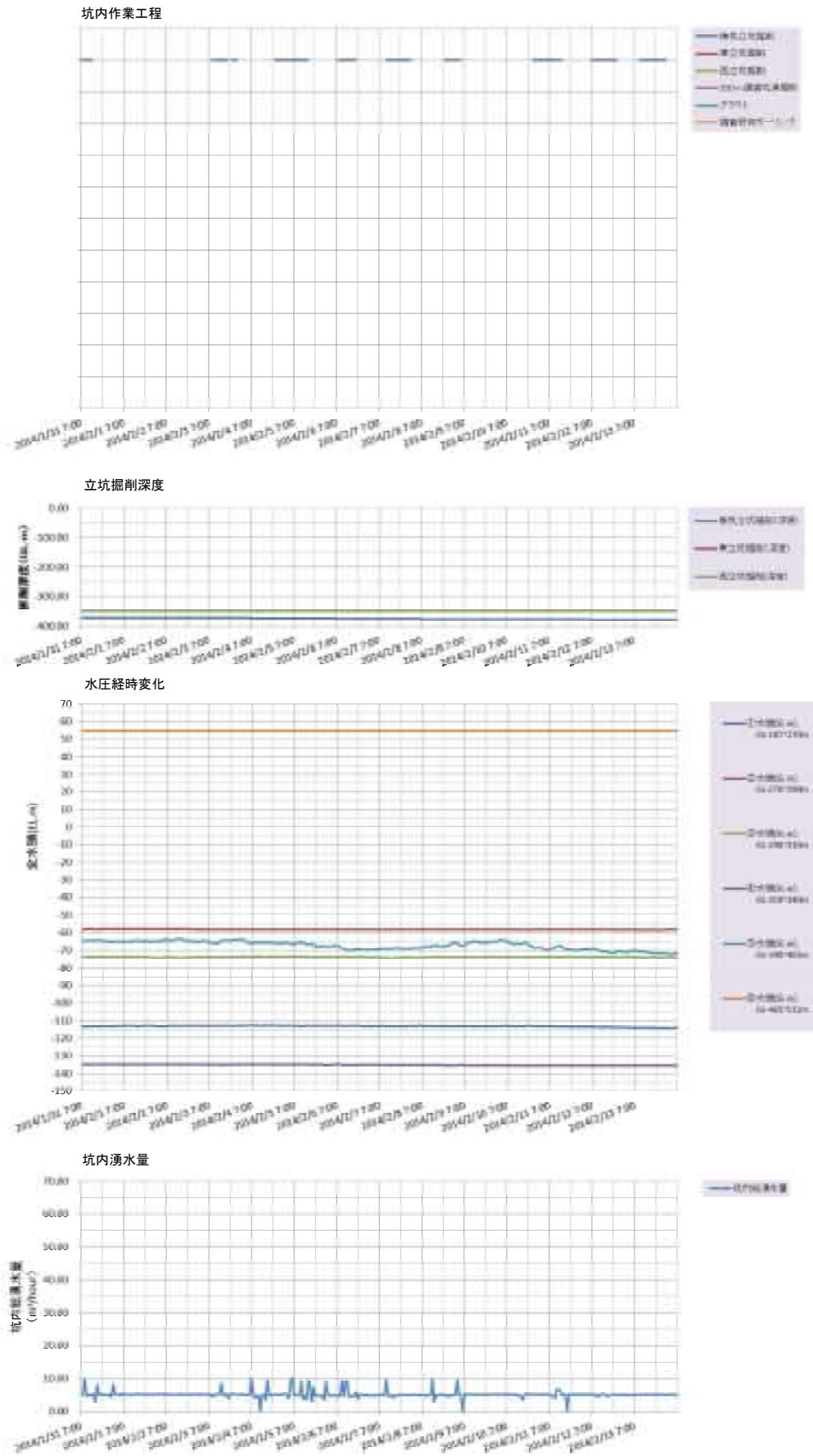


図 2-82 平成 26 年 1 月 31 日～平成 26 年 2 月 13 日における短期的な水压変動

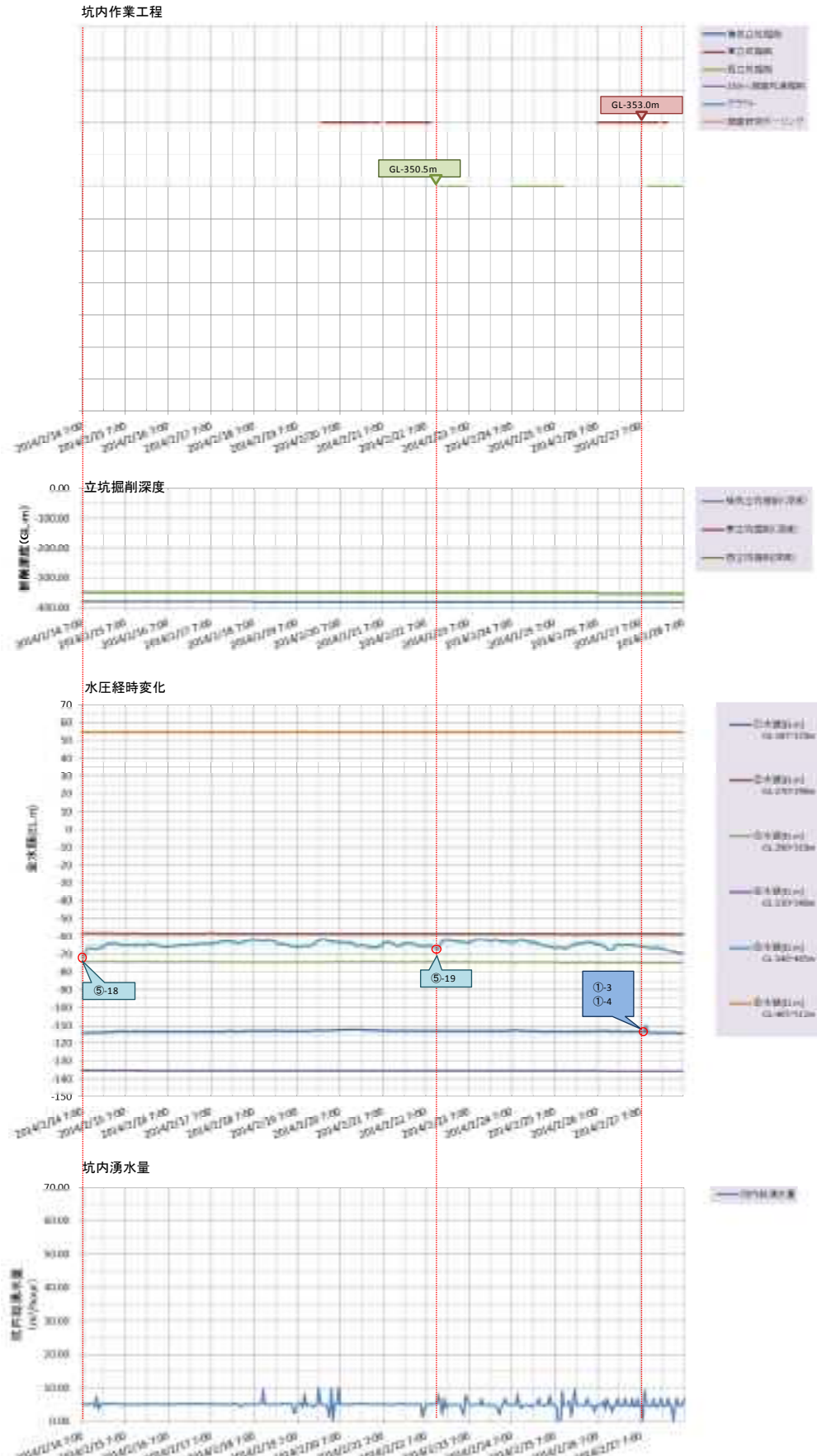


図 2-83 平成 26 年 2 月 14 日～平成 26 年 2 月 27 日における短期的な水压変動

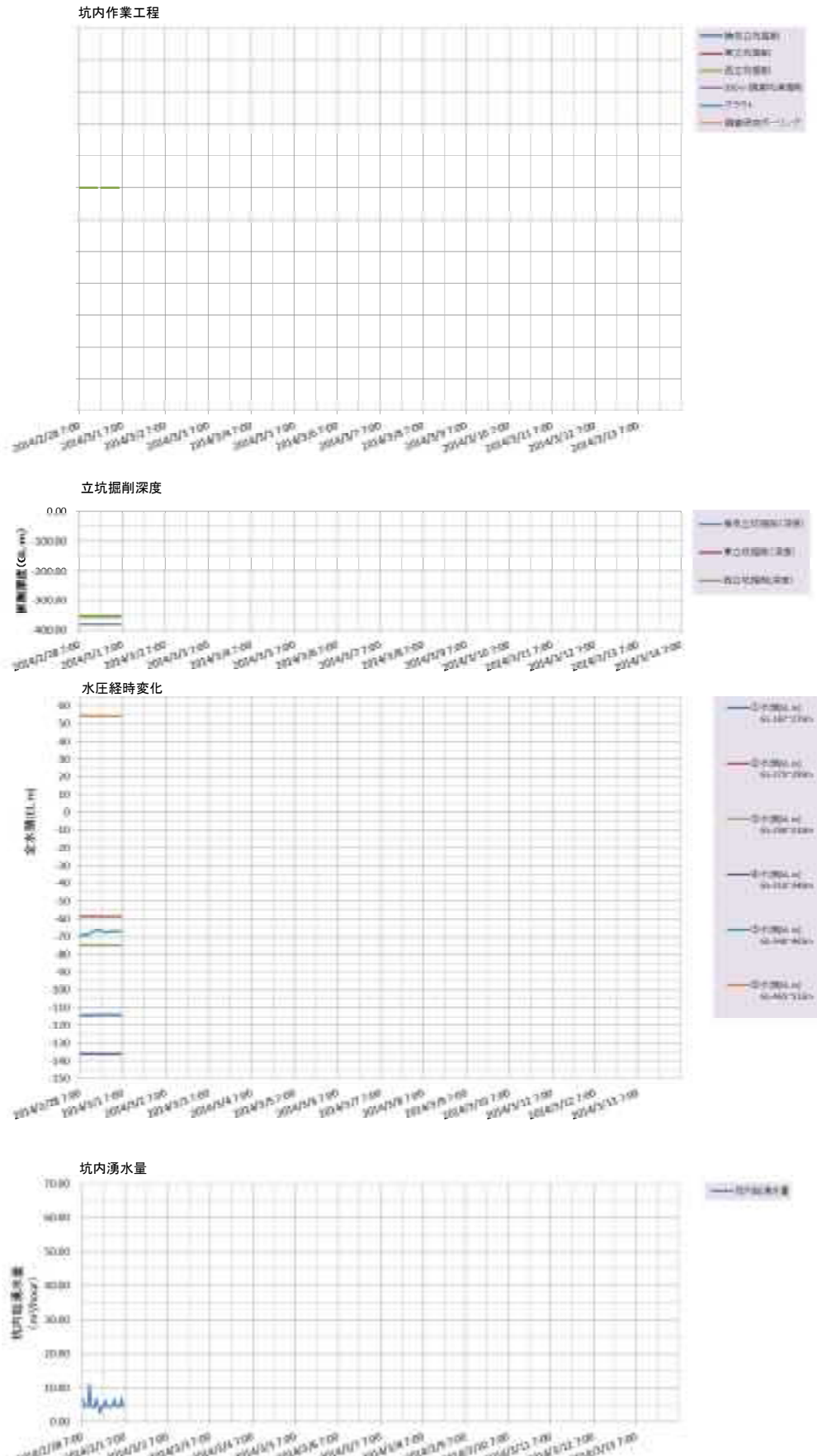


図 2-84 平成 26 年 2 月 28 日～平成 26 年 2 月 28 日における短期的な水压変動

表 2-15 ①区間における短期的な水圧の変化

番号	時間	変化量 (m/hour)	イベント				他区間の変動との関連性	備考
			立坑掘削	350m調査坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
①-1	2013/8/7 20:00	1.848			10.0m 湧水(2L/min)S1グラウト B5孔 10.0m 湧水(10L/min)S1グラウト E3孔			
①-2	2013/8/7 21:00	2.682			10.0m 湧水(2L/min)S1グラウト B5孔 10.0m 湧水(10L/min)S1グラウト E3孔			
①-3	2014/2/27 10:00	3.65	GL-353.0m 東立坑					
①-4	2014/2/27 11:00	-3.98	GL-353.0m 東立坑					

表 2-16 ④区間における短期的な水圧の変化

番号	時間	変化量 (m/hour)	イベント				他区間の変動との関連性	備考
			立坑掘削	350m調査坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-1	2013/3/24 15:00	1.136					⑤-4	
④-2	2013/3/26 5:00	1.367		西連絡坑道No.25~26				
④-3	2013/4/2 10:00	2.176	GL-299.0m 西立坑	西周回坑道No.108~109 西連絡坑道No.34~35	3.0m 噴発・湧水(68L/min) ポストグラウト O4孔 12.5m 湧水(1L/min) ポストグラウト Q2孔 10.7m 噴発(0.5L/min) E-①工区 A4孔 4.5m 噴発(1L/min) E-①工区 A11孔			
④-4	2013/4/3 20:00	-1.579		西周回坑道No.110~111	10.7m 噴発(1L/min)E-①工区 A4孔 4.5m 噴発(2L/min)E-①工区 A11孔 14m 噴発(2L/min)E-①工区 C14孔			
④-5	2013/4/4 14:00	-1.117		西周回坑道No.111~112 西連絡坑道No.38~39	3.0m 湧水(50L/min)ポストグラウト O5孔 12.6m 湧水(2L/min) E-①工区 A12孔			
④-6	2013/4/26 13:00	1.021	GL-314.0m 西立坑	試験坑道5 坑口付け	26.8m 湧水(19L/min)E-①工区 B3孔 27.1m 湧水(25L/min)E-①工区 B3孔 30.0m 湧水(2.5L/min)E-①工区 D6孔		⑤-9	
④-7	2013/4/27 9:00	1.002	GL-315.0m 西立坑		32.0m 湧水(3L/min)E-①工区 B3孔 30.0m 湧水(3L/min) E-①工区 D1孔 30.0m 湧水(2L/min) E-①工区 D3孔 5.0m 湧水(2L/min) E-①工区 E1孔		⑤-10	
④-8	2013/4/27 11:00	-1.502	GL-315.0m 西立坑		32.0m 湧水(3L/min)E-①工区 B3孔 30.0m 湧水(3L/min) E-①工区 D1孔 30.0m 湧水(2L/min) E-①工区 D3孔 5.0m 湧水(2L/min) E-①工区 E1孔			
④-9	2013/4/27 15:00	1.771	GL-315.0m 西立坑	試験坑道5 No.1~2	32.0m 湧水(3L/min)E-①工区 B3孔 30.0m 湧水(3L/min) E-①工区 D1孔 30.0m 湧水(2L/min) E-①工区 D3孔 5.0m 湧水(2L/min) E-①工区 E1孔			
④-10	2013/5/3 20:00	1.271					⑤-11	作業休日
④-11	2013/5/9 13:00	1.309						
④-12	2013/5/13 4:00	-1.271						作業休日
④-13	2013/8/26 17:00	-1.002		一時避難所(東)No.4~5	10.0m 湧水(1.8L/min) S1グラウト A2孔 10.0m 湧水(2L/min) S1グラウト B1孔 10.0m 湧水(1.5L/min) S1グラウト E6孔 10.0m 湧水(1.8L/min) S1グラウト G6孔	1.3m 比抵抗トモグラフィ R4-1		

表 2-17 ⑤区間における短期的な水圧の変化 (1)

番号	時間	変化量 (m/hour)	イベント				他区間の変動との関連性	備考
			立坑掘削	350m調査坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
⑤-1	2013/3/17 18:00	-54.548						作業休日
⑤-2	2013/3/17 19:00	23.689						作業休日
⑤-3	2013/3/24 7:00	1.778						
⑤-4	2013/3/24 15:00						④-1	作業休日
⑤-5	2013/4/1 9:00	1.071		西周回坑道 No.107~108 西連絡坑道 No.34~35	12.5m 湧水(1L/min)ポストグラウト G3孔 10.7m 噴発(0.5L/min)E-①工区 A4孔			
⑤-6	2013/4/2 7:00	-1.931		西周回坑道 No.108~109 西連絡坑道 No.34~35	10.7m 噴発(0.5L/min)E-①工区 A4孔 4.5m 噴発(1L/min)E-①工区 A11孔			
⑤-7	2013/4/2 14:00	-1.663		西周回坑道 No.108~109 西連絡坑道 No.34~35	10.7m 噴発(0.5L/min)E-①工区 A4孔 4.5m 噴発(1L/min)E-①工区 A11孔			
⑤-8	2013/4/26 12:00	-1.128	GL-314.0m 西立坑	試験坑道5 坑口付け	26.8m 湧水(19L/min)E-①工区 B3孔 27.1m 湧水(25L/min)E-①工区 B3孔 30.0m 湧水(2.5L/min)E-①工区 D6孔			
⑤-9	2013/4/26 13:00	-1.262	GL-314.0m 西立坑	試験坑道5 坑口付け	26.8m 湧水(19L/min)E-①工区 B3孔 27.1m 湧水(25L/min)E-①工区 B3孔 30.0m 湧水(2.5L/min)E-①工区 D6孔		④-6	
⑤-10	2013/4/27 9:00		GL-315.0m 西立坑		32.0m 湧水(3L/min)E-①工区 B3孔 30.0m 湧水(3L/min) E-①工区 D1孔 30.0m 湧水(2L/min) E-①工区 D3孔 5.0m 湧水(2L/min) E-①工区 E1孔		④-7	
⑤-11	2013/5/3 20:00	-1.395					④-10	作業休日
⑤-12	2013/5/13 16:00	5.526	GL-321.0m 西立坑	西周回坑道 No.133~134 東周回坑道 No.107~108				
⑤-13	2013/6/6 5:00	-3.804	GL-341.0m 西立坑	東周回坑道 No.133~134	20m 湧水(2.5L/min)A-④工区 A1孔			
⑤-14	2013/6/12 20:00	1.166	GL-346.8m 西立坑		10.5m 締付け(1L/min)A-④工区 C2孔 10.9m 湧水(3L/min)A-⑤工区 A13孔			

表 2-18 ⑤区間における短期的な水圧の変化（2）

番号	時間	変化量(m/hour)	イベント				他区間の変動との関連性	備考
			立坑掘削	350m調査坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
⑤-15	2013/11/22 16:00	-1.453		試験坑道4 No.13~14	5m 湧水(20L/min)一時避難所(東) A4孔			
⑤-16	2013/12/21 13:00	3.212				6.88m 初期地圧測定 12-350TG5-M02	作業休日	
⑤-17	2014/1/28 5:00	-1.109						
⑤-18	2014/2/14 9:00	3.308						
⑤-19	2014/2/22 15:00	2.524	GL-350.5m 西立坑					

(4) 水圧変動イベントの信頼性の評価

前項の検討より、①、④、⑤区間にて水圧変動イベントが抽出された。しかし、①、⑤区間の水圧変動イベントの信頼性については以下の点で問題がある。まず、平成 23 年度業務で、①区間はケーシング内水位を観測していると考えられること、④、⑤区間は一定期間において同一レベルの水位を示すことから両区間が連結している可能性が高いことが指摘されていた。さらに、SAB-1 孔のボーリング調査時の原位置透水試験結果に基づく、④区間の透水性は比較的高い (10^{-7} m/sec 程度) が、⑤区間の透水性は低い (10^{-10} m/sec 以下) ことが想定され、⑤区間では一般的に水圧応答が観測しにくいことが想定されることが挙げられる。また、⑤区間の水圧変動の挙動は極めて不安定である(図 2-57)。したがって、①、⑤区間の水圧変動イベントは、何らかの坑内作業イベントに伴って発生した有意な水圧変動とは言い難い。

一方、SAB-1 孔の④区間の水圧変動イベントは信頼性が高いと考えられる。平成 25 年 3 月 17 日から水圧低下が認められたが (イベント番号④-b), SAB-1 孔から北西 70m の位置にある PB-V01 孔の⑤区間でもほぼ同時期に同様な水圧低下が認められる (図 2-85)。同じく④区間で平成 25 年 6 月 13 日～8 月 3 日にかけて他区間と比べると水圧低下量が僅かに多くなり (イベント番号④-c), PB-V01 孔の⑥区間においてもほぼ同時期に同様な水圧低下が認められる (図 2-86)。このように、④区間の水圧変動イベントは、何らかの坑内作業イベントに伴って発生した水圧変動である可能性が考えられる。

以上より、本検討では④区間で抽出された水圧変動イベントを対象に、坑内作業イベントとの対比および断層／亀裂との水理学的対応関係を後項で検討する。

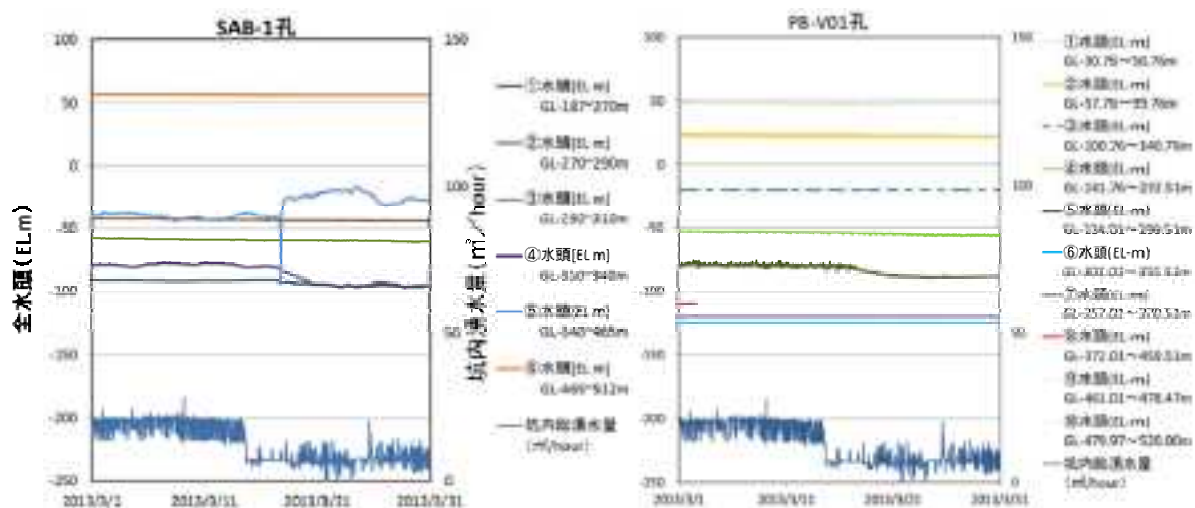


図 2-85 平成 25 年 3 月における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較
(PB-V01 孔の⑧区間以深は観測が行われていない)

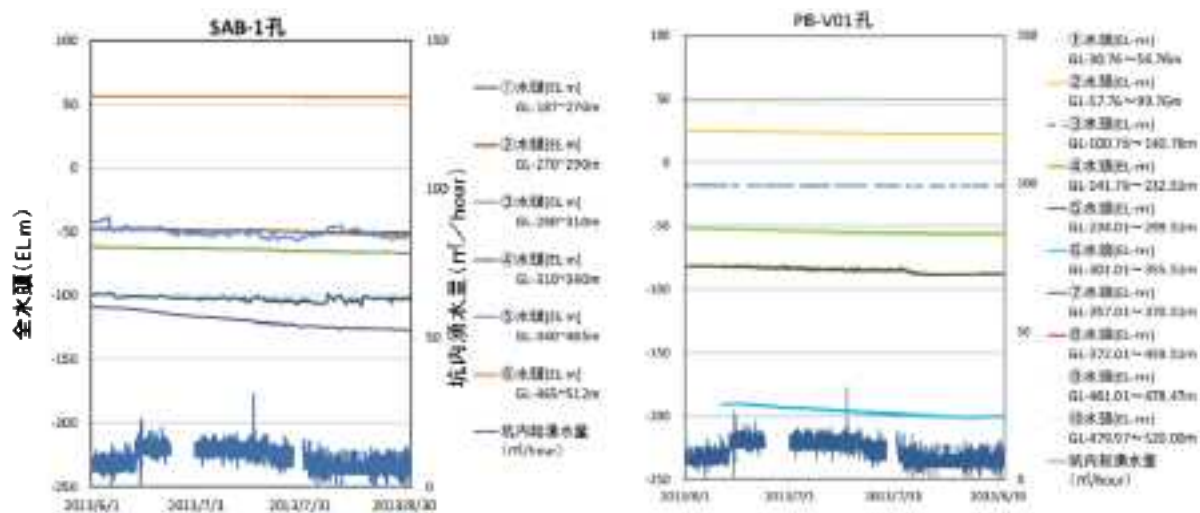


図 2-86 平成 25 年 6 月から 8 月における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較
(PB-V01 孔の⑦区間以深は観測が行われていない)

2.5 水圧変動イベントと坑内作業および断層／亀裂との水理学的対応関係

(1) 長期的な水圧変動イベント

表 2-19 に②, ④区間の長期的な水圧変動イベントとそれに関連すると考えられる坑内作業イベントの概要を示す。水圧変動イベント②-a および④-a ではそれぞれ複数回の上下動を経て結果的に 30m および 40m 程度の水位低下が観測された (図 2-14)。同イベント時期は F1 断層および F18 断層が位置する東連絡坑道の坑口～No. 33 基 (図 2-88) の掘削時の湧水時期に一致しており, それまで最大で毎時 8 m³程度で推移していた坑内総湧水量が最大で毎時 15～25 m³程度まで緩やかに増加した時期とも概ね一致する (図 2-14)。水圧変動イベント④-b では平成 25 年 2 月 9 日付近に一旦 25m 程度の水位上昇が観測された後, 複数回の水圧の上下動を経て再び 3 月 20 日付近で元の水位に戻る現象が観測された (図 2-14, 図 2-57)。その水位上昇の時期は F1 断層付近に位置する D-①工区 (図 2-88) の掘削時と一致しており, それまで最大で毎時 15 m³程度で推移していた坑内総湧水量が同湧水により最大で毎時 68 m³程度まで急激に上昇した平成 25 年 2 月 7 日の約 2 日後に相当する (図 2-14, 図 2-41)。またその水位低下時期は, D-①工区での湧水後の緊急グラウト・ポストグラウト時期と一致しており, 最大で毎時 21 m³程度で推移していた坑内総湧水量が最大で毎時 13 m³程度まで急激に低下した平成 25 年 3 月 14 日の約 6 日後に相当する (図 2-14, 図 2-43～図 2-44, 図 2-57～図 2-59)。水圧変動イベント④-c では平成 25 年 6 月 13 日付近から 8 月 3 日付近にかけて緩やかな 15m 程度の水位低下が観測された (図 2-57)。同イベント時期は F1 断層付近の D-①工区における再掘削時の湧水発生時期から S1 補強グラウトによる湧水抑制までの時期と一致しており, それまで最大で毎時 11 m³程度で推移していた坑内総湧水量が最大で毎時 15～18 m³程度まで緩やかに増加した時期とも概ね一致する (図 2-57)。

表 2-19 ②, ④区間の長期的な水圧変動イベントと坑内作業イベント

水圧変動区間		期間	350m調査坑道掘削	グラウト工／調査研究Bor
②区間	②-a	2012/4/1 ～2012/5/13	東連絡坑道 坑口～No.33 (C-①工区)	B-②工区, C-③工区で湧水あり
④区間	④-a	2012/4/1 ～2012/5/13	東連絡坑道 坑口～No.33 (C-①工区)	B-②工区, C-③工区で湧水あり
	④-b	2013/2/9 ～2013/3/20	湧水抑制作業	D-①工区 (緊急グラウト・ポストグラウト)
	④-c	2013/6/13 ～2013/8/3	東周回坑道掘削 (D-①工区)	D-①工区 (S1補強グラウト)

②-a, ④-a～c の水圧変動イベント, 坑内作業イベント, 湧水状況および断層／亀裂との水理学的対応を既存の主要な高透水性断層の推定分布 (図 2-87) を用いて整理すると以下のことが指摘できる。②-a, ④-a～c の水圧変動イベントは一部, 坑内総湧水量の変動時期と数日間の時期的な差が認められるが, いずれも坑内作業イベントとの対比の観点においては, F1 断層あるいは F18 断層と関連付けることが可能である。F1 断層は SAB-1 孔の深度 322m 付近 (④区間) と交差し, F18 断層と F17 断層を介して SAB-1 孔の深度 275m 付近 (②区間) と交差する (図 2-88)。F18 断層は SAB-1 孔の深度 325m 付近 (④区間) に交差し, F17 断層を介して SAB-1 孔の深度 275m 付近 (②区間) と交差する (図 2-88)。したがって, ②-a, ④-a～c の水圧変動イベントはこれらの高透水性断層を介して立坑／坑道掘削時の水理的擾乱

が水圧伝搬したものであると解釈することが可能であり、既存の高透水性断層の推定分布と SAB-1 孔での水圧観測結果が整合することを示唆する。

(2) 短期的な水圧変動イベント

表 2-20 に②, ④区間の短期的な水圧変動イベントとそれに関連すると考えられる坑内作業イベントの概要を示す。

表 2-20 ②, ④区間の短期的な水圧変動イベントと坑内作業イベント

水圧変動区間	期間	立坑掘削	350m調査坑道掘削	グラウト工/調査研究Bor	
②区間	②-1	2012/3/30	GL-347~-348m, 東立坑	東連絡坑道No.5~6(C-①工区)	
	②-2	2012/5/8		東連絡坑道No.28~29(C-①工区) 東連絡坑道No.61~60	
④区間	④-1~④-14	2012/2/11 ~2012/3/22	GL-322~-346m, 東立坑		GL-283~-361m, 湧水, B-②工区
	④-15~④-20	2012/4/9 ~2012/5/11		東連絡坑道No.13~31(C-①工区)	GL-286~-348m, 湧水, C-③工区
	④-21~④-39	2012/11/30 ~2012/12/11	GL-234~-235m, 西立坑	東周回坑道No.44~53	GL-350m, 湧水, D-①工区
	④-40~④-60	2012/12/12 ~2012/12/17	GL-241~-247m, 西立坑	東周回坑道No.53~59	
	④-61~④-90	2012/12/17 ~2013/1/12	GL-249~-250m, 西立坑	東周回坑道No.59~66	GL-350m, 湧水, A-②工区
	④-91~④-109	2013/1/23 ~2013/2/5	GL-257~-267m, 西立坑	東周回坑道No.90~101 東周回坑道No.241~231(D-①工区)	
	④-110~④-114	2013/2/7 ~2013/2/10			湧水対策グラウト, D-①工区
④区間	④-1~④-2	2013/3/24 ~2013/3/26		西連絡坑道No.25~26(C-③工区)	
	④-3~④-5	2013/4/2 ~2013/4/4		西周回坑道No.108~112 西連絡坑道No.34~39(B-①工区)	3.0~12.5m 噴発・湧水ポストグラウト 4.5~12.6m, 噴発・湧水, E-①工区
	④-6~④-9	2013/4/26 ~2013/4/27	GL-314~-315m, 西立坑	試験坑道5 坑口~No.2	5.0~32.0m, 湧水, E-①工区
	④-10~④-12	2013/5/3 ~2013/5/13	-	-	-
	④-13	2012/8/26		一時避難所(東)No.4~5	10.0m 湧水 S1グラウト 1.3m R4-1 比抵抗トモグラフィ

平成 24 年度では、水圧変動イベント②-1 および②-2 が、それぞれ F18 断層および F1 断層から数メートル以内に位置する東連絡坑道 No. 5~6 および No. 28~29 を掘削中に観測されている (表 2-20)。水圧変動イベント④-1~14 および④-15~20 は、それぞれ F1 断層から数メートル以内に位置する東立坑深度 322m~346m および東連絡坑道 No. 13~31 を掘削中に観測されている (表 2-20)。平成 24 年 11 月から平成 25 年 2 月までの水圧変動イベント群④-21~109 は西立坑の深度 234~267m および東周回坑道の No. 44~66, 90~101, 241~231 の掘削中に断続的に観測されているが (表 2-20)、これらの掘削中に顕著な断層や湧水は確認されなかった。しかし、④-21~109 の一連の水圧変動イベント群の開始時期は D-①工区のグラウトが行われた時期と一致しており (表 2-20)、同グラウトでは 50L/min 以上の湧水が頻発している。さらに、F18 断層付近と推定される A-②工区へのグラウトも一連の水圧変動イベント群の間中に行なわれている (表 2-20)。平成 25 年 2 月 6 日には、F1 断層付近に位置する D-①工区の東周回坑道 No.228 付近から一時的な湧水(最大で毎時 68 m³)が発生し始めたが、2 月 6 日の時点で④区間に有意な水圧低下は認められず、翌日以後の同工区における湧水対策グラウトの間中に水圧変動イベント④-110~114 が観測された (表 2-19)。

平成 25 年度では、水圧変動イベント④-1~2 が F1 断層から数メートル程度の西連絡坑道 No. 25~26 を掘削中に観測されており、水圧変動イベント④-3~5 では西周回坑道 No. 108~

112 および F1 断層から数メートル以内の西連絡坑道 No. 34～39 を掘削中に観測されている。同西周回坑道 No. 108～112 には北北東—南南西走向の断層が出現しており(予測の F8 断層に相当すると推定), 同断層は F18 断層と交差することが地質学的に推定されている。この水圧変動イベント④-3～5の期間には F1 断層近傍の D-①工区におけるポストグラウトも行われており, 同グラウト工では最大で 68L/min の湧水が生じている。水圧変動イベント④-6～9 は, 試験坑道 5 坑口～No. 2 を掘削中に観測されており, 同箇所には上述の同西周回坑道 No. 108～112 で出現した北北東—南南西走向の断層の連続が確認されている。この水圧変動イベント④-6～9の期間には F18 断層の交差する E-①工区へのグラウトも行われており, 同グラウト工では最大で 32 L/min の湧水が生じている。水圧変動イベント④-13 は F18 断層付近に位置する一時避難所(東) No. 4～5 を掘削中に観測されている。一方, 水圧変動イベント④-10～12 は, 坑内作業イベントがない時期に観測されている。

既存の主要な高透水性断層の推定分布(図 2-87)を用いて, 水圧変動イベント, 坑内作業イベント, 湧水状況および断層/亀裂との水理学的対応を整理すると以下のことが指摘できる。②, ④区間で観測された上記の水圧変動イベントはいずれも F1 断層あるいは F18 断層と関連している。したがって, 前述した長期的な水圧変動イベントと同様に, これらの短期的な水圧変動イベントも高透水性断層(F1 断層, F17 断層, F18 断層など)を介して立坑/坑道掘削時の水理的擾乱が水圧伝搬したものであると解釈することが可能であり, 既存の高透水性断層の推定分布と SAB-1 孔での水圧観測結果が整合することを示唆する。

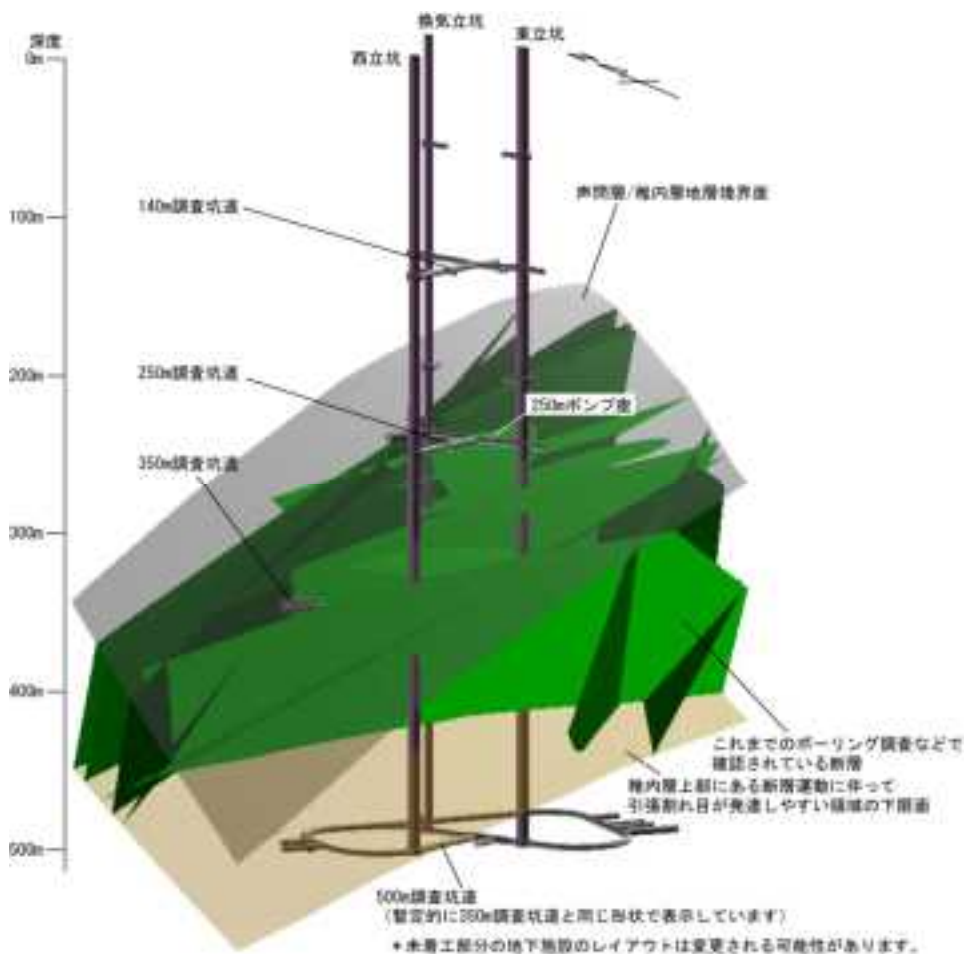


図 2-87 地下施設周辺の主要な高透水性断層の推定分布(中山ほか編, 2011)

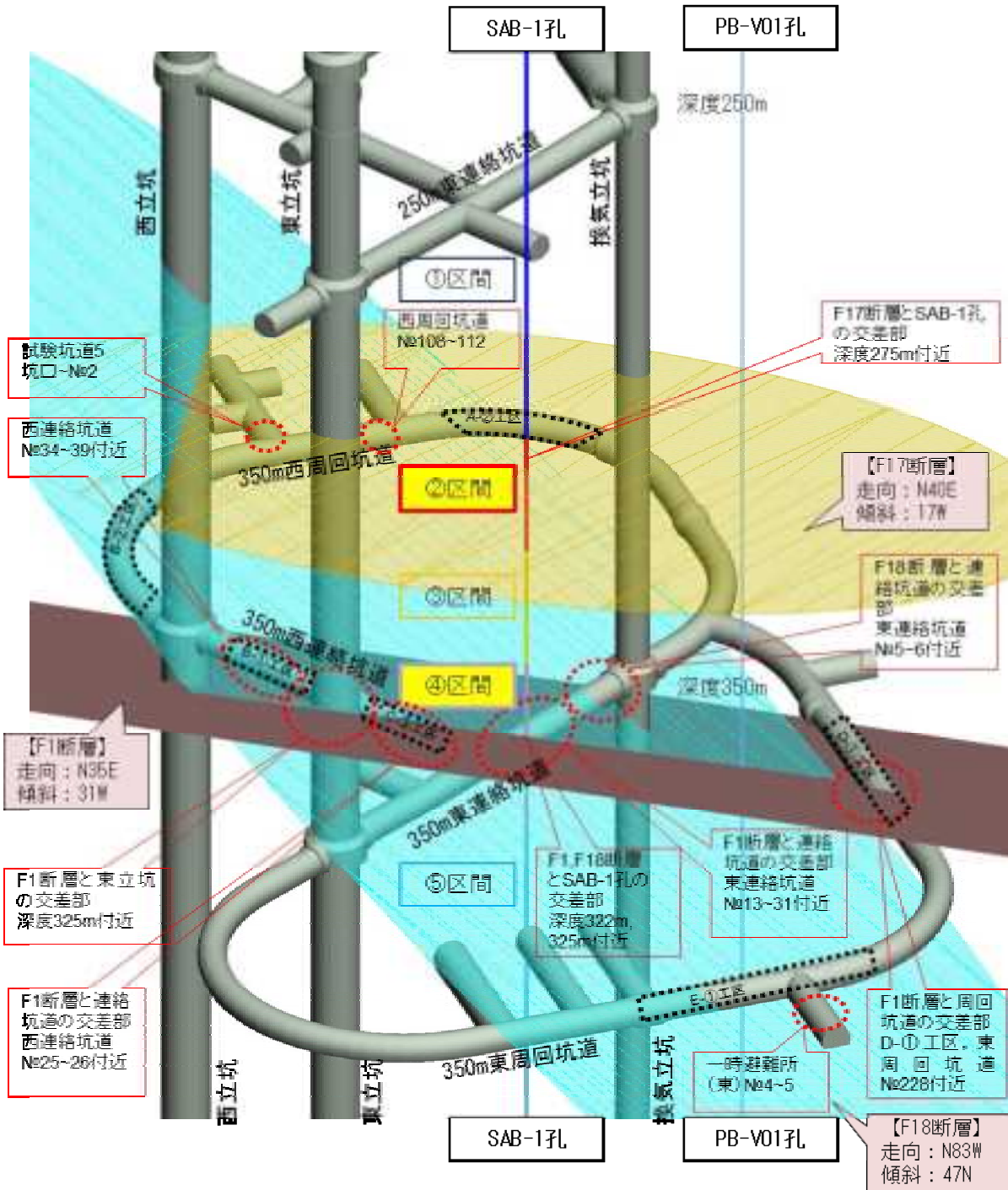


図 2-88 SAB-1 孔の②, ④区間における水圧変動イベントと関連可能性のある坑内作業現場と主要な高透水性断層 (図 2-87) の位置関係¹

¹断層の分布は坑道掘削前の予測のモデル図であり、実際の位置は数メートル以上離れる箇所もある。また、F1断層はD-①工区の坑道壁面に認められなかったが、その近傍まで350m東連絡坑道から連続していることが地質学的な検討より推定されている。

2.6 考察

亀裂を含む堆積岩の水理特性を数十メートルブロックのスケールで評価する場合、それらの亀裂がそのスケールでネットワークを形成し得るかどうかを評価することは極めて重要である。今回水圧観測を行った SAB-1 孔は、幌延深地層研究センターの地下施設にて行われている掘削等の坑内作業現場から数十メートルの距離に位置する。つまり、同地下施設周辺の数十メートルブロックの亀裂ネットワークを評価するのに適した場に位置する。JAEA の既往の調査研究に基づけば、同地下施設周辺では F1 断層、F17 断層、F18 断層といった数十メートル以上の連続性を有す高透水性の断層がネットワークを形成して存在することが推定されている（図 2-88）。以下では SAB-1 孔での水圧観測結果に基づくこれらの断層のネットワークモデルの検証を通じて得られる幾つかの知見を整理し、水圧観測による亀裂を含んだ堆積岩の水理地質構造モデルの検証を行う際の留意点として取りまとめる。

今回の調査と平成 23 年度 JNES 委託事業「平成 23 年度モニタリング装置のデータの整理分析と測定品質管理」の調査に基づくと、以下のことが指摘できる。

- 長期的な水圧変動イベントは、高透水性断層に関連する坑内作業イベントの時期および坑内総湧水量の変動時期と時間単位～日単位の幅でよく一致しており、数十メートルブロックのスケールにおいて F1 断層などの複数の高透水性断層がネットワークを形成するとする既存の予測モデル（図 2-88）を支持する。
- 短期的な水圧変動イベントも、その大部分が高透水性断層に関連する坑内作業イベントの時期と時間単位の幅で一致しており、高透水性断層の連続性／連結性の観点で既存の予測モデルを支持する。しかし、坑内作業イベントのない時期に観測される、あるいは顕著な断層や湧水に関連しない坑内作業イベントに観測されるなど、幾つか坑内作業イベントとの時間単位での時期的な対比のみではその要因の解釈が困難なイベントも観測される。
- 上項の要因として、ある坑内作業イベントによる水理的擾乱が時間遅れで SAB-1 孔での水圧変動イベントを引き起こす、あるいはある坑内作業イベントによる水理的擾乱がその作業終了後も継続的に水圧変動イベントを引き起こす可能性が考えられる。例えば、東周回坑道 No.228 付近での湧水に起因して坑内総湧水量が平成 25 年 2 月 7 日に急激に毎時 68 m³まで上昇したが、実際に SAB-1 孔で大きな水圧変動が確認されたのは 2 月 9 日からであり（長期的な水圧変動イベント④-b：図 2-14）、約 2 日間の時間差がある。また、短期的な水圧変動イベント群④-21～109（平成 24 年 11 月 30 日～平成 25 年 2 月 5 日）は前述の通り、同水圧変動イベント群が顕著な湧水を伴った D-①工区のグラウト以降に頻発し始めたことから D-①工区グラウトによる F1 断層への水理的擾乱により発生し始めた可能性が考えられる。これが正しいとすれば、この水理的擾乱による SAB-1 孔への影響は約 2 か月継続したことになり、そのような長期間な水圧変動は脱ガス等の影響もその要因として考える必要がある。
- 水圧変動イベントは、水圧が低下するパターンに加えて、増加するパターンも観測される。坑道内には断層から地下水が湧水している環境を考えると、水圧が増加する現象はこの環境と一見矛盾する。長期的な水圧変動イベントを見ると、増加するパターン（②-a, ④-a～b）はグラウト工の実施時期に観測されている（表 2-19）。したがっ

て、水圧が増加するパターンはグラウト注入による水理／力学的擾乱が要因である可能性が考えられる。しかし、短期的な水圧変動イベントで見ると、グラウト工が実施されていない時期にも多数の水圧増加が観測されている(表 2-3～表 2-9, 表 2-16)。時間単位のスケールで見ると、水圧の上昇とグラウト工による水理／力学的擾乱を直接的に結び付けることはやや難しい。

- ②, ④区間は多数の水圧変動イベントが観測され、結果的に地下施設建設前の推定水位(標高約 60m)と比べるとそれぞれ約 100m および約 200m の水位低下が生じている。前述した通り、これらの水位低下は高透水性断層のネットワークに関連する。一方、⑥区間は水圧変動イベントが未だ観測されておらず、その水位は依然として地下施設建設前の推定水位を保っている。⑥区間にも、複数の比較的規模の大きな断層(断層破碎物を挟在する)の交差がボーリングコア観察により確認されているが、それらは高透水性断層ではなく、同区間は稚内層中の高透水性断層分布領域(図 2-88)の下位に位置すると推定されている。仮に⑥区間で観察される断層が図 2-88 に推定する高透水性断層のネットワークに参加しているのであれば、一連の坑内作業イベントにおける湧水に伴って何らかの水圧変動が確認されることが想定される。⑥区間の水圧観測結果は、同区間周辺の領域では数十メートルブロックのスケールにおいて高透水性断層のネットワークが形成されていないとする既存の予測モデルを支持する。

以上のことをまとめると、水圧観測による亀裂を含んだ堆積岩の水理地質構造モデルの検証を行う際の留意点として、以下のことが示唆される。地下施設周辺数十メートルのボーリング孔で観測される水位は、グラウト工を含む地下施設の建設による水理／力学的擾乱により低下のみならず上昇することもあり、その変動時期も地下施設で起こる様々なイベントから数時間～数日の遅れが生じることがある。場合によっては、あるイベントが長期的に水圧変動を引き起こし、その後のイベント対比を困難にすることも考えられる。しかしながら、堆積岩中に高透水性断層のネットワークが形成されていれば、何からの水圧変動をその証拠として観測することは十分に可能であり、地下施設の立坑／坑道掘削時における周辺数十メートル孔での水圧観測は数十メートルブロックにおける亀裂の水理学的な連続／連結の検証に有効であると言える。水圧変動と坑内でのイベントの時期的な対比についても、グラウトを実施する場合は明瞭な対応関係を得にくいことが想定されるが、グラウトによる水理／物理的擾乱の影響がまだ小さい段階では明瞭な対比が十分に可能であることが想定され、その様な初期の段階に十分なデータを得ることが可能と考えられる。一方、地層中に亀裂が水理学的に連続／連結していないことを検証する場合は、水圧が長期にわたって有意に変動しないことを確認することが重要となり、可能な限り長期的に水圧観測を行うことが肝要となる。

3 モニタリング装置によるデータ取得の品質管理

水圧モニタリング装置のデータ取得に当たり、品質管理の一環として観測装置や付帯設備の巡視を実施した。実施期間は、平成24年10月15日から平成26年3月10日までの2回/週（月曜，木曜，巡視日が休日の場合は翌日）である。巡視項目を以下に示す。

《巡視項目》

①観測小屋外部

- ・ 孔口部
- ・ 観測小屋
- ・ ゴム管（孔口側）
- ・ ゴム管（小屋側）
- ・ 温度計
- ・ 温度計配線

②観測小屋内部の備品

- ・ 計測システム（机上）
- ・ 計測システム（無停電電源）
- ・ 計測システム（パソコン）
- ・ 大気圧計
- ・ 温度計
- ・ パッカー圧管理装置及びパッカー圧計
- ・ 採水バルブ開閉装置
- ・ 区間閉塞用パッカー圧管理装置
- ・ 水圧センサー用ケーブルドラム
- ・ チャンバー

巡視期間中、観測装置や付帯設備の破損や孔内からの流体の噴出は確認されなかった。冬期は、巡視作業に支障がでる箇所を除雪作業を行った。

巡視報告と現場写真を巻末資料に示す。

4 まとめ

1. SAB-1 孔の観測データに含まれる潮汐や大気圧等のノイズ成分を検討した結果、坑内作業に起因する水圧変動イベントを抽出する上で、同ノイズ成分の影響は小さいことが確認された。
2. SAB-1 孔で観測された水圧変動イベントの時期と、地下施設内での坑内作業イベントや湧水量の変動の時期を対比した結果、前者の時期が後者の時期よりも数時間～数日遅れることがあるものの、概して、既存の高透水性断層の予測分布と整合的な対比結果が得られた。
3. 堆積岩中の数十メートルブロックにおける亀裂の水理学的な連続／連結を検証する上で、地下施設周辺数十メートル孔での水圧観測は有効であり、グラウトを実施する場合はその水理／力学的擾乱の影響が小さい初期の段階のデータを用いた検証が望ましいことが示唆された。また、亀裂が水理学的に連続／連結していないことを検証する上でも同水圧観測は有効であり、その場合はより長期にわたる水圧観測が肝要となることが示唆された。

5 参考文献

中山 雅，澤田純之，杉田 裕（編）（2011）：“幌延深地層研究計画 平成 22 年度調査研究成果報告”，JAEA-Review 2011-033，日本原子力研究開発機構。

産業技術総合研究所（2011）：“平成 21～22 年度地下水流動解析モデルの総合的検証手法の検討（幌延変動観測調査）最終報告書”，独立行政法人原子力安全基盤機構 委託調査研究報告書，http://www.jnes.go.jp/gijyutsu/2010_haiki_itakuchosa.html

Tamura, Y., T. Sato, M. Ooe and M. Ishiguro (1991):“A Procedure for Tidal Analysis with a Bayesian Information Criterion”, *Geophys. J. Int.*, vol.104, pp.507-516.

藪内 聡，操上広志，瀬尾昭治，原 稔，國丸貴紀，竹内竜史（2006）：“幌延深地層研究計画におけるボーリング孔を用いた地下水の水圧の長期モニタリング”，JAEA-Research 2006-056，日本原子力研究開発機構。