

これまでの福島第一原子力発電所の汚染水対策の状況 および 今後の福島第一原子力発電所の汚染水処理対策の課題と対応

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

これまでの福島第一原子力発電所の汚染水処理対策の状況

第24回汚染水処理対策委員会資料

TEPCO

目次

- 汚染水対策に関わる最新データにおける状況
 - (1) 重層的な汚染水対策の概要、汚染水の発生要因
 - (2) 陸側遮水壁の凍結状況
 - (3) 建屋周辺の地下水位の状況
 - (4) サブドレン・護岸エリアのくみ上げ量の推移
- 汚染水対策の実施状況と今後の短期対策計画
 - (5) 雨水対策の進捗状況
- 汚染水対策の評価と陸側遮水壁について
 - (6) 重層的な汚染水対策の効果
- 滞留水の状況について
 - (7) 建屋滞留水の状況について
- 汚染水抑制対策の状況に関するまとめ
 - (8) これまでの汚染水抑制対策に関するまとめ

(1) 重層的な汚染水対策の概要

■汚染水対策は、3つの取り組みに基づき進めています。

「汚染水対策」の3つの取り組み

1. 3つの基本方針に従った汚染水対策の推進に関する取り組み

【3つの基本方針】

- ①汚染源を「取り除く」
- ②汚染源に水を「近づけない」
- ③汚染水を「漏らさない」

2. 滞留水処理の完了に向けた取り組み

- ④建屋滞留水の処理
(1～3号機原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋を除く)
- ⑤滞留水中に含まれるα核種の濃度を低減するための除去対策
- ⑥ゼオライト土壌に対する線量緩和対策安全な管理方法の検討

3. 汚染水対策の安定的な運用に向けた取り組み

- ⑦津波対策や豪雨対策など大規模災害のリスクに備えた取り組み
- ⑧汚染水対策の効果を将来的にわたって維持するための取り組み

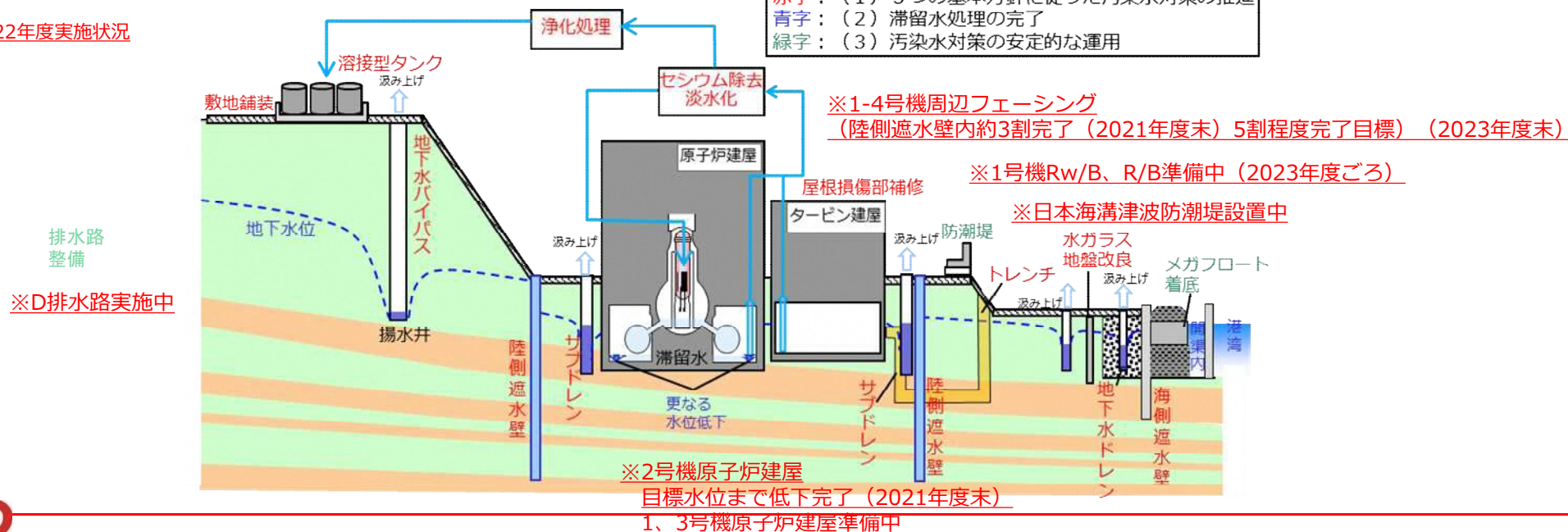
汚染水対策の中長期ロードマップ目標

内容		時期
汚染水発生量を150m ³ /日程度に抑制	達成済	2020年内
汚染水発生量を100m ³ /日以下に抑制		2025年内
建屋内滞留水処理	建屋内滞留水処理完了(*)	達成済 2020年内
	原子炉建屋滞留水を2020年末の半分程度に低減	2022年度～ 2024年度

(*) 1-3号機原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋を除く

赤字：(1) 3つの基本方針に従った汚染水対策の推進
青字：(2) 滞留水処理の完了
緑字：(3) 汚染水対策の安定的な運用

※2022年度実施状況



建屋周辺の汚染水の発生要因

■ 汚染水の発生要因は大別すると、下記に区分される。

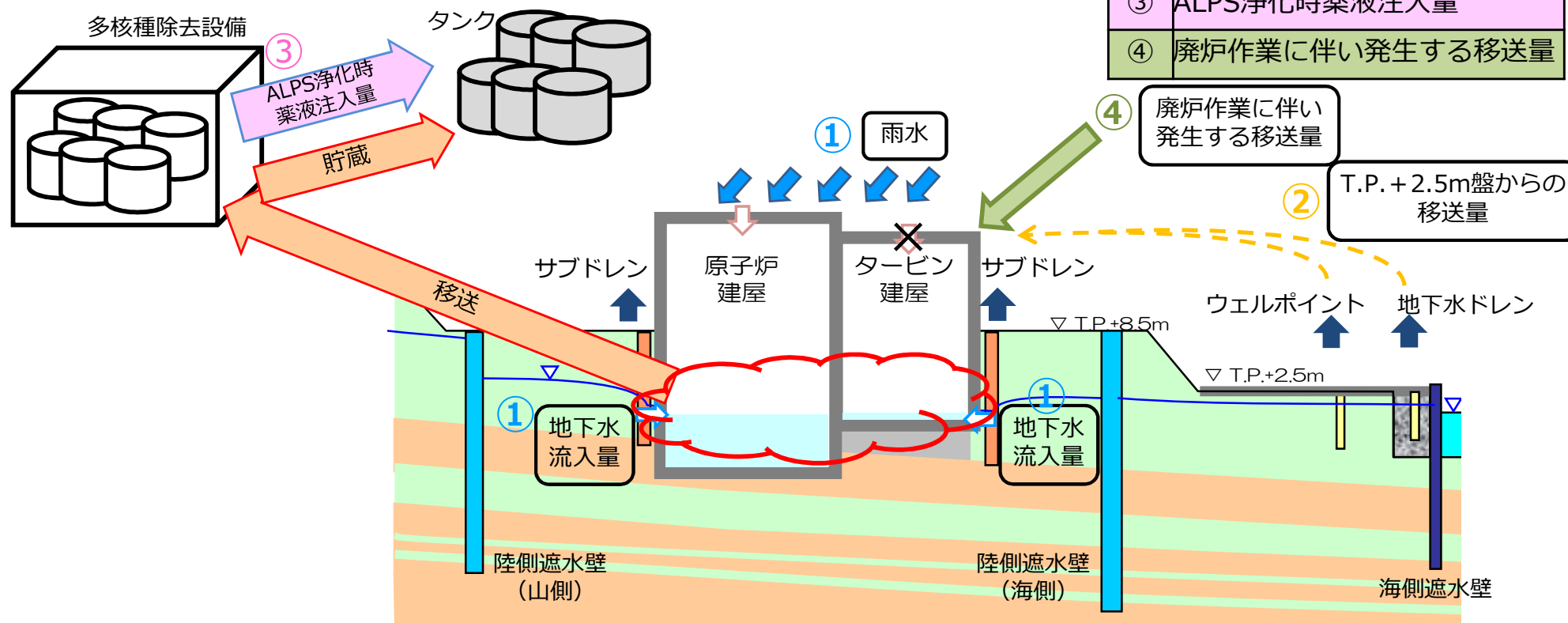
雨水や地下水に起因するもの：建屋流入量(雨水・地下水等の流入) (①)

T.P.+2.5m盤からの建屋移送量 (②)

その他：ALPS浄化時薬液注入量 (③)

廃炉作業に伴い発生する移送量 (④)

	汚染水発生要因
①	建屋流入量
②	T.P.+2.5m盤からの建屋移送量
③	ALPS浄化時薬液注入量
④	廃炉作業に伴い発生する移送量



建屋周辺における水の出入り概念図

汚染水発生量の要因別実績と低減に向けた主な方策

- 重層的な汚染水抑制対策を進めることにより、2020年の汚染水発生量は約140m³/日であり、“2020年以内に汚染水発生量を150m³/日程度に抑制する”を達成している。
- 2021年度は、降雨量が平年（1,473mm）より約100mm多い状況であったが、汚染水発生量は約130m³/日となっている。

汚染水発生要因 (項目)		2015年度 実績(m ³)※3	2018年度 実績(m ³)	2019年度 実績(m ³)	2020年度 実績(m ³)	2021年度 実績(m ³)	100m ³ /日達成に向けた 主な汚染水発生量低減方策
①	建屋流入量 (雨水・地下水等 の流入)	約98,000 (約270m ³ /日)	約36,000 (約100m ³ /日)	約44,000 (約120m ³ /日)	約34,000 (約90m ³ /日)	約36,000 (約100m ³ /日)	・サブドレンの水位低下 ・陸側遮水壁の構築 ・屋根破損部補修 ・建屋周辺フェーシング ・トレンチ閉塞 ・ルーフドレンの健全性確保
②	T.P.+2.5m盤 からの 建屋移送量	60,000 (約160m ³ /日)	約5,000 (約10m ³ /日)	約7,000 (約20m ³ /日)	約3,000 (約10m ³ /日)	約3,000 (約10m ³ /日)	・陸側遮水壁の構築 ・2.5m盤のフェーシング ・8.5m盤海側（陸側遮水壁 外）カバー・フェーシング ・サブドレン水位低下
③	ALPS浄化時 薬液注入量※1	10,000 (約25m ³ /日)	約5,000 (約10m ³ /日)	約4,000 (約10m ³ /日)	約2,000 (約10m ³ /日未満)	約2,000 (約10m ³ /日未満)	・ALPS処理系統内の移送水の 循環利用
④	廃炉作業に伴い 発生する移送量※2	13,000 (約35m ³ /日)	約17,000 (約50m ³ /日)	約11,000 (約30m ³ /日)	約13,000 (約40m ³ /日)	約7,000 (約20m ³ /日)	・サイトバンカ建屋流入対策他
汚染水発生量		181,000 (約490m ³ /日)	約63,000 (約170m ³ /日)	約65,000 (約180m ³ /日)	約52,000 (約140m ³ /日)	約48,000 (約130m ³ /日)	<目標値> 36,000 (約100m ³ /日)
参考	降水量 (mm)	1,429 (3.9mm/日)	999 (2.7mm/日)	1,663 (4.6mm/日)	1,349 (3.7mm/日)	1,572 (4.3mm/日)	平均的な降雨1,473mm (4.0mm/日)

※1 多核種除去設備の前処理設備に注入している薬液

※2 オペレーティングフロアへの散水や、凍土外建屋への流入およびトレンチ溜まり水の移送を含む

※3 2017.1までの汚染水発生量（貯蔵量増加量）は、建屋滞留水増減量（集中ラド含む）と各タンク貯蔵増減量より算出しており、気温変動の影響が大きいと、2017.2以降は上表の凡例に示す発生量の内訳を積み上げて算出する方法に見直している。よって、2017.1以前のデータを含む2016年度実績の数値は参考値である。

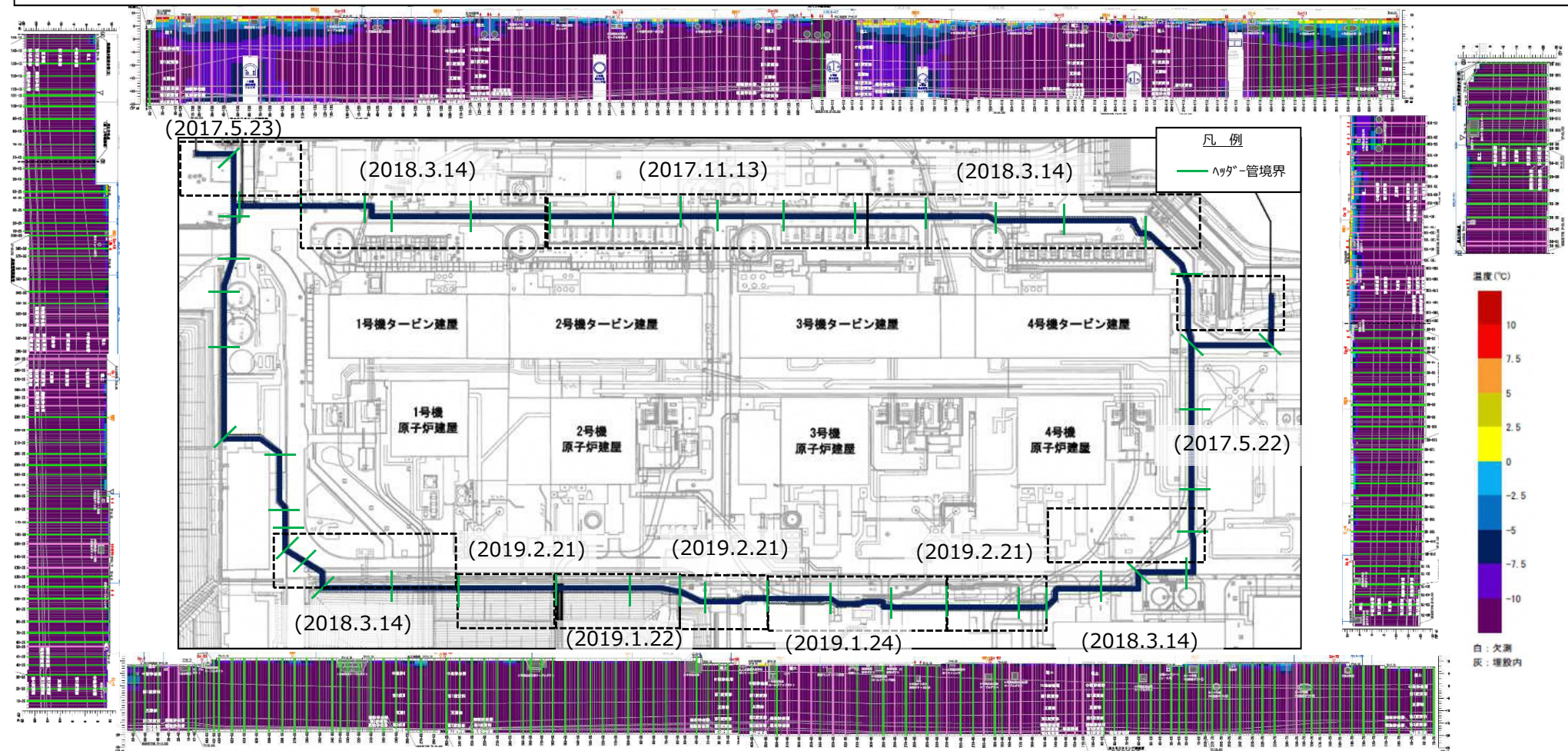
黒字；対策済み

赤字；継続実施中

（降雨以外の数字は百の位で四捨五入）

(2) 陸側遮水壁の凍結状況

- 陸側遮水壁については、地中温度を監視しながら維持管理運転を実施中である。
- 2021年8月に4号機山側の一部の測温管で地中温度の上昇が確認されたが、矢板打設など対策を講ずることにより、温度分布の逆転などは解消しており、地中温度は0℃未満で推移している。
- 2019年12月末以降、ブラインの漏えいが複数回発生しているが、その間、監視強化や予備品を確保することにより、設備復旧は早期に完了しており、いずれも陸側遮水壁の機能への影響は生じていない。しかしながら、2022年2月には供給本管からの漏えいも発生しており、従前の事後保全から、状態監視強化及び監視結果を踏まえた予防保全へ移行することを検討中である。

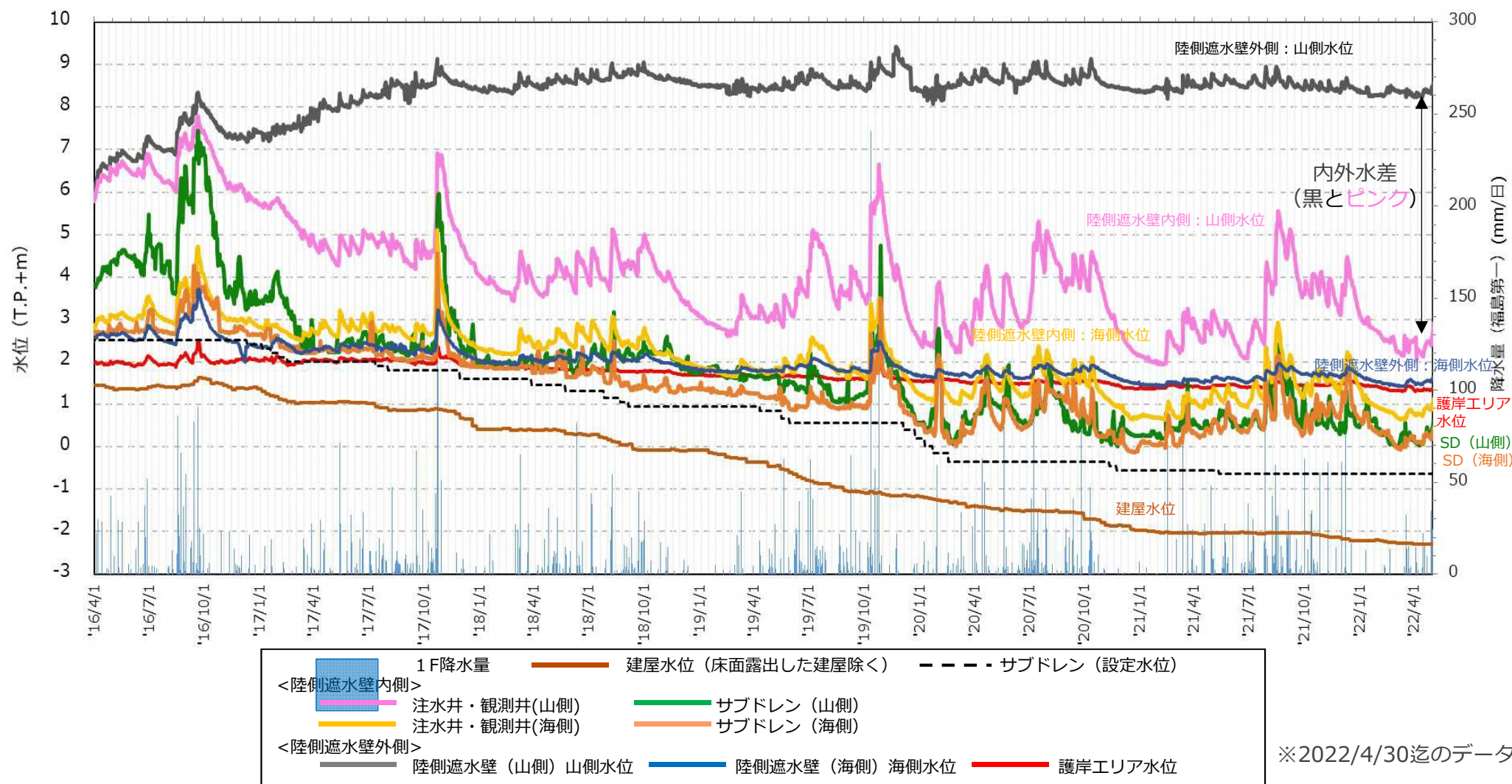


() は維持管理運轉移行日

(温度は 2022.5.31 7:00時点のデータ)

(3) 建屋周辺の地下水位の状況

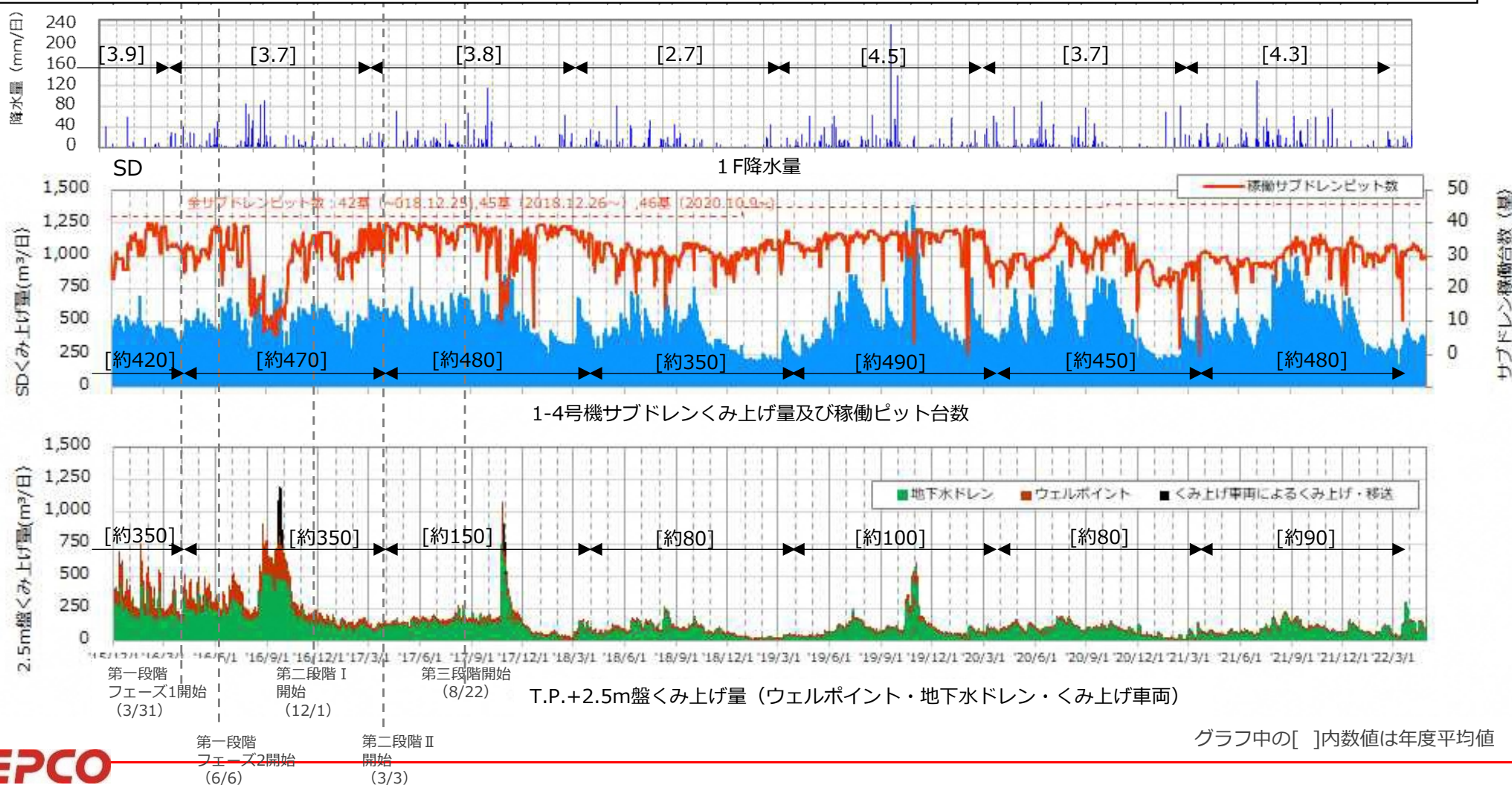
- 陸側遮水壁内側エリアの地下水位は、陸側遮水壁及びサブドレンの設定水位の低下により、年々低下傾向にあり、山側では平均的に4～5mの内外水位差が形成されている。また、護岸エリア水位も地表面（T.P.2.5m）に対して低位（T.P.1.4m）で安定している状況である。
- サブドレン設定水位は、2021年度は若干ながら低下（T.P.-0.55m⇒T.P.-0.65m）等により、T.P.2.5m盤よりも1-4号機建屋海側の地下水位が低い状態（大きい降雨時除く）が継続的に形成されている。



(4) サブドレン・護岸エリアのくみ上げ量の推移

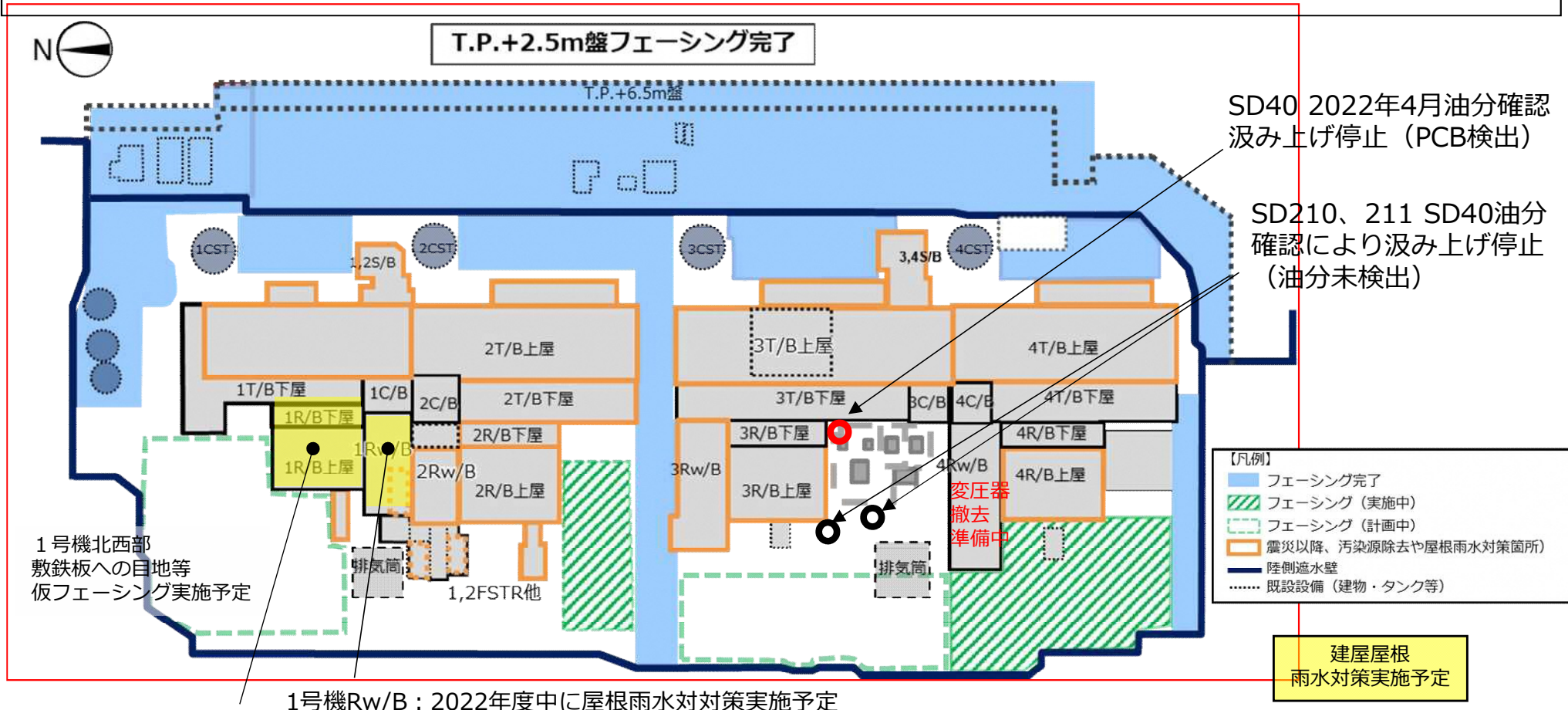
- 重層的な汚染水対策により、サブドレンくみ上げ量は年間平均として約400～500m³/日で安定的に推移している。今後、1-4号機建屋周辺のフェーシングにより汲み上げ量を抑制していく予定。
- 2022年4月に3号機起動用変圧器からの油漏えい時に近傍のサブドレンNo.40ピットからPCB含有の油分が確認され、周辺のサブドレンNo.210、211含めて停止している。今後、サブドレンNo.40ピット以外の稼働を目指していく。
- T.P.+2.5m盤エリアのくみ上げ量は、重層的な汚染水対策により約100m³/日と低い水準で安定的に推移している。

(データは、2022/4/30迄)



(5) 雨水対策の進捗状況

- 雨水対策として、建屋屋根損傷部の補修、降雨の土壌浸透を抑制するフェーシング、及び建屋接続トレンチ等の止水を実施中である。
- 建屋屋根は1号機R/Bを2023年度頃、1-4号機建屋周辺陸側遮水壁内側については2023年度に5割程度完了をそれぞれ目指している。
- 2024年度以降についても廃炉工事と調整し、フェーシング工事は継続していく予定である（1-2号機山側道路及び1号機北西側の本設化、3-4号機間変圧器設置箇所を検討）。



T.P.+8.5m盤フェーシングの状況

■ 4号機タービン建屋海側 状況写真
(施工前)



(施工後)



■ 4号機原子炉建屋山側 状況写真
(施工前)

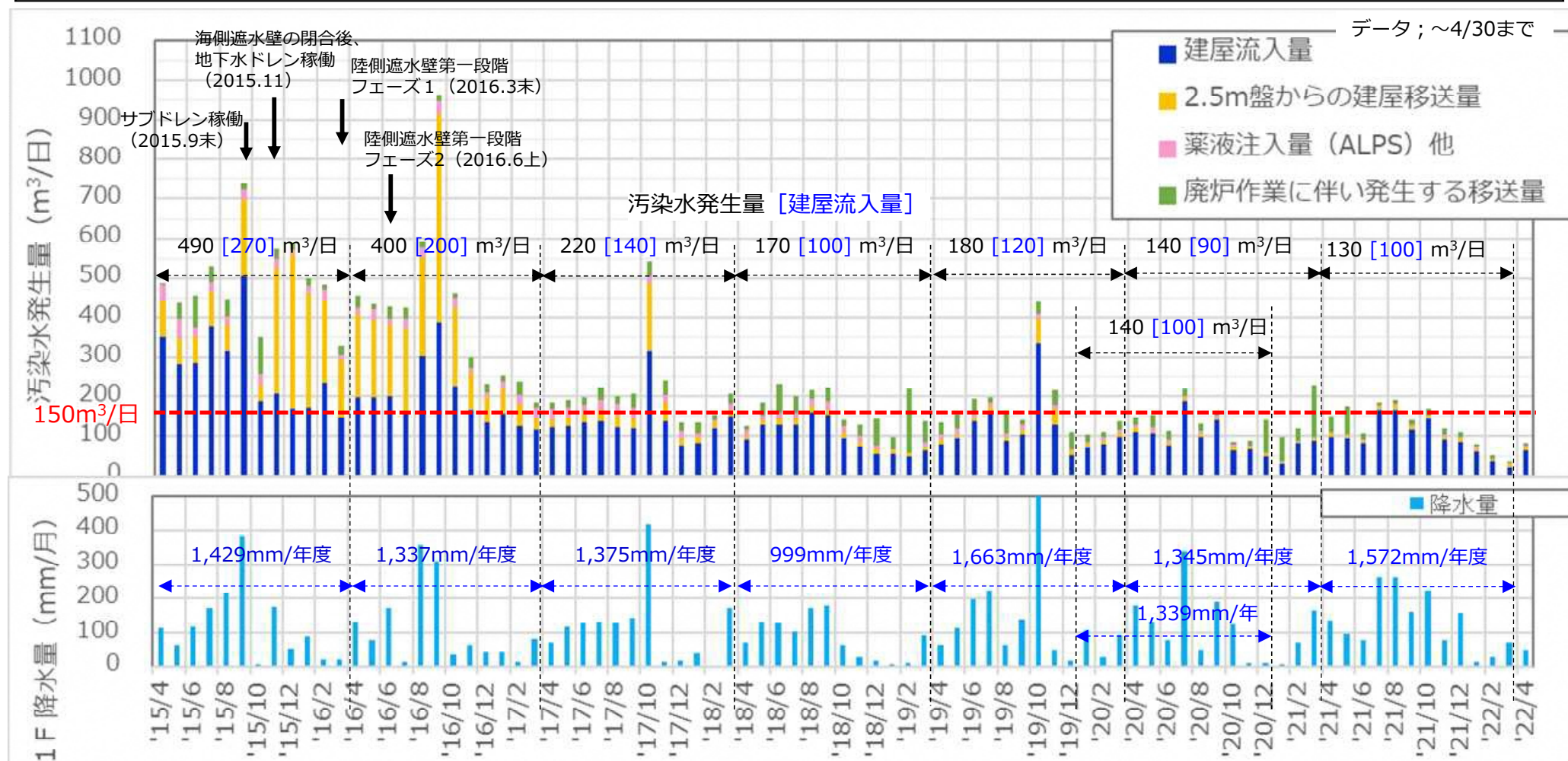


(施工中)



(6) 重層的な汚染水対策の効果

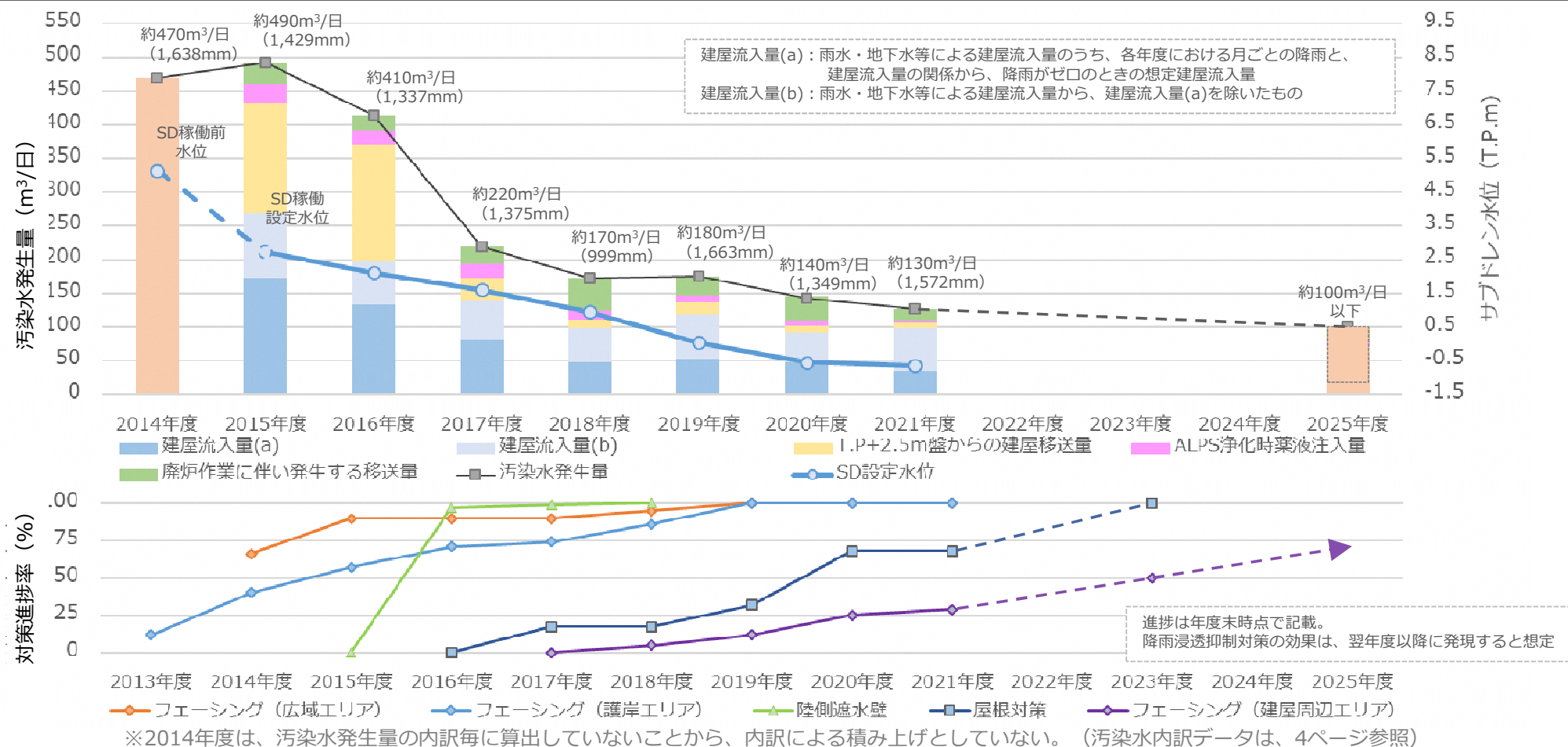
- 陸側遮水壁、サブドレン等の重層的な対策の進捗に伴って、建屋流入量・汚染水発生量共に減少しており、2020年の汚染水発生量は約140m³/日であり、中長期RM目標（2020年内に汚染水発生量を150m³/日程度に抑制）を達成している。
- 2021年度は、降雨量が1,572mmと平年より100mm多い状況となっているが、雨水流入対策の効果もあり、汚染水発生量は約130m³/日に低減している。



注) 2017.1までの汚染水発生量（貯蔵量増加量）は、建屋滞留水増減量（集中廃棄物処理建屋含む）と各タンク貯蔵増減量より算出しており、気温変動の影響が大きい。2017.2以降は上表の凡例に示す発生量の内訳を積み上げて算出する方法に見直している。よって、2017.1までの汚染水発生量の内訳は参考値である。

汚染水抑制対策の進捗と汚染水発生量の推移

■ 重層的な汚染水抑制対策の進捗に伴い、汚染水発生量は降雨の影響があるものの、年々と低減傾向となっている。今後も重層的な汚染水抑制対策を継続し、計画的に対策を実施していくことにより、2025年内に汚染水発生量100m³/日以下を目指している。



主な重層的な汚染水抑制対策

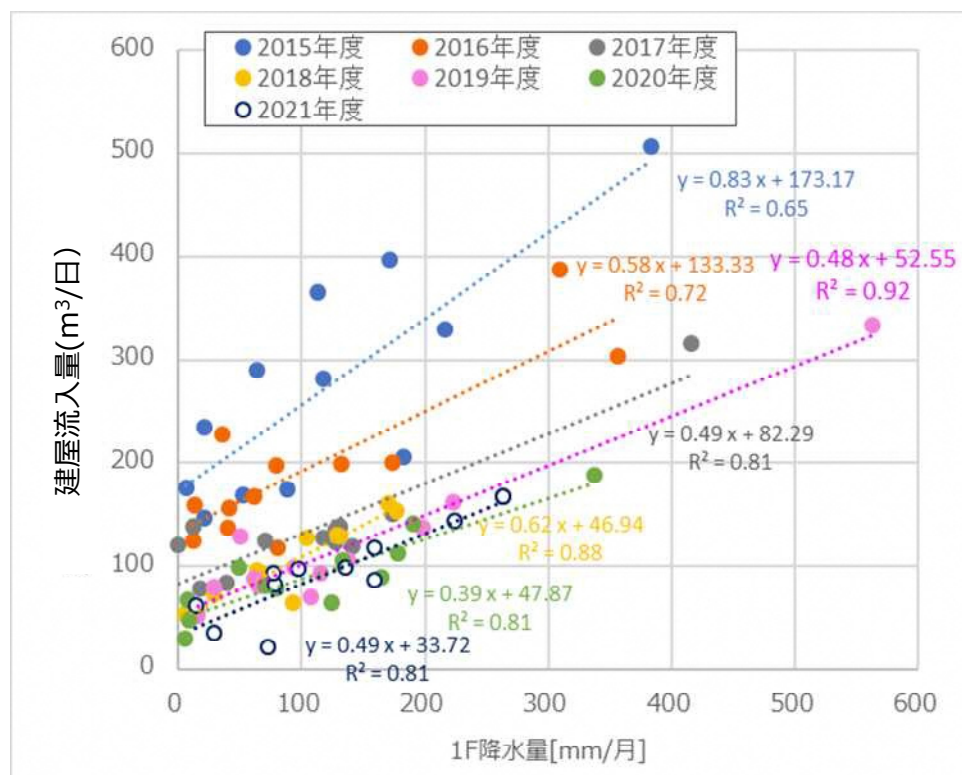
2014.5 ◆地下水バイパス稼働	2015.9 ◆サブドレン稼働	2017.8 ◆陸側遮水壁 (最終閉合)	2020.3 ◆#3Rw屋根対策完了	2023年度 ◇凍土内フェーシング 50%完了目標	2025年内 ◇汚染水発生量 100m ³ /日以下
2015年度 ◆広域フェーシング 概成	2015.10 ◆海側遮水壁閉合	2017年度 ◆2.5m盤フェーシング目地対策	2020年度 ◆#3T/B屋根対策完了 ◆#3R/B屋根北東部	2023年度ごろ ◇#1R/Bカバー設置 (#1Rw/B雨水対策含む)	
	2015.11 ◆地下水ドレン稼働	2018.2 ◆#3R/Bカバー設置			
	2016.3 ◆陸側遮水壁凍結 (フェーズ1)	2016年度 ◆陸側遮水壁 海側凍結完了	2018.3 ◆SD系統処理能力 増強完了(1,000⇒2,000m ³ /日)		

◆実施済の対策
◇計画中の対策

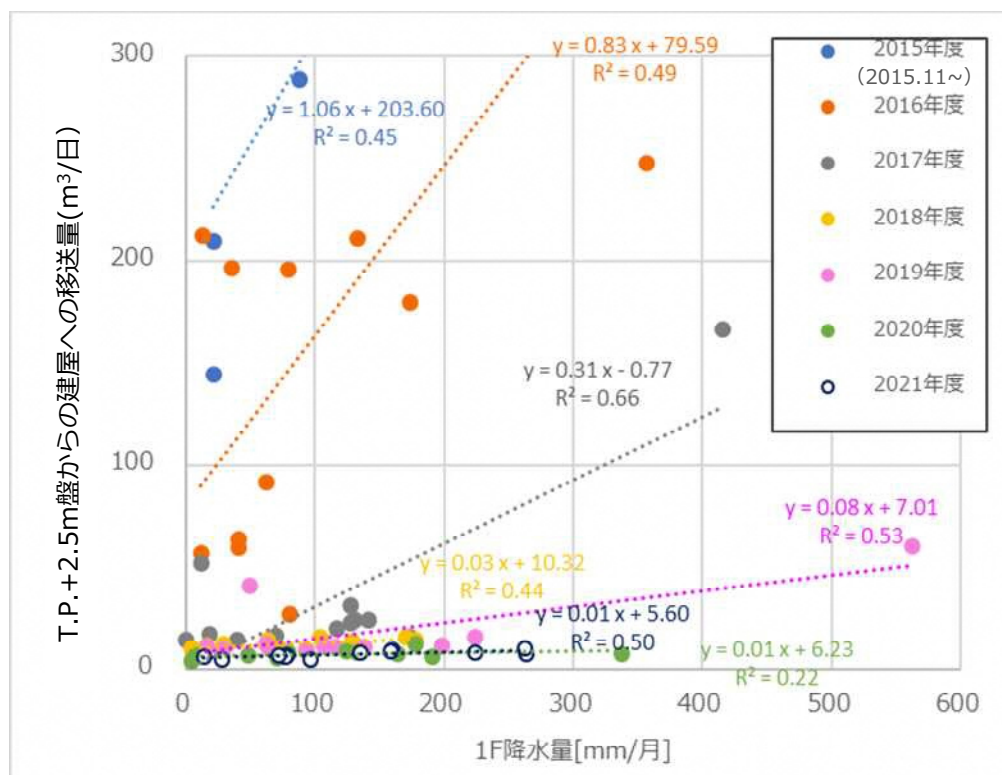
建屋流入量及びT.P.2.5m盤からの建屋への移送量と降水量との関係

- 建屋流入量は、降雨により増加する傾向はあるものの、年々抑制されており、2020年以降に建屋屋根補修及び建屋周辺のフェーシングを進めた結果、2020年度以降は降雨時の建屋流入量が抑制されている傾向になってきていると評価している。
- T.P.2.5m盤からの建屋への移送量は、降雨による増加傾向は大幅に抑制され、2018年度以降は降雨による増分は殆どなくなっている。

建屋流入量



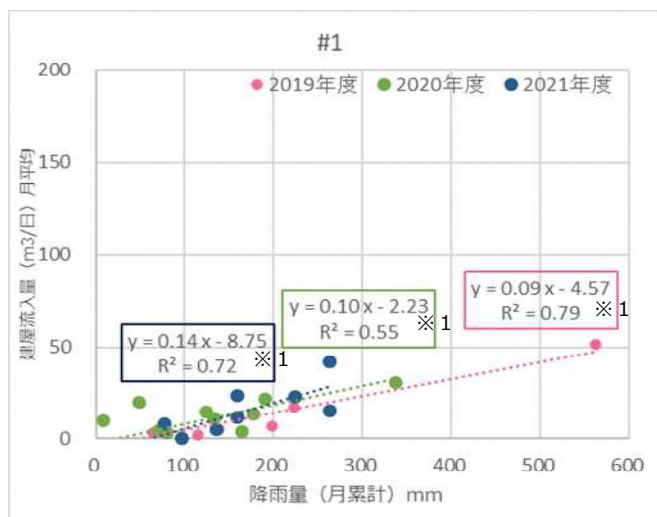
T.P.+2.5m盤からの建屋への移送量



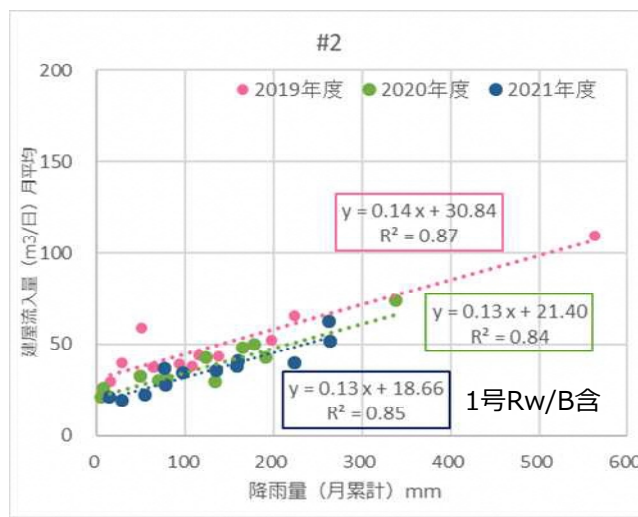
※2020.8月データは、本設ポンプによる移送に伴う建屋流入量のバラツキを考慮して、回帰分析において除外している。

建屋流入量（号機別）と降雨量との関係

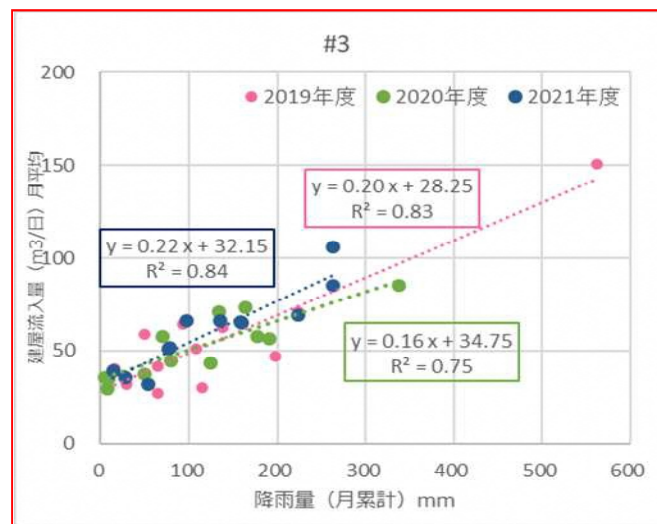
- 建屋流入量では2号機(約35m³/日)及び3号機(約60m³/日)が多く、流入量の半分程度が雨水と評価される。
- フェーシング等の雨水流入対策とともに、更なる流入抑制のため、2号機、3号機では地下水流入対策が必要である。



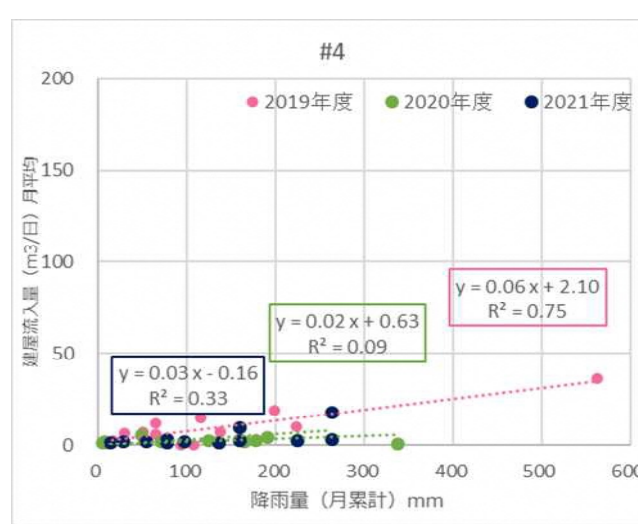
2020年度: 約10m³/日 (ほぼ雨水等が流入)
 2021年度: 約10m³/日 (同上)



2020年度: 約40m³/日 (半分が雨水等)
 2021年度: 約35m³/日 (同上)



2020年度: 約55m³/日 (3割が雨水等)
 2021年度: 約60m³/日 (半分が雨水等)
 ※サブドレンNo40停止により約5～10m³/日増加 (右図詳細)



2020年度: 1m³/日 (ほぼ地下水が流入)
 2021年度: 4m³/日 (ほぼ雨水等)

1-4号機建屋流入量(m³/日)

2019年度: 約130[1,663 (139)]
 2020年度: 約90[1,349 (112)]
 2021年度: 約100[1,572 (131)]

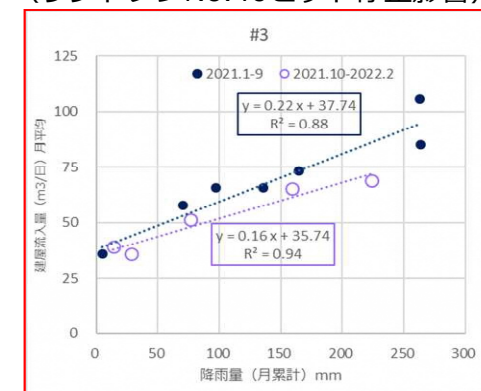
※各号機毎の建屋流入量は、公表値(週報値)とは試算に用いた計器が異なるため各建屋の合計値と週報値は合致しない状況である。

※※[降水量(月平均雨量)]

(建屋流入量の発生推定要因)

- ✓ 地下水: 切片の値
- ✓ その他(雨水等): 勾配×降水量

2021.1～の3号機建屋流入量(サブドレンNo.40ピット停止影響)

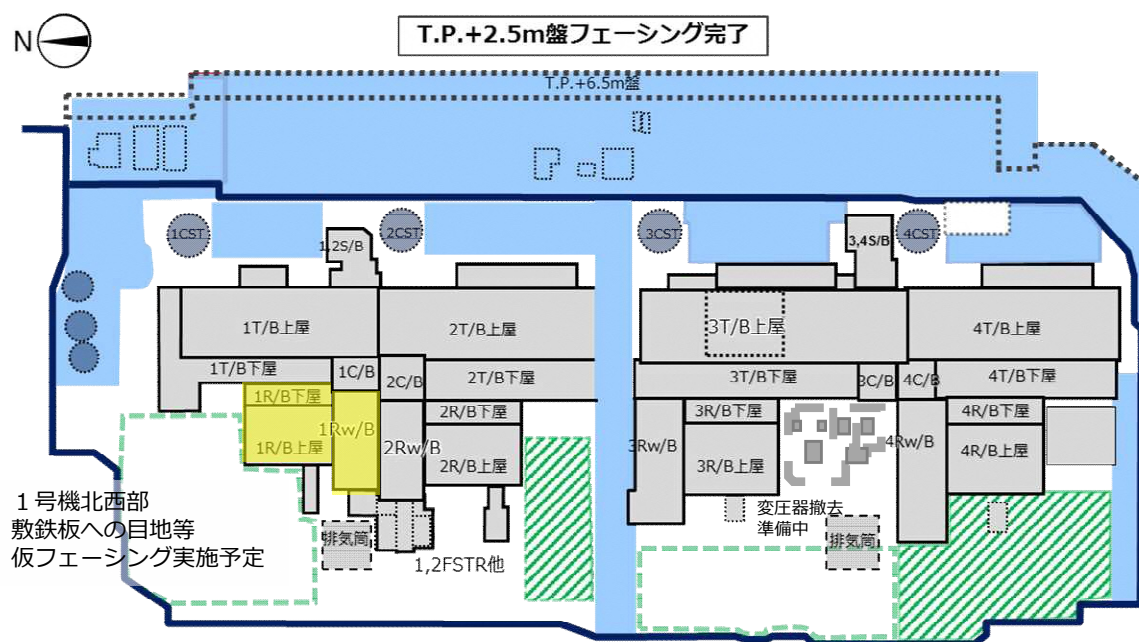


No.40ピット起動以降は、約5～10m³/日抑制されている。

※1 建屋滞留水の水位低下時、評価上の誤差の影響を受け、建屋流入量がマイナス評価となる場合があるが、周辺サブドレン水位>建屋水位であることから、実態は建屋滞留水は外部へ流出していない。

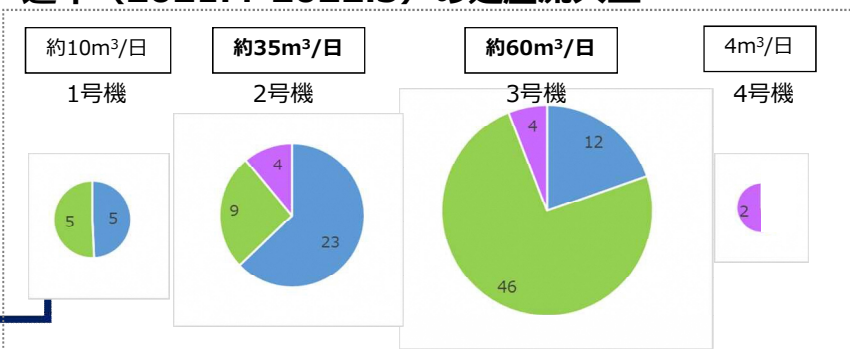
2021年度時点での建屋への雨水・地下水流入量について

- 1-4号機建屋への雨水・地下水流入量を号機毎から更に建屋毎に再分割した結果、2号機R/Bと3号機T/Bが多いことが確認された。
- 2号機R/Bと3号機T/Bについて、通年及び少雨期も流入量が多い傾向は変わらず、少雨期に関してはほぼこの2箇所の建屋への流入が支配的である。
- 1号機は、ほぼ雨水の流入であり、カバー工事により抑制可能と考えている。
- 2号機、3号機の降雨時の流入量に関してはフェーシングを進めて行く事で抑制していくと考えている。
- 1号機、4号機の地下水流入量は殆ど確認されていないため、建屋の底盤からの流入は限定的と思われる。

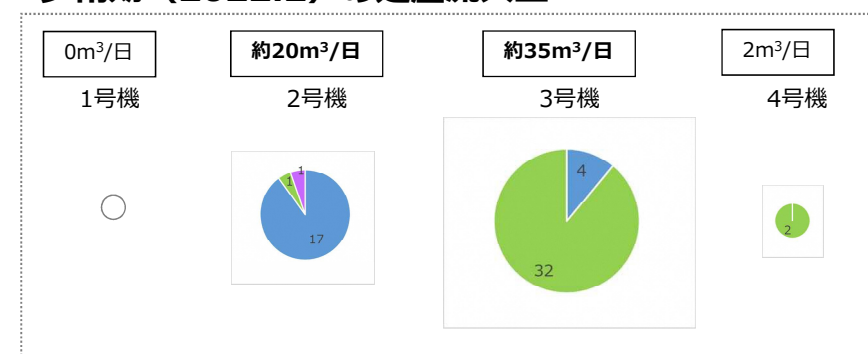


(1-4号機建屋流入量)

通年 (2021.4-2022.3) の建屋流入量



少雨期 (2022.2) の建屋流入量



・2022.1は、サブドレン移設工事に伴うサブドレン停止のため評価期間から除く

建屋流入量 (m³/日)

■ R/B
■ T/B
■ Rw/B

【凡例】
 ■ フェーシング完了
 ■ フェーシング (実施中)
 ■ フェーシング (計画中)
 ■ 陸側遮水壁
 既設設備 (建物・タンク等)

建屋屋根
雨水対策実施予定

R/B : 原子炉建屋
 T/B : タービン建屋
 Rw/B : 廃棄物処理建屋
 C/B : コントロール建屋

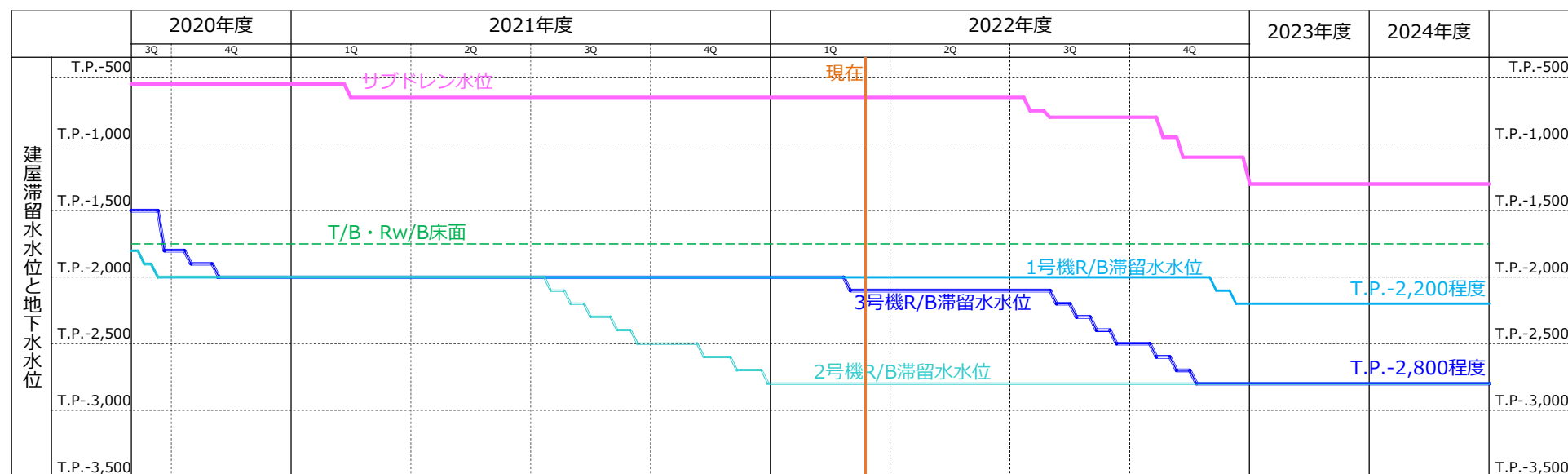
(7) 建屋滞留水の状況について

- 循環注水を行っている1～3号機原子炉建屋について、2022～2024年度内に、原子炉建屋滞留水量を2020年末の半分程度（約3,000m³程度）に低減する計画。
 - 建屋滞留水の水位低下は、ダストの影響の確認や、原子炉建屋下部に存在するα核種を含む高濃度の滞留水を処理することによる急激な濃度変化による後段設備への影響を緩和するため、建屋毎に2週間毎に10cm程度のペースを目安に水位低下を進めているところ。
 - これまで、2号機の水位低下を優先※¹して目標水位までの水位低下を実施し、現在完了済(現在までにドライウェル圧力やダスト濃度などの監視パラメータに異常がないことを確認)。引き続き、1、3号機の水位低下を進めている。
- プロセス主建屋（PMB）、高温焼却炉建屋（HTI）については、極力低い水位を維持※²しつつ、ゼオライト土嚢等の回収目標である2024年内の作業完了以降にPMB、HTIの床面露出を行う計画。

※1 水位低下に伴うサプレッションチェンバ開口部の気中露出の可能性があることから、ドライウェル圧力やダスト濃度などのパラメータを監視しながら、慎重に水位低下を実施する計画。

※2 PMBはT.P.-1,200程度、HTIはT.P.-800程度（水深1.5m程度）で水位を管理。なお、大雨等による一時的な水位変動の可能性あり。

今後の1～3号機R/B水位低下計画案



(8) これまでの汚染水抑制対策に関するまとめ

- 重層的な汚染水対策を継続して実施してきたことで、建屋周辺の地下水位は低位で安定的な管理が出来ており、その結果、2015年度に約490m³/日であった汚染水発生量は、2021年度の汚染水発生量は約130m³/日であり、2020年度に対して、降水量は2020年度:1,349mmに対して2021年度:1,572mmと増加したものの、更に約10m³/日抑制された結果となった。
- 今後に関しても、建屋屋根破損部の補修及び1-4号機建屋周辺陸側遮水壁内側のフェーシングの5割程度を目標として対策を継続し、2025年内に汚染水発生量の約100m³/日以下の抑制に向けて着実に進んでいると考えている。
- 建屋流入量の抑制効果を安定的に発揮させ続けるための、サブドレン、陸側遮水壁等の重層的な建屋流入量抑制対策における位置づけは変わっていない。陸側遮水壁においては、設備の損傷等が発生している事も踏まえて、従来、事後保全を中心に行っていたが、予防保全、状態監視保全を組み合わせた管理を行っていく。
- 原子炉建屋滞留水については、2号機の水位低下を優先して目標水位までの水位低下を実施。引き続き、α核種等の課題に慎重に取り組みつつ、1、3号機の水位低下を実施し、2022~2024年度までに、原子炉建屋滞留水の量を3,000m³程度（2020年末の半分程度）までに低減させる。

今後の福島第一原子力発電所の汚染水処理対策の課題と対応

第24回汚染水処理対策委員会資料

TEPCO

目次

- (1) 今後の建屋流入量抑制対策に向けて
- (2) 建屋滞留水処理
- (3) 自然災害対策
 - ①豪雨リスクへの対応
 - ②津波対策
- (4) 陸側遮水壁の中長期運用に向けた対応
- (5) 今後の汚染水対策の課題と対応（まとめ）

(1) 今後の建屋流入量抑制対策に向けて

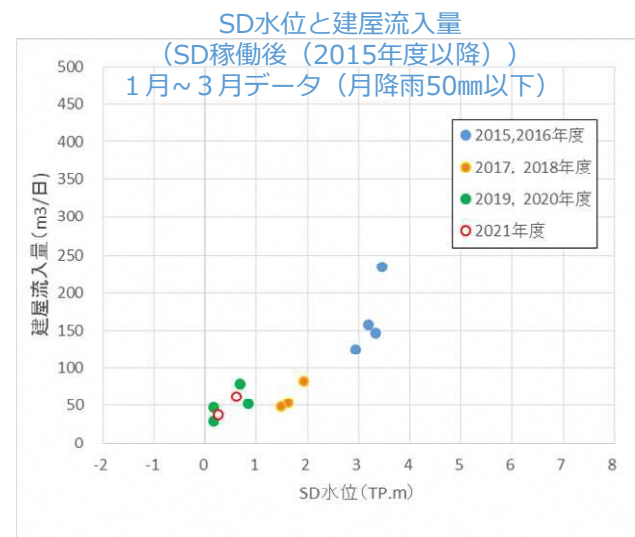
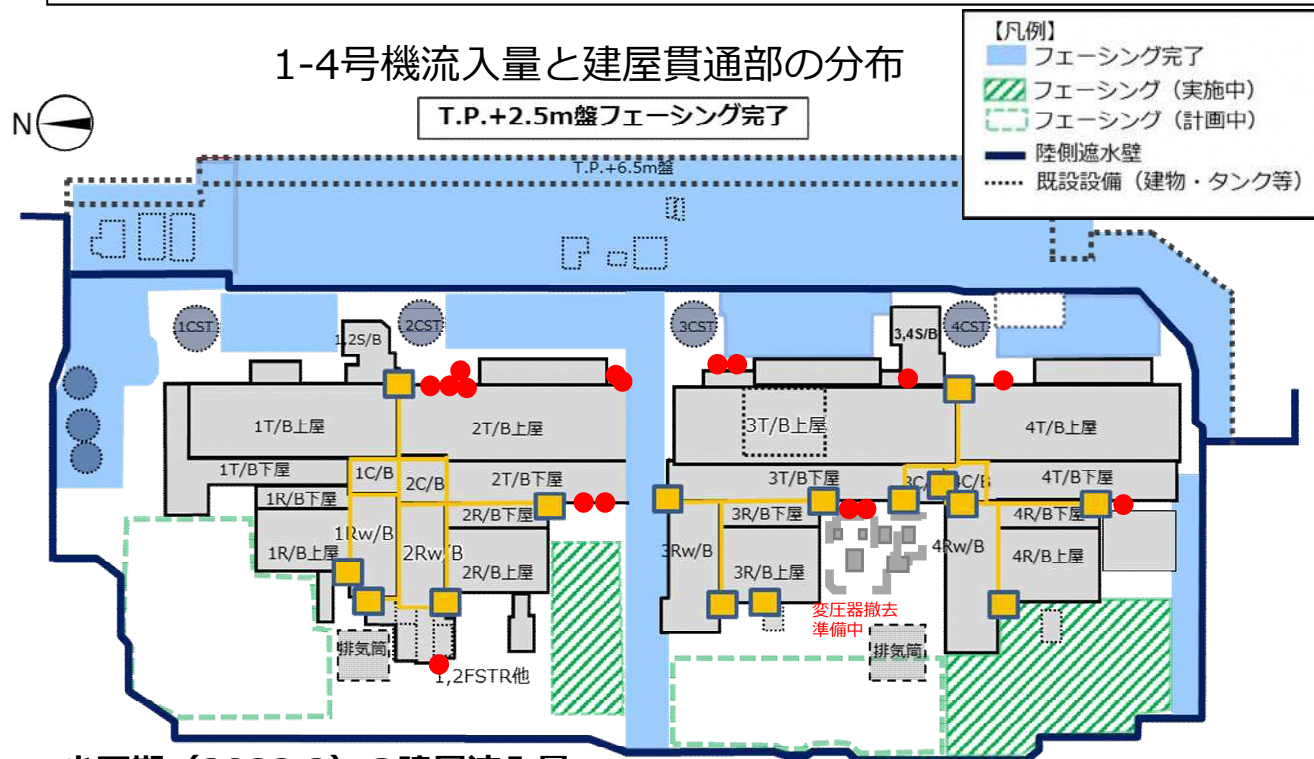
- 建屋全体の地下水流入量に対する抜本的な止水対策を直ちに実施する事は、困難とも考えられるなか、中長期的な課題として、建屋流入量の更なる低減のため、今後の廃炉作業と調整を図り、現状の施策との比較等をしていく事により、最も適切な対策について、幅広く総合的に検討していきたい。

＜現状の施策＞

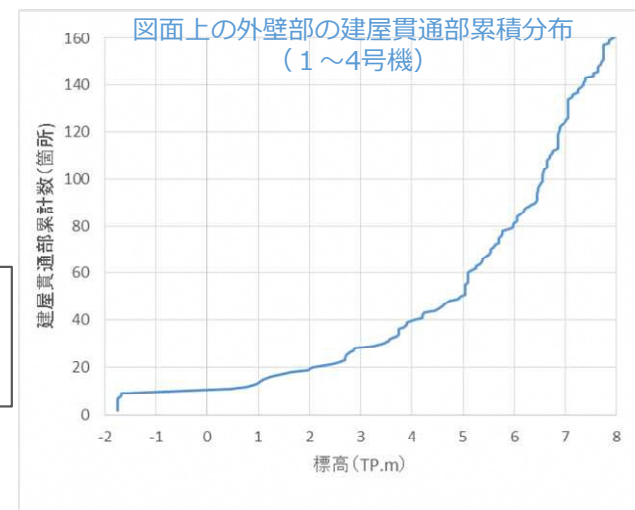
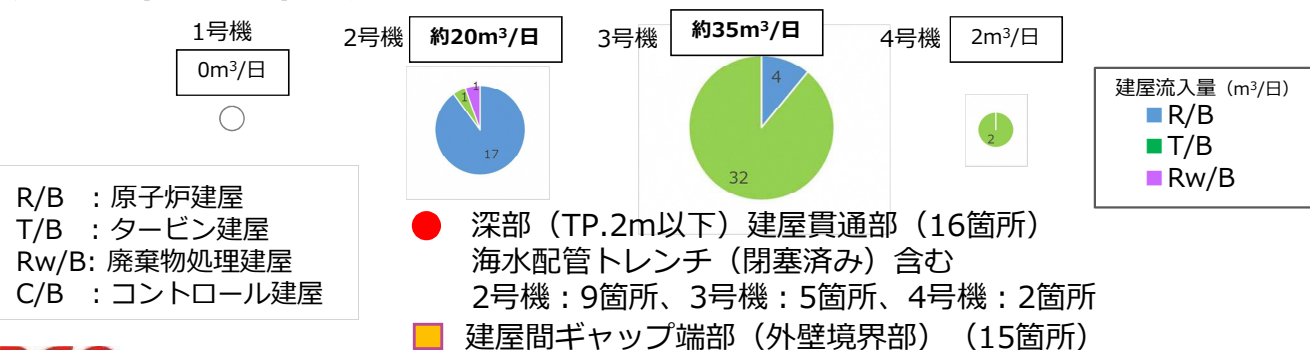
- 2022年時点において、建屋周辺及び屋根の高線量ガレキの撤去が進む等、施工環境の改善も図られてきていることから、施工可能な箇所において、局所的な止水対策に取り組む事とする。
- そこで、地下水流入量が多い2号機と3号機には、地下水位より深い箇所の外壁部に配管等の建屋貫通部（配管、ダクト・トレンチ、建屋間ギャップ等）が残存している事から、最も建屋流入量が多いと評価している。
- まずは、3号機を対象に、建屋貫通部等の調査・止水の施工試験を行い、地下水流入対策の設計に資する施工方法（例：雰囲気線量に応じた対策とボーリング施工位置の選定等）を確認していく。
- 今後の試験結果により施工方法等は確定させていく予定であるが、建屋外壁貫通部止水及びギャップ端部止水においても、線量低減や干渉物の撤去が必要となる。まずは、海側において着手し、山側については線量低減等から干渉物撤去後の止水工事を検討していく予定。

今後の建屋流入量抑制対策の検討

- 建屋への流入量は、サブドレン稼働以降、降雨が少ない時期においては、サブドレン水位を低下させてきた事によって低減傾向が確認されている。これは、1-4号機建屋外壁の建屋貫通部（配管、ダクト・トレンチ等）の数が、水位の低下とともに減少していることが要因と評価している。
- 降雨時の一時的な建屋流入量の増加は、1-4号機周辺のフェーシングにより雨水流入対策を進めていく計画である。更なる流入抑制は、残存する配管等の建屋貫通部、建屋間のギャップ（すきま）端部への止水対策を検討する。



少雨期（2022.2）の建屋流入量

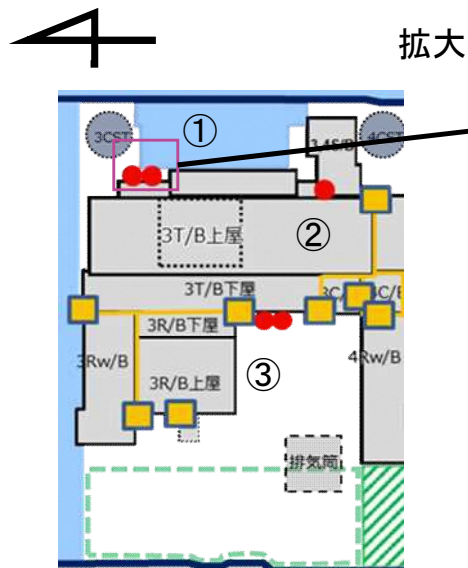


3号機の外壁建屋貫通部の止水について

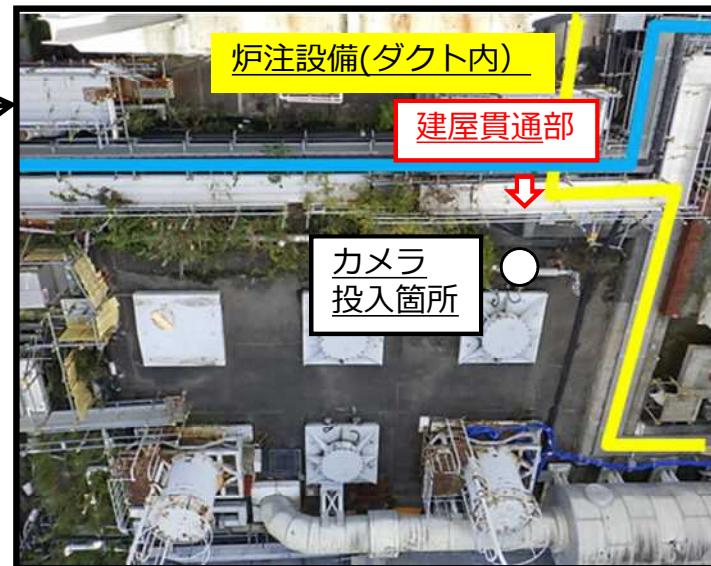
- 3号機への流入量が約60m³/日と最も多いため、3号機の深部（T.P.+2m以深）における建屋貫通部を対象に止水方法を検討する。
- 3号機の深部に残存する建屋貫通部は海側の北東部(①)と南東部(②)、南西部(③)に確認されている。その中で周辺で作業を行っていない、北東部(①)と南東部(②)についてカメラ調査等を実施する（5月より着手）。北東部(①)に関しては、建屋内部の配管等の貫通部近傍の雨水・地下水の流れた跡等を確認する。南東部(②)は3号取水電源ケーブルトレンチであり、内部確認を実施し、たまり水が確認されれば抜き取り後、モルタル等で充填する予定（調査は2022年度中に実施）。
- 3号機の北東部(①)に関しては、地上部にSD等関連する設備の移送配管が配置されており、現時点では掘削作業が困難であるため、限定的な範囲で実施可能な薬液注入等の実施を検討する。
- 上記結果を踏まえ、外壁部は個別にヤード使用状況を踏まえて、止水方法について、ダクト等は充填、地盤側は地盤改良及び直接的な閉止（コンクリート等）含めて検討していく予定。

3号T/B北東部海側状況

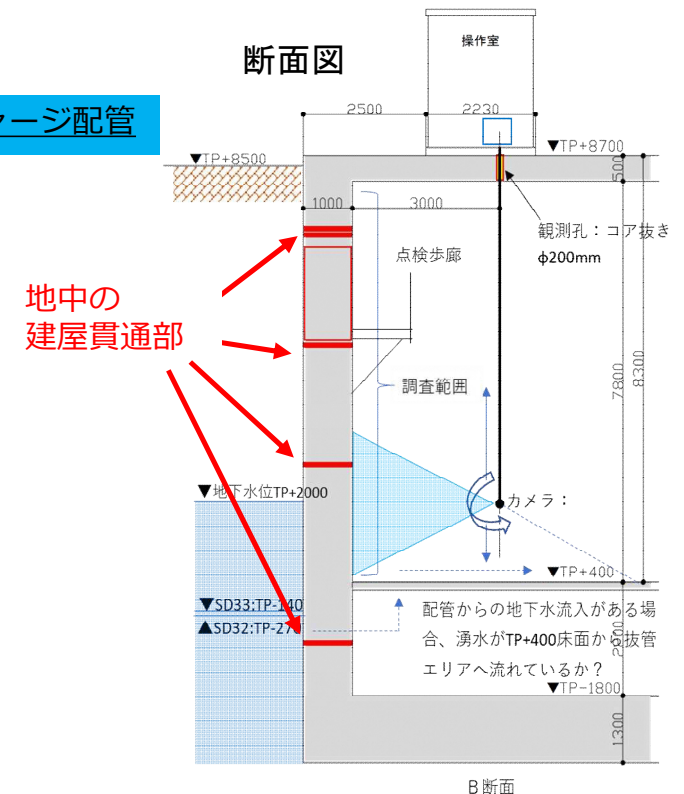
SD、リチャージ配管



3号機周辺平面図(再掲)

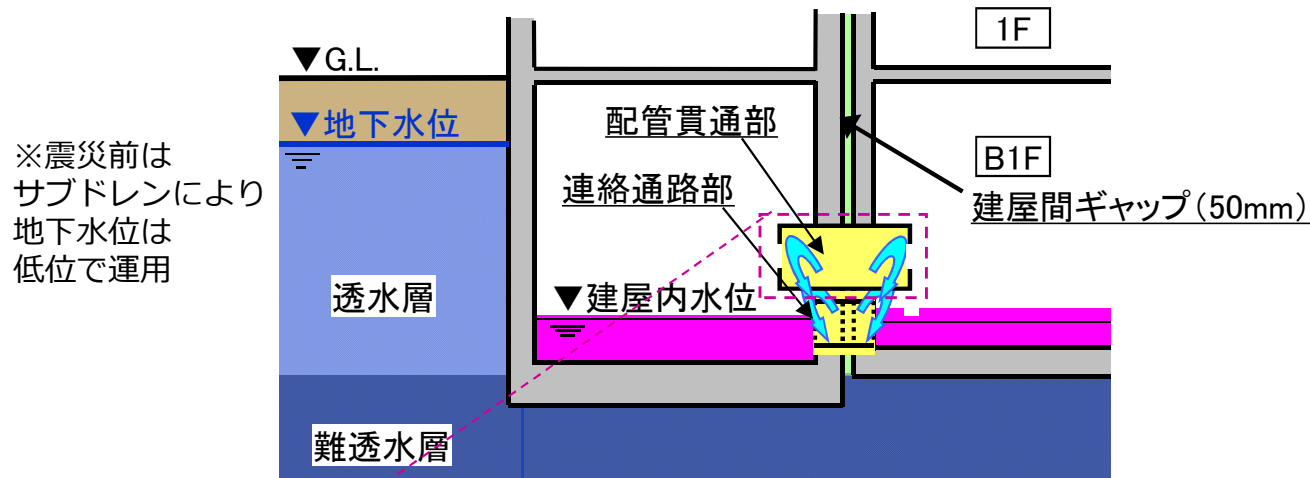


T/B : タービン建屋

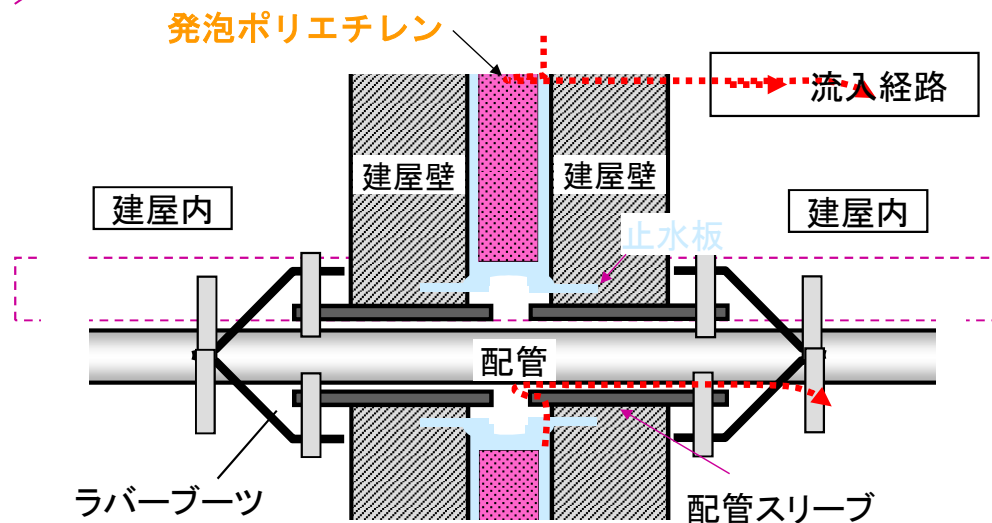


建屋間ギャップ貫通配管について

- 各建屋間ギャップ部には貫通配管があり、ラバーブーツ等の損傷による地下水の流入が、他の建屋で確認されている。



建屋間ギャップからの流入イメージ



建屋間断面図

建屋間ギャップ貫通配管部地下水流入状況
(2021.7焼却建屋と工作建屋の貫通配管部)



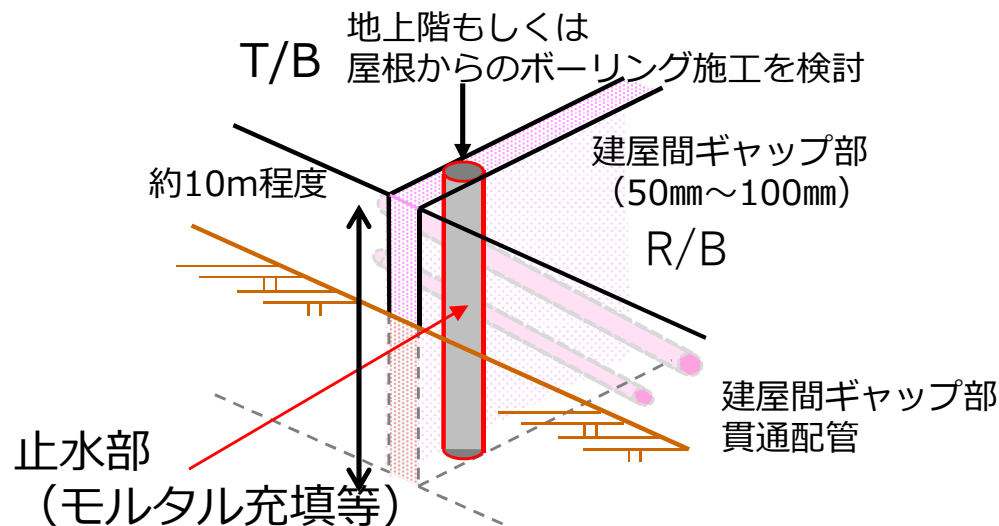
止水により地下水流入停止



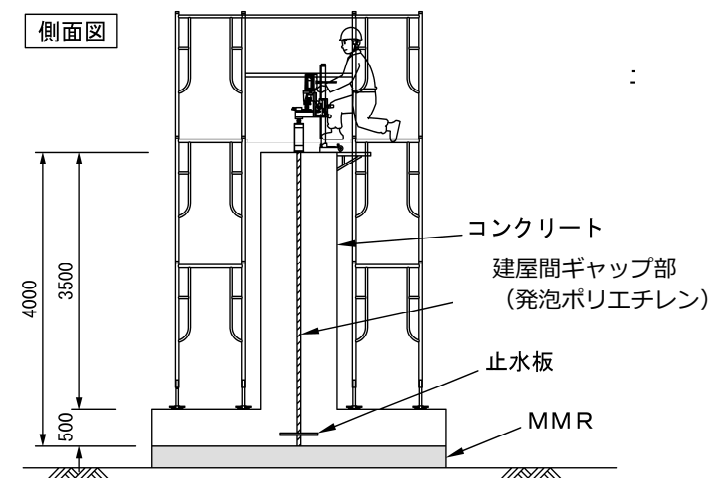
建屋間ギャップ端部止水について

- 各建屋との建屋間には50～100mmのギャップ（隙間）が存在し、発泡ポリエチレンが設置されている。建屋間ギャップ部には、多数の貫通配管が存在しているため、外壁部から地下水が浸入している可能性が考えられることから、端部に止水部を設置する。
- 建屋間ギャップは、概ね底部に止水板が設置されており、外壁端部の範囲をボーリングで削孔し、削孔箇所にもルタル等で止水部を構築する工法を検討する予定である。
- 削孔に関しては、建屋壁（コンクリート：硬質）と発泡ポリエチレン（軟質）が混在した箇所を鉛直方向に精度よく施工可能かどうか、構外にて施工試験を行う。（5月より着手）
- 止水施工試験においては、4m程度の供試体にて削孔後、止水部を構築し、止水試験を行い、現地への適用性を確認の上、現地での施工試験を検討していく。

建屋間ギャップ端部止水イメージ



建屋間ギャップ部端部止水施工試験
（構外ヤードにて実施）



建屋間ギャップとは？

原子炉建屋周辺の建屋同士を隣接して建設する際に生じる外壁間の50～100mmのスキマの事である。建屋間ギャップ内には、先行建屋外壁に発泡ポリエチレンが設置されており、地下水が地盤側から建屋間ギャップ部に浸入すると配管等貫通部から建屋内に地下水が流入する可能性が考えられる。



発泡ポリエチレン

2025年以降の汚染水発生量抑制施策について

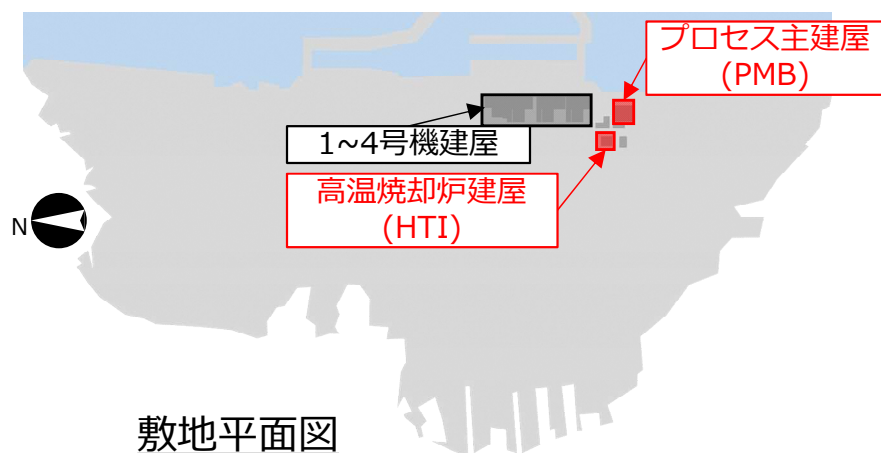
- 中長期ロードマップの目標である2025年以内に、汚染水発生量100m³/日以下のその先に向け、陸側遮水壁を含む現在の重層的な対策を継続するほか、追加的に講ずる更なる汚染水発生量抑制手法については建屋内外の水位差管理が必要な状況において、対策可能となる局所的な止水を行っていく予定である。
- 局所止水以外の手法についても下記比較を行った。各手法の、メリット・デメリットを勘案し引き続き、廃炉事業の進捗、最新の計測結果及び局所止水の進捗等を踏まえて検討していく。

	局所止水 (建屋貫通部、建屋間 ギャップ)	外壁全面止水 (1-4号機全範囲)	広域的な遮水壁 (タンクのある高台におけ る遮水壁(粘土壁等))
追加的な効果	○ (図面に載っていない 貫通部の存在)	◎ (網羅的に流入箇所を止水)	× (遮水壁内の地下水バイ パス、SDの増強必要)
廃棄物	○ (貫通構造物周辺以外 は発生土を埋め戻し)	× (外壁全線掘削の為 止水部の土砂が多量に発生)	× (延長により遮水壁部の 土砂が多量に発生)
施工ヤード	○～△ (線量低減実施済 エリア有)	× (高線量構造物及び瓦礫撤去。 廃炉工事と調整)	△ (設置範囲により道路利 用及びタンクヤード工事 と調整)

(2) 建屋滞留水処理

プロセス主建屋・高温焼却炉建屋における滞留水処理の進め方

- プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋については、地下階に高線量のゼオライト土嚢等(最大4,400mSv/h)が確認されている。
- プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋の滞留水については、今後、床サンプへの滞留水移送装置を設置し、処理を進めるが、ゼオライト土嚢等の対策、1-4号機建屋滞留水を一時貯留するタンクの設置、α核種除去設備の設置後に床面露出状態を維持させる。



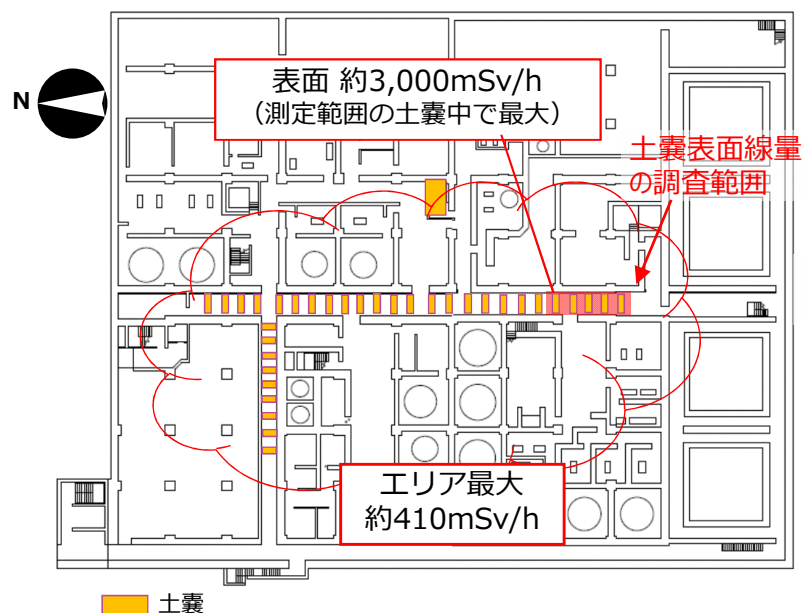
懸念事項	対応策（案）	現在の対応状況
ゼオライト露出による線量上昇	<ul style="list-style-type: none"> ● ゼオライト等の処理 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 水中で回収 	<ul style="list-style-type: none"> ● 現場調査、線量評価実施 ● 処理設備の設計実施中
α核種の拡大 〔汚染水処理装置の安定運転への影響〕	<ul style="list-style-type: none"> ● 一時貯留タンクの設置 <ul style="list-style-type: none"> ➢ スラッジ類沈砂等によるα核種除去 ➢ 1~4号機各建屋滞留水の濃度均質化 ● α核種除去設備設置 	<ul style="list-style-type: none"> ● 建屋滞留水一時貯留タンクの設計を実施中 ● α核種除去設備の除去方向を確立し、設備の設計を実施中

		2022年度	2023年度	2024年度以降	2031年
ゼオライト土嚢等の対策	処理	2023年度内処理開始▼			2024年内処理完了
α核種対策 (汚染水処理装置の安定運転)	建屋滞留水一時貯留タンク設置				
	α核種除去設備設置				
建屋滞留水 (PMB、HTI) 処理					床面露出に向けた水位低下

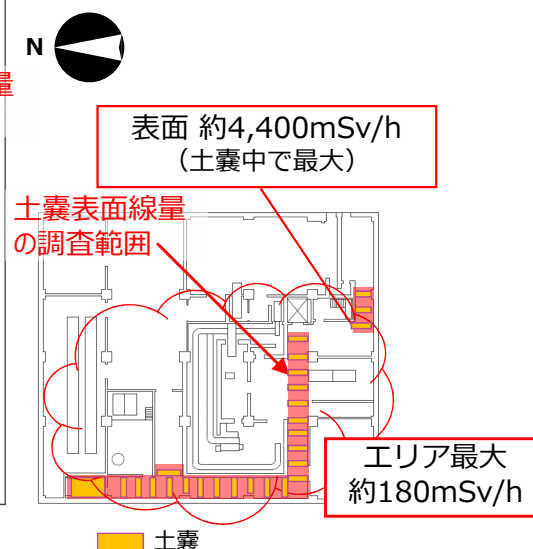
PMB：プロセス主建屋、HTI：高温焼却炉建屋

プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋最下階のゼオライト土嚢等の現状

- プロセス主建屋（PMB）、高温焼却炉建屋（HTI）の地下2階（最下階）において、建屋滞留水中の放射性物質を吸着するために設置したゼオライト土嚢・活性炭土嚢（以下、ゼオライト土嚢等）が高線量化しており、今後のPMB・HTI滞留水の処理完了（床面露出）後に、雰囲気線量を上昇させ、開口部近傍での作業等に支障をきたす恐れがあることから、回収方法について検討を進めている。
 - これまでの調査により判明した最下階の状況は以下の通り。
 - PMB、HTIの最下階の敷設状況をROVで目視確認済（下図参照）。
 - 土嚢袋は概ね原形を保っているが、劣化傾向があり、一部の袋に破損がみられる状況。
 - 確認された土嚢表面の線量はPMBで最大約3,000mSv/h、HTIで最大約4,400mSv/h。
 - 空間線量は、水深1.5m程度の水面で、PMBは最大約410mSv/h、HTIは最大約180mSv/h。
 - ゼオライト土嚢は主に廊下に敷設され、セシウムを主として吸着しているため表面線量が非常に高い状況。活性炭土嚢は主に階段に敷設されており、多核種を吸着。
- ➡ 水の遮へい効果が期待できる滞留水処理完了前の水中回収を軸として、検討を進めている。



PMBにおける土嚢と環境線量



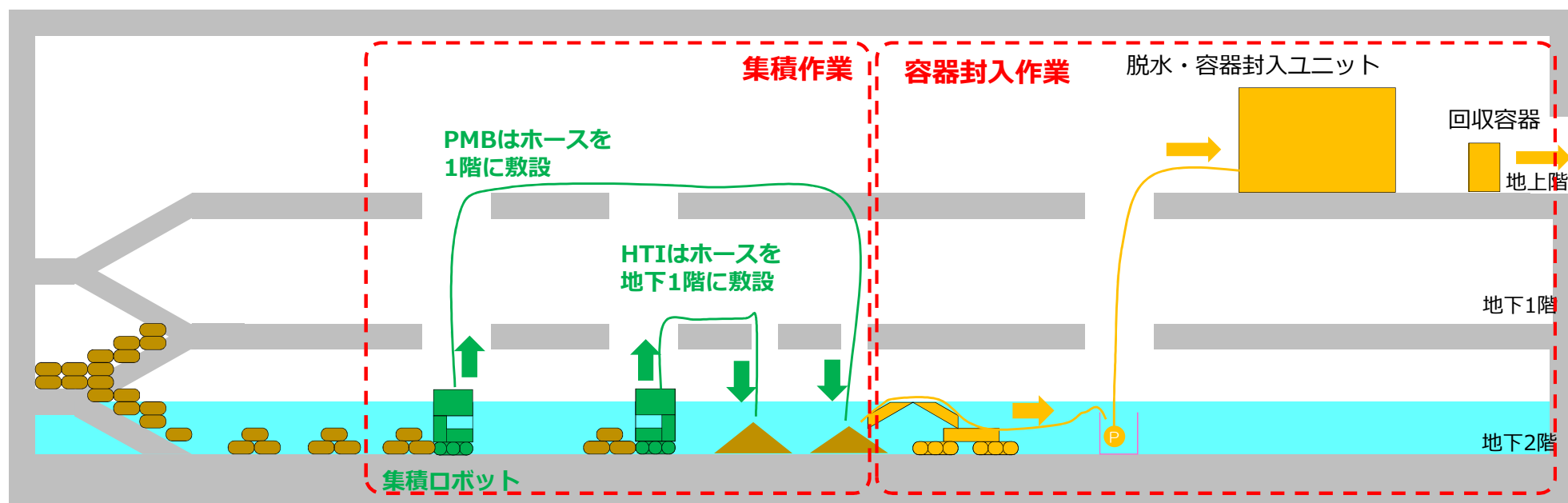
HTIにおける土嚢と環境線量

ゼオライト土嚢等の推定敷設量

建屋	種類	推定敷設量
PMB	ゼオライト	約 16 t
	活性炭	約 8 t
HTI	ゼオライト	約 10 t
	活性炭	約 7.5 t

プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋最下階のゼオライト土囊等の回収方法

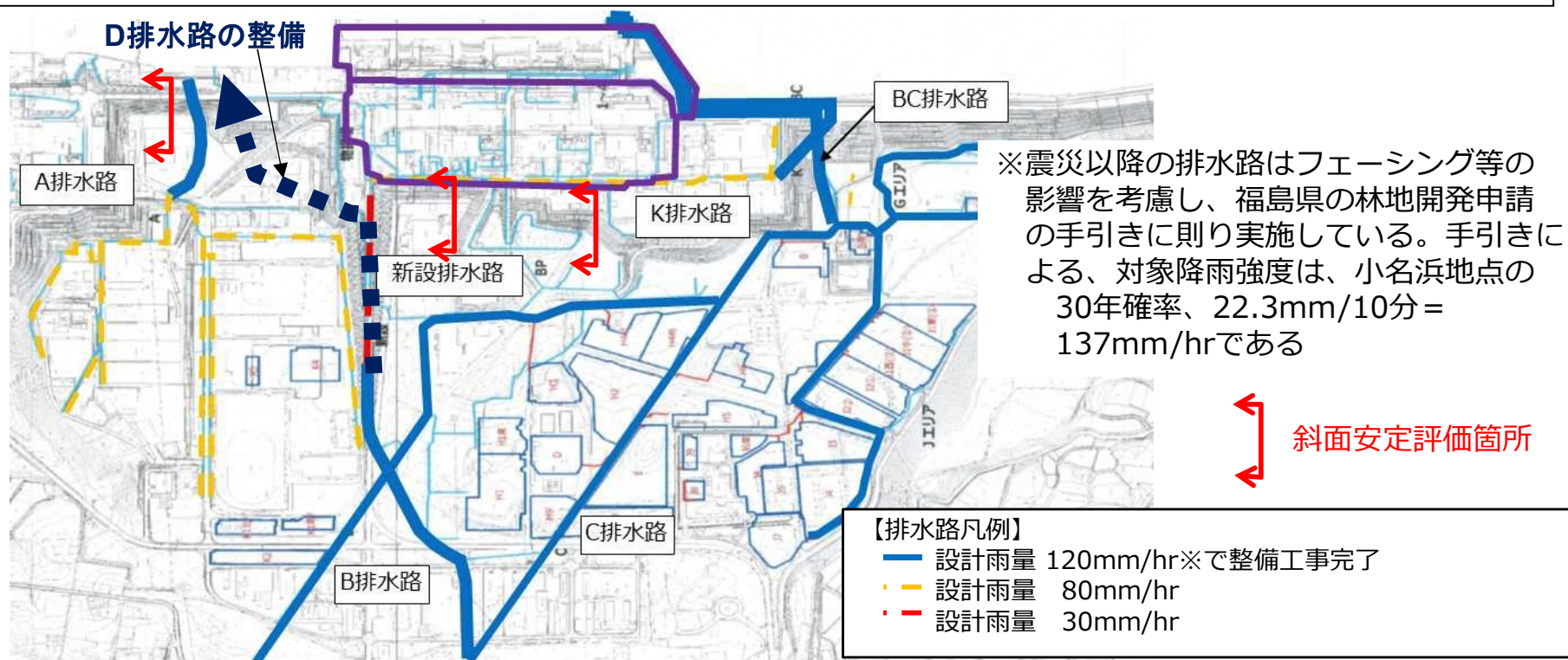
- PMB・HTIの最下階のゼオライト土囊等は回収作業を“集積作業”と“容器封入作業”に分け、作業の効率化を図ることを計画
 - 集積作業：集積ロボット（ROV+ポンプ）を地下階に投入し、ゼオライトを集積場所に移送。
 - 容器封入作業：集積されたゼオライトを地上階に移送し、建屋内で脱塩、脱水を行ったうえ、金属製の保管容器に封入し、33.5m盤の一時保管施設まで運搬。
- 集積作業は2023年度上期着手を計画しており、回収完了（容器封入作業完了）は2024年内を計画。



ゼオライト土囊等処理のイメージ

(3) 自然災害対策 ①豪雨リスクへの対応

- 豪雨に伴う検討は、1Fの降雨観測記録から、1000年確率降雨（417mm/24時間、115mm/hr）で行った。
- 内水浸水解析の結果から、1-4号建屋の開口部において、現状の排水路の状況では一部浸水する結果となったが、D排水路を整備する事で概ね解消されることが確認された。現在、D排水路工事を2021年2月に着手し、1-4号機建屋周辺の浸水リスク解消に向け工事実施中である。
- 斜面評価については、重要施設背後の3箇所の斜面において安定評価を実施し、大規模な斜面崩壊は発生しないことを解析的に確認した。



	2018年度下期	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
浸水対策	内水氾濫解析 仮設対策（土嚢）		D排水路検討	▽工事着手 浸水	リスク解消▽
斜面对策	斜面安定解析				

D排水路工事について

【工事概要】

- 豪雨リスクに最も効果のあるD排水路を延伸整備し、2022年台風シーズン前迄に豪雨リスクの解消を図る事を目指す。
- 下図、赤破線の総延長約800m（推進トンネルΦ2,200）であり、物揚場前面海域の港湾内に排水される。
- 内水浸水解析結果から1号機北東部への雨水流入範囲に接続升を追設している。

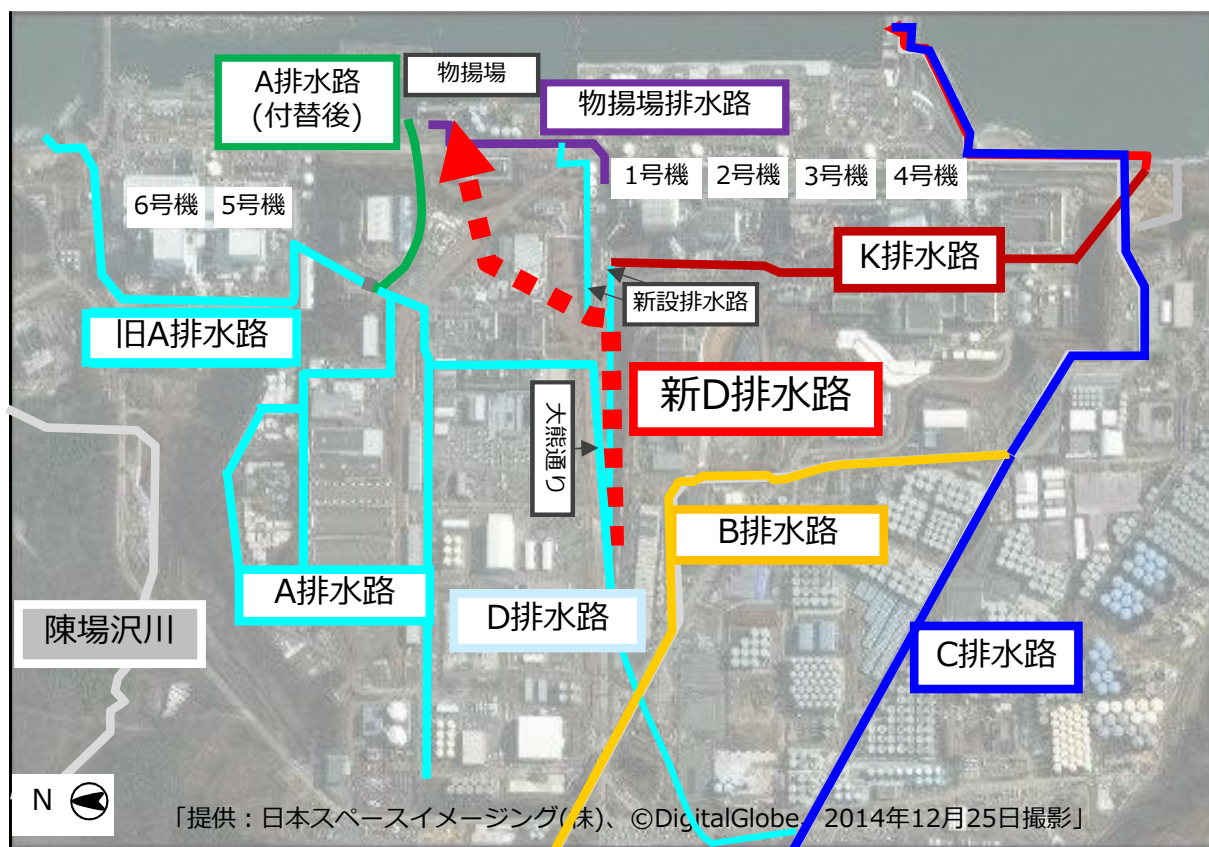
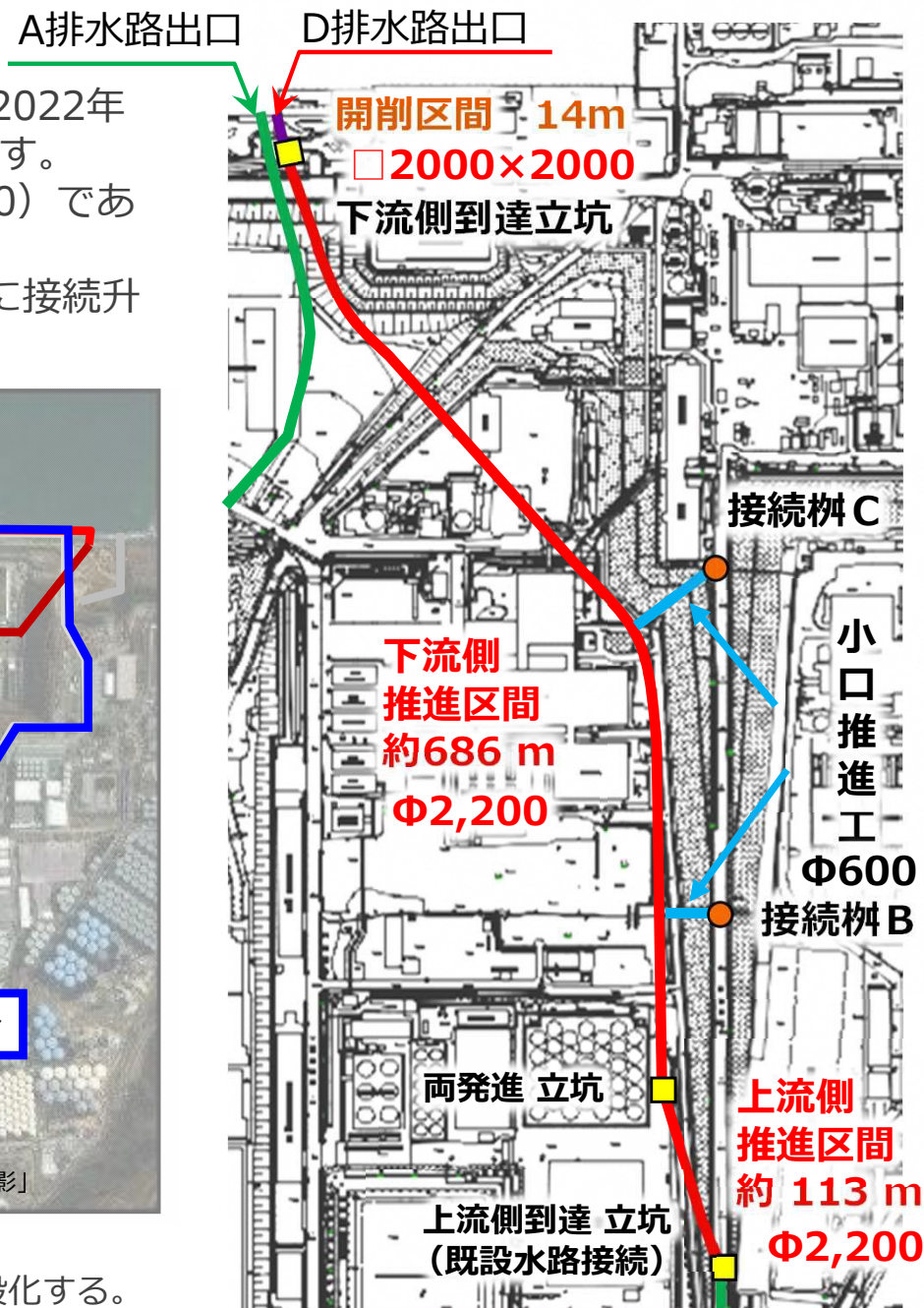


図1 構内排水概要図

※図中の「新設排水路」は仮設扱いであり、「新D排水路」で本設化する。



(3) 自然災害対策 ②津波対策

- 安全上重要な対策および評価を、実現可能性等を考慮しつつ段階的に実施中である。

※津波対策の数字は旧検潮所付近での最高水位で記載見直し

津波対策	
事故後の 緊急的対策	<u>アウターライズ津波 (T.P.4.1m) 対策</u> 実施済：防潮堤設置
その後の 新知見への 対応	<u>千島海溝津波 (T.P.10.3m) 対策</u> 「2017年12月：地震調査推進本部公表」 実施済：防潮堤設置
	<u>日本海溝津波 (T.P.11.8m) 対策</u> 「2020年4月：内閣府公表」 実施中：防潮堤設置
既往最大 事象への 備え	<u>3.11津波 (T.P.15.1m) 対策</u> 実施済：各建屋の開口部閉止 2022.1 メガフロートの移動・着底 2020.8
既往最大を 超える事象 への備え	<u>検討用津波 (T.P.22.6m) 対策</u> 実施中：建屋滞留水进行处理し高台に移送 検討中：除染装置スラッジを高台に移送
	<u>可搬式設備を用いた対応</u> 実施済：消防車、電源車、重機、コンクリートポンプ車等の高台への配備

※ 検討用津波：東北地方太平洋沖地震後の知見や新規基準を踏まえ、発電所において最も厳しい条件となるように評価した津波

※ アウターライズ津波：プレート間地震後に発生することが多いと言われているアウターライズ（海溝の外側の隆起帯）部での正断層地震による津波

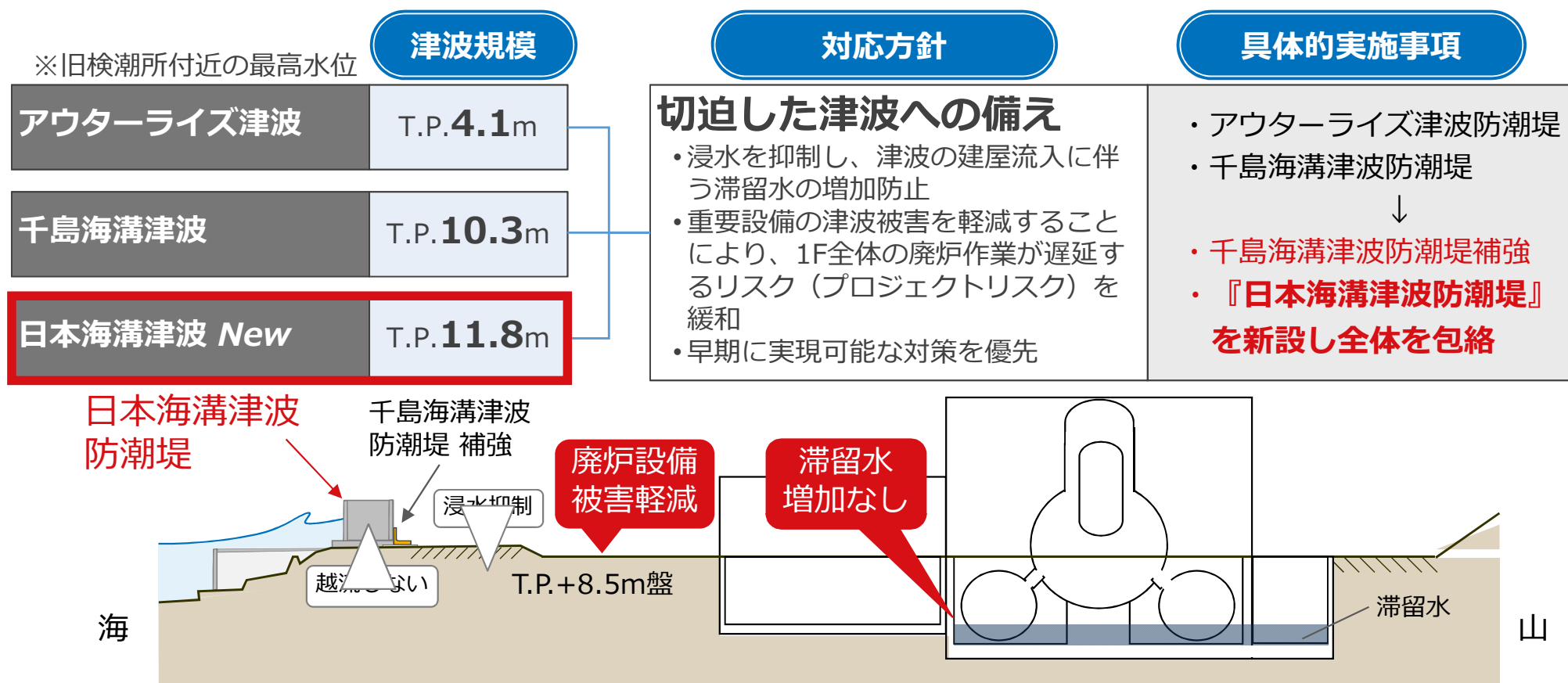
※ 千島海溝津波：千島海溝沿いの地震に伴う津波

※ 日本海溝津波：内閣府「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」公表内容（2020.4）を反映した津波

津波対策（日本海溝津波防潮堤の設置）

【実施概要・目的】

- 切迫した日本海溝津波への備えに対応することが必要であり、かつ津波による浸水を抑制し建屋流入に伴う滞留水の増加防止及び廃炉重要関連設備の被害軽減することで、今後の廃炉作業が遅延するリスクの緩和に関して、スピード感を持って対応するため、以下の設備対策を講じる。
 - 千島海溝津波防潮堤の補強工事を先行実施
 - その後「日本海溝津波防潮堤」を新規設置
 - 防潮堤より海側にあるサブドレン集水設備は高台に移設



※1-4号機断面イメージ

日本海溝津波防潮堤設置工事の作業状況

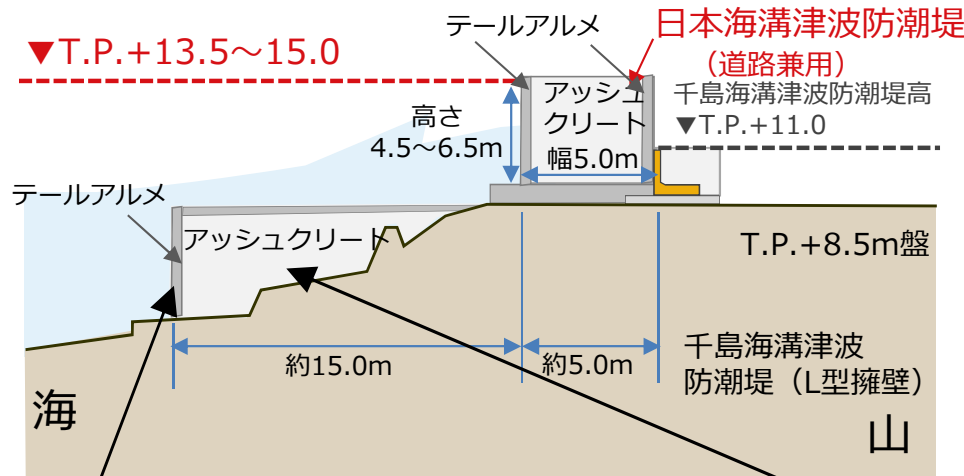
- 2021年6月21日 防潮堤設置工事 着工
- 2021年9月14日 テールアルメ※1の基礎工設置開始

※1:垂直盛土を構築するためのコンクリート壁面材

<特徴>

- ・2011年東日本大震災において、東北地方でも大きな損傷もなく健全性を保持した、地震や津波などの自然災害にも強い「テールアルメ」を、防潮堤のコンクリート壁面材として採用
- ・テールアルメ を垂直に設置し、アッシュクリートで盛土していく施工サイクルを繰り返し、所定の高さの防潮堤まで構築していく
- ・盛土材には、メガフロート工事でも使用したアッシュクリート※2を活用し、環境負荷低減にも配慮

※2:アッシュクリート：石炭灰（JERA広野火力発電所）とセメントを混合させた人工地盤材料



テールアルメ設置状況

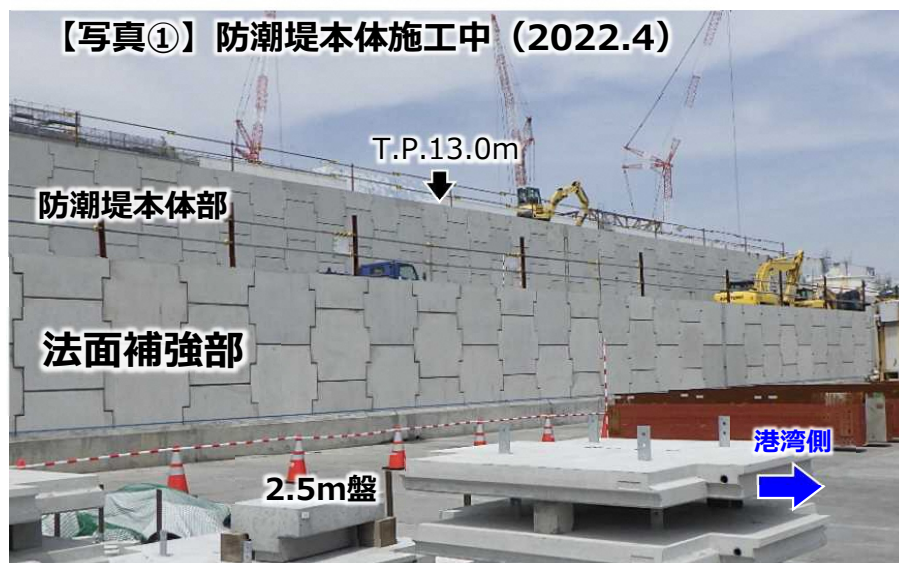
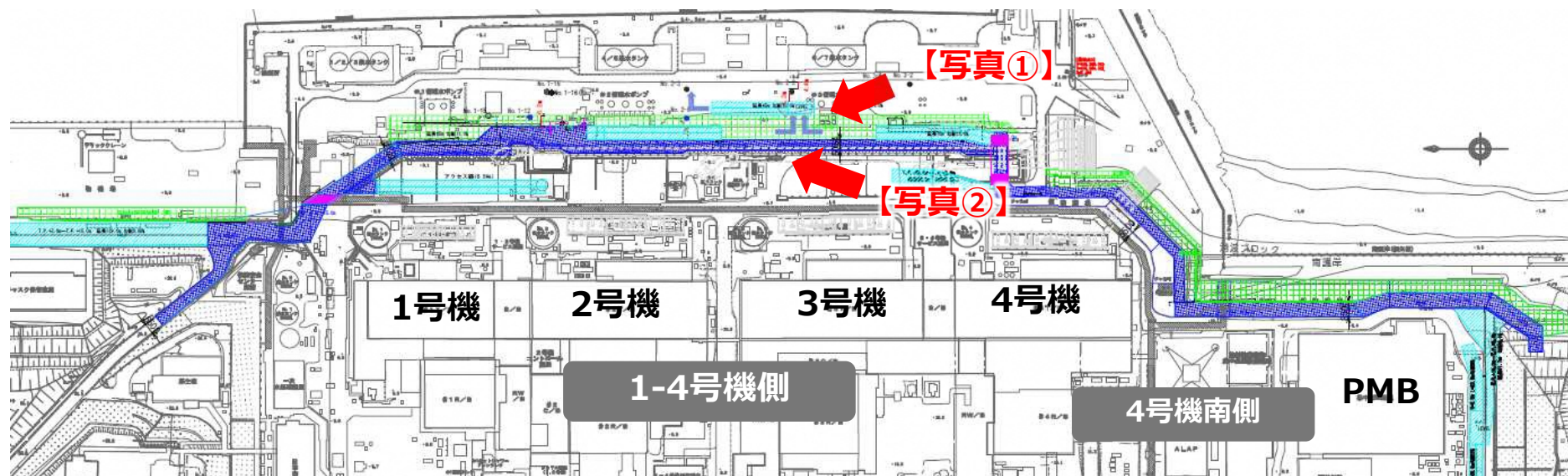


アッシュクリート打設状況



日本海溝津波防潮堤設置工事の進捗状況

■ 2022年2月15日 防潮堤本体部分 工事着手



津波対策（各建屋の開口部の閉止完了）

■ **実施内容**：1～4号機本館建屋の3.11津波対策は、引き波による建屋滞留水の流出防止を図ると共に、津波流入を可能な限り防止し建屋滞留水の増加を抑制する観点から、1～4号機本館建屋開口部に「閉止」又は「流入抑制」対策を実施。

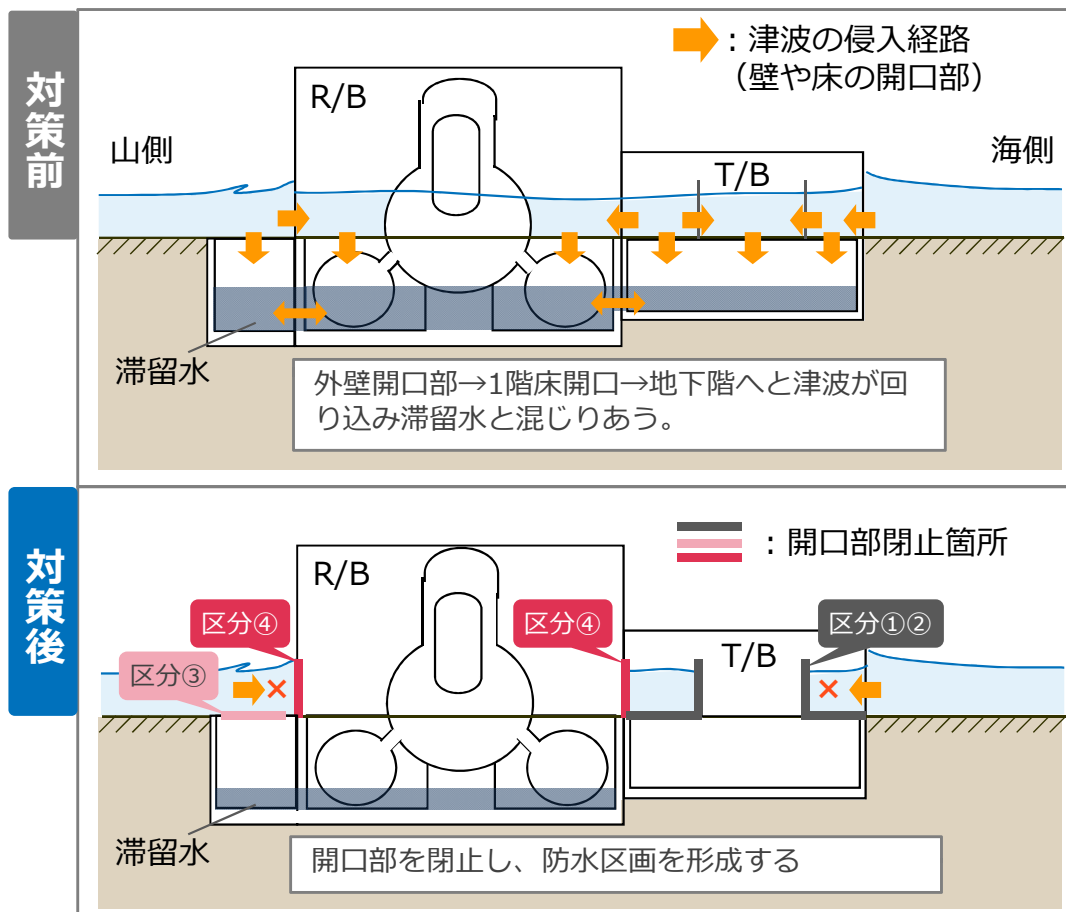
■ **進捗実績**： **2022年1月26日、127箇所/127箇所完了。**

- 区分①② ⇒ 2018年度末 （完了）
- 区分③ 2・3R/B（外部床） ⇒ 2019年度末 （完了）
- 区分④ 1～3R/B（扉） ⇒ 2020年11月 （完了）
- 区分⑤ 1～4Rw/B他 ⇒ 2022年1月26日 （完了）

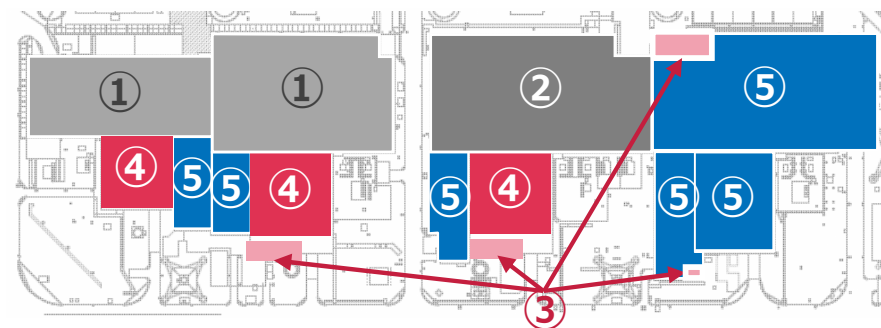
： 滞留水の残る建屋

： 滞留水の残らない建屋

R/B : 原子炉建屋
T/B : タービン建屋
Rw/B: 廃棄物処理建屋
C/B : コントロール建屋
PMB : プロセス主建屋
HTI : 高温焼却炉建屋

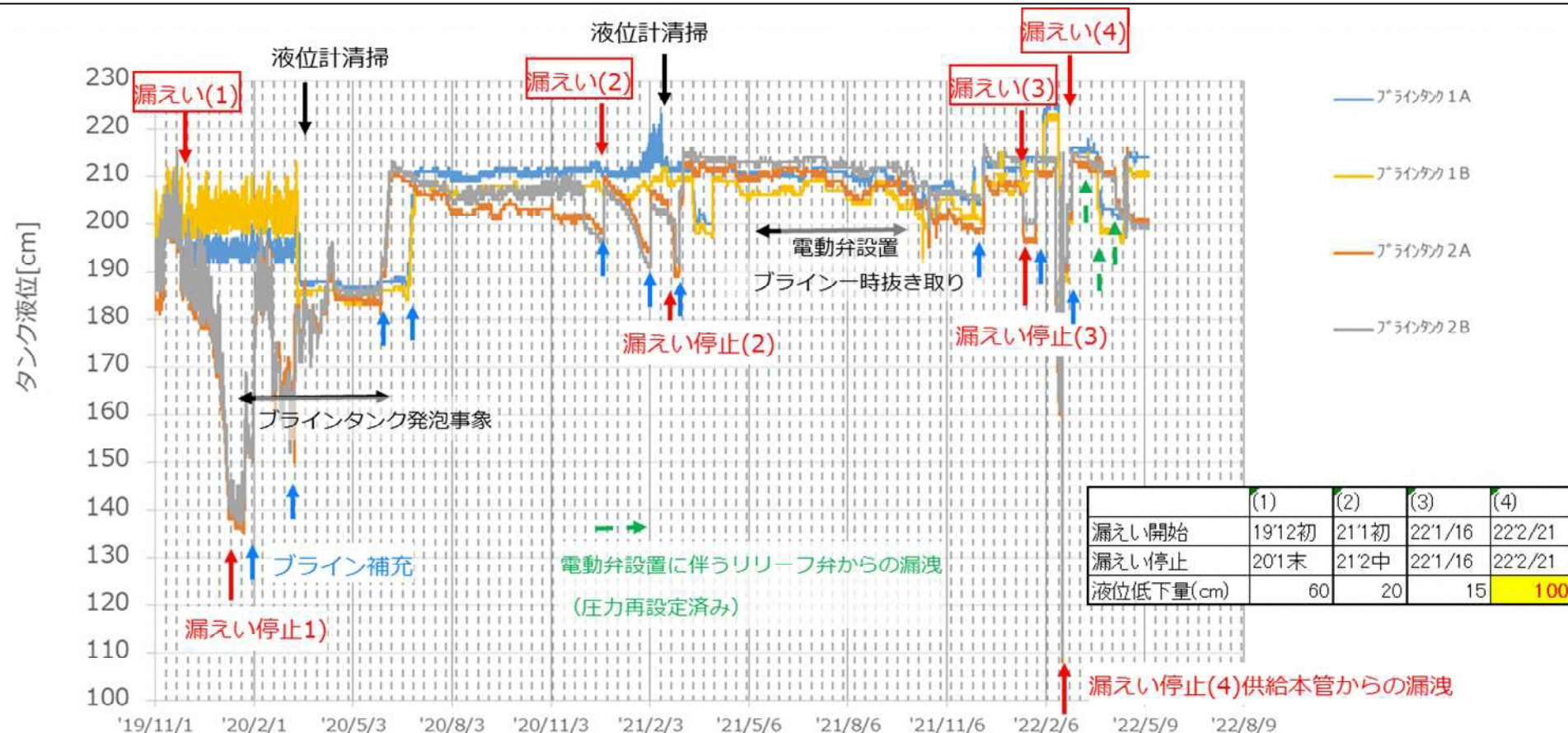


区分	建屋	完了/ 計画数	2018	2019	2020	2021
①	1・2T/B, HTI, PMB, 共用プール	40/40				
②	3T/B	27/27				
③	2・3R/B (外部床等)	20/20				
④	1～3R/B (扉)	16/16				
⑤	1～4Rw/B 4R/B, 4T/B	24/24				2022年1月完了



(4) 陸側遮水壁の中長期運用に向けた対応

- 陸側遮水壁設備は事後保全を基本としていたが、2019年の凍結管からのブライン漏洩事象に鑑み、今後の中長期運用を見据えて、可能な項目から予防保全に取り組み、監視強化や早期復旧対策に努めていく事としていた。(漏えい(1)、(2))
- 2022年1月及び2月に凍結管及び供給本管からのブライン漏えいが発生した。(漏えい(3)、(4))
- タンクの液位監視強化により、早期発見・早期復旧は出来ているものの、従前の事後保全だけでなく、状態監視強化および監視結果を踏まえた予防保全に関して、ブライン供給本管へ適用することが必要であると考えている。(冷凍機、電気品などは予防保全に取り組み始めている)
- なお、これまでのブライン漏洩事象においても、凍土壁の内外水位差に変化はなく、遮水機能は維持されている。



※液位計点検時等のデータは削除している。

ブライン供給配管（本管）の漏えい事象について

- 2022年2月15日に発生したブライン供給本管からの漏えい事象について、漏えい箇所がカップリングジョイント部であり、変形が確認された為、漏えいに至る要因について検討。

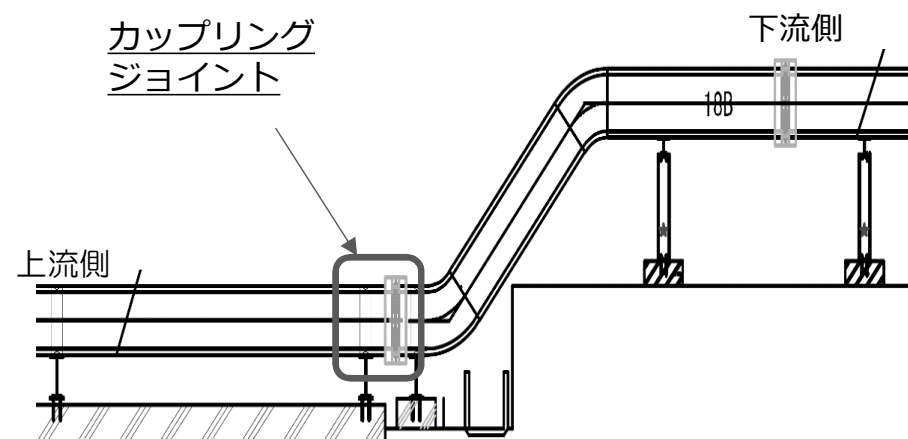


提供：日本スペースイメージング（株） 2021.4.8
撮影Product(C)[2021]
DigitalGlobe、Inc.、 a Maxarompany.

漏えい発生箇所



カップリングジョイント（外観）



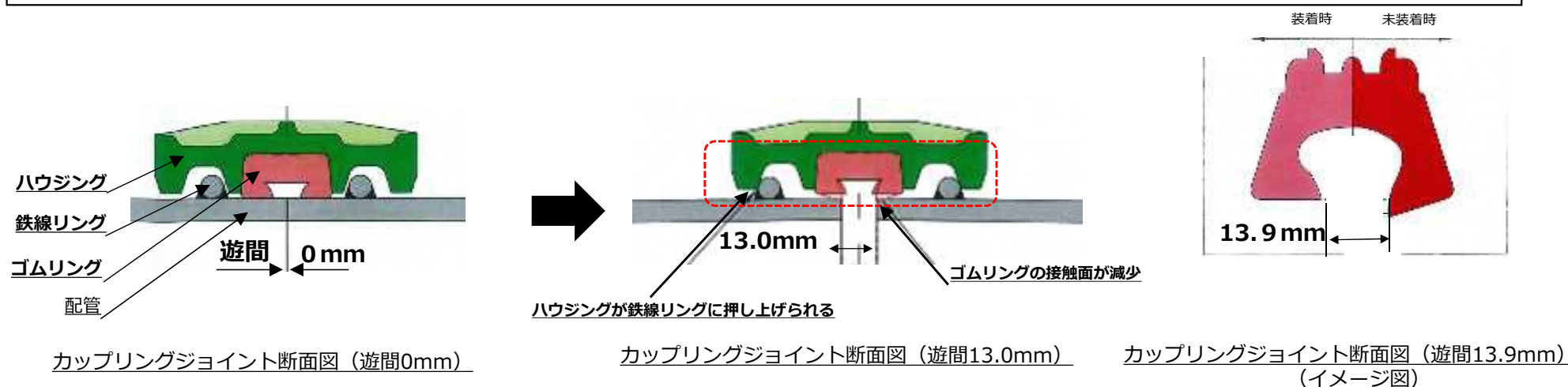
漏えい発生箇所（断面）

[カップリングジョイントとは]

ブライン供給配管に使用している継手であり、熱・振動等による配管の変形を吸収する役割を持つ。

漏えい箇所の構造と漏えい再現試験について

- 漏えい箇所であるカップリングジョイント部について流体をシールしているゴムリングを含め、ハウジング等の部材には経年劣化等による明確な損傷は認められなかった。
- 今回の漏えいは、カップリングジョイント部付近の配管の変位が、しきい値を超えたと想定。
- カップリングジョイントはこれまで事後保全を基本としており、漏えいに至るしきい値が明確でなかったため、構外にて漏えい再現試験を実施。

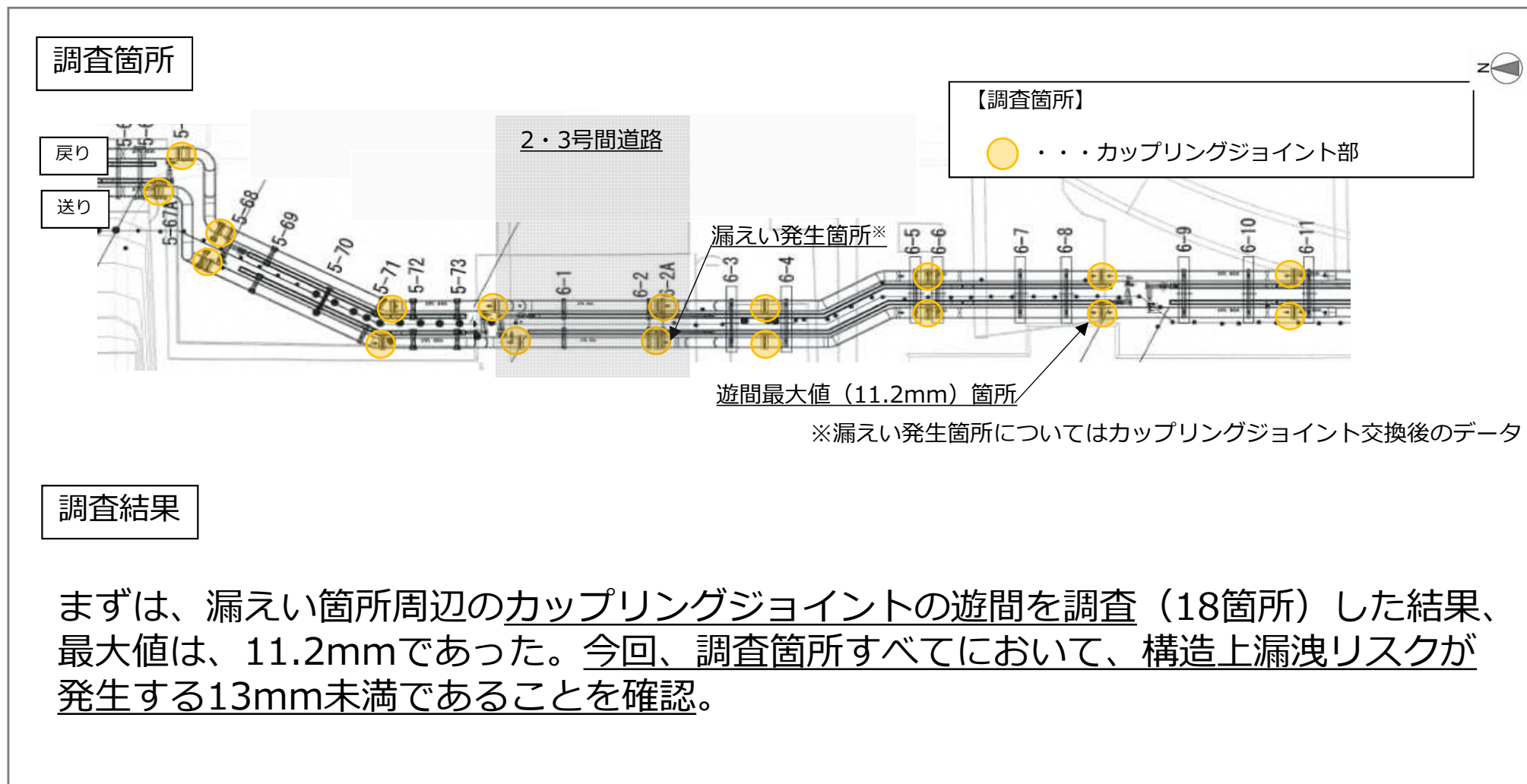


遊間（管と管の隙間）が13.9mmで、漏えいを確認。
遊間が13.0mmの段階で、ハウジングが鉄線リングに押し上げられ、
ゴムリングのつぶし代が浮き、シール面の減少により漏えいリスクが発生する。

※ 3回試験を実施し、漏えいを確認した値の最小値 ※ 配管サイズが450Aの場合

漏えい箇所周辺カップリングジョイント部の遊間計測について

- 今回の漏えい箇所であるカップリングジョイントを目視確認した結果、有意な変形は確認できなかったが本事象は本管からの漏えいであり、ブラインの漏えい量も多かったことから、影響の拡大を想定し、カップリングジョイントの漏えい確認試験結果との比較を行った。



■ 状態監視保全について

- 漏えい箇所以外のエリアにて、カップリングジョイント部の遊間計測を実施し、計測データを踏まえ、エリア毎の状態監視保全の詳細（監視方法・頻度）について検討を行う。
- 今回漏えいしたカップリングジョイント部については、定期的な計測にて重点的に遊間の監視を行う。
- 漏えいに至るカップリングジョイント部の遊間を特定したことから、遊間に着目し、上記遊間計測と並行して、変位の進展を連続的に監視する方法（歪み等計測可能なパラメータに基づくもの）を考察・モックアップを行い、状態監視保全で得られたデータを踏まえ、予防保全の確立を目指している。

(5) 今後の汚染水対策の課題と対応（まとめ）

- 汚染水発生量の更なる低減については、降雨対策（建屋屋根補修、及び1-4号機建屋周辺のフェーシング、地下水位の低下）に継続して取り組んでいく事で、2025年内に汚染水発生量100m³/日以下に抑制する事を目指す。また、3号機を対象に、建屋貫通部と建屋間ギャップ端部の止水を今後行っていく
- プロセス主建屋・高温焼却炉建屋の建屋滞留水については、ゼオライト土嚢等の対策、α核種除去設備の設置等のα核種対策後に床面露出状態を維持させる。
- 大規模自然災害リスクに備え、最新の知見を踏まえた豪雨・津波対策に関して新設D排水路・日本海溝防潮堤を整備することで、大規模自然災害リスクの低減に努める。
- 汚染水対策の効果を発揮し続けることが、汚染水抑制に重要であり、陸側遮水壁の維持管理においても、従来の事後保全の考え方から、状態監視保全、予防保全に取り組み、監視強化、早期復旧対策に努める。