

## 2、3号機海水配管トレンチ 建屋接続部止水工事の進捗について

平成26年10月3日

東京電力株式会社

1. 前回のご説明内容と本日のご説明内容
2. 追加対策実施状況
3. 2号機立坑Aの現状と評価
4. 2号機開削ダクトの現状と評価
5. 止水壁の追加対策：間詰め
6. トレンチの水抜き
7. トレンチ閉塞
8. トレンチ閉塞のリスク
9. 施工工程

# 1. 前回のご説明内容と本日のご説明内容

## ▶ 前回のご説明内容（1章）

- ・ 立坑Aにおいて、氷の投入・凍結管増設を実施した結果、凍結は促進され、一定の効果は見られたが、水移送に伴うタービン建屋水位低下時に、局所的な温度上昇が出現

## ▶ 前回検討会以降に追加実施した対策（2章）

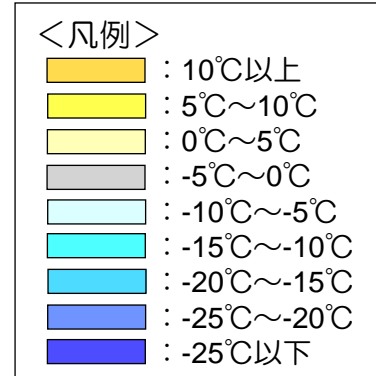
- ・ タービン建屋内の滞留水を移送するポンプのインバーターを設置し、建屋水位の変動抑制を実施
- ・ トレンチ外側（北側）の凍結管を設置

## ▶ 本日のご説明内容

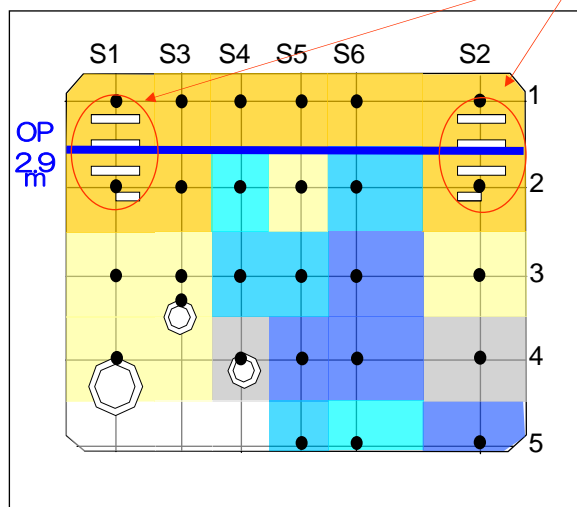
- ・ 建屋水位の変動抑制などの対策実施による凍結促進効果の評価（3、4章）
- ・ 今後の対応について（5章～9章）

# 1. 1 前回の監視・評価検討会におけるご説明内容 2号機立坑Aの温度状況

- ▶ 氷投入前（7月24日）と氷投入後（8月11日）の温度データの比較により、ケーブルトレイ部を除き、氷の投入によって温度は低下傾向。
- ▶ 一方、T/B建屋水位が低下すると、止水壁底部S6-5や、南側ケーブルトレイ下部のパッカーがないS2-4で温度が0°C以上に上昇。

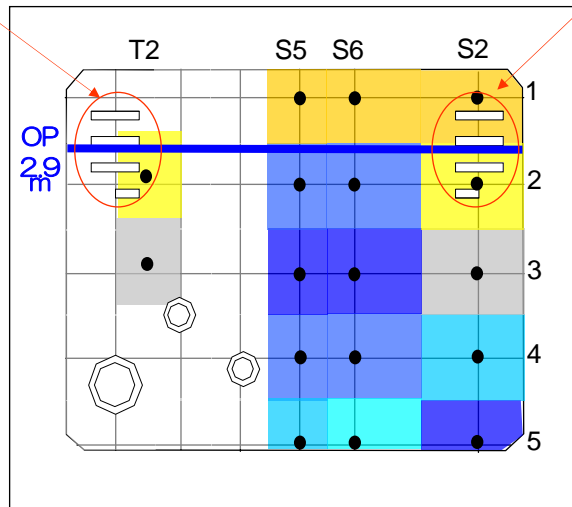


氷投入前  
T/B建屋水位が高いとき  
7月24日（水位OP+2.9m）



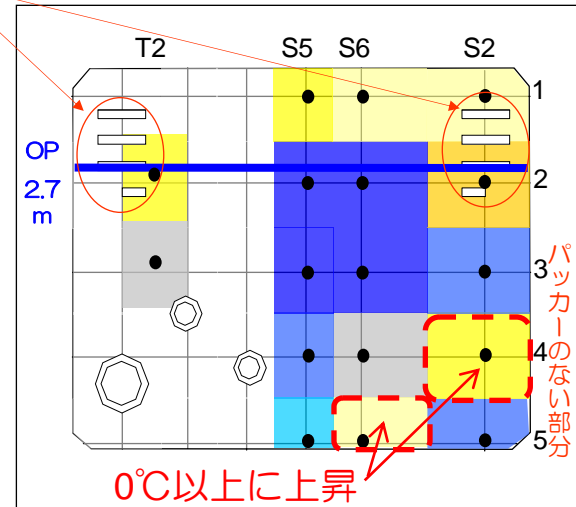
ケーブルトレイ部

氷投入後  
T/B建屋水位が高いとき  
8月11日（水位OP+2.9m）



ケーブルトレイ部

氷投入後  
T/B建屋水位が低いとき  
8月19日（水位OP+2.7m）



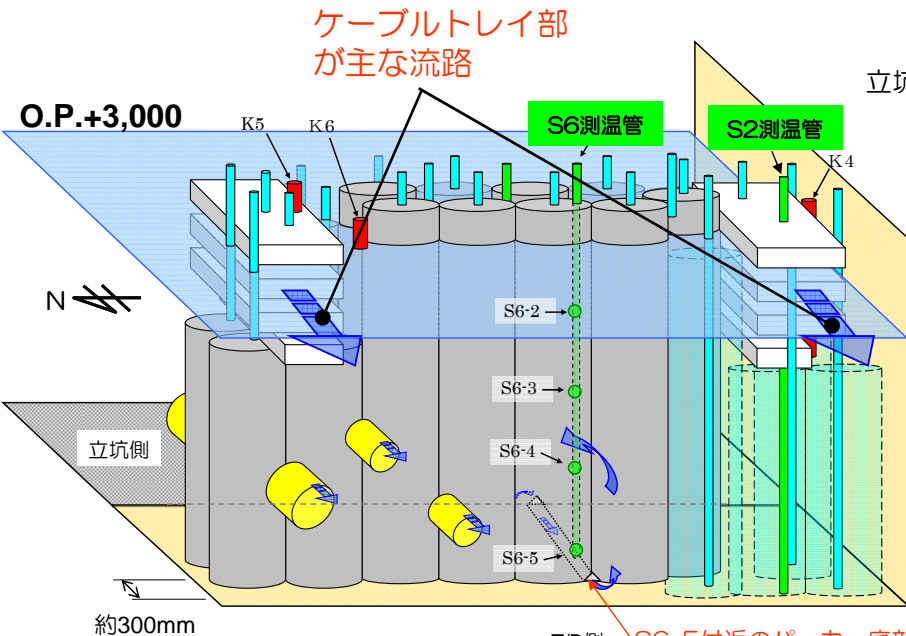
※7月24日 温度計(S1,S3,S4)撤去

# 1. 2 タービン建屋水位低下時の局所的な温度上昇に関する考察

- 水位が高い場合は、上部にあるケーブルトレイ部が主な水みちとなっていると想定（左図）。
- 一方、水位が低下すると、ケーブルトレイ部の通水断面積が縮小し、主な水みちが変化する結果、以下の事象が順に発生していると考えられる（右図）。

- ① S6-5付近にあるパッカー底部の隙間を立坑側からのやや温度の高い水が流れ始め、S6-5の温度が上昇
- ② S6の測温管に沿って上方に融解が発生し、S6-4の温度が上昇
- ③ 氷が成長している南側ケーブルトレイ下部に水みちが生じ、氷がやせていくことでS2-5,4,3の温度が上昇

T/B建屋水位が高い時

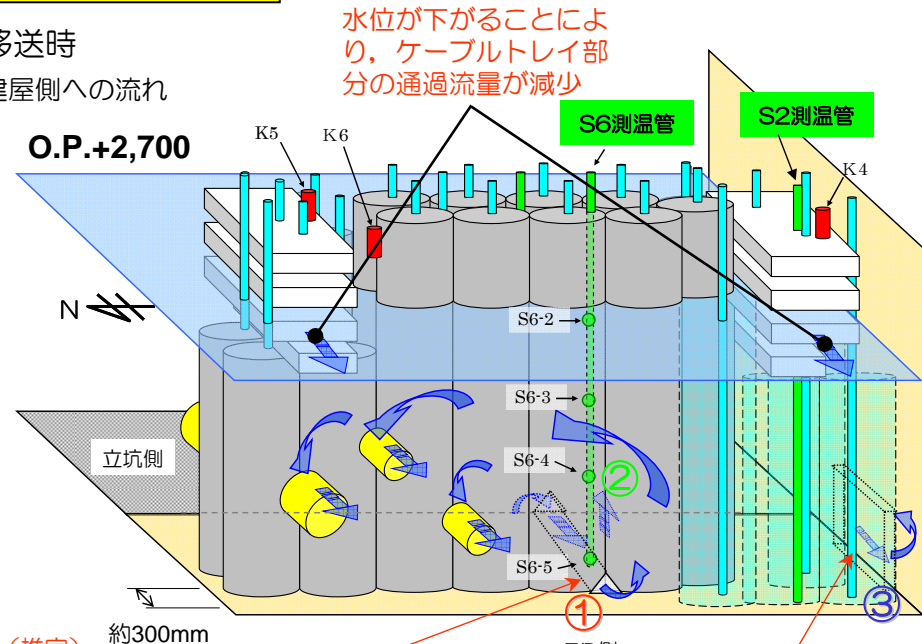


ケーブルトレイ部  
が主な流路

T/B建屋水位が低い時

水移送時  
立坑から建屋側への流れ

水位低下



水位が下がることにより、  
ケーブルトレイ部分の通過流量が減少

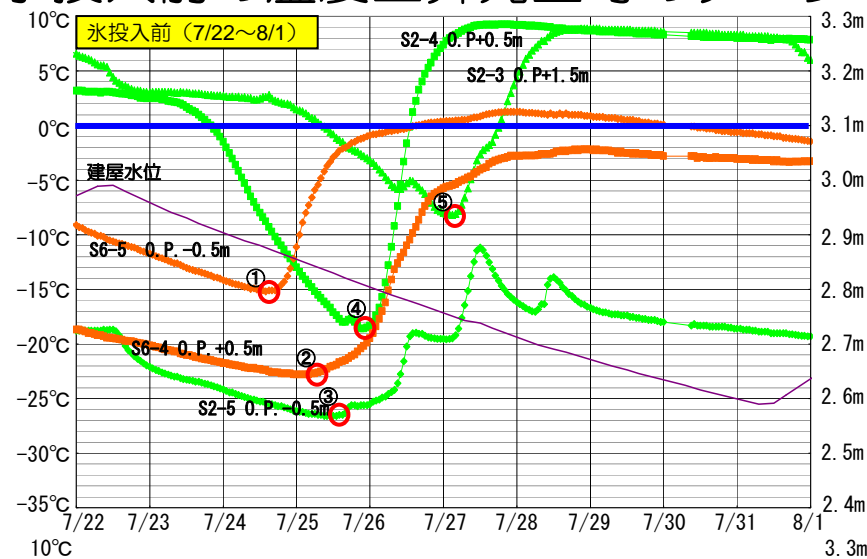
T/B側 S6-5付近のパッカー底部の隙間（推定）  
<高水位時は凍結>

① S6-5付近のパッカー底部の隙間（推定）  
<低水位に融解し、水みちが発生>  
② T/B側 南側ケーブルトレイ下部の水みち  
(推定)  
③

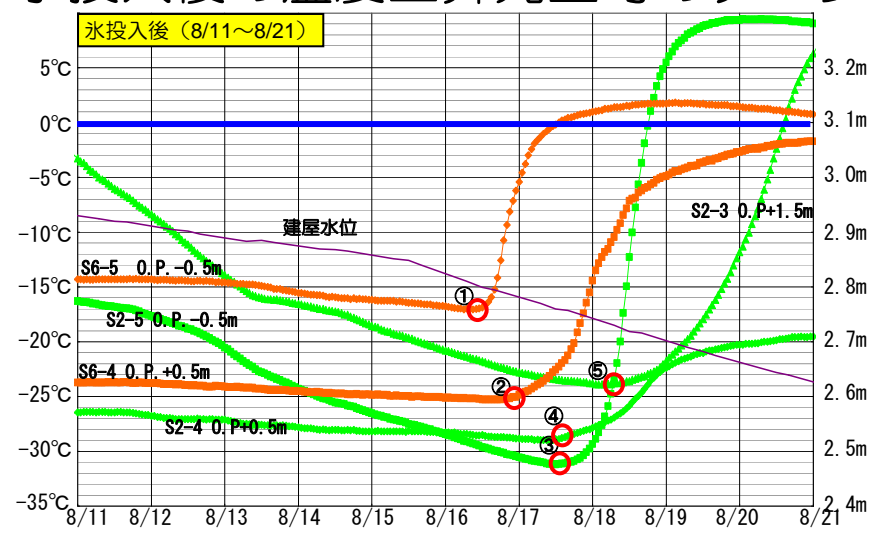
# 【参考】 水位変動と温度データの関係

- 7月下旬(氷投入前)・8月中旬(氷投入後)の一部温度データの上昇に着目。
- 建屋水位が低下時に、止水壁底部(S6-5,4)やケーブルトレイ南側のパッカーがない部分(S2-5,4,3)の温度データが上昇。
- 温度上昇は、S6-5,S6-4,S2-5,S2-4,S2-3の順に発生しており、その傾向は変わらず。

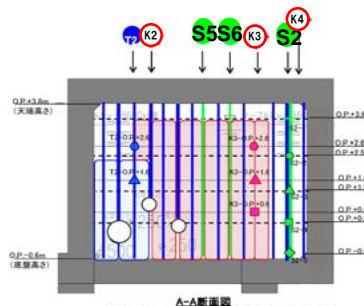
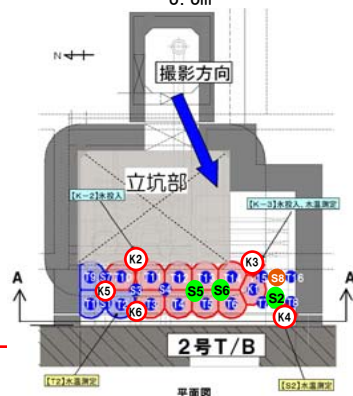
## 氷投入前の温度上昇発生時のデータ



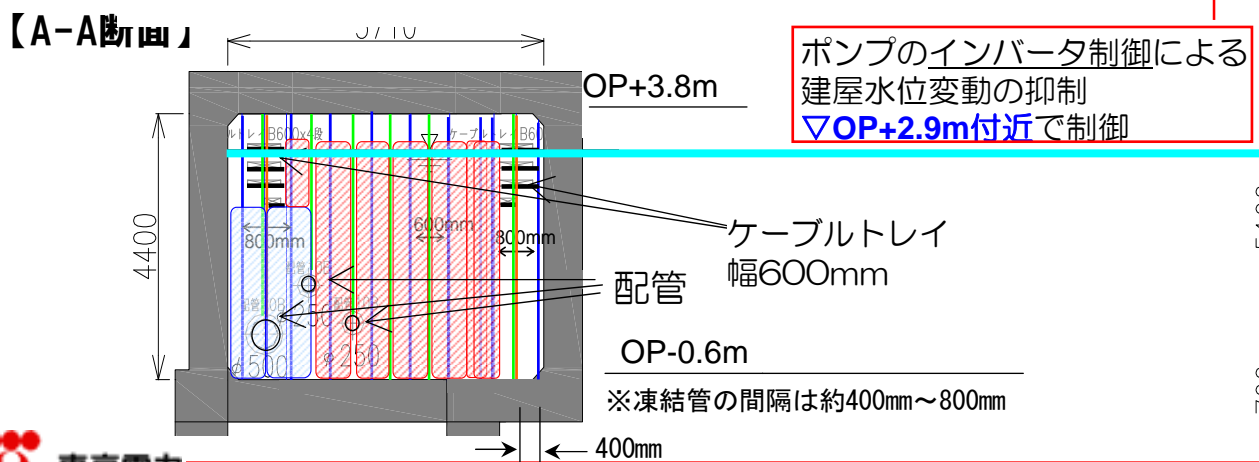
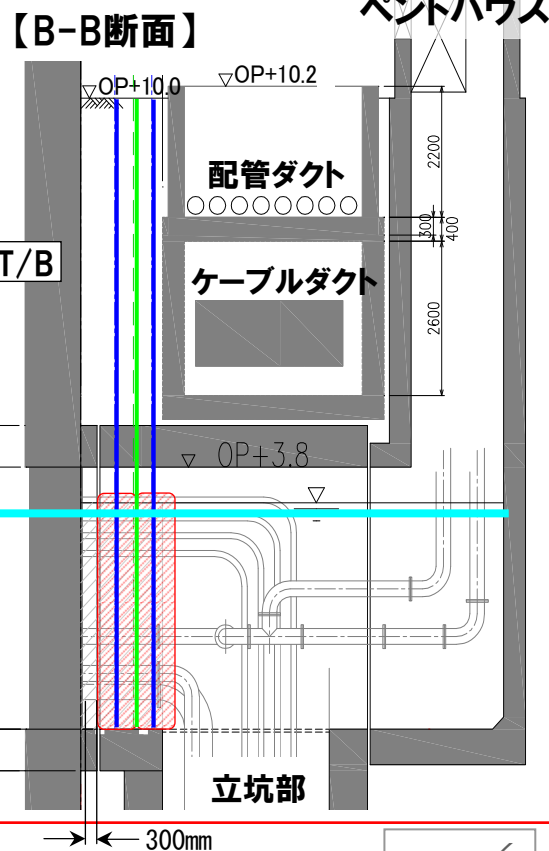
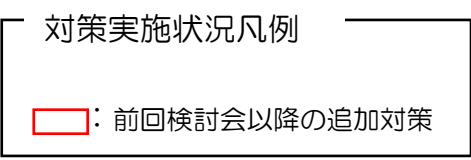
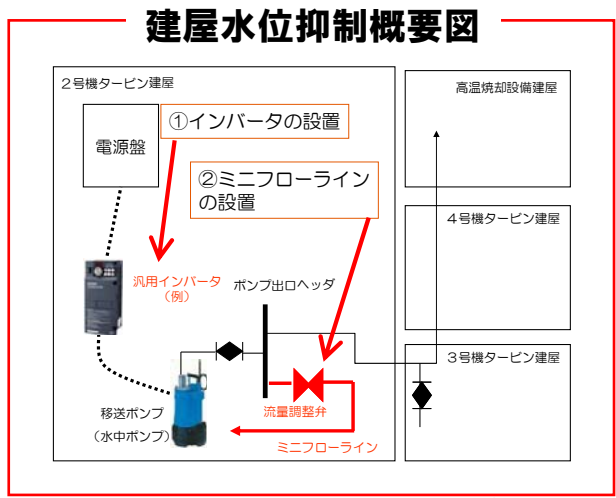
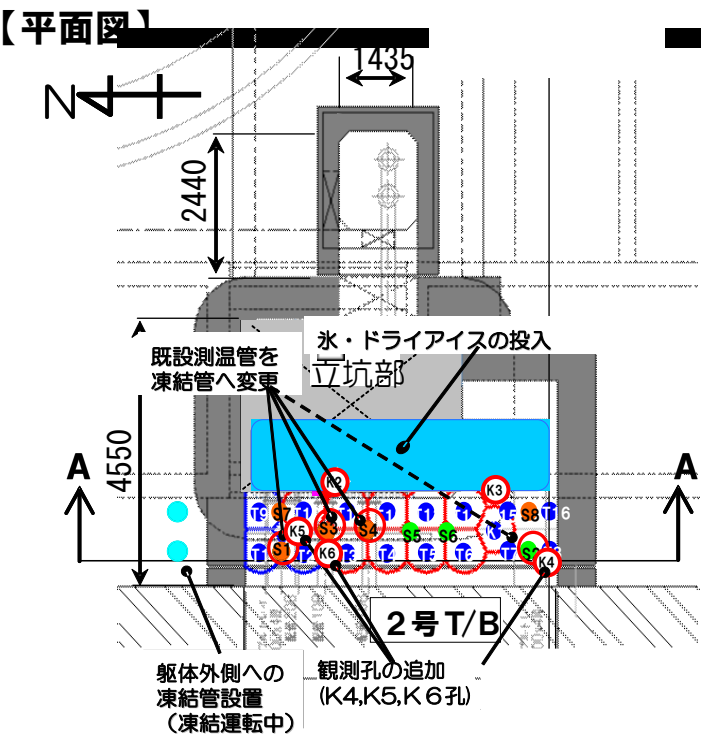
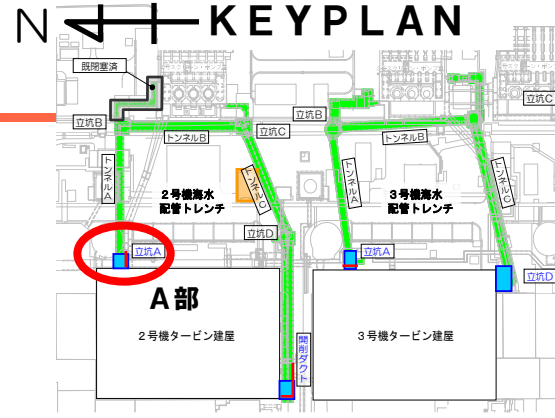
## 氷投入後の温度上昇発生時のデータ



- ▲ S2-3 O.P.+1.5m
- S2-4 O.P.+0.5m
- ◆ S2-5 O.P.-0.5m
- S6-4 O.P.+0.5m
- ◇ S6-5 O.P.-0.5m
- 建屋水位



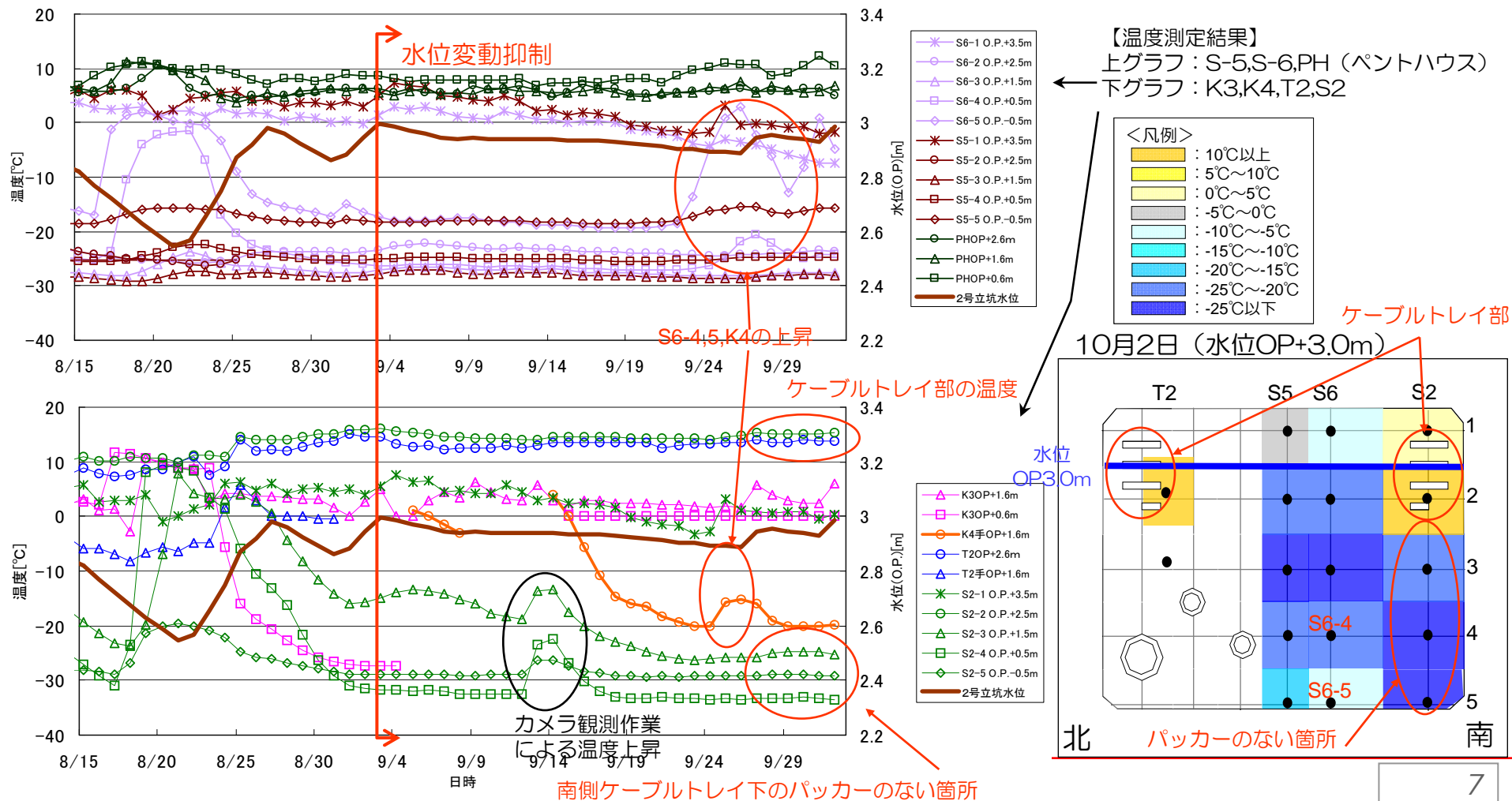
# 2. 2号機立坑A 追加対策実施状況





# 3.1 2号機立坑Aの現状と評価：温度データ

- ▶ 9月3日からの水位変動抑制の結果、南北のケーブルトレイ部を除き、特に南側ケーブルトレイ下部のパッカーのない箇所において、低い温度で安定。
- ▶ これまでの傾向と同じように、水位の低下に伴いS6-4,5,K-4の温度上昇がみられた。
- ▶ トレンチ躯体外側（北側）への凍結管設置と運転を9月5日から開始したが、T2-2 OP+2.6mの温度に変化は見られず。

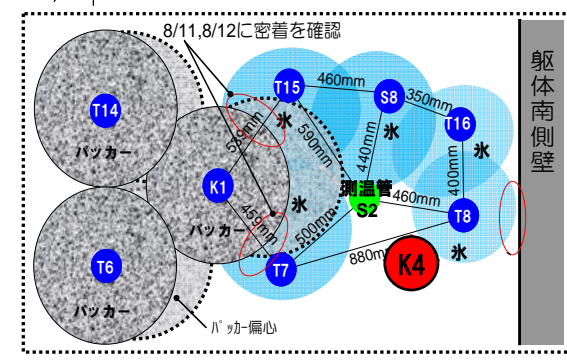
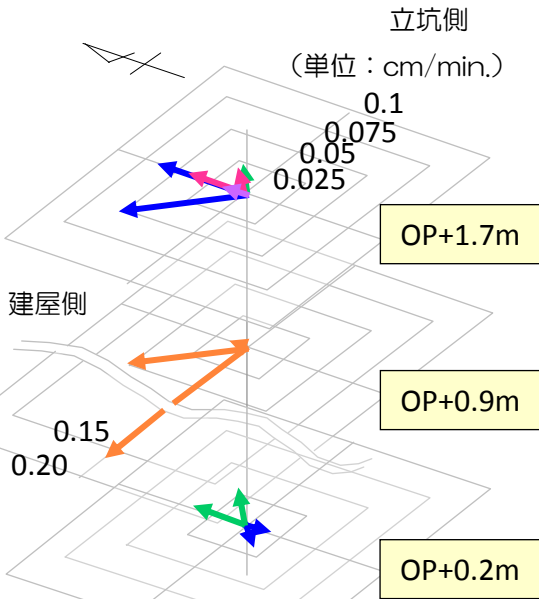




# 3.2 2号機立坑Aの現状と評価：流向流速測定

➤ 測定箇所・測定位置では、流れが十分に小さいことから、T15-S8-T16-T8に沿って氷壁ができているものと推定。

【南側ケーブルトレイ下付近のイメージ図】

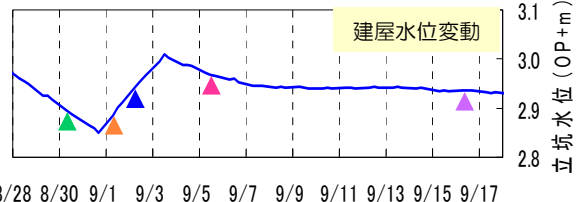


【流向・流速一覧表】

観測点	平均流速 (cm/min)	方向	建屋水位変動状況	測定日
OP+1.7m	0.023	北東	下降	8月30日
	0.052	北西	上昇	9月2日
	0.065	北		
	0.040	北	インバータ制御 (下降方向) <sup>*1</sup>	9月5日
	0.020	北東	インバータ制御 (下降方向) <sup>*1</sup>	9月16日
OP+0.9m	0.165	西		
	0.062	北西	上昇	9月1日
	0.015	北		
OP+0.2m	0.039	北	下降	8月30日
	0.028	北東		
	0.017	南	上昇	9月2日
	0.017	南西		

【参考：9/1の水の流れの理論流速】

・0.56cm/min  
 ※流速の算定は、水位変動量によって求めたタービン建屋から立坑に流れ込む流量と、ケーブルトレイ部の断面積により計算。



\*1 インバータ制御により、水位変動は微小

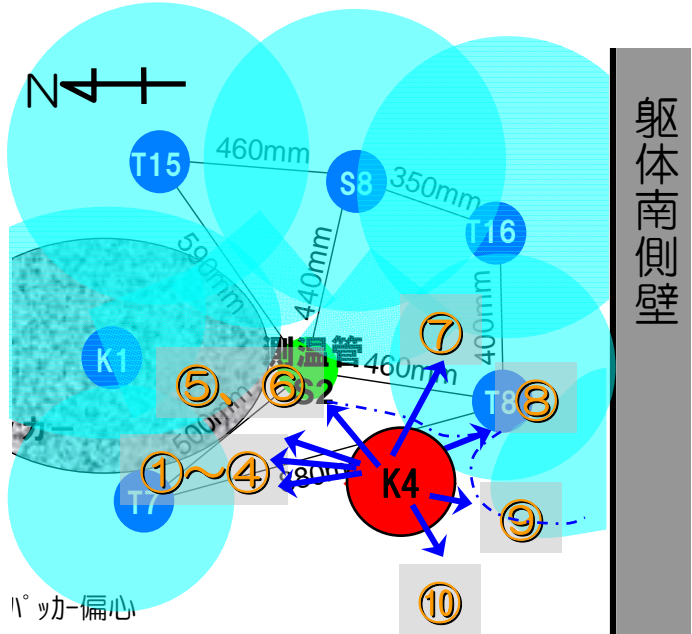
8/28 8/30 9/1 9/3 9/5 9/7 9/9 9/11 9/13 9/15 9/17

(凡例) ▲ 測定日 (色は、流向凡例と同じ)

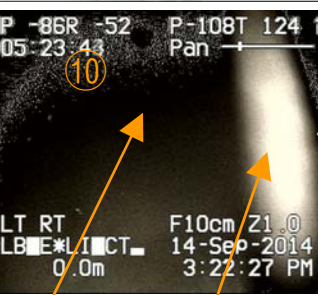
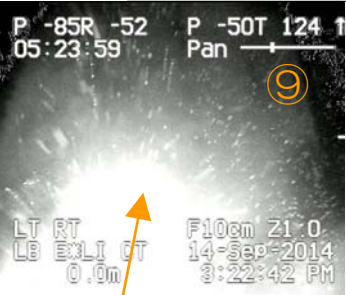
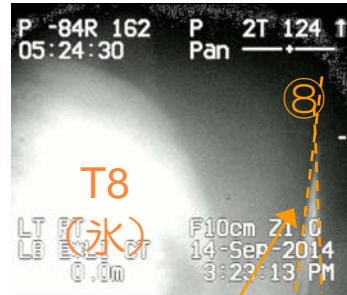
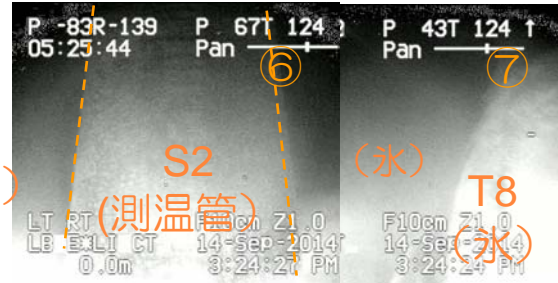
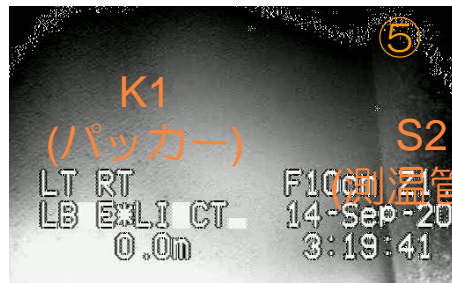
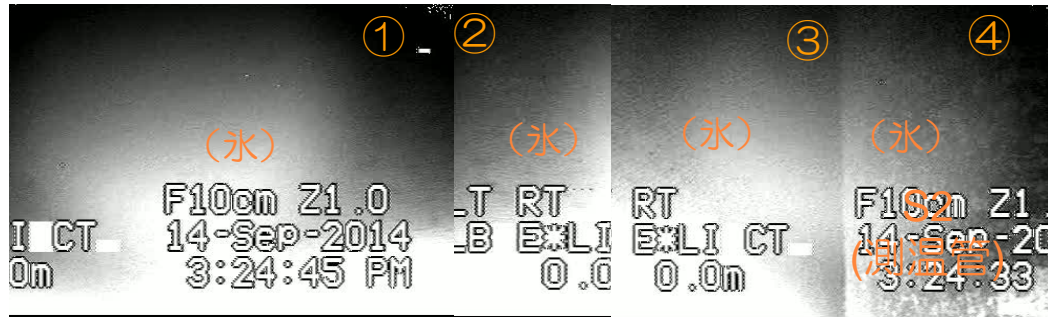
### 3.3 2号機立坑Aの現状と評価：カメラ観測（K4孔より）

- 写真の白色は構造物や氷の反射によるもの。
- ①～⑨：光が反射しており、氷が成長していると推定。
- ⑧、⑨：カメラの位置から側壁を直接確認することができないほど、氷が成長。

K4周辺OP+1.6m付近の凍結状況  
(K4孔から360度撮影)



【S2周辺凍結状況図（イメージ図）】



側壁からの氷とT8からの氷の境

側壁（氷）を確認。

反射無（氷無）

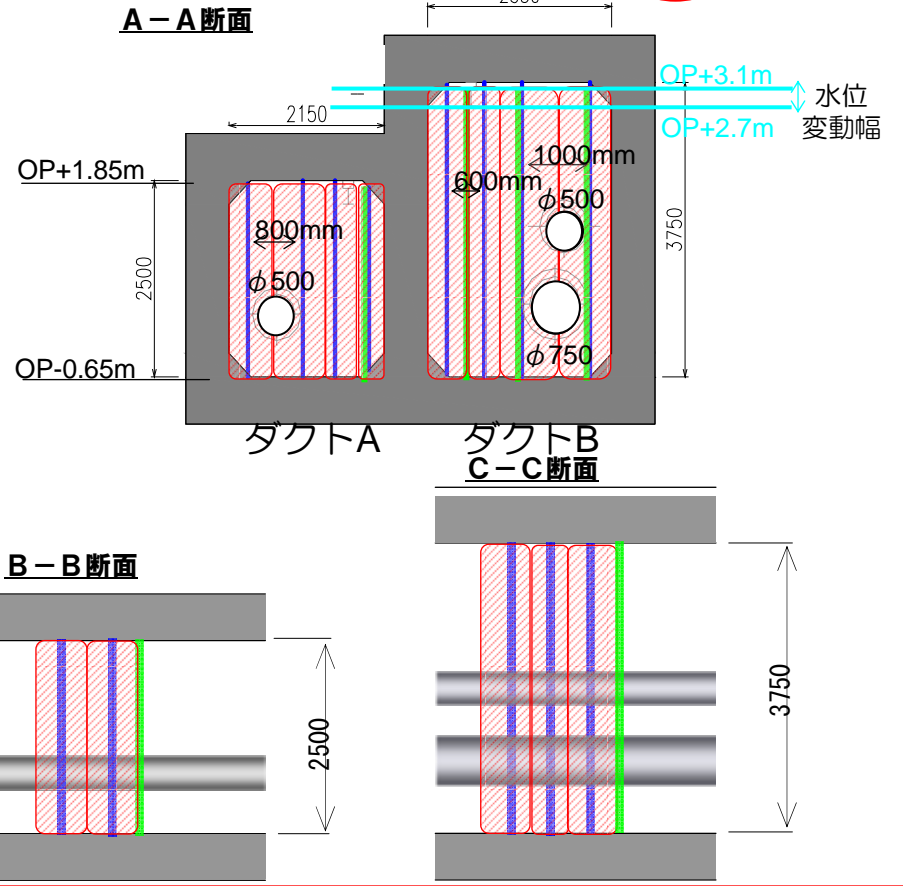
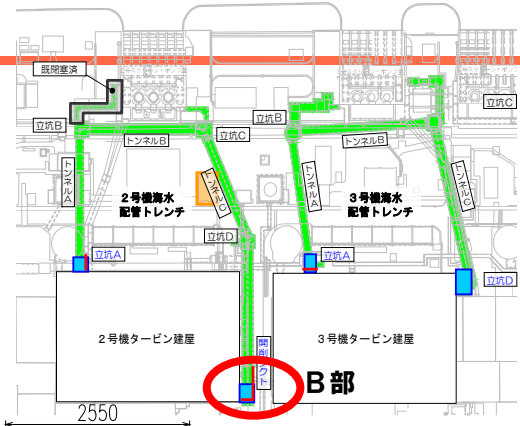
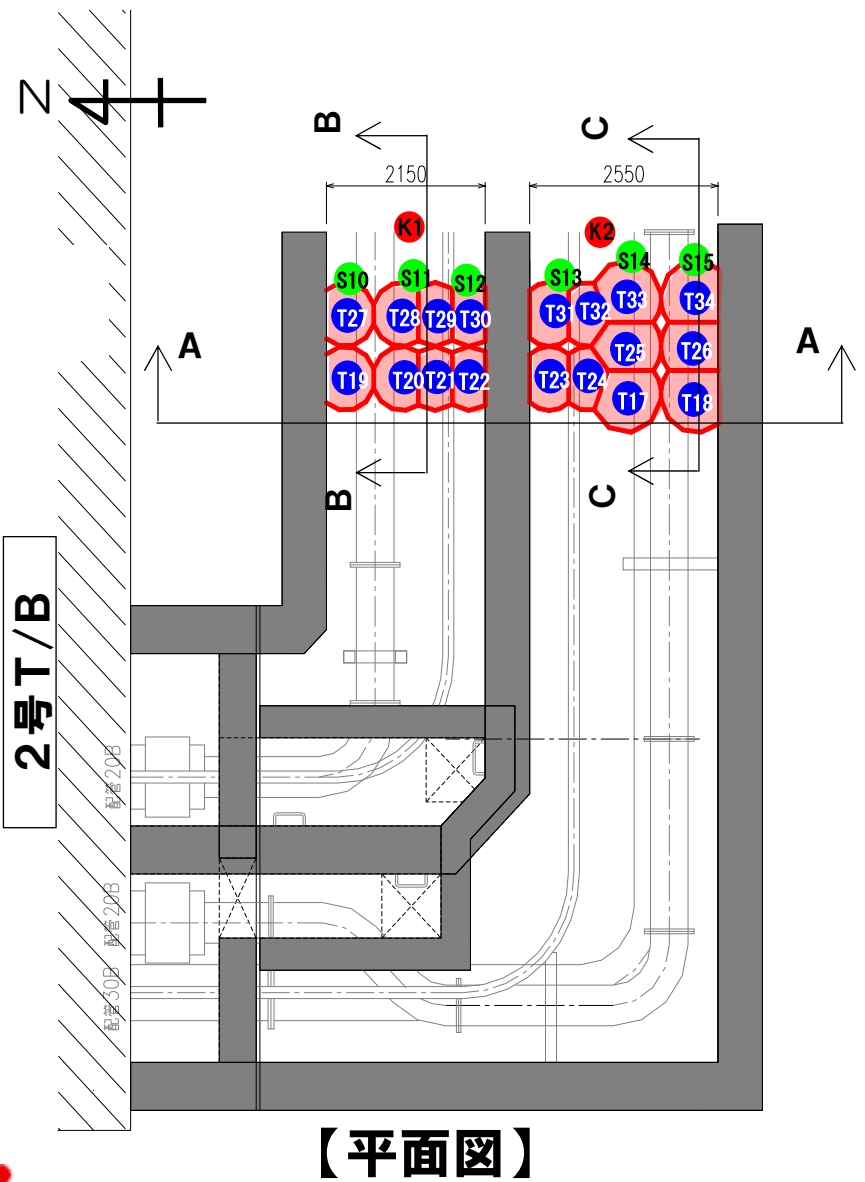
ケーブル（温度計）

## 3.2 2号機立坑Aの現状と評価：状況と考察

- 9月3日からインバータ制御による水位変動抑制を実施し、タービン建屋水位を維持。
- その結果、特に南側ケーブルトレイ下のパッカーがない箇所の温度が低下し、K4孔におけるカメラ観測結果からも凍結管周囲の氷の発達を確認。
- トレンチ躯体（北側）外側の凍結管を設置し、凍結運転を9/5から開始したものの、南北のケーブルトレイ部付近の温度は変化なし。
- また、建屋の水位変動抑制により、過去に見られた水位低下に伴う底部の温度上昇の程度が小さくなった。ただし、依然として凍結止水壁の底部には凍結の弱部または若干の水みちが残っているものと推定。

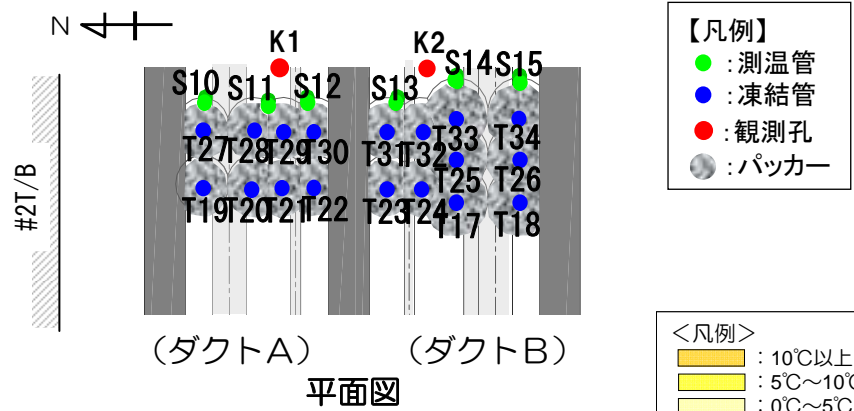
# 4. 1 2号機開削ダクトの現状と評価：概要

KEYPLAN N 

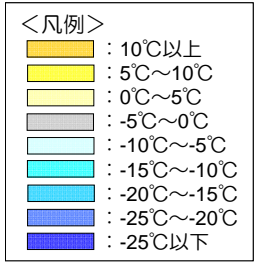
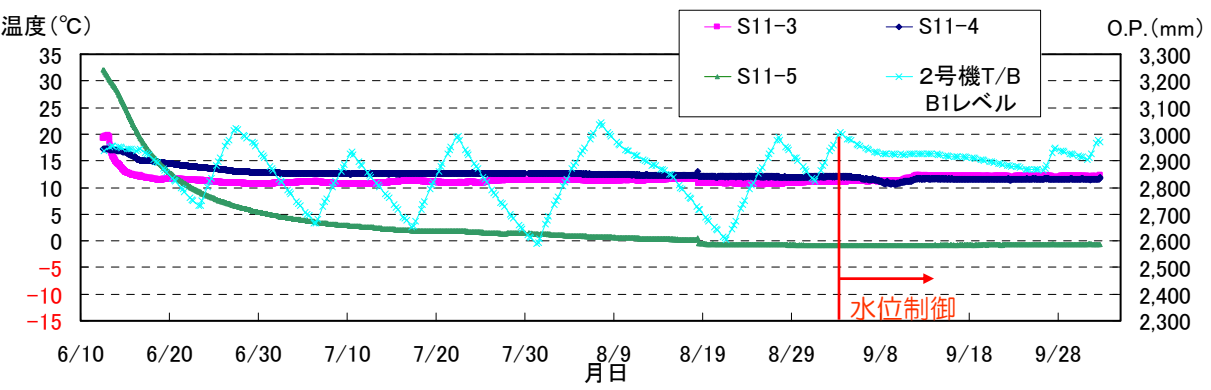


# 4. 2 2号機開削ダクトの現状と評価：温度データ

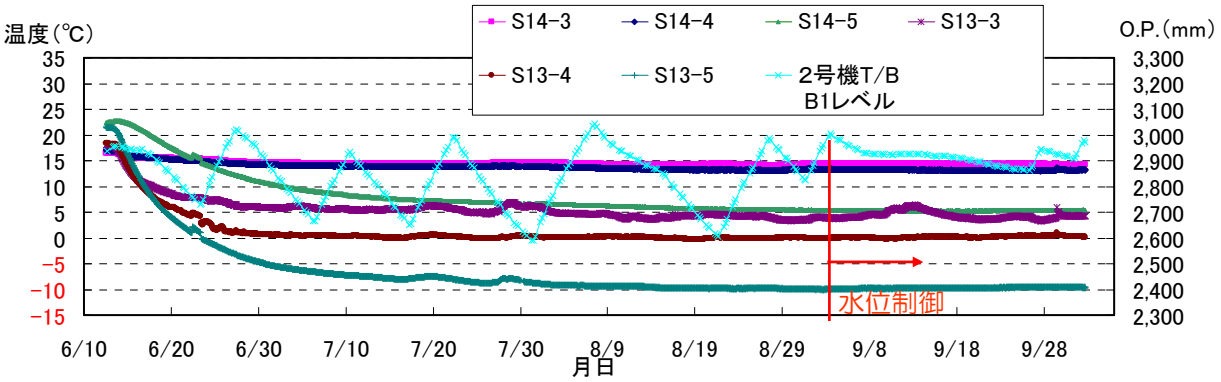
- ▶ 水位変動抑制後の温度に大きな変化はみられない。
- ▶ 開削ダクトに設置された測温管はパッカーと接するか離れているため、主に周辺水温を測定していると推定される。



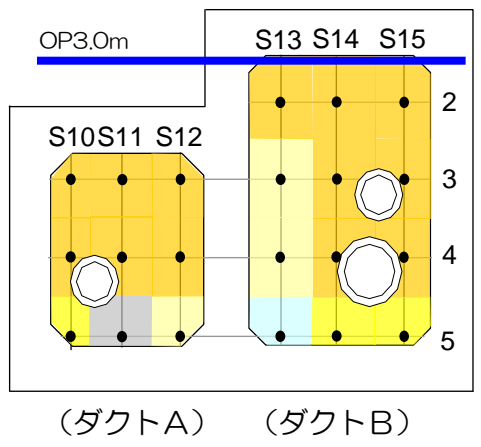
【温度】ダクトA



【温度】ダクトB



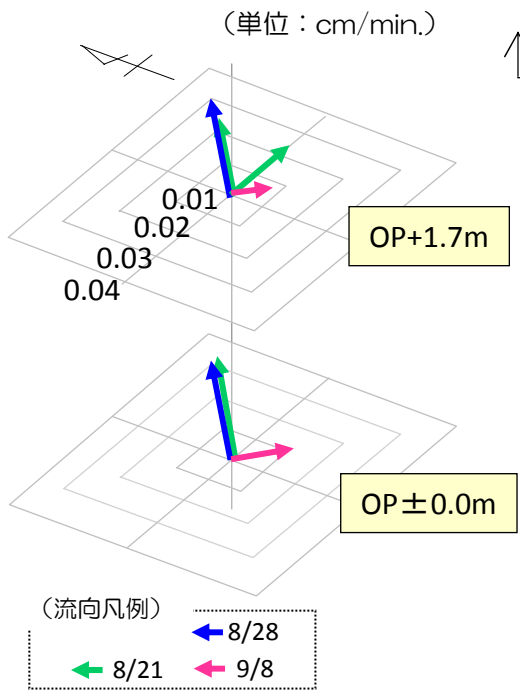
10月2日 (OP3.0m)



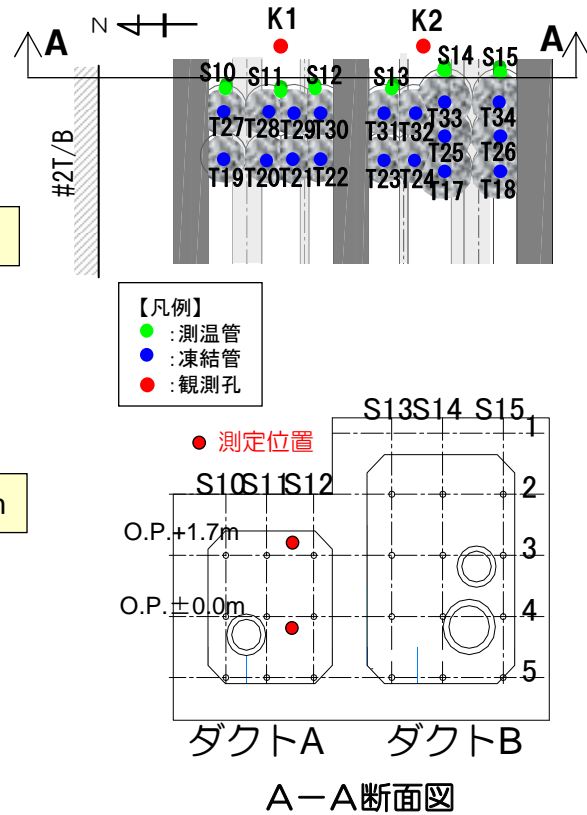


# 4. 3 2号機開削ダクトの現状と評価：流向流速測定

- ▶ ダクトAのK1孔の流速は小さい。特に水位変動抑制後の9月8日に測定した流速は、抑制前の流速データと比較して1/2以下でさらに小さい。
- ▶ 測定箇所・測定位置では、流れがほとんどないことから、パッカーがある程度止水壁として機能していると考えられる。



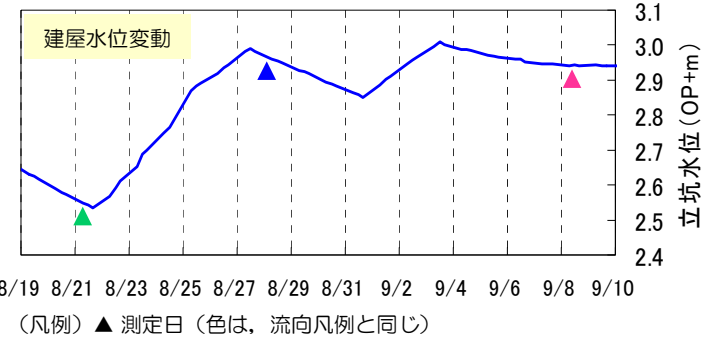
K1孔の流向・流速分布 (ダクトA)



【流向・流速一覧表】

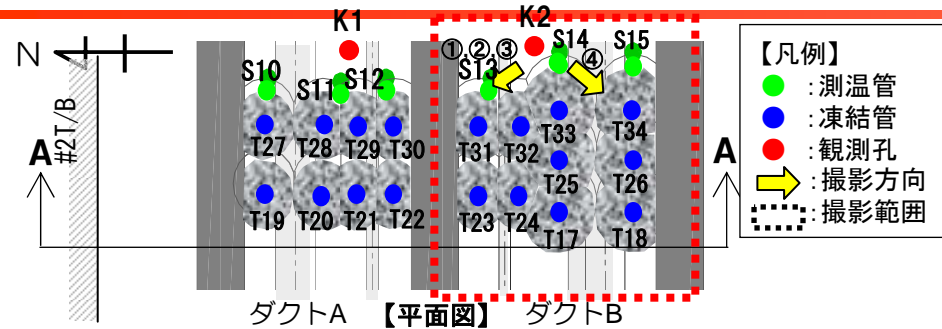
観測点	平均流速 (cm/min.)	方向	建屋水位変動状況	測定日
OP+1.7m	0.025	北東	下降	8月21日
	0.024	東	下降	8月28日
	0.031	北東	下降	8月28日
OP+0.0m	0.008	南東	インバータ制御 (下降方向) *1	9月8日
	0.032	北東	下降	8月21日
	0.032	北東	下降	8月28日
OP+0.0m	0.012	南東	インバータ制御 (下降方向) *1	9月8日

\*1 インバータ制御により、水位変動は微小

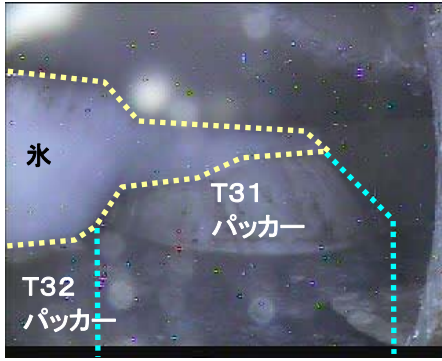
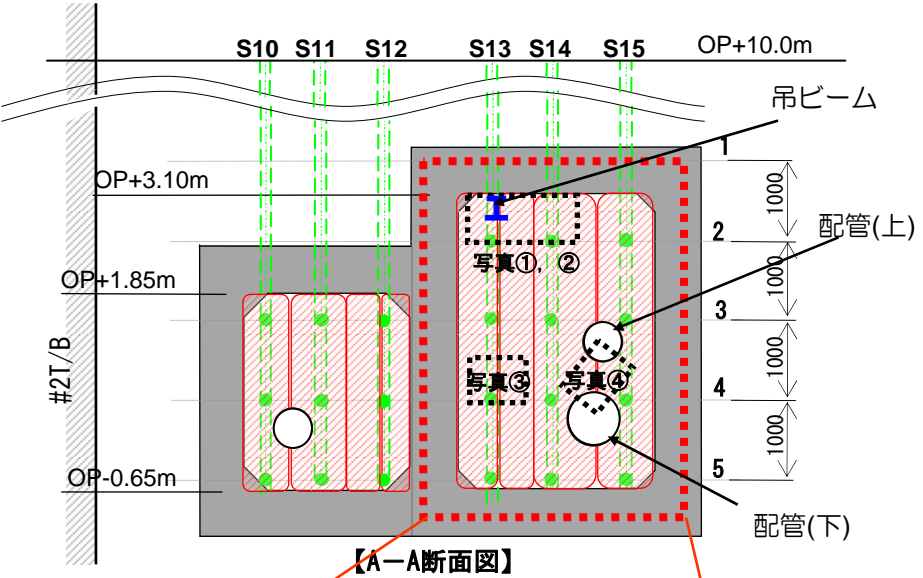




# 4. 4 2号機開削ダクトの現状と評価：カメラ観測（ダクトB、K2孔より）



- 上部までパッカーが設置されており、氷を確認。（写真①）
- パッカーと切断片や吊ビームの隙間、上下の配管の間に氷は確認出来ない。（写真②、④）
- 測温管（S13）がパッカー（T31）に途中から刺さっている。（写真③）



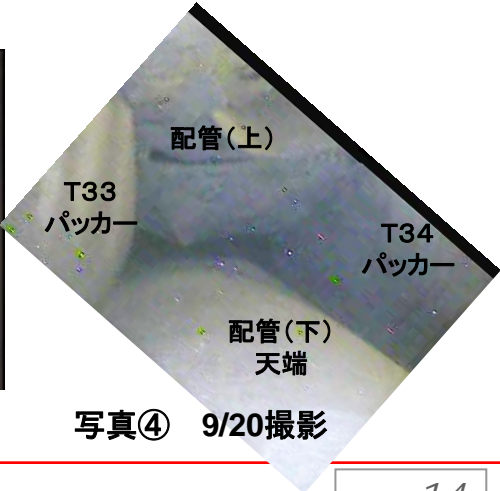
写真① 8/27撮影



写真② 8/11撮影



写真③ 8/11撮影



写真④ 9/20撮影

【震災前写真】



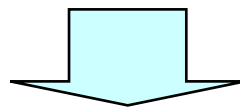
※吊ビーム：配管交換用の支持レール

## 4. 5 2号機開削ダクトの現状と評価：まとめ

- 測温管の位置がパッカーから離れており、温度データが止水壁自体の温度を示しているものではないと推定していることから、温度データだけで止水壁の凍結状況を判断することは困難。
- 流速が小さいことやカメラ観察結果等から、パッカー内部は凍結しており、ある程度止水壁として機能していると考えられるが、配管や吊ビームなど形状不連続部については、十分に凍結されていないところが存在。

## 5. 1 止水壁の追加対策（間詰め）：今後の対応

- ▶立坑A、開削ダクトともに、凍結止水壁は出来つつあるものの、立坑Aのケーブルトレイ部、開削ダクトの配管等の形状不連続部については十分に凍結されていない状況。
- ▶また、立坑Aについては、底部凍結箇所には弱部が存在すると推定。



- ▶ケーブルトレイ部、配管等の形状不連続部に対し、十分な止水性を確保し、凍結弱部を強固にするため間詰め充填を実施予定。
- ▶トレンチ水抜き及びトレンチ閉塞を実施予定。

## 5. 2 止水壁の追加対策（間詰め）

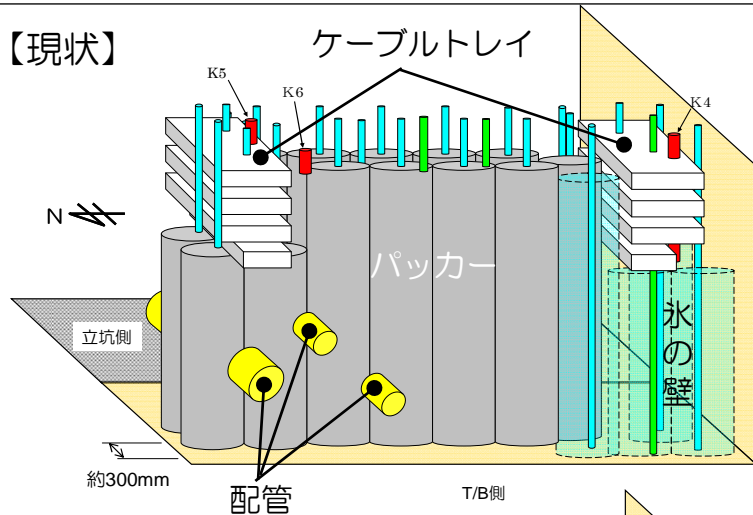
### ： 2号機立坑A 間詰め充填の施工手順① トレンチ下部

- 十分な止水性を確保し、凍結弱部を強固にするために間詰め充填を行う。
- 南側のパッカーがない箇所については、成長した氷を利用して、水中不分離コンクリートを打設。
- 北側についてはパッカー部に想定される隙間を充填することを目的に流動性の高い可塑性グラウトを打設。

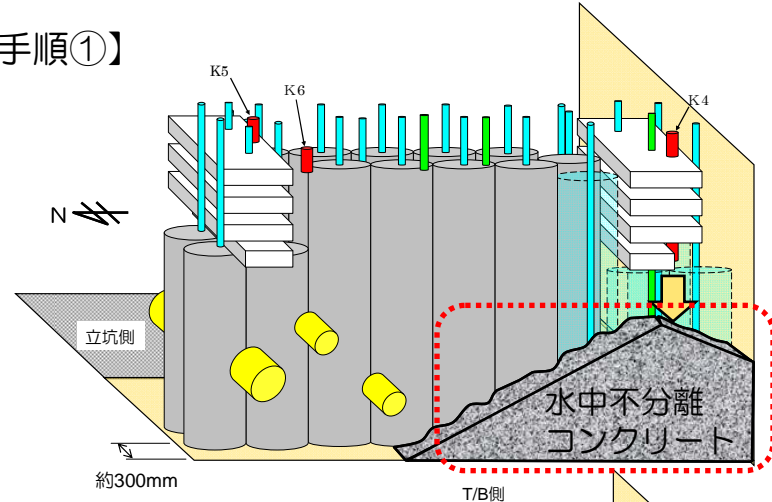
#### 【打設手順：トレンチ下部】

- ①水中不分離コンクリートをK4孔より打設
- ②可塑性グラウトをK6孔より打設
- ③,④上記を2回繰り返す、ケーブルトレイ下の高さまでを充填

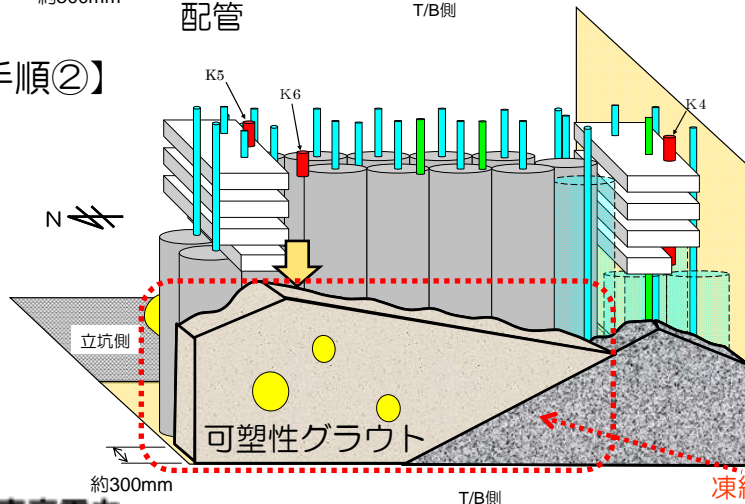
#### 【現状】



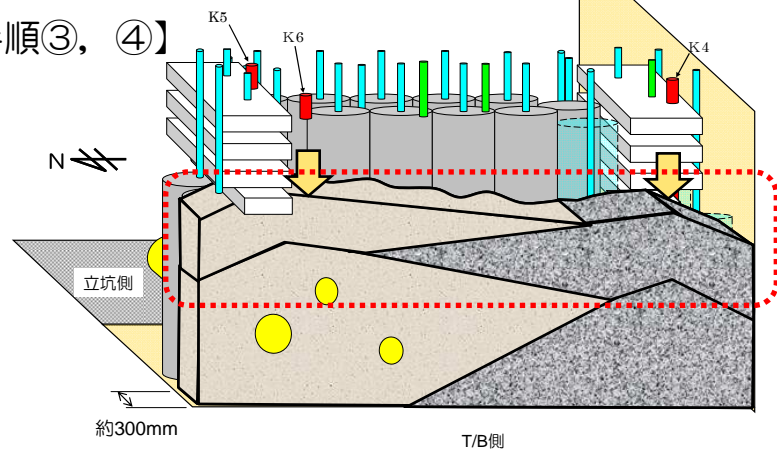
#### 【手順①】



#### 【手順②】



#### 【手順③, ④】



凍結弱部への対処



## 5. 2 止水壁の追加対策（間詰め）

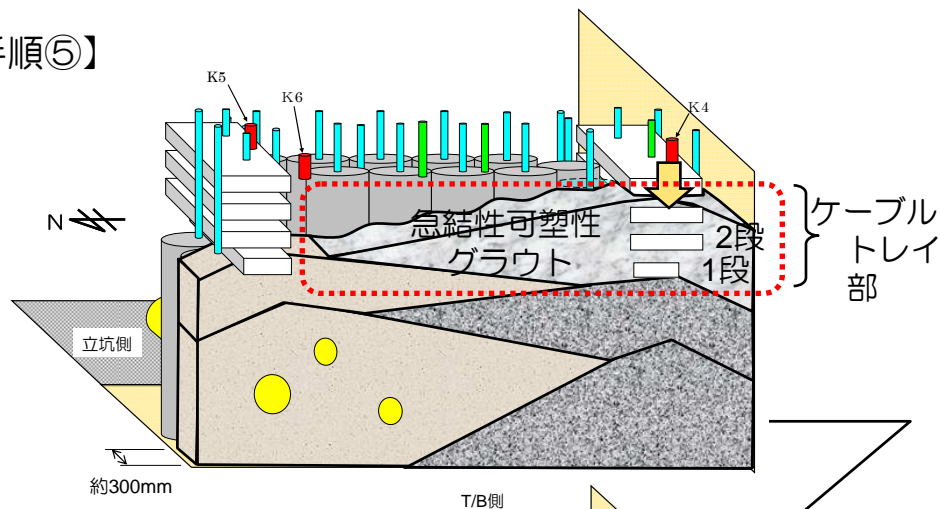
### ：2号機立坑A 間詰め充填の施工手順② ケーブルトレイ部

- ケーブルトレイ部については、打設後短時間で固まる急結性可塑性グラウトを使用。
- 北側と南側のケーブルトレイを交互に打設。

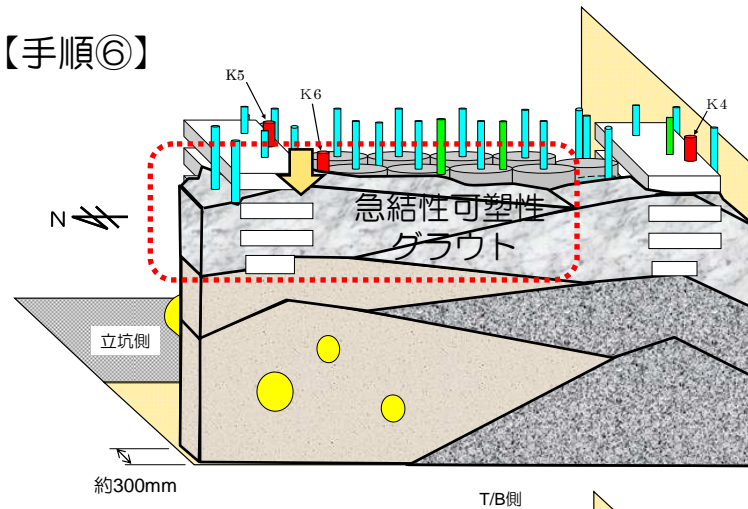
【打設手順：ケーブルトレイ部】

- ⑤南側ケーブルトレイ下から1,2段目に対してK4孔から打設
- ⑥北側ケーブルトレイ下から1,2段目に対してK5孔から打設
- ⑦,⑧上記を2回繰り返す、ケーブルトレイ上段まで充填
- ⑨中央上部に対して可塑性グラウトをK6孔から打設

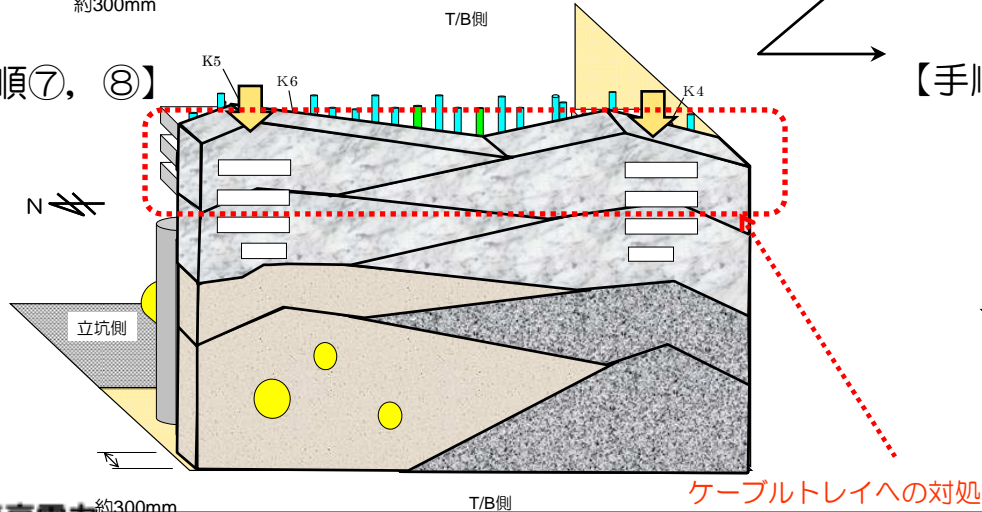
【手順⑤】



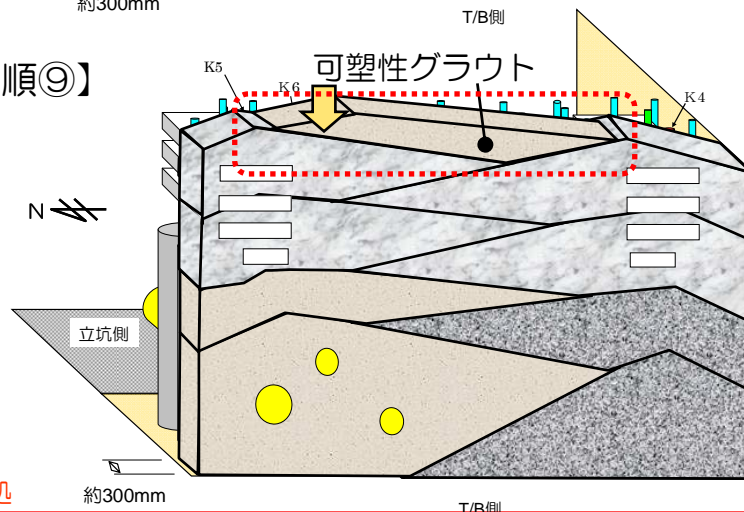
【手順⑥】



【手順⑦, ⑧】



【手順⑨】



ケーブルトレイへの対処

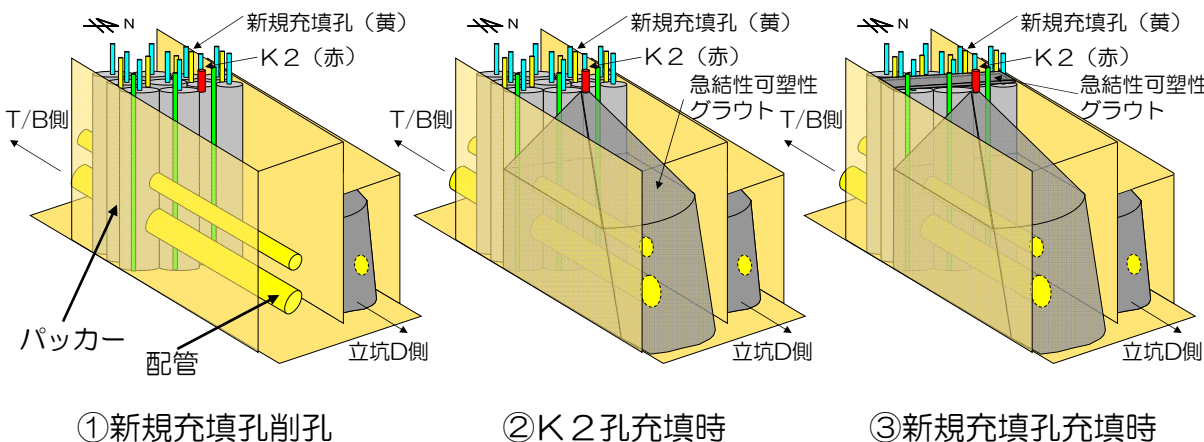
## 5. 3 止水壁の追加対策（間詰め）

### ：2号機開削ダクト 間詰め充填の施工手順

- 配管周りおよびパッカー上部のすき間に対し間詰め充填を行う。
- 開削ダクトの下部については、立坑Aのモックアップ試験において急結性可塑性グラウトにより、ケーブルトレイ内部の隙間を密実に充填していることを確認しており、開削ダクト部の支障物周辺に関しても隙間なく充填できると判断。

#### 【打設手順】

- ①パッカー上部に新規充填孔を削孔（上部充填孔の確保）（削孔本数については現場調査を踏まえて決定）
- ②パッカーを片側型枠として、配管まわりを充填するために、K1,K2孔から急結性可塑性グラウトを打設
- ③パッカー上部の新規充填孔から、急結性可塑性グラウトを打設

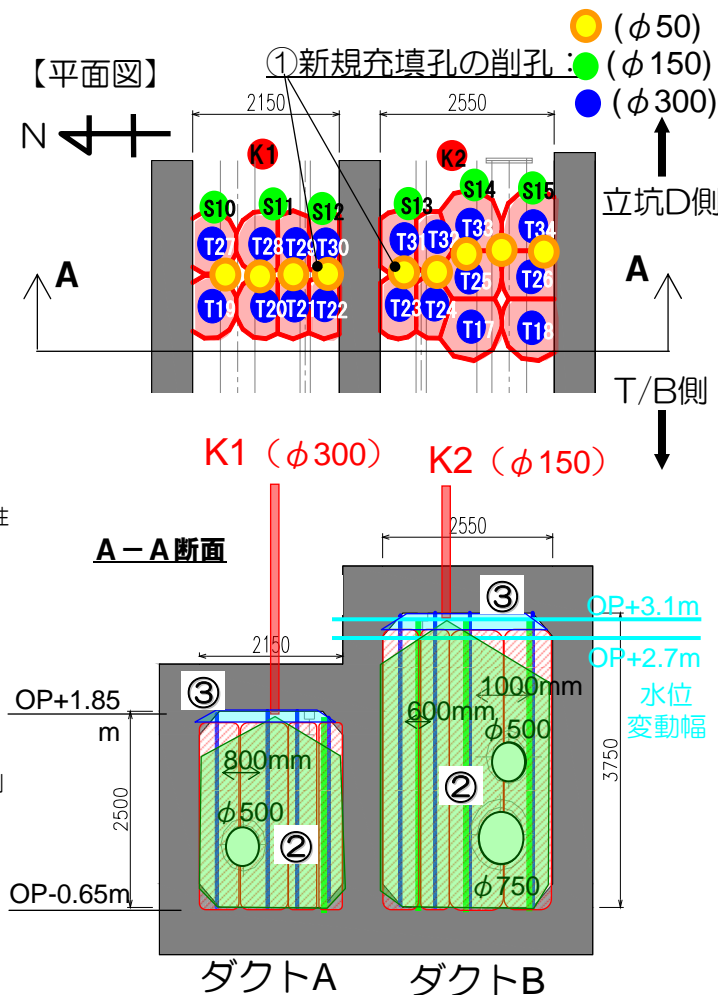


①新規充填孔削孔

②K 2孔充填時

③新規充填孔充填時

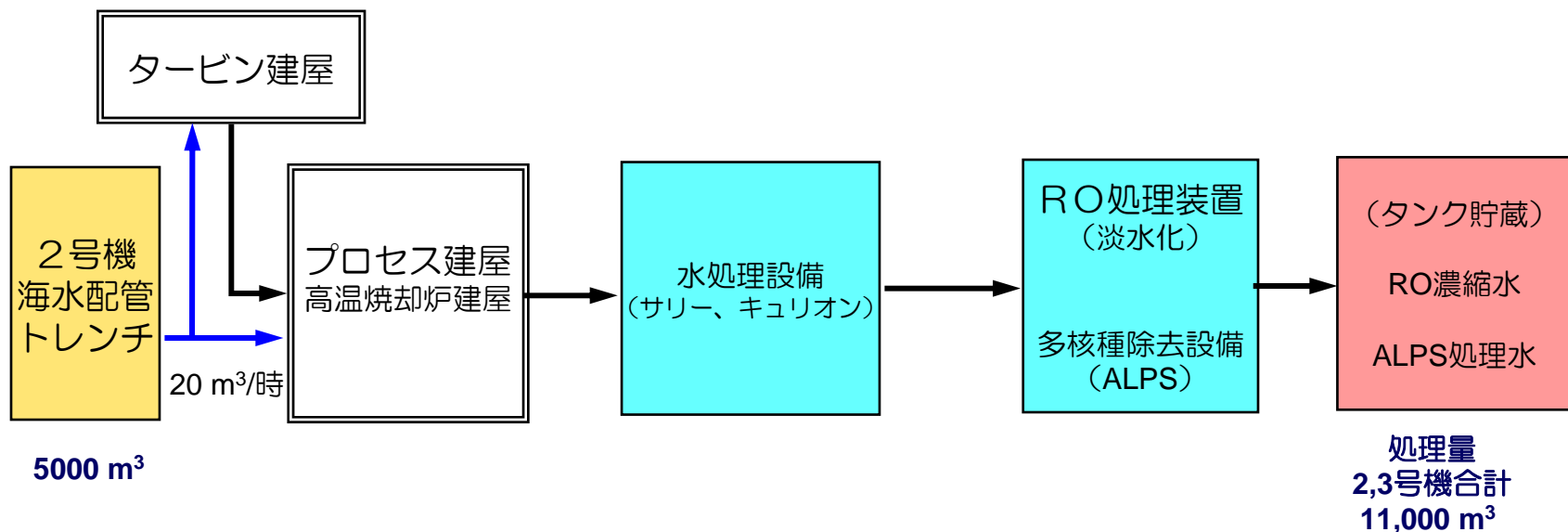
間詰め充填イメージ（ダクトBの例）





## 6. トレンチの水抜き

- 2号機のトレンチ内汚染水（総量5,000m<sup>3</sup>）の移送
  - トレンチ設置の移送ポンプ能力は、約20m<sup>3</sup>/時
  - トレンチからの移送配管は、タービン建屋及びプロセス建屋・高温焼却炉建屋へ敷設済み
- 汚染水の処理には水処理設備（サリー、キュリオン）を使用
  - 水処理能力は、合計60m<sup>3</sup>/時程度
  - 建屋滞留水処理では30～35m<sup>3</sup>/時程度を処理しており、トレンチ分も処理可能
- RO処理装置、多核種除去設備（ALPS）の処理能力は水処理設備の処理能力以上
- タンク貯蔵の計画には、2、3号機トレンチ分約11,000m<sup>3</sup>を折込み済み



## 7. 1 トレンチ閉塞：考え方

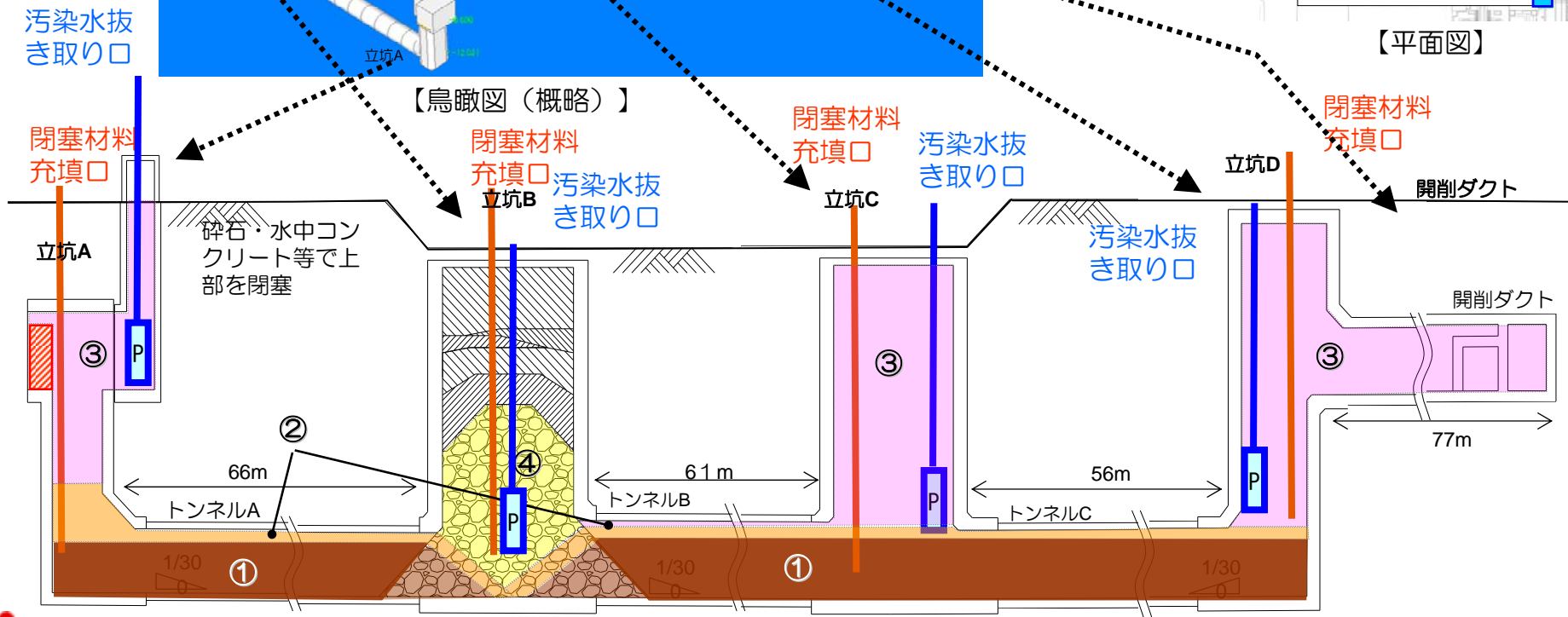
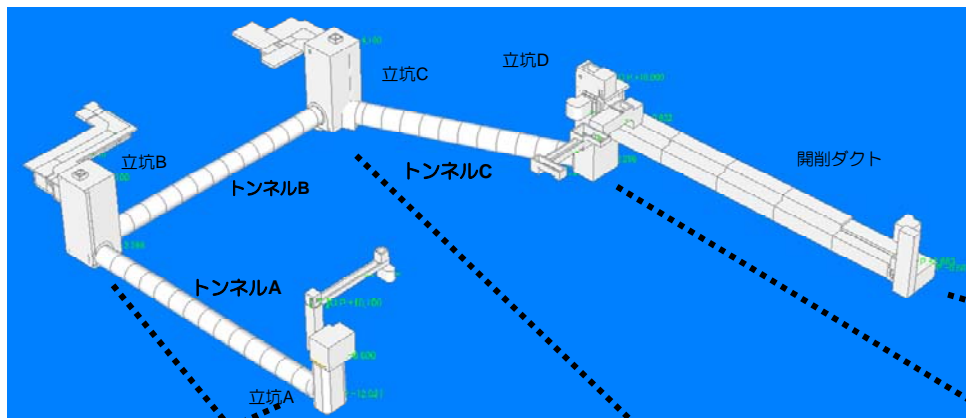
- ▶ 水移送を含めた閉塞手順案は下記の通り。
  - ① トレンチ内滞留水を移送
  - ② 水位の監視
  - ③ 閉塞材料を充填
- ▶ 閉塞に当たっては、最底部にあるトンネルを優先して閉塞し、次に各立坑を閉塞。
- ▶ トンネル部の閉塞については、トンネルの頂部を削孔した場合の地下水の流入リスクを回避するため、立坑から閉塞材料を打設。
- ▶ 水移送後および打設中に立坑水位が回復する可能性があるため、水位を継続監視し、適宜移送を実施。
- ▶ トンネル部の頂版に関しても隙間なく充填させるため、閉塞材料は打設時に水平性を保って流動する材料を使用。

# 7. 2 トレンチ閉塞： 2号機閉塞 施工方法（案）

- ①立坑からの閉塞材料投入により、トンネルの閉塞開始。
- ②トンネルを閉塞後に、③立坑の閉塞を実施
- ④立坑B下部の碎石層を閉塞し、閉塞完了

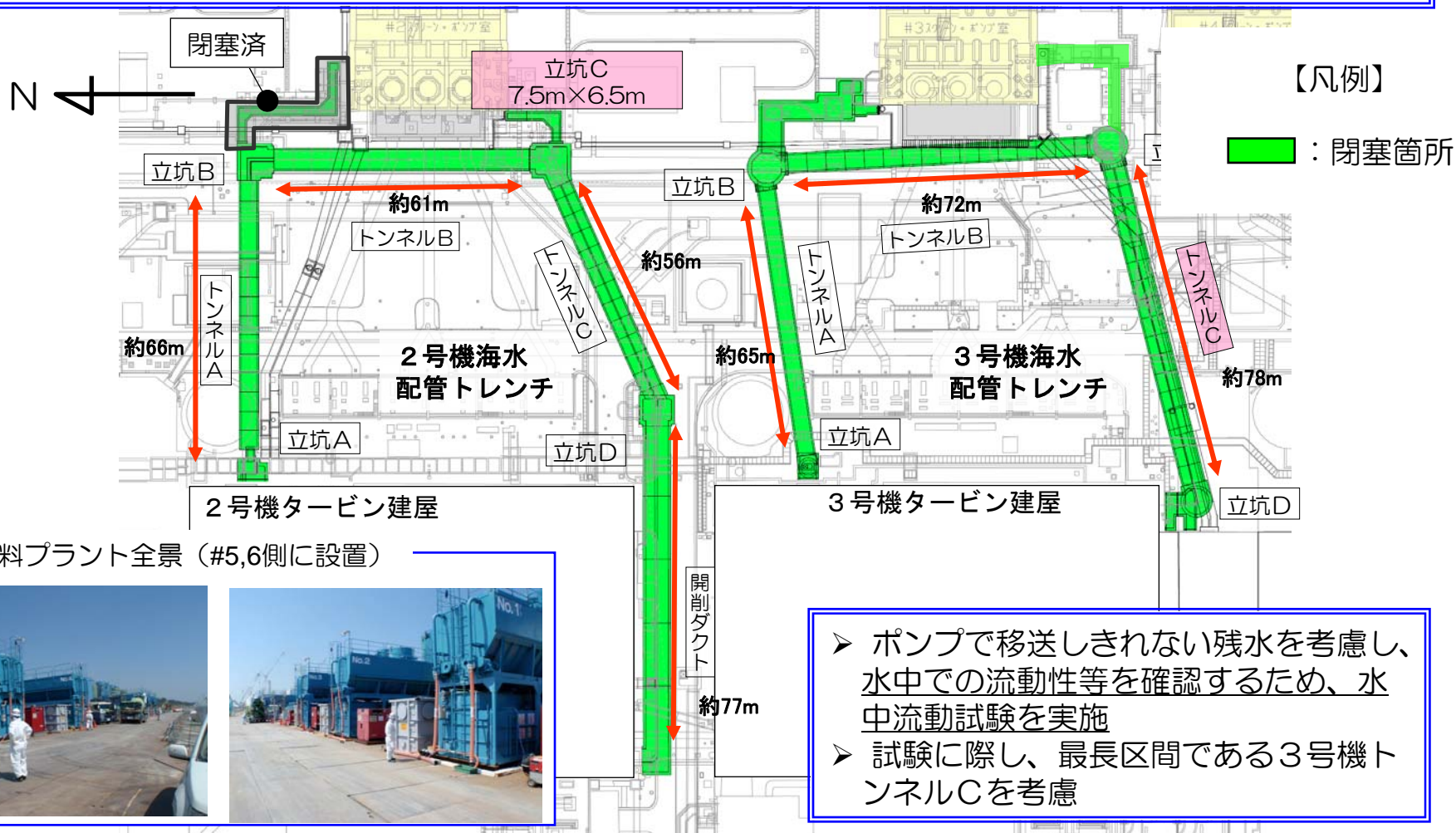


※ポンプで汚染水が抜き取りきれず、残水する可能性が想定され、各立坑に抜き取り口が必要



## 7. 3 トレンチ閉塞：トレンチ閉塞材料

福島第一構内のプラントで製造する**水中不分離セメント系材料**（水・セメント・フライアッシュ・水中不分離性混和剤ほか）によりトレンチ内を閉塞する。  
（トレンチ中の汚染水を固めるものではない）



# 7. 4 トレンチ閉塞：閉塞材料の水中流動試験①

## <目的>

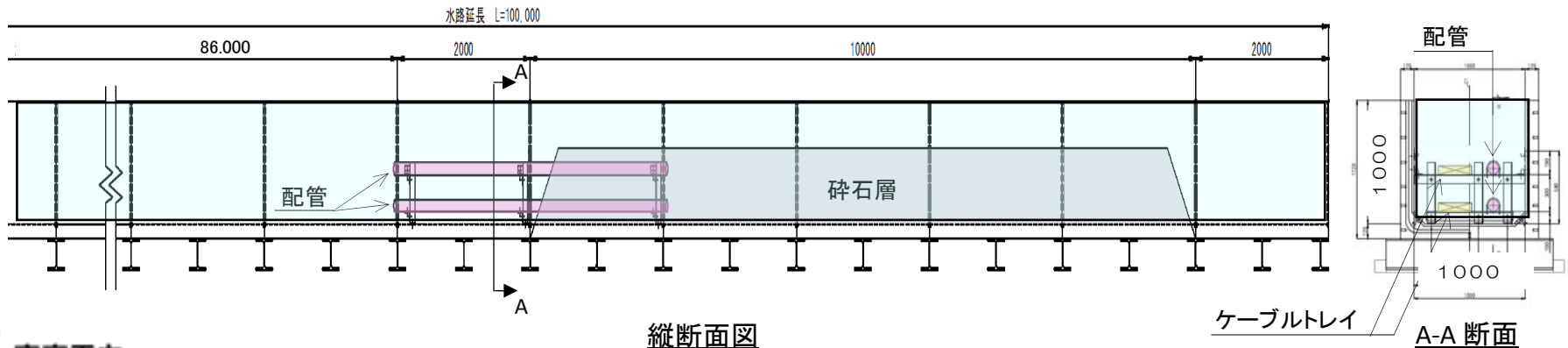
- トレンチ（立坑・トンネル・開削ダクト）内の閉塞材料として水中においても立坑間を流動する長距離流動性を有するとともに、トンネル内の支障物（配管・ケーブルトレイ）周辺についても充填する性能があることを確認する。

## <実験条件>

- 使用材料：閉塞材料（水中不分離性セメント系材料）
- 注入量：100～150ℓ/分
- 模型：延長100m、内径（高さ1000mm、幅1000mm）
- 支障物：配管・ケーブルトレイ（86m～90m）  
砕石層（88m～98m）
- 水深：1000mm

## <実験手順>

- 注入管は、下端より50mm上がりにセット
- 閉塞材を投入し、到達距離、閉塞材の堆積厚さを計測しながら、堆積厚さが500mmとなるまで投入を継続。  
投入中は、材料分離等についても並行して観察。





# 7. 4 トレンチ閉塞：閉塞材料の水中流動試験②

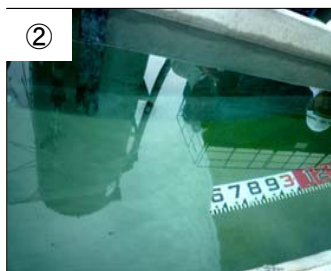
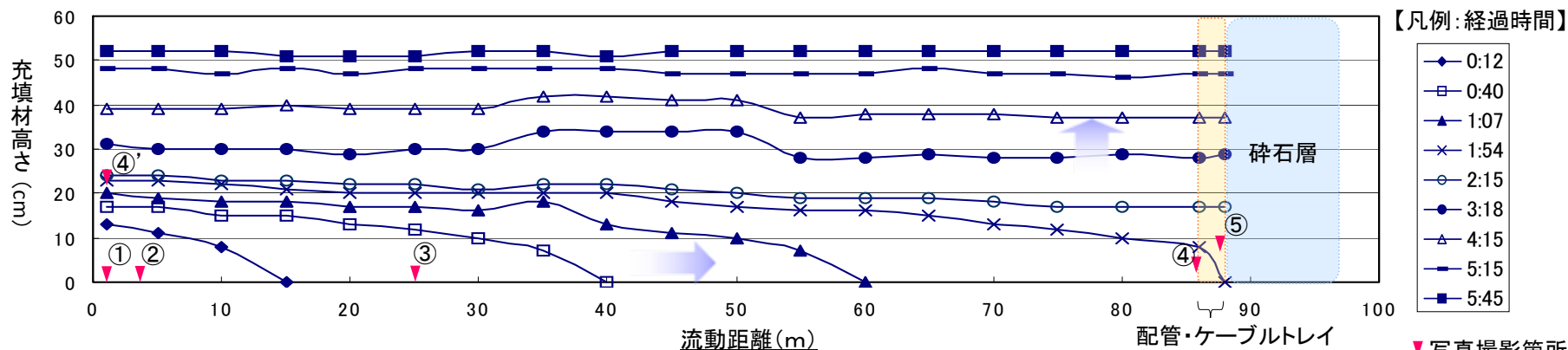
＜水中不分離性、流動性の確認結果＞

- 水中でのトレミー打設により、88m先までの流動性を確認した。
- 閉塞材料は、流動距離によって圧縮強度に殆ど変化が見られないことから、流動後も同等の品質を有すると考えられる。
- 水抜き後、86m～88m先に設置した支障物の目視確認を行い、閉塞材料によって充填されていることを確認した。

試験装置全景



## 流動状況



- 閉塞材料は、打設開始以降、水平に流動していき約2時間で88mの碎石層まで到達した（①，②，③，④）
- 碎石層に到達（⑤）して以降は、閉塞材料は鉛直方向に堆積していき、ほぼ水平を保持しながら打設完了まで嵩上げられた。
- 打設完了時点では、碎石層背面側への閉塞材料の流動は確認されなかった。



## 8 トレンチ閉塞のリスク

- トレンチ閉塞にあたっては、凍結止水壁構築後、汚染水を抜き取り、その後、閉塞材料を充填する計画。
- 但し、凍結止水壁付近からの流入、トレンチ内への地下水の流入などが発生する可能性は否定できず、水が存在する状態で閉塞することも考慮することが必要。
- 閉塞材料については、水中で長距離を流動する試験を行い、性状がかわらないことを確認したことから、閉塞中に地下水流入等が生じた場合においても対応可能。
- 水中充填による閉塞手順は、汚染水抜き取り後の閉塞材料を充填する手順と同様。
- 水中充填による閉塞に対しては、立坑の水位観測を確実に実施し、立坑の水位上昇による汚染水を流出させない管理を計画。

## 9. 施工工程

項目	H26年				H27年		
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
2号凍結運転	■						
2号立坑A止水工事		■	間詰め				
2号開削ダクト止水工事		■	削孔・間詰め				
閉塞材料プラント整備		■					
2号汚染水移送			■	■	■	■	
2号トンネル充填				■			
2号立坑充填					■		

---

## 参考資料

# 【参考1】閉塞材料の水中長距離流動試験 補足

<打設後の確認結果>

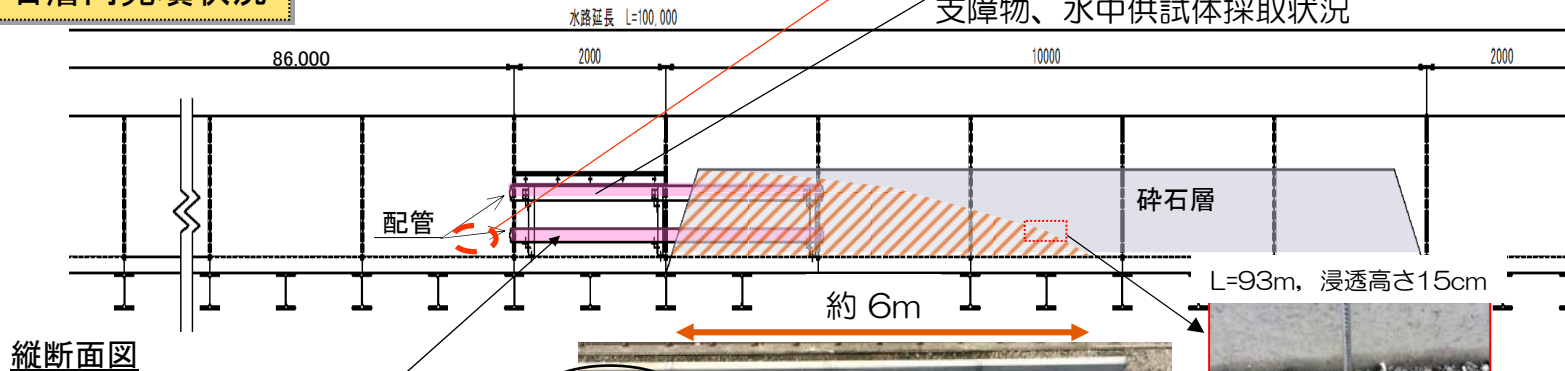
- 閉塞材料は、流動距離によって圧縮強度に殆ど変化が見られないことから、流動後も同等の品質を有すると考えられる。
- 水抜き後、86m～88m先に設置した支障物の目視確認を行い、閉塞材料によって充填されていることを確認した。

## 圧縮強度

採取位置	No	圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )		品質管理供試体
		N=3	平均	
1m	1	2.01	2.30	5バッチ(気中): 2.56 5バッチ(水中): 2.29 20バッチ(気中): 2.19 20バッチ(水中): 1.80
	2	2.58		
	3	2.32		
5m	1	1.99	2.41	
	2	2.60		
	3	2.65		
85m	1	2.34	2.24	
	2	2.50		
	3	1.87		



## 砕石層内充填状況



支障物、水中供試体採取状況



解体後の砕石層の確認

閉塞材料により、支障物（配管・ケーブルトレイ）も充填されている



## 【参考2】 2号機立坑A 間詰め充填の施工手順

### 【南側ケーブルトレイ下部】

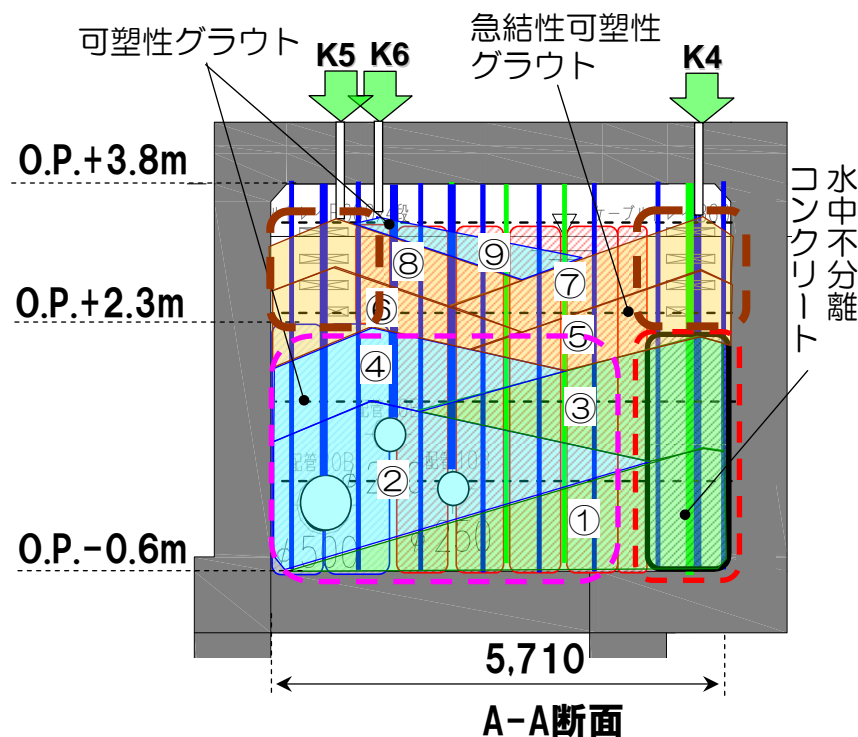
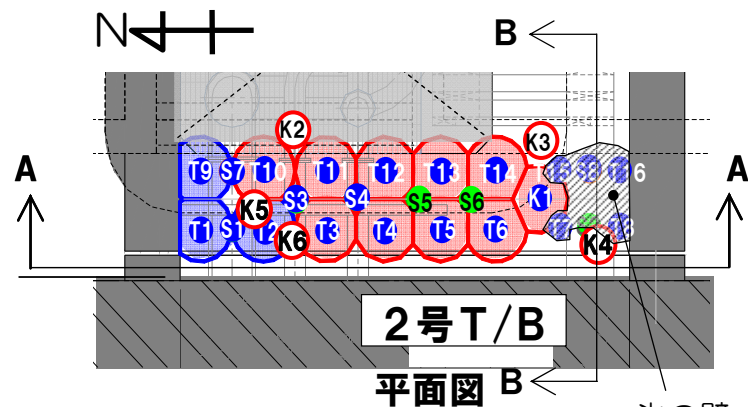
- 氷の壁が存在していることを確認。但し、形状・広がり・厚さなど不確定要素があることから、氷の壁がなくてもそれ自体が壁として機能可能で自立性のある水中不分離コンクリートを選択。
- 施工手順
  - ① 4吋管の筒先を底部から30cmにセットし、0.6m<sup>3</sup>打設。
  - ② 固化後、筒先を30cm引き上げて、打設。以下繰り返す。

### 【T/B建屋とパッカー間】

- パッカーの底部や配管周辺部は、隙間が存在している可能性。これら隙間を埋めるために流動性が高く、また、立坑側への流出が少ない、可塑性グラウトを選択。
- 施工手順
  - ① 2吋管を底部から30cmにセットし、15ℓ/分で0.3m<sup>3</sup>打設
  - ② 筒先を30cm引き上げて、打設継続（連続注入）

### 【ケーブルトレイ部】

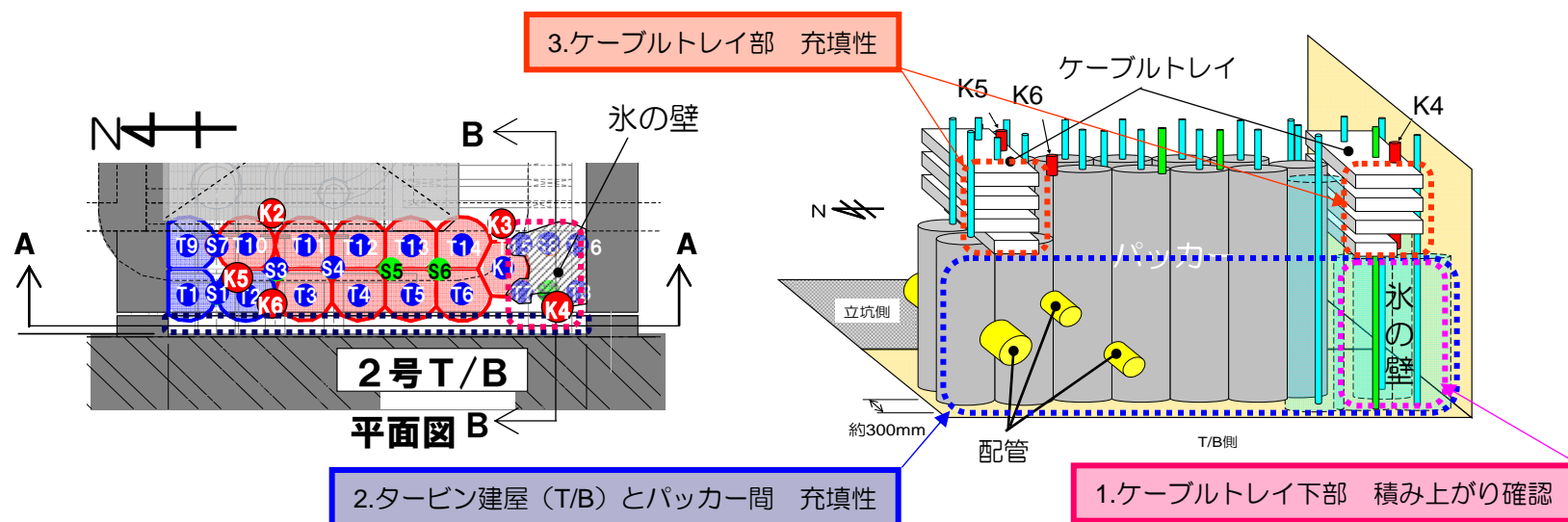
- ケーブルトレイ内部を隙間なく埋めるための充填性、及び、ケーブルトレイ間を積み上げるための自立性が必要。モックアップ試験結果から、打設後すぐに固まる特徴を有する急結性可塑性グラウトを選択。
- 施工手順
  - ① 2吋管をトレイ下端にセット、20-30ℓ/分で打設（トレイ間充填）
  - ② 筒先をトレイ上端に移動させながら打設継続（トレイ内充填）
  - ③ 以後繰り返す



※注入速度やインターバルなどの詳細は現場と調整中

# 【参考3】 間詰め充填確認のためのモックアップ試験結果まとめ

概要・確認内容		結果
1	南側ケーブルトレイ下部 積み上がり確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 南側のケーブルトレイ下のパッカーがない部分は氷の成長が不十分である場合を仮定。立坑側への充填材料の流出リスクを低減するため、積み上がり性能の良い材料を評価・選択する。</li> </ul>
2	T/B建屋とパッカー間 充填性確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 配管周囲とパッカー、パッカーと底盤部等に隙間がある場合を仮定。これら隙間を充填する材料の候補である可塑性グラウトの充填性能を確認する。</li> </ul>
3	ケーブルトレイ部の充填性確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ケーブルトレイとトレイの間およびトレイの中の間詰め充填を行うため、積み上がり性能および充填性能の良い材料を評価・選択する。</li> </ul>







# 【参考4】モックアップ試験結果（南側ケーブルトレイ下部積み上がり確認）

- ケーブルトレイ下のパッカーがない部分について、氷の成長が不十分である場合を想定し、積み上がり性の高い材料を選択することを目的として、可塑性グラウト（配合調整により積み上がり性が期待できるもの）、急結性可塑性グラウト、水中不分離コンクリートの3種類で積み上がりの確認を実施。
- 積み上がり性及び現場における作業性の観点から水中不分離コンクリートが優れていると評価。
- 現在、ケーブルトレイ下は氷が成長しており、充填材料流出を防ぐ壁としての機能が期待できるものの、氷の形状や高さが不確定であり、立坑側への充填材料の流出リスクは0ではないことから、実施工において、水中不分離コンクリートを使用する計画。

【試験装置】



	可塑性グラウト	急結性可塑性グラウト	水中不分離コンクリート
積み上がり性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 積み上がり角度が20°C未満であり、壁を作る材料としては不適</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1.8m3打設時高さは740mm</li> <li>・ 積み上がり角度は最大30°（大型水槽試験※1）</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1.8m3打設時高さは920mm</li> <li>・ 積み上がり角度は最大35°（大型水槽試験※1）</li> <li>・ 底部を模擬した水槽での試験では角度は45° ※2</li> </ul> 
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 打設速度は15ℓ/分</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 打設速度は100ℓ/分</li> <li>・ 現場で作液混合が必要で作業量大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 打設速度は300ℓ/分</li> <li>・ ポンプや配管が閉塞しないように注意する必要</li> </ul>

※1 積み上がり性能の比較は、立坑側の踊り場の存在などを考慮し、大型水槽で比較を実施。  
さらに、選択した材料で実際の凍結管の配置等の実寸で底部を模擬した水槽で確認。  
※2 凍結管が壁の役割を果たし、積み上がり角度が改善したと考えられる。

# 【参考5】モックアップ試験結果（T/B建屋とパッカー間 充填性確認）

- T/B建屋とパッカーの隙間を実寸台で模擬した水槽を使用。パッカーを模擬した土嚢の隙間には、貫通部を想定してφ10～φ35mmの塩ビ管を、配管上下や底部などに配置。
- 充填材料は、充填性を高めるように配合した軟練りの可塑性グラウトを使用。
- その結果、流動勾配は約9度（ほぼレベル）で積み上がることで、配管の周囲に回り込みながら隙間なく充填されることを確認。
- また、土嚢の隙間などに材料が進入していること、塩ビ管内に充填材が途中まで入っているか入口でグラウトで塞がれていることを確認し、可塑性グラウトをT/B建屋～パッカー間の充填材料として採用。

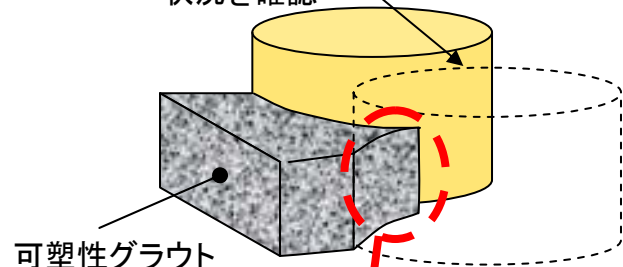
【試験装置】



打設完了後の状況



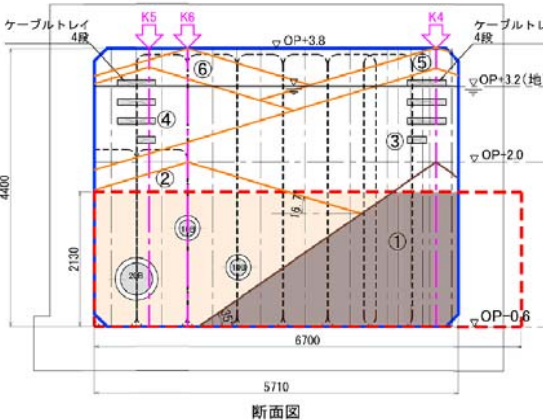
手前の土のうを撤去して隙間の充填状況を確認



貫通部を模擬した塩ビ管内の充填状況



土嚢の間の狭い隙間にも材料が充填されている

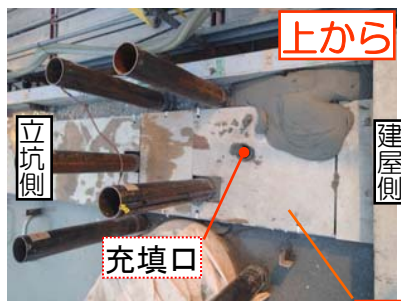








# 【参考6】モックアップ試験結果（ケーブルトレイ部 充填性確認）

- ▶ 南側ケーブルトレイ部を実寸で模擬した水槽を用いて、ケーブルトレイ間の積み上がり充填性、トレイ内部の充填性、施工性の確認を実施。充填材料は可塑性グラウトと急結性可塑性グラウトを用いて実施。
- ▶ 試験結果では、積み上がり性・充填性ともに急結性可塑性グラウトが優れていることから、実施工においては、急結性可塑性グラウトを採用。
- ▶ 但し、注入速度が速いため、注入管の位置の制御と打設量の管理には注意が必要。

【試験装置】

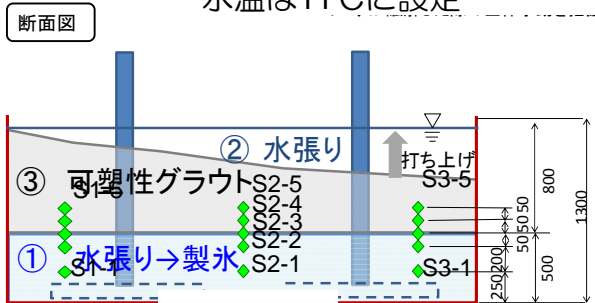
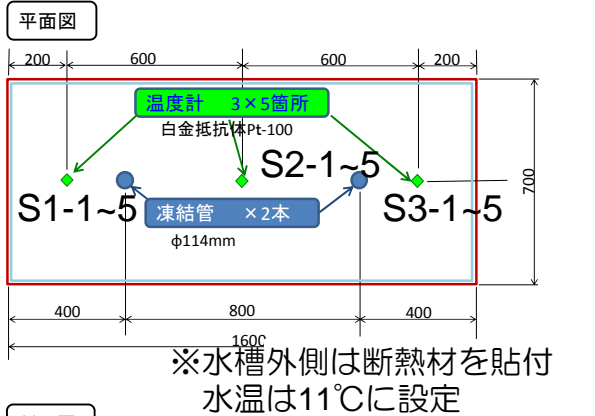


材料	可塑性グラウト	急結性可塑性グラウト
評価項目		
ケーブルトレイ間の積み上がりと充填性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水みちが発生するケースや、材料が積み上がらないケースが発生</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・積み上がりと充填性は良好</li> </ul> 
ケーブルトレイ内の充填性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・連続していないものの、一部トレイ隅部に空隙あり</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・トレイ隅にも充填されており、充填性は良好</li> </ul> 
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・注入速度15ℓ/分 → 施工性に問題はない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・注入速度は100ℓ/分 → 注入速度が速いため、注入管の位置の制御と打設量の管理には注意が必要</li> </ul>

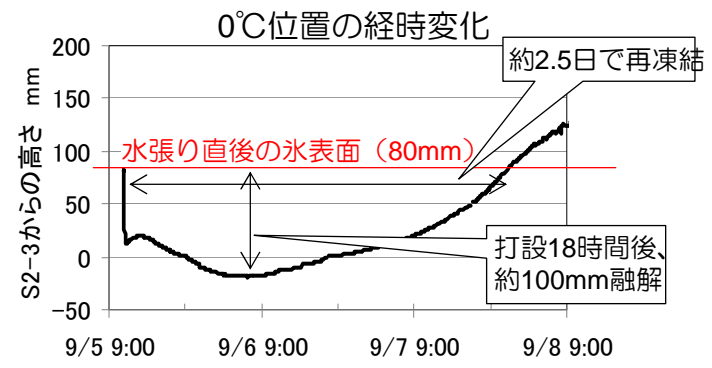
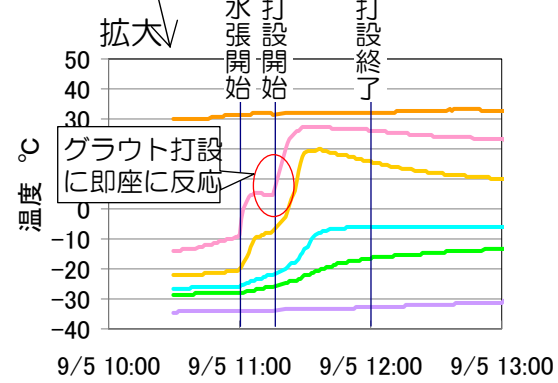
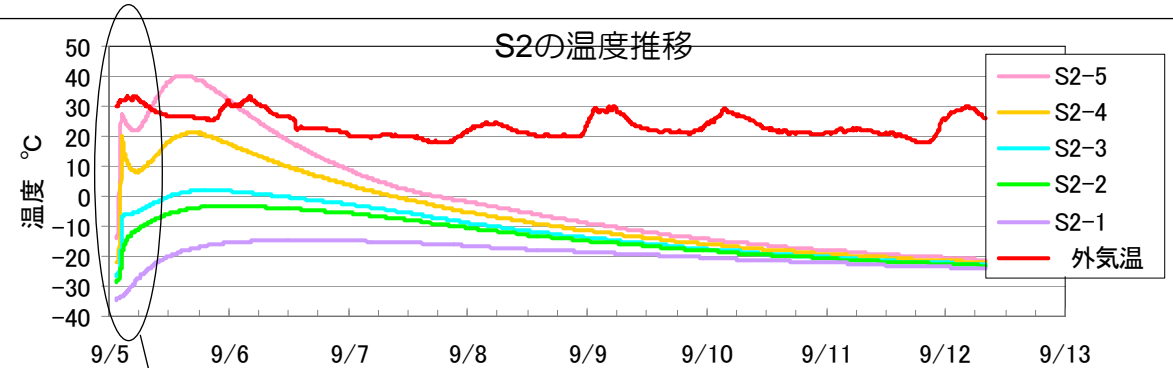
ケーブルトレイ部

# 【参考7】グラウトの水和熱による氷の融解に関する水槽実験

- ▶ 水槽内の氷の上に可塑性グラウトを流し、氷とグラウトの境界付近に設置した測温計により、氷の融解状況やグラウト打設による温度変化の感度を確認。
- ▶ 氷の最大融解厚さは100mm、約2.5日で再凍結。グラウトと氷の境界は平滑で、強固に付着。
- ▶ 低温下において、グラウトが測温計に触れると即座に反応することから、グラウト打設管理における温度計測管理の有効性を確認。



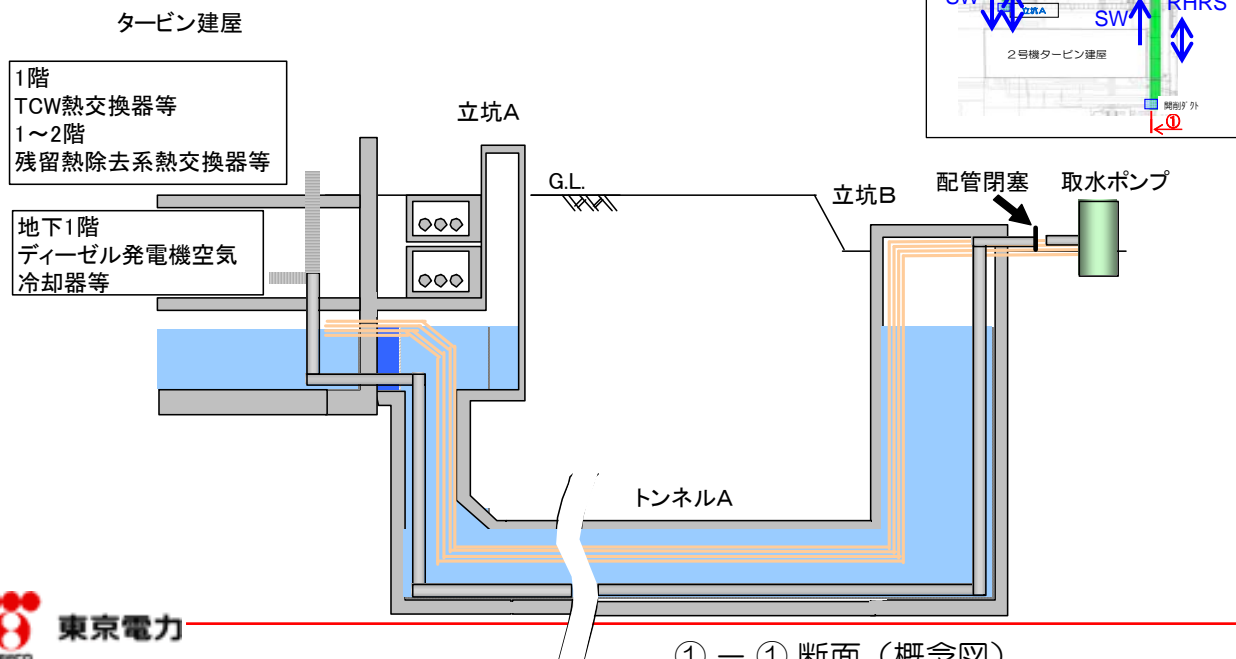
試験概要図



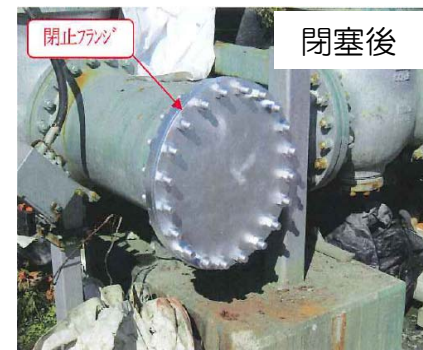
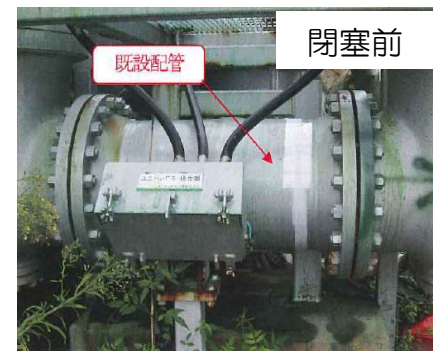
氷とグラウトの表面 (横から) 氷とグラウトの表面 (上から)

氷凍結後

- 2,3号機の海水配管トレンチ内には、プラントの運転に必要な冷却水（海水）を供給する配管を敷設している。
- 配管は、原子炉の熱除去や機器の除熱を行うRHR S、DGSW系等があり、建屋内の熱交換機等に供給した後に放水口（CW配管）まで敷設される。
- 震災以降、万一の配管からの汚染水の系外流出を防止するため、O.P.+4.0mにある配管（供給元）の閉止を実施した。このため、配管内滞留水の流れは生じていないと判断している。
- 配管内には、系統に応じ、海水またはろ過水が存在し、現在も残留していると考えている。
- 配管内の水質は、閉止の際の流出水を測定し、 $10^{-3}\text{Bq}/\text{cm}^3$ オーダーであり、建屋滞留水と比十分低いことから混入していないと推定。



O.P.+4.0mの配管 (RHR S) 閉塞状況





## 【参考9】用語解説

名 称	説 明
コンクリート	セメント・砂・碎石・水・必要に応じて加える混和材料を構成材料とする。
グラウト	セメント・水・必要に応じて加える混和材料を構成材料とする。
可塑性グラウト	普通グラウトに可塑性剤を添加し、普通グラウトと同様な流動性を持ちつつ、流動に要した圧力が減じた時点でその形状を保持する可塑性性能を持たしたグラウト材料。隙間充填に適した材料であり、水中施工も可能である。
急結性可塑性グラウト	可塑性剤の配合調整により、可塑性グラウトより早く固まる性能を有したグラウト材料。施工したい箇所への充填により適した材料であり、水中施工も可能である。
水中不分離性コンクリート	配合や混和材料等を工夫し、水中での材料分離が少なく、均一で品質の低下が小さいコンクリート。
水中不分離性	水中への材料投入前後の配合にほとんど変化がなく、水中における分離抵抗性が大きい性質。コンクリートの品質と環境への影響を考慮し、打設環境の水の濁りとpHを評価尺度とすることが多く、設計施工指針（案）での性能規定値は、浮遊物質濃度50mg/L、pH12以下。なお、水質汚濁防止法に基づく一律排水基準は、浮遊物質重量200mg/L。
トレミー工法	材料投入する配管の先端がグラウト中にあるように調整しながら、グラウトを投入していく工法。

