

特定原子力施設監視・評価検討会  
(第44回)  
資料1

## 陸側遮水壁の状況

2016年7月19日

東京電力ホールディングス株式会社

---

**TEPCO**

1. 陸側遮水壁の第一段階の凍結範囲
2. 陸側遮水壁（海側）の閉合状況
  - 2.1 凍結進展状況
  - 2.2 陸側遮水壁（海側）内外の地下水位・水頭の変化
  - 2.3 4m盤への地下水流入量の評価
3. 陸側遮水壁（山側）の閉合状況
  - 3.1 凍結進展状況
  - 3.2 陸側遮水壁（山側）内外の地下水位・水頭の変化
4. 第一段階から第二段階への移行について
  - 4.1 第一段階から第二段階への移行にあたっての確認事項
  - 4.2 第二段階の閉合計画の考え方
  - 4.3 10m盤の地下水収支と山側からの地下水流入量の評価

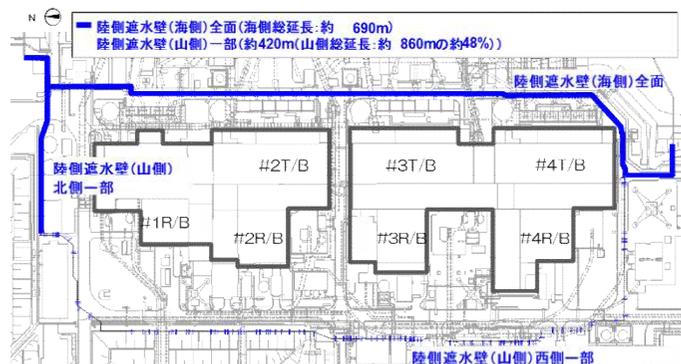
【参考資料】

---

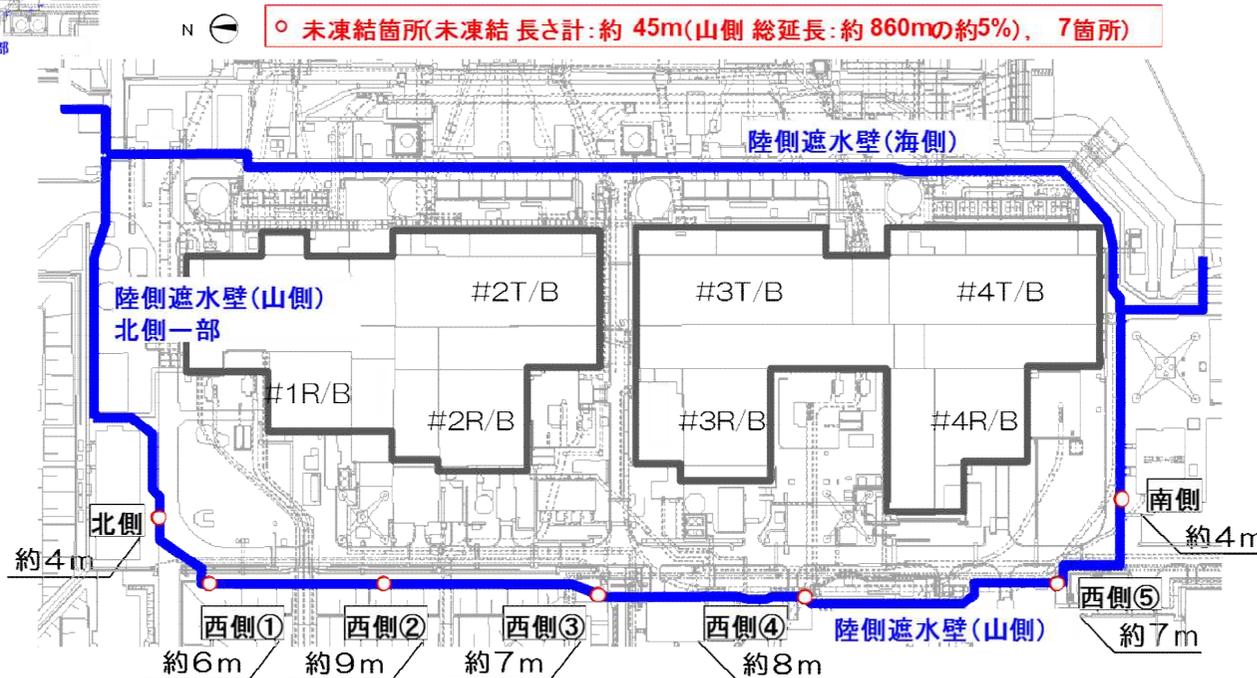
## 1. 陸側遮水壁の第一段階の凍結範囲

# 1. 第一段階の凍結範囲

2016年6月6～10日で、第一段階フェーズ2の凍結対象範囲において凍結運転を順次開始した。フェーズ2では閉合域内への地下水の流れ込みを確保することとし、未凍結箇所7箇所を除く山側を凍結している。凍結関係の設備は順調に稼働し、ブライン（冷却材）の送り温度は-30℃付近で安定している。



第一段階フェーズ1凍結範囲



※ 図中の数値は各未凍結箇所の未凍結長さ

第一段階フェーズ2凍結範囲

---

## 2. 陸側遮水壁（海側）の閉合状況

---

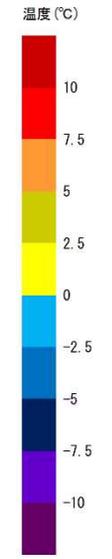
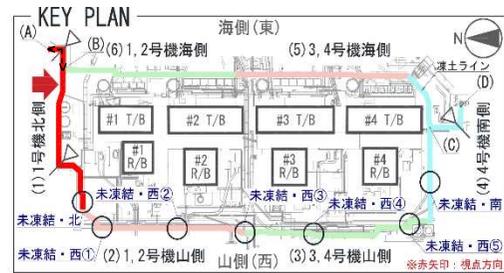
## 2. 1 凍結進展状況

- ◆フェーズ1で凍結させた海側の範囲では、前回の報告時よりも全体的に温度が低下している。温度の低下が遅れていた部位も、補助工法実施の進捗に伴って温度低下している。

# 2.1.(1) 凍結進展状況 地中温度データ (1号機北側 7/14 7:00時点)

## ■ 地中温度分布図

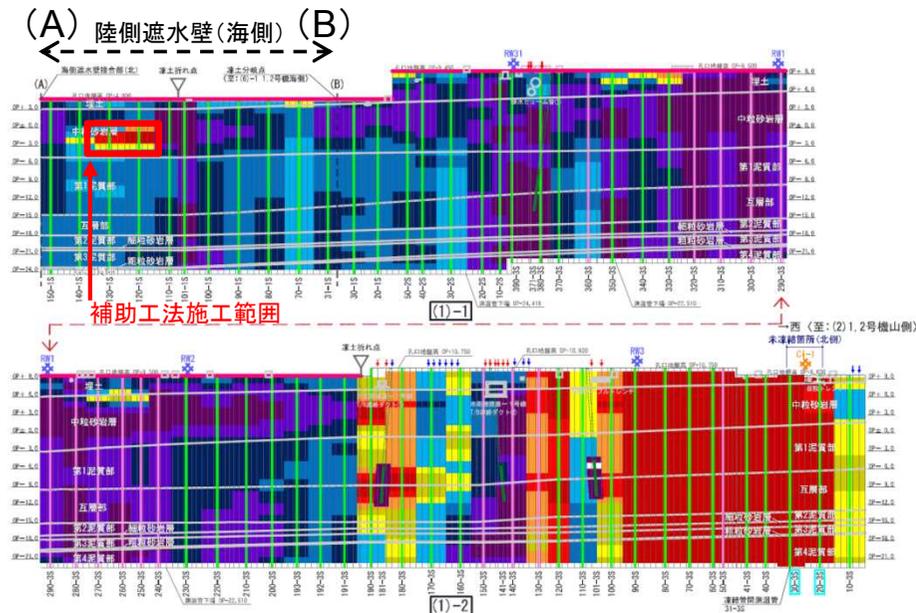
1号機北側 (北側から望む)



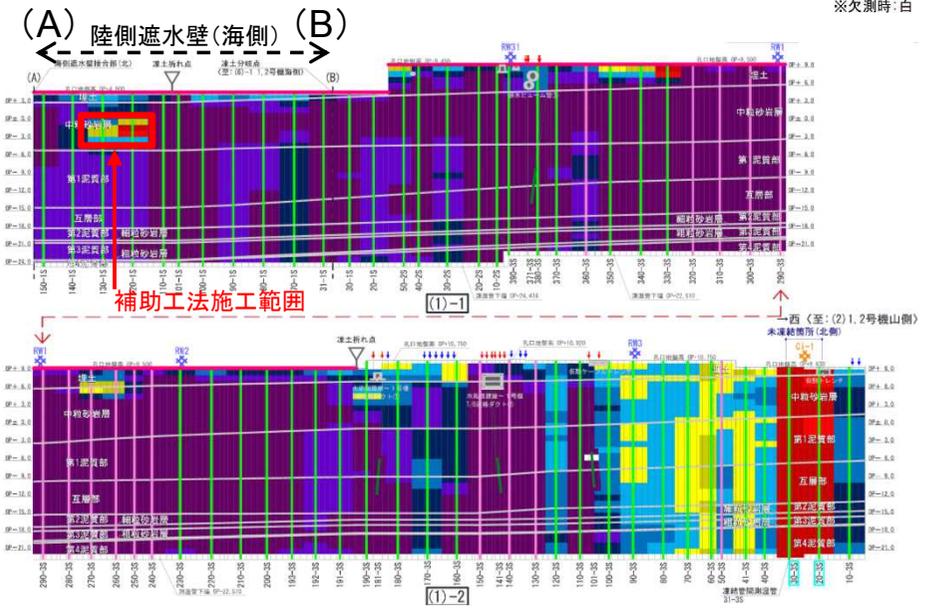
※欠測時: 白

- 前回の報告時よりも全体的に温度が低下している。
- 温度の低下が遅れていた部位も、補助工法実施の進捗に伴って温度低下している。

(前回報告)  
2016.5.31 7:00データ



(現状)  
2016.7.14 7:00データ



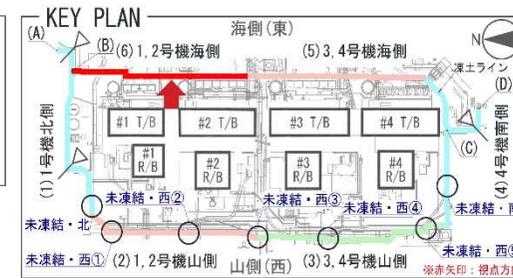
## 2.1.(2) 凍結進展状況 地中温度データ (1, 2号機海側 7/14 7:00時点)

### ■ 地中温度分布図

1, 2号機海側 (西側：内側から望む)

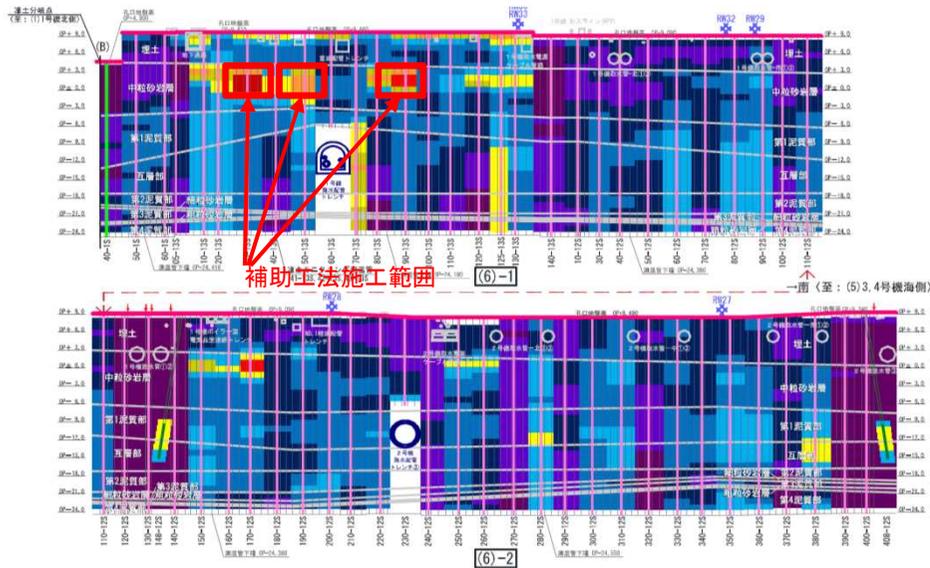
凡例

- 測温管 (凍土ライン外側)
- 測温管 (凍土ライン内側)
- 測温管 (複列部斜め)
- 未凍結箇所管理測温管
- ▽ 凍土折れ点
- ◆ RW (リチャージウェル)
- ◆ Ci (中粒砂岩層・内側)
- 単列部凍結管 (先行)
- 複列部凍結管
- 海側・北側一部凍結箇所

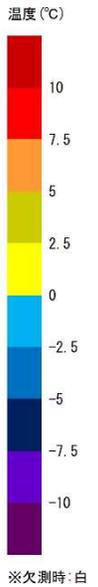
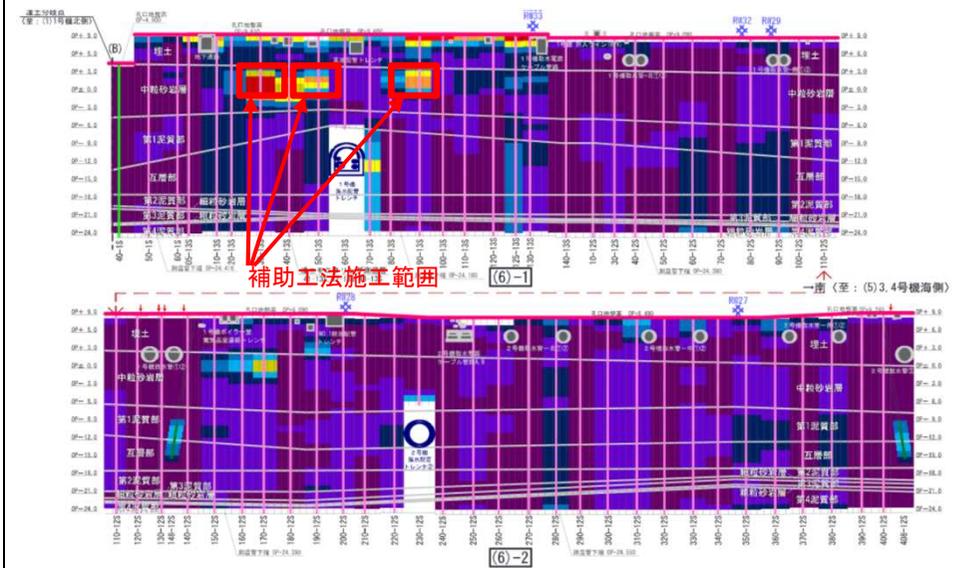


- 前回の報告時よりも全体的に温度が低下している。
- 温度の低下が遅れていた部位も、補助工法実施の進捗に伴って温度低下している。

(前回報告)  
2016.5.31 7:00データ



(現状)  
2016.7.14 7:00データ

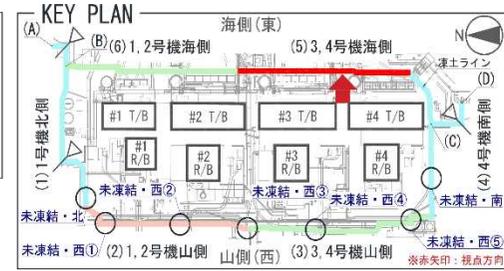


※欠測時：白

## 2.1.(3) 凍結進展状況 地中温度データ (3, 4号機海側 7/14 7:00時点)

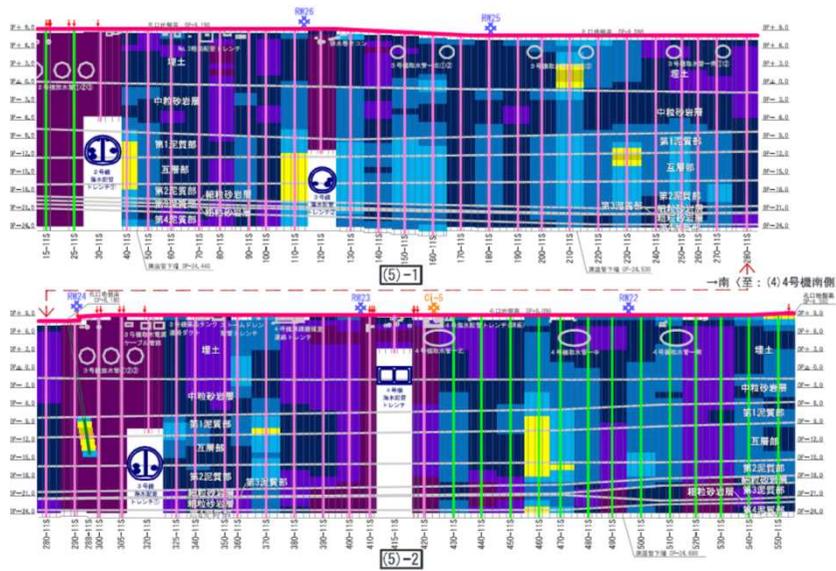
### ■ 地中温度分布図

3, 4号機海側 (西側 : 内側から望む)

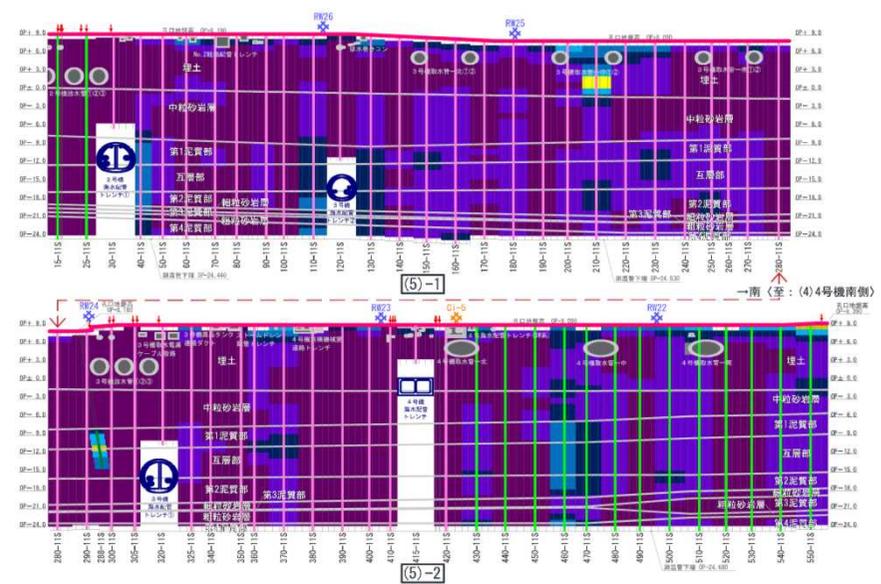


■ 前回の報告時よりも全体的に温度が低下している。

(前回報告)  
2016.5.31 7:00データ



(現状)  
2016.7.14 7:00データ

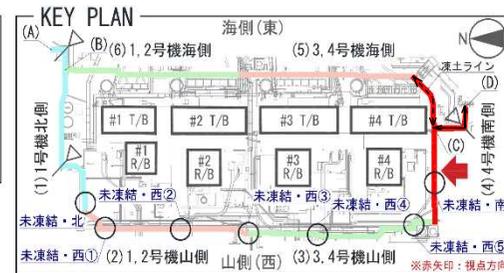


※欠測時 : 白

## 2.1.(4) 凍結進展状況 地中温度データ（4号機南側 7/14 7:00時点）

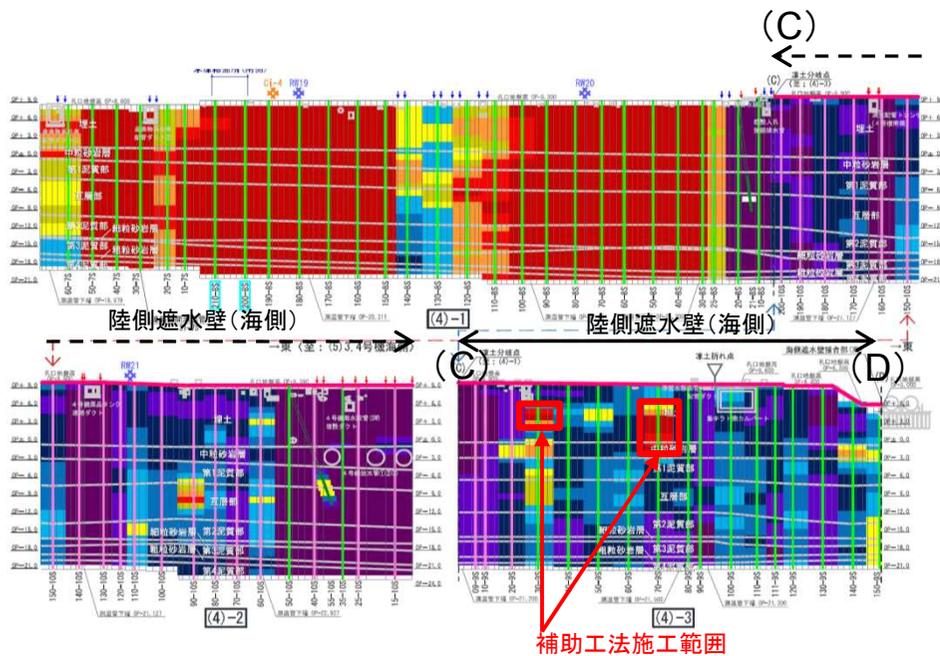
### ■ 地中温度分布図

4号機南側（南側から望む）

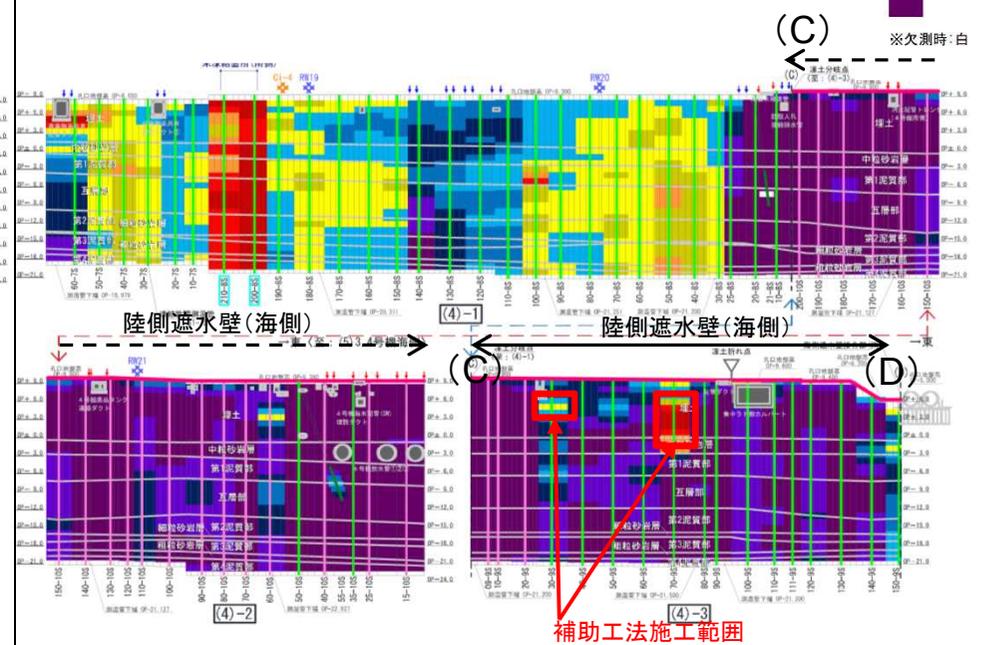


- 前回の報告時よりも全体的に温度が低下している。
- 温度の低下が遅れていた部位も、補助工法実施の進捗に伴って温度低下している。

（前回報告）  
2016.5.31 7:00データ



（現状）  
2016.7.14 7:00データ



## 2.1.(5) 凍結進展状況 地中温度データ（海側）のまとめ

---

- フェーズ1で凍結させた海側の範囲では、前回報告時（5月31日）に0℃以上であった箇所も時間経過とともに温度が低下し、全体的に0℃以下に低下している。温度の低下が遅れていた部位も、補助工法実施の進捗に伴って温度低下している。

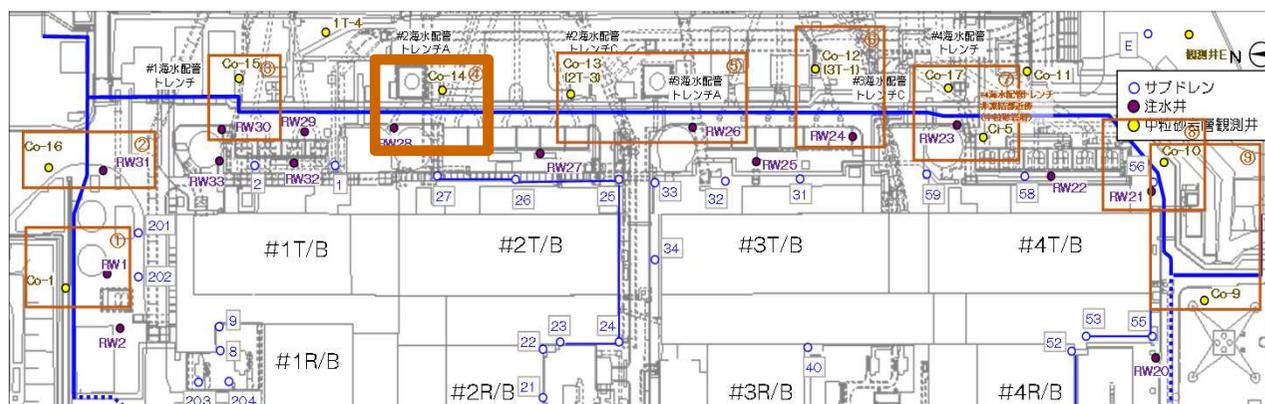
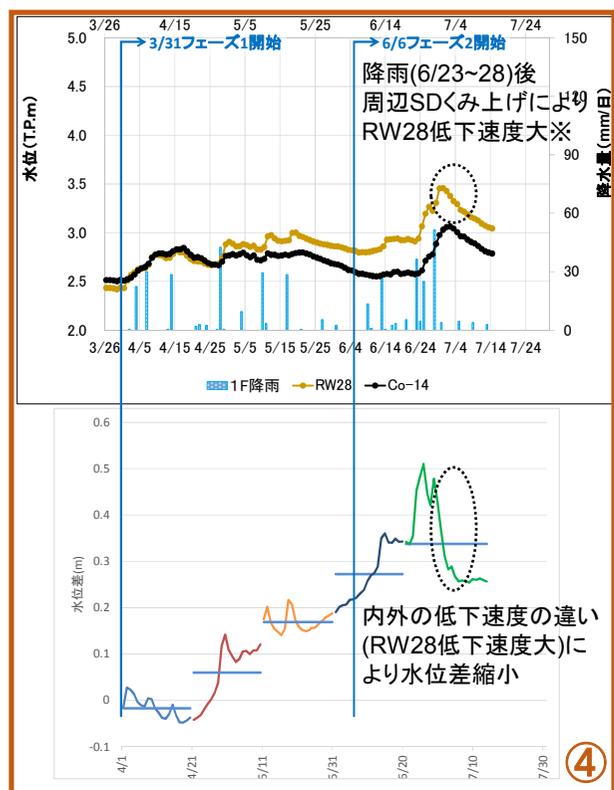
---

## 2. 2 陸側遮水壁（海側）内外の地下水位・水頭の変化

■陸側遮水壁（海側）の内外水位・水頭差は，前回の報告以降も拡大・維持されている。

## 2.2. 陸側遮水壁（海側）内外の水位・水頭差（別添資料参照）

- 陸側遮水壁（海側）を挟んだ内外の中粒砂岩層の水位差と互層部の水頭差を示す。
  - 上段：水位と水頭の経時変化
  - 下段：水位差と水頭差の経時変化（20日間で区切った平均値を併記）
- 中粒砂岩層では、内側・外側で水位差が拡大し、維持されている。
- 互層部でも、内側・外側で水位差が拡大し、維持されている。
- 上記から、陸側遮水壁（海側）による地下水の遮断が明確になっていると考える。



※ RW28の北側ではサブドレンが稼働しておらず、6/23~28の降雨(累積117.5mm)においては、南側のSD27は設定水位内で稼働していた。  
これにより、RW28では水位上昇は抑制されにくかったが、降雨後のSD27等による水位低下効果により低下速度が大きくなったと想定される。

中粒砂岩層④の例

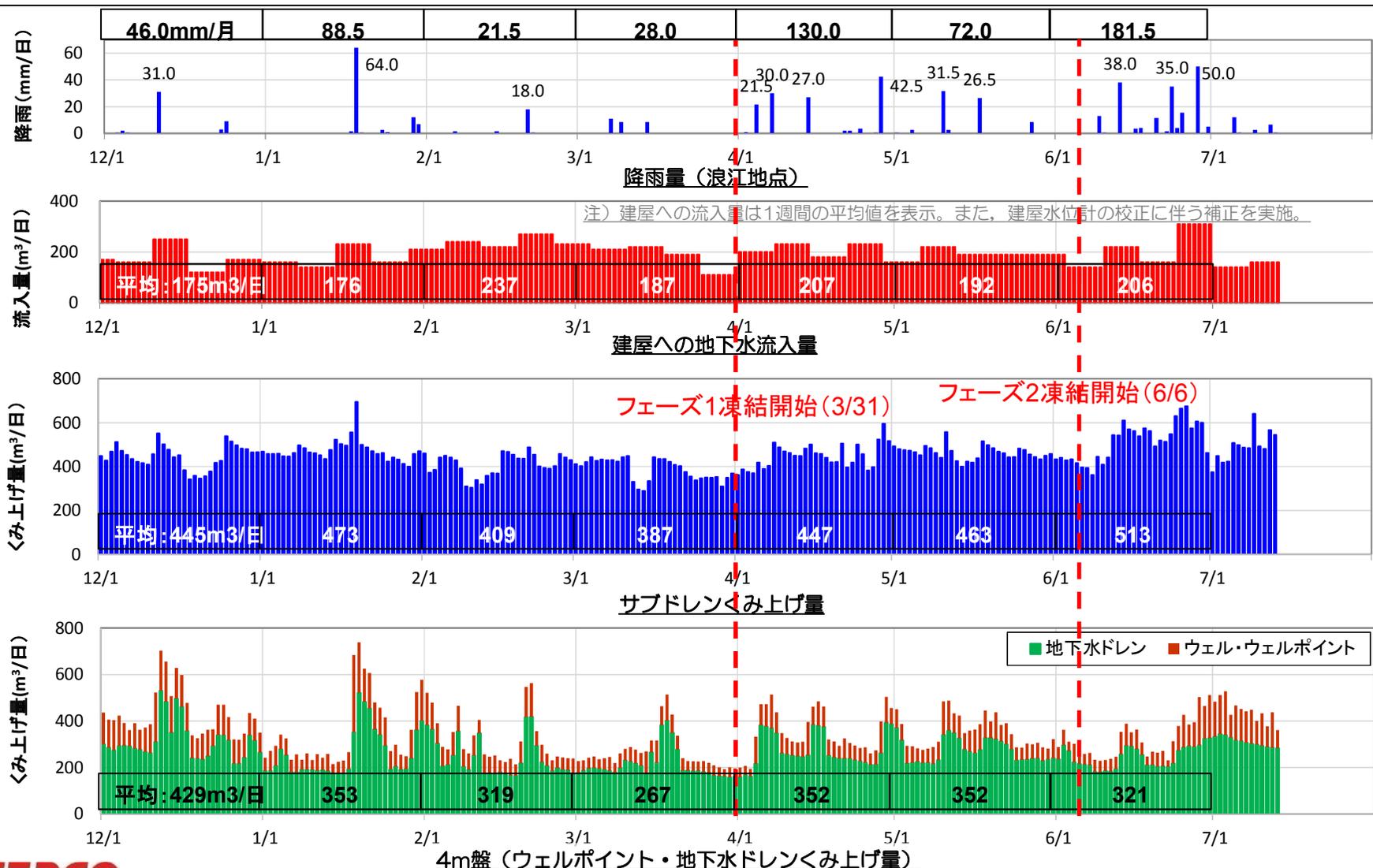
---

## 2. 3 4m盤への地下水流入量の評価

◆陸側遮水壁（海側）の閉合により4m盤への地下水流入量は減少し始めている。

## 2.3.(1) 建屋への地下水流入量・各くみ上げ量の推移

- 建屋への地下水等の流入量は、サブドレン稼働開始（2015年9月）前は300~350m<sup>3</sup>/日程度であったが、サブドレン稼働開始後は200m<sup>3</sup>/日程度で推移している。
- サブドレンくみ上げ量の平均値は、4、5月は450m<sup>3</sup>/日程度で、6月に入り510m<sup>3</sup>/日程度と多くなっているが、6月は降雨が多いこと、サブドレンのメンテナンスの影響を受けていることから、陸側遮水壁閉合の影響を評価し難い状況となっている。
- 4m盤くみ上げ量の平均値は、フェーズ1開始以降4、5月は350m<sup>3</sup>/日程度であったが、6月は320m<sup>3</sup>/日程度となっている。



## 2.3.(2) 4m盤への地下水流入状況の変化①

- ◆ 4m盤への地下水流入の変化状況を確認するため、「降水量※1」と「4m盤への地下水流入量※2」の関係について月ごとに整理した。（但し、互層部から中粒砂岩層への地下水流入があったと考えられる期間(4/1~4/7)については除外）
- ◆ 降水量と4m盤への地下水流入量の関係は、4~6月においては明確な差異は見られなかったが、7月は降雨による流入量の増加が小さくなっている。このことは、陸側遮水壁（海側）の閉合に伴い、上流側（10m盤）への降雨が「4m盤への地下水流入量」に与える影響が小さくなったことを示していると考えられる。（下図参照）
- ◆ 従って、陸側遮水壁（海側）の閉合により4m盤への地下水流入量が減少し始めていると考えている。

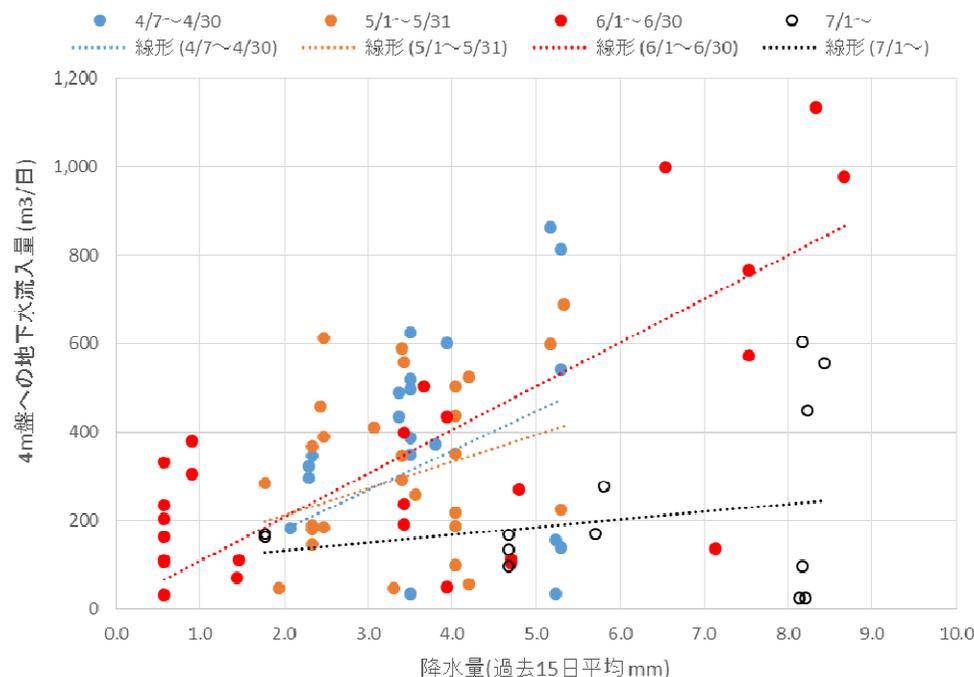


図 4m盤への流入量と降水量の関係

※1 降水量は、陸側遮水壁(海側)閉合の効果が小さく、4m盤への地下水流入が安定していたと考えられる凍結初期の期間(4/8~5/12：スライド65参照)において、4m盤への地下水流入量と相関の良い、過去15日間の平均降水量を選定した。（下表参照）

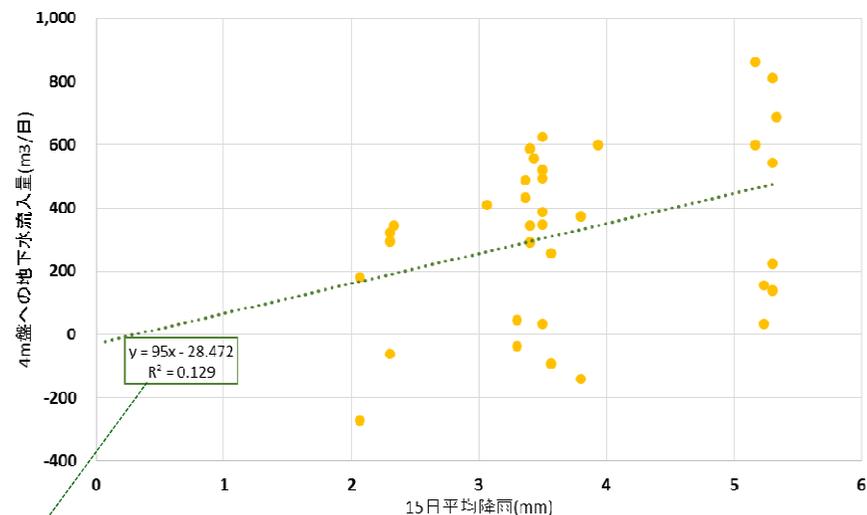
表 4m盤への地下水流入量と期間平均降雨の決定係数

	5日平均	10日平均	14日平均	15日平均	20日平均	30日平均
4/8~5/12	0.112	0.127	0.089	0.129	0.011	0.046

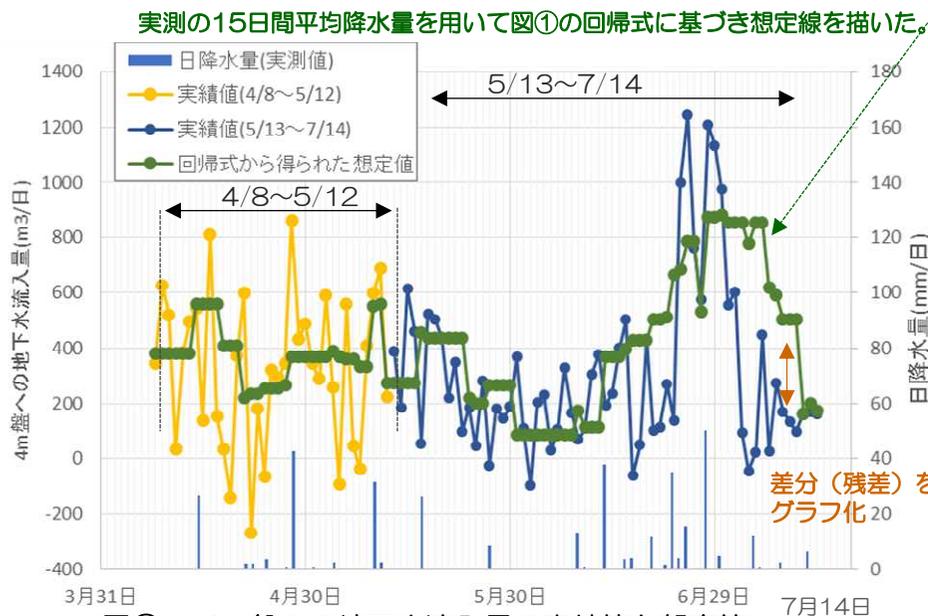
※2 「4m盤への地下水流入量」は、ウェルポイントくみ上げ量と地下水ドレンくみ上げ量、および4m盤における地下水位変動への寄与量の合算から降雨浸透量を差し引いた値（スライド64参照〔a〕）

## 2.3.(3) 4m盤への地下水流入状況の変化②

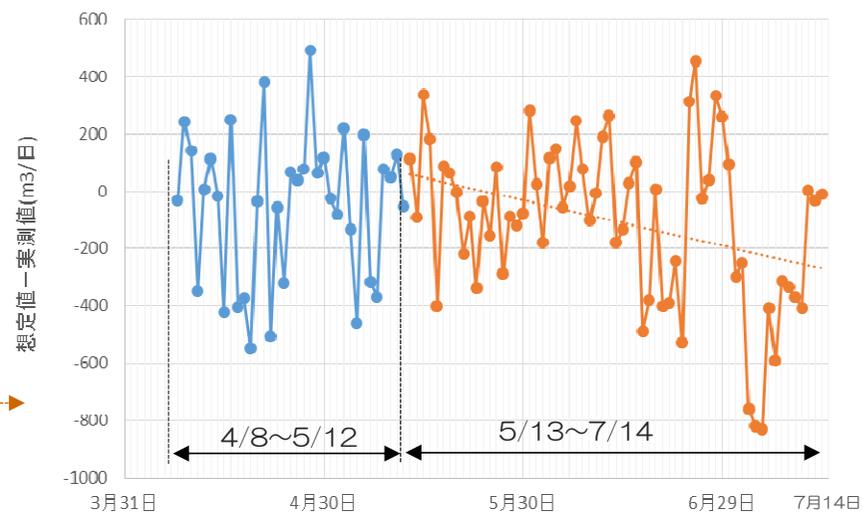
- ◆ 4m盤への地下水流入量について下記の評価を行った。
  - ✓ 4/8～5/12における降水量（前日までの15日間の平均降水量）と4m盤への地下水流入量の関係から回帰式（線形）を得た。（図①）
  - ✓ 図①で得られた回帰式に基づき、実測の降水量から4m盤への流入量を計算し、実績値と比較した（図②）。〔計算値：緑線，実績値：黄線(4/8～5/12)，青線(5/13～7/14)〕
  - ✓ 5/13以降の実績値が計算値に対してどのように変化していたかを評価するために、回帰式に基づく計算値と実績値の差分（残差）の推移を図③に示す。
- ◆ 図③によると、4/8～5/12よりも5/13以降の実績値が計算値よりも小さくなる傾向となっている。
- ◆ 以上より4m盤への地下水流入量は減少傾向となっており、陸側遮水壁（海側）の閉合の影響を受けている可能性がある。



図① 4m盤への地下水流入量と降水量の関係 (4/8～5/12)



図② 4m盤への地下水流入量の実績値と想定値



図③ 4m盤への地下水流入量の想定値と実測値の差分（残差）

## 2.3.(4) 4m盤への地下水流入量の評価 まとめ

---

- 4m盤への地下水流入量について、降雨の影響を踏まえ評価を行った。
- 降雨と4m盤への地下水流入量の関係は、4～6月においては明確な差異は見られなかったが、7月は降雨による流入量の増加が小さくなっている。このことは、陸側遮水壁（海側）の閉合に伴い、上流側（10m盤）への降雨が「4m盤への地下水流入量」に与える影響が小さくなったことを示していると考えられる。従って、陸側遮水壁（海側）の閉合により4m盤への地下水流入量が減少し始めていると考えている。（スライド15）。
- 現在、温度低下が遅れている箇所では補助工法を実施中であり、そのような箇所での凍結進展により4m盤への地下水流入量は今後、更に減少していくと考えている。また、4m盤への地下水流入量の減少が4m盤くみ上げ量（ウェルポイントおよび地下水ドレン）へ現れるには時間遅れがあると考えている。
- 引き続き4m盤の地下水流入量を確認していく。

## 2. 陸側遮水壁（海側）の閉合状況 まとめ

---

- フェーズ1で凍結させた海側の範囲では、前回報告時（5月31日）に0℃以上であった箇所も時間経過とともに温度が低下し、全体的に0℃以下に低下している。温度の低下が遅れていた部位も、補助工法実施の進捗に伴って温度低下している。
- 前回報告している陸側遮水壁（海側）の内外水位・水頭差が拡大・維持している。
- 陸側遮水壁（海側）の閉合により、4m盤への地下水流入量は減少し始めている。
- 補助工法の進捗により4m盤への地下水流入量は今後、更に減少していくと考えている。また、4m盤への地下水流入量の減少が4m盤くみ上げ量（ウェルポイントおよび地下水ドレン）へ現れるには時間遅れがあると考えている。
- 引き続き4m盤の地下水流入量を確認していく。

---

### 3. 陸側遮水壁（山側）の閉合状況

---

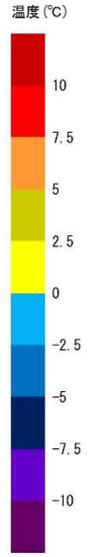
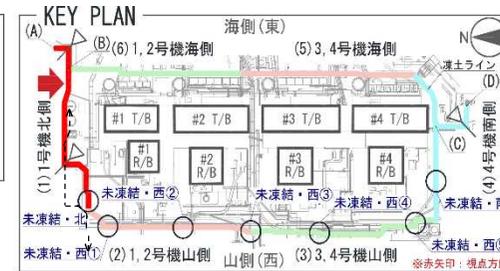
### 3. 1 凍結進展状況

◆陸側遮水壁（山側）は6月6～10日の凍結運転開始以降，全体的に温度低下してきている。

# 3.1.(1) 地中温度データ (1号機北側 7/14 7:00時点)

## ■ 地中温度分布図

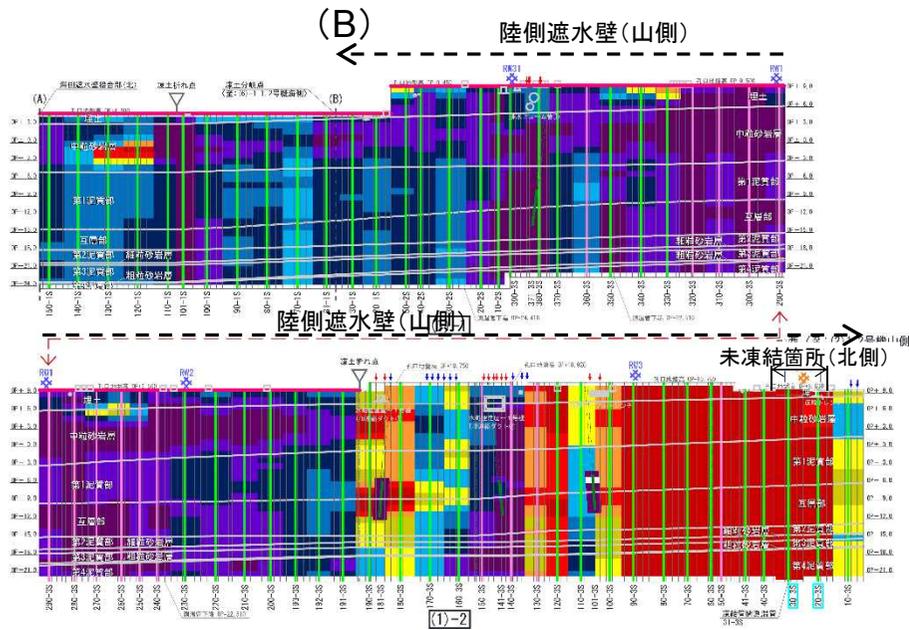
(1) 1号機北側 (北側から望む)



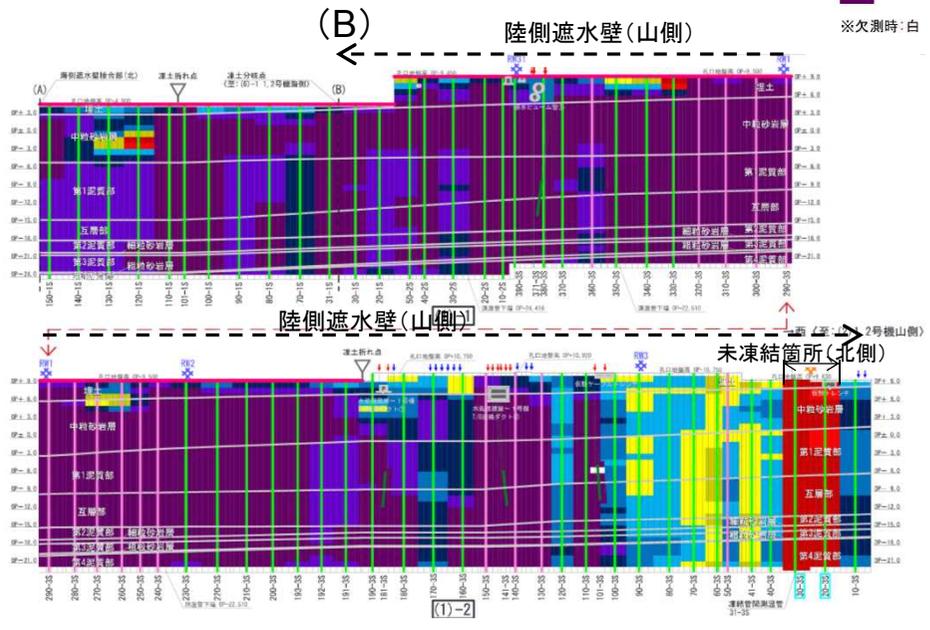
※欠測時: 白

■ 6月6~10日の凍結運転開始以降, 全体的に温度低下してきている。

(フェーズ2開始)  
2016.6.6 7:00データ



(現状)  
2016.7.14 7:00データ



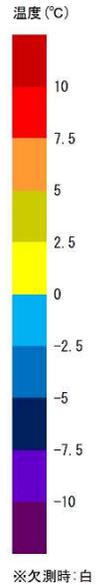
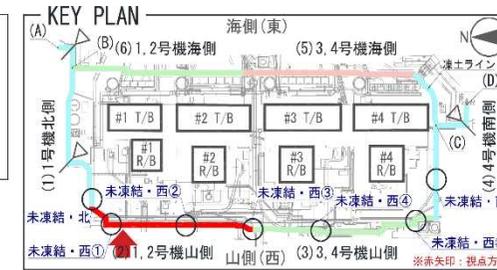
# 3.1.(2) 地中温度データ (1, 2号機山側 7/14 7:00時点)

## ■ 地中温度分布図

1,2号機山側 (西側から望む)

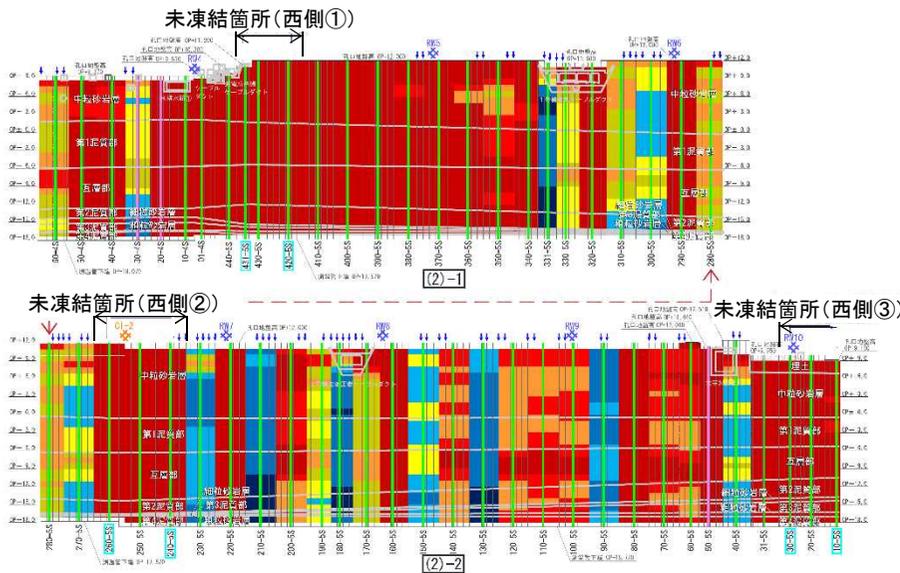
■ 6月6~10日の凍結運転開始以降、全体的に温度低下してきている。

- 凡例
- : 測温管 (凍土ライン外側)
  - : 測温管 (凍土ライン内側)
  - : 測温管 (複列部斜め)
  - : 未凍結箇所管理測温管
  - ▽ : 凍土折れ点
  - ✕ : RW (リチャージウエル)
  - ✕ : Ci (中粒砂岩層・内側)
  - ↓ : 単列部凍結管 (先行)
  - ↓ : 複列部凍結管
  - : 海側・北側一部凍結箇所

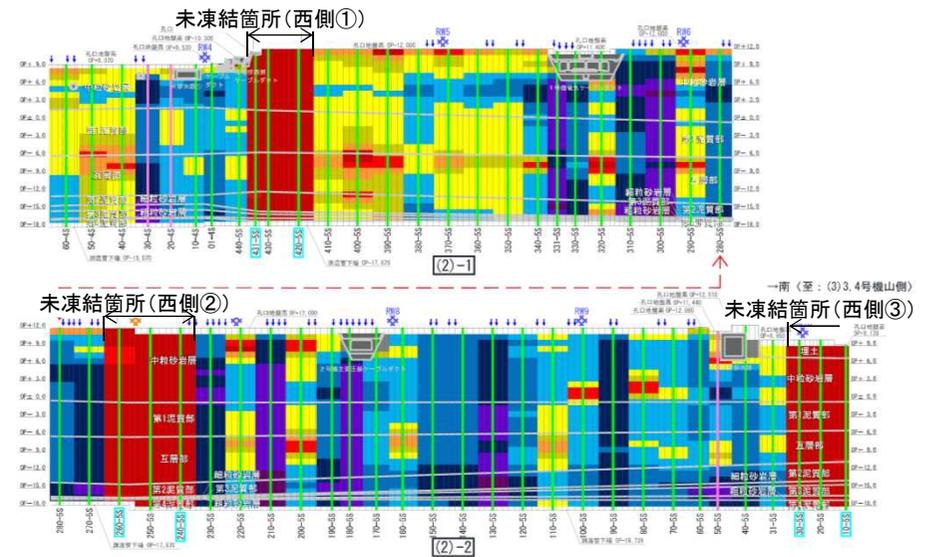


※欠測時: 白

(フェーズ2開始)  
2016.6.6 7:00データ



(現状)  
2016.7.14 7:00データ



# 3.1.(3) 地中温度データ (3, 4号機山側 7/14 7:00時点)

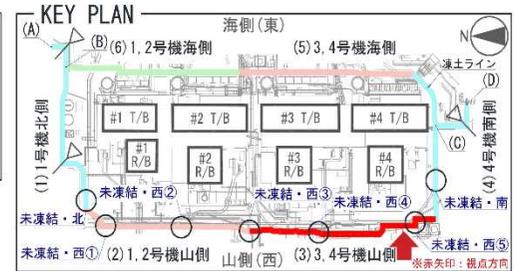
## ■ 地中温度分布図

3, 4号機山側 (西側から望む)

- 6月6~10日の凍結運転開始以降, 全体的に温度低下してきている。

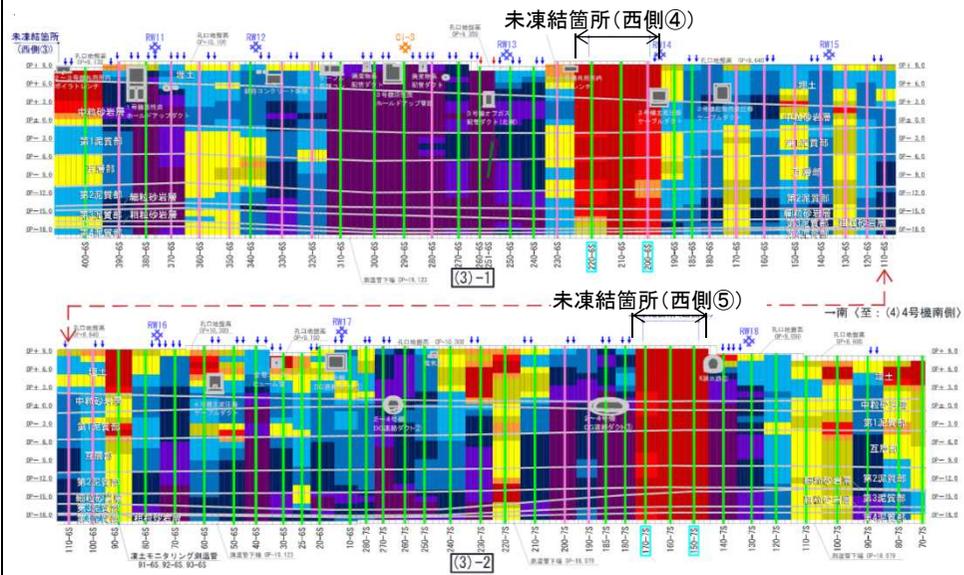
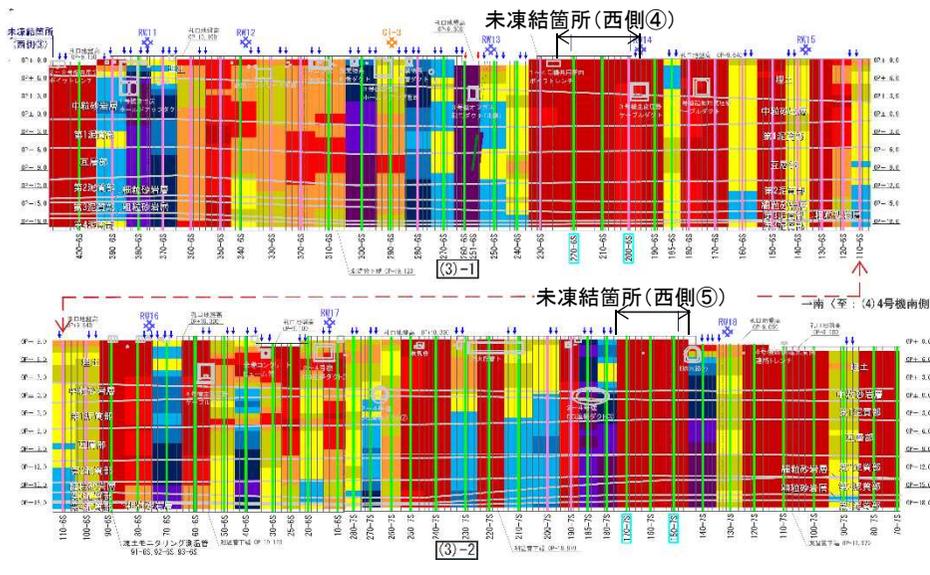
凡例

- : 測温管 (凍土ライン外側)
- : 測温管 (凍土ライン内側)
- : 測温管 (複列部斜め)
- : 未凍結箇所管理測温管
- ▽ : 凍土折れ点
- ◇ : RW (リチャージウェル)
- ◇ : Ci (中粒砂岩層・内側)
- ↓ : 単列部凍結管 (先行)
- ↓ : 複列部凍結管
- : 海側・北側一部凍結箇所



(フェーズ2開始)  
2016.6.6 7:00データ

(現状)  
2016.7.14 7:00データ



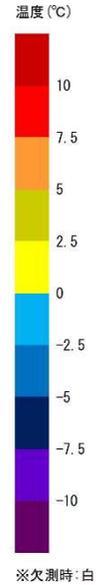
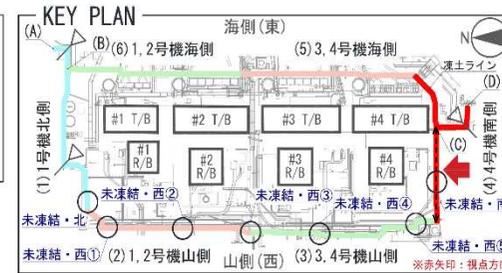
※欠測時:白

# 3.1.(4) 地中温度データ (4号機南側 7/14 7:00時点)

## ■ 地中温度分布図

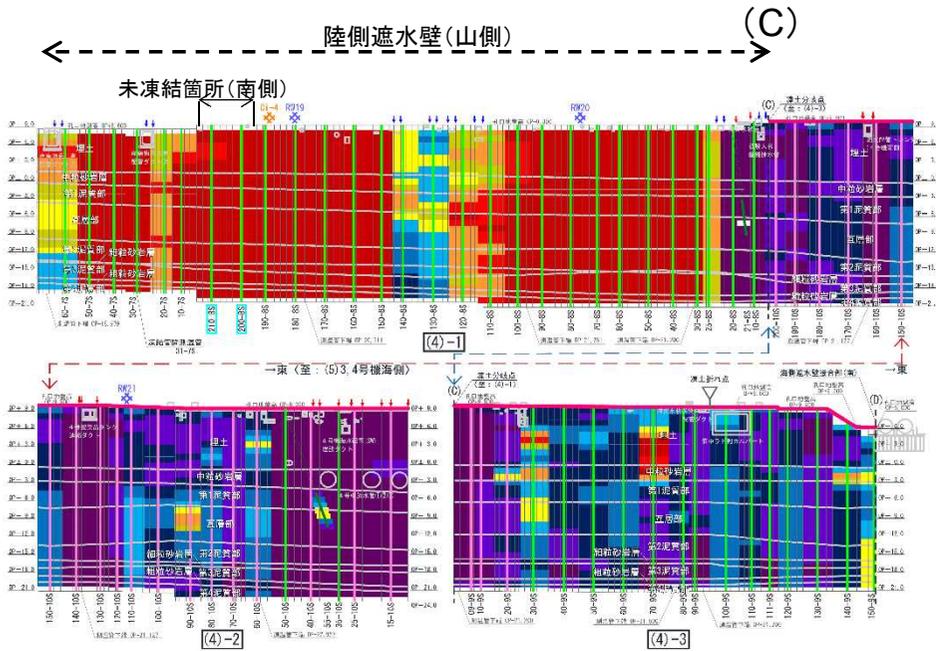
4号機南側 (南側から望む)

- 凡例
- 測温管 (凍土ライン外側)
  - 測温管 (凍土ライン内側)
  - 測温管 (複列部斜め)
  - 未凍結箇所管理測温管
  - ▽ 凍土折れ点
  - RW (リチャージウェル)
  - Ci (中粒砂岩層・内側)
  - 単列部凍結管 (先行)
  - 複列部凍結管
  - 海側・北側一部凍結箇所

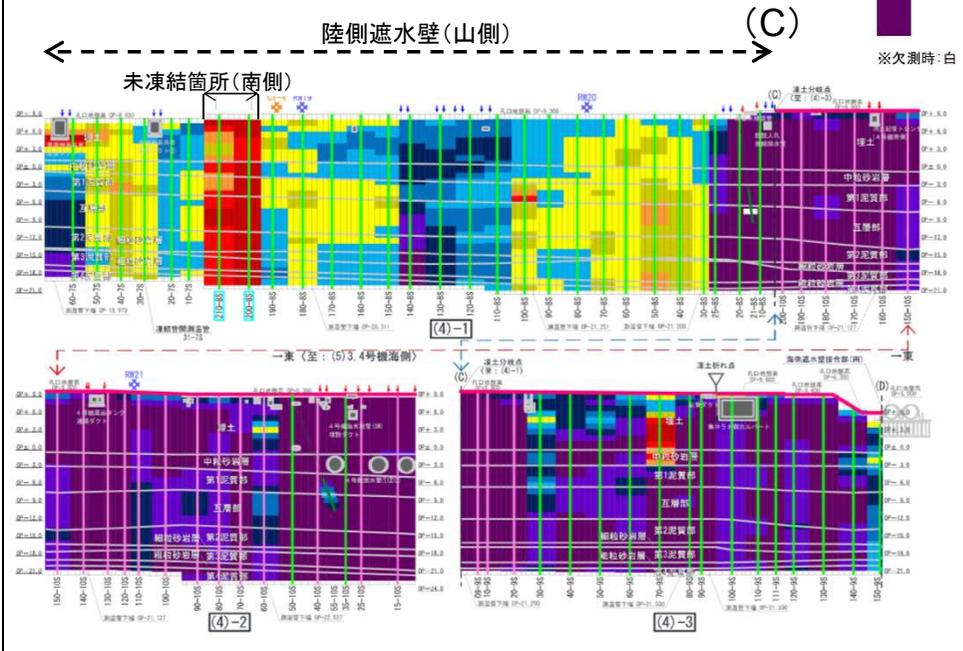


■ 6月6~10日の凍結運転開始以降, 全体的に温度低下してきている。

(フェーズ2開始)  
2016.6.6 7:00データ



(現状)  
2016.7.14 7:00データ



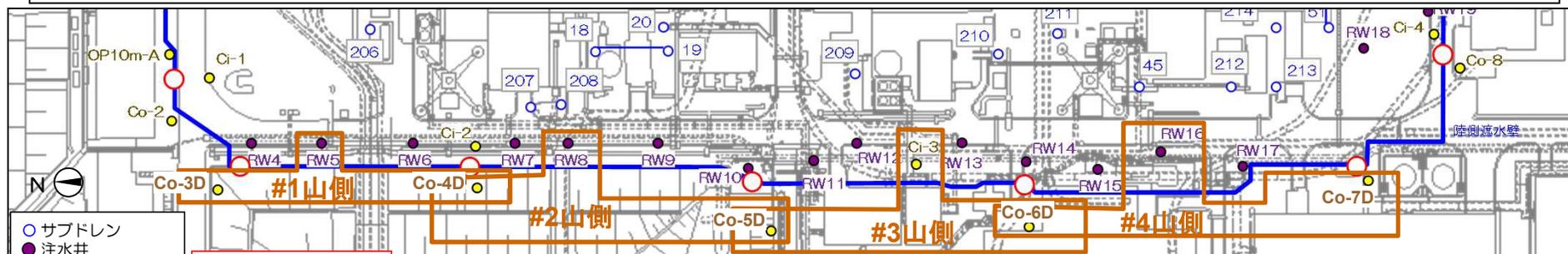
---

### 3. 2 陸側遮水壁（山側）内外の地下水位・水頭の変化

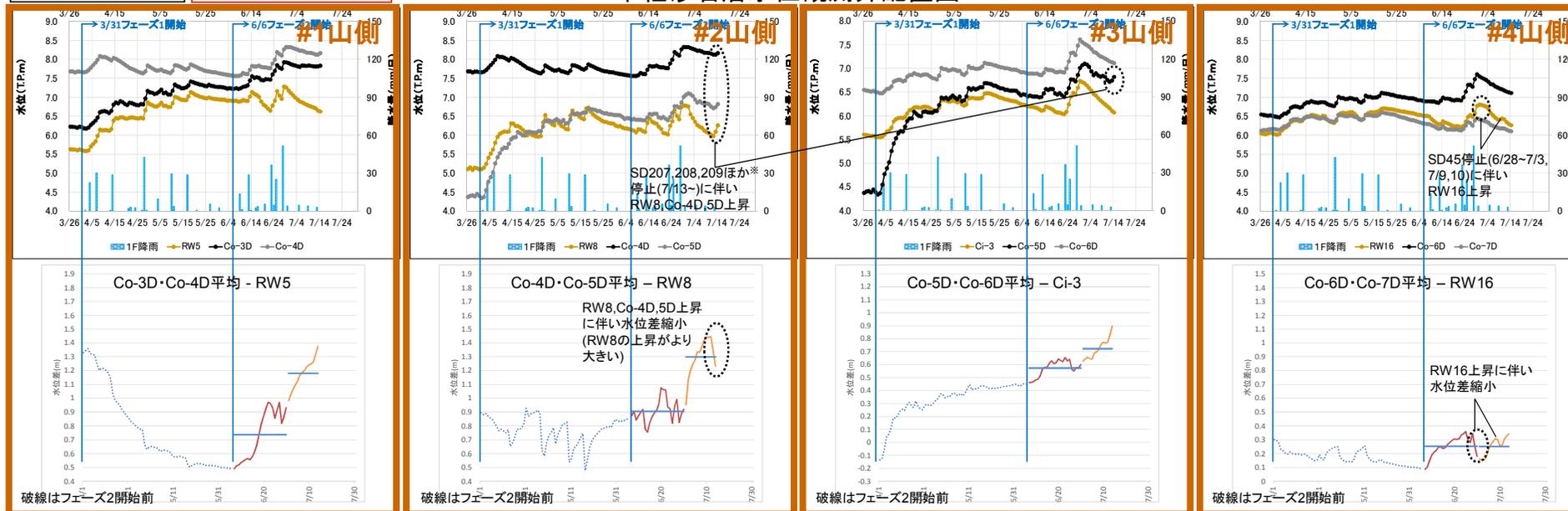
■陸側遮水壁（山側）内外の地下水位・水頭差は，拡大する兆候が見え始めている。

### 3.2.(1) 陸側遮水壁（山側）内外の中粒砂岩層における地下水位差

- ◆ 陸側遮水壁（山側）を挟んだ内外の中粒砂岩層の水位差と互層部の水頭差を示す。
  - 上段：水位と水頭の経時変化
  - 下段：水位差と水頭差の経時変化（6/7～6/30，7/1～7/14で区切った平均値を併記）
 なお、外側の水位・水頭については、エリア毎、2つの観測井の測定データの平均値とした。
- ◆ 中粒砂岩層では、内側・外側で水位差が拡大する兆候が見え始めている。



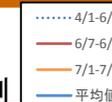
中粒砂岩層水位観測井配置図



※ 7/13～No.3中継タンク清掃のため、同系統サブドレンピット(207,208,209,18,19,20,21,22)停止中

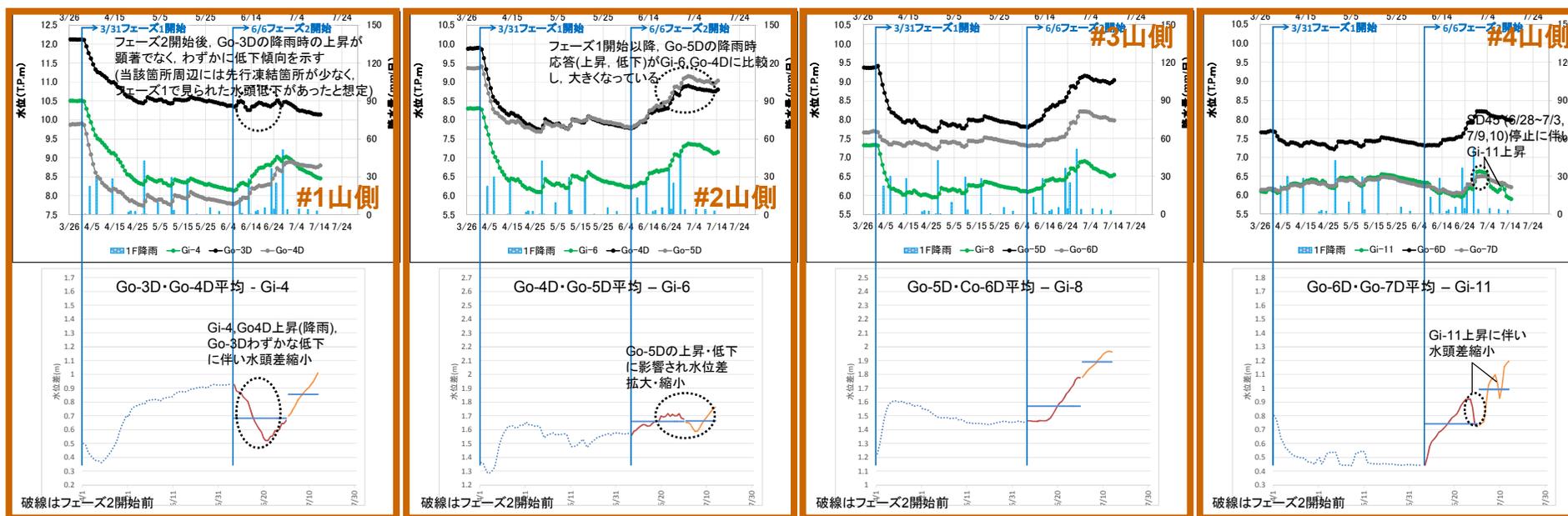
中粒砂岩層水位の経時変化(上段:水位の経時変化, 下段:水位差の経時変化)

水位差グラフ  
(下段)の凡例

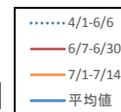


## 3.2.(2) 陸側遮水壁（山側）内外の互層部における水頭差

◆互層部でも、内側・外側で水頭差が拡大する兆候が見え始めている。



水位差グラフ  
(下段)の凡例



### 3. 陸側遮水壁（山側）の閉合状況 まとめ

---

- 陸側遮水壁（山側）は、6月6～10日の凍結運転開始以降、全体的に温度低下してきている。
- 陸側遮水壁（山側）周辺の中粒砂岩層水位・互層部水頭では、内側・外側で水位差が拡大する兆候が見え始めている。

---

#### 4. 第一段階から第二段階への移行について

---

#### 4. 1 第一段階から第二段階への移行にあたっての確認事項

## 4.1.(1) 第一段階から第二段階への移行にあたっての確認事項

### (1) 陸側遮水壁（海側）の閉合状況

#### a. 陸側遮水壁（海側）の内外水位の差を確認

【現況】内外の地下水位・水頭差は、前回の報告以降も拡大・維持されている。

#### b. 4m盤への地下水流入量（地下水ドレン・ウェルポイントくみ上げ量等）の減少傾向を確認

【現況】陸側遮水壁（海側）閉合により4m盤への地下水流入量は減少し始めている。

#### c. 測温管位置での温度が0℃以下を確認（除く：構造物内部・地下水位以上の部分）

但し、局所的に0℃以下にならない箇所がある時には、その影響を評価して、第二段階へ移行しても問題が無いことを確認

【現況】フェーズ1で凍結させた海側の範囲では、前回の報告時よりも全体的に温度が低下している。温度の低下が遅れていた部位も、補助工法実施の進捗に伴って温度低下している。

### (2) 陸側遮水壁（山側）の閉合状況

#### a. 陸側遮水壁（山側）の内外水位の差を確認

【現況】内外の地下水位・水頭差は、拡大する兆候が見え始めている。

#### b. 測温管位置での温度が0℃以下を確認※（除く：構造物内部・地下水位以上の部分・未凍結7カ所）

但し、局所的に0℃以下にならない箇所がある時には、その影響を評価して、第二段階へ移行しても問題が無いことを確認

【現況】6月6～10日の凍結運転開始以降、全体的に温度低下してきている。

※陸側遮水壁（山側）でも、必要に応じ補助工法を実施していくことで温度低下を促進する

引き続き、上記項目を確認していく。

---

## 4. 2 第二段階の閉合計画の考え方

- ◆ 第一段階フェーズ2の地下水収支に基づき、第二段階で未凍結箇所を縮小しても、サブドレン稼働の調整により建屋内外の水位が逆転しない運用による閉合計画の考え方を示す。

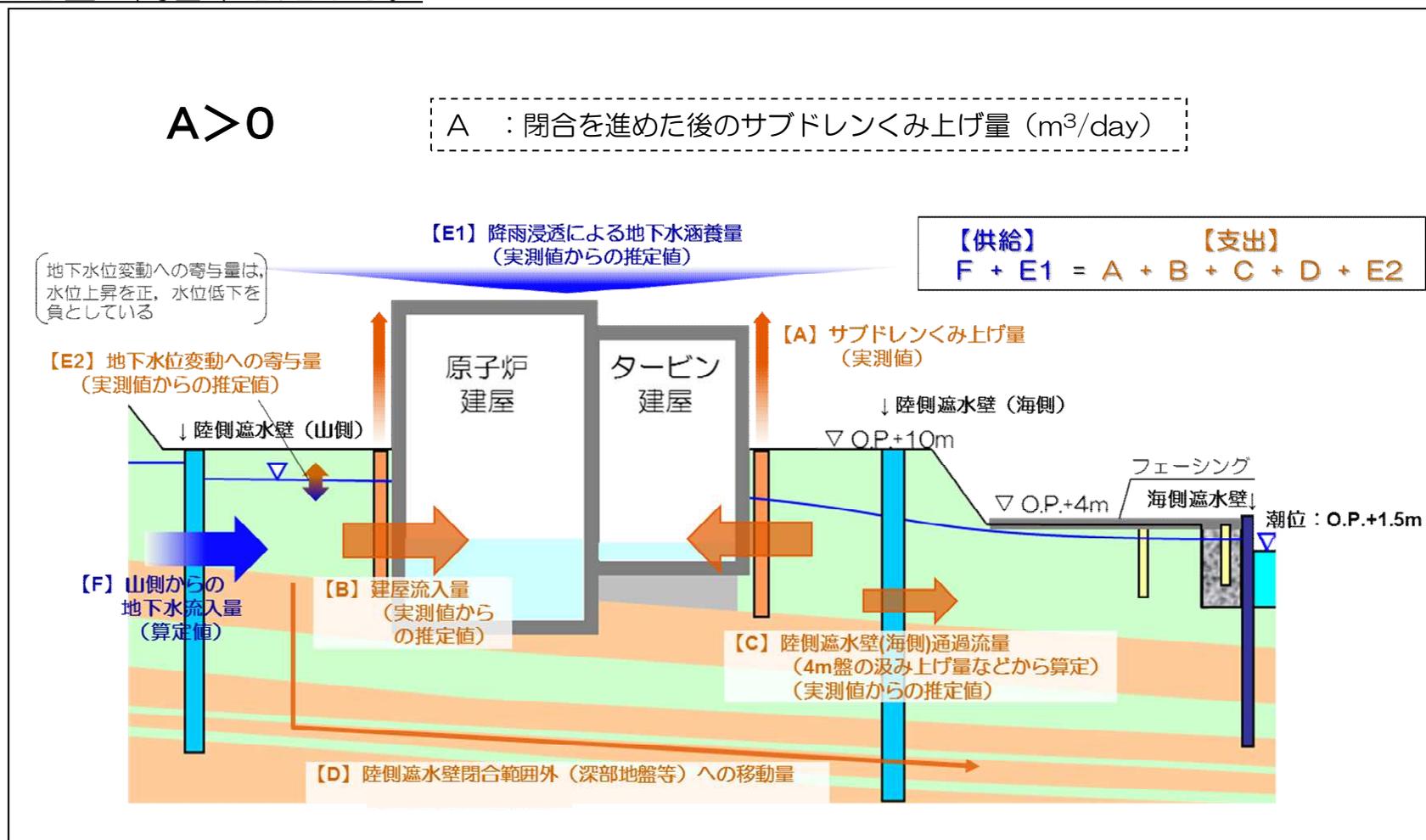
## 4.2.(1) 第二段階の閉合

---

- 第一段階では、山側を95%まで凍結することとし、山側からの地下水供給を確保するために5%の未凍結箇所（7カ所）を設けている。
- 第二段階でも、第一段階と同様な建屋内外水位差の管理（スライド39）を行いながら閉合を進めていく。
- 閉合を進めるにあたっては、第一段階での実測データに基づく地下水収支の評価をもとに第二段階の閉合率を設定し、閉合範囲内への地下水流入量を確保した計画を作る。
- 閉合率の考え方、算定方法については次頁以降に示す。

## 4.2.(2) 閉合率の考え方

- 陸側遮水壁（山側）の閉合を進めることによる山側からの地下水流入の減少量が、閉合を進める前のサブドレンくみ上げ量より少なければ、サブドレン稼働の調整により建屋内外水位の逆転を生じない運用が可能である。そこで、第二段階の閉合に伴う山側からの地下水流入量が減少しても、サブドレンくみ上げ量が無くなるように（ $A > 0$ ）、次頁の評価を基に閉合率を定める。



## 4.2.(3) 閉合率の算定方法

- 閉合を進める前後での山側からの地下水流入量の差分（ $\Delta F$ ）は、第一・第二段階の地下水収支の関係から表中(3)で表され、サブドレンくみ上げ量Aと降雨による涵養量E1の2つの量の変化から評価できる。B, C, D, E2については、閉合を進めても変化しないとして評価をした。\*

	地下水収支	
(1) 第一段階（実績）	$F_1 + E1_1 = A_1 + B_1 + C_1 + D_1 + E2_1$	【A】 サブドレンくみ上げ量 【B】 建屋流入量 【C】 4m盤への地下水移動量 【D】 陸側遮水壁閉合範囲外（深部地盤等）への移動量 【E1】 降雨浸透による地下水涵養量 【E2】 地下水位変動への寄与量 【F】 山側からの地下水流入量
(2) 第二段階（想定）	$F_2 + E1_2 = A_2 + B_2 + C_2 + D_2 + E2_2$	
(3) 差分	$\Delta F = (F_1 - F_2) = (A_1 - A_2) - (E1_1 - E1_2)$	

- 第二段階において、サブドレンくみ上げ量が維持（ $A_2 > 0$ ）されるための陸側遮水壁内側への地下水供給の条件は、上表(3)式より、下式①で表される。ここで、 $\Delta E1 = E1_1 - E1_2$ である。これより、「地下水流入量の差分（ $\Delta F$ ）」を、「第一段階でのサブドレンくみ上げ量（ $A_1$ ）」から「降雨による涵養量の差分（ $\Delta E1$ ）」を差し引いた量よりも少なくすれば良いことが分かる。

$$A_2 = A_1 - \Delta E1 - \Delta F > 0 \quad \dots \text{上表(3)式より}$$

$$\Delta F < A_1 - \Delta E1 \quad \dots \text{①}$$

- 上記 $\Delta F$ に基づく閉合率は次式で表される。

$$\text{第二段階の閉合率} = 95\% + 5\% \times (\Delta F / F_1) \quad \dots \text{②}$$

- 以上の算定方法に基づき閉合率を試算した例を次頁に示す。

\*B, C, D, E2は、閉合が進み陸側遮水壁内側の地下水位が低下するとともに減少傾向になると考えられる。第一・第二段階で変化しないと仮定することで $\Delta F$ の評価上安全側になると考えられる。

## 4.2.(4) 閉合率の試算例

- 以下に、想定値（第43回監視・評価検討会 資料2 38頁ケース(B)）を用いた第二段階の閉合率の試算例を示す。実際に閉合を進めるにあたっての閉合率は、第一段階において測定・評価された値を用いる。
- 想定結果より、第一段階では $A_1=410\text{m}^3/\text{日}$ 、 $E1_1=210\text{m}^3/\text{日}$ 、 $F_1=430\text{m}^3/\text{日}$ となると仮定する。
  - 第二段階では、降雨量 $E1_2$ を過去30年の年間降水量の最小値に基づいて $90\text{m}^3/\text{日}$ とした。前頁①式より $\Delta F$ は $290(=A_1-\Delta E1)\text{m}^3/\text{日}$ 、 $F_2$ は $140(=F_1-\Delta F)\text{m}^3/\text{日}$ となり、この時の閉合率は**98.4%<sup>※1</sup>**と計算された。
  - 閉合を進めても閉合された箇所を流れていた地下水は未閉合箇所に向かうことから、新たに閉合する割合ほど地下水流入量が減少することはない。このため、算出した閉合率98.4%において、 $\Delta F$ は $290\text{m}^3/\text{日}$ 未満、 $F_2$ は $140\text{m}^3/\text{日}$ 超、 $A_2$ は $0\text{m}^3/\text{日}$ 超となり、サブドレン稼働の調整により建屋内外水位の逆転を生じない運用が可能である。

	(I) 第一段階終了時(閉合率95%) [第43回監視・評価検討会 資料2 38頁 ケース(B)]						(II) 第二段階想定						
	$A_1$ サブドレン くみ上げ量 $\text{m}^3/\text{日}$	$B_1$ 建屋 流入量 $\text{m}^3/\text{日}$	$C_1$ 陸側遮水壁 (海側) 通過流量 $\text{m}^3/\text{日}$	$D_1$ 系外への 移動量 $\text{m}^3/\text{日}$	$E1_1$ 降雨 涵養量 $\text{m}^3/\text{日}$	$F_1$ 山側からの 地下水 流入量 $\text{m}^3/\text{日}$	$E1_2$ 降雨 涵養量 $\text{m}^3/\text{日}$	$\Delta E1$	$\Delta F$	$F_2$ 山側からの 地下水 流入量 $\text{m}^3/\text{日}$	閉合率	$A_2$ サブドレン くみ上げ量 ( $\text{m}^3/\text{日}$ )	$B_2$ 建屋 流入量 $\text{m}^3/\text{日}$
(B) 山側50%遮断 海側100%遮断	410	130	70	30	210	430	90	120	290 未満	140 以上	98.4% 以下	0超 <sup>※2</sup>	130 以下
設定の 考え方	第一段階の 実測値から の推定値	第一段階の 実測値から の推定値	第一段階の 実測値から の推定値	想定値	第一段階の 実測値から の推定値	水収支 による 算定値	1997- 2015年 の年別降 水量の最 小値より 算定	$= E1_1 - E1_2$	$= A_1 - \Delta E1$	$= F_1 - \Delta F$	$A_2=0$ とな る閉合率 を算定	$= A_1 - \Delta F - \Delta E1$	第一段階 の流入量 以下

※1  $A_2=0$ となる閉合率の算定： $95\%+5\% \times (\Delta F/F1) = 95\%+5\% \times (290/430) = 98.4\%$

※2 第二段階では第一段階から引き続き、未凍結箇所からの地下水流入を確保するとともに、「降雨浸透による地下水涵養」もあることから、第一段階と同様の水位管理方法で建屋内外の水位差を確保する。降雨が少ない時期が継続する等の際には、注水井への注水等を実施する場合がある。

## 4.2.(5) 第二段階における閉合の計画

---

- 第二段階の閉合は、前頁までに示した方法に基づき閉合率を算定し、閉合計画に反映する。地下水流入の状況によっては第二段階としてさらなる閉合を段階的に進めていく。
- 第二段階における閉合計画では、上記閉合率と以下に示す事項など総合的に考慮のうえ、具体的な閉合率、閉合箇所、閉合方法を策定する。
  - 山側からの地下水流入量等の地下水挙動
  - 遮水壁の凍結進展状況
  - 補助工法の施工性

## 4.2.(6) まとめ

---

- 第二段階でも、第一段階と同様な建屋内外水位差の管理を行いながら、未凍結箇所の閉合を進めていく。閉合を進めるにあたっては、第一段階での実測データに基づく地下水収支の評価を利用しながら進める。
- 「第一段階でのサブドレンくみ上げ量」と「降雨による涵養量の差分」から求まる値以上に山側からの地下水流入を減らさなければ、第二段階の閉合を進めてもサブドレン稼働の調整により建屋内外水位の逆転を生じない運用が可能である。
- 第二段階の具体的な閉合率、閉合場所、閉合方法については、今後見られてくる陸側遮水壁（山側）による地下水の挙動等を考慮のうえ計画する。

## 【参考】第一段階における建屋内外水位差の管理

### 建屋内外水位差の管理（実施計画Ⅱ-2-6「5(1)建屋内外水位差の管理」より抜粋）

建屋滞留水水位の管理方法は「2.6 滞留水を貯留している（滞留している場合を含む）建屋」本文に記載の通り。

サブドレン水位の管理方法は「2.35 サブドレン他水処理施設 添付資料-11」に記載の通り。

既認可の「建屋滞留水とサブドレン間の水位差の確保」「建屋滞留水水位管理」「サブドレン水位管理」の運用は変わることなく、陸側遮水壁閉合の第一段階では同様の管理を行う。

既認可に基づく上述の運用に加え、サブドレンの「ポンプ停止バックアップ位置（LL値）の警報」が発報した場合には、「建屋-サブドレン水位差」を確保するため、地下水挙動を分析・評価し、早急な対応の要否を判断し対応する

#### ①局所的な地下水位低下の場合

局所的な地下水位低下の場合には、当該サブドレン周辺の注水井への注水（本申請では申請対象外）を行い、状況が改善されない場合には更に注水範囲を拡大する。

上記を行っても状況が改善されない場合には「②早急な対応が必要な場合」に記載の通り対応する。

#### ②早急な対応が必要な場合（別紙-9）

上記①で状況改善されない場合や、広範囲のサブドレンで「ポンプ停止バックアップ位置（LL値）の警報」が発報した場合等には、下記の対策について実測データ等から総合的に判断し、必要な対策を実施する。これらの対策を複合的に実施することで、余裕を持って水位差確保あるいは水位回復が可能である。

- 建屋滞留水の移送
- 陸側遮水壁（山側）へのブライン供給停止
- 陸側遮水壁（山側）の部分撤去
- その他緊急対策（注水量・注水範囲の拡大、建屋周辺地盤面への散水、原因に対する対策実施（止水・地盤改良 等））

また、「注水井への注水」については上記に限らず、降雨が少ない時期が継続する等の際には実施する場合がある。

---

#### 4. 3 10m盤の地下水収支と山側からの地下水流入量の評価

◆陸側遮水壁（山側）上流からの地下水流入量を評価すると、陸側遮水壁（山側）の影響は、現時点では明確に表れていない。

### 4.3.(1) 地下水収支状況からの効果発現（山側からの地下水流入量の評価）

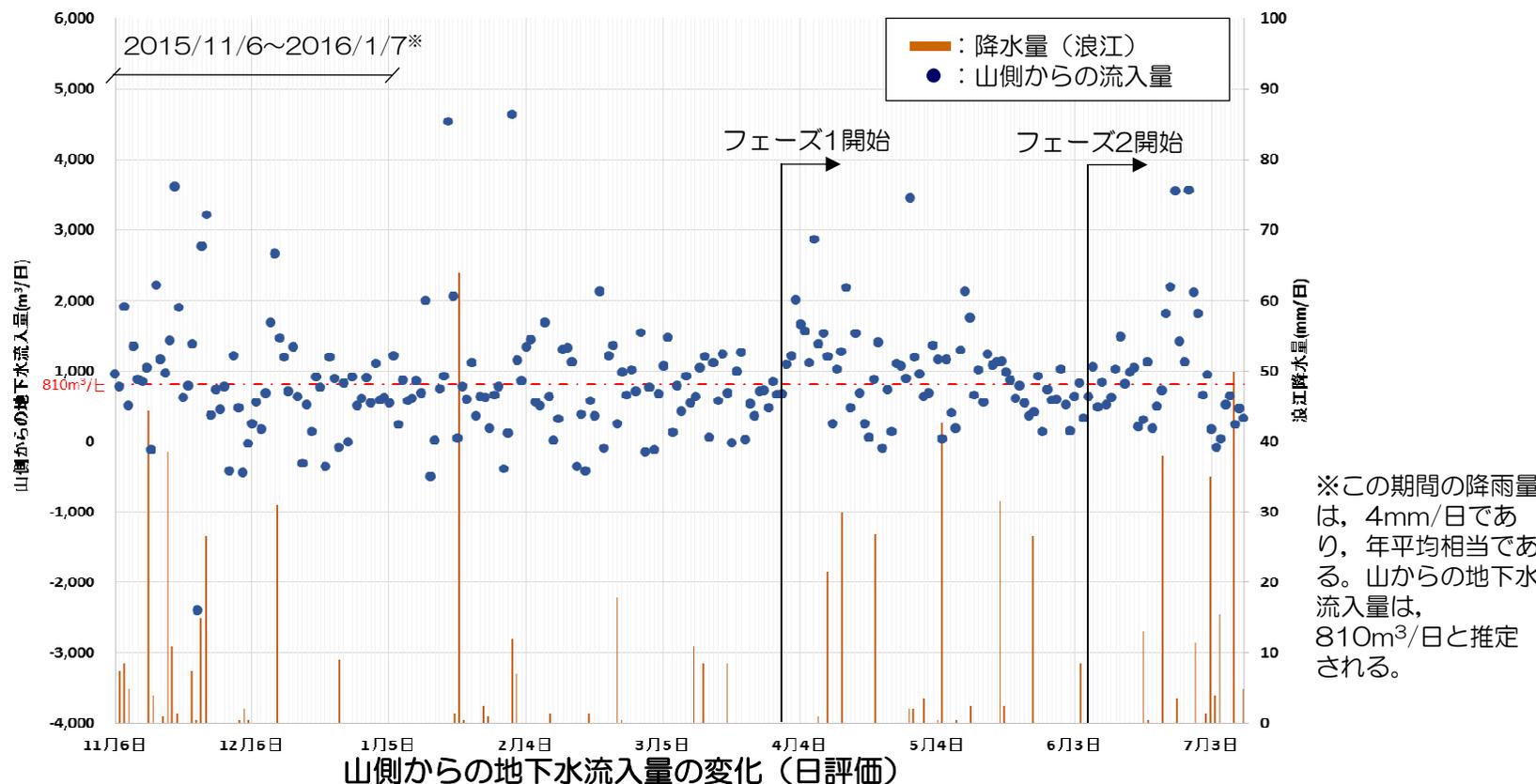
---

- ▶凍結による効果確認の一環として、実測に基づく建屋周りの地下水収支について整理し、建屋周りへの地下水流入量を評価する。
- ▶但し、各くみ上げ量や建屋流入量の減少などの効果は、時間遅れを持って確認されるとともに、降雨影響なども時間遅れを持ってくみ上げ量に現れるため、山側からの地下水流入量は、ある程度の期間を区切って評価を行う。



### 4.3.(3) 建屋周りの地下水収支の算定結果

- 地下水収支に基づき、建屋周辺への地下水流入量を算定した。
- 現時点では、山側からの地下水流入量は降雨等により変動している。陸側遮水壁(山側)による遮断効果は明確に表れていない。



(算定条件)

- 【D：陸側遮水壁閉合範囲外（深部地盤等への移動量）】については、閉合範囲外への移動がある(支出が増える)とすると、結果として【F：山側からの地下水流入量の算定】を大きくする方向となるため、今回はゼロと仮定した。
- 【E2：地下水位変動への寄与量】の算定に当たり、地盤空隙率は0.42として評価した。

## 4. 第一段階から第二段階への移行について まとめ

---

- 第一段階では、陸側遮水壁（海側）の内外水位差と4m盤への地下水流入量の減少傾向、陸側遮水壁（山側）の内外水位差、更に陸側遮水壁全域の凍結状況の確認を行う。
- 第二段階の具体的な閉合率、閉合場所、閉合方法については、今後見られてくる陸側遮水壁（山側）による地下水の挙動等を考慮のうえ計画する。

## 全体のまとめ

---

### 【今回の報告事項】

- 4m盤への地下水流入状況
  - 第一段階から第二段階へ移行するに当たっての確認事項
  - 第二段階の閉合計画立案の考え方
- 
- 今後は、上記の4m盤への地下水流入状況などの確認項目を引き続き確認していく。
  - 確認後は、第一段階の地下水収支を評価し、第二段階の具体的な閉合計画を立案していく。
  - なお、注水井の性能を今後確認のうえ、建屋周辺の地下水管理に用いる。

---

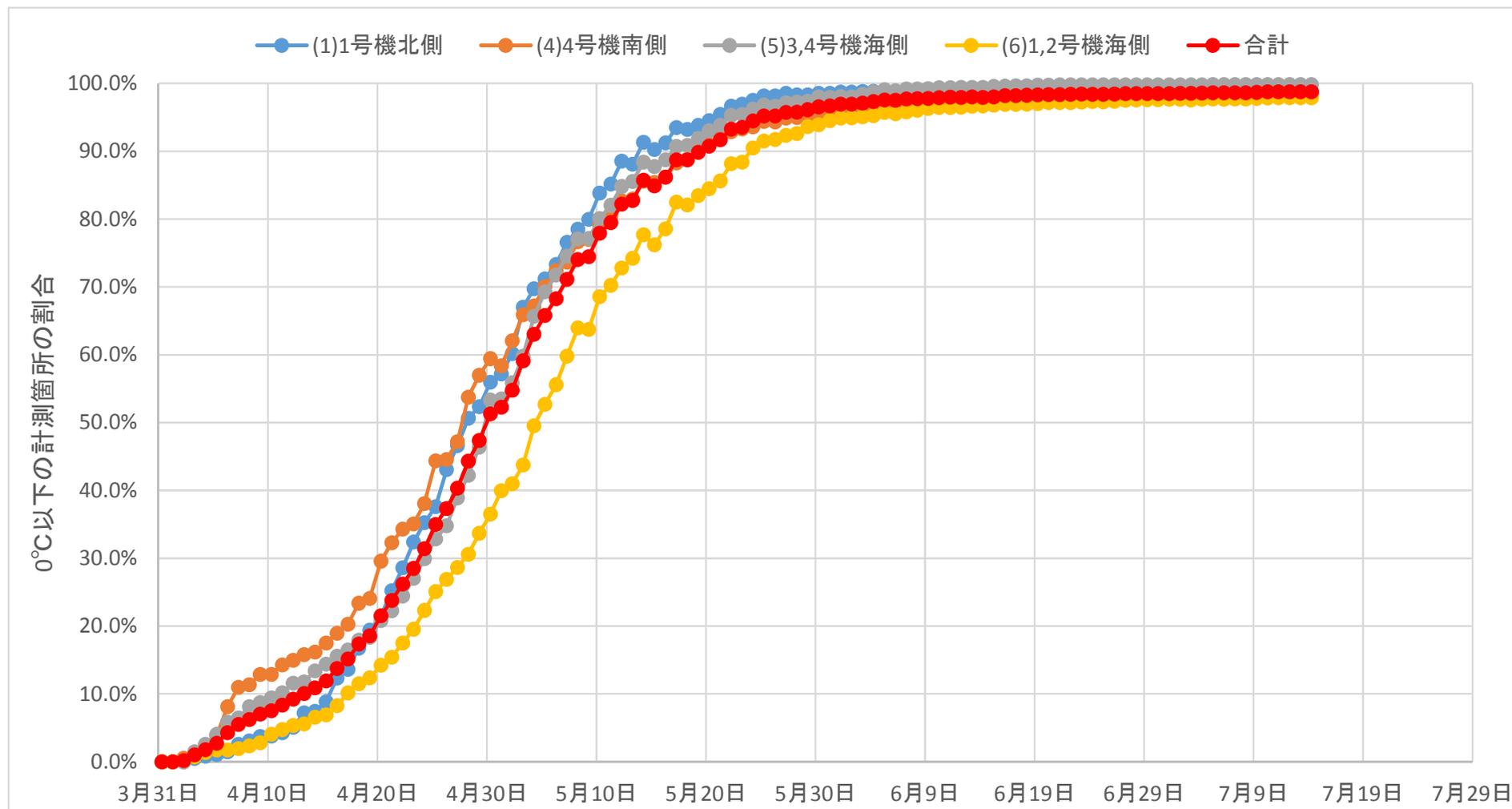
【参考資料】

---

【参考1】 陸側遮水壁の凍結進展状況

## 【参考1(1)】凍結進展状況（フェーズ1凍結対象範囲）

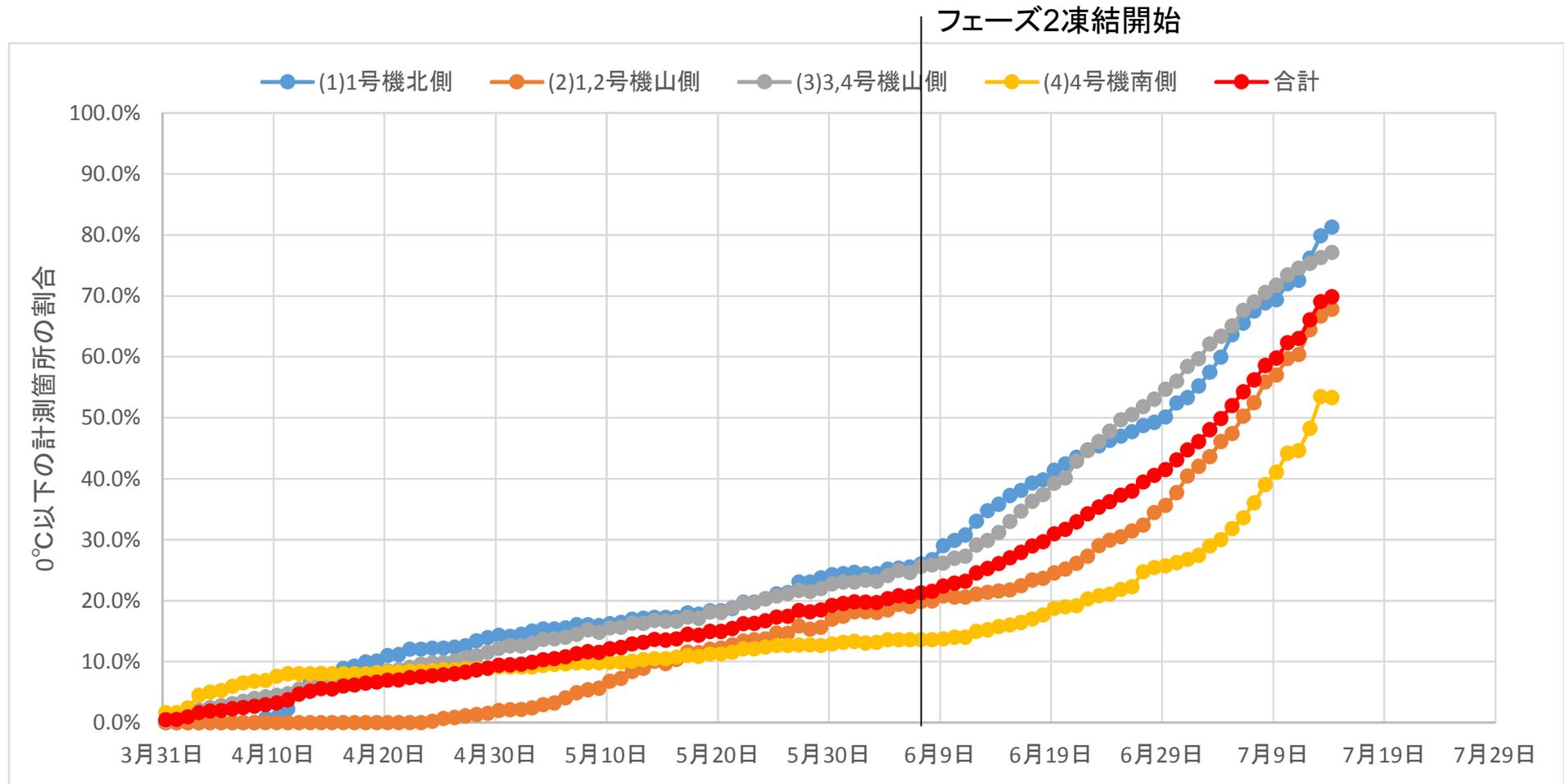
- 海側全面および北側一部の凍結ライン近傍の地中温度計測点における $0^{\circ}\text{C}$ 以下の比率の推移を下図に示す。
- 7/14時点で、地中温度計測点の約99%が $0^{\circ}\text{C}$ 以下となっている。



凍結ライン沿いの地中温度計測点における $0^{\circ}\text{C}$ 以下の比率の推移  
 （フェーズ1凍結運転範囲（部分先行凍結箇所を除く））

## 【参考1(2)】凍結進展状況（フェーズ2凍結対象範囲）

- 山側のフェーズ2凍結対象範囲の凍結ライン近傍の地中温度計測点における $0^{\circ}\text{C}$ 以下の比率の推移を下図に示す。
- 7/14時点で、地中温度計測点の70%程度が $0^{\circ}\text{C}$ 以下となっている。



凍結ライン沿いの地中温度計測点における $0^{\circ}\text{C}$ 以下の比率の推移  
(フェーズ2凍結運転範囲)

---

【参考2】 陸側遮水壁（海側）の内外水位・水頭の変化

---

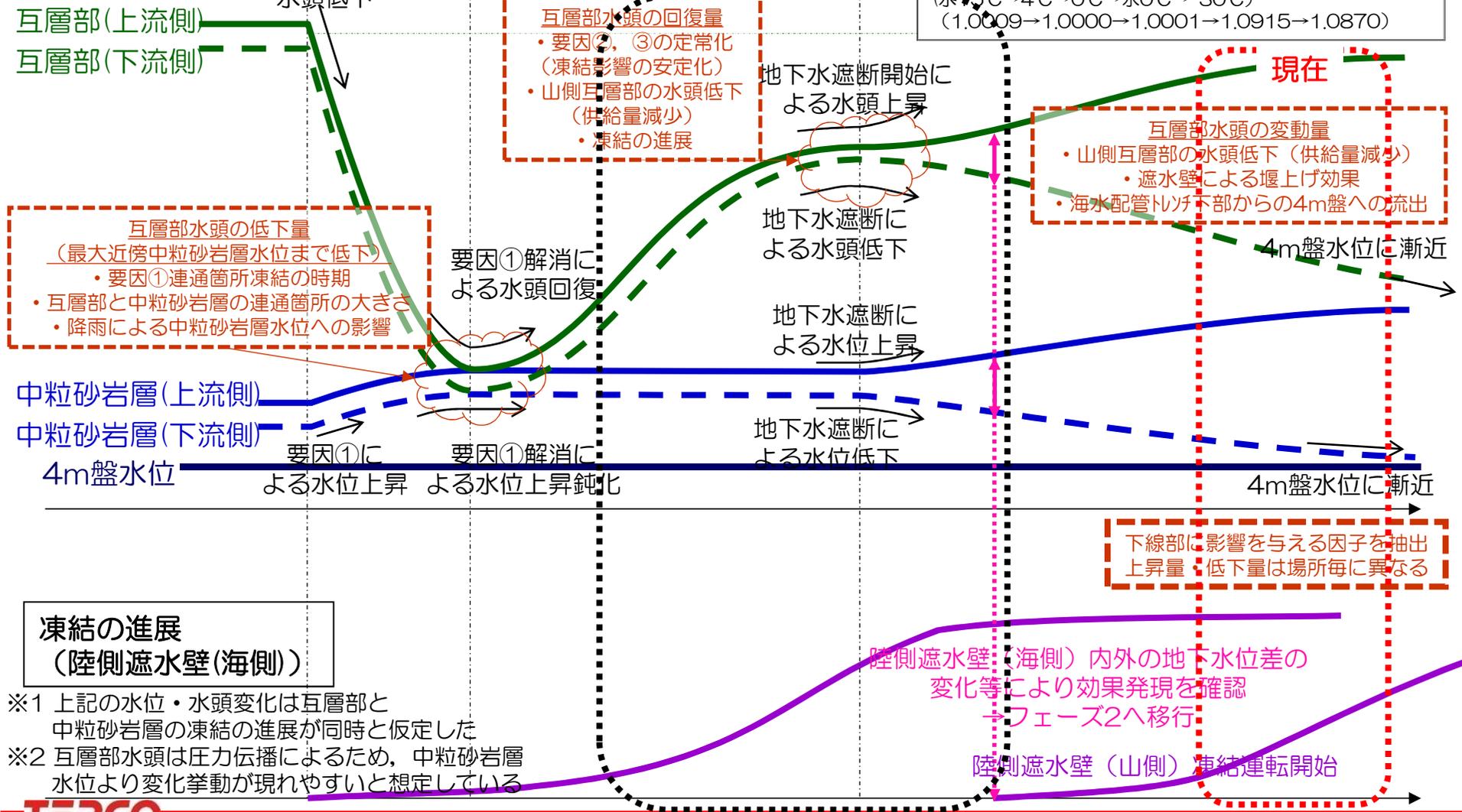
【参考2.1】 降雨影響を考慮した陸側遮水壁（海側）の内外水位の変動評価

# 【参考2.1(1)】 10m盤海側 中粒砂岩水位と互層部水頭の変動想定 (フェーズ1~2)

水位・水頭の変化

フェーズ1  
凍結運転開始 要因①  
連通箇所凍結

互層部水頭低下の想定要因(試験凍結より)  
 ① 凍結管の収縮による中粒砂岩層との連通  
 (凍結管径収縮量 (10℃→-30℃: 0.1mm))  
 ② 水温低下による互層部地下水体積収縮  
 ③ 凍結による互層部体積増加  
 ・水及び氷の体積変化  
 (水: 15℃→4℃→0℃→氷0℃→-30℃)  
 (1.0009→1.0000→1.0001→1.0915→1.0870)



凍結の進展  
(陸側遮水壁(海側))

※1 上記の水位・水頭変化は互層部と中粒砂岩層の凍結の進展が同時と仮定した  
 ※2 互層部水頭は圧力伝播によるため、中粒砂岩層水位より変化挙動が現れやすいと想定している

## 【参考2.1(2)】 降雨影響による陸側遮水壁（海側）の内外水位の変動評価方法

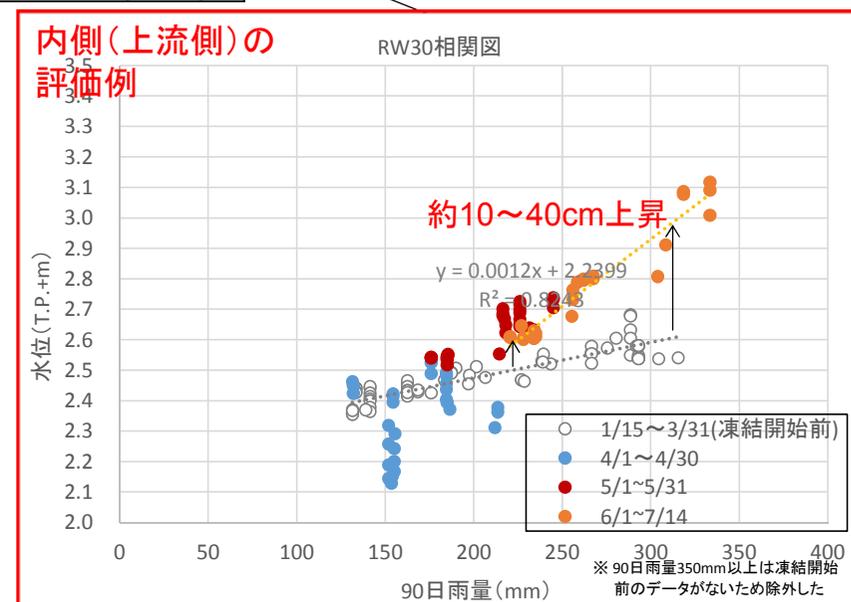
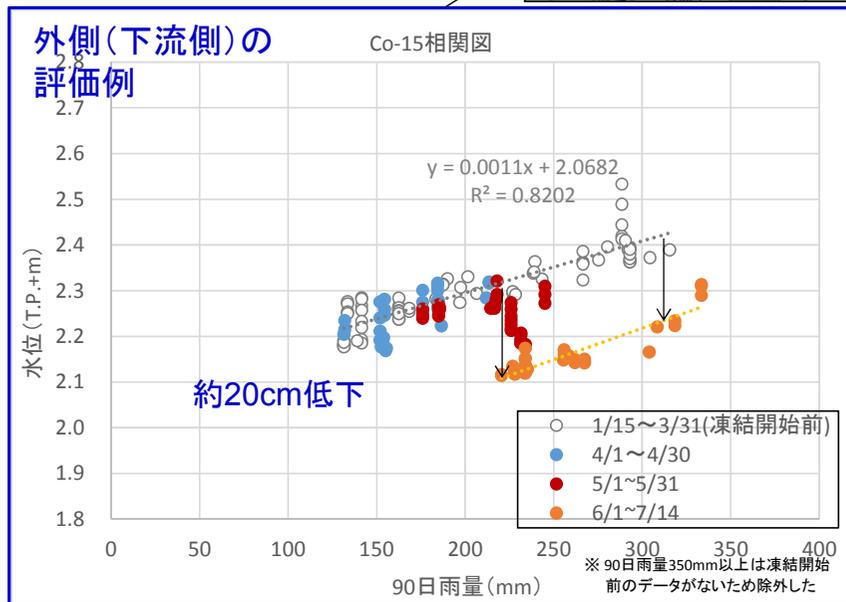
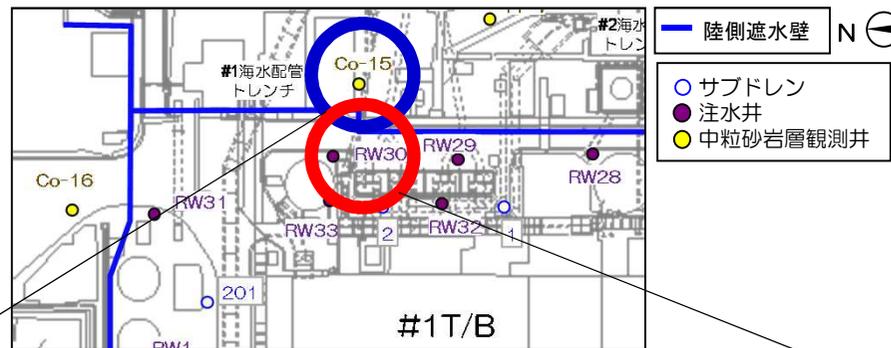
- ◆ 中粒砂岩層水位について、降雨影響による凍結開始後の内側（上流側）・外側（下流側）の水位の変動傾向を評価した。

### 【評価方法】

- 凍結開始前の1/15※～3/31の地下水位と前日までの期間雨量との相関から、地下水位と最も相関の高い累積降雨日数を選定、凍結開始後の地下水位と累積雨量の関係を図化。

※ 1/14より海側サブドレンの設定水位を現状と同程度としたことにより設定

- 凍結開始前の単回帰線と6/1～7/14の単回帰線を比較し、期間雨量を基準としての差分を算出。



## 【参考2.1(3)】降雨影響を考慮した陸側遮水壁（海側）の内外水位の変動評価結果

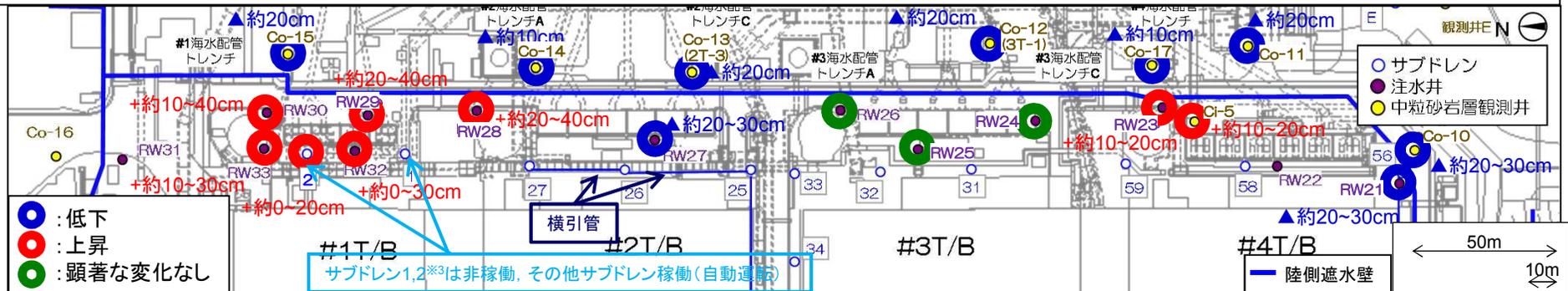
◆ 評価結果を以下に示す。

- 【外側（下流側）の地下水位】：  
地下水の流入減少により、全ての観測井で凍結開始前と比較して低下
- 【内側（上流側）の地下水位】  
サブドレンが非稼働の箇所（1号機海側）：
  - ・地下水の堰上げにより、全ての観測井で凍結開始前と比較して上昇
 サブドレンが稼働の箇所  
 （2号機海側）：
  - ・地下水の堰上げにより、RW28では凍結前と比較して上昇
  - ・RW27では、凍結前と比較して低下  
→RW27はサブドレン横引管に近接しており※1、地下水のくみ上げによる低下が顕著※2となったと想定される。
 （3号機海側）：
  - ・全ての観測井で顕著な変化なし  
→「地下水の堰上げによる上昇」と「地下水のくみ上げによる低下」がバランスしていると想定される。
 （4号機海側）：
  - ・地下水の堰上げにより、RW23,Ci-5では凍結前と比較して上昇
  - ・RW21では凍結前と比較して低下  
→RW21はサブドレン56に近接しており※1、地下水のくみ上げによる低下が顕著※2となったと想定される。

※1 RW27～横引管の離隔：約11m，RW21～SD56の離隔：約5m

※2 陸側遮水壁（海側）の閉合により、サブドレンの影響範囲（集水範囲）が狭まり、水位低下効果が増大したと考えられる。

◆ 凍結開始後の内外水位は、陸側遮水壁（海側）を挟んだエリア（上流側・下流側）やサブドレン稼働状態・サブドレン等との距離に応じた変動傾向を示しており、陸側遮水壁（海側）による地下水の遮断が明確になっていると考えられる。



※3 SD2は7/12より短時間運転開始。7/12以降は評価対象から除外した。

※4 SD1は互層部水頭の影響を受けていると想定され、フェーズ1凍結開始後、低下傾向を示したことから評価対象から除外した。

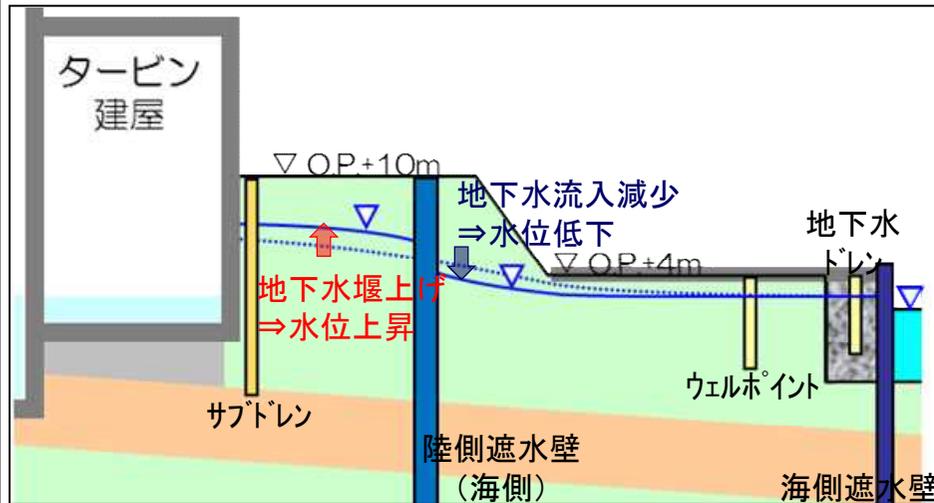
※5 RW22は隣接するRW21、23より数m程度高い水位となっており、周辺とは独立した高い水位箇所が存在していると想定されるため、評価対象から除外した。(SD58も同様に高い水位を示す)

【参考2.1(4)】

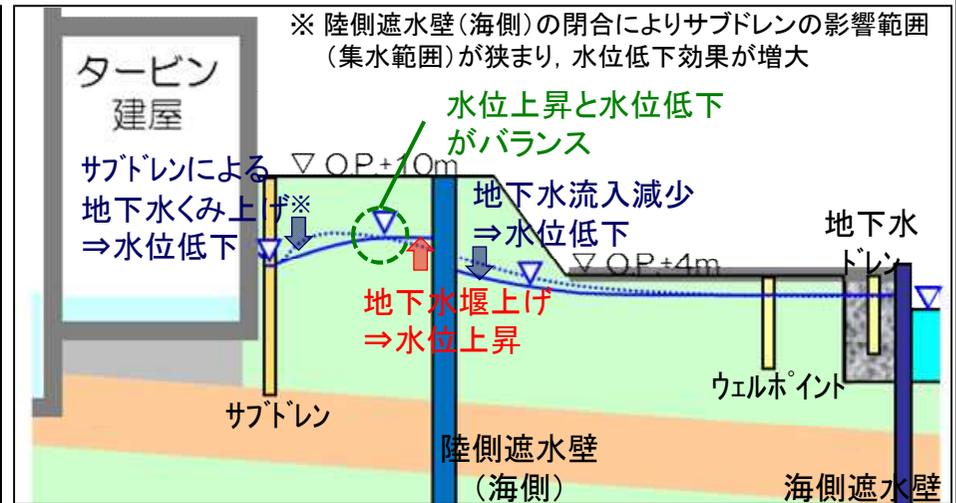
「陸側遮水壁（海側）内外の地下水位の変化イメージ」, 「2号機海側サブドレン集水タイプ」

◆陸側遮水壁（海側）の内外の地下水位の変化

.....: 地下水位イメージ(凍結前)  
 ———: " (凍結進展後)

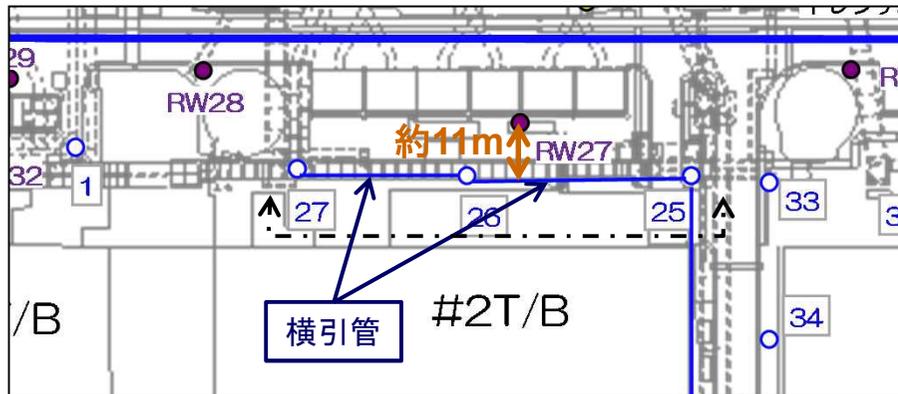


サブドレン非稼働の箇所(1号機海側)のイメージ

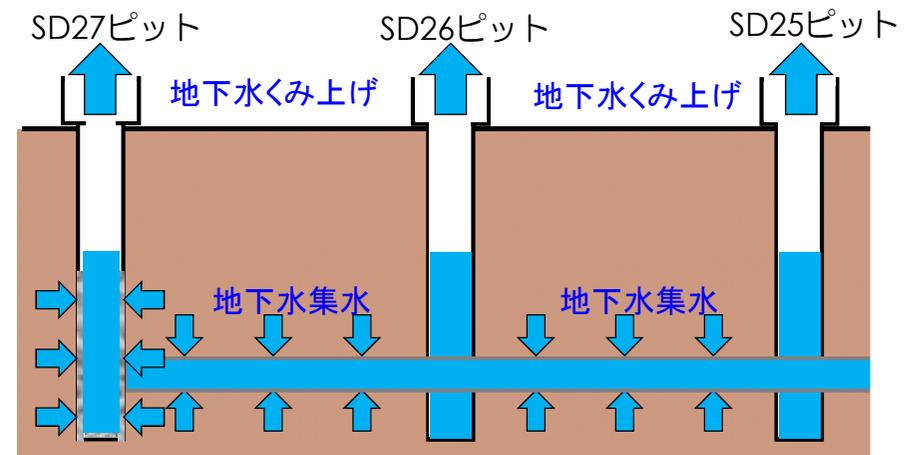


サブドレン稼働の箇所(2~4号機海側)のイメージ

◆2号機海側サブドレン 集水タイプ

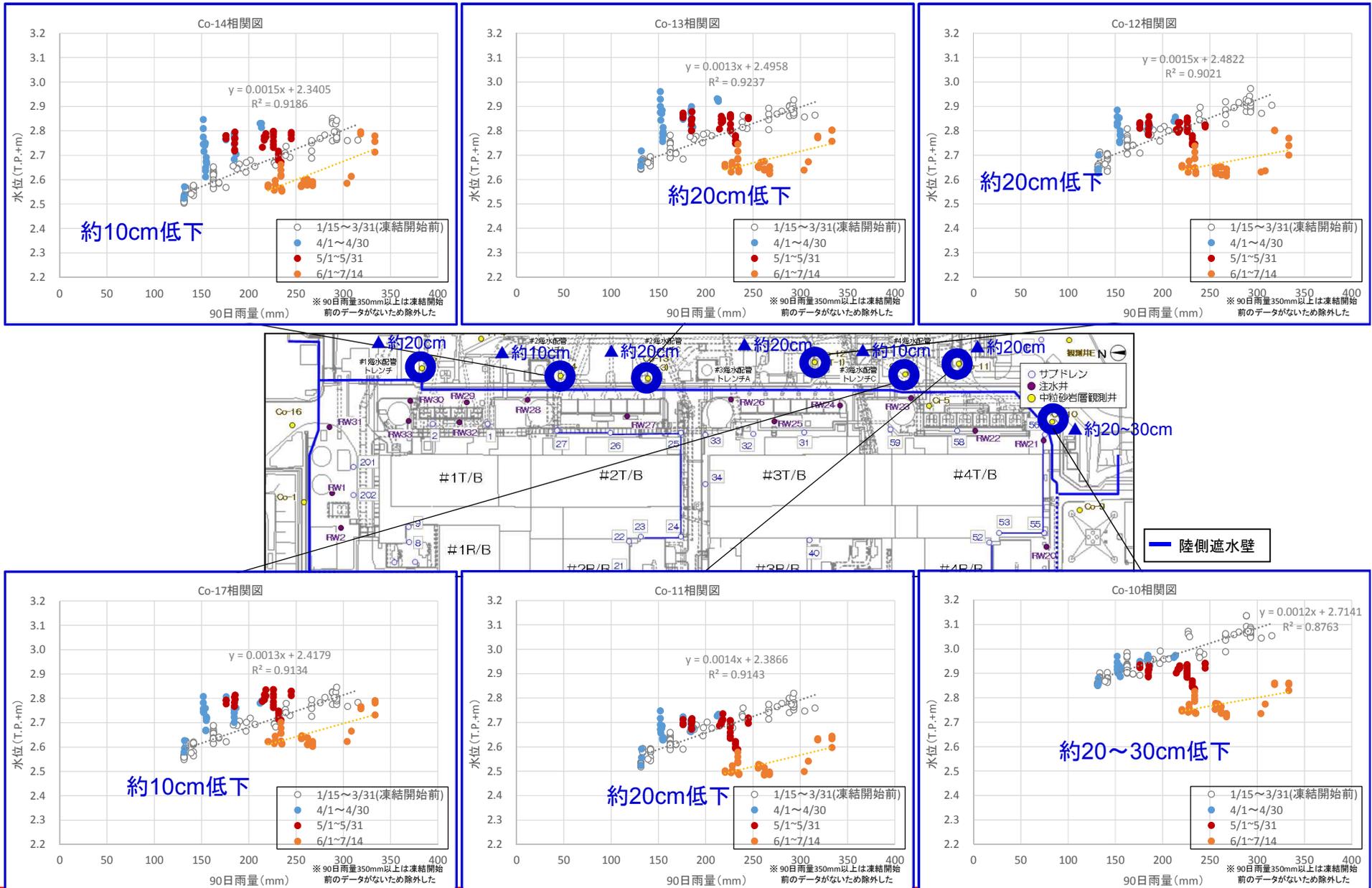


○ サブドレン  
 ● 注水井  
 ● 中粒砂岩層観測井  
 — 陸側遮水壁  
 N



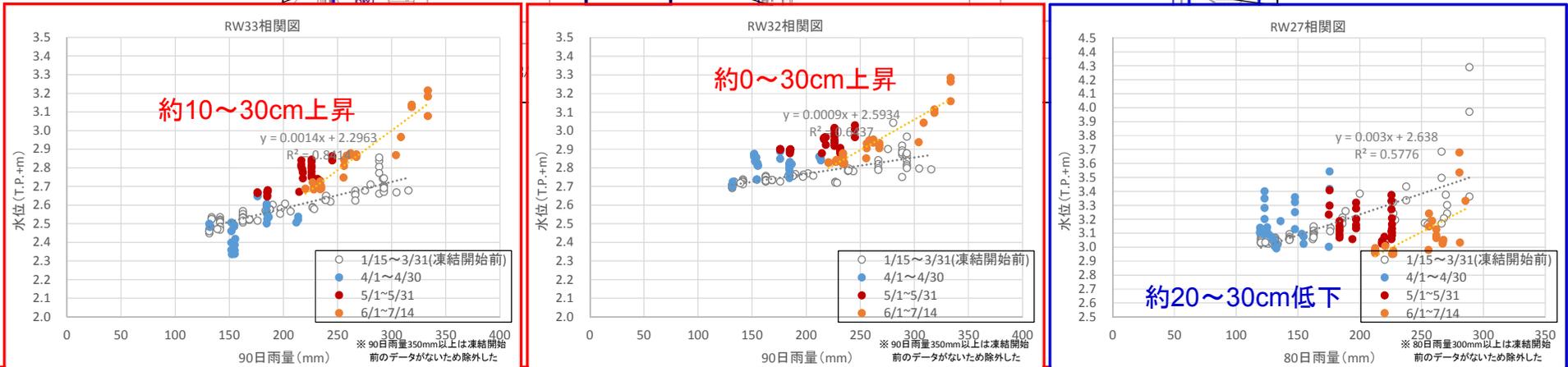
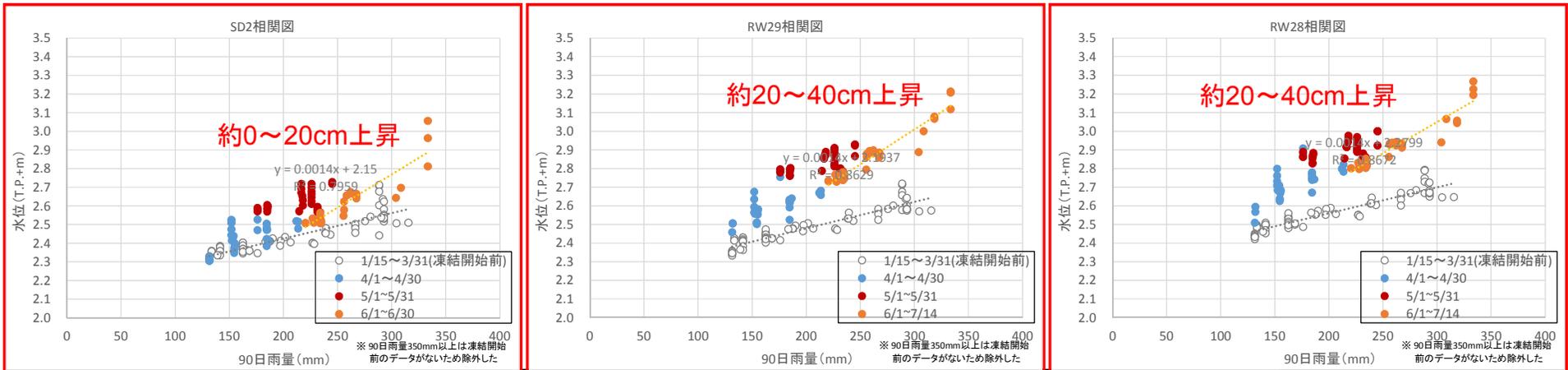
# 【参考2.1(5)】陸側遮水壁（海側）の外側（下流側）の水位変動評価結果

◆ 陸側遮水壁（海側）と海側遮水壁で囲まれたエリアの水位（Co10~15,17）は約10~30cmの低下が確認される。



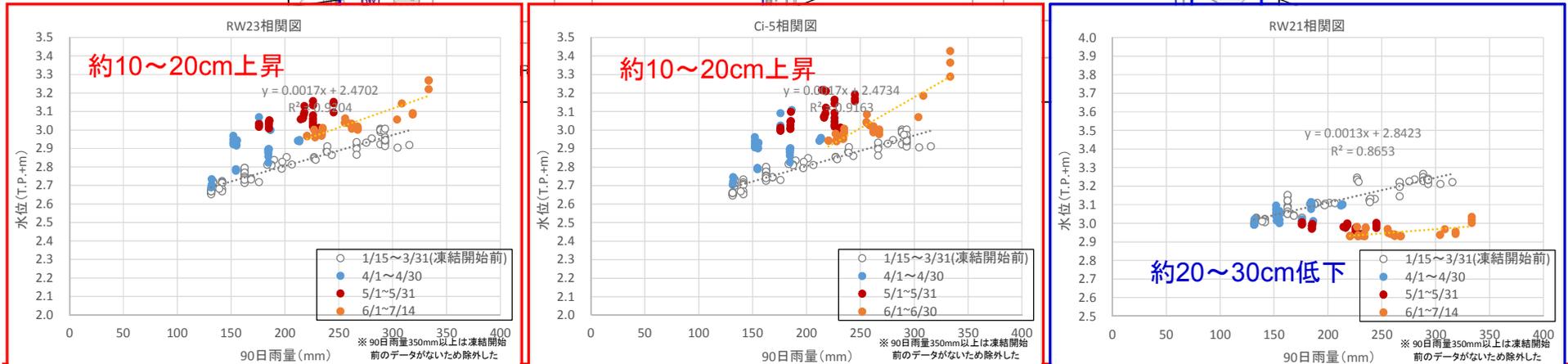
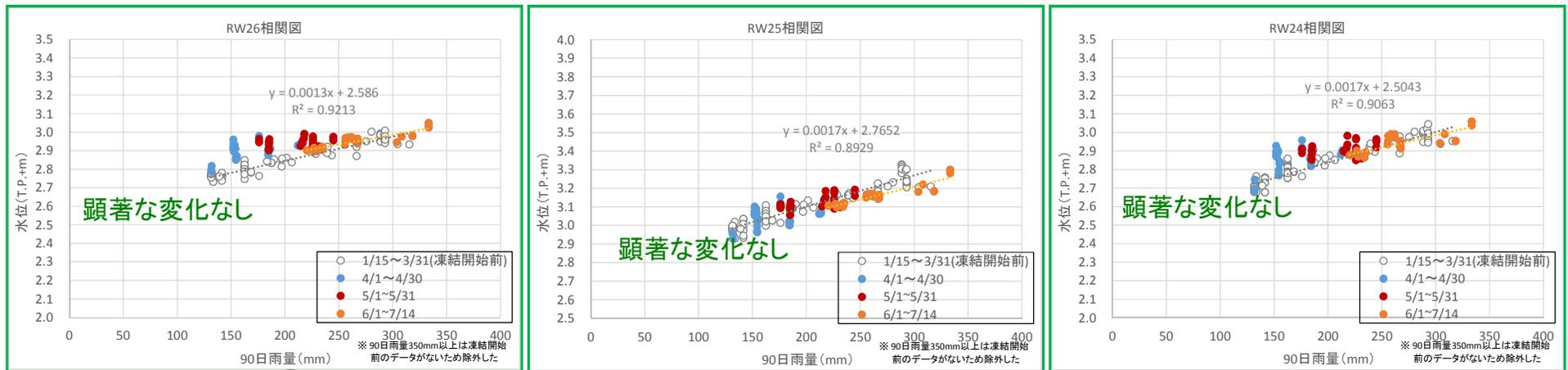
# 【参考2.1(6)】陸側遮水壁（海側）の内側（上流側）の水位変動評価結果 1/2

- ◆ 1号機海側の水位（RW29,30,32,33,SD2）は約0~40cmの上昇が確認される。
- ◆ 2号機海側の水位は，RW28では約20~40cmの上昇，RW27では約20~30cmの低下が確認される。
- ◆ RW27は横引管連結タイプのサブドレンに近接しており（RW27と横引管の距離：約11m），サブドレンくみ上げによる水位低下に影響されていると想定される。

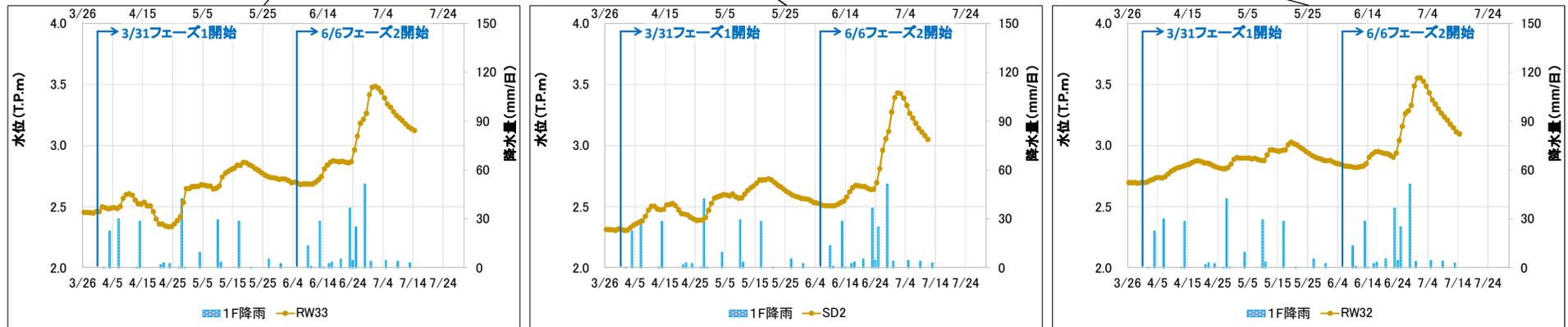
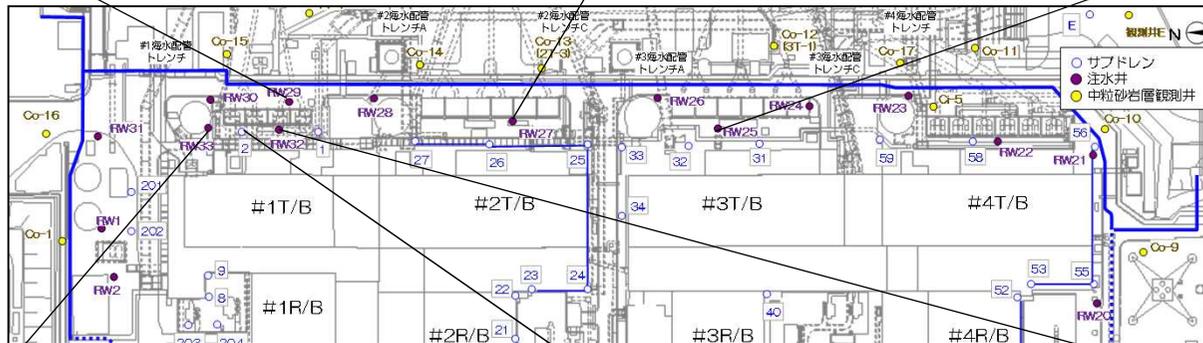
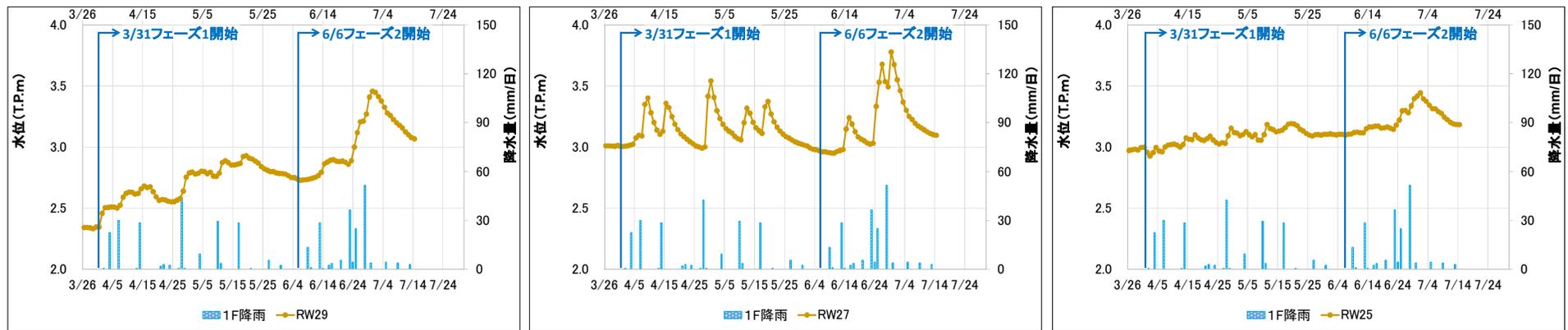


## 【参考2.1(7)】陸側遮水壁（海側）の内側（上流側）の水位変動評価結果 2/2

- ◆ 3号機海側の水位（RW24,25,26）は顕著な変化がなく、サブドレンくみ上げにより水位上昇が抑制されていると想定される。
- ◆ 4号機海側の水位は、RW23,Ci-5では約10～20cmの上昇，RW21では約20～30cmの低下が確認される。
- ◆ RW21はサブドレンに近接しており（RW21とSD56の距離：約5m），サブドレンくみ上げによる水位低下に影響されていると想定される。



# 【参考2.1(8)】陸側遮水壁（海側）内側の中粒砂岩層の水位挙動

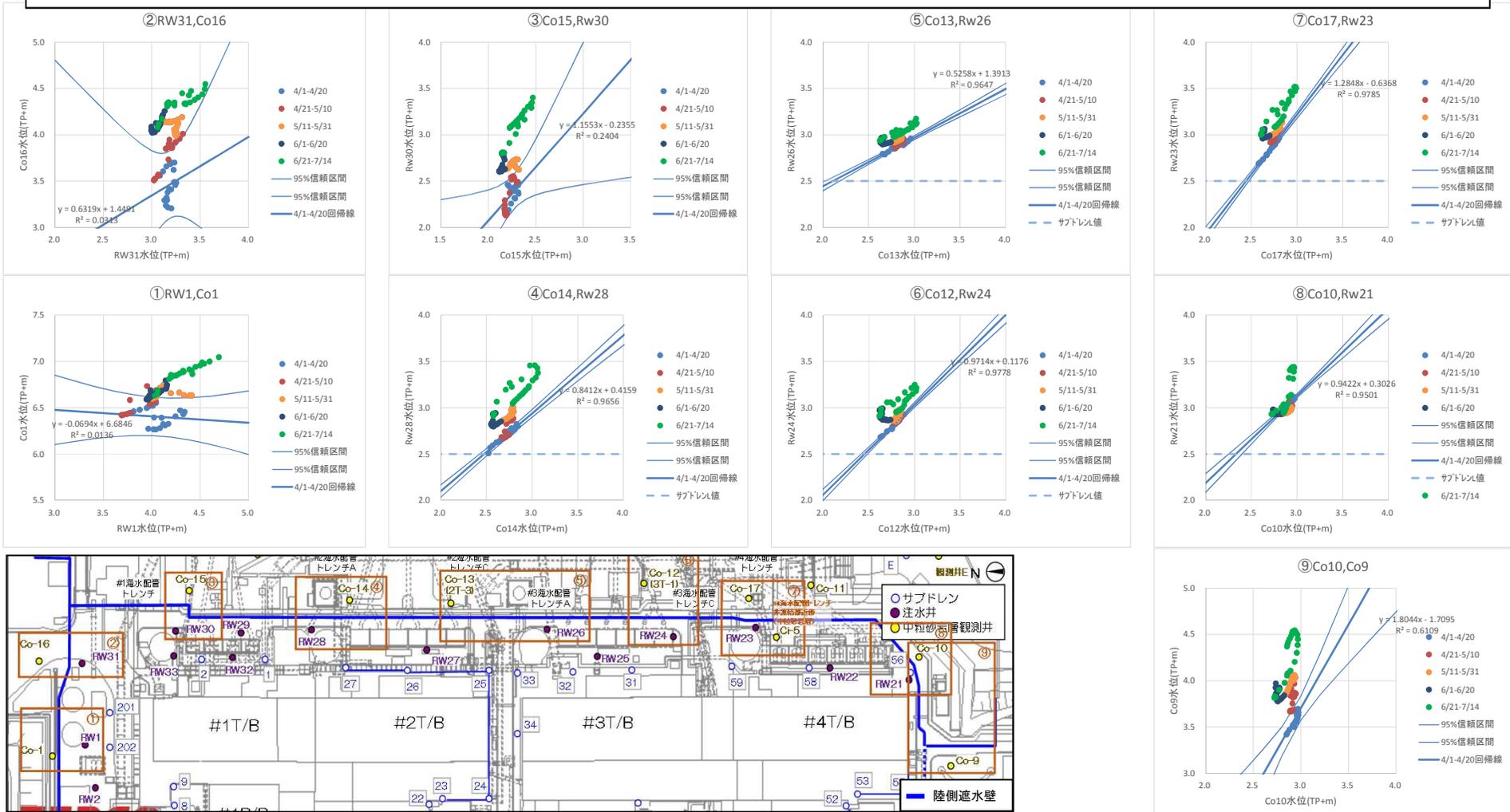


---

【参考2.2】 陸側遮水壁（海側）内外の地下水位・水頭の相関関係の変化

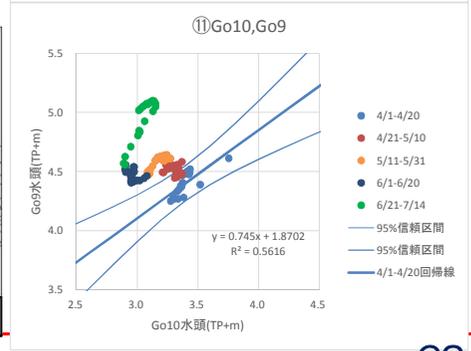
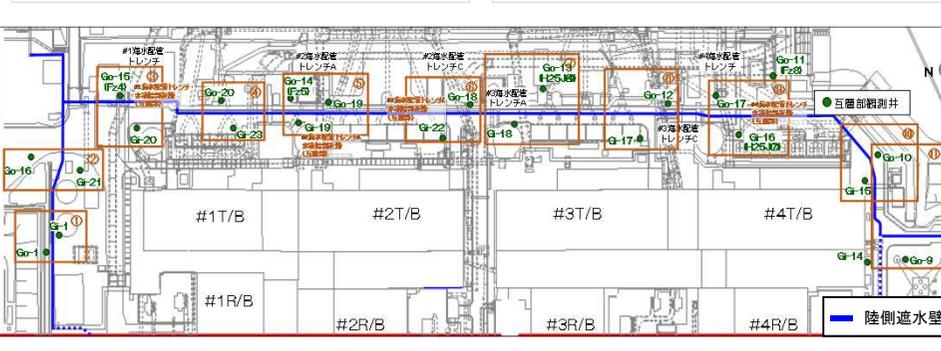
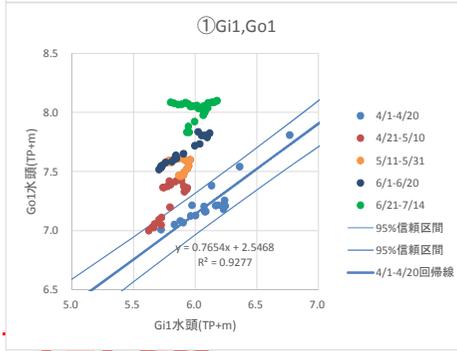
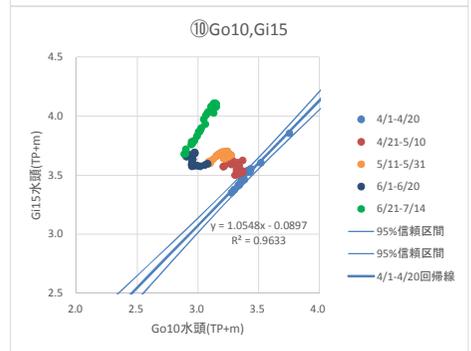
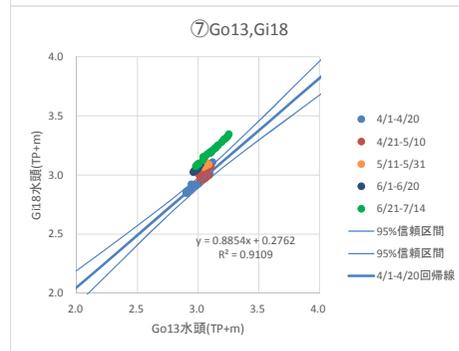
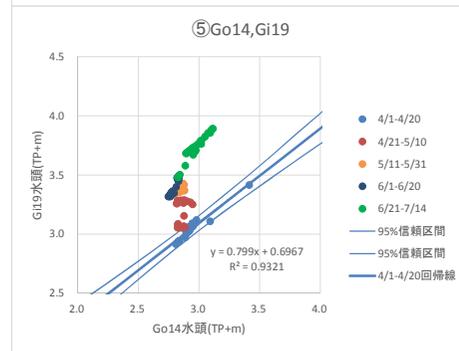
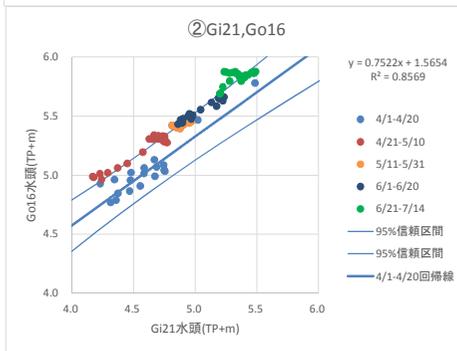
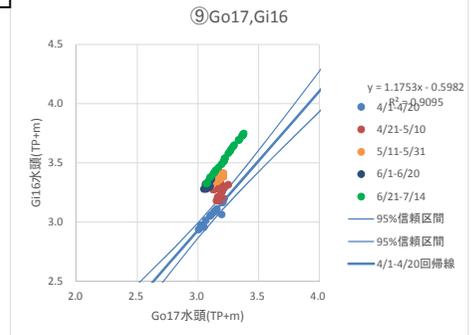
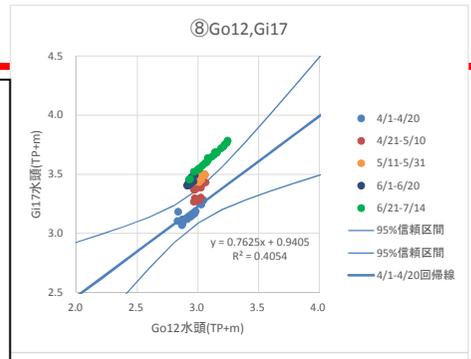
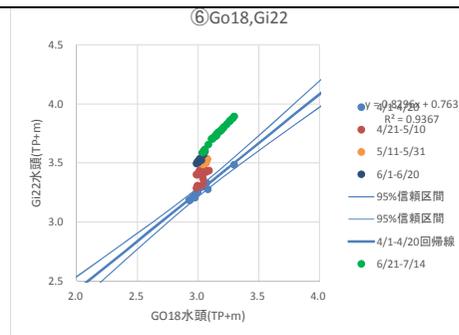
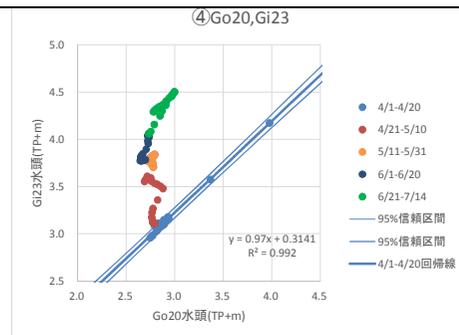
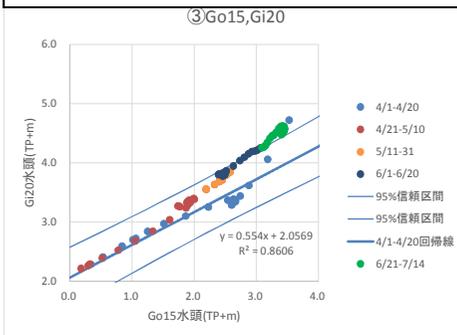
# 【参考2.2(1)】陸側遮水壁（海側）内外の観測井水位の相関関係の変化（中粒砂岩層）

- フェーズ1凍結開始後の「陸側遮水壁内外の中粒砂岩層水位」間の相関関係について分析した（前回報告に6/1～7/14のデータを追加）。
- 凍結開始直後に対して、前回報告以降、下記に示す傾向がより顕著となっており、陸側遮水壁（海側）による地下水の遮断が明確になっていると考えられる。
  - 1号機北側（①・②）は陸側遮水壁（北側）の外側が高い
  - 建屋海側（③～⑨）は陸側遮水壁（海側）の上流（西）側が高い



## 【参考2.2(2)】 陸側遮水壁（海側）内外の水頭の相関関係の変化（互層部）

- フェーズ1凍結開始後の「陸側遮水壁内外の互層部水頭」間の相関関係について分析した（前回報告に6/1～7/14のデータを追加）。
- 凍結開始直後に対して、前回報告以降、下記に示す傾向がより顕著となっており、陸側遮水壁（海側）による地下水の遮断が明確になっていると考えられる。
  - 1号機北側（①・②）は陸側遮水壁（北側）の外側が高い
  - 建屋海側（③～⑪）は陸側遮水壁（海側）の上流（西）側が高い



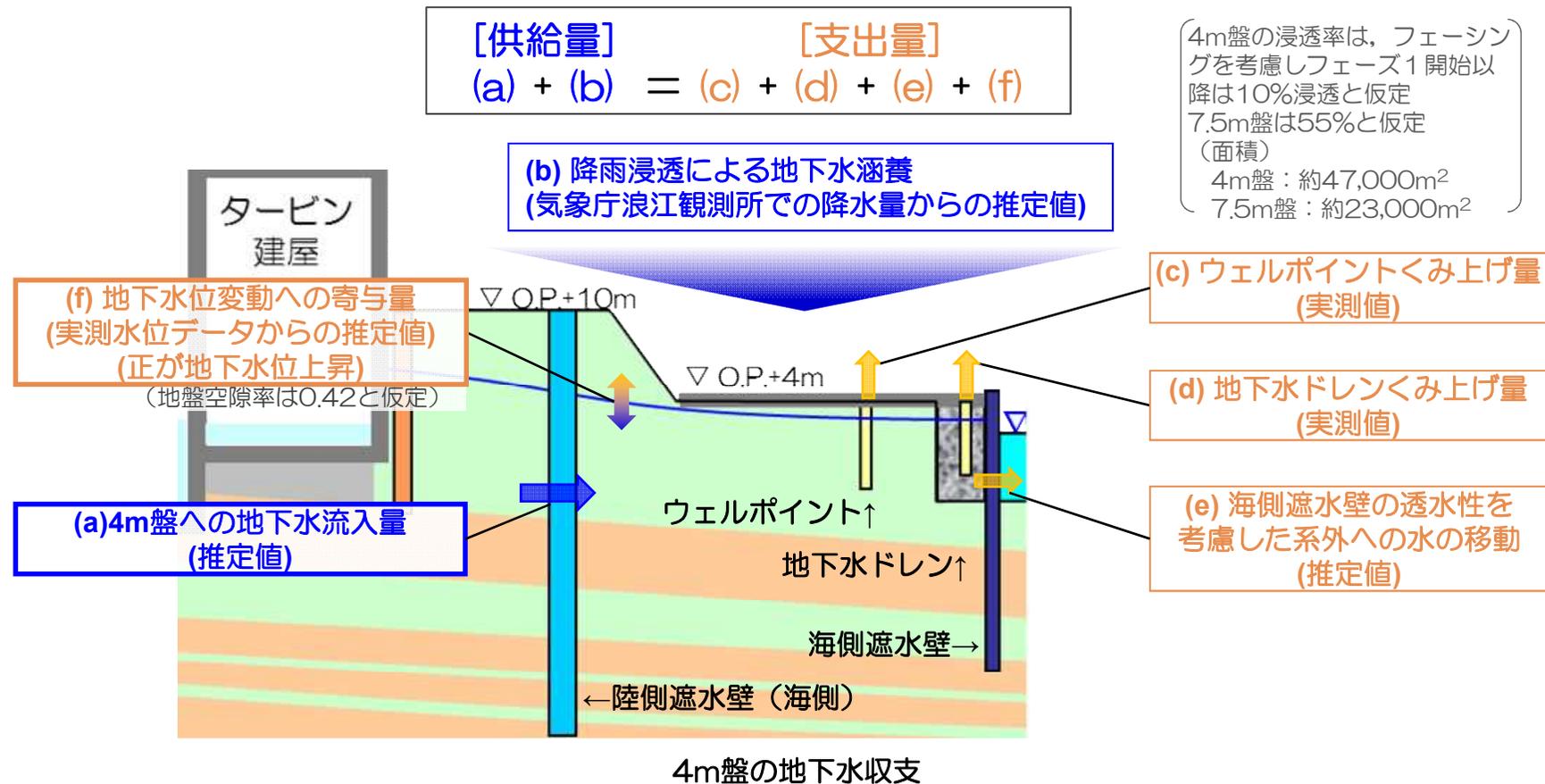
---

【参考3】 4m盤の地下水流入量の評価関連

## 【参考3(1)】 4m盤の地下水流入量の確認

- ◆ 4m盤の地下水流入量は、下図の地下水収支に示す通り、ウェルポイント・地下水ドレンのくみ上げ量の実績に地下水位変動への寄与率等を加味し、下式(1)にて算定のうえ、減少傾向を確認していく。

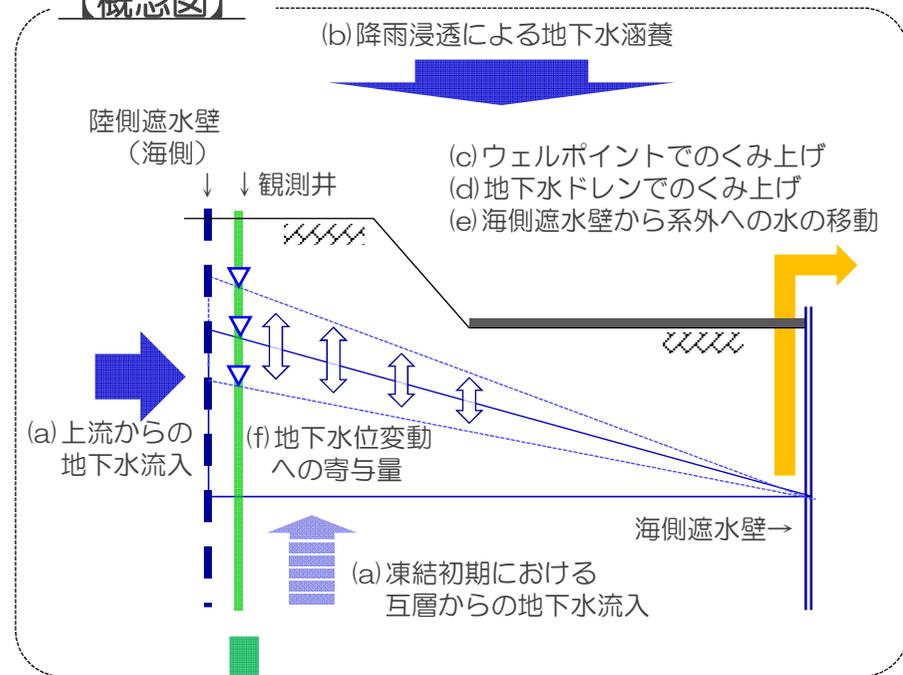
$$\begin{aligned}
 \text{(a) 4m盤への地下水流入量(推定値)} &= \text{(c) ウェルポイントくみ上げ量(実測値)} \\
 &+ \text{(d) 地下水ドレンくみ上げ量(実測値)} \\
 &+ \text{(e) 海側遮水壁の透水性を考慮した系外への水の移動(推定値)} \\
 &+ \text{(f) 地下水位変動への寄与量(実測水位データからの推定値)} \\
 &- \text{(b) 降雨浸透による地下水涵養(気象庁浪江観測所での降水量からの推定値)} \dots(1)
 \end{aligned}$$



## 【参考3(2)】地下水位変動への寄与量の考え方

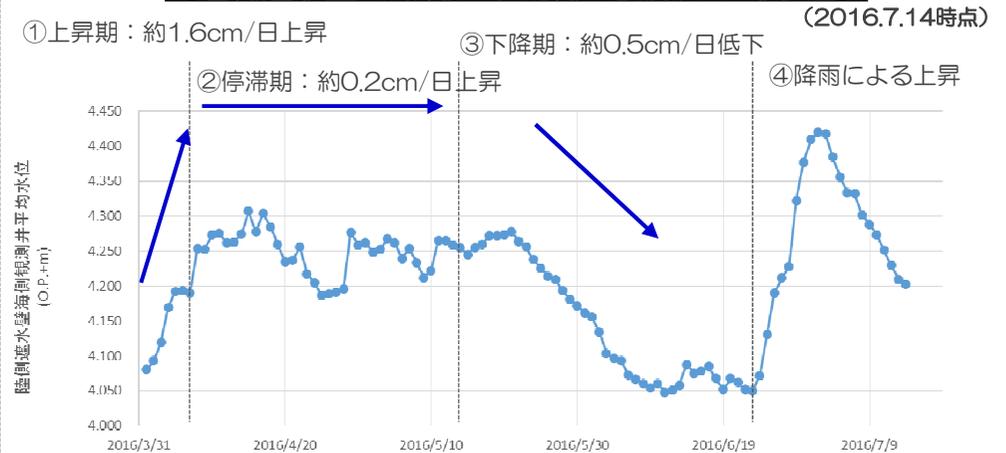
- ◆ 4m盤では、海側遮水壁近傍の地下水はウェルポイント・地下水ドレンによりくみ上げられることにより、ほぼ一定水位を維持している。
- ◆ 一方で、上流からの地下水流入および凍結初期における互層からの地下水流入、降雨浸透による涵養により、陸側遮水壁（海側）近傍の地下水位は変動する。
- ◆ 地下水位の上昇・下降に寄与した水量を陸側遮水壁（海側）下流側の観測井における地下水位の変動量と陸側遮水壁（海側）～海側遮水壁間の距離，陸側遮水壁（海側）の延長から概算した。

### 【概念図】

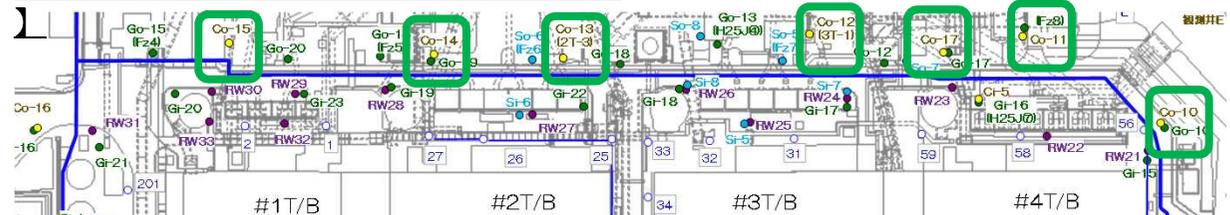


〔 陸側遮水壁（海側）～海側遮水壁間の距離：約100m 〕  
〔 陸側遮水壁（海側）の延長：約700m 〕

### 【陸側遮水壁（海側）下流側の観測井平均水位】



### 【陸側遮水壁（海側）下流側観測井位置図】



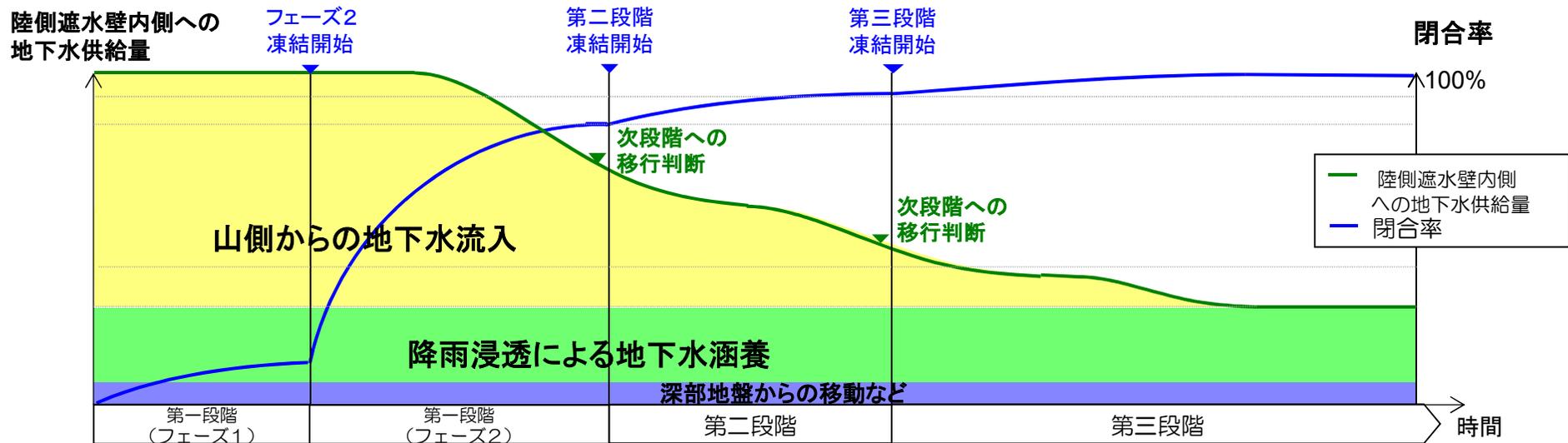
---

【参考4】 第一段階から第二段階への移行関連

## 【参考4(1)】段階的な閉合の考え方

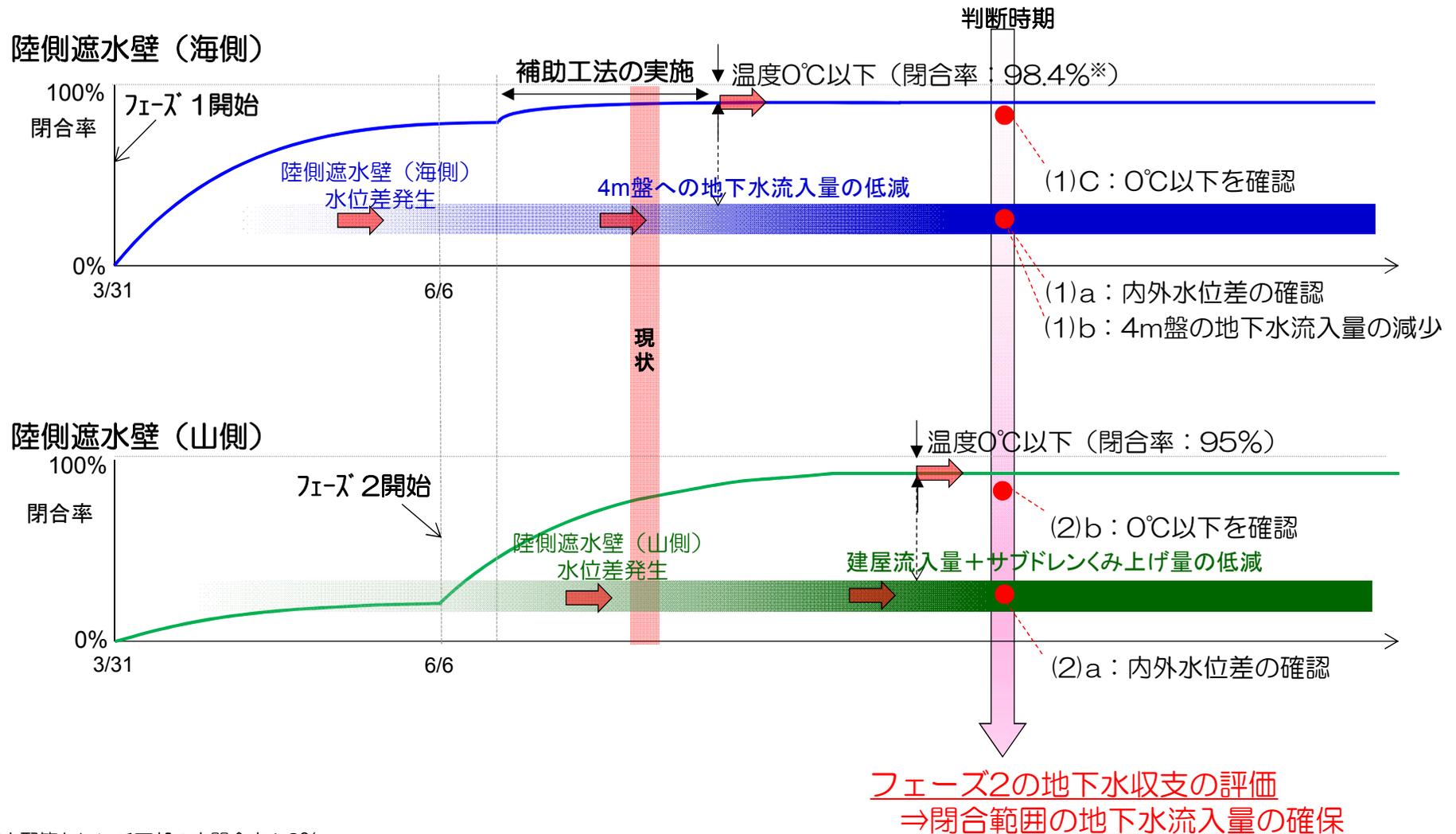
- 陸側遮水壁山側の閉合については、遮水壁閉合に伴う地下水位の急激な変化を回避する観点から、第一段階から第三段階へ段階的に閉合を進めていく。

第一段階：海側全面閉合＋山側部分閉合する段階     •••閉合率 95%以下  
 第二段階：第一段階と第三段階の間の段階             •••閉合率100%未満  
 第三段階：完全閉合する段階                             •••閉合率100%



## 【参考4(2)】 第一段階から第二段階への移行のための確認等の時期

- 閉合の進展に伴い、陸側遮水壁周辺の地下水位が変動（上流は上昇，下流は下降）し、その後、陸側遮水壁から離れた建屋周辺および4m盤の地下水位，各くみ上げ量が時間遅れを持って変動する。
- 第一段階から第二段階の移行のための確認等は下記の時期に実施する。



※海水配管トレンチ下部の未閉合率1.6%

---

【参考5】 第一段階フェーズ2の地下水挙動の解析

## 【参考5(1)】 第一段階フェーズ2の地下水挙動の定常解析

### ■ 目的

- 第一段階フェーズ2について、定常時における地下水流動解析を実施した。
- 解析結果については、今後の実測に基づく地下水収支（各種くみ上げ量・建屋への地下水流入量）の評価の参考としていく。

### ■ 定常解析条件

- 下記のパラメータの不確定性を考慮した定常解析を行う。
  - 降雨量
  - 1号機東側の凍結が遅れている箇所から4m盤への地下水流入

### 定常解析

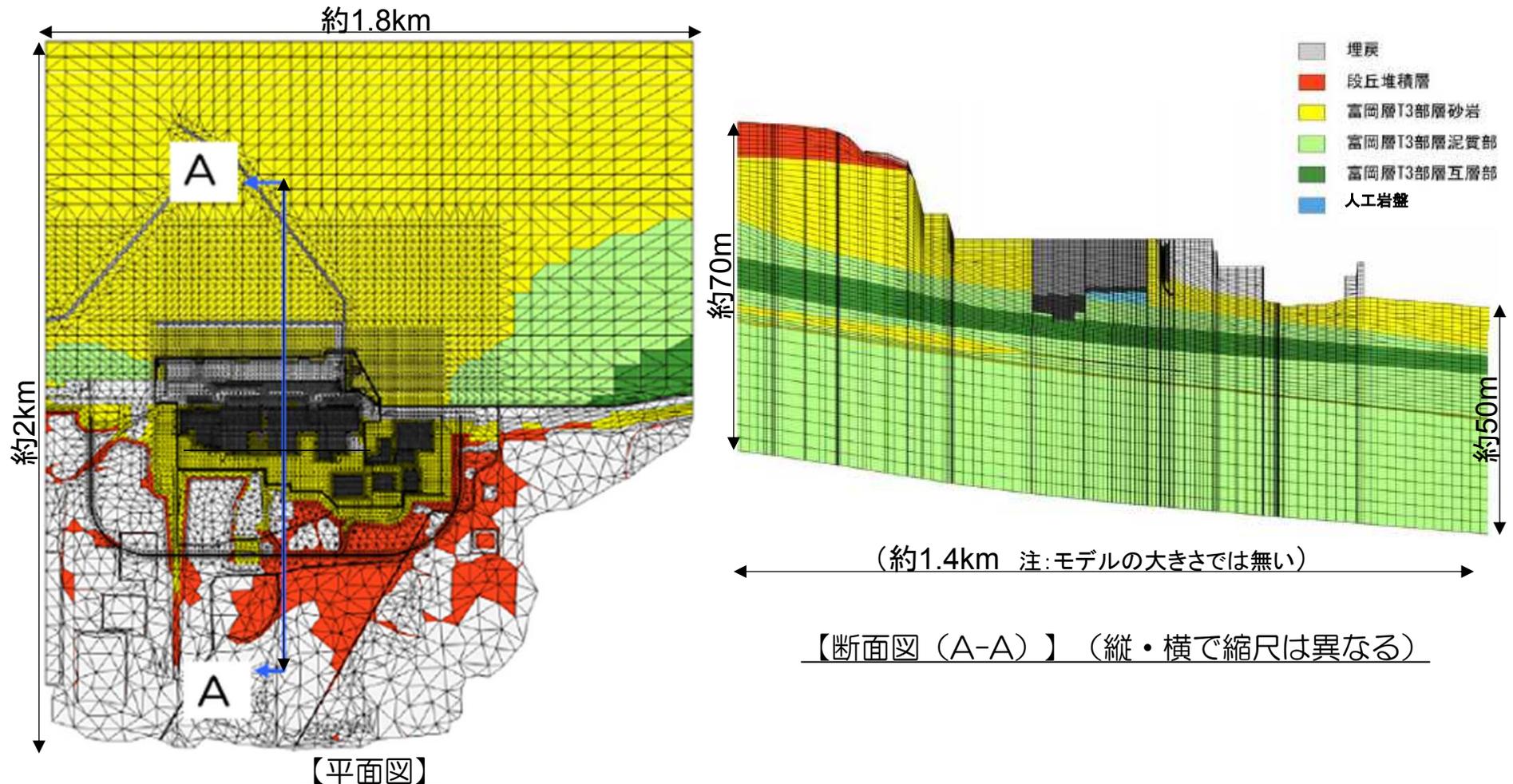
ケース	降雨※	4m盤への地下水流入
定常1	6.0mm/日	1号機東側：無し
2	2.0mm/日	
3	11.7mm/日	
4	6.0mm/日	1号機東側：有り

※：降雨量：浪江町降雨観測値（1977～2015）より  
①6～9月の日平均降雨の平均（6.0mm/日）  
② // の最小（2.0mm/日）  
③ // の最大（11.7mm/日）

- 但し、地下水挙動に影響を与え得る不確定因子（後述）について、全てを表現できてはいない。

## 【参考5(2)】 第一段階フェーズ2の地下水挙動の定常解析－解析モデル－

- 周辺の地質構造および表面地形
  - 南北：約1.8km，東西：約2km，深さ：最大70m程度※1
  - ※1：富岡層T3部層までをモデル化
- 人工構造物
  - 各建屋・逆洗弁ピット・ポンプ室・海側遮水壁 等※2
  - ※2：小規模な構造物（トレンチ類・配管類・排水路等）はモデル化していない。



【断面図 (A-A)】 (縦・横で縮尺は異なる)

## 【参考5(3)】 第一段階フェーズ2の地下水挙動の定常解析—各種物性値—

各種物性値一覧

地層区分	震災前		震災後		有効間隙率 (実流速換算時)	備考
	透水係数(cm/sec)		透水係数(cm/sec)			
地層名	水平	鉛直	水平	鉛直		
盛土	2.8E-03	2.8E-03	2.8E-03	2.8E-03	0.46	
段丘堆積物	3.0E-03	3.0E-03	3.0E-03	3.0E-03	0.41	中粒砂岩層同様
沖積層	1.0E-03	1.0E-03	1.0E-03	1.0E-03	0.41	文献値
中粒砂岩	3.0E-03	3.0E-03	3.0E-03	3.0E-03	0.41	
中粒砂岩(南側、上部)	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	0.41	
泥岩	1.1E-06	1.1E-06	1.1E-06	1.1E-06	0.54	35m盤の号測線以南範囲
中粒砂岩(南側、下部)	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	0.41	
泥岩	1.1E-06	1.1E-06	1.1E-06	1.1E-06	0.54	
互層	1.0E-03	1.1E-06	1.0E-03	1.1E-06	0.41	異方性考慮
泥岩	1.1E-06	1.1E-06	1.1E-06	1.1E-06	0.54	
細粒砂岩	2.3E-03	2.3E-03	2.3E-03	2.3E-03	0.41	
泥岩	1.1E-06	1.1E-06	1.1E-06	1.1E-06	0.54	
粗粒砂岩	2.0E-03	2.0E-03	2.0E-03	2.0E-03	0.41	
泥岩	1.1E-06	1.1E-06	1.1E-06	1.1E-06	0.54	
建屋基礎およびMMR	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	0.30	コンクリート相当
建屋側壁	1.0E-06	1.0E-06	5.0E-06	5.0E-06	0.30	感度解析から設定 <sup>※1</sup>
既設矢板	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-04	1.0E-04	0.30	感度解析から設定、施工幅0.8m <sup>※2</sup>
ポンプ室およびピット	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	0.30	コンクリート相当
4m盤グラウチング	—	—	3.0E-05	3.0E-05	0.30	中粒砂岩層の1/100相当、施工幅2m
砕石	—	—	1.0E-01	1.0E-01	0.41	埋立部
鋼管矢板	—	—	1.0E-06	1.0E-06	0.30	海側バウンダリ、施工幅2m
陸側遮水壁	—	—	0.0E+00	0.0E+00	—	施工幅2m

※1: 建屋への流入量が400m<sup>3</sup>/日を再現できる透水係数

※2: 地下水位(C-3, C-4, C-5)が再現できる透水係数

沖積層の透水係数については実測データがないため、日本の地盤を対象とした地下水データベース(梅田浩司, 柳澤孝一, 米田茂夫(1995): 日本の地盤を対象とした透水係数データベースの作成, 地下水学会誌, 第37巻, 第1号, 1995)の第四紀更新世(平均値: 1.2E-03 cm/sec)と第四紀完新世(平均値: 5.6E-04 cm/sec)の透水係数の平均値(8.1E-4 cm/sec)から1E-3(cm/sec)と設定した。

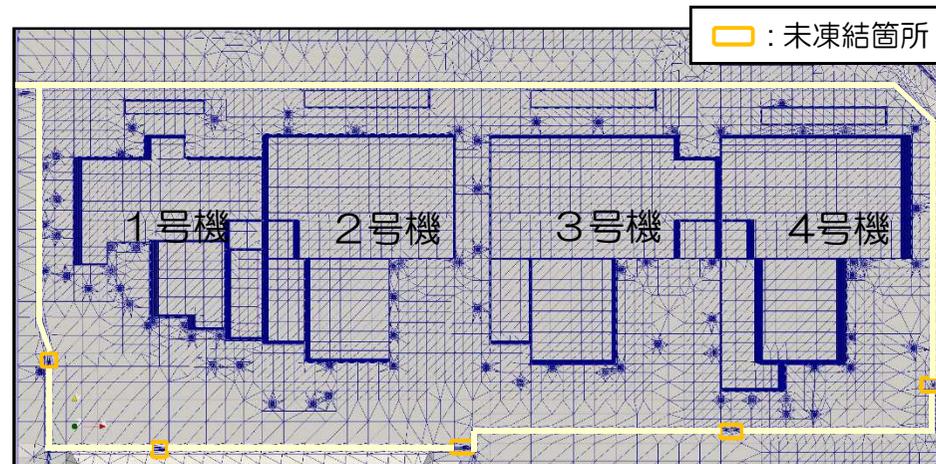
# 【参考5(4)】 第一段階フェーズ2の地下水挙動の定常解析－解析条件－

解析条件一覧表

エリア	解析条件項目	設定事項
4m盤	海側遮水壁（鋼管）	閉合
	地盤改良	海側のみ
	揚水工（ウェルポイント）	O.P.+3.4m
	地下水ドレン	O.P.+3.4m
	フェーシング	100%
4～10m盤	フェーシング	0%
10m盤 （陸側遮水壁内）	フェーシング	0%
	1～4号建屋水位	O.P.+3.0m
	サブドレン	O.P.+4.0m
	陸側遮水壁	下図に示す状態で設定※1
	注水井からの注水	無
35m盤	地下水バイパス	稼働
共通	降雨浸透率※2	55%

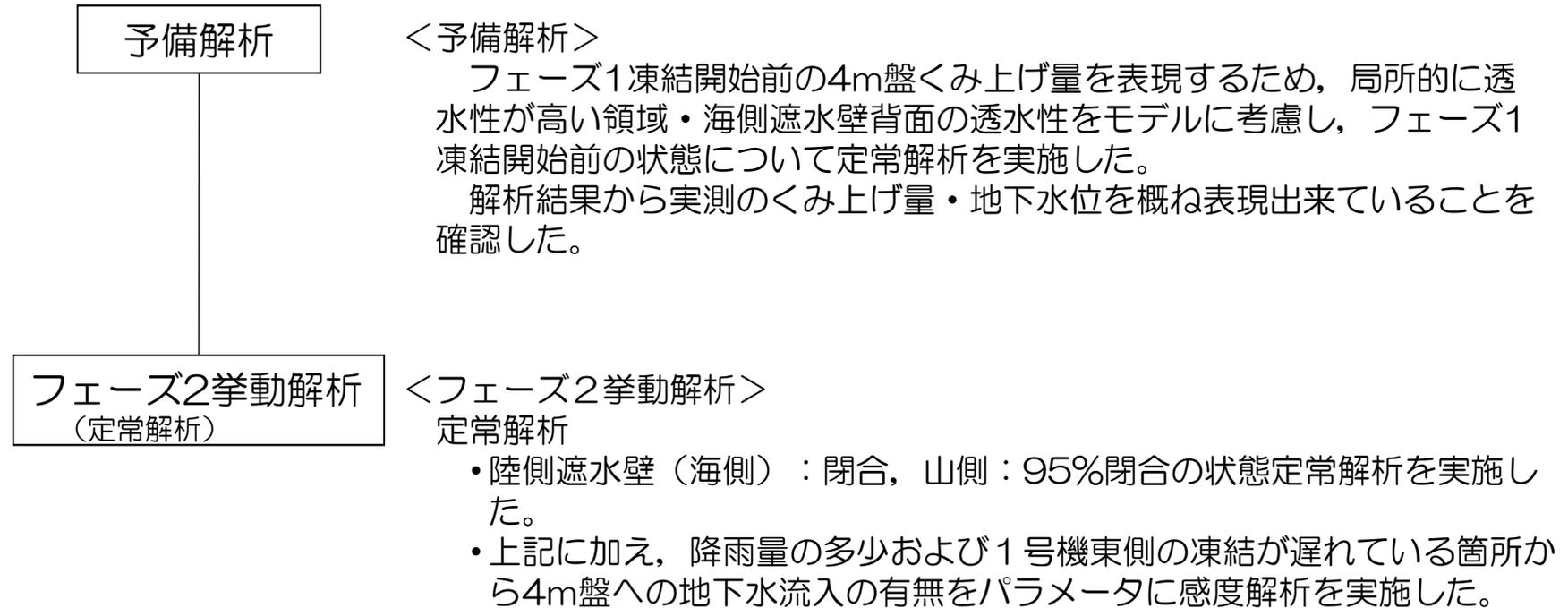
※1：1～4号機の海水配管トレンチ下の未凍結範囲をモデルに設定

※2：降雨浸透率は、汚染水処理対策委員会報告と同一に設定



フェーズ2閉合（95%）完了時  
（未凍結箇所数は5箇所（実際は7箇所））

## 【参考5(5)】 第一段階フェーズ2の地下水挙動の定常解析—解析手順—

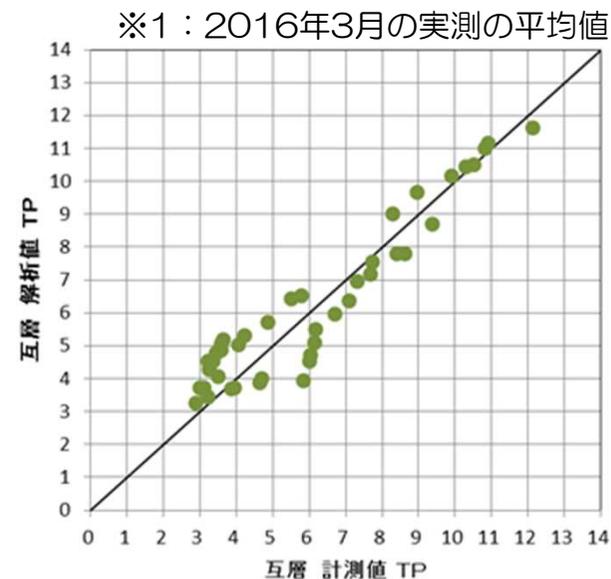
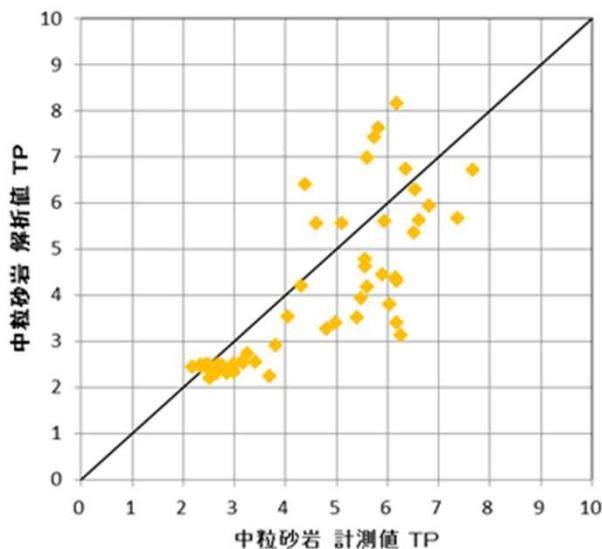


【参考5(6)】 第一段階フェーズ2の地下水挙動の定常解析  
 — 予備解析（第一段階フェーズ1凍結開始前） —

- フェーズ1開始前の状況について解析を実施した。
- 建屋への地下水流入量および各くみ上げ量，地下水位・水頭は，概ね再現できている。

実測値と解析値の比較（流入量・くみ上げ量）

	実測値(m <sup>3</sup> /日) <sup>※1</sup>	解析値(m <sup>3</sup> /日)
建屋への地下水流入量	187	120
サブドレンくみ上げ量	387	510
上記10m盤計	564	630
4m盤くみ上げ量	267	220

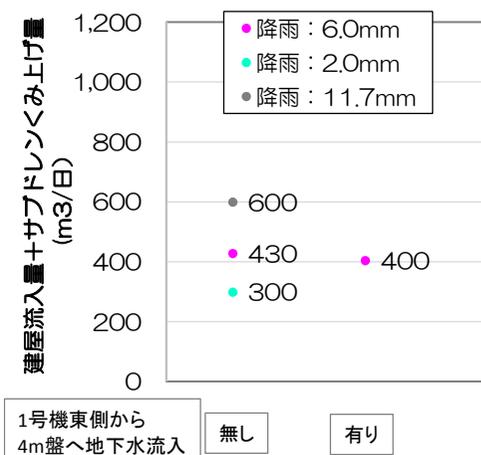
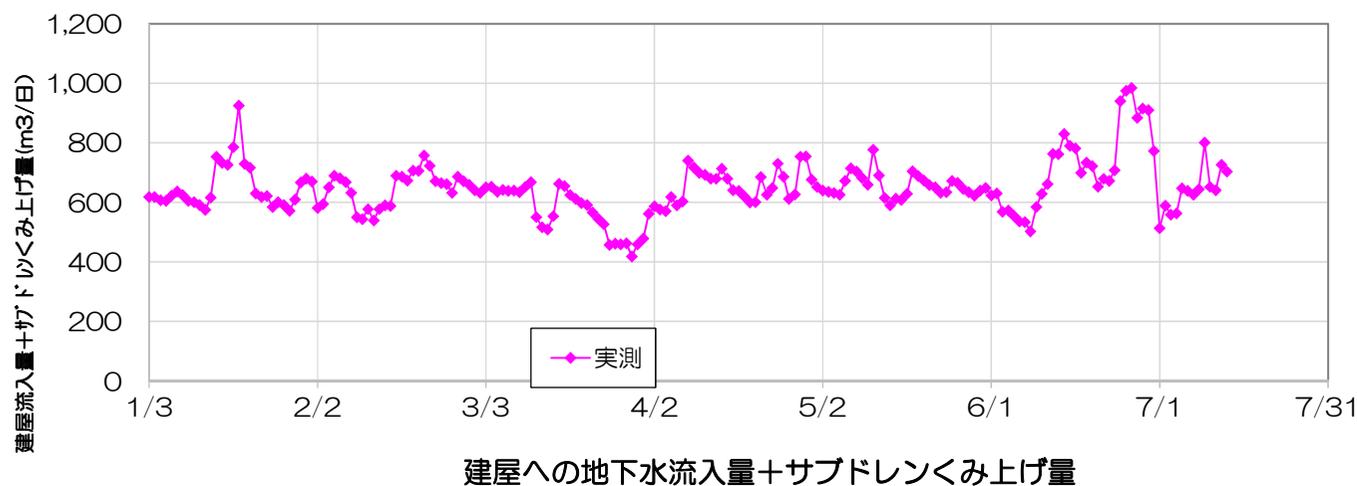
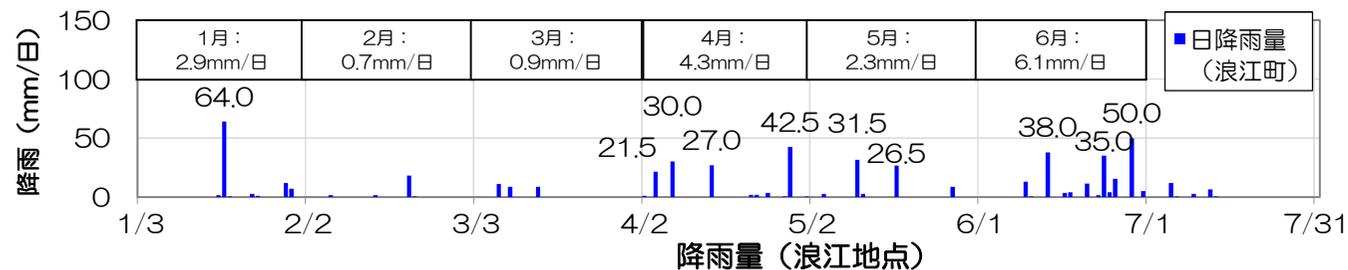


※2：3/31の実測データ  
 実測値<sup>※2</sup>と解析値の比較（地下水位・水頭）

## 【参考5(7)】 第一段階フェーズ2の地下水挙動の定常解析結果

### ー 建屋周辺への地下水流入量（建屋への地下水流入量+サブドレンくみ上げ量） ー

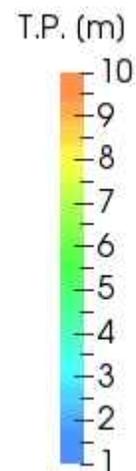
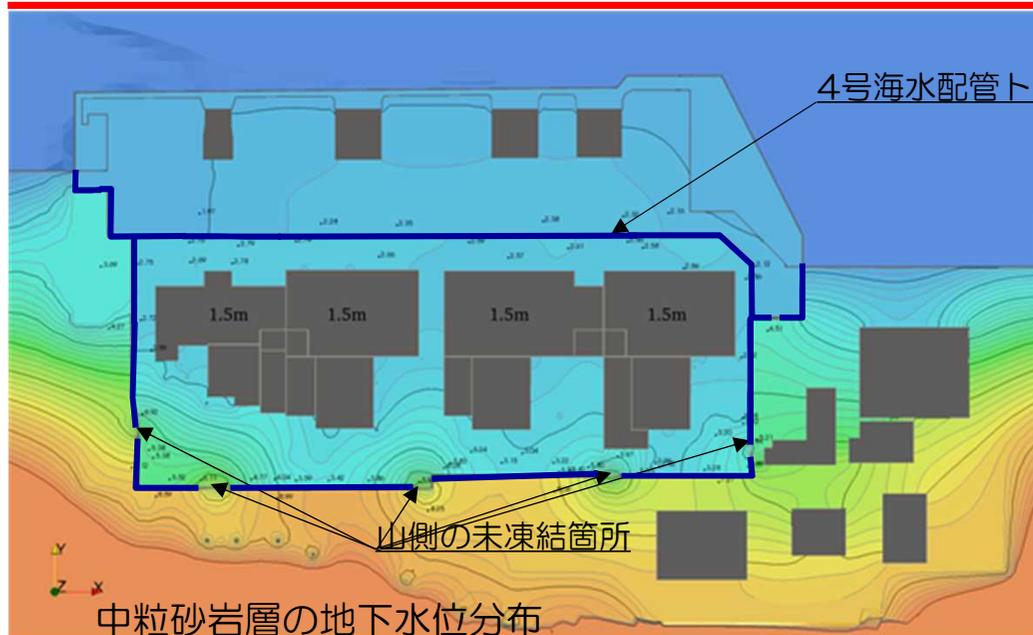
- 「第一段階フェーズ2」の定常状態における解析結果を以下に示す。
- 「建屋への地下水流入量+サブドレンくみ上げ量」は、現状の500~1000m<sup>3</sup>/日に対し、フェーズ2の定常状態では430m<sup>3</sup>/日となった。また、降雨の多少により300~600m<sup>3</sup>/日となる結果となった。
- 1号機東側の凍結が遅れている箇所から4m盤への地下水流入が継続した場合、約30m<sup>3</sup>/日程度の影響が生じた。
- 以上の結果について、今後の地下水収支の評価において参考としていく。



1号機東側から4m盤へ地下水流入  無し  有り

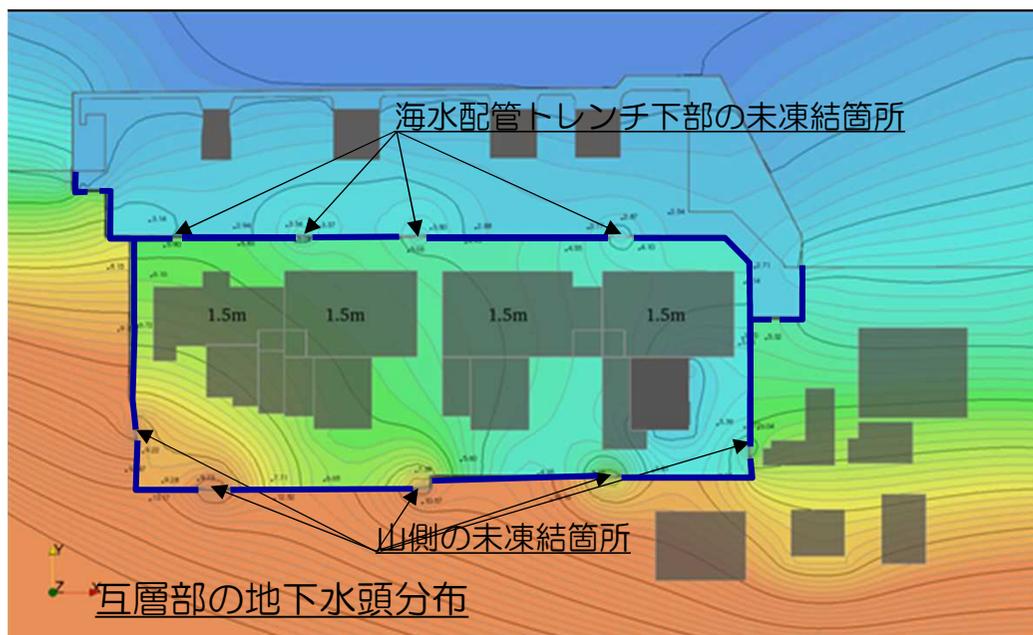
第一段階フェーズ2の定常解析結果

【参考5(8)】 フェーズ2の定常解析結果—中粒砂岩層の水位分布・互層部の水頭分布（降雨：6mm/日）—



■ 山側の未凍結箇所からの地下水流入を主要な要因として、陸側遮水壁閉合範囲内の水位・水頭の分布は、以下のような偏りが生じる結果となった。

- 中粒砂岩層の地下水位：
  - T.P.+2~6m程度
- 互層部の地下水頭
  - T.P.+2~9m程度



## 【参考5(9)】地下水挙動に影響を与え得る不確定因子

- 今回の検討においては考慮していないが、地下水挙動に影響を与え得る不確定因子は、例えば以下が挙げられる。
  - 定常・非定常挙動共に影響
    - 実際の降雨（短期間の多量の降雨，無降雨期間 等）
    - フェーズ2の実際の凍結状況（閉合率・凍結進展が遅い箇所・補助工法実施による凍結促進範囲 等）
    - 今後の建屋水位およびサブドレンの設定水位の変化
    - 今後のサブドレンの運転状況の変化
    - 小規模な地下構造物（今回は大規模なもの（各建屋・逆洗弁ピット・ポンプ室・海側遮水壁）をモデル化）
    - 地盤の局所的な透水性（今回考慮したものを除く）
    - 降雨浸透率（局所性 等）
    - 建屋への地下水流入箇所（今回は一律の透水係数としてモデル化）
    - 雨水浸透対策・排水整備の進展
    - 建屋屋根への降雨の流下先
    - 今後の地下水バイパスの運転状況の変化
  - 非定常挙動にのみ影響
    - 初期状態の設定
    - 凍結に伴う地盤の透水性の変化の時間依存
    - 比貯留係数・地盤空隙率
    - 補助工法実施進捗および実施による凍結促進の時間依存

## 【参考5(10)】 フェーズ2凍結開始以降の地下水挙動の解析 まとめ

---

- 第一段階フェーズ2について、定常時における地下水流動解析を実施した。
- 解析結果については、今後の実測に基づく地下水収支（各種くみ上げ量・建屋への地下水流入量）の評価において参考としていく。
- 非定常挙動については『試解析』を実施し、次頁以降で示す。

## 【参考5(添付1)】 第一段階フェーズ2の非定常挙動の試解析

### ■ 目的

- 第一段階フェーズ1凍結開始前を表現したモデルを用いて、フェーズ2凍結開始後の非定常挙動についての試解析を実施した。
- なお、非定常解析は、定常解析よりも多くの仮定（例えば下記）を設定せざるを得ないため、限定された条件下での試解析という位置づけで実施した。
  - 今回の非定常解析における主な仮定条件
    - ・ 初期状態の設定
    - ・ 凍結に伴う地盤の透水係数の時間依存
    - ・ 補助工法実施による凍結促進の時間依存

### ■ 解析内容

- 非定常解析
  - 第一段階フェーズ2凍結開始以降の地下水挙動について、非定常解析を行った。

#### 非定常解析

ケース	初期水位	解析期間	降雨※	4m盤への地下水流入
非定常	フェーズ2開始前の凍結状況反映	4ヶ月 (95%閉合2ヶ月 +2ヶ月)	6.0mm/日	1号機東側：無し

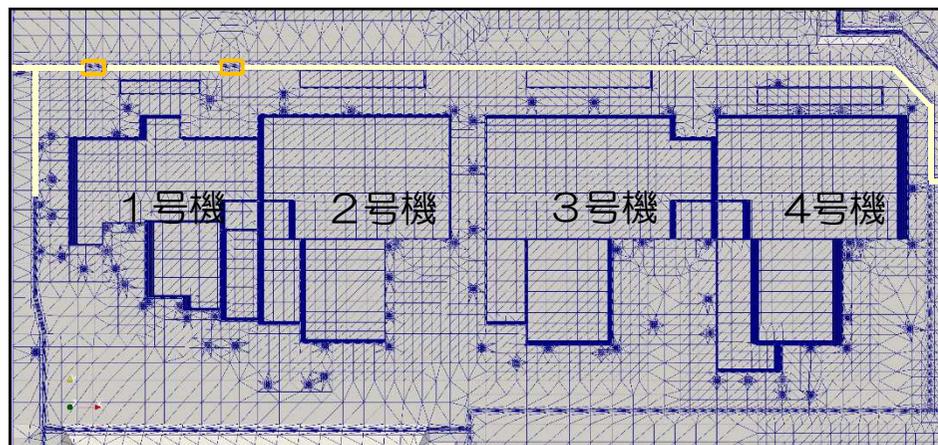
# 【参考5(添付2)】 第一段階フェーズ2の非定常挙動の試解析－解析条件－

解析条件一覧表

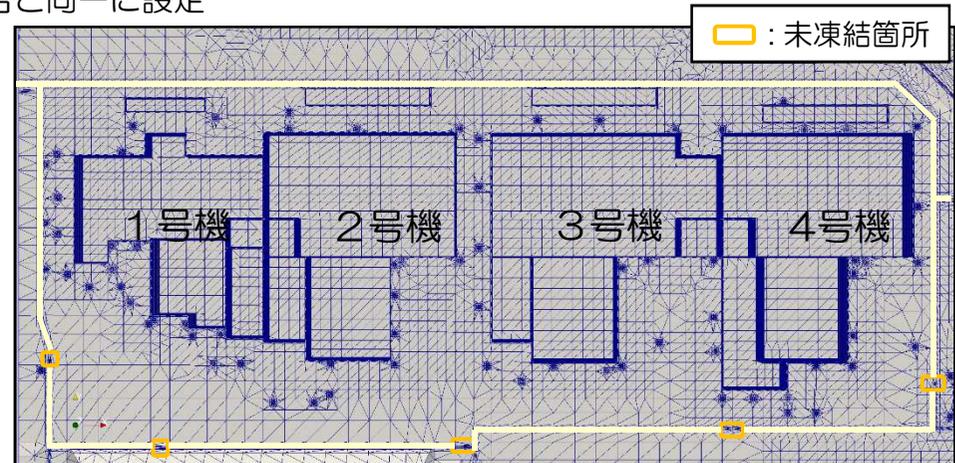
エリア	解析条件項目	設定事項
4m盤	海側遮水壁（鋼管）	閉合
	地盤改良	海側のみ
	揚水工（ウェルポイント）	O.P.+3.4m
	地下水ドレン	O.P.+3.4m
	フェーシング	100%
4～10m盤	フェーシング	0%
10m盤 (陸側遮水壁内)	フェーシング	0%
	1～4号建屋水位	O.P.+3.0m
	サブドレン	O.P.+4.0m
	陸側遮水壁	下図に示す2つの状態で設定※1
	注水井からの注水	無
35m盤	地下水バイパス	稼働
共通	降雨浸透率※2	55%

※1：1～4号機の海水配管トレンチ下の未凍結範囲をモデルに設定

※2：降雨浸透率は、汚染水処理対策委員会報告と同一に設定



フェーズ2閉合開始前（初期条件）



フェーズ2閉合（95%）完了時  
(未凍結箇所数は5箇所（実際は7箇所）)

陸側遮水壁の2つの解析状態図

## 【参考5(添付3)】 第一段階フェーズ2の非定常挙動の試解析－解析手順－

予備解析

### <予備解析>

フェーズ1凍結開始前の4m盤くみ上げ量を表現するため、局所的に透水性が高い領域・海側遮水壁背面の透水性をモデルに考慮し、フェーズ1凍結開始前の状態について定常解析を実施した。

解析結果から実測のくみ上げ量・地下水位・地下水頭を、概ね表現出来ていることを確認した。

フェーズ2挙動解析

- (1) 初期条件設定
- (2) 非定常解析
- (3) 感度分析（定常解析）

### <フェーズ2挙動解析>

#### (1)初期条件設定

予備解析のモデルを用いて、陸側遮水壁（海側）を閉合した状態（フェーズ1で凍結進展が遅かった箇所を除く）を定常解析したものを初期条件として設定。

#### [課題]

●互層部の水頭低下と同時期中粒砂岩層の水位上昇をモデルに反映できない事などから、初期状態（フェーズ2凍結開始前）の設定に十分に表現できないこと

#### (2)非定常解析

（仮定1）陸側遮水壁（山側）については、経時的に透水係数を変化させることで凍結進展過程をモデル化。

#### 【透水係数の変化条件】

- フェーズ2開始時点・・・地盤条件に即した透水係数
- フェーズ2開始から2か月後・・・透水係数0cm/s
- フェーズ2開始から2か月の間は、透水係数が直線的に変化

（仮定2）陸側遮水壁（海側）の凍結が遅かった箇所は、補助工法実施に伴って、経時的に透水係数を変化させることで補助工法実施に伴う凍結進展過程をモデル化。

#### 【透水係数の変化条件】

- フェーズ2開始時点・・・地盤条件に即した透水係数
- フェーズ2開始から1か月後・・・透水係数0cm/s
- フェーズ2開始から1か月の間は、透水係数が直線的に変化

#### [課題]

●上記仮定1・2において、凍結に伴う透水性の時間依存が明確となっておらず、反映できないこと

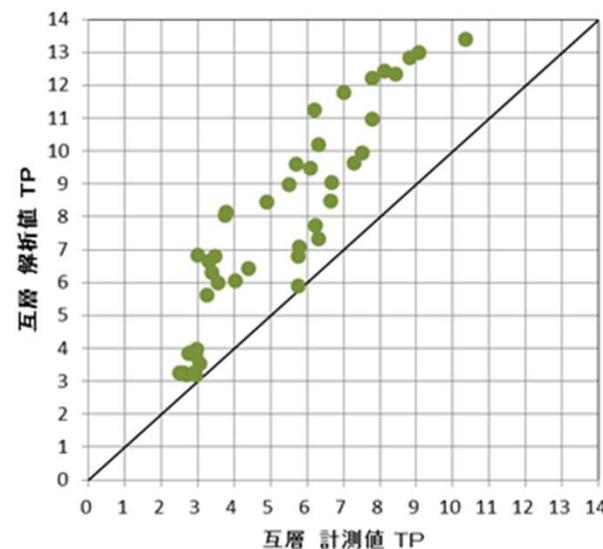
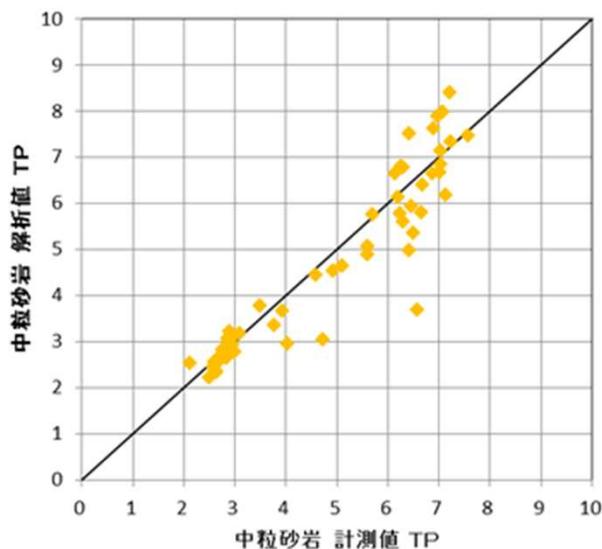
## 【参考5(添付4)】 第一段階フェーズ2の非定常挙動の試解析—初期条件の設定—

- フェーズ1凍結開始前を表現したモデルを用いて、陸側遮水壁（海側・北側一部）（フェーズ1で凍結進展が遅かった箇所を除く）をモデル化してフェーズ2開始時点の定常解析を行った。
- 建屋への地下水流入量および各くみ上げ量，地下水位・水頭は，概ね再現できている。
- なお，本モデルではフェーズ1凍結時に見られた「互層部の水頭低下と同時期中粒砂岩層の水位上昇」の現象を反映出来ないため，互層部の実測の水頭が解析値よりも全体に低く，中粒砂岩層の実測の水位が解析値よりも高い傾向を示していると考えられる。

実測値と解析値の比較（流入量・くみ上げ量）

	実測値(m <sup>3</sup> /日) <sup>※1</sup>	解析値(m <sup>3</sup> /日)
建屋への地下水流入量	192	140
サブドレンくみ上げ量	463	600
上記10m盤計	670	740
4m盤くみ上げ量	352	250

※1：2016年5月の実測の平均値

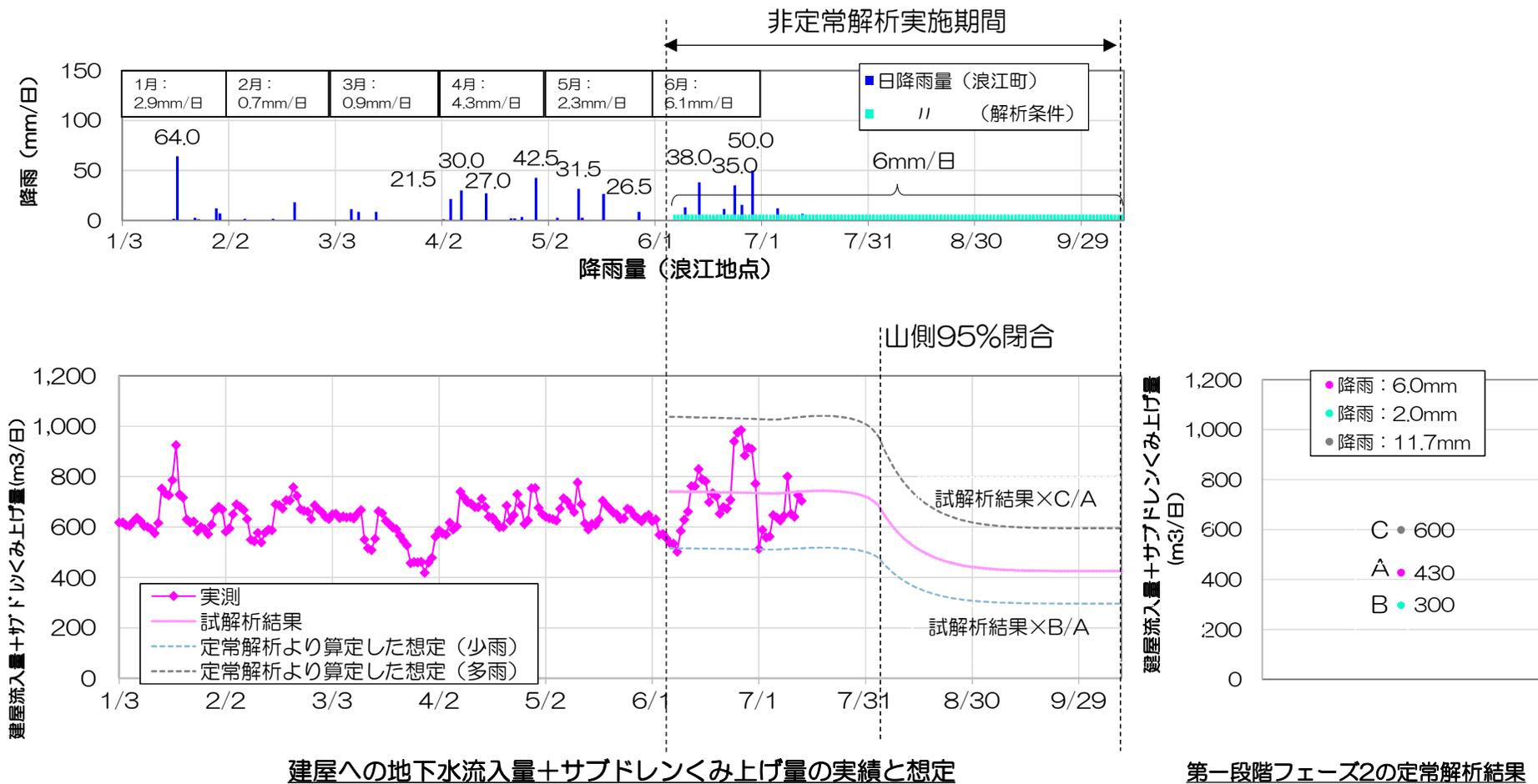


実測値<sup>※2</sup>と解析値の比較（地下水位・水頭）

※2：6/6の実測値

【参考5(添付5) 第一段階フェーズ2の非定常挙動の試解析結果  
 — 建屋への地下水流入量+サブドレンくみ上げ量 —

- フェーズ1凍結開始前を表現したモデルによる「第一段階フェーズ2」の非定常挙動の試解析結果を示す。
- 現状，フェーズ2閉合の途中であり，今後の地下水収支の評価において参考としていく。



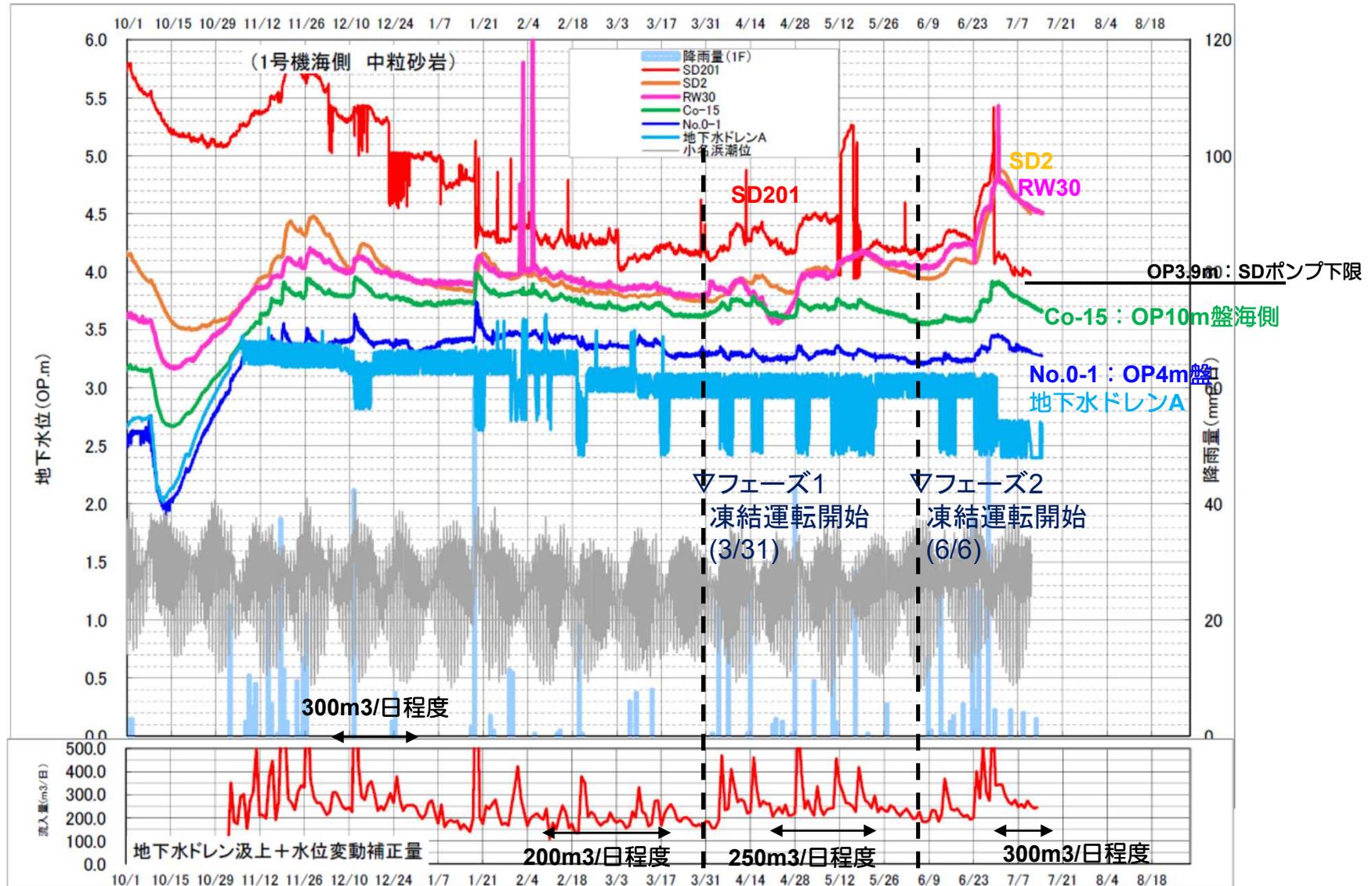
【参考】 定常状態

---

【参考6】 その他

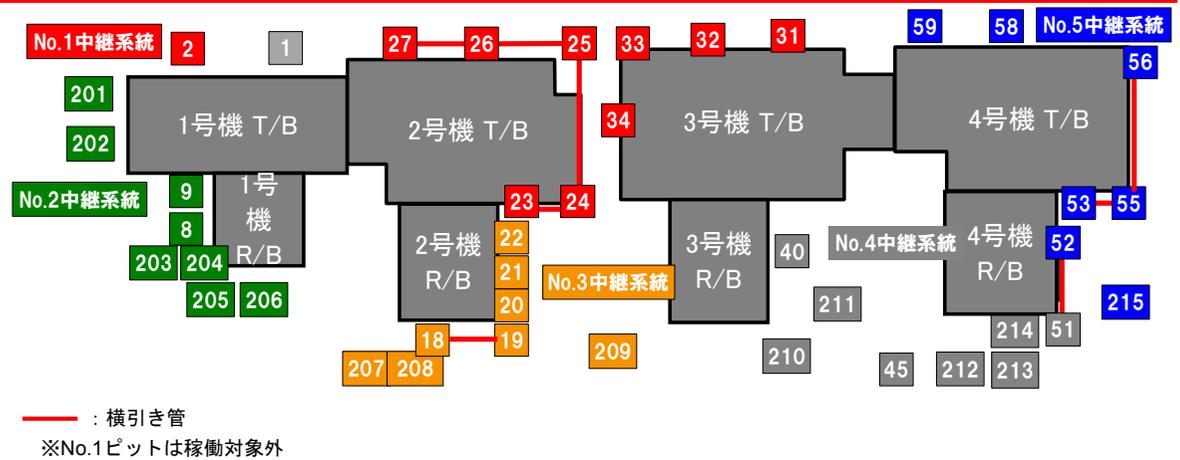
## 【参考6(1)】地下水ドレン稼働水位の低下について（例；1号機海側）

- 地下水ドレンの稼働水位は，地下水位が上昇し，海側遮水壁から越流することを防止するために，降雨時には稼働水位を低下させることで，周辺水位を維持している。



## 【参考6(2)】 中継タンク系統と各くみ上げ量の推移

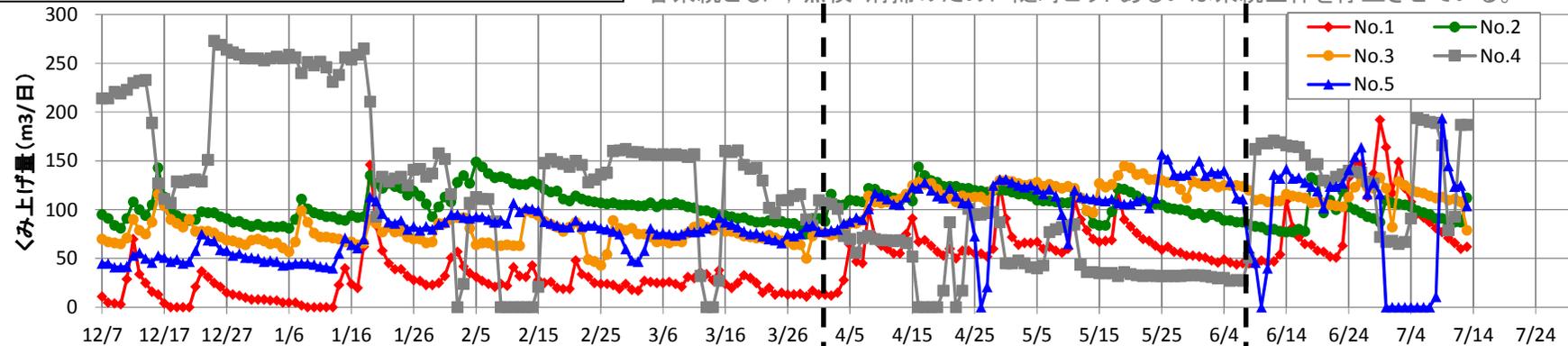
- 陸側遮水壁（海側）の閉合の影響を受けて、建屋海側サブドレン（No.1・5系統）のくみ上げ量が増加するものと想定される。
- 今後、陸側遮水壁（山側）の閉合の影響により、サブドレンくみ上げ量は全体的に減少するものと想定される。
- 上記を踏まえ、系統のくみ上げ量について降雨影響を考慮した分析を実施し、次頁以降に示す。
- なお、評価期間はサブドレン稼働下限水位の設定がT.P.+2.5~3mとなっている1月14日以降とし、メンテナンス等で系統が一時停止している期間は除外（ただし少数のピットの短期間停止は含む）して評価した。



▽フェーズ1開始3/31

▽フェーズ2開始6/6

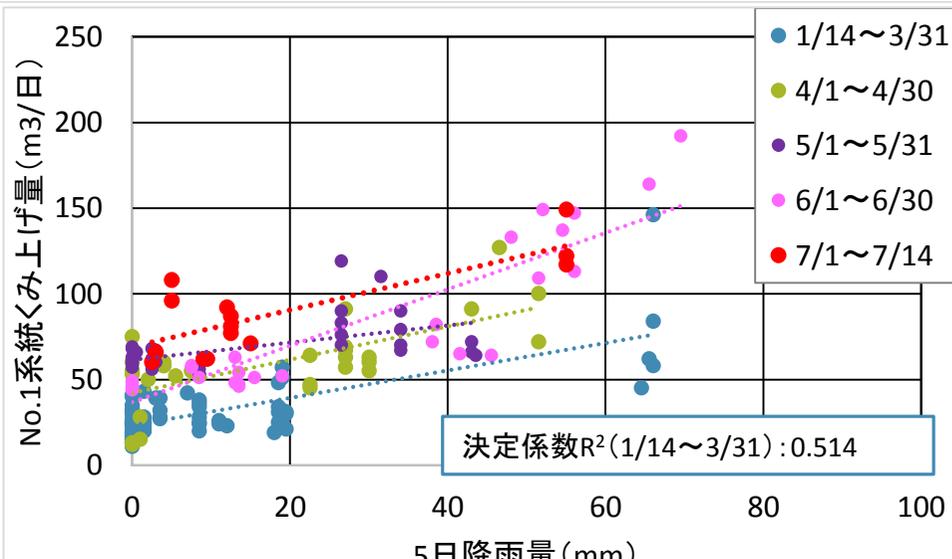
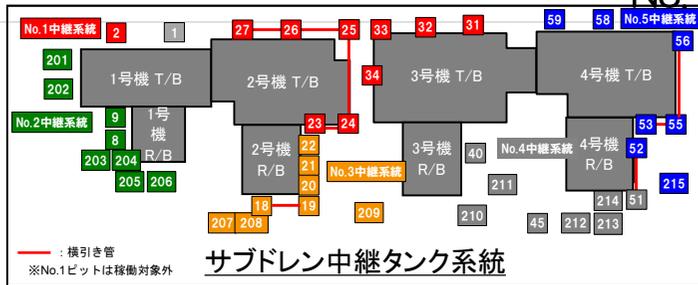
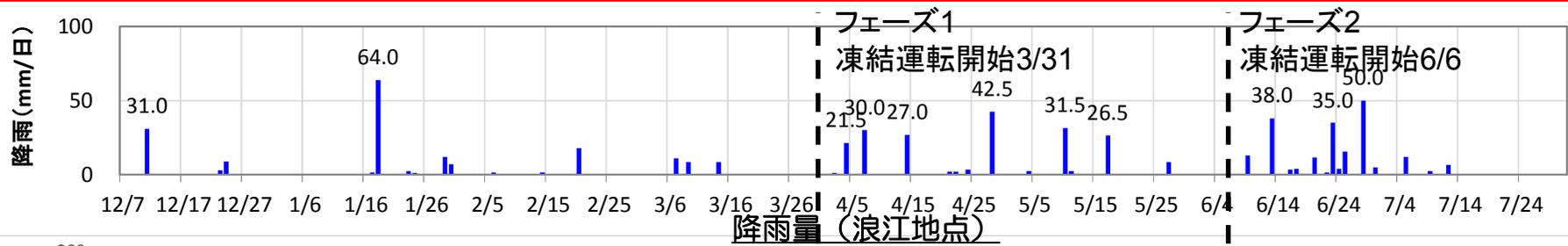
各系統ともに、点検・清掃のために随時ピットあるいは系統全体を停止させている。



サブドレン各中継タンク系統毎のくみ上げ量の推移



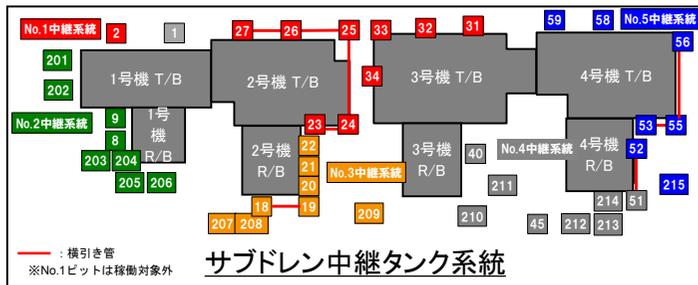
# 【参考6(3)】サブドレンNo.1中継タンク系統くみ上げ量の分析



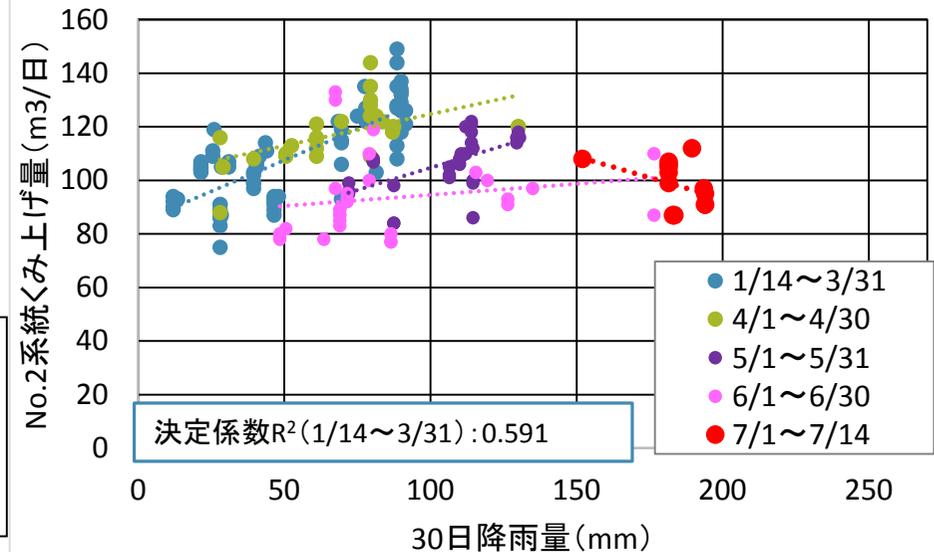
- くみ上げ量と降雨量の相関を分析し、最も決定係数の大きい前日までの5日降雨量で評価した。
- 凍結運転開始（3/31）以降、くみ上げ量が増加していたが、更に、最近、くみ上げ量が増えている状況が確認出来る。
- この現象から、凍結運転開始後当初の中粒砂岩層の水位上昇によってくみ上げ量が多い状況が継続していたが、更に、陸側遮水壁（海側）の遮水性発現によりくみ上げ量が増加したと考えられる。

	前日までの降雨量を用いた系統毎のサブドレンくみ上げ量の回帰（線形）に関する決定係数												
	1日	2日	3日	5日	7日	10日	15日	20日	25日	30日	40日	50日	60日
No.1系統	0.421	0.474	0.496	0.514	0.473	0.387	0.330	0.213	0.154	0.166	0.178	0.099	0.074

# 【参考6(4)】サブドレンNo.2中継タンク系統くみ上げ量の分析

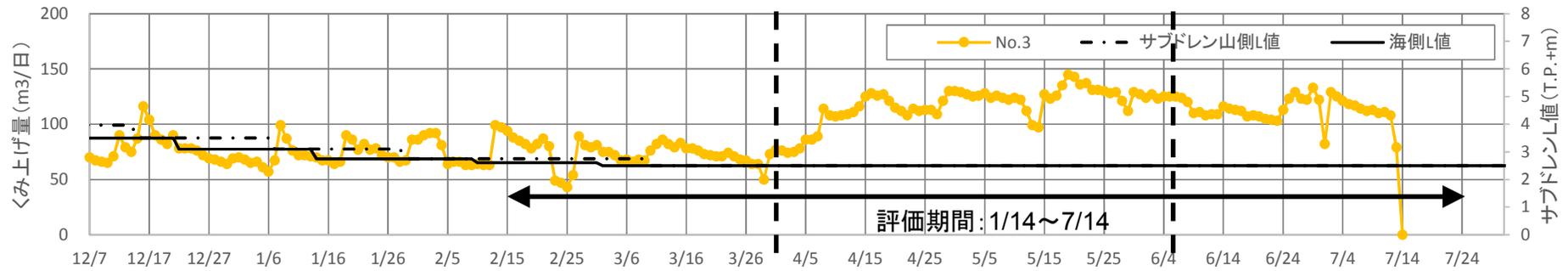
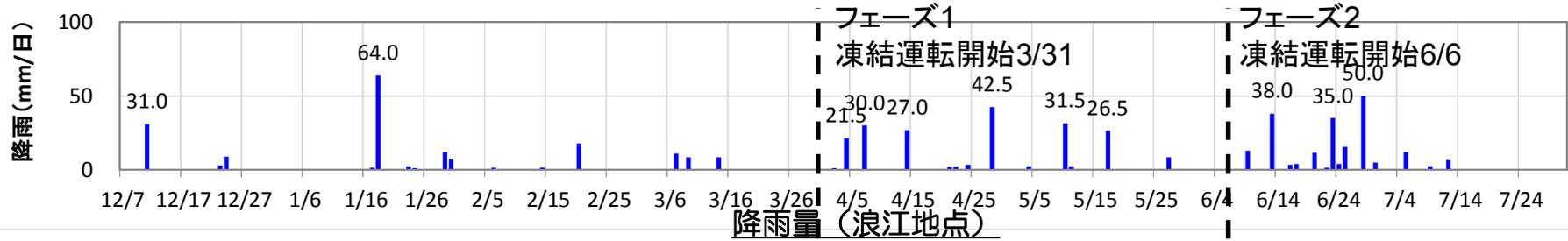


- くみ上げ量と降雨量の相関を分析し、最も決定係数の大きい前日までの30日降雨量で評価した
- 凍結運転開始 (3/31) 後、しばらくの間はくみ上げ量が変化しない状況が続いていたが、6月、7月とくみ上げ量が低減している状況が見られる。

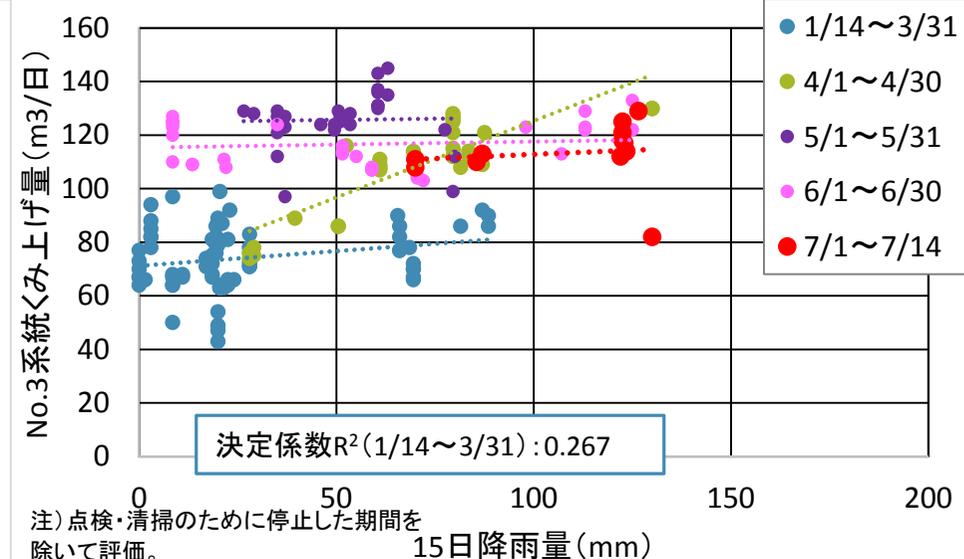
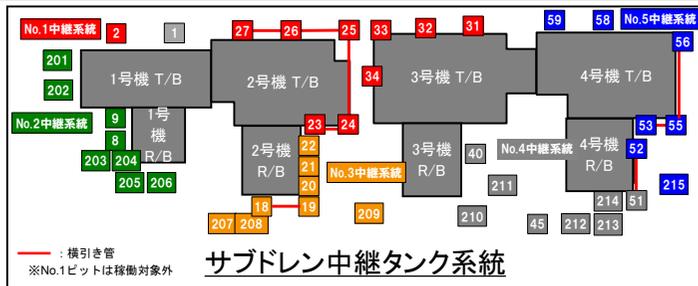


	前日までの降雨量を用いた系統毎のサブドレンくみ上げ量の回帰 (線形) に関する決定係数												
	1日	2日	3日	5日	7日	10日	15日	20日	25日	30日	40日	50日	60日
No.2系統	0.022	0.057	0.076	0.138	0.150	0.166	0.154	0.327	0.452	0.591	0.454	0.382	0.229

# 【参考6(5)】サブドレンNo.3中継タンク系統くみ上げ量の分析



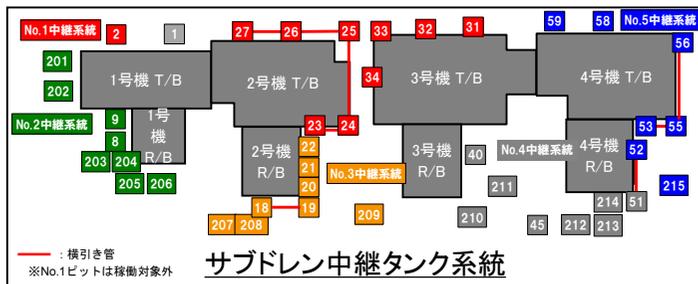
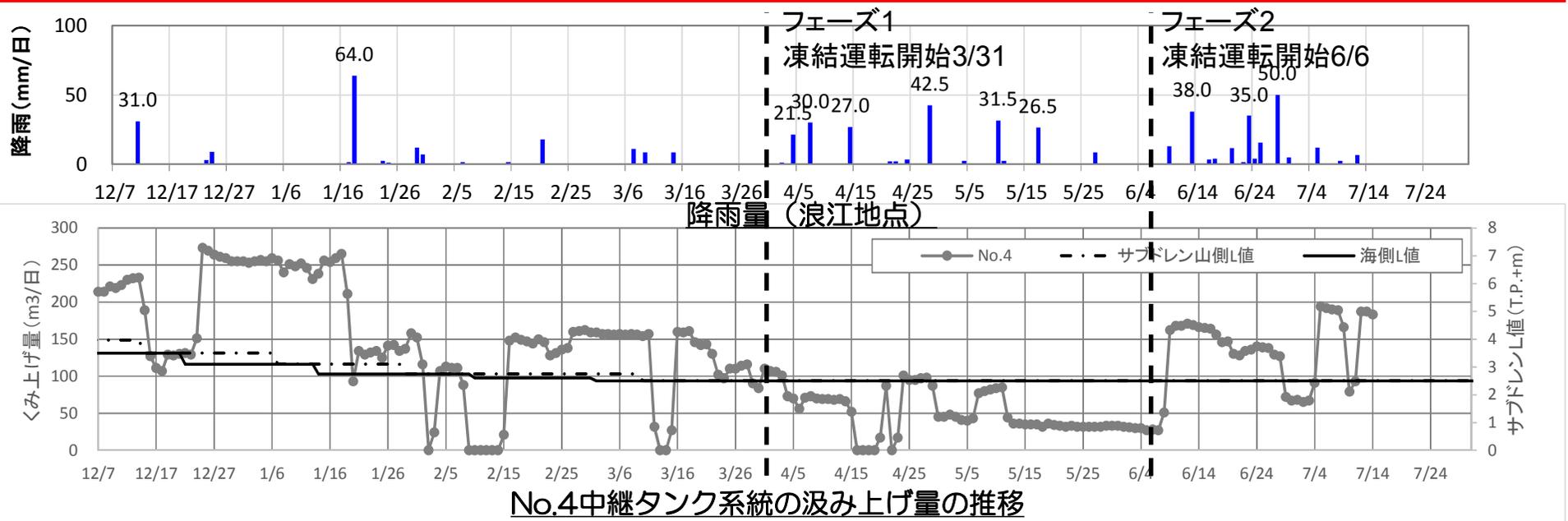
No.3中継タンク系統の汲み上げ量の推移



- ◆ くみ上げ量と降雨量の相関を分析し、最も決定係数の大きい前日までの15日降雨量で評価した
- ◆ 凍結運転開始（3/31）以降、くみ上げ量が増加している状況が確認出来る。

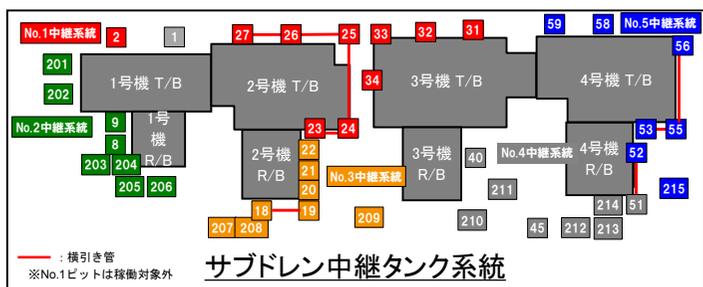
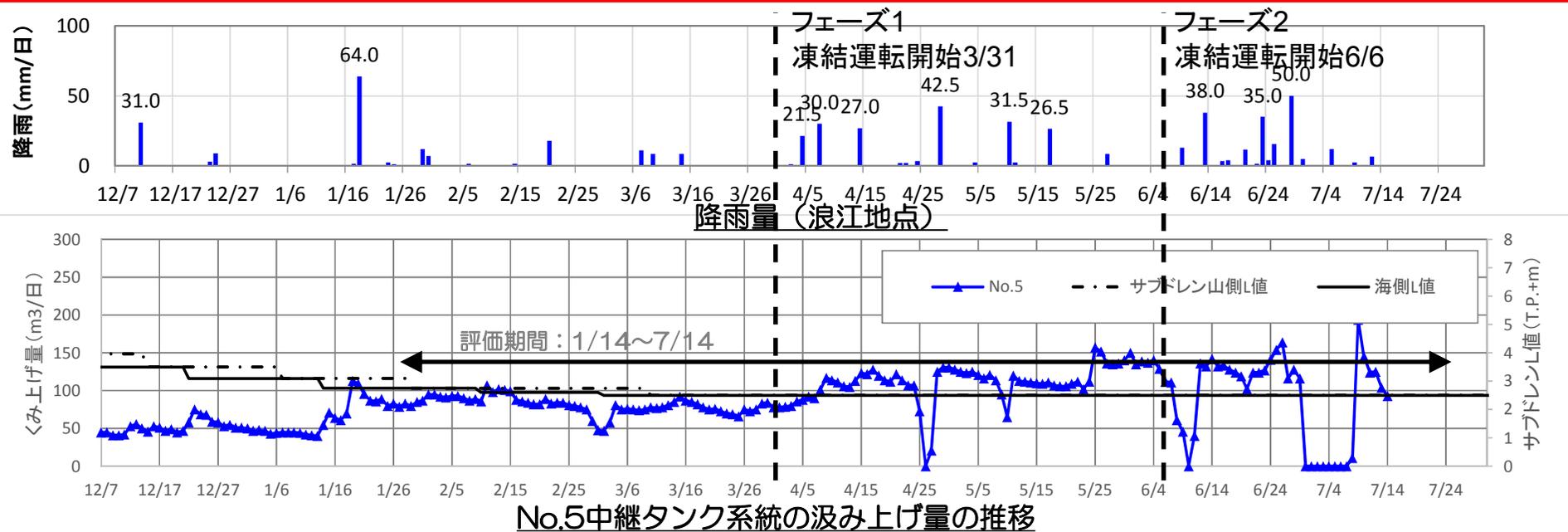
No.3系統	前日までの降雨量を用いた系統毎のサブドレンくみ上げ量の回帰(線形)に関する決定係数												
	1日	2日	3日	5日	7日	10日	15日	20日	25日	30日	40日	50日	60日
	0.050	0.090	0.105	0.170	0.178	0.199	0.267	0.178	0.077	0.137	0.076	0.013	0.036

## 【参考6(6)】 サブドレンNo.4中継タンク系統のくみ上げ量

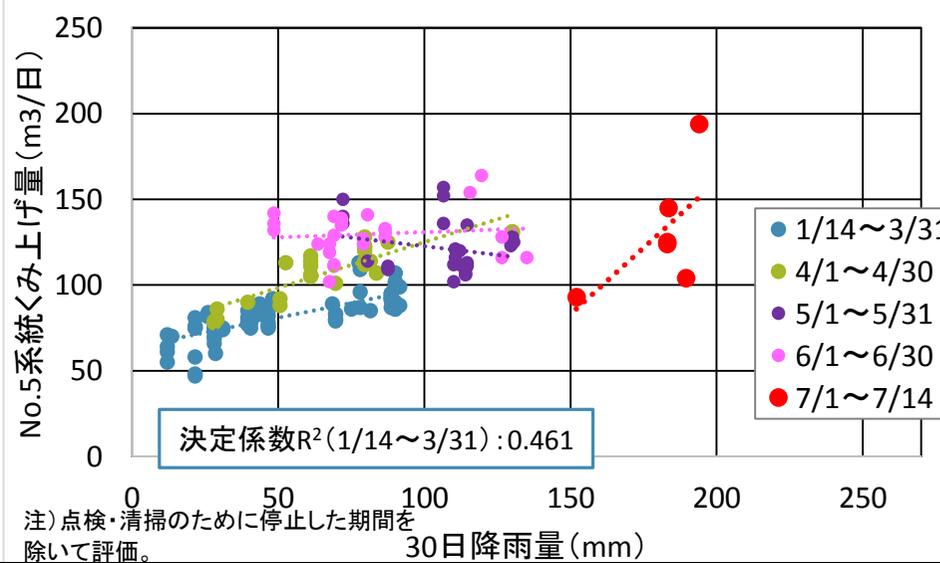


■ No.4系統は、点検・清掃やくみ上げ量調整などの影響を受けている。

# 【参考6(7)】サブドレンNo.5中継タンク系統くみ上げ量の分析



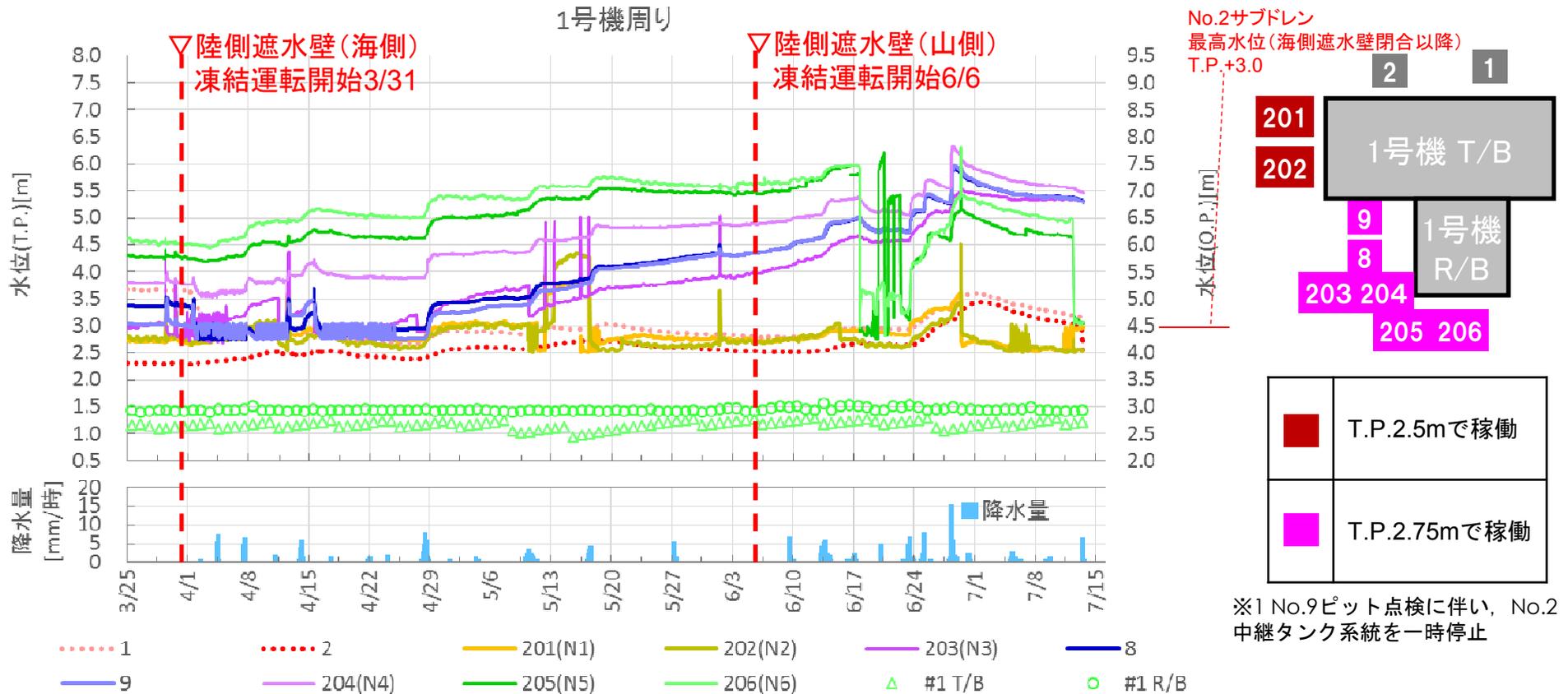
- ◆ くみ上げ量と降雨量の相関を分析し、最も決定係数の大きい前日までの30日降雨量で評価した
- ◆ 凍結運転開始 (3/31) 以降、くみ上げ量が増加している。



	前日までの降雨量を用いた系統毎のサブドレンくみ上げ量の回帰 (線形)に関する決定係数												
	1日	2日	3日	5日	7日	10日	15日	20日	25日	30日	40日	50日	60日
No.5系統	0.064	0.145	0.204	0.264	0.282	0.288	0.325	0.310	0.347	0.461	0.362	0.048	0.062

## 【参考6(8)】サブドレン水位変動（1号機）

- 陸側遮水壁（海側）閉合の影響を受けて、稼働していなかったNo.2サブドレンは、6月末の多雨以降、海側遮水壁閉合以降の最高水位よりも高い水位で維持していた。そのため、7/12より稼働を開始している。
- サブドレン水位は、1号機建屋内よりも高い状態で維持されている。



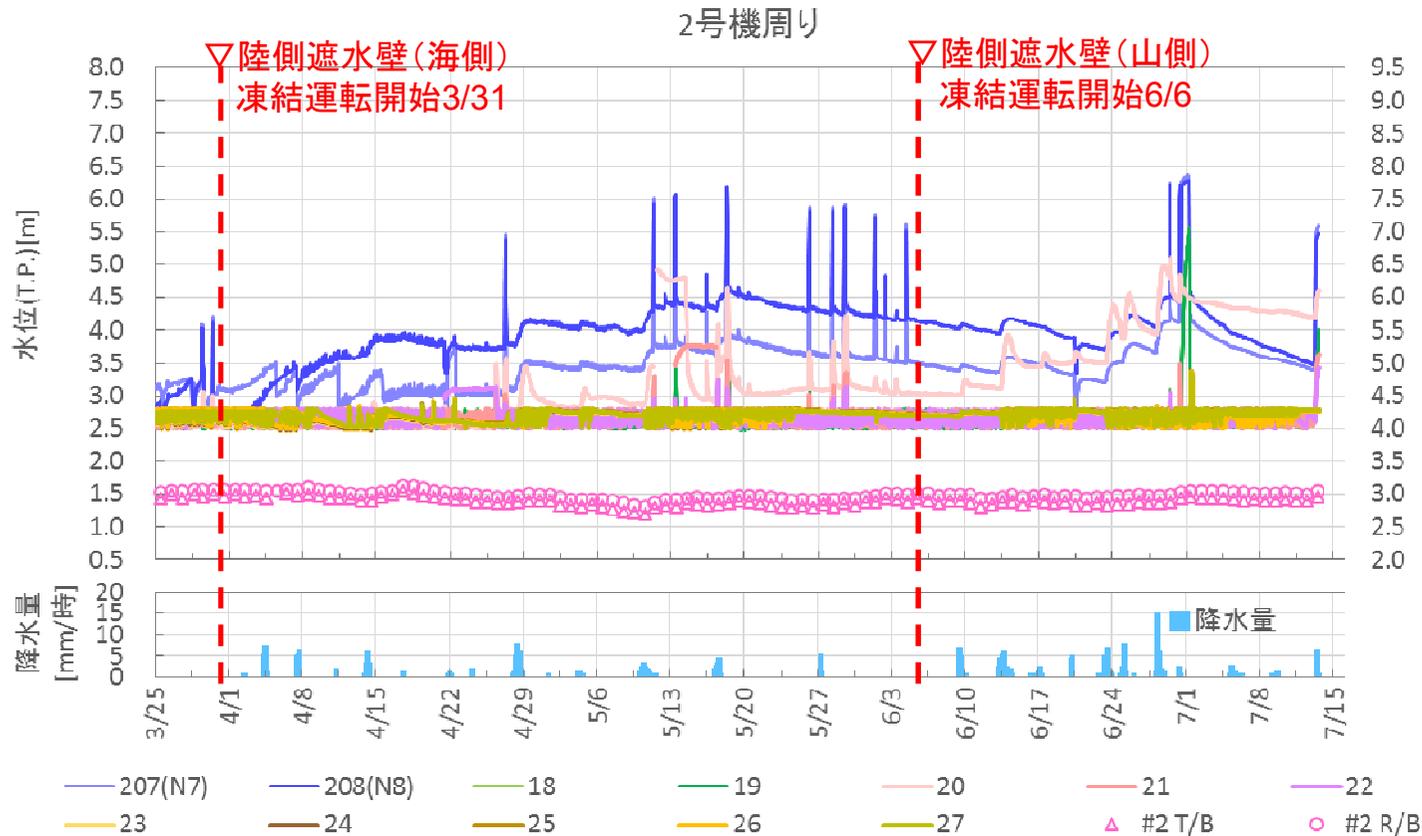
※T.P.と震災前のO.P.は地点や測量時期により、概ね1.4~1.5mの補正が必要であり、目安として記載しているもの。

※サブドレン水位は毎時データ(実線が24時間自動運転のピット)

※4/15~4/19 浪江の気象庁降雨データ欠測のため、富岡の降雨データを使用

## 【参考6(9)】サブドレン水位変動（2号機）

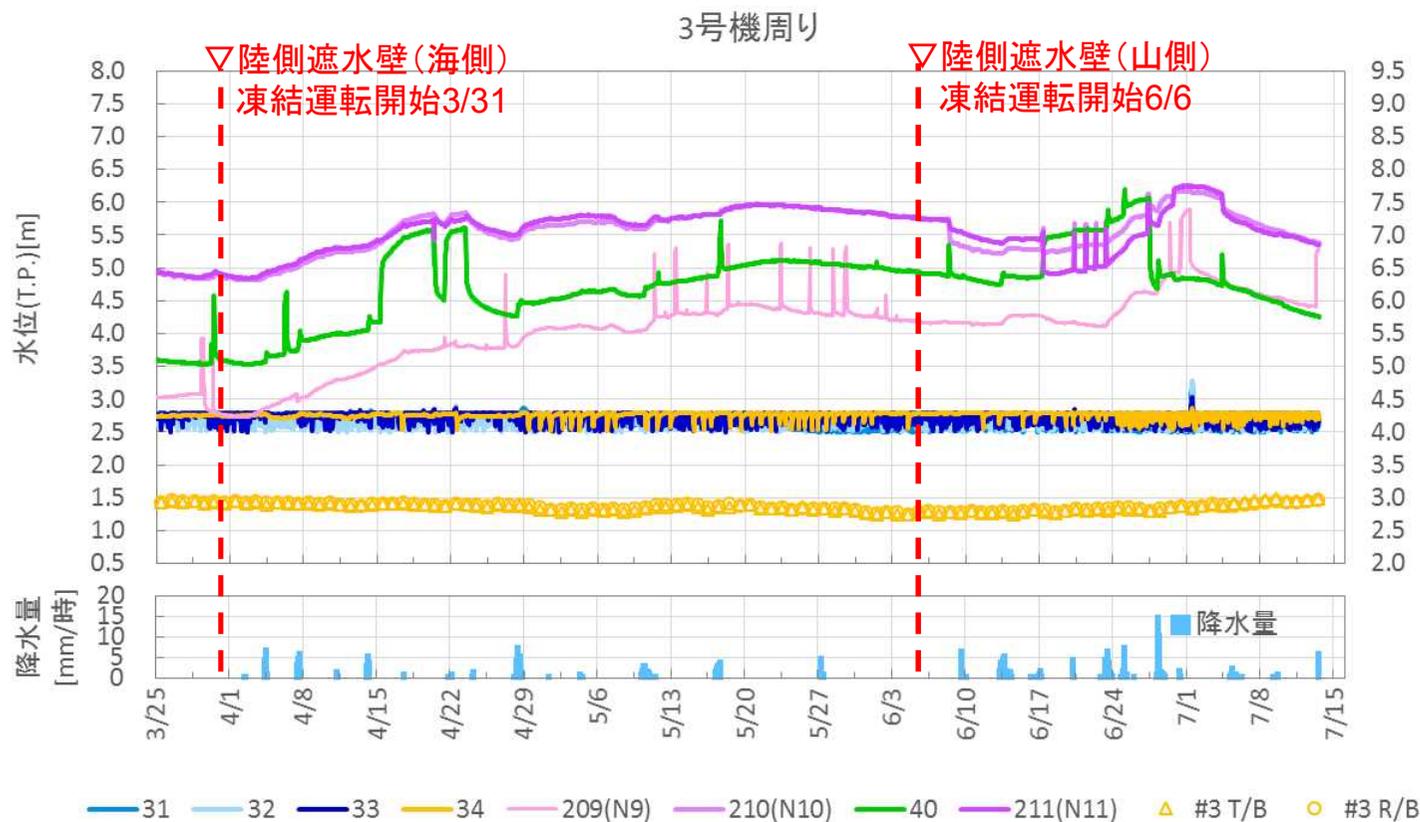
- 2号機周りにおいて、陸側遮水壁（海・山側）の凍結運転開始に伴う水位変動の特徴は、明確に表れていない。
- サブドレン水位は、2号機建屋内よりも高い状態で維持されている。



※T.P.と震災前のO.P.は地点や測量時期により、概ね1.4～1.5mの補正が必要であり、目安として記載しているもの。  
 ※サブドレン水位は毎時データ(実線が24時間自動運転のビット)  
 ※4/15～4/19 浪江の気象庁降雨データ欠測のため、富岡の降雨データを使用

## 【参考6(10)】サブドレン水位変動（3号機）

- 3号機周りにおいて、陸側遮水壁（海・山側）の凍結運転開始に伴う水位変動の特徴は、明確に表れていない。
- サブドレン水位は、3号機建屋内よりも高い状態で維持されている。



※1 No.4中継タンクの点検清掃のため、No.4系統を停止

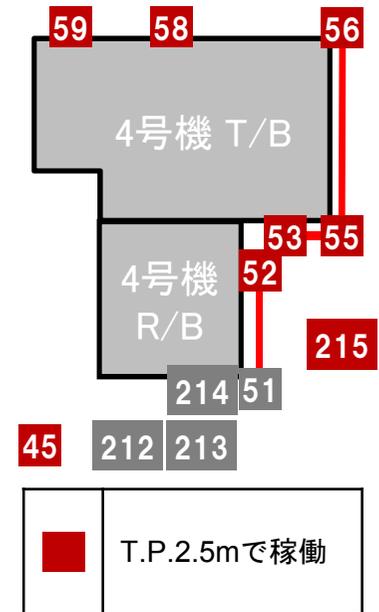
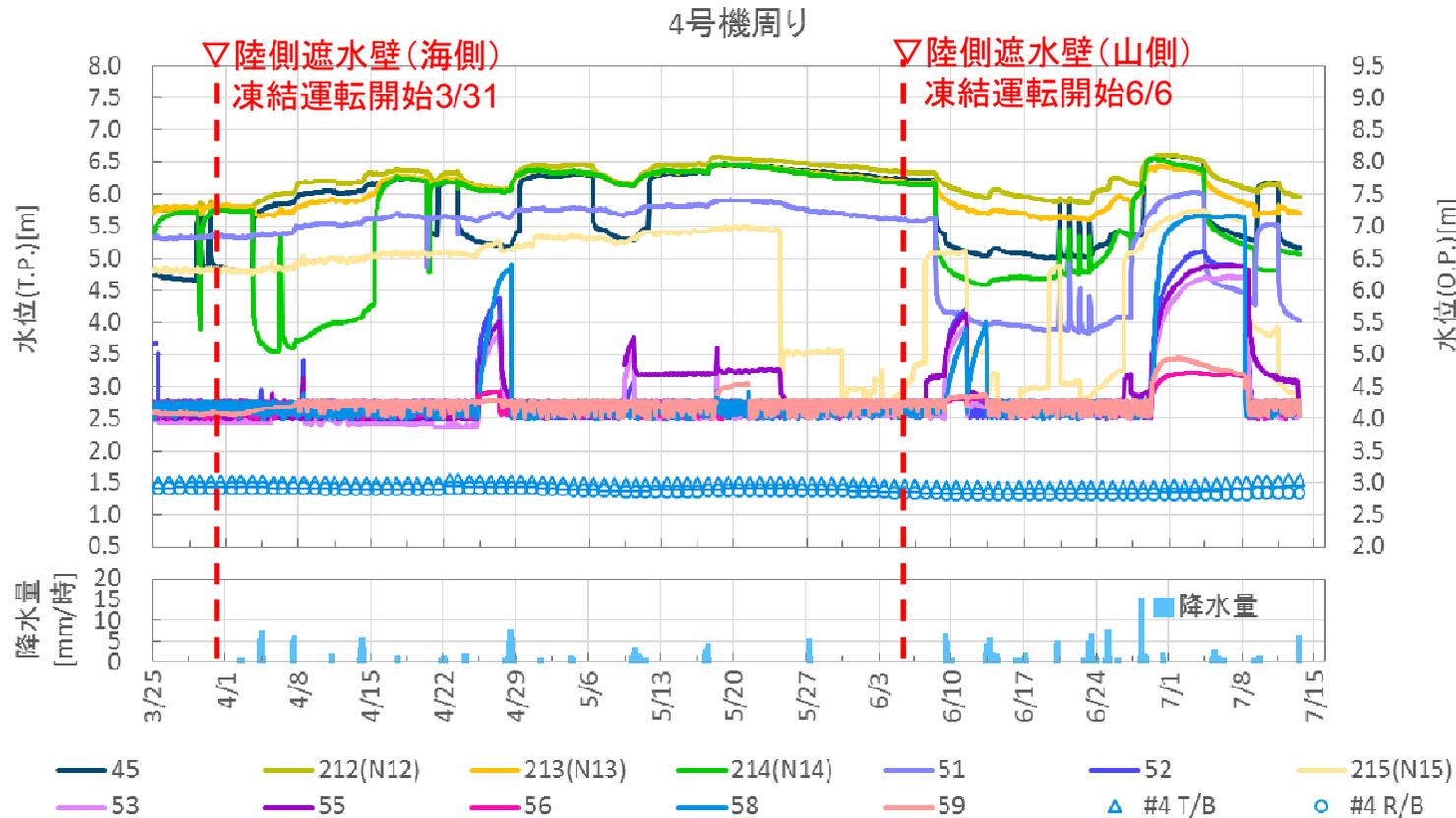
※T.P.と震災前のO.P.は地点や測量時期により、概ね1.4～1.5mの補正が必要であり、目安として記載しているもの。

※サブドレン水位は毎時データ(実線が24時間自動運転のピット)

※4/15～4/19 浪江の気象庁降雨データ欠測のため、富岡の降雨データを使用

## 【参考6(11)】サブドレン水位変動（4号機）

- 4号機周りにおいて、陸側遮水壁（海・山側）の凍結運転開始に伴う水位変動の特徴は、明確に表れていない。
- サブドレン水位は、4号機建屋内よりも高い状態で維持されている。



※1 No.4中継タンクの点検清掃のため、No.4系統を停止

※T.P.と震災前のO.P.は地点や測量時期により、概ね1.4~1.5mの補正が必要であり、目安として記載しているもの。  
 ※サブドレン水位は毎時データ(実線が24時間自動運転のピット)  
 ※4/15~4/19 浪江の気象庁降雨データ欠測のため、富岡の降雨データを使用

---

## 【参考7】 補助工法の進捗と温度低下状況

- 前回報告時に凍結進展が遅かった箇所において、補助工法として注入を実施している。
- 1次注入実施後温度が低下している箇所が確認出来る。温度低下が見られない箇所には、2次（必要に応じ3次以降）の注入を実施していく。
- 陸側遮水壁（山側）についても、必要に応じて、注入を実施していく。
- 補助工法は、透水性が局所的に高い箇所を周辺地盤と同等程度に低下させるものであり、凍土方式と異なる壁を構築するものではない。

## 【参考7(1)】 補助工法による凍結促進

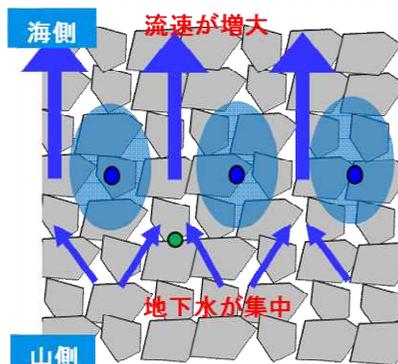
### ■目的

- 地下水流速が速いため温度低下が遅れている箇所の凍結を促進するため、当該箇所の透水性を周辺地盤と同等程度に低下させて、地下水流速を遅くする。

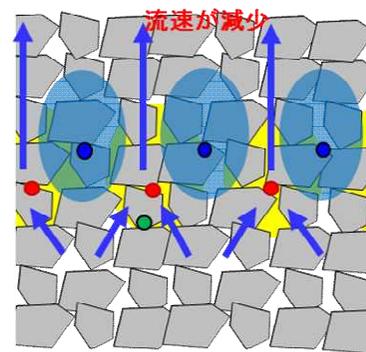
### ■施工手順

- 凍結が遅れている箇所近傍の地盤に、注入材を注入し透水性を低下させる。(下図②)
- 凍結範囲の拡大に伴い、徐々に測温管や地下水位計で効果が確認される。(下図②～③)
- 1回の注入で温度低下が顕著に見られない場合には、2次注入を実施する。  
以降も温度低下を確認しながら施工を続ける。(下図④)

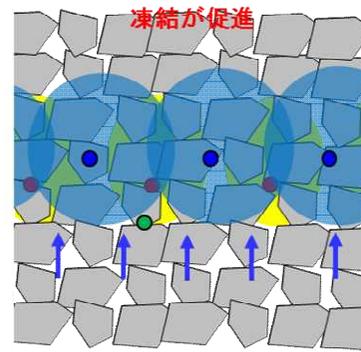
①当初：透水性が高く、地下水の流れが集中する箇所で凍結が遅れている



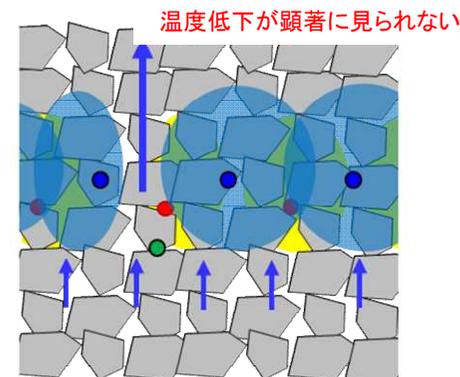
②注入：地下水流速が速い箇所の空隙に注入材を注入し、地盤の透水性を低下させ、地下水流速を遅くする



③凍結促進：地下水流速が遅くなることで凍結しやすくなり、凍結範囲が拡大し、徐々に測温管で効果が確認される



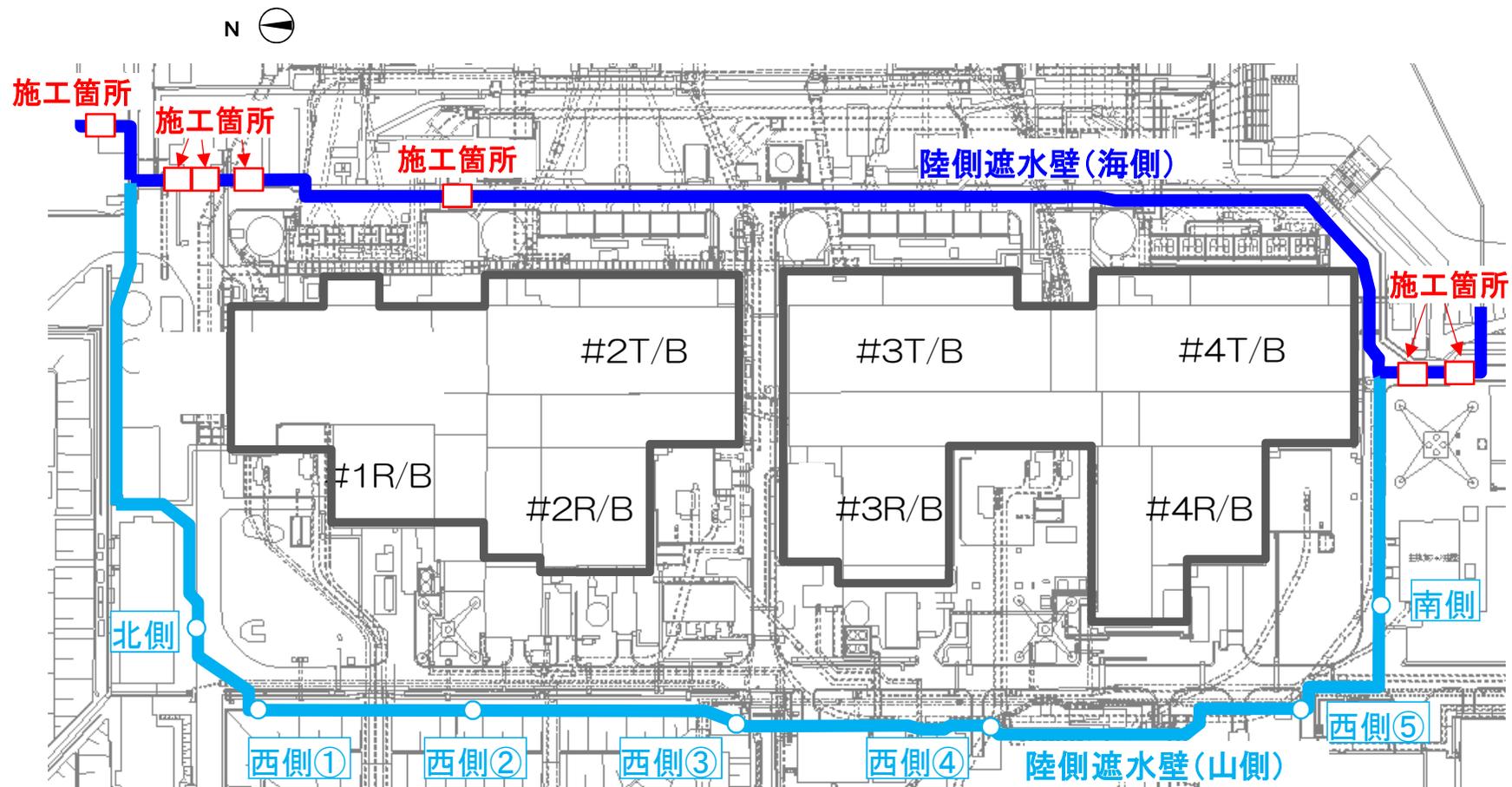
④温度低下が顕著に見られない場合は、2次注入を実施する。



● 凍結管 ● 測温管 ● 補助工法注入孔 → 地下水の流れ ■ 凍結範囲 ■ 注入材浸透範囲

## 【参考7(2)】 補助工法施工箇所

- 補助工法（海側）の施工箇所は下図のとおりである。



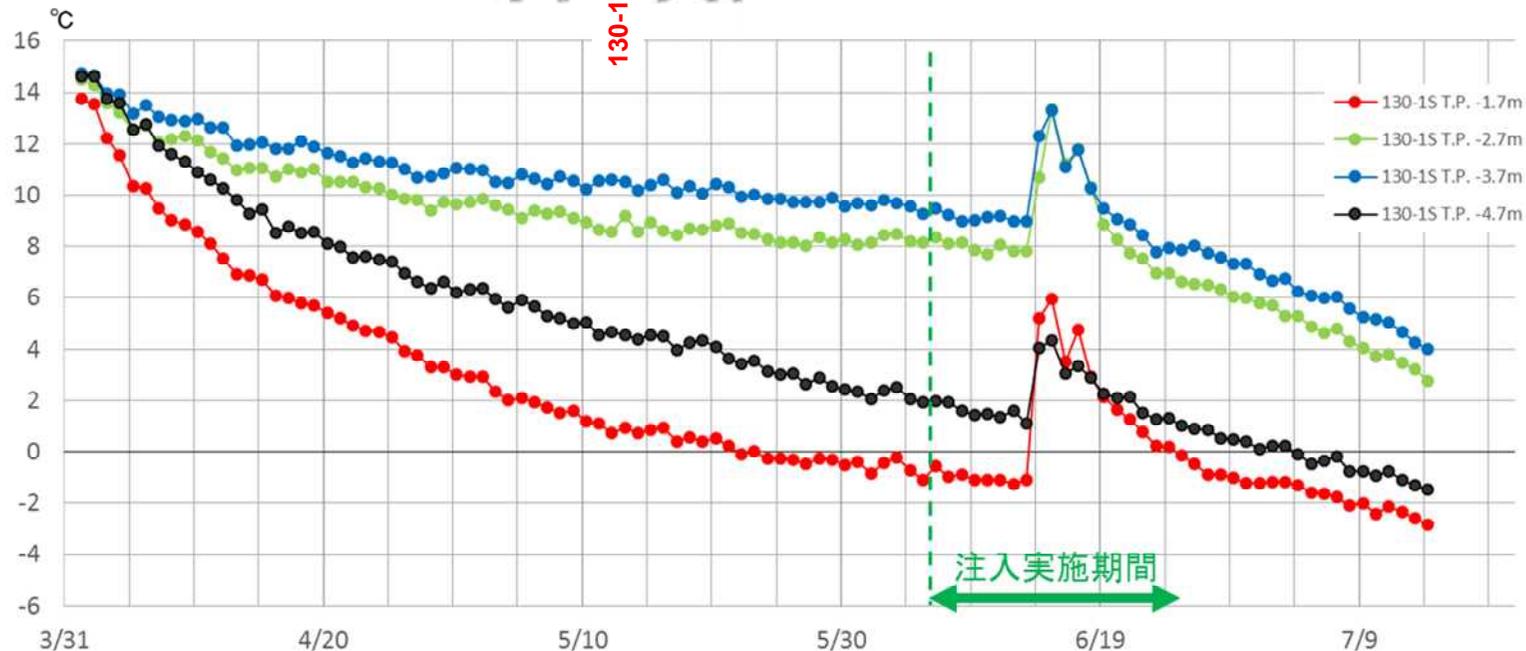
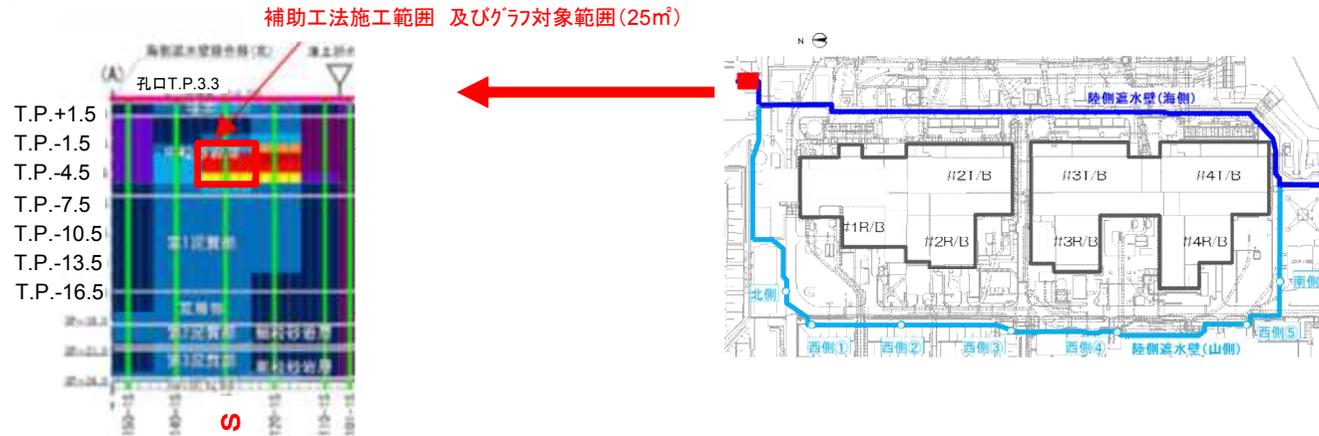
□ 補助工法施工箇所

○ 未凍結箇所(山側)

※補助工法の施工範囲 (約230㎡)

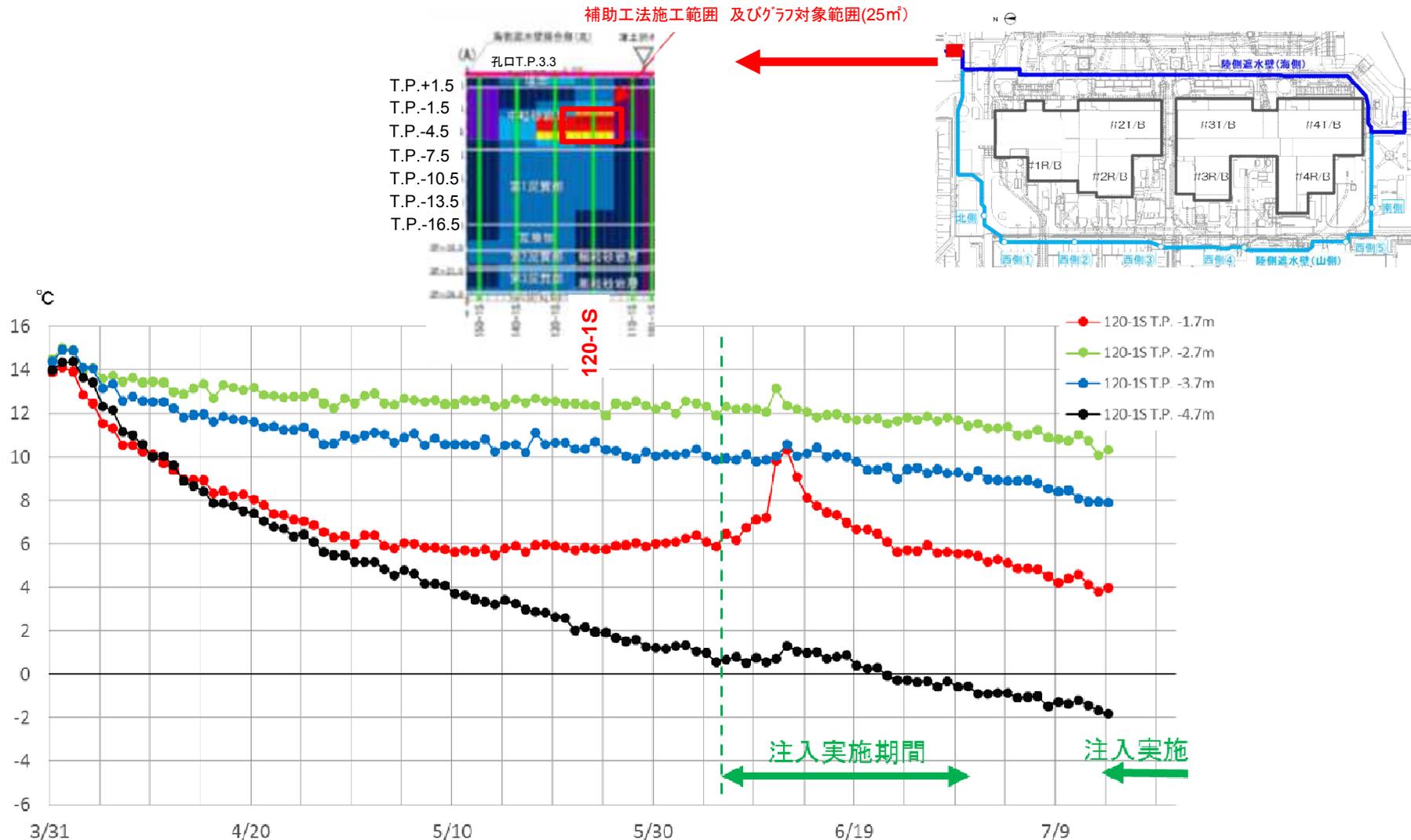
○1号機北側 施工範囲付近の温度経時変化（1/2）

- 施工中の削孔水などにより、一時的に地中温度が上昇したが、その後は温度の低下が進展している。



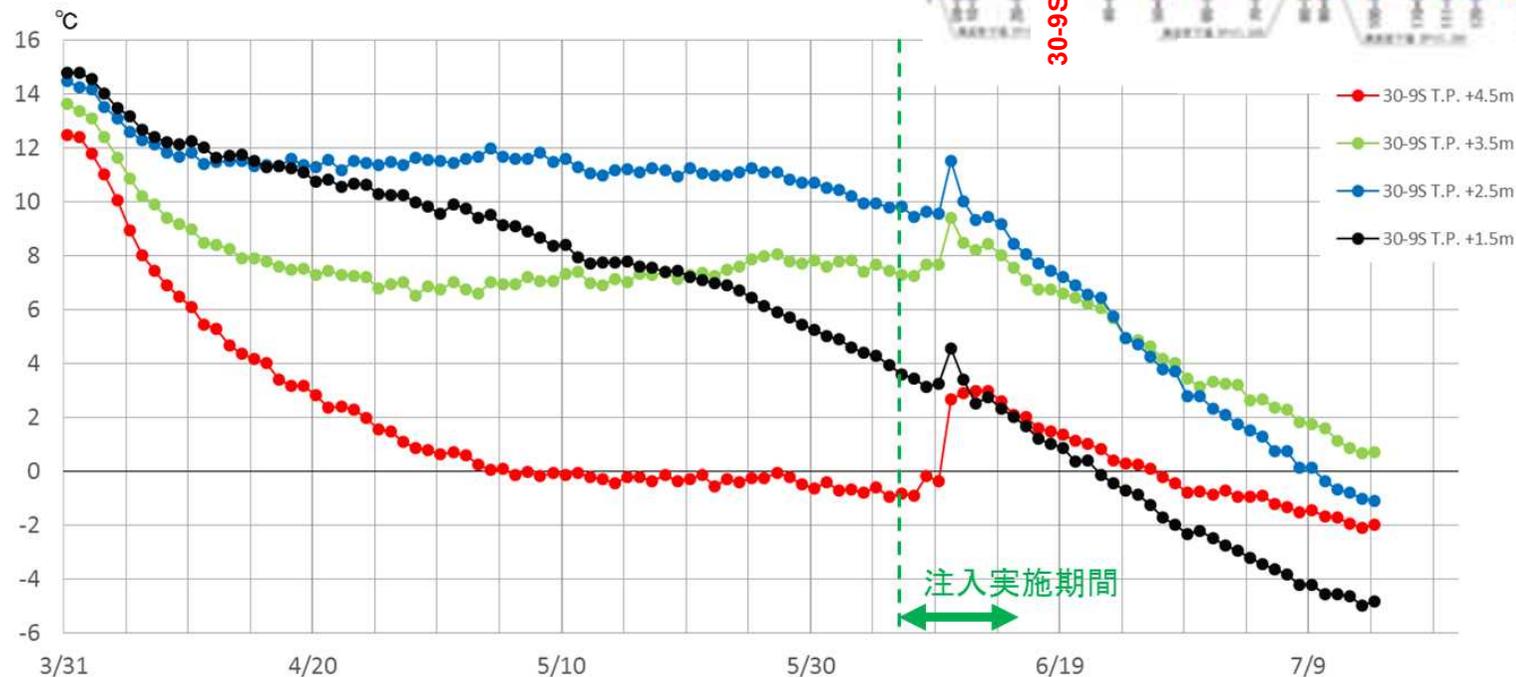
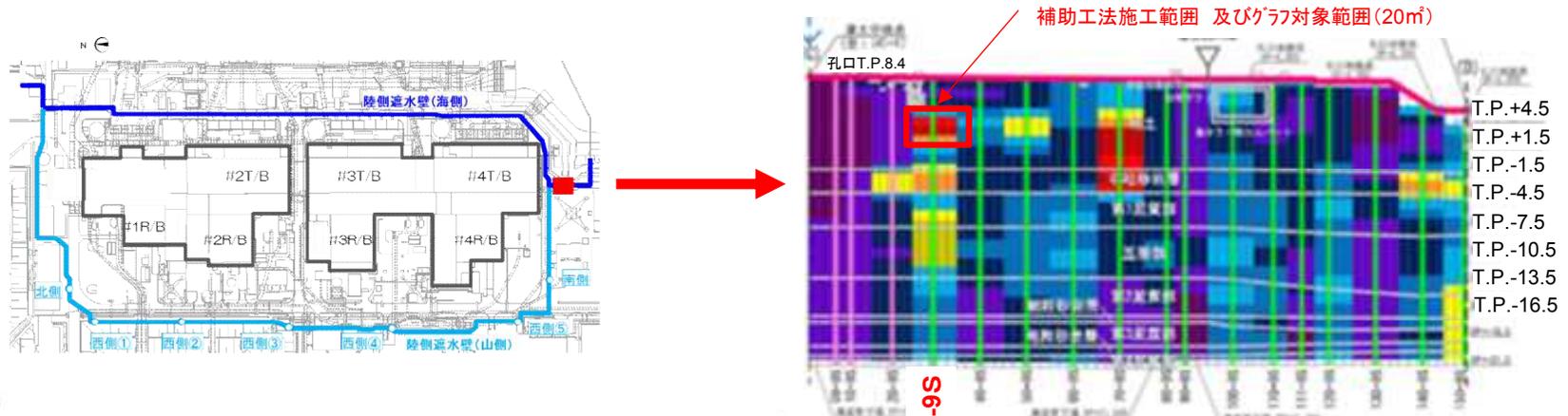
○1号機北側 施工範囲付近の温度経時変化（2/2）

- 施工中の削孔水などにより、一時的に地中温度が上昇したが、その後は温度の低下が徐々に進展している。引き続き経過を観察する。



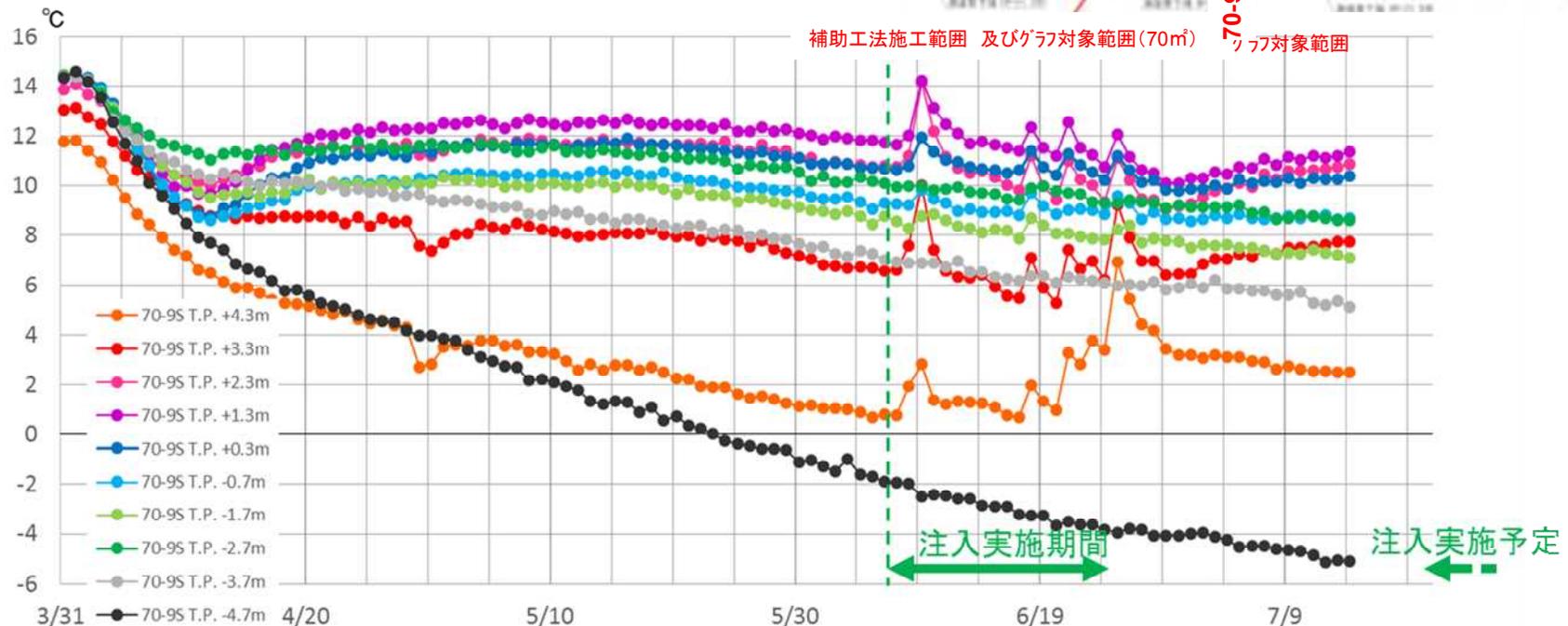
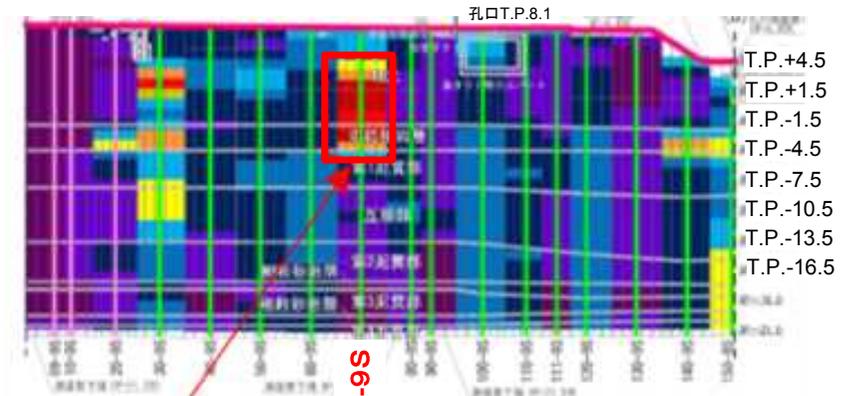
○4号機南側 施工範囲付近の温度経時変化（1/2）

- 施工中の削孔水などにより、一時的に地中温度が上昇した箇所があるものの、その後は温度の低下が遅れた箇所も大きく低下し、全て1℃以下まで低下している。



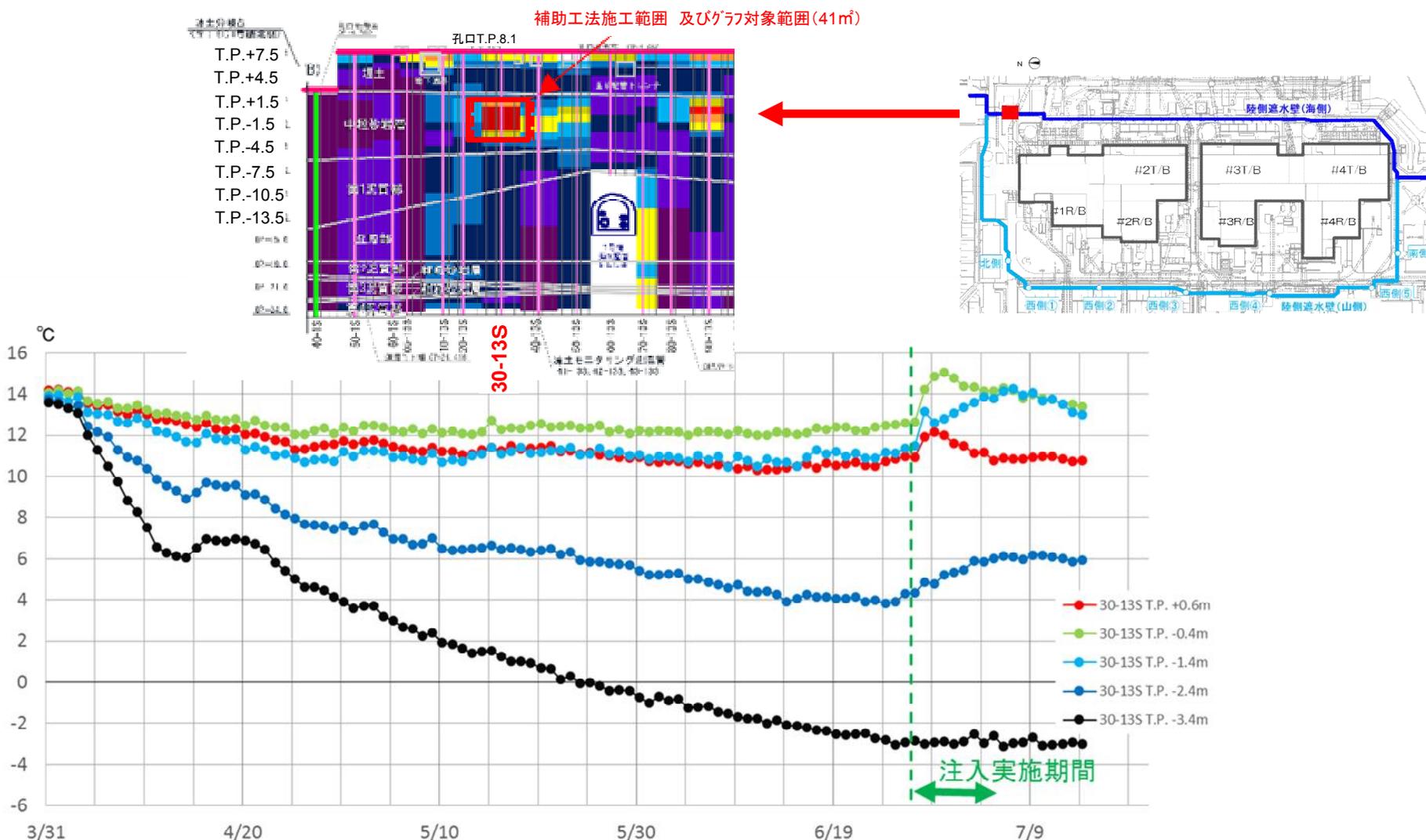
○4号機南側 施工範囲付近の温度経時変化（2/2）

- 施工中の削孔水などにより、一時的に地中温度が上昇した箇所があり、その後温度の低下があるものの、顕著な低下は見られない。引き続き経過を観察する。



○1,2号機東側 施工範囲付近の温度経時変化（1/4）

- 施工中の削孔水などにより、一時的に地中温度が上昇した箇所があり、その後も顕著な低下は見られない。引き続き経過を観察する。

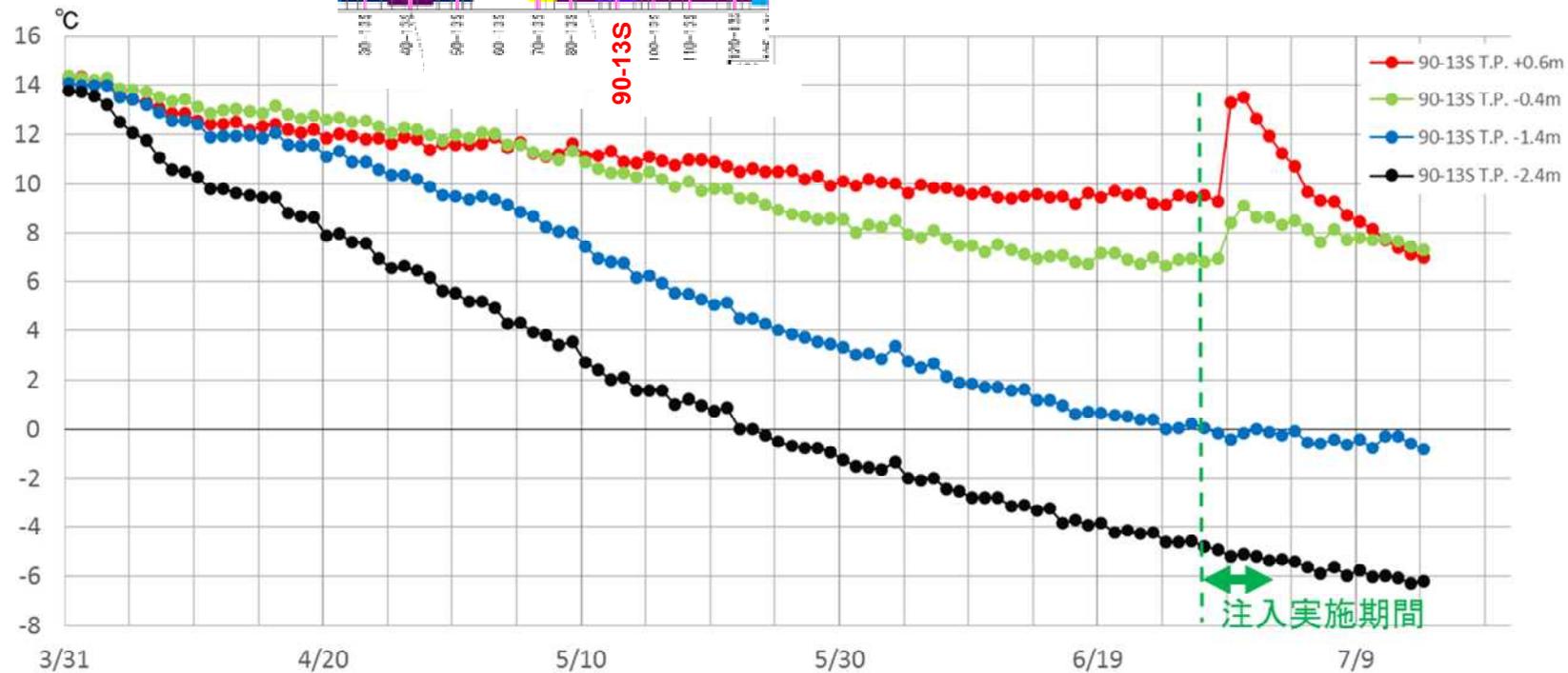
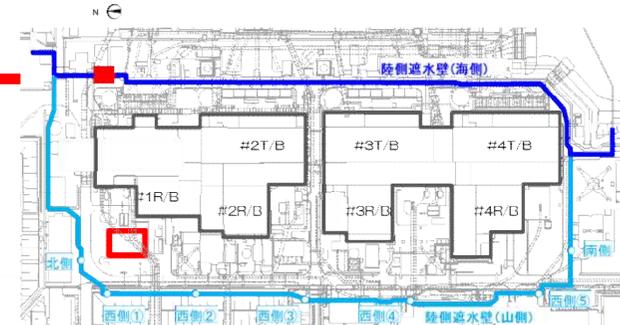
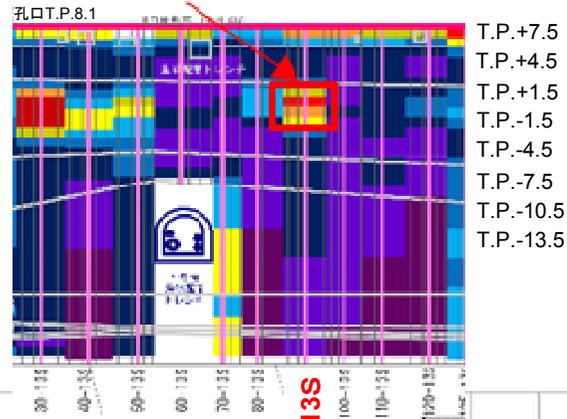




○1,2号機東側 施工範囲付近の温度経時変化（3/4）

- 施工中の削孔水などにより、一時的に地中温度が上昇した箇所があるが、その後は温度の低下が徐々に進展している。引き続き経過を観察する。

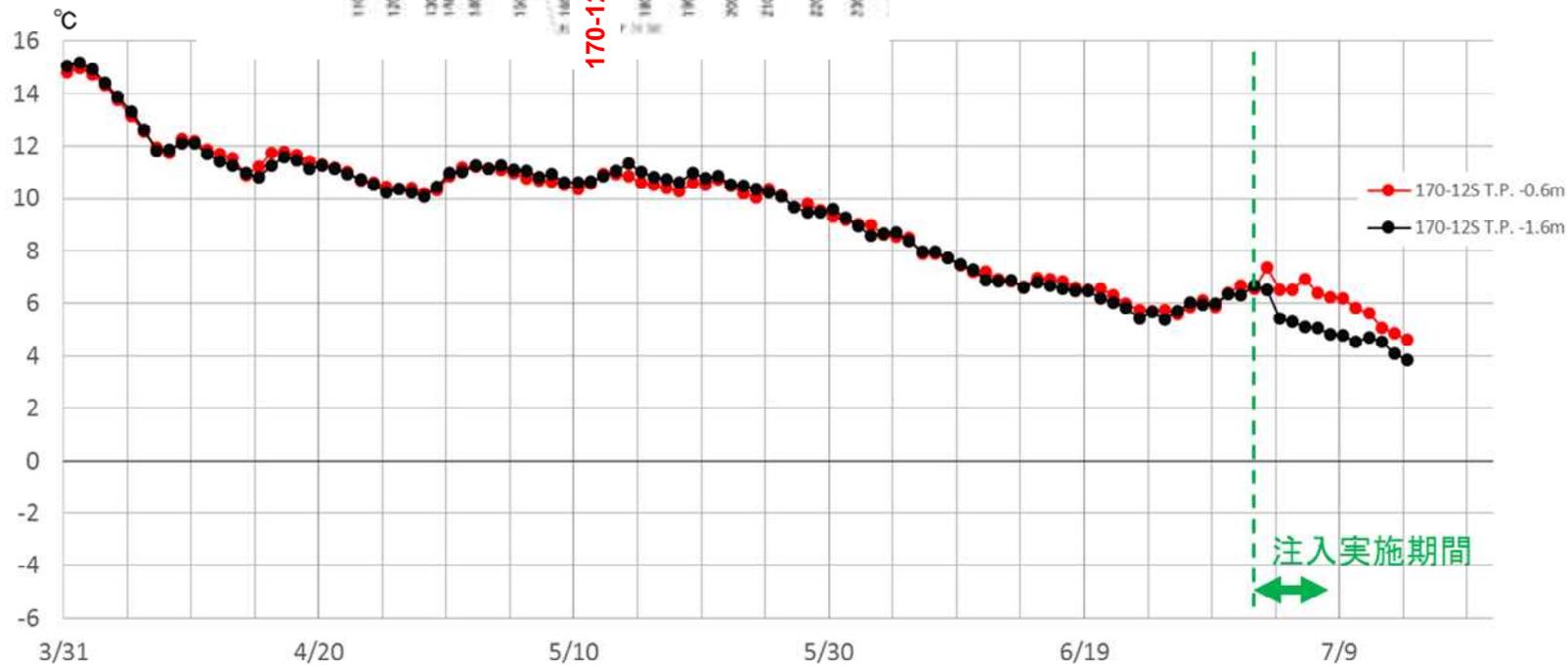
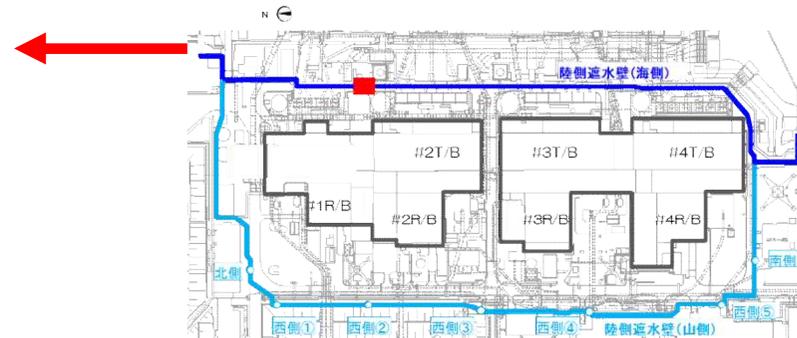
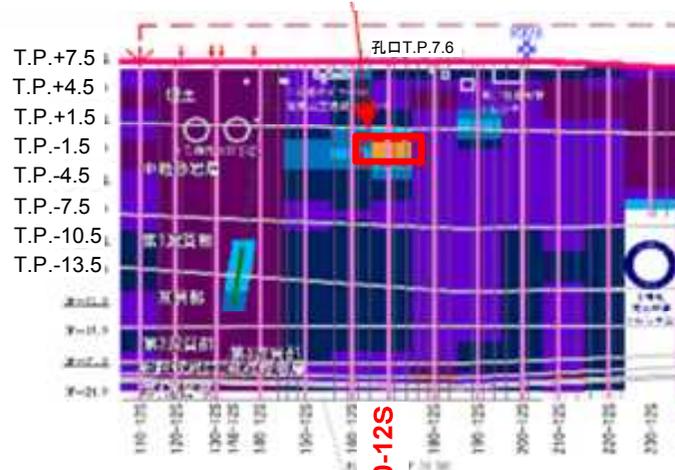
補助工法施工範囲 及びグラー対象範囲(23㎡)



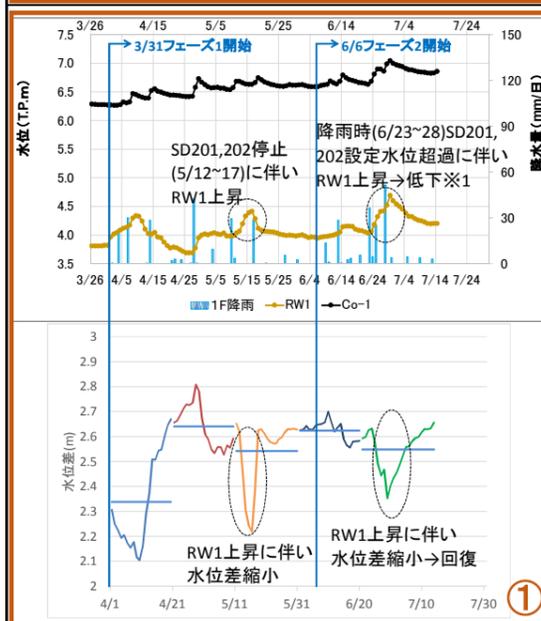
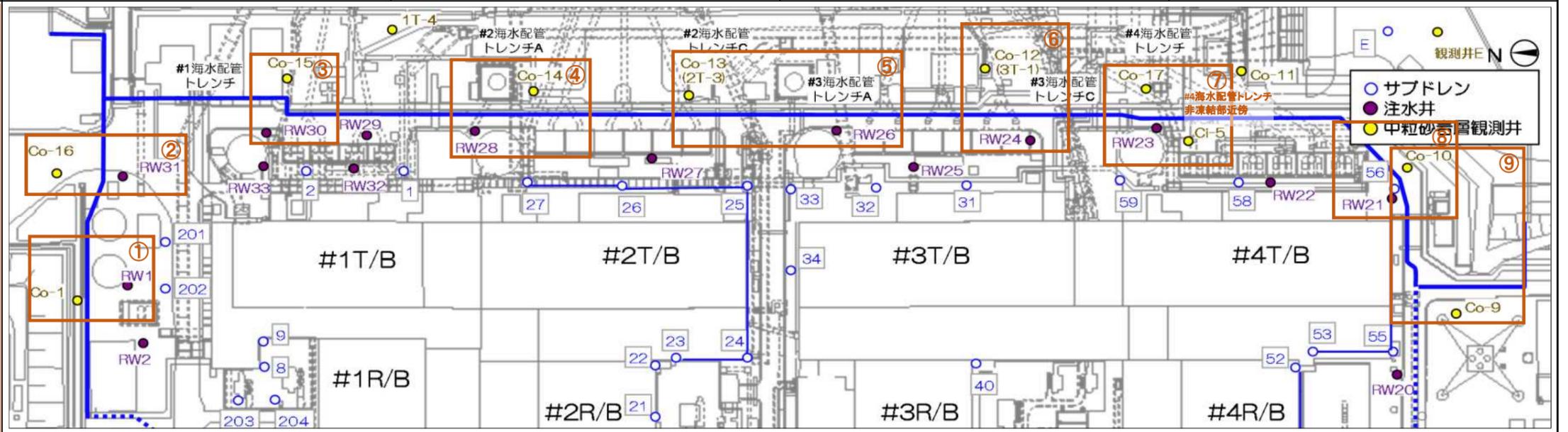
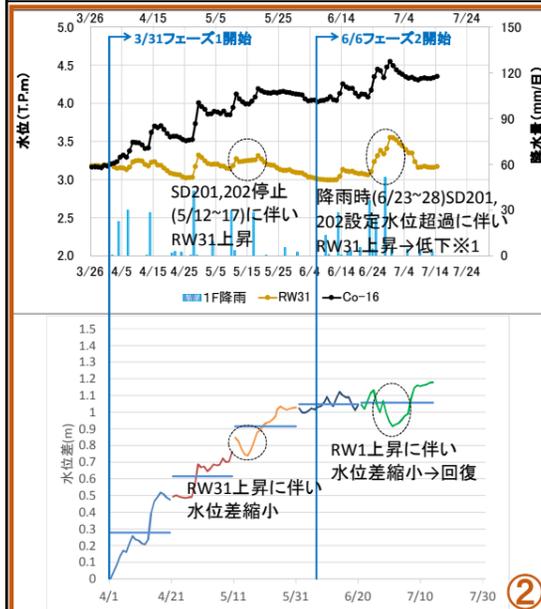
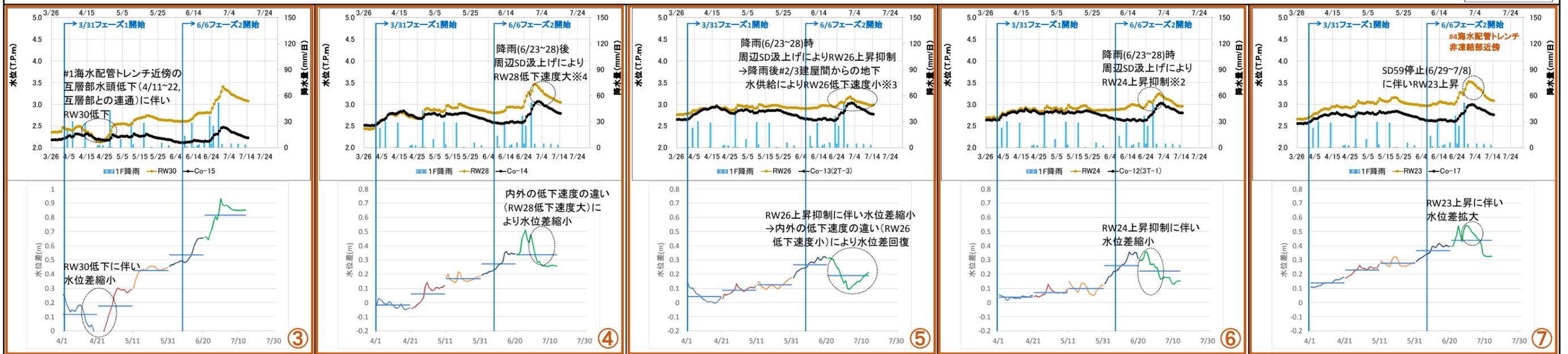
○1,2号機東側 施工範囲付近の温度経時変化 (4/4)

- 温度の低下が徐々に進展しているが、注入直後であり、引き続き経過を観察する。

補助工法施工範囲 及びグラフ対象範囲(12m)



陸側遮水壁(海側) 中粒砂岩層 内/外水位差



※1 6/23~28の降雨(累積117.5mm)においてSD201,202の水位が設定水位を超えた稼働状態となった。これにより、RW1,31の水位が(SD201,202が設定水位内で稼働している場合に比べて)上昇したと想定される。その後、降雨の影響が薄れ、SD201,202の水位が設定水位に戻ったことに伴い低下したと想定される。

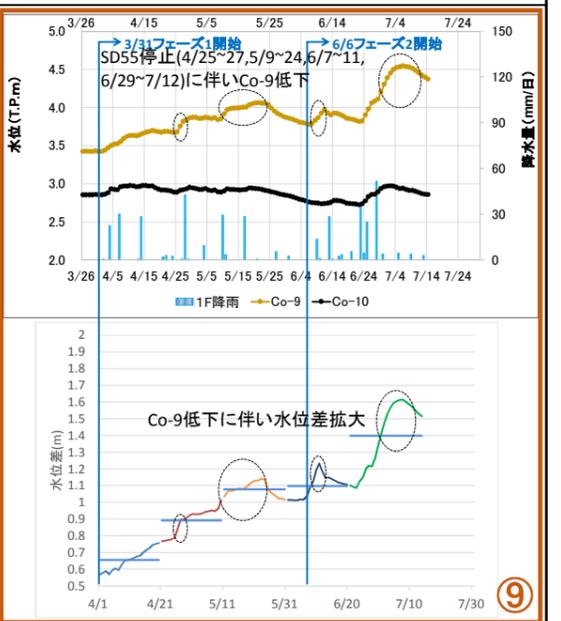
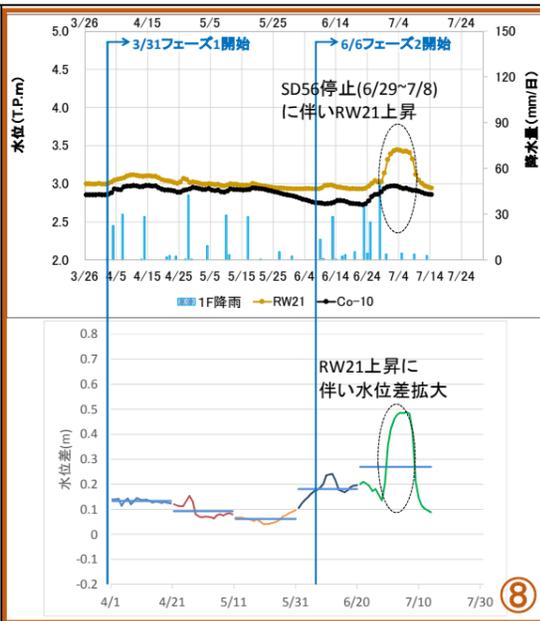
※2 RW24は南北にサブドレン(SD31,59)が配置されており、6/23~28の降雨(累積117.5mm)において、いずれも設定水位内で稼働していた。これにより、RW26の水位上昇が抑制されたと想定される。

※3 RW26は南北にサブドレン(SD32,33)が配置されており、6/23~28の降雨(累積117.5mm)において、いずれも設定水位内で稼働していた。これにより、RW26の水位上昇が抑制されたと想定される。また、降雨後においても、上記サブドレンは設定水位内で稼働していたが、山側からの地下水が2/3号機建屋間より供給され、水位低下速度が小さくなったと想定される。

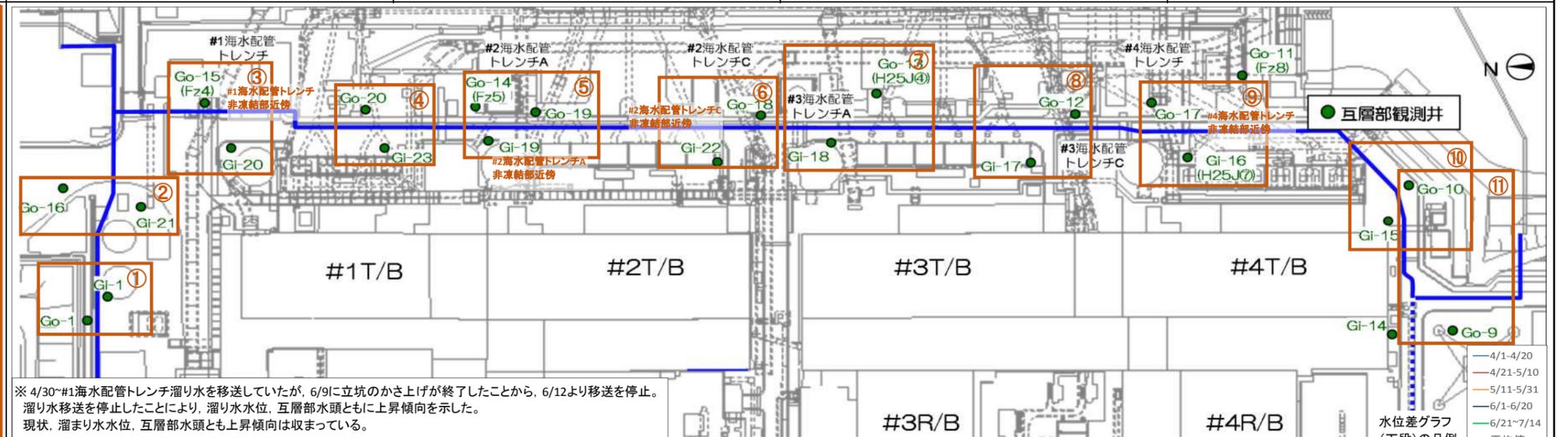
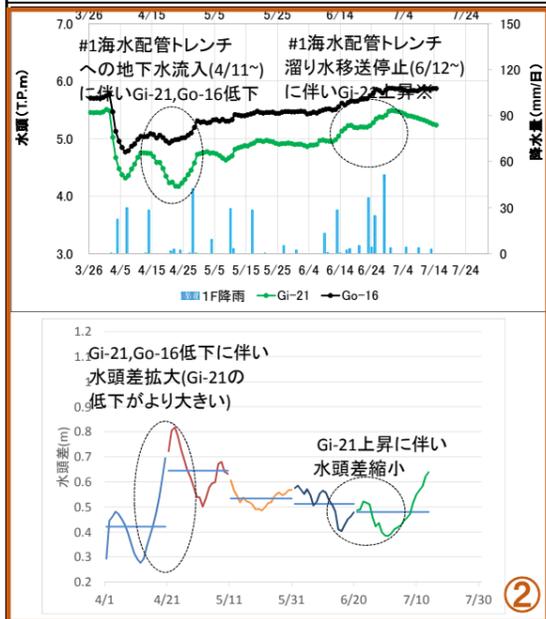
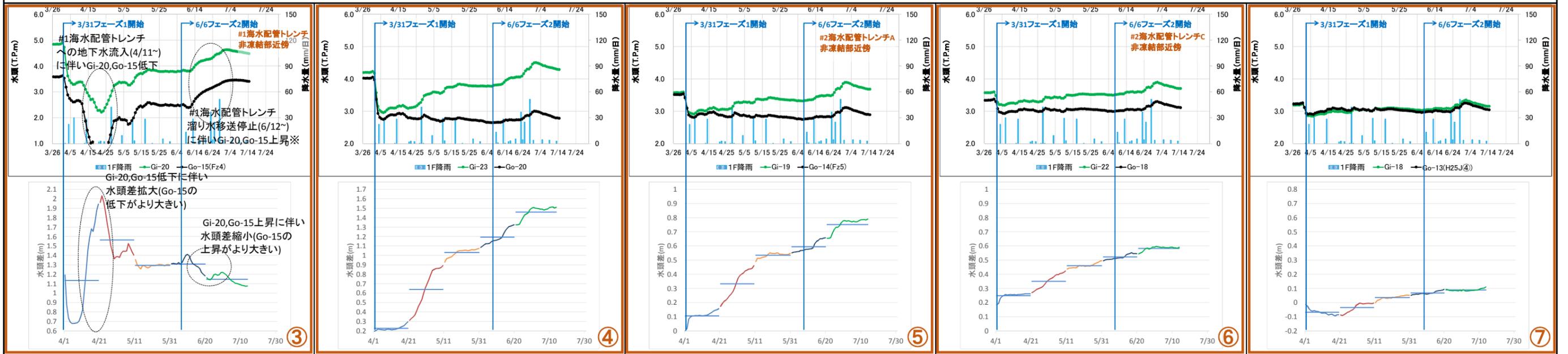
※4 RW28の北側ではサブドレンが稼働しておらず、6/23~28の降雨(累積117.5mm)においては、南側のSD27は設定水位内で稼働していた。これにより、RW28では水位上昇は抑制されにくかったが、降雨後はSD27等による水位低下効果により低下速度が大きくなったと想定される。

水位差グラフ (下段)の凡例

- 4/1-4/20
- 4/21-5/10
- 5/11-5/31
- 6/1-6/20
- 6/21-7/14
- 平均値



陸側遮水壁(海側) 互層部 内/外水頭差



※ 4/30~#1海水管トレンチ溜り水を移送していたが、6/9に立坑のかさ上げが終了したことから、6/12より移送を停止。溜り水移送を停止したことにより、溜り水水位、互層部水頭とも上昇傾向を示した。現状、溜り水水位、互層部水頭とも上昇傾向は収まっている。

