

参 考 資 料

1 想定津波と対策の考え方

1.1 最大クラスの津波

最大クラスの津波は、中央防災会議・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（平成 23 年 9 月 28 日）では住民等の生命を守ることを最優先として、住民等の避難を軸に、土地利用、避難施設、防災施設などを組み合わせて、とりうる手段を尽くした総合的な津波対策を確立する上で対象とする津波としている。

1.2 頻度の高い津波

頻度の高い津波は、中央防災会議・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（平成 23 年 9 月 28 日）では人命保護に加え、住民の財産の保護、地域経済活動の安定化、効率的な生産拠点の確保の観点から海岸保全施設等の整備を進めていく上で対象とする津波（この津波は、設計津波と呼ばれ、数十年から百数十年に一度程度で発生すると想定される津波の集合を選定するもの）としている。また、南海トラフ巨大地震モデル検討会（第二次報告）（平成 24 年 8 月 29 日）において設定の基本的な考え方が示されている。

3. 発生頻度の高い津波についての設定の基本的な考え方

「発生頻度の高い津波」について、農林水産省・国土交通省の海岸管理者への通知「設計津波の水位の設定方法等について」によると、痕跡高や歴史記録・文献等の調査で判明した過去の津波の実績と、必要に応じて行うシミュレーションに基づくデータを用い、一定の頻度（数十年から百数十年に一度程度）で発生する津波の高さを想定し、海岸管理者が堤防の設計を行うこととしている。

これに従うと、南海トラフでは、1707 年宝永地震、1854 年安政東海地震、1854 年安政南海地震、1944 年昭和東南海地震、1946 年昭和南海地震等、過去の津波高等を参考に、必要に応じて行うシミュレーションに基づくデータを参考に、一定の頻度（数十年から百数十年に一度程度）で発生する津波の集合を選定し、それらを対象として、地域の実情に合わせ設定することとなる。

南海トラフでの津波の発生間隔は 100～150 年間隔であり、1605 年慶長地震以降で見ると、102 年後に 1707 年宝永地震、147 年後に 1854 年安政東海地震及び 1854 年安政南海地震、概ね 90 年後に 1944 年昭和東南海地震及び 1946 年昭和南海地震による津波が発生している。

中央防災会議（2003）の津波高等は、1707 年宝永地震以降の「既往最大」を想定したものであるが、1854 年安政東海地震・安政南海地震の津波は、1707 年宝永地震の津波よりも大きな地域もあり、津波の発生間隔及び津波資料の少なさやばらつき等も考慮すると、これら津波は防災対策を検討する際に特別に区分することなく検討対象とすることが望ましい。

従って、南海トラフの発生頻度の高い津波の検討においては、中央防災会議（2003）の津波高等の資料に加え、過去の地震の津波高の資料、必要に応じて行うシミュレーション等を参考にし、各地域において隣接地域とも調整を図り、「発生頻度の高い津波」の津波高等が設定されることとなる。

*「南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）津波断層モデル編（参考資料）南海トラフにおける発生頻度の高い津波の基本的な考え方（平成 24 年 8 月 29 日）」より抜粋

1.3 津波対策における海岸堤防等の整備について

今後の津波対策にあたって、具体的に実施すべき対策については、「南海トラフ巨大地震対策について（最終報告）平成 25 年 5 月 28 日 中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ」においてその考え方が示されている。

最終報告書では、津波に強い地域構造の構築にあたって必要となる海岸堤防等の整備について、具体的な考え方が示されている。最終報告書より抜粋して以下に示す。

①海岸堤防等の整備

- 海岸堤防等については、海岸管理者が設定する「発生頻度は比較的高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波」を基本として、環境保全や費用対効果等を考慮しつつその整備が行われるものである。
- このため、海岸管理者、河川管理者は、最新の知見に基づいたレベル 1 の津波に対応できるよう、海岸堤防等について計画を見直し、必要に応じて海岸堤防等の整備を行う必要がある。なお、東京湾、伊勢湾、大阪湾の港湾の防潮堤においては、地域の実情及び費用対効果を勘案しつつ、レベル 1 の津波を超える津波を想定した防護水準の確保を検討する必要がある。
- 既設の海岸堤防等について、海岸管理者等は、レベル 1 の津波を生じさせる地震により、津波到達前に機能を損なうことがないように、耐震対策を行う必要がある。
- また、レベル 1 の津波を超える津波が海岸堤防等を越流した場合でも、施設の効果が粘り強く発揮できるような海岸堤防等を整備することも重要であり、海岸管理者等は、そのための技術開発を促進する必要がある。
- 水門・陸閘等においては、水門・陸閘等の操作に従事する者の安全の確保を最優先とした上で、消防団員等による閉鎖活動に要する時間を可能な限り短縮する必要があることから、水門・陸閘等の管理者は、代替機能が確保できる水門・陸閘等を廃止するとともに、廃止できない水門・陸閘等は、自動化・遠隔操作化等を促進したり、地域における施設の利用実態を勘案しつつ、常時閉鎖や統廃合の措置を適切に講じるなどの対応が重要である。
- 海岸防災林は、ある一定の規模の津波に対しては後背地への津波外力の低減や漂流物の捕捉等の被害軽減効果が見られることから、必要に応じて整備を進めていく必要がある。
- さらに、東日本大震災から得られた重要な知見として、交通インフラ等を活用した二線堤を整備することにより、そこよりも内陸に津波の浸入をある程度抑制する機能が見られることから、必要に応じて整備を進めていく必要がある。

*南海トラフ巨大地震対策について（最終報告）（平成 25 年 5 月 28 日）から抜粋

1.4 津波対策を構築するにあたっての対策の考え方

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（最大クラスの津波、頻度の高い津波）の津波を想定する必要がある。それぞれのレベルの津波に対する対策の考え方については、「中央防災会議 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」において議論され、平成 23 年 9 月 28 日に報告がとりまとめられている。

また、「南海トラフ巨大地震対策について（最終報告）平成 25 年 5 月 28 日 中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ」においても、「外力のレベルに応じた対策の確立」として、対策の考え方が示されている。

各々の報告書より、二つのレベルの津波高に対する対策の考え方について抜粋して以下に示す。

(2)最大クラスの津波高への対策の考え方

- 今回の巨大な津波の発生とその甚大な被害から、海岸保全施設等に過度に依存した防災対策には問題があったことが露呈した。東北地方太平洋沖地震による津波や最大クラスの津波を想定した津波対策を構築し、住民等の生命を守ることを最優先として、どのような災害であっても行政機能、病院等の最低限必要十分な社会経済機能を維持することが必要である。このため、住民等の避難を軸に、土地利用、避難施設、防災施設などを組み合わせて、とりうる手段を尽くした総合的な津波対策の確立が必要である。
- 様々な手段が総合化・一体化されて津波対策として効果を発揮するためには、地域防災計画、都市計画などの関連する各種計画の有機的な連関が確保される仕組みの確立が必要である。
- また、津波襲来時には、実際にどのような津波が到達するかわからないので、地域の状況に応じて住民等が適切な避難行動をとることができるよう、必要な体制を整備し、対策を講じる必要がある。このため、津波の観測・監視、津波警報の発表、津波警報等の伝達、避難誘導、避難場所・津波避難ビル等や避難路・避難階段の整備、さらには、住民等がどのような情報を受け取りどのような判断をして行動をとったかなどについて、今回の津波での課題を調査分析し、あらかじめ十分な対策をとっておく必要がある。
- 今回の災害で「被害抑止策」を超えて被害が発生したことから、できるだけ被害が拡大しないような「被害軽減策」の必要性を踏まえ、住民等や防災担当者に対する防災教育、防災訓練などを通じた防災意識の向上にも努めていく必要がある。
- その際、住民等の避難行動に役立つ情報が何か、防災行政無線の充実や携帯電話の活用など伝達手段をどう考えるのかについて検討し、必要な対策を関係機関と連携して講じていくことが重要である。
- さらに、原子力発電所や市町村庁舎、警察・消防庁舎などの災害時の拠点となる施設が被災した場合、その影響が極めて甚大であることから、これらの重要施設における津波対策については、特に万全を期すよう考えていくことが必要である。

(3)発生頻度の高い津波に対する海岸保全施設等による対策の考え方

- 従来より整備されてきた海岸保全施設等は、比較的発生頻度の高い津波等を想定してきたものであり、一定の津波高まで被害抑止には効果を発揮してきた。しかし、今回の災害では設計対象の津波高をはるかに超える津波が襲来してきたことから、水位低減、津波到達時間の遅延、海岸線の維持などで一定の効果がみられたものの、海岸保全施設等の多くが被災し、背後地において甚大な津波被害が生じた。
- 最大クラスの津波に備えて、海岸保全施設等の整備の対象とする津波高を大幅に高くすることは、施設整備に必要な費用、海岸の環境や利用に及ぼす影響などの観点から現実的ではない。したがって、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、引き続き、比較的発生頻度の高い一定程度の津波高に対して海岸保全施設等の整備を進めていくことが求められる。
- なお、海岸保全施設等については、設計対象の津波高を超えた場合でも施設の効果が粘り強く発揮できるような構造物の技術開発を進め、整備していくことが必要である。

*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
(平成 23 年 9 月 28 日) から抜粋

(6)外力のレベルに応じた対策の確立

南海トラフ沿いの地域においては、これまでの防災対策の対象としてきた東海地震、東南海地震、南海地震とそれらが連動するマグニチュード8程度のクラスの地震・津波（以下「レベル1の地震・津波」という。）から、モデル検討会で設定された最大クラスの巨大な地震・津波（以下、「レベル2の地震・津波」という。）までの様々な地震の発生が想定される。前者の発生間隔がおおむね100～150年であるのに対し、後者は千年あるいはそれよりも発生頻度が低いものである。言うまでもなく、将来発生する地震は二つのレベルの地震に限らず様々な地震を想定し、防災・減災の目標を定めて対策を講じるものである。

本ワーキンググループにおいては、これまで主としてレベル2の地震・津波対策について検討を進めてきたが、行政、企業、地域及び個人のそれぞれが実施すべき地震・津波対策の前提を全てレベル2の地震・津波とすることは現実的ではなく、レベル1の地震・津波への対応を基本とし、レベル2の地震・津波に対してどのように対応していくのかという基本的な考え方を整理した。

- 津波対策については、海岸保全施設等はレベル1の津波を対象として整備するが、構造的には津波が越流することも想定した粘り強いものとすることも重要である。レベル2の津波に対しては、「命を守る」ことを目標として、住民避難を軸に、情報伝達、避難施設、避難路、土地利用等のハード対策とソフト対策を総動員し、それらを組み合わせた総合的な対策を推進する必要がある。

- 地震動（揺れ）への対策は、レベル2の地震を想定した場合、震度6弱から震度7の強い揺れが広範囲に及ぶということであり、施設分野毎の耐震基準を基に耐震化等の対策を着実に進めることが重要である。なお、施設分野によっては、長周期地震動や液状化等に対して新たな対応を検討すべきである。
- 災害応急対策は、オールハザードアプローチの考え方に立ち、様々なタイプのレベル1の地震・津波からレベル2の地震・津波、更には複合災害も想定して、甚大な被災に対しても被害を最小に抑える対応ができるよう、備えを強化する必要がある。
- 経済的な被害への対策については、レベル2の地震・津波が発生した場合でも、被害の拡大を少しでも抑えることができるよう、各々が対応できることを見極め、備えておくことが重要である。
- 対策の検討・実施に当たっては、その費用や効果、実現性等を勘案することが重要である。

*南海トラフ巨大地震対策について（最終報告）（平成25年5月28日）から抜粋

1.5 設計津波の水位の設定方法等について

農林水産省及び国土交通省は、海岸堤防の計画・設計に必要となる「設計津波の水位の設定方法等」を別添1、2のとおり定め、平成23年7月8日に海岸管理部局に通知している。通知された別添資料を以下に付した。

別添1

設計津波の水位の設定方法

今次津波被害を受けて、海岸堤防等の海岸保全施設の整備に必要となる「設計津波」の水位設定の考え方（作業手順）を示す。

1. 設計津波の設定単位

設計津波は、地域海岸ごとに設定することを基本。

【地域海岸】 沿岸域を「湾の形状や山付け等の自然条件」等から勘案して、一連のまとまりのある海岸線に分割したもの。

2. 「設計津波の水位」の設定方法

①過去に発生した津波の実績津波高さの整理

✓ 痕跡高調査や歴史記録・文献等を活用。

②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。
✓ 今後、中央防災会議等において検討が進み、想定地震の規模や対象範囲の見直し等が行われた場合は適宜見直すことが必要。

③設計津波の対象津波群の設定

✓ 地域海岸ごとに、グラフを作成。
✓ 一定の頻度（数十年から百数十年に一度程度）で発生すると想定される津波の集合を選定。

④「設計津波の水位」の設定

✓ 上記で設定した対象津波群の津波を対象に、隣接する海岸管理者間で十分調整を図ったうえで、設計津波の水位を海岸管理者が設定。
※堤防等の天端高は、設計津波の水位を前提として、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、公衆の利用等を総合的に考慮して海岸管理者が適切に設定。

平成23年7月8日

海岸管理部局 あて

農林水産省農村振興局整備部防災課長
水産庁漁港漁場整備部防災漁村課長
国土交通省水管理・国土保全局砂防部保全課海岸室長
国土交通省港湾局海岸・防災課長

設計津波の水位の設定方法等について

本通知は、海岸保全施設の技術上の基準を定める省令（平成一六年三月二三日農林水産省・国土交通省令第一号。以下「省令」という。）第二条第三号及び海岸保全施設の技術上の基準について（平成一六年四月一二日一五農振第二五七四号、一五水港第三一六八号、国河海第六九号、国港海第五五六号）二・四の適用に関し、平成二三年東北地方太平洋沖地震に起因する津波災害を踏まえ、下記のとおり設計津波の水位設定の考え方を示すことにより、東北地方太平洋沖地震により発生した津波による被害を受けた地域における速やかな海岸保全施設の復旧計画の策定に資することを目的とするものである。

今後、設計津波の水位を設定し、又は見直す場合には、留意されたい。

（※）なお、下記については、地方自治法（昭和二二年法律第六七号）第二四五条の四第一項に規定する技術的な助言となるものである。

については、貴管内の市町村、一部事務組合及び港務局の海岸管理者に対しては、貴職から周知されたい。また、必要があれば貴管内の沿岸市町村にも情報提供されたい。

（注）地方支分部局の各部長あての通知については、（※）以下を、「また、各都道府県農林水産主管部長（土木主管部長）には別途通知したので申し添える。」とする。

なお、東北地方太平洋沖地震により被災を受けた海岸保全施設の災害復旧計画は、下記に示す方法により求めた設計津波の水位を踏まえ、策定するものとする。

記

第一 用語の定義

この通知において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

- 一 津波高さ 海岸線付近における地盤高に津波による浸水深を加えた標高をいう。当該津波高さは東京湾平均海面（T. P.）等基準面を明らかにしたうえで用いる。
- 二 設計津波の水位 海岸保全施設の設計を行うため、当該海岸保全施設に到達するおそれが多い津波として、海岸管理者が省令第二条第三号に基づいて定める設計津波の高さをいう。
- 三 地域海岸 一の海岸保全基本計画を作成すべき一体の海岸の区分（沿岸）を「湾の形状や山付け等の自然条件」、「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うると判断される一連の海岸線に分割したものをいう。

第二 設計津波の設定単位

設計津波は、地域海岸ごとに設定することを基本とする。

第三 設計津波の水位の設定方法

設計津波の水位は、次の各号に掲げる手順により設定する。

一 過去に発生した津波の実績津波高さの整理

過去に発生した津波の実績津波高さは、各機関により実施された痕跡高調査並びに歴史記録及び文献等に津波による痕跡高の記録が残されているものを用いることとし、次の各号に掲げる措置により整理するものとする。なお、過去の痕跡高の記録を整理する際には、極力海岸線付近における記録を用いることとし、その痕跡高地点における津波の形態（重複波、進行波、不明）を区分する。

イ 痕跡高調査については、土木学会海岸工学委員会における現地調査マニュアル等に基づき行われたものを収集整理すること。

現地調査マニュアル等に基づく独自の調査成果が無い又は不足する等の理由により他機関が実施した調査結果を用いる場合は、東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループに現地調査結果として登録してあるデータ等信頼できる津波高さを用いること。

地形の改変等により、海岸線付近での痕跡高調査結果を得られない場合は、東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ調査結果等信頼できるデータにおける緯度経度を参照の上、出来る限り海岸線近くの痕跡高を収集すること。

ロ 歴史記録及び文献等の資料を使用する際は、中央防災会議等において過去に整理した津波高さを用いることとし、津波高さのデータを補う必要がある場合は、「日本被害津波総覧」等の公表資料や地方整備局、都道府県及び気象庁等の調査結果等公的な調査資料を用いること。

ハ 歴史記録及び文献等に地震発生の記録はあるが、津波高さのデータが無い場合は、津波堆積物等の調査結果から浸水範囲等を明らかにしたうえで、可能な範囲でシミュレーション等により津波高さを想定するよう努めること。

二 シミュレーションによる津波高さの算定

過去に発生した津波の実績津波高さについて、海岸線付近における痕跡高など、設計津波の水位を設定するための十分なデータが得られないときは、過去に発生した地震による津波高さのシミュレーションを行ってデータを補完する。その際、中央防災会議等におけるシミュレーション結果が公表されているものについては、当該結果を活用する。

なお、中央防災会議や地震調査研究推進本部において、発生の可能性が高いとされた想定地震がある場合には、当該地震による津波高さのシミュレーションを用いて設計津波の水位を設定するためのデータとすることができる。

今後、中央防災会議等において検討が進み、過去に発生した地震の地震動推定における規模や対象範囲の見直し等が行われた場合（マグニチュードや連動型発生等の大きな地震）は、そのシミュレーションによる津波高さも適宜検討に加え、適宜見直すものとする。

三 設計津波の対象津波群の設定

地域海岸ごとに、第一号及び第二号で得られた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により求めた津波高さを収集したうえで、横軸に津波の発生年（想定地震の場合には右端）、縦軸に海岸線における津波高さを取り、グラフを作成する。グラフには、一の津波に対して最も大きな津波高さの値をプロットし、重複波、進行波、不明の別も合わせて記述する。作成されたグラフから、原則として一定の頻度（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、設計津波の水位設定のための対象津波群として選定する。その際、進行波及び不明に区分された津波が含まれるよう留意する。

四 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における津波の侵入の防止を条件とした津波シミュレーションを行う等により地域海岸内の津波水位分布を算出し、当該水位分布に基づき、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するものとする。

一の地域海岸に対しては、一の設計津波の水位を設定することを基本とするが、設計津波の水位が当該地域海岸内の海岸線に沿って著しく異なることとなると判断される場合は、理由を明らかにしたうえで、地域海岸を分割して複数の設計津波の水位を定めることができるものとする。

第四 堤防等の天端高

堤防等の天端高は、上記により設定された設計津波の水位を前提として、省令第三条第一項及び第三項並びに第五条に定められた基準に従い、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、公衆の利用等を総合的に考慮しつつ、海岸管理者が適切に定めるものであることに留意する。

第五 河川整備との整合性の確保等

設計津波の水位の設定に当たっては、当該地域海岸に流入する河川についても、整合的な津波対策が必要とされることから、河川管理者との連絡に努められたい。

堤防等の天端高の設定に当たっては、河川整備計画等との調整を図るよう努められたい。また、港湾及び漁港の利用者への配慮にも努められたい。

以上

2 津波越流に対する粘り強い海岸保全施設の考え方について

2.1 岡山県地震・津波対策専門委員会の提言

施設の粘り強さについては、前記の報告に加え、岡山県地震・津波対策専門委員会より「海岸保全施設の整備」に関して提言を次のとおり受けている。

- 高潮防潮堤は、高潮対策としての構造物ではあるが、防潮堤を越流する津波を受けた場合でも簡単に壊れないようにする必要がある。例えば、一番壊れやすい防潮堤は砂地にコンクリート護岸やパラペットが立ち上がっているもので、津波が越流した場合には、越流した津波が堤防の基礎部分に強い勢いで流れ込むことで発生する洗掘により簡単に倒壊する。第1波の津波が越流した場合でも、簡単に倒壊しないように補強する必要がある。
- このことを念頭に岡山沿岸海岸保全基本計画の改訂に向けた検討を行う必要がある。補強の方法は簡単ではないが、砂地の上、あるいは背後が砂地である場所に整備されているコンクリート護岸は津波の越流による倒壊の危険性が高く、また液状化等によっても被害を受けることから、集中的に補強する必要があることを念頭に計画の改定を行わなければならない。県下全域にわたって同じような施策ではなく、粘りのない海岸構造物が整備され、しかも背後に人口密集地が広がっている地区では、重点的に補強を行う施策展開が必要である。
- 現在の法制度では、スーパー堤防は河川法でしか整備が行えず、海岸法ではコンクリート護岸のようなものしか整備できない。しかし、岡山県における臨海低平地の重要性を踏まえた上で、防災特区というものを提案することも考えられる。例えば岡山県の臨海地帯を特区として指定した上で、液状化に伴う浸水により地盤沈下が懸念される海岸護岸の背後地を盛り土構造にし、海岸のスーパー堤防のようなものを整備することは不可能ではない。国が考えているメニューの中で岡山県がどうするのかではなくて、岡山県が国に対してアイデアを提供し、提案していく方法も考えられる。

岡山県地震・津波対策専門委員会報告（平成23年12月27日）から抜粋

2.2 海岸堤防等の「粘り強い構造」の考え方

海岸堤防等の「粘り強い構造」の具体的な考え方については、国の「海岸における津波対策検討委員会」で示された「平成 23 年東北地方太平洋沖地震及び津波により被災した海岸堤防等の復旧に関する基本的な考え方（平成 23 年 11 月 16 日）」における「粘り強い構造」に関する提言を整理した。

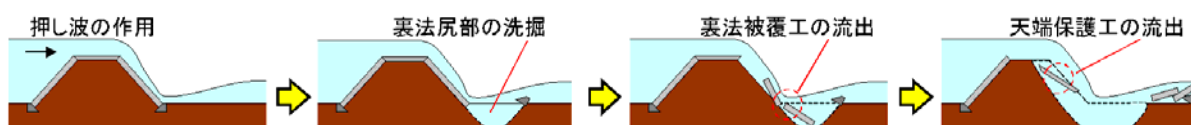
- ・「粘り強い構造」の基本的な考え方は、設計対象の津波高を超え、海岸堤防等の天端を越流した場合であっても、施設が破壊、倒壊するまでの時間を少しでも長くする、あるいは、施設が完全に流失した状態である全壊に至る可能性を少しでも減らすといった減災効果を目指した構造上の工夫を施すことである。
- ・海岸堤防等の「粘り強い構造」により施設の効果が粘り強く発揮された場合には、浸水までの時間を遅らせることにより避難のためのリードタイムを長くすること等の効果、浸水量が減ることにより浸水面積や浸水深を低減し、浸水被害を軽減する効果、第 2 波以降の被害を軽減する効果等が期待される。
- ・施設が全壊に至らず、一部残存した場合には、迅速な復旧が可能となり二次災害のリスクが減る効果や、復旧費用を低減する効果が期待される。
- ・今次津波においては、堤防が残存した箇所では侵食が殆ど見られなかった事例も確認されており、海岸地形を保全する効果も期待される。

2.3 津波越流による堤防破壊メカニズムの推定と構造上の工夫の方向性

2.3.1 裏法尻部、裏法勾配

■被災形態

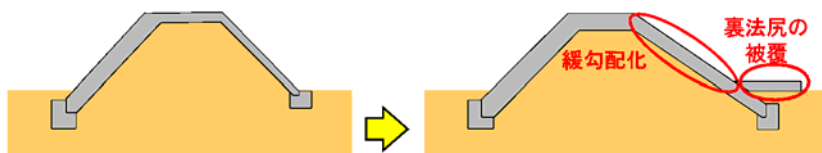
来襲した津波の水流が海岸堤防を越流した後、裏法を流下し流速が速くなった状態で裏法尻部の地面等に衝突することにより洗掘が起こり、これをきっかけに裏法被覆工等の損壊、流出を引き起こす被災形態が考えられる。



■「粘り強い構造」への構造上の工夫の方向性

裏法尻部に保護工を設置すること等により被覆し、洗掘を防止することが有効であると考えられる。

裏法尻部の被覆に加え、裏法を緩勾配化することにより、水流を減勢させ、裏法尻部における衝撃を抑えることも洗掘防止効果を高めることが期待される。

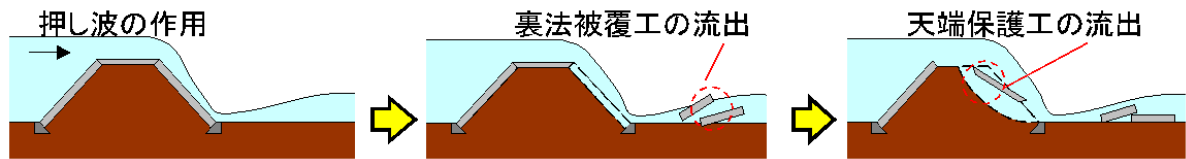


2.3.2 天端保護工、裏法被覆工、表法被覆工

■被災形態

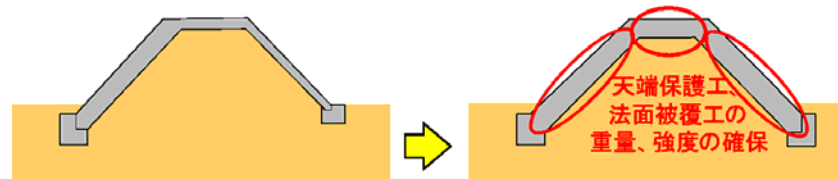
津波の水流が海岸堤防等を越流する際、天端部、裏法部で高速になることにより、天端保護工、裏法被覆工が流失する被災形態や、堤体土が被覆工の隙間から吸い出される被災形態が想定される。また、引き波の越流においても天端部、表法部で高流速が発生することにより同様の被災形態が想定される。

さらに、天端部に波返工がある場合には、波返工を乗り越え落下する水流が天端保護工に衝突し損傷を引き起こすことも考えられる。



■「粘り強い構造」への構造上の工夫の方向性

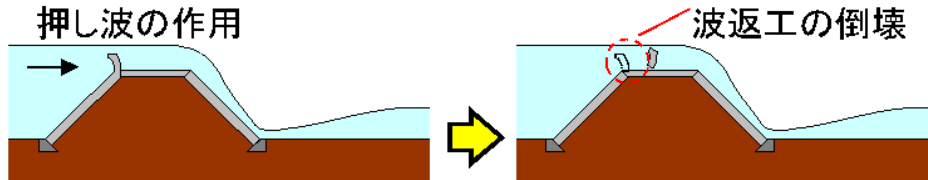
天端保護工や裏法被覆工、表法被覆工を厚くする工法、部材間を連結し剥離しにくくする工法等を採用することにより、重量や強度を確保することが有効と考えられる。



2.3.3 波返工

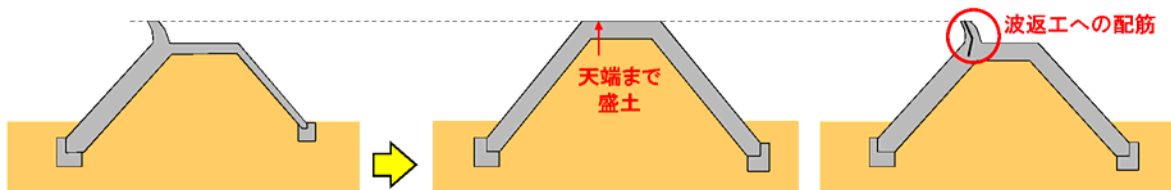
■被災形態

波返工は、波やしぶきが堤内側に入り込むのを防ぐことを主な目的として設置されていることから、設計津波の水位を超える津波の波圧が作用することにより、波返工の陸側への倒壊等を引き起こす被災形態が想定される。また、引き波の波圧の作用による波返工の海側への倒壊も想定される。



■「粘り強い構造」への構造上の工夫の方向性

海岸堤防の設計外力を高潮でなく津波とする場合は、波返工が倒壊しやすい構造であることを考慮して、天端まで盛土構造とすることも検討すべきである。また、波返工を採用する場合には、強い波圧への耐力を向上するために、配筋による補強を施すことが有効であると考えられる。



3 岡山沿岸における高潮及び津波の高さの整理

3.1 高潮と津波の高さ比較

岡山沿岸海岸保全基本計画（改訂）（平成 20 年 3 月）において設定された潮位について、最新の知見や情報をもとに高潮と津波の高さの比較を行った。

表 3.1 高潮と津波の高さ

ゾーン名	市名	高潮と津波の高さ		
		高潮	津波	
			潮位（設計高潮位）	頻度の高い津波
		最大津波高	最大津波高	
1 日生・邑久	備前市、瀬戸内市	T.P.+2.53m、T.P.+2.47m	T.P.+2.4m、T.P.+2.5m	T.P.+2.8m、T.P.+2.9m
2 備前湾奥	備前市	T.P.+2.53m	T.P.+2.1m	T.P.+2.5m
3 牛窓・宝伝・玉野北部	瀬戸内市 岡山市 玉野市	T.P.+2.47m	T.P.+2.3m	T.P.+2.9m
		T.P.+2.87m	T.P.+2.3m	T.P.+2.4m
		T.P.+2.55m	T.P.+2.4m	T.P.+2.7m
4 児島湾	岡山市	T.P.+2.87m	T.P.+2.1m	T.P.+2.6m
5 児島湖	岡山市、玉野市	T.P.+1.71m	T.P.+1.7m	T.P.+2.5m
6 宇野港	玉野市	T.P.+2.55m	T.P.+2.4m	T.P.+2.6m
7 児島	玉野市、倉敷市	T.P.+2.55m、T.P.+3.15m	T.P.+1.9m、T.P.+2.3m	T.P.+2.3m、T.P.+3.0m
8 水島港	倉敷市	T.P.+3.22m、T.P.+3.35m	T.P.+2.6m、T.P.+2.5m	T.P.+3.0m、T.P.+2.8m
9 沙美・寄島	倉敷市、浅口市	T.P.+3.35m	T.P.+2.4m	T.P.+2.6m
10 笠岡湾口	笠岡市	T.P.+3.61m	T.P.+2.4m	T.P.+2.7m
11 笠岡湾奥	笠岡市	T.P.+3.61m	T.P.+2.8m	T.P.+3.3m
12 笠岡諸島	笠岡市	T.P.+3.61m	T.P.+2.8m	T.P.+3.2m

3.2 比較諸条件

3.2.1 高潮の潮位（設計高潮位）

岡山沿岸海岸保全基本計画（改訂）（平成 20 年 3 月）において設定している高潮潮位（設計高潮位）は、平成 16 年の台風第 16 号の高潮災害によって記録された既往最高潮位である。

3.2.2 頻度の高い津波について

頻度の高い津波については、過去に発生した津波の実績津波高さの整理が必要となる。整理にあたっては、津波の痕跡高調査の結果や歴史記録、文献等の資料を活用するか、過去に発生した地震による津波高さのシミュレーション結果を用いる方法があるが、岡山沿岸では、信頼性の高い津波の痕跡高のデータや歴史資料がほとんどないことから、過去に発生した地震による津波シミュレーション結果を用いることとした。

津波シミュレーションは、平成 15 年 12 月に内閣府が公表した「東南海・南海地震等に関する専門調査会（中央防災会議）」による津波シミュレーション結果（以下「平成 15 年津波シミュレーション」という。）を整理し、岡山沿岸における各ゾーンの最大津波高を抽出した。

また、平成 25 年 3 月 22 日に岡山県危機管理課が公表した「岡山県津波浸水想定について」による津波シミュレーション結果（以下「平成 25 年岡山県津波浸水想定」という。）と平成 15 年津波シミュレーションでは、計算時に設定している潮位が異なっていることから、平成 15 年津波シミュレーション結果の補正を行った。

3.2.3 最大クラスの津波

最大クラスの津波については、平成 25 年岡山県津波浸水想定 of 津波シミュレーション結果より、岡山沿岸で津波高が高くなるケースについて整理を行い、岡山沿岸における各ゾーンの最大津波高を抽出した。

表 3.2 津波浸水シミュレーションの実施ケース

ケース	設定条件	適用
ケース 1	地震・津波による施設の破壊を考慮	被害想定に採用
ケース 2	津波による施設の破壊を考慮	

表 3.3 各ケースの条件設定

	ケース 1 : 地震・津波による施設の破壊を考慮	ケース 2 : 津波による施設の破壊を考慮
地震による破壊	地震発生直後（津波来襲前）に、 <ul style="list-style-type: none"> ・ パラペット等の全高が消失する。^{※1} ・ 土堰堤、水門、樋門の 75%が沈下する。^{※2} ・ 大規模な水門^{※3}については、100%の機能消失とする。 	地震発生直後（津波来襲前）には、各施設は消失しない。
津波による破壊	越流時点で、 <ul style="list-style-type: none"> ・ 堤防、水門、樋門等の 100%が消失する。^{※4} 	同左

※1 パラペット等とは、10m メッシュデータで表現できない幅の狭い構造物（主にパラペット、胸壁等）を示す。

※2 パラペット等を除く土堰堤部分の 75%が沈下するものとする。水門、樋門についても、隣接堤防と同等の沈下が生じるものとする。

※3 10m メッシュデータで表現できる程度の大規模な水門については、100%の機能消失とする。

※4 パラペット等を含め、堤防の 100%が消失するものとする。水門、樋門についても、同様とする。

表 3.4 各ケースの津波高

ゾーン名	市名	最大クラスの津波	
		ケース1: 地震・津波による施設の破壊を考慮	ケース2: 津波による施設の破壊を考慮
1 日生・邑久	備前市、瀬戸内市	T.P.+2.8m、T.P.+2.7m	T.P.+2.8m、T.P.+2.9m
2 備前湾奥	備前市	T.P.+2.4m	T.P.+2.5m
3 牛窓・宝伝・玉野北部	瀬戸内市 岡山市 玉野市	T.P.+2.4m T.P.+2.4m T.P.+2.6m	T.P.+2.9m T.P.+2.4m T.P.+2.7m
4 児島湾	岡山市	T.P.+2.2m	T.P.+2.6m
5 児島湖	岡山市、玉野市	T.P.+1.6m	T.P.+2.5m
6 宇野港	玉野市	T.P.+2.5m	T.P.+2.6m
7 児島	玉野市、倉敷市	T.P.+2.3m、T.P.+2.7m	T.P.+2.3m、T.P.+3.0m
8 水島港	倉敷市（水島、玉島）	T.P.+2.7m、T.P.+2.6m	T.P.+3.0m、T.P.+2.8m
9 沙美・寄島	倉敷市、浅口市	T.P.+2.6m	T.P.+2.6m
10 笠岡湾口	笠岡市	T.P.+2.7m	T.P.+2.7m
11 笠岡湾奥	笠岡市	T.P.+3.0m	T.P.+3.3m
12 笠岡諸島	笠岡市	T.P.+2.9m	T.P.+3.2m

3.2.4 津波シミュレーションに用いられている設定潮位の補正

平成 15 年津波シミュレーションで用いた設定潮位を、平成 25 年岡山県津波浸水想定で用いた設定潮位を用いて、補正を行った。

表 3.5 津波シミュレーションにおける設定潮位の整理

計算地区の市名	平成 15 年津波シミュレーション で用いた設定潮位 (*1)	平成 25 年岡山県津波浸水想定 (*2)
備前市	T. P. +1. 93m	T. P. +1. 02m
瀬戸内市	T. P. +1. 93m	T. P. +1. 02m、T. P. +1. 09m
岡山市	T. P. +1. 93m	T. P. +1. 09m、T. P. +1. 36m
玉野市	T. P. +1. 93m	T. P. +1. 36m、T. P. +1. 37m
倉敷市	T. P. +2. 26m	T. P. +1. 58m、T. P. +1. 99m
浅口市	T. P. +2. 26m	T. P. +1. 99m
笠岡市	T. P. +2. 26m	T. P. +2. 06m

(*1) 潮位は平成 14 年潮位表(気象庁)の年間最高潮位を参考に岡山沿岸では 2 領域で設定している。

(*2) 潮位は、朔望平均満潮位。岡山沿岸を 7 地区の地域海岸に分割し、地域海岸ごとに潮位を設定している。

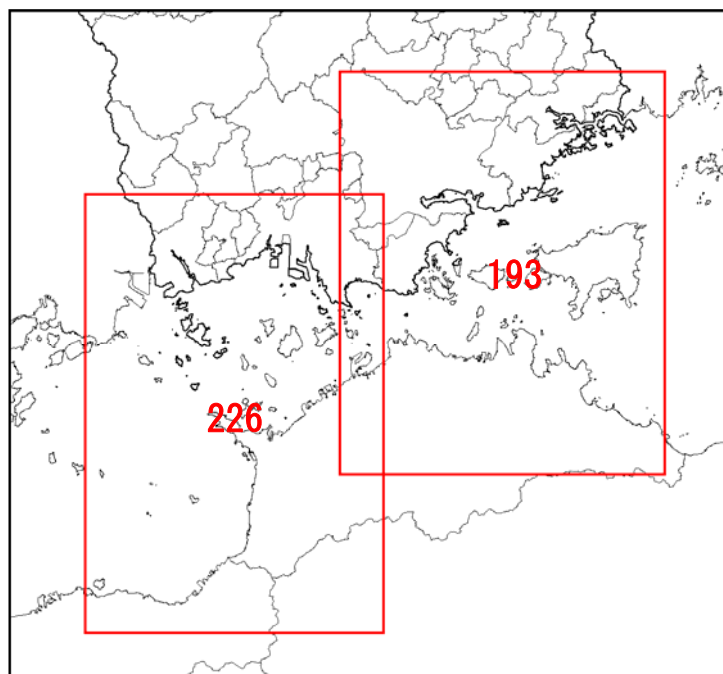


図 3.1 平成 15 年津波シミュレーション計算の計算領域

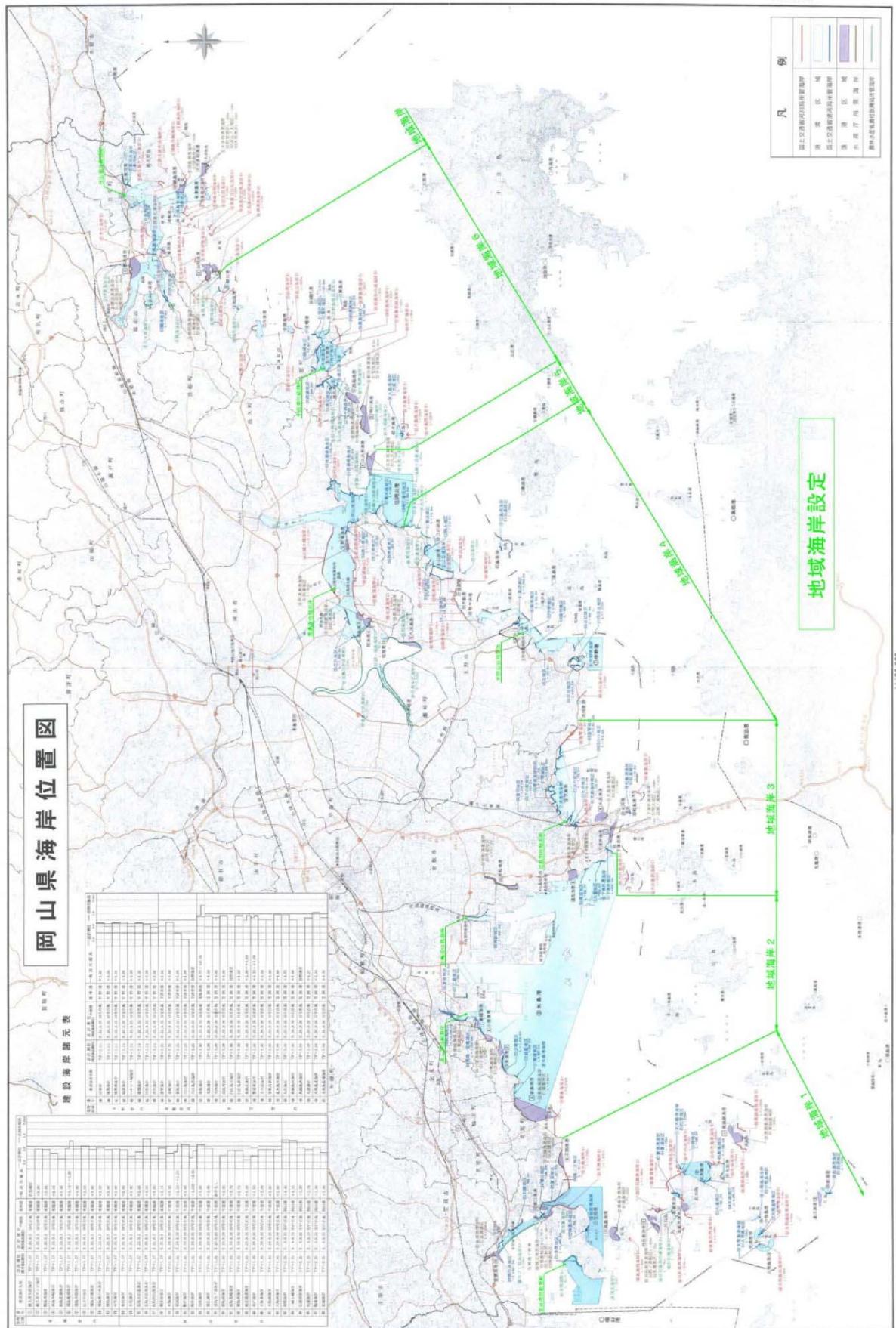


图 3.2 平成 25 岡山県津波浸水想定における地域海岸

表 3.6 平成 25 年岡山県津波浸水想定の設定潮位

地域海岸	朔望平均満潮位	採用データ
地域海岸 1	T. P. +2. 06m	笠岡験潮所(2007～2011)
地域海岸 2	T. P. +1. 99m	水島験潮所(2007～2011)*
地域海岸 3	T. P. +1. 58m	児島験潮所(2007～2011)
地域海岸 4	T. P. +1. 37m	宇野験潮所(2007～2011)
地域海岸 5	T. P. +1. 36m	高島験潮所(2007～2011)
地域海岸 6	T. P. +1. 09m	牛窓験潮所(2007～2011)
地域海岸 7	T. P. +1. 02m	日生験潮所(2007～2011)

※ 地域海岸 2 については、玉島験潮所と水島験潮所のうち、潮位が高い方を採用した。

4 海岸保全施設の高さの整理

4.1 高潮と津波の高さ比較

岡山沿岸海岸保全基本計画（改訂）（平成 20 年 3 月）において設定された計画代表堤防高について、最新の知見や情報をもとに推計津波水位との高さの比較を行った。

表 4.1 施設の必要高

ゾーン名	市名	高潮 計画代表堤防高 ^(※1)	津波	津波
			頻度の高い津波 ^(※2) 推計津波水位 ^(※2)	最大クラスの津波 ^(※3) (参考)
1 日生・邑久	備前市、瀬戸内市	T.P.+3.5~5.0m、T.P.+3.5~5.0m	T.P.+2.6m、T.P.+2.7m	T.P.+2.8m、T.P.+2.9m
2 備前湾奥	備前市	T.P.+3.5~4.5m	T.P.+2.3m	T.P.+2.5m
3 牛窓・宝伝・玉野北部	瀬戸内市	T.P.+3.5~4.5m	T.P.+2.5m	T.P.+2.9m
	岡山市	T.P.+3.0~4.5m	T.P.+2.5m	T.P.+2.4m
	玉野市	T.P.+3.0~5.0m	T.P.+2.6m	T.P.+2.7m
4 児島湾	岡山市	T.P.+3.5~5.0m	T.P.+2.3m	T.P.+2.6m
5 児島湖	岡山市、玉野市	T.P.+3.5m	T.P.+1.9m	T.P.+2.5m
6 宇野港	玉野市	T.P.+3.5~4.0m	T.P.+2.6m	T.P.+2.6m
7 児島	玉野市、倉敷市	T.P.+4.5m、T.P.+4.5~6.0m	T.P.+2.1m、T.P.+2.5m	T.P.+2.3m、T.P.+3.0m
8 水島港	倉敷市（水島、玉島）	T.P.+4.0~5.0m、T.P.+4.0~5.0m	T.P.+2.8m、T.P.+2.7m	T.P.+3.0m、T.P.+2.8m
9 沙美・寄島	倉敷市、浅口市	T.P.+5.0~6.5m	T.P.+2.6m	T.P.+2.6m
10 笠岡湾口	笠岡市	T.P.+4.5~6.0m	T.P.+2.6m	T.P.+2.7m
11 笠岡湾奥	笠岡市	T.P.+4.5~6.5m	T.P.+3.0m	T.P.+3.3m
12 笠岡諸島	笠岡市	T.P.+4.5~6.0m	T.P.+3.0m	T.P.+3.2m

*1) 計画代表堤防高；平成16年台風第16号による高潮(既往最高潮位)に波浪の影響を考慮した高さ。

*2) 頻度の高い津波；人命保護に加え、住民の財産の保護、地域経済活動の安定化、効率的な生産拠点の確保の観点から海岸保全施設等の整備を進めていく上で対象とする津波。(設計津波と呼ばれ、数十年から百数十年に一度程度で発生すると想定される津波の集合を選定したもの。)

推計津波水位；「東南海・南海地震等に関する専門調査会(中央防災会議)」(平成15年12月内閣府)で推計された津波高に、岡山沿岸で推計されるせり上がり高(20cm)を加えた高さ。

*3) 最大クラスの津波；「岡山県津波浸水想定」(岡山県危機管理課)で想定されたケース①(平成25年3月)、ケース②(平成25年7月)の津波高を比較し最大値を明記した。

(ケース①；地震及び津波越流により、堤防等の施設の破壊が生じることを想定したケース)

(ケース②；地震による施設破壊は想定せず、津波越流により堤防等の施設の破壊が生じることを想定したケース)

4.2 比較諸条件（波浪の影響と津波のせり上がり）

高潮については、設計高潮位に波浪の影響を考慮した高さとした。

頻度の高い津波については、内閣府が平成 15 年 12 月に公表した津波シミュレーション結果に、せり上がり高（防護ラインに無限高の堤防を設定し、それに衝突した津波がせり上がる高さ）を加えた高さとした。

最大クラスの津波については、岡山県津波浸水想定で算定された、計算ケースの中で最大の津波高とした。

岡山沿岸の津波高（津波水位）は、T.P.+3.0m程度と太平洋岸と比べ小さく、流速も遅い（概ね 1.5m/s 以下）ことから、沿岸全域で同様の特徴があるものと考えられるため、計算で得られた津波のせり上がり高（約 20cm）（表 4.2 参照）を全てのゾーンの最大津波高に反映させた。

表 4.2 津波のせり上がり高の算定結果

ゾーン名	No.	海岸名	所管 (管理主体)	区域	配置		頻度の高い津波高 (T.P.+m)				最大クラスの津波高 (T.P.+m)	
					延長 (m)	規模 計画代表 堤防高 (T.P.+m)	①2003年 中央防災会議 東南海・南海 (2連動) (施設なし)	②2003年 中央防災会議 東南海・南海 (2連動) (施設無制限高)	②-① せり上がり高 (m)	③2012年 内閣府 ケース4 (施設なし)	④2012年 内閣府 ケース4 (施設無制限高)	④-③ せり上がり高 (m)
							2.25	2.25	0.00	2.51	2.55	0.04
8.水島港	108	水島港	港湾局(岡山県)	児島塩生	620	5.0	2.25	2.25	0.00	2.51	2.55	0.04
	110	水島港	水産庁(岡山県)	南敏	1960	4.5	2.43	2.50	0.07	2.67	2.80	0.13
	111	水島港	港湾局(岡山県)	水島海岸通	1640	4.5	2.43	2.50	0.07	2.67	2.85	0.18
	112	水島港	港湾局(岡山県)	水島川崎通	700	5.0	2.07	2.07	0.00	2.19	2.19	0.00
	113	水島港	港湾局(岡山県)	乙島	580	4.0	2.43	2.44	0.01	2.60	2.61	0.01
	114	水島港	港湾局(岡山県)	乙島	5470	5.0	2.36	2.40	0.04	2.53	2.60	0.07
	115	水島港	港湾局(岡山県)	玉島ハーバーフロント	5390	5.0	2.29	2.30	0.01	2.46	2.49	0.03
	116	水島港	港湾局(岡山県)	渡里亀の首	1970	4.0	2.38	2.52	0.14	2.56	2.67	0.11
	117	水島港	港湾局(岡山県)	玉島柏島	2690	4.0	2.38	2.49	0.11	2.57	2.64	0.07
	118	勇崎漁港	水産庁(倉敷市)	勇崎	860	5.5	2.34	2.38	0.04	2.52	2.58	0.06
	119	水島港	港湾局(岡山県)	勇崎・宝亀	1010	5.0	2.34	2.36	0.02	2.53	2.56	0.03
	120	小原漁港	水産庁(倉敷市)	小原	1030	5.5	2.33	2.34	0.01	2.51	2.53	0.02
	121	水島港	港湾局(岡山県)	入汐	400	5.0	2.31	2.31	0.00	2.49	2.51	0.02
	122	沙美漁港	水産庁(岡山県)	沙美	1130	6.0	2.29	2.29	0.00	2.49	2.50	0.01
	124	水島港	港湾局(岡山県)	岩屋	260	5.5	2.26	2.27	0.01	2.45	2.46	0.01
125	水島港	港湾局(岡山県)	南浦	930	5.0	2.26	2.26	0.00	2.48	2.48	0.00	

*1) 表 4.2 は、検討地区として「水島地区」の想定津波水位の検討を行った結果である。

*2) 対象津波は、「東南海・南海地震(2連動)」「内閣府南海トラフの巨大地震モデル検討会(2012年)ケース4(「四国沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定)」を設定。

*3) 計算ケースは、「防護施設なし」「防護施設の高さ無制限」の2ケースで津波シミュレーションを実施した。

*4) 計算範囲の潮位設定は、内閣府南海トラフの巨大地震モデル検討会(2012年)での設定潮位に準じ、平成24年潮位表(気象庁)の年間最高潮位(T.P.+1.74m)を設定した。

5 高潮及び津波に対する施設の必要高のイメージ図

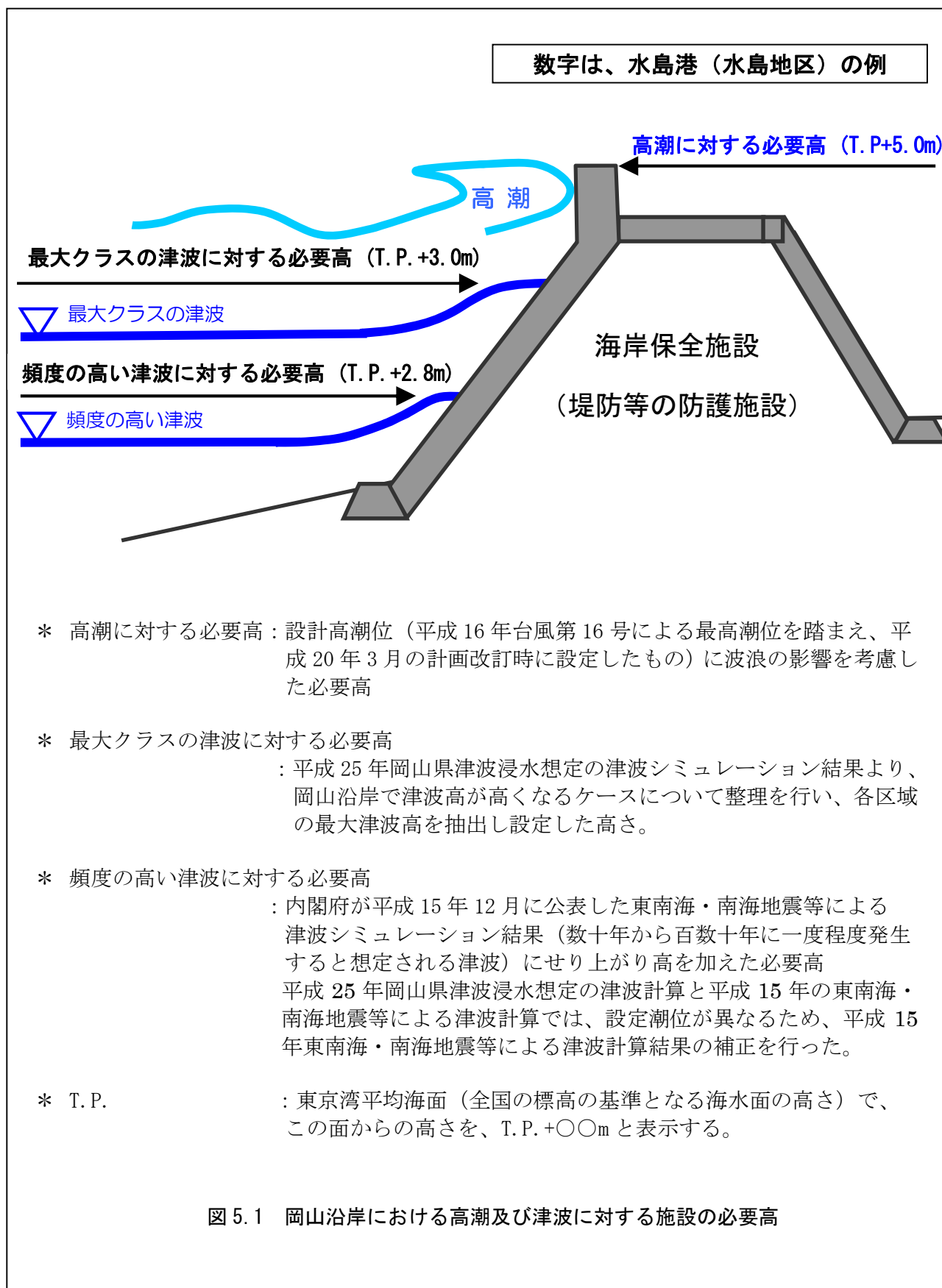


図 5.1 岡山沿岸における高潮及び津波に対する施設の必要高