

津波避難誘導デッキの計画・設計ガイドライン  
～堤外地からの津波避難ルート確保～  
(案)

平成 25 年 7 月

岩手県農林水産部漁港漁村課



## 目 次

はじめに	1
I. 津波避難誘導デッキの基本的な考え方	3
I-1. 災害に強い漁業地域づくりガイドラインにおける 津波避難誘導デッキの基本的な考え方	3
(1) 状況に応じた避難の考え方	4
(2) 地域住民や就労者・来訪者の避難	5
I-2. 漁港における津波避難誘導デッキの要点	6
(1) 津波避難誘導デッキの計画対象	6
(2) 漁港施設としての必要性の検討	7
(3) 地域防災計画との整合	8
II. 漁港における津波避難誘導デッキの計画の策定方法	9
II-1. 検討の手順	9
II-2. 計画条件の整理	11
(1) 基本条件の整理	11
(2) 避難(計画)条件の整理	14
II-3. 全体配置計画	17
(1) 津波避難誘導デッキを含む避難ルートの計画	18
(2) 徒歩避難を踏まえた避難ルートの設定	19
II-4. 津浪避難誘導デッキの計画	21
(1) 津波避難誘導デッキの目的	21
(2) 規 模	21
(3) 利用形態と配置計画	22
(4) 屋上部の高さの決定方法	23
(5) 柱の配置	25
(6) 漁港規模別津波避難誘導デッキの計画	26
III. 漁港における津波避難誘導デッキの設計の進め方	27
III-1. 設計の手順	27
(1) 津波避難誘導デッキの設計フロー	27
(2) 津波避難誘導デッキ設計フローの解説	28
(3) 津波避難誘導デッキの設計に用いる対象津波・対象地震の考え方	29
III-2. 設計基準の設定	30
(1) 土木構造物・建築物の区分	30
(2) 設計基準の選定	31
III-3. 設計条件の決定	32
III-4. 外 力	33
(1) 外力の設定	33
(2) 地震力	36
(3) 津 波	42
(4) 漂流物の衝突力	46
(5) 津波避難誘導デッキ周辺施設の留意点	53
(6) その他(留意事項)	54
III-5. 構造物の安全性の照査	55
III-6. 構造形式の設定	56
施工事例集. 津波避難誘導デッキの類似施設の施工事例	事例 - 1
参考資料. 水理模型実験・数値シミュレーション解析	参考資料 - 1

## 岩手県津波避難施設計画・設計手法検討委員会 委員名簿

(敬称略)

区 分	氏 名	所 属
委 員 長	堺 茂樹	岩手大学 教授
委 員	長野 章	公立はこだて未来大学 名誉教授
	藤間 功司	防衛大学校システム工学群 教 授
	松富 英夫	秋田大学 教授
アドバイザー	首藤 伸夫	東北大学 名誉教授
オブザーバー (水産庁)	三上 信雄	水産庁漁港漁場整備部整備課 課長補佐 (平成 24 年 9 月末まで)
	不動 雅之	水産庁漁港漁場整備部整備課 漁港漁場専門官 (平成 24 年 10 月以降)
オブザーバー (水産工学 研究所)	中山 哲巖	(独)水産工学研究センター水産工学研究所 水産土木工学部 部長
	八木 宏	(独)水産工学研究センター水産工学研究所 水産土木工学部水産基盤グループ グループ長

# はじめに

## 1. 背景と目的

漁業就業者をはじめ漁港を利用する人々は、防潮堤など津波防災施設の外(海)側にいることが多く、常に津波の脅威にさらされているとともに、避難場所となる高台から遠距離にある場合が多い。そのため、漁港を利用する人々が津波から迅速かつ安全に避難するためのルートを予め確立しておく必要がある。

一方、漁港は、その役割（生産や流通の拠点）、魚種、漁業形態・規模等に応じて、様々な漁港施設用地が整備されているが、平地が狭隘で必要な用地が確保できない場合、工作物（人工地盤）を整備することによって必要な用地を確保している。

人工地盤の天端高は、数メートルから十数メートルの高さを有することから、避難ルートの一部、津波避難誘導デッキとして活用することも可能である。

今般の東日本大震災においては、地震発生後、漁場から漁船で漁港に戻り、津波にのみ込まれそうになった方、漁船の係留状況を確認するなどして逃げ遅れた方などもおり、漁港内から一刻も早く、より高いところ、より遠くへ避難することがなにより必要であることを踏まえつつ、岩手県の漁港の立地特性や利用特性を考慮して、漁港における津波避難誘導デッキの計画・設計の考え方を整理し、ガイドラインとしてまとめた。

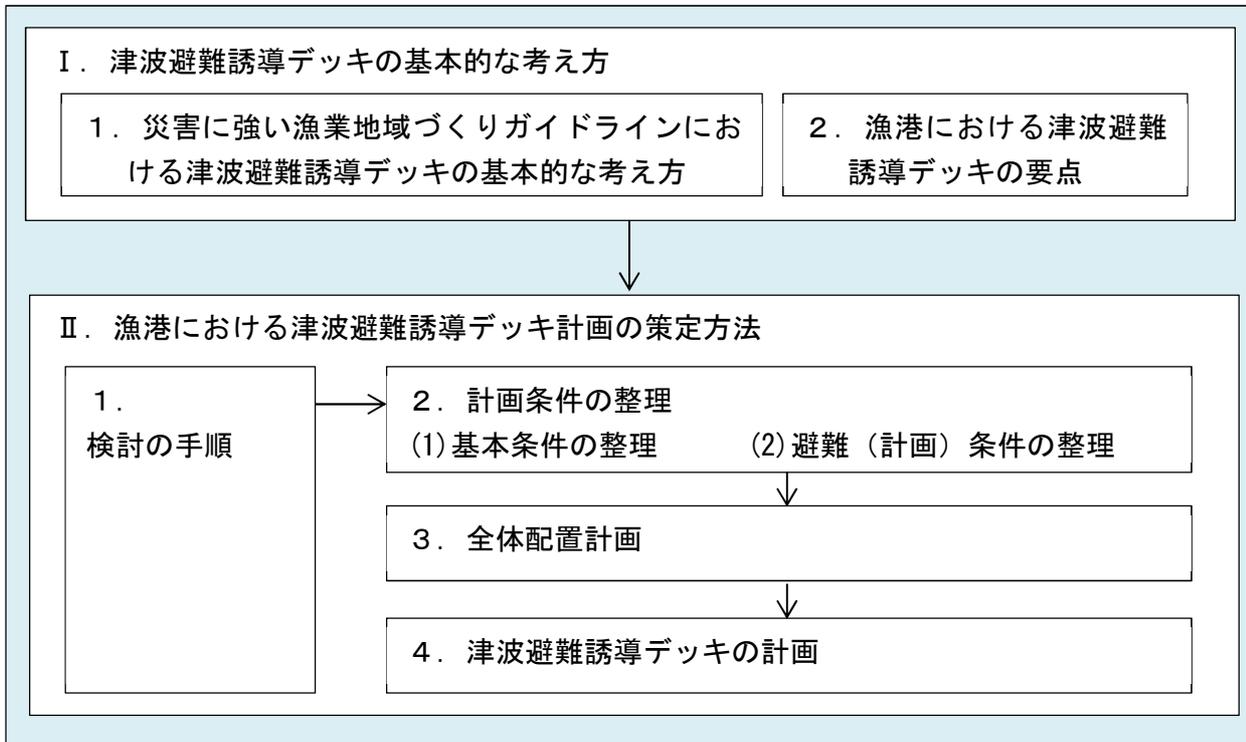
なお、本ガイドラインの作成にあたっては、平成 24 年 3 月に水産庁漁港漁場整備部から発行された「災害に強い漁業地域づくりガイドライン(改訂版)」を参考としている。

※ここで言う津波避難誘導デッキは、防潮堤の海側（堤外）から防潮堤の陸側（堤内）への避難ルートの一部を構成する施設を示す。

## 2. 本書の構成

本書では、まず計画編として津波避難誘導デッキの基本的な考え方を示し、次に計画の策定方法を記載している。そのあとに設計編として、設計の基本方針と具体的な設計の進め方を示している。

### 計画編



### 設計編

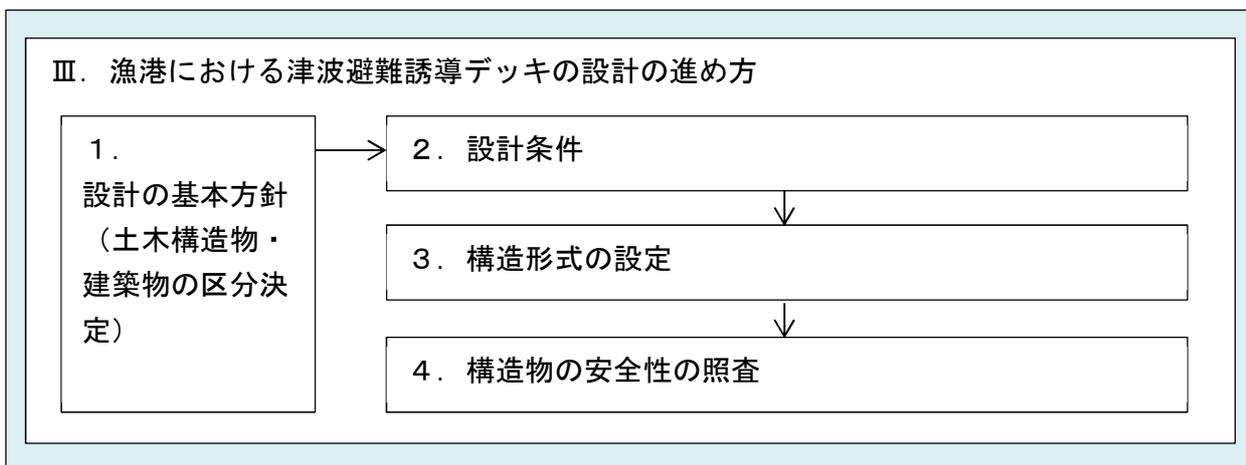


図-1 津波避難誘導デッキの計画・設計フロー図

# I. 津波避難誘導デッキの計画・設計に係る基本的な考え方

## I-1. 災害に強い漁業地域づくりガイドラインにおける

### 津波避難誘導デッキの基本的な考え方

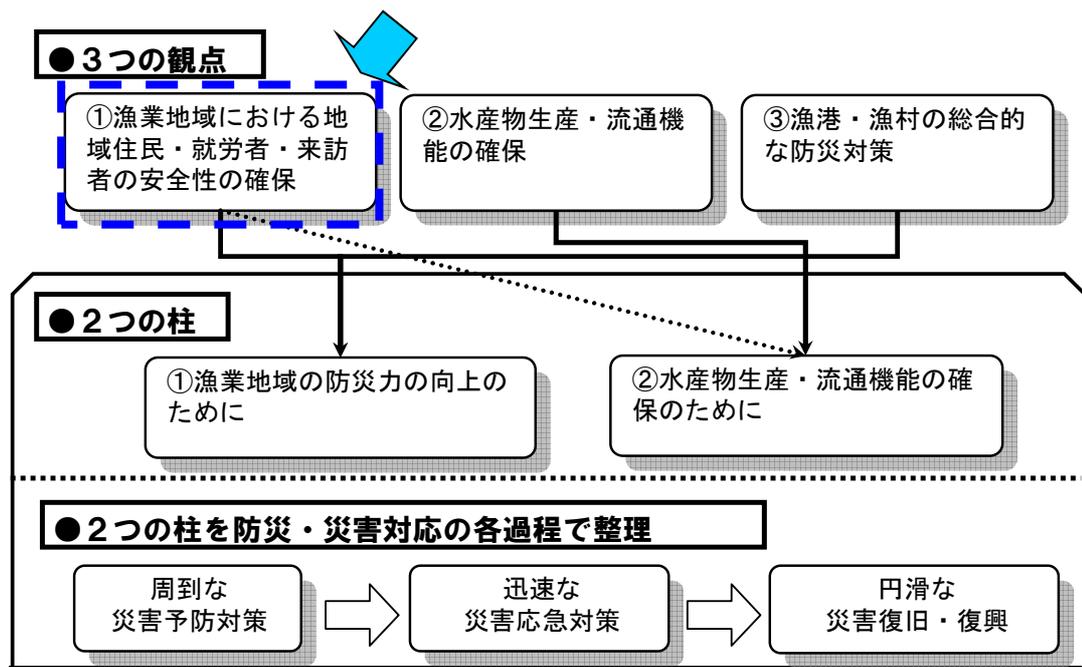
[基本的考え方]

津波避難誘導デッキの基本的な考え方や計画の前提条件については、平成24年3月に水産庁漁港漁場整備部から発行された「災害に強い漁業地域づくりガイドライン（以下、「ガイドライン」という。）で示されている3つの観点のうち「①漁業地域における地域住民・就労者・来訪者の安全確保」の考え方を踏まえ決定する。

#### 【解説】

ガイドラインは、地震・津波災害に対する漁業地域の特性と過去の被災事例等を踏まえ、漁業地域の防災対策に必要な3つの観点に対して2つの柱から、防災・災害対応の各過程に応じてとるべき対応策をとりまとめている。

津波避難誘導デッキは、この3つの観点のうち「①漁業地域における地域住民・就労者・来訪者の安全確保」を目的に整備するものであり、地域住民や就労者・来訪者の安全な場所への速やかな避難を基本とする災害予防として計画する。



災害に強い漁業地域づくりガイドライン（平成24年3月）水産庁漁港漁場整備部より

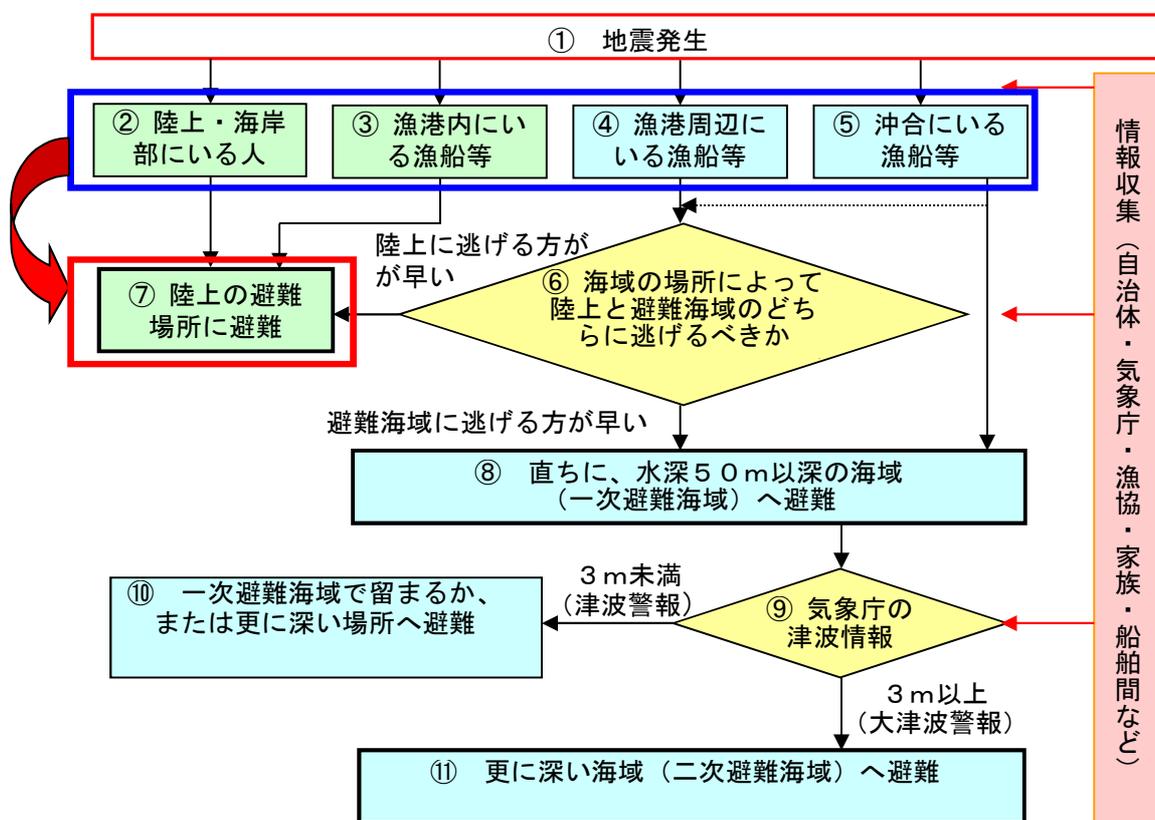
図 I-1-1 漁業地域で取り組むべき各過程での防災・災害対応

### (1) 状況に応じた避難の考え方

ガイドラインには、漁業地域における地震発生後の津波に対する避難行動の基本について、以下のとおり、記載されている。

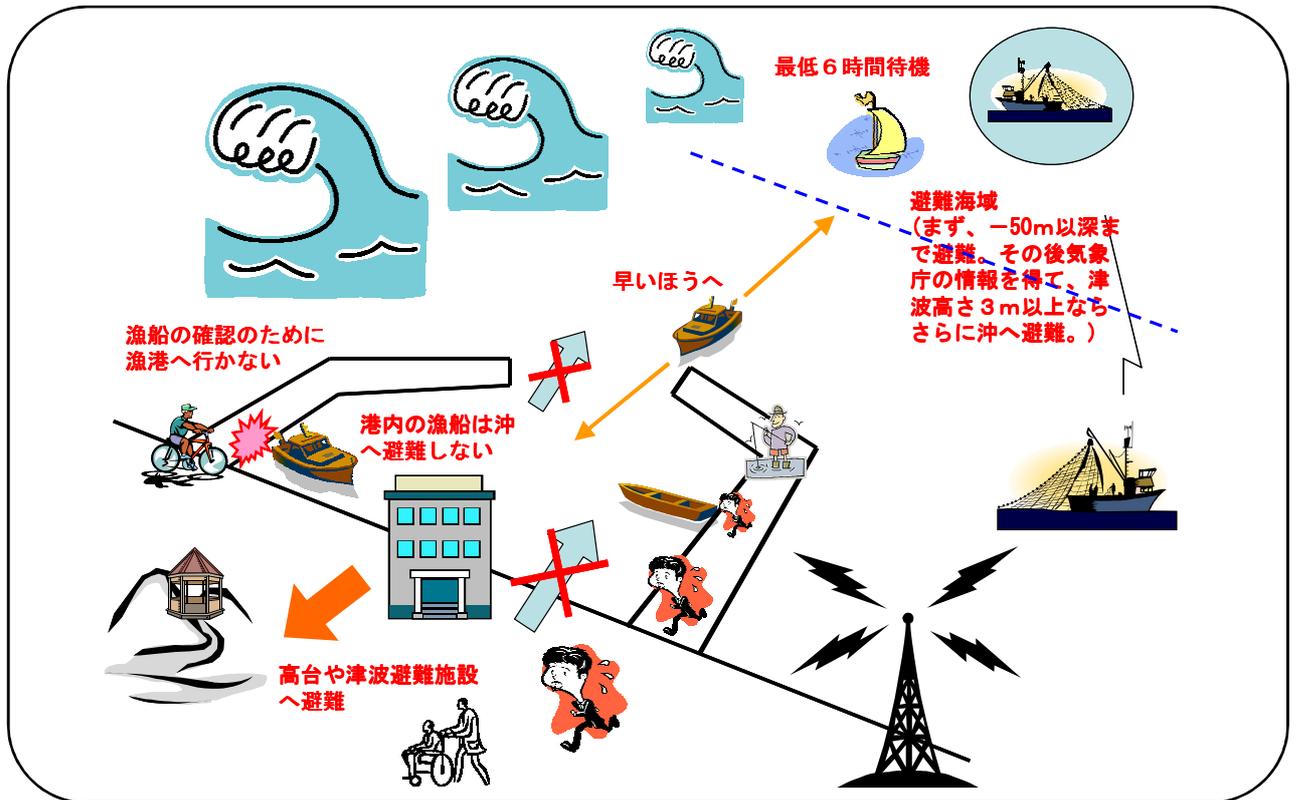
地震発生後の津波に対する避難行動の基本について、陸上・海岸部にいる人は陸上の避難場所に避難し、決して漁船や海を見に行かない。漁港にいる漁船等の船舶の乗船者も陸上の避難場所に避難する。そして、漁港周辺の海域にいる漁船等の船舶で津波の影響が小さい避難海域に逃げる方が早い場合、または沖合にいる漁船等の船舶は、直ちに水深概ね 50m 以深の海域（一次避難海域）へ避難する。一次避難海域に避難するまでの間に気象庁からの津波情報を入手し、「大津波警報（3m 以上）」が出された場合、更に水深の深い海域（二次避難海域）へ避難する。

また、帰港は独自の判断では行わず、津波警報、津波注意報が解除されるまで避難海域で待機する。（図 I-1-2 参照）。



災害に強い漁業地域づくりガイドライン（平成 24 年 3 月）水産庁漁港漁場整備部より

図 I-1-2 避難行動の基本ルールのフロー



災害に強い漁業地域づくりガイドライン（平成 24 年 3 月）水産庁漁港漁場整備部より

図 I -1-3 地域住民や就労者・来訪者の安全確保のイメージ

## (2) 地域住民や就労者・来訪者の避難

漁業地域において、地域住民や就労者・来訪者は様々な状況で活動しており、その状況に見合った避難対策が必要である。陸上・海上にかかわらず、人命を第一に考え安全な場所への速やかな避難を原則に属性、場所、行動等に配慮した以下の災害予防が必要であり、津波避難誘導デッキは、「②避難計画の策定と避難施設等の整備のうち、避難路・避難場所の確保（陸上）」のうち、津波に対し避難場所や避難所への避難を誘導する施設であって、避難場所や避難所ではない。

### <災害予防策等>

#### ① 避難行動のルールづくり

- ・避難行動に関する基本的なルール
- ・徒歩を原則とした避難
- ・災害時要援護者への対応
- ・漁船等の避難の考え方

#### ② 避難計画の策定と避難施設等の整備

- ・避難路・避難場所の確保（陸上）
- ・避難海域の設定（海上）
- ・避難案内板・誘導灯の設置（陸上）
- ・避難誘導體制の構築
- ・避難訓練の実施

③ 情報伝達体制の構築

- ・情報伝達体制の構築
- ・防災無線・監視カメラ・電子情報板等の設置（陸上）

④ 事前周知・普及・啓発

- ・ワークショップ・講習会・説明会等の開催
- ・パンフレットの作成・配布

「避難場所」と「避難所」

避難場所：津波来襲時に緊急的・一時的に避難する場所。高台の避難広場だけでなく津波避難ビル等を含む。

避難所：災害によって短期間の避難生活を余儀なくされた場合に、一定期間の避難生活を行う施設。

災害に強い漁業地域づくりガイドライン（平成 24 年 3 月）水産庁漁港漁場整備部より

## I-2. 漁港における津波避難誘導デッキの計画・設計に関する要点

[基本的考え方]

漁港における津波避難誘導デッキは、漁港の通常利用において不足する漁港施設用地を適正に確保するとともに、津波からの避難ルートの一部として活用するものである。このため、漁港施設用地としての必要性を踏まえた計画（用地の利用目的や規模）とする。

避難については、津波避難誘導デッキの下部・上部の用地の利用状況（荷さばき所、養殖用作業施設、野積場等）や漁港内の時期・時間別の人々の集散状況を整理し、避難対象者を設定するとともに、避難対象者が短時間のうちに堤内地と同等の安全度を有する場所へ避難できるよう、堤内の避難場所・避難所の配置を踏まえ、津波避難誘導デッキの配置を設定する。

さらに、立体的な避難行動として「より高いところへ、より水際から離れる方へ、高度を下げずに」を原則に適切な避難ルートを設定する。

### 【解説】

#### (1) 漁港施設としての必要性の検討

漁港における津波避難誘導デッキは、漁港の通常利用において、不足する漁港施設用地を津波避難誘導デッキで整備するものであり、漁港施設用地としての必要性を踏まえた計画（用地の利用目的や規模）として整理する必要がある。その上で、津波避難誘導デッキとしての活用について検討を行う。



図 I-2-1 漁港施設用地と津波避難誘導デッキ

## 表 I -2-1 漁港施設

(「漁港施設」とは、以下の施設であって、漁港の区域内にあるもの。)

<b>1. 基本施設</b>	
①外郭施設	防波堤、防砂堤、防潮堤、導流堤、水門、閘門、護岸、堤防、突堤及び胸壁
②係留施設	岸壁、物揚場、係船浮標、係船くい、棧橋、浮棧橋及び船揚場
③水域施設	航路及び泊地
<b>2. 機能施設</b>	
①輸送施設	鉄道、道路、 <b>駐車場</b> 、橋、運河及びヘリポート
②航行補助施設	航路標識並びに漁船の入出港のための信号施設及び照明施設
③漁港施設用地	各種漁港施設の敷地
④漁船漁具保全施設	漁船保管施設、漁船修理場及び漁具保管修理施設
⑤補給施設	漁船のための給水、給水、給油及び給電施設
⑥増殖及び養殖用施設	水産種苗生産施設、養殖用餌料保管調製施設、 <b>養殖用作業施設</b> 及び 廃棄物処理施設
⑦漁獲物の処理、保蔵及び加工施設	<b>荷さばき所</b> 、荷役機械、蓄養施設、 <b>水産倉庫</b> 、 <b>野積場</b> 、製氷、冷凍及び冷蔵施設 並びに <b>加工場</b>
⑧漁業用通信施設	陸上無線電信、陸上無線電話及び気象信号所
⑨漁港厚生施設	漁港関係者の宿泊所、浴場、診療所その他の福利厚生施設
⑩漁港管理施設	管理事務所、漁港管理用資材倉庫、船舶保管施設その他の漁港の管理のための施設
⑪漁港浄化施設	公害の防止のための導水施設その他の浄化施設
⑫廃油処理施設	漁船内において生じた廃油の処理のための施設
⑬廃船処理施設	漁船の破砕その他の処理のための施設
⑭漁港環境整備施設	広場、植栽、休憩所 その他の漁港の環境の整備のための施設

□：枠囲みは、津波避難誘導デッキとして活用する際の代表的な漁港施設用地

## (2) 津波避難誘導デッキの計画対象

### 1) 避難対象者

避難対象者は、漁港内にある防潮堤の海側の用地等（以下、「堤外地」という。）にいる人々（岸壁や泊地を日常的に利用する漁業就業者や市場関係者、流通業者、そして、漁港に立地する水産加工場や製氷工場などの水産関連企業の従事者に加え、憩いやレクリエーションの場として利用する住民・来訪者等）、漁港内にいる漁船等と漁港周辺にいる漁船等の中で陸上に逃げの方が早く、かつ安全性が高い人々を対象とする。

### 2) 避難計画対象津波と避難ルートの確立

東日本大震災津波のような最大クラスの津波に対して、漁港の各所から安全な高所や避難場所・避難所に、計画目標時間内に到達できることが津波避難誘導デッキを含む避難路計画の基本となる。このとき、避難速度は、避難の原則である「徒歩避難」に対応できるようにする必要がある。

漁港施設用地の多くは堤外地にある。ここにいる人々は、津波に対して漁港内にある防潮堤の陸側の用地等（以下、「堤内地」という。）にいる人々の安全度に比べ、かなり低位にあり、その安全度は無に等しい。このため、少なくとも短時間のうちに堤内地と同等の安全度を有する場所へ避難誘導する必要があり、これを実現するものの一つが津波避難誘導デッキである。

また、津波は、発生頻度が低いものの発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波と、頻度の高い一定程度の高さの津波の2つの津波が想定されているが、いずれの津波であっても被害は発生する可能性があるため、より早い避難が必要である。そのためには、より早く、より高いところへ、そして、避難途中で標高が下がらないこと、水際から遠ざかる方向へ、また、できるだけ高台や避難場所・避難所から遠ざかる向きにならないようにすることが望ましい。

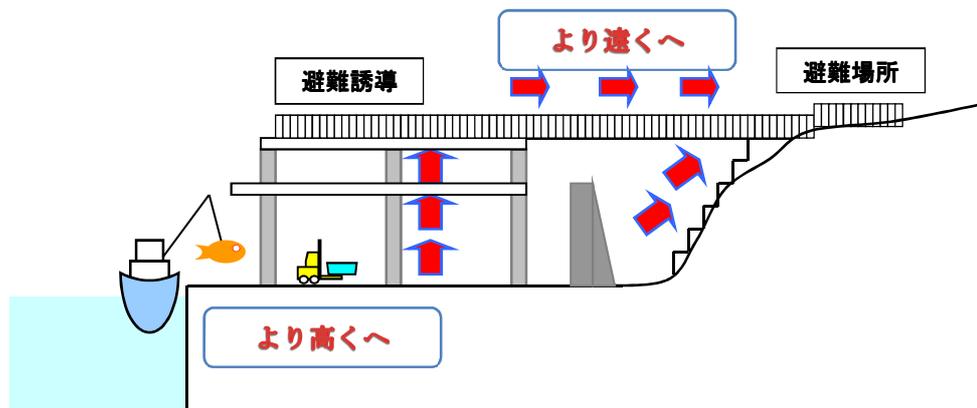


図 I -2-2 堤外地（漁港）からの避難の原則

### （3）地域防災計画との整合

都道府県や市町村が策定する地域防災計画との整合を図るものとする。特に、防災まちづくりに関する考え方や「避難場所」・「避難所」及び「避難路」計画等とは密接に連携して、施設の配置、構造等を決定する必要がある。

しかし、前述のとおり、漁港においては、津波に対しての安全度は、堤内地に比べ低く、少なくとも短時間のうちに堤内地と同等の安全度を有する場所へ避難誘導する必要がある。漁港内に水産加工場等の地域産業の核となる施設が配置されているなど、漁港が地域の中心的存在となっているところにおいては、漁港からの津波避難誘導が重要となってくることから、地域防災計画と津波避難誘導デッキの計画とがインタラクティブな関係となるよう配慮する。

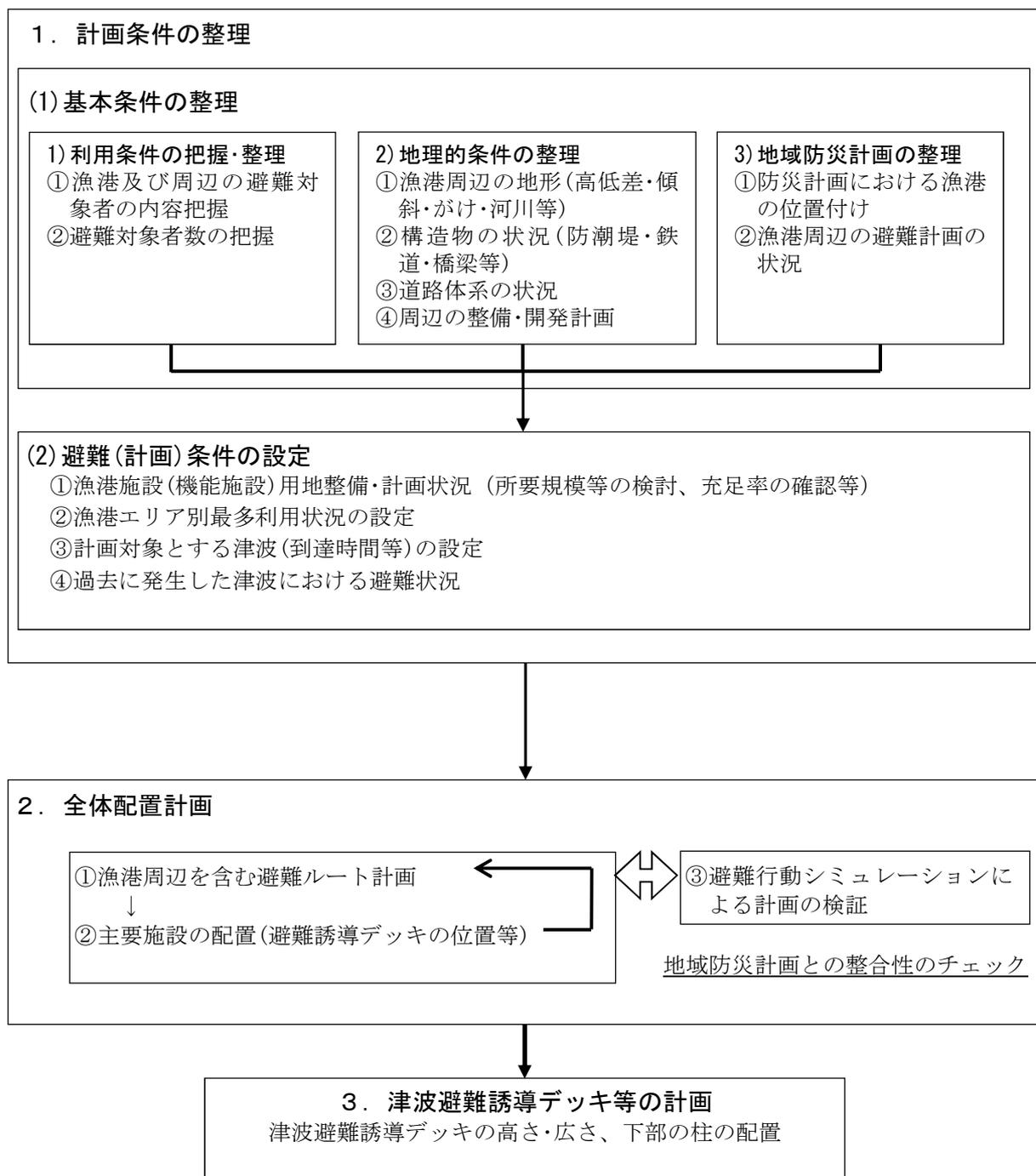
## Ⅱ．漁港における津波避難誘導デッキの計画の策定方法

### Ⅱ－１．検討の手順

[基本的考え方]

津波避難誘導デッキの計画は、利用・地理的な条件、県や市町村が策定した地域防災計画等を整理し、避難条件や施設計画の諸元を設定したのち、堤外地からの避難について津波避難誘導デッキの位置等、避難ルートについて検討する。

【解説】



図Ⅱ-1-1 津波避難誘導デッキの計画フロー図

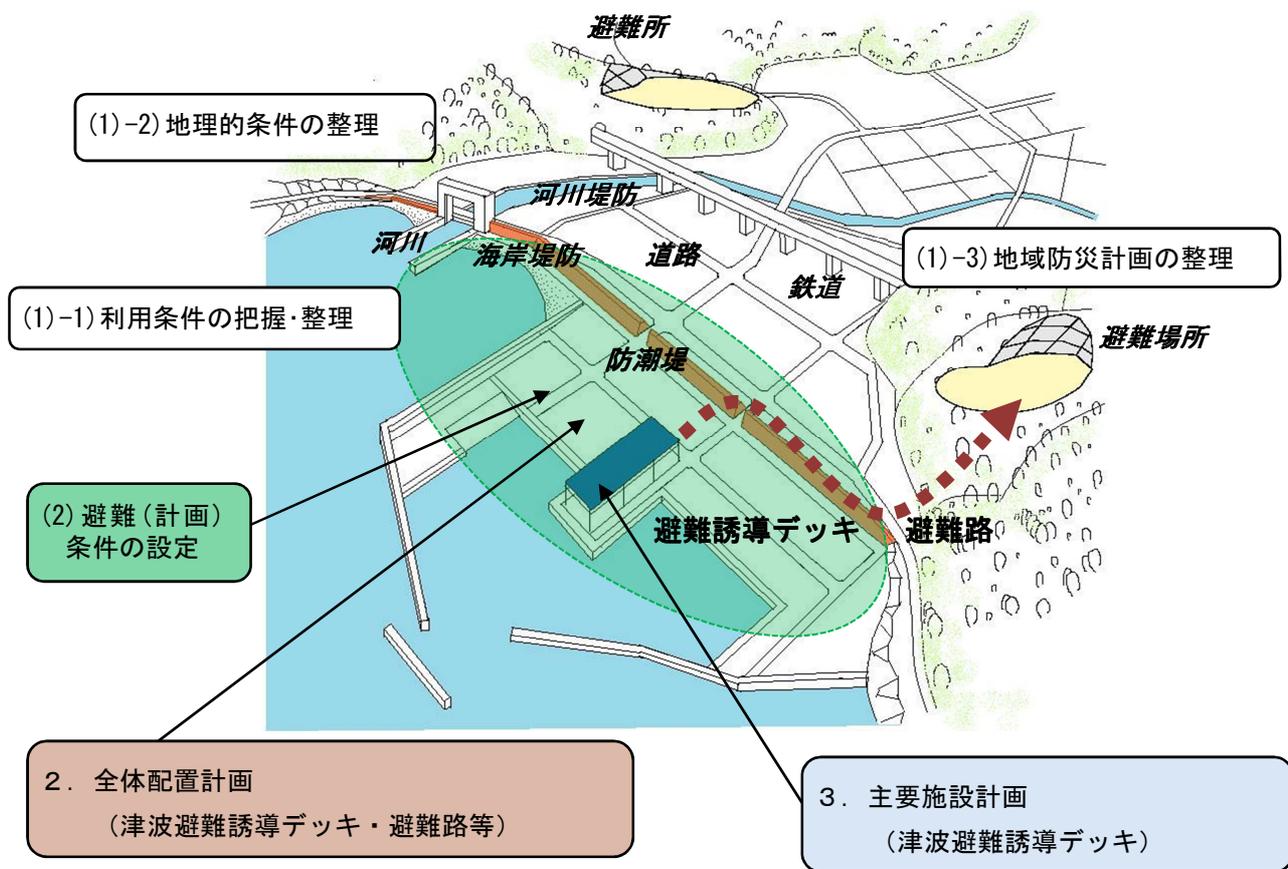


図 II-1-2 津波避難誘導デッキの計画概要図

## Ⅱ－２．計画条件の整理

### (1) 基本条件の整理

#### 1) 利用条件の整理

[基本的考え方]

避難対象者を設定するため、漁港及びその周辺にいる利用者について、利用内容、利用エリア、利用時期・利用時間帯を整理する。

#### 【解説】

##### ① 漁港及び周辺の避難対象者の内容把握

避難施設計画の対象となる漁港及び周辺エリアには、漁業就業者・市場関係者・水産物流通業者、漁業・水産関連企業従事者、市場見学者や食堂や直販所の利用者、及び、海洋性レクリエーションの利用者等が集散している。

また、漁港及びその周辺にいる人々は、時期・時間帯によってその数が大きく変動する。したがって、漁業関係においては、漁業種類別に時期毎、時間毎にその行動を整理する。一方、漁港への来訪者についても利用目的別に時期毎、時間毎にその行動を整理する。（「いつ」・「どこで」・「どのような方が」・「何をしている」を整理し、最も利用が集中する時期・時刻の状況を把握）

##### ② 避難対象者数の把握

前述の内容について、統計データや漁協等からのヒアリングにより、概略の利用者数を把握・推定する。

漁港内でも、エリアによって利用者が集散する状況が異なる場合が多くあり、エリア別に利用者の集中状況を整理することが必要な場合もある。



図Ⅱ-2-1 漁港における作業形態別避難対象エリア

## 2) 地理的條件の整理

[基本的考え方]

漁港内の津波避難誘導デッキの配置計画にあたって、施設の位置を検討するための条件となる漁港周辺の地形、防潮堤(海岸堤防)の位置、道路体系の状況及び関連する周辺の整備・開発計画について整理する。

### 【解説】

#### ① 漁港周辺の地形

漁港及び周囲の地形について、高台の位置、標高、漁港などからの距離、避難ルート上における災害危険区域等の存在の有無を確認する。

#### ② 構造物の状況

漁港から高台に向けて避難する際に横断しなければならない防潮堤、鉄道、高規格道路やトンネル、橋梁等の構造物について、高さ・幅員・延長・構造形式を把握する。

#### ③ 道路体系の状況

漁港や漁港周辺の道路について、高さ・幅員や交差点の位置等を把握する。

#### ④ 周辺の整備・開発計画

現状の把握に加え、今後の整備・開発の計画(復旧・復興整備を含む)についても把握する。

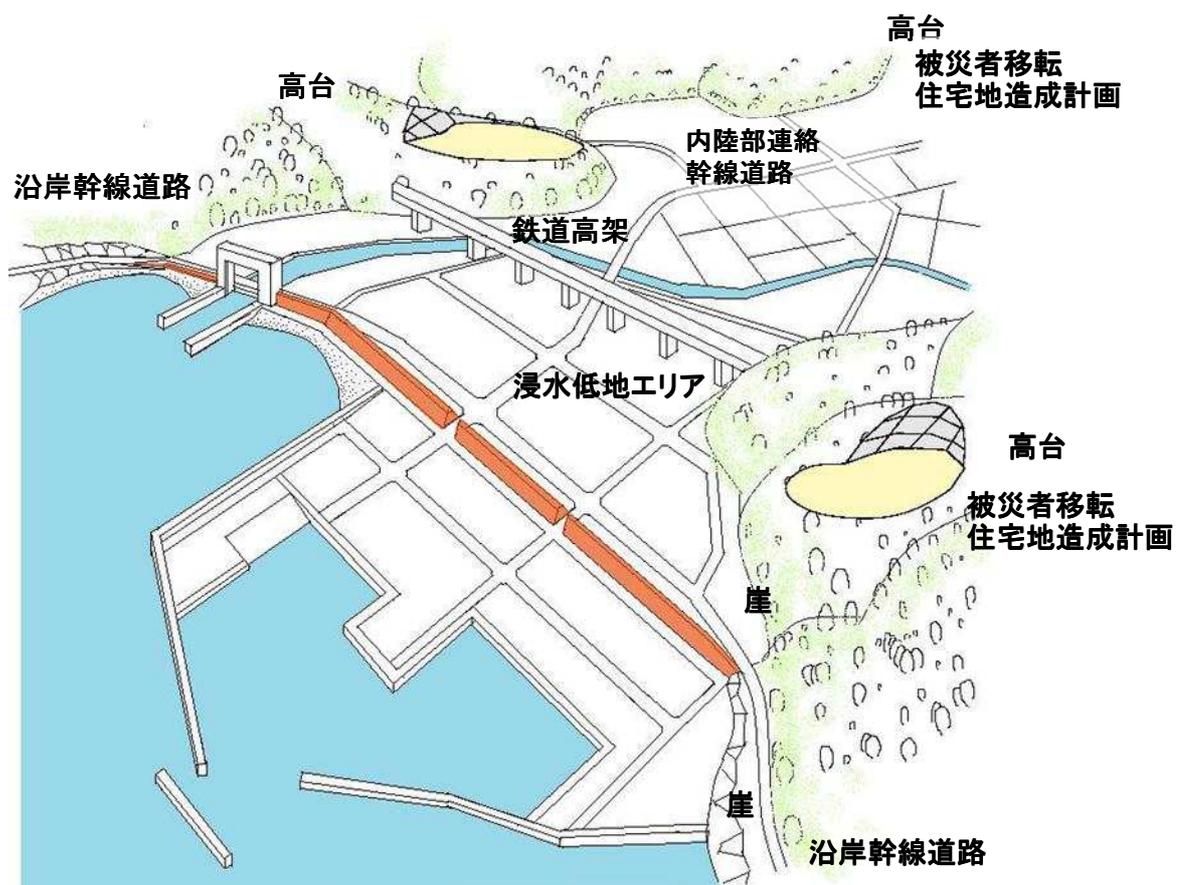


図 II-2-2 漁港周辺の地理的條件

### 3) 地域防災計画の考え方の把握

[基本的考え方]

地域防災計画で指定される避難場所や避難所の配置、災害時の漁港の役割、周辺を含めた避難計画の考え方を把握する。

#### 【解説】

##### ① 地域防災計画における漁港の位置付け

漁港は、災害活動時の緊急物資の海上輸送拠点や用地の広さを活かした緊急的なヘリポートの役割等が期待できる。また、漁港は、水産業の基盤であり、被災施設を早期に復旧することにより、沿岸地域産業の基幹である水産業の早期復旧が図られ、沿岸地域復興に寄与することが期待できる。

津波避難誘導デッキはこれらの役割に支障をきたさないよう計画するとともに、地域防災計画における漁港の位置付けについて把握し、地域防災計画と十分整合性が図られるようにしなければならない。

##### ② 漁港周辺の避難計画の状況

津波避難誘導デッキは、漁港から高台等にある避難場所・避難所に至る避難ルートを構成する施設である。

そのため、まずは周辺の避難計画が設定されているかを確認し、計画されていれば、それらの平面位置、高さ等の条件を把握する。一方、周辺の計画が未確定の場合には、避難ルートの避難目標となる避難路や避難場所について関係市町村等と十分検討し、配置計画等を策定する。

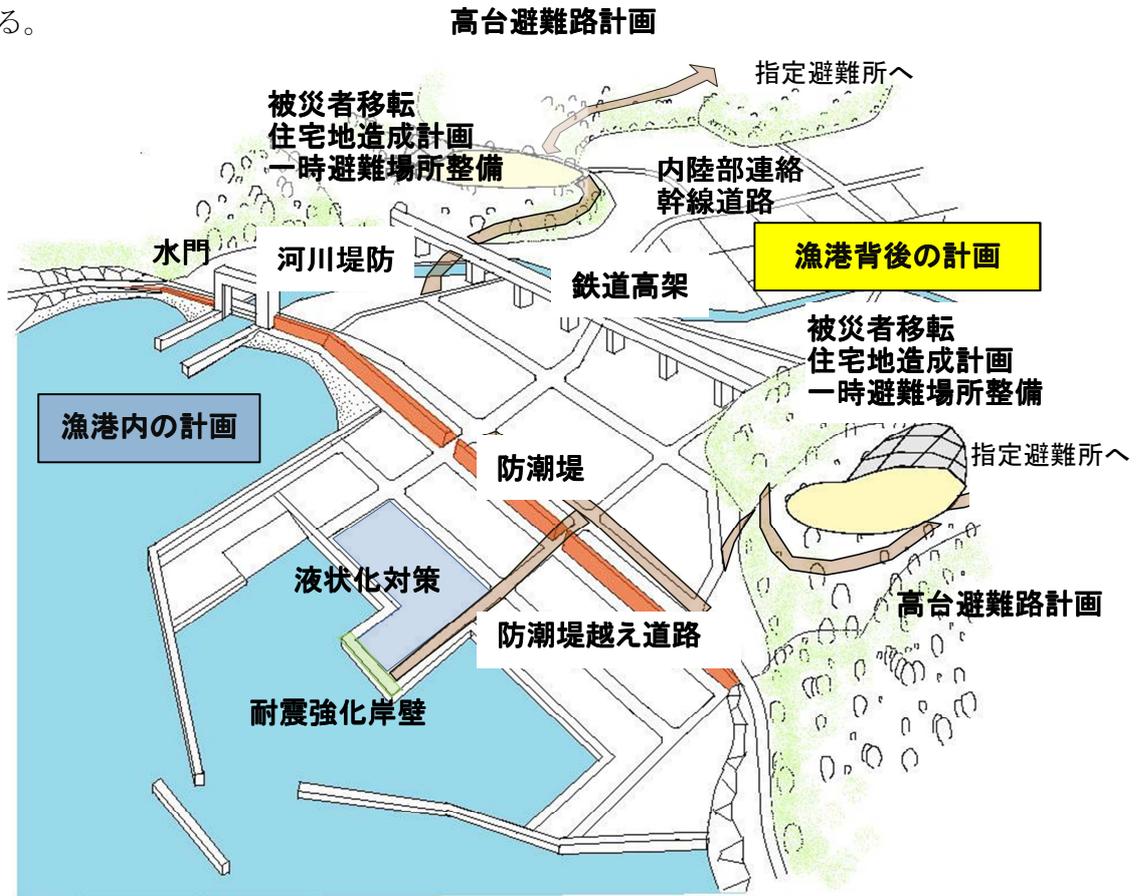


図 II-2-3 関連計画

## (2) 避難(計画)条件の整理

### 1) 漁港施設所要規模等の検討及び充足率の確認等

[基本的考え方]

漁港の基本施設、機能施設について現有規模、既存計画、所要規模を把握し、それぞれの施設の充足率を確認するとともに、漁業の動向変化や関連施設の老朽化の進行状況等を踏まえて漁港施設用地の整備に係る課題を抽出する。

#### 【解説】

漁港における津波避難誘導デッキは、通常の利用にあたって、不足する漁港施設用地を確保するものであり、施設用地の計画策定においては、漁港施設の整備状況・計画状況を把握し、施設用地の必要面積、充足率等を確認する必要がある。

### 2) 漁港エリア別最多利用状況の設定

[基本的考え方]

堤外地には、漁業就業者・市場関係者をはじめとして様々な人々が集散している。このため、避難対象者を設定するにあたって、漁港の整備・計画状況を考慮して漁港の堤外地におけるエリア別利用状況を設定する。

#### 【解説】

堤外地には、漁業就業者・市場関係者・水産物流通業者、漁業・水産関連企業従事者、市場見学者や食堂や直販所の利用者、そして、海洋性レクリエーションの利用者等が集散している。このため、作業(利用)目的別にエリアを設定し、それぞれのエリアでの最多利用時期・時間帯を考慮した最多利用人数を整理する。

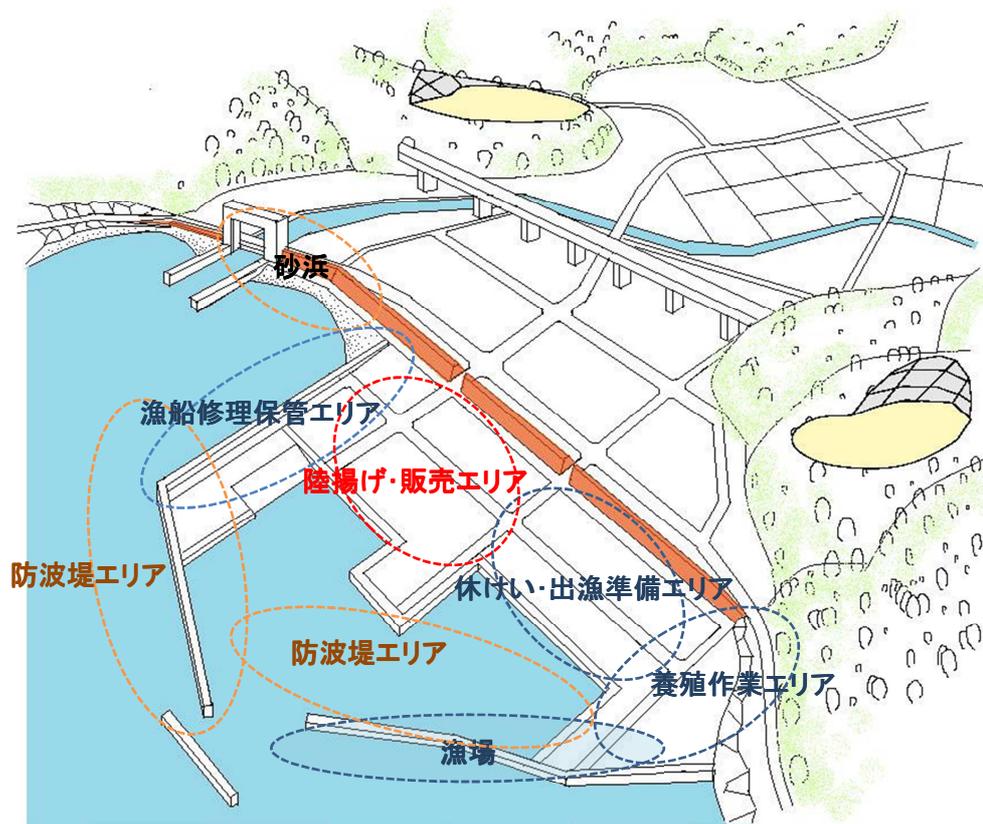


図 II-2-4 堤外地における作業形態別避難対象エリア

表Ⅱ-2-1 堤外地のエリア別の最多利用状況

[○○○エリア ○○月○旬]

	人数	時間帯別利用者数																								
		0	1	2	3	4	5														18	19	20	21	22	23
1. 漁業生産者・販売関係利用者	人																									
(1)漁業従事者	人																									
海上作業・陸揚げ作業従事者	人																									
地元漁業者	人																									
外来漁船従事者	人																									
陸上作業従事者	人																									
地元漁業者	人																									
外来漁船従事者	人																									
(2)魚市場従事者	人																									
(3)水産物買受け業従事者	人																									
(4)その他	人																									
2. 漁業・水産関連従事者等	人																									
(1)業界団体・組織関係従事者	人																									
(2)加工・流通等立地事業所従事者	人																									
(3)その他	人																									
3. 海洋性レクリエーション等関係利用者	人																									
(1)住民関係	人																									
(2)来訪者	人																									
祭り・イベント時参加者	人																									
その他のレク利用	人																									
遊魚	人																									
海水浴	人																									
その他	人																									
合計	人																									

### 3) 津波到達時間等の設定

[基本的考え方]

漁港の各所から安全な高所に到達するまでの計画避難時間を設定する津波は、最大クラスの津波とする。

また、到達時間及び津波高さについては、最大クラスの津波における第1波の津波到達時間や津波シミュレーションの結果に基づき設定する。

#### 【解説】

津波避難誘導デッキは、東日本大震災津波のような最大クラスの津波に対しても、人命を守るため、漁港の各所から計画目標時間内に安全な高所に到達できるようにする必要がある。そのため、避難計画の条件となる津波は最大クラスの津波とする。津波到達時間については、目安として、津波の高さが+1.00mとなるまでの時間（「南海トラフの巨大地震による津波高・浸水域等（第二次報告）及び被害想定（第一次報告）内閣府 平成24年8月29日」で示されている津波高+1.00mの最短到達時間を参考）を津波到達時間とする。

そして、津波に対する堤内地の安全度に比べ、堤外地の安全度は無に等しいことから、短時間のうちに堤内地と同等の安全度を有する場所へ避難できるようにする必要がある。

なお、この津波避難誘導デッキは、漁港内に最大クラスの津波の高さに対応した施設を整備するものではなく、漁港周囲の高所に計画目標時間内に到達できるよう避難ルートの一部として位置付け整備するものである。

### 4) 過去に発生した津波における避難状況

[基本的考え方]

計画対象地域において、過去の津波来襲時における避難時の問題点や課題等を把握したうえで、過去の教訓等が活かされるような避難(計画)条件を設定する。

#### 【解説】

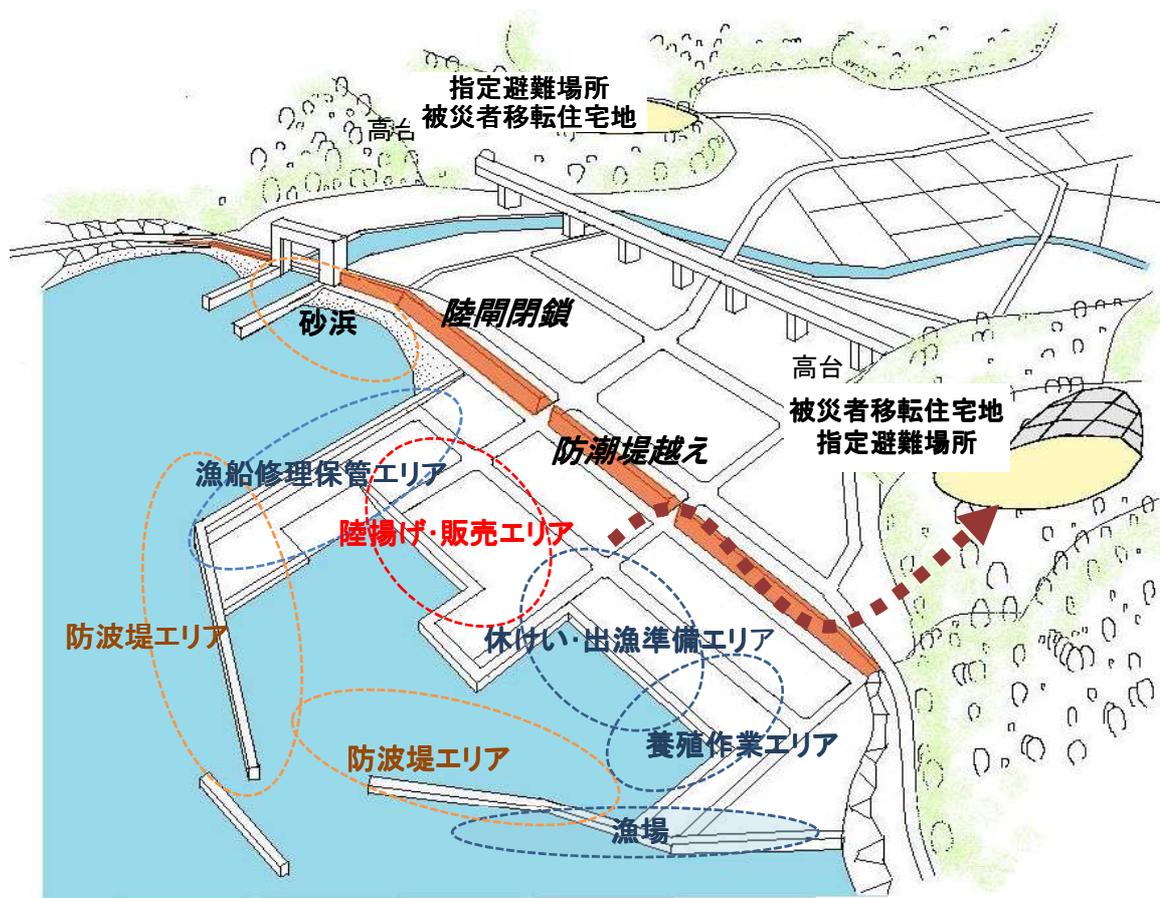
東日本大震災では、誤った方向に避難行動をとり被害に遭われた方、避難後、再び漁港に戻ってきて被害に遭われた方、さらには、漁場から漁船で漁港に戻り、津波にのみ込まれそうになった方などがいる。過去の津波被害の際に、防災に関する様々なことが言い伝えられてきてはいるが、実際にはそれら教訓が活かし切れていないこともある。このようなことから、過去に発生した津波での避難行動における問題点や課題等を十分に把握し、漁港内から一刻も早く、より高いところ、より遠くへ避難する条件を設定する必要がある。

## Ⅱ－３．全体配置計画

[基本的考え方]

目標避難時間以内に各エリアから指定避難所に向かう避難ルートの全体配置計画については、迅速かつ安全に避難できるよう、津波避難誘導デッキの位置、津波避難誘導デッキから高台へ向かう道路への取り付けなど堤外地から指定避難所等までの避難ルートなどを適正に設定する。

【解説】



図Ⅱ-3-1 各エリアからの避難ルートイメージ

## (1) 津波避難誘導デッキを含む避難ルートの計画

### 1) 目標避難所要時間

最大クラスの津波における第1波の津波到達時間や津波シミュレーションによる津波到達時間に基づき避難完了までの時間的余裕を考慮し、目標とする避難所要時間を設定する。

また、地震発生時に採貝藻漁業や養殖漁業など小型漁船で操業している場合は、漁港に戻ってからの避難となるので、帰港に係る時間も考慮する必要がある。

### 2) 漁港区域からの避難ルートの設定

堤外地における各エリアでの時期・時間、人数より、避難場所・避難所の位置、地形条件を踏まえ、漁港内各エリアからの基本的な避難ルートを設定する。

避難ルートにおいては、どこのエリアは、どこのルートを通して、どこへ避難するか、明確にする必要があり、適切な方向に避難を促す対策も必要となってくる。

また、漁港の規模や時期、時間帯によっては複数のルートが必要となる場合がある。このとき、津波避難誘導デッキは、対象避難者数や目標避難所要時間等から最も重要となるところに計画するとともに、対象者が適切に津波避難誘導デッキへ誘導できるような対策を講じる必要がある。

さらに、津波避難誘導デッキにおいては、堤外地にいる人々はもちろんのこと、漁船で帰港し避難する漁業者も考慮し、階段等の配置を検討する必要がある。

なお、津波避難誘導デッキから既設の幹線道や避難路に接続する場合には、接続路の高さが津波避難誘導デッキの高さに比べ、できるだけ下がらないようにすることや迂回しないようにすることが望ましい。

### 3) 日常動線と共通する堤内地の避難ルート

堤内地の避難ルートは、災害時でも日常と同様の行動で避難できるようにする。したがって、日常動線を、避難時の動線としても利用できるよう計画する。

また、1つのルートの機能停止により全避難機能が停止することがないよう、漁港の規模や地形条件に応じてできるだけ複数のルートや周回性を確保する。

## (2) 徒歩避難を踏まえた避難ルートの設定

避難は徒歩を原則としていることから、津波避難誘導デッキからの避難路は、徒歩での避難に支障をきたすことがあってはならない。勾配を緩くするなど歩行を困難とさせないようにする必要がある。また、迂回的なルートや標高の上がらない経路などは避難行動を躊躇させるため、より早く視界の良い防潮堤上部へ昇るルート等の検討も必要となる。また、避難に際して、海側に向かう避難方向、標高の低下、海の状況が把握できないままの海岸と並行するルート等、避難行動の継続を戸惑わせることがないように配慮する。

一方、津波避難誘導デッキの通常利用が駐車場の場合には、車両での避難が想定されるとともに、避難場所までの距離が遠い場合や徒歩避難が困難な高齢者がいるなど、車避難を受容せざるを得ない場合も想定される。車両による避難を受容せざるを得ない場合は、シミュレーション等の適切な検討プロセスを踏まえ車避難における適切な避難ルールづくりを行う必要がある。

さらに、冬期においては、津波避難誘導デッキや階段、歩道等が降雪や積雪、凍結等により避難行動に支障をきたす可能性がある。降雪・積雪、凍結への対策等についてもルールづくりを行う必要がある。



図Ⅱ-3-2 漁港内各エリアからの避難ルート

## 津波避難シミュレーション

災害発生時に住民の避難行動を予測する主な手法としては、表参-1 に示すとおり①ポテンシャル法、②セルオートマトン法、③マルチエージェント法がある。それぞれ長所・短所を有しており、地域的な条件や想定する避難シナリオなどを踏まえ、手法を選択する。

表 参-1 災害発生時における住民の避難行動を予測する手法

手 法	ポテンシャル法	セルオートマトン法	マルチエージェント法
概 要	空間を避難に関する各要因の影響を表すポテンシャルの時間・空間分布としてモデル化し、得られたポテンシャル場から進行方向（ポテンシャル高→低へ）を決定する避難行動シミュレーション手法である。	空間を一様に格子状に分割し、それぞれの格子に有限の状態量をもつセルを配置し、モデル化する。各セルの次の状態は、隣接するセルとそれ自身の状態量から決定される。これらを積み重ね、空間全体の組織を形成していく方法である。	個々の行動ルールをもったエージェントと呼ばれる人工社会に住む人々等が、外部環境や他のエージェントとの相互作用を通じ、ルールにしたがって行動するモデルである。
長 所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・複雑な空間も対象にできる。</li> <li>・計算過程が簡単で比較的性能の低いパソコンでも実行可能である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ポテンシャル法に比べ、近傍のセルの相互影響を表現でき、人の行動が別の人に影響を与えるような現象をシミュレート可能である。</li> <li>・近傍セルとの相互関係の計算であるため比較的計算が簡単である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セルオートマトンが近傍のセルのみを考慮するのに対し、マルチエージェントではフィールド内のあらゆるエージェントとの相互作用を考慮できる。</li> <li>・適切なエージェントを設定できれば信頼性が高い。</li> </ul>
短 所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モデルの信頼性の基本となる各ポテンシャルを適切に設定するのが難しい。</li> <li>・ポテンシャルが高いところから低いところへ移動するという比較的単純な行動であり、複雑なシナリオに対応するのは難しい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・近接のセルとの相互関係により状態量に変化するモデルであり、複雑なシナリオには対応が難しい。</li> <li>・空間をメッシュで区分するため閉鎖空間での自由移動を表現する場合は有用であるが、広い空間では演算負荷が大きくなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モデルの記述の自由度が高いため、設計者が自分の都合に合わせた作り込みが可能であり、複雑な現象をより現実的に、また比較的容易に表現することが可能である。</li> </ul>

### (参考文献)

- ・横山秀史、目黒公郎、片山恒雄：避難行動解析へのポテンシャルモデルの応用、土木学会論文集、No. 513/ I -31、pp. 225-232、1995.
- ・松田泰治、大塚久哲、樗木武、大野勝、磯部淳志：火災および避難誘導灯を考慮した地下街における群集の避難行動シミュレーションに関する研究、消防輯報、No. 56、pp. 117-122、2004.
- ・山影進：人工社会構築指南 -Artisoc によるマルチエージェント・シミュレーション入門、書籍工房早山、2007.

## Ⅱ－４．津波避難誘導デッキの計画

[基本的考え方]

津波避難誘導デッキは、漁港施設としての通常利用を主目的とするため、漁港施設の必要性を確認した上で計画を策定する必要がある。

また、津波避難誘導デッキの通常利用の場合の施設を策定するにあたっては、当該漁港における漁業活動のほか、将来予測など漁業の動向等を考慮するものとする。

### 【解説】

#### (1) 津波避難誘導デッキの目的

堤外地に津波避難誘導デッキなどの高所を確保することは、避難・財産保全の上で有効である。特に安全な高台までの避難ルートの中で中継目標としての有効性を有しており、避難行動を分かりやすく誘導する役割が期待できる。また、避難行動中の海の状況確認、災害情報の提供等の避難支援拠点の役割をもたせるのに適している。

ただし、漁港の津波避難誘導デッキは、通常利用において不足する漁港施設用地を確保することを主目的とした上で、避難施設としての活用を検討するものであることに留意する必要がある。

#### (2) 規模

津波避難誘導デッキの規模は、港勢と実際の利用形態を考慮して不足している漁港施設用地等施設の所要規模を算定し、漁業者等のニーズ等を踏まえ、適正な配置と必要面積、高さを有する施設とする必要がある。

### (3) 利用形態と配置計画

#### 1) 利用内容

津波避難誘導デッキの利用形態については、不足する漁港施設用地の他、漁港への新たなニーズへの対応なども踏まえ検討する。

##### 津波避難誘導デッキ上部の利用形態例

駐 車 場 等：漁港付近から遠方への移転により通勤型となる漁業従事者のための  
駐車場

漁具干場等：漁具・資材等の一時的な仮置きのための漁具干場・養殖作業保管施設  
・野積場等

#### 2) 配置

津波避難誘導デッキの配置については、通常利用と津波来襲時の避難への利用の観点から決定する。避難機能を有効に発揮するためには、多くの人々が短時間で避難できるような配置とすることが必要である。また、通常利用の観点からは、漁業作業の効率性や利便性から配置を検討する。津波避難誘導デッキの下部は降雨降雪、日射の影響を受けなくなり、水産物の品質確保、就労環境改善等が期待できることなど、荷さばき所や養殖作業施設用地等との併用などが効果的である。

なお、人が集まる場所に津波避難誘導デッキを配置することが、必ずしも短時間に多くの人々を避難誘導することに結びつかないので、避難ルートと津波避難誘導デッキの位置が複数考えられる場合には、人が集まる場所に配置したケースとその他のケースを避難シミュレーションによって確認し、総合的に判断する必要がある。

##### 津波避難誘導デッキの下部の利用形態例

荷 さ ば き 所 ・ 市 場：屋根の下での作業となり水産物の品質向上

刺網等水産物仕立て作業所：魚市場上場前の網外し、容器仕立て作業の場所

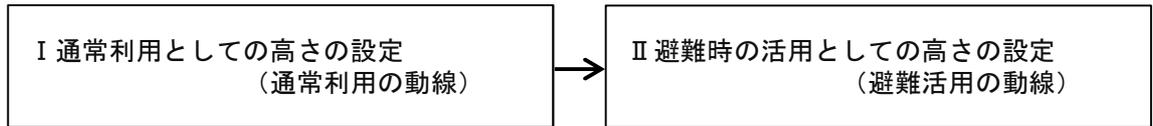
養殖ワカメ 1 次処理作業所：漁業者が実施するボイル作業などの場所

養殖ホタテ稚貝分散作業所：日射や真水に弱い稚貝を扱う場所

漁具・資材修理作業所：長時間を要する網修理などの場所

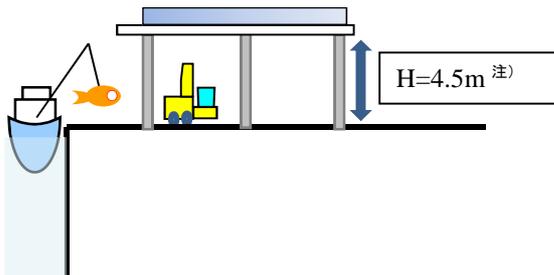
#### (4) 屋上部の高さの決定方法

津波避難誘導デッキの高さは、利用内容と位置、規模が決定されたのち、以下の高さから決定する。



##### ①高さの基本的考え方

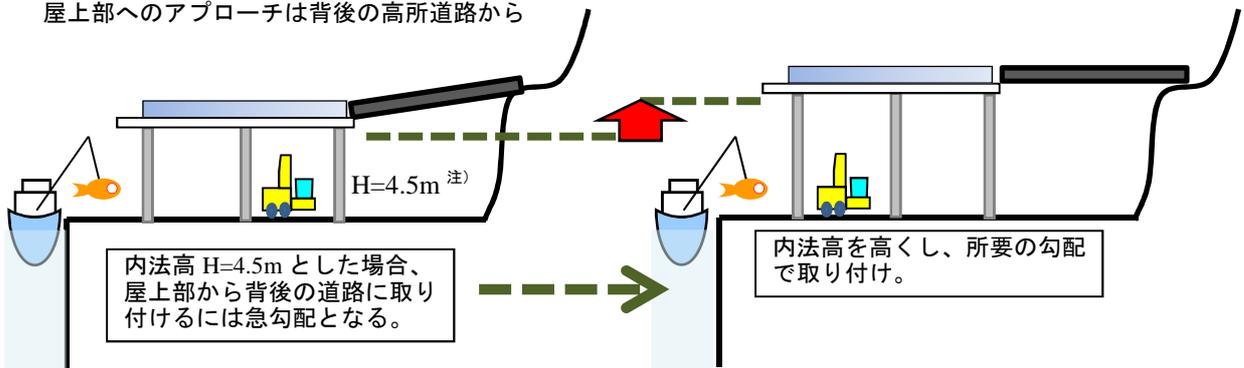
例：屋上部 漁具干場  
屋上部へのアプローチは地上から



注) 道路構造令において、道路上で車両や歩行者の交通の安全を確保するために、ある一定の高さの範囲内には障害となるような物を置いてはいけないという高さ(建築限界)。下部の用地には車両等の交通があるため、この高さを内法高とする。

##### ②背後道路との取り付け

例：屋上部 駐車場  
屋上部へのアプローチは背後の高所道路から

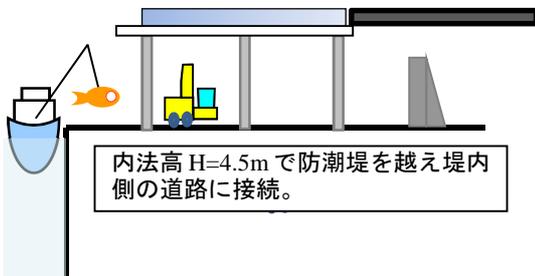


内法高 H=4.5m とした場合、屋上部から背後の道路に取り付けるには急勾配となる。

内法高を高くし、所要の勾配で取り付け。

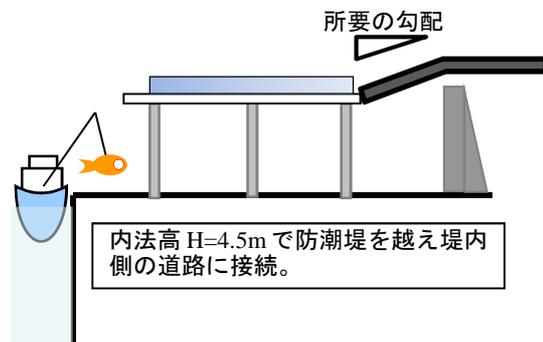
図 II-4-1 津波避難誘導デッキの高さ考え方 (1)

③防潮堤より津波難誘導デッキが高い場合



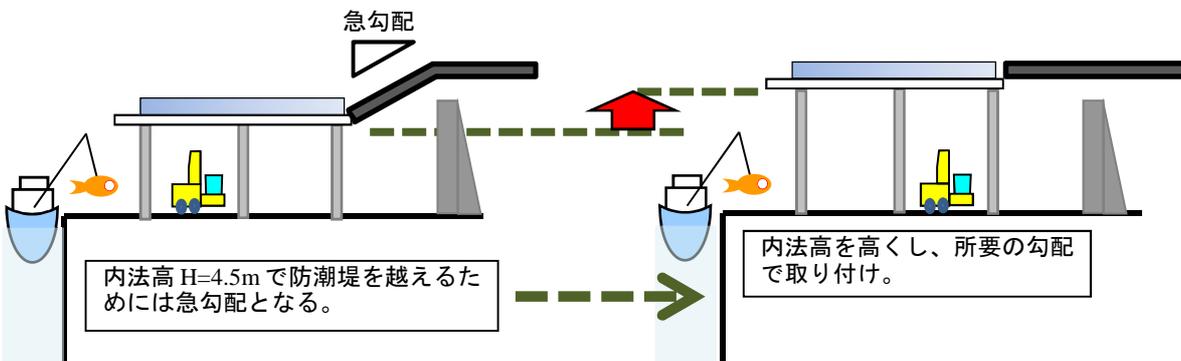
内法高  $H=4.5\text{m}$  で防潮堤を越え堤内側の道路に接続。

④防潮堤より津波避難誘導デッキが低い場合



内法高  $H=4.5\text{m}$  で防潮堤を越え堤内側の道路に接続。

○津波避難誘導デッキから防潮堤を越える道路や避難路においては、これらの荷重が防潮堤に掛からないよう留意する。



内法高  $H=4.5\text{m}$  で防潮堤を越えるためには急勾配となる。

内法高を高くし、所要の勾配で取り付け。

○内法高を高くし、背後へ所要の勾配で取り付けした場合、内法高が高くなりすぎて、デッキ部の屋根としての効果が低下したり、無駄な空間を生むなど利用上非効率的となることがある。このようなときは、多層式の用地利用や底地に計画する荷捌き所等の施設の屋上利用など、通常利用において有効な活用が図れるよう留意する必要がある。

図 II-4-1 津波避難誘導デッキの高さ考え方 (2)

津波避難誘導デッキへの取り付け道路等の主な勾配は表 1-3 に示すとおりである。

表 II-4-1 各形態における勾配

形 態		勾配
徒歩		5%
	やむを得ない場合 <sup>注)</sup>	8%
車いす	自走式・介護付き	8%
	電動式	12%
【参考】 自動車	設計速度 40km	7%
	設計速度 30km	8%
	設計速度 20km	9%

注) 地形の状況やその他特別の理由によりやむを得ない場合  
道路構造令の解説と運用 日本道路協会

#### (5) 柱の配置

津波避難誘導デッキの柱などの配置は、下部の利用形態を十分考慮したうえで決定する。柱の間隔が広い方が、下部用地での作業に支障をきたすことは少ないが、柱間隔が広くなると強固な構造物となり、費用も嵩むことになる。作業に支障がない範囲で経済性等を考慮し適切な柱間隔とする必要がある。

例えば、下部の用地が荷さばき所の場合、漁船の係船位置、水産物の陸揚げ・選別・陳列・セリ・出荷形態や動線を把握し、これら作業に支障のないような柱の配置とする。また、漁具保管修理施設（漁具干場）の場合は、漁網修理など網を広げて作業を行うため、これらに支障をきたさないようにする。その他、下部の用地への車両の進入や作業車両など車両の動線を阻害しないような配置とする。

(6) 漁港規模別津波避難誘導デッキの計画

津波避難誘導デッキの計画において、漁港の役割や規模等により計画にあたっての留意点が異なってくる。第3種漁港などの生産・流通拠点では、養殖漁業に加え多様な漁業形態による陸揚げが行われており、そこには、陸揚げ、選別、セリ、出荷など、荷さばき・市場を中心に各過程に携わる様々な人々が年間を通じて集まっている。一方、第1種漁港などの生産拠点漁港では、生産流通拠点漁港より規模は小さいものの時期によっては集中的に長時間の作業が行われている。

このように、漁港の規模によって漁港の利用形態が異なってくることから、これらの点に注意して避難施設としての津波避難誘導デッキの配置等を決める必要がある。(表II-4-2参照)

さらに、津波避難誘導デッキの配置は、近傍の高台、避難場所・避難所へより早く避難するため、背後地形を利用するなどの配慮も必要である。

表II-4-2 漁港規模別津波避難誘導デッキの配置例

漁港種別	第1種漁港	第2種漁港	第3種漁港	第4種漁港
漁港の位置付け	生産根拠・生産拠点			
		流通・加工拠点		避難
主な避難対象者	漁業者	漁業者・市場関係者・水産加工場従事者、一般来訪者等	漁業者、市場関係者、搬送業者、製氷工場・水産加工場等従事者、一般来訪者 等	
避難対象者が集中する時期	3～5月 (わかめ養殖)	3～5月 (わかめ養殖)	通年	
避難対象者が集中する時間	日中	陸揚げ～セリ・搬出	陸揚げ～セリ・搬出	
避難対象者が集中する場所	岸壁	荷さばき所・市場	荷さばき所・市場	
津波避難誘導デッキの望ましい位置	わかめの陸揚げ・一次処理場	荷さばき所・市場	荷さばき所・市場	

# Ⅲ. 漁港における津波避難誘導デッキの設計の進め方

## Ⅲ-1. 設計の手順

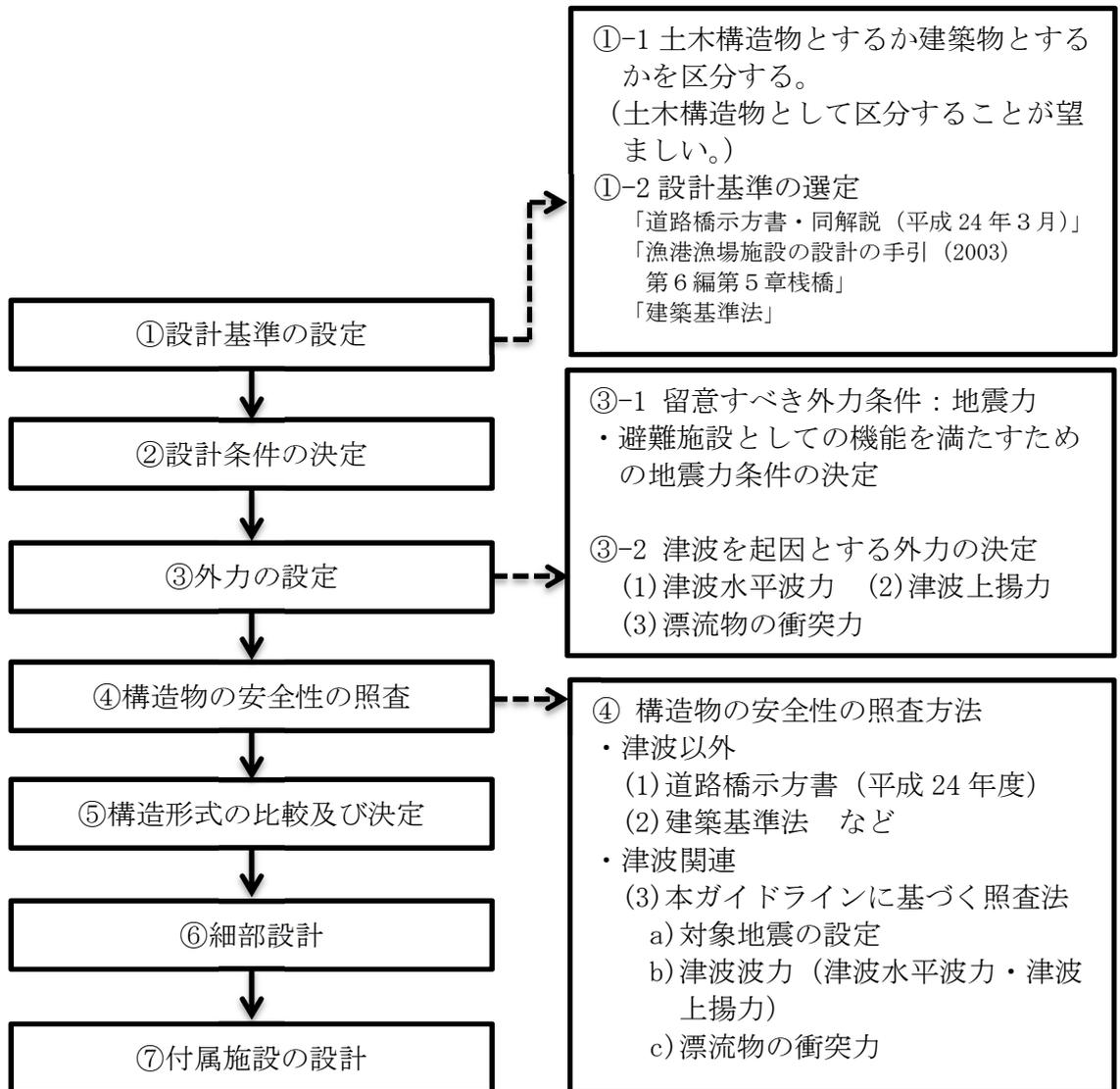
[基本的考え方]

津波避難誘導デッキは、自然条件、材料条件、施工条件、経済性、周辺への影響等を考慮し、求められる機能が十分発揮できるように設計するものとする。

### 【解説】

#### (1) 津波避難誘導デッキの設計フロー

津波避難誘導デッキの設計は、一般に図Ⅲ-1-1 の手順で行う。



図Ⅲ-1-1 津波避難誘導デッキの設計フロー

## (2) 津波避難誘導デッキの設計フローの解説

### ① 設計基準の設定【Ⅲ－２章】

土木構造物・建築物の判断は、建築担当部局と協議のうえ、決定するものとするが、土木構造物として区分することが望ましい。(ただし、津波避難誘導デッキは、用地の造成を目的とした漁港施設(公共施設)であり、津波・地震など自然災害発生時に避難路としての機能を満足しなければならない。)

設計条件は、土木構造物・建築物の区分に応じ、土木構造物として設計する場合については、「道路橋示方書(平成24年度)」を参照し、建築物として設計する場合は建築基準法を参照する。ただし、地震力については、本ガイドラインに基づく考え方を踏まえて適切に設定する。

津波を起因とする外力の設計条件は、本ガイドラインに基づく考え方を踏まえて適切に設定する。

### ② 設計条件の決定【Ⅲ－３章】

津波避難誘導デッキの設計条件は、自然条件、経済的・社会的条件、自然環境に及ぼす影響、工事や施設の維持管理に係る経済性などを考慮して、施設の安全性と機能が確保されるよう適切に定める。

### ③ 外力の設定【Ⅲ－４章】

津波避難誘導デッキに作用する外力には、地震力、上載荷重、風力や津波を起因とする津波水平波力、津波上揚力、漂流物の衝突力などがあり、選定した施設の構造断面に応じた必要な外力を選定する。

### ④ 構造物の安全性の照査【Ⅲ－５章】

各仮定構造断面の安定計算を行うが、構造断面が決定されるまでには、一般に、通常数回に及ぶトライアル計算が必要となる。

### ⑤ 構造形式の比較及び決定【Ⅲ－６章】

①から④の結果を踏まえて、構造の特徴や経済性(工費)、維持管理性、施工性、実績(人工地盤・津波避難誘導デッキ等)を検討項目として総合的に評価し、適切な断面を決定する。

### ⑥ 細部設計

決定された構造断面について、部材等の細部設計を行う。

### ⑦ 付属施設の設計

階段、手すり、照明など、利用上及び安全上必要な付属施設の設計を行う。

### (3) 津波避難誘導デッキの設計に用いる対象津波・対象地震の考え方

津波避難誘導デッキの設計を行う上での対象津波・対象地震の考え方は、以下の通りである。

表Ⅲ-1-1 津波避難誘導デッキの設計に用いる対象津波・対象地震の考え方

項目		対象				適用
		地震		津波		
		L1	L2	発生頻度高	最大クラス	
計画	津波避難誘導デッキの高さ			(○)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・利用高（用地・漁港施設としての）。</li> <li>・防潮堤高。</li> <li>・「発生頻度の高い津波」の津波高。</li> <li>・アクセス性。</li> </ul>
	避難計画の考え方			○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・津波避難ルートの一部（「最大クラスの津波」の来襲時）。</li> <li>・「発生頻度の高い津波」の来襲時でも、堤内地への避難ルートの一部として機能。</li> </ul>
設計外力	地震動	○	○	(○)	(○)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レベル2地震動もしくは最大の地震力に対しては、「適用可能な技術でかつ妥当な経費及び期間の範囲で修復を行えば、構造物の継続使用が可能（修復限界状態）」を確保。</li> <li>・レベル1地震動に対しては、「構造物の設置目的を達成するための機能（使用限界状態）」を確保。</li> </ul>
	津波水平波力 津波上揚力 (上揚力)			○		<ul style="list-style-type: none"> <li>・重要度等の観点から「発生頻度の高い津波」によって生じる外力に対して被災無。</li> </ul>
	漂流物の衝突力			○		<ul style="list-style-type: none"> <li>・重要度等の観点から「発生頻度の高い津波」によって生じる外力に対して被災無。</li> </ul>

対象地震（L1）：レベル1地震動（再現期間が概ね75年）<sup>注)</sup>

対象地震（L2）：レベル2地震動（再現期間が数百年以上）<sup>注)</sup>

対象津波（発生頻度高）：「発生頻度の高い津波」

対象津波（最大クラス）：「最大クラスの津波」

注) 漁港・漁場の施設の設計の手引 2003年版（社団法人全国漁港漁場協会）における規定

(○)：津波避難誘導デッキに直接的に関係しないが、間接的に関係する対象津波・対象地震。

(項目を求める手段としての対象津波・対象地震ではないが、その項目に関連のあるもの)

## Ⅲ－２． 設計基準の設定

[基本的考え方]

津波避難誘導デッキは、用地の造成を目的とした漁港施設（公共施設）であり、津波・地震など自然災害発生時に避難路としての機能を満足しなければならないことから、これらの外力設定、構造物の安全性の検討が必要であり、土木構造物とすることが望ましい。

また、陸上に建設される津波避難誘導デッキは、「道路橋仕方書・同解説(平成24年3月)」を用いて設計、柱等の構造部材が海中部に存する場合は、「漁港漁場施設の設計の手引(2003年版)」を用いて設計する。なお、建築物としての建築確認申請が必要な場合には、「建築基準法」も満足するようにしなければならない。

### 【解説】

#### (1) 土木構造物・建築物の区分

津波避難誘導デッキの類似施設である人工地盤は、「漁港漁場施設の設計の手引(2003)」によると、設計を行うにあたって、「人工地盤を建築物とするか土木構造物とするか区分する必要がある。」とされている。また、両者の区分を以下のように説明している。

#### （「漁港漁場施設の設計の手引(2003)」より抜粋

建築基準法上の建築物とは、「土地に定着する構造物のうち、屋根及び柱若しくは壁を有するもの（これに類する構造のものを含む。）、これに付属する門、若しくは塀、観覧のための工作物または地下若しくは高架の工作物内に設ける事務所、店舗、興業場、倉庫その他これに類する施設（鉄道及び軌道の線路敷地内の運転保安に関する施設並びに跨線橋、プラットホームの上家、貯蔵槽その他これに類する施設は除く。）をいい、建築設備を含むものとする。」（建築基準法第2条第1項第1号）としている。

表Ⅲ-2-1 人工地盤の設置位置と利用形態の例

(1)漁港施設用地上の利用	
(2)集落内の公共用地の利用	
(3)漁業集落環境整備事業で整備された環境用地上の利用	

すなわち、人工地盤が屋根としての機能を有するか否かにより区分される。

上記の表Ⅲ-2-1 に掲げる(2)場合は、集落内の傾斜地に人工地盤を設置するため、下層部の利用がなく人工地盤自体に屋根としての機能がないため土木構造物となる。また、表Ⅲ-2-1 に掲げる(1)と(3)の場合は、下層部を野積場、駐車場等の漁港施設用地として利用し人工地盤自体に屋根としての機能を有するため建築物となる。

これらの判断は、建築部局と協議のうえ、決定することとなる。

注) 表Ⅲ-2-1 の人工地盤の設置位置と利用形態の例では、現地盤と栈橋が密着しているが、津波避難デッキの設計では、密着した場合に大きな津波上揚力が発生する可能性があるため、留意する必要がある。

津波避難誘導デッキは、用地の造成を目的とした漁港施設（公共施設）であることから、一般に土木構造物に区分されると考えられる。また、津波避難誘導デッキは、津波・地震など自然災害発生時に避難路として、迅速かつ安全に避難できる機能を満足しなければならない。このような自然災害から人命を守るための施設は、一般には土木構造物に区分されると考えられる。さらには、津波・地震などの外力設定、構造物の安全性の検討は、土木分野において多くの研究、開発がなされている。

そこで、本ガイドラインにおける津波避難誘導デッキの土木構造物・建築物の区分については、土木構造物にする。ただし、屋根及び柱若しくは壁を有し、建築物と判断された場合、別途、建築物としての建築確認申請を行う。

## （２）設計基準の選定

津波避難誘導デッキは、「道路橋仕方書・同解説（平成 24 年 3 月）」、「漁港漁場施設の設計の手引（2003） 第 6 編第 5 章 棧橋」に基づき設計条件を決定する。ただし、建築物としての申請が必要な場合、「建築基準法」も満足するように設計条件を決定するものとする。

津波避難誘導デッキは、上部構造、下部構造（橋台、橋脚及びそれらの基礎からなる）にて構成される道路橋と類似した構造になることが想定されること、車両が通行することが多くなることが想定されることから、陸上に建設される場合には、道路橋仕方書・同解説（平成 24 年 3 月）を用いて設計することとする。

一方で、柱などの構造部材が海中に存している場合には、棧橋構造と類似していること、波力、潮力の影響等受けることなどから、「漁港漁場施設の設計の手引き（2003 年版）」を用いて設計することとする。

### Ⅲ－３． 設計条件の決定

[基本的考え方]

津波避難誘導デッキの設計条件は、自然条件、自然環境に及ぼす影響、経済的・社会的条件、工事や施設の維持管理に係る経済性などを考慮して、施設の安全性と機能が確保されるよう適切に定める。

#### 【解説】

津波避難誘導デッキの設計にあたっては、以下の事項を考慮しつつ、適切に設計条件を定める。

#### (1) 自然条件

平面地形、海底地形、波、流れ、潮位、漂砂、水温、塩分、風、底質、土質、景観等の自然条件は、構造物に作用する外力の算定や施設の機能の確保に重要な影響を与えるため、適切に定めるものとする。

#### (2) 周辺環境への影響

沿岸域における動植物の生態系、自然及び漁村の景観、海浜地形等の周辺環境への影響を考慮して、適切に設計条件を定めるものとする。

#### (3) 経済的・社会的条件

漁業の実態（漁業形態、漁業生産量、受益戸数、漁船数等）、漁港の陸揚量、漁港と消費地との地理的關係、漁村の状況、水産物流通の状況、地域の防災体制、プレジャーボートの保管状況、海洋性レクリエーションの状況、海上交通の状況、自治体の財政状況、工事用車両・船舶の諸元等の経済的・社会的条件は、施設の規模と配置に影響を与えるため、適切に定めるものとする。

#### (4) 工事や施設の維持管理に係る経済性

施設の建設費及び維持管理費を総合的に考慮して、適切に設計条件を定めるものとする。

## Ⅲ－４． 外力の設定

### (1) 外力の設定

[基本的考え方]

津波避難誘導デッキに作用する荷重及び外力については、自然条件、利用条件等を考慮し適切に定めるものとする。

#### 【解説】

津波避難誘導デッキの設計に当たっては、次の荷重、外力を考慮しなければならない（表Ⅲ-4-1参照）。

表Ⅲ-4-1 津波避難誘導デッキの設計荷重・設計外力

	道路橋仕方書・同解説 (平成 24 年 3 月)	漁港漁場施設の設計の手引 (2003) 「栈橋」	建築基準法	適用
・死荷重 (自重など) ・固定荷重 (自重など)	○	○	○	各基準を適用
・積載荷重 ・活荷重	○	○	○	各基準を適用
・積雪荷重 ・雪荷重	○	○	○	各基準を適用
・風荷重	○	○	○	各基準を適用
・地震力 (各設計基準書に基づく地震力)	○	○	○	各基準を適用
・土圧、水圧、基礎としての土質、その他	○	○	○	各基準を適用
・地震力 (対象津波を生じさせる地震で求まる地震力)	—	— (参考文献) <sup>1)</sup> も併せて参照	—	本ガイドラインを踏まえ各基準を適用
・津波波力	— (留意すべき項目として記載)	—	—	本ガイドラインを適用
・衝突荷重 ・漂流物の衝突力	— (簡易式の記載・留意すべき項目として記載)	—	—	本ガイドラインを適用

○：各基準書に記載あり。—：各基準に記載なし。もしくは、留意すべき項目として記載はあるが具体的な記載なし。

#### (参考文献)

- 1) 「平成 23 年東日本大震災を踏まえた漁港施設の地震・津波対策の基本的な考え方-防波堤・岸壁における耐震・耐津波強化対策方針 (案)-」，水産庁 漁港漁場整備部整備課

各基準書に定めのない対象津波を生じさせる地震で求まる地震力及び津波波力、漂流物の衝突力は、地震・津波の発生時の外力設定の考え方（図Ⅲ-4-1 参照）を考慮して、適切に定めなければならない。

### 1) 地震のみの場合

地震のみの場合のシナリオ（図Ⅲ-4-1 1）参照）では、通常利用、供用期間の安全性、漁港の役割や施設の機能に応じた安全性を確保するため、各設計基準書に基づいた地震に対して安定性を確保しなければならない。

### 2) 発生頻度の高い津波が生じた場合

発生頻度の高い津波が生じた場合のシナリオ（図Ⅲ-4-1 2）参照）では、先ず、発生頻度の高い津波を生じさせる地震に対して、津波避難誘導デッキは、津波避難路としての機能を満足するように、この地震に対して安定性を確保しなければならない。

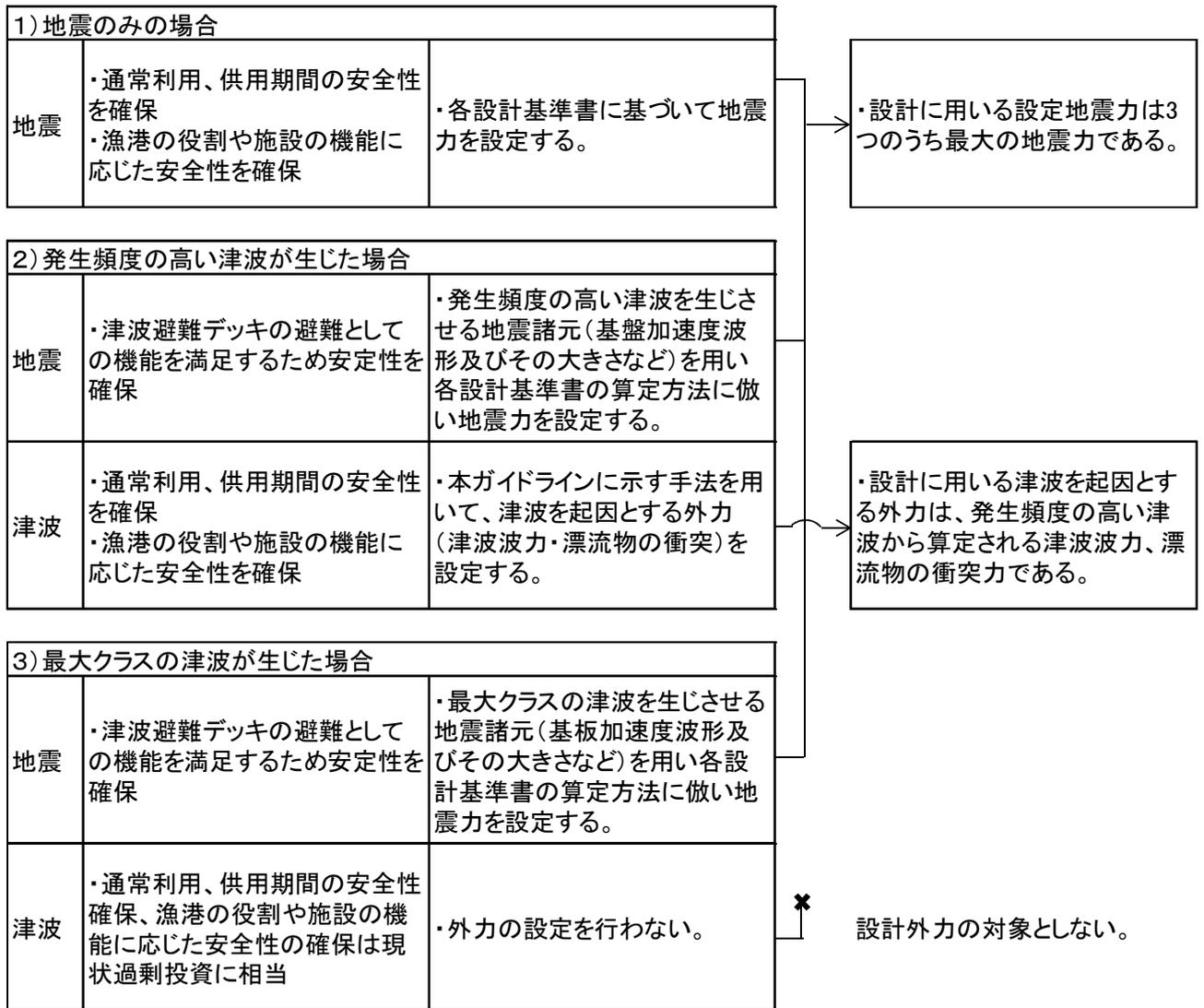
次に、この地震によって生じた津波が津波避難誘導デッキに来襲した場合、通常利用、供用期間の安全性を確保するための機能（津波波力に対して安定・漂流物の衝突に対して安定）を確保しなければならない。

### 3) 最大クラスの津波が生じた場合

最大クラスの津波が生じた場合のシナリオ（図Ⅲ-4-1 3）参照）では、先ず、最大クラスの津波を生じさせる地震に対して、津波避難誘導デッキは、津波避難路としての機能を満足するように、この地震に対して安定性を確保しなければならない。

なお、この地震によって生じた津波は、津波避難誘導デッキ到着時には、避難者は避難済みであること、また、発生する頻度やその大きさを勘案すると、最大クラスの津波に対して安全性を確保するための機能を確保することは、妥当な経費及び供用期間の範囲内ではないと考えられる。よって、最大クラスの津波を起因とする外力は、設計外力の対象としない。

上記1)、2)、3)の場合から、設定する地震力は、この3つの地震の中で最大のものをを用いる。また、設定する津波を起因とする外力は、発生頻度の高い津波から求まる津波波力、漂流物の衝突力である。



図III-4-1 地震・津波の発生時の外力設定の考え方

## (2) 地震力

### 1) 地震力の設定

[基本的考え方]

津波避難誘導デッキの設計に用いる地震力は、地震・津波の発生時の外力設定の考え方(図Ⅲ-4-1参照)より3つの場合を想定し、その中で最大の地震力とする。

#### 【解説】

津波避難誘導デッキは、図Ⅲ-4-1 地震・津波の発生時の外力設定の考え方に示すように、津波避難施設の避難路としての機能を満足するため、避難の対象となる津波を生じさせる地震動に対して構造的に安定である必要がある。

また、避難の対象となる津波が発生しない場合でも、供用期間中の利用者の安全性を確保する必要がある。

このようなことから、津波避難誘導デッキに作用する地震力は、下記の条件で求められる地震力を比較して最も大きい地震力に対して耐震性能を確保するように設定する。

『各設計基準書に基づく地震力(図Ⅲ-4-1 1))』

『発生頻度の高い津波を生じさせる地震で求まる地震力(図Ⅲ-4-1 2))』

『最大クラスの津波を生じさせる地震で求まる地震力(図Ⅲ-4-1 3))』

## 2) 地震のみの場合における重要度等の設定方法

[基本的考え方]

地震のみの場合における重要度等の設定については、「漁業地域の耐震対策を進めるにあたっての設計等の考え方について」（平成 18 年 5 月 16 日付け水産庁漁港漁場整備部整備課長通知）に基づき設定する。

### 【解説】

「道路橋仕方書・同解説(平成 24 年 3 月)」、「漁港漁場施設の設計の手引(2003) 第 6 編第 5 章栈橋」、「建築基準法」の各種設計基準書等において、耐震照査を行ううえで区分が必要となる重要度などの設定については「漁業地域の耐震対策を進めるにあたっての設計等の考え方について」（平成 18 年 5 月 16 日付け水産庁漁港漁場整備部整備課長通知）<sup>2)</sup>の耐震性のマトリックス(表Ⅲ-4-2)に基づき設定するものとし、次のとおりの区分とする。

- ・「道路橋示方書・同解説(平成 24 年 3 月度)」では、B 種の橋相当とする。
- ・「漁港漁場施設の設計の手引(2003 年版) 第 6 編第 5 章栈橋」では、耐震強化岸壁相当とする。
- ・「建築基準法」では、建築物(Ⅱ類)相当とする。

表Ⅲ-4-2 耐震性のマトリックス

### 2. 耐震性能マトリックス

耐震性能 地震動レベル		構造物の設置目的を達成するための機能が確保されている。 (使用限界状態)	適用可能な技術でかつ妥当な経費及び期間の範囲で修復を行えば、構造物の継続使用が可能となる。(修復限界状態)	構造物の安定性が損なわれず、その内外の人命に対する安全性などが確保されている。 (終局限界状態)
		変動	設計供用期間中に数度は経験すると評価される地震動	
作用	設計供用期間中に経験するのはまれであると評価される地震動	建築物 係留施設 道路橋(A B種)		
	設計供用期間中に経験するのはごくまれであると評価される地震動	建築物(Ⅰ類)	建築物(Ⅱ類) 係留施設(耐震強化岸壁) 道路橋(B種)	建築物(Ⅲ類) 道路橋(A種)
偶発作用	経験するものとして最大級と評価される地震動			

### (参考文献)

- 2) 水産庁 漁港漁場整備部整備課長 通知「漁業地域の耐震対策を進めるにあたっての設計等の考え方について」、平成 18 年 5 月 16 日

①「道路橋仕方書・同解説(平成 24 年 3 月)」

「道路橋仕方書・同解説(平成 24 年 3 月)」は、以下の考え方に従い耐震設計を行わなければならない。ここに、レベル 2 地震動に対しては、重要度に応じて、耐震性能 2「地震による損傷が限定的なものに留まり、橋としての機能の回復が速やかに行い得る性能」もしくは、耐震性能 3「地震による損傷が橋として致命的とならない性能」を確保するように耐震設計を行う。

**(「道路橋仕方書・同解説(平成 24 年 3 月)」より抜粋)**

2.2 耐震設計一般

- (1) 橋の耐震設計においては、橋の供用期間中に発生する確率が高い地震動（以下「レベル 1 地震動」という。）と橋の供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度をもつ地震動（以下「レベル 2 地震動」という。）の 2 段階のレベルの設計地震動を考慮しなければならない。レベル 2 地震動としては、プレート境界型の大規模な地震を想定したタイプ I の地震動及び内陸直下型地震を想定したタイプ II の地震動の 2 種類を考慮しなければならない。
- (2) 橋の重要度は、道路種別及び橋の機能・構造に応じて、重要度が標準的な橋と特に重要度が高い橋（以下それぞれ「A 種の橋」及び「B 種の橋」という。）の 2 つに区分する。
- (3) 橋の耐震性能は、橋全体系の挙動を踏まえ、次のとおりとする。
  - 1) 耐震性能 1  
地震によって橋としての健全性を損なわない性能
  - 2) 耐震性能 2  
地震による損傷が限定的なものに留まり、橋としての機能の回復が速やかに行い得る性能
  - 3) 耐震性能 3  
地震による損傷が橋として致命的とならない性能
- (4) 橋の耐震設計においては、設計地震動のレベルと橋の重要度に応じて、次のように設計しなければならない。
  - 1) レベル 1 地震動に対しては、A 種の橋、B 種の橋ともに、耐震性能 1 を確保するように耐震設計を行う。
  - 2) レベル 2 地震動に対しては、A 種の橋は耐震性能 3 を、また、B 種の橋は耐震性能 2 を確保するように耐震設計を行う。
- (5) 橋の複雑な地震応答や地盤の流動化に伴う地盤変位等が原因による支承部の破壊が生じた場合においても、上部構造が落下することを防止できるように配慮しなければならない。

「道路橋仕方書・同解説(平成 24 年 3 月)」に規定する A 種の橋及び B 種の橋は、表Ⅲ-4-3 に示すように区分される。

表Ⅲ-4-3 橋の重要度区分

橋の重要度の区分	対照となる橋
A 種の橋	下記以外の橋
B 種の橋	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高速自動車国道，都市高速道路，指定都市高速道路，本州四国連絡道路、一般国道の橋</li> <li>・ 都道府県道，市町村道のうち，複断面，跨線橋，跨道橋及び地域の防災計画上の位置付けや当該道路の利用状況等から特に重要な橋</li> </ul>

津波避難誘導デッキは、「B 種の橋」に相当し、レベル 2 地震動に対しては、耐震性能 2 「地震による損傷が限定的なものに留まり、橋としての機能の回復が速やかに行い得る性能」を確保するように耐震設計を行う。

② 「漁港漁場施設の設計の手引 (2003) 第 6 編第 5 章栈橋」

津波避難誘導デッキを「漁港漁場施設の設計の手引 (2003) 第 6 編第 5 章栈橋」を用いて設計する場合には以下の点に留意しなければならない。

設計震度は、東日本大震災を踏まえて、「平成 23 年東日本大震災を踏まえた漁港施設の地震・津波対策の基本的な考え方-防波堤・岸壁における耐震・耐津波強化対策方針 (案) -」(以下、「耐震・耐津波強化対策方針 (案)」という。)を参考に、同資料に記述のある「耐震強化岸壁」、「耐震強化岸壁準拋型」の考え方に準じて設定する。

同資料によると、地震に対しては、基本的に既存の耐震設計方法を踏襲することとされている。また、漁港の役割や施設の機能に応じ、レベル 1 地震動、レベル 2 地震動及び発生頻度の高い津波を生じさせる地震動を用いて構造断面を設計するとされている。

### ③建築基準法

地震時には、建物が水平方向に振動する。建物のそれぞれの階には振動するときには加速度が発生しそれにより慣性力が生じる。各階に生じる慣性力により、それぞれの層にせん断力が発生する。

建築基準法では、各階に作用するせん断力（地震層せん断力）に対し、重要度係数（用途係数）をそれぞれ乗じて得た数値を各階の必要保有水平力としている。

重要度係数（用途係数）とは、建物の設計時に地震力を割増す係数であり、「官庁施設の総合耐震・対津波計画基準」<sup>3)</sup>では、重要度係数（用途係数）を下記のように定めている。多くの自治体は、この技術基準を準用、又は、この技術基準を基に条例を定めている。

なお、「官庁施設の総合耐震・対津波計画基準」は、「建築基準法」の下位の「建築基準法施工令（昭和 25 年政令第 338 号）第 82 条の 3」に規定する地震時の官庁施設（建物及びその付帯施設）の安全性を確保するための事項をも定めている技術基準である。

#### （「官庁施設の総合耐震・対津波計画基準」）より抜粋

##### 2. 2. 2 構造体の耐震安全性確保

##### 2. 2. 2. 1 基本事項

(1) 大地震動に対する構造体の耐震安全性の目標は、次のとおりとする。

① 耐震安全性の分類をⅠ類とする建築物については、大地震動後、構造体の補修をすることなく建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られるものとする。対象施設は、災害応急対策活動に必要な施設及び危険物を貯蔵又は使用する施設のうち、特に重要な官庁施設とし、位置・規模・構造の基準別表（一）から（三）、（五）及び（十）に掲げる官庁施設とする。

② 耐震安全性の分類をⅡ類とする建築物については、大地震動後、構造体の大きな補修をすることなく建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて機能確保が図られるものとする。対象施設は、災害応急対策活動に必要な施設、危険物を貯蔵又は使用する施設、多数の者が利用する施設等とし、位置・規模・構造の基準別表（四）、（六）から（九）及び（十一）に掲げる官庁施設とする。

③ 耐震安全性の分類をⅢ類とする建築物については、大地震動により構造体の部分的な損傷は生じるが、建築物全体の耐力の低下は著しくないことを目標とし、人命の安全確保が図られるものとする。対象施設は、位置・規模・構造の基準別表（十二）に掲げる官庁施設とする。

(2) 上記の目標を達成するために、大地震動時の変形を制限するとともに、目標に応じた耐力の割り増しを行う。なお、建築基準法施工令（昭和 25 年政令第 338 号）第 82 条の 3 に規定する構造計算により安全さを確かめる場合にはおいては、同条第二号に規定する式で計算した数値にⅠ類は 1.5、Ⅱ類は 1.25 をそれぞれ乗じて得た数値を各階の必要保有水平力とする。

津波避難誘導デッキは、建築物（Ⅱ類）に相当し、用途係数 1.25 を用いた耐震設計を行う。

#### （参考文献）

3) 国土交通省 官庁営繕の技術基準「官庁施設の総合耐震・対津波計画基準」, 平成 25 年 3 月 28 日

### 3) 対象とする津波を生じさせる地震の設定

[基本的考え方]

対象津波を生じさせる地震については、頻度の高い津波と最大クラスの津波ごとに分類し、それぞれ津波を引き起こした地震を適正に設定する。

#### 【解説】

岩手県における対象とする津波を生じさせる地震は、次の通り（表Ⅲ-4-4）である。

津波避難誘導デッキの地震力（対象とする津波を生じさせる地震の地震力）は、各基準書の算定法に従い、上記の想定地震を用い適切に定めなければならない。

表Ⅲ-4-4 岩手県における対象とする津波を生じさせる地震一覧

地域海岸名 <sup>注1</sup>	対象津波	
	『発生頻度の高い津波』	『最大クラスの津波』
洋野・久慈北海岸	昭和三陸地震	東日本大震災、明治三陸地震
久慈湾	昭和三陸地震（東日本大震災） <sup>注2</sup>	東日本大震災、明治三陸地震
久慈南海岸	昭和三陸地震	東日本大震災、明治三陸地震
野田湾	昭和三陸地震	東日本大震災、明治三陸地震
普代海岸	昭和三陸地震	明治三陸地震、東日本大震災
田野畑海岸	昭和三陸地震	東日本大震災、明治三陸地震
岩泉海岸	昭和三陸地震	東日本大震災、明治三陸地震
田老海岸	昭和三陸地震	東日本大震災、明治三陸地震、慶長三陸地震
宮古湾	明治三陸地震	東日本大震災、明治三陸地震、慶長三陸地震
重茂海岸	明治三陸津波	東日本大震災
山田湾	明治三陸地震	東日本大震災
船越湾	明治三陸津波	東日本大震災
大槌湾	明治三陸地震	東日本大震災
両石湾	昭和三陸地震	東日本大震災、明治三陸地震
釜石湾	明治三陸地震	東日本大震災
唐丹湾	昭和三陸地震	東日本大震災、明治三陸地震
吉浜湾	想定宮城県沖	明治三陸地震、昭和三陸地震、東日本大震災
越喜来湾	昭和三陸地震	東日本大震災、明治三陸地震
綾里湾	想定宮城県沖	明治三陸地震、東日本大震災、昭和三陸地震
大船渡湾外洋	昭和三陸地震	明治三陸地震、東日本大震災
大船渡湾	明治三陸地震	東日本大震災
大野湾	昭和三陸地震	東日本大震災、明治三陸地震
広田湾外洋	明治三陸地震	昭和三陸地震、東日本大震災
広田湾	想定宮城県沖	東日本大震災

注1 地域海岸とは「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ようと判断される一連の海岸線に分割したもの。

注2 ( )内：久慈湾においては、湾口防波堤との組み合わせにより港湾計画で想定する明治三陸地震津波による被害を軽減するとともに、東日本大震災津波でも堤内地への浸水を防ぐことができるものである。すなわち、明治三陸地震津波とともに東日本大震災時の津波も『発生頻度の高い津波』に相当する。

### (3) 津波

[基本的考え方]

津波については、既往の津波記録又は数値解析をもとに、津波高さ等を適切に設定するものとし、設計に用いる津波は、「発生頻度の高い津波」とする。

#### 【解説】

##### 1) 対象津波の設定

津波の設定に当たっては、既往の津波災害時の記録又は想定される地震等による津波の初期条件を踏まえた数値解析モデル等に基づき適切に設定する。

##### 2) 津波の分類・津波レベルの定義

「耐震・耐津波強化対策方針（案）」によると、表Ⅲ-4-5 に示すように、「津波の分類」は、「発生頻度の高い津波」、「最大クラスの津波」に分類される。

表Ⅲ-4-5 設計対象とする津波と対応方針

津波の分類	漁港（防波堤・岸壁）の対応方針	中央防災会議報告 における対策の考え方
発生頻度の 高い津波	漁業活動の安定化や効率的な生産・流通拠点の確保の観点から、防波堤、岸壁の整備による対策 ※これにより、漁港施設の被害を最小限に抑えるとともに、津波発生後の波浪等に対して漁港施設の機能を維持し、漁業活動の早期かつ安定した再開を図る。また、津波に対する安定性確保により漁港利用者の安全確保にも努める	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、海岸保全施設等の整備による対策（堤内地の保護）
最大クラス の津波	漁港利用者等の避難を軸としたソフト対策を中心に、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対策	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

##### 3) 設計において対象とする津波の選定理由

設計において対象とする津波については、漁業活動の安定化や効率的な生産・流通拠点の確保の観点から、施設が被災した場合の社会経済的な影響の大きさと施設の耐用年数の関係、波浪や地震等の他の外力における設計の考え方等を考慮して、発生頻度の高い津波を設計の対象とする。

岩手県における対象とする発生頻度の高い津波は、前出表Ⅲ-4-4 の通りである。

#### 4) 津波の数値計算

津波の数値計算では、対象とする津波を再現できる基礎方程式に基づいた数値モデルを用いる必要がある。日本近海で発生する近地津波に対しては、主として以下の2つの理論が使われる。

- ①分散性を考慮しない長波理論
- ②分散性を考慮した長波理論

また、海外の地震によって太平洋等を伝わって日本に到達する遠地津波の場合には、線形長波理論に分散項を加えた線形分散波理論を適用する。これは、津波は一般に多くの周期成分をもった波であり、水深の深い海域では周期が長いほど波の進行速度が速いため、太平洋等の長距離にわたって伝達するうちに周期の短い波の遅れが生じて波が分散するためである。なお、遠地津波の場合には、コリオリ (Coriolis) 力を考慮する必要があるとともに、座標系には球面座標を用いる必要がある。

津波の数値計算には、計算領域境界において津波入射波形を与えたり、地震断層モデルから算出した海底地盤変動量と津波の初期の海面変位量とが同じであると仮定して津波の初期の空間波形を与える場合がある。断層モデルから海底地盤変動量を算出する際には Mansinha・Smylie の弾性理論解等が使用できる。また、断層内のアスペリティを考慮する場合もある。

#### 5) 津波の波力

津波避難誘導デッキに作用する津波力は、本ガイドラインに示す (波圧=谷本式-静水圧)、(津波上揚力=橋桁近似式) の手法で与えてもよい。

①津波水平波力

[基本的考え方]

津波水平波力については、津波の諸元、海底地形、設置位置、施設の形状などを考慮したうえで、適切に算定するものとする。

【解説】

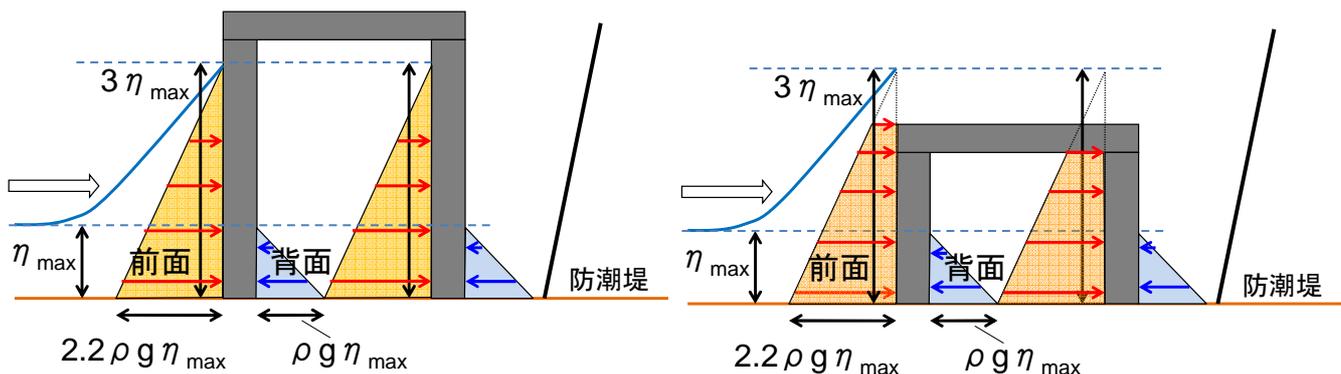
津波水平波力については、以下に示す手法（波圧＝谷本式<sup>4)</sup>－静水圧）<sup>注1</sup>を用いてもよい。

○脚に作用する波力算定式

波圧＝谷本式（脚前面）<sup>注2</sup>－静水圧（脚背面）

$$\frac{P_{\max}}{\rho g \eta_{\max}} = 2.2 \left( 1 - \frac{Z}{3\eta_{\max}} \right) \quad \text{(式III-1)}$$

$P_{\max}$ ：最大津波波圧、 $\rho$ ：流体の密度、 $g$ ：重力加速度、 $\eta_{\max}$ ：最大遡上水深 [通過波の最大水位－岸壁の高さ (図III-4-2 参照)]、 $Z$ ：陸上地面を基準とした上向き正の座標



(床版が津波作用高さより高い場合)

(床版が津波作用高さより低い場合)

図III-4-2 津波水平波力算定式概念図

注1) (波圧＝谷本式－静水圧) は、岩手県に來襲する津波を対象とし、水理模型実験結果と数值波動水路の計算結果から、その適応性を検証している。そのため、他県沿岸域で見られることもあるソリトン分裂、砕波段波など衝撃的な砕波波圧が生じる津波については適応できない。また、堤外地に設置した津波避難誘導デッキを対象としており、岸壁より遠く離れた堤内地に設置した津波避難誘導デッキについては適応できない。(波圧＝谷本式－静水圧) の適応範囲外となる津波水平波力については、水理模型実験などを実施し適切に算定するものとする。

注2) 谷本式は直立防波堤に作用する津波の波圧算定式であり、津波避難誘導デッキは陸上の施設であることから、施設の設置条件は異なる。しかしながら、ここでは、津波避難誘導デッキの水理模型実験結果と数值波動水路の計算結果が谷本式の静水面上の津波波力算定手法の範囲になるため、この津波波力算定を採用する。

(参考文献)

4) 「谷本勝利・鶴谷広一・中野晋(1984)：1983 年日本海中部地震津波による津波力と埋立護岸の被災原因の検討、第31 回海岸工学講演会論文集、pp. 257-261.」

## ②津波上揚力

[基本的考え方]

津波上揚力については、津波の諸元、海底地形、設置位置、施設の形状などを考慮したうえで、適切に算定するものとする。

### 【解説】

津波上揚力については、以下に示す手法（津波上揚力＝橋桁近似式<sup>5)</sup>）<sup>注1</sup>を用いてもよい。

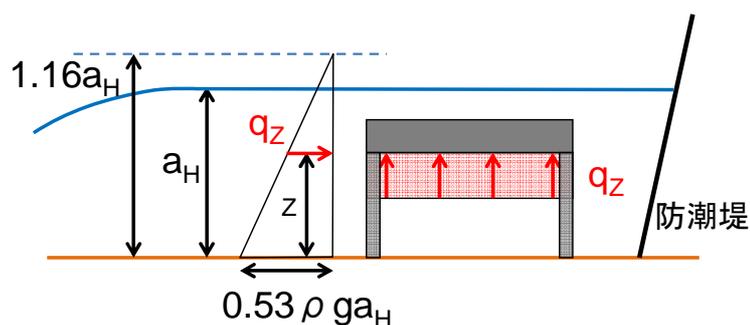
○床版に作用する津波上揚力算定式

津波上揚力＝橋桁近似式<sup>注2, 注3</sup>

$$\frac{z}{a_H} = -2.18(q_z / \rho g a_H) + 1.16 \quad (\text{式III-2})$$

$z$  : 床下高、 $a_H$  : 津波高 [津波の最大水位－岸壁の高さ (図III-4-3 参照)]、

$q_z$  : 津波上揚力/床下面積、 $\rho g a_H$  : 津波高  $a_H$  に対する静水圧



図III-4-3 津波上揚力算定式概念図

注 1) (津波上揚力＝橋桁近似式) は、岩手県に來襲する津波を対象とし、水理模型実験結果と数値波動水路の計算結果から、その適応性を検証している。そのため、他県沿岸域で見られることもあるソリトン分裂、砕波段波など衝撃的な砕波波圧が生じる津波については適応できない。また、堤外地に設置した津波避難誘導デッキを対象としており、岸壁より遠く離れた堤内地に設置した津波避難誘導デッキについては適応できない。(津波上揚力＝橋桁近似式) の適応範囲外となる津波水平波力については、水理模型実験などを実施し適切に算定するものとする。

注 2) 床版が津波高より高い場合、津波上揚力は作用しない。

注 3) 防潮堤と津波避難誘導デッキを密着させた場合、衝撃的に大きな津波上揚力 (50m 離れたケースの 2 倍程度) が発生することがあるので留意が必要である。

### (参考文献)

5) 「津波による道路構造物の被害予測とその軽減策に関する研究, 平成 22 年 6 月新道路技術会議」

#### (4) 漂流物の衝突

[基本的考え方]

漂流物の衝突については、津波の諸元、海底地形、設置位置、施設の形状、漂流物の状態などを考慮したうえで、適切に算定するものとする。

#### 【解説】

##### 1) 漂流物の衝突の基本的な考え方

漂流物の衝突力を算定する対象漂流物としては、「船舶（漁船）」、「流木」、「車両」、「その他」が想定できる。ただし、実際の設計には、対象となる漁港周辺の環境より、各対象諸元を選定した後、算定される最大の衝突力となる漂流物の衝突力のみ用いる。

また、漂流物の衝突については、対象漂流物が置かれている場所、対象漂流物の漂流方向にも支配されることから、必ずしも衝突するとは限らない。

そこで、対象漂流物が置かれている場所から、津波避難デッキまで漂流される過程のシナリオ想定し、設計に用いる漂流物を選定する。

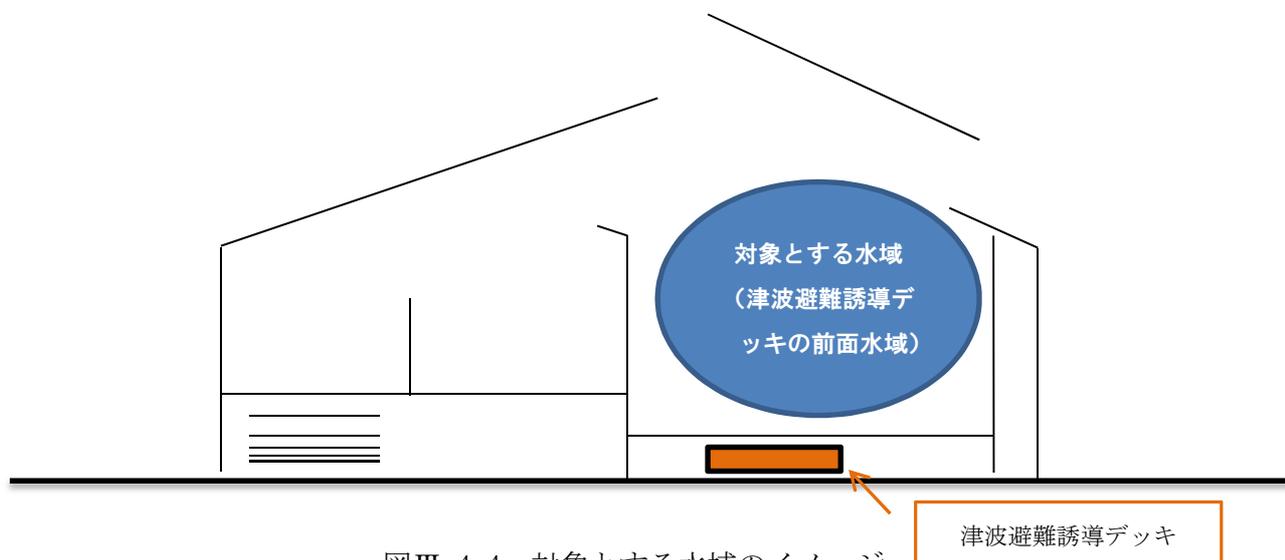
- i) 漁港管理者へのヒアリング・港勢調査に基づき対象となる漂流物を想定する。
- ii) 津波避難誘導デッキの配置、漂流物が置かれている場所から漂流物が衝突する過程のシナリオ想定し、設計に用いる漂流物を絞り込む。
- iii) 漁港管理者との協議により対象漂流物を決定する。

#### 【衝突に係わるシナリオの作成例】

対象漂流物として、漁船が選定された場合のシナリオの作成例を以下に紹介する。

##### (a) 漂流物になる漁船が係留・停泊している水域（対象とする水域）

漂流物となって津波避難誘導デッキに衝突する可能性が高い漁船が係留・停泊している水域（対象とする水域）を想定する。この時の対象とする水域（津波避難誘導デッキの前面水域）のイメージを図Ⅲ-4-4に示す。



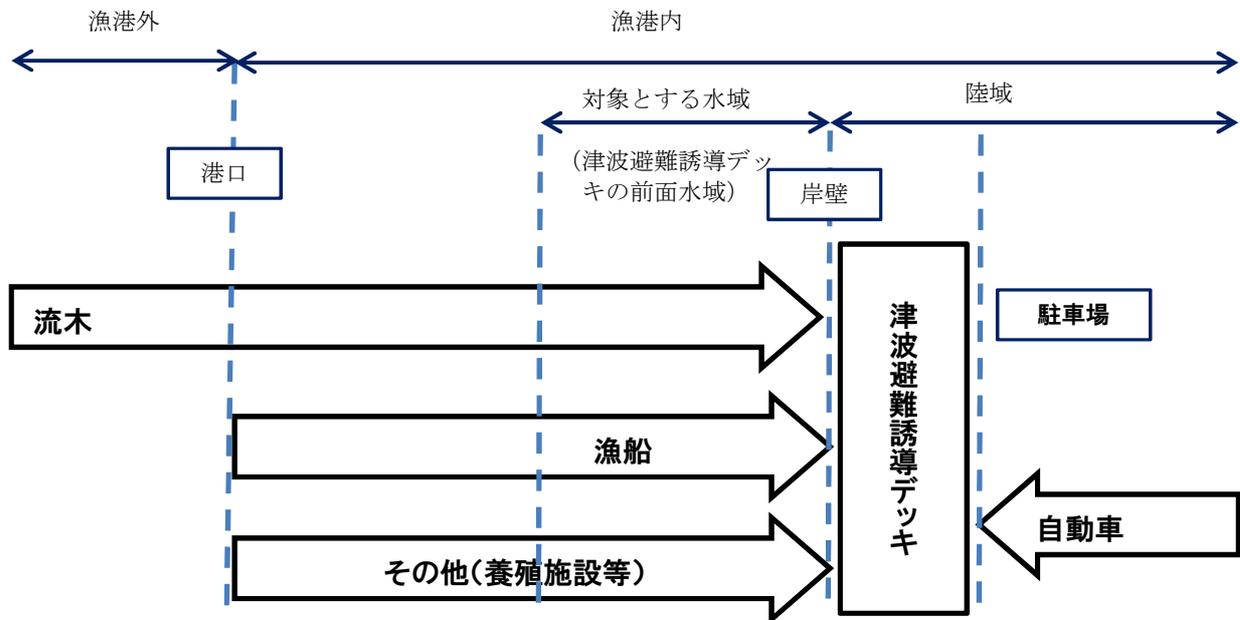
図Ⅲ-4-4 対象とする水域のイメージ

(b) シナリオの作成例（漁船が選定された場合）

漂流物が津波避難誘導デッキに向かい漂流し衝突する時のシナリオを想定し、設計に用いる漂流物の条件を設定する。なお、漂流物の衝突経路を図Ⅲ-4-5に示す。

各漂流物の衝突の確率は下記のように想定される。

- i) 漁船：漁港内の船揚場や泊地等に、多数係留・停泊されていることから、対象とする水域を漂流し津波避難誘導デッキまで至る。（衝突の確率高い）
- ii) 流木：漁港外から漁港内に侵入し、漁港内を漂流し、津波避難誘導デッキまで至る。（衝突の確率低い）
- iii) 自動車：津波避難誘導デッキ周辺の駐車場に駐車されていることから、津波避難誘導デッキ周辺を漂流し、津波避難誘導デッキにまで至る。（衝突の確率高い）
- iv) その他（養殖施設等）：港内に多数存在していることから、漁港内を漂流し、津波避難誘導デッキまで至る（衝突の確率高い）。



図Ⅲ-4-5 漂流物の衝突経路のイメージ

ここで、以下の事項が想定される。

- ・流木の衝突の確率は、漁船、自動車、その他（養殖施設等）に比べて低い。
- ・漁船、自動車、その他（養殖施設等）の中では、通常、質量が大きい漁船の衝突力が最も大きい。
- ・漁船の中でも津対象とする水域に常時係留・停泊している漁船が津波避難誘導デッキに衝突する可能性が高いと想定され、最大トン数の漁船の衝突力が最も大きい。

(c) 対象漂流物とする漁船

- i) 港勢調査に基づく利用漁船を踏まえて対象とする船舶を選定する。
- ii) 対象とする水域で常時係留している漁船の中で最大トン数の漁船を選定する。
- iii) ただし、隻数が非常に少なく、漂流物として津波避難誘導デッキに衝突する可能性が低いと考えられる船舶は対象から外すことができる。
- iv) 漁港管理者とのヒアリング・協議により対象船舶を決定する。

2) 漂流物の衝突力の作用位置について

実際の現象では、漂流物が津波避難誘導デッキに衝突する場合、衝突力最大時（流速の最大時）と作用モーメント最大時（津波避難誘導デッキにとって安全性が厳しくなる漂流物の作用位置）は必ずしも同時に発生しない。

しかしながら、漂流物の衝突力の評価については研究途上であり、あらゆる漂流物について衝突力を精度よく計算することは、現在、各研究機関により研究が進められている分野である。

そこで、漂流物の最大衝突力と最大の作用モーメントが生じる作用位置を用いて、安全側の設計となる検討を行う手法とする。

すなわち下記の条件で漂流物に対する津波避難誘導デッキの安定性の検討を行う。

- ・ 漂流物の最大衝突力を用いる（最大流速から求められる衝突力）。
- ・ 津波避難誘導デッキにとって安全性が厳しくなる位置に漂流物を作用させる。

### 3) 漂流物の衝突力の算定式

各漂流物の衝突力は、「(a). ~ (e).」により算定することができる。

なお、漂流物の衝突力は、現在、各研究機関により研究が進められている分野でもあり、最新の知見から、評価精度、信頼性が高い算定手法については、漁港管理者との協議により用いることができる。

算定外力		津波	算定式	諸係数	対象物
漂流物 衝突力	流木 <sup>6)</sup>	発生頻度高の 高い津波	松富の式	縦衝突	漁港管理者へのヒアリング・航空写真などから貯木場の有無を確認する。 貯木所関係者へのヒアリングにより木材諸元を設定する。
	船舶（漁船） <sup>7)</sup>		池野らの式	角柱・横衝突・3次元 ( $C_M=1.5$ )	港勢調査の収集整理より対象船舶諸元を設定する。 常時係留している最大トン数の漁船を選定する。
	自動車 <sup>8)</sup>		松富の提案する手法	自動車の衝突速度と衝突力の関係 $C_M=0.5\sim 1.9$	漁港管理者へのヒアリング・既存資料により、漁港内及び近隣の駐車場位置、自動車諸元を設定する。
	その他 <sup>7)</sup>		池野らの式	対象とする漂流物があった場合設定する。	漁港管理者へのヒアリングにより、養殖筏など津波時に漂流物として危険性のある躯体の有無を確認する。

#### (参考文献)

- 6) : 流木衝突力の実用的な評価式と変化特性 (土木学会論文集 No. 621/II-47, 1999. 5, 111-127)  
 7) : 砕波段波津波による波力と漂流物の挙動・衝突力に関する実験的研究 (海岸工学論文集 第48巻, 2001, 846-850)  
 8) : 駐車場における自動車転落事故を防止するための装置等に関する設計指針 (国土交通省 2009)

(a). 流木

流木の衝突力は、松富の式によって評価することができる。算定式は(式Ⅲ-3)に示す通りである。

$$\frac{F_m}{\gamma D^2 L} = 1.6 C_{MA} \left\{ \frac{V_{AO}}{(gD)^{0.5}} \right\}^{1.2} \cdot \left( \frac{\sigma_f}{\gamma L} \right)^{0.4} \quad (\text{式Ⅲ-3})$$

ここに、

$F_m$  : 衝突力(tf)

$\gamma$  : 流木の単位体積重量(tf/m<sup>3</sup>)

$D$  : 流木径(m)

$L$  : 流木長(m)

$C_{MA}$  : 見かけの質量係数 (段波やサージで 1.7、定常的な流れで 1.9)

$V_{AO}$  : 流木の衝突速度(m/s)

$g$  : 重力加速度(m/s<sup>2</sup>)

$\sigma_f$  : 流木の降伏応力 (圧縮強度  $\sigma_c \doteq$  降伏応力  $\sigma_f$  と考えて良く、 $\sigma_c = 0.0044E_A$  の関係がある)

$E_A$  : 木材の弾性係数である。  
である。

(b). 船舶 (漁船)

船舶の衝突力は、池野らの式によって評価することができる。算定式は式(式Ⅲ-4)に示す通りである。

$$\frac{F_H}{gM} = S \cdot C_{MA} \cdot \left\{ \frac{V_H}{(g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})} \right\}^{2.5} \quad (\text{式Ⅲ-4})$$

ここに、

$C_{MA}$  : 付加質量係数 (円柱横向き、縦向き、角柱横向き、球に対応した付加質量係数)

漂流物	質量係数 $C_{MA}$
円柱 横向き	断面 2 次元的衝突 : 2.0, 3 次元的衝突 : 1.5
角柱 横向き	断面 2 次元的衝突 : 2.0, 3 次元的衝突 : 1.5
円柱 縦向き	2.0
角柱 縦向き	2.0
球	0.8

$F_H$  : 漂流物の衝突力(tf)

$g$  : 重力加速度(m/s<sup>2</sup>)

$M$  : 漂流物の質量(t)

$S$  : 係数で 5.0

$V_H$  : 漂流物の衝突直前の移動速度(m/s)

$D$  : 漂流物の代表高さ(m)

$L$  : 漂流物の代表長さ(m)

である。

(c) 車両

車両による衝突力は、松富の提案する手法を用いて評価することができる。松富の提案する手法を以下に示す。

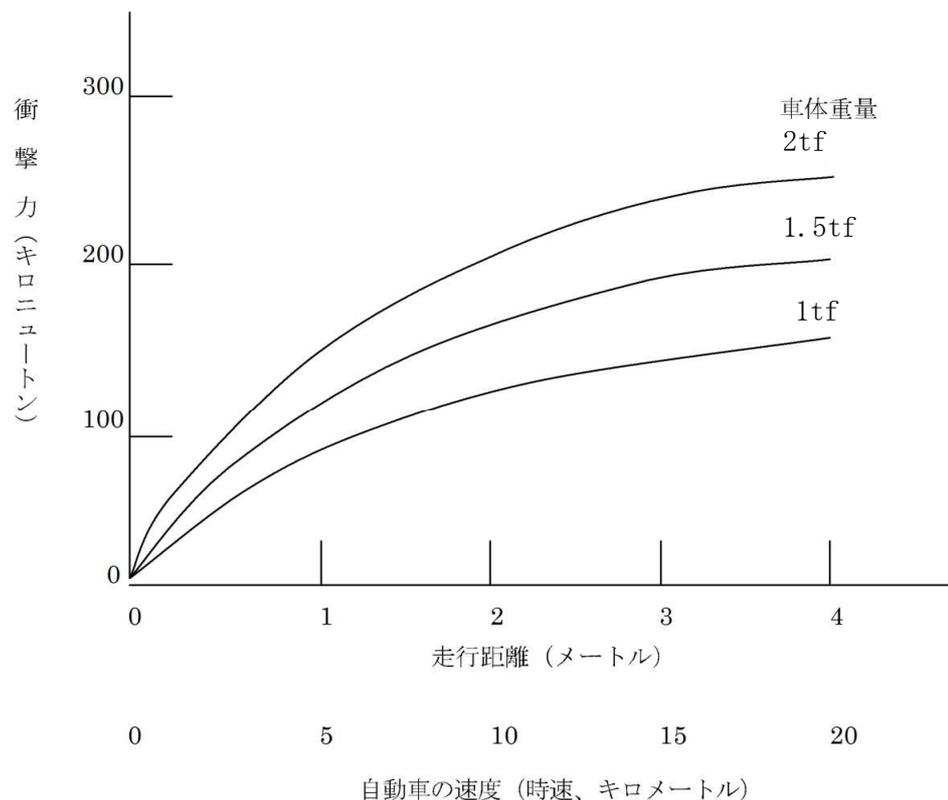
松富によると、「水理実験によれば、人工の円柱流木はその長さの20倍以上の距離を漂流すると流速とほぼ同じ移動速度になる。円柱流木に比べて形状が複雑な自動車は、20倍よりも短い漂流距離で流速とほぼ同じ速度になると考えられる。」としている。

すなわち、漂流距離が十分にある場合は、「自動車の衝突速度 $\approx$ 移動速度 $\approx$ 氾濫流速」と考えてよいとしている。

車両による衝突力は、まず、車両が駐車場の外壁等を突き破り転落する事故を防止することを目的に定めた、「駐車場における自動車転落事故を防止するための装置等に関する設計指針」(国土交通省 2009)に公表されている図III-4-6を用いて、大気中における衝突力を算定する。

次に、大気中における衝突力と付加質量係数  $CMA=0.5\sim 1.9$  の値を用いて、津波によって漂流する衝突力に換算する。

これを車両による衝突力とする。



図III-4-6 自動車の衝突速度と衝突力の関係 (国土交通省 2009)

(d). その他

漁港には、車両以外にも養殖筏などの漂流する可能性があるものも存在する。そのような漂流物の衝突力は、池野らの式によって評価することができる。算定式は式(式Ⅲ-5)に示す通りである。

$$\frac{F_H}{gM} = S \cdot C_{MA} \cdot \left\{ \frac{V_H}{(g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})} \right\}^{2.5} \quad (\text{式Ⅲ-5})$$

ここに、

$C_{MA}$  : 付加質量係数 (円柱横向き、縦向き、角柱横向き、球に対応した付加質量係数)

漂流物	質量係数 $C_{MA}$
円柱 横向き	断面 2 次元的衝突 : 2.0, 3 次元的衝突 : 1.5
角柱 横向き	断面 2 次元的衝突 : 2.0, 3 次元的衝突 : 1.5
円柱 縦向き	2.0
角柱 縦向き	2.0
球	0.8

$F_H$  : 漂流物の衝突力(tf)

$g$  : 重力加速度(m/s<sup>2</sup>)

$M$  : 漂流物の質量(t)

$S$  : 係数で 5.0

$V_H$  : 漂流物の衝突直前の移動速度(m/s)

$D$  : 漂流物の代表高さ(m)

$L$  : 漂流物の代表長さ(m)

である。

## (5) 津波避難誘導デッキ周辺施設の留意点

[基本的考え方]

津波避難誘導デッキを整備する周辺の漁港施設が、津波避難誘導デッキに求められる機能を十分に発揮するための機能を満足していない場合、適切な措置を施す必要がある。

### 【解説】

津波避難誘導デッキが立地する前面の岸壁等が地震発生時に倒壊し、津波避難誘導デッキの安定性に影響を与えたり、場合によっては避難行動を阻害したりすることも想定される。

津波避難誘導デッキを整備する周辺施設（岸壁、防潮堤など）が、津波避難誘導デッキに求められる機能を十分に発揮するための機能を有しているか調査を実施することが望ましい。

津波避難誘導デッキを整備する周辺施設が、上記の機能を満足していない場合、周辺施設の補強、新たな施設整備、津波避難誘導デッキの配置の再検討など適切な措置を施す必要がある。

その他に、津波避難誘導デッキの安定性に影響が大きいと考えられる周辺変状として、津波による岸壁等の前面の洗掘があり、この洗掘の程度によっては岸壁等の基礎の安全性が確保されないことが危惧される。したがって、このような海底地形及び海浜地形に対しても適切な措置を施す必要がある。

### 【津波による洗掘】

津波は、陸上に遡上する際に極めて速い流れを生じさせる。このような速い流れにより、施設周辺の地盤が洗い流され、施設の倒壊や流失を引き起こすことが知られている。この洗掘に関しては野口賢二・佐藤慎司・田中茂信<sup>9)</sup>による研究成果が報告されている。野口らは、大型水理模型実験により、津波による構造物前面洗掘の機構を解析し、津波の寄せ波時の洗掘状況の実験結果、最大洗掘深を護岸からの戻り流れ流量より算定する手法を示している。ただし、前面洗掘の生じる位置、洗掘を生じさせる流れの状況、最大洗掘深等の評価については研究途上であり、現在、各研究機関により研究が進められている分野でもある。

津波による洗掘については、最新知見にも留意し、漁港管理者との協議により適切な措置を施す必要がある。

### (参考文献)

- 9) 野口賢二・佐藤慎司・田中茂信(1997)：津波遡上による護岸越波および前面洗掘の大規模模型実験、海岸工学論文集、第44巻、pp. 296-300.

津波避難誘導デッキの設計条件設定においては、維持管理性、寒冷地特性などについて留意するものとする。

【解説】

1) 維持管理性

津波避難誘導デッキは、施設が持つ機能を良好に保つため、施設の維持及び補修を適切に行っていく必要がある。維持管理は、「漁港漁場施設の設計の手引 (2003)」に倣い以下の事項に留意する。

- ①漁港施設は、長期間にわたり利用されるものであり、その機能を良好に保持していくためには、施設の点検、評価、補修等の適切な維持管理を行う必要がある。漁港の施設の維持及び補修の手順としては、まず施設の点検を行い、機能面で初期の目的を達成できているか検討しなければならない。その結果を受けて補修や補強の必要があるか判断し、適切な工法によって施設の機能の確保を図る。
- ②漁港施設の維持及び補修のための基本的な事項については、「漁港構造物の補修の手引き (コンクリート構造物編)」、「コンクリート標準示方書 [維持管理編]」、「港湾構造物の維持・補修マニュアル」等を参考にすることができる。

2) 寒冷地特性

寒冷地では、長年にわたる凍結と融解の繰り返しによってコンクリート組織が徐々に劣化する (凍害)。凍害を受けた構造物では、一般にコンクリート表面にスケーリング、微細ひび割れ、ポップアウトなどの形で劣化が顕在化する。その後、スケーリング等の劣化の進行に伴い、美観の低下、変位・変形や耐荷力の低下、はく離・はく落、コンクリート断面の現象、鋼材腐食が進行する。

凍害の進行により構造物に求められる性能 (安全性、使用性、美観・景観などの性能) が低下するため、設計に当たっては必要に応じ当該の影響を留意する。

寒冷地の凍害のための基本的な事項については、「コンクリート標準示方書」、等を参考にすることができる。

3) 地震・津波に関する最新知見

地震・津波に関する研究は、現在、各研究機関により研究が進められている分野であり、設計に当たっては、最新の知見に留意する。

最新の知見から、評価精度、信頼性が高い設計手法については、漁港管理者との協議により参考にすることができる。

### Ⅲ－５． 構造物の安全性の照査

[基本的考え方]

津波避難誘導デッキの安全性の照査は、土木構造物として扱い、「道路橋示方書（平成 24 年度）」又は「漁港漁場施設の設計の手引（2003） 第 6 編第 5 章栈橋」を用いて行うものとする。

なお、建築物としての建築確認申請が必要な場合は建築基準法を用いて安全性の照査を行うものとする。

#### 【解説】

「道路橋示方書（平成 24 年度）」、「漁港漁場施設の設計の手引（2003） 第 6 編第 5 章栈橋」、「建築基準法」に定めのない、津波水平波力、津波上揚力、漂流物の衝突力は、本ガイドラインに示す手法により決定する。

津波の発生頻度及びその大きさについての確率論、津波水平波力、津波上揚力、漂流物の衝突力の評価については研究途上であるが、既に実用段階にある。ただし、これらの外力に対して、構造物の安全性の照査を行う際には、適切な「安全率」、「許容応力度の割増し係数」を用いなければならない。

### Ⅲ－６．構造形式の設定

[基本的考え方]

津波避難誘導デッキの構造形式は、自然条件、経済性（工費）、維持管理性、施工性、実績（津波避難誘導デッキ等）等を勘案して適切なものを設定するものとする。

#### 【解説】

津波避難誘導デッキの構造形式は、鉄筋コンクリート構造（RC 構造、PC 構造）、鉄骨鉄筋コンクリート構造（SRC 構造）、鉄骨構造（S 構造）などに分けられる。これらの構造の主な特性は、以下に示すとおりである。

項目	RC 構造	PC 構造	SRC 構造	S 構造
特 性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一般的に【小支間】</li> <li>・一般的にひび割れを許容するためコンクリートの劣化があり補修が必要。</li> <li>・現場での施工となるため工場製品より品質にばらつきはある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一般的に【中支間】</li> <li>・一般的に維持管理不要であり、耐久性が高い。</li> <li>・工場製作の為、高品質でばらつきが少ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一般的に【長支間】</li> <li>・一般的にひび割れを許容するためコンクリートの劣化があり補修が必要。</li> <li>・現場での施工となるため工場製品より品質にばらつきはある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一般的に【長支間】</li> <li>・防錆対策として、定期的な点検、塗装等が必要</li> <li>・工場製作の為、高品質でばらつきが少ない</li> </ul>

また、経済性（工費）、維持管理性、施工性、実績（津波避難誘導デッキ等）等を勘案して適切な津波避難誘導デッキの構造形式を設定する。

各構造比較項目の留意点は、以下に示す通りである。

- ①構造の特徴：津波に起因する外力耐性、地震力耐性、耐震・耐津波工法の特徴など
- ②経済性（工費）：工事や施設の維持管理に係る経済性について。
- ③維持管理性：施設が持つ機能を良好に保つため、施設の維持及び補修のし易さ、頻度について。
- ④施工性：工程管理・施工管理について。
  - ・品質確保：材料等の品質確保が容易であること等について。
  - ・工 期：施工期間について。
  - ・材料調達：被災後の復旧に伴う生コン不足、他県での工場製作による調達リスクは低減などについて。
- ⑤実 績：津波避難誘導デッキの施工実績・類似施設の施工実績について。

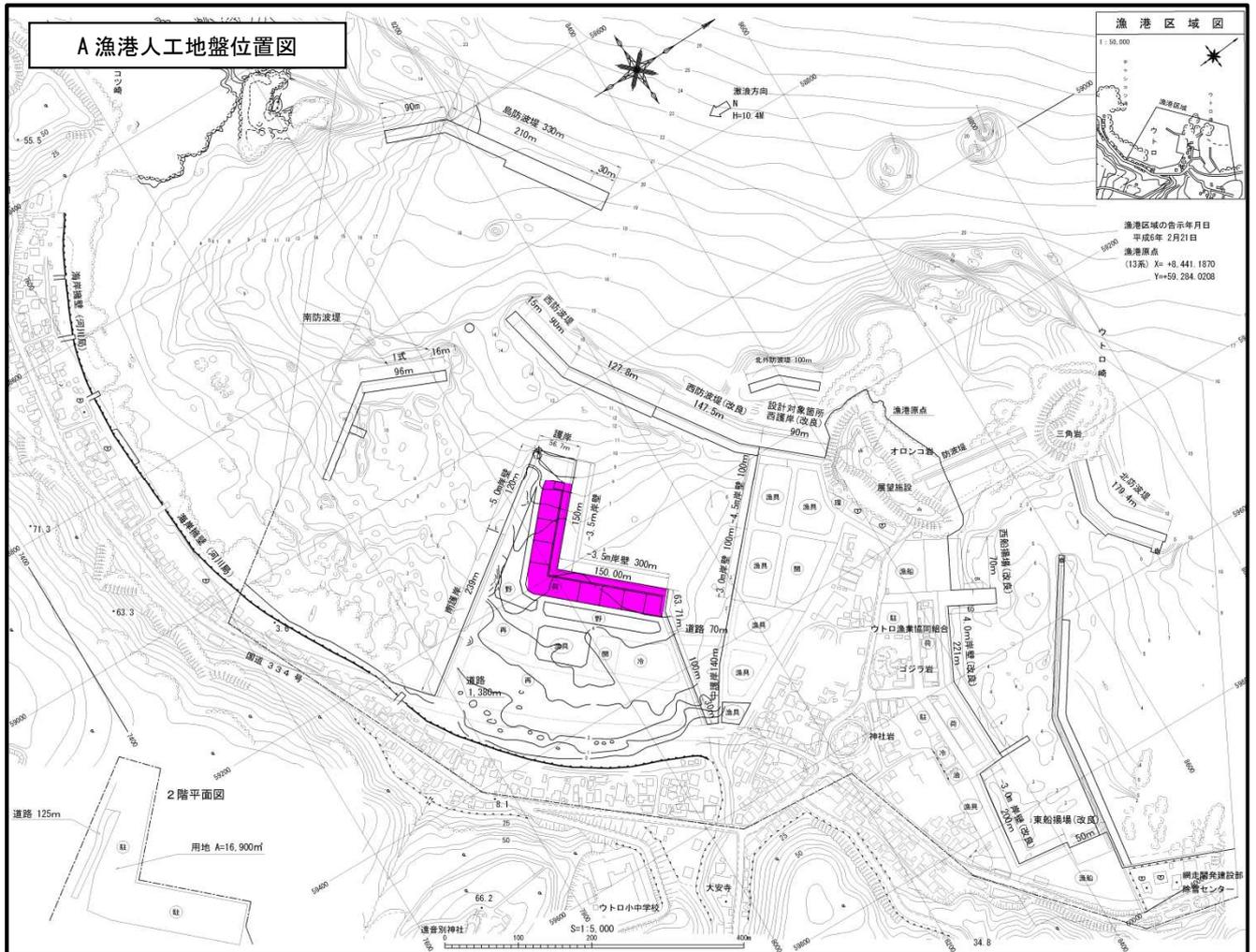
**施工事例集** : **津波避難誘導デッキの類似施設の施工事例**

**—代表的な人工地盤の施工事例—**



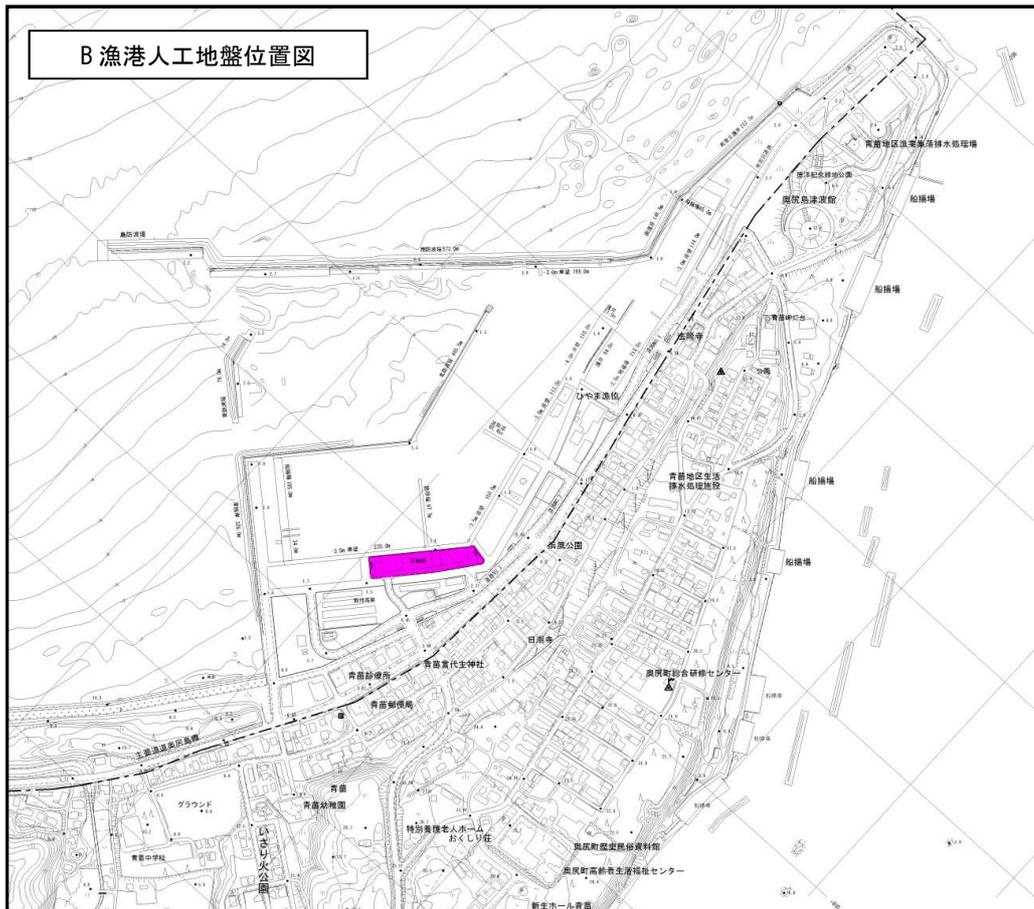
津波避難誘導デッキの類似施設（人工地盤）（1）：PC 構造

場所	概要	構造形式	外力の考え方	土木構造物・建築物の区分
A 漁港	<p>A 漁港では漁船の大型化や背後用地不足等から作業効率の低下や漁獲物の鮮度低下が顕著化しており、漁業活動の効率化・安全性の向上、高度な衛生管理による新鮮で高品質な水産物を供給するため、新港地区において新たな漁港空間（人工地盤）を整備。</p> 	<p>躯体構造形式：                      ①床版部材：PC 構造                      ②梁部材：PC 構造                      ③柱部材：PC 構造</p> <p>基礎構造形式：杭基礎（場所打ち）</p>	<p>準拠基準：                      ・道路橋示方書、                      ・道路橋設計施工要領、                      ・港湾の施設の技術上の基準・同解説</p> <p>設計荷重：                      ①常時：死荷重、上載荷重                      ②地震時：死荷重、上載荷重、地震時慣性力</p> <p>※津波による外力は検討されていない。</p>	土木構造物



津波避難誘導デッキの類似施設（人工地盤）（2）：RC 構造

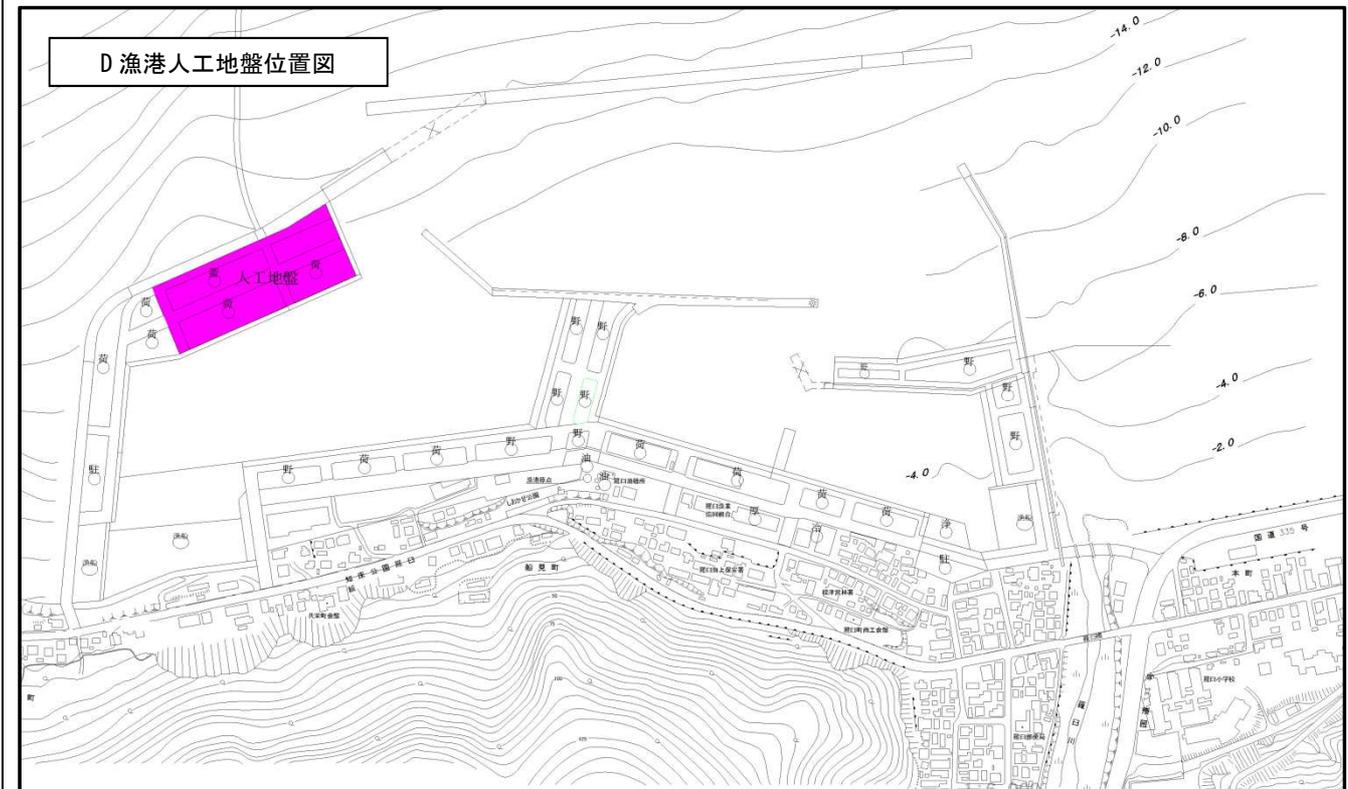
場所	概要	構造形式	外力の考え方	土木構造物・建築物の区分
B 漁港	<p>本施設は B 漁港における用地不足の解消及び災害に強い漁港施設として位置付けられた災害時の緊急避難路（場所）の確保を目的として計画された人工地盤である。</p> 	<p>躯体構造形式： ヴォールト構造（複合アーチ構造）</p> <p>①床版部材：RC 構造 ②梁部材：SRC 構造 ③柱部材：SRC 構造 ④階段部：RC 構造</p> <p>基礎構造形式：直接基礎</p>	<p>準拠基準： ・道路橋示方書 ・道路橋設計施工要領、 ・港湾の施設の技術上の基準・同解説</p> <p>設計荷重： ①常時：死荷重、上載荷重 ②地震時：死荷重、上載荷重、地震時慣性力</p> <p>※津波による外力は検討されていない。</p>	土木構造物





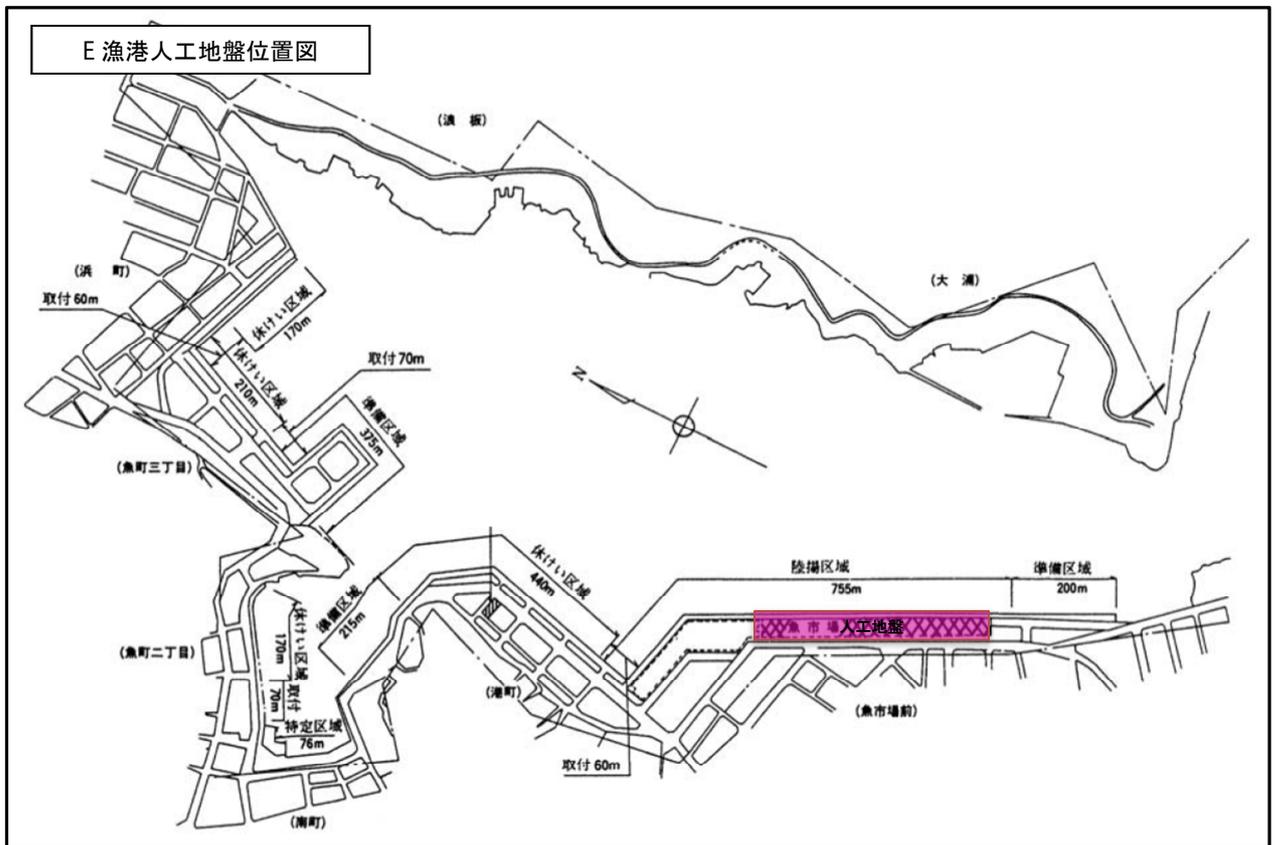
津波避難誘導デッキの類似施設（人工地盤）（4）：PC 構造

場所	概要	構造形式	外力の考え方	土木構造物・建築物の区分
D 漁港	<p>漁船の混雑解消と環境・衛生管理型漁港づくり推進のため人工地盤の整備。</p> 	<p>躯体構造形式： ・プレキャストプレストレストコンクリート構造</p> <p>基礎構造形式： 杭基礎（場所打ち杭）</p>	<p>準拠基準： ・漁港漁場施設の設計の手引（2003）</p> <p>設計荷重： ①常時：固定荷重＋積載荷重＋積雪荷重 ②積雪時：固定荷重＋積載荷重＋積雪荷重 ③暴風時：固定荷重＋積載荷重＋風荷重 ④地震時固定荷重＋積載荷重＋積雪荷重＋地震時慣性力</p> <p>※津波による外力は検討されていない。</p>	※建築物



津波避難誘導デッキの設計事例(5) : RC 構造

場所	概要	構造形式	外力の考え方	土木構造物・建築物の区分
E 漁港	<p>車場用地の不足解消のため、魚市場改修計画に併せ屋根部分を駐車場として整備。</p> 	<p>躯体構造形式：                      ・床版：RC 構造                      ・梁：S 構造                      ・支柱：S 構造</p> <p>基礎構造形式：                      杭基礎</p>	<p>準拠基準：                      ・建築基準法</p> <p>※津波による外力は検討されていない。</p>	<p>建築物</p>





**参考資料** : **水理模型実験・数値シミュレーション解析**  
**—津波により津波避難誘導デッキに作用する外力の算定方法—**



## 1 目的

ここでは、水理模型実験及び数値シミュレーションによる津波外力としての脚に作用する波力、床版に作用する揚力算定方法を示す。

## 2. 津波外力算定方法

津波外力は水理模型実験及び数値シミュレーション（数値波動水路）により算定するものとする。

調査フローを図1に示す。

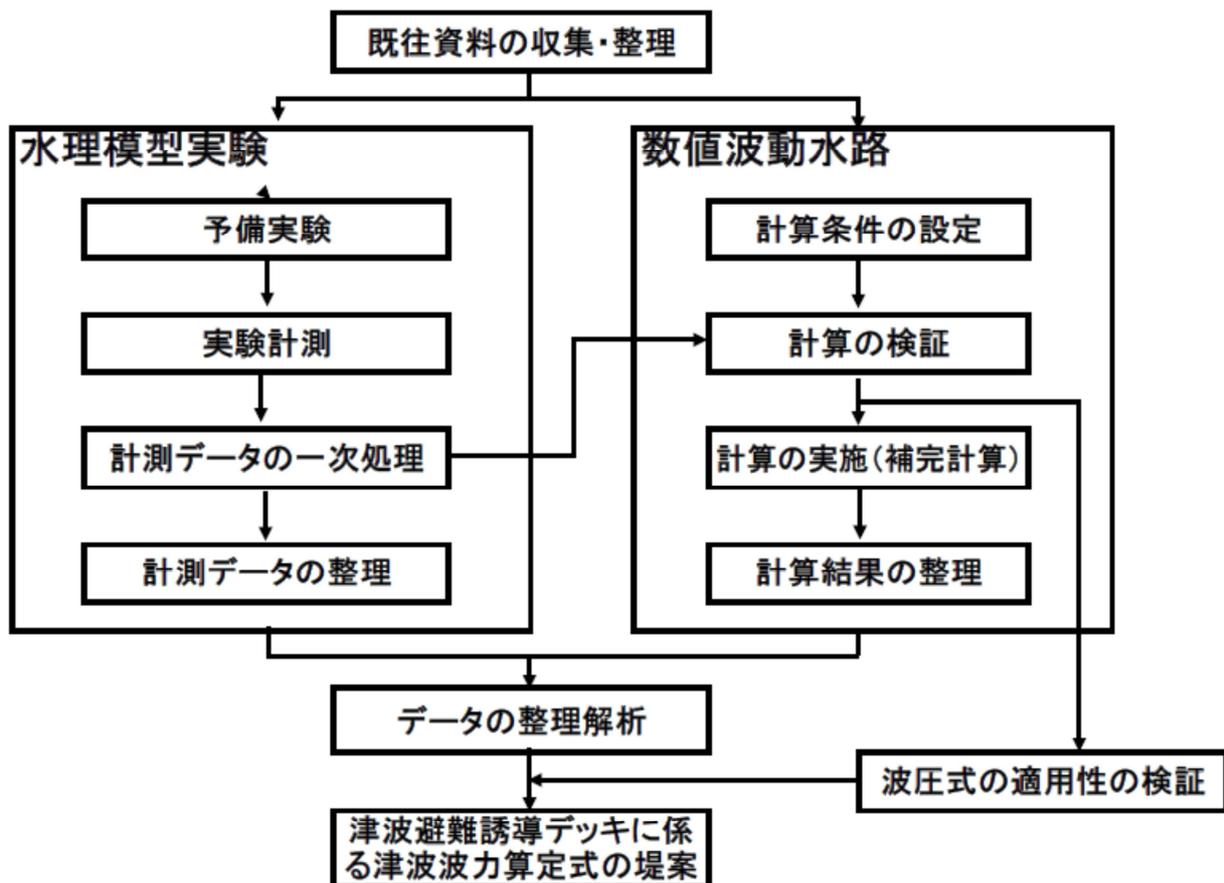


図1 フロー図

水理模型実験は、造波水路に津波避難誘導デッキを模した断面模型を設置し、津波を模した長周期波を作用させ、津波避難誘導デッキ前後域の水位、流速及び避難誘導デッキに作用する津波を起因とする外力（津波波力、津波上揚力）を計測、整理する。

この際、できるだけ大きな縮尺（1/100以上）とすることが望ましい。

実験では再現できない長周期の津波がある場合には、実験結果により検証された数値波動水路（CADMAS-SURF）を用いた数値シミュレーションにより、実験計測データを補完する。

その整理されたデータを踏まえ、数値波動水路（CADMAS-SURF）により、対象地区への適用性を検証するとともに、避難誘導デッキの部材（脚、床版）に作用する津波波力、揚力の算定法を提示する。

### 3 水理模型実験

水理模型実験は断面 2 次元造波水路を用い、作用する波圧、流速、揚力などを計測する。

#### (1) 計測項目

##### 1) 実験施設

実験に使用する施設は、断面 2 次元造波水路とする。

(実験施設例)

- ・水路外形寸法：幅 1.0m×深さ 2.0m×長さ 100m
- ・造波機：ピストン型 長周期波造波装置

##### 2) 実験

###### ①実験縮尺

実験の縮尺は実験水路の規模、造波性能から勘案して決定するが、なるべく、大きな縮尺 (1/100 以上) とすることが望ましい。

###### ②海底勾配

陸域及び泊地を想定した水平床を設け、避難誘導デッキの対象地の海底勾配とする。

###### ②模型

避難誘導デッキ模型は 1 スパン断面を切り出した床版と脚とする。

防潮堤模型は現地の防潮堤の形状に合わせ、天端高は非越流を基本とする。

\*)避難誘導デッキ・防潮堤などは現地の状況と合わせるものとする。

##### 3) 入射波諸元

対象となる津波諸元を勘案し、実験施設で可能な津波を想定した押し波の長周期波を作用させる。

対象津波は発生頻度の高い津波を原則とするが、利用状況など、必要に応じ、発生頻度は低いが大規模な被害を引き起こす最大クラスの津波を対象にしても良い。

##### 4) 計測項目

###### ①水位

容量式波高計を用い、沖側、泊地、津波避難誘導デッキ前後、背後地での計測を基本とするが、計測位置は津波避難誘導デッキ背後の防潮堤の有無による遡上波の状況を踏まえて適時設定するものとする。

###### ②流速

プロペラ式流速計・電磁流速計を用い、泊地、避難誘導デッキ前後での計測を基本とする。

###### ③津波波力 (波圧)

半導体型動歪み式波圧計を用い、脚部は鉛直方向、床版は床下部で縦断方向 (海陸方向) を基本とし、3 分力計により津波波力を計測することが望ましい。

###### ④揚圧力

床版に作用する波力 (揚圧力) は 3 分力計を用い計測する。計測は治具を用いて 3 分力計を床版模型に固定し、津波を作用させて行う。

###### ⑤津波作用状況

ハイビジョンカメラにより、側面から撮影を行い、津波の作用状況を記録する。

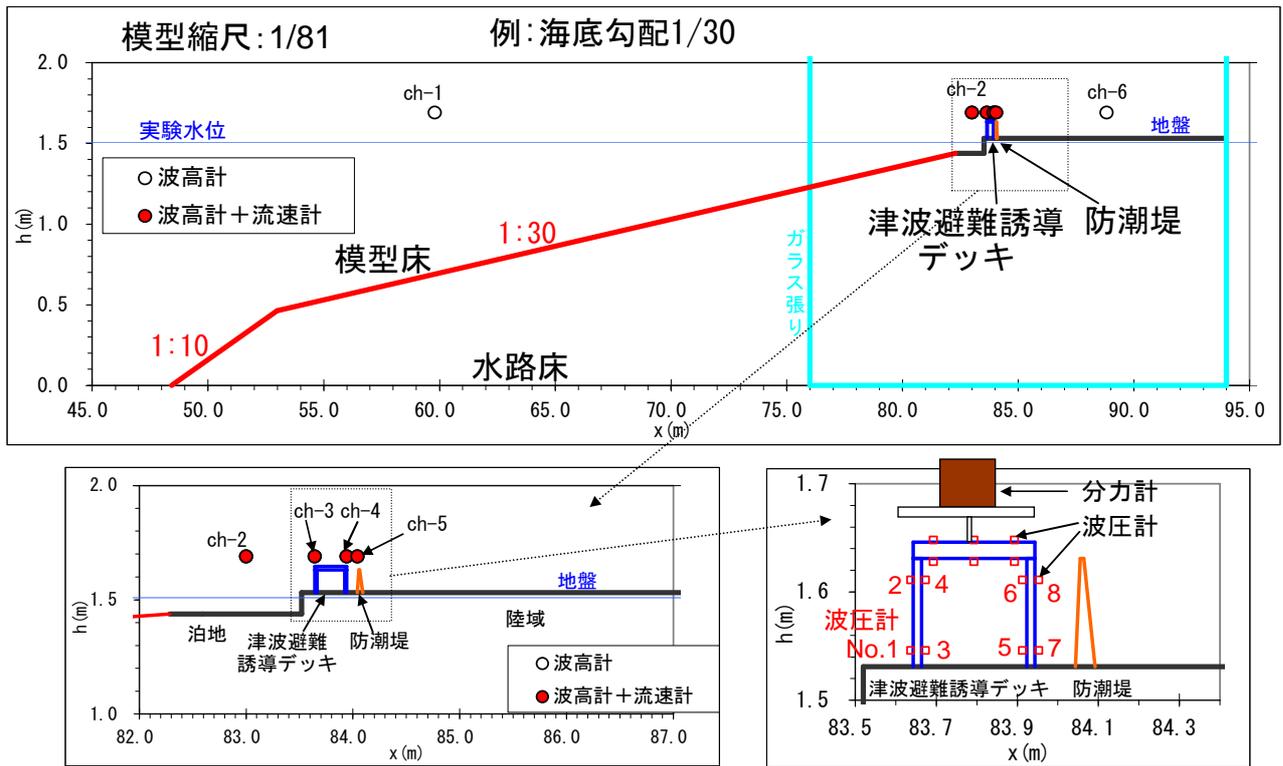


図 2 実験模型及び計測位置概要図 (例)

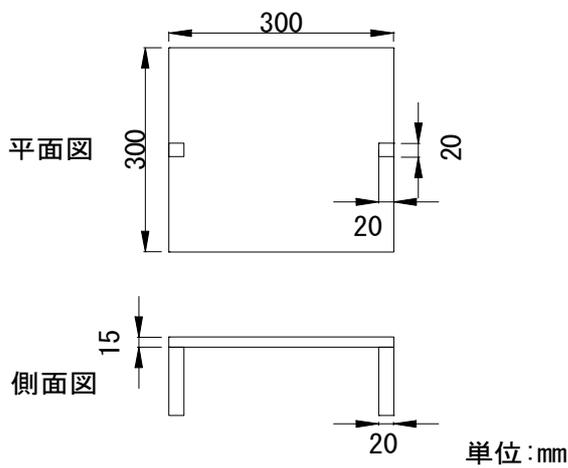


図 3 津波避難誘導デッキ模型例 (寸法図)

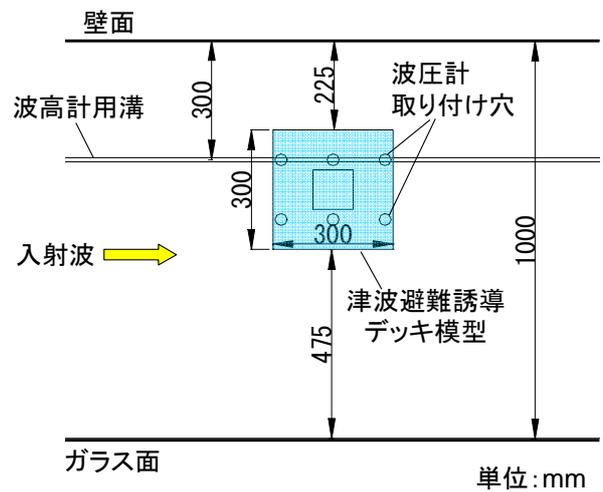


図 4 津波避難誘導デッキ模型の設置位置例



図 5 模型床（勾配 1/30）（例）

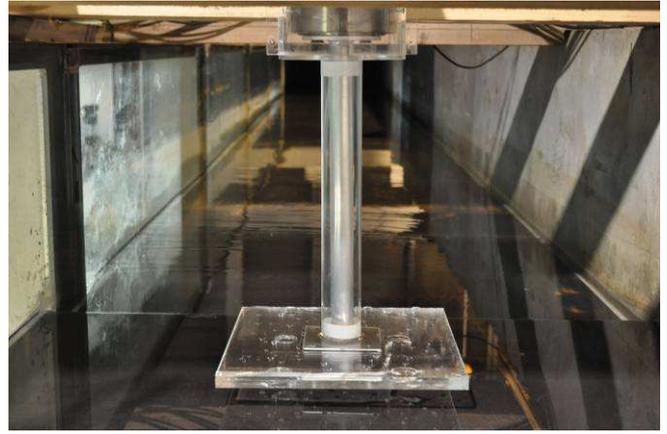


図 6 津波避難誘導デッキ模型設置状況(例)

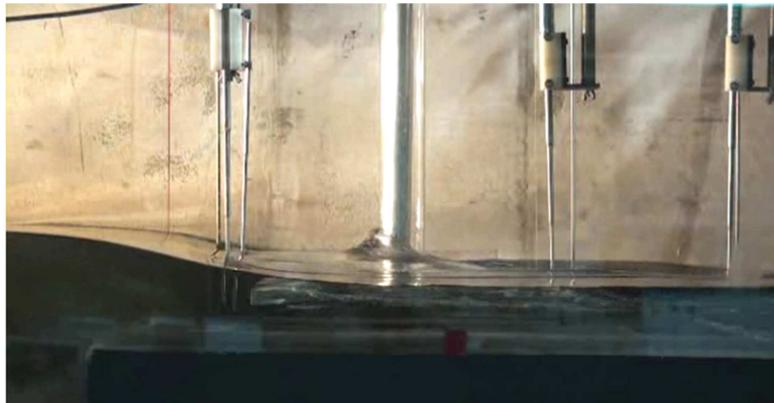


図 7 津波作用状況（条件：防潮堤なし，越流あり、孤立波）

表 1 計測機器と計測内容一覧 (例)

項目	水位		流速	
	機器名	容量式波高計	電磁流速計	プロペラ式流速計
製造 型式	CHT6-40 CHT6-100 (沖に使用)	VMT2-200-04P VMT2-200-08P (泊地に使用)	VOT2-100-10(プロペラ径10mm)	
測定範囲	最大 40cm/150cm	最大 200cm/s	最大 100cm/s	
サンプリング間隔	20ms(50Hz)	20ms(50Hz)	20ms(50Hz)	
サンプリング時間	60s	60s	60s	
分解能	12bit	12bit	12bit	



項目	津波波力(波圧)	揚圧力	津波作用状況
	機器名	3分力計	高速CCDカメラ
製造 型式	半導体型動歪み式波圧計 P310-02	S368	k-II
測定範囲	最大 0.2kgf/cm <sup>2</sup>	最大 50kgf(Fx,Fz)、25kgf・m(My)	
サンプリング間隔	1ms(1kHz)	1ms(1kHz)	フレームレート 50fps
サンプリング時間	60s	60s	
分解能	16bit	16bit	
備考	移動平均処理: 10Hz	移動平均処理: 10Hz	シャッタースピード1/1000



(2) 実験ケース

実験ケースは、対象津波、津波避難誘導デッキ設置位置、床版高などから、適宜、決定する。

(3) 整理解析

計測結果の整理解析は、既往の津波外力に関する知見（津波波力算定法）との比較検討、及びに数値波動水路の再現計算の基礎資料に付することに着目して行う。

主な項目を以下に示す。

- ・波圧と水位の時系列
- ・3分力計による水平波力と波圧計合力の時系列
- ・流速と水位の時系列
- ・上揚力と水位の時系列
- ・波圧、揚力評価式との比較

波圧式：谷本式・朝倉式など

揚力：橋脚に作用する上揚力など

注) 計測結果の整理にあたり、計測値の移動平均は、できるだけ高い周波数を使うことが望ましい。(事例では10ヘルツで整理)

以下に計測例を示す。

- ・波圧と水位の時系列

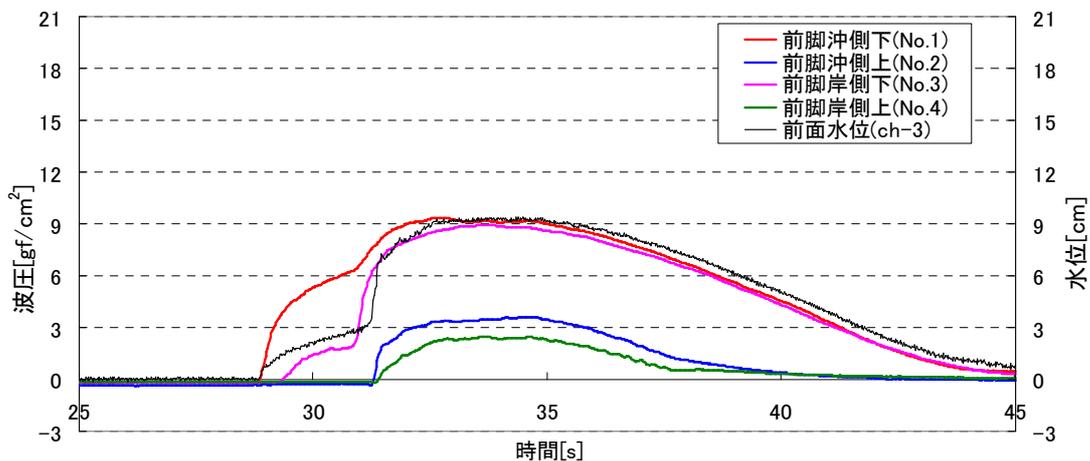


図8 波圧と水位の時系列（周期40s, 前脚）

- ・3分力計による水平波力と波圧計合力の時系列

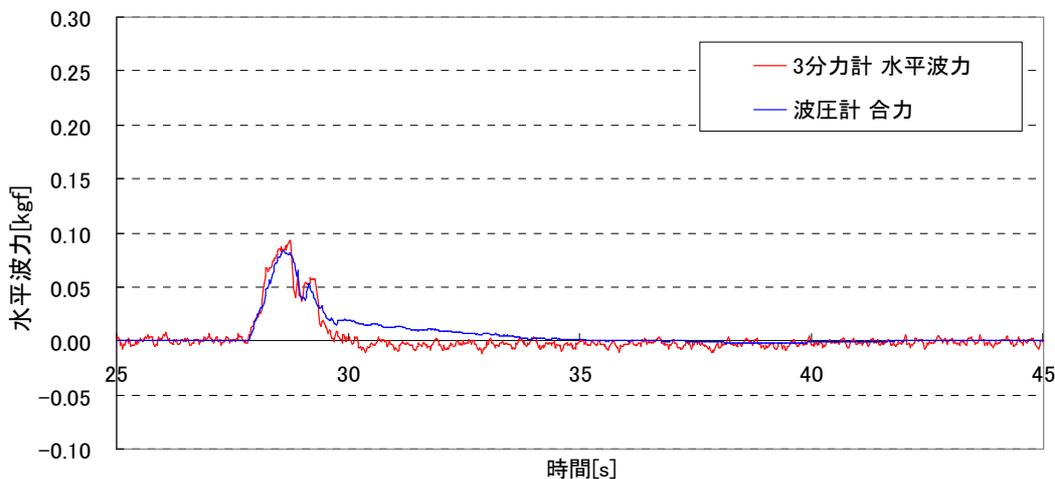


図9 3分力計による水平波力と波圧計合力の時系列（周期30s）

- ・流速と水位の時系列（流速：プロペラ式流速計による計測、岸向きを正）

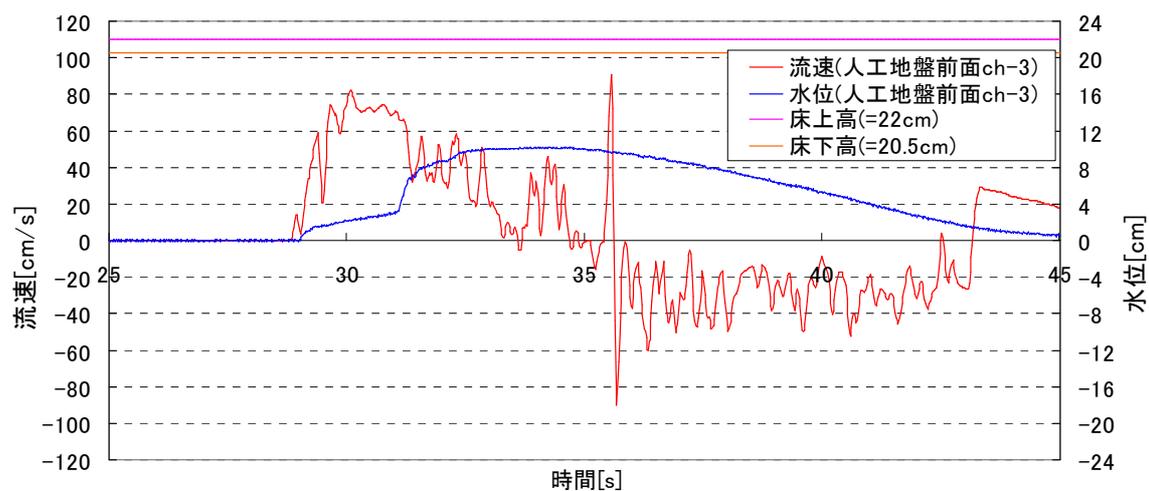


図 10 流速と水位の時系列（周期 40s）

- ・上揚力と水位の時系列

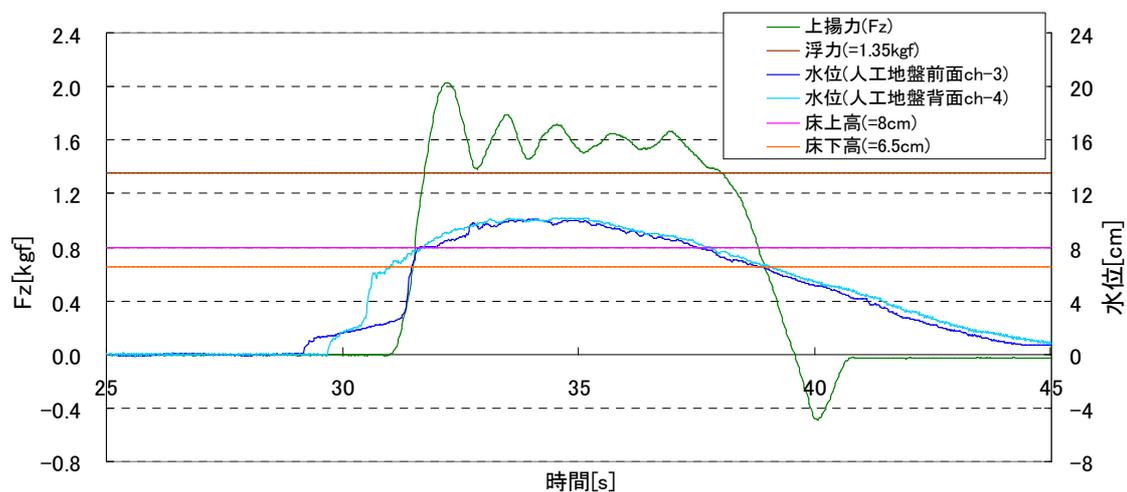


図 11 上揚力と水位の時系列（周期 40s）

注) 上揚力 = 揚力 + 浮力

・波圧評価式との比較

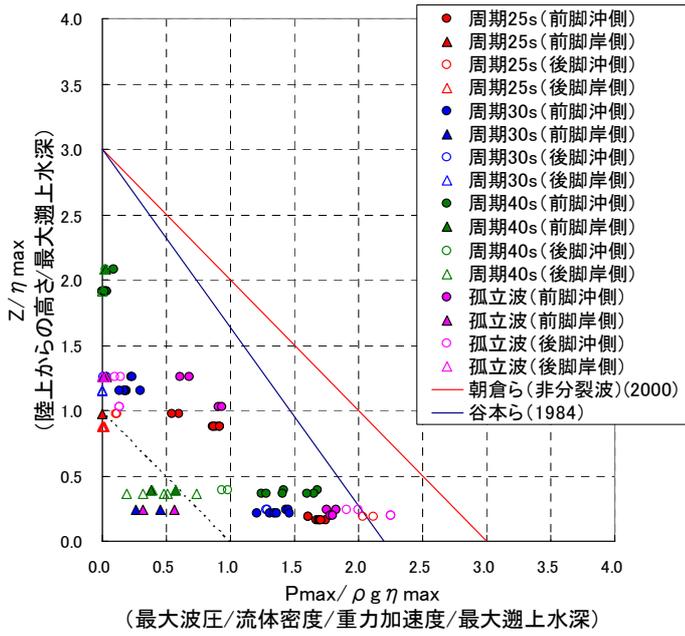


図 12 波圧評価式との比較

※最大遡上水深：防潮堤が無い時の進行波の水深

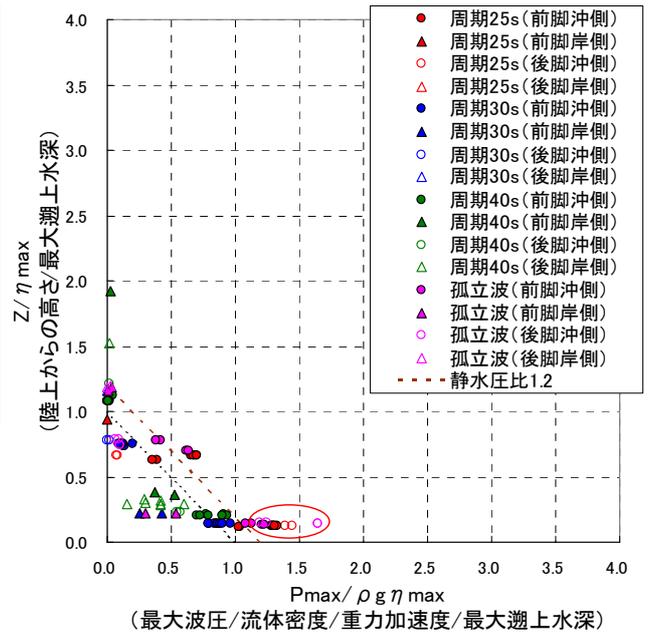


図 13 波圧評価式との比較

※最大遡上水深：津波避難誘導デッキ設置時の浸水深

・上揚力評価式との比較

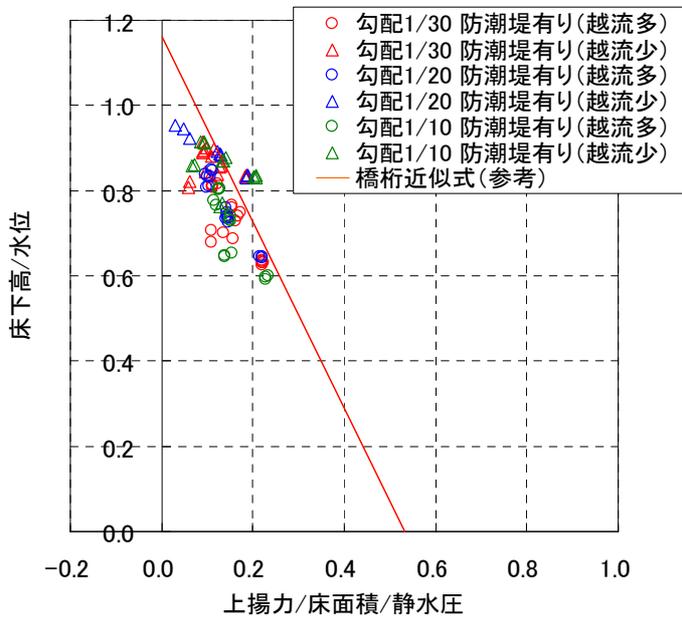


図 14 上揚力と静水圧の関係

(参考) 既存公式

(津波波力)

・陸上鉛直構造物に作用するソリトン分裂しない津波の波圧算定式 (朝倉式)  
 (朝倉良介・岩瀬浩二・池谷毅・高尾誠・金戸俊道・藤井直樹・大森政則(2000): 護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第47巻, pp.911-915.)

$$\frac{P_{\max}}{\rho g \eta_{\max}} = 3 \left( 1 - \frac{Z}{3\eta_{\max}} \right) \quad 0 \leq \frac{Z}{\eta_{\max}} \leq 3 : \text{陸上地面上}$$

$P_{\max}$  : 最大津波波圧、 $\rho$  : 流体の密度、 $g$  : 重力加速度、 $\eta_{\max}$  : 最大遡上水深

$Z$  : 陸上地面を基準とした上向き正の座標

・直立防波堤に作用するソリトン分裂しない津波の波圧算定式 (谷本式)

(谷本勝利・鶴谷広一・中野晋(1984): 1983年日本海中部地震津波による津波力と埋立護岸の被災原因の検討, 第31回海岸工学講演会論文集, pp.257-261.)

$$\frac{P_{\max}}{\rho g \eta_{\max}} = 2.2 \left( 1 - \frac{Z}{3\eta_{\max}} \right) \quad 0 \leq \frac{Z}{\eta_{\max}} \leq 3 : \text{静水面上}$$

・陸上構造物に作用する津波波力算定式 (藤間らの提案式)

(ファウジ アフマド・嶋原良典・藤間功司・水谷法美(2009): 陸上構造物に作用する津波波力の推定手法に関する考察, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 65, No. 1, pp.321-325.)

$$F_D = \frac{1}{2} \rho C_D B (h_i u_i^2)_m \quad C_D = 2.0 + 5.4 \times \left( \frac{h_{im}}{D} \right)$$

$F_D$  : 水平波力、 $C_D$  : 抗力係数、 $B$  : 構造物の幅、 $h_i$  : 通過波の水深、 $u_i$  : 通過波の流速、  
 $D$  : 護岸からの距離

ただし、 $h_{im}/D > 0.05$  の場合は、静水圧分布型の式の使用が望ましい。

(橋桁に作用する水平波力と上揚力)

・橋桁に作用する水平波力と上揚力の近似式 (津波による道路構造物の被害予測とその軽減策に関する研究, 平成22年6月新道路技術会議)

$$\frac{Z}{a_H} \geq 0.5 \text{ の場合、} \quad \frac{Z}{a_H} = -0.42(q_x / \rho g a_H) + 1.30 \quad \frac{Z}{a_H} < 0.5 \text{ の場合、} \quad q_x / \rho g a_H = 1.90$$

$$\frac{z}{a_H} = -2.18(q_z / \rho g a_H) + 1.16$$

$Z$  : 桁中心位置、 $z$  : 桁下高、 $a_H$  : 津波高、 $\rho g a_H$  : 津波高  $a_H$  に対する静水圧

$q_x$  : 水平波力 / 桁側面面積、 $q_z$  : 上揚力 / 桁下面積

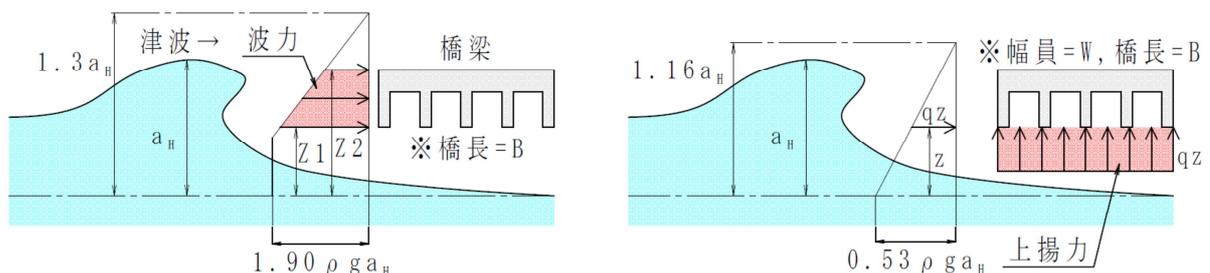


図 15 橋桁に作用する水平波力と上揚力の算定式概念図

#### 4 数値シミュレーション（数値波動水路）

水理模型実験では、計測できない長周期の津波については数値波動水路（断面 2 次元モデル）により計算し、津波波力、揚力など必要な諸元について実験結果を補完し、波圧・揚力などの外力算定法を決定する。

数値波動水路の検証は水理実験結果との整合性により行うことを基本とする。

対象地における津波遡上シミュレーション及び数値波動水路により、提案式の妥当性を検証する。

##### (1) 数値波動水路計算の検証

水理模型実験の典型的な結果数例について同一条件の数値シミュレーション（数値波動水路）計算を実施し、計算条件の妥当性を検証する。

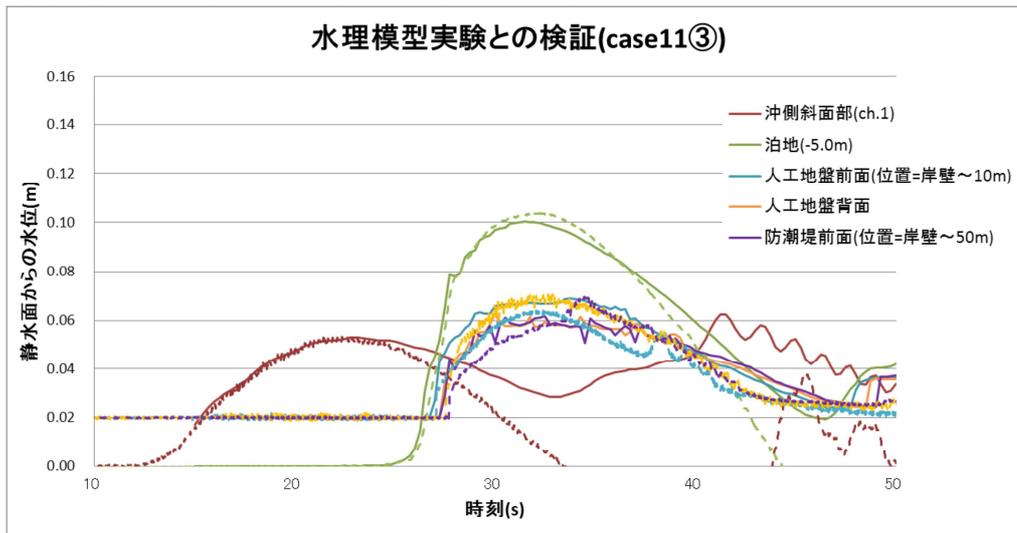


図 16 検証計算事例（水位の経時変化）

検証された計算条件を用いて水理模型実験より周期の長い入射津波を対象に計算を実施し、津波波力・上揚力について検討する。

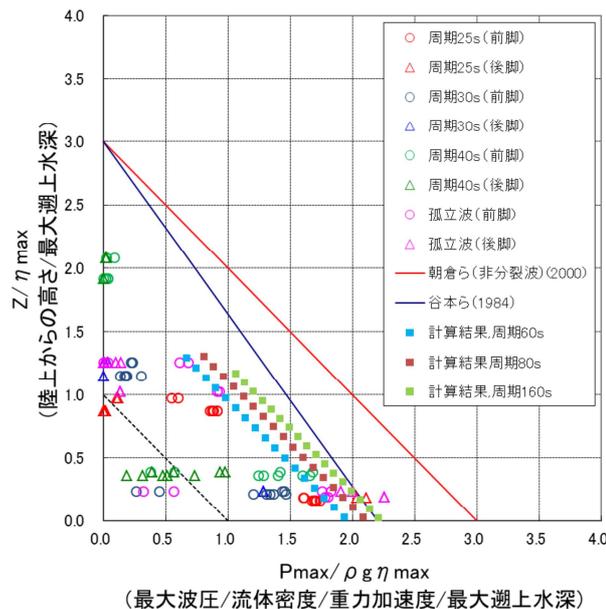


図 17 計算によるデータ補完事例

(2) 津波波力・上揚力算定式の提案

水理模型実験結果と数値波動水路の計算結果等を踏まえ、津波波力の既往提案式の適用性を検討し、必要に応じ、適用範囲を検討し、津波避難誘導デッキに係る津波波力算定式を選定する。

津波波力・上揚力算定式については、既報の研究成果を参考に、①静水圧分布に基づく津波波力算定式（谷本式，朝倉式等）と②抗力による津波波力算定式（流速と抗力係数，揚力係数による評価式）などを対象に比較する。

既存研究成果については P.8（参考資料）参照のこと。

(事例)

<防潮堤有りの場合>

○脚に作用する波力算定式

波圧 = 谷本式（脚前面） - 静水圧（脚背面）

$$\frac{P_{\max}}{\rho g \eta_{\max}} = 2.2 \left( 1 - \frac{Z}{3\eta_{\max}} \right)$$

$P_{\max}$  : 最大津波波圧、 $\rho$  : 流体の密度、 $g$  : 重力加速度、 $\eta_{\max}$  : 最大遡上水深

$Z$  : 陸上地面を基準とした上向き正の座標

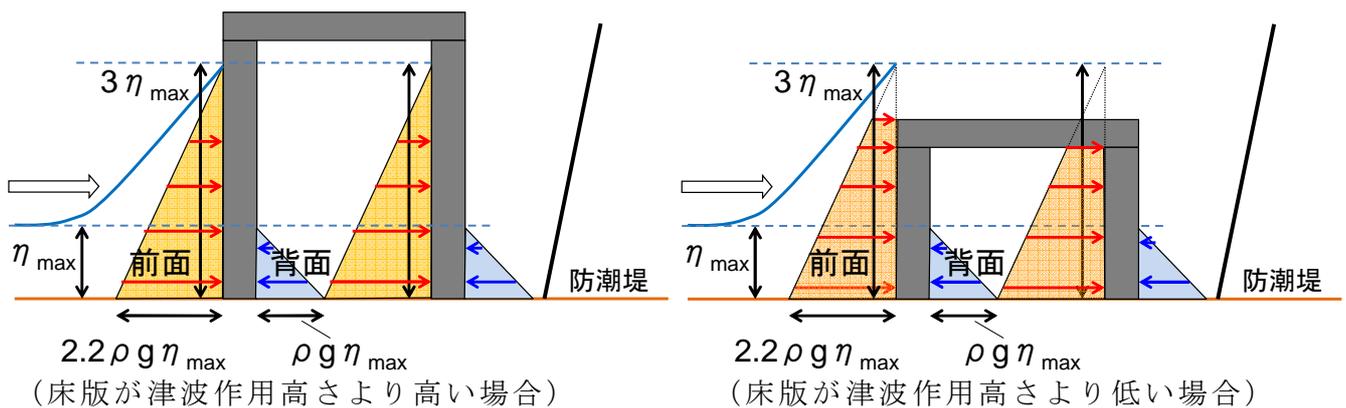


図 18 水平波力算定式概念図（防潮堤有り）

谷本式は直立防波堤に作用する津波の波圧算定式であり、津波避難誘導デッキは陸上の施設であることから、施設の設置条件は異なる。しかしながら、ここでは、津波避難誘導デッキの水理模型実験結果と数値波動水路の計算結果が谷本式の静水面上の津波波力算定手法の範囲になるため、この津波波力算定を採用する。

○床版に作用する上揚力算定式

上揚力 = 橋桁近似式

$$\frac{z}{a_H} = -2.18(q_z / \rho g a_H) + 1.16$$

$z$  : 床下高、 $a_H$  : 津波高、 $q_z$  : 上揚力 / 床下面積、 $\rho g a_H$  : 津波高  $a_H$  に対する静水圧

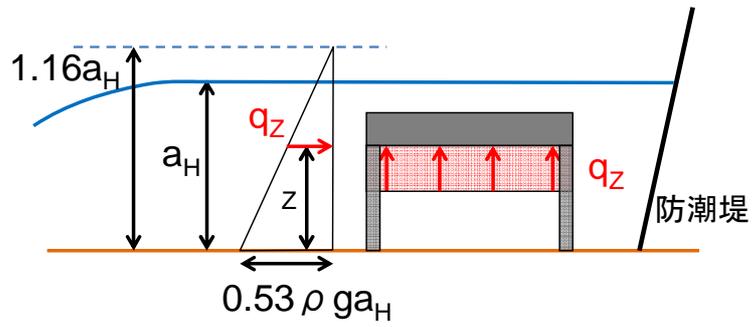


図 19 上揚力算定式概念図（防潮堤有り）

ただし、床版が津波高より高い場合、上揚力は作用しない。

防潮堤と避難誘導デッキを密着させた場合、衝撃的に大きな上揚力（50m 離れたケースの 2 倍程度）が発生することがあるので留意が必要である。

(3) 数値波動水路による波圧算定式の適用性評価

モデル地区において、非線形浅水長波モデルによる津波遡上シミュレーション及び数値波動水路を用いて、対象施設に作用する波力を算定し、提案された波圧算定式の妥当性を検証するとともに、必要に応じ、提案式を修正する。

検証事例（田老漁港）

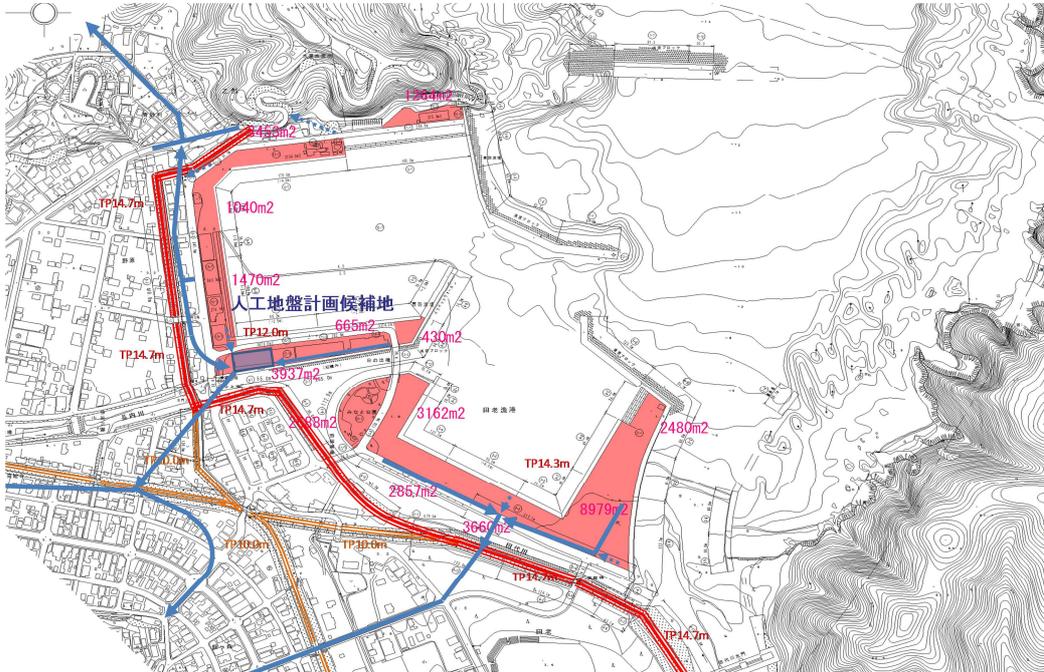


図 20 時系列データ抽出点

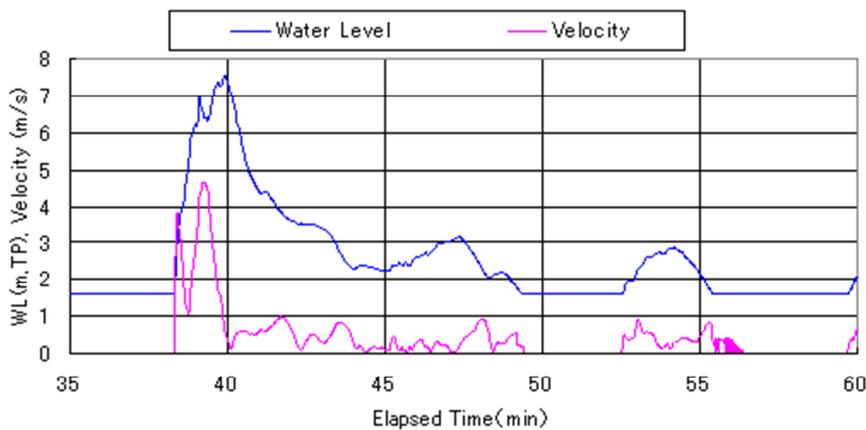
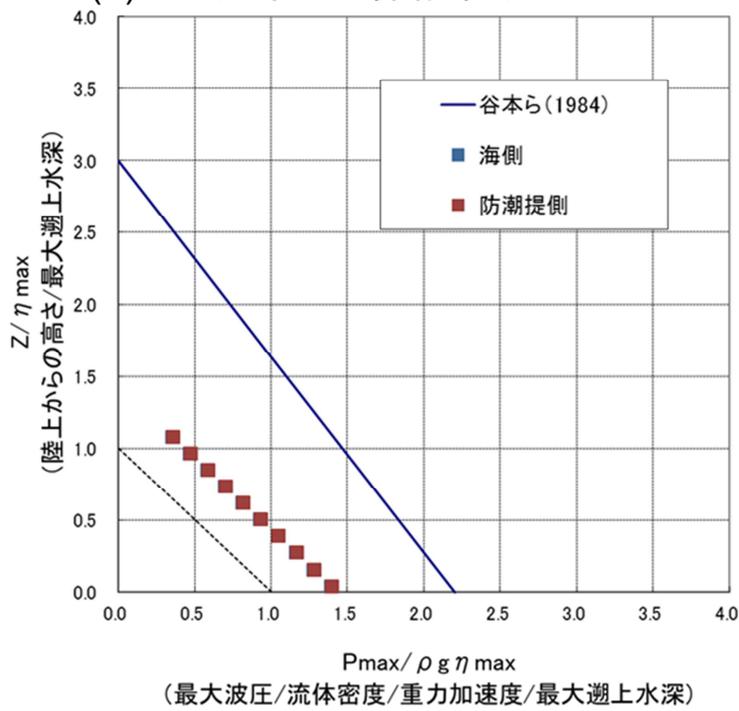


図 21 時系列データ（遡上シミュレーション結果）

計算された津波諸元を用いて数値波動水路計算を実施。  
 最高水位：7.6m（1波目）  
 最大流速：4.6m/s（1波目）

(a)波力分布の計算結果(通過波ベース)



(b)人工地盤に作用する波力と浮力の比較

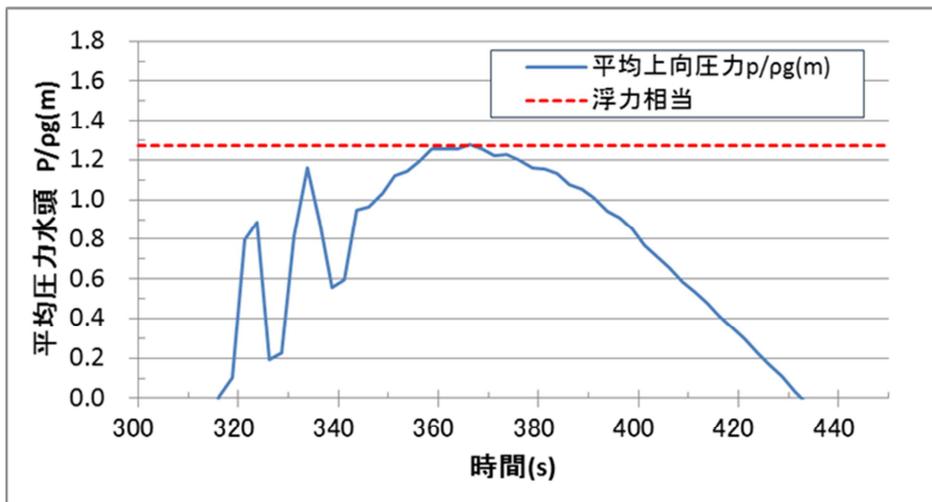


図 22 波圧分布の計算結果 (水平力：谷本式以下、上揚力：橋脚の上揚力算定式以下)

(4) 津波波力・上揚力算定式の決定

適用性の評価を踏まえ、避難誘導デッキに作用する津波波力の算定方法を決定する。

- 脚に作用する波力算定式
- 床版に作用する上揚力算定式

(事例)

- 脚に作用する波力算定式

波力 = 谷本式 (脚前面) - 静水圧 (脚背面)

$$\frac{P_{\max}}{\rho g \eta_{\max}} = 2.2 \left( 1 - \frac{Z}{3\eta_{\max}} \right)$$

$P_{\max}$  : 最大津波波圧、 $\rho$  : 流体の密度、 $g$  : 重力加速度、 $\eta_{\max}$  : 最大遡上水深

$Z$  : 陸上地面を基準とした上向き正の座標

注) 谷本式は直立防波堤に作用する津波の波圧算定式であり、津波避難誘導デッキは陸上の施設であることから、施設の設置条件は異なる。しかしながら、ここでは、津波避難誘導デッキの水理模型実験結果と数値波動水路の計算結果が谷本式の静水面上の津波波力算定手法の範囲になるため、この津波波力算定を採用する。

- 床版に作用する上揚力算定式

上揚力 = 橋桁近似式

$$\frac{z}{a_H} = -2.18(q_z / \rho g a_H) + 1.16$$

$z$  : 床下高、 $a_H$  : 津波高、 $q_z$  : 上揚力 / 床下面積、 $\rho g a_H$  : 津波高  $a_H$  に対する静水圧

注1) 床版が津波高より高い場合、上揚力は作用しない。

注2) 防潮堤と避難誘導デッキを密着させた場合、衝撃的に大きな上揚力 (50m 離れたケースの 2 倍程度) が発生することがあるので留意が必要。

## 避難誘導デッキの計画・設計ガイドライン 事務局担当者

(岩手県農林水産部漁港漁村課)

大村 益男	技術参事兼総括課長
大澤 公延	技術主幹兼漁港担当課長
阿部 幸樹	主任主査 (平成 25 年 4 月より漁港担当課長)
小原 英	主任主査
高師 拓也	主任
薄衣 真一郎	技師

((一財)漁港漁場漁村総合研究所)

堀越 伸幸	技術審議役 (平成 24 年 10 月 1 日より)
中村 隆	第一調査研究部長 (平成 25 年 4 月末日まで)
中村 克彦	第一調査研究部長 (平成 25 年 5 月 1 日より)
林 浩志	第一調査研究部次長
加藤 広之	主幹研究員
浪川 珠乃	主任研究員
小島 大典	主任研究員
種市 俊也	専門技術員
麓 貴光	専門技術員
小山 正之	専門技術員
佐藤 勝弘	専門技術員
滑川 順	専門技術員
多田 英彦	専門技術員
田島 憲一	専門技術員
古字 寛芳	専門技術員
内山 一郎	専門技術員

(職名は編集時のもの)

発行年月日 平成 25 年 7 月

発行者 岩手県 農林水産部 漁港漁村課

**本ガイドラインに関する問い合わせ先**

岩手県 農林水産部 漁港漁村課

〒020-8570 岩手県盛岡市内丸10-1

電話 019-629-5828

FAX 019-629-5824

岩手県ホームページ <http://www.pref.iwate.jp/>