

陸側遮水壁工事の進捗状況について (第一段階 フェーズ2)

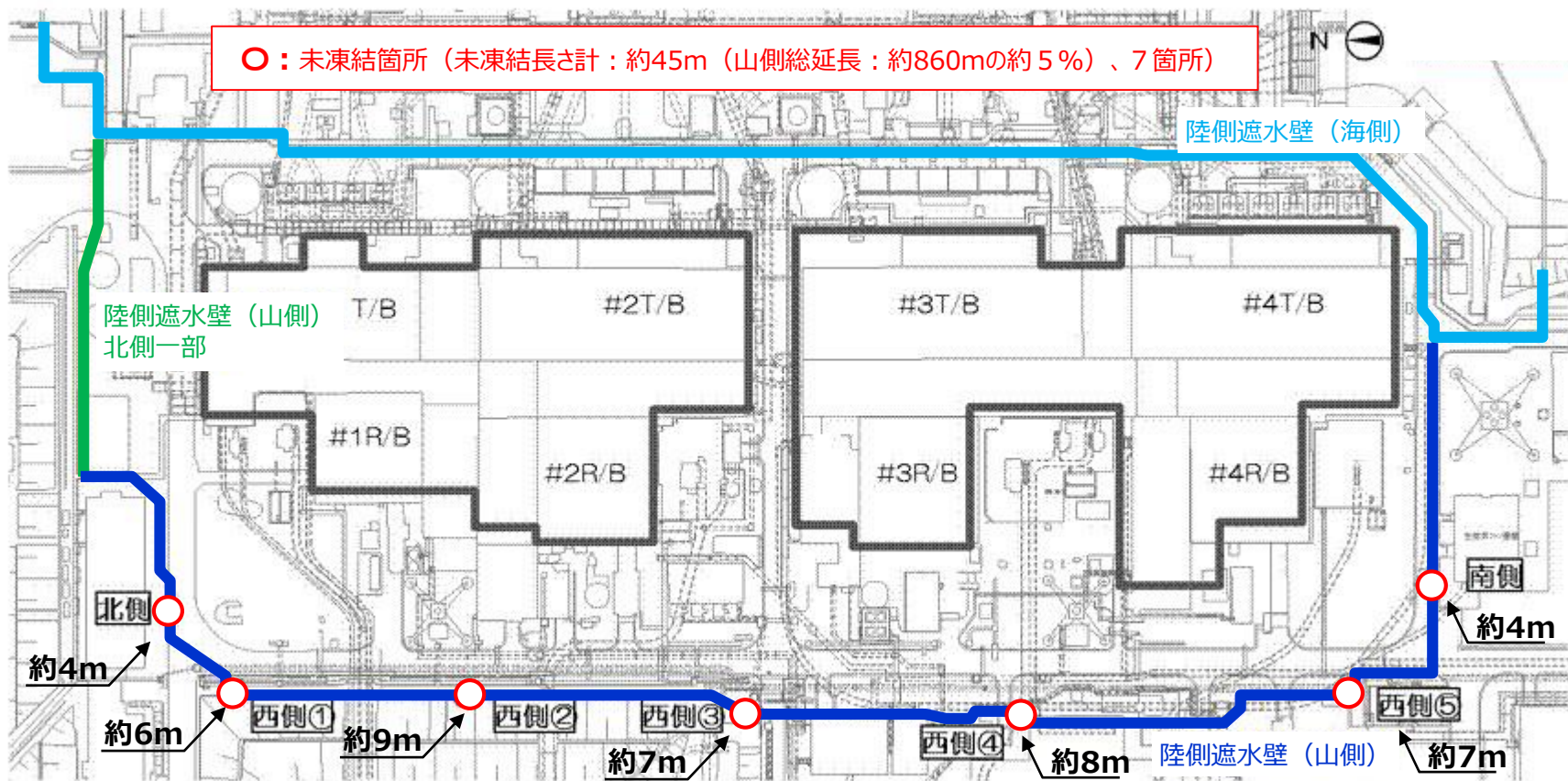
2016年11月25日



東京電力ホールディングス株式会社

(フェーズ2凍結箇所)

6/6より、第一段階フェーズ1凍結箇所を追加して山側未凍結箇所(○:7箇所)を除く範囲を凍結開始。



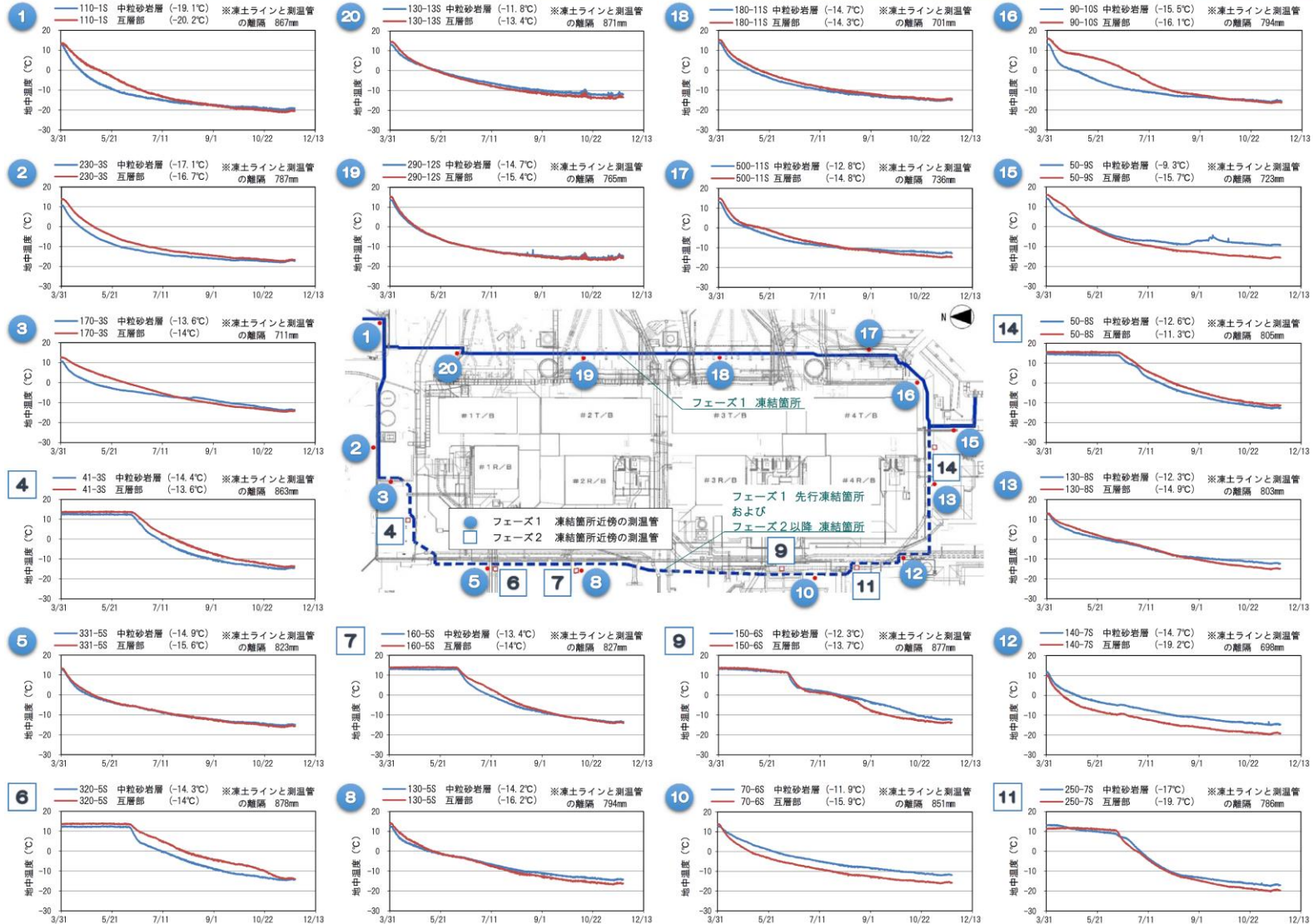
第一段階フェーズ2における凍結箇所

2. 地中温度経時変化

注1) 中粒砂岩層の平均地中温度(青線)：
 地表～GL-2mと第1泥質部境界付近を除く1mピッチで計測されている測温管温度の平均値
 注2) 互層部の平均地中温度(赤線)：
 互層部上下の層境界付近を除く、1mピッチで計測されている測温管温度の平均値

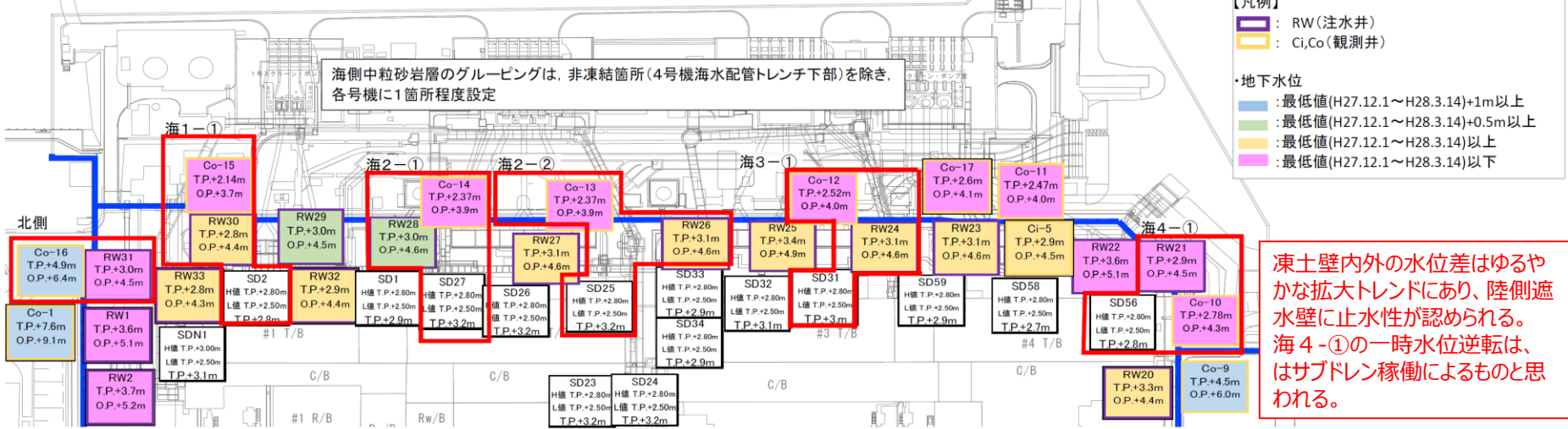
陸側遮水壁 経過報告 地中温度(測温管温度) 11/22 7:00時点のデータ

フェーズ 2

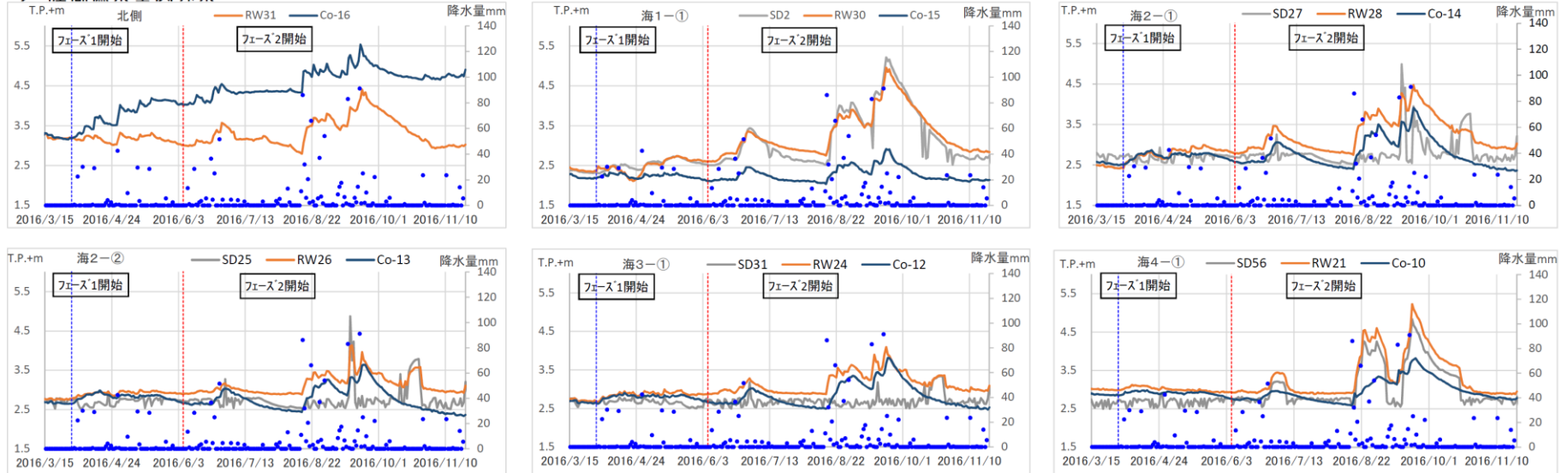


3-1. 地下水位・水頭状況 (中粒砂岩層① 海側)

1. 陸側遮水壁(海側周辺地下水位とサブドレン稼働状況)



2 陸側遮水壁内外水

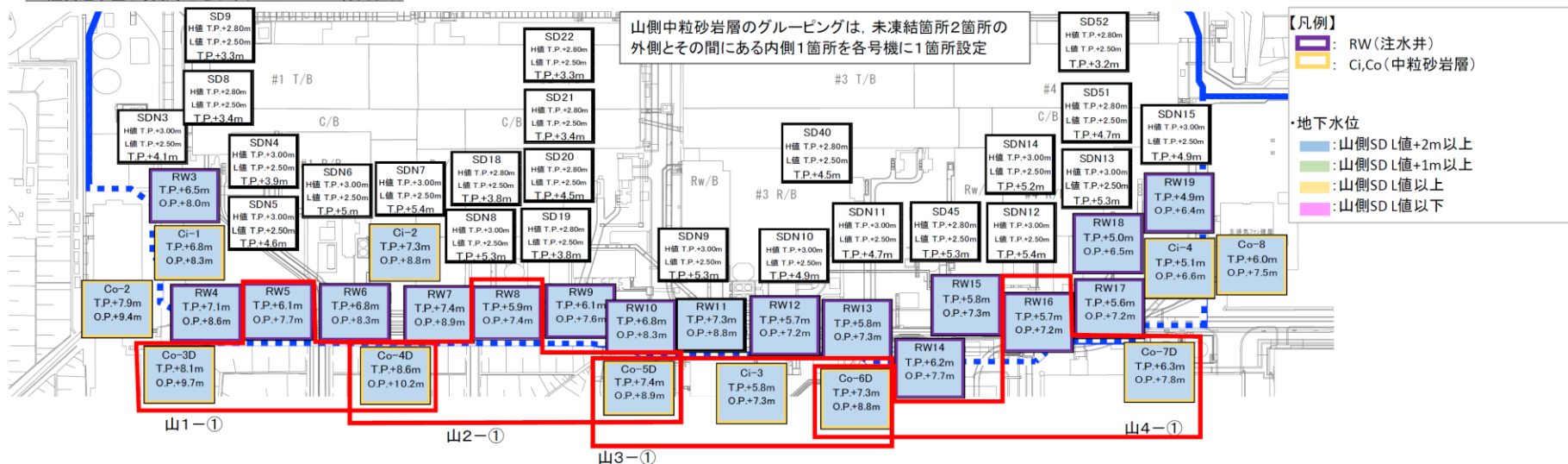


地下水位は11/24 12:00時点のデータ

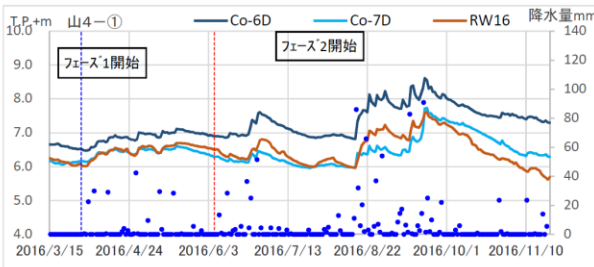
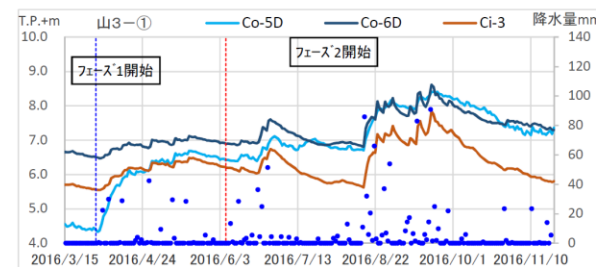
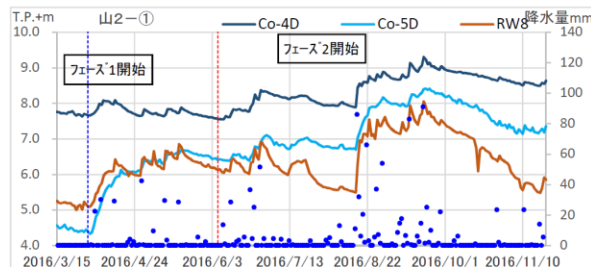
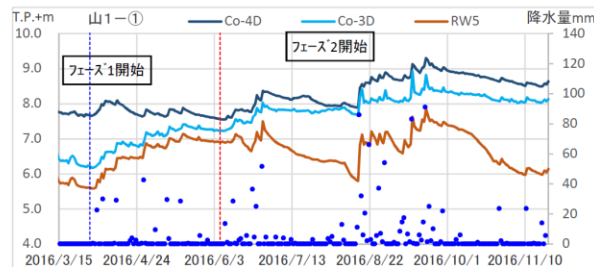
3-2. 地下水位・水頭状況 (中粒砂岩層②) 山側)

陸側遮水壁運用初期における監視項目(第一段階フェーズ2 山側 中粒砂岩層水位)

3. 陸側遮水壁(海側周辺地下水とサブレン移動状況)



4. 陸側遮水壁内外水位



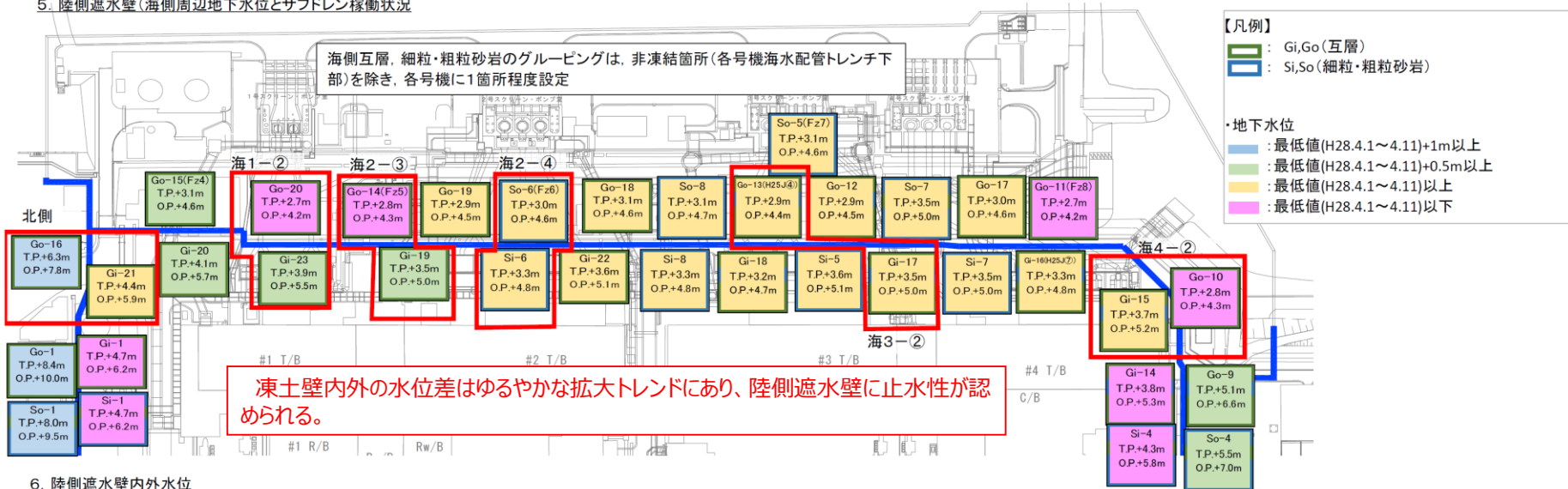
凍土壁内外の水位差はゆるやかな拡大トレンドにあり、陸側遮水壁に止水性が認められる。

地下水位は11/24 12:00時点のデータ

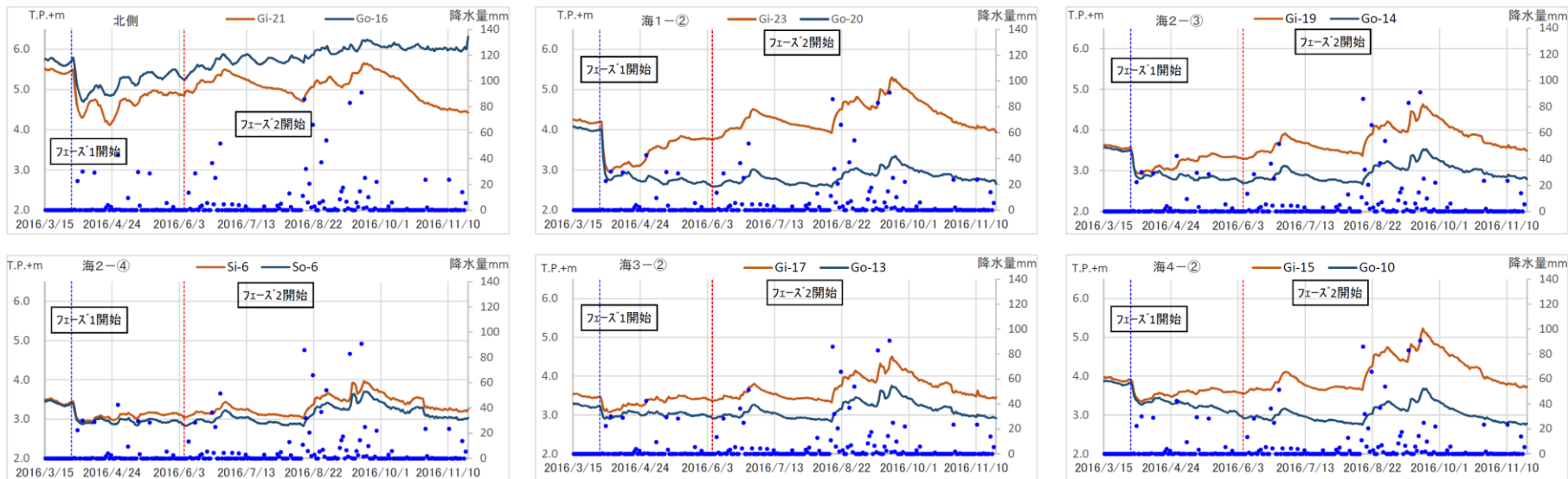
3-3. 地下水水位・水頭状況（互層、細粒・粗粒砂岩層水頭① 海側）

陸側遮水壁運用初期における監視項目（第一段階フェーズ2 海側 互層、細粒・粗粒砂岩水位）

5. 陸側遮水壁（海側周辺地下水水位とサブドレン稼働状況）



6. 陸側遮水壁内外水位

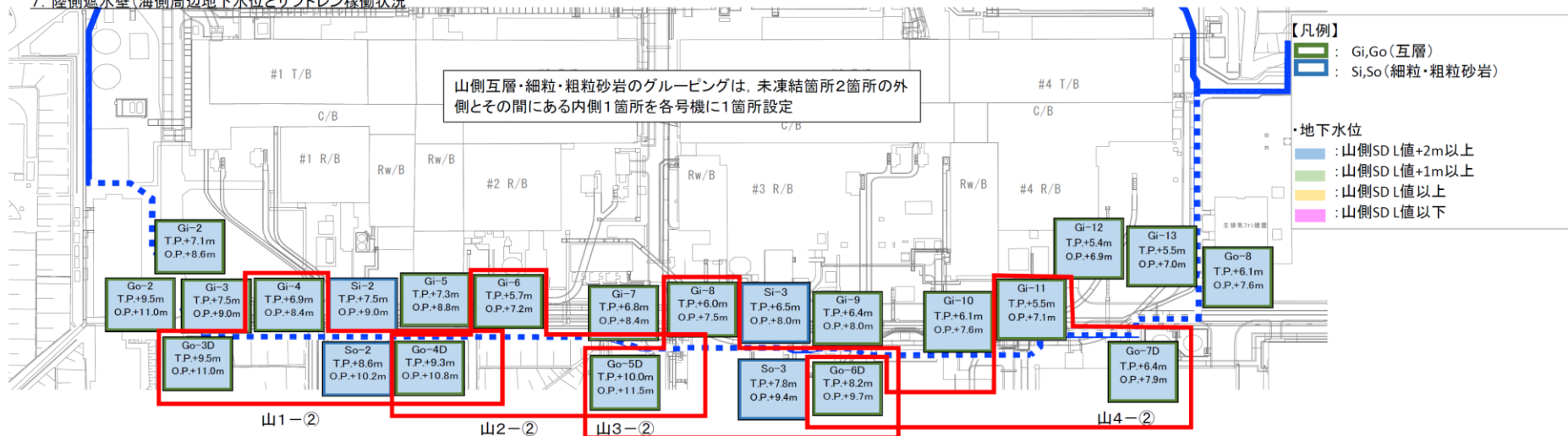


地下水水位は11/24 12:00時点のデータ

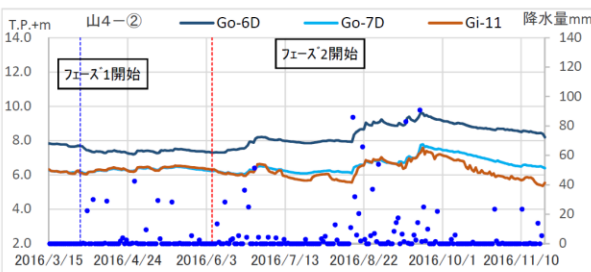
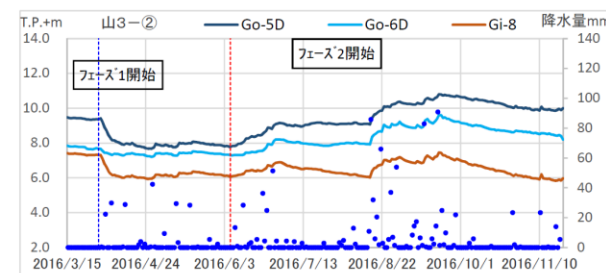
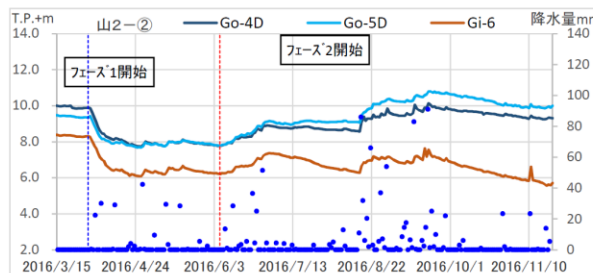
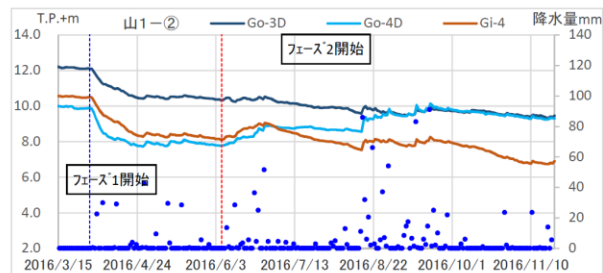
3-4. 地下水位・水頭状況 (互層、細粒・粗粒砂岩層水頭②) 山側)

陸側遮水壁運用初期における監視項目(第一段階フェーズ2 山側 互層、細粒・粗粒砂岩水位)

7. 陸側遮水壁(海側周辺地下水位とサブドレン稼働状況)



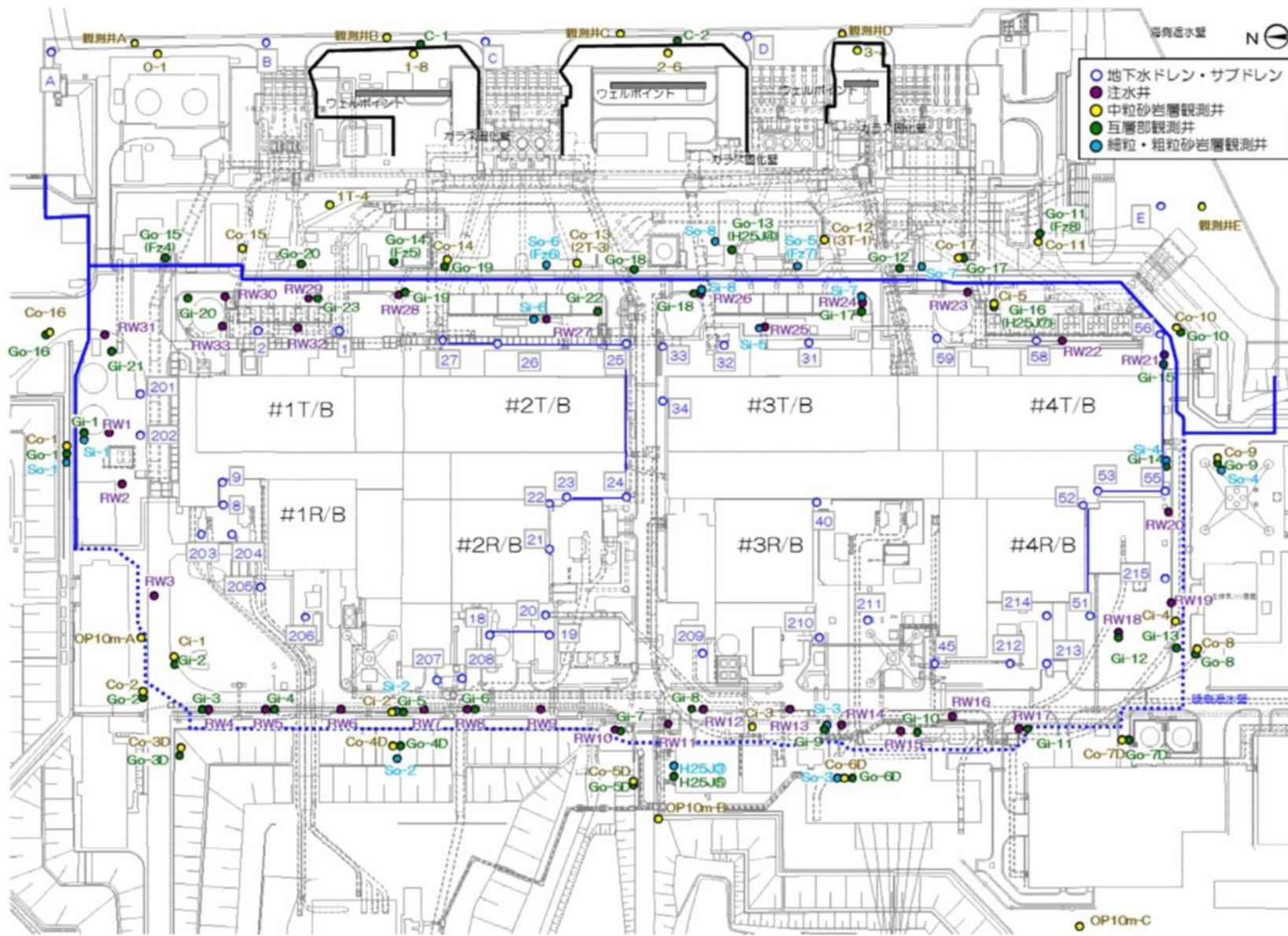
8. 陸側遮水壁内外水位



凍土壁内外の水位差はゆるやかな拡大トレンドにあり、陸側遮水壁に止水性が認められる。

地下水位は11/24 12:00時点のデータ

【参考】地下水位観測井位置図



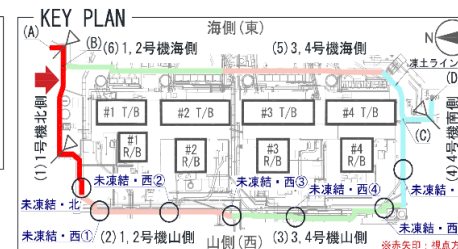
4-1. 地中温度データ (1号機北側)

■ 地中温度分布図

(1)1号機北側 (北側から望む)

- 補助工法未着手
- 補助工法施工中
- 経過観察中
- 補助工法完了 (山側)

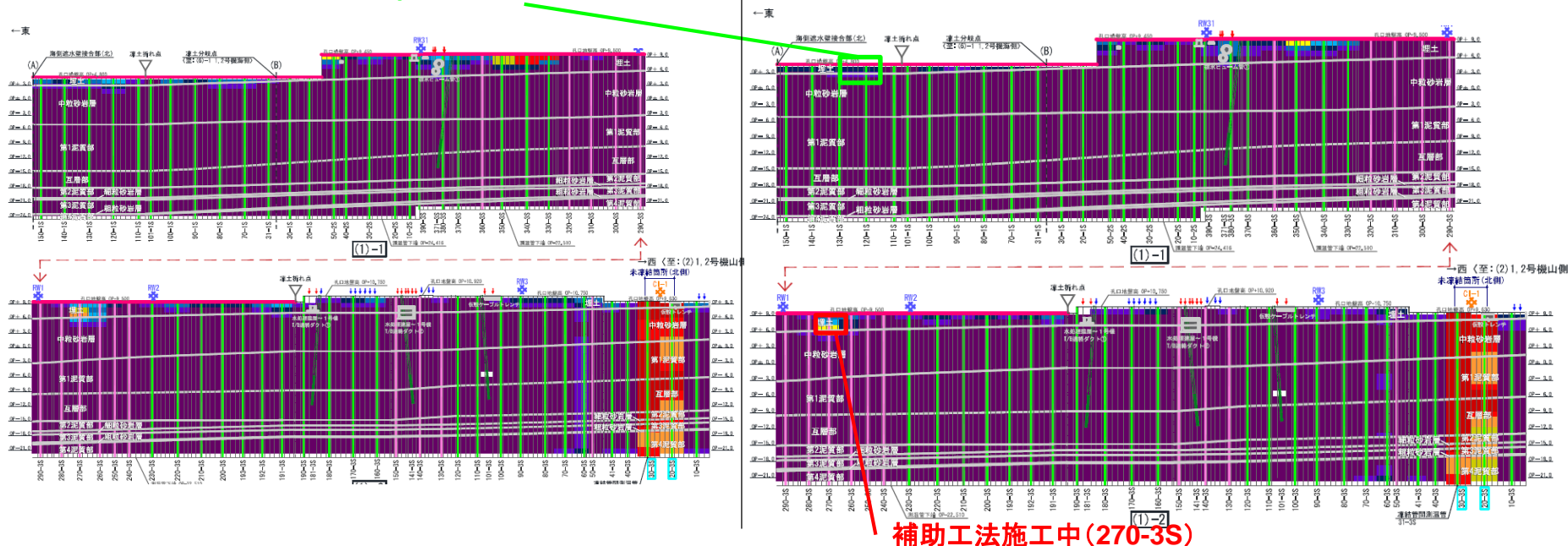
- 凡例
- : 測温管 (凍土ライン外側)
 - : 測温管 (凍土ライン内側)
 - : 測温管 (複列部斜め)
 - : 未凍結箇所管理測温管
 - : 凍土折れ点
 - : RW (リチャージウェル)
 - : Ci (中粒砂岩層・内側)
 - : 単列部凍結管 (先行)
 - : 複列部凍結管
 - : 海側・北側一部凍結箇所



(1ヶ月前)
2016.10.21 7:00データ

(今回報告)
2016.11.22 7:00データ

120-1Sを最後に、海側について凍結対象となる全ての測温ポイントについて0℃を下回った。



補助工法施工中 (270-3S)

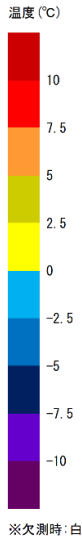
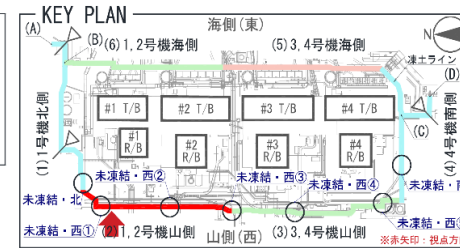
4-2. 地中温度データ (1, 2号機山側)

■ 地中温度分布図

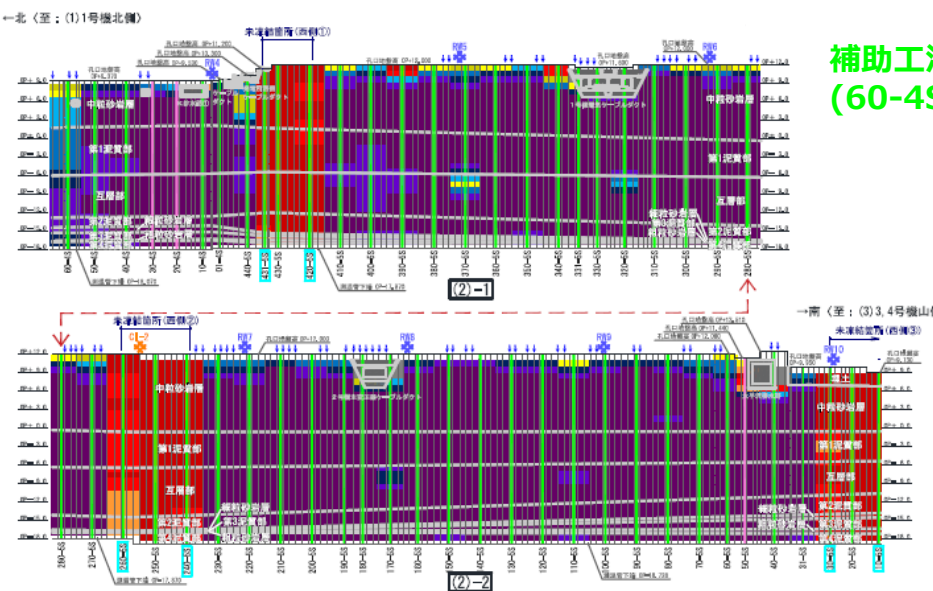
(2) 1, 2号機山側 (西側から望む)

- 補助工法未着手
- 補助工法施工中
- 経過観察中
- 補助工法完了 (山側)

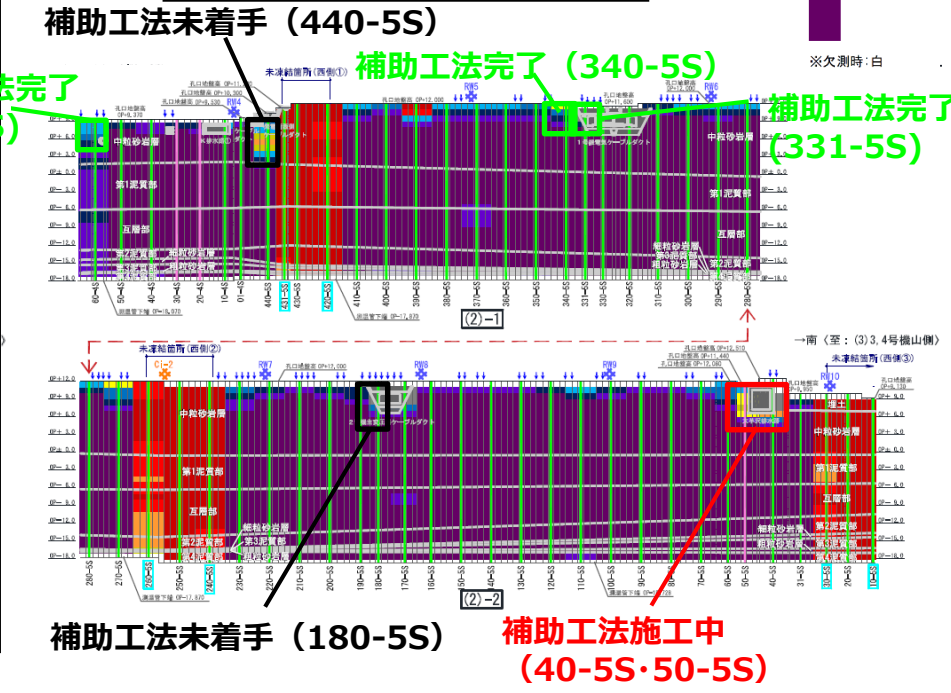
- 凡例
- : 測温管 (凍土ライン外側)
 - : 測温管 (凍土ライン内側)
 - : 測温管 (複列部斜め)
 - : 未凍結箇所管理測温管
 - ▽ : 凍土折れ点
 - ✕ : RW (リチャージ Jewel)
 - ✕ : Ci (中粒砂岩層・内側)
 - ↓ : 単列部凍結管 (先行)
 - ↓ : 複列部凍結管
 - : 海側・北側一部凍結箇所



(1ヶ月前)
2016.10.21 7:00データ



(今回報告)
2016.11.22 7:00データ



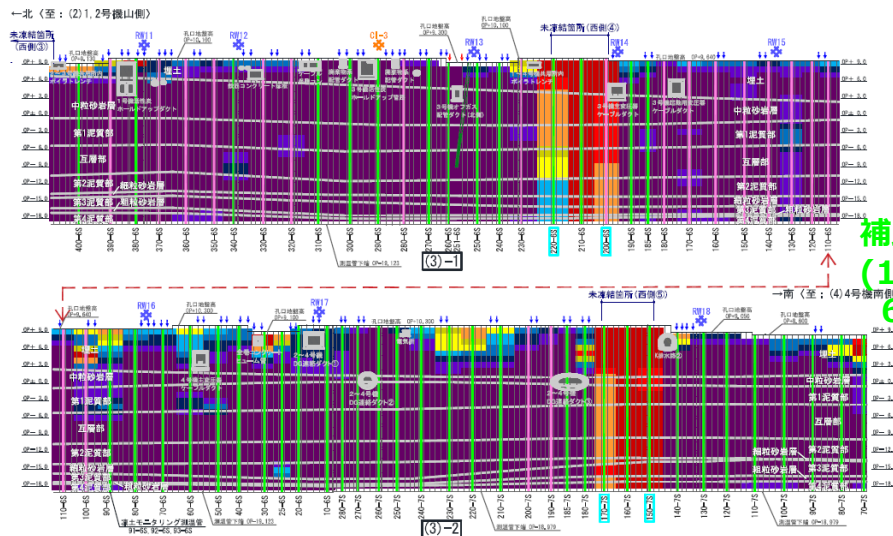
4-3. 地中温度データ (3, 4号機山側)

■ 地中温度分布図

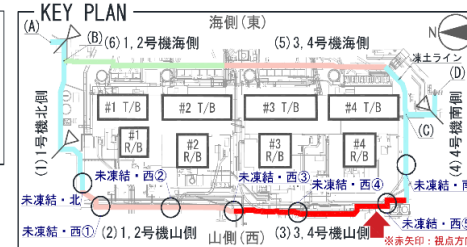
(3)3,4号機山側 (西側から望む)

- 補助工法未着手
- 補助工法施工中
- 経過観察中
- 補助工法完了 (山側)

(1ヶ月前)
2016.10.21 7:00データ

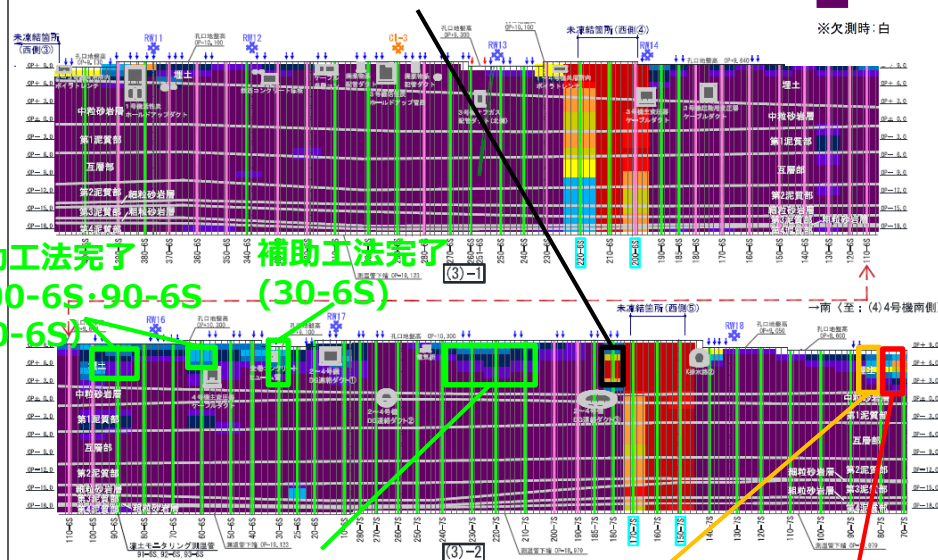


- 凡例
- : 測温管 (凍土ライン外側)
 - : 測温管 (凍土ライン内側)
 - : 測温管 (複列部斜め)
 - : 未凍結箇所管理測温管
 - ▽ : 凍土折れ点
 - ✕ : RW (リチャージウェル)
 - ✕ : Ci (中粒砂岩層・内側)
 - ↓ : 単列部凍結管 (先行)
 - ↓ : 複列部凍結管
 - : 海側・北側一部凍結箇所



(今回報告)
2016.11.22 7:00データ

補助工法未着手 (180-7S)



補助工法完了 (100-6S・90-6S・60-6S)

補助工法完了 (210-7S・220-7S・230-7S)

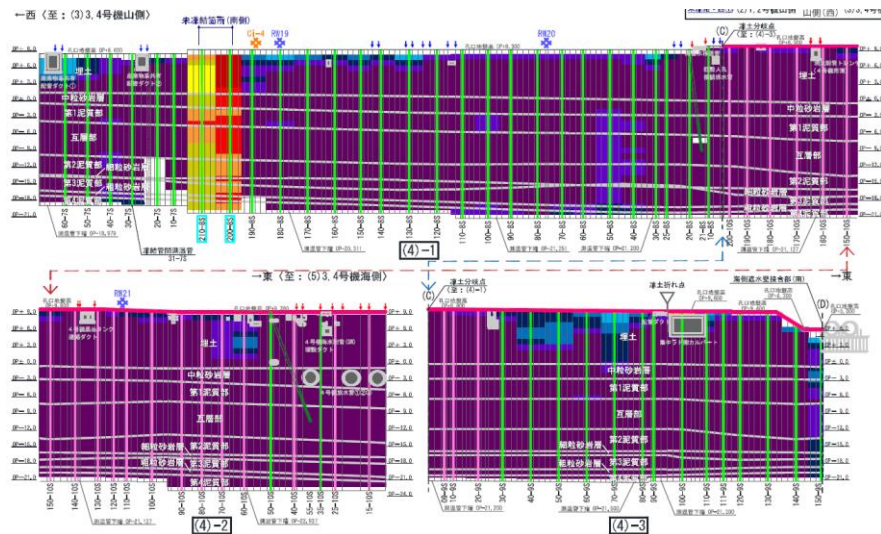
経過観察中 補助工法施工中 (80-7S) (70-7S)

■ 地中温度分布図

(4)4号機南側 (南側から望む)

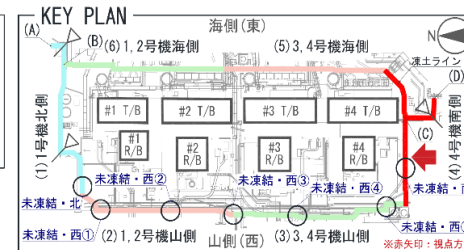
- 補助工法未着手
- 補助工法施工中
- 経過観察中
- 補助工法完了 (山側)

(1ヶ月前)
2016.10.21 7:00データ



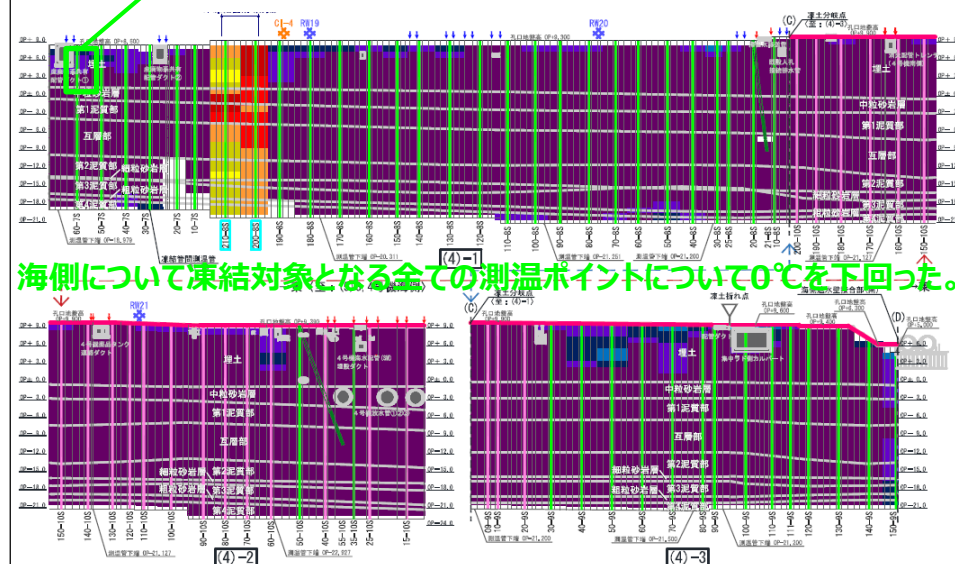
凡例

- 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



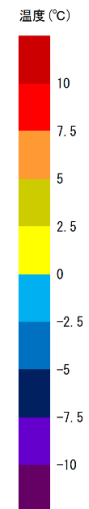
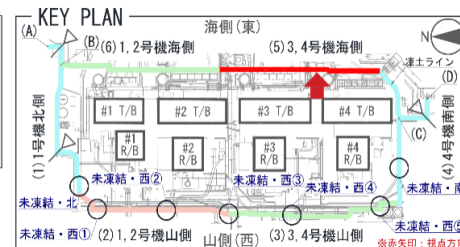
補助工法完了
(60-7S)

(今回報告)
2016.11.22 7:00データ



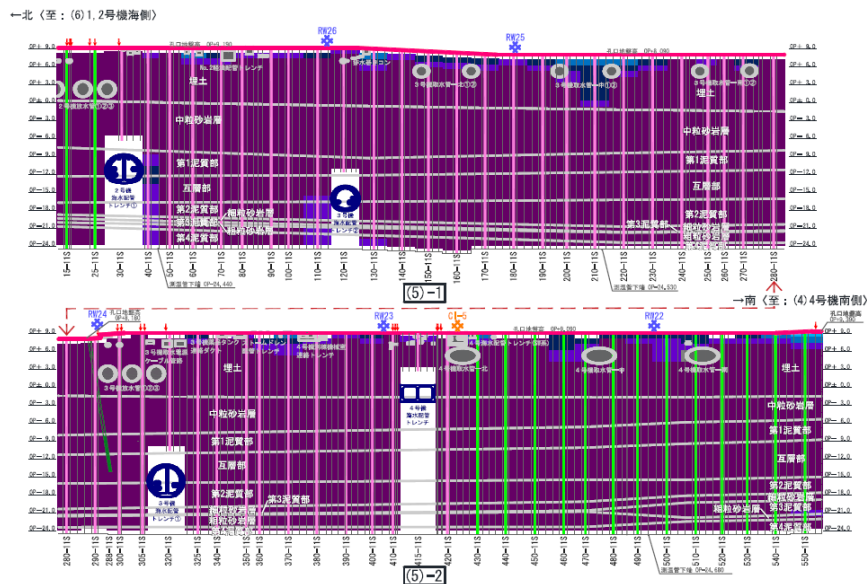
■ 地中温度分布図

(5) 3, 4号機海側 (西側: 内側から望む)

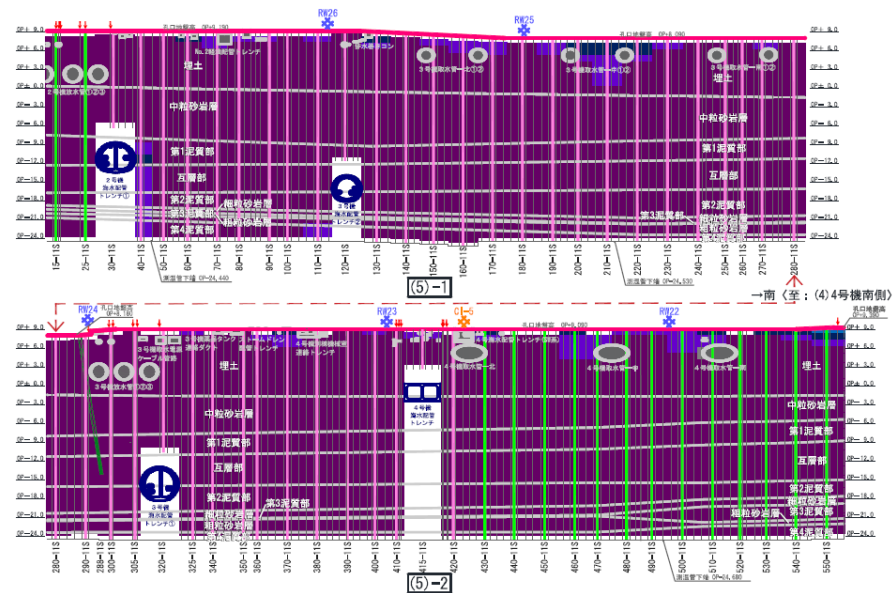


海側について凍結対象となる全ての測温ポイントについて0°Cを下回った。

(1ヶ月前)
2016.10.21 7:00データ



(今回報告)
2016.11.22 7:00データ



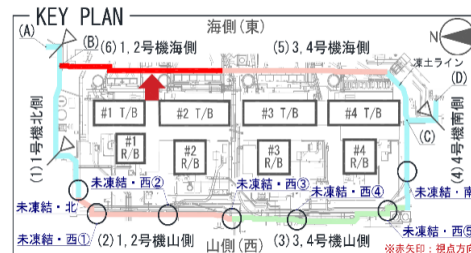
4-6. 地中温度データ (1, 2号機海側)

■ 地中温度分布図

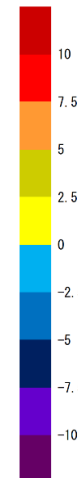
(6) 1, 2号機海側 (西側: 内側から望む)

海側について凍結対象となる全ての测温ポイントについて0℃を下回った。

- 凡例
- : 测温管 (凍土ライン外側)
 - : 测温管 (凍土ライン内側)
 - : 测温管 (複列部斜め)
 - : 未凍結箇所管理测温管
 - ▽ : 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

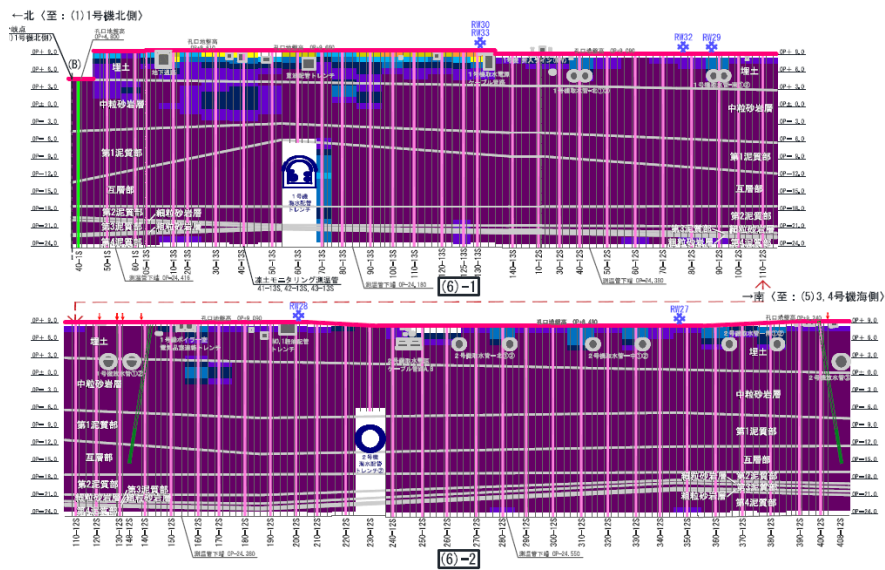


温度(℃)

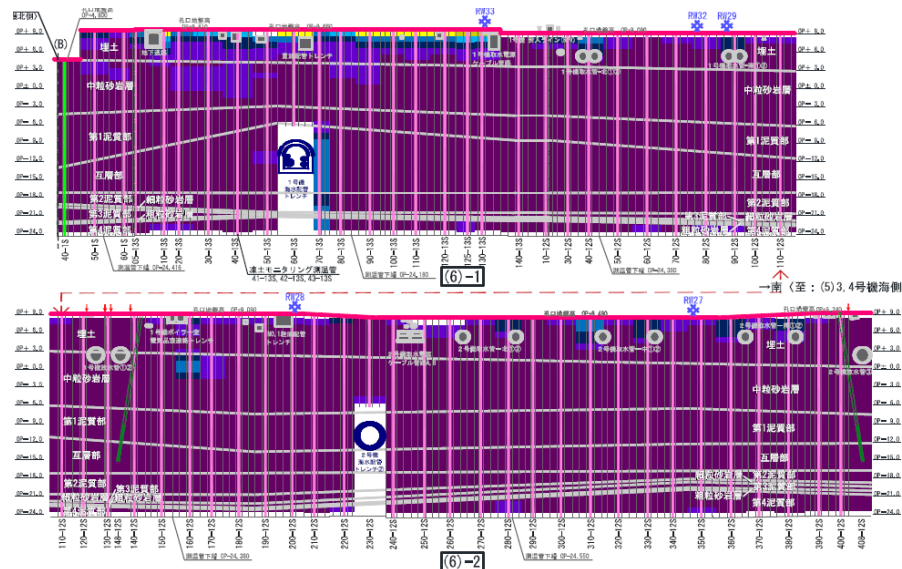


※欠測時: 白

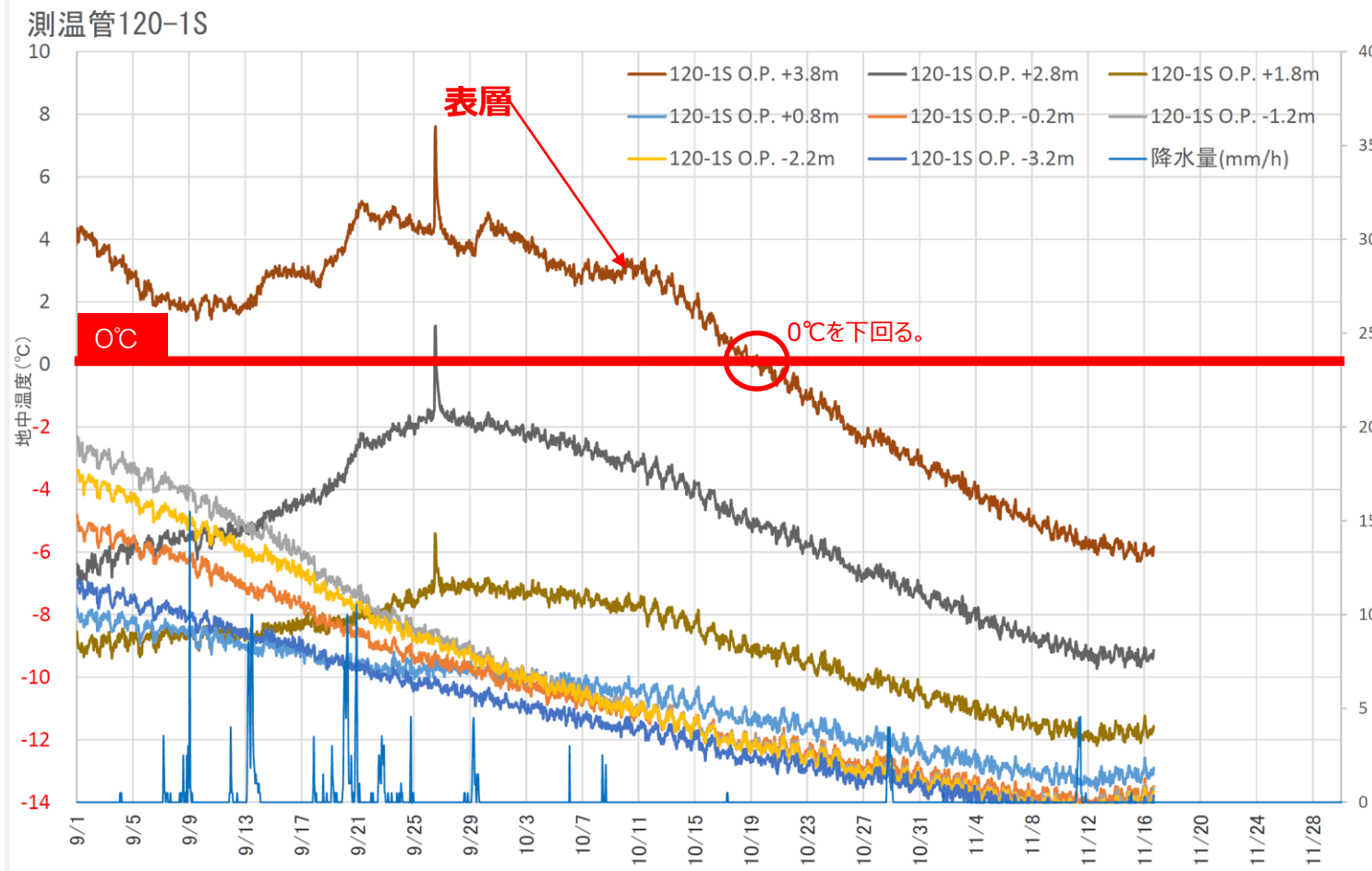
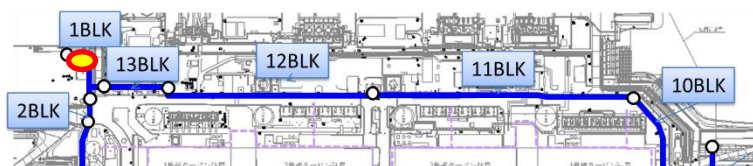
(1ヶ月前)
2016.10.21 7:00データ



(今回報告)
2016.11.22 7:00データ



5. 海側の温度状況について



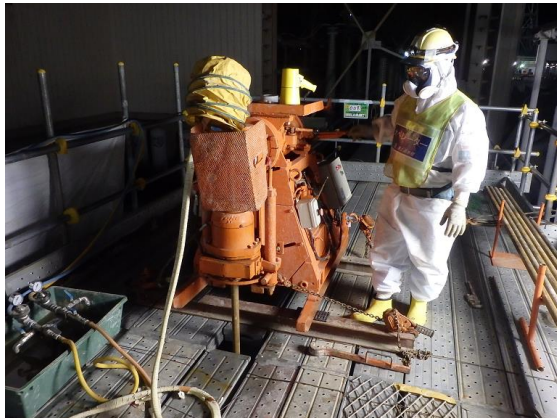
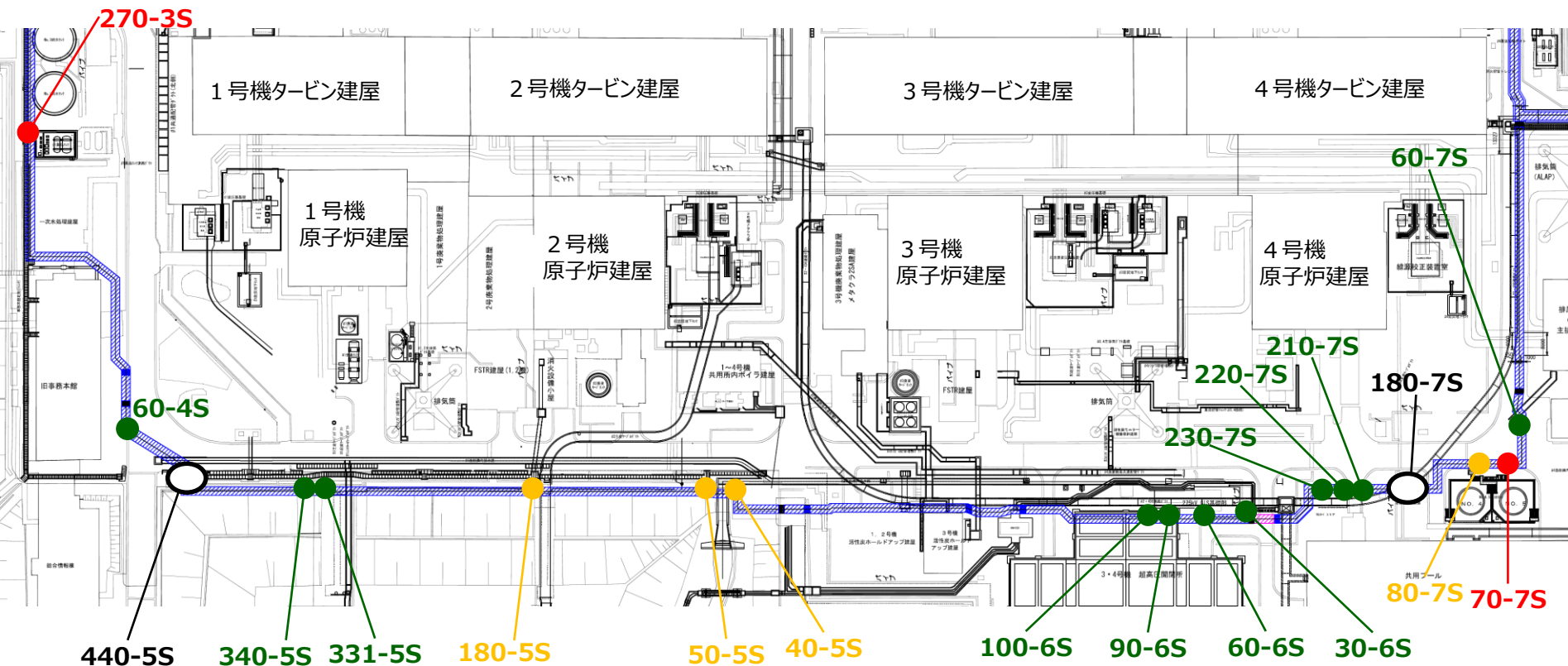
⇒120-1Sを最後に、海側について凍結対象となる全ての測温ポイントが0°Cを下回った。

1. 薬液注入工法の適用深度（地表2m以深）の全測温管データのうち、現在温度が0℃を上回り、且つ予測温度※1が0℃を上回る測温ポイントを抽出。
2. 抽出した測温ポイントが3深度※2以上連続し、且つ i) 現在温度が5℃以上のもの、ii) 予測温度が5℃以上のもの双方を含むものは、『優先順位 1』とする。
3. 1. で抽出された測温ポイントのうち、2. に該当しなかったもので、中粒砂岩層以浅に位置するものは、『優先順位 2』とする。
4. 1. で抽出された測温ポイントのうち、2. に該当しなかったもので、互層以深に位置するものは、『優先順位 3』とする。
5. 補助工法については、原則、『優先順位 1』→『優先順位 2』→『優先順位 3』の順で行う。
6. 1. ～ 4. の抽出・優先順位の分類は、少なくとも2週間に1回の見直しを継続し、その都度、補助工法を適用する箇所を追加・削除を行い、工程に反映する。

※1 予測温度：予測を行った日までの1週間の温度変化が、以後そのまま継続すると仮定して予測した30日後の温度をいう。

※2 深度：1深度は、深さ1mの幅であり、一つの測温ポイントはその1mの幅の平均温度を示している。

6-2. 山側補助工法の実施状況



- 凡例
- : 完了
 - : 経過観察中
 - : 施工中
 - : 未着手

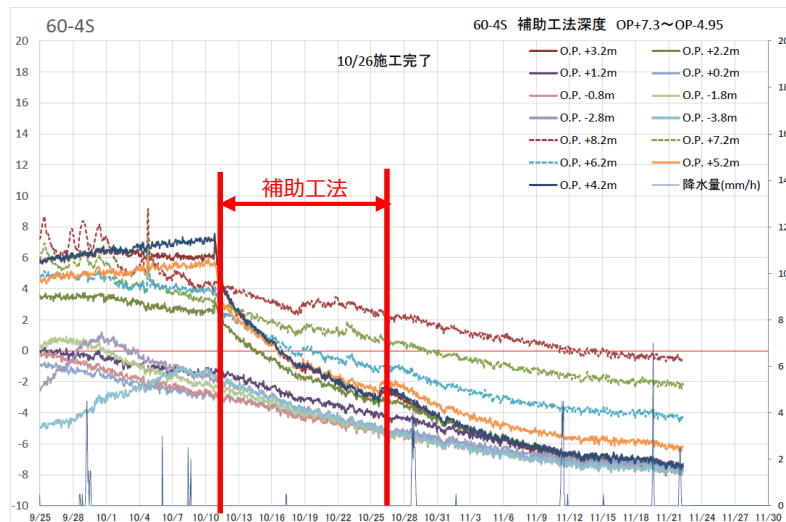
6-3.山側補助工法工程 (10/20~27の地中温度推移に基づく)、及び進捗 (11/14現在)

BLK	対象	進捗	9月	10月	11月	12月
4	60-4S	完了		●-----●		
6	100-6S	完了			●-----●	
	90-6S	完了		●-----●		
7	60-6S	完了	-----●			
	230-7S	完了	【優先順位1】	●-----●		
	220-7S			●-----●		【優先順位3】→対象無し
	210-7S			●-----●		
60-7S	完了		●-----●			
5	440-5S	未着手		未凍結箇所隣接のため、実施時期検討中		
	331-5S	完了			●-----●	
	340-5S	完了			●-----●	
	180-5S	経過観察中				●-----●
	50-5S	経過観察中				●-----●
	40-5S	経過観察中				●-----●
6	30-6S	完了		●-----●		
7	80-7S	経過観察中				●-----●
	180-7S	未着手		未凍結箇所隣接のため、実施時期検討中		
	70-7S	施工中			●-----●	●-----●
3	270-3S	施工中			●-----●	●-----●

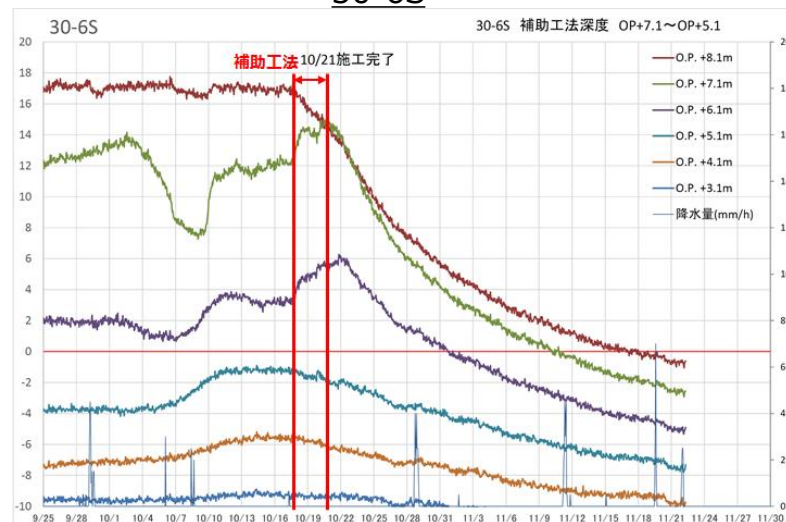
6-4. 補助工法実施後の温度変化の例（山側）

⇒海側に比べ、補助工法実施後の温度低下は比較的順調

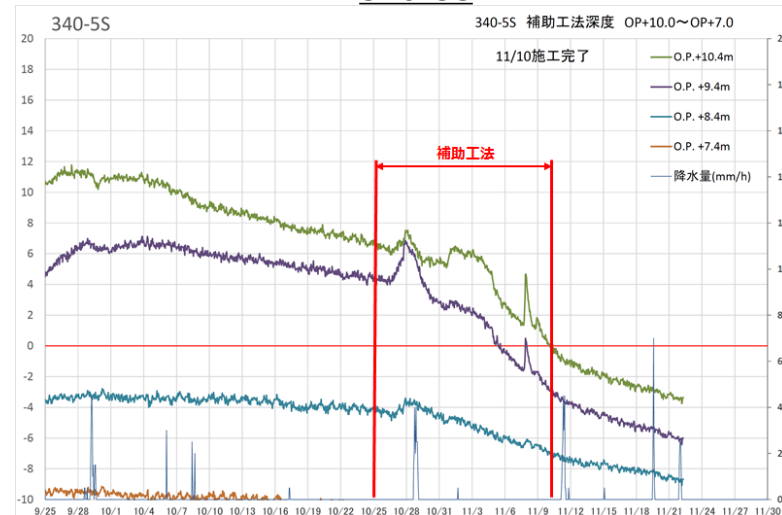
60-4S



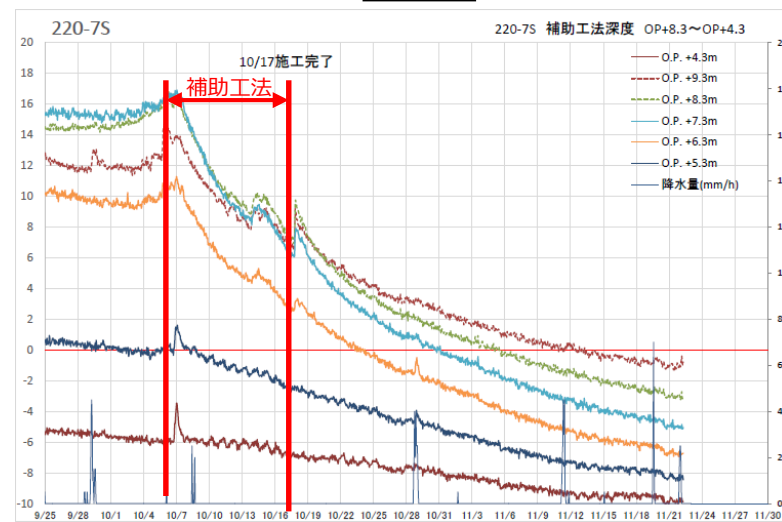
30-6S



340-5S

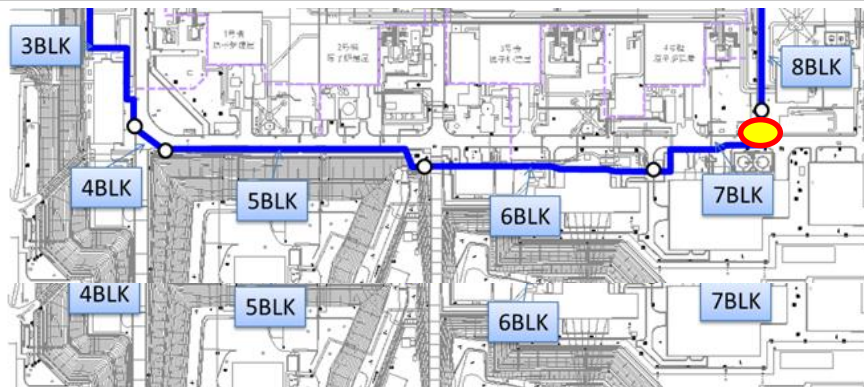


220-7S

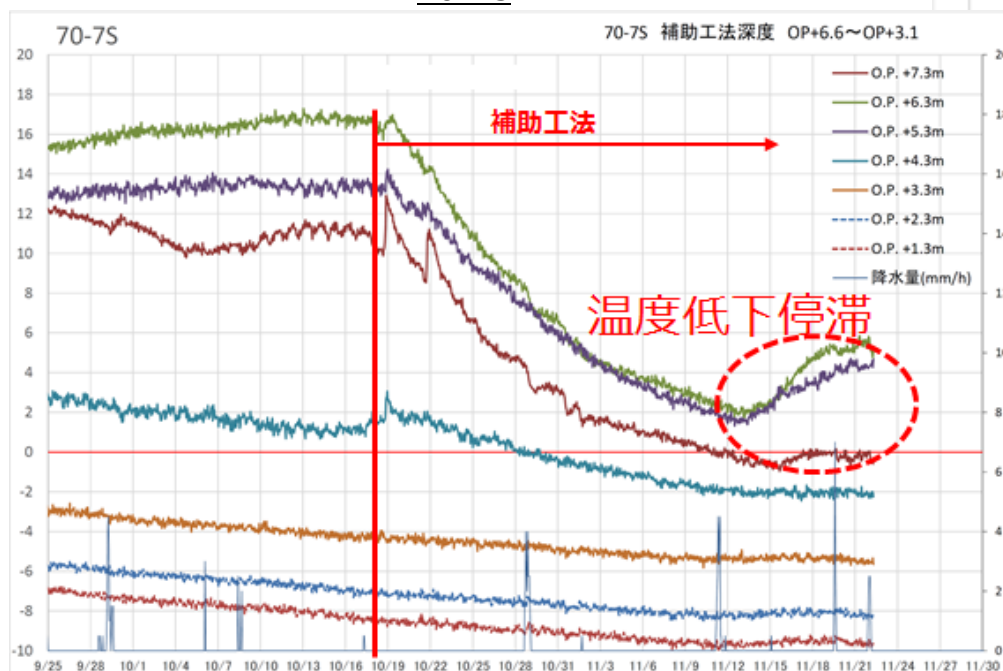


6-5. 補助工法隣接箇所における温度上昇

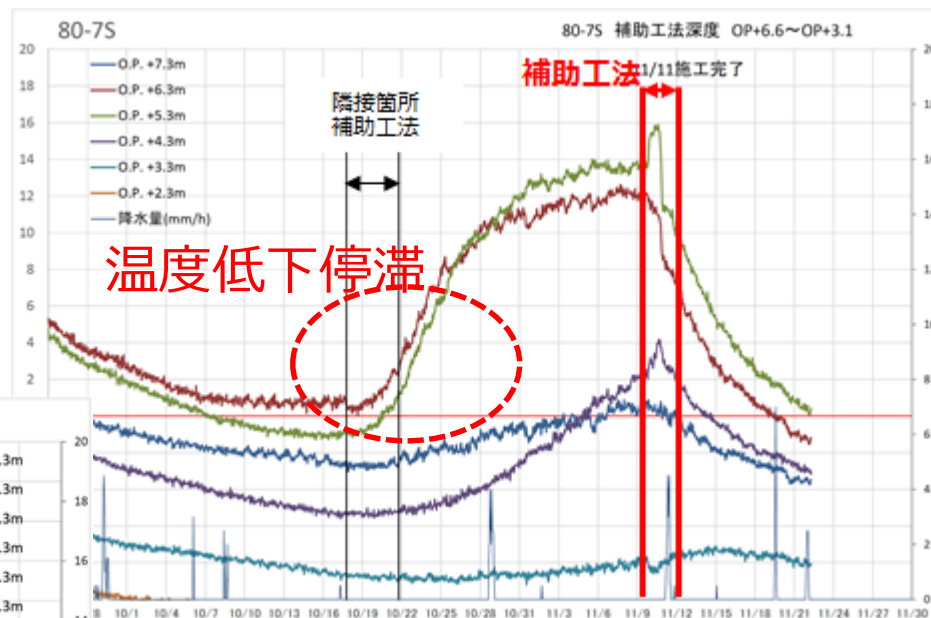
⇒但し、隣接する測温管同士で一方の補助工法完了後、他方の測温管で温度上昇がみられる例等があり、「補助工法適用の考え方」（前述）に基づく優先順位付けを行い、施工を継続。



70-7S

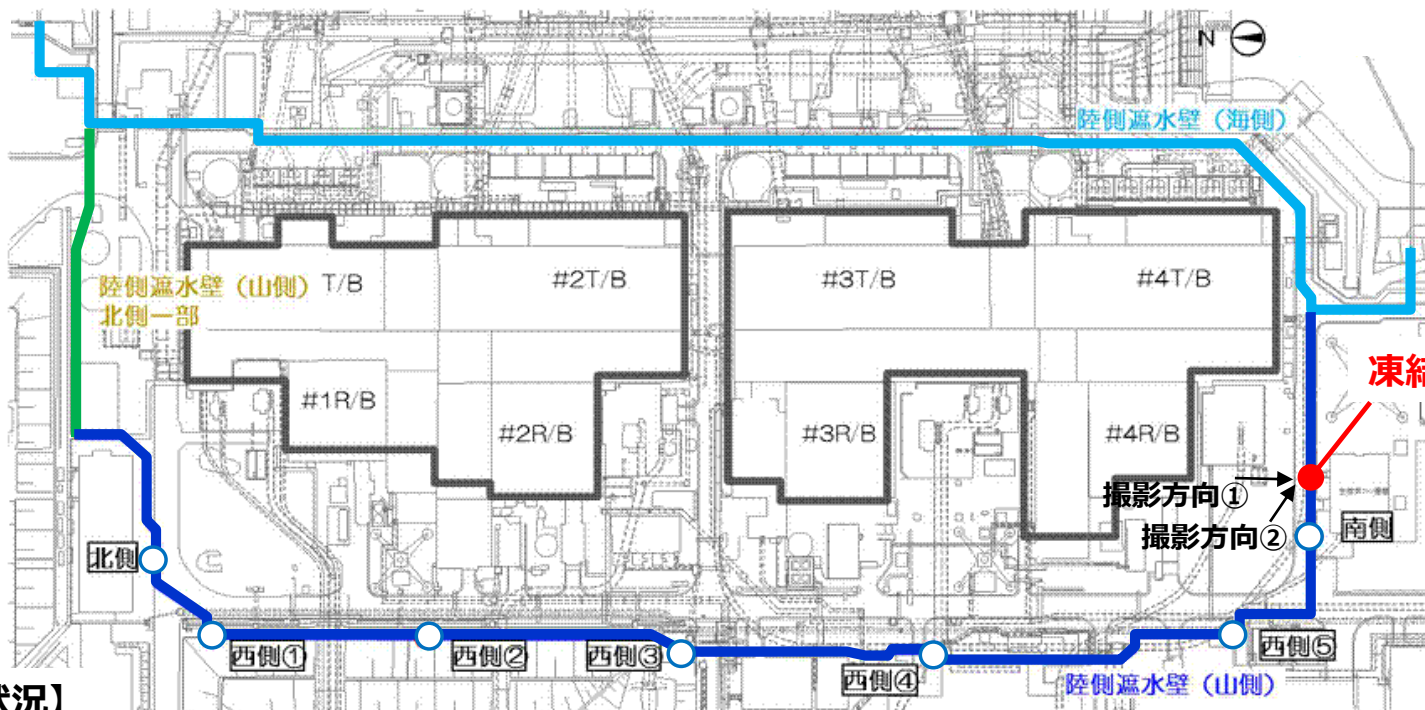


80-7S (隣接する70-7Sの補助工法後の温度上昇)

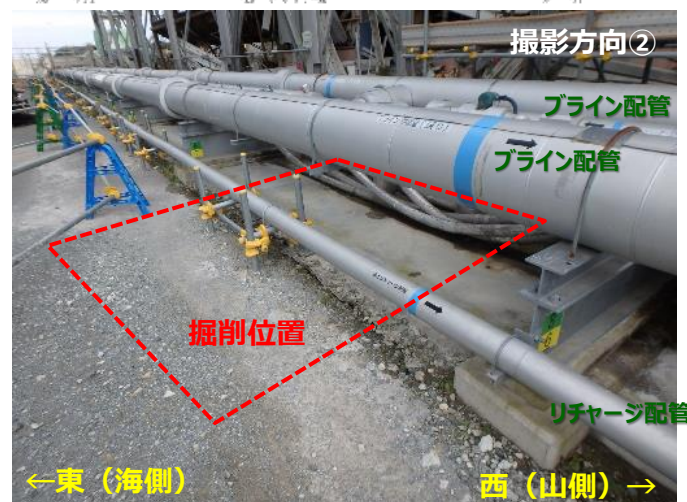
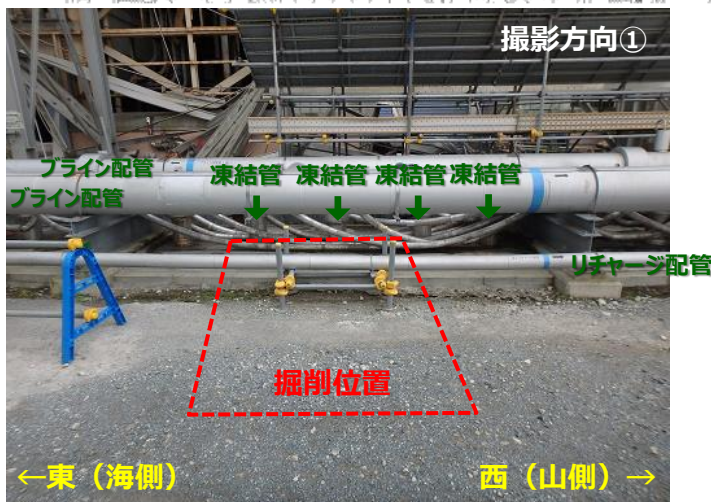


7-1. 凍結状況の掘削確認について

【位置図】



【掘削前の状況】



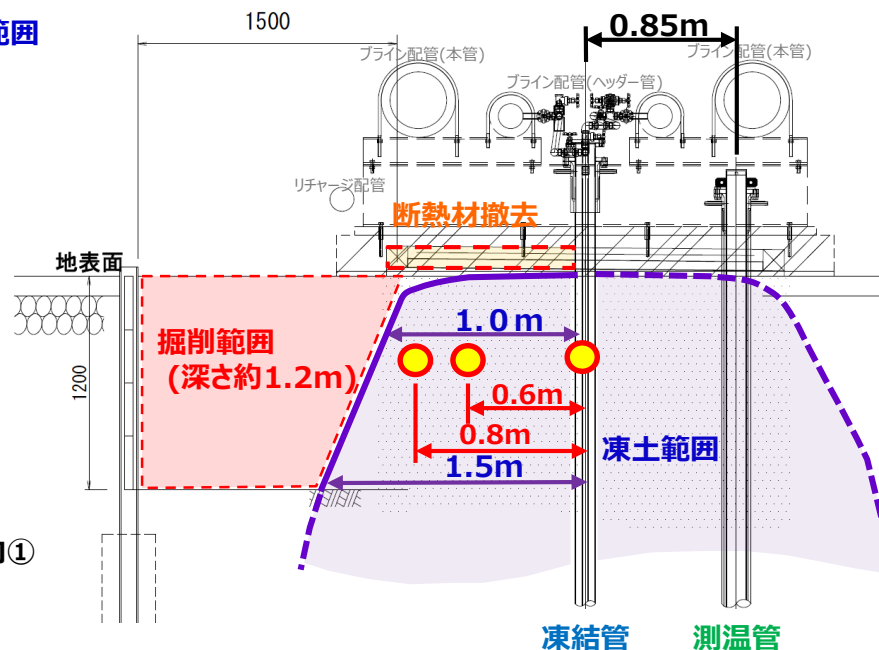
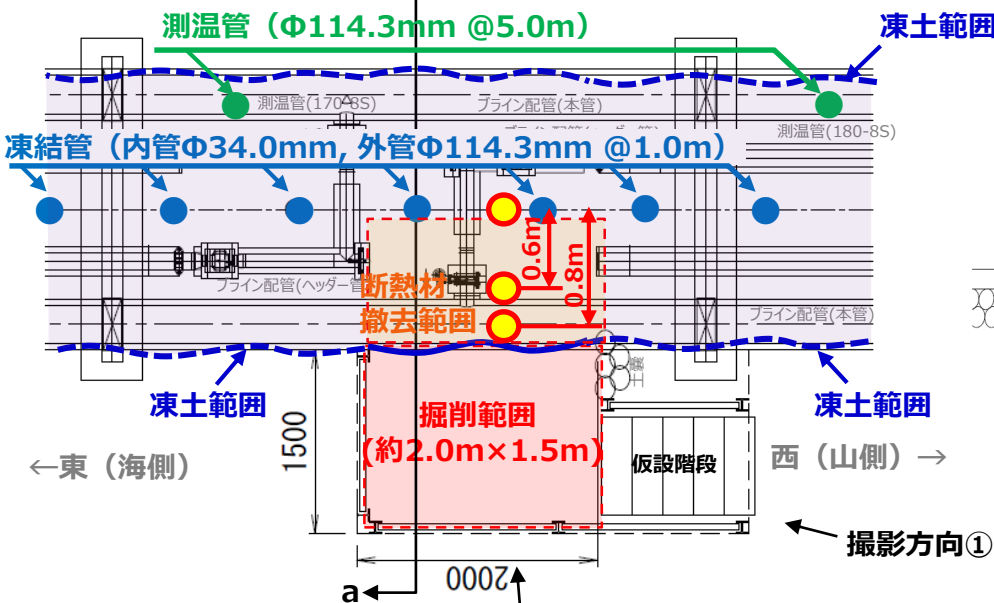
7-2. 凍結状況の掘削確認について

地表面から深さ1.2mまで掘削を行い、地盤の凍結状況を確認した。

【平面図】

●：温度計設置位置

【a-a 断面図】



【11/21 現地状況】

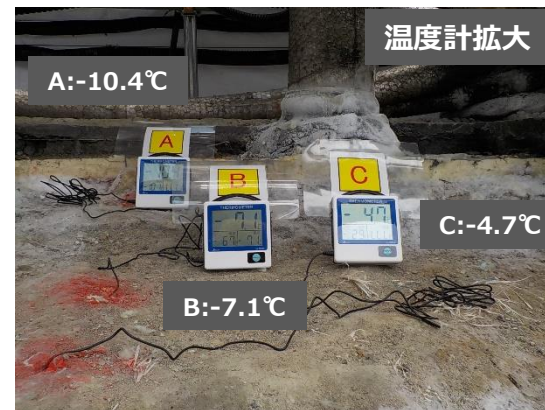
撮影方向②



撮影方向①



撮影方向②



温度計拡大

A:-10.4°C

B:-7.1°C

C:-4.7°C

(1) 陸側遮水壁(海側)の閉合状況

①陸側遮水壁(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、フェーズ2開始以降も拡大・維持されている。

②4m盤への水収支による地下水流入量(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、8月後半～9月の降雨の影響を受けて流入量が多い状態が続いていたが、現在は減少傾向となっている。

③測温管位置での温度が 0°C 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°C 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

構造物内部・地下水位以上の部分については調査を実施する予定

⇒【現況】フェーズ1で凍結させた海側の範囲では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、補助工法実施により温度低下し、必要な範囲全てで 0°C を下回っている。

(2) 陸側遮水壁(山側)の閉合状況

①陸側遮水壁(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。

②測温管位置での温度が 0°C 以下を確認※(構造物内部・地下水位以上の部分および未凍結7カ所を除く)

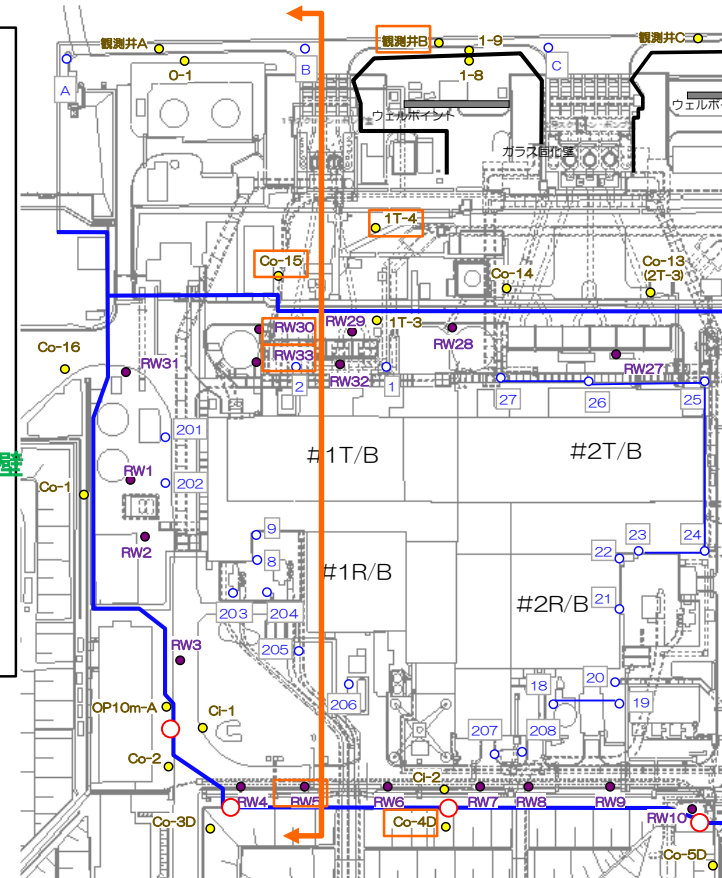
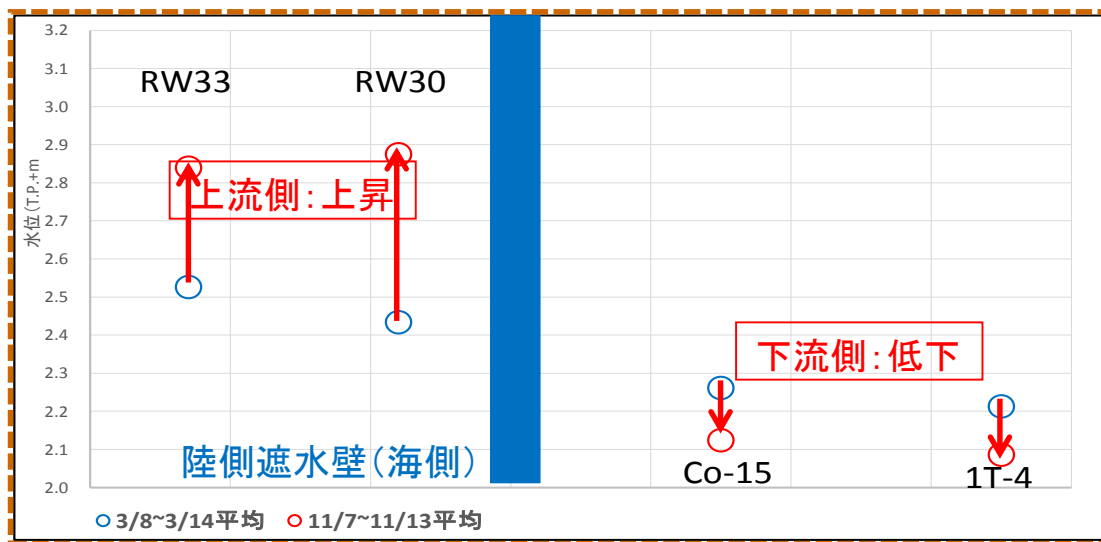
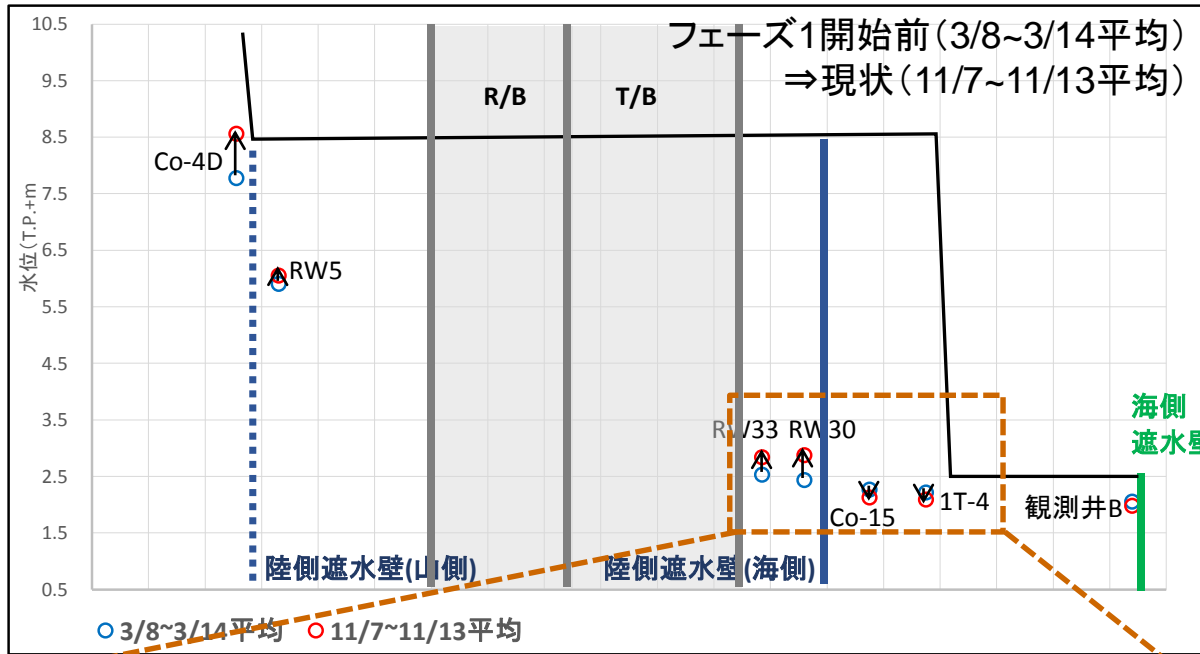
但し、局所的に 0°C 以下にならない箇所がある時には、その影響を評価して、第二段階へ移行しても問題が無いことを確認

⇒【現況】6月6日～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することで、引き続き温度低下を促進させる。

引き続き、上記項目を確認していく。

9-1. 中粒砂岩層水位変化断面図 #1/2号機側

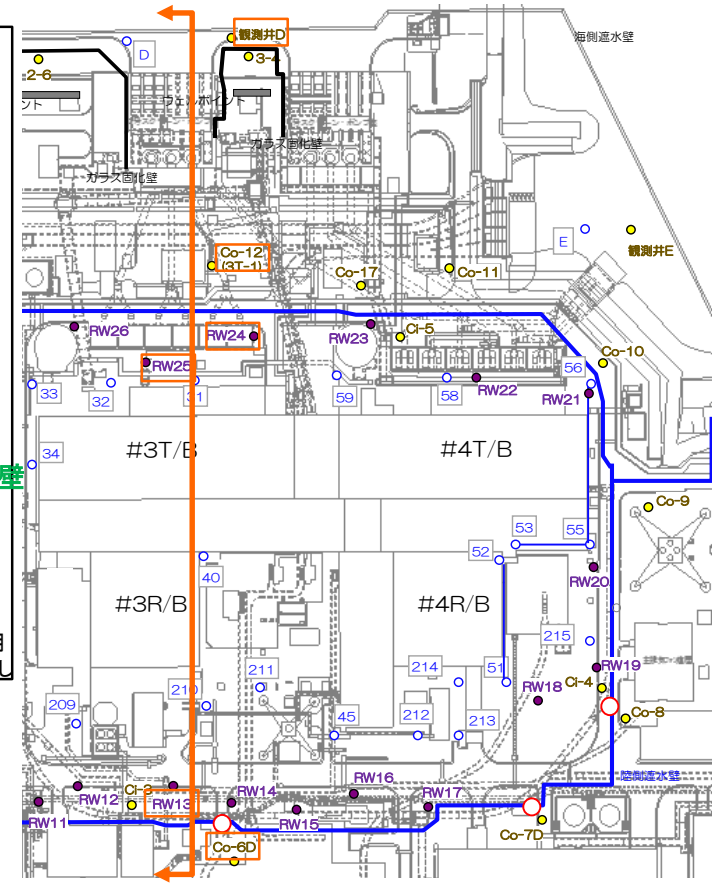
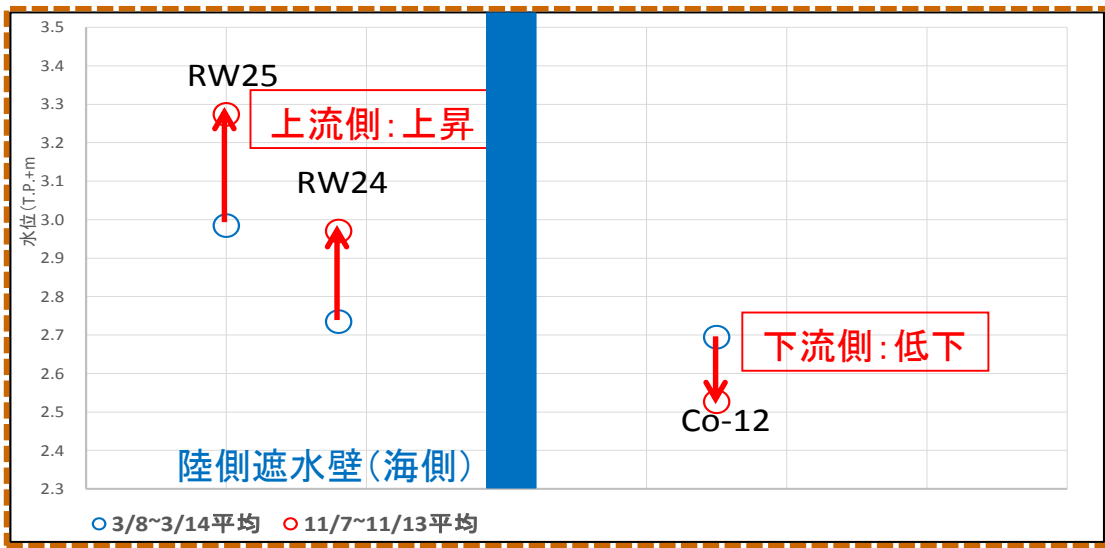
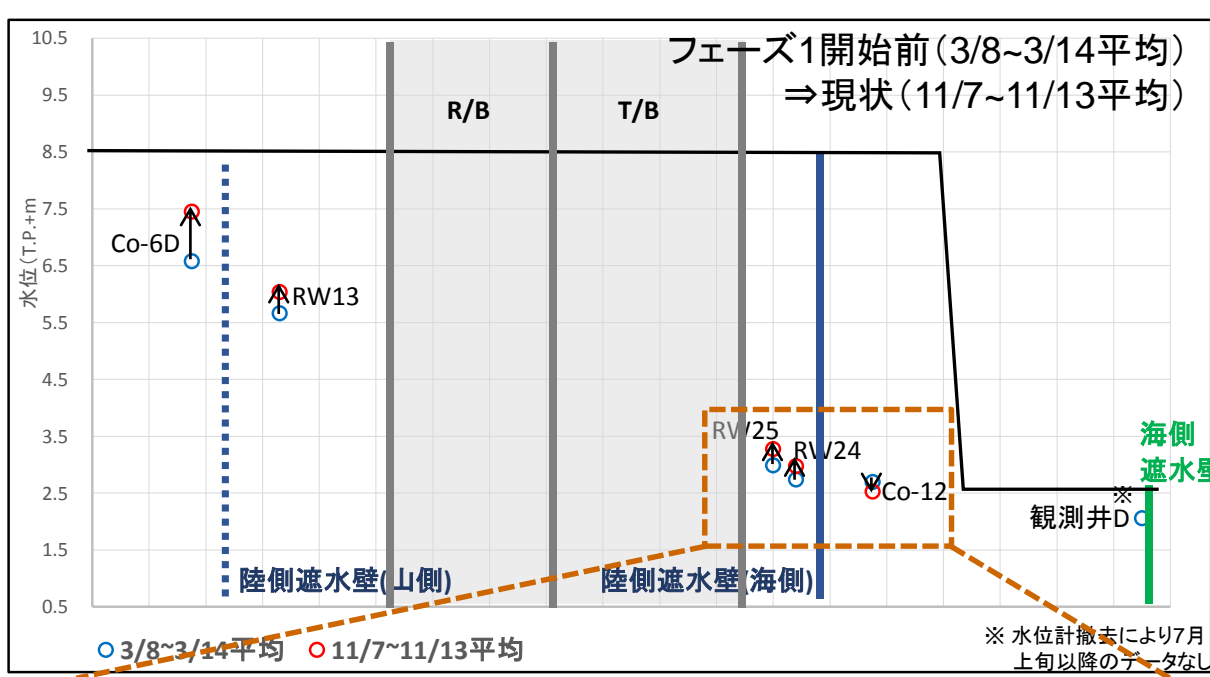


- 地下水ドレン・サブドレン
- 注水井
- 中粒砂岩層観測井

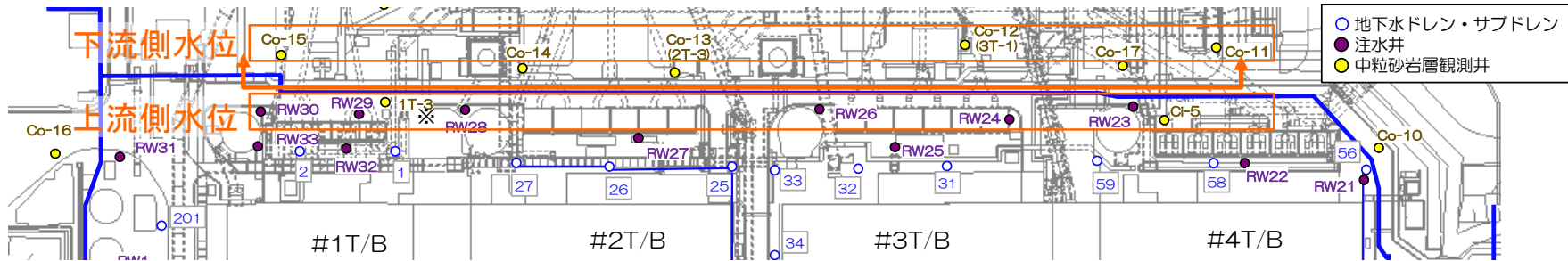


○ 未凍結箇所 (7箇所)

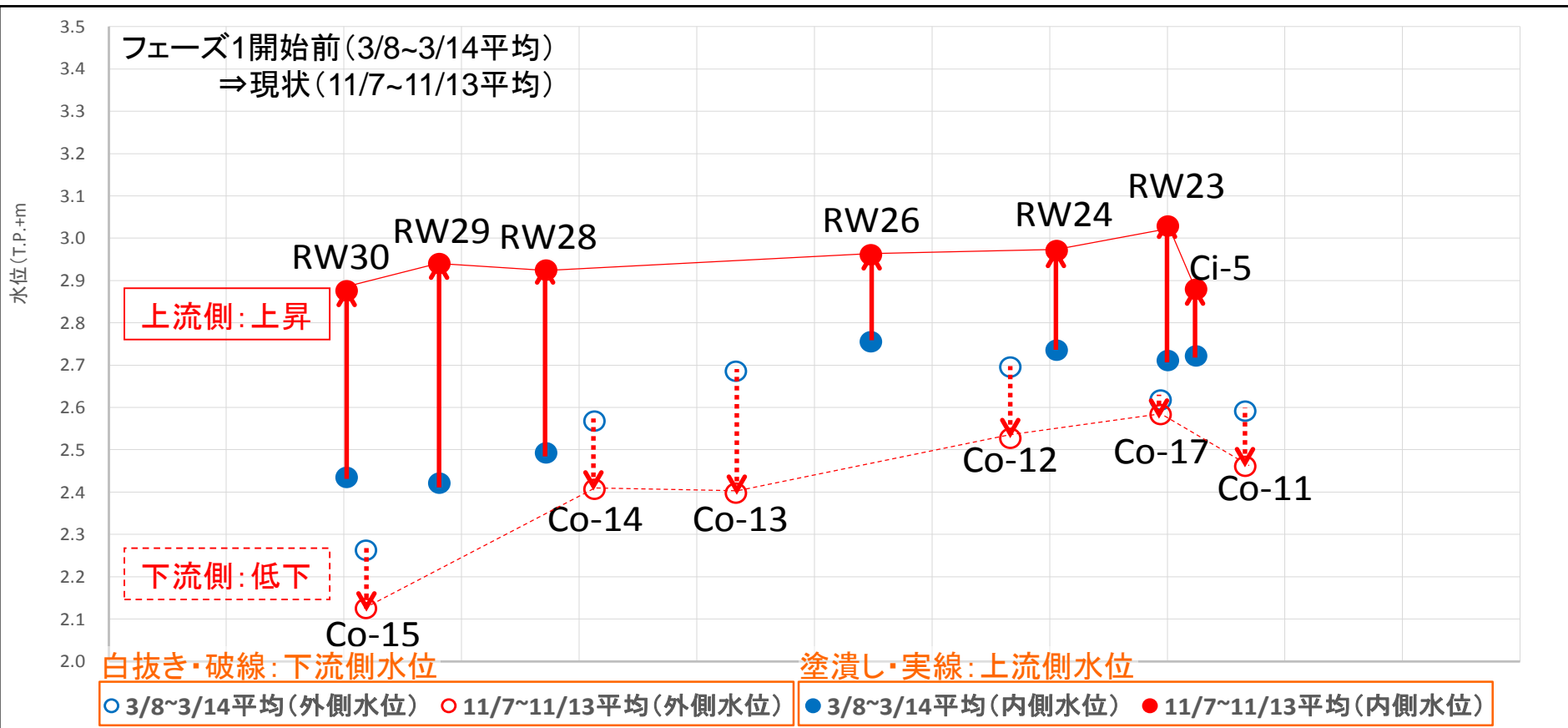
9-2. 中粒砂岩層水位変化断面図 #3/4号機側



9-3. 中粒砂岩層水位変化断面図 海側ライン上流側・下流側



※ 1T-3は3/8~3/14欠測のため、表示していない。

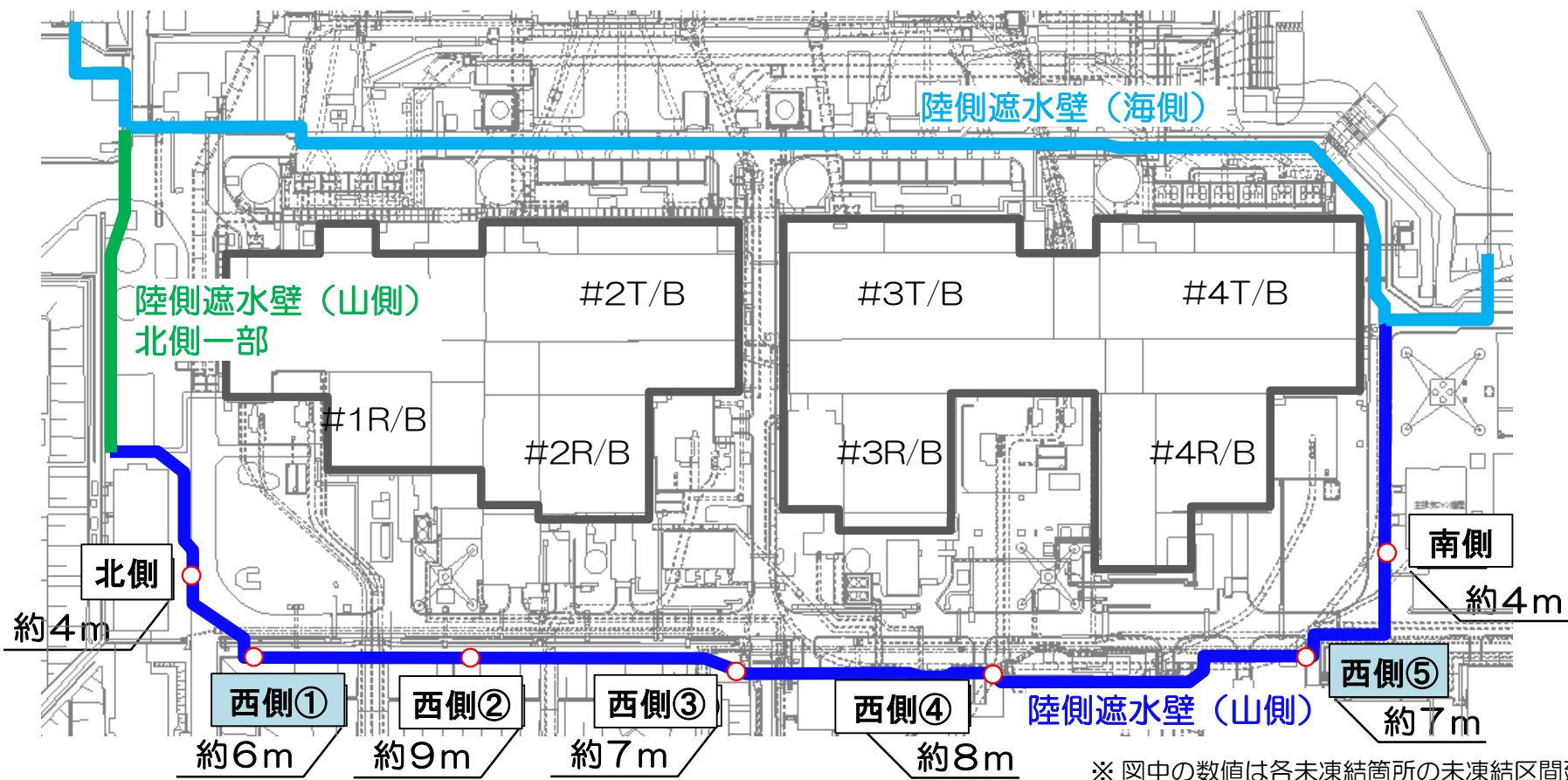


10-1. 現状の未凍結箇所と一部閉合箇所の選定

- 第一段階フェーズ2で凍結対象外としていた山側の未凍結箇所は、7箇所（山側総延長約860mの約5%）である（各未凍結箇所の位置および区間延長は、下図に示すとおり）。
- 一部閉合箇所の選定においては、閉合後の地下水流入バランスを大きく変えないことを考慮し、近くに未閉合箇所（北側および南側）があり、閉合箇所が対象となる、「西側①」と「西側⑤」の2箇所とした。



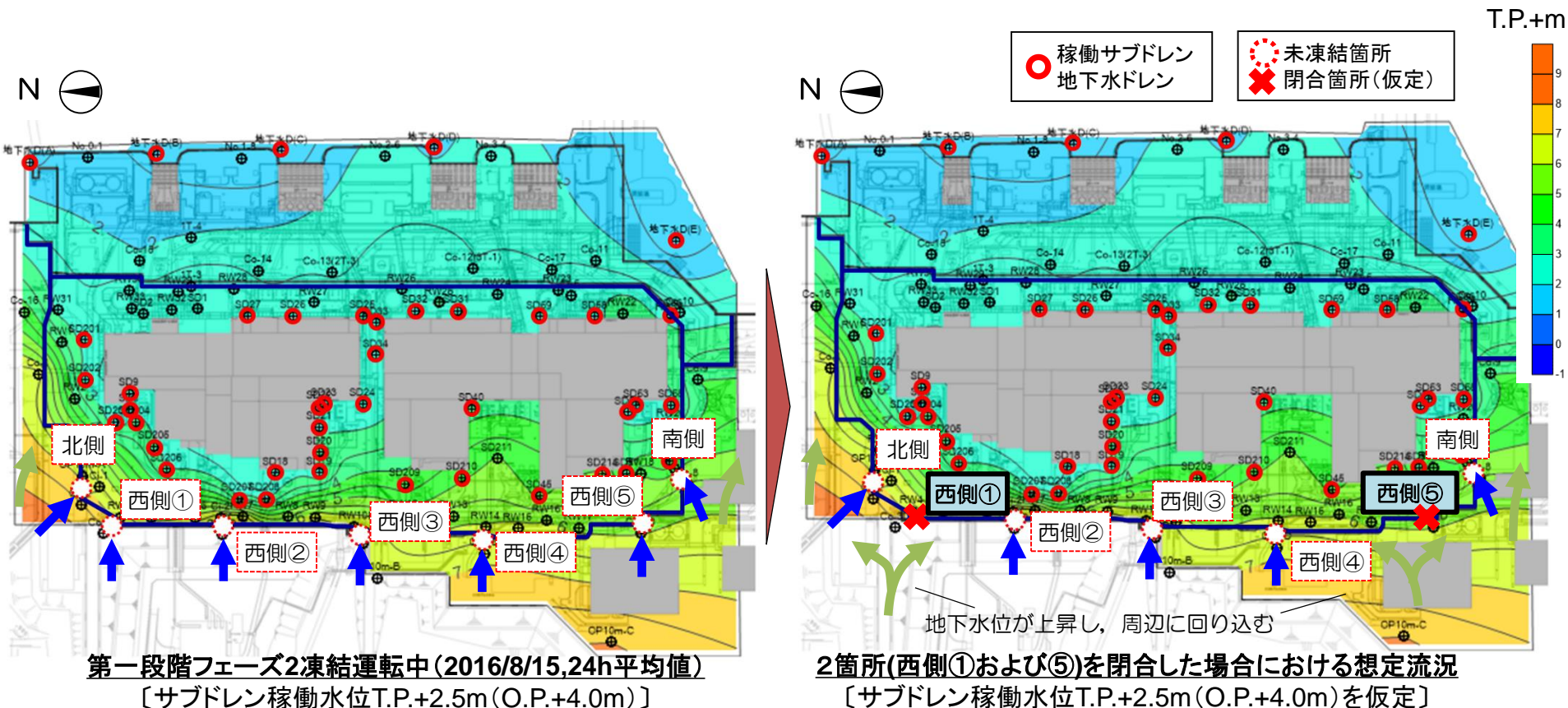
○未凍結箇所:7箇所(未凍結区間延長計:約45m(山側総延長約860mの約5%))



※ 図中の数値は各未凍結箇所の未凍結区間延長

10-2. 未凍結箇所一部閉合後の地下水の流れ

- ・未凍結箇所を閉合すると、堰上げが生じて上流側の地下水位が上昇し、地下水は周辺へ回り込む。
- ・西側①と西側⑤は、陸側遮水壁(山側)の隅角部付近に位置しており、この2箇所の閉合後、堰上げられた地下水の一部は海側へ回り込むが、一部は残りの未凍結箇所を通じて、陸側遮水壁内に流入する。そのため、閉合前に流入していた地下水の全てが、閉合により遮断されることはない。



地下水水位分布は実測の地下水水位から、Golden Software社のソフトウェアSurfer ver13を用いてKriging法に基づいて作成した。

10-3. 4m盤の地下水収支の算定の考え方 (実測値・算定値・仮定条件など)

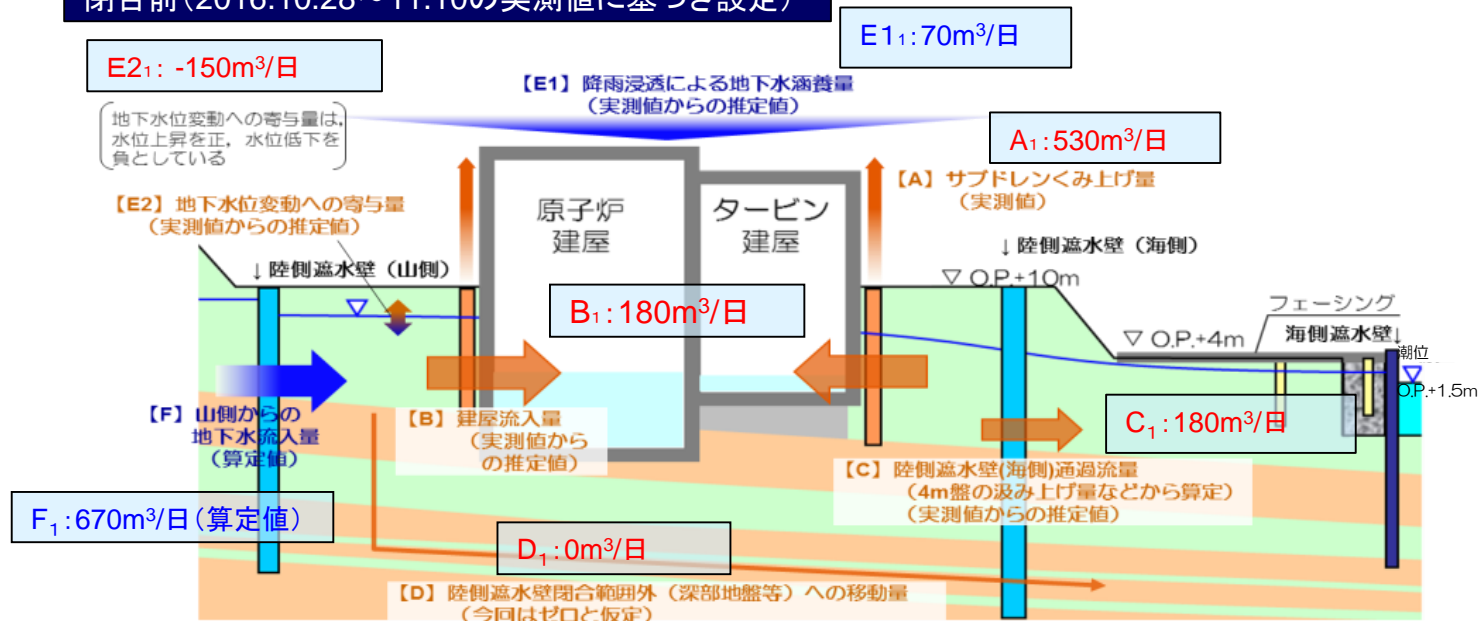
- 4m盤の地下水流入量は、下図の地下水収支に示すように、ウェルポイントおよび地下水ドレンのくみ上げ量の実績に地下水位変動等を考慮し、下式で算定した。

	サブドレンくみ上げ量 A ₁	建屋流入量 B ₁	4m盤への移動量 C ₁	閉合範囲外への移動量 D ₁	降雨涵養量 E ₁	地下水位変動への寄与量 E ₂
設定値(m ³ /日)	530	180	180	0	70	-150

$$=A_1+B_1+C_1+D_1+E_{21}-E_{11}$$

現状の山側からの地下水流入量	F ₁
実測に基づいた値(m ³ /日)	670

閉合前(2016.10.28~11.10の実測値に基づき設定)



※ 現状の期間(2016.10.28~11.10)において、深部透水層(粗粒、細粒砂岩)の水頭が互層部と同程度で、上部の中粒砂岩層よりも高いことから、深部地盤等への移動量D₁をゼロとする。

(参考) 閉合前の山側からの地下水流入量の想定

特定原子力施設 監視・評価検討会(第47回) 資料3 抜粋

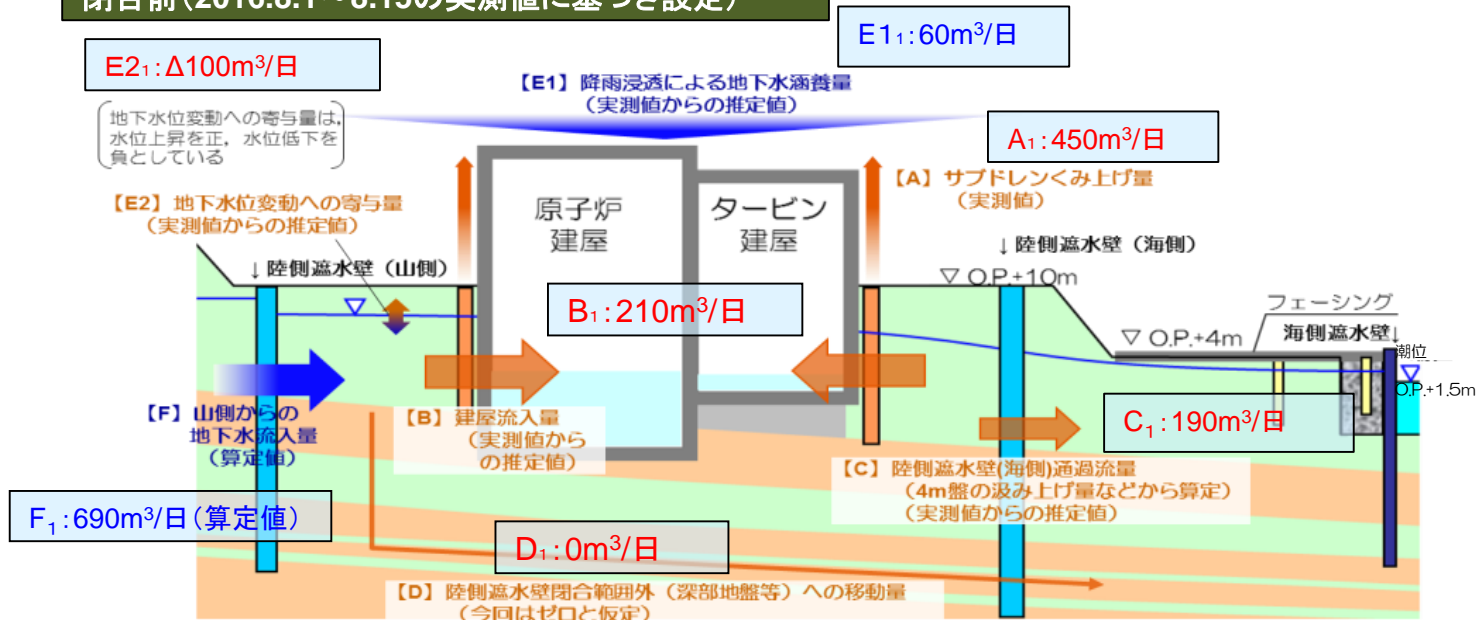
- 閉合前の地下水収支は、降雨が少ない期間（2016.8.1～8.15）の実測値に基づいて評価した。

	サブドレンくみ上げ量 A ₁	建屋流入量 B ₁	4m盤への移動量 C ₁	閉合範囲外への移動量 D ₁	降雨涵養量 E ₁	地下水位変動への寄与量 E ₂
設定値(m ³ /日)	450	210	190	0	60	Δ100

$$=A_1+B_1+C_1+D_1+E_2-E_1$$

現状の山側からの地下水流入量	F ₁
実測に基づいた値(m ³ /日)	690

閉合前(2016.8.1～8.15の実測値に基づき設定)

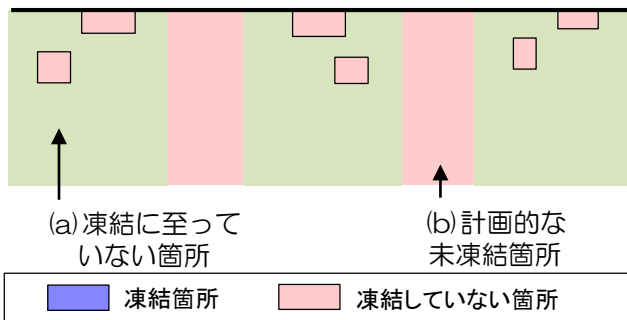


※ 現状の期間(2016.8.1～8.15)においては、深部遮水層粒、粗粒砂、水頭水頭層等と同程度で部の中部砂岩層も高くなるから、深部地盤等への移動量D₁をゼロとする。

(参考) 閉合後の残りの未凍結箇所からの地下水流入量の想定

- ・現状、山側からの地下水は、①凍結に至ってない箇所と、②7箇所の計画的な未凍結箇所から流入している。
- ・7箇所の未凍結箇所からの地下水流入量は、未凍結箇所の2箇所（西側①、西側⑤）を閉合することで流入量の減少率は30%とする。
- ・残り5箇所の未凍結箇所からの地下水流入量の想定にあたっては、山側からの地下水流入から、凍結に至っていない箇所の流入を差し引いて評価する。

(山側からの地下水流入箇所)



	実測に基づく面積(m ²)	面積比	備考
(a)凍結に至っていない箇所	480	0.51	・面積は2016.8.15時点の実測 ・中粒砂岩、埋戻土、互層部に設置された温度計を対象(構造物内と地下水位以浅を除く) ・互層部の砂岩と泥岩の割合 4:6
(b)未凍結箇所	470	0.49	

(凍結に至っていない箇所および未凍結箇所からの流入量の想定)

(単位：m³/日)

	現状	未凍結2箇所閉合後
山側からの地下水流入量 $F_n((a)+(b))$	690 ^{※1}	240
(a)凍結に至っていない箇所からの流入量	350 (0.51) ^{※2}	0
(b)未凍結箇所からの流入量	340 (0.49) ^{※2}	240 ^{※3}

※1：前頁の算出結果

※2：括弧内は面積比

※3：現状の未凍結箇所からの流入量の30%減

(参考) 閉合後の山側からの地下水流入量の想定

- 閉合後に山側からの地下水流入量が240m³/日に減少した場合でも、サブドレン稼働の調整により、サブドレンが継続して稼働する運用が可能であることを確認するため、閉合後の地下水収支を想定して、サブドレンくみ上げ量(A₂) + 建屋流入量(B₂)を確認する。
- 閉合後の地下水収支の想定にあたっては、以下の点に留意した。
 - 凍結に至っていない箇所からの流入は、今後凍結が進めばなくなるため考慮しない。
 - 4m盤への地下水の移動量は、閉合が進むとともに今後減少し、30m³/日になるものとした。
 - 閉合後の降雨涵養量E₁₂は過去(1997~2015年)の年間最小降雨量に基づき90m³/日とした。
- 閉合後の山側からの地下水流入量は、下図に示す通り。

