

# 海水配管トレンチ 汚染水対策工事の進捗について

2015年4月22日

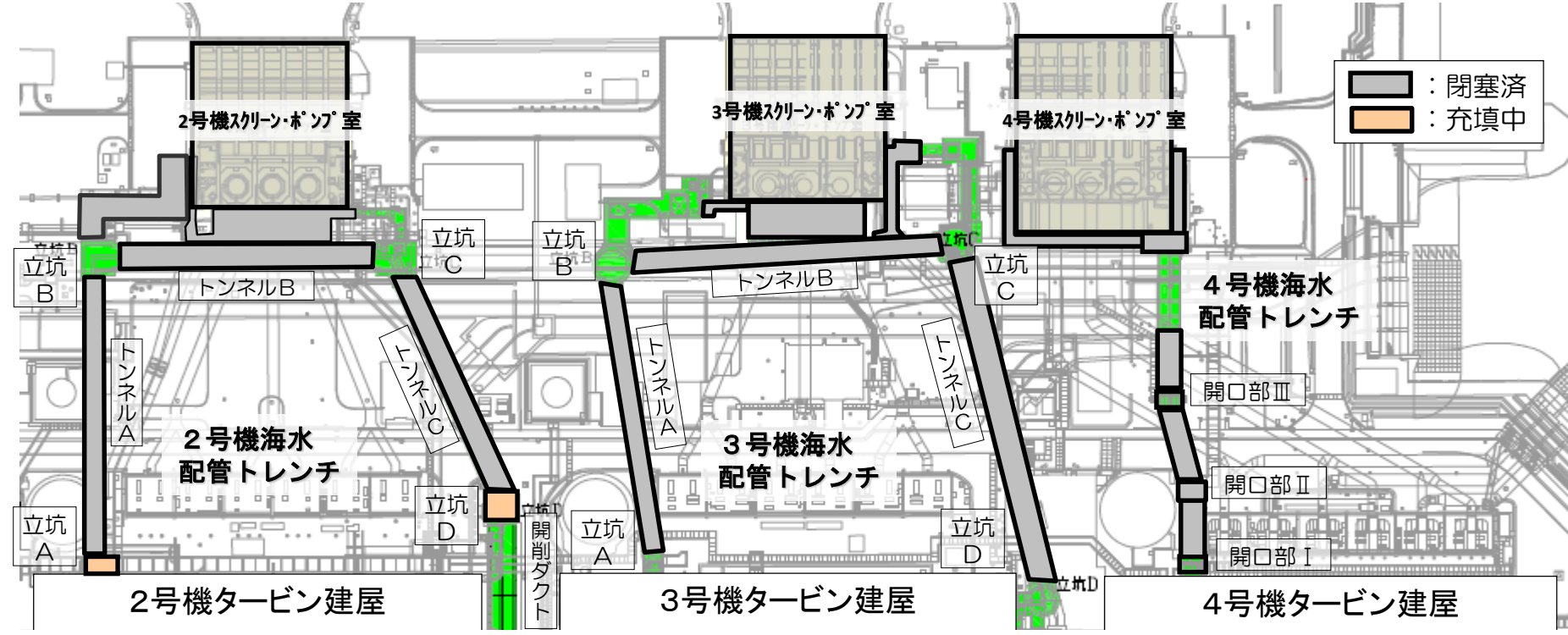
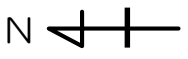
東京電力株式会社

# 目次

1. 海水配管トレンチ汚染水対策工事の進捗状況
2. 2号機の進捗状況
  2. 1 立坑充填の進捗状況
  2. 2 立坑充填1サイクル実施後の揚水試験
  2. 3 2号機海水配管トレンチ汚染水対策の中間総括
  2. 4 立坑充填2サイクル目に向けた施工方針
  2. 5 立坑充填後の方針
3. 3号機の進捗状況
  3. 1 トンネル充填の進捗状況
  3. 2 トンネル充填後の揚水試験
  3. 3 今後の方針
4. 4号機の進捗状況
5. 今後の予定

# 1. 海水配管トレンチ汚染水対策工事の進捗状況

## ■位置図



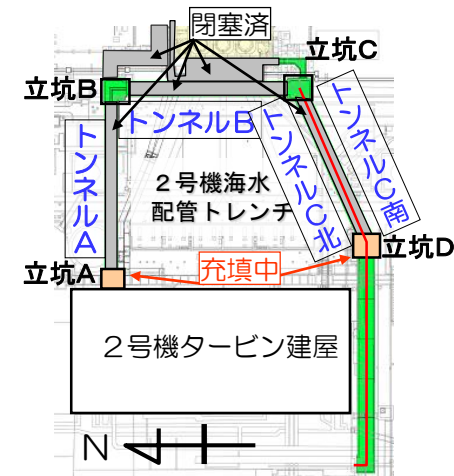
## ■進捗状況(平成27年4月21日現在)

汚染水除去全体進捗：56%

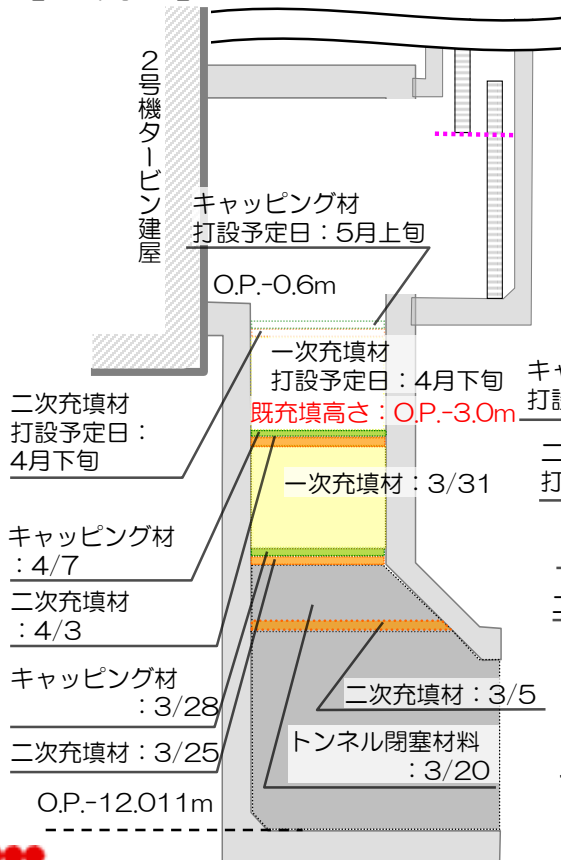
号機	2号機	3号機	4号機
状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>トンネル部充填：12/18完了 (約2,510m<sup>3</sup>/約2,510m<sup>3</sup>)</li> <li>立坑充填：2/24開始 (約130m<sup>3</sup>/約1,990m<sup>3</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>トンネル部充填：2/5開始</li> <li>トンネル部充填：4/8完了 (約3,140m<sup>3</sup>/約3,140m<sup>3</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>トンネル部充填：3/21完了 (約460m<sup>3</sup>/約460m<sup>3</sup>)</li> <li>揚水試験：3/27実施(約60m<sup>3</sup>)</li> <li>開口部Ⅱ充填完了(約60m<sup>3</sup>)</li> </ul>
残滞留水量	約1,860m <sup>3</sup>	約2,660m <sup>3</sup>	約370m <sup>3</sup> (除去後の水量については評価中)
充填量	約2,640m <sup>3</sup>	約3,140m <sup>3</sup>	約520m <sup>3</sup>

## 2. 1 2号機:立坑充填の進捗状況

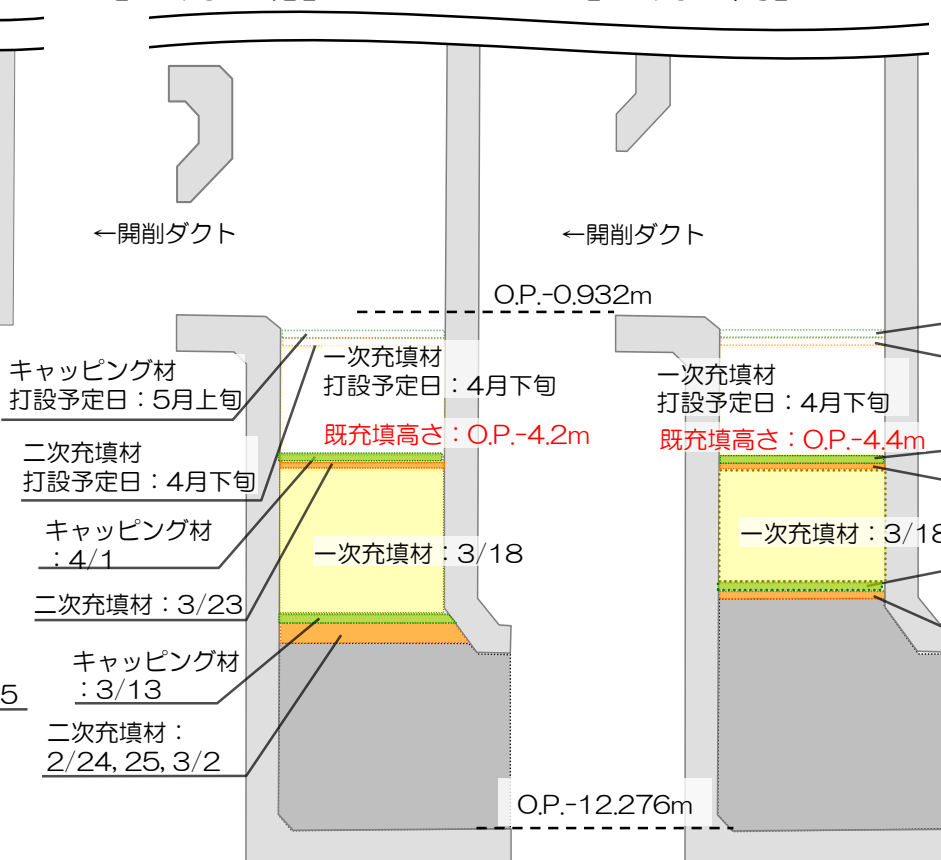
- 立坑A,Dともに、4/7時点で1サイクル目の打設が完了。
- 4/9に揚水試験を実施。
- 揚水試験後、2サイクル目の打設を実施予定。



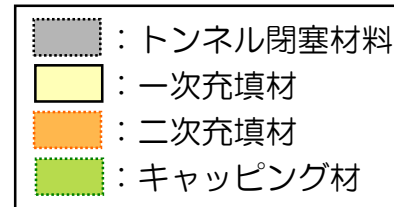
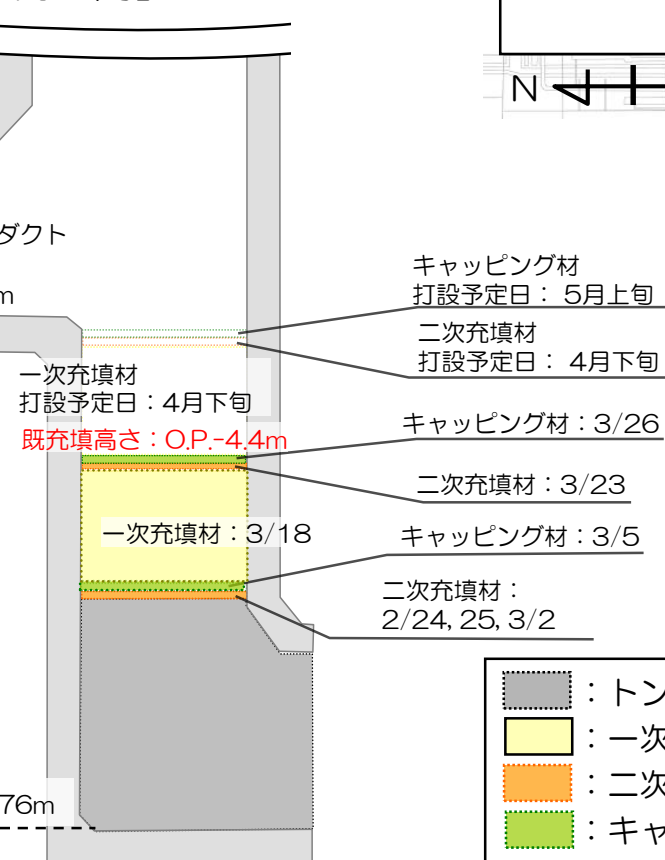
【立坑A】



【立坑D北】

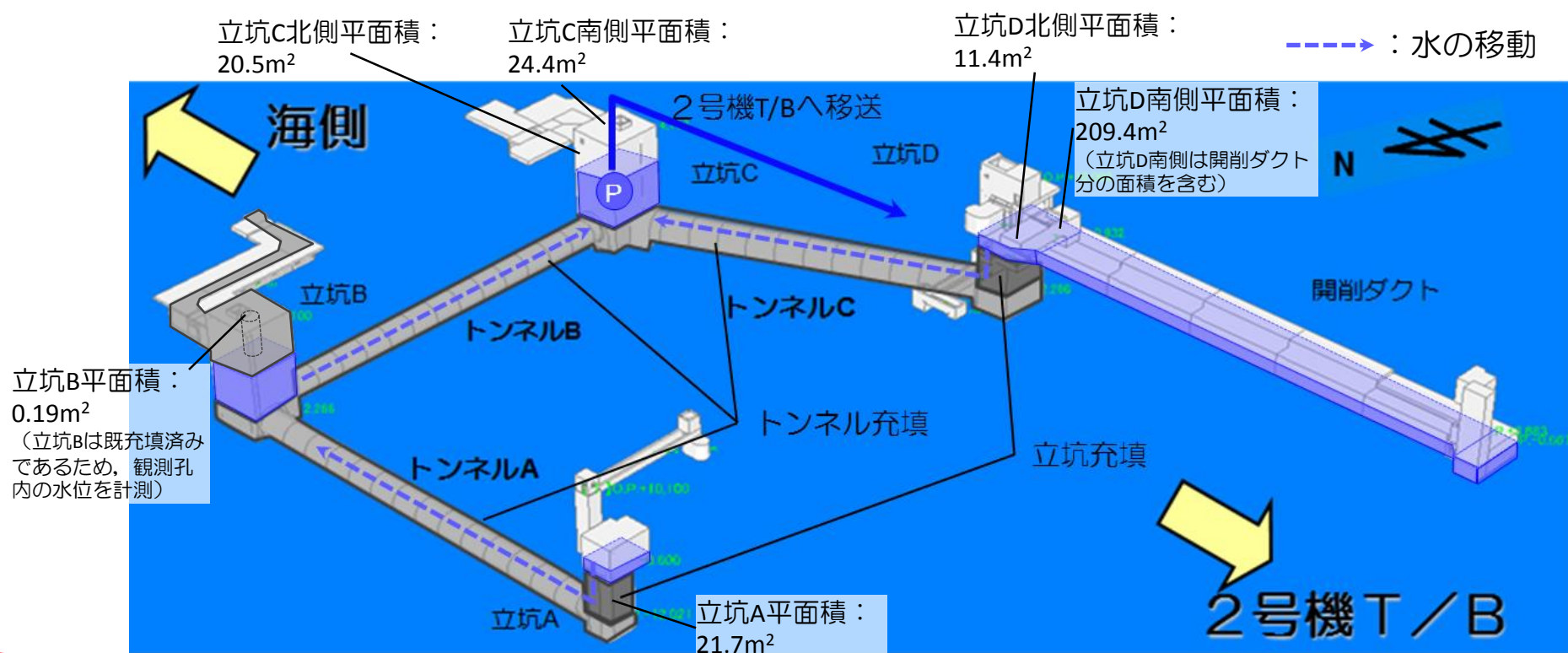


【立坑D南】



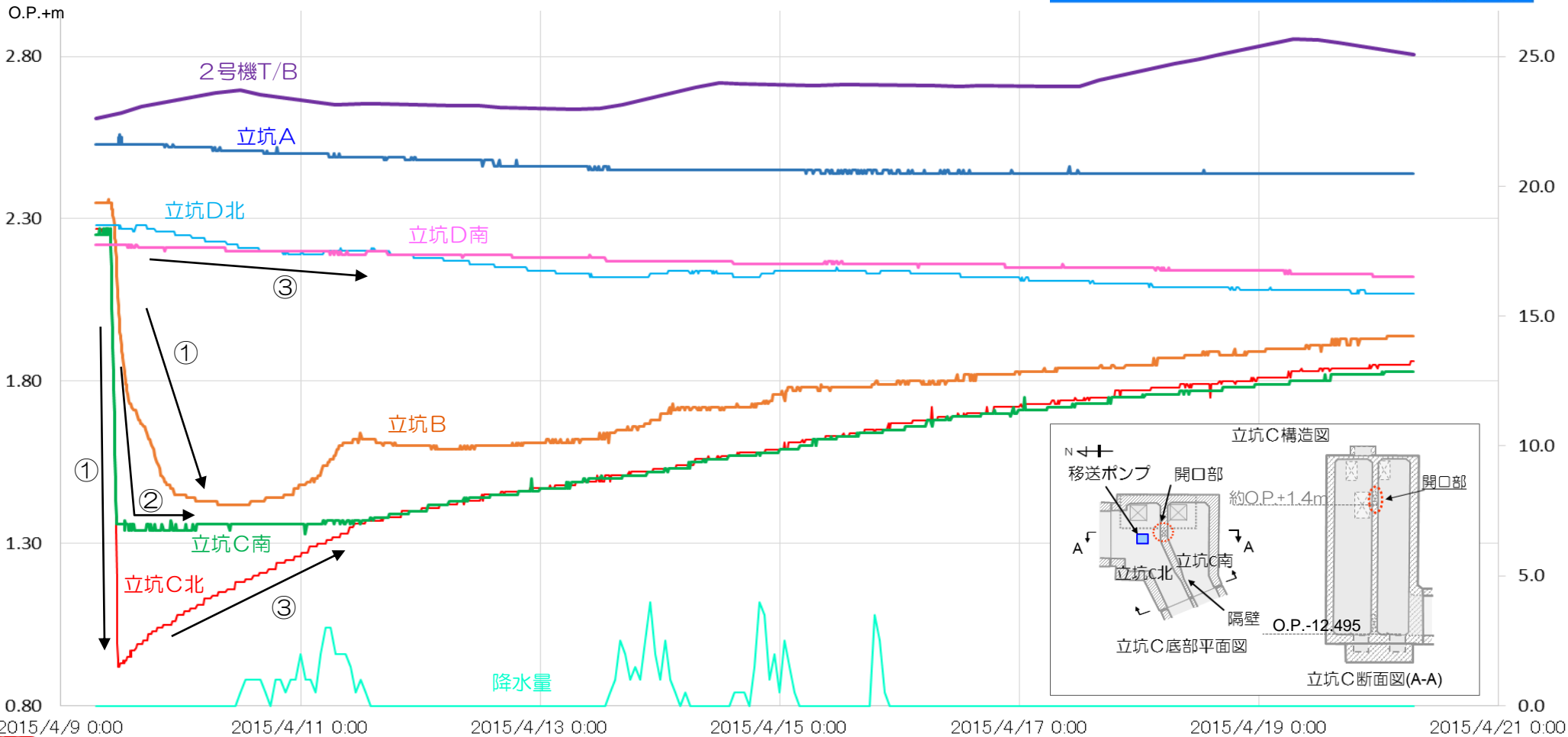
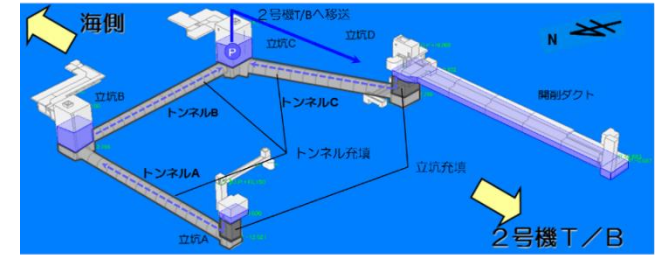
## 2. 2 2号機:立坑充填1サイクル実施後の揚水試験 概要

- 立坑C北側（立坑C, DおよびトンネルCは隔壁がある分室構造）から2号機タービン建屋へ約 $60\text{m}^3$ （トンネル充填後の揚水試験における揚水量と同量）を移送。
- 立坑A,B,Dとの水位差を生じさせることで立坑AおよびトンネルA, 立坑DおよびトンネルCの連通状況を確認するとともに, トンネル充填後の揚水試験における水位変動と比較する。



## 2.2 2号機:立坑充填1サイクル実施後の揚水試験 試験結果①

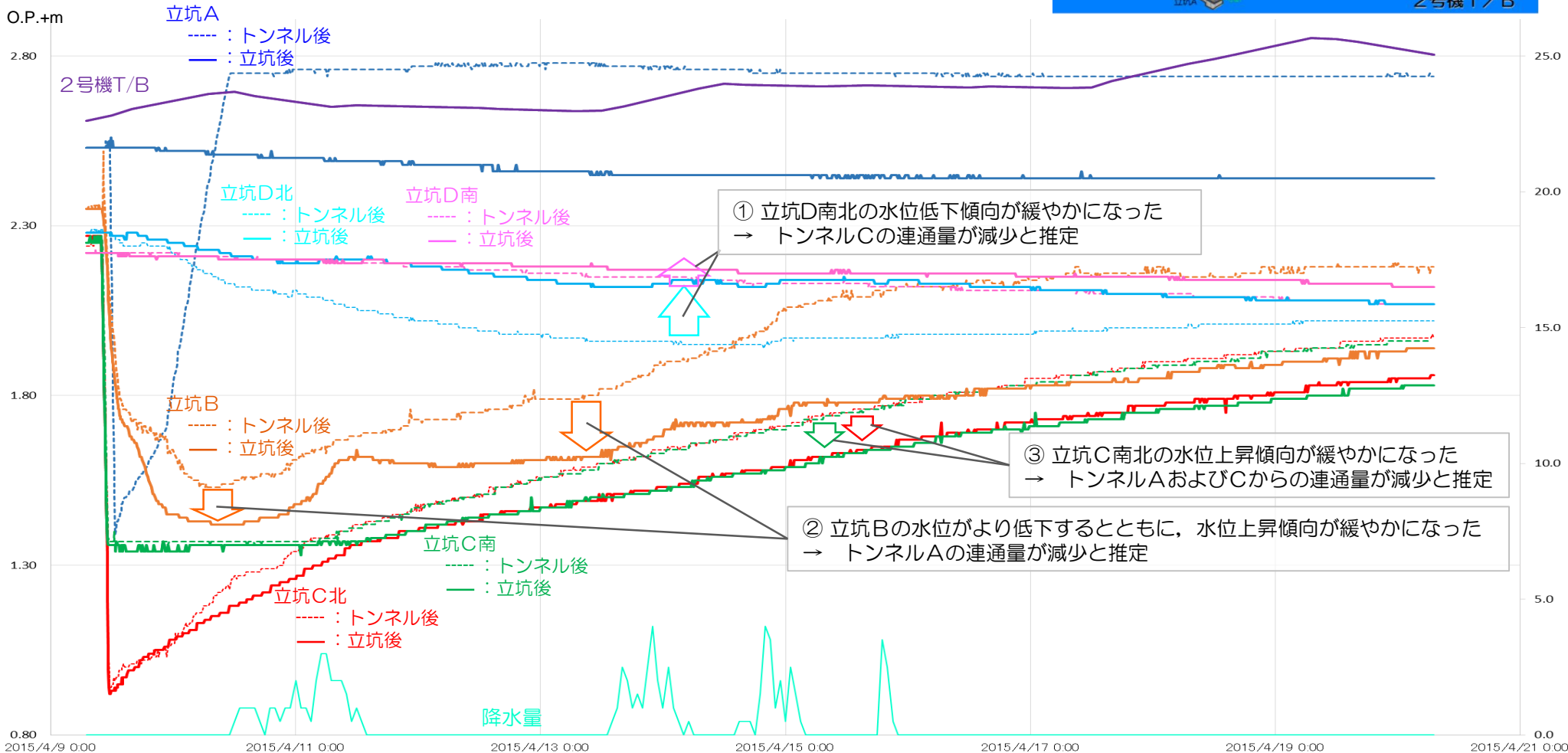
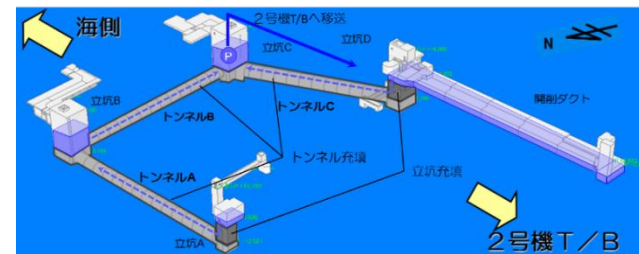
- ① 立坑C北側からの揚水により、立坑C北側・南側の水位が低下するとともに連動して立坑Bが低下。
  - ② 立坑Cの隔壁には約O.P.+1.4m付近に開口部があり、約O.P.+1.4m以下では立坑C北側の水位のみ低下。
  - ③ 立坑C北側の水位が上昇するとともに、立坑D北側の水位が低下。
- 1サイクル目の実施後においては連通は若干残っているものと推定。





## 2.2 2号機:立坑充填1サイクル実施後の揚水試験 試験結果②

- トンネル充填後の揚水試験時における水位変化の挙動と比較するため、揚水試験開始時の水位を合わせ、グラフを重ねた。
- 以前の挙動と比較すると、立坑Dの水位低下量の減少および立坑B,Cの水位上昇量の減少がみられることから、立坑充填により、連通状況は改善していると考えられる。



## 2.2 2号機:立坑充填1サイクル実施後の揚水試験 試験結果③

■ 連通量の算定にあたり、立坑A+トンネルAは、タービン建屋からの連通量を考慮。立坑D北+トンネルC北は、雨量の影響を考慮。

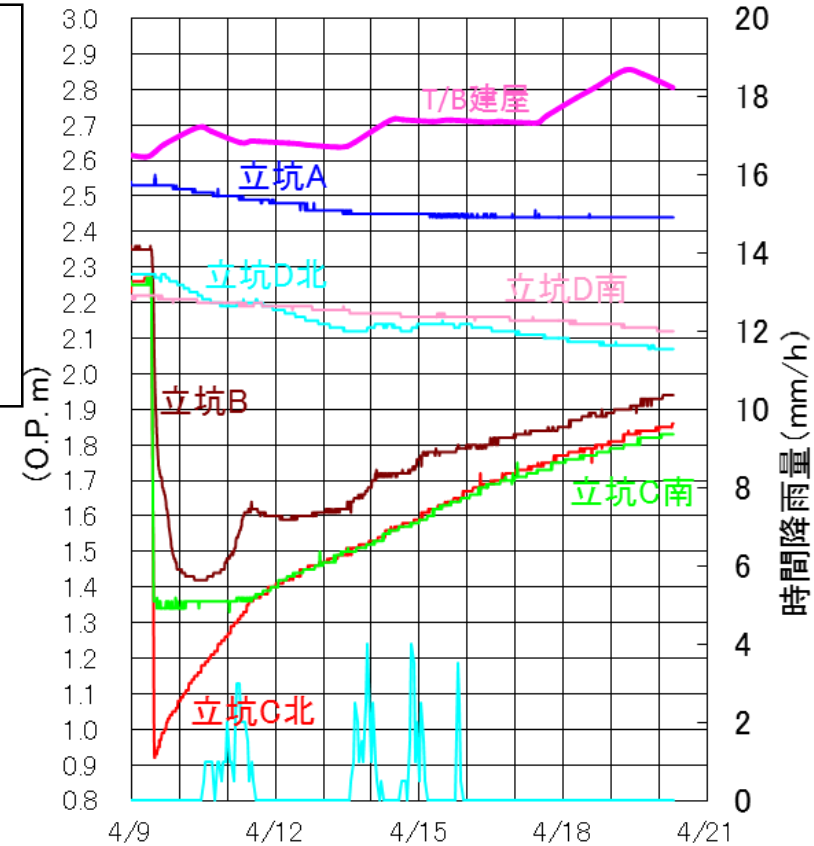
■ その結果、水位差0.5mに換算した場合、概算で以下の通り。

立坑A+トンネルA： 0.01m<sup>3</sup>/h  
 立坑D北+トンネルC北： 0.01m<sup>3</sup>/h  
 立坑D南+トンネルC南： 0.06m<sup>3</sup>/h

- 立坑A+トンネルAの連通量=立坑Aの水位変動量+T/B建屋と立坑A間の連通量  
 ここで、T/B建屋と立坑A間の連通量は、水位差0.2mで0.008m<sup>3</sup>/h程度<sup>※1</sup>であり、4/9-4/20の期間のT/B建屋と立坑Aの平均水位差は0.2mであることから、0.008m<sup>3</sup>/h
- 立坑D北+トンネルC北の連通量=立坑D北の水位変動量+雨水の流入量  
 ここで、4/9-4/20の期間の立坑D北への雨水の流入量は1.5m<sup>3</sup>程度<sup>※2</sup>  
 また、T/B建屋と開削ダクト間の連通量はゼロと想定<sup>※1</sup>
- 立坑D南+トンネルC南の連通量=立坑D南の水位変動量  
 T/B建屋と開削ダクト間の連通量はゼロと想定<sup>※1</sup>

※1：想定方法はスライド8参照

※2：想定方法はスライド9参照



揚水期間中の立坑水位の変化

連通量の算定表

	水位			水位差	面積	期間中の変化量			時間当たり流量			期間中の平均水位差		水位差0.5mのときの連通量	
	4/9 11:35	4/20 7:00				変動量	雨水の流入量	計	変動量	T/B建屋からの連通量	計	m		m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h
	m	m													
立坑A+トンネルA	2.56	2.44	(立坑A)	0.12	21.7	2.6	0.0	2.6	0.010	0.008	0.018	0.74	(立坑Bと)	0.012	≒0.01
立坑D北+トンネルC北	2.28	2.07	(立坑D北)	0.21	11.4	2.4	1.5	3.9	0.015	0	0.015	0.60	(立坑C北と)	0.012	≒0.01
立坑D南+トンネルC南	2.21	2.12	(立坑D南)	0.09	209.4	18.8	0.0	18.8	0.073	0	0.073	0.59	(立坑C南と)	0.061	≒0.06



# 【参考】2号機海水配管トレンチ タービン建屋とトレンチの連通量評価

- 立坑充填を開始した2/24以降の各立坑の水位データを用いて、期間中の立坑A～Dの滞留水の増減量から、タービン建屋とトレンチの連通量、地下水等のトレンチ内外への滞留水の移動量を推定。
- 推定に際しては、降雨のない3つの期間の水位データを使用。
- その結果、T/B建屋と立坑Aは、0.008m<sup>3</sup>/h（水位差0.2m）、開削ダクトの連通量はほぼゼロという結果。
- また、地下水等のトレンチ内外への滞留水の移動量はほぼゼロと計算される。

期間	期間中の平均水位差			期間中の立坑A～Dの滞留水増減量の合計値	期間中の立坑A・Dへの充填量	滞留水の増減バランス	時間あたり滞留水の増減バランス
	T/Bと立坑A	T/Bと立坑D北	T/Bと立坑D南				
	m	m	m				
3/5-3/8	0.2	0.5	0.5	3.9	3.33	0.6	0.008
3/13-3/18	-0.35	0.3	0.4	-0.3	1.06	-1.3	-0.011
3/21-3/30	0.2	0.4	0.4	7.8	5.98	1.8	0.008

3つの期間における水バランスから、下記式が成り立つ。

①  $X+Y+Z=0.008$

②  $-\sqrt{0.35/0.2} \cdot X + \sqrt{0.35/0.5} \cdot Y + Z = -0.011$

③  $X + \sqrt{0.4/0.5} \cdot Y + Z = 0.008$

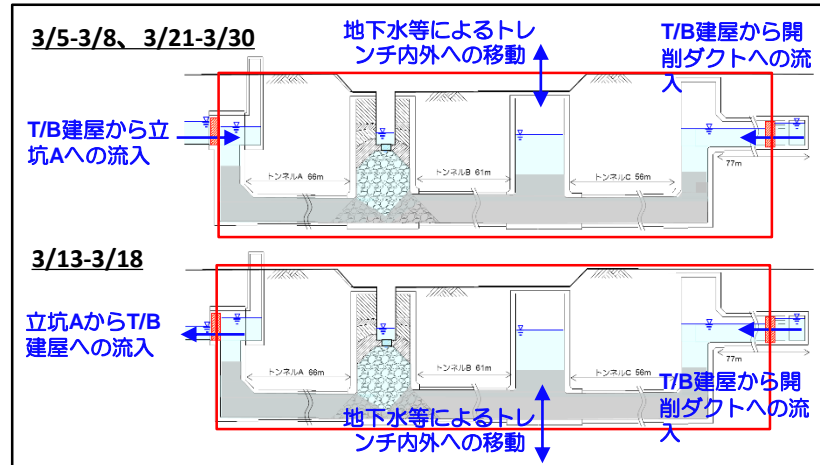
ここに、X：T/B建屋と立坑Aの連通量（m<sup>3</sup>/h、水位差0.2mのとき）

Y：T/B建屋と開削ダクト外の連通量（m<sup>3</sup>/h、水位差0.5mのとき）

Z：地下水等のトレンチ内外への滞留水の移動量（m<sup>3</sup>/h）

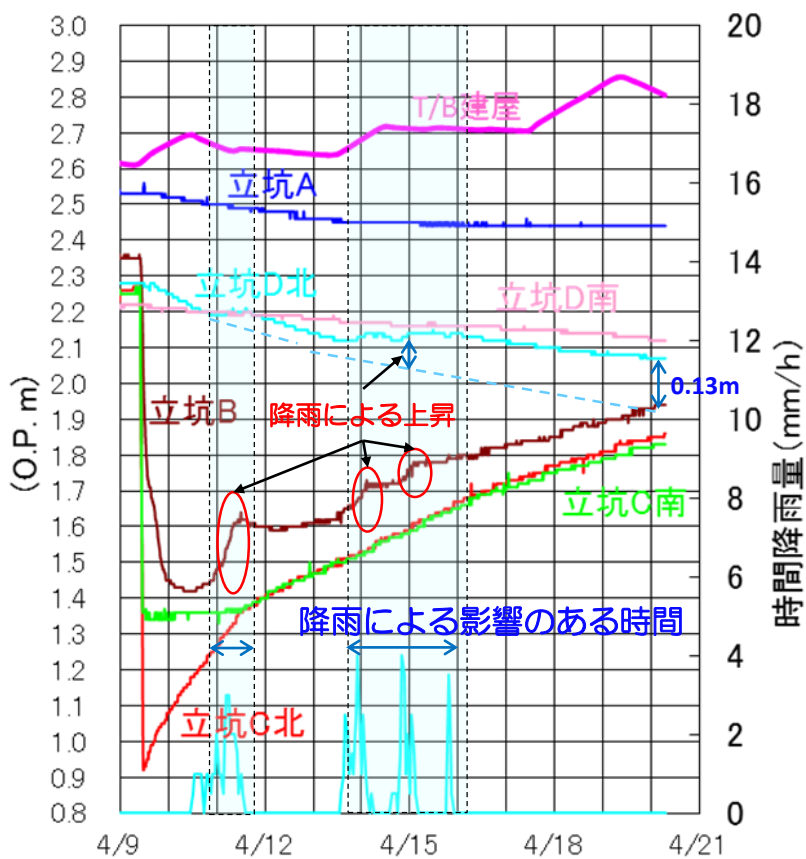
その結果、X=0.008、Y=0.000、Z=0.000。

期間中の各立坑の水位変化は、立坑充填による変動を除いてほとんどないことから、結果は概ね妥当と考える。



# 【参考】2号機海水配管トレンチ 揚水試験中の雨量の影響評価

- これまでの水位データや現場の状況から、降雨時に立坑D北や立坑Bには雨水の流入が生じている。
- 4/9からの揚水試験期間中にも降雨があったことから、立坑D北+トンネルC北の連通量を評価するに際し、立坑D北の水位低下に対する降雨の影響を評価。
- その結果、立坑D北における降雨の流入量は約 $1.5\text{m}^3$ 程度と推定。



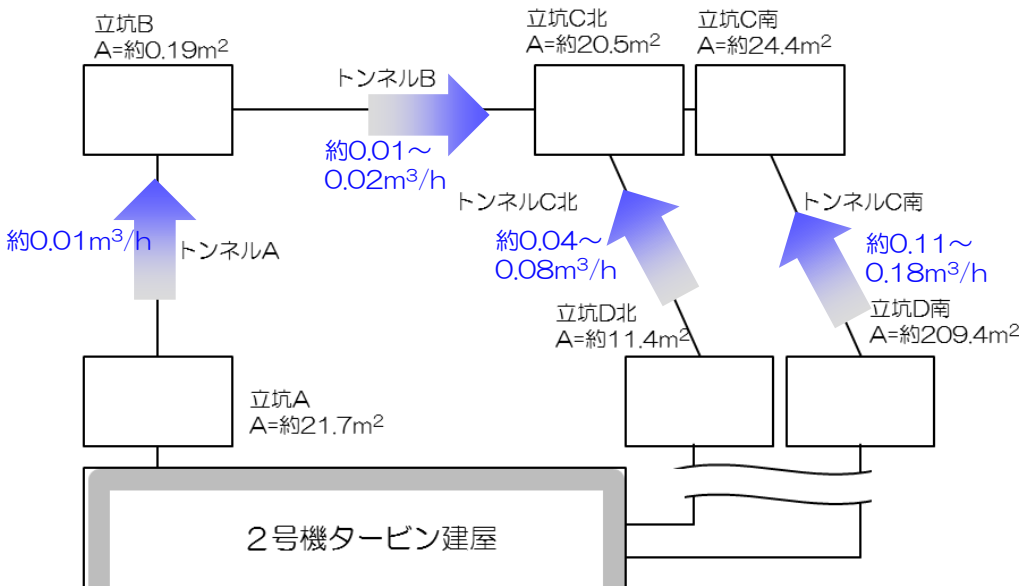
揚水期間中の立坑水位の変化

- 数回の降雨により立坑D北の水位低下が小さくなっている。
- 仮に、降雨がなく連続して低下すると仮定し、前後の水位変化の傾きや、立坑C北との水位差の関係をもとに、立坑D北の水位低下量を推定すると、4/20 7:00時点における水位は、約0.13m下と推定。
- そのため、降雨の流入量は、立坑D北面積  
 $11.4\text{m}^2 \times 0.13\text{m} \doteq 1.5\text{m}^3$
- なお、3/9の累積降水量78mmの降雨があった際、立坑D北は0.13mの上昇があり、今回の累積降水量は73.5mmであったことから、上記想定は概ね妥当と考える。

## 2. 2 2号機:立坑充填1サイクル実施後の揚水試験 試験結果④

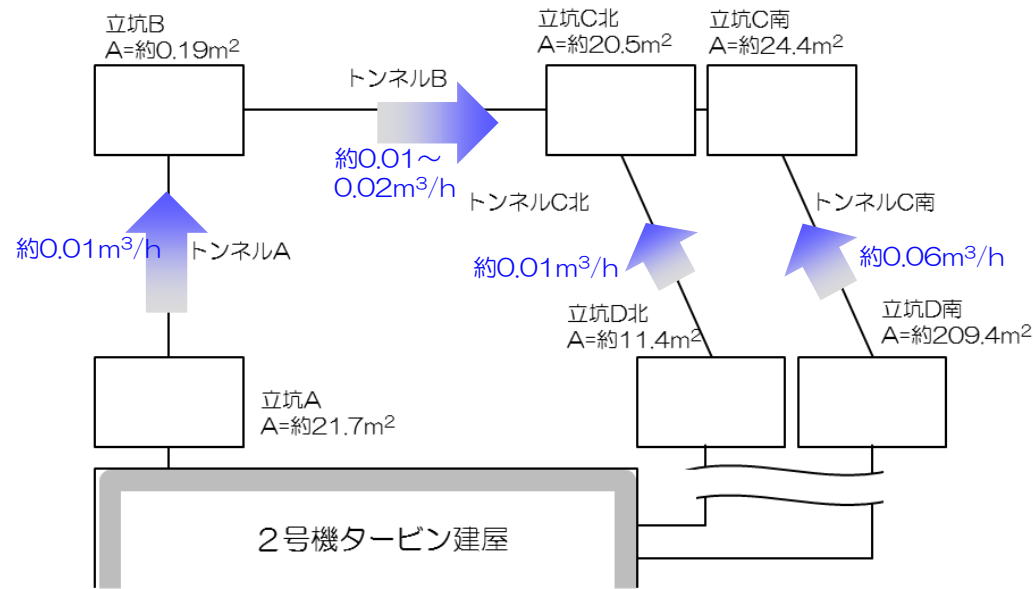
- 立坑充填前に比べ、1サイクル目の充填完了後においては、水の移動量は最大で約1/8程度まで改善していると判断。
- 1サイクル目の立坑充填完了により、内部の連通は周辺地盤（中粒砂岩）相当の遮水性に近づいており、トレンチ内に存在した空間が十分に充填されたものと推定。
- そのため、現状においても建屋滞留水がトレンチ内を選択的に流れ出ていくということはないと考えられる。

【立坑充填前の揚水試験における水の移動量】



連通量は立坑間の水位差を50cmに換算したときの推定値

【立坑充填後の揚水試験における水の移動量】



連通量は立坑間の水位差を50cmに換算したときの推定値

## 2.3 2号機:海水配管トレンチ汚染水対策の中間総括

- これまで、トンネル・立坑の充填を行い、約6割の汚染水を除去し、充填材料に置き換え完了。
- 1サイクル目完了後の揚水試験結果より、立坑充填前の状況に比べ、最大で1/8程度まで連通状況は改善したものと判断。
- これは周辺地盤（中粒砂岩）と同程度の遮水性を有すると言え、内部が十分に充填されたものと考えられる。
- 一方、これまでの水位データから、トレンチ内外の水の行き来は、建屋以外とは基本的にはないと評価している。
- 総じて、滞留水の除去と併せ、地盤・海洋の汚染リスクは大幅に低減できたものと考えられる。
- 1サイクル目の立坑充填によって、連通状況が改善していることを踏まえ、重ねて2サイクル目を実施することにより、更なる改善を目指す。

## 2.4 2号機:立坑充填2サイクル目に向けた施工方針

- 立坑充填の2サイクル目については、1サイクル目の施工で得た知見を踏まえ、下記手順や施工上の工夫による修正を行い、実施する計画。
  - ✓ 一次充填材については、材料のプレクーリングを実施することにより、材料温度上昇によるひび割れ発生リスクの一層の低減を期待する。
  - ✓ 二次充填材の打設厚さの増加（10cm程度→20cm程度）により、連通箇所への流入量の増加を期待する。
  - ✓ 2サイクル目のキャッピング材は、2回打設することとし、2回目の打設に際しては下流側立坑の水位を低下することにより、連通箇所への材料の流入による間詰め効果を期待する。

## 2.5 2号機:立坑充填後の方針

- 立坑A, Dの充填後, 順次開削ダクト部, 海側立坑および分岐トレンチをトンネル充填に使用した材料を用いて充填することにより, 本工事の主目的である滞留水の除去および再滞留の防止の完了となる。
- なお, 海側立坑における監視については, 要否・計測手法を含め検討を行うが, 基本的に各立坑は, 水位監視および揚水のために未充填とした場合, 連通および降雨等により水が滞留し, 外部事象(津波等)により系外へ漏えいするリスクがあるため, 地表まで充填する方針としたい。
- 汚染源を除去したことに伴う, 4m盤地下水の水質の変化については, 引き続き経時的に監視していく。

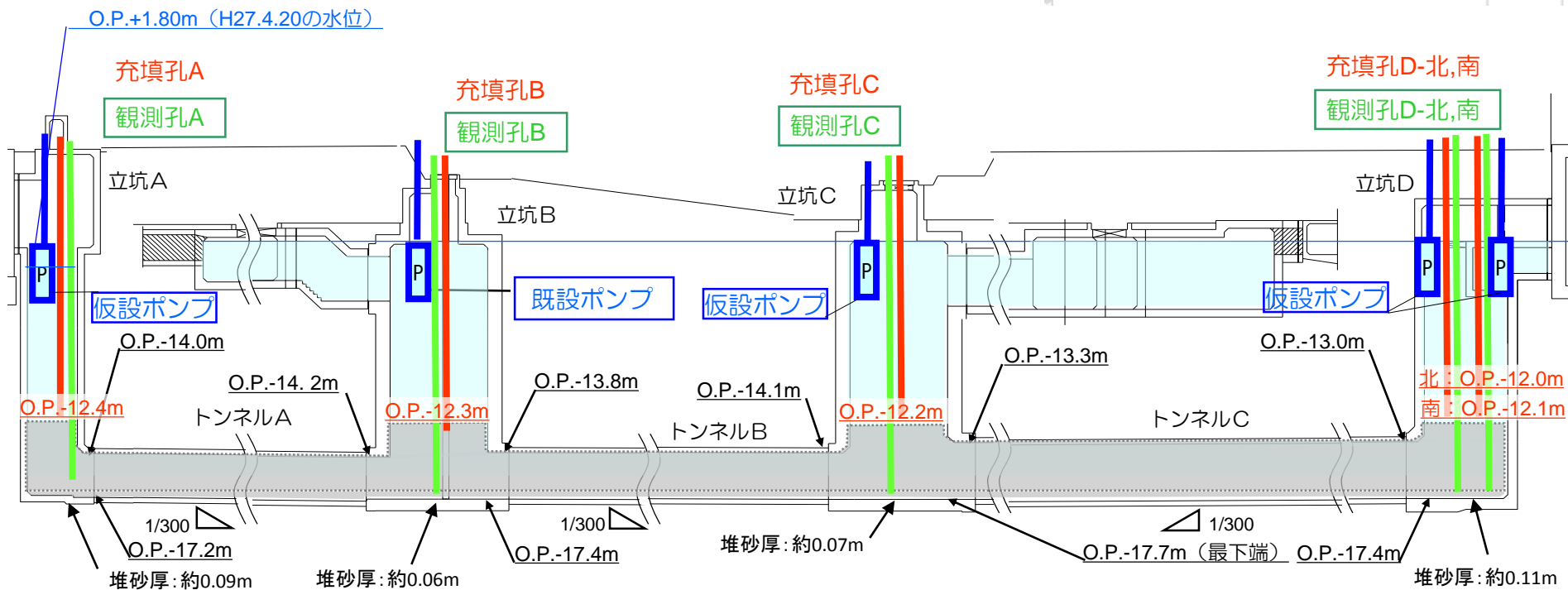
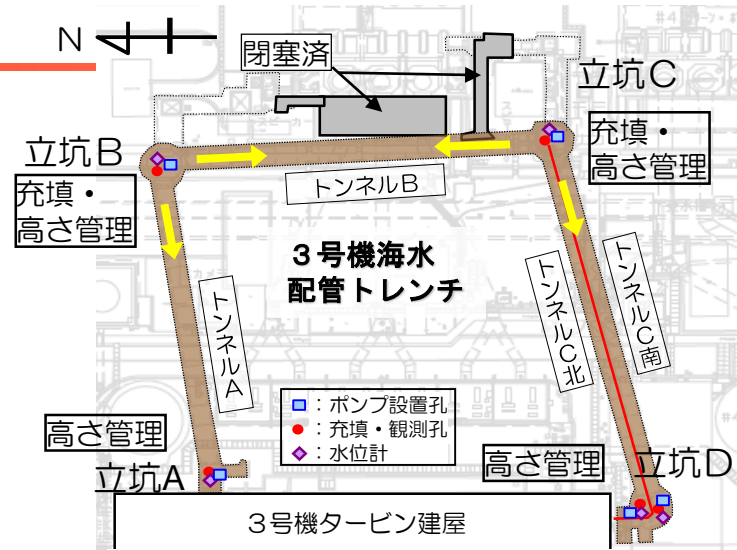


# 3. 1 3号機:トンネル充填の進捗状況

- 3号機海水配管トレンチのトンネルCの天井部充填を4月8日実施し、トンネル部の充填が完了。
- 4月8日までに、約3,140m<sup>3</sup>打設完了しており、同量の滞留水を除去。

※ 図中の各充填孔・観測孔・ポンプにおいて枠で囲まれているものは、現状使用中のもの。

※ 赤字は打設高さ（4月8日計測）



【3号機海水配管トレンチ概略断面展開図】

## 3.2 3号機:トンネル充填後の揚水試験 概要

### (1) 目的

トンネルCの連通の有無を把握する。また、立坑AとT/B建屋の間に連通がないことを確認する。

### (2) 実施時期

4月16日にStep1、4月21日にStep2を実施

### (3) 実施方法

次の3ステップで実施する。

Step1 立坑Aからの揚水：目標水位2.0m（揚水量約12m<sup>3</sup>）

Step2 立坑Bからの揚水：目標水位2.2m（揚水量約100m<sup>3</sup>）

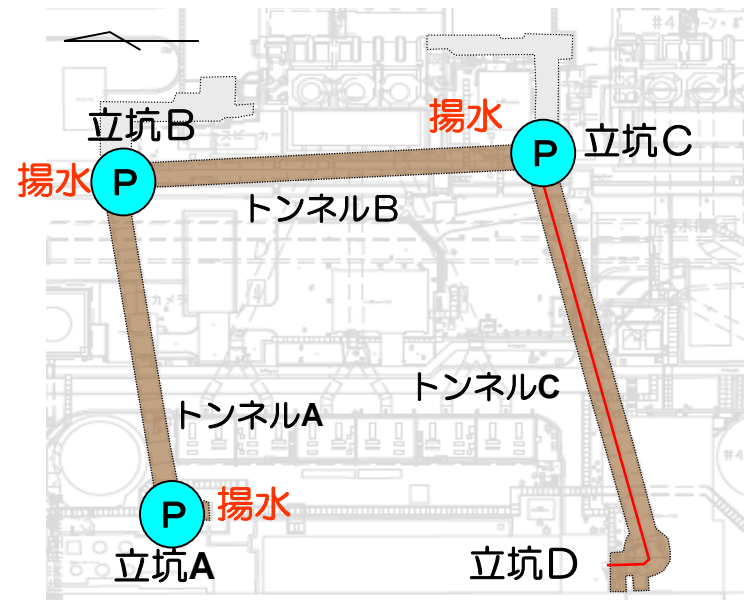
Step3 立坑Cから立坑Bへの移送：立坑C目標水位2.2m  
（揚水量約100m<sup>3</sup>）

※各ステップの実施日は、各立坑の水位の動きを見て判断。

揚水量は、揚水前の各立坑の水位により変更の可能性あり。

### (4) 評価方法

揚水後の各立坑の面積および水位変化を元に、トンネルA・B・Cおよび立坑AとT/B建屋間の連通の有無を推定。

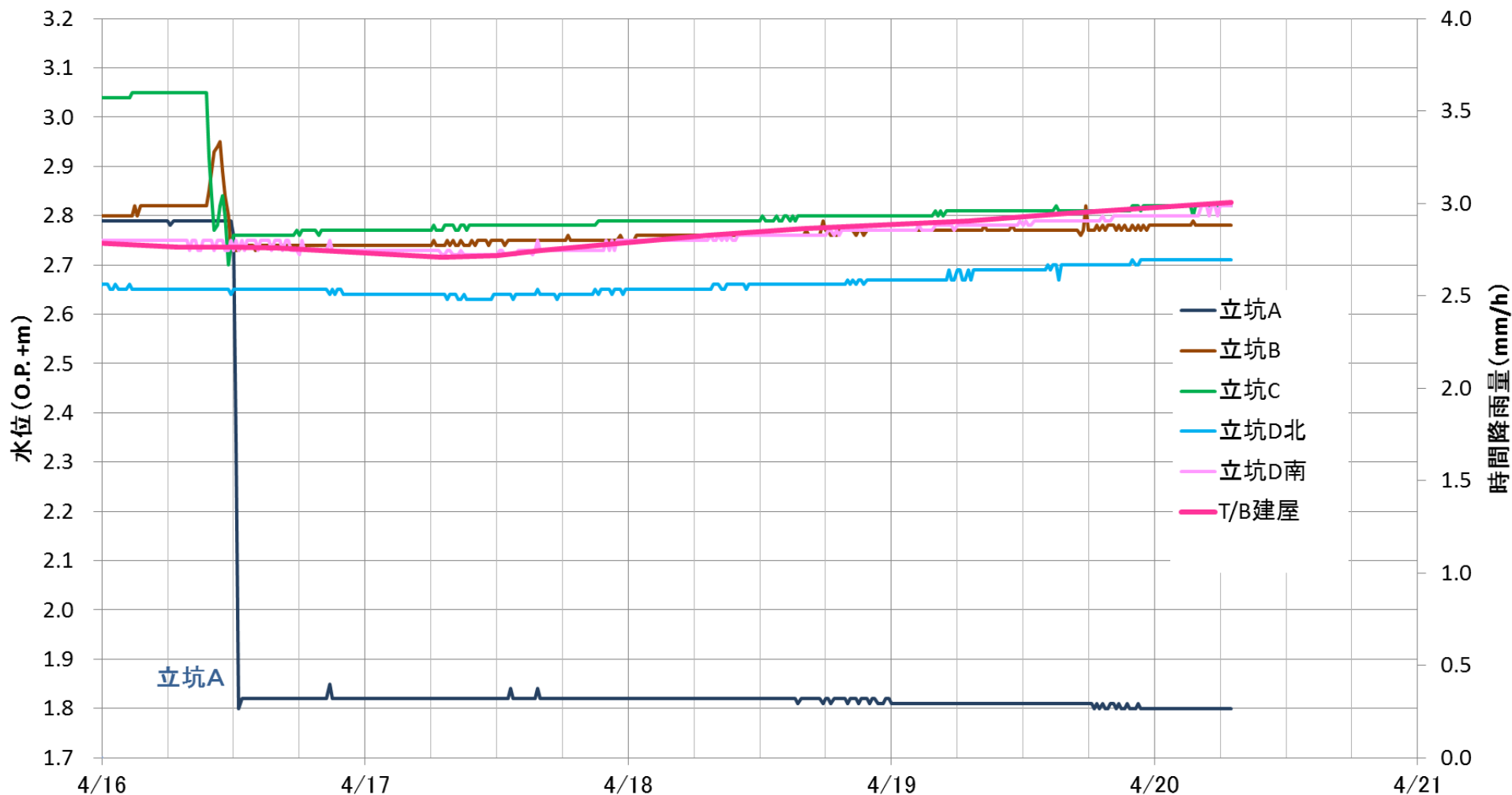


(参考) 揚水試験水位変動範囲付近における各立坑の面積

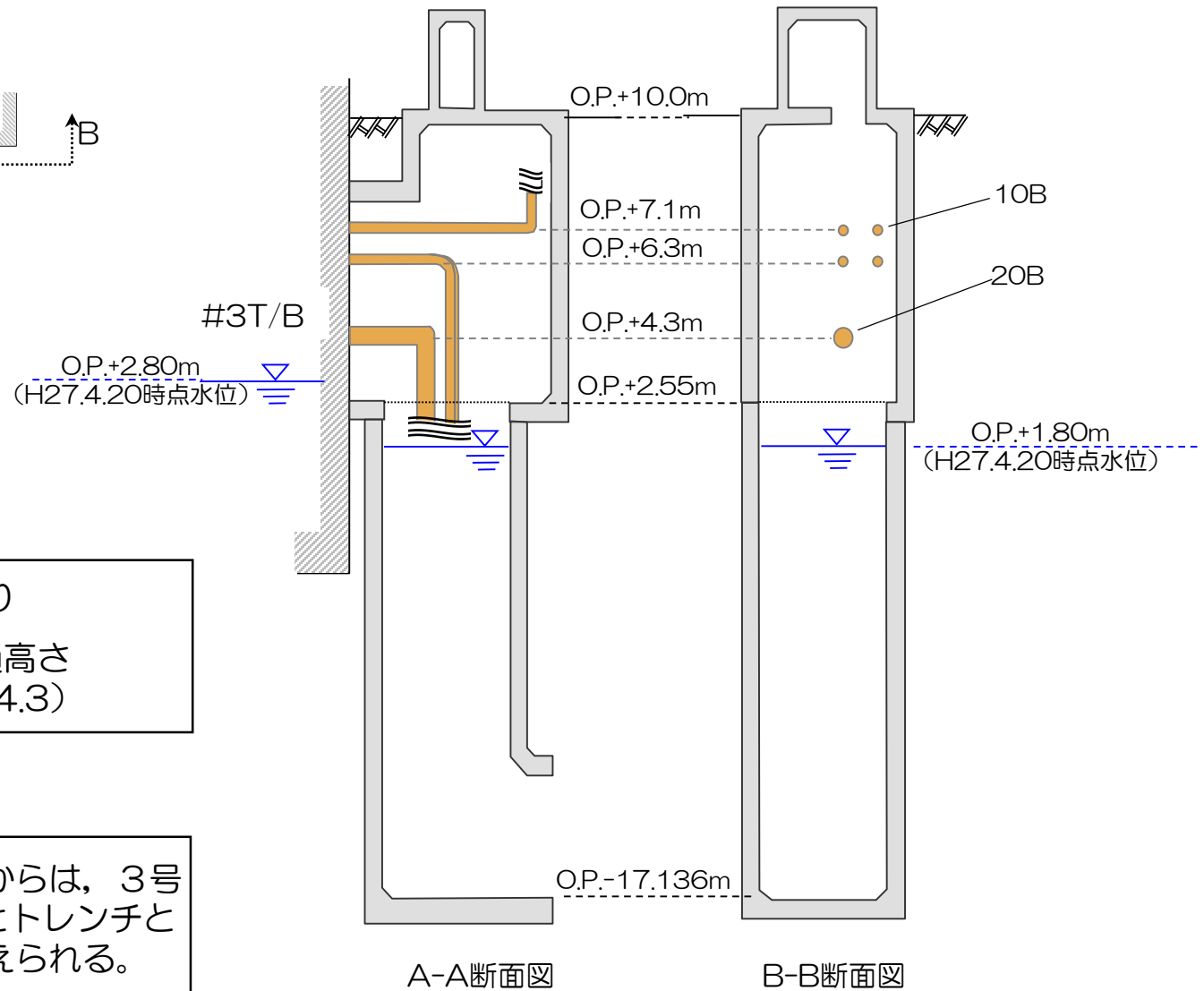
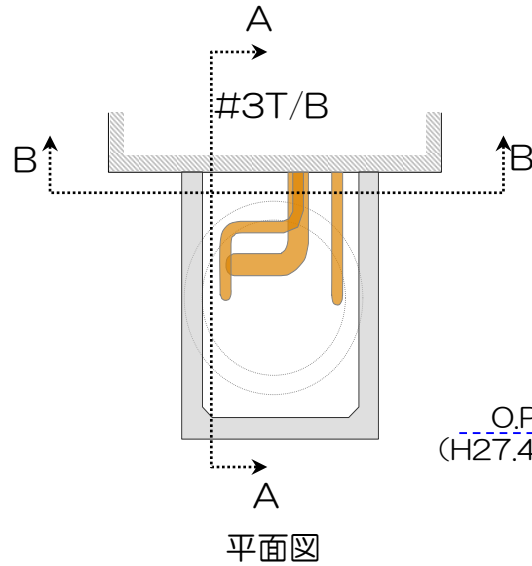
	面積 (m <sup>2</sup> )	備考
立坑A	22 (OP+2.55m以上) 10 (OP+2.55m以下)	
立坑B	150-190 (高さによって変化)	分岐トレンチ含む
立坑C	140-160 (高さによって変化)	分岐トレンチ含む
立坑D	45 (OP+2.2m以上) 70 (OP+2.2m以下)	

## 3. 2 3号機:トンネル充填後の揚水試験 結果速報

- 4/16に立坑Aから約12m<sup>3</sup>の揚水を実施し、水位1.8mまで低下。
- 4/20朝現在まで、立坑Aの水位の上昇は見られないことから、タービン建屋と立坑Aの連通および、トンネルAの連通はないと考えられる。



# 【参考】 3号機:立坑A構造概要



現状の高さ関係は下記の通り  
 トレンチ内水位 < 配管貫通高さ  
 (O.P.+1.80) (O.P.+4.3)



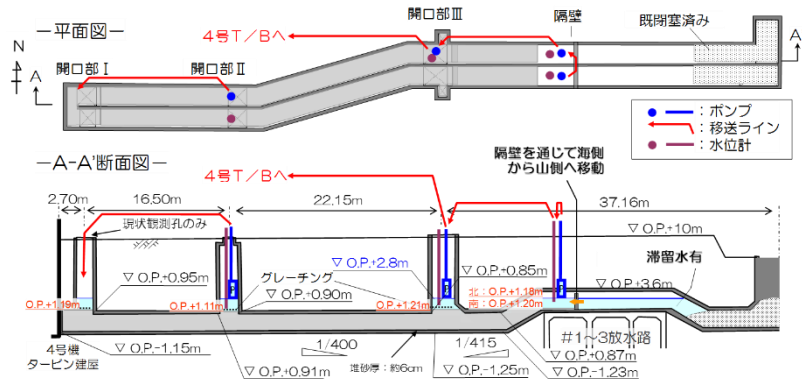
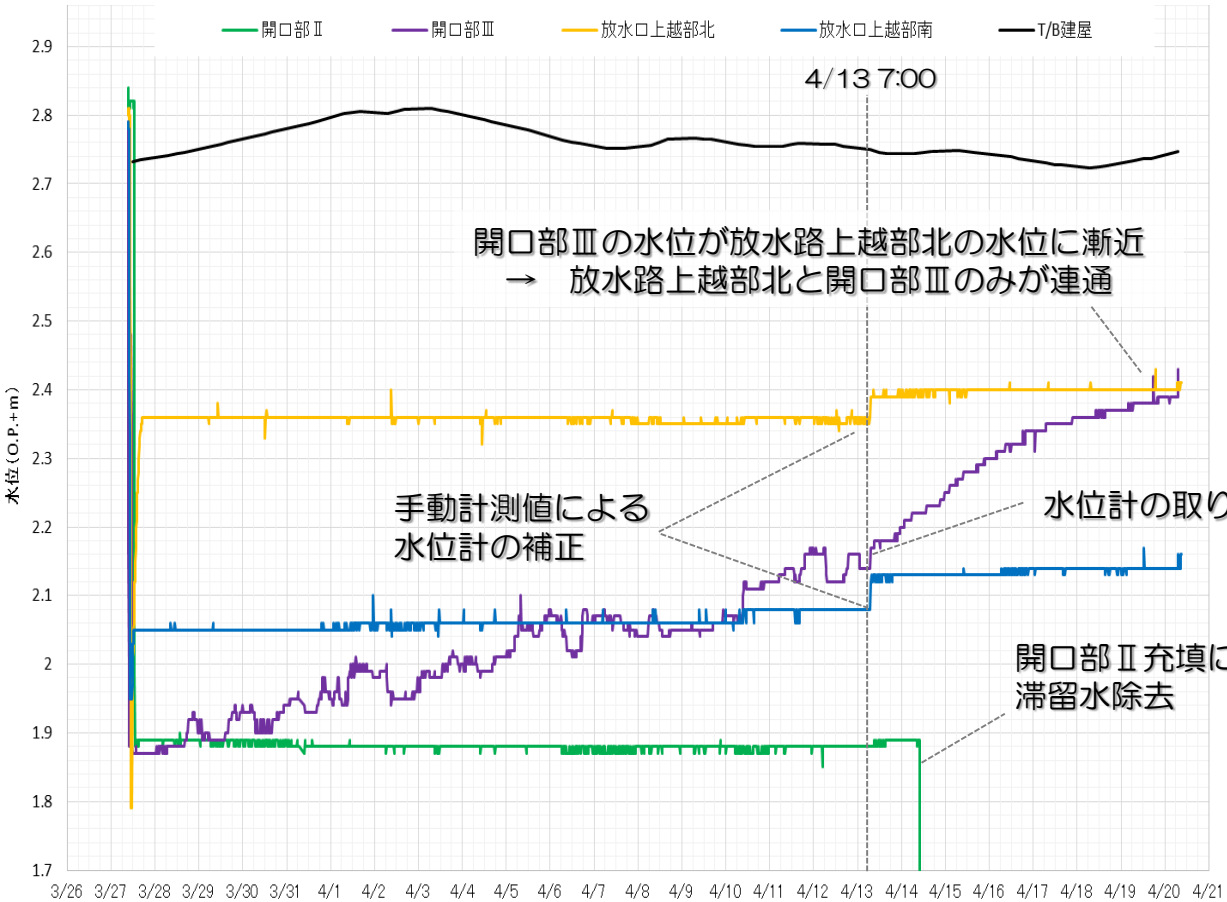
そのため、現状の水位関係からは、3号機立坑Aにおいては、建屋とトレンチとの間に連通はないものと考えられる。

### 3.3 3号機:今後の方針

- 揚水試験の結果速報から、タービン建屋～立坑A間には連通はなく、また、トンネルAについても良好な充填状態であると判断。
- 引き続き、揚水試験のStep2の評価およびStep3を実施する。
- 立坑Dに関しては、建屋との連通が存在するため、揚水試験終了後、2号機の立坑A、Dと同様の手法により充填を実施する予定。
- また、現時点での揚水試験結果からタービン建屋～立坑A～立坑Bという、海方向の連通が存在しないということが推察されるため、立坑Aおよび立坑Bについては、揚水試験終了後、早急な内部充填を優先し、トンネル充填に使用した材料にて、内部を充填することとする。
- なお、3号機立坑Dの充填に際しては、2号機の立坑充填により得られた知見を考慮し実施する。

# 4. 4号機:進捗状況 揚水試験結果

- 3月27日に4号機海水配管トレンチにて、開口部Ⅱ、Ⅲおよび放水路越部の水位がO.P.+2.0m付近となるように、4号機タービン建屋および開口部Ⅰへ約60m<sup>3</sup>程度移送し、揚水試験を実施。(移送ルートは右下図のとおり)
- 開口部Ⅱの水位が動いていないことから、開口部Ⅰ～Ⅱ間、Ⅱ～Ⅲ間は十分充填されており、水の行き来はトレンチ内に限定されていると判断。

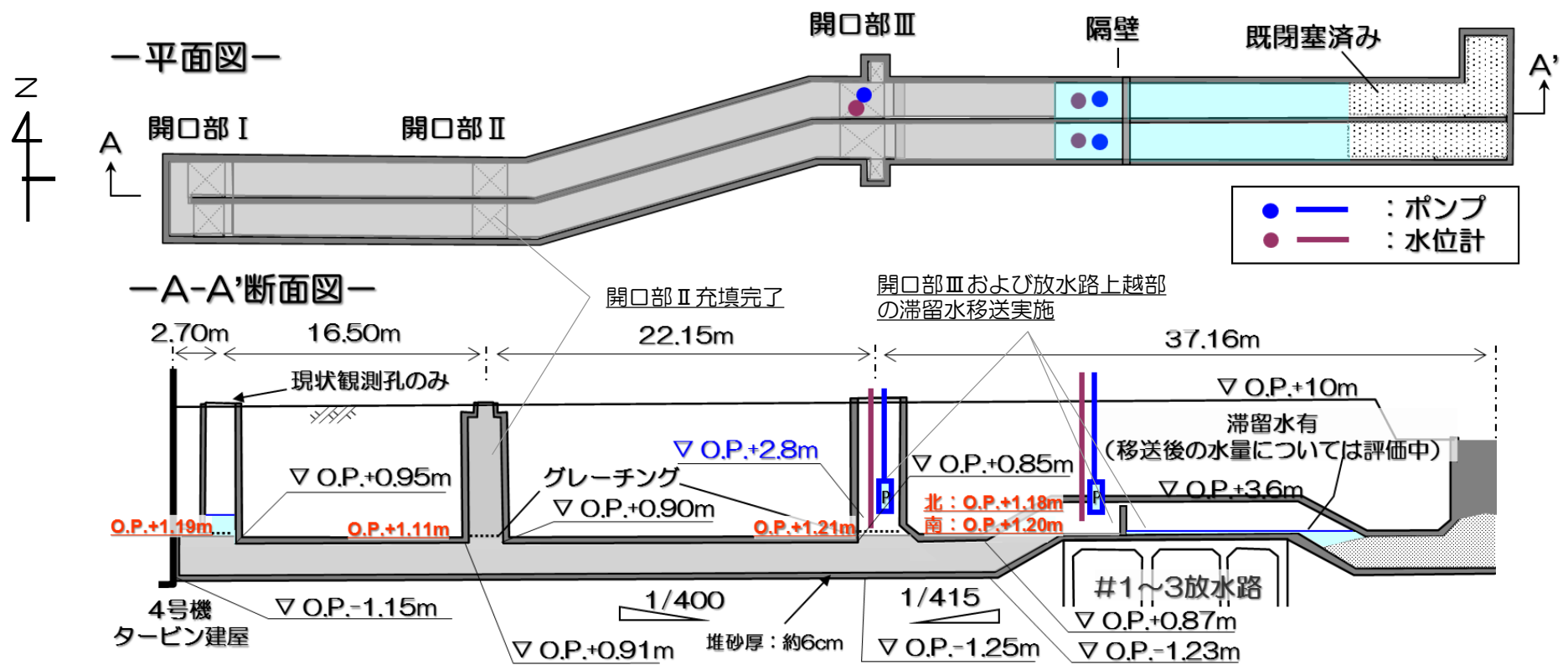


- 放水路越部の山側を抜水したところ、隔壁の海側にも滞留水が存在していることを確認。
- 4月13日にデータがばらついていた開口部Ⅲの水位計の取り換え、および放水路越部の水位計について、手動計測値との補正を実施。
- 4月20日時点で、全ての測定点でタービン建屋と水位差を維持している。
- 開口部Ⅲの変動は放水路越部南北との水の行き来であると想定。



# 4. 4号機:進捗状況 開口部の充填状況と今後の方針

- 開口部Ⅱの充填および開口部Ⅲ・放水路上越部の水移送は実施済みであり、4号機トレンチ内滞留水は、開口部Ⅰおよび放水路上越部の一部を除き、ほぼ除去完了。
- 順次開口部Ⅲの充填を実施する。
- 放水路上越部の充填に際しては、隔壁の海側に充填孔を設ける必要があるため、周辺工事との作業調整のうえ、秋頃に充填を行う予定。
- 開口部Ⅰについては、建屋床面とほぼ同じ高さで接続しており、滞留水除去および充填が現状困難であることから、建屋滞留水の水位低下に合わせて充填を行う方針とする。



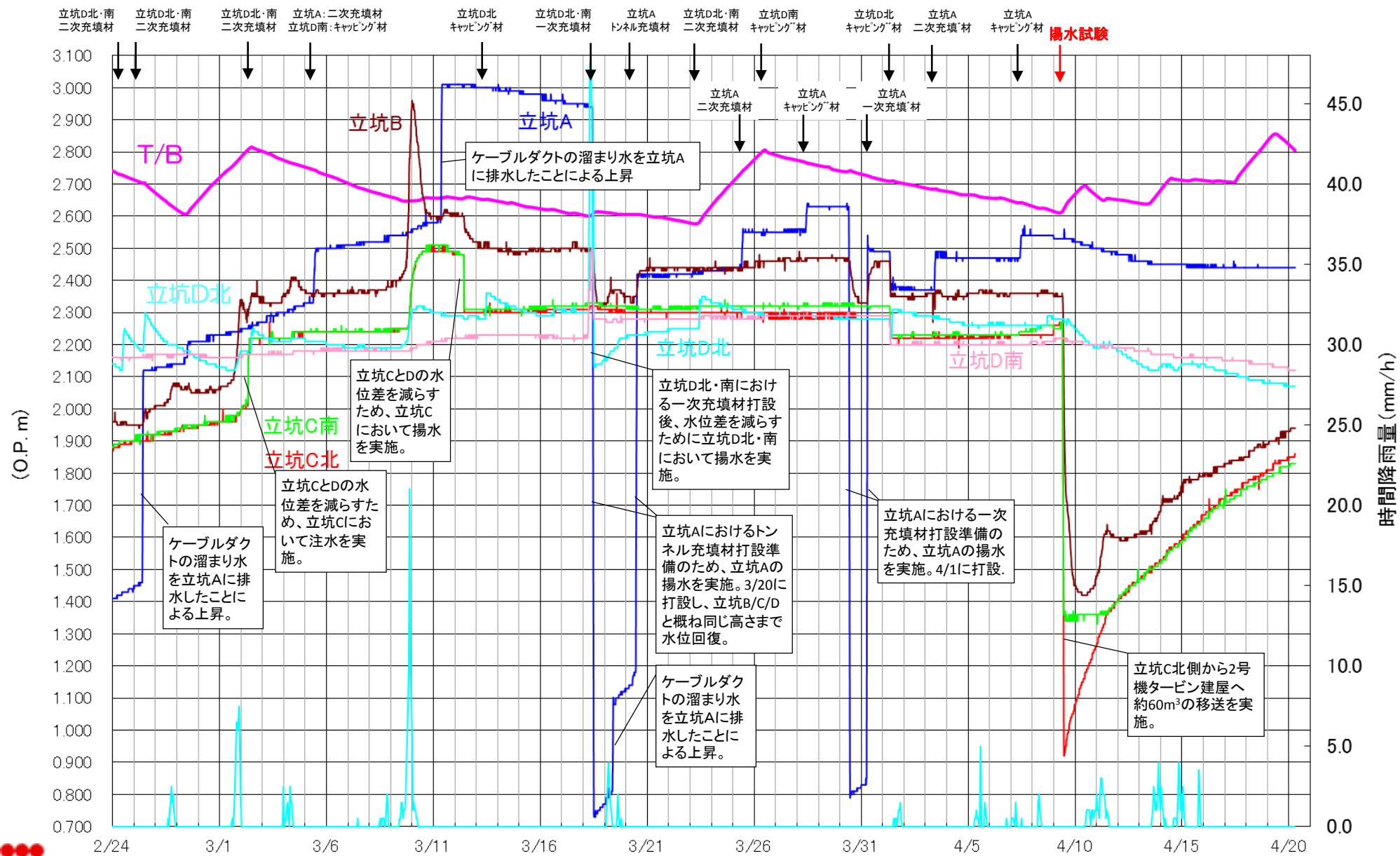
## 5. 今後の予定

- 2号機は、引き続き2サイクル目の立坑充填を行い、揚水試験を5月中旬に実施予定。また、立坑充填2サイクル目における手順の修正による工程への影響を考慮し、立坑B、Cを含め、6月中旬頃に滞留水の除去完了を目指す計画。
- 3号機は、揚水試験完了後、立坑部の充填を行う。立坑Dの1サイクル目の完了は現状5月下旬頃を予定。6月中の滞留水除去を目指す計画。
- 4号機は、順次開口部Ⅲの充填を実施し、放水路上越部の充填準備を実施。

充填箇所 (カッコ内は滞留水量)		～H27.1	H27.2	H27.3	H27.4	H27.5	H27.6	H27.7
2号機	トンネル部 (計：約2,510m <sup>3</sup> )	完了 ▲2510						
	立坑部 (計：約1,990m <sup>3</sup> )			完了 ▲130	▲1000	▲860		
3号機	トンネル部 (計：約3,140m <sup>3</sup> )		完了 ▲1200	完了 ▲1400	完了 ▲540			
	立坑部 (計：約2,660m <sup>3</sup> )				▲200	▲900	▲1560	
4号機	トンネル部 (計：約460m <sup>3</sup> )		完了 ▲290	完了 ▲170				
	開口部 (計：約210m <sup>3</sup> )				▲210			(放水路上越部については 実施時期調整中)

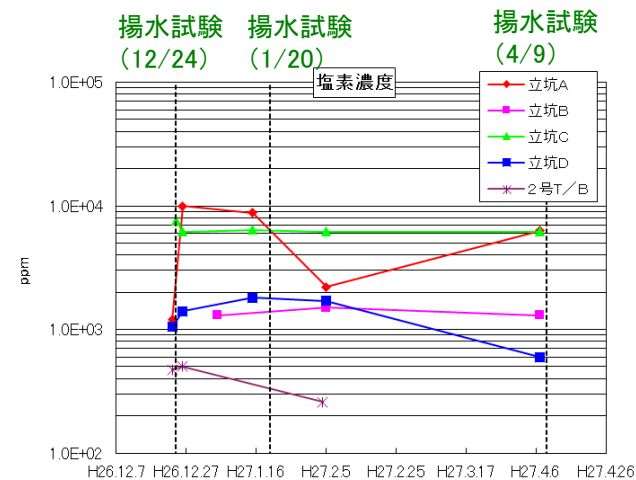
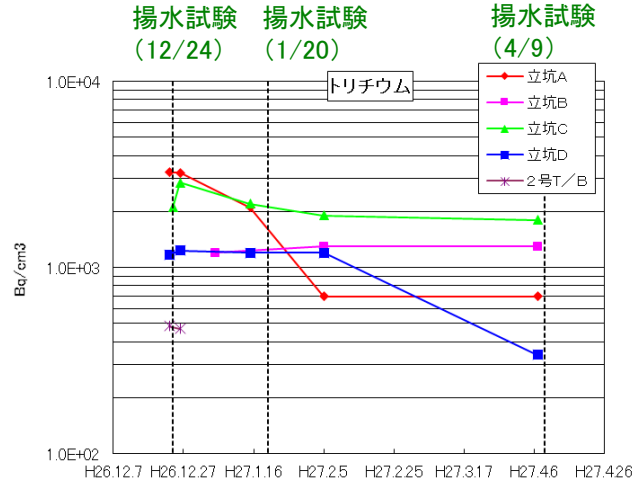
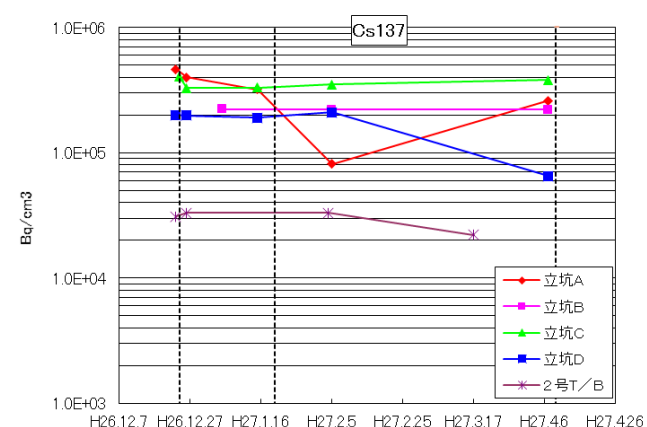
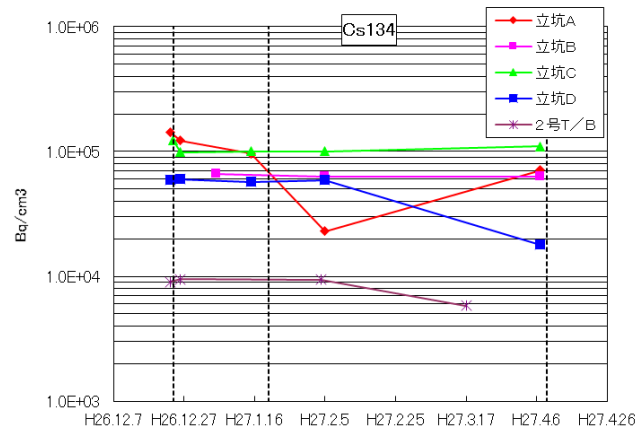
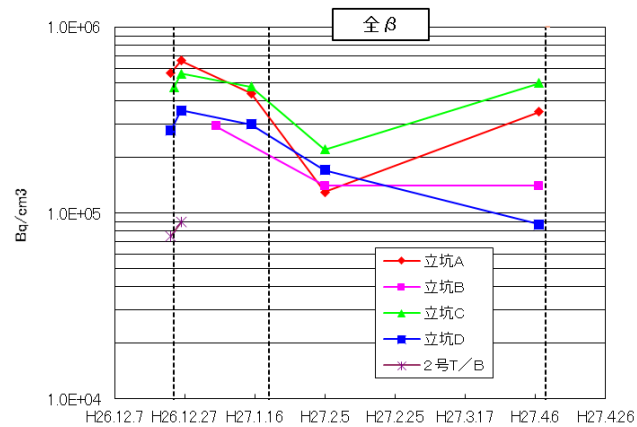
- ※ 工程調整等により、除去時期の変動可能性あり
- ※ 表中の▲数字は当該月のトレンチ内滞留水除去量の見込み (m<sup>3</sup>)  
(滞留水の水質による処理設備側への影響を考慮しない場合)

# 【参考】2号機:水位変化(立坑充填開始後)



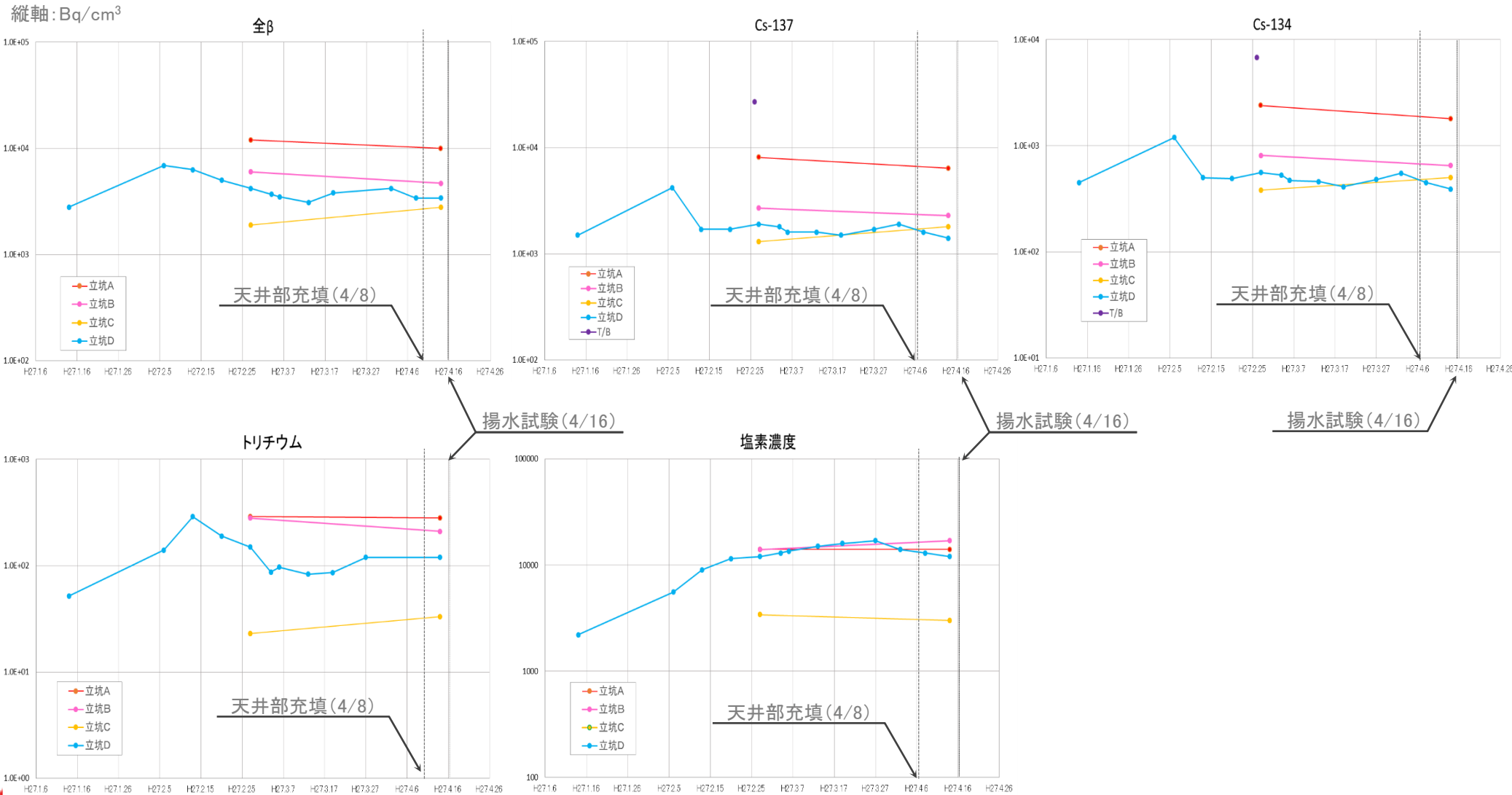
# 【参考】 2号機:水質分析結果

- 立坑A：2/5のデータは、1/20の揚水試験で水位を下げ、主にT/B建屋からの流入により濃度が低下。その後、揚水と立坑充填の繰り返しにより、立坑深部の水が上昇したことにより濃度が上昇と推察。
- 立坑B・C：これまでの濃度に大きな変化はなく、地下水の流入の形跡は認められない。
- 立坑D：濃度は低下しているが、T/B建屋からの連通と仮定すると、立坑Dの滞留水量に対して3倍以上のT/B建屋内水で希釈されなければならず、また、トリチウム濃度がタービン建屋の濃度より低下していることから、雨水等の影響による低下と考えられる。



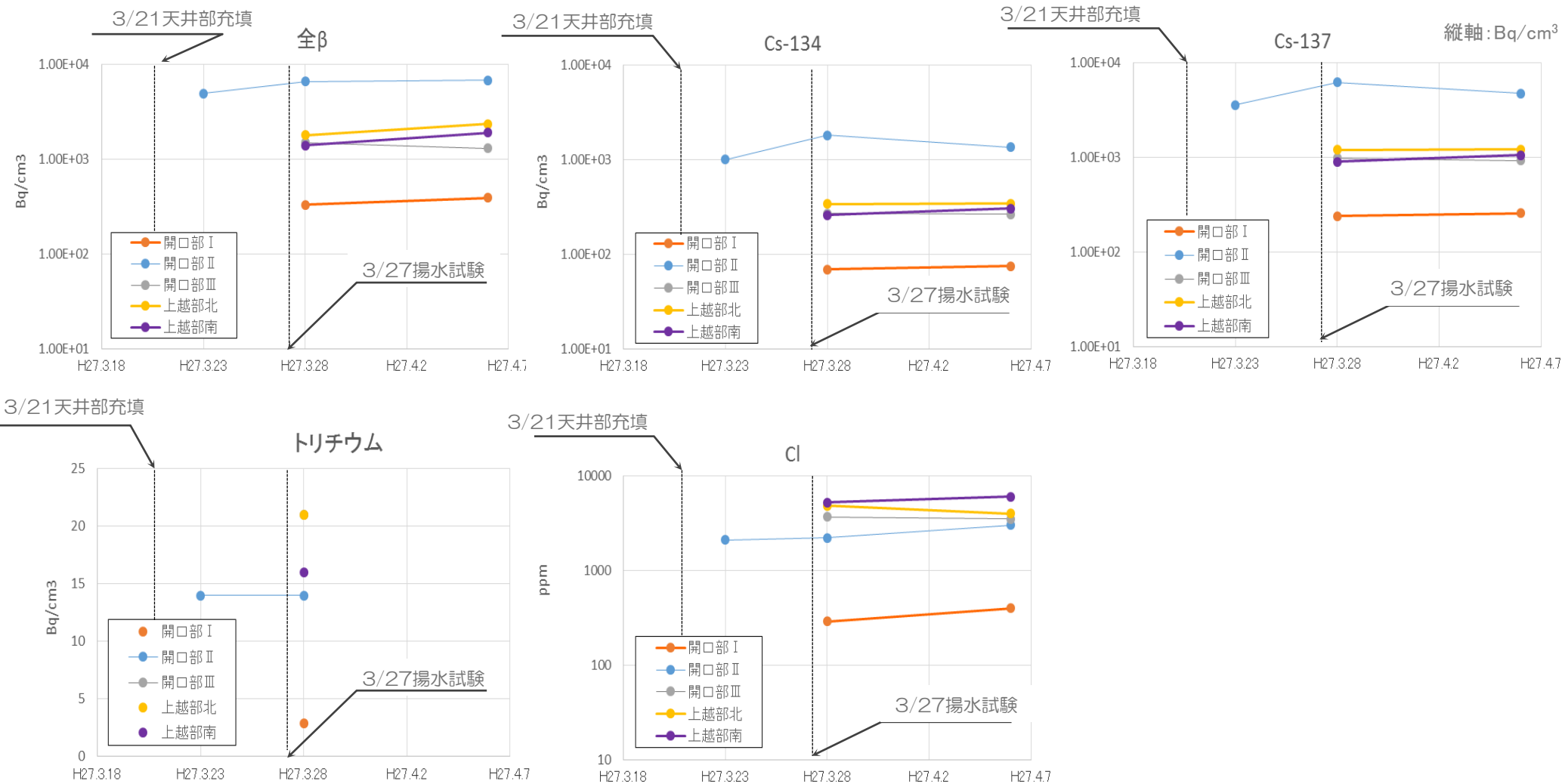
# 【参考】 3号機:水質分析結果

- トンネル充填における水質の大きな変動はなく、セシウムについては、タービン建屋以下の濃度となっている。
- 引き続き、揚水試験後の水質データを確認し、評価を行う。



# 【参考】 4号機:水質分析結果

- 揚水試験前後の水質には大きな変化はなく、開口部Ⅲの水位上昇はトレンチ内部の水の行き来によるものと推定。
- 同様に、開口部Ⅱの水質についても変化がなく、建屋・地下水の流入はないものと考えられる。

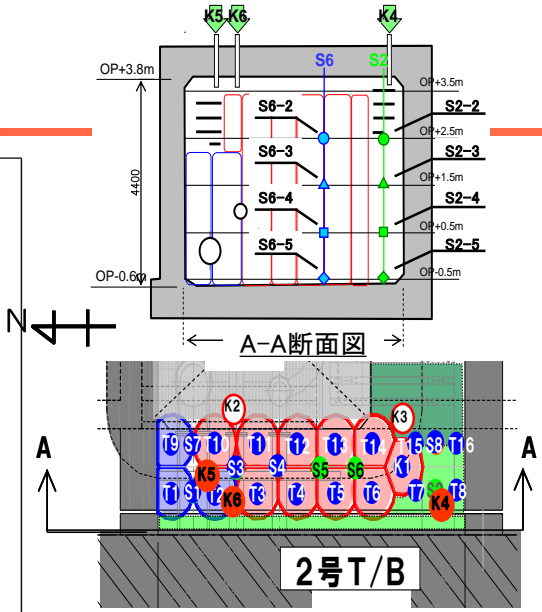




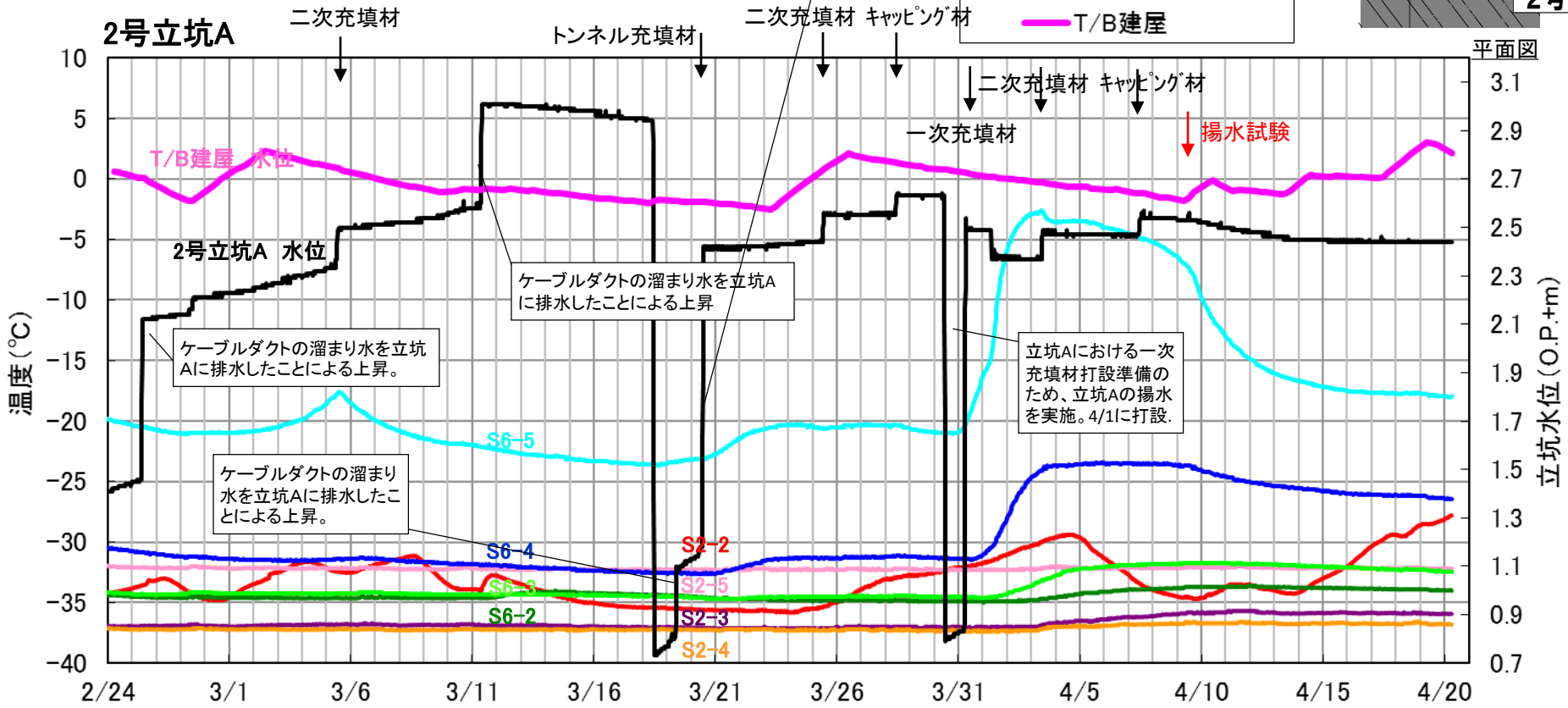
# 【参考】2号機：凍結止水箇所での温度変化(2号立坑A)

- 一次充填材の打設の影響により、S6-5、S6-4は一時的に温度が上昇。
- 4/20現在は、どの測定点も-15℃以下で推移。

- S2-2 O.P.+2.5m
- S2-3 O.P.+1.5m
- S2-4 O.P.+0.5m
- S2-5 O.P.-0.5m
- S6-2 O.P.+2.5m
- S6-3 O.P.+1.5m
- S6-4 O.P.+0.5m
- S6-5 O.P.-0.5m
- 2号立坑D南
- T/B建屋



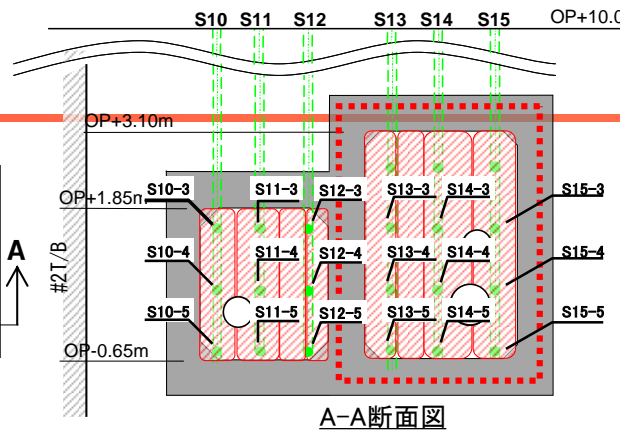
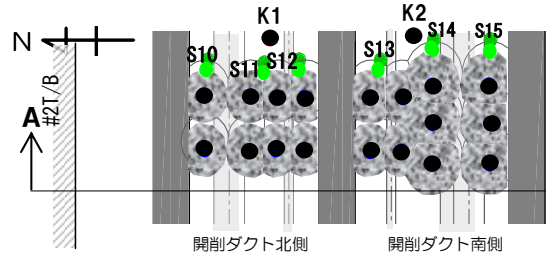
立坑Aにおけるトンネル充填材打設準備のため、立坑Aの揚水を実施。3/20に打設し、立坑B/C/Dと概ね同じ高さまで水位回復。



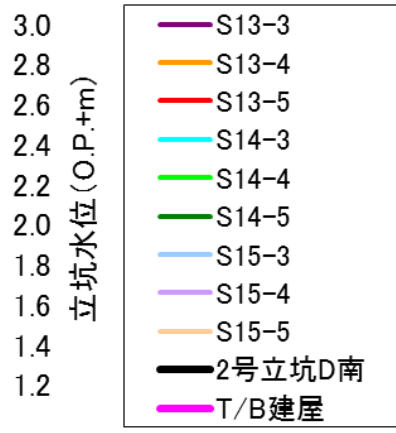
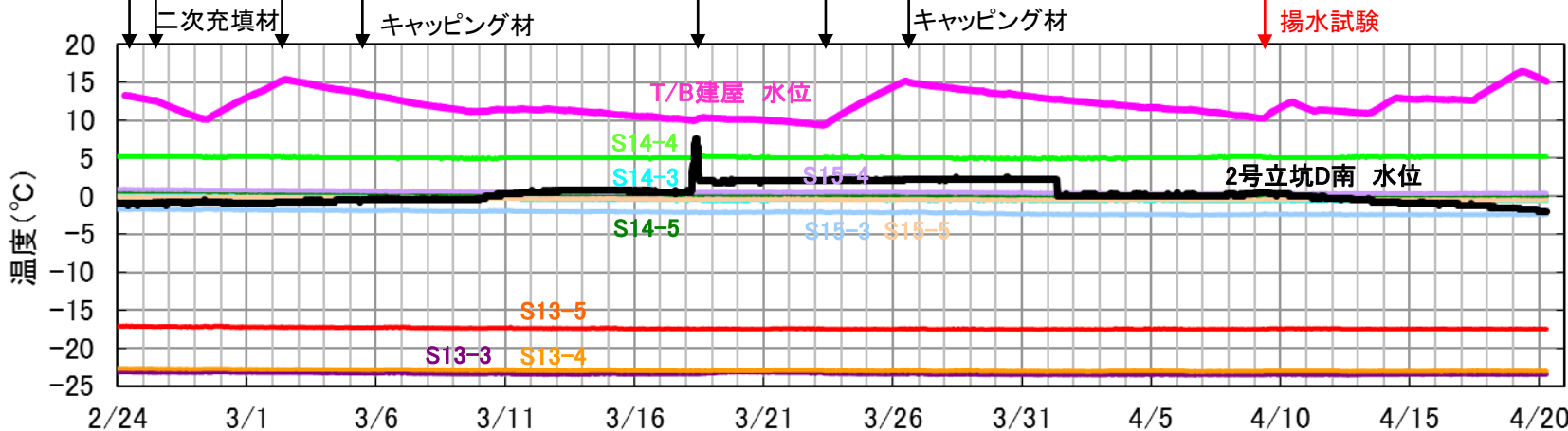
# 【参考】2号機：凍結止水箇所での温度変化(2号開削ダクト)

■ 2号開削ダクトの温度は横ばいかわずかに低下傾向で、大きな変化はない。

二次充填材



## 開削ダクト南側



## 開削ダクト北側

