

2025年5月15日
原子力専門有識者会合(第7回)資料

泊発電所3号機 基準津波について 【解説版】

令和7年5月15日
北海道電力株式会社

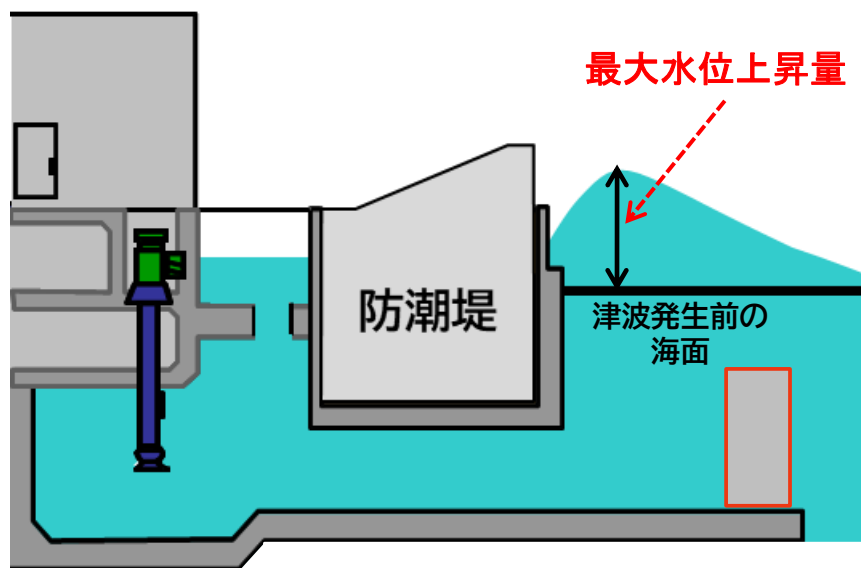
1. 基準津波とは	3
2. 既往津波の文献調査	5
3. 津波評価手法及び評価条件	6
4. 地震に伴う津波	7
5. 地震以外の要因に伴う津波	9
6. 地震に伴う津波と津波以外の要因に伴う津波の組合せ	10
7. 基準津波の策定	12
(参考) 年超過確率	13

1. 基準津波とは

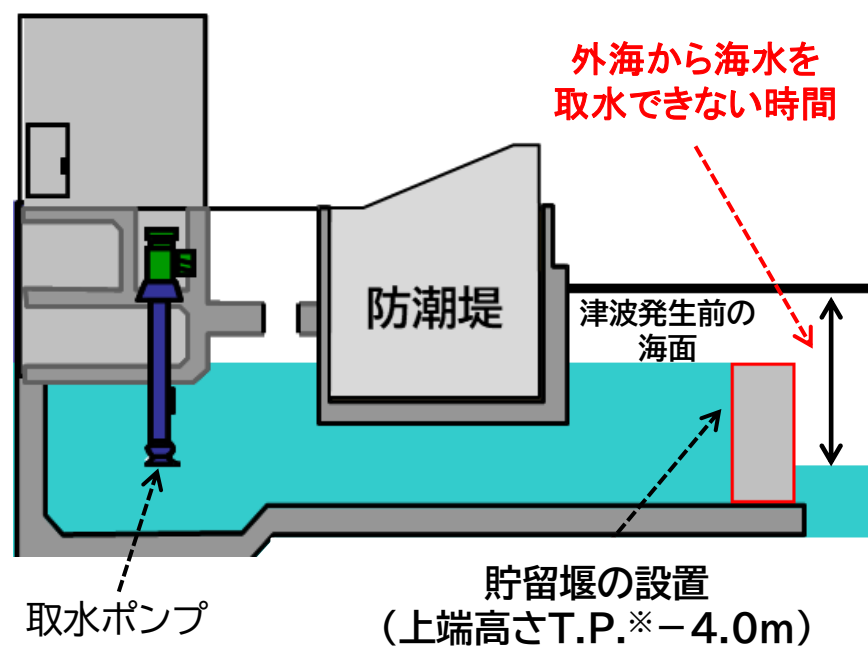
基準津波とは

- 原子力発電所では、津波が発生した場合でも重大事故を起こさないよう各種安全対策を実施するため、発電所に来襲する恐れがある最大規模の津波(基準津波)を策定する必要があります。
- 基準津波では、水位が上昇する際の最大水位、水位が低くなる際に外海から海水を取水できない時間を評価します。

【水位上昇側イメージ図】



【水位下降側イメージ図】

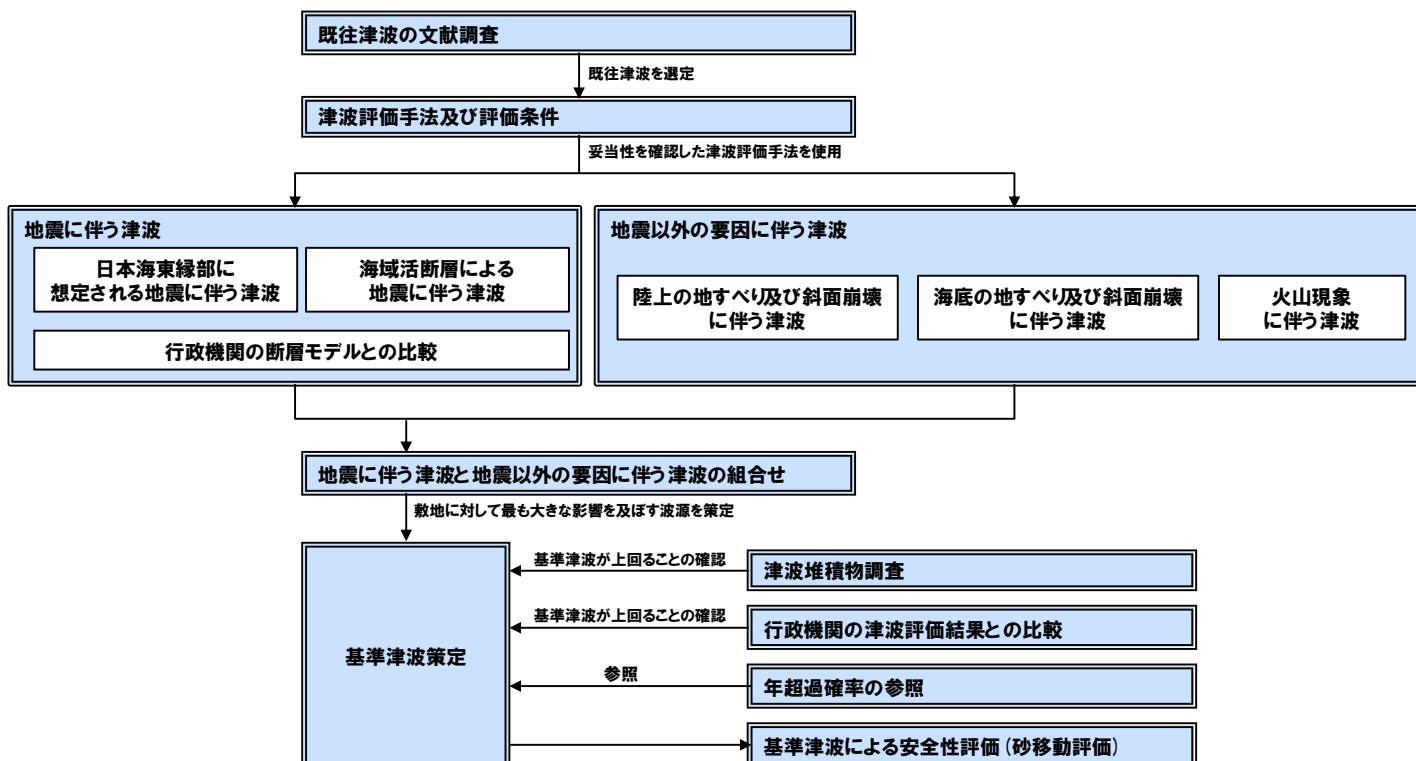


1. 基準津波とは

検討フロー

- 基準津波の策定の流れは以下の通りです。
- まず、泊発電所の敷地周辺に来襲した可能性のある津波について調査します。
- 津波波源の発生要因として、
 - ①地震 ②地震以外 ③地震と地震以外の組合せ
 を評価し、敷地に対して最も大きな影響を及ぼす波源を基準津波として策定します。
- また、策定した基準津波に対して、様々な観点から、基準津波の妥当性を確認します。

【基準津波に関する津波評価の全体の検討フロー】



2. 既往津波の文献調査

既往津波の文献調査

○敷地への影響が大きいと考えられる津波発生要因を検討するため、泊発電所が面している日本海で、過去に起きた津波について文献調査を実施し、敷地への影響が大きかったと考えられる津波として図の①～⑤を抽出しました。

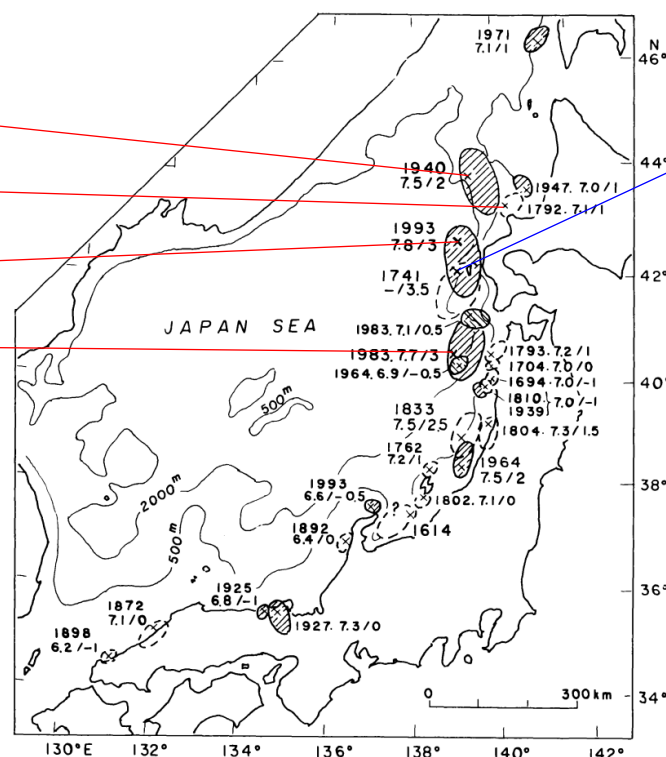
○そのうち、敷地周辺での最大の津波は③1993年北海道南西沖地震津波でした。

○また、①～④の津波は日本海東縁部を波源とする地震に伴う津波でした。

【地震に伴う津波】

- ①1940年積丹半島沖地震津波
- ②1792年(後志)地震津波
- ③1993年北海道南西沖地震津波
- ④1983年日本海中部地震津波

波源を確認した結果、敷地への影響が大きかったと考えられる過去に起きた津波①～④は、日本海東縁部を波源とする地震に伴う津波であった。



【地震以外に伴う津波】

- ⑤1741年(渡島西岸)津波

波源を確認した結果、敷地への影響が大きかったと考えられる過去に起きた津波⑤は、火山現象(渡島大島の山体崩壊)を波源とする地震以外の要因に伴う津波であった。

【凡 例】

- ・破線: 1600年～1894年の津波波源
- ・斜線: 1894年～1994年の津波波源
- ・各波源の付記: [発生源]・[地震規模M] / [津波規模m]

日本海を波源域とする既往津波(羽鳥(1995)に一部加筆)

3. 津波評価手法及び評価条件

津波評価手法及び評価条件

- 泊発電所の施設配置を踏まえて、津波の評価地点及び地形モデルを検討します。
- 津波による施設への影響として、津波の高さや引き波時の取水影響などについて検討します。



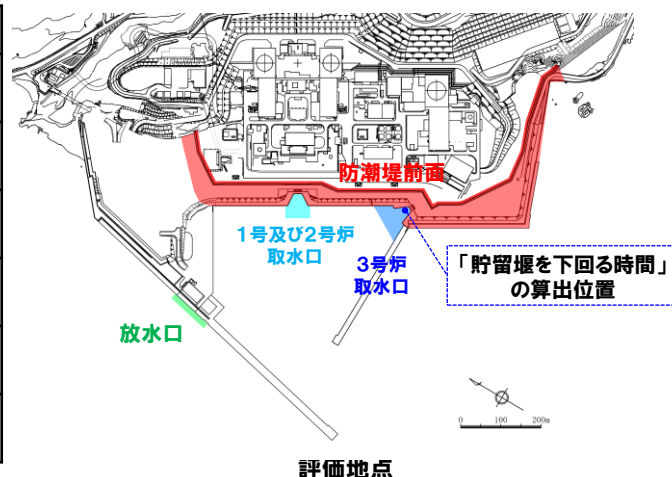
- 基準津波の策定にあたっては、水位上昇側※¹では最大水位上昇量、水位下降側※²では貯留堰※³を下回る時間(外海から海水を取水できない時間)の観点で評価します。
- また、泊発電所には様々な方向から津波が来襲する特徴があり、津波評価への影響が大きいと想定される防波堤の損傷状態を考慮した評価(厳しい状況設定)をします。

※1 水位上昇側: 津波により、水位が上昇する状態

※2 水位下降側: 津波が引いて、水位が低くなる状態

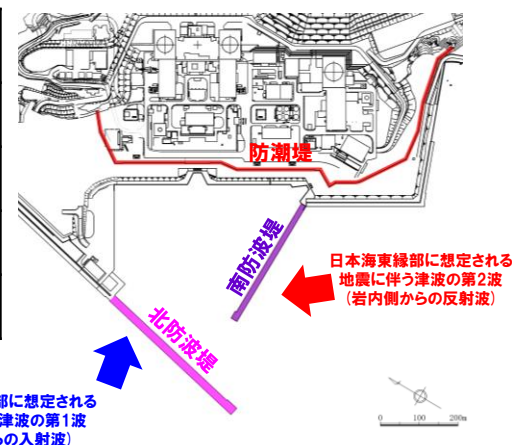
※3 貯留堰: 引き波の際に、海水の取水が継続できるようにする設備

《評価地点》



《地形モデル(防波堤の損傷状態)》

地形モデル (防波堤の損傷状態)
健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり)
防波堤の損傷を考慮した地形モデル① (北防波堤なし-南防波堤なし)
防波堤の損傷を考慮した地形モデル② (北防波堤あり-南防波堤なし)
防波堤の損傷を考慮した地形モデル③ (北防波堤なし-南防波堤あり)



防波堤の損傷の考慮

4. 地震に伴う津波

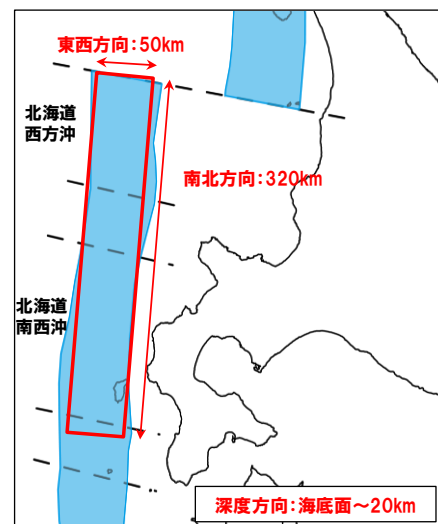
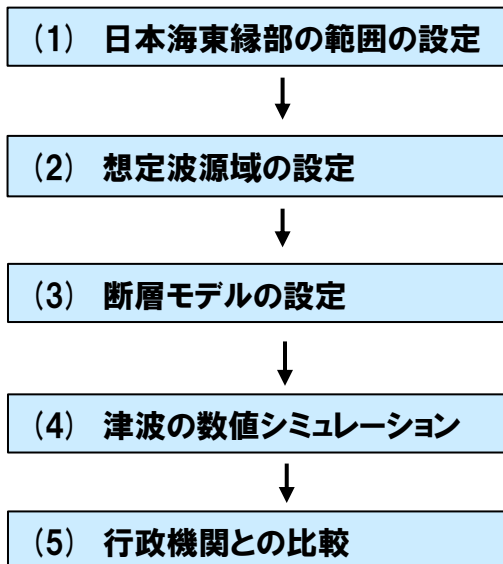
日本海東縁部を波源とする地震

○敷地への影響が大きかったと考えられる過去の津波には、日本海東縁部を波源とする津波が複数確認されたことから、「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」について検討しました。

【検討内容】

- 日本海東縁部は明瞭なプレート境界が形成されておらず、地震の発生メカニズムが複雑であることから、津波が発生するであろう領域を設定する前に、既往の知見及び敷地周辺海域の地形的特徴を整理します。
- 既往の知見以上の津波が発生する可能性は低いと考えられますが、2011年東北地方太平洋沖地震では広い領域で地震が連動したことも踏まえ、北海道南西沖～北海道西方沖の連動を考慮して、「想定波源域」を設定します。
- 断層モデルを基に、津波の数値シミュレーションを実施し、最大ケースを選定します。
- また、「行政機関の断層モデル」と「当社の断層モデル」について、波源設定の考え方及び解析条件等を比較し、「当社の日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の断層モデル」が安全側の設定となっていることを確認します。

【検討フロー】



「日本海東縁部の範囲」と「想定波源域」

4. 地震に伴う津波

津波の数値シミュレーション

○「日本海東縁部に想定される地震に伴う地震」に加え、泊発電所の周辺海域に分布している「海域活断層による地震に伴う津波」も評価しました。

○日本海東縁部と海域活断層による津波について数値シミュレーションした結果が以下の表です。

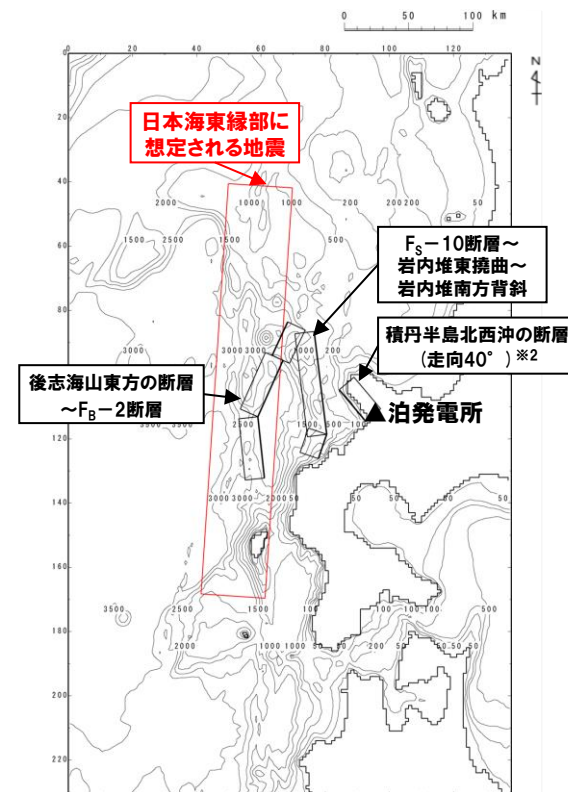
【検討結果】

○組合せ対象(地震に伴う津波)として、水位上昇量、貯留堰を下回る時間が最も大きい「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」を選定しました。

【津波の数値シミュレーション結果(健全地形モデル※1)】

評価地点	日本海東縁部に 想定される地震に 伴う津波	海域活断層による地震に伴う津波				
		F _s -10断層～ 岩内堆東撓曲～ 岩内堆南方背斜	積丹半島北西沖の断層			後志海山東方の断層 ～F _B -2断層
			走向0°	走向20°	走向40°	
	水位変動量, 時間	水位変動量, 時間	水位変動量, 時間	水位変動量, 時間	水位変動量, 時間	水位変動量, 時間
防潮堤前面 (水位上昇量)	10.20m	6.67m	1.61m	2.31m	1.25m	6.14m
3号炉取水口 (水位上昇量)	8.50m	4.70m	1.63m	1.34m	1.17m	5.11m
1号及び2号炉取水口 (水位上昇量)	8.63m	4.69m	1.52m	1.35m	1.16m	5.03m
放水口 (水位上昇量)	9.20m	3.80m	1.52m	1.37m	1.31m	4.62m
3号炉取水口 (水位下降量) (参考値)	9.11m	4.28m	2.26m	1.97m	1.73m	5.11m
貯留堰前面 (貯留堰を下回る時間)	706s	33s	0s	0s	0s	83s

黄ハッチングは評価地点の最大ケースである。



地震に伴う津波 位置図

※2 積丹半島北西沖の断層は、走向40° の場合を掲載

※1 健全地形モデル: 防潮堤の損傷がない通常状態の地形。

5. 地震以外の要因に伴う津波

津波の数値シミュレーション

○地震以外の要因に伴う津波として、「陸上の地すべり及び斜面崩壊」、「海底の地すべり及び斜面崩壊」及び「火山現象」に伴う津波について検討します。

○上記事象に伴い、敷地への影響が最大となる津波の波源を選定しました。

【検討結果】

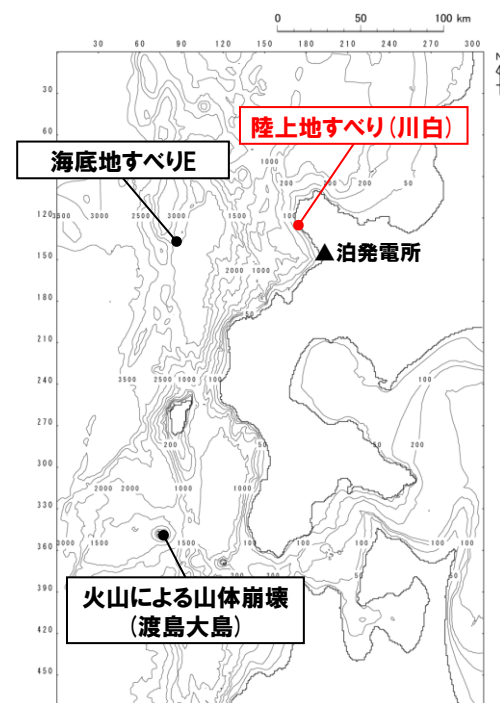
○組合せ対象(地震以外の要因に伴う津波)として、水位上昇量、貯留堰を下回る時間が最も大きい「陸上地すべり(川白※)」を選定しました。

※川白: 神恵内村川白地区

【津波の数値シミュレーション結果(健全地形モデル)】

評価地点	地震以外の要因に伴う津波		
	陸上の地すべり及び斜面崩壊	海底の地すべり及び斜面崩壊	火山現象
	陸上地すべり(川白)	海底地すべりE	火山による山体崩壊(渡島大島)
	水位変動量, 時間	水位変動量, 時間	水位変動量, 時間
防潮堤前面 (水位上昇量)	4.92m	0.24m	1.59m
3号炉取水口 (水位上昇量)	3.45m	0.22m	1.32m
1号及び2号炉取水口 (水位上昇量)	3.64m	0.22m	1.22m
放水口 (水位上昇量)	5.91m	0.24m	1.13m
3号炉取水口 (水位下降量) (参考値)	4.18m	0.16m	1.01m
貯留堰前面 (貯留堰を下回る時間)	38s	0s	0s

黄ハッチングは評価地点の最大ケースである。



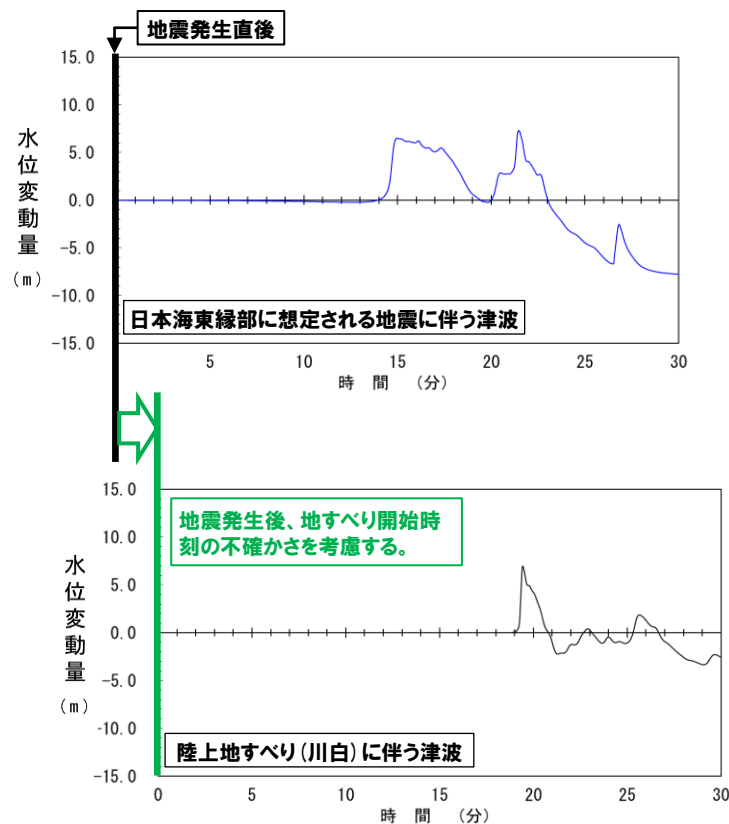
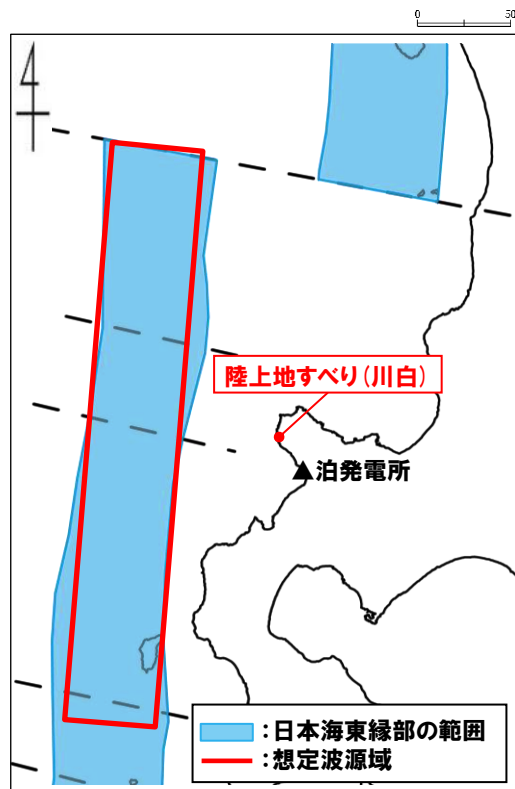
地震以外の要因に伴う津波 位置図

6. 地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

- 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波と陸上地すべり(川白)に伴う津波の組合せを対象とします。
- 組合せの検討にあたっては、日本海東縁部に想定される地震の発生後、地すべり開始時刻の不確かさを考慮することで、敷地に影響を及ぼす最大の津波を考えます。

《日本海東縁部と陸上地すべり(川白)の位置関係》



6. 地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

○敷地への影響が最大となるような津波を組合せるには、以下の観点で実施します。

- ・水位上昇側・・・評価地点において水位上昇量が最大となるように
- ・水位下降側・・・貯留堰を下回る時間が最大となるように（外海から海水を取水できない時間が最大）

○泊発電所に来襲する津波の特徴から、

- ・水位上昇側では、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の全波源の中から、陸上地すべり(川白)のピークと重なり、水位が高くなる波源を対象とした組合せ評価を行います。
- ・水位下降側では、貯留堰を下回る時間が最大になる場合に、敷地への影響が最大になることから、貯留堰を下回る時間が長い波源と陸上地すべり(川白)との組合せ評価を行います。

【組合せ評価を行う際の着目点】

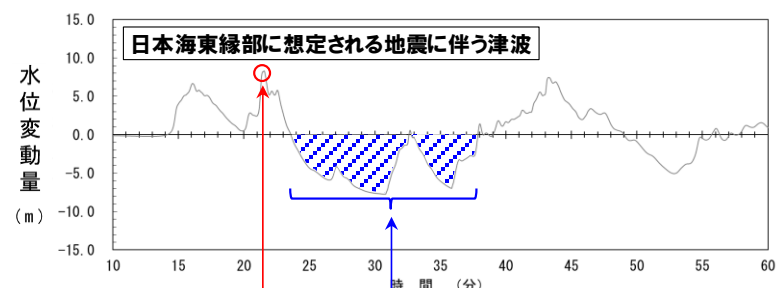
○水位上昇側（水位上昇量）と水位下降側（貯留堰を下回る時間）では、敷地に対して大きな影響を及ぼす津波の組合せ評価において、着目すべき観点が以下のとおり異なる。

《水位上昇側の組合せ評価》

○水位上昇量が最大となる場合に、敷地への影響が最大となることから、**水位上昇量が大きくなるように「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」と「陸上地すべり(川白)に伴う津波」の「上昇側のピーク」が重なるかどうかの影響が大きい。**

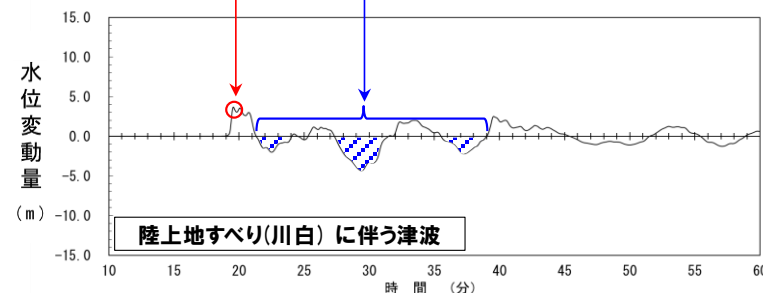
《水位下降側の組合せ評価》

○貯留堰を下回る時間が最大となる場合に、敷地への影響が最大となることから、**貯留堰を下回る時間が大きくなるように「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」と「陸上地すべり(川白)に伴う津波」の「下降側の波」が重なるかどうかの影響が大きい。**



【水位上昇の組合せ評価】
「水位上昇量」の評価にあたっては、「**上昇側のピーク**」が重なるかどうかの影響が大きい。

【水位下降側の組合せ評価】
「貯留堰を下回る時間」の評価にあたっては、「**下降側の波**」が重なるかどうかの影響が大きい。



7. 基準津波の策定

基準津波の策定

- 基準津波は「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波と陸上地すべり(川白)に伴う津波の組合せ」における地形モデル(防波堤の損傷の有無を考慮)ごとの各評価点における水位上昇量及び貯留堰を下回る時間が最大となる津波波源を選定しました。
- 水位上昇側については、波源が一部重複する結果となりましたが、断層パターン・波源位置・津波の組合せの時間差等が異なる8波源を基準津波として選定しました(基準津波 A～H)。
- 水位下降側については、波源の重複はなく、4波源を基準津波として選定しました(基準津波 I～L)。
- これらの波源における最大値は、防潮堤前面の水位上昇量は15.68m、貯留堰を下回る時間は863秒でした。

【基準津波(水位上昇側)】

評価地点	健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり)		防波堤の損傷を考慮した地形モデル① (北防波堤なし-南防波堤なし)		防波堤の損傷を考慮した地形モデル② (北防波堤あり-南防波堤なし)		防波堤の損傷を考慮した地形モデル③ (北防波堤なし-南防波堤あり)	
	水位上昇量	基準津波	水位上昇量	基準津波	水位上昇量	基準津波	水位上昇量	基準津波
防潮堤前面 (水位上昇量)	13.44m	基準津波A	15.65m	基準津波E	14.98m	基準津波E	15.68m	基準津波F
3号炉 取水口 (水位上昇量)	10.45m	基準津波B	13.14m	基準津波F	11.86m	基準津波E	12.89m	基準津波B
1号及び2号炉 取水口 (水位上昇量)	9.34m	基準津波C	12.74m	基準津波E	12.01m	基準津波G	11.50m	基準津波H
放水口 (水位上昇量)	10.91m	基準津波D	10.84m	基準津波D	10.85m	基準津波D	10.66m	基準津波D

※4地形モデル×4評価地点=16波源に対して、一部の波源が重複する(同一波源が選定される)ため、基準津波 A～基準津波 Hの8波源となる。

【基準津波(水位下降側)】

評価地点	健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり)		防波堤の損傷を考慮した地形モデル① (北防波堤なし-南防波堤なし)		防波堤の損傷を考慮した地形モデル② (北防波堤あり-南防波堤なし)		防波堤の損傷を考慮した地形モデル③ (北防波堤なし-南防波堤あり)	
	時間	基準津波	時間	基準津波	時間	基準津波	時間	基準津波
貯留堰前面 (貯留堰を 下回る時間)	721s	基準津波I	698s	基準津波J	743s	基準津波K	863s	基準津波L

(参考) 年超過確率

年超過確率

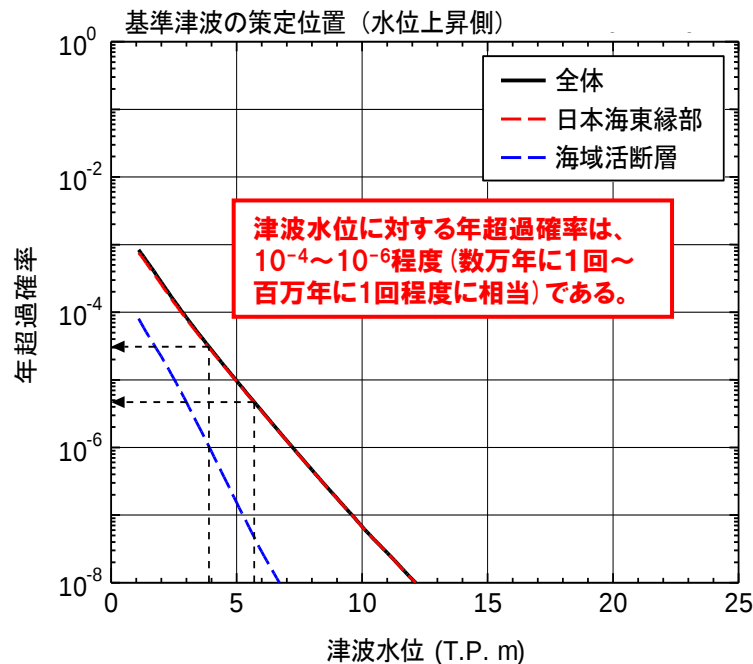
○津波に関する年超過確率とは、「基準津波を上回る大きさの津波の1年あたりの発生確率」を表しています。この年超過確率をもとに、プラント側の確率論的リスク評価(PRA)※を行っています。

※原子力発電所で発生するあらゆる事故を対象として、その発生頻度と影響を定量的に評価し安全性の度合いを検討する手法。

○地震の発生頻度や津波シミュレーションより得られた津波水位等を基に、基準津波の策定位置における基準津波の年超過確率を検討し、その検討結果は、 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 程度(数万年に1回～百万年に1回程度に相当)である※と評価しています。

※基準津波を上回る大きさの津波の発生確率は、1年あたり0.01%～0.0001%程度であることを表しています。

【水位上昇側】



【水位下降側】

