

(4) 京都スタジアム及び亀岡駅北土地地区画整理事業における
アユモドキ保全のための取り組み状況について

② 亀岡駅北土地地区画整理事業 J R アンダーパス部整備

2-1 概要

亀岡駅北地区は、亀岡市亀岡駅北土地区画整理組合を施行者とし、平成26年6月6日に組合設立認可を受け、南丹都市計画事業 亀岡駅北土地区画整理事業としてまちづくりが進められている。

本地区については、土地区画整理事業区域の直下を流れる地下水が、アユモドキの生育に重要となる箇所へ流下しているため、区画整理工事については、地下水の保全対策を行うこととしている。

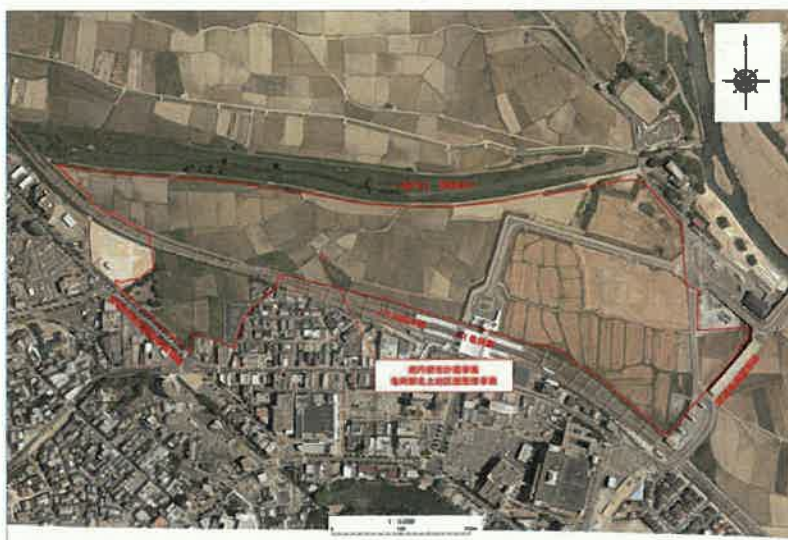


図 2-1-1 亀岡駅北土地区画整理事業位置図

本地区を横断する都市計画道路駅北余部線と JR 山陰本線軌道敷との立体交差部については、図 2-1-2 に示すようにアンダーパスによる立体交差で計画しており、アンダーパス部の構造物については、アユモドキの生育に重要となる地下水位以下での工事となることから、工事の施工方法については、亀岡市都市公園及び京都スタジアム（仮称）に係る環境保全専門家会議の意見を伺いながら進めることとしている。

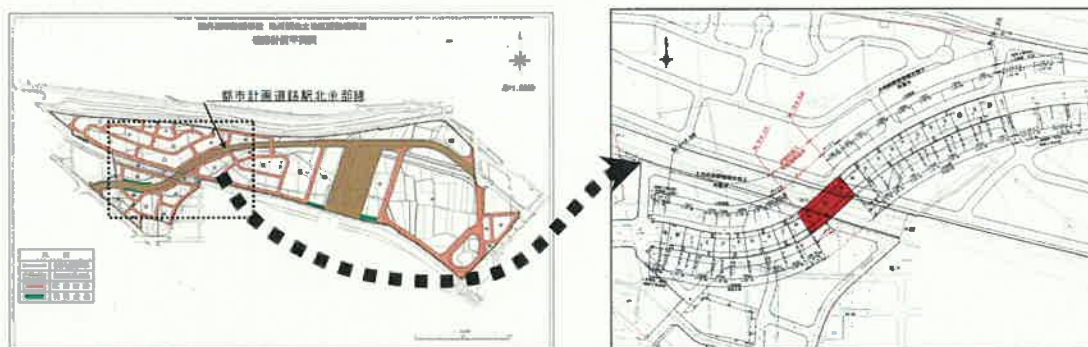


図 2-1-2 亀岡駅北土地区画整理事業道路位置図及び J R 軌道立体交差部計画平面図

JRアンダーパス工事において特に地下水への影響を与える可能性のある仮設土留め工法の選定や施工方法、環境保全対策、モニタリング計画については、平成30年4月17日に開催された第36回環境保全専門家会議で委員の了解を得て工事を進めているところで、同年9月17日から地下水のモニタリング調査を実施しながら、薬液注入工事の施工を開始した。

施工開始後、約半年を経過した時期となる平成31年2月6日に開催された第40回環境保全専門家会議で地下水のモニタリング状況の中間報告を行っており、今回、薬液注入工事の一次注入と二次注入、また、グラウンドアンカー施工に伴うモルタル注入の施工が完了したことから、地下水のモニタリング状況の報告と影響の有無について考察し、とりまとめたものである。

2-2 施工内容

2-2-1. 薬液注入工

(1) 薬液注入の施工について

立坑の掘削を行う際、立坑内の側壁（木矢板部）や底盤部から湧水の影響により工事障害が懸念されることや、隣接工区との土留め取合い欠損部が生じることから、開削時の出水による工事障害が予想された。

そのため、工事障害を事前に防止する目的として、薬液注入工による側壁（木矢板部）、土留め取合い部（図2-2-1、図2-2-3参照）、底盤部（図2-2-2、図2-2-4参照）の防護を薬液注入工により行った。

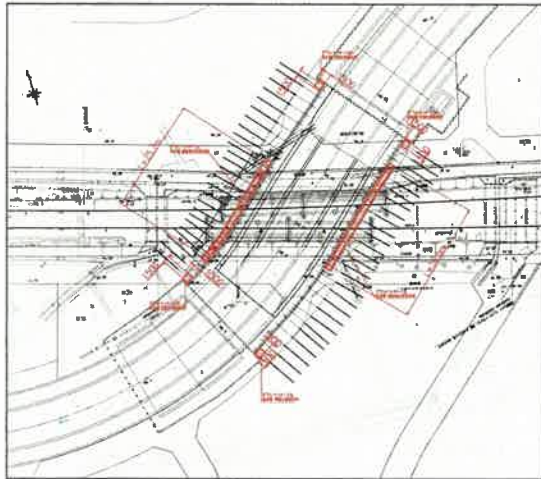


図 2-2-1 薬液注入平面図（側面）

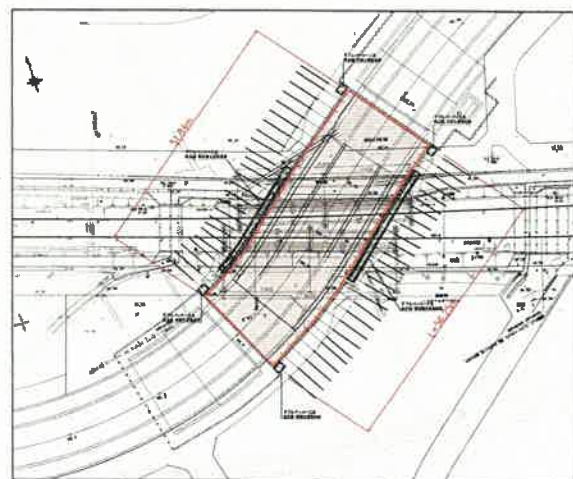


図 2-2-2 薬液注入平面図（底版）

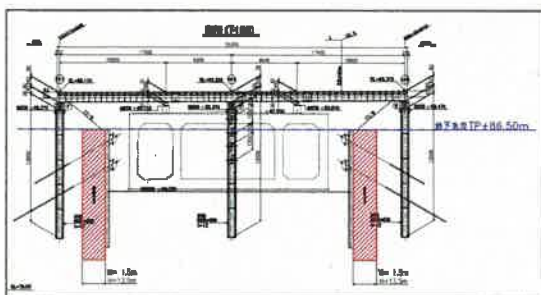


図 2-2-3 薬液注入断面図（側面）

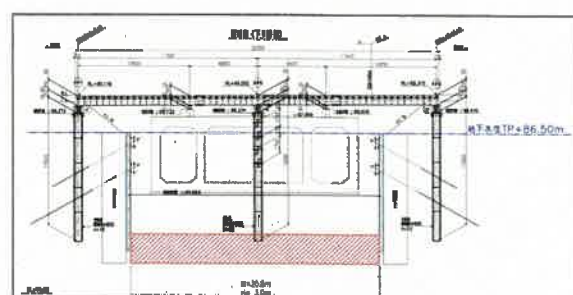


図 2-2-4 薬液注入断面図（底版）

(2) 薬液注入の施工方法について

【二重管ダブルパッカー工法】

当該工事箇所においては、JR軌道敷及び近接での施工となることから、地盤変状等への影響が最も少なく、施工実績が豊富で、改良効果が高いダブルパッカー工法を採用した。

施工方法については、図 2-2-5 に示すようにケーシングにより削孔を行い、削孔完了後、注入用外管（塩ビ管）、上下パッカーを有する注入管（内管）を挿入し、1次注入として瞬結性の注入材により地盤の荒詰めを行う。1次注入が全て完了したら、長いゲルタイムの注入材により2次注入を行う。※注入材となる薬液の特性等の資料については、参考資料で別途添付。

二重管ダブルパッカー注入方式の施工順序

① 削孔	② シール注入	③ 外管挿入	④ ケーシングパイプ引き抜き	⑤ 1次注入	⑥ 2次注入
所定の深さまで削孔する。	シールグラウトを孔内へ充填する。	所定の深さまで外管を挿入する。	ケーシングパイプを全て引き抜く。	外管の中へパッカー付きの内管を挿入し、1次注入を行い地盤の均一化を図る。	1次注入完了後、遅凝固注入材にて環境改良を行う。

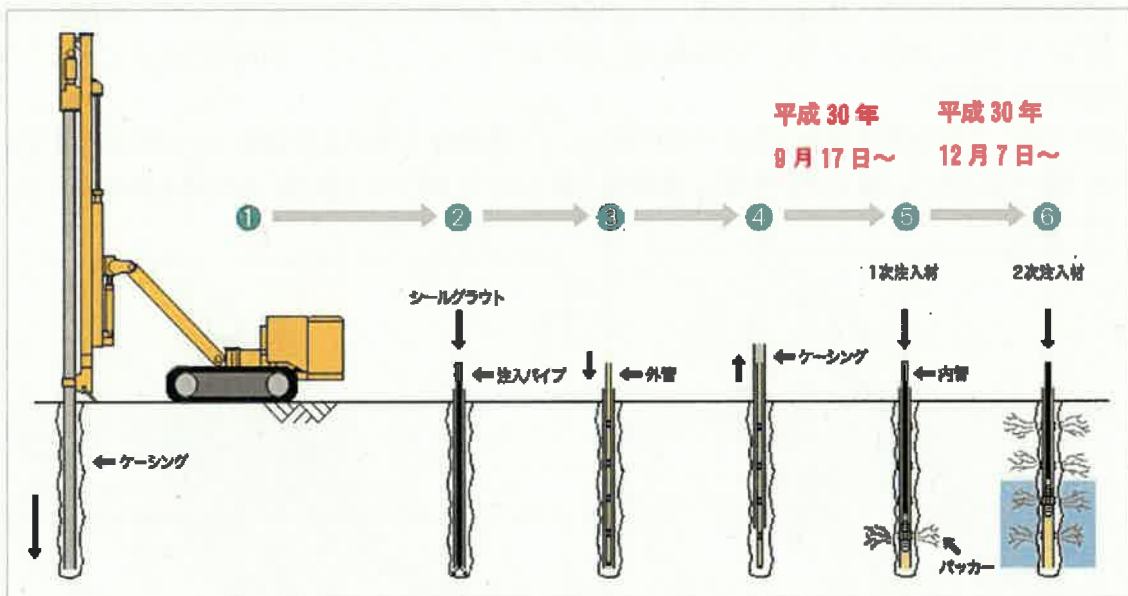


図 2-2-5 二重管ダブルパッカー注入方式の施工手順

(3) 薬液注入材の性質について

シリカショットAについて（富士化学株式会社 カタログによる）

◆特 徴

- ・主剤及び硬化剤共に本工法専用に開発したため、品質・性能等のトータルバランスが優れています。
- ・反応性の高い特殊珪酸ソーダを使用し、溶液中のシリカを有効に反応させる為、固結体は高強度で長期耐久性に優れています。
- ・瞬結型は優れたバック効果を発揮し、固結物は中性領域のためアルカリの溶出は有りません。
- ・緩結型は低粘性で浸透性に優れています。
- ・地下水面下でも全量固結するため止水性に優れ、地下水のpHに影響しません。
- ・土中の塩分（海水等）、有機物の存在にかかわらず正常に固結します。
- ・材料は全て無機系の為、施工管理はpHのみで行えます。

◆用 途

- ・上下水道、トンネル、地下鉄、共同溝工事などにおける地盤安定化、強化及び止水。

◆性 状

材 料 名	外 観	比 重	臭 気	pH
シリカショット主剤	無色液体	1.31~1.33	なし	12
SSセッター	無色液体	1.45~1.75	軽い刺激臭	1以下

◆標準配合量及び性能

材 料 名	瞬 結	緩 結
シリカショット主剤	85 ٪	75 ٪
SSセッター	*7~14 ٪	*7~14 ٪
水	残	残
計	400 ٪	400 ٪

*地区によりSSセッターの濃度が異なるためSSセッターIIなど品番が付記されており、使用量が異なります。詳しくは地区別の配合マニュアルをご参考下さい。

pH	6.5~7.0	2.0~3.5
ホモゲルのゲルタイム (20℃)	5~20秒	10分以上
サンドゲル	一軸圧縮強度(N/mm ²)	0.5~0.6
透水係数	巻浦標準砂(cm/sec)	k=1~2×10 ⁻⁷

*データは水道水を使用した室内での値です。使用水等により若干の差異はあります。

◆安全性

シリカショットAは河川のヘドロ浚渫時の固結用途に開発された工法を薬液注入工事に転用した、水ガラスと無機酸を主成分とした完全無機物の薬液です。

主剤のシリカショット主剤（水ガラス）は薬液注入工事において国交省に指定されている材料（旧建設省の暫定指針）であり、主剤・硬化剤ともに有害物質を含んでいないことが分析により証明されております。

また、調合時に一旦水ガラスと反応させ活性化した珪酸ゾルにするため、希釈されても確実にゲル化する安全性の高い薬液となっております。

2-2-2 土留め工

(1) 仮設土留め計画について

工事術工法による開削工法で行った。

施工ヤードの関係から、掘削に伴い土留が必要となる。土留めの工法については、図 2-2-6 に示すとおり、線路直下部分は「H鋼+木矢板+グラウンドアンカー」、その他の部分は「鋼矢板+グラウンドアンカー」で行った。

グラウンドアンカーは、土留の荷重を支えるために施工を行った。(図 2-2-7 参照)

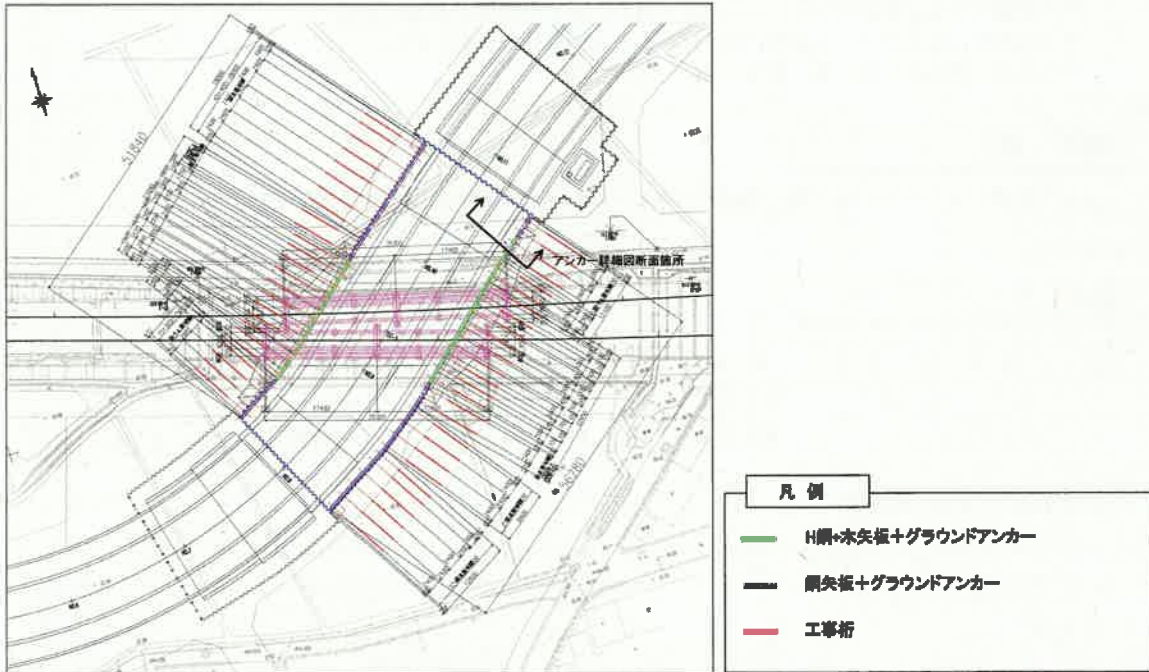


図 2-2-6 仮設土留め工計画平面図



写真 2-2-1 土留設置例

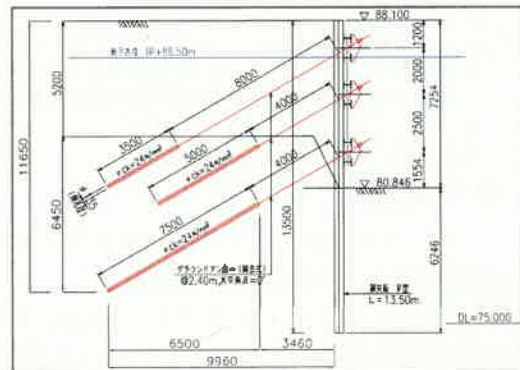


図 2-2-7 グラウンドアンカー詳細図

(2) グラウンドアンカーについて《主な作業工程について》

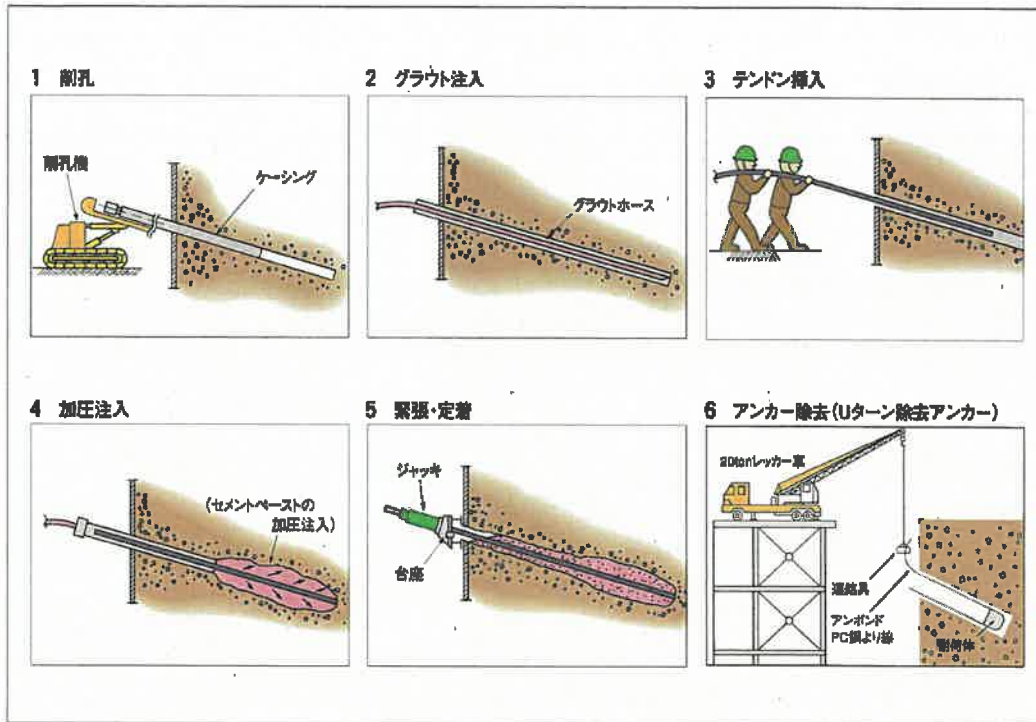


図 2-2-8 グラウンドアンカー作業工程図

(3) グランドアンカーの注入材の選定について

5.4.2 注入材料

(1) 注入材料は、セメントミルクを標準とし、圧縮強度は $\sigma_{cc}=24N/mm^2$ 以上とする。

【解説】

(1) セメント

セメントは一般にJIS R 5210に規定する普通ポルトランドセメントを使用するが、早期硬化を必要とする場合は早強ポルトランドセメントを使用しても良い。

強酸性土壌、硫酸塩やその他の侵食性物質等を含む地盤、海水に接する場所等、グラウトの劣化が懸念される場合は、劣化作用に対して安定した材料を選定する。

(2) 配合例

配合例として表5.4.2に示す。

表5.4.2 配合例

ポルトランドセメント	W/C	混和材
重量配合比 1m ³ あたり配合 1230kg	45~55%	セメント量×混合比 C×0.2~6.0%

注)「グラウンドアンカー施工のための手引書 (社)日本アンカー協会」

(3) 混和材料

混和材料は、JISなどの規格および基準に適合したものを使用する。その選定にあたっては使用目的に適したものであることに加え、テンドンなどの腐食に対して有害となる塩化物、硫酸塩、硝酸塩などが含まれていないものが望ましい。

※今回の現場については、軌道敷内での工事で、特に土留めに対しては高い安全性を要求されることから、これまでJR西日本で工事でも使用実績が多く、信頼性の高い注入材料を使用することとし、**日本アンカー協会の手引書でも標準としているセメントミルク**を使用した。

＜参考＞

表2-2-1 ベントナイトを主材料とする注入材の標準的な配合と新液の性状
(杭基礎施工便覧：公益社団法人 日本道路協会)

配合性状		地盤		シルト・粘土	砂質	砂れき
		ベントナイト	%			
配合	基剤	ベントナイト	%	2~4	4~6	5~8
		CMC	%	0~0.1	0.05~0.1	0.05~0.2
		分散剤	%	0.1~0.2	0.1~0.2	0.1~0.2
	補助材	逸水防止剤	%	---	0~0.5	0~1
		変質防止剤	%	0~0.05	0~0.05	0~0.05
初期性状	ファンネル粘性	秒	20~24	22~30	25~40	
	ろ過水量	ml	10~20	15以下	15以下	
	比重	-	1.01~1.02	1.02~1.04	1.03~1.05	
	pH	-	9~10.5	9~10.5	9~10.5	

2-3-4 地下水調査結果

(1) モニタリング状況について（薬液注入工事（一次注入、二次注入））

薬液注入工事については、平成30年9月17日から平成30年12月6日までの間を一次注入、平成30年12月7日から平成31年3月2までの間を2次注入としてそれぞれ施工を行い、その間の地下水観測結果については、次ページからのグラフのとおりとなった。

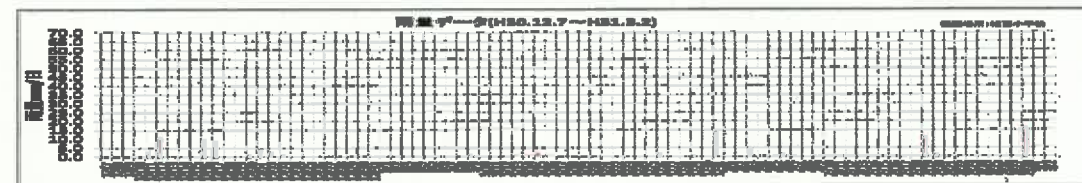
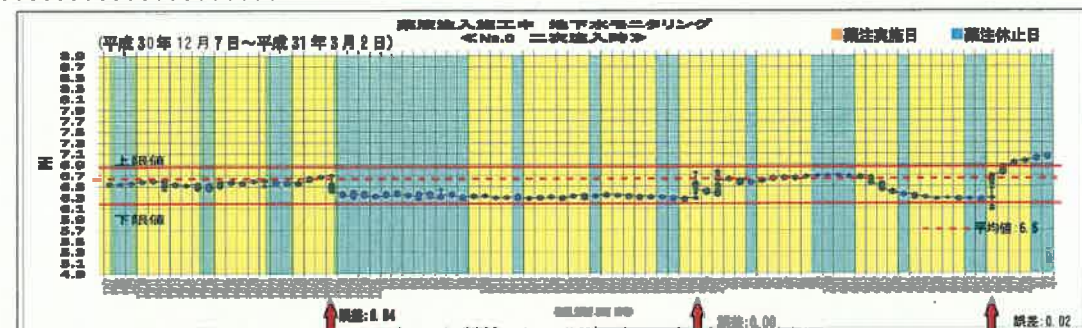
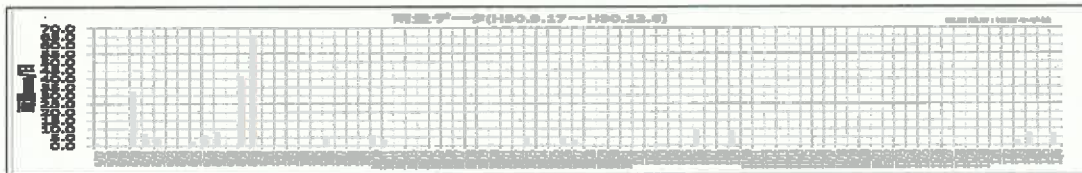
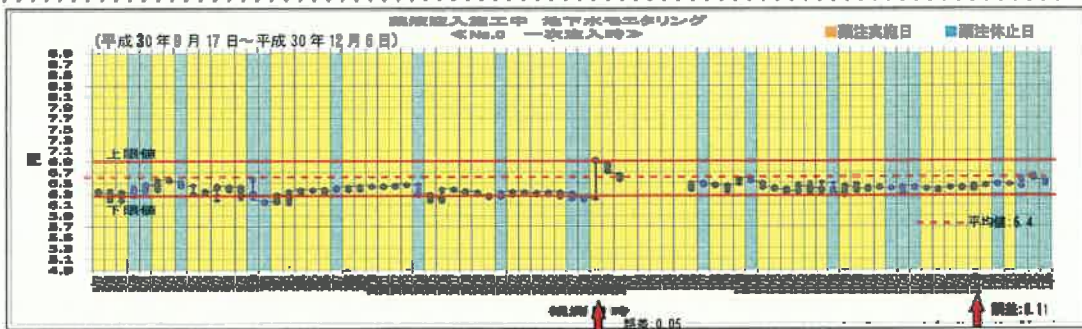
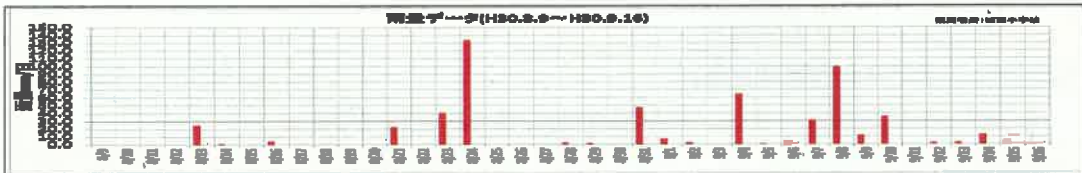
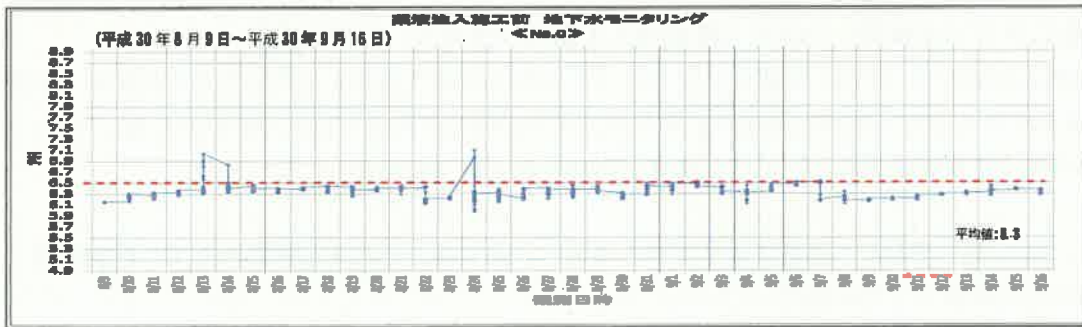
また、pHの値の変動が、降雨による影響も考えられるため、その比較材料として、観測期間と同じ期間での雨量グラフも添付している。

※表中  は、薬液注入作業実施日。

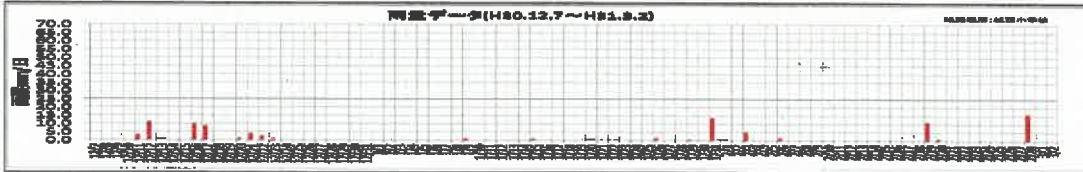
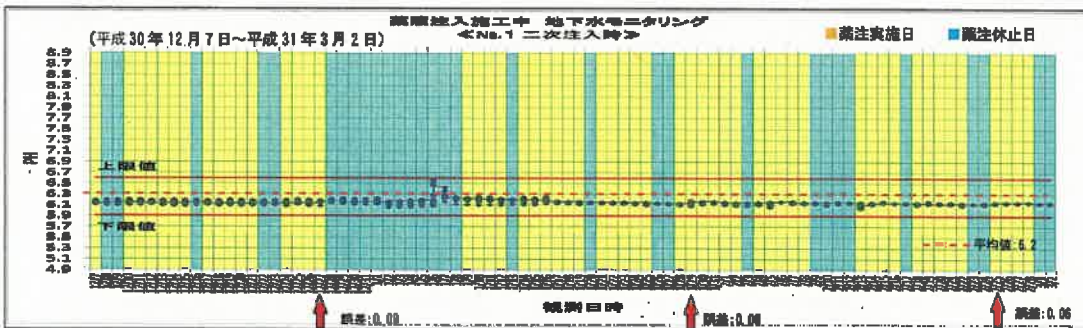
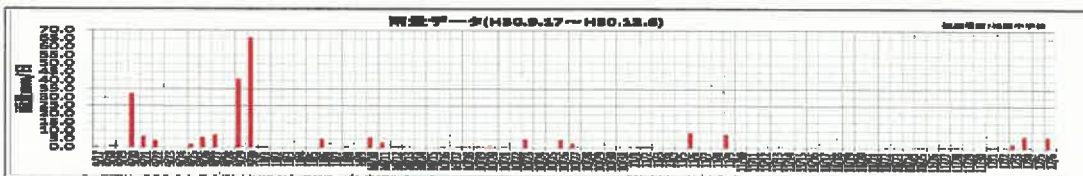
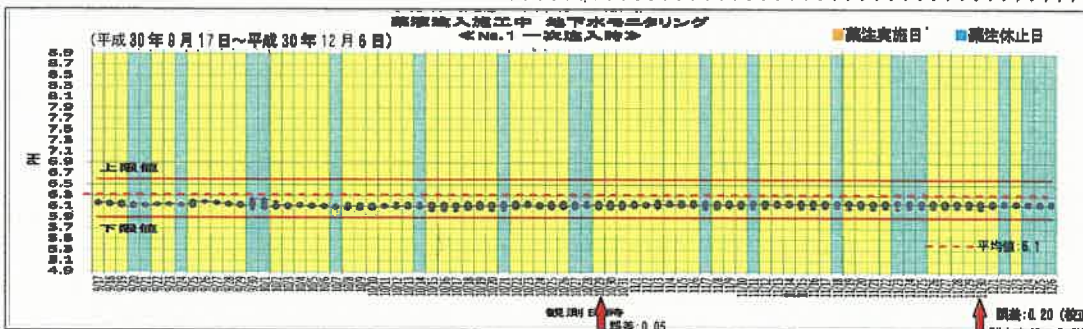
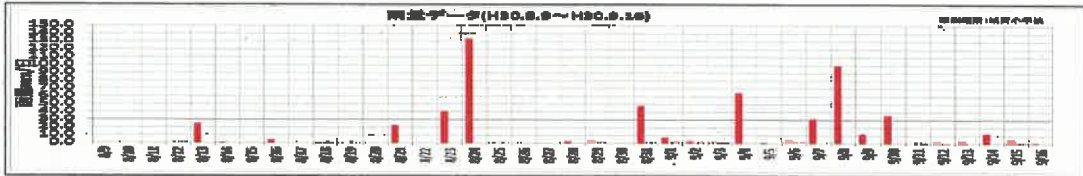
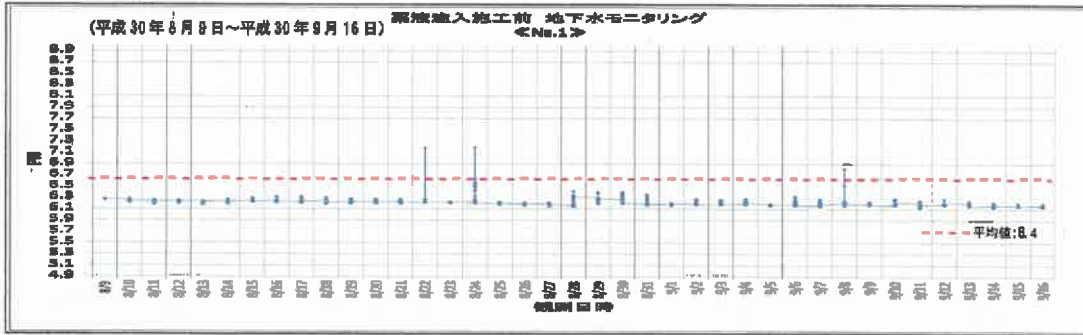
 は、薬液注入作業休止日。

 は、pH測定機器点検日。(10/29, 11/30, 12/27, 1/29, 2/25)

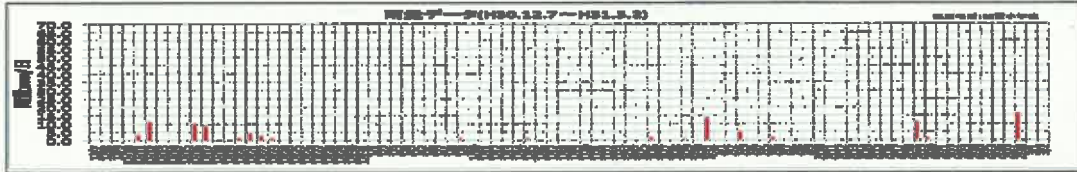
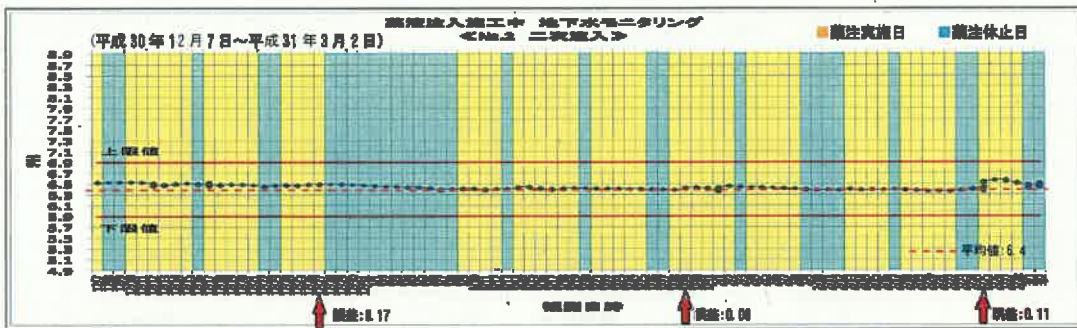
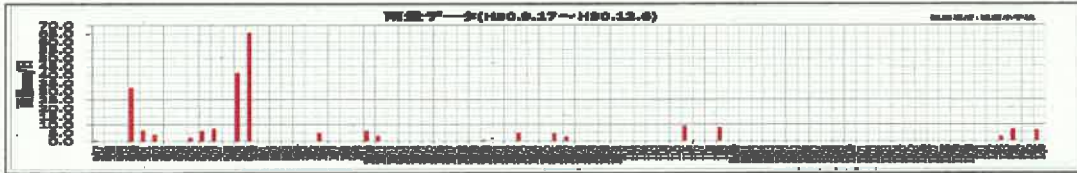
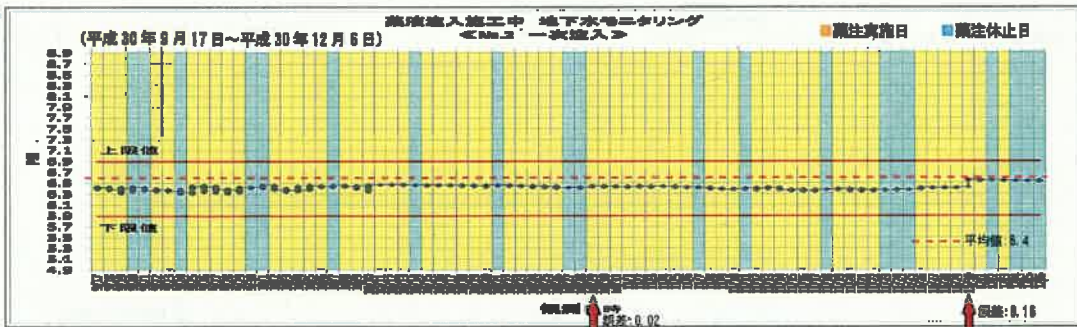
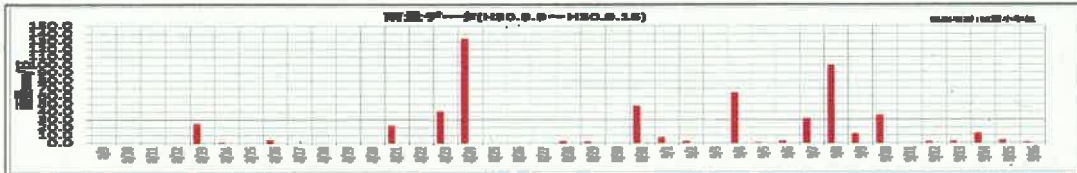
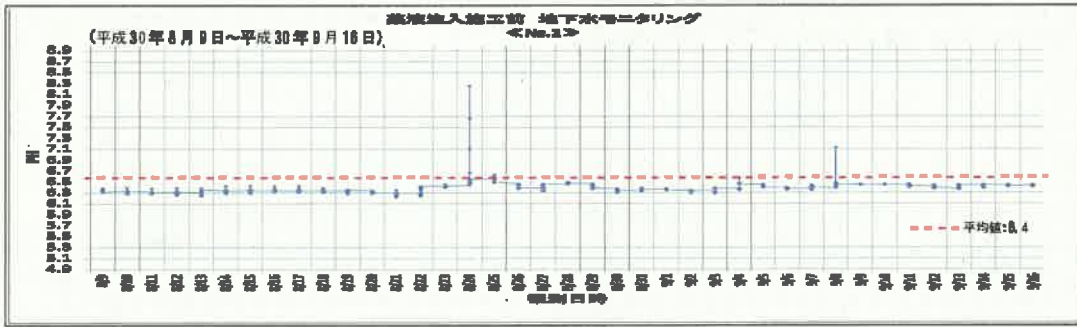
【No.0 (比較調査孔)】



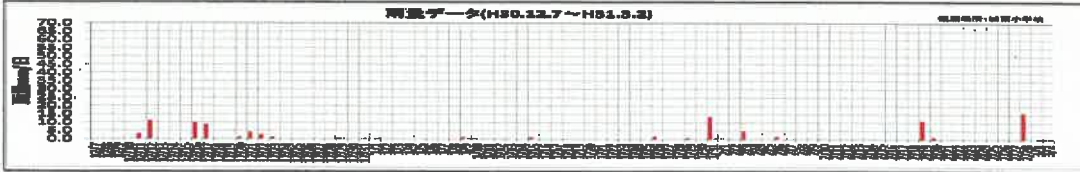
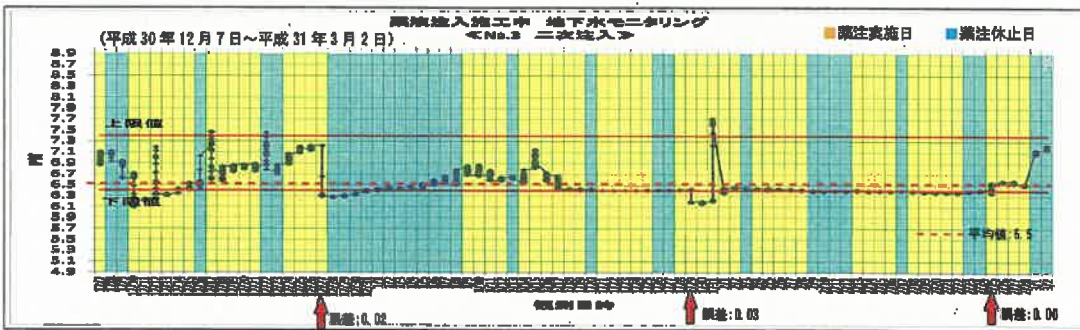
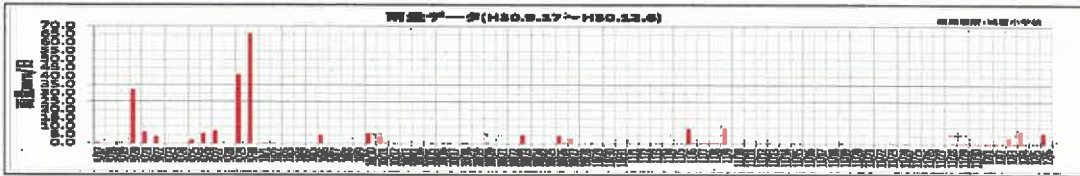
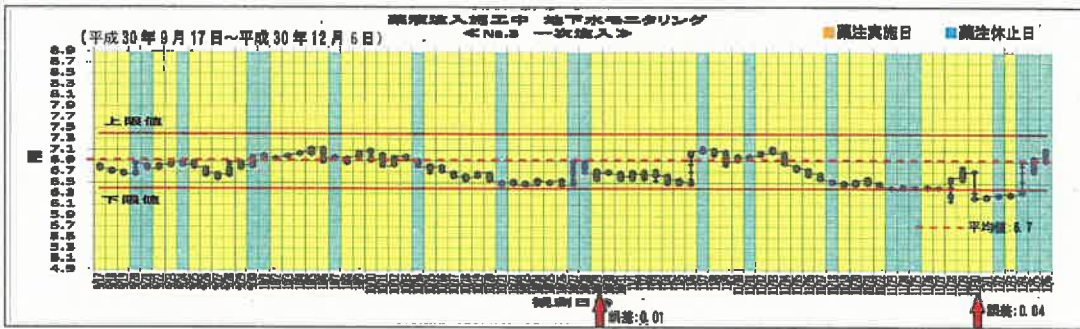
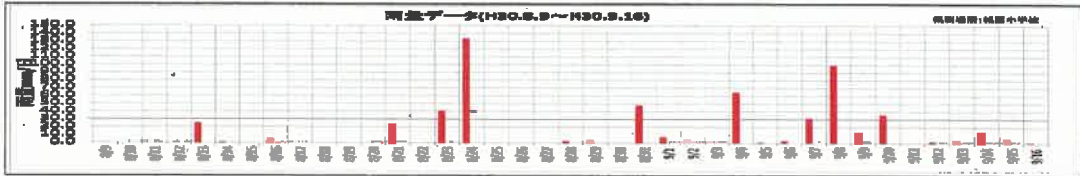
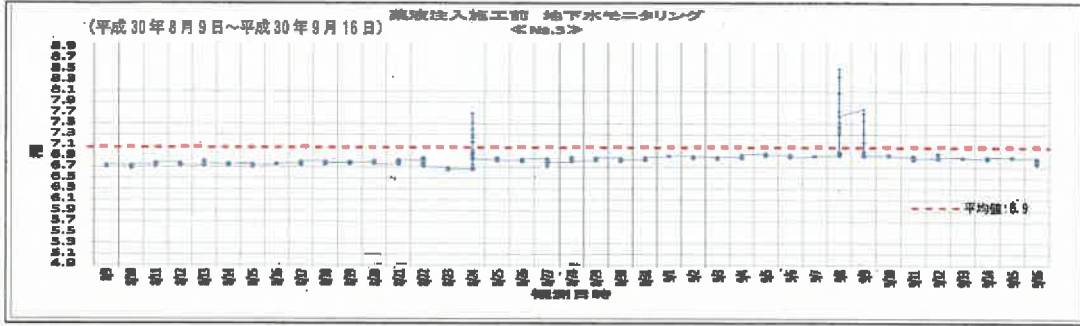
【No.1】



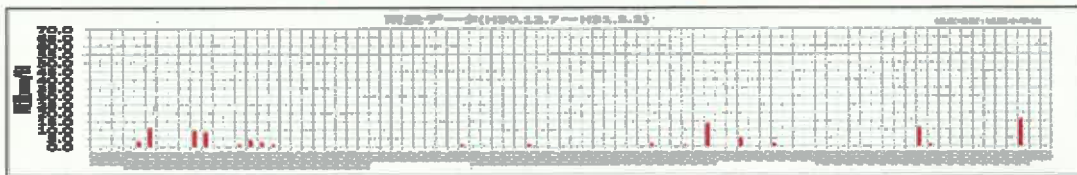
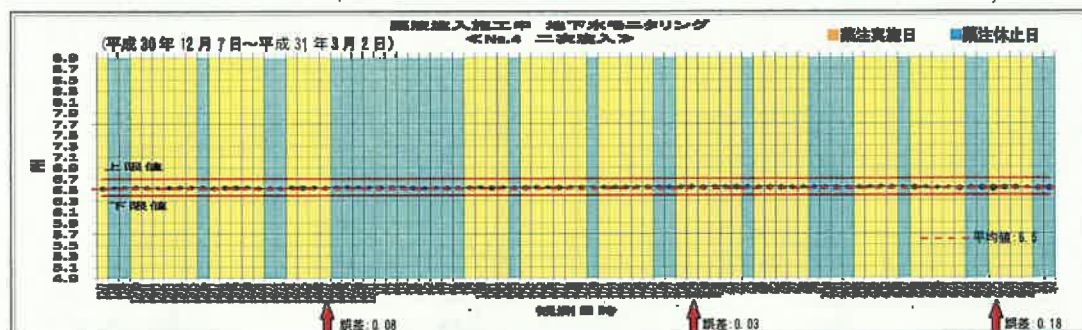
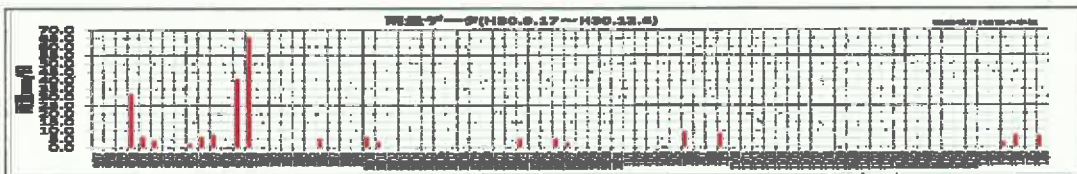
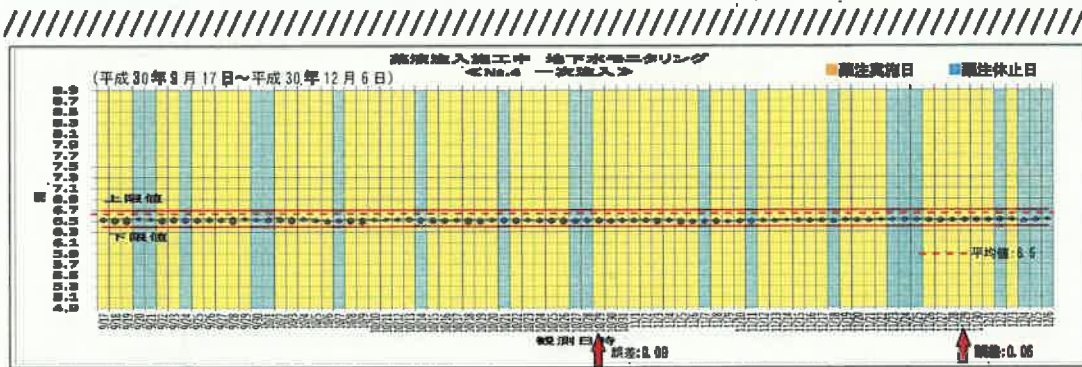
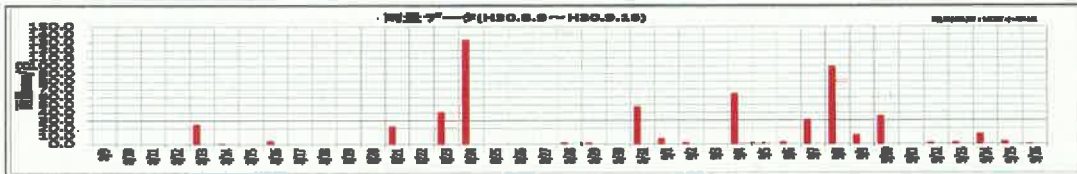
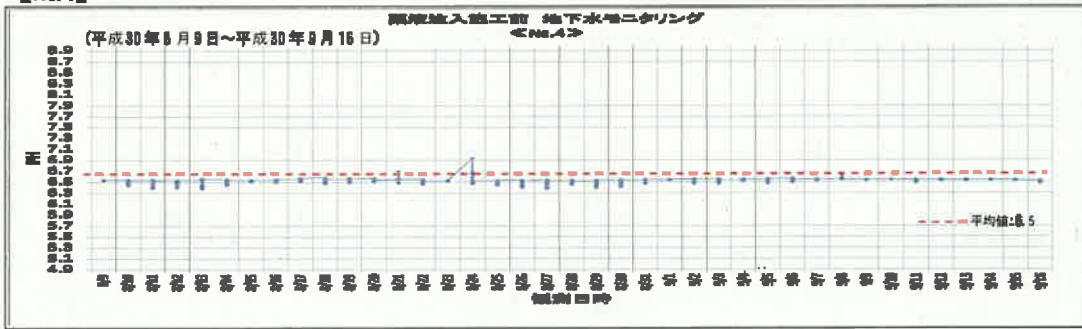
【No.2】



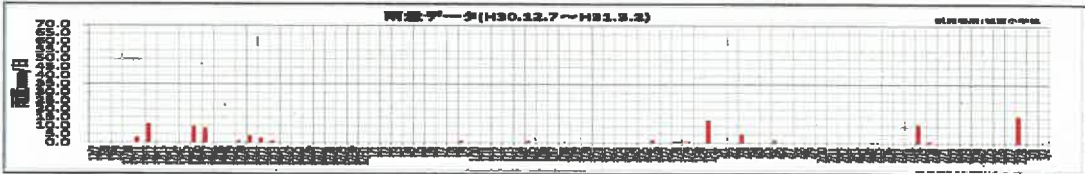
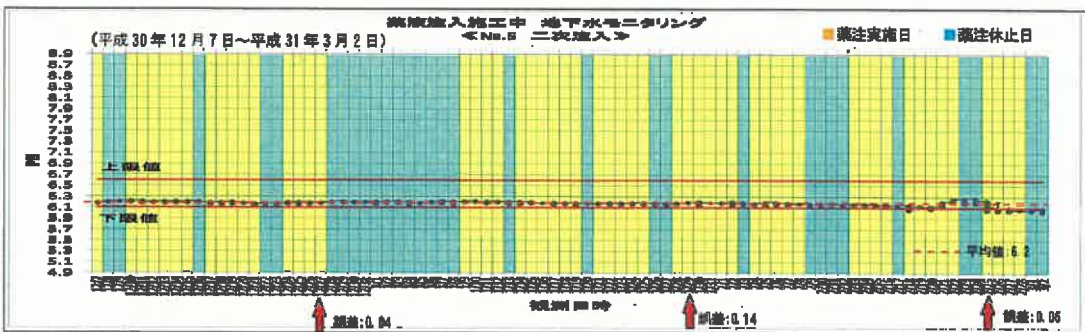
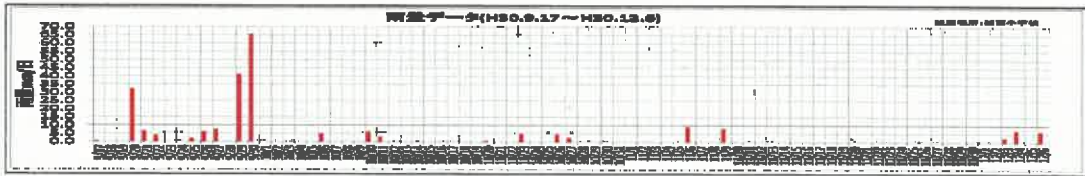
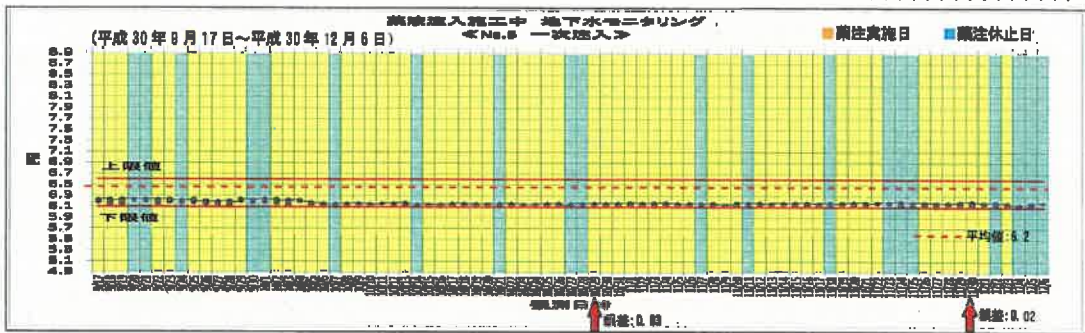
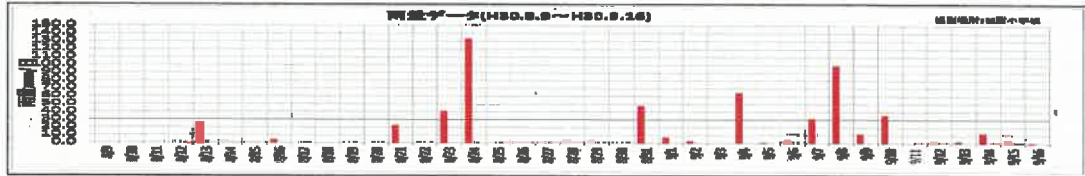
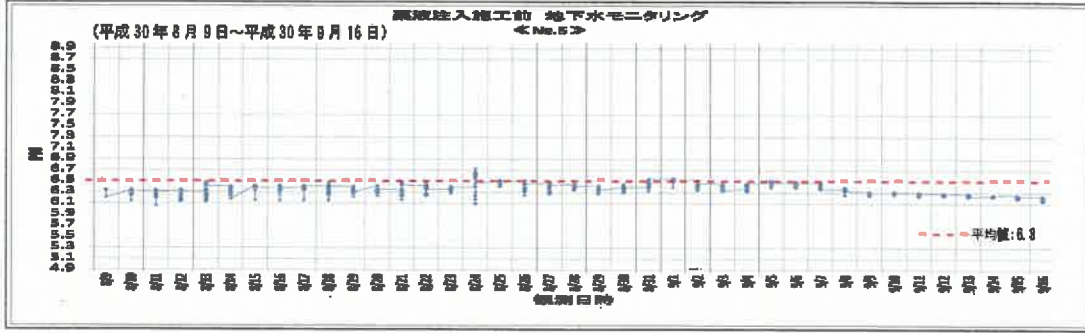
【No.3】



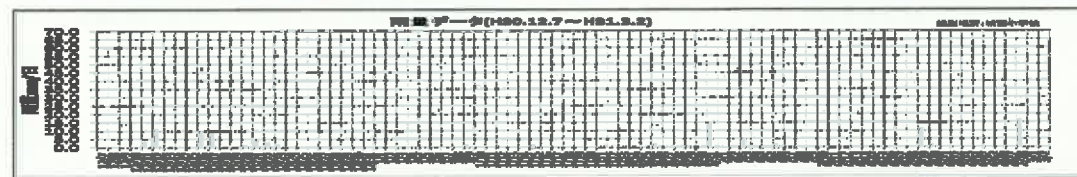
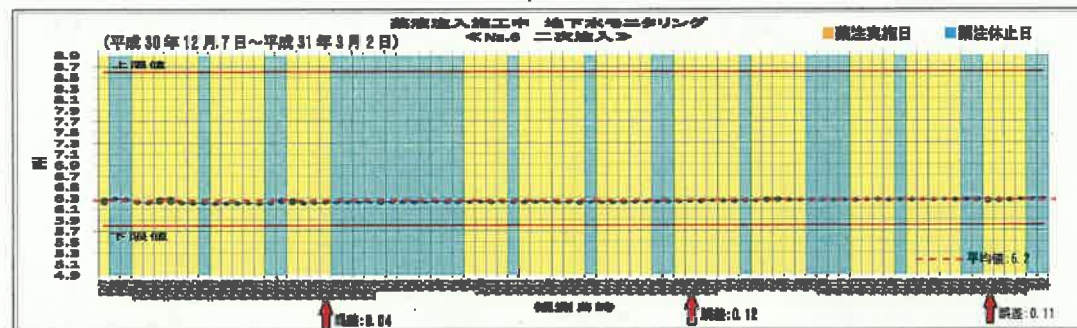
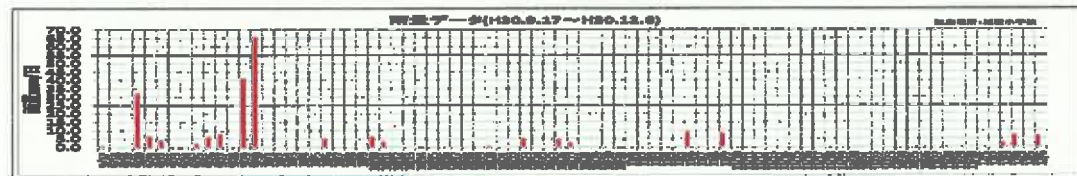
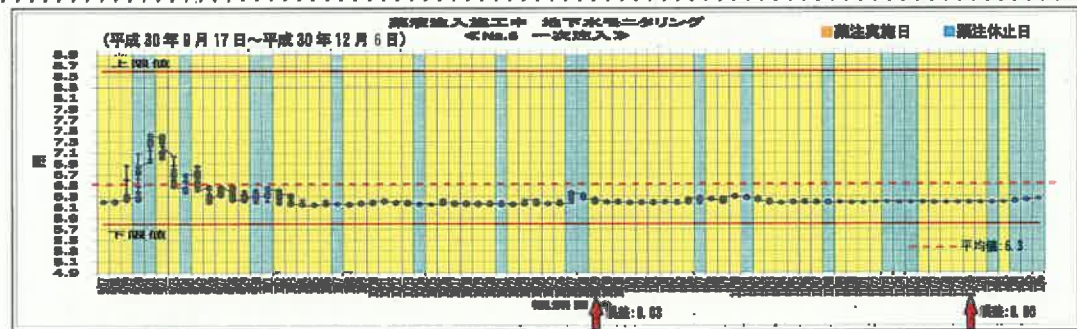
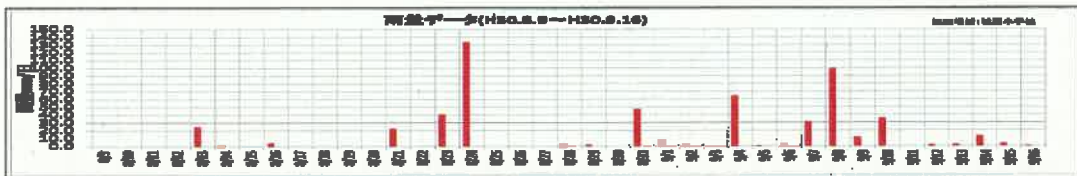
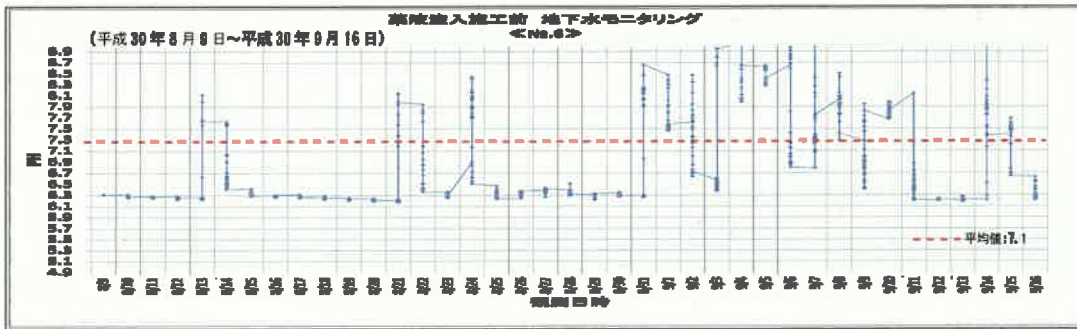
【No.4】



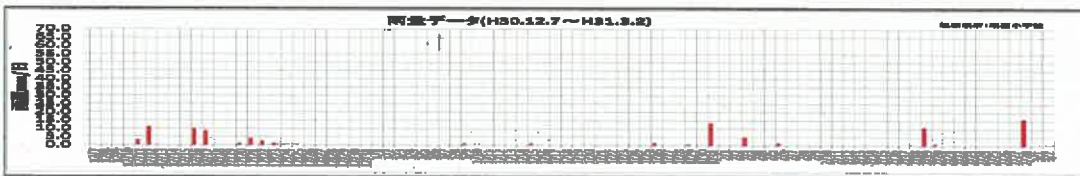
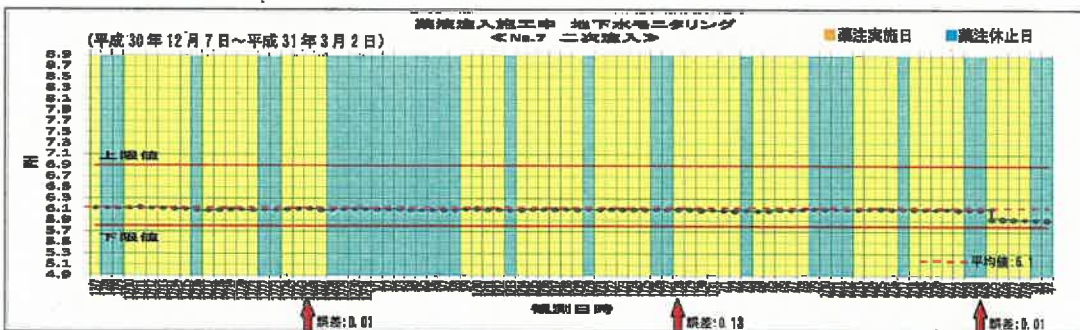
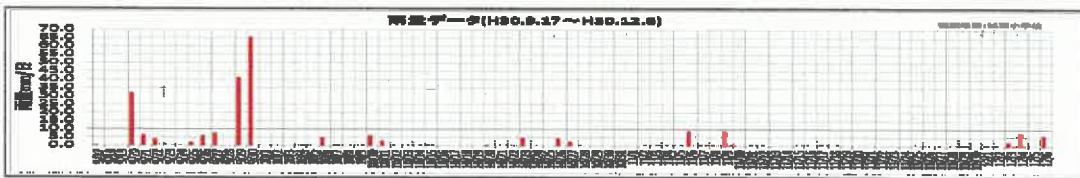
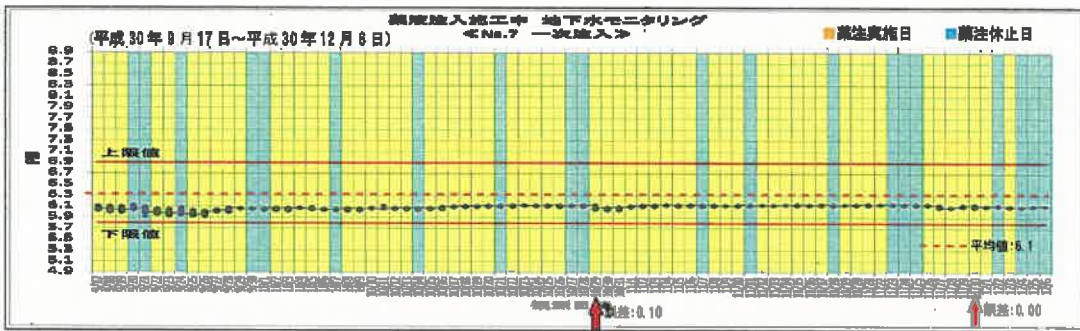
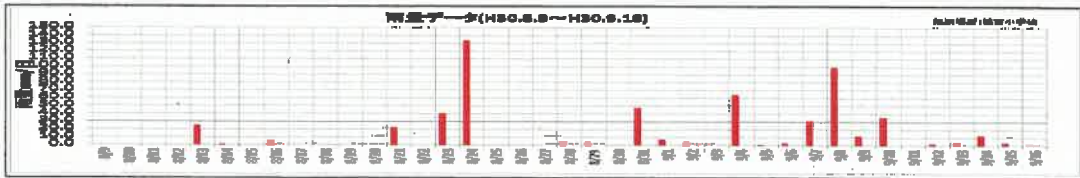
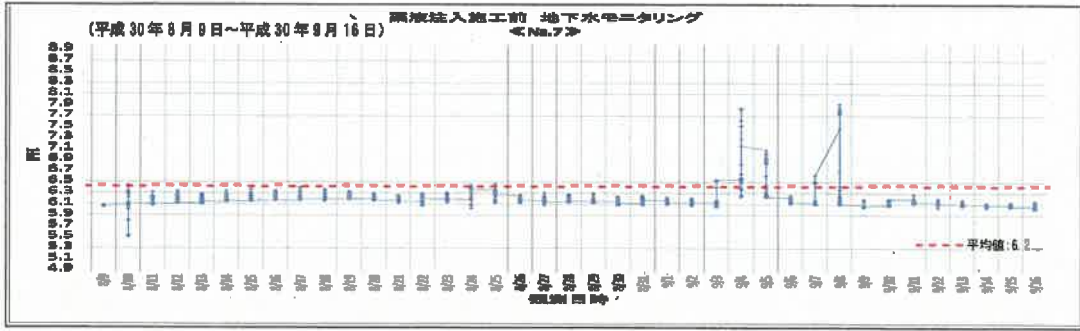
【No.5】



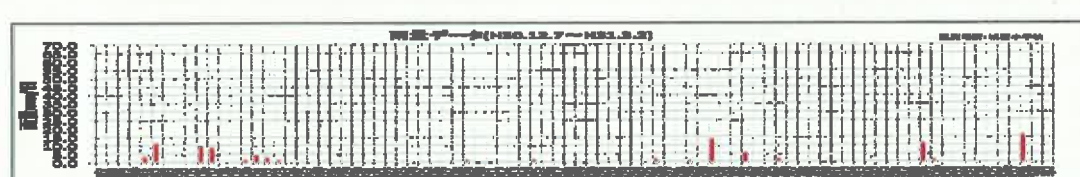
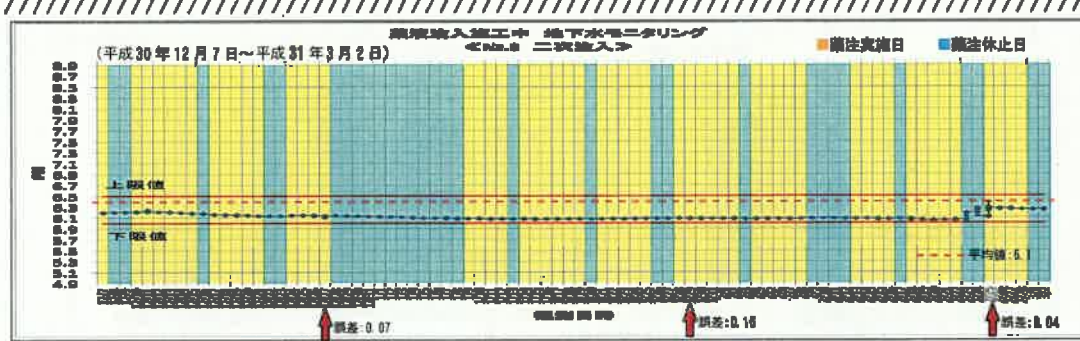
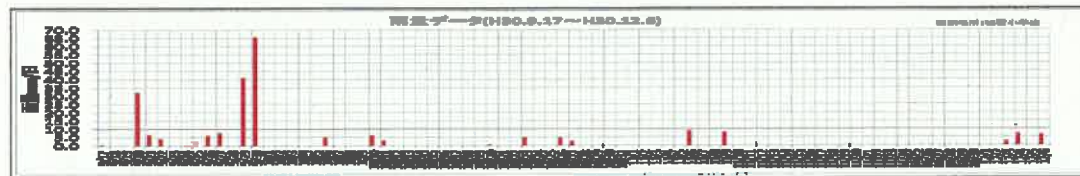
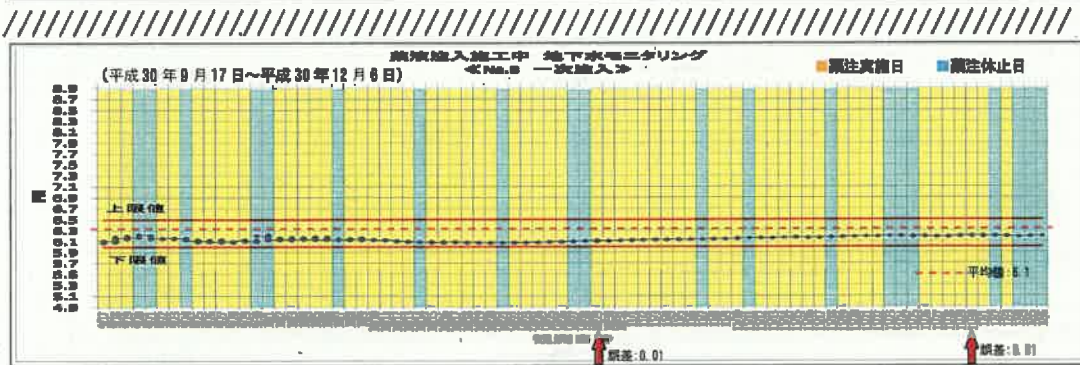
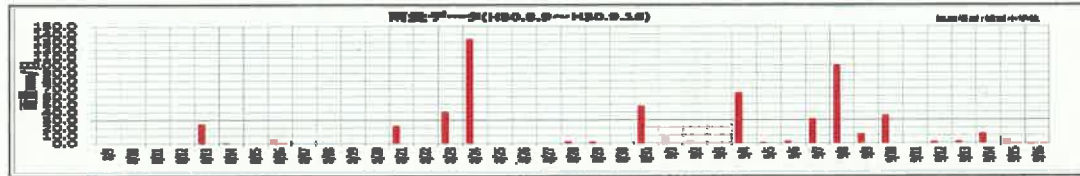
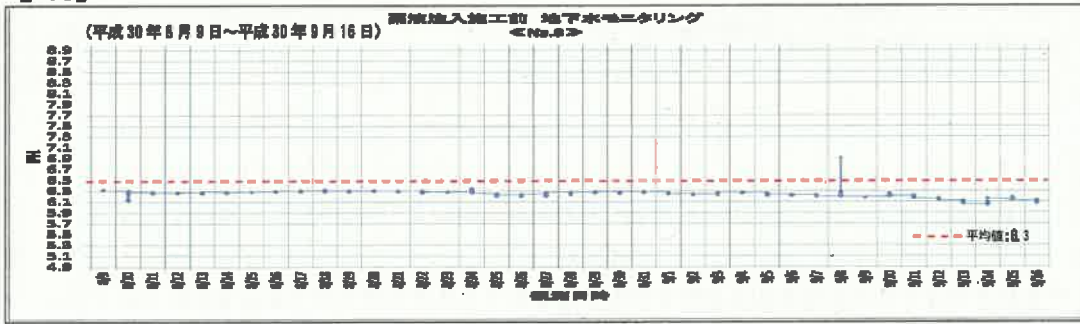
【No.6】



【No.7】



【No.8】



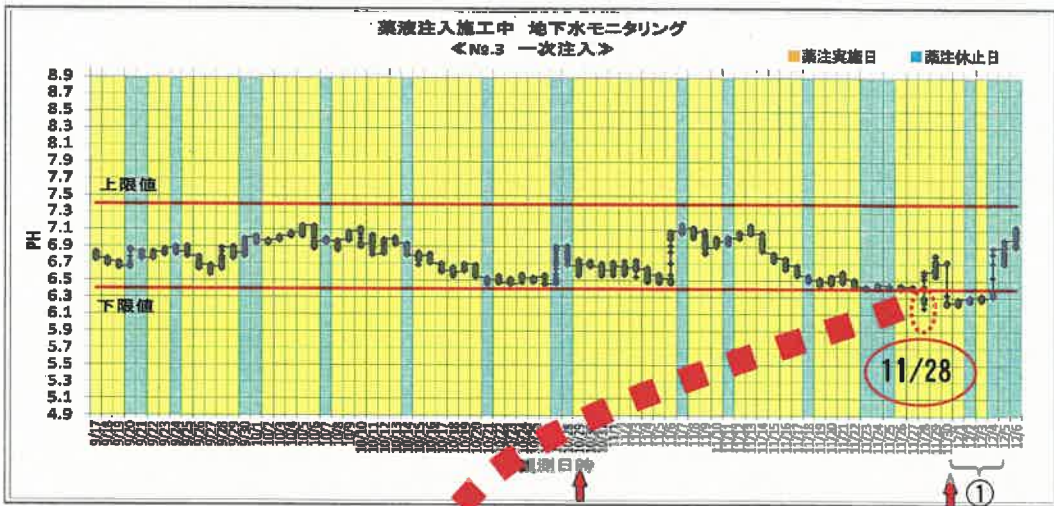
(2) モニタリング範囲を超えた時の対応について (薬液注入施工時)

薬液注入の施工を開始した平成30年9月17日から地下水のモニタリングを行う中で、グラフ2-3-1に示すとおり、平成30年11月28日に、No.3において1次管理値のモニタリング管理範囲の下限値を超えた状況となった。

図2-3-8に示すフローに基づき、すぐに工事を中断し、2次管理への影響を確認するため、亀岡市No.1のpHの値を確認した。

表2-3-1に示すとおり亀岡市No.1のpHの値が作業前6.9、作業後6.6と、2次管理値の範囲内(6.2以上7.2以下)であることが確認出来たため、工事を再開した。

その後も複数日において同様にモニタリング管理範囲を超えた日があったが、同様の対応により施工を進めた。(次ページ参照)



グラフ 2-3-1 地下水モニタリンググラフ (No.3 一次注入)

表 2-3-1 二次管理値 (市No.1) 一覧表

測定箇所	水質検査項目及び測定頻度				備考
	市 No.1	作業前	市 No.1	作業後	
平成30年11月28日	PH	6.9	PH	6.6	○ 否
平成30年11月27日	PH	7.1	PH	6.6	○ 否
平成30年11月30日	PH	6.9	PH	6.6	○ 否
平成30年12月1日	PH	7.0	PH	6.7	○ 否
平成30年12月3日	PH	6.9	PH	6.7	○ 否
平成30年12月4日	PH	6.8	PH	6.6	○ 否
平成30年12月5日	PH	6.8	PH	6.8	○ 否
平成30年12月6日	PH	6.8	PH	6.8	○ 否
平成30年12月7日	PH	7.0	PH	6.8	○ 否
平成30年12月8日	PH		PH		○ 否

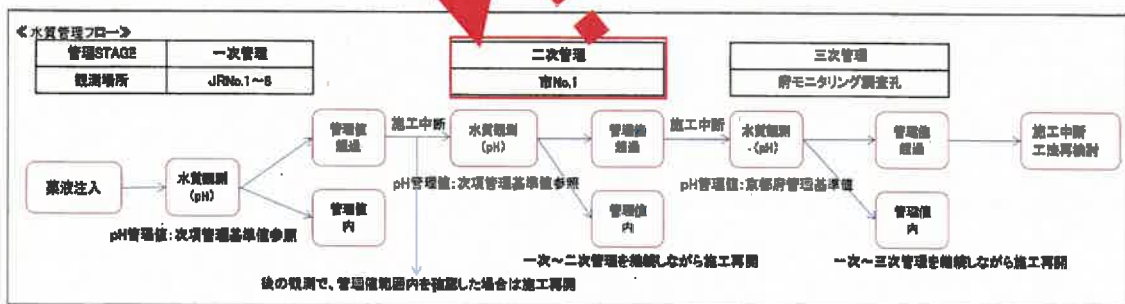
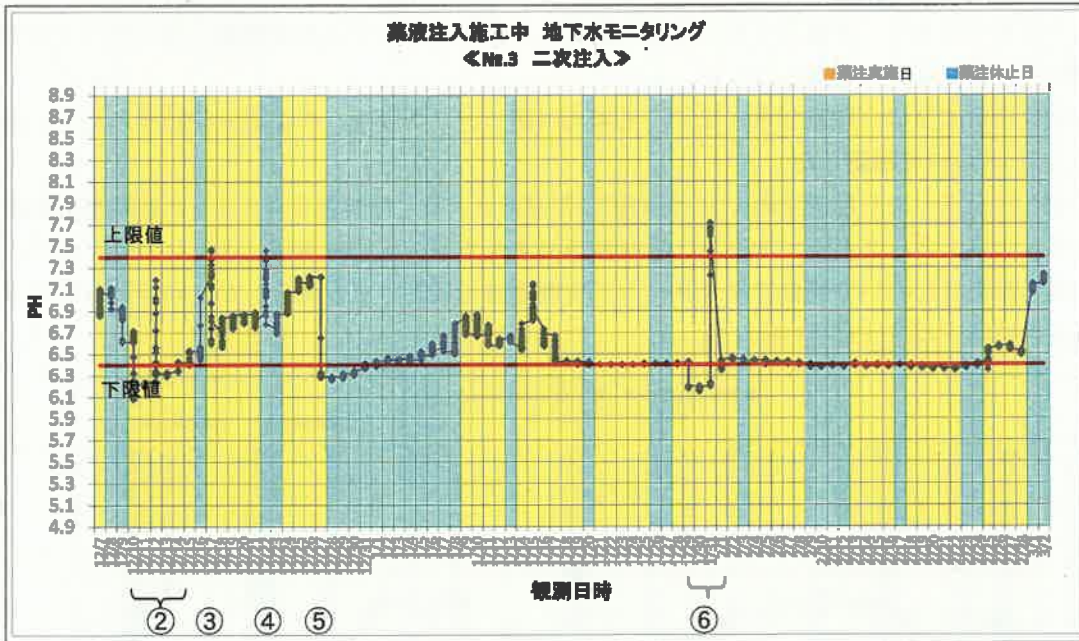


図 2-3-8 水質管理フロー図

※ 1次管理のモニタリング管理範囲を超えた日の2次管理値の状況について



測定箇所	水質検査項目及び測定単位			備考	
	PH	容積	合計		
平成20年12月7日	PH 7.1	PH 6.5	②	② 12:00 No.3 67	
平成20年12月11日	PH 6.7	PH 6.6	②		
平成20年12月12日	PH 6.8	PH 6.9	②		
平成20年12月13日	PH 7.0	PH 6.8	②		
平成20年12月14日	PH 7.0	PH 6.7	②		
平成20年12月15日	PH 6.9	PH 6.7	②	③ 11:00 No.3 68	
平成20年12月17日	PH 6.9	PH 6.5	②		
平成20年12月18日	PH 6.6	PH 6.7	②	④	
平成20年12月19日	PH 6.8	PH 6.6	②		
平成20年12月20日	PH 6.5	PH 6.6	②		
平成20年12月21日	PH 6.9	PH 6.5	②		
平成20年12月22日	PH 6.5	PH 6.7	②		
平成20年12月24日	PH 7.0	PH 6.6	②	⑤ 12:00 No.3 69	
平成20年12月25日	PH 7.0	PH 6.9	②		
平成20年12月27日	PH 7.0	PH 7.0	②		
平成20年12月	年未年始工事休止				
平成20年12月	PH	PH	合計		
平成20年12月	PH	PH	合計		
平成21年1月9日	PH 7.1	PH 6.7	②	⑥ 12:00 No.3 70	
平成21年1月10日	PH 7.1	PH 7.0	②		
平成21年1月11日	PH 7.1	PH 7.0	②		
平成21年1月12日	PH 6.9	PH 7.0	②		
平成21年1月14日	PH 6.6	PH 6.5	②		
平成21年1月15日	PH 6.6	PH 6.7	②		
平成21年1月16日	PH 6.8	PH 6.6	②		
平成21年1月17日	PH 6.6	PH 6.6	②		
平成21年1月18日	PH 6.5	PH 6.7	②		
平成21年1月19日	PH 6.7	PH 6.6	②		
平成21年1月	年未年始工事休止				
平成21年1月	PH	PH	合計		
平成21年1月	PH	PH	合計		

測定箇所	水質検査項目及び測定単位			備考
	PH	容積	合計	
平成21年1月21日	PH 6.8	PH 6.7	②	⑥ 12:00 No.3 71
平成21年1月22日	PH 6.9	PH 6.7	②	
平成21年1月23日	PH 6.8	PH 6.5	②	
平成21年1月24日	PH 6.5	PH 6.5	②	
平成21年1月25日	PH 7.0	PH 6.6	②	
平成21年1月26日	PH 6.8	PH 6.4	②	
平成21年1月27日	PH 6.8	PH 6.5	②	
平成21年1月30日	PH 6.4	PH 6.7	②	
平成21年1月31日	PH 7.0	PH 6.8	②	
平成21年2月1日	PH 6.8	PH 7.1	②	
平成21年2月2日	PH 6.7	PH 6.9	②	
平成21年2月4日	PH 6.8	PH 6.7	②	
平成21年2月5日	PH 6.7	PH 6.7	②	
平成21年2月6日	PH 6.5	PH 6.6	②	
平成21年2月7日	PH 6.7	PH 6.6	②	
平成21年2月8日	PH 6.7	PH 6.6	②	
平成21年2月12日	PH 6.5	PH 6.7	②	
平成21年2月13日	PH 6.7	PH 6.7	②	
平成21年2月14日	PH 6.7	PH 6.6	②	
平成21年2月15日	PH 6.6	PH 6.5	②	
平成21年2月16日	PH 6.4	PH 6.5	②	
平成21年2月18日	PH 6.4	PH 6.3	②	
平成21年2月19日	PH 6.8	PH 6.7	②	
平成21年2月20日	PH 6.9	PH 6.7	②	
平成21年2月21日	PH 6.4	PH 6.6	②	
平成21年2月22日	PH 6.5	PH 6.7	②	
平成21年2月25日	PH 6.8	PH 6.7	②	
平成21年2月26日	PH 6.7	PH 6.7	②	
平成21年2月27日	PH 6.7	PH 6.6	②	
平成21年2月28日	PH 7.0	PH 6.9	②	
平成21年3月1日	PH 6.8	PH 6.6	②	
平成21年3月2日	PH 6.7	PH 6.6	②	

(3) 薬液注入施工に伴う地下水への影響について (考察)

《各調査孔の特徴について》

- ・各調査孔により、pH 値の変動パターンに大きな違いがあり、個別性が高い結果となった。
- ・機器点検日後に pH の値に変動がある観測孔が見られたが、計測器の誤差以上に変動している観測孔もあることから、機器点検のため計測器を取り出したことにより孔内が乱れ、pH の値に変動があったものと考えられる。
- ・比較調査孔No.0については、施工前に比べて施工中、pH の値が上がる結果となった。(表 2-3-2 参照) これについては、降雨と連動して pH の値が上昇した日が多く見られたため、降雨による影響を受けたと考えられる。
- ・No.2 並びに No.4 については、大きな変動も無く、pH 値の平均値も施工前後で変動が無かった。No.1、No.5、No.6、No.7、No.8 については、大きな変動が無かったが、pH 値の平均値を見ると、全体的に酸性側に変動する傾向が見られた。(表 2-3-2 参照)
- ・No.3 については、大きな変動がみられた。これについては、降雨による影響を受けたものと考えられる。また、pH 値の平均値を見ると、全体的に酸性側に変動する傾向が見られた。(表 2-3-2 参照)

表 2-3-2 薬液注入施工前後の pH 値の平均値の比較について

測 点	施工前 (H30. 8. 9~H30. 9. 16)	一次注入時 (H30. 9. 17~H30. 12. 6)	二次注入時 (H30. 12. 7~H31. 3. 2)
No.0 (比較調査孔)	6.3	6.4	6.5
No.1	6.3	6.1	6.2
No.2	6.4	6.4	6.4
No.3	6.9	6.7	6.5
No.4	6.5	6.5	6.5
No.5	6.3	6.2	6.2
No.6	7.0	6.3	6.2
No.7	6.2	6.1	6.1
No.8	6.3	6.1	6.1

《考 察》

今回注入する薬液は、瞬結については pH6.5~7.0、緩結については pH2.0~3.5 であることから、薬液注入工事により pH の値が酸性側に変動する場合は、影響があったと考えることとした。

図 2-3-9 に示すとおり、Na 2 並びに Na 4 については、薬液注入工事の施工前後において日々の pH 値の変動は殆ど無く、また、pH 値の平均値も施工前後で変動が無かったため、薬液注入工事による地下水の pH 値の変動に影響は無かったと考えられる。

また、Na 1、Na 3、Na 5、Na 6、Na 7、Na 8 については、薬液注入工事施工中に、pH の値が全体的に酸性側に変動する傾向が見られたため、薬液注入工事により地下水の pH の値に影響があったと考えられる。しかし、薬液注入工事開始前の pH 値の下限値を大きく超えることなく、かつ、施工箇所から約 130m 離れて設置されている二次管理となる市 Na 1 (図 2-3-10 参照) の pH 値も、モニタリング管理範囲内に収まっていた (P. 108, 109 参照) ことから、その影響は、工事範囲の近傍のみに限られた軽微なものであり、施工箇所からも十分な距離があるアユモドキの生息に重要となる箇所までは、影響を及ぼしていないと考えられる。

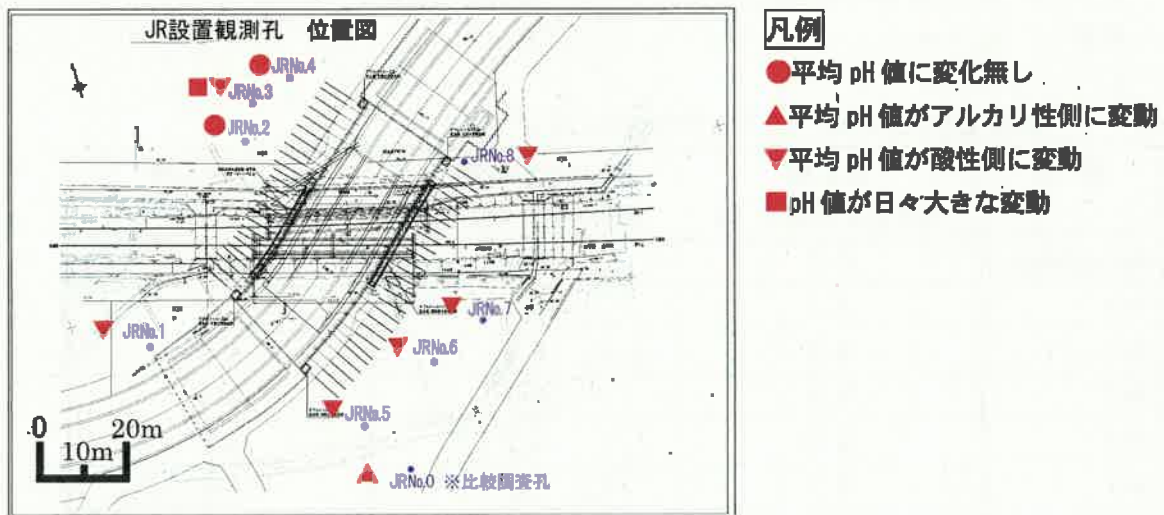


図 2-3-9 薬液注入施工中の pH 値の変動の特性



図 2-3-10 調査孔全体位置図

2-3-6 地下水調査結果

(1) モニタリング状況について(グラウンドアンカー施工時)

グラウンドアンカー施工に伴うセメントミルクの注入時の地下水のモニタリング結果については、次ページからのグラフのとおりとなった。

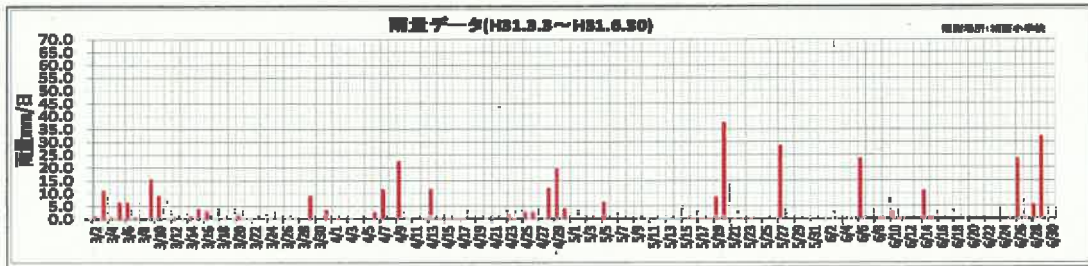
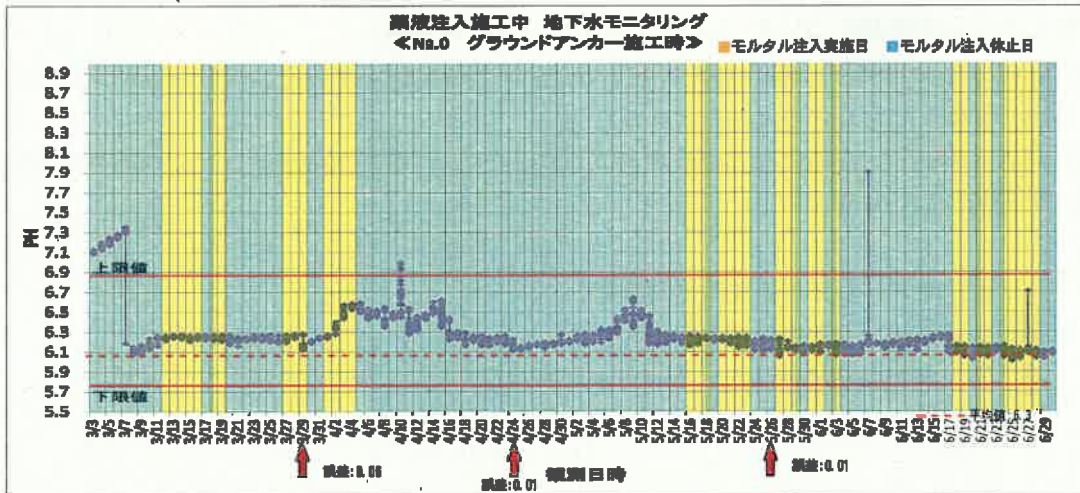
また、pH値の変動が、降雨による影響も考えられるため、その比較材料として、観測期間と同じ期間での雨量グラフも添付する。

※表中  は、セメントミルク注入作業実施日。

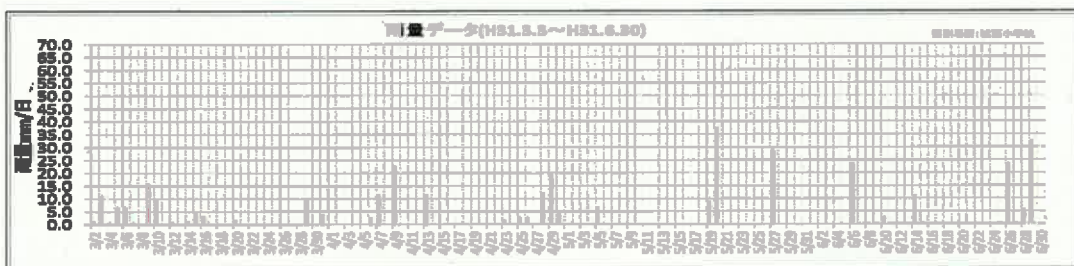
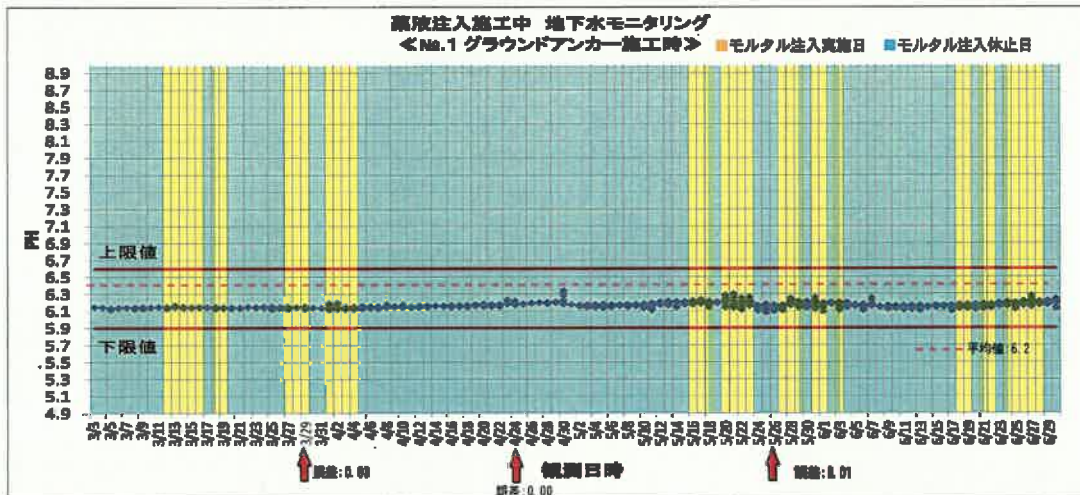
 は、セメントミルク注入作業休止日。

 は、pH測定機器点検日。(3/29, 4/24, 5/27)

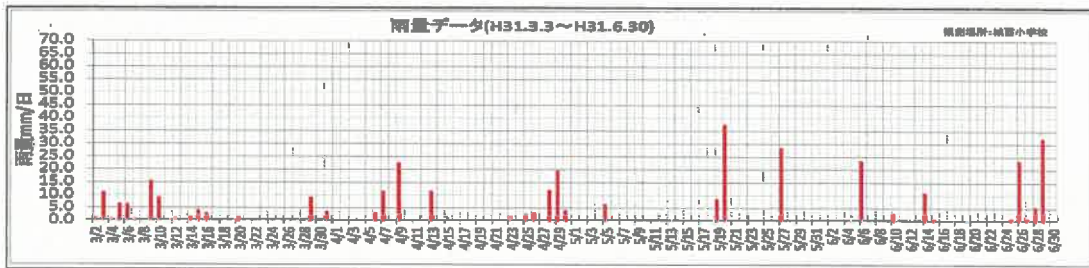
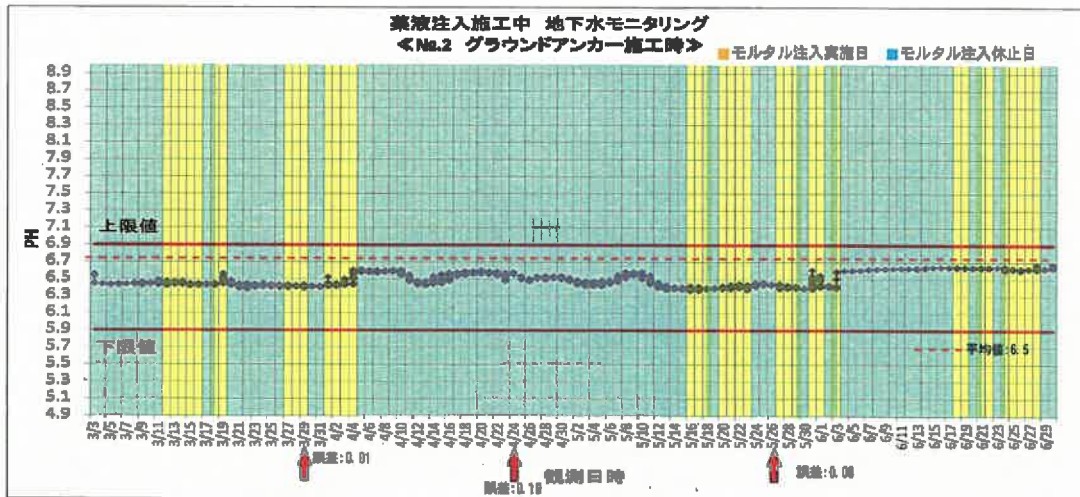
【No.0 (比較調査孔)】



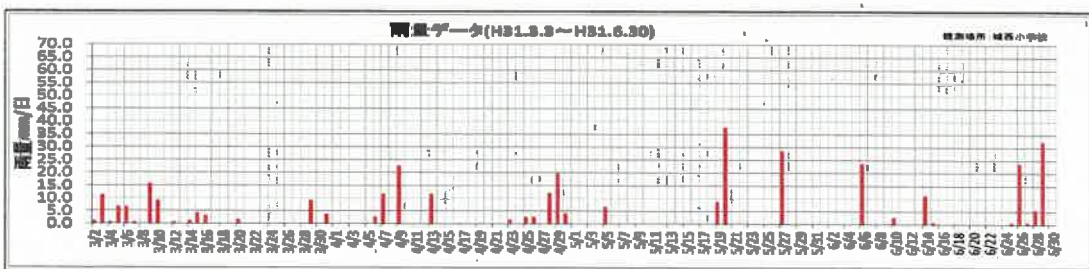
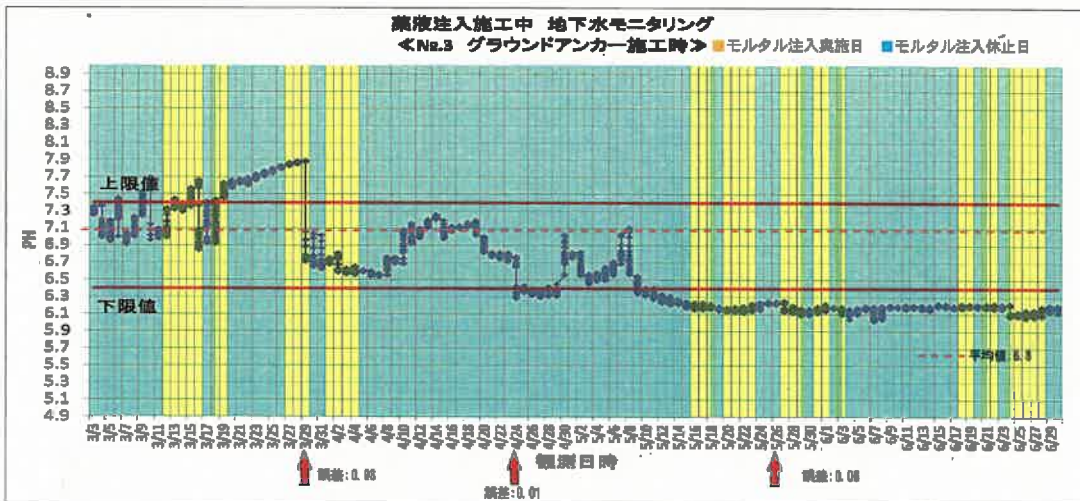
【No.1】



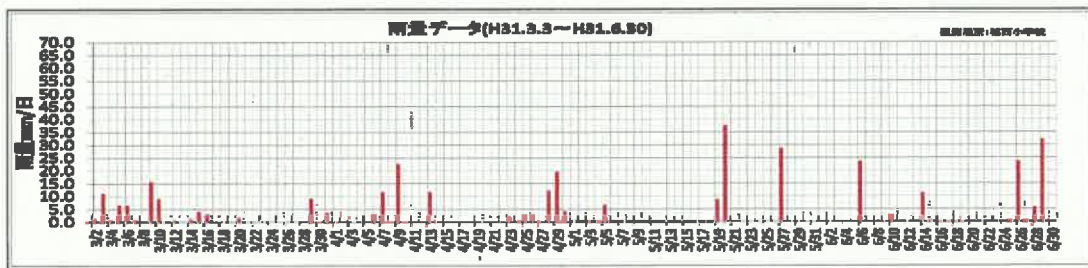
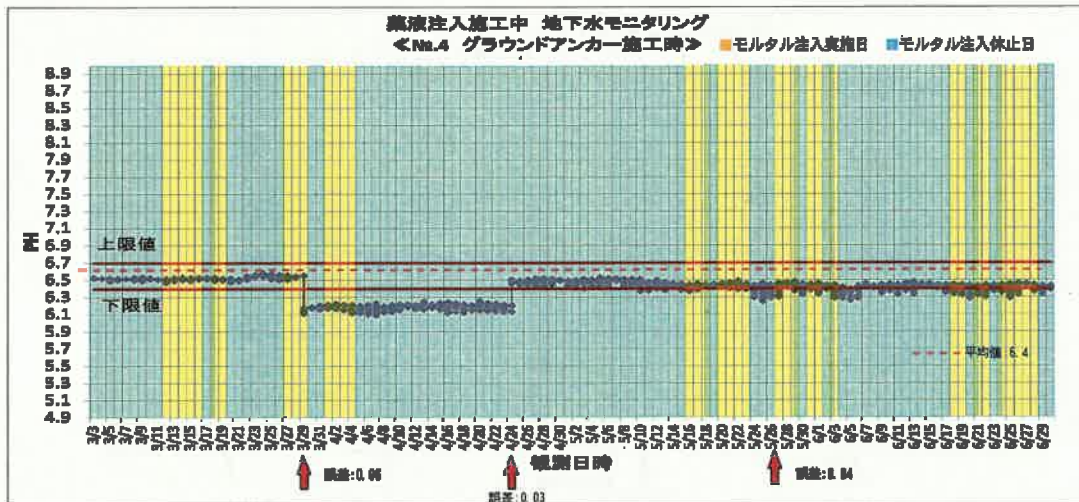
[No. 2]



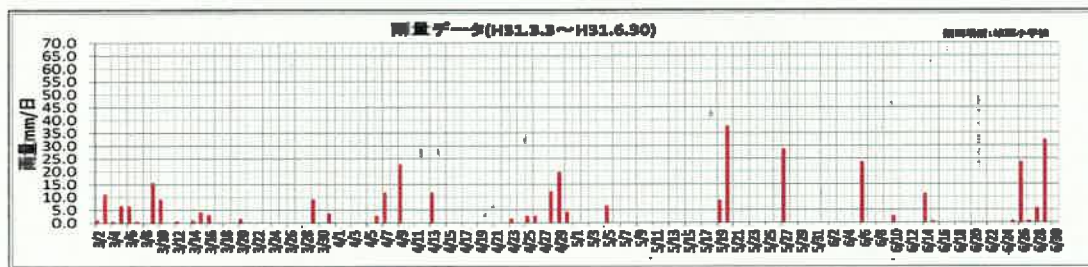
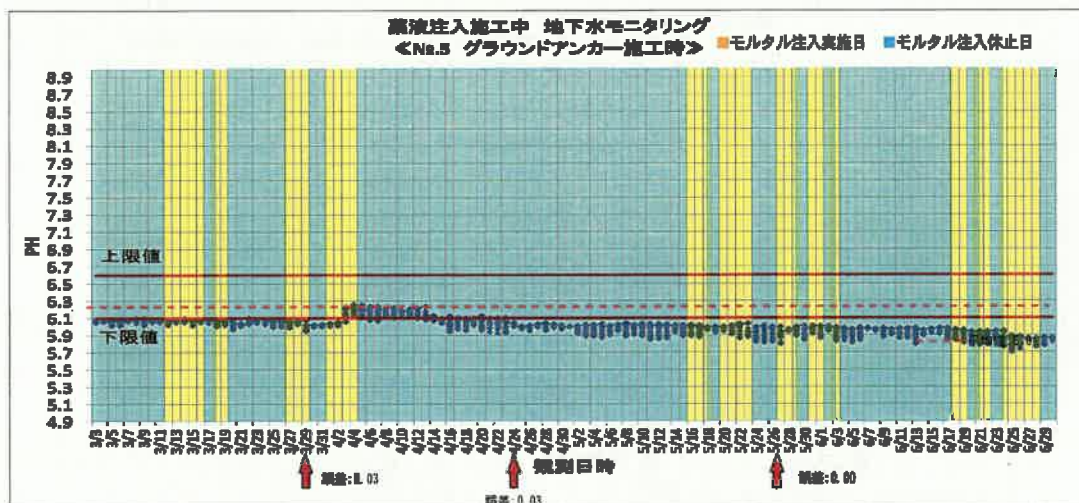
[No. 3]



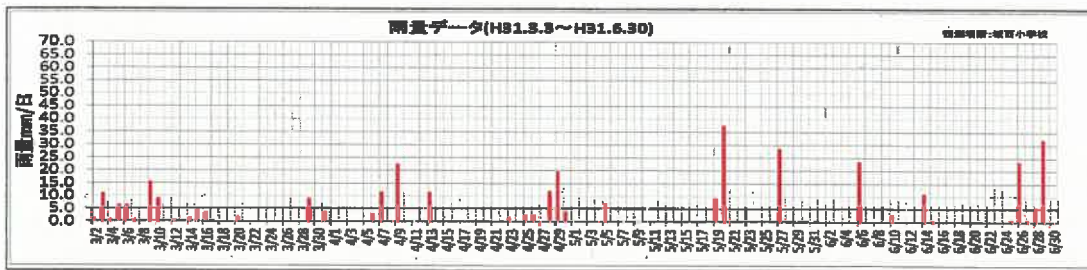
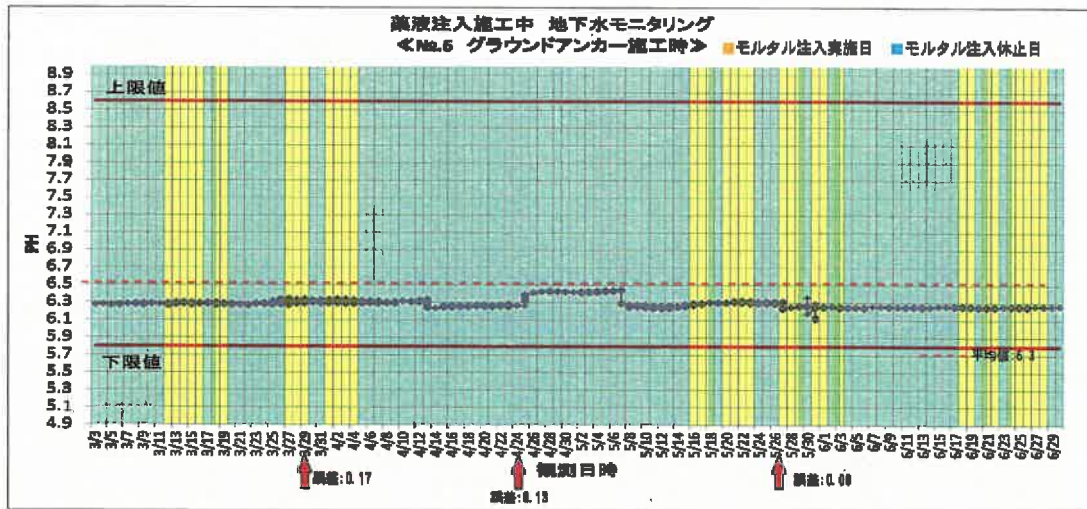
[No. 4]



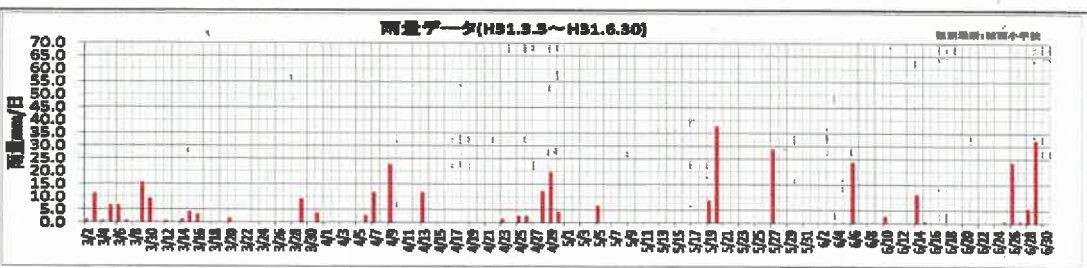
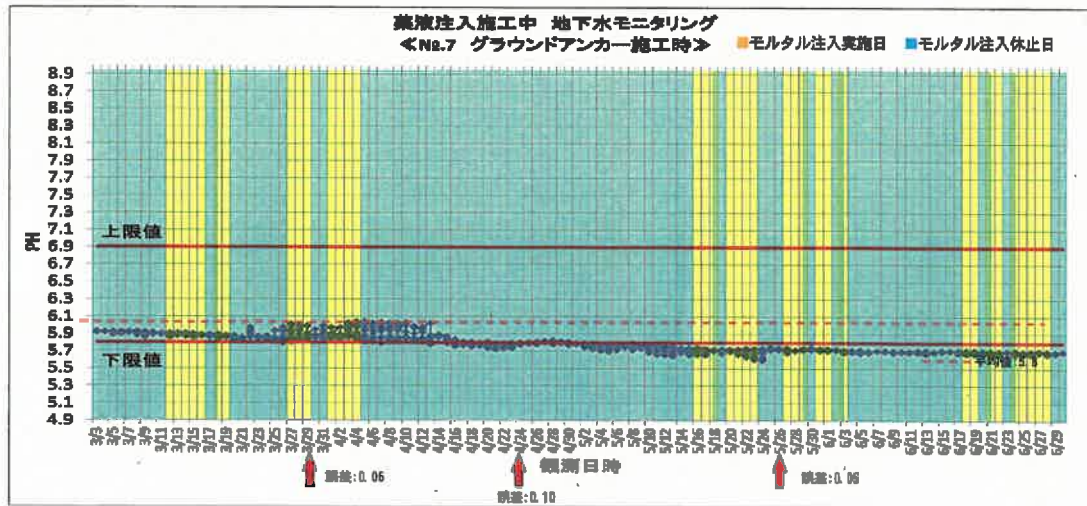
[No. 5]



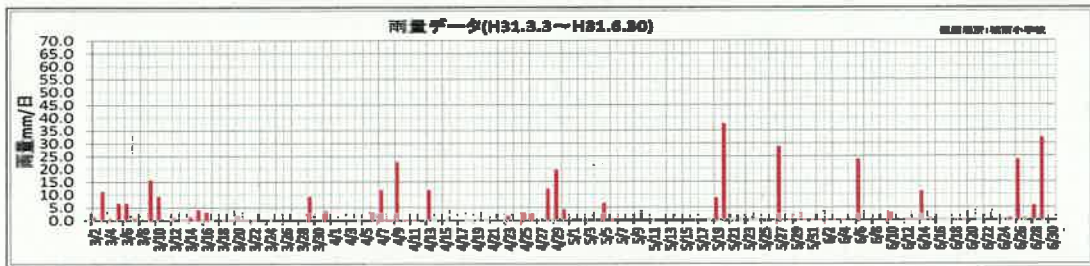
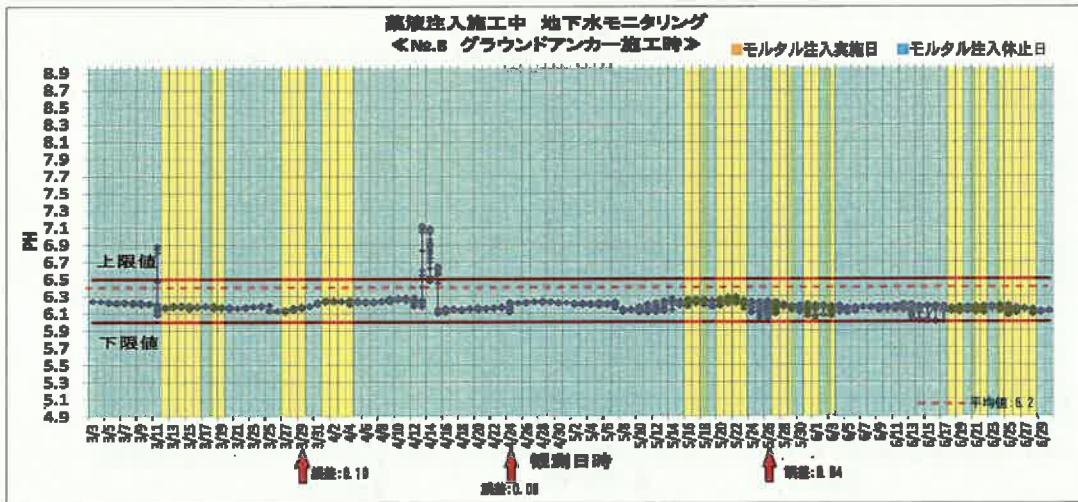
【No.6】



【No.7】



【No. 8】

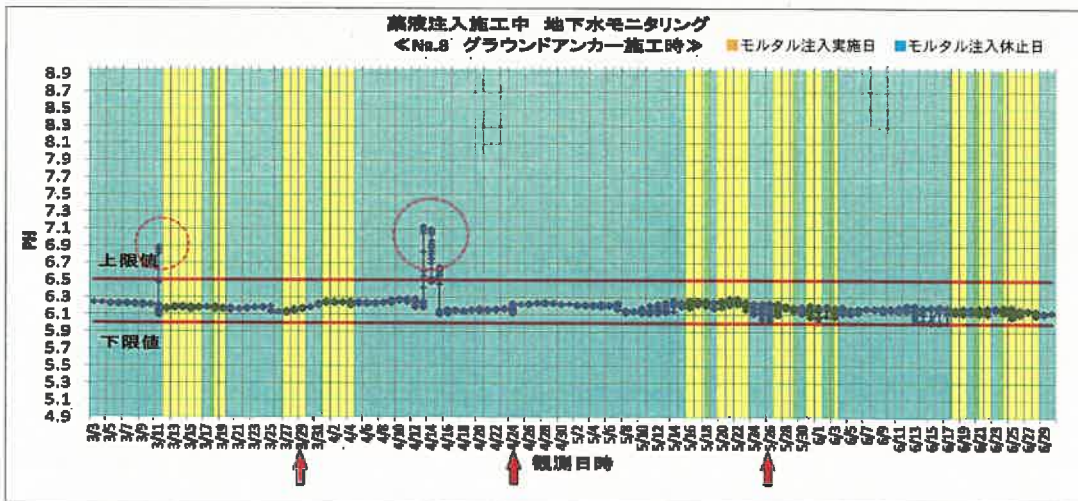
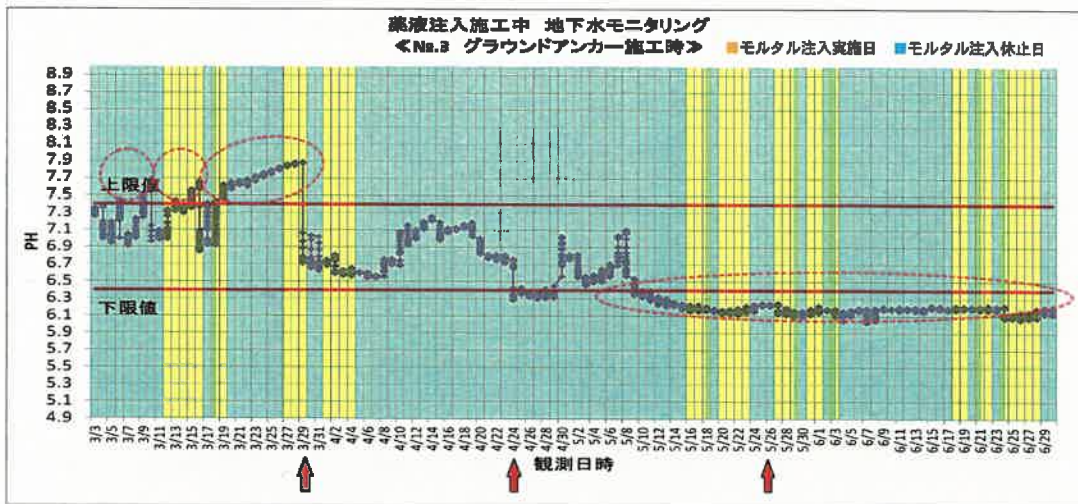


(2) モニタリング範囲を超えた時の対応について

グラウンドアンカー施工に伴い、セメントミルクの注入を開始した平成31年3月13日から地下水のモニタリングを行う中で、No.3、No.8については上限値を、No.3、No.4、No.5については、下限値を大きく超える日が複数日あった。

薬液注入施工時と同様、図2-3-14のフローに基づき、すぐに工事を中断し、2次管理への影響を確認するため、亀岡市Na.1のpH値を確認し、亀岡市Na.1のpH値が、図2-3-15のとおり2次管理値の範囲内（6.2以上7.2以下）であることが確認出来たため、工事を再開した。

なお、No.3のpH値については日々安定していない状況であるため、2次管理場所となっている亀岡市Na.1のpH値を毎日2回測定し、その値を確認しながら作業を進めた。



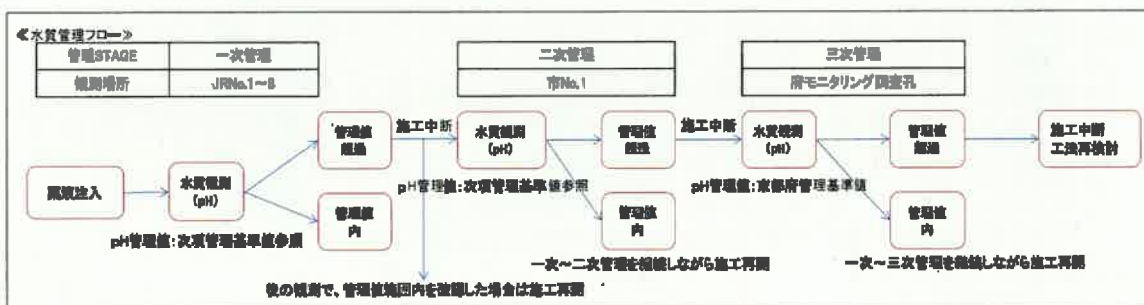
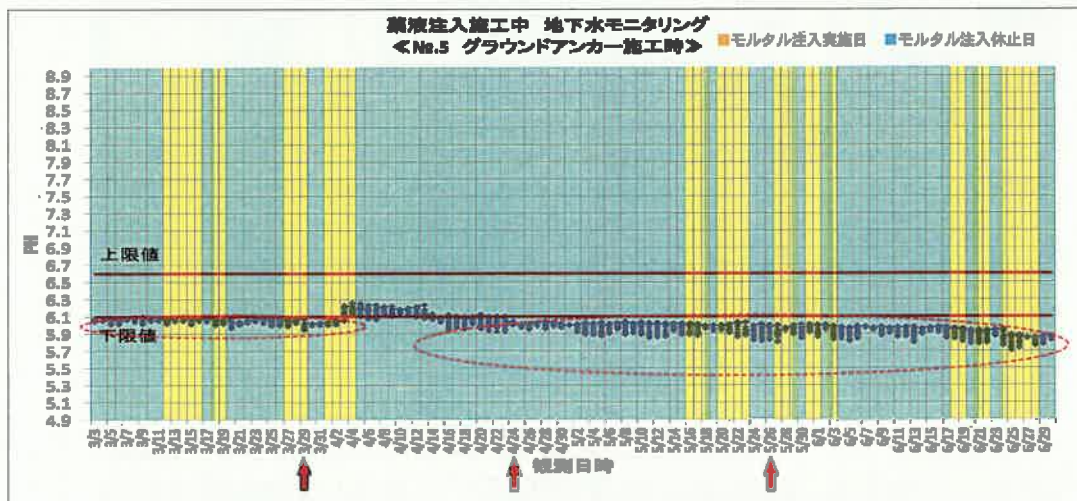
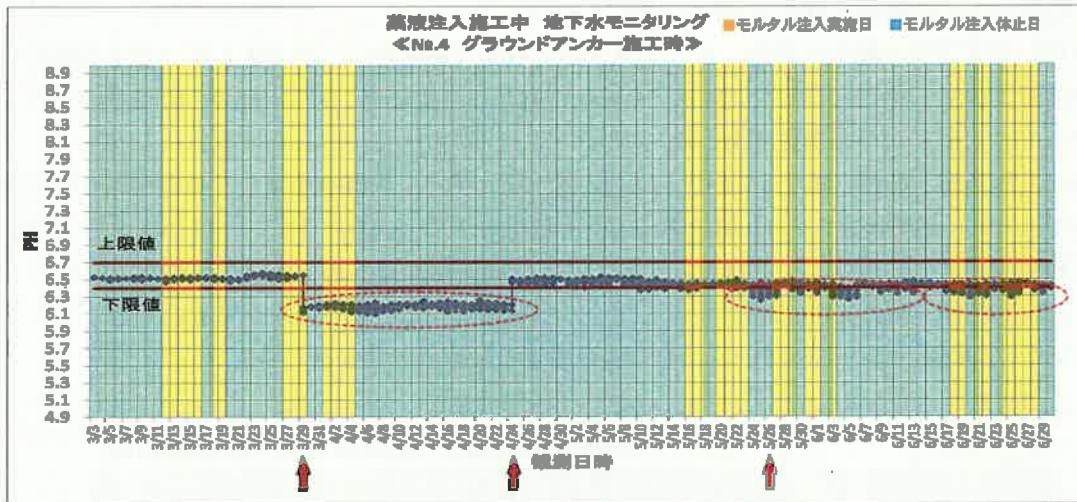


図 2-3-14 水質管理フロー図

○ 2次管理測定記録表 (市No.1)

測定箇所	水質検査項目及び測定回数			備考
	市 No.1 作業前	市 No.1 作業後	合算	
平成21年3月15日	PH 6.5	PH 6.0	◎ 否	GA M2
平成21年3月16日	PH 6.6	PH 6.7	◎ 否	
平成21年3月17日	PH 6.8	PH 6.9	◎ 否	
平成21年3月18日	PH 6.6	PH 6.8	◎ 否	
平成21年3月19日	PH 6.6	PH 6.8	◎ 否	
平成21年3月20日	PH 6.7	PH 6.9	◎ 否	
平成21年3月21日	PH 6.7	PH 6.6	◎ 否	
平成21年3月22日	PH 6.5	PH 6.6	◎ 否	
平成21年3月23日	PH 6.9	PH 7.0	◎ 否	
平成21年3月24日	PH 6.6	PH 6.5	◎ 否	
平成21年3月26日	PH 6.5	PH 6.7	◎ 否	GA M2
平成21年3月27日	PH 6.5	PH 6.8	◎ 否	
平成21年3月28日	PH 6.8	PH 6.8	◎ 否	
平成21年3月29日	PH 6.6	PH 7.0	◎ 否	
平成21年4月1日	PH 6.8	PH 6.9	◎ 否	GA M2
平成21年4月2日	PH 6.9	PH 6.7	◎ 否	
平成21年4月3日	PH 6.7	PH 6.6	◎ 否	
平成21年4月4日	PH 6.7	PH 6.8	◎ 否	
平成21年4月5日	PH 6.6	PH 6.9	◎ 否	
平成21年4月6日	PH 6.8	PH 6.9	◎ 否	
平成21年4月8日	PH 6.6	PH 6.6	◎ 否	
平成21年4月9日	PH 6.5	PH 6.6	◎ 否	
平成21年4月10日	PH 6.9	PH 6.8	◎ 否	
平成21年4月11日	PH 6.8	PH 6.9	◎ 否	
平成21年4月12日	PH 6.9	PH 6.8	◎ 否	GA M2
平成21年4月13日	PH 6.7	PH 6.7	◎ 否	
平成21年4月15日	PH 6.7	PH 6.9	◎ 否	
平成21年4月16日	PH 6.7	PH 6.8	◎ 否	
平成21年4月17日	PH 6.7	PH 6.9	◎ 否	
平成21年4月18日	PH 6.8	PH 6.7	◎ 否	
平成21年4月19日	PH 6.6	PH 6.5	◎ 否	
平成21年4月20日	PH 6.4	PH 6.6	◎ 否	
平成21年4月22日	PH 6.5	PH 6.7	◎ 否	
平成21年4月23日	PH 6.8	PH 6.7	◎ 否	
平成21年4月24日	PH 6.6	PH 6.8	◎ 否	

※ 電位計測時の最大値及び最小値 PH7.2～PH6.2

測定箇所	水質検査項目及び測定回数			備考
	市 No.1 作業前	市 No.1 作業後	合算判定	
令和元年8月2日	PH 6.7	PH 6.9	◎ 否	GA M2
令和元年8月9日	PH 6.9	PH 6.6	◎ 否	
令和元年8月10日	PH 6.5	PH 6.7	◎ 否	
令和元年8月11日	PH 6.6	PH 6.7	◎ 否	
令和元年8月13日	PH 6.5	PH 6.8	◎ 否	
令和元年8月14日	PH 6.4	PH 6.6	◎ 否	
令和元年8月15日	PH 6.3	PH 6.4	◎ 否	
令和元年8月16日	PH 6.4	PH 6.4	◎ 否	
令和元年8月17日	PH 6.3	PH 6.4	◎ 否	
令和元年8月20日	PH 6.5	PH 6.4	◎ 否	
令和元年8月21日	PH 6.5	PH 6.4	◎ 否	GA M2
令和元年8月22日	PH 6.5	PH 6.5	◎ 否	
令和元年8月23日	PH 6.7	PH 6.4	◎ 否	
令和元年8月24日	PH 6.4	PH 6.4	◎ 否	
令和元年8月27日	PH 6.5	PH 6.5	◎ 否	
令和元年8月28日	PH 6.7	PH 6.6	◎ 否	
令和元年8月29日	PH 6.5	PH 6.4	◎ 否	
令和元年8月30日	PH 6.5	PH 6.6	◎ 否	
令和元年9月1日	PH 6.5	PH 6.5	◎ 否	
令和元年9月3日	PH 6.5	PH 6.4	◎ 否	
令和元年9月4日	PH 6.5	PH 6.6	◎ 否	
令和元年9月12日	PH 6.3	PH 6.9	◎ 否	
令和元年9月13日	PH 6.4	PH 6.4	◎ 否	
令和元年9月14日	PH 6.4	PH 6.4	◎ 否	
令和元年9月15日	PH 6.5	PH 6.5	◎ 否	
令和元年9月17日	PH 6.5	PH 6.5	◎ 否	
令和元年9月18日	PH 6.5	PH 6.4	◎ 否	
令和元年9月21日	PH 7.0	PH 6.8	◎ 否	GA M2
令和元年9月22日	PH 6.9	PH 6.9	◎ 否	
令和元年9月24日	PH 6.5	PH 6.5	◎ 否	
令和元年9月25日	PH 6.5	PH 6.6	◎ 否	
令和元年9月26日	PH 6.4	PH 6.4	◎ 否	
令和元年9月27日	PH 6.5	PH 6.5	◎ 否	
令和元年9月28日	PH 6.7	PH 6.6	◎ 否	
令和元年9月	PH	PH	◎ 否	
令和元年9月	PH	PH	◎ 否	
令和元年9月	PH	PH	◎ 否	

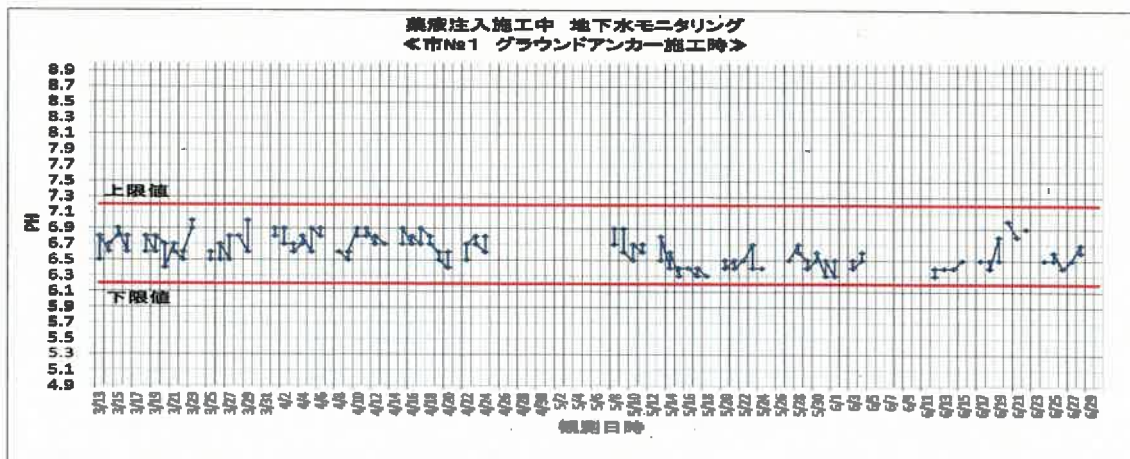


図 2-3-15 グラウンドアンカー施工時の二次管理 (市No.1) pH 値変動グラフ

(3) グラウンドアンカー施工に伴う地下水への影響について（考察）

《各調査孔の特徴について》

- ・各調査孔により、pH 値の変動パターンに大きな違いがあり、個別性が高い結果となった。
- ・機器点検日後に pH 値に変動がある観測孔が見られたが、計測器の誤差以上に変動している観測孔もあり、機器点検のため計測器を取り出したことによる孔内の乱れにより、pH 値に変動があったものとする。
- ・比較調査孔No.0 については、施工前と施工中を比べ pH 値の平均値に違いが無い結果となった。No.1、No.4、No.5、No.6、No.7、No.8 については、pH 値の平均値を見ると、注入材料の性質がアルカリ性であったにも関わらず、全体的に酸性側に変動する傾向が見られた。No.2 については、pH 値の平均値を見ると、アルカリ性側に変動する傾向が見られた。（表 2-3-3 参照）
- ・No.3 については、pH 値の平均値を見ると、酸性側に変動する傾向が見られた（表 2-3-3 参照）が、アルカリ性側に pH 値が大きく変動する日も見られた。また、機器点検により pH 値が一旦下がったが、再度アルカリ性側に pH 値が変動する現象が見られた。

表 2-3-3 グラウンドアンカー（セメントミルク注入）施工前後の pH 値平均値の比較について

測 点	施工前 (H30. 8. 9~H30. 9. 16)	セメントミルク注入時 (H31. 3. 14~)
No.0 (比較調査孔)	6. 3	6. 3
No.1	6. 3	6. 2
No.2	6. 4	6. 5
No.3	6. 9	6. 8
No.4	6. 5	6. 4
No.5	6. 3	6. 0
No.6	7. 0	6. 3
No.7	6. 2	5. 8
No.8	6. 3	6. 2

《考 察》

今回のモルタル注入工事に使用する注入材料については、pH9.0～10.5であることから、モルタル注入工事により pH の値がアルカリ性側に変動した場合は、影響があったと考えることとした。

Na1、Na4、Na5、Na6、Na7、Na8については、pH 値の平均値を見ると、全体的に酸性側に変動する傾向が見られた。このことから、モルタル注入工事による地下水の pH 値の変動に影響は無かったと考えられる。

Na2 については、モルタル注入工事の施工中に、pH 値が全体的にアルカリ性側に変動する傾向が見られたこと。また、Na3 についても、pH 値の平均値を見ると、施前後の比較では酸性側に変動する傾向が見られたが、部分的にアルカリ性側に pH 値が大きく変動する日が見られたことと、機器点検により pH 値が一旦下がった後に、再度アルカリ性側に pH 値が変動する現象が見られたことから、Na2 並びに Na3 についてはモルタル注入工事により地下水の pH 値の変動に影響があったと考えられる。(図 2-3-16 参照) しかし、モルタル注入工事による pH 値の下限値を大きく超えることなく、かつ、施工箇所から約 130m 離れて設置されている二次管理となる市 Na1 (図 2-3-17 参照) の pH 値も、モニタリング管理範囲内に収まっていた (図 2-3-15 参照) ことから、その影響は工事範囲の近傍のみに限られた軽微なものであり、施工箇所からも十分な距離があるアユモドキの生息に重要となる箇所までは影響を及ぼしていないと考えられる。

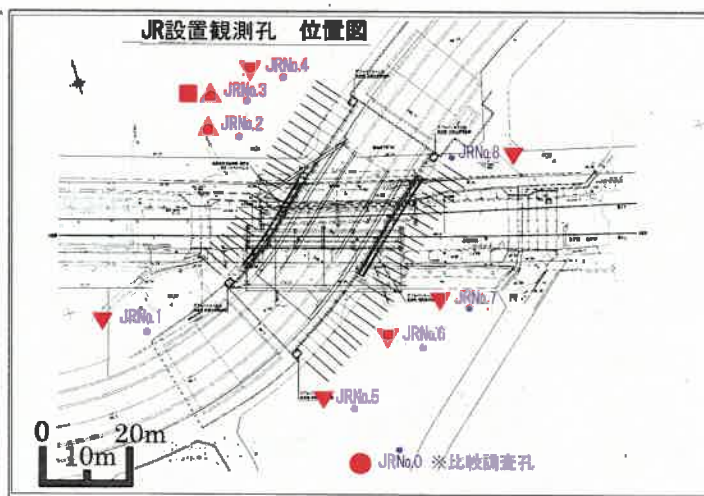


図 2-3-16 セメントミルク注入中の pH 値の変動の特性



図 2-3-17 調査孔全体位置図