

港湾における防波堤の津波防護機能に関する検討

Investigation on Tsunami Protective Ability of Breakwaters to Hinterland of Port Area

合川聖二郎*・小田勝也**

AIKAWA Seijiro and ODA Katsuya

* (財) 沿岸技術研究センター 企画部 主任研究員

** 国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部 沿岸防災研究室長

A megal-earthquake and a successive great tsunamis are imminent dangers in Japan, and to establish disaster prevention plans in seashores and ports are pressing subjects. The present paper focuses on the tsunami protective function of breakwaters to estimate it quantitatively and to make use of it in planning and designing of breakwaters.

Key Words :breakwater,tsunami, reduction of damage

1. はじめに

近年、大規模地震津波発生 の切迫性が指摘されており、沿岸域における津波対策の確立は喫緊の課題である。一方で、港内の静穏度を確保するために整備された通常の防波堤においても、津波に対する低減効果があることが明らかにされている。

平成 15 年度に設置された「港湾の防災に関する研究会」において、今後の港湾の防災や港湾に求められる具体的な機能についての提言がなされた(表-1 参照)。

表-1 「港湾の防災に関する研究会」における提言

<港湾の防災に求められる2項目>

港湾及びその背後地域の生命・財産を守ること
港湾を通じて行われている経済産業活動等を維持させること

<港湾に求められる4つの機能>

セーフティ機能	港湾及び港湾背後地を防護する機能
ゲートウェイ機能	被災地への輸送拠点となる機能
バイパス機能	被災地を迂回・代替輸送する機能
スペース機能	災害復旧支援の場を提供する機能

本論文では、港湾内で働く人々や港湾来訪者の生命及び港湾内の資産を守る「セーフティ機能(図-1 参照)」に着眼し、防波堤の嵩上げ・延伸等による津波防護効果の向上を定量的に把握することを試みた。

また、併せて大規模地震津波による港湾機能の停止に伴う間接的被害について、今後必要と思われる検討項目の体系的な整理も行い、これからの津波防護効果を考慮した防波堤の計画・設計に関する基本方針のポイントを整理した。

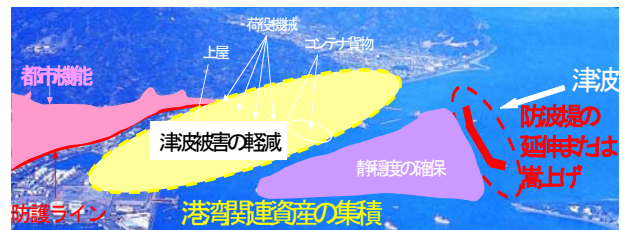


図-1 「セーフティ機能」のイメージ

2. 防波堤の津波防護機能の検討

検討項目の全体フローを、図-2 に示す。

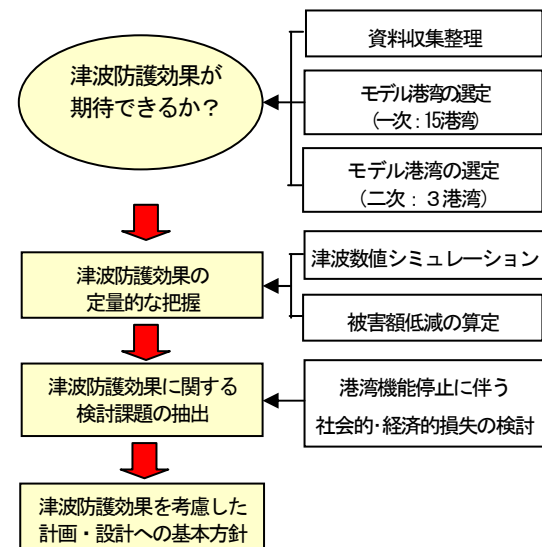


図-2 全体フロー

津波防護効果を定量的に把握するために、実際に津波被害を受ける可能性のある港湾の中から防波堤の津波防護効果を期待できる港湾をモデル港湾として選定し、津波浸水シミュレーションを行った。シミュレーション結果と地震津波により考えられる間接的被害等を整理し、津波防護効果を考慮した防波堤の計画・設

計の基本方針を検討するための課題を抽出するとともに、その骨子をとりとまとめた。

2.1 モデル港湾の選定

全国の港湾を対象に、1次選定として15港湾を選定し、さらにその中から2次選定として3港湾の選定を行った。選定に関するフローを図-3に示す。

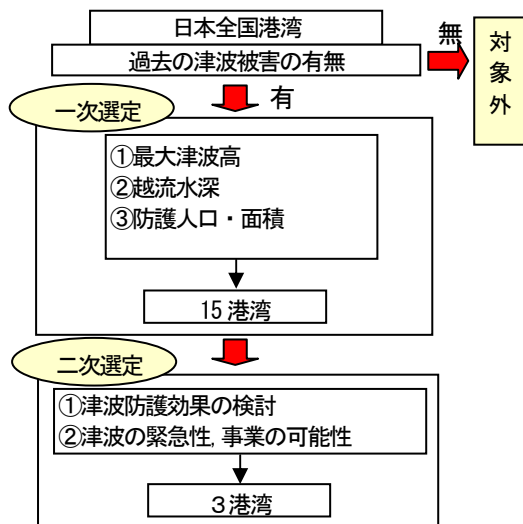


図-3 選定フロー

過去に津波被害のあった港湾について、最大津波高、越流水深、防護人口・面積に関するデータを基に、地域的な偏りがないように、15港湾を選定した。その際、津波防波堤を建設済み、または建設中の港湾は対象外とした。選定した15港湾の一覧を表-2に示す。

選定した15港湾に対し、防波堤による津波の低減効果を定量的に把握することを目的として、既定計画地形とその地形から防波堤を除いた想定地形を対象とし、50mメッシュで陸上への遡上を考慮しない簡易な津波シミュレーションを行った。

津波シミュレーションの結果から、大きな津波被害が考えられ、またその危険性も高く、防波堤等による種々の津波防護対策が検討し得る港湾として、図-4に示す選定理由から八戸港、下田港及び日高港の3港湾を選定した。

2.2 津波防護効果の検討

八戸港、下田港及び日高港の3モデル港湾の現況地形、既定計画地形及び対策地形（防波堤の延伸・嵩上げ、潜堤の嵩上げ等）を対象とし、防波堤の津波越流および陸上への津波浸水を考慮した12.5mメッシュによる津波浸水シミュレーションを実施し、防波堤の機能向上による津波防護効果の向上を検討した。

津波浸水シミュレーションの条件を、表-3に示す。地震モデルとしては、各港湾における既往最大地震津波を採用した。

表-2 一次選定港湾（15港湾）一覧

地区	港湾名	最大津波高順位	越流水深順位	防護人口	防護資産
北海道	釧路（北海道）	22	22	大	大
東北	八戸（青森）	16	7	大	大
	秋田（秋田）	21	11	大	大
	宮古（岩手）	1	1		
	相馬（福島）	13	13		
関東	真鶴（神奈川）	—	—		
中部	清水（静岡）	25	21	大	大
	下田（静岡）	—	—		
	尾鷲（三重）	7	4		
近畿	日高（和歌山）	6	19		
	和歌山下津（和歌山）	—	—	大	大
	神戸（兵庫）	—	—	大	大
四国	高知（高知）	4	5	大	大
	宿毛（高知）	9	9		
九州	細島（宮崎）	13	10		

注1) 順位欄の—は、地方港湾の場合、あるいは25位以内にランクされていない場合を示す。

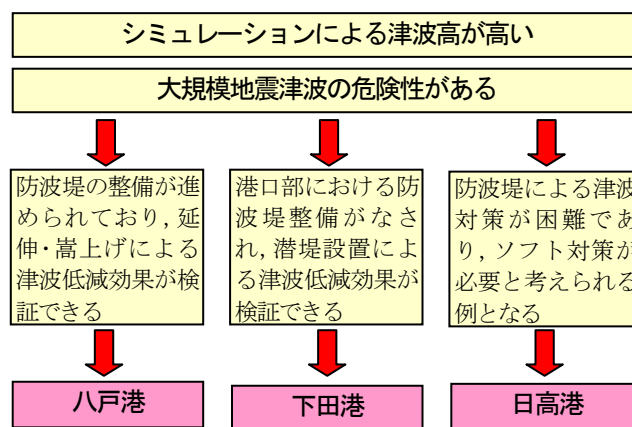


図-4 3港湾の選定理由

表-3 津波浸水シミュレーション条件

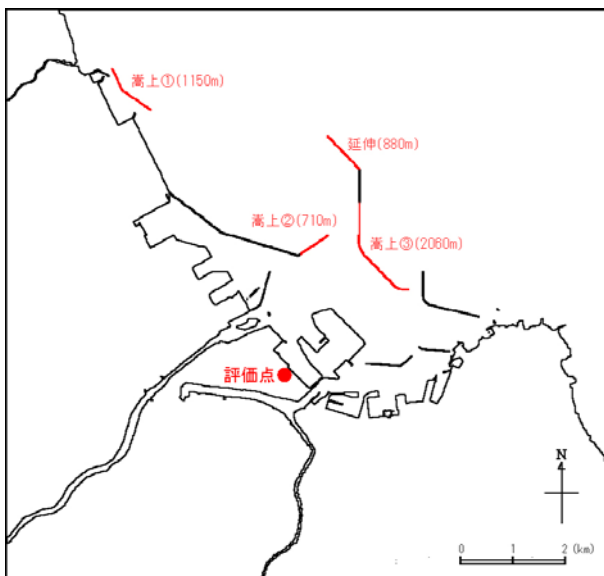
	八戸港	下田港	日高港
初期条件	明治三陸沖地震モデル	安政東海地震モデル	宝永地震モデル
計算時間間隔	$\Delta t=0.25(s)$		
基礎方程式	非線形長波理論式		
陸側境界条件	完全反射（港湾区域は浸水計算）		
海底摩擦	考慮 ($n=0.025$)		
潮位条件	HWL		
計算時間	津波発生後 180分（3時間）		

各港湾別の対策地形については、その内容を表-4に示す。表中の対象施設について、既定計画に対し防波堤の嵩上げ・延伸、潜堤の嵩上げ、あるいは、新設防波堤による対策を想定した。

表-4 対策地形条件

施設		対策	嵩上高(m)	延長(m)	
八戸港	①市川東防波堤	嵩上	1.7	1,150	
	②北防波堤	嵩上	1.4	710	
	③中央防波堤	嵩上	1.7	2,060	
延伸		—	880		
下田港	湾口防波堤	潜堤嵩上	4.0	120	
日高港	新設防波堤	①	新設	—	625
		②	新設	—	510
		③	新設	—	375

八戸港・下田港・日高港における対策地形図と図中の評価点における津波浸水シミュレーションから得られる主な防波堤（計画地形・対策地形）の津波対策効果を図-5～図-7に示す。



地形条件	水位(m)	浸水深(m)	流速(m/s)	到達時間(分)
現況地形	3.70	1.37	1.08	20
計画地形	2.79	0.46	0.41	22
対策地形	2.45	0.11	0.22	23

図-5 対策地形（八戸港）

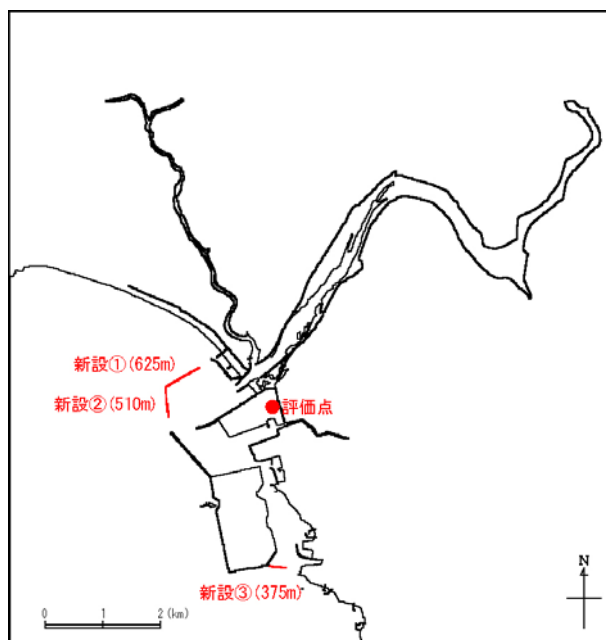
3港湾とも計画地形、対策地形において津波の水位、浸水深、流速、到達時間について津波対策効果が得られている。日高港については、計画地形において津波水位は低減するものの、日高川からの浸水により背後域の浸水面積には大差がない結果となった。日高川河

口に防波堤を新設するという対策地形において、浸水面積減少の効果が得られた。



地形条件	水位(m)	浸水深(m)	流速(m/s)	到達時間(分)
現況地形	3.70	1.37	1.08	20
計画地形	2.79	0.46	0.41	22
対策地形	2.45	0.11	0.22	23

図-6 対策地形（下田港）



地形条件	水位(m)	浸水深(m)	流速(m/s)	到達時間(分)
現況地形	5.10	3.31	4.67	21
計画地形	4.94	3.15	2.96	23
対策地形	4.56	2.77	2.34	24

図-7 対策地形（日高港）

3. 今後の検討課題

今後の港湾の防災における重要な課題である防波堤の津波防護効果を検討する際に、港湾区域内の被災シナリオも念頭に置いた上で、何を防護対象とし、目標とする防護水準をどう設定するかといった検討が重要と考えられる。それらの観点より今後の検討課題を図-8に示す。

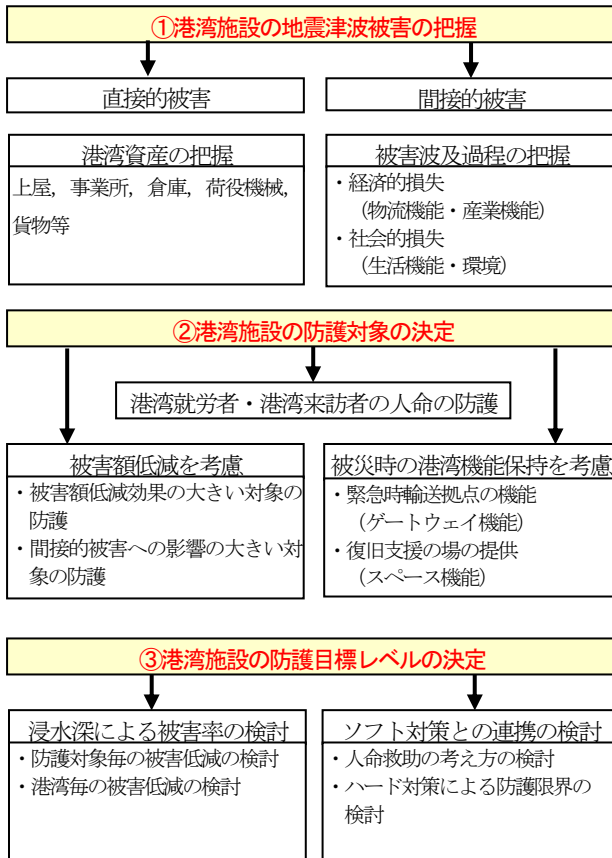


図-8 今後の検討課題

地震津波の被害としては、港湾施設等の浸水被害やその復旧費用などの直接的被害と港湾機能停止に起因する物流の停滞による費用や被災した港湾の働きを代替するために要する費用など間接的被害が考えられる。今後の検討課題として、直接的被害に関しては港湾資産の把握とその被害想定手法の検討が、間接的被害に関しては直接的被害の影響による被害波及過程の検討が挙げられる。また、別途、過去の地震津波被害の事例に基づいて間接被害を経済的損失と社会的損失に分類・体系化した。各項目に該当する被災事例が確認されたものに●印を記入した結果を表-5に示す。

最も大きな検討課題が人命をいかに守るかである。地震発生から津波来襲までの時間に応じた避難対策の検討が必要である。

防護対象施設については被害額の低減と被災時の港湾の果たす機能保持との両面から検討する必要がある。目標とする防護水準については防護対象毎の被害低

減効果を算定し、費用対効果分析に反映させることが必要である。ただし、各港湾の施設・周辺状況や求められる機能を考慮する必要がある。

さらに、ハザードマップや情報提供をメインとしたソフト対策との連携を検討した上での目標防護水準の設定が重要である。

表-5 地震津波による間接的被害

領域	機能	損失項目	過去事例		
			新潟	日本海	十勝沖
経済的損失	物流機能	コンテナの流出			●
		海上輸送ルートの変更に伴う損失	●	●	●
		利用岸壁の変更に伴う損失		●	
		輸送船舶の小型化による損失		●	
		入港規制等による滞船による損失		●	
	産業機能	漁業経営損失		●	●
		木材の流出とそれによる船舶の損失			●
		施設損壊、火災からの操業停止による損失	●	●	●
社会的損失	生活機能	下水処理施設の移動停止による損失	●	●	
		火力発電所の移動停止による損失		●	
	民家への延焼による生活損失	●			
	環境	陸上ゴミの港内散乱による損失			●
油の流出による水質保全上の損失				●	

4. まとめ

以上の結果から、津波来襲の危険性がある港湾における津波防護効果を考慮した防波堤の計画・設計の基本方針は以下のような項目がそのポイントであると考えられる。

- ① 津波浸水被害が予想される港湾においては、港内静穏度に加え、津波防護効果を検討する。
- ② 防波堤整備済みの港湾においても津波浸水被害が予想される場合は、既存防波堤の嵩上げ・延伸、港口部への潜堤設置等による津波防護を検討する。
- ③ 対象とする津波（既往最大地震かシナリオ地震）を明確にする。
- ④ 津波シミュレーション結果に基づく費用対効果分析による事業の妥当性を評価する。
- ⑤ ソフト施策も併せて考慮し、最適な防護方法を計画する。

参考文献

- 1) 国土交通省港湾局海岸・防災課：災害に強い港を目指して、本編 pp. 1-25, 2003. 11.
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所：平成15年度新たな津波防災検討調査 報告書, 240p., 2004. 3.