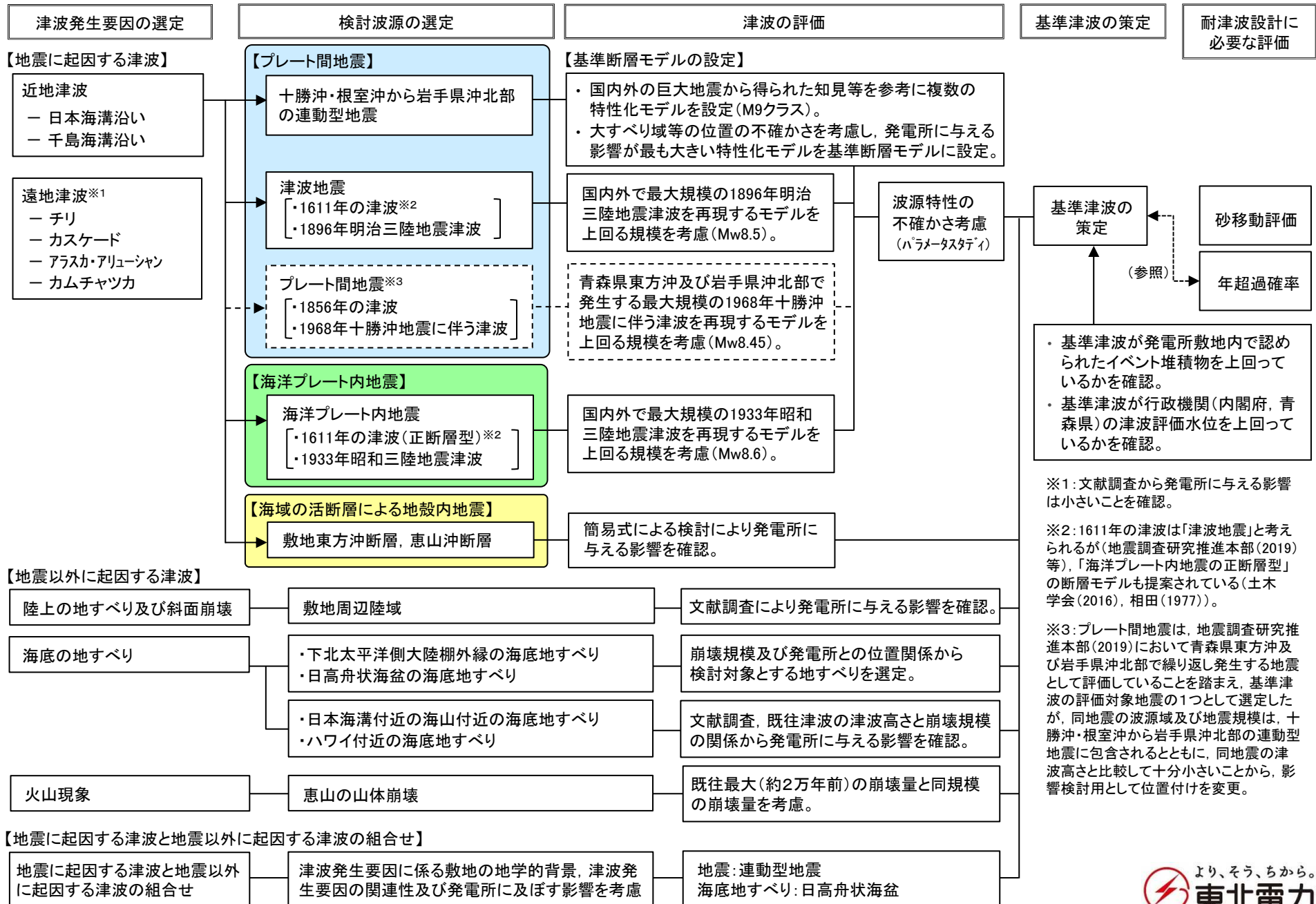


東通原子力発電所1号炉審査資料	
資料番号	A1-CA-0133(改1)
提出年月日	2023年12月14日

東通原子力発電所 基準津波の策定について

2023年12月14日
東北電力株式会社

余白



・基準津波が発電所敷地内で認められたイベント堆積物を上回っているかを確認。
 ・基準津波が行政機関(内閣府、青森県)の津波評価水位を上回っているかを確認。

※1: 文献調査から発電所に与える影響は小さいことを確認。

※2: 1611年の津波は「津波地震」と考えられるが(地震調査研究推進本部(2019)等)、「海洋プレート内地震の正断層型」の断層モデルも提案されている(土木学会(2016)、相田(1977))。

※3: プレート間地震は、地震調査研究推進本部(2019)において青森県東方沖及び岩手県沖北部で繰り返し発生する地震として評価していることを踏まえ、基準津波の評価対象地震の1つとして選定したが、同地震の波源域及び地震規模は、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震に含まれるとともに、同地震の津波高さと比較して十分小さいことから、影響検討用として位置付けを変更。

目次

1. 基準津波の策定方針	4
2. 基準津波の選定	6
3. 基準津波の策定	24
4. イベント堆積物及び行政機関による津波評価との比較	30

1. 基準津波の策定方針

1. 基準津波の策定方針

■基準津波の策定

【水位上昇側】

- 耐震重要施設等が設置された敷地 (T.P.+13.0m) への津波の遡上、取水路及び放水路を介し津波が流入する可能性を評価するため、敷地前面、取水口前面、補機冷却海水系取水口前面及び放水路護岸前面における最大水位上昇量が最大となる津波波源を『基準津波(水位上昇側)』とする。

【水位下降側】

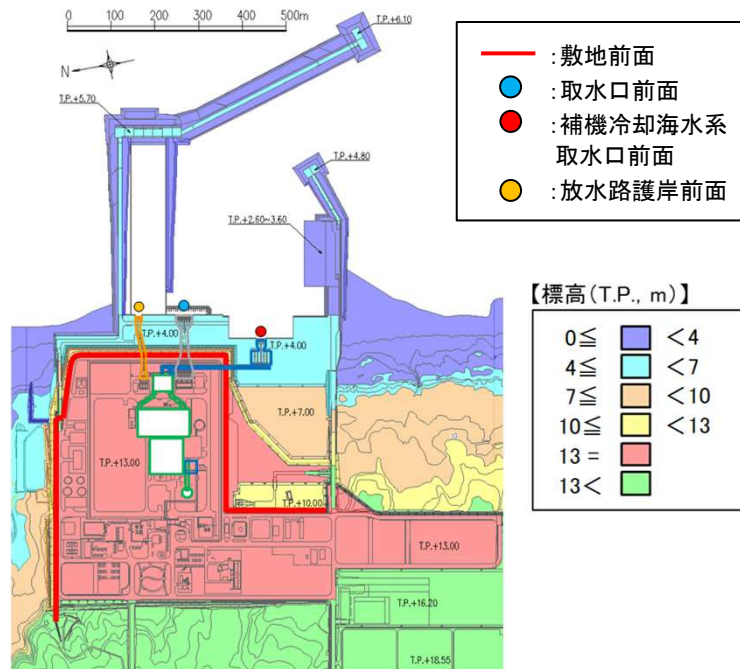
- 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響(非常用海水冷却系の取水性, 砂の移動・堆積及び漂流物に対する取水性)を評価するため、補機冷却海水系取水口前面における最大水位下降量及び補機冷却海水系取水口敷高 (T.P.-4.0m) を下回る継続時間が最大となる津波波源を『基準津波(水位下降側)』とする。

【防波堤の有無の影響検討(水位上昇側・下降側共通)】

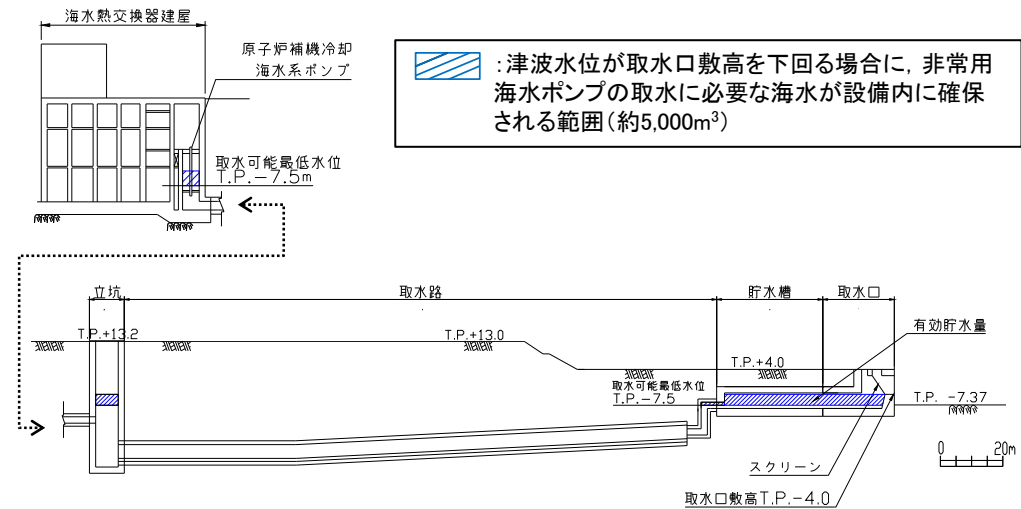
- 基準津波の選定は、防波堤有りの条件を基本とする。
- なお、津波に対する安全性評価にあたっては防波堤有無の影響を検討することから、事前に、各津波発生要因の決定ケースを対象に検討を実施し、防波堤無し最大のケースが防波堤有りの最大ケースと異なり、かつ発電所への影響が大きい場合には、同津波波源も基準津波として選定する。

■基準津波の妥当性確認

- 基準津波の妥当性を確認するため、イベント堆積物及び行政機関(内閣府, 青森県)の津波評価と比較する。
- イベント堆積物及び内閣府, 青森県による津波評価は水位上昇側の指標であることから、上記比較は基準津波(水位上昇側)を対象とする。



津波水位の評価位置



補機冷却海水系取水設備(断面図)

2. 基準津波の選定

- 2. 1 水位上昇側
- 2. 2 水位下降側

余白

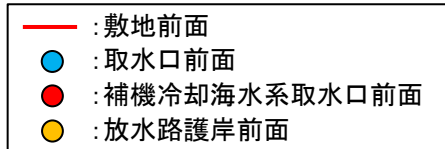
2. 基準津波の選定

2.1 水位上昇側

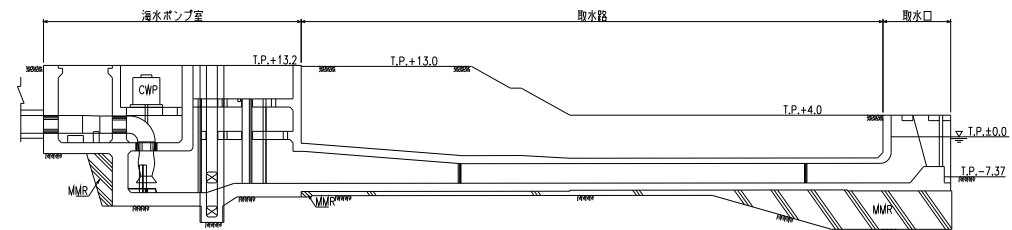
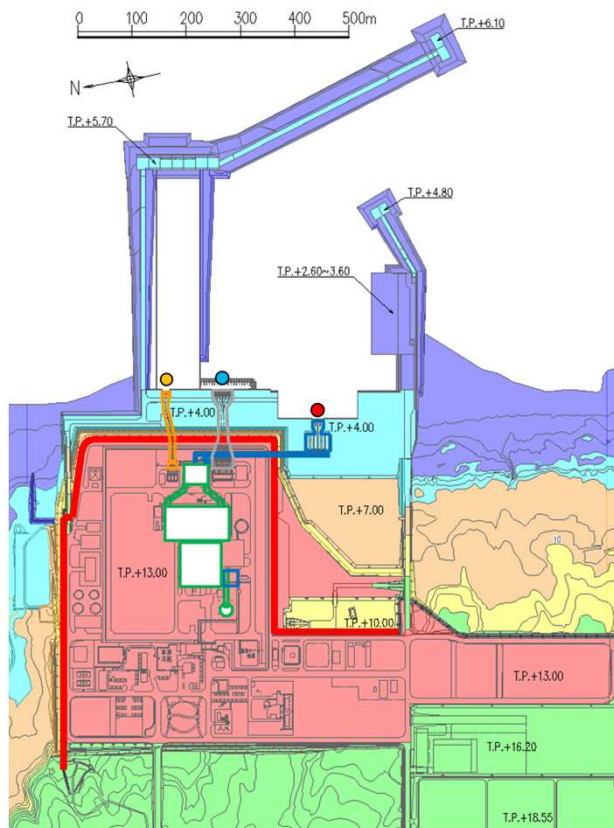
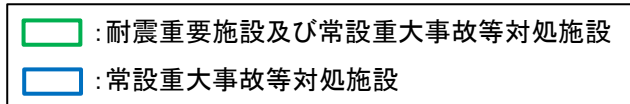
■ 基準津波(水位上昇側)の評価方針

- 耐震重要施設等が設置された敷地(T.P.+13.0m)へ津波が遡上するかを評価するため、敷地前面における最大水位上昇量が最大となる津波波源を『基準津波(水位上昇側)』に選定する。
- 取水路及び放水路を介し、耐震重要施設等が設置された敷地(T.P.+13.0m)へ津波が流入する可能性を評価するため、取水口前面、補機冷却海水系取水口前面及び放水路護岸前面における最大水位上昇量が最大となる津波波源を『基準津波(水位上昇側)』に選定する。

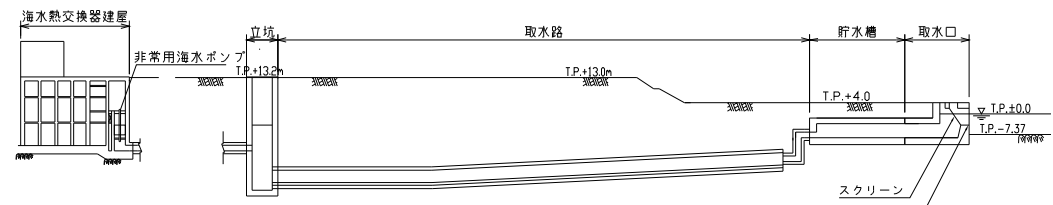
【津波水位の評価位置】



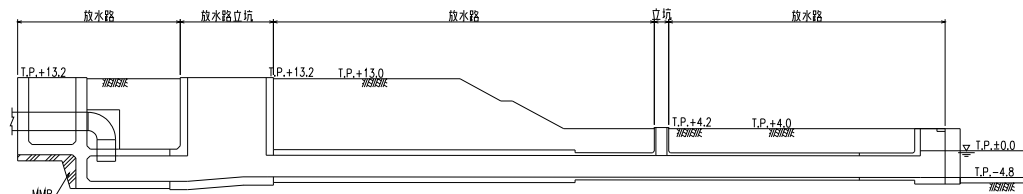
【施設位置】



取水路(断面図)



補機冷却海水系取水路(断面図)



放水路(断面図)

2. 基準津波の選定

2.1 水位上昇側

■各津波の評価結果：防波堤有り

- 最大ケースは、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル①(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(内閣府(2012)考慮))]と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②単独)との組合せ津波である。

発生要因	種別	津波波源		最大水位上昇量(m)				備考
				敷地前面	取水口前面	補機冷却海水系取水口前面	放水路護岸前面	
地震	プレート間地震	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震	基準断層モデル①[青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(内閣府(2012)考慮)] ^{※1}	11.18	9.26	9.51	9.20	
		津波地震 ^{※2}		10.34	9.09	9.24	9.12	既往津波:1896年明治三陸地震津波
	海洋プレート内地震	正断層型の地震 ^{※3}	9.77	4.87	5.17	4.43	既往津波:1933年昭和三陸地震津波	
	海域の活断層による地殻内地震	恵山沖断層	0.6m (阿部(1989)の簡易予測式による推定津波高)					
地震以外	陸上の地すべり及び斜面崩壊		発電所へ与える影響は極めて小さい					
	海底地すべり	下北太平洋側大陸棚外縁	SLS-2	0.84	0.78	0.77	— ^{※4}	
		日高舟状海盆	地すべり①と②の同時活動	4.25	1.99	2.13	— ^{※4}	
		日本海溝付近における海山		発電所へ与える影響は極めて小さい				
	ハワイ付近		日本沿岸における津波水位は最大で3.8m程度					
	火山現象	海域		敷地前面海域に津波を発生させる海底火山の存在は認められない				
陸域		恵山	0.89	0.78	0.77	— ^{※4}		
地震と地震以外に起因する津波の組合せ		連動型地震と日高海底地すべり	地震:基準断層モデル① ^{※1} 海底地すべり:地すべり②単独	<u>11.34</u>	<u>9.35</u>	<u>9.56</u>	<u>9.31</u>	防波堤有り最大ケース

※1:大すべり域等の位置:南へ約100km,破壊開始点:P6,破壊伝播速度:2.0(km/s),ライズタイム:60(s)

※2:位置:北東へ120km,走向:基準+10°,傾斜角:基準+5°,すべり角:基準-10°

※3:位置:北東へ180km(海溝軸),西北西へ80km(海溝軸直交),走向:基準+10°,傾斜:西傾斜,傾斜角:基準+5°,断層上縁深さ:7km

※4:放水路護岸前面まで津波が到達しない。

2. 基準津波の選定

2.1 水位上昇側

■各津波の評価結果：防波堤無し

- 最大ケースは、防波堤有りと同様に、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル①(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(内閣府(2012)考慮))]と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②単独)との組合せ津波である。

発生要因	種別	津波波源		最大水位上昇量(m)				備考	
				敷地前面	取水口前面	補機冷却海水系取水口前面	放水路護岸前面		
地震	プレート間地震	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震	基準断層モデル①[青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(内閣府(2012)考慮)]※1	11.17	9.42	9.73	9.32		
		津波地震※2		10.52	8.73	8.65	9.03	既往津波:1896年明治三陸地震津波	
	海洋プレート内地震	正断層型の地震※3	8.68	7.48	8.24	7.30	既往津波:1933年昭和三陸地震津波		
	海域の活断層による地殻内地震	恵山沖断層	0.6m (阿部(1989)の簡易予測式による推定津波高)						
地震以外	陸上の地すべり及び斜面崩壊			発電所へ与える影響は極めて小さい					
	海底地すべり	下北太平洋側大陸棚外縁	SLS-2	__※4	__※4	__※4	__※4		
		日高舟状海盆	地すべり①と②の同時活動	3.90	2.90	3.22	2.95		
		日本海溝付近における海山			発電所へ与える影響は極めて小さい				
		ハワイ付近			日本沿岸における津波水位は最大で3.8m程度				
	火山現象	海域			敷地前面海域に津波を発生させる海底火山の存在は認められない				
陸域		恵山		0.71	0.62	0.63	0.68		
地震と地震以外に起因する津波の組合せ		連動型地震と日高海底地すべり	地震:基準断層モデル①※1 海底地すべり:地すべり②単独	11.43	9.55	9.79	9.47	防波堤無し最大ケース	

※1:大すべり域等の位置:南へ約100km,破壊開始点:P6,破壊伝播速度:2.0(km/s),ライズタイム:60(s)

※2:位置:北東へ120km,走向:基準+10°,傾斜角:基準+5°,すべり角:基準-10°

※3:位置:北東へ180km(海溝軸),西北西へ80km(海溝軸直交),走向:基準+10°,傾斜:西傾斜,傾斜角:基準+5°,断層上縁深さ:7km

※4:防波堤無しの検討は、日高舟状海盆の海底地すべりを代表として実施。

2. 基準津波の選定

2.1 水位上昇側

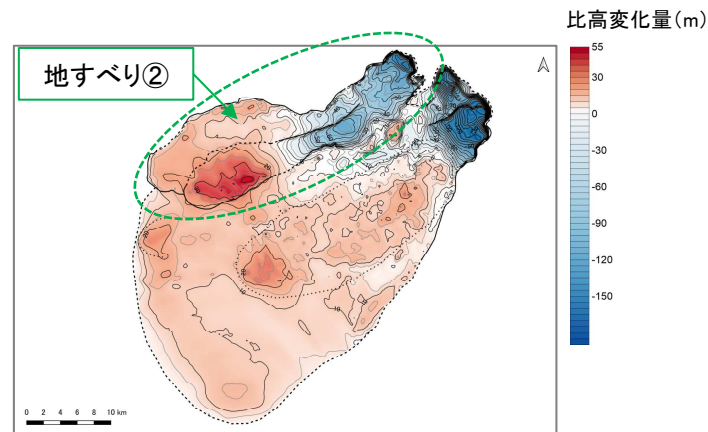
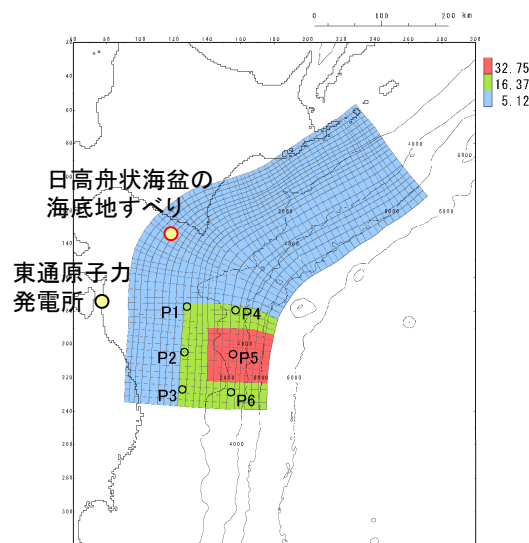
■基準津波(水位上昇側)の選定

- 各津波の評価結果を踏まえ、以下の津波を基準津波(水位上昇側)に選定する。

基準津波		最高水位(敷地前面)
基準津波 (水位上昇側)	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル①(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(内閣府(2012)考慮))]と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②単独)との組合せ津波	T.P.+12.0m ^{※1, 2}

※1: 基準津波による敷地前面の最大水位上昇量(11.34m)に、朔望平均満潮位(T.P.+0.61m)を考慮した水位(小数点第二位を切り上げ)

※2: 潮位の詳細は、補足説明資料「I. 計算条件等 1. 潮位条件」に記載



日高舟状海盆の海底地すべり
(地すべり②単独)
(比高変化分布)

十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震
基準断層モデル①[青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域
の破壊特性を考慮したモデル(内閣府(2012)考慮)]^{※3}

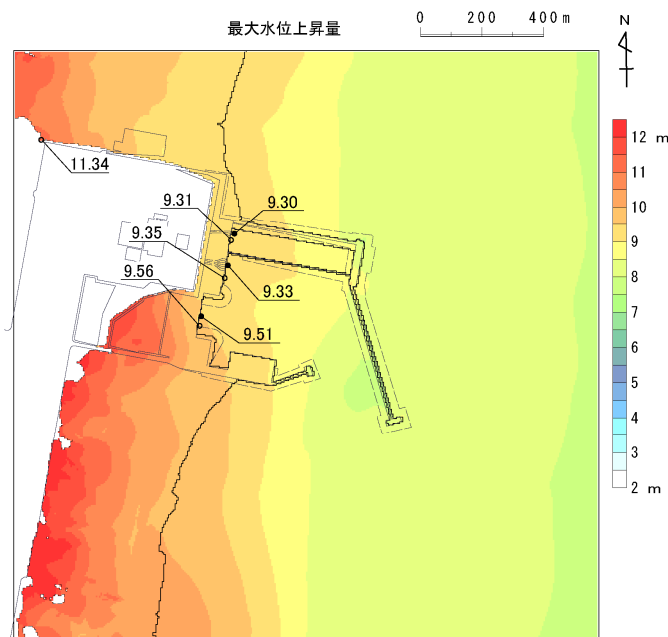
※3: 大すべり域等の位置: 南へ約100km, 破壊開始点: P6, 破壊伝播速度: 2.0(km/s), ライズタイム: 60(s)

2. 基準津波の選定

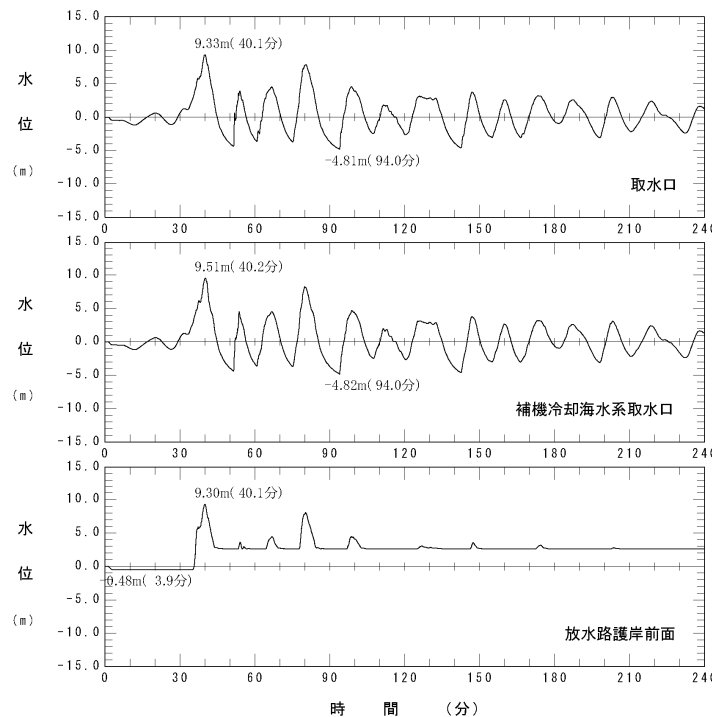
2.1 水位上昇側

■ 基準津波(水位上昇側)の最大水位上昇量分布, 水位時刻歴波形

基準津波		最大水位上昇量(m)			
		敷地前面	取水口前面	補機冷却海水系取水口前面	放水路護岸前面
基準津波 (水位上昇側)	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル①(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(内閣府(2012)考慮))]と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②単独)との組合せ津波	11.34	9.35	9.56	9.31



最大水位上昇量分布



取水口前面, 補機冷却海水系取水口前面, 放水路護岸前面における水位時刻歴波形※

※: 水位時刻歴波形は, 各取放水設備前面の中央位置に該当するメッシュで抽出(抽出位置は, 補足説明資料「I. 計算条件等 3. 津波水位の評価位置」に記載)

余白

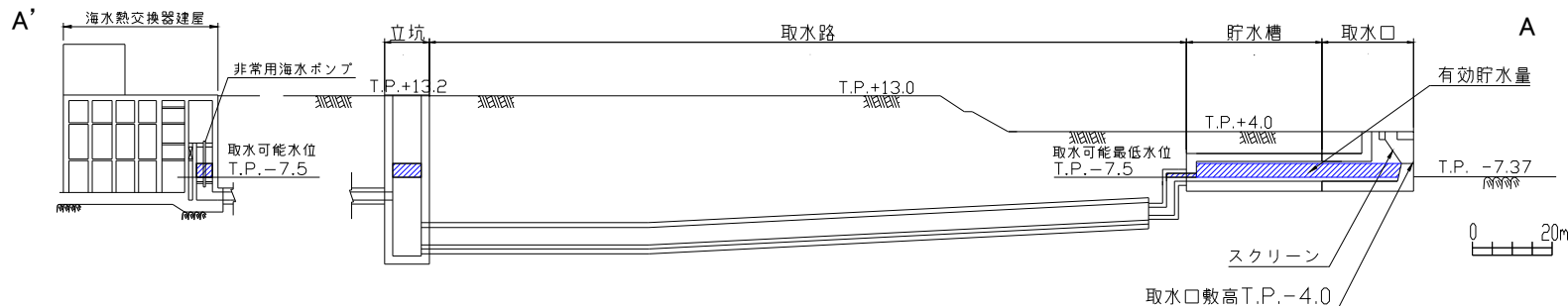
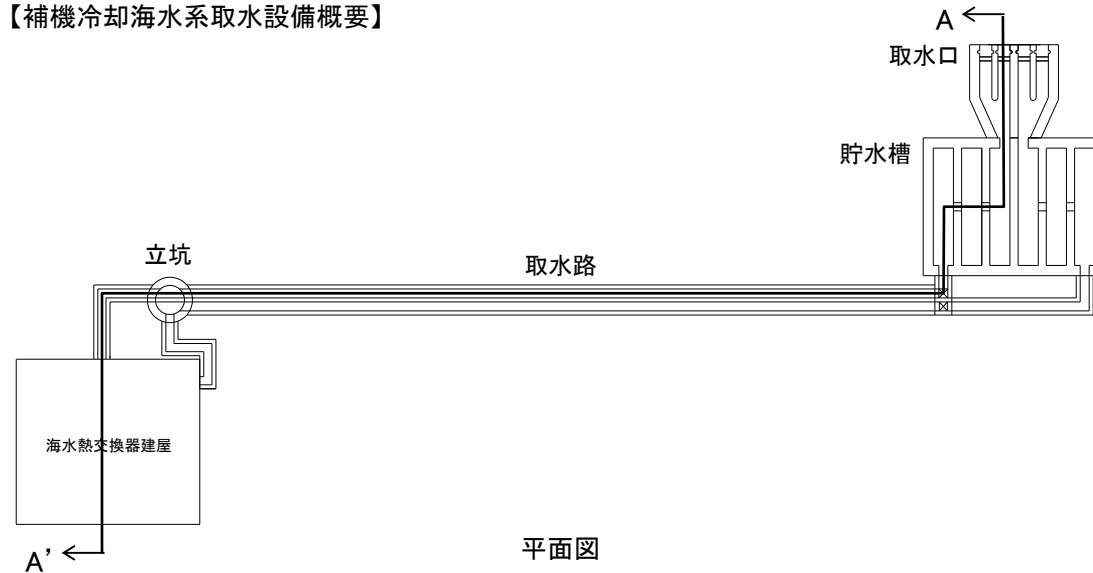
2. 基準津波の選定


2.2 水位下降側

■基準津波(水位下降側)の評価方針

- 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響(非常用海水冷却系の取水性, 砂の移動・堆積及び漂流物に対する取水性)を評価するため, 補機冷却海水系取水口前面における最大水位下降量及び補機冷却海水系取水口敷高(T.P.-4.0m)を下回る継続時間が最大となる津波波源を『基準津波(水位下降側)』に選定する。

【補機冷却海水系取水設備概要】



 : 津波水位が取水口敷高を下回る場合に, 非常用海水ポンプの取水に必要な海水が設備内に確保される範囲(約5,000m³)

断面図(A-A'断面)

■非常用海水ポンプの運転可能継続時間

(A)有効貯水量: 約5,000(m³)

取水口敷高(T.P.-4.0m)から非常用海水ポンプの取水可能水位(T.P.-7.5m)までの容量

(B)非常用海水ポンプの運転可能継続時間: 約35(分)

(A)/非常用海水ポンプの取水量

$$= 5,000(\text{m}^3) / 8,340(\text{m}^3/\text{hr}) \times 60 = \text{約}35\text{分}$$

非常用海水ポンプの取水量

	運転台数*	流量 (m ³ /hr)	取水量 (m ³)
原子炉補機冷却海水ポンプ	2台×2系統	8,000	8,340
高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	1台×1系統	340	

※: 非常用海水ポンプの最大運転台数を考慮

2. 基準津波の選定

2.2 水位下降側

■各津波の評価結果：防波堤有り

- 最大ケースは、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル③(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり分布の不確かさ考慮))]と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①単独)との組合せ津波である。

発生要因	種別	津波波源		補機冷却海水系取水口前面		備考	
				最大水位下降量(m)	取水口敷高を下回る継続時間(分)		
地震	プレート間地震	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震	基準断層モデル②[青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり量の不確かさ考慮)]※1	-5.10	4.2		
			基準断層モデル③[青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり分布の不確かさ考慮)]※2	-5.24	4.4		
	津波地震※3		-4.27	1.3	既往津波:1896年明治三陸地震津波		
	海洋プレート内地震	正断層型の地震※4		-4.59	1.9	既往津波:1933年昭和三陸地震津波	
	海域の活断層による地殻内地震	恵山沖断層	0.6m (阿部(1989)の簡易予測式による推定津波高)				
地震以外	陸上の地すべり及び斜面崩壊		発電所へ与える影響は極めて小さい				
	海底地すべり	下北太平洋側大陸棚外縁	SLS-2	-0.63	—※5		
		日高舟状海盆	地すべり①と②の同時活動		-2.50	—※5	
		日本海溝付近における海山			発電所へ与える影響は極めて小さい		
		ハワイ付近			発電所へ与える影響は、日高海底地すべりよりも小さい		
	火山現象	海域		敷地前面海域に津波を発生させる海底火山の存在は認められない			
		陸域	恵山		-0.88	—※5	
地震と地震以外に起因する津波の組合せ	連動型地震と日高海底地すべり		地震:基準断層モデル②※1 海底地すべり:地すべり①単独	-5.11	4.3		
			地震:基準断層モデル②※1 海底地すべり:地すべり②単独	-5.11	4.3		
			地震:基準断層モデル③※2 海底地すべり:地すべり①単独	-5.31	4.6	防波堤有り最大ケース(水位下降側1)	

※1:大すべり域等の位置:南へ約100km,破壊開始点:P4,破壊伝播速度:1.0(km/s),ライズタイム:60(s)

※2:大すべり域等の位置:南へ約40km,破壊開始点:P1,破壊伝播速度:1.0(km/s),ライズタイム:60(s)

※3:位置:北東へ30km,走向:基準+10°,傾斜角:基準+5°,すべり角:基準

※4:位置:北東へ90km(海溝軸),西北西へ100km(海溝軸直交),走向:基準+10°,傾斜:西傾斜,傾斜角:基準+5°,断層上縁深さ:13km

※5:補機冷却海水系取水口敷高(T.P.-4.0m)を下回らない。

2. 基準津波の選定

2.2 水位下降側

■各津波の評価結果：防波堤無し

- ・水位最大ケースは、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル②(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり量の不確かさ考慮))と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①単独)との組合せ津波であり、かつ、同水位は防波堤有りの結果を上回る。
- ・時間最大ケースは、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル②(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり量の不確かさ考慮))と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②単独)との組合せ津波であり、かつ、同時間は防波堤有りの結果を上回る。

発生要因	種別	津波波源		補機冷却海水系取水口前面		備考
				最大水位下降量(m)	取水口敷高を下回る継続時間(分)	
地震	プレート間地震	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震	基準断層モデル②[青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり量の不確かさ考慮)]※1	-6.55	6.9	
			基準断層モデル③[青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり分布の不確かさ考慮)]※2	-6.15	5.3	
	津波地震※3	-5.83	5.2	既往津波:1896年明治三陸地震津波		
	海洋プレート内地震	正断層型の地震※4	-5.75	3.4	既往津波:1933年昭和三陸地震津波	
	海域の活断層による地殻内地震	恵山沖断層	0.6m (阿部(1989)の簡易予測式による推定津波高)			
地震以外	陸上の地すべり及び斜面崩壊		発電所へ与える影響は極めて小さい			
	海底地すべり	下北太平洋側大陸棚外縁	SLS-2	—※5	—※5	
		日高舟状海盆	地すべり①と②の同時活動	-3.41	—※6	
		日本海溝付近における海山		発電所へ与える影響は極めて小さい		
		ハワイ付近		発電所へ与える影響は、日高海底地すべりよりも小さい		
	火山現象	海域		敷地前面海域に津波を発生させる海底火山の存在は認められない		
		陸域	恵山	-0.47	—※6	
地震と地震以外に起因する津波の組合せ	連動型地震と日高海底地すべり	地震:基準断層モデル②※1 海底地すべり:地すべり①単独	-6.57	6.9	防波堤無し 水位最大ケース (水位下降側2)	
		地震:基準断層モデル②※1 海底地すべり:地すべり②単独	-6.53	7.1	防波堤無し 時間最大ケース (水位下降側3)	
		地震:基準断層モデル③※2 海底地すべり:地すべり①単独	-6.21	5.3		

※1:大すべり域等の位置:南へ約100km,破壊開始点:P4,破壊伝播速度:1.0(km/s),ライズタイム:60(s) ※4:位置:北東へ90km(海溝軸),西北西へ100km(海溝軸直交),走向:基準+10°,傾斜:西傾斜,傾斜角:基準+5°,断層上縁深さ:13km

※2:大すべり域等の位置:南へ約40km,破壊開始点:P1,破壊伝播速度:1.0(km/s),ライズタイム:60(s) ※5:防波堤無しの検討は、日高舟状海盆の海底地すべりを代表として実施。

※3:位置:北東へ30km,走向:基準+10°,傾斜角:基準+5°,すべり角:基準

※6:補機冷却海水系取水口敷高(T.P.-4.0m)を下回らない。

2. 基準津波の選定

2.2 水位下降側

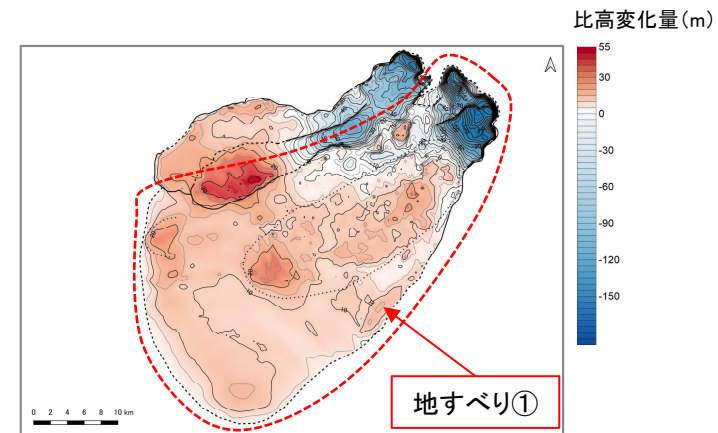
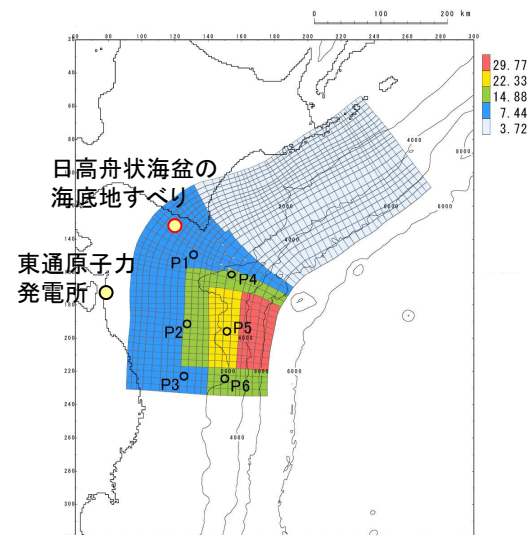
■基準津波[水位下降側1(防波堤有り最大)]

- 各津波の評価結果を踏まえ、以下の津波を基準津波[水位下降側1(防波堤有り最大)]に選定する。

基準津波		補機冷却海水系取水口前面	
		最低水位	取水口敷高を下回る継続時間
基準津波 [水位下降側1 (防波堤有り最大)]	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル③ (青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮した モデル(すべり分布の不確かさ考慮))]と日高舟状海盆の海底地すべり (地すべり①単独)との組合せ津波	T.P.-6.2m※1, 2	4.6分

※1: 基準津波による補機冷却海水系取水口前面の最大水位下降量(-5.31m)に、朔望平均干潮位(T.P.-0.87m)を考慮した水位(小数点第二位を切り捨て)

※2: 潮位の詳細は、補足説明資料「I. 計算条件等 1. 潮位条件」に記載



日高舟状海盆の海底地すべり
(地すべり①単独)
(比高変化分布)

十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震
基準断層モデル③[青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の
破壊特性を考慮したモデル(すべり分布の不確かさ考慮)]※3

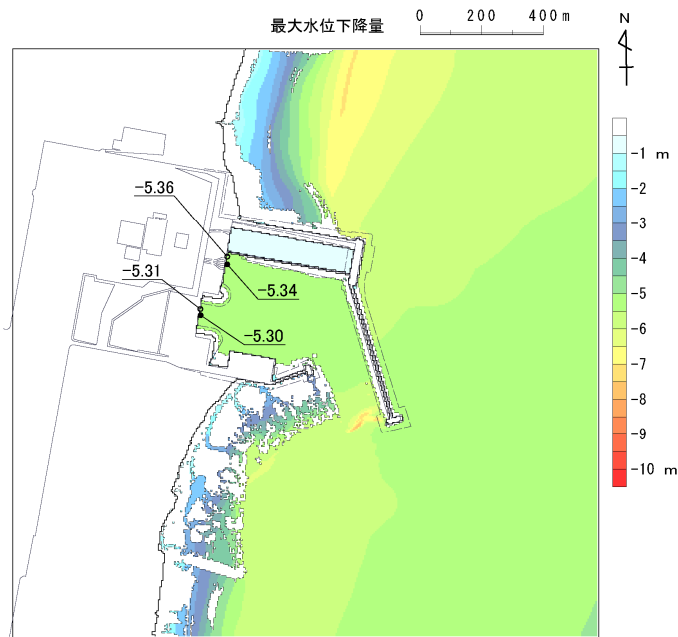
※3: 大すべり域等の位置: 南へ約40km, 破壊開始点: P1, 破壊伝播速度: 1.0(km/s), ライズタイム: 60(s)

2. 基準津波の選定

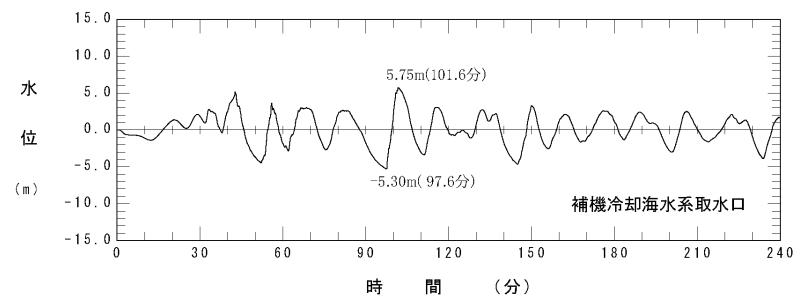
2.2 水位下降側

■基準津波[水位下降側1(防波堤有り最大)]の最大水位下降量分布, 水位時刻歴波形

基準津波		補機冷却海水系取水口前面	
		最大水位下降量(m)	取水口敷高を下回る時間(分)
基準津波 [水位下降側1 (防波堤有り最大)]	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル③ (青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮 したモデル(すべり分布の不確かさを考慮))]と日高舟状海盆の海底地 すべり(地すべり①単独)との組合せ津波	-5.31	4.6



最大水位下降量分布



補機冷却海水系取水口前面における
水位時刻歴波形※1, 2

※1: 水位時刻歴波形は、補機冷却海水系取水口前面の中央位置に該当するメッシュで抽出(抽出位置は、補足説明資料「I. 計算条件等 3. 津波水位の評価位置」に記載)

※2: 補機冷却海水系取水設備の詳細は、補足説明資料「I. 計算条件等 3. 津波水位の評価位置」に記載。

2. 基準津波の選定

2.2 水位下降側

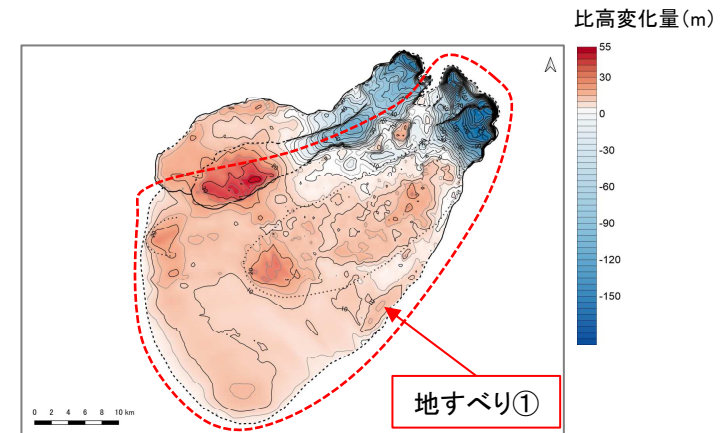
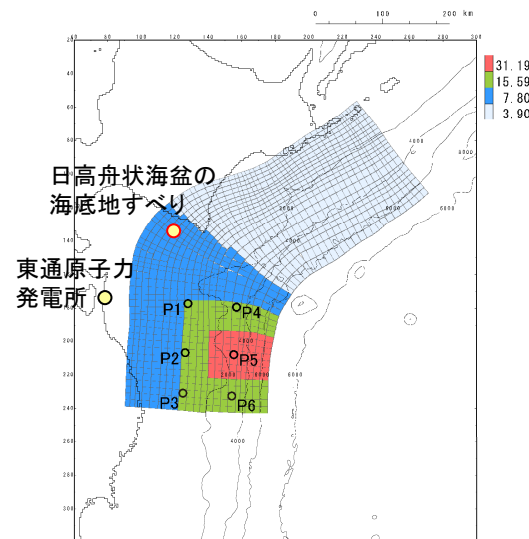
■基準津波[水位下降側2(防波堤無し水位最大)]

- 各津波の評価結果を踏まえ、以下の津波を基準津波[水位下降側2(防波堤無し水位最大)]に選定する。

基準津波		補機冷却海水系取水口前面	
		最低水位	取水口敷高を下回る継続時間
基準津波 [水位下降側2 (防波堤無し水位最大)]	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル②(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり量の不確かさ考慮))]と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①単独)との組合せ津波	T.P.-6.0m※1, 2	4.3分

※1: 基準津波による補機冷却海水系取水口前面の最大水位下降量(-5.11m)に、朔望平均干潮位(T.P.-0.87m)を考慮した水位(小数点第二位を切り捨て)

※2: 潮位の詳細は、補足説明資料「I. 計算条件等 1. 潮位条件」に記載



日高舟状海盆の海底地すべり
(地すべり①単独)
(比高変化分布)

十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震
基準断層モデル②[青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の
破壊特性を考慮したモデル(すべり量の不確かさ考慮)]※3

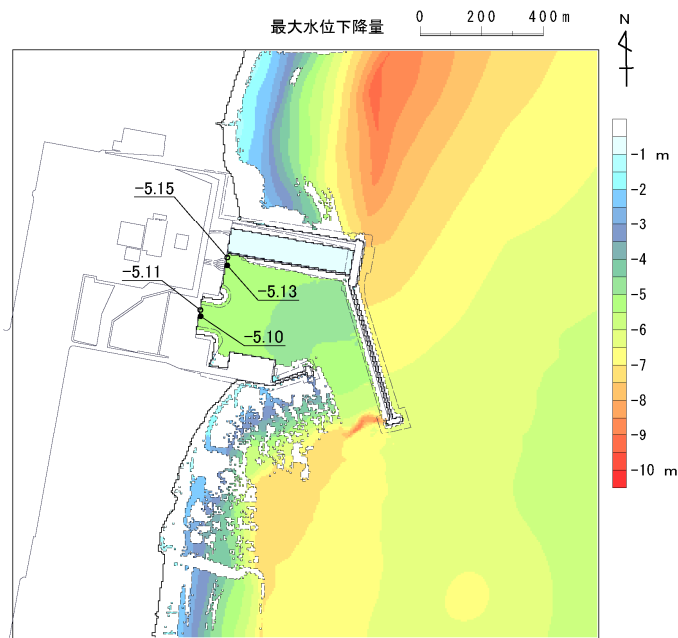
※3: 大すべり域等の位置: 南へ約100km, 破壊開始点: P4, 破壊伝播速度: 1.0(km/s), ライズタイム: 60(s)

2. 基準津波の選定

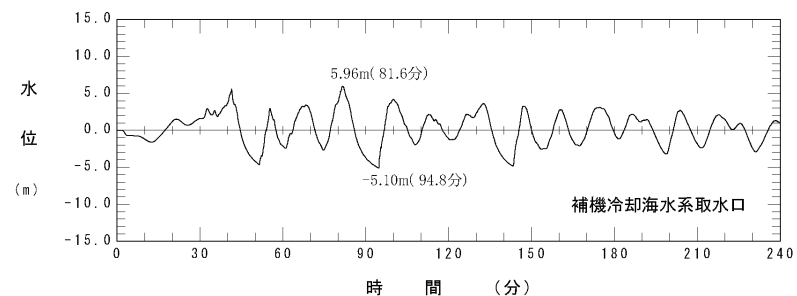
2.2 水位下降側

■基準津波[水位下降側2(防波堤無し水位最大)]の最大水位下降量分布, 水位時刻歴波形

基準津波		補機冷却海水系取水口前面	
		最大水位下降量(m)	取水口敷高を下回る時間(分)
基準津波 [水位下降側2 (防波堤無し水位最大)]	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル②(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり量の不確かさ考慮))と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①単独)との組合せ津波	-5.11	4.3



最大水位下降量分布



補機冷却海水系取水口前面における
水位時刻歴波形※1, 2

※1: 水位時刻歴波形は、補機冷却海水系取水口前面の中央位置に該当するメッシュで抽出(抽出位置は、補足説明資料「I. 計算条件等 3. 津波水位の評価位置」に記載)

※2: 補機冷却海水系取水設備の詳細は、補足説明資料「I. 計算条件等 3. 津波水位の評価位置」に記載。

2. 基準津波の選定

2.2 水位下降側

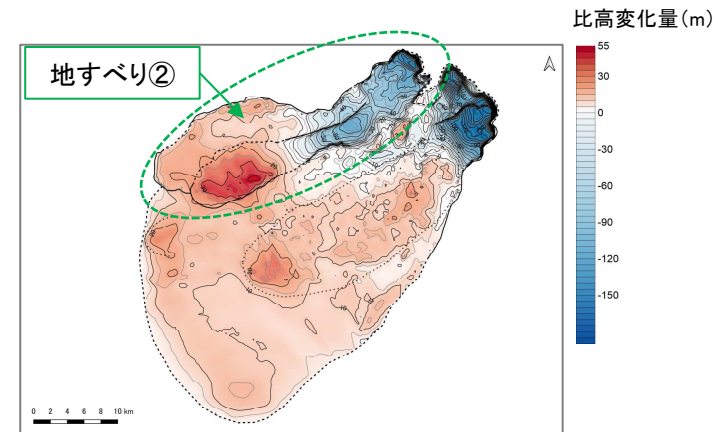
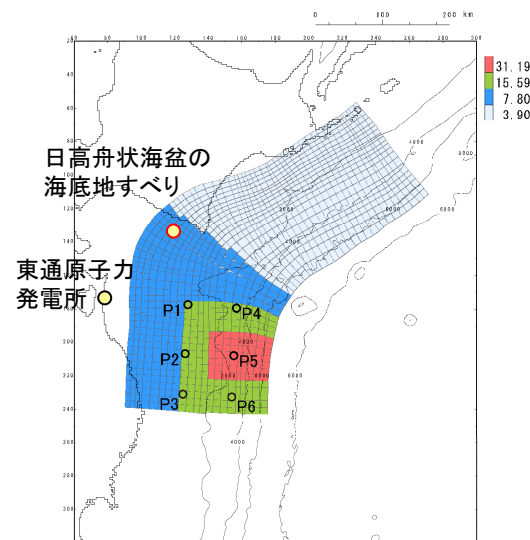
■基準津波[水位下降側3(防波堤無し時間最大)]

- 各津波の評価結果を踏まえ、以下の津波を基準津波[水位下降側3(防波堤無し時間最大)]に選定する。

基準津波		補機冷却海水系取水口前面	
		最低水位	取水口敷高を下回る継続時間
基準津波 [水位下降側3 (防波堤無し時間最大)]	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル②(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり量の不確かさ考慮))]と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②単独)との組合せ津波	T.P.-6.0m※1, 2	4.3分

※1: 基準津波による補機冷却海水系取水口前面の最大水位下降量(-5.11m)に、朔望平均干潮位(T.P.-0.87m)を考慮した水位(小数点第二位を切り捨て)

※2: 潮位の詳細は、補足説明資料「I. 計算条件等 1. 潮位条件」に記載



日高舟状海盆の海底地すべり
(地すべり②単独)
(比高変化分布)

十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震
基準断層モデル②[青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の
破壊特性を考慮したモデル(すべり量の不確かさ考慮)]※3

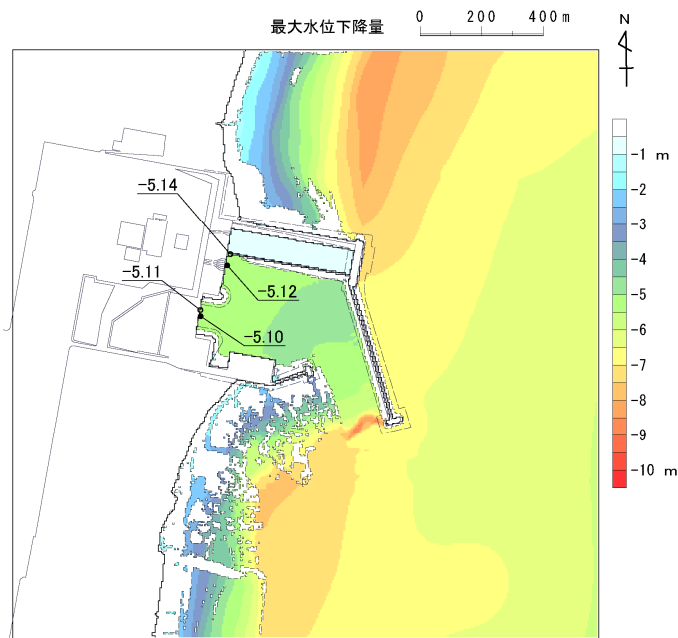
※3: 大すべり域等の位置: 南へ約100km, 破壊開始点: P4, 破壊伝播速度: 1.0(km/s), ライズタイム: 60(s)

2. 基準津波の選定

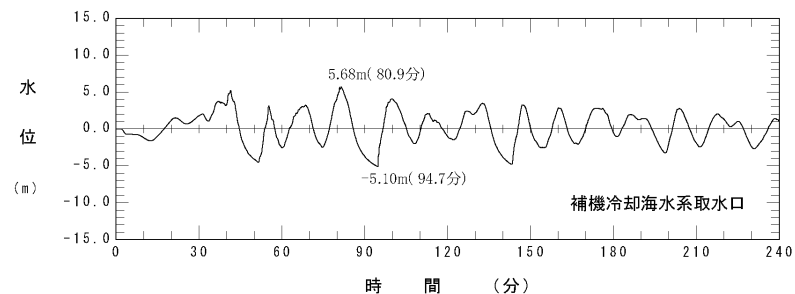
2.2 水位下降側

■基準津波[水位下降側3(防波堤無し時間最大)]の最大水位下降量分布, 水位時刻歴波形

基準津波		補機冷却海水系取水口前面	
		最大水位下降量(m)	取水口敷高を下回る時間(分)
基準津波 [水位下降側3 (防波堤無し時間最大)]	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル②(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり量の不確かさ考慮))と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②単独)との組合せ津波	-5.11	4.3



最大水位下降量分布



補機冷却海水系取水口前面における
水位時刻歴波形※1, 2

※1: 水位時刻歴波形は、補機冷却海水系取水口前面の中央位置に該当するメッシュで抽出(抽出位置は、補足説明資料「I. 計算条件等 3. 津波水位の評価位置」に記載)

※2: 補機冷却海水系取水設備の詳細は、補足説明資料「I. 計算条件等 3. 津波水位の評価位置」に記載。

余白

3. 基準津波の策定

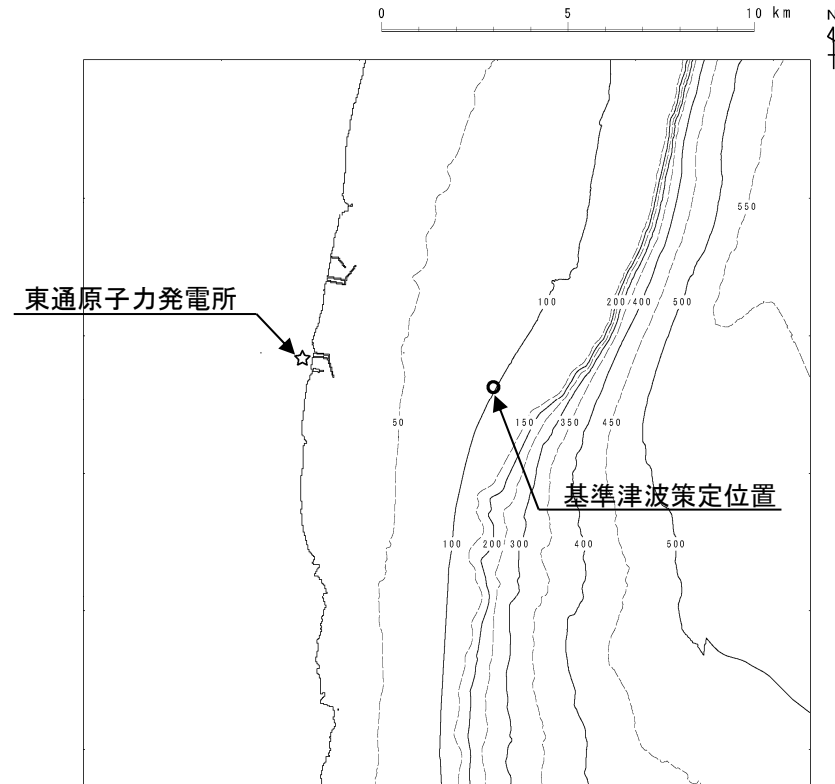
- 3. 1 基準津波の策定位置
- 3. 2 基準津波の策定位置における水位及び水位時刻歴波形

余白

3. 基準津波の策定

3.1 基準津波の策定位置

- 基準津波は、敷地前面海域の海底地形の特徴を踏まえ、時刻歴波形に対して施設からの反射波の影響が微小となるよう、敷地から沖合いへ約5km離れた位置(水深100m)で策定する。



基準津波の策定位置

3. 基準津波の策定

3.2 基準津波の策定位置における水位及び水位時刻歴波形

■水位上昇側

基準津波		水位時刻歴波形	最高水位※
基準津波 (水位上昇側)	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル①(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(内閣府(2012)考慮))]と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②単独)との組合せ津波	<p>The graph plots water level (水位) in meters (m) on the y-axis (ranging from -10.0 to 10.0) against time (時間) in minutes (分) on the x-axis (ranging from 0 to 240). A prominent peak is labeled at 5.34m (36.3分) and a significant trough is labeled at -4.43m (87.9分).</p>	T.P.+6.0m

※:最大水位上昇量に, 朔望平均満潮位(T.P.+0.61m)を考慮した水位(小数点第二位を切り上げ)

3. 基準津波の策定

3.2 基準津波の策定位置における水位及び水位時刻歴波形

■水位下降側

基準津波		水位時刻歴波形	最低水位※
基準津波[水位下降側1 (防波堤有り最大)]	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル③(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり分布の不確かさを考慮))]と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①単独)との組合せ津波		T.P.-3.9m
基準津波[水位下降側2 (防波堤無し水位最大)]	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル②(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり量の不確かさを考慮))]と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①単独)との組合せ津波		T.P.-4.8m
基準津波[水位下降側3 (防波堤無し時間最大)]	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル②(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり量の不確かさを考慮))]と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②単独)との組合せ津波		T.P.-4.9m

※:最大水位下降量に、朔望平均干潮位(T.P.-0.87m)を考慮した水位(小数点第二位を切り捨て)

余白

4. イベント堆積物及び行政機関による津波評価との比較

- 4. 1 検討方針
- 4. 2 イベント堆積物との比較
- 4. 3 行政機関(内閣府)による津波評価との比較
- 4. 4 行政機関(青森県)による津波評価との比較
- 4. 5 まとめ

余白

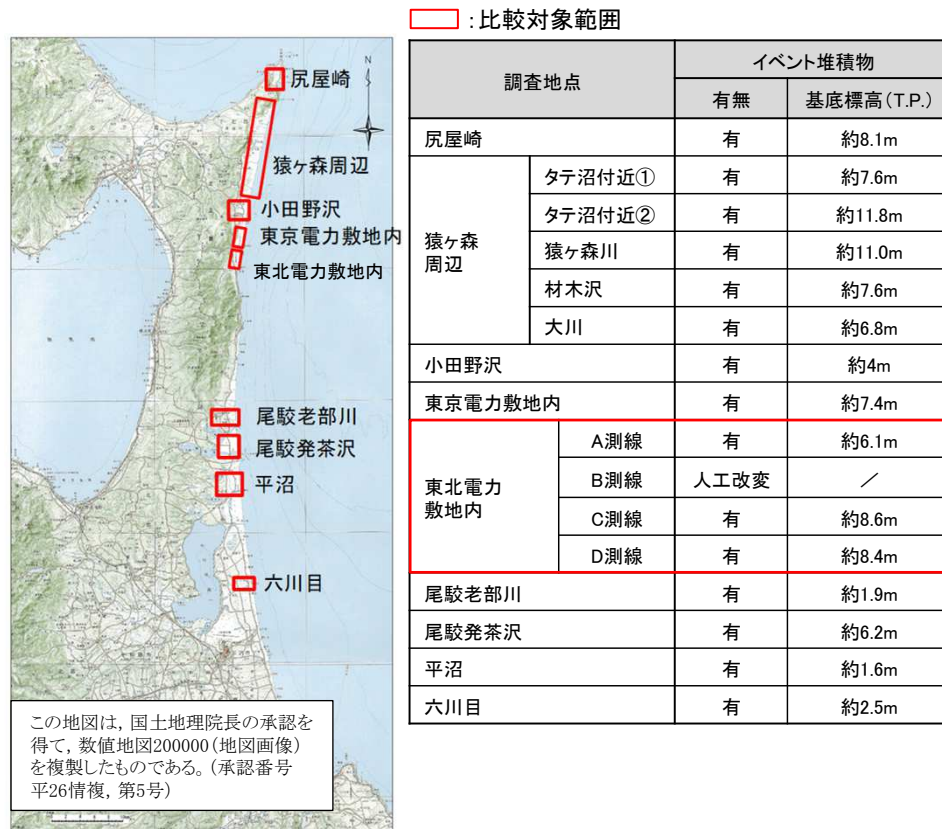
4. イベント堆積物及び行政機関による津波評価との比較

4.1 検討方針

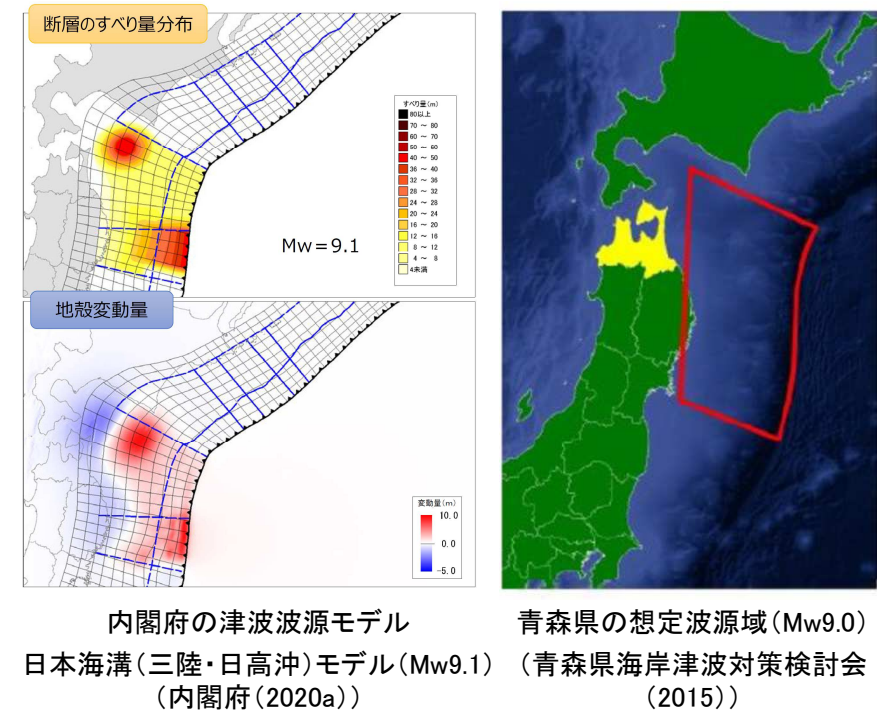
- ・ 策定した基準津波の妥当性を確認するため、イベント堆積物及び行政機関(内閣府※, 青森県)の津波評価との比較を行う。
- ・ イベント堆積物及び行政機関(内閣府, 青森県)による津波評価は水位上昇側の指標であることから, 上記比較は, 基準津波(水位上昇側)「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震[基準断層モデル①(青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(内閣府(2012)考慮))]と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②単独)との組合せ津波」(以下, 「基準津波(水位上昇側)」という。)を対象とする。

※: 基準津波策定にあたっての内閣府(2020a)による津波波源モデルの取扱い及び津波評価の反映方法の詳細は, 補足説明資料「Ⅱ. 内閣府(2020) 1. 津波波源モデルの取扱い及び津波評価の反映方法」に記載。

【青森県北部太平洋沿岸で認められたイベント堆積物】



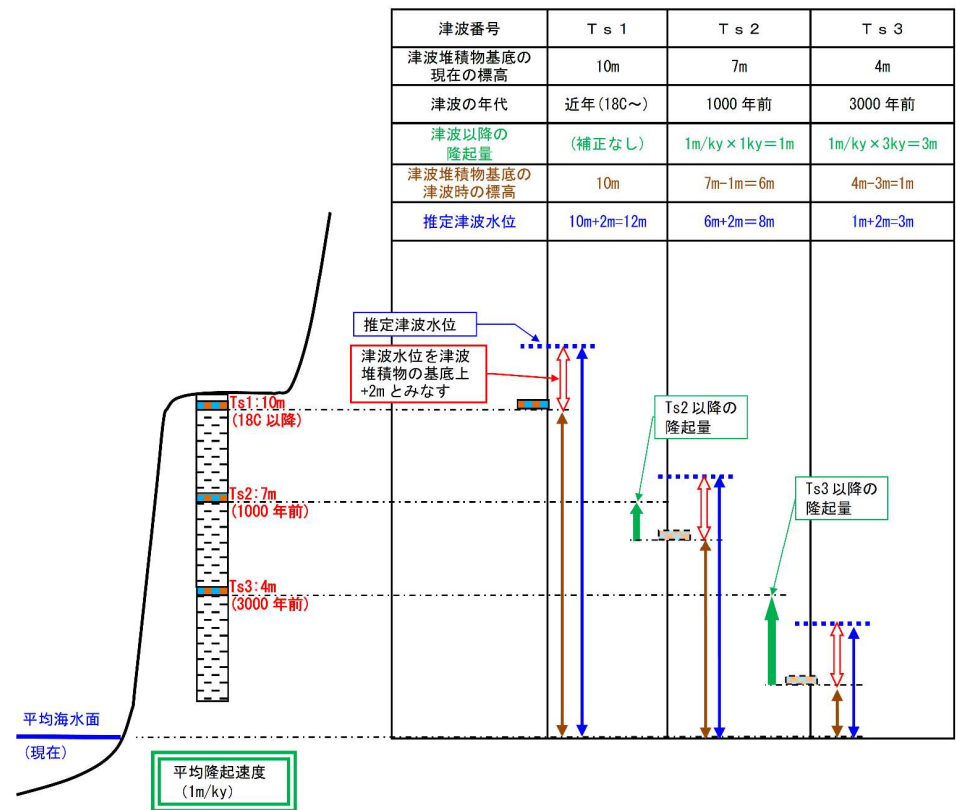
【行政機関(内閣府, 青森県)の津波評価】



4. イベント堆積物及び行政機関による津波評価との比較

4.2 イベント堆積物との比較: 津波堆積物と津波評価についての知見

- 津波堆積物と数値シミュレーションを組み合わせる歴史津波の波源を推定する取り組みが行われているもの(菅原ほか(2013)他), それらの評価の多くは堆積物分布と浸水域が一致すると仮定している。
- 一方, Goto et al.(2011)は, 津波堆積物の分布と浸水域とは必ずしも一致せず, 従来の評価手法による推定では津波を過小評価してしまう可能性を指摘している。
- 国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)は, 上記知見を踏まえ, 津波堆積物を用いて津波の評価を行う際, 堆積物の基底標高(地盤変動補正後)に2mを加えた値を推定津波水位として評価を行っている。



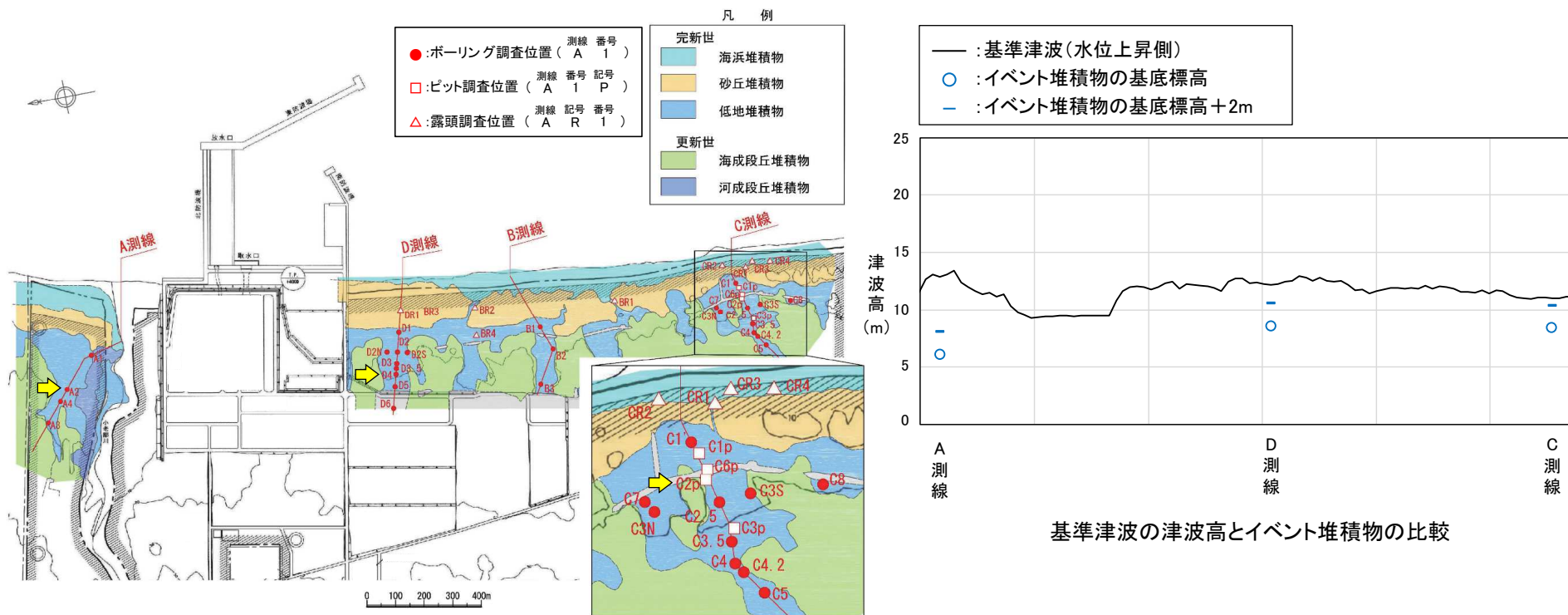
津波水位推定の考え方(国土交通省・内閣府・文部科学省(2014))

以上の知見を踏まえ, 数値シミュレーションによる津波水位がイベント堆積物の基底標高を2m以上上回ることを確認する。

4. イベント堆積物及び行政機関による津波評価との比較

4.2 イベント堆積物との比較

- ・ 基準津波と東通発電所敷地内のイベント堆積物の比較を以下に示す。
- ・ 比較の結果、基準津波(水位上昇側)は、イベント堆積物の基底標高を2m以上上回っていることを確認した。



東通発電所(東北電力)敷地内での津波堆積物調査地点

東通発電所(東北電力)敷地内のイベント堆積物*

測線	分布最高調査地点	基底標高
A測線	A2孔	約6.1m
C測線	C2p(ピット)	約8.6m
D測線	D4孔	約8.4m

*: B測線の分布標高は人工改変に伴う乱れにより評価できなかった。

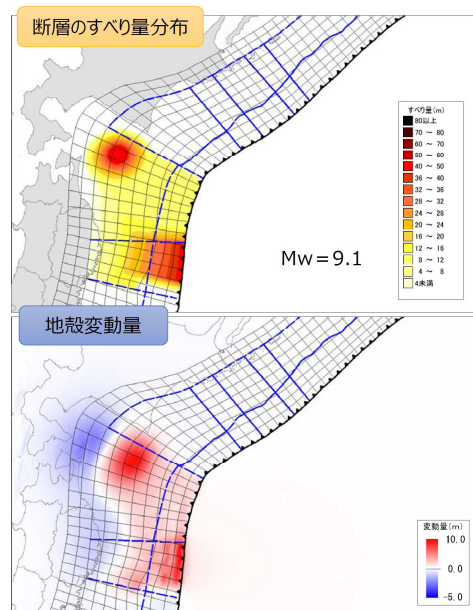
4. イベント堆積物及び行政機関による津波評価との比較

4.3 行政機関(内閣府)による津波評価との比較

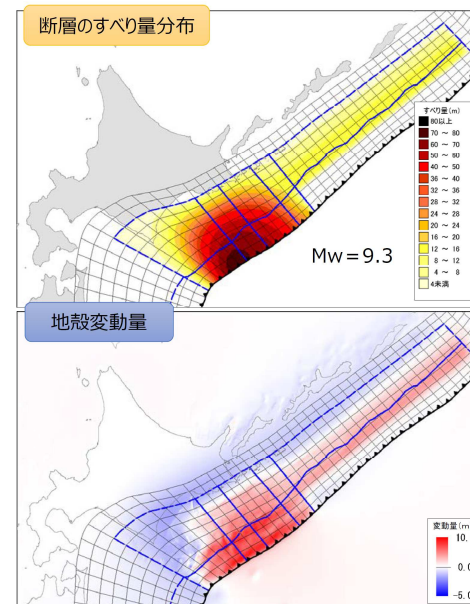
■内閣府(2020a)の津波評価(1/5)

- 内閣府(2020a)は、東日本大震災の教訓を踏まえ、津波堆積物調査等の科学的な知見をベースに、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な津波を検討している※。
- 津波断層モデルの構築について、岩手県から北海道の太平洋沿岸地域における津波堆積物資料を基に推定することを基本とし、東北地方～北海道日高支庁以西及び北海道東部の各海岸での津波堆積物は、その海岸に面した海域で発生した津波によるものと考え、大きな津波を発生させる地震の領域を、岩手県沖から北海道日高地方の沖合の日本海溝沿いの領域「日本海溝(三陸・日高沖)モデル」と、襟裳岬から東の千島海溝沿いの領域「千島海溝(十勝・根室沖)モデル」とに区別している。
- なお、日本海溝沿いと千島海溝沿いの地震の連動性について、「津波堆積物の年代資料からは詳細な分析は困難であるが、日本海溝(三陸・日高沖)モデルと千島海溝(十勝・根室沖)モデルのそれぞれから推計される津波は、二つの領域での地震が連動したか否かに関わらず、それぞれの領域における最大の津波によると考えられる津波堆積物を説明するモデルとなっている。」としている。

※: 基準津波策定にあたっての内閣府(2020a)による津波波源モデルの取扱い及び津波評価の反映方法の詳細は、補足説明資料「Ⅱ. 内閣府(2020) 1. 津波波源モデルの取扱い及び津波評価の反映方法」に記載。



日本海溝(三陸・日高沖)モデル
(内閣府(2020a))



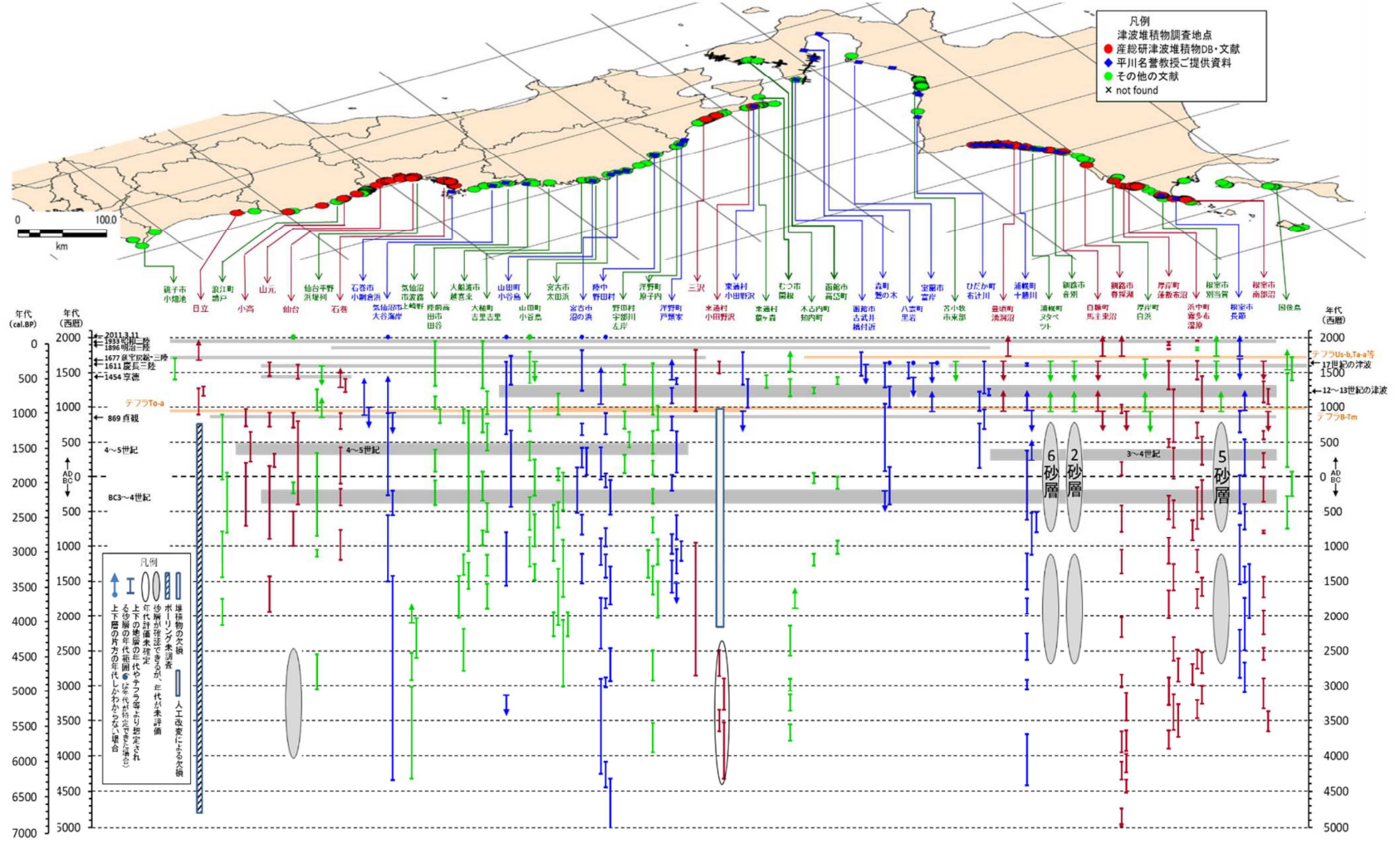
千島海溝(十勝・根室沖)モデル
(内閣府(2020a))

4. イベント堆積物及び行政機関による津波評価との比較

4.3 行政機関(内閣府)による津波評価との比較

■内閣府(2020a)の津波評価(2/5)

- 内閣府(2020a)は、岩手県から北海道太平洋沿岸地域における津波堆積物資料(産総研津波堆積物データベース, 各種文献等)から, 最大の津波によると考えられる津波堆積物は, 岩手県から北海道の日高支庁以西の海岸領域では, 12~13世紀あるいは1611年慶長三陸地震または17世紀に発生した津波によるものが相当し, 北海道の十勝支庁から根室支庁にかけての海岸領域では, 12~13世紀あるいは17世紀に発生した津波によるものとしている。



津波断層モデルの構築に用いた津波堆積物の調査資料(内閣府(2020a))

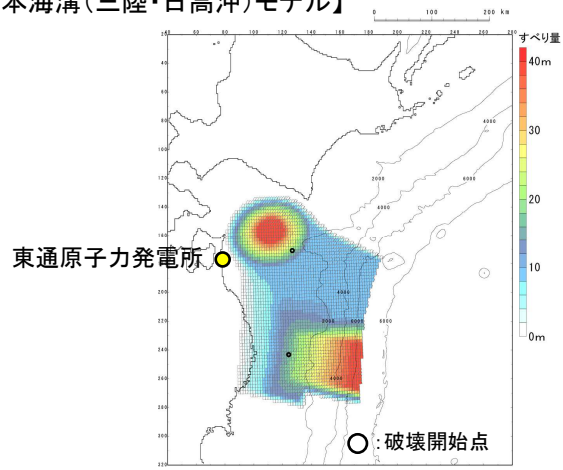
4. イベント堆積物及び行政機関による津波評価との比較

4.3 行政機関(内閣府)による津波評価との比較

■内閣府(2020a)の津波評価(3/5)

- 各モデルのすべり量分布, 破壊開始点位置及び主な断層諸元を以下に示す。
- 破壊開始点について, 日本海溝(三陸・日高沖)モデルは青森県, 岩手県沖の大すべり域に各々1箇所, 千島海溝(十勝・根室沖)モデルについては十勝沖・根室沖の大すべり域周辺に3箇所設定している。

【日本海溝(三陸・日高沖)モデル】

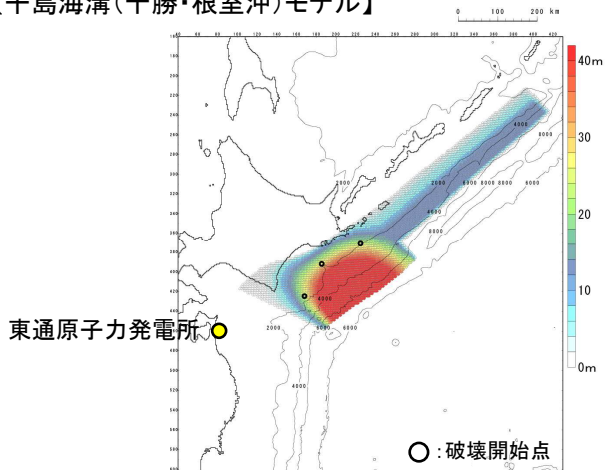


すべり量分布(合計)及び破壊開始点位置※2

主な断層諸元

パラメータ	設定値	備考(設定内容)
モーメントマグニチュード [*] (Mw)	9.08※3	(logMo-9.1)/1.5
断層面積(S)	76,332 (km ²)	内閣府(2020b)
平均すべり量(D)	14.76 (m)	内閣府(2020b)
最大すべり量(D _{max})	40.00 (m)	内閣府(2020b)
剛性率(μ)	4.63 × 10 ¹⁰ (N/m ²)	内閣府開示データ
地震モーメント(Mo)	5.21 × 10 ²² (Nm) ※3	μ · S · D
平均応力降下量(Δσ)	6.02 (MPa) ※3	7/16 · Mo · (S/π) ^{-3/2}
破壊伝播速度(Vr)	2.5 (km/s)	内閣府(2020a)
ライズタイム(τ)	60 (s)	内閣府(2020a)

【千島海溝(十勝・根室沖)モデル】



すべり量分布(合計)及び破壊開始点位置※2

主な断層諸元

パラメータ	設定値	備考(設定内容)
モーメントマグニチュード [*] (Mw)	9.29※3	(logMo-9.1)/1.5
断層面積(S)	123,141 (km ²)	内閣府(2020b)
平均すべり量(D)	18.77 (m)	内閣府(2020b)
最大すべり量(D _{max})	78.09 (m)	内閣府(2020b)
剛性率(μ)	4.63 × 10 ¹⁰ (N/m ²)	内閣府開示データ
地震モーメント(Mo)	1.07 × 10 ²³ (Nm) ※3	μ · S · D
平均応力降下量(Δσ)	6.03 (MPa) ※3	7/16 · Mo · (S/π) ^{-3/2}
破壊伝播速度(Vr)	2.5 (km/s)	内閣府(2020a)
ライズタイム(τ)	60 (s)	内閣府(2020a)

※2: 内閣府(2020b)に基づき作成

※3: 内閣府(2020b)及び内閣府開示データに基づき算定

4. イベント堆積物及び行政機関による津波評価との比較

4.3 行政機関(内閣府)による津波評価との比較

■内閣府(2020a)の津波評価(4/5)

- ・ 解析条件を以下に示す。

項目	本検討での計算条件
支配方程式	非線形長波式
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 ※地殻変動計算は東京大学地震研究所で開発された有限要素コードを用いて海洋研究開発機構で計算された結果を使用
動的断層パラメータの設定	破壊伝播速度 2.5km/s ライズタイム 60秒 ※破壊開始点については日本海溝モデルで2パターン、千島海溝モデルで3パターン考慮。今回示す計算結果はこれらを含めて表示。
潮位条件	朔望平均満潮位
計算格子間隔	陸域：10m 海域：10 m～3,240 m (ネスティング)
境界条件	陸側：小谷ほか(1998) 沖側：完全無反射
地震による地盤変動	<p>海域：隆起・沈降を考慮 陸域：沈降のみ考慮</p> <p>※海岸での津波の高さは陸域の沈降量を加算</p> <p>陸域の隆起量をゼロとし、海岸からの距離が10kmの範囲で海底の隆起量を低減しスムーズに接続</p> <p>10km</p>
計算時間	12時間
計算時間間隔	C.F.L.条件を満たすとともに計算の安定性等を考慮して設定
打ち切り水深	1cm
堤防等施設	<ul style="list-style-type: none"> ・津波が越流した段階で破堤 ・地震動による影響(破壊・沈下)は震度6弱以上のエリアを対象とし、地震発生から2分後に破壊・沈下とした。 <p>※過去の被害等を参考に震度6弱を閾値としたが、実際にはこれより小さな震度でも地盤条件等により影響が出る場合もあることに留意。</p> <p>なお、沈下量は各道県で浸水想定が作成された際のデータを参考に設定。なお、若手・宮城については今回は耐震性が図られていないと仮定。</p>

- ・各種データについては、各機関でとりまとめられた成果を収集するとともに、各道県からも津波浸水想定に用いているデータ等を提供いただいた。
- ・なお、宮城県については最新の堤防データ等が未整備のため、震災前のデータを用いて計算を行った。

4. イベント堆積物及び行政機関による津波評価との比較

4.3 行政機関(内閣府)による津波評価との比較

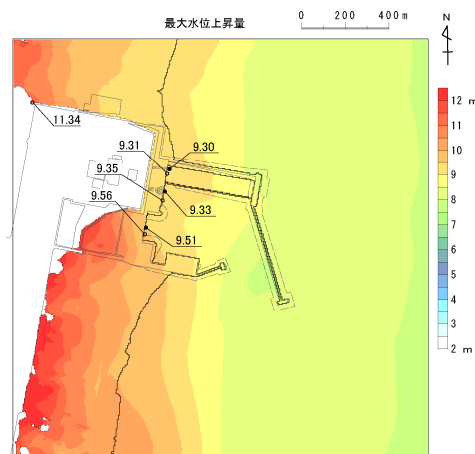
■ 基準津波(水位上昇側)と内閣府(2020a)による津波評価の比較

- ・ 基準津波(水位上昇側)と内閣府(2020a)による日本海溝(三陸・日高沖)モデルの最大水位上昇量の比較を以下に示す。
- ・ 比較の結果, 基準津波(水位上昇側)は, 内閣府(2020a)の最大水位上昇量を上回っていることを確認した。

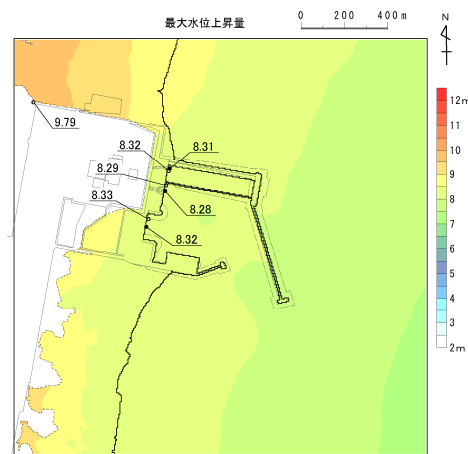
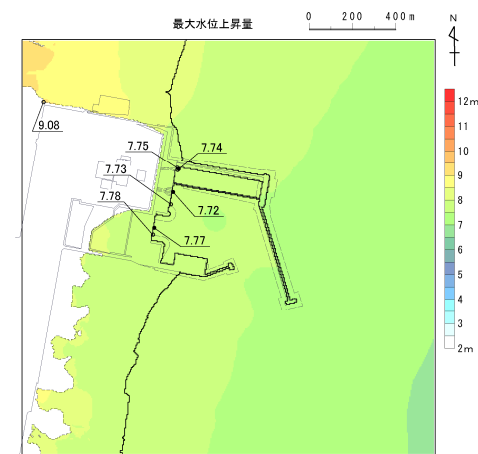
【水位上昇側】

波源モデル		最大水位上昇量(m)			
		敷地前面	取水口前面	補機冷却海水系取水口前面	放水路護岸前面
基準津波 (水位上昇側)	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 (基準断層モデル①)と日高舟状海盆の海底地すべり (地すべり②単独)の組合せ津波	11.34	9.35	9.56	9.31
内閣府(2020a)	日本海溝 (三陸・日高沖) モデル※	9.79	8.29	8.33	8.32
	青森県沖に破壊開始点を 設定したケース	9.08	7.73	7.78	7.75

(最大水位上昇量分布)



基準津波(水位上昇側)

日本海溝(三陸・日高沖)モデル※
(青森県沖に破壊開始点を
設定したケース)日本海溝(三陸・日高沖)モデル※
(岩手県沖に破壊開始点を
設定したケース)

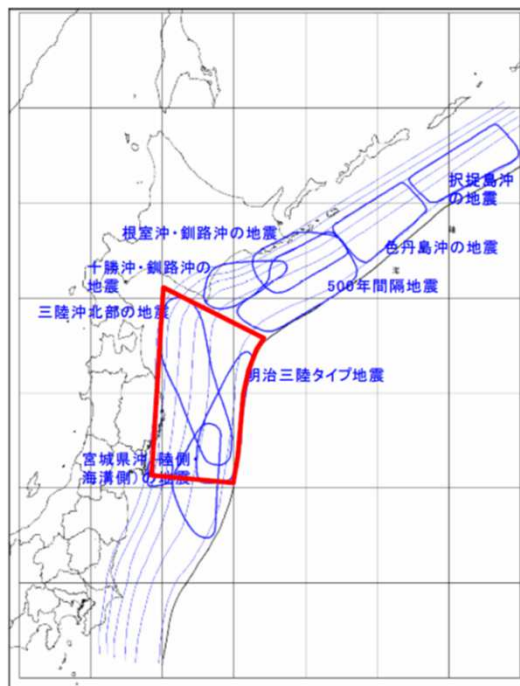
※:内閣府(2020b)に基づき解析

4. イベント堆積物及び行政機関による津波評価との比較

4.4 行政機関(青森県)による津波評価との比較

■青森県海岸津波対策検討会(2012)の津波評価(1/2)

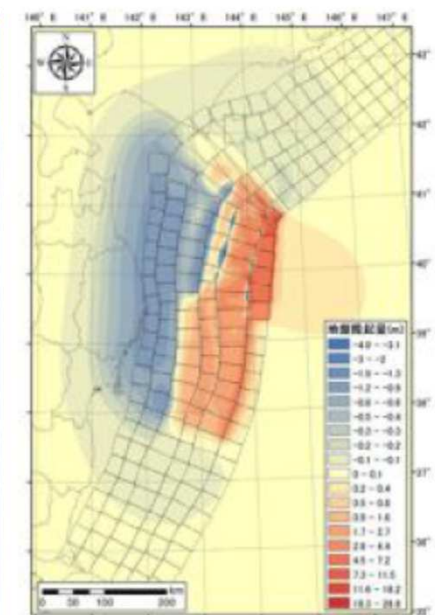
- 青森県海岸津波対策検討会(2012)においては、太平洋沿岸に最大クラスの津波をもたらす地震として、中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」で検討された「三陸沖北部の地震(Mw8.4)」と「明治三陸タイプ地震(Mw8.6)」の領域を網羅する「H24青森県太平洋側独自断層モデル(Mw9.0)(以下、「青森県独自断層モデル」という。)」を設定し、評価を実施している。
- 青森県独自断層モデルは、2011年東北地方太平洋沖地震から得られた知見を踏まえ、青森県東方沖及び岩手県沖北部の海溝沿いに大すべり域を設定している。
- なお、青森県(2021)では、青森県独自断層モデルに加え、内閣府(2020a)による日本海溝(三陸・日高沖)モデル、千島海溝(十勝・根室沖)モデルを用いた津波解析を実施し、それらの最大包絡から津波浸水想定を再評価しているが、内閣府(2020a)による津波評価との比較は、「4.3 行政機関(内閣府)による津波評価との比較」で実施していることから、青森県による津波評価との比較は、青森県独自断層モデルの評価と比較する。



H24青森県太平洋側独自断層モデルの想定波源域
(中央防災会議(2006)に一部加筆)



震源域



地盤変動量

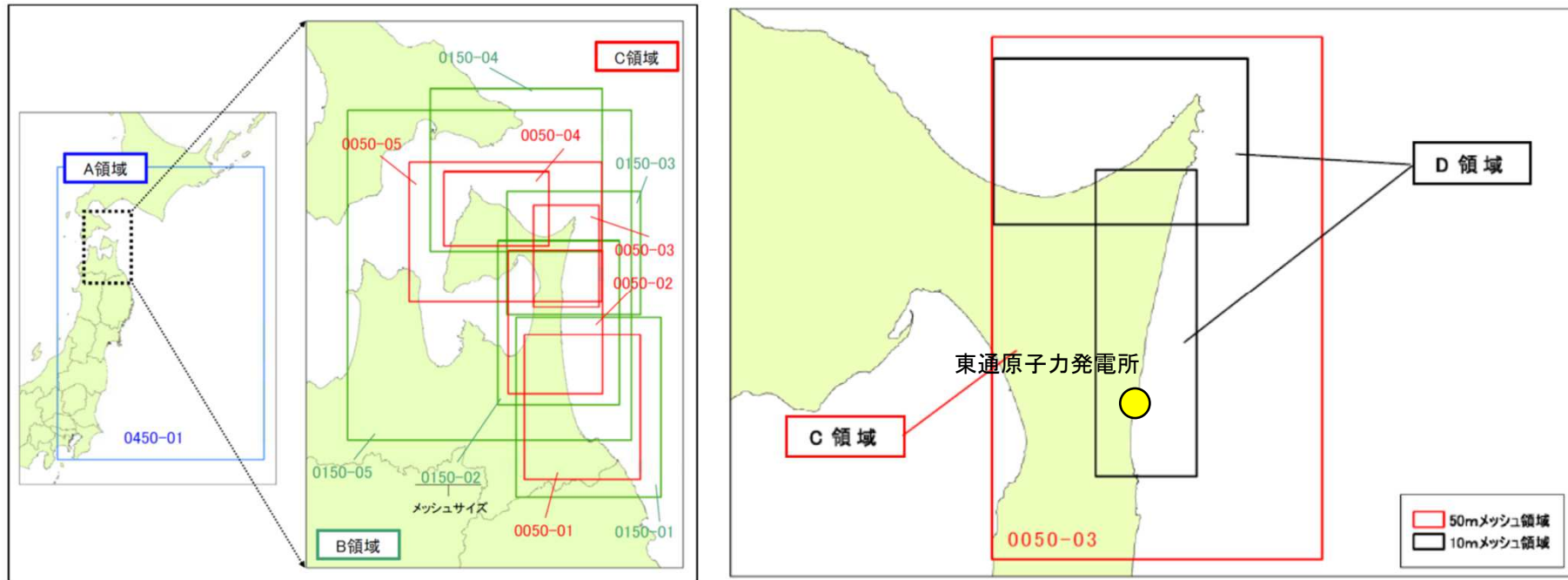
H24青森県太平洋側独自断層モデル(Mw9.0)の震源域及び地盤変動量
(青森県海岸津波対策検討会(2015))

4. イベント堆積物及び行政機関による津波評価との比較

4.4 行政機関(青森県)による津波評価との比較

■青森県海岸津波対策検討会(2012)の津波評価(2/2)

- 解析条件を以下に示す。



解析領域(青森県海岸津波対策検討会(2012)に一部加筆)

解析条件

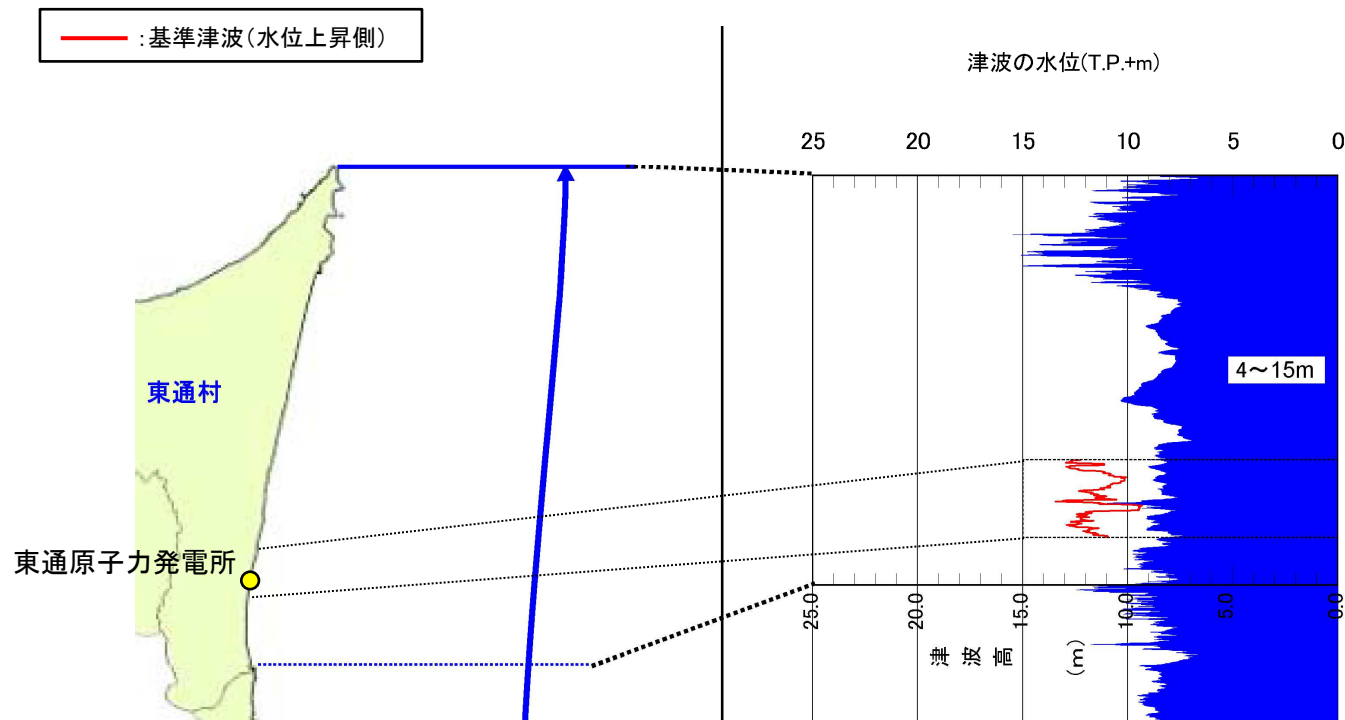
計算格子間隔	A領域: 450m, B領域: 150m, C領域: 50m, D領域: 10m
初期潮位	T.P.+0.681m
計算時間	4時間
計算時間間隔	0.1秒

4. イベント堆積物及び行政機関による津波評価との比較

4.4 行政機関(青森県)による津波評価との比較

■ 基準津波(水位上昇側)と青森県海岸津波対策検討会(2012)による津波評価の比較

- ・ 基準津波(水位上昇側)と青森県海岸津波対策検討会(2012)による東通発電所周辺の海岸線上の津波水位の比較を以下に示す。
- ・ 比較の結果、基準津波(水位上昇側)の評価結果は、青森県海岸津波対策検討会(2012)の評価結果を上回っていることを確認した。



基準津波(水位上昇側)と青森県海岸津波対策検討会(2012)による東通発電所周辺の海岸線上の津波水位の比較※
(青森県海岸津波対策検討会(2012)に一部加筆)

※: 青森県評価では朔望平均満潮位を考慮した水位を表示。一方、基準津波(水位上昇側)では最大水位上昇量を表示(朔望平均満潮位は考慮していない)。

4. イベント堆積物及び行政機関による津波評価との比較

4.5 まとめ

- ・ 基準津波の妥当性を確認するため、発電所敷地内で認められたイベント堆積物及び行政機関(内閣府, 青森県)の津波評価との比較を行った。
- ・ 比較の結果, 基準津波(水位上昇側)の津波水位は, イベント堆積物及び行政機関(内閣府, 青森県)の津波水位を上回ることを確認した。
- ・ 以上から, 基準津波の妥当性を確認した。

参考文献

参考文献

1. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2019):日本海溝沿いの地震活動の長期評価(第三版)
2. 公益社団法人土木学会原子力土木委員会津波評価小委員会(2016):原子力発電所の津波評価技術 2016
3. 相田勇(1977):三陸沖の古い津波のシミュレーション,地震研究所彙報, Vol.52, pp.71-101
4. 内閣府(2012):南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について(第一次報告) 巻末資料,南海トラフの巨大地震モデル検討会
5. 阿部勝征(1989):地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測,東京大学地震研究所彙報, Vol.64, pp.51-69
6. 内閣府(2020a):日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討について(概要報告),日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会
7. 青森県海岸津波対策検討会(2015):第7回資料(平成27年3月19日)
8. 菅原大助・今村文彦・松本秀明・後藤和久・箕浦幸治(2013):貞観津波と東日本大震災の津波,東日本大震災を分析する2 震災と人間・まち・記録,明石書店, pp.179-188
9. Goto, K., Chagué-Goff, C., Fujino, S., Goff, J., Jaffe, B., Nishimura, Y., Richmond, B., Sugawara, D., Szczuciński, W., Tappin, D.R., Witter, R. and Yulianto, E.(2011): New insights of tsunami hazard from the 2011 Tohoku-oki event. Marine Geology, 290, pp.46-50
- 10.国土交通省・内閣府・文部科学省(2014):日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書
- 11.内閣府(2020b):G空間情報センターHP,内閣府 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討会/津波断層モデル(3)津波断層パラメータ(最終更新2020年12月16日), <https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/2-003>
- 12.青森県海岸津波対策検討会(2012):青森県海岸津波対策検討会検討結果(平成24年10月)
- 13.青森県(2021):津波浸水想定について(解説)(令和3年5月27日)
- 14.内閣府中央防災会議 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会(2006):日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会報告について