

平成 26 年度
地下の間隙水圧モニタリングの
データ整理及び測定品質管理

委託調査研究
報告書

平成 27 年 3 月

独立行政法人 日本原子力研究開発機構

バックエンド研究開発部門

幌延深地層研究センター 深地層研究部

本報告書は、原子力規制庁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 26 年度 地下の間隙水圧モニタリングのデータ整理と測定の品質管理」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、原子力規制庁の承認が必要です。

報告書目次

1	概要	1
1.1	実施目的	1
1.2	実施項目	1
1.3	実施場所	2
1.4	実施期間	2
1.5	発注者	2
1.6	実施者	3
1.7	実施体制	3
1.8	実施工程	4
2	水圧モニタリングデータの整理・分析	5
2.1	SAB-1 孔の状況	5
2.2	観測データの測定間隔と処理方法	7
2.3	2009 年 12 月 1 日から 2015 年 2 月 28 日の全期間における SAB-1 孔の水圧変動と坑内作業との対比	8
2.4	2009 年 12 月 1 日から 2010 年 11 月 30 日における SAB-1 孔の水圧変動と坑内作業との対比	11
2.5	2010 年 12 月 1 日～2011 年 10 月 9 日における SAB-1 孔の水圧変動と坑内作業との対比	51
2.6	2011 年 10 月 10 日～2012 年 2 月 5 日における SAB-1 孔の水圧変動と坑内作業との対比	89
2.7	2012 年 2 月 6 日～2013 年 2 月 28 日における SAB-1 孔の水圧変動と坑内作業との対比	113
2.8	2013 年 3 月 1 日～2014 年 2 月 28 日における SAB-1 孔の水圧変動と坑内作業との対比	171
2.9	2014 年 3 月 1 日～2015 年 2 月 28 日までの対比における SAB-1 孔の水圧変動と坑内作業との対比	217
2.10	水圧変動イベントの信頼性の評価	259
2.11	考察	262
3	モニタリング装置によるデータ取得の品質管理	268
4	まとめ	271
5	参考文献	271

巻末資料

- App. 1 グラウト工配置図
- App. 2 平成 26 年度における巡視報告
- App. 3 平成 26 年度における現場写真

図目次

図 1-1	SAB-1 孔位置図	2
図 2-1	全体概念図(恒久対策後：2011年11月25日～)	5
図 2-2	2009年12月1日～2015年2月28日における長期的な水圧変動	10
図 2-3	250m坑道施工位置図	11
図 2-4	250m坑道支保工割付図	12
図 2-5	2009年12月1日～2010年11月30日における長期的な水圧変動	14
図 2-6	2009年12月1日～2009年12月14日における短期的な水圧変動	15
図 2-7	2009年12月15日～2009年12月28日における短期的な水圧変動	16
図 2-8	2009年12月29日～2009年1月11日における短期的な水圧変動	17
図 2-9	2010年1月12日～2010年1月25日における短期的な水圧変動	18
図 2-10	2010年1月26日～2010年2月8日における短期的な水圧変動	19
図 2-11	2010年2月9日～2010年2月22日における短期的な水圧変動	20
図 2-12	2010年2月23日～2010年3月8日における短期的な水圧変動	21
図 2-13	2010年3月9日～2010年3月22日における短期的な水圧変動	22
図 2-14	2010年3月23日～2010年4月5日における短期的な水圧変動	23
図 2-15	2010年4月6日～2010年4月19日における短期的な水圧変動	24
図 2-16	2010年4月20日～2010年5月3日における短期的な水圧変動	25
図 2-17	2010年5月4日～2010年5月17日における短期的な水圧変動	26
図 2-18	2010年5月18日～2010年5月31日における短期的な水圧変動	27
図 2-19	2010年6月1日～2010年6月14日における短期的な水圧変動	28
図 2-20	2010年6月15日～2010年6月28日における短期的な水圧変動	29
図 2-21	2010年6月29日～2010年7月12日における短期的な水圧変動	30
図 2-22	2010年7月13日～2010年7月26日における短期的な水圧変動	31
図 2-23	2010年7月27日～2010年8月9日における短期的な水圧変動	32
図 2-24	2010年8月10日～2010年8月23日における短期的な水圧変動	33
図 2-25	2010年8月24日～2010年9月6日における短期的な水圧変動	34
図 2-26	2010年9月7日～2010年9月20日における短期的な水圧変動	35
図 2-27	2010年9月21日～2010年10月4日における短期的な水圧変動	36
図 2-28	2010年10月5日～2010年10月18日における短期的な水圧変動	37
図 2-29	2010年10月19日～2010年11月1日における短期的な水圧変動	38
図 2-30	2010年11月2日～2010年11月15日における短期的な水圧変動	39
図 2-31	2010年11月16日～2010年11月29日における短期的な水圧変動	40
図 2-32	2010年11月30日～2010年11月30日における短期的な水圧変動	41
図 2-33	250m坑道施工位置図	52
図 2-34	250m坑道支保工割付図	53
図 2-35	2010年12月1日～2011年10月9日における長期的な水圧変動	55
図 2-36	2010年12月1日～2010年12月14日における短期的な水圧変動	56
図 2-37	2010年12月15日～2010年12月28日における短期的な水圧変動	57

図 2-38	2010年12月29日～2011年1月11日における短期的な水圧変動.....	58
図 2-39	2011年1月12日～2011年1月25日における短期的な水圧変動.....	59
図 2-40	2011年1月26日～2011年2月8日における短期的な水圧変動.....	60
図 2-41	2011年2月9日～2011年2月22日における短期的な水圧変動.....	61
図 2-42	2011年2月23日～2011年3月8日における短期的な水圧変動.....	62
図 2-43	2011年3月9日～2011年3月22日における短期的な水圧変動.....	63
図 2-44	2011年3月23日～2011年4月5日における短期的な水圧変動.....	64
図 2-45	2011年4月6日～2011年4月19日における短期的な水圧変動.....	65
図 2-46	2011年4月20日～2011年5月3日における短期的な水圧変動.....	66
図 2-47	2011年5月4日～2011年5月17日における短期的な水圧変動.....	67
図 2-48	2011年5月18日～2011年5月31日における短期的な水圧変動.....	68
図 2-49	2011年6月1日～2011年6月14日における短期的な水圧変動.....	69
図 2-50	2011年6月15日～2011年6月28日における短期的な水圧変動.....	70
図 2-51	2011年6月29日～2011年7月12日における短期的な水圧変動.....	71
図 2-52	2011年7月13日～2011年7月26日における短期的な水圧変動.....	72
図 2-53	2011年7月27日～2011年8月9日における短期的な水圧変動.....	73
図 2-54	2011年8月10日～2011年8月23日における短期的な水圧変動.....	74
図 2-55	2011年8月24日～2011年9月6日における短期的な水圧変動.....	75
図 2-56	2011年9月7日～2011年9月20日における短期的な水圧変動.....	76
図 2-57	2011年9月21日～2011年10月4日における短期的な水圧変動.....	77
図 2-58	2011年10月5日～2011年10月9日における短期的な水圧変動.....	78
図 2-59	250m坑道施工位置図	90
図 2-60	350m坑道グラウト施工位置図	90
図 2-61	変動要因除去前後の水圧変動	91
図 2-62	2011年10月10日～2012年2月6日における潮汐の影響による変動成分	92
図 2-63	2011年10月10日～2012年2月6日における気圧の影響による変動成分	92
図 2-64	2011年10月10日～2012年2月6日におけるデジタルノイズ成分....	92
図 2-65	2011年10月10日～2012年2月5日における長期的な水圧変動.....	95
図 2-66	2011年10月10日～2011年10月23日における短期的な水圧変動....	96
図 2-67	2011年10月24日～2011年11月6日における短期的な水圧変動.....	97
図 2-68	2011年11月7日～2011年11月20日における短期的な水圧変動.....	98
図 2-69	2011年11月21日～2011年12月4日における短期的な水圧変動.....	99
図 2-70	2011年12月5日～2011年12月18日における短期的な水圧変動....	100
図 2-71	2011年12月19日～2012年1月1日における短期的な水圧変動.....	101
図 2-72	2012年1月2日～2012年1月15日における短期的な水圧変動.....	102
図 2-73	2012年1月16日～2012年1月29日における短期的な水圧変動.....	103
図 2-74	2012年1月30日～2012年2月5日における短期的な水圧変動.....	104
図 2-75	350m調査坑道グラウト工施工位置図	114
図 2-76	350m調査坑道支保工割付図	115
図 2-77	変動要因除去前後の水圧変動	116

図 2-78	2012年2月6日～2012年6月18日における潮汐の影響による変動成分	117
図 2-79	2012年6月19日～2012年10月31日における潮汐の影響による変動成分	118
図 2-80	2012年11月29日～2013年2月28日における潮汐の影響による変動成分	119
図 2-81	2012年2月6日～2012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	120
図 2-82	2012年6月19日～2012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	121
図 2-83	2012年11月29日～2013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	122
図 2-84	2012年2月6日～2012年6月18日におけるデジタルノイズ成分...	123
図 2-85	2012年6月19日～2012年10月31日におけるデジタルノイズ成分..	124
図 2-86	2012年11月29日～2013年2月28日におけるデジタルノイズ成分..	125
図 2-87	2012年2月6日～2013年2月28日における長期的な水圧変動.....	129
図 2-88	2012年2月6日～2012年2月19日における短期的な水圧変動.....	130
図 2-89	2012年2月20日～2012年3月4日における短期的な水圧変動.....	131
図 2-90	2012年3月5日～2012年3月18日における短期的な水圧変動.....	132
図 2-91	2012年3月19日～2012年4月1日における短期的な水圧変動.....	133
図 2-92	2012年4月2日～2012年4月15日における短期的な水圧変動.....	134
図 2-93	2012年4月16日～2012年4月29日における短期的な水圧変動.....	135
図 2-94	2012年4月30日～2012年5月13日における短期的な水圧変動.....	136
図 2-95	2012年5月14日～2012年5月27日における短期的な水圧変動.....	137
図 2-96	2012年5月28日～2012年6月10日における短期的な水圧変動.....	138
図 2-97	2012年6月11日～2012年6月24日における短期的な水圧変動.....	139
図 2-98	2012年6月25日～2012年7月8日における短期的な水圧変動.....	140
図 2-99	2012年7月9日～2012年7月22日における短期的な水圧変動.....	141
図 2-100	2012年7月23日～2012年8月5日における短期的な水圧変動.....	142
図 2-101	2012年8月6日～2012年8月19日における短期的な水圧変動.....	143
図 2-102	2012年8月20日～2012年9月2日における短期的な水圧変動.....	144
図 2-103	2012年9月3日～2012年9月16日における短期的な水圧変動.....	145
図 2-104	2012年9月17日～2012年9月30日における短期的な水圧変動... ..	146
図 2-105	2012年10月1日～2012年10月14日における短期的な水圧変動... ..	147
図 2-106	2012年10月15日～2012年10月28日における短期的な水圧変動.. ..	148
図 2-107	2012年10月29日～2012年11月11日における短期的な水圧変動.. ..	149
図 2-108	2012年11月12日～2012年11月25日における短期的な水圧変動.. ..	150
図 2-109	2012年11月26日～2012年12月9日における短期的な水圧変動... ..	151
図 2-110	2012年12月10日～2012年12月23日における短期的な水圧変動... ..	152
図 2-111	2012年12月24日～2013年1月6日における短期的な水圧変動... ..	153
図 2-112	2013年1月7日～2013年1月20日における短期的な水圧変動.....	154

図 2-113	2013年1月21日～2013年2月3日における短期的な水圧変動	155
図 2-114	2013年2月4日～2013年2月17日における短期的な水圧変動	156
図 2-115	2013年2月18日～2013年2月28日における短期的な水圧変動	157
図 2-116	350m調査坑道グラウト工及びボーリング施工位置図	173
図 2-117	A部詳細図	174
図 2-118	調査坑道の支保工割付図	175
図 2-119	変動要因除去前後の水圧変動	176
図 2-120	2013年4月1日～2013年9月30日における潮汐の影響による変動成分	177
図 2-121	2013年10月1日～2014年2月28日における潮汐の影響による変動成分	178
図 2-122	2013年4月1日～2013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	179
図 2-123	2013年10月1日～2014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	180
図 2-124	2013年4月1日～2013年9月30日におけるデジタルノイズ成分	181
図 2-125	2013年10月1日～2014年2月28日におけるデジタルノイズ成分	182
図 2-126	2013年3月1日～2014年2月28日における長期的な水圧変動	185
図 2-127	2013年3月1日～2013年3月14日における短期的な水圧変動	186
図 2-128	2013年3月15日～2013年3月28日における短期的な水圧変動	187
図 2-129	2013年3月29日～2013年4月11日における短期的な水圧変動	188
図 2-130	2013年4月12日～2013年4月25日における短期的な水圧変動	189
図 2-131	2013年4月26日～2013年5月9日における短期的な水圧変動	190
図 2-132	2013年5月10日～2013年5月23日における短期的な水圧変動	191
図 2-133	2013年5月24日～2013年6月6日における短期的な水圧変動	192
図 2-134	2013年6月7日～2013年6月20日における短期的な水圧変動	193
図 2-135	2013年6月21日～2013年7月4日における短期的な水圧変動	194
図 2-136	2013年7月5日～2013年7月18日における短期的な水圧変動	195
図 2-137	2013年7月19日～2013年8月1日における短期的な水圧変動	196
図 2-138	2013年8月2日～2013年8月15日における短期的な水圧変動	197
図 2-139	2013年8月16日～2013年8月29日における短期的な水圧変動	198
図 2-140	2013年8月30日～2013年9月12日における短期的な水圧変動	199
図 2-141	2013年9月13日～2013年9月26日における短期的な水圧変動	200
図 2-142	2013年9月27日～2013年10月10日における短期的な水圧変動	201
図 2-143	2013年10月11日～2013年10月24日における短期的な水圧変動	202
図 2-144	2013年10月25日～2013年11月7日における短期的な水圧変動	203
図 2-145	2013年11月8日～2013年11月21日における短期的な水圧変動	204
図 2-146	2013年11月22日～2013年12月5日における短期的な水圧変動	205
図 2-147	2013年12月6日～2013年12月19日における短期的な水圧変動	206
図 2-148	2013年12月20日～2014年1月2日における短期的な水圧変動	207
図 2-149	2014年1月3日～2014年1月16日における短期的な水圧変動	208

図 2-150	2014年1月17日～2014年1月30日における短期的な水圧変動	209
図 2-151	2014年1月31日～2014年2月13日における短期的な水圧変動	210
図 2-152	2014年2月14日～2014年2月27日における短期的な水圧変動	211
図 2-153	2014年2月28日～2014年2月28日における短期的な水圧変動	212
図 2-154	350m坑道ボーリング施工位置図	218
図 2-155	変動要因除去前後の水圧変動	219
図 2-156	2014年4月1日～2014年9月30日における潮汐の影響による変動成分	220
図 2-157	2014年10月1日～2015年2月28日における潮汐の影響による変動成分	221
図 2-158	2014年4月1日～2014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	222
図 2-159	2014年10月1日～2015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	223
図 2-160	2014年2月6日～2014年9月30日におけるデジタルノイズ成分	224
図 2-161	2014年10月1日～2015年2月28日におけるデジタルノイズ成分	225
図 2-162	2014年3月1日～2015年2月28日における長期的な水圧変動	228
図 2-163	2014年3月1日～2014年3月14日における短期的な水圧変動	229
図 2-164	2014年3月15日～2014年3月28日における短期的な水圧変動	230
図 2-165	2014年3月29日～2014年4月11日における短期的な水圧変動	231
図 2-166	2014年4月12日～2014年4月25日における短期的な水圧変動	232
図 2-167	2014年4月26日～2014年5月9日における短期的な水圧変動	233
図 2-168	2014年5月10日～2014年5月23日における短期的な水圧変動	234
図 2-169	2014年5月24日～2014年6月6日における短期的な水圧変動	235
図 2-170	2014年6月7日～2014年6月20日における短期的な水圧変動	236
図 2-171	2014年6月21日～2014年7月4日における短期的な水圧変動	237
図 2-172	2014年7月5日～2014年7月18日における短期的な水圧変動	238
図 2-173	2014年7月19日～2014年8月1日における短期的な水圧変動	239
図 2-174	2014年8月2日～2014年8月15日における短期的な水圧変動	240
図 2-175	2014年8月16日～2014年8月29日における短期的な水圧変動	241
図 2-176	2014年8月30日～2014年9月12日における短期的な水圧変動	242
図 2-177	2014年9月13日～2014年9月26日における短期的な水圧変動	243
図 2-178	2014年9月27日～2014年10月10日における短期的な水圧変動	244
図 2-179	2014年10月11日～2014年10月24日における短期的な水圧変動	245
図 2-180	2014年10月25日～2014年11月7日における短期的な水圧変動	246
図 2-181	2014年11月8日～2014年11月21日における短期的な水圧変動	247
図 2-182	2014年11月22日～2014年12月5日における短期的な水圧変動	248
図 2-183	2014年12月6日～2014年12月19日における短期的な水圧変動	249
図 2-184	2014年12月20日～2015年1月2日における短期的な水圧変動	250
図 2-185	2015年1月3日～2015年1月16日における短期的な水圧変動	251
図 2-186	2015年1月17日～2015年1月30日における短期的な水圧変動	252

図 2-187	2015 年 1 月 31 日～2015 年 2 月 13 日における短期的な水圧変動...	253
図 2-188	2015 年 2 月 14 日～2015 年 2 月 27 日における短期的な水圧変動...	254
図 2-189	2015 年 2 月 28 日～2015 年 2 月 28 日における短期的な水圧変動...	255
図 2-190	2010 年 6 月付近における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較...	259
図 2-191	2011 年 7, 8 月における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較...	260
図 2-192	2011 年 3, 4 月における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較...	260
図 2-193	2012 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	261
図 2-194	2013 年 3 月における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較	261
図 2-195	2013 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	262
図 2-196	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)	264
図 2-197	長期的な水圧変動イベントに対比される坑内作業イベント領域	265
図 2-198	短期的な水圧変動イベントに対比される坑内作業イベント領域	267

表目次

表 1-1	業務実施体制	3
表 1-2	業務実施工程	4
表 2-1	SAB-1 孔の観測区間と水圧センサーの設置深度	6
表 2-2	①区間における短期的な水圧の変化	42
表 2-3	②区間における短期的な水圧の変化	43
表 2-4	③区間における短期的な水圧の変化	44
表 2-5	④区間における短期的な水圧の変化 (1)	45
表 2-6	④区間における短期的な水圧の変化 (2)	46
表 2-7	④区間における短期的な水圧の変化 (3)	47
表 2-8	⑤区間における短期的な水圧の変化 (1)	48
表 2-9	⑤区間における短期的な水圧の変化 (2)	49
表 2-10	⑥区間における短期的な水圧の変化	50
表 2-11	①区間における短期的な水圧の変化 (1)	79
表 2-12	①区間における短期的な水圧の変化 (2)	80
表 2-13	②区間における短期的な水圧の変化	81
表 2-14	③区間における短期的な水圧の変化	82
表 2-15	④区間における短期的な水圧の変化 (1)	83
表 2-16	④区間における短期的な水圧の変化 (2)	84
表 2-17	④区間における短期的な水圧の変化 (3)	85
表 2-18	④区間における短期的な水圧の変化 (4)	86
表 2-19	⑤区間における短期的な水圧の変化 (1)	87
表 2-20	⑤区間における短期的な水圧の変化 (2)	88
表 2-21	BAYTAP-G の解析パラメーター一覧	93
表 2-22	①区間における短期的な水圧の変化	105

表 2-23	②区間における短期的な水圧の変化	106
表 2-24	④区間における短期的な水圧の変化 (1)	107
表 2-25	④区間における短期的な水圧の変化 (2)	108
表 2-26	④区間における短期的な水圧の変化 (3)	109
表 2-27	④区間における短期的な水圧の変化 (4)	110
表 2-28	⑤区間における短期的な水圧の変化 (1)	111
表 2-29	⑤区間における短期的な水圧の変化 (2)	112
表 2-30	BAYTAP-G の解析パラメーター一覧	126
表 2-31	①区間における短期的な水圧の変化	158
表 2-32	④区間における短期的な水圧の変化 (1)	159
表 2-33	④区間における短期的な水圧の変化 (2)	160
表 2-34	④区間における短期的な水圧の変化 (3)	161
表 2-35	④区間における短期的な水圧の変化 (4)	162
表 2-36	④区間における短期的な水圧の変化 (5)	163
表 2-37	④区間における短期的な水圧の変化 (6)	164
表 2-38	④区間における短期的な水圧の変化 (7)	165
表 2-39	④区間における短期的な水圧の変化 (8)	166
表 2-40	⑤区間における短期的な水圧の変化 (1)	167
表 2-41	⑤区間における短期的な水圧の変化 (2)	168
表 2-42	⑤区間における短期的な水圧の変化 (3)	169
表 2-43	⑤区間における短期的な水圧の変化 (4)	170
表 2-44	350m 調査坑道における調査ボーリング孔一覧	172
表 2-45	BAYTAP-G の解析パラメーター一覧	183
表 2-46	①区間における短期的な水圧の変化	213
表 2-47	④区間における短期的な水圧の変化	214
表 2-48	⑤区間における短期的な水圧の変化 (1)	215
表 2-49	⑤区間における短期的な水圧の変化 (2)	216
表 2-50	350m 調査坑道における調査ボーリング孔一覧	217
表 2-51	BAYTAP-G の解析パラメーター一覧	226
表 2-52	①区間における短期的な水圧の変化	256
表 2-53	③区間における短期的な水圧の変化	257
表 2-54	⑤区間における短期的な水圧の変化	258
表 2-55	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	264

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原子力規制庁殿と締結した委託契約「平成 26 年度 地下の間隙水圧モニタリングのデータ整理と測定の品質管理」における調査結果の取りまとめと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

地層処分安全評価において基本となる地下水シナリオに基づく地下水流動評価に関しては、対象地域の水理的な特性が適切に把握され、モデル化される必要がある。特に、地下施設近傍の半径数十～数百 m のブロックスケールの水理地質構造を適切に把握することは、核種の閉じ込め機能を評価する観点から非常に重要である。

(独) 日本原子力研究開発機構 (以下、「JAEA」という。) の幌延深地層研究センター内に掘削したボーリング孔 (SAB-1 孔 : 深さ 512 m) に設置された水圧モニタリング装置で取得された水圧データについて、地下研究施設建設のための立坑掘削等による水圧変動を把握し、これに基づき水理地質構造モデルの検証に活用することを目的として平成 23 年度より、水圧変動、立坑掘削作業等のイベント (直接的又は間接的にモニタリング装置の水圧変化に影響を及ぼす事象 : グラウト用ボーリングの掘削、グラウト注入、発破孔の掘削、発破、湧水、地震など) との関係について検討を行った。その結果、観測された水圧の急激な変動は、透水性の断層や亀裂を介して立坑掘削作業等のイベントの影響を反映したものであると推定された。

上記の結果を受け、本業務では、平成 21 年 12 月 (2009 年) のモニタリング装置設置時から現在に至るまでの期間を対象として、立坑掘削作業等のイベントと同時期の SAB-1 孔及び JAEA が実施している他孔での水圧計測データの変動との関係を取りまとめ、地下施設建設の影響を踏まえた、亀裂を有する堆積岩の水理地質構造を検証する際の留意点をとりまとめた。

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、同装置の定期的な巡視等の諸作業を実施した。

1.2 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

1.3 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

1.4 実施期間

平成 26 年 4 月 1 日～平成 27 年 3 月 31 日

データの整理・分析については、以下の期間とした。

平成 21 年 12 月 1 日 (2009 年)～平成 27 年 2 月 28 日 (2015 年)

……本業務の対象期間

このうち下記はこれまでにデータの整理・分析が実施された期間を示す。

平成 23 年 10 月 10 日 (2011 年)～平成 24 年 2 月 5 日 (2012 年)

……平成 23 年度業務の対象期間

平成 24 年 2 月 6 日 (2012 年)～平成 26 年 2 月 28 日 (2014 年)

……平成 24～25 年度業務の対象期間

1.5 発注者

原子力規制庁 長官官房安全技術管理官 (核燃料廃棄物)

1.6 実施者

独立行政法人日本原子力研究開発機構 バックエンド研究開発部門 幌延深地層研究センター 深地層研究部

1.7 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	伊藤 洋昭	幌延深地層研究センター 深地層研究部 部長	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 副主任研究員	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
	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 副主任研究員	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
	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 副主任研究員	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
	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、石井 英一（滞在場所：北海道天塩郡幌延町）
 なお、装置異常時の応急措置は、原則的に岸敦康、石井英一の両名が対応するが、出張等で両名が不在の場合は、野原壯 GL の指示により、幌延深地層研究センター堆積岩地質環境研究グループの人員が現場に派遣され、対応に当たる。

1.8 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 26 年度											
		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												
2	モニタリング装置によるデータ取得の品質管理												
3	報告書等の作成												

▲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，2009 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。

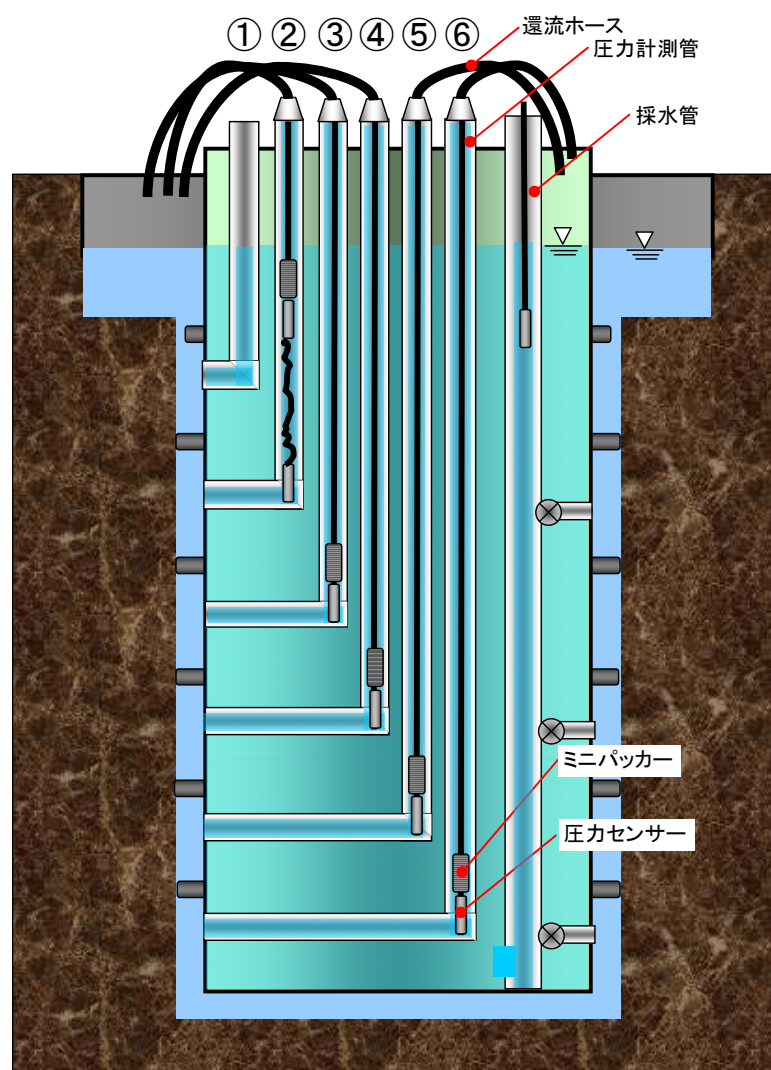


図 2-1 全体概念図（恒久対策後：2011 年 11 月 25 日～）

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				9:00			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				14:00			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				12:00			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				20:00			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」の調査期間中において、独立行政法人原子力安全基盤機構殿（以下、JNES という）により地下水・ガスの噴出を防止するための恒久対策作業が実施された。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（対策直後の水頭は、約 EL-45m）。ただし、本区間は圧力計測管と観測ケーシングが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。連通した時期は 2009 年 11 月 27 日と考えられる。
 - ②区間：対策後、区間水圧は上昇した（対策直後の水頭は、約 EL-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 2011 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、2012 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 2011 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、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 孔で実施した作業は、下記のとおりである。

1) モニタリング装置の保守点検

2014年9月、12月、および2015年2月に軽微なメンテナンスを実施した。作業はパッカー圧管理装置によるパッカー圧力の調整および関連配管の漏洩修理、採水バルブ開閉装置による動作確認、計測システム（データロガー、UPS等）の動作確認を行った。点検の結果、パッカー圧力の調整と一部の配管の漏洩を修理した以外に装置の不具合は確認されなかった。

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 2009年12月1日から2015年2月28日の全期間におけるSAB-1孔の水圧変動と

坑内作業との対比

2009年12月1日から2015年2月28日までの全期間における各観測区間の水圧変動と同時期の主要な坑内作業との関連を観測区間ごとに記述する。図2-2に同期間の水圧変動と坑内作業工程を示した。

①区間で2009年12月のモニタリング開始以降、EL+40mの水頭から徐々に低下傾向を示し、GL-250m西連絡坑道およびGL-250m以深の換気立坑を対象としたグラウト工を実施した2011年4月頃より上昇と下降を繰り返す挙動が認められた。その後、2011年3月からGL-250m以深の換気立坑を対象としたグラウト工およびGL-250m物質移行試験ボーリングの掘削を実施した2011年7月頃まで再び低下し始め(上述の低下期間よりも低下速度は速い)、恒久対策と地下水の採水が実施された2011年12月以降から2012年3月頃までも同様な低下を示した。その後、一時的に安定したもののGL-350m東連絡坑道の掘削および350m坑道掘削(B-②、C-③工区)を対象としたグラウト工を施工した2012年4月頃より上昇と下降を繰り返す挙動を示した。その後、緩やかに低下する傾向を示し2013年5月の保守点検以降に上下に不安定な挙動を示しながら緩やかな低下傾向を示す。

②区間で2010年3月の保守点検以降のGL-210以深の東立坑を掘削していた時期に30m程度の急激な低下を示し、その後、EL+5m～EL-5mで推移した。2010年11月の保守点検以降、さらに水頭がEL-15mまで低下し、その後しばらく安定していたがGL-250m西連絡坑道およびGL-250m以深の換気立坑を対象としたグラウト工を実施した2011年4月頃より上昇と下降を繰り返す挙動が認められた。その後、GL-250m以深の換気立坑掘削、GL-250m以深の東立坑掘削、GL-250m以深の東立坑および350m坑道(C-①工区)を対象としたグラウト工が重複した期間にさらに大きく水頭を下げ、80m程度低下した。しかし、2011年11月の恒久対策を境に水頭を大きく回復しEL-20m程度を維持していたが、2012年1月21日から2012年4月3日までのGL-350m付近の換気立坑掘削、GL-305mからGL-350.5mまで東立坑掘削および350m坑道掘削(B-②、C-①工区)を対象としたグラウト工を施工した期間に20m程度の上昇が認められた(このB-②、C-①工区では約104m³のグラウト材が注入された)。その後、EL-40m程度で推移し、GL-250.5m以深の西立坑掘削、D-①工区のグラウト工を開始した2013年2月頃から現在に至るまで緩やかな低下傾向を示す。

③区間でEL+50m程度であった水頭が2010年4月と2010年6月に発生した①区間の噴出で僅かに水頭を下げ、その後EL+40m程度で推移していたが2011年2月のGL-250m西連絡坑道およびGL-250m以深の換気立坑を対象としたグラウト工が始まるとともに徐々に低下傾向を示し、2011年4月頃には上昇と下降を繰り返す挙動も認められた。その後、GL-250m以深の換気立坑掘削、GL-250m以深の東立坑掘削、GL-250m以深の換気立坑・東立坑および350m坑道(C-①工区)を対象としたグラウト工が重複した期間に60m近く水頭が低下した。2011年11月の恒久対策以降は緩やかな低下傾向を示したが350m東連絡坑道の掘削とB-②工区のグラウト工が重複した頃より脱ガスの影響と思われる周期的な変動(藪内ほか、2006)が認められた。2012年11月の保守点検以降は

この周期的な変動は目立たなくなり緩やかな低下傾向を示した。2014年12月より再び脱ガスの影響と思われる周期的な変動が認められた。

④区間でEL+60m程度であった水頭が徐々に低下傾向を示し、GL-250m西連絡坑道およびGL-250m以深の換気立坑を対象としたグラウト工が重複する2011年4月頃には僅かに上昇する挙動も認められた。2011年7月初旬のGL-250m以深の換気立坑を対象としたグラウト工の実施時期に急激な水頭低下が認められた後、EL+35m程度まで水頭は回復し、その後GL-250m以深の換気立坑掘削、GL-250m以深の東立坑、および350m坑道(C-①工区)を対象としたグラウト工が重複した2011年9月頃に水頭は再び急激な一時的低下を示した。2011年12月に実施された地下水の採水後はEL+15m程度の水頭を示し、2012年1月のGL-250m以深の換気立坑掘削、GL-250m以深の東立坑掘削、および350m坑道(C-①工区)を対象としたグラウト工が重複した期間に水頭はEL-20mまで再び急激に低下した。その後、GL-350mの東連絡坑道および350m坑道(B-②、C-③工区)を対象としたグラウト工を施工した2012年4月頃に30m程度上下する変動が認められ、翌月5月にEL-65mまでの急激な低下を示す。その後も徐々に低下傾向を示し2012年11月の保守点検後に20m程度低下した。その後、2013年2月から実施したGL-350m坑道(D-①工区の緊急グラウト工)の湧水対策期間に最大で20m程度上昇した(このD-①工区の緊急グラウト工では多い日で8m³程度のグラウト材が注入された)。2013年5月の保守点検後は15m程度の水頭低下が認められ、その後、350m坑道のD-1工区の掘削および350m坑道(A-③、A-④、A-⑤工区)を対象としたグラウト工が重複した期間に水位低下速度が増し、現在は緩やかな低下傾向を示す。

⑤区間で2009年12月のモニタリング装置設置から2011年7月の応急対策までの期間は大きな変動は認められなかった。2011年9月のGL-250m以深の換気立坑掘削およびGL-250m以深の東立坑を対象としたグラウト工が重複した期間に水頭は30m程度低下し、GL-250m以深の換気立坑および350m坑道(C-①工区)を対象としたグラウト工を施工した2011年10月頃にさらに30m程度低下した。2011年11月の恒久対策以降にEL+20m程度まで水頭は回復したもののGL-350m付近の換気立坑掘削、GL-305mからGL-350.5mまで東立坑掘削、および350m坑道掘削(B-②、C-①工区)を対象としたグラウト工を施工した期間に再び30m程度低下した。その後、D-①工区のグラウト工を開始した2012年11月頃から不安定な挙動が続き、2013年5月の保守点検以降緩やかな低下傾向を示す。

⑥区間では2009年12月のモニタリング装置設置から、とくに大きな変動は確認されていない。観測開始当初はEL+60前後であった水頭が現在はEL+55m程度を維持している。

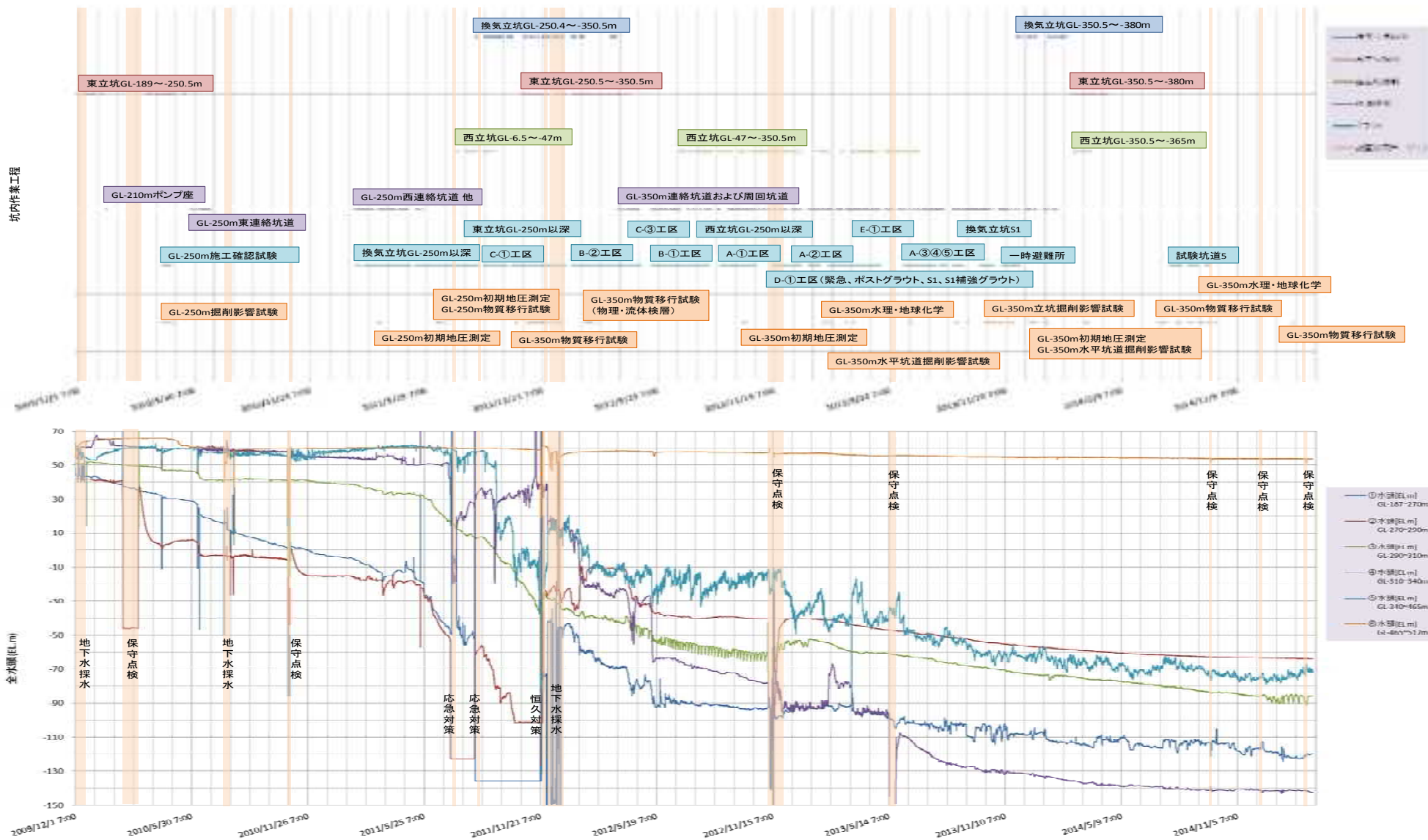


図 2-2 2009年12月1日~2015年2月28日における長期的な水圧変動

2.4 2009年12月1日から2010年11月30日における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

140m以深の掘削を2009年10月から開始し、2010年5月18日には深度250.5mまで掘削した。

2) 210mポンプ座掘削（東立坑）

2010年1月中に掘削（全長10基）を完了した。

3) 250m東連絡坑道掘削

2010年5月17日より掘削を開始し、2010年6月24日に東立坑と換気立坑が貫通した。

4) グラウト工

2010年4月5日から4月27日の期間で、GL-250m大型試錐座（北）においてグラウト施工確認試験を実施した。

5) 調査研究ボーリング掘削

2010年4月10日から4月28日の期間で、250m東連絡坑道において掘削影響試験のための調査研究ボーリングを掘削した。

図2-3に250m坑道の施工位置図を、図2-4に250m坑道の支保工割付図を示す。

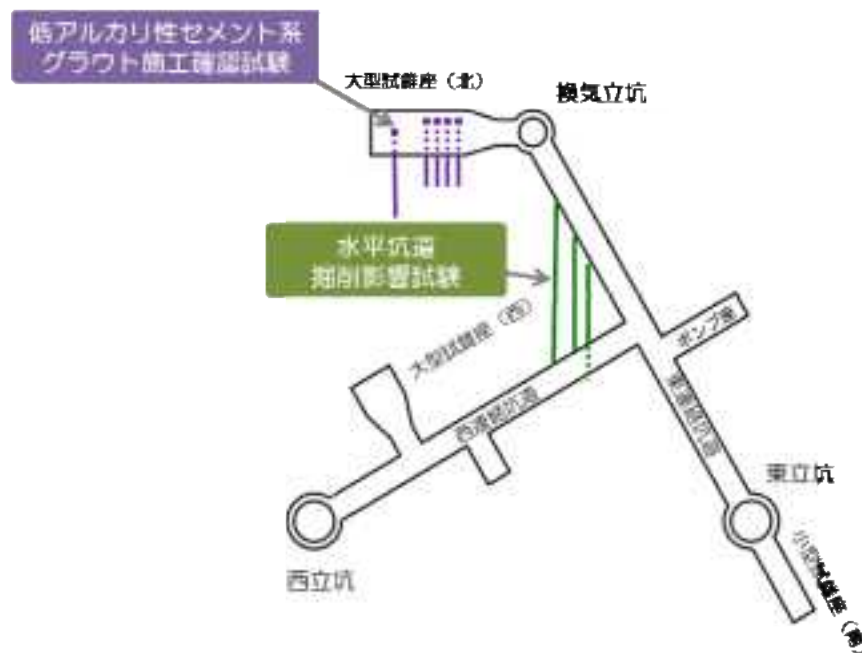
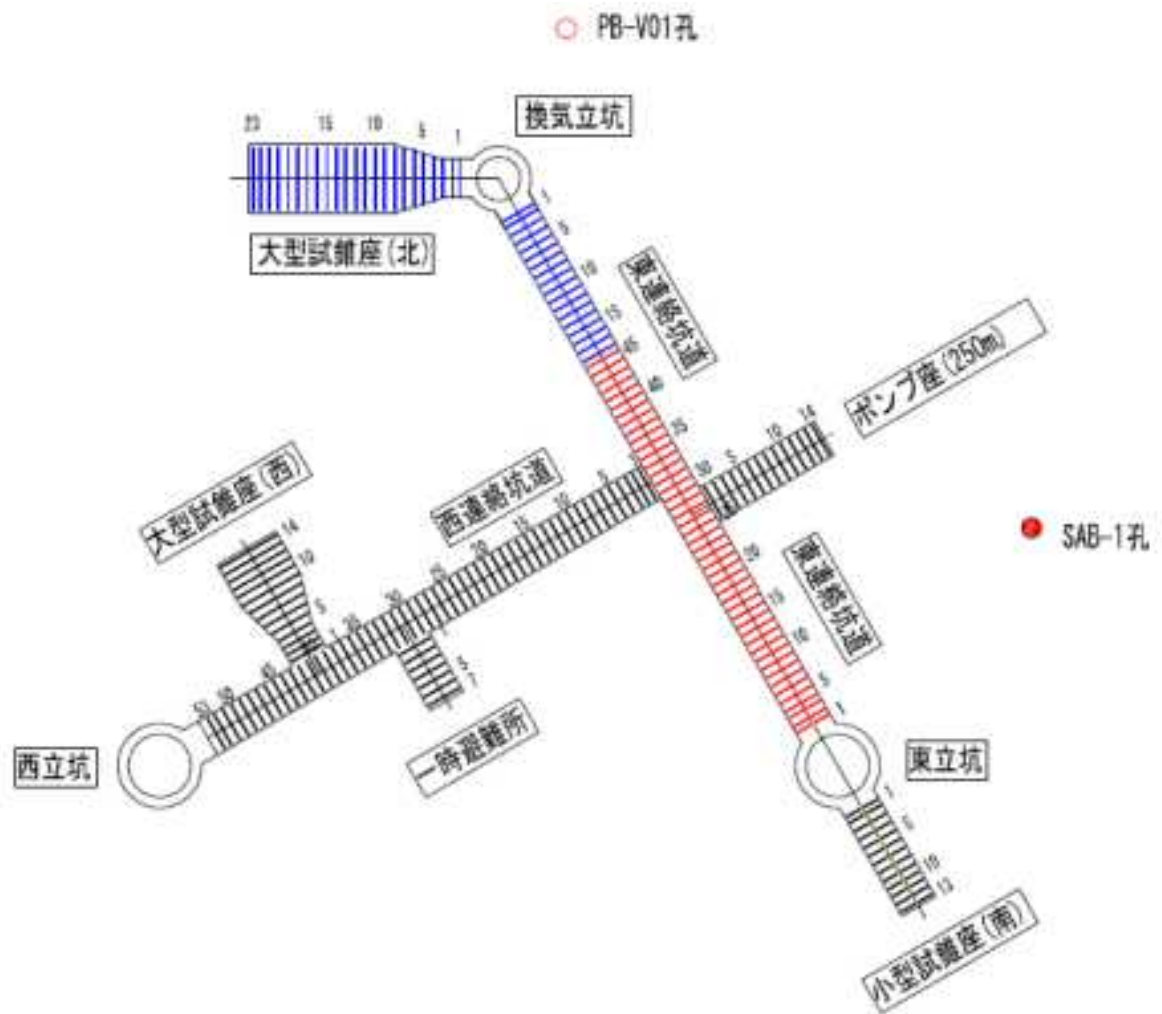


図 2-3 250m坑道施工位置図



- 青色表示は本検討期間以前に施工した区間を示す。
- 赤色表示は本検討期間に施工した区間を示す。
- 坑道脇の表示番号は支保工基数番号を示す。

図 2-4 250m坑道支保工割付図

(2) 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 2-5 に 2009 年 12 月 1 日～2010 年 11 月 30 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 2-6～図 2-32 および表 2-2～表 2-10 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。参考にした施設建設の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。なお、グラフは上段から坑内作業工程、立坑掘削深度、水圧経時変化、坑内湧水量を示しており、湧水量は時間当たりの排水量から給水量を差し引いた地下施設全体の総湧水量を示している。

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 90 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、全ての区間で短期的な水圧変動イベントが認められた（図 2-6～図 2-32）。また本検討期間中に①区間からのガス水の噴出事象が幾度か確認された。

さらに、水圧の変化量としては 1.0m/hour 以下ではあるが、②区間の 2010 年 6 月 5 日から 2010 年 6 月 18 日付近において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 2-5）。同期間では後述するように他の水圧観測孔でも同様な水圧変化が確認される（2.10）。そこで本検討では②区間における上記期間の水圧変動も坑内作業イベントと対比すべき水圧変動イベント（ここでは長期的な水圧変動イベントと呼ぶ）として抽出した（イベント番号②-a）。

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 2-6～図 2-32、表 2-2～表 2-10）。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。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。

3) SAB-1 孔における作業の実施状況

2009 年 12 月 1 日から 2009 年 12 月 15 日および 2010 年 7 月 19 日から 2010 年 8 月 2 日にかけて産業技術総合研究所（以下、AIST 殿）による原位置地下水の採水作業が行われた。この間、孔内ツールの昇降や揚水により水圧が大きく変動しているため検討期間から除外した。また、JNES 殿による水圧計の調整（グラフ中の保守点検期間）が 2010 年 2 月 12 日から 2010 年 3 月 8 日にかけて実施され、2010 年 10 月末に孔内システムのメンテナンスが実施された。

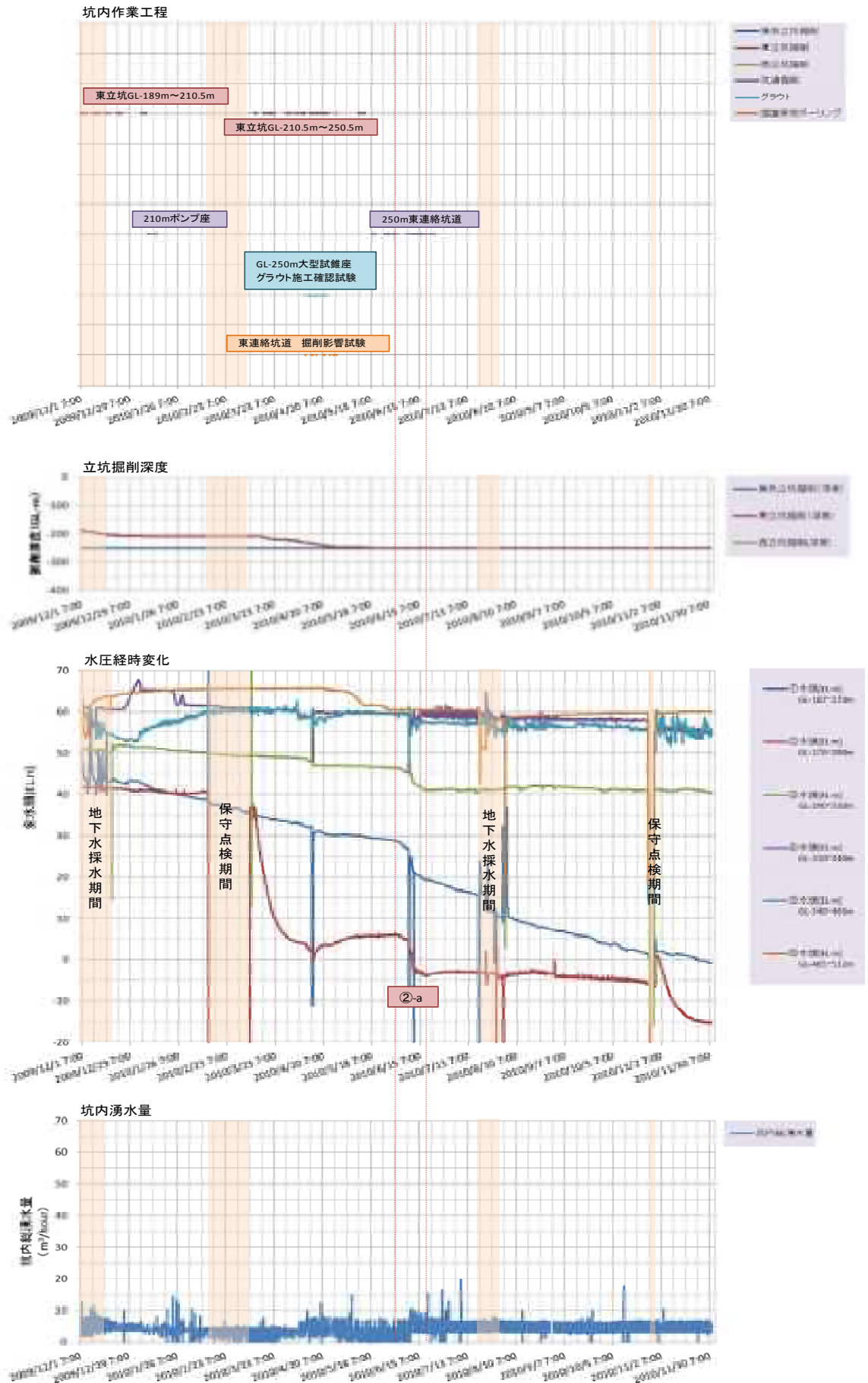


図 2-5 2009年12月1日~2010年11月30日における長期的な水圧変動

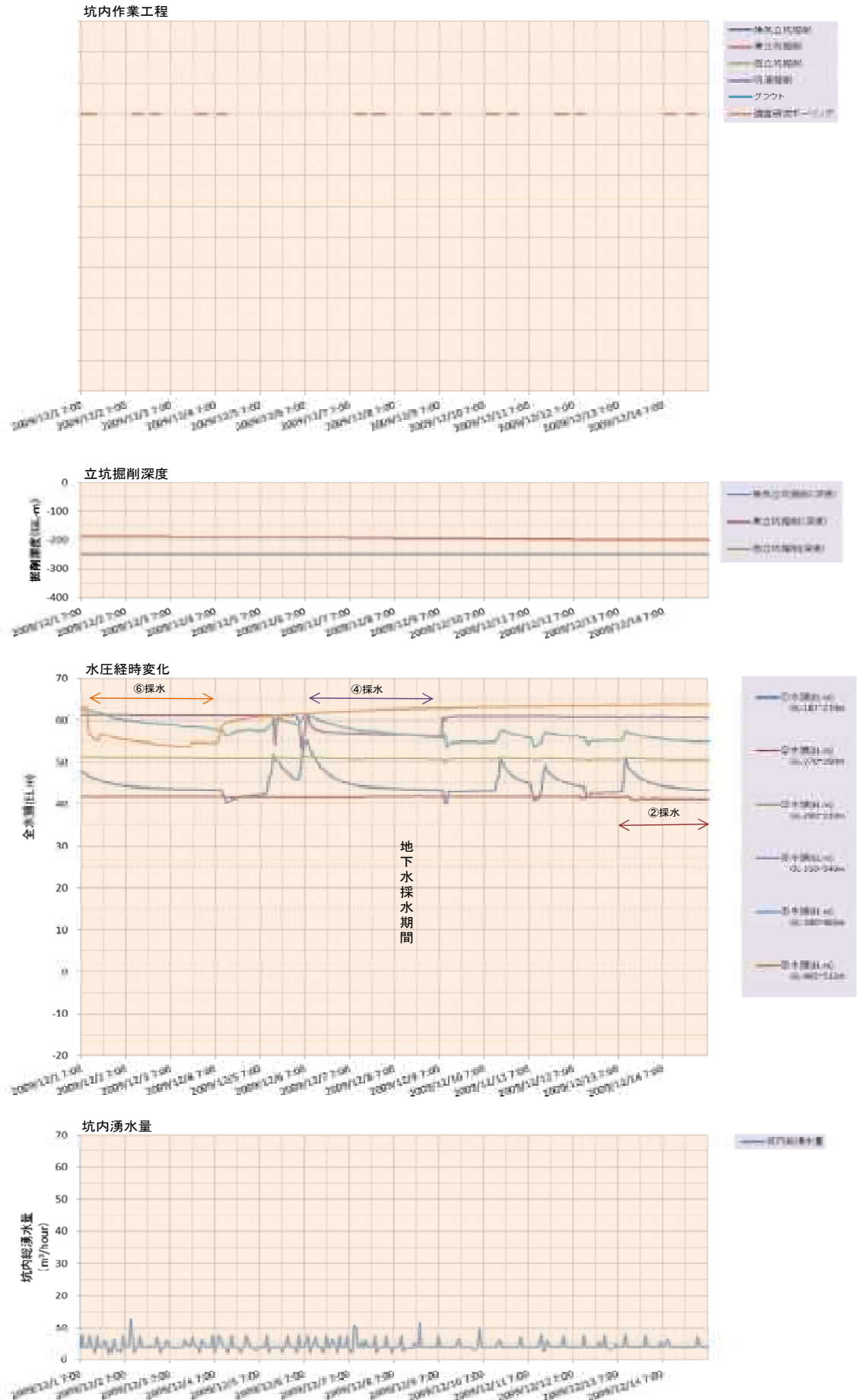


図 2-6 2009年12月1日~2009年12月14日における短期的な水圧変動

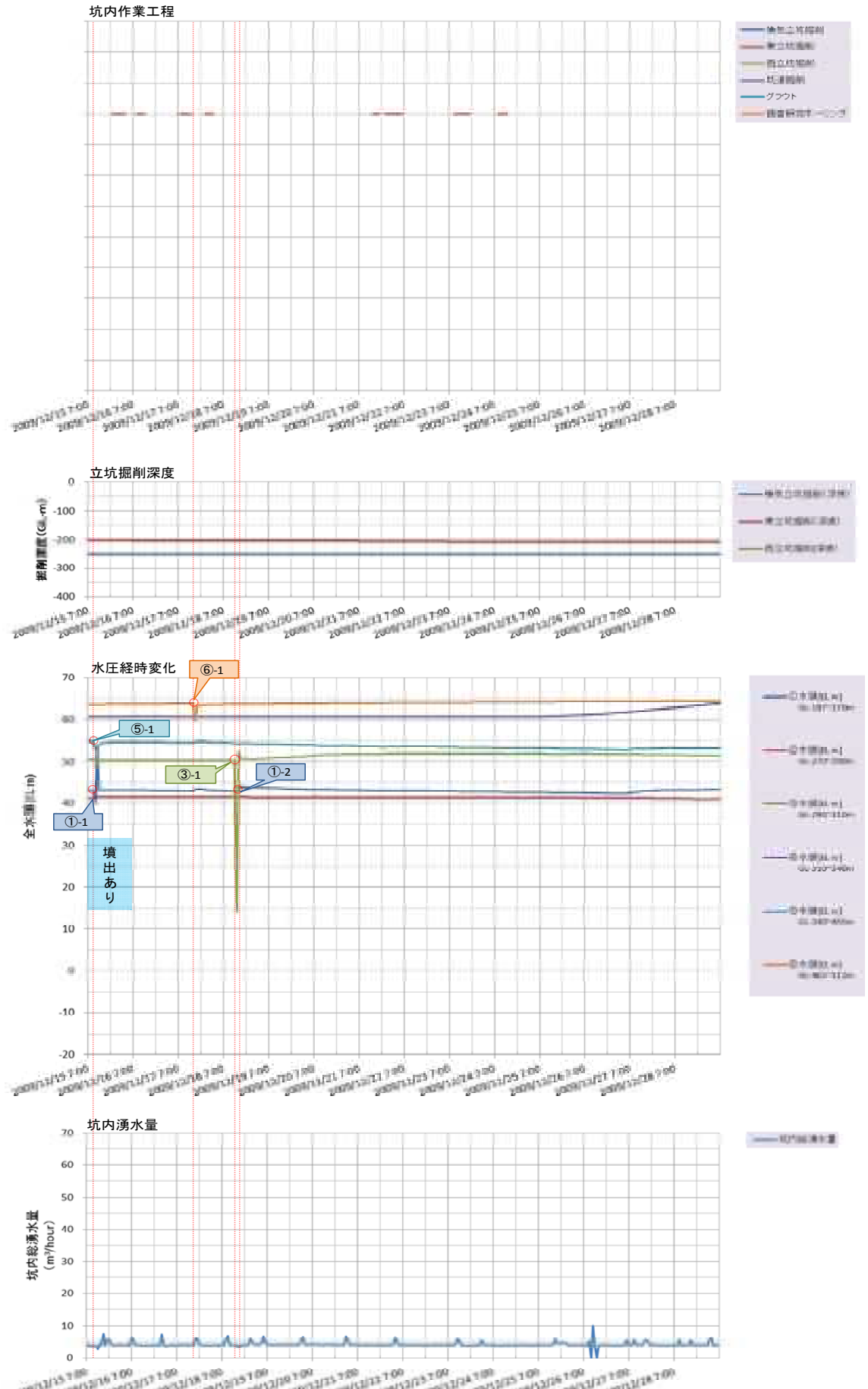


図 2-7 2009年12月15日~2009年12月28日における短期的な水圧変動

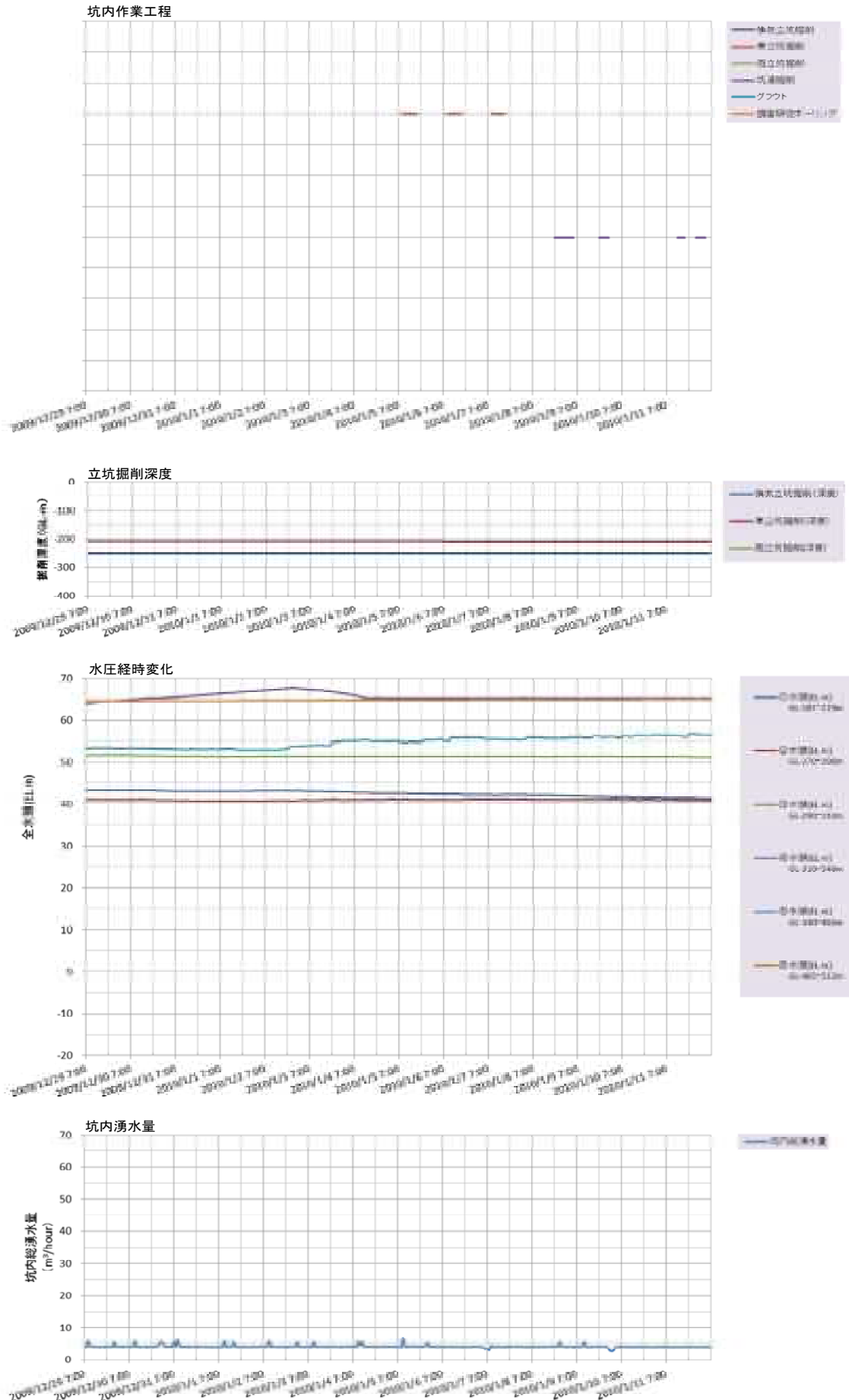


図 2-8 2009年12月29日~2010年1月11日における短期的な水圧変動

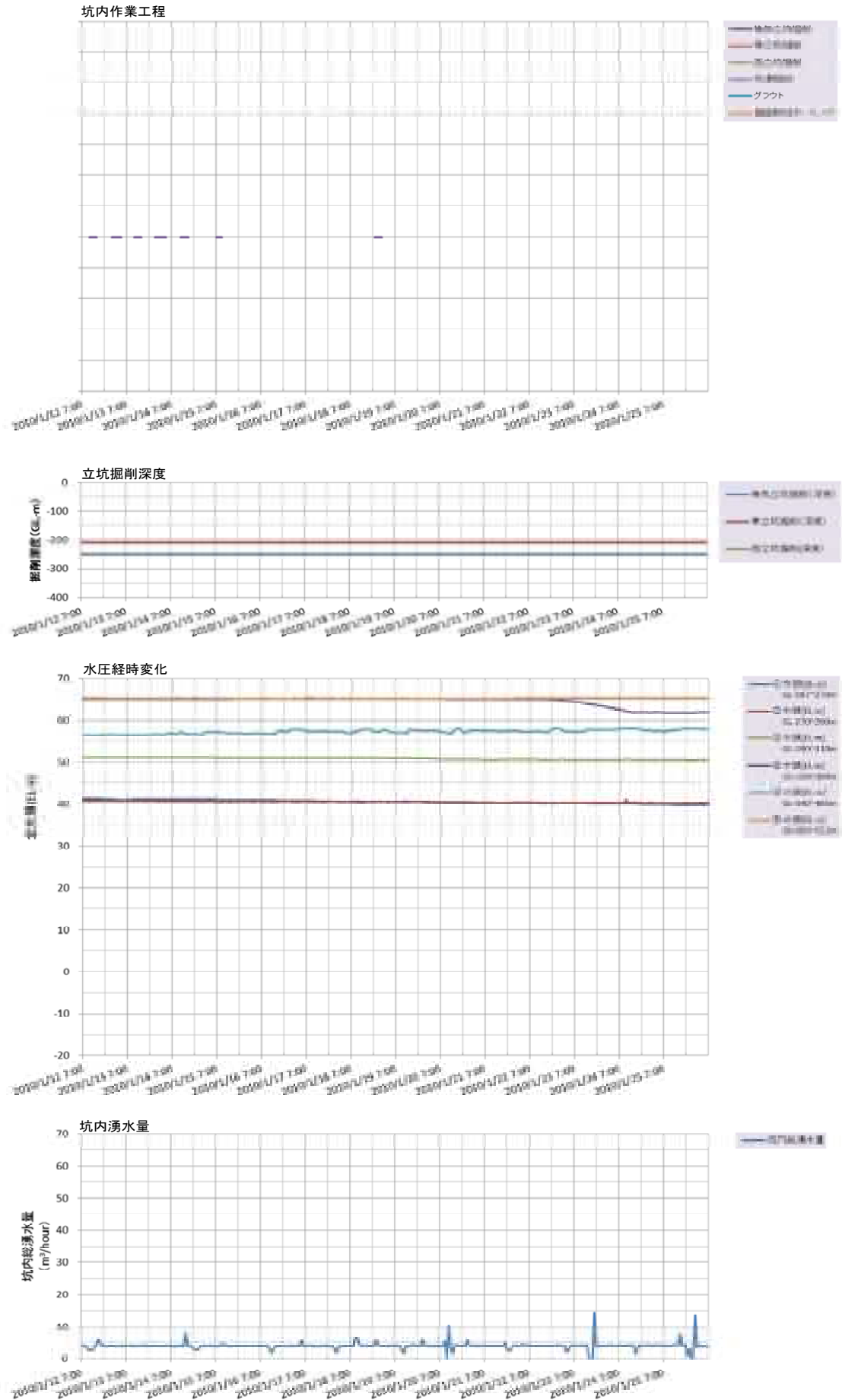


図 2-9 2010年1月12日~2010年1月25日における短期的な水圧変動

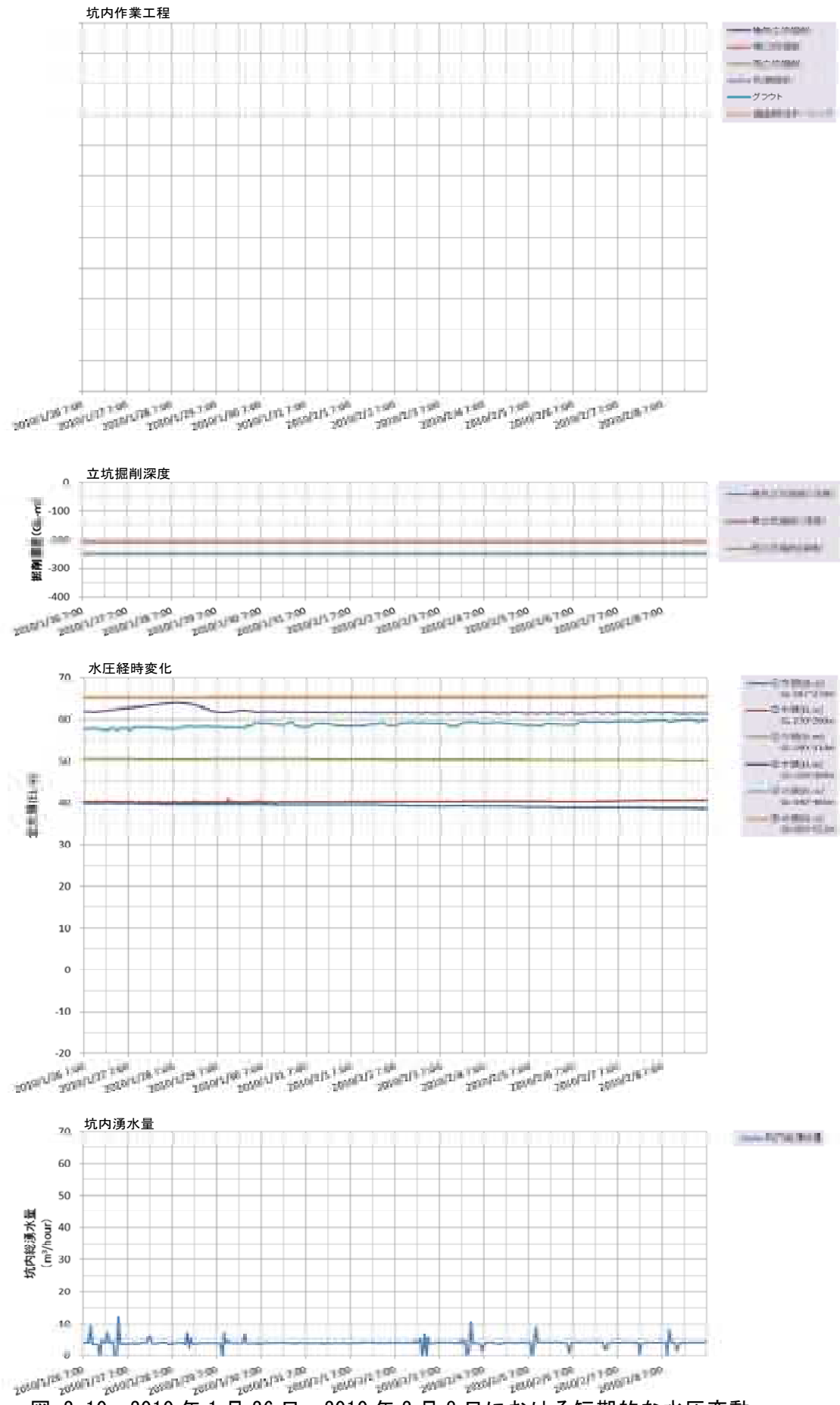


図 2-10 2010年1月26日~2010年2月8日における短期的な水圧変動

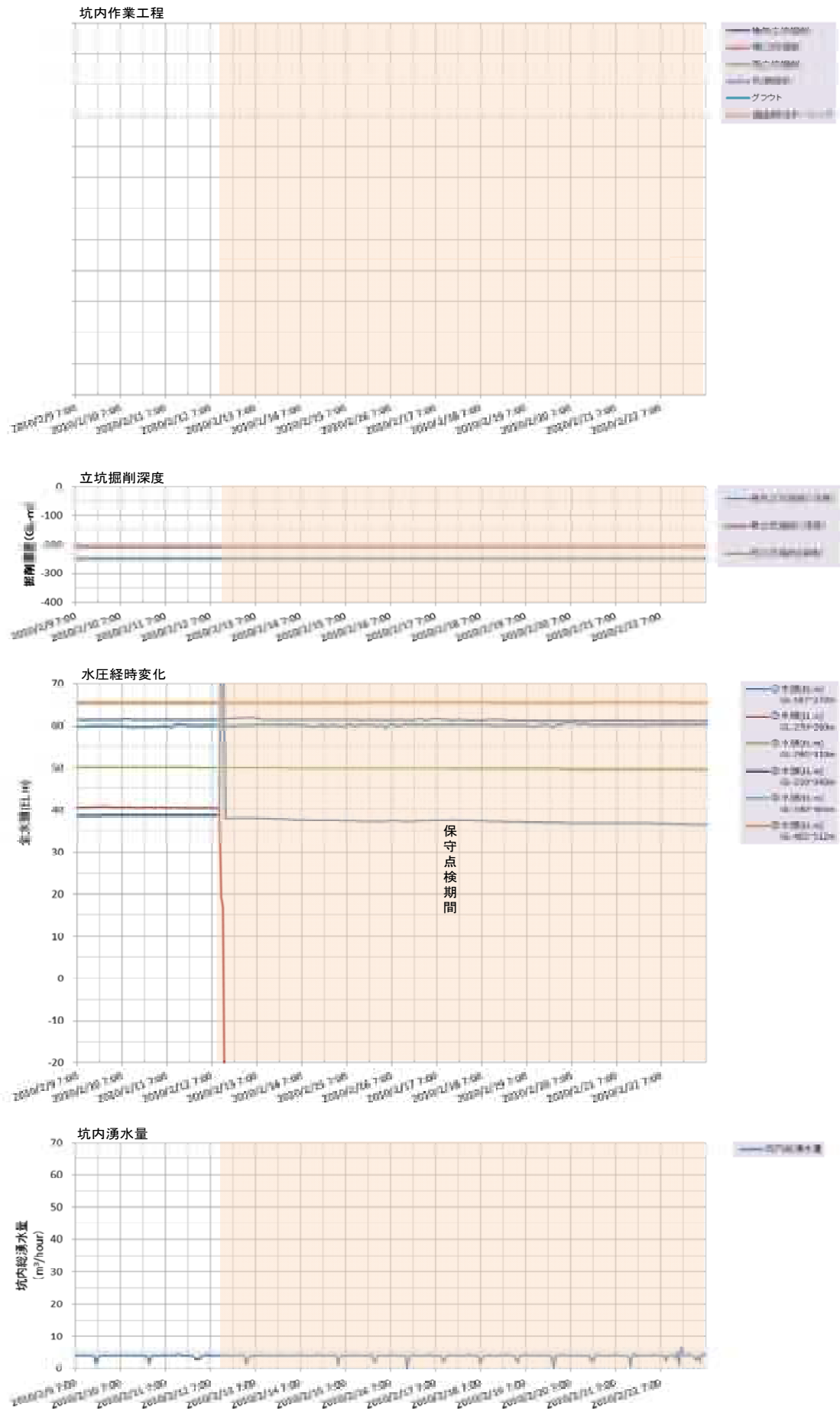


図 2-11 2010年2月9日~2010年2月22日における短期的な水圧変動

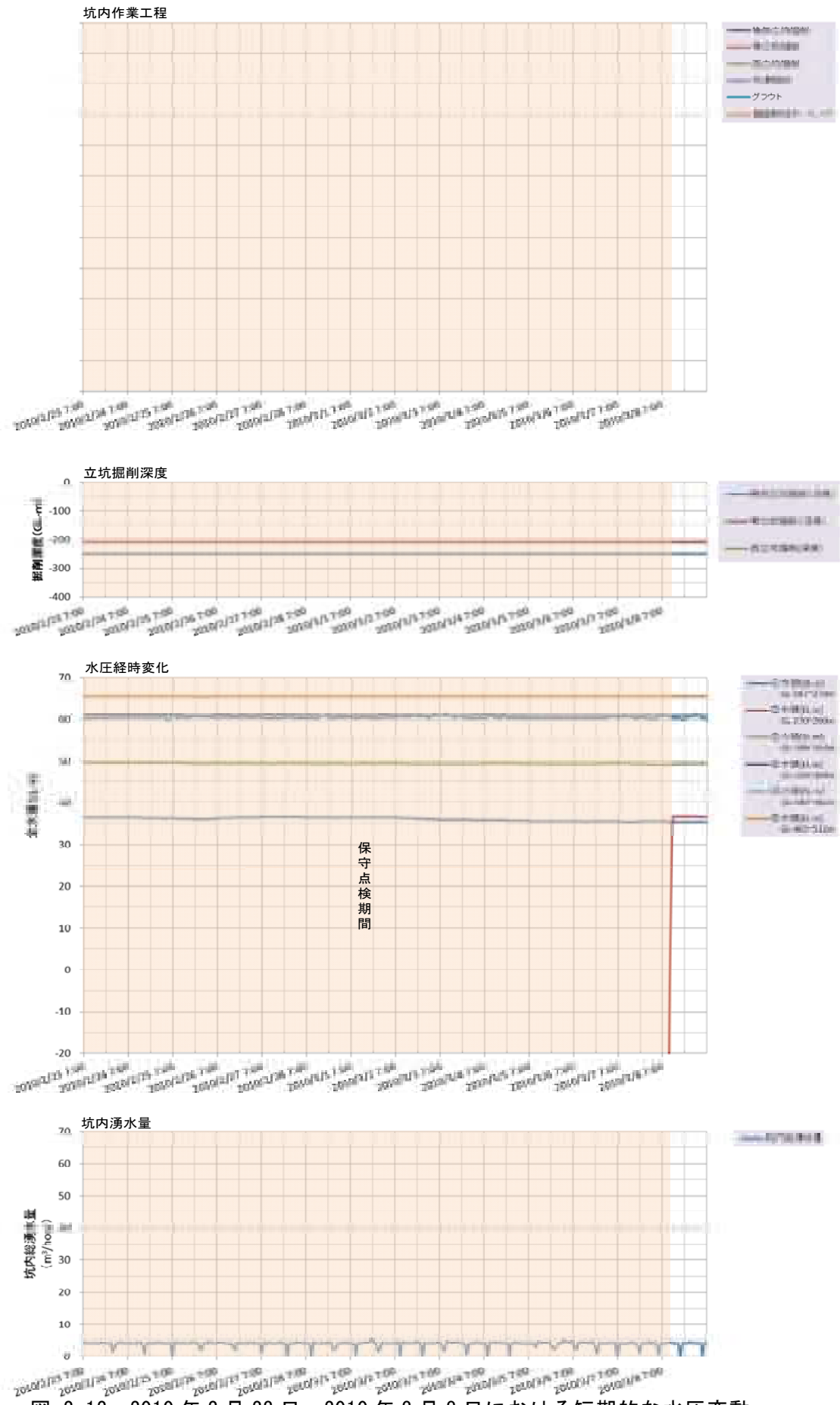


図 2-12 2010年2月23日~2010年3月8日における短期的な水圧変動

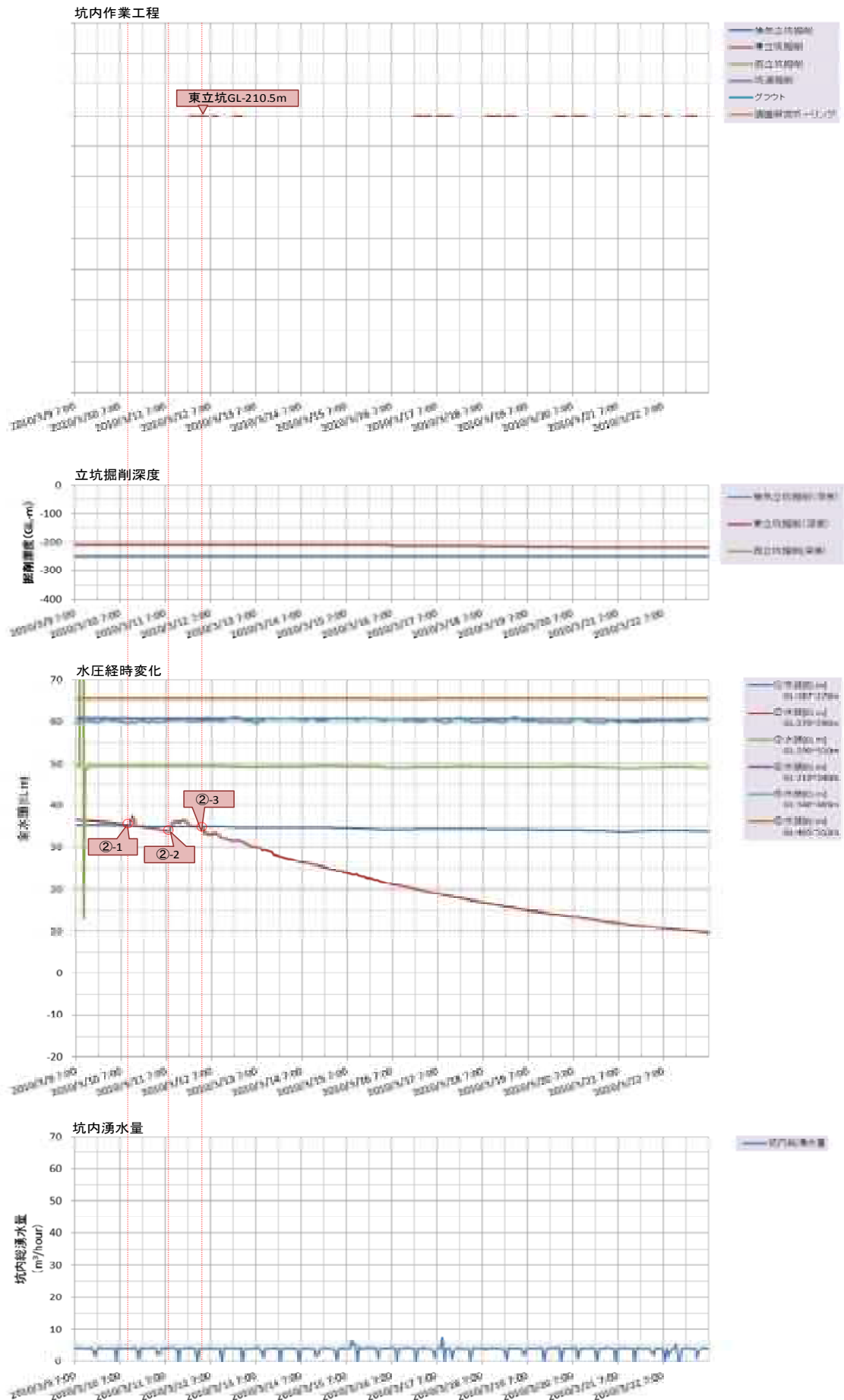


図 2-13 2010年3月9日~2010年3月22日における短期的な水圧変動

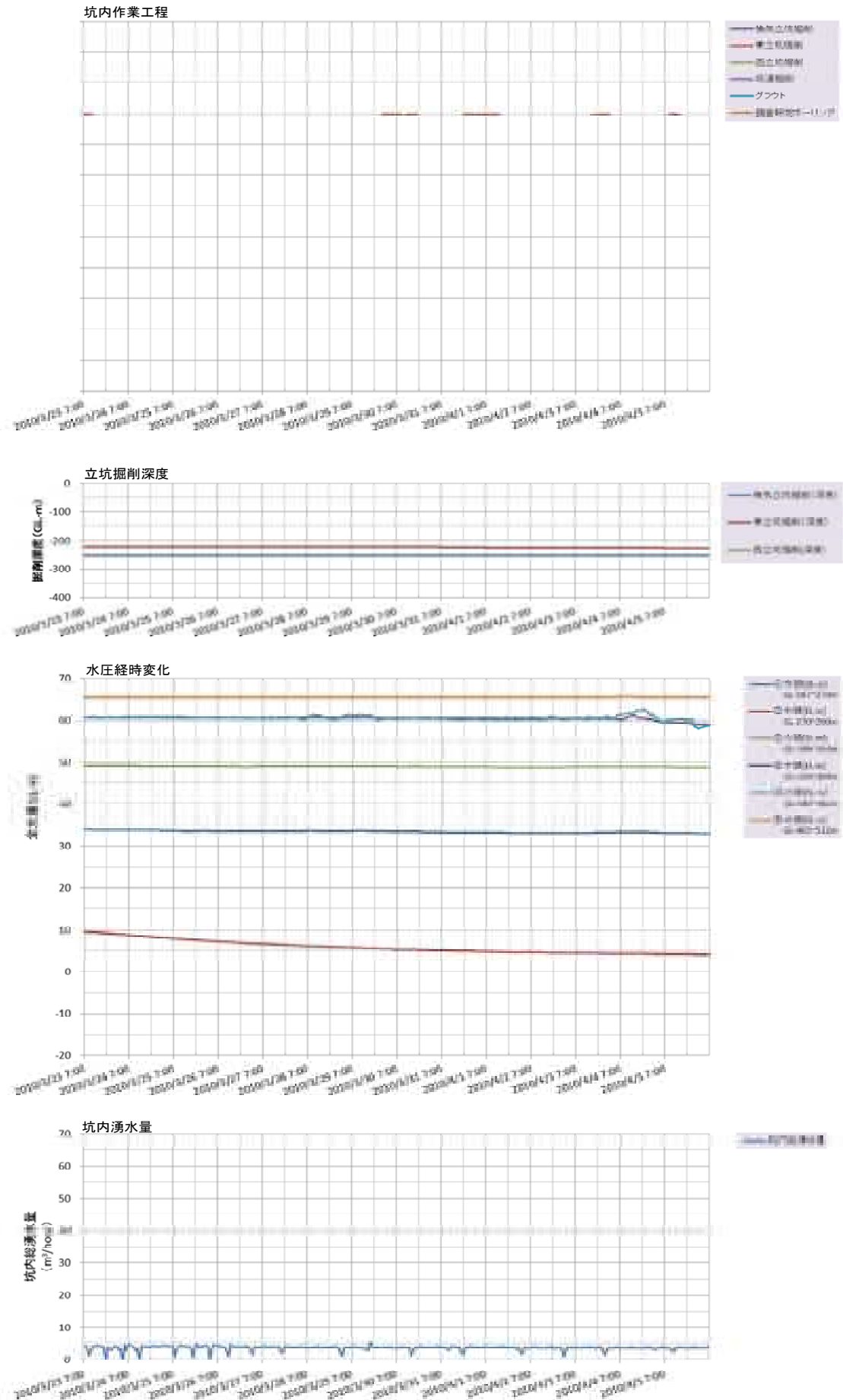


図 2-14 2010年3月23日~2010年4月5日における短期的な水圧変動

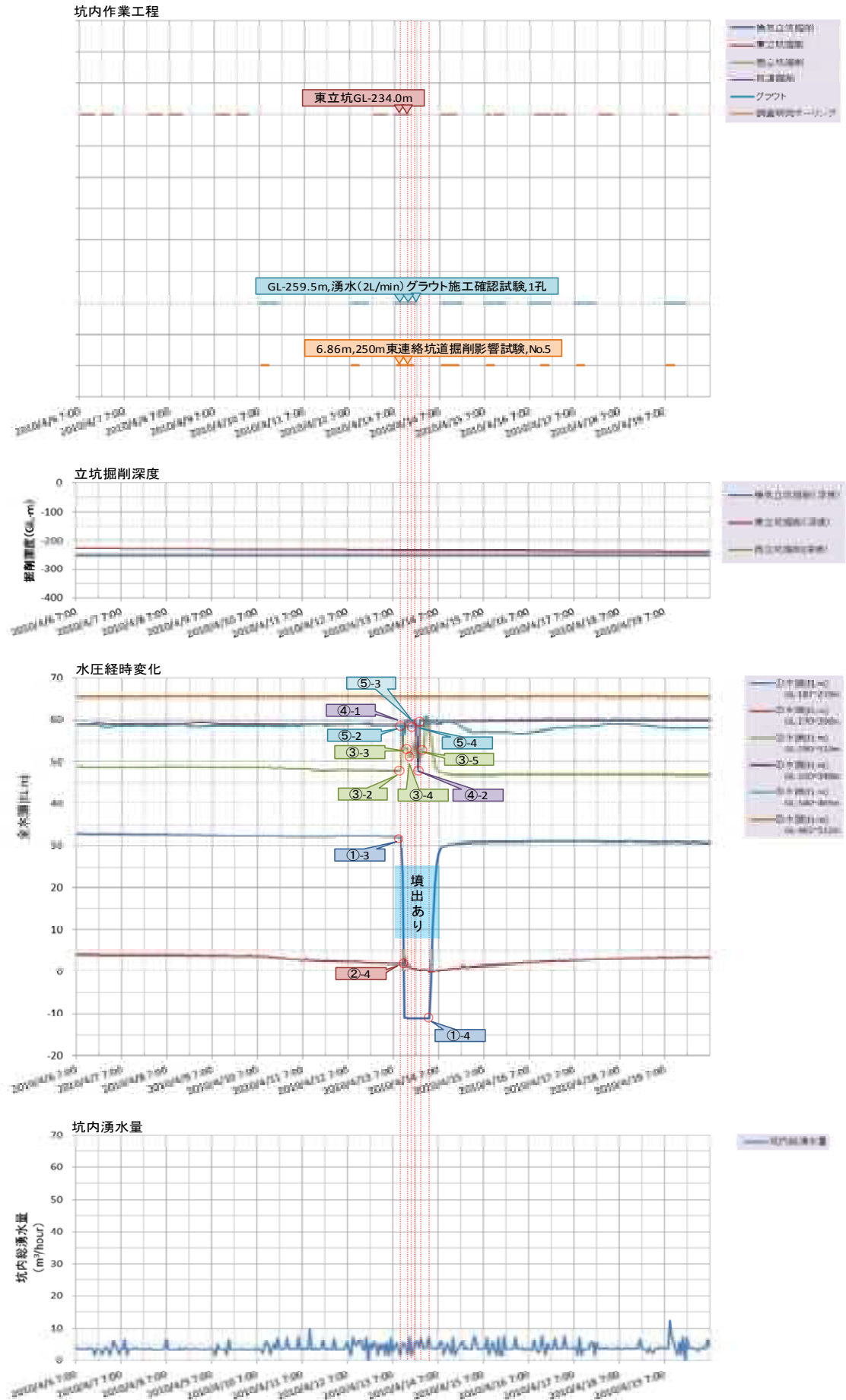


図 2-15 2010年4月6日~2010年4月19日における短期的な水圧変動

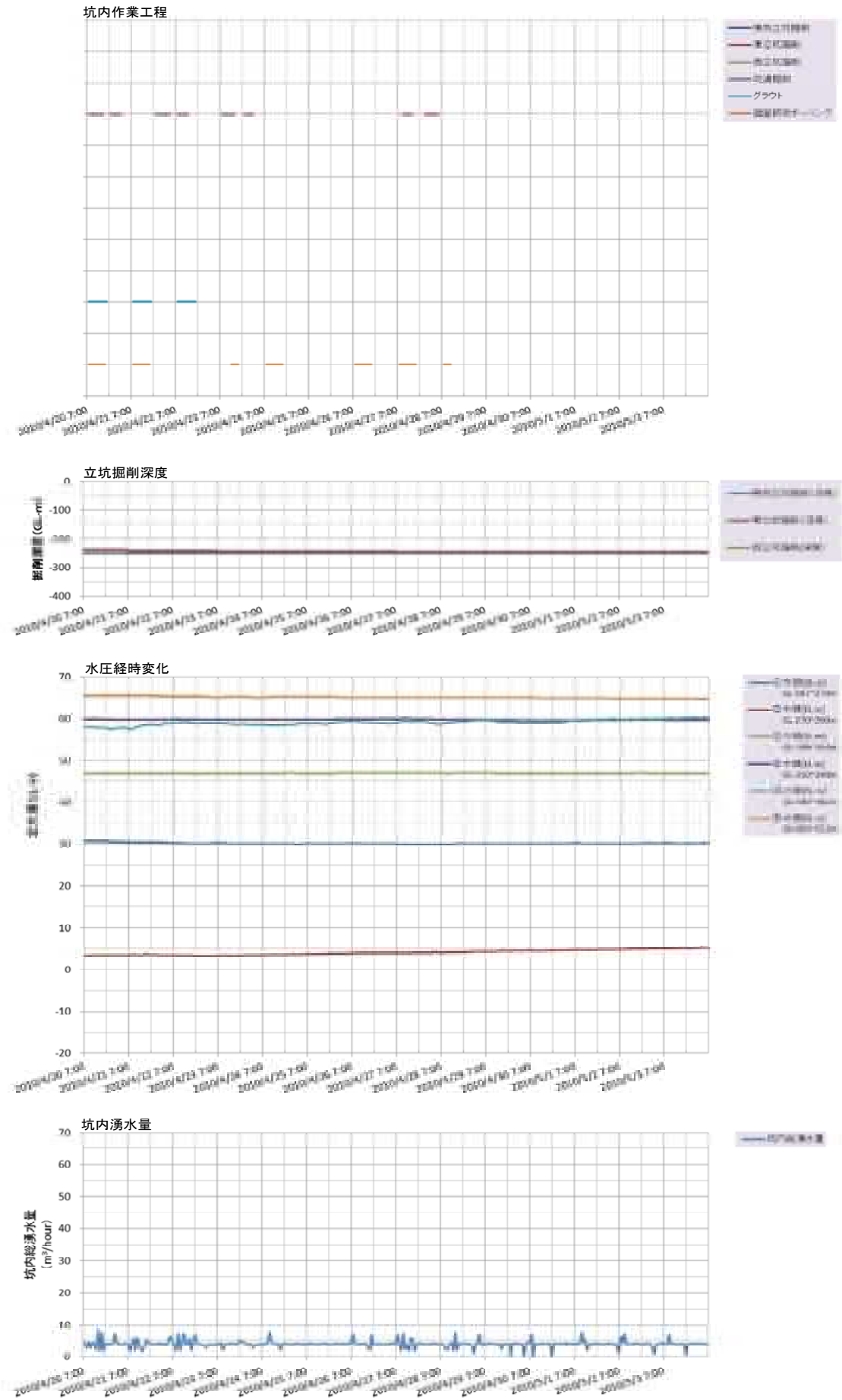


図 2-16 2010年4月20日~2010年5月3日における短期的な水圧変動

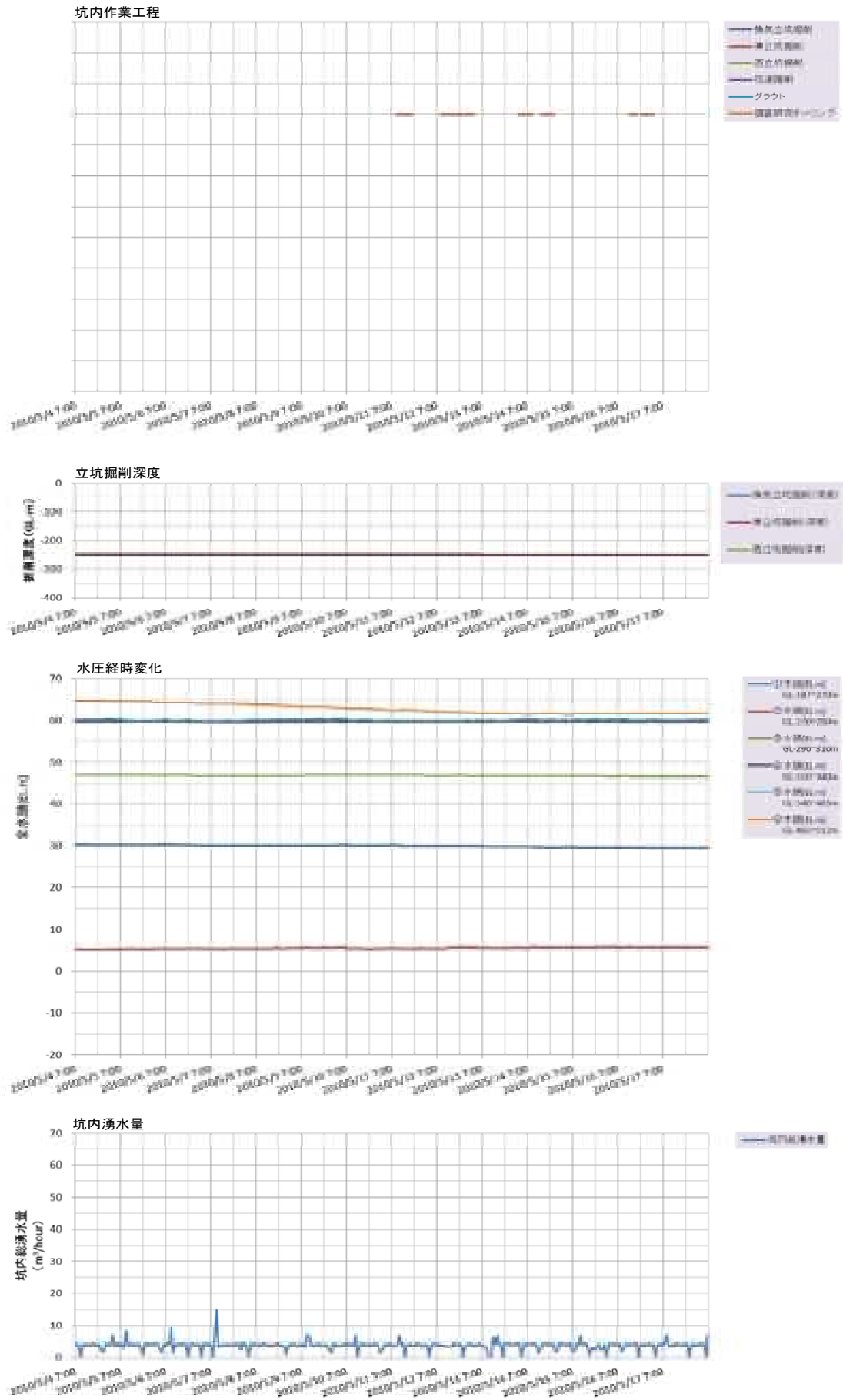


図 2-17 2010年5月4日~2010年5月17日における短期的な水圧変動

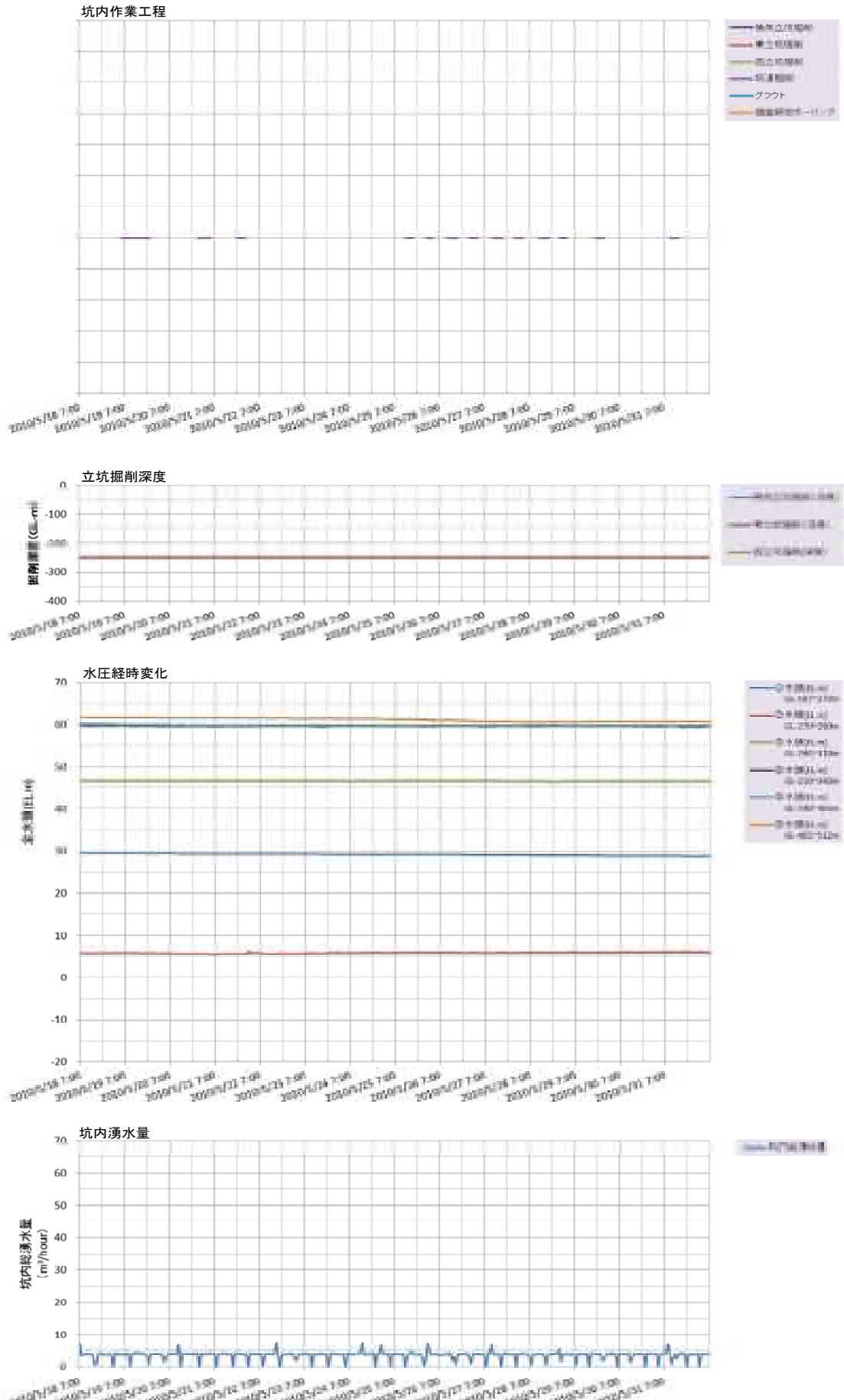


図 2-18 2010年5月18日~2010年5月31日における短期的な水圧変動

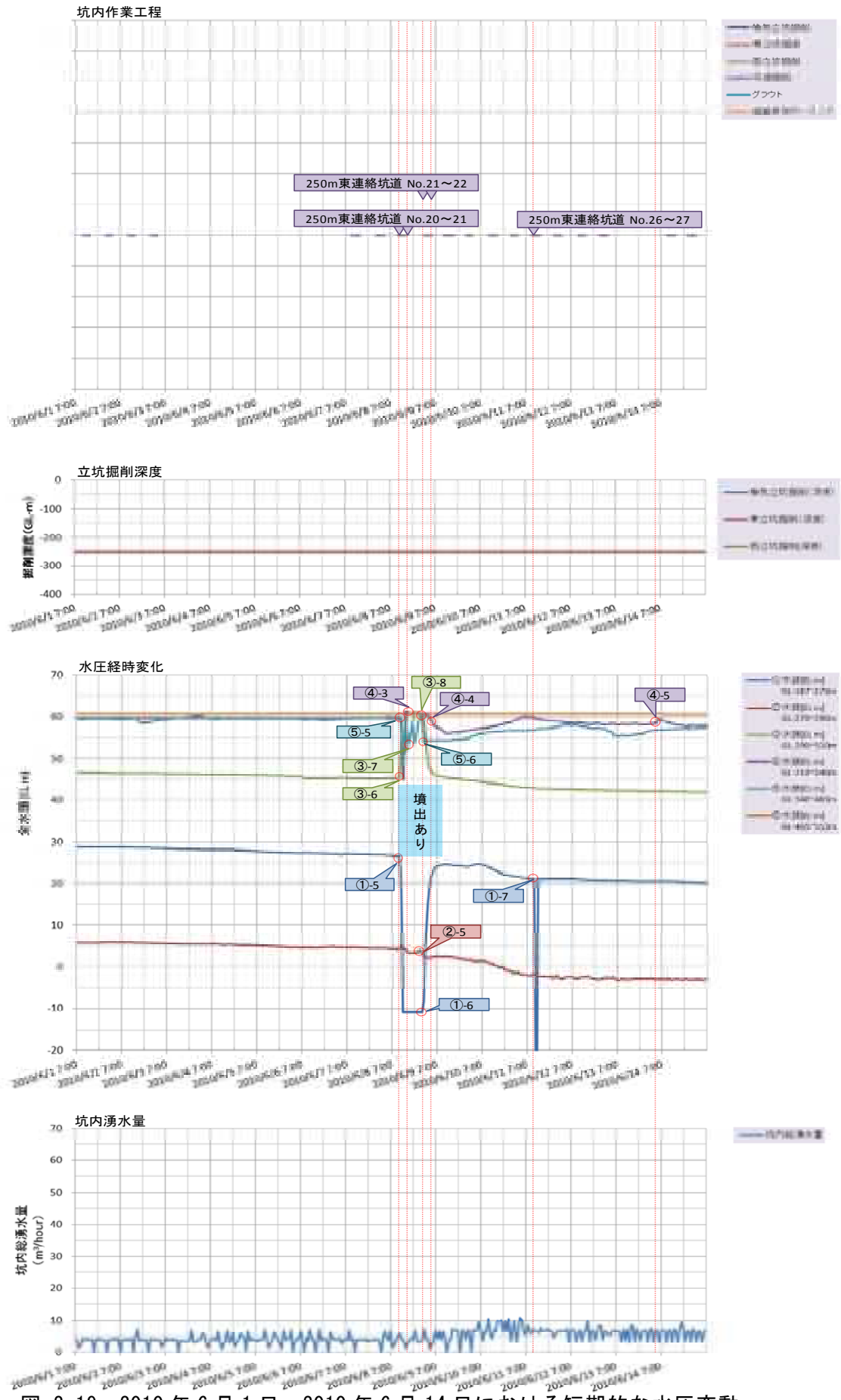


図 2-19 2010年6月1日~2010年6月14日における短期的な水圧変動

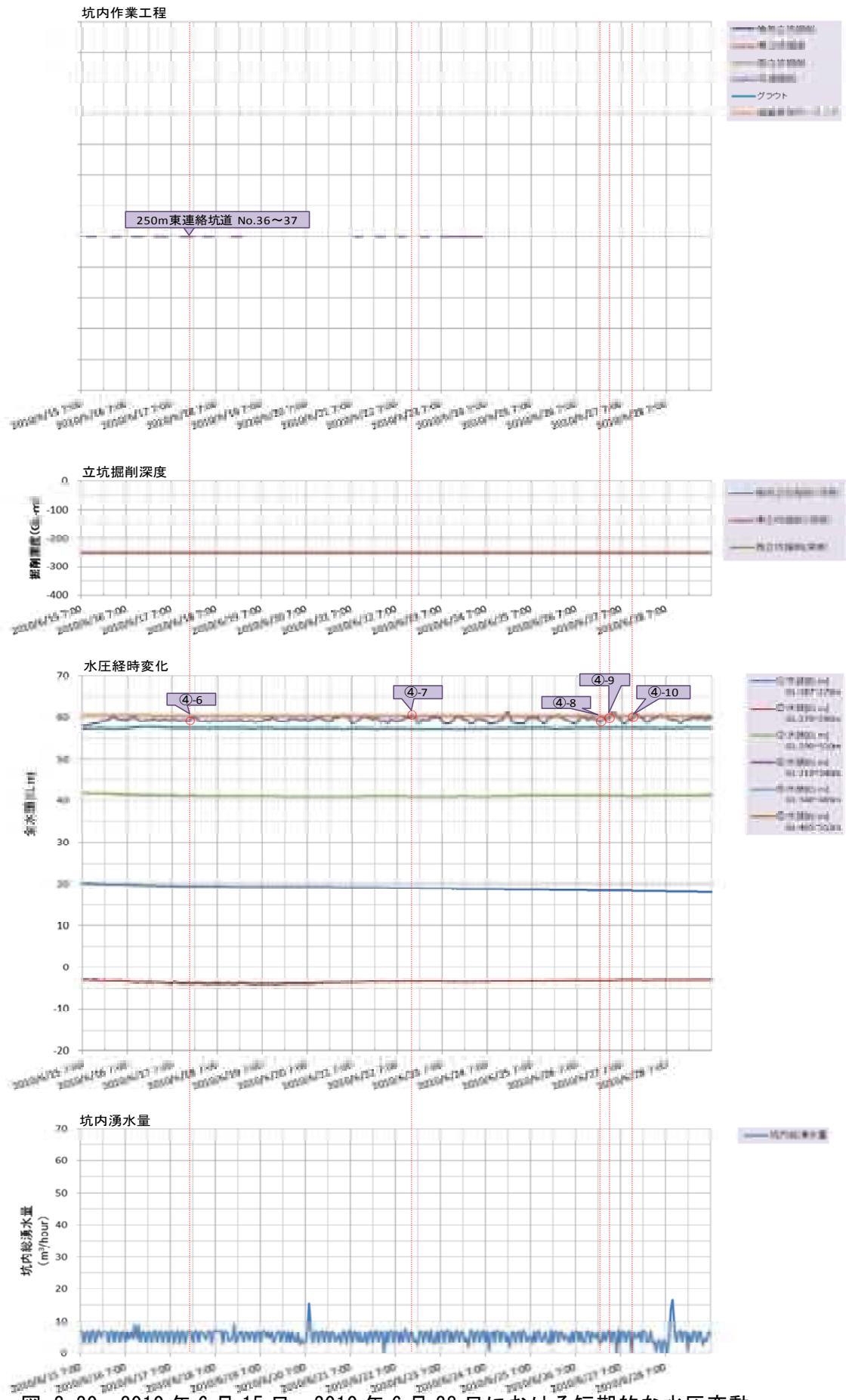


図 2-20 2010年6月15日~2010年6月28日における短期的な水压変動

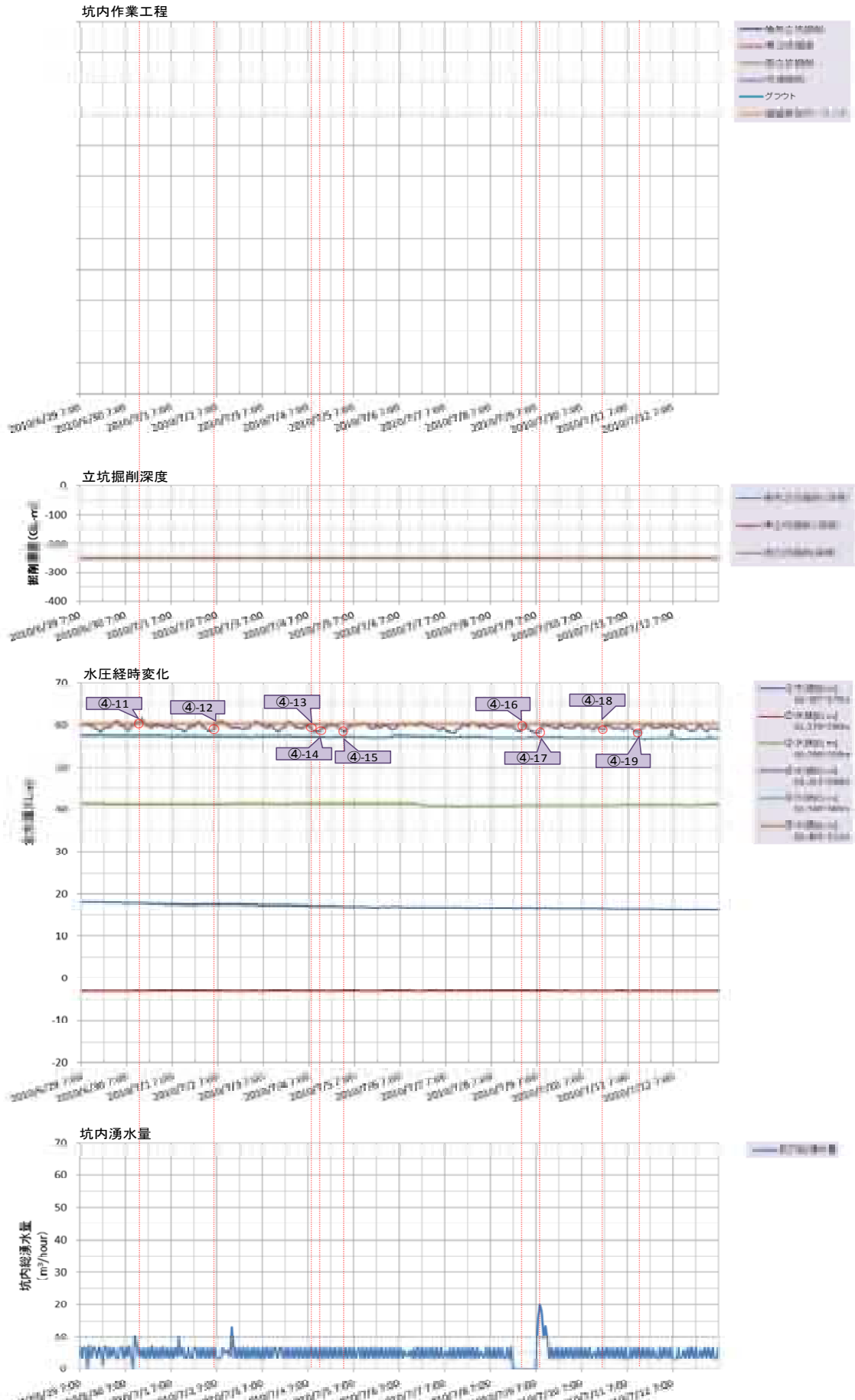


図 2-21 2010年6月29日~2010年7月12日における短期的な水圧変動

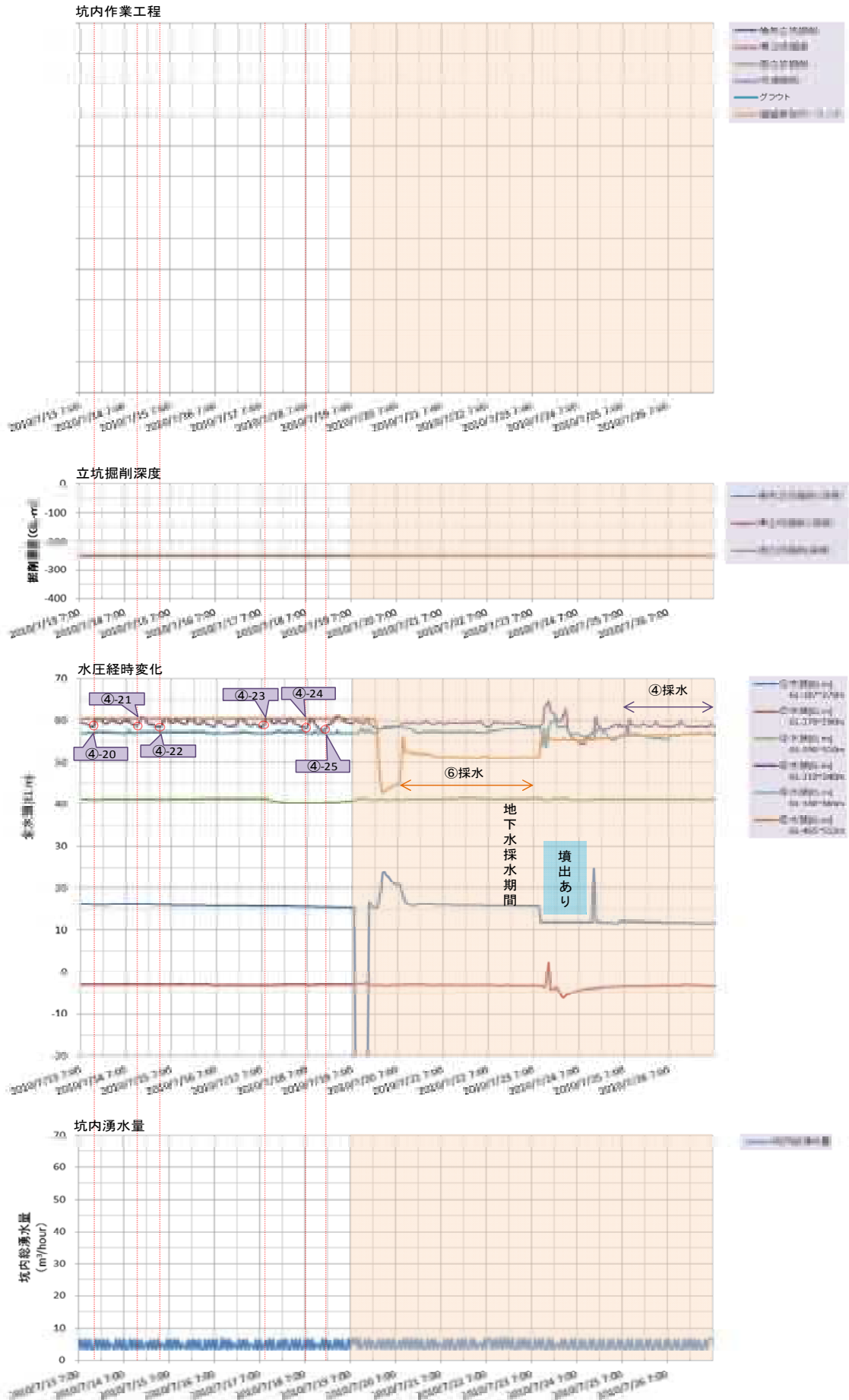


図 2-22 2010年7月13日~2010年7月26日における短期的な水圧変動

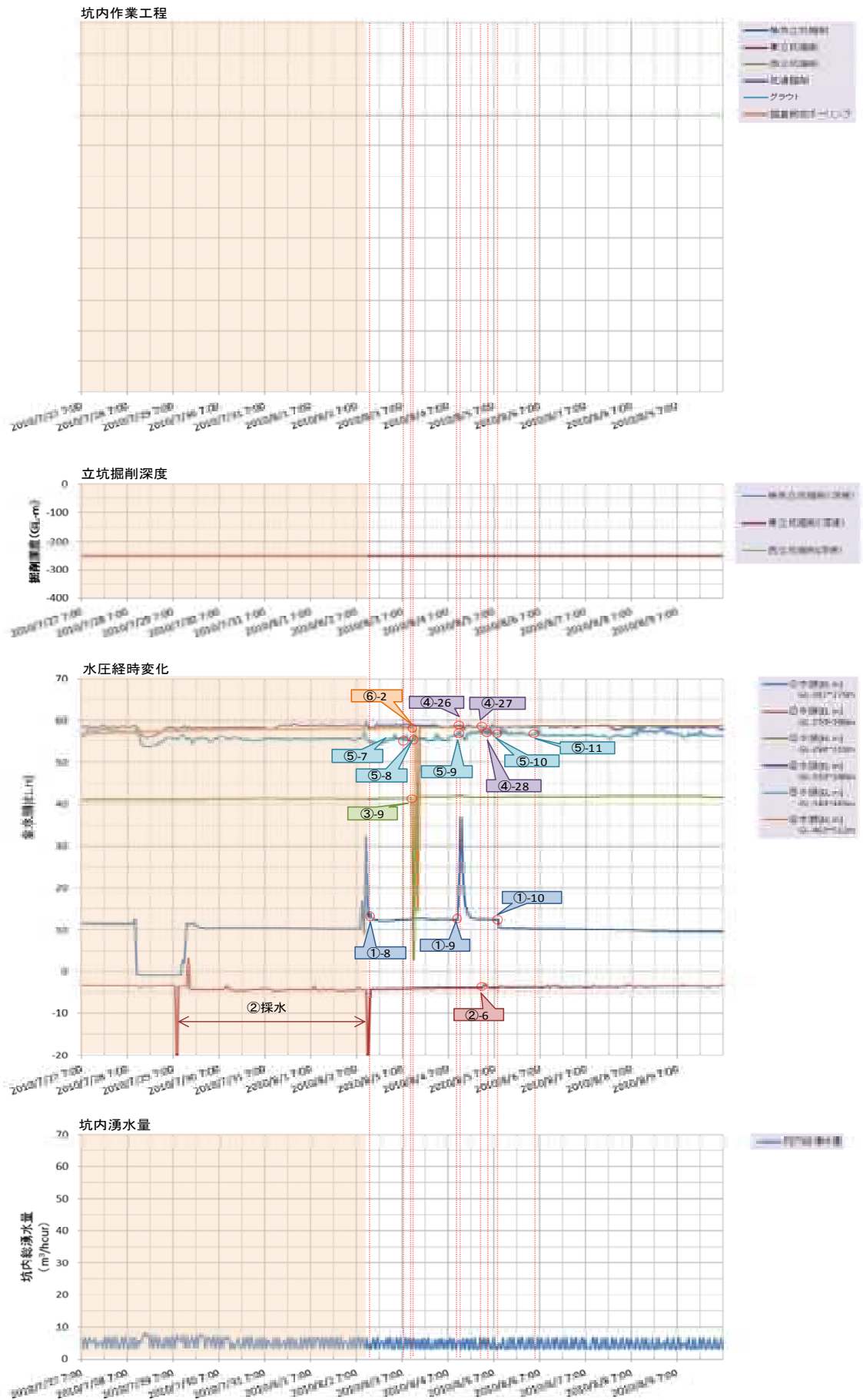


図 2-23 2010年7月27日~2010年8月9日における短期的な水圧変動

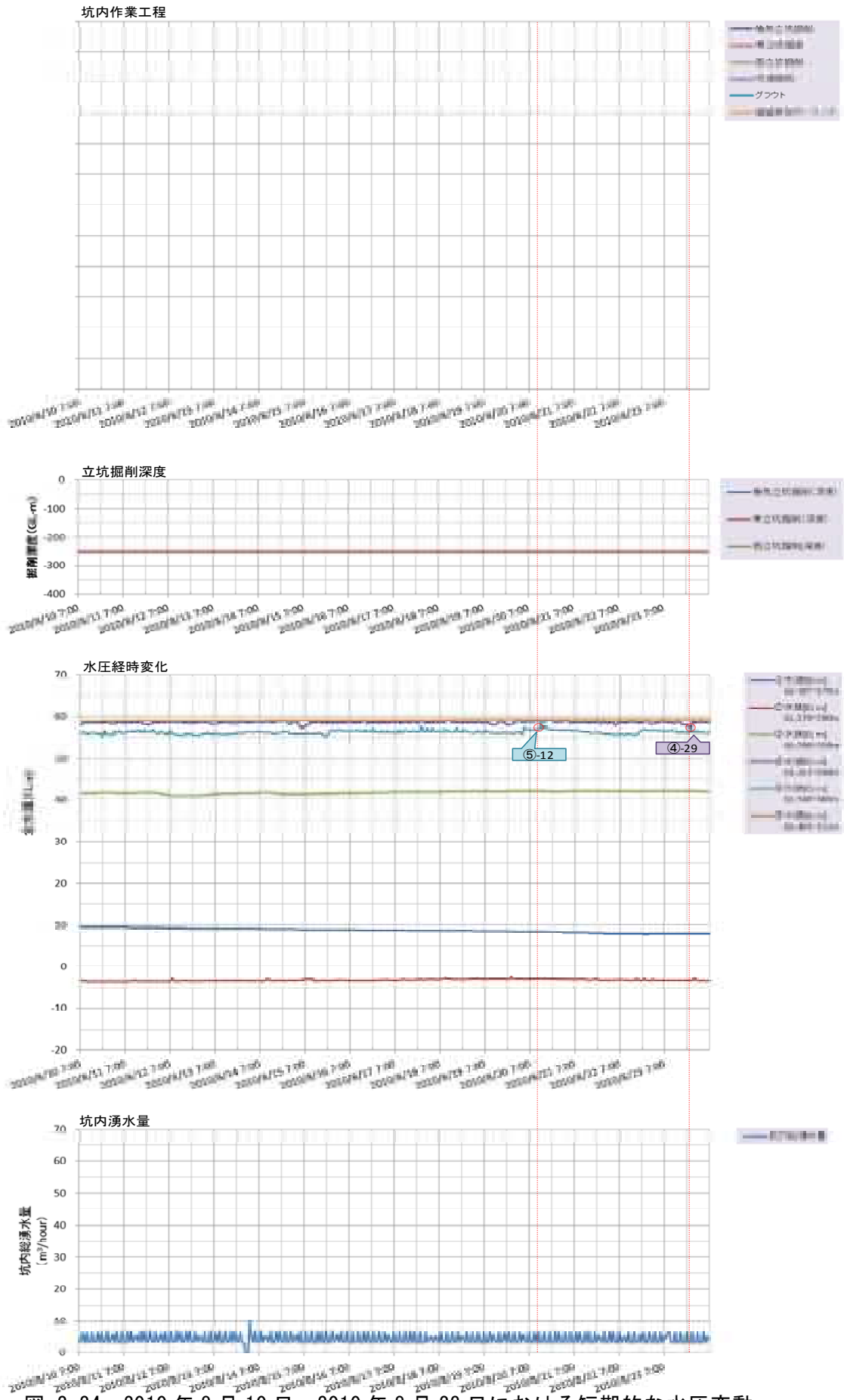


図 2-24 2010年8月10日~2010年8月23日における短期的な水圧変動

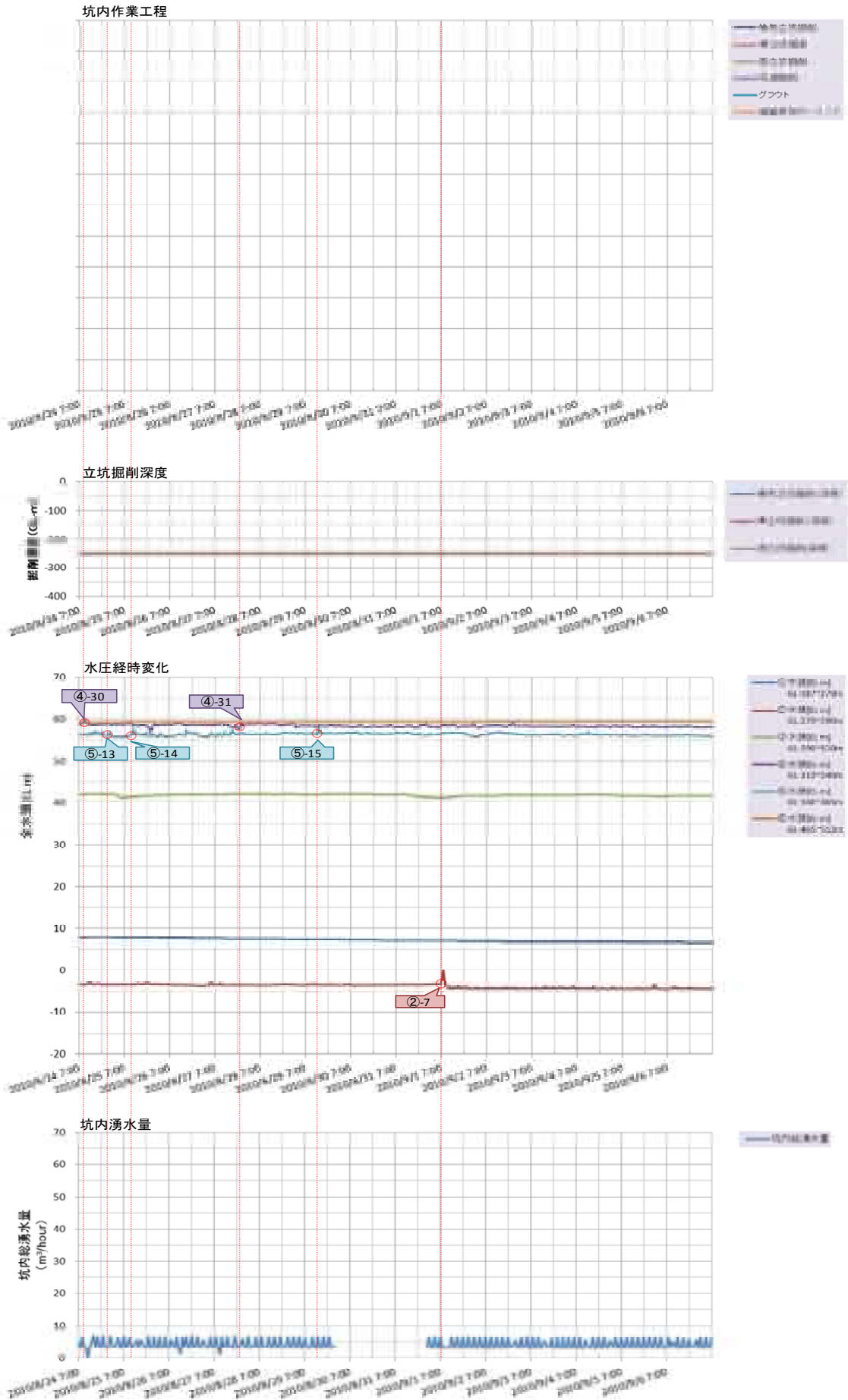


図 2-25 2010年8月24日~2010年9月6日における短期的な水圧変動

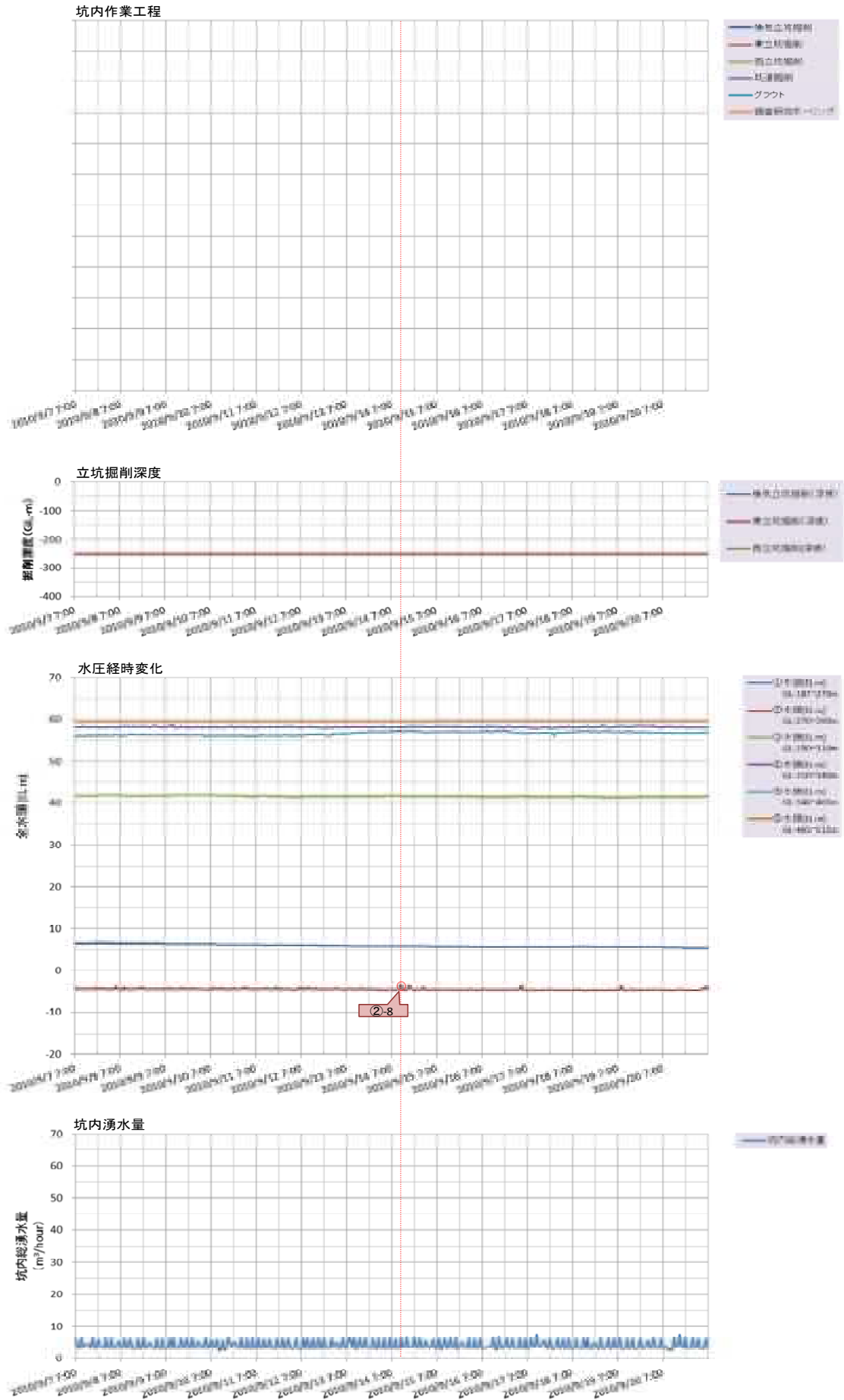


図 2-26 2010年9月7日~2010年9月20日における短期的な水圧変動

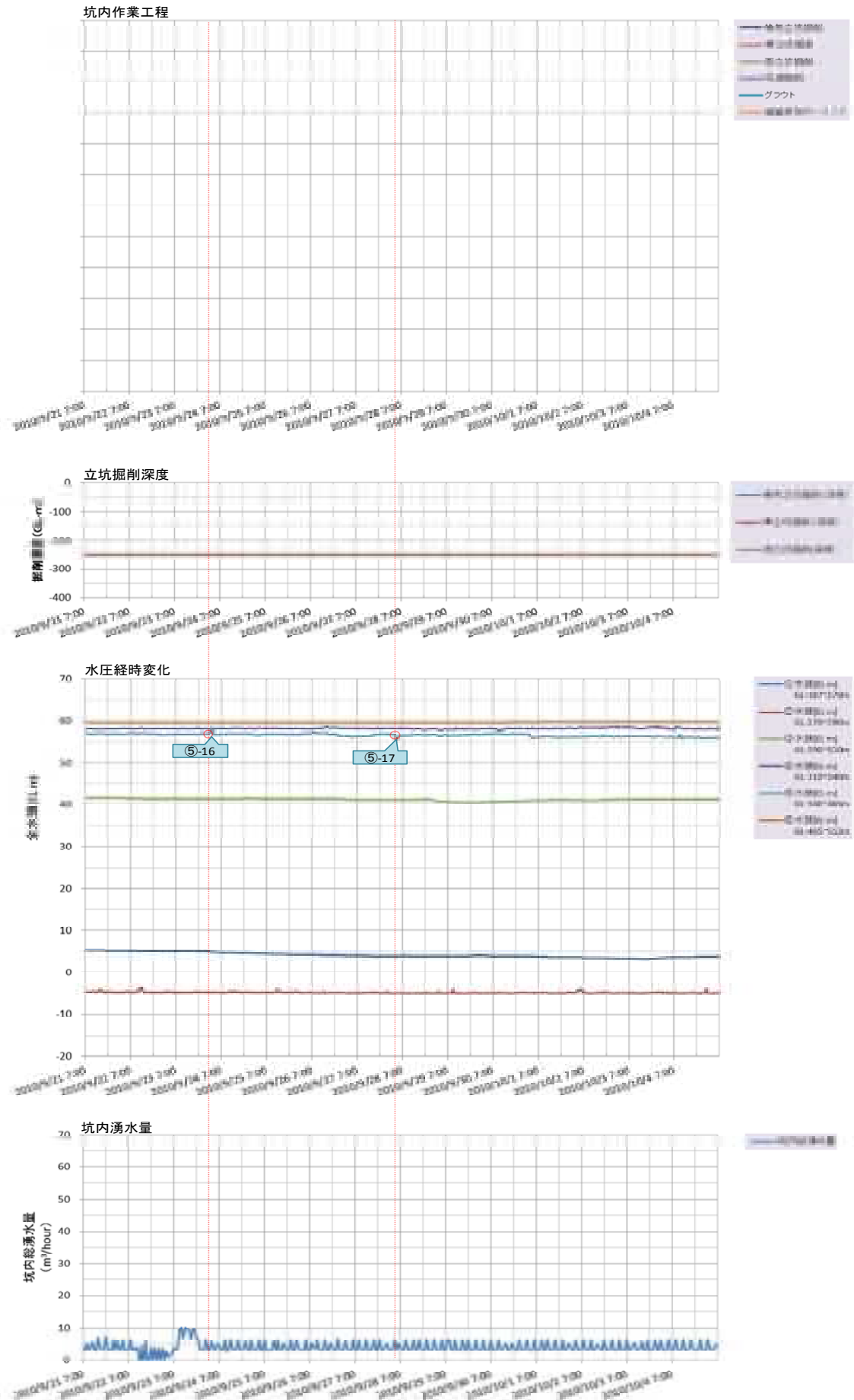


図 2-27 2010年9月21日~2010年10月4日における短期的な水圧変動

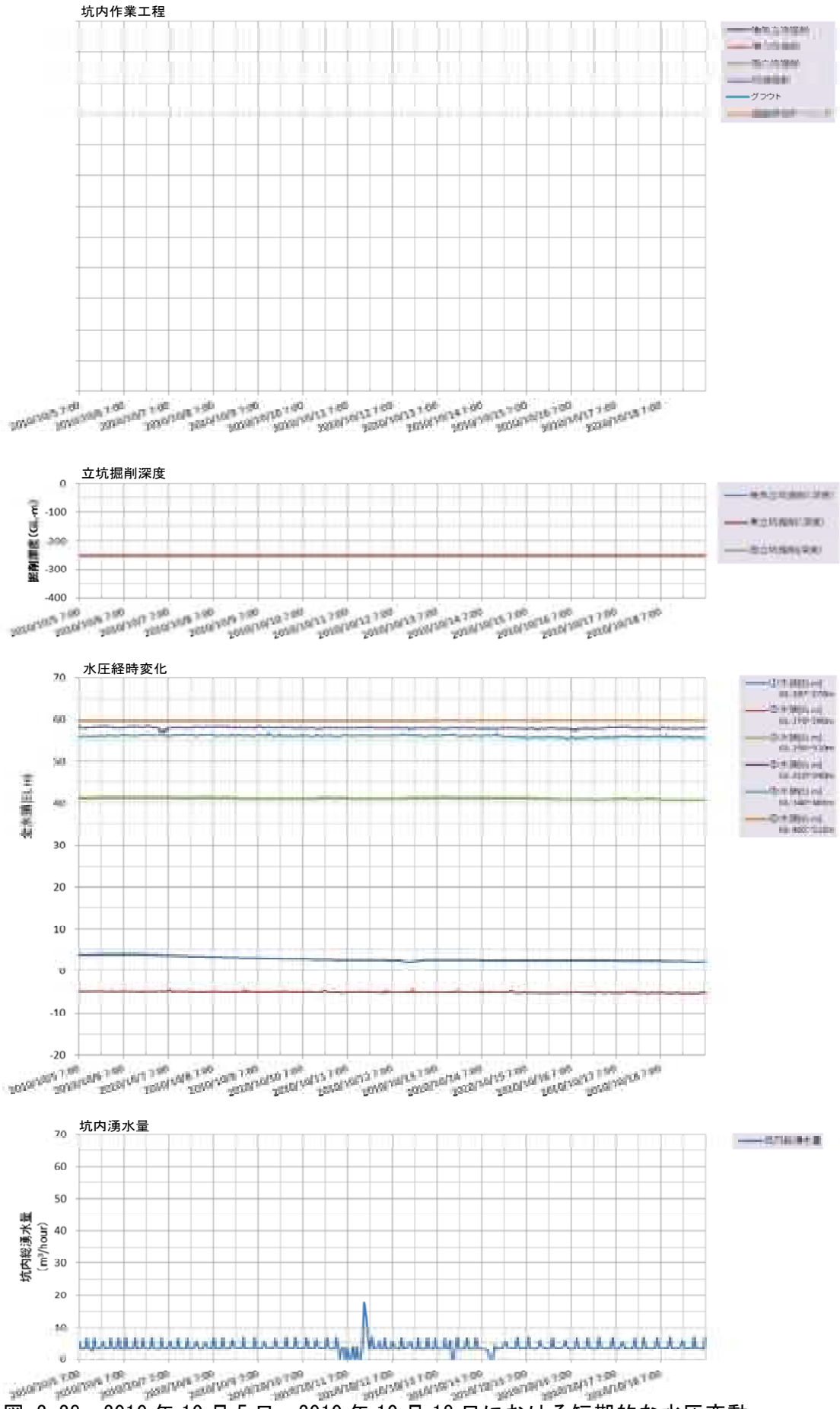


図 2-28 2010年10月5日~2010年10月18日における短期的な水圧変動

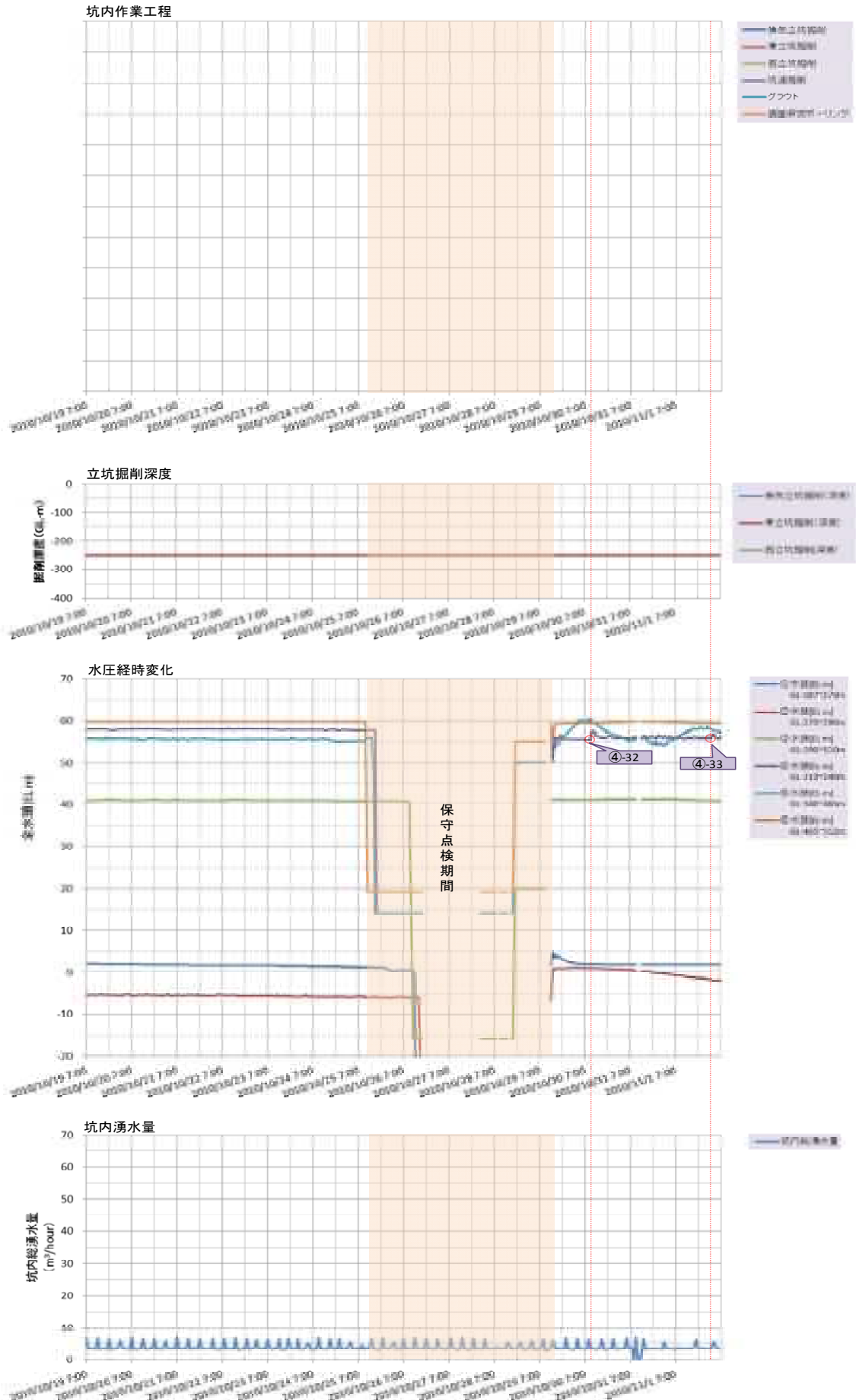


図 2-29 2010年10月19日~2010年11月1日における短期的な水圧変動

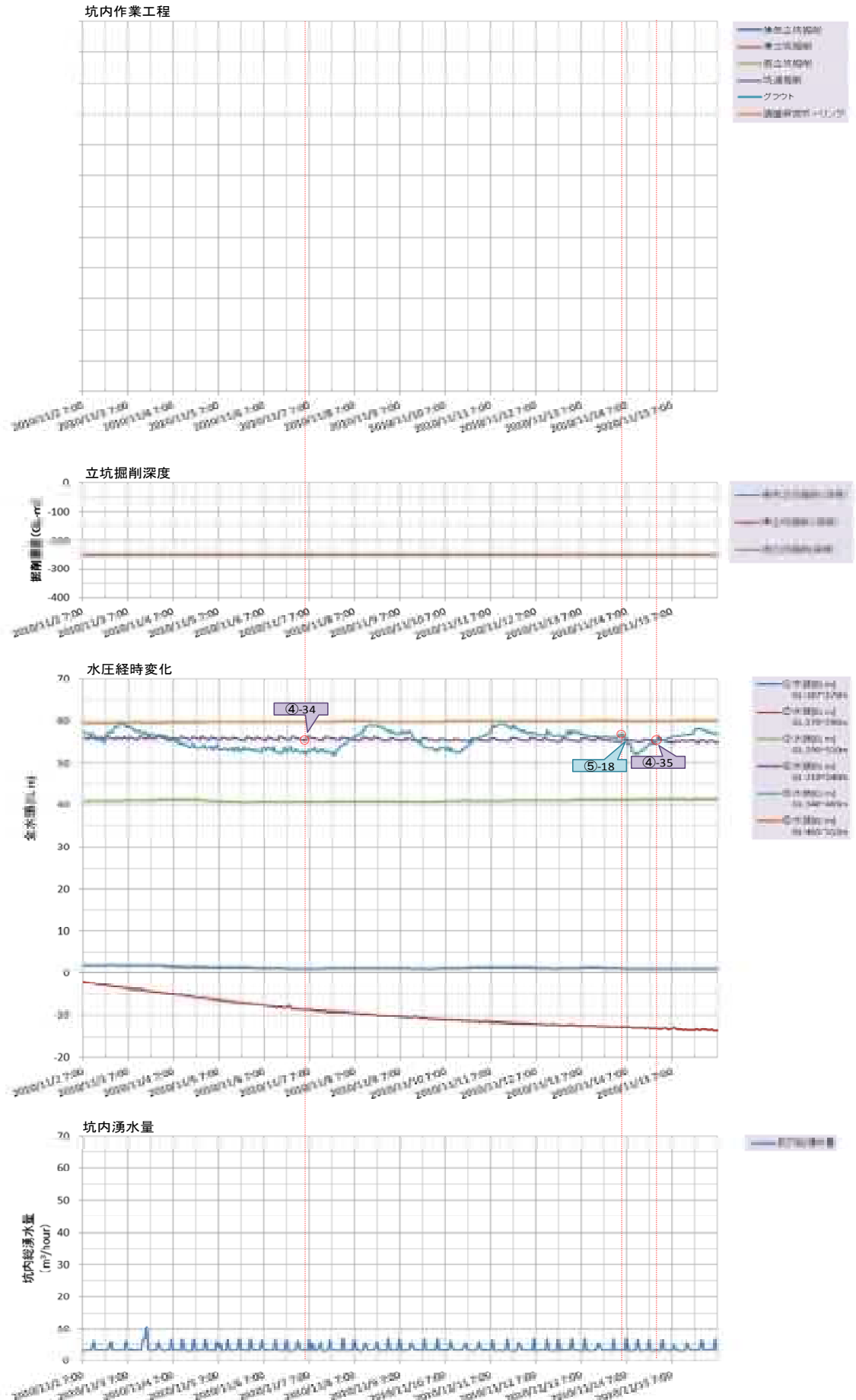


図 2-30 2010年11月2日~2010年11月15日における短期的な水圧変動

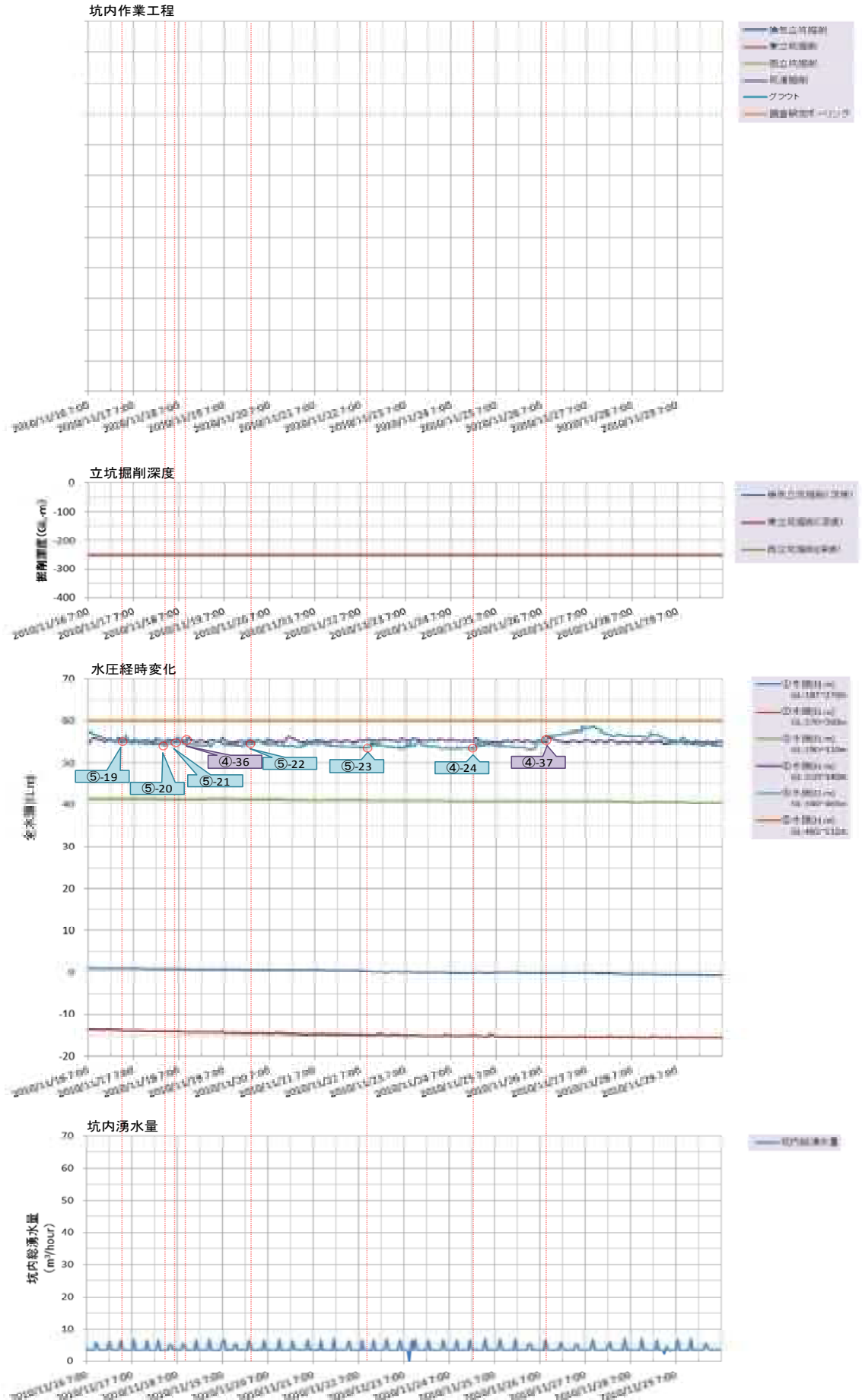


図 2-31 2010年11月16日~2010年11月29日における短期的な水圧変動

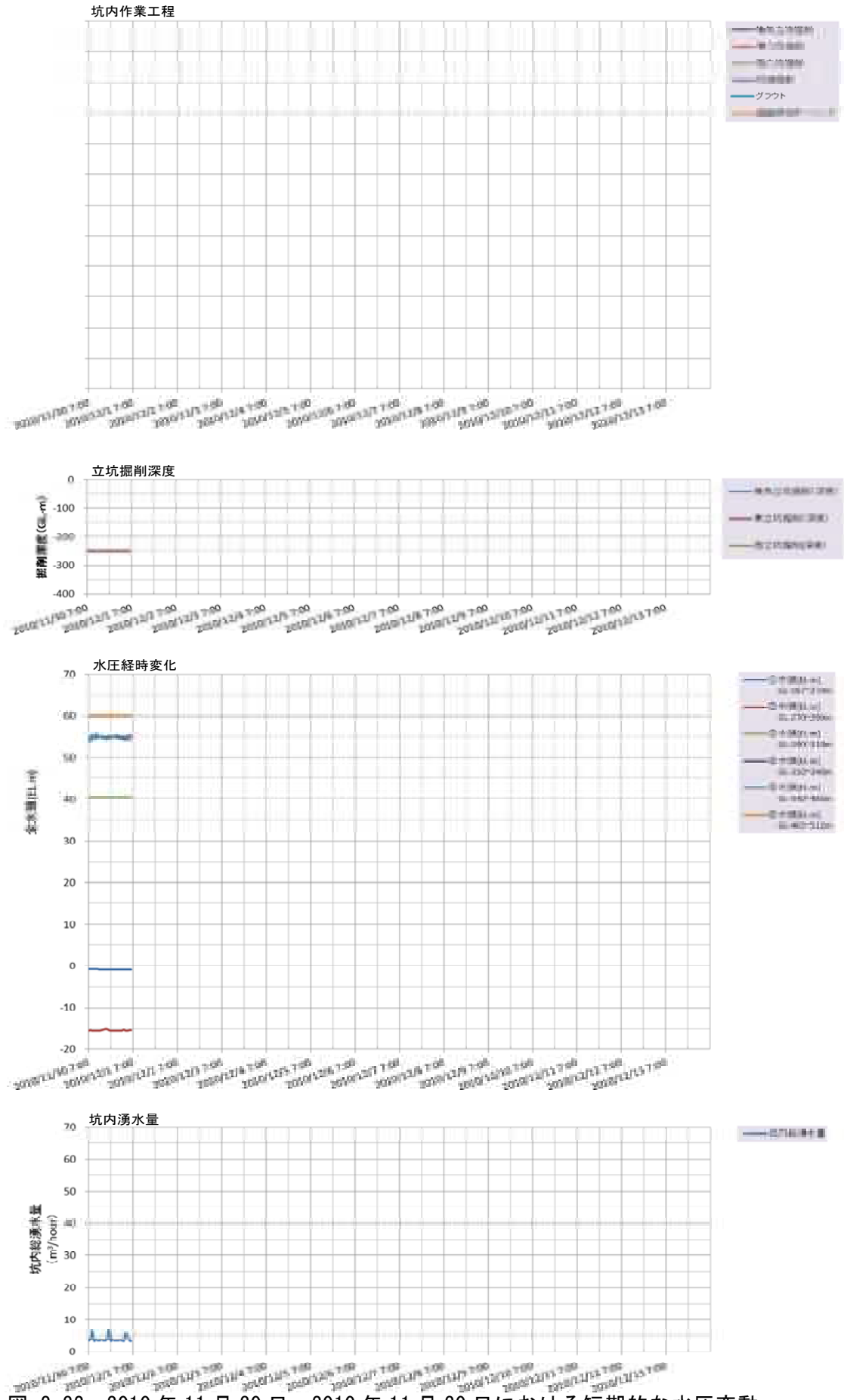


図 2-32 2010年11月30日~2010年11月30日における短期的な水圧変動

表 2-2 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
①-1	2009/12/15 11:00	-3.212	掘削無し	作業無し	作業無し	作業無し	⑤-1	
①-2	2009/12/18 16:00	1.033	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
①-3	2010/4/13 12:00	-8.202	GL-234.0m 東立坑	作業無し	GL-259.5m 湧水 (2L/min) 換気立坑大型試験座 1孔	6.86m,250m東連絡坑道 No.5	③-2,⑤-2	①区間からの噴出
①-4	2010/4/14 3:00	8.738	掘削無し	作業無し	作業無し	掘削無し		
①-5	2010/6/8 12:00	-6.672	掘削無し	250m東連絡坑道 No.20~21	作業無し	作業無し	③-6,⑤-5	①区間からの噴出
①-6	2010/6/9 0:00	2.625	作業無し	掘削無し	作業無し	作業無し	②-5,⑤-6	①区間からの噴出
①-7	2010/6/11 12:00	-67.899	作業無し	250m東連絡坑道 No.26~27	作業無し	作業無し		
①-8	2010/8/2 15:00	-1.198	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
①-9	2010/8/4 13:00	13.339	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
①-10	2010/8/5 10:00	-1.873	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		

表 2-3 ②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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
②-1	2010/3/10 13:00	1.319	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
②-2	2010/3/11 10:00	1.817	掘削無し	作業無し	作業無し	作業無し		
②-3	2010/3/12 3:00	-1.504	GL-210.5m,東立坑	作業無し	作業無し	作業無し		
②-4	2010/4/13 13:00	1.619	GL-234.0m,東立坑	掘削無し	GL-259.5m,湧水(2L/min),換気立坑大型試験座,1孔	6.86m,250m東連絡坑道, No.5	④-1,⑤-3	①区間からの噴出
②-5	2010/6/9 0:00	-1.039	作業無し	250m東連絡坑道 No.21~22	作業無し	作業無し	①-6,⑤-6	①区間からの噴出
②-6	2010/8/5 2:00	1.065	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
②-7	2010/9/1 8:00	3.358	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
②-8	2010/9/14 13:00	-1.02	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		

表 2-4 ③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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
③-1	2009/12/18 14:00	-36.052	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
③-2	2010/4/13 12:00	7.234	GL-234.0m,東立坑	作業無し	GL-259.5m,湧水(2L/min),換気立坑大型試錐座,1孔	6.86m,250m東連絡坑道.No.5	①-3,⑤-2	①区間からの噴出
③-3	2010/4/13 16:00	-1.403	掘削無し	作業無し	GL-259.5m,湧水(2L/min),換気立坑大型試錐座,1孔	6.86m,250m東連絡坑道.No.5		
③-4	2010/4/13 18:00	2.537	掘削無し	作業無し	掘削無し	掘削無し	⑤-4	
③-5	2010/4/13 22:00	2.3	掘削無し	作業無し	掘削無し	掘削無し	⑤-4	
③-6	2010/6/8 12:00	9.063	作業無し	250m東連絡坑道 No.20~21	作業無し	作業無し	①-5,⑤-5	①区間からの噴出
③-7	2010/6/8 17:00	2.658	作業無し	掘削無し	作業無し	作業無し		
③-8	2010/6/9 1:00	-2.88	作業無し	250m東連絡坑道 No.21~22	作業無し	作業無し		
③-9	2010/8/3 13:00	-38.481	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	⑤-7	

表 2-5 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-1	2010/4/13 13:00	-1.931	GL-234.0m,東立坑	掘削無し	GL-259.5m,湧水(2L/min),換気立坑大型試験座,1孔	6.86m,250m東連絡坑道,No.5	②-4,⑤-2	①区間からの噴出
④-2	2010/4/13 20:00	-11.842	掘削無し	掘削無し	掘削無し	掘削無し		①区間からの噴出
④-3	2010/6/8 13:00	-14.703	作業無し	250m東連絡坑道 No.20~21	作業無し	作業無し		①区間からの噴出
④-4	2010/6/9 5:00	-1.051	作業無し	250m東連絡坑道 No.21~22	作業無し	作業無し		
④-5	2010/6/14 5:00	1.102	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-6	2010/6/17 18:00	1.02	作業無し	250m東連絡坑道 No.36~37	作業無し	作業無し		
④-7	2010/6/22 17:00	-1.014	作業無し	掘削無し	作業無し	作業無し		
④-8	2010/6/26 21:00	1.083	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-9	2010/6/27 2:00	1.389	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-10	2010/6/27 14:00	1.007	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-11	2010/6/30 15:00	1.211	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-12	2010/7/2 6:00	1.778	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-13	2010/7/4 9:00	-1.09	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-14	2010/7/4 14:00	1.148	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-15	2010/7/5 3:00	1.045	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日

表 2-6 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-16	2010/7/9 0:00	1.128	掘削無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-17	2010/7/9 10:00	1.154	掘削無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-18	2010/7/10 19:00	1.115	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-19	2010/7/11 14:00	1.256	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-20	2010/7/13 15:00	1.332	掘削無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-21	2010/7/14 15:00	1.249	掘削無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-22	2010/7/15 3:00	1.109	掘削無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-23	2010/7/17 9:00	1.089	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-24	2010/7/18 8:00	1.44	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-25	2010/7/18 18:00	1.109	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-26	2010/8/4 15:00	-1.237	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	⑤-8	
④-27	2010/8/5 3:00	-1.096	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-28	2010/8/5 6:00	1.358	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-29	2010/8/23 22:00	2.084	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-30	2010/8/24 10:00	1.038	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		

表 2-7 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	坑道掘削	グラウトエ	調査研究Bor		
④-31	2010/8/27 21:00	1.574	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-32	2010/10/30 11:00	1.976	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
④-33	2010/11/2 3:00	1.256	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-34	2010/11/7 6:00	1.071	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
④-35	2010/11/15 0:00	1.109	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-36	2010/11/18 12:00	1.033	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-37	2010/11/26 11:00	1.109	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		

表 2-8 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
⑤-1	2009/12/15 11:00	-1.734	掘削無し	作業無し	作業無し	作業無し	①-1	
⑤-2	2010/4/13 12:00	-4.028	GL-234.0m,東立坑	作業無し	GL-259.5m,湧水(2L/min),換気立坑大型試験座,1孔	6.86m,250m東連絡坑道,No.5	①-3,③-2	①区間からの噴出
⑤-3	2010/4/13 18:00	1.019	作業無し	作業無し	掘削無し	掘削無し	③-4	①区間からの噴出
⑤-4	2010/4/13 22:00	-1.09	作業無し	作業無し	掘削無し	掘削無し	③-5	①区間からの噴出
⑤-5	2010/6/8 12:00	-1.893	作業無し	250m東連絡坑道 No.20~21	作業無し	作業無し	①-5,③-6	①区間からの噴出
⑤-6	2010/6/9 0:00	-7.234	作業無し	掘削無し	作業無し	作業無し	①-6,②-5	①区間からの噴出
⑤-7	2010/8/3 9:00	1.428	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑤-8	2010/8/3 13:00	1.237	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	③-9	
⑤-9	2010/8/4 15:00	-1.128	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	④-26	
⑤-10	2010/8/5 11:00	1.313	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑤-11	2010/8/6 6:00	1.052	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑤-12	2010/8/20 13:00	1.249	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑤-13	2010/8/24 23:00	1.167	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑤-14	2010/8/25 12:00	1.262	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑤-15	2010/8/29 14:00	1.701	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		

表 2-9 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
⑤-16	2010/9/24 2:00	1.498	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑤-17	2010/9/28 4:00	-1.517	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑤-18	2010/11/14 6:00	-1.083	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑤-19	2010/11/17 3:00	1.65	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑤-20	2010/11/18 1:00	1.485	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑤-21	2010/11/18 6:00	1.198	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑤-22	2010/11/19 21:00	1.256	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑤-23	2010/11/22 13:00	1.669	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑤-24	2010/11/24 21:00	1.804	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		

表 2-10 ⑥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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
⑥-1	2009/12/17 16:00	-4.041	掘削無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑥-2	2010/8/3 14:00	-2.555	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		

2.5 2010年12月1日～2011年10月9日における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

250m以深の掘削を2011年8月から開始し、2011年10月9日には深度287mまで掘削した。

2) 西立坑掘削

2011年2月から上部工の鋼管杭打設が始まり上部工の躯体工事を終え、7月から掘削を開始し9月末には深度48mまで掘削した。

3) 250m坑道掘削

2011年2月にポンプ座および小型試錐座（南）を掘削後、西連絡坑道の掘削を開始し2011年5月に掘削を完了した。その間、一時避難所および大型試錐座（西）も併せて掘削した。

4) グラウト工

深度250m以深の換気立坑を対象としたグラウトを2011年2月から2011年10月まで行った。また、深度250m以深の東立坑を対象としたグラウトを2011年6月から2011年9月まで行った。さらに深度350m坑道のC-①工区を対象としたグラウトを2011年8月から2012年1月まで行った。

5) 調査研究ボーリング掘削

2011年3月に250m小型試錐座（南）で初期地圧用ボーリング孔を掘削した。2011年6月に250m大型試錐座（西）で初期地圧用ボーリング孔を掘削し、その後250m大型試錐座（北）で物質移行試験用ボーリング孔を掘削した。また、2011年10月から12月の期間に250m大型試錐座（西）において深度350mに向けた物質移行試験用のボーリング孔を掘削した。掘進長は120、140、145mの計3本で俯角52～74度の方向を示す。

図 2-33 に 250m坑道の施工位置図を、図 2-34 に 250m坑道の支保工割付図を示す。

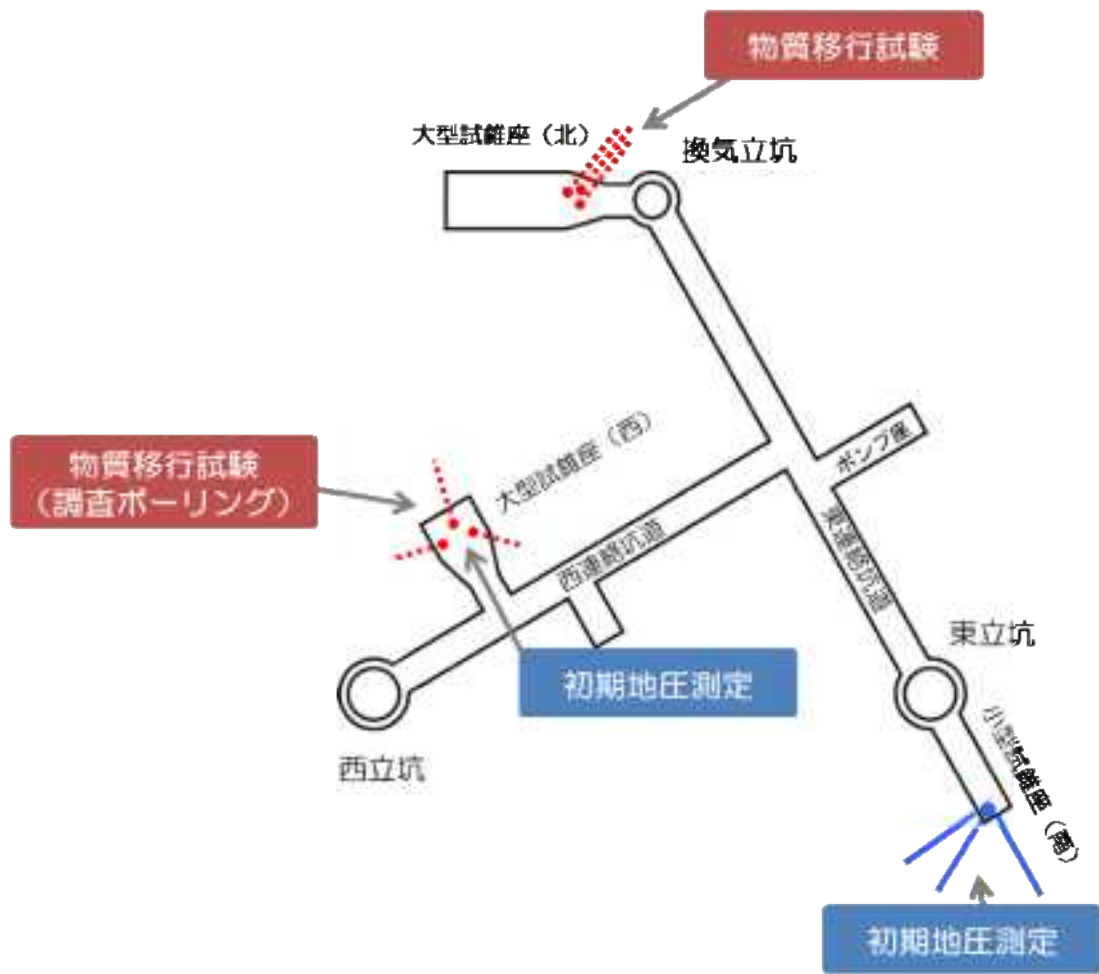
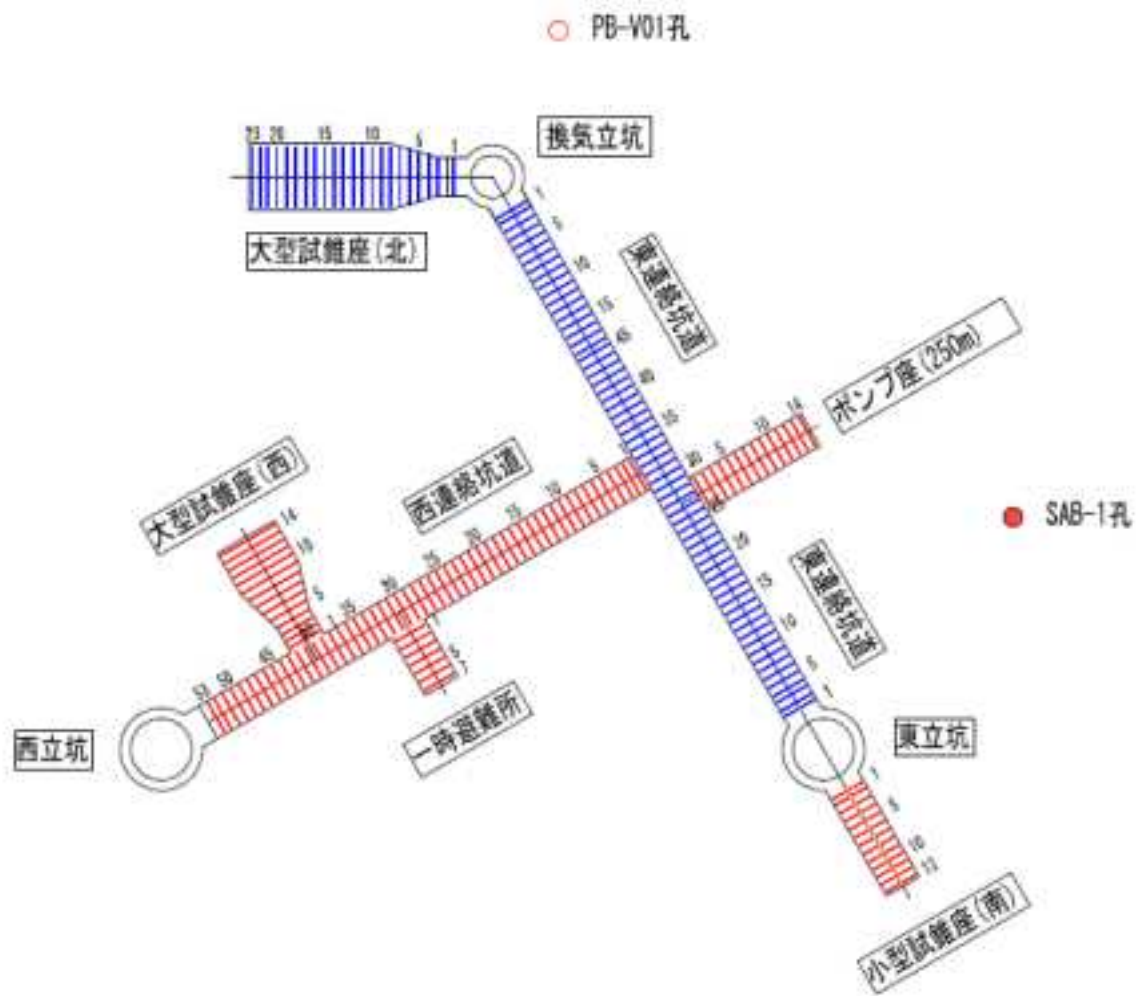


图 2-33 250m坑道施工位置图



- 青色表示は本検討期間以前に施工した区間を示す。
- 赤色表示は本検討期間に施工した区間を示す。
- 坑道脇の表示番号は支保工基数番号を示す。

図 2-34 250m坑道支保工割付図

(2) 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 2-35 に 2010 年 12 月 1 日～2011 年 10 月 9 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 2-36～図 2-58 および表 2-11～表 2-17 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。なお、グラフは上段から坑内作業工程、立坑掘削深度、水圧経時変化、坑内湧水量を示しており、湧水量は時間当たりの排水量から給水量を差し引いた地下施設全体の総湧水量を示している。

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 116 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、⑥区間以外のすべての区間で短期的な水圧変動イベントが認められた（図 2-36～図 2-58）。また本検討期間中にガス水の噴出事象が幾度か確認された。

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 2011 年 3 月 22 日～4 月 10 日付近と④区間の 2011 年 7 月 2 日～8 月 12 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 2-35）。同期間においては他の水圧観測孔においても同様な水圧変化が確認される（2.10）。本検討では、上記の水圧変動についても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-c, ②-b, ④-a）。

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 2-36～図 2-58, 表 2-11～表 2-17）。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。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。

3) SAB-1 孔における作業の実施状況

JNES 殿による応急対策として固定治具および還流ホースの設置が 2011 年 7 月に、水圧計の回収作業が 2011 年 8 月に実施された。

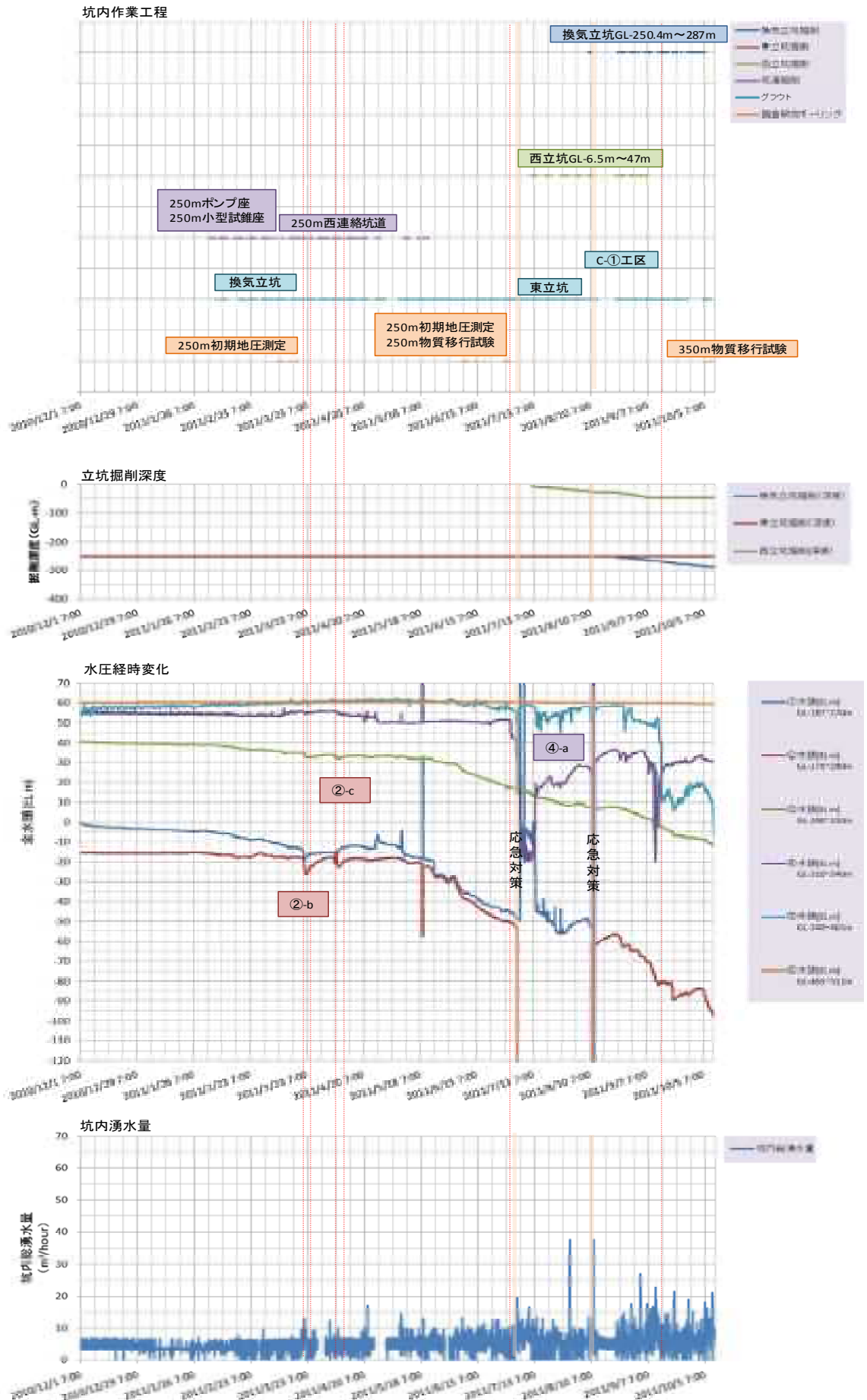


図 2-35 2010年12月1日~2011年10月9日における長期的な水圧変動

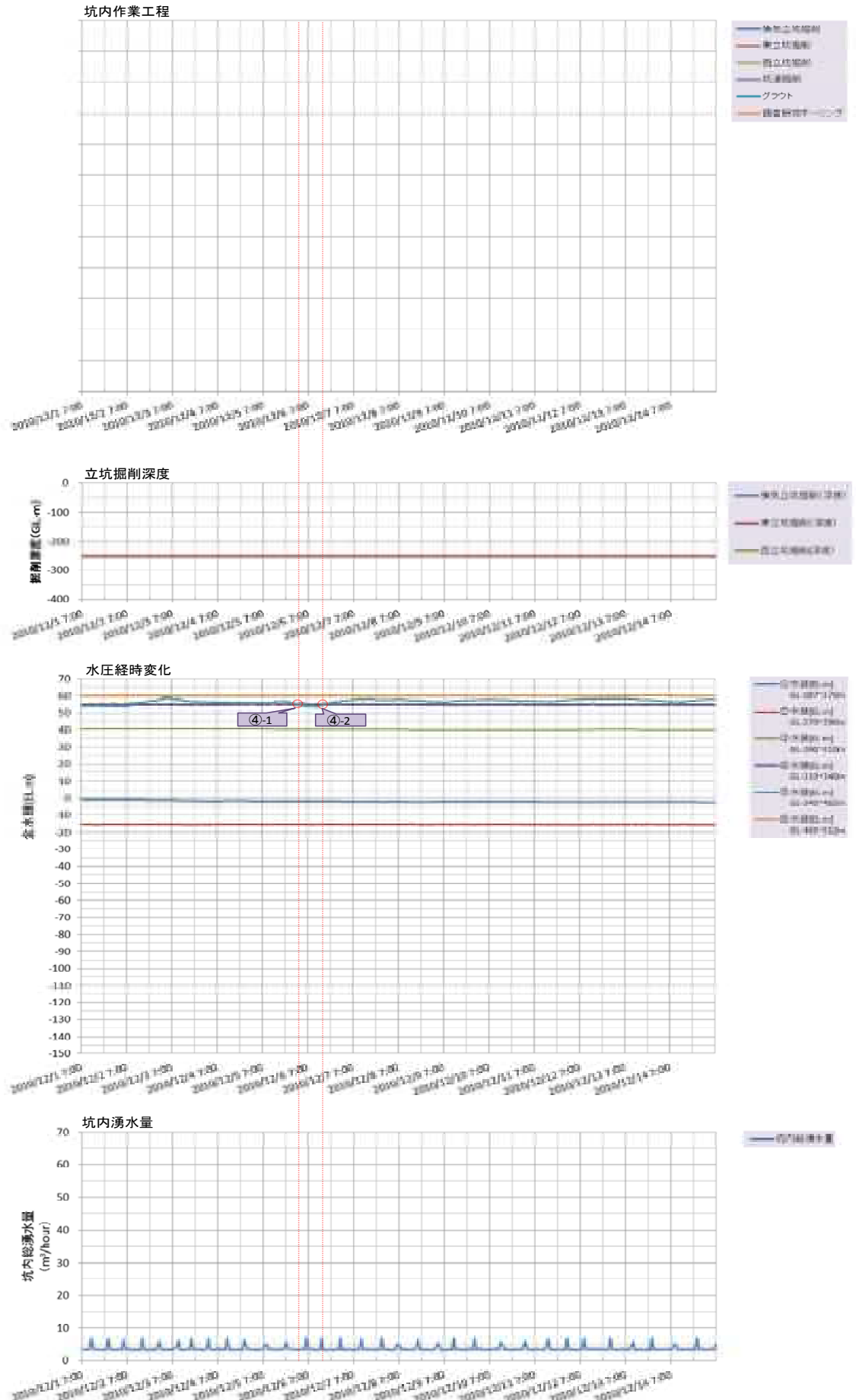


図 2-36 2010年12月1日~2010年12月14日における短期的な水圧変動

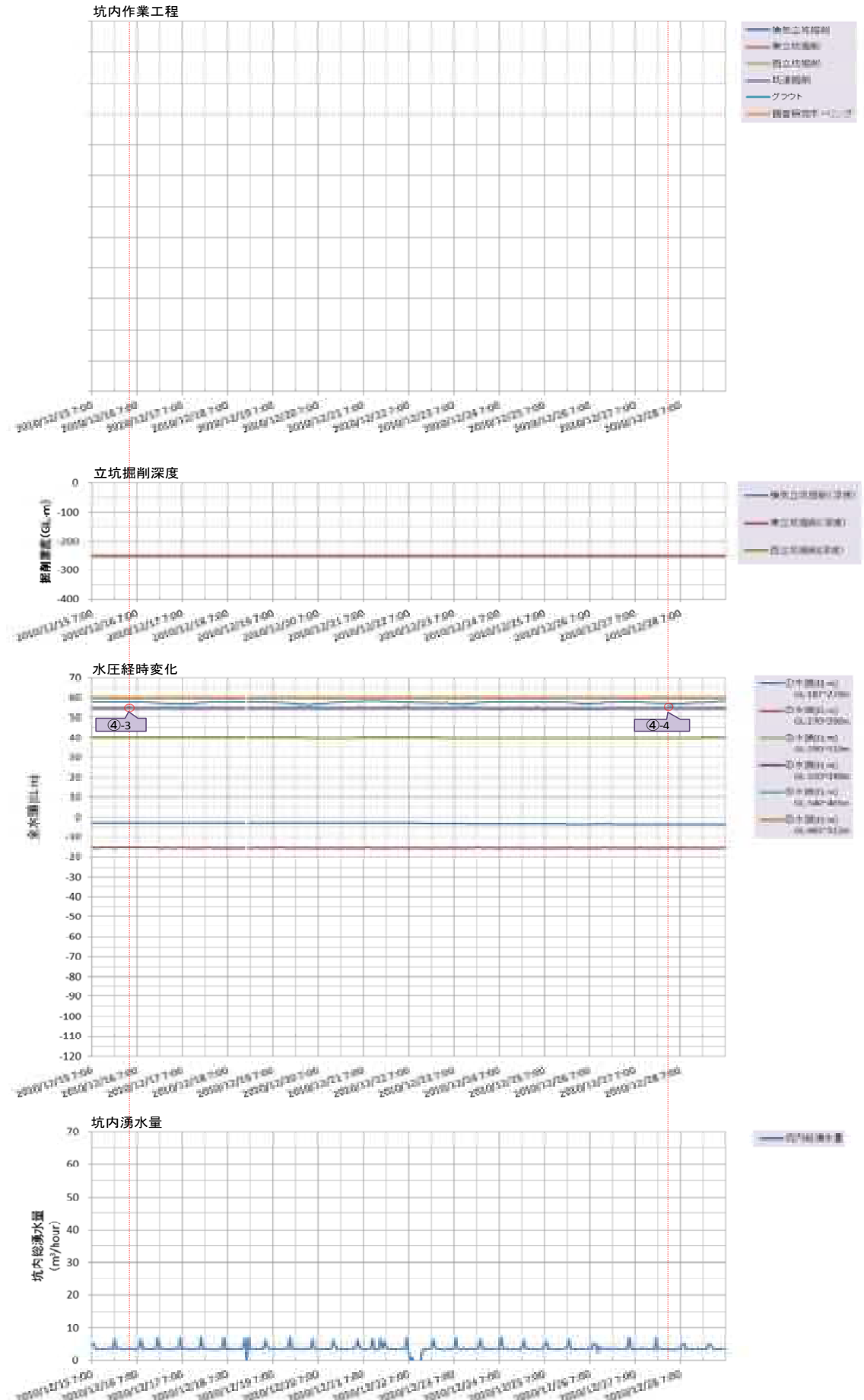


図 2-37 2010年12月15日~2010年12月28日における短期的な水压変動

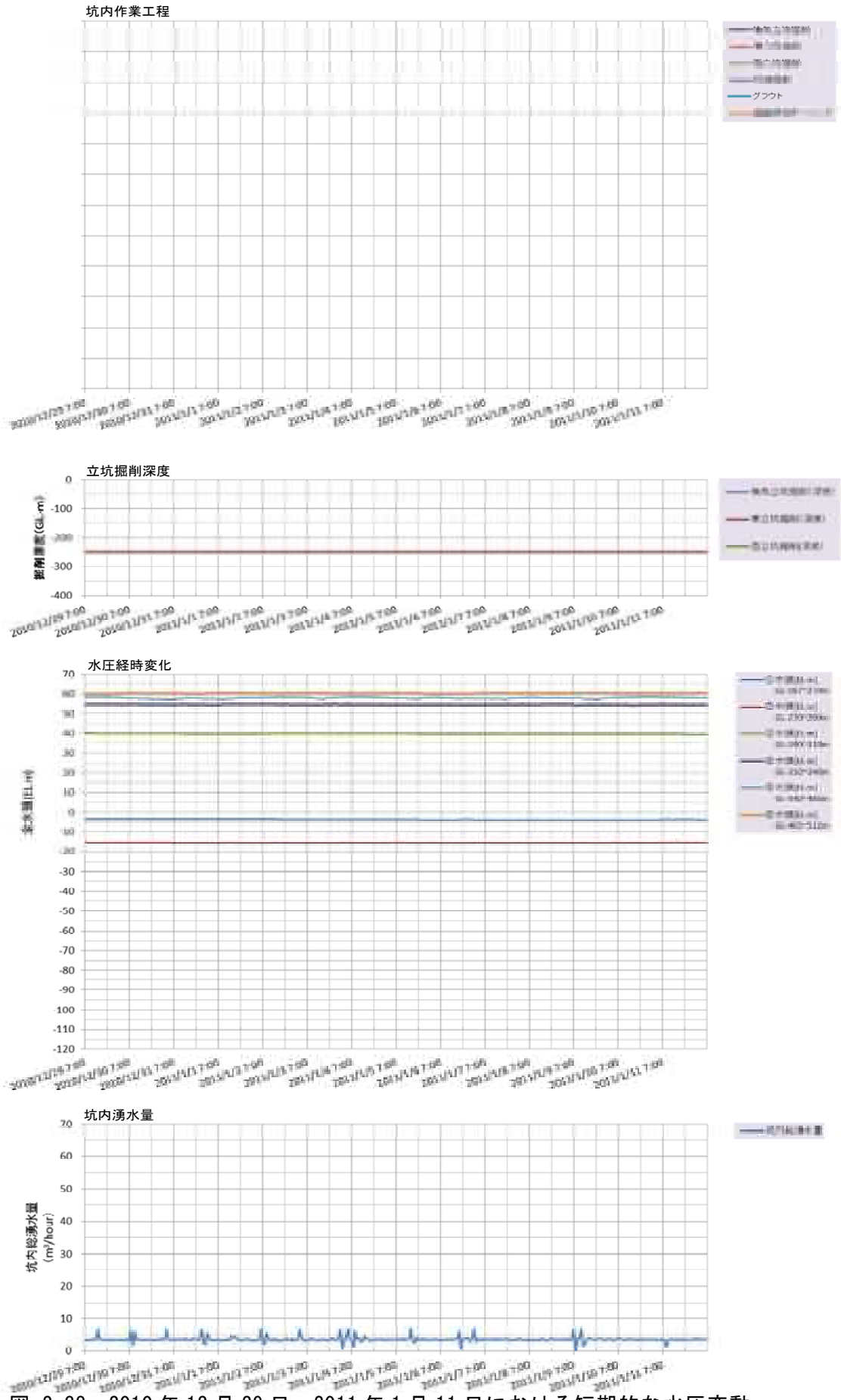


図 2-38 2010年12月29日~2011年1月11日における短期的な水圧変動

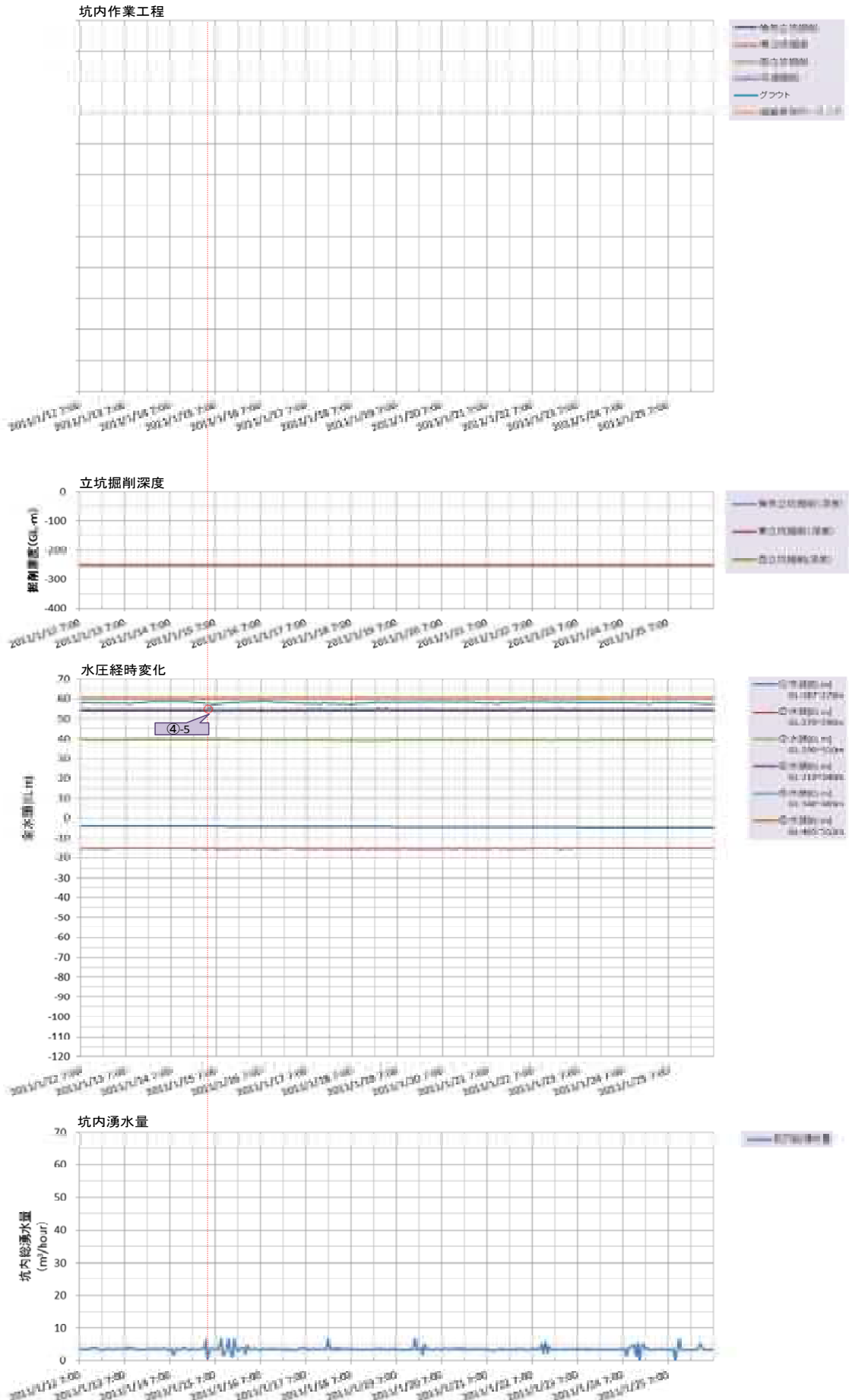


図 2-39 2011年1月12日~2011年1月25日における短期的な水圧変動

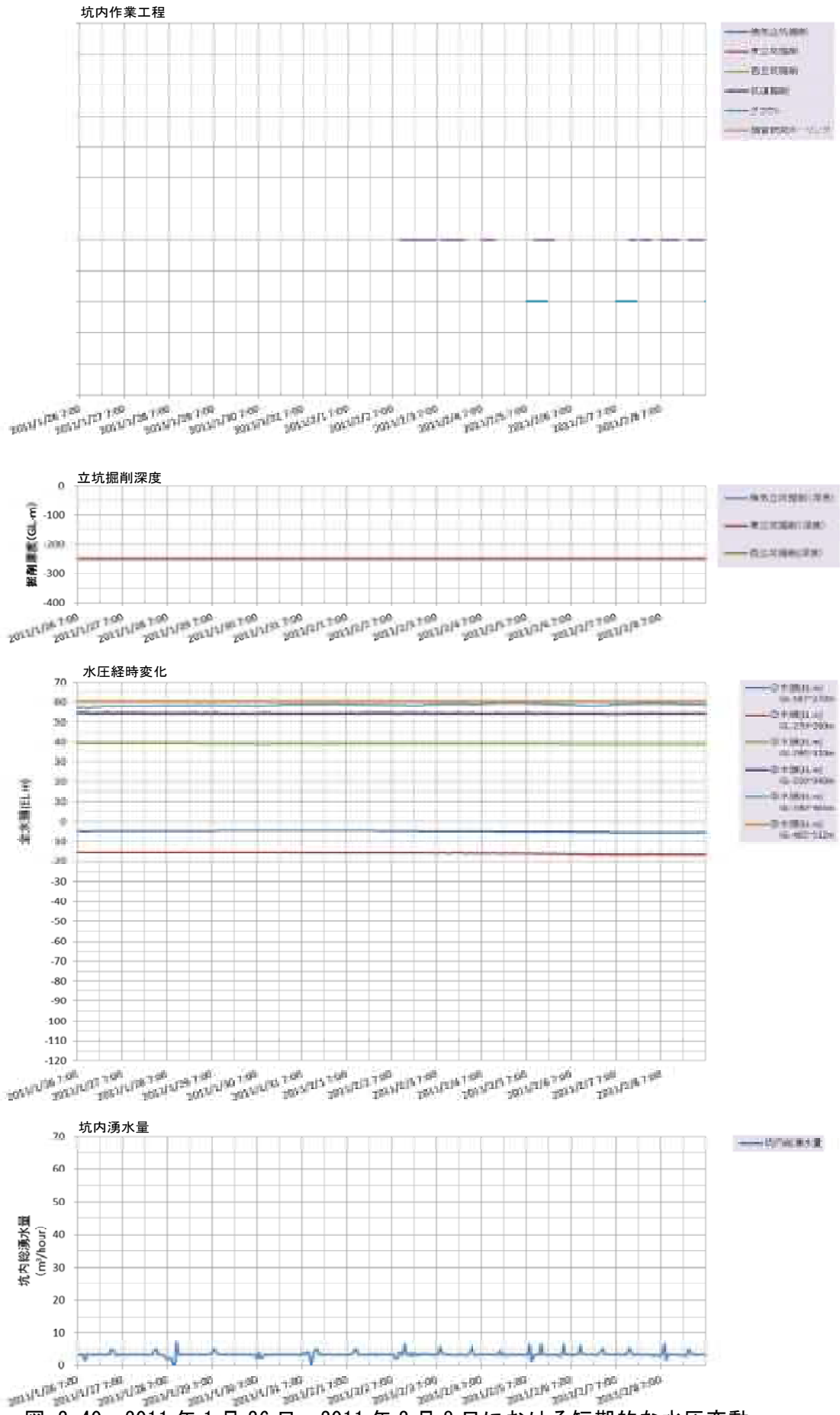


図 2-40 2011年1月26日~2011年2月8日における短期的な水压変動

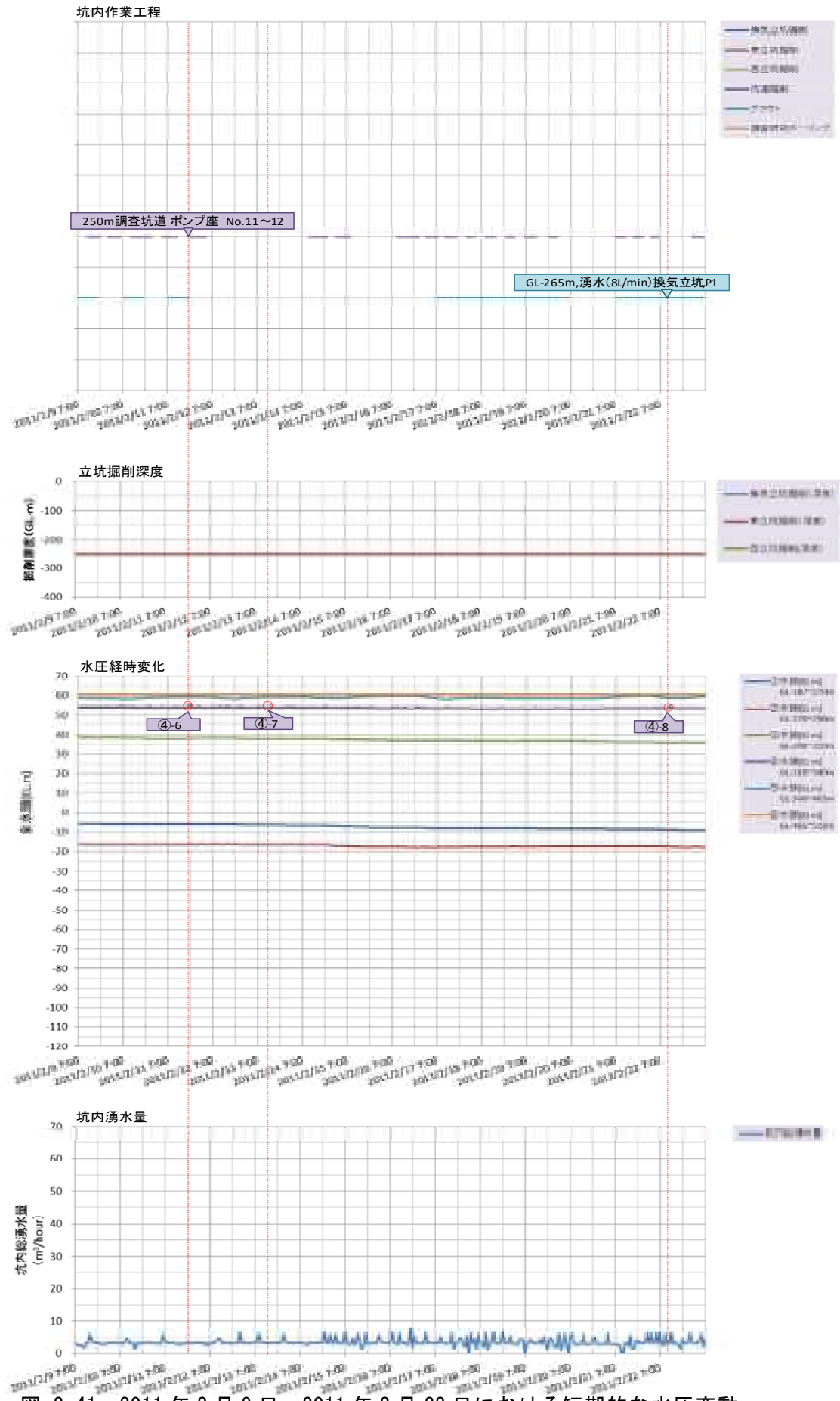


図 2-41 2011年2月9日~2011年2月22日における短期的な水圧変動

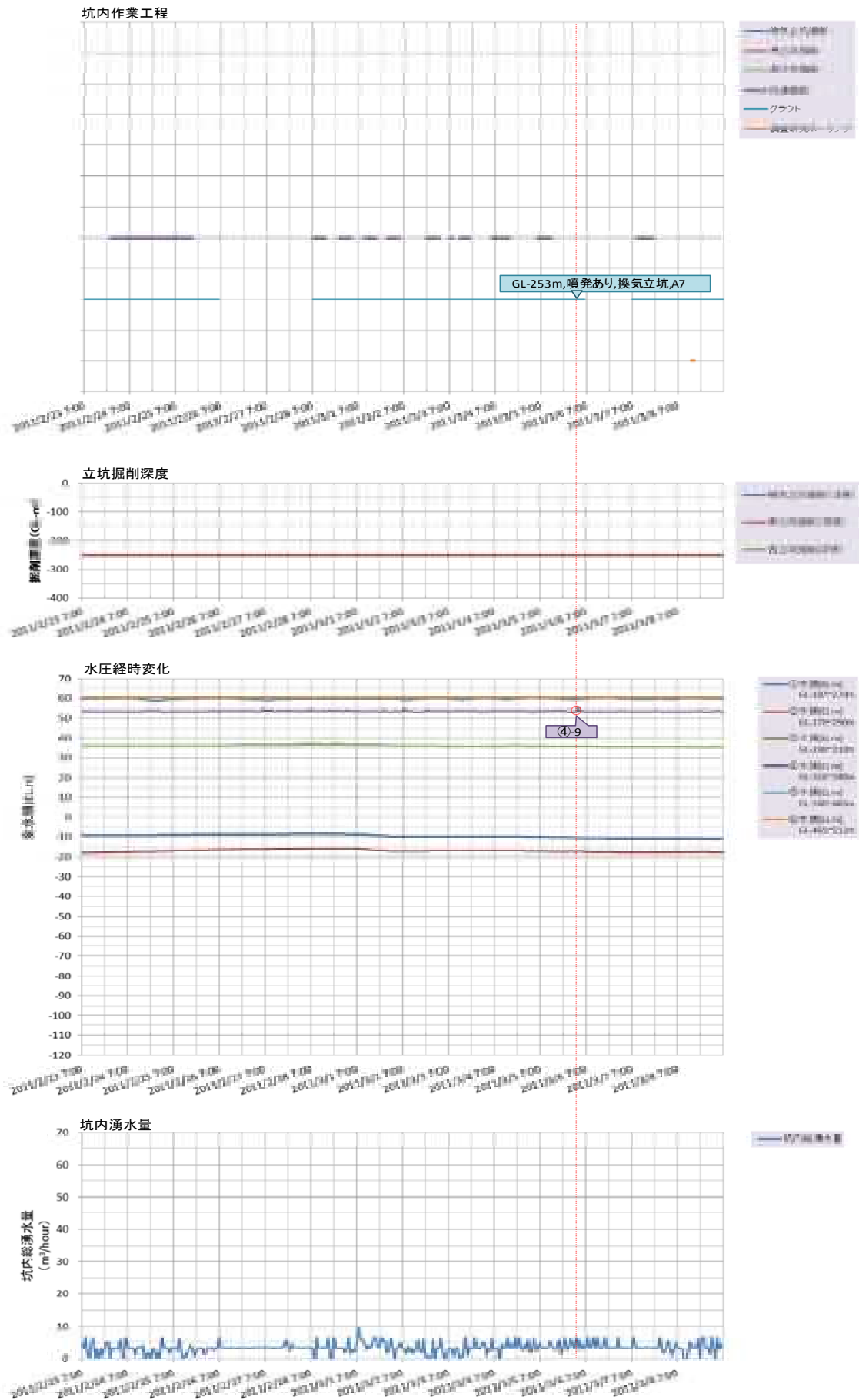


図 2-42 2011年2月23日~2011年3月8日における短期的な水圧変動

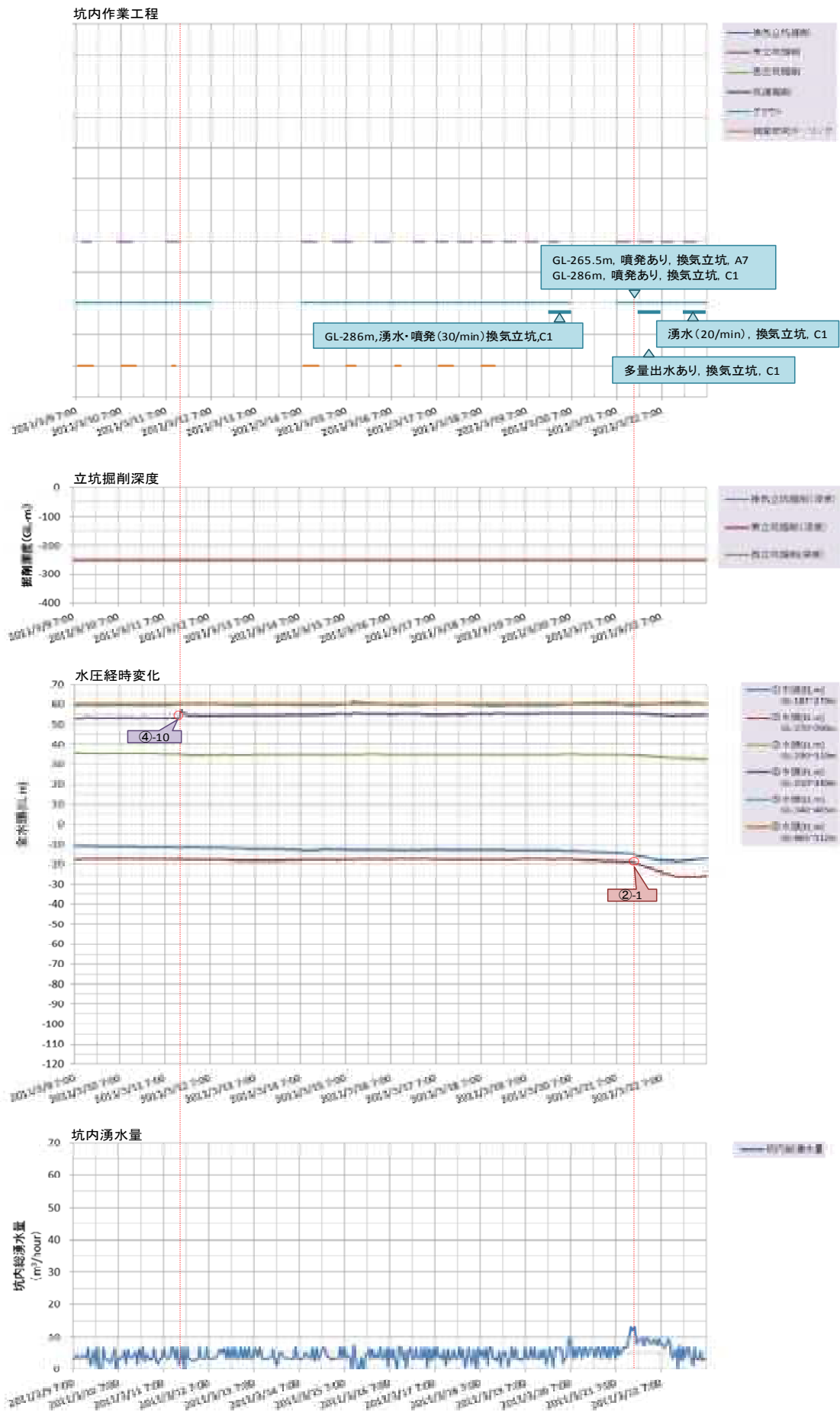


図 2-43 2011年3月9日~2011年3月22日における短期的な水圧変動

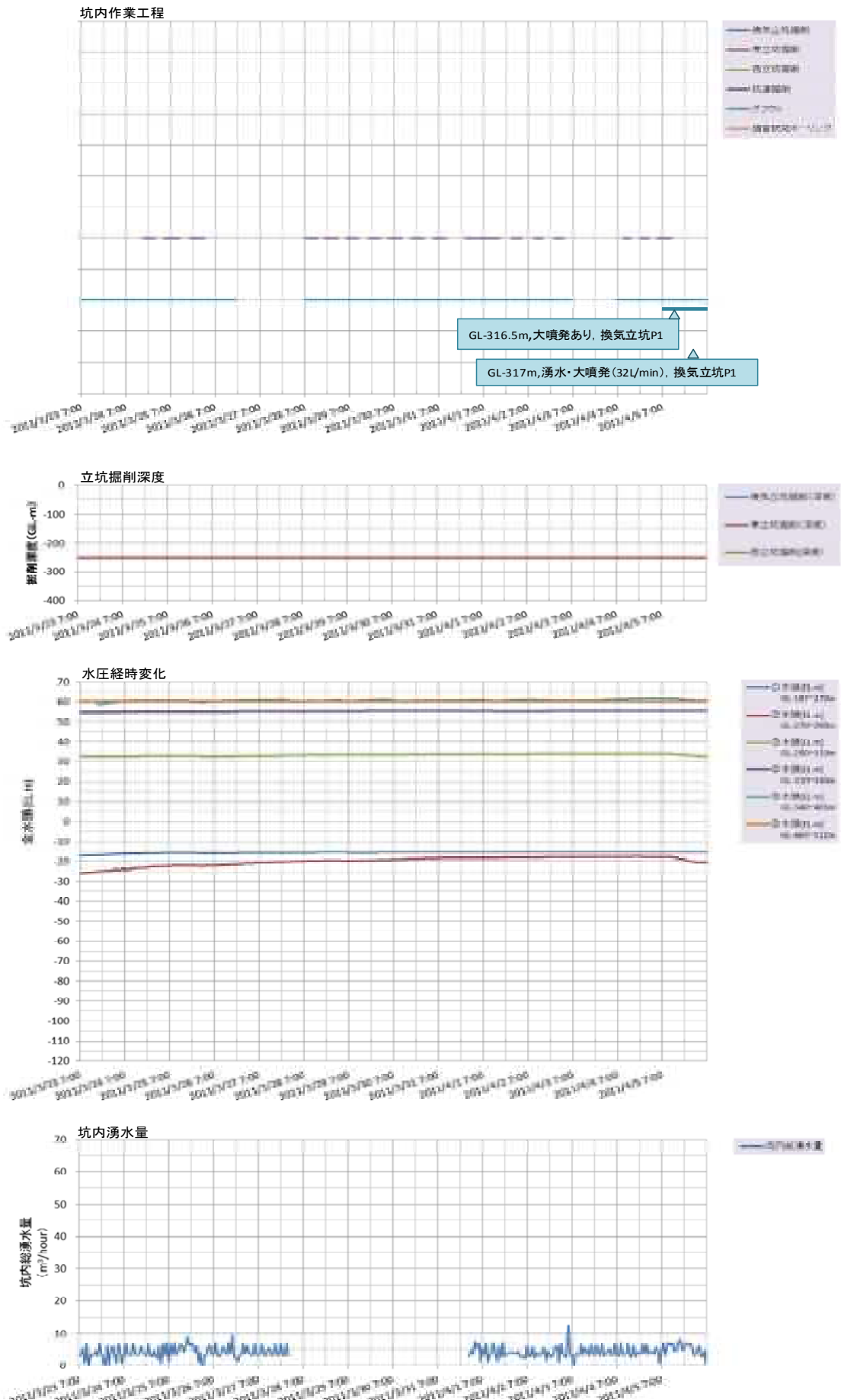


図 2-44 2011年3月23日~2011年4月5日における短期的な水压変動

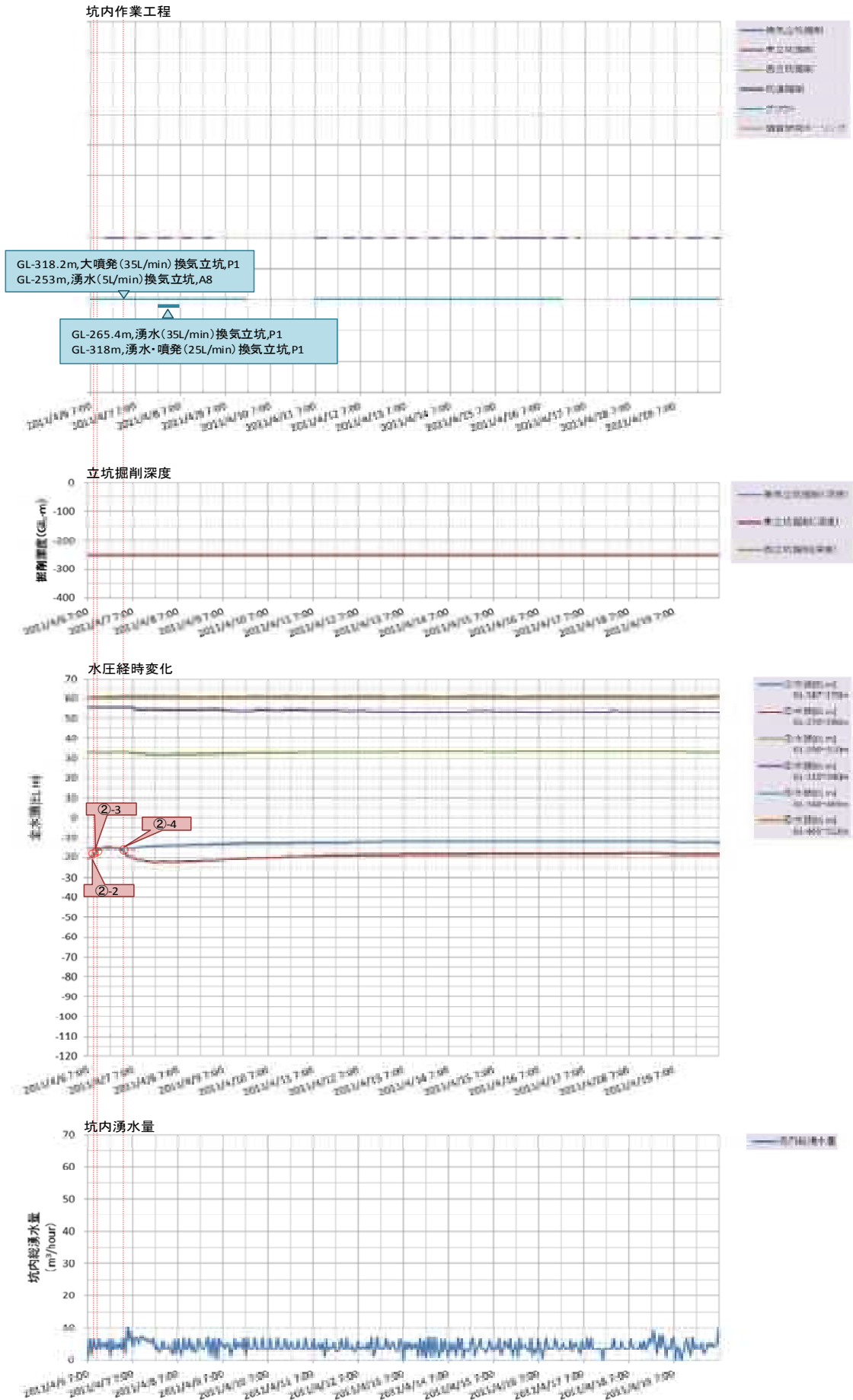


図 2-45 2011年4月6日~2011年4月19日における短期的な水压変動

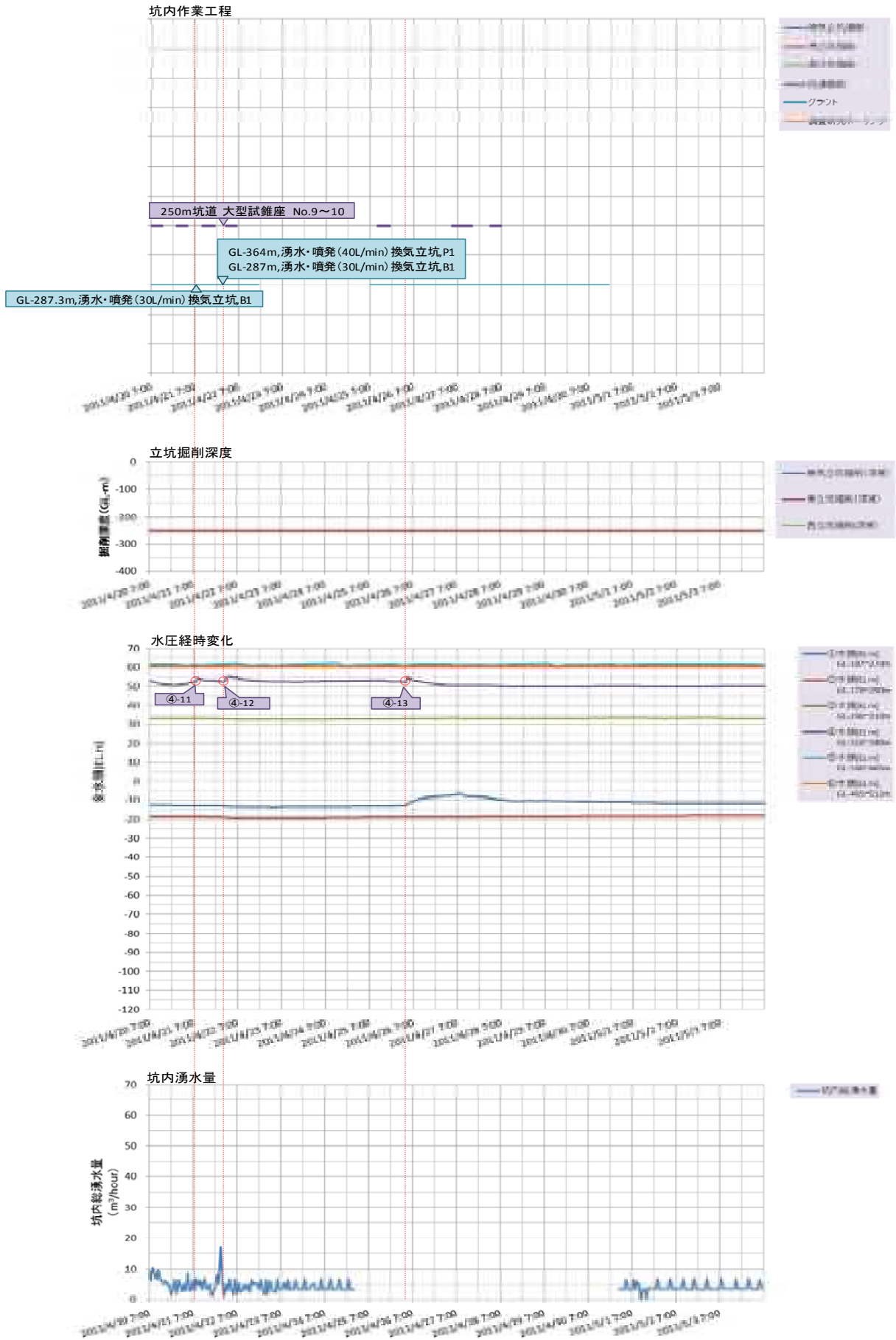


図 2-46 2011年4月20日~2011年5月3日における短期的な水压変動

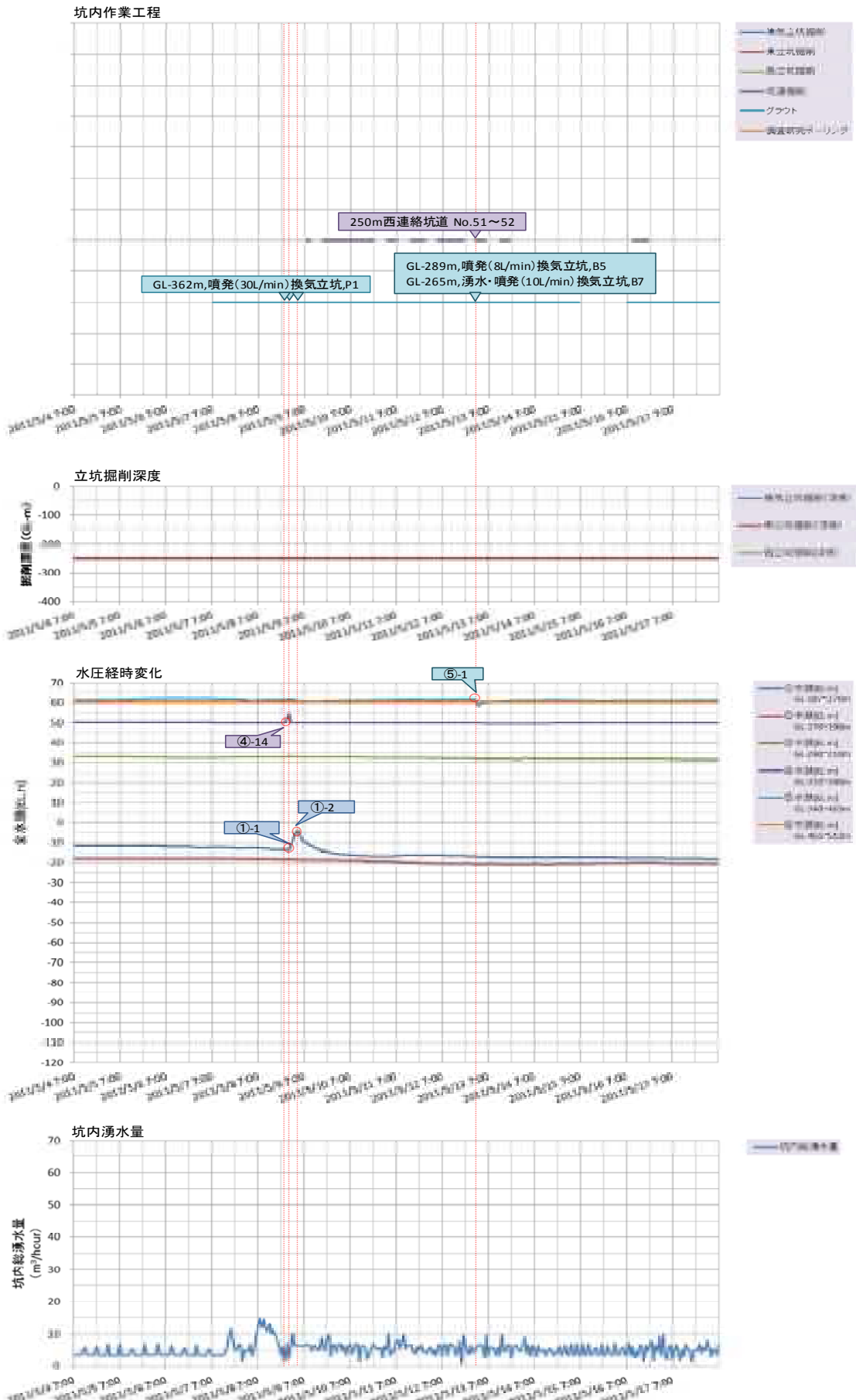


図 2-47 2011年5月4日~2011年5月17日における短期的な水圧変動

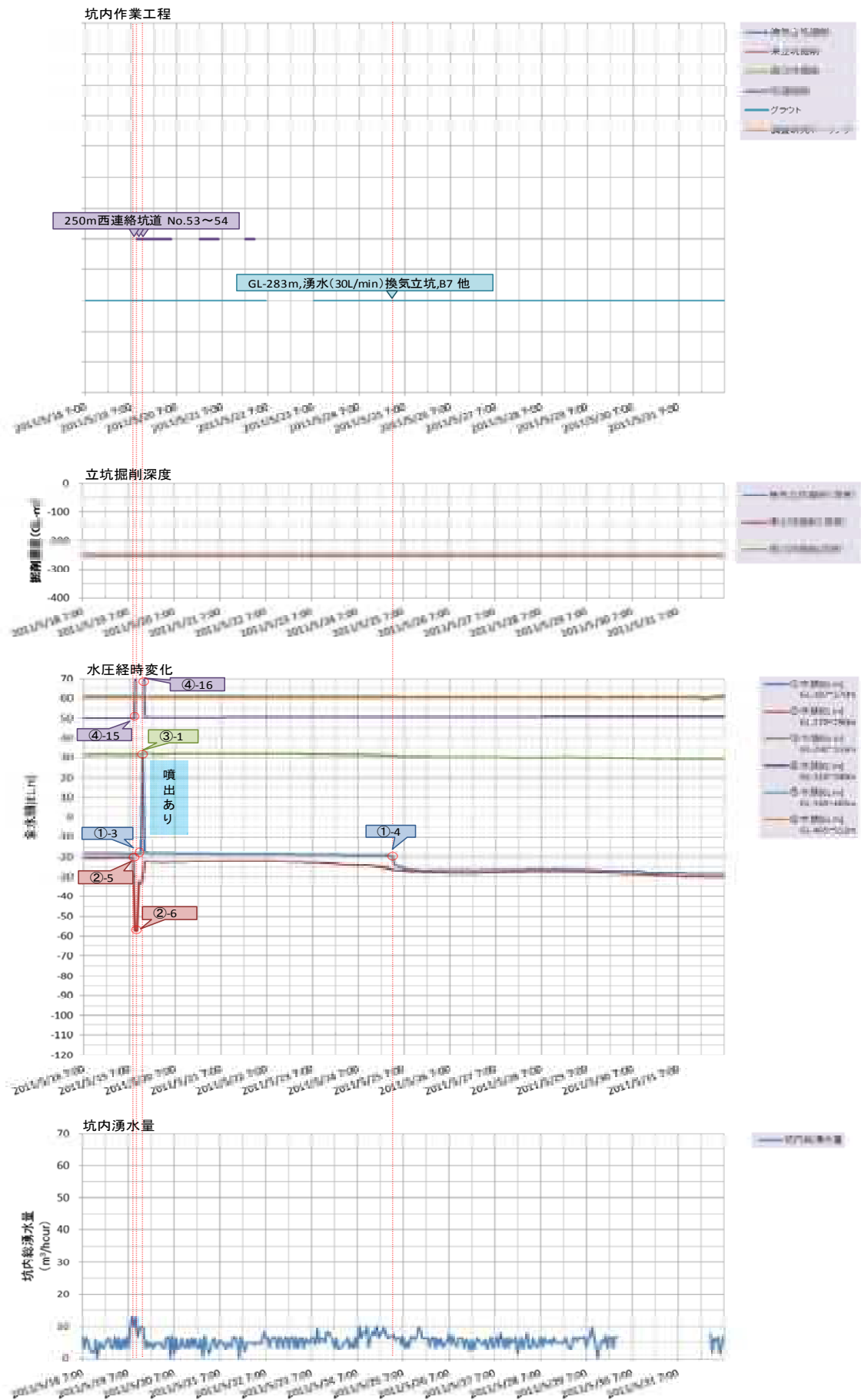


図 2-48 2011年5月18日~2011年5月31日における短期的な水圧変動

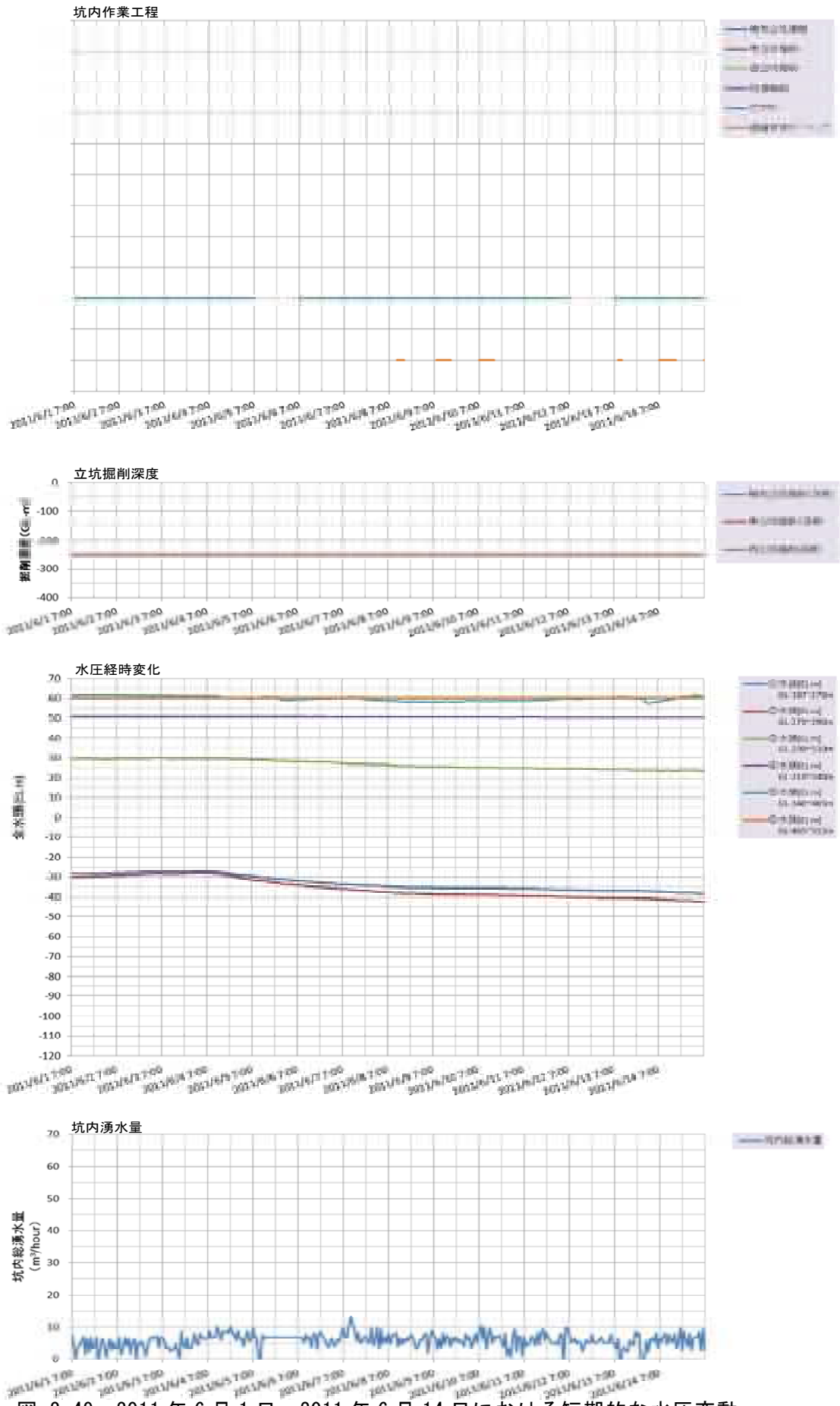


図 2-49 2011年6月1日~2011年6月14日における短期的な水压変動

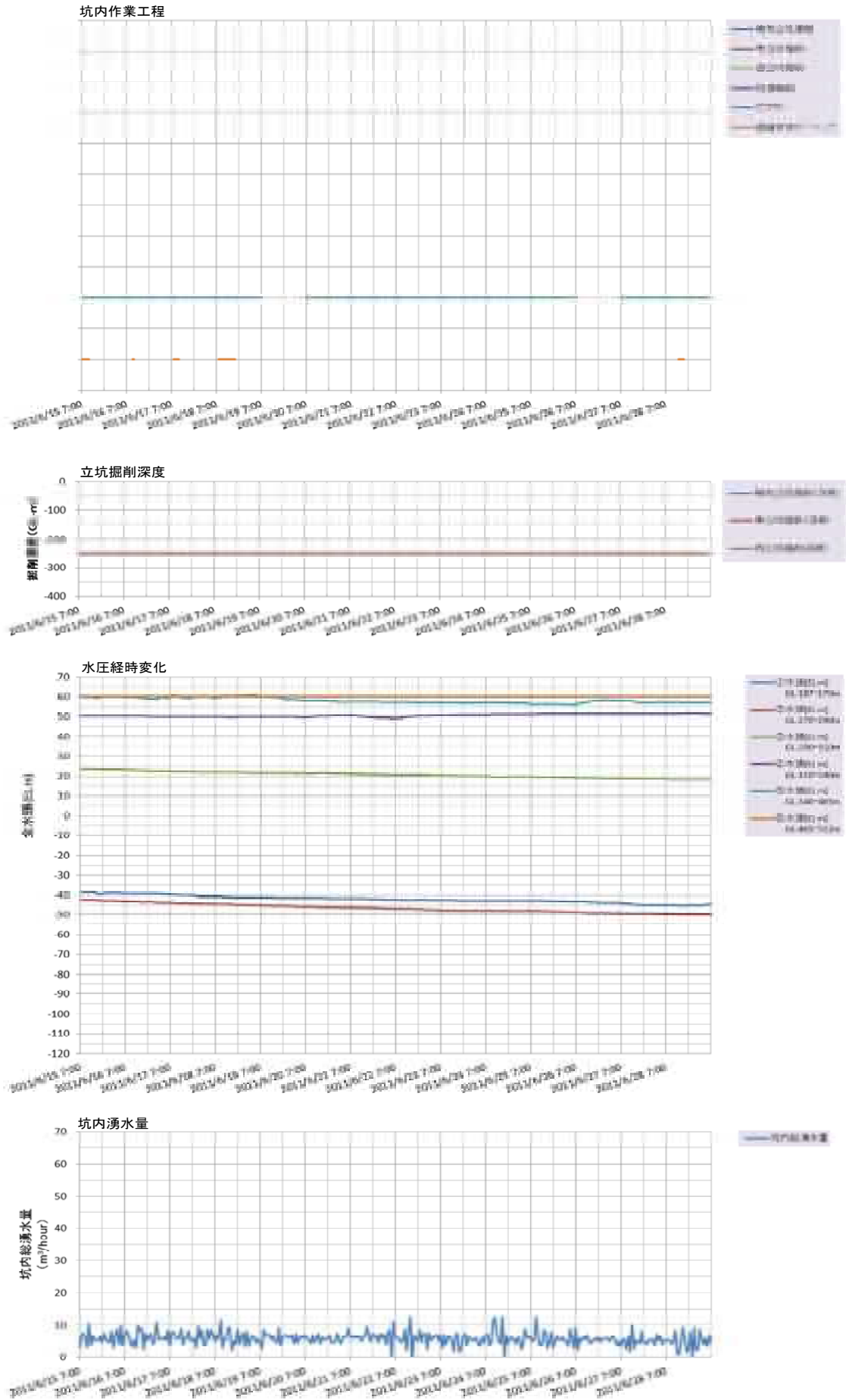


図 2-50 2011年6月15日~2011年6月28日における短期的な水压変動

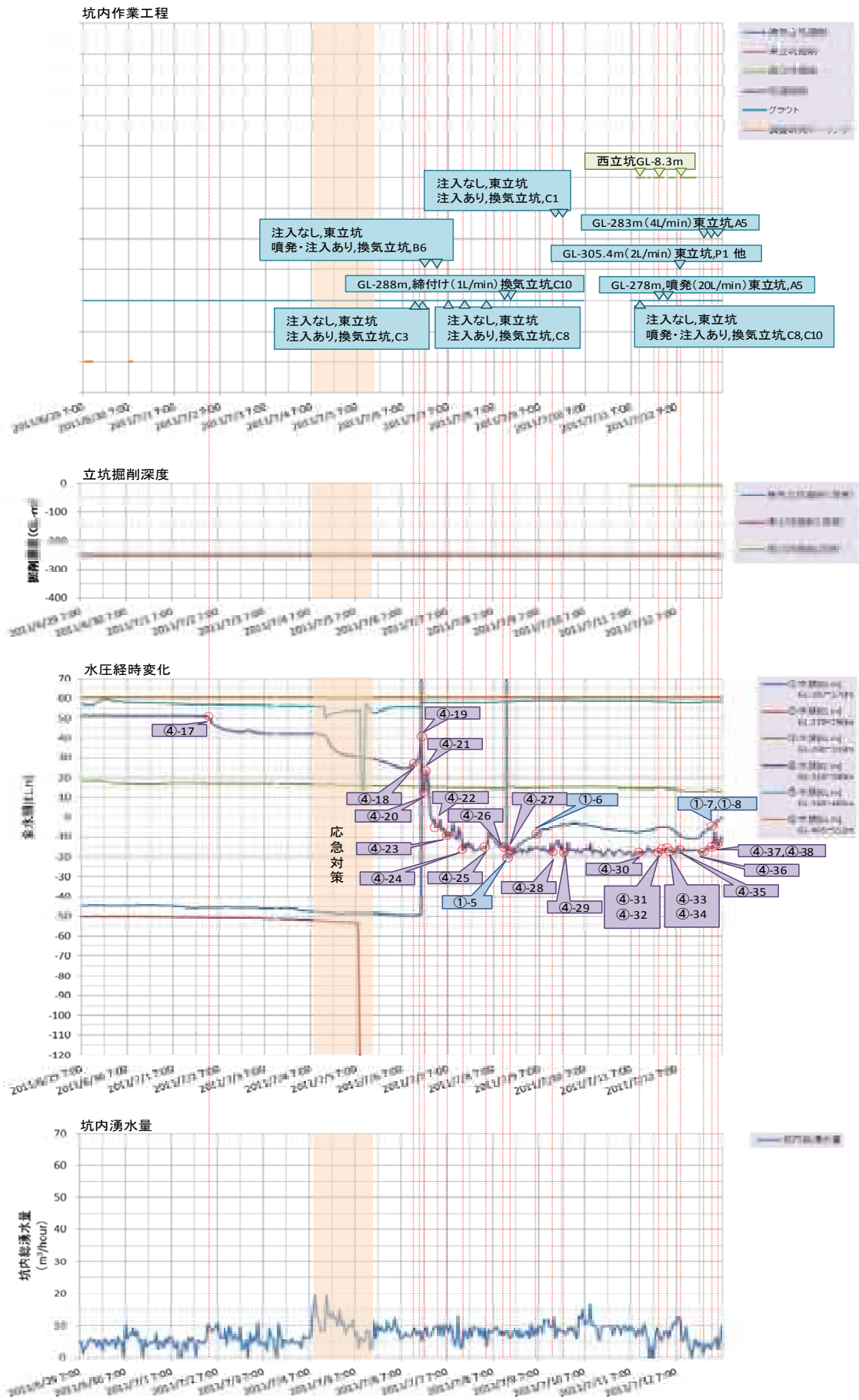


図 2-51 2011年6月29日~2011年7月12日における短期的な水圧変動

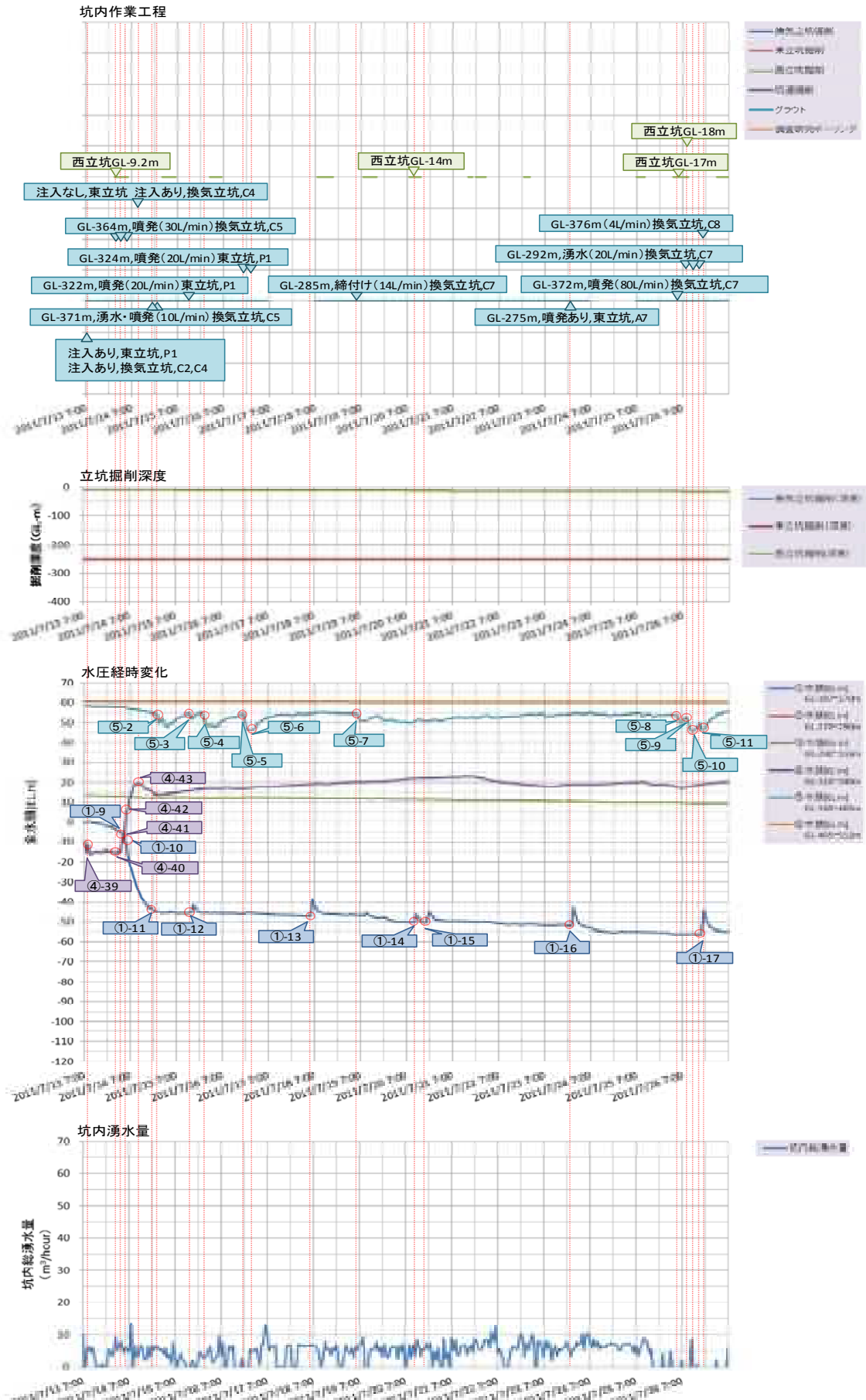


図 2-52 2011年7月13日~2011年7月26日における短期的な水圧変動

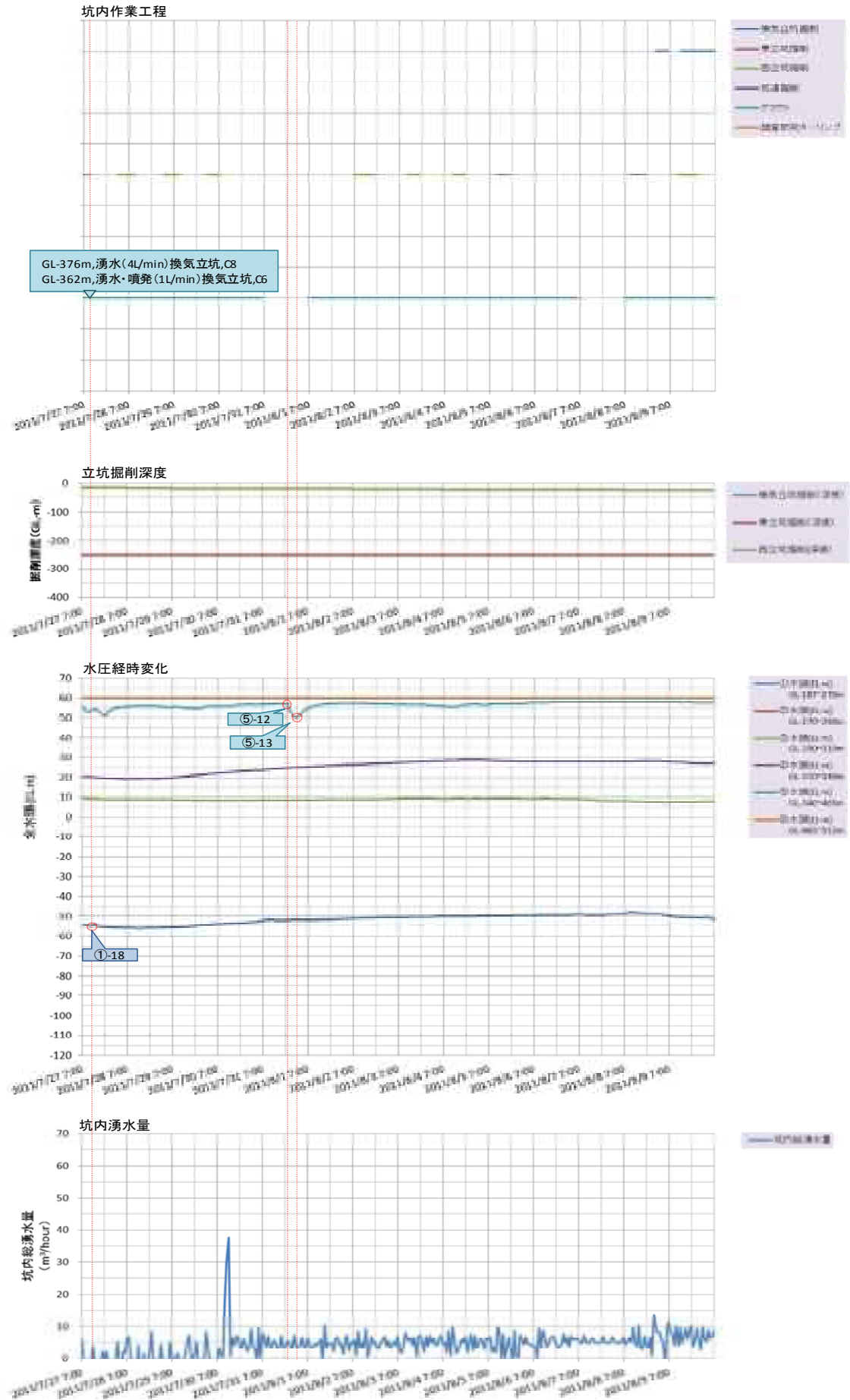


図 2-53 2011年7月27日~2011年8月9日における短期的な水压変動

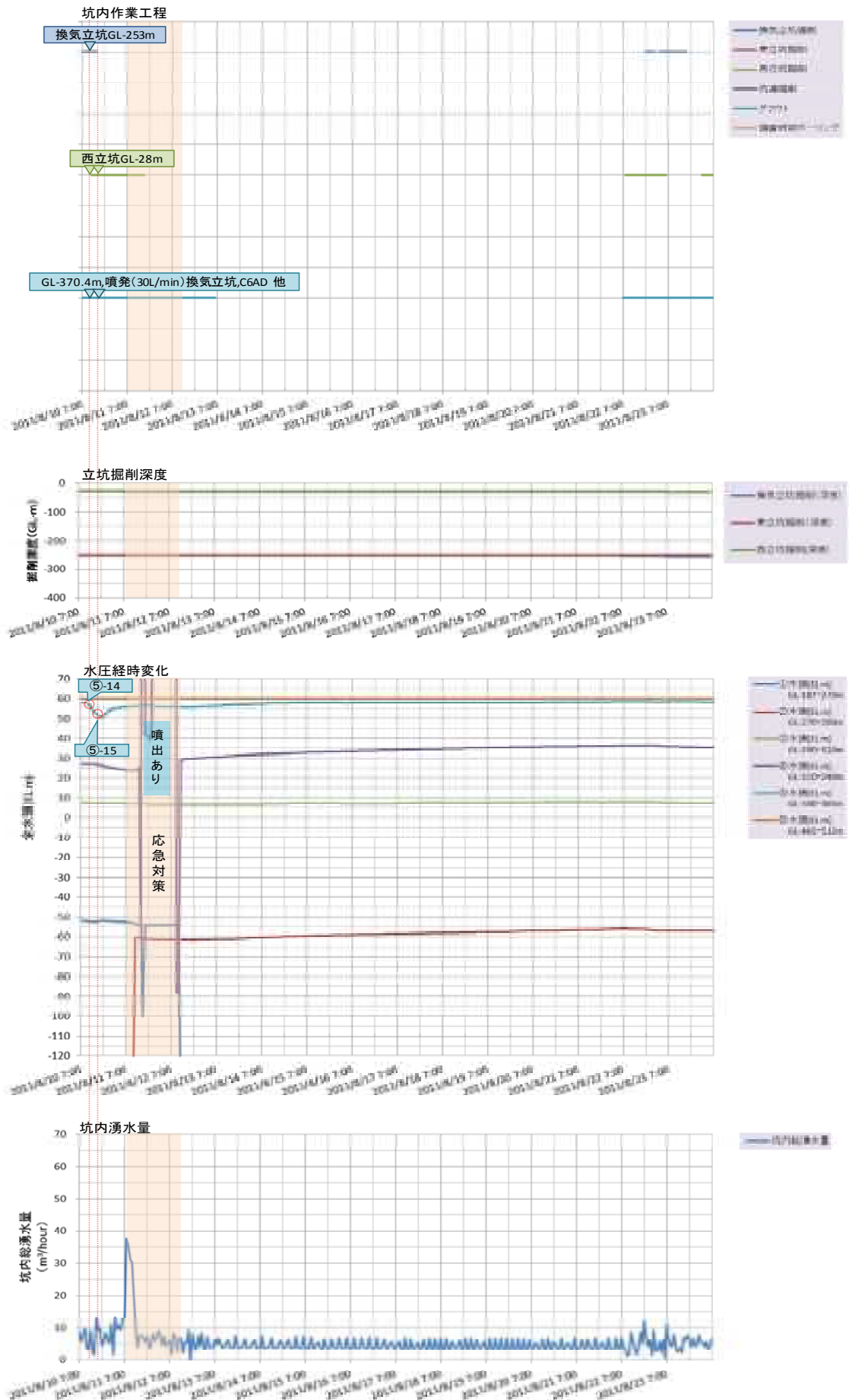


図 2-54 2011年8月10日~2011年8月23日における短期的な水圧変動

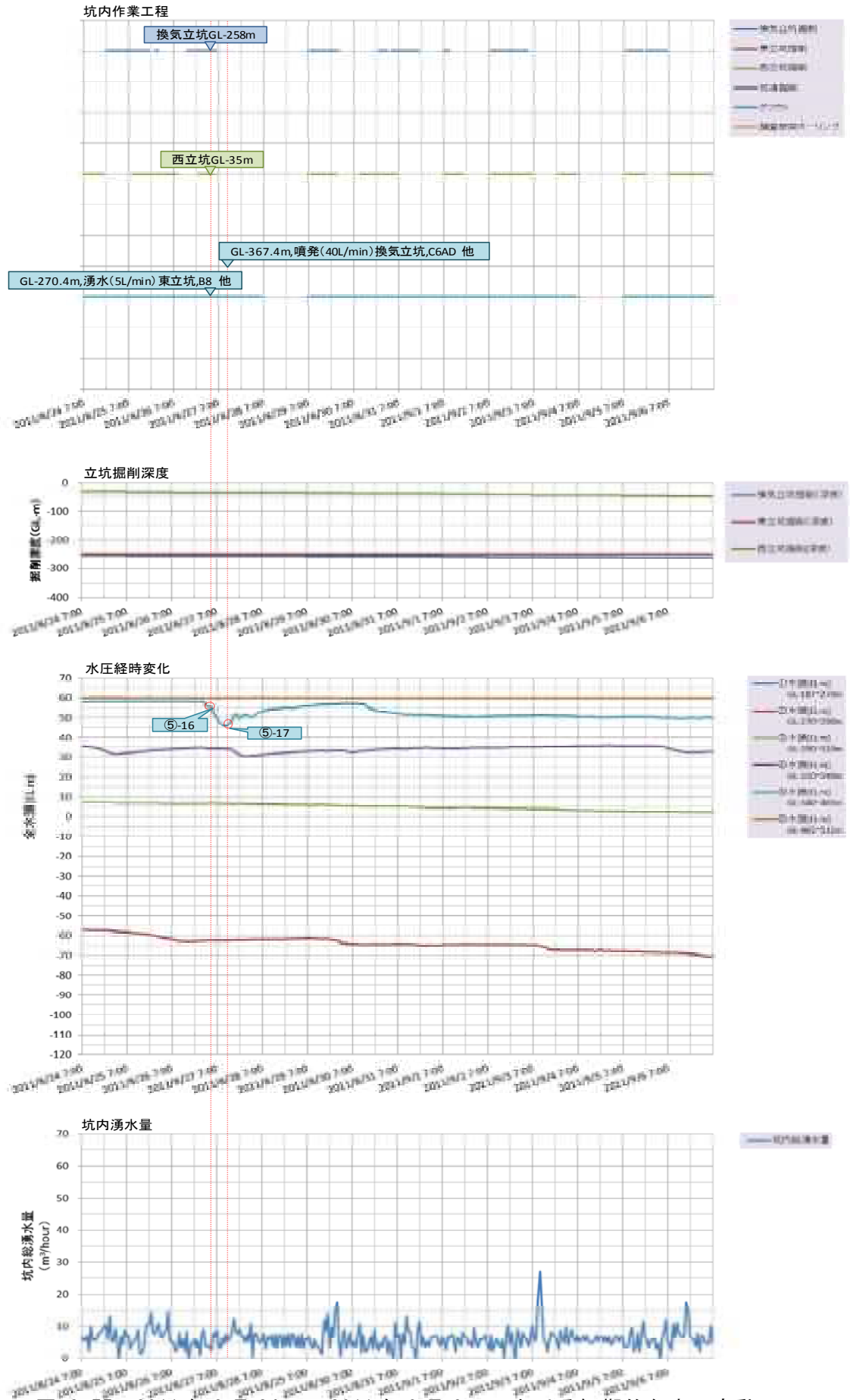


図 2-55 2011年8月24日~2011年9月6日における短期的な水压変動

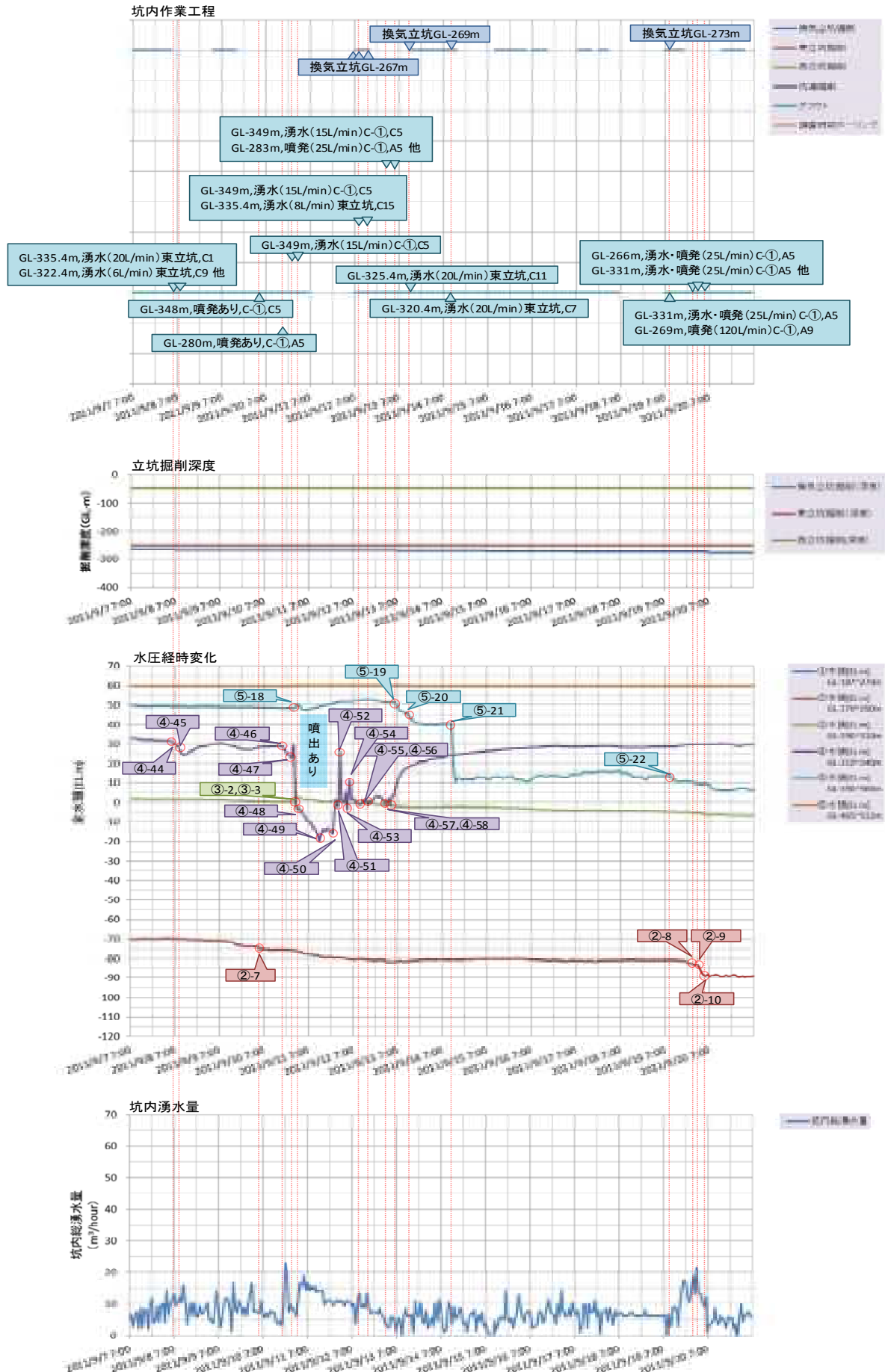


図 2-56 2011年9月7日~2011年9月20日における短期的な水压変動

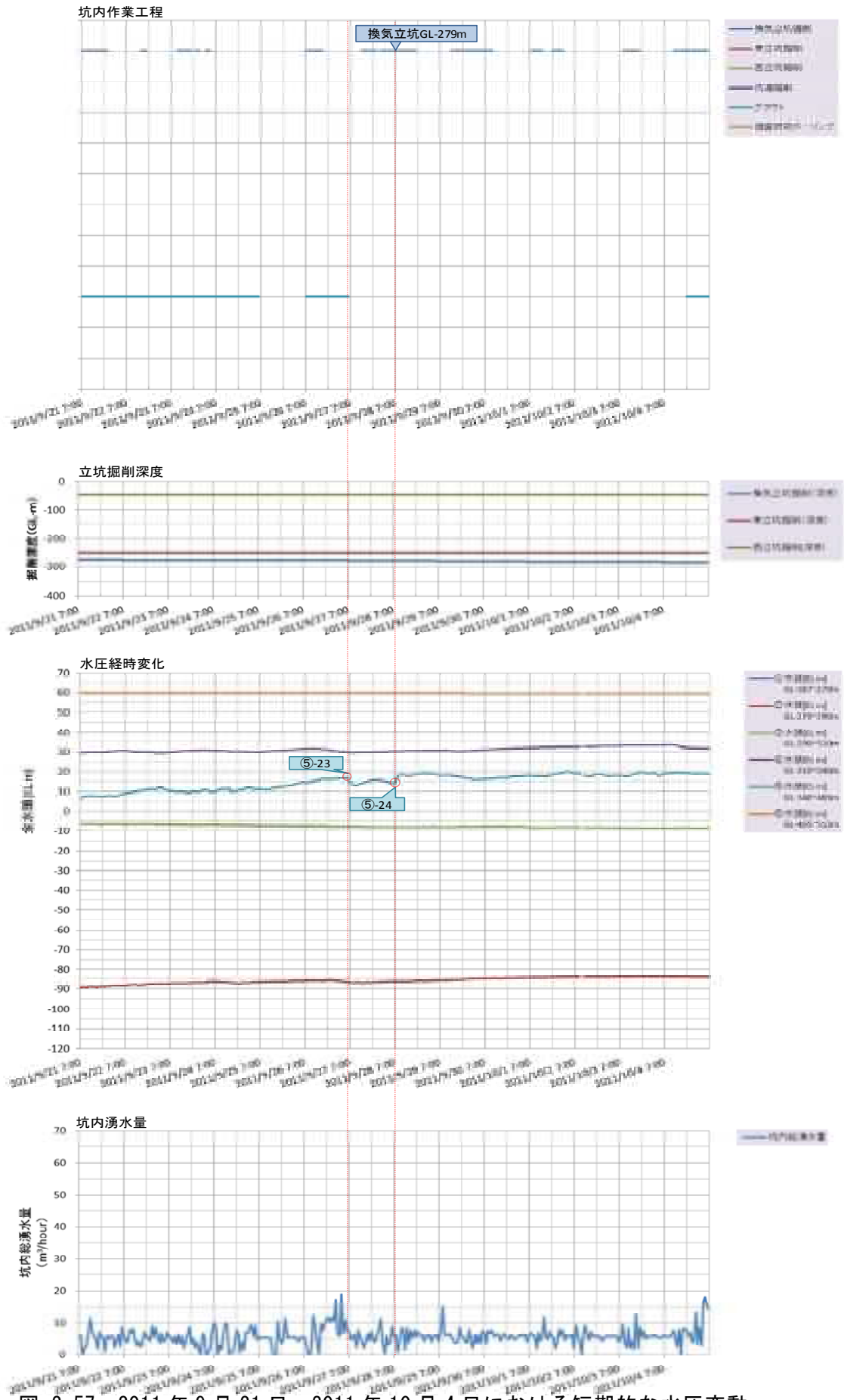


図 2-57 2011年9月21日~2011年10月4日における短期的な水压変動

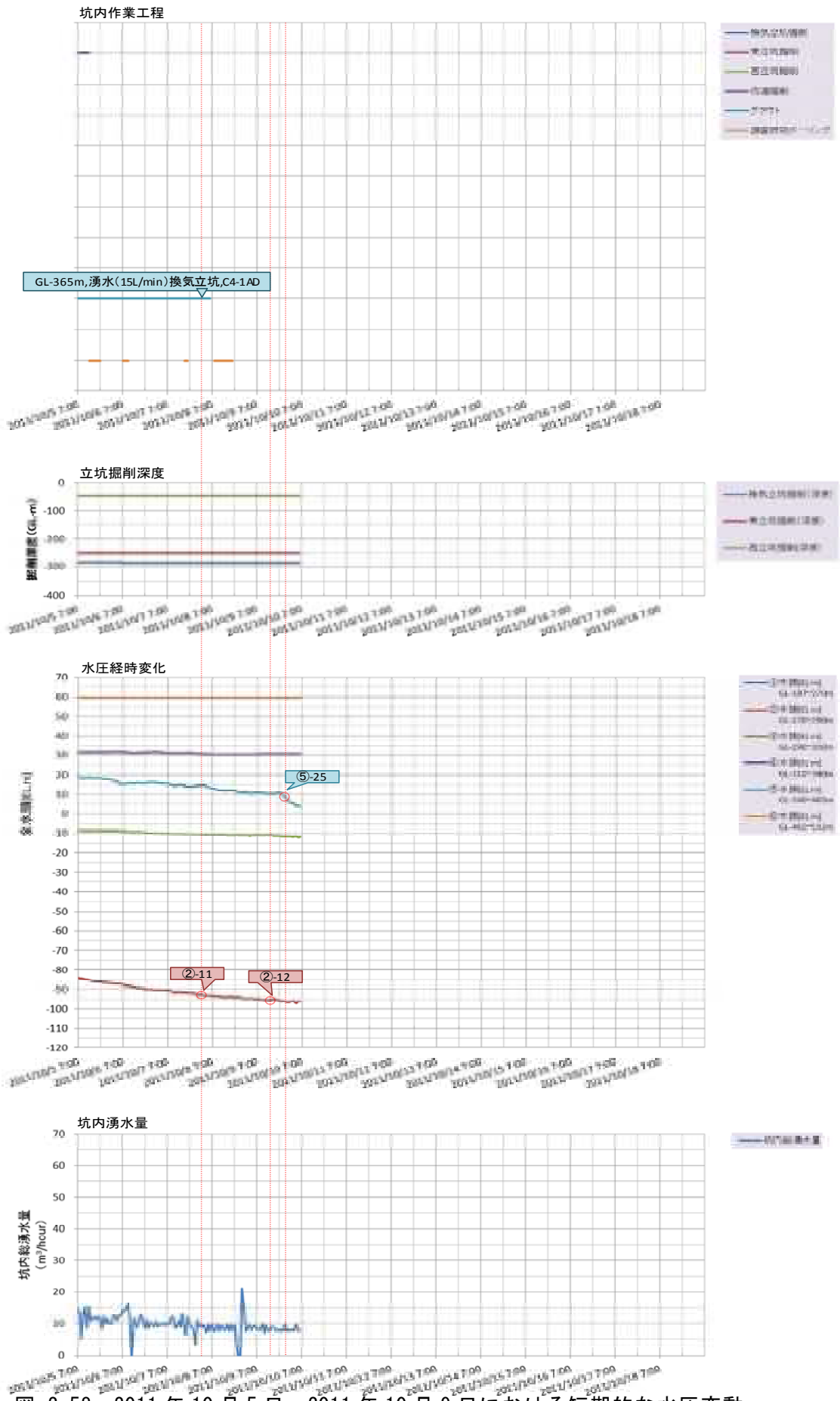


図 2-58 2011年10月5日~2011年10月9日における短期的な水压変動

表 2-11 ①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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
①-1	2011/5/9 0:00	2.389	作業無し	掘削無し	GL-362m,噴発(30L/min),換気立坑,P1孔	作業無し		
①-2	2011/5/9 5:00	-3.078	作業無し	掘削無し	GL-362m,噴発(30L/min),換気立坑,P1孔	作業無し		
①-3	2011/5/19 14:00	50.724	作業無し	250m西連絡坑道 No.53~54	噴発・湧水無し	作業無し		
①-4	2011/5/25 2:00	-4.066	作業無し	作業無し	GL-283m,湧水(30L/min),換気立坑,B7孔 GL-294m,湧水(6L/min),換気立坑,B9孔 GL-289m,湧水・噴発(10L/min),換気立坑,B5孔	作業無し		
①-5	2011/7/8 17:00	1.447	作業無し	作業無し	GL-288m,締付け(1L/min),換気立坑,C10孔	作業無し	④-27	
①-6	2011/7/9 7:00	1.128	作業無し	作業無し	噴発・湧水無し	作業無し		
①-7	2011/7/13 3:00	1.128	掘削無し	作業無し	GL-283m,(4L/min),東立坑,A5孔	作業無し	④-37	
①-8	2011/7/13 4:00	1.179	掘削無し	作業無し	GL-283m,(4L/min),東立坑,A5孔	作業無し		
①-9	2011/7/14 3:00	-1.038	GL-9.2m,西立坑	作業無し	GL-364m,噴発(30L/min),換気立坑,C5孔	作業無し	④-41	
①-10	2011/7/14 5:00	-5.016	GL-9.2m,西立坑	作業無し	GL-364m,噴発(30L/min),換気立坑,C5孔	作業無し		
①-11	2011/7/14 20:00	-1.052	掘削無し	作業無し	GL-371m,湧水・噴発(10L/min),換気立坑,C5孔	作業無し		
①-12	2011/7/15 16:00	3.919	掘削無し	作業無し	GL-322m,噴発(20L/min),東立坑,P1孔	作業無し		
①-13	2011/7/18 6:00	8.527	作業無し	作業無し	噴発・湧水無し	作業無し		
①-14	2011/7/20 12:00	3.977	GL-14m,西立坑	作業無し	噴発・湧水無し	作業無し		
①-15	2011/7/20 18:00	1.976	掘削無し	作業無し	噴発・湧水無し	作業無し		

表 2-12 ①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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
①-16	2011/7/23 22:00	9.375	作業無し	作業無し	GL-275m,噴発あり,東立坑,A7孔	作業無し		
①-17	2011/7/26 18:00	12.007	掘削無し	作業無し	GL-292m,湧水(20L/min),換気立坑,C7孔 GL-284.5m,湧水・噴発(20L/min),東立坑,A7孔	作業無し		
①-18	2011/7/27 13:00	1.172	掘削無し	作業無し	GL-376m,湧水(4L/min),換気立坑,C8孔 GL-362m,湧水・噴発(1L/min),換気立坑,C6孔	作業無し		

表 2-13 ②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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bo		
②-1	2011/3/21 18:00	-1.07	作業無し	掘削無し	GL-265.5m,噴発あり,換気立坑,A7孔 GL-286m,噴発あり,換気立坑,C1孔	作業無し		
②-2	2011/4/6 10:00	1.249	作業無し	掘削無し	噴発・湧水無し	作業無し		
②-3	2011/4/6 12:00	1.677	作業無し	掘削無し	噴発・湧水無し	作業無し		
②-4	2011/4/7 3:00	-1.351	作業無し	掘削無し	GL-318.2m,大噴発(35L/min),換気立坑,P1孔 GL-253m,湧水(5L/min),換気立坑,A8孔	作業無し		
②-5	2011/5/19 10:00	-37.098	作業無し	250m西連絡坑道 No.53~54	噴発・湧水無し	作業無し		
②-6	2011/5/19 12:00	25.09	作業無し	250m西連絡坑道 No.53~54	噴発・湧水無し	作業無し		
②-7	2011/9/10 5:00	-1.421	掘削無し	作業無し	GL-348m,噴発あり,C-①工区,C5孔	作業無し		
②-8	2011/9/19 23:00	-1.173	作業無し	作業無し	GL-331m,噴発(25L/min),C-①工区,A5孔 GL-269m,噴発(120L/min),C-①工区,A9孔	作業無し		
②-9	2011/9/20 2:00	-2.052	作業無し	作業無し	GL-331m,噴発(25L/min),C-①工区,A5孔 GL-269m,噴発(120L/min),C-①工区,A9孔	作業無し		
②-10	2011/9/20 6:00	1.02	作業無し	作業無し	GL-331m,噴発(25L/min),C-①工区,A5孔 GL-269m,噴発(120L/min),C-①工区,A9孔	作業無し		
②-11	2011/10/8 2:00	-1.02	掘削無し	作業無し	GL-365m,湧水(15L/min),換気立坑,C4-1AD孔	作業無し		
②-12	2011/10/9 15:00	1.581	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	

表 2-14 ③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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
③-1	2011/5/19 15:00	1.605	作業無し	250m西連絡坑道 No.53～54	噴発・湧水無し	作業無し		
③-2	2011/9/11 0:00	1.103	作業無し	作業無し	GL-349m,湧水(15L/min),C-①工区,C5孔 GL-354m,噴発あり,換気立坑,C3AD孔	作業無し	⑤-18	
③-3	2011/9/11 1:00	2.135	作業無し	作業無し	GL-349m,湧水(15L/min),C-①工区,C5孔 GL-354m,噴発あり,換気立坑,C3AD孔	作業無し	④-48	

表 2-15 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-1	2010/12/6 3:00	1.058	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-2	2010/12/6 16:00	1.058	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-3	2010/12/16 4:00	-1.02	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-4	2010/12/28 2:00	1.274	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
④-5	2011/1/15 4:00	1.376	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-6	2011/2/11 19:00	1.153	作業無し	250m調査坑道ポンプ座 No.11～12	噴発・湧水無し	作業無し		
④-7	2011/2/13 14:00	1.026	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
④-8	2011/2/22 12:00	1.217	作業無し	掘削無し	GL-265m,湧水(8L/min),換気立坑,P1孔	作業無し		
④-9	2011/3/6 3:00	1.606	作業無し	掘削無し	GL-253m,噴発あり,換気立坑,A7孔	作業無し		
④-10	2011/3/11 16:00	3.06	作業無し	掘削無し	GL-265m,噴発あり,換気立坑,P孔	掘削無し		
④-11	2011/4/21 9:00	1.874	作業無し	掘削無し	GL-287.3m,湧水・噴発(30L/min),換気立坑,B1孔	作業無し		
④-12	2011/4/22 1:00	1.441	作業無し	250m坑道 大型試験座 No.9～10	GL-364m,湧水・噴発(40L/min),換気立坑,P1孔 GL-287m,湧水・噴発(30L/min),換気立坑,B1孔	作業無し		
④-13	2011/4/26 4:00	2.454	作業無し	掘削無し	噴発・湧水無し	作業無し		
④-14	2011/5/8 22:00	1.561	作業無し	作業無し	GL-362m,噴発(30L/min),換気立坑,P1孔	作業無し		
④-15	2011/5/19 11:00	80.314	作業無し	250m西連絡坑道 No.53～54	噴発・湧水無し	作業無し		

表 2-16 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-16	2011/5/19 15:00	-80.007	作業無し	250m西連絡坑道 No.53～54	噴発・湧水無し	作業無し		
④-17	2011/7/2 3:00	-1.453	作業無し	作業無し	噴発・湧水無し	作業無し		
④-18	2011/7/6 14:00	1.096	作業無し	作業無し	注入無し,東立坑 注入有り,換気立坑,C3孔	作業無し		
④-19	2011/7/6 17:00	11.14	作業無し	作業無し	注入無し,東立坑 注入有り,換気立坑,C3孔	作業無し		
④-20	2011/7/6 18:00	-25.964	作業無し	作業無し	注入無し,東立坑 噴発・注入有り,換気立坑,B6孔	作業無し		
④-21	2011/7/6 20:00	10.962	作業無し	作業無し	注入無し,東立坑 噴発・注入有り,換気立坑,B6孔	作業無し		
④-22	2011/7/7 1:00	-4.442	作業無し	作業無し	注入無し,東立坑 噴発・注入有り,換気立坑,B6孔	作業無し		
④-23	2011/7/7 9:00	2.039	作業無し	作業無し	注入無し,東立坑 注入有り,換気立坑,C8孔	作業無し		
④-24	2011/7/7 15:00	-8.291	作業無し	作業無し	注入無し,東立坑 注入有り,換気立坑,C8孔	作業無し		
④-25	2011/7/8 4:00	-12.94	作業無し	作業無し	注入無し,東立坑 注入有り,換気立坑,C8孔	作業無し		
④-26	2011/7/8 13:00	-1.026	作業無し	作業無し	GL-288m,締付け(1L/min),換気立坑,C10孔	作業無し		
④-27	2011/7/8 17:00	1.766	作業無し	作業無し	GL-288m,締付け(1L/min),換気立坑,C10孔	①-5		
④-28	2011/7/9 14:00	-18.108	作業無し	作業無し	注入無し,東立坑 注入有り,換気立坑,C1孔	作業無し		
④-29	2011/7/9 20:00	-18.707	作業無し	作業無し	注入無し,東立坑 注入有り,換気立坑,C1孔	作業無し		
④-30	2011/7/11 12:00	-18.79	GL-8.3m,西立坑	作業無し	注入無し,東立坑 注入有り,換気立坑,C8孔,C10孔	作業無し		

表 2-17 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Ber		
④-31	2011/7/11 23:00	1.816	GL-8.3m,西立坑	作業無し	GL-278m,噴発(20L/min),東立坑,A5孔	作業無し		
④-32	2011/7/12 1:00	-1.083	GL-8.3m,西立坑	作業無し	GL-278m,噴発(20L/min),東立坑,A5孔	作業無し		
④-33	2011/7/12 4:00	-1.459	GL-8.3m,西立坑	作業無し	GL-278m,噴発(20L/min),東立坑,A5孔	作業無し		
④-34	2011/7/12 6:00	-1.854	GL-8.3m,西立坑	作業無し	GL-278m,噴発(20L/min),東立坑,A5孔	作業無し		
④-35	2011/7/12 11:00	1.389	GL-8.3m,西立坑	作業無し	GL-305.4m(2L/min),東立坑,P1孔 GL-278m,噴発(20L/min),東立坑,A5孔	作業無し		
④-36	2011/7/12 22:00	2.243	掘削無し	作業無し	GL-283m,(4L/min),東立坑,A5孔	作業無し		
④-37	2011/7/13 3:00	8.152	掘削無し	作業無し	GL-283m,(4L/min),東立坑,A5孔	作業無し	①-7	
④-38	2011/7/13 5:00	-14.036	掘削無し	作業無し	GL-283m,(4L/min),東立坑,A5孔	作業無し		
④-39	2011/7/13 9:00	-17.662	掘削無し	作業無し	注入有り,東立坑,P1孔 注入有り,換気立坑,C2孔,C4孔	作業無し		
④-40	2011/7/14 1:00	1.472	GL-9.2m,西立坑	作業無し	GL-364m,噴発(30L/min),換気立坑,C5孔	作業無し		
④-41	2011/7/14 3:00	6.889	GL-9.2m,西立坑	作業無し	GL-364m,噴発(30L/min),換気立坑,C5孔	作業無し	①-9	
④-42	2011/7/14 6:00	1.466	GL-9.2m,西立坑	作業無し	GL-364m,噴発(30L/min),換気立坑,C5孔	作業無し		
④-43	2011/7/14 9:00	18.448	掘削無し	作業無し	注入無し,東立坑 注入有り,換気立坑,C4孔	作業無し		
④-44	2011/9/8 7:00	-1.039	作業無し	作業無し	GL-335.4m,湧水(20L/min),東立坑,C1孔 GL-322.4m,湧水(6L/min),東立坑,C9孔 GL-280m,湧水(20L/min),C-①工区,A5孔 GL-346m,噴発あり,C-①工区,C5孔	作業無し		
④-45	2011/9/8 9:00	-1.013	作業無し	作業無し	GL-335.4m,湧水(20L/min),東立坑,C1孔 GL-322.4m,湧水(6L/min),東立坑,C9孔 GL-280m,湧水(20L/min),C-①工区,A5孔 GL-346m,噴発あり,C-①工区,C5孔	作業無し		

表 2-18 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Ber		
④-46	2011/9/10 18:00	-1.44	作業無し	作業無し	GL-280m,噴発あり,C-①工区,A5孔	作業無し		
④-47	2011/9/10 23:00	6.749	作業無し	作業無し	GL-349m,湧水(15L/min),C-①工区,C5孔	作業無し		
④-48	2011/9/11 1:00	-2.868	作業無し	作業無し	GL-349m,湧水(15L/min),C-①工区,C5孔 GL-354m,噴発あり,換気立坑,C3AD孔	作業無し	作業休日	
④-49	2011/9/11 13:00	-19.443	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
④-50	2011/9/11 19:00	-15.224	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
④-51	2011/9/11 23:00	-2.044	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
④-52	2011/9/12 0:00	26.189	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
④-53	2011/9/12 4:00	-3.58	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
④-54	2011/9/12 5:00	11.015	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
④-55	2011/9/12 11:00	-1.032	GL-267.0m,換気立坑	作業無し	GL-349m,湧水(15L/min),C-①工区,C5孔 GL-335.4m,湧水(8L/min),東立坑,C15孔	作業無し		
④-56	2011/9/12 15:00	-2.613	GL-267.0m,換気立坑	作業無し	GL-349m,湧水(15L/min),C-①工区,C5孔 GL-335.4m,湧水(8L/min),東立坑,C15孔	作業無し		
④-57	2011/9/13 0:00	-0.361	掘削無し	作業無し	GL-349m,湧水(15L/min),C-①工区,C5孔 GL-283m,噴発(25L/min),C-①工区,A5孔 GL-335.4m,湧水(8L/min),東立坑,C15孔 GL-354m,湧水・噴発(25L/min),換気立坑,C3AD孔	作業無し		
④-58	2011/9/13 3:00	-1.611	掘削無し	作業無し	GL-349m,湧水(15L/min),C-①工区,C5孔 GL-283m,噴発(25L/min),C-①工区,A5孔 GL-335.4m,湧水(8L/min),東立坑,C15孔 GL-354m,湧水・噴発(25L/min),換気立坑,C3AD孔	作業無し		

表 2-19 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Ber		
⑤-1	2011/5/13 1:00	-1.357	掘削無し	250m西連絡坑道 No.51～52	GL-289m,噴発(8L/min),換気立坑,B5孔 GL-266m,湧水・噴発(10L/min),換気立坑,B7孔	作業無し		
⑤-2	2011/7/14 22:00	-4.773	掘削無し	作業無し	GL-371m,湧水・噴発(10L/min),換気立坑,C5孔	作業無し		
⑤-3	2011/7/15 15:00	-3.167	掘削無し	作業無し	GL-322m,噴発(20L/min),東立坑,P1孔	作業無し		
⑤-4	2011/7/15 21:00	-1.313	掘削無し	作業無し	噴発・湧水無し	作業無し		
⑤-5	2011/7/16 19:00	-4.595	作業無し	作業無し	GL-324m,噴発(10L/min),東立坑,P1孔	作業無し		
⑤-6	2011/7/17 0:00	1.134	作業無し	作業無し	GL-324m,噴発(10L/min),東立坑,P1孔	作業無し		
⑤-7	2011/7/19 6:00	-1.995	掘削無し	作業無し	GL-285m,締付け(14L/min),換気立坑,C7孔	作業無し		
⑤-8	2011/7/26 5:00	-2.67	GL-17m,西立坑	作業無し	GL-372m,噴発(80L/min),換気立坑,C7孔 GL-284.5m,湧水・噴発(20L/min),東立坑,A7孔	作業無し		
⑤-9	2011/7/26 10:00	-2.9	GL-18m,西立坑	作業無し	GL-292m,湧水(20L/min),換気立坑,C7孔 GL-284.5m,湧水・噴発(20L/min),東立坑,A7孔	作業無し		
⑤-10	2011/7/26 14:00	1.185	掘削無し	作業無し	GL-292m,湧水(20L/min),換気立坑,C7孔 GL-284.5m,湧水・噴発(20L/min),東立坑,A7孔	作業無し		
⑤-11	2011/7/26 19:00	1.198	掘削無し	作業無し	GL-376m,(4L/min),換気立坑,C8孔	作業無し		
⑤-12	2011/7/31 21:00	-2.976	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
⑤-13	2011/8/1 3:00	1.077	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
⑤-14	2011/8/10 12:00	-1.205	GL-253m,換気立坑 GL-28m,西立坑	作業無し	GL-370.4m,噴発(30L/min),換気立坑,C6AD孔 GL-300.5m,噴発(10L/min),東立坑,B5孔 GL-262m,(25L/min),C-①工区,A5孔 GL-262m,(25L/min),C-①工区,C5孔	作業無し		
⑤-15	2011/8/10 16:00	-1.051	GL-28m,西立坑	作業無し	GL-370.4m,噴発(30L/min),換気立坑,C6AD孔 GL-300.5m,噴発(10L/min),東立坑,B5孔 GL-262m,(25L/min),C-①工区,A5孔 GL-262m,(25L/min),C-①工区,C5孔	作業無し		

表 2-20 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Ber		
⑤-16	2011/8/27 5:00	-2.626	GL-258m,換気立坑 GL-35m,西立坑	作業無し	GL-270.4m,湧水(5L/min),東立坑,B8孔 GL-290.4m,湧水(2L/min),東立坑,B12孔 GL-274m,湧水(50L/min),C-①工区,C5孔 GL-295.4m,湧水(10L/min),東立坑,B16孔	作業無し		
⑤-17	2011/8/27 14:00	1.313	作業無し	作業無し	GL-367.4m,噴発(40L/min),換気立坑,C6AD孔 GL-270.4m,湧水(8L/min),東立坑,B4孔 GL-275.4m,湧水(5L/min),東立坑,B8孔	作業無し		
⑤-18	2011/9/11 0:00	1.09	掘削無し	作業無し	GL-349m,湧水(15L/min),C-①工区,C5孔 GL-354m,噴発あり,換気立坑,C3AD孔	作業無し	③-2	
⑤-19	2011/9/13 6:00	-1.128	掘削無し	作業無し	GL-349m,湧水(15L/min),C-①工区,C5孔 GL-283m,噴発(25L/min),C-①工区,A5孔 GL-335.4m,湧水(8L/min),東立坑,C15孔 GL-354m,湧水・噴発(25L/min),換気立坑,C3AD孔	作業無し		
⑤-20	2011/9/13 14:00	-1.491	GL-269m,換気立坑	作業無し	GL-325.4m,湧水(20L/min),東立坑,C11孔	作業無し		
⑤-21	2011/9/14 13:00	-21.522	GL-269m,換気立坑	作業無し	GL-320.4m,湧水(20L/min),東立坑,C7孔	作業無し		
⑤-22	2011/9/19 11:00	-1.071	GL-273m,換気立坑	作業無し	GL-331m,湧水・噴発(25L/min),C-①工区,A5孔 GL-269m,噴発(120L/min),C-①工区,A9孔	作業無し		
⑤-23	2011/9/27 7:00	-1.797	掘削無し	作業無し	噴発・湧水なし	作業無し		
⑤-24	2011/9/28 8:00	2.989	GL-279m,換気立坑	作業無し	掘削無し	作業無し		
⑤-25	2011/10/9 23:00	-1.523	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		

2.6 2011年10月10日～2012年2月5日における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

2011年8月より287m以深の掘削を開始し、2012年2月5日時点で深度346.8mまでの掘削を完了した。

2) 東立坑掘削

2011年10月より250.5m以深の掘削を開始し、2012年2月5日時点で深度315mまでの掘削を完了した。

3) グラウト工

250m地点から換気立坑を対象とした掘削領域、および250m地点から350m調査坑道を対象とした掘削領域（B-②，C-①工区）を施工した。

4) 調査研究ボーリング掘削

250m大型試錐座（西）において深度350mに向けた物質移行試験用のボーリング孔を掘削した。掘進長は120，140，145mの計3本で俯角52～74度の方向を示す。

図2-59に250m坑道施工位置図を、図2-60に350m坑道のグラウト施工位置図を示した。



図 2-59 250m坑道施工位置図



図 2-60 350m坑道グラウト施工位置図

(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。

採水作業実施後（2011年12月24日7:00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2-61に除去前後の水圧値（kPa）を示す。また、図2-62に潮汐の影響による変動成分（kPa）を、図2-63に気圧の影響による変動成分（kPa）と大気圧を、図2-64にデジタルノイズ成分（kPa）を示す。

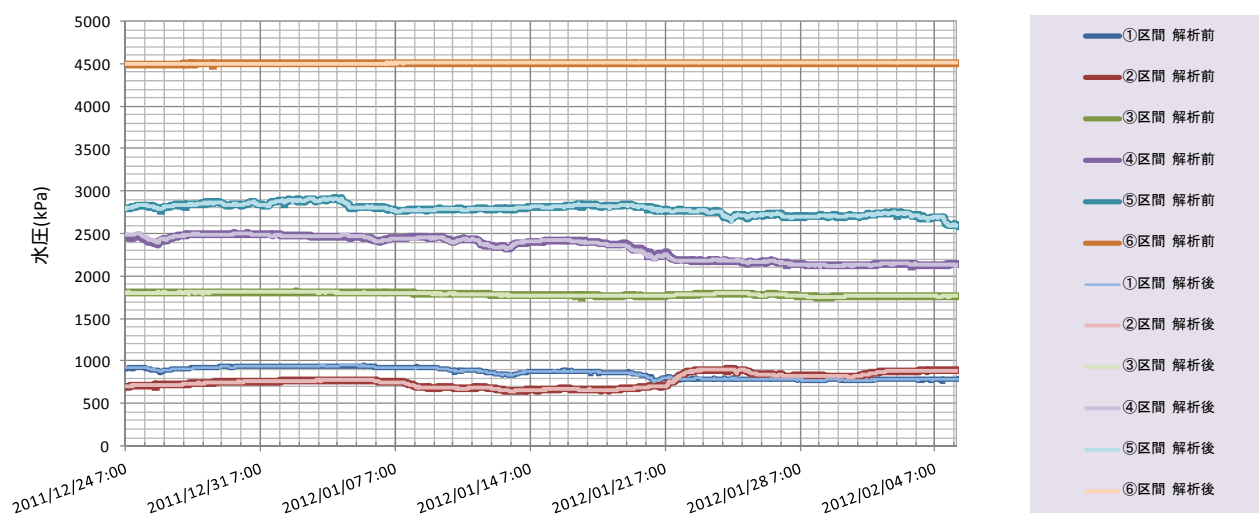


図 2-61 変動要因除去前後の水圧変動

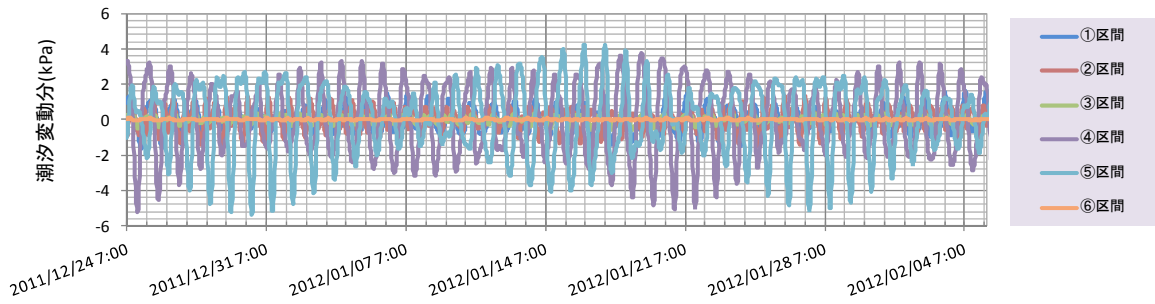


図 2-62 2011年10月10日～2012年2月6日における潮汐の影響による変動成分

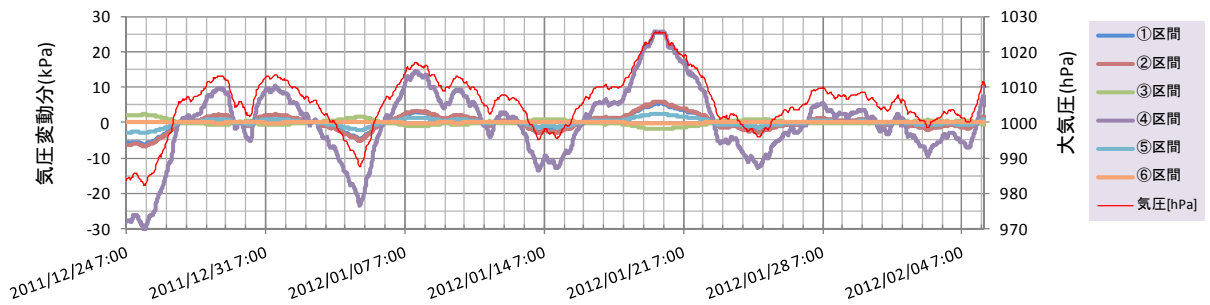


図 2-63 2011年10月10日～2012年2月6日における気圧の影響による変動成分



図 2-64 2011年10月10日～2012年2月6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分は、大きな変動を示す④区間、⑤区間で $\pm 5\text{kPa}$ 以内であったが、変動が小さな⑥区間は $\pm 0.1\text{kPa}$ 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は、④区間が $\pm 30\text{kPa}$ の範囲で大気圧の変動と同調していることが確認された。他区間は $\pm 10\text{kPa}$ 以内の範囲での変動が確認された。また、ノイズ成分に関しては、 $\pm 5\text{kPa}$ と非常に小さい値の範囲で変動しており、ノイズ除去を行った場合、微細な変動イベント見落とす可能性が明らかとなった。このため、本検討では、ノイズ処理を行っていない観測データを使用することとした。

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 2-21 BAYTAP-G の解析パラメータ一覧

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個に対しての応答をみる（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。

(2) 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 2-65 に 2011 年 10 月 10 日～2012 年 2 月 5 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 2-66～図 2-74 および表 2-22～表 2-29 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。なお、グラフは上段から坑内作業工程、立坑掘削深度、水圧経時変化、坑内湧水量を示しており、湧水量は時間当たりの排水量から給水量を差し引いた地下施設全体からの総湧水量を示している。

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 86 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 2-66～図 2-74）。

また、上記方法で抽出することのできない比較的長時間（期間）にわたって変動している水圧変化をグラフの目視確認により参考情報として抽出した。（変化点通し番号無し）

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 2-66～図 2-74、表 2-22～表 2-29）。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。

3) SAB-1 孔における作業の実施状況

2011 年 11 月 21 日から 11 月 25 日までの期間中、SAB-1 孔における地下水・ガスの噴出を防止するための恒久対策作業が JNES 殿により実施された。恒久対策作業実施期間中の水圧変動は、水圧センサーの移動など、SAB-1 孔における作業が主な要因であることから、水圧変動要因の検討期間から除外した。

また、2011 年 11 月 30 日～12 月 23 日までの期間中、AIST 殿による採水作業が実施された。採水作業は④区間および⑥区間で実施されたが、①区間の水圧センサーの設置など、孔内への影響があったと考えられる事から、水圧変動要因の検討期間から除外した。

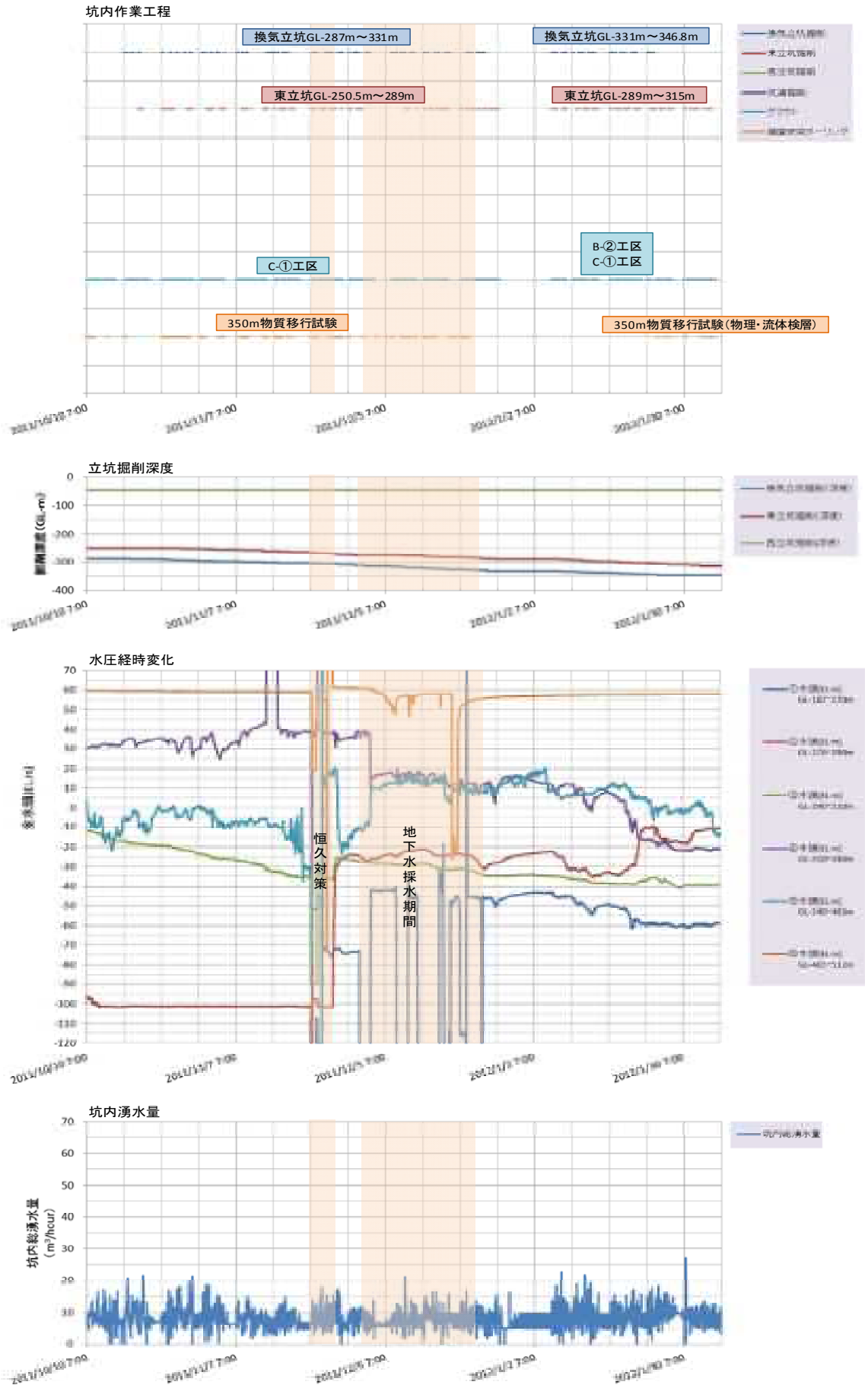


图 2-65 2011年10月10日~2012年2月5日における長期的な水圧変動

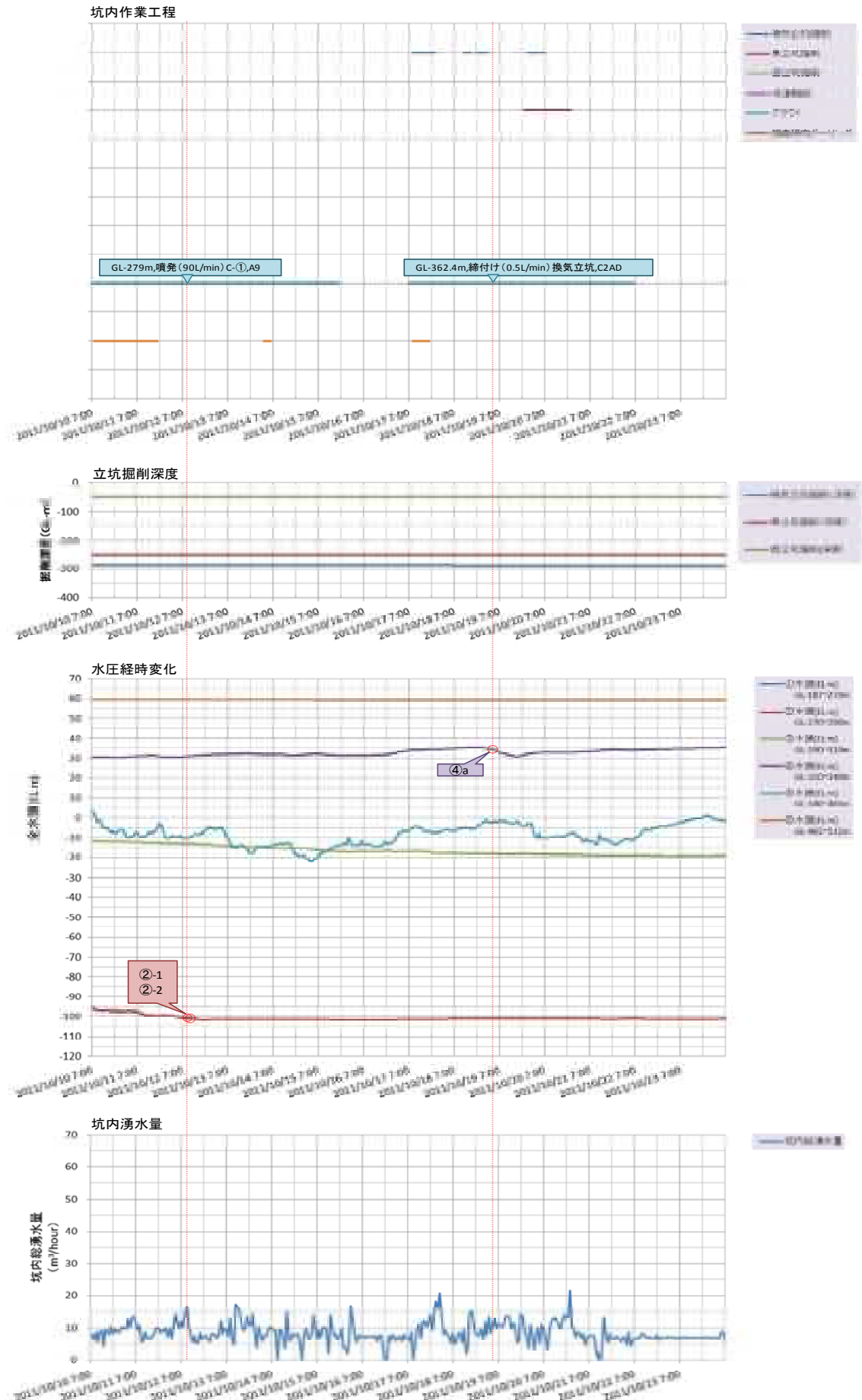


図 2-66 2011年10月10日~2011年10月23日における短期的な水压変動

坑内作業工程

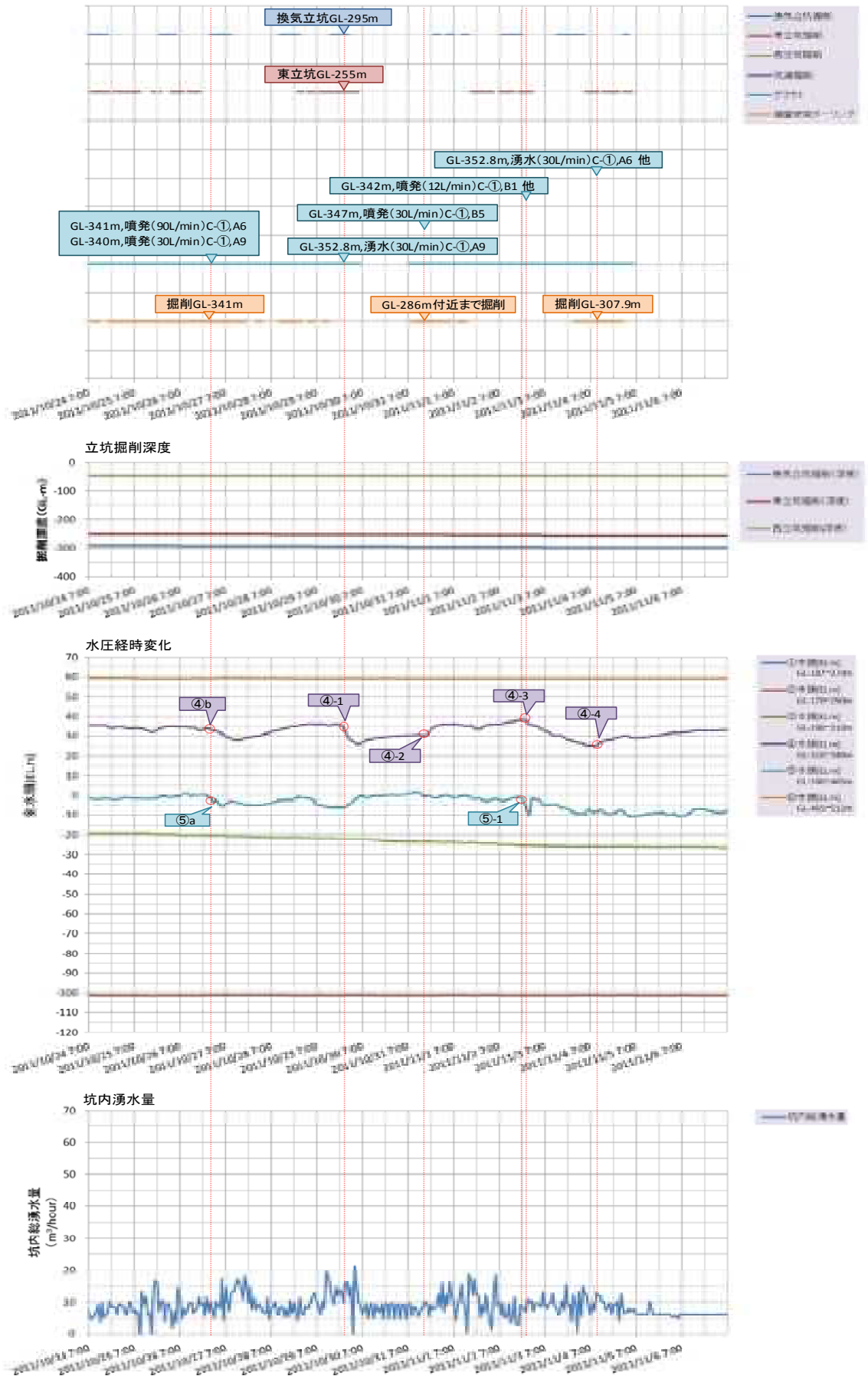


図 2-67 2011年10月24日~2011年11月6日における短期的な水圧変動

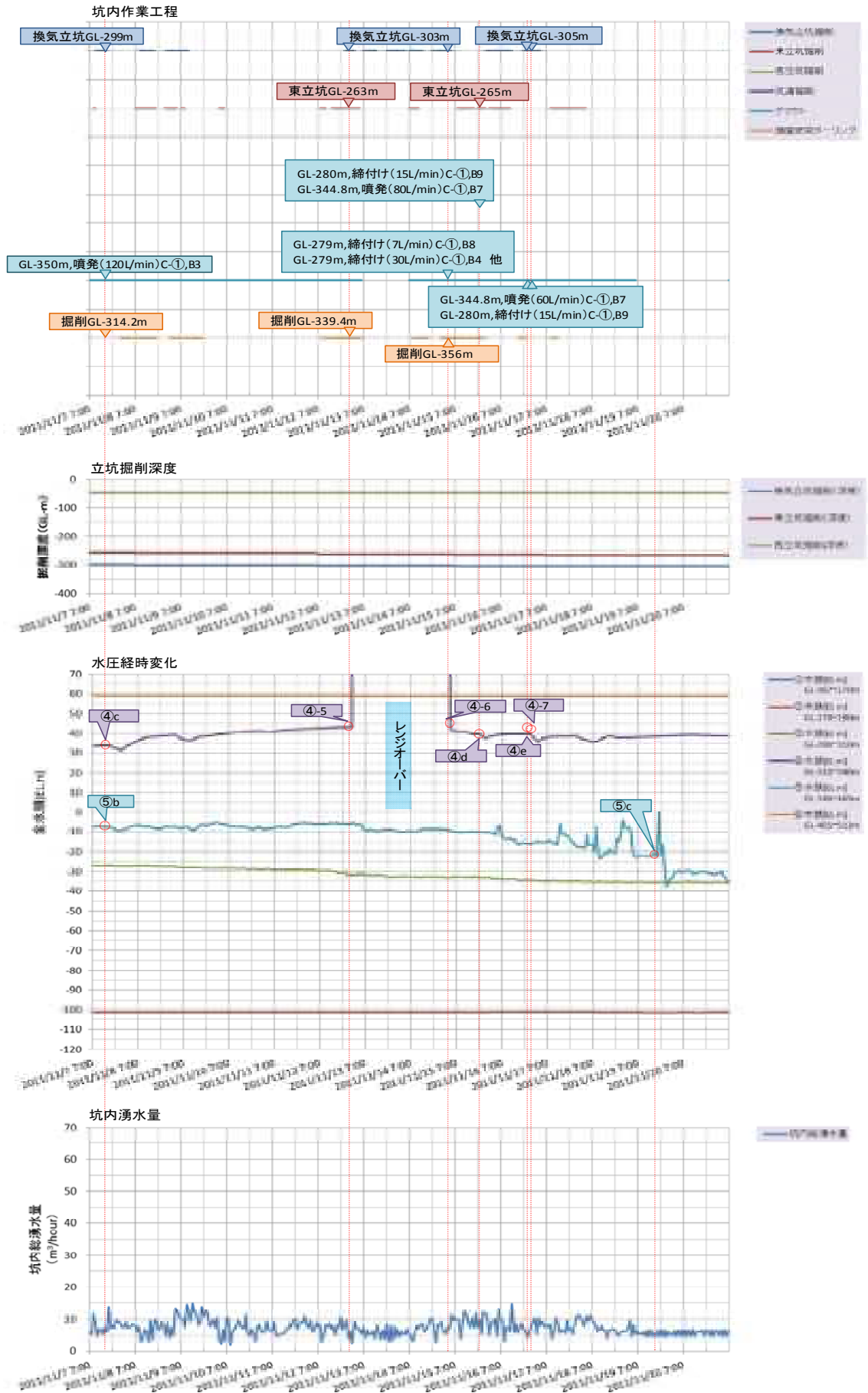


図 2-68 2011年11月7日~2011年11月20日における短期的な水圧変動

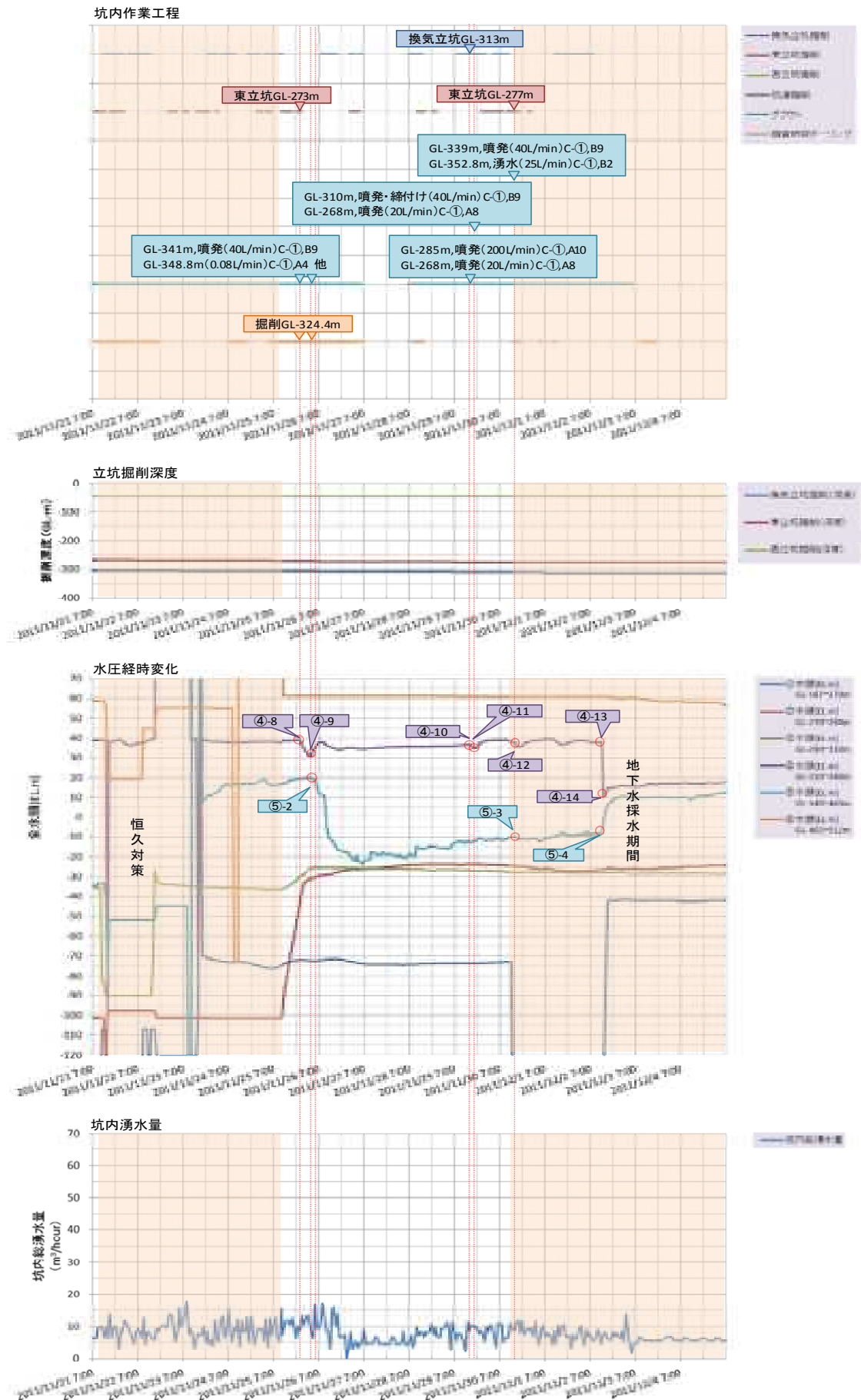
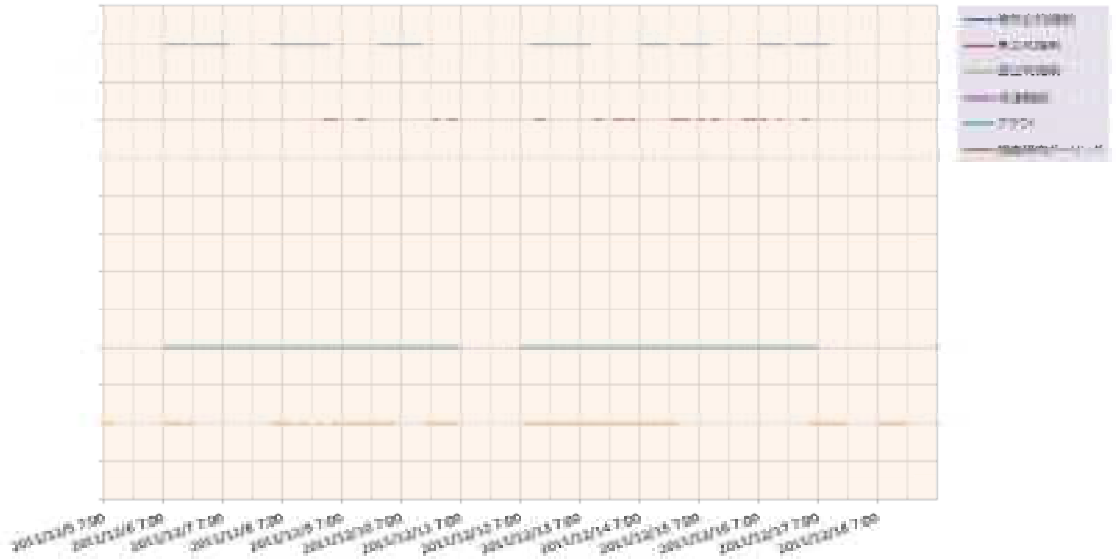
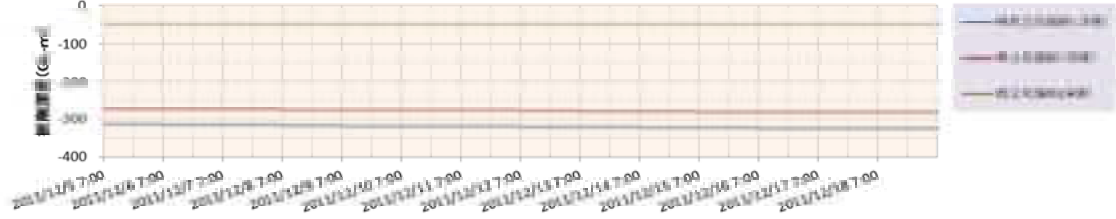


図 2-69 2011年11月21日~2011年12月4日における短期的な水圧変動

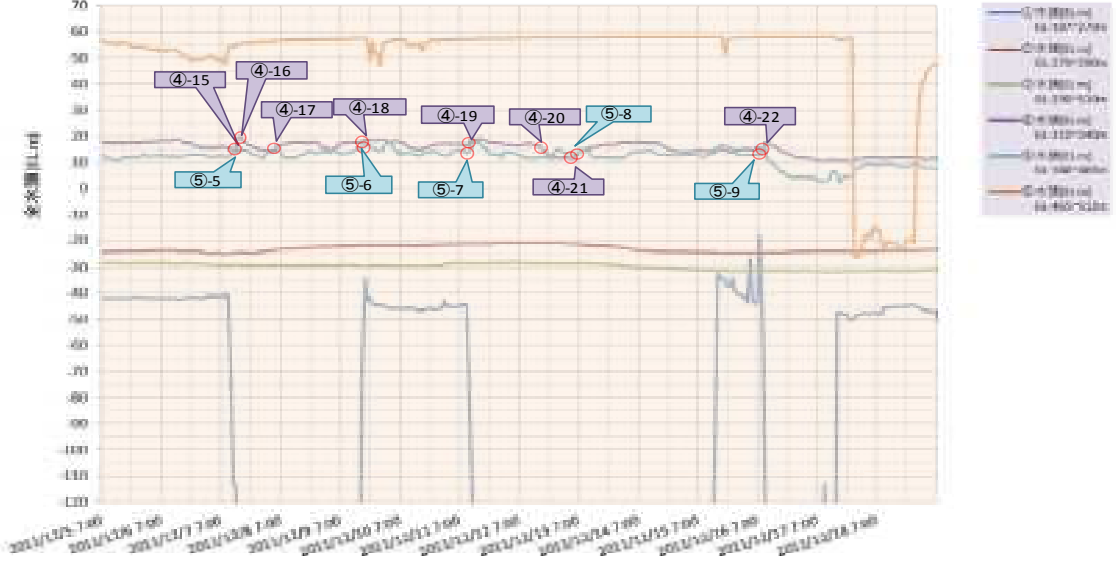
坑内作業工程



立坑掘削深度



水压経時変化



坑内湧水量



図 2-70 2011年12月5日~2011年12月18日における短期的な水压変動

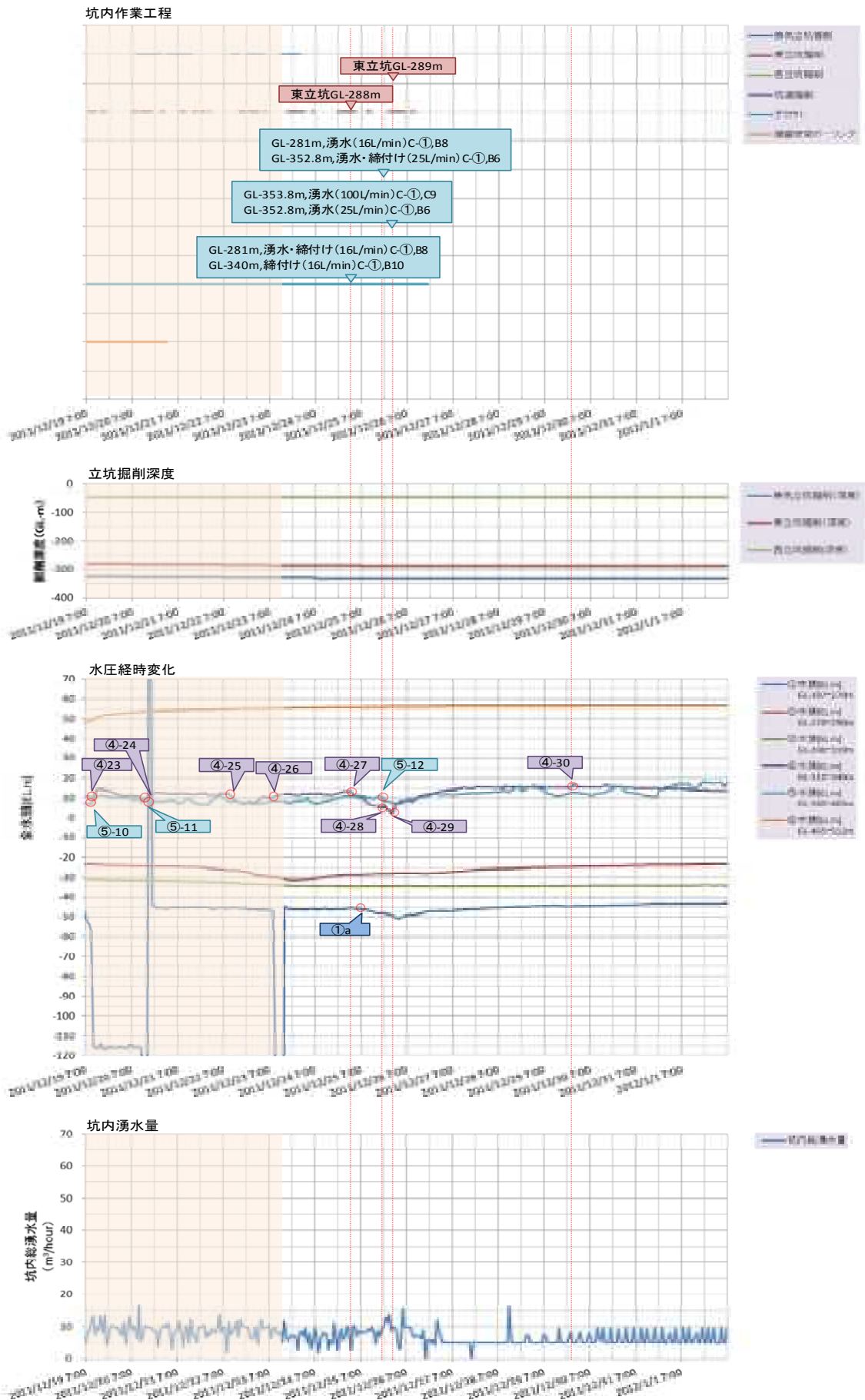


図 2-71 2011年12月19日~2012年1月1日における短期的な水压変動

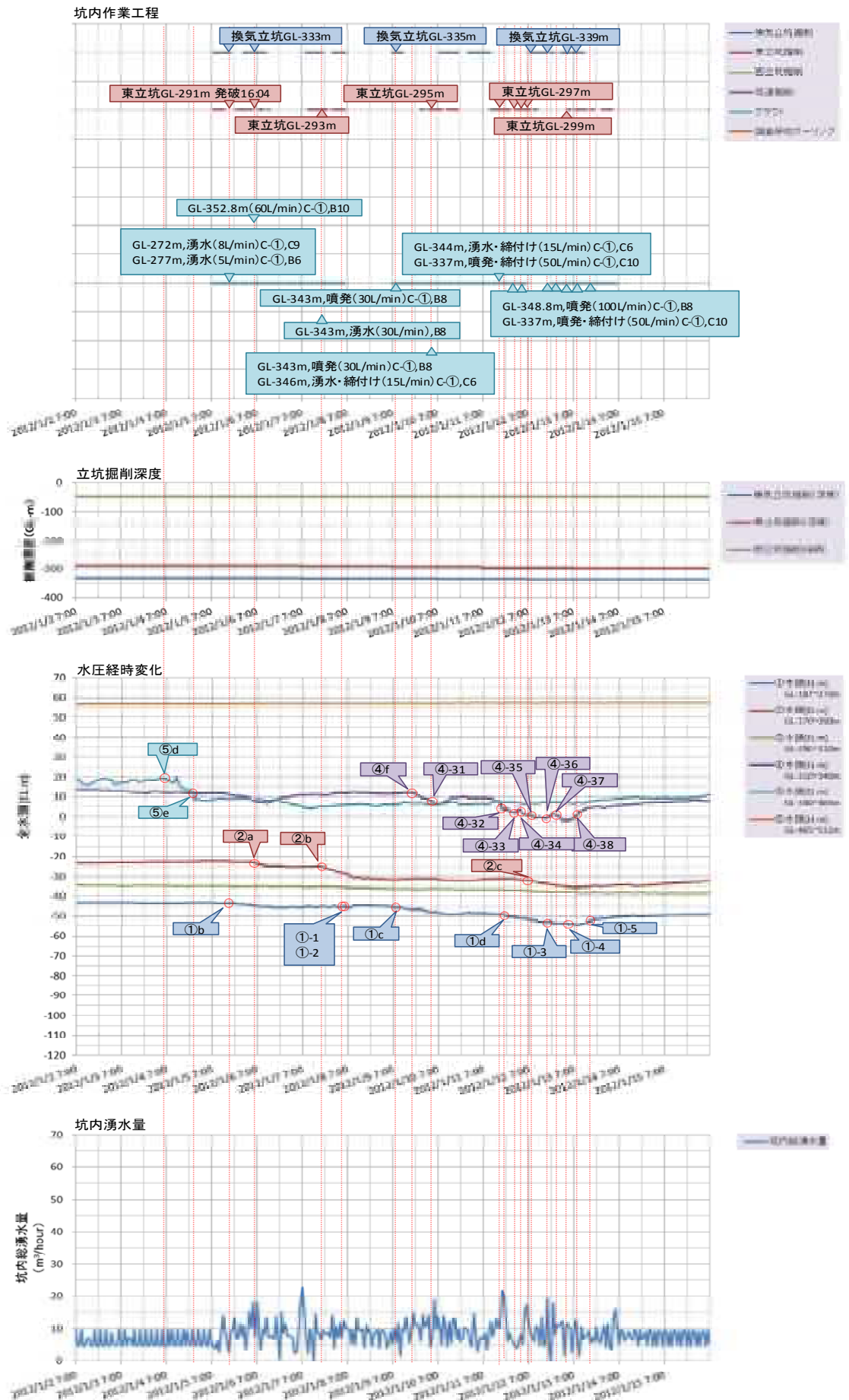


図 2-72 2012年1月2日~2012年1月15日における短期的な水压変動

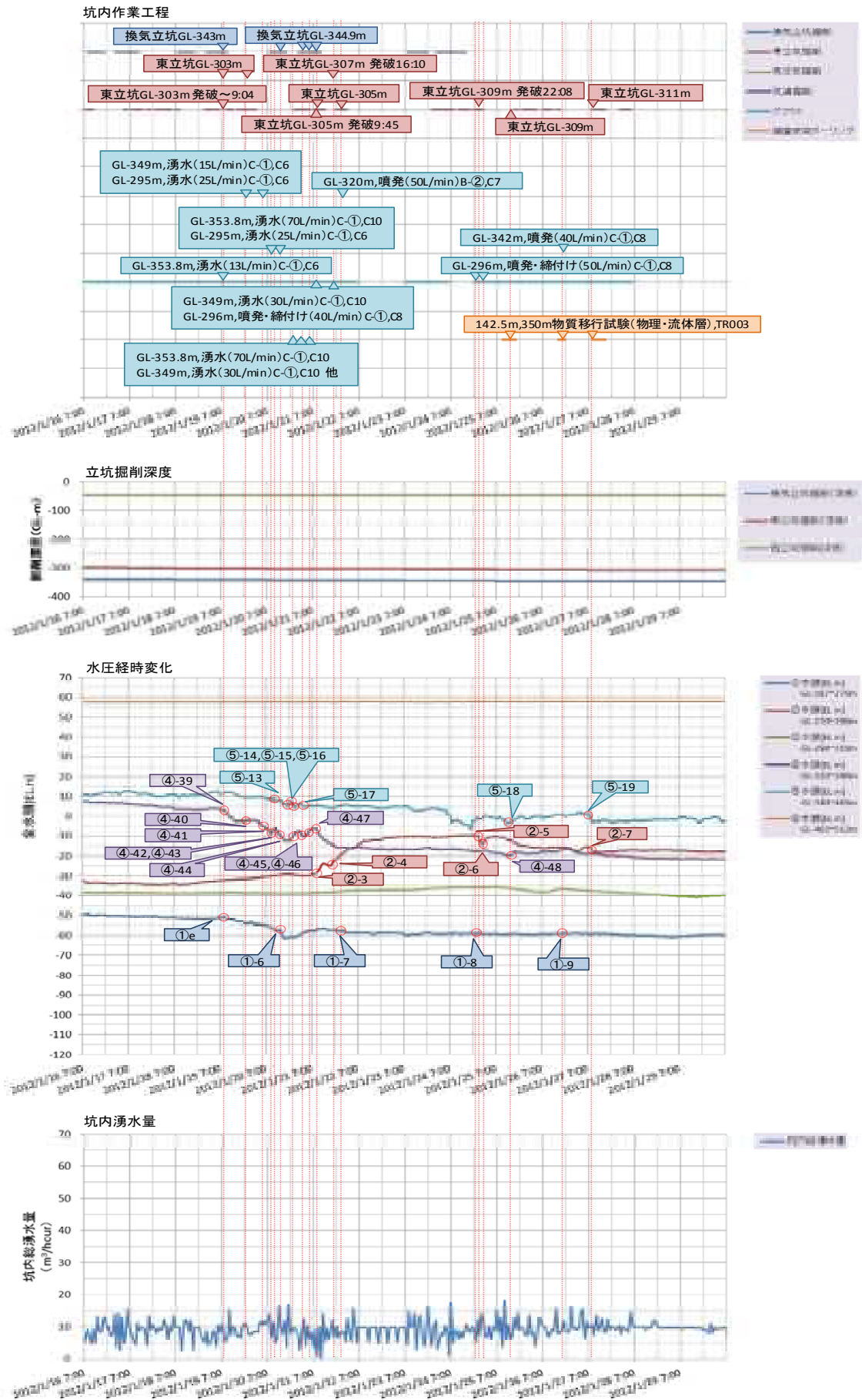


図 2-73 2012年1月16日~2012年1月29日における短期的な水圧変動

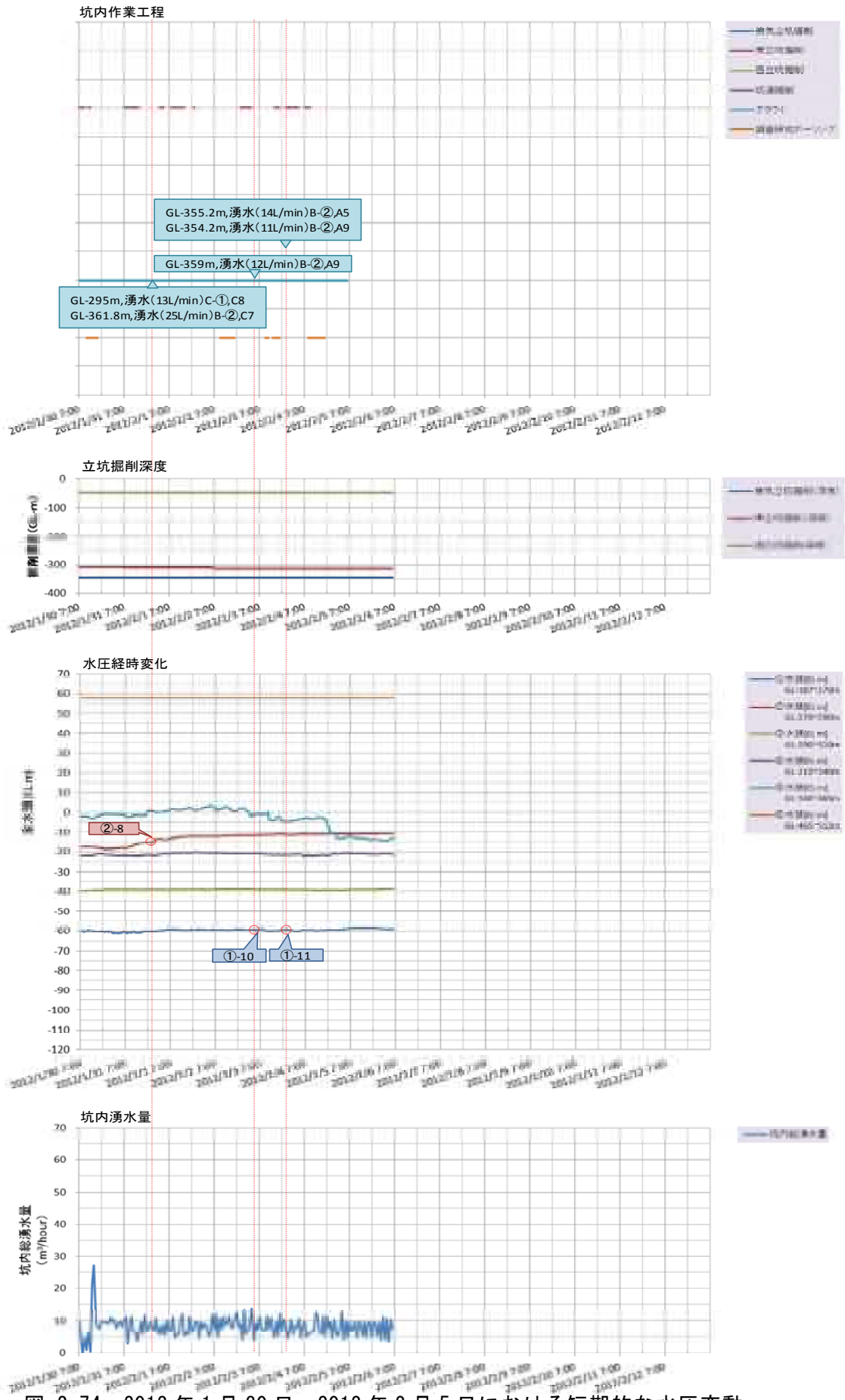


図 2-74 2012年1月30日~2012年2月5日における短期的な水压変動

表 2-22 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
①a	2011/12/25 8:00	目視	掘削無し	作業無し	GL-352.8m湧水(25L/min),C-①工区,B6孔 GL-281m湧水・締付け(16L/min),C-①工区,B8孔	掘削無し	④-27	
①b	2012/1/5 16:00	目視	GL-333m,換気立坑 GL-291m,東立坑～発破16:04	作業無し	GL-272m湧水(8L/min),C-①工区,C9孔 GL-277m湧水(5L/min),C-①工区,B6孔	掘削無し		
①-1	2012/1/8 5:00	1.011	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
①-2	2012/1/8 6:00	-1.033	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
①c	2012/1/9/ 8:00	目視	GL-335m,換気立坑	作業無し	GL-343m噴発(30L/min),C-①工区,B8孔	掘削無し		
①d	2012/1/11 18:00	目視	GL-297m,東立坑	作業無し	GL-344m湧水(15L/min),C-①工区,C6孔 GL-337m噴発・締付け(50L/min),C-①工区,C10孔	掘削無し	④-32	
①-3	2012/1/12 20:00	-1.296	GL-339m,換気立坑	作業無し	GL-348.8m噴発(100L/min),C-①工区,B8孔 GL-337m噴発・締付け(50L/min),C-①工区,C10孔	掘削無し	④-36	
①-4	2012/1/13 4:00	-1.032	GL-339m,換気立坑 GL-299m,東立坑	作業無し	GL-348.8m噴発(100L/min),C-①工区,B8孔 GL-337m噴発締付け(50L/min),C-①工区,C10孔	作業無し		
①-5	2012/1/13 18:00	1.01	掘削無し	作業無し	GL-348.8m噴発(100L/min),C-①工区,B8孔 GL-337m噴発・締付け(50L/min),C-①工区,C10孔	作業無し		
①e	2012/1/19 10:00	目視	GL-343m,換気立坑 GL-303m,東立坑～発破9:04	作業無し	GL-353.8m湧水(13L/min),C-①工区,C6孔	掘削無し	④-39	
①-6	2012/1/20 15:00	-1.845	GL-344.9m,換気立坑	作業無し	GL-353.8m湧水(70L/min),C-①工区,C10孔 GL-295m湧水(25L/min),C-①工区,C6孔	掘削無し	④-43	
①-7	2012/1/22 0:00	-1.274	GL-305m,東立坑	作業無し	GL-320m噴発(50L/min),B-②工区,C7孔	作業無し		
①-8	2012/1/24 22:00	1.362	掘削無し	作業無し	GL-296m噴発・締付け(50L/min),C-①工区,C8孔	作業無し		
①-9	2012/1/26 19:00	1.01	掘削無し	作業無し	GL-342m噴発(40L/min),C-①工区,C8孔	142.5m,物質移行試験(物理・流体検層),TR003孔		
①-10	2012/2/3 5:00	-1.164	作業無し	作業無し	GL-359m湧水(12L/min),B-②工区,A9孔	作業無し		
①-11	2012/2/3 21:00	1.142	作業無し	作業無し	GL-355.2m湧水(14L/min),B-②工区,A5孔 GL-354.2m湧水(11L/min),B-②工区,A9孔	作業無し		

表 2-23 ②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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Ber		
②-1	2011/10/12 11:00	1.268	掘削無し	作業無し	GL-279m噴発(90L/min),C-①工区,A9孔	掘削無し		短時間の変化
②-2	2011/10/12 12:00	-1.307	掘削無し	作業無し	GL-279m噴発(90L/min),C-①工区,A9孔	掘削無し		短時間の変化
②a	2012/1/6 6:00	目視	GL-333m,換気立坑 GL-291m,東立坑～発破16:04	作業無し	GL-352.8m(60L/min),C-①工区,B10孔	掘削無し		
②b	2012/1/7 18:00	目視	GL-293m,東立坑	作業無し	GL-343m湧水(30L/min)C-①工区,B8孔	掘削無し		
②c	2012/1/12 7:00	目視	GL-297m,東立坑	作業無し	GL-348.8m噴発(100L/min),C-①工区,B8孔 GL-337m噴発・締付け(50L/min),C-①工区,C10孔	作業無し		
②-3	2012/1/21 11:00	1.625	GL-344.9m,換気立坑 GL-305m,東立坑	作業無し	GL-349m湧水,(30L/min),C-①工区,C10孔 GL-296m噴発・締付け(40L/min),C-①工区,C8孔	掘削無し	④-47	
②-4	2012/1/21 18:00	1.778	GL-307m,東立坑～発破16:10	作業無し	GL-349m湧水,(30L/min),C-①工区,C10孔 GL-296m噴発・締付け(40L/min),C-①工区,C8孔	掘削無し		
②-5	2012/1/24 23:00	-3.021	GL-309m,東立坑～発破22:08	作業無し	GL-296m,締付け・噴発(50L/min),C-①工区,C8孔	作業無し	①-8	
②-6	2012/1/25 1:00	1.051	掘削無し	作業無し	GL-296m,締付け・噴発(50L/min),C-①工区,C8孔	作業無し		
②-7	2012/1/27 10:00	-1.09	GL-311m,東立坑	作業無し	作業無し	142.5m,350m物質移行試験(物理・流体検層),TR003孔	⑤-19	
②-8	2012/1/31 22:00	1.185	掘削無し	作業無し	GL-295m,湧水(13L/min),C-①工区,C8孔 GL-361.8m,湧水(25L/min),B-②工区,C7孔	作業無し		

表 2-24 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④a	2011/10/19 5:00	目視	作業無し	作業無し	GL-362.4m,締付け(0.5L/min),換気立坑,C2AD孔 GL-278m,噴発(200L/min),C-①工区,A6孔 GL-280m,噴発(30L/min),C-①工区,A9孔	掘削無し		
④b	2011/10/26 23:00	目視	掘削無し	作業無し	GL-341m,噴発(90L/min),C-①工区,A6孔 GL-340m,噴発(30L/min),C-①工区,A9孔	掘削,GL-341m		
④-1	2011/10/29 21:00	-1.032	GL-295m,換気立坑 GL-255m,東立坑	作業無し	GL-352.8m,湧水(30L/min),C-①工区,A9孔	作業無し		
④-2	2011/10/31 17:00	1.243	掘削無し	作業無し	GL-347m,噴発(30L/min),C-①工区,B5孔	掘削,GL-286m		
④-3	2011/11/2 22:00	-1.638	掘削無し	作業無し	GL-352.8m,湧水(0.2L/min),C-①工区,A7孔 GL-301~352.8m(2L/min),C-①工区,A7孔 GL-342m,噴発(12L/min),C-①工区,B1孔 GL-347m,締付け(5L/min),C-①工区,B5孔	作業無し	⑤-1	
④-4	2011/11/4 12:00	1.485	掘削無し	作業無し	GL-352.8m,湧水(30L/min),C-①工区,A6孔 GL-287~348.8m,湧水(0.2L/min),C-①工区,A6孔	掘削,GL-307.9m		
④c	2011/11/7 15:00	目視	GL-299m,換気立坑	作業無し	GL-350m,噴発(120L/min),C-①工区,B3孔	掘削,GL-314.2m	排水量最大	
④-5	2011/11/13 1:00	レンジオーバー	GL-303m,換気立坑 GL-263m,東立坑	作業無し	噴発・湧水無し	掘削,GL-339.4m		
④-6	2011/11/15 4:00	レンジオーバー	GL-303m,換気立坑	作業無し	GL-279m,締付け(7L/min),C-①工区,B8孔 GL-279m,締付け(30L/min),C-①工区,B4孔 GL-275m,締付け(0.8L/min),C-①工区,B9孔	掘削,GL-356m		
④d	2011/11/15 21:00	目視	GL-265m,東立坑	作業無し	GL-280m,締付け(15L/min),C-①工区,B9孔 GL-344.8m,噴発(80L/min),C-①工区,B7孔	掘削,GL-369.7m		
④-7	2011/11/17 1:00	-1.192	GL-305m,換気立坑	作業無し	GL-344.8m,噴発(60L/min),C-①工区,B7孔 GL-280m,締付け(15L/min),C-①工区,B9孔	作業無し		
④e	2011/11/17 0:00	目視	GL-305m,換気立坑	作業無し	GL-344.8m,噴発(60L/min),C-①工区,B7孔 GL-280m,締付け(15L/min),C-①工区,B9孔	作業無し		
④-8	2011/11/25 22:00	-2.447	GL-273m,東立坑	作業無し	GL-341m,噴発(40L/min),C-①工区,B9孔 GL-348.8m,(0.08L/min),C-①工区,A4孔 GL-352.8m,噴発(5L/min),C-①工区,A4孔	掘削,GL-324.4m		
④-9	2011/11/26 4:00	2.983	掘削無し	作業無し	GL-341m,噴発(40L/min),C-①工区,B9孔 GL-348.8m,(0.08L/min),C-①工区,A4孔 GL-352.8m,噴発(5L/min),C-①工区,A4孔	掘削,GL-324.4m	⑤-2	
④-10	2011/11/29 17:00	-1.606	GL-313m,換気立坑	作業無し	GL-285m,噴発(200L/min),C-①工区,A10孔 GL-268m,噴発(20L/min),C-①工区,A8孔	掘削無し	グラウト噴発の影響が確認されていない	

表 2-25 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-11	2011/11/29 19:00	1.262	掘削無し	作業無し	GL-310m,噴発・締付け(40L/min),C-①工区,B9孔 GL-268m,噴発(20L/min),C-①工区,A8孔	掘削無し		グラウト噴発の影響が確認されていない
④-12	2011/11/30 16:00	-1.014	GL-277m,東立坑	作業無し	GL-339m,噴発(40L/min),C-①工区,B9孔 GL-352.8m,湧水(25L/min),C-①工区,B2孔	浚渫,GL-331.2m~341.2m	⑤-3	採水作業
④-13	2011/12/2 14:00	-27.341	掘削無し	作業無し	GL-352.8m,湧水・噴発(30L/min),C-①工区,A2孔 GL-275m,噴発(15L/min),C-①工区,A8孔	掘削無し	⑤-4	採水作業
④-14	2011/12/2 15:00	2.065	掘削無し	作業無し	GL-352.8m,湧水・噴発(30L/min),C-①工区,A2孔 GL-275m,噴発(15L/min),C-①工区,A8孔	掘削無し		採水作業
④-15	2011/12/7 14:00	5.372	掘削無し	作業無し	GL-313m,噴発・締付け(30L/min),C-①工区,B9孔	浚渫,GL-311.4m~341.2m	⑤-5	採水作業
④-16	2011/12/7 16:00	-1.549	掘削無し	作業無し	GL-313m,噴発・締付け(30L/min),C-①工区,B9孔	浚渫,GL-311.4m~341.2m		採水作業
④-17	2011/12/8 6:00	1.109	GL-319m,換気立坑	作業無し	GL-341m,噴発・締付け(40L/min),C-①工区,B9孔 GL-352.8m,湧水(60L/min),C-①工区,A10孔 GL-257m,(18L/min),C-①工区,A2孔	掘削,GL-347.7m		採水作業
④-18	2011/12/9 17:00	1.013	掘削無し	作業無し	GL-341m,噴発・締付け(20L/min),C-①工区,B9孔 GL-349m,湧水(10L/min),C-①工区,C3孔	掘削,GL-362.6m	⑤-6	採水作業
④-19	2011/12/11 12:00	1.778	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	⑤-7	採水作業
④-20	2011/12/12 17:00	-1.129	GL-323m,換気立坑	作業無し	GL-271m,噴発(30L/min),C-①工区,B10孔 GL-353.8m,湧水(3L/min),C-①工区,C4孔	掘削,GL-267.4m		採水作業
④-21	2011/12/13 6:00	1.204	GL-323m,換気立坑	作業無し	GL-344m,噴発(60L/min),C-①工区,B9孔 GL-353.8m,湧水(3L/min),C-①工区,C4孔 GL-280m,(3L/min),C-①工区,C4孔 GL-267m,噴発(15L/min),C-①工区,C2孔	掘削,GL-282.5m	⑤-8	採水作業
④-22	2011/12/16 11:00	1.243	GL-327m,換気立坑	作業無し	GL-348.8m,湧水(28L/min),C-①工区,B6孔	浚渫,GL-273.1~278.8m	⑤-9	採水作業
④-23	2011/12/19 12:00	1.893	GL-283m,東立坑	作業無し	GL-274m,締付け(8L/min),C-①工区,C9孔 GL-337m,締付け(5L/min),C-①工区,B10孔 GL-348.8m,締付け(2L/min),C-①工区,A8孔 GL-348.8m,締付け(20L/min),C-①工区,B6孔	掘削,GL-346.1m	⑤-10	採水作業
④-24	2011/12/20 16:00	1.607	GL-284m,東立坑	作業無し	GL-348.8m,締付け(15L/min),C-①工区,B6孔 GL-339m,締付け(30L/min),C-①工区,B10孔	掘削,GL-346.1m	⑤-11	採水作業
④-25	2011/12/22 12:00	-1.128	掘削無し	作業無し	GL-339m,締付け(15L/min),C-①工区,B10孔 GL-344.8m,締付け(25L/min),C-①工区,B6孔 GL-352.8m,湧水(30L/min),C-①工区,A8孔	掘削無し		採水作業

表 2-26 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-26	2011/12/23 11:00	1.052	掘削無し	作業無し	GL-339m,噴発(110L/min),C-①工区,C9孔 GL-339m,締付け(15L/min),C-①工区,B10孔 GL-295m,湧水(22L/min),C-①工区,A8孔 GL-256m,湧水(15L/min),C-①工区,A8孔	掘削無し	採水作業	
④-27	2011/12/25 3:00	-1.281	GL-288m,東立坑	作業無し	GL-281m,湧水・締付け(16L/min),C-①工区,B8孔 GL-340m,締付け(16L/min),C-①工区,B10孔	掘削無し		
④-28	2011/12/25 19:00	1.395	掘削無し	作業無し	GL-281m,湧水(16L/min),C-①工区,B8孔 GL-352.8m,湧水(25L/min),C-①工区,B6孔	掘削無し	⑤-12	
④-29	2011/12/26 1:00	2.829	GL-289m,東立坑	作業無し	GL-353.8m,湧水(100L/min),C-①工区,C9孔 GL-352.8m,湧水(25L/min),C-①工区,B6孔	掘削無し		
④-30	2011/12/29 22:00	1.586	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
④f	2012/1/9 19:00	目視	掘削無し	作業無し	GL-343m,噴発(30L/min),C-①工区,B8孔 GL-346m,湧水・締付け(15L/min),C-①工区,C6孔	掘削無し		
④-31	2012/1/10 4:00	-1.033	GL-295m,東立坑	作業無し	GL-343m,噴発(30L/min),C-①工区,B8孔 GL-346m,湧水・締付け(15L/min),C-①工区,C6孔	作業無し		
④-32	2012/1/11 16:00	-1.759	GL-297m,東立坑	作業無し	GL-344m,湧水・締付け(15L/min),C-①工区,C6孔 GL-337m,噴発・締付け(50L/min),C-①工区,C10孔	掘削無し		
④-33	2012/1/12 1:00	1.548	GL-297m,東立坑	作業無し	GL-348.8m,噴発(100L/min),C-①工区,B8孔 GL-337m,噴発・締付け(50L/min),C-①工区,C10孔	作業無し		
④-34	2012/1/12 3:00	-1.032	GL-297m,東立坑	作業無し	GL-348.8m,噴発(100L/min),C-①工区,B8孔 GL-337m,噴発・締付け(50L/min),C-①工区,C10孔	作業無し		
④-35	2012/1/12 10:00	-1.071	GL-339m,換気立坑 GL-297m,東立坑	作業無し	作業無し	掘削無し		
④-36	2012/1/12 18:00	1.186	掘削無し	作業無し	作業無し	掘削無し	①-3	
④-37	2012/1/13 0:00	-1.377	掘削無し	作業無し	GL-348.8m,噴発(100L/min),C-①工区,B8孔 GL-337m,噴発・締付け(50L/min),C-①工区,C10孔	作業無し		
④-38	2012/1/13 10:00	1.549	GL-339m,換気立坑	作業無し	GL-348.8m,噴発(100L/min),C-①工区,B8孔 GL-337m,噴発・締付け(50L/min),C-①工区,C10孔	掘削無し		
④-39	2012/1/19 11:00	-1.511	GL-303m,東立坑	作業無し	GL-353.8m,湧水(13L/min),C-①工区,C6孔	掘削無し		

表 2-27 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bo		
④-40	2012/1/19 21:00	1.281	GL-303m,東立坑	作業無し	GL-349m,湧水(15L/min),C-①工区,C6孔 GL-295m,湧水,(25L/min),C-①工区,C6孔	作業無し		
④-41	2012/1/20 4:00	-1.071	掘削無し	作業無し	GL-349m,湧水(15L/min),C-①工区,C6孔 GL-295m,湧水(25L/min),C-①工区,C6孔	作業無し		
④-42	2012/1/20 11:00	2.103	掘削無し	作業無し	GL-295m,湧水(25L/min),C-①工区,C6孔 GL-353.8m,湧水(70L/min),C-①工区,C10孔	掘削無し	⑤-13	
④-43	2012/1/20 13:00	-1.606	GL-344.9m,換気立坑	作業無し	GL-295m,湧水(25L/min),C-①工区,C6孔 GL-353.8m,湧水(70L/min),C-①工区,C10孔	掘削無し	①-6,⑤-13	
④-44	2012/1/20 21:00	1.301	掘削無し	作業無し	GL-353.8m,湧水(70L/min),C-①工区,C10孔 GL-349m,湧水(30L/min),C-①工区,C10孔 GL-296m,噴発・締付け(40L/min),C-①工区,C8孔	作業無し	⑤-14,15,16	
④-45	2012/1/21 2:00	-2.295	GL-344.9m,換気立坑 GL-305m,東立坑	作業無し	GL-353.8m,湧水(70L/min),C-①工区,C10孔 GL-349m,湧水(30L/min),C-①工区,C10孔 GL-296m,噴発・締付け(40L/min),C-①工区,C8孔	作業無し	⑤-17	
④-46	2012/1/21 4:00	1.013	GL-344.9m,換気立坑	作業無し	GL-353.8m,湧水(70L/min),C-①工区,C10孔 GL-349m,湧水(30L/min),C-①工区,C10孔 GL-296m,噴発・締付け(40L/min),C-①工区,C8孔	作業無し	⑤-17	
④-47	2012/1/21 10:00	-1.243	GL-344.9m,換気立坑 GL-305m,東立坑～発破9:45	作業無し	GL-349m,湧水(30L/min),C-①工区,C10孔 GL-296m,噴発・締付け(40L/min),C-①工区,C8孔	掘削無し	②-3	
④-48	2012/1/25 16:00	1.128	GL-309m,東立坑	作業無し	噴発・湧水無し	142.5m,350m物質移行試験(物理・流体検層),TR003孔	⑤-18	

表 2-28 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Ber		
⑤a	2011/10/26 22:00	目視	掘削無し	作業無し	GL-341m.噴発(90L/min).C-①工区.A6孔 GL-340m.噴発(30L/min).C-①工区.A9孔	掘削.GL-341m		
⑤-1	2011/11/2 20:00	-1.377	掘削無し	作業無し	GL-352.8m(0.2L/min).C-①工区.A7孔 GL-301~352.8m(2L/min).C-①工区.A7孔 GL-342m.噴発(12L/min).C-①工区.B1孔 GL-347m.締付け(5L/min).C-①工区.B5孔	作業無し	④-3	
⑤b	2011/11/7 16:00	目視	GL-299m.換気立坑	作業無し	GL-350m.噴発(120L/min).C-①工区.B3孔	掘削.GL-314.2m		排水量増大
⑤c	2011/11/19 19:00	目視	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
⑤-2	2011/11/26 6:00	-4.34	掘削無し	作業無し	GL-341m.噴発(40L/min).C-①工区.B9孔 GL-348.8m.(0.08L/min).C-①工区.A4孔 GL-352.8m.噴発(5L/min).C-①工区.A4孔	掘削.GL-324.4m	④-9	
⑤-3	2011/11/30 17:00	-1.109	GL-277m.東立坑	作業無し	GL-339m.噴発(40L/min).C-①工区.B9孔 GL-352.8m.湧水(25L/min).C-①工区.B2孔	浚渫.GL-331.2m~341.2m	④-12	採水作業
⑤-4	2011/12/2 14:00	5.238	掘削無し	作業無し	GL-352.8m.噴発(30L/min).C-①工区.A2孔 GL-275m.噴発(15L/min).C-①工区.A8孔	掘削無し	④-13	採水作業
⑤-5	2011/12/7 12:00	1.453	掘削無し	作業無し	GL-313m.噴発・締付け(30L/min).C-①工区.B9孔	浚渫.GL-311.4m~341.2m	④-15	採水作業
⑤-6	2011/12/9 17:00	0.822	掘削無し	作業無し	GL-341m.噴発・締付け(20L/min).C-①工区.B9孔 GL-349m.湧水(10L/min).C-①工区.C3孔	浚渫.GL-311.4m~341.2m	④-18	採水作業
⑤-7	2011/12/11 12:00	2.428	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	④-19	採水作業
⑤-8	2011/12/13 8:00	1.339	GL-323m.換気立坑	作業無し	GL-344m.噴発(60L/min).C-①工区.B9孔 GL-353.8m.湧水(3L/min).C-①工区.C4孔 GL-280m.(3L/min).C-①工区.C4孔 GL-267m.噴発(15L/min).C-①工区.C2孔	掘削.GL-282.5m	④-21	採水作業
⑤-9	2011/12/16 9:00	2.256	GL-327m.換気立坑	作業無し	GL-348.8m.湧水(28L/min).C-①工区.B6孔	浚渫.GL-273.1~278.8m	④-22	採水作業
⑤-10	2011/12/19 12:00	2.084	GL-283m.東立坑	作業無し	GL-274m.締付け(8L/min).C-①工区.C9孔 GL-337m.締付け(5L/min).C-①工区.B10孔 GL-348.8m.締付け(2L/min).C-①工区.A8孔 GL-348.8m.締付け(20L/min).C-①工区.B6孔	掘削.GL-346.1m	④-23	採水作業
⑤-11	2011/12/20 17:00	-1.472	GL-284m.東立坑	作業無し	GL-348.8m.締付け(15L/min).C-①工区.B6孔 GL-339m.締付け(30L/min).C-①工区.B10孔	掘削.GL-359m	④-24	採水作業
⑤-12	2011/12/25 19:00	-2.314	掘削無し	作業無し	GL-281m.湧水(16L/min).C-①工区.B8孔 GL-352.8m.湧水(25L/min).C-①工区.B6孔	掘削無し	④-28	

表 2-29 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bo		
⑤d	2012/1/4 6:00	目視	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
⑤e	2012/1/4 22:00	目視	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
⑤-13	2012/1/20 12:00	-1.376	掘削無し	作業無し	GL-295m,湧水(25L/min),C-①工区,C6孔 GL-353.8m,湧水(70L/min),C-①工区,C10孔	掘削無し	④-42,④-43	
⑤-14	2012/1/20 19:00	1.874	掘削無し	作業無し	GL-353.8m,湧水(70L/min),C-①工区,C10孔 GL-349m,湧水(30L/min),C-①工区,C10孔 GL-296m,噴発・締付け(40L/min),C-①工区,C8孔	作業無し	④-44	
⑤-15	2012/1/20 21:00	-1.033	掘削無し	作業無し	GL-353.8m,湧水(70L/min),C-①工区,C10孔 GL-349m,湧水(30L/min),C-①工区,C10孔 GL-296m,噴発・締付け(40L/min),C-①工区,C8孔	作業無し	④-44	
⑤-16	2012/1/20 23:00	1.185	掘削無し	作業無し	GL-353.8m,湧水(70L/min),C-①工区,C10孔 GL-349m,湧水(30L/min),C-①工区,C10孔 GL-296m,噴発・締付け(40L/min),C-①工区,C9孔	作業無し	④-44	
⑤-17	2012/1/21 2:00	-1.128	GL-344.9m,換気立坑 GL-305m,東立坑	作業無し	GL-353.8m,湧水(70L/min),C-①工区,C10孔 GL-349m,湧水(30L/min),C-①工区,C10孔 GL-296m,噴発・締付け(40L/min),C-①工区,C10孔	作業無し	④-45,④-46	
⑤-18	2012/1/25 17:00	1.071	GL-309m,東立坑	作業無し	噴発・湧水無し	142.5m,350m物質移行試験(物理・流体検層),TR003孔	④-48	
⑤-19	2012/1/27 9:00	-3.575	GL-311m,東立坑	作業無し	噴発・湧水無し	142.5m,350m物質移行試験(物理・流体検層),TR003孔	②-7	

2.7 2012年2月6日～2013年2月28日における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

2012年3月15日時点で深度350.5mまでの掘削を完了した

2) 東立坑掘削

2012年4月6日時点で深度350.5mまでの掘削を完了した。

3) 西立坑掘削

2012年6月20日から深度47m以深を開始し、2013年2月28日時点で深度279mまでの掘削を完了した。

4) 350m調査坑道

2012年3月22日より深度350m調査坑道の掘削を開始し、2月末時点で予定掘削延長の5割程度を掘削した。

5) 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-③工区），および350m調査坑道内でのグラウト工（A-①，A-②，D-①工区）を行った。また，深度250m以深の西立坑を対象としたグラウトを2012年7月から2012年10月まで行った。

6) 調査研究ボーリング

試験坑道1において北から9度西方向および7度東方向の水理・地球化学観測用のボーリング孔を掘削した。掘削長はそれぞれ50.0m（13-350-C01孔），6.5m（13-350-C02孔）で俯角1度の方向を示す。

図2-75に350m調査坑道グラウト工施工位置図を，図2-76に350m調査坑道の支保工割付図を示す。

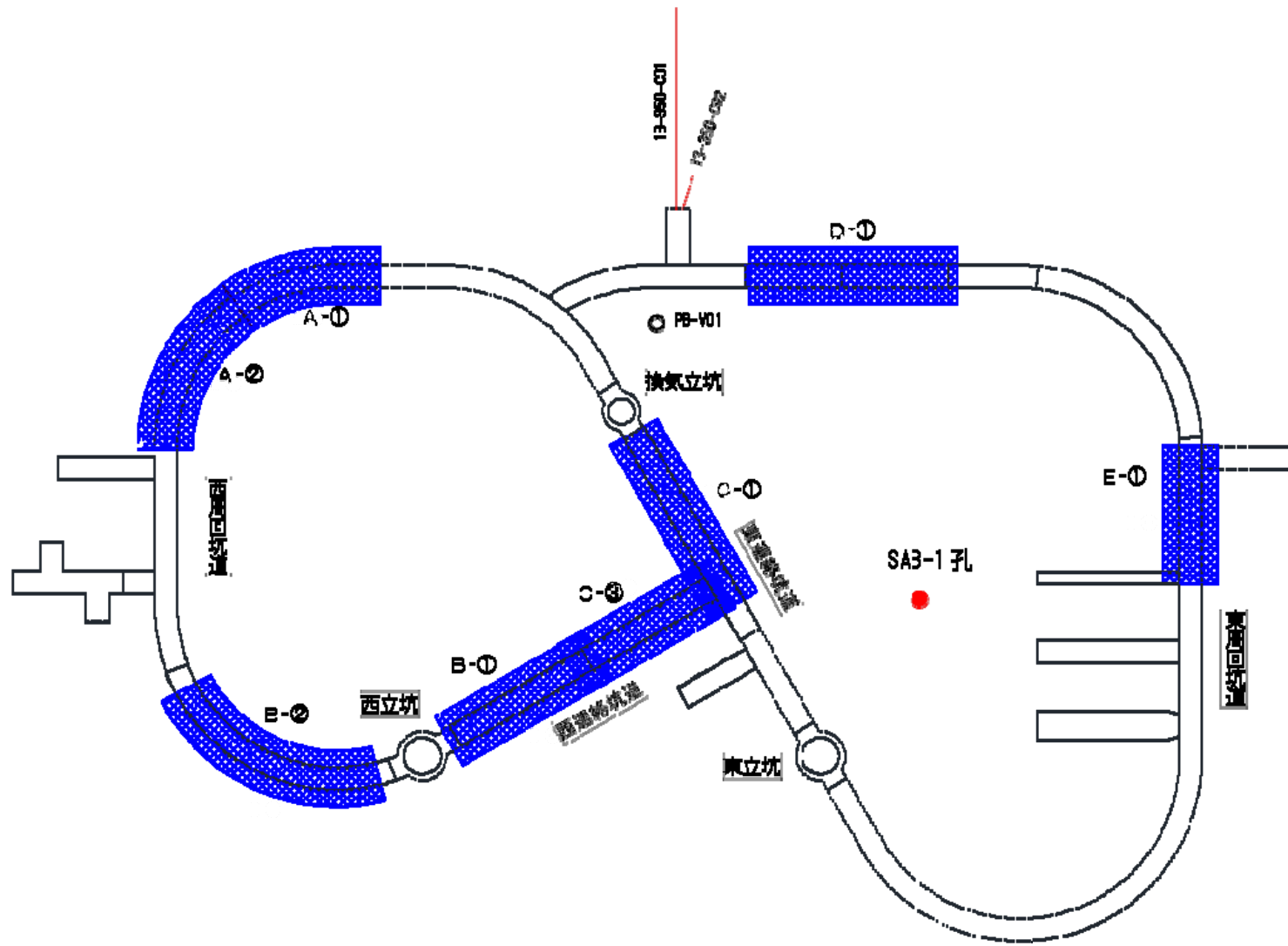
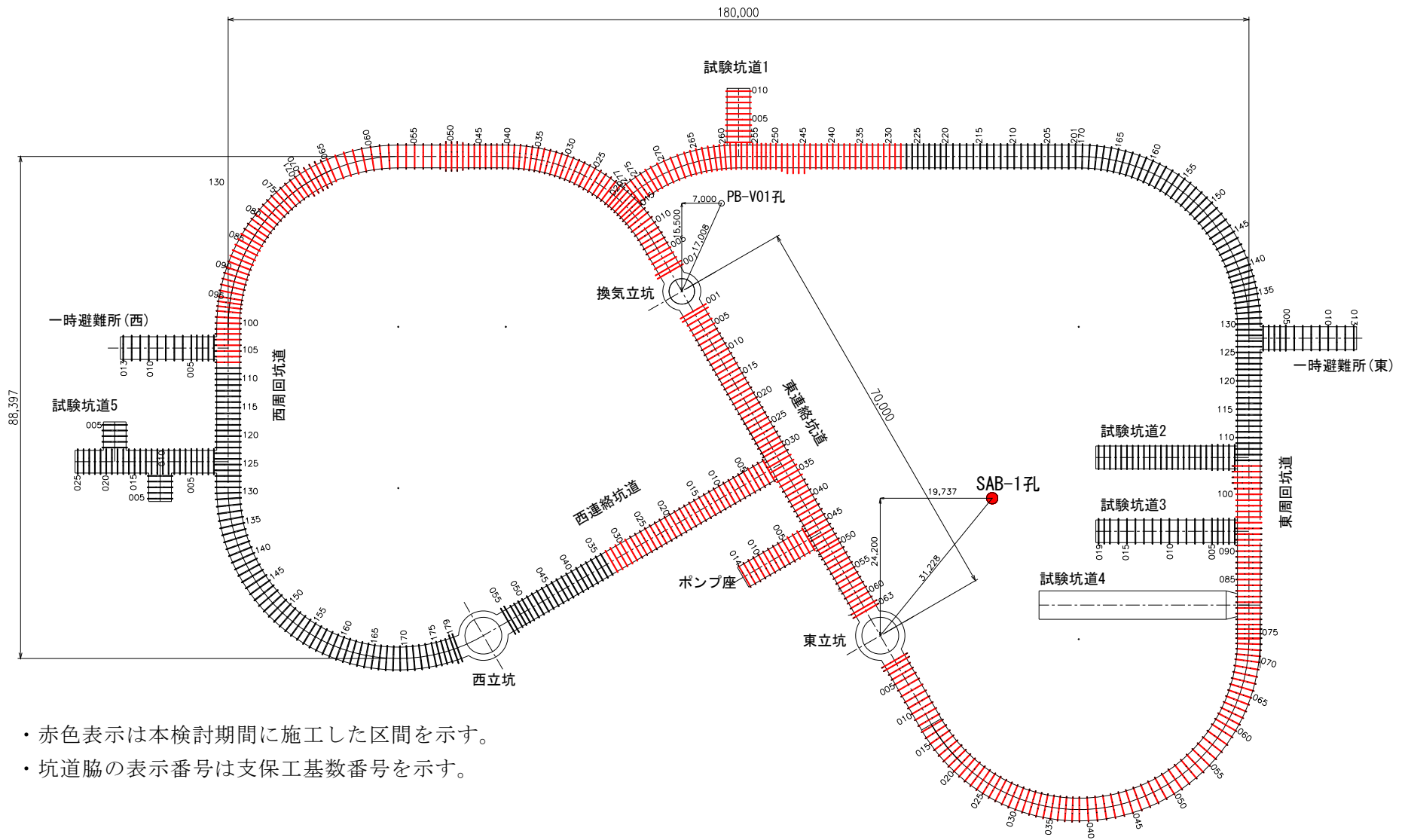


図 2-75 350m調査坑道グラウト工施工位置図



- 赤色表示は本検討期間に施工した区間を示す。
- 坑道脇の表示番号は支保工基数番号を示す。

図 2-76 350m調査坑道支保工割付図

(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。

AIST 殿が SAB-1 孔で実施した採水作業実施後（2012 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 2-77 に除去前後の水圧値（kPa）を示す。また、図 2-78～図 2-80 に潮汐の影響による変動成分（kPa）を、図 2-81～図 2-83 に気圧の影響による変動成分（kPa）と大気圧を、図 2-85～図 2-86 にデジタルノイズ成分（kPa）を示す。

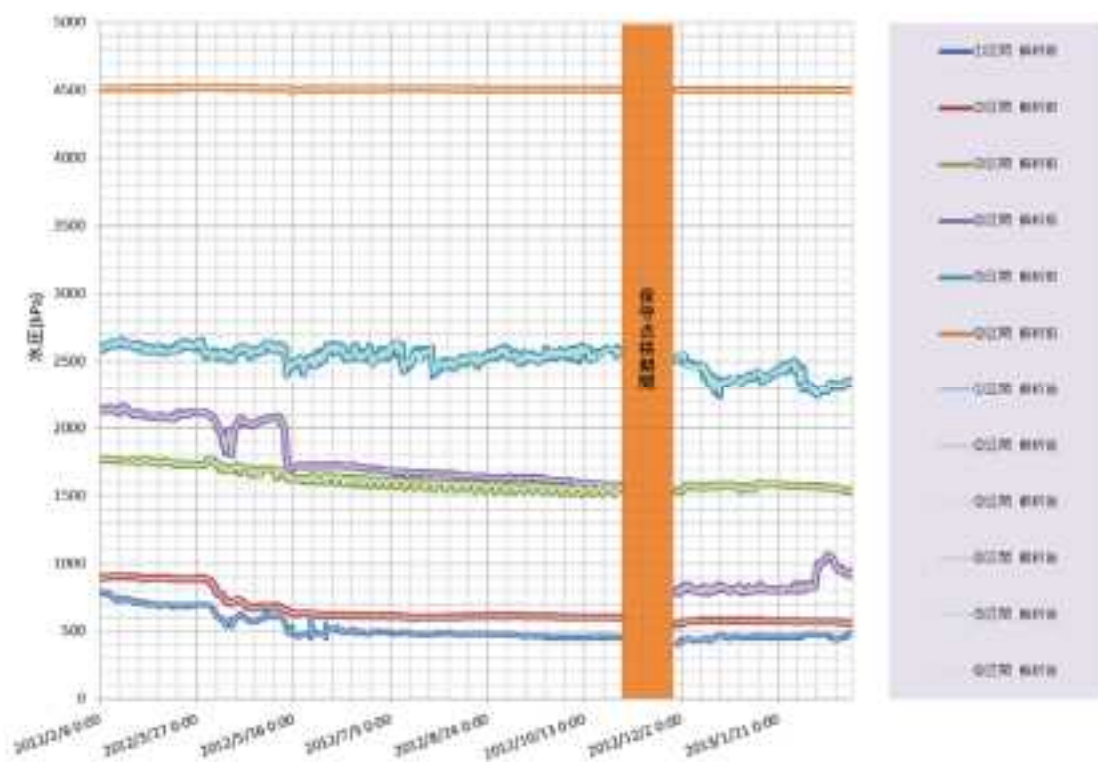


図 2-77 変動要因除去前後の水圧変動

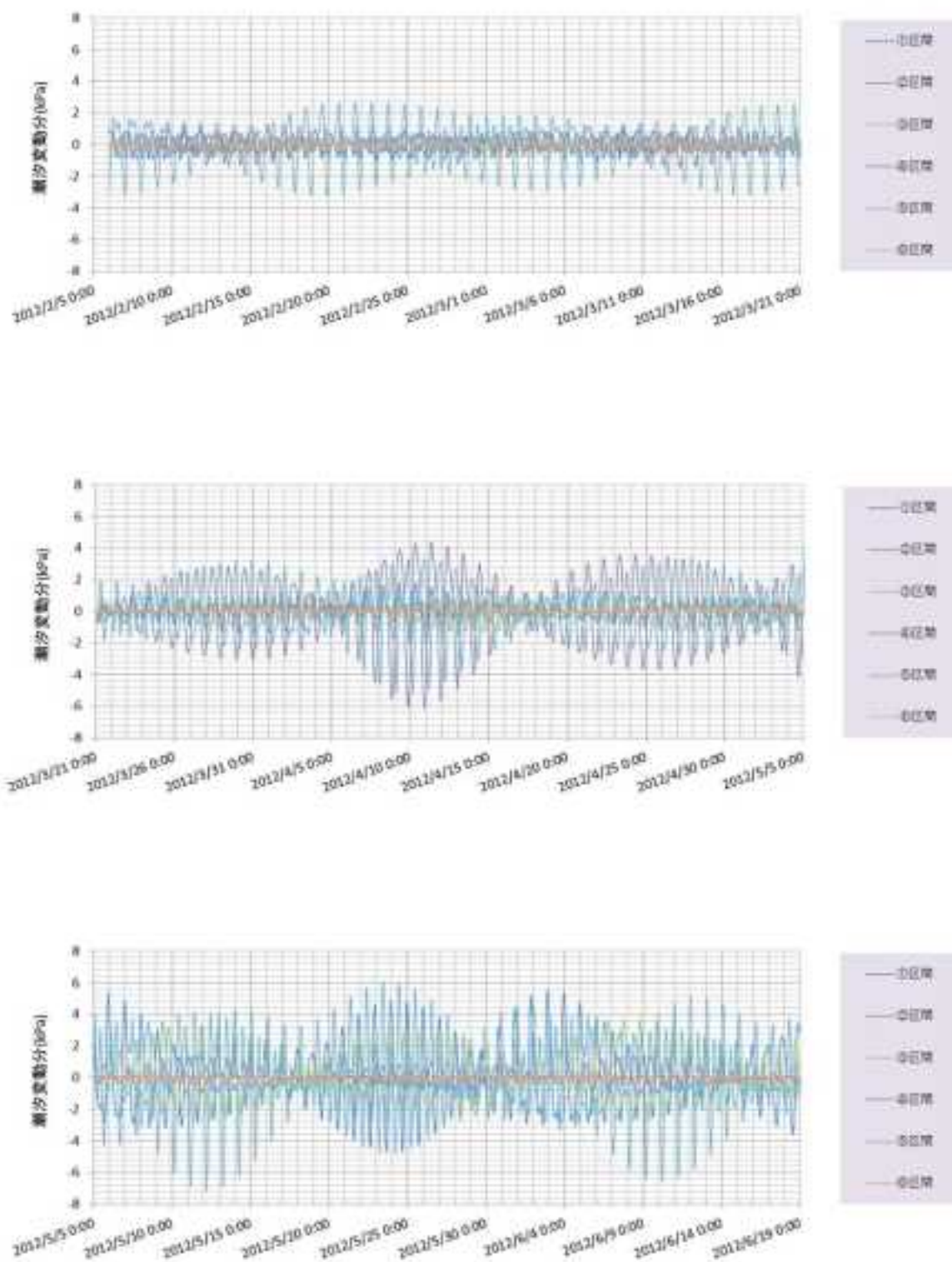


図 2-78 2012年2月6日～2012年6月18日における潮汐の影響による変動成分

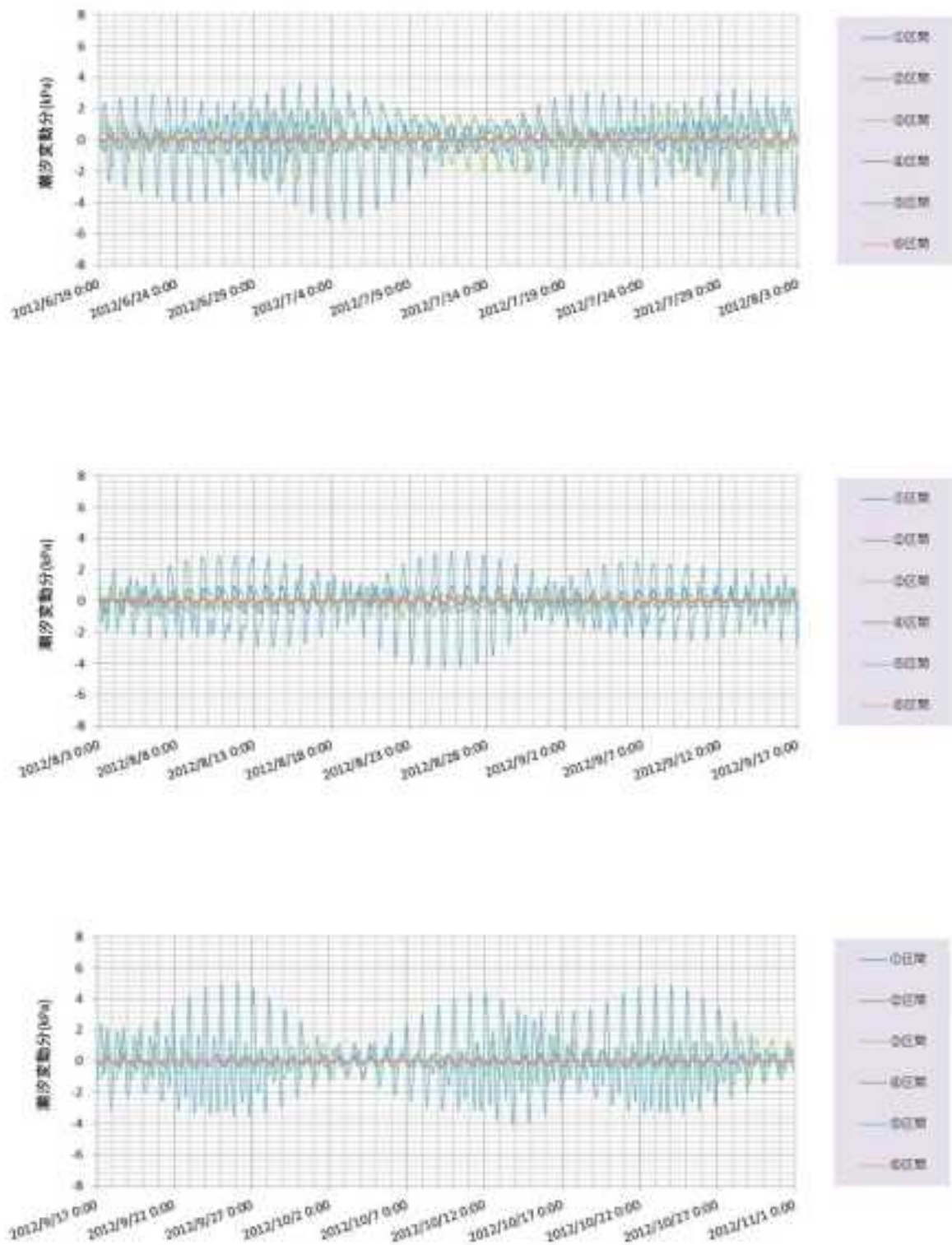


図 2-79 2012 年 6 月 19 日～2012 年 10 月 31 日における潮汐の影響による変動成分

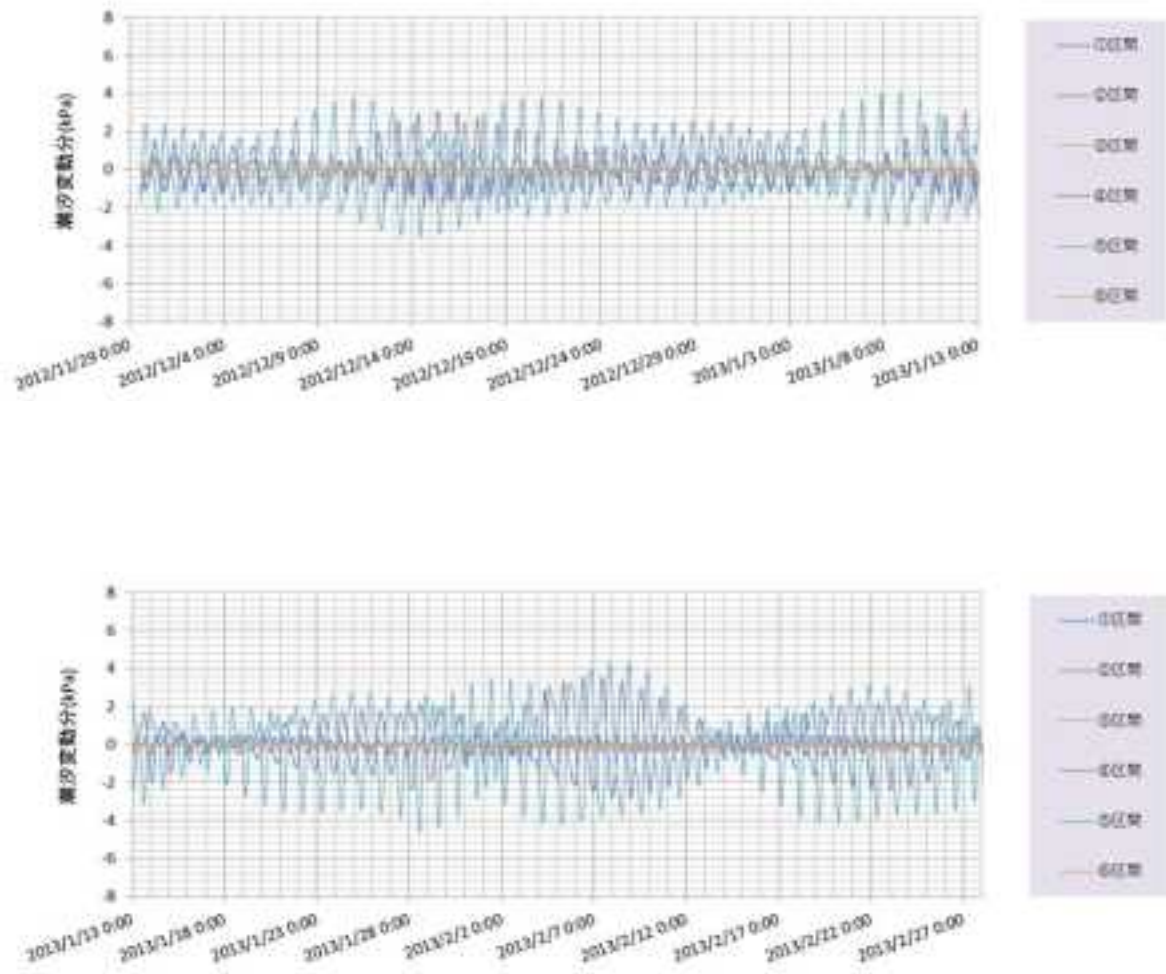


図 2-80 2012 年 11 月 29 日～2013 年 2 月 28 日における潮汐の影響による変動成分

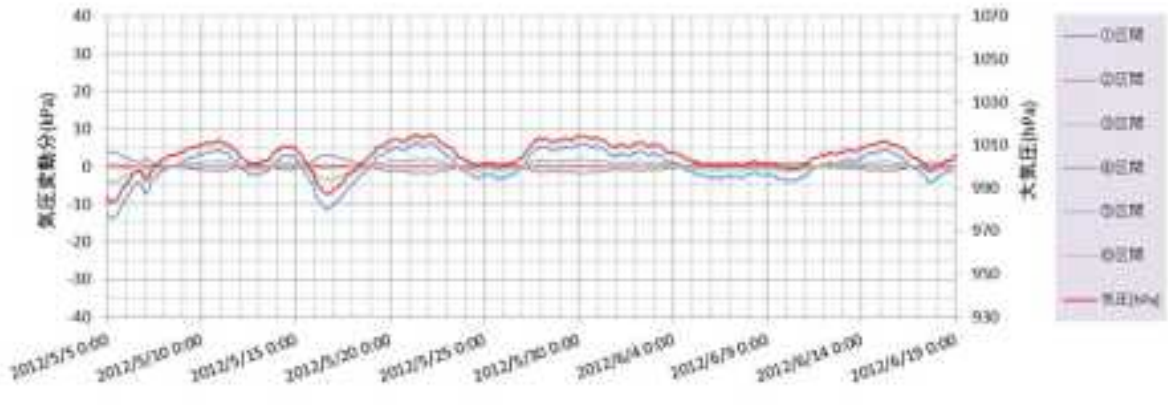
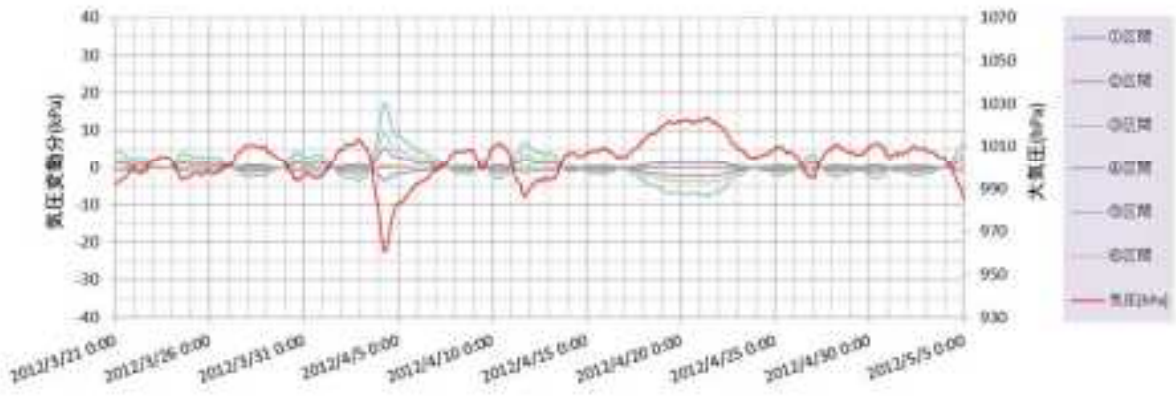
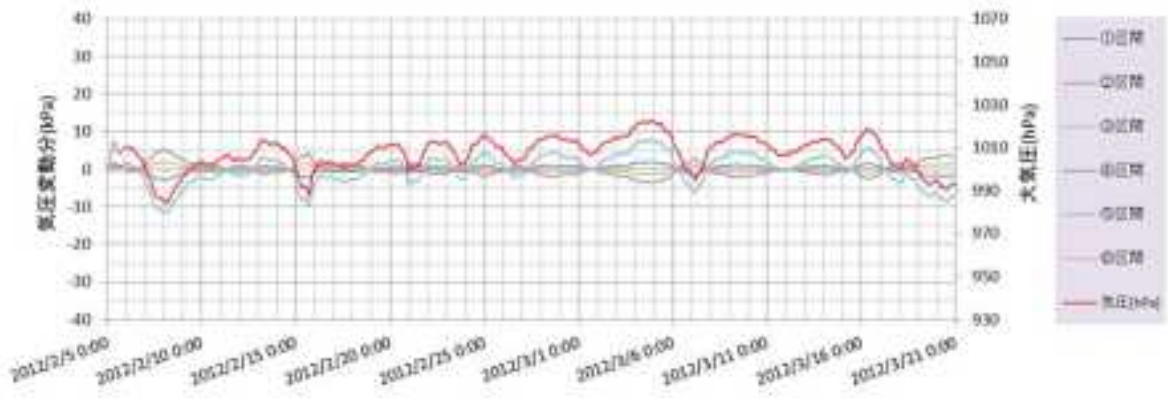


図 2-81 2012年2月6日～2012年6月18日における気圧の影響による変動成分と大気圧

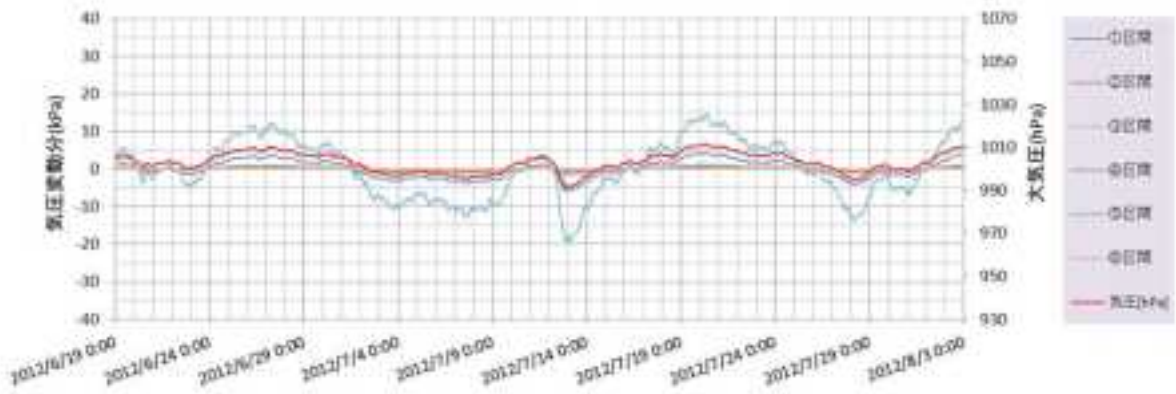


図 2-82 2012年6月19日～2012年10月31日における気圧の影響による変動成分と大気圧

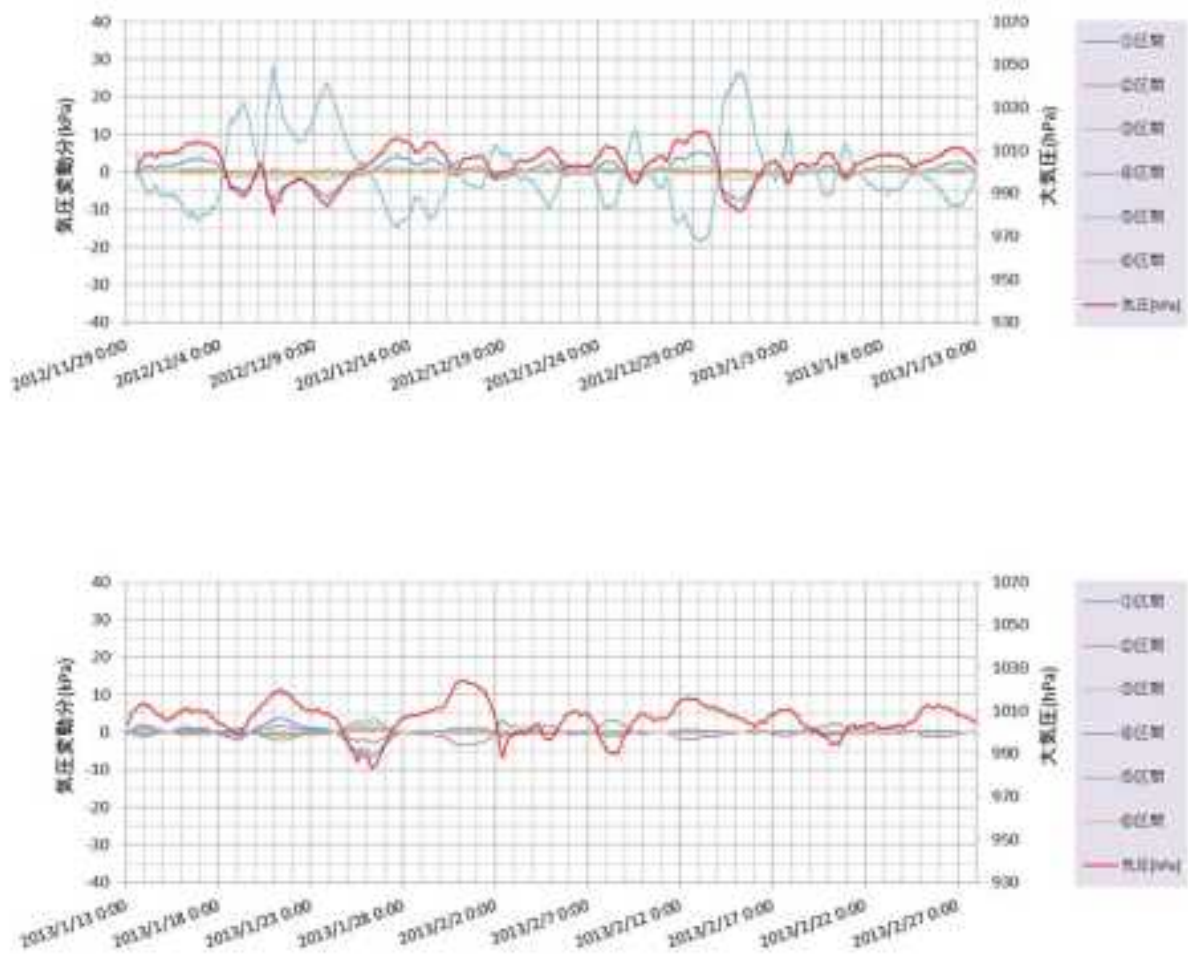


図 2-83 2012年11月29日～2013年2月28日における気圧の影響による変動成分と大気圧

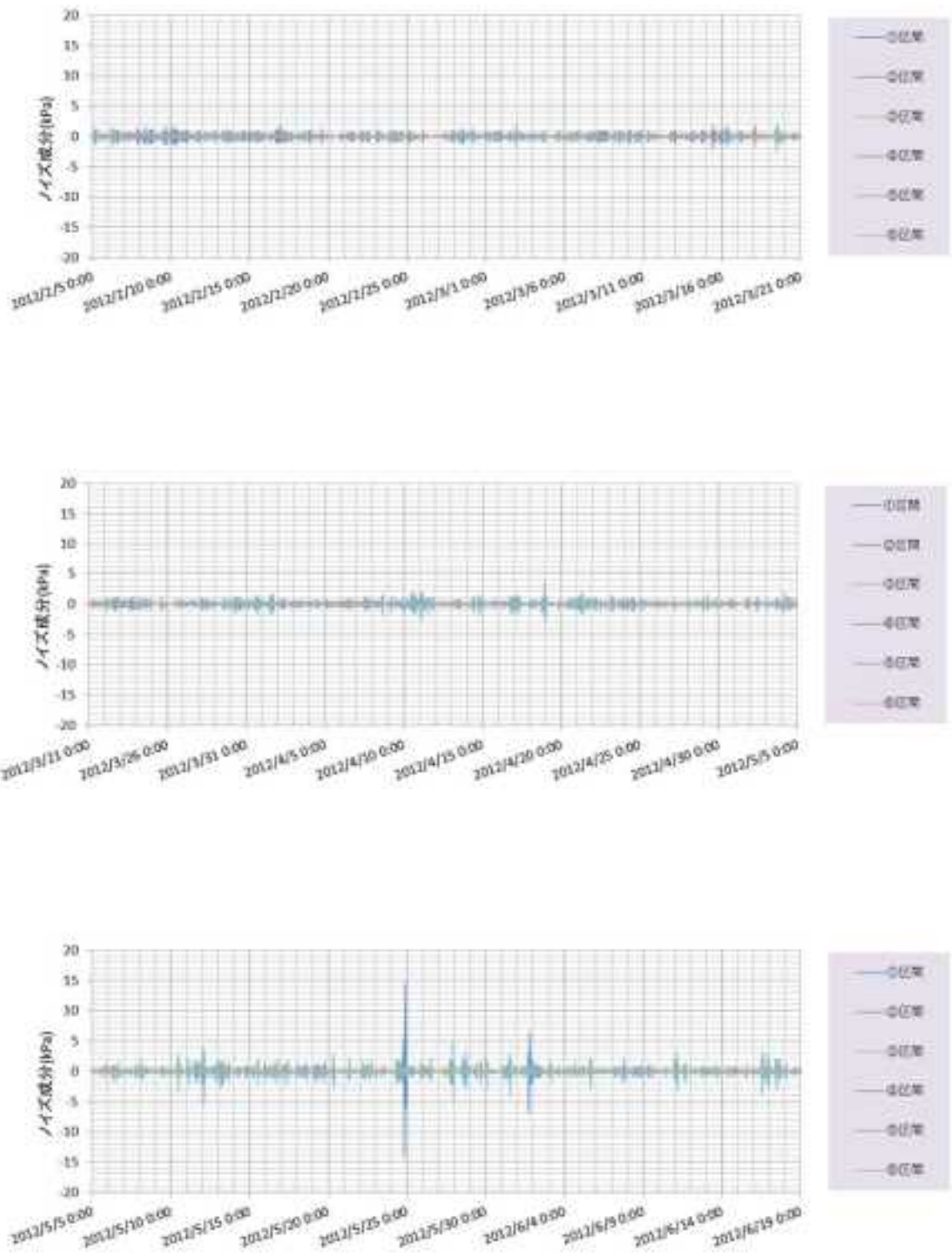


図 2-84 2012 年 2 月 6 日～2012 年 6 月 18 日におけるデジタルノイズ成分

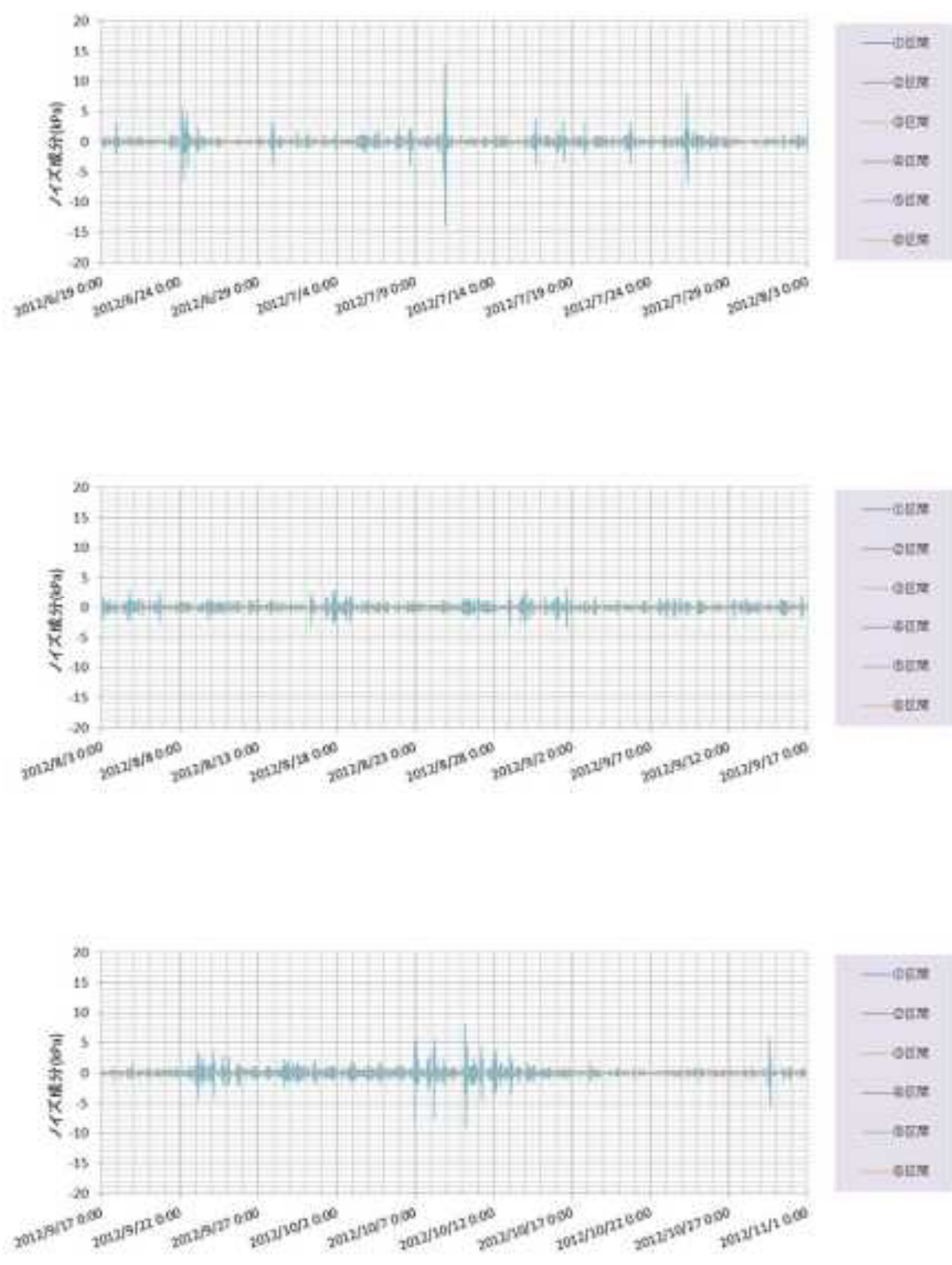


図 2-85 2012年6月19日～2012年10月31日におけるデジタルノイズ成分

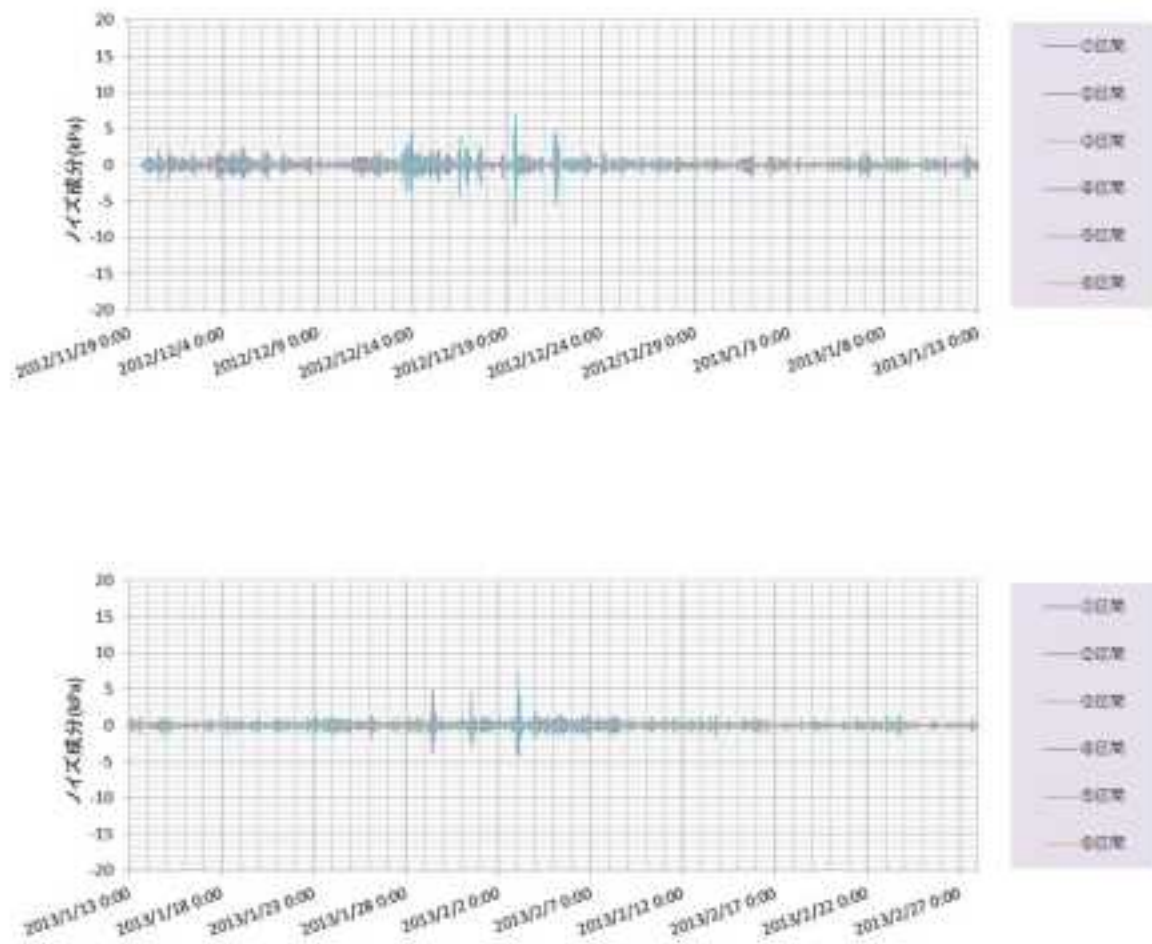


図 2-86 2012 年 11 月 29 日～2013 年 2 月 28 日におけるデジタルノイズ成分

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したのは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したのは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 2-30 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 2-87 に 2012 年 2 月 6 日～2013 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 2-88～図 2-115 および表 2-31～表 2-49 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。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。

また、グラフは上段から坑内作業工程、立坑掘削深度、水圧経時変化、坑内湧水量を示しており、湧水量は時間当たりの排水量から給水量を差し引いた地下施設全体からの総湧水量を示している。

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 1.0 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 2-88～図 2-115）。

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 2012 年 4 月 1 日～5 月 13 日付近と④区間の 2013 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 2-87）。同期間では後述するように他の水圧観測孔においても同様な水圧変化が確認される（2.10）。本検討では、上記の水圧変動についても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-d，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 2-88～図 2-115, 表 2-31～表 2-49）。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。

3) SAB-1 孔における作業の実施状況

2012 年 11 月 5 日～11 月 16 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 11 月 30 日までの期間を検討から除外した。

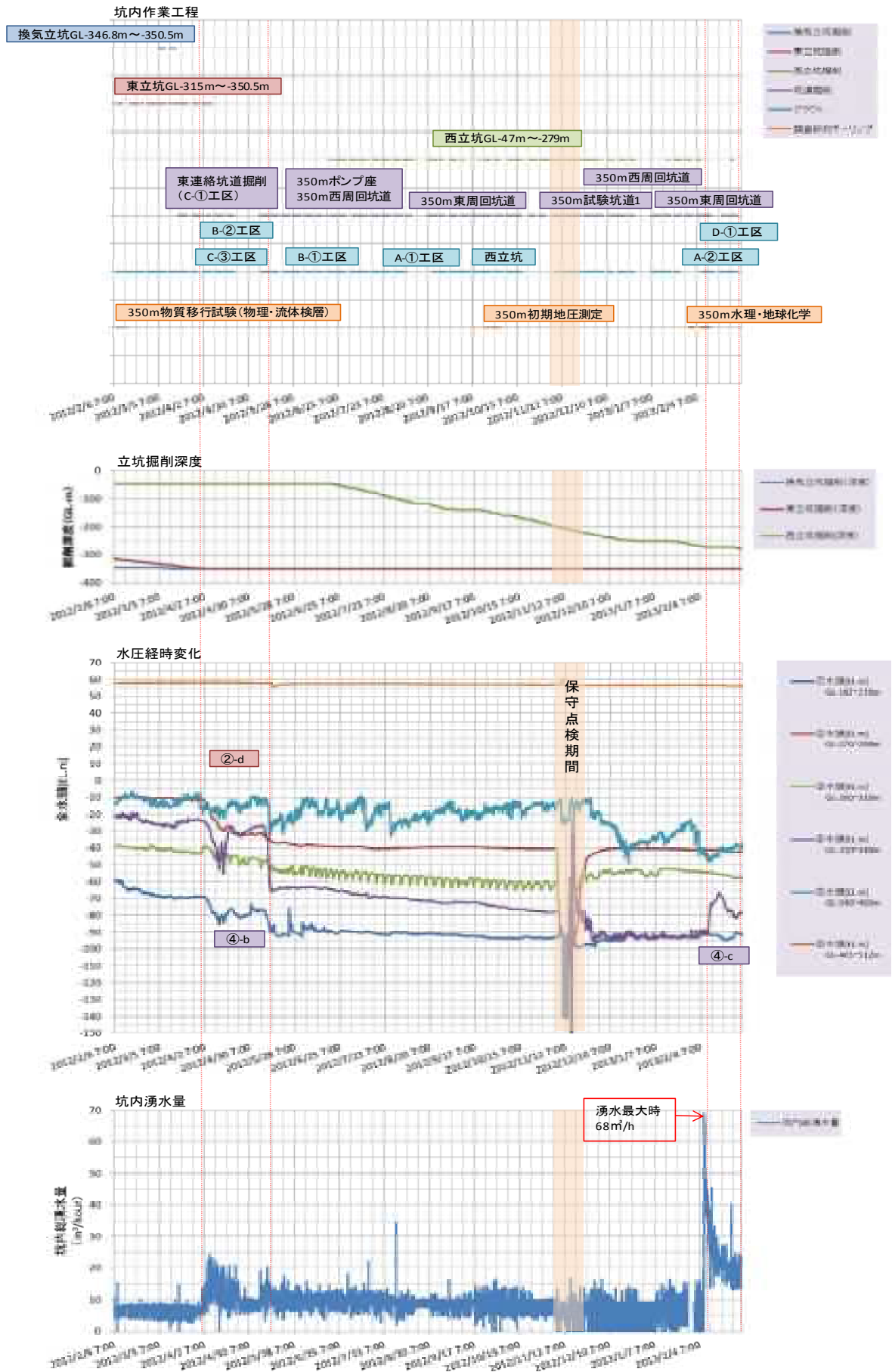


図 2-87 2012年2月6日～2013年2月28日における長期的な水圧変動

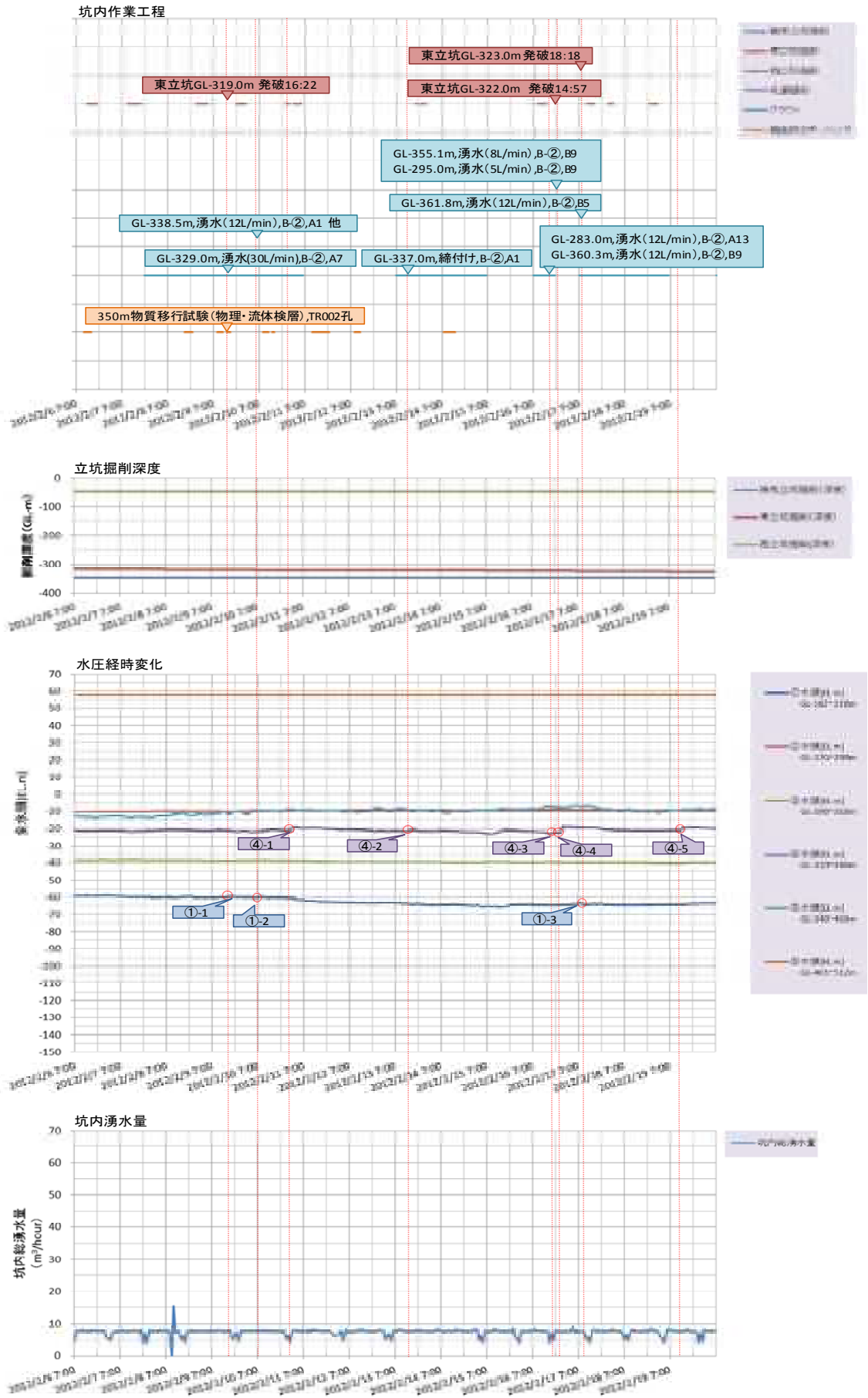


図 2-88 2012年2月6日~2012年2月19日における短期的な水压変動

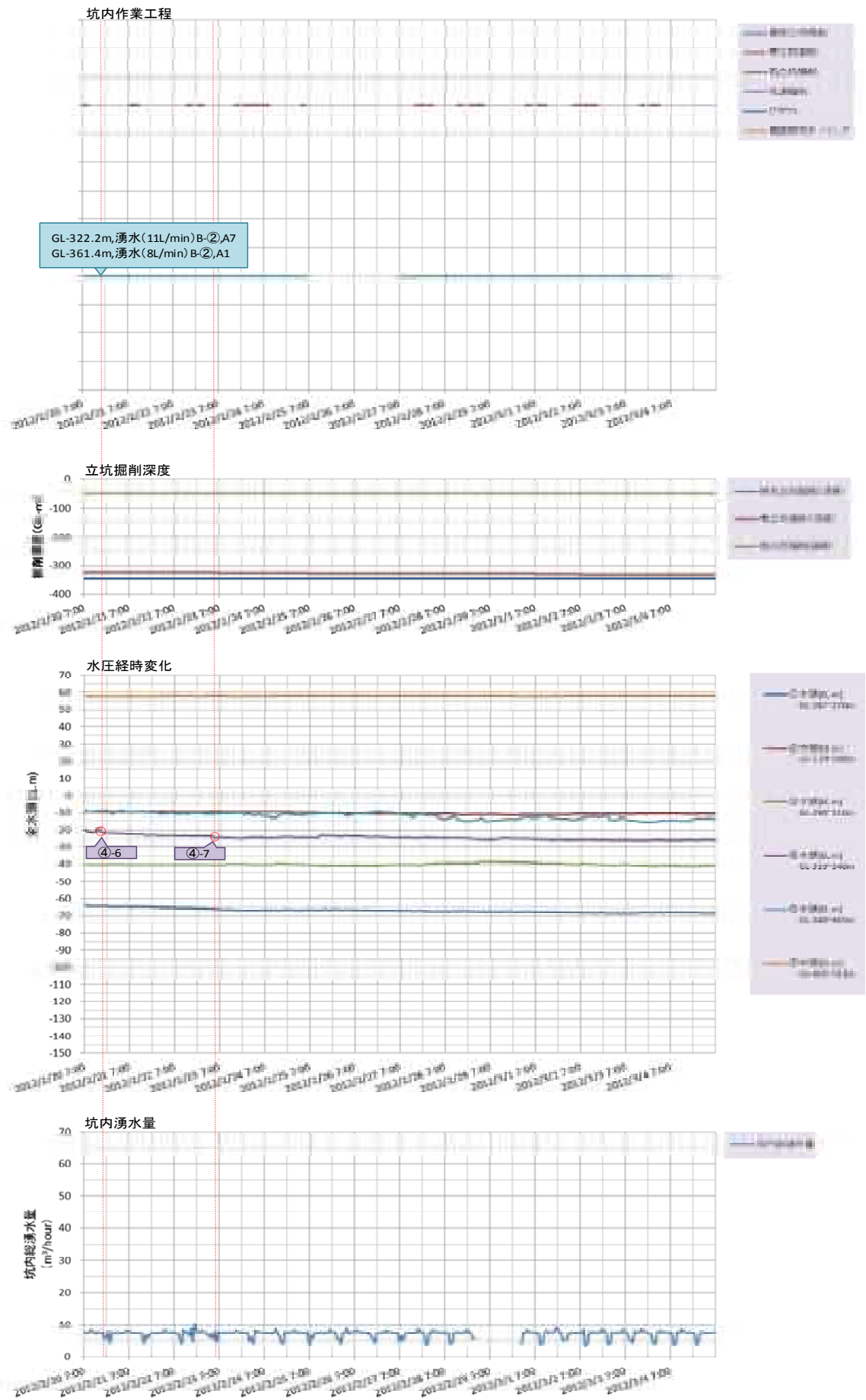


図 2-89 2012年2月20日~2012年3月4日における短期的な水压変動

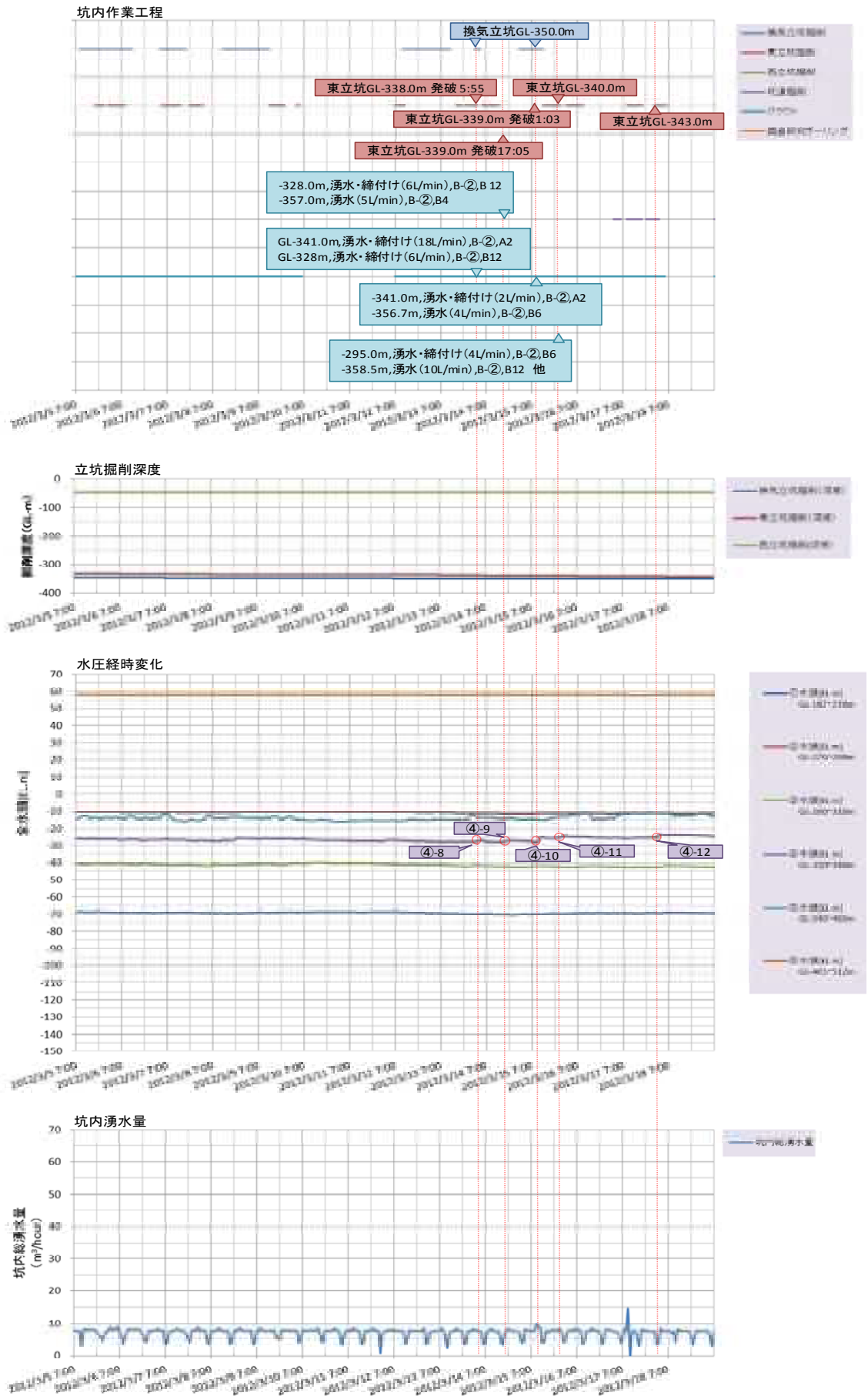


図 2-90 2012年3月5日~2012年3月18日における短期的な水压変動

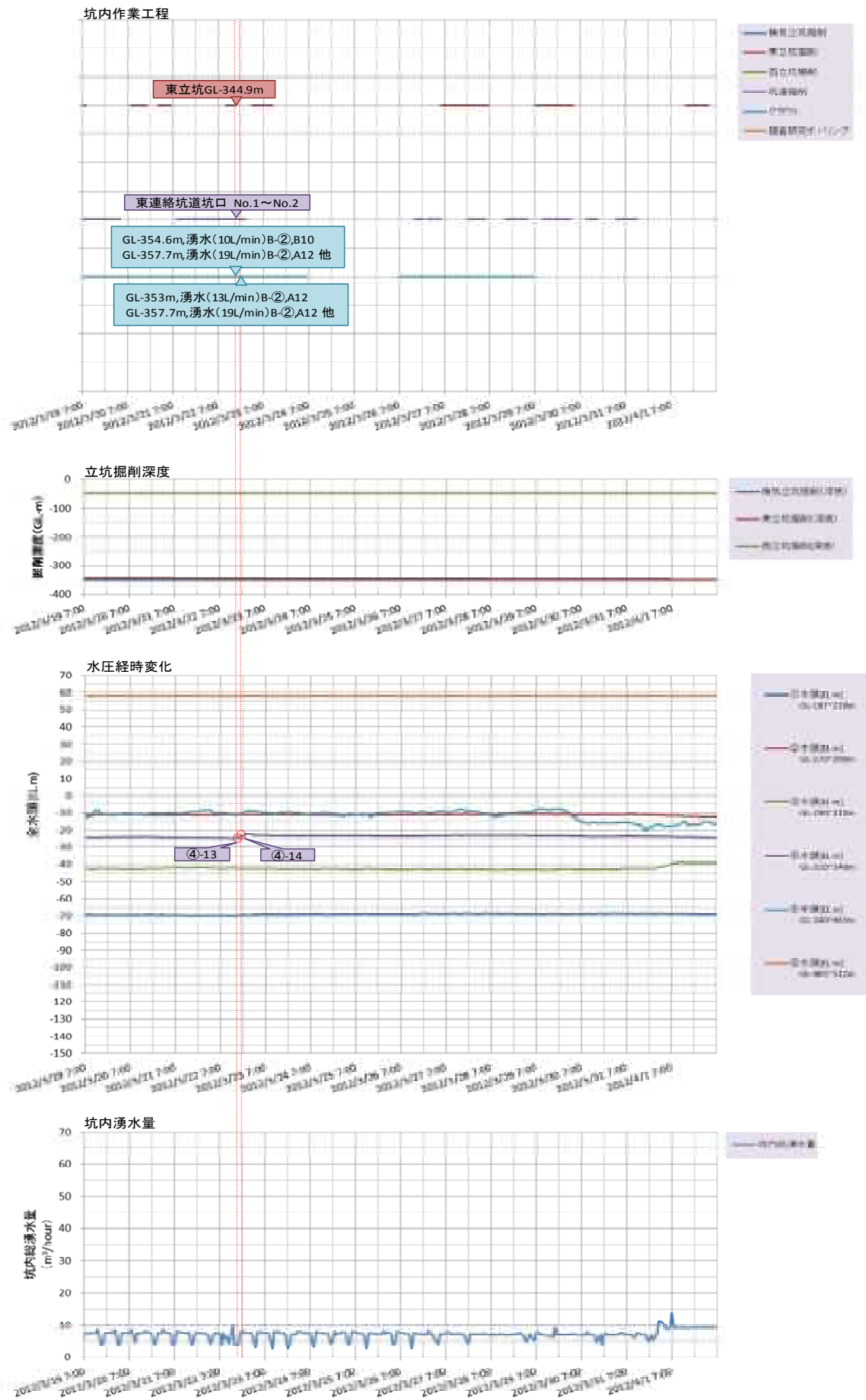


図 2-91 2012年3月19日~2012年4月1日における短期的な水压変動

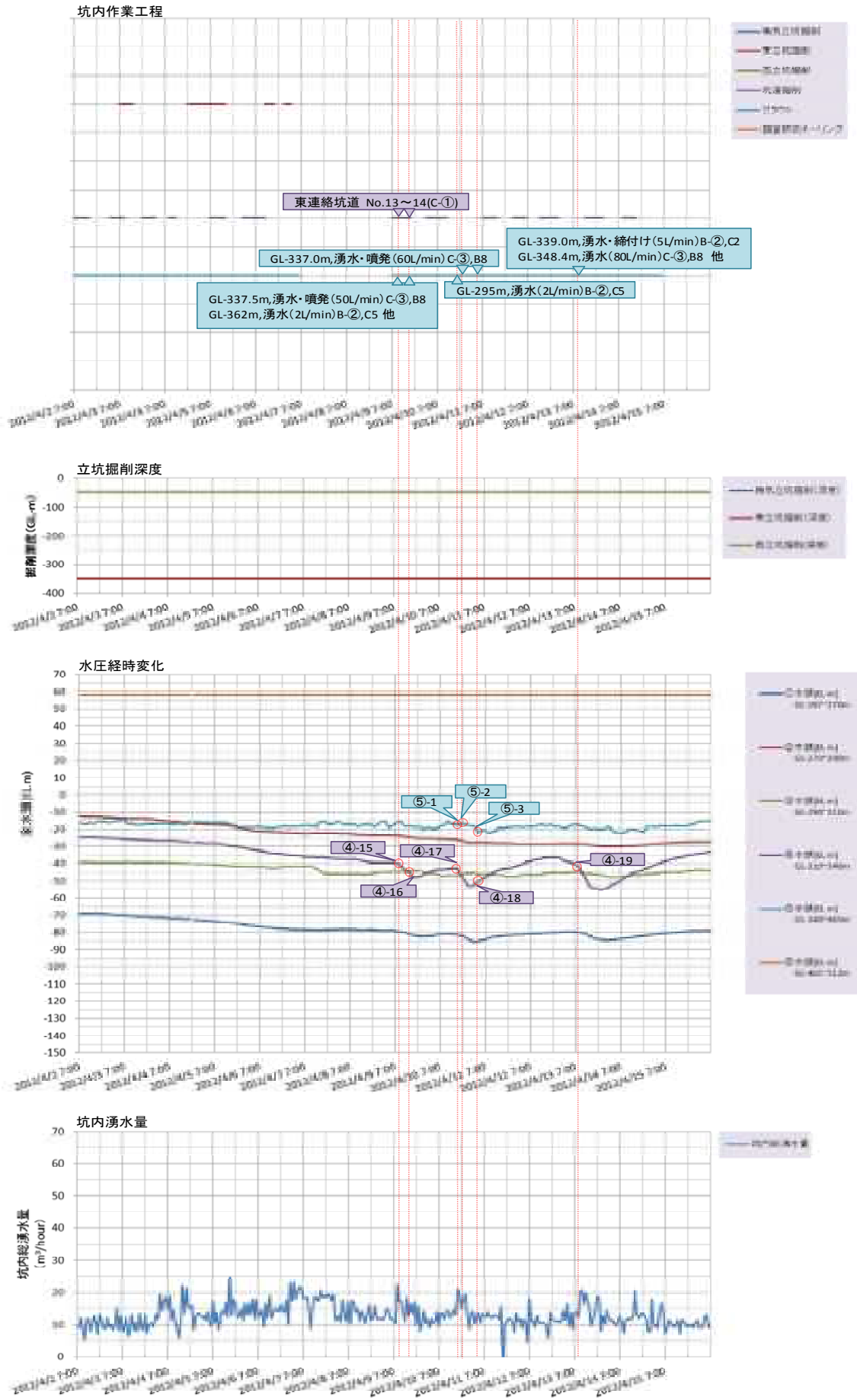


図 2-92 2012年4月2日～2012年4月15日における短期的な水压変動

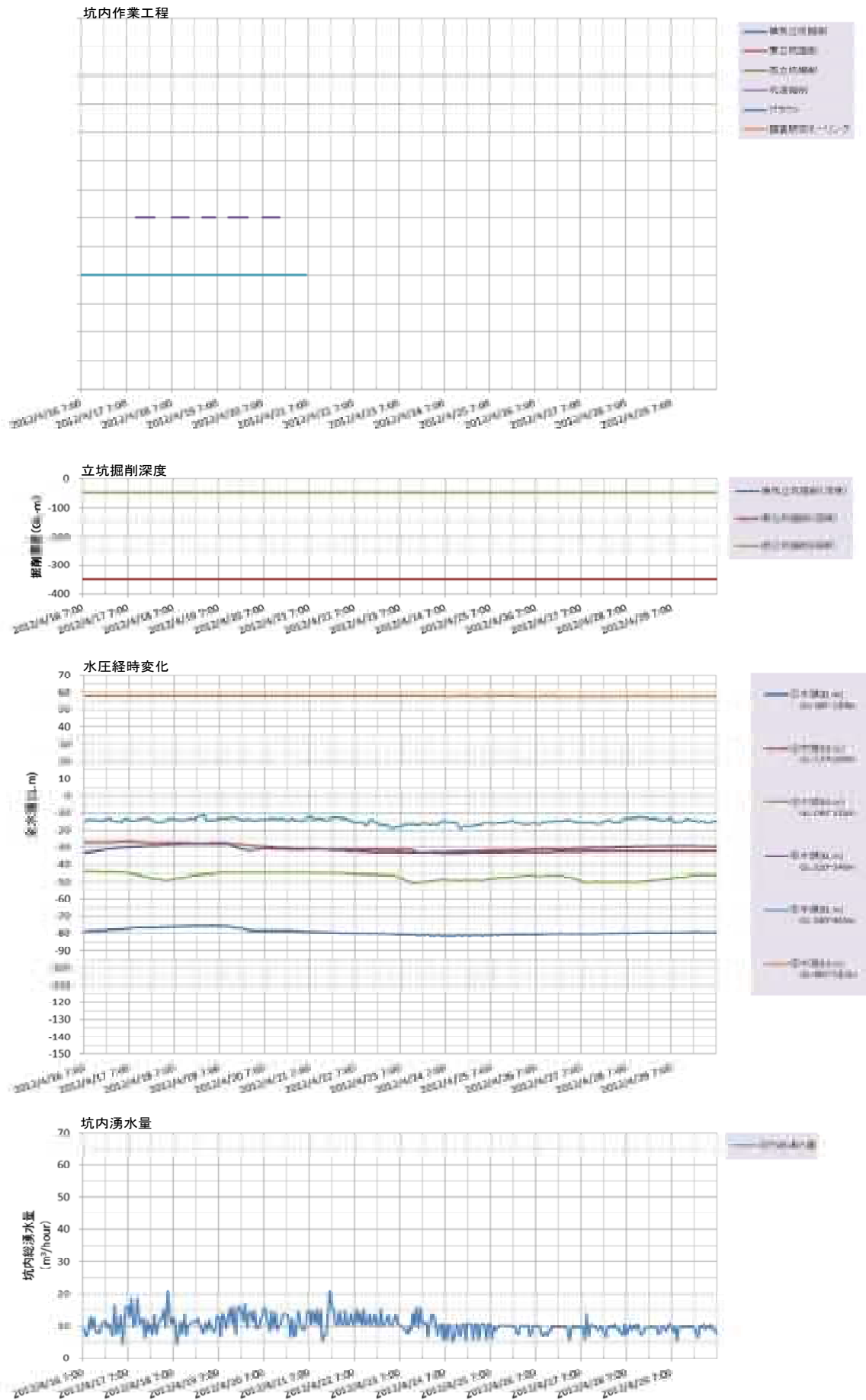


図 2-93 2012年4月16日~2012年4月29日における短期的な水圧変動

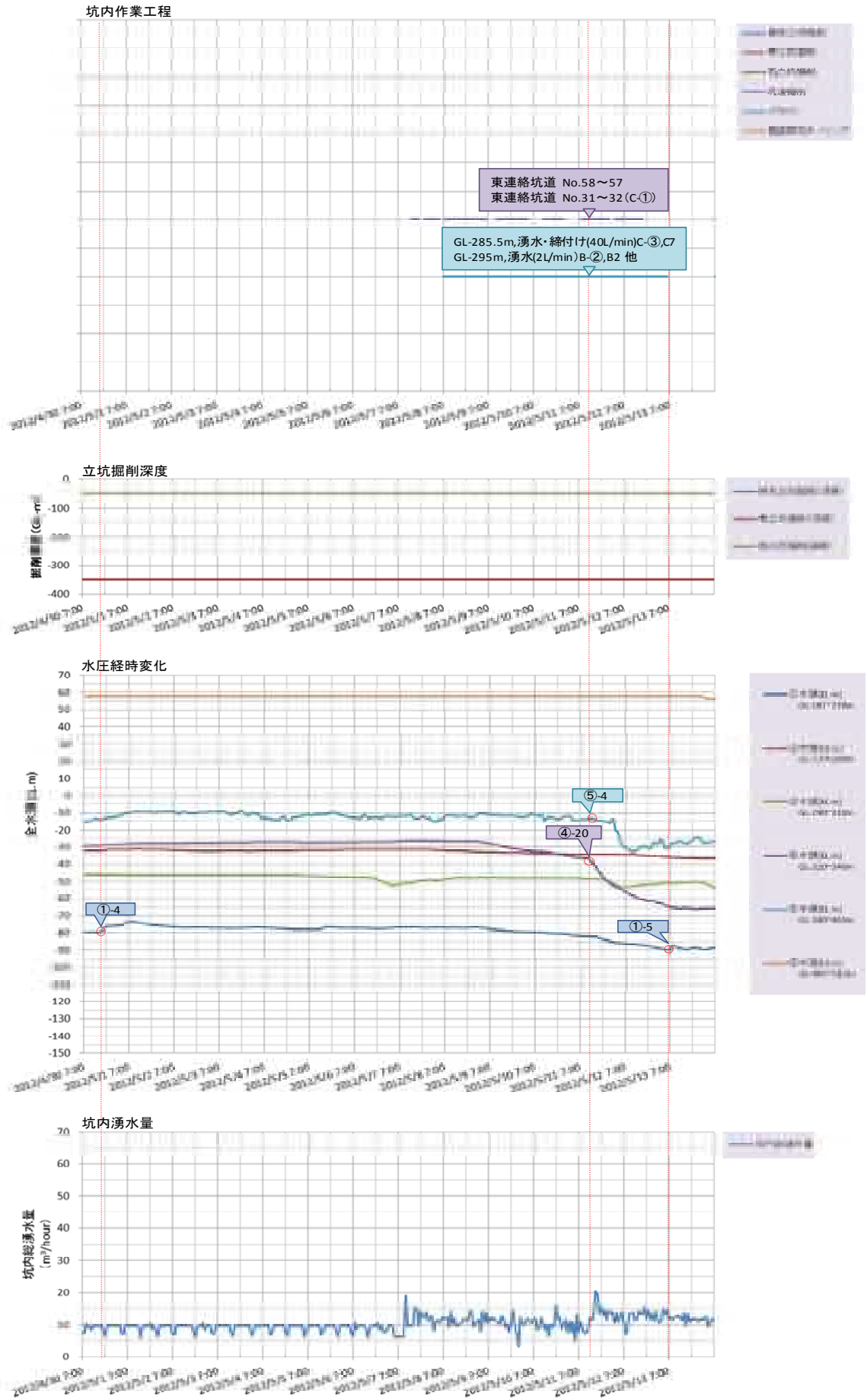


図 2-94 2012年4月30日~2012年5月13日における短期的な水圧変動

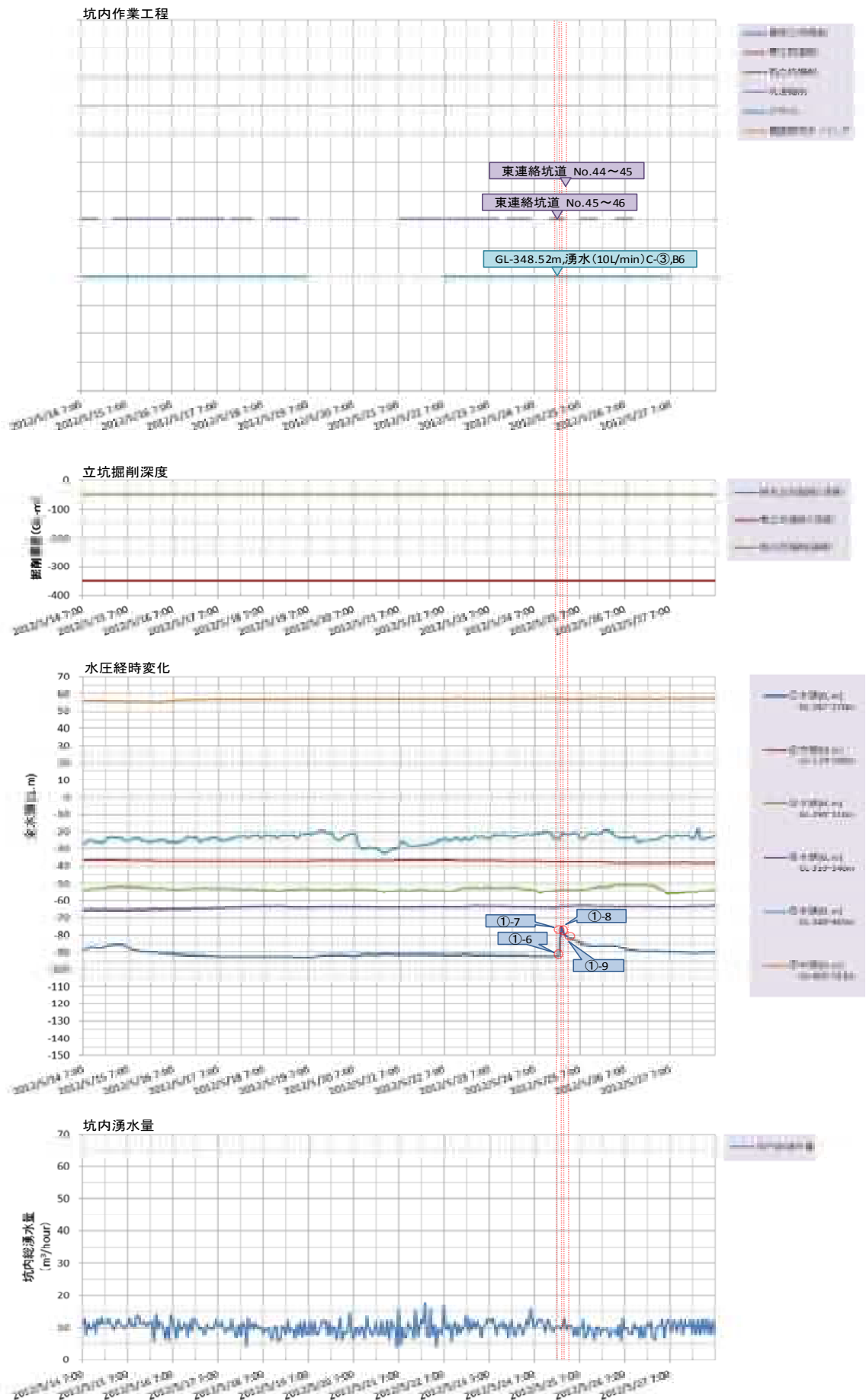


図 2-95 2012年5月14日~2012年5月27日における短期的な水压変動

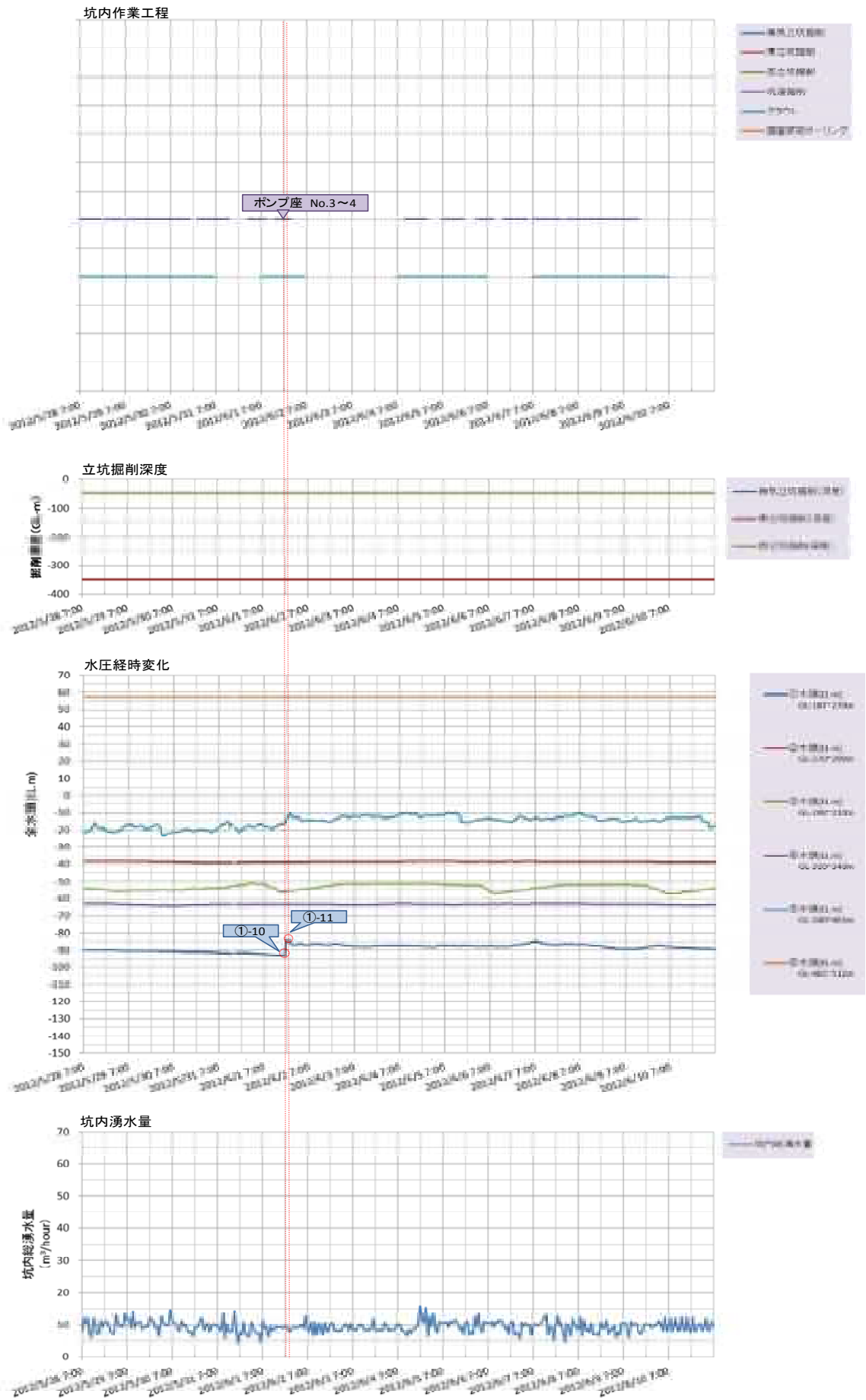


図 2-96 2012年5月28日~2012年6月10日における短期的な水圧変動

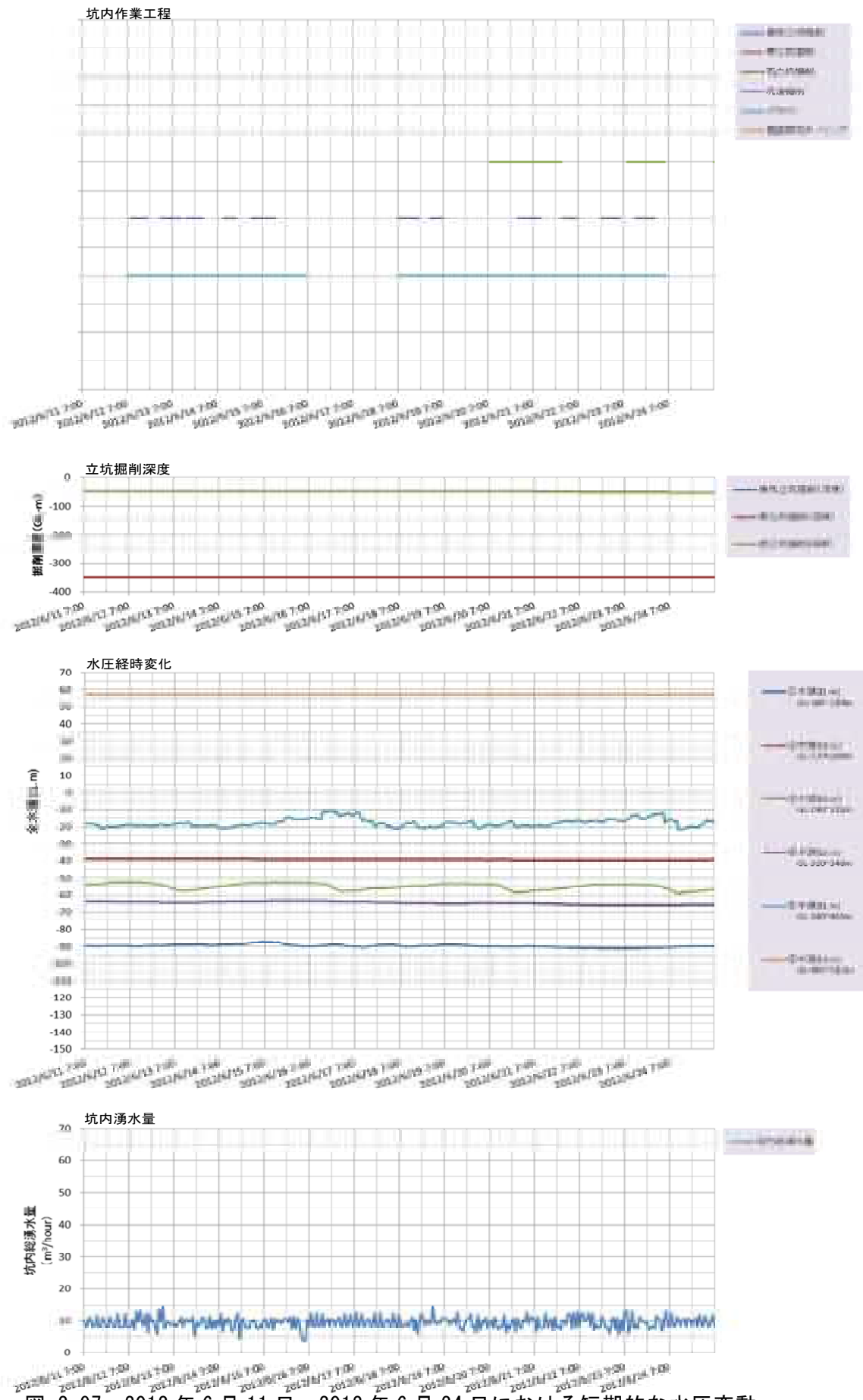


図 2-27 2012年6月11日～2012年6月24日における短期的な水压変動

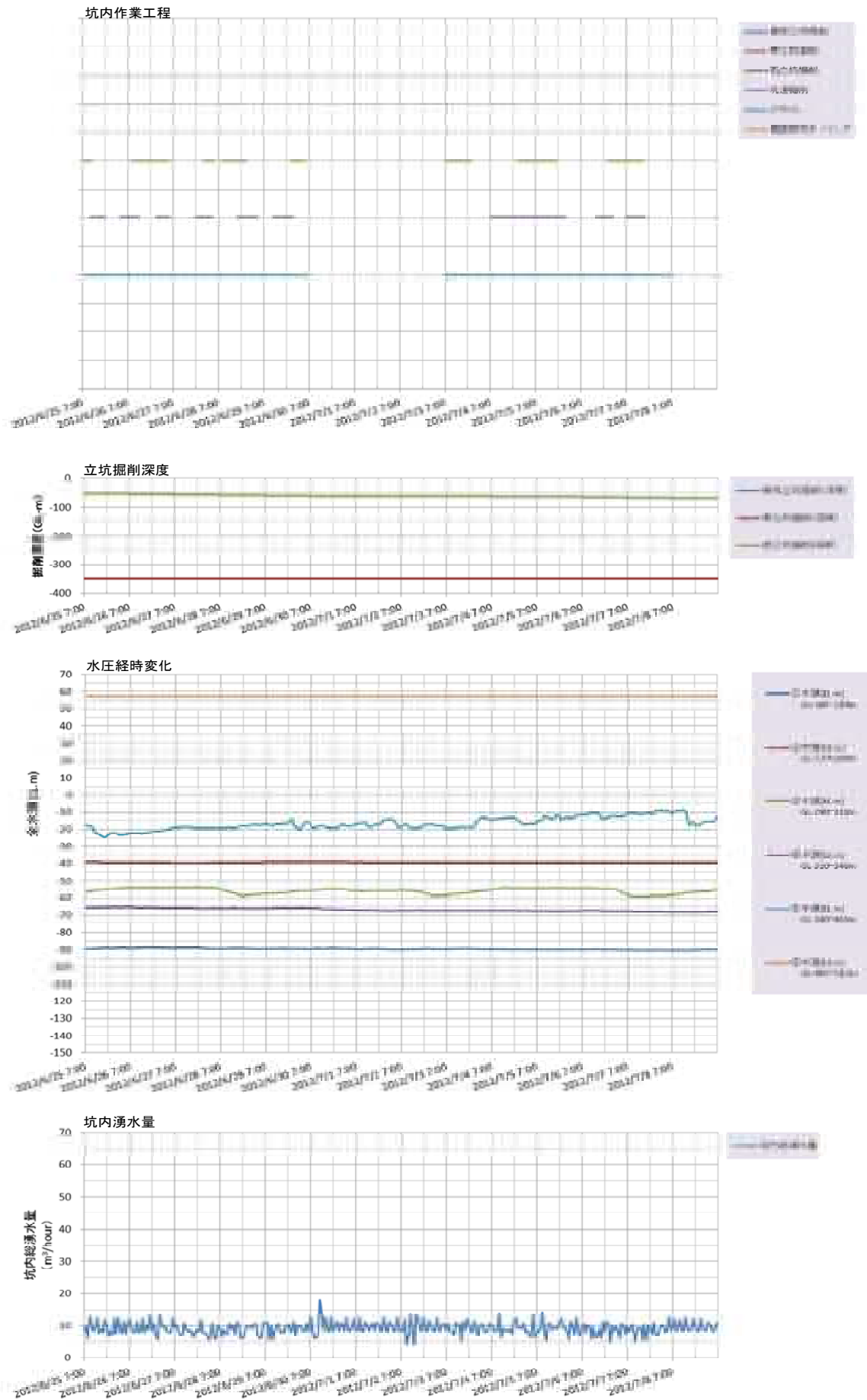


図 2-98 2012年6月25日~2012年7月8日における短期的な水压変動

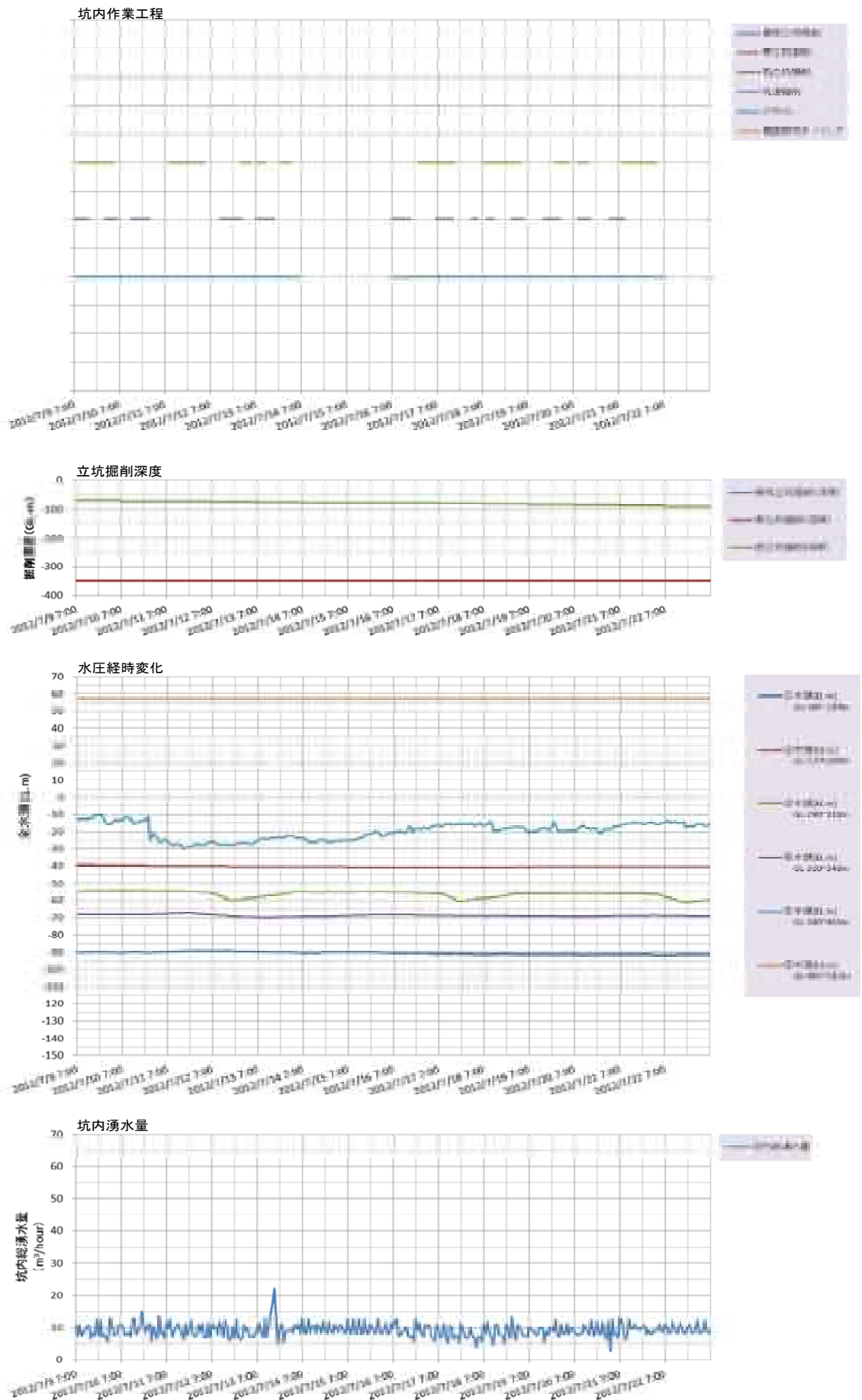


図 2-99 2012年7月9日~2012年7月22日における短期的な水压変動

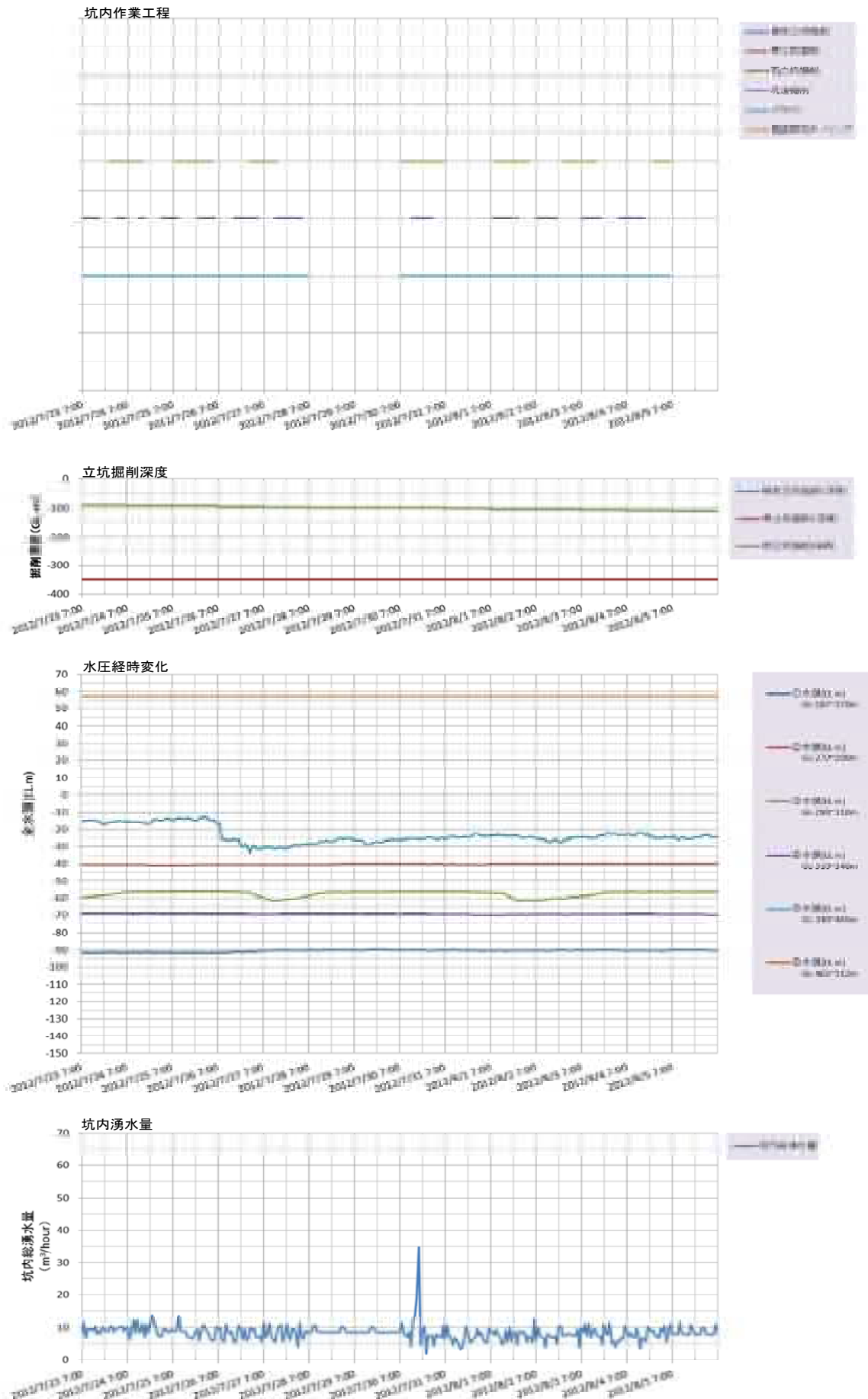


図 2-100 2012年7月23日～2012年8月5日における短期的な水压変動

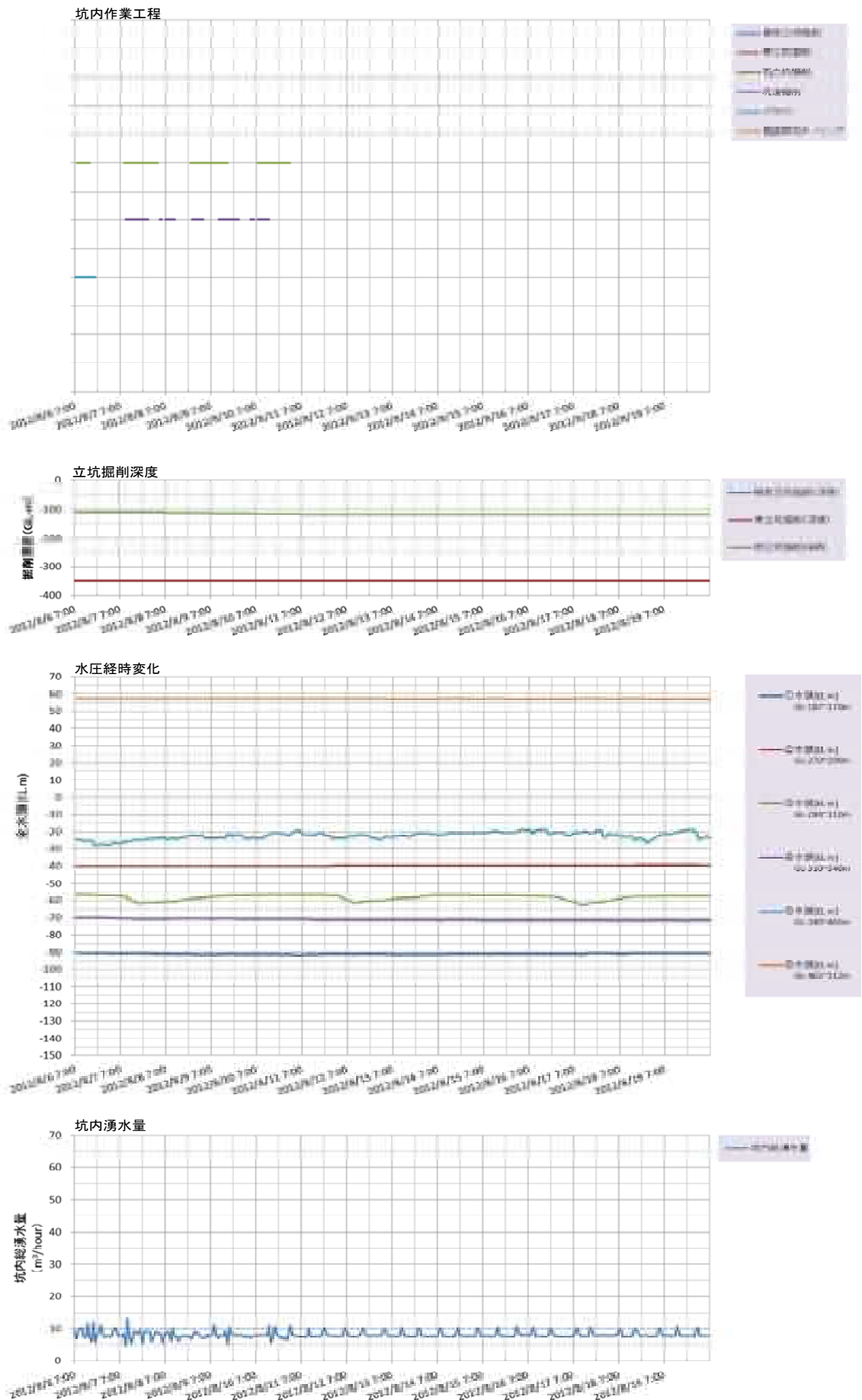


図 2-101 2012年8月6日～2012年8月19日における短期的な水压変動

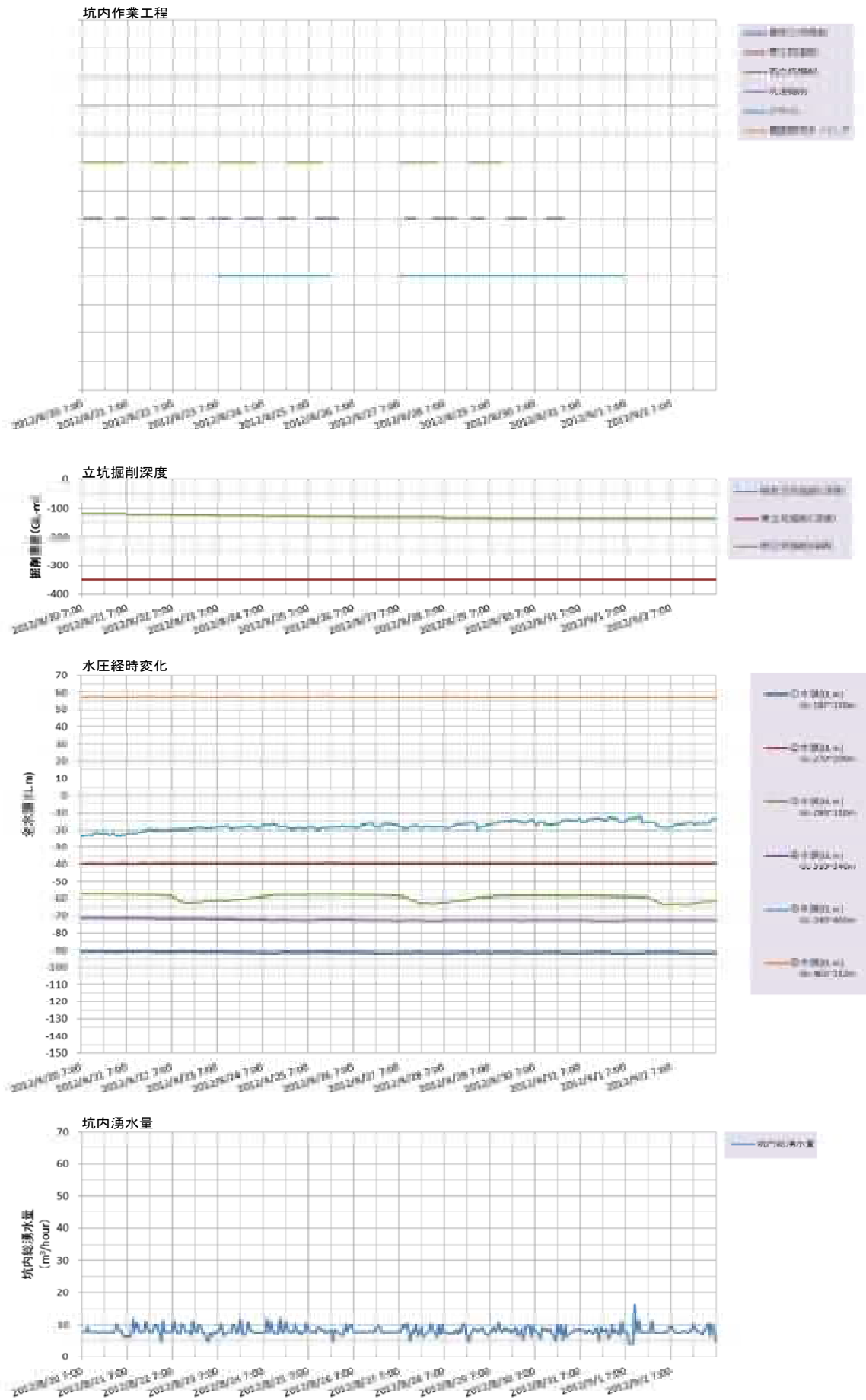


図 2-102 2012年8月20日～2012年9月2日における短期的な水压変動

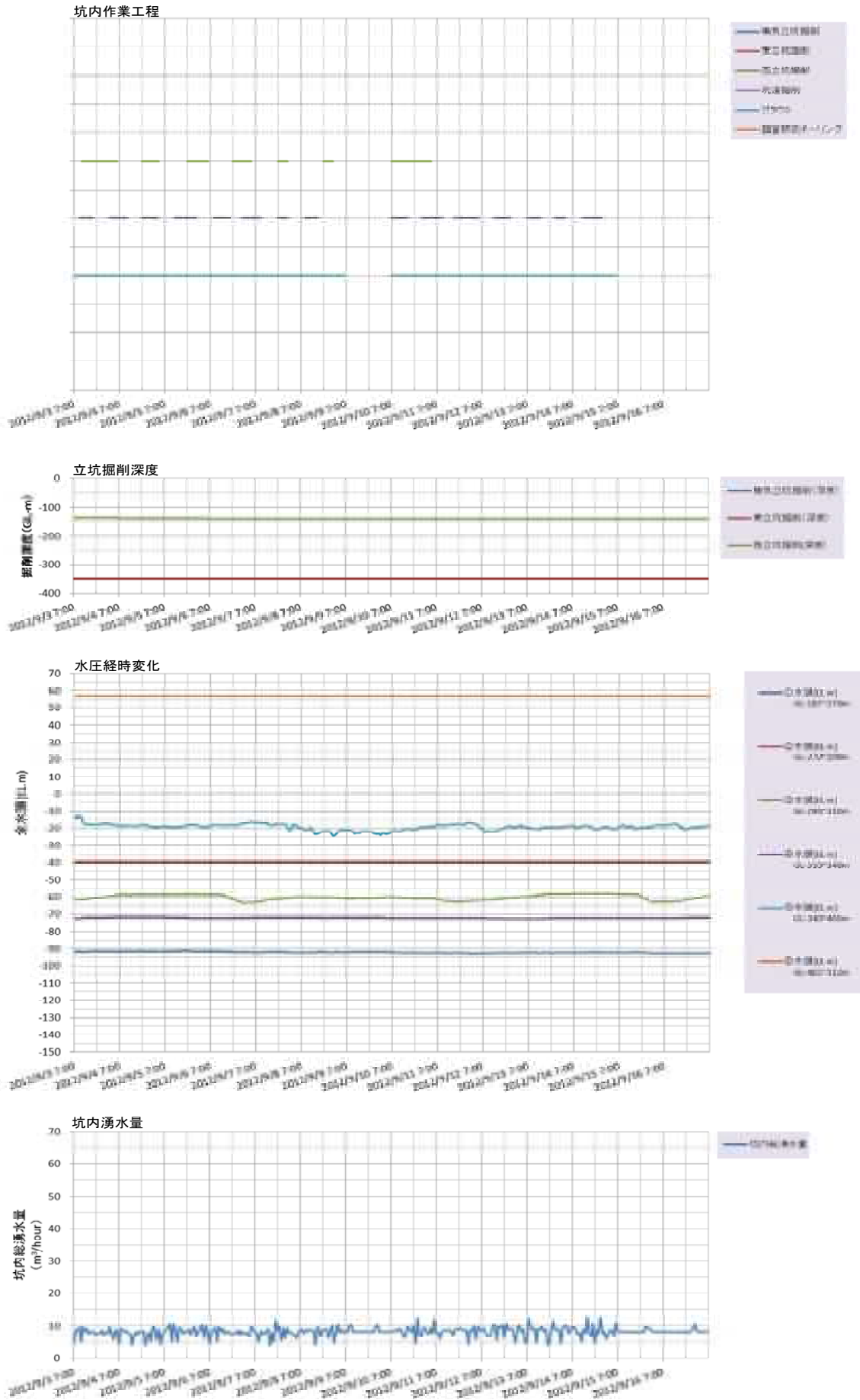


図 2-103 2012年9月3日～2012年9月16日における短期的な水圧変動

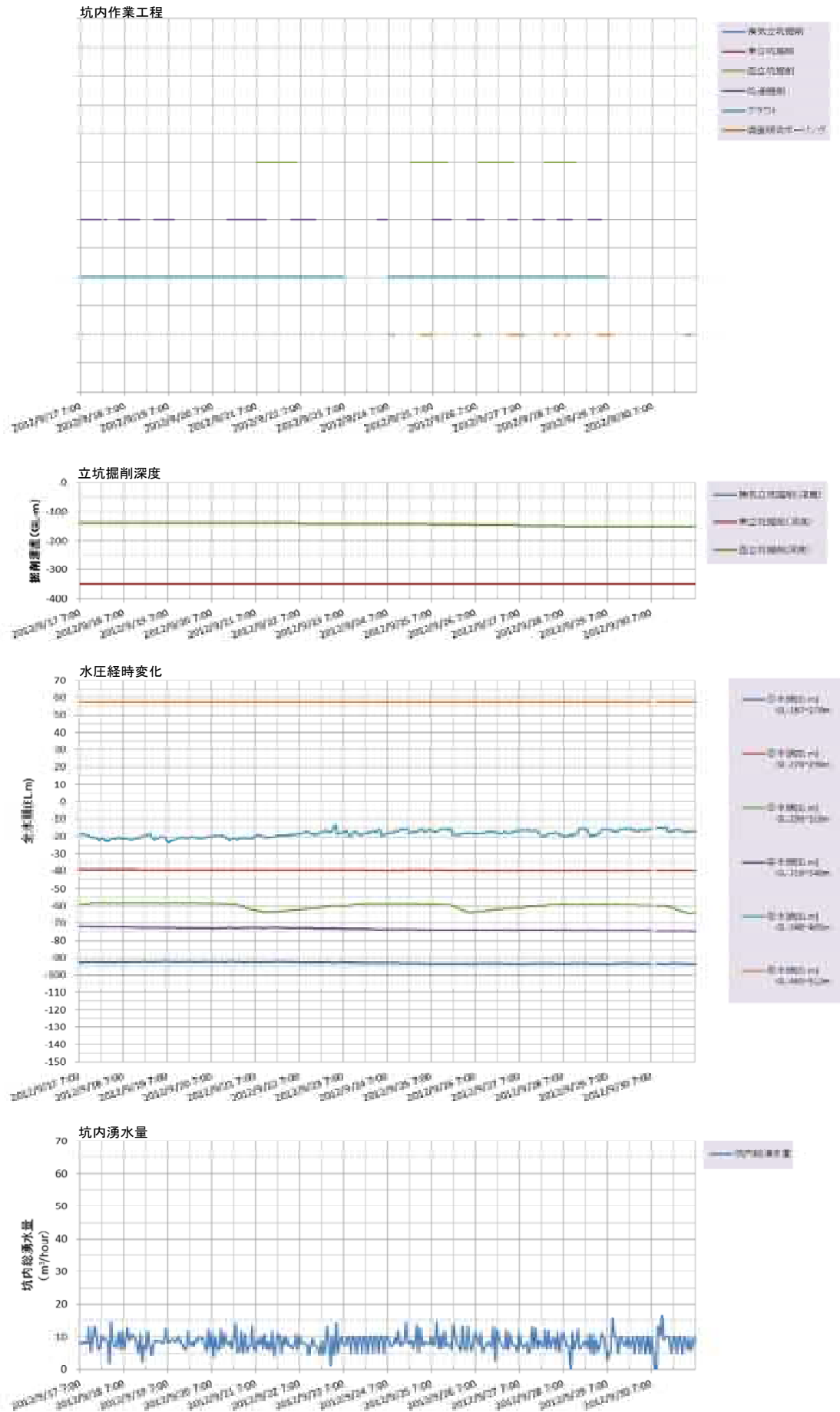


図 2-104 2012年9月17日~2012年9月30日における短期的な水压変動

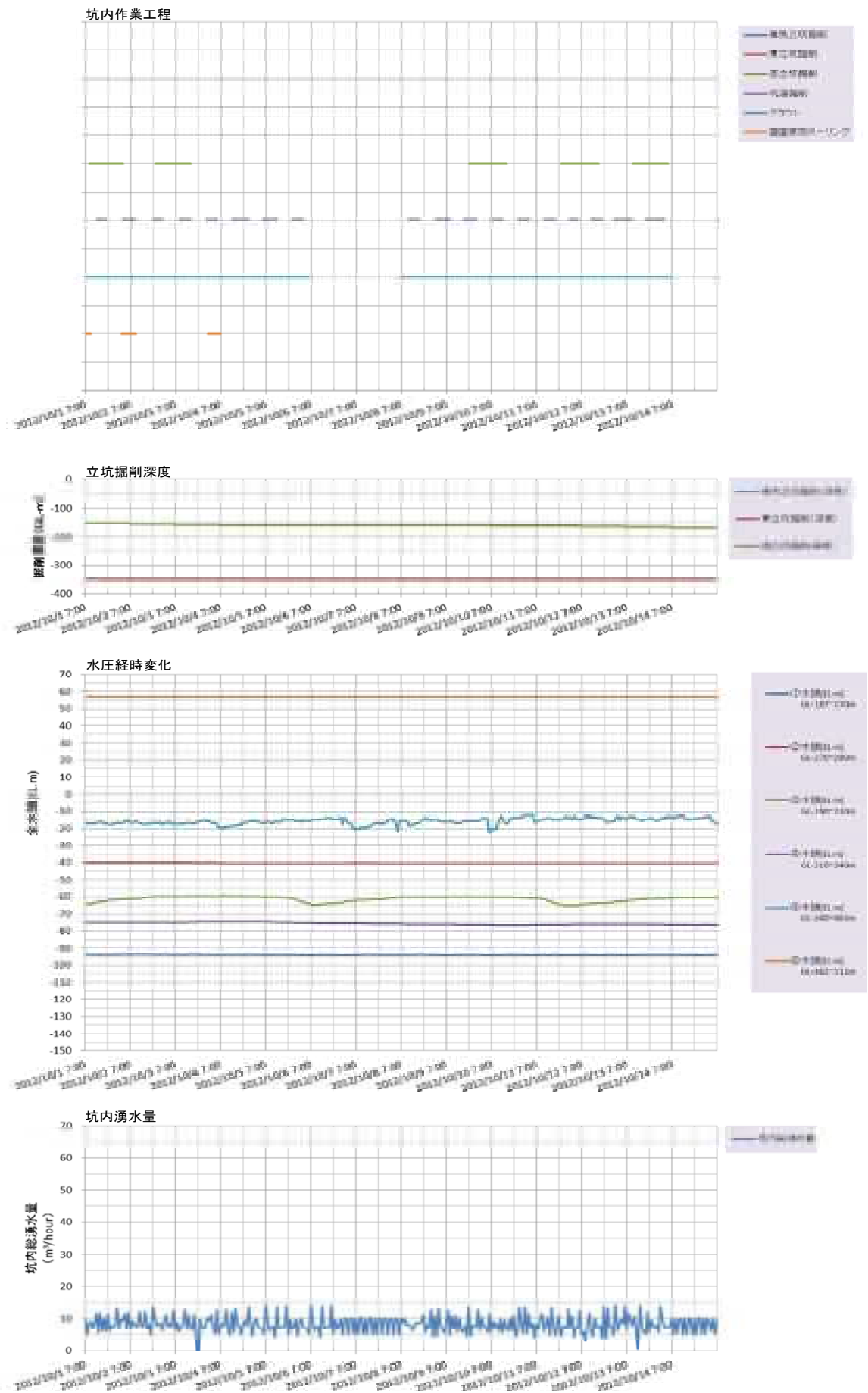


図 2-105 2012年10月1日~2012年10月14日における短期的な水压変動

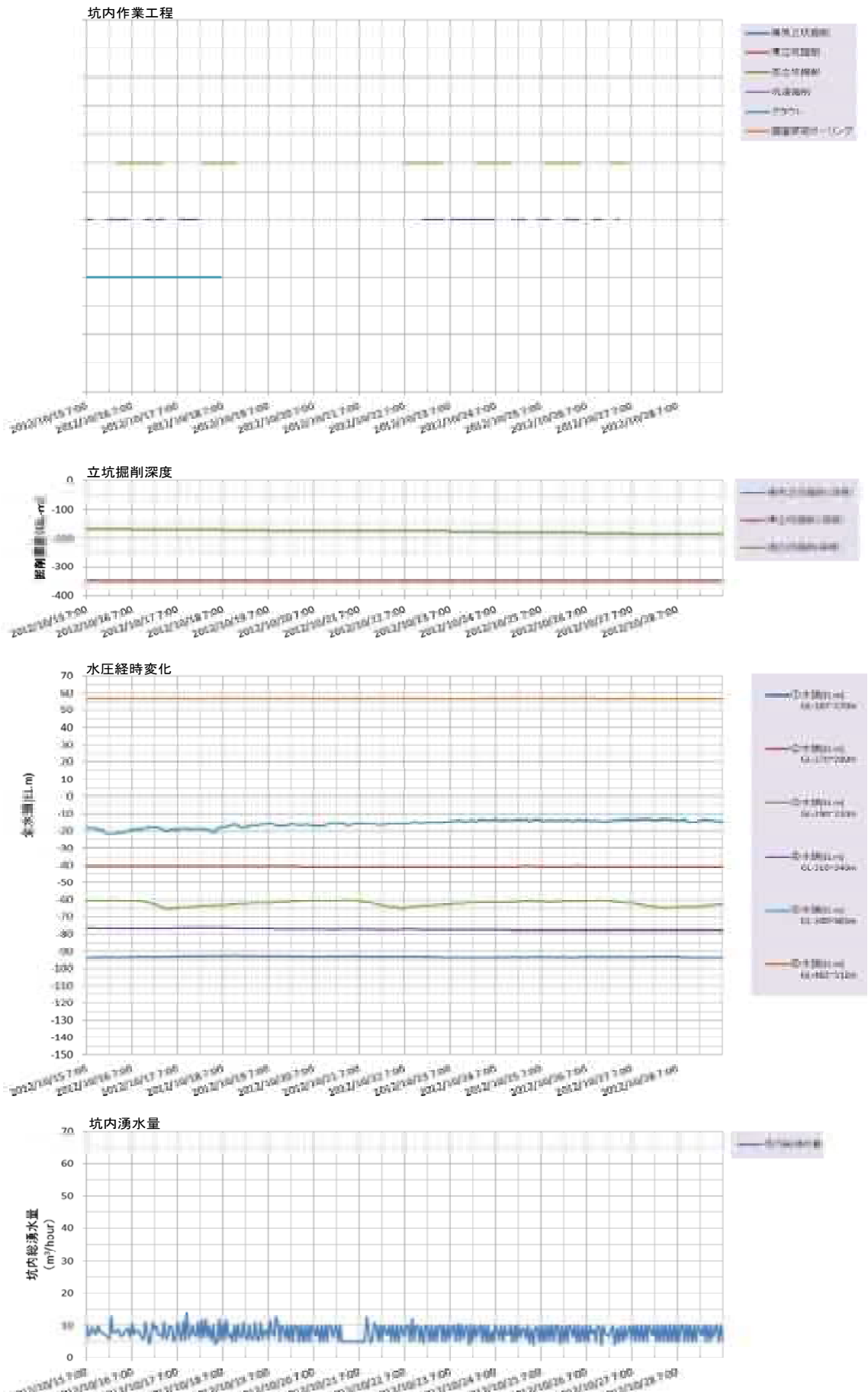


図 2-106 2012年10月15日～2012年10月28日における短期的な水圧変動

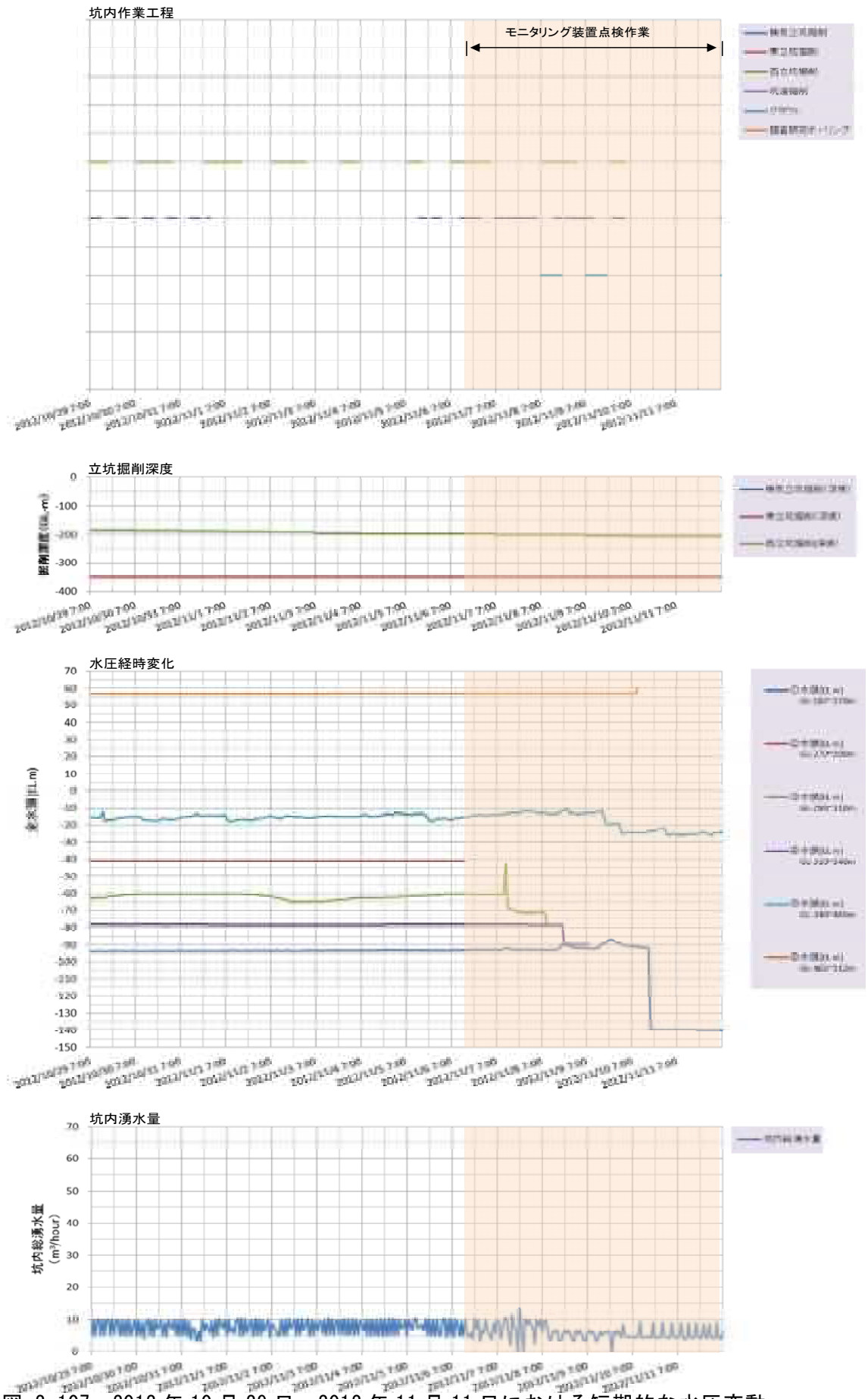


図 2-107 2012年10月29日～2012年11月11日における短期的な水圧変動

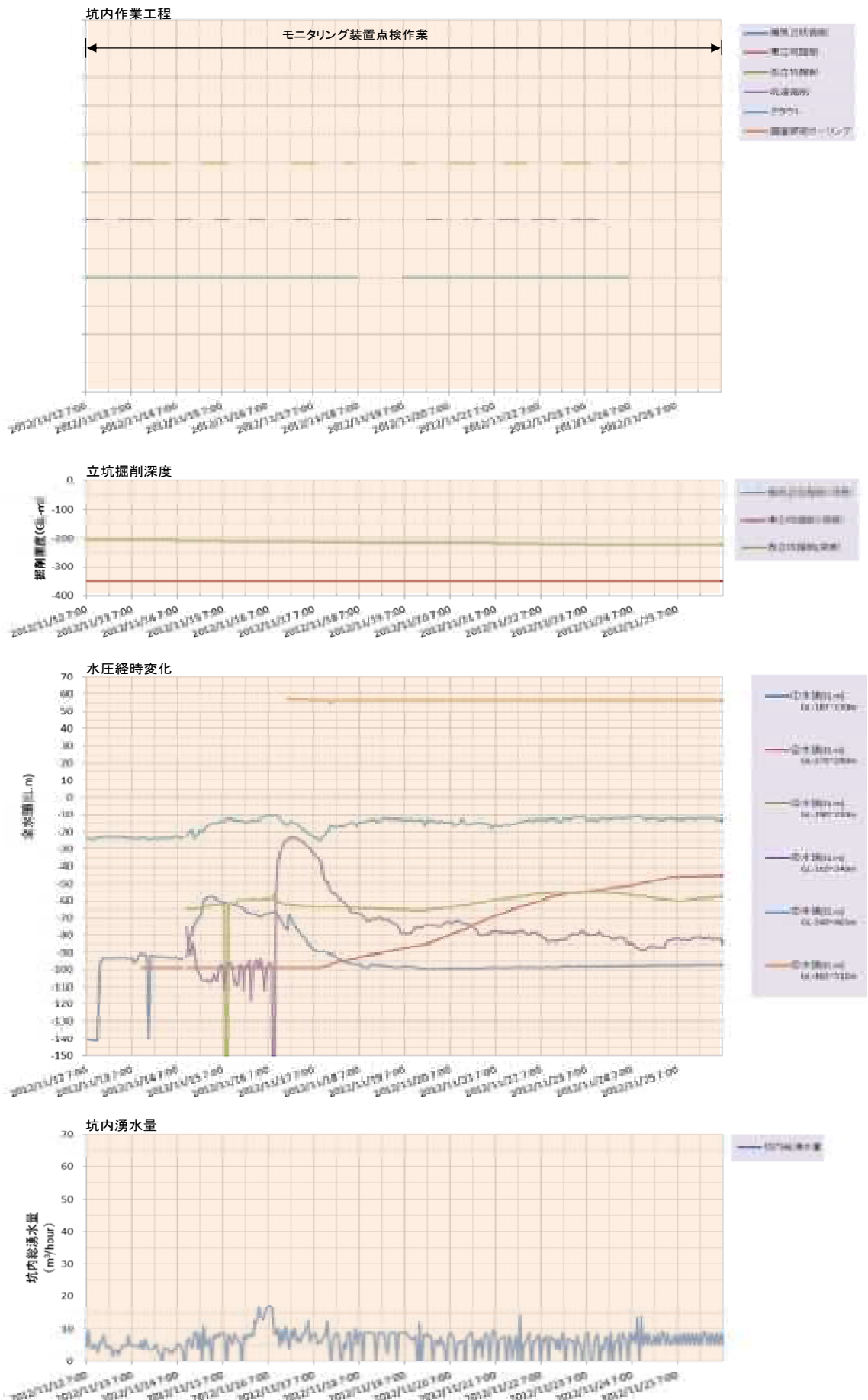


図 2-108 2012年11月12日~2012年11月25日における短期的な水圧変動

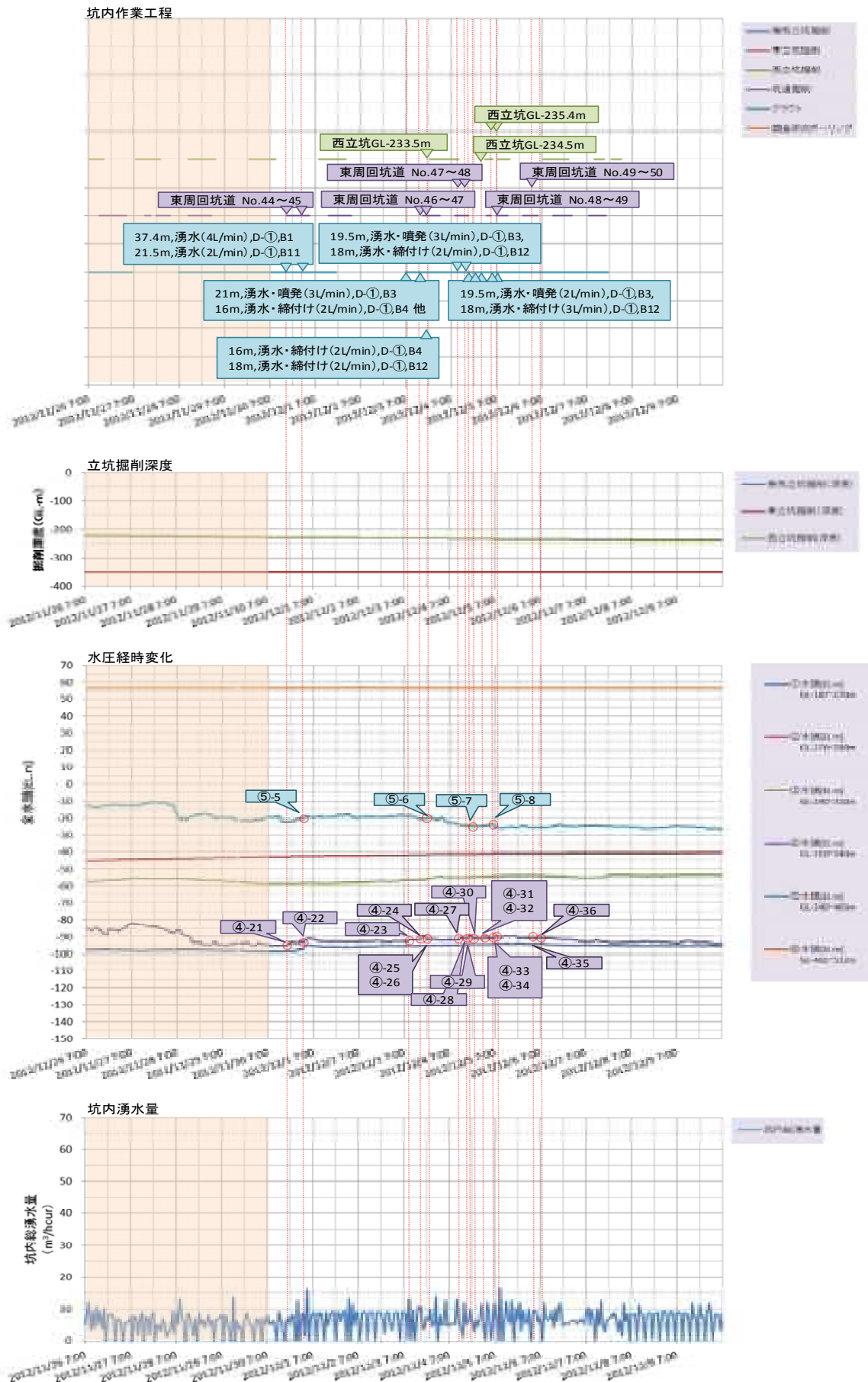


図 2-109 2012年11月26日~2012年12月9日における短期的な水压変動

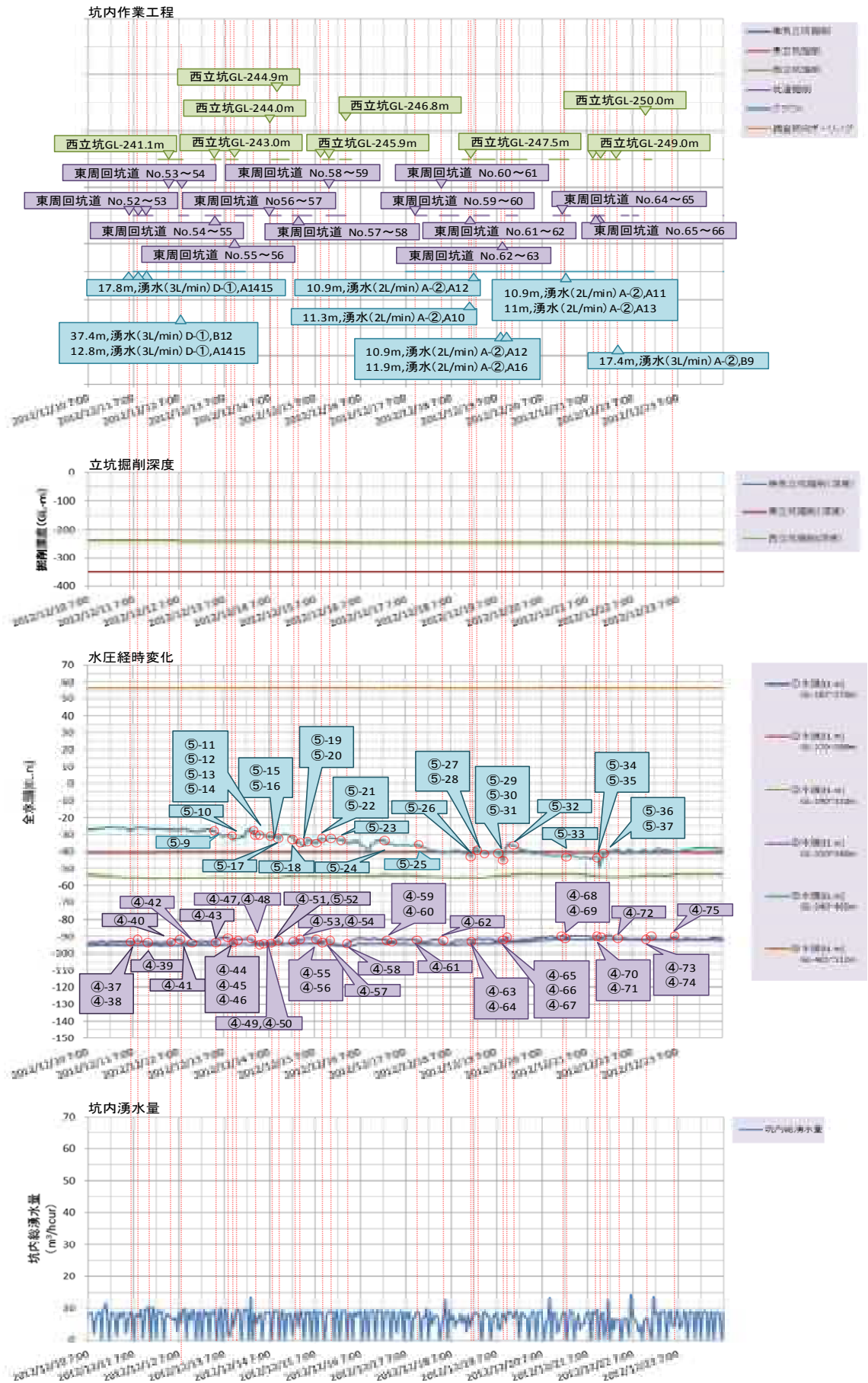


图 2-110 2012年12月10日～2012年12月23日における短期的な水圧変動

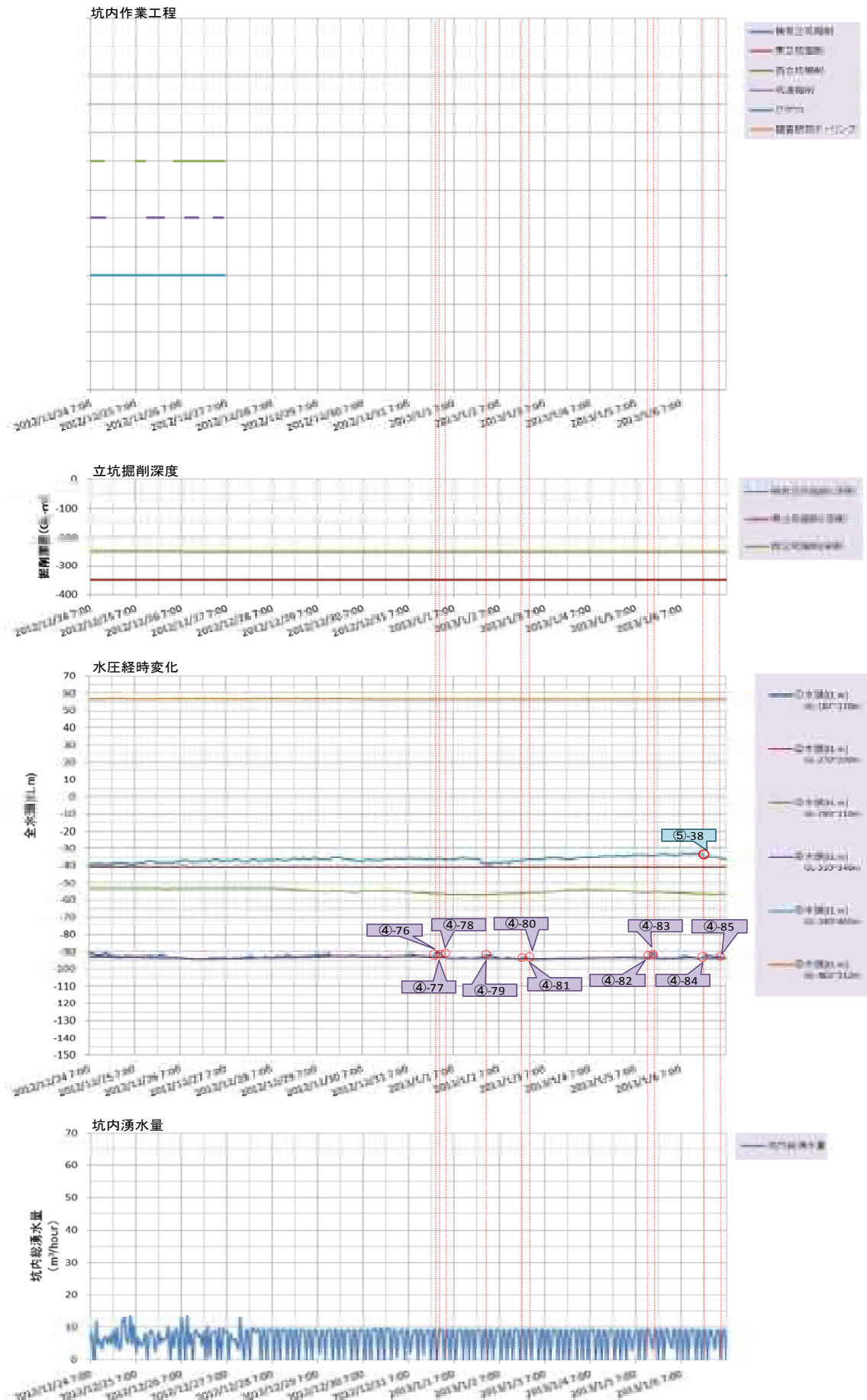


図 2-111 2012年12月24日～2013年1月6日における短期的な水圧変動

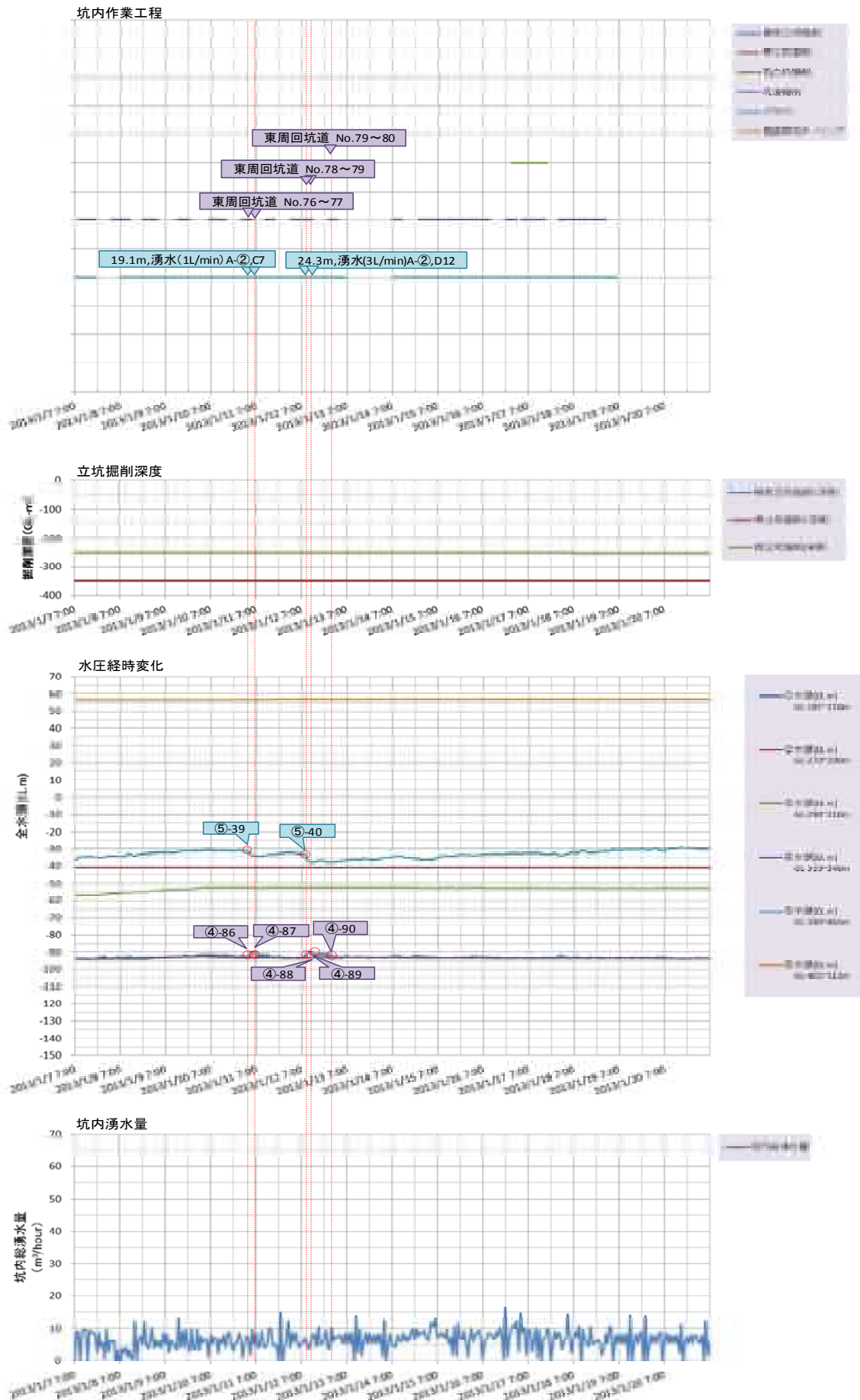


図 2-112 2013年1月7日～2013年1月20日における短期的な水压変動

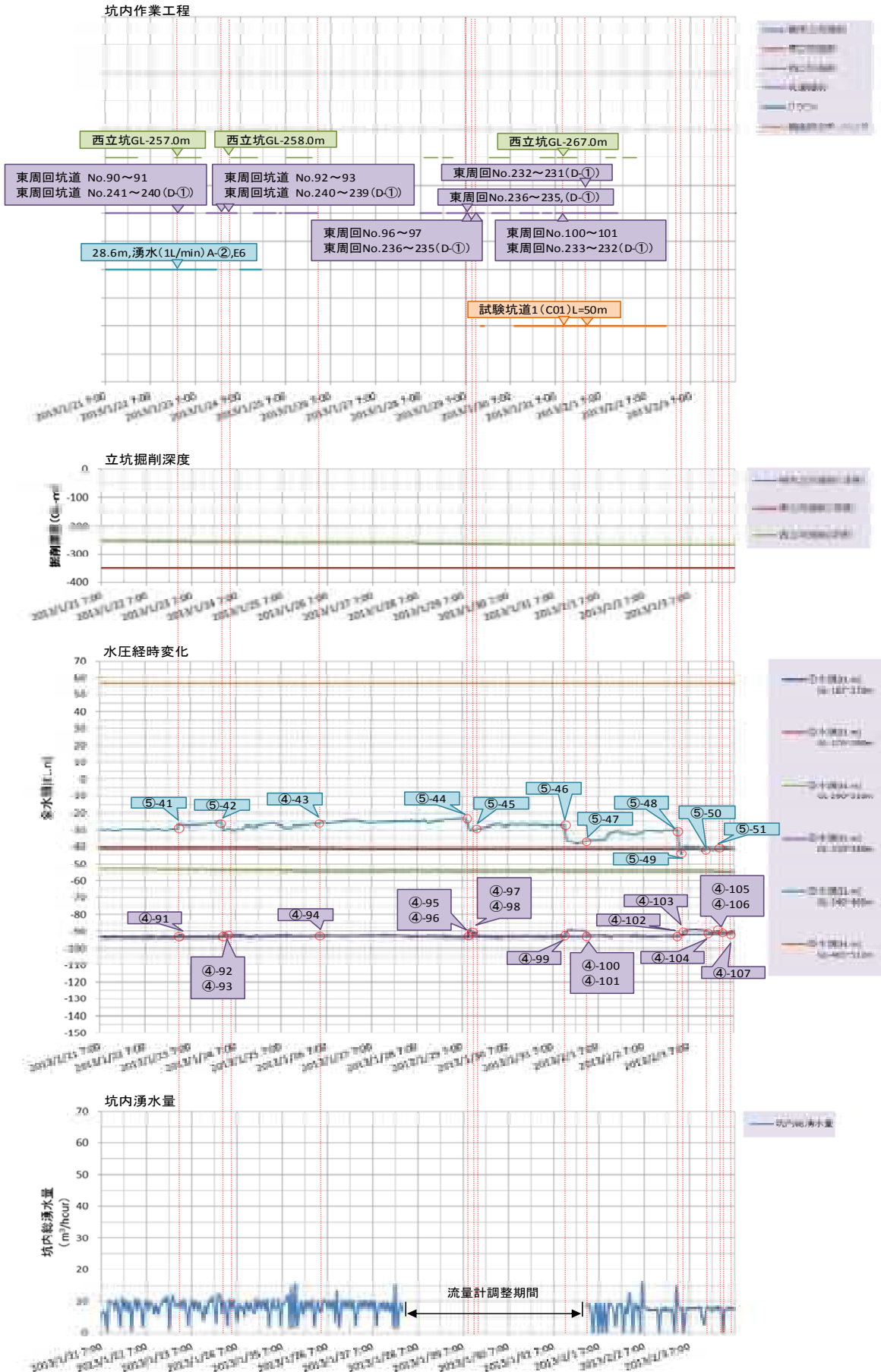


図 2-113 2013年1月21日~2013年2月3日における短期的な水圧変動

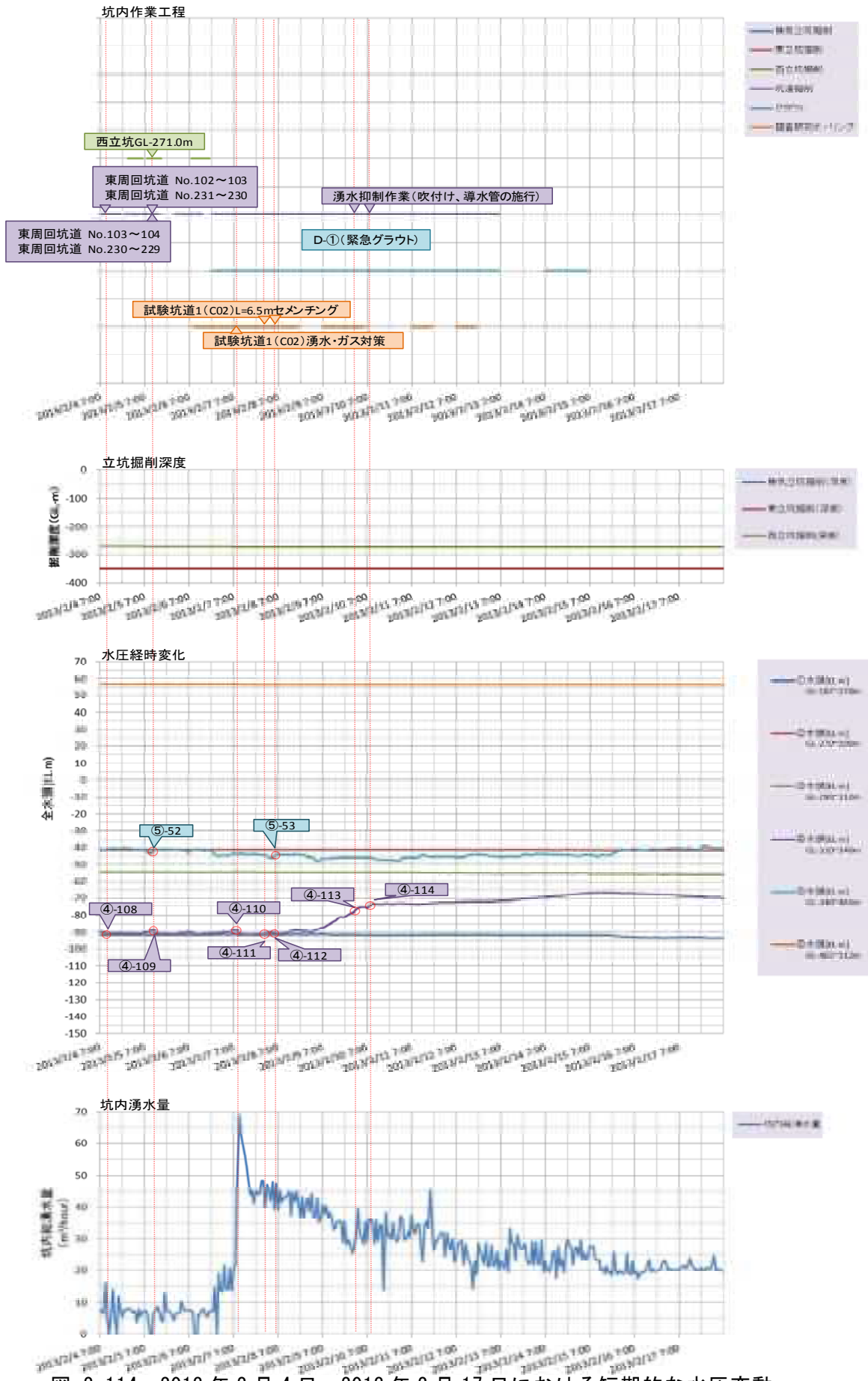


図 2-114 2013年2月4日~2013年2月17日における短期的な水圧変動

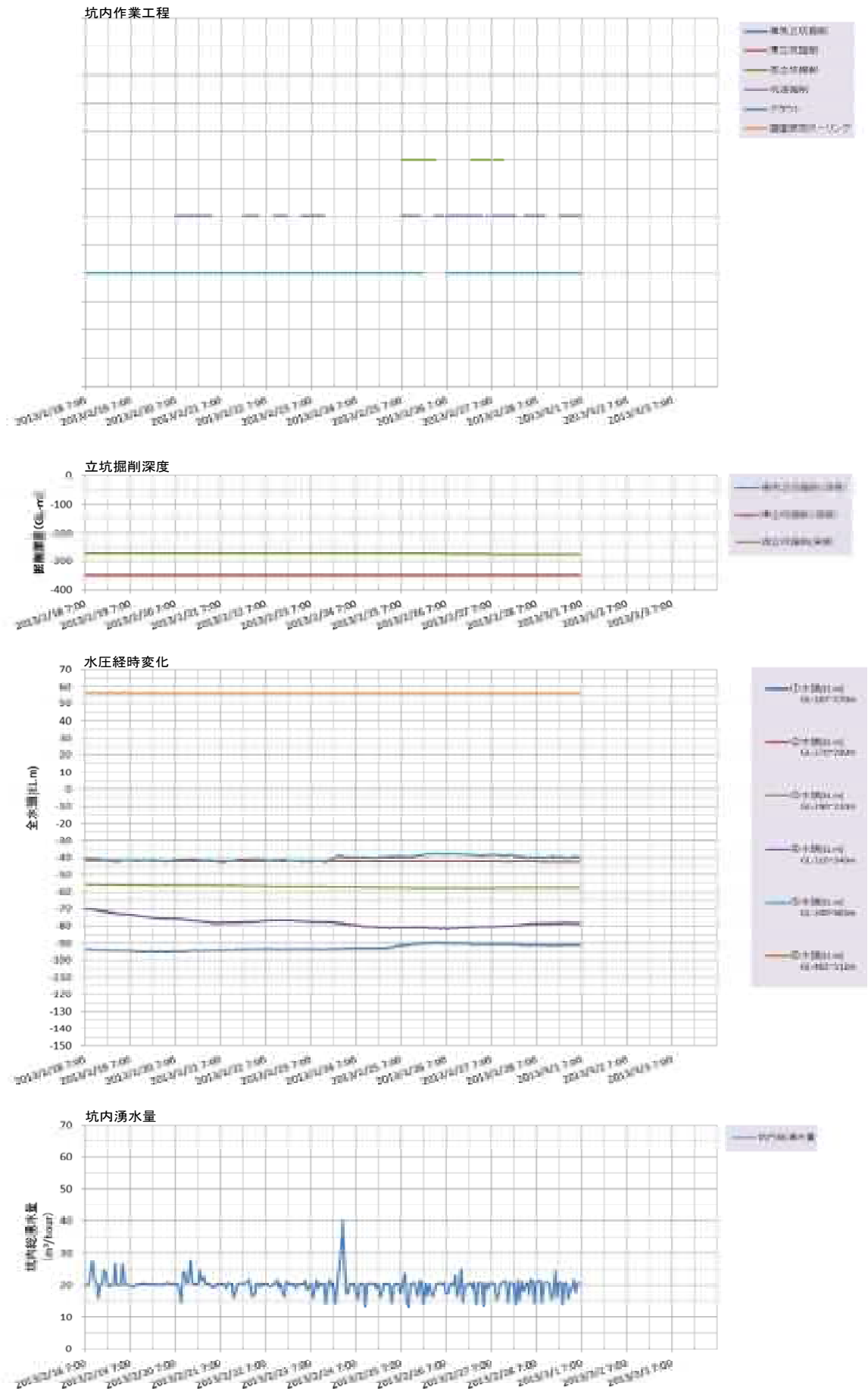


図 2-115 2013年2月18日~2013年2月28日における短期的な水压変動

表 2-31 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	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	作業無し	GL-329.0m,湧水(30L/min),B-②工区,A7孔	350m調査坑道 物質移行試験(物理・流体検層) TR002孔		
①-2	2012/2/10 8:00	1.208	掘削無し	作業無し	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	作業無し		
①-3	2012/2/17 10:00	-1.032	GL-323.0m,東立坑～発破18:18	作業無し	GL-361.8m,湧水(12L/min),B-②工区,B5孔	作業無し		
①-4	2012/4/30 18:00	1.648	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
①-5	2012/5/13 8:00	2.592	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
①-6	2012/5/24 21:00	16.433	作業無し	東連絡坑道 No.45～46	GL-348.5m,湧水(10L/min),C-③工区,B6孔	作業無し		
①-7	2012/5/24 22:00	-2.197	作業無し	東連絡坑道 No.45～46	GL-348.5m,湧水(10L/min),C-③工区,B6孔	作業無し		
①-8	2012/5/24 23:00	-2.043	作業無し	東連絡坑道 No.45～46	GL-348.5m,湧水(10L/min),C-③工区,B6孔	作業無し		
①-9	2012/5/25 1:00	-1.011	作業無し	東連絡坑道 No.44～45	GL-348.5m,湧水(10L/min),C-③工区,B6孔	作業無し		
①-10	2012/6/1 19:00	8.457	作業無し	ポンプ座 No.3～4	噴発・湧水無し	作業無し		
①-11	2012/6/1 21:00	-1.318	作業無し	ポンプ座 No.3～4	噴発・湧水無し	作業無し		

表 2-32 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-1	2012/2/11 1:00	1.473	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
④-2	2012/2/13 15:00	1.224	掘削無し	作業無し	GL-337.m締付け,B-②工区,A1孔	作業無し		
④-3	2012/2/16 18:00	1.204	GL-322.0m,東立坑～発破14:57	作業無し	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	作業無し		
④-4	2012/2/16 22:00	1.415	掘削無し	作業無し	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	作業無し		
④-5	2012/2/19 14:00	1.511	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	作業休日	
④-6	2012/2/20 16:00	-1.281	掘削無し	作業無し	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	作業無し		
④-7	2012/2/23 4:00	-1.319	掘削無し	作業無し	噴発・湧水無し	作業無し		
④-8	2012/3/14 3:00	1.013	GL-338.0m,東立坑～発破5:55 GL-350.0m,換気立坑	作業無し	GL-341m,湧水・締付け(18L/min),B-②工区,A2孔 GL-328m,湧水・締付け(6L/min),B-②工区,B12孔	作業無し		
④-9	2012/3/14 18:00	1.166	GL-339.0m,東立坑～発破17:05	作業無し	GL-328.0m,湧水・締付け/(6L/min),B-②工区,B12孔 GL-357.0m,湧水(5L/min),B-②工区,B4孔	作業無し		
④-10	2012/3/15 11:00	2.657	GL-339.0m,東立坑～発破1:03 GL-350.0m,換気立坑	作業無し	GL-341.0m,湧水・締付け(2L/min),B-②工区,A2孔 GL-356.7m,湧水(4L/min),B-②工区,B6孔	作業無し		
④-11	2012/3/15 23:00	1.357	GL-340.0m,東立坑	作業無し	GL-295.0m,湧水・締付け(4L/min),B-②工区,B6孔 GL-358.5m,湧水(10L/min),B-②工区,B12孔 GL-341m,湧水・締付け(2L/min),B-②工区,A2孔	作業無し		
④-12	2012/3/18 2:00	2.122	GL-343.0m,東立坑	作業無し	噴発・湧水無し	作業無し		
④-13	2012/3/22 17:00	1.243	GL-345.9m,東立坑	東連絡坑道坑口 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 GL-359.7m,湧水(3L/min),B-②工区,B10孔	作業無し		
④-14	2012/3/22 20:00	1.167	掘削無し	東連絡坑道坑口 No.1～No.2	GL-353m,湧水(13L/min),B-②工区,A12孔 GL-357.7m,湧水(19L/min),B-②工区,A12孔 GL-295m,湧水(5L/min),B-②工区,B10孔	作業無し		
④-15	2012/4/9 10:00	-1.108	作業無し	東連絡坑道 No.13～14(C-①工区)	GL-337.5m,湧水・噴発(50L/min),C-③工区,B8孔 GL-362m,湧水(2L/min),B-②工区,C5孔 GL-356.7m,湧水(2L/min),B-②工区,C5孔	作業無し		

表 2-33 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Ber		
④-16	2012/4/9 16:00	-1.358	作業無し	東連絡坑道 No.13～14 (C-①工区)	GL-337.5m,湧水・噴発(50L/min),C-③工区,B8孔 GL-362m,湧水(2L/min),B-②工区,C6孔 GL-356.7m,湧水(2L/min),B-②工区,C5孔	作業無し		
④-17	2012/4/10 17:00	-2.065	作業無し	掘削無し	GL-295m,湧水(2L/min),B-②,C5孔	作業無し	⑤-1	
④-18	2012/4/11 5:00	1.014	作業無し	掘削無し	GL-337.0m,湧水・噴発(60L/min),C-③工区,B8孔	作業無し	⑤-3	
④-19	2012/4/13 9:00	-1.032	作業無し	掘削無し	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 GL-280m,湧水(4L/min),C-③工区,C6孔 GL-348.4m,湧水(5L/min),C-③工区,A8孔	作業無し		
④-20	2012/5/11 13:00	-1.147	作業無し	東連絡坑道 No.58～57 東連絡坑道 No.31～32 (C-①工区)	GL-285.5m,湧水(40L/min),C-③工区,C7孔 GL-295m,湧水(2L/min),B-②工区,B2孔 GL-300m,湧水(2L/min),B-②工区,C12孔	作業無し	⑤-4	
④-21	2012/11/30 18:00	1.155	掘削無し	東周回坑道 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	作業無し		
④-22	2012/12/1 3:00	1.868	掘削無し	東周回坑道 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	作業無し	⑤-5	
④-23	2012/12/3 10:00	1.098	掘削無し	掘削無し	21.0m,湧水・噴発(3L/min),D-①工区,B3孔 16.0m,湧水・締付け(2L/min),D-①工区,B4孔 21.5m,湧水・締付け(2L/min),D-①工区,B11孔	作業無し		
④-24	2012/12/3 17:00	2.176	掘削無し	東周回坑道 No.46～47	21.0m,湧水・噴発(3L/min),D-①工区,B3孔 16.0m,湧水・締付け(2L/min),D-①工区,B4孔 21.5m,湧水・締付け(2L/min),D-①工区,B12孔	作業無し		
④-25	2012/12/3 20:00	-1.790	GL-233.5m,西立坑	東周回坑道 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	作業無し	⑤-6	
④-26	2012/12/3 21:00	1.001	GL-233.5m,西立坑	東周回坑道 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	作業無し		
④-27	2012/12/4 13:00	1.579	掘削無し	東周回坑道 No.47～48	19.5m,湧水・噴発(3L/min),D-①工区,B3孔 18.0m,湧水・締付け(2L/min),D-①工区,B12孔	作業無し		
④-28	2012/12/4 17:00	1.598	掘削無し	東周回坑道 No.47～48	19.5m,湧水・噴発(3L/min),D-①工区,B3孔 18.0m,湧水・締付け(2L/min),D-①工区,B12孔	作業無し		
④-29	2012/12/4 19:00	-1.636	掘削無し	東周回坑道 No.47～48	19.5m,湧水・噴発(2L/min),D-①工区,B3孔 18.0m,湧水・締付け(3L/min),D-①工区,B12孔	作業無し		
④-30	2012/12/4 21:00	1.213	掘削無し	掘削無し	19.5m,湧水・噴発(2L/min),D-①工区,B3孔 18.0m,湧水・締付け(3L/min),D-①工区,B12孔	作業無し	⑤-7	

表 2-34 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-31	2012/12/5 2:00	1.675	GL-234.5m,西立坑	掘削無し	19.5m,湧水・噴発(2L/min),D-①工区,B3孔 18.0m,湧水・締付け(3L/min),D-①工区,B12孔	作業無し		
④-32	2012/12/5 3:00	-1.251	GL-234.5m,西立坑	掘削無し	19.5m,湧水・噴発(2L/min),D-①工区,B3孔 18.0m,湧水・締付け(3L/min),D-①工区,B12孔	作業無し		
④-33	2012/12/5 7:00	1.136	GL-235.4m,西立坑	掘削無し	19.5m,湧水・噴発(2L/min),D-①工区,B3孔 18.0m,湧水・締付け(3L/min),D-①工区,B12孔	作業無し	⑤-8	
④-34	2012/12/5 9:00	-1.155	GL-235.4m,西立坑	東周回坑道 No.48～49	19.5m,湧水・噴発(2L/min),D-①工区,B3孔 18.0m,湧水・締付け(3L/min),D-①工区,B12孔	作業無し		
④-35	2012/12/6 4:00	-1.348	掘削無し	東周回坑道 No.49～50	噴発・湧水無し	作業無し		
④-36	2012/12/6 8:00	-1.560	掘削無し	掘削無し	17.8m,湧水・噴発(30L/min),D-①工区,A14孔 18.0m,湧水・締付け(3L/min),D-①工区,B12孔	作業無し		
④-37	2012/12/11 7:00	-1.059	掘削無し	東周回坑道 No.52～53	17.8m,湧水(3L/min),D-①工区,A1415孔	作業無し		
④-38	2012/12/11 11:00	-1.021	掘削無し	東周回坑道 No.52～53	17.8m,湧水(3L/min),D-①工区,A1415孔	作業無し		
④-39	2012/12/11 16:00	-1.039	掘削無し	東周回坑道 No.52～53	17.8m,湧水(3L/min),D-①工区,A1415孔	作業無し		
④-40	2012/12/12 4:00	1.232	GL-241.1m,西立坑	東周回坑道 No.53～54	噴発・湧水無し	作業無し		
④-41	2012/12/12 9:00	-1.848	掘削無し	東周回坑道 No.53～54	37.4m,湧水(3L/min),D-①工区,B12孔 12.8m,湧水(3L/min),D-①工区,A1415孔	作業無し		
④-42	2012/12/12 15:00	1.059	掘削無し	掘削無し	37.4m,湧水(3L/min),D-①工区,B12孔 12.8m,湧水(3L/min),D-①工区,A1415孔	作業無し		
④-43	2012/12/13 4:00	1.771	GL-243.0m,西立坑	掘削無し	噴発・湧水無し	作業無し		
④-44	2012/12/13 11:00	-1.540	GL-243.0m,西立坑	掘削無し	噴発・湧水無し	作業無し		
④-45	2012/12/13 12:00	-1.675	GL-243.0m,西立坑	掘削無し	噴発・湧水無し	作業無し	⑤-10	

表 2-35 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-46	2012/12/13 13:00	2.079	GL-243.0m,西立坑	東周回坑道 No.55~56	噴発・湧水無し	作業無し		
④-47	2012/12/13 23:00	-2.580	掘削無し	掘削無し	掘削無し	作業無し	⑤-12	
④-48	2012/12/14 0:00	1.194	掘削無し	掘削無し	掘削無し	作業無し	⑤-13	
④-49	2012/12/14 2:00	-1.059	掘削無し	掘削無し	掘削無し	作業無し	⑤-14	
④-50	2012/12/14 3:00	1.425	掘削無し	掘削無し	掘削無し	作業無し		
④-51	2012/12/14 9:00	1.078	GL-244.0m,西立坑	東周回坑道 No.56~57	作業無し	作業無し	⑤-15	
④-52	2012/12/14 14:00	-1.463	GL-244.9m,西立坑	東周回坑道 No.56~57	作業無し	作業無し	⑤-17	
④-53	2012/12/14 22:00	1.039	掘削無し	東周回坑道 No.57~58	作業無し	作業無し	⑤-19	
④-54	2012/12/14 23:00	-1.347	掘削無し	東周回坑道 No.57~58	作業無し	作業無し	⑤-20	
④-55	2012/12/15 9:00	-2.272	掘削無し	掘削無し	作業無し	作業無し	⑤-22	
④-56	2012/12/15 12:00	1.078	GL-245.9m,西立坑	掘削無し	作業無し	作業無し	⑤-23	
④-57	2012/12/15 17:00	-1.232	GL-245.9m,西立坑	東周回坑道 No.58~59	作業無し	作業無し		
④-58	2012/12/16 2:00	1.271	GL-246.8m,西立坑	作業なし	作業無し	作業無し		
④-59	2012/12/16 22:00	-2.002	作業無し	作業なし	作業無し	作業無し	⑤-24	
④-60	2012/12/17 2:00	1.232	作業無し	作業なし	作業無し	作業無し		

表 2-36 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-61	2012/12/17 14:00	-1.694	作業無し	東周回坑道 No.59～60	11.3m,湧水(2L/min),A-②工区,A10孔	作業無し	⑤-25	
④-62	2012/12/18 4:00	-1.270	作業無し	東周回坑道 No.60～61	噴発・湧水無し	作業無し		
④-63	2012/12/18 19:00	-1.117	掘削無し	東周回坑道 No.61～62	10.9m,湧水(2L/min),A-②工区,A12孔	作業無し	⑤-27	
④-64	2012/12/18 20:00	1.425	掘削無し	東周回坑道 No.61～62	10.9m,湧水(2L/min),A-②工区,A12孔	作業無し		
④-65	2012/12/19 12:00	1.117	作業無し	東周回坑道 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	作業無し	⑤-31	
④-66	2012/12/19 13:00	1.039	作業無し	東周回坑道 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	作業無し		
④-67	2012/12/19 14:00	-1.906	作業無し	東周回坑道 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	作業無し	⑤-32	
④-68	2012/12/20 20:00	-1.367	掘削無し	東周回坑道 No.64～65	10.9m,湧水(2L/min),A-②工区,A11孔 11m,湧水(2L/min),A-②工区,A13孔	作業無し		
④-69	2012/12/20 22:00	1.541	掘削無し	東周回坑道 No.64～65	10.9m,湧水(2L/min),A-②工区,A11孔 11m,湧水(2L/min),A-②工区,A13孔	作業無し	⑤-33	
④-70	2012/12/21 14:00	-1.213	GL-249.0m,西立坑	東周回坑道 No.65～66	噴発・湧水無し	作業無し	⑤-34	
④-71	2012/12/21 16:00	1.213	GL-249.0m,西立坑	東周回坑道 No.65～66	噴発・湧水無し	作業無し		
④-72	2012/12/21 22:00	-1.040	GL-249.0m,西立坑	掘削無し	17.4m,湧水(3L/min),A-②工区,B9孔	作業無し		
④-73	2012/12/22 16:00	1.367	GL-250.0m,西立坑	掘削無し	噴発・湧水無し	作業無し		
④-74	2012/12/22 19:00	-1.020	掘削無し	掘削無し	噴発・湧水無し	作業無し		
④-75	2012/12/23 7:00	-1.214	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日

表 2-37 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-76	2012/12/31 22:00	1.906	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-77	2013/1/1 0:00	-1.059	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-78	2013/1/1 2:00	-1.598	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-79	2013/1/2 1:00	1.079	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-80	2013/1/2 20:00	1.097	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-81	2013/1/2 23:00	-1.271	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-82	2013/1/5 15:00	1.521	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-83	2013/1/5 18:00	-1.098	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-84	2013/1/6 20:00	1.926	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	⑤-38	作業休日
④-85	2013/1/7 4:00	-1.098	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-86	2013/1/11 4:00	1.136	作業無し	東周回坑道 No.76～77	19.1m,湧水(1L/min),A-②工区,C7孔	作業無し	⑤-39	
④-87	2013/1/11 7:00	-2.156	作業無し	東周回坑道 No.76～77	19.1m,湧水(1L/min),A-②工区,C7孔	作業無し		
④-88	2013/1/12 10:00	1.348	作業無し	東周回坑道 No.78～79	24.3m,湧水(2L/min),A-②工区,D12孔	作業無し	⑤-40	
④-89	2013/1/12 13:00	-1.829	作業無し	東周回坑道 No.78～79	24.3m,湧水(2L/min),A-②工区,D12孔	作業無し		
④-90	2013/1/12 23:00	-1.328	作業無し	東周回坑道 No.79～80	噴発・湧水無し	作業無し		

表 2-38 ④区間における短期的な水圧の変化（7）

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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
④-91	2013/1/23 1:00	1.656	GL-257.0m,西立坑	東周回坑道 No.90~91 東周回坑道 No.241~240(D-①工区)	28.6m,湧水(1L/min),A~②工区,E6孔	作業無し	⑤-41	
④-92	2013/1/24 1:00	1.233	掘削無し	東周回坑道 No.92~93 東周回坑道 No.240~239(D-①工区)	掘削無し	作業無し	⑤-42	
④-93	2013/1/24 3:00	-1.058	GL-258.0m,西立坑	東周回坑道 No.92~93 東周回坑道 No.240~239(D-①工区)	掘削無し	作業無し		
④-94	2013/1/26 4:00	-1.001	掘削無し	掘削無し	作業無し	作業無し	⑤-43	
④-95	2013/1/29 11:00	4.140	掘削無し	東周回坑道 No.236~235(D-①工区)	作業無し	掘削無し	⑤-44	
④-96	2013/1/29 12:00	-2.503	掘削無し	東周回坑道 No.96~97 東周回坑道 No.236~235(D-①工区)	作業無し	掘削無し		
④-97	2013/1/29 14:00	1.040	掘削無し	東周回坑道 No.96~97 東周回坑道 No.236~235(D-①工区)	作業無し	掘削無し		
④-98	2013/1/29 15:00	-1.155	掘削無し	東周回坑道 No.96~97 東周回坑道 No.236~235(D-①工区)	作業無し	掘削無し	⑤-45	
④-99	2013/1/31 14:00	1.54	GL-267m,西立坑	東周回坑道 No.100~101 東周回坑道 No.233~232(D-①工区)	作業無し	試験坑道1(C01), L=50m	⑤-46	
④-100	2013/2/1 1:00	-1.213	掘削無し	東周回坑道 No.232~231(D-①工区)	作業無し	試験坑道1(C01), L=50m	⑤-47	
④-101	2013/2/1 2:00	-1.502	掘削無し	東周回坑道 No.232~231(D-①工区)	作業無し	試験坑道1(C01), L=50m		
④-102	2013/2/3 2:00	1.136	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	⑤-48	作業休日
④-103	2013/2/3 5:00	1.791	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	⑤-49	作業休日
④-104	2013/2/3 18:00	-1.155	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	⑤-50	作業休日
④-105	2013/2/4 0:00	-1.559	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	⑤-51	作業休日

表 2-39 ④区間における短期的な水圧の変化（8）

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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bo		
④-106	2013/2/4 2:00	1.097	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-107	2013/2/4 6:00	1.502	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-108	2013/2/4 11:00	-1.059	掘削無し	東周回坑道 No.102~103 東周回坑道 No.231~230(D-①工区)	作業無し	作業無し		
④-109	2013/2/5 13:00	-1.194	GL-271.0m,西立坑	東周回坑道 No.103~104 東周回坑道 No.230~229(D-①工区)	作業無し	作業無し	⑤-52	
④-110	2013/2/7 10:00	-1.675	作業無し	作業無し	掘削無し	湧水・ガス対策		
④-111	2013/2/8 2:00	1.040	作業無し	作業無し	掘削無し	試験坑道1(C02),L=6.5m セメンチング		
④-112	2013/2/8 6:00	-1.117	作業無し	作業無し	掘削無し	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	作業無し	湧水抑制作業 (吹付け, 導水管の施工)	掘削無し	掘削無し		
④-114	2013/2/10 10:00	1.117	作業無し	湧水抑制作業 (吹付け, 導水管の施工)	掘削無し	掘削無し		

表 2-40 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bo		
⑤-1	2012/4/10 18:00	1.166	作業無し	掘削無し	GL-295m,湧水(2L/min),B-②,C5孔	作業無し	④-17	
⑤-2	2012/4/10 20:00	-1.395	作業無し	掘削無し	GL-337.0m,湧水・噴発(60L/min),C-③工区,B8孔	作業無し		
⑤-3	2012/4/11 3:00	-2.945	作業無し	掘削無し	GL-337.0m,湧水・噴発(60L/min),C-③工区,B8孔	作業無し	④-18	
⑤-4	2012/5/11 15:00	-1.587	作業無し	東連絡坑道 No.58～57 東連絡坑道 No.31～32 (C-①工区)	GL-285.5m,湧水(40L/min),C-③工区,C7孔 GL-295m,湧水(2L/min),B-②工区,B2孔 GL-300m,湧水(2L/min),B-②工区,C12孔	作業無し	④-20	
⑤-5	2012/12/1 3:00	1.071	掘削無し	東周回坑道 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	作業無し	④-22	
⑤-6	2012/12/3 20:00	1.071	GL-233.5m,西立坑	東周回坑道 No.46～47	16.0m,湧水・締付け(2L/min),D-①工区,B4孔 18.0m,湧・締付け水(2L/min),D-①工区,B12孔	作業無し	④-25	
⑤-7	2012/12/4 21:00	-1.262	掘削無し	掘削無し	19.5m,湧水・噴発(2L/min),D-①工区,B3孔 18.0m,湧水・締付け(3L/min),D-①工区,B12孔	作業無し	④-30	
⑤-8	2012/12/5 7:00	-1.778	GL-235.4m,西立坑	掘削無し	19.5m,湧水・噴発(2L/min),D-①工区,B3孔 18.0m,湧水・締付け(3L/min),D-①工区,B12孔	作業無し	④-33	
⑤-9	2012/12/13 5:00	-1.243	GL-243.0m,西立坑	東周回坑道 No.54～55	掘削無し	作業無し		
⑤-10	2012/12/13 12:00	-2.466	GL-243.0m,西立坑	掘削無し	掘削無し	作業無し	④-45	
⑤-11	2012/12/13 22:00	-1.089	掘削無し	東周回坑道 No.55～56	掘削無し	作業無し		
⑤-12	2012/12/13 23:00	1.147	掘削無し	掘削無し	掘削無し	作業無し	④-47	
⑤-13	2012/12/14 0:00	-3.595	掘削無し	掘削無し	掘削無し	作業無し	④-48	
⑤-14	2012/12/14 2:00	1.071	掘削無し	掘削無し	掘削無し	作業無し	④-49	
⑤-15	2012/12/14 10:00	1.587	GL-244.0m,西立坑	東周回坑道 No.56～57	作業無し	作業無し	④-51	

表 2-41 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
⑤-16	2012/12/14 11:00	-1.090	GL-244.0m,西立坑	東周回坑道 No.56~57	作業無し	作業無し		
⑤-17	2012/12/14 13:00	1.702	GL-244.9m,西立坑	東周回坑道 No.56~57	作業無し	作業無し	④-52	
⑤-18	2012/12/14 16:00	-1.051	GL-244.9m,西立坑	掘削無し	作業無し	作業無し	④-52	
⑤-19	2012/12/14 21:00	-2.160	掘削無し	東周回坑道 No.57~58	作業無し	作業無し	④-53	
⑤-20	2012/12/15 1:00	-1.664	掘削無し	東周回坑道 No.57~58	作業無し	作業無し	④-54	
⑤-21	2012/12/15 8:00	-1.014	掘削無し	掘削無し	作業無し	作業無し		
⑤-22	2012/12/15 9:00	1.453	掘削無し	掘削無し	作業無し	作業無し	④-55	
⑤-23	2012/12/15 12:00	-1.128	GL-245.9m,西立坑	掘削無し	作業無し	作業無し	④-56	
⑤-24	2012/12/16 21:00	-1.931	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	④-59	
⑤-25	2012/12/17 15:00	-2.084	作業無し	東周回坑道 No.59~60	噴発・湧水無し	作業無し	④-61	
⑤-26	2012/12/18 17:00	-1.013	GL-247.5m,西立坑	掘削無し	11.3m,湧水(2L/min),A-②工区,A10孔	作業無し	④-63	
⑤-27	2012/12/18 19:00	2.141	掘削無し	東周回坑道 No.61~62	10.9m,湧水(2L/min),A-②工区,A12孔	作業無し	④-63	
⑤-28	2012/12/18 22:00	-1.204	掘削無し	東周回坑道 No.61~62	10.9m,湧水(2L/min),A-②工区,A12孔	作業無し	④-64	
⑤-29	2012/12/19 10:00	-1.357	掘削無し	掘削無し	10.9m,湧水(2L/min),A-②工区,A12孔 11.9m,湧水(2L/min),A-②工区,A16孔	作業無し		
⑤-30	2012/12/19 11:00	-3.308	掘削無し	掘削無し	10.9m,湧水(2L/min),A-②工区,A12孔 11.9m,湧水(2L/min),A-②工区,A16孔	作業無し		

表 2-42 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bo		
⑤-31	2012/12/19 12:00	7.973	掘削無し	東周回坑道 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	作業無し	④-65	
⑤-32	2012/12/19 16:00	-1.204	掘削無し	東周回坑道 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	作業無し	④-67	
⑤-33	2012/12/20 22:00	1.300	掘削無し	東周回坑道 No.64～65	10.9m,湧水(2L/min),A-②工区A11孔 11m,湧水(2L/min),A-②工区A13孔	作業無し	④-69	
⑤-34	2012/12/21 14:00	-5.716	GL-249.0m,西立坑	東周回坑道 No.65～66	噴発・湧水無し	作業無し	④-70	
⑤-35	2012/12/21 15:00	3.613	GL-249.0m,西立坑	東周回坑道 No.65～66	噴発・湧水無し	作業無し	④-70	
⑤-36	2012/12/21 17:00	-1.281	GL-249.0m,西立坑	掘削無し	噴発・湧水無し	作業無し	④-71	
⑤-37	2012/12/21 18:00	2.160	GL-249.0m,西立坑	掘削無し	噴発・湧水無し	作業無し	④-71	
⑤-38	2013/1/6 20:00	-1.511	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	④-84	作業休日
⑤-39	2013/1/11 4:00	-1.358	作業無し	東周回坑道 No.76～77	噴発・湧水無し	作業無し	④-86	
⑤-40	2013/1/12 10:00	-3.346	作業無し	東周回坑道 No.78～79	24.3m,湧水(2L/min),A-②工区D12孔	作業無し	④-88	
⑤-41	2013/1/23 1:00	2.448	GL-257.0m,西立坑	東周回坑道 No.90～91 東周回坑道 No.241～240(D-①工区)	28.6m,湧水(1L/min),A-②工区E6孔	作業無し	④-91	
⑤-42	2013/1/24 0:00	-2.772	GL-258.0m,西立坑	東周回坑道 No.92～93 東周回坑道 No.240～239(D-①工区)	作業無し	作業無し	④-92	
⑤-43	2013/1/26 4:00	1.262	掘削無し	掘削無し	作業無し	作業無し	④-94	
⑤-44	2013/1/29 10:00	-3.442	掘削無し	東周回坑道 No.236～235(D-①工区)	作業無し	掘削無し	④-95	
⑤-45	2013/1/29 15:00	1.032	掘削無し	東周回坑道 No.96～97 東周回坑道 No.236～235(D-①工区)	作業無し	掘削無し	④-98	

表 2-43 ⑤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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
⑤-46	2013/1/31 14:00	-6.940	GL-267.0m,西立坑	東周回坑道 No.100~101 東周回坑道 No.233~232(D-①工区)	作業無し	試験坑道1(C01),L=50m	④-99	
⑤-47	2013/2/1 1:00	1.014	掘削無し	東周回坑道 No.232~231(D-①工区)	作業無し	試験坑道1(C01),L=50m	④-101	
⑤-48	2013/2/3 2:00	-10.955	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	④-102	作業休日
⑤-49	2013/2/3 4:00	4.187	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	④-103	作業休日
⑤-50	2013/2/3 16:00	1.032	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	④-104	作業休日
⑤-51	2013/2/4 0:00	1.243	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	④-105	作業休日
⑤-52	2013/2/5 12:00	1.587	GL-271.0m,西立坑	東周回坑道 No.103~104 東周回坑道 No.230~229(D-①工区)	作業無し	作業無し	④-109	
⑤-53	2013/2/8 5:00	1.549	作業無し	作業無し	掘削無し	試験坑道1(C02),L=6.5m セメンチング	④-112	

2.8 2013年3月1日～2014年2月28日における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

2013年11月より350.5m以深の掘削を開始し、2014年2月13日時点で深度380mまで掘削を完了した。

2) 東立坑掘削

2014年2月より350.5m以深の掘削を開始し、2014年2月28日時点で深度354mまで掘削した。

3) 西立坑掘削

2013年6月に深度350.5mまで掘削を完了した。2014年2月末に掘削を再開し深度355mまで掘削した。

4) 350m調査坑道

2012年3月22日より掘削を開始した深度350m調査坑道が2014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（追加のS1グラウト、S1補強グラウト、換気立坑S1グラウト）および一時避難所（東）グラウト、E-①工区を施工した。

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ほとんどが掘削された。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2-44の350m調査坑道における調査ボーリング孔一覧に示す。

図2-116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2-117にA部の詳細図を、図2-118に350m調査坑道の支保工割付図を示す。

表 2-44 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	2013年9月4日	～	2013年9月6日
	S4-2	23	俯角26	2013年9月10日	～	2013年9月13日
	S2-1	15	仰角21	2013年9月7日	～	2013年9月9日
	S2-2	15	俯角22	2013年9月9日	～	2013年9月10日
比抵抗トモグラフィ	R4-1	23	仰角22	2013年8月26日	～	2013年9月2日
	R4-2	23	俯角26	2013年8月27日	～	2013年8月29日
	R2-1	15	仰角21	2013年8月20日	～	2013年8月22日
	R2-2	15	俯角20	2013年8月23日	～	2013年8月24日
地中変位計測	D4-1	8	水平	2013年9月3日	～	2013年9月3日
	D2-1	5.5	水平	2013年8月30日	～	2013年8月30日
埋設ひずみ計測	ST4-1	13	仰角16	2013年8月30日	～	2013年9月2日
	ST4-2	10	俯角23	2013年9月3日	～	2013年9月3日
	ST4-3	15	俯角23	2013年9月4日	～	2013年9月5日
	ST4-4	15	俯角23	2013年9月6日	～	2013年9月7日
	ST4-5	10.5	俯角27	2013年9月3日	～	2013年9月3日
	ST2-1	10	俯角16	2013年8月28日	～	2013年8月28日
	ST2-2	10	俯角16	2013年8月27日	～	2013年8月27日
	ST2-3	10	俯角24	2013年8月29日	～	2013年8月29日
透水試験	H4-1	13	仰角11	2013年12月16日	～	2013年12月18日
	H4-2	13	俯角23	未実施	～	未実施
	H4-3	13	仰角11	2013年12月13日	～	2013年12月14日
	H2-1	10	俯角17	2013年8月24日	～	2013年8月26日
	H3-1	9	仰角1	2013年9月14日	～	2013年9月15日
	H3-2	10	俯角15	2013年8月22日	～	2013年8月23日
間隙水圧計測	P	13	仰角11	2014年1月11日	～	2014年1月13日
水圧・水質モニタリング	13-350-C04	10	俯角11	2013年3月5日	～	2013年3月7日
	13-350-C05	50	俯角1	2013年3月15日	～	2013年3月21日
	13-350-C06	70	俯角1	2013年6月11日	～	2013年6月15日
	13-350-C07	16	直上	2013年12月24日	～	2013年12月26日
	13-350-C08	16	水平	2013年12月20日	～	2013年12月23日
	13-350-C09	16	直下	2014年1月8日	～	2014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	2014年1月14日	～	2014年1月14日
	WC4-5	4.2	仰角11	2014年1月15日	～	2014年1月15日
	WC4-6	8	仰角11	2014年1月16日	～	2014年1月16日
初期地圧測定	12-P350-M01	20	仰角5	2013年9月24日	～	2013年9月25日
	12-P350-M02	20	仰角5	2013年9月26日	～	2013年9月28日
	12-P350-M03	20	俯角54	2013年9月29日	～	2013年10月1日
	12-P350-M04	6.1	仰角5	2013年10月3日	～	2013年10月5日
	12-350TG5-M01	15.3	仰角5	2013年12月13日	～	2013年12月18日
	12-350TG5-M02	17.3	俯角45	2013年12月20日	～	2013年12月23日
	13-350LGE-M01	17	仰角5	2014年3月10日	～	2014年3月11日
	13-350LGE-M02	17	仰角5	2014年3月12日	～	2014年3月13日
	13-350LGE-M03	17	仰角5	未実施	～	未実施
水理・地球化学	13-350-C01	50	俯角1	2013年1月29日	～	2013年2月2日
	13-350-C02	6.5	俯角1	2013年2月6日	～	2013年2月6日
	13-350-C03	76	俯角16	2013年11月13日	～	2013年11月22日
立坑掘削影響	A	26	直下	2013年10月7日	～	2013年10月9日
	B	26	直下	2013年10月10日	～	2013年10月11日
	C	26	直下	2013年10月12日	～	2013年10月15日
	D	26	直下	2013年10月16日	～	2013年10月17日
	G	24	直下	2013年10月19日	～	2013年10月21日
	H	24	直下	2013年10月22日	～	2013年10月23日
	E	18	俯角81	2013年10月24日	～	2013年10月24日
	F	11.5	俯角81	2013年10月25日	～	2013年10月25日
	S1	23	直下	2013年11月2日	～	2013年11月4日
	S2	23	直下	2013年10月29日	～	2013年10月31日
	S3	23	直下	2013年10月31日	～	2013年11月1日
物質移行試験				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

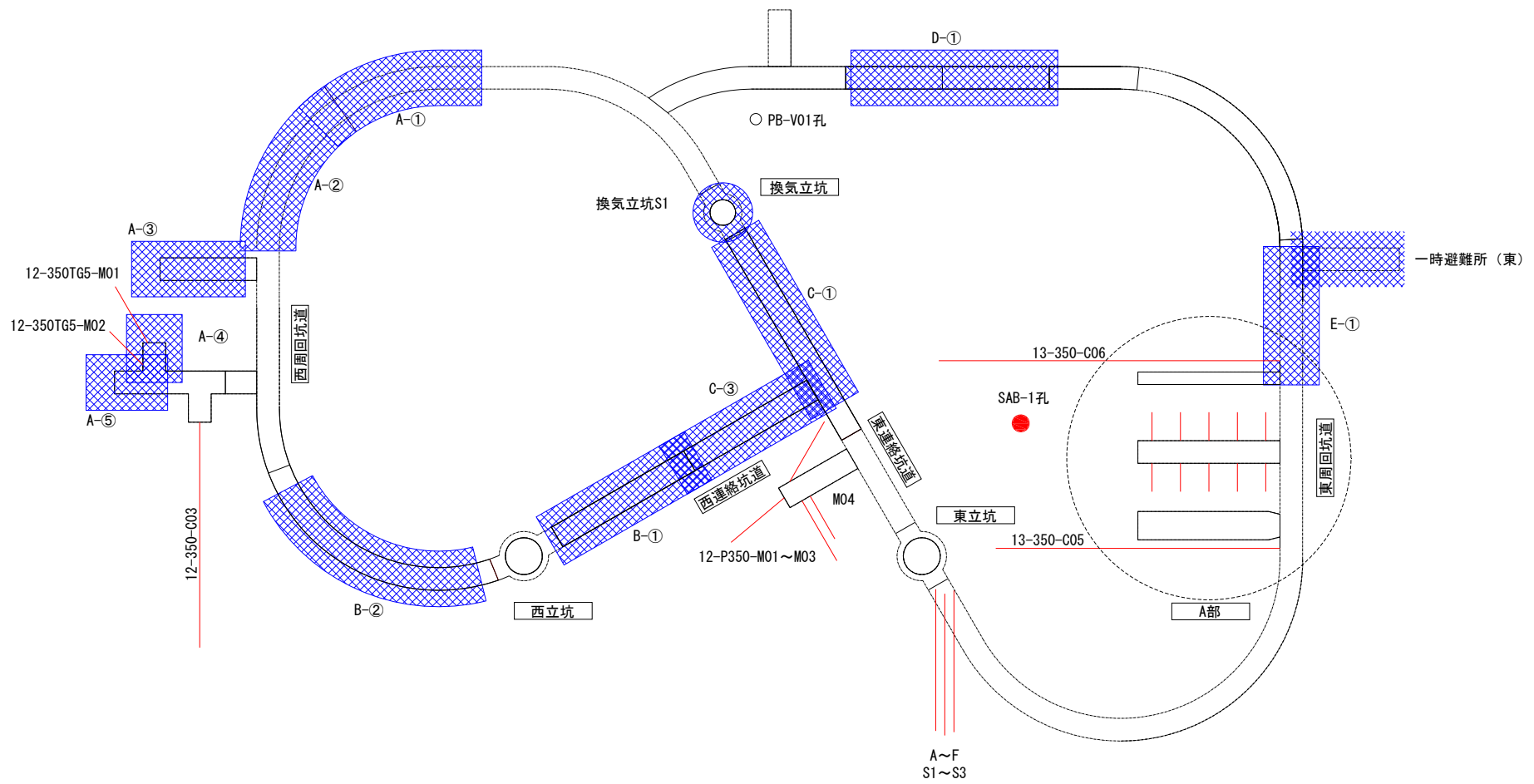


図 2-116 350m調査坑道グラウト工及びボーリング施工位置図

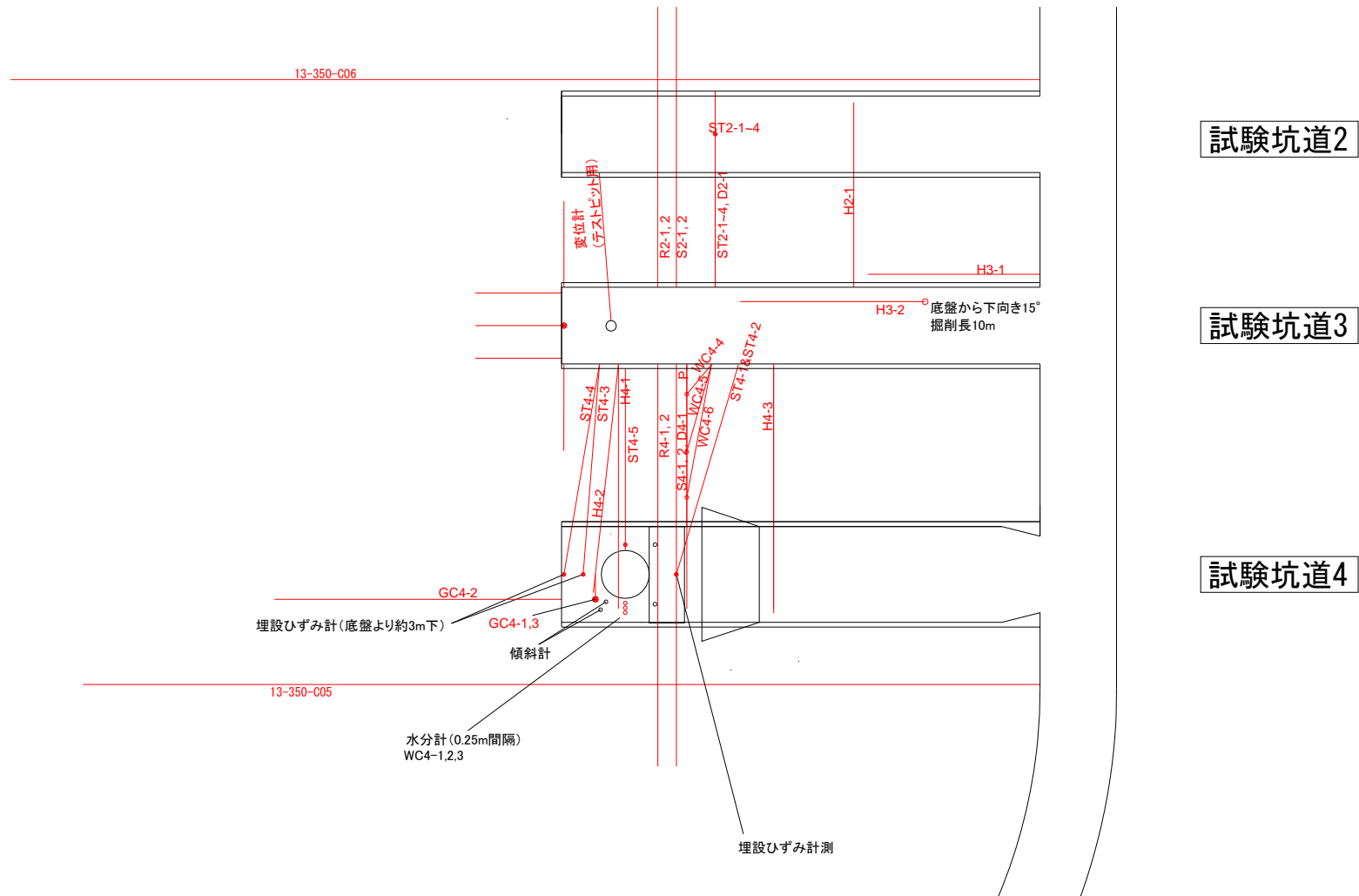
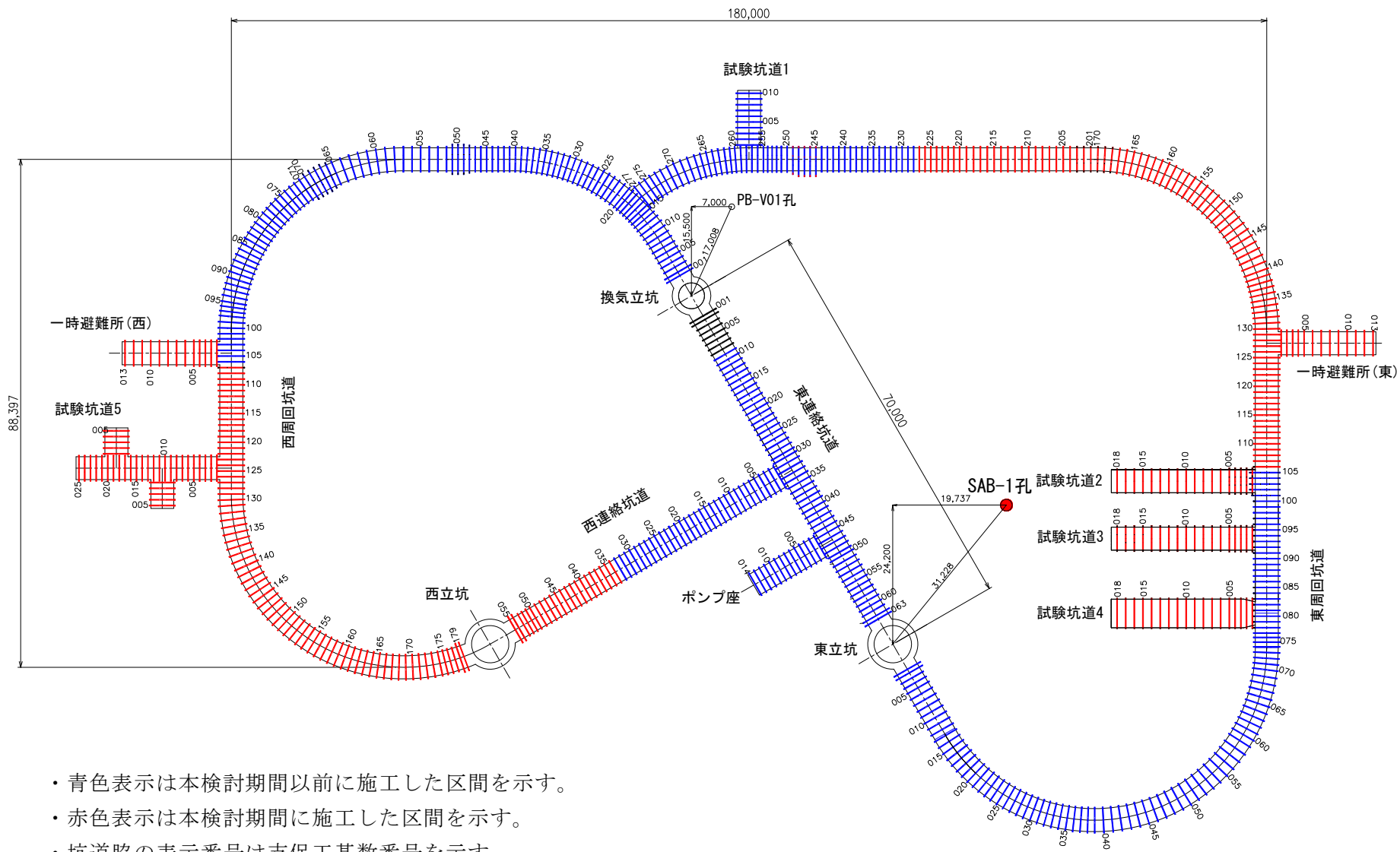


図 2-117 A部詳細図



- 青色表示は本検討期間以前に施工した区間を示す。
- 赤色表示は本検討期間に施工した区間を示す。
- 坑道脇の表示番号は支保工基数番号を示す。

図 2-118 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。

2013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 2-119 に除去前後の水圧値（kPa）を示す。また、図 2-120～図 2-121 に潮汐の影響による変動成分（kPa）を、図 2-122～図 2-123 に気圧の影響による変動成分（kPa）と大気圧を、図 2-124～図 2-125 にデジタルノイズ成分（kPa）を示す。

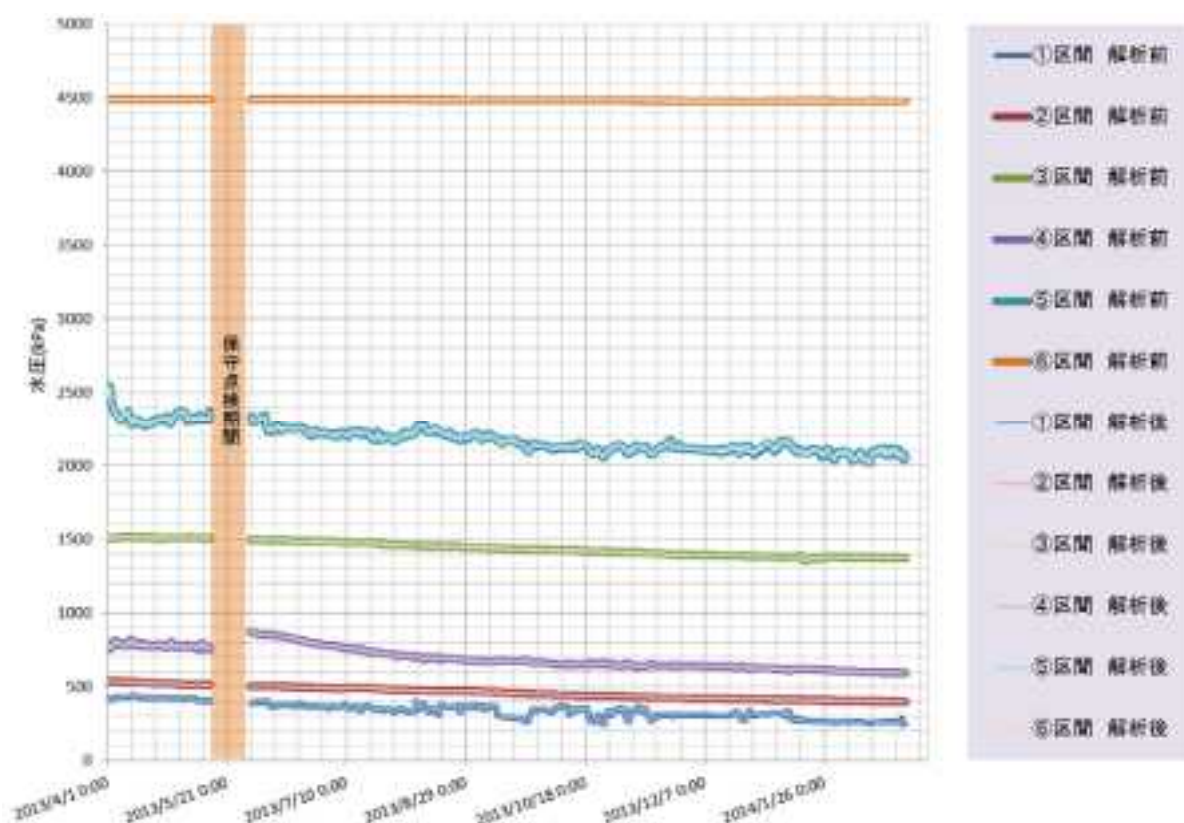


図 2-119 変動要因除去前後の水圧変動

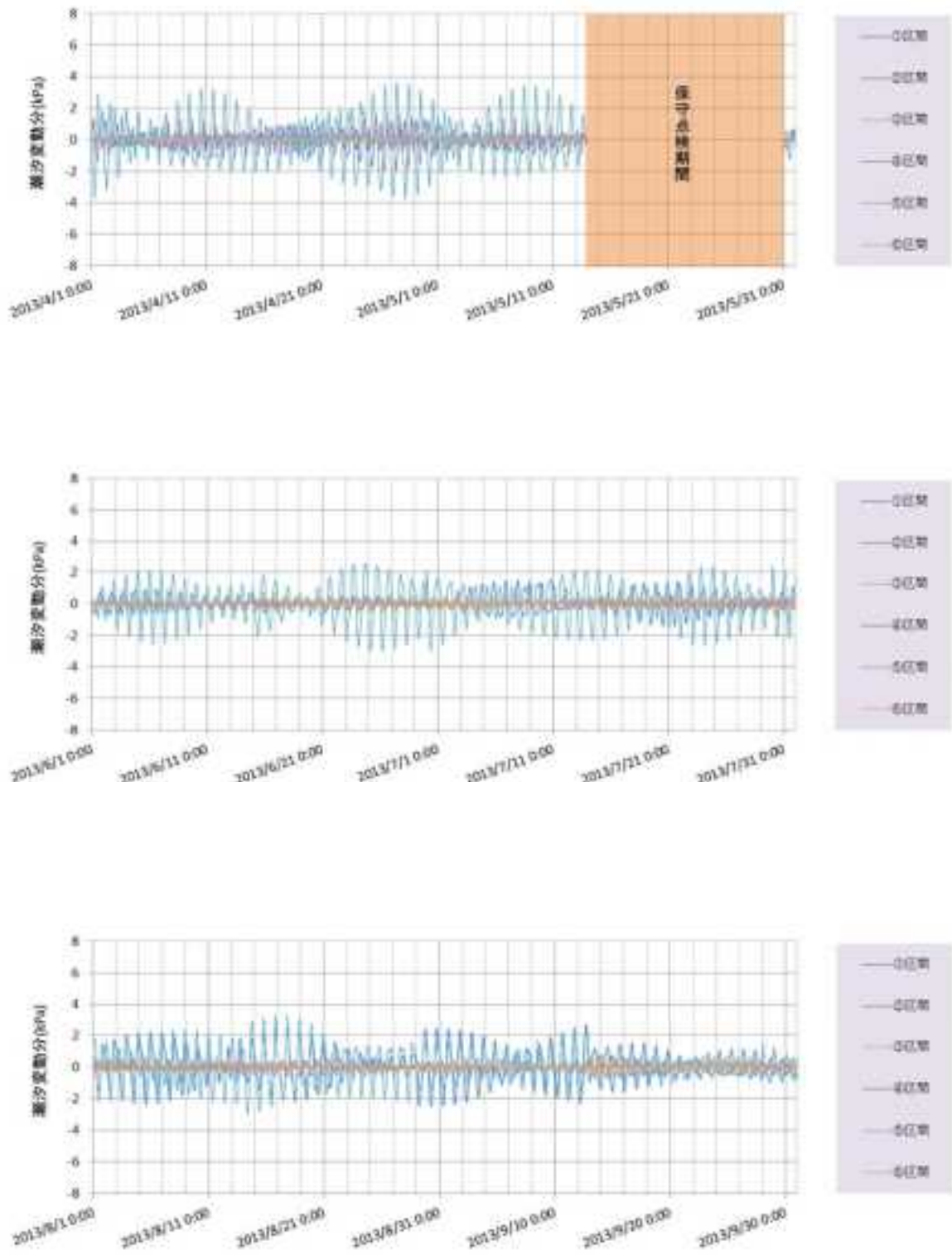


図 2-120 2013 年 4 月 1 日～2013 年 9 月 30 日における潮汐の影響による変動成分

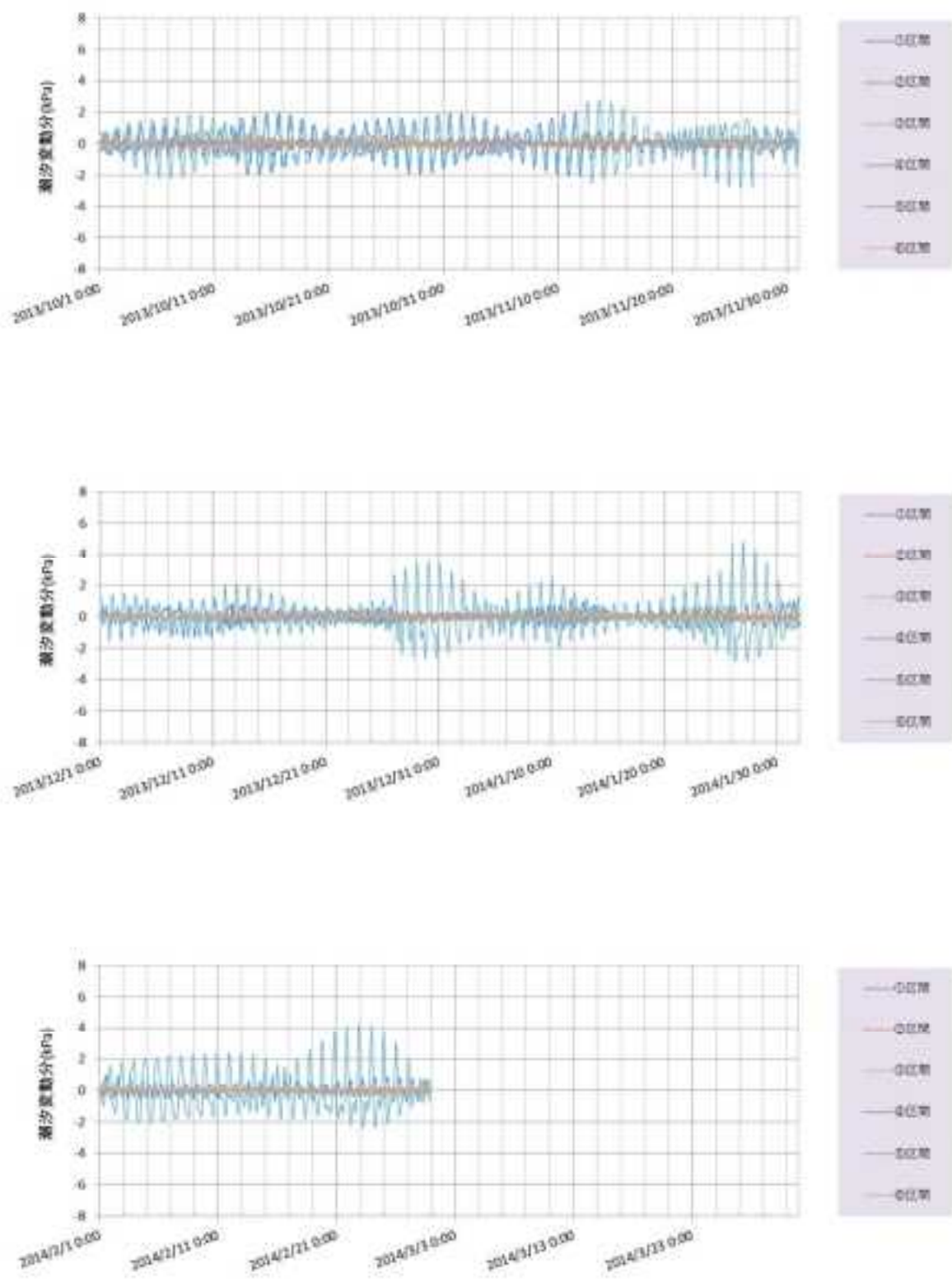


図 2-21 2013 年 10 月 1 日～2014 年 2 月 28 日における潮汐の影響による変動成分

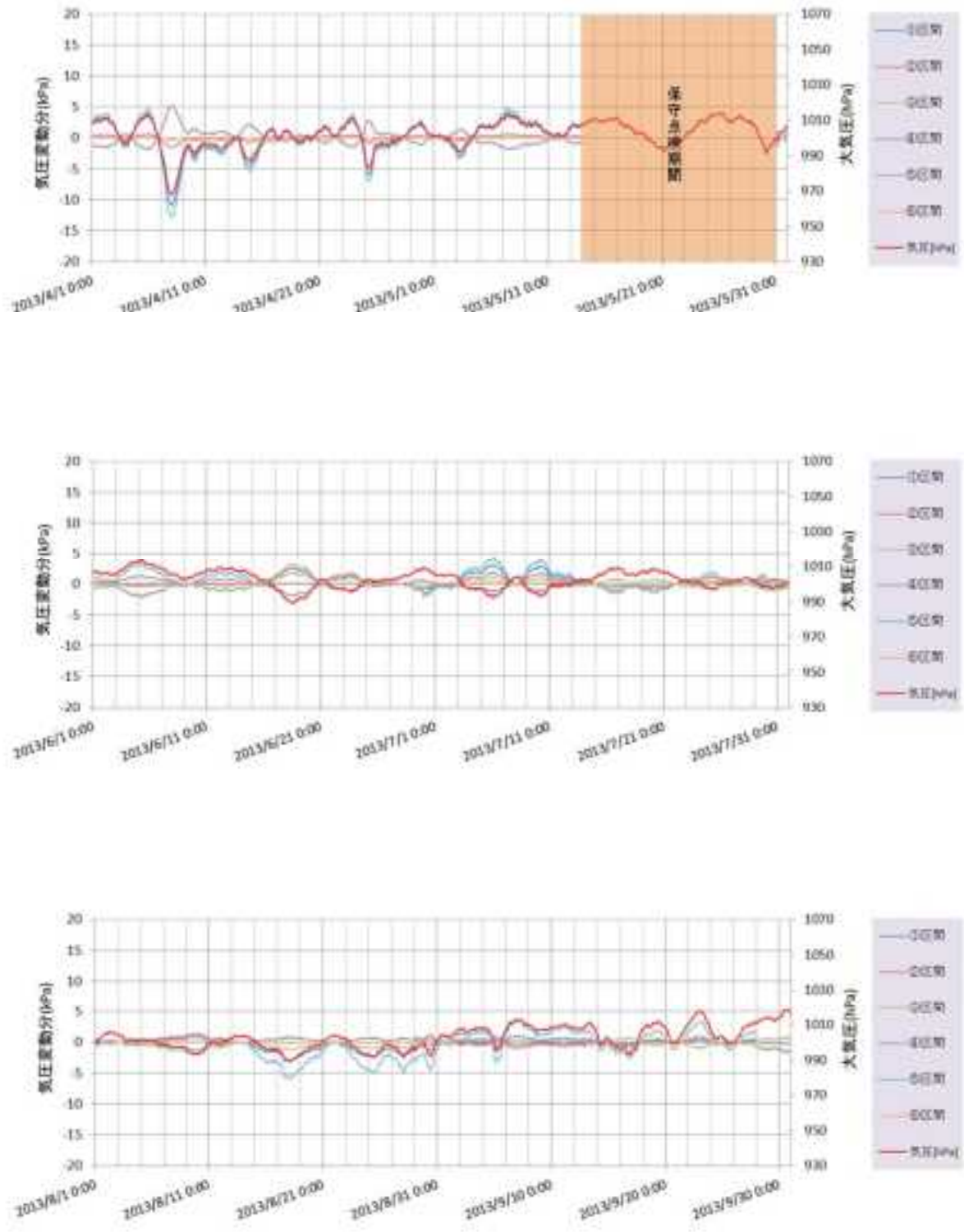


図 2-122 2013 年 4 月 1 日～2013 年 9 月 30 日における気圧の影響による変動成分と大気圧

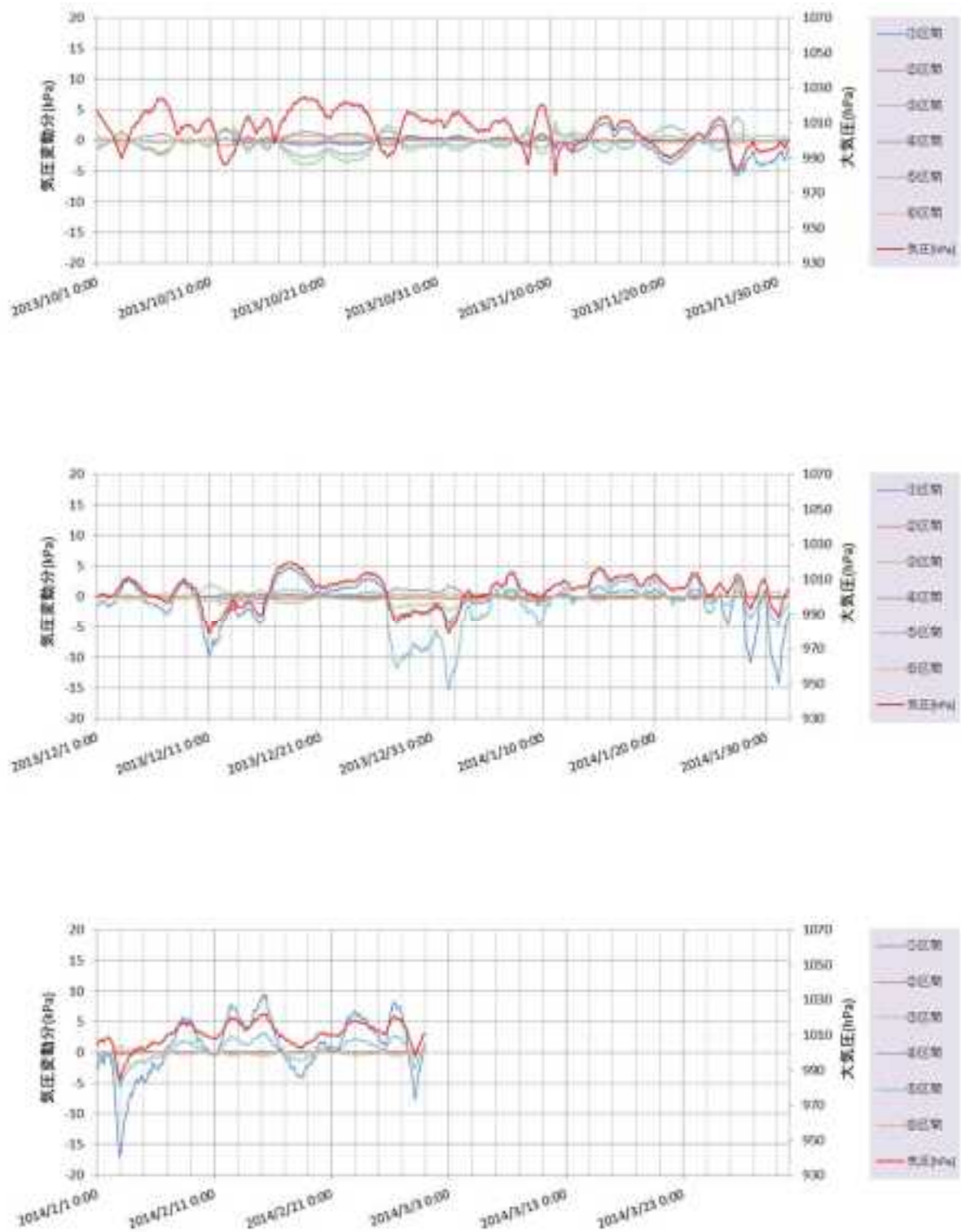


図 2-123 2013 年 10 月 1 日～2014 年 2 月 28 日における気圧の影響による変動成分と大気圧

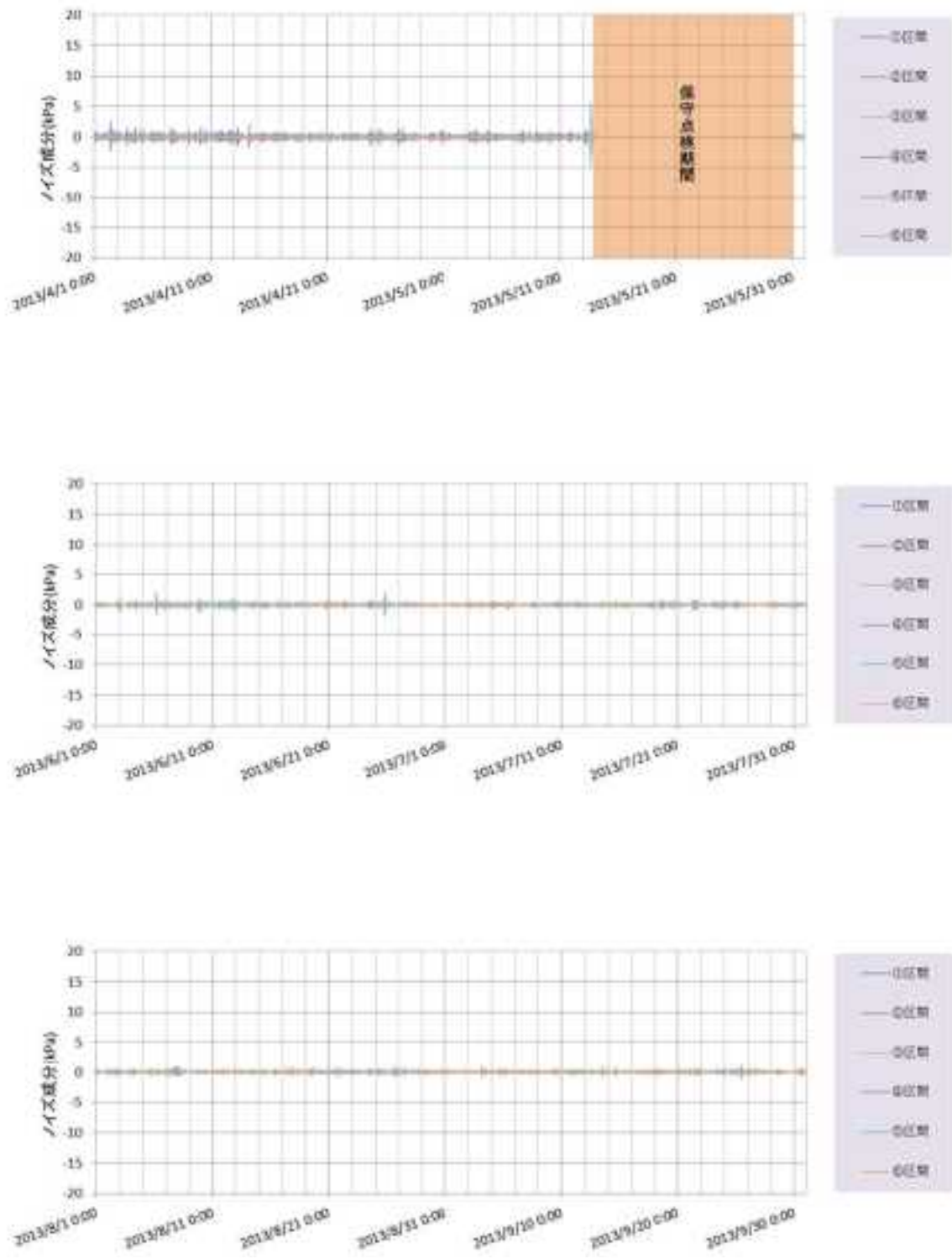


図 2-124 2013 年 4 月 1 日～2013 年 9 月 30 日におけるデジタルノイズ成分

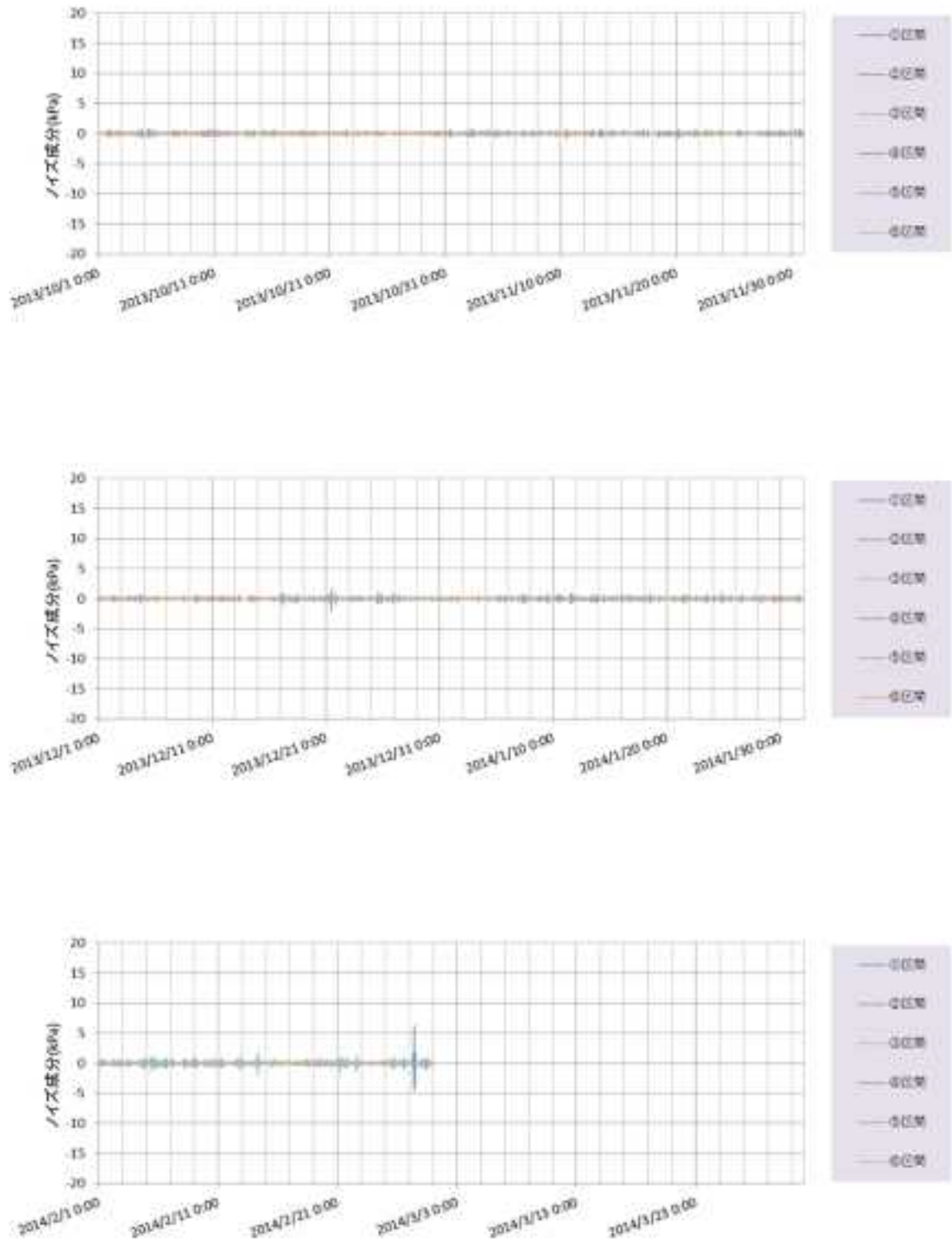


図 2-125 2013 年 10 月 1 日～2014 年 2 月 28 日におけるデジタルノイズ成分

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、⑤区間で大きな潮汐変動成分を示し最大で±4kPa 程度であり、その他の区間では最大でも±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 2-45 BAYTAP-G の解析パラメーター一覧

パラメーター名称	設定値	説明
KIND	8	理論潮汐の種類を指定するパラメーター。 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の下限值を指定するパラメーター。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ー。 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 2-126 に 2013 年 3 月 1 日～2014 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 2-127～図 2-153 および表 2-46～表 2-49 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。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。

また、グラフは上段から坑内作業工程、立坑掘削深度、水圧経時変化、坑内湧水量を示しており、湧水量は時間当たりの排水量から給水量を差し引いた地下施設全体からの総湧水量を示している。

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 1.0m/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図 2-153 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 2-127～図 2-153、表 2-46～表 2-49）。

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 2013 年 2 月 9 日～3 月 20 日付近と 6 月 13 日～8 月 3 日付近で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 2-126）。同期間では後述するように他の水圧観測孔においても同様な水圧変化が確認される（2.10）。本検討では、上記の水圧変動についても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-c、④-d）。

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 2-127～図 2-153、表 2-46～表 2-49）。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。

3) SAB-1 孔における作業の実施状況

2013 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。

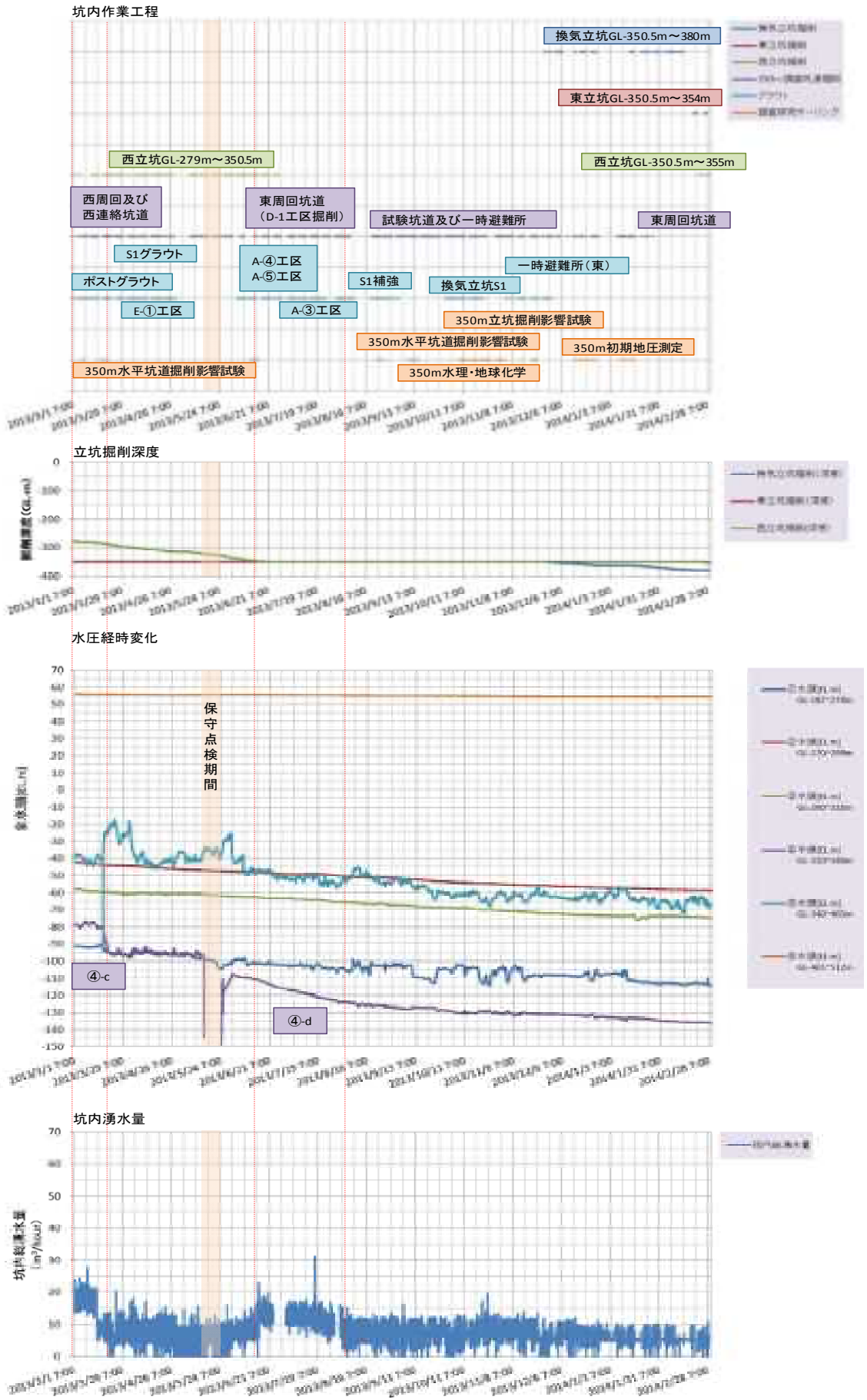


図 2-126 2013年3月1日~2014年2月28日における長期的な水圧変動

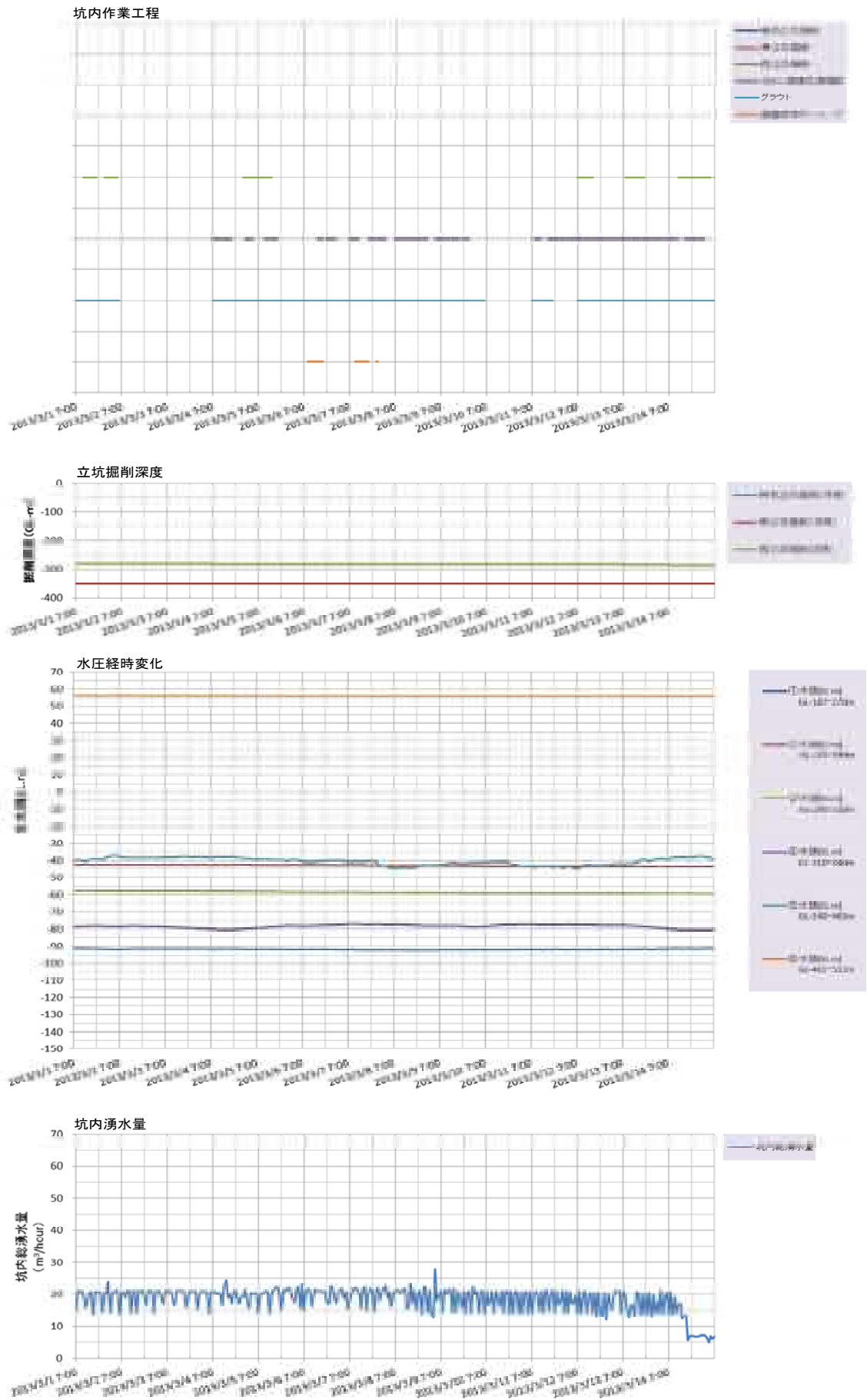


図 2-27 2013年3月1日~2013年3月14日における短期的な水圧変動

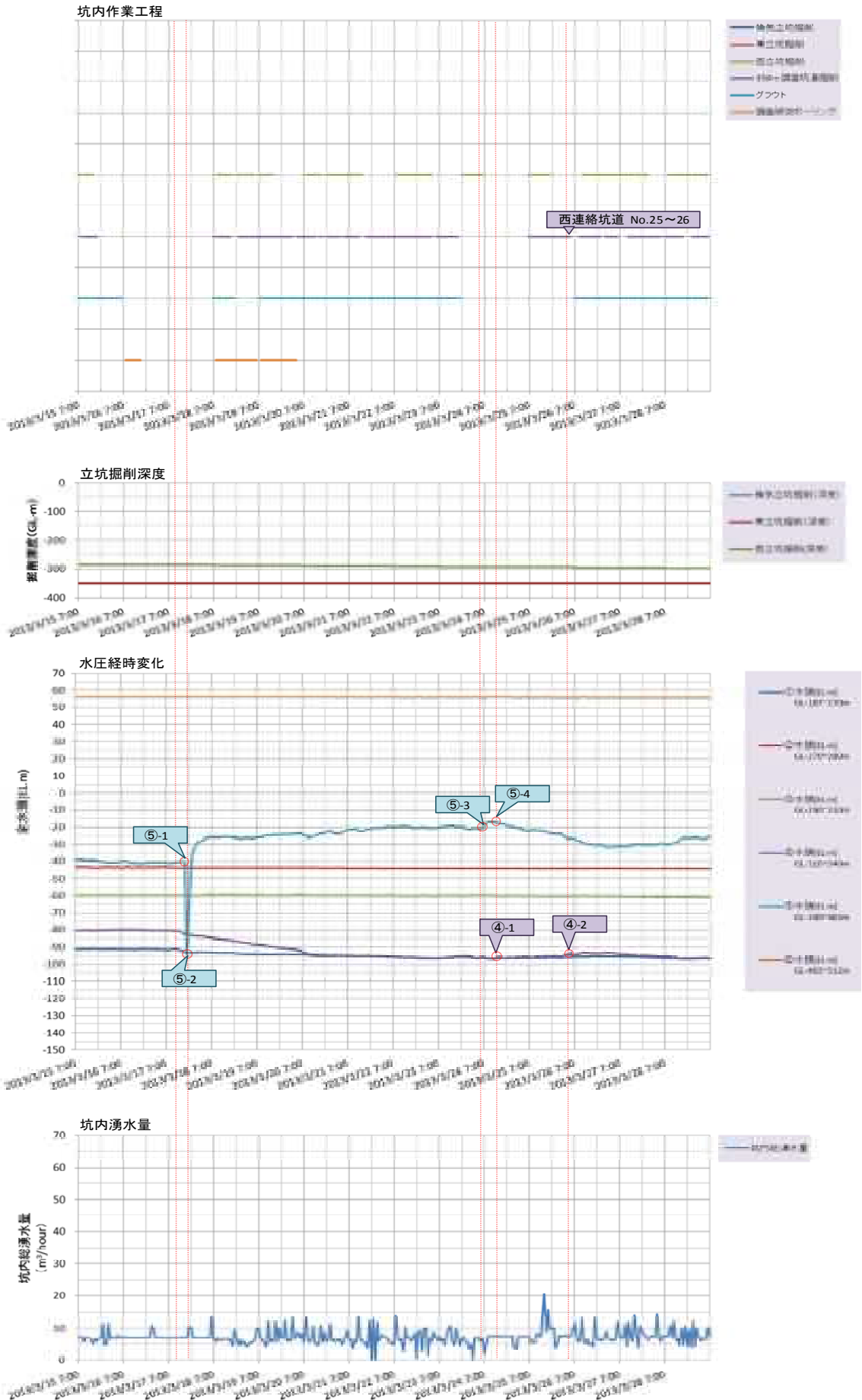


図 2-128 2013年3月15日~2013年3月28日における短期的な水圧変動

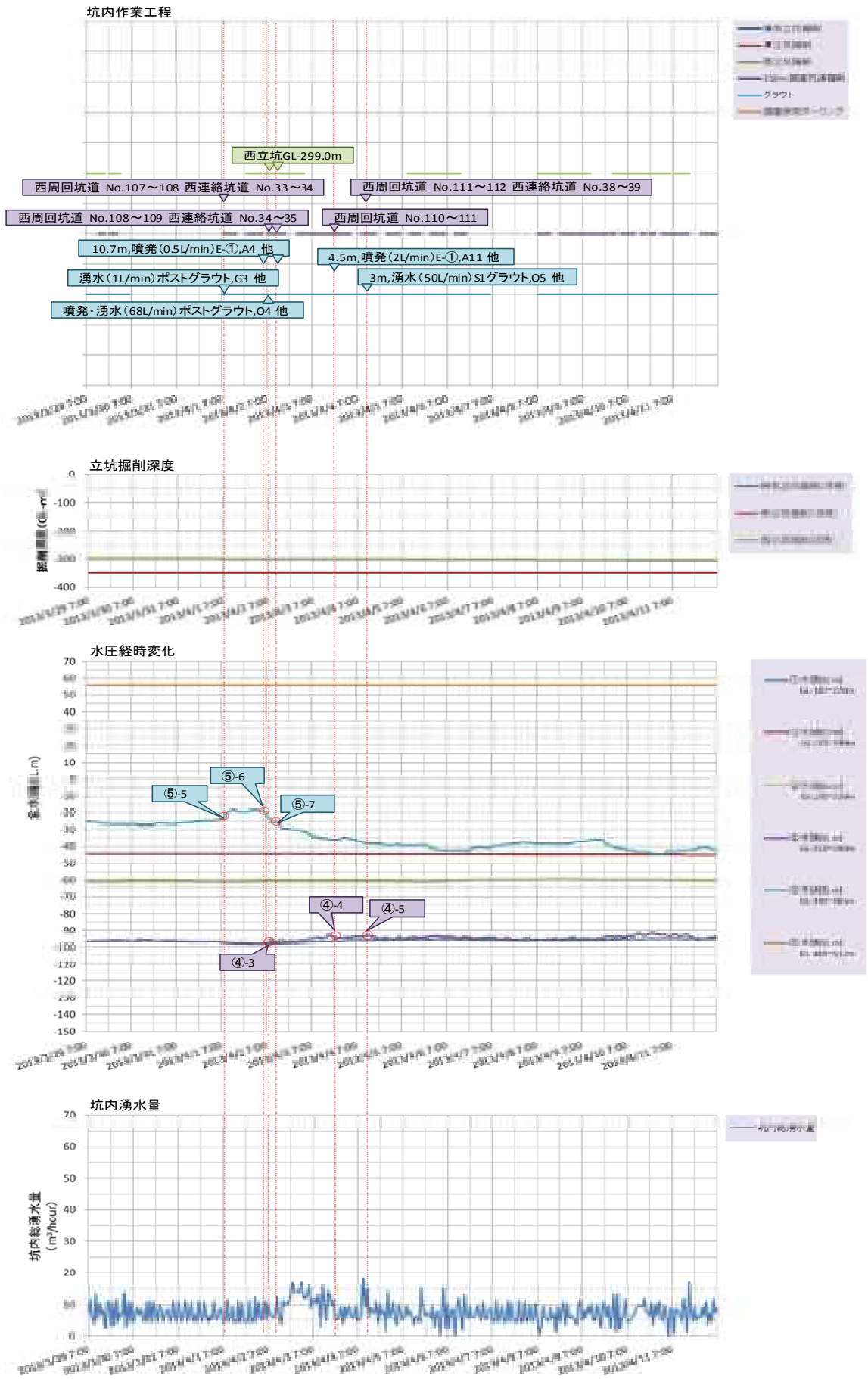


図 2-129 2013年3月29日~2013年4月11日における短期的な水圧変動

坑内作業工程

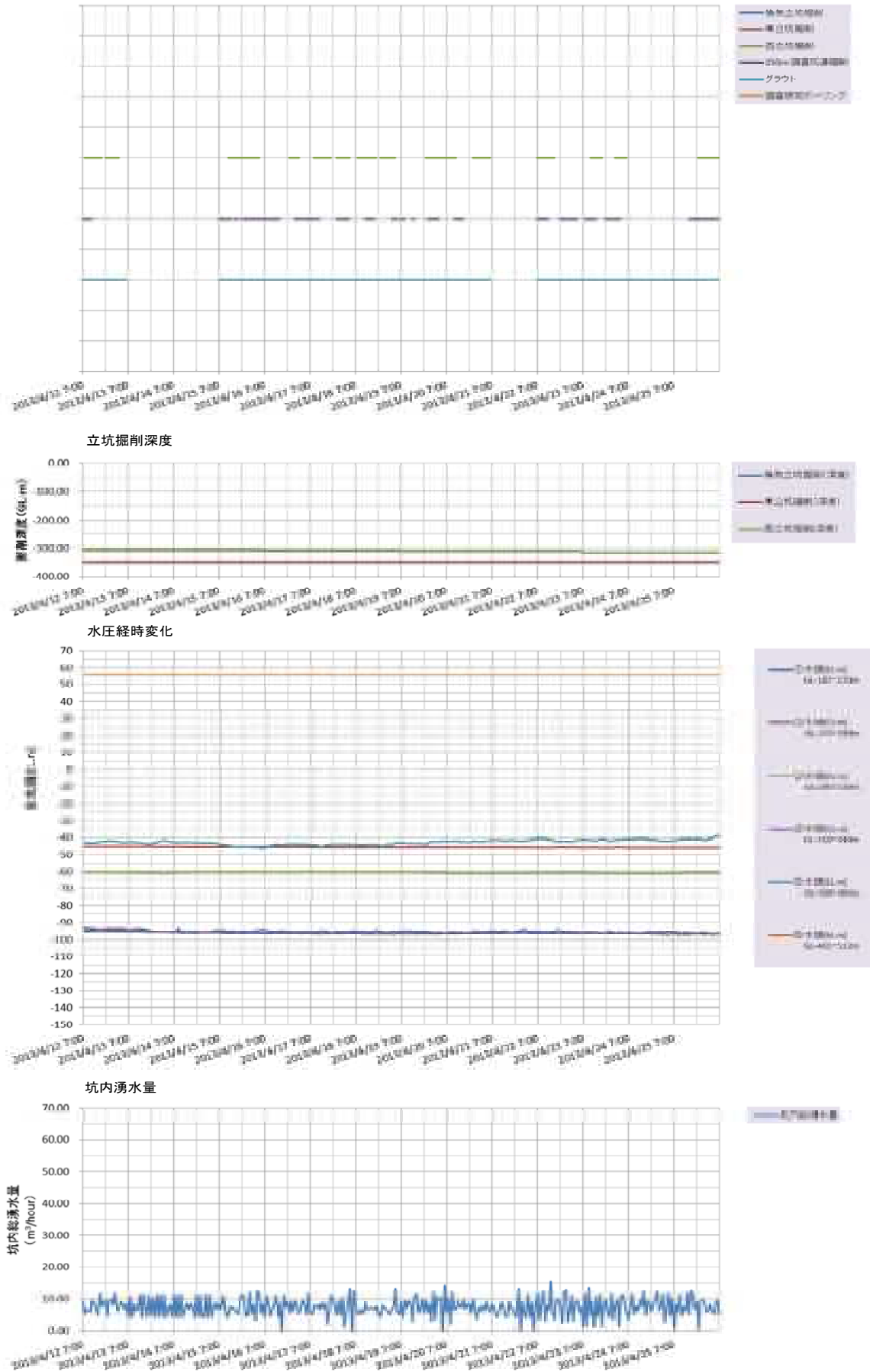


図 2-130 2013年4月12日~2013年4月25日における短期的な水圧変動

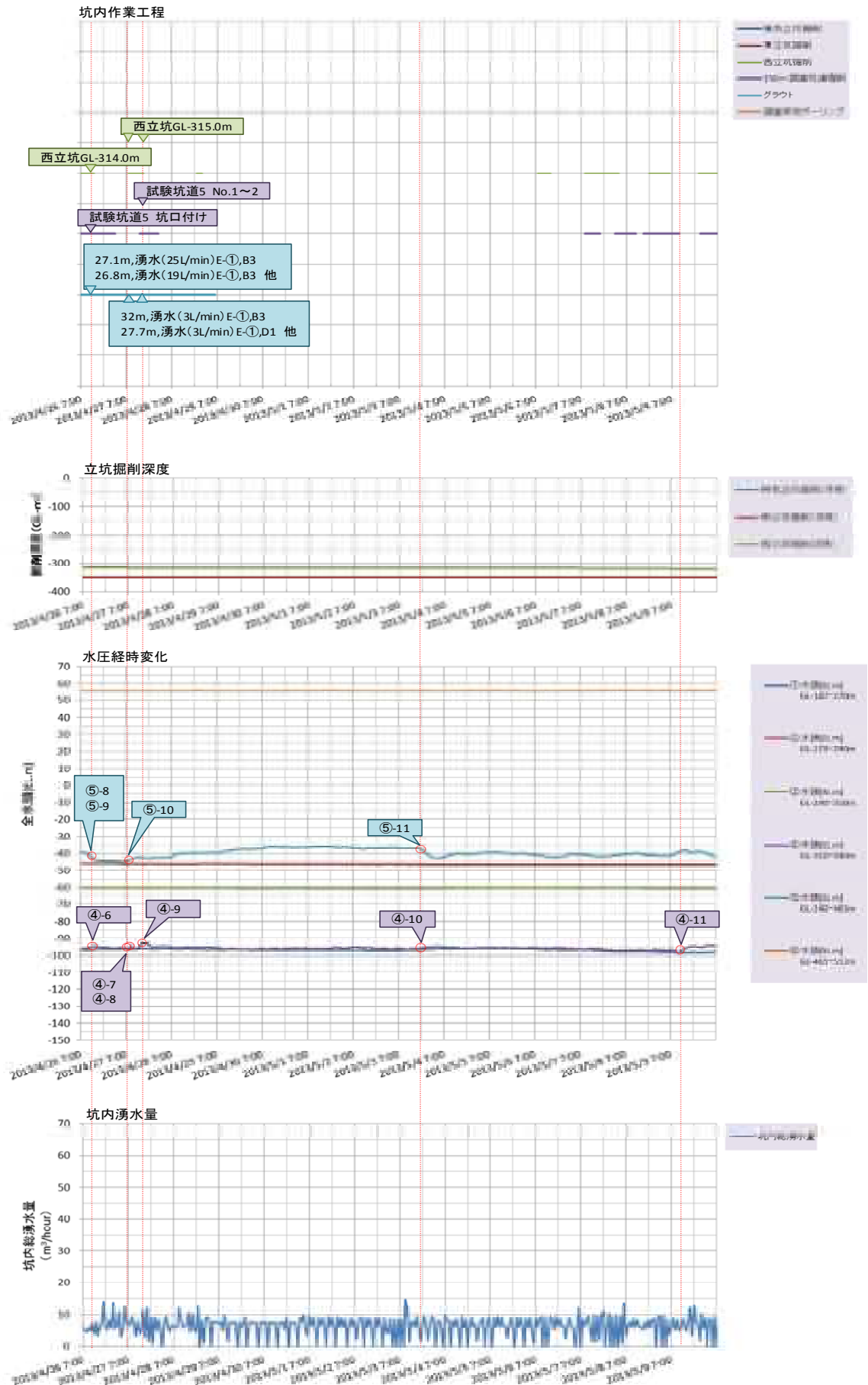
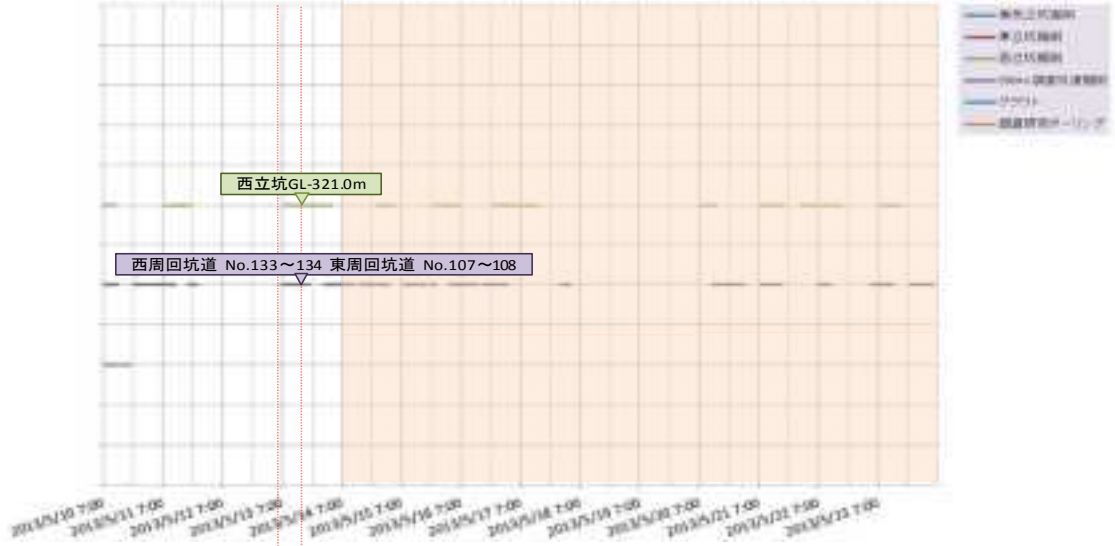
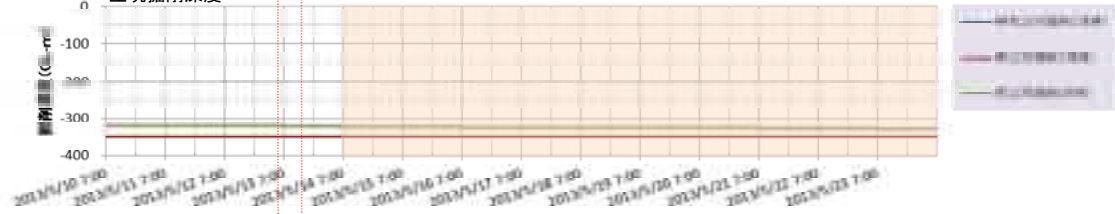


図 2-131 2013年4月26日~2013年5月9日における短期的な水圧変動

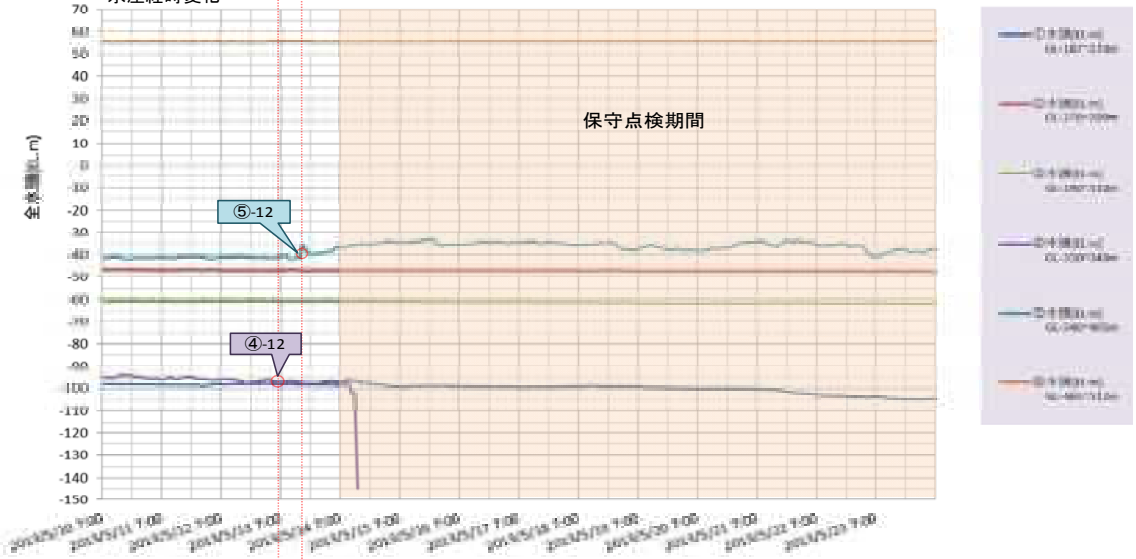
坑内作業工程



立坑掘削深度



水压経時変化



坑内湧水量



図 2-132 2013年5月10日~2013年5月23日における短期的な水压変動

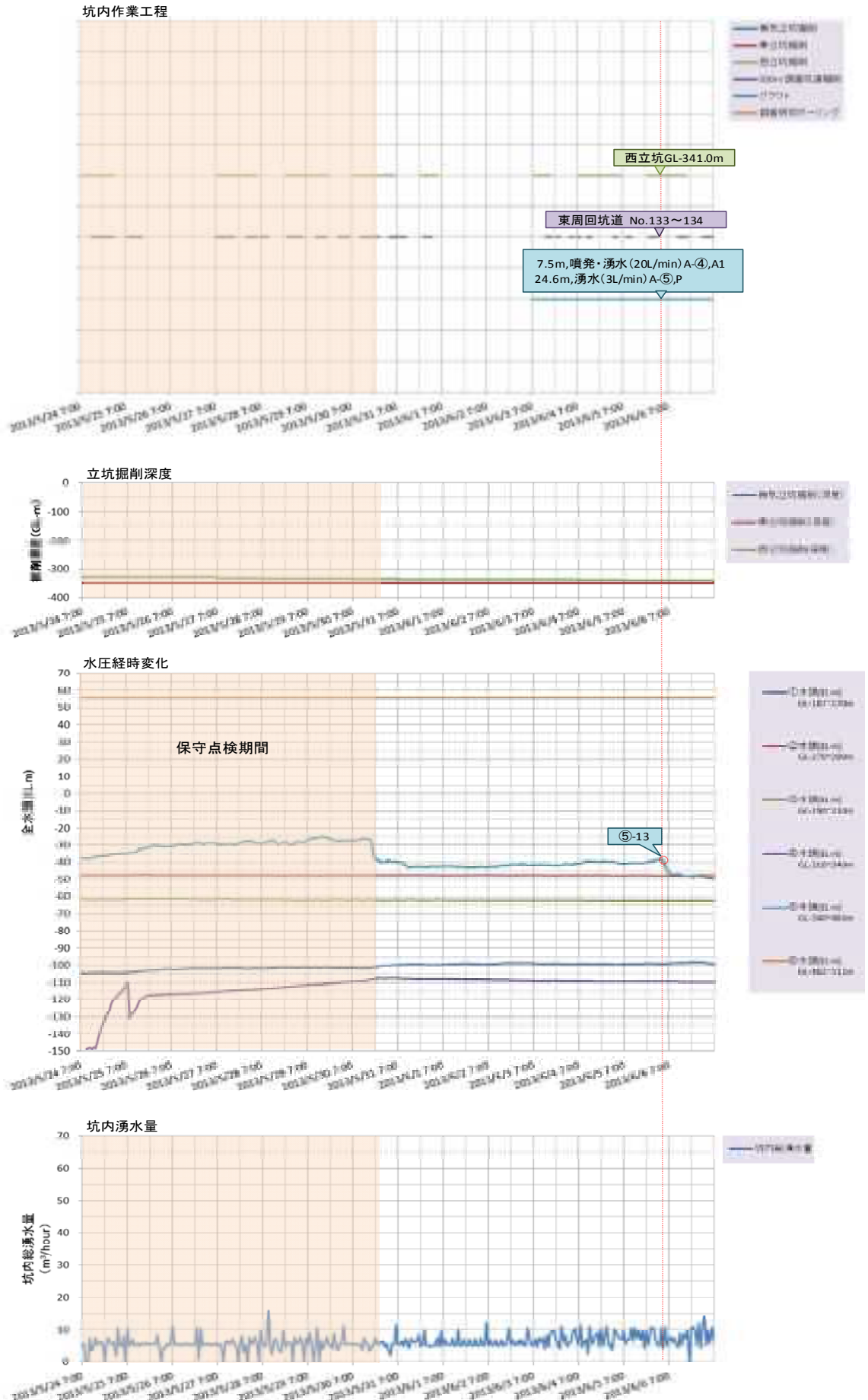


図 2-133 2013年5月24日~2013年6月6日における短期的な水圧変動

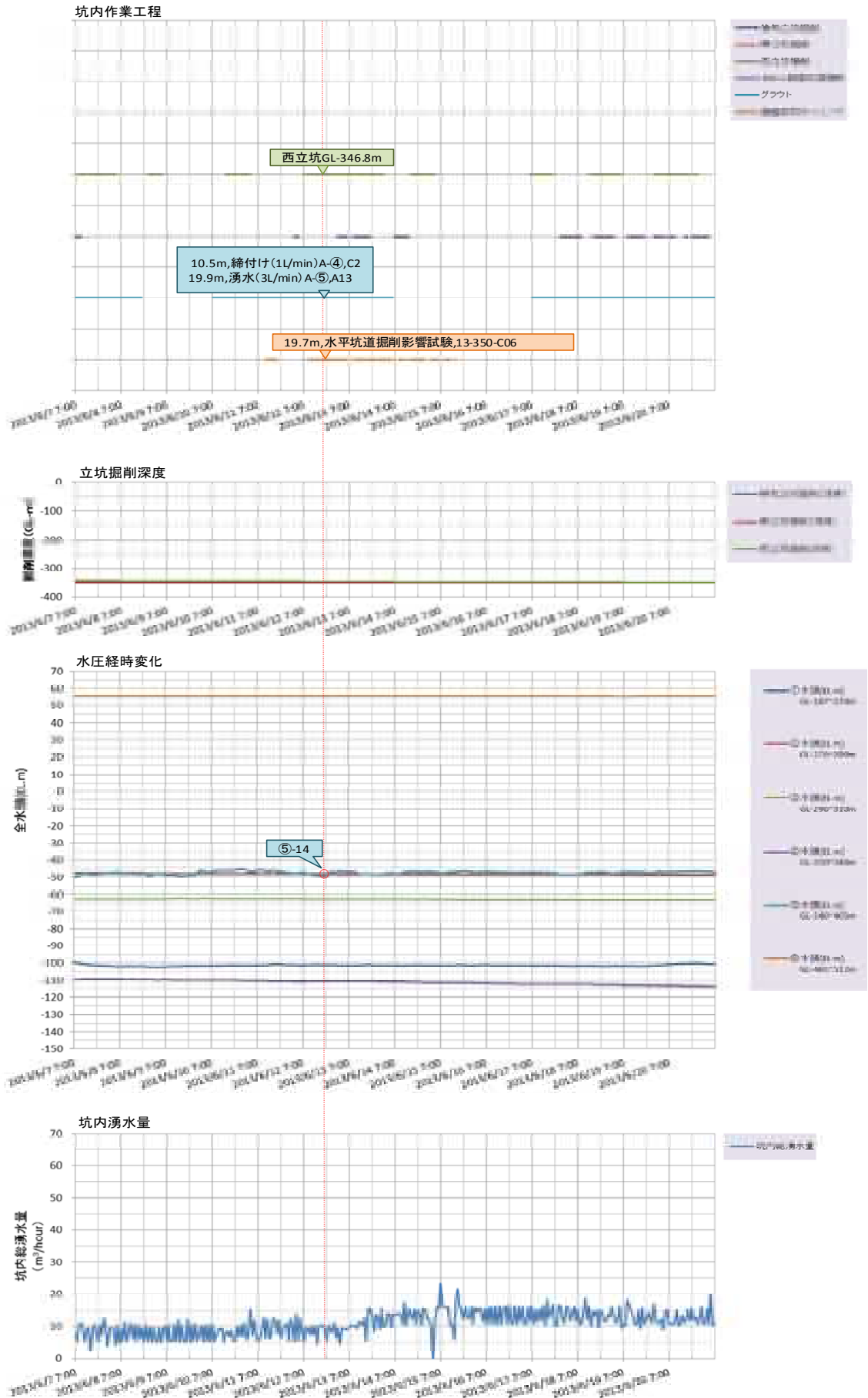


図 2-134 2013年6月7日~2013年6月20日における短期的な水圧変動

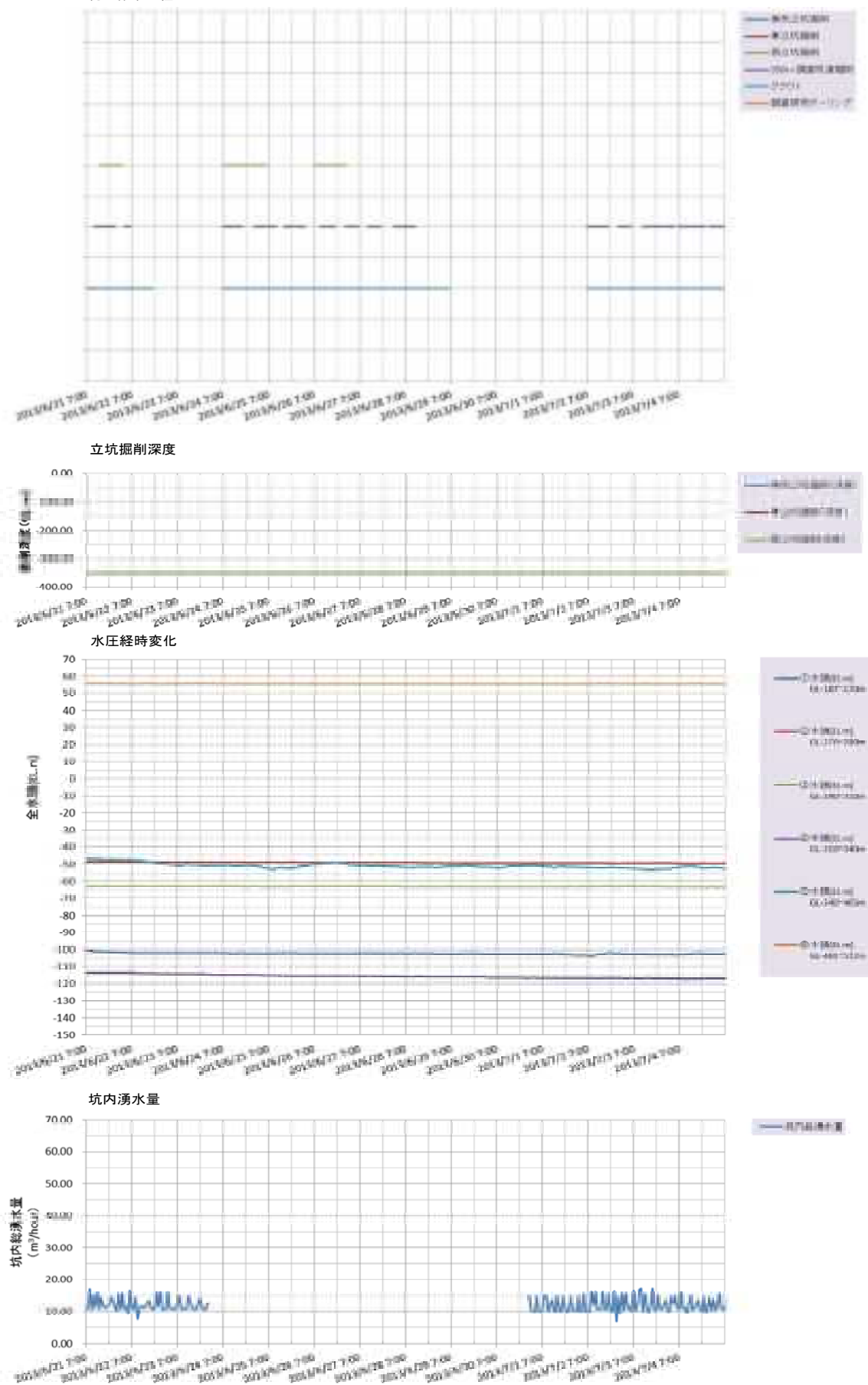


図 2-135 2013年6月21日~2013年7月4日における短期的な水压変動

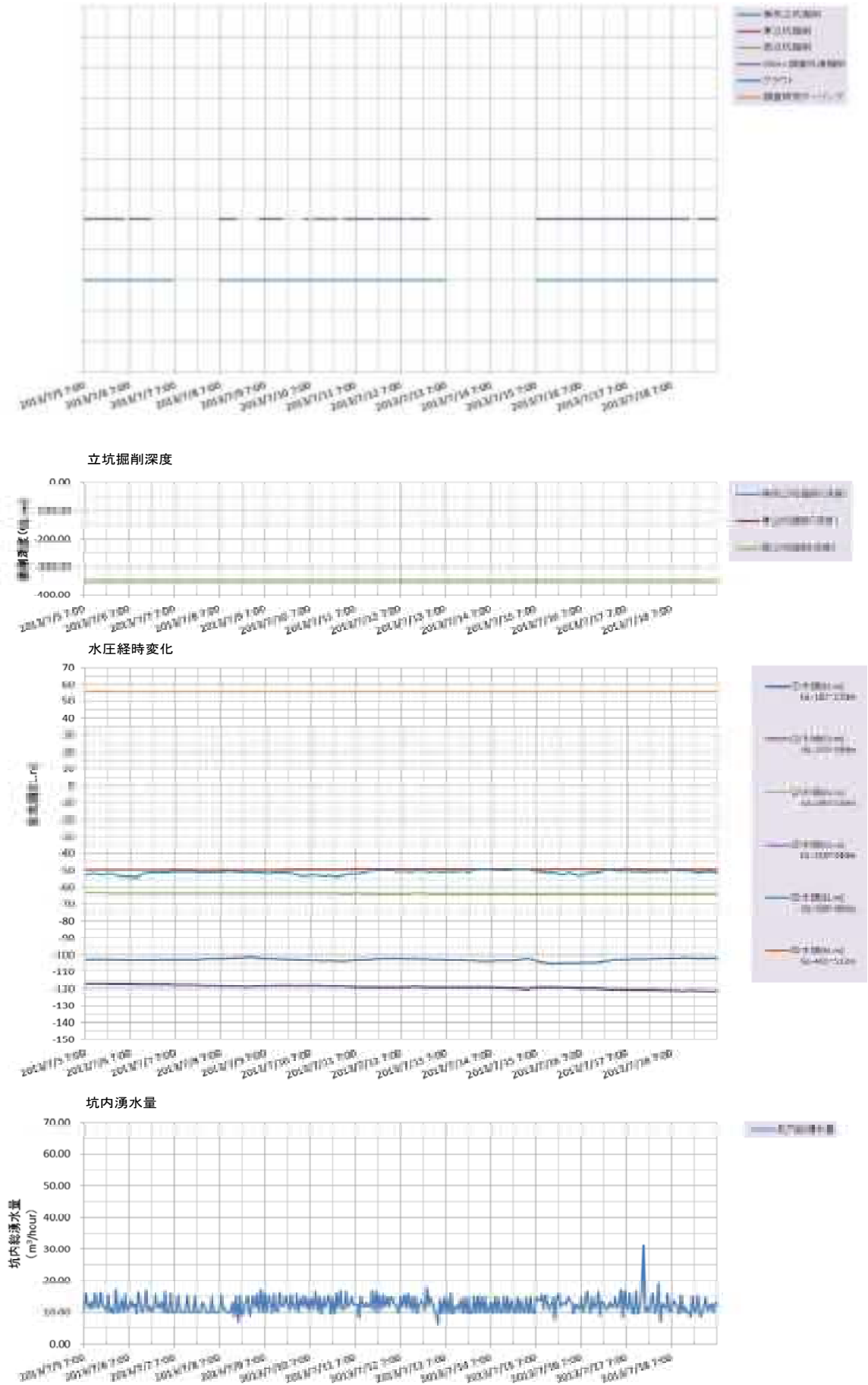
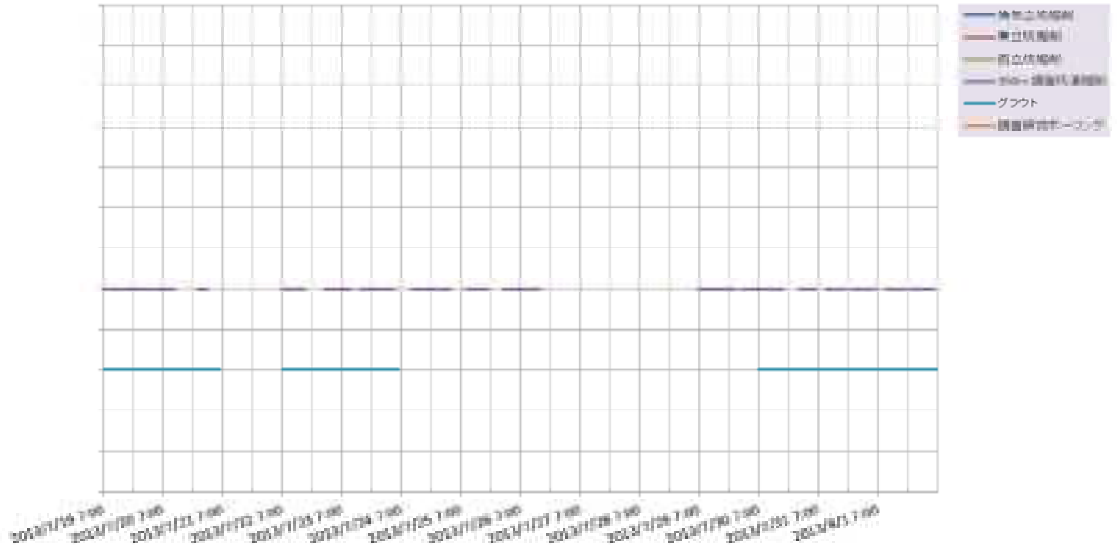
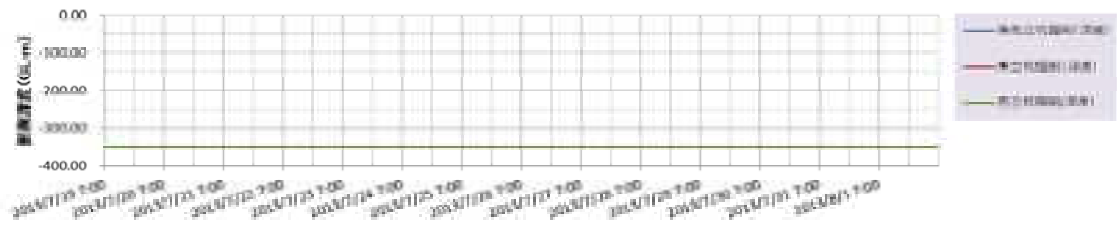


図 2-136 2013年7月5日~2013年7月18日における短期的な水压変動

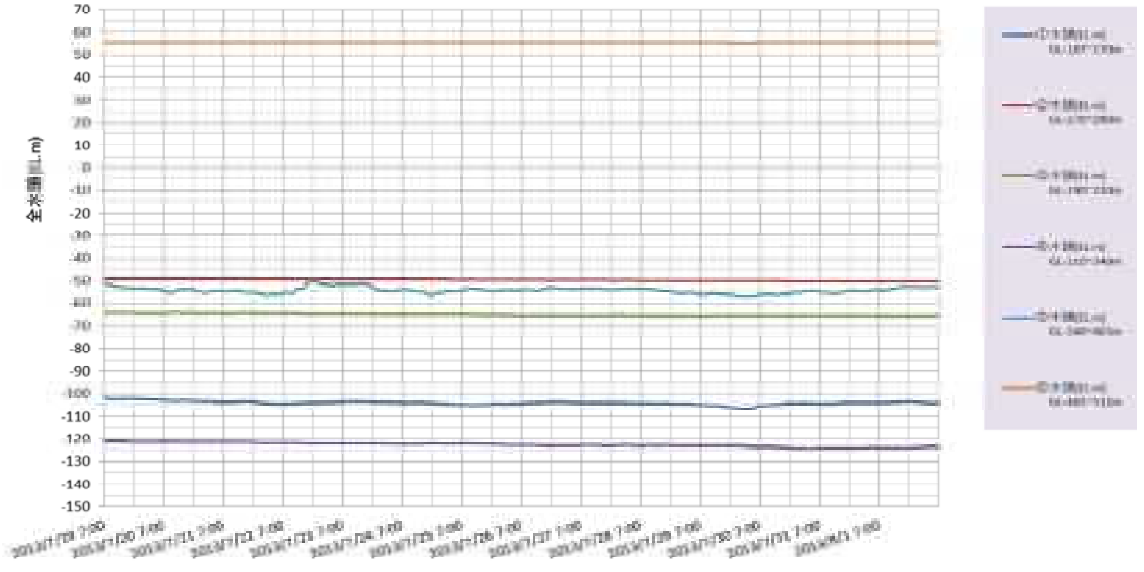
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

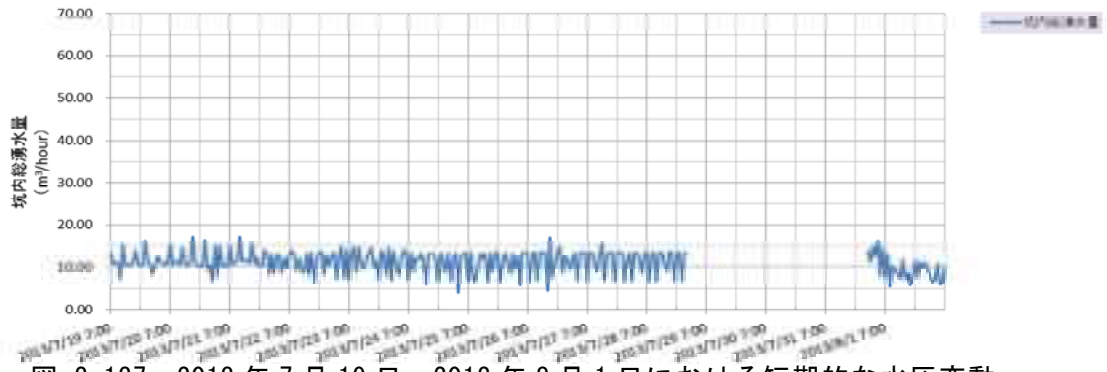


図 2-137 2013年7月19日~2013年8月1日における短期的な水圧変動

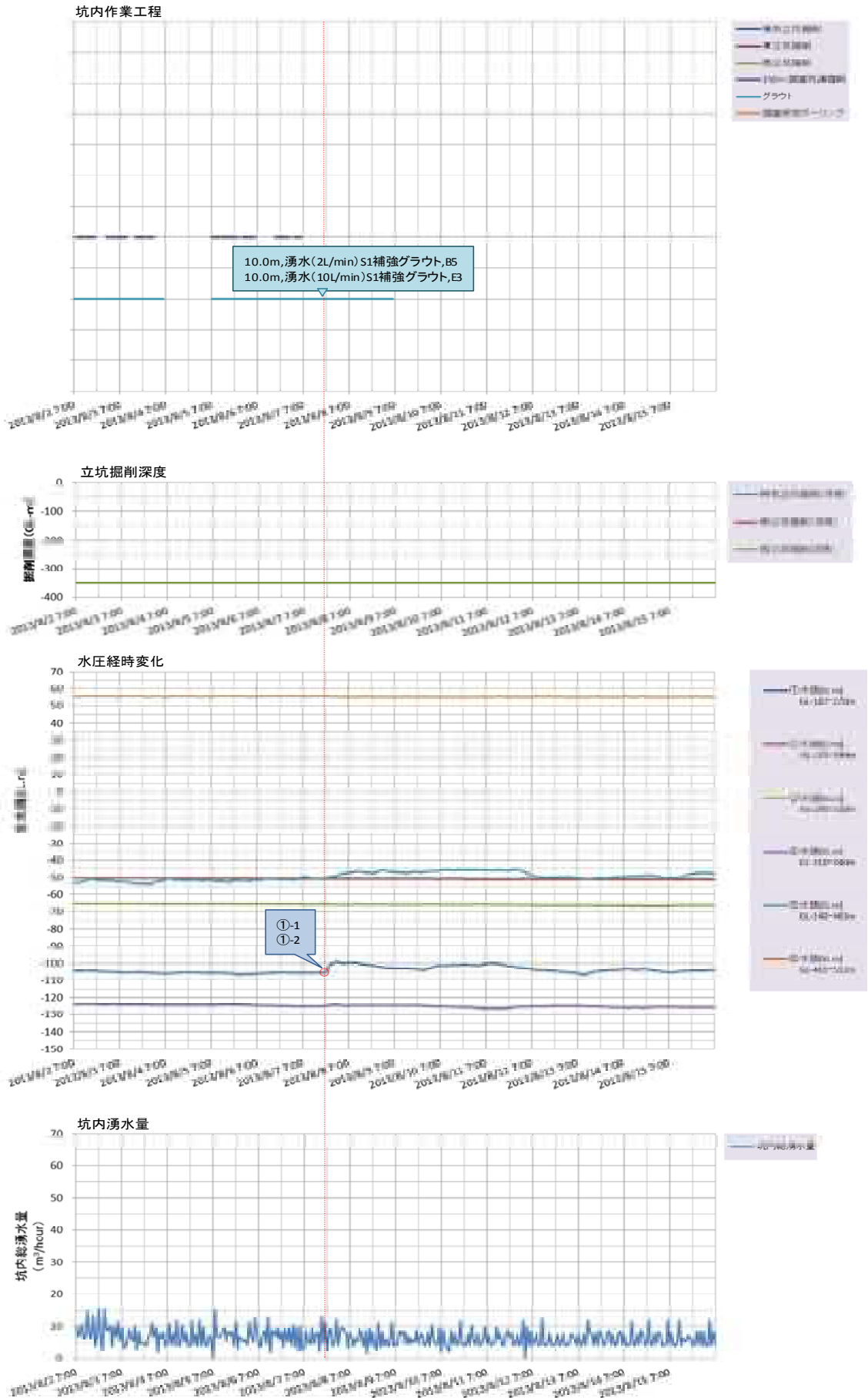


図 2-138 2013年8月2日~2013年8月15日における短期的な水圧変動

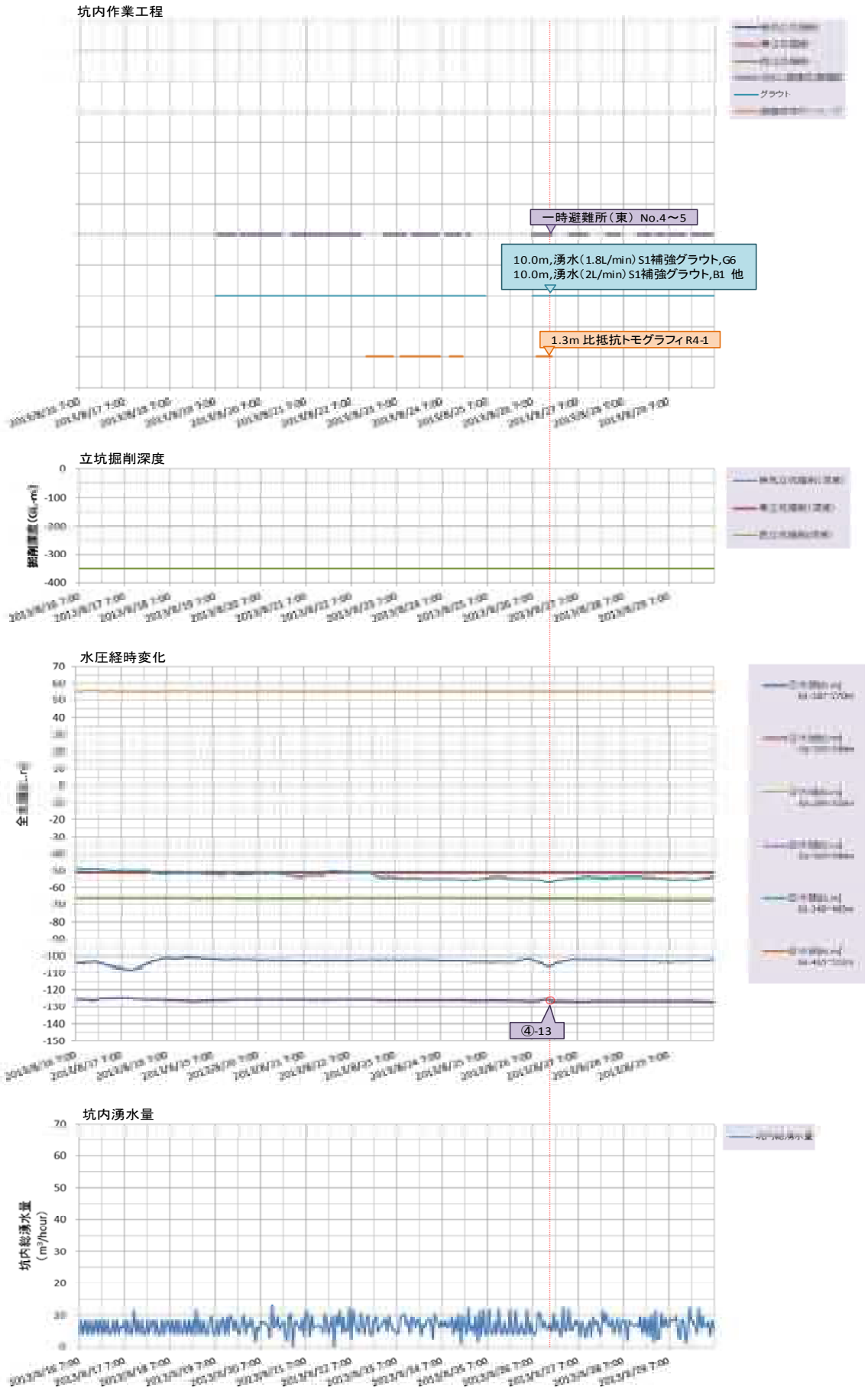


図 2-139 2013年8月16日~2013年8月29日における短期的な水圧変動

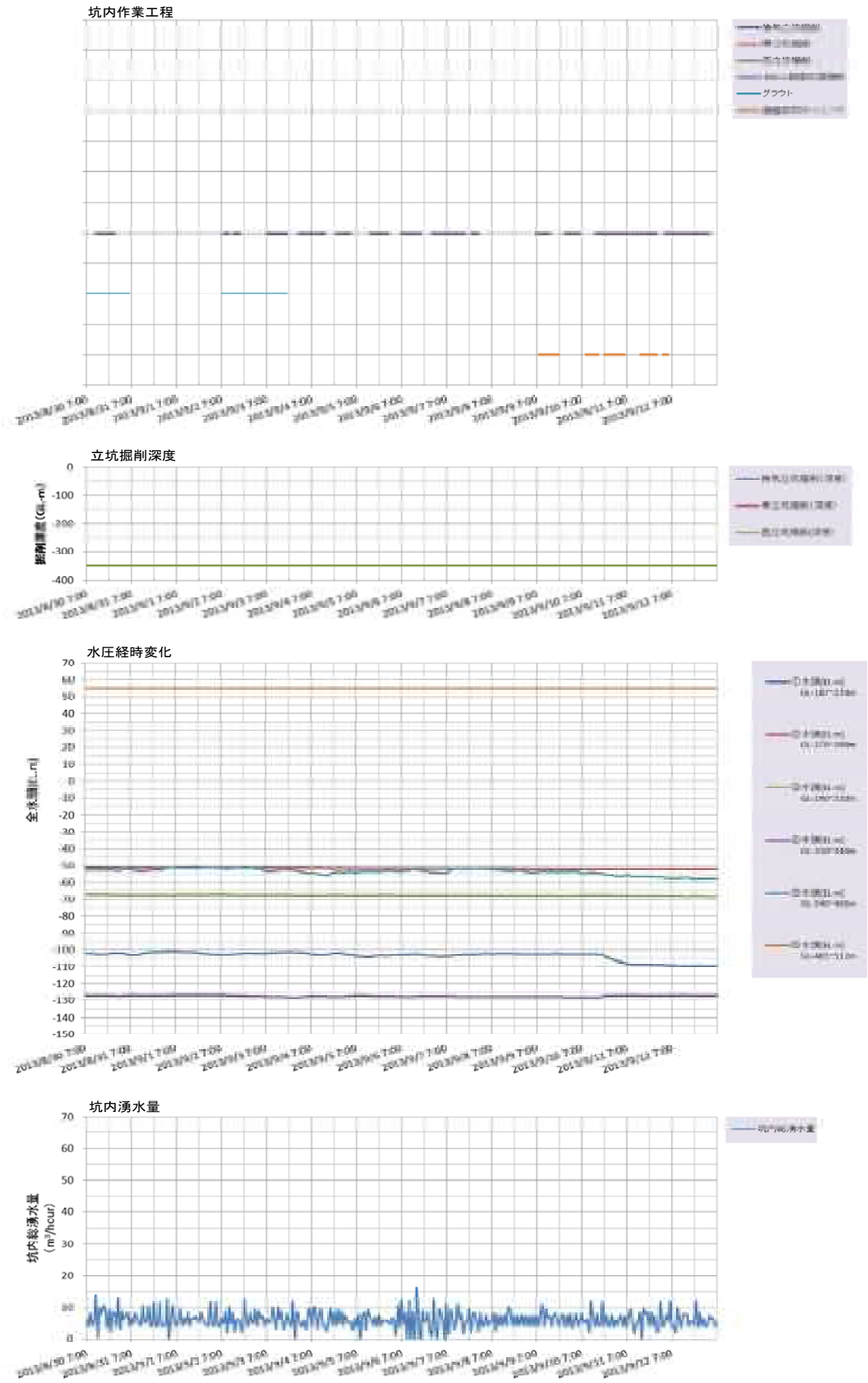


図 2-140 2013年8月30日~2013年9月12日における短期的な水圧変動

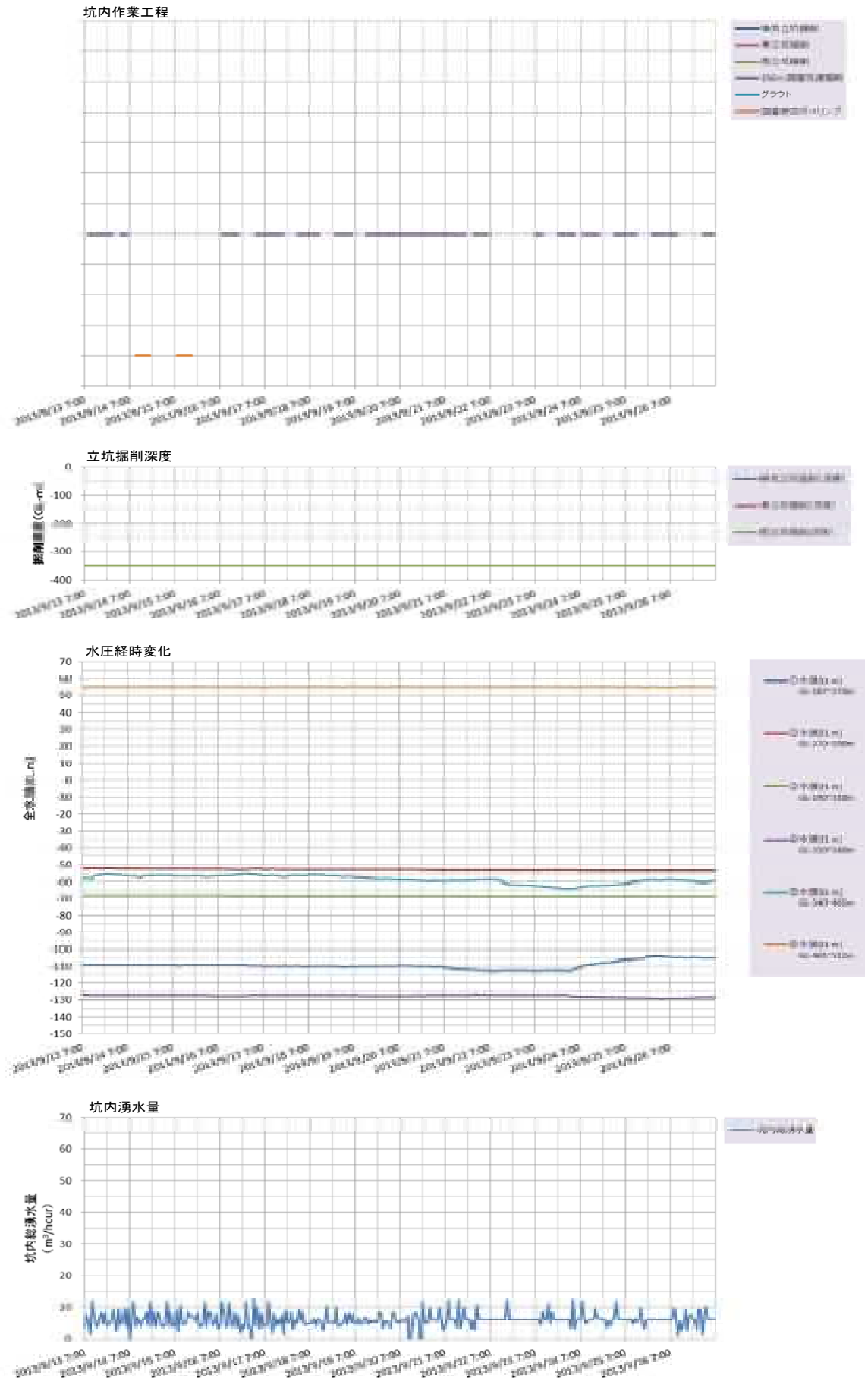


図 2-141 2013年9月13日~2013年9月26日における短期的な水圧変動

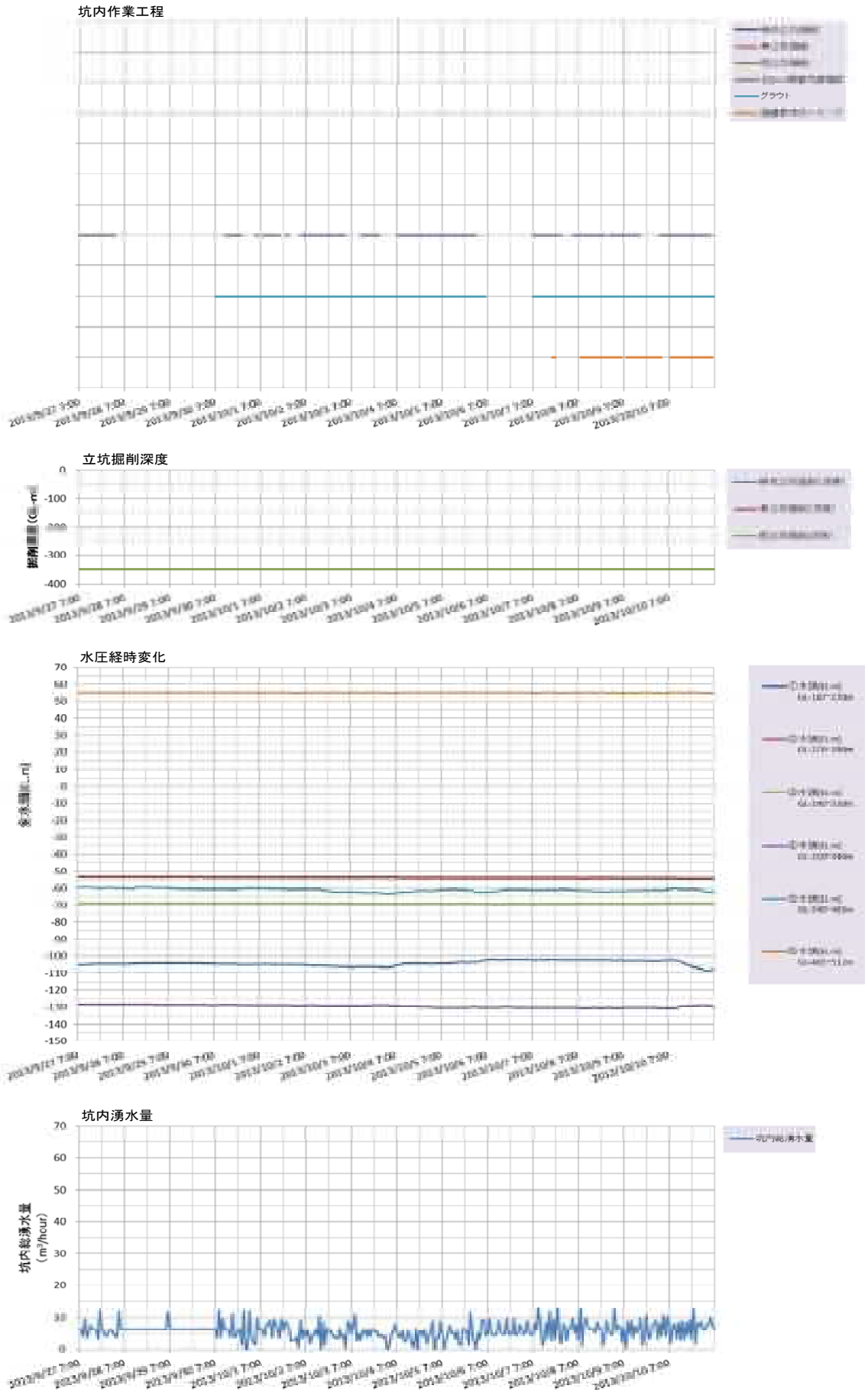


図 2-142 2013年9月27日~2013年10月10日における短期的な水圧変動

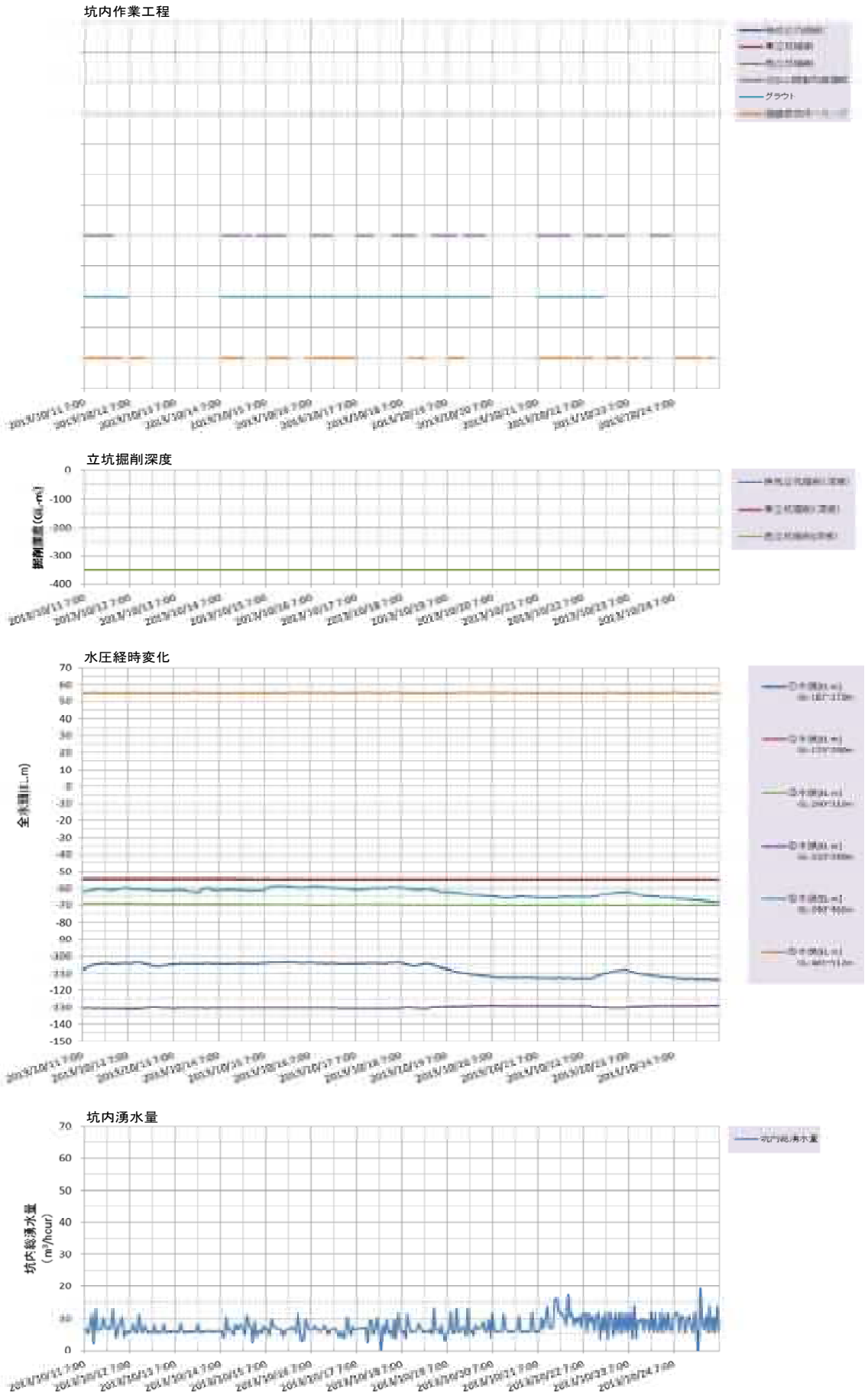


図 2-143 2013年10月11日~2013年10月24日における短期的な水圧変動

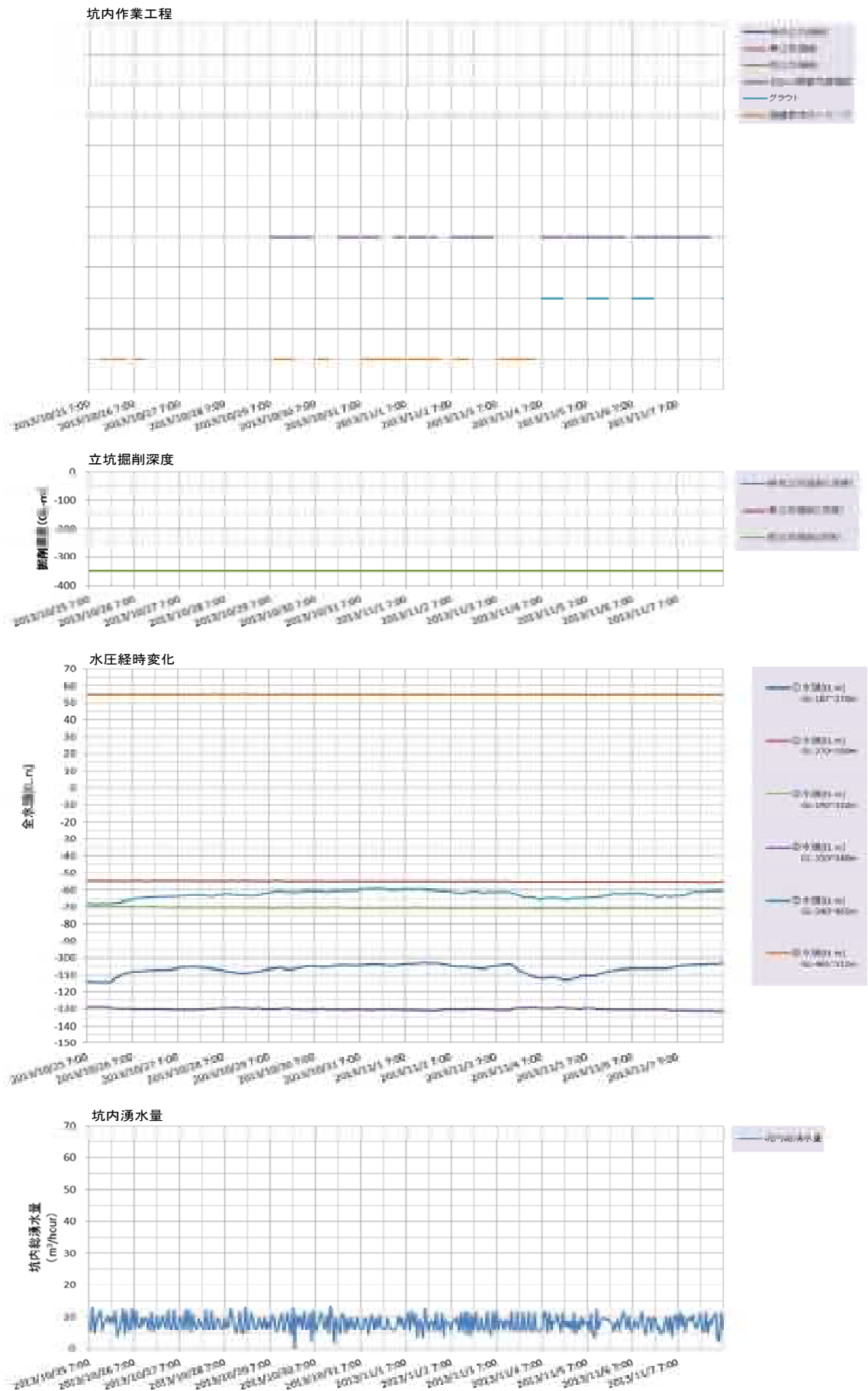


図 2-144 2013年10月25日~2013年11月7日における短期的な水圧変動

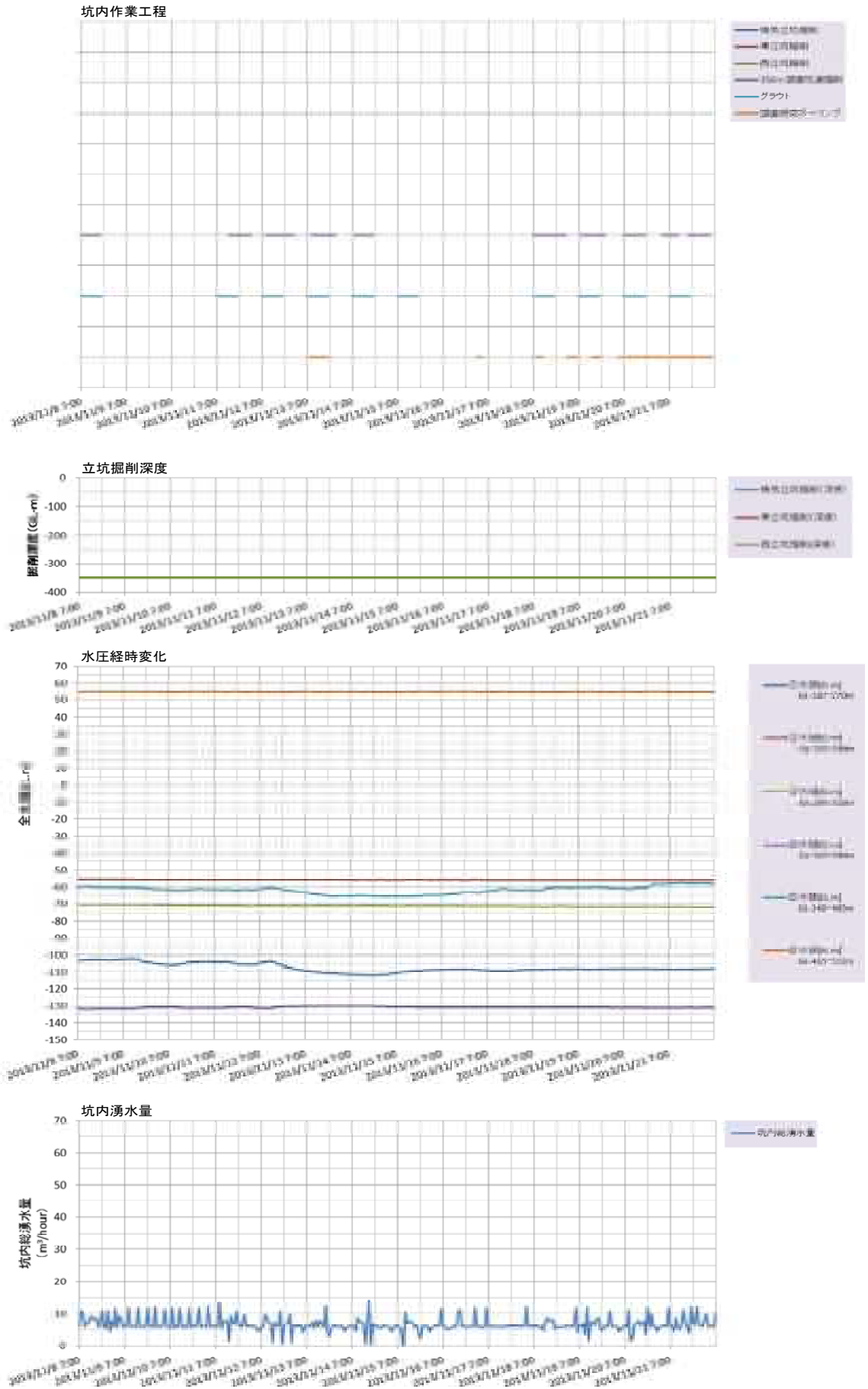


図 2-145 2013年11月8日~2013年11月21日における短期的な水圧変動

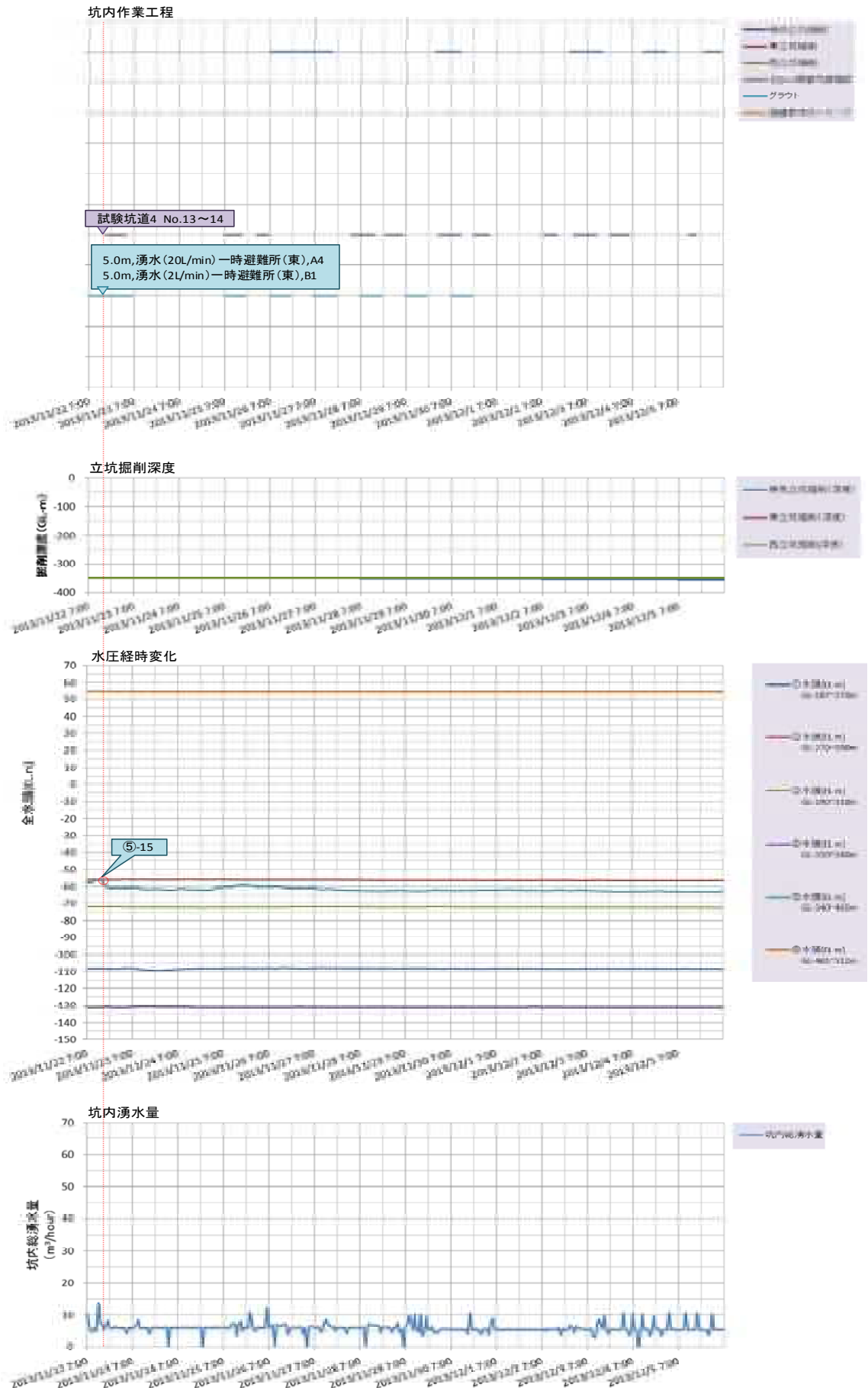
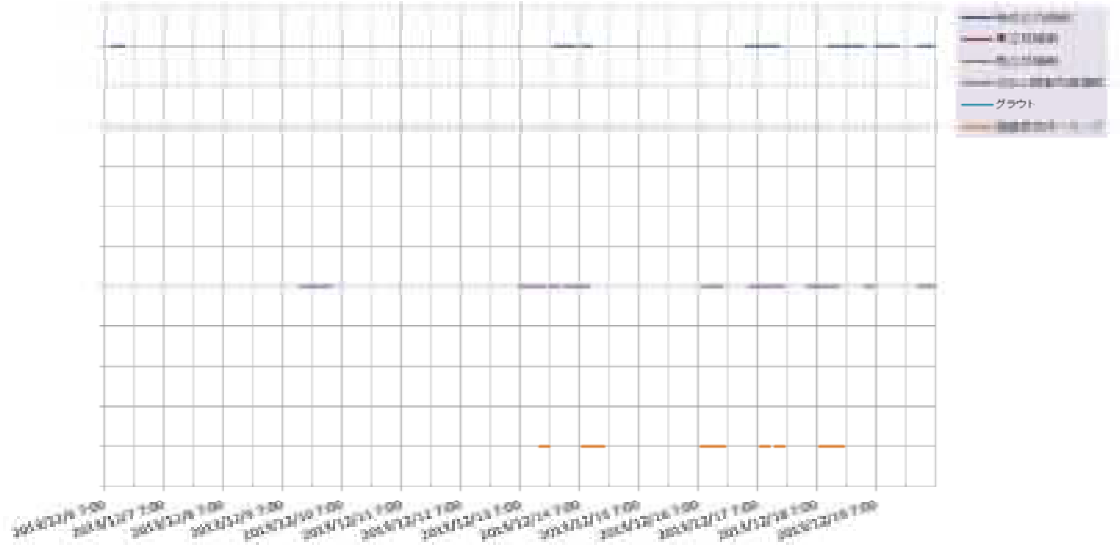
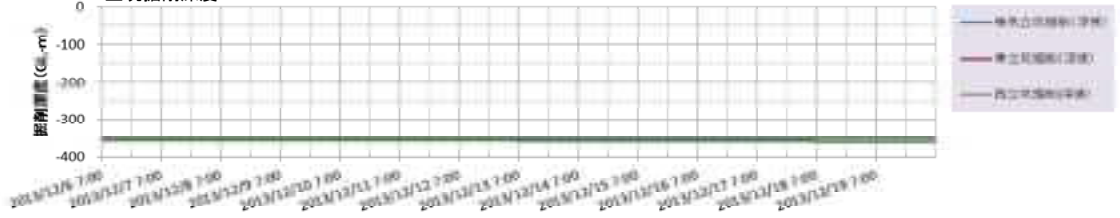


図 2-146 2013年11月22日~2013年12月5日における短期的な水压変動

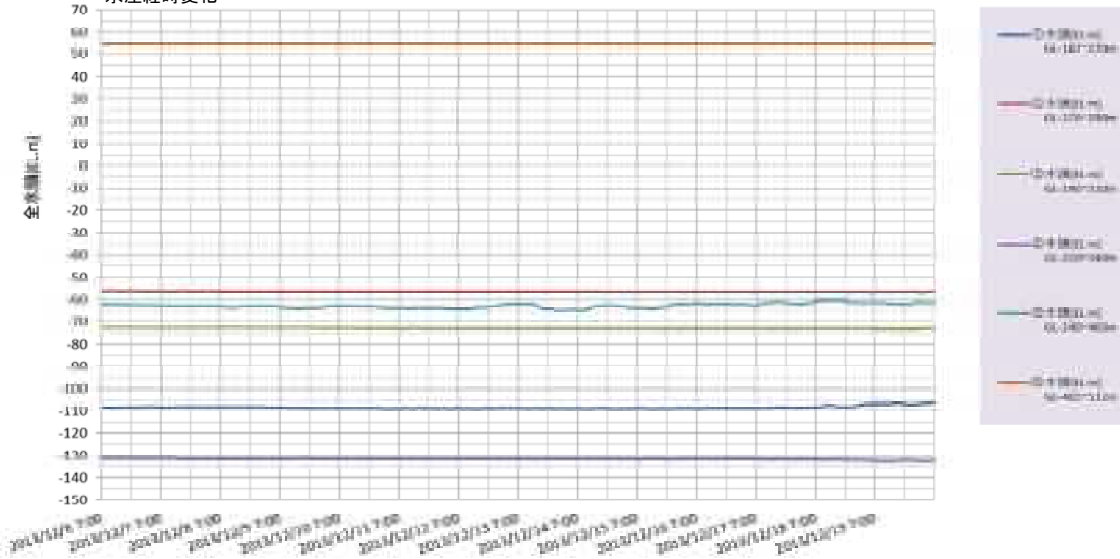
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

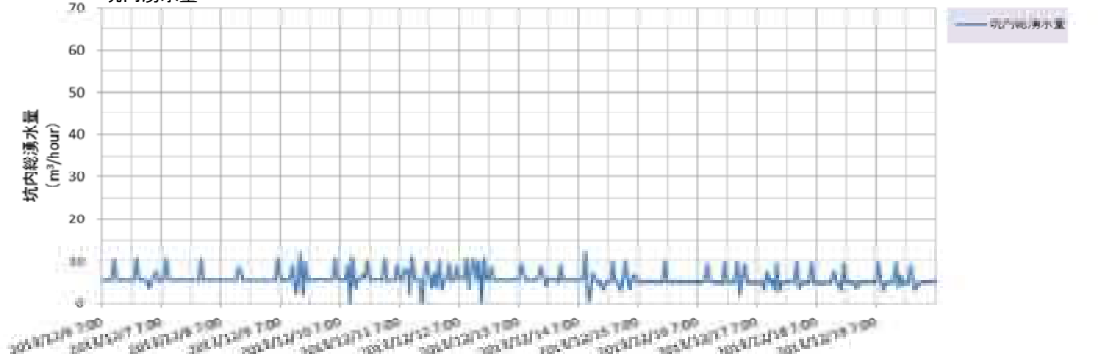


図 2-147 2013年12月6日~2013年12月19日における短期的な水圧変動

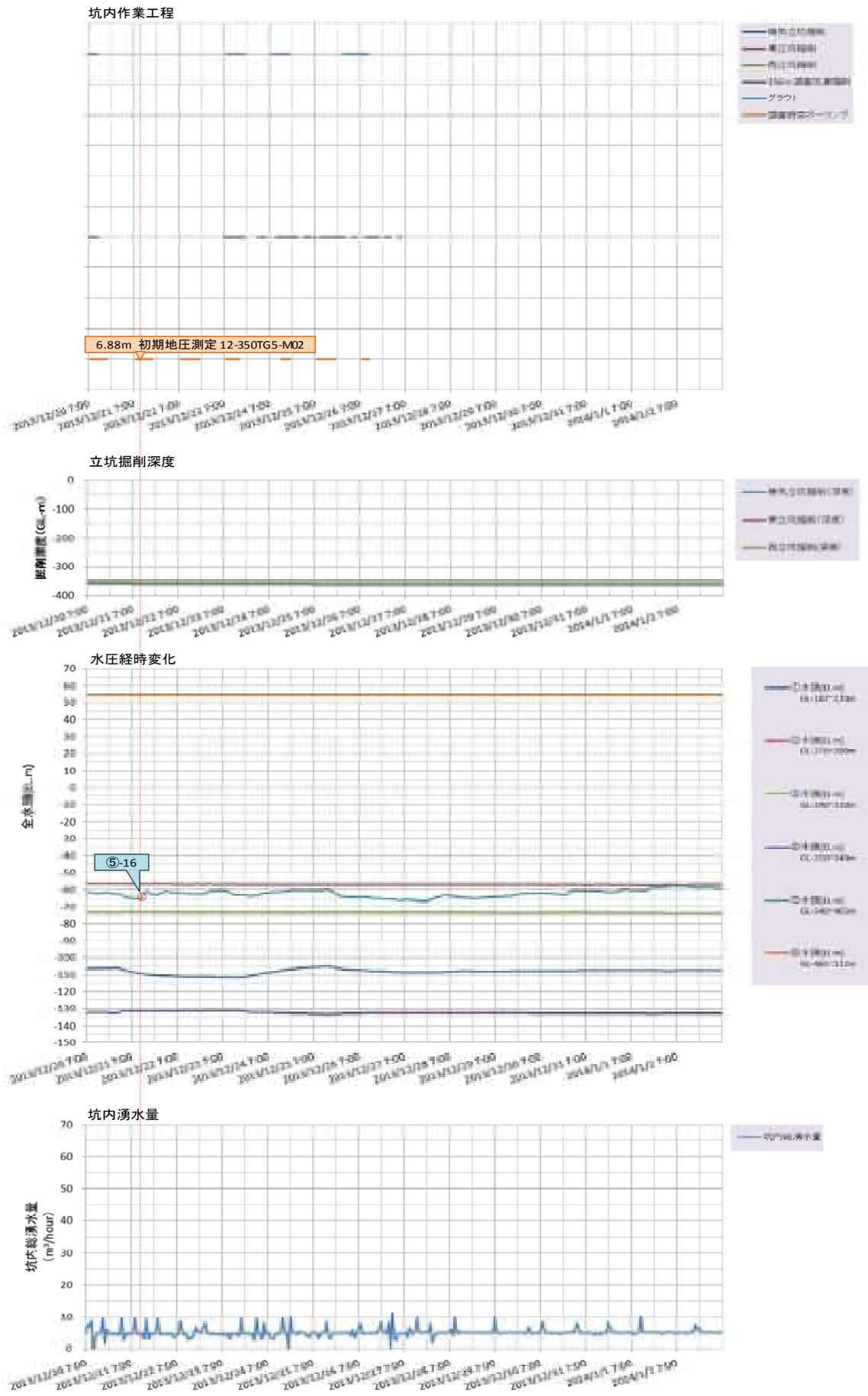


図 2-148 2013年12月20日~2014年1月2日における短期的な水圧変動

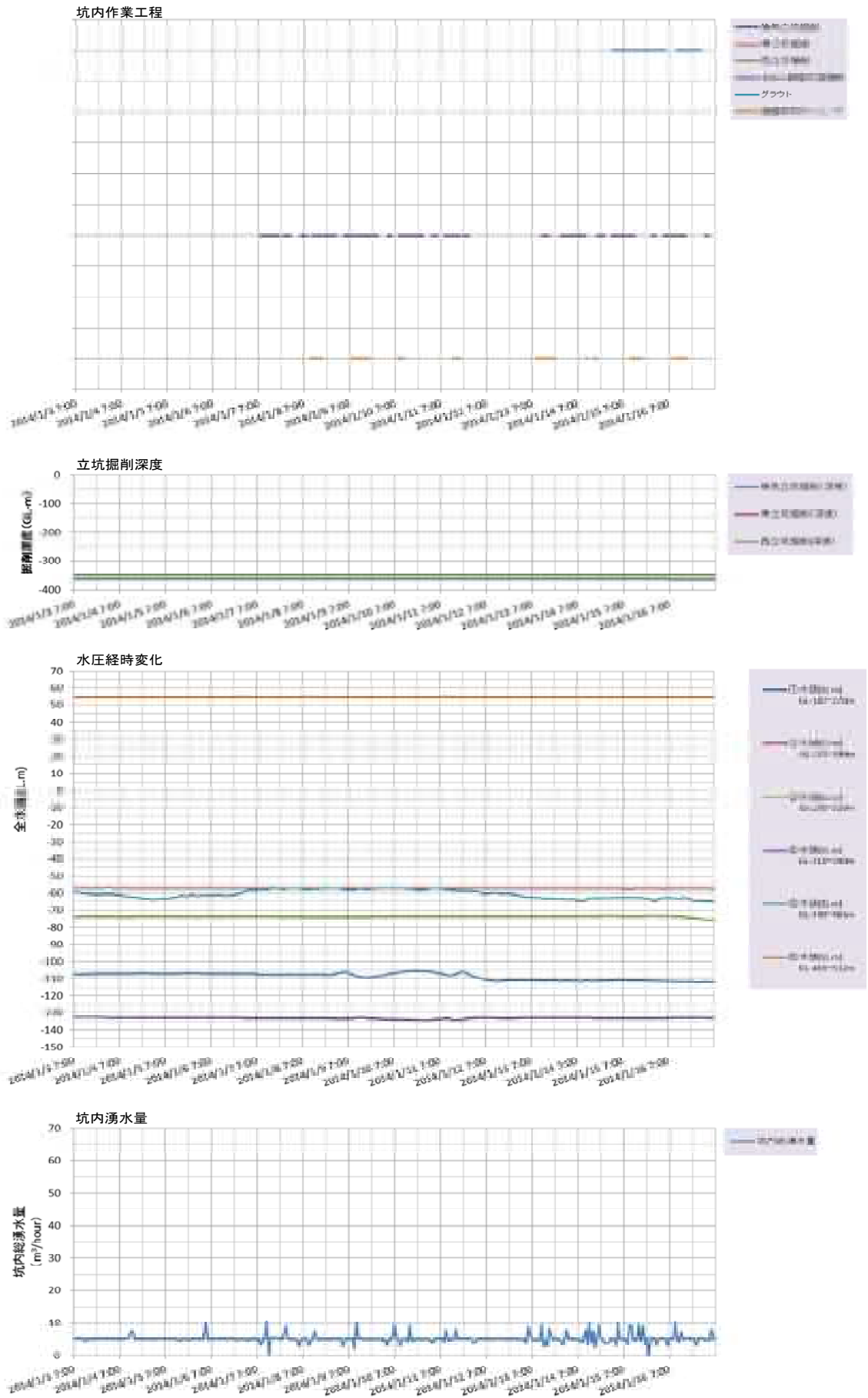


図 2-149 2014年1月3日~2014年1月16日における短期的な水圧変動

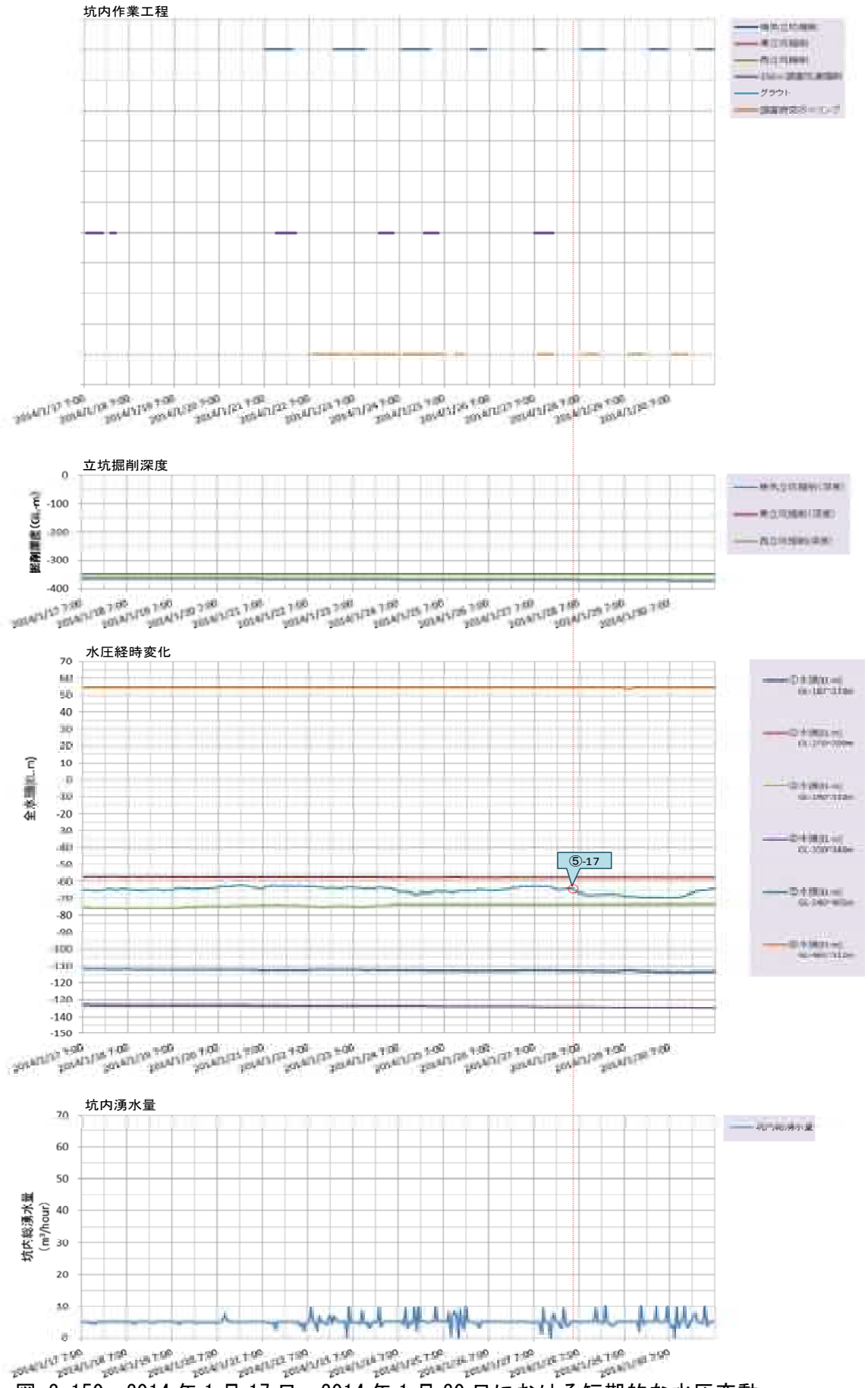


図 2-150 2014年1月17日~2014年1月30日における短期的な水圧変動

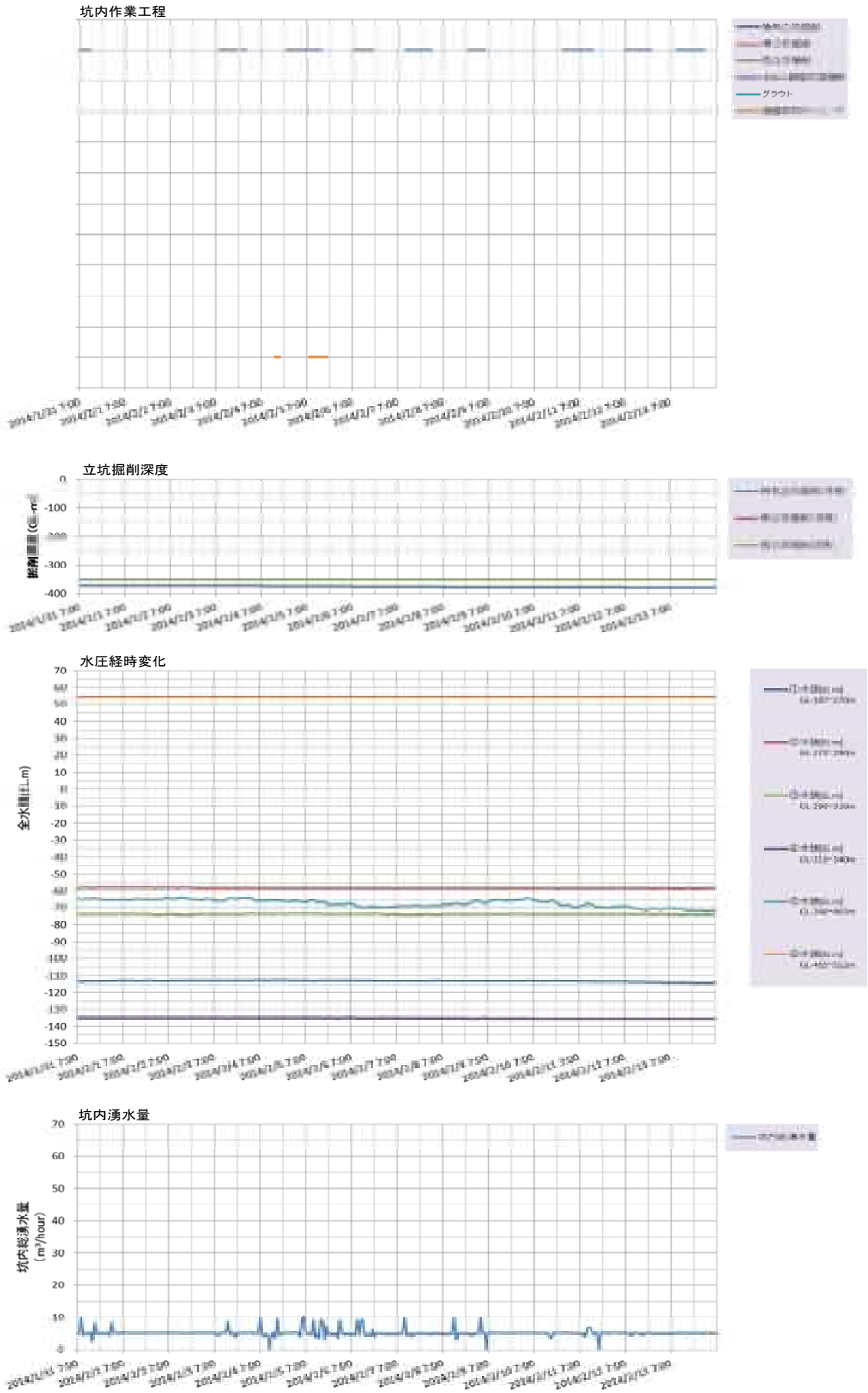


図 2-151 2014年1月31日~2014年2月13日における短期的な水圧変動

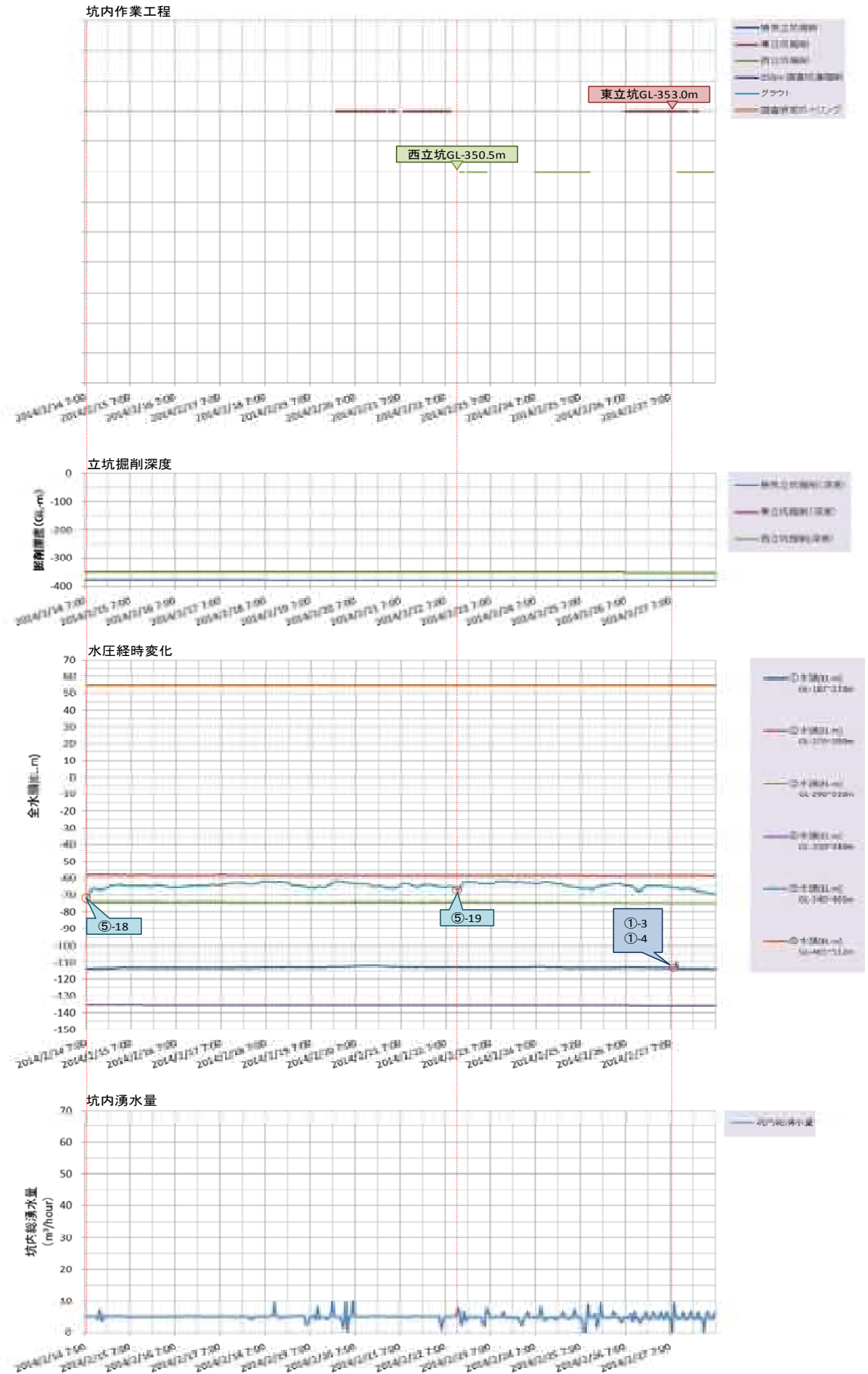


図 2-152 2014年2月14日~2014年2月27日における短期的な水圧変動

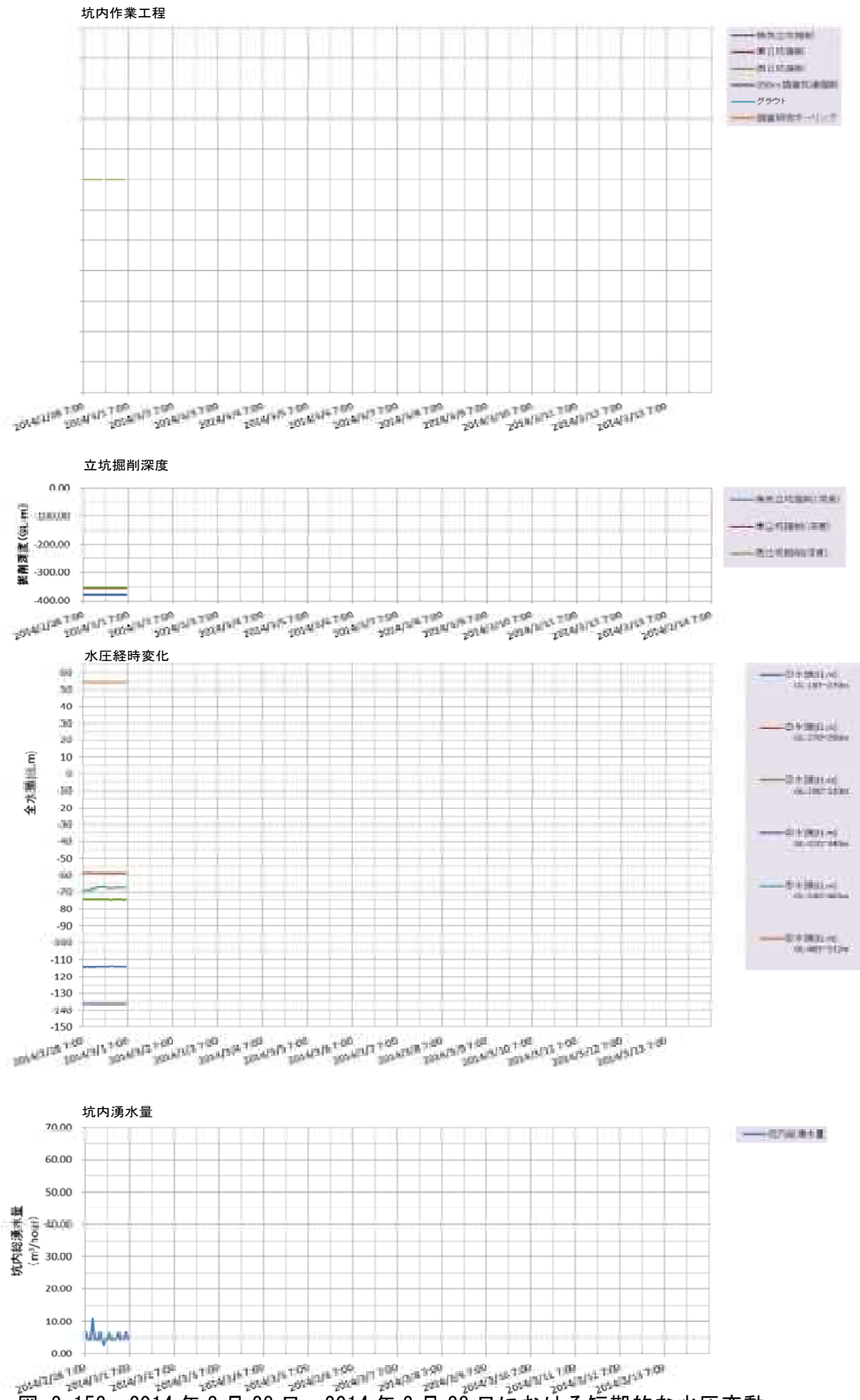


図 2-153 2014年2月28日~2014年2月28日における短期的な水圧変動

表 2-46 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調査坑掘削	グラウト工	調査研究Bor		
①-1	2013/8/7 20:00	1.848	作業無し	作業無し	10.0m.湧水(2L/min).S1補強グラウト.B5孔 10.0m.湧水(10L/min).S1補強グラウト.E3孔	作業無し		
①-2	2013/8/7 21:00	2.682	作業無し	作業無し	10.0m.湧水(2L/min).S1補強グラウト.B5孔 10.0m.湧水(10L/min).S1補強グラウト.E3孔	作業無し		
①-3	2014/2/27 10:00	3.65	GL-353.0m,東立坑	作業無し	作業無し	作業無し		
①-4	2014/2/27 11:00	-3.98	GL-353.0m,東立坑	作業無し	作業無し	作業無し		

表 2-47 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	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	⑤-4	作業休日
④-2	2013/3/26 5:00	1.367	掘削無し	西連絡坑道 No.25~26	噴発・湧水無し	作業無し		
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	噴発・湧水(68L/min),ポストグラウト, O4孔 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	作業無し		
④-4	2013/4/3 20:00	-1.579	掘削無し	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	作業無し		
④-5	2013/4/4 14:00	-1.117	作業無し	西周回坑道 No.111~112 西連絡坑道 No.38~39	3.0m,湧水(50L/min),S1グラウト,O5孔 12.6m,湧水(2L/min),E-①工区,A12孔 10.7m,噴発(0.8L/min),E-①工区,A4孔	作業無し		
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	作業無し	⑤-9	
④-7	2013/4/27 9:00	1.002	GL-315.0m,西立坑	掘削無し	32.0m,湧水(3L/min),E-①工区,B3孔 27.7m,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	作業無し	⑤-10	
④-8	2013/4/27 11:00	-1.502	GL-315.0m,西立坑	掘削無し	32.0m,湧水(3L/min),E-①工区,B3孔 27.7m,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	作業無し		
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 27.7m,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	作業無し		
④-10	2013/5/3 20:00	1.271	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	⑤-11	作業休日
④-11	2013/5/9 13:00	1.309	掘削無し	掘削無し	噴発・湧水無し	作業無し		
④-12	2013/5/13 4:00	-1.271	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
④-13	2013/8/26 17:00	-1.002	作業無し	一時避難所(東) No.4~5	10.0m,湧水(1.8L/min),S1補強グラウト,A2孔 10.0m,湧水(2L/min),S1補強グラウト,B1孔 10.0m,湧水(1.5L/min),S1補強グラウト,E6孔 10.0m,湧水(1.8L/min),S1補強グラウト,G6孔	1.3m,比抵抗トモグラフィ,R4-1		

表 2-48 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	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
⑤-2	2013/3/17 19:00	23.689	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
⑤-3	2013/3/24 7:00	1.778	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		作業休日
⑤-4	2013/3/24 15:00	-0.822	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	④-1	作業休日
⑤-5	2013/4/1 9:00	1.071	掘削無し	西周回坑道 No.107~108 西連絡坑道 No.33~34	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	作業無し		
⑤-6	2013/4/2 7:00	-1.931	GL-299m,西立坑	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	作業無し		
⑤-7	2013/4/2 14:00	-1.663	GL-299m,西立坑	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	作業無し		
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	作業無し		
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	作業無し	④-6	
⑤-10	2013/4/27 9:00		GL-315.0m,西立坑	掘削無し	32.0m,湧水(3L/min),E-①工区,B3孔 27.7m,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	作業無し	④-7	
⑤-11	2013/5/3 20:00	-1.395	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し	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	作業無し	作業無し		
⑤-13	2013/6/6 5:00	-3.804	GL-341.0m,西立坑	東周回坑道 No.133~134	7.5m,噴発・湧水(20L/min),A-④工区,A1孔 24.6m,湧水(3L/min),A-⑤工区,P孔	作業無し		
⑤-14	2013/6/12 20:00	1.166	GL-346.8m,西立坑	掘削無し	10.5m,締付け(1L/min),A-④工区,C2孔 19.9m,湧水(3L/min),A-⑤工区,A13孔	19.7m,350m水平坑道掘削影響試験,13-350-C06孔		
⑤-15	2013/11/22 16:00	-1.453	作業無し	試験坑道4 No.13~14	5m,湧水(20L/min),一時避難所(東),A4孔 5m,湧水(2L/min),一時避難所(東),B1孔	作業無し		

表 2-49 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		
⑤-16	2013/12/21 13:00	3.212	作業無し	作業無し	作業無し	6.88m,初期地圧測定,12-350TG5-M02孔	作業休日	
⑤-17	2014/1/28 5:00	-1.109	掘削無し	掘削無し	作業無し	掘削無し		
⑤-18	2014/2/14 9:00	3.308	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		
⑤-19	2014/2/22 15:00	2.524	GL-350.5m,西立坑	作業無し	作業無し	作業無し		

2.9 2014年3月1日～2015年2月28日までの対比における SAB-1 孔の水圧変動と 坑内作業との対比

(2) 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

2014年2月末より354m以深の掘削を開始し，2014年4月末に深度380mまでの掘削を完了した。

2) 西立坑掘削

2014年2月末に深度356m以深の掘削を開始し，2014年3月末に深度365mまでの掘削を完了した。

3) グラウト工

試験坑道5周辺を対象にグラウトを実施した。

4) 調査研究ボーリング掘削

本検討期間中に掘削した調査研究ボーリング孔を表2-50にとりまとめた。表中の斜体は掘削中に噴発あるいは湧水した箇所を示す。

図2-154に350m坑道のボーリング施工位置図を示す。

表 2-50 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		
透水試験	H4-2	13	俯角23	平成26年3月17日	～	平成26年3月17日
水分量計測	WC4-1	3.5	直下	平成26年3月22日	～	平成26年3月22日
	WC4-2	3.5	直下	平成26年3月21日	～	平成26年3月21日
	WC4-3	3.5	直下	平成26年3月24日	～	平成26年3月24日
初期地圧測定	13-350LGE-M01	17	仰角5	平成26年3月10日	～	平成26年3月11日
	13-350LGE-M02	17	仰角5	平成26年3月12日	～	平成26年3月13日
	13-350LGE-M03	17	仰角5	平成26年3月14日	～	平成26年3月18日
	13-350LGE-M04	7	仰角5	平成26年6月10日	～	平成26年6月14日
水理・地球化学	13-350-C04	60	俯角10	平成26年8月1日	～	平成26年9月9日
	13-350-C10	30	水平	平成26年9月10日	～	平成26年9月25日
	13-350-C11	50	俯角20	平成26年9月22日	～	平成26年10月4日
物質移行試験	350TR-D-01	3	直下	平成26年7月16日	～	平成26年7月17日
	350TR-D-02	3	直下	平成26年7月10日	～	平成26年7月11日
	350TR-D-03	3	直下	平成26年7月14日	～	平成26年7月15日
	350TR-D-04	3	直下	平成26年7月18日	～	平成26年7月21日
	350TR-D-05	2.5	直下	平成26年7月22日	～	平成26年7月23日
	350TR-S-01	3	水平	平成26年9月3日	～	平成26年9月15日
	350TR-S-02	3.1	水平	平成26年9月3日	～	平成26年9月12日
	350TR-S-03	1.9	水平	平成26年9月4日	～	平成26年9月4日
	350TR-S-04	3.3	水平	平成26年9月5日	～	平成26年9月18日
	350TR-S-05	2.3	水平	平成26年9月6日	～	平成26年9月10日
	350TR-S-06	2.8	水平	平成26年9月8日	～	平成26年9月11日
	350TR-S-07	3.4	水平	平成26年9月8日	～	平成27年1月28日
	350TR-S-08	3.3	水平	平成26年9月8日	～	平成26年9月17日
	350TR-S-09	3	水平	平成27年1月29日	～	平成27年1月29日
350TR-S-10	3.03	水平	平成27年1月30日	～	平成27年2月2日	

※表中の斜体は掘削中に噴発/湧水した箇所を示す



図 2-154 350m坑道ボーリング施工位置図

(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。

2014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 2-155 に除去前後の水圧値（kPa）を示す。また、図 2-156～図 2-157 に潮汐の影響による変動成分（kPa）を、図 2-158～図 2-159 に気圧の影響による変動成分（kPa）と大気圧を、図 2-160～図 2-161 にデジタルノイズ成分（kPa）を示す。



図 2-155 変動要因除去前後の水圧変動

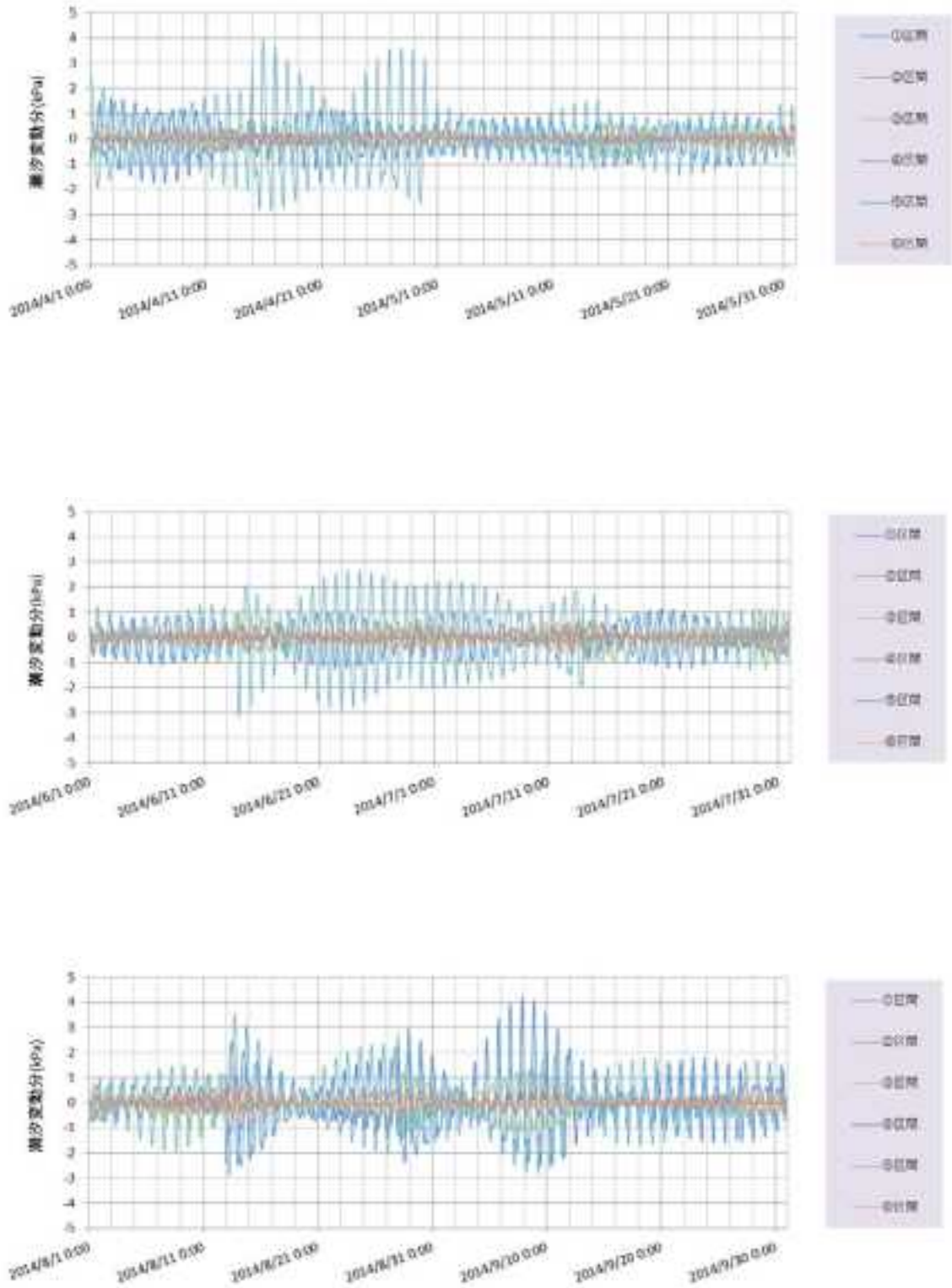


図 2-156 2014 年 4 月 1 日～2014 年 9 月 30 日における潮汐の影響による変動成分

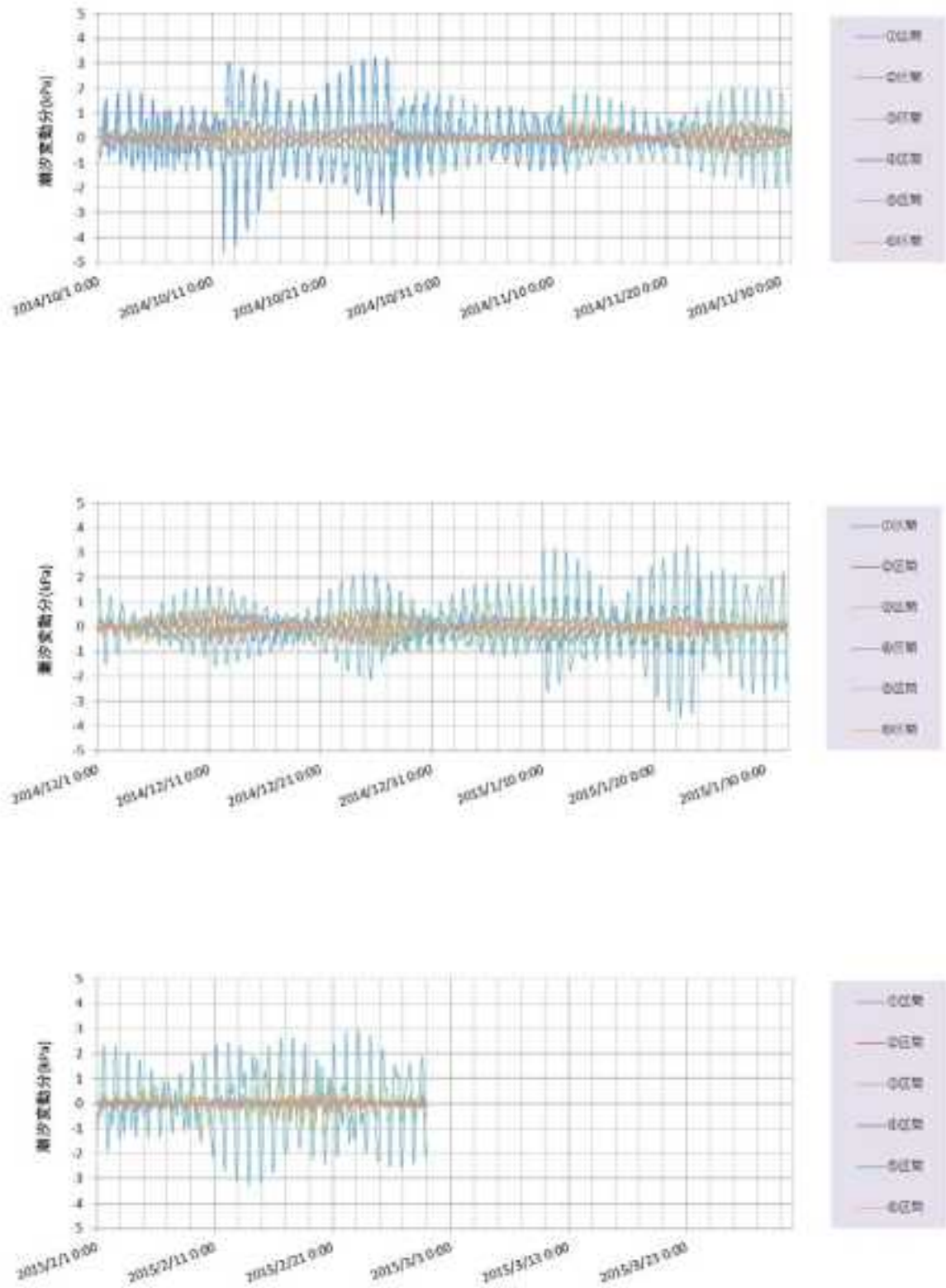


図 2-157 2014 年 10 月 1 日～2015 年 2 月 28 日における潮汐の影響による変動成分

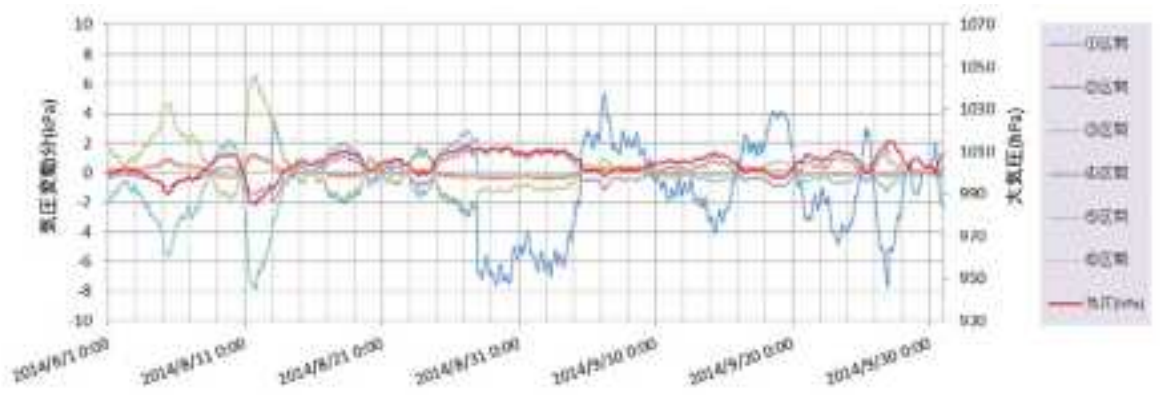
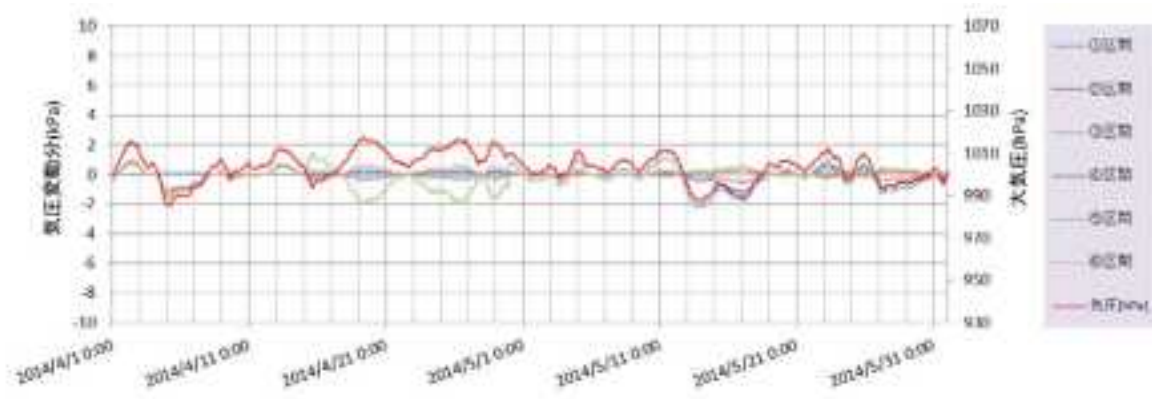


図 2-158 2014年4月1日~2014年9月30日における気圧の影響による変動成分と大気圧

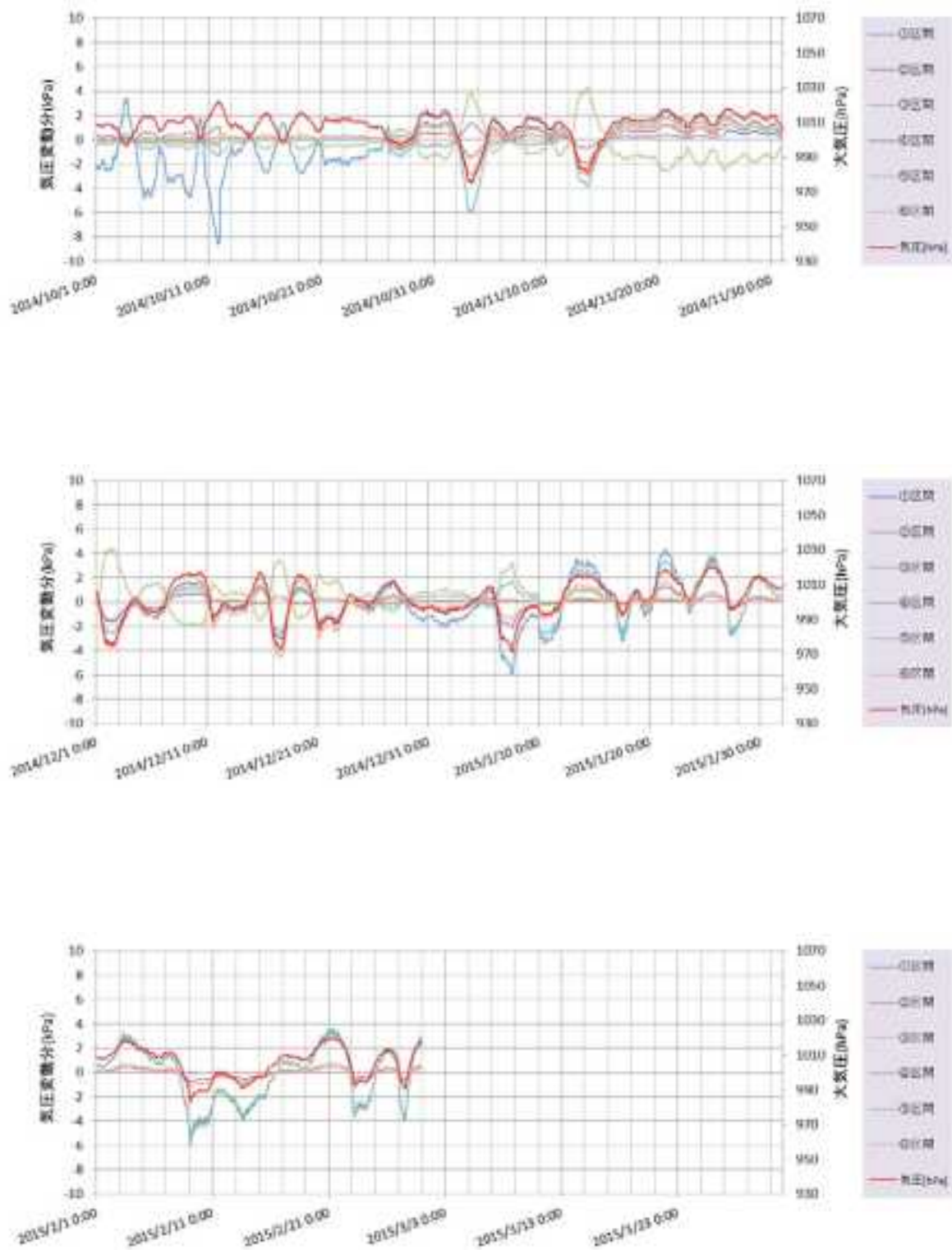


図 2-159 2014年10月1日～2015年2月28日における気圧の影響による変動成分と大気圧

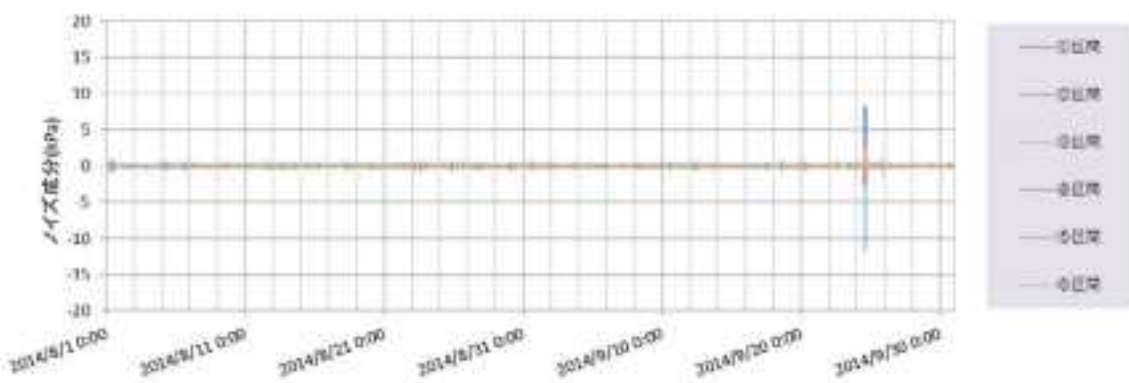
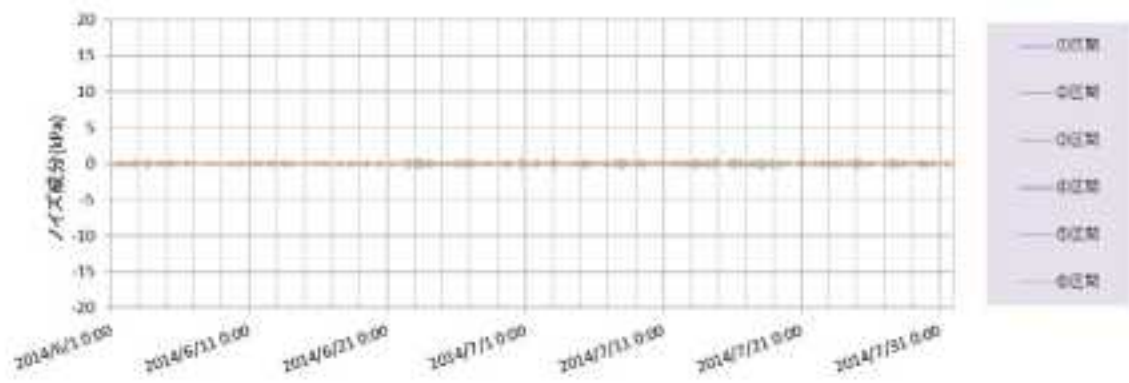
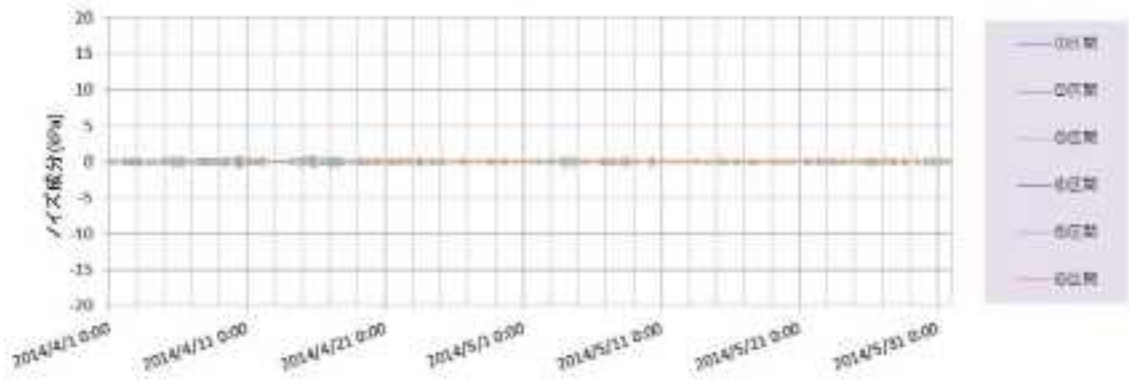


図 2-160 2014 年 2 月 6 日～2014 年 9 月 30 日におけるデジタルノイズ成分

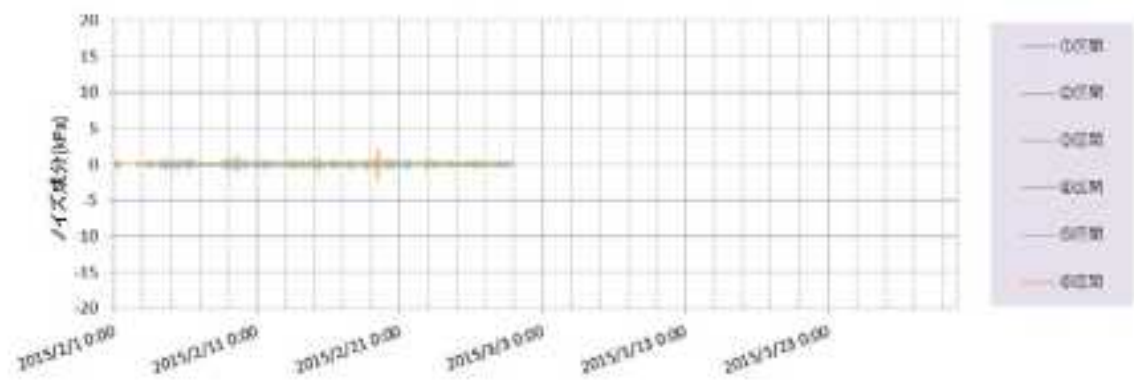
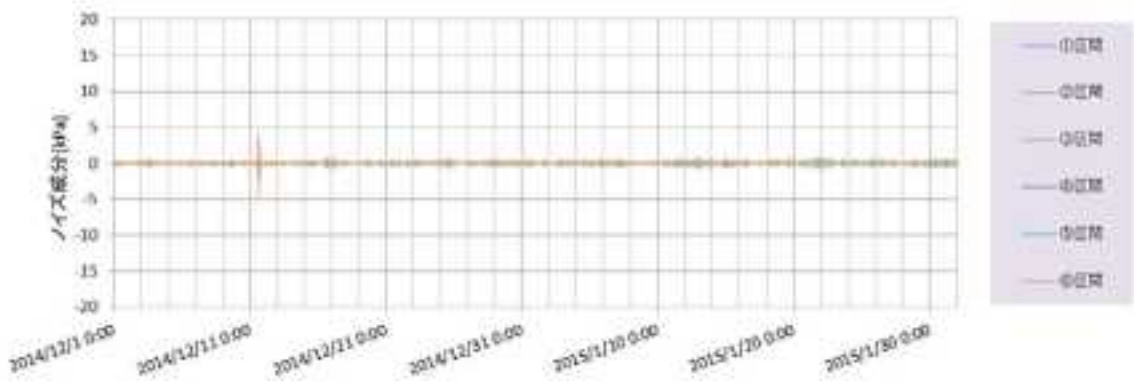
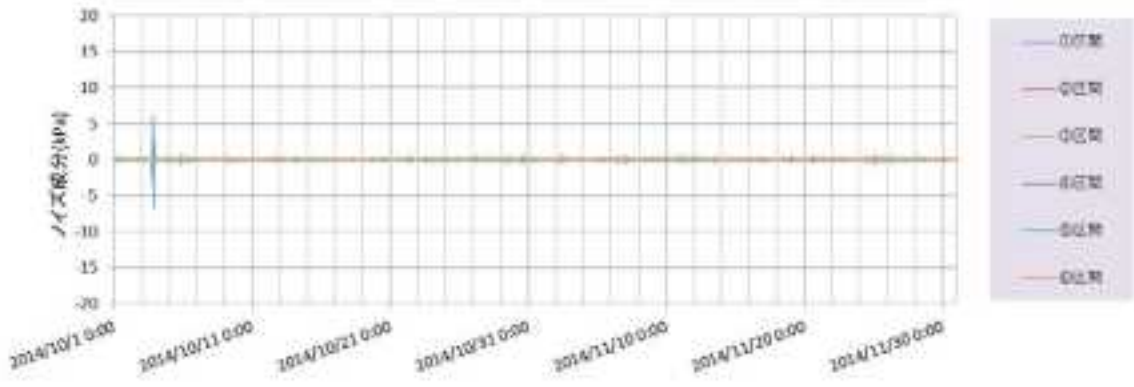


図 2-161 2014年10月1日～2015年2月28日におけるデジタルノイズ成分

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、①区間および⑤区間で大きな潮汐変動成分を示し、最大で±4kPa程度であった。これは①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①区間および⑤区間であり、最大で±8kPa程度であった。小さな気圧変動成分を示したのは②区間および④区間で±3kPa以内であった。

デジタルノイズ成分（イレギュラー成分）に関して、最も大きなデジタルノイズ成分を示したのは①区間で±11kPa以内であり、小さなデジタルノイズ成分を示す②区間、③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 2-51 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個に対しての応答をみる（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 2-162 に 2014 年 3 月 1 日～2015 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 2-163～図 2-189 および表 2-52～表 2-54 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。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。

また、グラフは上段から坑内作業工程、立坑掘削深度、水圧経時変化、坑内湧水量を示しており、湧水量は時間当たりの排水量から給水量を差し引いた地下施設全体からの総湧水量を示している。

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 4 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区間ではこれまでの抽出の要領と同じく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、③、⑤区間であった（図 2-163～図 2-189、表 2-52～表 2-54）。

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は認められなかった（図 2-163～図 2-189、表 2-52～表 2-54 表 2-54）。

3) SAB-1 孔における作業の実施状況

2014 年 9 月、12 月、および 2015 年 2 月に軽微なメンテナンスを実施した。作業はパッカー圧管理装置によるパッカー圧力の調整および関連配管の漏洩修理、採水バルブ開閉装置による動作確認、計測システム（データロガー、UPS 等）の動作確認を行った。

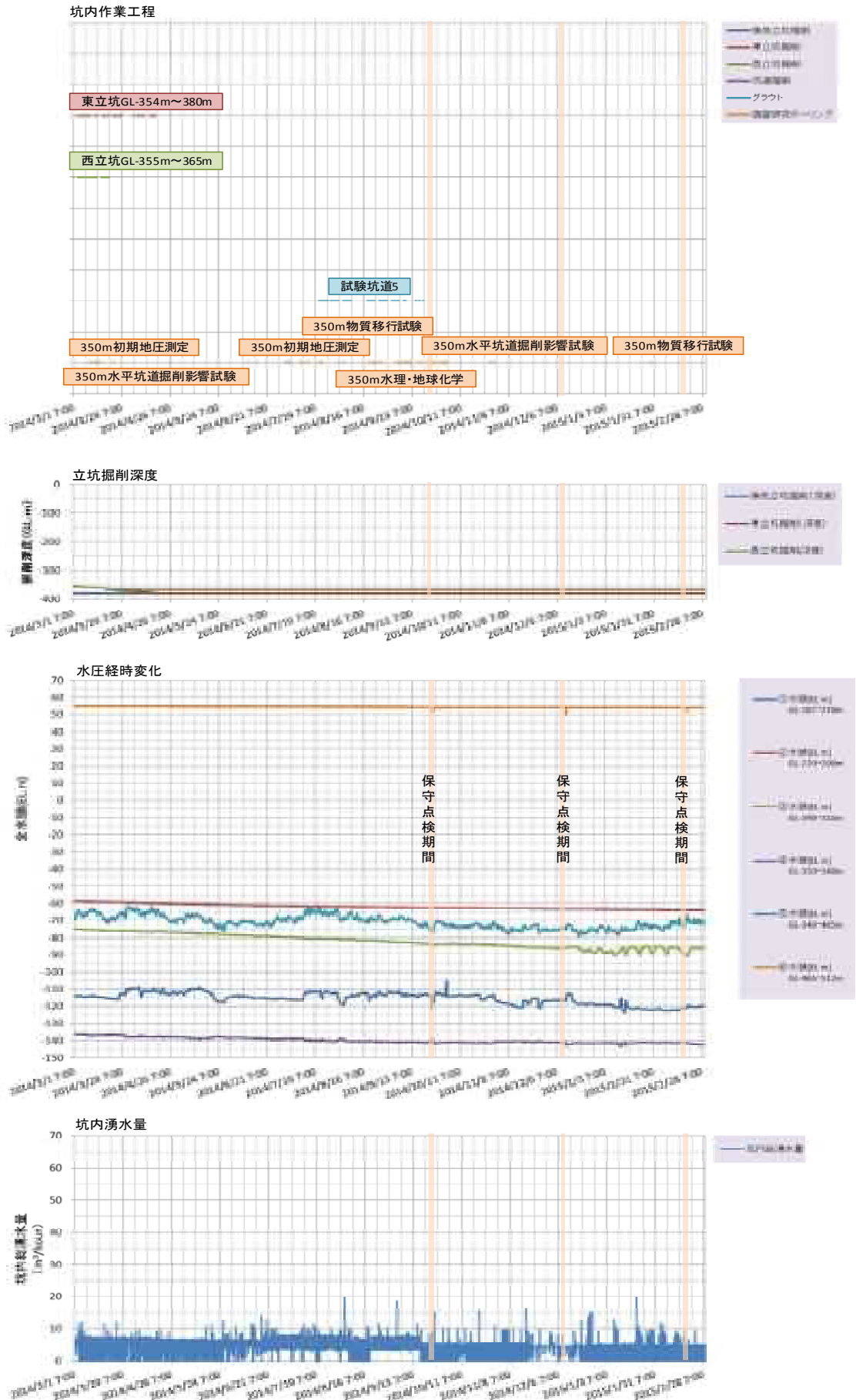


図 2-162 2014年3月1日~2015年2月28日における長期的な水压変動

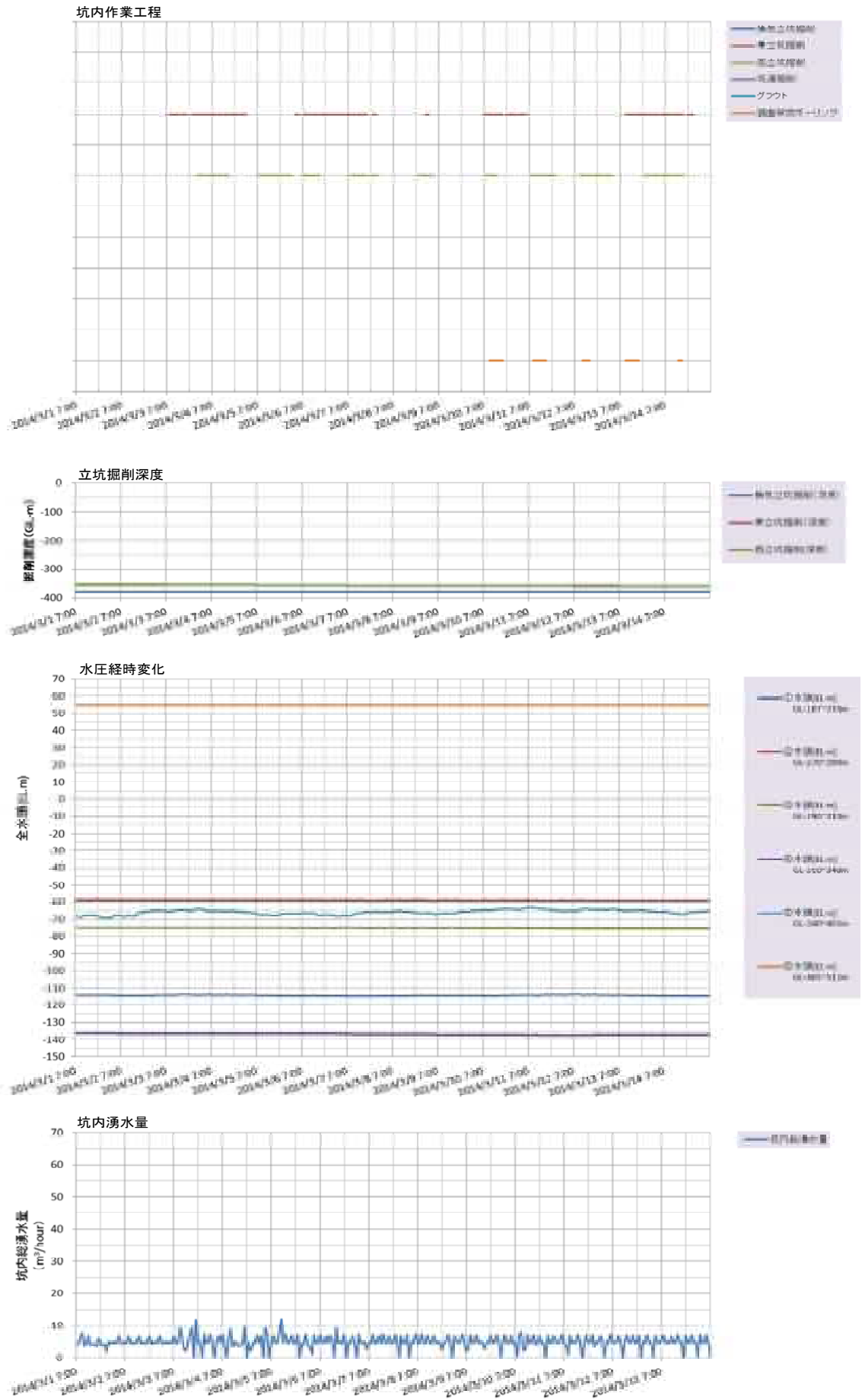


図 2-163 2014年3月1日~2014年3月14日における短期的な水圧変動

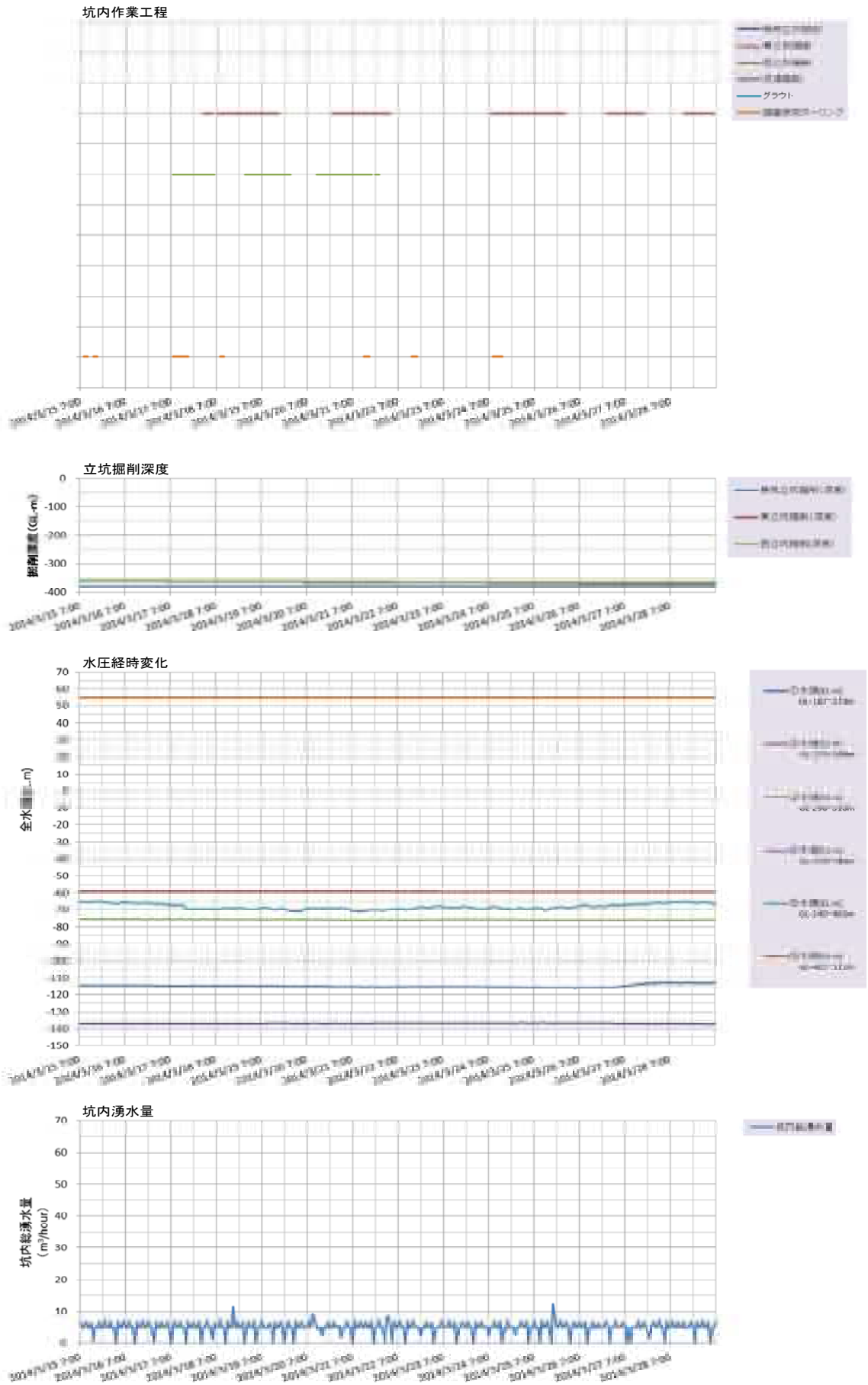


図 2-164 2014年3月15日~2014年3月28日における短期的な水圧変動

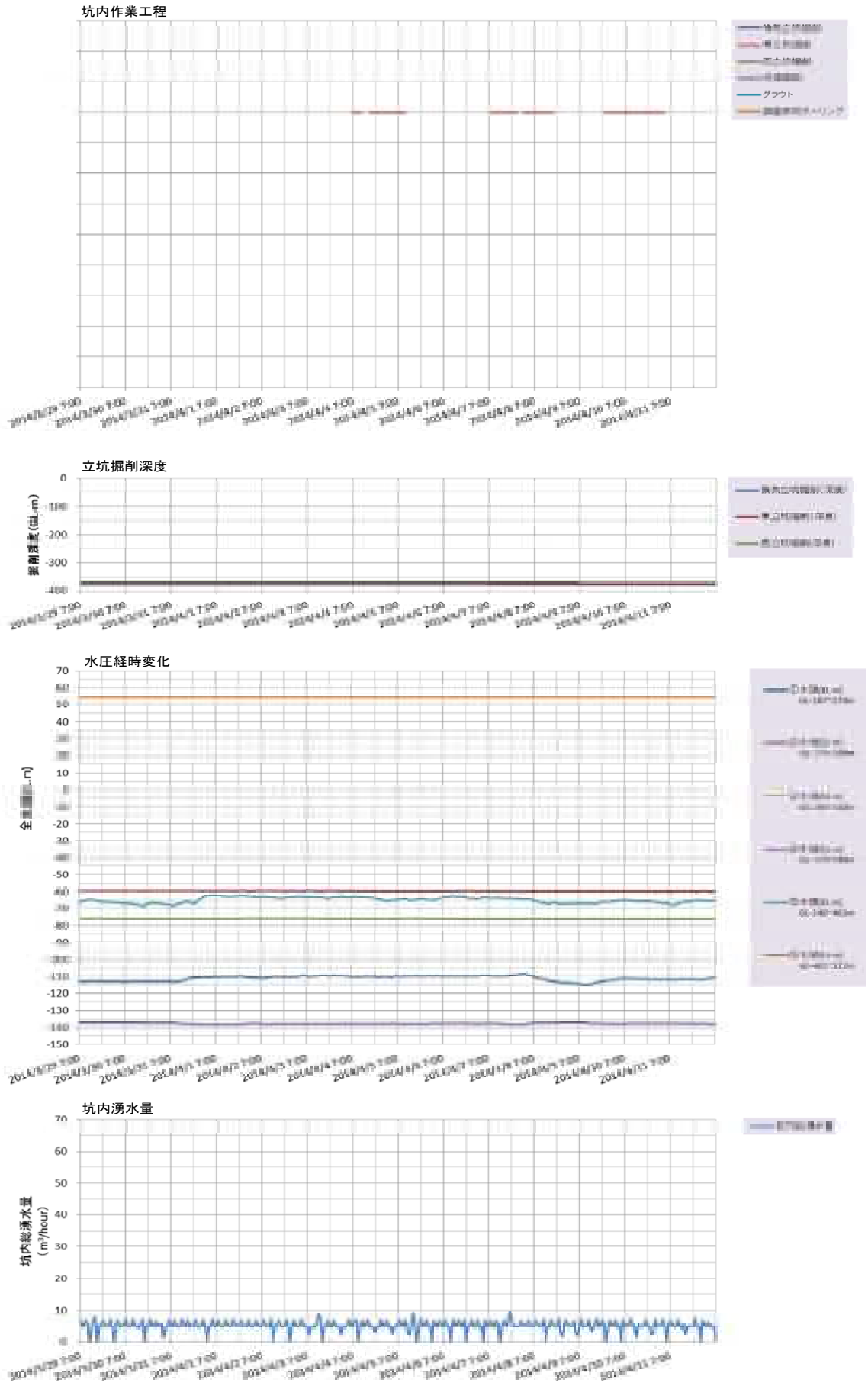


図 2-165 2014年3月29日~2014年4月11日における短期的な水圧変動

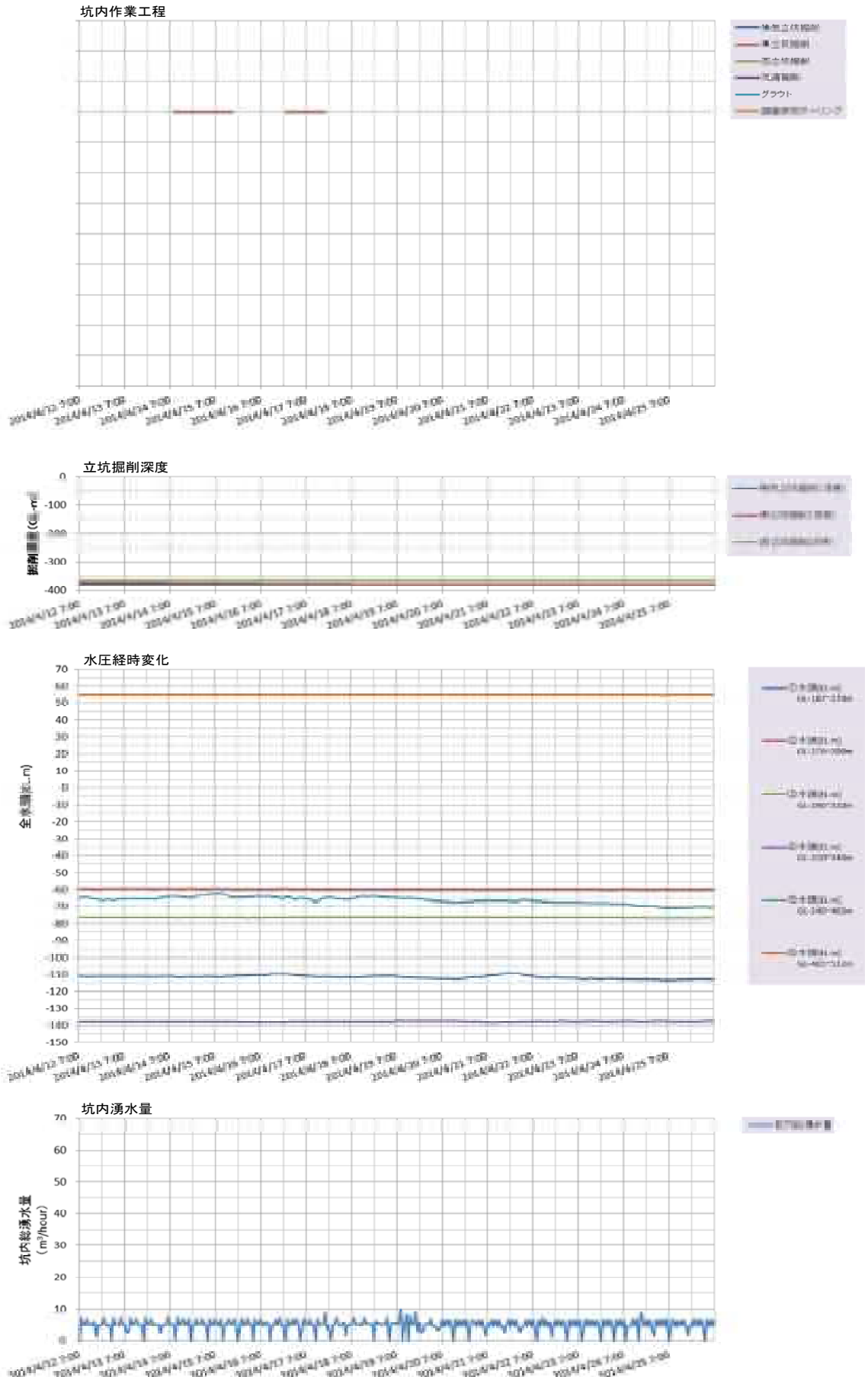


図 2-166 2014年4月12日~2014年4月25日における短期的な水圧変動

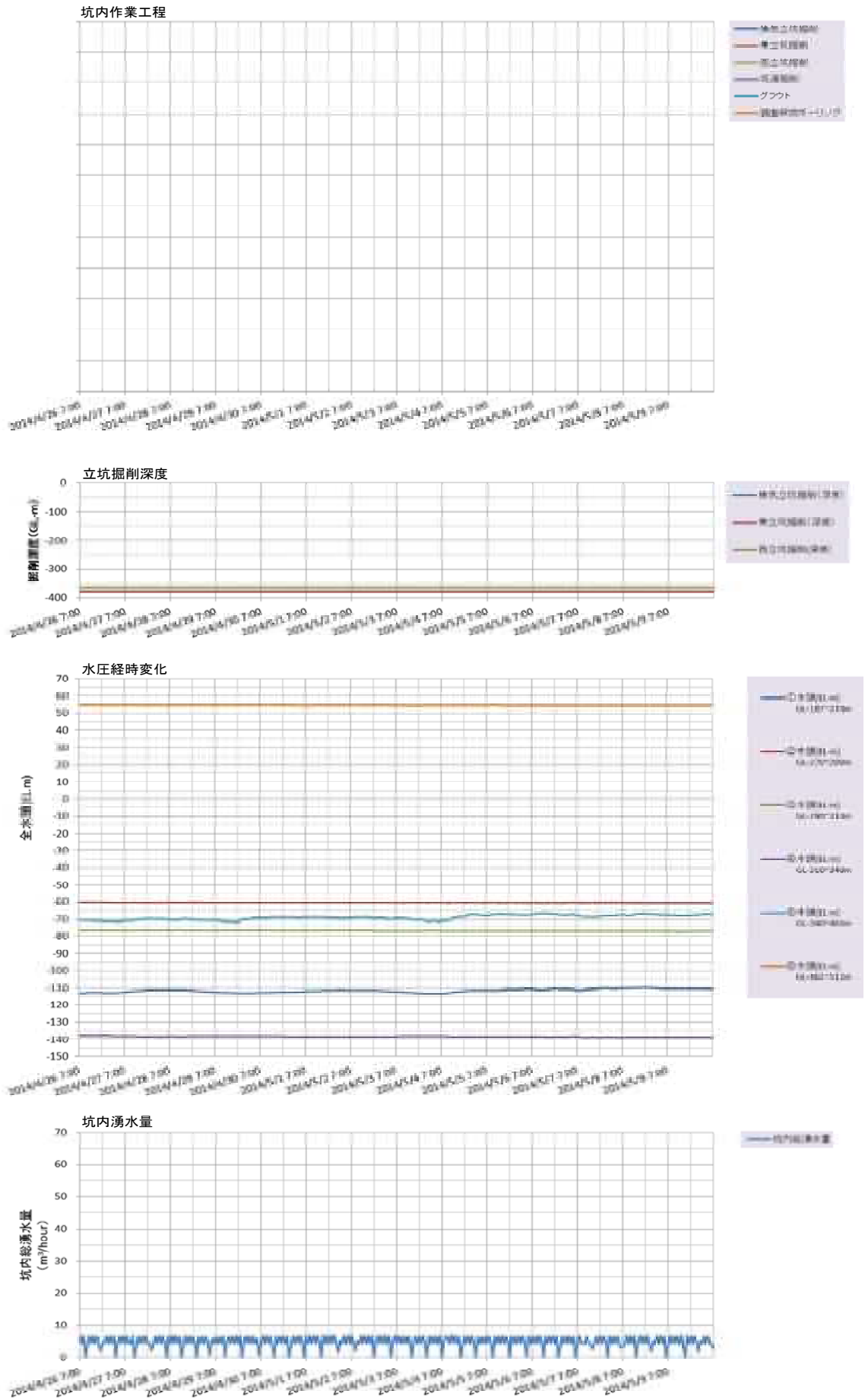


図 2-167 2014年4月26日~2014年5月9日における短期的な水圧変動

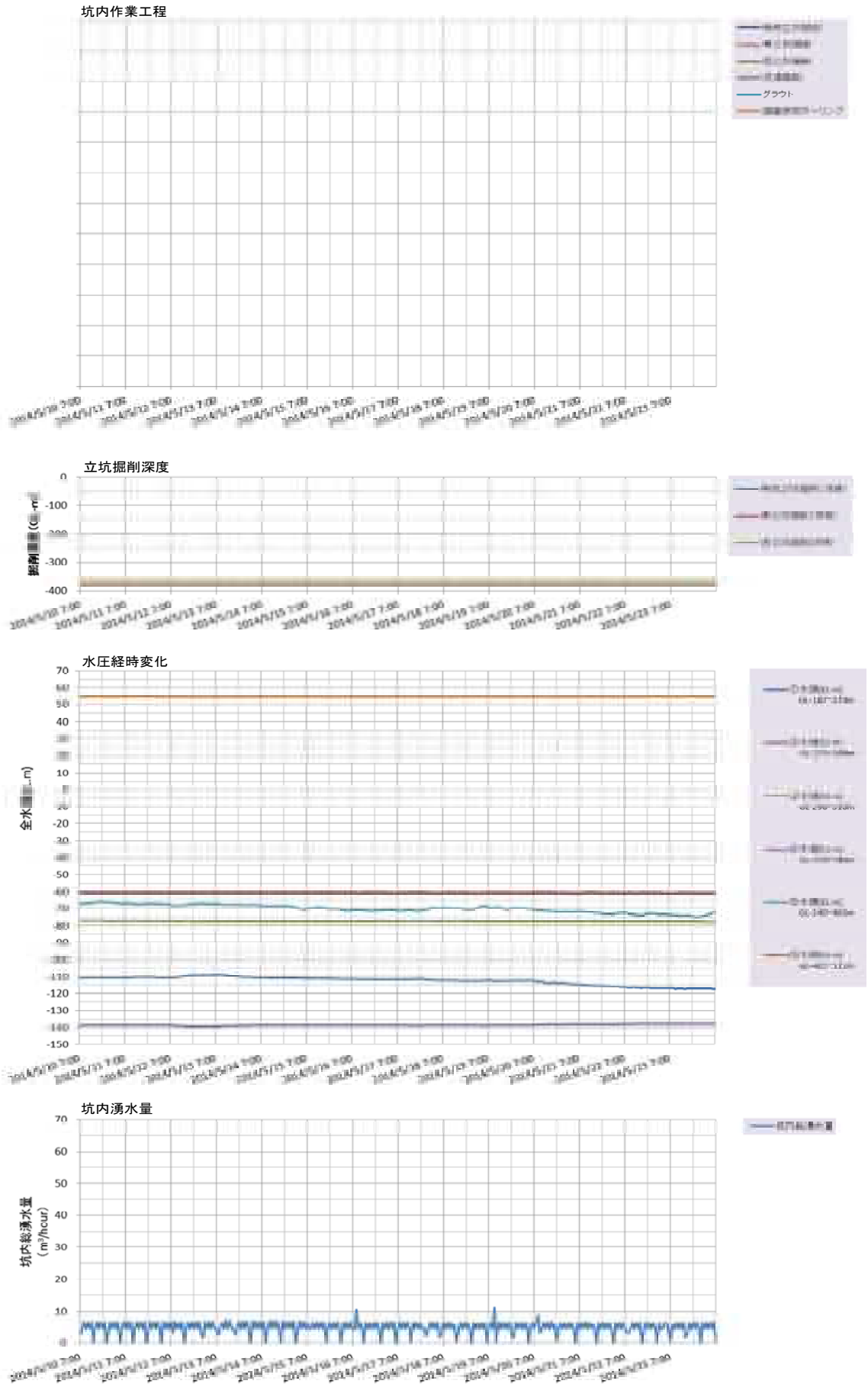


図 2-168 2014年5月10日~2014年5月23日における短期的な水圧変動

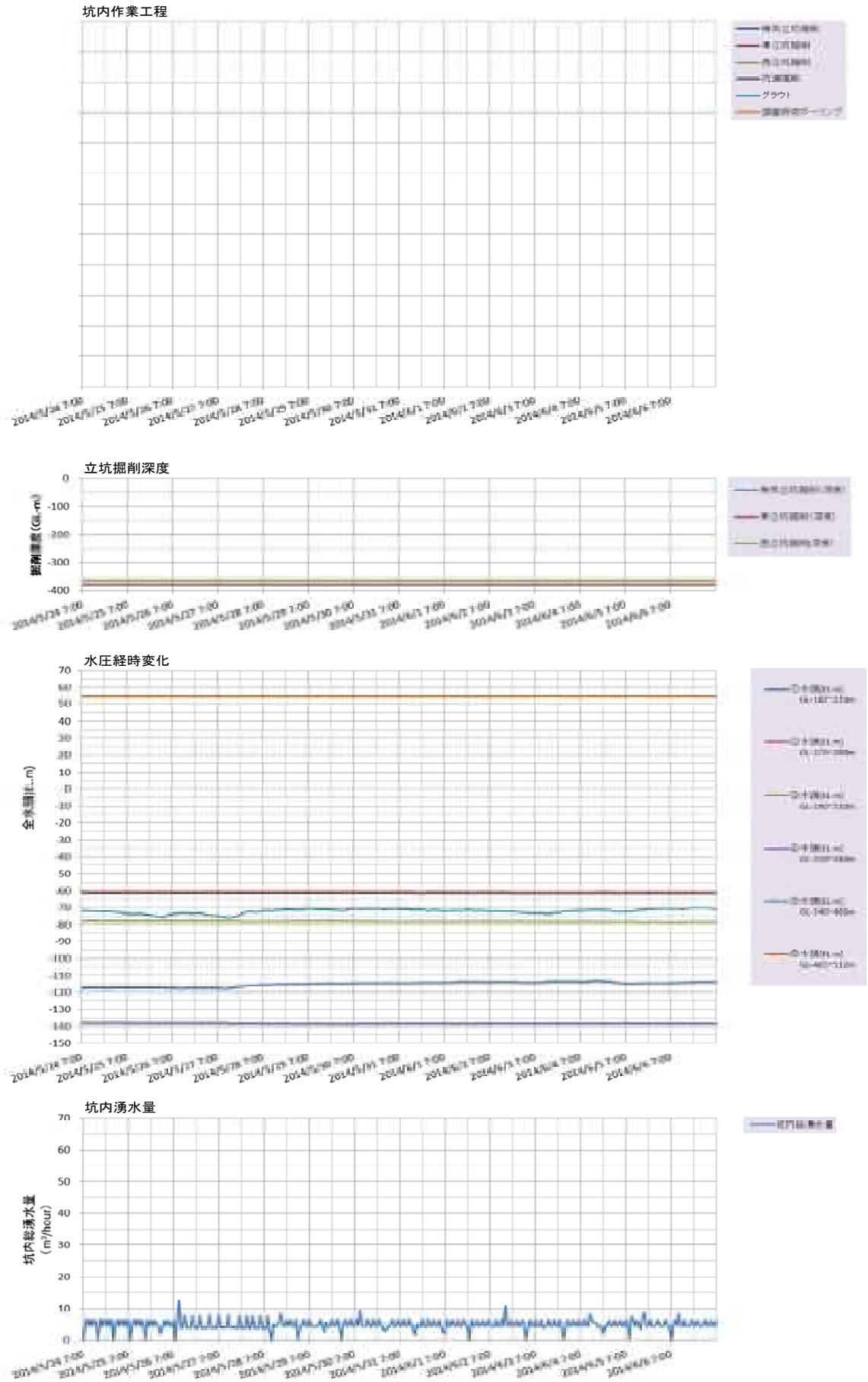


図 2-169 2014年5月24日~2014年6月6日における短期的な水圧変動

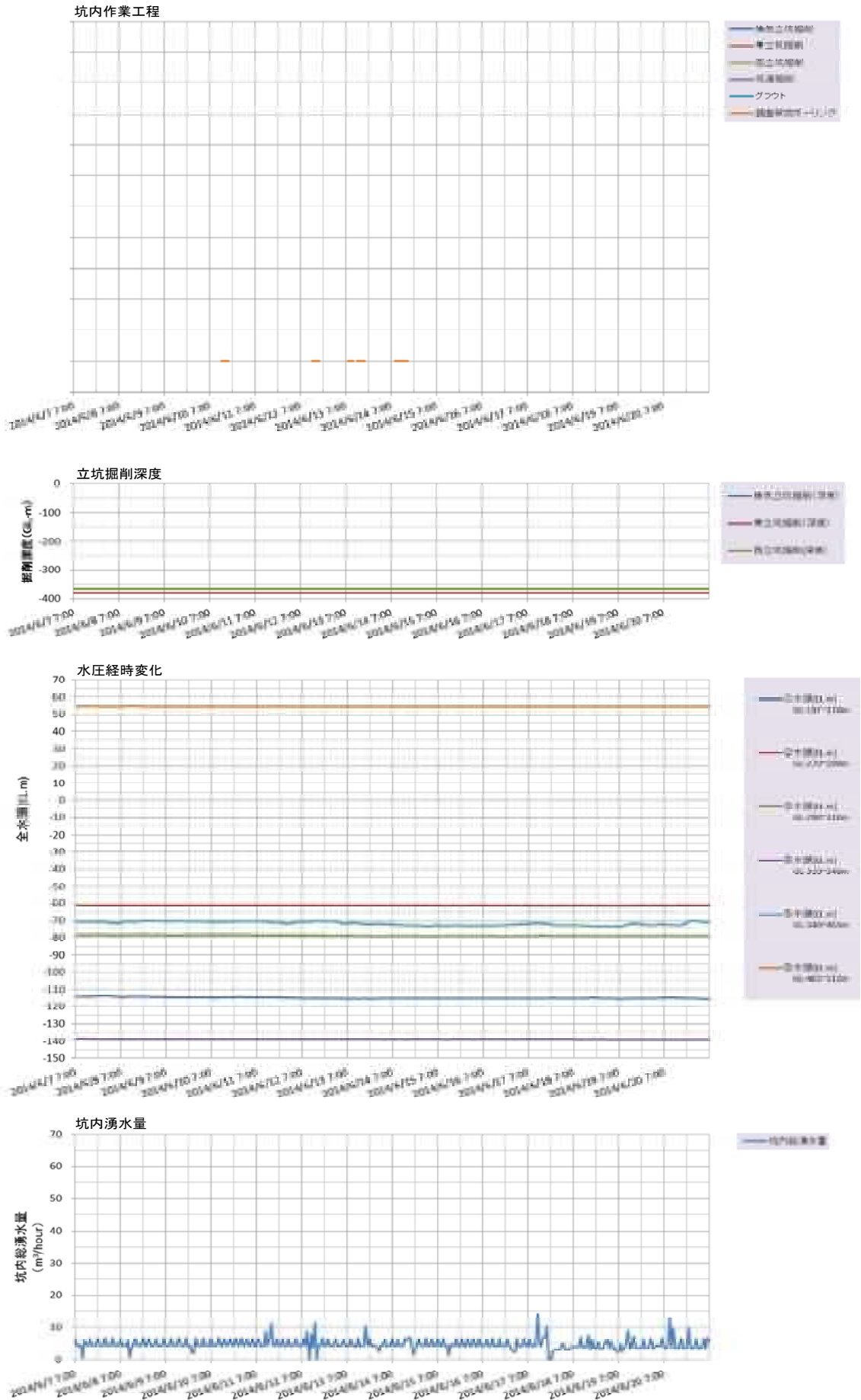


図 2-170 2014年6月7日~2014年6月20日における短期的な水圧変動

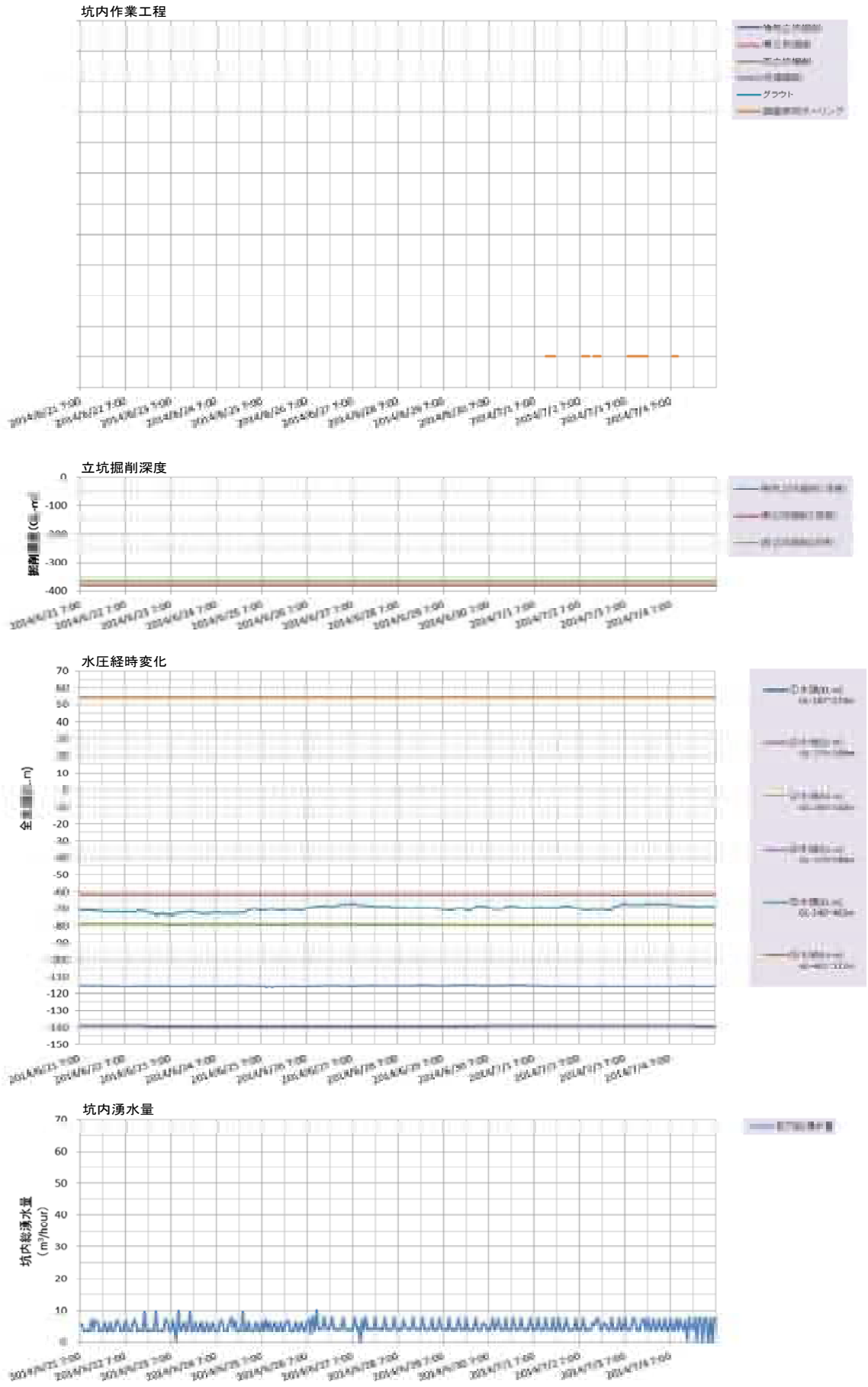


図 2-171 2014年6月21日~2014年7月4日における短期的な水圧変動

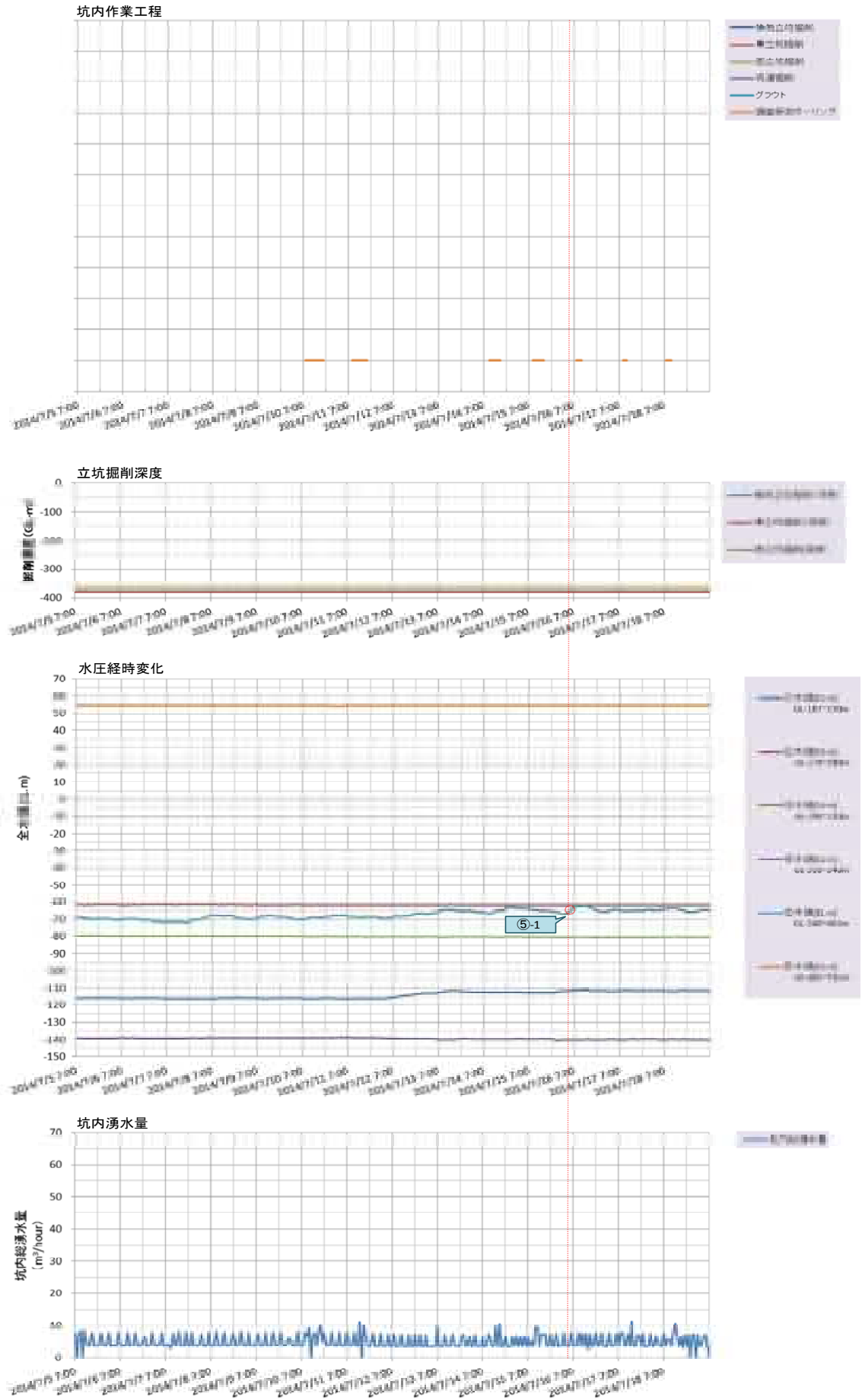


図 2-172 2014年7月5日~2014年7月18日における短期的な水圧変動

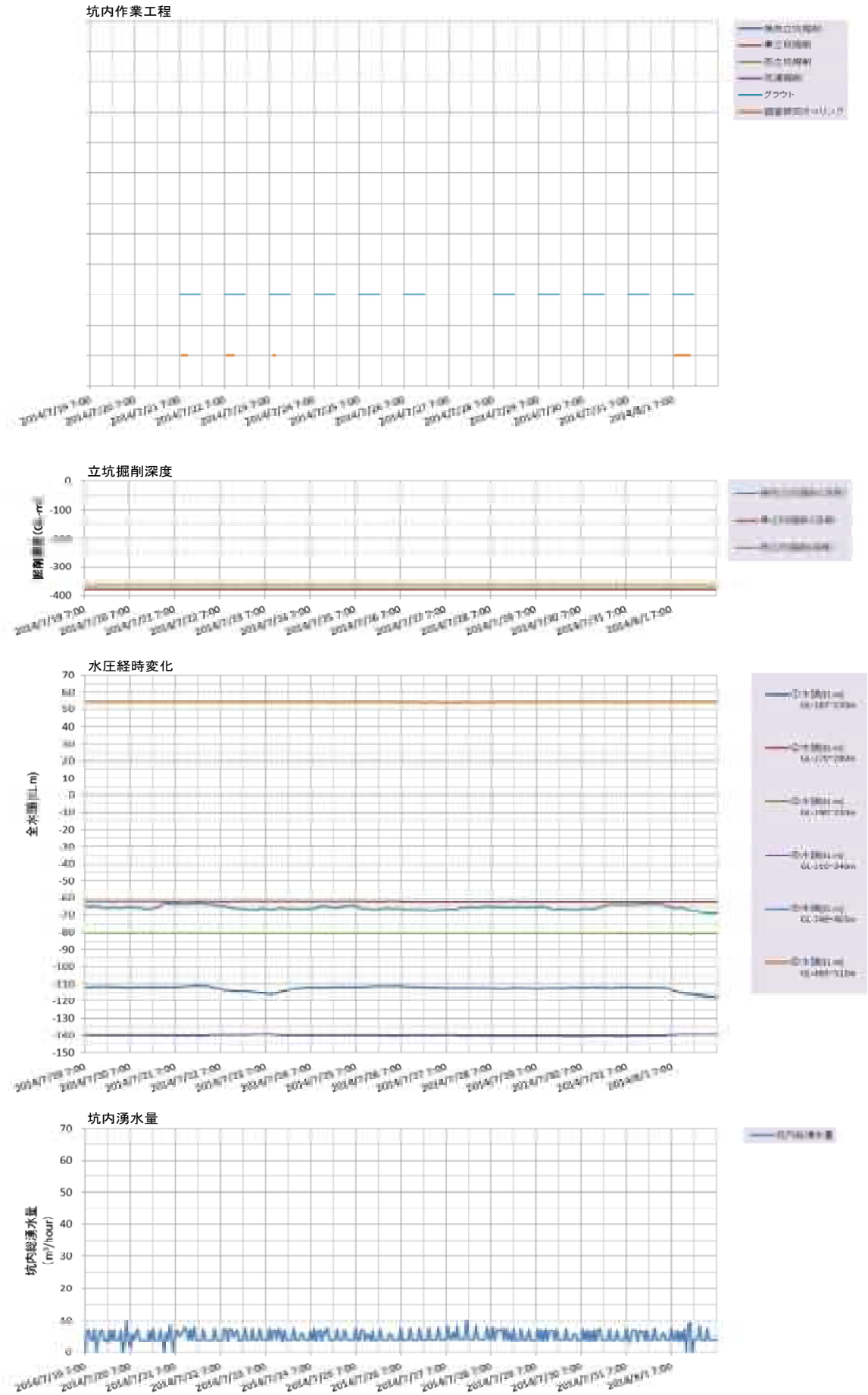
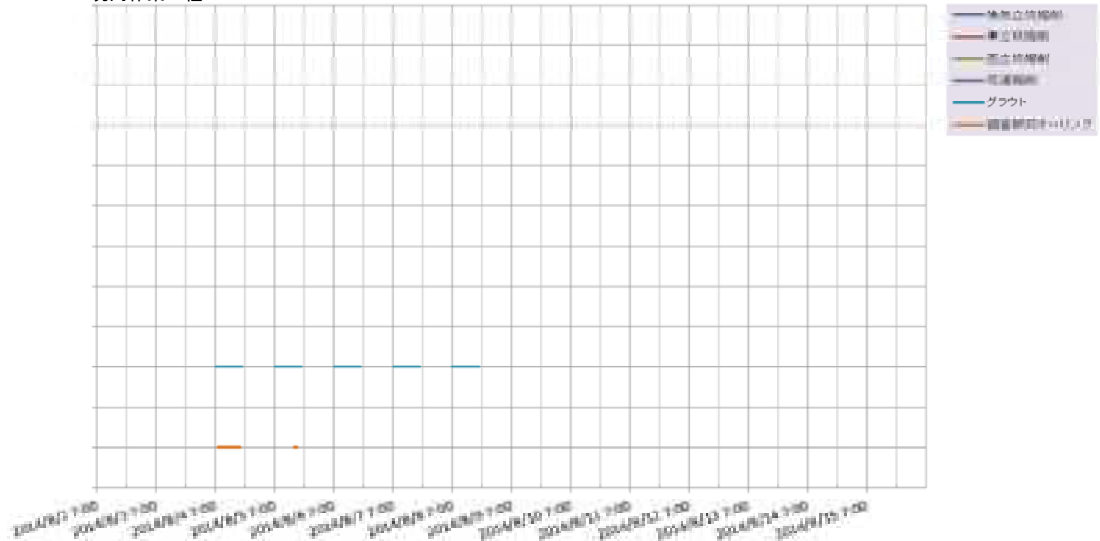
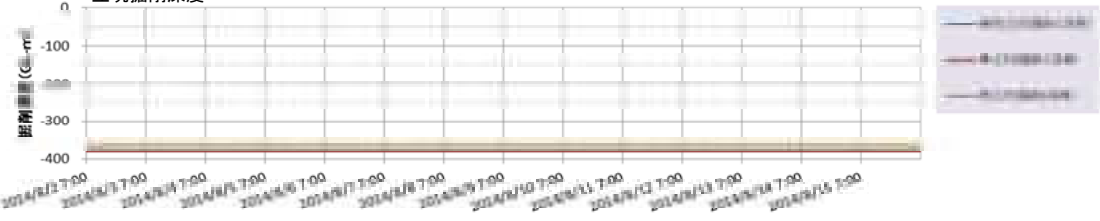


図 2-173 2014年7月19日~2014年8月1日における短期的な水圧変動

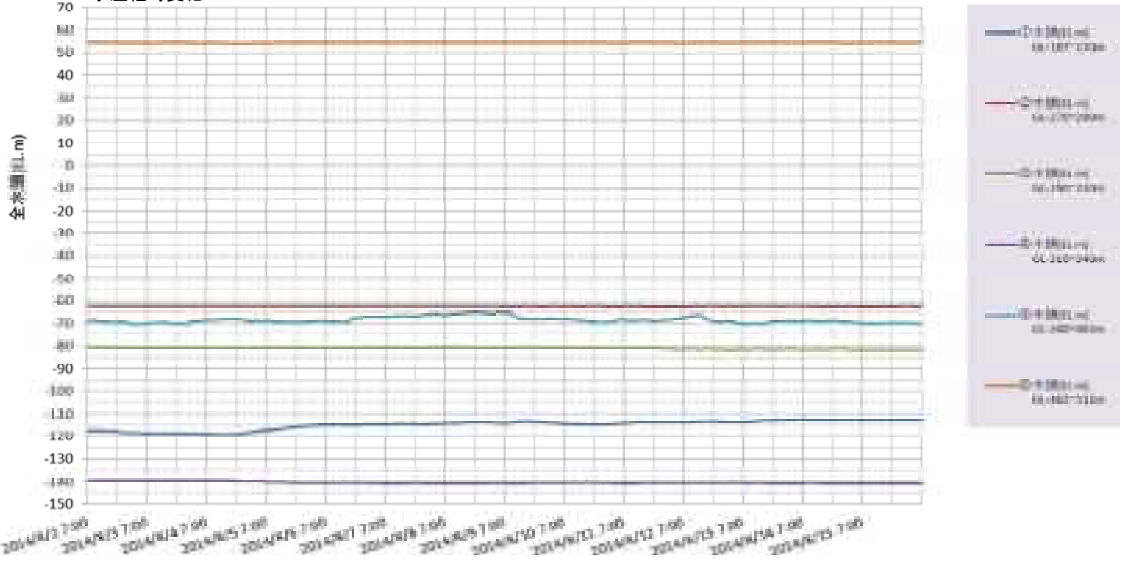
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

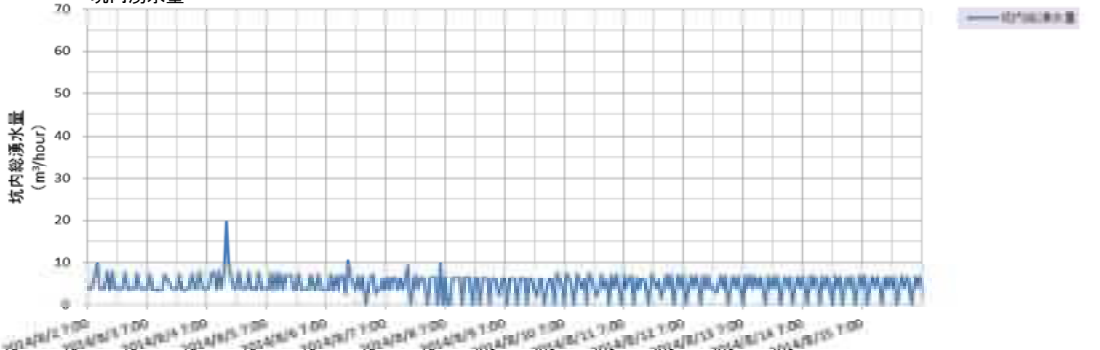


図 2-174 2014年8月2日~2014年8月15日における短期的な水圧変動

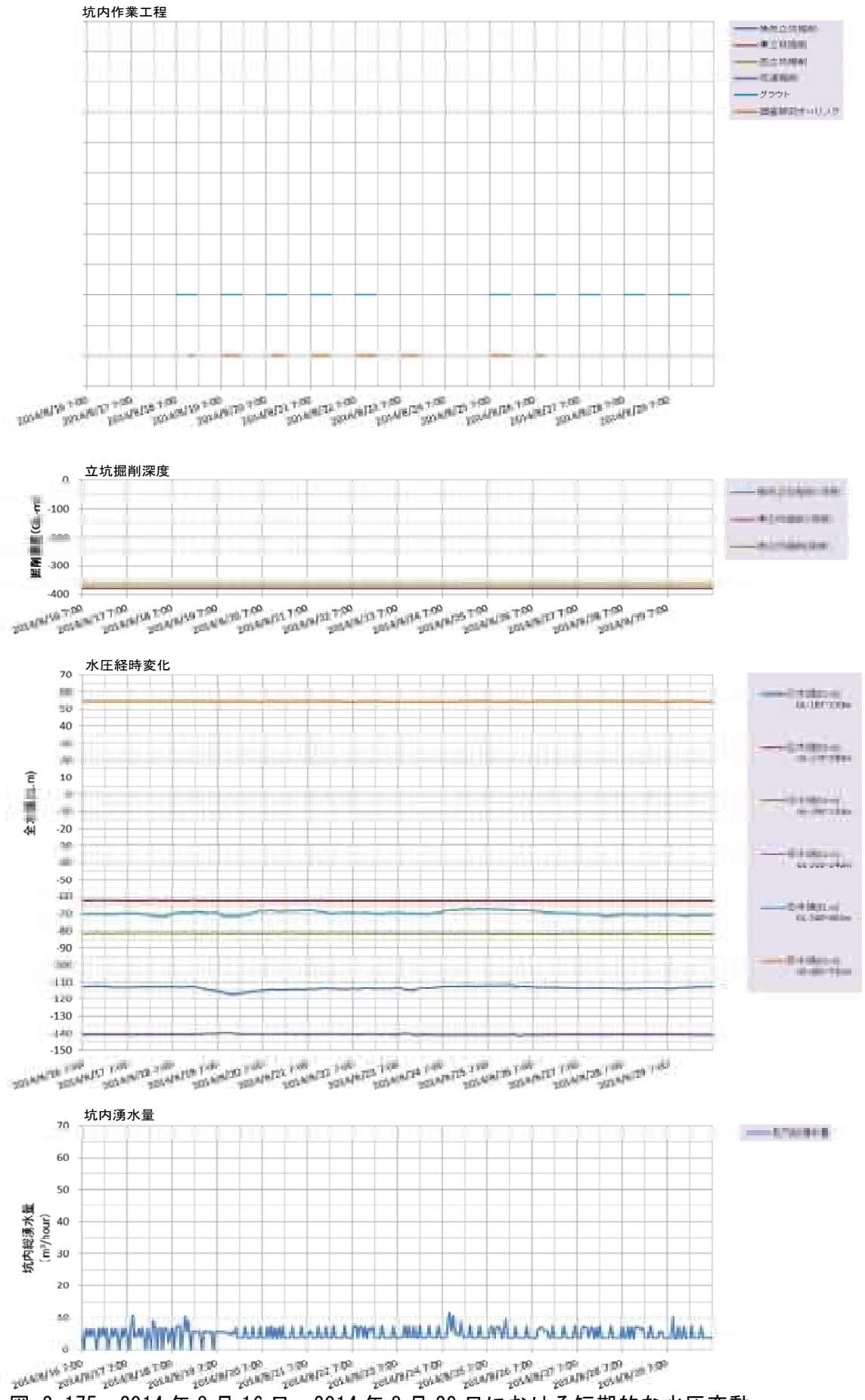


図 2-175 2014年8月16日~2014年8月29日における短期的な水圧変動

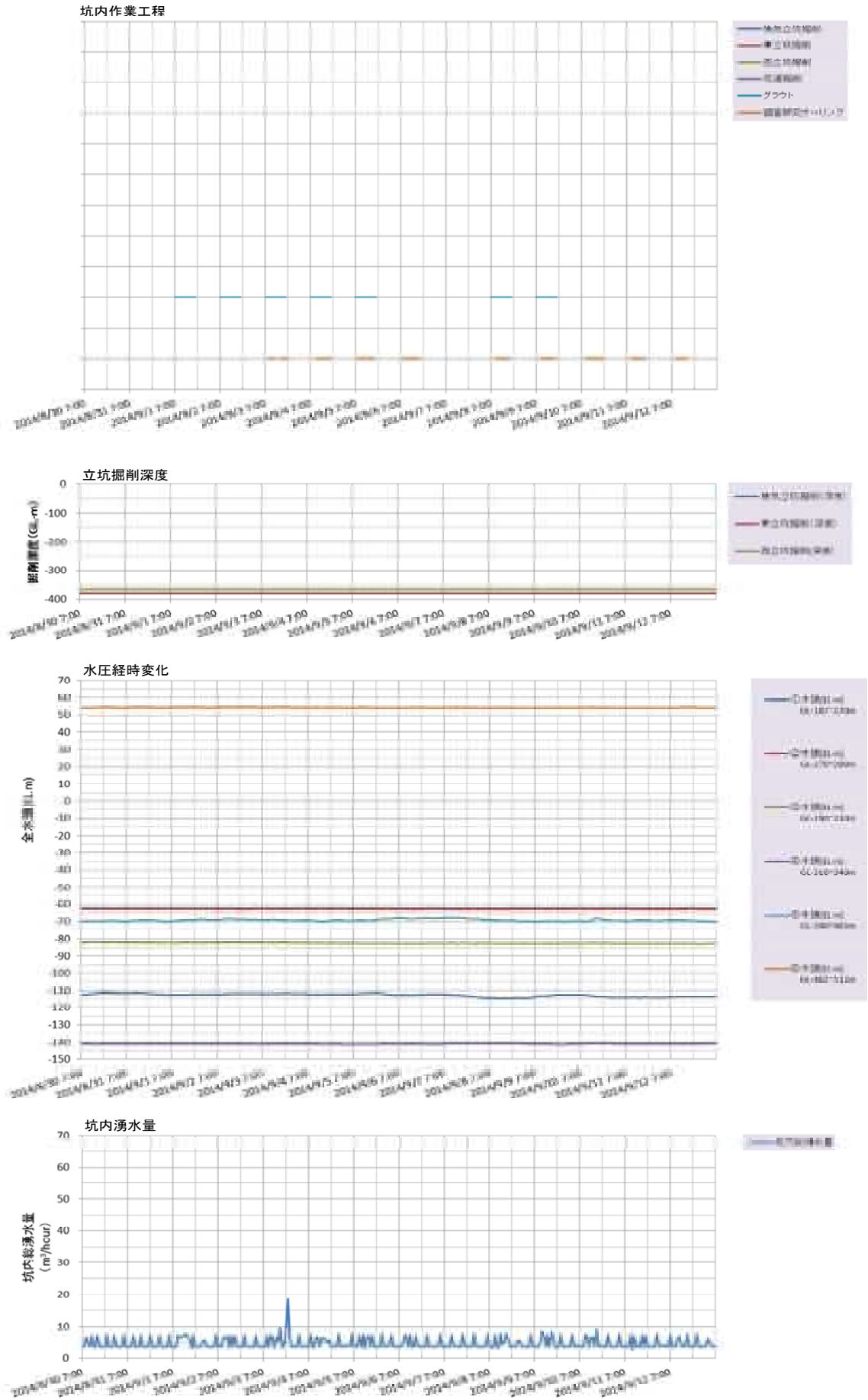


図 2-176 2014年8月30日~2014年9月12日における短期的な水圧変動

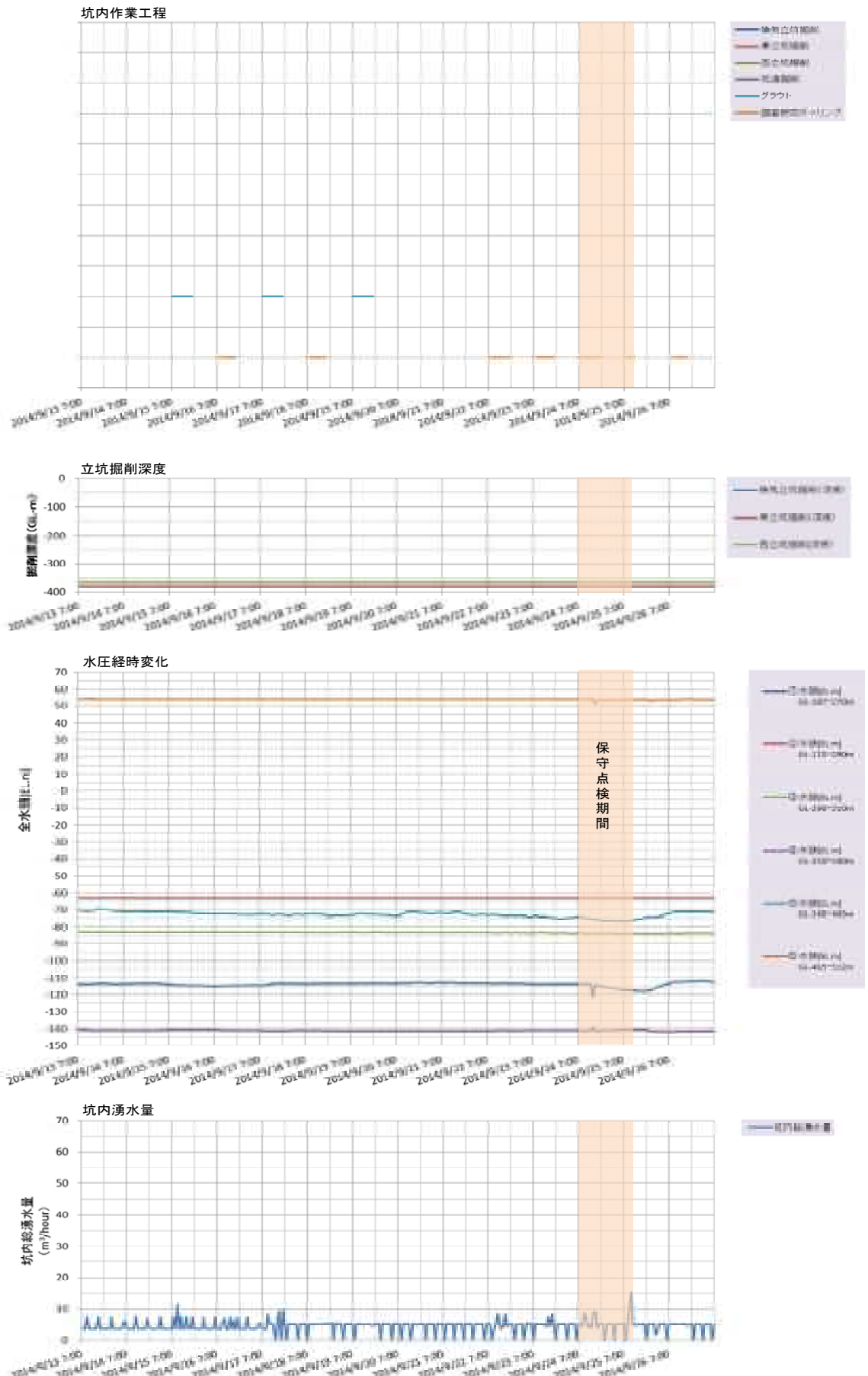


図 2-177 2014年9月13日~2014年9月26日における短期的な水圧変動

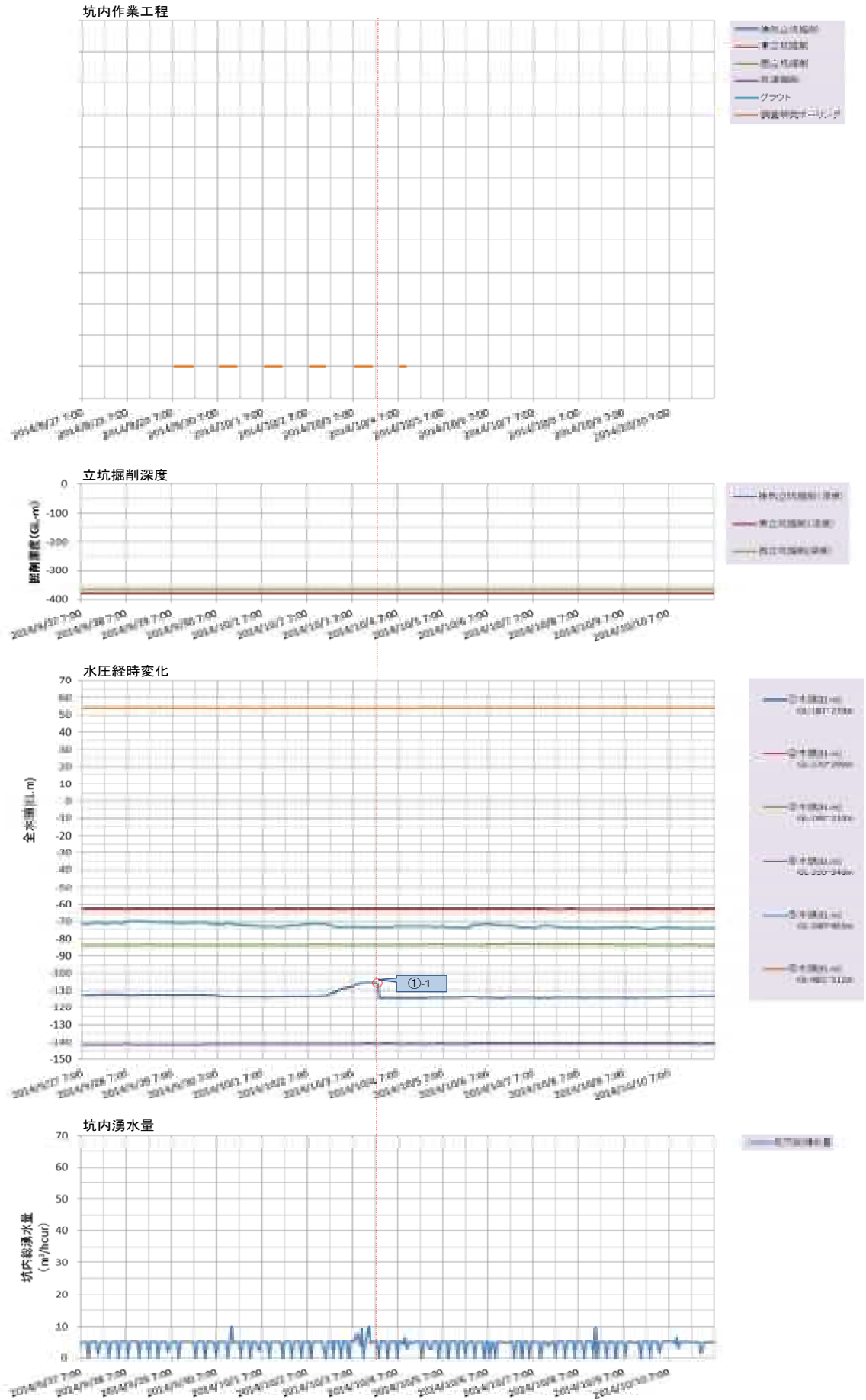


図 2-178 2014年9月27日~2014年10月10日における短期的な水圧変動

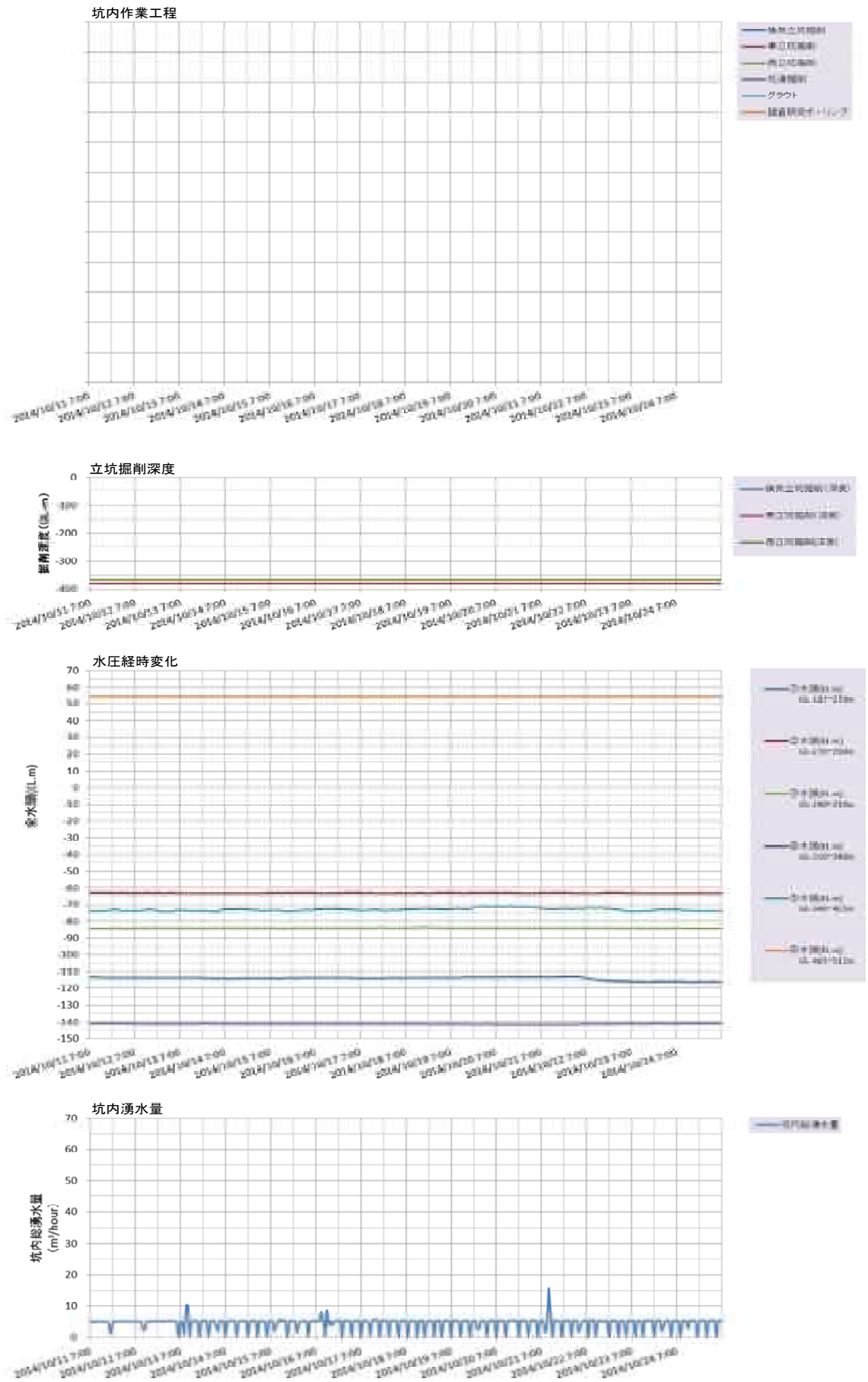


図 2-179 2014年10月11日~2014年10月24日における短期的な水圧変動

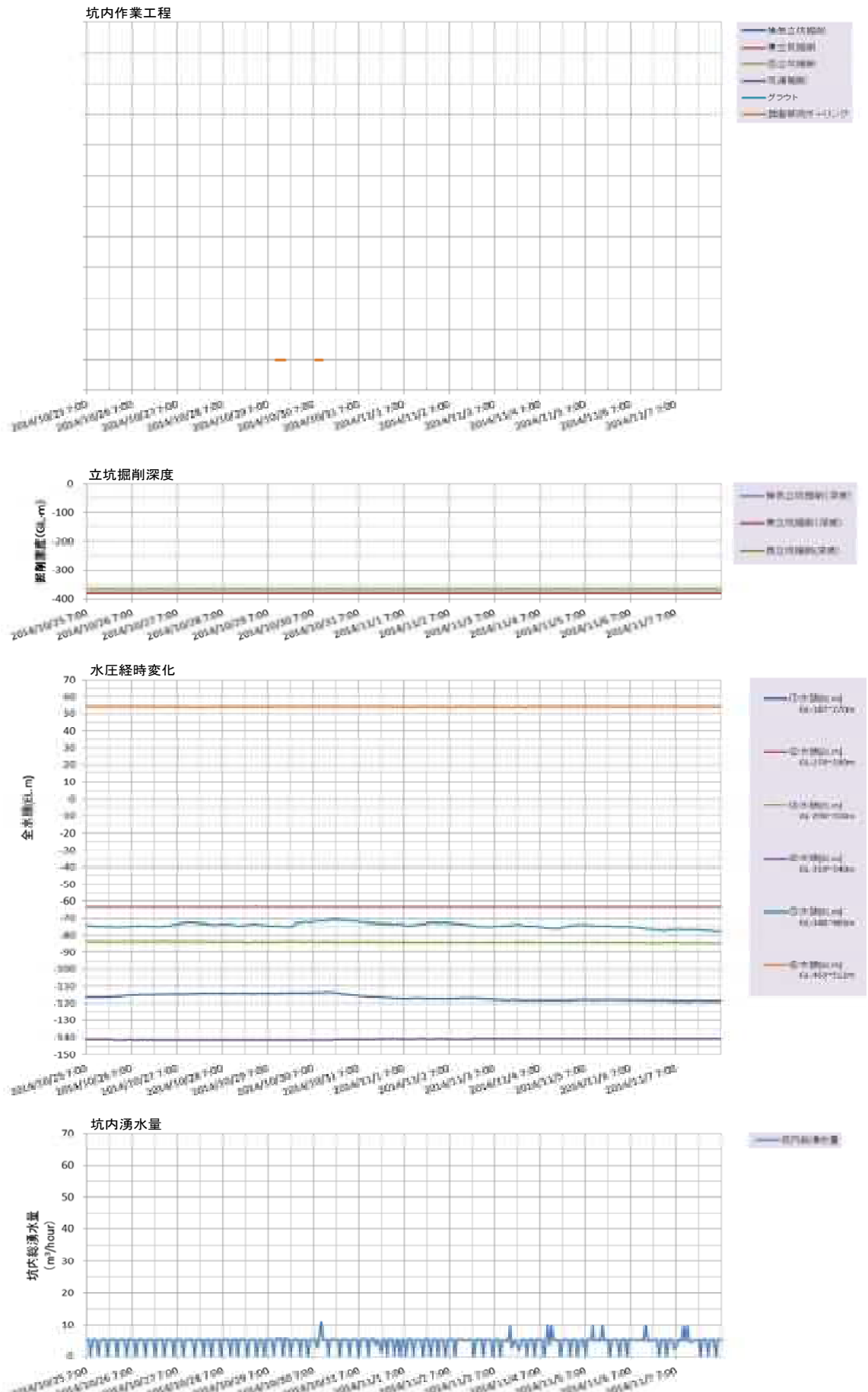


図 2-180 2014年10月25日~2014年11月7日における短期的な水圧変動

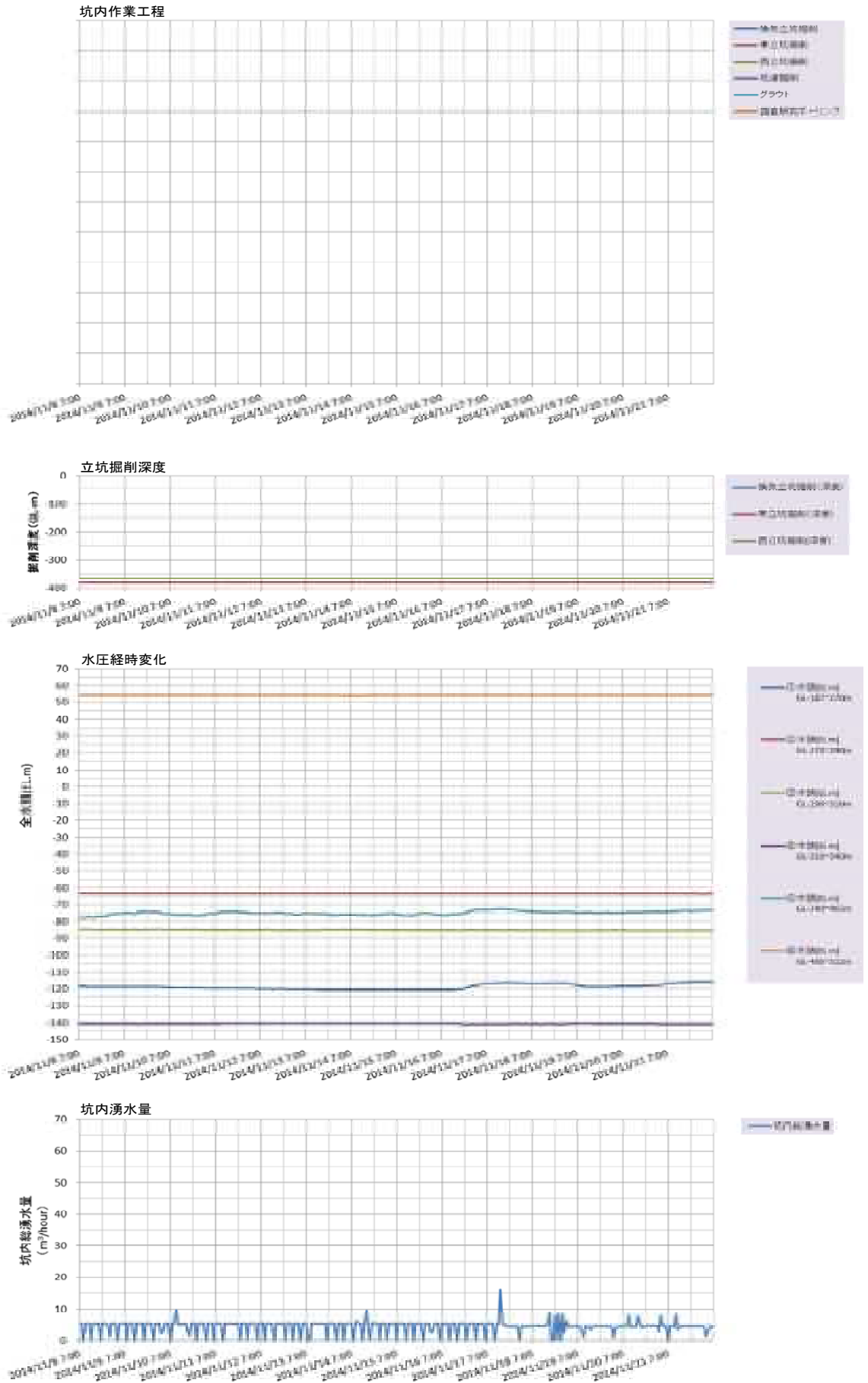


図 2-181 2014年11月8日~2014年11月21日における短期的な水圧変動

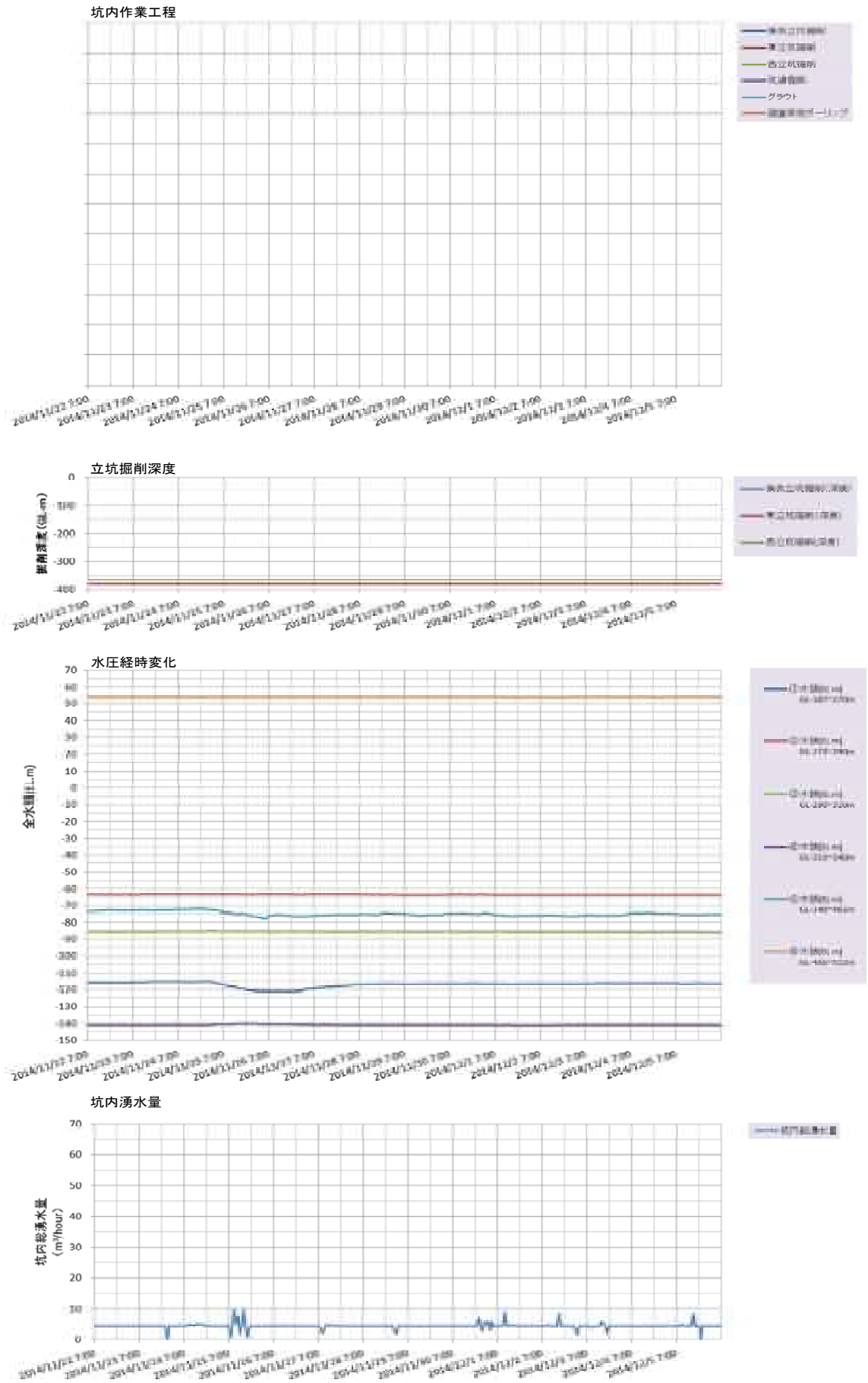
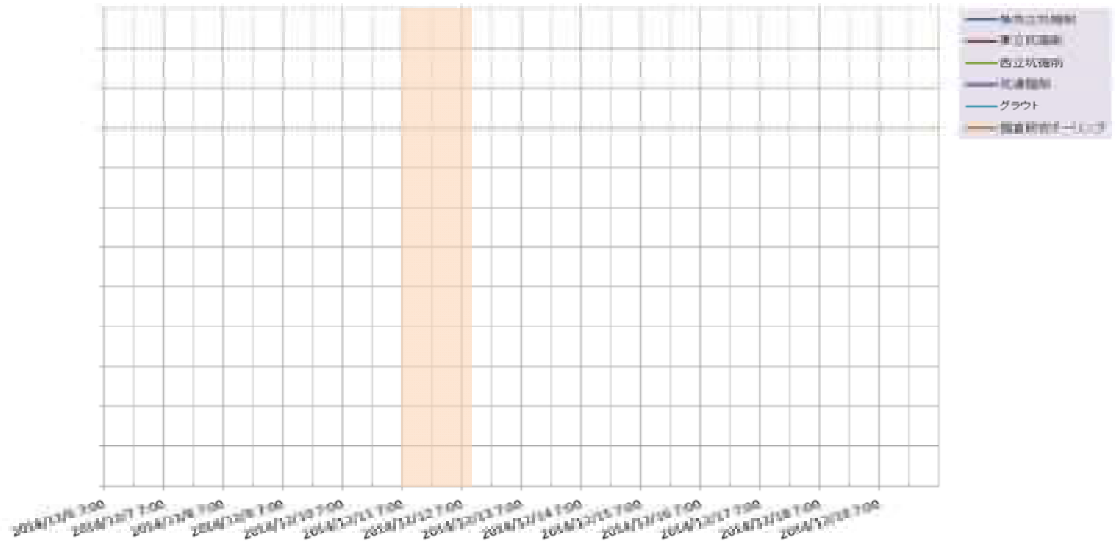
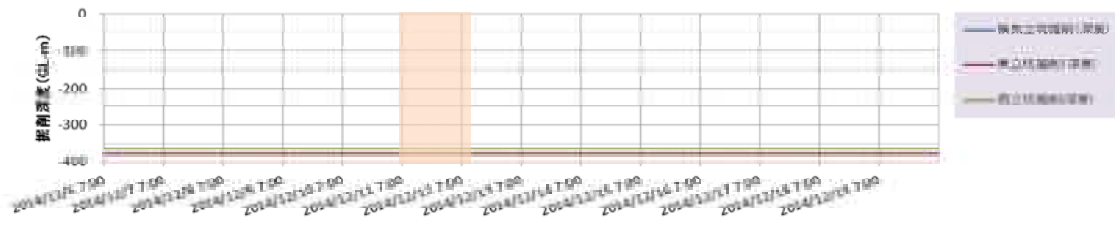


図 2-182 2014年11月22日~2014年12月5日における短期的な水圧変動

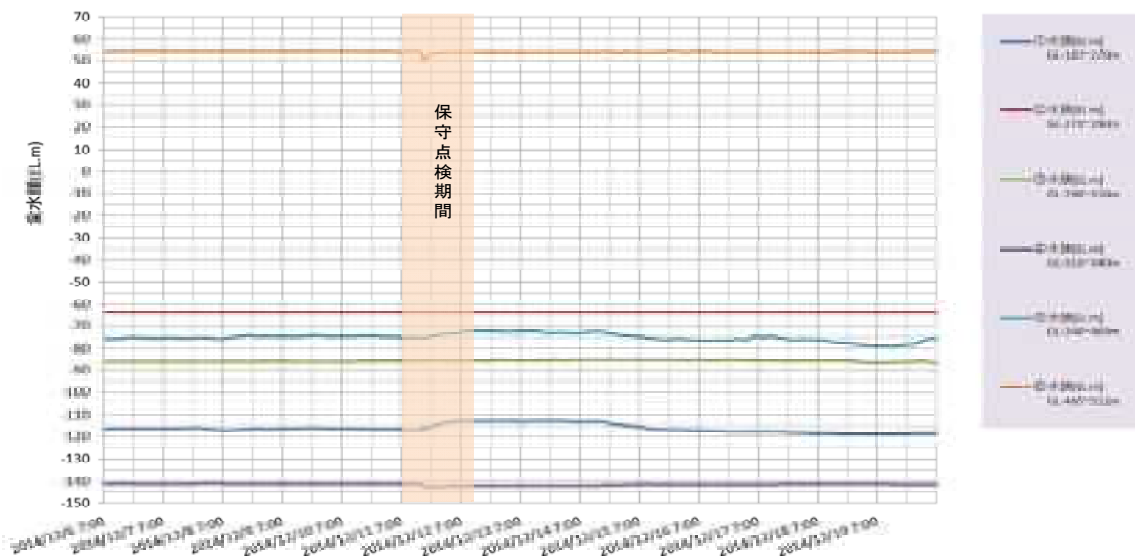
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

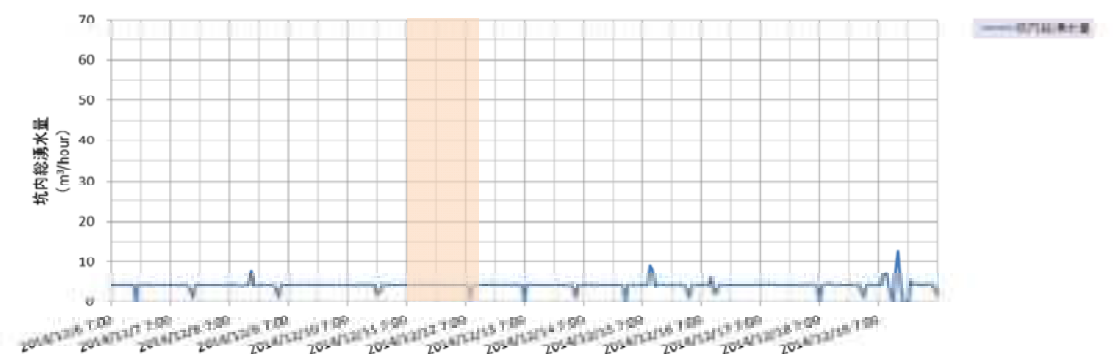


図 2-183 2014年12月6日~2014年12月19日における短期的な水圧変動

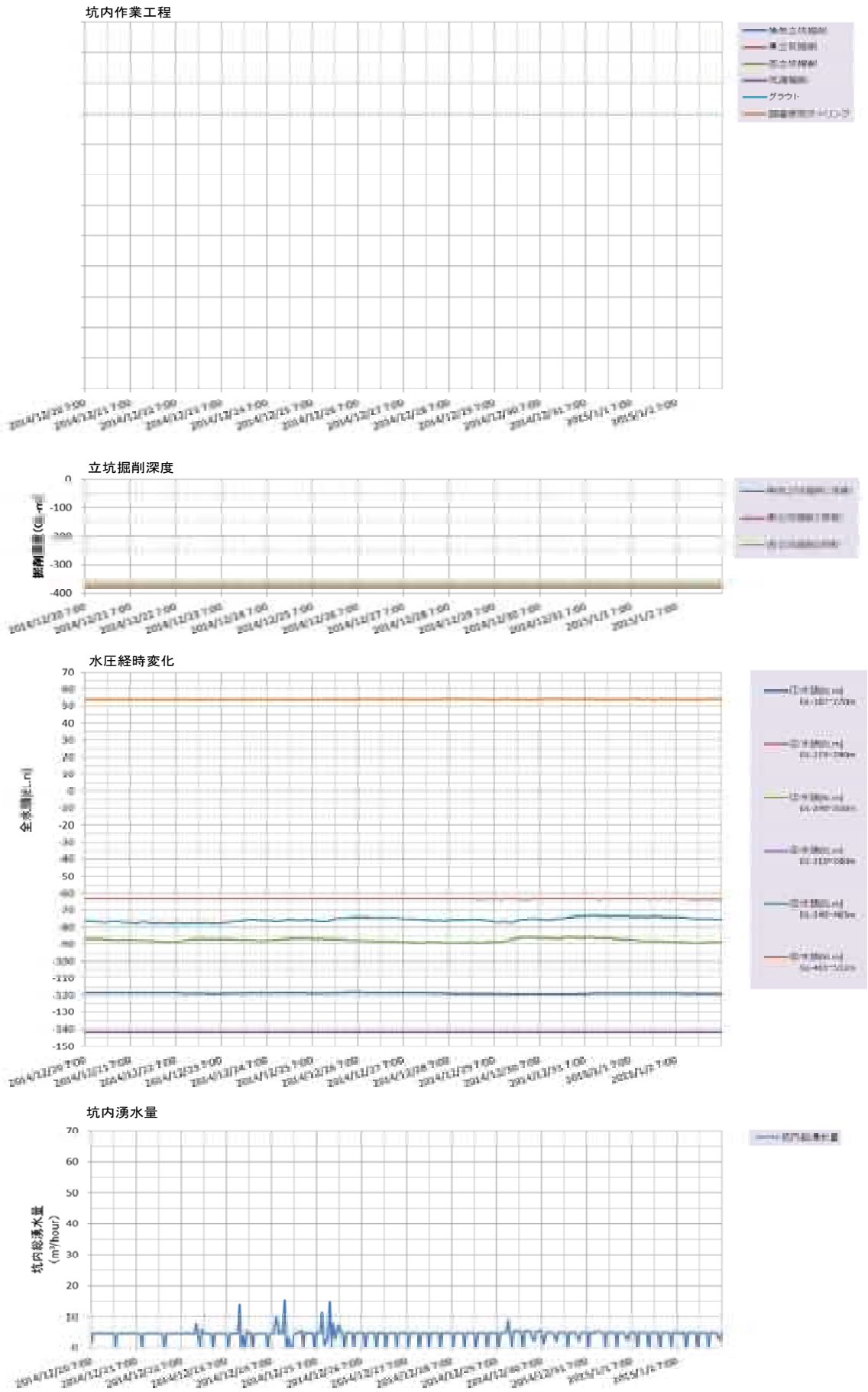


図 2-184 2014年12月20日~2015年1月2日における短期的な水圧変動

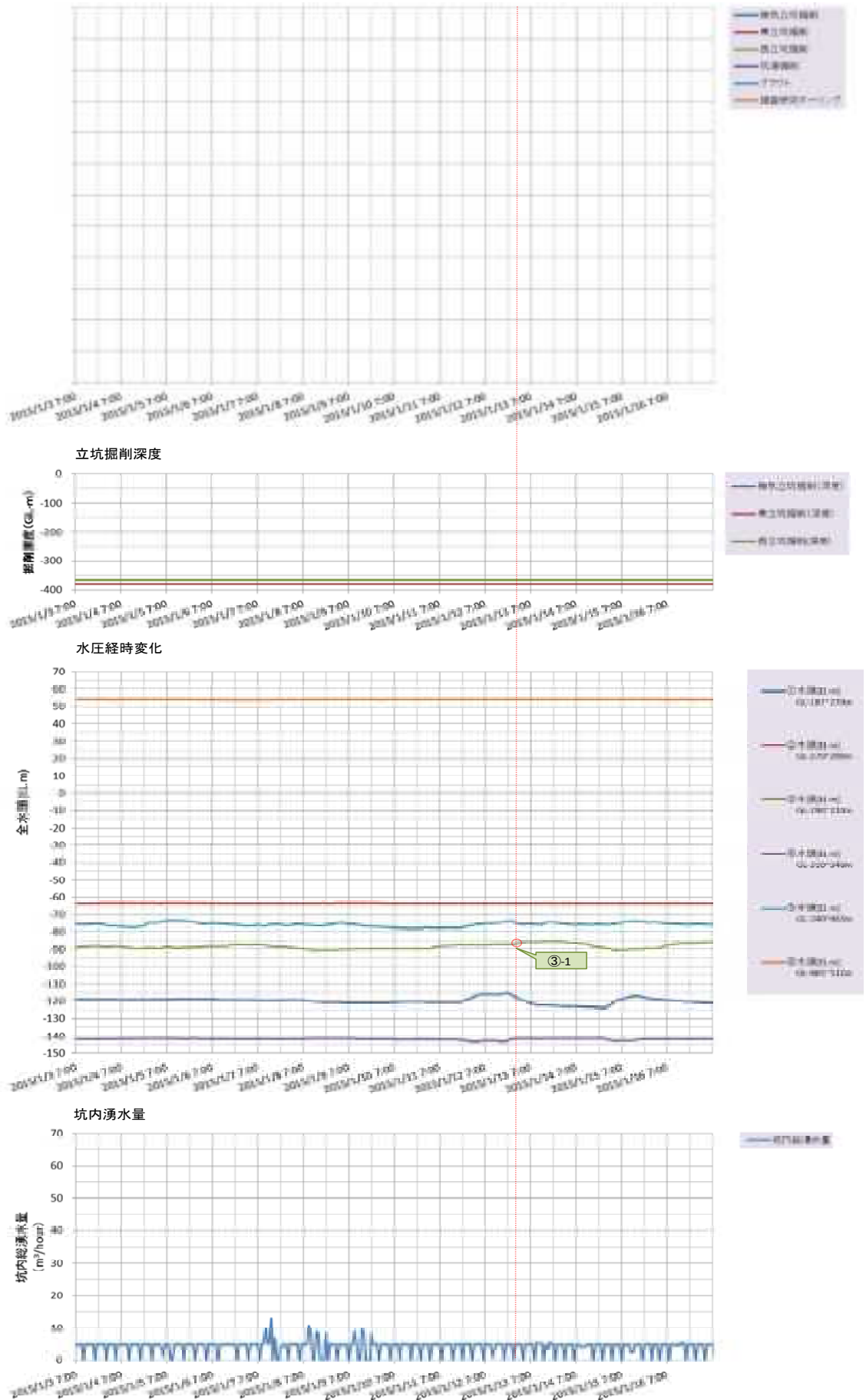
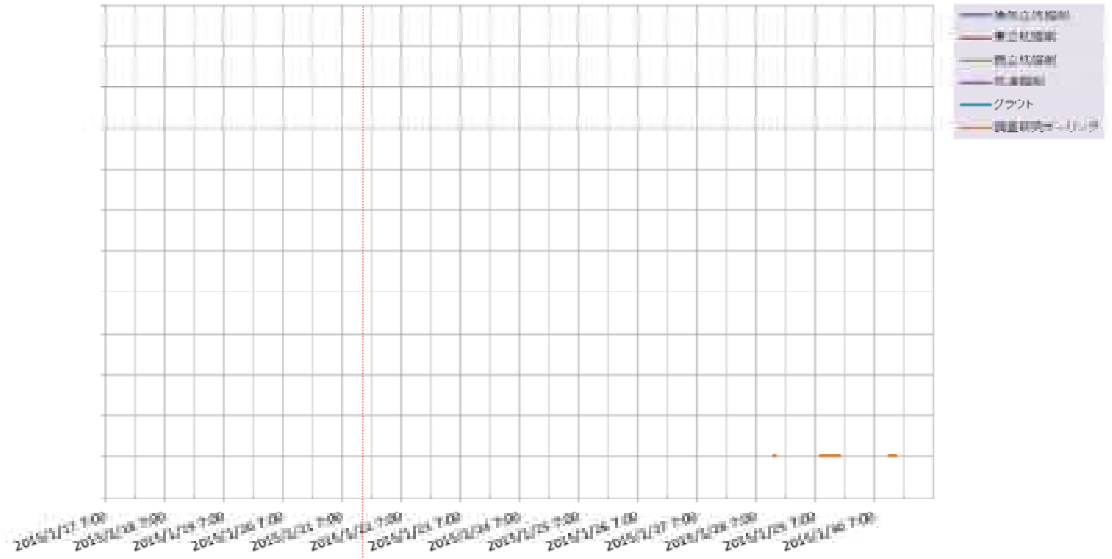
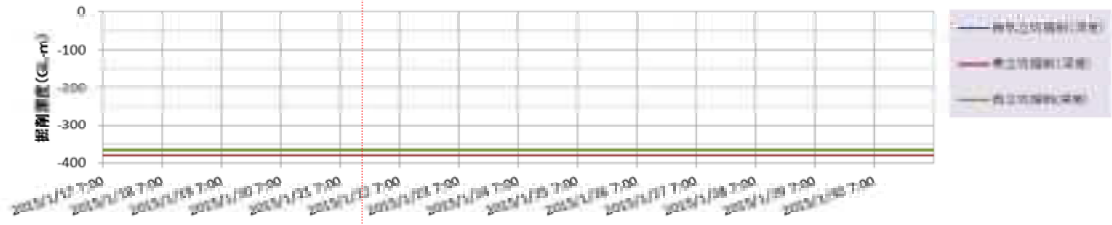


図 2-185 2015年1月3日~2015年1月16日における短期的な水压変動

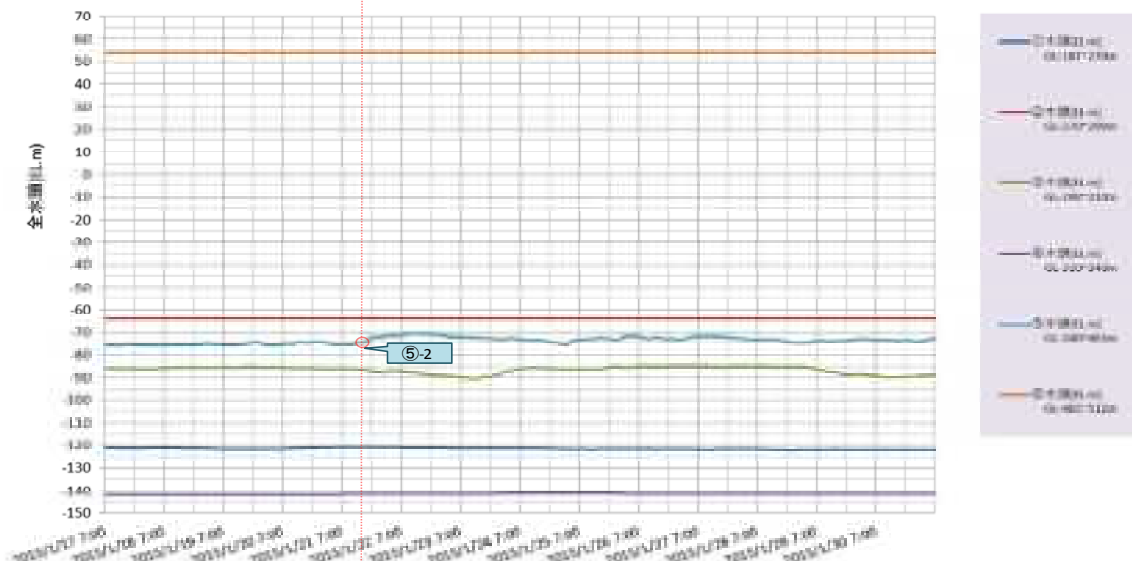
坑内作業工程



立坑掘削深度



水圧経時変化



坑内湧水量

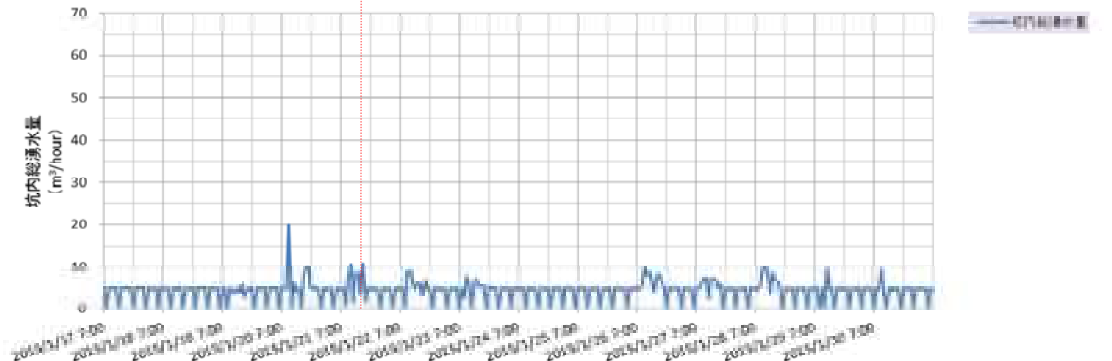


図 2-186 2015年1月17日~2015年1月30日における短期的な水圧変動

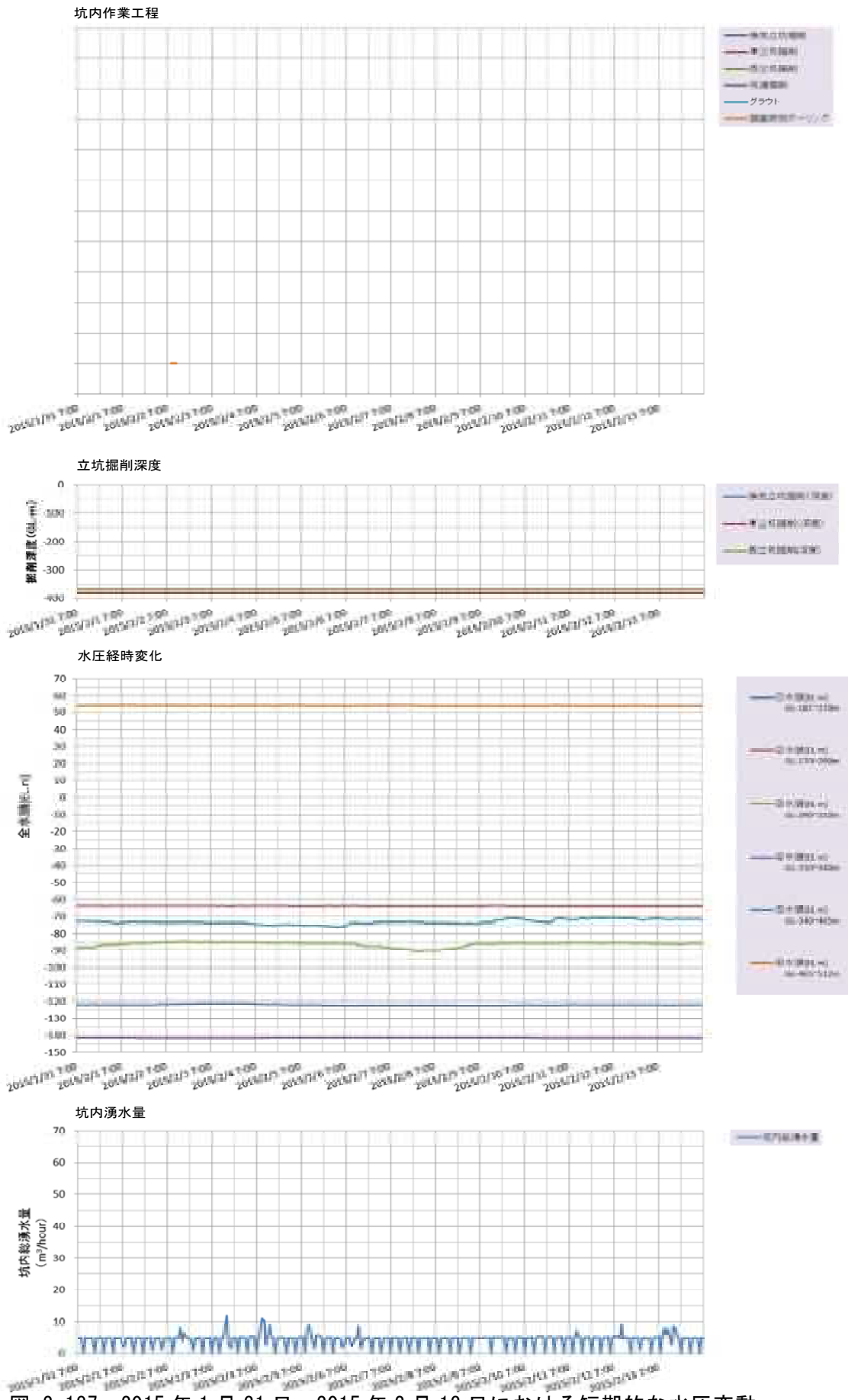


図 2-187 2015年1月31日~2015年2月13日における短期的な水圧変動

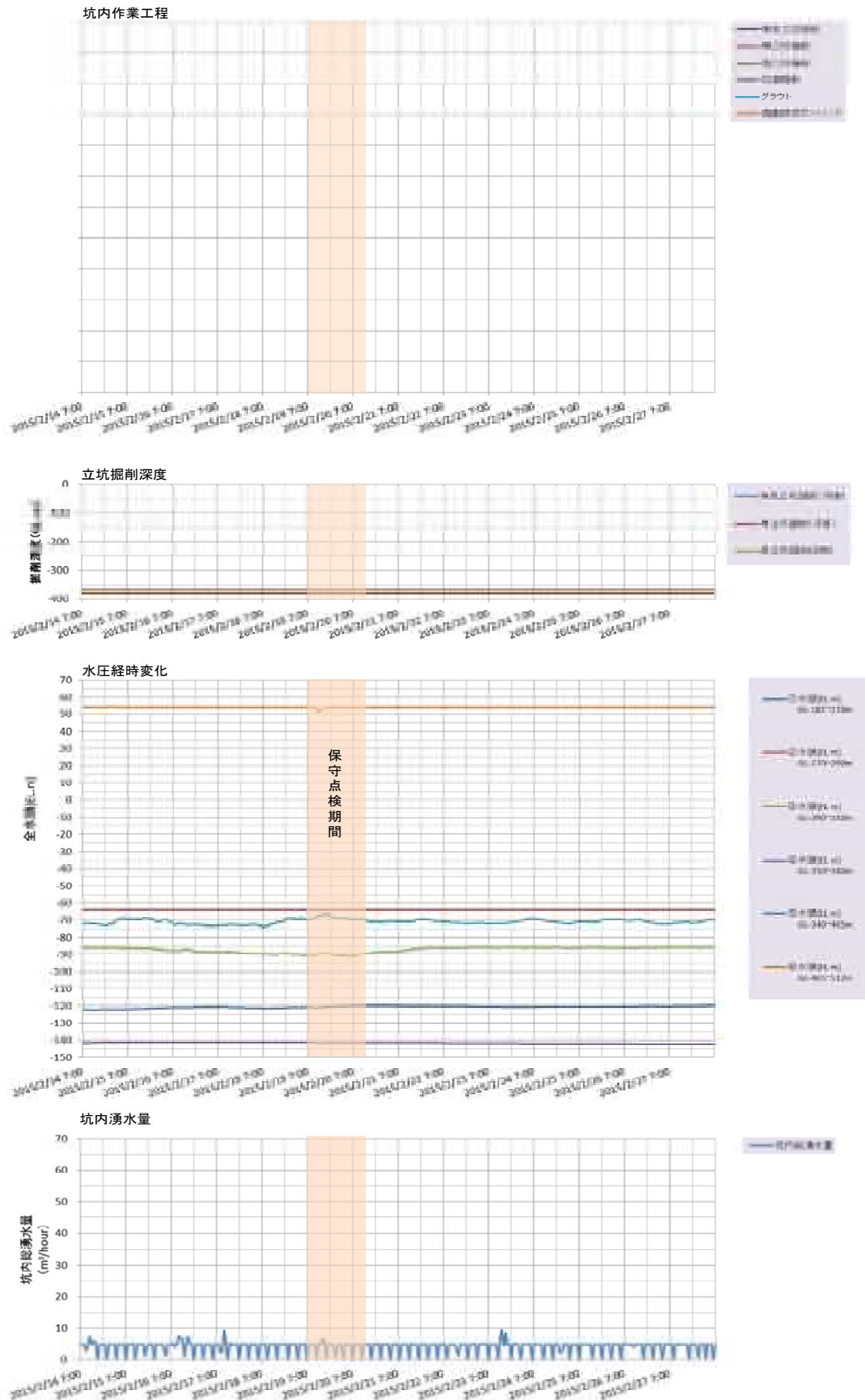


図 2-188 2015年2月14日~2015年2月27日における短期的な水圧変動

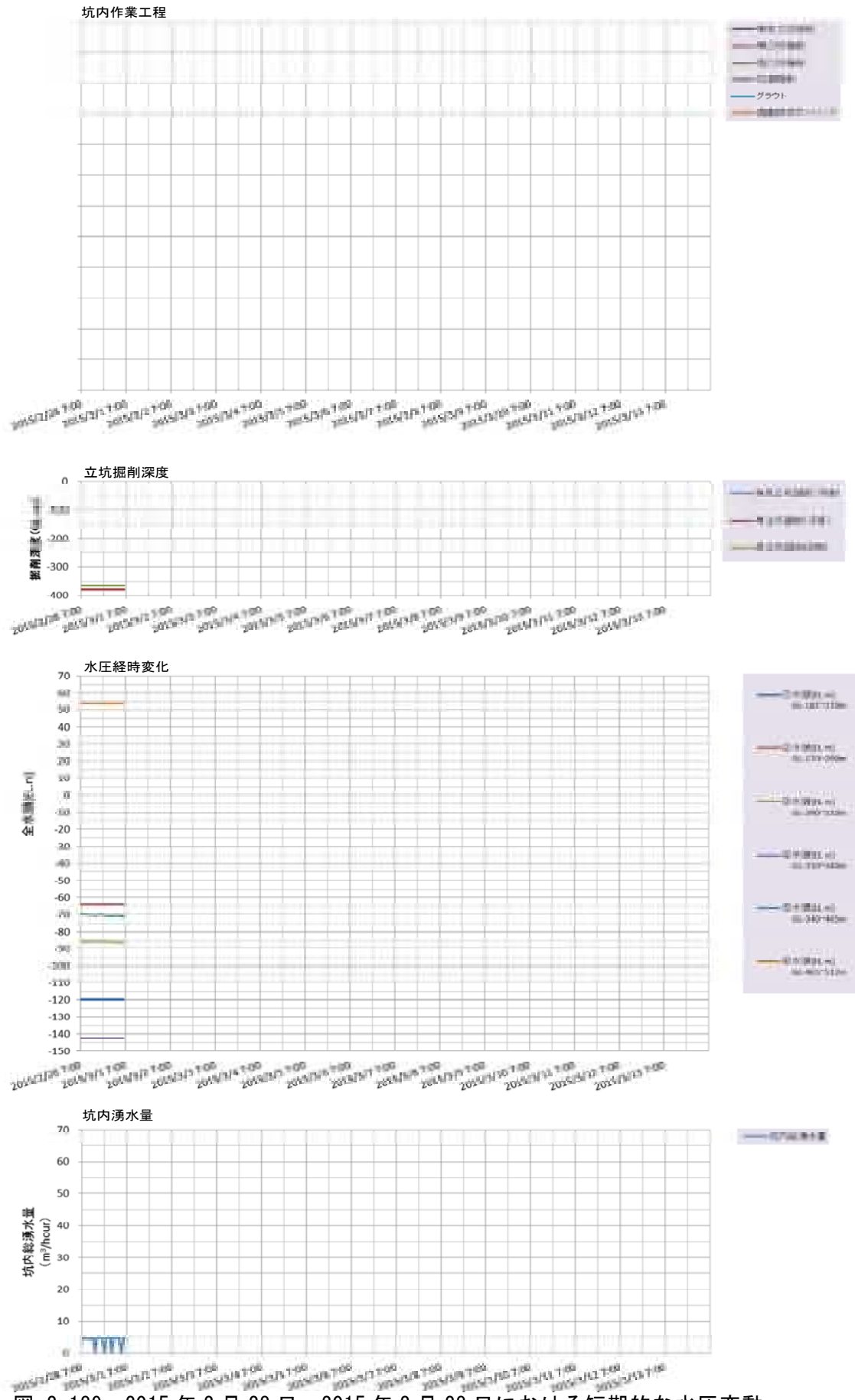


図 2-189 2015年2月28日~2015年2月28日における短期的な水圧変動

表 2-52 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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
①-1	2014/10/3 21:00	-8.005	作業無し	作業無し	作業無し	掘削無し		

表 2-53 ③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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
③-1	2015/1/13 1:00	1.060	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		

表 2-54 ⑤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	坑道掘削	グラウト工	調査研究Bor		
⑤-1	2014/7/16 6:00	1.185	作業無し	作業無し	作業無し	掘削無し		
⑤-2	2015/1/21 17:00	1.07	作業無し	作業無し	作業無し	作業無し		

2.10 水圧変動イベントの信頼性の評価

以上の検討より、①～⑥の全区間にて水圧変動イベントが抽出された。しかし、①、③、⑤、⑥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、③区間は恒久対策前において水圧センサーが区間水位より上部に位置していると考えられ正常な観測値が得られていない可能性があること、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た。さらに平成 24～25 年度業務で、恒久対策後の③区間の水位は脱ガスの影響を強く受けており坑内作業イベントとの対比には適さないこと、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) ために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、⑤区間の水圧変動の挙動は極めて不安定であることが指摘された。また、⑥区間で観測された水圧変動イベント (2 回のみ：表 2-10) はいずれも同区間の採水作業の後に発生している (図 2-6～2-7, 2-22～2-23)。これらのことから、①、③、⑥区間の水圧変動イベントは、必ずしも坑内作業イベントに伴って発生した水圧変動イベントであるとは言い難く、⑤区間は④区間の水圧応答を拾っている可能性が高い。

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、2010 年 6 月 4 日頃から水圧低下 (図 2-5 の水圧変動イベント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⑤、⑥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 2-190)。

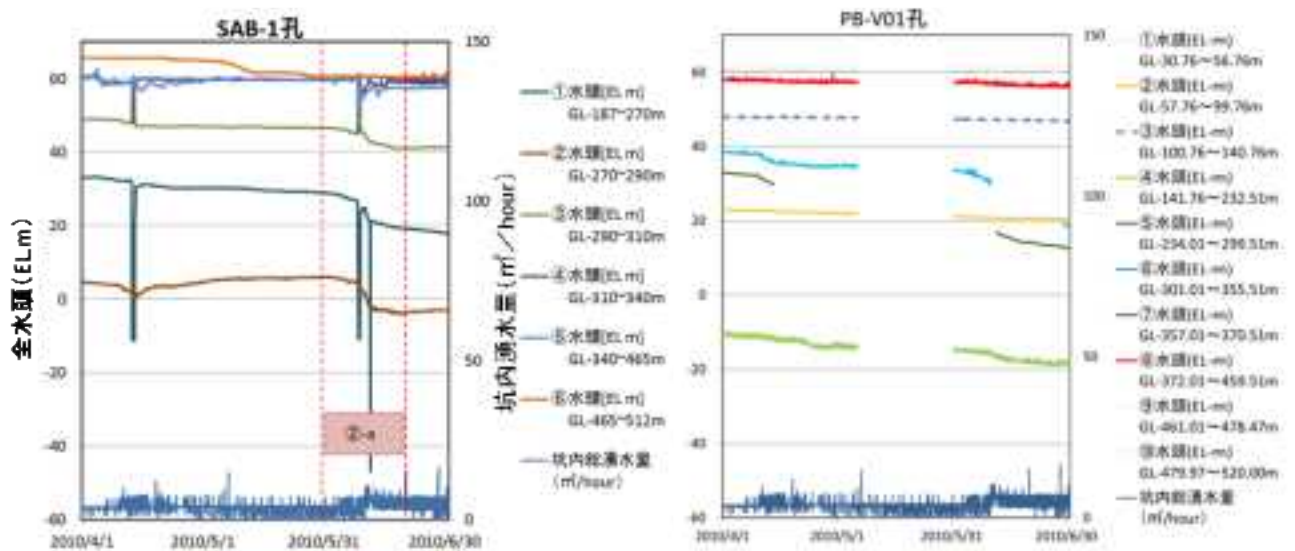


図 2-190 2010 年 6 月付近における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較

④区間で、2011 年 7 月から急激な水圧低下 (水圧変動イベント④-a) が認められたが、PB-V01 孔の⑦区間でもほぼ同時期に同様な水圧低下が認められる (図 2-191)。

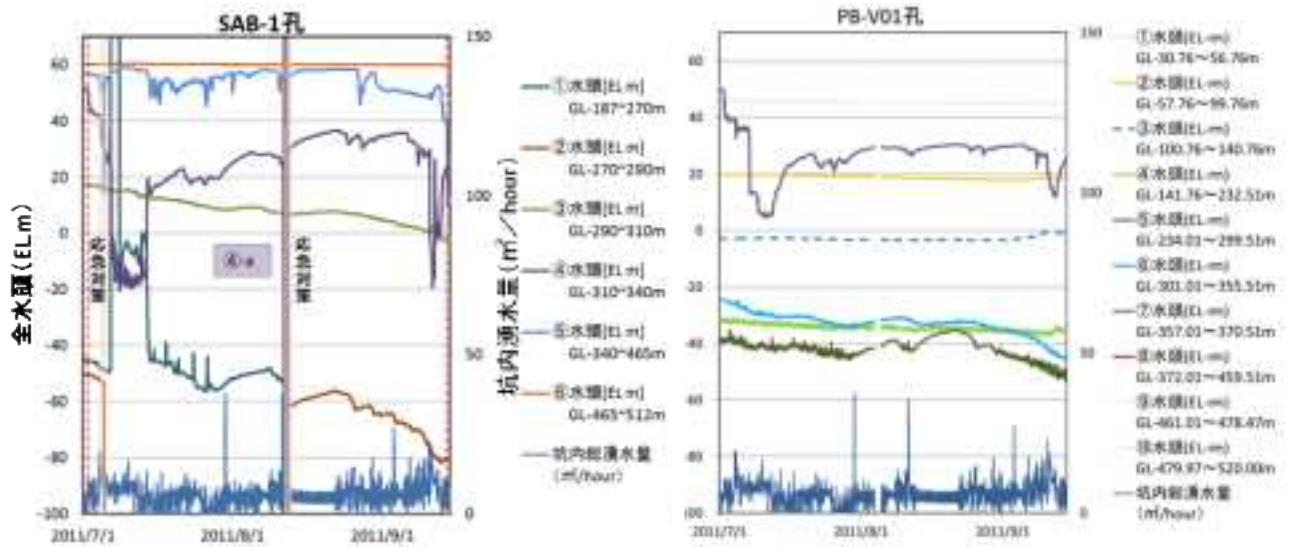


図 2-191 2011 年 7, 8 月における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較

また②区間で、2011 年 3 月中頃から水圧変動（図 2-35 水圧変動イベント②-b, ②-c）が認められたが、PB-V01 孔の⑤, ⑥区間でも同時期にほぼ同様な水圧変動が認められる（図 2-192）。

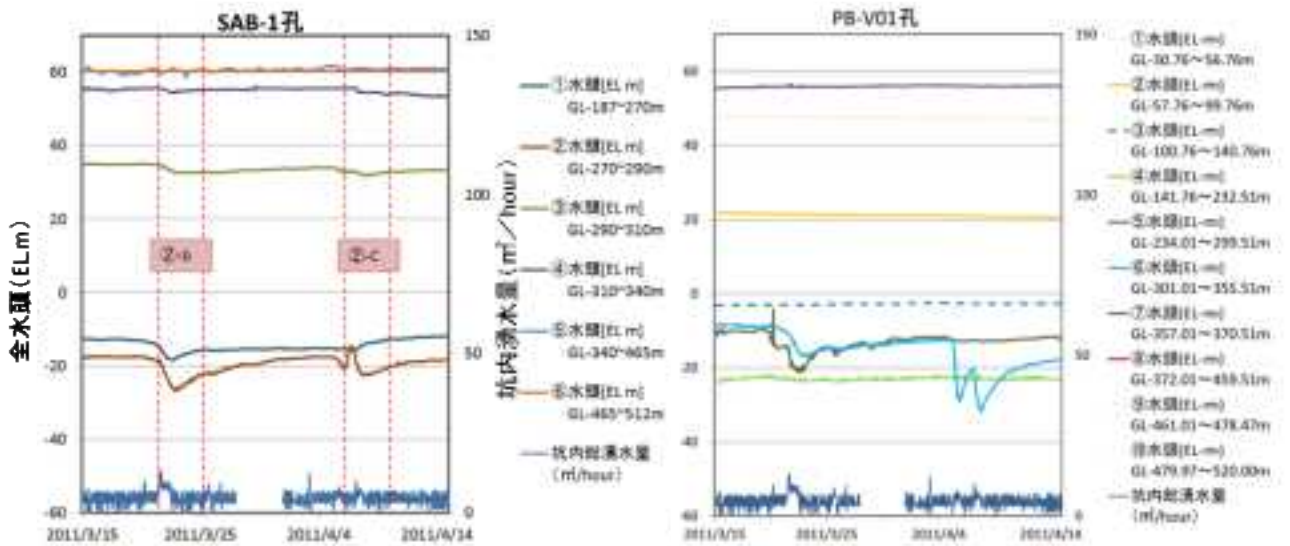


図 2-192 2011 年 3, 4 月における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較

同じく②区間と④区間で2012年4月頃から徐々に水圧変動(水圧変動イベント②-d, ④-b)が認められたが、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 2-193）。

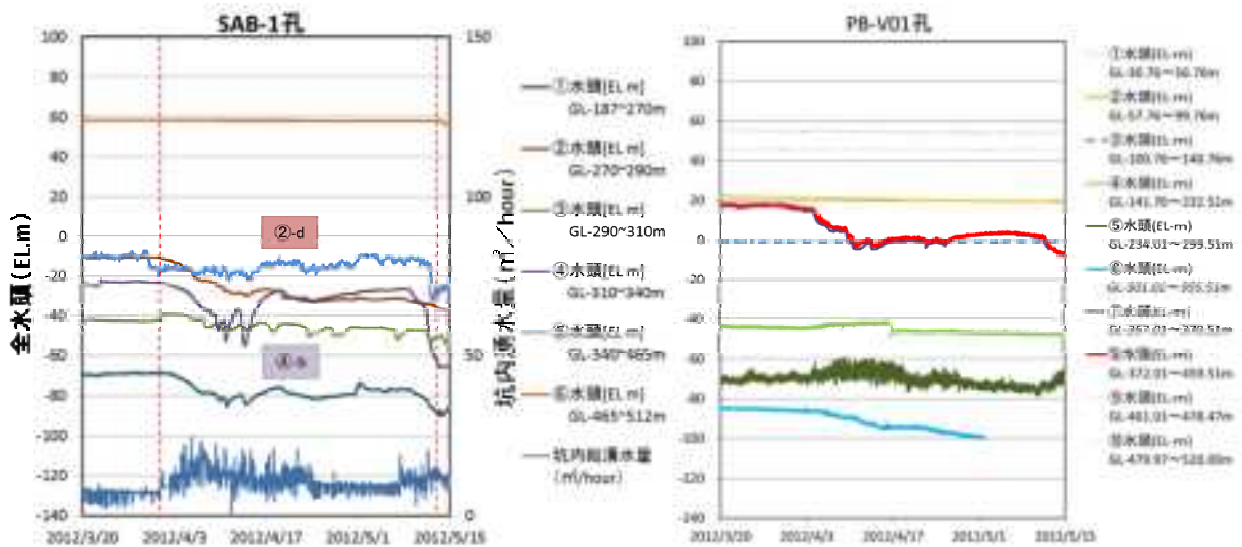


図 2-193 2012年4月初旬付近における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較

さらに④区間で、2013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-c), 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 2-194)。

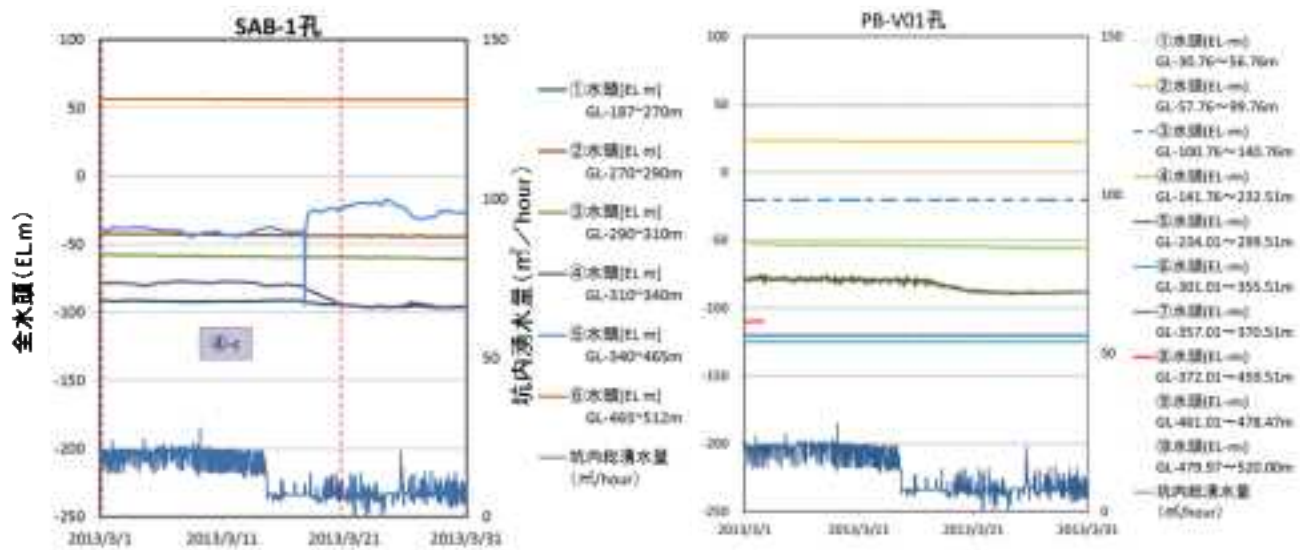


図 2-194 2013年3月における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較 (PB-V01 孔の⑧区間以深は観測が行われていない)

同じく④区間で2013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-d), 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 2-195)。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。

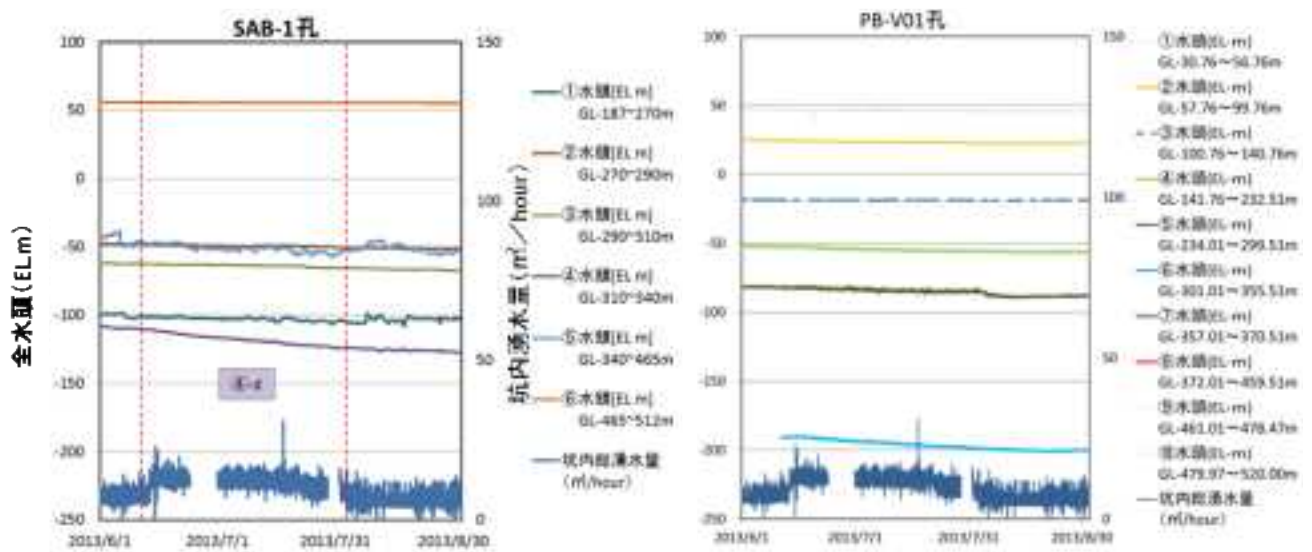


図 2-195 2013 年 6 月から 8 月における SAB-1 孔と PB-V01 孔との水圧変動の比較
(PB-V01 孔の⑦区間以深は観測が行われていない)

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。

2.11 考察

平成 24～25 年度業務において、2012 年 2 月 6 日～2014 年 2 月 28 日の水圧観測データに基づき以下のことが指摘された。

- ① 長期的な水圧変動イベントは時間～日単位の精度で坑内作業イベントの時期と坑内総湧水量の増減時期と一致する。
- ② 大部分の短期的な水圧変動イベントは時間単位の精度で坑道掘削における断層との遭遇や顕著な湧水に関わる坑内作業イベントの時期と一致する。
- ③ 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、水圧変動イベントにおいては水圧が上昇することもある。
- ④ ⑥区間のようにたとえ観測区間に断層が存在していてもそれが高透水性断層のネットワークに参加していなければ有意な水圧変動は認められない。
- ⑤ 以上に基づくと、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。
- ⑥ 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。

一方で、以下のような課題も指摘された。

- ⑦ 短期的な水圧変動イベントは坑内作業イベントから数時間～数日の遅れで生じることがあり、その水圧変動イベントが長期化することもあるため、坑内作業イベントとの時期的な対比は必ずしも単純ではない。
- ⑧ 短期的な水圧変動と坑内でのイベントの時期的な対比は、グラウトを実施する場合、明瞭な対応関係が得られにくい可能性が考えられ、グラウトによる水理／力学的擾乱の影響がまだ小さい段階であれば明瞭な対応関係が得られる可能性がある。

今回の検討では新たに 2009 年 12 月 1 日～2012 年 2 月 5 日と 2014 年 3 月 1 日～2015 年 2 月 28 日の二期間の水圧観測データが加わった。前者の期間のデータは地下施設建設における比較的初期の段階のデータに相当し、グラウトによる水理／力学的擾乱の影響がまだ小さい段階におけるデータと位置づけることが可能かもしれない。そのようなデータは上記の課題⑦、⑧として指摘された短期的な水圧変動イベントと坑内作業イベントとの対応関係の検証を可能とするかもしれない。後者の期間のデータは平成 24～25 年度業務で対象とした期間以降のデータとなり、⑥区間の水圧の安定性を検証するのに適しているかもしれない（上記の結果④、⑥）。

以下では今回新たに加わったデータを対象に水圧変動イベントと坑内作業イベントとの対比をまず概括し、平成 24～25 年度業務で指摘された上記の結果（①～⑥）および課題（⑦～⑧）についての再検討を行う。

(1) 長期的な水圧変動イベント

長期的な水圧変動イベントと坑内作業イベントとの関係を整理すると表 2-55 のようになり、このうち水圧変動イベントの要因を考える上で重要と考えられる坑道掘削やグラウト孔からの湧水・噴発に関わるイベント領域は以下のように整理される。

- ・ 250m 東連絡坑道掘削：No. 20～39
- ・ 換気立坑グラウト：深度 253～270 m, 285～292 m, 317～318 m, 362～376 m
- ・ 東立坑グラウト：深度 270～283 m, 305 m, 320～335 m
- ・ C—①工区グラウト：深度 266～283 m, 331～349 m

上記の領域と既存の断層推定分布（図 2-196）を比較すると、断層のダメージゾーン幅（最大 10 m 程度：Ishii, in press）を考慮した場合、大部分の領域が断層分布と概ね一致することが分かる（図 2-197）。また、長期的な水圧変動イベントの時期は、坑内総湧水量の増減時期とも概ね対応する（図 2-5, 図 2-35, 図 2-65）。これらのことは、坑内作業イベント時における水理的擾乱が高透水性断層のネットワークを介して SAB-1 孔の観測区間に伝搬したことを示唆し、前述の結果①、⑤と整合する。一致しない領域は 250m 東連絡坑道の No. 20～27 と換気立坑の深度 317～318 m であるが、後者の領域では換気立坑の壁面観察において小規模な断層が確認されている。一方、前者の領域では坑道の掘削時に断層や顕著な湧水が確認されておらず、この 250m 東連絡坑道掘削（No. 20～39）のみに対比される水圧変動イベント②-a（図 2-5）の要因については現段階では不明である。

表 2-55 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	立坑掘削/坑道掘削	グラウト工/調査研究Bor
②区間	②-a	2010/6/8 ~2010/6/18	250m東連絡坑道 No.20~No.39	-
②区間	②-b	2011/3/21 ~2011/3/22	250m西連絡坑道 No.23~No.26	換気立坑(湧水・噴発あり)
②区間	②-c	2011/4/5 ~2011/4/7	250m西連絡坑道 No.37~No.39	換気立坑(湧水・噴発あり)
④区間	④-a	2011/7/2 ~2011/9/16	換気立坑252m~270m 西立坑10m~46m	換気立坑, 東立坑, C-①工区 (いずれも湧水・噴発あり)

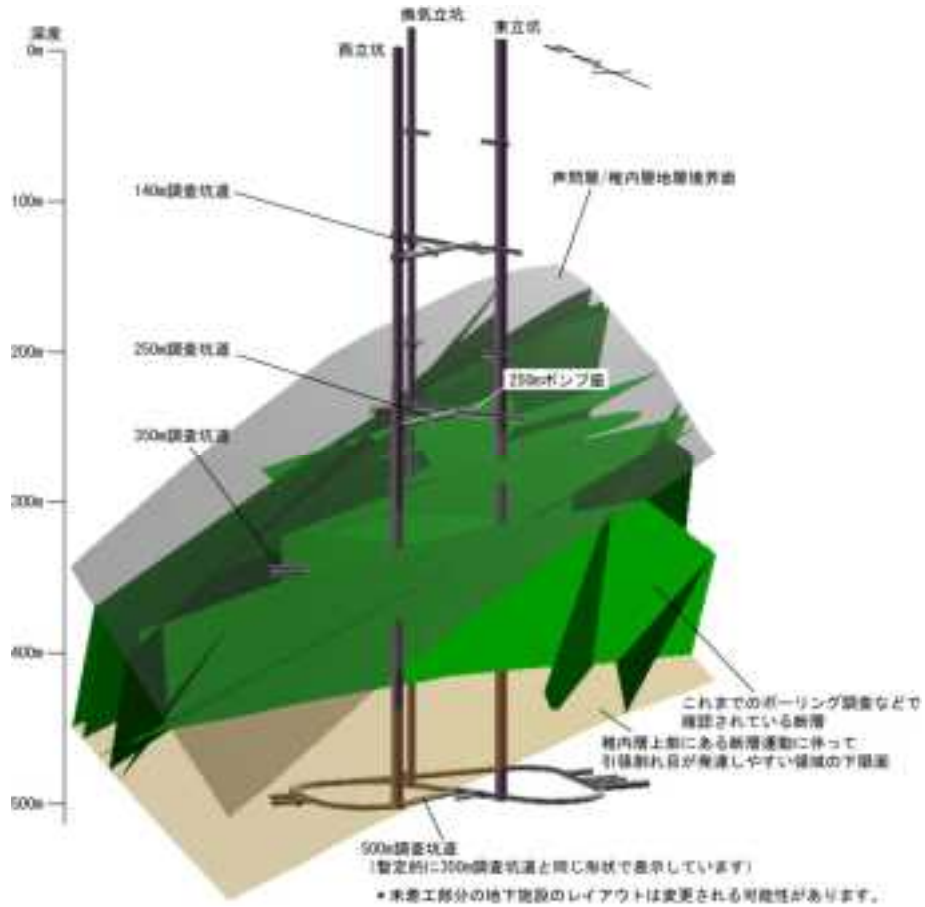


図 2-196 地下施設周辺の主要な高透水性断層の推定分布 (中山ほか編, 2011)

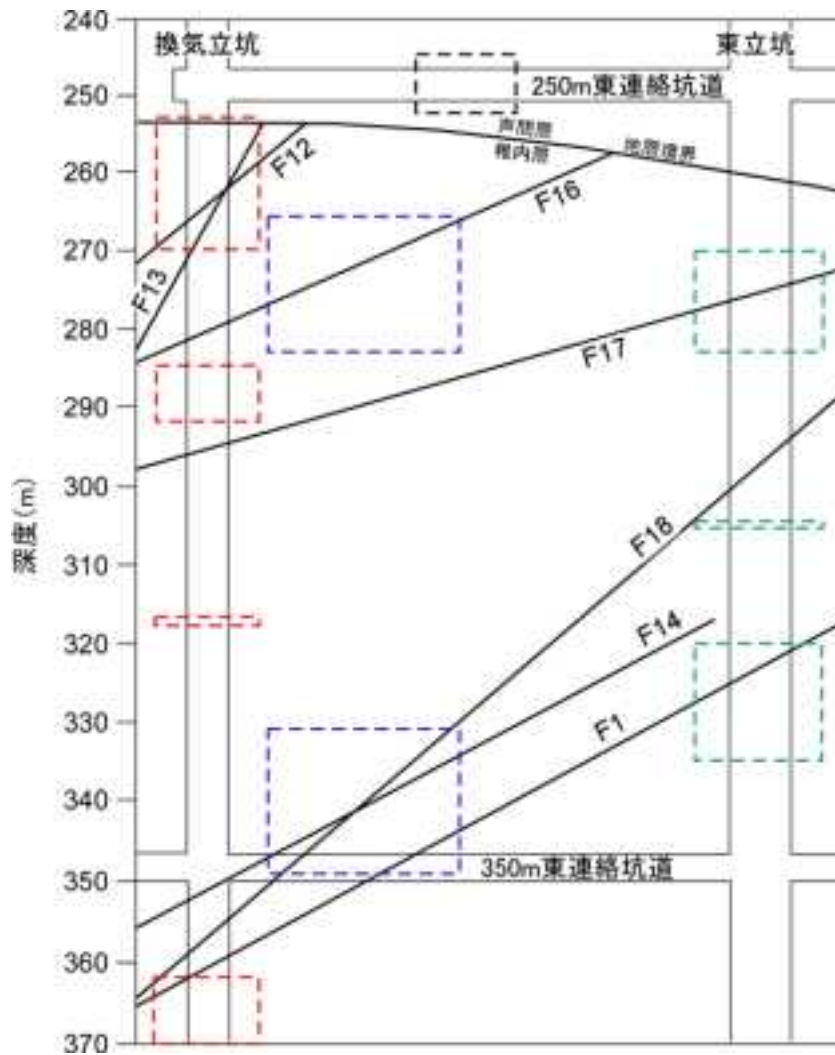


図 2-197 長期的な水圧変動イベントに対比される坑内作業イベント領域

(破線黒：250m 東連絡坑道掘削 No. 20～27)

(破線赤：換気立坑グラウト深度 253～270 m, 285～292 m, 317～318 m, 362～376 m)

(破線緑：東立坑グラウト深度 270～283 m, 305 m, 320～335 m)

(破線青：C-①工区グラウト：深度 266～283 m, 331～349 m)

(F1, F12～14, F16～18：高透水性断層の推定分布)

平成 24～25 年度業務で指摘された水圧変動イベントにおける水圧上昇は今回の検討でも確認された。例えば水圧変動イベント②-c (図 2-44～図 2-45) では一度 3 m ほど一日かけて水位が下がった後、6 m ほど半日かけて水位が上昇している。その後、約二日間かけて再び 9 m ほど水位が低下した。この水圧変動イベントには換気立坑グラウトが対比されており、同グラウト時には湧水・噴発 (～35 L/min) に加えて最大 2 トン程度のグラウト注入も行われている。このような結果は前述の結果③と整合する。

⑥区間の水圧については 2015 年 2 月 28 日時点においても依然として有意な水圧変動は認められず、地下施設建設前の水位として推定される水頭 (EL+60 m 前後) を保っている。同観測区間には断層の存在が確認されているが、同断層は高透水性断層のネットワークに参加していないことが既往の地質学的検討(図 2-196)により推定されており、

同観測区間の水圧の安定性はこの既往の推定と整合的である(前述の結果④, ⑥と同様)。

以上のように, 長期的な水圧変動イベントについては一部, 坑内作業イベントとの時間的な対比のみでは要因が不明な水圧変動イベントも確認されたが, 概ね平成 24~25 年度業務で指摘された結果 (①, ③~⑥) を追認することができた。

(2) 短期的な水圧変動イベント

表 2-2~表 2-20, 表 2-22~表 2-29 および表 2-52~表 2-54 に基づくと, 短期的な水圧変動イベントに対比される坑内作業イベント(坑道掘削やグラウト孔からの湧水・噴発)の領域は以下のように整理される。

- ・ 250m 東連絡坑道掘削: No. 20~22, No. 36~37
- ・ 換気立坑グラウト: 深度 253~265 m, 287~288 m, 318 m, 365 m
- ・ 東立坑グラウト: 深度 278~283 m, 305 m, 322~335 m
- ・ C-①工区グラウト: 深度 257~296 m, 310~313 m, 331~354 m

長期的な水圧変動イベントと同様に, 上記の領域と既存の断層推定分布(図 2-197)を比較すると, 大部分の領域が断層分布と概ね一致することが分かる(図 2-198)。一致しない領域は 250m 東連絡坑道の No. 20~22 と No. 36~37, 換気立坑グラウトの深度 317~318 m, および C-①工区グラウトの深度 310~313 m であり, 前二者については長期的な水圧変動イベントと同様のことが指摘される。すなわち, 250m 東連絡坑道では断層や顕著な湧水に遭遇しておらず, 換気立坑の深度 317~318 m では壁面観察において小規模な断層が確認されている。後者の C-①工区グラウトの深度 310~313 m については同グラウトボーリングにおいてコアリング・孔壁観察が実施されなかったため, 断層の有無は確認できていない。

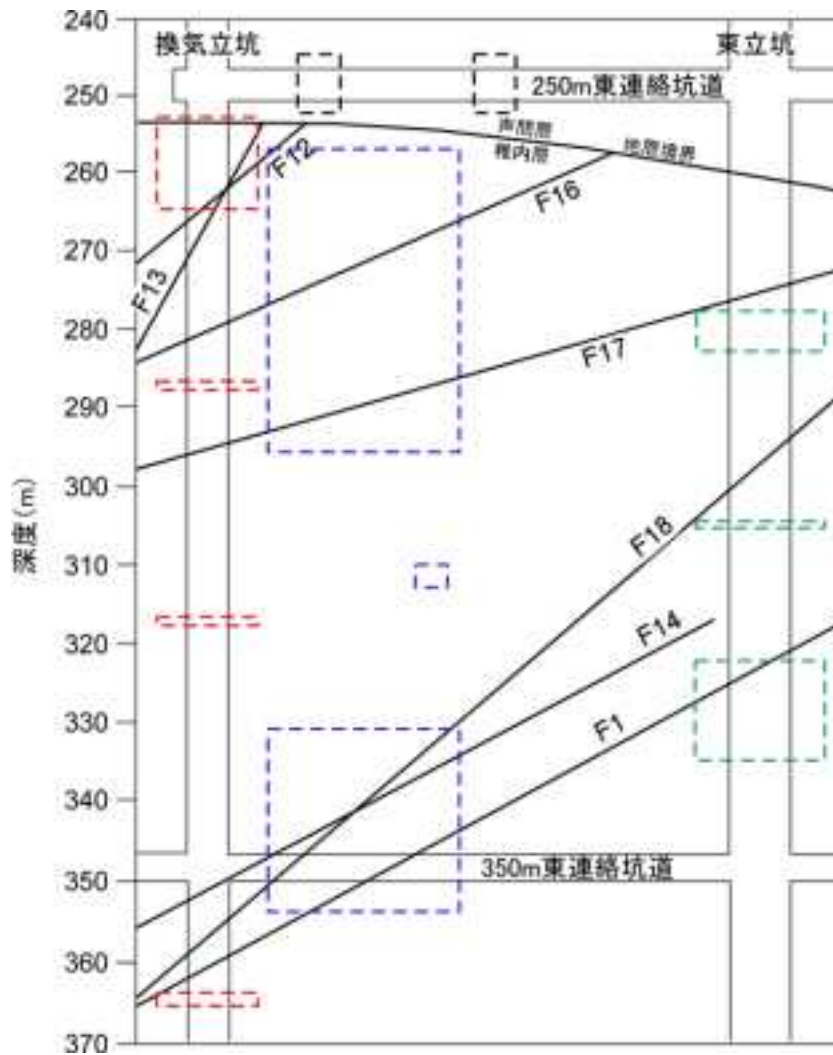


図 2-198 短期的な水圧変動イベントに対比される坑内作業イベント領域

(破線黒：250m 東連絡坑道掘削 No. 20～22, No. 36～37)

(破線赤：換気立坑グラウト深度 253～265 m, 287～288 m, 318 m, 365 m)

(破線緑：東立坑グラウト深度 278～283 m, 305 m, 322～335 m)

(破線青：C—①工区グラウト深度 257～296 m, 310～313 m, 331～354 m)

(F1, F12～14, F16～18：高透水性断層の推定分布)

このように坑内作業イベントに対比された短期的な水圧変動イベントについては幾つかその両者の関連性が不明ではあるものの、大部分のイベントについては高透水性断層のネットワークを介した水圧擾乱の伝搬と解釈することが可能である。このことは前述の結果②と整合する。しかし一方で、短期的な水圧変動イベントには坑内作業イベントと時間的な対比が困難なもの（坑内作業が行われていない時に観測されているもの）が数多く観測されている（表 2-3, 表 2-5～表 2-7, 表 2-13, 表 2-15～表 2-18, 表 2-23～表 2-27）。これらの水圧変動イベントについては、平成 24～25 年度業務で指摘された数時間～数日の遅れ（前述の課題⑦）の可能性を考慮してもなおその要因は不明であり、その水圧変動の有意性自体も検討する必要があるかもしれない。

(3) 水圧観測による亀裂性堆積岩の水理地質構造の検証に係わる留意点

今回の検討より、長期的な水圧変動イベントは高透水性断層や顕著な湧水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よく整合しており、長期的な水圧変動イベントの抽出は高透水性断層のネットワーク形成の検証に有効であることが改めて確認できた。一方で短期的な水圧変動イベントは坑内作業イベントとの対比が困難なものも多く、その水圧変動の要因が不明であるものが多く認められた。今回検討した水圧観測データは地下施設建設におけるグラウト施工の初期の段階に相当するものであったが、そのようなグラウトによる水理／力学的擾乱の影響がまだ小さい可能性がある時期（前述の課題⑧）においてもこのような結果となった。

今回確認された短期的な水圧変動イベントと坑内作業イベントとの相関性の低さは、高い相関性を示す長期的な水圧変動イベントと比較すると、その抽出方法に原因がある可能性がある。平成 23 年度業務において 1.0 m/hour 以上の水圧変動が生じた場合を短期的な水圧変動イベントとして試験的に抽出したのを始め、それ以降は一貫性を保つために同基準を適用してきた。しかし、何らかの閾値を用いた機械的な抽出はその客観性を担保する一方で、抽出したイベントの有意性を必ずしも担保しない。長期的な水圧変動イベントは定性的ながらも他孔の水圧変動とのクロスチェックを経て抽出しており、その点で水圧変動イベントとしての有意性の確度が高い。今回の結果を踏まえると、地下施設建設時における周辺孔での水圧観測を行う場合、単孔での水圧観測のみでは観測された水圧変動の有意性の評価が場合によっては困難な場合も想定されるため、それを検証できるような複数孔による水圧観測を行うことが望ましいと言える。

一方で、短期的な水圧変動イベントはその有意性の点で長期的な水圧変動イベントに劣るものの、その水圧変動イベントが“短期的”であるという点で次のような利点も持つ。今回抽出した短期的な水圧変動イベントは坑内作業イベントとの相関性が低かったものの、その幾つかのイベントは時間単位での坑内作業イベントとの詳細な対比を可能にさせた。例えば図 2-51 では④区間にて水位が上昇する短期的な水圧変動イベントが多数認められたが、それらの多くはグラウト注入の坑内作業イベントとの時間単位での詳細な対比が可能であった。このような時間単位での詳細な対比は長期的な水圧変動イベントでは難しく、水圧変動イベントの要因（坑内作業イベントとの因果関係）の理解を深める上で重要な情報を提供する。水圧観測結果を整理する上では、長期的な見地から見た複数孔間の水圧観測結果の比較と合わせて、短期的な見地から見た水圧変動と坑内作業イベントとの詳細な対比を行うことが、水圧変動の有意性やその要因（坑内作業イベントとの因果関係）を検討する上で効果的と考えられる。

また今回の検討より、⑥区間の水圧の安定性を引き続き確認することができた。この結果は、地下施設建設時における周辺孔での水圧観測が岩盤の不透水領域（ここでは高透水性の断層がネットワークを形成しない領域を指す）の抽出・評価にも有効であることを示唆するものであり、そのような抽出・評価にあたっては適切な水圧観測の配置に加えて可能な限り長期的に水圧観測を行うことが肝要であることが改めて示唆される。

最後に、短期的な水圧変動の抽出および坑内作業イベントとの対比基準について若干の考察を加える。本業務では短期的な水圧変動イベントとして 1.0 m/hour 以上の水圧変動を記録したものを同水圧変動イベントとして抽出し、そのイベントと数時間の誤差内

で同時刻の坑内作業を水圧変動の要因の可能性がある坑内作業イベントとして対比した。仮に坑内作業イベントにて湧水が発生した場合、どの程度の時間遅れを持って観測区間の水位が低下し始めるか、そして1 mの水位低下をもたらすのにどの程度の時間が必要かをここでは Jacob の次式を用いて簡略的に計算する。

$$T = 2.3Q / 4\pi a$$

$$k = T / b$$

$$S = 2.25T(t / r^2)_{s=0}$$

$$S_s = S / b$$

ここに T は透水量係数 (m²/s)、Q は湧水量 (m³/s)、k は透水係数 (m/s)、b は帯水層の厚さ (m)、S は貯留係数、S_s は比貯留係数 (1/m)、t は湧水開始後の経過時間 (s)、r は湧水点と観測区間の距離、s は水位低下量 (m)、そして a は単位 log(t/r²)あたりの水位低下量 (m) とする。各値の設定は以下の通りとした。(a) 帯水層の透水係数および厚さはそれぞれ断層帯の値 (Ishii, in press) に基づき 1E-7 m/s および 10 m とした。(b) 湧水量は 10 l/min を仮定して 1.7E-4 m³/s とした。(c) 比貯留係数は JAEA が別途実施している水理解析結果を参考に 1E-5 (1/m) とした。(d) 湧水点と観測点の距離は SAB-1 孔と地下施設との大凡の最短距離である 30 m とした。これらの条件に基づくと、湧水発生から 1.1 時間後に観測区間にて水位低下が観測され始め、その後さらに 1.3 時間経過すると水位低下量は 1 m に達することが試算される。この結果は本業務で適用した水圧変動イベントの抽出および坑内作業イベントとの対比基準に一定の妥当性があることを示唆するが、上記の設定値には多くの不確実性が伴っており、実際には坑内作業イベントとの対比が困難な水圧変動イベントも数多く認められた。用いる基準はサイト毎の条件に応じて決定することが重要と考えられるが、その適切な設定方法には多くの検討が必要と考えられる。

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、2014年4月1日から2015年3月31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。また冬期において巡視作業に支障がでる箇所を除雪作業を実施した。

巡視報告と現場写真を巻末資料に示す。

4 まとめ

2009年12月のモニタリング装置設置時から現在に至るまでの期間を対象として、立坑掘削作業等のイベントと同時期のSAB-1孔及びJAEAが実施している他孔での水圧計測データの変動との関係を取りまとめた。その結果、水圧観測結果を用いて亀裂を有する堆積岩の水理地質構造を検証する際の留意点として以下のことが示唆された。

1. 地下施設の立坑／坑道掘削時（グラウト施工含む）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。
2. そのような水圧観測は高透水性の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。
3. 水圧観測を行うにあたっては、単孔での水圧観測のみでは観測された水圧変動の有意性の評価が場合によっては困難な場合も想定されるため、それを検証できるように複数孔による水圧観測を行うことが望ましい。
4. 水圧観測結果を整理する上では、長期的な見地から見た複数孔間の水圧観測結果の比較と合わせて、短期的な見地から見た水圧変動と坑内作業イベントとの詳細な対比を行うことが、水圧変動の有意性やその要因（坑内作業イベントとの因果関係）を検討する上で効果的と考えられる。

5 参考文献

Ishii, E. (in press):“Predictions of the highest potential transmissivity of fractures in fault zones from rock rheology: preliminary results”, J. Geophys. Res. .

中山 雅, 澤田純之, 杉田 裕 (編) (2011): “幌延深地層研究計画 2010 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.