

泊発電所 3号炉 耐津波設計方針について

(入力津波の設定に係る指摘事項回答)

令和5年5月22日
北海道電力株式会社

これまでの審査経緯と本日の説明事項

<これまでの審査経緯>

- 泊発電所 3 号炉の審査工程において入力津波の解析工程がクリティカルパスとなっていることから、基準津波が確定する前であるが、入力津波の解析条件・解析モデルに係る事項について優先してご説明している。
- 第1076回審査会合(令和 4 年 9 月29日)において、耐津波設計方針の概要についてのご説明の中で入力津波解析の条件についてご説明した。
- 第1098回審査会合(令和 4 年12月 6 日)において、第1076回審査会合(令和 4 年 9 月29日)における 2 件の指摘事項に関する回答をご説明した(一部回答を含む)。

<本日の説明事項>

① 審査会合指摘事項に対する回答

- 入力津波の設定に係る第1076回審査会合(令和 4 年 9 月29日)において頂いた 2 件の指摘事項及び第1098回審査会合(令和 4 年12月 6 日)において頂いた 2 件の指摘事項について、本資料P2～P22にて回答する(一部回答を含む)。

1. 審査会合における指摘事項と回答概要	P. 2
2. 敷地及び敷地周辺の特徴の整理	P. 4
3. 審査ガイド(3.2.1)の確認内容と検討結果	P. 9
4. 審査ガイド(3.2.2)の確認内容と検討結果	P.17

1. 審査会合における指摘事項と回答概要

ID	指摘事項	回答概要
22 09 29 - 01	<p>令和4年9月29日審査会合 敷地周辺の遡上・浸水域の評価に当たっては、基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイドを踏まえ、例えば、斜面を含む地形、河川、水路、人工構造物等の敷地及び敷地周辺の特徴を考慮して敷地への遡上の可能性を検討すること。</p>	<p>まず、敷地及び敷地周辺の特徴に関し、審査ガイド(3.2.1)の規制基準における要求事項を踏まえ、敷地北側の兜岬から敷地南側の岩内港まで(敷地から6 km以内)の特徴的な地形・構造物を、地理院地図等を用いて、網羅的に整理した(2章参照)。</p> <p>その上で、審査ガイド(3.2.1)の確認内容に対する検討結果を示すことにより、遡上・浸水域の評価において、敷地への遡上の可能性がないことを確認した(3章参照)。なお、今後、確定した基準津波により、改めて遡上解析を実施することにより遡上の可能性を検討する。</p>
22 12 06 - 01	<p>令和4年12月6日審査会合 遡上・浸水域の評価における敷地及び敷地周辺の特徴について、少なくともガイドで示す項目が確認できるよう、図等を用いて網羅した上で説明すること。</p>	<p>また、審査ガイド(3.2.2)の確認内容に対する検討方針をフロー図を用いて示すことにより、入力津波の影響要因の選定及びそれらの定量的な評価による影響検討の考え方を示す(4章参照)。</p>
22 09 29 - 02	<p>令和4年9月29日審査会合 敷地及び敷地周辺の特徴を踏まえ、入力津波に影響を与える可能性のある要因を網羅すること。例えば、敷地周辺の陸上地すべりに伴う地形変化及び防潮堤の前面護岸の地震による地形変化などを入力津波の評価に影響を与える可能性のある要因として抽出すること。また、これらの要因が入力津波の評価に与える影響を検討した上で、入力津波の評価の妥当性を説明すること。</p>	<p>敷地及び敷地周辺の地形において、「地震による地盤変状若しくはすべり」又は「津波による地形変化若しくは標高変化」が考えられ、遡上波が敷地へ到達する可能性があるものについては、入力津波の影響要因として選定する。</p> <p>また、選定された影響要因に対し、地震・津波により想定される地形変化を初期地形に反映した上で津波遡上解析を実施し、入力津波設定への影響を確認する。</p>
22 12 06 - 02	<p>令和4年12月6日審査会合 抽出された特徴が遡上・浸水域の評価及び入力津波の評価に与える影響について、影響要因の選定結果だけが示されており、選定した根拠に係る説明が不足しているため、結論に至るまでの過程を論理的に説明すること。当該説明の例を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 特徴として抽出された項目のうち、ガイドを踏まえて評価に考慮する必要があるもの、評価に与える影響が否定できないもの等を整理することによって、影響要因として選定するまでの考え方を明確化するなど。 ✓ 選定された影響要因に対し、定量的な評価による影響検討をすることで、敷地への遡上の可能性の有無及び入力津波の設定の考え方を明確化するなど。 ✓ 上述した結論に至るまでの過程に関して、フローチャートを用いて説明するなど。 	<p>なお、敷地の周辺斜面が、遡上波の敷地への到達に対して障壁となっている場合は、健全性評価により津波防護施設と同等の機能を有していることを確認する。</p> <p>具体的な定量的な評価は今後実施し、その上で敷地への遡上の可能性の確認及び入力津波の設定を実施する。</p>

1. 審査会合における指摘事項と回答概要

<説明の流れ>

2. 敷地及び敷地周辺の特徴の整理(P.4～8)

今回ご説明

3. 敷地周辺の遡上・浸水域の評価(P.9～16)

【確認内容(審査ガイド3.2.1 記載事項)】

(1) 遡上解析(砂移動の評価を含む)の手法、データ及び条件の確認

①敷地及び敷地周辺の地形とその標高について、遡上解析上、影響を及ぼすものが考慮されているか。遡上域のメッシュサイズを踏まえ適切な形状にモデル化されているか。(P.9)

②敷地沿岸部の海底地形の根拠が明示され、その根拠が信頼性を有するものか。(P.10)

③敷地及び敷地周辺に河川・水路が存在する場合には、当該河川・水路による遡上を考慮する上で、遡上域のメッシュサイズが十分か、また、適切な形状にモデル化されているか。(P.11)

④陸上の遡上・伝播の効果について、遡上、伝播経路の状態に応じた解析モデル、解析条件が適切に設定されているか。(P.12)

⑤伝播経路上の人工構造物について、遡上解析上、影響を及ぼすものが考慮されているか。遡上域のメッシュサイズを踏まえ適切な形状にモデル化されているか。(P.13)

(2) 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっての考慮事項に対する確認

①敷地前面・側面及び敷地周辺の津波の浸入角度及び速度並びにそれらの経時変化が把握されているか。また、敷地周辺の浸水域の寄せ波・引き波の津波の遡上・流下方向及びそれらの速度について留意されているか。(P.14)

②敷地前面又は津波浸入方向に正対した面における敷地及び津波防護施設について、その標高の分布と施設前面の津波の遡上高さの分布を比較し、遡上波が敷地に地上部から到達・流入する可能性が考えられるか。(P.15)

③敷地及び敷地周辺の地形、標高の局所的な変化、並びに河川、水路等の津波の遡上・流下方向に影響を与え、遡上波の敷地への回り込みの可能性が考えられるか。(P.16)

今回ご説明

今回一部ご説明

4. 地震・津波による地形等の変化に係る評価(P.17～22)
(入力津波の影響要因の検討及びそれらの定量的な評価による影響検討)

【確認内容(審査ガイド3.2.2 記載事項)】

(1)(3.2.1)の遡上解析結果を踏まえ、遡上及び流下経路上の地盤並びにその周辺の地盤について、地震による液状化、流動化(以下「地震による地盤変状」という。)若しくはすべり又は津波による地形変化若しくは標高変化が考えられる場合は、遡上波の敷地への到達(回り込みによるものを含む。)の可能性について確認する。なお、敷地の周辺斜面が、遡上波の敷地への到達に対して障壁となっている場合は、当該斜面の地震時及び津波時の健全性について、重要施設の周辺斜面と同等の信頼性を有する評価を実施する等、特段の留意が必要である。(P.17～21)

(2)敷地周辺の遡上経路上に河川、水路が存在し、地震による河川、水路の堤防等の崩壊、周辺斜面の崩落に起因して流路の変化が考えられる場合は、遡上波の敷地への到達の可能性について確認する。(P.22)

(3)遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当たっては、地形変化、標高変化、河川流路の変化について、基準地震動Ssによる被害想定を基に遡上解析の初期条件として設定していることを確認する。(P.22*)

(4)地震による地盤変状、斜面崩落等の評価については、適用する手法、データ及び条件並びに評価結果を確認する。(P.22*)

今回一部ご説明

※P.18～21にも概要を記載している。

2. 敷地及び敷地周辺の特徴の整理

<規制基準における要求事項>

基準津波による遡上・浸水域の評価に当たっては、遡上解析における考慮すべき事項として以下の項目が審査ガイドに示されている。

- 敷地及び敷地周辺の地形とその標高
- 敷地沿岸域の海底地形
- 津波の敷地への浸入角度
- 敷地及び敷地周辺の河川、水路の存在
- 陸上の遡上・伝播の効果
- 伝播経路上の人工構造物

このうち、敷地及び敷地周辺の特徴に関する項目であるa・d・fについて、特徴的な地形・構造物を網羅的に整理した。

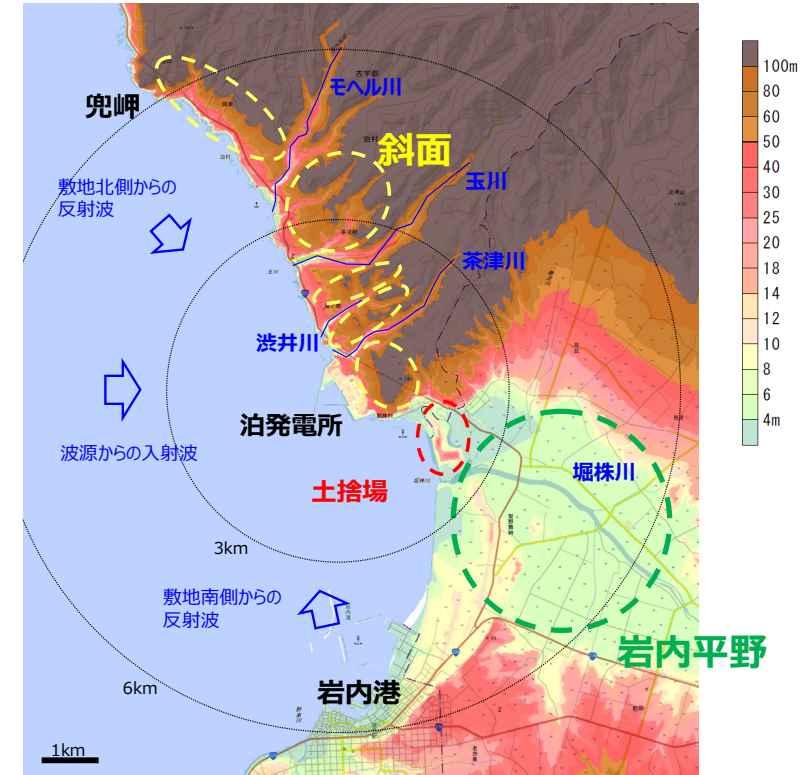
<敷地周辺の範囲>

泊発電所に到達する津波は、敷地方向に直接進行して到達する場合と、敷地周辺地形による反射波が到達する場合が考えられる。

反射波が敷地に到達する可能性としては以下を考慮する。

- 敷地北側の周辺の海岸線から突き出た地形である兜岬より敷地側は海岸線が敷地から見て北北西方向に傾いており、北側に到達した津波が敷地へ到達する可能性がある。
- 敷地南側は岩内港までの海岸線は湾形状で、湾からの反射波が敷地に到達する可能性がある。

そのような海岸線の特徴を考慮して、「敷地周辺」を敷地北側の兜岬から敷地南側の岩内港まで(敷地から6 km以内)とする。



敷地周辺の地形と標高※

※国土地理院「地理院地図」に一部加筆

2. 敷地及び敷地周辺の特徴の整理

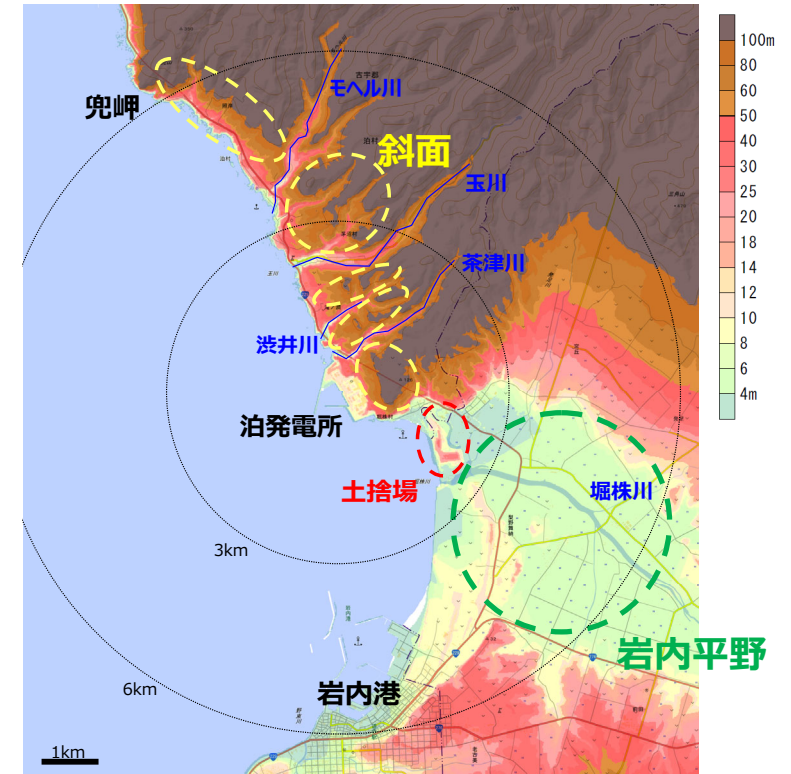
a. 敷地及び敷地周辺の特徴的な地形と標高

国土地理院ウェブサイト「地理院地図」により敷地及び敷地周辺の特徴的な地形とその標高を整理した。

- 敷地背後から北側は海岸付近では急峻な斜面となっており、斜面上方の標高は100m以上である。斜面には複数の河川が認められ、その周辺の沢地形で斜面が区切られている。
- 敷地南側には岩内平野が広がっており、平野の北側に土捨場(最大で標高約30m)がある。
- 発電所の主要な施設の敷地レベルはT.P.10m以上、港湾施設の敷地レベルはT.P.5.5m以下である。

整理結果

地形・標高	敷地及び敷地周辺の特徴的な地形と標高の整理
斜面	兜岬からモヘル川範囲にある斜面
	モヘル川から玉川範囲にある斜面
	玉川から渋井川範囲にある斜面
	渋井川から茶津川範囲にある斜面
	発電所背後の斜面
沢地形	モヘル川周辺の沢地形
	玉川周辺の沢地形
	渋井川周辺の沢地形
	茶津川周辺の沢地形
平野	岩内平野(堀株川)
土捨場	敷地南側の土捨場の地形
敷地地盤	発電所の主要な施設、港湾施設を設置する敷地の地盤



敷地周辺の地形と標高※

※国土地理院「地理院地図」に一部加筆

2. 敷地及び敷地周辺の特徴の整理

d. 敷地周辺の河川・水路

国土地理院ウェブサイト「地理院地図」により敷地及び敷地周辺の特徴的な地形とその標高を整理した。

- 敷地に直接流入する河川・水路はない
- 敷地北側には茶津川、渋井川、玉川(支川に小沢川)、モヘル川(支川に前ノ小川、盤の小沢川)等の複数の河川が認められる。
- 敷地南側には堀株川(支川に発足川等の複数の河川がある)があり、水田があるため複数の水路がある。
- 敷地南側の岩内平野には複数の湖が認められる。



①拡大(敷地北側)



- 河川
- 小河川(名称不明), 水路

敷地周辺の河川・水路※

※国土地理院「地理院地図」に一部加筆

②拡大(敷地北側～南側)



整理結果

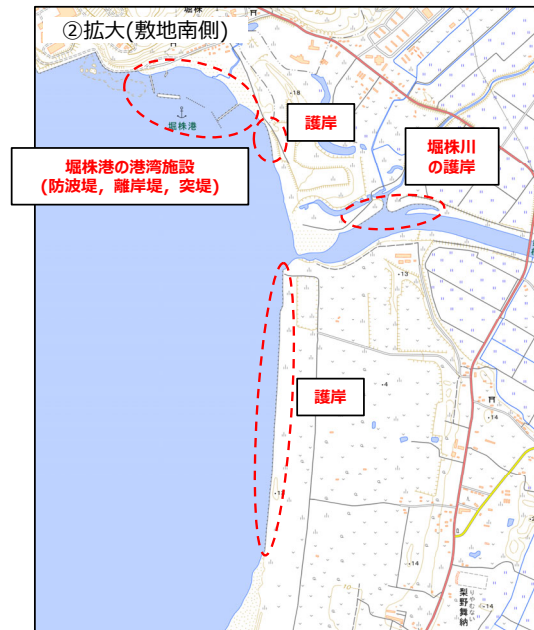
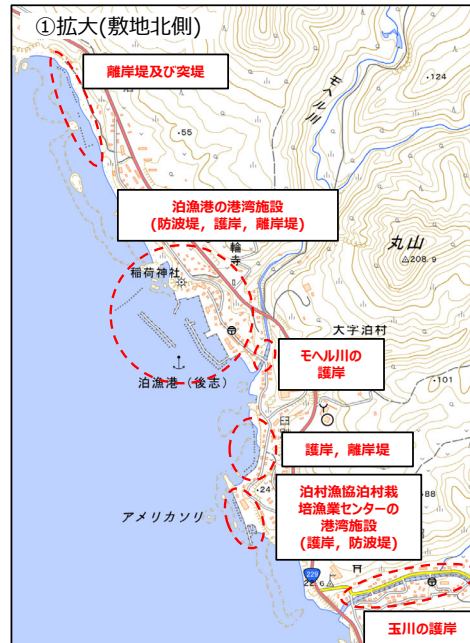
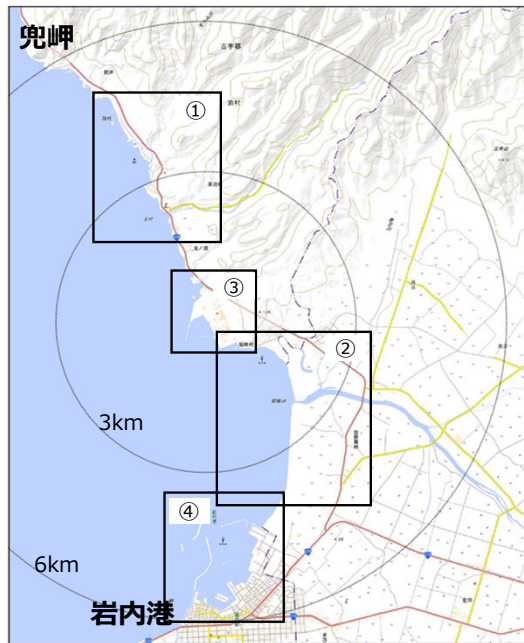
項目	敷地周辺の河川・水路の整理	
河川・水路	敷地北側	茶津川
		渋井川
		玉川(支流に小沢川)
		モヘル川(支流に前ノ小川・盤の小沢川)
		小河川(名称不明)や水路
湖沼	敷地南側	堀株川(支流に発足川・大工川・十棒川・名称不明河川・水路)
	敷地南側	岩内平野には複数の湖が存在

2. 敷地及び敷地周辺の特徴の整理

f. 伝播経路上の人工構造物(1/2)

国土地理院ウェブサイト「地理院地図」及び空中写真により敷地及び敷地周辺の特徴的な地形とその標高を整理した。

- 敷地北側では、海岸線付近に離岸堤、突堤、護岸、モヘル川及び玉川の河口付近に護岸があり、泊漁港の港湾施設、泊村漁協泊村栽培漁業センターの港湾施設、茶津漁港の港湾施設が確認された。
- 発電所専用港には、防波堤及び護岸がある。
- 敷地南側では、岩内平野の海岸線及び堀株川河口付近に護岸があり、堀株港の港湾施設、岩内港の港湾施設がある。



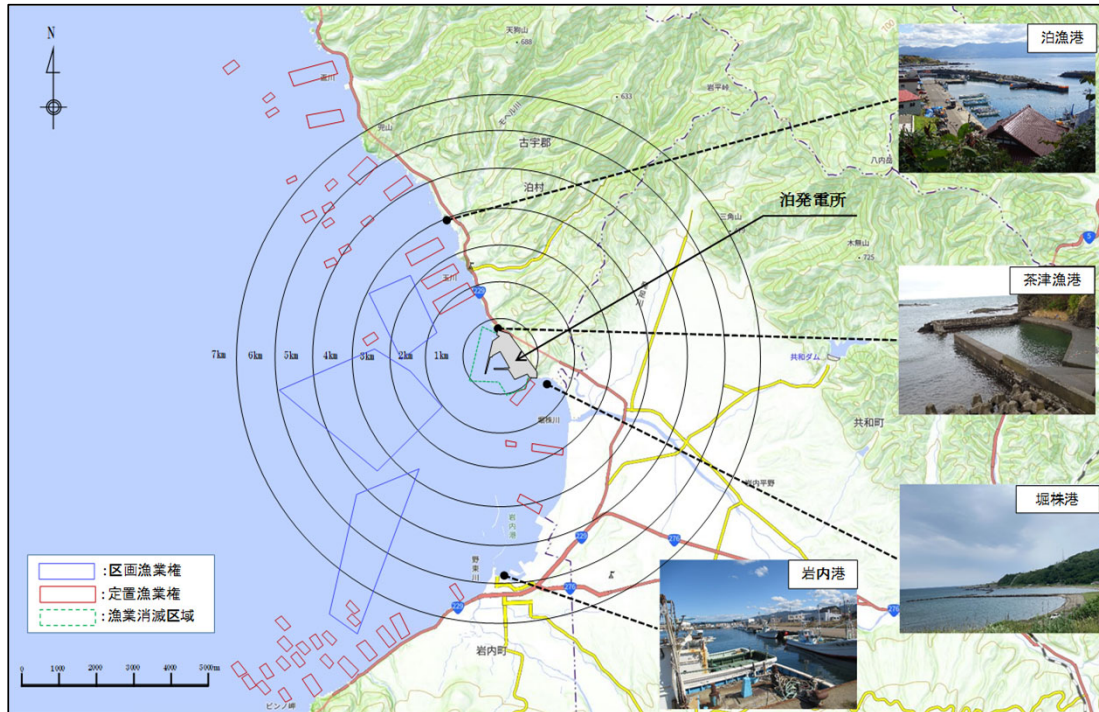
人工構造物の抽出※

※国土地理院「地理院地図」に一部加筆

2. 敷地及び敷地周辺の特徴の整理

f. 伝播経路上の人工構造物(2/2)

- 発電所が面する積丹半島西側では、さけ定置漁業やほたての養殖漁業が営まれており、養殖施設等の海上設置物が認められる。



泊発電所敷地付近図

整理結果

人工構造物	伝播経路上の人工構造物の整理
防波堤	専用港
	泊漁港・泊村漁協泊村栽培漁業センター・茶津漁港・堀株港・岩内港
護岸	専用港
	泊漁港・泊村漁協泊村栽培漁業センター・茶津漁港・堀株港・岩内港・モヘル川河口付近・玉川河口付近・堀株川河口付近・海岸線沿い
その他	離岸堤・突堤(透過性)
海上設置物	定置網・養殖施設等(透過性)

3. 審査ガイド(3.2.1)の確認内容と検討結果

(1) 遡上解析(砂移動の評価を含む)の手法, データ及び条件の確認(ガイド記載事項①)

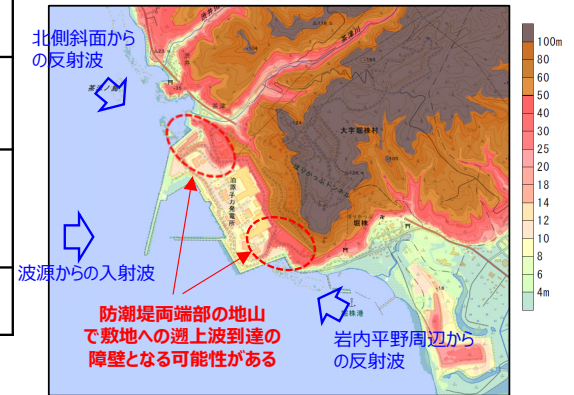
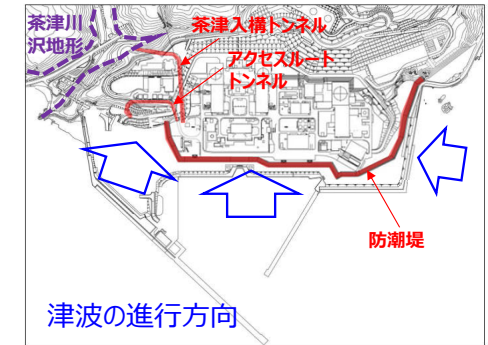
◆ 審査ガイド記載事項

①敷地及び敷地周辺の地形とその標高について、遡上解析上、影響を及ぼすものが考慮されているか。遡上域のメッシュサイズを踏まえ適切な形状にモデル化されているか。

◆ 検討結果

- 津波の敷地への到達経路を考慮し、敷地周辺の特徴的な地形とその標高について遡上解析への影響を評価した。
- 上記の影響を考慮した上で、遡上域の格子サイズを踏まえたモデル化の妥当性を整理した。
- その結果を下表に示す。

【津波の敷地への到達経路の設定】



津波の敷地への到達経路

敷地及び敷地周辺の地形と標高		遡上解析への影響	遡上域の格子サイズ	モデル化の妥当性
斜面	敷地北側※1	津波が斜面で反射するため、敷地北側からの反射波に影響を与え、防潮堤及びアクセスルートトンネル前面の水位に影響する。	10～93m格子	格子サイズは基とする地形データ(国土地理院数値地図50mメッシュ(標高))のメッシュサイズ相当であるため、斜面による反射波を解析上考慮できる。
	発電所背後	津波の陸上部からの到達の障壁となっており、遡上波の敷地への到達・流入に影響する。	5～10m格子	格子サイズは土木学会(2016)による敷地周辺の最小格子間隔の目安(10m程度)よりも細かいため、斜面近傍の局所的な水位変動・流速を解析上考慮できる。
沢地形	敷地北側(茶津川除く)※2	津波が沢地形を遡上するため、敷地北側からの反射波に影響を与え、防潮堤及びアクセスルートトンネル前面の水位に影響する。	10～93m格子	格子サイズは基とする地形データ(国土地理院数値地図50mメッシュ(標高))のメッシュサイズ相当であるため、沢地形での津波の遡上を解析上考慮できる。
	茶津川周辺	茶津入構トンネルが位置し、茶津入構トンネル前面の水位に影響する。	5～10m格子	格子サイズは土木学会(2016)による敷地周辺の最小格子間隔の目安(10m程度)よりも細かいため、沢地形の局所的な水位変動・流速を解析上考慮できる。
岩内平野		津波が平野に浸水するため、南側からの反射波に影響を与え、防潮堤及びアクセスルートトンネル前面の水位に影響する。	10～31m格子	格子サイズは基とする地形データ(国土地理院数値地図50mメッシュ(標高))のメッシュサイズよりも細かいため、平野への浸水挙動を解析上考慮できる。
土捨場		岩内平野の浸水挙動(局所的な反射等)に影響し、南側からの反射波に影響を与え、防潮堤及びアクセスルートトンネル前面の水位に影響する。	10m格子	格子サイズは土木学会(2016)による敷地周辺の最小格子間隔の目安(10m程度)相当であるため、局所的な水位変動・流速を解析上考慮できる。
敷地地盤		防潮堤及びアクセスルートトンネル前面の水位に影響する。	5m格子	格子サイズは土木学会(2016)による敷地周辺の最小格子間隔の目安(10m程度)よりも細かいため、局所的な水位変動・流速を解析上考慮できる。

※1:兜岬からモヘル川範囲にある斜面・モヘル川から玉川範囲にある斜面・玉川から渋井川範囲にある斜面・渋井川から茶津川範囲にある斜面を示す。

※2:モヘル川周辺の沢地形・玉川周辺の沢地形・渋井川周辺の沢地形を示す。

3. 審査ガイド(3.2.1)の確認内容と検討結果

(1) 遡上解析(砂移動の評価を含む)の手法、データ及び条件の確認(ガイド記載事項②)

◆ 審査ガイド記載事項

②敷地沿岸域の海底地形の根拠が明示され、その根拠が信頼性を有するものか。

◆ 検討結果

海底地形の根拠：

・土木学会(2016)に記載されている右表に示す地形データを用いて地形モデルを作成している。

根拠の信頼性：

- ・ M7000シリーズによりモデル化した地形モデルを用いて既往津波(1993年北海道南西沖地震津波)における計算遡上高が痕跡高を再現できることを確認している。
- ・ M7000シリーズは汀線際や浅海域の精度が低いため、岩内港内は海上保安庁による海図により補正し、敷地周辺の海底地形は自社による深淺測量により取得し、地形モデルに反映した。

地形モデル作成の基とした日本周辺海域及び発電所周辺海域の地形データ

モデル化範囲	地形データ	データの概要
日本周辺海域	日本水路協会の海底地形デジタルデータM7000シリーズ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海図等の水深データに基づき作成された等深線データ ・ 等深線間隔は沿岸部では1~10m(海域により異なる), 沖合100m ・ データの範囲は海岸線から120km前後
岩内港周辺	海上保安庁による海図	<ul style="list-style-type: none"> ・ H15年までの海上保安庁による測量結果 ・ 縮尺1/7,500
発電所周辺海域	深淺測量データ(北海道電力)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ナローマルチビーム測量により敷地周辺浅海域を面的に計測したもの

3.2 津波の伝播経路に関する調査

津波評価に係る波源から評価地点周辺(陸域遡上を考慮する)までの伝播経路および地形的特徴の把握のため、海域および陸域の地形調査を実施する。海域の地形に関する既存の資料としては、日本周辺海域の地形データとして、

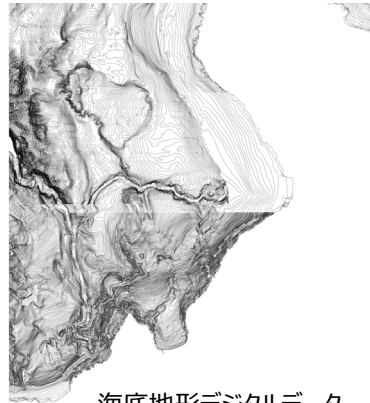
- ・ 日本水路協会：JT0P030
- ・ 日本水路協会：海底地形デジタルデータ (M7000、M5000 シリーズ)
- ・ 日本水路協会：海底地形地質調査報告
- ・ 海上保安庁：沿岸の海の基本図
- ・ 海上保安庁：大陸棚の海の基本図
- ・ 海上保安庁：各種海図
- ・ 海上保安庁：J-EGG500
- ・ 産業技術総合研究所：各種海洋地質図

等を活用することができるほか、評価地点周辺においては、

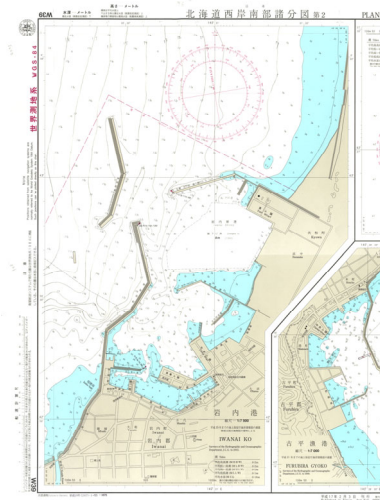
- ・ 海岸管理者：深淺測量データ
- ・ 港湾管理者：港湾平面図
- ・ 漁港管理者：漁港平面図
- ・ 河川管理者：河川縦横断測量成果

等も参考になると考えられる。このほか、解析領域が非常に広域となる場合には、

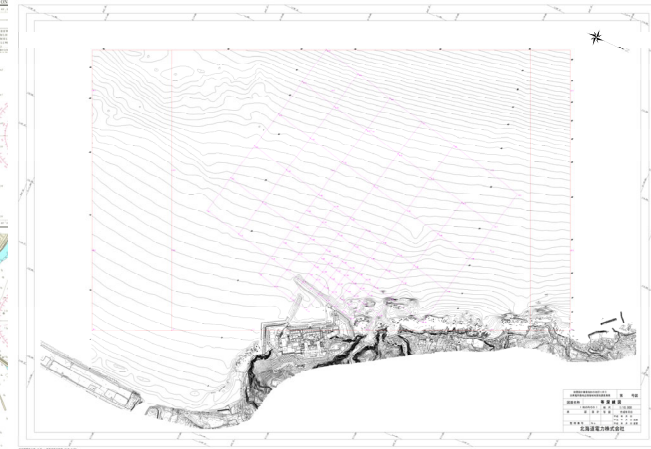
土木学会(2016)に一部加筆



海底地形デジタルデータ
(日本水路協会(2006)より引用)



海図
(海上保安庁より引用)



深淺測量による等深線データ

3. 審査ガイド(3.2.1)の確認内容と検討結果

(1) 遡上解析(砂移動の評価を含む)の手法, データ及び条件の確認(ガイド記載事項③)

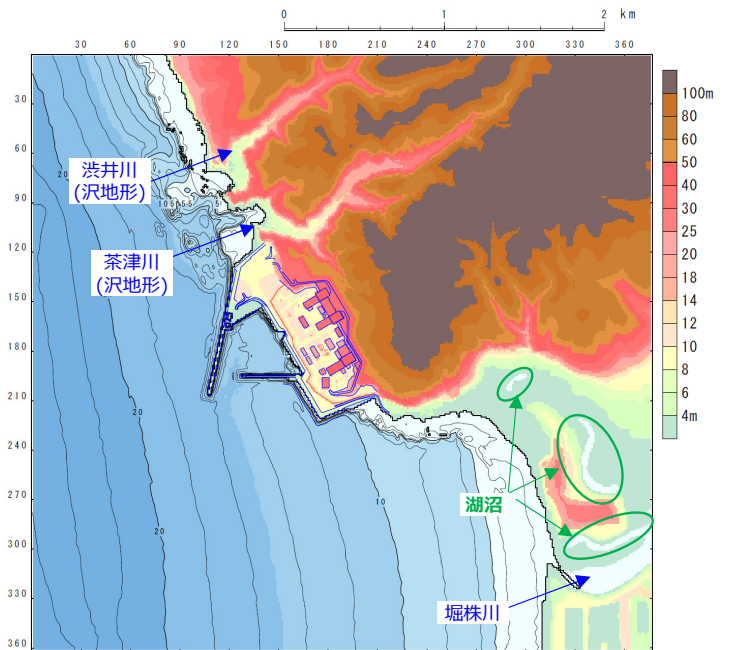
◆ 審査ガイド記載事項

③ 敷地及び敷地周辺に河川・水路が存在する場合には、当該河川・水路による遡上を考慮する上で、遡上域のメッシュサイズが十分か、また、適切な形状にモデル化されているか。

◆ 検討結果

- 敷地周辺に河川・水路が存在するが、下表のとおり、河川・水路を経由した敷地への到達可能性はない。当該河川・水路がある範囲のメッシュサイズでモデル化している。

敷地周辺の河川・水路		河川・水路を経由した敷地への到達可能性の評価	河川・水路のモデル化
敷地北側	茶津川	敷地北側で最も敷地に近い河川であり、茶津川は敷地(T.P.10.0m)と標高約50m以上の尾根で隔られているため、茶津川を経由した津波の敷地への到達はない。	当該河川・水路を経由した津波の敷地への到達はないものの、当該河川・水路がある範囲の計算格子サイズで地理院地図やモデル化に用いた地形データに基づき河道や河川周辺の沢地形をモデル化している。
	渋井川	当該河川を遡上して敷地に到達する際、茶津川を経由する必要があり、茶津川からの到達がないため、該当河川からの津波の到達はない。	
	玉川(支流に小沢川)		
	モヘル川(支流に前ノ小川・盤の小沢川)		
	その他の小河川・水路		
敷地南側	堀株川(支流に大工川・発足川・十棒川・その他の河川・水路)	敷地(T.P.10.0m)と標高約100m以上の山(丘陵)で隔られており、それらを経由した津波の敷地への到達はない。	
	湖沼	敷地(T.P.10.0m)と標高約100m以上の山(丘陵)で隔られており、それら湖を経由した津波の敷地への到達はない。	



河川・水路のモデル化の例示

3. 審査ガイド(3.2.1)の確認内容と検討結果

(1) 遡上解析(砂移動の評価を含む)の手法、データ及び条件の確認(ガイド記載事項④)

◆ 審査ガイド記載事項

④ 陸上の遡上・伝播の効果について、遡上、伝播経路の状態に応じた解析モデル、解析条件が適切に設定されているか。

◆ 検討結果

- 土木学会(2016)に基づき、遡上境界条件及び粗度係数を設定している。
- 土木学会(2016)には、遡上域の状態(土地利用状況)に応じた粗度係数の設定事例も示されているが、発電所は海域に近く、遡上波が海域から敷地に到達するまでに遡上域の粗度の状況は変化しないと考えられるため、 $0.03\text{m}^{-1/3}/\text{s}$ とした。

解析条件

	A領域	B領域	C領域	D領域	E領域	F領域	G領域	H領域
空間格子間隔	5 km	2.5 km	833 m (2500/3)	278 m (2500/9)	93 m (2500/27)	31 m (2500/81)	10m (2500/243)	5m (2500/486)
計算時間間隔	0.1秒							
基礎方程式	線形長波	非線形長波(浅水理論)						
沖側境界条件	自由透過	外側の大格子領域と水位・流量を接続						
陸側境界条件	完全反射				小谷ほか(1998)の遡上境界条件			
初期海面変動	波源モデルを用いてMansinha and Smylie(1971)の方法により計算される鉛直変位を海面上に与える							
海底摩擦	考慮しない	マンニングの粗度係数 $n = 0.03\text{m}^{-1/3}/\text{s}$ (土木学会(2016)より)						
水平渦動粘性	考慮しない	係数 $K_h = 1.0 \times 10^5 \text{ cm}^2/\text{s}$ (土木学会(2016)より)						
計算潮位	T.P. +0.21m							
計算再現時間	地震発生後3時間							

表 6.1.3-2 摩擦項に与える係数

係数の名称	文献で示されている値	原子力発電所の設計津波 水位評価でよく用いられる値
マンニングの 粗度係数 n ($\text{m}^{-1/3}\text{s}$)	岩崎・真野(1979)：海域 0.03 後藤・佐藤(1993)：海域 0.025 小谷ほか(1998)：遡上域 (次のとおり) 高密度居住区 0.08 中密度居住区 0.06 低密度居住区 0.04 森林域 0.03 田畑域 0.02	海域 0.025, 0.03 遡上域 0.025, 0.03 評価地点周辺の遡上域：地形状況に合わせて設定
摩擦係数 k_b	田中(1985)：深海域 0.0026 浅海域 0.005~0.01 遡上域 0.01~0.5	深海域 (15m以深目安) 0.0026 浅海域 (15m以浅目安) 0.00637 遡上域 0.01

土木学会(2016)に一部加筆

3. 審査ガイド(3.2.1)の確認内容と検討結果

(1) 遡上解析(砂移動の評価を含む)の手法、データ及び条件の確認(ガイド記載事項⑤)

◆ 審査ガイド記載事項

⑤ 伝播経路上の人工構造物について、遡上解析上、影響を及ぼすものが考慮されているか。遡上域のメッシュサイズを踏まえ適切な形状にモデル化されているか。

◆ 検討結果

- 人工構造物に対して、遡上解析への影響(敷地へ進行する津波の流れを遮り、方向を変える等)を評価し、格子サイズを踏まえたモデル化の妥当性を整理した。
- その結果を下表に示す。

伝播経路上の人工構造物		遡上解析への影響	遡上域の格子サイズ	モデル化の妥当性
防波堤	専用港	直接的に敷地へ進行する津波の流れを遮り、方向を変えることから、敷地前面の津波の最高水位に与える影響が大きい。	5m格子	格子サイズは土木学会(2016)による敷地周辺の最小格子間隔の目安(10m程度)よりも細かいため、敷地の津波水位に影響を及ぼす可能性のある防波堤近傍の局所的な水位変動・流速を解析上考慮できる。
	敷地周辺の港※1	直接的に敷地へ進行する津波の流れを遮り、方向を変える可能性は低く、敷地前面の津波の最高水位に与える影響が小さい。	10~93m格子	各格子サイズに応じて地理院地図、地形データに基づきモデル化することで、津波の防波堤による影響を解析上考慮できる。
護岸	専用港	直接的に敷地へ進行する津波の流れを遮り、方向を変えることから、敷地前面の津波の最高水位に与える影響が大きい。	5m格子	格子サイズは土木学会(2016)による敷地周辺の最小格子間隔の目安(10m程度)よりも細かいため、敷地の津波水位に影響を及ぼす可能性のある防波堤近傍の局所的な水位変動・流速を解析上考慮できる。
	敷地周辺の港・河口※2	直接的に敷地へ進行する津波の流れを遮り、方向を変える可能性は低く、敷地前面の津波の最高水位に与える影響が小さい。	10~93m格子	各格子サイズに応じて地理院地図、地形データに基づきモデル化することで、津波の防波堤による影響を解析上考慮できる。
その他	離岸堤・突堤(透過性)	透過性を有するため、津波の挙動を変化させる効果は小さい。	モデル化しない	-
海上設置物	定置網・養殖施設等(透過性)	透過性を有するため、津波の挙動を変化させる効果は小さい。	モデル化しない	-

※1: 泊漁港・泊村漁協泊村栽培漁業センター・茶津漁港・堀株港・岩内港を示す。

※2: 泊漁港・泊村漁協泊村栽培漁業センター・茶津漁港・堀株港・岩内港・モヘル川河口付近・玉川河口付近・堀株川河口付近・海岸線沿いを示す。

3. 審査ガイド(3.2.1)の確認内容と検討結果

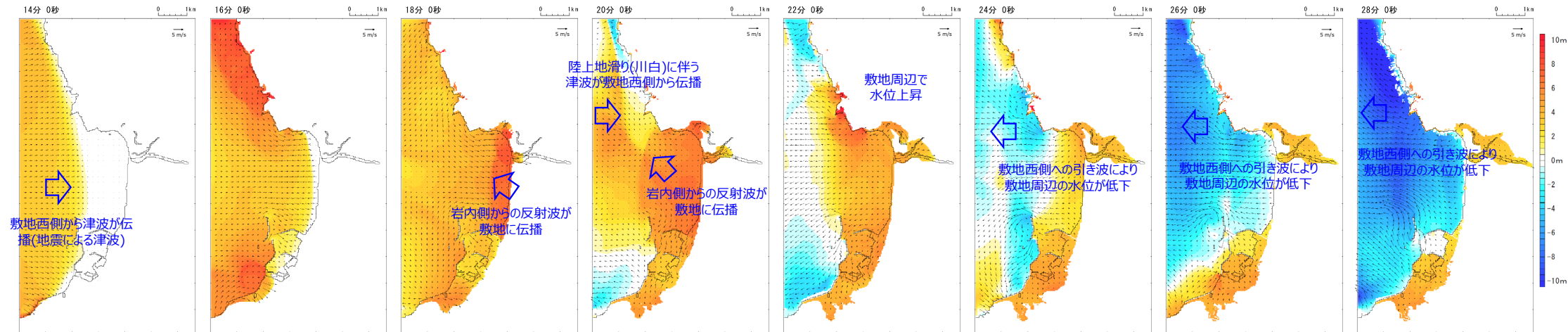
(2) 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっての考慮事項に対する確認(ガイド記載事項①)

◆ 審査ガイド記載事項

① 敷地前面・側面及び敷地周辺の津波の浸入角度及び速度並びにそれらの経時変化が把握されているか。また、敷地周辺の浸水域の寄せ波・引き波の津波の遡上・流下方向及びそれらの速度について留意されているか。

◆ 検討結果

敷地及び敷地周辺の最大流速分布及び敷地周辺における水位・流速分布の経時変化(スナップショット)により、津波の浸入角度及び速度を確認している。



水位・流速分布の経時変化(スナップショット)
(基準津波は今後変更となる可能性あり)

3. 審査ガイド(3.2.1)の確認内容と検討結果

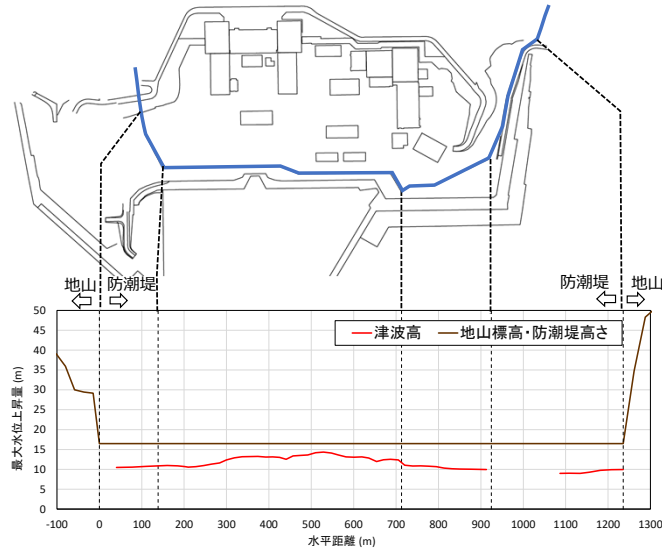
(2) 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっての考慮事項に対する確認(ガイド記載事項②)

◆ 審査ガイド記載事項

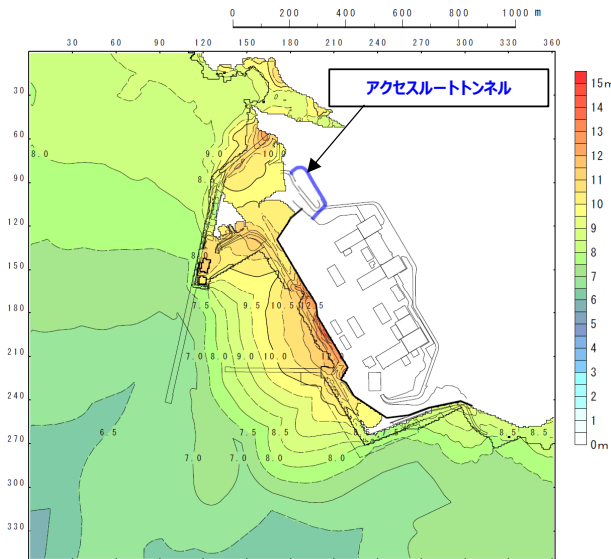
②敷地前面又は津波浸入方向に正対した面における敷地及び津波防護施設について、その標高の分布と施設前面の津波の遡上高さの分布を比較し、遡上波が敷地に地上部から到達・流入する可能性が考えられるか。

◆ 検討結果

- 敷地前面又は津波浸入方向に正対した面としては、防潮堤、敷地外部からのアクセスルートトンネルの入口がある地山斜面が考えられる。
 - 遡上解析により最大水位上昇量分布から、防潮堤内への津波の流入はない。
 - 防潮堤沿いの最大水位縦断図等により、防潮堤を乗り越えて到達する津波がない。
 - アクセスルートトンネルについては、トンネル前面等の最大水位上昇量分布の確認結果により、敷地外から敷地内への津波の流入はない。
- ※今後、基準津波が変更となり、流入の可能性がある場合は、管路解析等によりトンネルから敷地内への流入を評価する。



防潮堤沿いの最大水位縦断図
(基準津波は今後変更となる可能性あり)



最大水位上昇量分布図
(基準津波は今後変更となる可能性あり)

3. 審査ガイド(3.2.1)の確認内容と検討結果

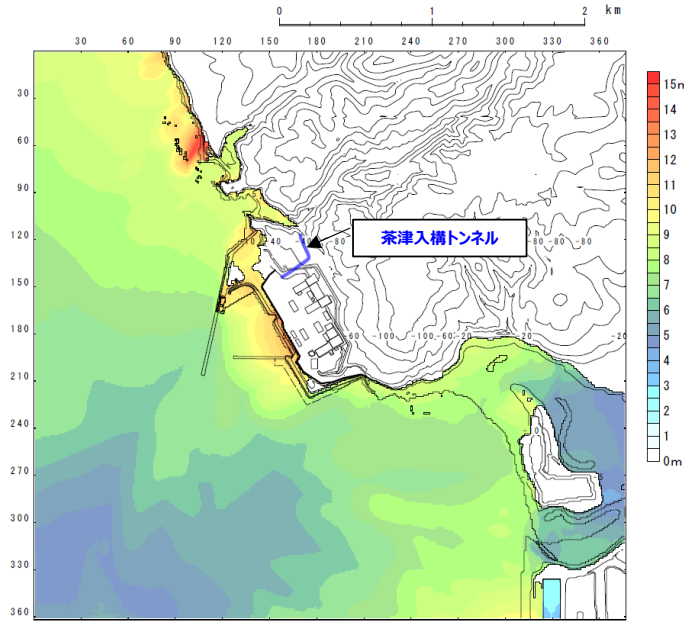
(2)敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっての考慮事項に対する確認(ガイド記載事項③)

◆ 審査ガイド記載事項

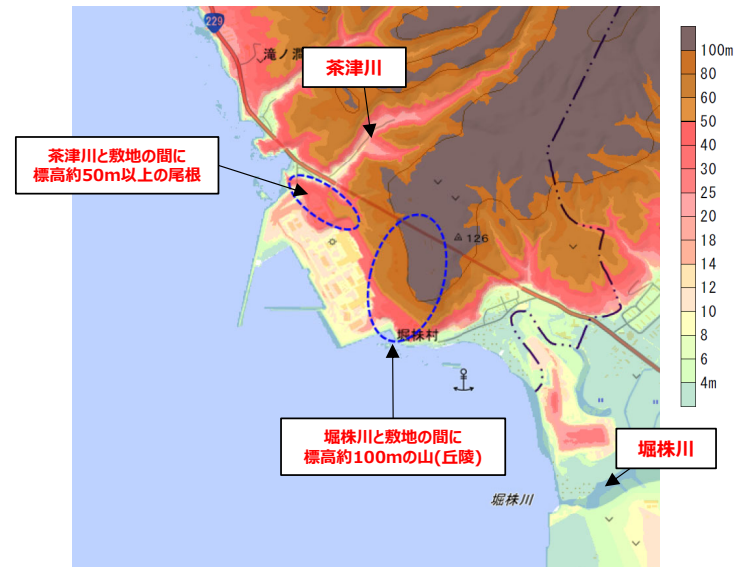
③敷地及び敷地周辺の地形、標高の局所的な変化、並びに河川、水路等の津波の遡上・流下方向に影響を与え、遡上波の敷地への回り込みの可能性が考えられるか。

◆ 検討結果

- ・遡上解析に影響を及ぼす地形・標高・人工構造物をモデル化した遡上解析結果から、遡上波の敷地への回り込みがないことを確認している。
- ・茶津入構トンネルについては、トンネル前面等の最大水位上昇量分布の確認結果により、敷地外から敷地内への津波の流入はない。
※今後、基準津波が変更となり、流入の可能性がある場合は、管路解析等によりトンネルから敷地内への流入を評価する。
- ・敷地周辺の茶津川は敷地と標高約50m以上の尾根、堀株川(支川の大工川及び発足川含む。)は敷地と標高約100mの山(丘陵)で隔てられているため、それらを経由した津波の敷地への回り込みはない。



最大水位上昇量分布図
(基準津波は今後変更となる可能性あり)



敷地周辺の地形と標高と河川※

※国土地理院「地理院地図」に一部加筆

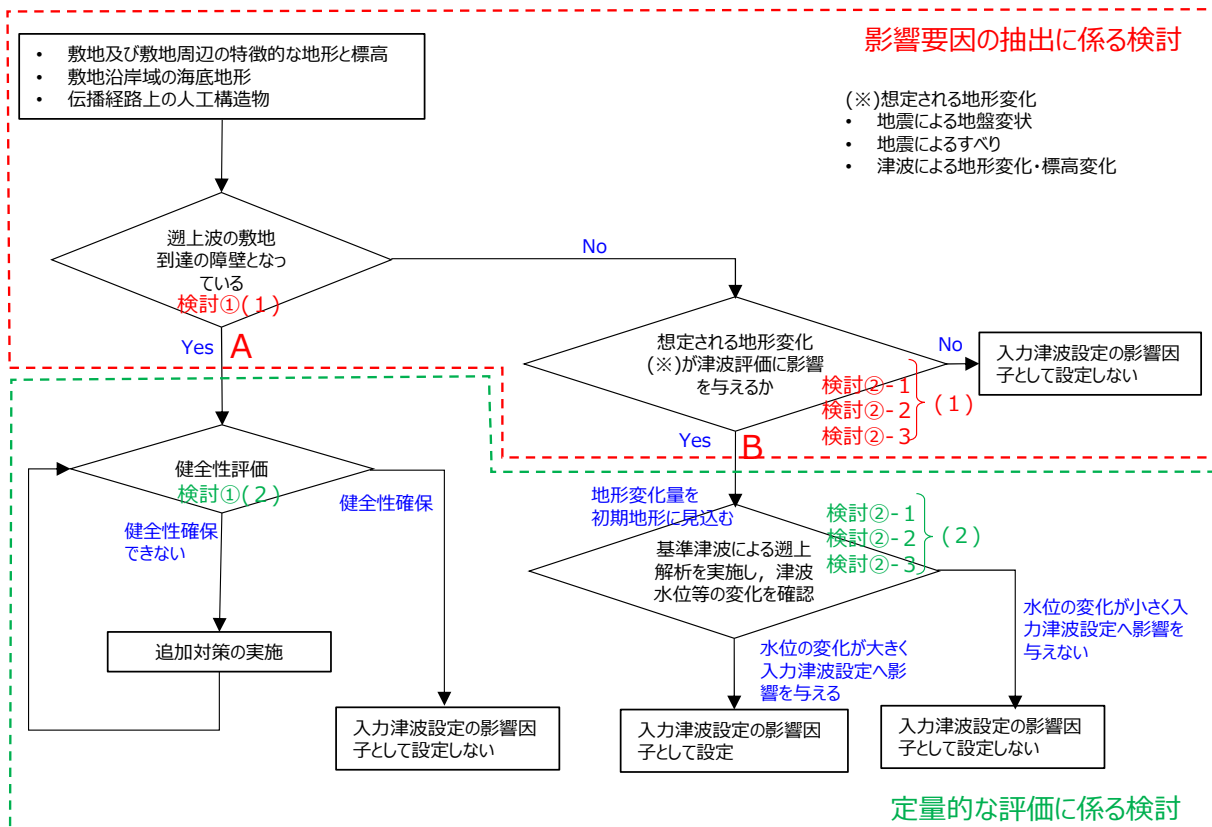
4. 審査ガイド(3.2.2)の確認内容と検討結果

◆ 審査ガイド記載事項

(1)(3.2.1)の遡上解析結果を踏まえ、遡上及び流下経路上の地盤並びにその周辺の地盤について、地震による液状化、流動化(以下「地震による地盤変状」という。)若しくはすべり又は津波による地形変化若しくは標高変化が考えられる場合は、遡上波の敷地への到達(回り込みによるものを含む。)の可能性について確認する。なお、敷地の周辺斜面が、遡上波の敷地への到達に対して障壁となっている場合は、当該斜面の地震時及び津波時の健全性について、重要施設の周辺斜面と同等の信頼性を有する評価を実施する等、特段の留意が必要である。

◆ 検討方針(1/5)

審査ガイドに基づき、以下に示すフローに従って、地震及び津波による地形変化、若しくは、標高変化を想定し、遡上波の敷地への到達可能性について検討する。



検討対象と影響要因として検討する地形変状の対応表
(左記のフローのA・Bに該当する影響要因を抽出)

検討対象	影響要因として検討する地形変状の項目	検討区分
敷地及び敷地周辺の特徴的な地形と標高	地山斜面(茶津側・堀株側)の地震及び津波による崩壊・浸食	検討② (P.19～ P.21)
	地滑り地形(堀株・発電所背後)の地震による崩壊	
	敷地地盤(陸域)の地震による地盤変状及び津波による洗掘	
敷地沿岸域の海底地形	土捨場の地形改変※1・地震による崩壊	検討② (P.19～ P.21)
人工構造物	専用港内の地盤変状※2	
人工構造物	専用港防波堤・護岸の地震及び津波による損傷	検討① (P.18)

※1：土捨場の地形改変は入力津波への影響が不明であるため、地形改変を反映した地形での遡上解析によって影響を検討する。

※2：海域の地盤変状(沈下)は津波水位を低くする可能性があり考慮しない方が保守的と考えられるものの、地震による地盤変状が入力津波の設定に与える影響について検討する。

4. 審査ガイド(3.2.2)の確認内容と検討結果

◆ 検討方針(2/5)

□検討①：遡上波の敷地到達の障壁となっている地山斜面の整理

(1)対象斜面の抽出

- 敷地周辺の特徴的な斜面のうち、遡上波の敷地到達の障壁となっている地山斜面を下表のとおり、抽出した。

(2)健全性評価

- 以下の評価を行い、対象斜面が津波防護施設と同等の機能を有していること、防潮堤の安全性に影響を及ぼさないことを確認する。

(a)基準地震動Ssに対するすべり安定性評価

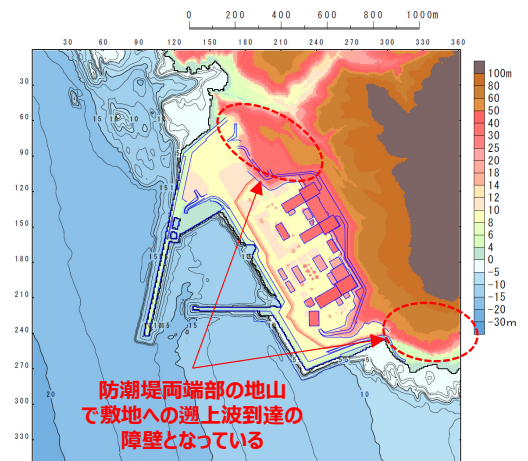
(b)基準津波による防潮堤と地山との擦り付け部付近の侵食に対する安定性評価

(c)基準津波の波力によるせん断力と地山せん断抵抗力の比較

- なお、地震時・津波時にそれらの機能が低下する場合は対策を講じる必要がある。

遡上波の敷地到達の障壁となっている地山斜面の抽出

地形・標高	敷地周辺の斜面	遡上波の敷地到達の障壁となっている斜面	想定される地形変化
斜面	兜岬からモヘル川範囲にある斜面	遡上波の敷地到達の障壁となっている斜面ではない	—
	モヘル川から玉川範囲にある斜面		
	玉川から渋井川範囲にある斜面		
	渋井川から茶津川範囲にある斜面		
	発電所背後の斜面	発電所背後の斜面のうち、防潮堤両端部の地山斜面	<ul style="list-style-type: none"> 地震による斜面崩壊 津波波力による崩壊 津波による浸食



地形モデル(10m格子領域)

4. 審査ガイド(3.2.2)の確認内容と検討結果

◆ 検討方針(3/5)

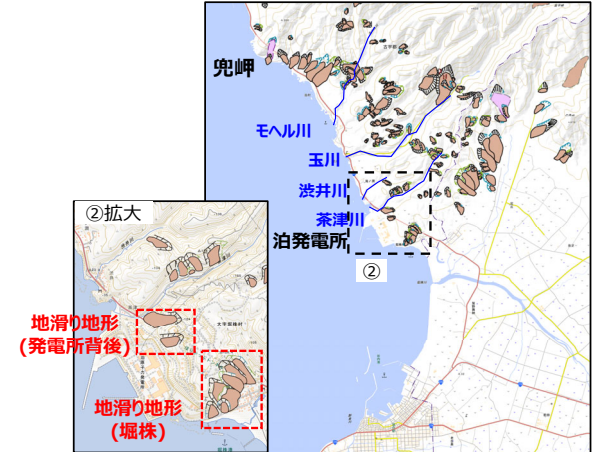
□ 検討②-1 : 地震によるすべりに伴う地形変化

(1) 対象地滑りの抽出

- 基準津波による敷地近傍の浸水範囲内で地震によるすべりに伴う地形変化が生じることが予想される場合、防潮堤前面及びアクセスルートトンネル前面の津波水位が変化することで、遡上波が敷地へ到達する可能性が生じる。
- 敷地周辺の特徴的な斜面に想定される地滑り地形(防災科学研究所「地震ハザードステーション」による)について、入力津波の評価に影響を与える要因を考慮し、下表のとおり、対象地滑りを抽出した。

(2) 津波遡上解析

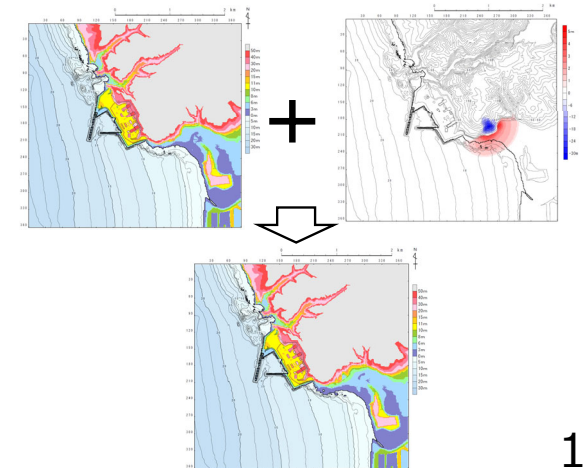
- 基準地震動Ssで斜面崩壊が生じると想定した場合の地形変化量を算定し、想定される地形変化を初期地形に反映する。
- 津波遡上解析を実施し、敷地前面の最高水位の変化が大きく入力津波設定へ影響があると判断された場合は入力津波設定の影響因子として設定する。



敷地周辺の地滑り地形
(防災科学研究所「地震ハザードステーション」に一部加筆)

抽出した斜面・地滑り

地形・標高	敷地周辺の斜面	入力津波評価への影響	地形変化の想定
斜面	兜岬からモヘル川範囲にある斜面	兜岬近傍海岸線付近に地滑り地形が存在するが、敷地から遠く防潮堤前面及びアクセスルートトンネル前面の津波水位に与える影響は小さい。	<ul style="list-style-type: none"> • 津波水位に与える影響は小さいため考慮しない
	モヘル川から玉川範囲にある斜面	斜面の標高の高い範囲に地滑り地形が見られるものの、海岸線から遠く、崩壊による地形変化が津波浸水範囲に影響しない。	
	玉川から渋井川範囲にある斜面		
	渋井川から茶津川範囲にある斜面		<ul style="list-style-type: none"> • 地滑り地形(堀株・発電所背後)の地震による崩壊
発電所背後の斜面 (検討①で示す遡上波の敷地到達の障壁となっている斜面を除く)	堀株及び発電所背後の地滑りが崩壊した場合、発電所近傍の基準津波による敷地近傍の浸水範囲内に地形変化が生じるため、防潮堤前面及びアクセスルートトンネル前面の津波水位が変化する可能性が高い。		



地滑り後地形(堀株の場合)

4. 審査ガイド(3.2.2)の確認内容と検討結果

◆ 検討方針(4/5)

□ 検討②-2：地震による地盤変状及び津波による洗堀

(1) 対象地盤の抽出

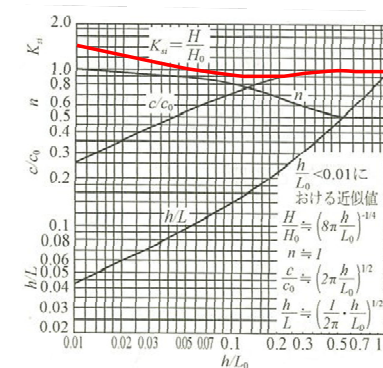
- 基準津波の浸水範囲に存在する地盤で、地震による地盤変状、津波による洗堀が生じた際の地形変化、又は、標高変化により、防潮堤前面及びアクセスルートトンネル前面の津波水位が変化することで、遡上波が敷地へ到達する可能性が生じる。
- 敷地周辺の地盤のうち、入力津波の評価に影響を与える要因を考慮し、下表のとおり、対象とする地盤を抽出する。

(2) 津波遡上解析

- 基準地震動Ssによる敷地周辺地盤の沈下量の設定及び基準津波の流速に伴う敷地地盤洗堀量の設定により、想定される地形変化を初期地形に反映する。
- 津波遡上解析を実施し、敷地前面の最高水位の変化が大きく入力津波設定へ影響があると判断された場合は入力津波設定の影響因子として設定する。

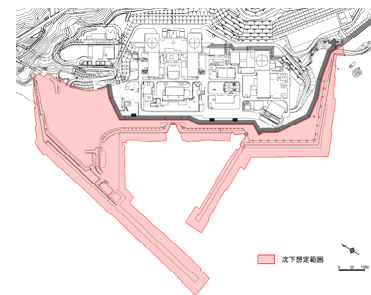
抽出した地形・標高

敷地周辺の地形・標高	入力津波評価への影響	地形変化の想定
敷地地盤	防潮堤前面及びアクセスルートトンネル前面の地盤であるため防潮堤前面及びアクセスルートトンネル前面の津波水位に影響を与える可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> 地震による地盤変状 津波による洗堀※1
防波堤・護岸	防潮堤前面及びアクセスルートトンネル前面へ進行する津波の流れを遮り、方向を変えることから、敷地前面の津波の最高水位に与える影響が大きい。	<ul style="list-style-type: none"> 地震・津波による損傷
敷地前面海底地盤	防潮堤前面及びアクセスルートトンネル前面の地盤であるため防潮堤前面及びアクセスルートトンネル前面の津波水位に影響を与える可能性があるが、沈下等で水深が深くなると津波水位は低下する可能性が高い。	<ul style="list-style-type: none"> 地震による地盤変状※2

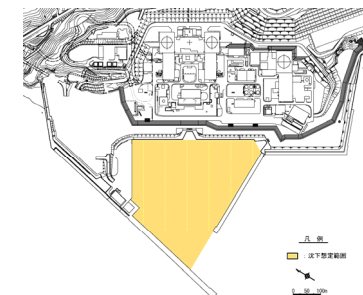


K_{si} : 浅水係数
 H : 波高
 H_0 : 沖波高
 h : 水深
 L_0 : 沖波波長

微小振幅波理論による波長、波速、浅水係数の算定図表 (土木学会(2018)に一部加筆)



敷地(陸域)の地盤変状として沈下を考慮する範囲



敷地(海域)の地盤変状として沈下を考慮する範囲

※沈下量は基準地震動の審査を踏まえて記載する

※1：津波による洗堀はアスファルト又はコンクリートで地表面を舗装することから影響因子として設定しない。
 ※2：津波水位への影響は海底面の沈下を考慮しない方が保守的と考えられるものの、取水性に関して入力津波への影響が否定できない。

4. 審査ガイド(3.2.2)の確認内容と検討結果

◆ 検討方針(5/5)

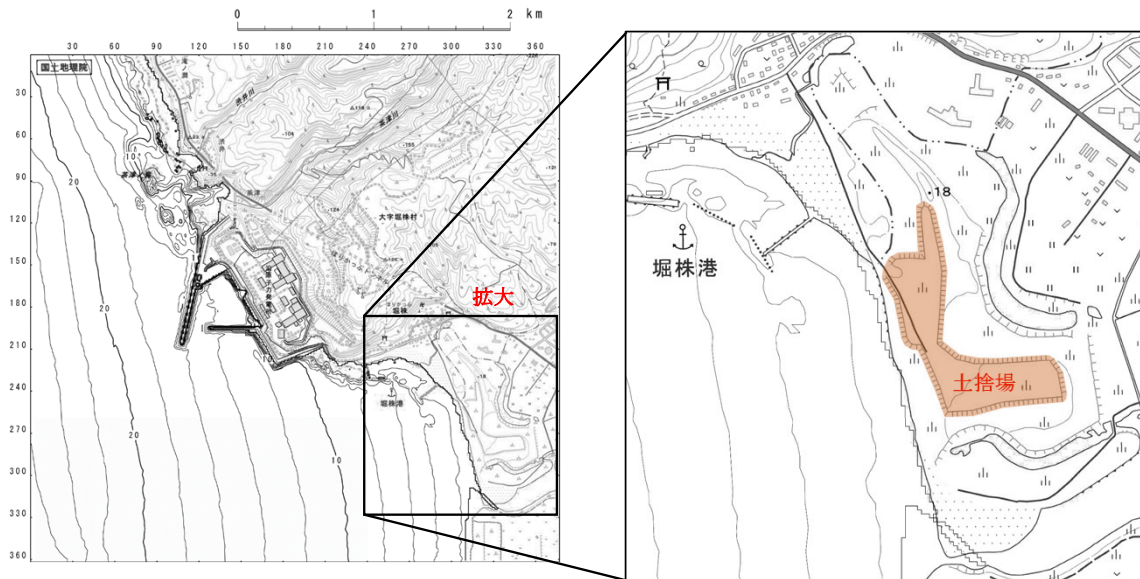
□ 検討②-3：地形改変が想定される地形

(1) 対象地形の抽出

- 将来の地形改変及び改変後の斜面崩壊による地形変化が敷地への到達に影響を及ぼす可能性があるものとして土捨場を抽出する。

(2) 津波遡上解析

- 土捨場の将来計画を反映した地形及びその地形に対する基準地震動Ssによる斜面崩壊を考慮した地形変化を初期地形に反映する。
- 津波遡上解析を実施し、敷地前面の最高水位の変化が大きく入力津波設定へ影響があると判断された場合は入力津波設定の影響因子として設定する。



土捨場位置図

4. 審査ガイド(3.2.2)の確認内容と検討結果

◆ 審査ガイド記載事項

(2)敷地周辺の遡上経路上に河川、水路が存在し、地震による河川、水路の堤防等の崩壊、周辺斜面の崩落に起因して流路の変化が考えられる場合は、遡上波の敷地への到達の可能性について確認する。

◆ 検討方針

- 敷地周辺の河川として、敷地北側の茶津川は敷地と標高約50m以上の尾根で隔てられており、また敷地東側の堀株川は敷地から1 km以上離れており、さらに敷地と標高約100mの山(丘陵)で隔てられているため、それらを経由した津波の敷地への回り込みはない(P.11参照)。
- 防潮堤両端部(茶津側及び堀株側)の地山については確定した基準地震動・基準津波にてそれに対する安定性を確認する。

◆ 審査ガイド記載事項

(3)遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当たっては、地形変化、標高変化、河川流路の変化について、基準地震動 S_s による被害想定を基に遡上解析の初期条件として設定していることを確認する。

◆ 検討方針

- 確定した基準地震動での被害想定に基づく地形変化・標高変化を初期地形を設定する(概要はP.17～21にも記載。検討結果は追而。)

◆ 審査ガイド記載事項

(4)地震による地盤変状、斜面崩落等の評価については、適用する手法、データ及び条件並びに評価結果を確認する。

◆ 検討方針

- 確定した基準地震動での被害想定に基づく地盤変状、斜面崩落等の評価を実施し、それらの手法・データ・条件及び評価結果を示す(概要はP.17～21にも記載。検討結果は追而。)