

第2回 高知県地震・津波防災技術検討委員会 資料

平成25年2月25日



1.	津波対策の考え方	3
2.1	設計津波の水位の設定方法	4
2.2	地域海岸の設定	5
2.3	設計津波の対象津波群の整理	7
2.4	設計津波の水位について	13
3.	高知県の今後の取り組み	14
	(参考資料) 用語の説明	15

1. 津波対策の考え方

- 東北地方太平洋沖地震を教訓に、今後近い将来発生することが予想される**南海トラフ地震対策の加速化と抜本的な強化が急務**となっている。
- また、内閣府中央防災会議専門調査会では、東日本大震災による甚大な津波被害を受け、**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る。
- ひとつは、**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津波**であり、高知県では平成24年12月10日に最大クラスの津波に対して総合的防災対策を構築する際の基礎となる「**津波浸水想定**」を策定・公表。
- もうひとつは、防波堤などの海岸構造物によって津波の内陸への侵入を防ぐ、**海岸保全施設等の整備を行う上で想定する津波**であり、今回、比較的発生頻度の高い津波を対象に「**設計津波の水位**」を検討。

	津波のレベル	基本的な考え方
比較的発生頻度の高い津波	最大クラスに比べ発生頻度は高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波（数十年～百数十年の頻度）	<ul style="list-style-type: none">○ 人命保護に加え、住民財産の保護、地域の経済活動の安定化、効率的な生産拠点の確保の観点から、海岸保全施設を整備。○ 海岸保全施設等について、設計対象の津波高を越えた場合でも、施設の効果粘りが強く発揮できるような構造物の技術開発を検討し、整備を進める。 <p>⇒堤防整備等の目安となる「設計津波の水位」を設定</p>
最大クラスの津波	発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす津波	<ul style="list-style-type: none">○ 住民等の生命を守ることを最優先とし、住民の避難を軸に、とりうる手段を尽くした総合的な津波対策を確立。○ ハザードマップの整備や避難路の確保など、避難することを中心とするソフト対策を実施していく。 <p>⇒ソフト対策を講じるための基礎となる「津波浸水想定」を策定</p>

2.1 設計津波の水位の設定方法

■以下に示す方法にて、各地域海岸の設計津波の水位を検討しました。

「地域海岸」の設定

- 設計津波の水位は、**地域海岸ごとに設定**することを基本（右図）

過去に発生した津波の実績津波高さの整理

- 痕跡調査や記録・文献等を活用**し、実績津波高さを整理

シミュレーションによる津波高さの算出

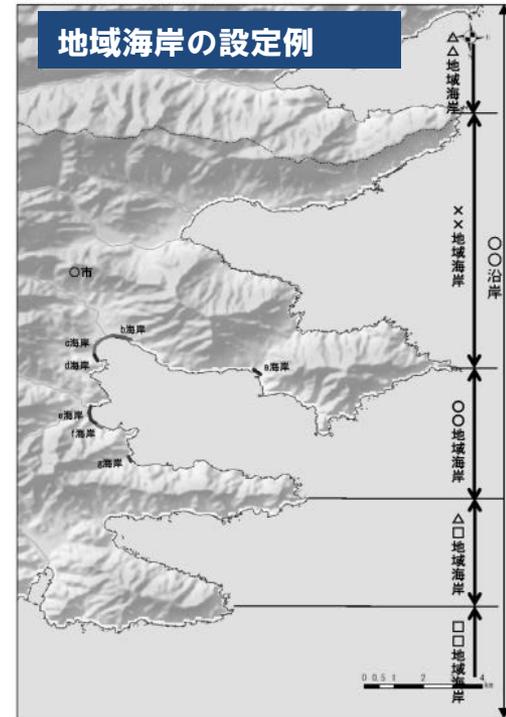
- 十分なデータが得られない時には、シミュレーションを実施しデータを補完。**なお、中央防災会議等において発生の可能性が高いとされた想定地震がある場合は、**津波シミュレーションを用いて津波高さを想定**

設計津波の対象津波群の設定

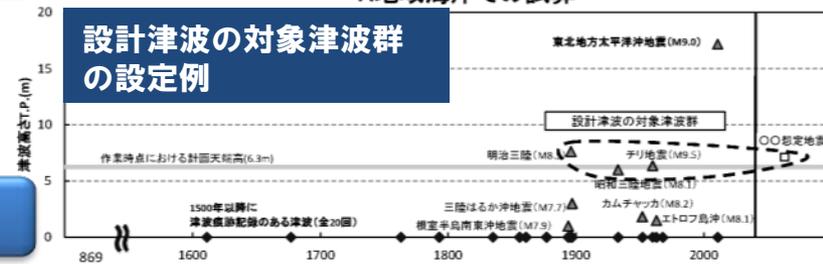
- 地域海岸ごとにグラフ（右図）を作成
- 一定の頻度（数十年から百数十年に一度程度）で到達すると想定される津波の集合を選定**

設計津波の水位の設定

- 対象津波群の津波を対象に、地域海岸において**堤防位置での津波の侵入防止を条件としたシミュレーション等により津波分布を算出し、隣接する海岸管理者間で十分調整を図ったうえで、設計津波の水位を設定**



A地域海岸での試算



平成23年7月8日付通知「設計津波の水位の設定方法等について」（国土交通省）より

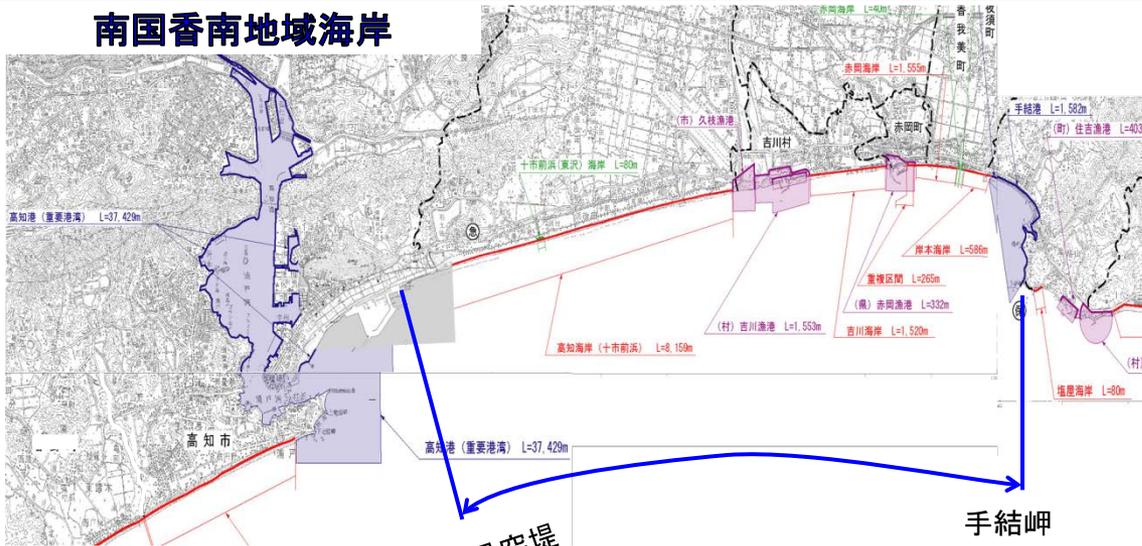
2.2 地域海岸の設定①

- 地域海岸は、沿岸域を「湾の形状や山付け等の自然条件」及び「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うると判断される一連の海岸線に分割したもの。**
- 今回は、高知市を中心とする人口や経済基盤が集中し、高知空港、高知港等の重要インフラが立地するなど陸・海・空の交通の結節点となっている沿岸地域（香南市～南国市～高知市～土佐市）に位置する「**南国香南地域海岸**」「**高知中央地域海岸**」「**宇佐地域海岸**」の3地域海岸を設定。
- その他の地域海岸は、県境部における隣接県との整合性確認及び地形が複雑で局所的な地形に伴う津波外力への影響の妥当性確認等、技術的な観点からの精査を実施しているところであり、今後、関係市町村への事前説明などの手続きを踏まえた上で早期に「設計津波の水位」を設定する予定。



2.2 地域海岸の設定②

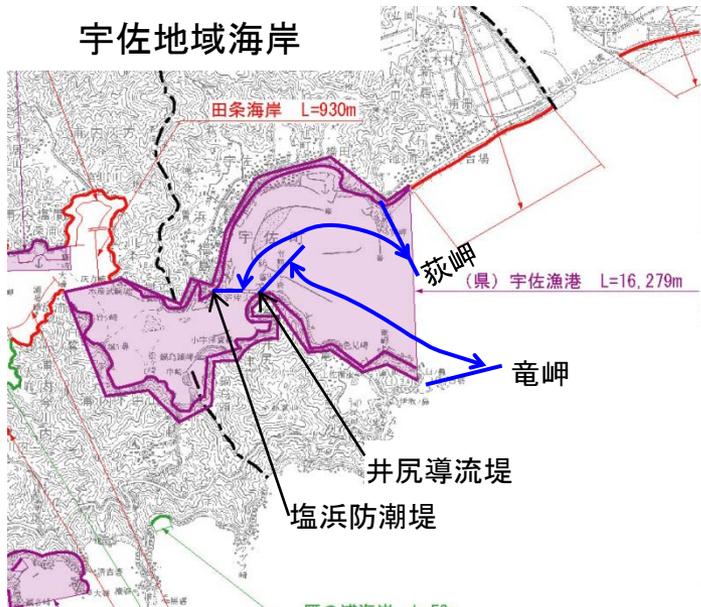
南国香南地域海岸



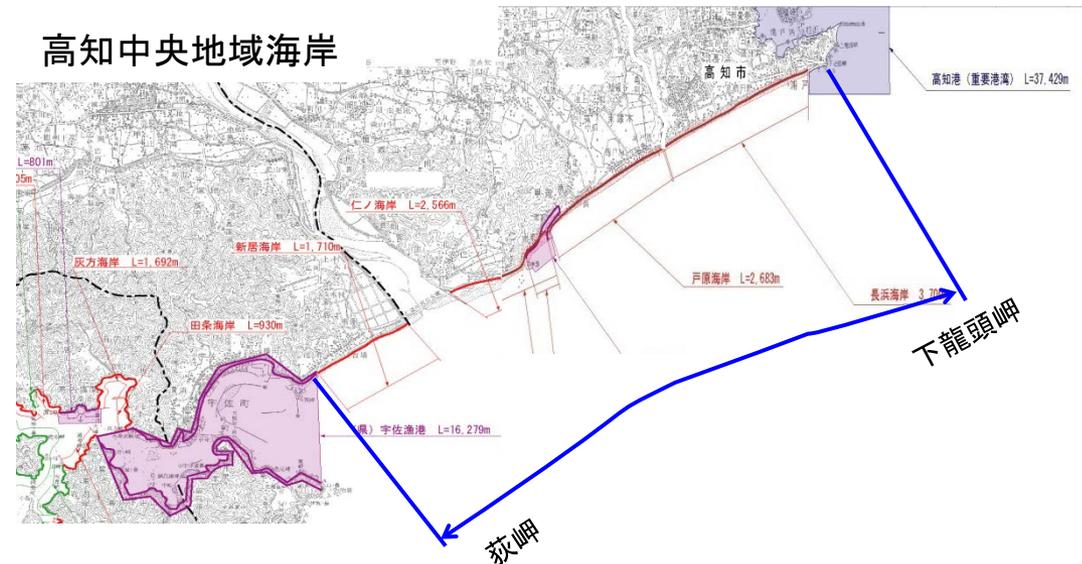
南国香南 地域海岸	岬状の地形である手結岬～種崎5号突堤を境に区分
高知中央 地域海岸	岬状の地形である下龍頭岬～荻岬を境に区分
宇佐 地域海岸	岬状の地形である荻岬～塩浜防潮堤及び竜岬～井尻導流堤を境に区分

種崎5号突堤 → 手結岬

宇佐地域海岸



高知中央地域海岸



荻岬 → 下龍頭岬

①過去に高知県沿岸に来襲した既往津波の抽出

- 過去に高知県沿岸に来襲した既往津波については、既往文献、研究論文等より記録が確認できた津波を抽出

■抽出に使用した既往文献、研究論文等

- 「日本被害津波総覧（渡辺偉夫 東京大学出版）」
- 「日本被害地震津波総覧【第2版】（渡辺偉夫 東京大学出版）」
- 「津波痕跡データベース（東北大学工学研究科、原子力安全基盤機構）」
- 「研究論文（松尾、中野、村上ら亡所記述史料に基づく高知県沿岸における宝永津波の再検討）」
- 「平成23年度高知県津波痕跡調査」

- 右表は高知県に来襲した記録のある既往津波のリストで、位置が特定されないもの、津波の高さが不明、微弱なものを含む
- 各地域海岸の痕跡については、該当地域海岸で文献等の痕跡記録より津波高の推定が可能な既往津波に○を記載
- 明応地震、永正地震は、高知県では津波の痕跡が発見されていないため近隣県に痕跡がある大地震である
- 永正地震は震源地不明

過去に高知県に襲来した記録のある既往津波			各地域海岸の痕跡		
発生年	津波の要因となった地震	M	南国 香南	高知 中央	宇佐
684	白鳳地震	8.4			
887	仁和地震	8.6			
1099	康和地震	8.0			
1361	正平地震	8.4			
1498	明応地震	8.6			
1512	永正地震	-			
1596	1596年慶長豊後地震	6.9			
1605	1605年慶長南海地震	7.9			
1707	宝永南海地震	8.6	○	○	○
1854	安政東海地震	8.4			
1854	安政南海地震	8.4	○	○	○
1931	1931年日向灘地震	7.6			
1933	1933年昭和三陸地震	8.3			
1939	1939年日向灘地震	6.5			
1941	1941年日向灘地震	7.4			
1944	昭和東南海地震	8.0			
1946	昭和南海地震	8.0	○	○	○
1960	1960年チリ地震	9.5			
1961	1961年日向灘地震	7.0			
1968	1968年十勝沖地震	7.9			
1968	1968年日向灘地震	7.5			
1969	1969年日向灘地震	6.5			
1970	1970年日向灘地震	6.7			
1973	1973年根室半島沖地震	7.4			
1984	1984年日向灘地震	7.1			
1995	1995年北海道東方沖地震	8.2			
1995	1995年奄美大島近海地震	6.9			
1995	1995年奄美大島近海地震(余震)	6.7			
2010	2010年チリ地震	8.8			
2011	東北地方太平洋沖地震	9.0	○		

②抽出した既往津波の精査・整理

■ 文献調査により抽出した既往津波の痕跡について、以下の基準により精査・整理

○実績津波高さデータの整理

- ・津波高の記載が無いデータや痕跡位置が不明なデータは棄却。

○信頼度の高いデータの抽出

- ・痕跡の位置や高さが明確に示されているなど、信頼度の高い痕跡データを抽出

○自然崖等の海岸に位置するデータの整理

- ・自然崖等に記録されている痕跡データを棄却

○斜面遡上データを棄却

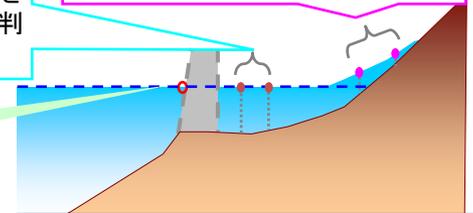
- ・海岸線の背後に位置する痕跡については、痕跡位置を平面図に記載し、痕跡位置の地形、近隣の他の痕跡との整合性等を精査し、設計津波の対象として妥当性の乏しいデータを棄却

海岸線の背後に位置する痕跡データは、地形や近隣の他の痕跡高との不整合等を確認の上、適用の是非を判断

斜面を遡上したと想定される津波痕跡は、設計津波の対象として妥当性に乏しい（棄却する）

沿岸部の津波痕跡は設計津波の対象として適用可能

斜面を遡上したと想定される津波痕跡の棄却

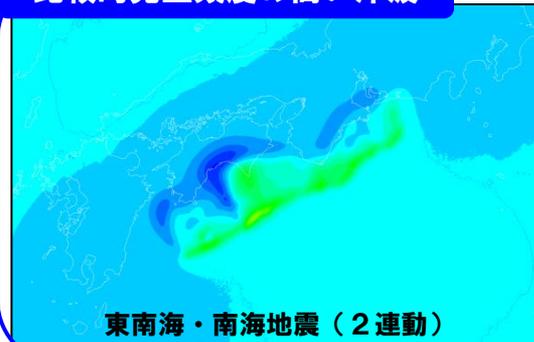


③高知県沿岸に影響が想定される想定津波の抽出、津波高さの算出

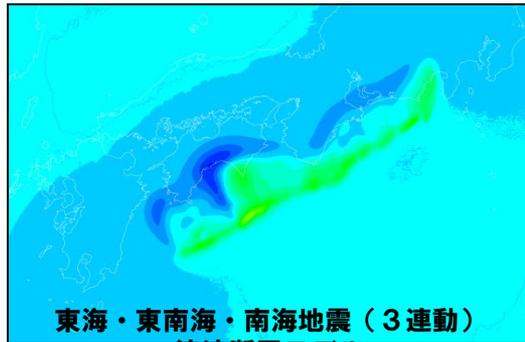
■ 高知県沿岸に影響をもたらす可能性が高い想定津波について、中央防災会議等において公表されている津波断層モデルとして、以下のモデルを抽出、津波シミュレーションにより津波高さを算出。

- 2003年に中央防災会議（東南海・南海地震等に関する専門調査会）が公表したモデル
 - ①東南海・南海地震（2連動）津波断層モデル
 - ②東海・東南海・南海地震（3連動）津波断層モデル
- 2012年に内閣府（南海トラフの巨大地震モデル検討会）が公表したモデル
 - ③南海トラフ巨大地震津波断層モデル（11ケース） ※「高知県津波浸水想定」と同様

比較的発生頻度の高い津波

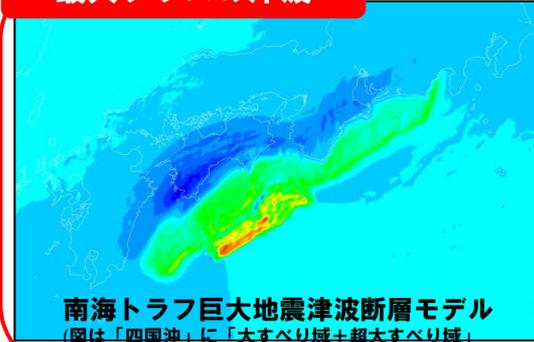


東南海・南海地震（2連動）
津波断層モデル

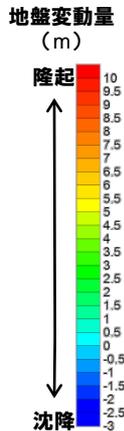


東海・東南海・南海地震（3連動）
津波断層モデル

最大クラスの津波



南海トラフ巨大地震津波断層モデル
(図は「四国沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定したケース)



<津波シミュレーションにおける主な条件の設定>

○海域地形

- 2012年に内閣府（南海トラフの巨大地震モデル検討会）が公表した津波解析データを使用。
- 地盤変動については地震に伴う海底地盤の隆起・沈降を反映。

○初期潮位

- 高知県沿岸の気象庁及び国土地理院管轄の潮位観測所における朔望平均満潮位の近10ヵ年の平均値を使用。

■ 地域海岸（一連の海岸線や湾）ごとに過去に高知県沿岸に来襲した既往津波の痕跡高さ等の記録を整理し、グラフに整理。

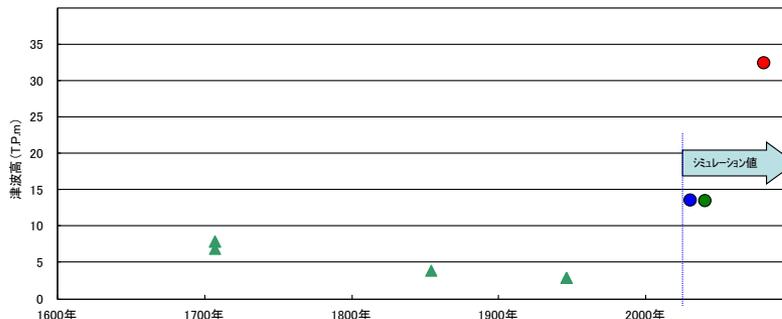
作業イメージ



該当地域海岸に過去に来襲した既往津波の痕跡高さ等の記録を抽出、シミュレーション値と併せてプロット

(南国香南：65箇所 高知中央：35箇所 宇佐69箇所)

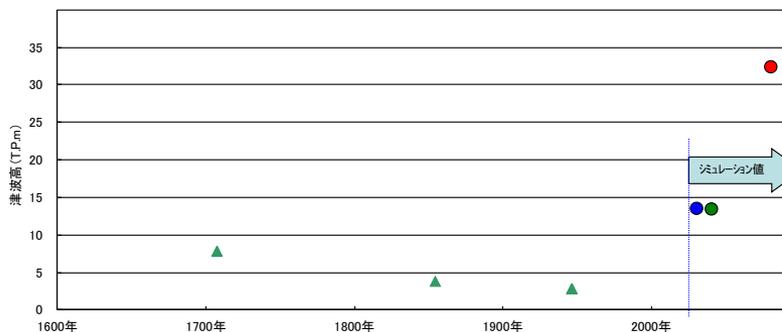
※シミュレーションデータ含む



抽出した既往津波の痕跡高さについて、データの信頼度の低いものや斜面遡上した津波データを精査・整理

明確に海岸近くと判断できる痕跡をプロット

(南国香南：25箇所 高知中央：15箇所 宇佐16箇所)



整理された既往津波の痕跡高さのうち、一の津波に対して最も大きな津波高さの値をプロット

(南国香南：7箇所 高知中央：5箇所 宇佐5箇所)

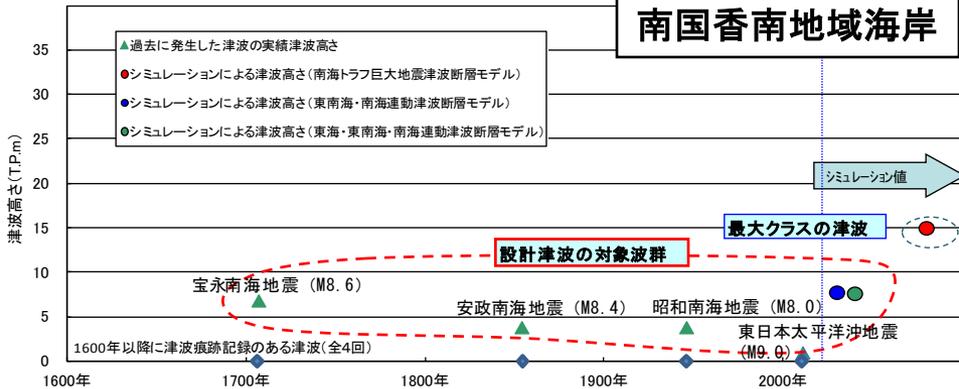
注：上記作業イメージは、作業の手順をイメージであり、特定の地域海岸における実作業の事例ではありません

2.3 設計津波の対象津波群の整理⑤

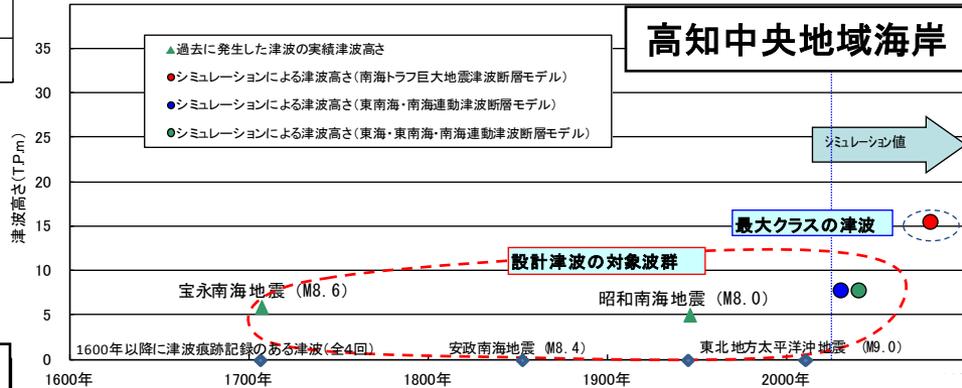


- 整理したグラフより、各地域海岸における過去に來襲した既往津波の実績津波高さとして2003年中央防災会議公表の津波断層モデルを対象とした津波シミュレーション結果が同じグループに含まれることを確認。
- このグループの津波が数十年から百数十年の頻度で発生している「**設計津波の対象津波群**」であることを確認。
- 地域海岸内の背後に保全対象のある区間において、**設計津波の対象津波群**の中で最も厳しい条件である最大の津波を抽出

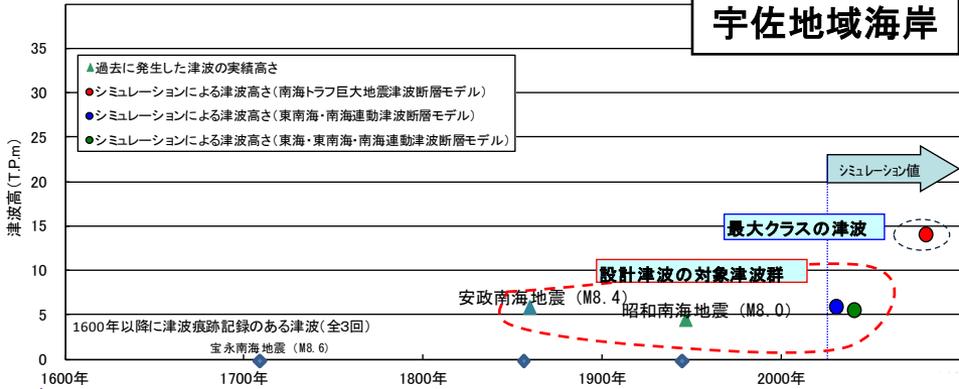
南国香南地域海岸



高知中央地域海岸



宇佐地域海岸



設計津波の水位の設定を行う上で計算の対象とする津波の決定

■2003中央防災会議公表モデルの定義と位置付け

■過去に南海トラフに起因して発生した津波の再現性を念頭に、既往の5例の津波高の分布を整理。

(1707宝永地震、1854安政東海地震、1854安政南海地震、1944昭和東南海地震、1946昭和南海地震)

■1707年宝永地震と類似している既往津波の特徴を利用し、発生する可能性のある1707年宝永地震タイプの最大地震の津波高を再現したもので、南海トラフ沿いで過去数百年間に発生した地震による津波高の最大値と考えることができる。

(H24.8.29「南海トラフ巨大地震モデル検討会(第二次報告)」より)

■学識者の意見 (H24.8.3「第1回高知県地震・津波防災技術検討委員会」より)

■高知県民は、宝永津波に代表される南海トラフの連動型地震・津波を意識しており、県民への説明の観点からも、施設整備の対象津波としては、2003年中央防災会議公表の津波断層モデルを考慮することが適切である。



■各地域海岸における過去の実績津波の痕跡整理により、**全ての地域海岸で宝永南海地震以降の南海トラフに係る津波が「比較的発生頻度の高い津波」と整理された。**

■「比較的発生頻度の高い津波群」として整理した既往津波は、宝永南海地震、安政南海地震、昭和南海地震の3例であり、**全て2003中央防災会議公表モデルに内包されている。**

■2003中央防災会議公表モデルは、これまでも防災対策に資するモデルとして広く認識され、評価されているモデルであり、**設計津波の水位を計算する上で対象とする断層モデルとして、「比較的発生頻度の高い津波群」を代表させることが適切である。**

→ **中央防災会議(2003)公表の津波断層モデルを設計津波の水位の設定における計算対象とする**

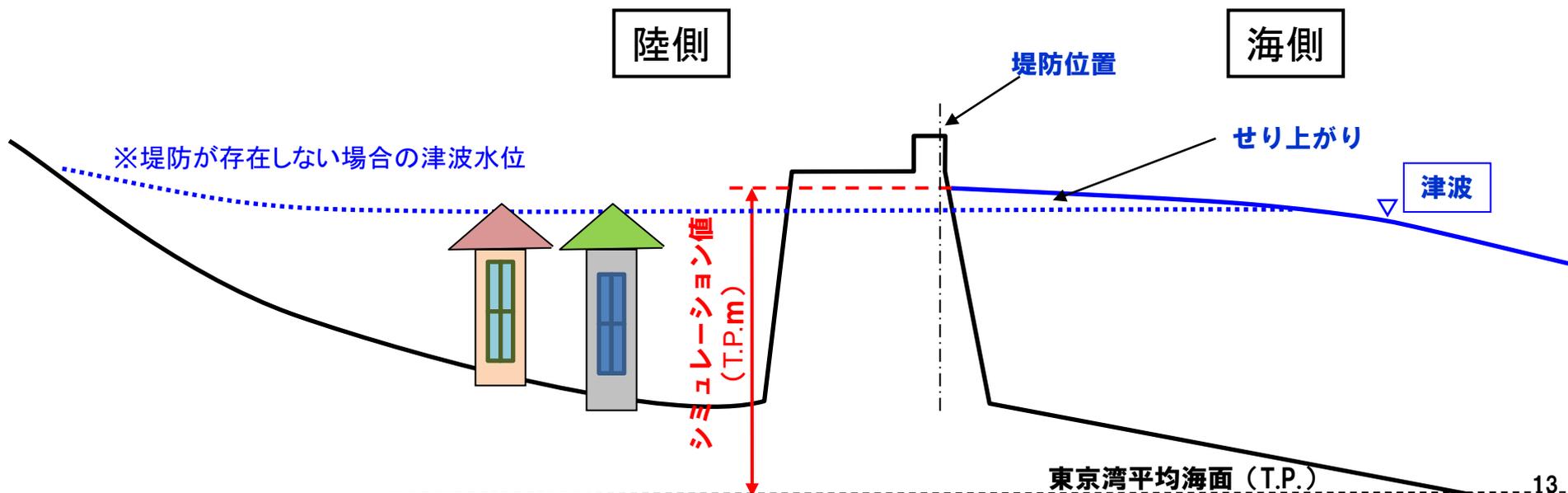
2.4 設計津波の水位について

- 2003中央防災会議公表の津波断層モデルを対象に、堤防位置での津波の浸入防止を条件としたシミュレーションを実施し、堤防位置での津波高を比較。
- 各地域海岸ごとに最も高い津波水位を抽出し、小数点第2位で切り上げ第1位で丸めたものを、「設計津波の水位」と設定する。

地域海岸名	シミュレーション値※1		設計津波の水位	現況の堤防高※2	シミュレーション値(参考)※1
	東南海・南海地震津波断層モデル	東海・東南海・南海地震津波断層モデル			南海トラフ巨大地震津波断層モデル
南国香南	7.9	7.8	8.0	9.5～10.2	14.2
高知中央	7.9	7.9	8.0	10.3～11.8	14.7
宇佐	6.1	5.7	6.1	5.9～7.0	13.2

(単位:T.P.m)

注:
 ※1
 数値は、地域海岸内における各津波シミュレーションのうち、最も高い津波高さを記載
 ※2
 現況の堤防高は、地震による広域地盤沈降や液状化沈下は見込んでいない。



◎「設計津波の水位」を設定した地域海岸について

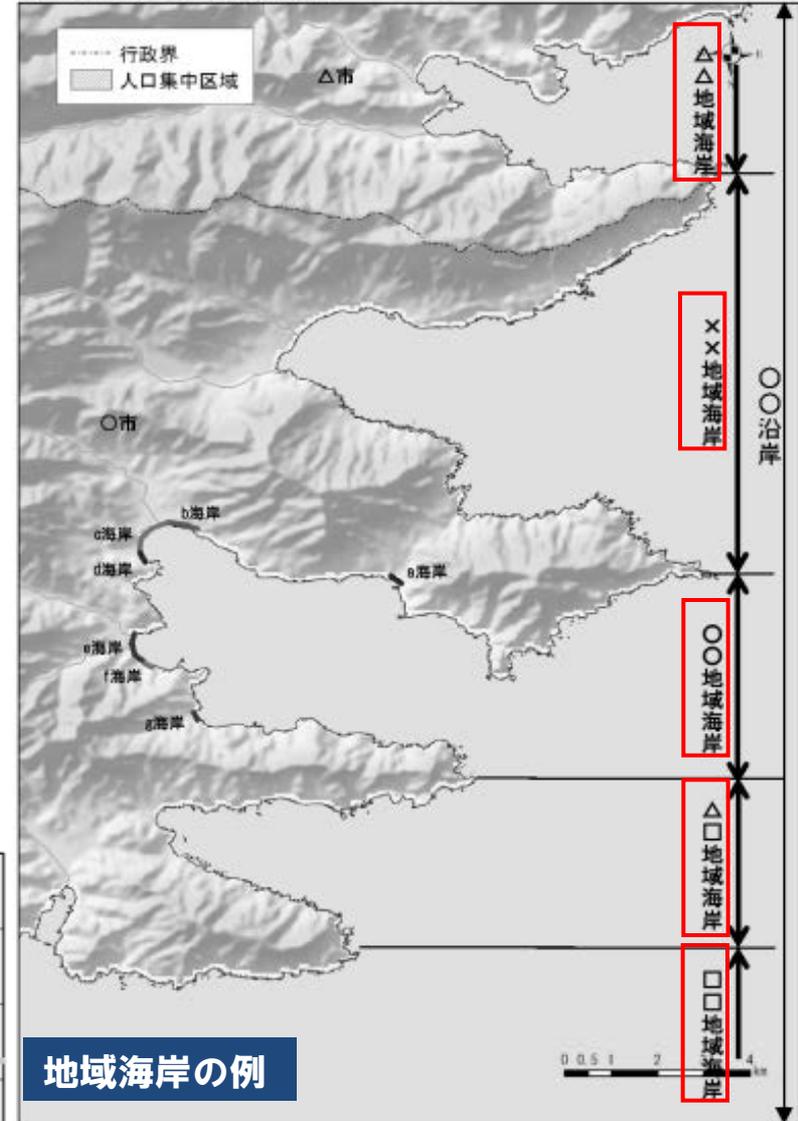
- 設定した「設計津波の水位」を踏まえ、海岸堤防等の地盤沈降や液状化による沈下を考慮した上で今後の施設整備計画を検討
- 今後の施設整備計画は、「海岸保全基本計画」に反映させるとともに、「高知県南海地震対策行動計画」に位置づけ、優先性の高い箇所より整備を進めていく予定

◎上記以外の地域海岸について

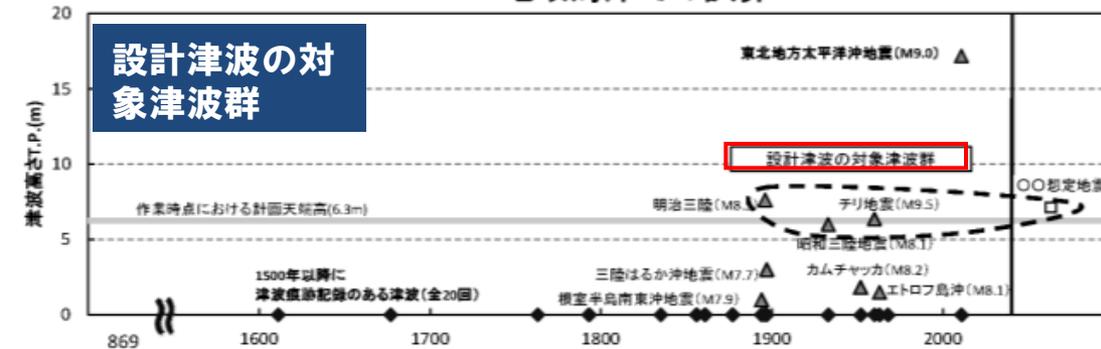
- 現在、以下の作業を実施中
 - ・県境部における隣接県との整合性確認
 - ・局所的な地形に伴う津波外力への影響の妥当性確認 など
- 今後、これらの技術的妥当性が確認され次第に関係自治体等とも調整の上、「高知県地震・津波防災技術検討委員会」を開催し、技術的検証を行い、早期に「設計津波の水位」を設定する予定

■高知県沿岸の海岸堤防高を設定する際に、用いる「用語」について説明します。

用語	説明
地域海岸	沿岸域を「湾の形状や山付け等の自然条件」及び「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海岸線に分割したもの
設計津波	高知県沿岸に対し、数十年～百数十年の頻度で来襲している津波であり、海岸堤防等の海岸保全施設の設計に用いる津波
設計津波の対象津波群	地域海岸ごとに一定の頻度（数十年～百数十年に一度程度）で来襲する、または、発生すると想定される津波の集合
設計津波の水位	設計津波に対して、防護ライン（海岸堤防前面等）位置でせり上がりを考慮した水位（東京湾平均海面（T.P.）から津波水面までの高さ）



A地域海岸での試算

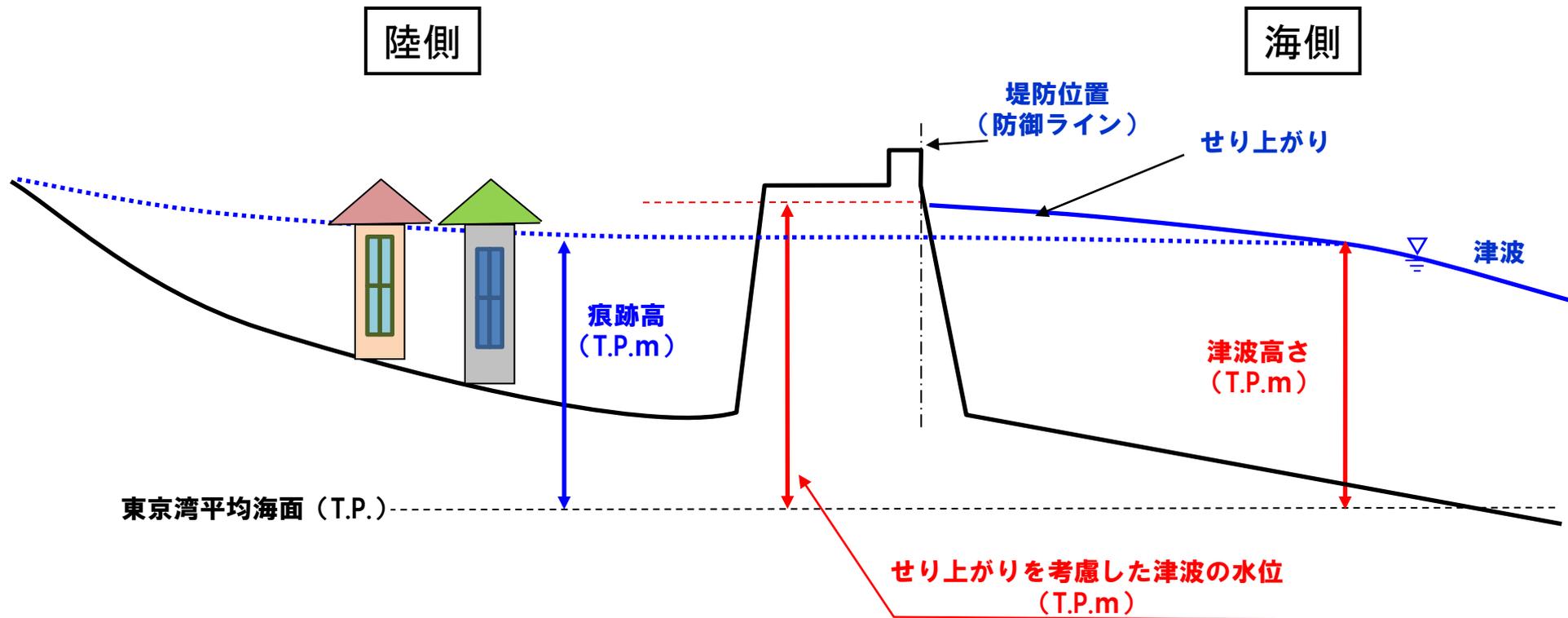


地域海岸の例

平成23年7月8日付通知「設計津波の水位の設定方法等について」（国土交通省）より

■高知県沿岸の海岸堤防高を設定する際に、用いる「用語」について説明します。

用語	解説
せり上がり	来襲した津波が、堤防前面においてせり上がり、海域（沖側）の津波高さよりも高くなる現象
津波高さ	津波の水位（東京湾平均海面（T.P.）から津波水面までの高さをmで表示）



項目	設定条件
支配方程式と数値計算法	◆ 非線形長波方程式
計算範囲と計算格子間隔	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 計算範囲: 高知県沿岸全域 ◆ 格子間隔: 以下の計算格子を接続 (波源域から沿岸まで) 2,430m, 810m, 270m, 90m, 30m, 10m
海底地形条件	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 2012年に内閣府(南海トラフの巨大地震モデル検討会)が公表した津波解析データを使用。 ◆ 地震に伴う広域地盤変動に対して、沈降分を差し引き、隆起分を加算。
初期潮位	◆ 高知県沿岸の気象庁及び国土地理院管轄の潮位観測所における朔望平均満潮位の近10ヶ年の平均値を使用 (T.P.0.93~0.94)
計算時間と計算時間間隔	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 計算時間: 6時間 ◆ 時間間隔: 0.1秒
堤防条件	◆ 現況の海岸堤防の位置において津波侵入を防ぐ境界条件を設定

- 計算条件(支配方程式、計算範囲、格子間隔)、海底地形条件、初期潮位については、平成24年12月10日に高知県が発表した「津波浸水想定」と同じ条件である。