

汚染水発生抑制対策の進捗及び検討状況 建屋毎の地下水及び雨水流入量

2021年7月12日

TEPCO

汚染水発生抑制対策の進捗及び検討状況

1-1.雨水対策の現況について：建屋屋根雨水対策状況（全体）



- 降雨が建屋屋根の破損箇所から建屋内へ流入することを防止するため、屋根損傷箇所の補修を計画的に実施し、建屋ガレキ撤去作業中の1号機原子炉建屋及び1号機廃棄物処理建屋を除いて、2020年度上期に完了した。（2020年に実施した範囲は下記赤枠内）
- 1号機原子炉建屋と廃棄物処理建屋については2023年度までにカバー設置などの対策完了予定。



3号機T/B上屋 屋根状況（着手前）



クレーンヤード整備完了



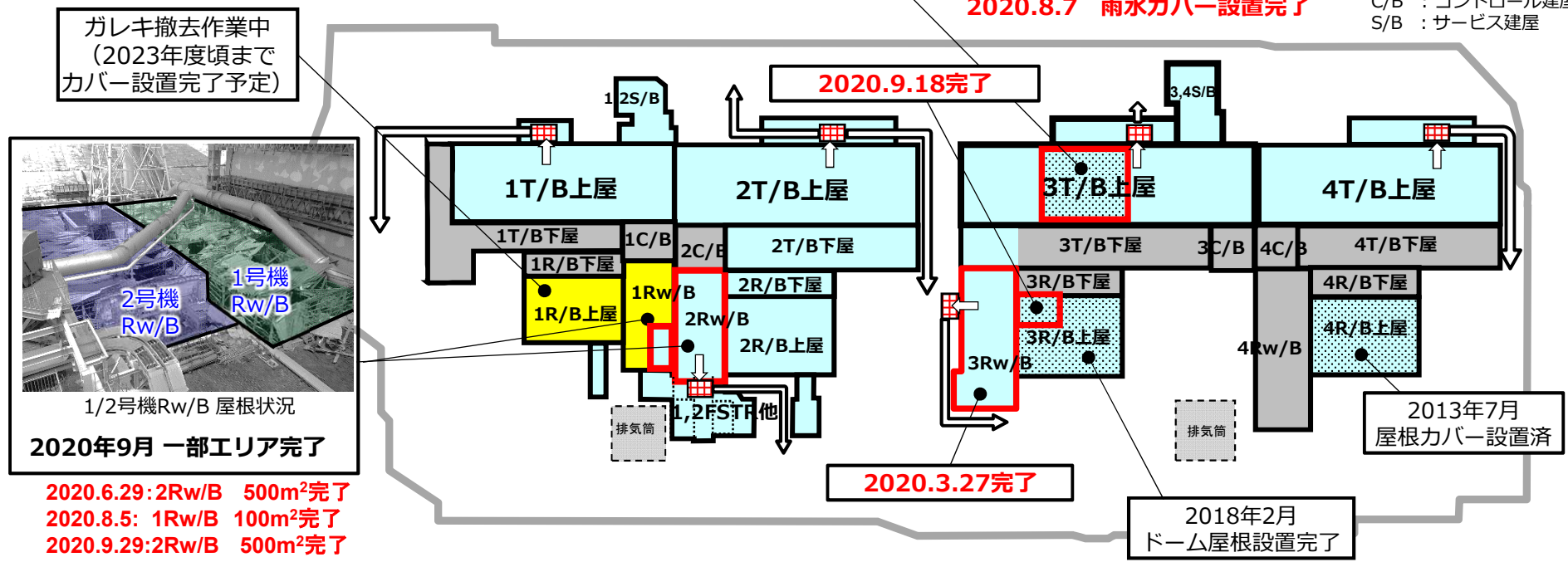
3号機T/B上屋 ガレキ撤去状況

【凡例】

- 雨水対策実施予定
- 汚染源除去対策済
- カバー屋根等設置済
- 陸側遮水壁
- 浄化材
- 雨水排水先

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
 S/B : サービス建屋

2020.7.8 流入防止堰設置完了
2020.8.7 雨水カバー設置完了



1-2.雨水対策の実施状況（3号機タービン建屋）

- 2018年10月から、3号機タービン建屋東側のヤード整備を開始。
- 2020年5月から、流入防止堰の設置を開始。7月20日から雨水カバーの設置作業を開始し、8月7日完了。



3号機タービン建屋・屋根状況【着手前】
〔西側から撮影〕



屋根状況【流入防止堰・雨水カバー設置完了】
〔西側から撮影〕



〔北側から撮影〕



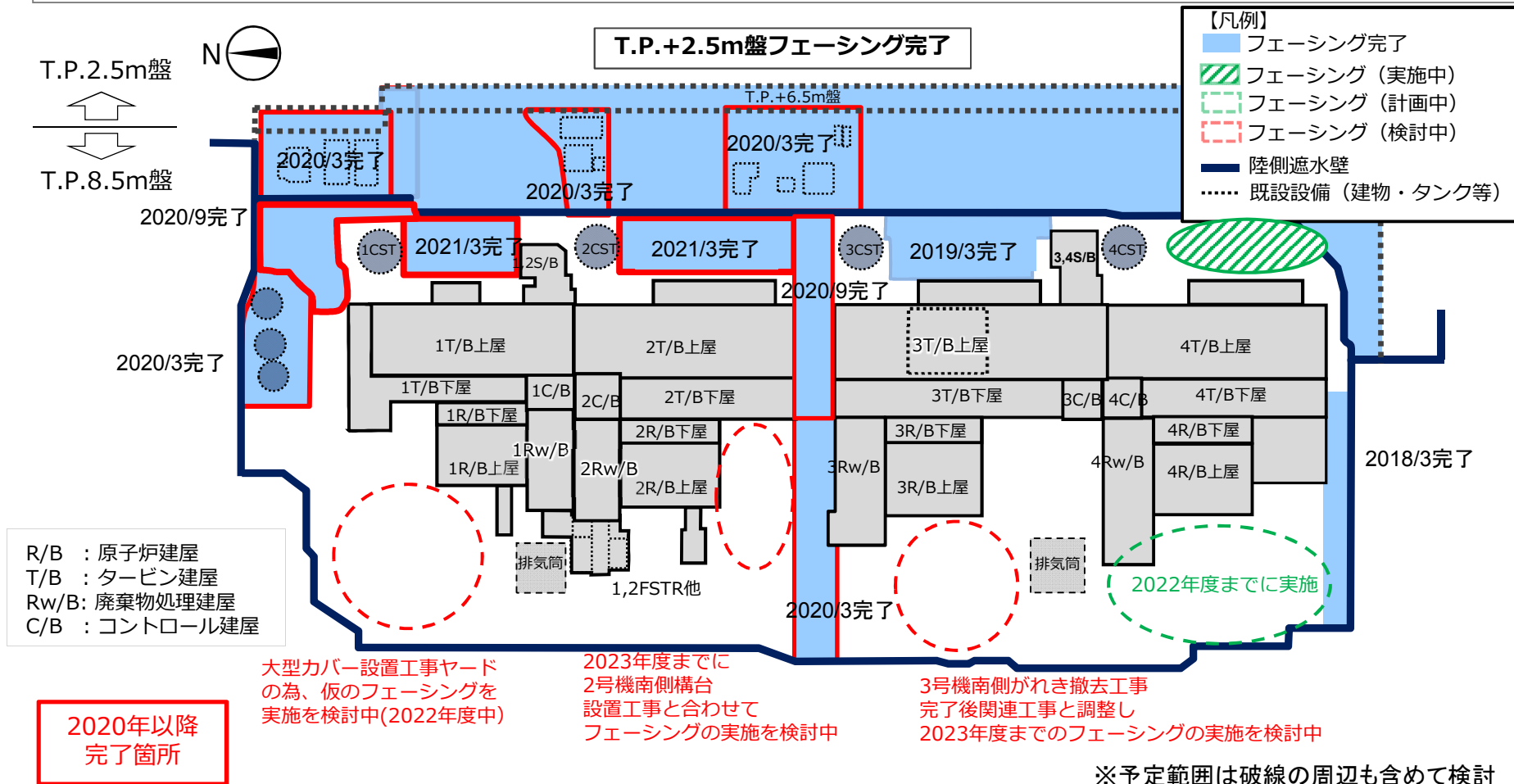
〔北側から撮影〕



〔北側から撮影〕

1-3. 1-4号機建屋周辺のフェーシング実施状況

- 陸側遮水壁外のT.P.+6.5m～8.5m盤は、干渉する建物・タンク等を撤去し、順次、フェーシングを、2019年度中に完了した。
- 陸側遮水壁内エリアについては、廃炉作業に支障がなく実施可能な範囲から、適宜ヤード調整のうえ、フェーシングを実施する。2020年度は、1号タービン建屋東側、2号タービン建屋東側及び2-3号間道路東側を実施しており、4号タービン建屋東側を2021年度に、4号機山側を2022年度に実施する計画である。



陸側遮水壁内進捗 (2021.3月末時点約25%) ※2023年度までに50%を目指す

1-4. T.P.+8.5m盤フェーシングの状況

■ 2-3号間道路（海側） 状況写真
(施工中)



(施工後)



■ 1号機タービン建屋海側 状況写真
(施工前)

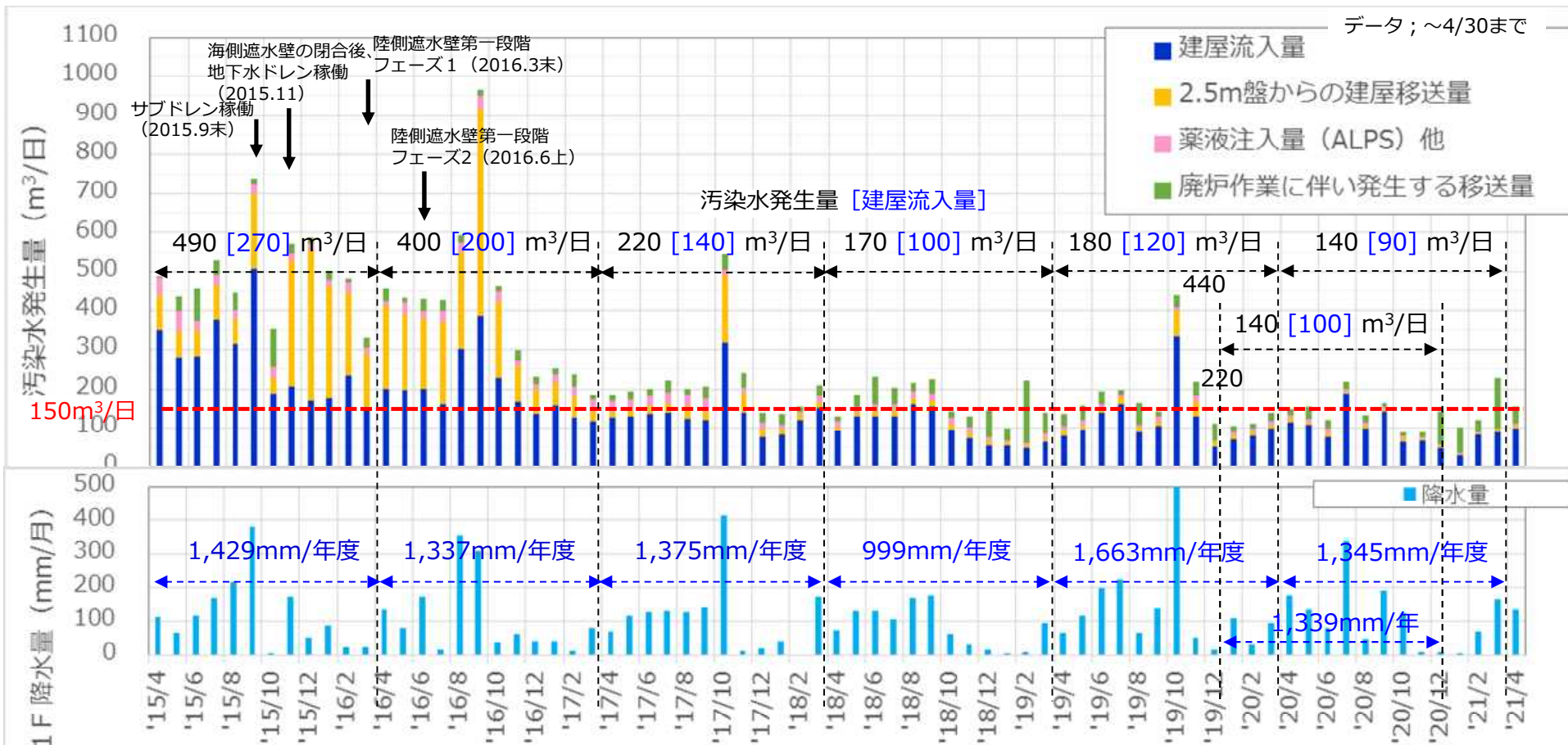


(施工後)



2-1.汚染水発生量の現況について

■ 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、2018年度は170m³/日まで低減。2019年度は、1,663mmと震災以降最大の降雨量となり、約180m³/日となっているが、2020年は、各汚染水抑制対策が進捗し、汚染水発生量は約140m³/日となっている。

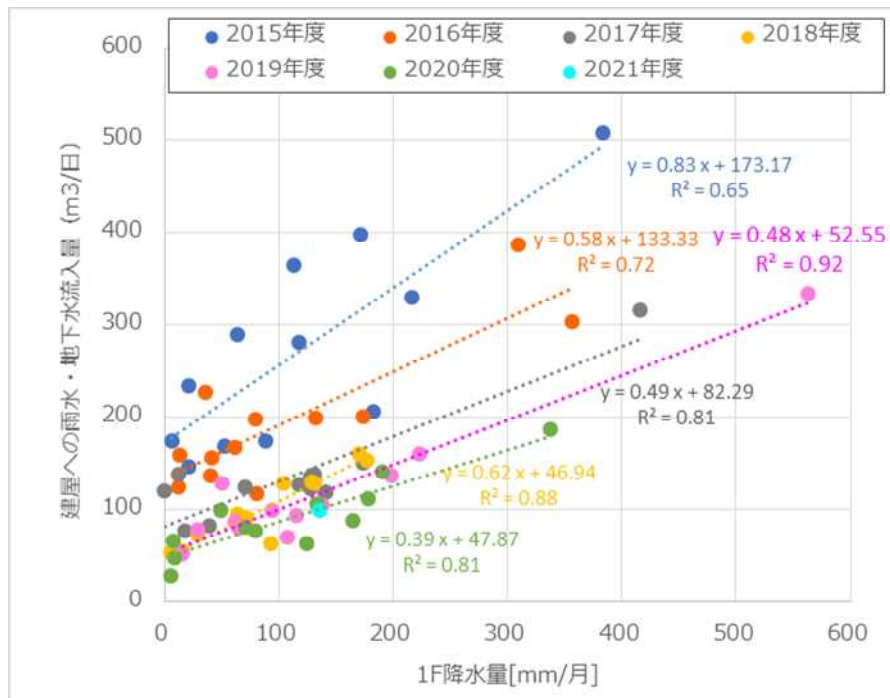


注) 2017.1までの汚染水発生量(貯蔵量増加量)は、建屋滞留水増減量(集中廃棄物処理建屋含む)と各タンク貯蔵増減量より算出しており、気温変動の影響が大きいので、2017.2以降は上表の凡例に示す発生量の内訳を積み上げて算出する方法に見直している。よって、2017.1までの汚染水発生量の内訳は参考値である。

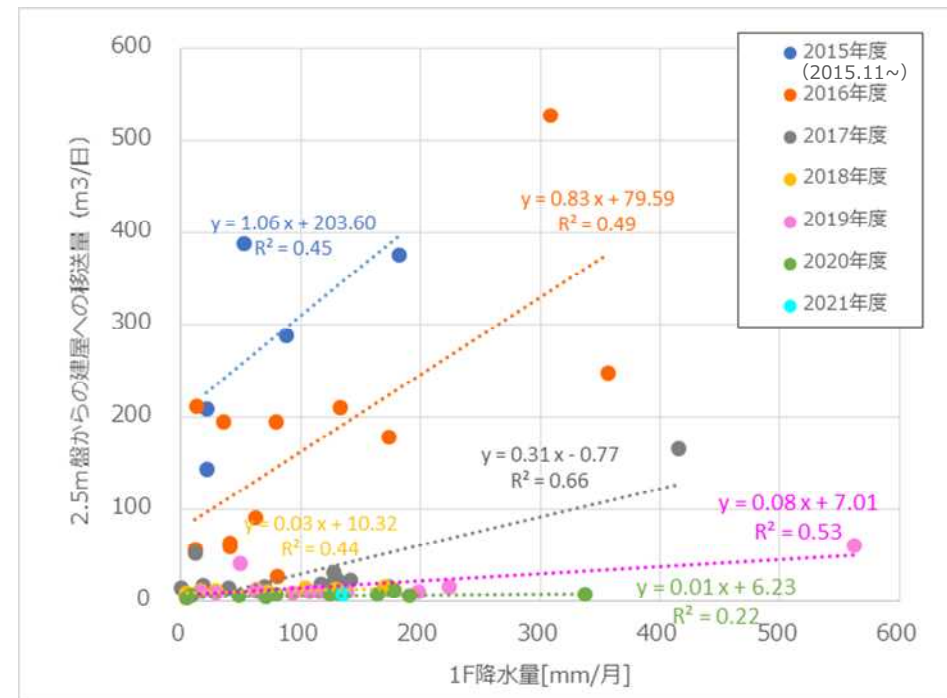
2-2.建屋流入量及び2.5m盤からの建屋移送量と降雨量との関係 TEPCO

- 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年内に建屋屋根及び建屋周辺のフェーシングを進めた結果、データはまだ少ないものの、降雨時の建屋への雨水・地下水流入量も、抑制されている傾向となってきた（左グラフ緑線）。
- 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



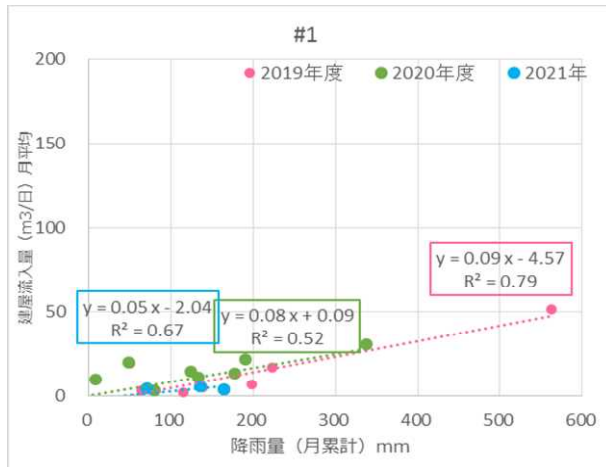
T.P.2.5m盤からの建屋への移送量



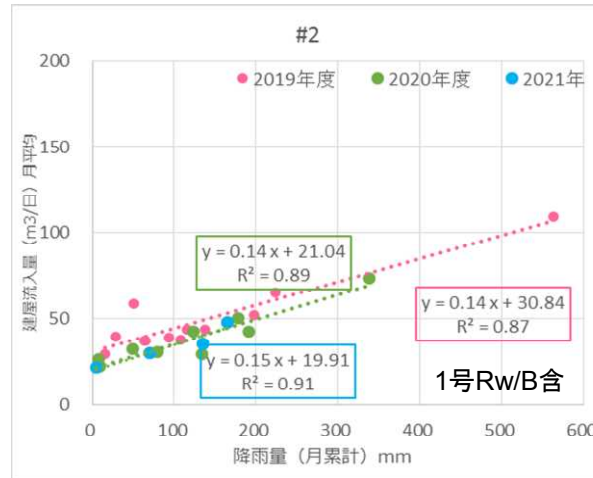
※2021.4.30迄のデータでプロット
 但し、2020.8月データは、本設ポンプによる移送に伴う建屋流入量のバラツキを考慮して、回帰分析において除外している。

2-3.建屋流入量（号機別）と降雨量との関係

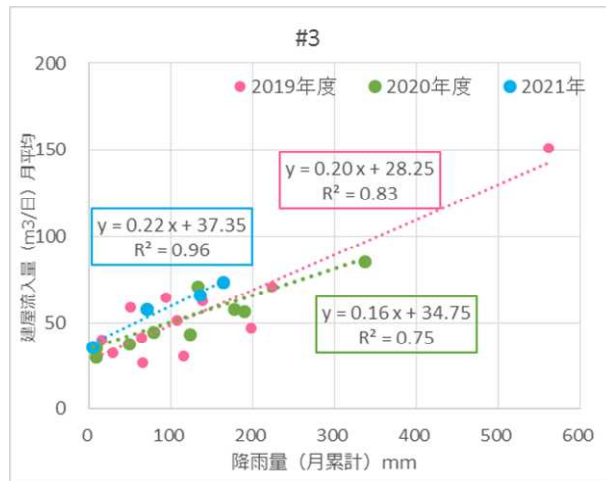
- 号機別に建屋流入量のデータを整理、分析を行い、発生推定要因（地下水orその他流入）別に見ると、2号機及び3号機の流入量が多く支配的であり、3号機は2021年以降増加しており、対策を実施中。



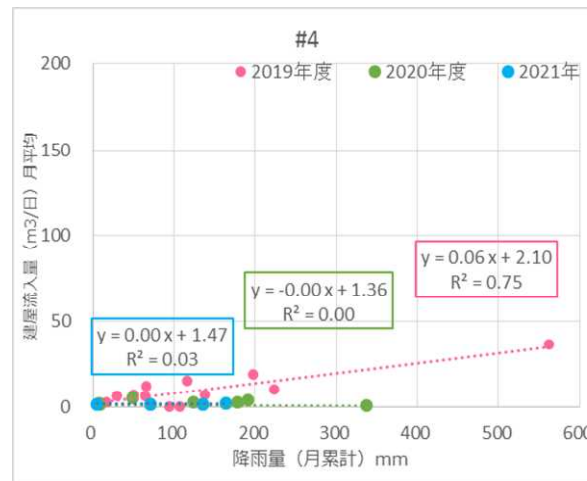
2019年度：8m³/日（地下水：0、その他：8）
 2020年度：11m³/日（地下水：1、その他：10）
 2021年*1：2m³/日（地下水：0、その他：2）



2019年度：50m³/日（地下水：31、その他：19）
 2020年度：37m³/日（地下水：20、その他：17）
 2021年*1：34m³/日（地下水：20、その他：14）



2019年度：56m³/日（地下水：28、その他：28）
 2020年度：52m³/日（地下水：35、その他：17）
 2021年*1：58m³/日（地下水：37、その他：21）



2019年度：10m³/日（地下水：2、その他：8）
 2020年度：1m³/日（地下水：1、その他：0）
 2021年*1：1m³/日（地下水：1、その他：0）

□ 1-4号機建屋流入量(m³/日)

2019年度：125[1,663 (139)]
 2020年度：101[1,349 (112)]
 2021年1-4月：96[321 (80)]

※建屋流入量は、公表値（週報値）とは集計範囲が異なり、週報では用いていない建屋毎の移送流量計の数値を用いて計算しているため、各建屋の合計値と週報値は誤差が異なり合致しない状況である。

※※[]数値は、降水量（mm）、
 ()数値は、月平均雨量（mm/月）

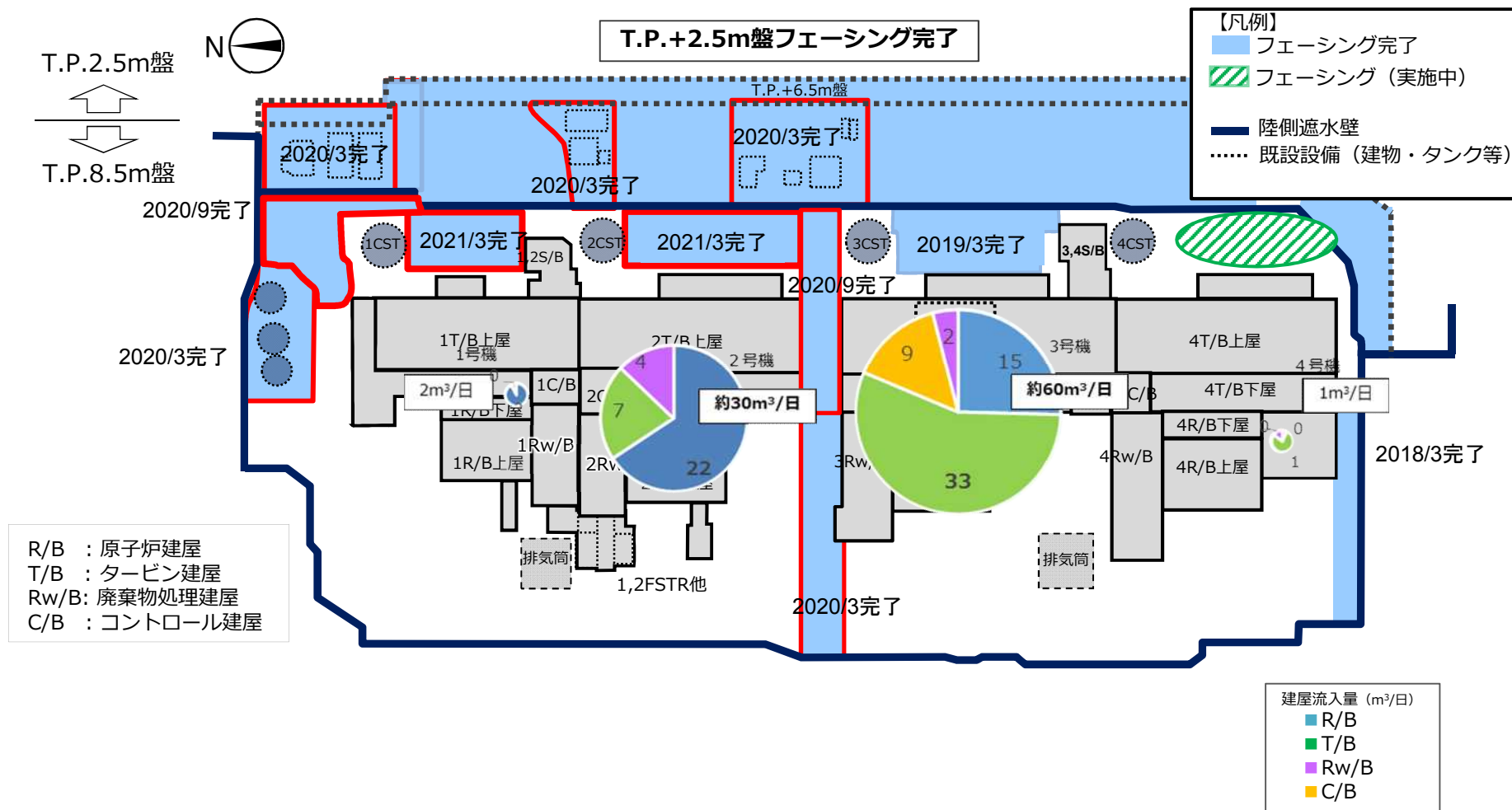
（建屋流入量の発生推定要因）

- ✓ 地下水：切片の値
- ✓ その他（雨水等）：勾配×降水量

*1 2020.1~4

2-4.建屋ごとの流入量について

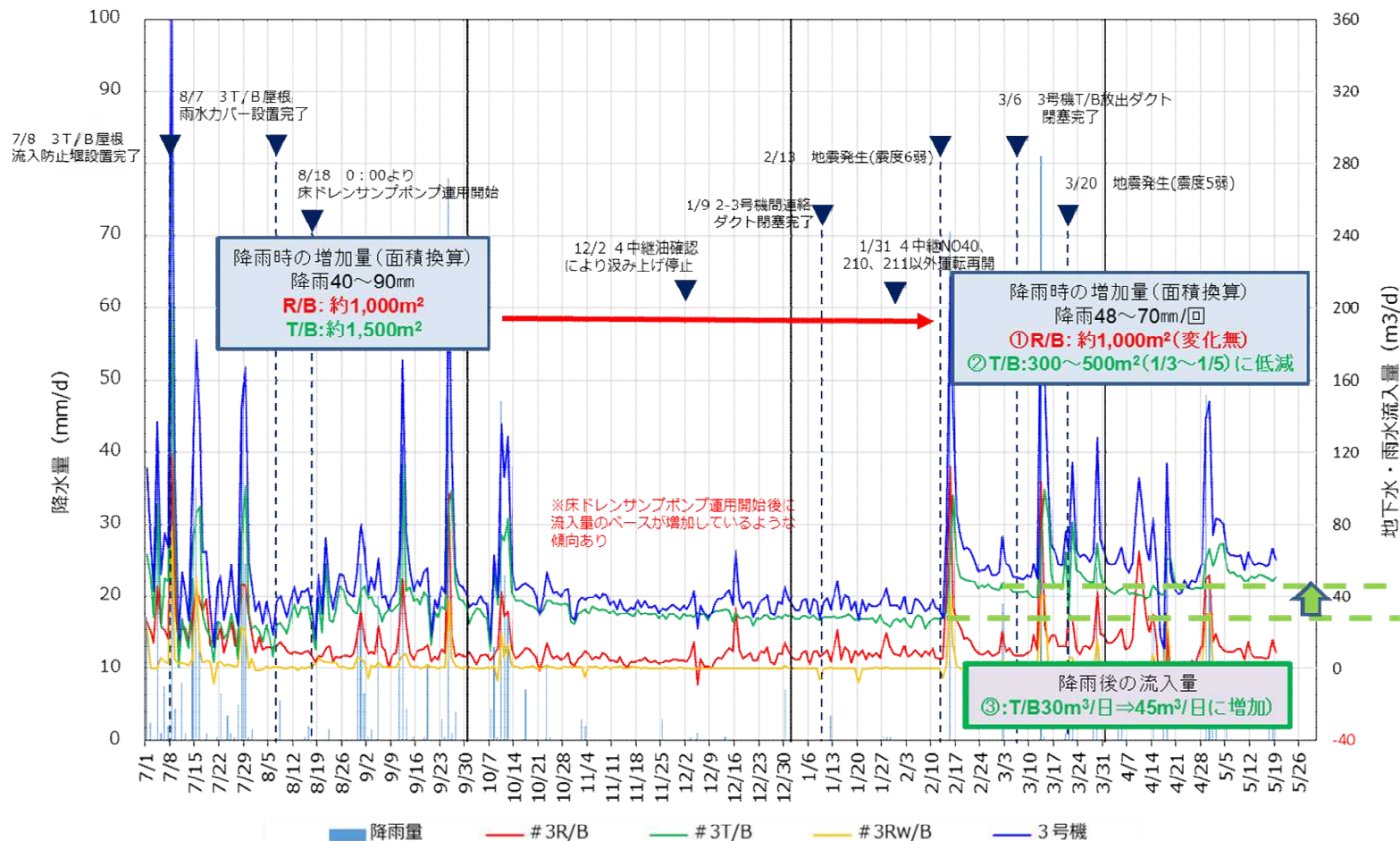
- 各建屋ごとの流入量の最新データ（2021.1～4）と今後の汚染水抑制対策を下図（円グラフが各建屋の流入量）に示す。
- 3号機はT/Bが多く、SD40の汲み上げ開始やフェーシングを、R/Bは降雨時の屋根排水の改善を実施していく予定である。
- 2号機はR/Bが多く、山側においてフェーシングを進めていく予定である。



3-1. 3号機の建屋流入量分析結果

- 流入量が多い3号機について、建屋ごとの流入量を至近1年程度を分析した
(下図は、各建屋の流入量の経時変化右軸が流入量) 結果、下記が確認された。
- ①R/B：降雨時の増加流量が1年間変化していない
- ②T/B：降雨時の増加流量は1/3～1/5に低減
- ③降雨後のT/B建屋流入量が2月から増加

3号機流入量トレンド(2020年7月～2021年5月)



➤ 評価方法：40mm/日以上降雨量があった日について直前数日間の流入量をベースとして、集水面積を算出

3-2.3号機の建屋流入量状況と要因、今後の対策について

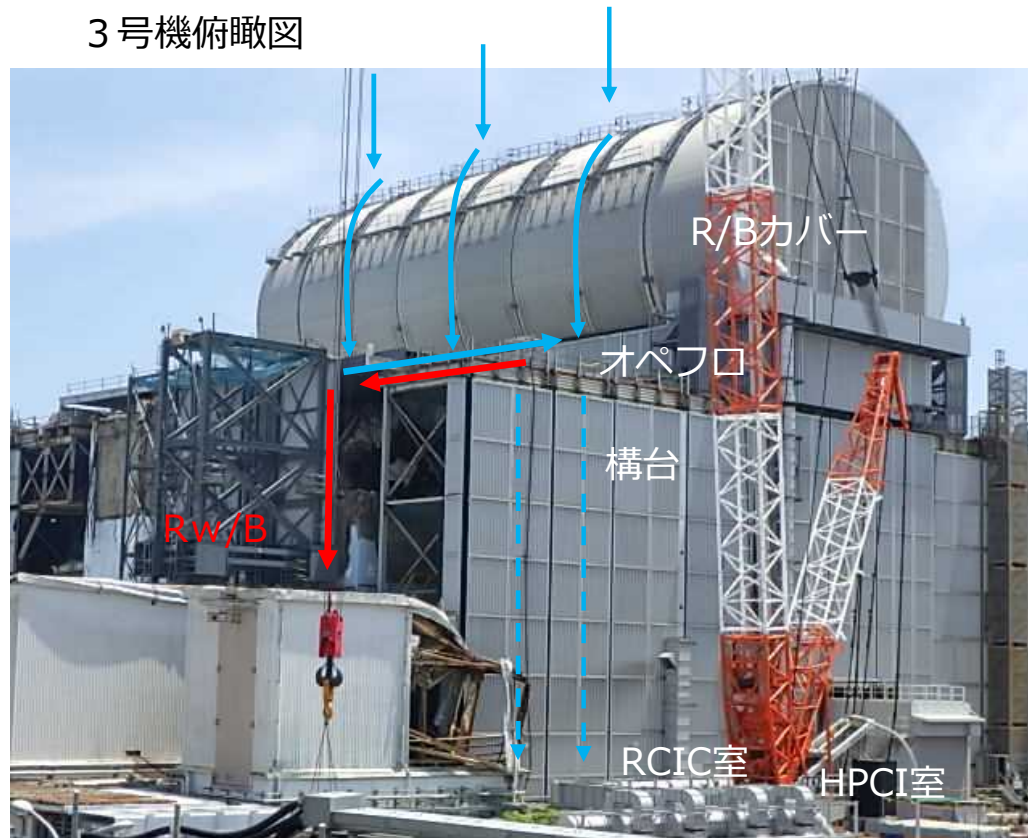
- 3号機の流入量の分析結果と今後の対策について、下記に整理する。

場所	①3号機R/B	②3号機T/B	③3号機T/B
事象	降雨時の流入量	降雨時の流入量	降雨後の流入量
状況	1年間横ばい	1年間で1/5に低減 (▲5m ³ /日抑制)	2月以降増加
要因	R/Bの雨水の流入	雨水カバー工事等2020 年度実施の対策効果	SD40近傍が油分確認に よる汲み上げの停止
要因根拠	R/B水位計降雨時の挙動	降雨時の増加流量	SD水位の上昇
対策	3号R/Bカバーの雨水 排 水の排水先の変更	継続監視	SD40の汲み上げ再開
対策による 想定効果	▲5m ³ /日 (1,000m ² ×1,400mm ÷365)	—	▲10m ³ /日 (増加流量と降雨時期 [年間の2/3と想定])
現状	雨どいルート検討中 (8月着手予定)	—	くみ上げ準備中 (7月末開始予定)

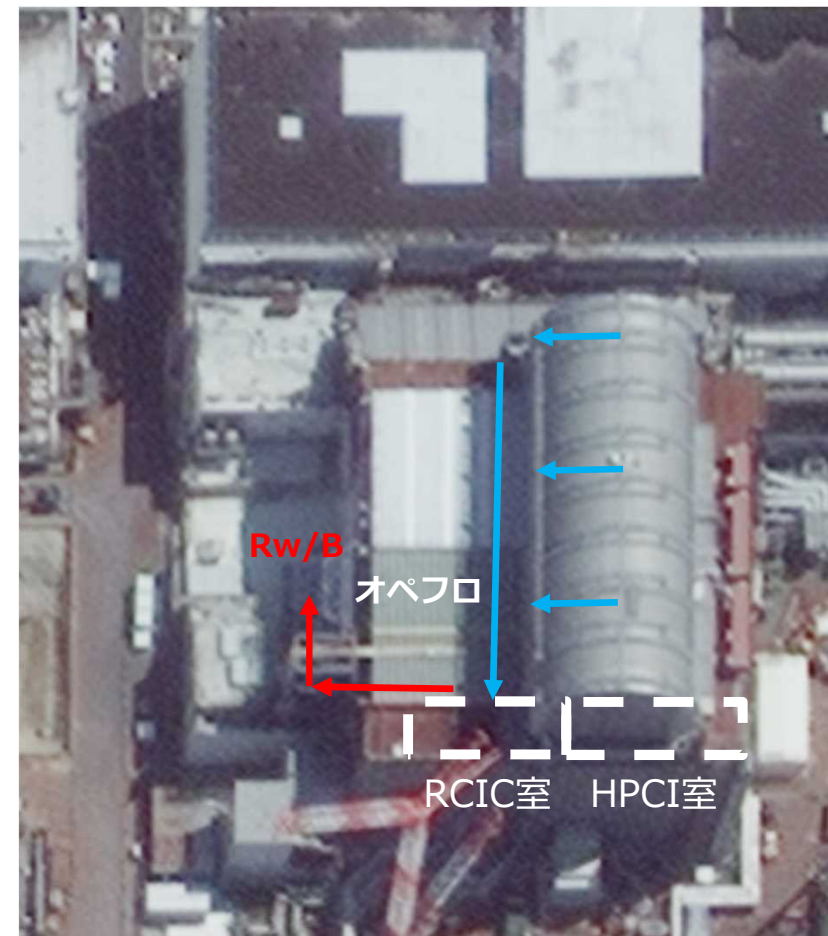
3-3. 3号機R/B屋根排水の変更について(案)

- 3号機R/Bカバーの雨水は、北側と南側で集水し、北側はオペフロ上で構台上部に排水しており、構台下部にHPCI室、RCIC室があることから、排水先をRw/B側へ雨樋を追加設置する。(2021年中に実施)

3号機俯瞰図



3号機平面図



- > 現状降雨の流れ
- - -> 排水後の構台上部からの降雨の流れ
- > 雨樋追加後

(コメント)

滞留水抑制対策として、屋根の修理、フェーシングの計画前倒しを検討すること

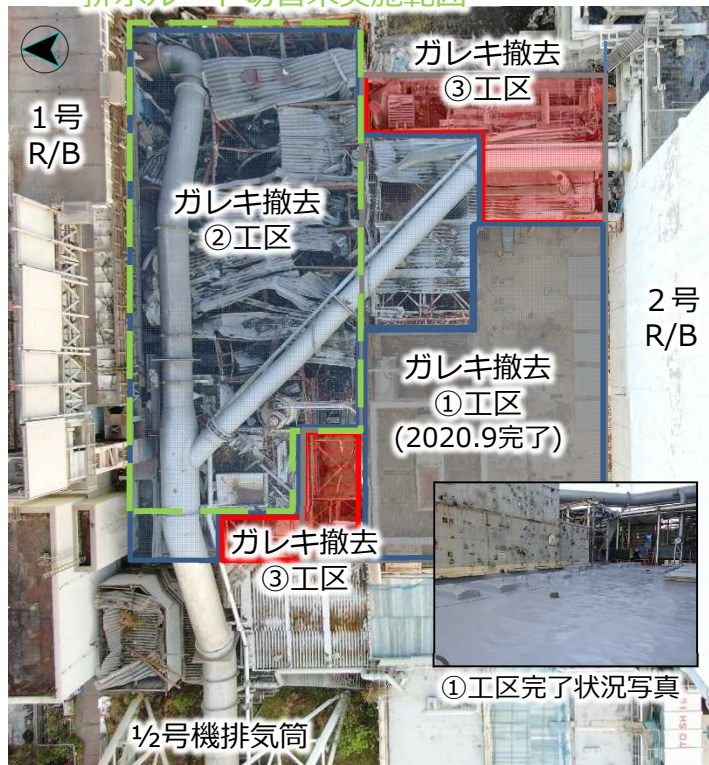
(回答)

- ・ 1号機Rw/Bの屋根修理工事において、ガレキ撤去作業と排水路切替作業を並行作業化し、工程を短縮するための検討を進めている。
- ・ 1号機北西部について、カバー設置工事の中で、仮設的にフェーシングを行う。
- ・ 2号機、3号機西（山）側については、関連工事と今後も調整の上、フェーシングの実施を検討し、2023年度末までに1-4号機周辺のフェーシング5割程度完了を目指す。
(2020年度末進捗：約25%)

【参考】 1号RW/B屋根修理工事工程について

- 1/2号機Rw/Bは既存鉄骨屋根が大きく損傷しており、雨水が建屋内に流入していることから雨水対策（ガレキ撤去・排水先切替）を2023年度までに実施する計画としてきた。
- 2019年12月より2号機Rw/B側のガレキ撤去・排水先切替に着手しており、1号機Rw/B側と2号機側残り部分についてはSGTS配管の撤去された範囲から、順次作業予定。
- 1号機側排水ルート切替の平行作業化による実施時期前倒し検討・周辺工事との工程調整を進め、2022年度上期完了を目指す。

排水ルート切替未実施範囲



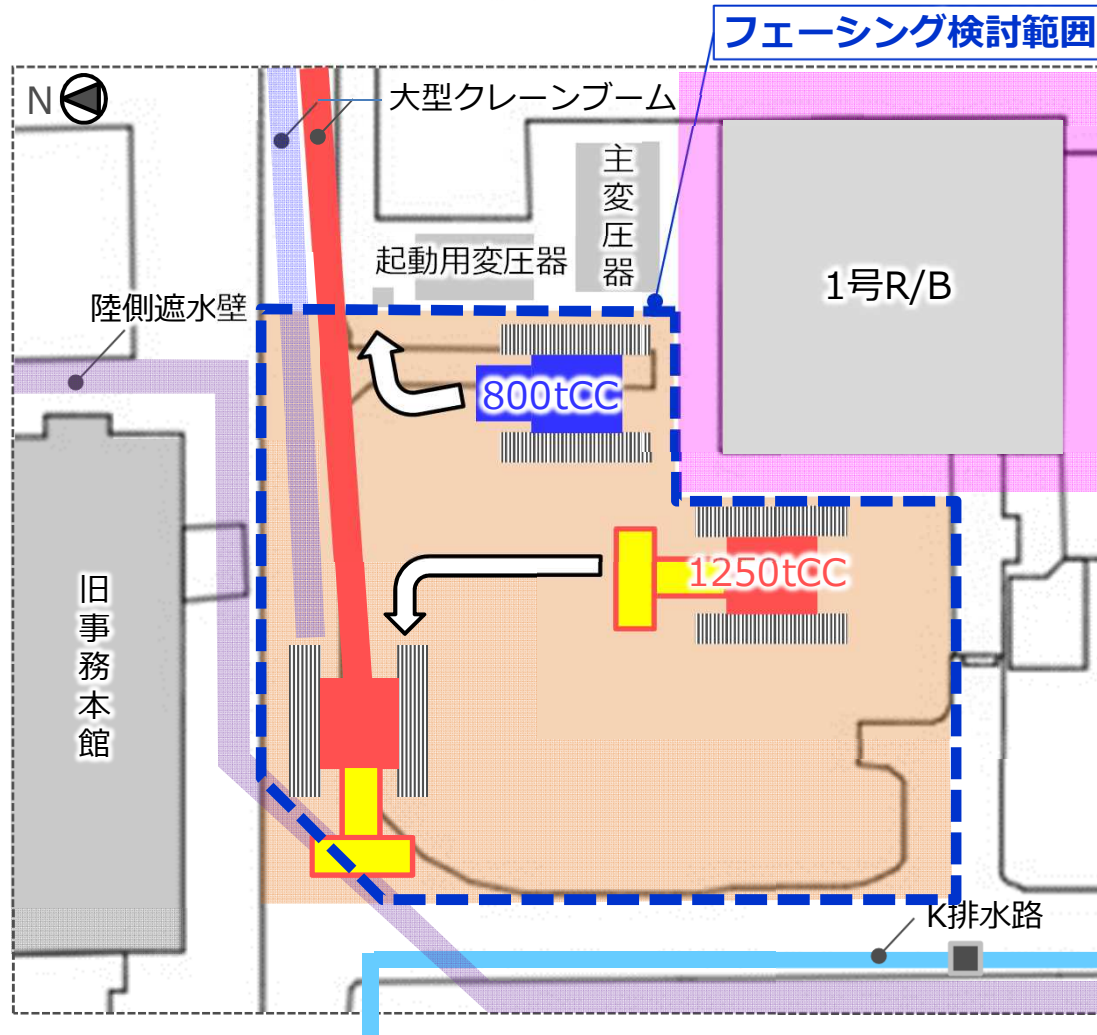
計画概要

	2021年度			2022年度	
	2Q	3Q	4Q	上期	下期
1,2Rw/B 雨水対策		②工区ガレキ撤去		③工区ガレキ撤去 1号機側排水ルート切替	工程調整中
関連工事	SGTS配管撤去			1号大型カバー（下部下部構台）	1号大型カバー（本体）

前倒し工程（案）

【参考】 1号機北西部フェーシングについて

- 1号機大型カバー設置工事との干渉を最小限，かつ雨水浸透抑制を鑑みメンテナンスを考慮した仕様を選定。
- クレーン走行干渉を避け実施するため2022年度完了目標。

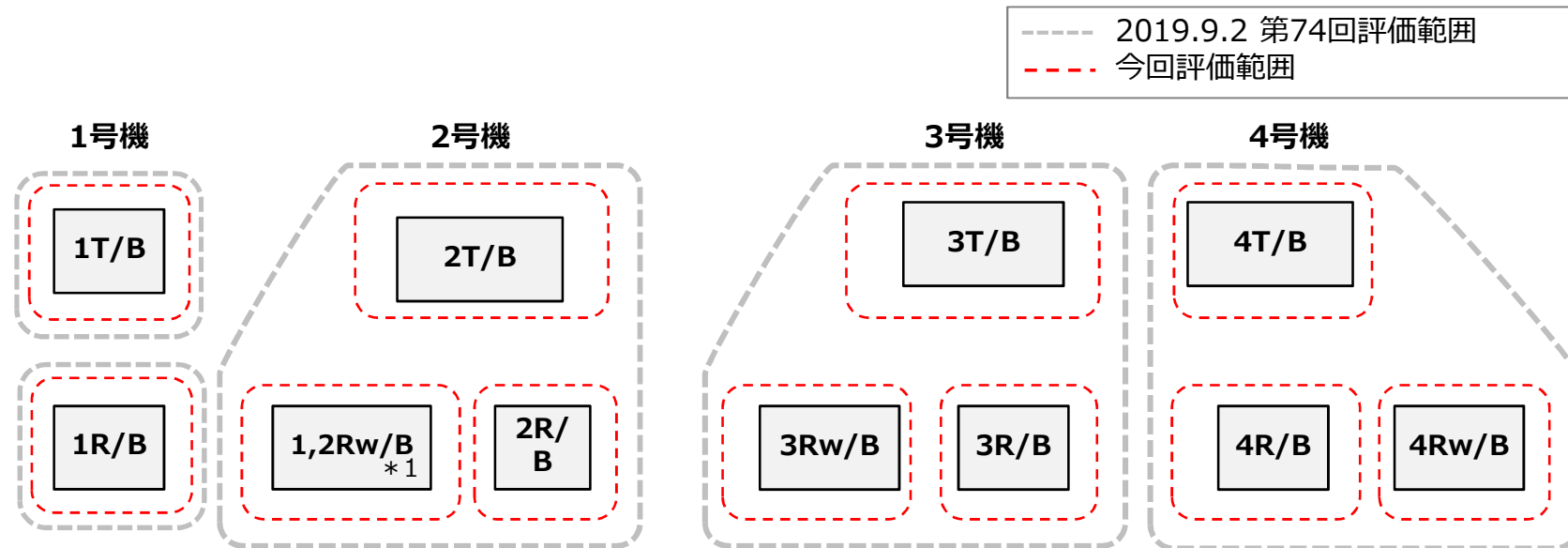


フェーシング	
イメージ図	
仕様	①堰設置 (L型鋼) ②鉄板継目コーキング
メリット	・設置工期：中 ⇒カバー設置影響なし (工事干渉を避け実施可)
デメリット	・浸透抑制効果：中 ⇒鉄板継目の補修あり ・水勾配：ゼロ勾配 ⇒旧排水側溝に期待
工期	2022年度中に完了予定

【参考資料1】 建屋毎の地下水及び雨水流入量

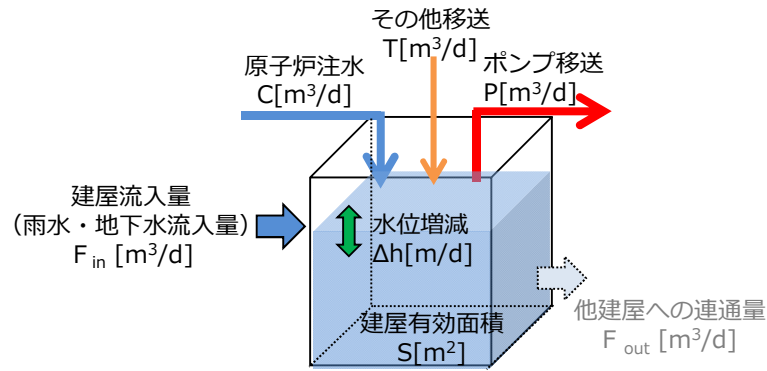
【参考】 1-1.各建屋への流入量評価

- 滞留水処理の進捗（建屋水位の低下）により、1~4号機建屋の切り離しを達成したことから、各建屋毎に建屋流入量（雨水・地下水等の流入量）評価を実施。なお、まだデータ点数が少ないことから、評価は継続し、傾向を確認していく。
 - 1号機はタービン建屋（T/B）、廃棄物処理建屋（Rw/B）の床面露出状態を維持しており、原子炉建屋（R/B）はT/B,Rw/B床面より低い水位で運用。
 - 2,3号機はR/B水位をT/B、Rw/B床面より低い水位で運用。T/B、Rw/Bの建屋滞留水はR/B側へ流出していた状況であったが、2号機は2020年10月より、3号機は2020年8月よりT/B、Rw/Bの床ドレンサンプに設置した滞留水移送装置を稼働させ、床面露出状態を維持。
 - 4号機は、2020年8月からR/B,T/B,Rw/Bの床面露出状態を維持。



*1：1号機Rw/Bに流入した雨水・地下水は、連絡口から2号機Rw/Bへ流れ込んでいることから、2号機Rw/Bと合算して評価。
なお、2020年10月より1号機Rw/Bの床ドレンサンプに設置した滞留水移送ポンプを稼働させたことから、現在は2号機Rw/Bへ流れ込んでいない。

(参考) 計算手法について



【建屋流入量の評価式】

$$F_{in} = \triangle S \cdot \Delta h - \bigcirc C - \bigcirc T + \bigcirc P + \square F_{out}$$

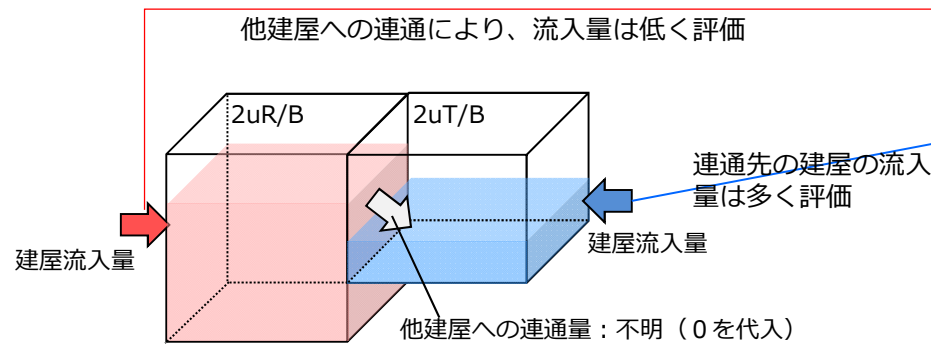
○ : 既知 (流量計や水位計データ)

△ : 概算 (図面、運転実績により算出)

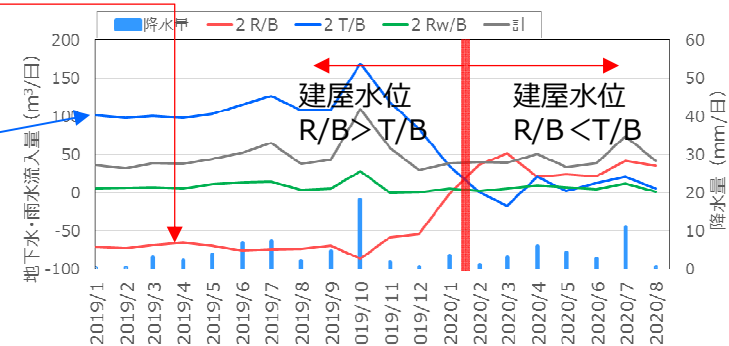
□ : 不明 (流入量評価では0を代入)

- なお、建屋間に水位差があり滞留水が連通している場合、水位の低い建屋の方へ滞留水が流入することになるが、その流入量を建屋流入量と切り分けて評価することが出来ない。その影響により、建屋流入量 (F_{in}) が評価上、マイナス値を示す建屋があるものの、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。
- 具体的には、2,3号機は2019年頃までT/Bの滞留水移送ポンプを主として水位低下を進めていたこと (R/B水位 > T/B水位) から、R/B滞留水がT/Bに流入し、R/Bの建屋流入量がマイナス評価となっている。2020年頃からはR/Bの滞留水移送ポンプを主として水位低下を進めていることから、T/Bの流入量評価がマイナス評価となっている。

参考：建屋流入量がマイナス評価となるケースについて



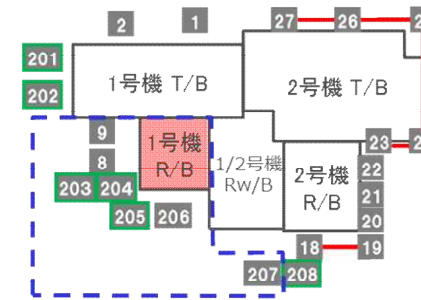
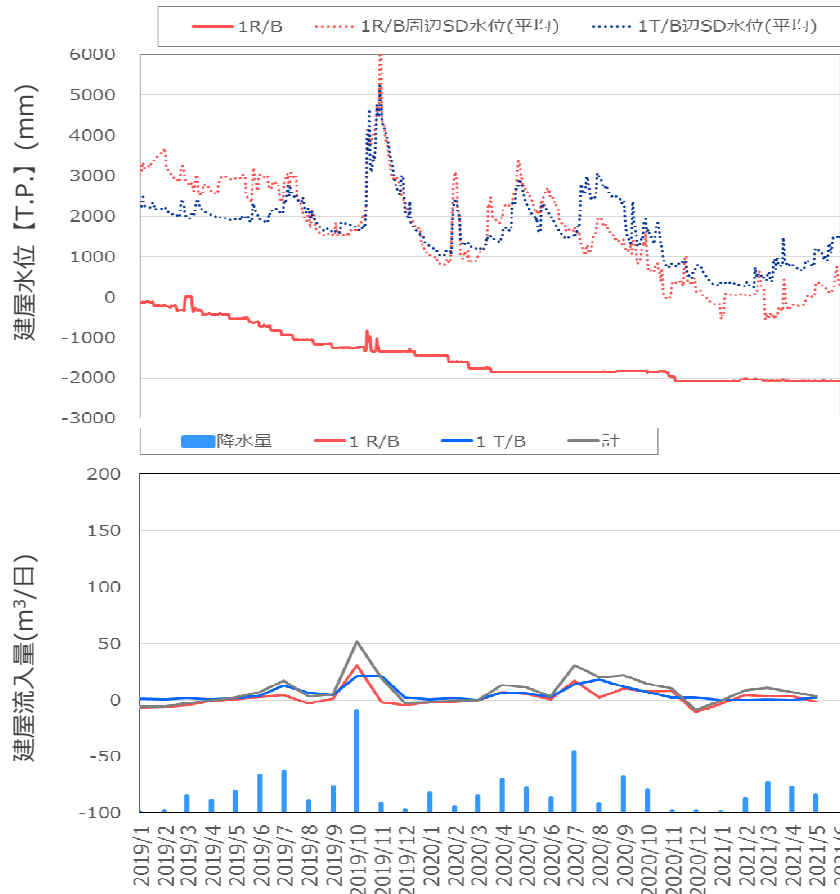
参考：建屋間の水位差がある場合のイメージ



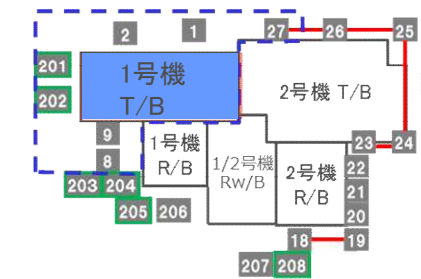
参考：2号機建屋流入量評価

【参考】 1-2.各建屋への流入量評価： 1号機

- 1号機は全体的に流入量が小さい。
- 1R/Bは屋根が全面的に破損しているため、降雨時に流入があるが、降雨時以外において流入量はほとんどない。
- 1T/Bは屋根に破損箇所はないが、降水により周辺地下水位が上昇した期間に流入量が増加する傾向が見られる。



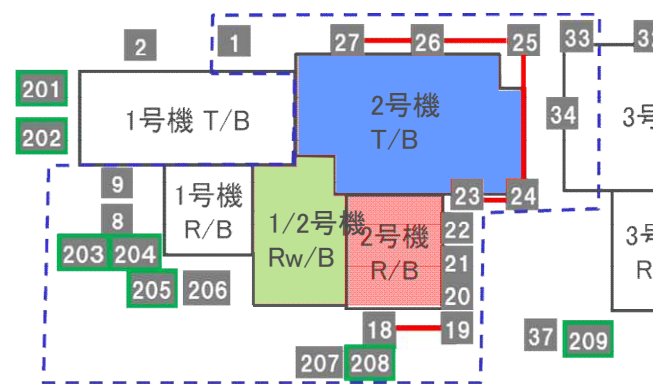
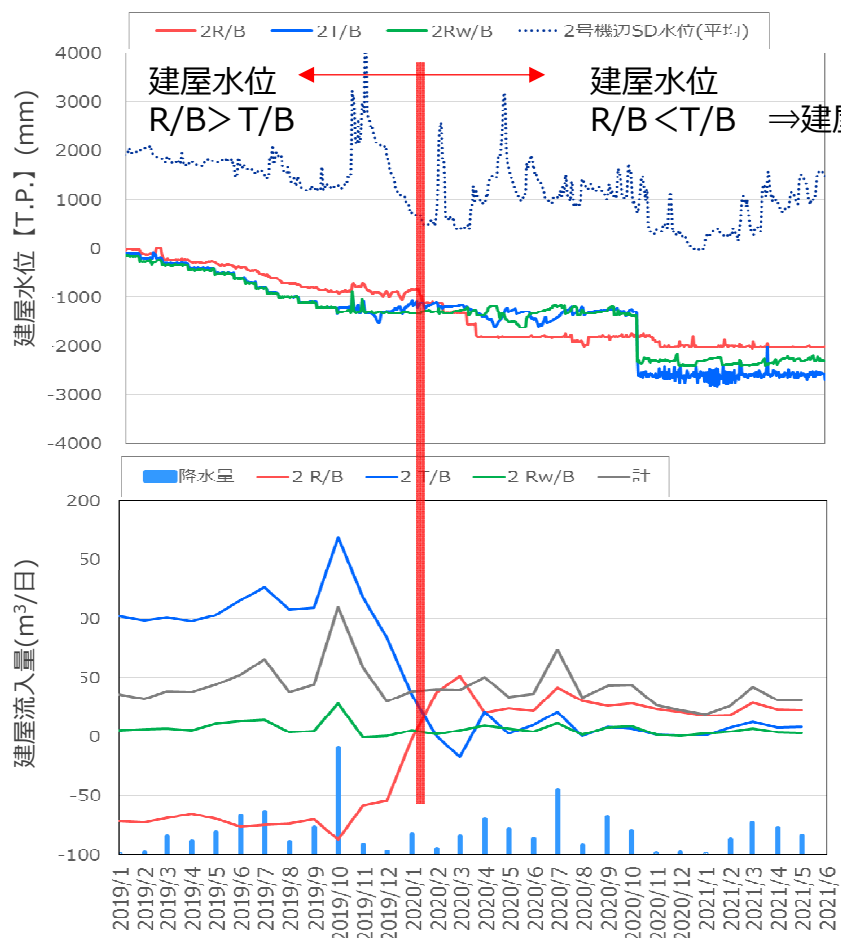
☐ : 建屋周辺SD範囲
 ※ : 図中 は、増強工事(大口径化)が完了した新設ピット



☐ : 建屋周辺SD範囲
 ※ : 図中 は、増強工事(大口径化)が完了した新設ピット

【参考】 1-3.各建屋への流入量評価： 2号機

- 2号機は全体的に建屋流入量が多く、降雨時に増加する傾向が確認されている。
 - R/Bは2020年1月頃から滞留水移送ポンプを主として稼働させ、R/B滞留水はT/B滞留水よりも高い水位から低い水位となっている。これに伴い、R/Bの建屋流入量は、マイナス評価からプラス評価となっている。
 - T/Bは2020年10月より床ドレンサンプに設置した滞留水移送ポンプを稼働させたことで、R/Bへ滞留水が流出している状況ではないが、流入量が少ない状況が継続している。
 - Rw/Bの建屋流入量は隣接する建屋水位に影響されておらず、連通は停滞していると考えられる。流入量は継続して少なく、降雨時に若干の増加が確認される。

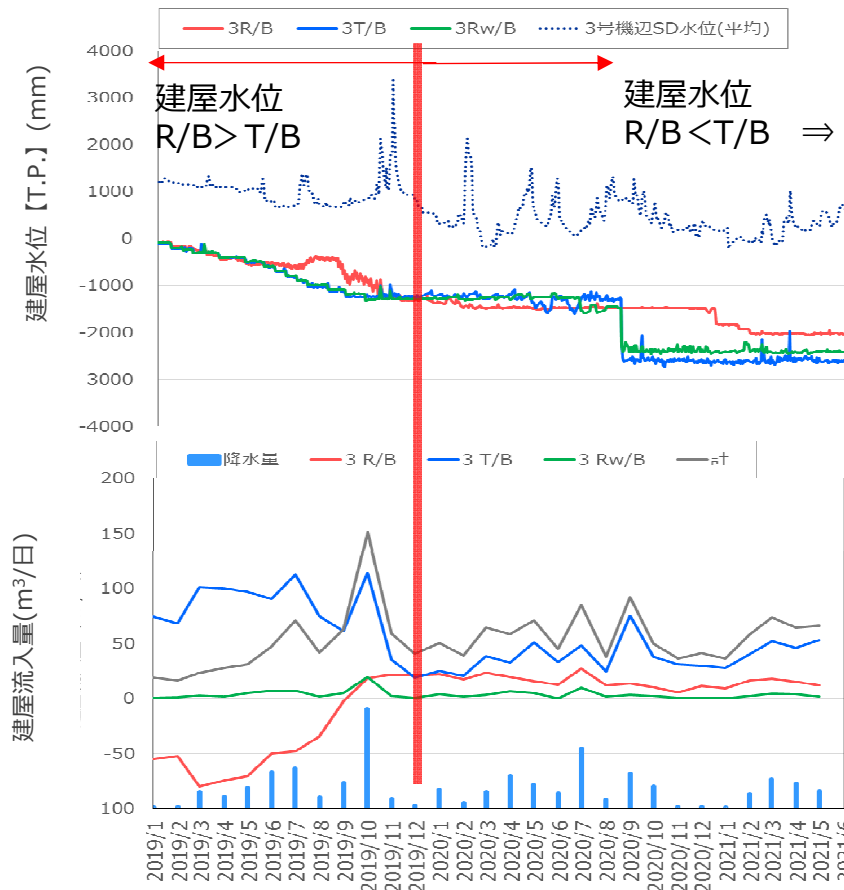


⌋ : 建屋周辺SD範囲

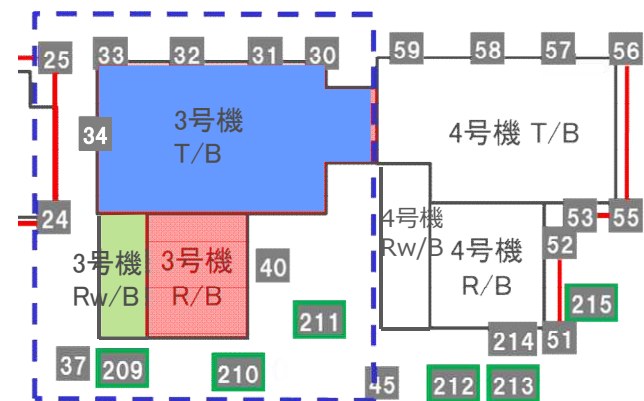
※ : 图中 は、増強工事(大口径化)が完了した新設ピット

【参考】 1-4.各建屋への流入量評価： 3号機

- 3号機は全体的に建屋流入量が多く、降雨時に増加する傾向が確認されている。
 - R/Bは2019年1月頃から滞留水移送ポンプを主として稼働させ、R/B滞留水はT/B滞留水よりも高い水位から低い水位となっている。これに伴い、R/Bの建屋流入量は、マイナス評価からプラス評価となっている。
 - T/Bは2020年8月より床ドレンサンプに設置した滞留水移送ポンプを稼働させたことで、R/Bへ滞留水が流出している状況ではなく建屋流入量の評価が可能となった。計測開始以降、比較的流入量が多い傾向が確認されており、主たる地下水等の流入箇所があると想定。なお、2020年8月より屋根補修を実施しており、降雨時の一時的な増加量は減少傾向にあると想定されるが、2021年2月以降降雨後の流入量の増加傾向が確認されている。
 - Rw/Bは2号機同様、隣接建屋との連通は停滞していると考えられ、流入量は継続して少ない状況にある。



建屋連結最低標高以下の水位で運用開始

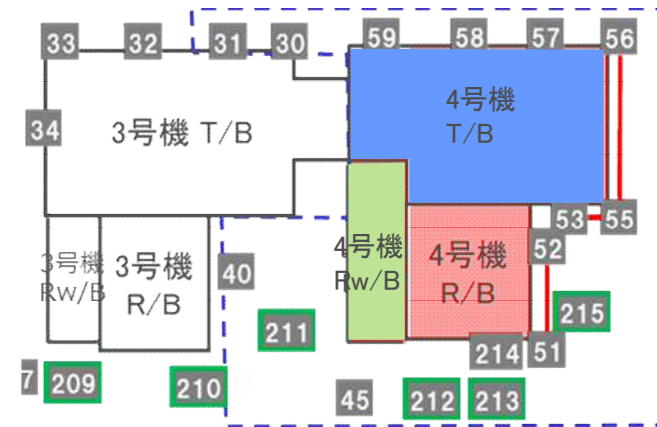
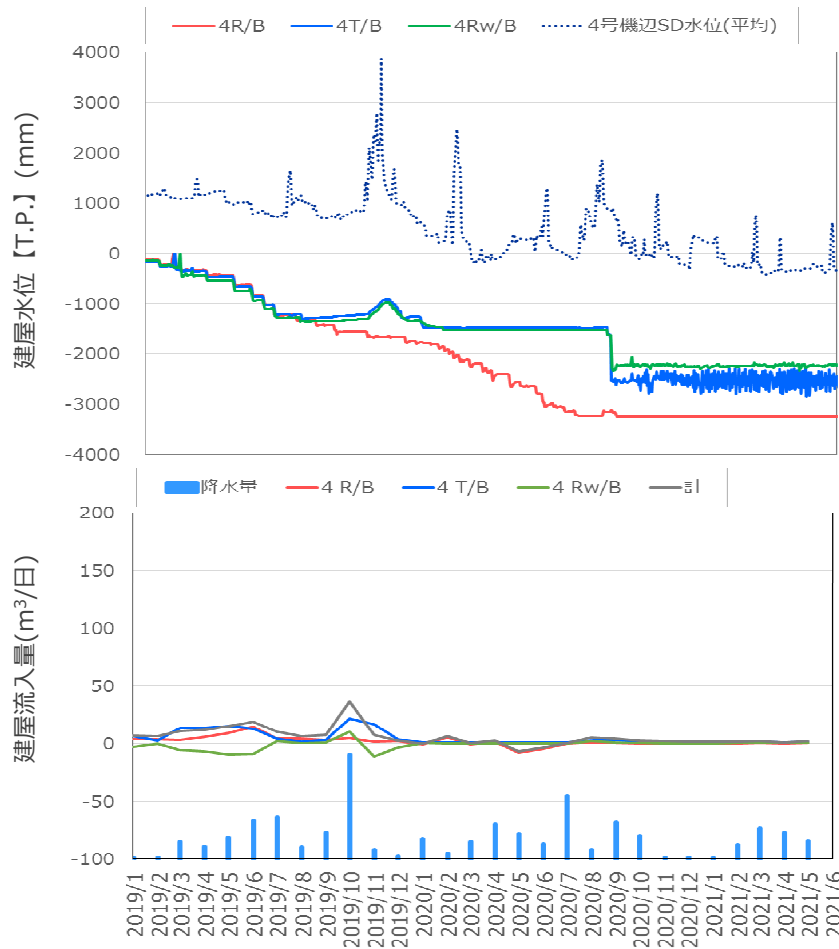


— — — — — : 建屋周辺SD範囲

※ : 图中 は、増強工事(大口径化)が完了した新設ピット

【参考】 1-5.各建屋への流入量評価： 4号機

- 4号機は全体的に建屋流入量が小さい。
 - R/B、T/B、Rw/Bの地下水等流入量は少ない状況が継続して推移している。



- : 建屋周辺SD範囲
- : 増強工事(大口径化)が完了した新設ピット

【参考資料2】 3号機各建屋分析データ

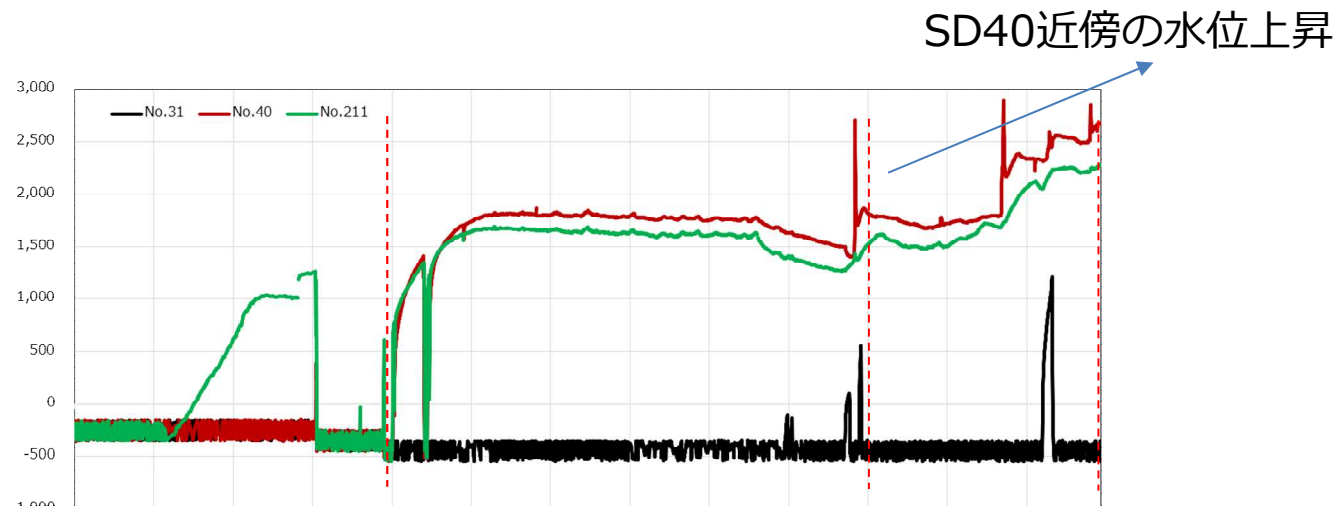
【参考】 2-1. 3号機各建屋の水位計、SD配置、及び屋根雨水排水箇所 **TEPCO**



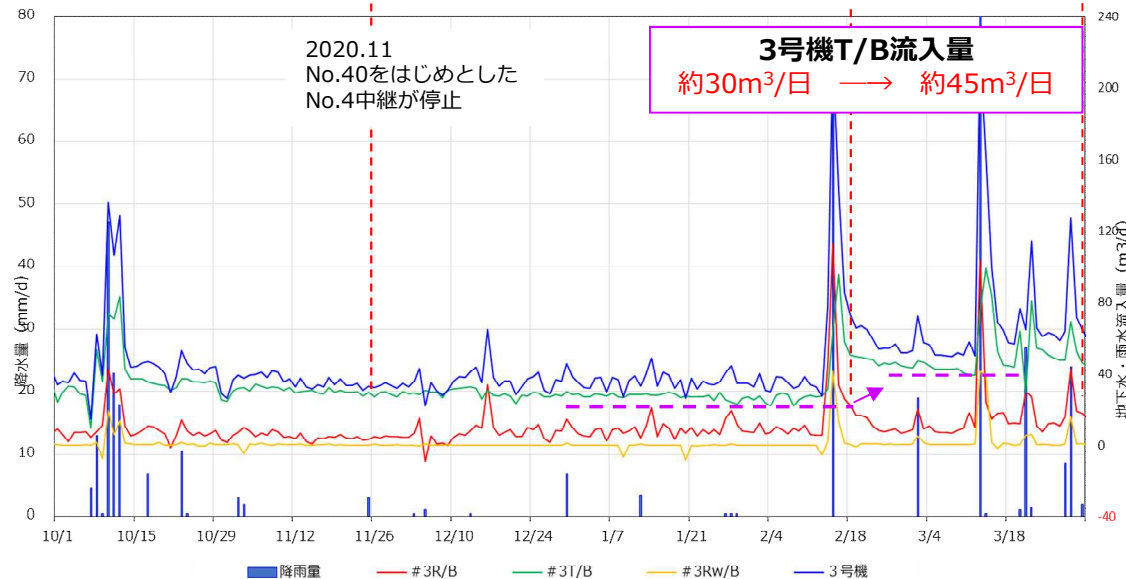
■ 2021年2月以降に3号機T/B建屋への流入の増加を確認

- 2月中旬から降雨が継続し、SD40等の周辺水位が更に上昇しており、この影響で流入が増加している可能性が考えられる。

○3号機周辺 SD



○建屋流入量&降水量



【参考】 2-3. 3号機T/B降雨後の流入：SD No.40 の油回収対応工程表

- ▶ ピット内の油回収後、約2週間程度で表面に油が確認される状況が継続している。
油の性状は当初（黒いもの）と異なり、薄い茶褐色で降雨による水位変動による井戸側壁の油分と想定。
- ▶ 継続的な表層の油回収は必要だが、現時点の水位では高濃度の油分が井戸に供給している状態ではないため、汲み上げの継続は可能として、汲み上げを実施する。



	2021.4	2021.5	2021.6	2021.7	2021.8	2021.9
ピット油回収 (経過観察含)	■					
ポンプ復旧 移送配管清掃 試運転			■ ■ ■ ■	■		
汲み上げ (中継タンク)					■	

汲み上げ水の油が許容濃度
(排水基準は1 ppm、
許容濃度は別途検討)