

2 亀岡駅北土地区画整理事業 JR アンダーパス部整備におけるアユモドキ保全のための取組みについて

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。

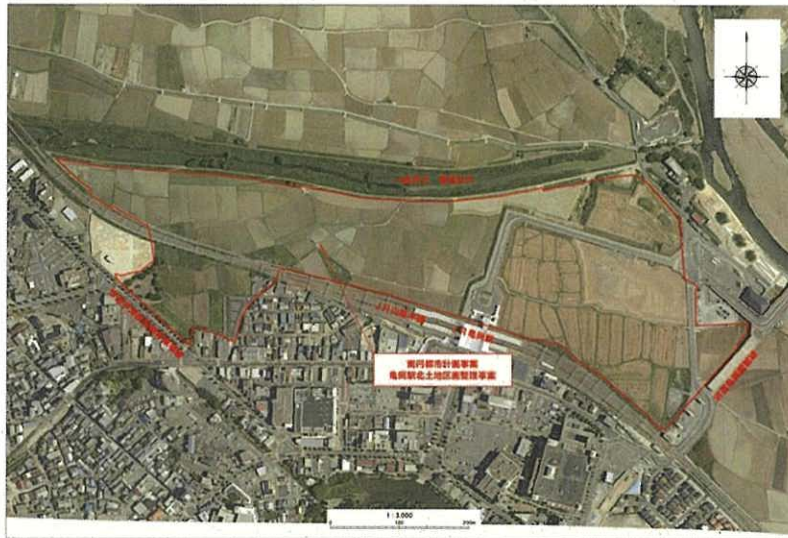


図 2-1-1 亀岡駅北土地区画整理事業位置図

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。

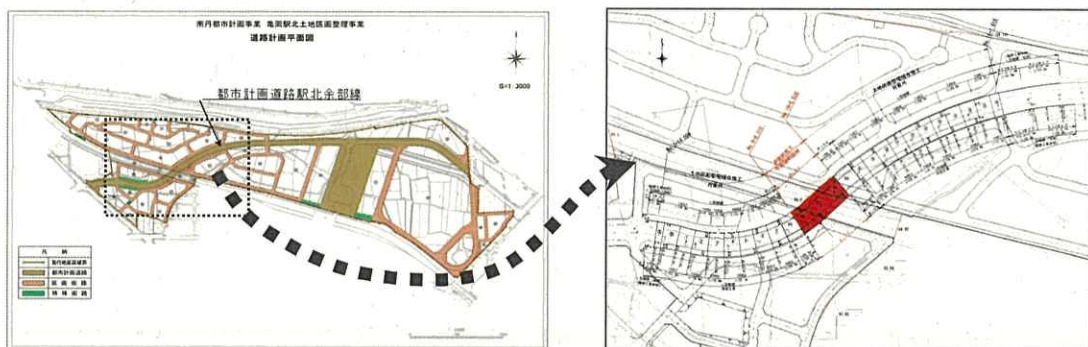


図 2-1-2 亀岡駅北土地区画整理事業道路位置図及び J R 軌道立体交差部計画平面図

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。

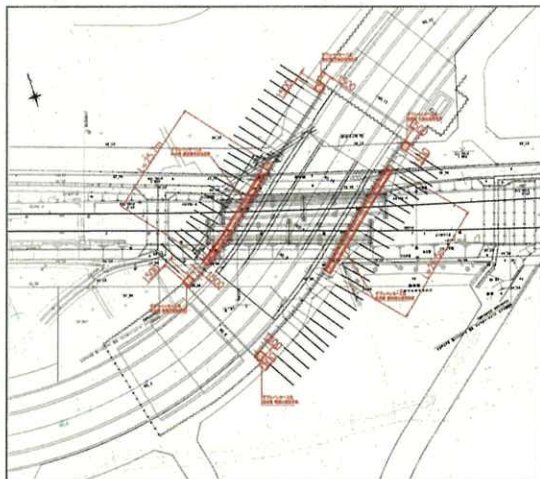


図 2-2-1 薬液注入平面図（側面）

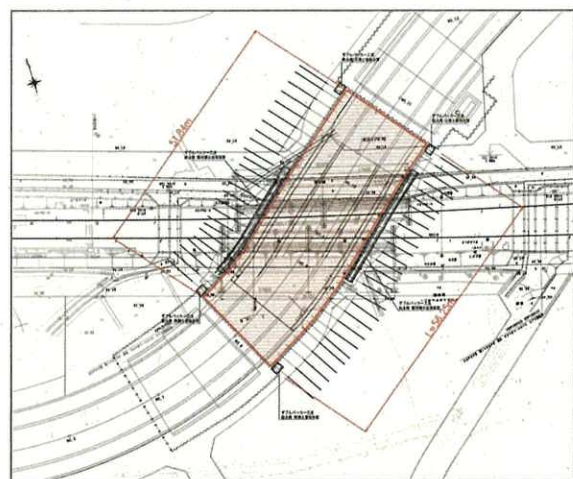


図 2-2-2 薬液注入平面図（底版）

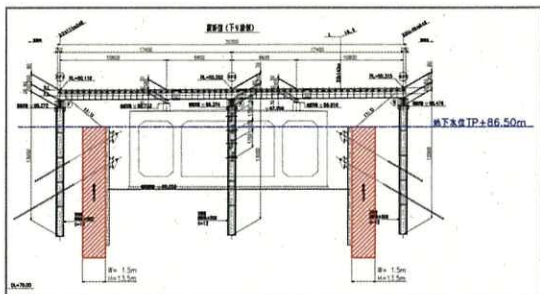


図 2-2-3 薬液注入断面図（側面）

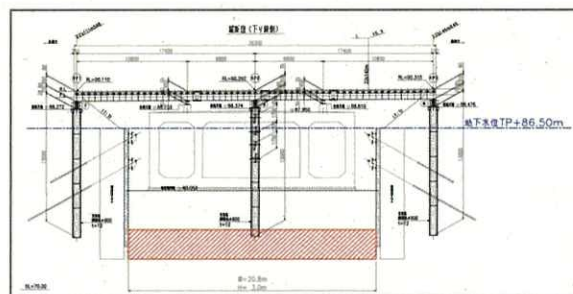


図 2-2-4 薬液注入断面図（底版）

(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 |
|--------------|------------------|-----------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 所定の深度まで削孔する。 | シールグラウトを孔内へ充填する。 | 所定の深度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、溶液型注入材にて浸透改良を行う。 |

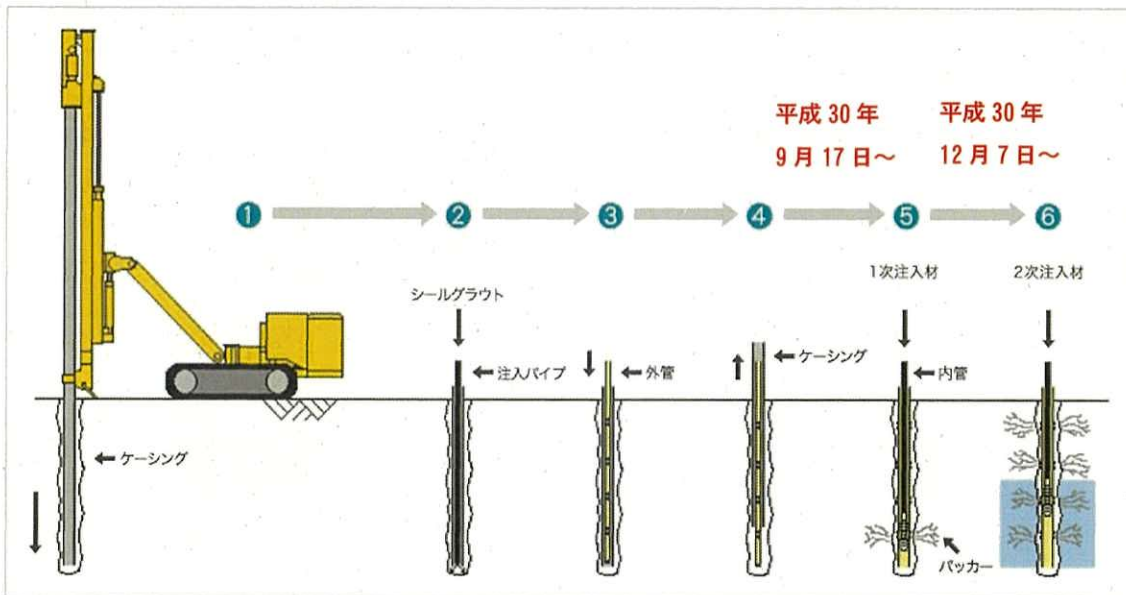


図 2-2-5 二重管ダブルパッカー注入方式の施工手順

2-2-2 土留め工

(1) 仮設土留め計画について

工事桁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)

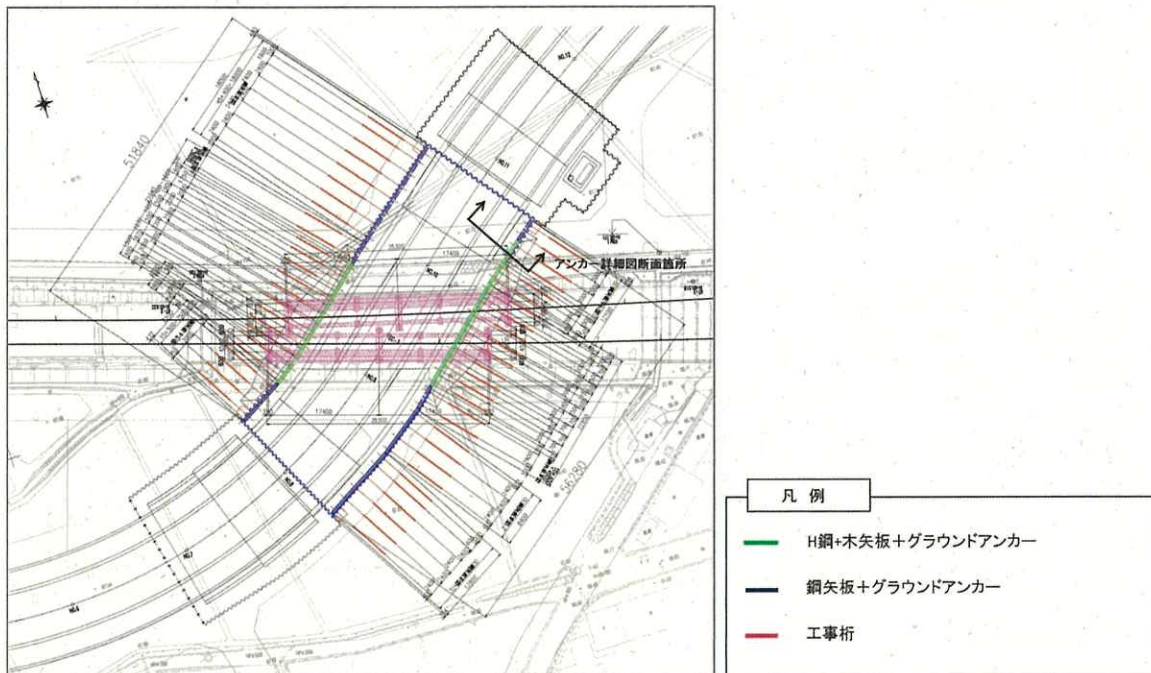


図 2-2-6 仮設土留め工計画平面図



写真 2-2-1 土留設置例

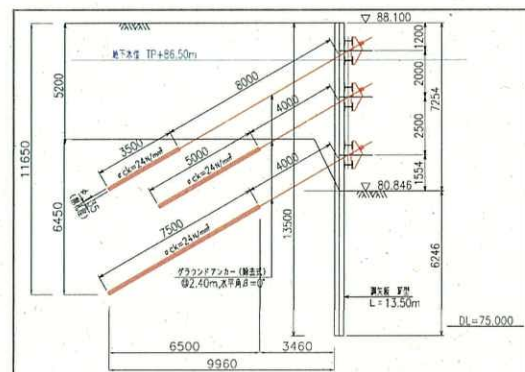


図 2-2-7 グラウンドアンカー詳細図

(2) グラウンドアンカーについて《主な作業工程について》

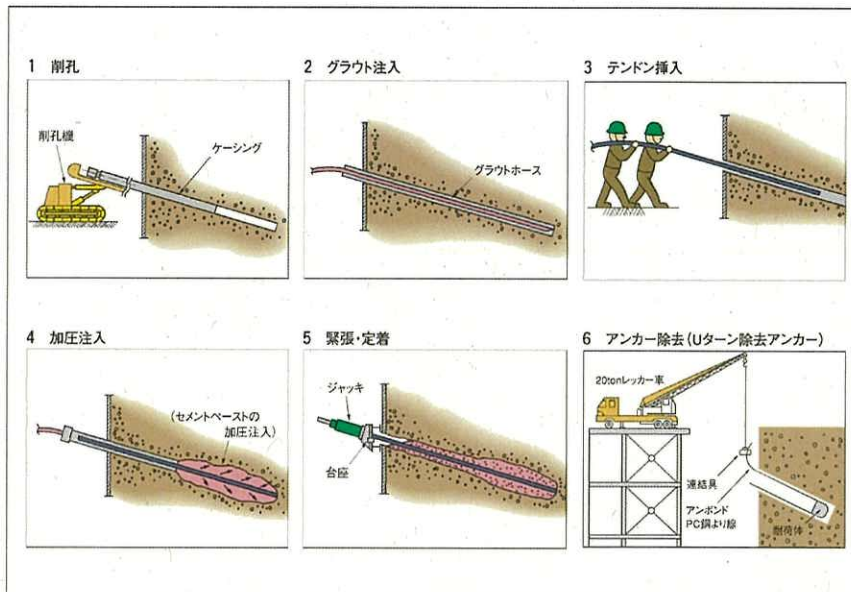


図 2-2-8 グラウンドアンカー作業工程図

(3) グラウ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 $\sigma_{28}=24\text{N}/\text{mm}^2$ 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 西日本での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。

2-3 環境保全対策

2-3-1 地下水の観測計画

(1) 地下水水質観測概要

薬液注入施工に伴う地下水の管理は、図 2-3-1 に示す観測井戸の pH 値の測定により行った。

管理方法については、図 3-2-2 に示す水質管理フロー図のとおり一次、二次、三次管理により、pH の値が管理範囲値内であることを確認しながら施工を進めた。

各管理における pH 値の観測については、一次管理（工事施工箇所付近）は JRNo.1～JRNo.8 の 8 か所の観測井戸、二次管理は市No.1 の観測井戸、三次管理は府モニタリング調査孔とした。（図 2-3-1、図 2-3-3 参照）

また、図 2-2-3 に示すとおり、別途、工事施工箇所の約 40 m 上流側に、モニタリング時に管理値を超えた場合、その値が自然由来によるものであるかの有無を確認するための比較調査孔（JR No.0）を設置した。

なお、万が一、一次、二次、三次管理において管理基準を超えた場合は、工事を一次中断し、WG 会議に報告し、必要に応じて専門家会議に報告し、その意見・評価・判断のもと、薬液注入の日当たり施工量を削減するなど必要な対策を検討・実施することとした。



図 2-3-1 調査孔全体位置図

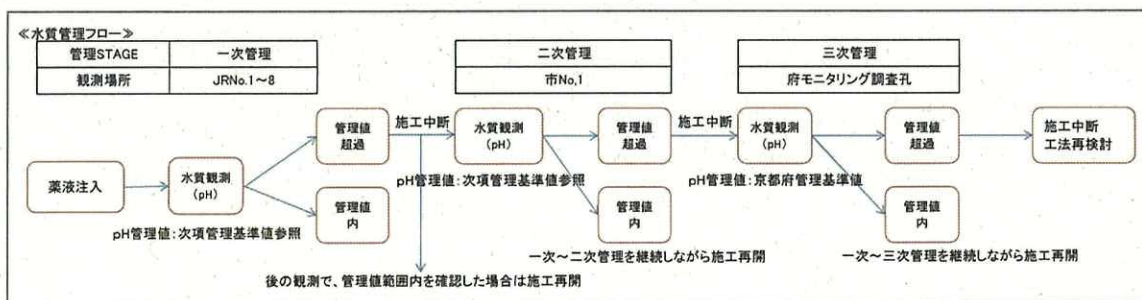


図 2-3-2 水質管理フロー図

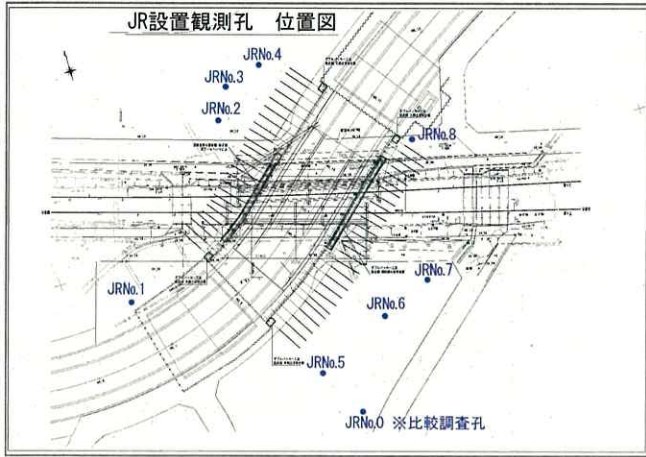


図 2-3-3 一次管理調査孔位置図

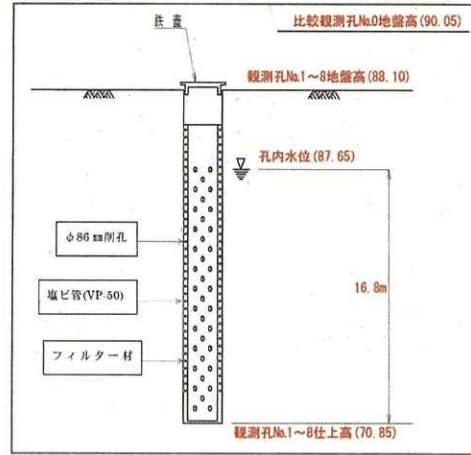


図 2-3-4 一次管理観測井詳細図

(2) 地下水の水質観測方法

薬液注入による環境影響が懸念される工事を進める際に、地下水の影響を把握するために管理計画を定めた。

1. 管理基準値

本工事における地下水の水質 (pH) 管理は、一次、二次、三次とし、それぞれの管理基準値を下記のとおり定めた。

また、管理基準値を超過する結果が確認された場合は、図 2-3-2 の水質管理フロー図に則って管理範囲を拡大させることとした。

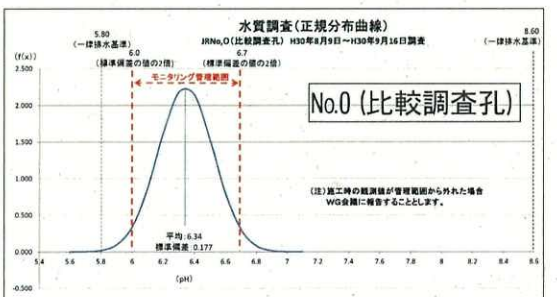
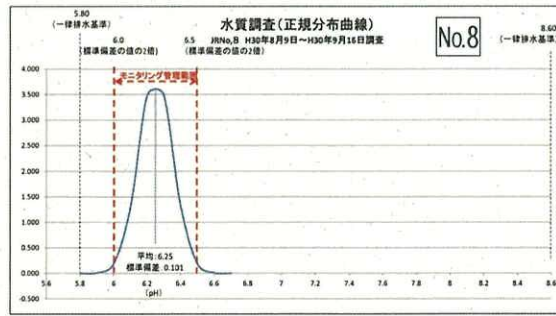
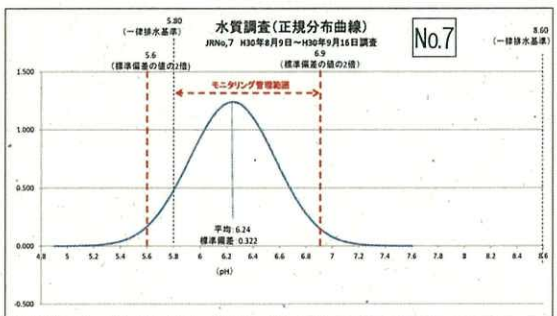
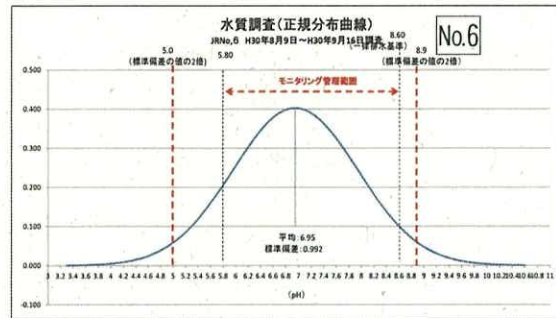
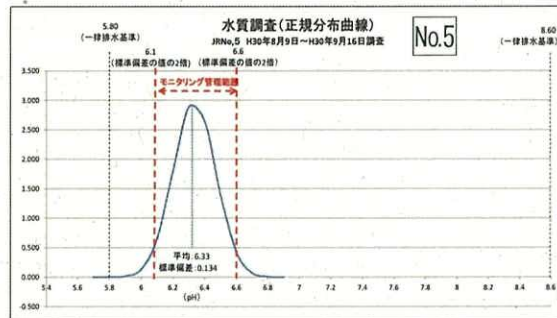
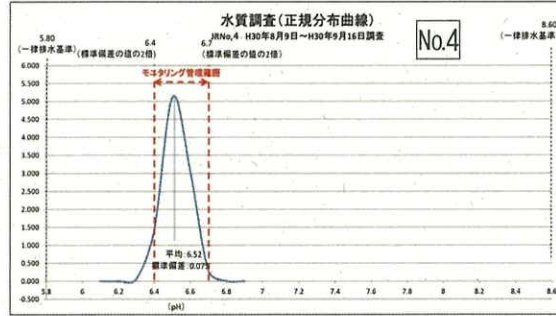
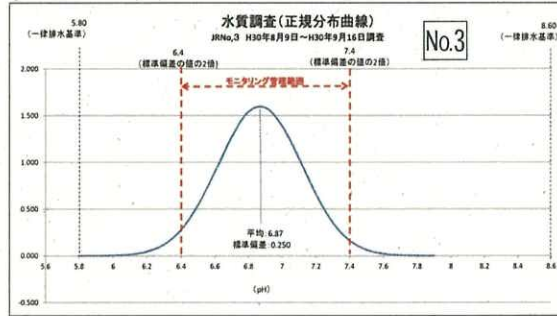
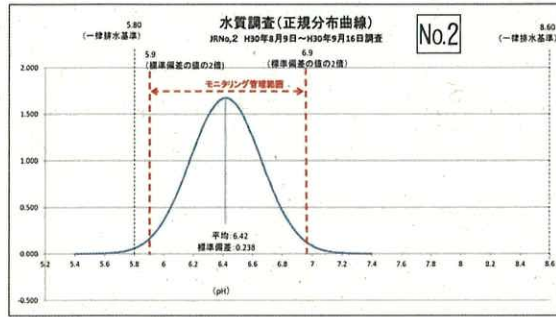
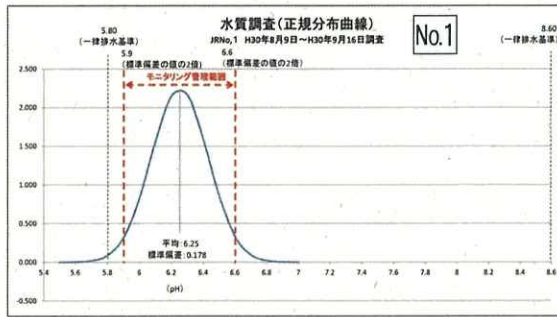
【一次管理基準値】

| 管理項目 | 水素イオン濃度 (pH) | | | |
|-------|--------------|------------|------------|------------|
| 観測井戸 | JRNo.1 | JRNo.2 | JRNo.3 | JRNo.4 |
| 管理基準値 | 5.9以上6.6以下 | 5.9以上6.9以下 | 6.4以上7.4以下 | 6.4以上6.7以下 |

| 管理項目 | 水素イオン濃度 (pH) | | | |
|-------|--------------|------------|------------|------------|
| 観測井戸 | JRNo.5 | JRNo.6 | JRNo.7 | JRNo.8 |
| 管理基準値 | 6.1以上6.6以下 | 5.8以上8.6以下 | 5.8以上6.9以下 | 6.0以上6.5以下 |

(注) 管理基準値は、薬液注入工事着手前となる 8 月 9 日～9 月 16 日の間に観測した JRNo. 1～No. 8 の各々の観測値の標準偏差の 2 倍の値。

《薬液注入前地下水観測結果及び1次管理モニタリング管理範囲値の決定グラフ》

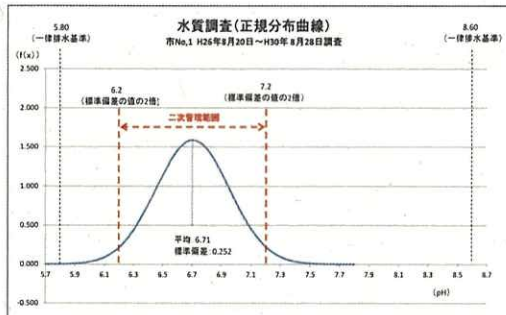


【二次管理基準値】

| | |
|-------|-------------|
| 管理項目 | 水素イオン濃度(pH) |
| 観測井戸 | 市No.1 |
| 管理基準値 | 6.2以上 7.2以下 |

(注) 管理基準値は、平成 26 年 8 月 20 日～平成 30 年 8 月 28 日の間に観測した市No.1 の観測値の標準偏差の 2 倍の値。

《薬液注入前地下水観測結果及び 2 次管理モニタリング管理範囲値の決定グラフ》



【三次管理基準値】

| | |
|-------|-------------|
| 管理項目 | 水素イオン濃度(pH) |
| 観測井戸 | 府モニタリング調査孔 |
| 管理基準値 | 京都府管理基準値 |

2. 計測頻度

「薬液注入工法による建設工事の施工に関する通達及び暫定指針（建設省）」に準じる。

- 1) 工事着手前となる 8 月 9 日～9 月 16 日までの間（自動計測（1 時間毎））
- 2) 工事中自動計測（1 時間毎）
- 3) 工事終了後
 - (イ) 2 週間を経過するまで毎日 1 回以上
 - (ロ) 2 週間経過後半年を経過するまでの間にあっては、月 3 回以上

3. 計測方法および日常管理

地下水の計測方法は以下により行っている。

水素イオン濃度 (pH) → デジタル pH メーター（自動計測）

計測時は日報を作成し、月ごとにまとめて監督員に報告を行う。

計測により異常値を確認した場合は、監督員に報告を行う。

薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針

昭和 49 年 7 月 10 日
建設省

第 4 章 地下水等の水質の監視

4-1 地下水等の水質の監視

- (1) 事業主体は、薬液の注入による地下水及び公共用水域等の水質の汚濁を防止するため、薬液注入箇所周辺の地下水及び公共用水域等の水質の汚濁の状況を監視しなければならない。
- (2) 水質の監視は、4-2 に掲げる地点で採水し、別表一 1 に掲げる検査項目について同表に掲げる検査方法により検査を行い、その測定値が同表に掲げる水質基準に適合しているか否かを判定することにより行うものとする。
- (3) (2) の検査は、公的機関又はこれと同等の能力及び信用を有する機関において行うものとする。

4-2 採水地点

採水地点は、次の各号に掲げるところにより選定するものとする。

- (1) 地下水については、薬液注入箇所及びその周辺の地域の地形及び地盤の状況、地下水の流向等に応じ、監視の目的を達成するため必要な箇所について選定するものとする。この場合において、注入箇所からおおむね 10 メートル以内に少なくとも数箇所の採水地点を設けなければならない。

4-3 採水回数

採水回数は、次の各号に定めるところによるものとする。

- (1) 工事着手前 1 回
- (2) 工事中 毎日 1 回以上
- (3) 工事終了後
 - (イ) 2 週間を経過するまで毎日 1 回以上(当該地域における地下水の状況に著しい変化がないと認められる場合で、調査回数を減じても監視の目的が十分に達成されると判断されるときは、週 1 回以上)
 - (ロ) 2 週間経過後半年を経過するまでの間にあたっては、月 2 回以上

4-4 監視の結果構ずべき措置

監視の結果、水質の測定値が別表一 1 に掲げる水質基準に適合していない場合又は、そのおそれのある場合には、直ちに工事を中止し、必要な措置をとらなければならない。

別表一 1 水質基準

| | 薬液の種類 | 検査項目 | 検査方法(※) | 水質基準 |
|-----------------------|------------|--------------------------|--|---|
| 水 ガ ラ ス 系 | 有機物を含まないもの | 水素イオン濃度 | 水質基準に関する省令(昭和 41 年厚生省令第 11 号。以下「厚生省令」という。)又は日本工業規格 K 0102 の 8 に定める方法 | pH 値 8.6 以下(工事直前の測定値が 8.6 を超えるときは、当該測定値以下)であること。 |
| | 有機物を含むもの | 水素イオン濃度 過マンガン酸カリウム消費量 | 同上 厚生省令に定める方法 | 同上 10ppm 以下(工事直前の測定値が 10ppm を超えるときは、当該測定値以下)であること。 |

※注) 現在は昭和 53 年厚生省令第 56 号と読み替える。

(3) デジタル pH メーターについて

《東亜ディーケー株式会社製》

SPECIFICATION SHEET



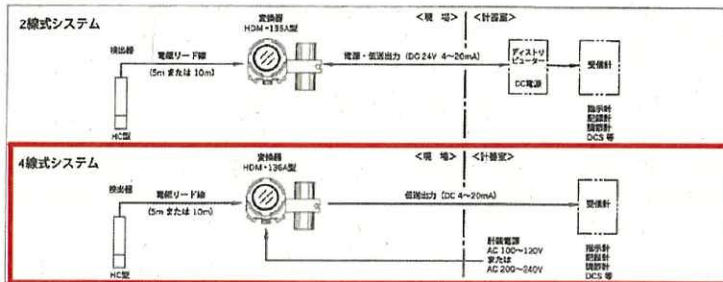
pH計変換器

HDM-135A型 (2線式)
HDM-136A型 (4線式)

小型堅牢なアルミ製ケースのシンプル機能・簡単操作の現場設置型pH計変換器(純信器)です。
2線式(DC 24V電源)と4線式(AC フリー電源)があり、伝送出力DC 4~20mAを発信します。
組合せ検出器(電極)の詳細につきましては、別冊のpH/ORP計検出器スペックシートをご参照ください。



構成図



標準仕様

| 製品名 | pH計変換器 | |
|-------------|--|---|
| 型名 | HDM-135A (2線式) | HDM-136A (4線式) |
| 計量法型式承認番号 | 第SS021号 | |
| 測定範囲 | pH -1.00~14.00 ※ (mV : -600~+600mV 温度: 0~100°C 表示のみで、伝送出力はなし) | |
| 表示方式 | 液晶デジタル表示 | |
| 最小表示 | pH: 0.01, mV: 0.1, 温度: 0.1 | |
| 性能直線性 | ±0.03pH以内(等価入力において) | |
| 性能直線性(連続測定) | ±0.02pH以内(等価入力において) | |
| 伝送出力 | DC 4~20mA 絶縁型 抵抗負荷 650Ω以下 | |
| 伝送出力範囲 | 0.1pH単位の2pH幅以上を-1~14pHの範囲で任意設定可 | |
| 電源 | DC 24V±10% | AC 90~132VまたはAC 180~264V 50/60Hz(オプション) |
| 消費電力 | 0.5VA以下 | 約3VA |
| 周囲温度・湿度 | -20~55°C, 89%(RH)以下(ただし結露しないこと) | |
| 構造 | 屋外設置, IP55(防じん形, 防噴液形) | |
| 外形寸法 | 118(W)×129(H)×178(D)mm | |
| 取付方法 | 50Aパイプ取付け | |
| 質量 | 約3.5kg | |
| 配線口 | G $\frac{3}{4}$ (PF $\frac{3}{4}$ F) 3カ所 | |
| 材質 | アルミニウム合金鋳物 | |
| 取付金具 | 樹脂 | |
| 塗色 | SUS 304 メタリックシルバーおよびブルー | |

※ 計量法検定対象品の測定範囲はpH0~14またはpH2~12(出荷後変更不可)

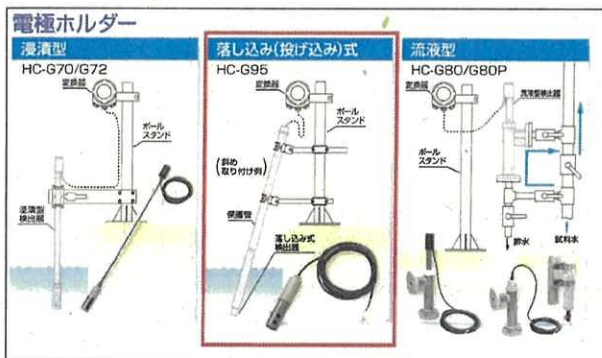


写真 2-3-1 デジタル pH メーター現地設置状況

(4) デジタル pH メーターの点検について

デジタル pH メーターについては、月に 1 回点検を行い、必要があれば機器校正を行った。

《点検方法》

手動（ポータブル）の pH 測定器および自動計測の pH 測定器それぞれを、バケツ内の水を測定し、誤差が 0.2 以下の場合は OK とし、それ以上の場合は、pH 測定器を校正しなおすものとした。

（写真 2-3-2 参照）

なお、各調査孔を点検する前に、手動の pH 測定器については、写真 2-3-3 のとおり、標準液（pH6.86 (25℃)）で pH の値を確認し校正してから行っている。



| |
|-------------|
| 測点 1 |
| 状況写真 |
| PH測定器 |
| 点検状況 |
| (バケツ内水測定) |
| |
| |
| |
| |

写真 2-3-2 pH 測定器点検状況



| |
|-----------------|
| ポータブル測定器 |
| 状況写真 |
| 標準液 6.86 (25℃) |
| ポータブル測定器 : 6.82 |
| 差 : 0.04 |
| |
| |
| |
| |

写真 2-3-3 ポータブル測定器点検状況

2-3-2 工事の施工について

(1) 全体工程について（次ページ工程表参照）

JRアンダーパス工事については、工事桁の設置工事を平成29年9月から着手し、平成30年4月に完了している。

5月から仮設土留め工となる鋼矢板の打設作業を開始し、7月上旬に完了したことから、1次掘削を開始し、7月下旬に完了した。

一次掘削の完了に伴い、桁下部に高さ2mの空間が確保出来たことから、桁下部の土留めとなるH型鋼の打設作業を8月上旬から行い、9月中旬に完了した。

この間、薬液注入作業開始前の地下水状況を確認するための事前調査を8月9日から9月16日まで行った。

土留め工が完成したことから、地下水のモニタリングを行いながら、9月17日から12月6日の間に底盤及び側壁部の薬液注入の一次注入作業、12月7日から平成31年3月2日の間に二次注入作業を行った。

薬液注入作業が完了したことから、速やかに2次掘削を開始し、グラウンドアンカーを設置しながら地盤を掘り下げ、7月30日に掘削を完了した。この間平成31年3月12日から6月30日の間にモルタル注入作業を随時行っている。

7月30日に掘削が完了したことから、8月1日からBOXカルバートの躯体工事に着手している。

○地下水のモニタリング状況

- ・事前調査：平成30年 8月 9日～平成30年 9月16日
(薬液注入)
- ・一次注入：平成30年 9月17日～平成30年12月 6日
- ・二次注入：平成30年12月 7日～平成31年 3月 2日
(グラウンドアンカー)
- ・モルタル注入：平成31年 3月12日～平成31年 6月30日

| 工種 | 平成29年 | | | | | | | | | | | | 平成30年 | | | | | | | | | | | | 平成31年 | | | | | | | | | | | | 平成32年 | | | |
|--|----------|----------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|--------|--------|
| | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | | | | | | | | |
| | 10/29/30 | 10/30/31 | 10/31/11/1 | 11/1/2 | 11/2/3 | 11/3/4 | 11/4/5 | 11/5/6 | 11/6/7 | 11/7/8 | 11/8/9 | 11/9/10 | 11/10/11 | 11/11/12 | 11/12/1 | 12/1/2 | 12/2/3 | 12/3/4 | 12/4/5 | 12/5/6 | 12/6/7 | 12/7/8 | 12/8/9 | 12/9/10 | 12/10/11 | 12/11/12 | 12/12/1 | 1/1/2 | 1/2/3 | 1/3/4 | 1/4/5 | 1/5/6 | 1/6/7 | 1/7/8 | 1/8/9 | 1/9/10 | 1/10/11 | 1/11/12 | 1/12/1 | 1/12/2 |
| 工事前工 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 仮工留工 鋼欠板(橋路下置下以外) | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 仮工留工 H型鋼(橋路下置下) | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| グラウンドアンカー設置 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 薬液注入工(欠板側部他) 側孔 薬液注入(1次) 薬液注入(2次) | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 薬液注入工(既設部) 側孔 薬液注入(1次) 薬液注入(2次) | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 掘削・埋戻し | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 地下水モニタリング | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B2ボックス築造工 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1床 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B3ボックス築造工 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1基 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B4ボックス築造工 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1基 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 工種 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | |
|------------|----------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 10/29/30 | 10/30/31 | 10/31/11/1 | 11/1/2 | 11/2/3 | 11/3/4 | 11/4/5 | 11/5/6 | 11/6/7 | 11/7/8 | 11/8/9 | 11/9/10 | 11/10/11 | 11/11/12 | 11/12/1 | 12/1/2 | 12/2/3 | 12/3/4 | 12/4/5 | 12/5/6 | 12/6/7 | 12/7/8 | 12/8/9 | 12/9/10 | 12/10/11 | 12/11/12 | 12/12/1 | 1/1/2 | 1/2/3 | 1/3/4 | 1/4/5 | 1/5/6 | 1/6/7 | 1/7/8 | 1/8/9 | 1/9/10 | 1/10/11 | 1/11/12 | 1/12/1 | 1/12/2 | 1/12/3 |
| 掘削・埋戻し | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1次掘削工事下部 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1次掘削 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-1次掘 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-2次掘削 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-3次掘削 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-4次掘削 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 埋戻し | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 埋戻しに合わせて撤去 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 鋼欠板引き抜き | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 工種 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | |
|------------|----------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 10/29/30 | 10/30/31 | 10/31/11/1 | 11/1/2 | 11/2/3 | 11/3/4 | 11/4/5 | 11/5/6 | 11/6/7 | 11/7/8 | 11/8/9 | 11/9/10 | 11/10/11 | 11/11/12 | 11/12/1 | 12/1/2 | 12/2/3 | 12/3/4 | 12/4/5 | 12/5/6 | 12/6/7 | 12/7/8 | 12/8/9 | 12/9/10 | 12/10/11 | 12/11/12 | 12/12/1 | 1/1/2 | 1/2/3 | 1/3/4 | 1/4/5 | 1/5/6 | 1/6/7 | 1/7/8 | 1/8/9 | 1/9/10 | 1/10/11 | 1/11/12 | 1/12/1 | 1/12/2 | 1/12/3 |
| 1次掘削 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-1次掘 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-2次掘 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-3次掘 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-4次掘 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 埋戻し | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 埋戻しに合わせて撤去 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 鋼欠板引き抜き | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 工種 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | |
|-----------|----------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 10/29/30 | 10/30/31 | 10/31/11/1 | 11/1/2 | 11/2/3 | 11/3/4 | 11/4/5 | 11/5/6 | 11/6/7 | 11/7/8 | 11/8/9 | 11/9/10 | 11/10/11 | 11/11/12 | 11/12/1 | 12/1/2 | 12/2/3 | 12/3/4 | 12/4/5 | 12/5/6 | 12/6/7 | 12/7/8 | 12/8/9 | 12/9/10 | 12/10/11 | 12/11/12 | 12/12/1 | 1/1/2 | 1/2/3 | 1/3/4 | 1/4/5 | 1/5/6 | 1/6/7 | 1/7/8 | 1/8/9 | 1/9/10 | 1/10/11 | 1/11/12 | 1/12/1 | 1/12/2 | 1/12/3 |
| 地下水モニタリング | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B2ボックス築造工 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1床 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B3ボックス築造工 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1基 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B4ボックス築造工 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1基 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 工種 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | |
|-----------|----------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 10/29/30 | 10/30/31 | 10/31/11/1 | 11/1/2 | 11/2/3 | 11/3/4 | 11/4/5 | 11/5/6 | 11/6/7 | 11/7/8 | 11/8/9 | 11/9/10 | 11/10/11 | 11/11/12 | 11/12/1 | 12/1/2 | 12/2/3 | 12/3/4 | 12/4/5 | 12/5/6 | 12/6/7 | 12/7/8 | 12/8/9 | 12/9/10 | 12/10/11 | 12/11/12 | 12/12/1 | 1/1/2 | 1/2/3 | 1/3/4 | 1/4/5 | 1/5/6 | 1/6/7 | 1/7/8 | 1/8/9 | 1/9/10 | 1/10/11 | 1/11/12 | 1/12/1 | 1/12/2 | 1/12/3 |
| 地下水モニタリング | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B2ボックス築造工 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1床 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B3ボックス築造工 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1基 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B4ボックス築造工 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1基 | [黒塗り] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

2-3-3 薬液注入工事の施工状況について

薬液注入工事については、下記の順番で、平成30年9月17日から一次注入、平成30年12月7日から二次注入を行った。日々の施工箇所については、図2-3-5及び図2-3-6に示す。
 ※拡大図は、参考資料で別途添付。

《一次注入》

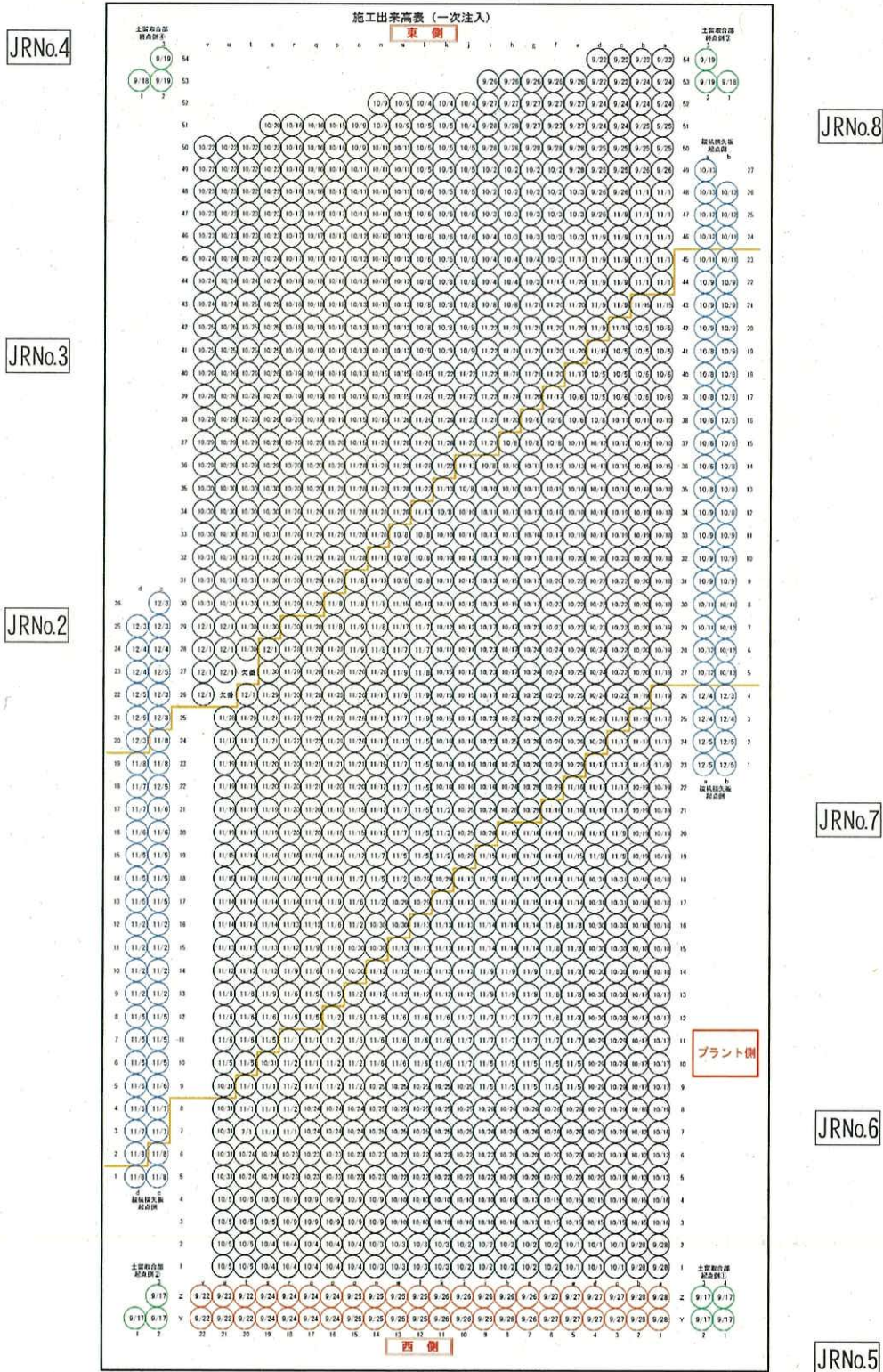


図 2-3-5 一次注入作業日位置図

《二次注入》

JRNo.4

JRNo.8

JRNo.3

JRNo.2

JRNo.7

JRNo.6

JRNo.5

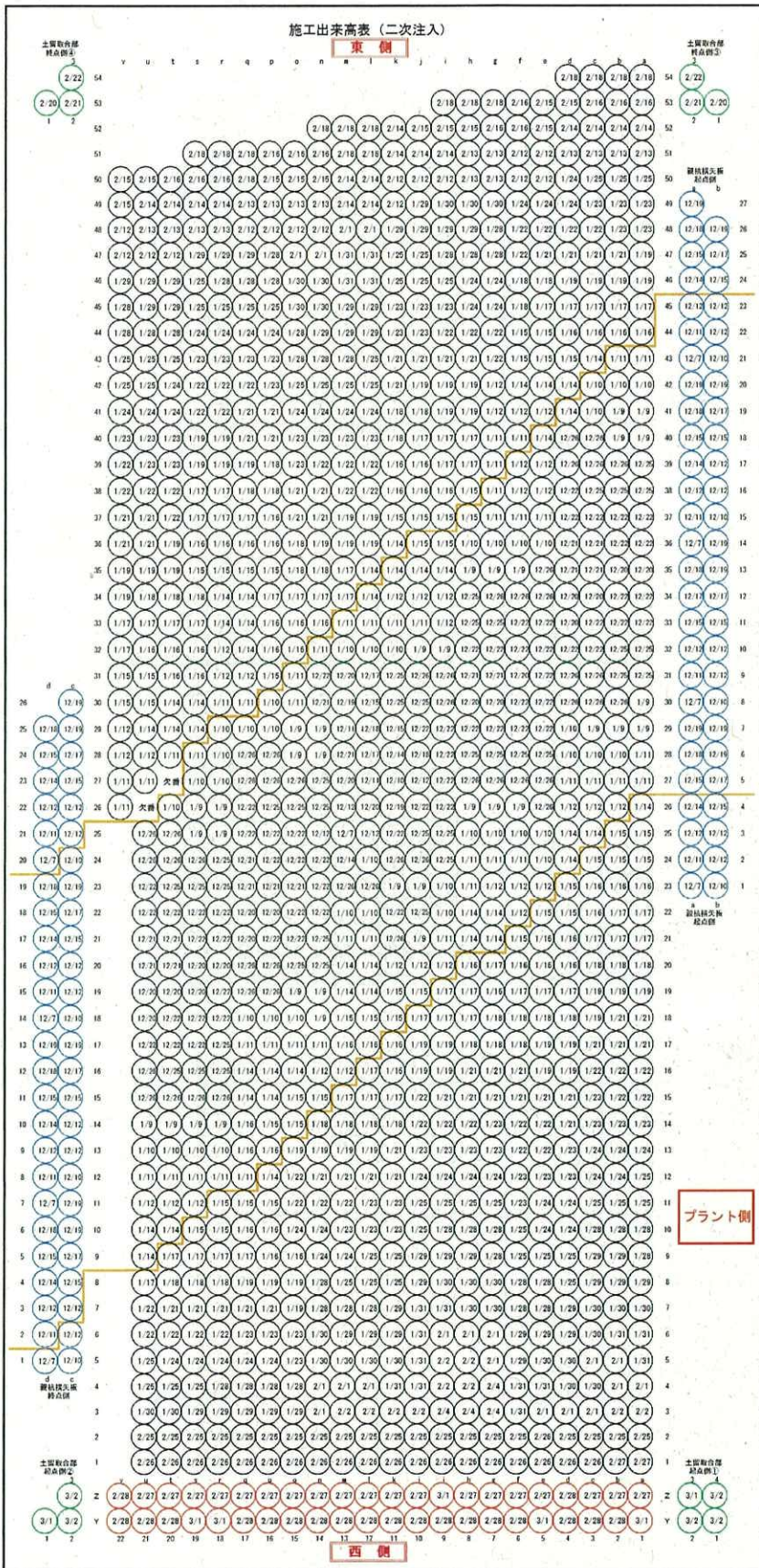


図 2-3-6 二次注入作業日位置図

(1) 施工の状況 (写真撮影方向は、図 2-3-7 参照)



《外管挿入施工中》

平成 30 年 9 月 30 日撮影

写一 1



《外管挿入完了》

平成 30 年 10 月 15 日撮影

写一 2



《1 次注入施工中》

平成 30 年 10 月 15 日撮影

写一 3

○写真撮影位置図

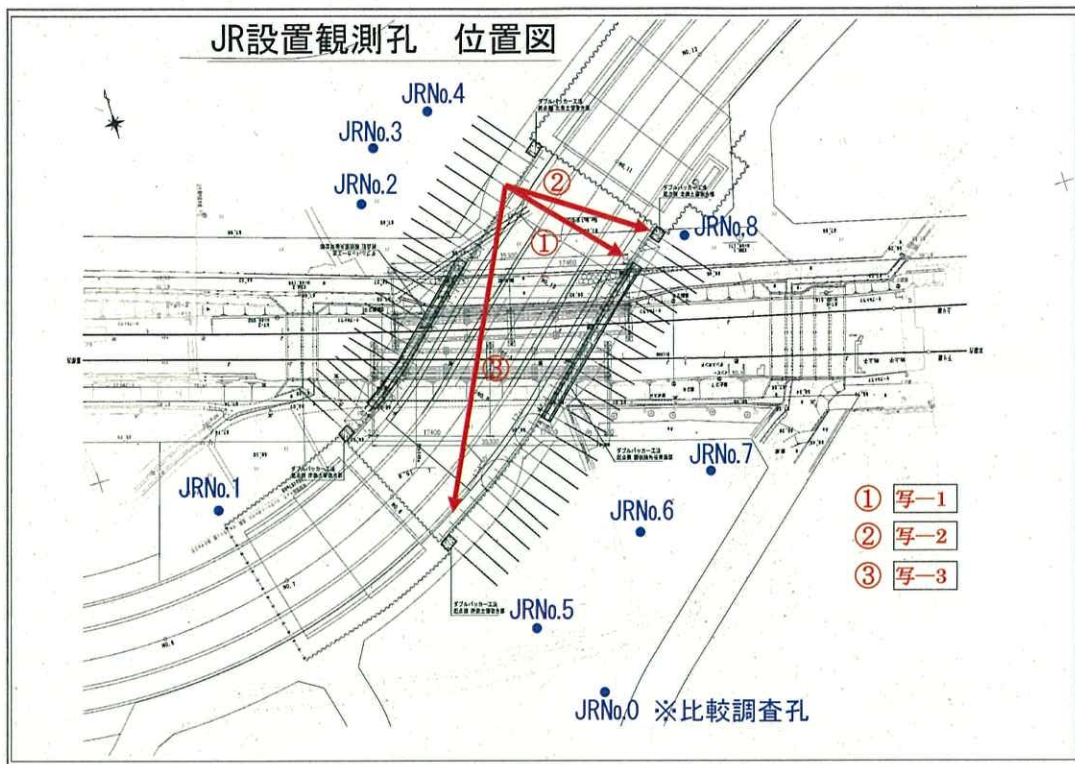



图 2-3-7 写真撮影位置図


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、別冊添付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 ～No. 8 のモニタリング調査結果は別冊

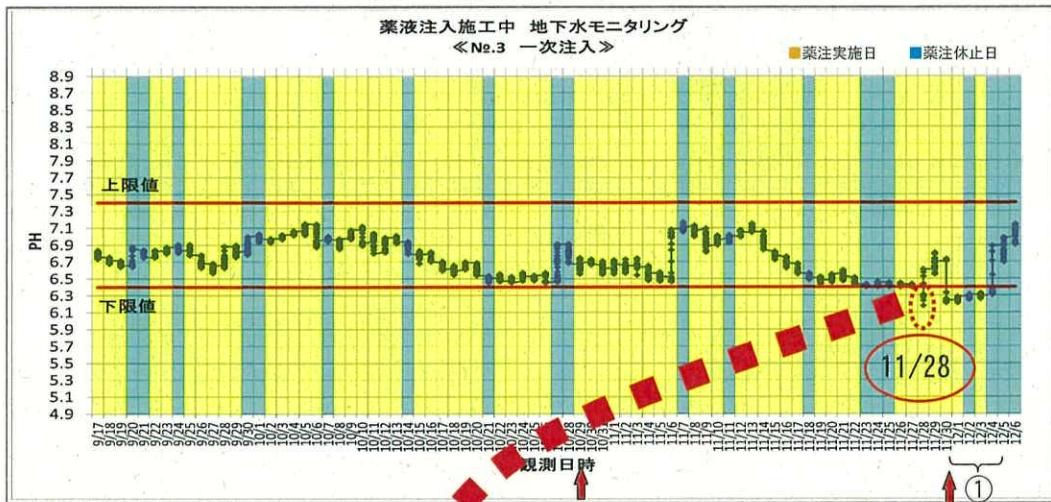
(2) モニタリング範囲を超えた時の対応について (薬液注入施工時)

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)

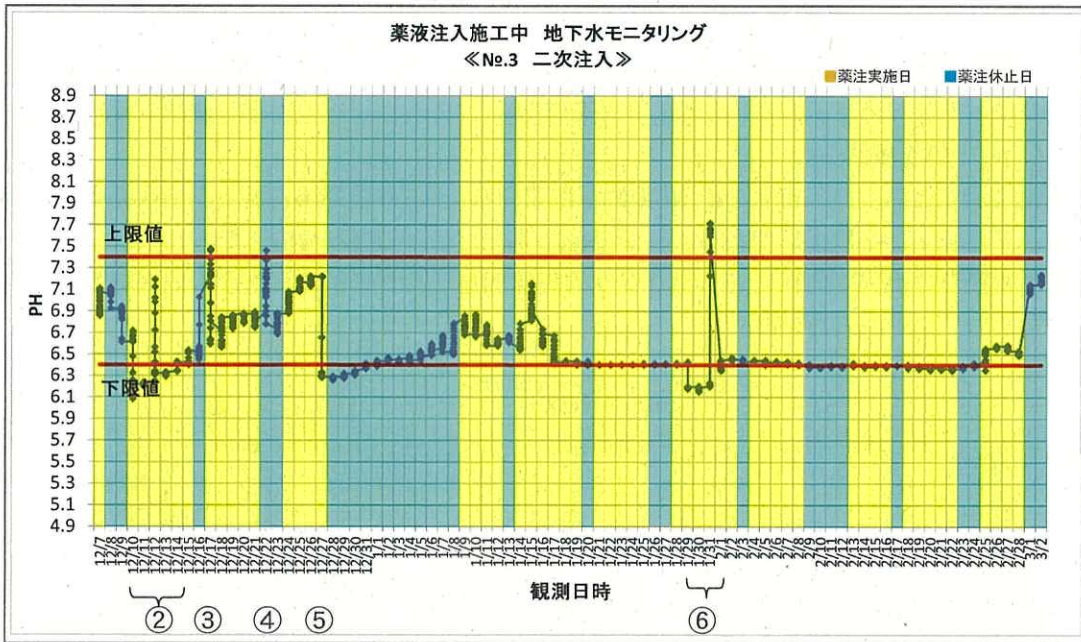
表 2-3-1 二次管理値 (市No.1) 一覧表

| 測定箇所 | 水質観測項目及び測定深度 | | | 備考 |
|-------------|--------------|------------|-----|--------|
| | 市 No.1 作業前 | 市 No.1 作業後 | 合否 | |
| 平成30年11月28日 | PH 6.9 | PH 6.6 | ⊖ 否 | ① |
| 平成30年11月27日 | PH 6.7 | 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 | 1次 2.6 |
| 平成30年12月 8日 | PH | PH | 合 否 | 1次 0.5 |



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 | 水質観測項目及び測定深度 | | | 備考 | |
|-------------|--------------|--------|------------|----------------------------------|--|
| | 市 No.1 | 作業前 | 市 No.1 作業後 | | |
| 平成30年12月10日 | PH 7.1 | PH 6.5 | ◎ 否 | ② 12:00 No.3 5.7 01 | |
| 平成30年12月11日 | PH 6.7 | PH 6.6 | ◎ 否 | | |
| 平成30年12月12日 | PH 6.8 | PH 6.8 | ◎ 否 | | |
| 平成30年12月13日 | PH 7.0 | PH 6.8 | ◎ 否 | | |
| 平成30年12月14日 | PH 7.0 | PH 6.8 | ◎ 否 | | |
| 平成30年12月15日 | PH 6.9 | PH 6.7 | ◎ 否 | ③ 11:00 No.3 1.8 | |
| 平成30年12月17日 | PH 6.9 | PH 6.5 | ◎ 否 | | |
| 平成30年12月18日 | PH 6.6 | PH 6.7 | ◎ 否 | ④ | |
| 平成30年12月19日 | PH 6.8 | PH 6.6 | ◎ 否 | | |
| 平成30年12月20日 | PH 6.5 | PH 6.6 | ◎ 否 | | |
| 平成30年12月21日 | PH 6.7 | PH 6.5 | ◎ 否 | | |
| 平成30年12月22日 | PH 6.5 | PH 6.7 | ◎ 否 | ⑤ 12:00 No.3 1.8 | |
| 平成30年12月24日 | PH 7.0 | PH 6.6 | ◎ 否 | | |
| 平成30年12月25日 | PH 7.0 | PH 6.9 | ◎ 否 | | |
| 平成30年12月26日 | PH 7.0 | PH 6.9 | ◎ 否 | | |
| 平成30年12月27日 | PH 7.0 | PH 7.0 | ◎ 否 | | |
| 平成30年12月 | 年末年始工事休止 | | | ◎ 否 | |
| 平成30年12月 | PH | PH | ◎ 否 | | |
| 平成30年12月 | PH | PH | ◎ 否 | | |
| 平成31年1月9日 | PH 7.1 | PH 6.7 | ◎ 否 | ⑥ 13:00 No.3 6.8 0.8 | |
| 平成31年1月10日 | PH 7.1 | PH 7.0 | ◎ 否 | | |
| 平成31年1月11日 | PH 7.1 | PH 7.0 | ◎ 否 | | |
| 平成31年1月12日 | PH 6.9 | PH 7.0 | ◎ 否 | | |
| 平成31年1月14日 | PH 6.6 | PH 6.5 | ◎ 否 | | |
| 平成31年1月15日 | PH 6.6 | PH 6.7 | ◎ 否 | | |
| 平成31年1月16日 | PH 6.8 | PH 6.6 | ◎ 否 | | |
| 平成31年1月17日 | PH 6.6 | PH 6.6 | ◎ 否 | | |
| 平成31年1月18日 | PH 6.5 | PH 6.7 | ◎ 否 | | |
| 平成31年1月19日 | PH 6.7 | PH 6.6 | ◎ 否 | | |
| 平成31年1月 | PH | PH | ◎ 否 | | |
| 平成31年1月 | PH | PH | ◎ 否 | | |
| 平成31年1月 | PH | PH | ◎ 否 | | |
| 平成31年1月 | PH | PH | ◎ 否 | | |
| 平成31年1月 | PH | PH | ◎ 否 | | |

| 測定箇所 | 水質観測項目及び測定深度 | | | 備考 |
|------------|--------------|--------|------------|----------------------------------|
| | 市 No.1 | 作業前 | 市 No.1 作業後 | |
| 平成31年1月21日 | PH 6.8 | PH 6.7 | ◎ 否 | ⑥ 13:00 No.3 6.8 0.8 |
| 平成31年1月22日 | PH 6.9 | PH 6.7 | ◎ 否 | |
| 平成31年1月23日 | PH 6.8 | PH 6.5 | ◎ 否 | |
| 平成31年1月24日 | PH 6.5 | PH 6.5 | ◎ 否 | |
| 平成31年1月25日 | PH 7.0 | PH 6.6 | ◎ 否 | |
| 平成31年1月28日 | PH 6.8 | PH 6.4 | ◎ 否 | |
| 平成31年1月29日 | PH 6.8 | PH 6.3 | ◎ 否 | |
| 平成31年1月30日 | PH 6.4 | PH 6.7 | ◎ 否 | |
| 平成31年1月31日 | PH 7.0 | PH 6.8 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月1日 | PH 6.8 | PH 7.1 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月2日 | PH 6.7 | PH 6.9 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月4日 | PH 6.8 | PH 6.7 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月5日 | PH 6.7 | PH 6.7 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月6日 | PH 6.6 | PH 6.6 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月7日 | PH 6.7 | PH 6.6 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月8日 | PH 6.7 | PH 6.6 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月12日 | PH 6.5 | PH 6.7 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月13日 | PH 6.7 | PH 6.7 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月14日 | PH 6.7 | PH 6.6 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月15日 | PH 6.6 | PH 6.5 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月16日 | PH 6.4 | PH 6.5 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月18日 | PH 6.4 | PH 6.3 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月19日 | PH 6.8 | PH 6.7 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月20日 | PH 6.9 | PH 6.7 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月21日 | PH 6.4 | PH 6.6 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月22日 | PH 6.5 | PH 6.7 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月25日 | PH 6.5 | PH 6.7 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月26日 | PH 6.7 | PH 6.7 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月27日 | PH 6.7 | PH 6.6 | ◎ 否 | |
| 平成31年2月28日 | PH 7.0 | PH 6.9 | ◎ 否 | |
| 平成31年3月1日 | PH 6.8 | PH 6.6 | ◎ 否 | ⑥ 13:00 No.3 6.8 0.8 |
| 平成31年3月2日 | PH 6.7 | PH 6.6 | ◎ 否 | |

(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する。
- ・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》

図 2-3-9 に示すとおり、No.2 並びに No.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。反対に、No.1、No.3、No.5、No.6、No.7、No.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 No.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。

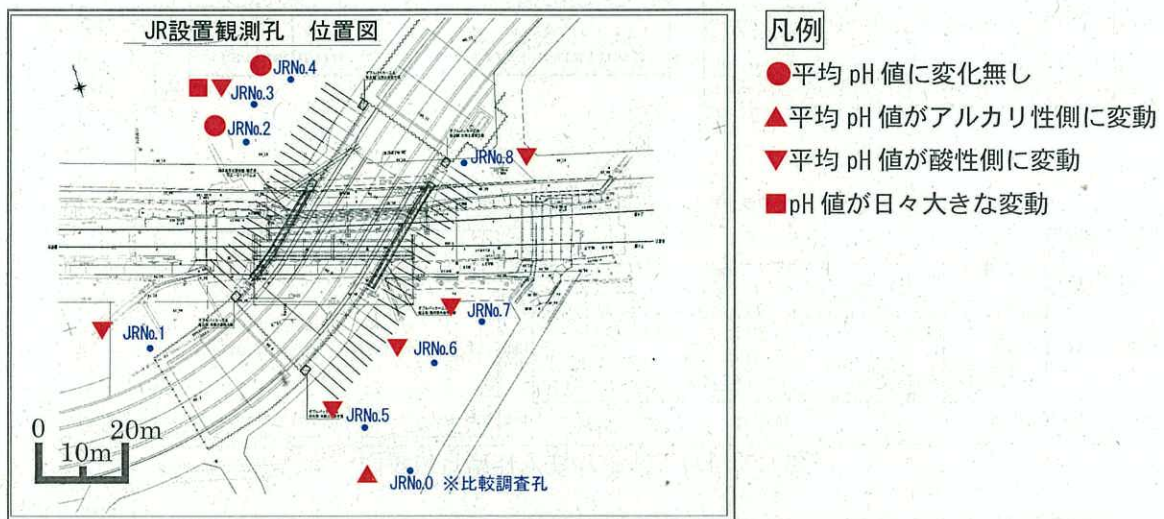


図 2-3-9 薬液注入施工中の pH 値の変動の特性



図 2-3-10 調査孔全体位置図