

第13 北海道オホーツク海沿岸における海岸保全施設等の設計に用いる
津波の水位について(R5)

オホーツク海沿岸における海岸保全施設等の設計に用いる津波の水位について

1. 北海道の津波対策について

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災による甚大な津波被害を受け、内閣府中央防災会議専門調査会では、新たな津波対策の考え方を平成 23 年 9 月 28 日（東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告）に示しました。

この中で、今後の津波対策を構築するにあたっては、基本的に二つのレベルの津波を想定する必要があるとされています。

一つは、住民避難を柱とした総合的防災対策を構築する上で想定する「最大クラスの津波」（L2 津波）です。もう一つは、海岸堤防などの構造物によって津波の内陸への侵入を防ぐ海岸保全施設等の建設を行う上で想定する「比較的発生頻度の高い津波」（L1 津波）です。

道では、この方針に基づき平成 24 年 6 月に「北海道地域防災計画」の一部修正を行い、最大クラスの津波（L2 津波）に対しては、「住民避難を軸とした総合的な対策」を講じることとし、「最大クラスの津波に比べ発生頻度が高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波（以下、「L1 津波」という）」に対しては「海岸保全施設等の整備を軸とした対策」を進めることとしました。

平成 25 年 2 月に、太平洋沿岸（福島町～羅臼町）、平成 29 年 8 月に、日本海沿岸（稚内市～松前町）における「比較的発生頻度の高い津波」（L1 津波）の侵入防止を目的とした海岸堤防等の海岸保全施設の整備の目安となる設計津波水位の設定を行っております。

このたび、有識者等からなる「オホーツク海沿岸の設計津波水位検討懇談会」（座長 北海道大学谷岡特任教授）を設置し、オホーツク海沿岸（稚内市～斜里町）における津波検討を進め、設計津波水位の設定を行いました。

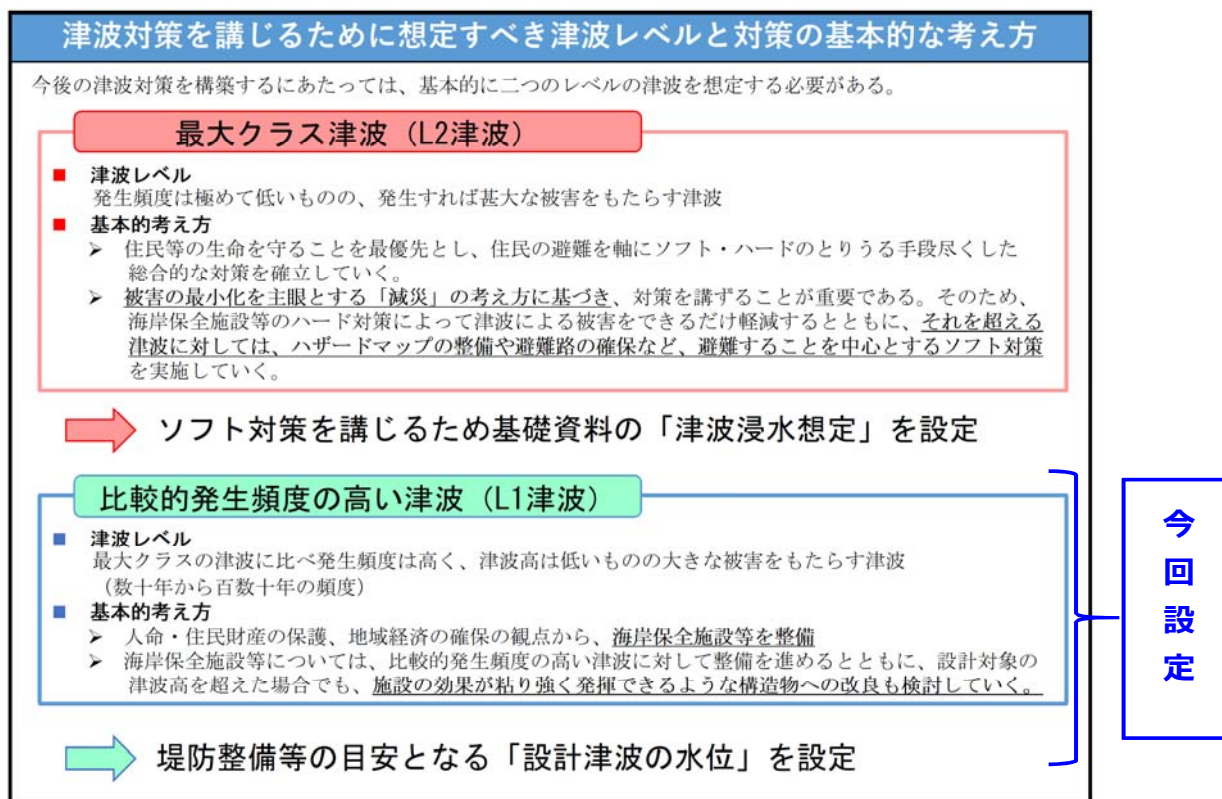


図 1 津波対策を講じるために想定すべき津波レベルと対策の基本的な考え方

【 留 意 点 】

- 設計津波水位とは、数十年から百数十年に一度程度発生する規模の津波に対して、後背地の一定の安全を確保するために必要な高さであり、海岸堤防等の高さを検討する上での目安となる水位です。
- 海岸堤防等の整備にあたっては、今後、設計津波水位と低気圧等による高潮・高波に対する必要高を比較のうえ、海岸の機能の多様性への配慮、環境保全、周辺景観との調和、経済性、維持管理の容易性、施工性、公衆の利用及び既設堤防高等を総合的に考慮して検討する予定です。
- その検討の結果、必要がある場合には、定められた手続きを経て、地域の意向等を適切に反映し、海岸保全基本計画の変更を進めていく予定です。また、検討の結果、海岸保全施設以外の対策による場合もあります。
- 設計津波水位は、現時点での最新の科学的知見に基づいた津波シミュレーションにより設定していますが、国等の新たな調査研究成果の公表など、新たな知見が得られた場合は必要に応じて設計津波水位の見直しを行うものとしします。

2. 設計津波水位の設定について

設計津波水位は、国からの通知（平成 23 年 7 月 8 日付「設計津波の水位の設定方法等について」）に基づき、「過去に発生した津波（以下、「過去津波」）」及び「今後起こりうる想定される津波（以下、「想定津波」）」から地域海岸ごとに設定します。

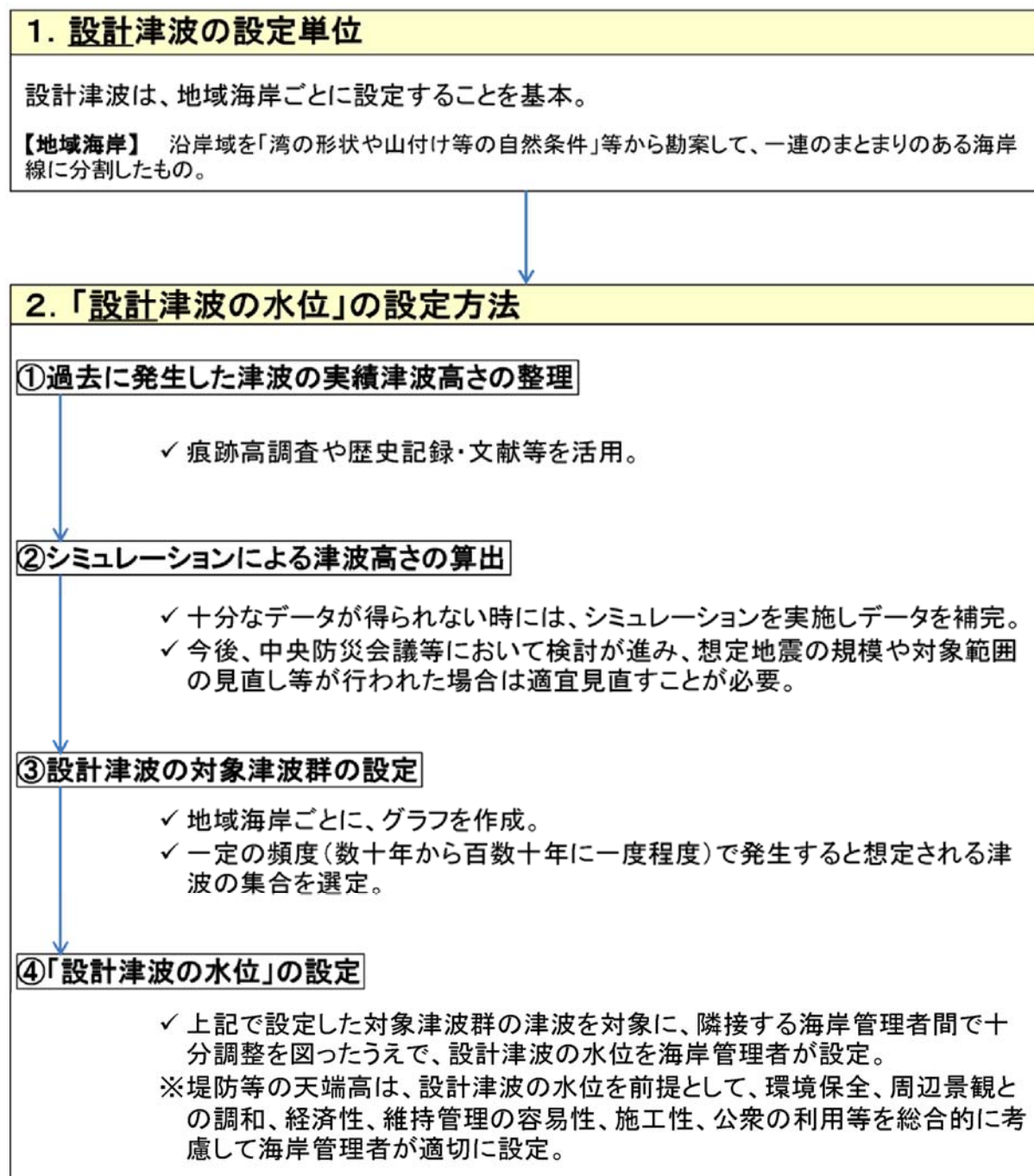


図 2 設計津波水位の設定方法

出典：国土交通省ホームページ

「設計津波の水位の設定方法等」について

～復興計画策定の基礎となる海岸堤防の高さ決定の基準～

2.1 北海道における設計津波水位の設定の考え方

北海道では、国からの通知に基づき、以下の流れで設計津波水位の検討を行いました。

(1) 地域海岸の設定



(2) 過去に発生した津波の実績津波高さや想定津波高さの整理

- ・津波痕跡高データの整理
- ・過去津波のシミュレーションによる津波高さの算出
- ・国公表結果の整理（国土交通省（H26.9）、内閣府中央防災会議（H18.1、R02.4））



(3) 設計津波対象群の設定

北海道オホーツク海沿岸は、過去津波の痕跡データが少ないことから、H25.2 太平洋沿岸及び H29.8 日本海沿岸と同様、過去津波、想定津波のそれぞれについて、津波高の高い方から順に発生確率（地震の平均発生間隔の逆数）を足し合わせていき、累積した発生確率^{*}が1/150程度以上となる津波を設計津波の対象津波群（L1津波）として選定しました。

《国土交通省における設計津波対象群(L1津波)の考え方》

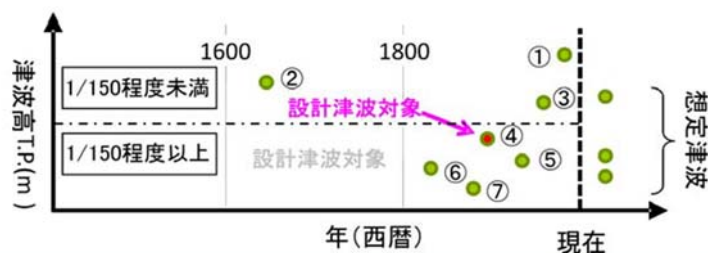
一定の頻度(数十年から百数十年)で発生が想定される津波、および想定津波の集合を設計津波対象群(L1津波)として設定

《北海道における考え方》

北海道においては、過去津波の痕跡データが少ないことから、津波高の高い方から順に発生確率(地震の平均発生間隔の逆数)を足し合わせていき、累積した発生確率が1/150程度以上となる津波を対象津波群(L1対象)とする。

(累積発生確率の算定例)

$$\textcircled{1}(1/700) + \textcircled{2}(1/600) + \textcircled{3}(1/500) + \textcircled{4}(1/400) + \textcircled{5}(1/300) + \textcircled{6}(1/200) + \textcircled{7}(1/100) \Rightarrow \textcircled{3} \text{ までの計算で } 1/196, \textcircled{4} \text{ までの計算で } 1/131.$$



(4) 仮の防護ラインを設定し、せり上がりを考慮したシミュレーションの実施



(5) 設計津波水位の設定

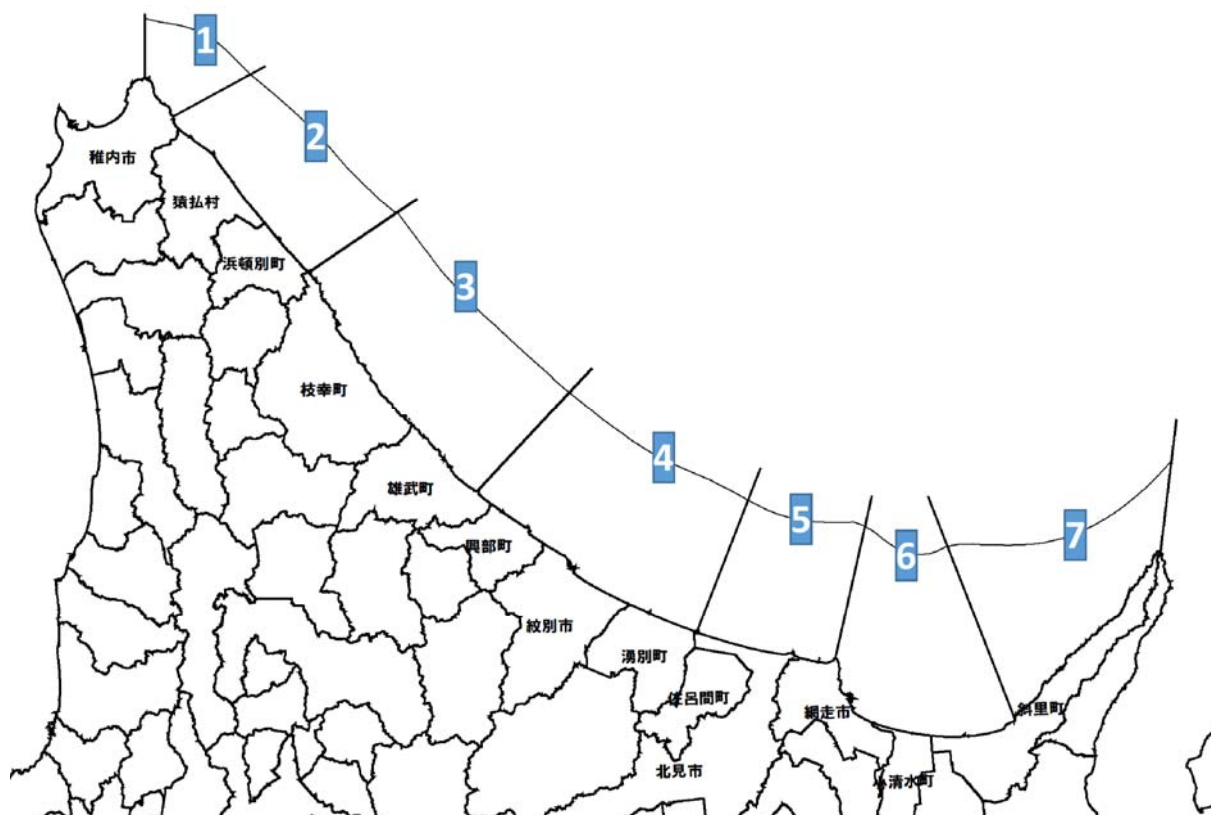
※【補足】本検討における累積発生確率について

本検討における累積発生確率は、「集合内の想定津波のいずれかが発生する確率」を意味する。津波高上位 N 個の想定津波の集合を考え、上位からの津波高を $H(1), H(2), \dots, H(N)$ とし、N 個の津波のいずれかが発生する確率 p （発生確率の和）とすると、 $p \geq 1/150$ となる時、150 年の間に、この集合の内、少なくとも $H(N)$ 以上の津波が発生する。この $H(N)$ 以上を L1 津波対象と定義している。

(1) 地域海岸の設定

「湾の形状や岬等の自然条件」、「文献や被災履歴等の過去に発生した津波の実績津波高さ及びシミュレーションの津波高さ」から同一の津波外力を設定しようと判断される一連の区間などを考慮し、地域海岸を設定しました。

地域海岸 No	箇所名
	▶ 宗谷岬（岬状・崖地形）で区分
1	稚内市（宗谷岬）～稚内市（東浦漁港北側崖）
	▶ 稚内市：東浦漁港北側崖（岬状・崖地形）で区分
2	稚内市（東浦漁港北側崖）～浜頓別町・枝幸町町界（ピリカノカ神威岬）
	▶ シミュレーションによる津波高特性、岬状・崖地形により区分
3	浜頓別町・枝幸町町界（ピリカノカ神威岬）～雄武町（日の出岬）
	▶ シミュレーションによる津波高特性、岬状・崖地形により区分
4	雄武町（日の出岬）～サロマ湖（第一湖口）
	▶ シミュレーションによる津波高特性により区分
5	サロマ湖（第一湖口）～網走市（能取岬）
	▶ シミュレーションによる津波高特性、岬状・崖地形により区分
6	網走市（能取岬）～斜里町（知布泊南崖地形：知床岬根元）
	▶ シミュレーションによる津波高特性により区分
7	斜里町（知布泊南崖地形：知床岬根元）～斜里町（知床岬）
	▶ シミュレーションによる津波高特性、崖地形により区分



出典：国土地理院 基盤地図情報を背景に利用

図 3 地域海岸の設定

(2) 対象津波群の選定

オホーツク海沿岸での津波が来襲する頻度を算出するにあたって、地域海岸ごとに今後発生が想定される津波を整理するとともに、地震の平均発生間隔から累積した発生確率を算出し、数十年から百数十年に一度程度の頻度で来襲する津波を対象津波群として選定しました。

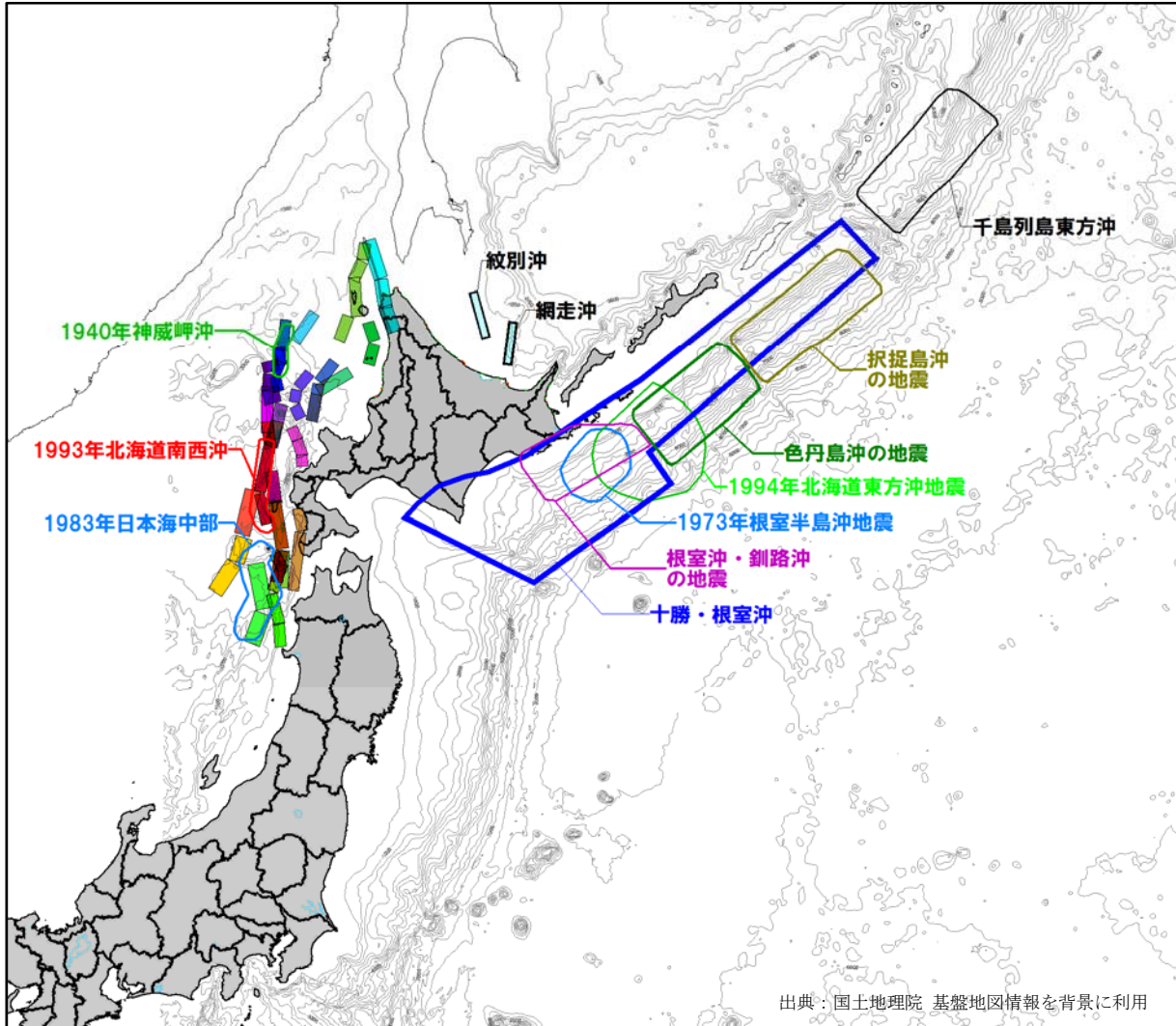


図 4 検討対象とした断層の概略位置図

表 1 断層モデル別の平均発生間隔の設定および根拠（日本海沿岸）

地震調査研究 推進本部		断層	設定した 平均発生 間隔	設定根拠
海域 区分	平均発 生間隔			
北西沖	3900年	F01	6000年	サロベツ断層の延長と考え、その平均発生間隔6000年を設定
		F02	3900年	利尻トラフの海底堆積物(タービダイト)の発生間隔を設定
		F03	3900年	F02の延長に位置するため、利尻トラフのタービダイト発生間隔を設定
		F04	3900年	海域の平均発生間隔3900年以上を設定
		F05	2800年	後志トラフ海底堆積物形成のF10・F11の延長のF07の延長に位置することから2800年を設定
西方沖	1400年 ～ 3900年	F06	3900年	利尻トラフのタービダイトを形成したF02およびF03の延長から、3900年を設定
		F07	2800年	1940年神威岬沖地震。後志トラフ海底堆積物形成のF10・F11の延長から2800年を設定
		F08	3900年	海域の平均発生間隔3900年以上を設定
		F09	2800年	後志トラフ海底堆積物形成のF10・F11の延長から2800年を設定
		F10	2800年	後志トラフ海底堆積物(1400年間隔)はF10orF11により形成から1400年の倍を設定。
		F11	2800年	後志トラフ海底堆積物(1400年間隔)はF10orF11により形成から1400年の倍を設定。
南西沖	500年 ～ 1400年	F12	3900年	利尻トラフのタービダイト形成のF02、F03の延長のF06の延長に位置する。
		F13	2800年	F14からの分岐と考え、2800年を設定
		F14	1400年	1993年北海道南西沖地震。後志トラフ海底堆積物、津波堆積物間隔から1400年を設定
		F15	1400年	
		F16	2800年	この地域の応力は主にF17で開放されると考え2800年を設定(F18, F19同上)。
青森県 西方沖	500年 ～ 1400年	F17	1400年	F14或いはF15の延長。12-13世紀の奥尻や道東の津波堆積物を形成。
		F18	2800年	12-13世紀の津波堆積物(奥尻・道南)はF17のより形成。この地域の 応力は主にF17で開放されると考えから、2800年を設定。
		F19	2800年	
		F20	1400年	F17の延長と考え、平均発生間隔1400年と設定
		F21	1400年	(F21、F22)はF20の北側のセグメント、(F23)はF20の南側のセグメントで構成される断層のため平均発生間隔1400年と設定。 一方、F20の横に位置する日本海中部タイプ地震のF24は、タービダイトに基づく海域の500年～1400年の中間の平均発生間隔程度の1000年と設定。
		F22	1400年	
		F23	1400年	
F24	1000年	1983年日本海中部地震。海域の平均発生間隔程度1000年を設定		

表 2 断層モデル別の平均発生間隔の設定および根拠（太平洋・オホーツク海沿岸）

種類	発生年	名称	地震規模	平均発生間隔
過去津波	17世紀初頭	超巨大地震(17世紀型)	M8.8程度以上	360年程度
	1894年	根室半島南東沖地震	M7.9	65.1年程度
	1963年	択捉島沖地震	M8.1	35.5年程度
	1969年	北海道東方沖地震	M7.8	65.1年程度
	1973年	根室半島沖地震	M7.4	65.1年程度
	1994年	北海道東方沖地震	M8.2	65.1年程度
	2006年	千島列島東方沖	M8.2	35.5年程度
想定津波	-	千島海溝モデル(十勝・根室沖)	Mw9.3	360年程度
	-	根室沖・釧路沖	Mw8.3	65.1年程度
	-	色丹島沖	Mw8.3	35.5年程度
	-	択捉島沖	Mw8.4	35.5年程度
	-	網走沖	Mw7.5	8000年程度
	-	紋別沖	Mw7.6	9995年程度

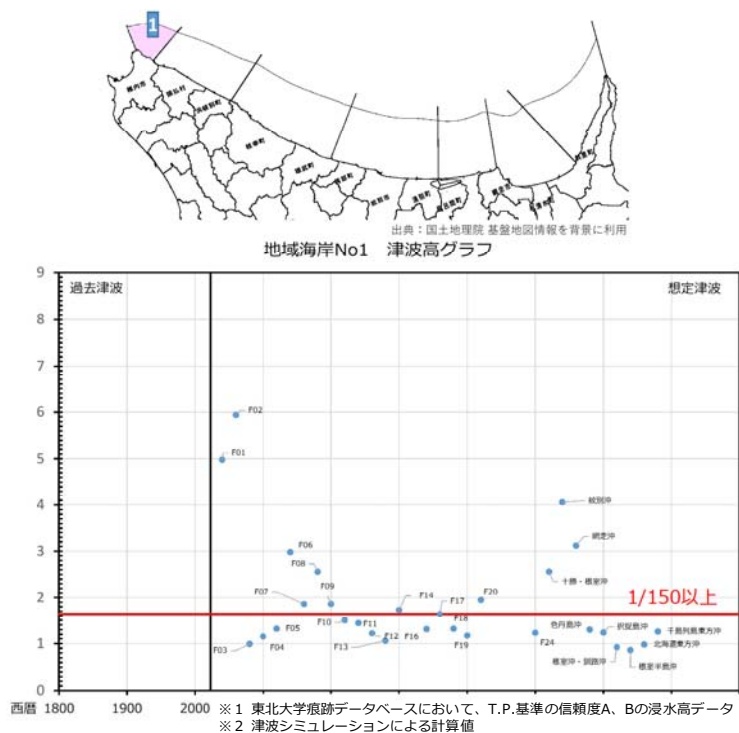


図 5 津波高グラフと累積発生確率に基づく設計津波対象の選定例（地域海岸 1）

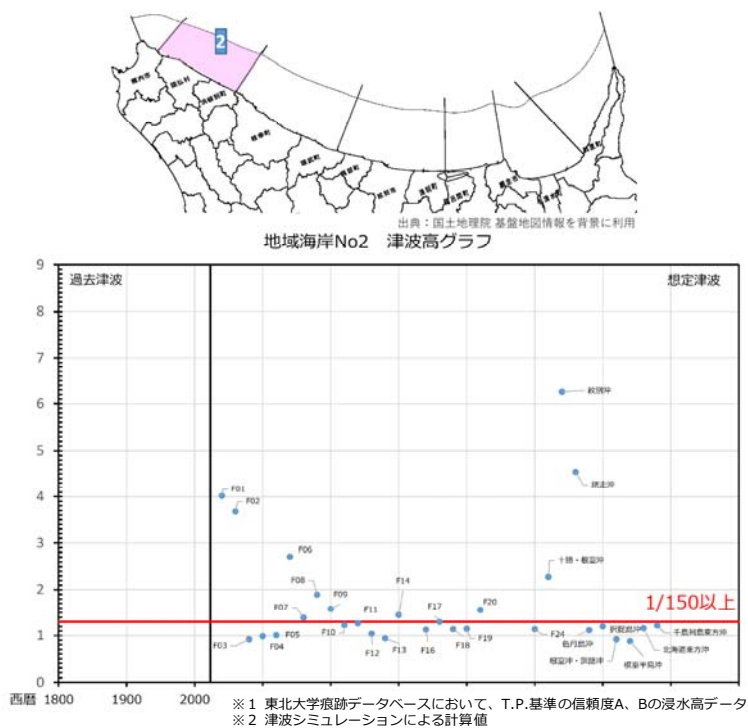


図 6 津波高グラフと累積発生確率に基づく設計津波対象の選定例（地域海岸 2）

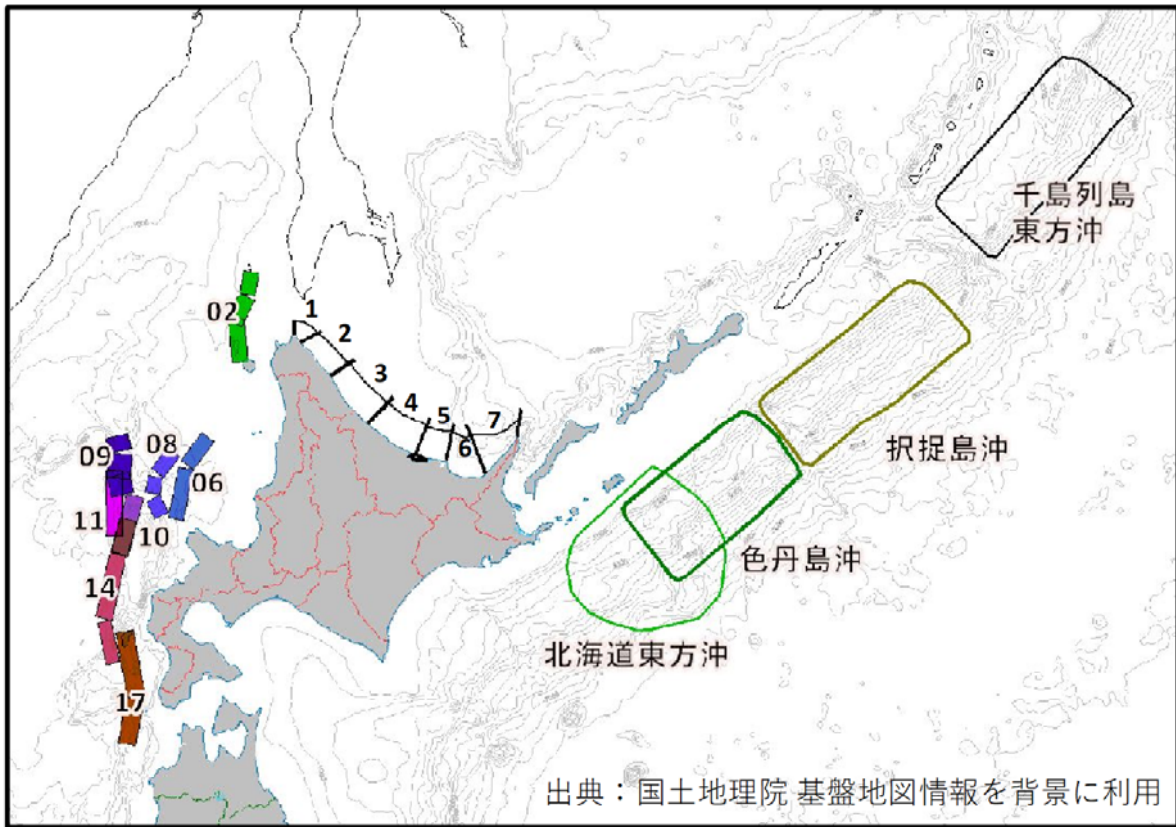


図 7 オホーツク海沿岸に影響を与える主な津波

表 3 地域海岸ごとに選定した設計津波対象群

地域 海岸No	設計津波対象群		
	1	2	3
1	F17	F10	F11
2	F17	F11	F10
3	色丹島沖	F09	F14
4	色丹島沖	千島列島沖	F06
5	色丹島沖	千島列島沖	F08
6	色丹島沖	択捉島沖	北海道東方沖
7	色丹島沖	F02	千島列島沖

※地域海岸ごとに累積発生確率 1/150 以上となる上位 3 津波を対象に選定

(3) 防護ラインの設定、せり上がりを考慮したシミュレーションの実施、設計津波水位の設定

現況堤防等の位置等を考慮した防護ラインの位置で、選定したL1津波を対象に、堤防等によるせり上がりを含んだ設計津波水位を計算しました。なお、シミュレーションの諸元は巻末資料に示す。

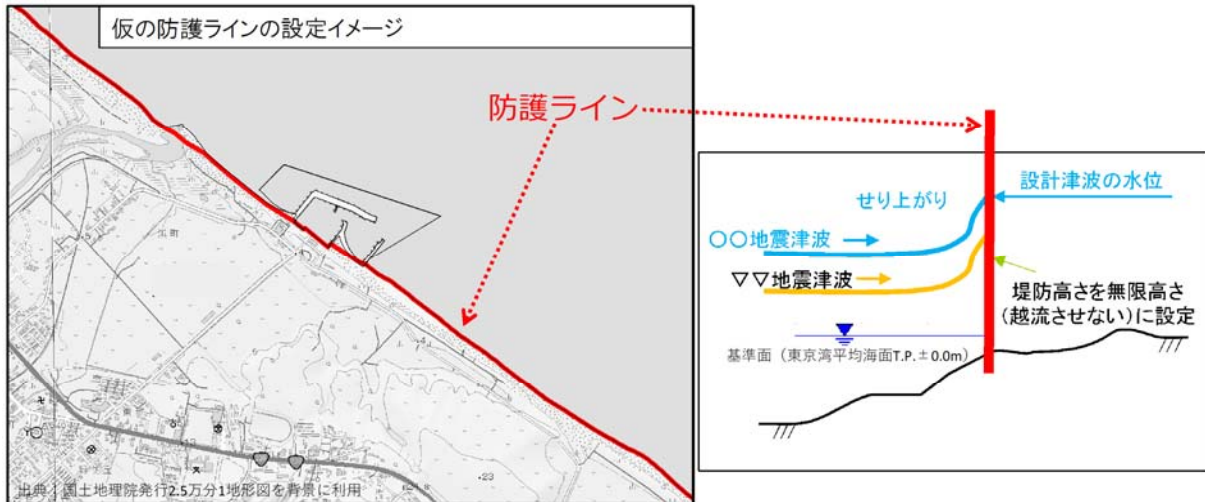
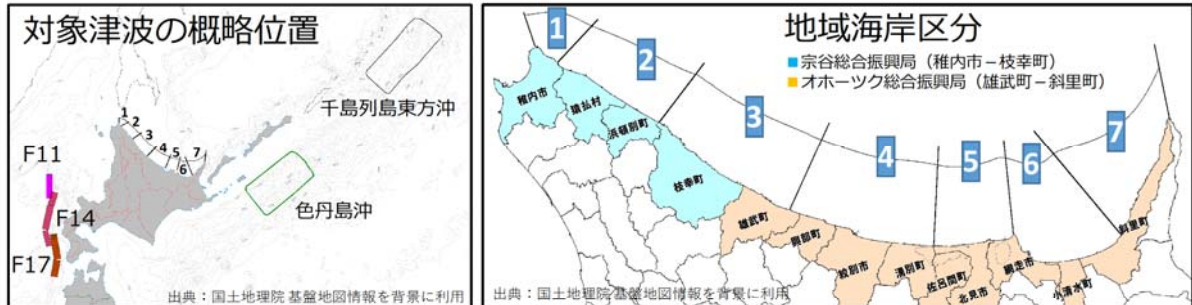


図 8 防護ライン、せり上がりを考慮したシミュレーション及び設計津波水位の設定イメージ

3. 地域海岸ごとの設計津波水位



単位：東京湾平均海面 (T.P.) (m)

地域海岸 No	地域海岸区分	断層モデル	設計津波水位	既存海岸堤防等の代表的な高さ※
1	稚内市 (宗谷岬) ~ 稚内市 (東浦漁港北側崖)	F17	+2.2m	+3.2m
2	稚内市 (東浦漁港北側崖) ~ 浜頓別町・枝幸町町界 (ピリカノノカ神威岬)	F11	+1.4m	+5.6m
3	浜頓別町・枝幸町町界 (ピリカノノカ神威岬) ~ 雄武町 (日の出岬)	F14	+2.0m	+4.9m
4	雄武町 (日の出岬) ~ サロマ湖 (第一湖口)	千島列島東方沖	+1.9m	+4.5m
5	サロマ湖 (第一湖口) ~ 網走市 (能取岬)	千島列島東方沖	+1.3m	+6.5m
6	網走市 (能取岬) ~ 斜里町 (知布泊南崖地形)	色丹島沖	+1.3m	+4.7m
7	斜里町 (知布泊南崖地形) ~ 斜里町 (知床岬)	色丹島沖	+2.0m	+4.4m

※既存海岸堤防等の代表的な高さは、地域海岸内の各地域海岸で高さが異なることから、地域内の背後地における保全対象の多い地区を代表として、既存の堤防等の高さを記載。

※設計津波水位は、津波シミュレーション結果から、地域海岸における最も高い津波高を記載している。少数第2で切り上げて設定。単位は、東京湾平均海面 (T.P.m)

4. 設計津波水位の検討

今回の設計津波水位については、有識者で構成する「オホーツク海沿岸の設計津波水位検討懇談会」で多様な意見をいただき作成しました。

名前	所属	備考
石丸 聡	北海道立総合研究機構 エネルギー・環境・地質研究所	
木村 克俊	室蘭工業大学大学院 工学研究科 教授	
谷岡 勇市郎	北海道大学大学院理学研究院 特任教授	座長
矢部 浩規	国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所	
渡部 靖憲	北海道大学大学院工学研究院 教授	

※敬称略、五十音順

第1回：令和5年 7月 31日開催

第2回：令和5年 11月 9日開催

5. 留意事項

○今後の精査や、国等からの新たな知見や断層モデルが示された場合には、設計津波水位を見直すことがあります。

巻末1. シミュレーションの条件について

シミュレーションの諸条件について、以下に示す。

表 4 シミュレーションの諸条件

項目	内容
解析範囲・領域構成 (格子間隔)	対象地震の波源域を含む広域～北海道オホーツク海沿岸域を対象 (図 9、図 10 参照) 第 1 領域:2430m、第 2 領域:810m、第 3 領域:270m、 第 4 領域:90m、第 5 領域:30m、第 6 領域:10m
断層モデル	地域海岸ごとに選定した設計津波対象群 (表 3 参照)
潮位条件	【H.W.L】 T.P.+0.6m～0.7m (図 11 参照)
基礎方程式	●津波計算 非線形長波方程式を基礎式とし、Leap-Frog 差分法により数値計算
境界条件(沖合)	●自由透過境界
構造物	●仮設定の防護ラインは、無限高さの堤防を設定 ●仮設定の防護ライン以外の防波堤等構造物は、現況堤防高で設定
粗度係数	●土地利用状況に応じて設定 0.020、0.025、0.030、0.040、0.060、0.080
地盤変動量	●Okada の手法により算出 ●海域：隆起・沈降を考慮、陸域：隆起は考慮しない
計算時間間隔	●CFL 条件 (差分スキームの安定条件) を満たす設定 0.1sec
計算時間	●地震発生後 6 時間

※各種条件設定は、津波浸水想定の設定の手引き ver2.11、国交省、2023.4 に準拠している。

(1) 計算領域及び計算格子間隔

- ① 計算領域は、震源域を含む範囲としました。
- ② 計算格子間隔は、震源域を含む沖合から沿岸に向かい 2430m、810m、270m、90m、30m、10m としました。沿岸部の計算格子間隔は 10m としました。

表 5 領域名およびメッシュサイズ

領域名	メッシュサイズ
第1領域	2430m
第2領域	810m
第3領域	270m
第4領域	90m
第5領域	30m
第6領域	10m

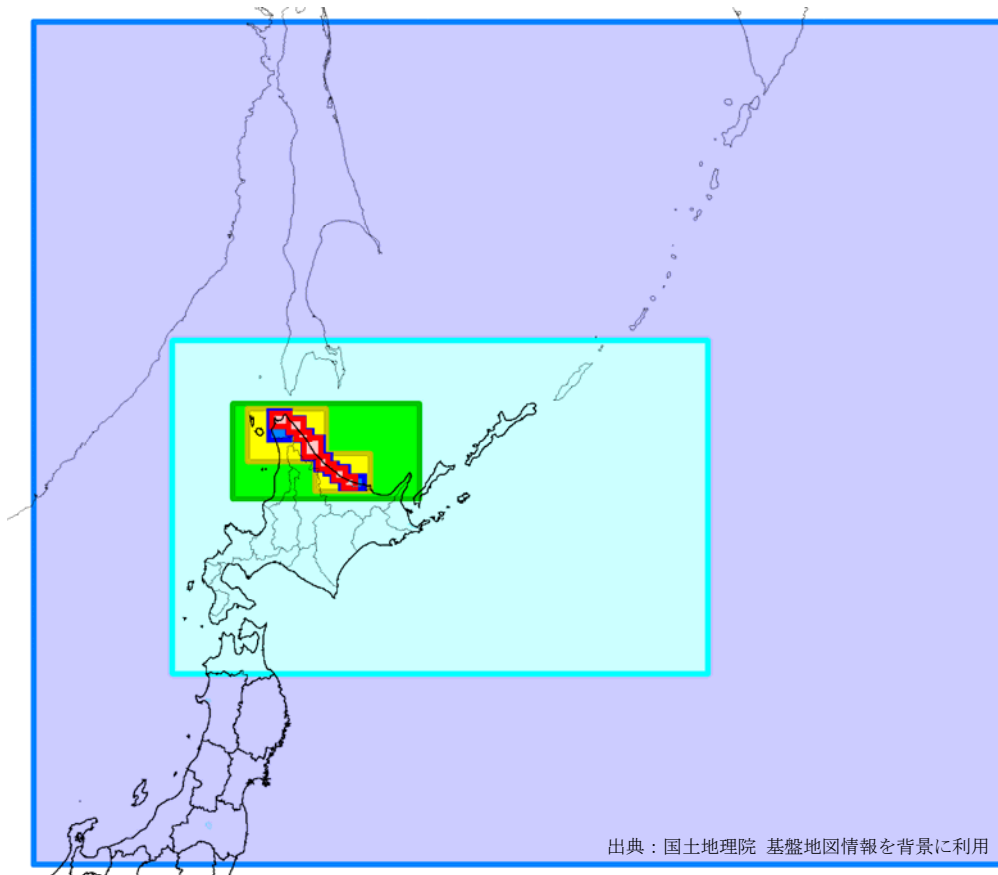


図 9 平面直角座標系第 12 系：宗谷総合振興局（稚内市－枝幸町）およびオホーツク総合振興局管内（雄武町－湧別町）

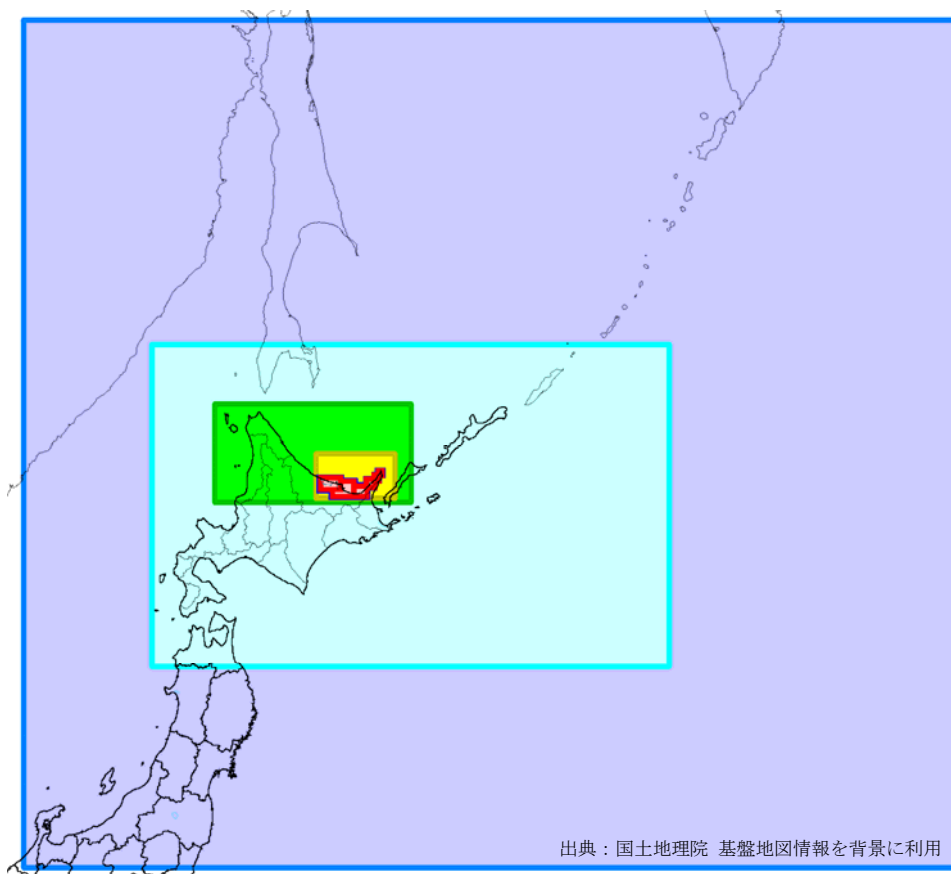


図 10 平面直角座標系第 13 系：オホーツク総合振興局（佐呂間町－斜里町）

(2) 計算時間及び計算時間間隔

計算時間は、最大浸水域、最大浸水深が計算できるように6時間とし、計算時間間隔は、計算が安定するように0.1秒間隔としました。

(3) 陸域及び海域地形

① 陸域地形

陸域部は、国土地理院の基盤地図情報（数値標高モデル）、河川縦横断図等を用いました。

② 海域地形

海域地形は、日本水路協会の海底地形デジタルデータ、道及び各市町村の沿岸部の計画平面図等を用いました。

(4) 潮位条件

潮位については、北海道オホーツク海沿岸の海岸保全施設等の設計用に設定した朔望平均満潮位を基に初期潮位を設定しました。

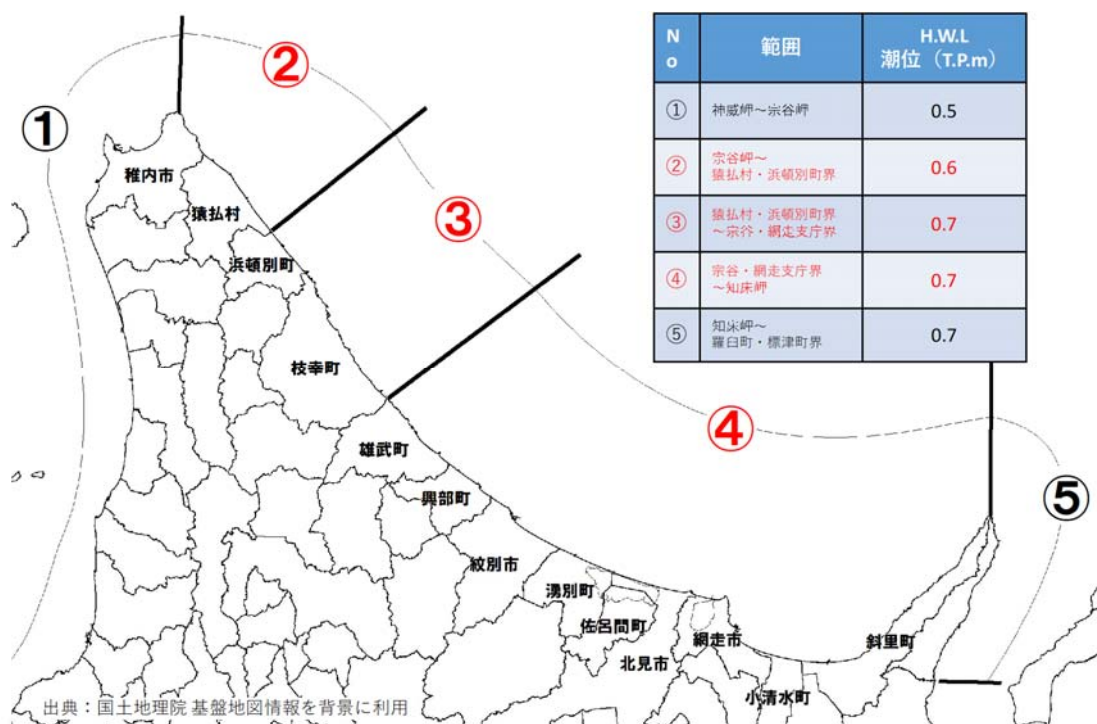


図 11 潮位条件

(5) 津波シミュレーションについて

各地域海岸に選定した設計津波対象群について、津波シミュレーション（壁立計算）を実施しました。

(6) 津波シミュレーション（壁立計算）に基づく設計津波水位の算定

地域海岸毎に選定した設計津波対象群による津波シミュレーション結果から、仮の防護ライン前面のせり上がり後の最大の津波水位を算定しました。