

陸側遮水壁の状況（第二段階）

2017年6月29日



東京電力ホールディングス株式会社

1. 陸側遮水壁について	P2
2. 地中温度の状況について	P3～8
3. 地下水位・水頭の状況について	P9～14
4. くみ上げ量について	P15
5. サブドレンによる地下水制御性の向上について	P16
6. 維持管理運転の状況について	P17
7. 第54回特定原子力監視・評価検討会(6月28日)の報告について	P18～21
参考資料	P22～28

1. 陸側遮水壁について

- 陸側遮水壁は凍結それ自体を目的としたものではなく、建屋への地下水の流入を抑制し、汚染水の発生を抑制するための対策である。
- 第一段階に引き続き、第二段階において山側の未凍結箇所の一部を閉合することで、建屋周辺への地下水の流入量を減らすことができ、汚染水の発生を抑制することができる。
- 第二段階を通じて、陸側遮水壁の効果発現状況を陸側遮水壁内外の地下水位差およびサブドレン・ウェルポイント・地下水ドレンの汲み上げ量等により確認していく。

- 5月22日から、北側と南側で凍土が十分に造成された箇所の成長を制御することを目的として、ブライン循環の停止・再循環を繰り返す維持管理運転を始めた。

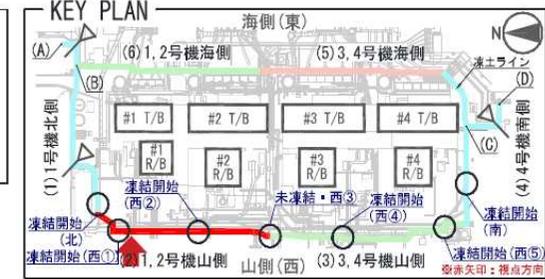
2-2 地中温度分布図 (1・2号機西側)

■ 地中温度分布図

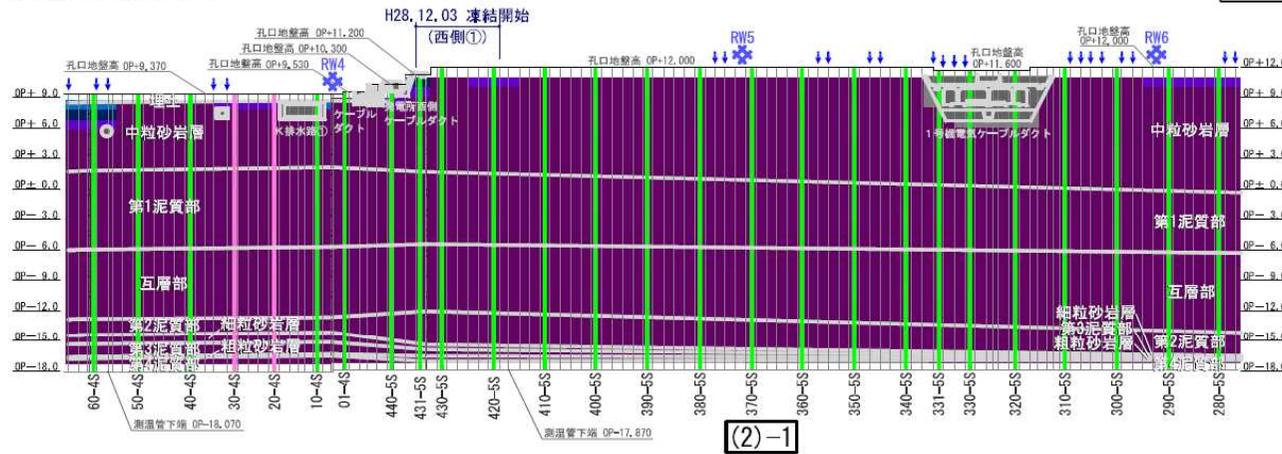
(2) 1, 2号機山側 (西側から望む)

(温度は6/27 7:00時点のデータ)

- 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

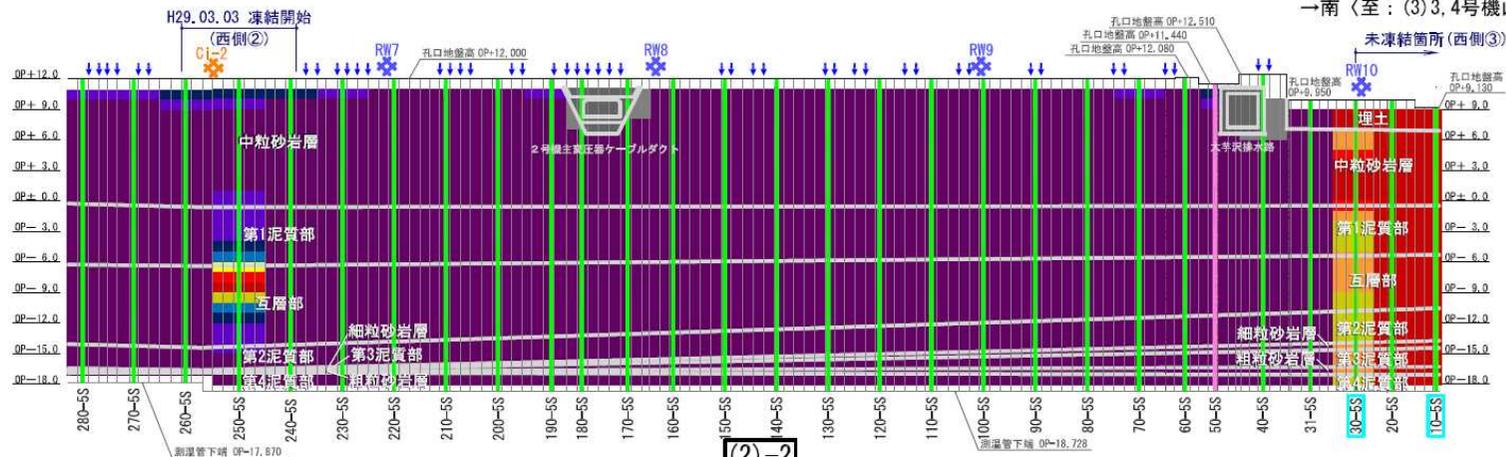


←北 (至: (1) 1号機北側)

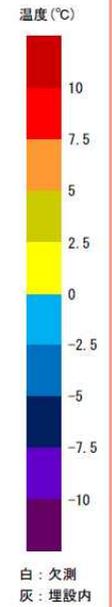


(2)-1

→南 (至: (3) 3, 4号機山側)



(2)-2



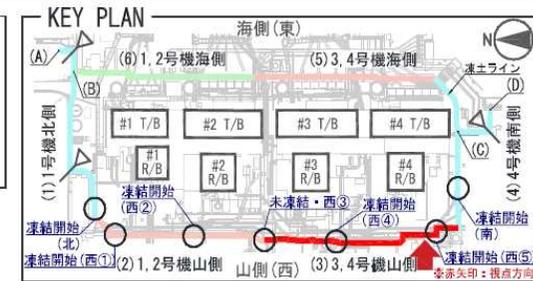
2-3 地中温度分布図 (3・4号機西側)

■ 地中温度分布図

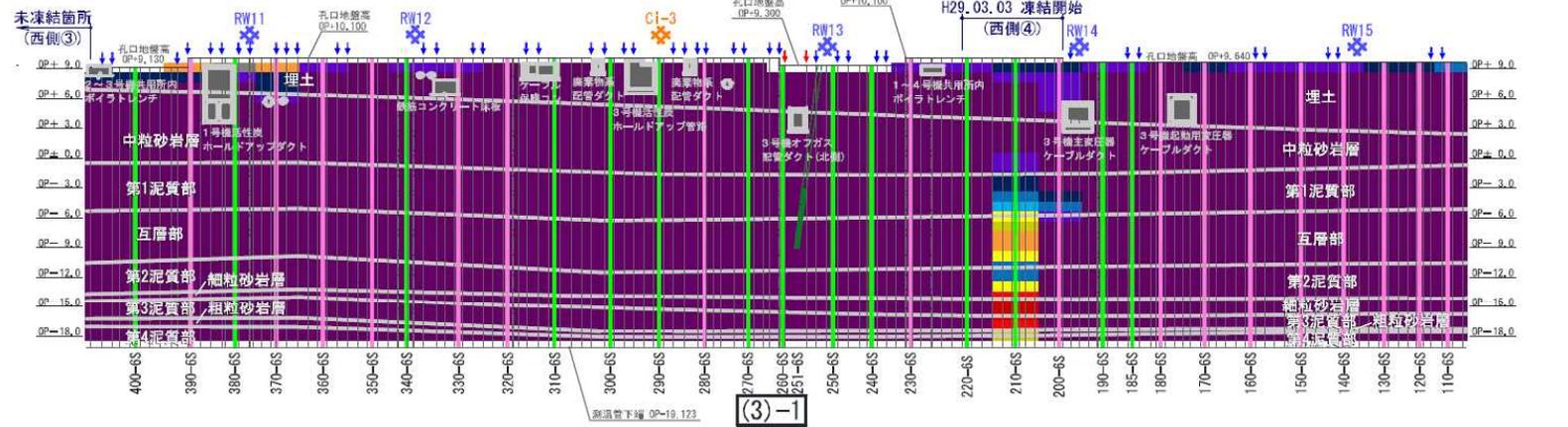
(3) 3,4号機山側 (西側から望む)

(温度は6/27 7:00時点のデータ)

- 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

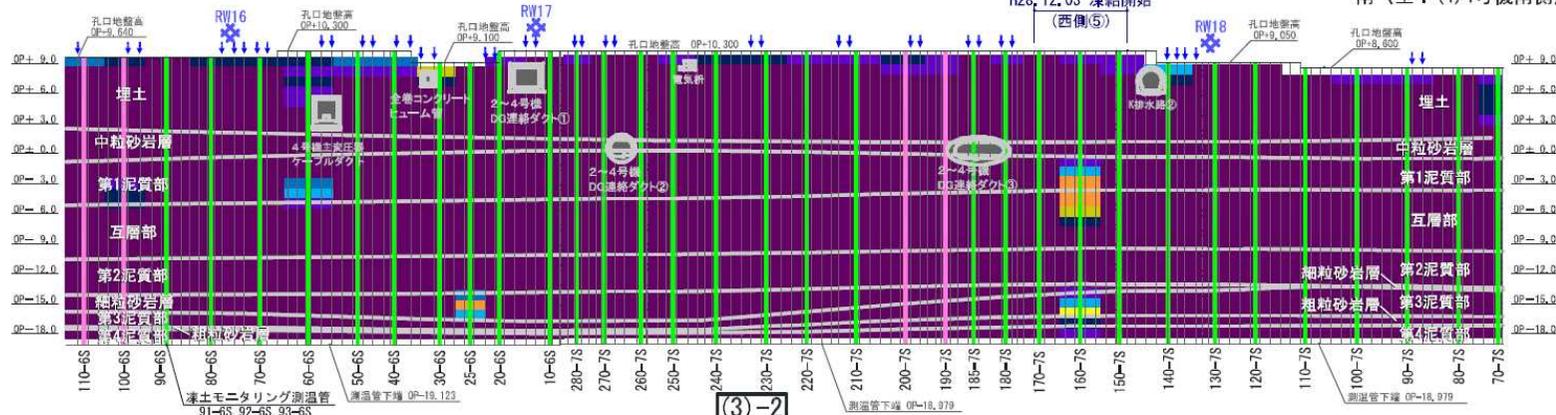


←北 (至: (2) 1,2号機山側)



(3)-1

→南 (至: (4) 4号機南側)



(3)-2

2-5 地中温度分布図 (3・4号機東側)

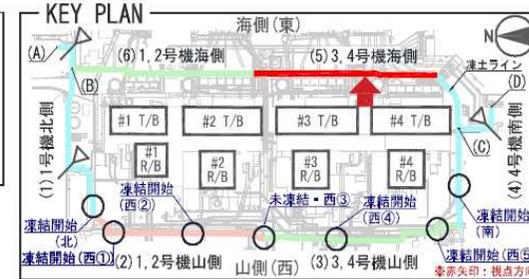


■ 地中温度分布図

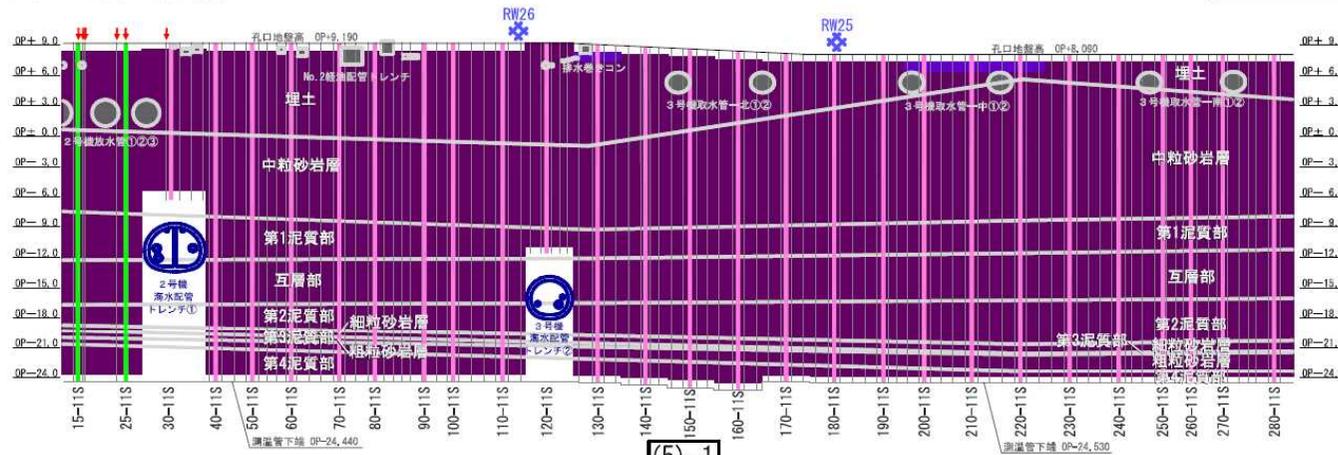
(5) 3, 4号機海側 (西側：内側から望む)

(温度は6/27 7:00時点のデータ)

- 凡例
- 緑線：測温管 (凍土ライン外側)
 - 紫線：測温管 (凍土ライン内側)
 - 斜線：測温管 (複列部斜め)
 - 青線：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

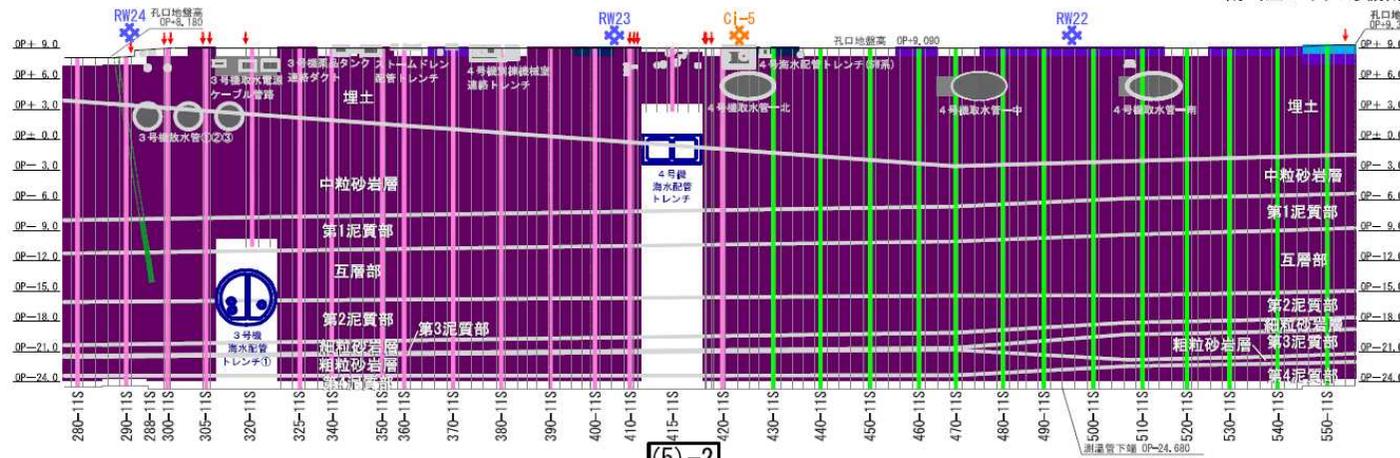


←北 (至：(6) 1, 2号機海側)

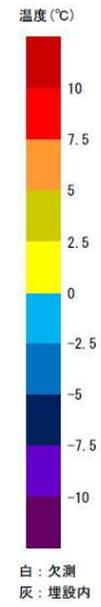


(5)-1

→南 (至：(4) 4号機南側)



(5)-2

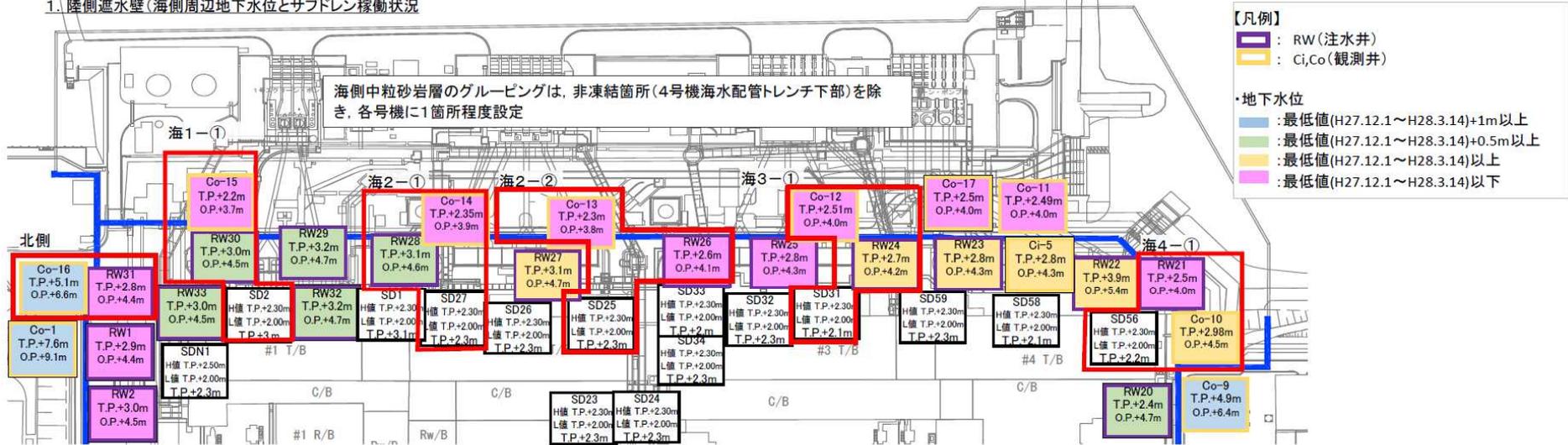


3-1 地下水位・水頭状況 (中粒砂岩層① 海側)

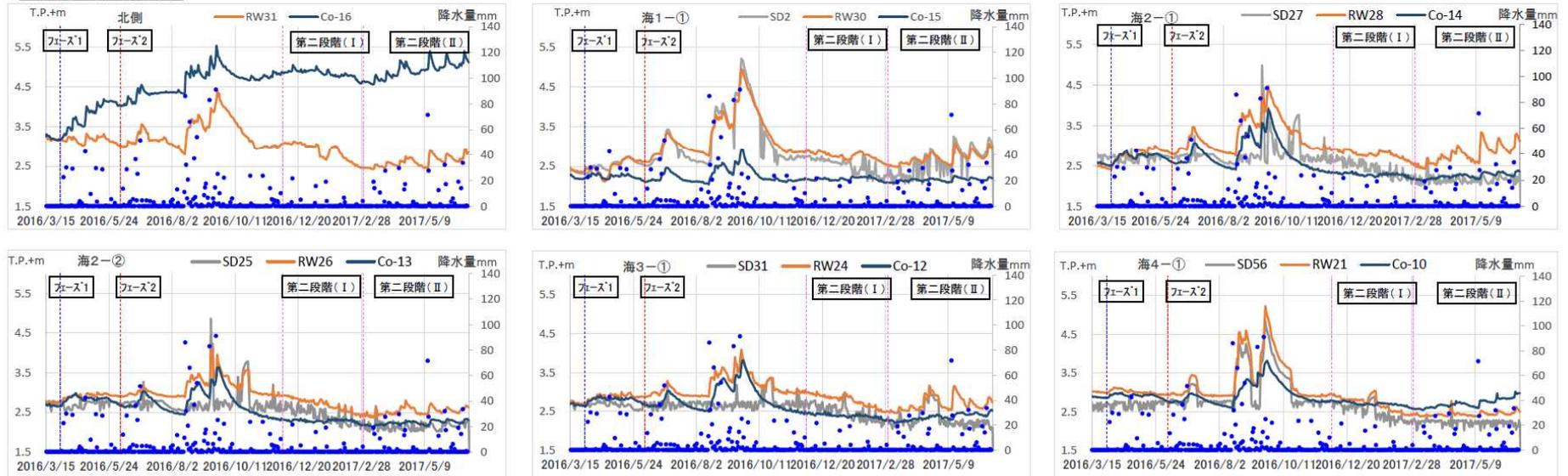


陸側遮水壁運用初期における監視項目(第二段階 海側 中粒砂岩層水位)

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. 陸側遮水壁内外水位

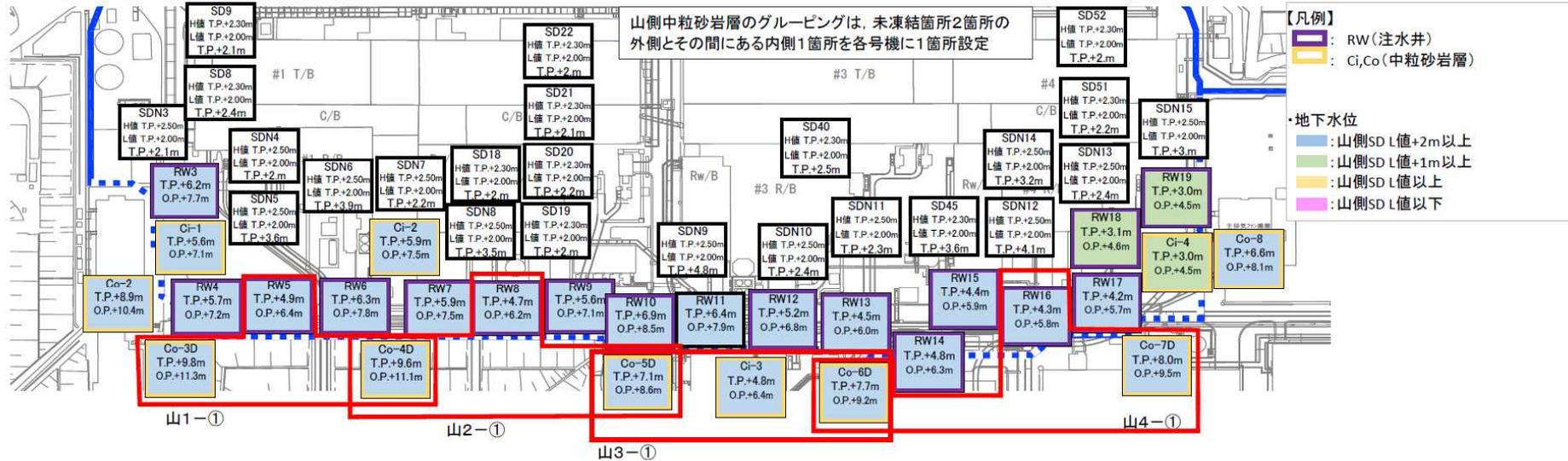


・地下水位は6/27 9:00時点のデータ

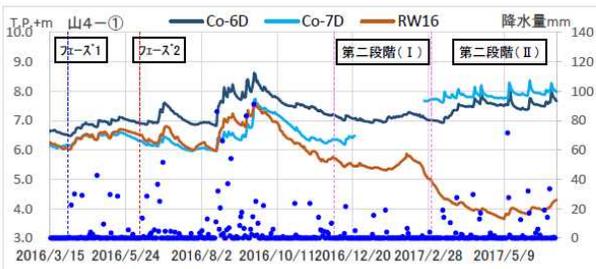
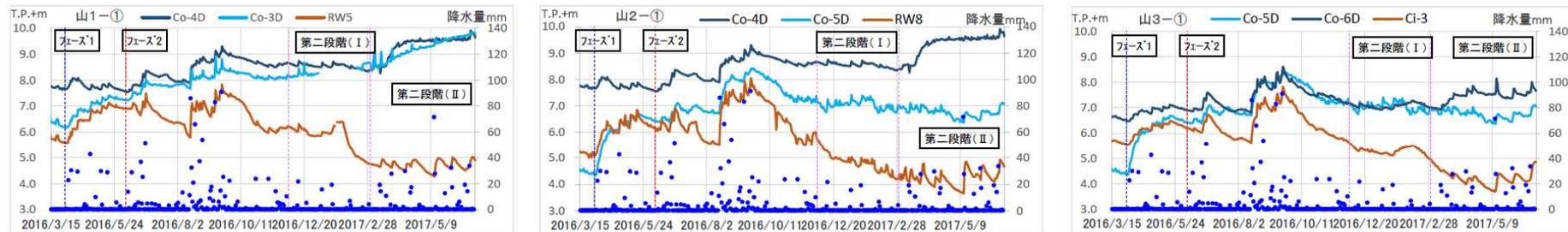
3-2 地下水位・水頭状況 (中粒砂岩層②) 山側

陸側遮水壁運用初期における監視項目(第二段階 山側 中粒砂岩層水位)

3. 陸側遮水壁(海側周辺)地下水位とサブドレン稼働状況



4. 陸側遮水壁内外水位



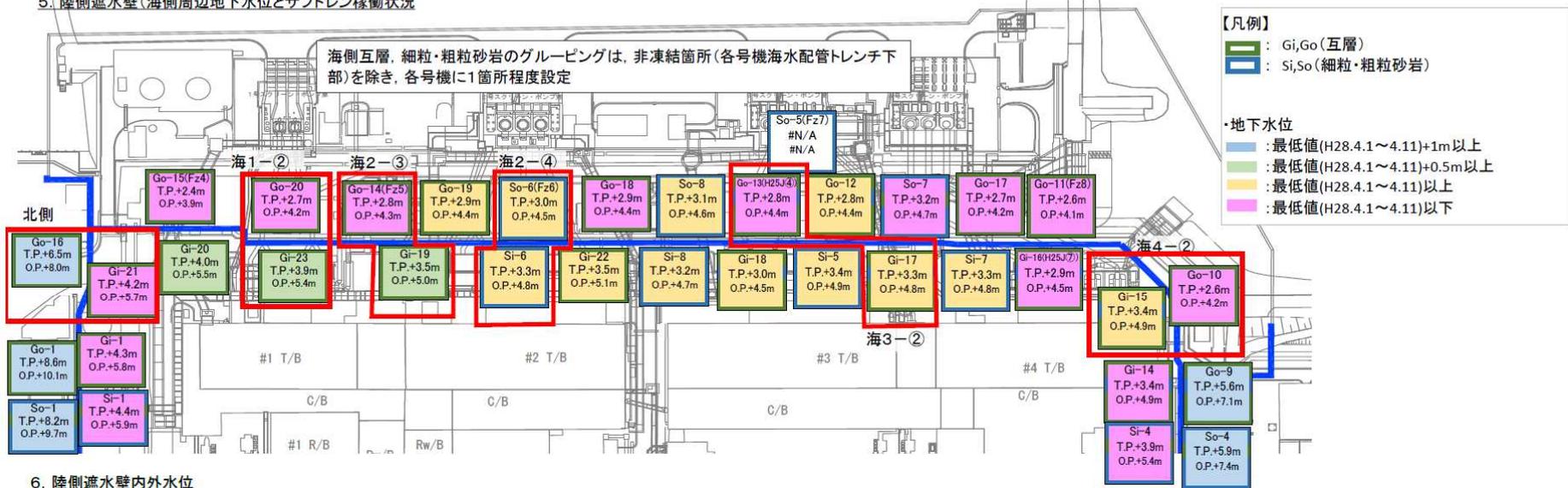
・地下水位は6/27 9:00時点のデータ

3-3 地下水位・水頭状況 (互層、細粒・粗粒砂岩層水頭① 海側)

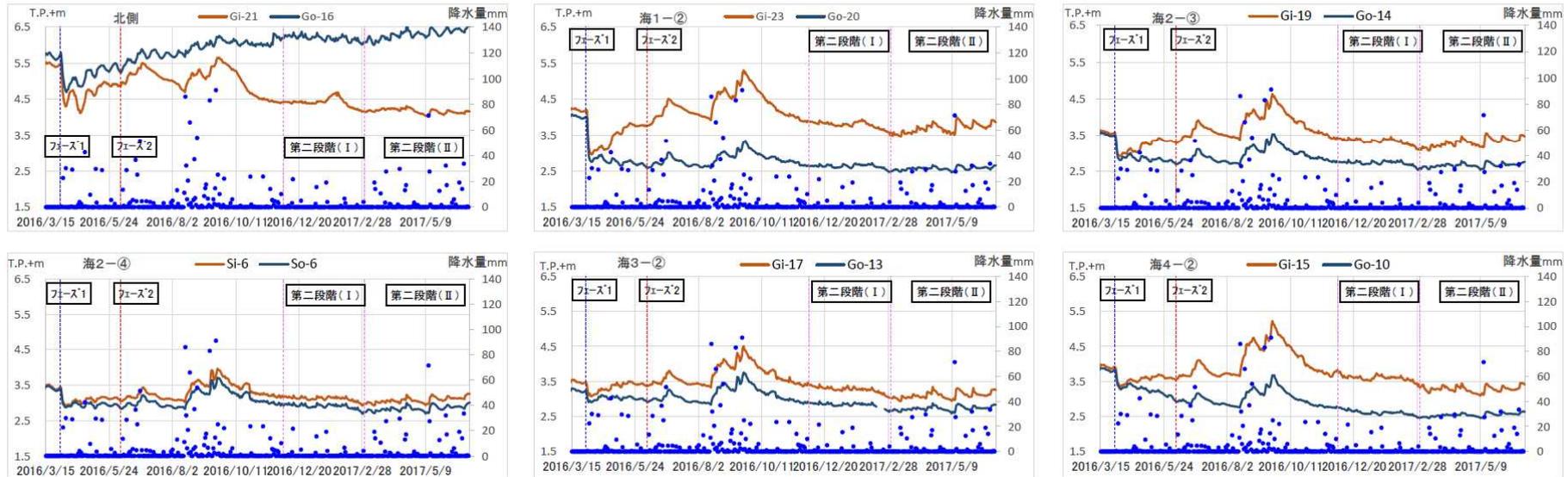


陸側遮水壁運用初期における監視項目(第二段階 海側 互層・細粒・粗粒砂岩水位)

5. 陸側遮水壁(海側周辺)地下水位とサブドレン稼働状況



6. 陸側遮水壁内外水位



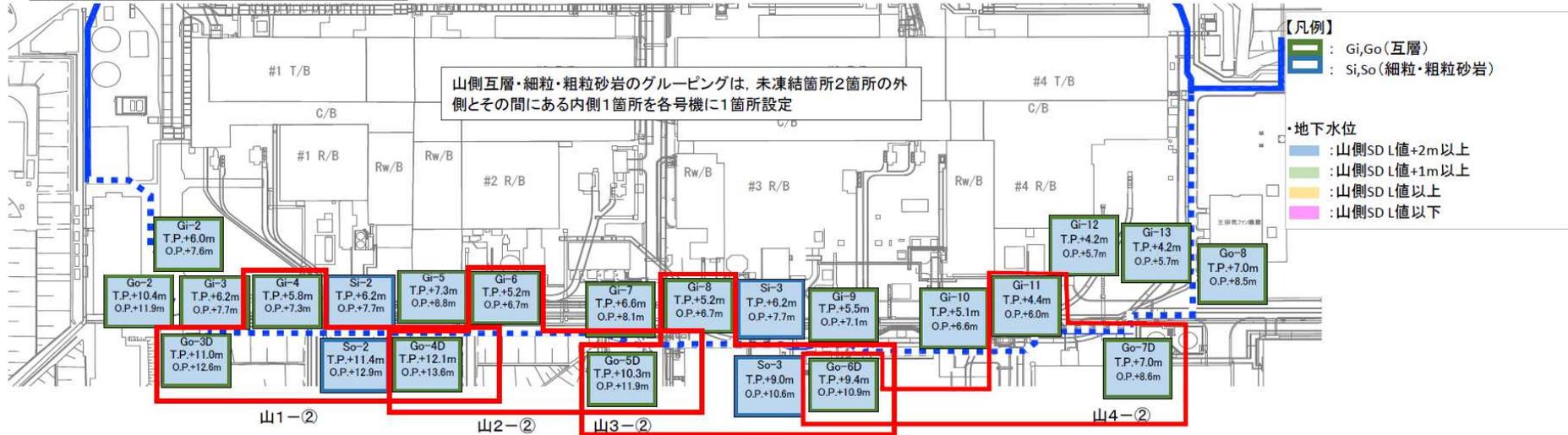
・地下水位は6/27 9:00時点のデータ

3-4 地下水位・水頭状況（互層、細粒・粗粒砂岩層水頭②） 山側）

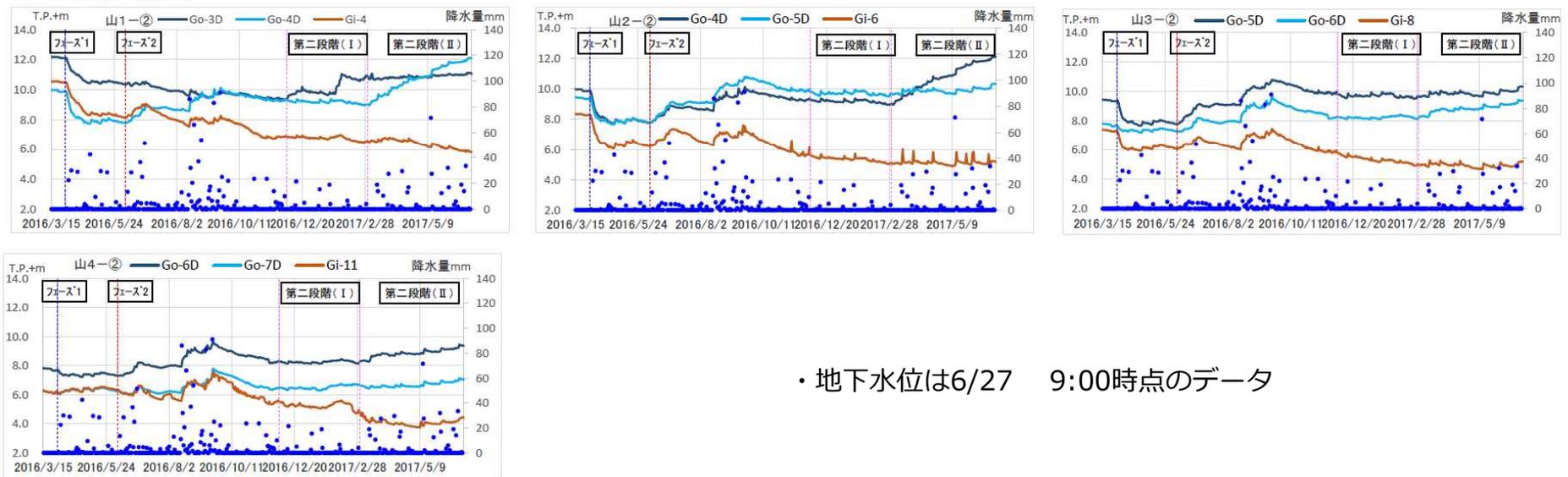


陸側遮水壁運用初期における監視項目（第二段階 山側 互層、細粒・粗粒砂岩水位）

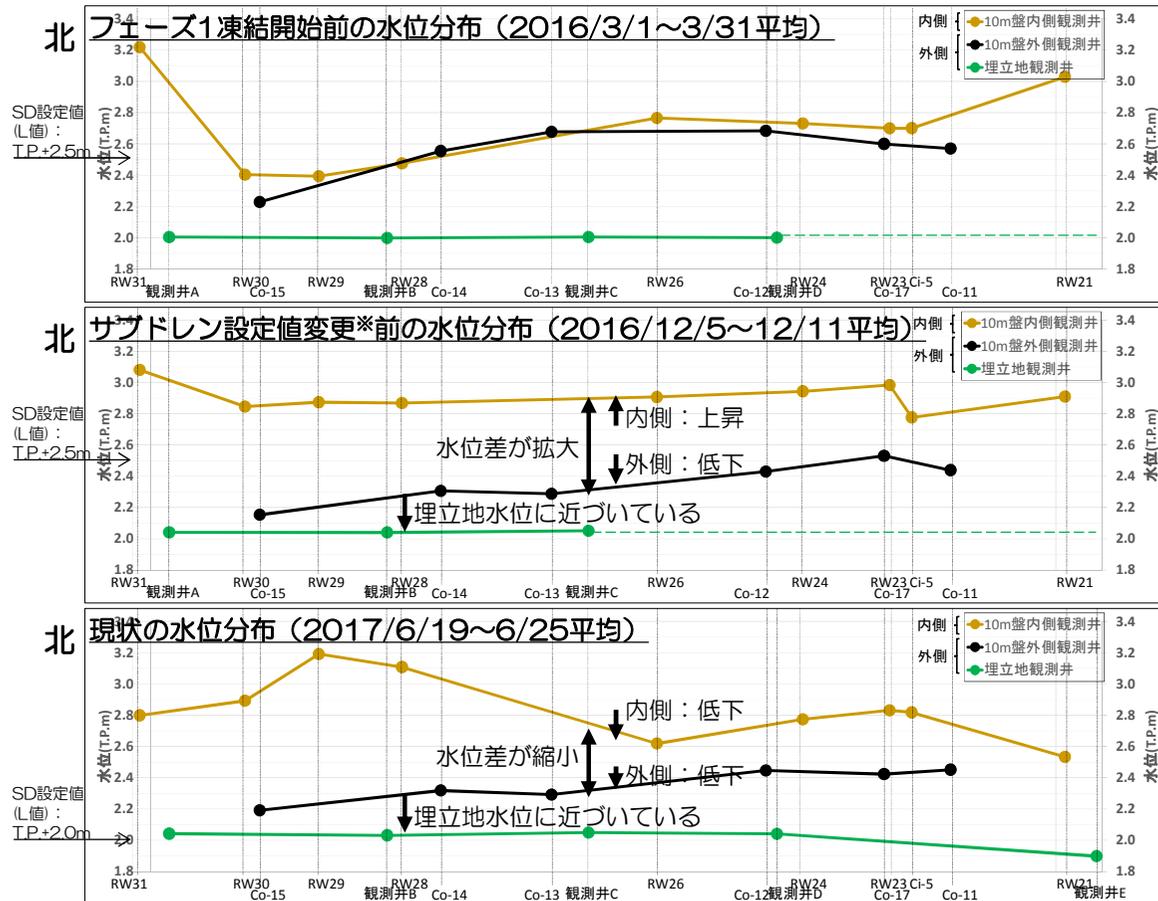
7. 陸側遮水壁（海側周辺地下水位とサブドレン稼働状況）



8. 陸側遮水壁内外水位

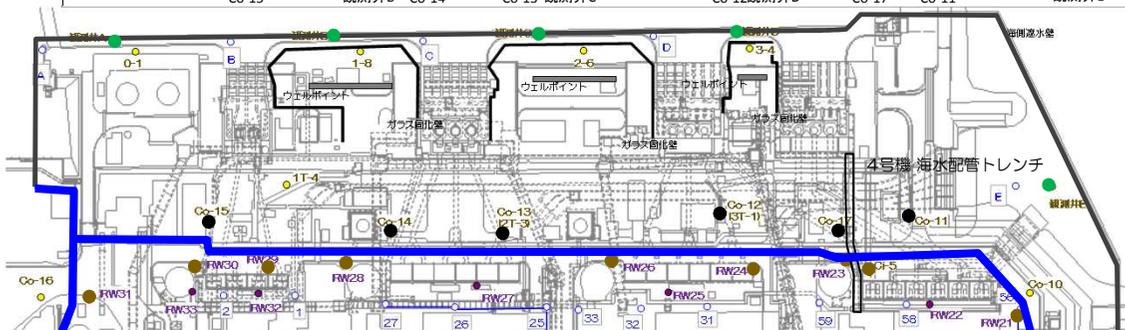


3-5 中粒砂岩層水位変化断面図 海側ライン



- ◆ フェーズ1凍結開始～サブドレン設定値変更前にかけて地下水位差が拡大した。
 - 内側の地下水位：昨年3/31フェーズ1凍結開始以降，陸側遮水壁（海側）の影響で上昇した。サブドレン稼働の影響を受け，サブドレン設定水位付近（T.P.+2.8~3.0m程度）でほぼ一樣な水位分布となった。
 - 外側の地下水位：昨年3/31フェーズ1凍結開始以降，陸側遮水壁（海側）の影響で低下した。
- ◆ サブドレン設定値変更以降，地下水位差が縮小してきている。
 - 内側の地下水位：昨年12/12以降のサブドレン設定値変更の影響により，低下してきている。
 - 外側の地下水位：低下が継続し，埋立地水位に近づいている。

※ 2016/12/12から2017/2/17にかけてL値を段階的に低下した(T.P.+2.5→2.0m)。

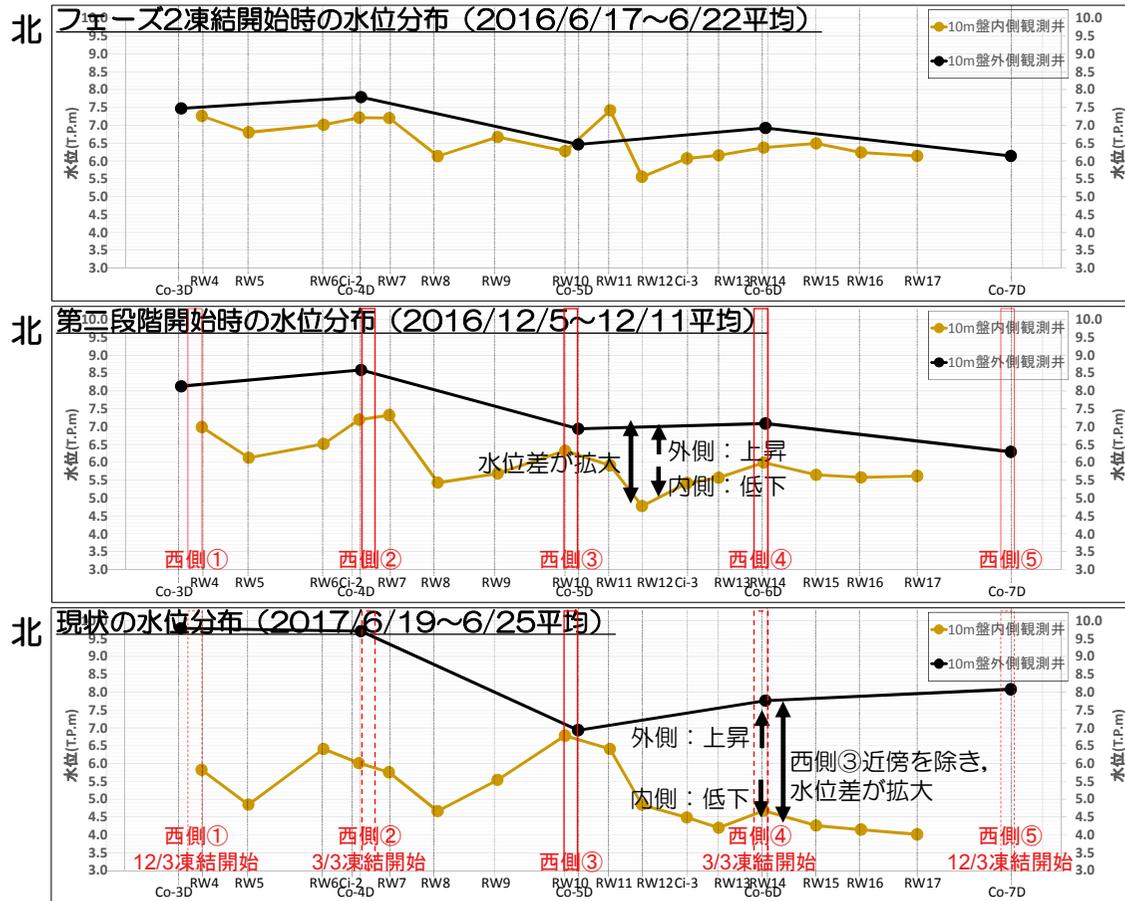


注) サブドレン1,2は短時間運転(2~3h/日)

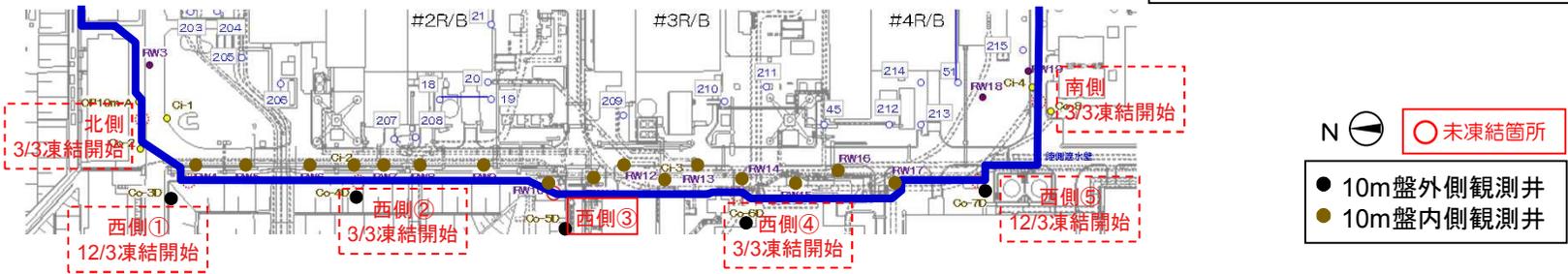
N

- 埋立地観測井
- 10m盤外側観測井
- 10m盤内側観測井

3-6 中粒砂岩層水位変化断面図 山側ライン



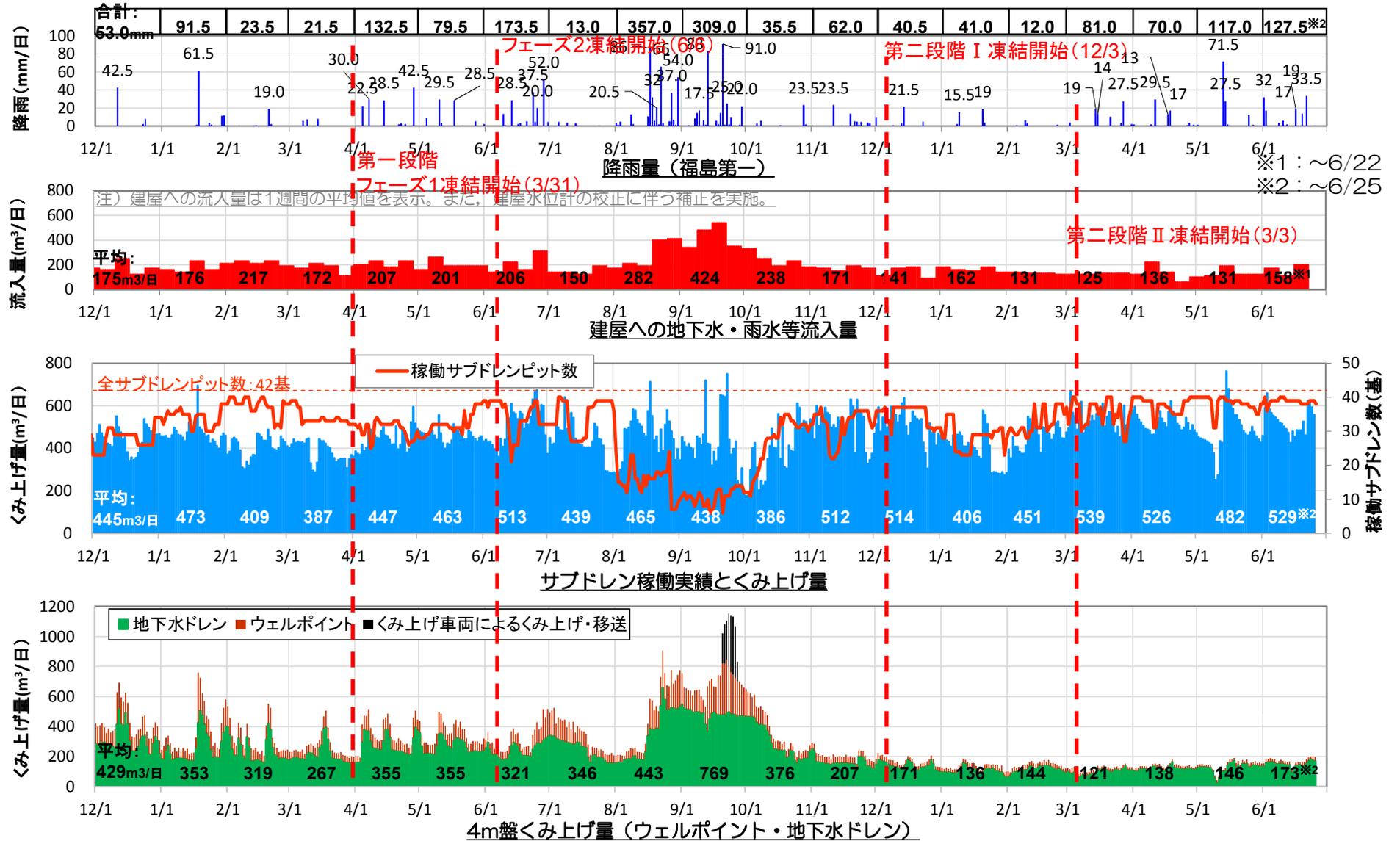
- ◆ フェーズ2凍結開始～第二段階開始にかけて地下水位差が拡大した。
 - ▶ 内側の地下水位：昨年6/6フェーズ2凍結開始以降、陸側遮水壁（山側）の影響で低下した。未凍結箇所からの地下水流入の影響を受け、未凍結箇所近傍が高く、未凍結箇所から離れるにつれ低い水位分布となった。
 - ▶ 外側の地下水位：昨年6/6フェーズ2凍結開始以降、陸側遮水壁（山側）の影響で上昇した。
- ◆ 第二段階開始以降、凍結を開始していない西側③近傍を除き、更に地下水位差が拡大してきている。
 - ▶ 内側の地下水位：昨年12/3、本年3/3の第二段階開始以降、凍結を開始していない西側③近傍を除き、低下してきている。
 - ▶ 外側の地下水位：凍結を開始していない西側③近傍を除き、上昇が継続している。



4 1F降雨と建屋への地下水流入量・各くみ上げ量の推移

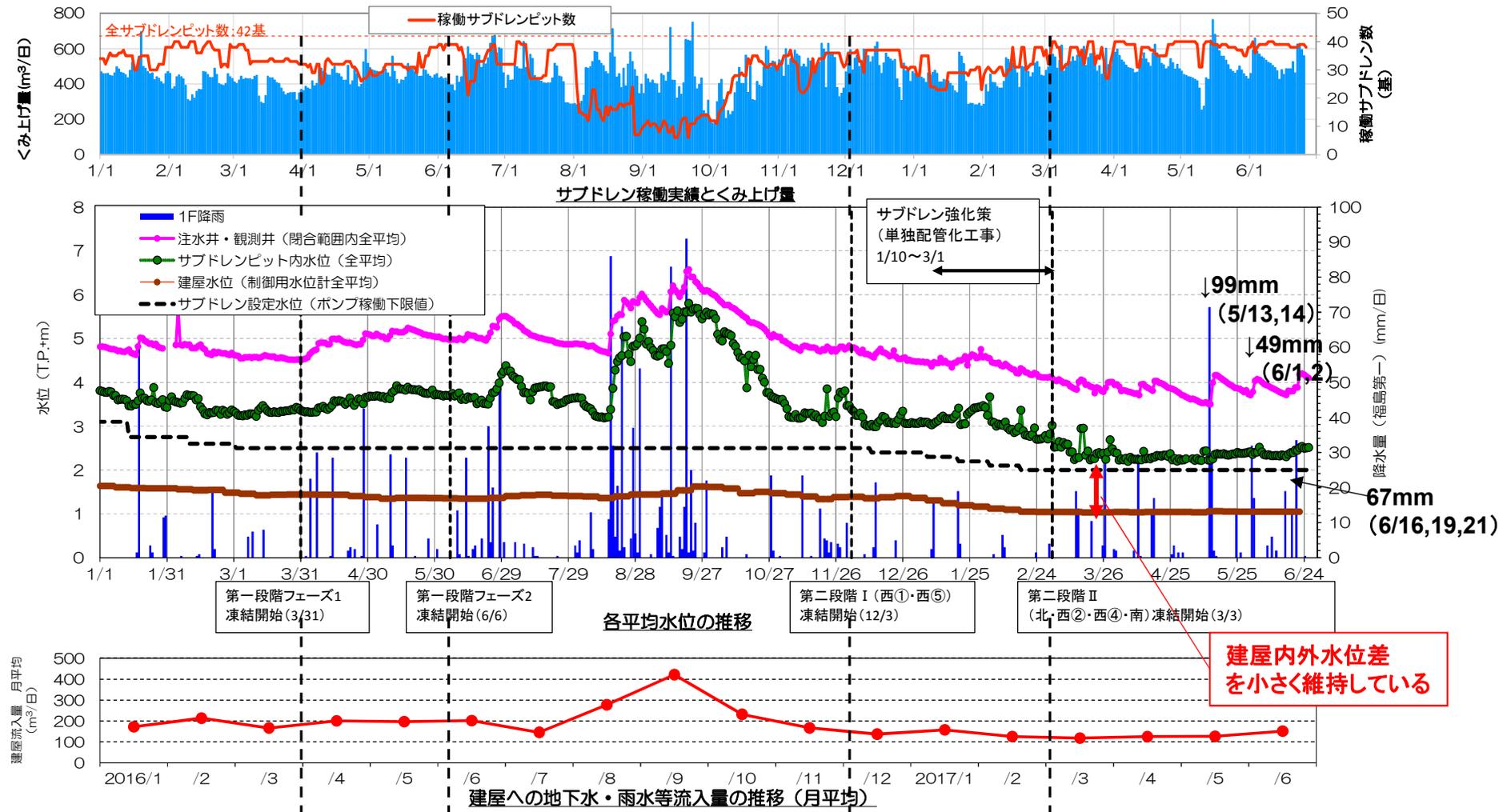


- 建屋への流入量は、サブドレン稼働および陸側遮水壁(山側)の凍結進展等により、120~130m³/日程度となっている。
- サブドレンくみ上げ量は、昨年11月以降は500m³/日程度となっており、至近では稼働台数が多い状態を維持している。くみ上げ量は“降雨による増加→減少”を繰り返している。
- 4m盤くみ上げ量は、昨年11月以降は低減した状態を維持しており、降雨後の一時的な増加は非常に小さくなっている。3月6日には既往最小くみ上げ量:85m³/日となった。



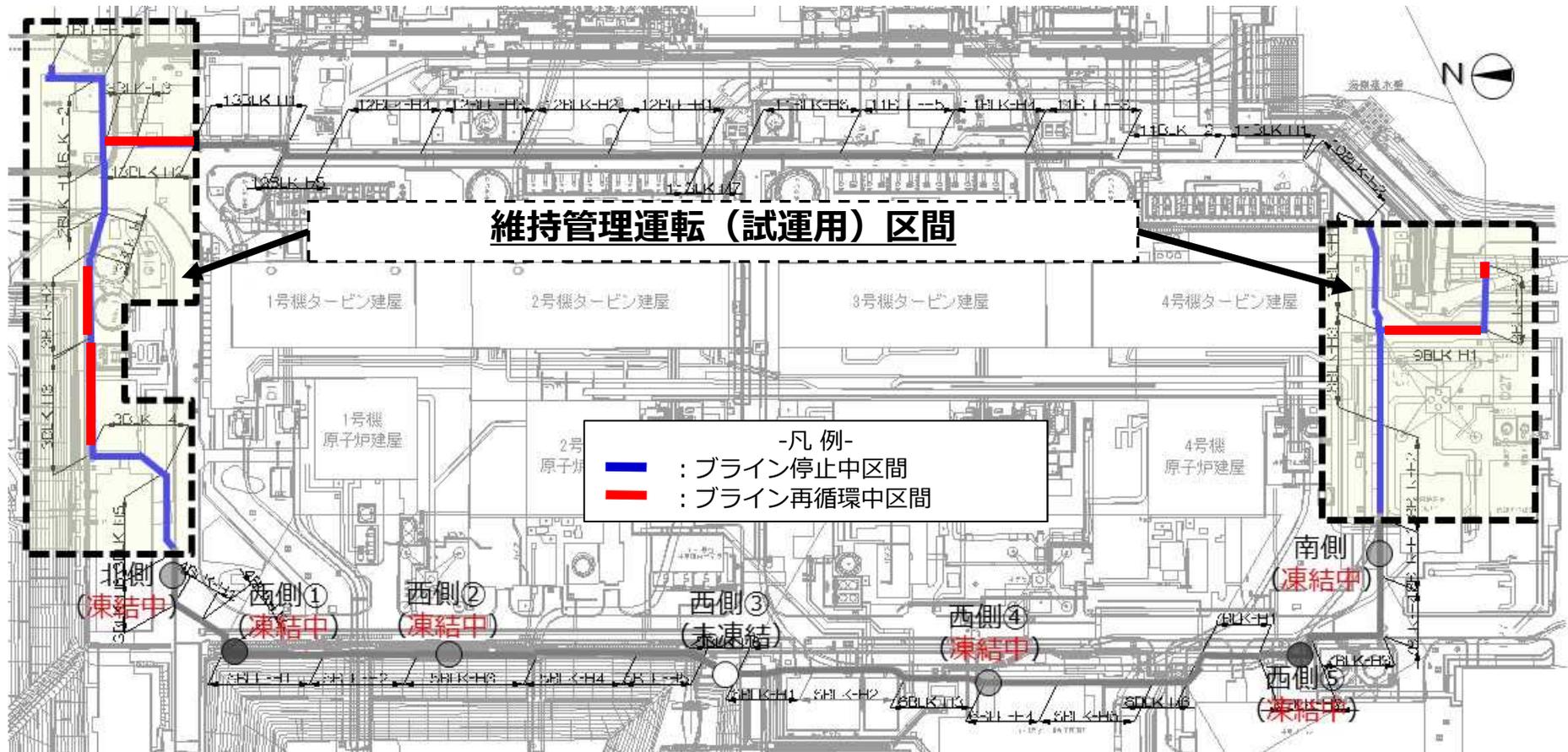
5 サブドレンによる地下水位制御性の向上

- サブドレン信頼性向上対策の一部実施完了（配管単独化等）により、サブドレンによる建屋周辺地下水位の制御性が向上し、ピット内水位をポンプ稼働設定水位の範囲内にほぼ制御出来ている。
- また、降雨時においてもピット内水位がほとんど上昇しておらず、サブドレン本来の動的な機能である「降雨時においても建屋内外水位差を拡大させない制御」が可能となっている（参考資料P21に概念図を示す。）



6 維持管理運転の状況 (6/27 AM7:00現在)

- 維持管理運転対象ヘッダー管15のうち、5ヘッダー管にてブライン循環運転中
(凍結管単位では、北側：107/292本、南側：47/190本にてブライン循環運転中)



(1)第三段階(完全閉合)後における地下水位変動の想定に係る条件設定

- 完全閉合後の地下水位変動およびサブドレンのくみ上げ量について、下記の通り条件設定を行い、想定を行った。
- なお想定に当たり、10月以降における山側からの地下水流入量をゼロと仮定した。

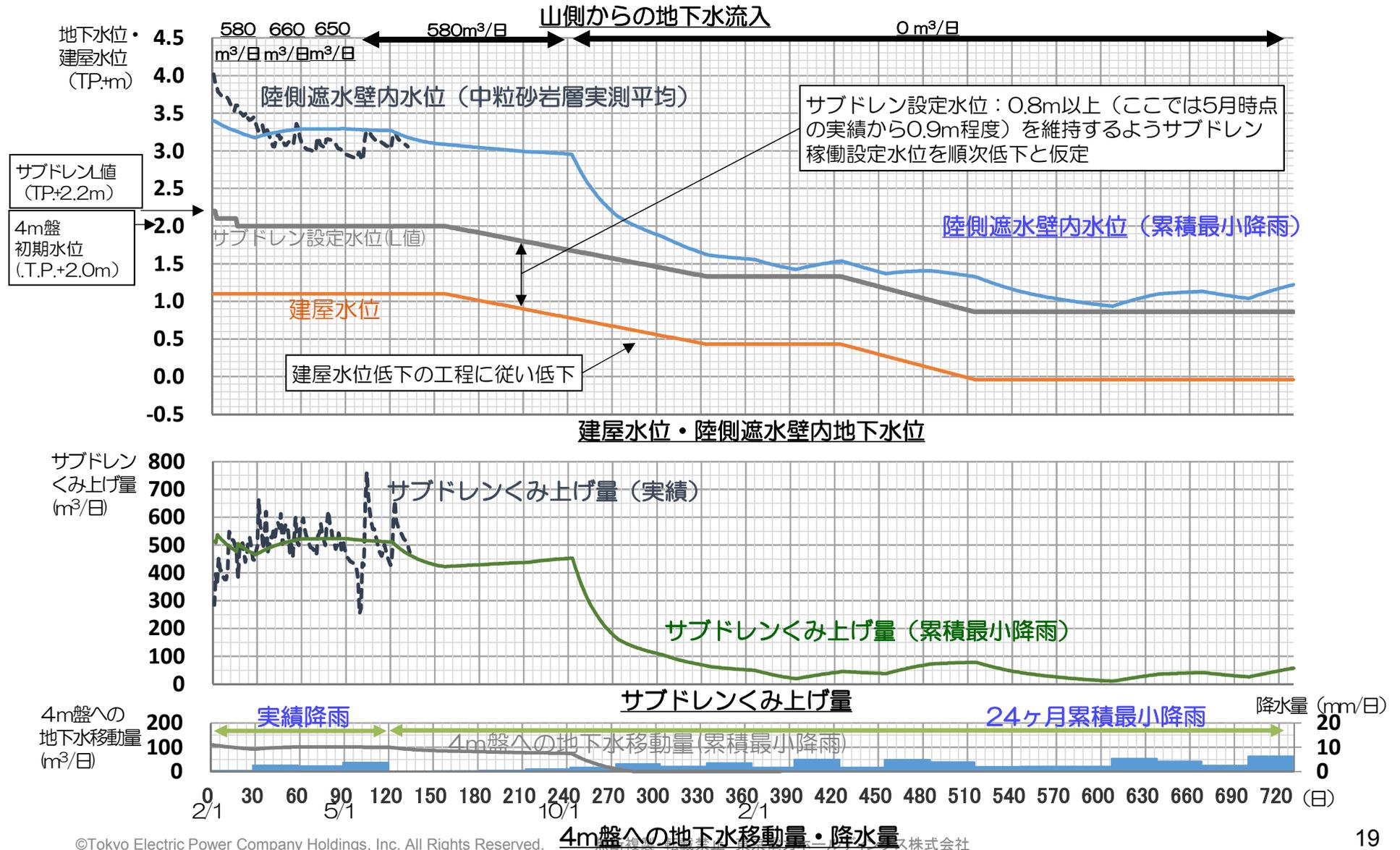
	H29.2～5	H29.6～H29.9	H29.10～
山側からの地下水流入量	地下水収支実績に基づき、各月の平均値を設定。 2月:580 m ³ /d 3月:660 m ³ /d 4月:650 m ³ /d 5月:580 m ³ /d	5月の山側からの地下水流入量(580m ³ /日)が継続すると仮定。	現状の未凍結箇所を含む、山側からの地下水流入量はゼロと仮定。
降水量	福島第一原子力発電所における降水量実績に基づき、各月の平均降水量を設定。 2月:0.4 mm/日 3月:2.6 mm/日 4月:2.3 mm/日 5月:3.8 mm/日	保守的な「期間降雨」として、過去40年間(1977～2016年)の浪江地点の月別降水量実績をもとに、統計的に最も降水量が少ない1～24ヶ月間を想定し、累積最小降雨を設定。	

7 第54回特定原子力施設監視・評価検討会(6月28日)の報告について

第54回特定原子力施設監視・
評価検討会 資料1-2抜粋

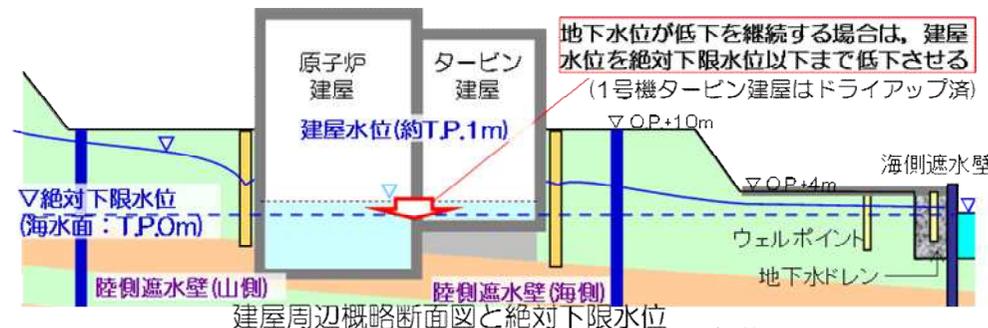
(2)山側を完全閉合した場合の保守的な条件下における地下水位変動想定

- 完全閉合し、現状未凍結の箇所を含む山側からの地下水流入量が10月以降ゼロ、降雨条件が24ヶ月累積最小降雨の場合においても、サブドレンのくみ上げ量は確保できると考えている。



(3)完全閉合後の建屋内外水位の逆転防止について

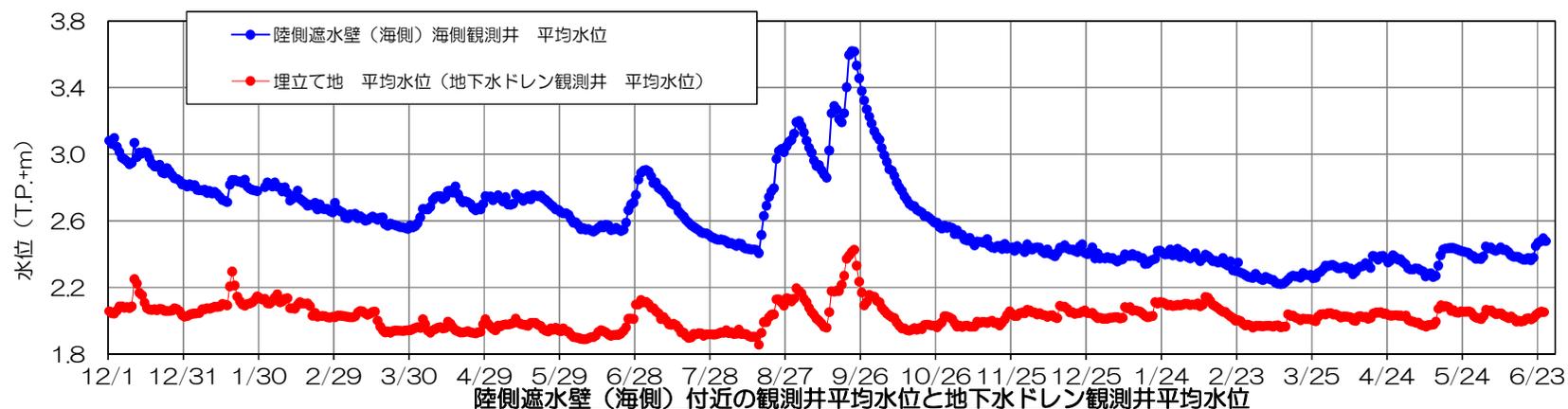
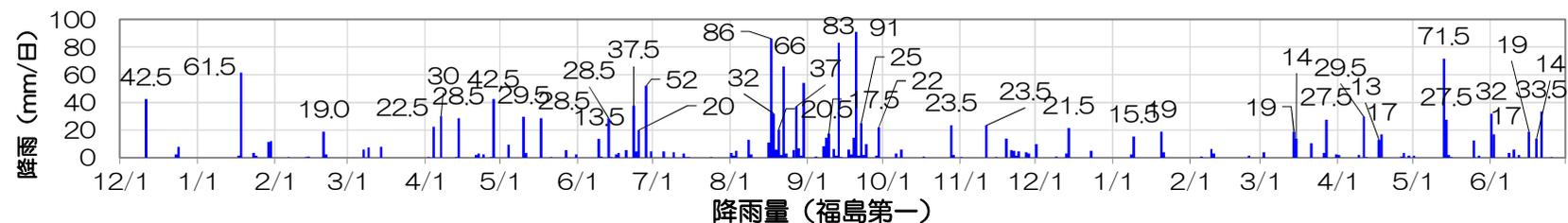
- 建屋内外水位の逆転防止は、基本的に地下水位の低下に対して、建屋滞留水を移送し、建屋水位を低下することで行う。
- そのため、地下水位の絶対下限水位（これよりも低下する事の無い下限の水位）を海水面として設定し、その水位以下に建屋水位を低下させるための滞留水の移送先容量を確保している。
- これまでのサブドレンの設定水位の低下や陸側遮水壁の段階的な閉合により、建屋内外水位をさらに安定的に管理できる状況となっている。
 - ✓ サブドレンによる地下水位低下に伴い、建屋への地下水流入量が減少し建屋水位の変動が抑制されている。
 - ✓ 建屋のドライアップも進んでおり、以前よりも絶対下限水位までの建屋水位低下は行いやすくなっている。
 - ✓ これまでのサブドレンの設定水位の低下や陸側遮水壁の段階的な閉合の過程においても、建屋周辺の地下水位の急激な低下は確認されておらず、閉合に伴う地下水位低下は緩やかであると考えられる。
- 今後もデータを蓄積し、完全閉合後においても確実に建屋内外水位を管理していくとともに、補助的な対策として以下を準備する。
 - ✓ 局所的な地下水位低下の場合には、注水を実施する。状況が改善されない場合には、注水量の増量・注水範囲の拡大・建屋周辺地盤面への散水を実施する。
 - ✓ 万一早急な対応が必要となった場合には、総合的に判断し必要な対策（陸側遮水壁のブライン停止・部分撤去等）を実施する。



(4)山側を完全閉合した場合の地下水収支・地下水位変動まとめ

- 至近の地下水収支の評価に基づいて、山側を完全閉合した場合の地下水位変動を再算定した。
- 現状において未凍結の箇所を含む山側からの地下水流入量がゼロ、降雨条件が24ヶ月累積最小降雨の場合においても、サブドレンは稼働を継続すると考えている。

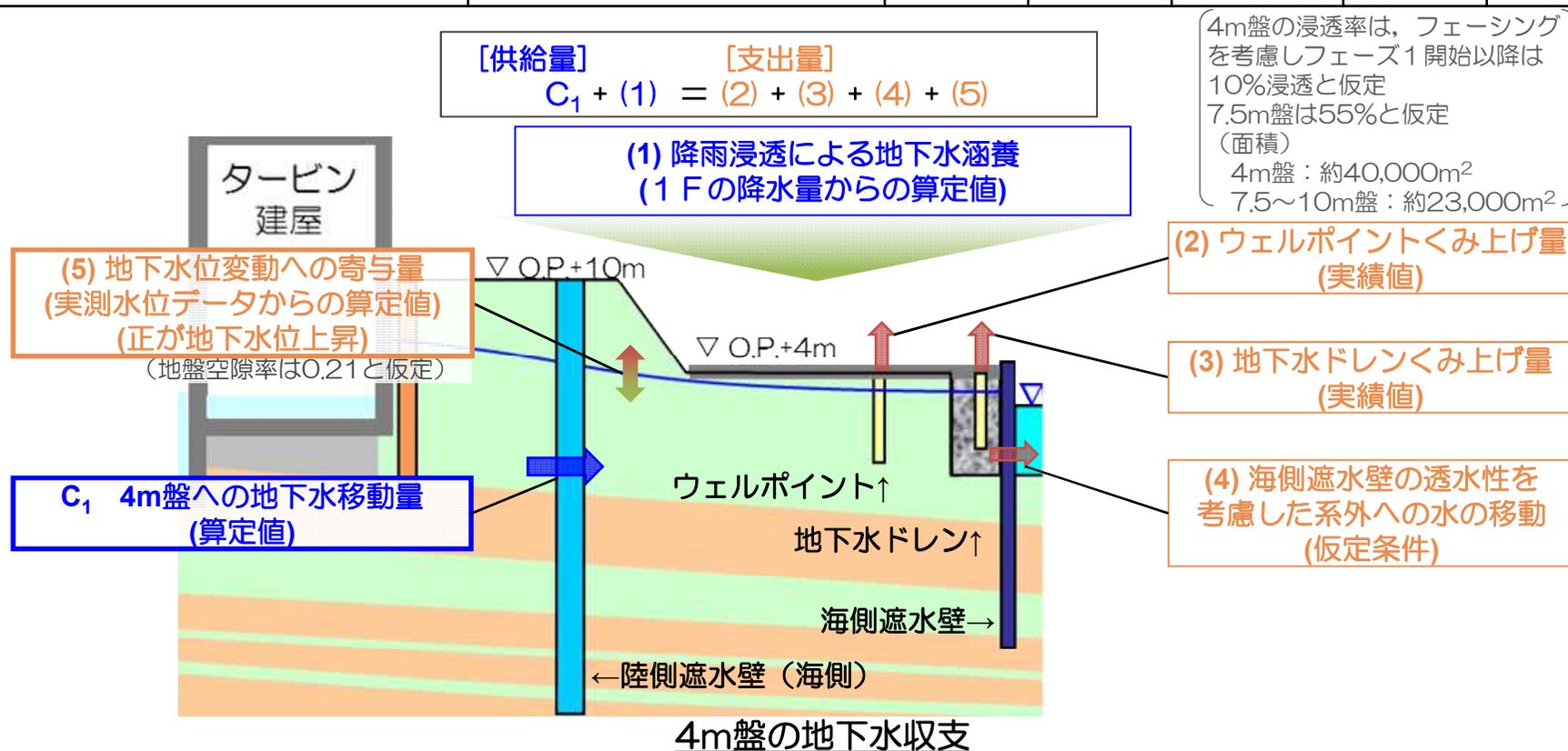
【参考】4m盤くみ上げ量と陸側遮水壁の海側および埋立て地水位の推移 **TEPCO**



【参考】凍結開始前と現状の4m盤の地下水収支の評価

- 凍結開始前と現状で4m盤の地下水収支の評価を比較すると、4m盤への地下水移動量は段々と減少している。(降雨は多くない期間で比較)
- 減少している要因は、雨水浸透防止策(フェーシング等)、サブドレン稼働、陸側遮水壁(海側)の閉合などの複合効果によるものと考えられる。

実績値(m ³ /日)	4m盤への地下水移動量 C ₁	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2016.3.1~3.31	250	20	60	210	30	-30
2017.3.1~3.31	120	50	20	100	30	20
2017.5.1~5.31	110	70	20	130	30	0

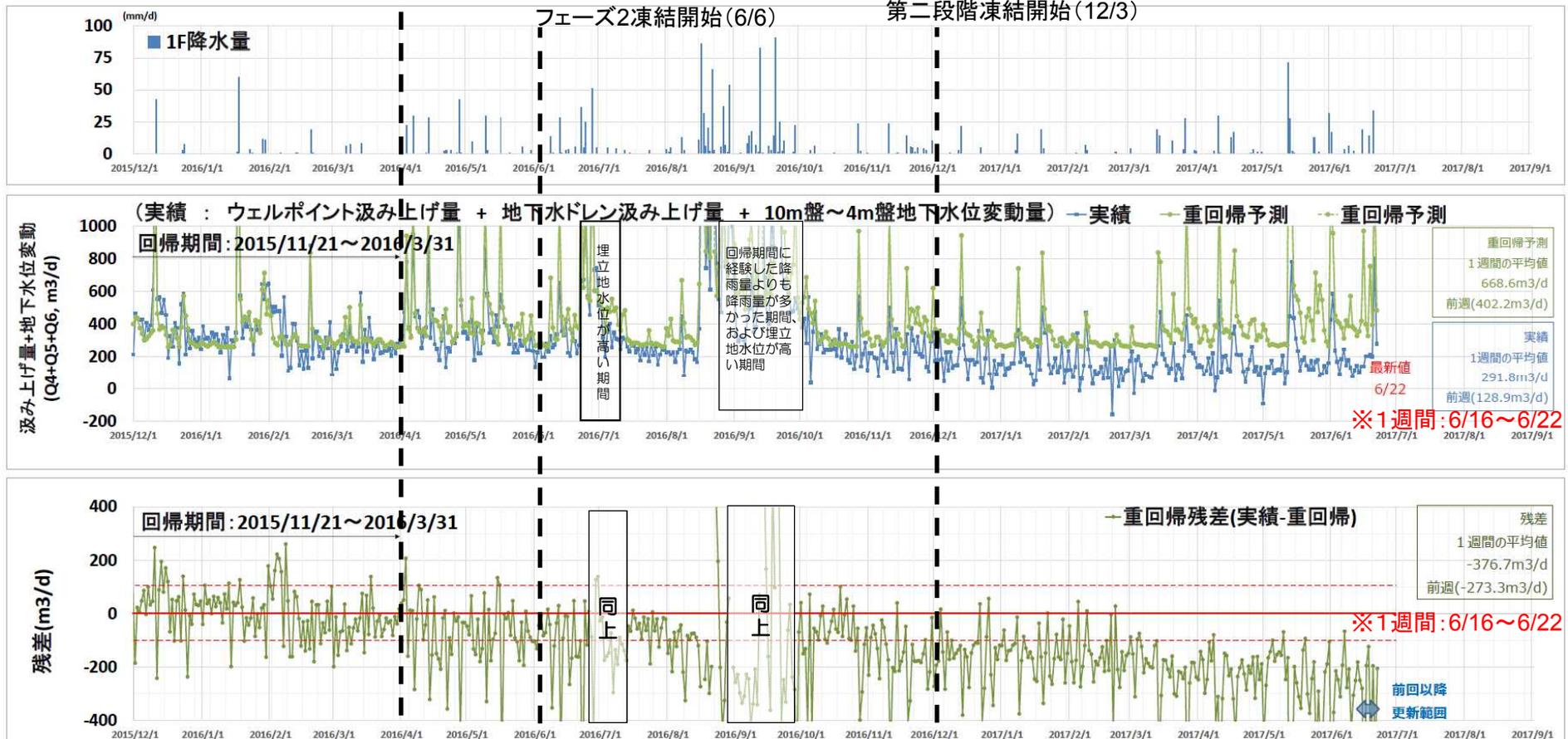


【参考】4m盤への水の供給量(地下水流入+降雨浸透)の重回帰分析による評価



- 降雨による影響を考慮するため、4m盤への水の供給量※(地下水流入+降雨浸透)を目的変量、降雨の影響が大きいと思われる15日前までの各日降雨量を説明変量として、重回帰分析を用いて評価した。(※:くみ上げ量と地下水位変動から算定)
- 至近の4m盤への水の供給量は、凍結開始前のデータに基づく重回帰式による予測では670m³/日程度に対して、実績は290m³/日程度となっており、予測に対して380m³/日程度減少していると評価できる。

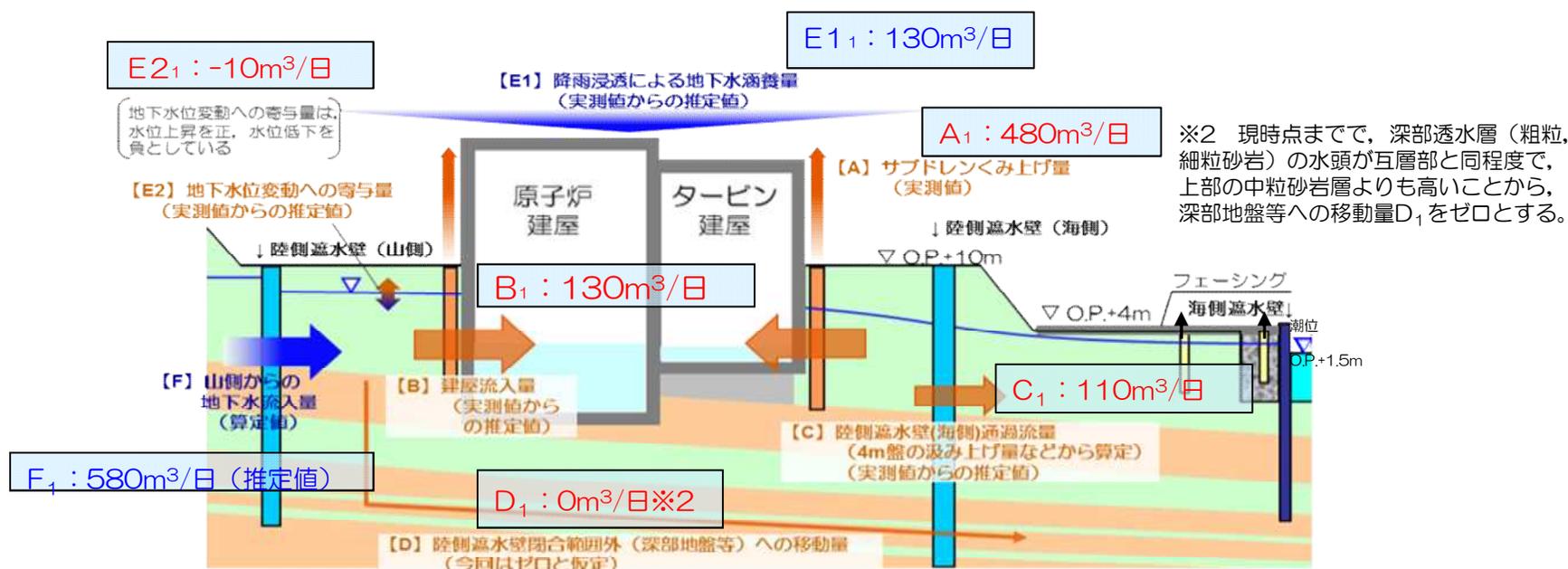
第一段階
フェーズ1凍結開始(3/31)



【参考】凍結開始前と現状の陸側遮水壁周辺(10m盤)の地下水収支の評価

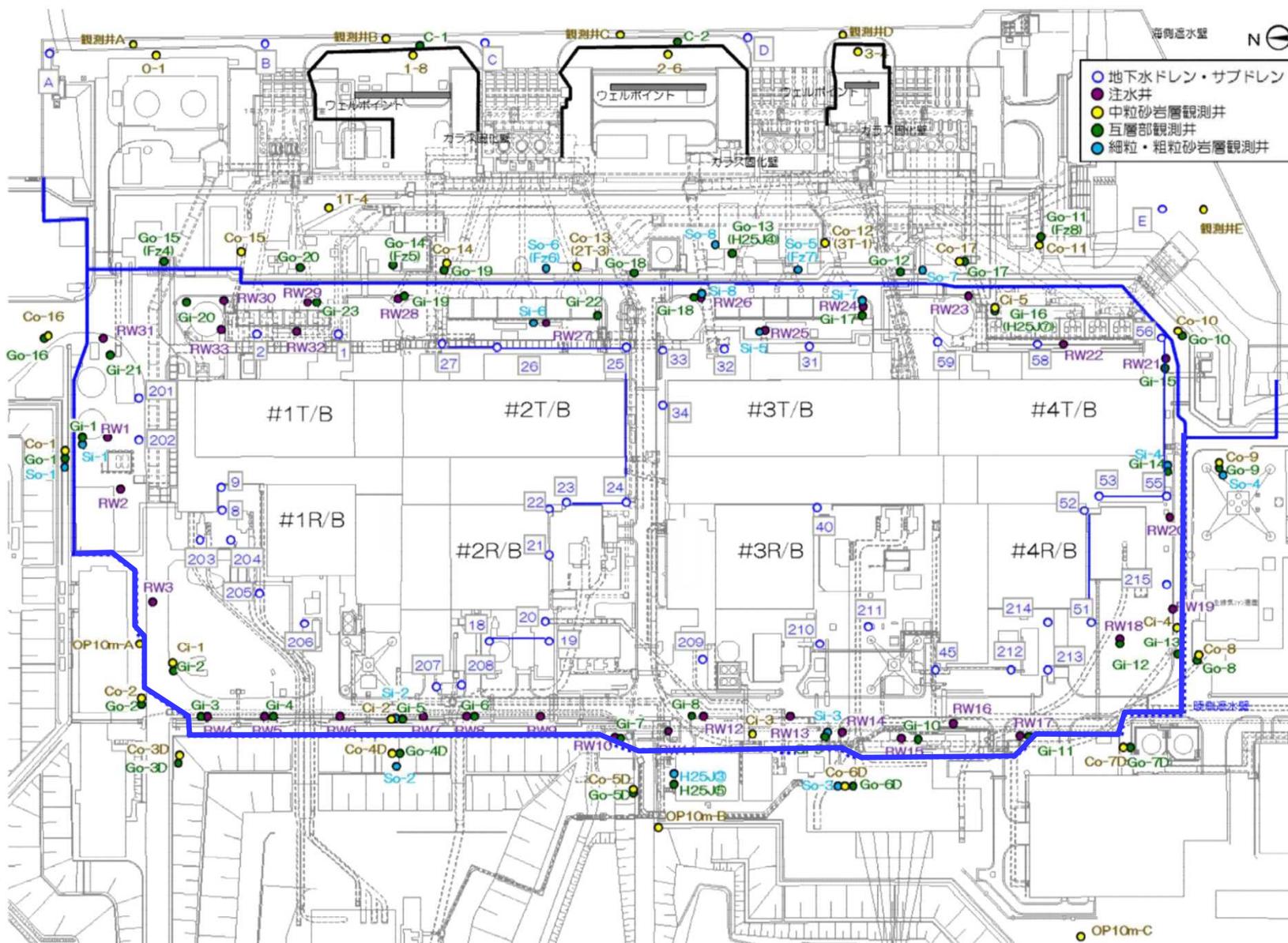
- 凍結開始前と現状で陸側遮水壁周辺の地下水収支の評価を比較した(降雨は多くない期間で比較)。
- 建屋流入量・4m盤への地下水移動量は減少している。
- 山側からの地下水流入量も減少している。

実績値(m ³ /日)	サブドレンくみ上げ量 (実測値) A ₁	建屋流入量 (実測からの推定値) B ₁	4m盤への 地下水移動量 (実測からの推定値) C ₁	閉合範囲外への移動量 D ₁	降雨涵養量 (実測からの推定値) E ₁	地下水位変動への寄与量 (実測からの推定値) E ₂	山側からの地下水流入量 (実測からの推定値) F ₁
2016.3.1~3.31	390	170	250	0	20	-30	760
2017.3.1~3.31	540	120	120	0	90	-40	650
2017.5.1~5.31	480	130	110	0	130	-10	580



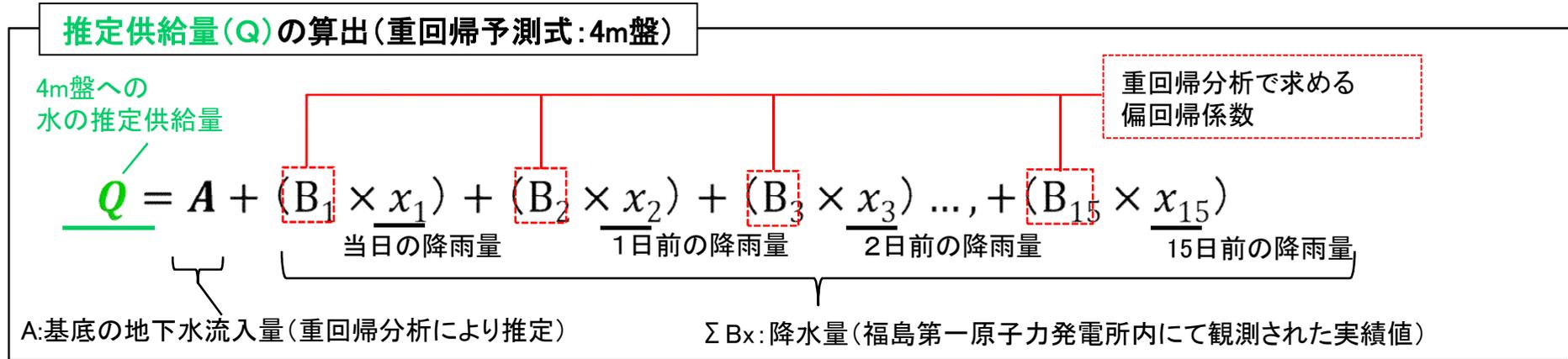
実測に基づく地下水収支の評価 (2017.5.1~5.31)

【参考】地下水位観測井位置図



【参考】4m盤への水の供給量(地下水流入+降雨浸透)の重回帰分析による評価①

- 陸側遮水壁閉合後における4m盤への水の供給量の低減状況の評価として、陸側遮水壁が閉合していなかった場合の推定供給量(Q)を重回帰分析により推定し、前頁左辺の供給量(C1+(1))と比較した。
- 重回帰分析に当たっては、目的変数を実績供給量、説明変数を影響が大きいと考えられる当日から15日前までの降水量(x_n)とし、導出される基底量(A)および偏回帰係数(B_n)から、重回帰予測式を下式のように設定した。



4m盤への水の供給量の低減状況の評価の手順は以下のとおり。

- ① 凍結運転開始前の期間を回帰期間として前頁における式を設定し、陸側遮水壁がない状態における4m盤への水の供給量の予測値(重回帰予測)を算出する。
- ② 4m盤への水の供給量の実績値を算出する(20頁参照)。
- ③ 残差(実績値-重回帰予測値)の推移から供給量の減少傾向を確認する。
⇒ ③において、残差がマイナス方向に拡大すれば供給量が減少していることを示す。

重回帰予測値と実績値

