

津波・高潮防災ステーションにおける沿岸施設の耐震性能の考え方について

On The Earthquake Resistance of Tsunami and Disaster Prevention Station

濱野政光*・洞谷邦弘*

HAMANO Masamitsu and HORAYA Kunihiro

* (財) 沿岸技術研究センター 調査部 主任研究員

At present, the occurrence of Tokai, Tonankai, Nankai earthquakes are being apprehended. Because of this, the tackling of the disaster prevention measure to the earthquake tsunami is carried out in the organizations and many local authorities in Japan. CDIT has conducted the research on the overall control system as the tsunami measure of the earthquakes. This paper presents the research on the structures such as a Seawall and a gate that defend the hinterland in a coastal area.

Key Words : High tide, tsunami, disaster prevention institution,

1. はじめに

津波・高潮防災ステーションは、津波・高潮災害の危険性が高い沿岸域における防災対策を総合的に管理するため、気象情報の収集方法や伝達方法、また、水門、陸閘等の海岸保全施設を効率的かつ迅速に管理制御する一連のシステムである。

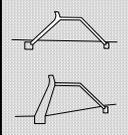
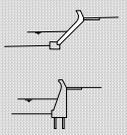
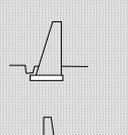
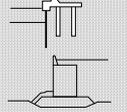
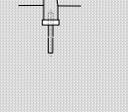
この防災ステーションが機能を発揮するためには、地震や異常気象の発生時に、海岸防護ラインを構成する一連の施設が津波・高潮に対して構造的安全性が確保され、背後地に対する防災機能を有していることが重要な要件であるが、耐震性能を含めて、その後に襲来する津波に対して安全となる設計が行われていない場合が多いと思われる。

本報告書は、その総合管理システムの研究のうち、主に土木構造物等の施設についての研究内容について報告するものである。なお、この研究は「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」²等に示されている耐震性能照査、津波に関する検討手法を参考に行った。

2. 対象範囲について

ここでは、表-1 に示すような、堤防、護岸、胸壁、水門、樋門、閘門、排水機場及び陸閘等を対象範囲とした。

表-1 対象施設

堤防	護岸	胸壁	その他
			突堤 離岸堤 消波堤 等
			水門 閘門 陸閘 排水機場

3. 耐震性能の基本的な考え方について

3.1 耐震性能の目標

津波・高潮防災施設の耐震性能は、当該施設及び背後地の重要度に応じて必要とされる性能を満足することを目標として、次の2段階を定義した。

- (1) 施設の供用期間中に1~2度発生する確率を有する地震動(レベル1地震動)に対して所要の構造の安全性を確保し、かつ当該施設の健全な機能を損なわないものとする。
- (2) 施設の機能、構造、施設背後地の重要度、地盤高、当該地域の活動度などに基づいてより高い耐震性能が必要とされる場合には、現在から将来にわたって当該地点で考えられる最大級の強さを持つ地震動(レベル2地震動)に対して施設に生じる被害が軽微であり、かつ地震後の速やかな機能の回復が可能なものとする。

耐震性能として、段階(1)では、地震力が作用した場合、津波・高潮防災施設の保有耐力で抵抗し、津波・高潮防災施設に生じる応力度や変形量が現行設計法(許容応力度法)で設定された安全率、許容応力度及び許容変形量以内に収まっており、津波・高潮防災施設の機能低下が生じない状態とした。

また、段階(2)では、津波・高潮防災施設的设计外力を超える外力が作用し、津波・高潮防災施設に生じる応力度や変形量が現行設計法で設定された安全率、許容応力度及び許容変形量を超えるものであるが、津波・高潮防災施設が最低限保持すべき機能(周辺に二次災害等の悪影響を及ぼさない)を維持できる状態とした。

地震動レベルの考え方を表-2 に示す。

表-2 地震動レベルの考え方

照査地震動のレベル	耐震性能照査で考慮する地震動
レベル 1	建造物の供用期間内に1~2度発生する確率を有する地震動 (75年期待値に相当する地震動)
レベル 2	建造物の供用期間内の発生確率は低い が、大きな強度を有する地震動 (数百年から数千年に1回程度の確率 で発生する地震動 [プレート内地震動或 いはプレート境界地震動])

3.2 耐震性能照査

津波・高潮防災施設の耐震性能照査において、適用する耐震性能照査レベルは、背後地の重要度に応じて表-3のとおりとした。

表-3 背後地の重要度と耐震性能照査レベル

背後地重要度	Aランク	Bランク
耐震性能照査レベル	L ₂	L ₁

- ・ Aランク：重要度が特に高い
(人口が集中、資産が集積、重要施設がある地区で、地震により多大な人命・財産の喪失及び震災復興に重要な役割を果たす地域)
- ・ Bランク：重要度は普通 (Aランク以外の地域)

また、耐震性能照査の考え方は、以下に示すフロー (図-1, 2 参照) のとおり行うものとした。

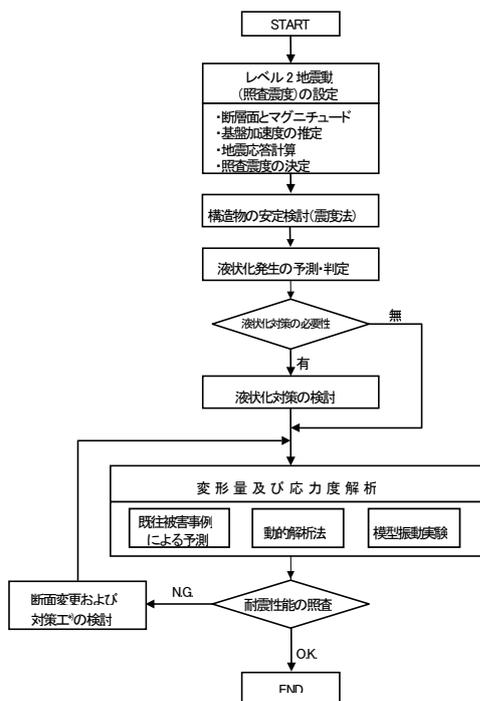


図-1 L₂対応の照査手順

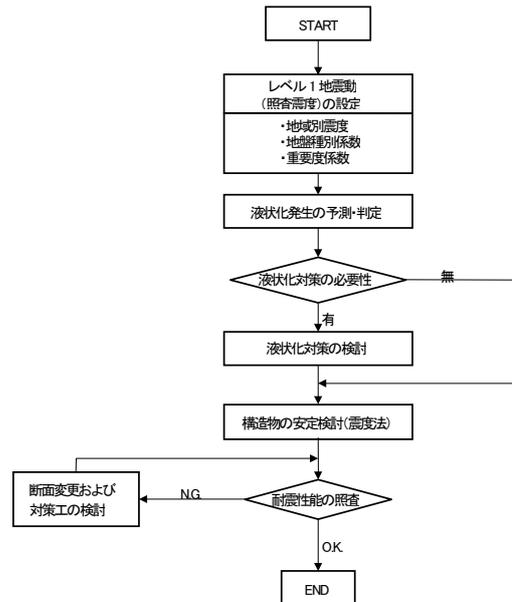


図-2 L₁対応の照査手順

3.3 許容変位量

レベル 1 地震動においては、変形量が現行設計法 (許容応力度法) により設定された安全率、許容応力度及び許容変形量以内であり、津波・高潮防災施設の機能低下が生じない状態としているが、レベル 2 地震動においては、設定された安全率、許容応力度及び許容変形量以上であるため、施設の許容変形量は、次の考え方に基づいて設定した。

定義される許容変形量は、その構造区分及び構造様式により異なるものと考え、下記のようにした。

- ① 堤防・護岸施設では、地震による施設の沈下後でも、二次被害として作用する外力に対して、浸水防止機能を有するか否かに着目し、許容変形量を設定する。
- ② 水門、陸閘、排水機場などの施設では、それぞれの施設の持つ機能が損なわれないように、門扉の開閉可能変形量といった機械的機能の健全性に関する許容変形量を適宜設定するものとする。

すなわち、堤防・護岸・胸壁及び陸閘等の施設は背後地への浸水阻止を第一義の機能とするものであることから、施設の沈下 (浸水阻止のための必要天端高の維持) に着目して許容変形量を規定することが適当であると考えられる。なお、浸水の大きな要因として目地開きも挙げられるが、これは、過去の地震被害調査事例から、沈下量との相関が認められることから、沈下量を代表的な照査項目として問題ないと判断したものである。

一方、閘門・水門及び排水機場等の機械・電気設備が多く使用されている施設は、土木構造部分のわずかな変形や破壊が機械・電気設備の機能喪失につながる恐れがある。よって水門扉の開閉機能の維持を第一義の機能と

すべきことから、門扉の開閉可能変形量といった機械的機能の健全性に関する許容変形量を規定することが適当と考えられる。

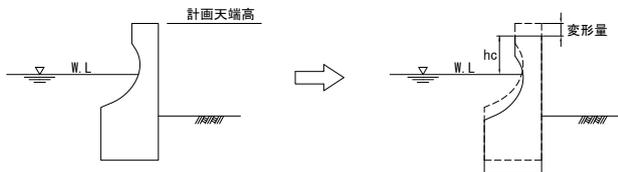
なお、二次被害外力としては、津波（ L_2 地震動により生起される津波）・潮位・波浪及び余震による地震力などが考えられる。施設の変形による被害は、次のようなものが考えられる。

(1) 堤防・護岸等土木施設

- ・ 構造物の沈下による浸水
- ・ 構造物の滑動による目地部からの浸水
- ・ 構造物の転倒による目地部からの浸水
- ・ 構造物本体の破壊による浸水
- ・ 基礎地盤のすべり破壊による浸水

上記事項の破壊・すべり破壊による著しい変形に対しては、別途対策が必要となることから、ここでは、基礎の変状を伴った傾斜および沈下に帰着する変形を主なものとし、変形照査の項目としては、変形量を対象項目とし、以下の様に許容変形量を設定した（図-3 参照）。

許容変形量 \leq 変形後および地盤沈降後の天端高がレベル2地震動で生起する津波に対する必要天端高を下回らない変形量



※ hc：沿岸区域において、背後地域の津波対策として設定される構造物の必要天端高さ

図-3 許容変形量の考え方

(2) 機械施設

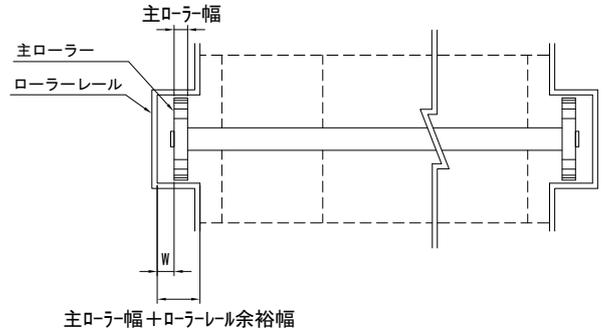
水門等の機械施設の許容変形量としては、門扉の主ローラーがローラーレールからはずれない値を設定する。水門の開閉機能が損なわれる原因としては、以下の現象が考えられる。

- ・ 門柱・堰柱が門扉を支持できない
(門柱・堰柱部材自体の損傷)
- ・ 門柱・堰柱の傾斜
- ・ 戸当たり金具の破損
- ・ その他機械・電気設備等の破損

上記原因のうち、門扉の開閉可能変形量の観点から、②の門柱・堰柱の傾斜（水平変位量）といった機械的機能の健全性に関する許容変形量を主なものとし、変形照

査の項目として、以下の様に許容変形量を設定する（図-4 参照）。

許容変形量(水平変位) < 主ローラー幅+ローラーレール余裕幅
(ローラーレール余裕幅は一般的には 10mm~15mm とされているが、該当施設毎に調査が必要である。)



※ W：耐震性能照査で設定された、構造物の変形によるローラーレールの許容最大変形量

図-4 門扉のローラー変形量

3.4 地盤の液状化

緩く詰まった飽和砂質土等は地震によって液状化し、構造物に被害を及ぼすことがあるので、津波・高潮防災施設耐震性能照査の際には、必ず液状化の検討を行うものとした。

4. 津波検討

4.1 津波検討手順

津波検討にあたっては、地域防災計画あるいは津波防災計画に基づいて設定された設計津波に対して施設の機能が適切に発揮されるよう、施設の安定性を照査し、津波の作用として、津波の波力、揚圧力、漂流物等の衝突力などの荷重を考慮し、適切な方法により算定するものとした。

また、津波は湾内に侵入すると湾の形状及び湾の固有振動周期との関係でその波高を大きく変化させるので、設計に用いる津波の諸元はその地点における既往の津波記録及び地点毎に計算で求められた数値から定めるものとした。津波の諸元としては、最高潮位、津波偏差、津波波高、周期等を考慮するものとした。

津波に対する検討手順を図-5に示す。

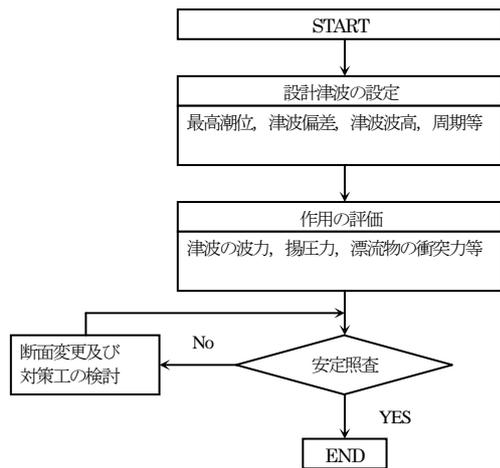


図-5 津波検討手順

4.2 設計津波

津波対策の検討においては、過去に発生した最大津波の痕跡を基にした既往最大津波と、最大規模の地震や空白域で今後発生すると予想される想定津波の中から大きいものを計画津波として選定することとした。対象津波には、検討対象地震に起因して日本の周辺海域を波源とする近地津波と海外を波源とする遠地津波がある。最終的に、海岸の景観・環境、海岸および背後地の利用、経済性等の地域での実情を考慮して、適切な規模の設計津波を選定するものとした。

設計津波の設定フローを図-6 に示す。

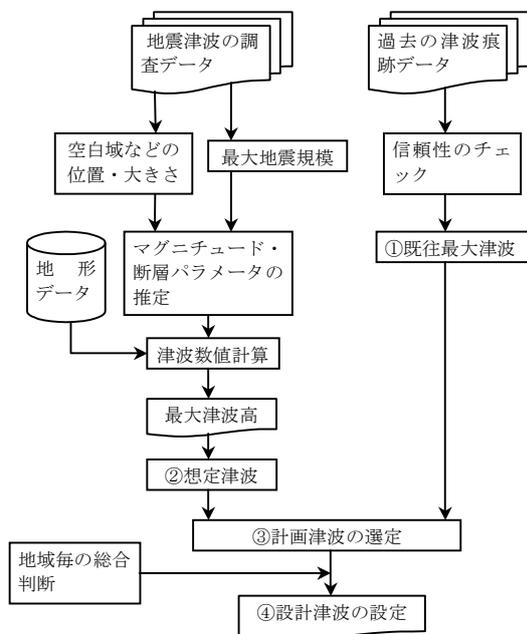


図-6 設計津波の設定フロー

4.3 津波の作用

津波・高潮防災施設の設計にあたっては、津波の作用として、津波波力、揚圧力、漂流物等の衝突力等の荷重を考慮する必要がある。また、沿岸における津波高さ、構造物・地形変化の影響などについて、詳細に検討するためには、数値シミュレーション又は模型実験を行う必要がある。

5. まとめ

以上、津波・高潮防災対策における、海岸防護ラインを構成する一連の施設の必要な耐震性能について、その基本的な考え方等を述べた。現在では、津波を十分に再現できる数値シミュレーションも開発されてきており、各沿岸域における防災対策が、より実践的なものになると考えられる。

6. おわりに

近い将来、東海、東南海、南海地震等の大規模地震の発生が予想され、各地方自治体においても地震津波への対策方法等の検討が進められているが、その対象範囲は広く、沿岸の延長も膨大な距離となっている。

津波の影響が考えられる沿岸地域で、背後地の重要度を考慮し、それぞれの防災レベルを設定していくものと考えられるが、この防災ステーションの研究は、海岸保全施設と管理システムの総合的な考え方をとりまとめており、沿岸域における今後の防災対策の参考になることを期待したい。

参考文献

- 1) 土木学会：海岸施設設計便覧，PP. 314-316, P367. 2000
- 2) 海岸保全施設技術研究会：海岸保全施設の技術上の基準・同解説 海岸保全施設技術研究会編, PP. 2-111~116, 平成16年6月
- 3) (財) 沿岸開発技術研究センター：海岸保全施設 耐震設計法マニュアル作成調査, PP. 35-38, 平成10年3月
- 4) (社) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，PP257-260, 平成11年4月