

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8月19日

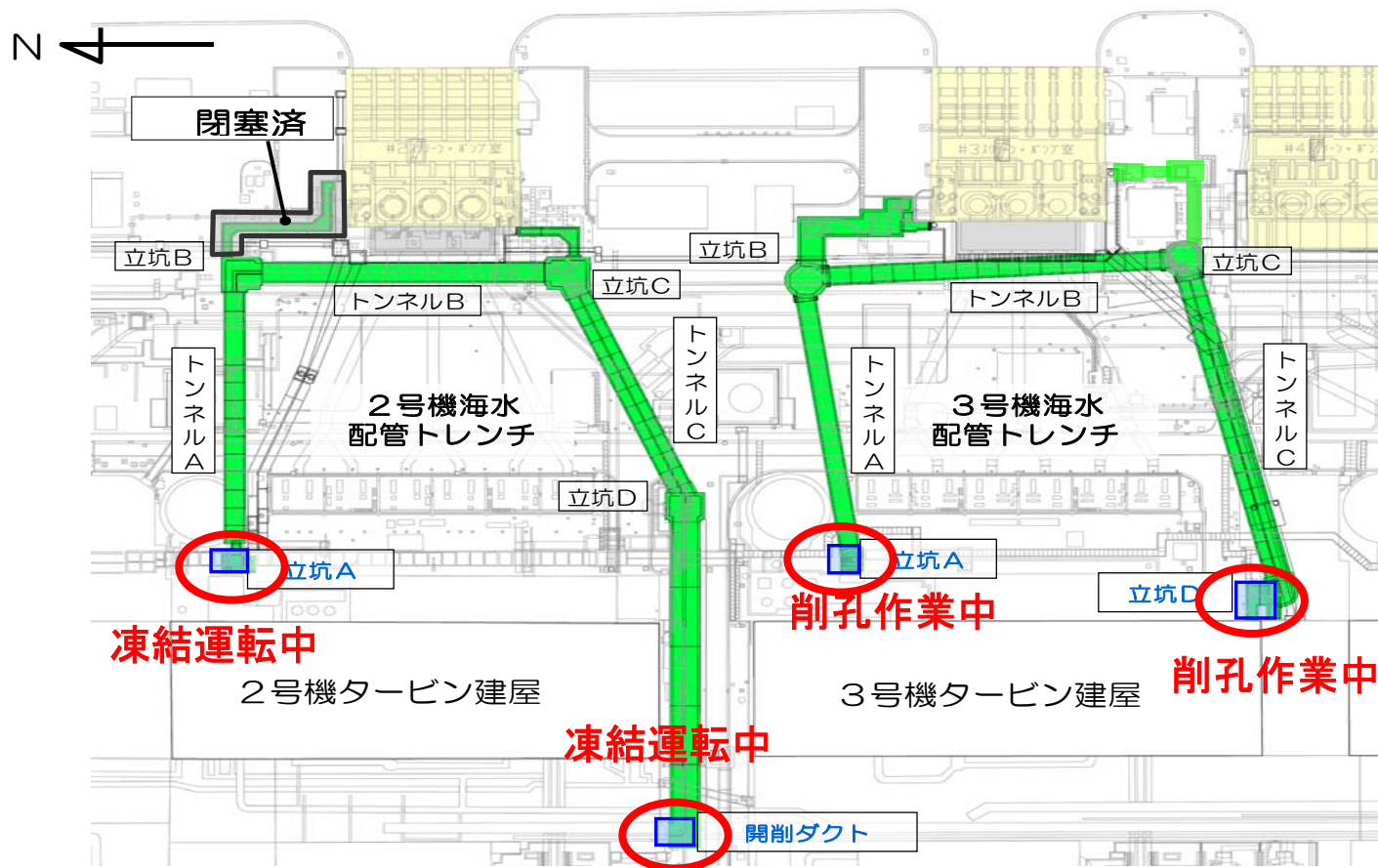
東京電力株式会社

目次

1. 全体進捗状況
2. 2号機立坑A 概要
 2. 1 地上部状況① 共通配管ダクト
 2. 2 地上部状況② ペントハウス
3. 2号機立坑A 追加対策工の計画
4. 2号機立坑A 凍結止水STEP I <凍結促進> 実績
 4. 1 氷の投入
 4. 2 ドライアイスの投入、既設測温管の凍結管への変更
 4. 3 水位変動の抑制
 4. 4 温度データ
 4. 5 カメラ観測結果
 4. 6 流向・流速測定結果
 4. 7 まとめ
5. 2号機立坑A 凍結止水STEP II <間詰め充填>
 5. 1 対策工程
 5. 2 充填材料の検討
 5. 3 モックアップ試験計画（案）

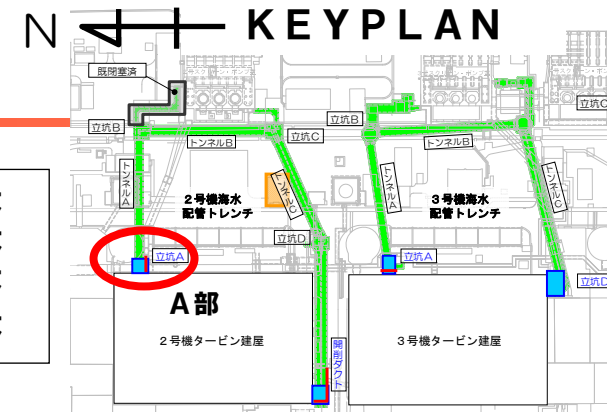
1. 全体進捗状況

■ 平面図



2号機		3号機	
立坑A	凍結運転中(4/28~)	立坑A	削孔作業中(7/2~)
開削ダクト	凍結運転中(6/13~)	立坑D	削孔作業中(5/2~)

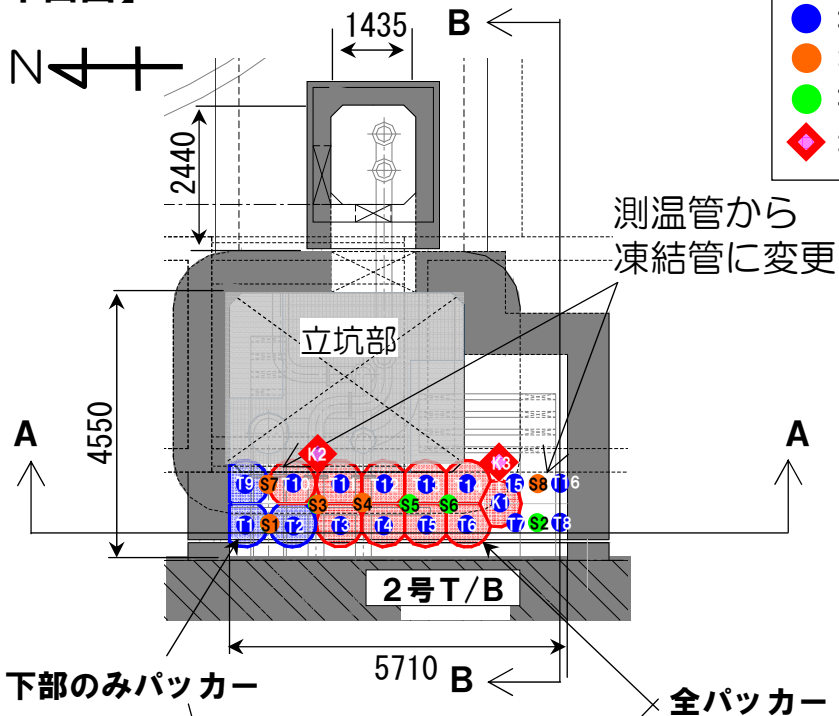
2. 2号機立坑A 概要



【平面図】

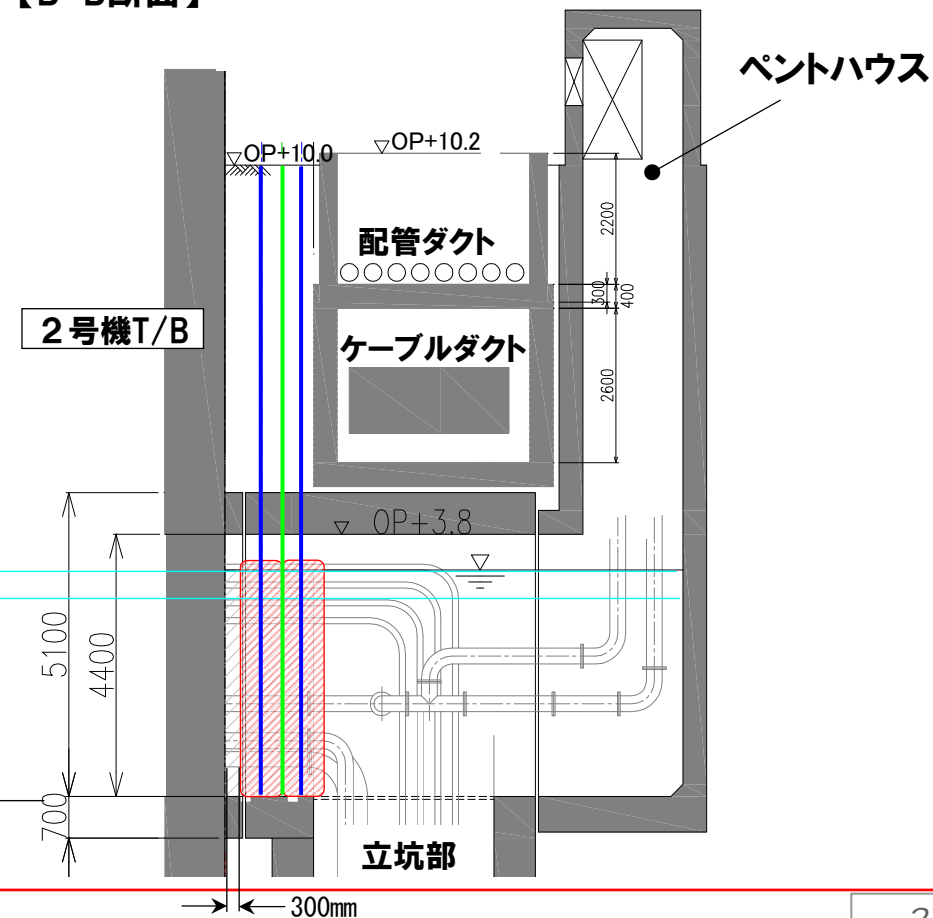
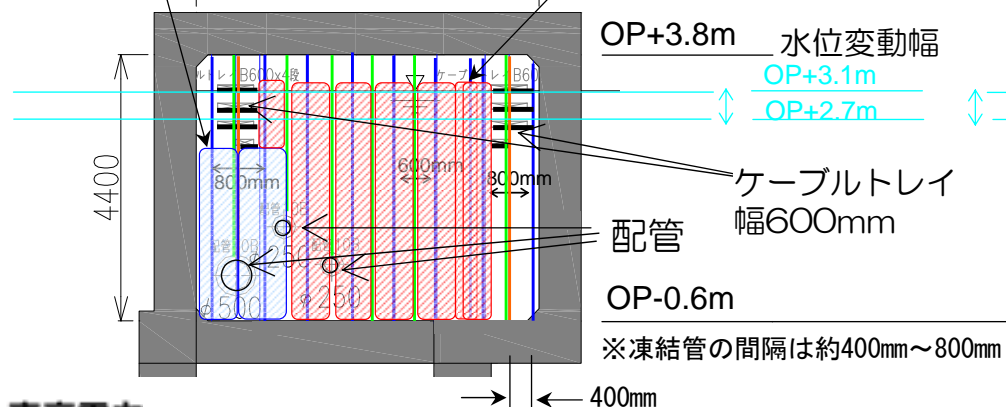
【施工進捗】

● : 凍結管	17 / 17本
● : 測温管→凍結管 (6/4に変更)	2 / 2本
● : 測温管	6 / 6本
◆ : 観測孔	2 / 2本



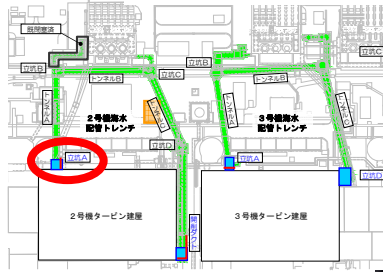
【A-A断面】

【B-B断面】



2. 1 2号機立坑A 地上部状況① 共通配管ダクト

KEYPLAN



ペントハウス

凍結管

2号T/B

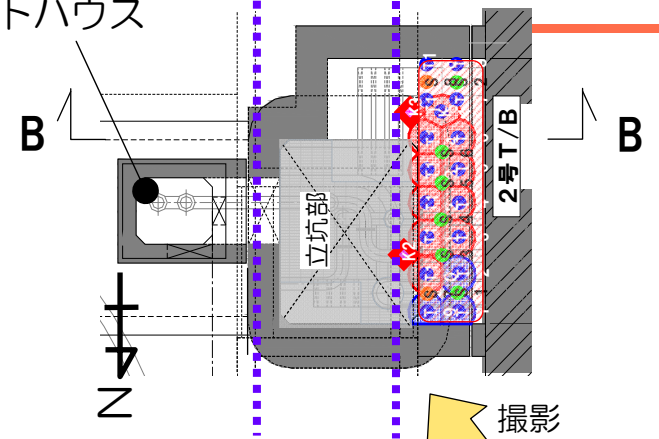


ペントハウス

B

B

平面図



ペントハウス

B-B断面図

凍結管

2号機T/B

震災前撮影

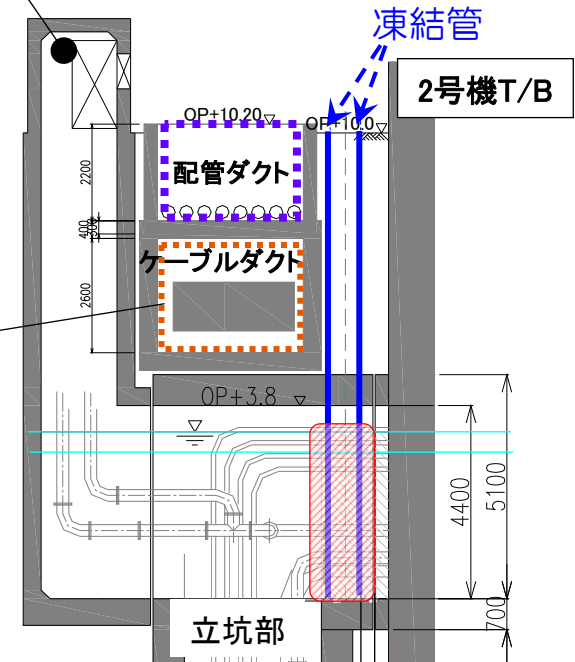


配管ダクト

7/29撮影

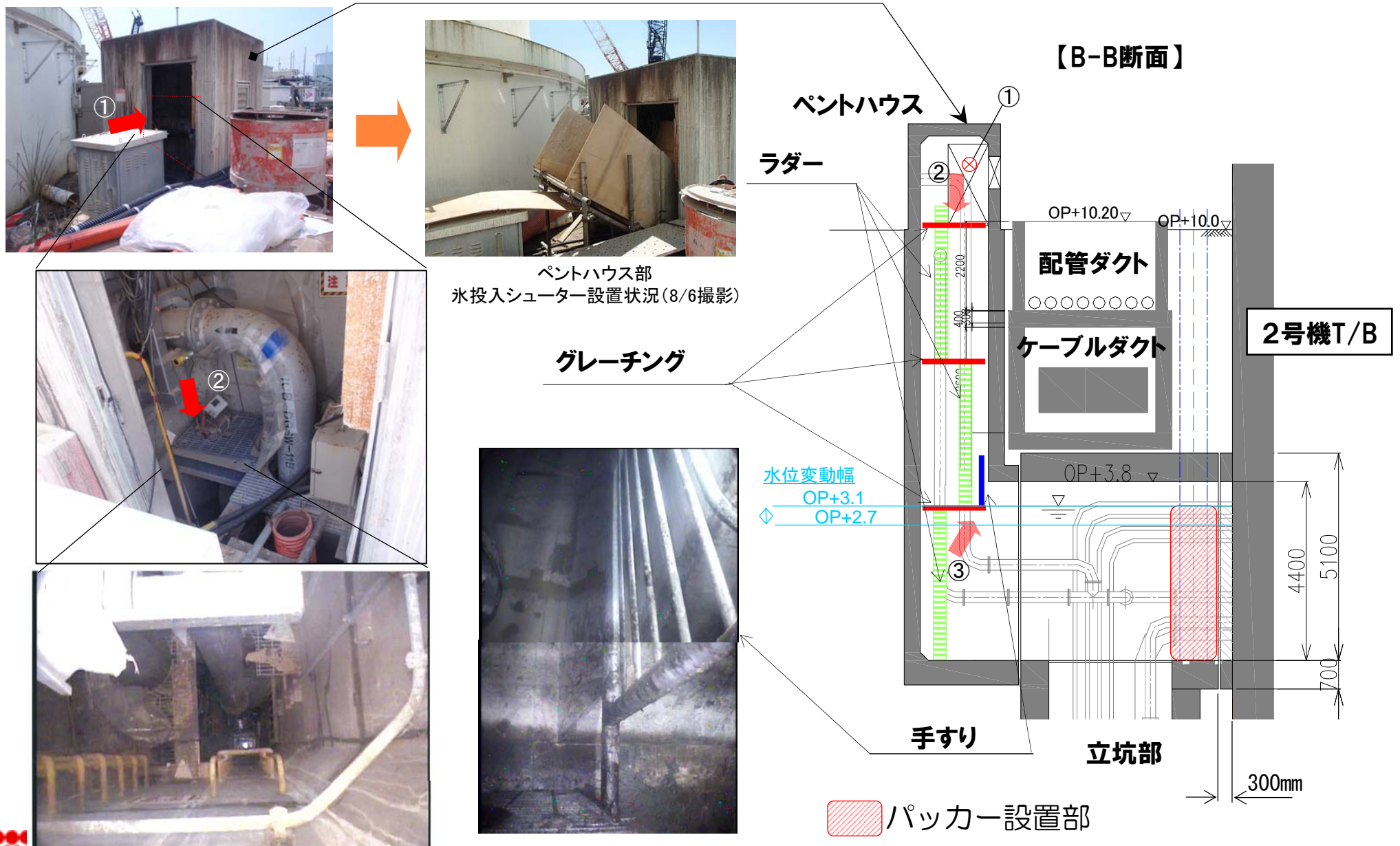


下段ケーブルダクト



パッカー設置部

2. 2 2号機立坑A 地上部状況② ペントハウス



3. 2号機立坑A 追加対策工の計画

凍結止水STEP I : 凍結促進

【滞留水の冷却】

- ① 氷・ドライアイスの投入（実施中）
→ 各凍結管等のスリーブなどから投入
(投入開始以降、可能な範囲で建屋水位変動を抑制)

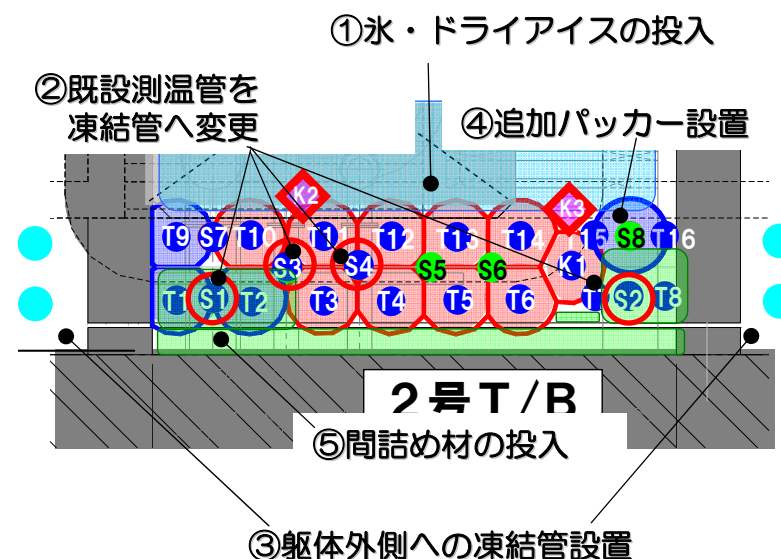
【冷却能力の向上】

- ② 既設測温管を凍結管へ変更（実施済）
→ S1、S3、S4を凍結管に変更予定
(凍結管：19本→22本、測温管：6本→3本)
- ③ 躯体外側への凍結管設置（計画中）

凍結止水STEP II : 間詰め充填

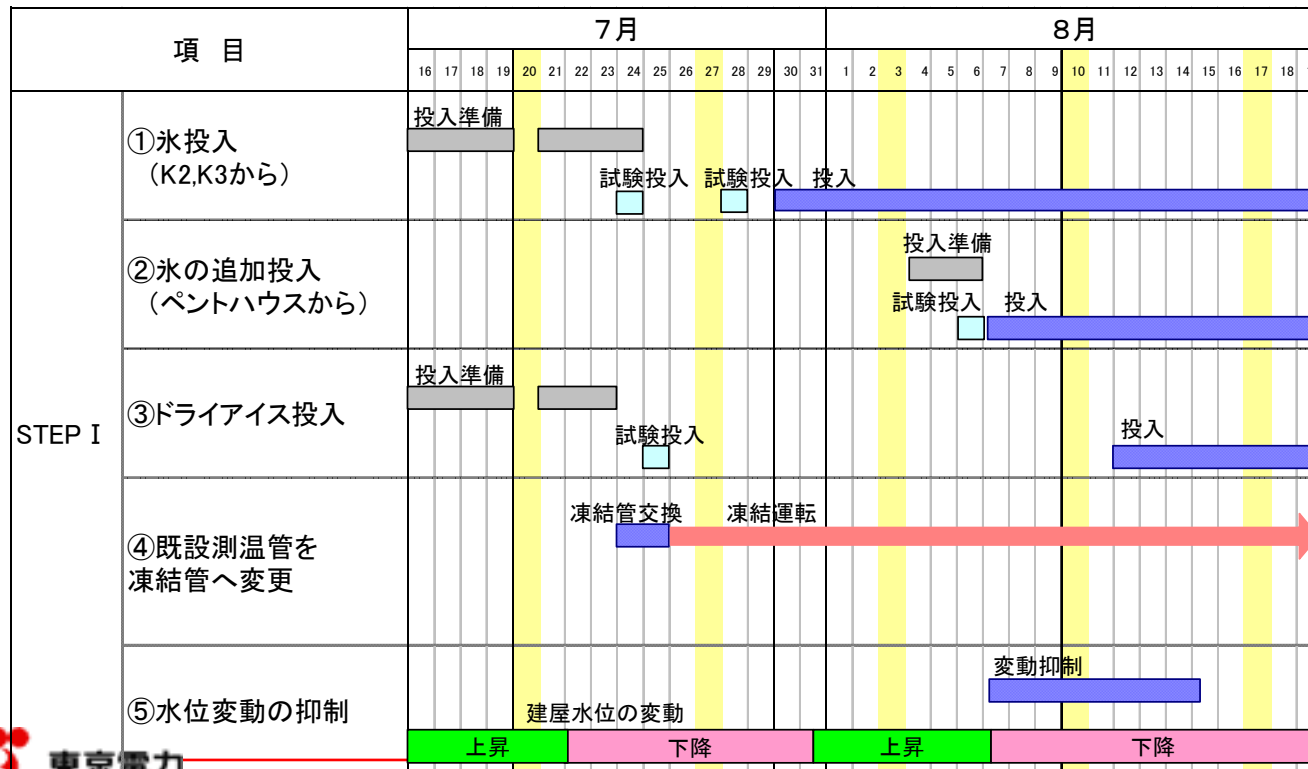
【水流の抑制】

- ④ 間詰め材料の選定、モックアップ試験の実施
- ⑤ 凍結状況の追加調査
- ⑥ 追加パッカー設置（要否含め検討中）
→ S8の位置に設置予定
(凍結管を撤去し、測温管付きパッカーを設置)
- ⑦ 間詰め材の投入

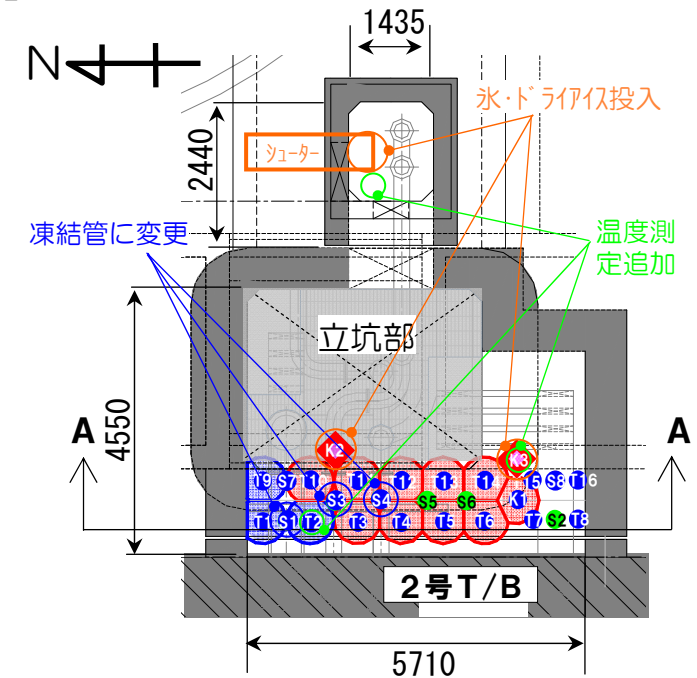


4. 2号機立坑A 凍結止水STEP I <凍結促進> 実績

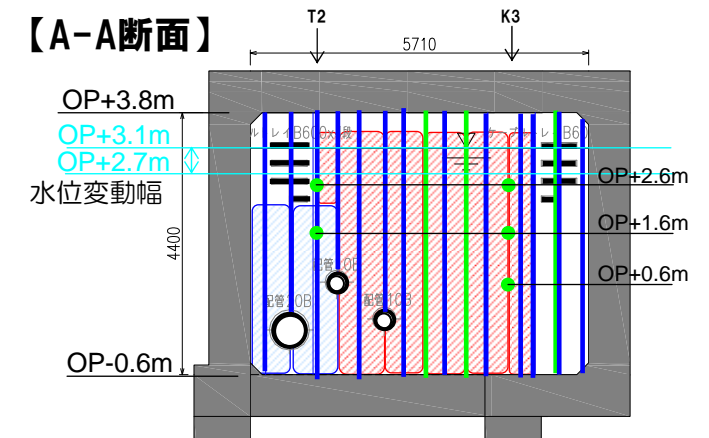
- 7/26：既設測温管3本（S1、S3、S4）を凍結管に変更。
 - 7/30：新たな測定点としてK3孔、T2孔に温度計(温度測定素子)を設置。
 - 7/30：K-2孔、K-3孔から氷の投入開始。
 - 8/6：ペントハウスから追加投入開始。加えて、ペントハウス側の温測計（温度測定素子）を設置。
 - 8/7：水位変動の抑制を実施。（8/15まで実施）
 - 8/12：ペントハウス側からドライアイスの投入開始。
- ※躯体外側の凍結管設置については、エリアが狭く氷投入と同時施工ができないことから、現在は氷投入を優先して実施中。



【平面図】



【A-A断面】



4. 1 2号機立坑A 凍結止水STEP I <凍結促進> 氷の投入

氷の本格投入の実施状況

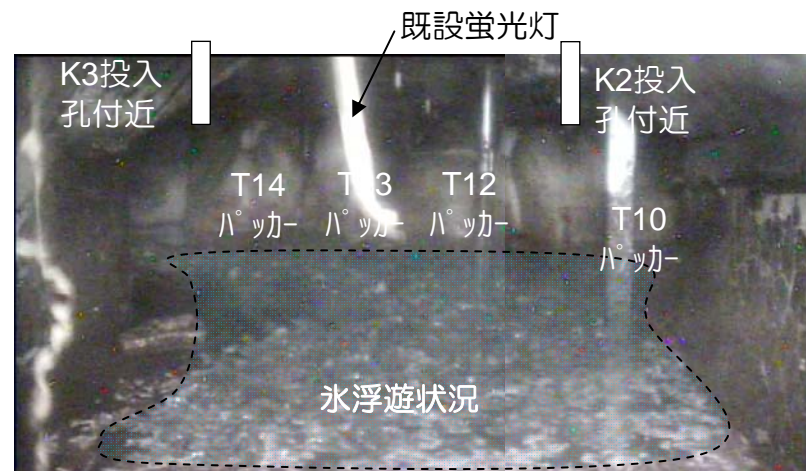
- ・ 8/18 現在で累計約410tの氷、約5tのドライアイスを投入。
- ・ 氷の投入量は日最大26t。

氷の投入方法の改善

- ・ K3からの投入に際し、スコップで持ち上げて孔に投入するのではなく、掻き落とすことができるよう改善し、作業効率ならびに作業員の負担について軽減を図った
- ・ ペントハウス側からの投入に関しては、シューターを設置し、シューター上に吊った1トン土嚢の底を切ることで容易に投入が可能となるよう改善を図った



氷の試験投入状況
(K3孔より投入:7/24撮影)



立坑内の氷の浮遊状況
(8/4撮影)

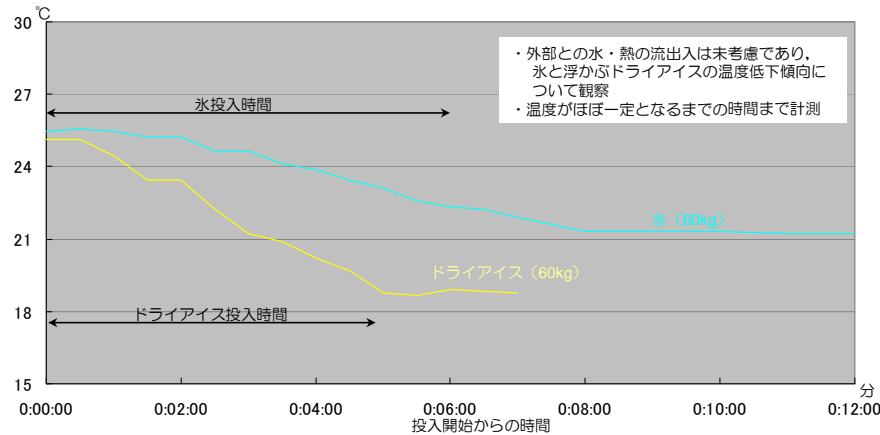


ペントハウス部
氷投入シューター設置状況
(8/6撮影)

4. 2 2号機立坑A 凍結止水STEP I <凍結促進> ドライアイスの投入、既設測温管の凍結管への変更

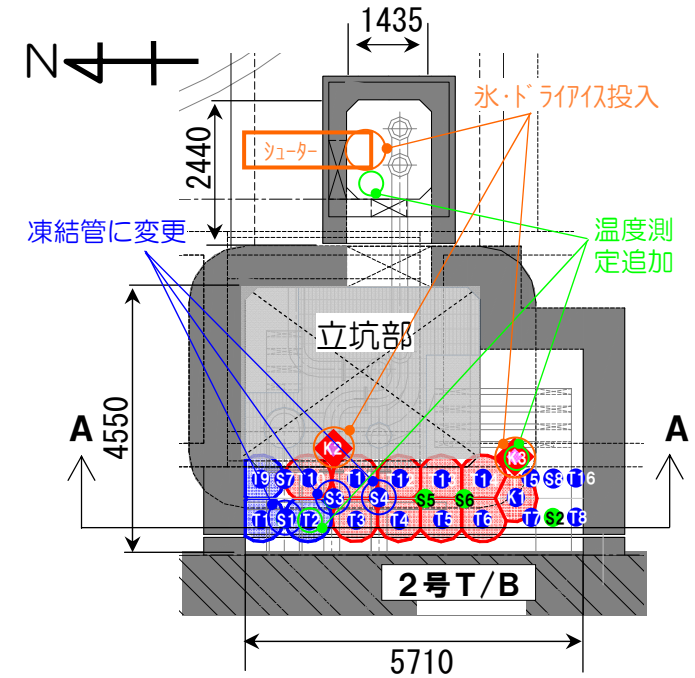
ドライアイスの投入

- 8/6にドライアイス（3mm×5mmのペレット状）の冷却効果の確認試験を約1m³のノッチタンクを使って実施し、氷と同程度以上の冷却効果があること、温度低下が早いことを確認。

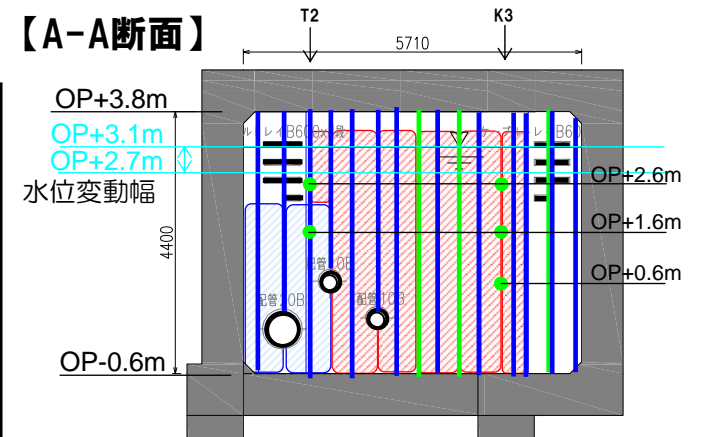


- 8/7にT5及びT7から投入したところ、ケーブルトレイやパッカーの結露にドライアイスが付着しすぐに管が詰まってしまうため作業を中断。
- 8/12にペントハウス側から約1t/日を投入開始。

【平面図】



【A-A断面】



既設測温管の凍結管への変更

- 7/25に測温間S1・S3・S4を凍結管に変更、7/26午後から凍結運転を開始。
- 当初予定していたS2については、氷投入効果監視のため測温管として継続使用することに計画を変更。
- 氷投入効果の監視を確実にを行うため、7/30にK3及びT2孔に温度計を設置。なお、K3孔の3測点(OP+2.6,+1.6,+0.6m)及びT2孔の2測点(OP+2.6,+1.6m)は温度測定素子(PT-100)を水中に直接設置。

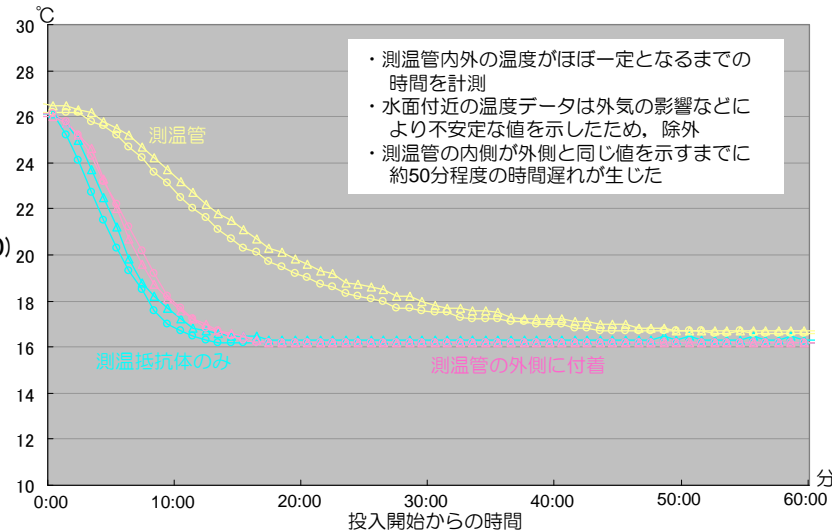
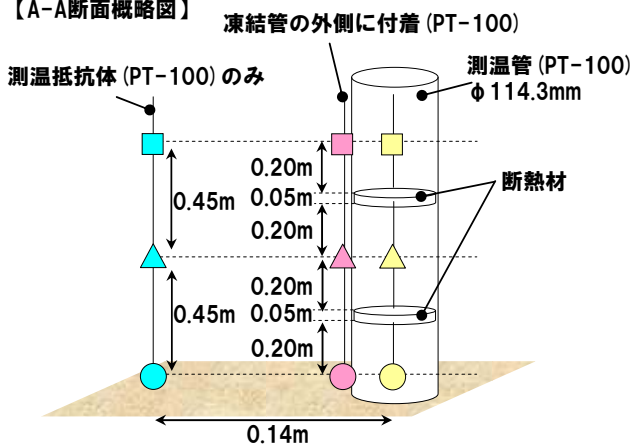
【参考】 温度の測定方法に関する補足

- 既設の測温管S2、S5、S6は、 $\phi 114$ の鋼管内に温度測定素子 (PT-100) を1m間隔で配置 (●) し、中間に5cmの断熱材を入れており、鋼管内の気中温度を測定。
- 一方、新たに設置した温度計は、T2孔、K3孔は温度測定素子 (●) を直接トレンチ内の水中に直接設置。
- これら測定方法の違いによる測定値への影響は、気中測定方式の方が反応が遅いものの、最終的に同じ値を示すことは試験により確認済み。(8/8実施)

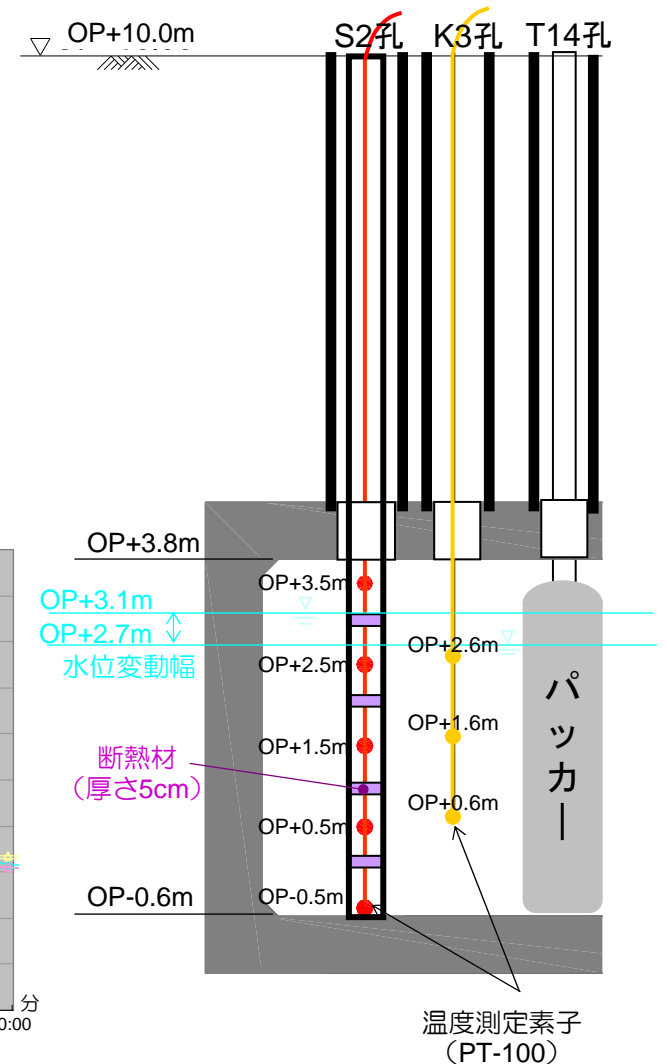
測温管の感度試験

- : 測温管 (PT-100)
- : 測温管の外側に付着 (PT-100)
- : 測温抵抗体 (PT-100) のみ

【A-A断面概略図】



測温管の感度試験結果概要



測温管の概念図

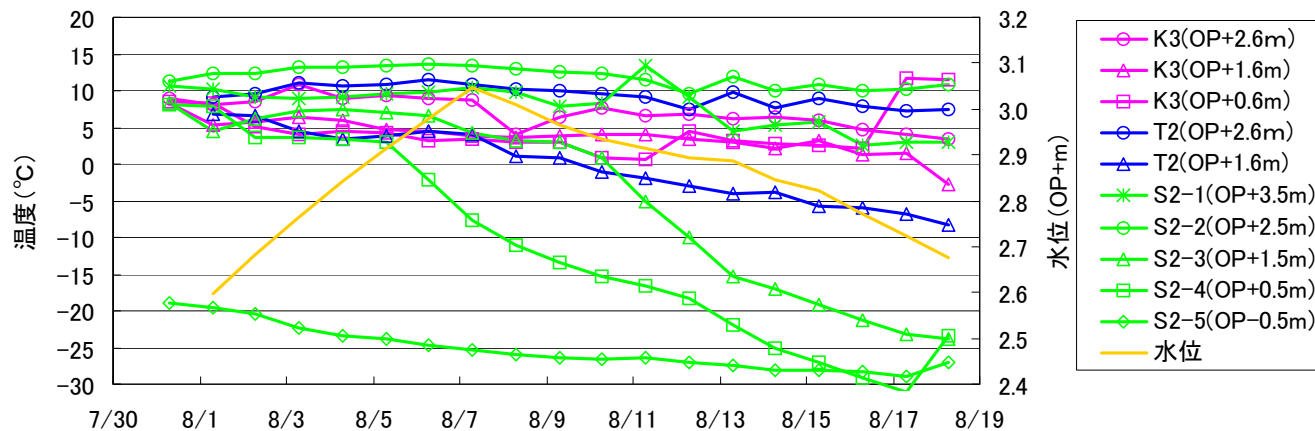
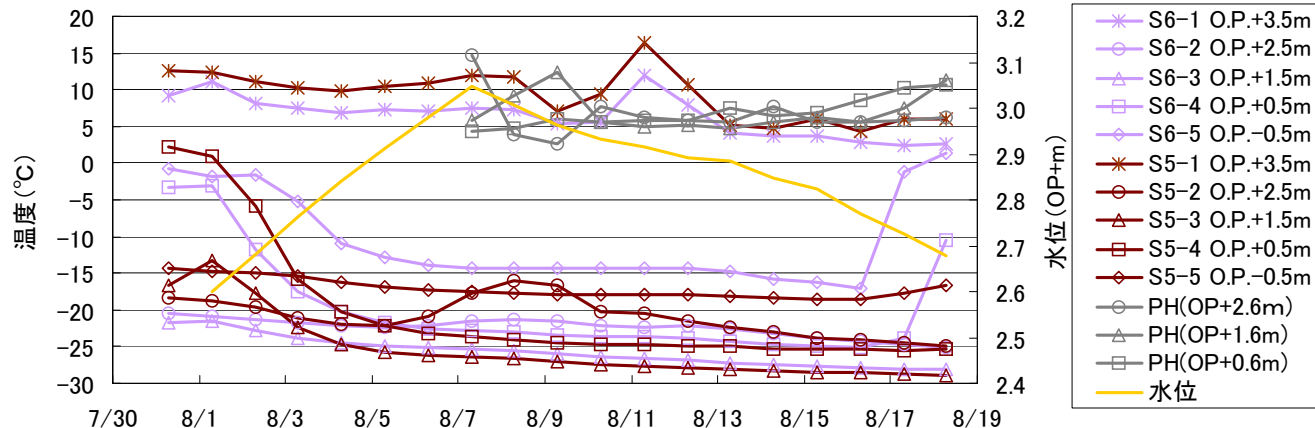
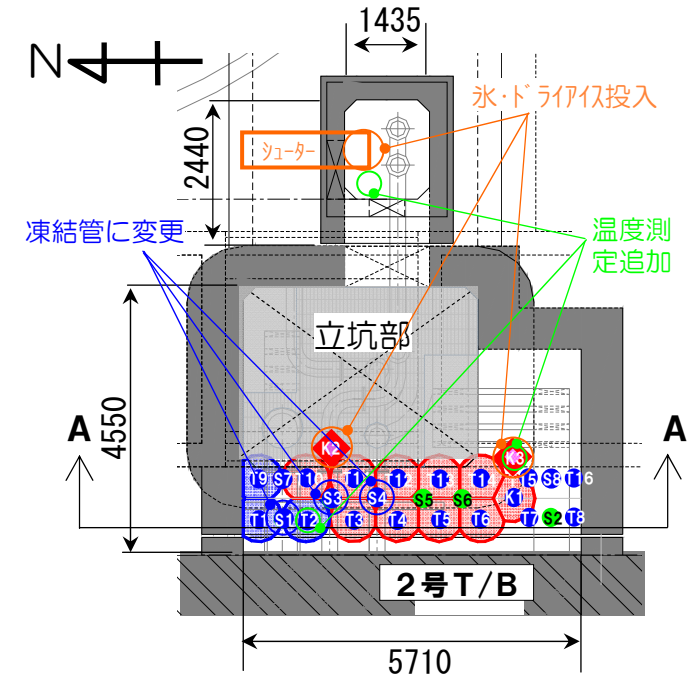
4. 3 凍結止水STEP I <凍結促進> 水位変動の抑制

- ▶ 現状、凍結箇所において水流が発生している主な要因は、建屋の水位制御のために行われている建屋間の水移送。
- ▶ 2号機タービン建屋からは、3号機タービン建屋およびHT I 建屋への移送ルートが存在。
(移送距離：3号機タービン建屋<HT I 建屋)
- ▶ これまでの水温のトレンドでは、建屋間水移送を停止（2号機タービン建屋の水位上昇）している期間に水温が低下する傾向。
- ▶ そのため、氷の投入を建屋間水移送の停止時期（建屋水位上昇期間）に併せて実施（7/30～8/7）。
- ▶ また、氷の投入および水位上昇による温度低下を持続させるため、建屋水位上昇後の建屋間の水移送先をHT I 建屋とすることで、配管の圧損に伴う移送流量の低減により、水位変動を抑制（8/7～8/15）。
- ▶ 水位変動抑制実績：水位抑制をしていない7/22～7/31の水位低下量 54mm/日
水位抑制をしている8/7～8/15の水位低下量 31mm/日

4. 4 2号機立坑A 凍結止水STEP I <凍結促進> 温度データ①

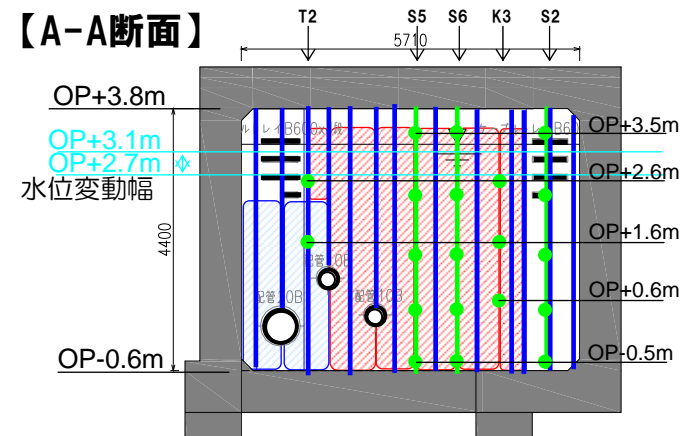
- 測温管S2-1,S5-1,S6-1は水面より上で気中温度を測定。
- 氷の投入口であるK3孔は、凍結管と離れた位置にあり、凍結管に到達する直前（または直後）の水温と考える。
- 8/15までの傾向：氷投入以降全体として温度は低下し凍結が促進。パッカーに囲まれた測温管S5および測温管S6の水面下のデータは-15℃以下。パッカーの外側にあるT2孔温度計(OP+1.6m)の水温は-8℃、測温管S2-3,4,5も-20℃以下に低下し、ケーブル付付近の測温管S2-2(OP+2.5m), T2孔温度計(OP+2.6m)を除いて0℃以下に凍結している状況。
- しかし、8/17から測温管S6-4,5、測温管S2-4,5、K3孔温度計(OP+0.6m)で温度が上昇。

【平面図】



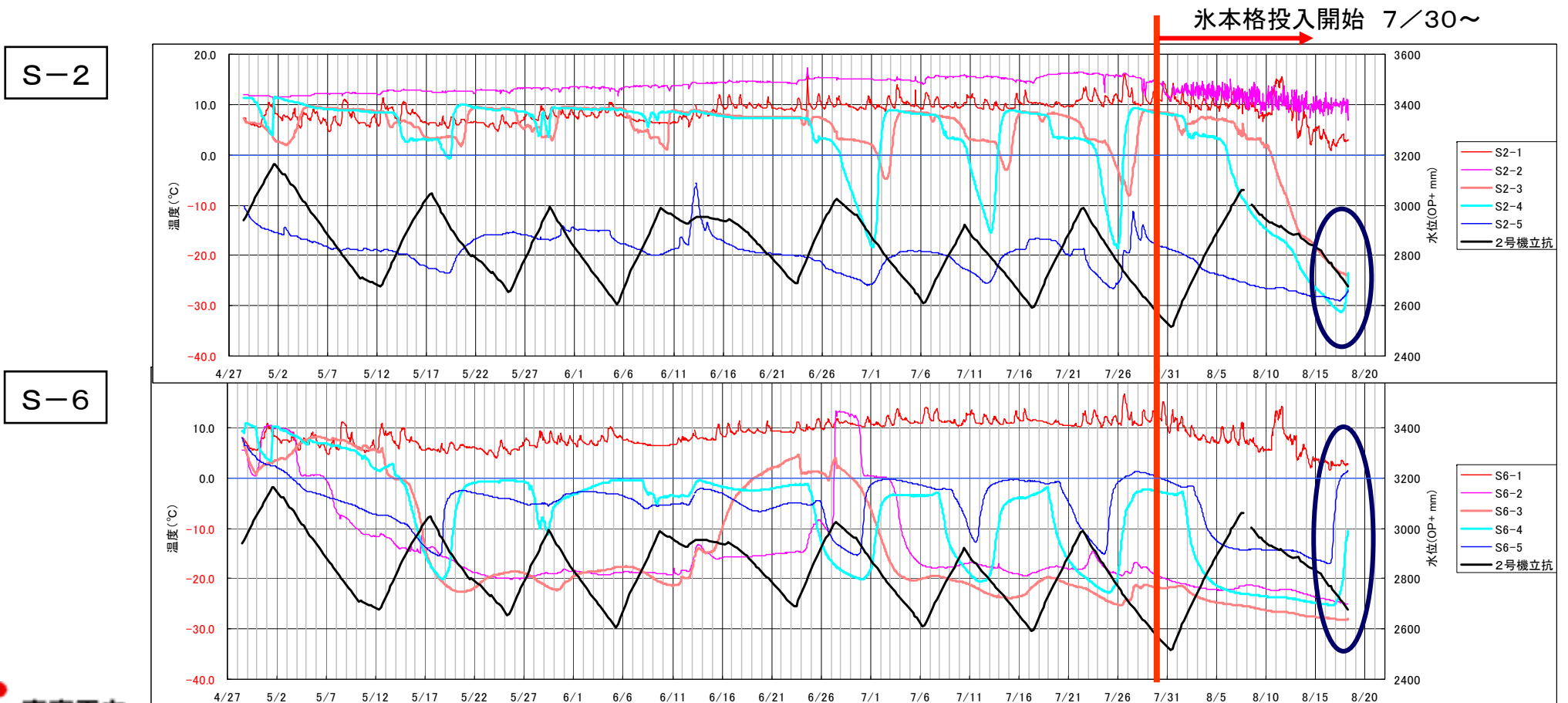
温度測定結果（上グラフ：S5,S6,PH(ノット内) 下グラフ：K3,T2,S2)

【A-A断面】



4. 4 2号機立坑A 凍結止水STEP I <凍結促進> 温度データ②

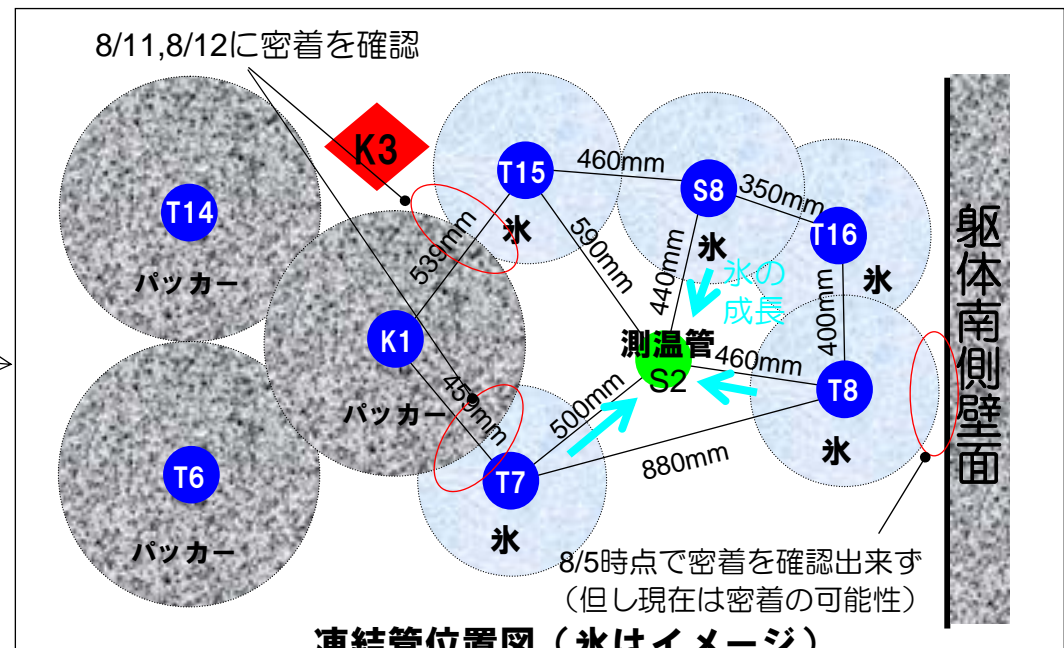
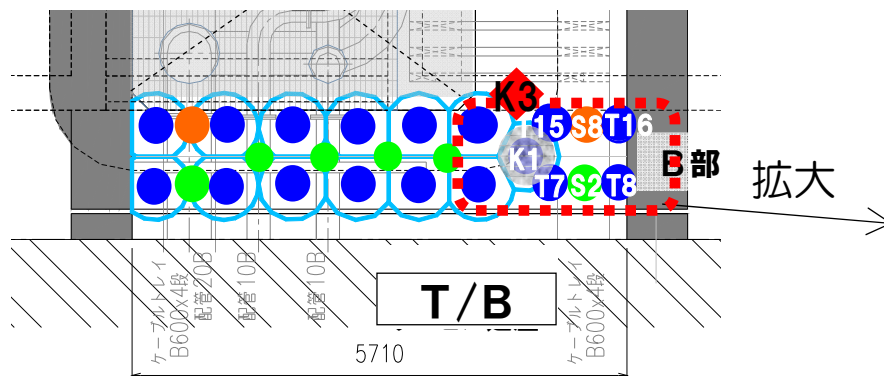
- ・従前から水位変化に連動して、温度が周期的に変化。ケーブルトレイが設置されているOP+2.7m~+2.8mよりも水位が低下すると、底部付近（OP+0.5m、OP-0.5m）の温度データが上昇する傾向。
- ・これは、水位がOP+2.7m~2.8mよりも上にある間は、ケーブルトレイ付近が主な流路となっているものの、水位が低下すると、当該部の流量が減少する代わりに、底部付近の流量が増加したためと考える。
- ・なお、表層及び中層（OP+1.6m、OP+2.6m）のデータは温度の上昇は発生していない。



4. 5 2号機立坑A 凍結止水STEP I <凍結促進> カメラ観測結果

- 底部付近が凍結していることを確認。
- 氷投入前と比較して、全体的に凍結部が成長していることを確認。
- 8/11にT-7孔よりカメラを挿入しK1パッカーとT7凍結管が氷で密着していることを確認(P15参照)。
8/12にK3孔からカメラを挿入しK1パッカーとT15凍結管が氷で密着していることを確認(P16参照)。
- 一方、T8凍結管と躯体南側壁面の密着は8/5の観測では確認できず(P17参照)。
ただし、8/5の温度データは、8/5 12:00時点で測温管S2-2:11.4℃、測温管S2-3:6.5℃、測温管S2-4:-3.6℃であったのに対し、8/16 7:00現在は、測温管S2-2:10.1℃、測温管S2-3:-21.4℃、測温管S2-4:-29.1℃と大きく温度が低下しているため、凍結している可能性。
再度カメラ観測を試みたものの、T8孔が凍結して塞がれておりカメラが入らない状況。
- また、観測された浮遊物の動きから、氷投入前と比較して、大きな流速が生じている可能性。

【平面図】

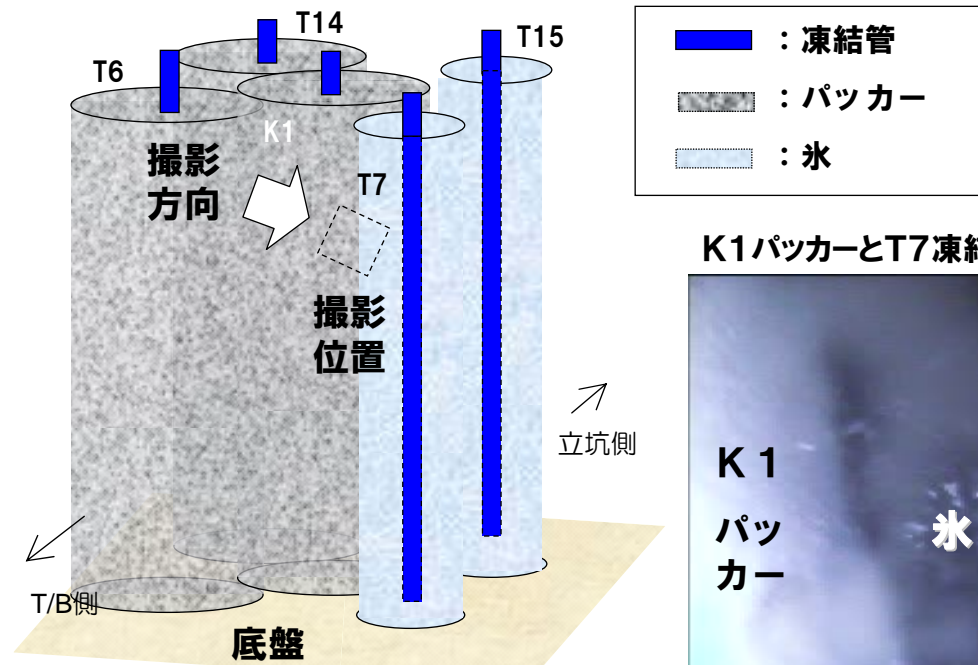
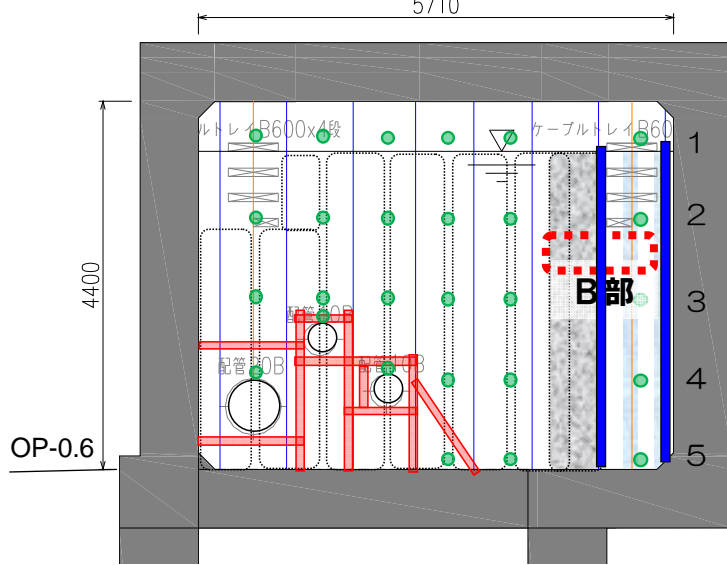


【参考】 2号機立坑A・カメラ観測（T-7孔）の実施状況

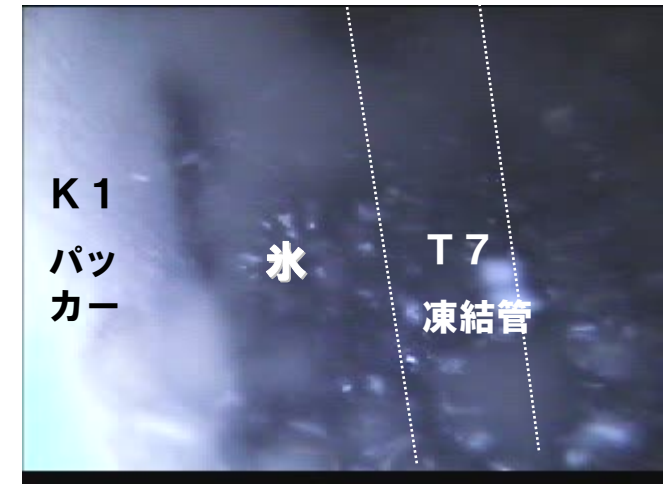
○カメラ観測

8月11日：T-7

【立面図（建屋側から臨む）】

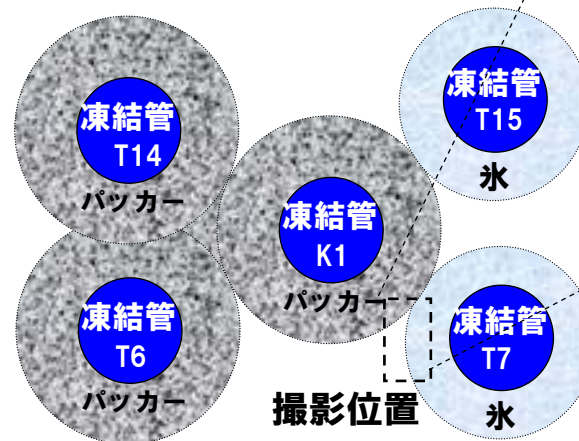
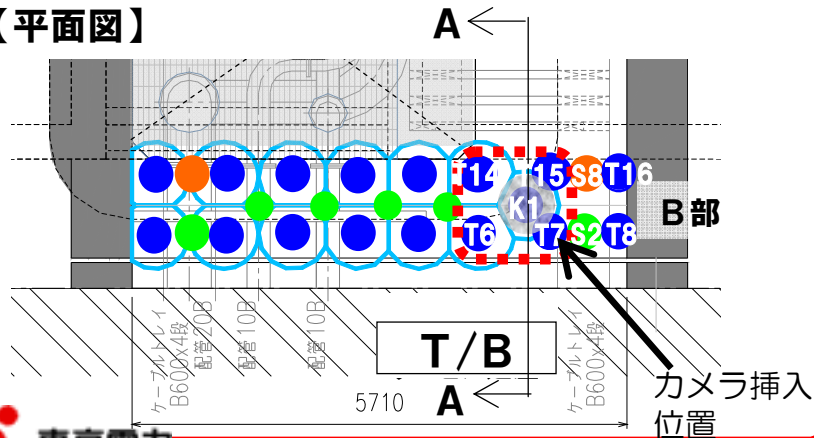


K1パッカーとT7凍結管周りの氷は密着



A-A付近鳥瞰図

【平面図】



撮影方向
(T7孔からカメラを挿入し、T7凍結管沿いに上方から撮影)

B部詳細平面図

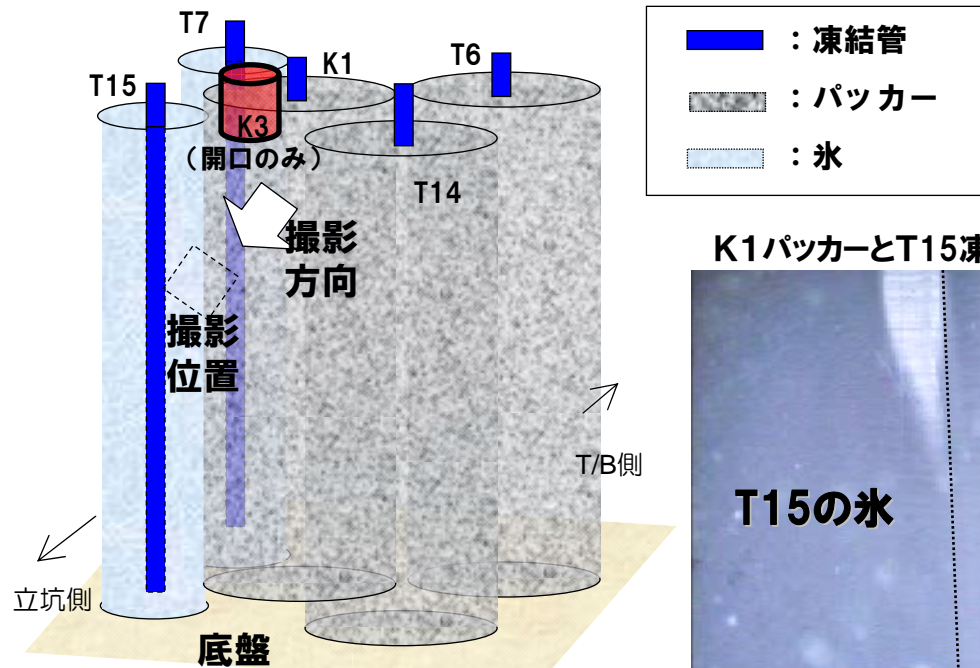
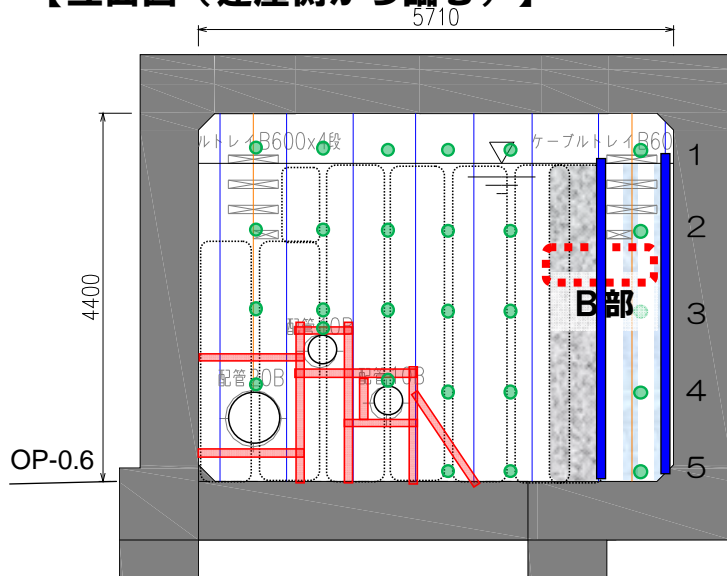
O.P.+2.0m付近

【参考】 2号機立坑A・カメラ観測（K-3孔）の実施状況

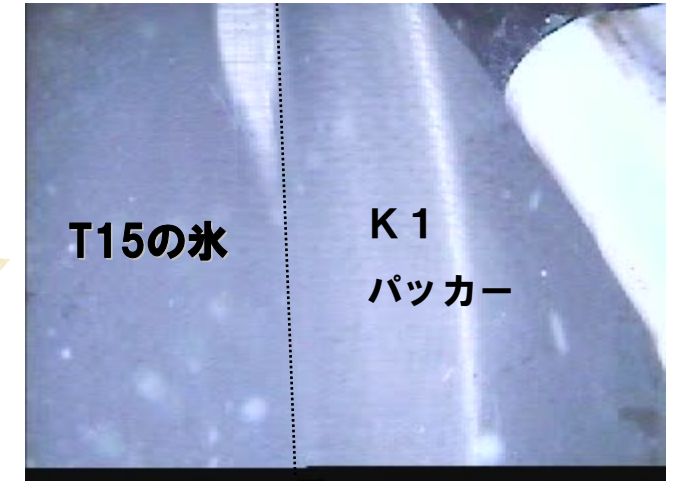
○カメラ観測

8月12日：K-3

【立面図（建屋側から臨む）】

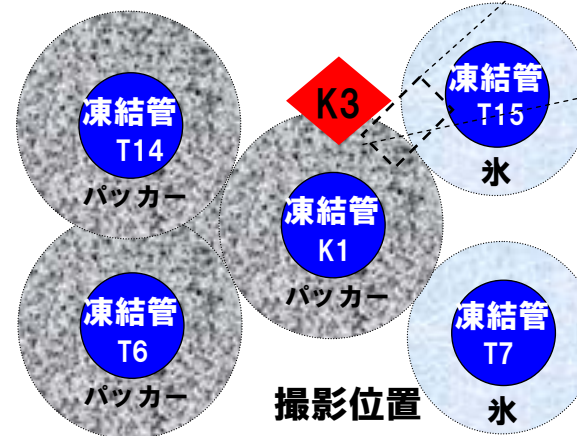
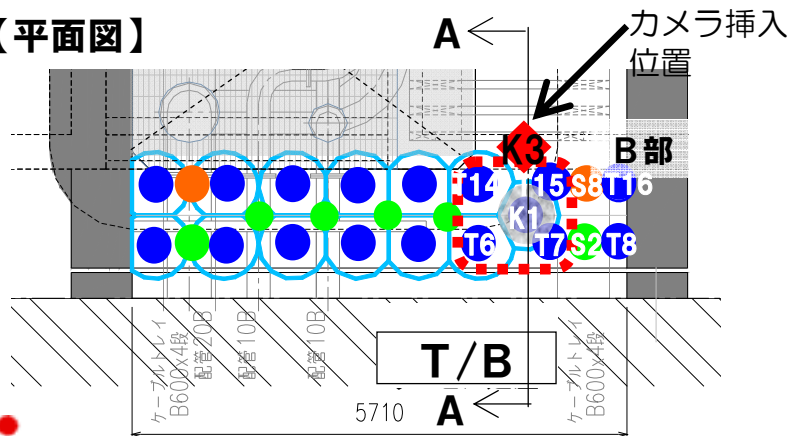


K1パッカーとT15凍結管周りの氷は密着



A-A付近鳥瞰図

【平面図】



撮影方向
(K3孔からカメラを挿入し、T15凍結管沿いに上方から撮影)

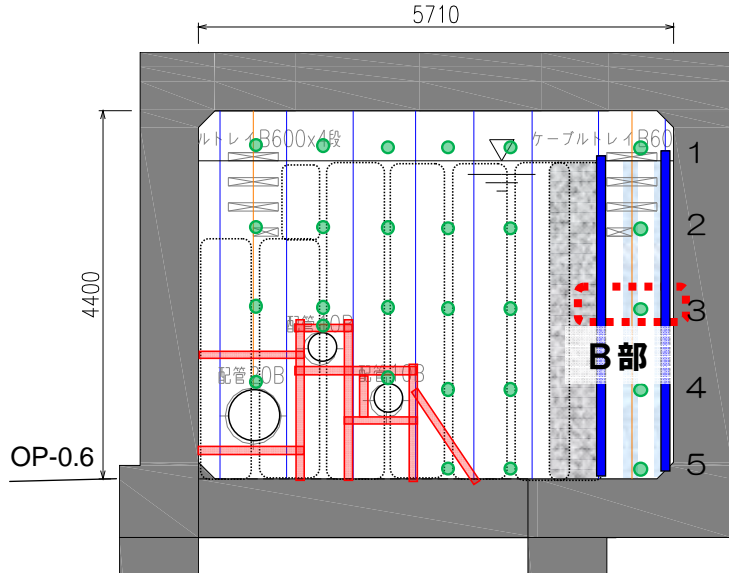
B部詳細平面図

O.P.+2.0m付近

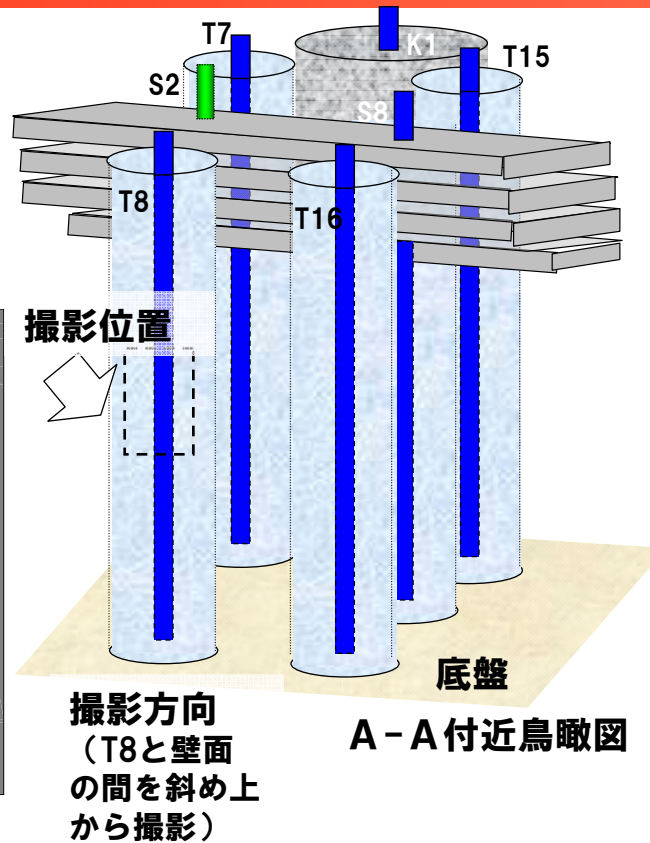
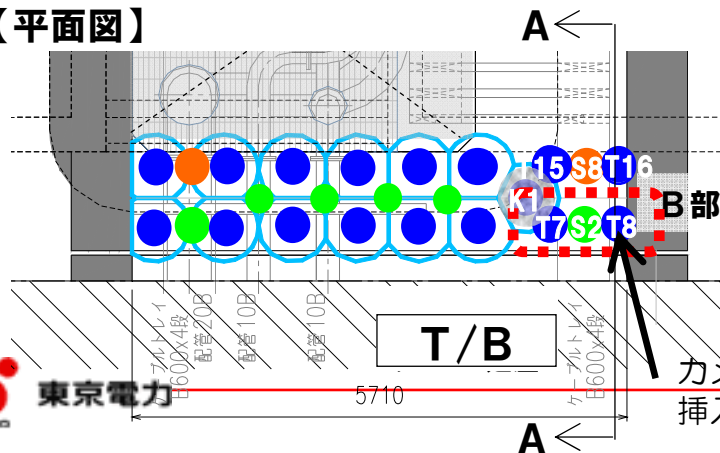
【参考】 2号機立坑A・カメラ観測（T-8孔）の実施状況

○カメラ観測
8月5日：T-8

【立面図（建屋側から臨む）】

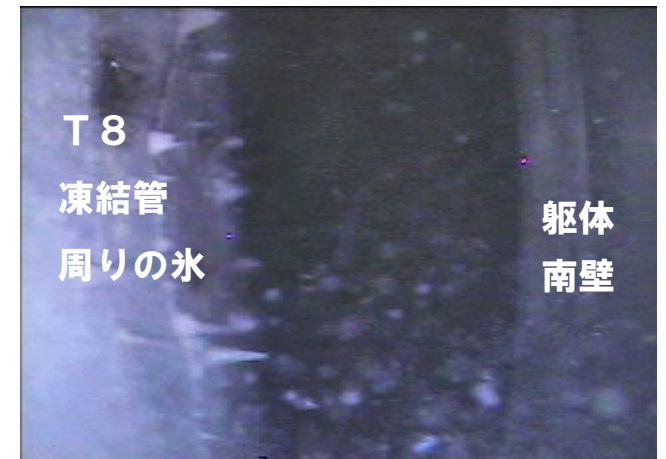


【平面図】



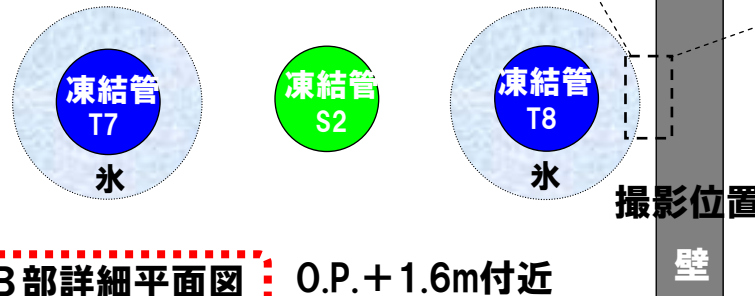
- : 凍結管、測温管
- : パッカー
- : ケーブルトレイ
- : 氷
- : ケーブルトレイ

T8凍結管周りの氷は、南壁に到達していない



撮影方向
(T8と壁面
の間を斜め上
から撮影)

A-A付近鳥瞰図



撮影方向
(T8孔にカメラを挿
入し、T8凍結管沿
いに上方から躯体
南壁を撮影)

B部詳細平面図 O.P.+1.6m付近

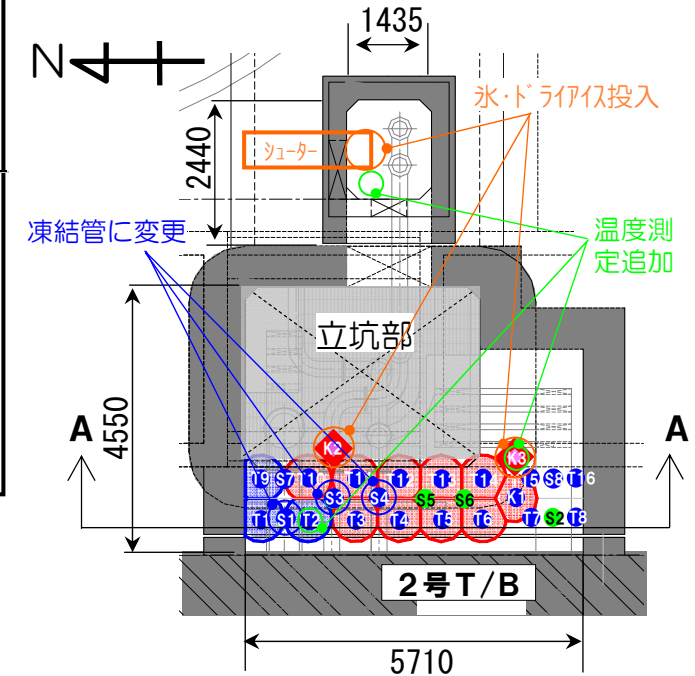


東京電力

4. 6 2号機立坑A 凍結止水STEP I <凍結促進> 流向・流速測定結果

- K3孔において、流向・流速の測定を実施し、OP+0.9mの高さにおいて、最大流速0.27cm/分を観測。
- これは、対策工実施前の7/2に観測した値（最大0.08cm/分）と比較して3.4倍の値。これは、対策工の実施により凍結が進展し、通水断面積が小さくなっていることから、流速が上昇していると考えられる。
- 流向については、どちらもタービン建屋水位低下時であり、西側に流れるはずであるが、8/13の測定結果では南東となっている。これは、カメラ観測で確認したように、K1パッカーとT15凍結管が閉塞した影響によるものと考えられる。

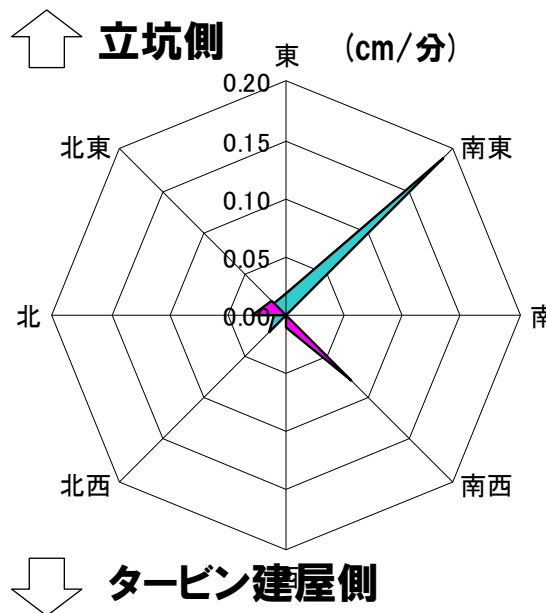
【平面図】



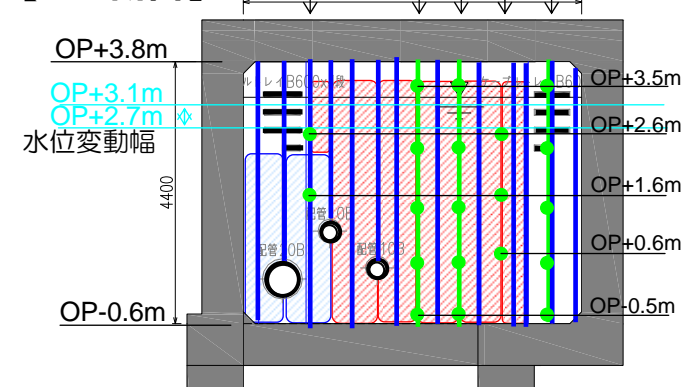
【K3孔の計測結果（8/13）】

測定深度 (OP)	最大流速 (cm/分)	方向
+2.4m	0.03	北東
+0.9m	0.27	南東
-0.1m	0.02	北東

- : 7/2 計測平均値 (建屋水位下降時)
- : 8/13 計測平均値 (建屋水位下降時)

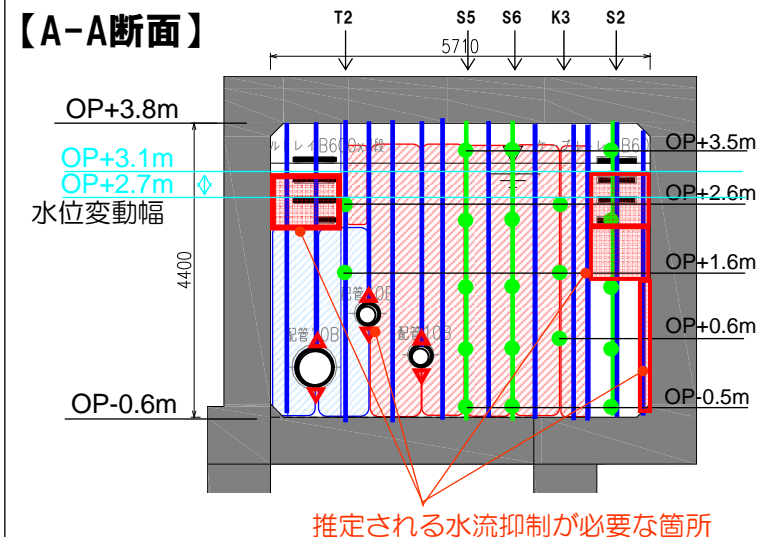


【A-A断面】



4. 7 2号機立坑A 凍結止水STEP I <凍結促進> まとめ

- ▶ 8/15までの温度データからは、主な流路となっているケーブルトレイ部を除きほぼ凍結が進行していることを確認。
- ▶ カメラ観測結果から、氷投入前と比較して氷の成長が確認された。また、測温管S2及びパッカー外のT2孔温度計(OP+1.6m)においても水温が氷点下以下となり、凍結が進行していると考えられる。
- ▶ その結果、凍結止水STEP I <凍結促進>の実施により、92%まで凍結が進展(面積比)した。
- ▶ しかしながら、水位の低下に伴い、8/16以降、測温管S6-5等において温度が上昇に転じた。これは、追加対策工を行う前の水位変動に伴う温度変化と同様の傾向となっている。
- ▶ 原因は、水位低下により主な流路となっていたケーブルトレイの流量が減少する代わりに、底部付近の流量が増加したためと考えられる。



- ・ ケーブルトレイ部及び底部付近を対象とした水流の抑制を図る必要がある。
- ・ しかしながら、新たに測定した流向・流速データにも見られるように、凍結止水STEP I <凍結促進>の対策の実施により凍結が進んだ結果、通水断面積が小さくなり流速が増している状況にある。
- ・ さらなる凍結を促進させるためには、水流の抑制を行う必要があり、既に建屋水位の変動の抑制は実施済みであるが、新たな水位変動抑制方策を検討するとともに、物理的な流速の抑制方策である凍結止水STEP II <間詰め充填>の実施に向けた準備を開始する。
- ・ なお、当面は氷の投入は継続する。

5. 2号機立坑A 凍結止水STEP II <間詰め充填>

- 現時点で想定される水流の抑制が必要な箇所（未確認含む）は大きく4箇所に分類され、各箇所の大きさ、位置等から、間詰め充填材料の要求性能を整理。
- また、材料の投入可能な孔は限定されており、2号機立坑Aにおいては、1インチのホースで地下10mまで投入可能な材料を選定する必要がある。

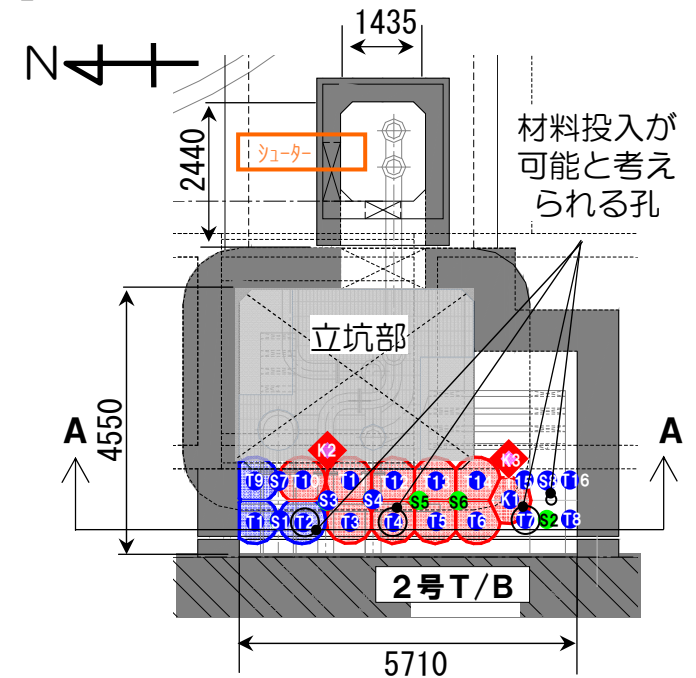
表 水流の抑制が必要な箇所毎の、間詰め充填材料の要求性能一覧

水流の抑制が必要な箇所	要求性能
A：ケーブルトレイ部	<ul style="list-style-type: none"> ・4段のトレイ間の隙間を充填できるような流動性のある材料であること。 ・型枠がなくても（開口部でも）自立できるような可塑性の材料であること。
B：ケーブルトレイ下の未凍結部	<ul style="list-style-type: none"> ・型枠がなくても（開口部でも）自立できるような可塑性の材料であること。
C：パッカーと配管および底盤付近（凍結未確認）	<ul style="list-style-type: none"> ・配管とパッカーの（小さな）隙間を充填できる流動性の高い材料であること。
D：凍結管と側壁との間（凍結未確認）	<ul style="list-style-type: none"> ・15cm程度の幅に高く積み上げて充填できるような可塑性の材料であること。

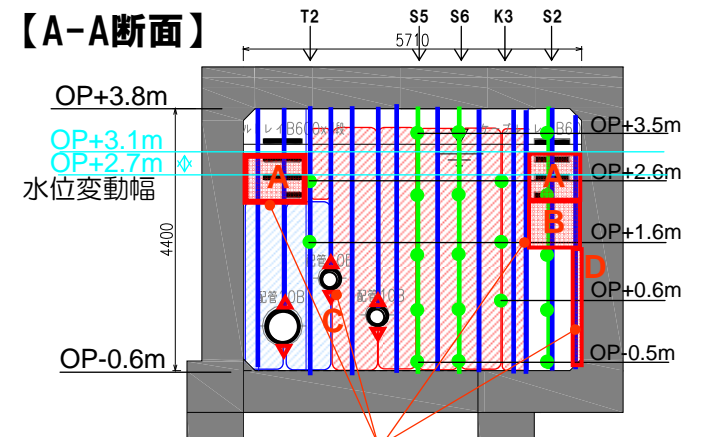
表 各孔の材料投入可否一覧

T2孔、T7孔	ホースを底盤付近まで降ろし、底から材料投入が可能。
T4孔	ホースをパッカー頂部付近まで降ろし、落下させることは可能（パッカーが邪魔をするため底盤までホースはおろせない）。
新規の孔	S2孔及びS8孔の間は約5cm程度であれば新たな孔の削孔が可能。
その他の孔	結露等により閉塞しており材料投入は不可能。（お湯など入れるなど試みているが貫通させられない）

【平面図】



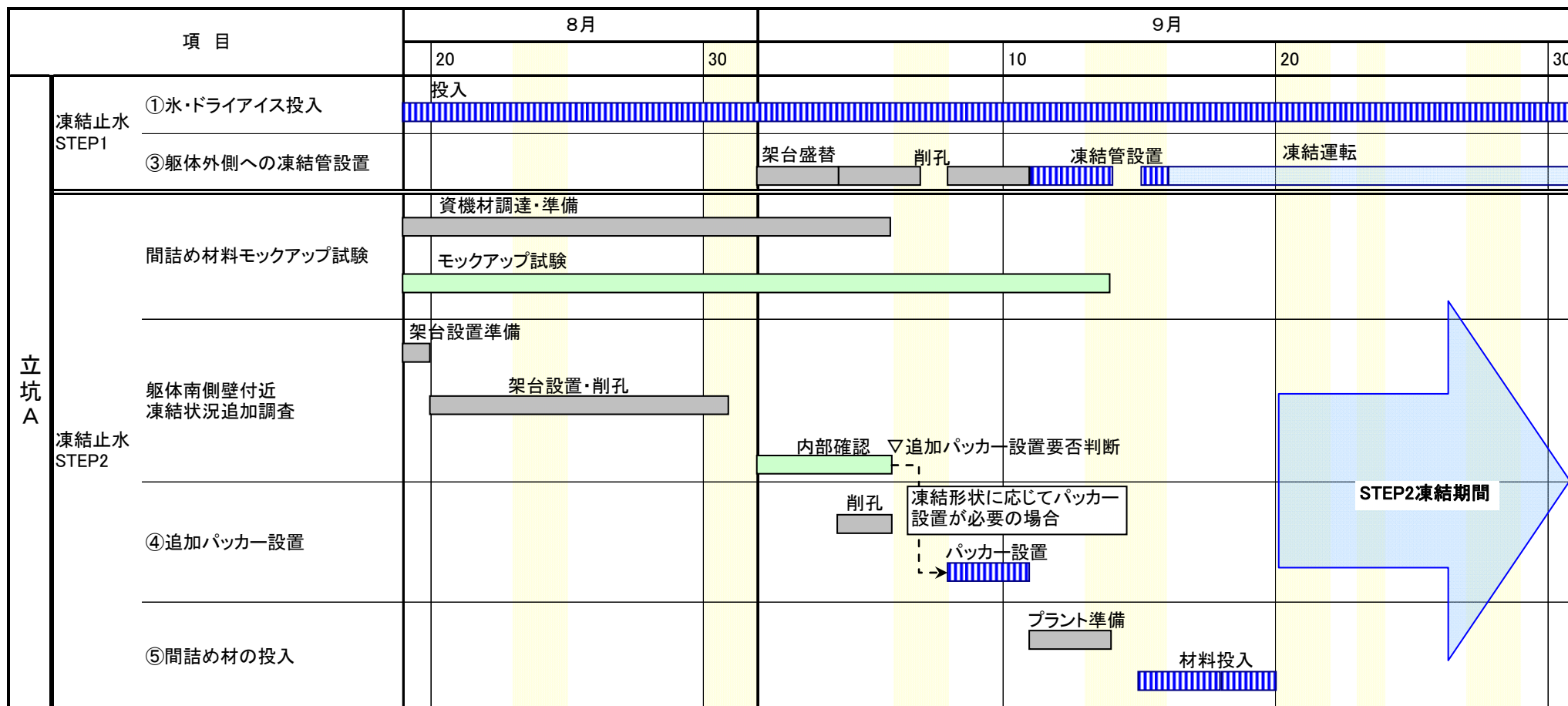
【A-A断面】



推定される水流抑制が必要な箇所

5. 1 2号機立坑A 凍結止水STEPⅡ <間詰め充填> 対策工程

- ・凍結止水STEPⅡにおけるリスク・課題の解消に向け、モックアップ試験を実施中
- ・試験結果を踏まえ、9月中旬に間詰め材投入開始、9月末凍結止水完了を目標に随時作業を進める



5. 2 2号機立坑A 凍結止水STEP II <間詰め充填> 充填材料の検討

水流抑制が必要な箇所毎の要求性能を満たし、かつ1インチのホースで地下10mの位置まで投入する、という施工条件を満足する候補材料について検討
不確定要素・懸案事項についてモックアップ試験により確認していく

箇所	砂・砂鉄	高分子吸収材	グラウト(流動性小)	グラウト(流動性大)	固化剤	水ガラス系(薬液系)
A ケーブル上	<ul style="list-style-type: none"> ・トレイ間の隙間をしっかりと充填することが難しい 	<ul style="list-style-type: none"> ・水を吸収、接着する前に充填したい箇所に誘導する必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・型枠がなくてもトレイ周りに充填可能 ・水和熱が生じる 	<ul style="list-style-type: none"> ・流動性が高く、開口部から充填材が流出する可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・開口部から流出し充填できない可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・隙間を充填する工法であり開口部から流出し充填できない可能性
B ケーブル下	<ul style="list-style-type: none"> ・安息角にて積み上がるが、上下流方向の敷幅がなく、高く積み上げることが難しい 	<ul style="list-style-type: none"> ・開口部から流出の可能性はあるが、伸縮性・透水性素材の袋などを使用することで解決可能か確認が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・型枠がなくても可塑性により自立可能 ・水和熱が生じる 	<ul style="list-style-type: none"> ・流動性が高く、開口部から充填材が流出する可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・開口部から流出し充填できない可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・隙間を充填する工法であり開口部から流出し充填できない可能性
C 配管上下部	<ul style="list-style-type: none"> ・配管上部は充填可能 ・配管下部に充填できない可能性(流動性がないため空隙が残る) 	<ul style="list-style-type: none"> ・充填したい箇所から離れた場所から投入しても、閉塞が可能か確認が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・配管下部に充填できない可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・流動性が高く、配管下部に自己充填することができる ・水和熱が生じる 	<ul style="list-style-type: none"> ・配管下部まで固化できるか、充填したい箇所から離れた場所から投入でも閉塞が可能か確認が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・硬化する前に充填したい箇所に充填材を誘導する事が必要
D 凍結管と側壁の間	<ul style="list-style-type: none"> ・高く積み上げることが難しい ・流動性がないため空隙が残る可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・充填したい箇所から離れた場所から投入しても、閉塞が可能か確認が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・小さな隙間に充填できない可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・流動性が高く、配管下部に自己充填することができる ・水和熱が生じる 	<ul style="list-style-type: none"> ・配管下部まで固化できるか、充填した箇所から離れた場所から投入でも閉塞が可能か確認が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・隙間を充填する工法であり開口部から流出し充填できない可能性

【参考】各材料の特徴など

材料	砂	砂鉄	高分子吸収材	グラウト(流動性小)	グラウト(流動性大)	固化材	水ガラス系(薬液系)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 凍結工法では一般的に砂地盤でも適用され実績がある 発熱しない 止水性はないが流速を低減可能 	<ul style="list-style-type: none"> 熱伝導が良く凍結を促進することができる 発熱しない 比重が重い 止水性はないが流速を低減可能 	<ul style="list-style-type: none"> ポリアクリル酸ナトリウム(し尿固化剤)で100倍の吸水量 水中硬化型接着剤と吸水性樹脂の組み合わせにより止水性を確保 	<ul style="list-style-type: none"> 水中不分離 配合により可塑性を調整可能(流動性の調整可) 自立性があり、打設の際、壁不要 	<ul style="list-style-type: none"> 水中不分離 流動性が高く自己充填性がある 	<ul style="list-style-type: none"> 固化には攪拌が必要 粉体と液体を混合し固化させる水量と同程度の材料が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 隙間を充填する材料であり開口部が大きいと流出し充填が困難 硬化時間の調整が可能
施工性・実績	<ul style="list-style-type: none"> 配管下部の充填は工夫が必要 投入孔径が限られるため、大量投入が不可 充填したい箇所への誘導が課題 	<ul style="list-style-type: none"> 配管下部の充填は工夫が必要 投入孔径が限られるため、大量投入が不可 充填したい箇所への誘導が課題(重いため水流に乗って移動しにくい) 	<ul style="list-style-type: none"> 接着剤と吸水性樹脂の混合方法、具体的な投入量、方法は今後検討 充填したい箇所への誘導が課題 	<ul style="list-style-type: none"> 一般的な工法 投入配管内で詰まる可能性 モックアップ試験によって性能確認済み 	<ul style="list-style-type: none"> 一般的な工法 流動性が高い モックアップ試験によって性能確認済み 	<ul style="list-style-type: none"> 粉体が投入配管内で詰まる可能性 適用性の確認試験が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 一般的な工法 充填材の流出を止める壁となるものが必要 低温条件下での適用性を確認
工程(調達期間含む)	<ul style="list-style-type: none"> 充填性の確認が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 充填性の確認が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 充填性の確認が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 慎重を期し、再度、部分的により正確に再現したモックアップ試験を行う 	<ul style="list-style-type: none"> 材料の流出を止める補助工法(補助壁の設置等)が必要となる 	<ul style="list-style-type: none"> 試験による性能確認試験が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 材料の流出を止める補助工法(補助壁の設置等)が必要となる
課題	<ul style="list-style-type: none"> 水流に対する抵抗性(閉塞できない可能性) 流動性がなく充填性の確認が必要 投入孔径が限られる(立坑Aは1インチ程度)ため、大量投入が不可 	<ul style="list-style-type: none"> 調達先の確保 流動性がなく充填性の確認が必要 投入孔径が限られる(立坑Aは1インチ程度)ため、大量投入が不可 	<ul style="list-style-type: none"> 塩素濃度が高いと吸収能力が低下 充填したい箇所への誘導が課題 充填性の確認が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 小さな隙間には詰まらない可能性 水和熱の発生 	<ul style="list-style-type: none"> 大きな隙間では流出し続ける可能性がある 水和熱の発生 	<ul style="list-style-type: none"> 固化材料が流出する可能性 攪拌が必要 研究段階(実績がない) 発熱するものの、抑制可能 	<ul style="list-style-type: none"> 発熱性の確認 開口部に充填はできない 凍結融解後は機能を失い壊れる(耐久性の問題)

5. 3 2号機立坑A 凍結止水STEPⅡ<間詰め充填>モックアップ試験計画（案）

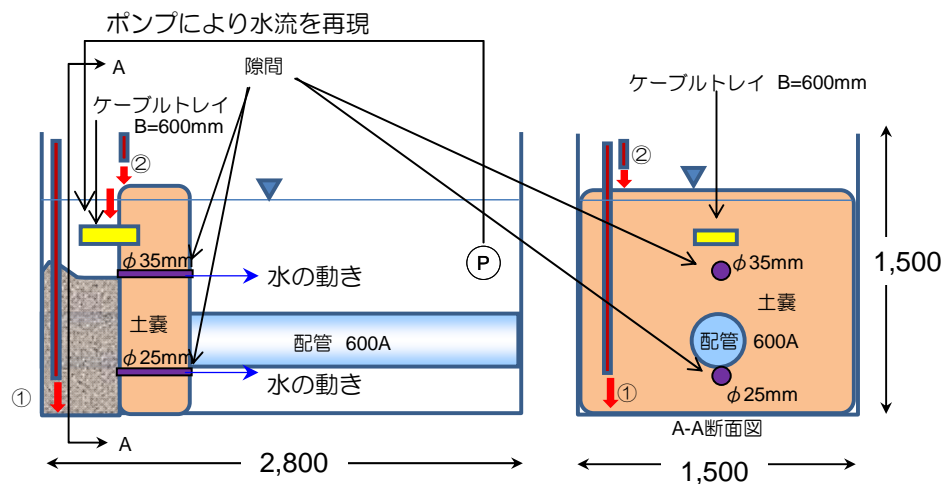
- ▶ 間詰め充填の計画を策定するにあたり、各材料の課題の洗い出しを実施
- ▶ 不確定要素・懸案事項については、モックアップ試験等により本施工の前に課題の解決を図り、慎重に計画を立案する

■ グラウトの例

- ・ 隙間への充填性そのものおよび0℃付近での性状については、既往の試験において確認済
- ・ 残る懸案事項としては下記が挙げられる
 - ✓ 水和熱により、凍結した氷の壁が融解する可能性
 - ✓ 低温下（凍結管と接した場合）において、固化しない可能性
 - 凍結管により造成した氷の上にグラウトを積み重ねることによる融解状況やグラウトの性状について確認
 - ✓ 配管・ケーブルトレイ周りに隙間が残る可能性
 - ✓ 流動性が高すぎて、建屋側に流出し続ける可能性
 - ✓ 通水断面減少に伴う流速増加により、材料が留まらない可能性
 - 水流が生じている中で、配管・ケーブルトレイ周りの充填性や水流の向きによるグラウトの間詰め性状について確認
- ・ 現在懸案事項を確認するため、実際の状況を可能な限り模擬したモックアップ試験について計画中

【参考】 2号機立坑A 凍結止水STEPⅡ <間詰め充填> 既実施試験①

- ・水中不分離性、流動性、自立性を有する間詰め充填材料（グラウト）について、下記材料を用いて配合調整により作製。
- ・主要使用材料：水、セメント、フライアッシュ、特殊増粘剤、可塑化調整剤、消泡剤
- ・作製した間詰め充填材料（グラウト）により、確認試験を実施
（ポンプにより、水流3m/日程度を発生）
- ・土嚢によりパッカーを模擬し、配管、ケーブルトレイ（1段）の設置、およびその周辺の間隙（各寸法は下図参照）を模擬し、材料を投入
- ・投入にあたり、試験装置の底部から打ち上げる場合（左下図①）と、ホースが底まで挿入できずパッカーに当たって水中に落下する場合（左下図②）を再現
- ・結果として、どちらの場合においても材料の分離や隙間を通じた材料の流出もなく、ケーブルトレイや隙間の止水ができることを確認



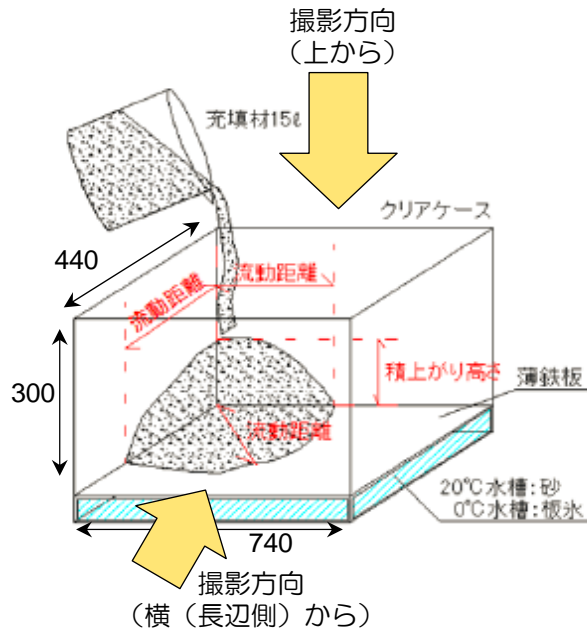
材料投入後、水抜き中状況



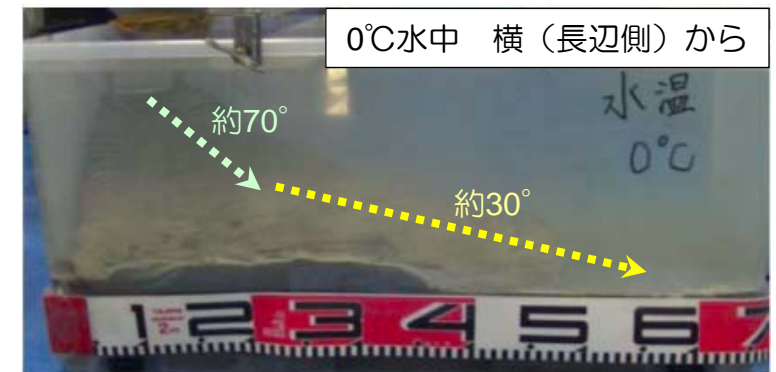
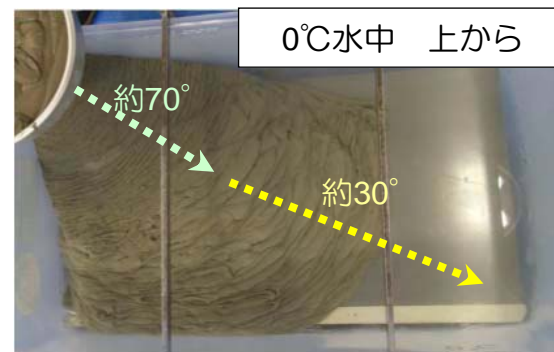
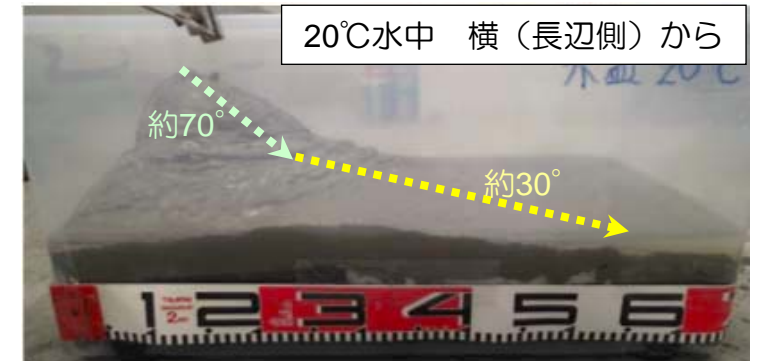
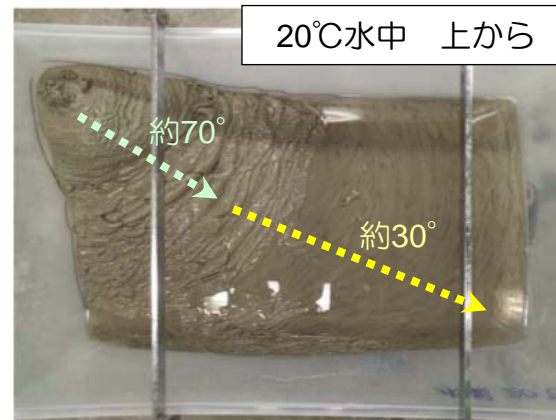
材料投入後土嚢撤去状況

【参考】 2号機立坑A 凍結止水STEPⅡ <間詰め充填> 既実施試験②

- ・パッカー・氷と間詰め充填材料（グラウト）が接した場合を想定し、0℃における間詰め充填材料（グラウト）の固化性状、流動距離等について試験を実施
- ・水を張った水槽内の底部に砂（水温20℃）または氷（水温0℃）を設置し、材料を投入
- ・氷を設置した試験自体は低温室において実施しており、水温を0℃付近に保持
- ・結果として、固化性状および流動距離ともに20℃水中と0℃水中で差異はほとんど見られず、0℃付近においても問題なく固化することを確認

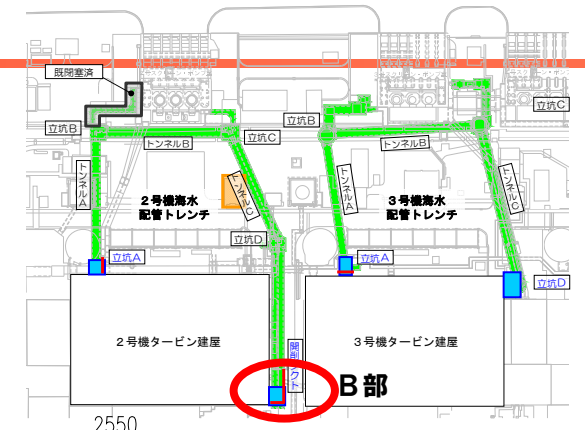


低温下における性状確認試験概要

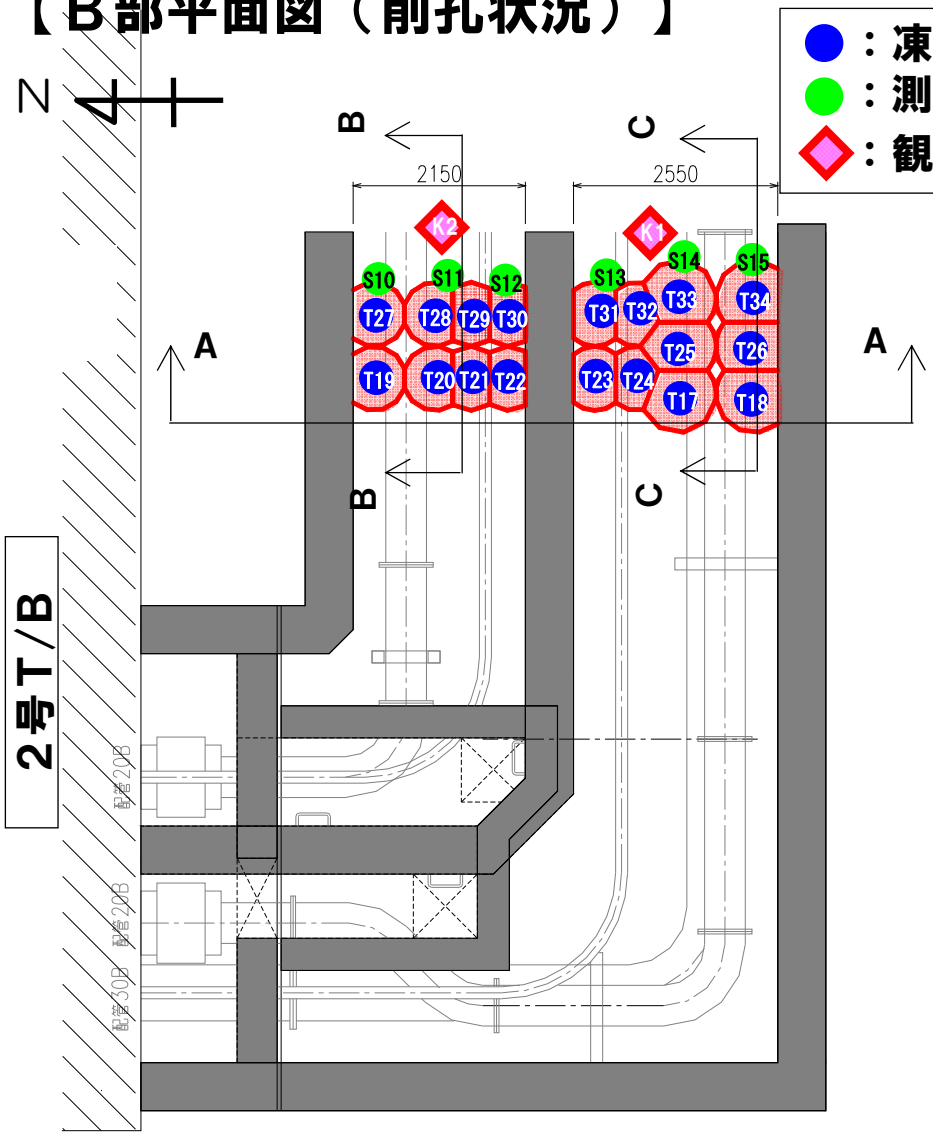


【参考】 2号機開削ダクト 概要

KEYPLAN N

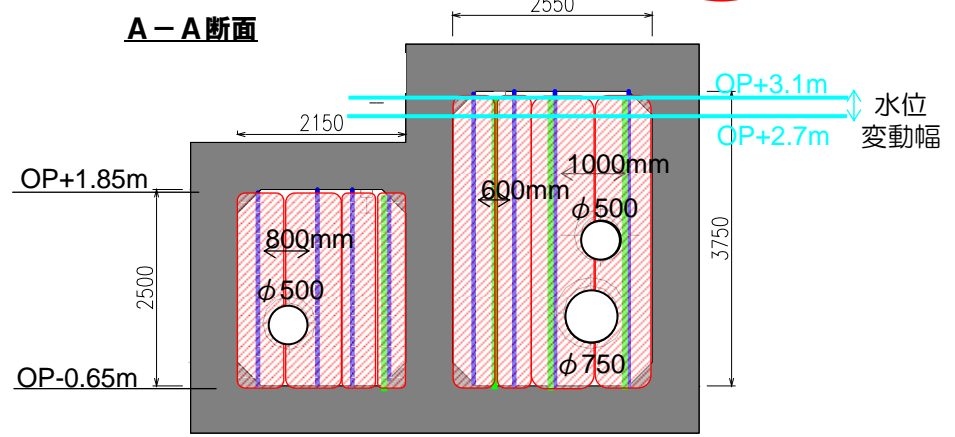


【B部平面図（削孔状況）】

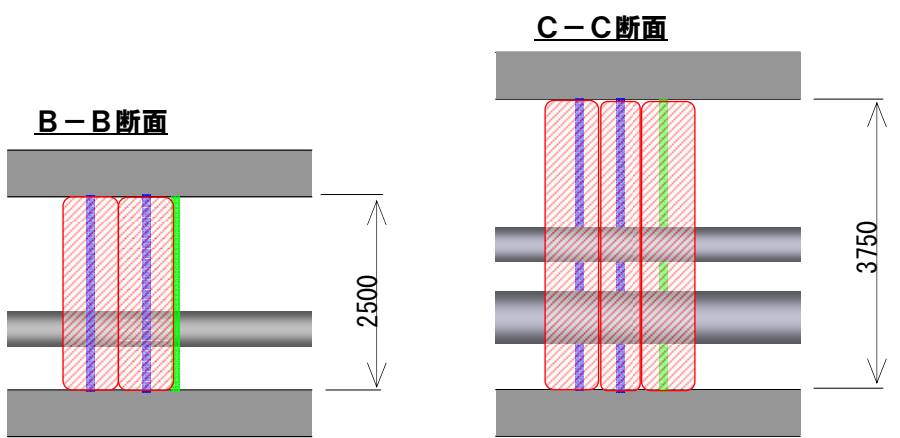


- : 凍結管 18 / 18本
- : 測温管 6 / 6本
- ◆ : 観測孔 2 / 2本

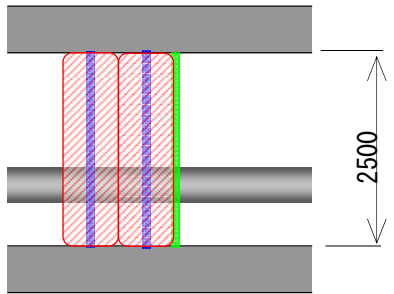
A-A断面



C-C断面

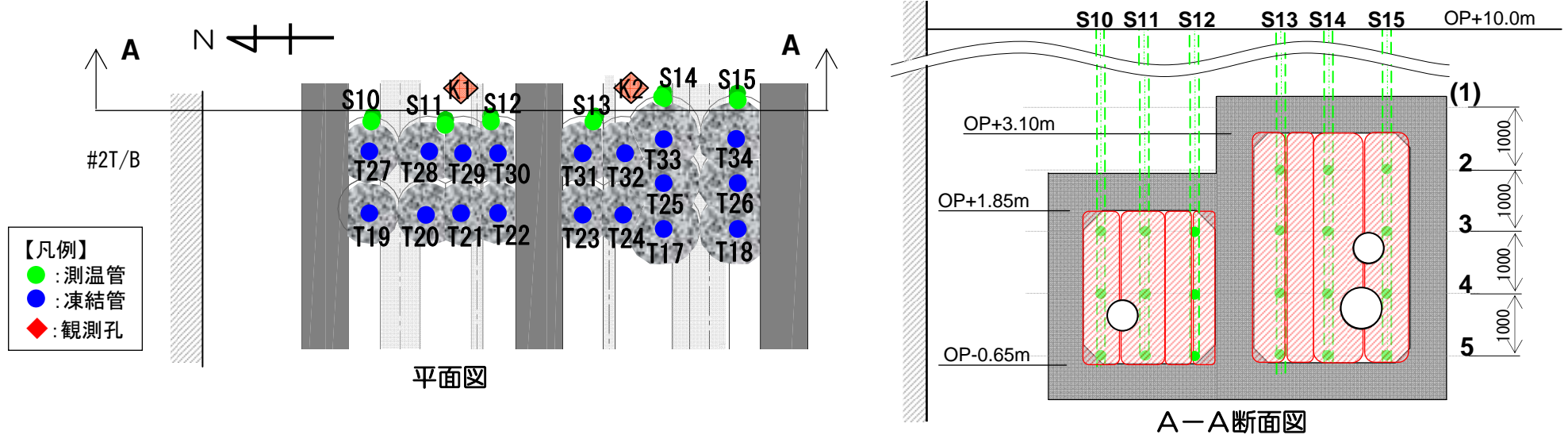


B-B断面

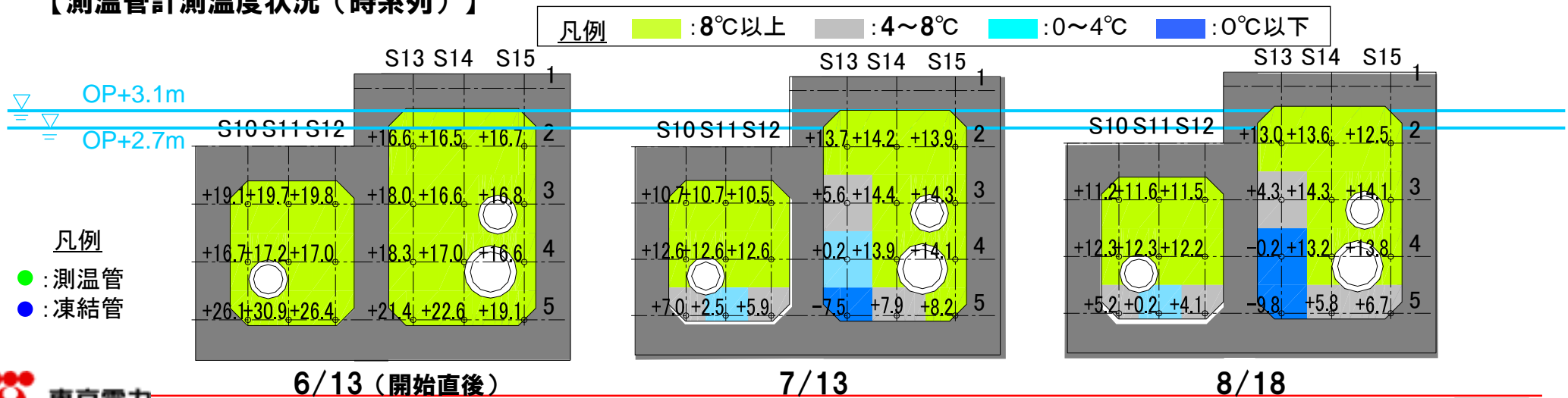


【参考】 2号機開削ダクト 凍結箇所温度状況

- 全断面においてパッカーを設置し、徐々に温度が低下している。
- 凍結開始後約2ヶ月が経過したことから、内部確認および流向・流速の調査について実施。



【測温管計測温度状況（時系列）】

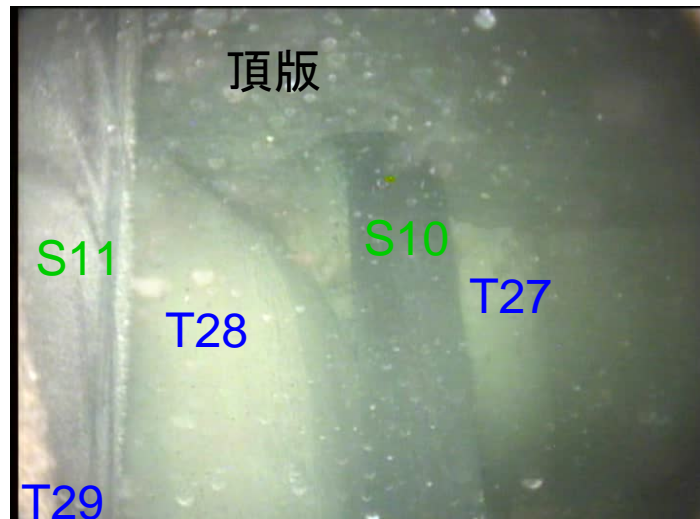
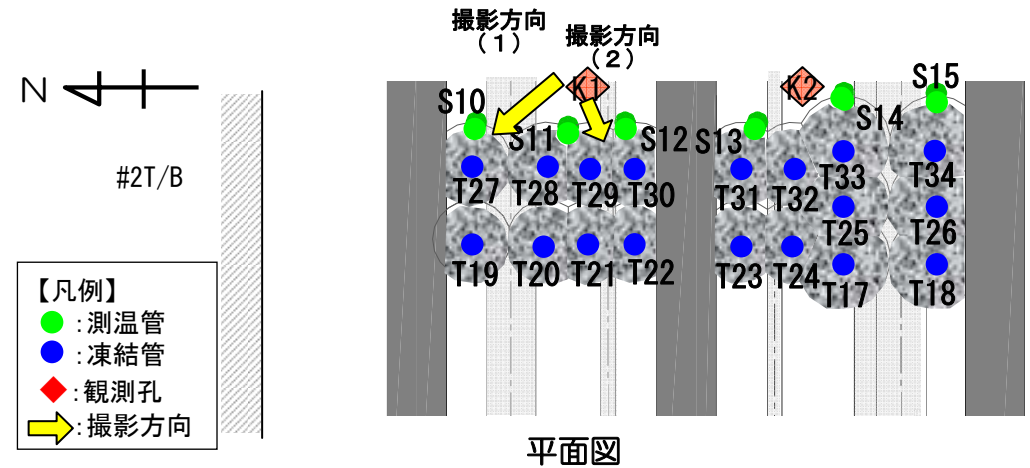


※T31パッカーは斜めに設置されており、S13はT31の下半分に刺さっていることから、パッカー内部の温度を計測していると想定

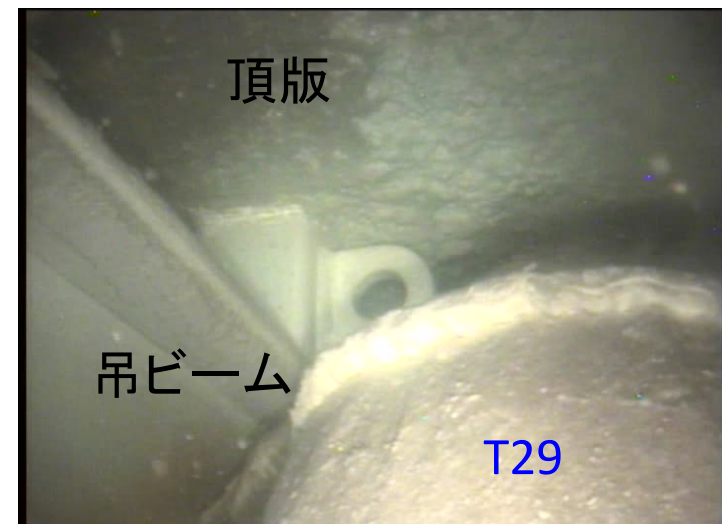
【参考】 2号機開削ダクト カメラ観測の実施状況（1）

○カメラ観測結果

- ・パッカー周りに氷は殆ど確認できない。
- ・支障物（吊りビームなど）周りにも氷は確認できない。水みちになっている可能性あり。



撮影方向（1）

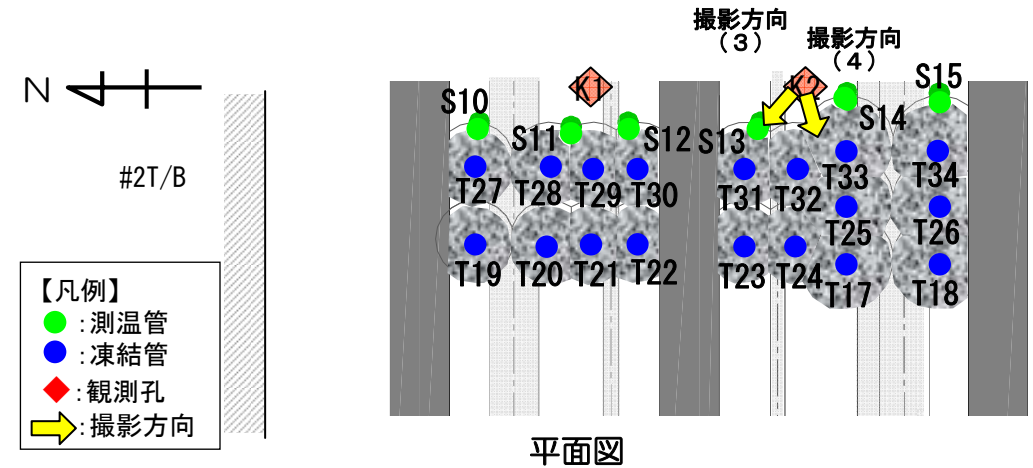


撮影方向（2）

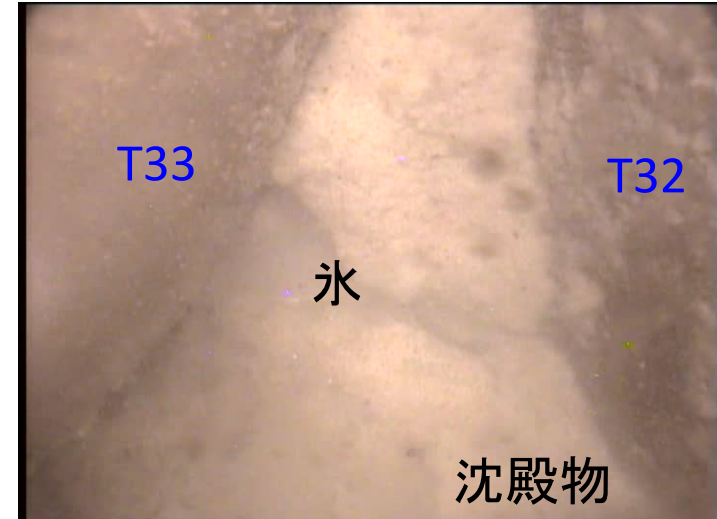
【参考】 2号機開削ダクト カメラ観測の実施状況（2）

○カメラ観測結果

- ・ T31パッカーは斜めに設置されており、S13測温管がパッカーの下半分に刺さっている状態。
- ・ パッカー周りに氷は殆ど確認できない。
- ・ T32パッカーとT33パッカー間の下部に、わずかに氷が確認できる。



撮影方向（3）

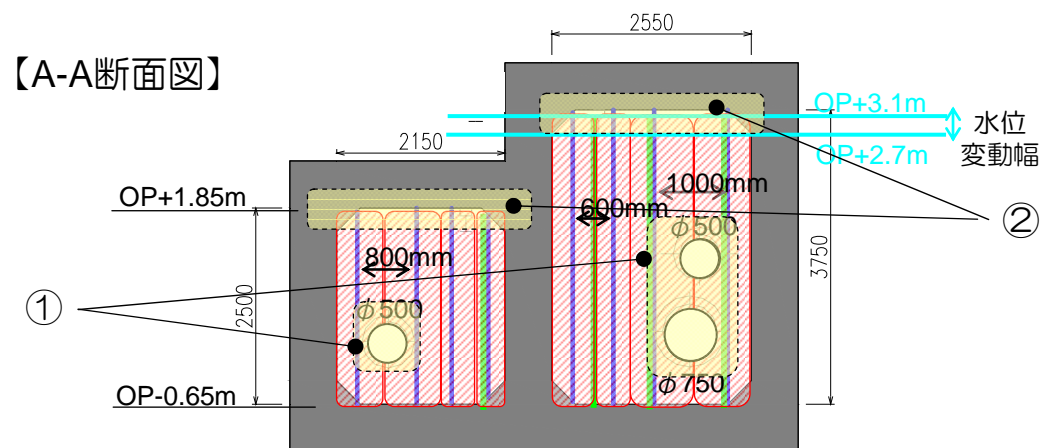
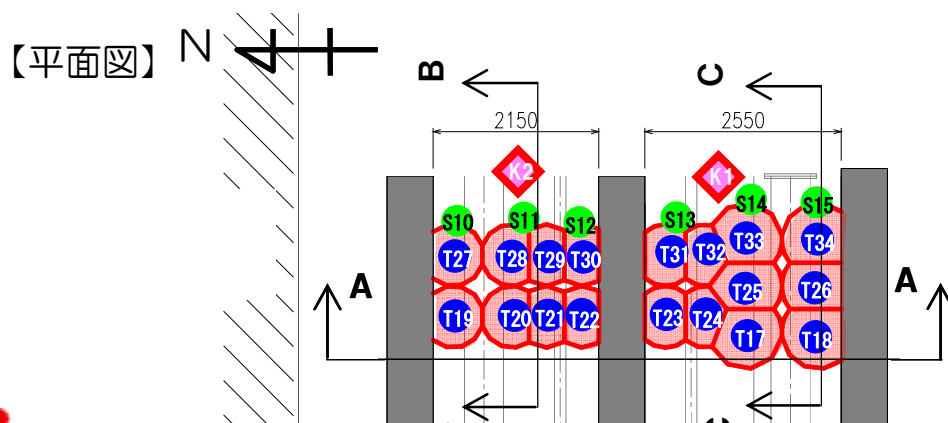


撮影方向（4）

【参考】 2号機開削ダクト 今後の方針

【今後の方針】

- ・ 立坑Aと異なり、ダクト部全面が水没していることから、氷・ドライアイスの投入は困難
- ・ 周辺のヤード状況から、凍結管の追加設置のための削孔等には時間を要する
(地盤改良を含むため1本あたり1週間程度を要する)
 - 取りうる対策としては、立坑Aと同様、間詰め材（砂・砂鉄・グラウト・高分子材料など）による流速の抑制が挙げられる
- ・ 現状隙間が生じていると考えられる場所は①配管周り、②パッカー間、③頂版付近の3パターン
- ・ 現状の観測孔からでは、配管周りのパッカーの密着状況などの確認ができないため、測温管を一時的に引き抜き、カメラ・流向流速計・トレーサー試験等により隙間の位置や状況を把握する
- ・ ①、②については、立坑Aと同様の方法により間詰め材の充填性を確認できると考えているが、③については、別途確認のためのモックアップ試験（方法含め検討中）を行う
 - 内部調査を含め、早急に試験の計画を立案、実施し（9月上旬目処）、随時対策を進める

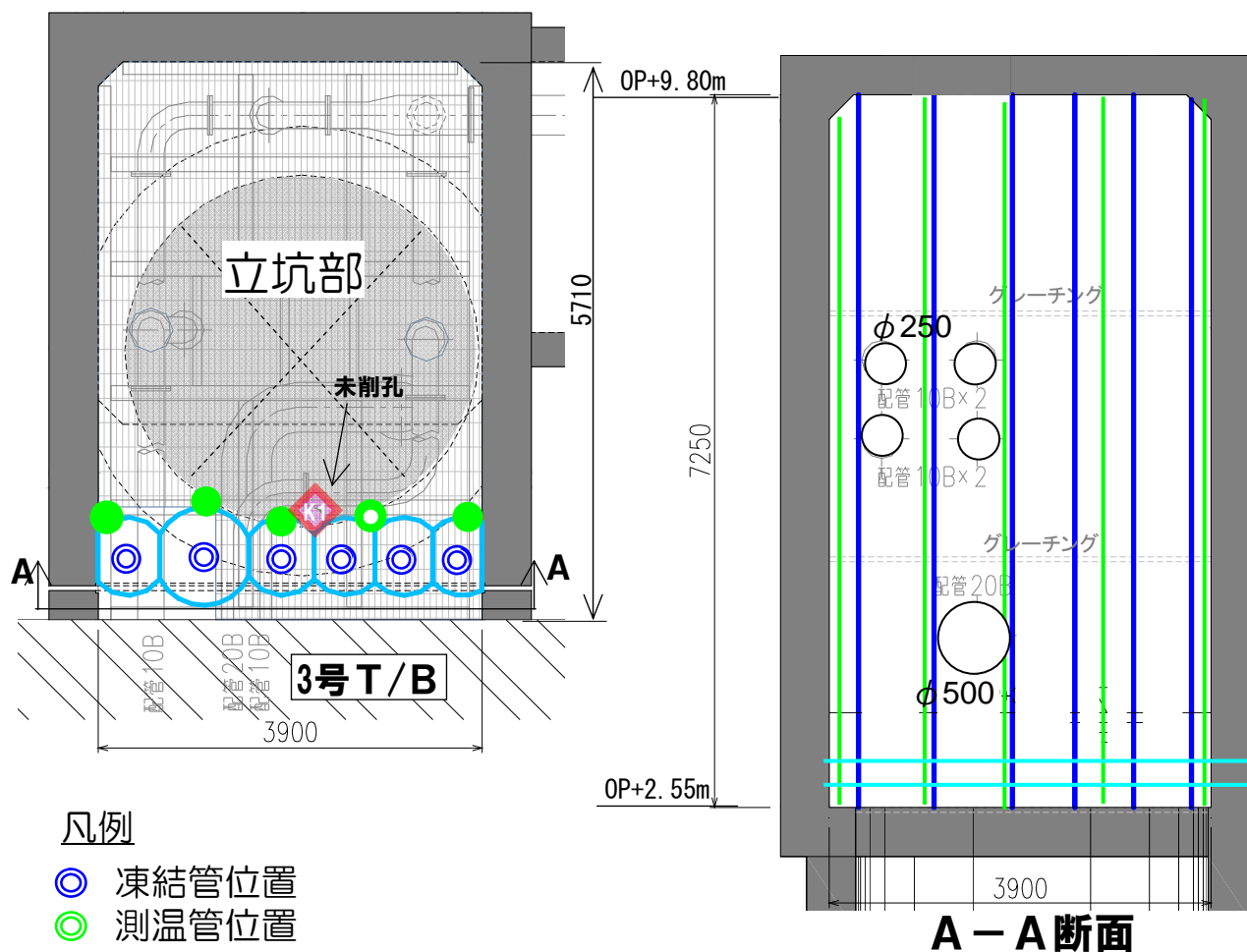


【参考】 3号機施工状況 立坑A

KEYPLAN N

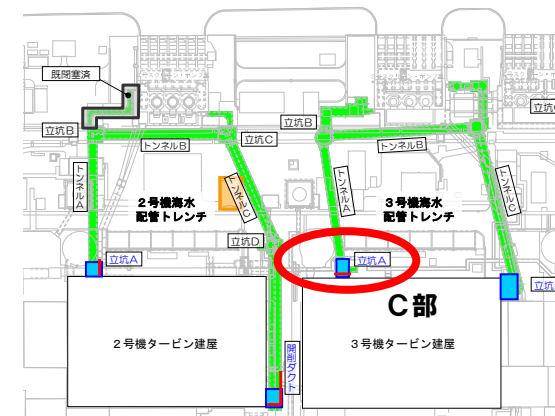
【C部平面図（削孔状況）】 (H26. 7. 21時点)

N



凡例

- 凍結管位置
- 測温管位置



H26. 8. 17現在

削孔
済

- : 保護管(外管)終了 3/6
- : 凍結管挿入用孔(内管)終了 0/6
- : 保護管(外管)終了 5/5
- : 測温管挿入用孔(内管)終了 5/5

(削孔本数・位置等については、追加対策実施に伴い、変更可能性あり)

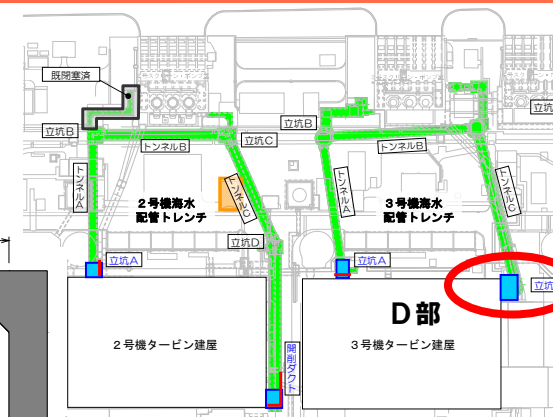
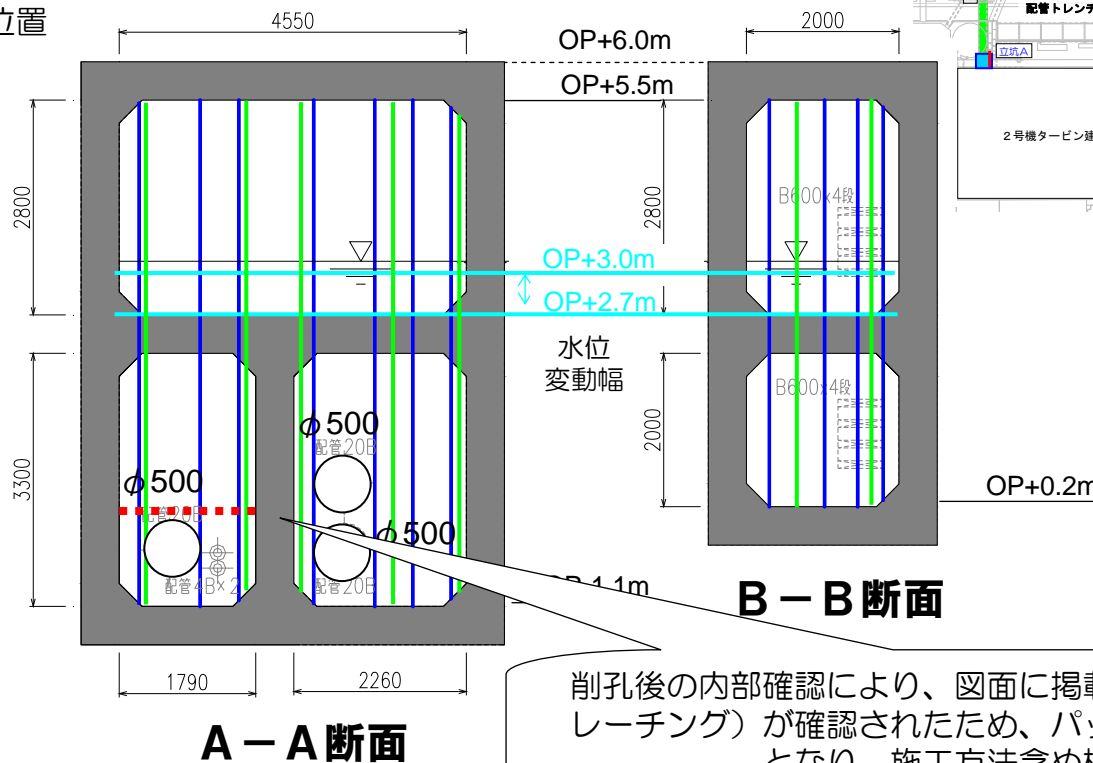
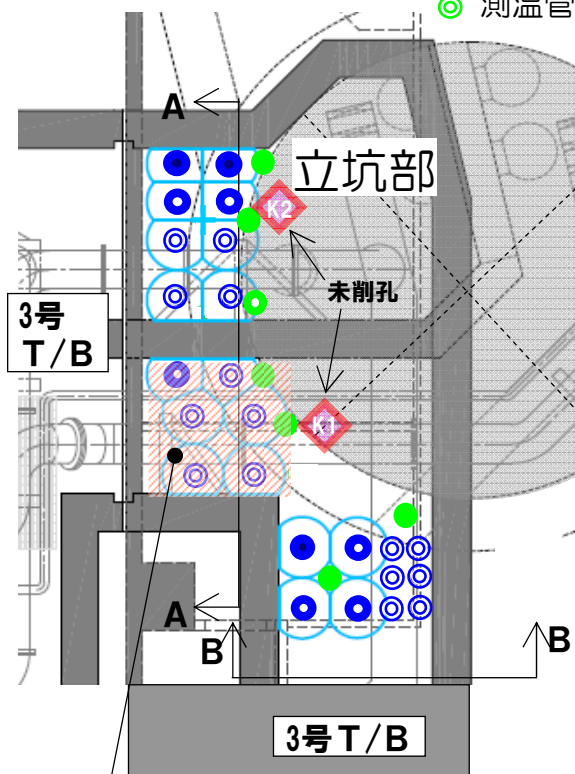
OP+3.0m 水位
OP+2.7m 変動幅

【参考】 3号機施工状況 立坑D

KEYPLAN N

【D部平面図（削孔状況）】(H26. 7. 21時点)

凡例
 凍結管位置
 測温管位置



削孔後の内部確認により、図面に掲載のない支障物（グレーチング）が確認されたため、パッカーが設置不可能となり、施工方法含め検討中

支障物によりパッカー設置不可能となった範囲

H26. 8. 17現在

削孔済	● : 保護管(外管) 終了 12/24	● : 保護管(外管) 終了 7/7
	● : 凍結管挿入用孔(内管) 終了 9/24	● : 測温管挿入用孔(内管) 終了 7/7