

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9月24日

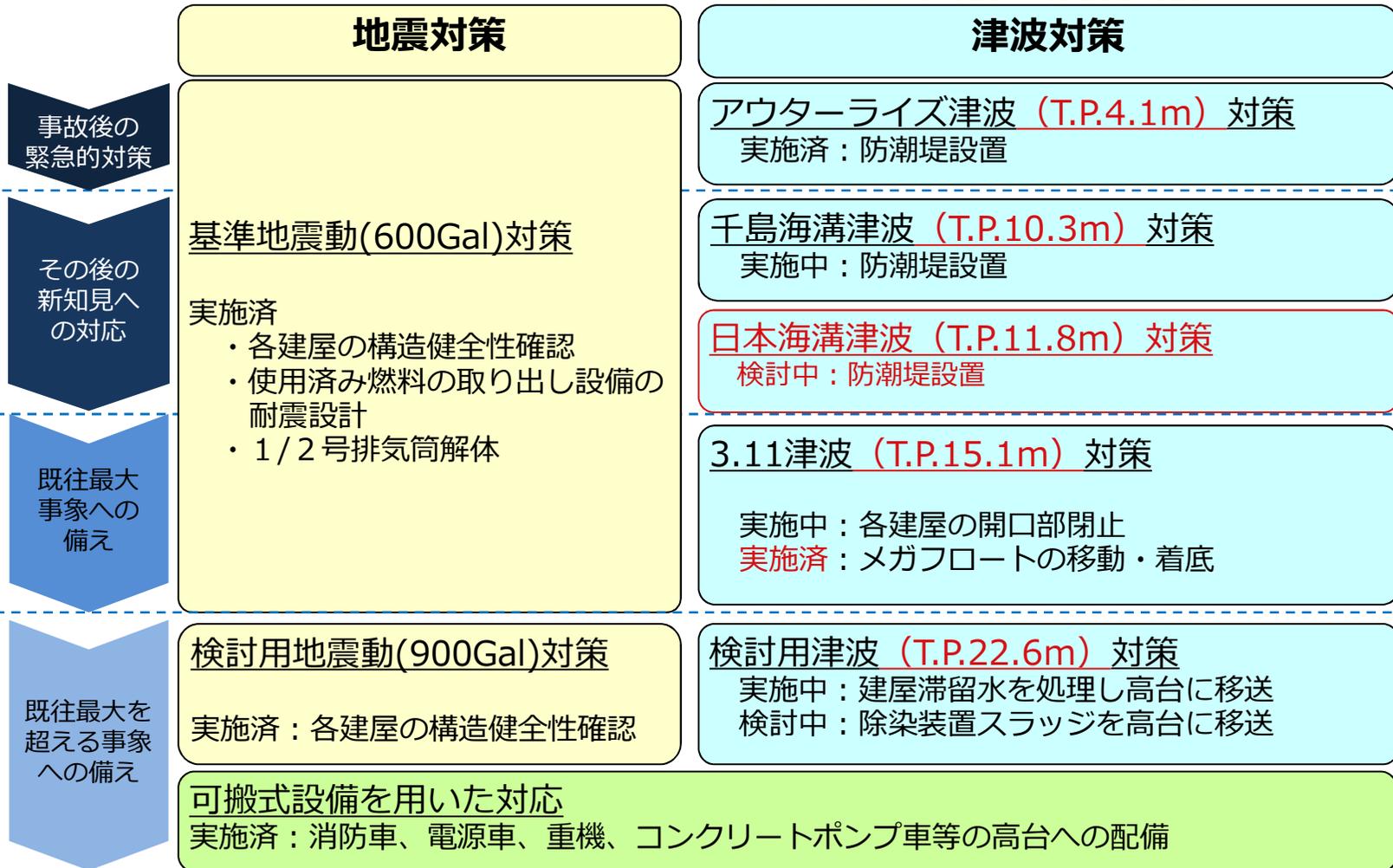
TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

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中

※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

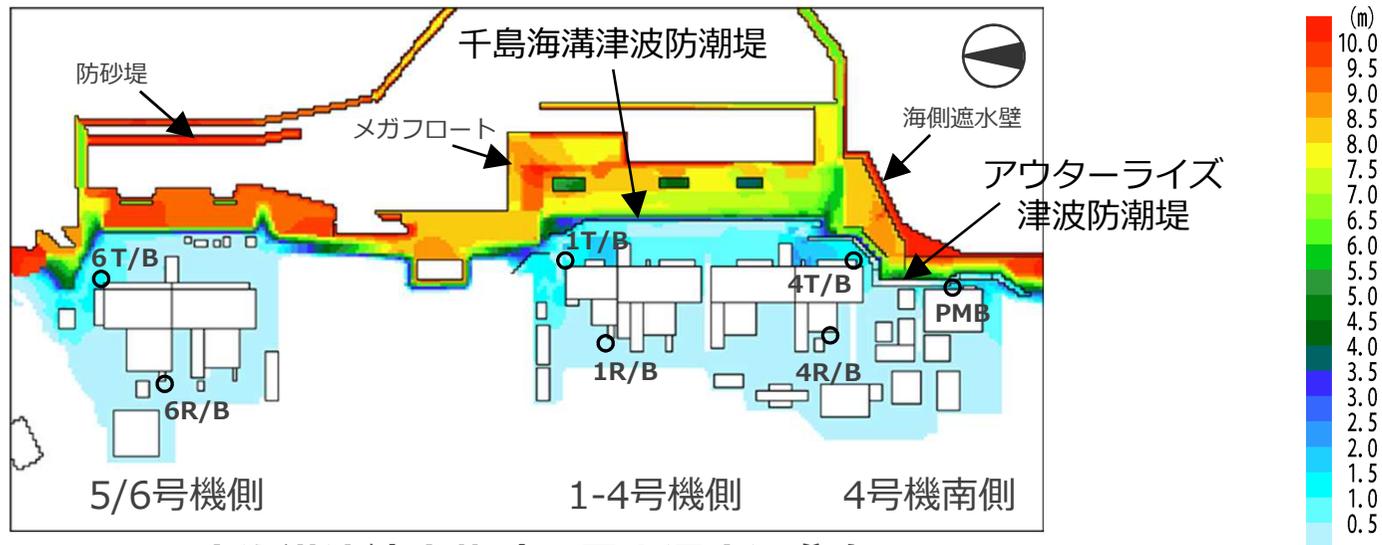


※ 基準地震動：東北地方太平洋沖地震前までの知見や耐震設計審査指針を踏まえ評価した、施設の耐震設計において基準とする地震動（東北地方太平洋沖地震による敷地での揺れの大きさと同程度の地震動）
 ※ 検討用地震動：東北地方太平洋沖地震後の知見や新規基準を踏まえ、発電所において最も厳しい条件となるように評価した地震動。
 ※ 検討用津波：東北地方太平洋沖地震後の知見や新規基準を踏まえ、発電所において最も厳しい条件となるように評価した津波
 ※ アウターライズ津波：プレート間地震後に発生することが多いと言われているアウターライズ（海溝の外側の隆起帯）部での正断層地震による津波。
 ※ 千島海溝津波：千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」公表内容を反映した津波

1-2. 日本海溝津波の再評価結果

- 2020年4月に内閣府「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」が、日本海溝津波の発生が切迫していると評価したことを踏まえ、1Fの最新の沿岸構造物の反映等を踏まえた津波解析を実施し、1F敷地内への影響評価は下図の通り
- 今回評価では、内閣府公表資料（福島県）の津波高・浸水深図（※）と比較し、1-4号機側・4号機南側は千島海溝津波防潮堤やアウターライズ津波防潮堤の設置効果で浸水深は小さいが、5/6号機側は内閣府公表資料と同等の浸水深である

（※）http://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko_chishima/model/pdf/hukushima.pdf



（略称）
 T/B：タービン建屋
 R/B：原子炉建屋
 PMB：プロセス主建屋

日本海溝津波来襲時の最大浸水深分布図

最大浸水深 (m)	6T/B	6R/B	1T/B	1R/B	4T/B	4R/B	PMB
内閣府公表資料	概ね1.0m以下		概ね2.0~5.0mの範囲				
今回評価	1.0	0.1	1.4	0.3	1.2	0.3	1.7

5/6号機側は同等

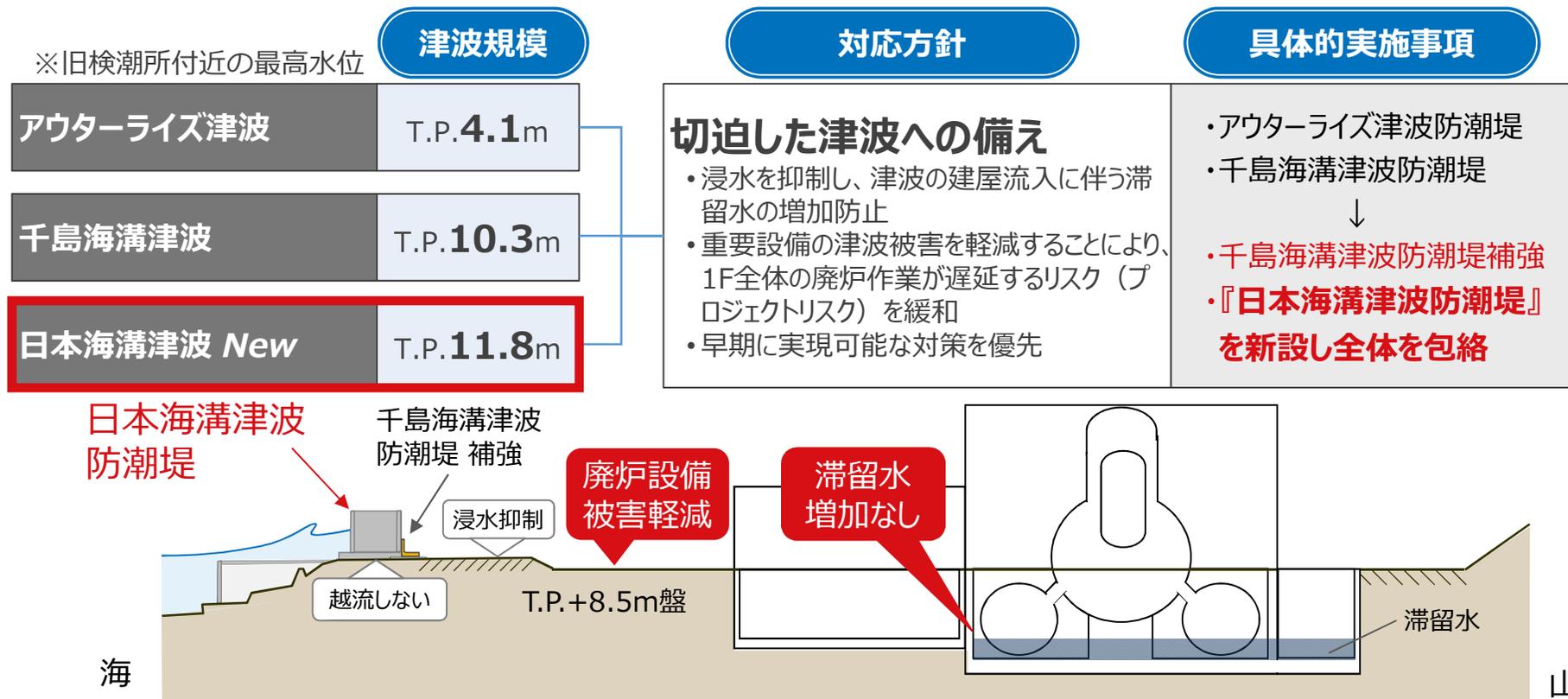
1-4号機側は内閣府公表資料（福島県）の浸水深より小さい 2

1-3. 日本海溝津波防潮堤の設置について

■ 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

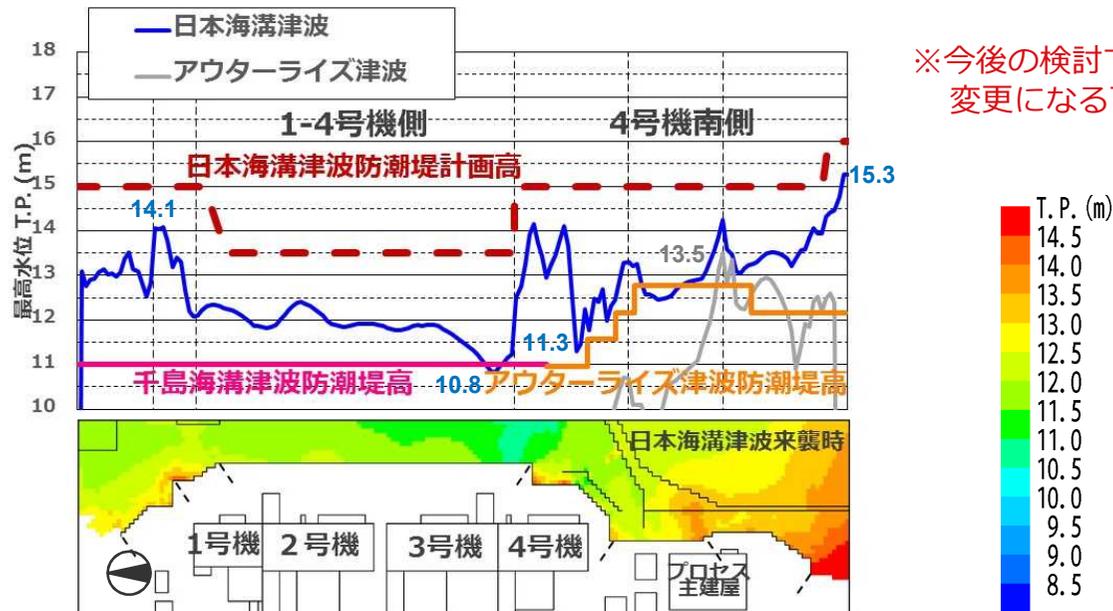
- 千島海溝津波防潮堤の補強工事を先行実施
- その後「日本海溝津波防潮堤」を新規設置



※1-4号機断面イメージ

1-4. 日本海溝津波防潮堤の計画高（1-4号機エリア） TEPCO

- 日本海溝津波防潮堤の現時点での計画高（赤線）は下図の通りであり、今後の詳細検討で、防潮堤の高さや設置範囲の細部を検討していく予定
 - 防潮堤設置予定位置に鉛直無限壁を仮定し、津波解析からの必要防潮堤高（最高水位） -



※今後の検討で、防潮堤高さ等は変更になる可能性がある。

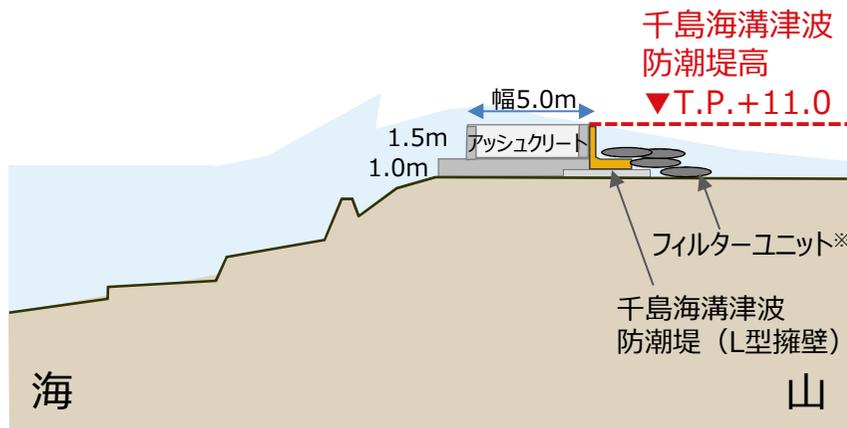
単位:m		1-4号機側	4号機南側
アウターライズ津波	解析結果	—	T.P.9.7~12.7(実施計画) T.P.8.6~13.5(今回評価)
	防潮堤高さ	—	T.P.11.0~12.8(実施計画)
千島海溝津波	解析結果	T.P.10.3	—
	防潮堤高さ	T.P.11.0	—
日本海溝津波	解析結果(今回)	T.P.10.8~14.1	T.P.11.3~15.3
	防潮堤計画高さ*	T.P.約13~15	T.P.約14~16

1-5. 日本海溝津波防潮堤 基本構造断面案（1-4号機エリア） **TEPCO**

- 既設防潮堤（千島海溝津波防潮堤）の補強工事と日本海溝津波防潮堤の基本断面構造は以下の通り
- 工程短縮を観点に、メガフロート工事で活用中のバッチャープラントを有効活用した構造案（アッシュクリート※）を採用
- 斜面部分の補強範囲は、日本海溝津波防潮堤を設置するための斜面すべり対策に加え、アクセス道路の一部や今後の1-4号機廃炉工事エリアとして活用していく。

千島海溝津波防潮堤 補強工事 （工事期間：2020年度）

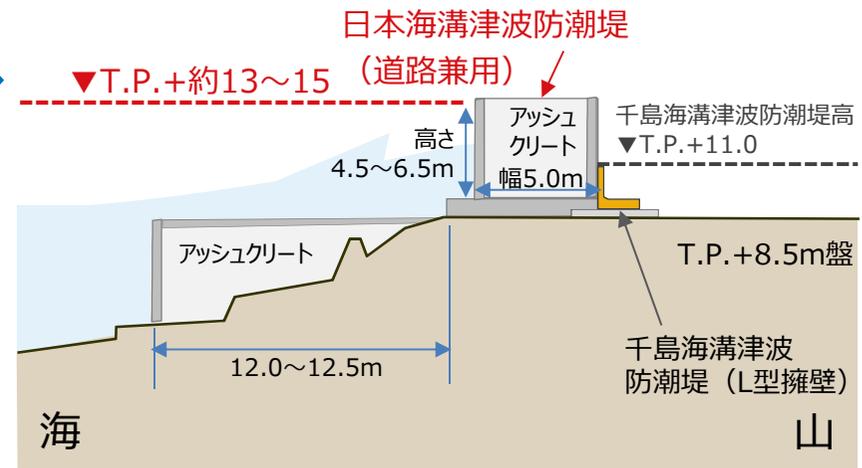
T.P.+11.0を超える津波が来襲した際にも被害を最小限になるように補強工事を先行実施



海側での補強を基本とするが、干渉物がある箇所は山側でフィルターユニットで補強する。

日本海溝津波防潮堤 新設 （工事期間：2021～2023年度）

津波の切迫性に配慮した防潮堤を設置



日本海溝津波防潮堤の高さについては、今後の詳細検討で変更になる可能性もある。

※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であり、メガフロート工事において活用中であり、継続活用する。

1-6. 今後のスケジュール



■ 千島海溝津波防潮堤補強工事ならびに日本海溝津波防潮堤工事を以下の通り実施予定

	2020年度				2021年度				2022年度				2023年度				
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	
大工程		▼特定原子力施設監視・評価検討会 (2020.9)															
		▼千島海溝津波防潮堤完成 (2020.9)															
千島海溝津波防潮堤補強工事																	
調査・工事		調査	補強工事														
日本海溝津波防潮堤																	
調査・詳細設計		調査	詳細設計														
1-4号機側																	
4号機南側																	

※日本海溝津波防潮堤の工事については、今後の詳細検討で工事工程は変動する可能性有り

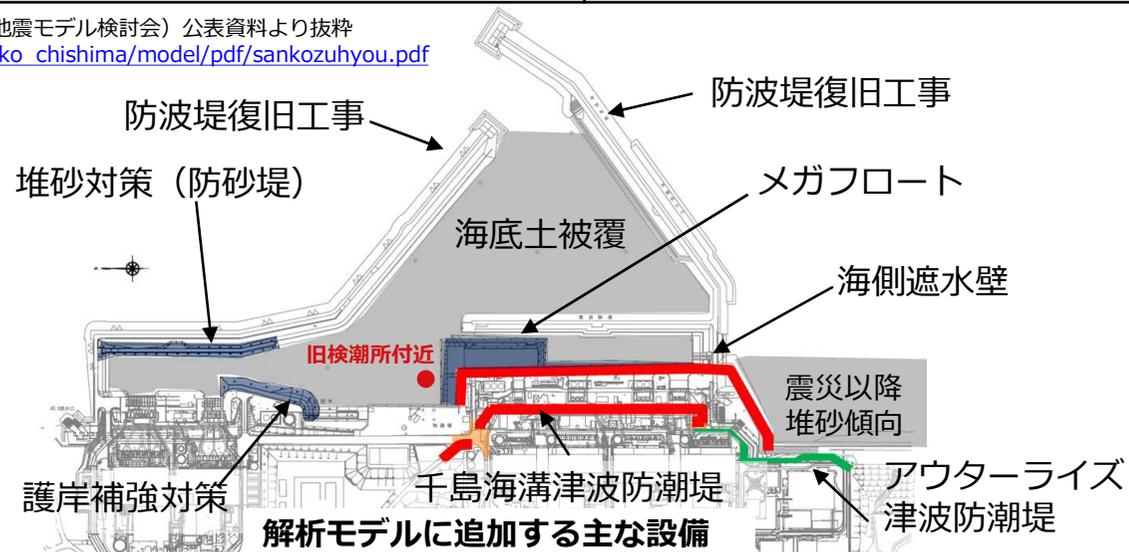
【参考】津波再評価時の解析条件や解析モデル

- 内閣府公表内容の津波解析条件と当社の解析条件の比較は以下の通り
- 内閣府公表内容の津波解析モデルでは、1F沿岸部の詳細データは考慮されていないため、当社の解析モデルは最新状況をモデル化

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

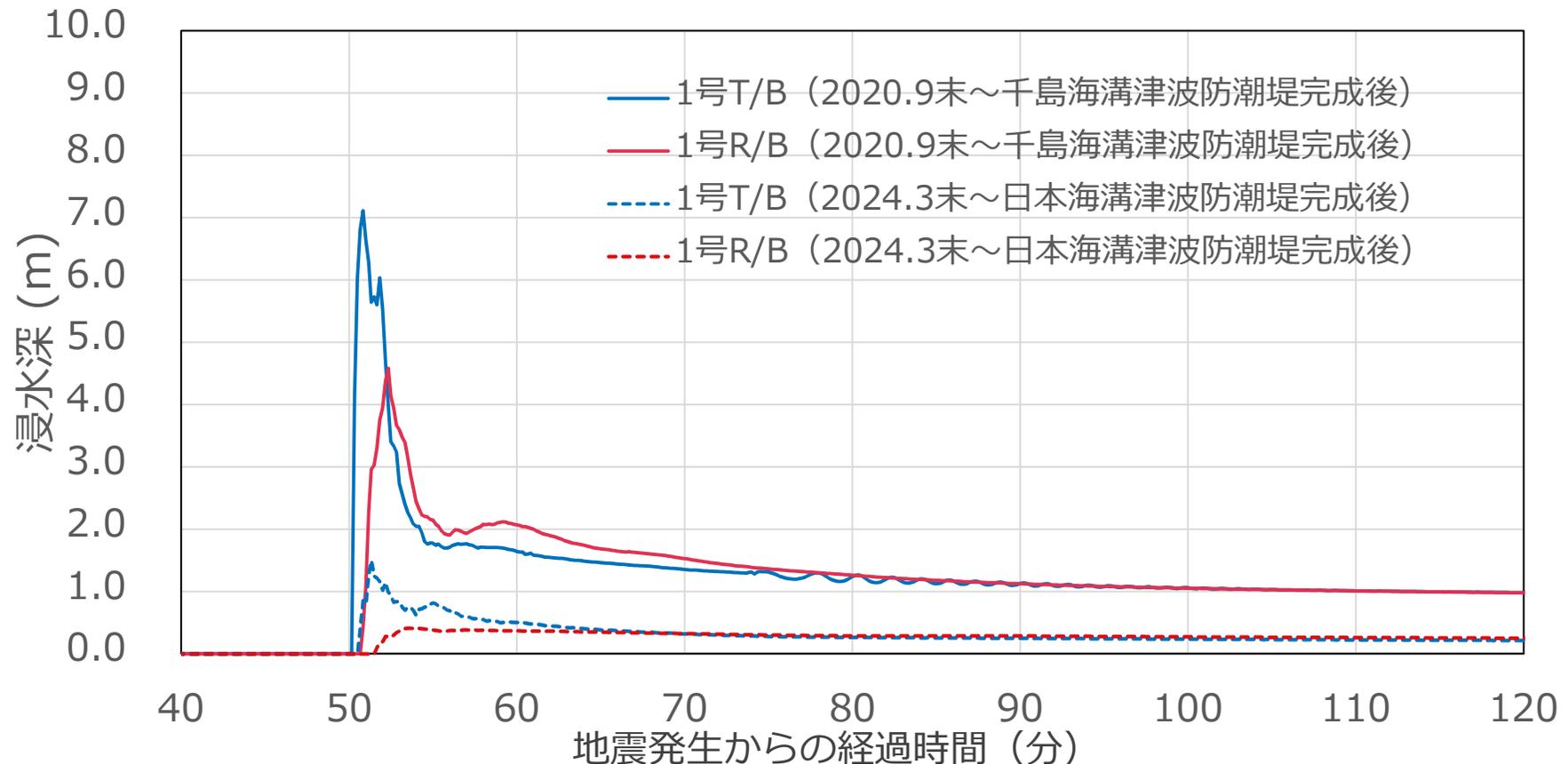
※ 内閣府（日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会）公表資料より抜粋
http://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko_chishima/model/pdf/sankozuhyou.pdf



【参考】 3.11津波に対する日本海溝津波防潮堤の効果（1）

- 3.11津波が仮に再来した際の津波評価を、日本海溝津波と同様の条件で保守的に実施した場合の1号機（T/B・R/B）の津波評価は以下の通りである
- 日本海溝津波防潮堤設置以降（破線）においては、防潮堤を越流するものの、千島海溝津波防潮堤設置以降（実線）と比較すると浸水量は大幅に低減する

1号タービン建屋（T/B）・1号機原子炉建屋（R/B）での代表津波波形



【参考】3.11津波に対する日本海溝津波防潮堤の効果（2）

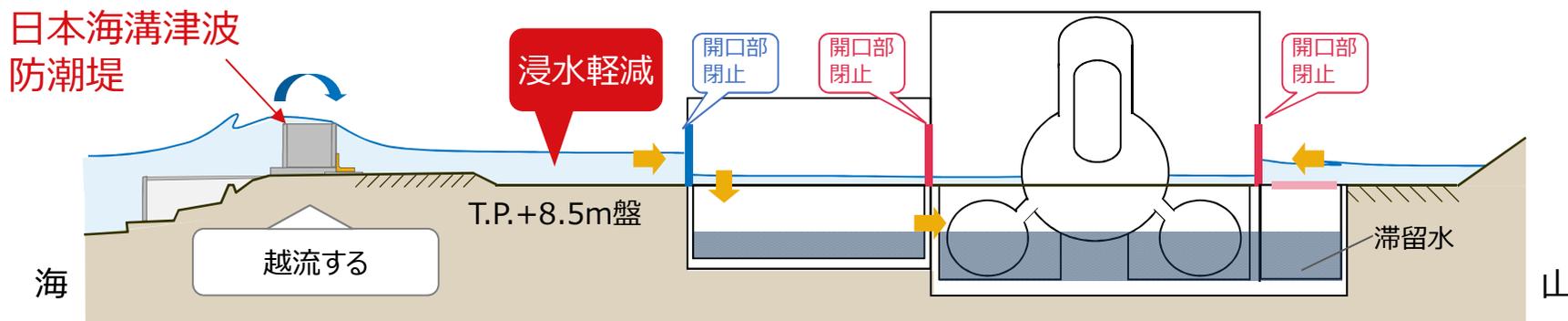
■ 防潮堤の効果

新設する日本海溝津波防潮堤は、最新の沿岸構造物を考慮した保守的な3.11津波に対して、越流するものの浸水量を大幅に低減可能

■ 3.11津波に対する対策について

3.11津波が仮に再来した場合の評価を、日本海溝津波と同様の条件で保守的に実施した場合、建屋開口部閉止の設計根拠である3.11当時の津波痕跡を約2m程度上回る。従来は建屋開口部閉止のみで汚染水の流出防止が可能としていたが、日本海溝津波防潮堤の効果に期待し、2つの対策をあわせて3.11津波に対する流出防止対策とする。

津波規模	対応方針	具体的実施事項
※旧検潮所付近の最高水位 3.11津波 T.P.15.1m	既往最大事象への備え <ul style="list-style-type: none">汚染水等の放射性物質の流出防止既往最大事象を考慮した設計（燃料取り出し設備を3.11津波が到達しない高さに設置）	・建屋開口部閉止 （津波痕跡に基づく対策の継続） + ・ 日本海溝津波防潮堤による浸水軽減



※1-4号機断面イメージ

【参考】福島第一原子力発電所における津波対策



■ 各々の津波に対し、その規模や頻度に応じて、対応を実施

※旧検潮所付近の最高水位		津波規模	対応方針	具体的実施事項
アウターライズ津波	T.P.4.1m	<p>スピード</p> <p>切迫した津波への備え</p> <ul style="list-style-type: none"> 浸水を抑制し、津波の建屋流入に伴う滞留水の増加防止 重要設備の津波被害を軽減することにより、1F全体の廃炉作業が遅延するリスク（プロジェクトリスク）を緩和 早期に実現可能な対策を優先 	<ul style="list-style-type: none"> アウターライズ津波防潮堤 千島海溝津波防潮堤 <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> 千島海溝津波防潮堤補強 『日本海溝津波防潮堤』を新設し全体を包絡 	
千島海溝津波	T.P.10.3m			
日本海溝津波 New	T.P.11.8m			
3.11津波	T.P.15.1m	<p>最適化</p> <p>既往最大事象への備え</p> <ul style="list-style-type: none"> 汚染水等の放射性物質の流出防止 既往最大事象を考慮した設計（燃料取り出し設備を3.11津波が到達しない高さに設置） 	<ul style="list-style-type: none"> 建屋開口部閉止（津波痕跡に基づく対策の継続）+ 日本海溝津波防潮堤による浸水軽減 	
検討用津波	T.P.22.6m	<p>より規模の大きい事象への備え</p> <ul style="list-style-type: none"> 動的機器が機能喪失した場合でも余裕時間の間で復旧 汚染源の除去や高台移送で、恒久的な対策を実現 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬式設備を用いた対応（建屋健全性確認） 汚染源の除去 	

津波規模：解析モデル見直し後の再評価結果

【参考】福島第一原子力発電所における津波想定規模 **TEPCO**

- 内閣府公表内容や1F現況（最新の沿岸構造物変更等）を踏まえた解析モデルを用いた再評価に伴い、対象津波の規模（津波高さや浸水深等）が変更

		福島第一原子力発電所における津波想定規模			
		既公表値		再評価後（1F現況地形反映）	
		旧検潮所	設備対策用	旧検潮所付近	設備対策用
切迫性対応	事故後の緊急的対策				
	その後の新知見への対応				
	アウターライズ津波	T.P.+ 3.8 m	T.P.+ 12.7 m	T.P.+ 4.1 m	T.P.+ 13.5 m
	千島海溝津波	T.P.+ 10.1 m	T.P.+ 10.3 m	T.P.+ 10.3 m	-
	日本海溝津波 New	-	-	T.P.+ 11.8 m	T.P.+ 15.3 m
既往最大事象への備え	3.11津波	T.P.+ 13.3 m	T.P.+ 13.5 m ↑ ＜痕跡高＞ 3.11津波実績 ※事故調報告書 ＜浸水深＞ T.P.+12.5 ～14.0m	T.P.+ 15.1 m ↑ 3.11津波が仮に再来し、保守的に評価した場合	T.P.+ 13.5 m ↑ ＜変更せず＞ 3.11津波実績
既往最大を超える事象への備え	検討用津波	T.P.+ 21.8 m	T.P.+ 24.9 m (敷地北側)	T.P.+ 22.6 m	T.P.+ 25.1 m (敷地南側)

旧検潮所:海側遮水壁北側隅角部付近での最高水位

設備対策用:防潮堤設置等に算定した鉛直無限壁での最高水位

(検討用津波:敷地沿岸部(T.P+2.5m盤)での最高水位)

【参考】日本海溝津波防潮堤 設計方針



- 日本海溝津波防潮堤の検討においては、廃炉工事全体の進捗に影響を及ぼさない防潮堤であることを前提に、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を図る機能とすることで、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できる防潮堤とする
- 上記を踏まえた具体的な設計方針は下表の通り

設計項目	対象津波	
	日本海溝津波	3.11津波
防潮堤高さ	越流させない	越流を許容※2
耐波力	津波高さ（進行波）の3倍の波圧に対して構造安定等を確認	機能維持を確認 （津波エネルギーを減衰し、過大な被害とならないことを確認）
耐震性	耐震Cクラス※1 （1.0C _I 水平設計震度k _H =0.2）	機能維持を確認 （東北地方太平洋沖地震相当で極端な沈下や変形が生じないことを確認）
逆流浸水防止	逆流する可能性がある経路について可能な限り閉止するが、完全ドライサイトを指向しない	—

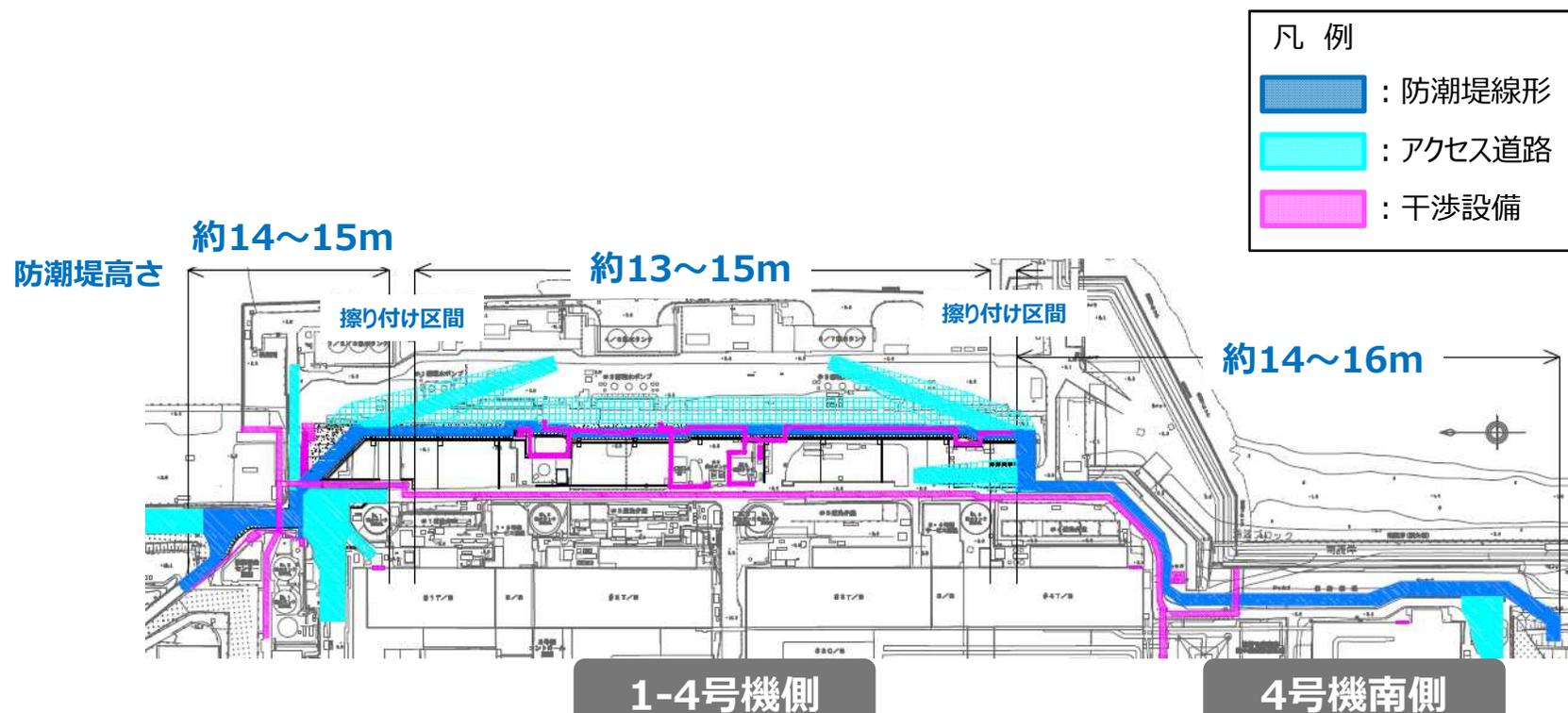
※1 2020年4月の内閣府「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」の公表内容では、大熊町・双葉町とも震度4以下と記載されており、敷地に及ぼす地震影響は小さいと想定している。

（想定される地震動は数ガル～数十ガル程度）

※2 防潮堤を越流して堤内が浸水した場合も排水可能なフラップゲート等を設置する。

【参考】日本海溝津波防潮堤 平面線形案（1-4号機エリア） **TEPCO**

- 日本海溝津波防潮堤の平面線形案（1-4号機エリア）は下図の通りであるが、今後の詳細検討で、防潮堤の高さや設置範囲の細部を検討していく予定
- 廃炉工事全体の進捗に影響を及ぼさないように平面・縦断線形を検討していく
- 干渉設備の移設等に関しては、設備の必要時期に十分配慮し、防潮堤工事の工程との優先順位を踏まえて検討していく



※1-4号機側・4号機南側の日本海溝津波防潮堤は道路を兼用

【参考】日本海溝津波防潮堤の基本構造（1-4号機エリア）

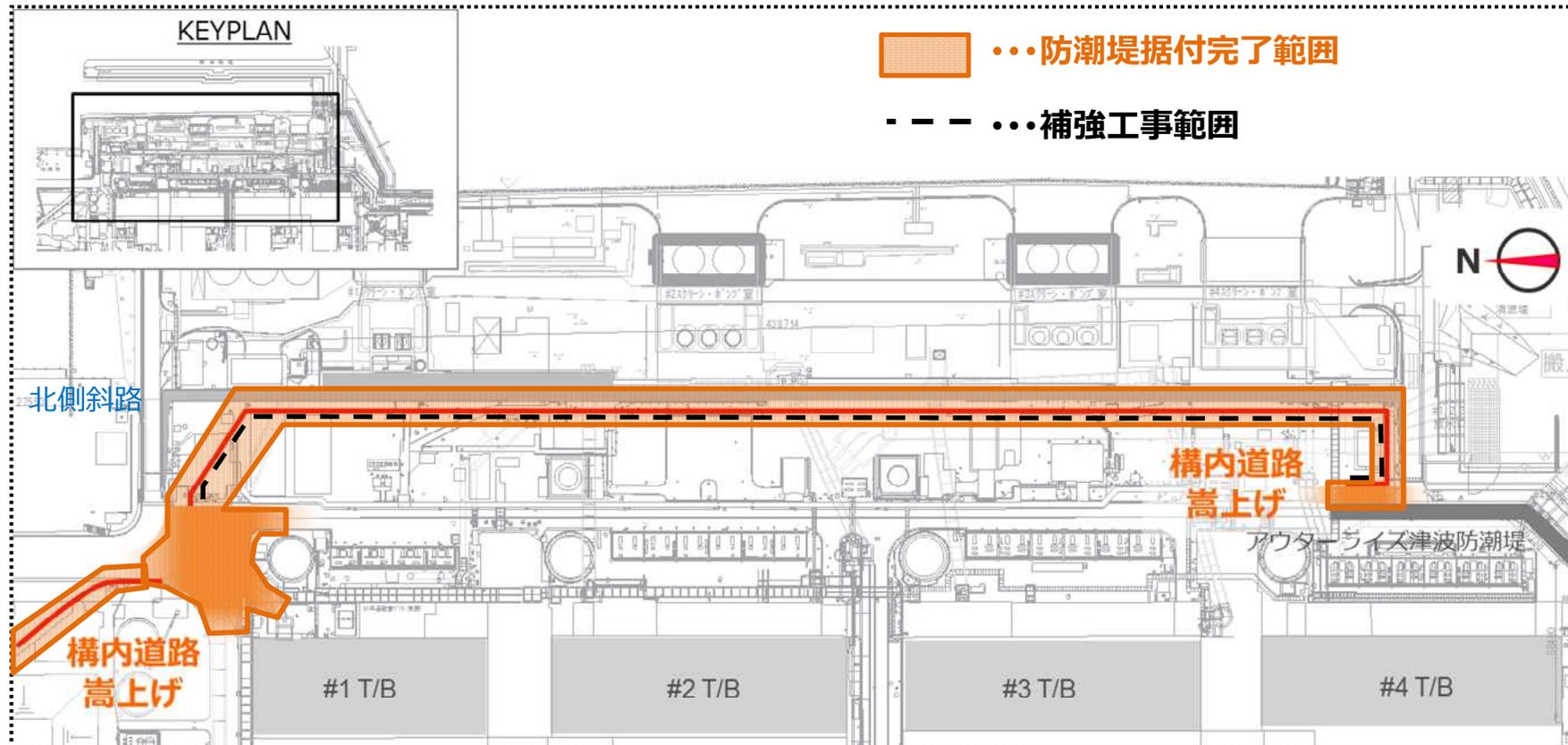
- 1-4号機側、4号機南側の各工事の基本構造は下表の通り
- 計画内容に関しては、今後の詳細検討により、防潮堤高さや延長等について変更になる可能性もある

エリア	1-4号機側	4号機南側
基本構造概要	<p>日本海溝津波防潮堤（道路兼用） ▼T.P.+約13~15 高さ4.5~6.5m 幅5.0m T.P.+8.5m盤 千島海溝津波防潮堤（L型擁壁） 海 山</p>	<p>日本海溝津波防潮堤（道路兼用） ▼T.P.+約14~16 高さ5.5~6.5m 幅11.0m T.P.+8.5m盤 プロセス主建屋 構内道路 千島海溝津波防潮堤（L型擁壁） 海 山</p>
施工内容	防潮堤本体：600m（アッシュクリート） 法面補強：600m 干渉物撤去・移設：1式	防潮堤本体：400m（アッシュクリート） 干渉物撤去・移設：1式
工期	24ヶ月＋干渉物移設等	17ヶ月＋干渉物移設等

【参考】千島海溝津波防潮堤工事の進捗状況（2020年9月時点）



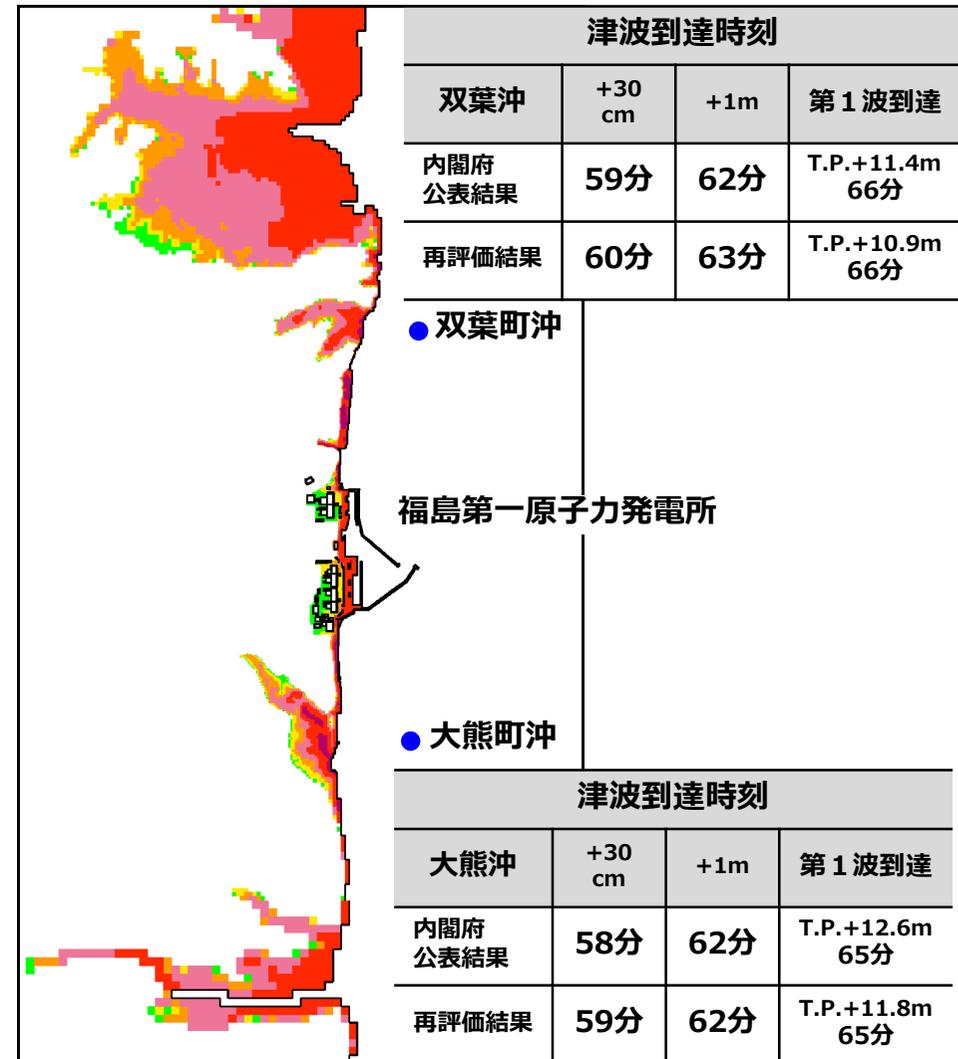
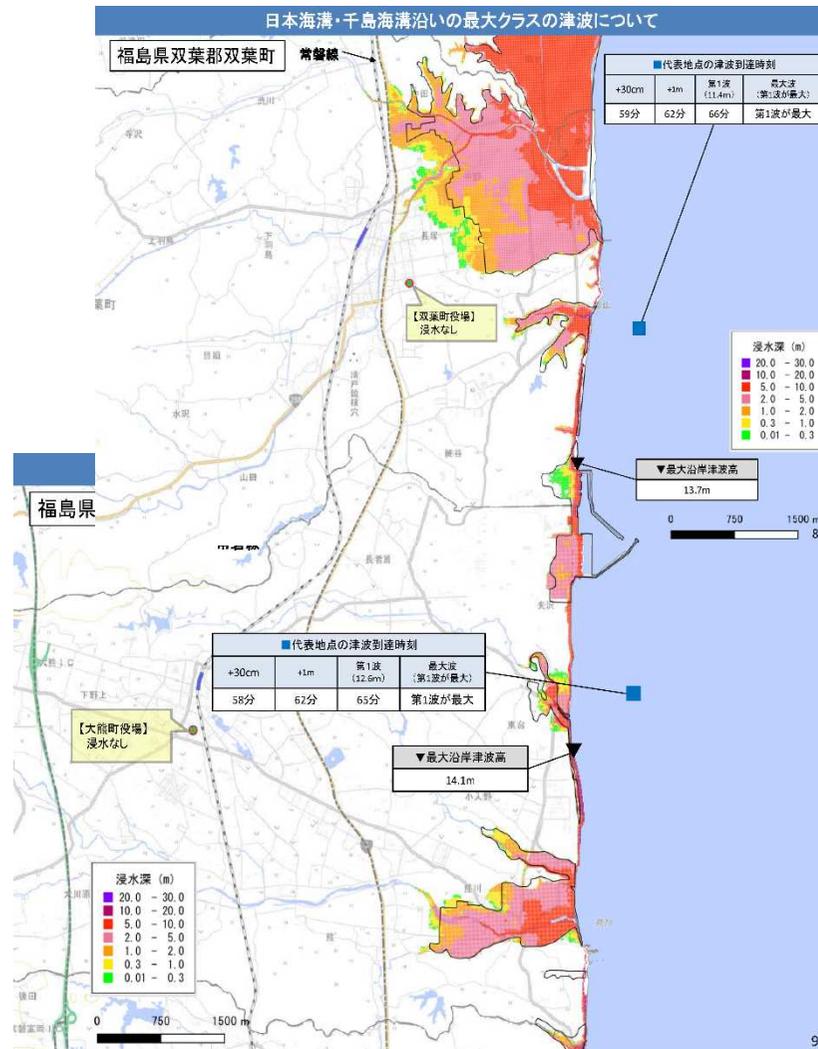
- 防潮堤本体（L型擁壁、ボックスカルバート、重力式擁壁等）の構築は、2020年9月25日に完成見込み、今後は干渉設備の防護工事や排水路・舗装工事を進めていくとともに、10月後半から補強工事を進めていく予定



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

【参考】 広域解析結果について

- 今回評価結果（広域）は、内閣府公表結果と「浸水分布図」や「沖合地点の津波到達時刻・高さ」はほぼ同じであり解析方法として妥当と評価



内閣府公表資料（大熊町・双葉町）

http://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko_chishima/model/pdf/hukushima.pdf

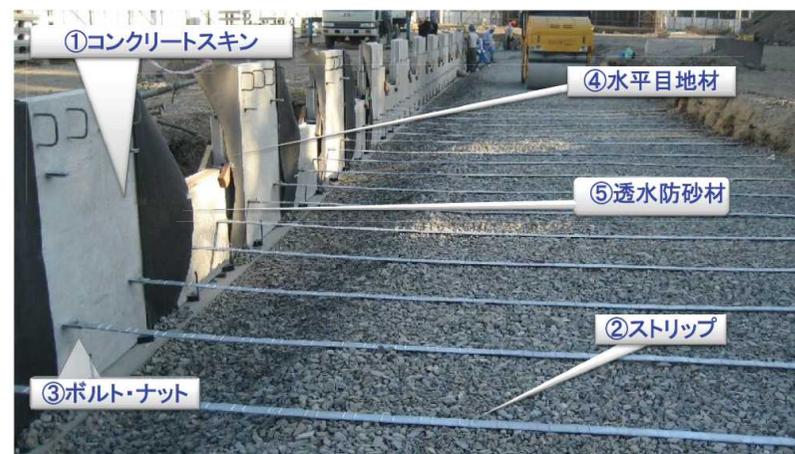
今回評価結果（広域）

【参考】 アッシュクリートを活用した防潮堤基本構造案



バッチャープラント（構外南側に設置済）

アッシュクリートの表面保護はテールアルメのコンクリートスキンを活用する。



基礎設置



テールアルメ設置
(コンクリート2次製品)



アッシュクリート打設



完成

アッシュクリートを盛土材として活用