

泊発電所3号炉

基準津波に関する検討方針について

(令和4年5月27日審査会合における指摘事項に対するコメント回答)

令和4年6月17日
北海道電力株式会社

令和4年5月27日審査会合における指摘事項に対する回答方針

○令和4年5月27日審査会合における指摘事項に対する回答方針を以下に示す。

No	指摘事項	回答方針														
1	<p>次回会合をできるだけ早く実施し、基準津波策定までの検討方針について説明を行うこと。また、今後実施するそれぞれの検討項目については、基準津波の策定の結果まで一度に説明するのではなく、検討項目毎に資料が整い次第説明を行うこと。</p>	<p>○基準津波策定までの検討項目毎に、検討方針を先に説明する。 ○基準津波策定までの検討結果を、以下のスケジュールで取りまとめて説明する予定である。</p> <table border="1" data-bbox="1020 519 1904 793"> <thead> <tr> <th data-bbox="1020 519 1646 568">検討項目</th> <th data-bbox="1646 519 1904 568">資料提出時期</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1020 568 1646 605">① 既往津波の検討</td> <td data-bbox="1646 568 1904 605">8月上旬</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1020 605 1646 642">② 地震に伴う津波</td> <td data-bbox="1646 605 1904 642">7月上旬</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1020 642 1646 679">③ 地震以外の要因に伴う津波</td> <td data-bbox="1646 642 1904 679">8月上旬</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1020 679 1646 716">④ 地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ</td> <td data-bbox="1646 679 1904 716">8月上旬</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1020 716 1646 753">⑤ 基準津波の策定</td> <td data-bbox="1646 716 1904 753">8月上旬</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1020 753 1646 793">⑥ 行政機関による評価</td> <td data-bbox="1646 753 1904 793">8月上旬</td> </tr> </tbody> </table>	検討項目	資料提出時期	① 既往津波の検討	8月上旬	② 地震に伴う津波	7月上旬	③ 地震以外の要因に伴う津波	8月上旬	④ 地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ	8月上旬	⑤ 基準津波の策定	8月上旬	⑥ 行政機関による評価	8月上旬
検討項目	資料提出時期															
① 既往津波の検討	8月上旬															
② 地震に伴う津波	7月上旬															
③ 地震以外の要因に伴う津波	8月上旬															
④ 地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ	8月上旬															
⑤ 基準津波の策定	8月上旬															
⑥ 行政機関による評価	8月上旬															

説明範囲

説明範囲

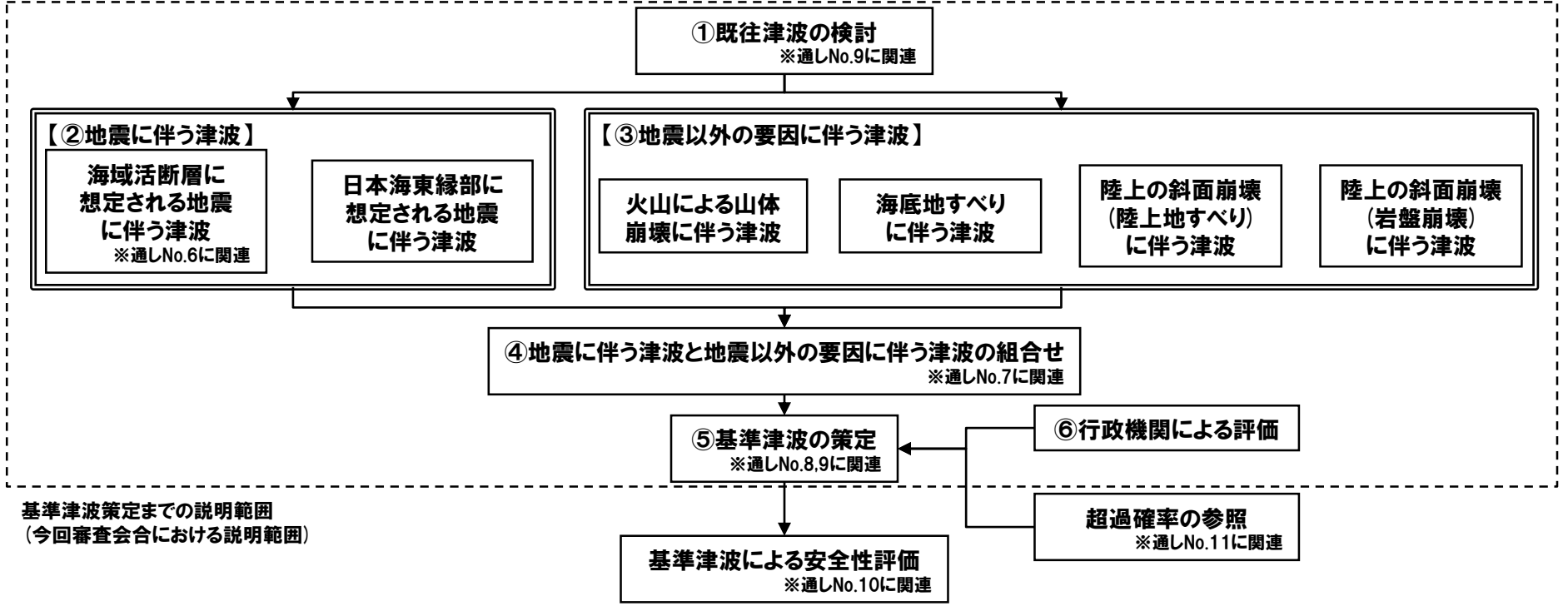
○基準津波策定までの検討結果を、以下のスケジュールで取りまとめて説明する予定である。

検討項目	資料提出時期	残されている審査上の論点との関連
①既往津波の検討	8月上旬	通しNo.9に関連
②地震に伴う津波	7月上旬	通しNo.6に関連
③地震以外の要因に伴う津波	8月上旬	-
④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ	8月上旬	通しNo.7に関連
⑤基準津波の策定	8月上旬	通しNo.8,9に関連
⑥行政機関による評価	8月上旬	-

○検討項目①～③は説明済みの内容と今後の方針(変更点)を、検討項目④～⑥は新たに説明することから、今後の方針を今回説明する。

【残されている審査上の論点】

通しNo.	内容
6	積丹半島北西沖に地震断層として想定することとした断層による津波評価
7	日本海東縁部に想定される地震による津波と陸上地すべりによる津波の組合せの評価結果
8	基準津波定義位置での時刻歴波形
9	基準津波による遡上津波高さと比較する津波堆積物等の整理結果
10	基準津波による砂移動評価に伴う取水性の確保
11	年超過確率の参照



基準津波策定までの説明範囲
(今回審査会合における説明範囲)

① 既往津波の検討

① 既往津波の検討

説明済みの内容と今後の方針

- 既往津波の検討として、既往津波の文献調査、津波堆積物評価及び既往津波の再現解析を実施する。
- 説明済みの内容と今後の方針(変更点)は、下表のとおりである。

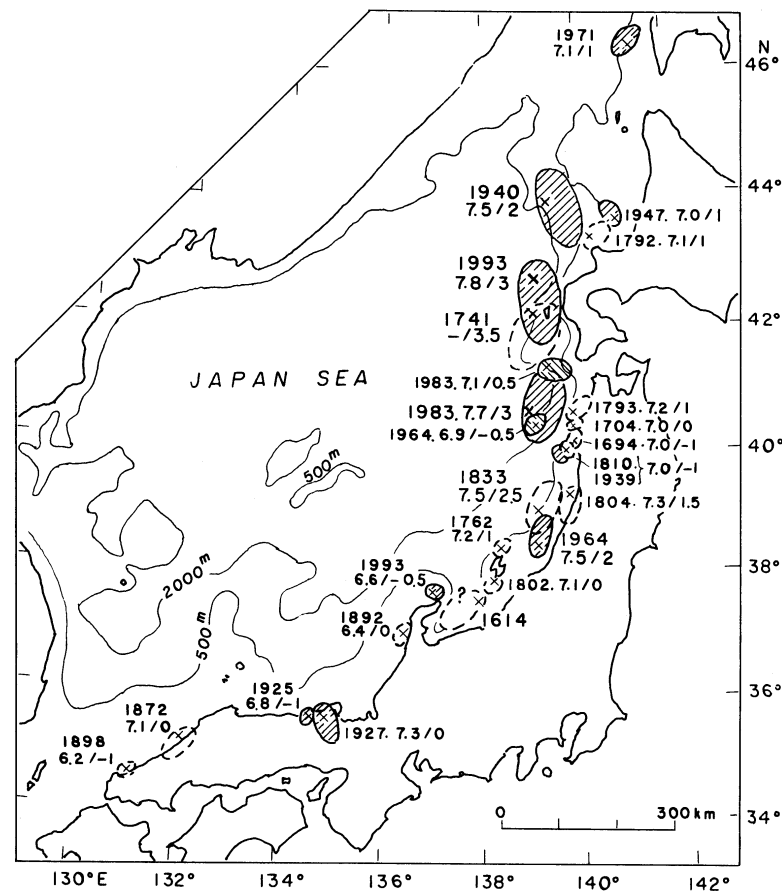
項目	説明済みの内容	今後の方針(変更点)
既往津波の文献調査	<p>【平成26年12月5日審査会合】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○敷地周辺の既往津波の発生状況及び痕跡高について文献調査を行い、敷地に影響を及ぼしたと考えられる既往津波を選定する。 ○敷地付近で津波高が記録されている津波のうち、最大のものは、1993年北海道南西沖地震津波である。 	-
津波堆積物評価	<p>【平成26年12月5日審査会合】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○北海道(2013)及び当社の調査結果では、岩内平野周辺において、KY-07地点以外に津波堆積物の可能性を示唆する堆積物は確認されておらず、現時点においては、少なくとも、約7,000年前以降について、明瞭な津波堆積物は、確認できていない。 <p>【平成27年5月15日審査会合】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○敷地周辺には、これまでと同様に、1993年北海道南西沖地震津波を上回る津波堆積物は確認されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ○過去の審査会合(平成26年12月5日、平成27年5月15日)以降の敷地周辺の津波堆積物に関する知見を網羅的に収集する。 ○過去の審査会合において説明した内容に、収集した知見(北海道が公表した文献を含む)を反映し評価を実施する。
既往津波の再現解析	<p>【平成26年12月5日審査会合】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○「既往津波の文献調査」から選定した1993年北海道南西沖地震津波の再現計算を行った。 ○既往津波高と計算津波高の比較より、再現性の評価を実施した。 	-

① 既往津波の検討

既往津波の文献調査 (1/2) 泊発電所敷地周辺における既往津波

再掲 (H26/12/5 審査会合)

- 敷地周辺の既往津波の発生状況及び痕跡高について文献調査を行い、敷地に影響を及ぼしたと考えられる既往津波を選定する。
- 北海道西岸に大きな影響を与えたと考えられる津波は以下のとおりである。
 - 1741年(渡島西岸)津波
 - 1792年(後志)地震津波
 - 1940年積丹半島沖地震津波
 - 1983年日本海中部地震津波
 - 1993年北海道南西沖地震津波
- 敷地付近で津波高が記録されている津波のうち、最大のものは、1993年北海道南西沖地震津波である。
- その津波高(痕跡高)は泊村及び岩内町において、それぞれ、3.04m及び3.56mである。

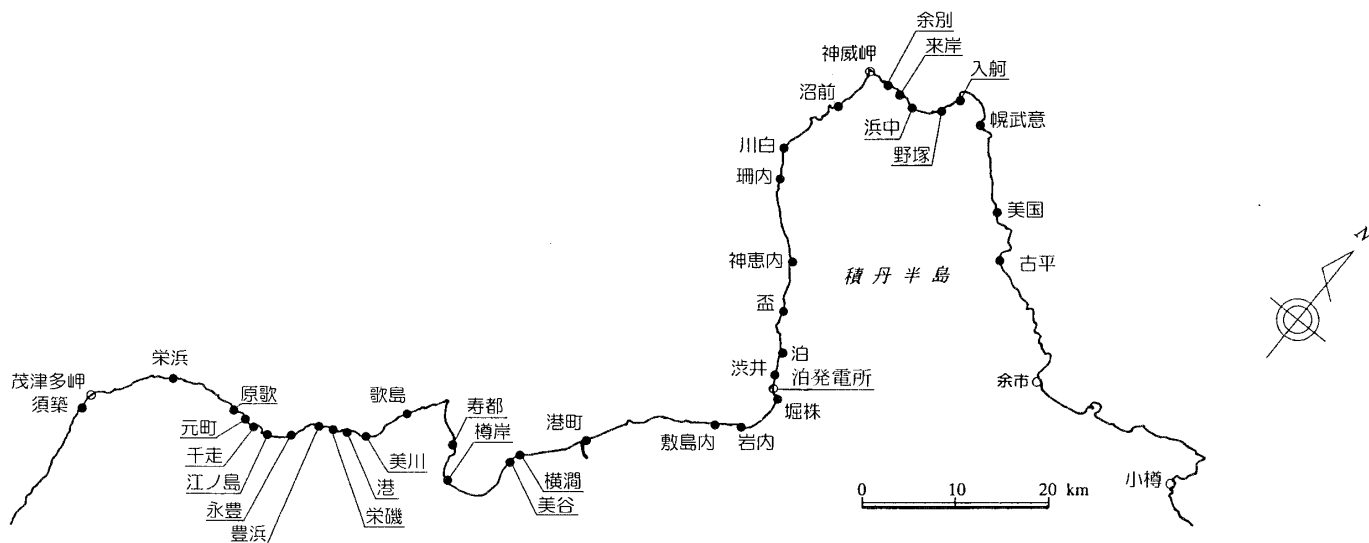
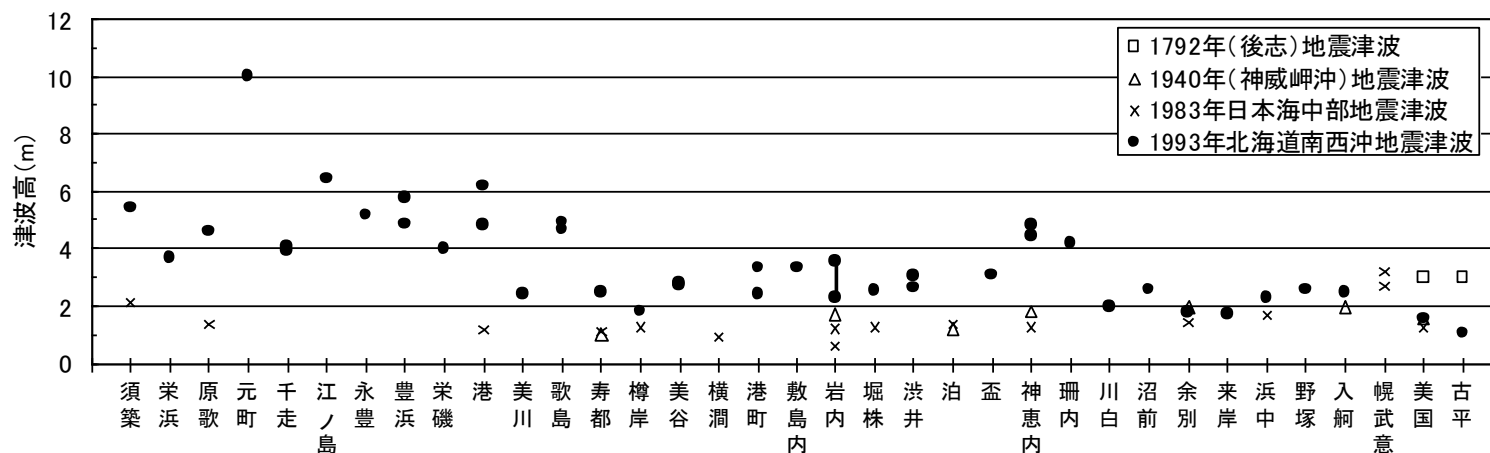


日本海で発生した地震と津波波源域
(羽鳥(1995)より引用)

① 既往津波の検討

既往津波の文献調査 (2/2) 既往津波高の記録 - 敷地周辺 -

再掲 (H26/12/5審査会合)



余白

① 既往津波の検討

津波堆積物評価 (1/14) 行政機関による津波堆積物調査結果 (1/3)

再掲 (H26/12/5審査会合)

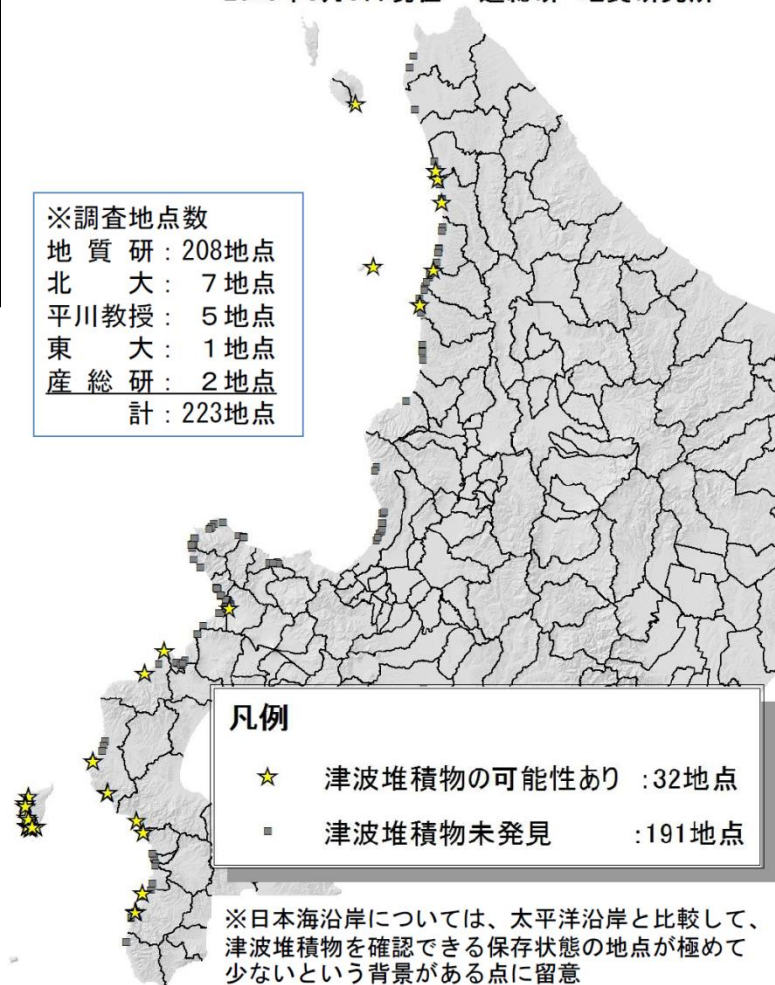
【北海道 (2010)】

- 東北地方太平洋沖地震の発生を踏まえて北海道沿岸における津波想定の特検・見直しを行うため、日本海沿岸南部から津波堆積物調査を実施している。
- 調査は、奥尻島等223地点で行っており、敷地周辺の岩内平野においても実施されているが、明瞭な津波堆積物のデータは得られていない。
- 津波堆積物調査の結果を踏まえても、北海道 (2010) による津波の数値シミュレーション結果の見直しに繋がる津波堆積物データは得られていないとされている。

北海道日本海側における津波堆積物調査地点

2013年3月8日現在 道総研 地質研究所

※調査地点数
 地質研：208地点
 北大：7地点
 平川教授：5地点
 東大：1地点
 産総研：2地点
 計：223地点



(北海道 (2013) より引用)

① 既往津波の検討

津波堆積物評価 (2/14) 行政機関による津波堆積物調査結果 (2/3)

再掲 (H26/12/5審査会合)

【北海道 (2013)】

- 奥尻島では、1741年 (渡島西岸) 津波の津波堆積物、12～16世紀の津波堆積物、BC/AD～3世紀を含む5層のイベント堆積物を確認している。
- また、その一部は松前半島でも確認されている。

■奥尻島 (平成24年4月実施) 過去にも複数回の津波の発生を確認

奥尻島

●青苗西方の貝取澗 (完新世段丘)

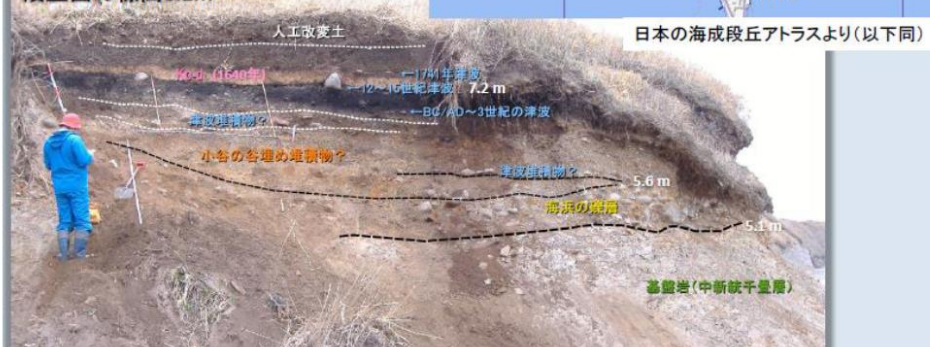
●5層のイベント堆積物

(この一部は対岸の松前半島 (上ノ国町) でも確認されている)

* 1993年南西沖の際は標高11.2 mまで浸水、
ただしその時の堆積物は、認められない。



段丘面の標高8.2m



日本の海成段丘アトラスより (以下同)

(北海道 (2013) より引用)

① 既往津波の検討

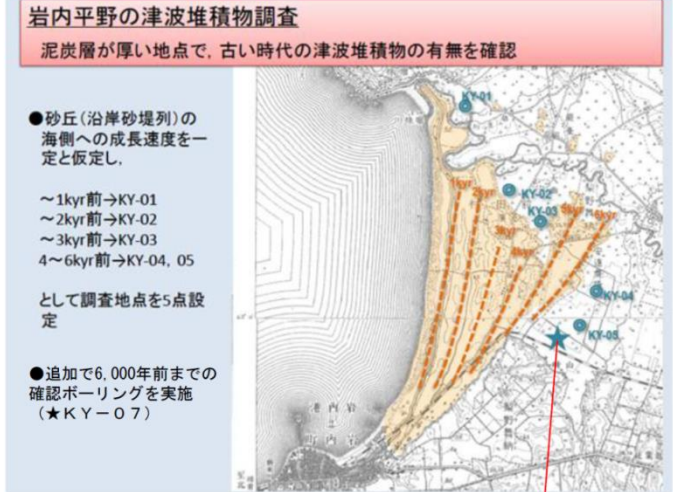
津波堆積物評価 (3/14) 行政機関による津波堆積物調査結果 (3/3)

再掲 (H26/12/5審査会合)

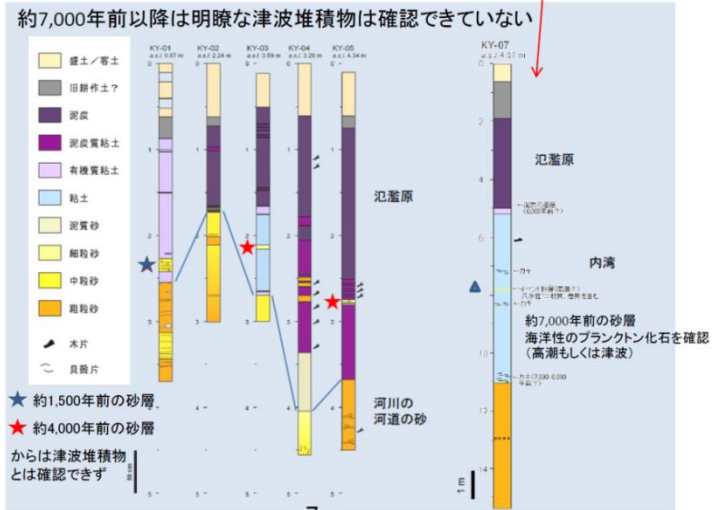
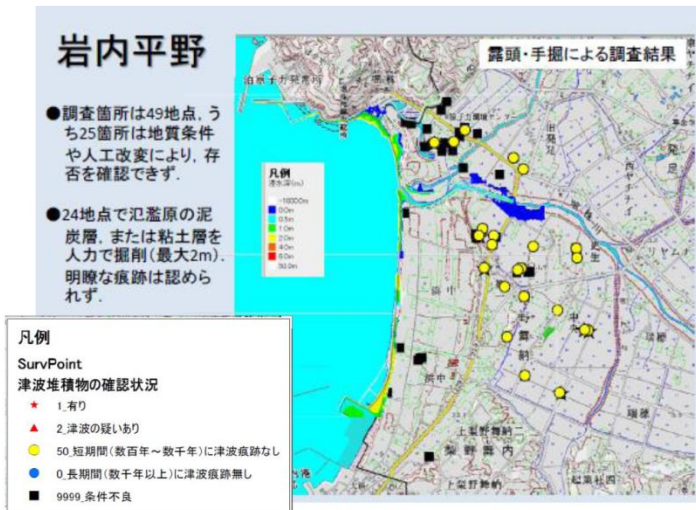
【北海道 (2013)】

- 岩内平野では、49地点で調査を行っており、そのうち、25地点は地質条件や人工改変により存否を確認できていない。
- 24地点で氾濫原の泥炭層、粘土層について掘削調査を行っているが明瞭な痕跡は認められていない。
- 岩内平野におけるボーリング調査結果 (KY-07) では、標高-3.2m付近で海洋性プランクトンの化石を確認しており、高潮もしくは津波による可能性があるものと記載されている。

(参考1-4) ボーリング等による調査



■岩内平野(平成24年5~8月実施) 明瞭な堆積物は見つからなかった



① 既往津波の検討

津波堆積物評価 (4/14) 当社による津波堆積物調査結果 (1/2)

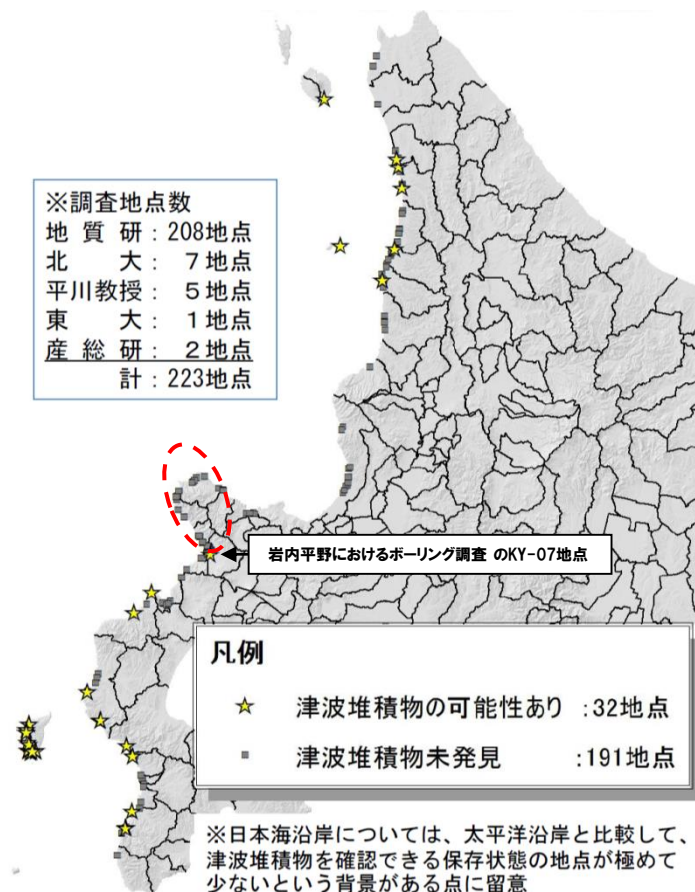
再掲 (H26/12/5審査会合)

【地表地質踏査結果】

- 神威岬から尻別川河口の沿岸部において、黒土や崖錐堆積物中に狭在する海成層の有無に着目した踏査を実施した。
- 調査結果より、黒土や崖錐堆積物中に海成層が狭在するような、津波堆積物の可能性を示唆する露頭は確認できなかった。
- なお、北海道(2013)の調査においても当該地点沿岸部では、津波堆積物が未発見とされている。



地表地質踏査範囲



日本海側における津波堆積物調査地点
(北海道(2013)に一部加筆)

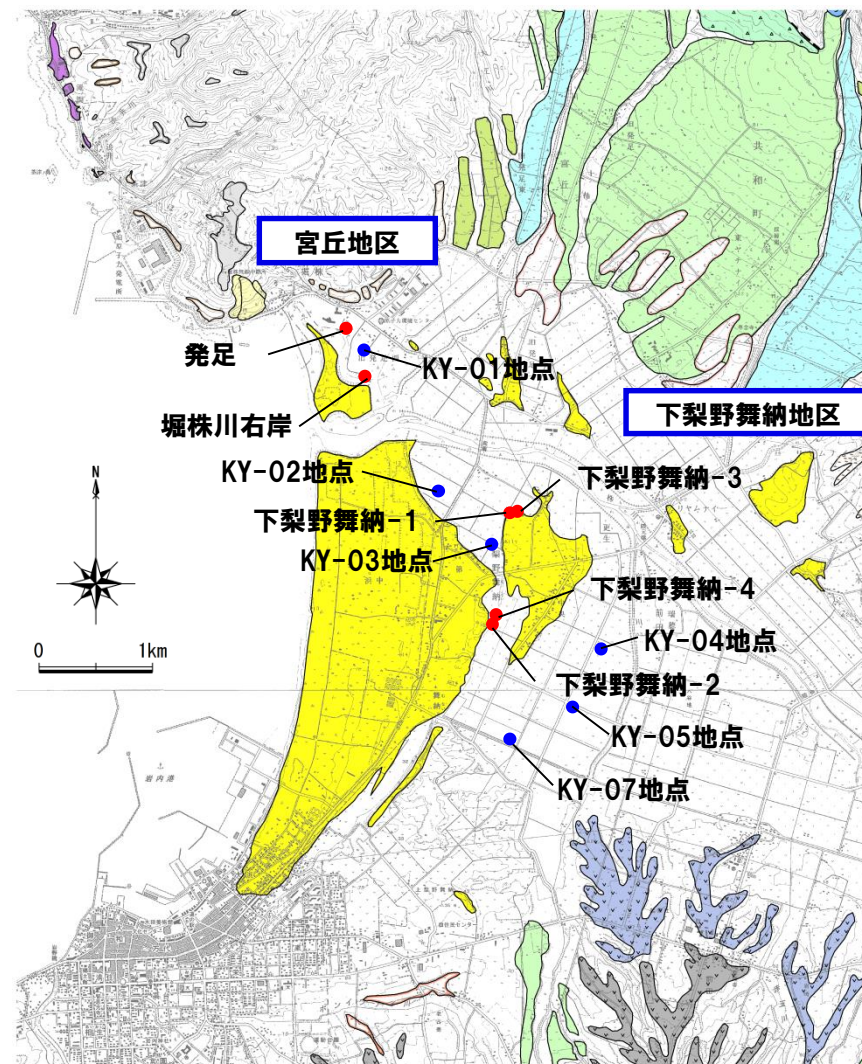
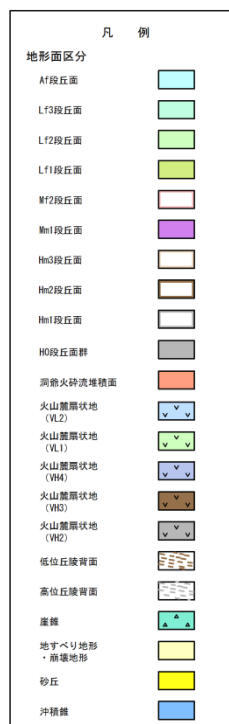
① 既往津波の検討

津波堆積物評価 (5/14) 当社による津波堆積物調査結果 (2/2)

一部修正 (H26/12/5審査会合)

【ボーリング調査結果】

- 岩内平野内で北海道 (2013) が実施した地層引き抜き調査 (KY-01地点～KY-05地点) 結果では、一部の地点でイベント砂層が確認されているが、珪藻分析及び化学分析の結果から河川の洪水起源のものと考えられている。
- 当社において宮丘地区及び下梨野舞納地区で実施したボーリング調査では、3地点でイベント堆積物の可能性のある堆積物が推定される区間が抽出されたが、珪藻分析結果より、河川性堆積物または氾濫原堆積物と推定された。
- 北海道 (2013) が実施したボーリング調査 (KY-07地点) では、標高-3.2m付近に約7,000年前のイベント砂層が確認されており、津波または高潮起源によるものの可能性があると評価している。
- 当社の調査では、北海道 (2013) の調査で確認できていなかった約1,600年前以降の地層について、一部確認することができた。
- 北海道 (2013) 及び当社の調査結果では、岩内平野周辺において、KY-07地点以外に津波堆積物の可能性を示唆する堆積物は確認されておらず、現時点においては、少なくとも、約7,000年前以降について、明瞭な津波堆積物は、確認できていない。



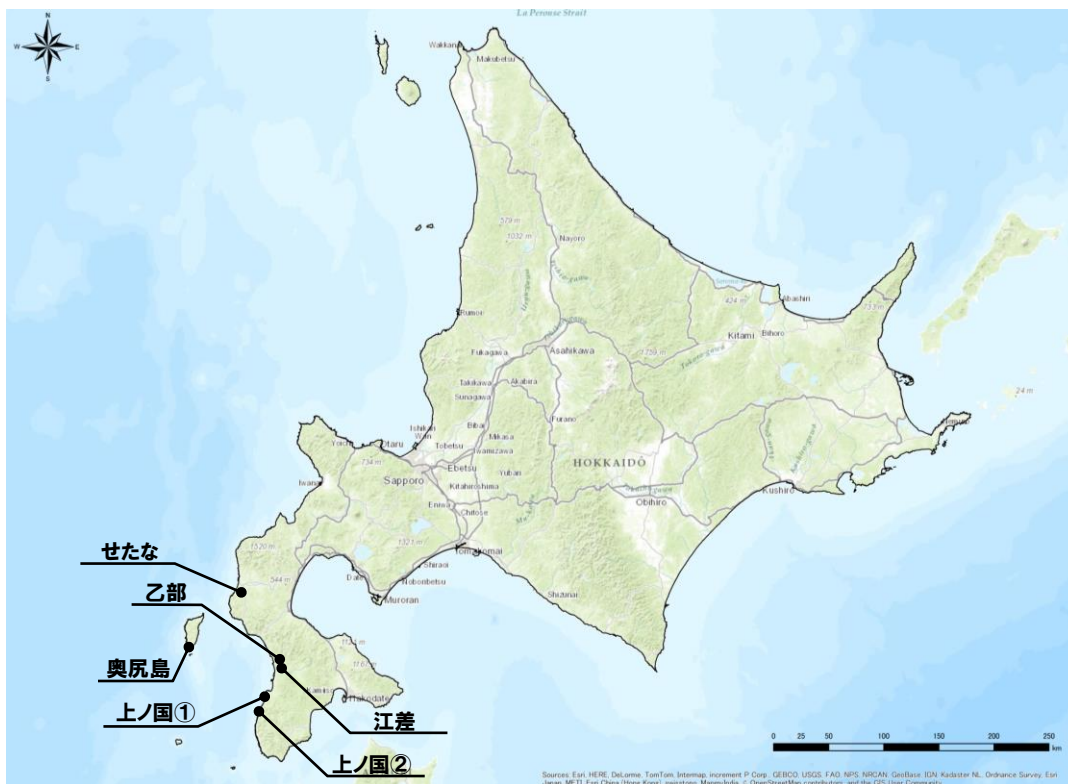
調査地点位置図 (●北海道 (2013), ●当社)

① 既往津波の検討

津波堆積物評価 (6/14) 北海道における調査状況

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 奥尻町及び北海道日本海沿岸南部で津波堆積物調査の確認を実施されている。
- 上記の地域において、現行の浸水範囲を上回る高さで津波堆積物を確認されている。
- 津波堆積物確認例の位置を下図に示す。

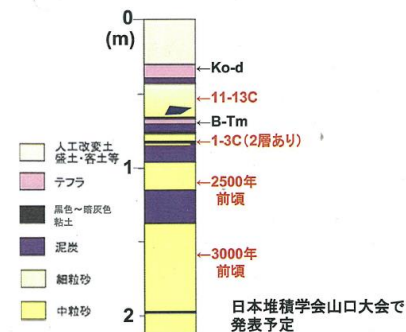
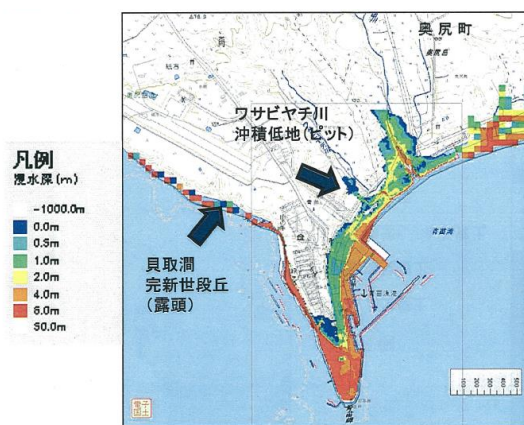


① 既往津波の検討

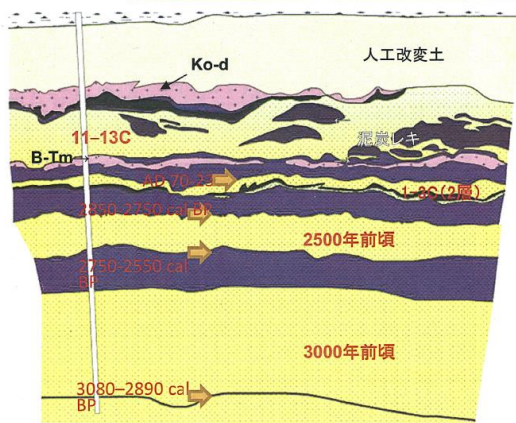
津波堆積物評価 (7/14) 調査結果 (奥尻島)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 完新世段丘及び沖積低地にて、津波堆積物調査を実施されている。
- 調査地点における、数値シミュレーションによる浸水予測は標高0mとされている。
- それに対して、津波堆積物が確認された高さは標高4.2m (11~13世紀) とされている。



海岸線からの距離: 約400 m、標高: 約5 mの地点でピット調査を実施。



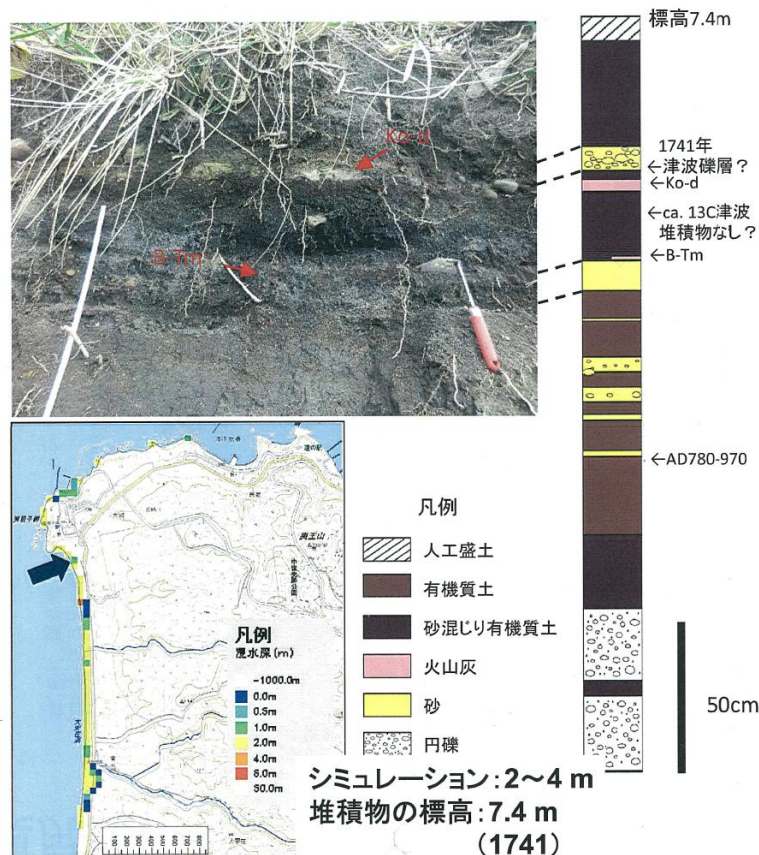
(北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会資料より引用)

① 既往津波の検討

津波堆積物評価 (8/14) 調査結果 (上ノ国①)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 沿岸部にて、津波堆積物調査を実施されている。
- 調査地点における、数値シミュレーション結果による浸水予測は標高2～4mとされている。
- それに対して、津波堆積物が確認された高さは、標高7.4m及び約11m (1741年及び11～13世紀)とされている。

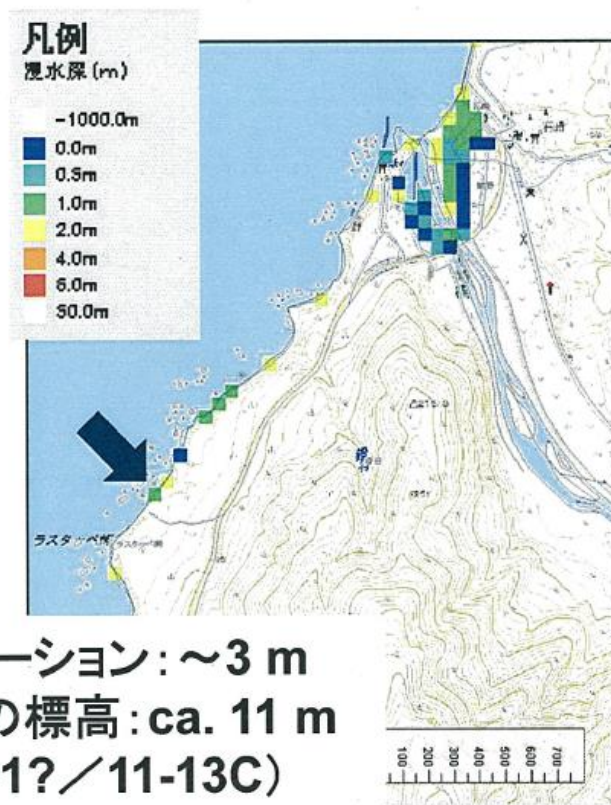


(北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会資料より引用)

① 既往津波の検討

津波堆積物評価 (9/14) 調査結果 (上ノ国②)

再掲 (H27/5/15審査会合)



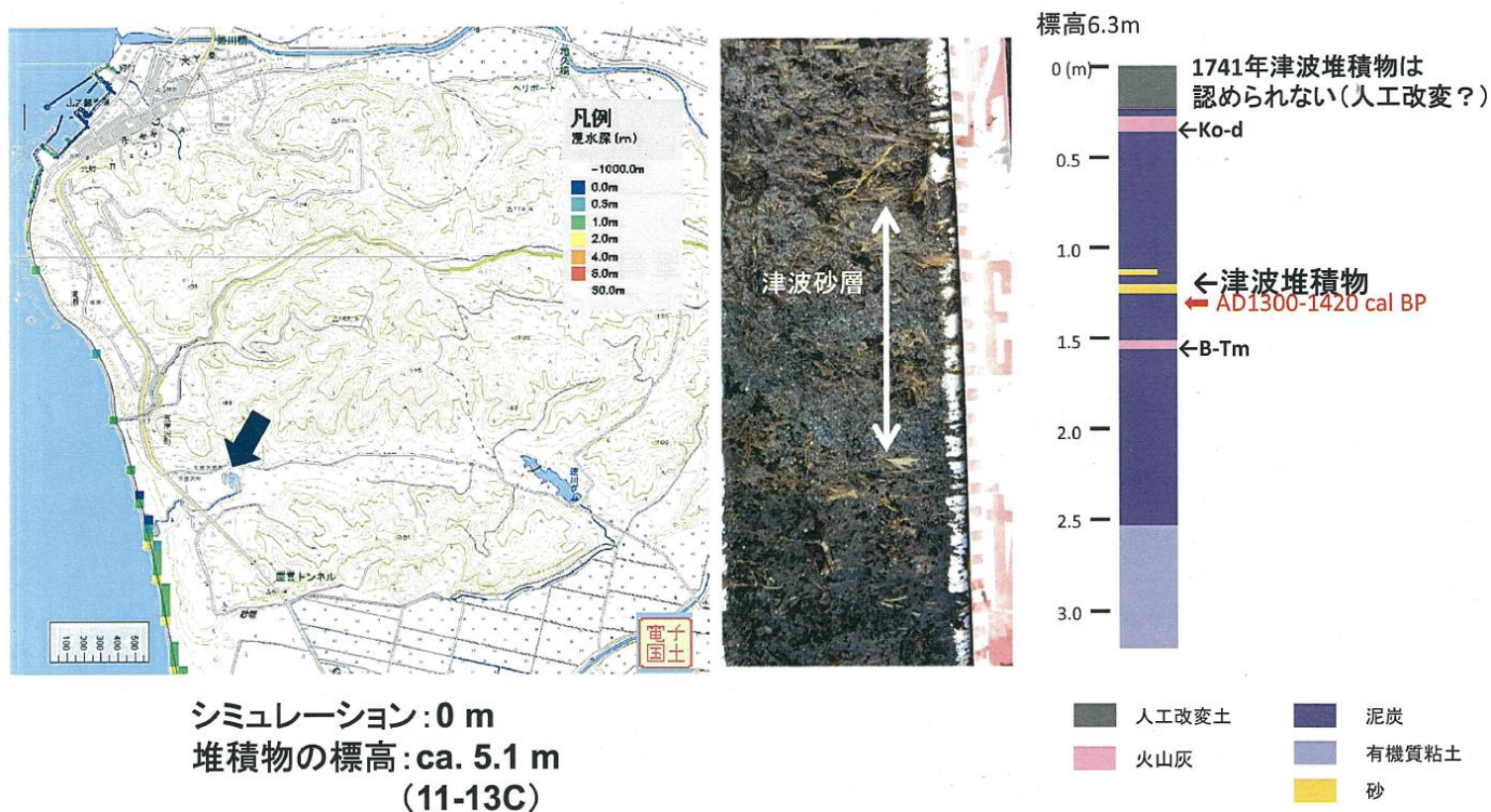
(北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会資料より引用)

① 既往津波の検討

津波堆積物評価 (10/14) 調査結果 (江差)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 河川下流部にて、津波堆積物調査を実施されている。
- 調査地点における、数値シミュレーションによる浸水予測は標高0mとされている。
- それに対して、津波堆積物が確認された高さは、標高約5.1m (11~13世紀) とされている。



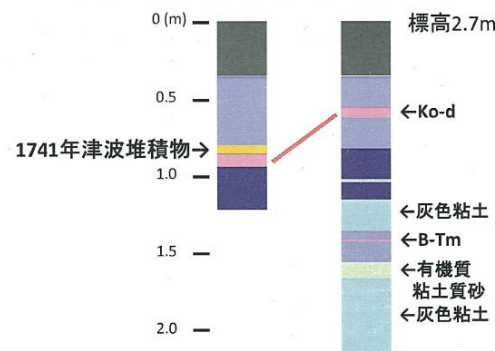
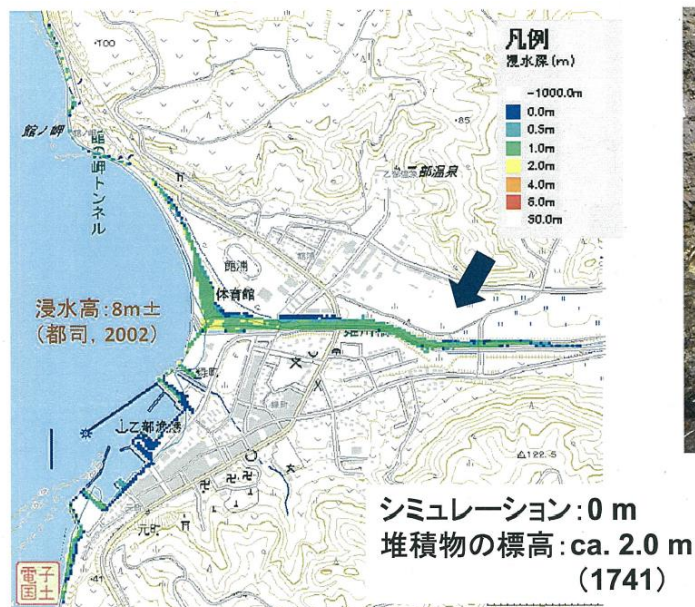
(北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会資料より引用)

① 既往津波の検討

津波堆積物評価 (11/14) 調査結果 (乙部)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 河川下流部にて、津波堆積物調査を実施されている。
- 調査地点における、数値シミュレーションによる浸水予測は標高0mとされている。
- それに対して、津波堆積物が確認された高さは、標高約2.0m (1741年)とされている。

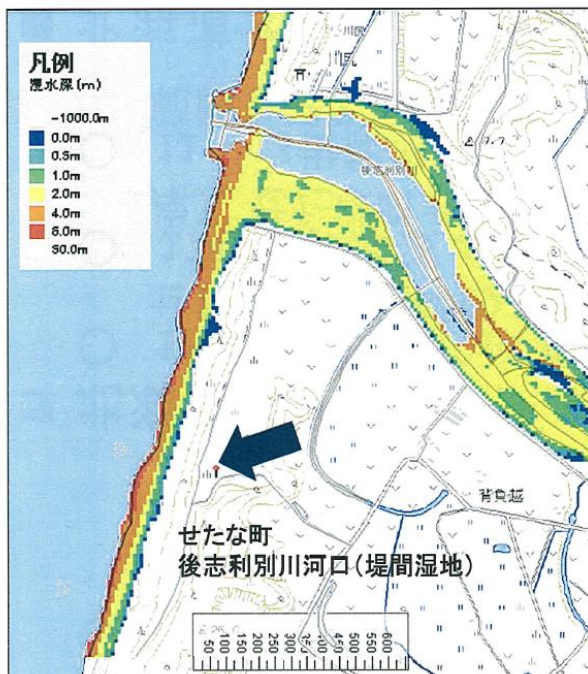


① 既往津波の検討

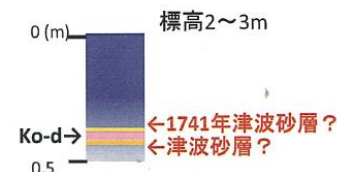
津波堆積物評価 (12/14) 調査結果 (せたな)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 沿岸部湿地にて、津波堆積物調査を実施されている。
- 調査地点における、数値シミュレーションによる浸水予測は標高0mとされている。
- それに対して、津波堆積物が確認された高さは、標高約3.5m (1741年) とされている。



シミュレーション: 0 m
堆積物の標高: ca. 3.5 m
(1741?)



Ko-dとの関係が乙部姫川と類似。
詳細な分析等は未着手。

① 既往津波の検討

津波堆積物評価 (13/14) 調査結果 (まとめ)

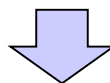
一部修正 (H27/5/15審査会合)

【奥尻島地点】

- 1993年北海道南西沖地震津波以前の少なくとも5層の津波堆積物を確認した。
- 11～13世紀頃の津波イベントは、1993年北海道南西沖地震津波を超える規模であった可能性がある。

【北海道南部地点】

- 11～13世紀頃の津波堆積物を北海道南部の一部で確認した。
- 1741年の津波堆積物を北海道南部の一部で確認した。
- 上記の津波堆積物は、浸水予測図の浸水範囲を超える場所で確認された。



- 敷地周辺には、これまでと同様に、1993年北海道南西沖地震津波を上回る津波堆積物は確認されていない。

① 既往津波の検討

津波堆積物評価 (14/14) 今後の方針

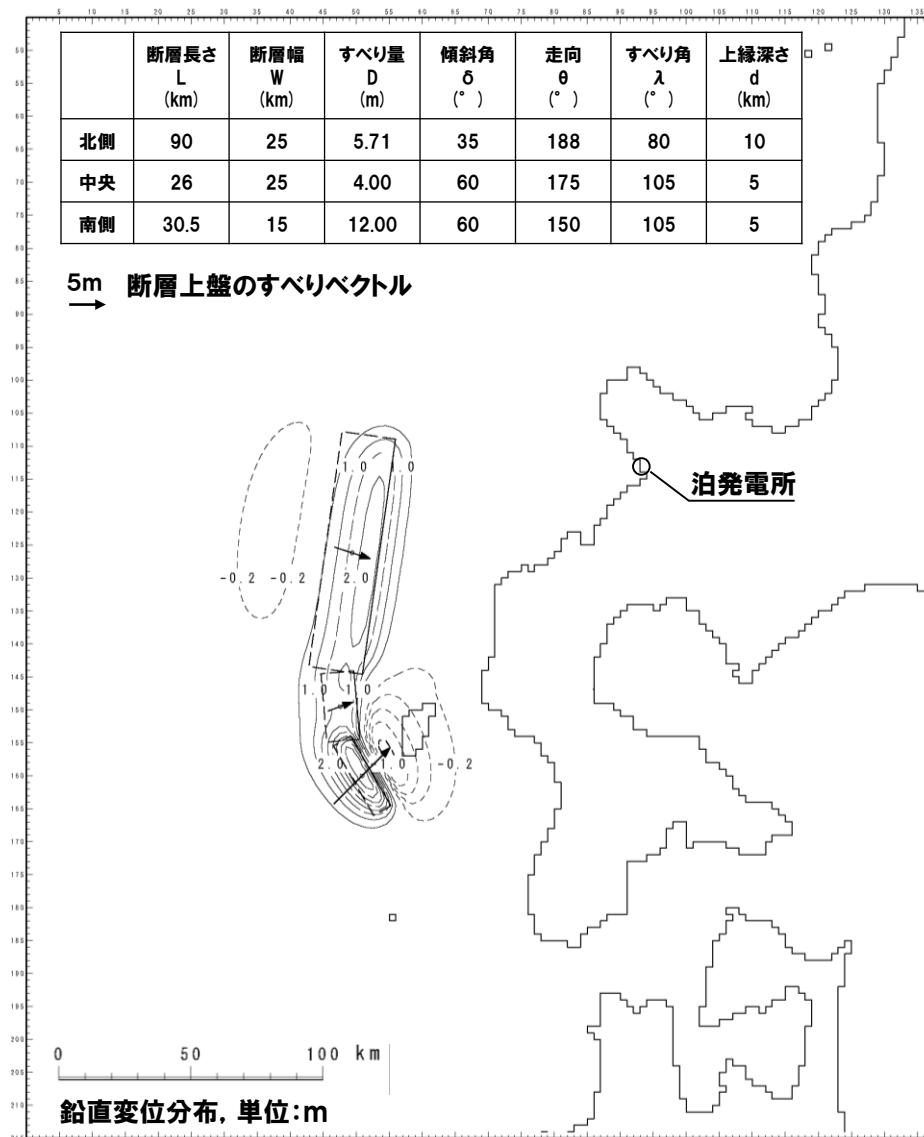
- 過去の審査会合（平成26年12月5日，平成27年5月15日）において津波堆積物の評価結果を説明しており，これ以降の敷地周辺の津波堆積物に関する知見を網羅的に収集する。
- 過去の審査会合において説明した内容に，収集した知見（北海道が公表した文献を含む）を反映し評価を実施する。

① 既往津波の検討

既往津波の再現計算 (1/3) 検討対象

一部修正 (H26/12/5審査会合)

- 既往津波に関する文献調査及び簡易予測式による津波高の検討結果から、敷地における推定津波高が最も大きい1993年北海道南西沖地震津波を数値シミュレーションの検証の対象として選定した。
- 1993年北海道南西沖地震津波の痕跡高を説明できる高橋ほか(1995)によるDCRC-26モデルを検証の対象とする。



高橋ほか(1995)によるDCRC-26モデル

① 既往津波の検討

既往津波の再現計算 (2/3) 再現性の評価

一部修正 (H26/12/5審査会合)

- 再現性の評価の指標としては、相田 (1977) による痕跡高と津波の数値シミュレーションにより計算された津波高との比から求める幾何平均値 K 及びバラツキを表す幾何標準偏差 κ を用いた。
- 幾何平均値 K 及び幾何標準偏差 κ については、土木学会 (2016) による再現性の目安が以下のように示されている。

$$\log K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log K_i$$

$$\log \kappa = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log K_i)^2 - (\log K)^2 \right\}^{1/2}$$

$$K_i = \frac{R_i}{H_i}$$

ここで R_i は i 番目の地点の観測値 (痕跡高), H_i は i 番目の地点の計算値

【幾何平均値 K 及び幾何標準偏差 κ の再現性の目安 (土木学会 (2016) による)】

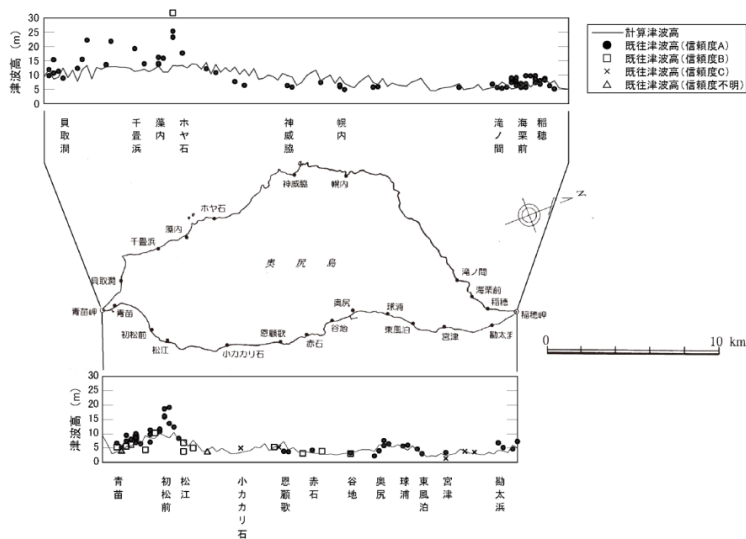
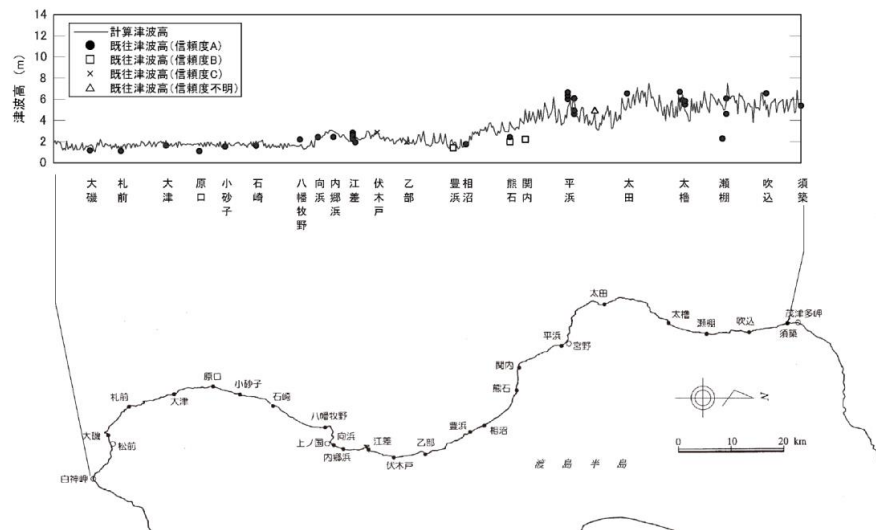
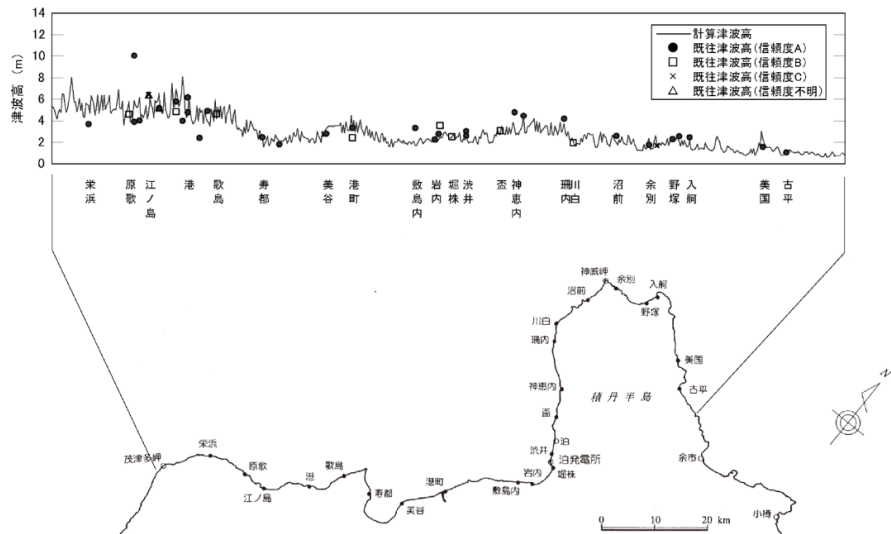
$$0.95 < K < 1.05$$

$$\kappa < 1.45$$

① 既往津波の検討

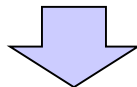
既往津波の再現計算 (3/3) 既往津波と計算津波高の比較

再掲 (H26/12/5審査会合)



北海道西岸 (n=151)

$K=0.99, \kappa=1.37$



再現性は良好であり, 数値シミュレーションが妥当であることを確認した。

②地震に伴う津波

②地震に伴う津波

説明済みの内容と今後の方針

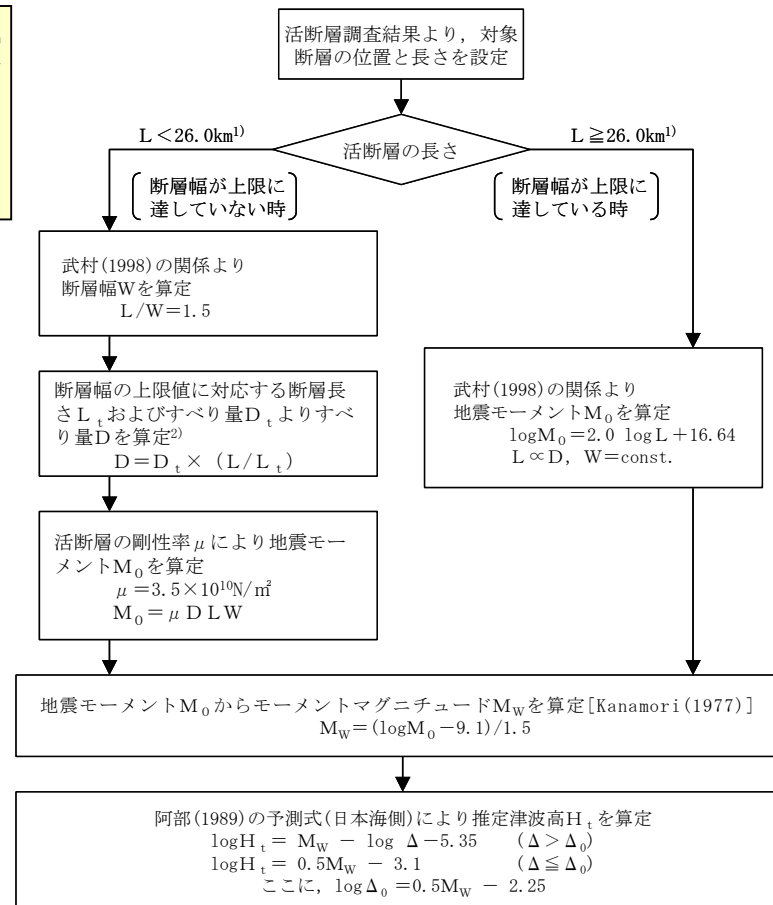
- 地震に伴う津波として、海域活断層に想定される地震に伴う津波及び日本海東縁部に想定される地震に伴う津波を検討する。
- 説明済みの内容と今後の方針(変更点)は、下表のとおりである。

項目	説明済みの内容	今後の方針(変更点)
海域活断層に想定される地震に伴う津波	<p>【平成26年12月5日審査会合】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○敷地周辺の海域活断層のうち、敷地に影響が大きいと考えられる断層を対象に、阿部(1989)の簡易予測式により推定津波高を算定した。 ○推定津波高の大きい以下の波源を対象に津波の数値シミュレーションを実施した。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ F_B-2断層 ➢ F_S-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜 	<p>【今回説明】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○積丹半島北西沖の断層の簡易予測式の算定結果を追加した。 <p>【今後の方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○補足検討として、推定津波高の大きい以下の波源を対象に津波の数値シミュレーションを実施する。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ F_B-2断層 ➢ 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(走向0°、不確かさ考慮ケース) ➢ 積丹半島北西沖の断層(走向20°、不確かさ考慮ケース) ➢ 積丹半島北西沖の断層(走向40°、不確かさ考慮ケース) ○地形モデル、評価項目及び影響確認地点(P30,31参照)を変更し、津波の数値シミュレーションを実施する。
日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	<p>【令和4年5月27日審査会合】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○日本海東縁部の特性整理、想定波源域の設定、基準波源モデルの設定、パラメータスタディ及び日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の最大ケースについて説明した。 	-

海域活断層に想定される地震に伴う津波 (1/2) 検討方針

一部修正 (H26/12/5審査会合)

○敷地周辺の海域活断層のうち、敷地に影響が大きいと考えられる断層を対象に、阿部 (1989) の簡易予測式により推定津波高を算定する。



1) 断層幅の上限 W_t は、地震発生層の厚さ H_e を 15km とし、傾斜角 δ を 60° ($30 \sim 60^\circ$ のうち M_W が最大となる値) とした際には、 $W_t = H_e / \sin \delta = 17.3\text{km}$ となる。また、断層幅の上限に対応する断層長さ L_t は、 $L_t = 1.5 W_t = 26.0\text{km}$ となる。

2) 断層幅の上限に対応するすべり量 D_t は、モーメントマグニチュードを $M_{W_t} = (\log L_t + 3.77) / 0.75 = 6.91$ 、地震モーメントを $M_{0_t} = 10^{(1.5 M_{W_t} + 9.1)} = 2.95 \times 10^{19}\text{N m}$ 、剛性率を $\mu = 3.50 \times 10^{10}\text{N/m}^2$ とした際には、 $D_t = M_{0_t} / (\mu L_t W_t) = 1.87\text{m}$ となる。

②地震に伴う津波

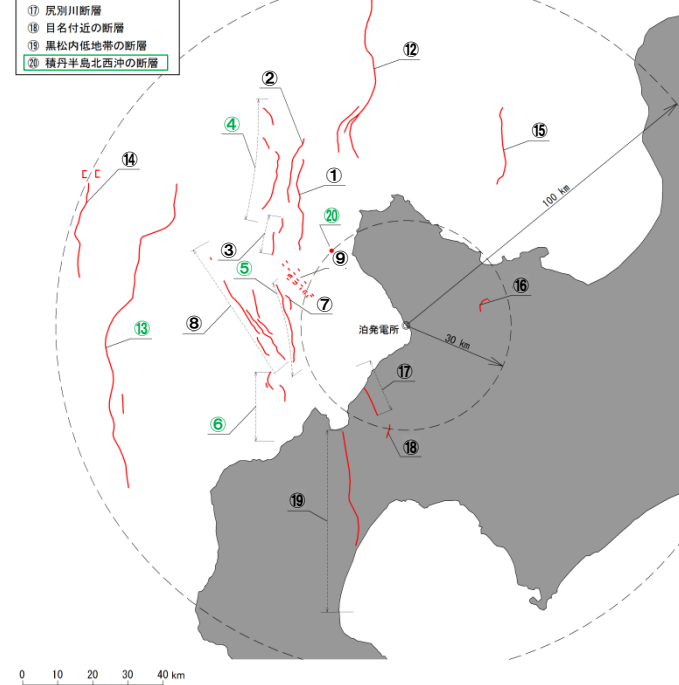
海域活断層に想定される地震に伴う津波 (2/2) 簡易予測式による推定津波高

一部修正 (H26/12/5審査会合)

○補足検討として、推定津波高の大きい以下の波源を対象に津波の数値シミュレーションを実施する。

- F_B-2 断層
- 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 (走向 0° , 不確かさ考慮ケース)
- 積丹半島北西沖の断層 (走向 20° , 不確かさ考慮ケース)
- 積丹半島北西沖の断層 (走向 40° , 不確かさ考慮ケース)

- ① 神威海脚西側の断層
- ② F_B-1 断層
- ③ 岩内堆北方の断層
- ④ F_S-10 断層
- ⑤ 岩内堆東撓曲
- ⑥ 岩内堆南方背斜
- ⑦ F_S-12 断層
- ⑧ 寿都海底谷の断層
- ⑨ 神恵内堆の断層群
- ⑩ F_A-1 断層
- ⑪ F_A-1' 断層
- ⑫ F_A-2 断層
- ⑬ F_A-2 断層
- ⑭ F_A-3 断層
- ⑮ F_C-1 断層
- ⑯ 赤井川断層
- ⑰ 尻別川断層
- ⑱ 目名付近の断層
- ⑲ 黒松内低地帯の断層
- ⑳ 積丹半島北西沖の断層



名称	断層長さ L (km)	幅 W (km)	すべり量 D (m)	地震 モーメント M_0 ($N \cdot m$)	モーメント マグニチュード M_w	津波の 伝播距離 Δ (km)	推定 津波高 H_t (m)
岩内堆東撓曲	23.7	15.8	1.69	2.21×10^{19}	6.8	34	0.9
寿都海底谷の断層	42	17.3	2.99	7.61×10^{19}	7.2	47	1.5
神威海脚西側の断層	31.5	17.3	2.24	4.28×10^{19}	7.0	48	1.0
F_B-2 断層	101	17.3	7.19	4.40×10^{20}	7.7	85	2.6
F_S-10 断層 ～岩内堆東撓曲 ～岩内堆南方背斜	98	17.3	6.98	4.15×10^{20}	7.7	42	5.1
積丹半島北西沖の断層 (走向 0° , 基本ケース)	22.6	15.1	1.61	1.90×10^{19}	6.8	24	1.2
積丹半島北西沖の断層 (走向 20° , 基本ケース)	22.6	15.1	1.61	1.90×10^{19}	6.8	21	1.3
積丹半島北西沖の断層 (走向 40° , 基本ケース)	22.6	15.1	1.61	1.90×10^{19}	6.8	19	1.5
積丹半島北西沖の断層 (走向 0° , 不確かさ考慮ケース)	32	17.3	2.28	4.40×10^{19}	7.0	22	2.2
積丹半島北西沖の断層 (走向 20° , 不確かさ考慮ケース)	32	17.3	2.28	4.40×10^{19}	7.0	17	2.6
積丹半島北西沖の断層 (走向 40° , 不確かさ考慮ケース)	32	17.3	2.28	4.40×10^{19}	7.0	14	2.6

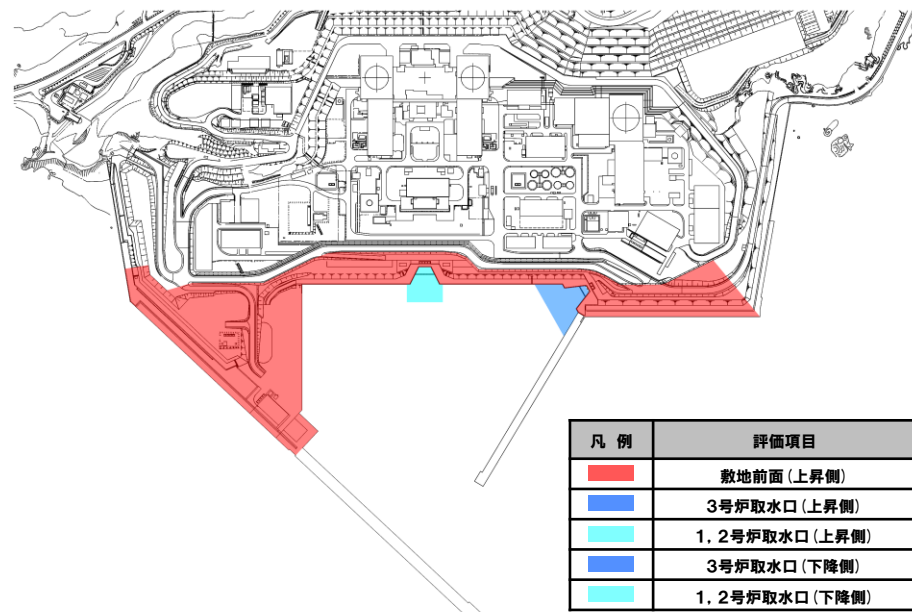
※積丹半島北西沖の断層の簡易予測式の算定結果は、H26/12/5審査会合から追加した。

敷地周辺の活断層分布

海域活断層に想定される地震に伴う津波の計算条件 (1/3)

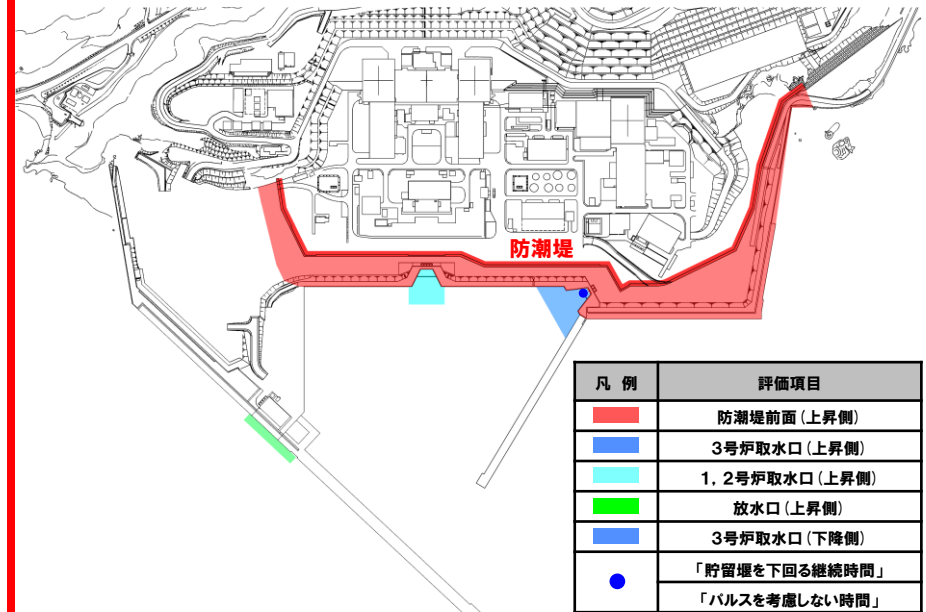
○地形モデル、評価項目及び影響確認地点を変更する。

変更前 (平成26年12月5日審査会合)



地形モデル・評価項目

変更後 (今後の方針)



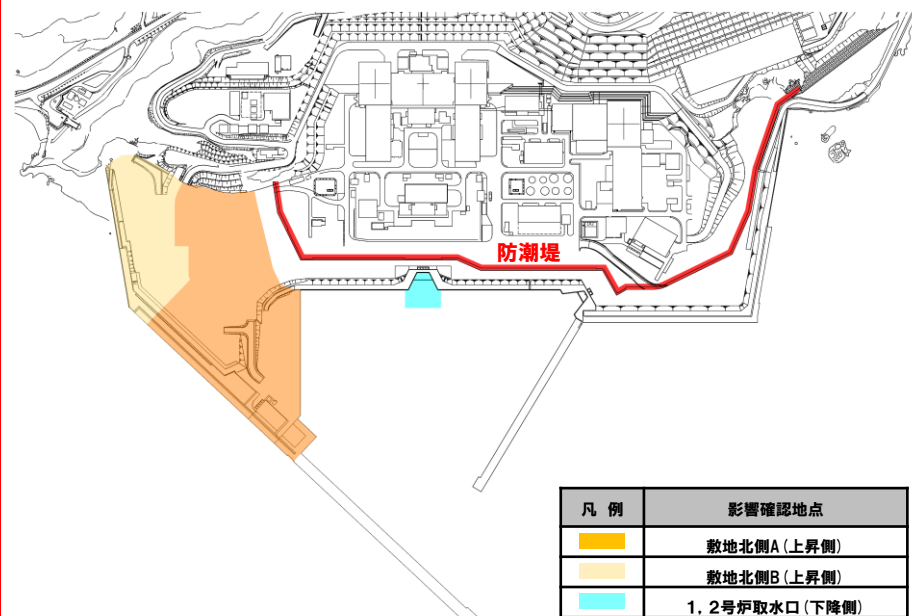
地形モデル・評価項目

海域活断層に想定される地震に伴う津波の計算条件 (2/3)

変更前 (平成26年12月5日審査会合)

影響確認地点は設定していない

変更後 (今後の方針)



地形モデル・影響確認地点

補足検討

海域活断層に想定される地震に伴う津波の計算条件 (3/3)

一部修正 (H26/12/5審査会合)

【概略パラメータスタディ】

○傾斜角 (30° , 45° , 60°) とすべり角 (75° , 90° , 105°) を組み合わせた9ケースの数値シミュレーションを実施し、評価項目・影響確認地点における最大ケースを選定する。

【詳細パラメータスタディ】

○概略パラメータスタディの最大ケースを対象に、断層面上縁深さ (0km, 2.5km, 5km) を変動させたパラメータスタディを実施し、評価項目における最大ケースを選定する。

概略パラメータスタディ

パラメータ項目	パラメータ変動範囲
傾斜角	30° , 45° , 60°
すべり角	75° , 90° , 105°



詳細パラメータスタディ

パラメータ項目	パラメータ変動範囲
断層面上縁深さ	0km, 2.5km, 5km

余白

F_B-2断層 基準断層モデル

一部修正 (H26/12/5審査会合)

【津波評価手法】

○土木学会 (2016) に基づき、基準断層モデルを設定し、不確かさを考慮した数値シミュレーションを実施する。

【基準断層モデル】

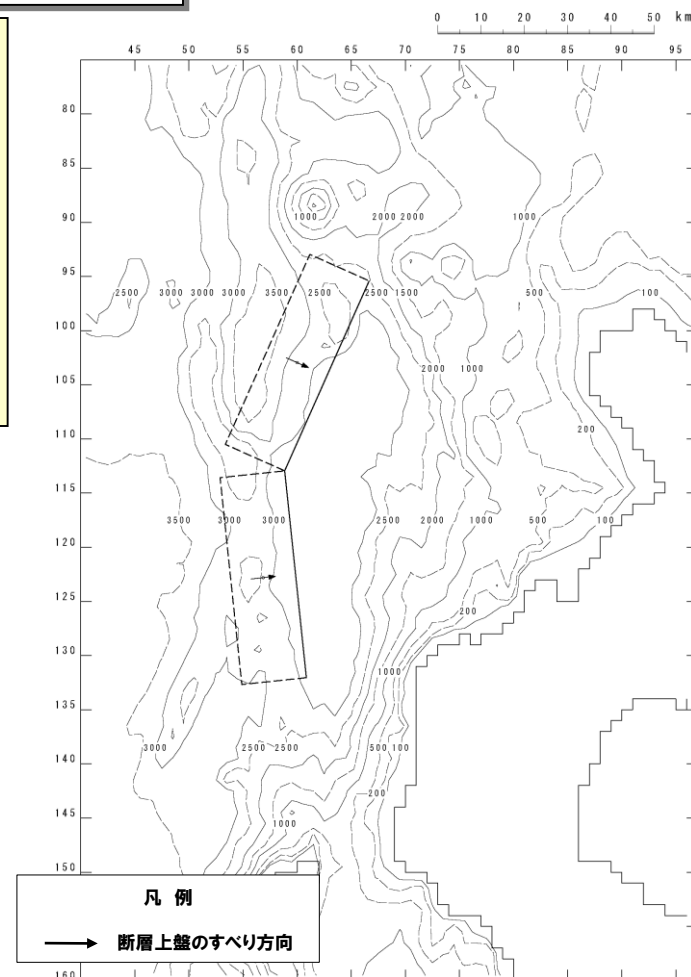
- 地質調査結果より、断層位置、断層長さ、走向、傾斜方向を設定する。
- 地質調査結果に基づき、北断層48km及び南断層48kmの矩形モデルを設定する。

【基準断層モデル諸元】

断層パラメータ	F _B -2断層	備考
モーメントマグニチュード' M _w	7.67	武村 (1998) に基づくスケーリング則により設定。
断層長さ L	96km (48km×2)	地質調査結果により設定。
断層幅 W	21.21km	地震発生層の厚さ (15km※) と傾斜角により設定。
すべり量 D	5.65m	M _w , L, Wにより設定。
断層面上縁深さ d	0km	
走向 θ	北断層 204° 南断層 174°	地質調査結果により、西傾斜の逆断層と設定。
傾斜角 δ	45°	日本海東縁部の傾斜角30~60° より設定。
すべり角 λ	90°	

※地震発生層厚さは、土木学会 (2016)、地震本部 (2003)、大竹ほか編 (2002) 及び日野ほか (1994) より、15~20kmであると考えられる。

基準断層モデルでは、地震発生層厚さを最小値の15kmとした場合にすべり量が最大となり、保守的な評価になると考えられることから15kmに設定した。



基準断層モデル図

F_B-2断層 最大ケース

一部修正 (H26/12/5審査会合)

○健全地形モデルにおけるF_B-2断層の最大ケースは以下のとおりである

変更前 (平成26年12月5日審査会合)

F_B-2断層 最大ケース一覧

区分	評価値	断層パラメータの概要
敷地前面 (上昇側)	5.05m	傾斜角:60° すべり角:90° 断層面上縁深さ:5.0km
3号炉取水口 (上昇側)	3.76m	傾斜角:60° すべり角:90° 断層面上縁深さ:5.0km
1, 2号炉取水口 (上昇側)	3.60m	傾斜角:60° すべり角:90° 断層面上縁深さ:5.0km
3号炉取水口 (下降側)	3.40m	傾斜角:45° すべり角:90° 断層面上縁深さ:2.5km
1, 2号炉取水口 (下降側)	3.21m	傾斜角:45° すべり角:90° 断層面上縁深さ:2.5km

変更後 (今後の方針)

F_B-2断層 最大ケース一覧

区分	評価値	断層パラメータの概要
防潮堤前面 (上昇側)		
3号炉取水口 (上昇側)		
1, 2号炉取水口 (上昇側)		
放水口 (上昇側)		
3号炉取水口 (下降側)		
「貯留堰を下回る継続時間」		
「保守性を考慮した時間」		

※地形モデル, 評価項目及び影響確認地点 (P30,31参照) を変更し, 今後検討予定。

補足検討

F_S-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜 基準断層モデル

一部修正 (H26/12/5審査会合)

【津波評価手法】

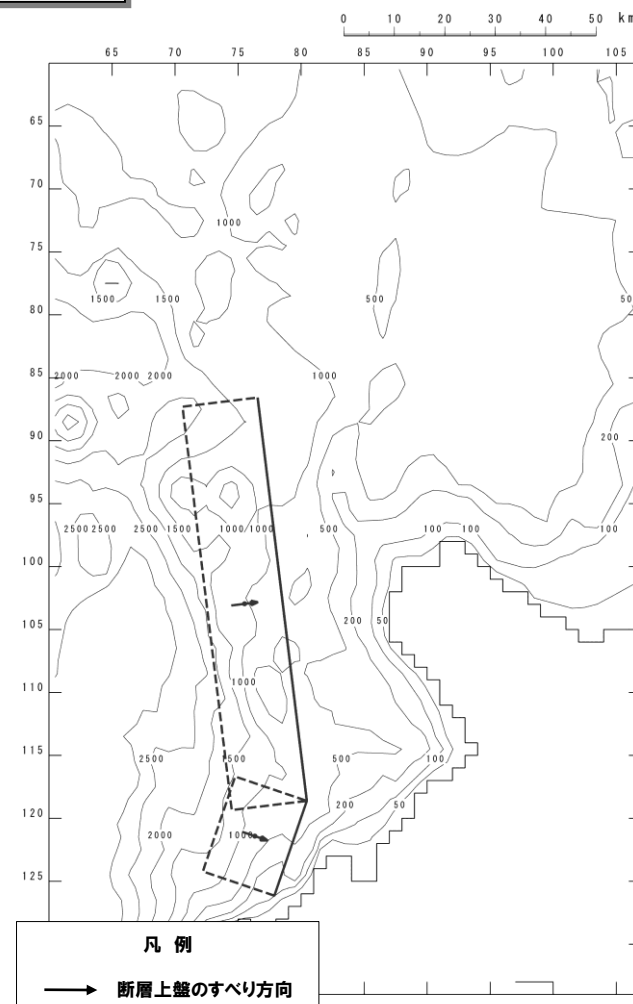
○土木学会 (2016) に基づき、基準断層モデルを設定し、不確かさを考慮した数値シミュレーションを実施する。

【基準断層モデル】

- 地質調査結果より、断層位置、断層長さ、走向、傾斜方向を設定する。
- 地質調査結果に基づき、北断層80.7km及び南断層19.9kmの矩形モデルを設定する。

【基準断層モデル諸元】

断層パラメータ	F _S -10断層～ 岩内堆東撓曲～ 岩内堆南方背斜	備考
モーメントマグニチュード M _W	7.70	武村 (1998) に基づくスケーリング則により設定。
断層長さ L	100.6km (80.7km+19.9km)	地質調査結果により設定。
断層幅 W	21.21km	地震発生層の厚さ (15km※) と傾斜角により設定。
すべり量 D	5.92m	M _W , L, Wにより設定。
断層面上縁深さ d	0km	
走向 θ	北断層 173° 南断層 199°	地質調査結果により、西傾斜の逆断層と設定。
傾斜角 δ	45°	日本海東縁部の傾斜角30～60° より設定。
すべり角 λ	90°	



基準断層モデル図

※地震発生層厚さは、土木学会 (2016)、地震本部 (2003)、大竹ほか編 (2002) 及び日野ほか (1994) より、15～20kmであると考えられる。

基準断層モデルでは、地震発生層厚さを最小値の15kmとした場合にすべり量が最大となり、保守的な評価になると考えられることから15kmに設定した。

F_S-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜 最大ケース

一部修正 (H26/12/5審査会合)

○健全地形モデルにおけるF_S-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜の最大ケースは以下のとおりである。

変更前 (平成26年12月5日審査会合)

F_S-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜 最大ケース一覧

区分	評価値	断層パラメータの概要
敷地前面 (上昇側)	5.49m	傾斜角:60° すべり角:90° 断層面上縁深さ:2.5km
3号炉取水口 (上昇側)	4.64m	傾斜角:60° すべり角:90° 断層面上縁深さ:5.0km
1, 2号炉取水口 (上昇側)	4.54m	傾斜角:60° すべり角:90° 断層面上縁深さ:5.0km
3号炉取水口 (下降側)	4.24m	傾斜角:60° すべり角:90° 断層面上縁深さ:2.5km
1, 2号炉取水口 (下降側)	3.92m	傾斜角:60° すべり角:90° 断層面上縁深さ:2.5km

変更後 (今後の方針)

F_S-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜 最大ケース一覧

区分	評価値	断層パラメータの概要
防潮堤前面 (上昇側)		
3号炉取水口 (上昇側)		
1, 2号炉取水口 (上昇側)		
放水口 (上昇側)		
3号炉取水口 (下降側)		
「貯留堰を下回る継続時間」		
「保守性を考慮した時間」		

※地形モデル, 評価項目及び影響確認地点 (P30,31参照) を変更し, 今後検討予定。

積丹半島北西沖の断層（走向 0° ，不確かさ考慮ケース） 基準断層モデル

【津波評価手法】

○土木学会（2016）に基づき，基準断層モデルを設定し，不確かさを考慮した数値シミュレーションを実施する。

【基準断層モデル】

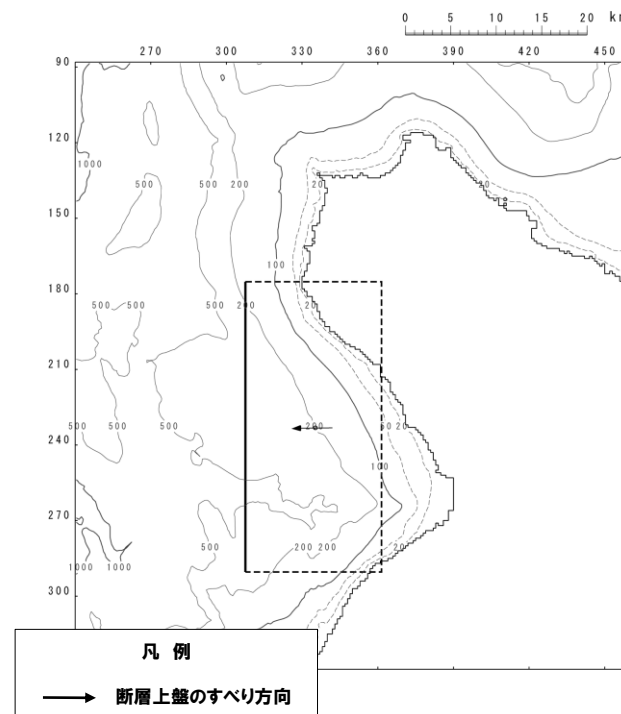
○敷地及び敷地近傍を含む積丹半島西岸には，活構造を示唆する特徴は認められないことから，活構造が存在する可能性は十分小さいと考えられるものの，不確かさを考慮し，保守的に断層長さ（32km）の矩形モデルを設定する。

【基準断層モデル諸元】

断層パラメータ	積丹半島北西沖の断層 （走向 0° ，不確かさ考慮ケース）	備考
モーメントマグニチュード M_w	7.03	武村（1998）に基づくスケーリング則により設定。
断層長さ L	32.0km	不確かさを考慮し，保守的に32kmに設定。
断層幅 W	21.2km	地震発生層の厚さ（15km * ）と傾斜角により設定。
すべり量 D	1.86m	M_w , L, Wにより設定。
断層面上縁深さ d	0km	
走向 θ	0°	地質調査結果により，東傾斜の逆断層と設定。
傾斜角 δ	45°	日本海東縁部の傾斜角 $30\sim 60^\circ$ より設定。
すべり角 λ	90°	

* 地震発生層厚さは，土木学会（2016），地震本部（2003），大竹ほか編（2002）及び日野ほか（1994）より，15～20kmであると考えられる。

基準断層モデルでは，地震発生層厚さを最小値の15kmとした場合にすべり量が最大となり，保守的な評価になると考えられることから15kmに設定した。



基準断層モデル図

積丹半島北西沖の断層（走向0°，不確かさ考慮ケース）最大ケース

○健全地形モデルにおける積丹半島北西沖の断層（走向0°，不確かさ考慮ケース）は以下のとおりである。

積丹半島北西沖の断層（走向0°，不確かさ考慮ケース）最大ケース一覧

区分	評価値	断層パラメータの概要
防潮堤前面 （上昇側）		
3号炉取水口 （上昇側）		
1, 2号炉取水口 （上昇側）		
放水口 （上昇側）		
3号炉取水口 （下降側）		
「貯留堰を下回る継続時間」		
「保守性を考慮した時間」		

※今後検討予定。

補足検討

積丹半島北西沖の断層（走向 20° ，不確かさを考慮ケース） 基準断層モデル

【津波評価手法】

○土木学会（2016）に基づき、基準断層モデルを設定し、不確かさを考慮した数値シミュレーションを実施する。

【基準断層モデル】

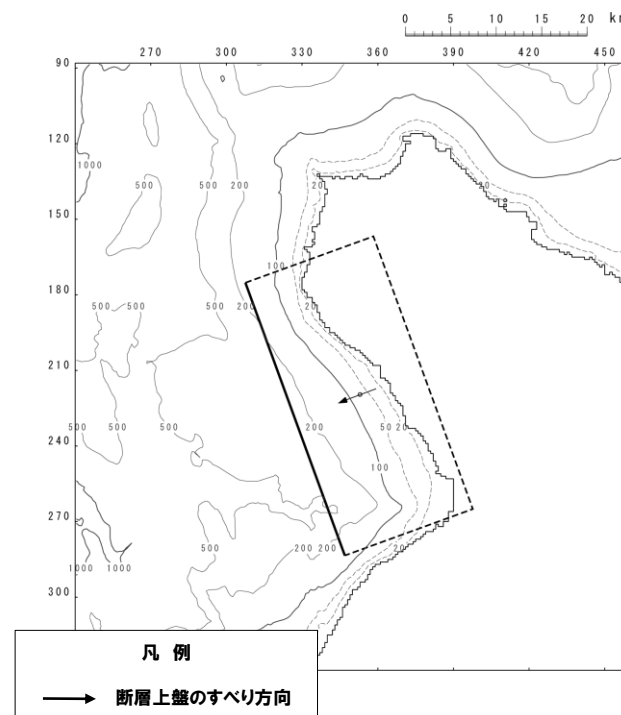
○敷地及び敷地近傍を含む積丹半島西岸には、活構造を示唆する特徴は認められないことから、活構造が存在する可能性は十分小さいと考えられるものの、不確かさを考慮し、保守的に断層長さ（32km）の矩形モデルを設定する。

【基準断層モデル諸元】

断層パラメータ	積丹半島北西沖の断層 (走向 20° ，不確かさを考慮ケース)	備考
モーメントマグニチュード M_w	7.03	武村（1998）に基づくスケーリング則により設定。
断層長さ L	32.0km	不確かさを考慮し、保守的に32kmに設定。
断層幅 W	21.2km	地震発生層の厚さ（15km * ）と傾斜角により設定。
すべり量 D	1.86m	M_w , L, Wにより設定。
断層面上縁深さ d	0km	
走向 θ	20°	地質調査結果により、東傾斜の逆断層と設定。
傾斜角 δ	45°	日本海東縁部の傾斜角 $30\sim 60^\circ$ より設定。
すべり角 λ	90°	

* 地震発生層厚さは、土木学会（2016）、地震本部（2003）、大竹ほか編（2002）及び日野ほか（1994）より、15～20kmであると考えられる。

基準断層モデルでは、地震発生層厚さを最小値の15kmとした場合にすべり量が最大となり、保守的な評価になると考えられることから15kmに設定した。



基準断層モデル図

積丹半島北西沖の断層（走向20°，不確かさ考慮ケース）最大ケース

○健全地形モデルにおける積丹半島北西沖の断層（走向20°，不確かさ考慮ケース）は以下のとおりである。

積丹半島北西沖の断層（走向20°，不確かさ考慮ケース）最大ケース一覧

区分	評価値	断層パラメータの概要
防潮堤前面 （上昇側）		
3号炉取水口 （上昇側）		
1, 2号炉取水口 （上昇側）		
放水口 （上昇側）		
3号炉取水口 （下降側）		
「貯留堰を下回る継続時間」		
「保守性を考慮した時間」		

※今後検討予定。

補足検討

積丹半島北西沖の断層（走向40°，不確かさを考慮ケース） 基準断層モデル

【津波評価手法】

○土木学会（2016）に基づき、基準断層モデルを設定し、不確かさを考慮した数値シミュレーションを実施する。

【基準断層モデル】

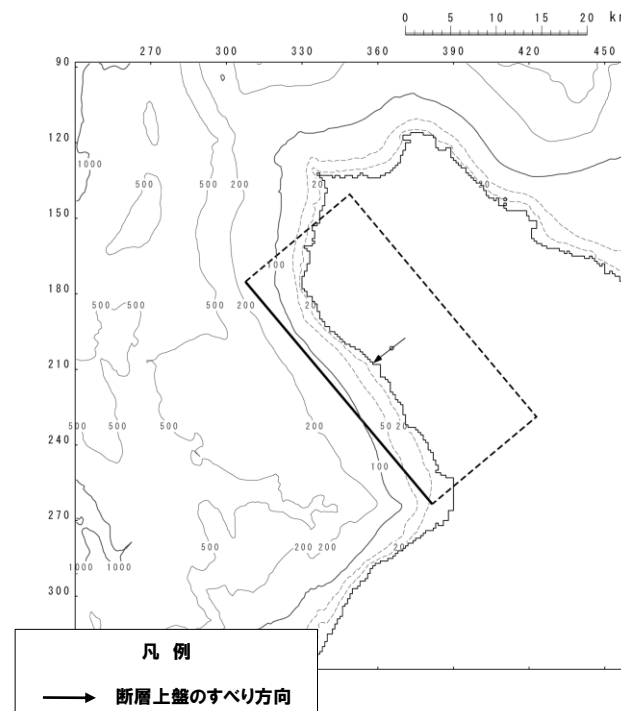
○敷地及び敷地近傍を含む積丹半島西岸には、活構造を示唆する特徴は認められないことから、活構造が存在する可能性は十分小さいと考えられるものの、不確かさを考慮し、保守的に断層長さ（32km）の矩形モデルを設定する。

【基準断層モデル諸元】

断層パラメータ	積丹半島北西沖の断層 (走向40°，不確かさを考慮ケース)	備考
モーメントマグニチュード M_w	7.03	武村（1998）に基づくスケーリング則により設定。
断層長さ L	32.0km	不確かさを考慮し、保守的に32kmに設定。
断層幅 W	21.2km	地震発生層の厚さ（15km [*] ）と傾斜角により設定。
すべり量 D	1.86m	M_w , L, Wにより設定。
断層面上縁深さ d	0km	
走向 θ	40°	地質調査結果により、東傾斜の逆断層と設定。
傾斜角 δ	45°	日本海東縁部の傾斜角30~60°より設定。
すべり角 λ	90°	

^{*}地震発生層厚さは、土木学会（2016）、地震本部（2003）、大竹ほか編（2002）及び日野ほか（1994）より、15~20kmであると考えられる。

基準断層モデルでは、地震発生層厚さを最小値の15kmとした場合にすべり量が最大となり、保守的な評価になると考えられることから15kmに設定した。



基準断層モデル図

積丹半島北西沖の断層（走向40°，不確かさ考慮ケース）最大ケース

○健全地形モデルにおける積丹半島北西沖の断層（走向40°，不確かさ考慮ケース）は以下のとおりである。

積丹半島北西沖の断層（走向40°，不確かさ考慮ケース）最大ケース一覧

区分	評価値	断層パラメータの概要
防潮堤前面 （上昇側）		
3号炉取水口 （上昇側）		
1, 2号炉取水口 （上昇側）		
放水口 （上昇側）		
3号炉取水口 （下降側）		
「貯留堰を下回る継続時間」		
「保守性を考慮した時間」		

※今後検討予定。

②地震に伴う津波

日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 検討概要 (令和4年5月27日審査会合において説明済み)

一部修正 (R3/9/3審査会合)

- 各地形モデルにおける日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の最大ケースは以下のとおりである。
○以下の最大ケースを、地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せの検討対象波源とする(詳細は今後説明予定)。

【日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の最大ケース一覧】

区分	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)	
	評価値	断層パラメータの概要	評価値	断層パラメータの概要	評価値	断層パラメータの概要	評価値	断層パラメータの概要
防潮堤前面 (上昇側)	10.20m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	11.16m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	11.89m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	10.71m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: 矩形モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 1km
3号炉 取水口 (上昇側)	8.50m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	9.37m	・アスペリティ位置: de南へ10km ・断層パターン: 1 ・波源位置: <の字モデル(西へ移動) ・断層面上縁深さ: 1km	9.50m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	9.02m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 4km
1, 2号炉 取水口 (上昇側)	8.63m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	10.35m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	10.55m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	9.66m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km
放水口 (上昇側)	9.20m	・アスペリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	8.72m	・アスペリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	9.17m	・アスペリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	8.92m	・アスペリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km
3号炉 取水口 (下降側)	9.11m	・アスペリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	11.25m	・アスペリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	10.61m	・アスペリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	11.22m	・アスペリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 3km
「貯留堰を下回る 継続時間」	558s	・アスペリティ位置: cf ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	290s	・アスペリティ位置: cf ・断層パターン: 6 ・波源位置: 矩形モデル(基準) ・断層面上縁深さ: 5km	499s	・アスペリティ位置: cf c固定 f南へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	255s	・アスペリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km
「パルスを考慮 しない時間」	558s	・アスペリティ位置: cf ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	456s	・アスペリティ位置: cf ・断層パターン: 6 ・波源位置: 矩形モデル(基準) ・断層面上縁深さ: 5km	499s	・アスペリティ位置: cf c固定 f南へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	313s	・アスペリティ位置: ce c固定 e南へ30km ・断層パターン: 6 ・波源位置: 矩形モデル(基準) ・断層面上縁深さ: 5km

※健全地形モデルにおける最大ケースと異なる断層パラメータを**朱書き**で示している。
※**緑ハッチング**は断層パターン6、**青ハッチング**は断層パターン7、**オレンジハッチング**は断層パターン1の波源モデルである。

③地震以外の要因に伴う津波

③地震以外の要因に伴う津波

説明済みの内容と今後の方針

○地震以外の要因に伴う津波として、火山による山体崩壊に伴う津波、海底地すべりに伴う津波、陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波及び陸上の斜面崩壊（岩盤崩壊）に伴う津波を検討する。

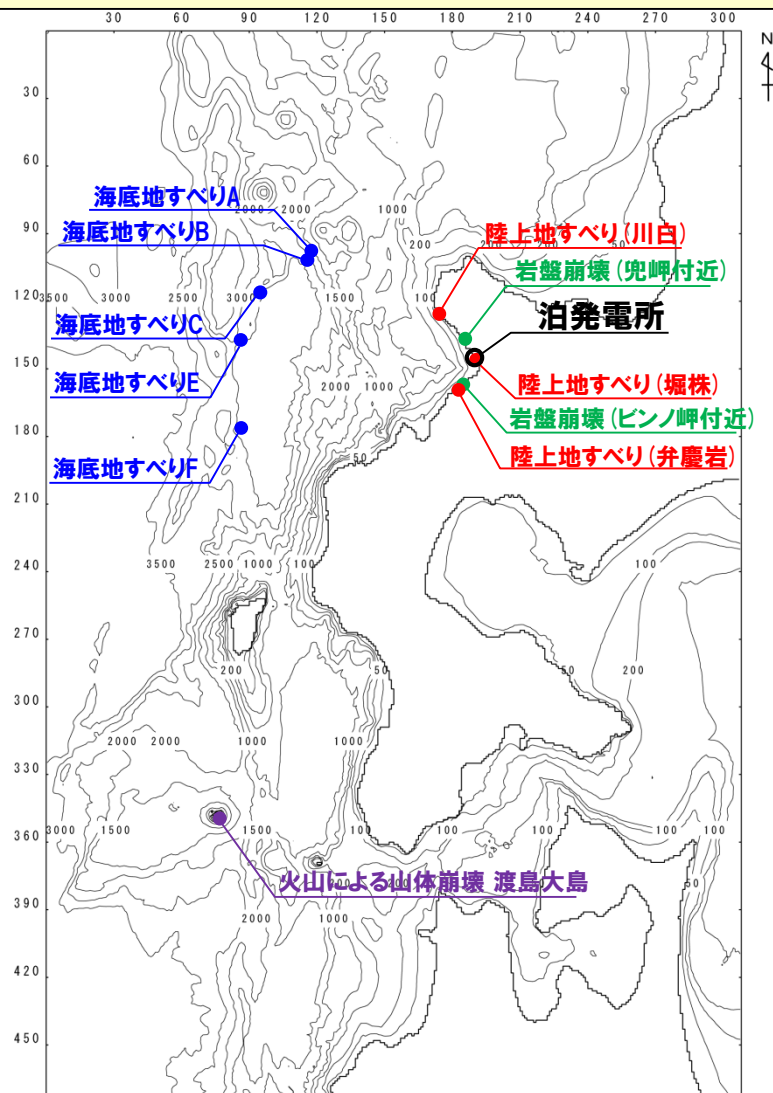
○説明済みの内容（詳細は補足説明資料を参照）と今後の方針（変更点）は、下表のとおりである。

項目	説明済みの内容	今後の方針（変更点）
計算条件	-	○地形モデル及び評価項目（P48参照）を変更し、津波の数値シミュレーションを実施する。
火山による 山体崩壊 に伴う津波	<p>【平成27年5月15日審査会合】</p> <p>○渡島大島の山体崩壊に伴う津波の敷地への影響を確認する目的で、Satake（2007）に基づく1741年（渡島西岸）津波の数値シミュレーションを実施した。</p> <p>【平成27年8月21日審査会合】</p> <p>○今後、渡島大島の火山活動が活発化し、山体の膨張により規模が拡大する可能性を考慮した場合においても、Satake（2007）に基づく1741年（渡島西岸）津波の数値シミュレーションが保守性を有していることを確認した。</p>	-
海底地すべり に伴う津波	<p>【平成26年12月5日審査会合】</p> <p>○敷地周辺の海域において日本海東縁部に位置し、F_5-2断層が認められる急崖地形である後志舟状海盆西縁付近を対象として、海底地形データ等に基づき、地すべり地形を抽出した。</p> <p>○抽出した地すべり地形のうち規模の大きい海底地すべりA,B,C,E,Fを対象とした津波の数値シミュレーションを実施した。</p> <p>【平成27年8月21日】</p> <p>○海底地すべりEを対象とし、変動伝播速度及び鉛直変位ライスタイムを保守的に設定した津波の数値シミュレーションを実施した。</p>	-
陸上の斜面崩壊 （陸上地すべり） に伴う津波	<p>【平成27年5月15日審査会合】</p> <p>○堀株の陸上地すべりについては、敷地までの距離を考慮し、保守的な評価として、土塊が海に突入した場合の影響を確認するため、津波の数値シミュレーションを実施した。</p> <p>○弁慶岩の陸上地すべりについては、大規模な崩壊の可能性を保守的に考慮し、2つの不安定ブロックが一括で崩壊した場合の津波の数値シミュレーションを実施した。</p> <p>【平成27年8月21日審査会合】</p> <p>○川白の陸上地すべりについては、ボーリング調査等による地下の地質データがないこと等の状況を考慮し、保守的な検討として、山側のブロックを含めた大規模な地すべりの津波の数値シミュレーションを実施した。</p>	-
陸上の斜面崩壊 （岩盤崩壊） に伴う津波	<p>【平成27年8月21日審査会合】</p> <p>○敷地との距離が短い兜岬付近及びピンノ岬付近の崩壊地点を選定し、保守的に一括崩壊として津波の数値シミュレーションを実施した。</p>	-

③地震以外の要因に伴う津波

地震以外の要因に伴う津波

○地震以外の要因に伴う津波の波源と泊発電所の位置関係は、以下のとおりである。



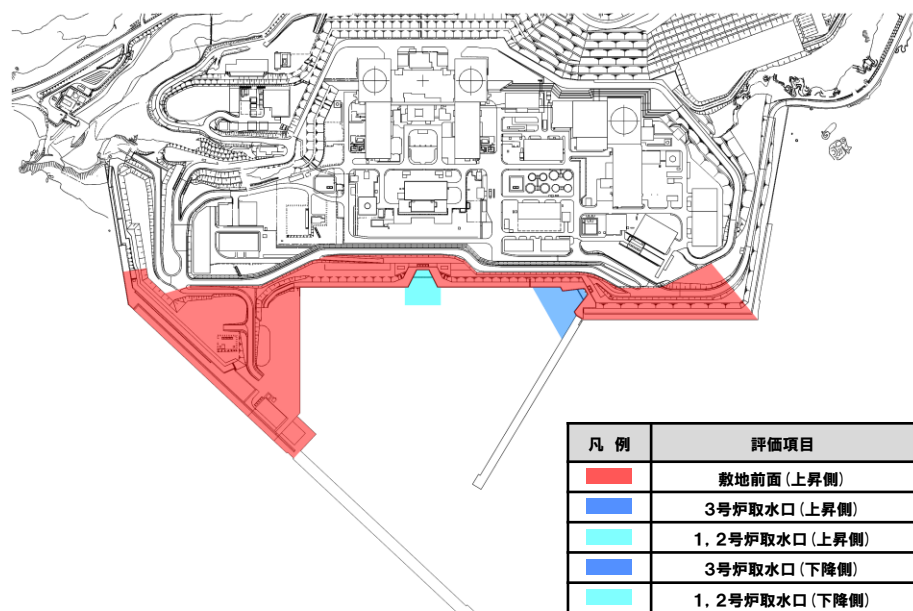
地震以外の要因に伴う津波 位置図

③地震以外の要因に伴う津波

地震以外の要因に伴う津波の計算条件

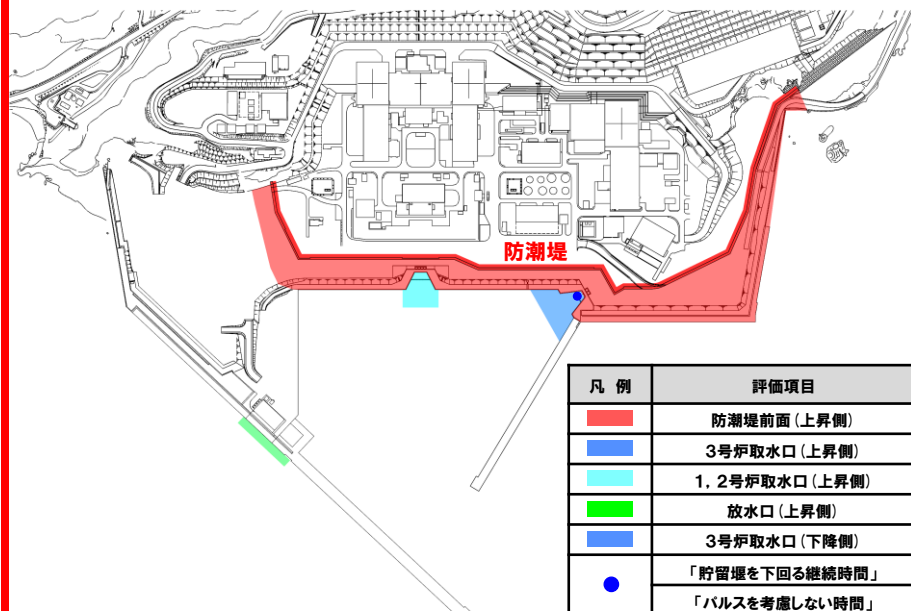
○地形モデル及び評価項目を変更する。

変更前 (平成26年12月5日審査会合)



地形モデル・評価項目

変更後 (今回説明)



地形モデル・評価項目

余白

③地震以外の要因に伴う津波

火山による山体崩壊に伴う津波 (1/2)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

【検討対象】

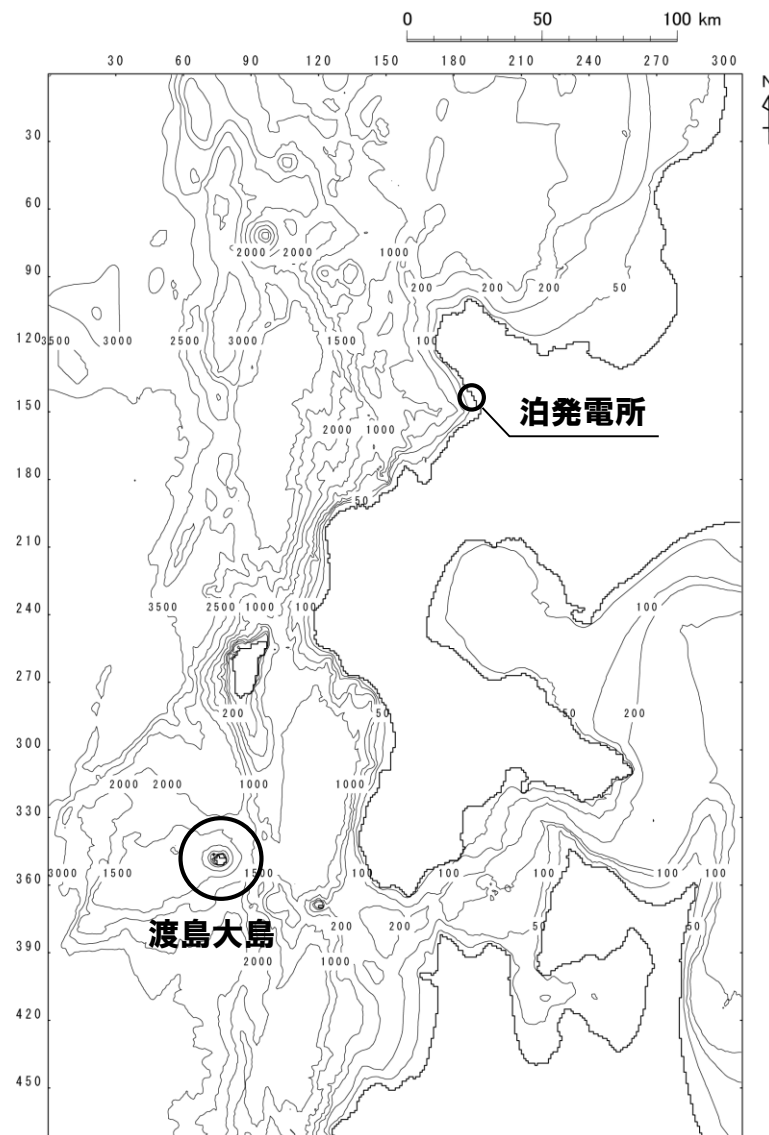
○敷地に影響を与える可能性のある、海域火山及び陸域火山について検討した結果、渡島大島が検討対象として抽出された。

【検討方針 (再現計算)】

- 渡島大島の山体崩壊に伴う津波の影響を確認する目的で、Satake (2007) に基づく1741年 (渡島西岸) 津波の再現計算を実施する。
- 津波の数値シミュレーションは、以下のモデルとした。

《Kinematic landslideモデル》

崩壊物が斜面を滑り降りる過程を想定し、「位置エネルギー」を与えるモデルである。



渡島大島位置図

③地震以外の要因に伴う津波

火山による山体崩壊に伴う津波 (2/2)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 渡島大島の山体崩壊に伴う津波の影響を確認する目的で、Satake (2007) に示されている渡島大島周辺の測深図に基づく地形変化から噴火前と噴火後の地形変化を推定し、Kinematic landslideモデルにより、数値シミュレーションによる再現計算を実施した。
- なお、Satake (2007) に基づく1741年(渡島西岸)津波の再現計算については、火山噴火に伴う事象であり、地震に伴う津波とは独立した事象であると考えられる。

変更前 (平成27年5月15日審査会合)

火山による山体崩壊 (渡島大島) 数値シミュレーション結果

区分	評価値
敷地前面 (上昇側)	1.59m
3号炉取水口 (上昇側)	1.32m
1, 2号炉取水口 (上昇側)	1.22m
3号炉取水口 (下降側)	1.01m
1, 2号炉取水口 (下降側)	0.97m

変更後 (今回説明)

火山による山体崩壊 (渡島大島) 数値シミュレーション結果

区分	評価値
防潮堤前面 (上昇側)	1.59m
3号炉取水口 (上昇側)	1.32m
1, 2号炉取水口 (上昇側)	1.22m
放水口 (上昇側)	1.13m
3号炉取水口 (下降側)	1.01m
「貯留堰を下回る継続時間」	0s
「保守性を考慮した時間」	0s

※地形モデル、評価項目 (P48参照) を変更した検討結果。

③地震以外の要因に伴う津波

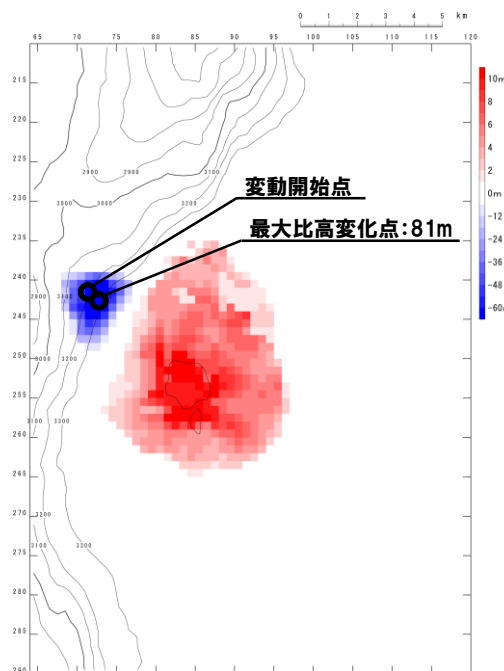
海底地すべりに伴う津波 (1/2)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

- 海底地すべりEの津波の数値シミュレーションは、Kinematic landslideモデルを用いる。
- 変動伝播速度及び鉛直変位ライズタイムを保守的に設定した。

【津波シミュレーション (Kinematic landslideモデル)】

入力データ	入力値	備考
計算時間間隔 Δt (s)	0.1	計算安定条件を満たすように設定。
計算時間 (時間)	3	
比高変化 (m)	最大81	FLOW-3Dによる10分後の地形変化量から設定。
鉛直変位ライズタイム (s)	240	FLOW-3Dによる鉛直方向の変化率から設定。
変動伝播速度 (m/s)	8	FLOW-3Dによる最大速度から設定。



FLOW-3Dによる10分後の地形変化量分布

③地震以外の要因に伴う津波

海底地すべりに伴う津波 (2/2)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

○海底地すべりEの津波シミュレーションを実施した。

変更前 (平成27年8月21日審査会合)

海底地すべりE 数値シミュレーション結果

区分	評価値
敷地前面 (上昇側)	0.27m
3号炉取水口 (上昇側)	0.22m
1, 2号炉取水口 (上昇側)	0.22m
3号炉取水口 (下降側)	0.16m
1, 2号炉取水口 (下降側)	0.16m

変更後 (今回説明)

海底地すべりE 数値シミュレーション結果

区分	評価値
防潮堤前面 (上昇側)	0.24m
3号炉取水口 (上昇側)	0.22m
1, 2号炉取水口 (上昇側)	0.22m
放水口 (上昇側)	0.24m
3号炉取水口 (下降側)	0.16m
「貯留堰を下回る継続時間」	0s
「保守性を考慮した時間」	0s

※地形モデル、評価項目 (P48参照) を変更した検討結果。

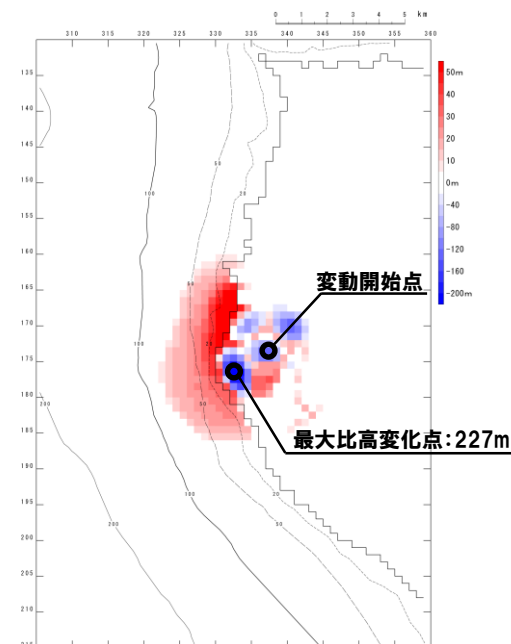
陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波（1/2）

一部修正（H27/8/21審査会合）

○陸上地すべり（川白）の津波の数値シミュレーションは、Kinematic landslideモデルを用いる。

【津波シミュレーション（Kinematic landslideモデル）】

入力データ	入力値	備考
計算時間間隔 Δt (s)	0.1	計算安定条件を満たすように設定。
計算時間 (時間)	3	
比高変化 (m)	最大227	TITAN2Dによる10分後の地形変化量から設定。
鉛直変位ライズタイム (s)	60	TITAN2Dによる鉛直方向の変化率から設定。
変動伝播速度 (m/s)	13	TITAN2Dによる最大速度から設定。



TITAN2Dによる10分後の地形変化量分布

③地震以外の要因に伴う津波

陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波（2/2）

一部修正（H27/8/21審査会合）

○陸上地すべり（川白）の津波シミュレーションを実施した。

変更前（平成27年8月21日審査会合）

変更後（今回説明）

陸上地すべり（川白） 数値シミュレーション結果

区分	評価値
敷地前面 （上昇側）	7.69m
3号炉取水口 （上昇側）	3.45m
1, 2号炉取水口 （上昇側）	3.64m
3号炉取水口 （下降側）	4.18m
1, 2号炉取水口 （下降側）	3.97m

陸上地すべり（川白） 数値シミュレーション結果

区分	評価値
防潮堤前面 （上昇側）	4.92m
3号炉取水口 （上昇側）	3.45m
1, 2号炉取水口 （上昇側）	3.64m
放水口 （上昇側）	5.91m
3号炉取水口 （下降側）	4.18m
「貯留堰を下回る継続時間」	38s
「保守性を考慮した時間」	38s

※地形モデル、評価項目（P48参照）を変更した検討結果。

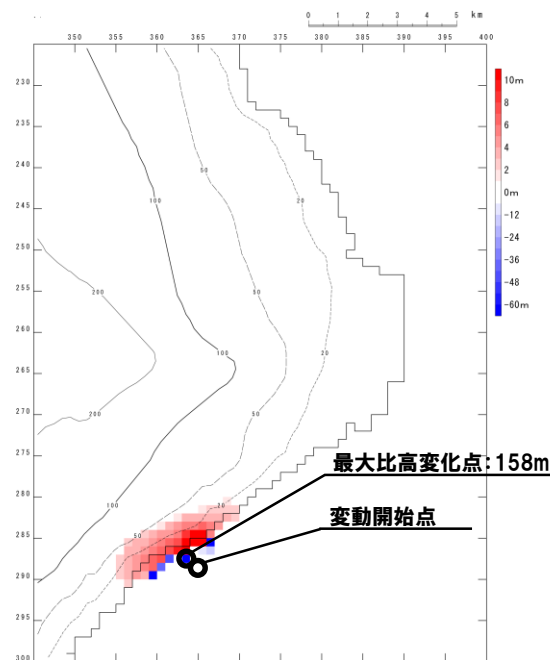
陸上の斜面崩壊（岩盤崩壊）に伴う津波（1/2）

一部修正（H27/8/21審査会合）

○岩盤崩壊（ピンノ岬付近）の津波の数値シミュレーションはKinematic landslideモデルの手法を用いる。

【津波シミュレーション（Kinematic landslideモデル）】

入力データ	入力値	備考
計算時間間隔 Δt (s)	0.1	計算安定条件を満たすように設定。
計算時間 (時間)	3	
比高変化 (m)	最大158	TITAN2Dによる10分後の地形変化量から設定。
鉛直変位ライズタイム (s)	60	TITAN2Dによる鉛直方向の変化率から設定。
変動伝播速度 (m/s)	29	TITAN2Dによる最大速度から設定。



TITAN2Dによる10分後の地形変化量分布

③地震以外の要因に伴う津波

陸上の斜面崩壊（岩盤崩壊）に伴う津波（2/2）

一部修正（H27/8/21審査会合）

○岩盤崩壊（ビンノ岬付近）の津波シミュレーションを実施した。

変更前（平成27年8月21日審査会合）

岩盤崩壊（ビンノ岬付近）数値シミュレーション結果

区分	評価値
敷地前面 （上昇側）	2.19m
3号炉取水口 （上昇側）	1.52m
1, 2号炉取水口 （上昇側）	1.41m
3号炉取水口 （下降側）	1.57m
1, 2号炉取水口 （下降側）	1.45m

変更後（今回説明）

岩盤崩壊（ビンノ岬付近）数値シミュレーション結果

区分	評価値
防潮堤前面 （上昇側）	2.41m
3号炉取水口 （上昇側）	1.53m
1, 2号炉取水口 （上昇側）	1.41m
放水口 （上昇側）	1.71m
3号炉取水口 （下降側）	1.57m
「貯留堰を下回る継続時間」	0s
「保守性を考慮した時間」	0s

※地形モデル、評価項目（P48参照）を変更した検討結果。

④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

検討フロー

○地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せでは、以下の検討を実施する。

- 組合せ対象波源
- 組合せ時間範囲の算定
- 線形足し合わせ
- 組合せ時間 (パラメータスタディ範囲) の設定
- 同一波動場での津波解析 (一体解析)

○検討の実施に当たっては、以下の複数の地形モデルを用いる。

- 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)

○計算条件は、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波と同様とする。

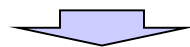
④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

組合せ対象波源 (1/2) 地震に伴う津波

○津波発生要因の組合せのうち地震に伴う津波は、阿部(1989)の簡易予測式により推定津波高を算定し、敷地に影響が大きい波源を選定する。

簡易予測式より算定した推定津波高

名称	断層長さ L (km)	幅 W (km)	すべり量 D (m)	地震 モーメント M_0 (N・m)	モーメント マグニチュード M_w	津波の 伝播距離 Δ (km)	推定 津波高 H_t (m)	
日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	320	40.0	6.00	2.69×10^{21}	8.2	71	10.2	
海域活断層に想定される 地震に伴う津波	岩内堆東撓曲	23.7	15.8	1.69	2.21×10^{19}	6.8	34	0.9
	寿都海底谷の断層	42	17.3	2.99	7.61×10^{19}	7.2	47	1.5
	神威海脚西側の断層	31.5	17.3	2.24	4.28×10^{19}	7.0	48	1.0
	F _B -2断層	101	17.3	7.19	4.40×10^{20}	7.7	85	2.6
	F _S -10断層 ～岩内堆東撓曲 ～岩内堆南方背斜	98	17.3	6.98	4.15×10^{20}	7.7	42	5.1
	積丹半島北西沖の断層 (走向0°, 基本ケース)	22.6	15.1	1.61	1.90×10^{19}	6.8	24	1.2
	積丹半島北西沖の断層 (走向20°, 基本ケース)	22.6	15.1	1.61	1.90×10^{19}	6.8	21	1.3
	積丹半島北西沖の断層 (走向40°, 基本ケース)	22.6	15.1	1.61	1.90×10^{19}	6.8	19	1.5
	積丹半島北西沖の断層 (走向0°, 不確かさ考慮ケース)	32	17.3	2.28	4.40×10^{19}	7.0	22	2.2
	積丹半島北西沖の断層 (走向20°, 不確かさ考慮ケース)	32	17.3	2.28	4.40×10^{19}	7.0	17	2.6
	積丹半島北西沖の断層 (走向40°, 不確かさ考慮ケース)	32	17.3	2.28	4.40×10^{19}	7.0	14	2.6



○津波発生要因の組合せのうち地震に伴う津波として日本海東縁部に想定される地震に伴う津波を選定する。

④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

組合せ対象波源 (2/2) 地震以外の要因に伴う津波

○津波発生要因の組合せのうち地震以外の要因に伴う津波は、津波の数値シミュレーション結果より、敷地に影響が大きい波源を選定する。

地震以外の要因に伴う津波 数値シミュレーション結果

区分	【参考】 火山による山体崩壊 (渡島大島)*	海底地すべりE	陸上地すべり (川白)	岩盤崩壊 (ピンノ岬付近)
	評価値	評価値	評価値	評価値
防潮堤前面 (上昇側)	1.59m	0.24m	4.92m	2.41m
3号炉取水口 (上昇側)	1.32m	0.22m	3.45m	1.53m
1, 2号炉取水口 (上昇側)	1.22m	0.22m	3.64m	1.41m
放水口 (上昇側)	1.13m	0.24m	5.91m	1.71m
3号炉取水口 (下降側)	1.01m	0.16m	4.18m	1.57m
「貯留堰を下回る継続時間」	0s	0s	38s	0s
「パルスを考慮 しない時間」	0s	0s	38s	0s

※火山噴火に伴う事象であり、地震事象とは独立した事象であるため、地震に伴う津波との組合せの検討対象としない。



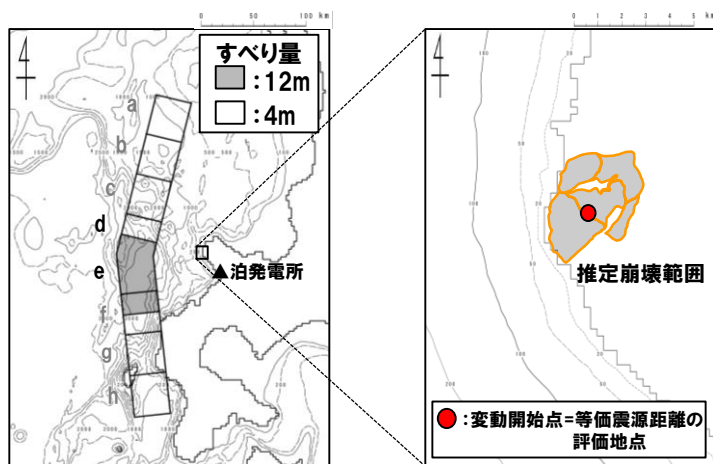
○津波発生要因の組合せのうち地震以外の要因に伴う津波として陸上地すべり(川白)を選定する。

余白

④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

組合せ時間範囲の算定 (1/5)

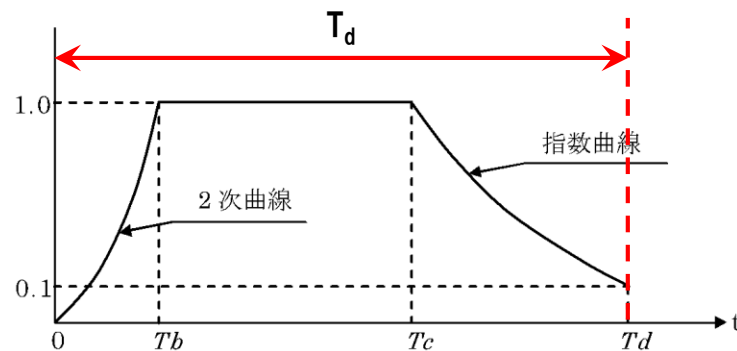
○組合せ時間差の範囲は、日本海東縁部に想定される地震による地震動が、陸上地すべり（川白）位置に到達する時間 (T_s) から、陸上地すべり（川白）位置での地震動継続時間 (T_d) の時間範囲 ($T_s \sim T_s + T_d$) で発生するものとする。



日本海東縁部に起因する地震

記載例:アスベリティ位置:de南へ20km
断層パターン:6
波源位置:くの字モデル(東へ移動)
断層面上縁深さ:5km

陸上の斜面崩壊
(川白)



斜面崩壊位置での地震動継続時間 (T_d)

(Noda et al. (2002) に一部加筆)

④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

組合せ時間範囲の算定 (2/5) 健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり)

○組合せ時間範囲は、下表のとおりである。

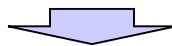
【健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり) における組合せ時間範囲】

日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の波源モデル	等価震源距離	地震波速度 (S波速度)	T_s^{*1}	$T_s+T_d^{*2}$	組合せ時間範囲 $T_s \sim T_s+T_d$
防潮堤前面 (上昇側) 最大ケース ・アスベリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	81.6 km	3.4 km/s ^{*3}	23 s	136 s	23 s ~ 136 s
3号炉取水口 (上昇側) 最大ケース	防潮堤前面 (上昇側) 最大ケースと同じ				
1, 2号炉取水口 (上昇側) 最大ケース	防潮堤前面 (上昇側) 最大ケースと同じ				
放水口 (上昇側) 最大ケース ・アスベリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	78.9 km	3.4 km/s ^{*3}	23 s	134 s	23 s ~ 134 s
3号炉取水口 (下降側) 最大ケース ・アスベリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	77.2 km	3.4 km/s ^{*3}	22 s	133 s	22 s ~ 133 s
「貯留堰を下回る継続時間」 最大ケース ・アスベリティ位置: cf ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	85.8 km	3.4 km/s ^{*3}	25 s	140 s	25 s ~ 140 s
「バルスを考慮しない時間」 最大ケース	「貯留堰を下回る継続時間」最大ケースと同じ				

※1: T_s : 各波源モデルから斜面崩壊位置までの等価震源距離とS波速度から算定

※2: T_d : Noda et al. (2002) による振幅包絡線の経時特性から算定

※3: 地震本部 (2009) より設定



○組合せ時間範囲において、線形足し合わせ、組合せ時間 (パラメータスタディ範囲) の設定及び同一波動場での津波解析 (一体解析) を検討する。

④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

組合せ時間範囲の算定 (3/5) 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)

○組合せ時間範囲は、下表のとおりである。

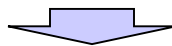
【防波堤の損傷を考慮した地形モデル① (北防波堤なし-南防波堤なし) における組合せ時間範囲】

日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の波源モデル	等価震源距離	地震波速度 (S波速度)	T_s^{*1}	$T_s+T_d^{*2}$	組合せ時間範囲 $T_s \sim T_s+T_d$
防波堤前面 (上昇側) 最大ケース ・アスベリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	81.6 km	3.4 km/s ^{**3}	23 s	136 s	23 s ~ 136 s
3号炉取水口 (上昇側) 最大ケース ・アスベリティ位置: de南へ10km ・断層パターン: 1 ・波源位置: くの字モデル (西へ移動) ・断層面上縁深さ: 1km	150.6 km	3.4 km/s ^{**3}	44 s	172 s	44 s ~ 172 s
1, 2号炉取水口 (上昇側) 最大ケース	防波堤前面 (上昇側) 最大ケースと同じ				
放水口 (上昇側) 最大ケース ・アスベリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	78.9 km	3.4 km/s ^{**3}	23 s	134 s	23 s ~ 134 s
3号炉取水口 (下降側) 最大ケース ・アスベリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	77.2 km	3.4 km/s ^{**3}	22 s	133 s	22 s ~ 133 s
「貯留堰を下回る継続時間」 最大ケース ・アスベリティ位置: cf ・断層パターン: 6 ・波源位置: 矩形モデル (基準) ・断層面上縁深さ: 5km	91.2 km	3.4 km/s ^{**3}	26 s	143 s	26 s ~ 143 s
「バルスを考慮しない時間」 最大ケース	「貯留堰を下回る継続時間」最大ケースと同じ				

※1: T_s : 各波源モデルから斜面崩壊位置までの等価震源距離とS波速度から算定

※2: T_d : Noda et al. (2002) による振幅包絡線の経時特性から算定

※3: 地震本部 (2009) より設定



○組合せ時間範囲において、線形足し合わせ、組合せ時間 (パラメータスタディ範囲) の設定及び同一波動場での津波解析 (一体解析) を検討する。

④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

組合せ時間範囲の算定 (4/5) 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)

○組合せ時間範囲は、下表のとおりである。

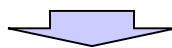
【防波堤の損傷を考慮した地形モデル② (北防波堤あり-南防波堤なし) における組合せ時間範囲】

日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の波源モデル	等価震源距離	地震波速度 (S波速度)	T_s^{*1}	$T_s+T_d^{*2}$	組合せ時間範囲 $T_s \sim T_s+T_d$
防潮堤前面 (上昇側) 最大ケース ・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	81.6 km	3.4 km/s ^{*3}	23 s	136 s	23 s ~ 136 s
3号炉取水口 (上昇側) 最大ケース	防潮堤前面 (上昇側) 最大ケースと同じ				
1, 2号炉取水口 (上昇側) 最大ケース	防潮堤前面 (上昇側) 最大ケースと同じ				
放水口 (上昇側) 最大ケース ・アスペリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	78.9 km	3.4 km/s ^{*3}	23 s	134 s	23 s ~ 134 s
3号炉取水口 (下降側) 最大ケース ・アスペリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	77.2 km	3.4 km/s ^{*3}	22 s	133 s	22 s ~ 133 s
「貯留堰を下回る継続時間」 最大ケース ・アスペリティ位置: cf c固定 f南へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	86.7 km	3.4 km/s ^{*3}	25 s	140 s	25 s ~ 140 s
「バルスを考慮しない時間」 最大ケース	「貯留堰を下回る継続時間」最大ケースと同じ				

※1: T_s : 各波源モデルから斜面崩壊位置までの等価震源距離とS波速度から算定

※2: T_d : Noda et al. (2002) による振幅包絡線の経時特性から算定

※3: 地震本部 (2009) より設定



○組合せ時間範囲において、線形足し合わせ、組合せ時間 (パラメータスタディ範囲) の設定及び同一波動場での津波解析 (一体解析) を検討する。

④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

組合せ時間範囲の算定 (5/5) 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)

○組合せ時間範囲は、下表のとおりである。

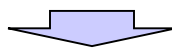
【防波堤の損傷を考慮した地形モデル③ (北防波堤なし-南防波堤あり) における組合せ時間範囲】

日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の波源モデル	等価震源距離	地震波速度 (S波速度)	T_s ※1	T_s+T_d ※2	組合せ時間範囲 $T_s \sim T_s+T_d$
防波堤前面 (上昇側) 最大ケース ・アスぺリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: 矩形モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 1km	78.6 km	3.4 km/s※3	23 s	134 s	23 s ~ 134 s
3号炉取水口 (上昇側) 最大ケース ・アスぺリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 4km	81.4 km	3.4 km/s※3	23 s	136 s	23 s ~ 136 s
1, 2号炉取水口 (上昇側) 最大ケース ・アスぺリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	80.7 km	3.4 km/s※3	23 s	136 s	23 s ~ 136 s
放水口 (上昇側) 最大ケース ・アスぺリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	78.9 km	3.4 km/s※3	23 s	134 s	23 s ~ 134 s
3号炉取水口 (下降側) 最大ケース ・アスぺリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 3km	76.7 km	3.4 km/s※3	22 s	133 s	22 s ~ 133 s
「貯留堰を下回る継続時間」 最大ケース ・アスぺリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	79.8 km	3.4 km/s※3	23 s	135 s	23 s ~ 135 s
「バルスを考慮しない時間」 最大ケース ・アスぺリティ位置: ce c固定 e南へ30km ・断層パターン: 6 ・波源位置: 矩形モデル (基準) ・断層面上縁深さ: 5km	90.0 km	3.4 km/s※3	26 s	143 s	26 s ~ 143 s

※1: T_s : 各波源モデルから斜面崩壊位置までの等価震源距離とS波速度から算定

※2: T_d : Noda et al. (2002) による振幅包絡線の経時特性から算定

※3: 地震本部 (2009) より設定



○組合せ時間範囲において、線形足し合わせ、組合せ時間 (パラメータスタディ範囲) の設定及び同一波動場での津波解析 (一体解析) を検討する。

余白

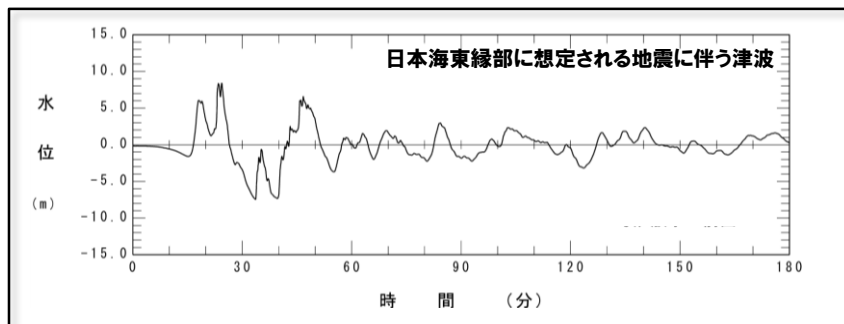
④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

線形足し合わせ (1/10) 基本方針

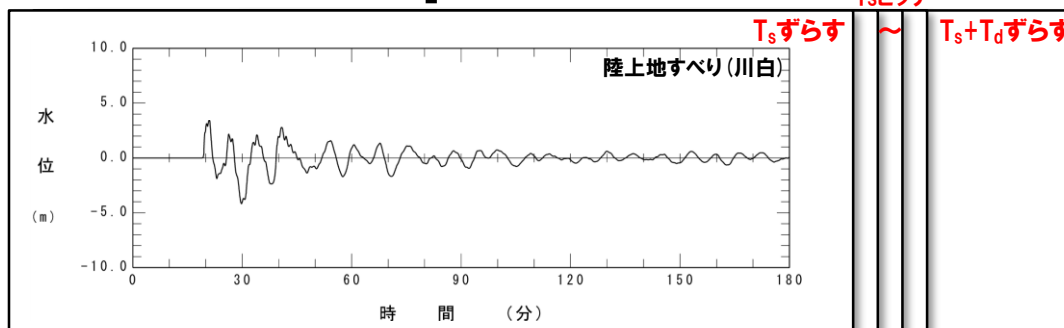
○線形足し合わせでは、以下の手順で検討を行う。

- 各組合せ地点 (次頁以降参照) の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) の水位時刻歴波形を抽出する。
- 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の水位時刻歴波形に陸上地すべり (川白) の水位時刻歴波形を、組合せ時間範囲 ($T_s \sim T_s + T_d$) で1sピッチでずらしながら足し合わせ、線形足し合わせ波形を作成する。
- 線形足し合わせ波形のうち、評価項目毎に影響の大きい時間差を算出する。

検討イメージ



+



||

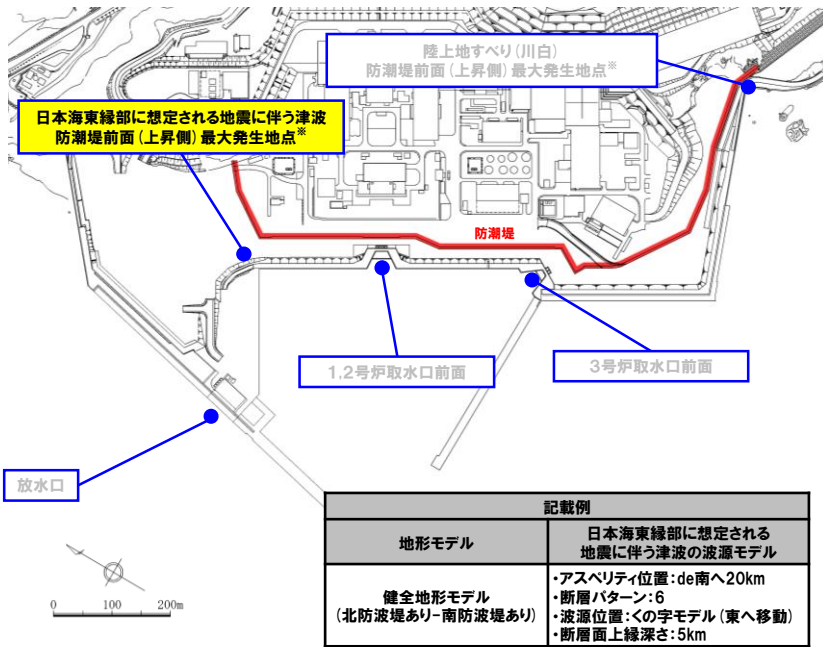
線形足し合わせ波形



④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

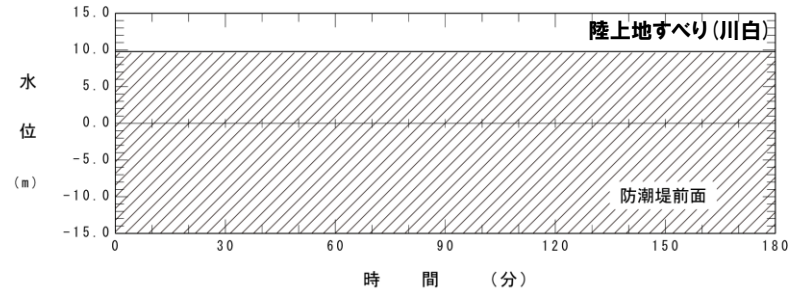
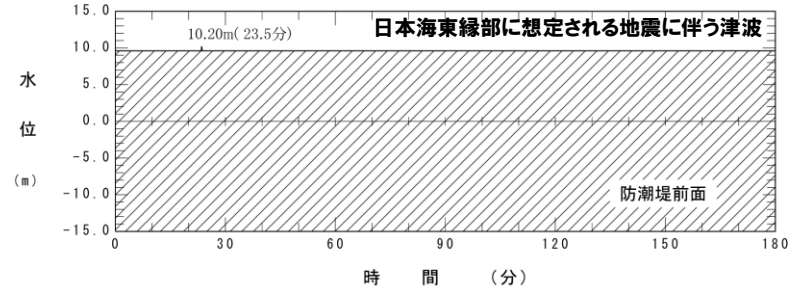
線形足し合わせ (2/10) 組合せ地点 (1/5)

- 下図に示す抽出地点の水位時刻歴波形を抽出し、組合せ時間範囲 ($T_s \sim T_s + T_d$) において、1sピッチで時間差を考慮した線形足し合わせを実施した。
- 線形足し合わせ結果より、各評価項目における最大となる時間差を算出した。



記載例	
地形モデル	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の波源モデル
健全地形モデル (北防潮堤あり-南防潮堤あり)	・アスベリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: <の字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km

水位時刻歴波形の抽出地点



水位時刻歴波形
日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 防潮堤前面(上昇側) 最大発生地点

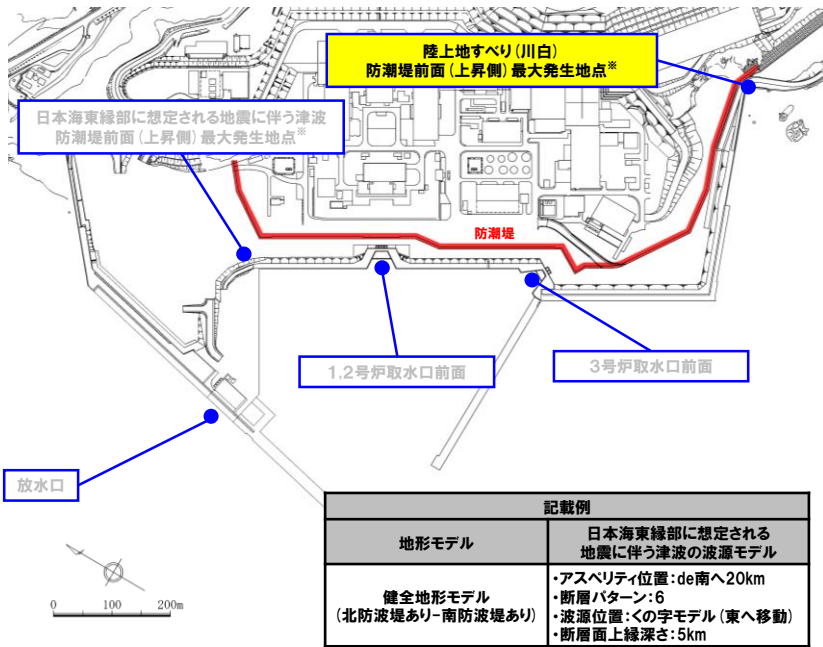


- 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 防潮堤前面(上昇側) 最大発生地点においては、陸上地すべり(川白) が遡上しないことから、当該地点以外の抽出地点における最大となる時間差による検討を実施する。
- また、上記時間差による評価結果が大きくなるとは限らないことを踏まえ、組合せ時間に関するパラメータスタディを実施する (P84参照)。

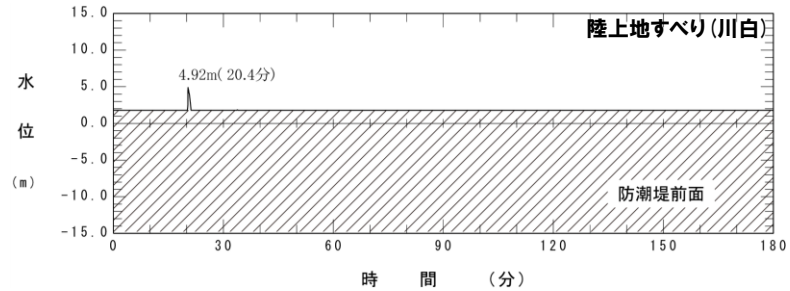
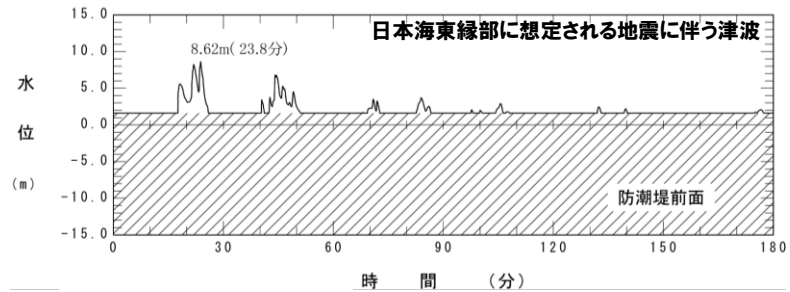
④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

線形足し合わせ (3/10) 組合せ地点 (2/5)

- 下図に示す抽出地点の水位時刻歴波形を抽出し、組合せ時間範囲 ($T_s \sim T_s + T_d$) において、1sピッチで時間差を考慮した線形足し合わせを実施した。
- 線形足し合わせ結果より、各評価項目における最大となる時間差を算出した。



水位時刻歴波形の抽出地点



水位時刻歴波形
陸上地すべり(川白) 防潮堤前面(上昇側)最大発生地点

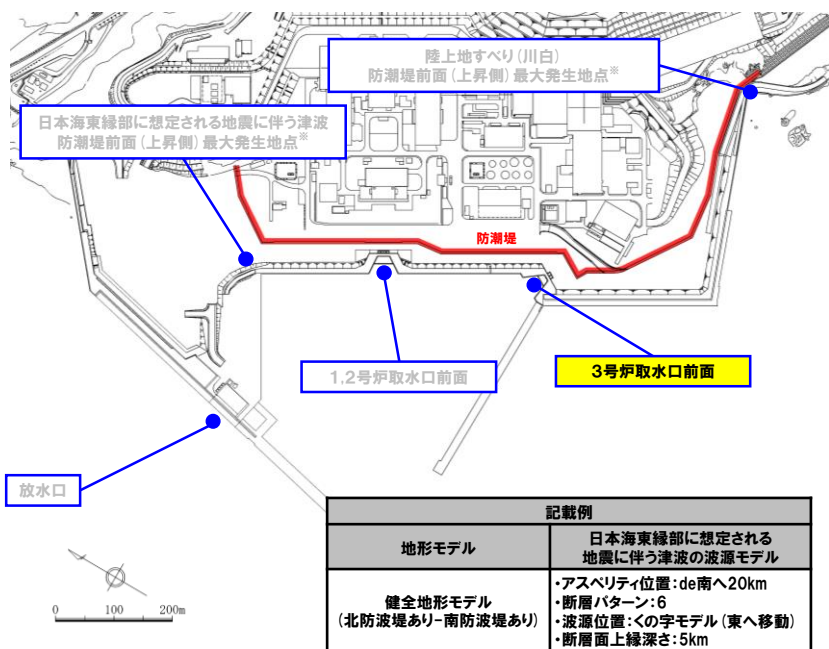


- 陸上地すべり(川白)の防潮堤前面(上昇側)最大発生地点における線形足し合わせ結果から、水位が最大となる時間差を算出する。
- また、上記時間差による評価結果が大きくなるとは限らないことを踏まえ、組合せ時間に関するパラメータスタディを実施する(P84参照)。

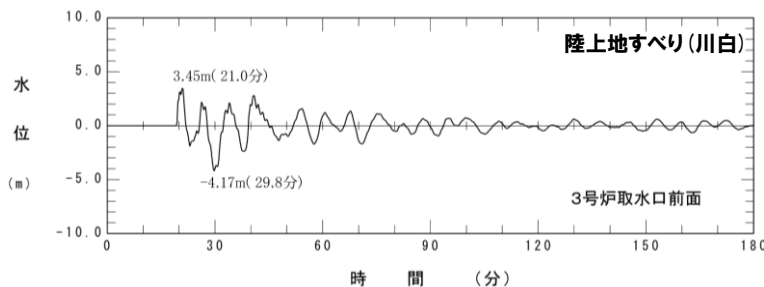
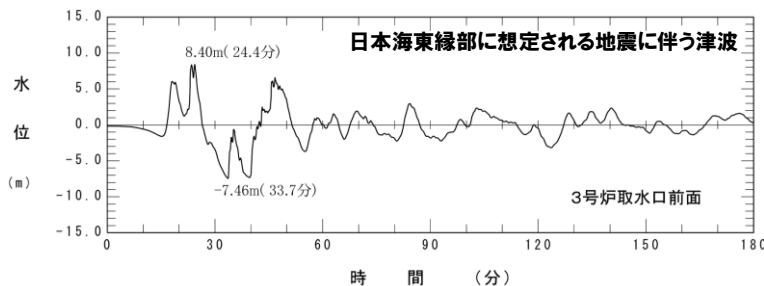
④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

線形足し合わせ (4/10) 組合せ地点 (3/5)

- 下図に示す抽出地点の水位時刻歴波形を抽出し、組合せ時間範囲 ($T_s \sim T_s + T_d$) において、1sピッチで時間差を考慮した線形足し合わせを実施した。
- 線形足し合わせ結果より、各評価項目における最大となる時間差を算出した。



水位時刻歴波形の抽出地点



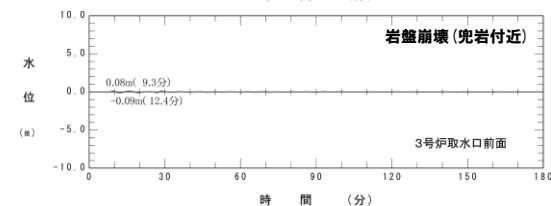
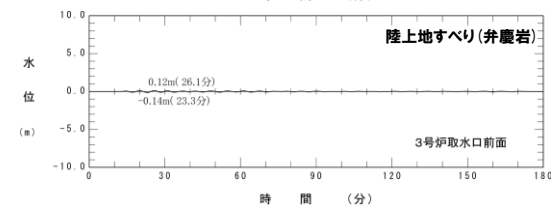
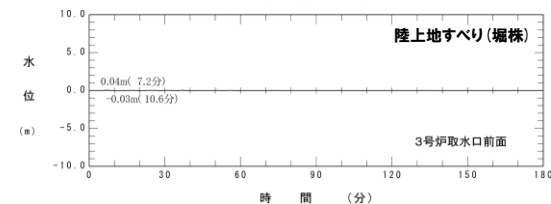
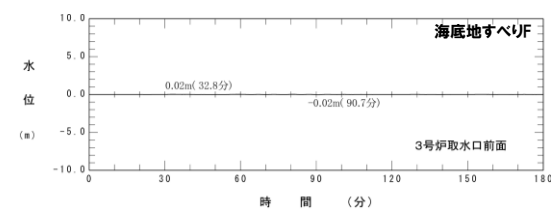
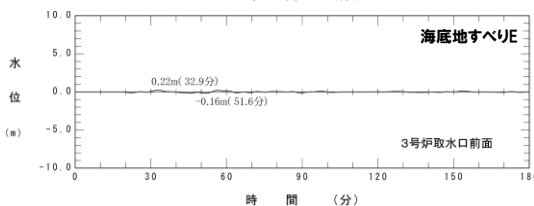
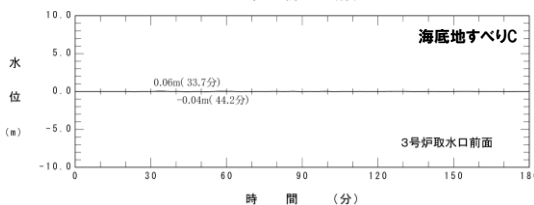
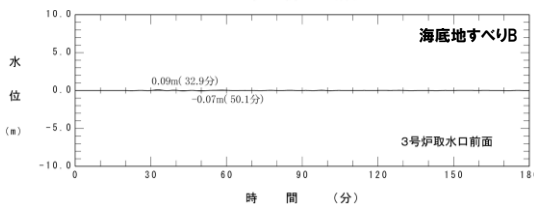
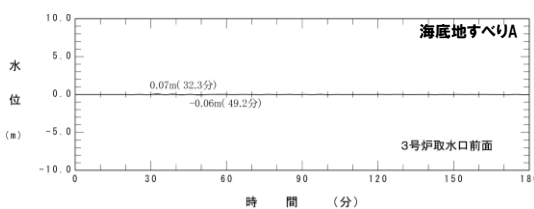
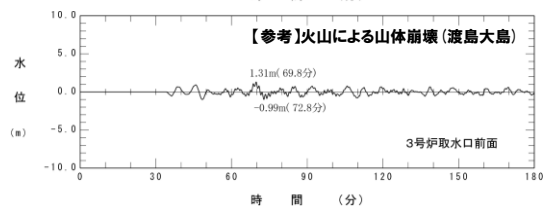
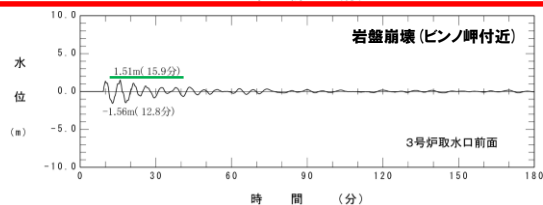
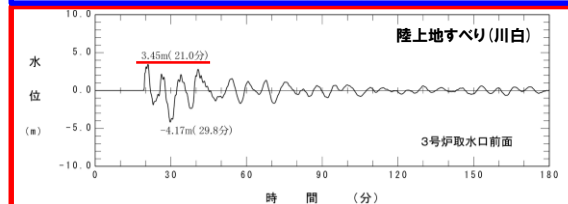
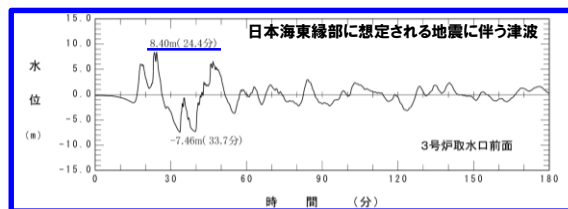
水位時刻歴波形
3号炉取水口前面

- 3号炉取水口前面における線形足し合わせ結果から、水位が最大となる時間差、水位が最小となる時間差、「貯留堰を下回る継続時間」が最大となる時間差及び「パルスを考慮しない時間」が最大となる時間差を算出する。
- また、上記時間差による評価結果が大きくなるとは限らないことを踏まえ、組合せ時間に関するパラメータスタディを実施する (P84参照)。

陸上地すべり(川白)の代表性確認 3号炉取水口(上昇側)

○地震以外の要因に伴う津波の水位時刻歴波形(3号炉取水口)の比較から、陸上地すべり(川白)を選定した妥当性を下表のとおり確認した。

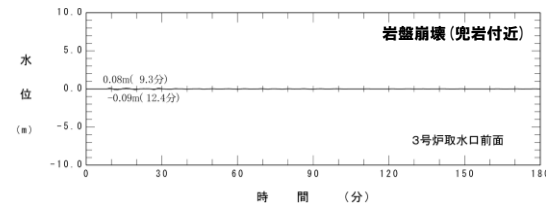
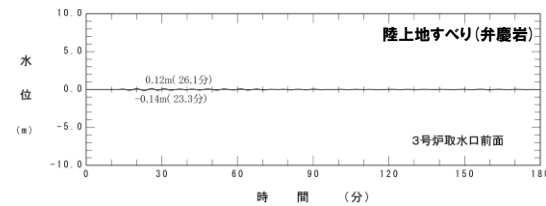
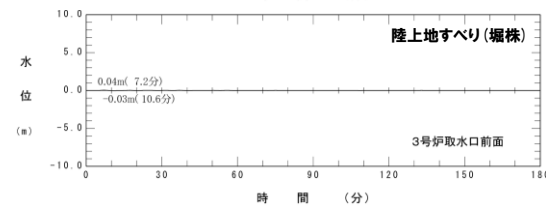
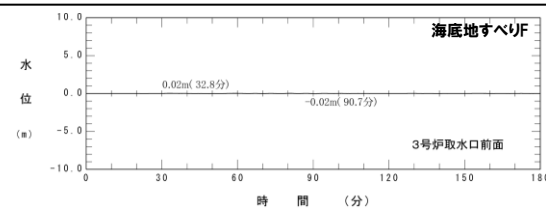
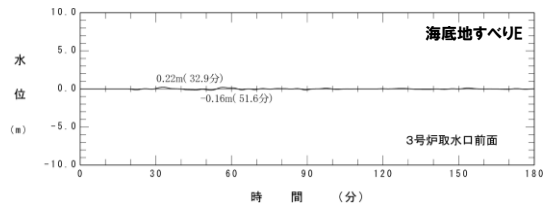
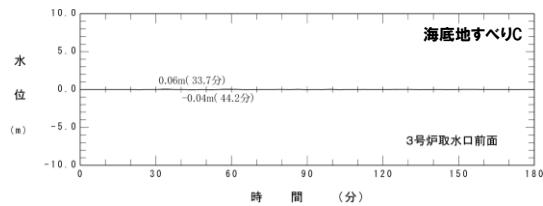
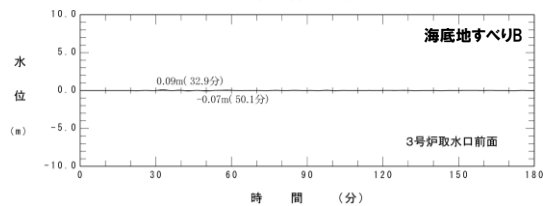
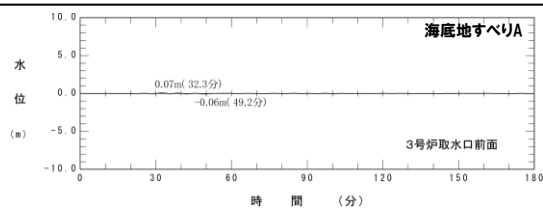
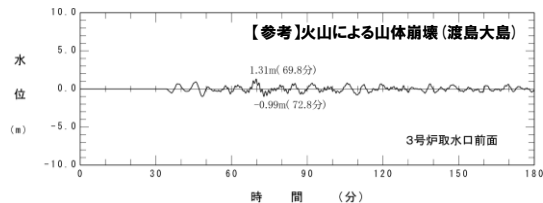
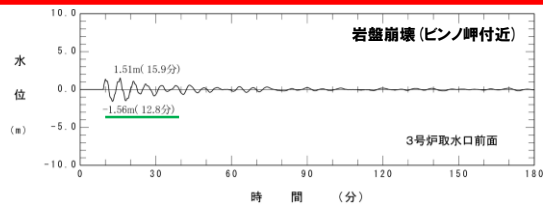
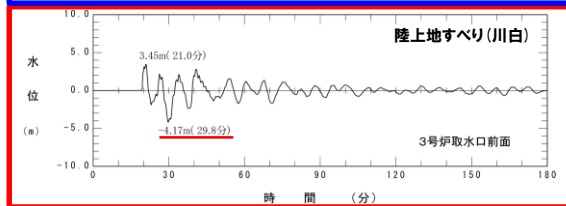
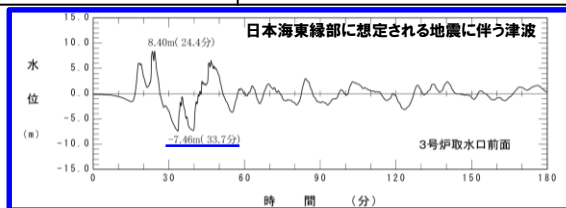
地震以外の要因に伴う津波	評価結果
陸上地すべり(川白)	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波のピークが24.4分であるのに対し、陸上地すべり(川白)のピークが21.0分であることから、組合せた場合に水位変動量が大きくなる可能性が高く、組合せ対象波源として妥当である。
岩盤崩壊(ピンノ岬付近)	陸上地すべり(川白)のピークが21.0分であるのに対して、岩盤崩壊(ピンノ岬付近)のピークが15.9分であることから、組合せた場合に水位変動量が大きくなる可能性は低い。
【参考】火山による山体崩壊(渡島大島)	火山噴火に伴う事象であり、地震事象とは独立した事象であるため、地震に伴う津波との組合せの検討対象としない。 ※仮に検討対象としても、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波のピークに対し、遅れて山体崩壊 渡島大島のピークが発生するため、水位変動量が大きくなる可能性は低い。
上記以外	水位変動量が小さいため、組合せた場合に水位変動量が大きくなる可能性は低い。



陸上地すべり(川白)の代表性確認 3号炉取水口(下降側), 「貯留堰を下回る継続時間」及び「パルスを考慮しない時間」

○地震以外の要因に伴う津波の水位時刻歴波形(3号炉取水口)の比較から, 陸上地すべり(川白)を選定した妥当性を下表のとおり確認した。

地震以外の要因に伴う津波	評価結果
陸上地すべり(川白)	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波のピークが33.7分であるのに対し, 陸上地すべり(川白)のピークが29.8分であることから, 組合せた場合に水位変動量(貯留堰を下回る時間)が大きくなる可能性が高く, 組合せ対象波源として妥当である。
岩盤崩壊(ピンノ岬付近)	陸上地すべり(川白)のピークが29.8分であるのに対して, 岩盤崩壊(ピンノ岬付近)のピークが12.8分であることから, 組合せた場合に水位変動量(貯留堰を下回る時間)が大きくなる可能性は低い。
【参考】火山による山体崩壊(渡島大島)	火山噴火に伴う事象であり, 地震事象とは独立した事象であるため, 地震に伴う津波との組合せの検討対象としない。 ※仮に検討対象としても, 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波のピークに対し, 遅れて山体崩壊 渡島大島のピークが発生するため, 水位変動量(貯留堰を下回る時間)が大きくなる可能性は低い。
上記以外	水位変動量が小さいため, 組合せた場合に水位変動量が大きくなる可能性は低い。

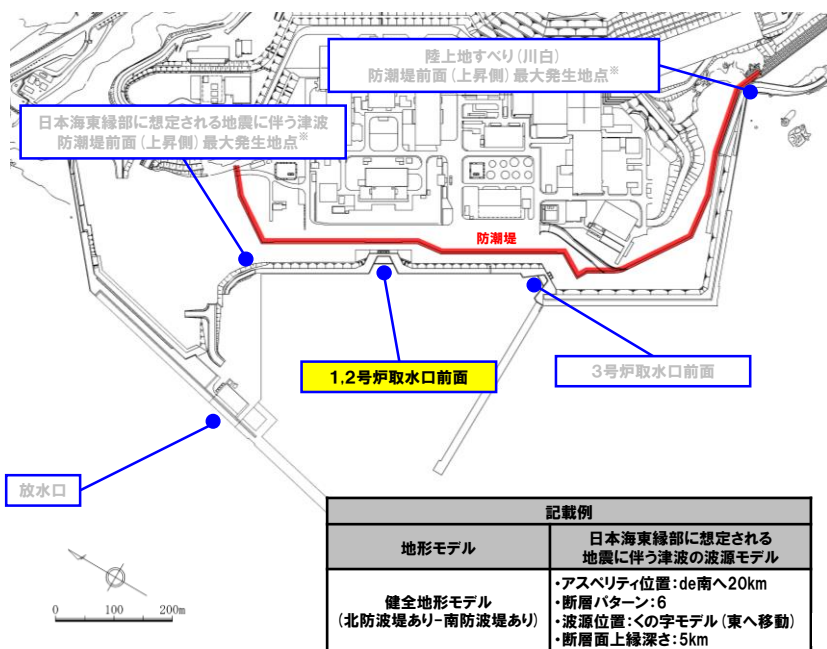


余白

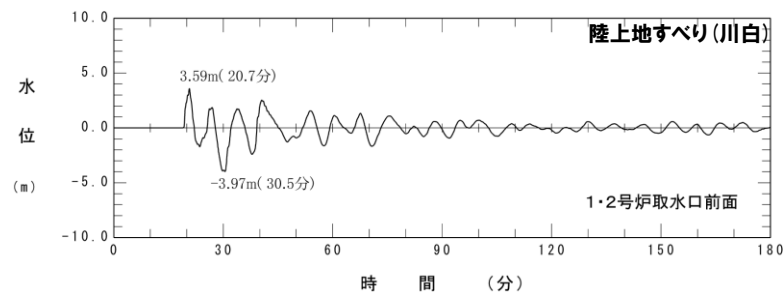
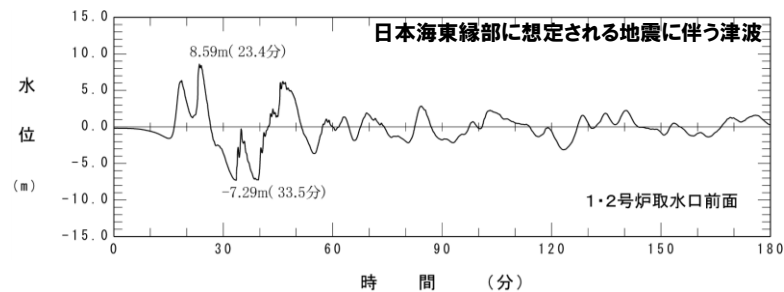
④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

線形足し合わせ (5/10) 組合せ地点 (4/5)

- 下図に示す抽出地点の水位時刻歴波形を抽出し、組合せ時間範囲 ($T_s \sim T_s + T_d$) において、1sピッチで時間差を考慮した線形足し合わせを実施した。
- 線形足し合わせ結果より、各評価項目における最大となる時間差を算出した。



水位時刻歴波形の抽出地点



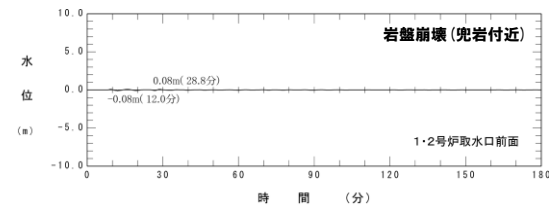
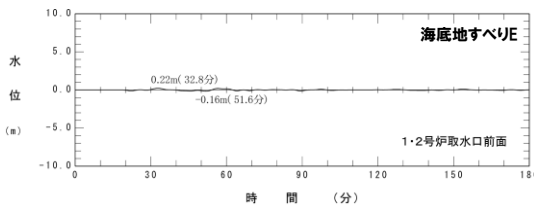
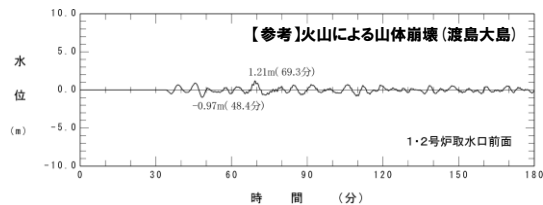
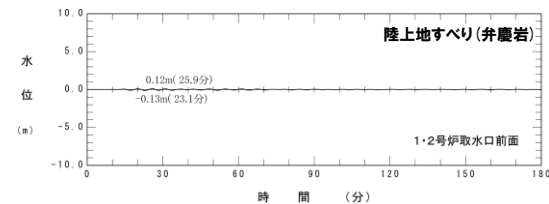
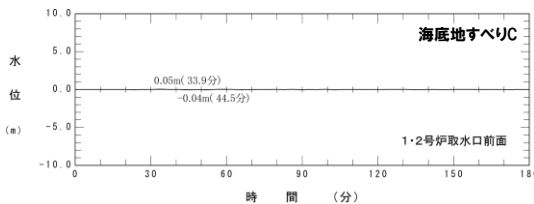
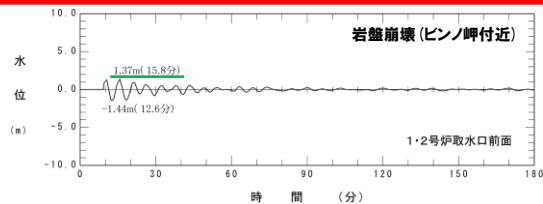
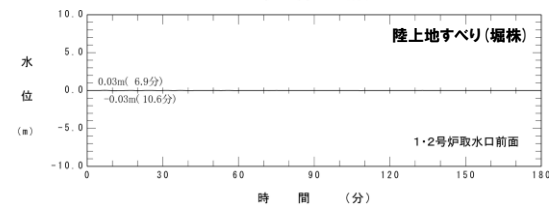
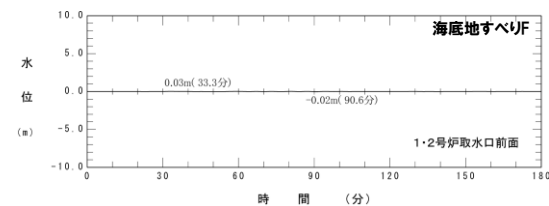
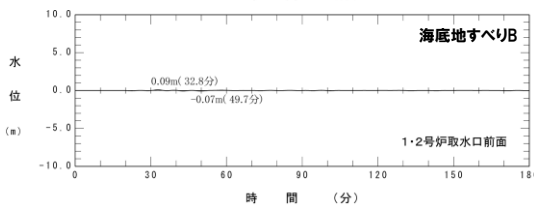
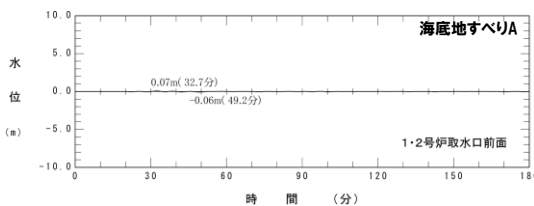
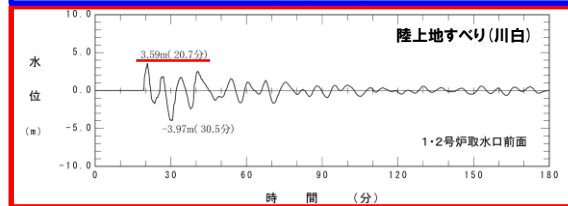
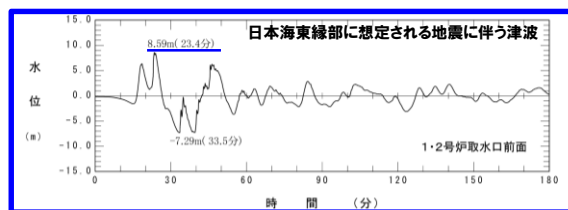
水位時刻歴波形
1, 2号炉取水口前面

- 1, 2号炉取水口前面における線形足し合わせ結果から、水位が最大となる時間差を算出する。
- また、上記時間差による評価結果が大きくなるとは限らないことを踏まえ、組合せ時間に関するパラメータスタディを実施する (P84参照)。

陸上地すべり(川白)の代表性確認 1, 2号炉取水口(上昇側)

○地震以外の要因に伴う津波の水位時刻歴波形(1, 2号炉取水口)の比較から、陸上地すべり(川白)を選定した妥当性を下表のとおり確認した。

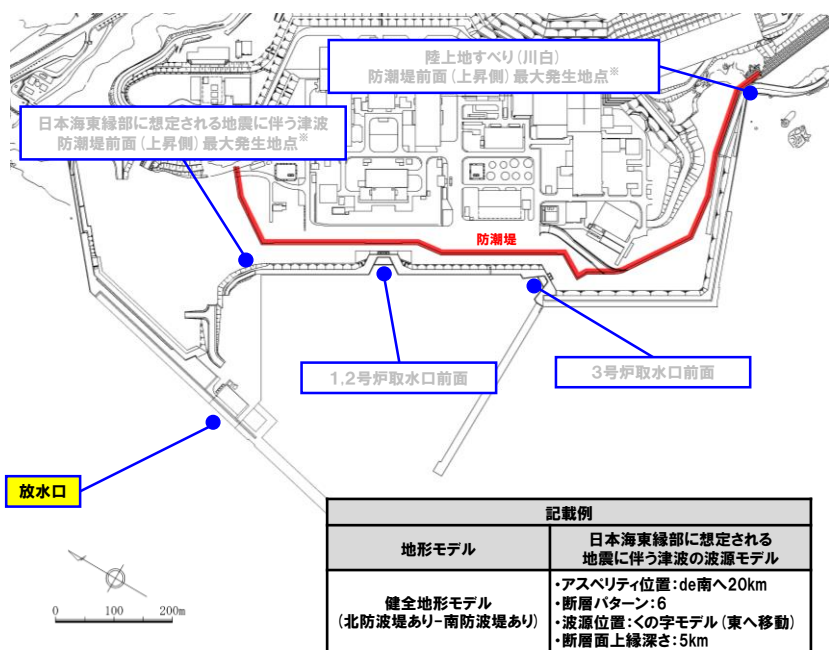
地震以外の要因に伴う津波	評価結果
陸上地すべり(川白)	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波のピークが23.4分であるのに対し、陸上地すべり(川白)のピークが20.7分であることから、組合せた場合に水位変動量が大きくなる可能性が高く、組合せ対象波源として妥当である。
岩盤崩壊(ピンノ岬付近)	陸上地すべり(川白)のピークが20.7分であるのに対して、岩盤崩壊(ピンノ岬付近)のピークが15.8分であることから、組合せた場合に水位変動量が大きくなる可能性は低い。
【参考】火山による山体崩壊(渡島大島)	火山噴火に伴う事象であり、地震事象とは独立した事象であるため、地震に伴う津波との組合せの検討対象としない。 ※仮に検討対象としても、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波のピークに対し、遅れて山体崩壊 渡島大島のピークが発生するため、水位変動量が大きくなる可能性は低い。
上記以外	水位変動量が小さいため、組合せた場合に水位変動量が大きくなる可能性は低い。



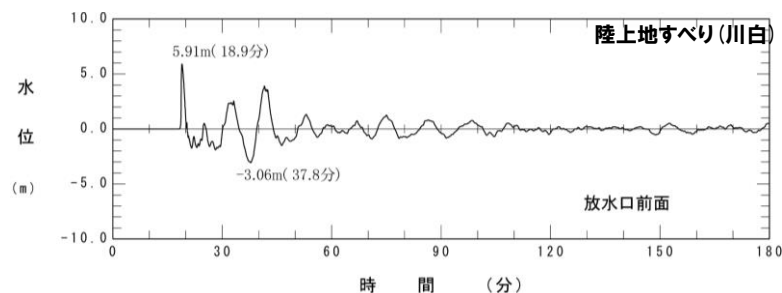
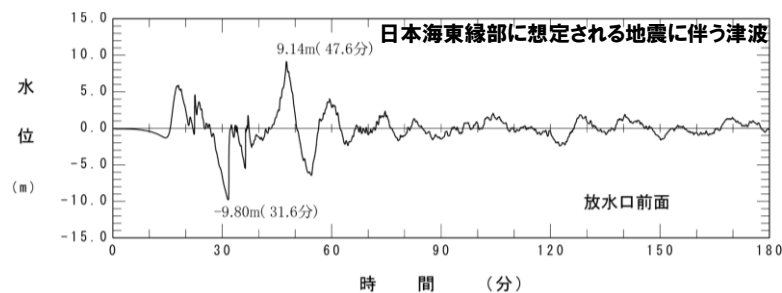
④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

線形足し合わせ (6/10) 組合せ地点 (5/5)

- 下図に示す抽出地点の水位時刻歴波形を抽出し、組合せ時間範囲 ($T_s \sim T_s + T_d$) において、1sピッチで時間差を考慮した線形足し合わせを実施した。
- 線形足し合わせ結果より、各評価項目における最大となる時間差を算出した。



水位時刻歴波形の抽出地点



水位時刻歴波形
放水口前面

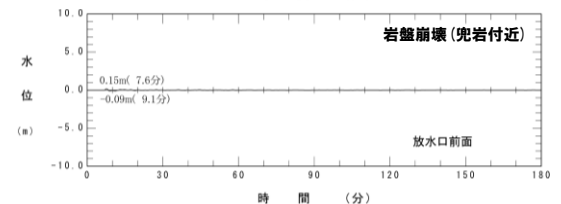
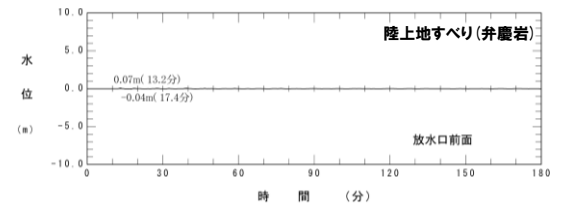
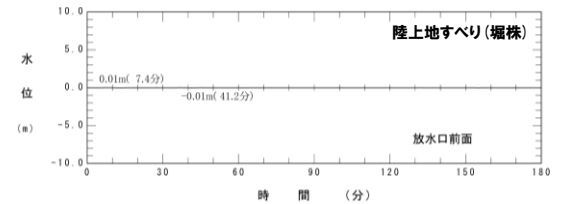
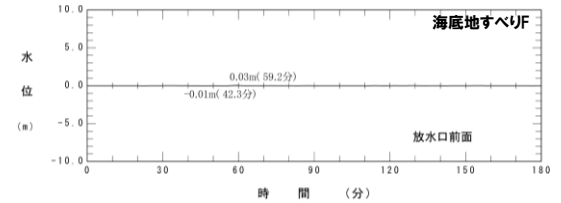
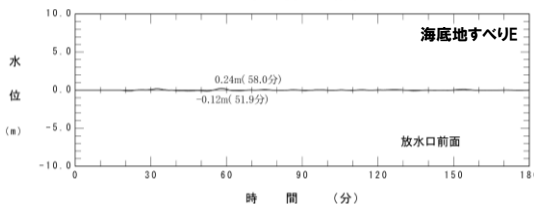
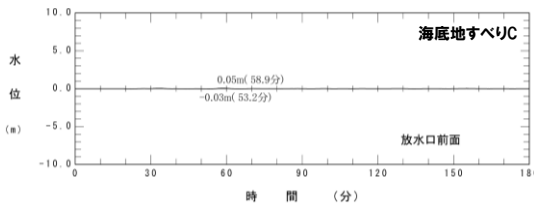
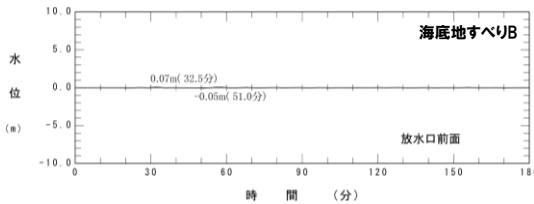
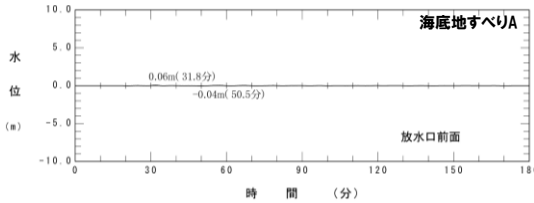
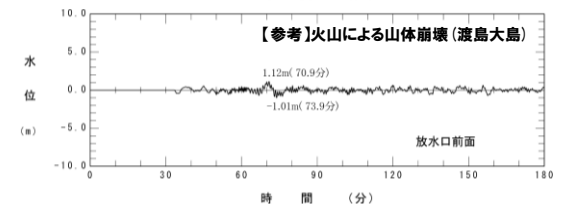
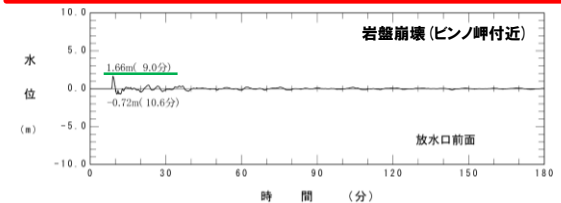
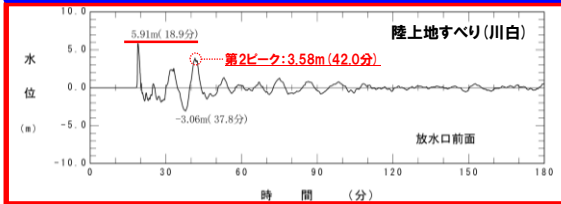
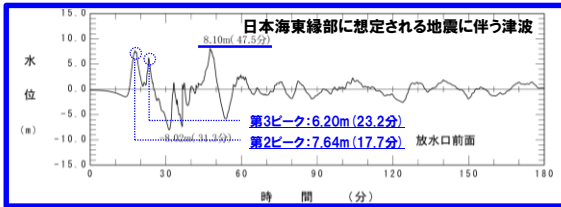
- 1, 2号炉取水口前面における線形足し合わせ結果から、水位が最大となる時間差を算出する。
- また、上記時間差による評価結果が大きくなるとは限らないことを踏まえ、組合せ時間に関するパラメータスタディを実施する (P84参照)。

補足検討

陸上地すべり(川白)の代表性確認 放水口(上昇側)

○地震以外の要因に伴う津波の水位時刻歴波形(放水口)の比較から、陸上地すべり(川白)を選定した妥当性を下表のとおり確認した。

地震以外の要因に伴う津波	評価結果
陸上地すべり(川白)	以下の理由から、組合せた場合に水位変動量が大きくなる可能性が高く、組合せ対象波源として妥当である。 > 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波のピークが47.5分であるのに対し、陸上地すべり(川白)の第2ピークが42.0分であること > 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の第3ピークが23.2分であるのに対し、陸上地すべり(川白)のピークが18.9分であること
岩盤崩壊(ピンノ岬付近)	陸上地すべり(川白)のピークが18.9分であるのに対して、岩盤崩壊(ピンノ岬付近)のピークが9.0分であることから、組合せた場合に水位変動量が大きくなる可能性は低い。
【参考】火山による山体崩壊(渡島大島)	火山噴火に伴う事象であり、地震事象とは独立した事象であるため、地震に伴う津波との組合せの検討対象としない。 ※仮に検討対象としても、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波のピークに対し、遅れて山体崩壊 渡島大島のピークが発生するため、水位変動量が大きくなる可能性は低い。
上記以外	水位変動量が小さいため、組合せた場合に水位変動量が大きくなる可能性は低い。



④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

線形足し合わせ (7/10) 健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり)

○水位時刻歴波形の線形足し合わせにより、各評価項目に及ぼす影響が大きい組合せ時間差を算定した結果は下表のとおりである。

【健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり) における線形足し合わせ結果 T_{max} 一覧】

地形モデル	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の波源モデル	組合せ時間範囲 $T_s \sim T_s + T_d$ s	防潮堤前面 (上昇側)		3号炉取水口 (上昇側)	1, 2号炉取水口 (上昇側)	放水口 (上昇側)	3号炉取水口 (下降側)	貯留堰を 下回る継続時間	パルスを 考慮しない時間
			日本海東縁部 最大発生地点	陸上地すべり (川白) 最大発生地点						
健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり)	・アスベリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	23 s ~ 136 s								
	・アスベリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	23 s ~ 134 s								
	・アスベリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	23 s ~ 134 s								
	・アスベリティ位置: cf ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	23 s ~ 134 s								

※今後検討予定。



○線形足し合わせ結果より得られた T_{max} を基に、組合せ時間 (パラメータスタディ範囲) の設定及び同一波動場での津波解析 (一体解析) を検討する。

④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

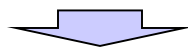
線形足し合わせ (8/10) 防波堤の損傷を考慮した地形モデル① (北防波堤なし-南防波堤なし)

○水位時刻歴波形の線形足し合わせにより、各評価項目に及ぼす影響が大きい組合せ時間差を算定した結果は下表のとおりである。

【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) における線形足し合わせ結果 T_{max} 一覧】

地形モデル	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の波源モデル	組合せ時間範囲 $T_s \sim T_s + T_d$	防波堤前面 (上昇側)		3号炉取水口 (上昇側)	1, 2号炉取水口 (上昇側)	放水口 (上昇側)	3号炉取水口 (下降側)	貯留堰を 下回る継続時間	バルスを 考慮しない時間
			日本海東縁部 最大発生地点	陸上地すべり (川白) 最大発生地点						
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)	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	23 s ~ 136 s								
	・アスペリティ位置: de南へ10km ・断層パターン: 1 ・波源位置: くの字モデル (西へ移動) ・断層面上縁深さ: 1km	44 s ~ 172 s								
	・アスペリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	23 s ~ 134 s								
	・アスペリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	22 s ~ 133 s								
	・アスペリティ位置: cf ・断層パターン: 6 ・波源位置: 矩形モデル (基準) ・断層面上縁深さ: 5km	26 s ~ 143 s								

※今後検討予定。



○線形足し合わせ結果より得られた T_{max} を基に、組合せ時間 (パラメータスタディ範囲) の設定及び同一波動場での津波解析 (一体解析) を検討する。

④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

線形足し合わせ (9/10) 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)

○水位時刻歴波形の線形足し合わせにより、各評価項目に及ぼす影響が大きい組合せ時間差を算定した結果は下表のとおりである。

【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) における線形足し合わせ結果 T_{max} 一覧】

地形モデル	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の波源モデル	組合せ時間範囲 $T_s \sim T_s + T_d$	防波堤前面 (上昇側)		3号炉取水口 (上昇側)	1, 2号炉取水口 (上昇側)	放水口 (上昇側)	3号炉取水口 (下降側)	貯留堰を 下回る継続時間	パルスを 考慮しない時間
			日本海東縁部 最大発生地点	陸上地すべり (川白) 最大発生地点						
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)	・アスベリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	23 s ~ 136 s								
	・アスベリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	23 s ~ 134 s								
	・アスベリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	22 s ~ 133 s								
	・アスベリティ位置: cf c固定 f南へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	25 s ~ 140 s								

※今後検討予定。



○線形足し合わせ結果より得られた T_{max} を基に、組合せ時間 (パラメータスタディ範囲) の設定及び同一波動場での津波解析 (一体解析) を検討する。

④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

線形足し合わせ(10/10) 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)

○水位時刻歴波形の線形足し合わせにより、各評価項目に及ぼす影響が大きい組合せ時間差を算定した結果は下表のとおりである。

【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)における線形足し合わせ結果 T_{max} 一覧】

地形モデル	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の波源モデル	組合せ時間範囲 $T_s \sim T_s + T_d$	防波堤前面 (上昇側)		3号炉取水口 (上昇側)	1, 2号炉取水口 (上昇側)	放水口 (上昇側)	3号炉取水口 (下降側)	貯留堰を 下回る継続時間	バルスを 考慮しない時間
			日本海東縁部 最大発生地点	陸上地すべり (川白) 最大発生地点						
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)	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: 矩形モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 1km	23 s ~ 134 s								
	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 4km	23 s ~ 136 s								
	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	23 s ~ 136 s								
	・アスペリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	23 s ~ 134 s								
	・アスペリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 3km	22 s ~ 133 s								
	・アスペリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル(東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	23 s ~ 135 s								
	・アスペリティ位置: ce c固定 e南へ30km ・断層パターン: 6 ・波源位置: 矩形モデル(基準) ・断層面上縁深さ: 5km	26 s ~ 143 s								

※今後検討予定。



○線形足し合わせ結果より得られた T_{max} を基に、組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定及び同一波動場での津波解析(一体解析)を検討する。

④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

組合せ時間 (パラメータスタディ範囲) の設定

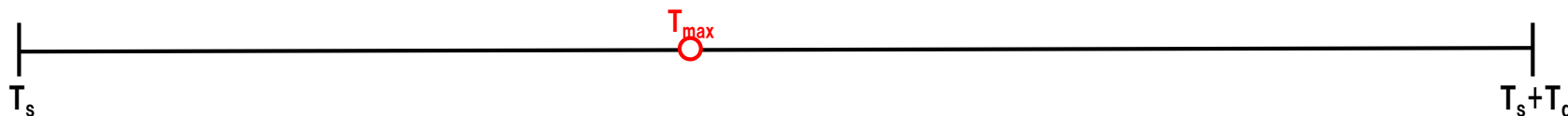
○同一波動場の数値シミュレーションに用いる組合せ時間は、以下のとおり設定する。

- ①線形足し合わせ結果より得られた T_{max} において同一波動場の数値シミュレーションを実施する。
- ②上記に加え、 T_{max} による評価結果が大きくなるとは限らないことを踏まえ、 T_{max} の $\pm 10s$ 以内で、5sピッチ*で同一波動場における組合せ数値シミュレーションを実施する。
- ③また、同一波動場の数値シミュレーションよりピークが確認できない場合は範囲を拡大する(5sピッチ*)。

*日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の周期(8分 \approx 約500秒)の1/100に相当する5s秒として設定した。

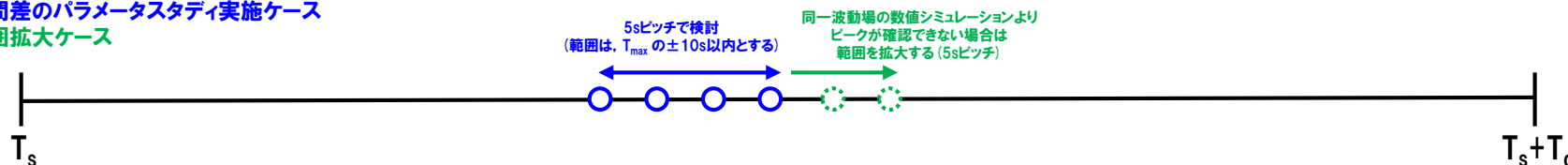
検討イメージ

①線形足し合わせ結果より得られた T_{max} に基づく実施ケース

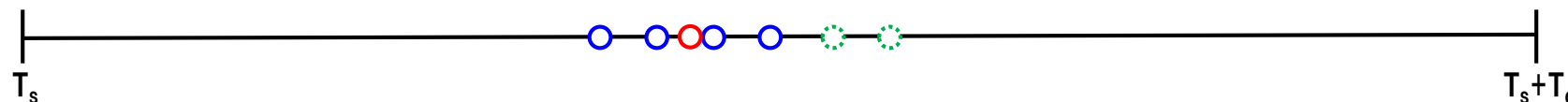


②時間差のパラメータスタディ実施ケース

③範囲拡大ケース



全実施ケース (①+②+③)



*組合せ時間範囲は、 $T_s \sim T_s + T_d$ とする。

④地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ

同一波動場での津波解析（一体解析）

○同一波動場の数値シミュレーション結果より得られた各地形モデルにおける地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せの最大ケースは以下のとおりである。

【地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せの最大ケース一覧】

区分	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)	
	評価値	断層パラメータの概要 組合せの時間差	評価値	断層パラメータの概要 組合せの時間差	評価値	断層パラメータの概要 組合せの時間差	評価値	断層パラメータの概要 組合せの時間差
防潮堤前面 (上昇側)								
3号炉 取水口 (上昇側)								
1, 2号炉 取水口 (上昇側)								
放水口 (上昇側)								
3号炉 取水口 (下降側)								
「貯留堰を下回 る継続時間」								
「パルスを考慮 しない時間」								

※今後検討予定。

⑤ 基準津波の策定

⑤ 基準津波の策定

検討方針

- 「地震に伴う津波」及び「地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ」の結果を比較し、地形モデル毎に各評価項目に影響の大きい波源を基準津波として策定し、基準津波定義位置における時刻歴波形を示す。
- 基準津波の水位が、津波堆積物から推定される津波の水位を上回ることを確認する。

《波源》

- 地震に伴う津波（日本海東縁部に想定される地震に伴う津波）
- 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）の組合せ）

《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）

《評価項目》

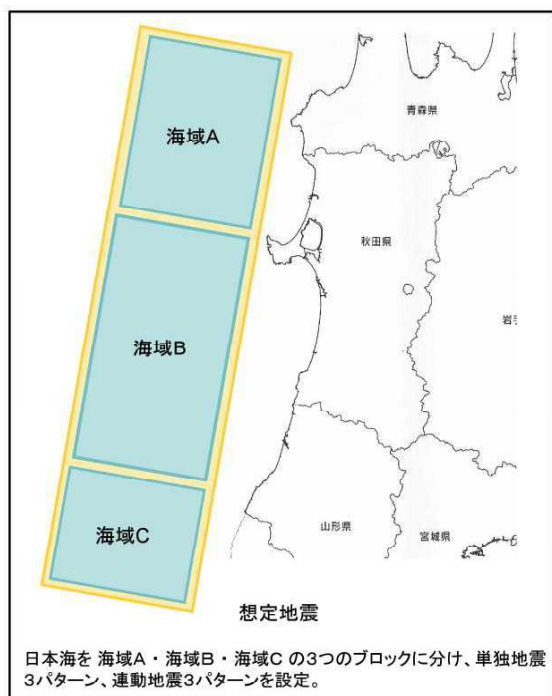
- 防潮堤前面（上昇側）最大水位変動量
- 3号炉取水口（上昇側）最大水位変動量
- 1, 2号炉取水口（上昇側）最大水位変動量
- 放水口（上昇側）最大水位変動量
- 3号炉取水口（下降側）最大水位変動量
- 「貯留堰を下回る継続時間」
- 「パルスを考慮しない時間」

⑥行政機関による評価

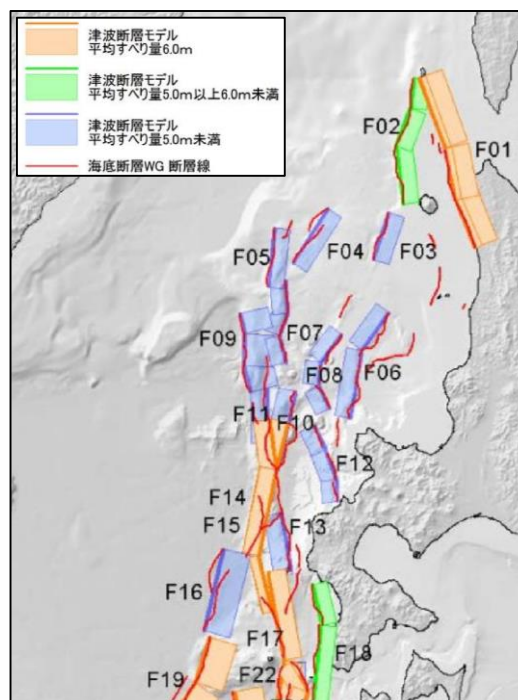
⑥ 行政機関による評価

検討方針

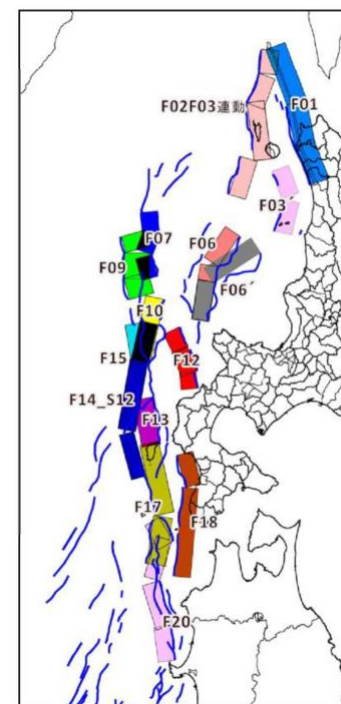
- 行政機関における津波評価については、必要な科学的・技術的知見を基準津波策定に反映するため、泊発電所周辺で評価を実施している行政機関の断層モデルを用いた津波の数値シミュレーションを実施し、基準津波との比較を行う。
- 以下の行政機関における断層モデルを用いる。
 - 秋田県 (2013) における海域A+B+C連動モデル
 - 国交省ほか (2014) におけるF12断層, F14断層及びF15断層
 - 北海道 (2017) におけるF12断層, F14断層及びF15断層
- 計算条件は、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波と同様とする。



モデル位置図
(秋田県 (2013) より引用)



断層モデル設定案
(国交省ほか (2014) に一部加筆)



津波断層モデル
(北海道 (2017) より引用)