

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12月26日

東京電力株式会社



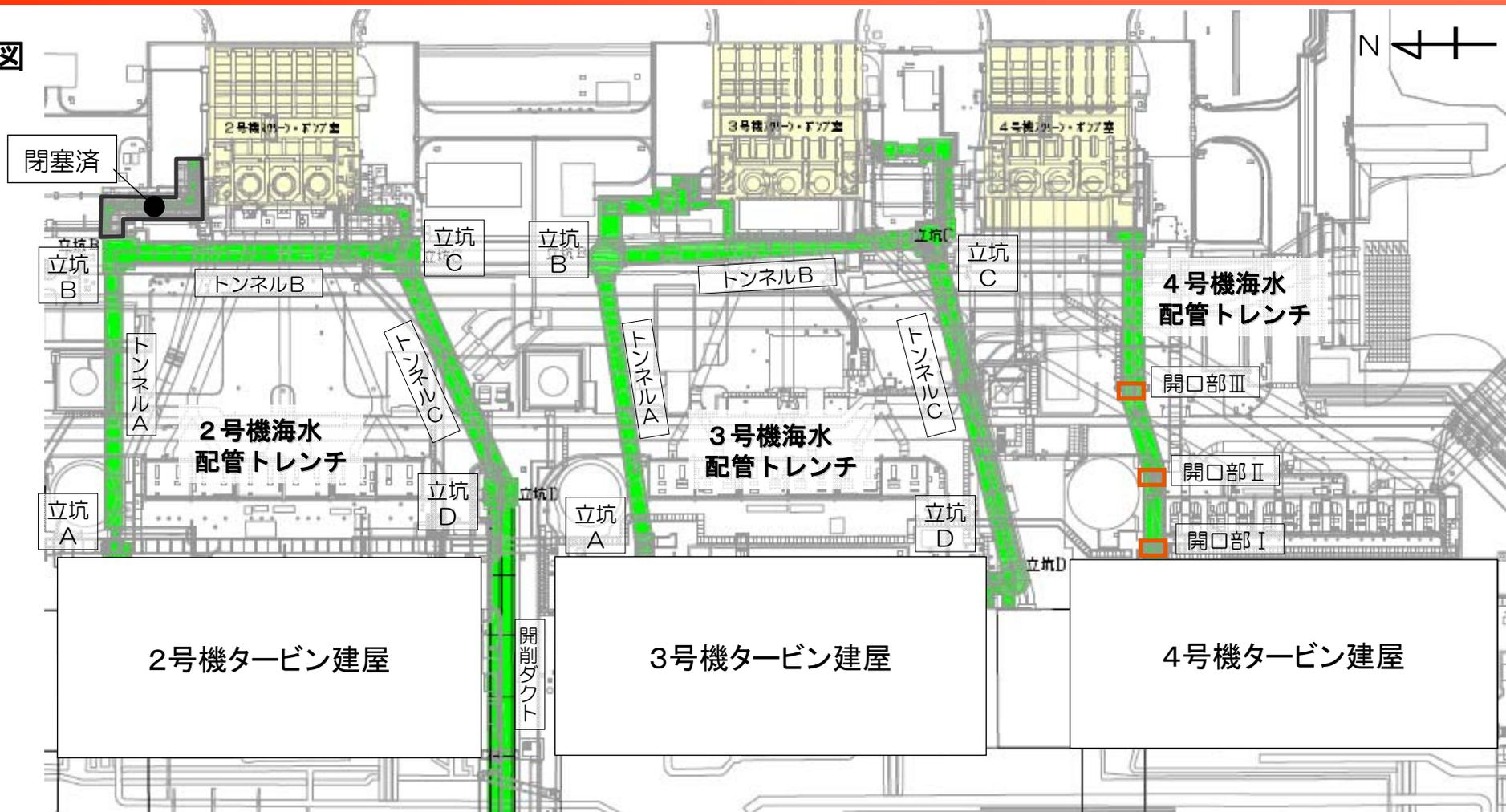
東京電力

目次

1. 海水配管トレンチ止水・閉塞工事の進捗状況
2. 2号機海水配管トレンチ
 2. 1 2号機海水配管トレンチ 充填・閉塞の施工手順
 2. 2 2号機海水配管トレンチ トンネル充填の状況
 2. 3 2号機海水配管トレンチ トンネル充填後の揚水試験
 2. 4 2号機海水配管トレンチ 立坑閉塞材料について
 2. 5 2号機海水配管トレンチ トンネル部充填のまとめと今後の方針
3. 3号機海水配管トレンチ
 3. 1 3号機海水配管トレンチ 構造概要
 3. 2 3号機海水配管トレンチ 特徴と施工上の留意点
 3. 3 3号機海水配管トレンチ 充填手順
4. 4号機海水配管トレンチ
 4. 1 4号機海水配管トレンチ 構造と基本配置
 4. 2 4号機海水配管トレンチ 調査状況
 4. 3 4号機海水配管トレンチ 揚水試験結果
 4. 4 4号機海水配管トレンチ 追加調査状況
 4. 5 4号機海水配管トレンチ 今後の施工方針
 4. 6 4号機海水配管トレンチ 間詰め方法
 4. 7 4号機海水配管トレンチ トンネル充填施工手順（案）
5. トレンチ閉塞の工程

1. 海水配管トレンチ止水・閉塞工事の進捗状況

■位置図



■進捗状況(平成26年12月26日現在)

2号機	3号機	4号機
12/18 トンネル部閉塞充填完了 12/24 揚水試験実施	12/15 揚水試験完了、充填準備中	12/19 揚水試験実施、開口部調査中

2.1 2号機海水配管トレンチ 充填・閉塞の施工手順

充填孔・ポンプ設置孔の削孔、水位計の設置

※一部の孔の削孔はトンネルA天井部充填までに実施

トンネルA、B、C一般部充填

※トンネルの中・下部を一般部とする

数回にわけて水抜きと充填を繰り返す

トンネルA、B、C天井部充填

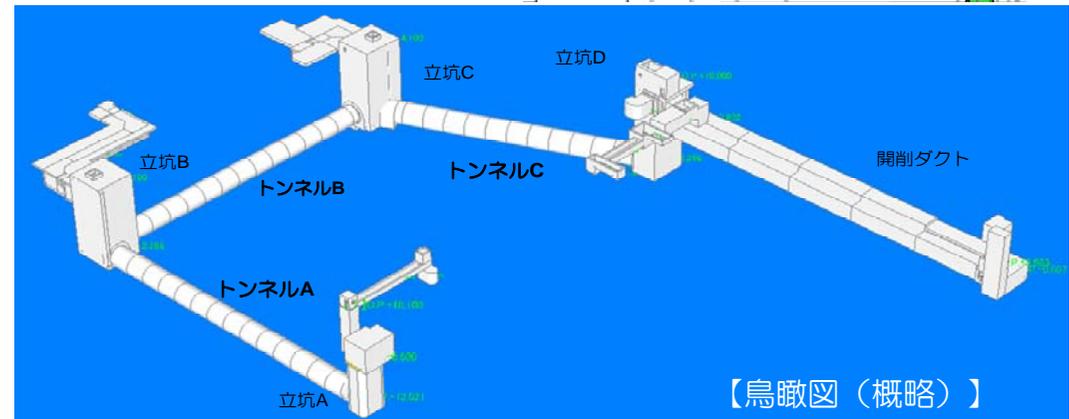
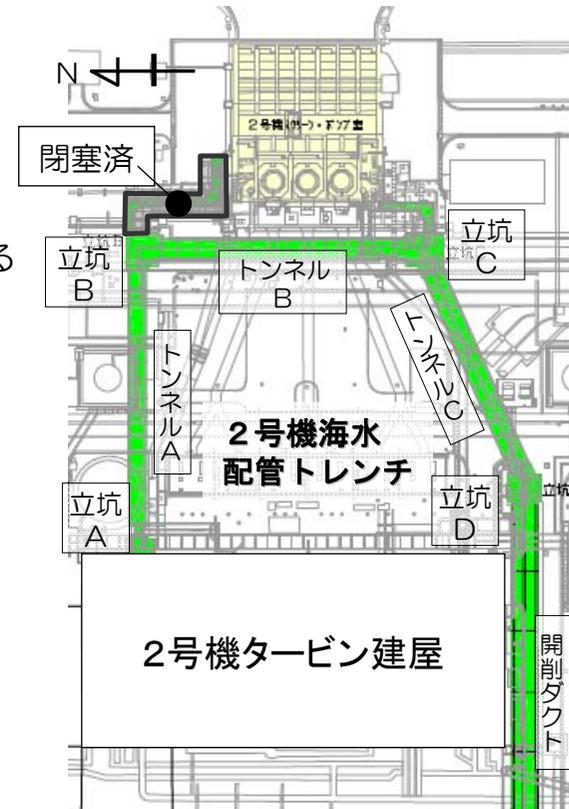
12/18完了

揚水試験による充填状況の確認

12/24実施

立坑A、D、開削ダクトの閉塞

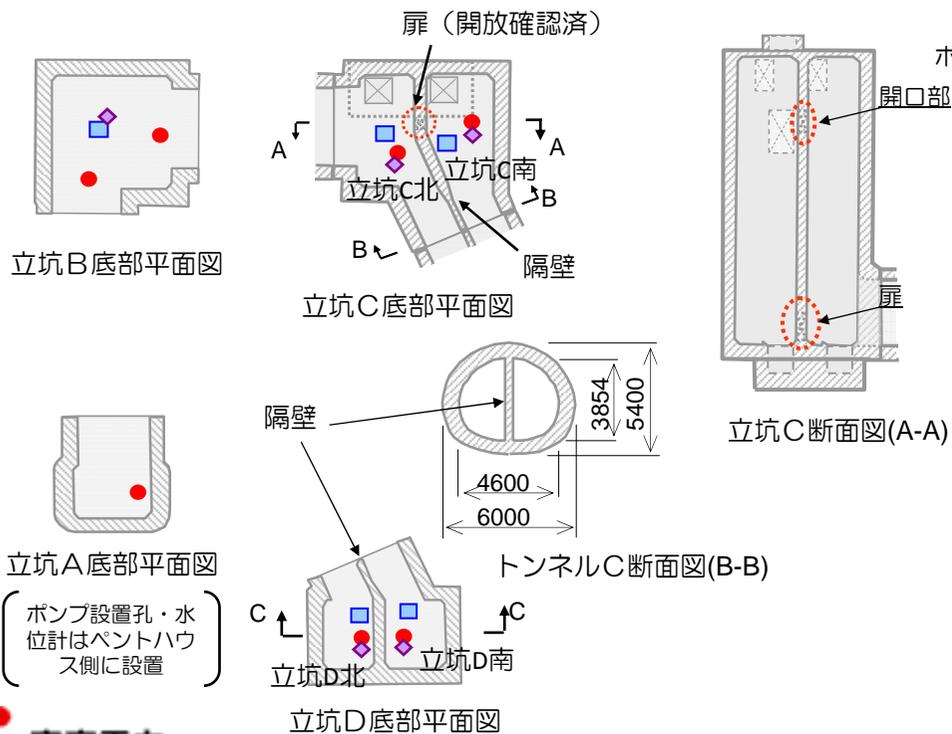
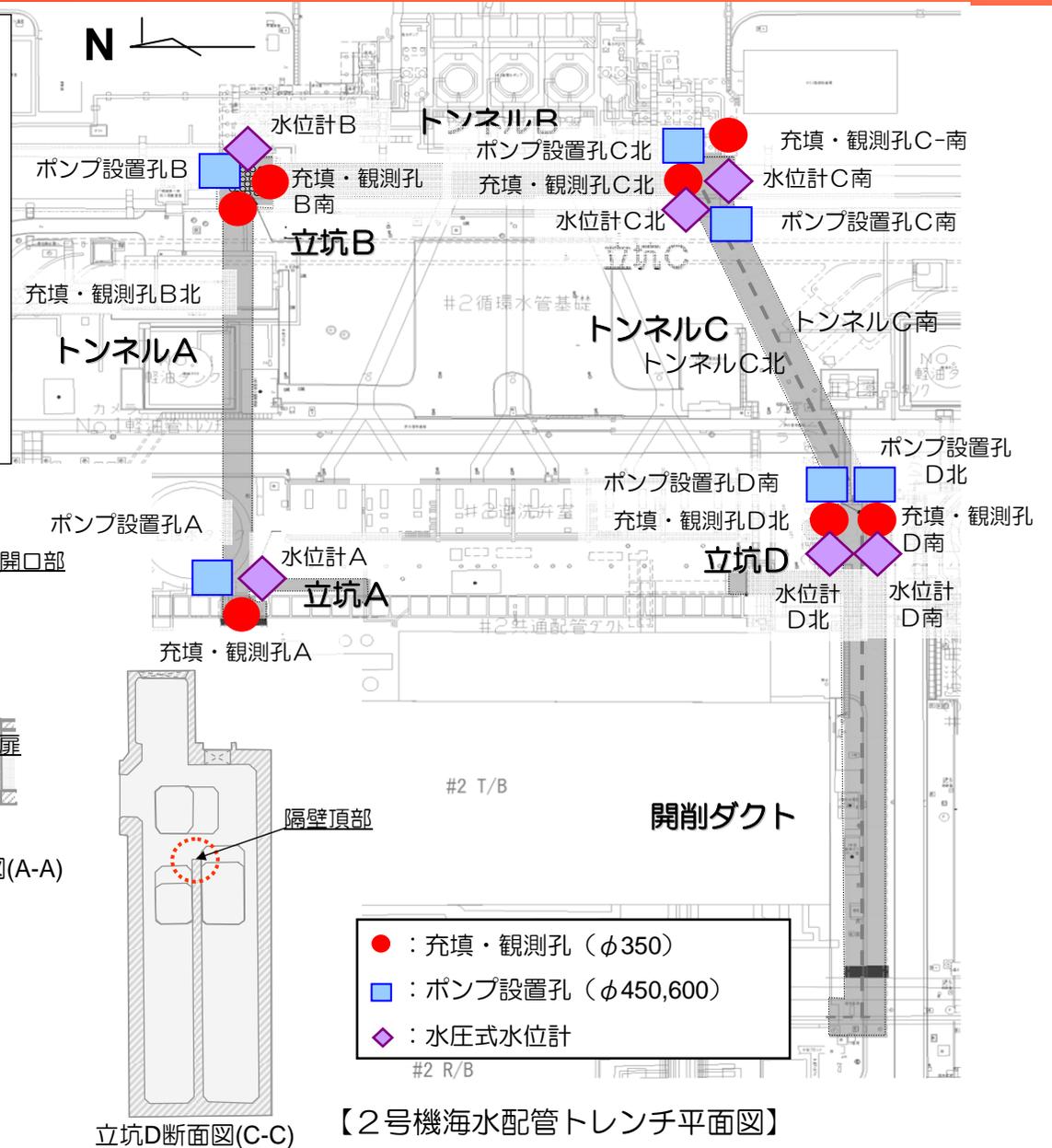
立坑B、Cの閉塞



【鳥瞰図（概略）】

【参考】 2号機海水配管トレンチ ポンプ・水位計等の位置

- ▶ 立坑C～トンネルC～立坑D～開削ダクトは、隔壁がある分室構造(下図参照)。各立坑に充填・観測孔、ポンプ設置孔をそれぞれ2箇所ずつ設置。なお、立坑Cの南北は立坑C底部の扉やO.P.+1.5m付近の開口部、立坑Dの南北は隔壁頂部O.P.+3.0mより上でつながっている。
- ▶ 立坑Bには砕石が立坑の途中まで積み上げられ、中心はO.P.-2.0m以上がモルタルで閉塞。
- ▶ 立坑A～トンネルA、トンネルBについては、単純なトンネル構造。



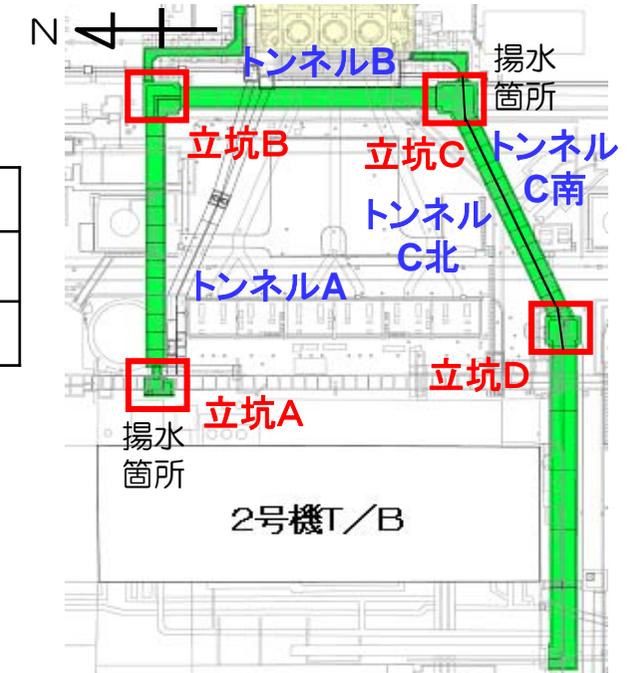
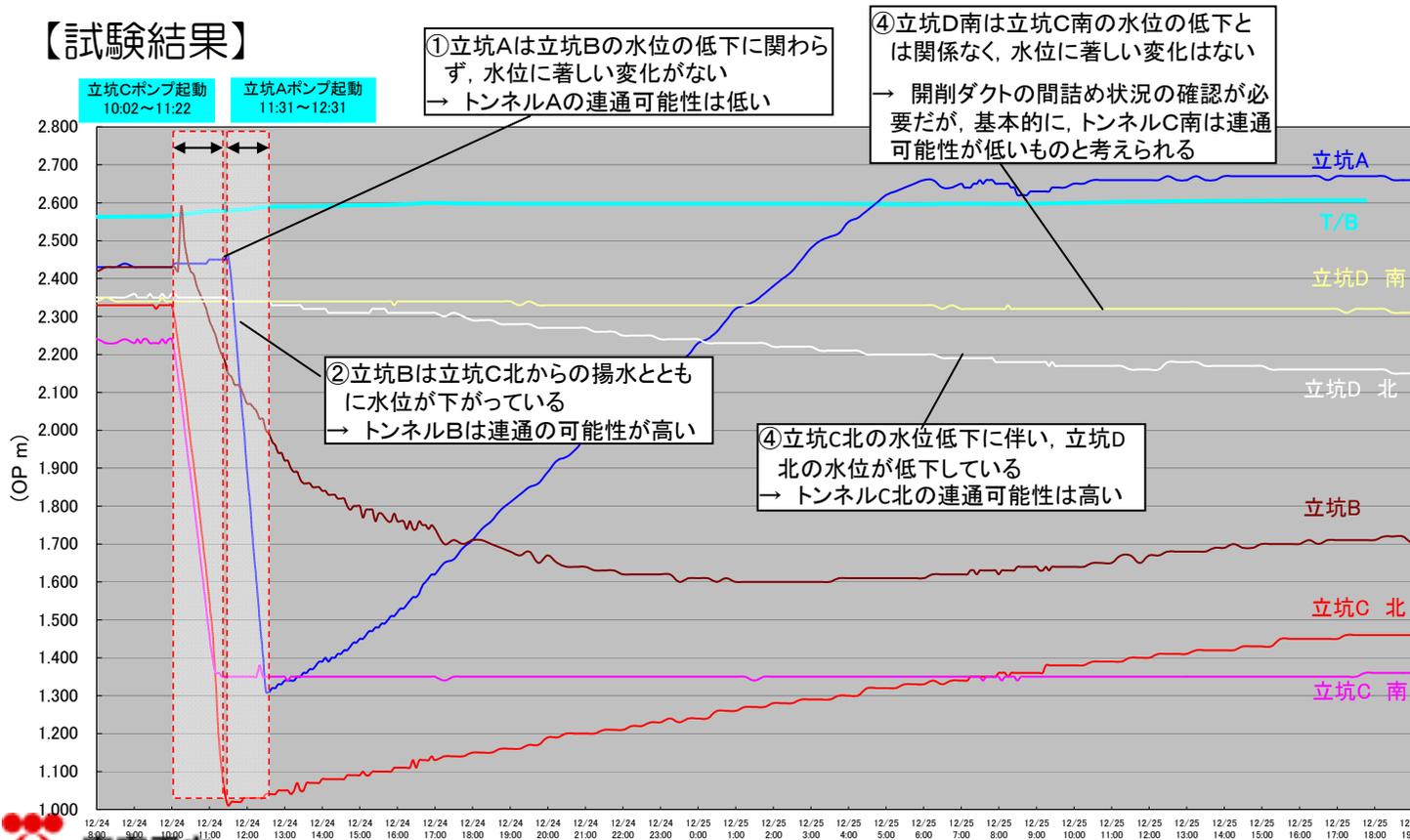
2.3 2号機海水配管トレンチ トンネル充填後の揚水試験

12/24に立坑C北および立坑Aから揚水し、各立坑の水位変化を観察

【試験概要】

日時	揚水箇所	揚水量
12/24 10:02~11:22	立坑C北	約60m ³
12/24 11:31~12:31	立坑A	約30m ³

【試験結果】



■ 立坑C, Aにおける、揚水に伴う水位低下は、ほぼ予測どおりの結果となった。

■ 現状、水位状況から考察される連通状況は下記の通り。

- ①トンネルA：連通可能性は低い
- ②トンネルB：連通可能性が高い
- ③トンネルC北：連通可能性が高い
- ④トンネルC南：連通可能性が低い

→ **但し、連通量はごくわずか**

〔 今回の測定結果から概算： 〕
約20L/h~約400L/h

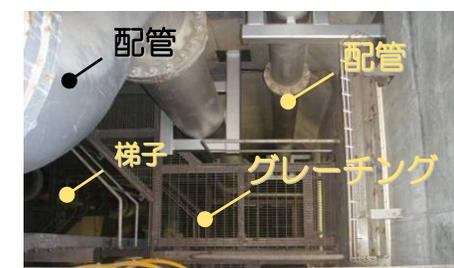
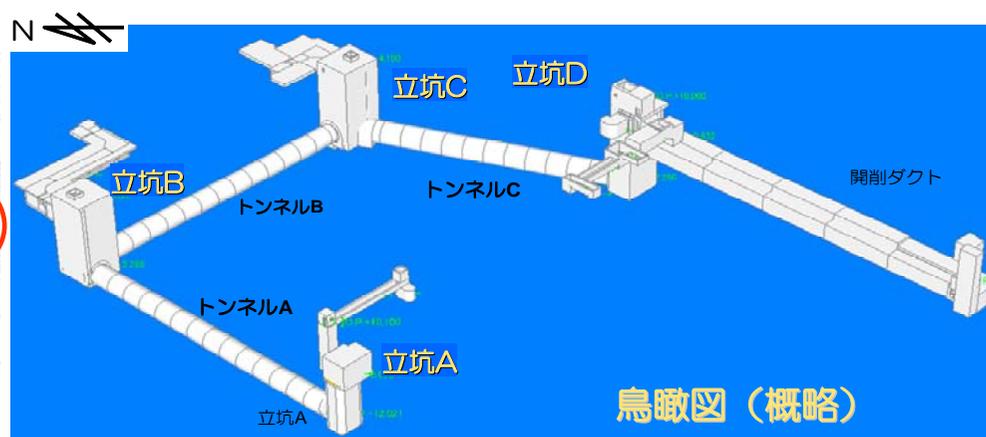
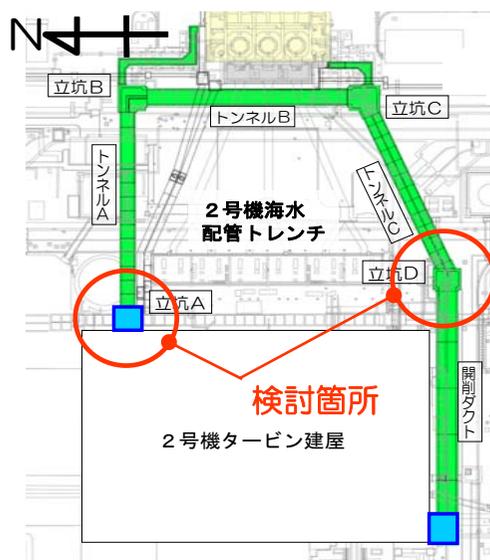
2.4 2号海水配管トレンチ 立坑閉塞材料について① 要求品質

■ トンネル部分についてはわずかな連通が残る結果となった。立坑の閉塞によって、連通による漏えいリスクを低減させる。

■ 立坑閉塞の要求品質

立坑内部には配管、ケーブルトレイ、グレーチング等の支障物が存在する。立坑閉塞材料の要求品質は以下の通り。

- 支障物周りに密実に充填され、鉛直方向に連続する水みちを残さないこと。（充填性）
- 立坑内の水平方向5m程度流動すること（流動性）
- 水中で材料が分離しないこと。（水中不分離性）



2号立坑Aの内部状況（震災前）

2.4 2号海水配管トレンチ 立坑閉塞材料について② 材料の選定

- 立坑閉塞材料は、要求品質（充填性、流動性、水中不分離性）を満たし、かつ土木工事において、大断面空洞の充填実績が豊富なセメント系材料を基本として検討する。
- ただし、セメント系材料は硬化する際の水和熱によりひび割れが発生する可能性があり、水みちが残るリスクがある。
- 立坑では、より高い充填性を要求するため、下記に挙げるような、よりひび割れを抑制できる材料と施工方法を選定する。

【ひび割れ（温度）抑制対策の例】

- | | |
|----------------|---------------------------------|
| 単位セメント量の低減 | → <u>骨材の使用</u> （コンクリート） |
| セメントによる温度上昇の抑制 | → <u>打設回数</u> の分割による水和熱量のコントロール |
| ひび割れ発生抑制 | → <u>膨張材等</u> を添加、骨材を使用（コンクリート） |

- ⇒ 上記の条件に合致する閉塞材料として水中不分離性コンクリートの適用性を検討する。
- ⇒ 併せて、最適な膨張材等の添加量や、打設回数についても検討を行う。

2.4 2号海水配管トレンチ 立坑閉塞材料について③ 検討工程

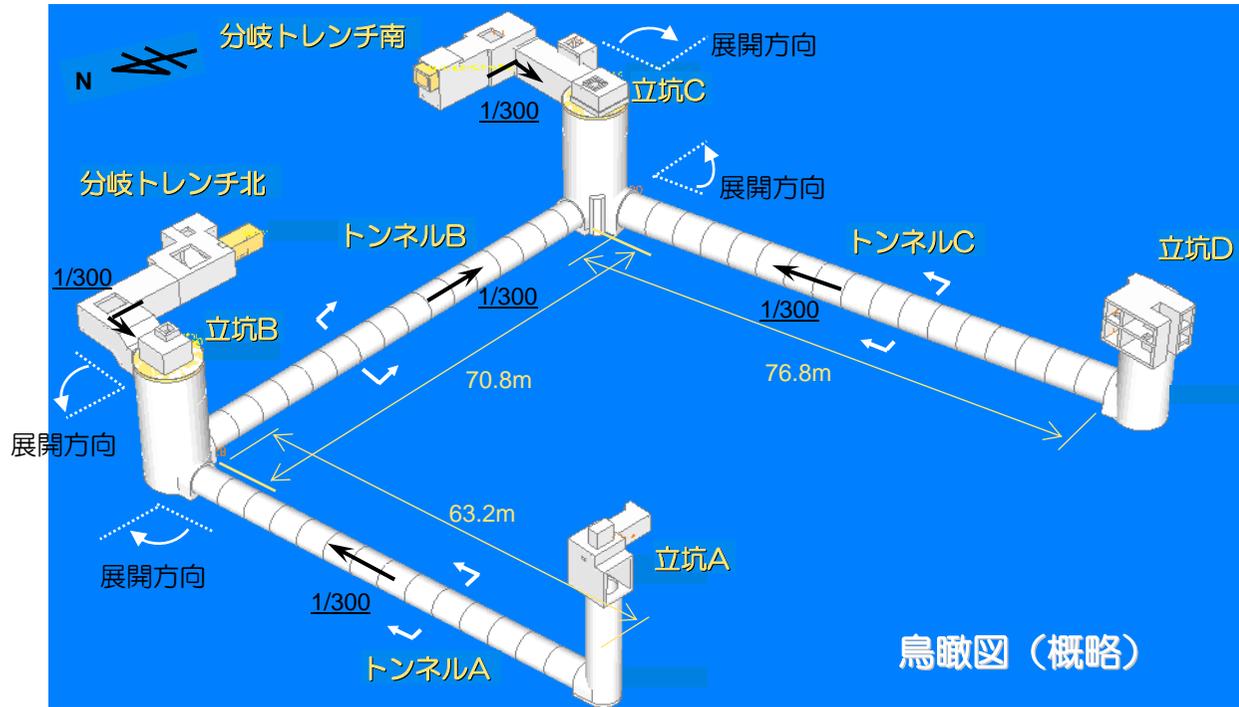
- 水中不分離性コンクリートを立坑閉塞材料に適用するための確認試験および施工方法の検討を行い、1月末までに立坑閉塞の基本方針を決定する。

実施・確認項目	概要	11月	12月			1月		
方針・試験計画検討	方針検討, 試験準備	方針検討・試験計画作成		試験ヤード・装置準備				
流動性・水中不分離性の確認	配合試験, 圧縮強度 他		▼材料調達	▼試験実施	▼7d		▼28d	
充填性の確認	支障物の隙間への充填性試験				▼材料調達		▼充填	▼7d ▼充填状況確認
水みちの抑制の確認	膨張・収縮試験		▼材料調達	▼供試体作成・計測	▼7d		▼28d	
	透水試験		▼材料調達	▼供試体作成			▼透水試験	
施工方法検討	打設回数の検討							
施工準備	施工方法の詳細検討, 材料調達, 施工準備							閉塞準備

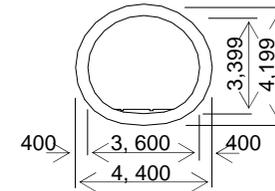
2.5 2号機海水配管トレンチ トンネル部充填のまとめと今後の方針

- 2号機海水配管トレンチのトンネル部については、水有り充填を行った結果、ほぼ計画通りに天井部までの充填が完了。
- トンネル部の充填に伴い、約2,500m³の滞留水を除去完了。
- 揚水試験の結果、トンネル部分についてはわずかな連通が残る結果となった。
- この連通については、立坑の閉塞によって遮る計画とし、具体的な材料や施工方法について、現在検討を進めているところ。立坑の閉塞にあたっては、工事の進捗併せて、連通状況を確認しつつ進めていく。
- 3号機海水配管トレンチについても、早期にトンネル部の充填を行い、滞留水を除去することが汚染水漏洩リスクの低減につながることから、ポンプ設置等の必要な準備が完了次第、トンネル部の充填を実施する。
- なお、3号機海水配管トレンチのトンネル部の充填の実施にあたっては、2号機の経験を活かしていく。

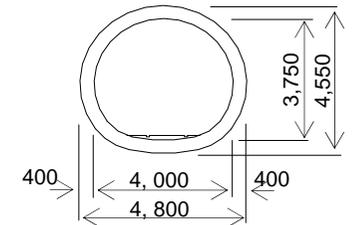
3. 1 3号機海水配管トレンチの構造概要①



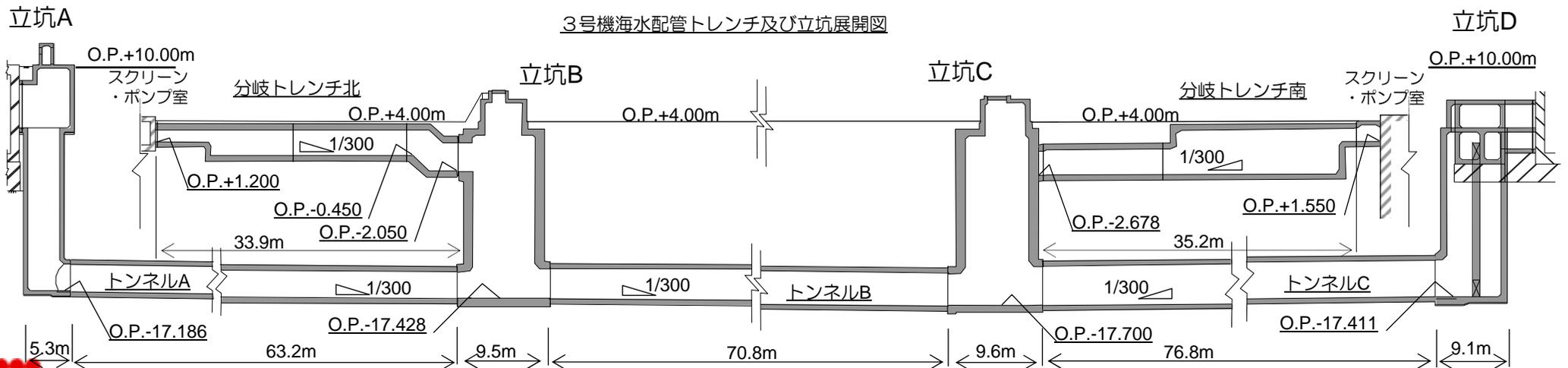
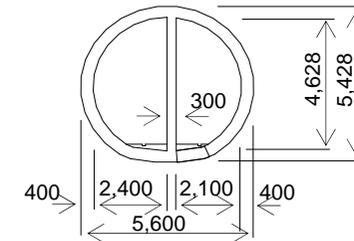
トンネルA 断面図



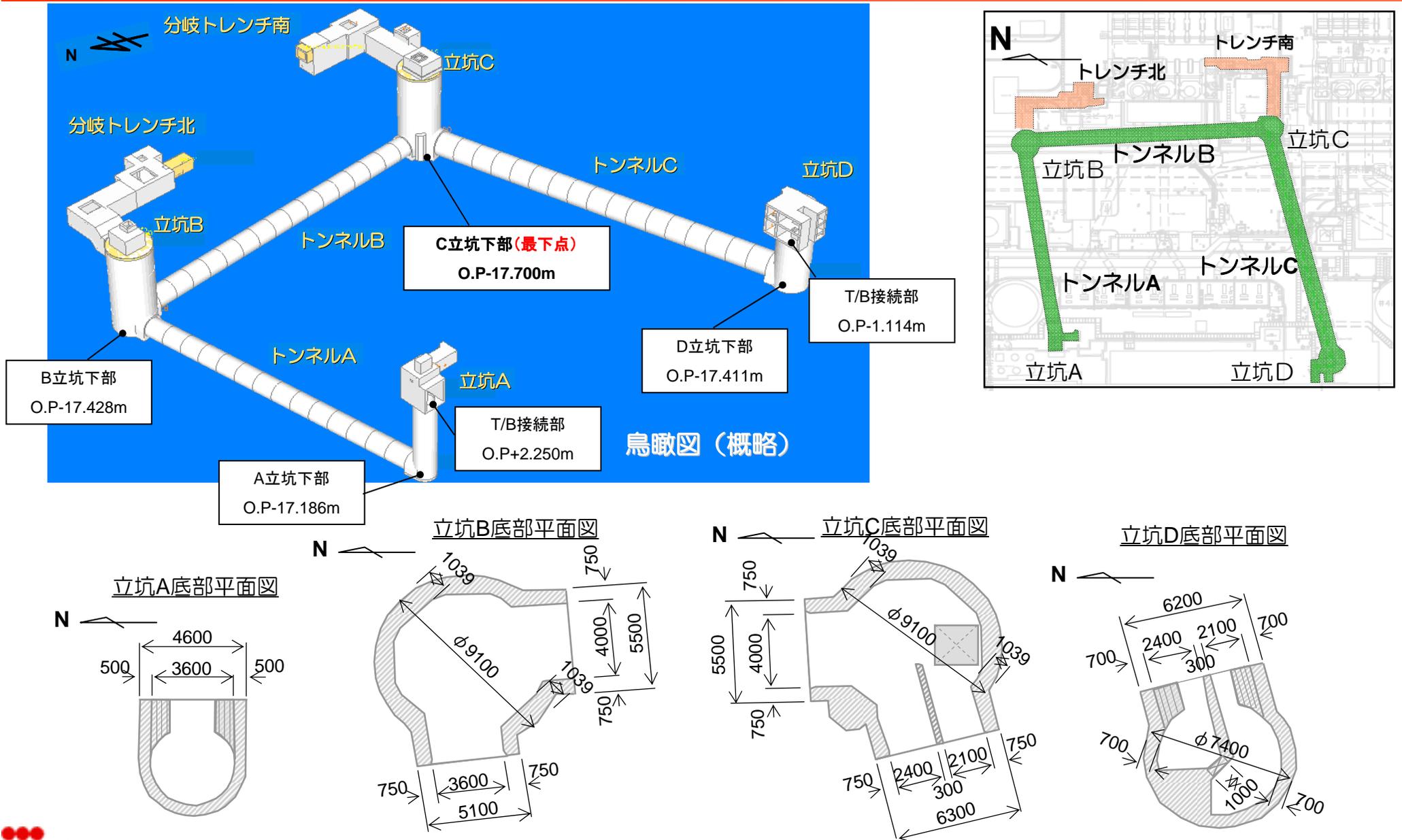
トンネルB 断面図



トンネルC 断面図

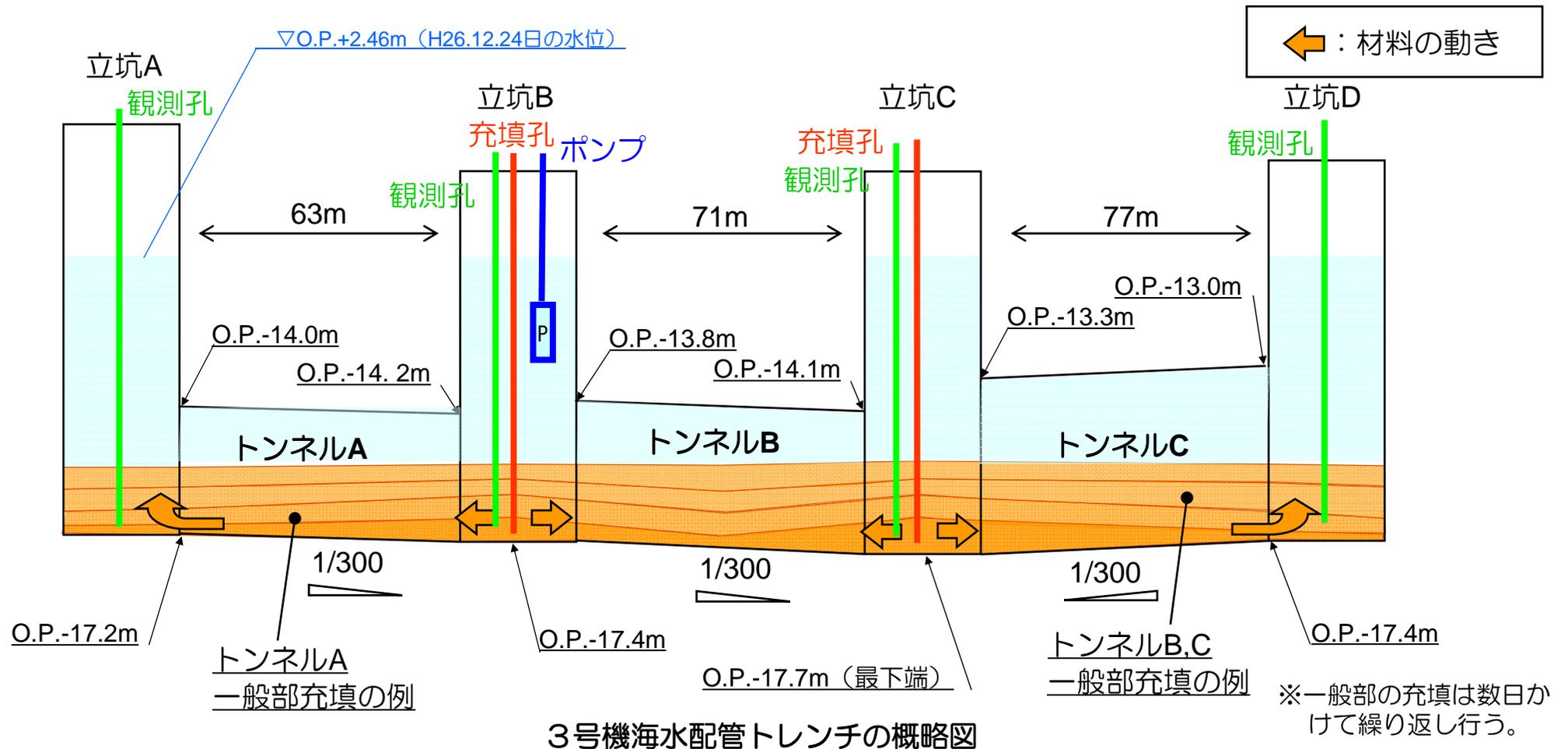


3. 1 3号機海水配管トレンチの構造概要②



3. 2 3号機海水配管トレンチの特徴と施工上の留意点(1)

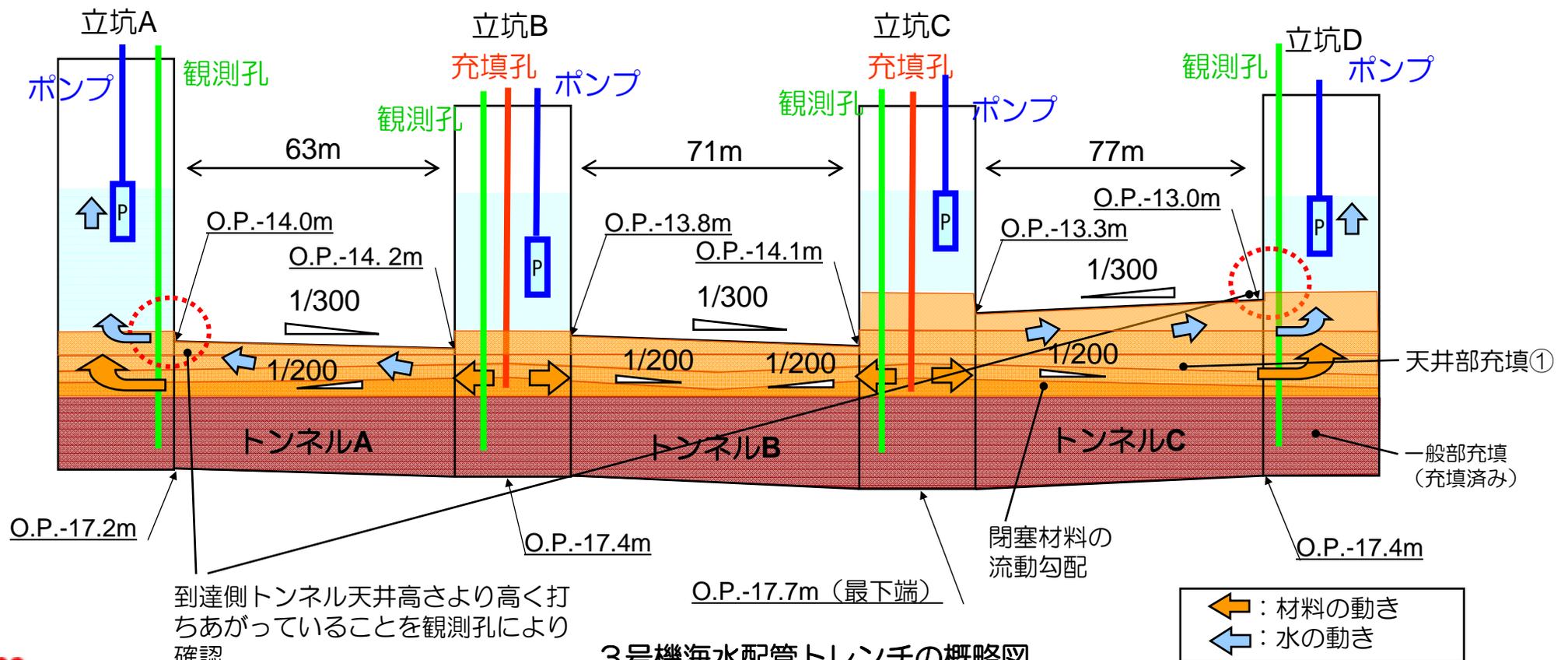
- 2号機と同じく、自重で水平に広がる閉塞材料を使用。
- 低い位置から徐々に閉塞材料を打ち上げることが合理的であり、トンネルB, Cは立坑Cから、トンネルA, Bは立坑Bから同時並行で充填する。



※なお、立坑B及び立坑Cには砂・沈殿物がそれぞれ約6cm, 7cm程度堆積していることを確認(12/23)。

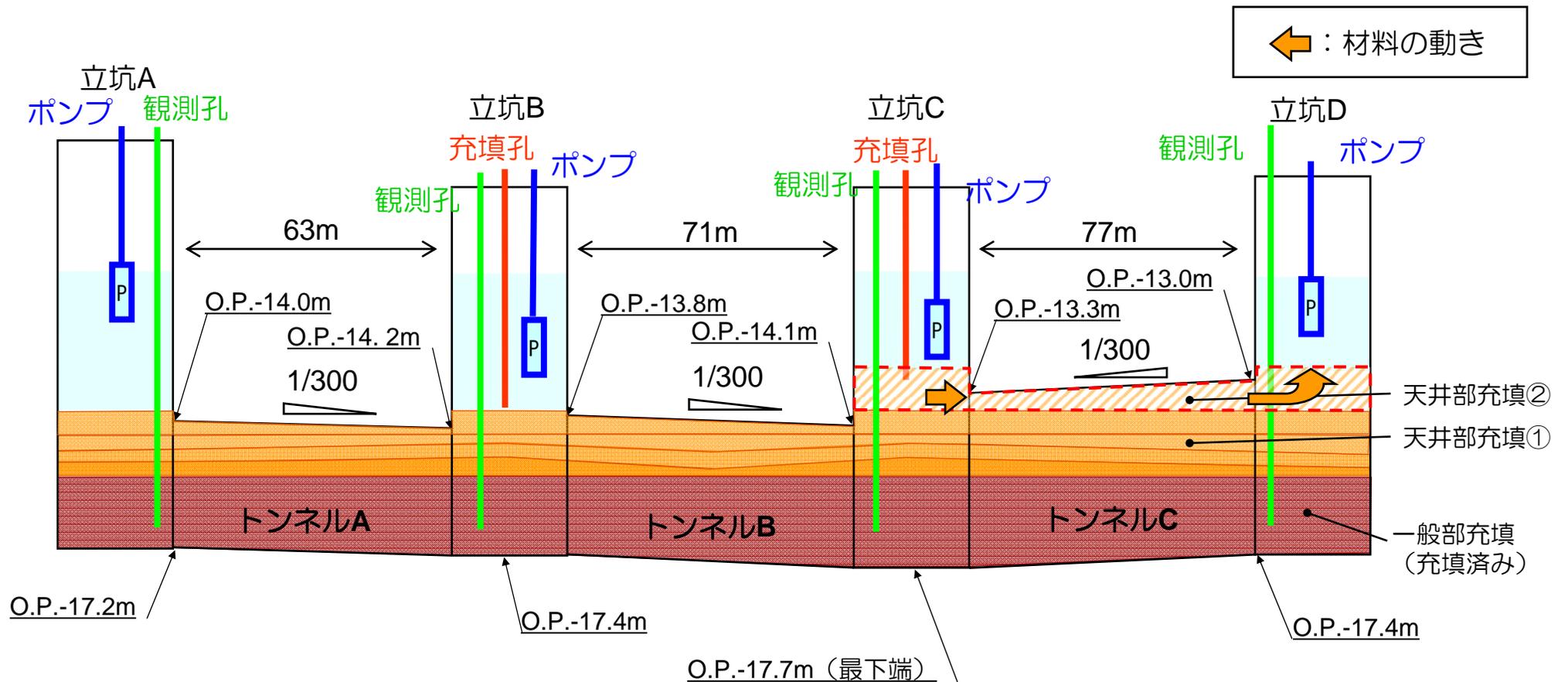
3. 2 3号機海水配管トンネルの特徴と施工上の留意点(2)

- 各トンネルは径が異なり、それぞれ1/300の勾配がついている。
→閉塞材料がトンネル頂部まで確実に充填されるように、到達側のトンネル天井高さより上まで確実に打設する。トンネルから押し出された水は、到達側立坑のポンプにて移送する。
- 到達側のトンネル天井高さより上まで確実に打設するにあたり、2号機の経験を踏まえ、到達側立坑の水を抜くなど、立坑水位のコントロールを行う。



3. 2 3号機海水配管トレンチの特徴と施工上の留意点(3)

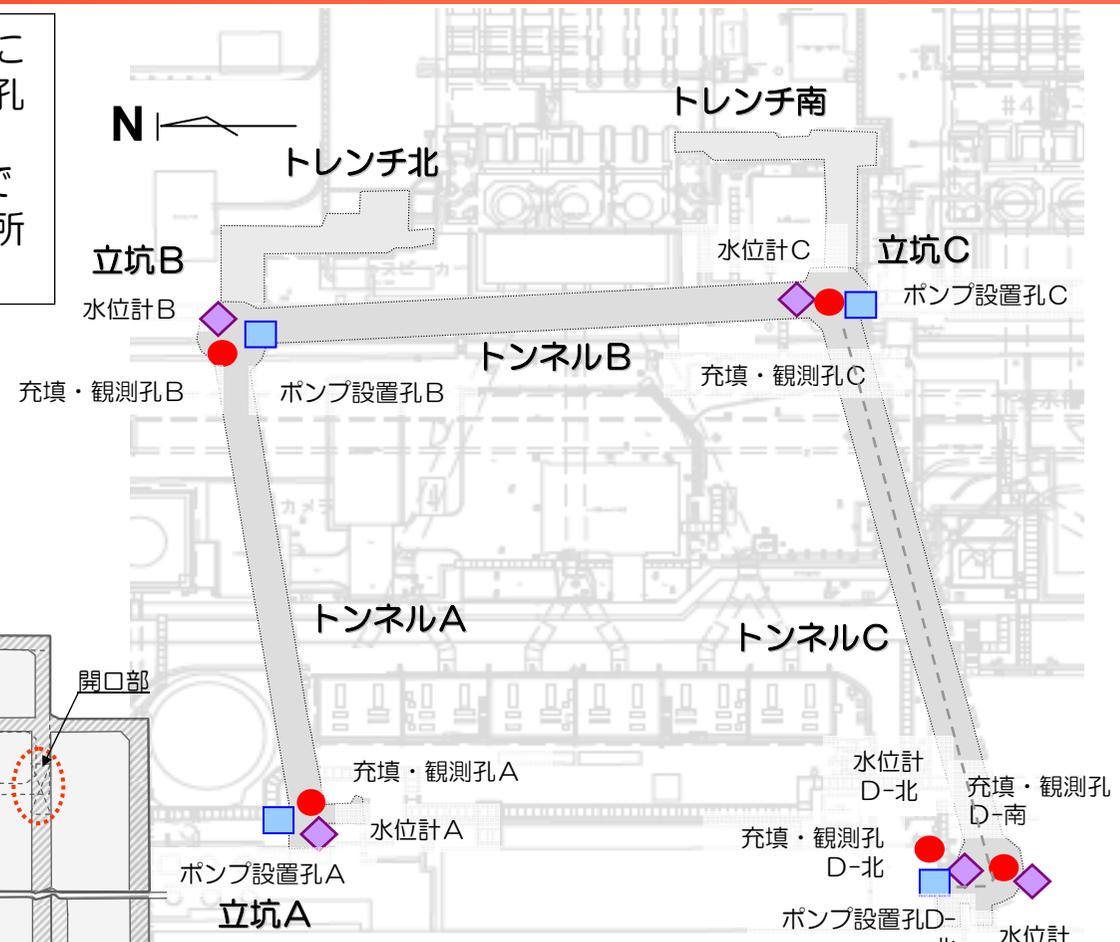
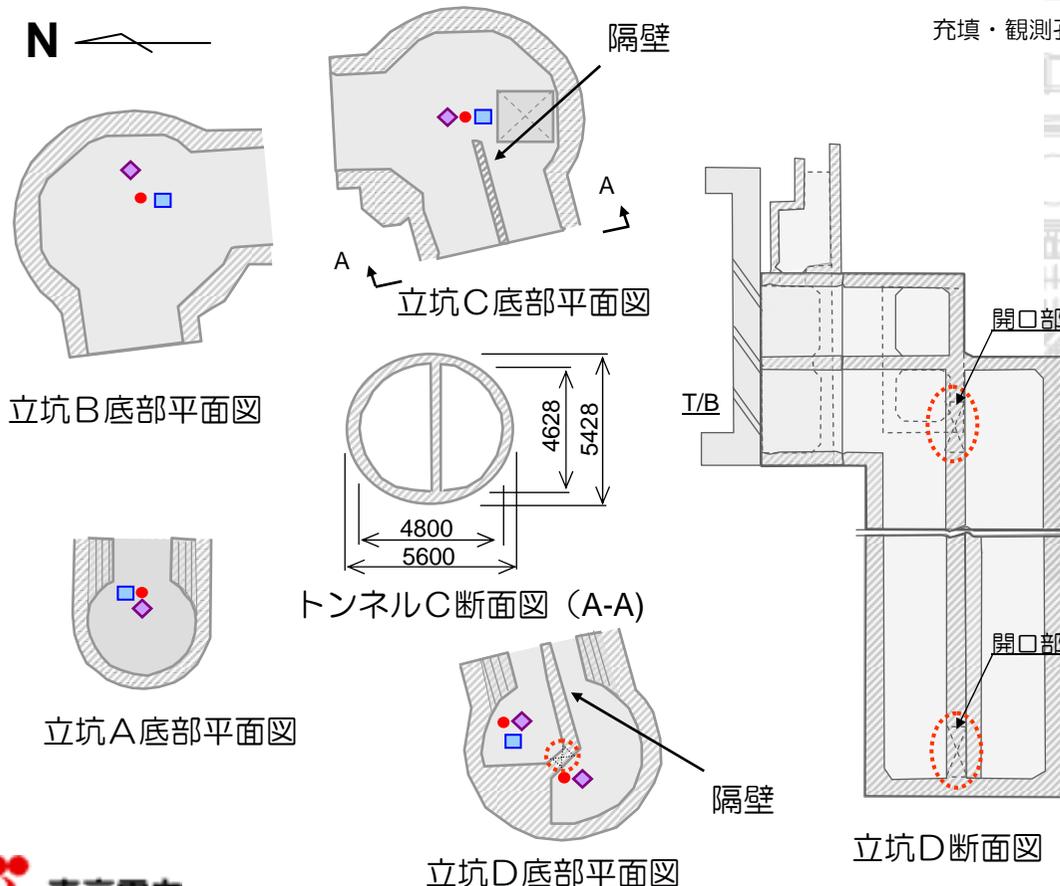
- 立坑Cにおけるトンネル頂部の接続高さは、トンネルBでO.P.-14.1m、トンネルCでO.P.-13.3mで約80cmの差異がある。
→トンネル天井部の充填は2回に分けて行うこととし、トンネルA, B天井部の充填実施後、トンネルCの天井部を充填する。



3号機海水配管トレンチの概略図

3.3 3号機海水配管トレンチ 充填手順(施工準備状況)

- 立坑A～トンネルA～立坑B～トンネルB～立坑Cについては、単純なトンネル構造のため、充填・観測孔およびポンプ設置孔は1箇所ずつ設置
- 立坑Dに関しては、隔壁がある分室構造(下図参照)であるため、各立坑に充填・観測孔、をそれぞれ2箇所ずつ設置



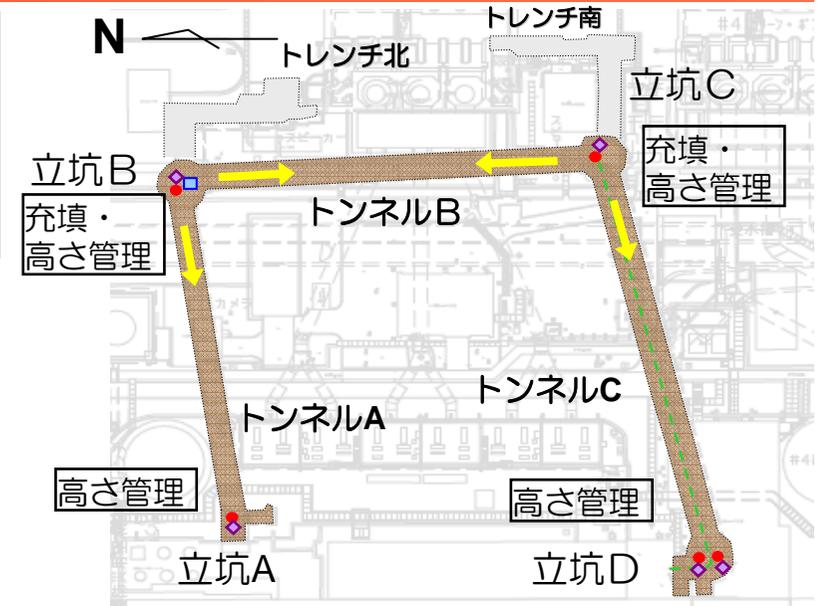
- : 充填・観測孔 (φ160, φ350, φ400, φ450)
- : ポンプ設置孔 (φ450, φ600)
- ◆ : 水圧式水位計

【3号機海水配管トレンチ平面図】

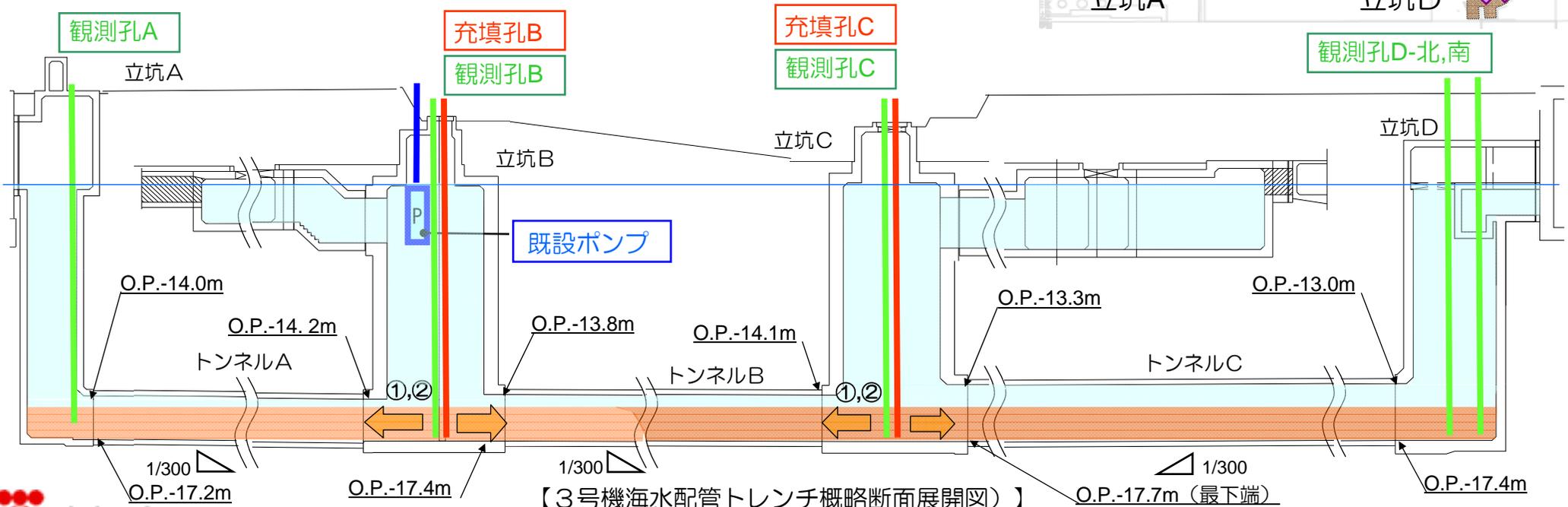
3.3 3号機海水配管トレンチ 充填手順(トンネルA、B、C一般部の充填)

- ①トンネルA,B,Cの一般部は、充填坑B及び充填孔Cに管の筒先を底版・既設面から約10cm上に設置し、同時に閉塞材料を投入。
- ②以下、①を繰り返す、数日かけて天井手前までの充填を実施。
・充填中は、各観測管において充填高さを管理（水平に打ち上がっていることや、打設量と高さの関係を確認。）

※図に記載の充填孔・観測孔・ポンプは設置が完了しているもの。
 ※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、本ステップにおいて使用するもの。



O.P.+2.64m (H26.12.17日の水位)

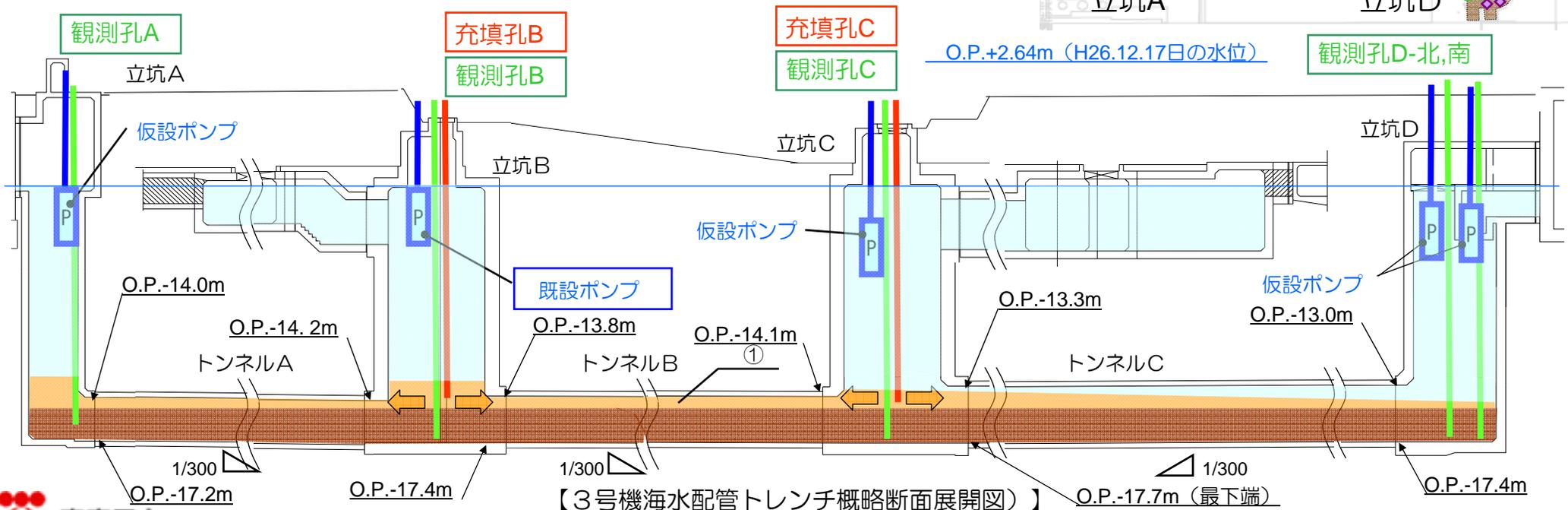
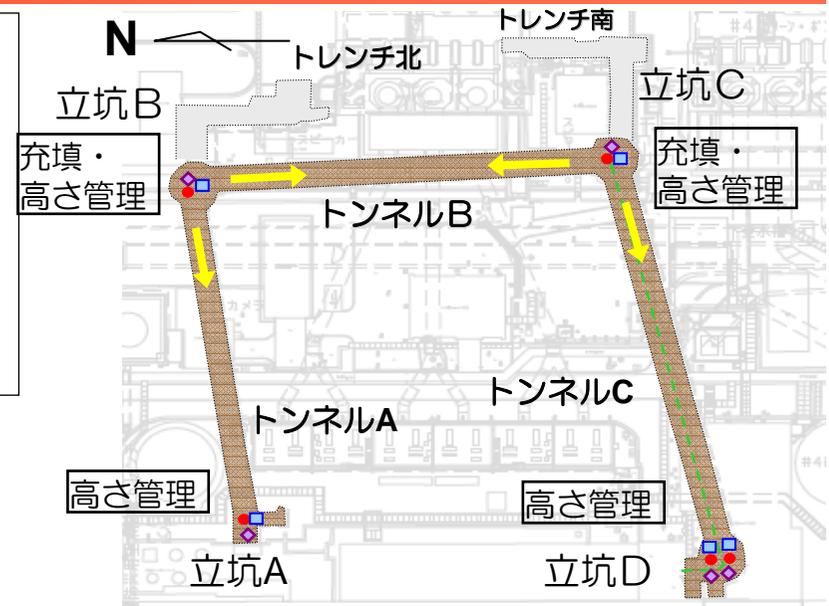


【3号機海水配管トレンチ概略断面展開図】

3.3 3号機海水配管トレンチ 充填手順(トンネル天井部の充填①)

- ① 充填孔Bおよび充填孔Cに設置した投入管の筒先を既打設面から約10cm上に設置し、閉塞材料を投入（1日でトンネルA,Bの閉塞を完了）。
- ・ 充填中は、観測孔A,B,Cにおいて充填高さをO.P.-13.5mに設定して管理（トンネルA,Bの天井部における材料の到達状況を確認）。
 - ・ 併せて、投入側および到達側の水位を同程度となるよう管理。

※図に記載の充填孔・観測孔・ポンプは設置が完了しているもの。
 ※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、本ステップにおいて使用するもの

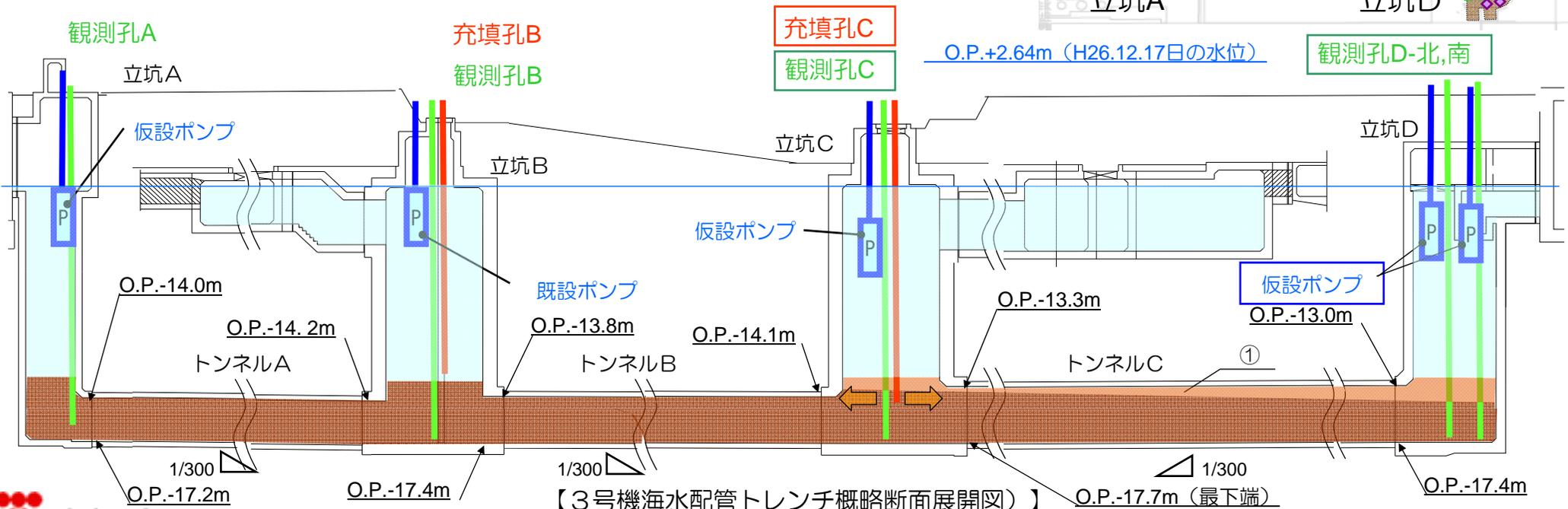
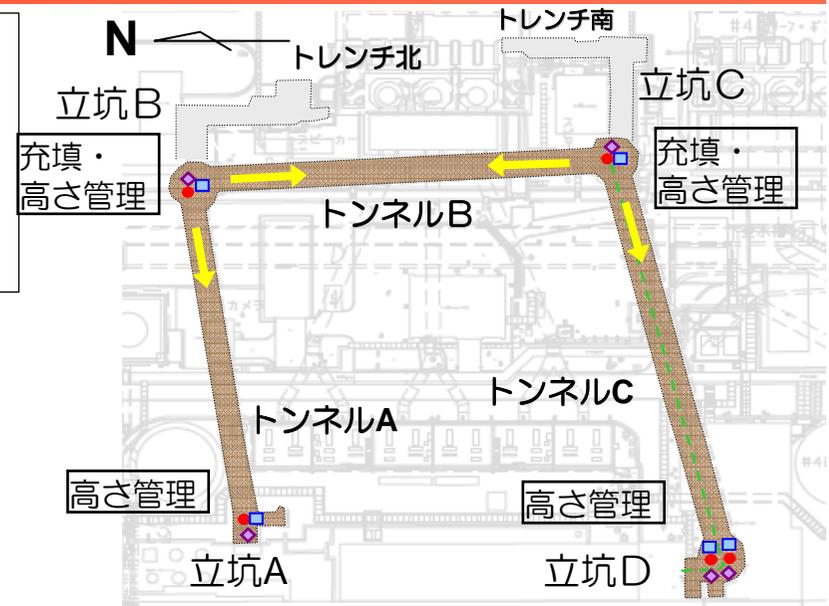


【3号機海水配管トレンチ概略断面展開図】

3.3 3号機海水配管トレンチ 充填手順(トンネル天井部の充填②)

- ① 充填孔Cの投入管の筒先を打設面から約10cm上に設置し、閉塞材料を投入（1日でトンネルCの充填を完了）。
- ・ 充填中は、観測孔C,Dにおいて充填高さをO.P.-13.0mに設定して管理（トンネルCの天井部の材料到達状況を確認）
 - ・ 併せて、投入側および到達側の水位を同程度となるよう管理。

※図に記載の充填孔・観測孔・ポンプは設置が完了しているもの。
 ※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、本ステップにおいて使用するもの



【参考】 充填・閉塞工事の施工中の水位管理

➤ 2号トレンチトンネル部の充填と同じように適切に水位管理を行う。

➤ 運転上の制限であるO.P.+3.5mを超えないように下記の通りの施工サイクル及び水位管理を行う。

① 充填開始前までにトレンチの水位をO.P.+2.8m以下まで低下させる

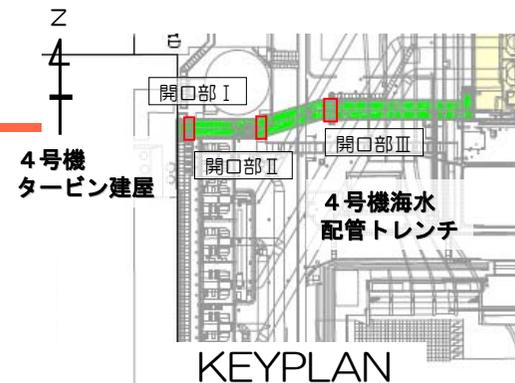
② 充填中はトレンチ水位を監視（30分毎）し、O.P.+3.0mを超えた場合、トレンチ移送ポンプを起動させ、トレンチ水位の低下を図る

③ 引き続き水位が上昇する場合、管理水位：O.P.+3.25mに達した場合は、即時、充填を中断する

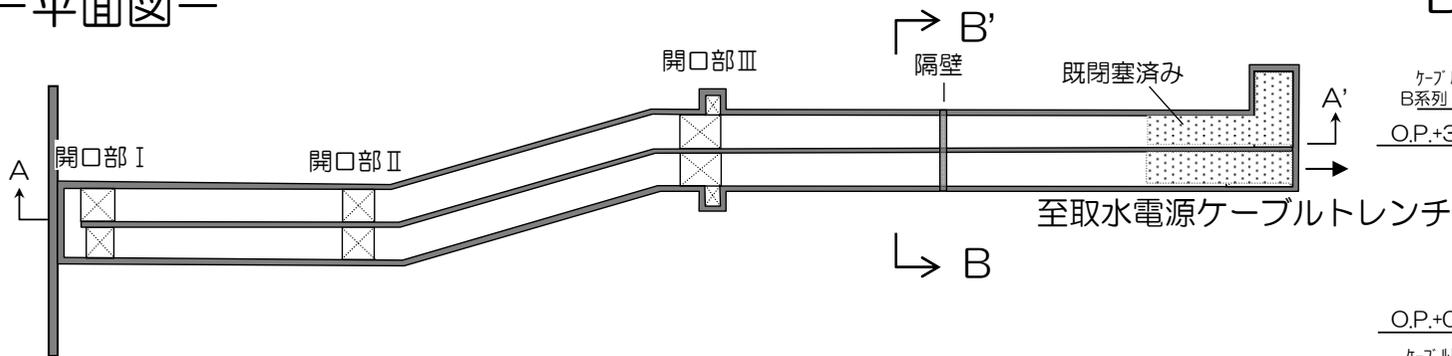
④ 打設終了後、次の日の打設開始前までにトレンチの水位を再びO.P.+2.8m以下に下げる

4. 1 4号機海水配管トレンチ 構造と基本配置

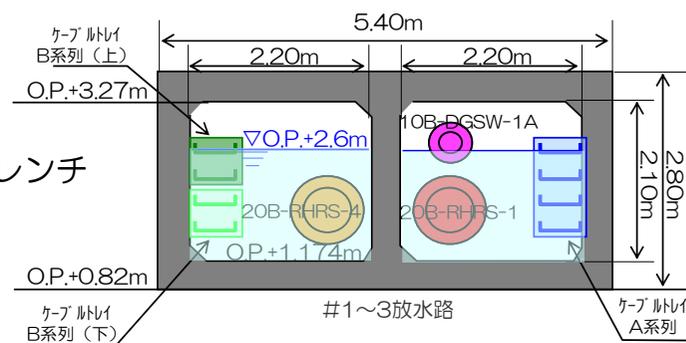
- 4号機海水配管トレンチの全長は約80m。トンネル部分は2.2m×2.1m×2連のボックスカルバート構造であり、開口部Ⅲの位置が最底部。
- 開口部Ⅰ・Ⅱ・Ⅲともに、2連ダクト部分より上はひとつの断面になっている（次スライド参照）。
- #1～3放水路を跨ぐ部分には、隔壁があり、東西で仕切られている。
- 隔壁より東側の箇所（取水電源ケーブルトレンチ部分含む）は既に一部閉塞済み。
- なお、トレンチ内の滞留水は約700m³と推定。



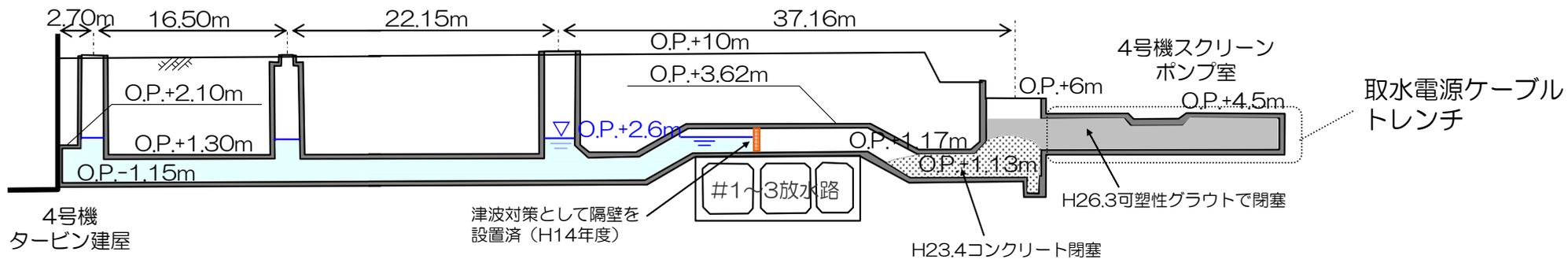
—平面図—



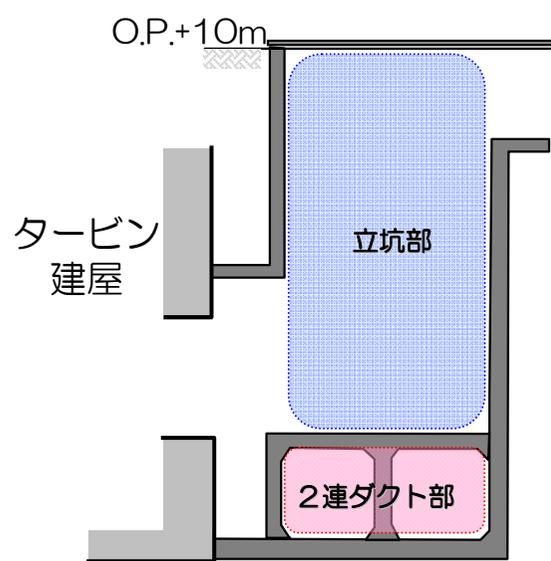
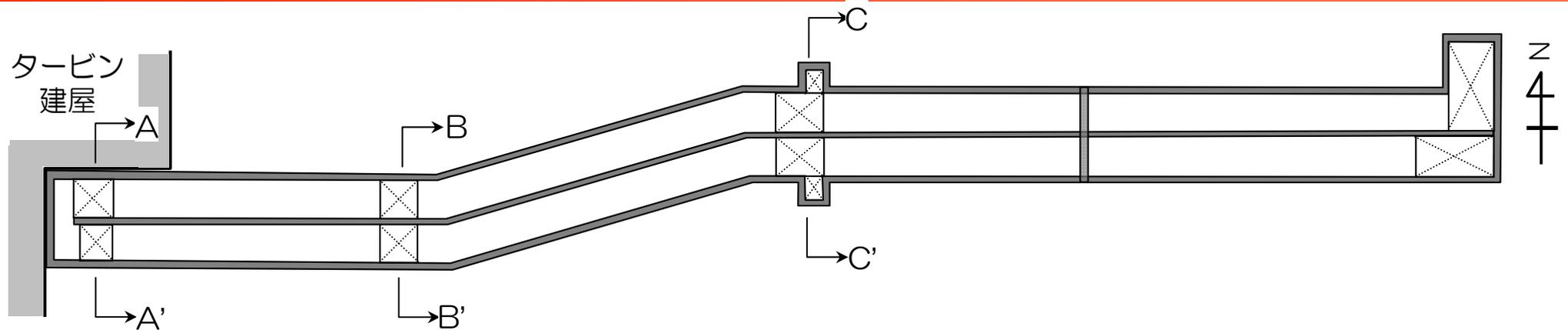
—B-B'断面図—



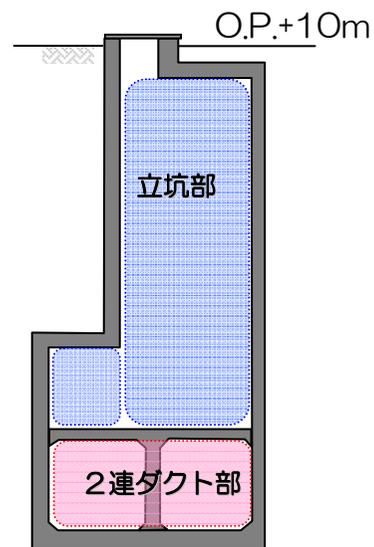
—A-A'断面図—



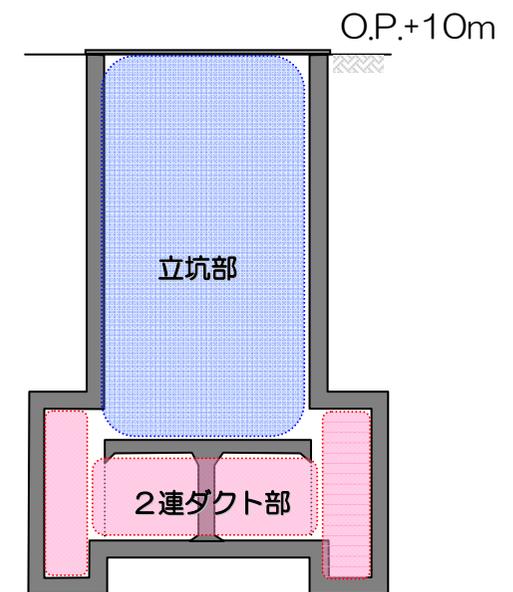
(参考)4号機海水配管トレンチ 各開口部の断面構造



A-A'断面図



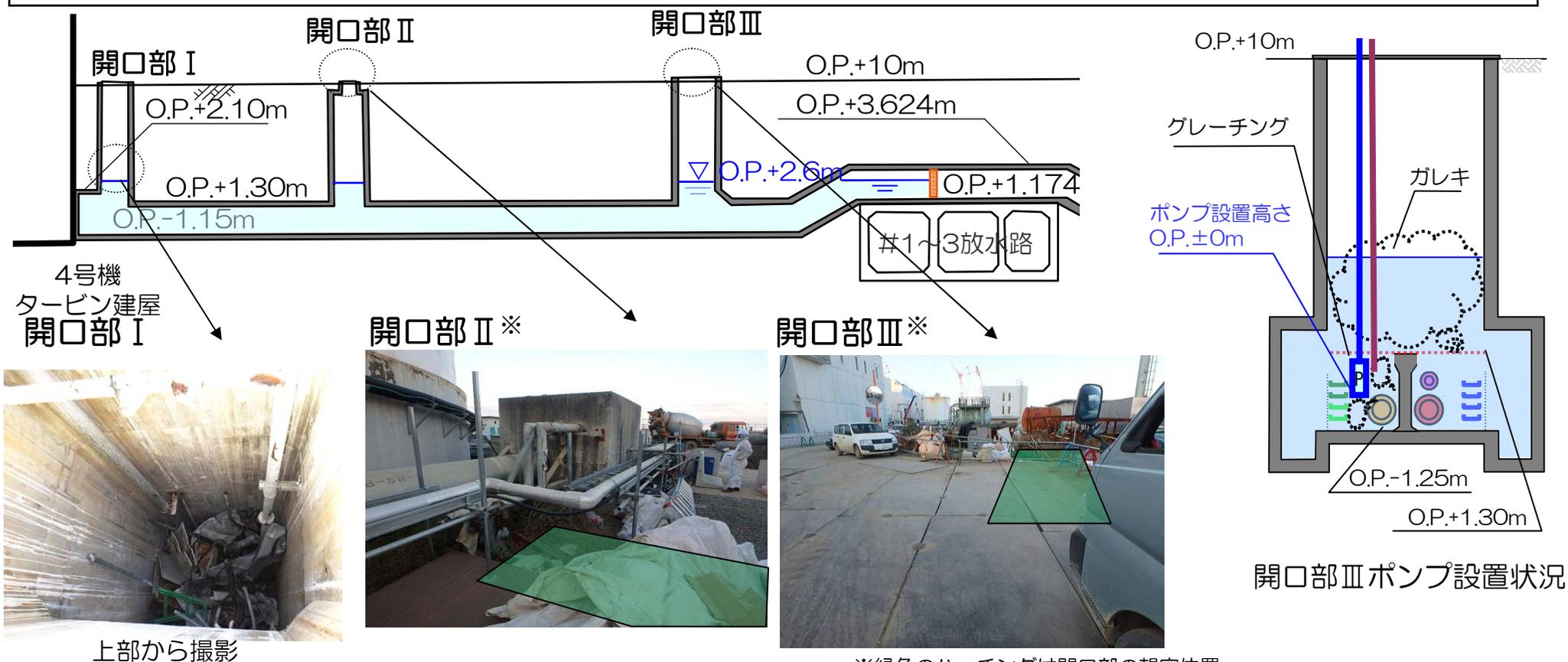
B-B'断面図



C-C'断面図

4. 2 4号機海水配管トレンチ 調査状況

- 開口部3ヶ所の調査を実施。その結果、開口部Ⅰは津波により流入したと思われるガレキが確認され、ポンプを設置するには、それらを撤去する必要があることが判明。
- 開口部Ⅱは、上部に砕石およびサブドレンの配管が設置されていることから、引き続き調査を実施予定。
- 開口部Ⅲについては、水中ポンプを底盤から1m上まで降ろせることを確認。ポンプをO.P.約±0mの位置へ設置完了。
- 現状での連通状況等を確認するため、揚水試験を実施。
- 揚水試験においては、開口部Ⅲに設置したポンプにより、4号機タービン建屋へ移送。



※緑色のハッチングは開口部の想定位置。
 ※写真は、カメラ・ポンプ挿入前に撮影。

4.3 4号機海水配管トレンチ 揚水試験結果

- 12/19に揚水試験を実施。開口部Ⅲから105m³揚水し、4号機タービン建屋へ移送した結果、タービン建屋およびトレンチの水位に変化は生じなかった。
- 試験時に測定したトレンチの水質は、至近のT/Bの水質とほぼ同等であった。
- 以上のことから、タービン建屋とトレンチ間には連通があると考えられる。

【揚水試験の概要】

12月19日(金)
 10:00 揚水開始(約35m³/h)
 13:00 揚水終了

水位	12/19 10:00	12/19 13:00
4号機タービン建屋	O.P.+2.50	O.P.+2.50
4号機海水配管トレンチ	O.P.+2.58	O.P.+2.58

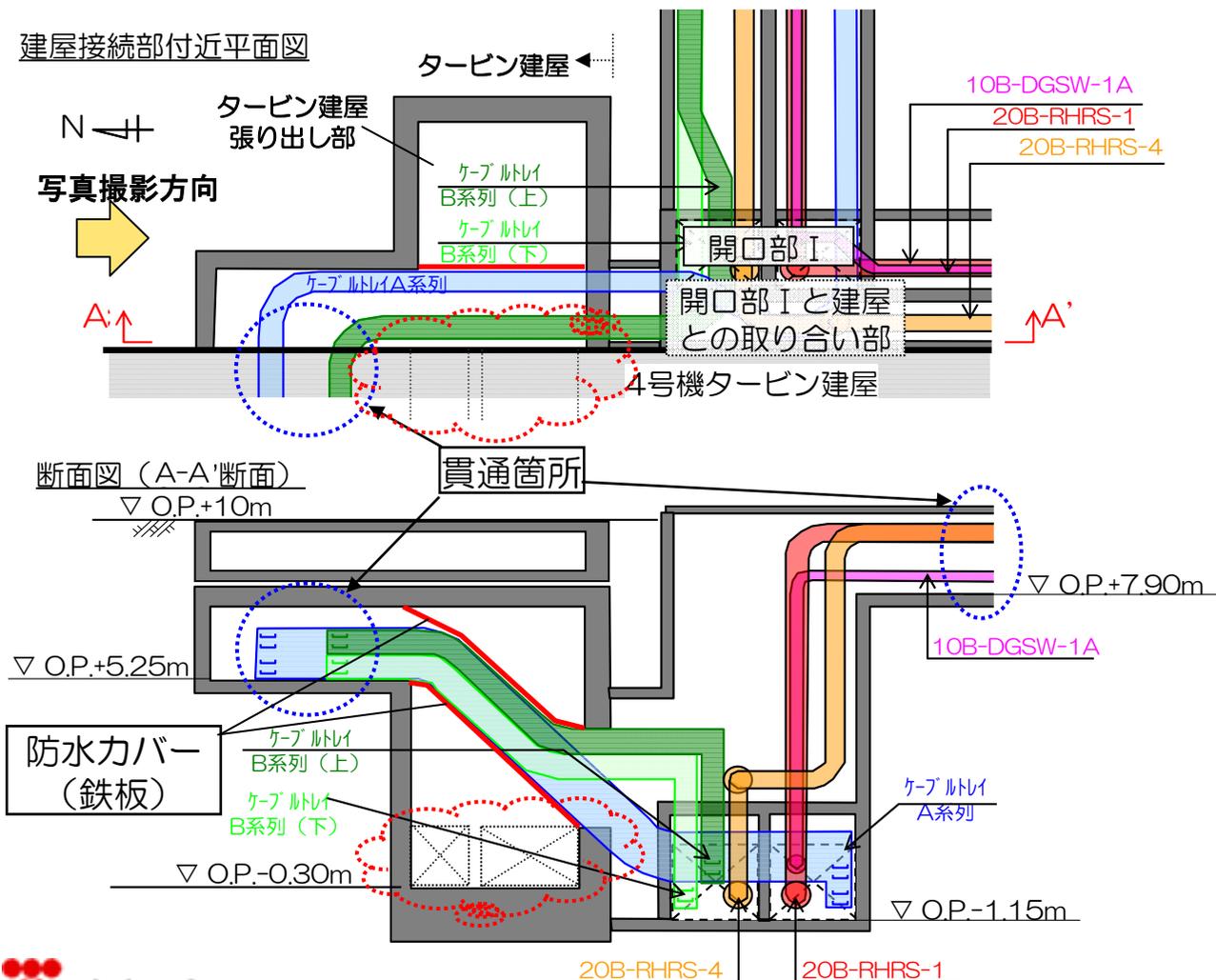
} 水位の変化なし

【水質】

区分	至近のT/B	4号機海水配管トレンチ	
採取日	H26.10.21	H26.12.19 (試験後)	H26.12.3 (試験前)
塩化物イオン	170 ppm	200 ppm	170 ppm
全 γ	480 Bq/cm ³	324 Bq/cm ³	270 Bq/cm ³
Cs-134	120 Bq/cm ³	77 Bq/cm ³	63 Bq/cm ³
Cs-137	360 Bq/cm ³	247 Bq/cm ³	206 Bq/cm ³
全 β	590 Bq/cm ³	285 Bq/cm ³	285 Bq/cm ³
トリチウム	4.4 Bq/cm ³	3.5 Bq/cm ³	3.3 Bq/cm ³

4.4 4号機海水配管トレンチ 追加調査状況

- ▶ 海水配管トレンチに収納されている、ケーブルトレイ・配管の図面上の貫通箇所（青枠）は、現状の水位よりも高所にあることから、タービン建屋張り出し部に貫通箇所があると想定。



- 左図赤枠で示す箇所（タービン建屋内）に開口があり、トレンチに収納されていない配管が設置されていることを確認。
- トレンチ内ケーブルトレイがタービン建屋張り出し部を通過している箇所には防水カバーが設置してあり、トレンチとタービン建屋は分離されていたが、現状、防水カバーの機能が損なわれているものと考えられる。

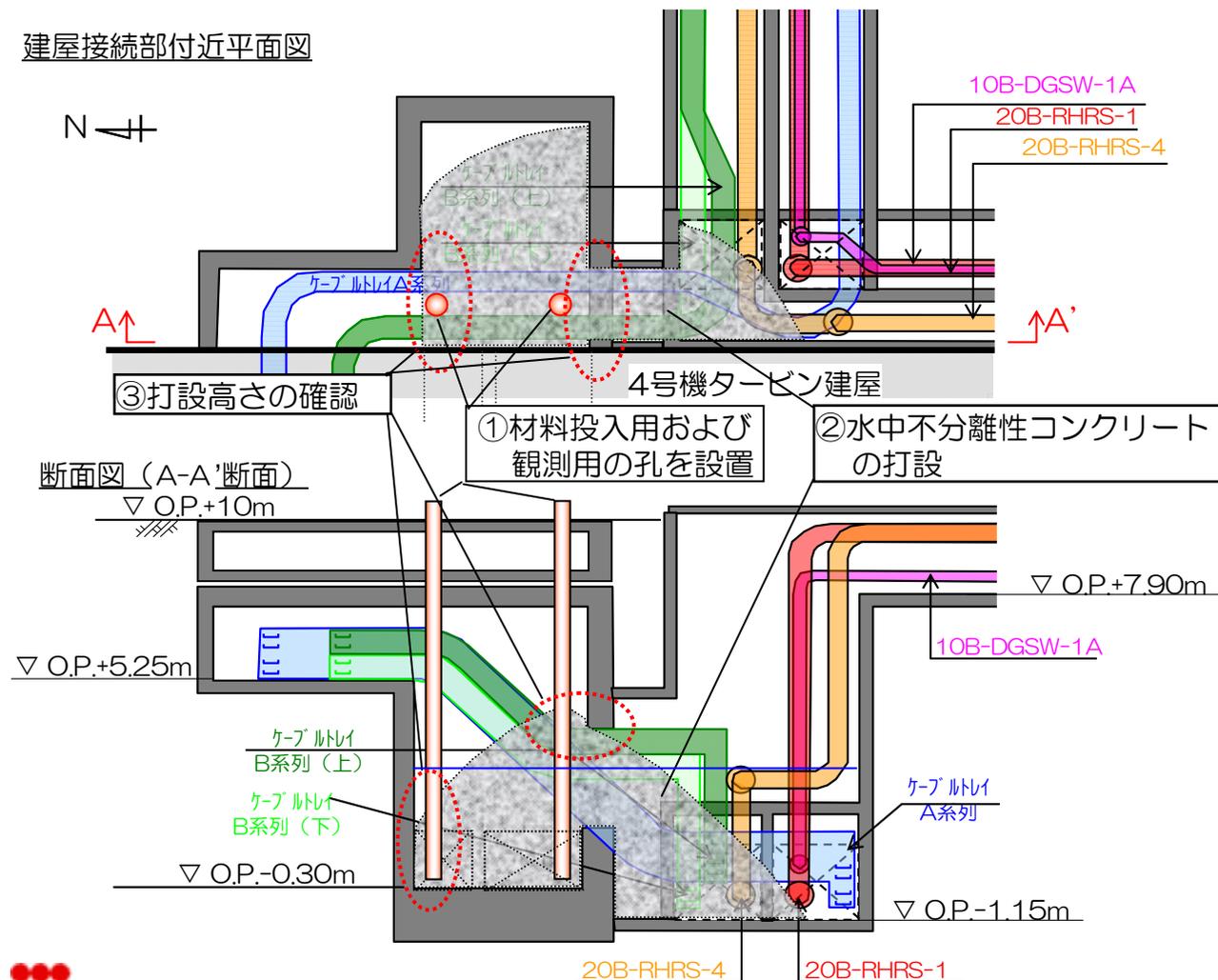
4.5 4号機海水配管トレンチ 今後の施工方針

- 揚水試験の結果，4号機においてもトレンチとタービン建屋の間に連通が確認された。
- 海水配管トレンチとタービン建屋を分離していた防水カバーの機能が損なわれ，トレンチとタービン建屋が連通したものと推定。
- 水有り充填に際し，現状想定される貫通部付近の高さを考慮すると，流動性の高い閉塞材料では建屋側へ流出する恐れがあるため，建屋とトレンチの連通の阻害を図り，建屋側への過度の流出を防止する必要がある。
- 連通の阻害方法は，間詰め充填を基本とするが，間詰め充填の実施場所として，下記の候補箇所において，現場状況等を踏まえて検討中。 候補箇所の優先順位は下記のとおり。
 - ① 想定される貫通部付近
 - 施工性確認が必要だが，閉塞材料にてトレンチ内全域を充填可能
 - ② 開口部Ⅰ
 - ガレキの撤去等準備作業に時間を要するが，ほぼトレンチ内全域を充填可能
 - ③ 開口部Ⅱ
 - 地上部の支障物が少なく，作業上の対応が比較的容易だが，トレンチが分断されてしまうため，全体の充填は段階的の実施となる
- 間詰め充填実施後，施工計画を立案し，速やかに内部充填を実施。

4.6 4号機海水配管トレンチ 間詰め方法①(貫通部付近施工案)

- 調査結果に基づき、トレンチと建屋の連通の阻害を行うため、間詰め充填を実施する。
- 間詰めについては、水中不分離性コンクリートにより行うことを基本とする。

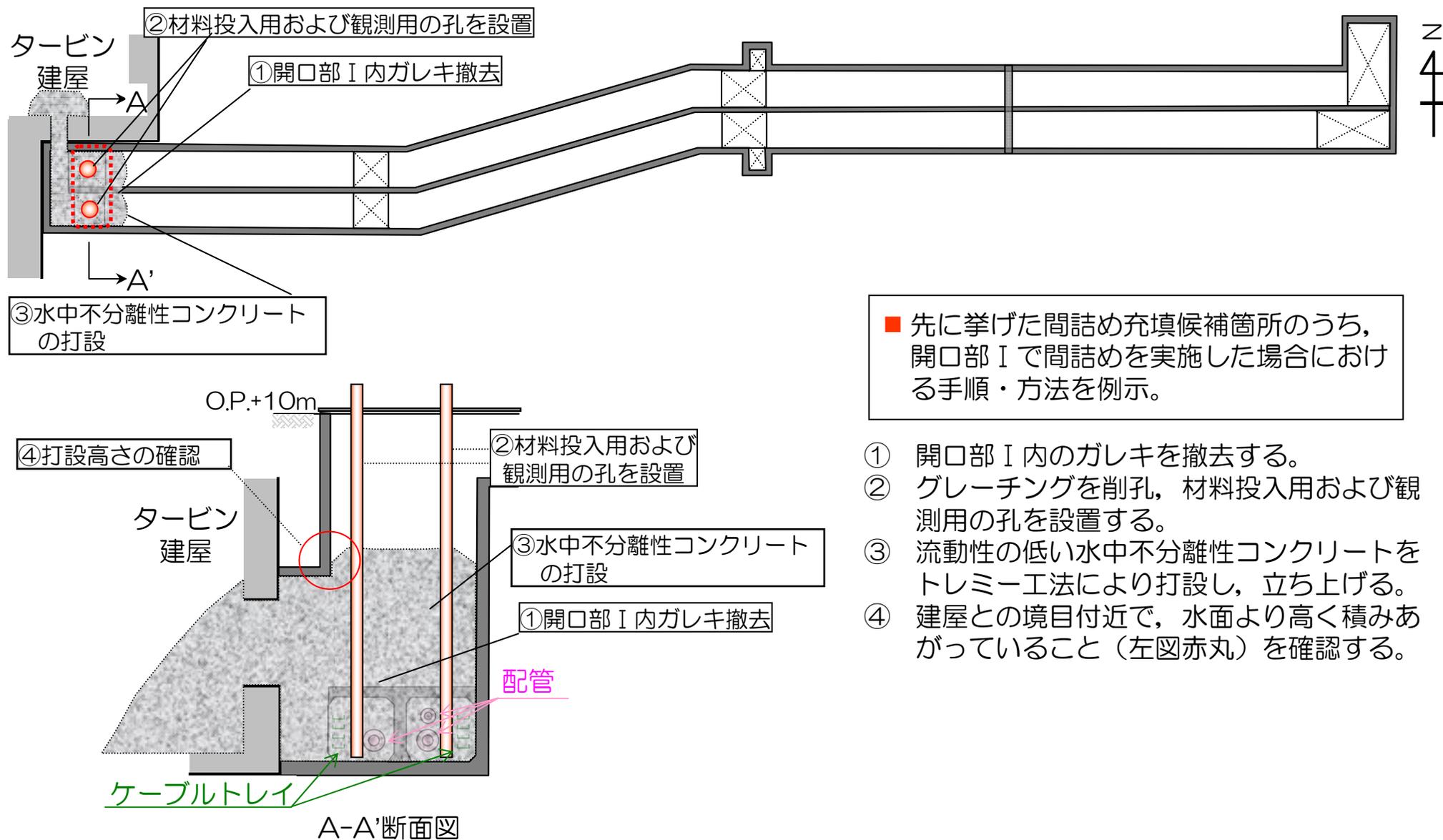
建屋接続部付近平面図



■ 先に挙げた間詰め充填候補箇所のうち、想定される貫通部付近で間詰めを実施した場合における手順・方法を例示。

- ① 調査結果に基づき、躯体頂版を削孔、材料投入用および観測用の孔を設置する。
- ② 2号機立坑Aでの知見を考慮し、流動性の低い水中不分離性コンクリートをトレミー工法により打設し、立ち上げる。
- ③ 貫通部付近において貫通部より高く積みあがっていること、およびトレンチとの境目付近で、水面より高く積みあがっていること(左図赤丸)を確認する。

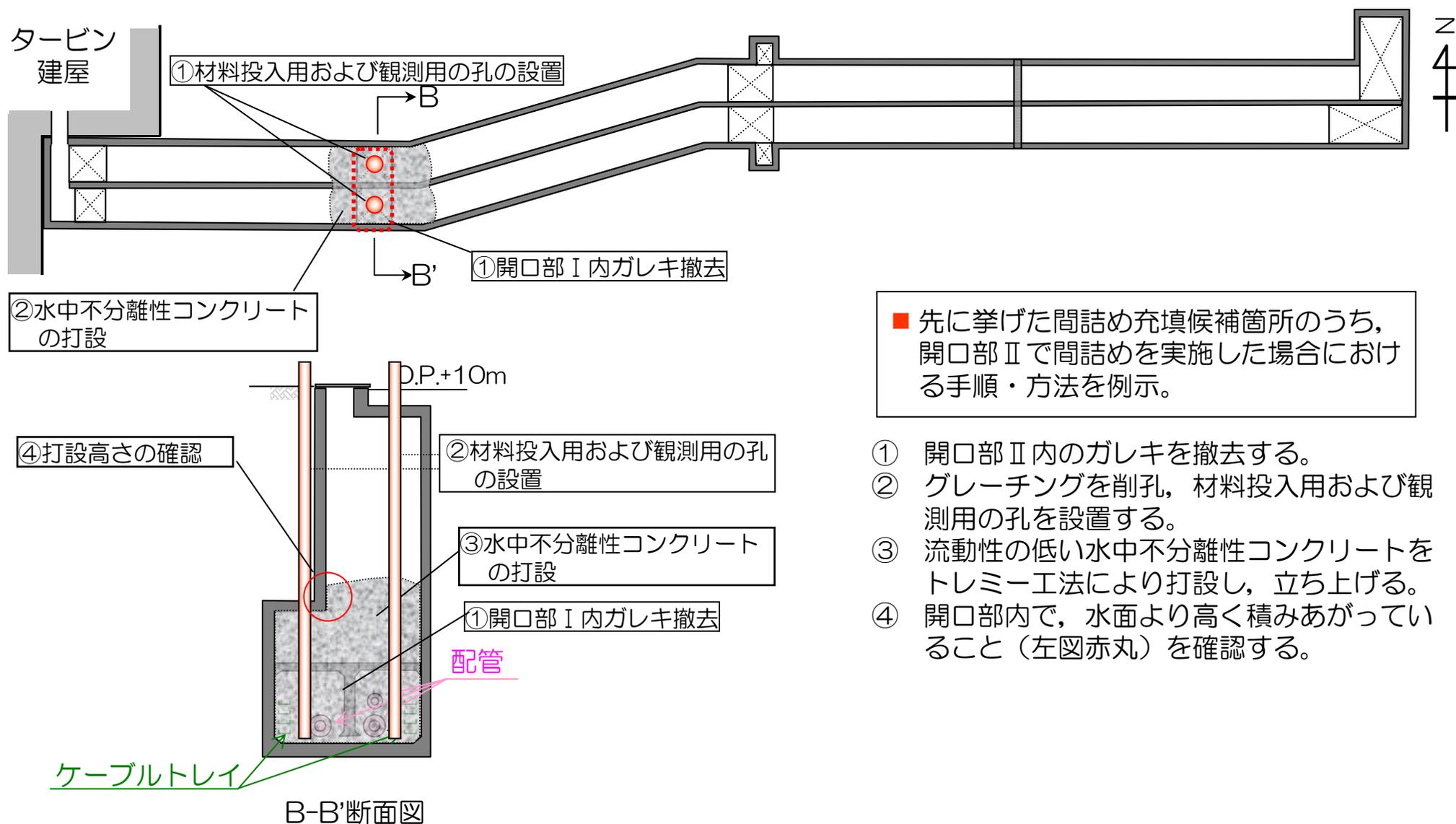
4.6 4号機海水配管トレンチ 間詰め方法②(開口部Ⅰ 施工案)



■ 先に挙げた間詰め充填候補箇所のうち、開口部Ⅰで間詰めを実施した場合における手順・方法を例示。

- ① 開口部Ⅰ内のガレキを撤去する。
- ② グレーチングを削孔，材料投入用および観測用の孔を設置する。
- ③ 流動性の低い水中不分離性コンクリートをトレミー工法により打設し，立ち上げる。
- ④ 建屋との境目付近で，水面より高く積みあがっていること（左図赤丸）を確認する。

4.6 4号機海水配管トレンチ 間詰め方法③(開口部Ⅱ施工案)

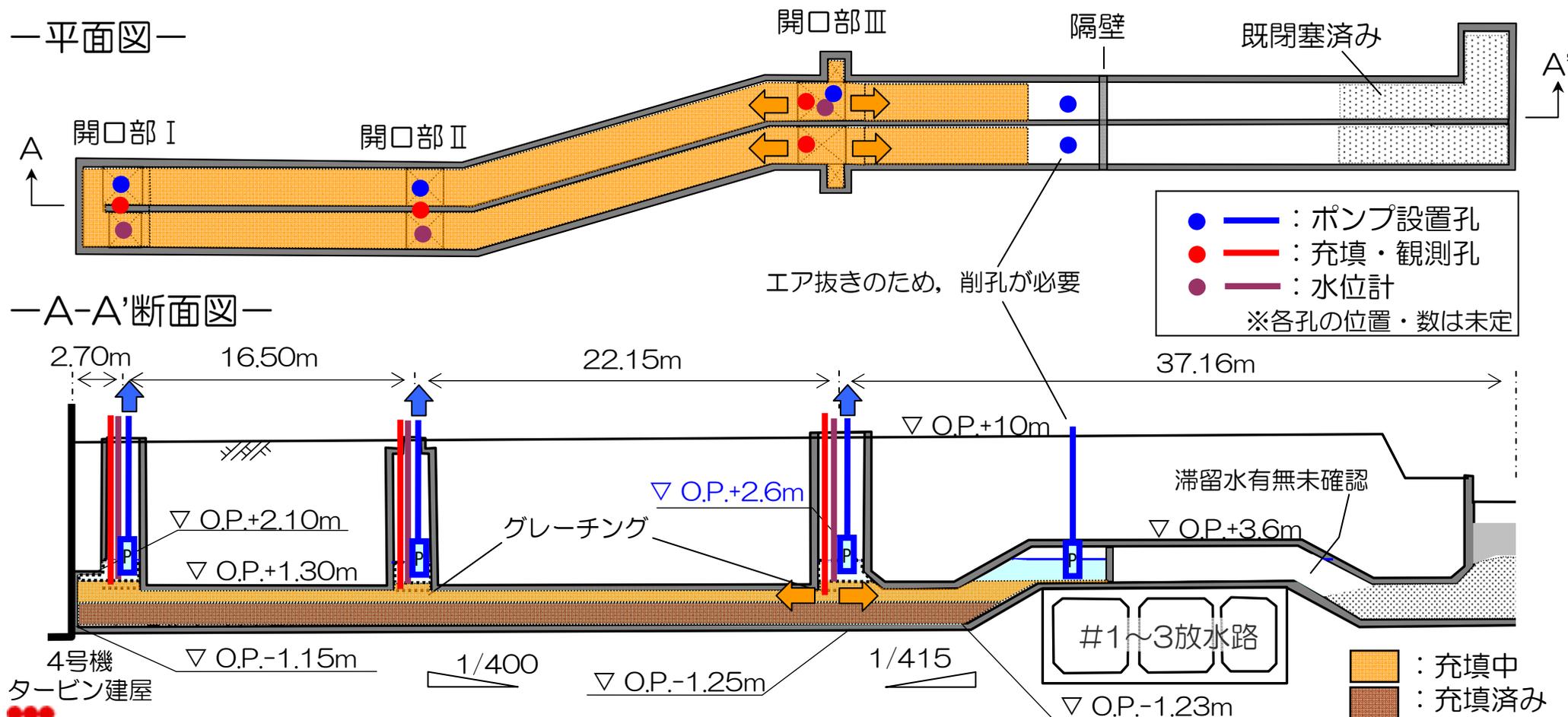


■ 先に挙げた間詰め充填候補箇所のうち、開口部Ⅱで間詰めを実施した場合における手順・方法を例示。

- ① 開口部Ⅱ内のガレキを撤去する。
- ② グレーチングを削孔，材料投入用および観測用の孔を設置する。
- ③ 流動性の低い水中不分離性コンクリートをトレミー工法により打設し，立ち上げる。
- ④ 開口部内で，水面より高く積みあがっていること（左図赤丸）を確認する。

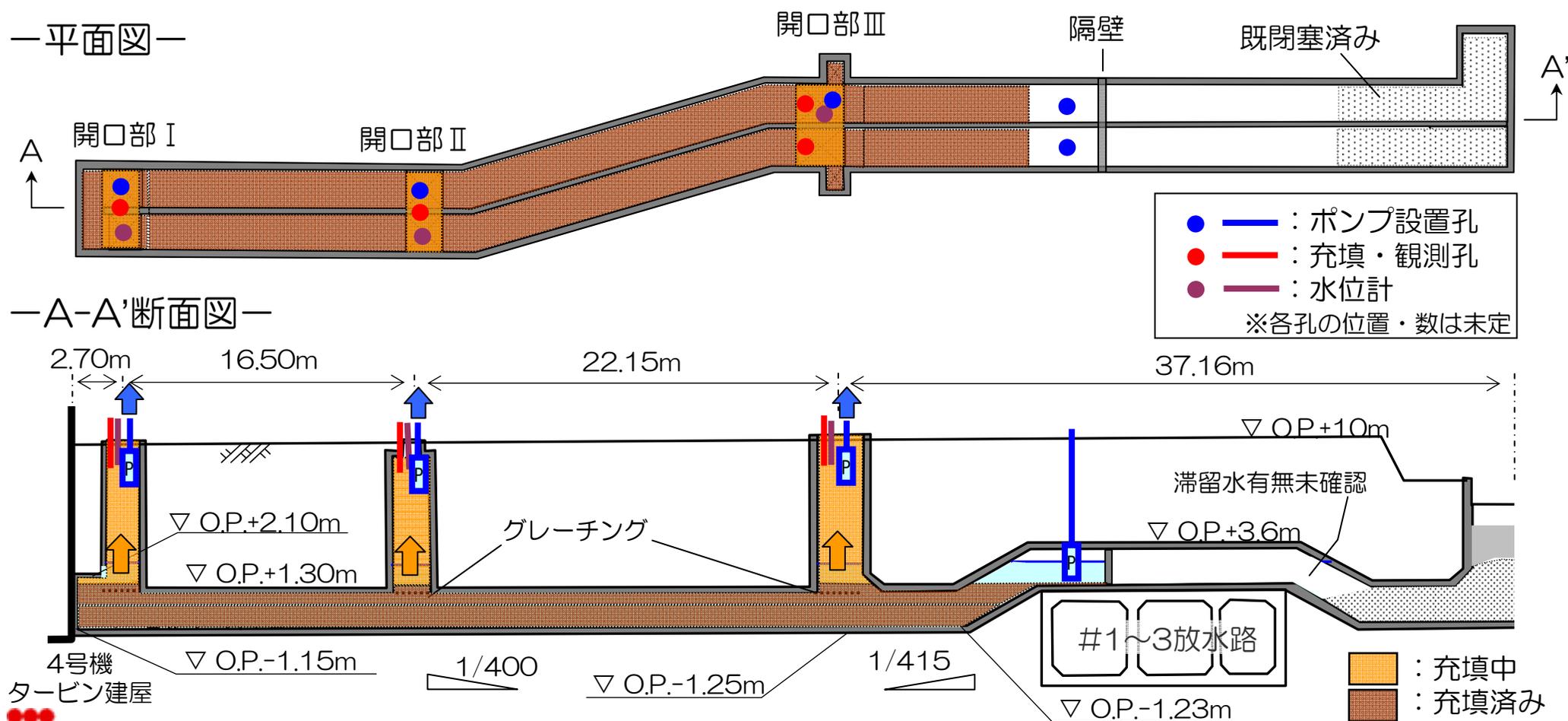
4.7 4号機海水配管トレンチ トンネル充填施工手順(案)②

- ① 放水路跨ぎ部において、エア抜きのため、頂版を削孔。併せてポンプを設置。
- ② 各開口部においてポンプの設置が完了次第、天井部の充填を実施。既充填面から10cmの高さに筒先を設置し、材料を投入。（1日で打設完了）
- ③ 打設中は各開口部のポンプを使用して、材料投入分を移送。必要に応じて放水路跨ぎ部からも移送。
- ④ 充填中は各位置において充填高さを計測・管理するとともに、各開口部にて水位計測・管理を実施。



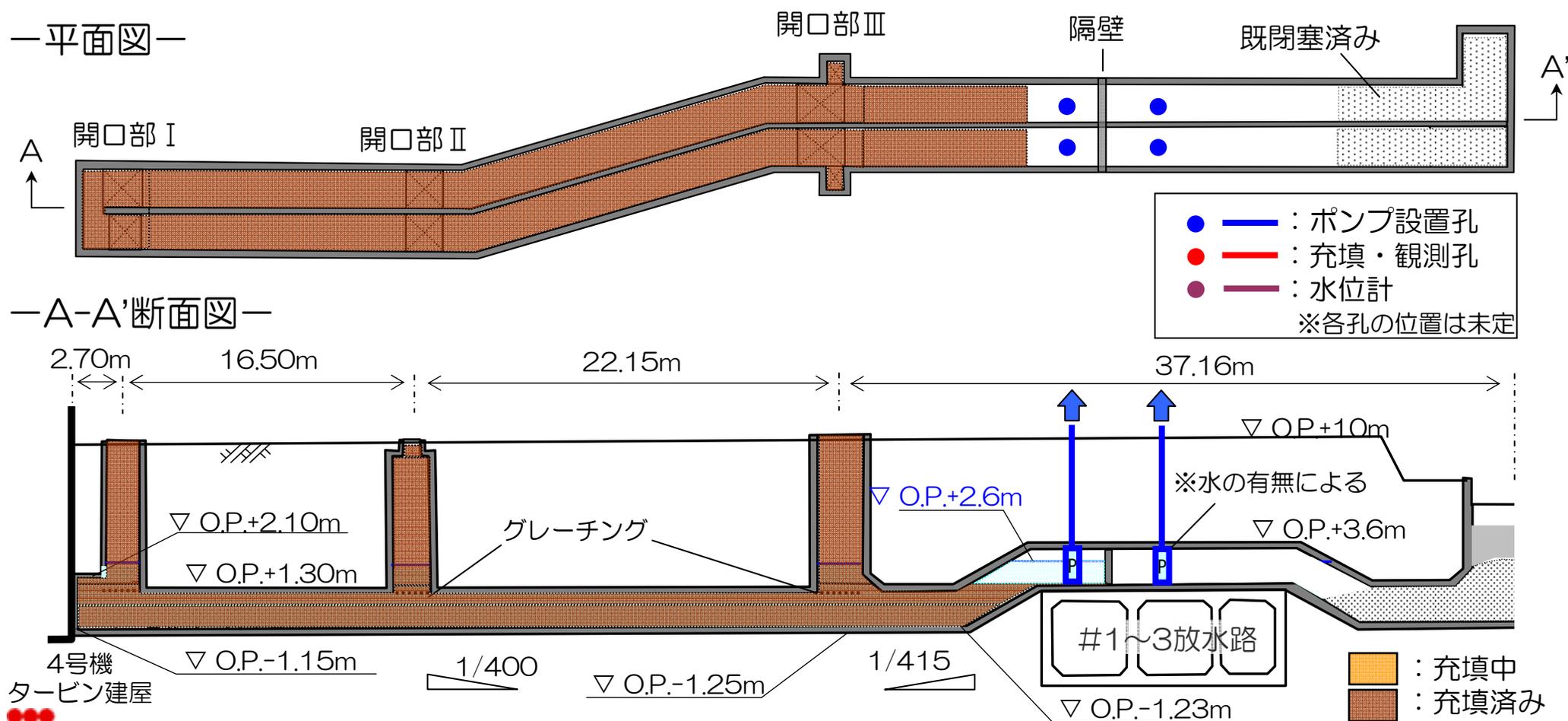
4.7 4号機海水配管トンネル トンネル充填施工手順(案)③

- ① 各開口部のポンプにより立坑から移送し、立坑部分を閉塞。
- ② 充填中は各位置において充填高さを計測・管理するとともに、各開口部にて水位計測・管理を実施。充填に際し、ポンプ、充填孔、水位計は引き上げる



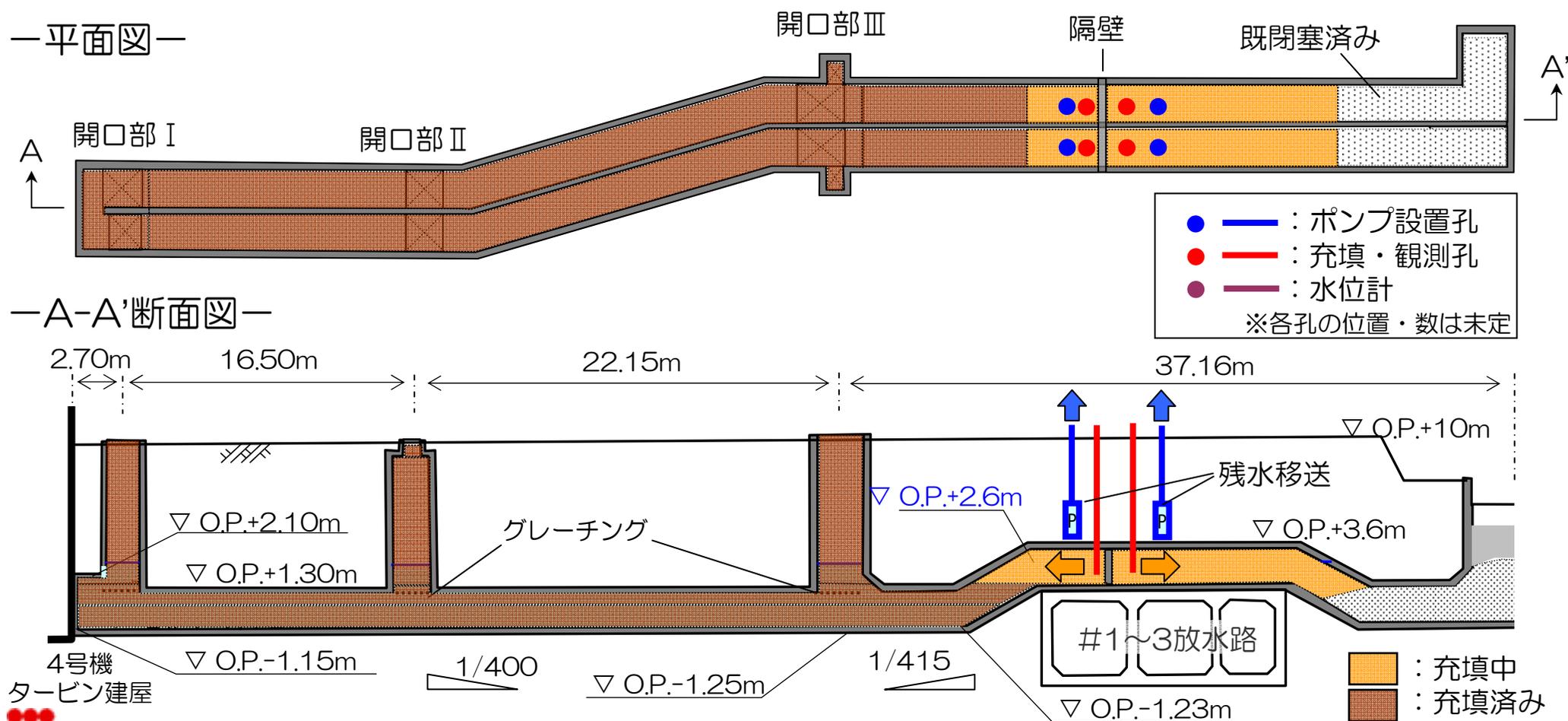
4.7 4号機海水配管トレンチ トンネル充填施工手順(案)④

- ① 放水路跨ぎ部に設置済みのポンプを使用し，放水路跨ぎ部の移送を行う。
- ② 併せて，隔壁の海側において，滞留水の有無を確認。滞留水が存在する場合，ポンプの設置を行い同様に移送を実施する。



4.7 4号機海水配管トンネル トンネル充填施工手順(案)⑤

- ① ポンプを頂版より上に設置する。
- ② 筒先を底版から10cmの高さに設置し、材料を投入。残水は頂版上に設置したポンプにより移送する。
- ③ 閉塞確認は、投入していない充填・観測孔から観測し、閉塞材料が天井高さより高く打ちあがったことを確認することにより行う。



5. トレンチ閉塞の工程

▼12/26

		11月			12月				1月			2月			3月		
		下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
2号機	トンネルA充填工		一般部	一般部	天井部												
	トンネルB充填工	一般部	一般部	一般部	天井部												
	トンネルC充填工	一般部	一般部	一般部	天井部												
	揚水試験																
	立坑充填方法検討		方針検討・確認試験・施工方法検討														
	立坑充填工											施工準備	立坑A, D, 開削ダクト部			立坑B, C	
3号機	立坑A 削孔				ポンプ設置孔A	充填・観測孔A											
	立坑B 削孔				(ポンプ設置孔は既設を使用するため新たな削孔不要)			充填・観測孔B									
	立坑C 削孔				充填・観測孔C	ポンプ設置孔C											
	立坑D 削孔				充填・観測孔D南	充填・観測孔D北	ポンプ設置孔D(調整中)										
	充填工										トンネル部	立坑部					
4号機	調査																
	間詰め																
	充填工																

天候・現場状況により変更の可能性あり