

地震・津波対策の進捗状況

内閣府「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」
公表内容を踏まえた対応状況等について

2020年6月15日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

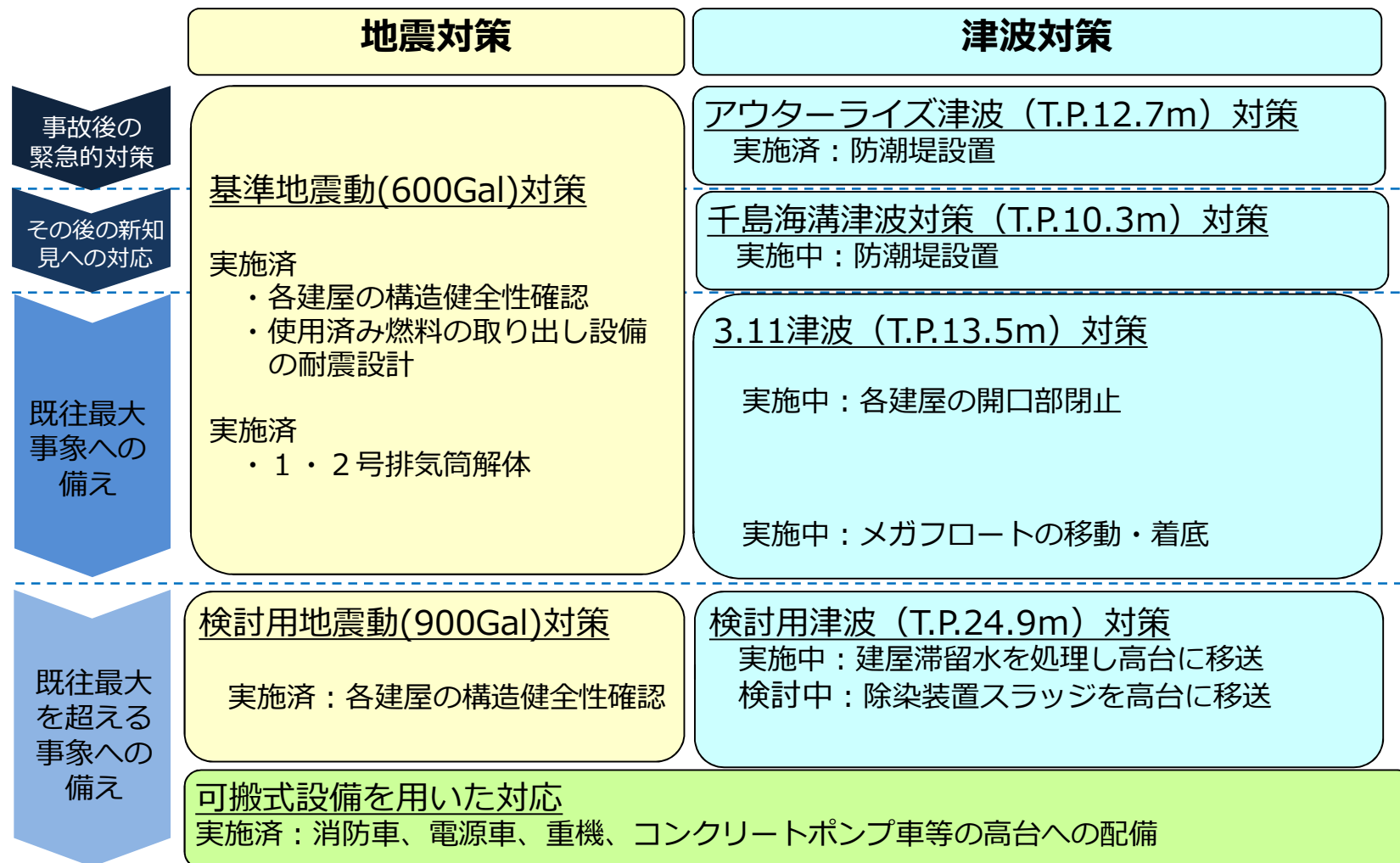
地震・津波対策の内、以下の事項について報告する。

1. 内閣府公表内容に対する検討状況および千島海溝津波防潮堤工事の進捗状況について
2. 建屋開口部閉止作業の進捗状況について
3. メガフロート対策の進捗状況について

1. 内閣府公表内容に対する検討状況および千島海溝津波防潮堤工事の進捗状況について
2. 建屋開口部閉止作業の進捗状況について
3. メガフロート対策の進捗状況について

1-1. 地震・津波対策の基本的な考え方

- 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



1-2. 千島海溝沿いの地震に伴う津波の検討経緯

(1) 千島海溝津波に対する検討（2014年10月）

- 1F検討用津波策定の一環として、千島海溝沿いの地震に伴う津波（以下、「千島海溝津波」）について検討を実施第27回特定原子力施設監視・評価検討会（2014.10.3）で報告。 <https://www.nsr.go.jp/data/000051144.pdf>
- 千島海溝から日本海溝北部（三陸沖北部）の領域の波源（Mw9.4）を考慮。

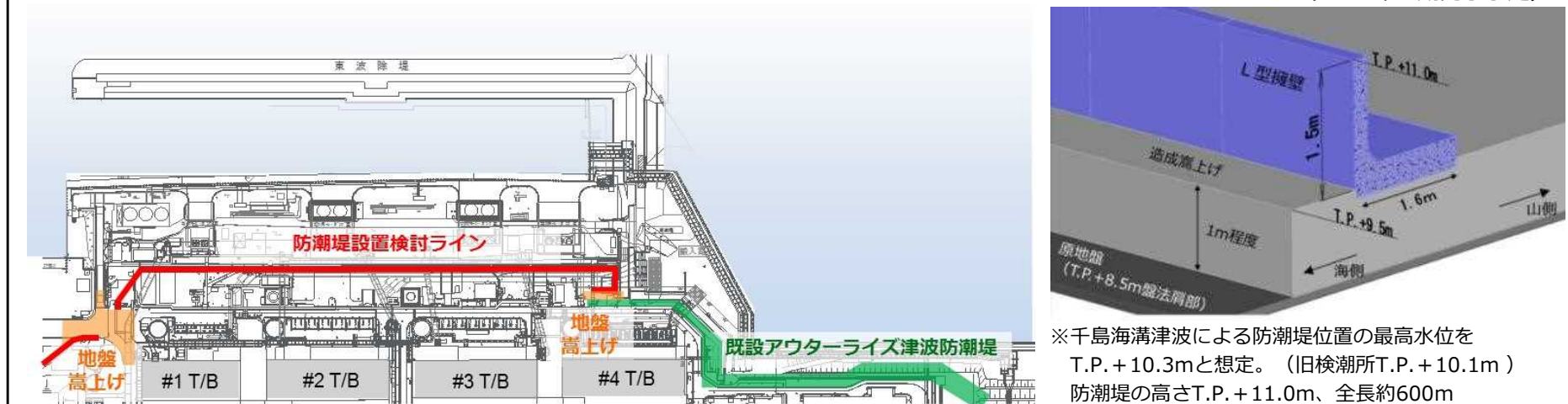
(2) 地震本部発表（2017年12月）

- 地震調査推進本部は千島海溝沿いの地震活動の長期評価（第三版）を発表（2017.12.19）。
- 超巨大地震（17世紀型、Mw8.8程度以上）は発生から400年程度経過し、切迫している可能性が高いと評価。
- 波源については、三陸沖北部の日本海溝沿いと十勝沖以東の連動にも言及。

(3) 地震本部発表を受けた現在の対応状況

- 1F検討用津波検討にて考慮した波源の設定に大きな課題はないと判断（日本海溝北部（三陸沖北部）との連動も考慮、規模もMw9.4と十分保守的に設定）、アウターライズ津波防潮堤のモデル化等を行い改めて津波解析を実施。
→ 1F：1～4号機エリア（T.P.+8.5m盤）浸水、5～6号機エリア（T.P.+11.5m盤）浸水せず
- 切迫している可能性が高いことが示されたため、これに対する対応が必要と判断し、防潮堤設置作業を実施中。

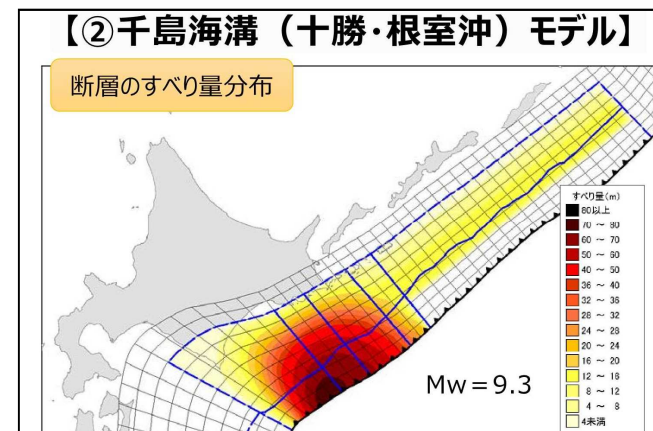
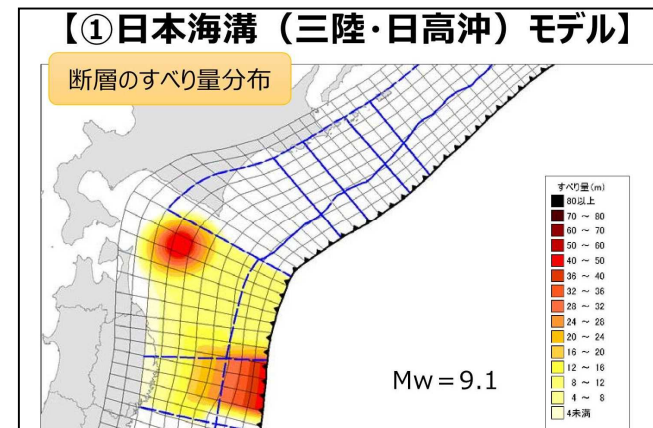
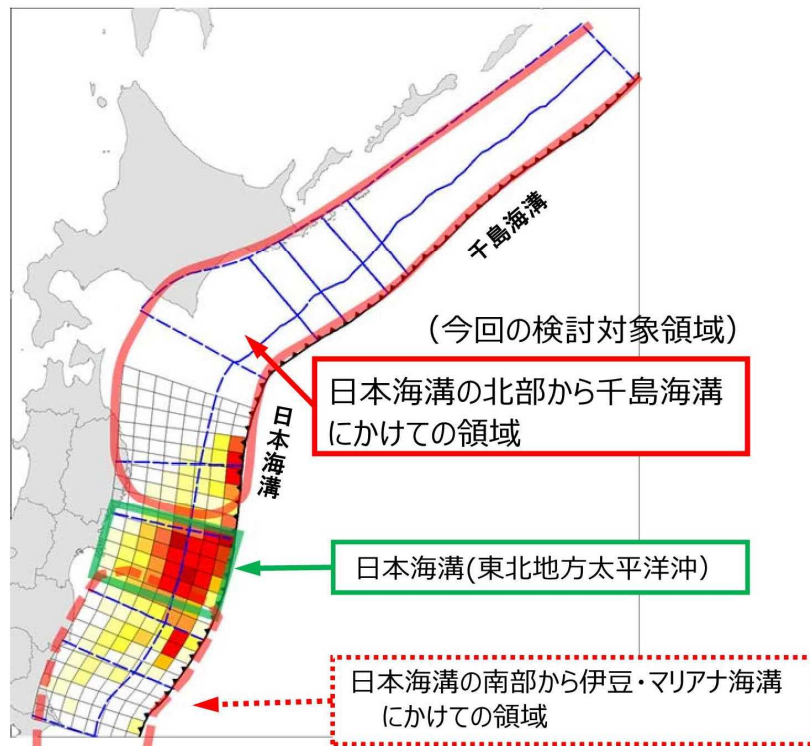
（2020年上期完了予定）



1-3. 内閣府検討結果公表（2020年4月21日）①

- 2020.4.21 内閣府より「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル」が公表。
- 日本海溝沿い北部の領域と千島海溝沿いの領域に区別して検討。それぞれ「日本海溝（三陸・日高沖）モデル」（Mw9.1）と「千島海溝（十勝・根室沖）モデル」（Mw9.3）とされ、いずれも最大クラスの津波の発生が切迫している、とされている。
- 福島第一原子力発電所周辺の津波の高さは、日本海溝（三陸・日高沖）モデルの影響が大きいため、日本海溝モデルを中心に再評価していく。

○「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」での検討対象領域

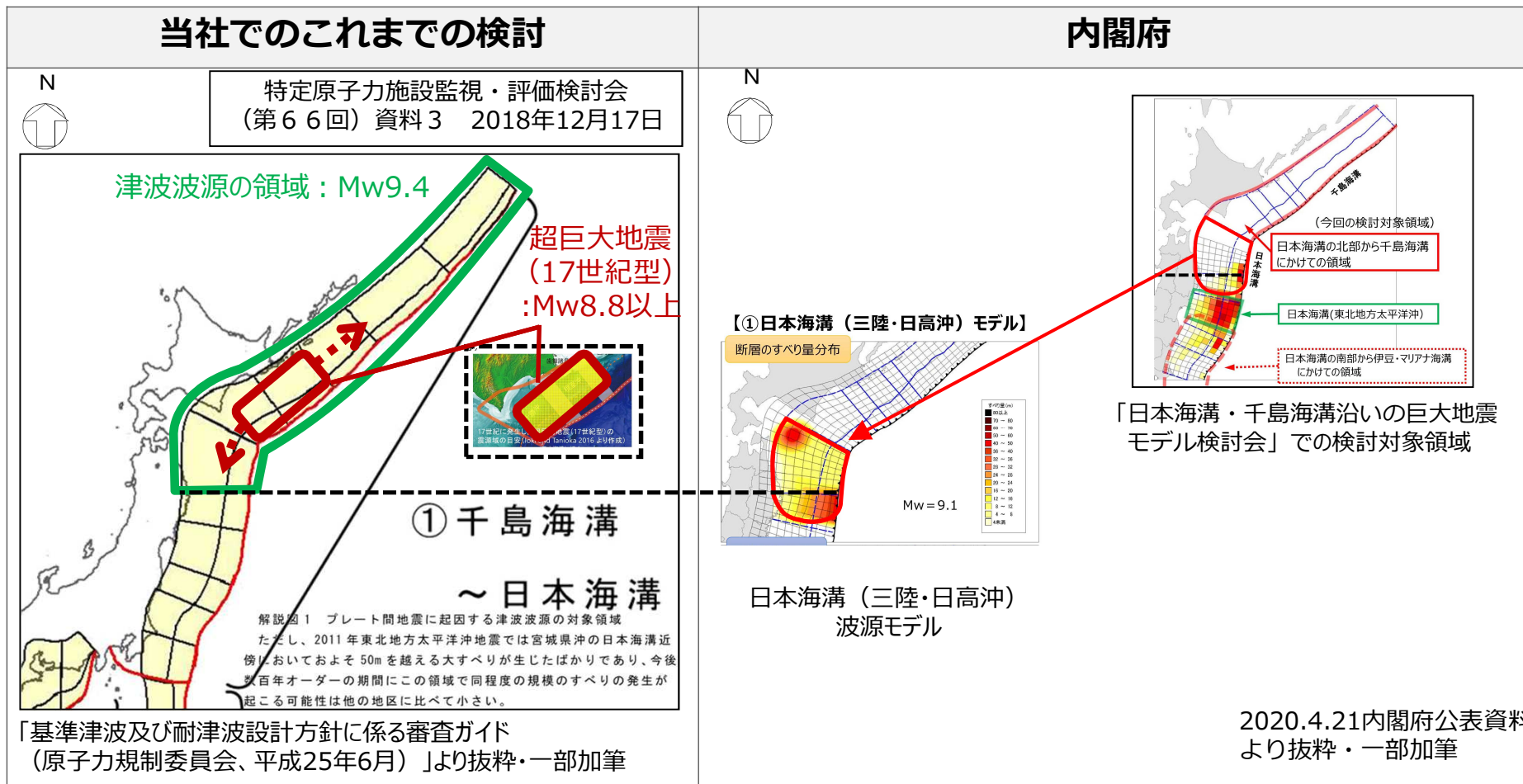


2020.4.21内閣府公表資料「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会 概要報告(令和2年4月21日)」より抜粋
http://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko_chishima/model/index.html

1-3. 内閣府検討結果公表（2020年4月21日）②



- 当社は、千島海溝と日本海溝の北部が連動するとし、岩手県中部までの全長約1400km、Mw9.4の波源を考慮。
- 内閣府は「日本海溝（三陸・日高沖）モデル」において、千島海溝とは連動せず、地震規模をMw9.1と評価。
- ただし、当社評価と異なり津波の発生が切迫しているとした領域が岩手県南部まで及んでいる。



1-4. 津波再評価時の解析条件や解析モデル

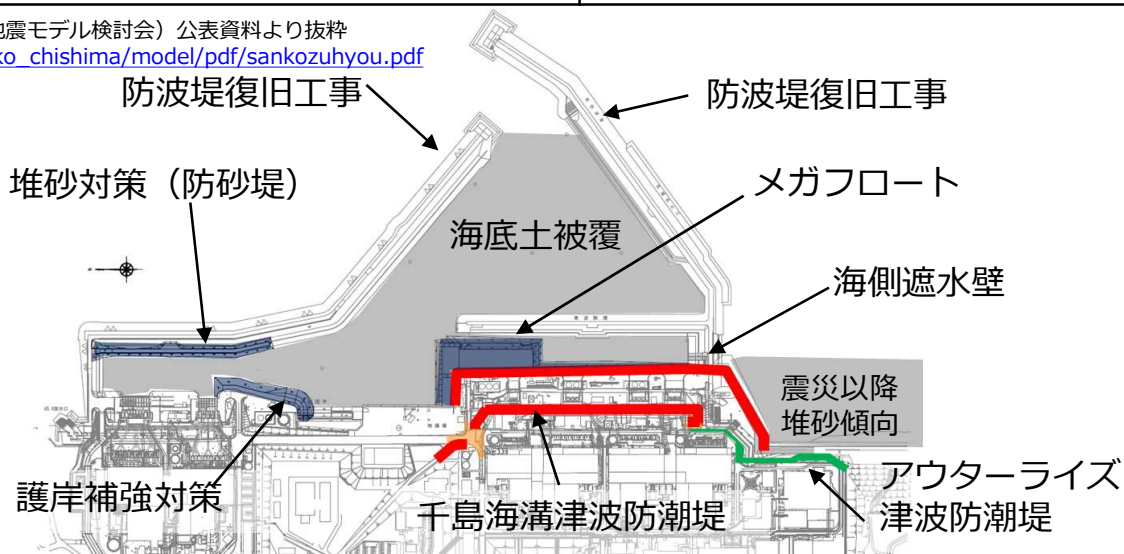
- 内閣府公表内容の津波解析条件等を確認し、それに加え福島第一原子力発電所周辺の最新の海底地形・震災以降に建設した設備（海底土被覆・海側遮水壁・メガフロート・千島海溝津波防潮堤等）を反映した解析モデルを用いた津波解析の再評価を実施中であり、当社の津波評価にどのような影響があるのか検討している段階。

内閣府条件と当社（追加条件）

項目	内閣府※	当社（追加条件）
支配方程式	非線形長波式	同左
初期水位	断層モデルから計算される鉛直変位に水平変位の寄与を加算し、Kajiuraフィルターを適用	同左
潮位条件	朔望平均満潮位	同左
地震による地殻変動	海域：隆起・沈降を考慮 陸域：沈降のみ考慮	海域・陸域とも：隆起・沈降を考慮 (ただし、陸域で隆起する領域はほとんど存在しないため内閣府解析条件とほぼ同一)
堤防等施設	津波が越流した段階で破堤	本津波によっては堤防等は破堤しないことを考慮 (防波堤はより規模の大きい東北地方太平洋沖地震津波後においても、おおよその形状は保持された実績を考慮)
海底地形	-	広域：(財)日本水路協会による地形データ 発電所近傍：最新の深淺測量による地形データ

※ 内閣府（日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会）公表資料より抜粋
http://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko_chishima/model/pdf/sankozuhyou.pdf

解析モデルに追加する主な設備



1-5. 今後の検討スケジュール

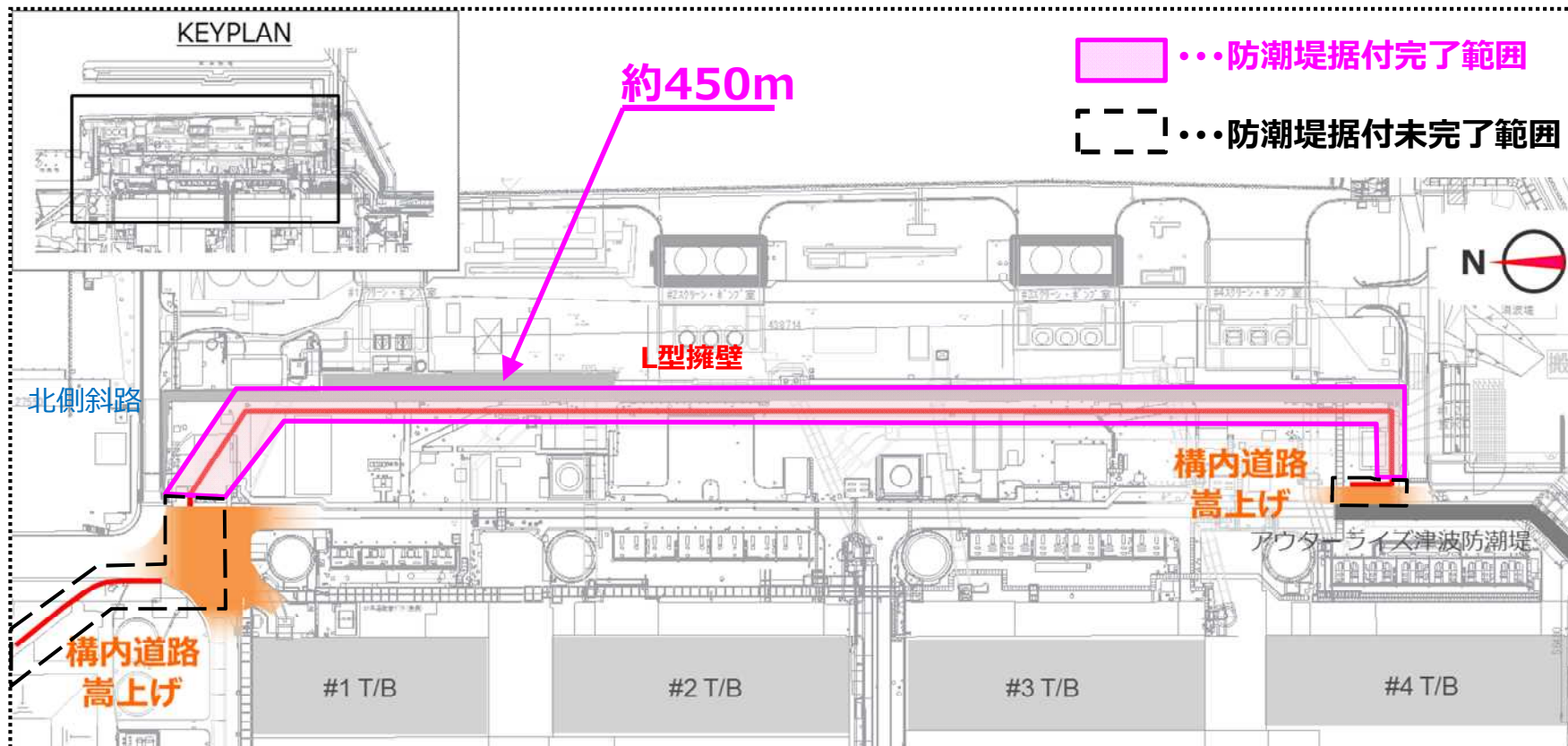


- 2020年度上期を目標に津波再評価を実施し、その結果を踏まえ、必要に応じて追加対策を講じていく。

	2020年度		2021年度		2022年度以降
	4月	10月	4月	10月	
建屋開口部閉止等工事	現在	▼区分④完了			▼区分⑤完了
千島海溝津波対策防潮堤工事		▼防潮堤完成			
メガフロート工事		▼津波リスク低減完了			▼護岸及び物揚場として有効活用化工事完了
津波再評価	モデル構築				
日本海溝モデル等	津波再評価				
	⇕				
	対応策の検討		※対応策は纏まり次第公表予定		

1-6. 千島海溝津波防潮堤工事の進捗状況①

- 2020年度上期完成予定
- 全長約600mのうち約450m完了 (2020年6月15日現在)



	2018年度	2019年度		現在	2020年度
防潮堤設置工程	設計・技術検討	防潮堤工事実施			
		関連移設・撤去工事			

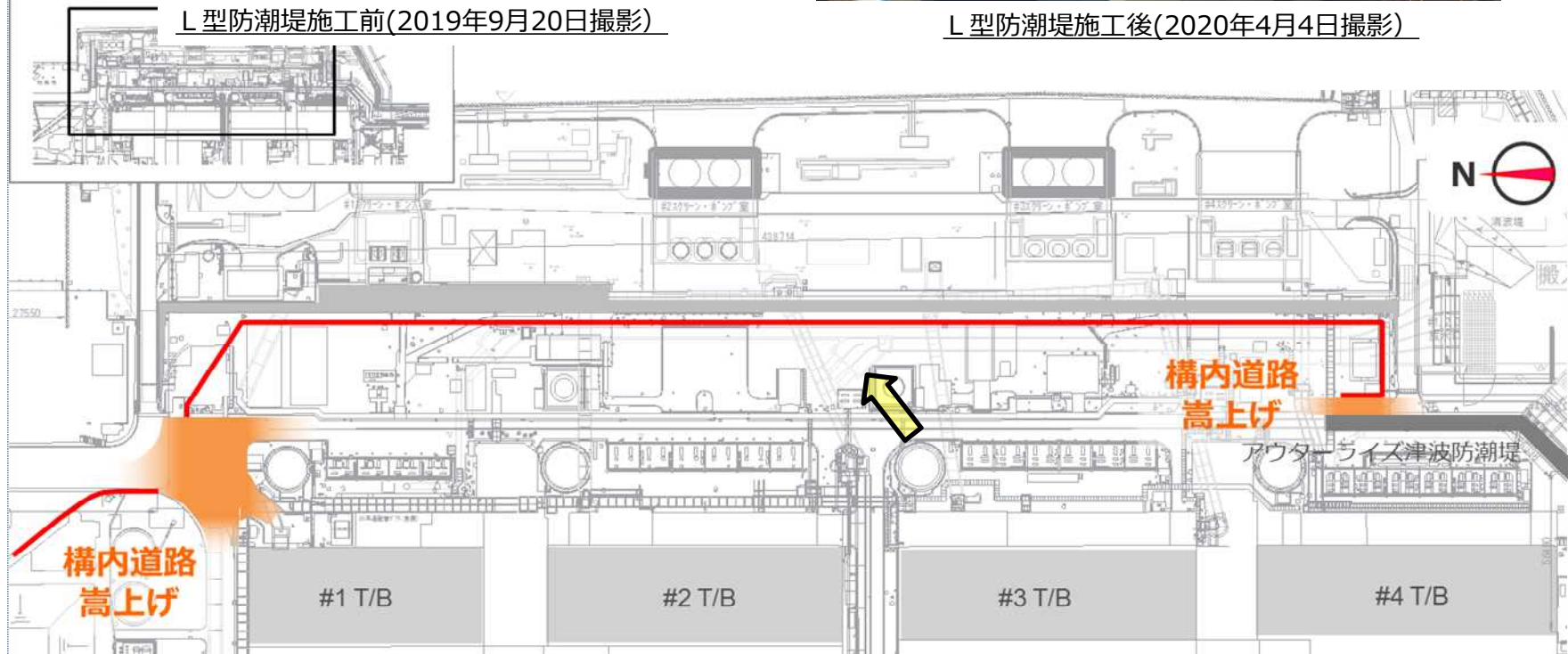
1-6. 千島海溝津波防潮堤工事の進捗状況② 2 / 3号機前



L型防潮堤施工前(2019年9月20日撮影)



L型防潮堤施工後(2020年4月4日撮影)

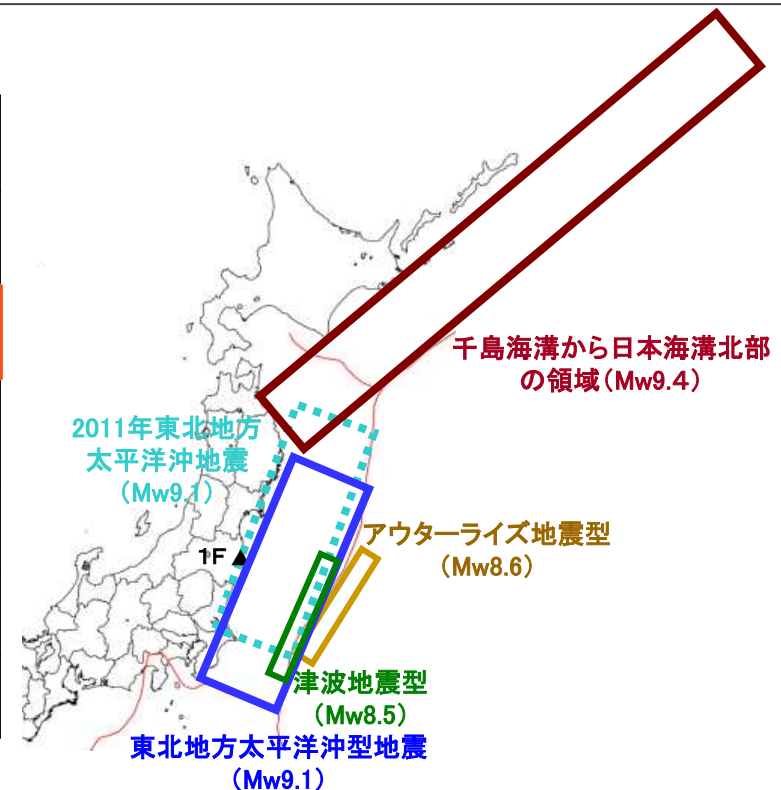


【参考】福島第一原子力発電所の津波評価

特定原子力施設監視・評価検討会
(第61回) 資料5 2018年7月6日

- 千島海溝津波については、1Fの検討用津波の策定過程において、日本海溝北部（三陸沖北部）との連動も含め保守的にMw9.4の波源で概略検討済み。
- 検討用津波の波源としては、上記の他、東北地方太平洋沖型地震、津波地震型及びアウターライズ地震型などを考慮。
- 波源の不確かさを考慮し、1Fに対して最も影響が大きくなるモデルを検討した結果、東北地方太平洋沖型地震が敷地に最も影響が大きい（検討用津波として採用）。

名称	既往地震	既往地震規模Mw	検討規模Mw	最高水位 1F旧検潮所
東北地方太平洋沖型地震	2011年東北地方太平洋沖地震	9.0 ~9.1	9.1	T.P.+21.8m
千島海溝から日本海溝北部	500年間隔地震	8.5 ~8.8	9.4	T.P.+10.1m
津波地震型	1677年延宝房総地震 1896年明治三陸地震	8.2 8.3	8.5	T.P.+13.1m
アウターライズ地震型	1933年昭和三陸地震	8.4	8.6	T.P.+3.8m
海域の活断層	—	—	6.8	T.P.+1.4m
海底地すべり	—	—	—	T.P.+0.6m

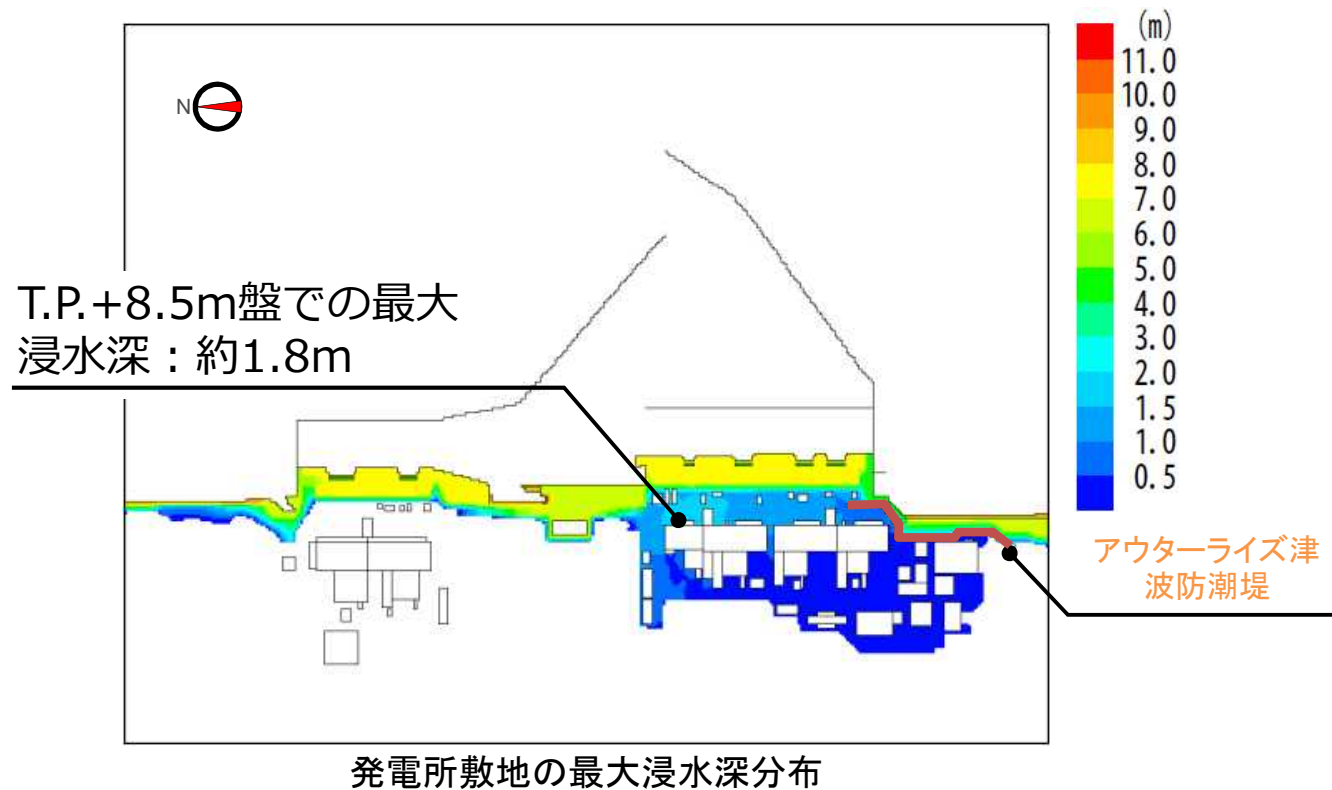


【参考】千島海溝津波による発電所敷地の浸水深

特定原子力施設監視・評価検討会
(第66回) 資料3 2018年12月17日

千島海溝津波防潮堤が設置されていない場合、

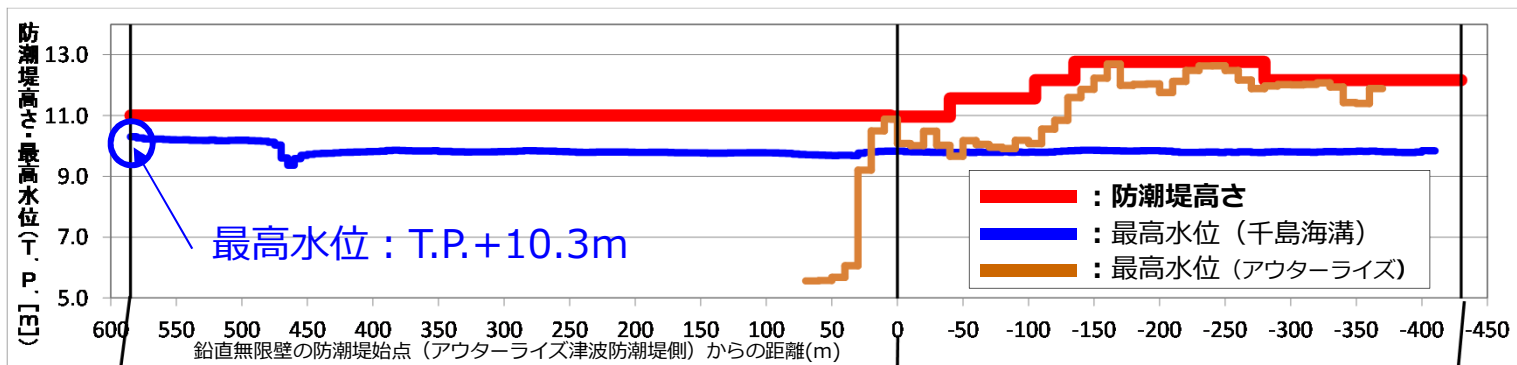
- アウターライズ津波防潮堤がない箇所から浸水
- T.P.+8.5m盤での最大浸水深：1,2号機タービン建屋海側で約1.8m



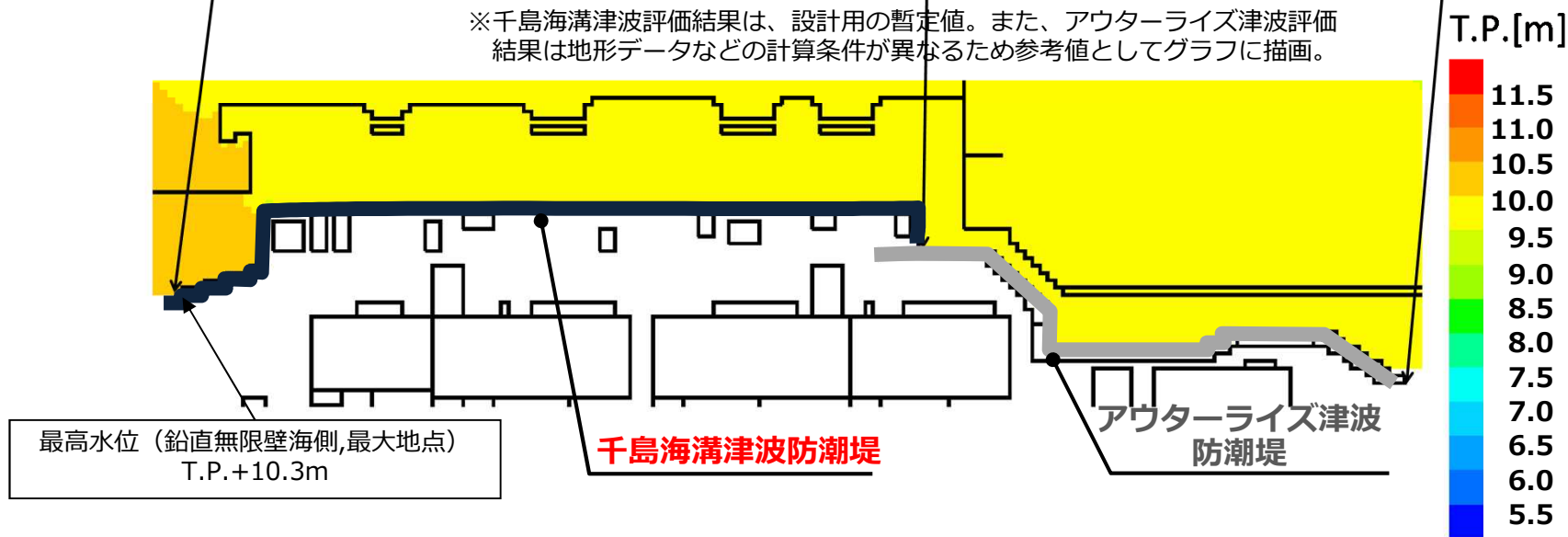
【参考】現在建設中の千島海溝防潮堤高さの設定根拠

特定原子力施設監視・評価検討会
(第66回) 資料3 2018年12月17日

防潮堤予定位置に鉛直無限壁を仮定して、津波シミュレーションを実施したところ、鉛直無限壁海側の最高水位はT.P.+10.3m ⇒ 防潮堤高さはこれを上回るT.P.+11.0mとする。



※千島海溝津波評価結果は、設計用の暫定値。また、アウターライズ津波評価結果は地形データなどの計算条件が異なるため参考値としてグラフに描画。



1. 内閣府公表内容に対する検討状況および千島海溝津波防潮堤工事の進捗状況について
2. 建屋開口部閉止作業の進捗状況について
3. メガフロート対策の進捗状況について

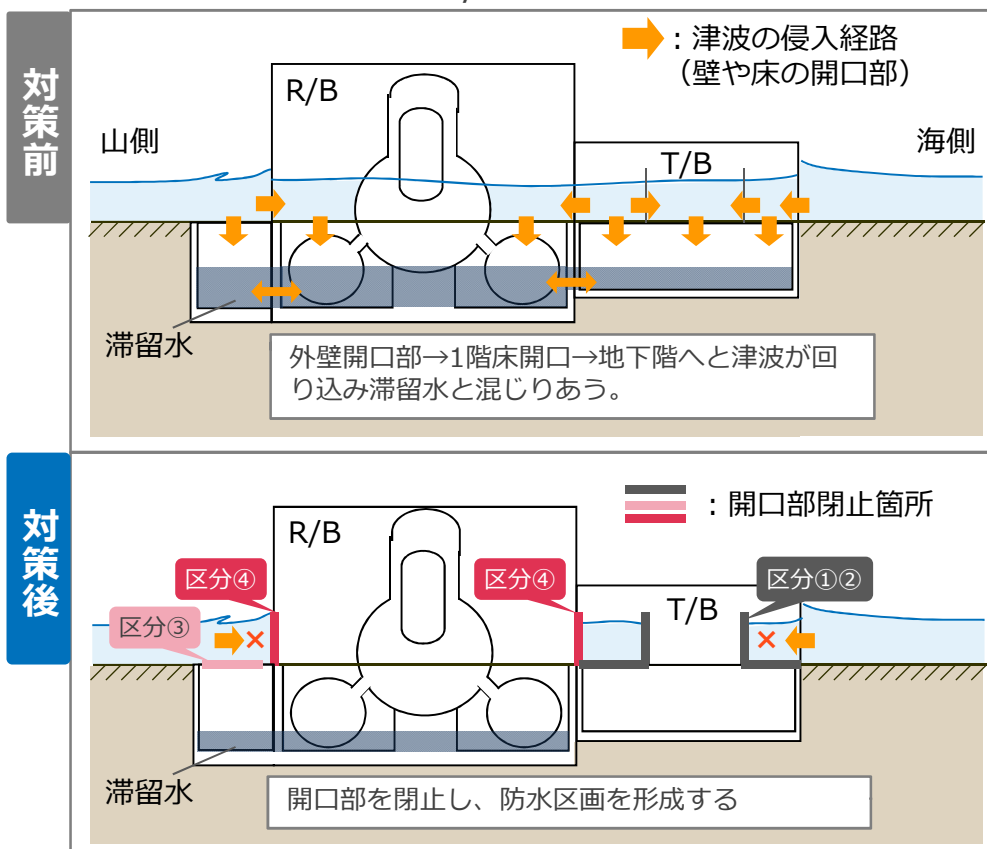
2-1. 建屋開口部閉止の進捗状況

- **実施目的**：1～4号機本館建屋の3.11級津波対策は、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、開口部の対策を実施中。
(2020年6月15日現在：92箇所/127※箇所完了) ※工事進捗に伴い、箇所数を見直し

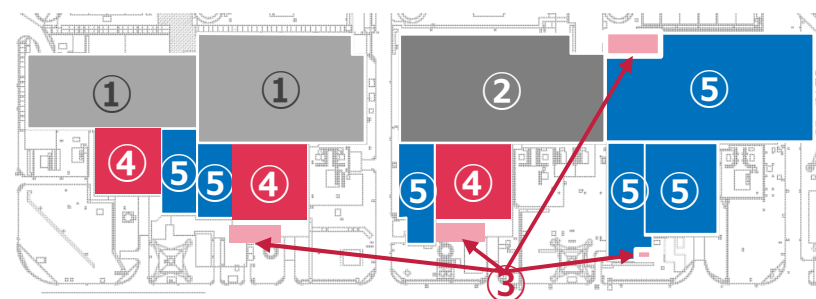
- **進捗状況**：1～4号機本館建屋開口部に「閉止」又は「流入抑制」対策を実施中。

- 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年末 完了予定 (工事中)
- 区分⑤ 1～4Rw/B他 ⇒ 2021年度末 完了予定 (工事中)

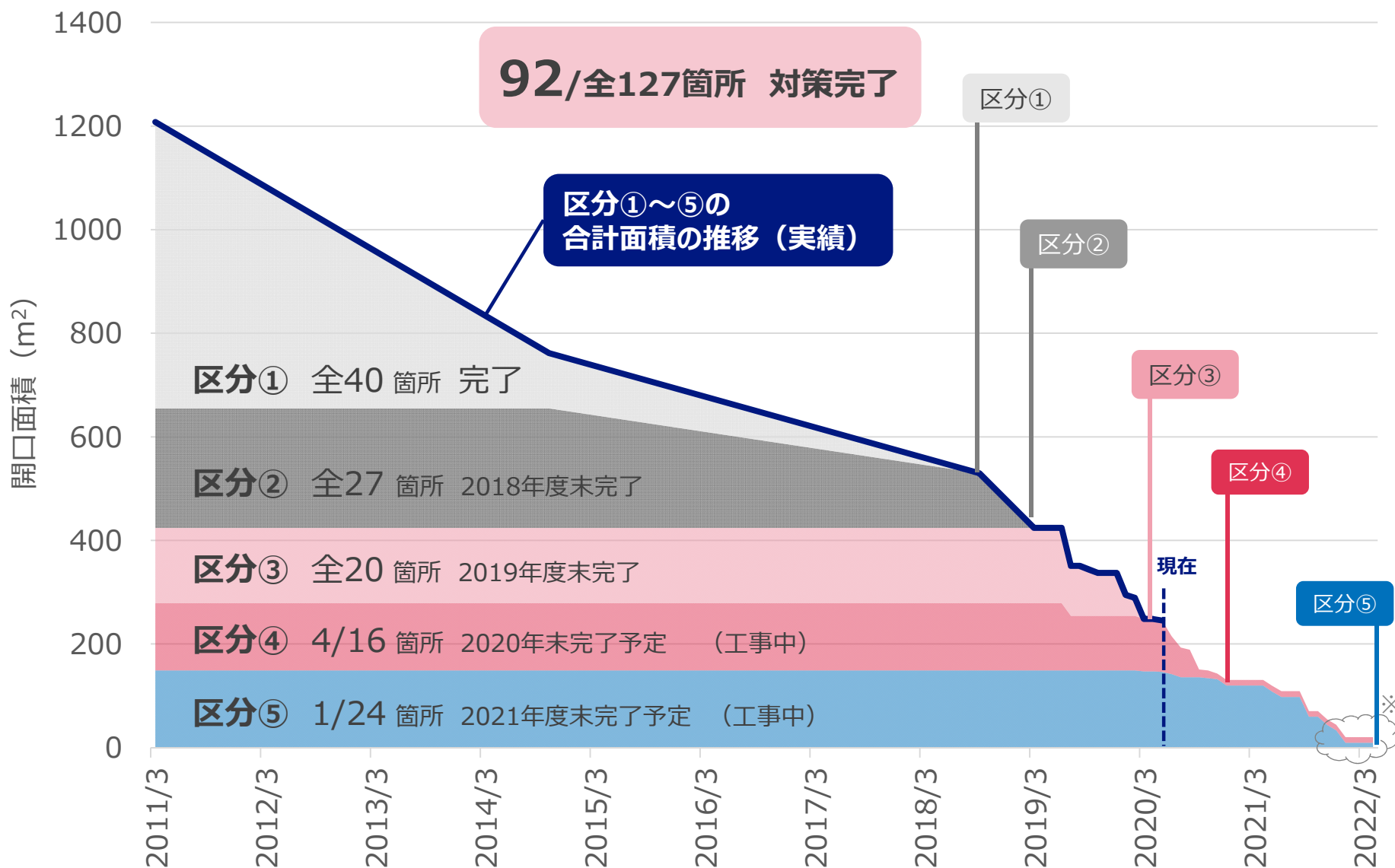
(年度)



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	■		現在	滞留水処理完了
②	3T/B	27/27	■			
③	2・3R/B (外部床等)	20/20		■		
④	1～3R/B (扉)	4/16			■	完了 2020年末
⑤	1～4Rw/B 4R/B, 4T/B	1/24				2021年度末 完了



2-2. 開口面積の推移 区分①～⑤合計



※極力開口面積を低減できるよう工事を進めている。

2-3. 建屋開口部閉止 実績状況と今後の進め方

- 配管ケーブルの貫通／高線量／狭小等の理由により「閉止困難箇所」としていた箇所も含め、全開口箇所について工夫により対策を行うことを報告
(2018/11/19監視・評価検討会 報告)



- ✓ 対策方法を扉での閉止から、堰による流入抑制に変更 (1R/B)
- ✓ 対策位置を高線量の外壁周辺から、相対的に低線量の室内通路に変更 (1~3Rw/B)

(参考) 工事完了の区分①~③

被ばく量実績 約2,400mSv・人

- 「津波による滞留水の流出リスクを低減させる」目的から優先対象を決定
 - 2021年以降も滞留水が残る1~3号機原子炉建屋の対策を優先⇒区分③④
 - 次に滞留水処理が完了する他の建屋の対策を実施⇒区分⑤
(2019/2/18監視・評価検討会 報告)



- ✓ 区分③：2・3号R/Bの床ハッチは当初予定を半年前倒し、2020年3月に完了
- ✓ 区分④：1~3号の原子炉建屋扉の工事は、協力会社を1社から3社に増強し、作業を並行実施していく。
- ✓ 区分⑤：2020年度から本格的工事開始し、2021年度内に完了させる。

1 原子炉建屋は同時並行

区分④の1・2・3号機原子炉建屋は高線量箇所を含むため、協力会社1社では2020年内の完了が困難であった。複数社の協力を得て、作業員1人あたりの被ばく量を低減し、準備が整った号機から順に作業を開始する計画とした。

2 開口面積の大きい箇所を優先

各号機内の優先順位は、津波による滞留水の流出リスクを低減させる目的から、開口面積の大きい大物搬入口優先を基本とする。ただし、他工事と干渉する場合は、人員用扉の対策を進め、待機時間が無いようにする。

3 干渉する工事との両立

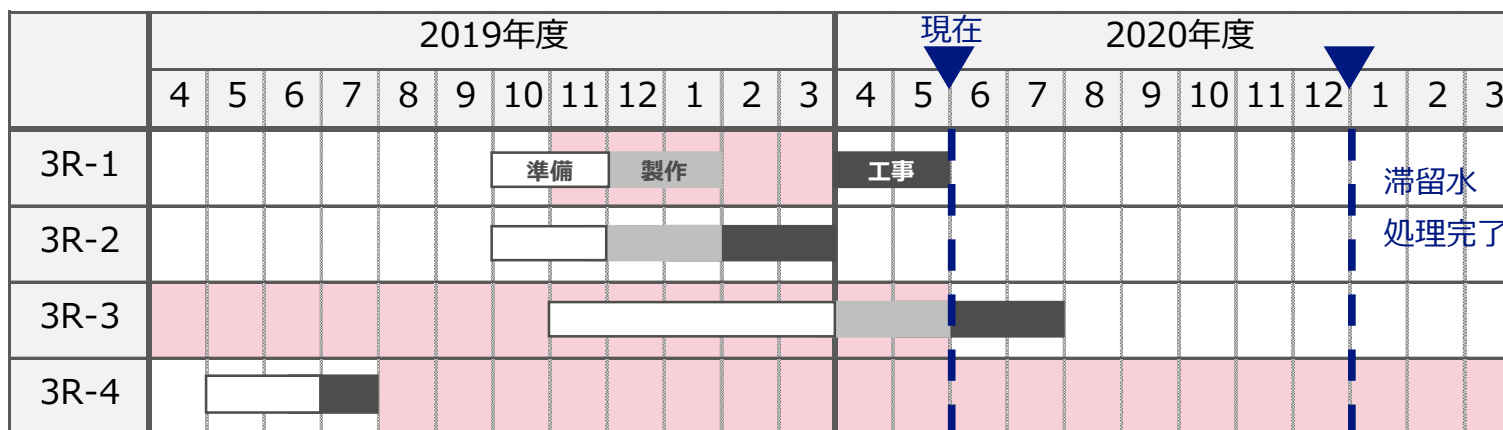
以下の干渉する工事との両立を指向し、作業順序の入れ替えを柔軟に行う。

- ・ 1/2号機排気筒解体
- ・ 1～4号機建屋内滞留水排水設備設置
- ・ デブリ内部調査 等

4 区分⑤前倒し

区分④防水扉の製作時などで、現場作業が少ない期間は、区分⑤の一部を前倒しする。特に、低線量かつ扉修理など簡易な作業で完了できる箇所を優先して対策を進める。

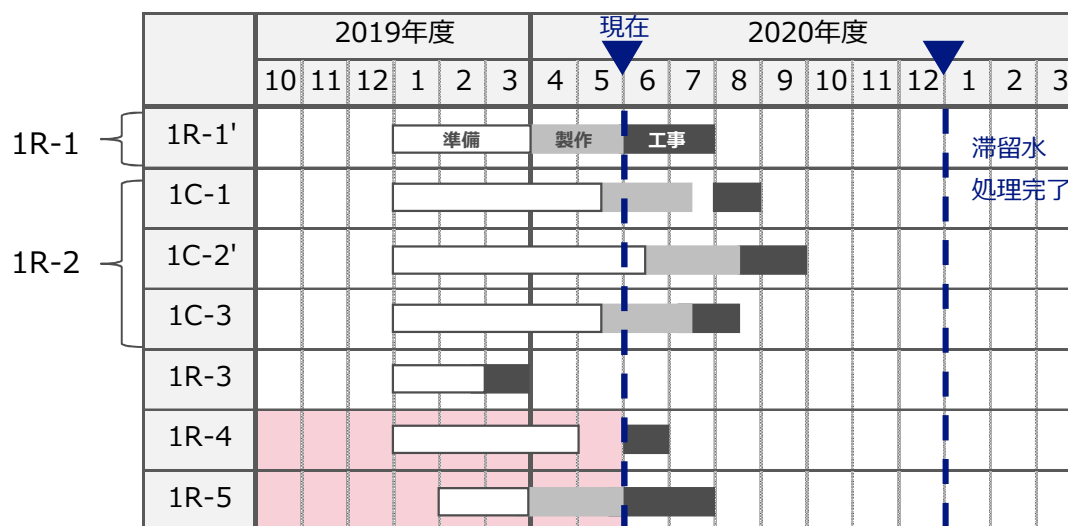
2-5-1. 区分④-3号機 詳細工程



※ 主な他工事干渉の期間

対象開口	作業順序決定理由
3R-1	<ul style="list-style-type: none"> 3R-1~3は開口面積が同程度であることから、全体工程を早められるよう、他工事との干渉の少ない箇所から実施 他工事との干渉の無い3R-2から実施 次いで、2020年3月末に干渉の解消した3R-1を実施 3R-3は2020年5月末までは当該箇所での別の工事を実施していたため、6月以降工事実施
3R-2	
3R-3	
3R-4 (大物搬入口)	<ul style="list-style-type: none"> 開口面積が大きい3R-4の対策を優先 プール燃料取り出しが本格化した後は、干渉するため先行実施し、燃料取出し作業が本格化する前に完了

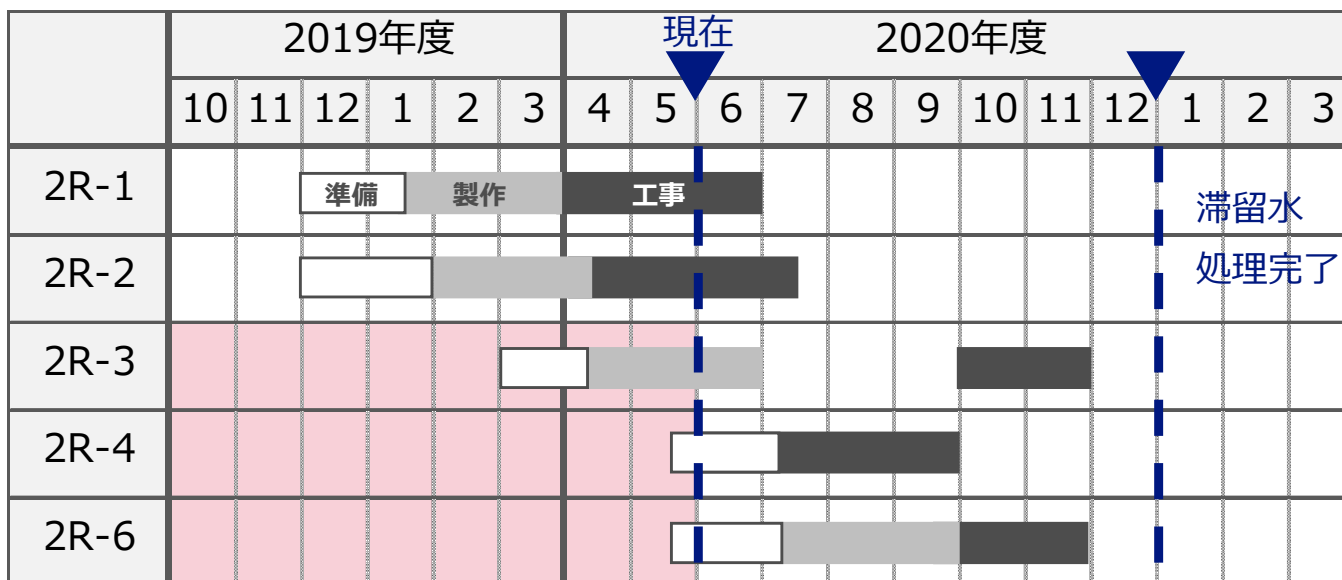
2-5-2. 区分④-1号機 詳細工程



※ 主な他工事干渉の期間
記号 ' は流入抑制の堰を示す

対象開口	位置変更後	作業順序決定理由
1R-1	1R-1'	<ul style="list-style-type: none"> 1R-1は位置を変更し、タービン建屋北側で堰による対策を計画。2020年1月の着手後、準備作業・製作を行い6月より対策工事実施
1R-2	1C-1 1C-2' 1C-3	<ul style="list-style-type: none"> 1R-2は、当初タービン建屋南側に堰を設ける計画であったが、詳細調査で困難と判明したため、コントロール建屋での扉・堰設置案に変更。当該変更案の詳細検討を行い、順次部材製作に着手 1C-1,2',3を同時施工すると、他工事の作業で通行ができないため、1C-3→1→2'の順番に実施予定
1R-3	—	<ul style="list-style-type: none"> 他工事影響が少なかったため対策を優先し、2020年3月に完了
1R-4 (大物搬入口)	—	<ul style="list-style-type: none"> 1/2号排気筒解体工事と干渉するため、排気筒解体完了後の2020年6月以降に実施
1R-5	—	<ul style="list-style-type: none"> 開口面積が大きい1R-4を優先し、その後1R-5を実施予定

2-5-3. 区分④-2号機 詳細工程



※ 主な他工事干渉の期間

対象開口	作業順序決定理由
2R-1	<ul style="list-style-type: none"> 他工事影響の少ない東側2R-1,2の対策を優先し実施
2R-2	
2R-3	<ul style="list-style-type: none"> 1/2号排気筒解体工事と干渉するため、排気筒解体完了後の2020年6月以降に実施 開口面積が大きい2R-4を優先し、その後2R-3,6を実施予定
2R-4 (大物搬入口)	
2R-6	

【参考】 区分④1号機流入抑制箇所について 1R-1'

- 原子炉建屋出入口であるエアロック扉での閉止は、地震後に設置した配管ケーブルにより狭隘で作業性が悪く、約1mSv/h以上の高線量である。
 - 防水区画位置を見直し、タービン建屋通路（写真1）に堰を設置する。
- タービン建屋通路全幅を塞ぐ堰を計画していたが、堰設置において、天井の配管・ケーブルラック等が障害となっている（写真2）。
 - 施工可能な最大高さT.P.約11.2mの堰を設ける（図1）。



写真1：堰設置予定箇所



写真2：写真1上部

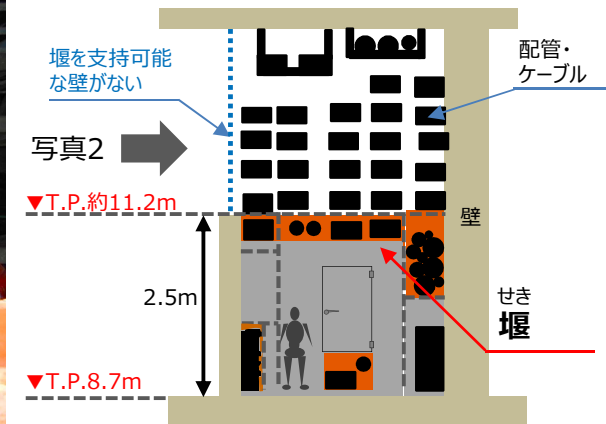


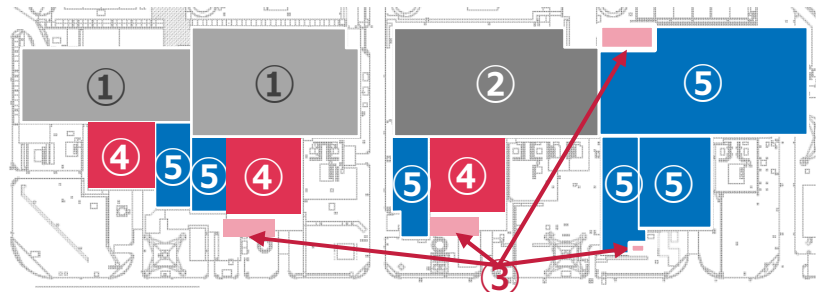
図1：堰イメージ

【参考】 工事進捗状況

■ 対策完了箇所数の増加数

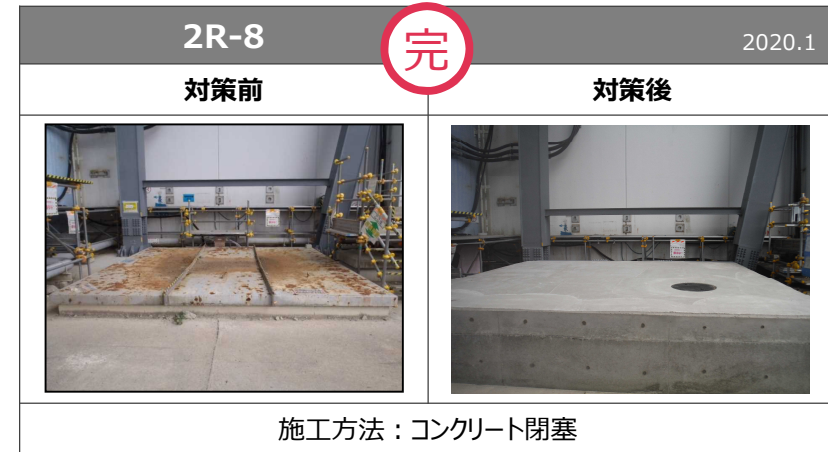
前回2019.12.16時点との比較

区分	建屋	計画箇所数		完了箇所数		完了箇所増加数
		前回	今回	前回	今回	
①	1・2T/B, HTI, PMB, 共用プール	40		40		0
②	3T/B	27		27		0
③	2・3R/B (外部床等)	20		9	20	+11
④	1~3R/B (扉)	14	16	1	4	+3
⑤	1~4Rw/B 4R/B, 4T/B	21	24	0	1	+1
	計	122	127	77	92	+15

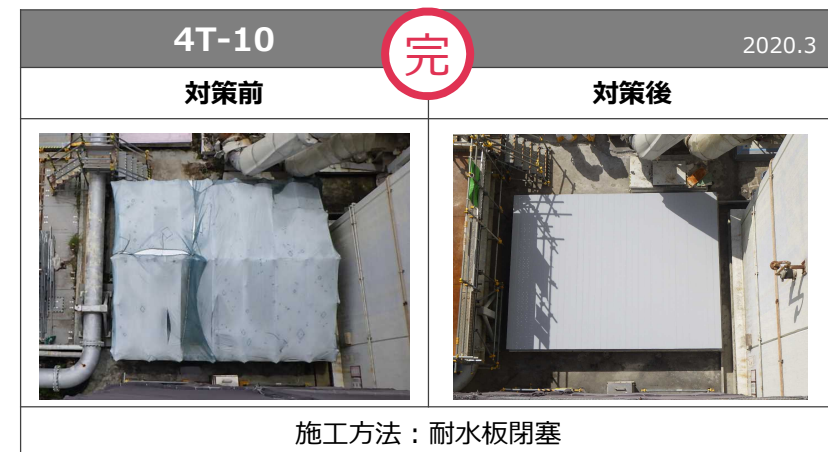


■ 対策完了状況

- 区分③ 2R/B外部床



- 区分③ 4T/B外部床



【参考】 対策箇所数+5の内訳

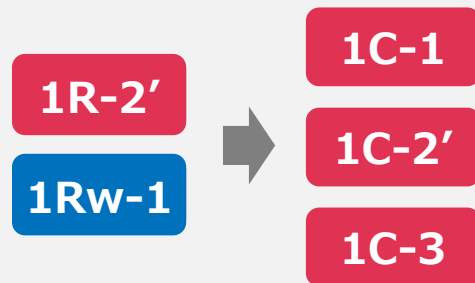
【凡例】

区分④

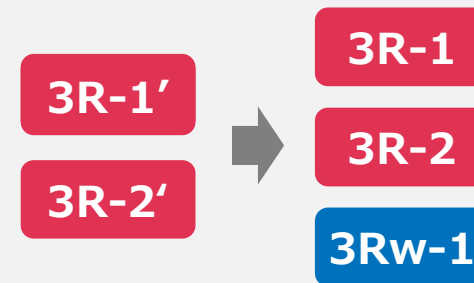
区分⑤

TEPCO

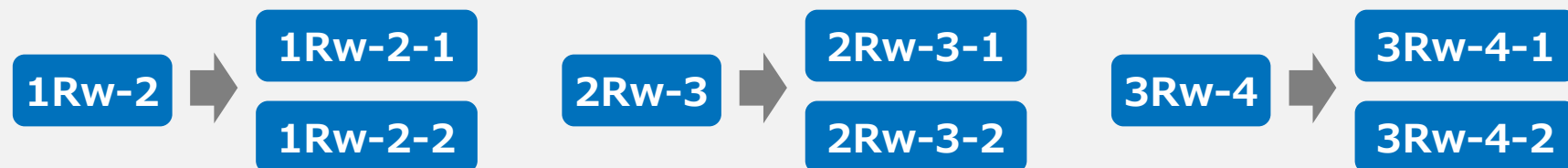
- 1号機の堰による対策位置をタービン建屋からコントロール建屋に変更：+1
(区画位置の変更により1Rw-1は減少)



- 3号機の堰による流入抑制を扉での閉止に変更：+1
(区画位置の変更により3Rw-1は増加)

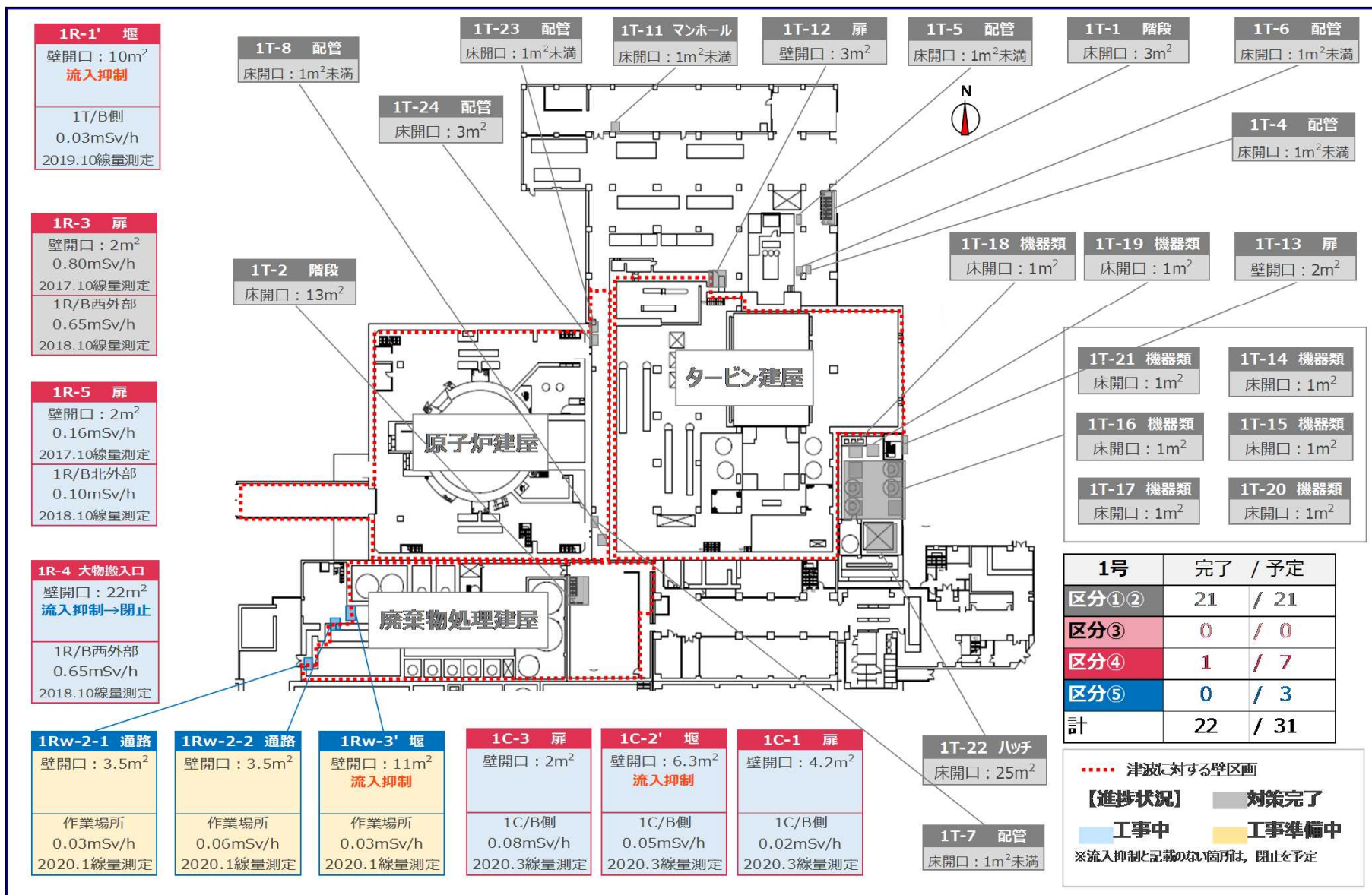


- 廃棄物処理建屋の対策位置を高線量の外壁周辺（1箇所）から、相対的に低線量の室内通路（2箇所）に変更することが確定：+3

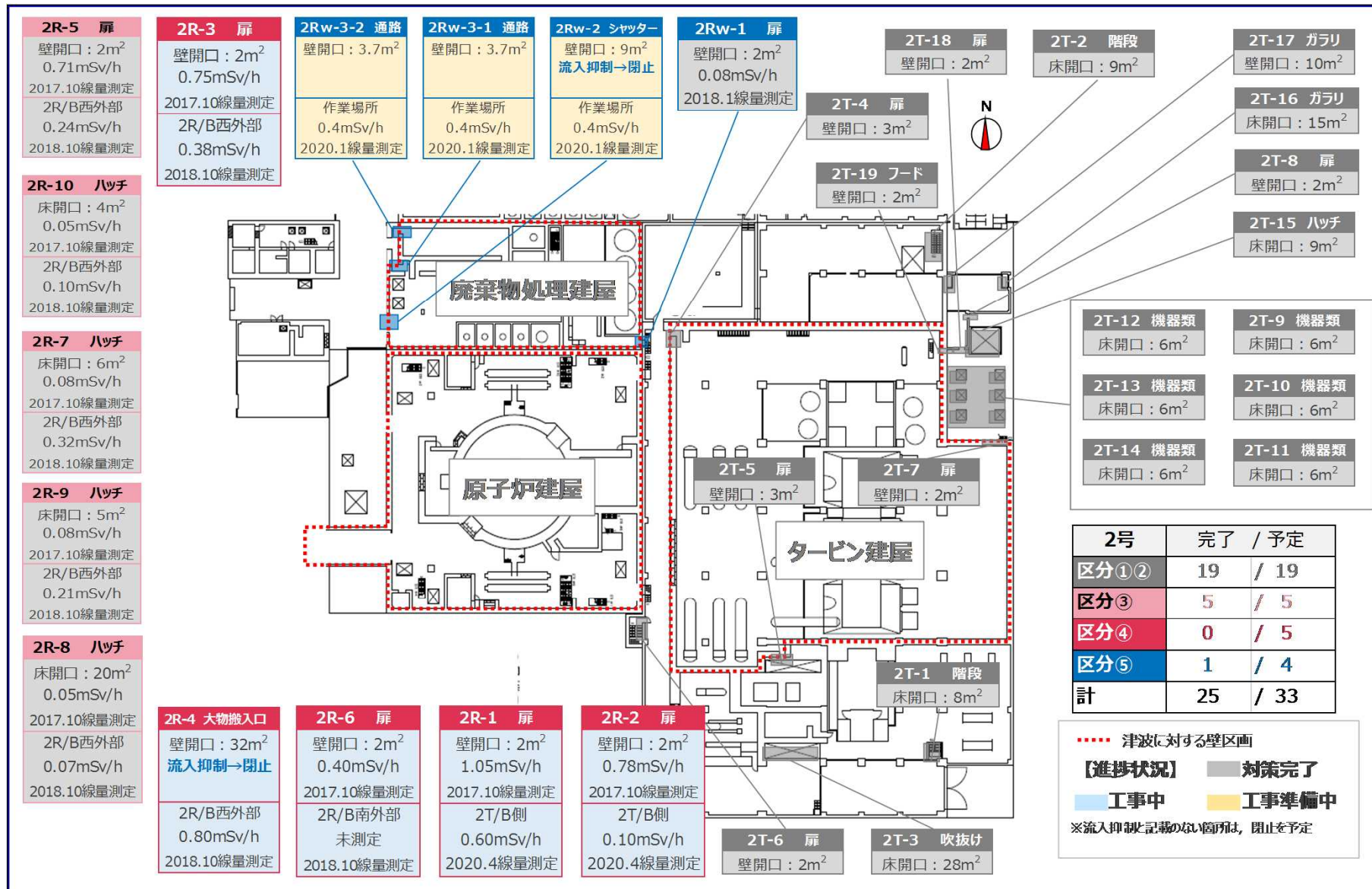


※記号 ' は流入抑制の堰を示す

【参考】 1号機の進捗状況（建屋開口部閉止）



【参考】 2号機の進捗状況（建屋開口部閉止）



2R-5 扉
 壁開口：2m²
 0.71mSv/h
 2017.10線量測定
 2R/B西外部
 0.24mSv/h
 2018.10線量測定

2R-3 扉
 壁開口：2m²
 0.75mSv/h
 2017.10線量測定
 2R/B西外部
 0.38mSv/h
 2018.10線量測定

2Rw-3-2 通路
 壁開口：3.7m²
 作業場所
 0.4mSv/h
 2020.1線量測定

2Rw-3-1 通路
 壁開口：3.7m²
 作業場所
 0.4mSv/h
 2020.1線量測定

2Rw-2 シャッター
 壁開口：9m²
 流入抑制→閉止
 作業場所
 0.4mSv/h
 2020.1線量測定

2Rw-1 扉
 壁開口：2m²
 0.08mSv/h
 2018.1線量測定

2T-18 扉
 壁開口：2m²

2T-2 階段
 床開口：9m²

2T-17 ガラリ
 壁開口：10m²

2T-16 ガラリ
 床開口：15m²

2T-8 扉
 壁開口：2m²

2T-15 ハッチ
 床開口：9m²

2R-10 ハッチ
 床開口：4m²
 0.05mSv/h
 2017.10線量測定
 2R/B西外部
 0.10mSv/h
 2018.10線量測定

2R-7 ハッチ
 床開口：6m²
 0.08mSv/h
 2017.10線量測定
 2R/B西外部
 0.32mSv/h
 2018.10線量測定

2R-9 ハッチ
 床開口：5m²
 0.08mSv/h
 2017.10線量測定
 2R/B西外部
 0.21mSv/h
 2018.10線量測定

2R-8 ハッチ
 床開口：20m²
 0.05mSv/h
 2017.10線量測定
 2R/B西外部
 0.07mSv/h
 2018.10線量測定

2R-4 大物搬入口
 壁開口：32m²
 流入抑制→閉止
 2R/B西外部
 0.80mSv/h
 2018.10線量測定

2R-6 扉
 壁開口：2m²
 0.40mSv/h
 2017.10線量測定
 2R/B南外部
 未測定
 2018.10線量測定

2R-1 扉
 壁開口：2m²
 1.05mSv/h
 2017.10線量測定
 2T/B側
 0.60mSv/h
 2020.4線量測定

2R-2 扉
 壁開口：2m²
 0.78mSv/h
 2017.10線量測定
 2T/B側
 0.10mSv/h
 2020.4線量測定

2T-4 扉
 壁開口：3m²

2T-19 フード
 壁開口：2m²

2T-12 機器類
 床開口：6m²

2T-9 機器類
 床開口：6m²

2T-13 機器類
 床開口：6m²

2T-10 機器類
 床開口：6m²

2T-14 機器類
 床開口：6m²

2T-11 機器類
 床開口：6m²

2号	完了	予定
区分①②	19	/ 19
区分③	5	/ 5
区分④	0	/ 5
区分⑤	1	/ 4
計	25	/ 33

2T-5 扉
 壁開口：3m²

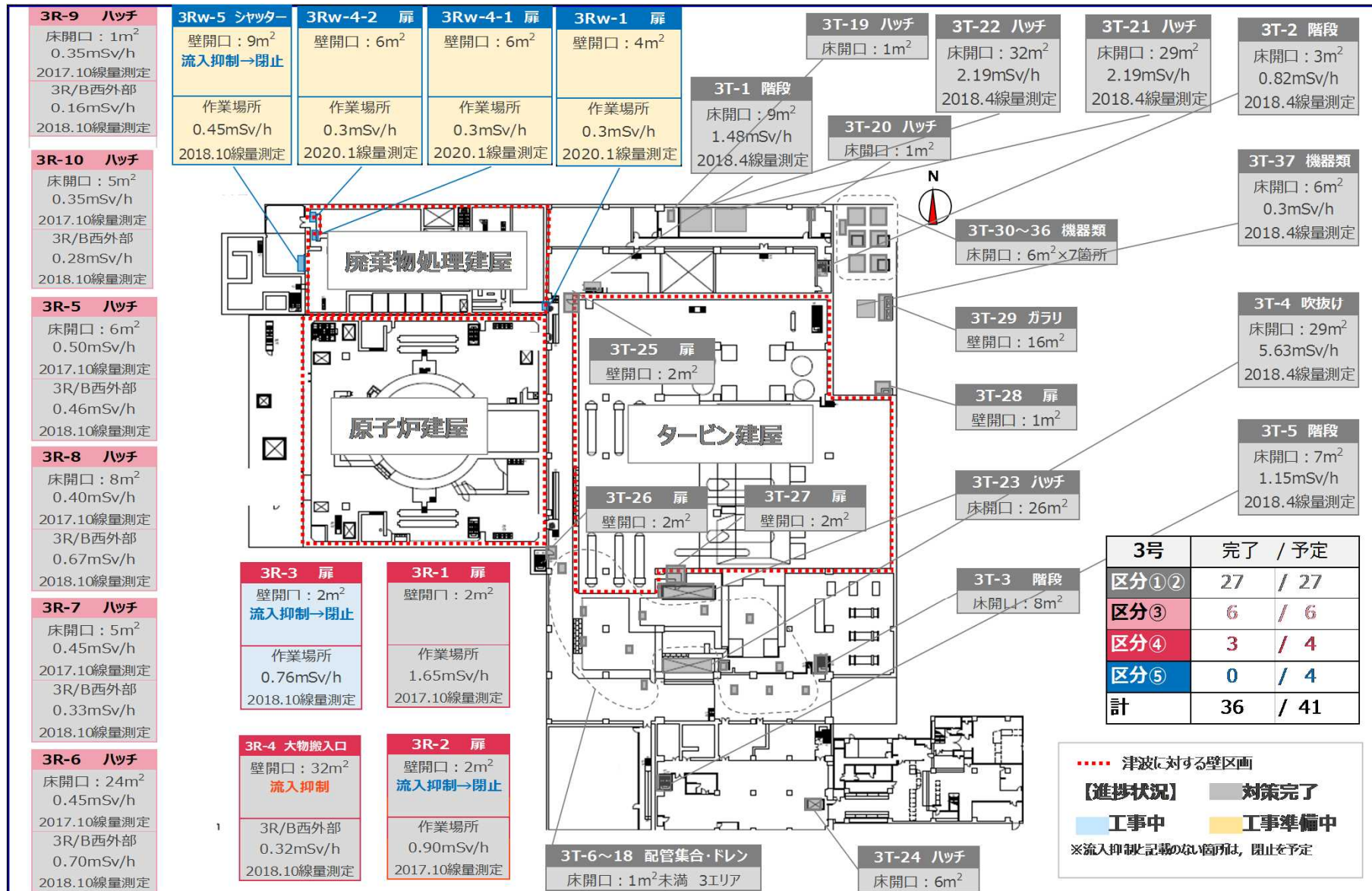
2T-7 扉
 壁開口：2m²

2T-1 階段
 床開口：8m²

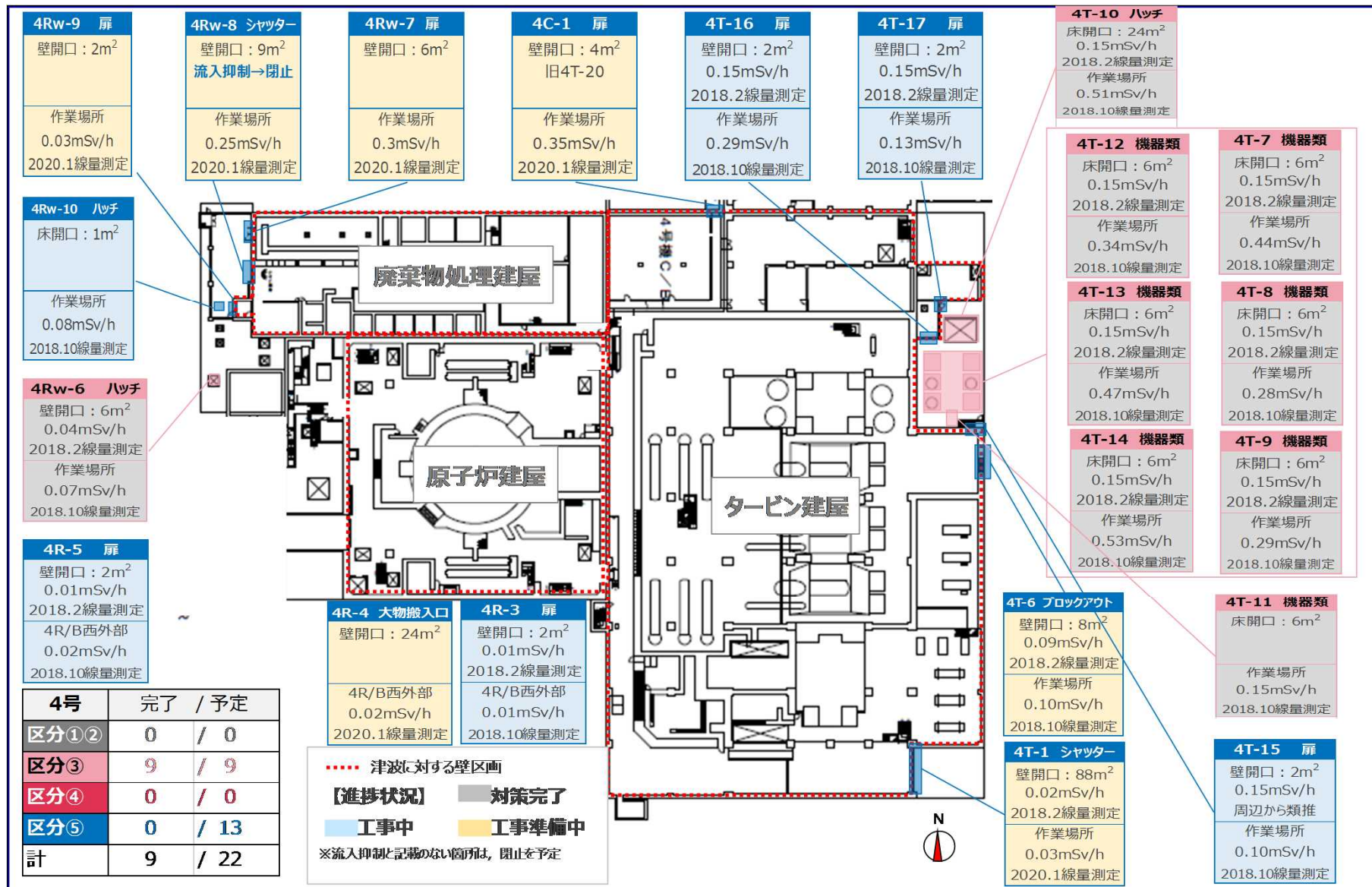
2T-6 扉
 壁開口：2m²

2T-3 吹抜け
 床開口：28m²

【参考】 3号機の進捗状況（建屋開口部閉止）



【参考】 4号機の進捗状況（建屋開口部閉止）

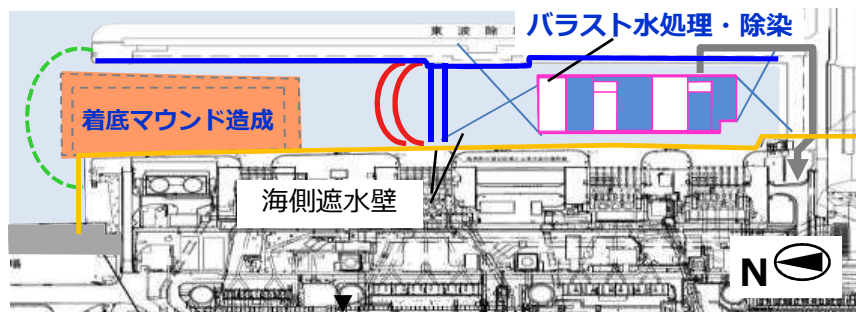


1. 内閣府公表内容に対する検討状況および千島海溝津波防潮堤工事の進捗状況について
2. 建屋開口部閉止作業の進捗状況について
3. メガフロート対策の進捗状況について

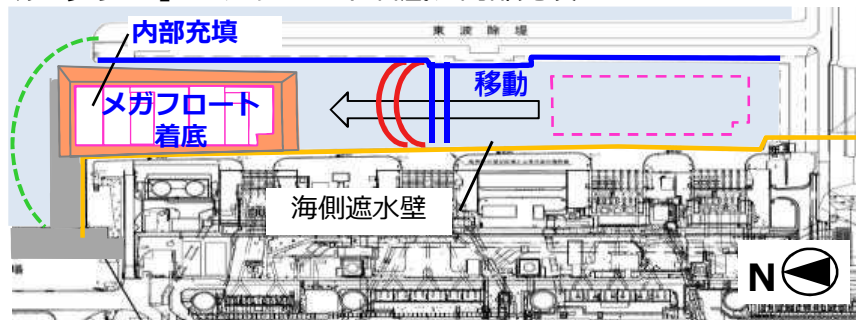
3-1. メガフロート工事の進捗状況

- **実施目的**：メガフロートが港湾内に係留する状況が継続した場合、津波漂流物となり周辺設備を損傷させるリスクがあるため、津波リスクを早期に低減させる観点で底上げした海底に着底（安定）させ、さらに物揚場等として有効活用する工事を実施中。
- **進捗状況**：2018年11月12日から工事着手し、ステップ1は2020年2月26日に完了し、2020年3月4日からステップ2として「メガフロート着底・内部充填」作業を実施中。2020年度上期中には内部充填作業完了予定。

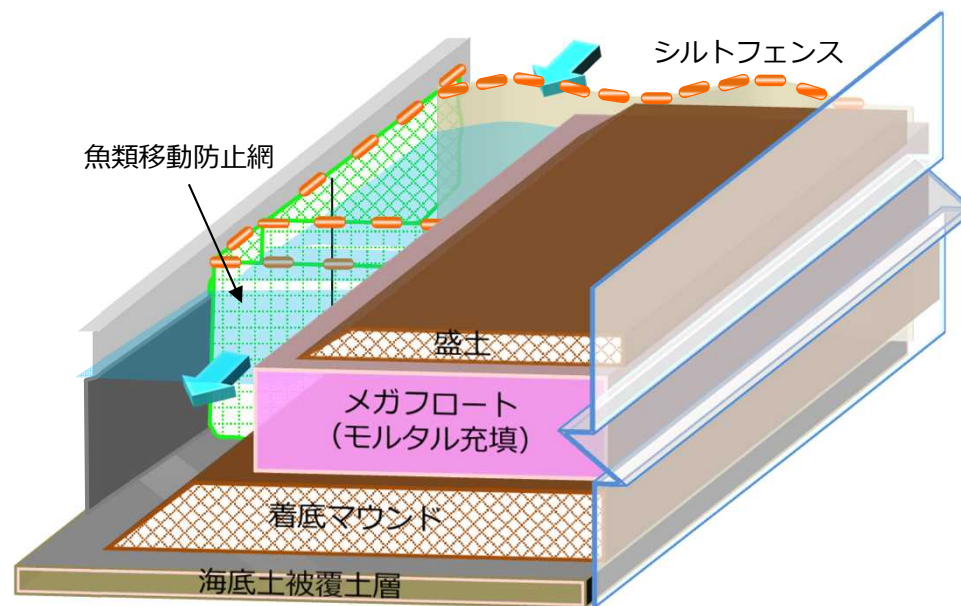
【ステップ1】メガフロート移動、着底マウンド造成、バラスト水処理、内部除染



【ステップ2】メガフロート着底、内部充填



— 魚類移動防止網 — シルトフェンス — 汚濁防止フェンス



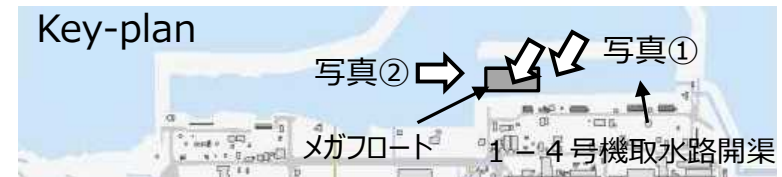
完成断面図（イメージ）

2018年度下期	2019年度	2020年度	2021年度
着手▼ 2018.11.12 海側遮水壁 防衛盛土	ステップ1 メガフロート移動・着底マウンド造成 バラスト水処理・内部除染	ステップ2 現在 メガフロート着底 内部充填	津波リスク低減完了 2020年度上期目標 護岸工事・盛土工事 護岸及び物揚場として有効活用 工事完了 2021年度内目標

進捗率（2020年6月15日現在） 内部充填 55%

3-2. 工事進捗写真（メガフロート）

- 工事着手以降、港湾内の環境モニタリングを継続実施しており、有意な変動はありません。



写真①

【仮着底後のメガフロートの様子】



写真②

【仮着底作業中】



写真③

【内部充填作業中】



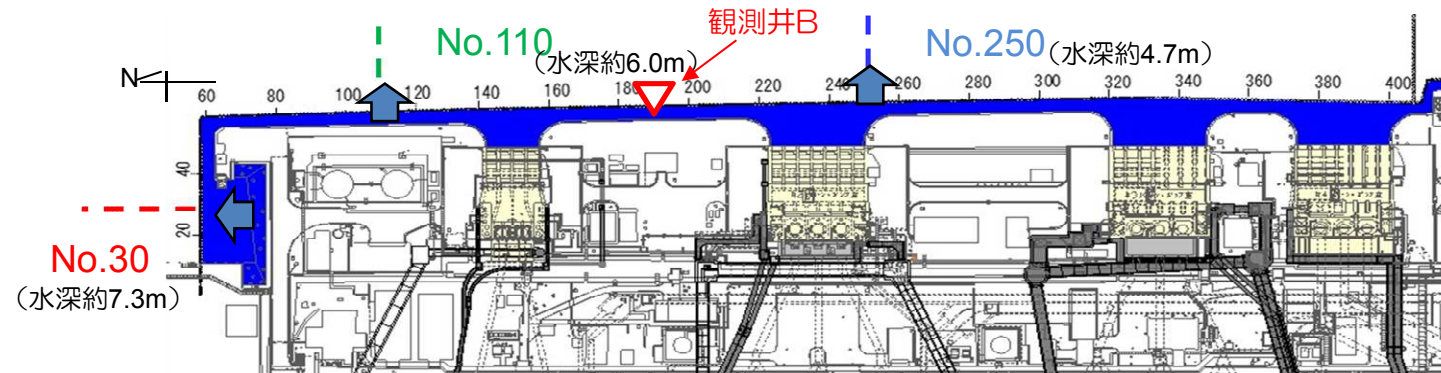
写真④

【内部充填作業中】



【参考】海側遮水壁の杭頭変位について

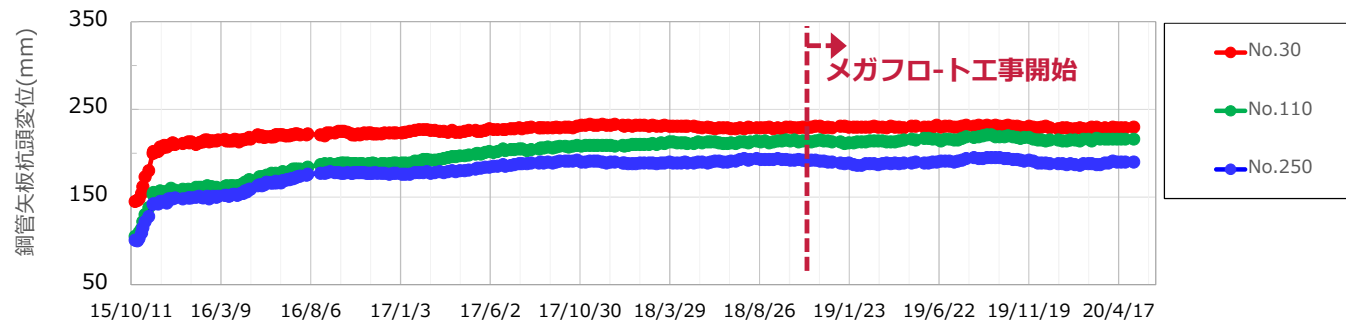
- たわみに伴い生じた鋼管矢板杭頭変位については、メガフロート工事着手以降においても、顕著な変位増加は確認されておらず鋼管矢板の健全性に問題はない。引き続き傾向を確認していく。



【凡例】
 代表断面
 変位方向

※水深は福島第一原子力発電所の平均潮位を基準。

[杭頭変位の経時変化]



[地下水位, 水位差の経時変化]

