

# 港湾・ふ頭毎のリスクの考え方

## 数値シミュレーション結果に基づく港湾・ふ頭毎のリスクの考え方

- 津波来襲時に船舶に起こり得るリスクを完全に解消することはできなくとも、少しでもリスク軽減を図ることを通じ、被害の拡大を未然に防ぐためにでき得る施策を着実に実施していくことが重要。
- 津波来襲時に船舶に起こり得るリスクや取るべき選択肢に関する基本的な考え方については、東日本大震災以降、海事局において、「東日本大震災における地震・津波の来襲時の船舶の避難対応について(2011年11月)」や「船舶運航事業者における津波避難マニュアル作成の手引き(2014年3月)」等がまとめられており、**状況に応じて、船舶の避難方法等(「沖合退避」、「係留強化」、「総員退避」)**を判断するという基本的な考え方が示されているところ。

### 津波来襲時に起こり得るリスクの例

#### 【沖合退避を行う場合】

- ① 津波に関する正確な情報が不足し、沖合退避の判断が遅れてしまうリスク
- ② 離棧・出港のための作業員が調達できず、乗組員のみで離棧・出港を行わなければならないリスク
- ③ 沖合退避が間に合わず、港湾内で津波の襲来を受けるリスク
- ④ 沖合退避の途中で港内で引き波に遭遇し、航路・泊地の水深が浅くなり船舶航行に支障が出るリスク
- ⑤ 沖合退避の途中で、航路上に多数の漂流物や他の船舶があり、沖合退避の支障となるリスク

#### 【係留避泊を行う場合】

- ① 岸壁避泊を選択後、船体動揺・津波等により係留索・係船柱等の係留系が破断・損壊し、船が漂流するリスク

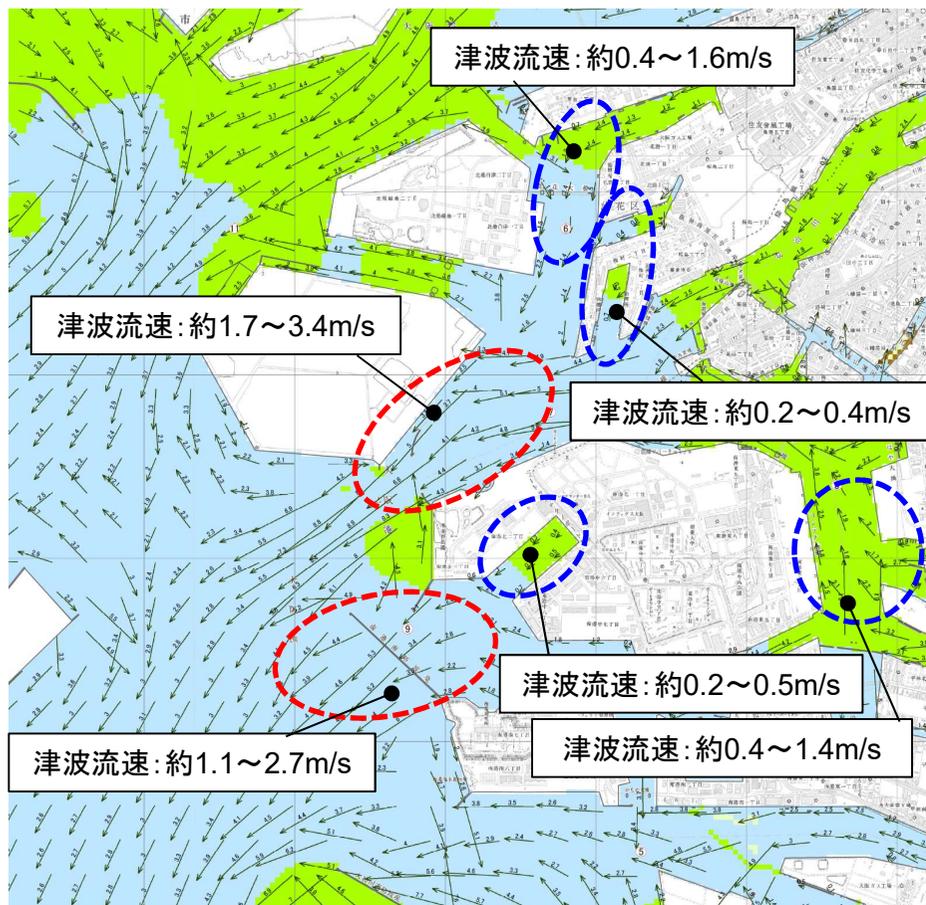
#### 【船舶漂流が発生する場合】

- ① 漂流し操縦不能となった船が、岸壁等に衝突を繰り返したり、浅瀬に座礁し、航路閉塞を招くリスク
  - ② 漂流し操作不能となった船が、第2波等により、コンビナート等に乗揚げ、被害が拡大するリスク
- また、**第1回委員会以降に実施した数値シミュレーションにより、係留系に対して津波流速が大きく影響を与えることや、津波の作用方向に応じて係留系に与える影響が異なることなどが明らかになった。**
  - 本資料では、上記を踏まえ、**港湾・ふ頭毎の津波リスク評価を行う上で必要な検討事項とこれを踏まえた対策の考え方を提示する。**

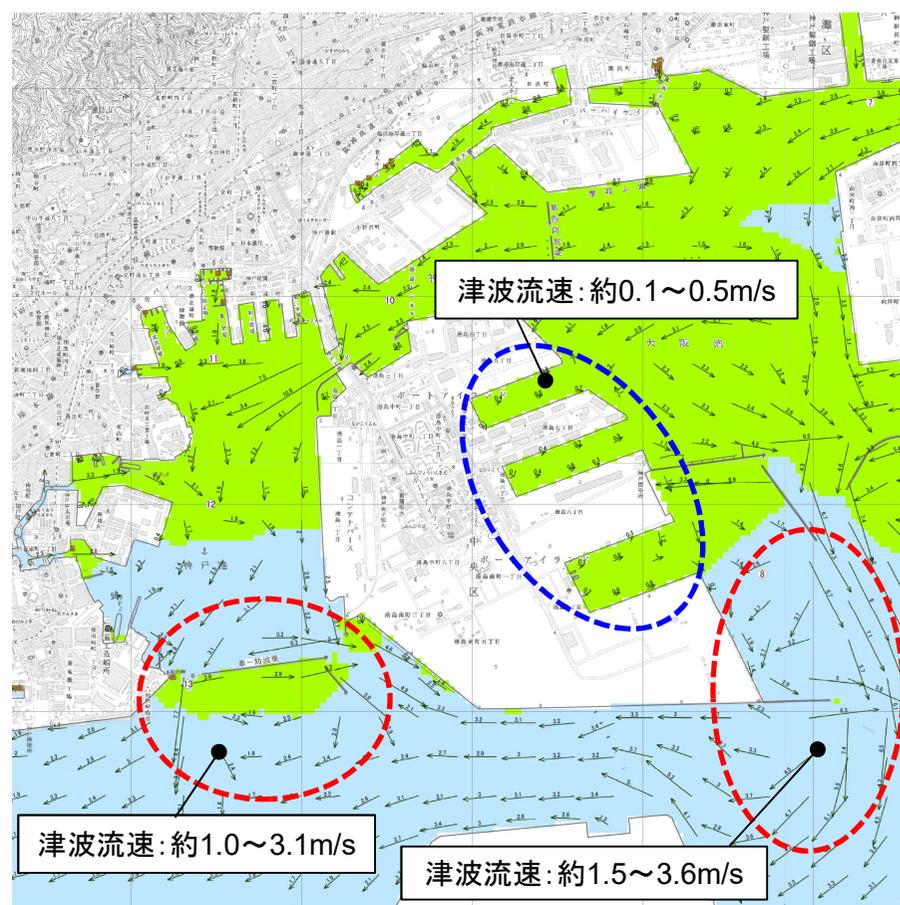
# 港内の津波流速に関するリスク認識(その1)

- 津波来襲時の港内津波流速はふ頭の位置や形状により異なっており、“港奥部”や“くし型ふ頭”においては、港口部と比較して、津波流速が低減される。

事例1:大阪港(想定地震:南海トラフ地震)



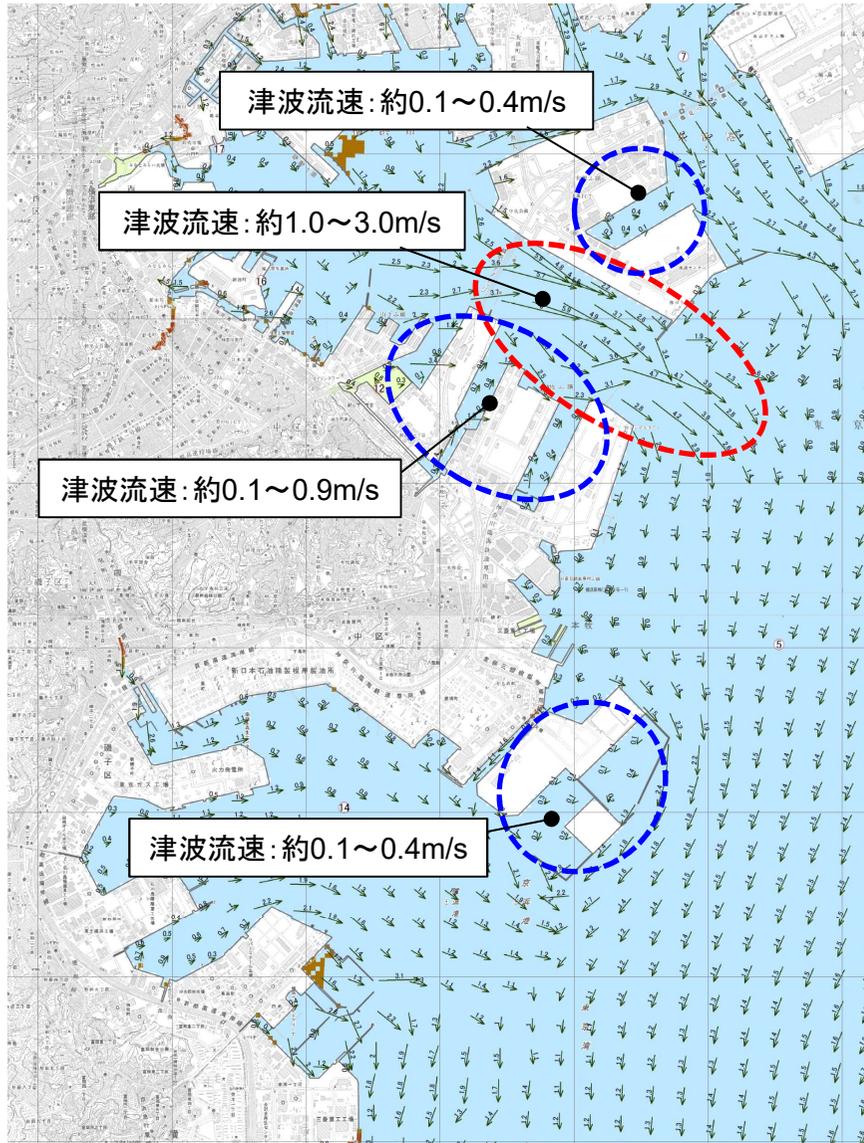
事例2:神戸港(想定地震:南海トラフ地震)



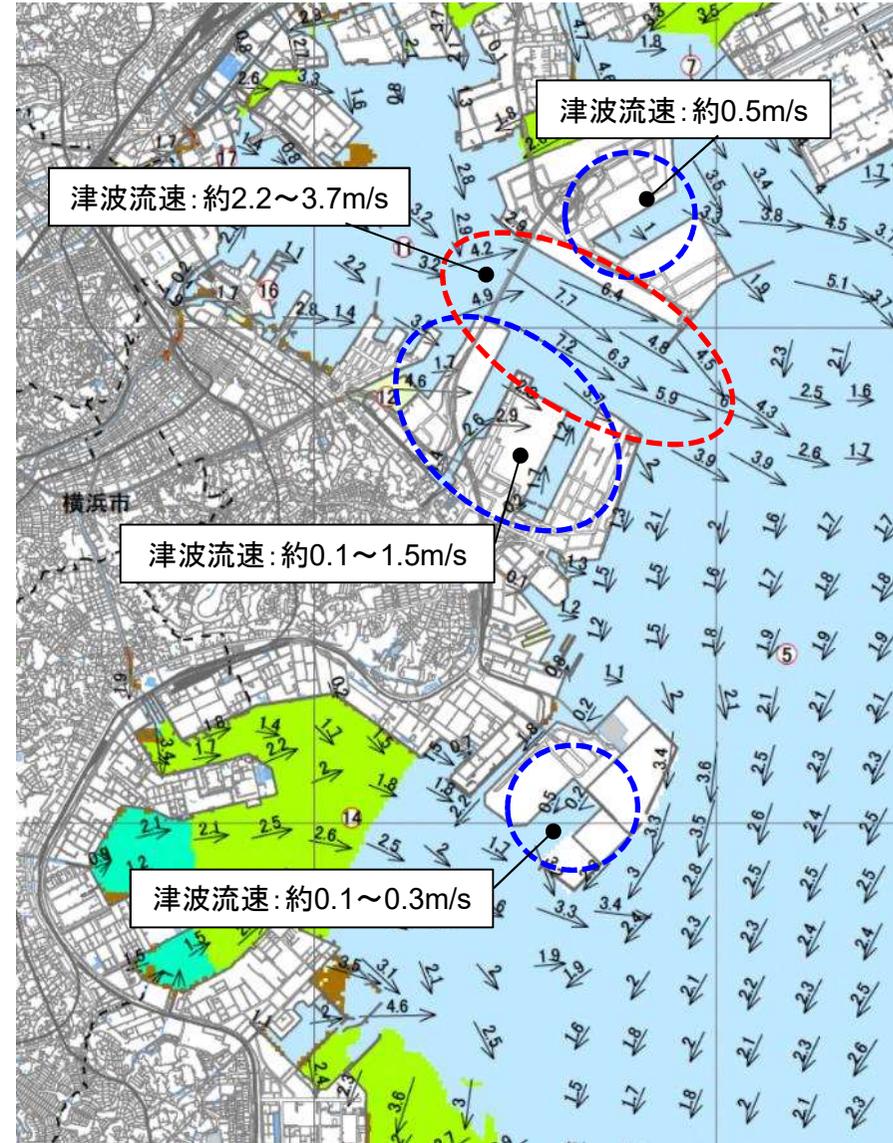
海上保安庁海洋情報部HPの「津波防災情報」より港湾局作成

# 港内の津波流速に関するリスク認識(その2)

事例3(その1): 横浜港(想定地震: 南海トラフ地震)



事例3(その2): 横浜港(想定地震: 元禄関東地震(首都直下地震))

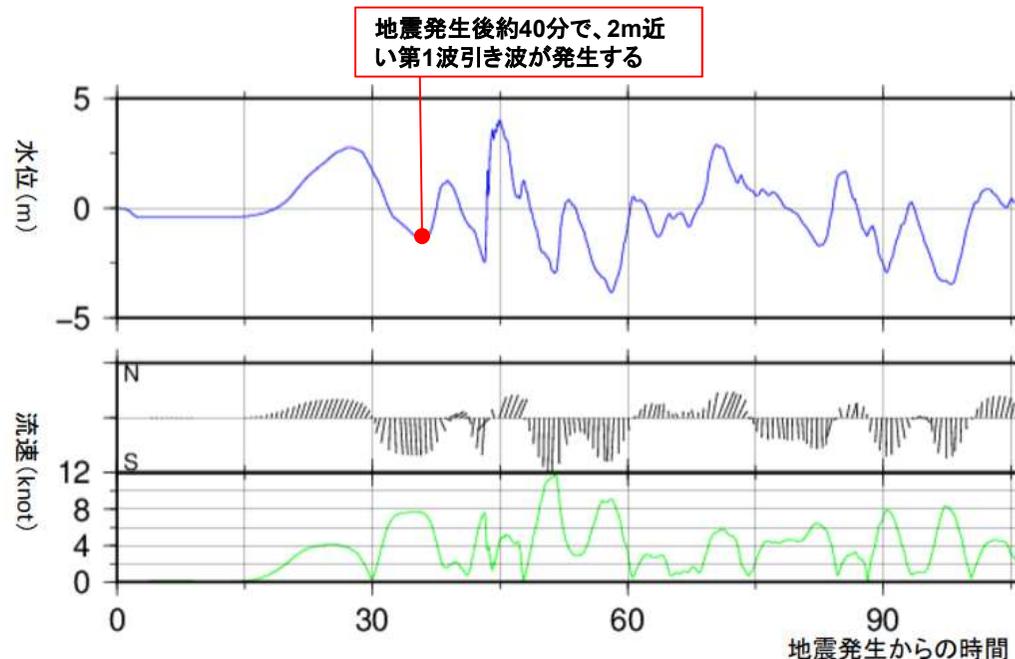
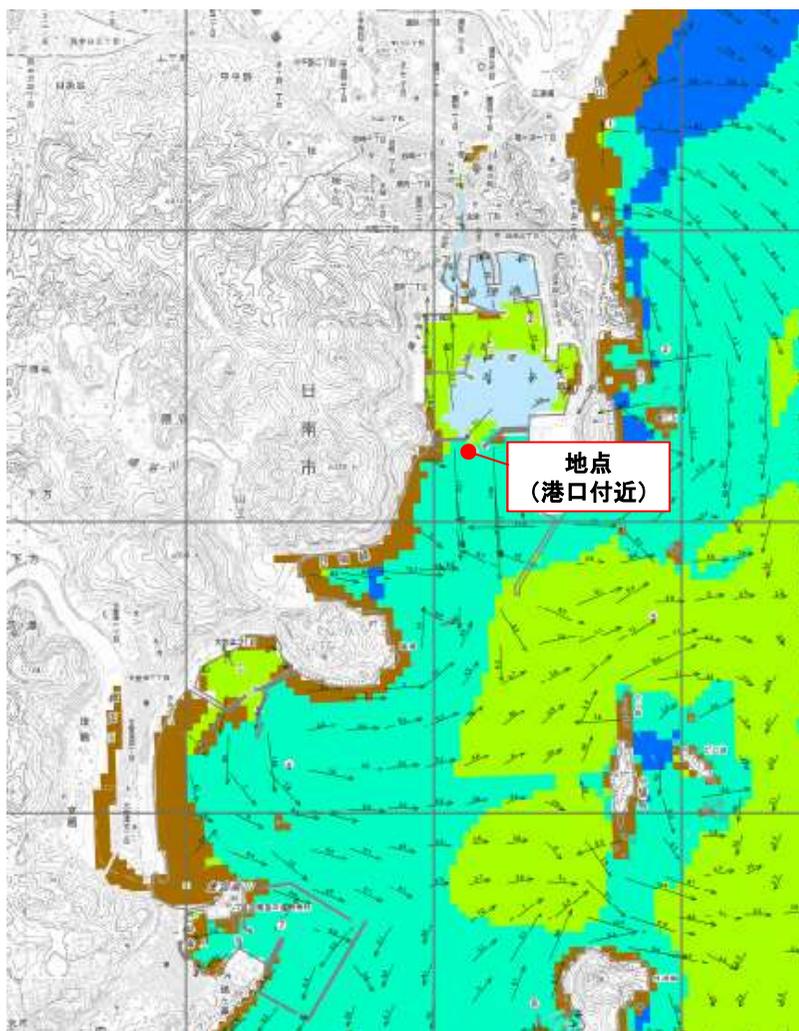


# 引き波に対するリスク認識(海上保安庁による津波防災情報図の公表)

- 海上保安庁が南海トラフ地震などの断層モデルを対象として津波シミュレーションを実施し、海域における津波の挙動を示した津波防災情報図等を整備しており、各港における引き波高や流速等の把握が可能。

事例：油津港(想定地震：南海トラフ地震)

津波防災情報図



(参考)津波防災情報図

津波による水位変化や最大津波流速が示された進入図・引潮図、任意の地点における津波高や津波の流向・流速の時間変化をグラフで示した経時変化図 及び時々刻々と変化する津波の挙動を示した津波アニメーションの3種類の図(データ)を一組とした図

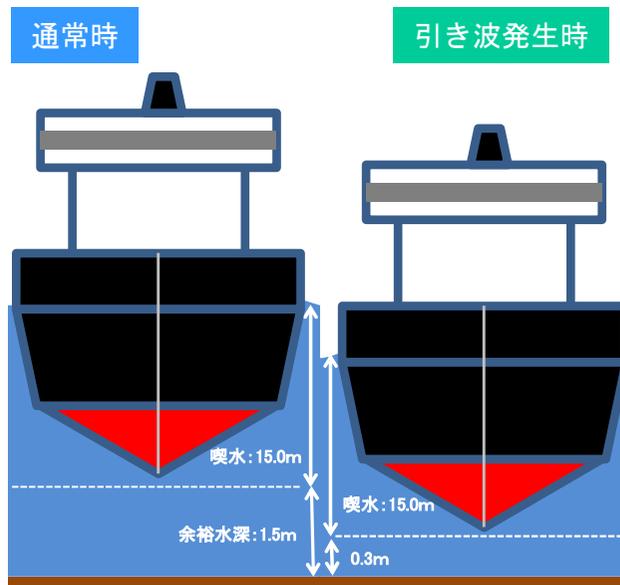
海上保安庁海洋情報部HPより作成

# 引き波を考慮した“退避しやすい航路”の検討の必要性

- 航路水深は、「港湾の施設の技術上の基準」において、船舶の最大喫水から以下のように規定されており、最大喫水が大きい船舶ほど、余裕水深幅が大きいことから、喫水が浅い船舶と比較し、津波発生時の引き波に対し、冗長性を有していると考えられる。
- 防波堤等の設計では設計要求性能を対象津波毎(L1・L2津波)に2段階で設定していることを参考に、航路水深においても、引き波時でもより安全に沖合退避が可能となるような災害に強靭な“退避しやすい航路”の検討が必要。

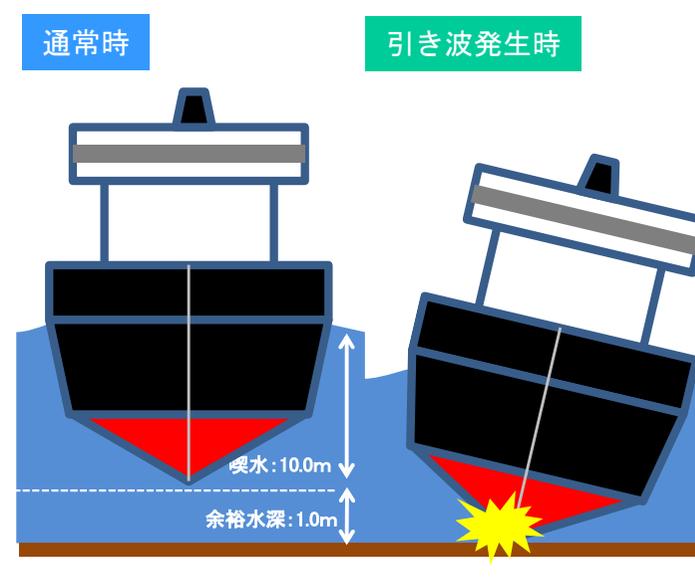
## 1.2mの引き波発生時における船舶の状態比較

対象船舶：喫水15.0m



技術基準が定める必要余裕水深は確保されないものの、船底の海底接触は発生しない

対象船舶：喫水10.0m



船底の海底接触が発生

(参考)航路水深設定の考え方

港湾の施設の技術上の基準・同解説((公社)日本港湾協会(平成30年5月))

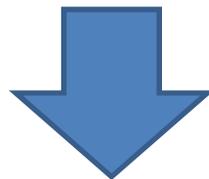
うねり等の波浪の影響が想定されない港内等の航路	D=1.10d
うねり等の波浪の影響が想定される港外等の航路	D=1.15d
強いうねり等の波浪が想定される外洋等の航路	D=1.20d

## 航路の増深による引き波への安全性向上効果(試算例)

- フェリー2路線週13便と、砂・砂利等のバルク貨物による利用が行われている太平洋側港湾の公共岸壁(水深9m)を対象に、現行の航路・泊地及び現行の航路水深を1m増深した場合の引き波に対する沖合退避の安全性向上効果の試算を行ったところ、沖合退避に関する安全性が向上することが判明。

### 現在の航路水深(9.0m)のままの場合

		引き波 1.5m		引き波 2.0m		引き波 2.5m	
船舶 の状態	10%の余裕水深確保可能な割合	4%	49%	4%	49%	4%	4%
	海底接触はしないが10%の余裕水深は確保できない割合	45%		45%		0%	
	海底接触する割合	51%	51%	51%	51%	96%	96%



### 現在の航路水深(9.0m)を1.0m増深した場合

		引き波 1.5m		引き波 2.0m		引き波 2.5m	
船舶 の状態	10%の余裕水深確保可能な割合	100%	100%	49%	100%	4%	49%
	海底接触はしないが10%の余裕水深は確保できない割合	0%		51%		45%	
	海底接触する割合	0%	0%	0%	0%	51%	51%



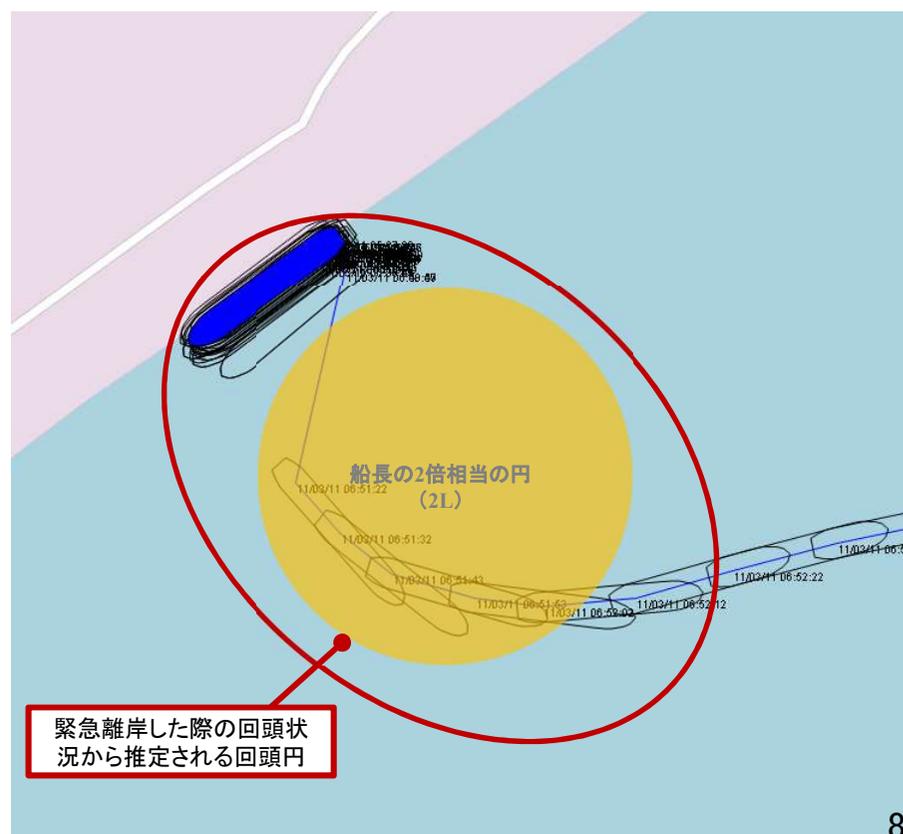
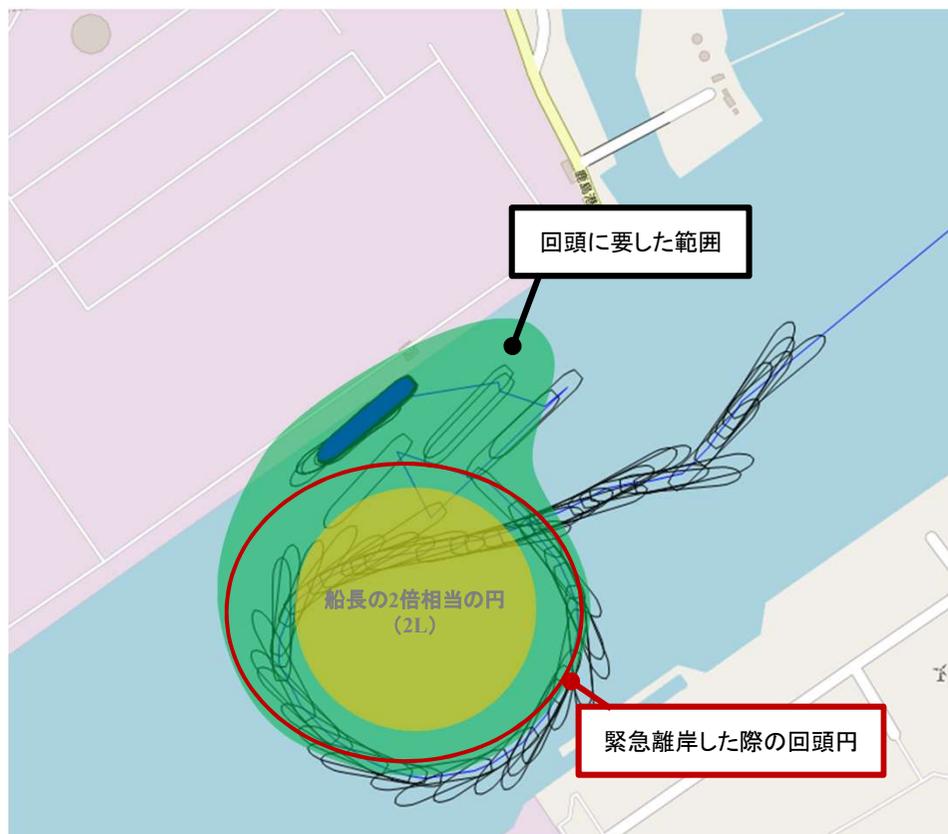
## 迅速な沖合退避に向けた“退避しやすい泊地”の検討の必要性

- 東日本大震災の際の鹿島港におけるAIS分析を実施した結果、タグ無しで離岸したと思われる貨物船が、船長の2倍を超える回頭をし、楕円状に離岸している状況が確認された。
- 上記の実態を踏まえ、津波来襲時の緊急離岸を想定した場合、必要十分な回頭範囲を確保しつつ、経済的かつ効率的な回頭円形状の検討を通じ、“退避しやすい泊地”の実現を図る必要がある。

### 鹿島港におけるAIS分析結果

船種	貨物船		
全長	75m	総トン数	約2,000DWT
着岸形式	入船係留	タグの有無	無し

船種	貨物船		
全長	187m	総トン数	約40,000DWT
着岸形式	入船係留	タグの有無	無し



## 沖合退避に有利な形状の港湾の例



港口が複数ある形状の港湾  
(小樽港)

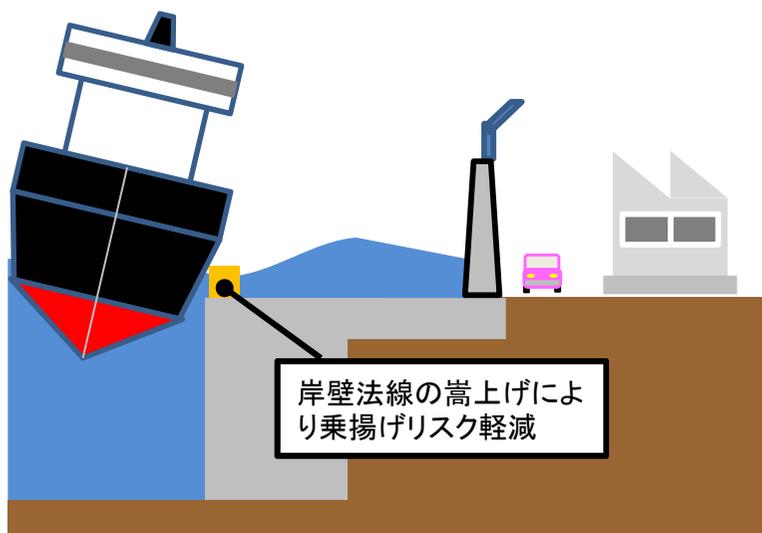


入出港の際に回頭が不要な形状の港湾  
(ポートケラン港 (マレーシア))

# 乗揚げリスクの軽減に向けた検討

- 後背地の安全性向上対策として、船舶乗揚げリスクを軽減する方法と、船舶乗揚げ後のリスクを軽減する方法の2種類が考えられる。

## 乗揚げリスクの軽減策



## 乗揚げた後のリスク軽減策



岸壁法線への防潮壁の設置



SOLASフェンス基礎部の強化



津波バリアの設置

# 港湾毎・ふ頭毎のリスク分析および津波対策の基本的な考え方(案)

## リスク分析

### (比較的、“沖合退避”に適しているふ頭)

- 港口部や直線バースのふ頭は、津波流速が大きいいため、係留避泊には不適。
- 港口部は港奥に比べ、沖合退避が迅速に行える一方、漂流・座礁・沈没が発生した場合、当該港湾の機能を喪失させるリスクがあるため、迅速かつ確実に沖合退避出来る対策が必要。

### (比較的、“係留避泊”に適しているふ頭)

- 港奥やくし型バースは、津波流速が比較的小さいため、港口部に比べ、係留避泊のリスクが小さい。
- 退避に時間を要すること、引き波により航路水深が不足するおそれがあるため、その改善が必要。

## 港湾毎・ふ頭毎の津波対策の基本的な考え方(案)

ふ頭の特徴		対策の基本的な考え方	具体的な対策イメージ
沖合退避に適しているふ頭		対策により、より迅速な沖合退避を実現	迅速な沖合退避を可能とする係留装置の設置 航路の増深(引き波への対応も含む) 泊地の拡大 着岸形式の変更 情報伝達体制の充実
(沖合退避に適していないが)改善により沖合退避の可能性が高まるふ頭		対策により、沖合退避可能な船舶を増加	
沖合退避が困難なふ頭	係留避泊を選択する場合	係留避泊の安全性を向上	係留方法の改善 津波外力を考慮した係船柱・防舷材の導入 防波堤の延伸・嵩上げ 津波避難タワー等の整備
	係留避泊も困難な場合	短時間で来襲する津波への対応等について、引き続き検討が必要	
後背地への影響が大きいふ頭		沖合退避に適しているふ頭か否かに関わらず対策を講じ、後背地への影響リスクを軽減	乗揚げリスク軽減対策(岸壁の嵩上げ・防潮壁等) 乗揚げ後のリスク軽減対策(流出防止柵等)

## 港湾毎・ふ頭毎の津波対策優先度の考え方(案)

- 各港においてふ頭毎のリスク分析を行った上で、総合的な優先度評価を行った上で津波対策を講じる。

### 港湾毎の優先度の考え方(案)

- 人口や産業が集積し、海上交通ネットワークの拠点となる港湾【重要性が高い港湾】
  - ① 背後圏の経済規模が大きい、広域的な物流拠点であるなど、一旦、港湾機能が停止すると国民生活や経済活動に甚大な影響を及ぼし得る重要港湾以上の港湾
  - ② コンビナート火災や港湾背後の火災発生などにより、港湾及び背後地域の人命や資産に甚大な影響を及ぼし得る重要港湾以上の港湾
- 大規模地震・津波災害の切迫性が高い港湾【緊急性が高い港湾】
  - ① 切迫性が高い南海トラフ地震、日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震などの対象地域に位置する港湾

### ふ頭毎の優先度の考え方(案)

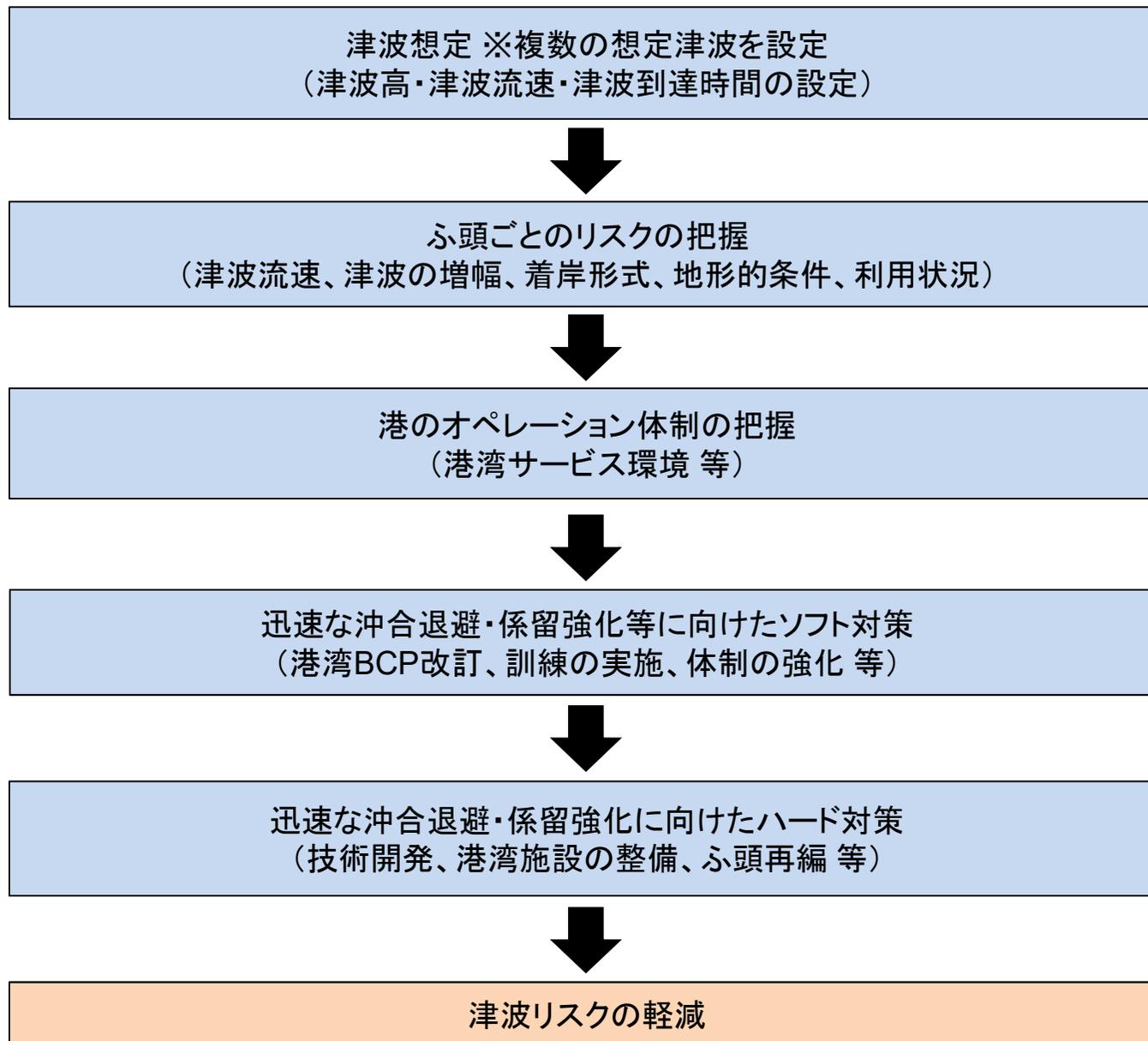
- 重要性・緊急性が高い港湾のうち、津波来襲に伴う船舶被害により、以下の港湾機能に影響を与えるふ頭
  - ① 耐震強化岸壁、主航路、コンビナート、臨港道路(特にふ頭間を結ぶ橋梁)等に隣接するふ頭
  - ② 人命を預かる旅客船・フェリー、危険物船、コンテナの飛散により航路等に悪影響を与え得るコンテナ船、我が国基幹産業を支える自動車船等が主に利用するふ頭
- 津波来襲リスクに対して脆弱なふ頭
  - ① 港口に位置し、船舶漂流等により主航路を塞いでしまう可能性のあるふ頭
  - ② タグ・綱取りなどの港湾サービスが港湾規模に対して不十分な事態が想定されるふ頭
  - ③ 上記のようなリスクに対して、対策による費用対効果が大きいふ頭

# 海・船の視点から見た港湾強靱化に向けた津波対策対象範囲の考え方(案)

船舶津波退避マニュアル		津波対策の考え方(その1)	対策の考え方(その2)	津波発生時に船舶側に想定されるリスク	具体的な対策
津波到達時間	望ましい行動				
地震発生後30分以上して津波が来襲する場合	沖合退避	より確実な沖合退避を実現するために必要な対策	沖合退避に十分な時間がある場合	船舶津波退避マニュアルに従い、沖合退避可能	新たな対策優先度低
			(マニュアル上沖合退避が望ましいが)、エンジンの暖機運転、港湾サービス(タグ・綱取りの確保)等で事実上、沖合退避が困難である場合	内奥に位置し、航路延長が長いことから沖合退避が間に合わない	クイックリリースの導入 係留方法の改善 ふ頭再編(出船係留への転換含む) 航路増深 泊地拡大 航路拡幅 情報伝達体制の充実
			出船であれば出港準備が整うが、入船のため出港準備が間に合わず、沖合退避が間に合わない		
			タグ等が間に合わず、自力で離岸出来ない		
			引波の発生により操船性が悪化し、海底抵触のおそれがあり、沖合退避が困難		
			航路混雑により沖合退避が間に合わず係留せざるを得ない		
			小型船の逃げ込みや漂流物の発生により、航路幅が狭められ、沖合退避が間に合わず係留せざるを得ない		
沖合退避判断や情報伝達が遅れ、沖合退避が間に合わない					
地震発生後30分以内に津波が来襲する場合	係留避泊	係留施設方法等の工夫により沖合退避を可能とする対策	(マニュアル上係留強化が望ましいが)、コンビナートや耐震強化岸壁近傍に位置し、衝突等の可能性がある場合	耐震強化岸壁近傍に位置しており、係留索が破断した際、同岸壁に衝突し緊急物資輸送等に影響を及ぼす可能性がある	クイックリリースの導入 係留方法の改善 ふ頭再編(出船係留への転換含む)
			コンビナート近傍に位置しており、係留索が破断した際、衝突する可能性がある		
	より確実な係留強化を可能とする対策	船舶津波退避マニュアルに従い、係留強化	係留方法の改善 地震・津波に粘り強く機能する係船柱・防舷材の導入 防波堤の延伸・嵩上げ 津波避難タワー等の整備		
			津波想定が低い場合	船舶津波退避マニュアルに従い、係留強化	新たな対策優先度低

赤字：津波対策優先度が高いと考えられる範囲

## リスク評価に基づく各港の津波対策検討フロー（案）



## 各港湾における「海・船の視点から見た港湾強靱化対策」の検討スキーム

- 各港湾における「海・船の視点から見た港湾強靱化対策」の検討にあたっては、当該港湾の地理的・地形的な条件、利用状況、港湾サービス環境などを勘案の上、各ふ頭のリスク評価を行い、それに基づき、ソフト・ハード両面から総合的な対策を検討する必要がある。
- 当該港湾における自然災害、感染症、保安、外来生物など様々な事案に幅広く対応し、関係者間で情報共有、事前準備、事案発生時の対応について協議するための場として、当該港湾の港湾関係者から構成される水際・防災対策連絡会議の下にWG(防災部会(仮称))等を設置し議論を行うことが適当と考える。

### 水際・防災対策連絡会議を活用した議論

#### 対策会議WGアウトプット

- ・ 各ふ頭のリスク特定
- ・ リスク低減のためのソフト対策
- ・ リスク低減のためのハード対策
- ・ 関係者間の連携体制の構築



(ソフト対策)

〇〇港港湾BCP協議会：港湾BCP改訂



(ソフト対策だけでは対応が困難な場合)

〇〇港地方港湾審議会：港湾計画の一部変更

# 「水際・防災対策連絡会議」の設置・開催状況

## 1. 趣旨

港湾の水際・防災対策等について、平時より関係者で情報を共有・連携し、事前準備を進めるとともに、非常時には関係者が連携して即座に対処するため、各港で連絡会議を設置。

＜主な議題＞

- ①港湾における新たな防災・減災対策
- ②ヒアリ対策に関する情報提供
- ③感染症の疑いのある外航貨物船の来航時の対応について
- ④今後のクルーズ船への対応について

## 2. 各港での開催状況

12月9日現在

開催日	港湾名	備考
7月17日（済）	横浜港	
8月21日（済）	横浜港	コアメンバーのみ
9月4日（済）	東京港	
9月7日（済）	神戸港	
10月7日（済）	苫小牧港	
10月9日（済）	神戸港	神戸港保安委員会と共催
10月16日（済）	大阪港湾	大阪港、堺東北港、阪南港の合同
10月23日（済）	新潟港	
11月5日（済）	秋田港	
11月16日（済）	名古屋港	
11月18日（済）	長崎港	
11月24日（済）	広島港	
11月27日（済）	那覇港	
11月30日（済）	博多港	
12月17日（予定）	清水港	11月のクルーズ寄港は別途連絡体制を構築
調整中	新居浜港	10月のクルーズ寄港は別途連絡体制を構築
調整中	佐世保港	10月のクルーズ寄港は別途連絡体制を構築
調整中	三河港	11月のクルーズ寄港は別途連絡体制を構築
調整中	四日市港	11月のクルーズ寄港は別途連絡体制を構築
調整中	高知港	11月のクルーズ寄港は別途連絡体制を構築
調整中	細島港	11月のクルーズ寄港は別途連絡体制を構築
調整中	鹿児島港	11月のクルーズ寄港は別途連絡体制を構築
調整中	油津港	11月のクルーズ寄港は別途連絡体制を構築
調整中	高松港	12月のクルーズ寄港は別途連絡体制を構築
調整中	別府港	12月のクルーズ寄港は別途連絡体制を構築
調整中	北九州港	12月のクルーズ寄港は別途連絡体制を構築
調整中	宮崎港	12月のクルーズ寄港は別途連絡体制を構築
調整中	宇野港	
調整中	徳山下松港	

全国の重要港湾以上及びクルーズ船寄港予定地においても、順次開催予定

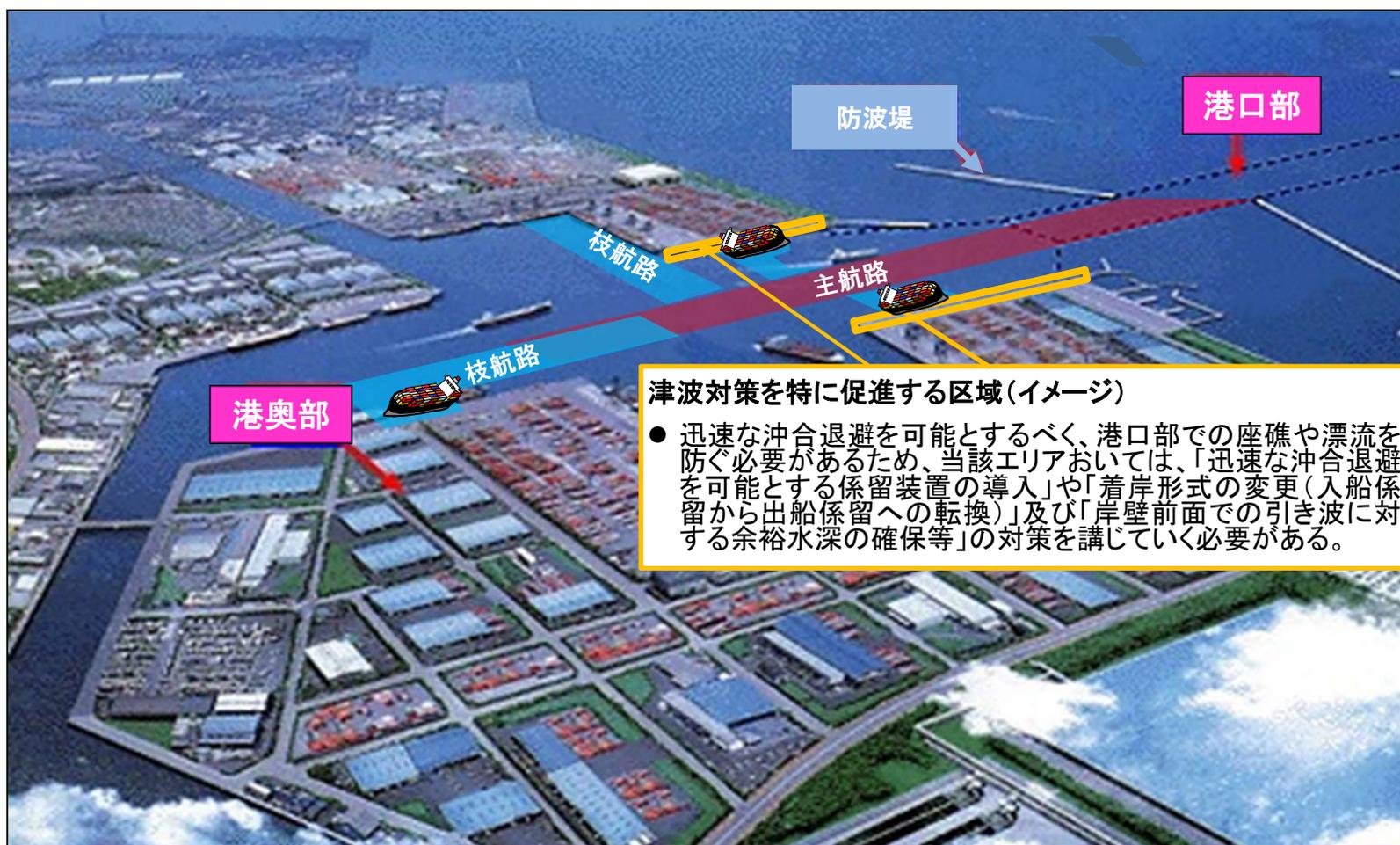
（事例）横浜港 水際・防災対策連絡会議 初回開催 7月17日

【国】	【港湾関係事業者団体】
1 財務省 横浜税関	25 横浜港運協会
2 出入国在留管理庁 東京出入国在留管理局横浜支局	26 神奈川倉庫協会
3 厚生労働省 横浜検疫所	27 神奈川県冷蔵倉庫協会
4 厚生労働省 神奈川労働局	28 横浜船主会
5 農林水産省 動物検疫所	29 外国船舶協会
6 農林水産省 横浜植物防疫所	30 東京湾水先区水先人会
7 環境省 関東地方環境事務所	31 動畜産物輸出入検疫協会
8 陸上自衛隊	32 全横浜港湾労働組合連合会
9 海上自衛隊	33 全日本海員組合関東地方支部
10 国土交通省 関東運輸局	34 一般社団法人 日本港湾タグ事業協会
11 海上保安庁 横浜海上保安部	35 一般社団法人 横浜港振興協会
12 国土交通省 関東地方整備局	36 一般社団法人 横浜港湾福利厚生協会
【県】	37 一般社団法人 神奈川県トラック協会
13 神奈川県 暮らし安全防災局	38 一般社団法人 日本埋立浚渫協会関東支部
14 神奈川県 健康医療局	【その他港湾関係事業者】
15 神奈川県 警察本部	39 株式会社 ユニエックスエーゼンシー
【市】	40 株式会社 東京マリンサービス
16 横浜市 危機管理監	41 郵船コーディアルサービス 株式会社
17 横浜市 鶴見区役所	42 ワールドトランスポート 株式会社
18 横浜市 中区役所	43 相模運輸倉庫 株式会社
19 横浜市 総務局	44 株式会社 ジャパングレイス
20 横浜市 健康福祉局	45 横浜川崎国際港湾 株式会社
21 横浜市 医療局	46 横浜港埠頭 株式会社
22 横浜市 環境創造局	【医療関係者】
23 横浜市 港湾局	47 横浜国立大学附属病院
24 横浜市 消防局	48 横浜市民病院

（事務局：関東地方整備局）

## 港湾計画における津波対策の標準化(イメージ)

- 津波対策はソフト・ハード一体となった対策が不可欠であるため、「港湾の開発、利用及び保全並びに港湾に隣接する地域の保全に関する計画」である港湾計画において、従前考慮されていなかった津波対策を考慮することが重要。
- 今後、港湾計画における津波対策の視点の導入を図り、各港の計画改訂時に、順次、津波対策の視点を導入していく。



## 今後の検討課題(案)

### 調査研究 津波を考慮した係船柱及び防舷材の設計体系の構築

検討項目	実施主体	実施期間	アウトプットイメージ
<ul style="list-style-type: none"> <li>津波に対する船舶動揺シミュレーションについて、係留索が切れた場合に、他の係留索にかかる牽引力の影響を考慮するなど、より精緻な計算手法を開発した上で、係船柱や防舷材に対する津波の影響を分析し、その結果を技術基準に反映する。</li> </ul>	(国研)海上・港湾・航空技術研究所	R3年度	「港湾の施設の技術上の基準」への反映

### 技術開発 迅速な沖合退避を可能とする係留装置の設置コスト低減に向けた検討

検討項目	実施主体	実施期間	アウトプットイメージ
<ul style="list-style-type: none"> <li>クイックリリース型係留装置をはじめとする迅速な沖合退避を可能とする係留装置について、公共岸壁への使用を念頭に、耐久性や維持管理等を実証的に確認し、使用に際しての留意事項等を取りまとめるとともに、技術開発によるコストの低廉化を図り、公共岸壁への導入に向けた検討を行う。</li> </ul>	国土技術政策総合研究所、民間事業者等	R3年度	迅速な沖合退避を可能とする係留装置の公共岸壁への導入

### 調査研究 迅速な沖合退避の実現に向けた水域施設（航路・泊地）の配置等に関する検討

検討項目	実施主体	実施期間	アウトプットイメージ
<ul style="list-style-type: none"> <li>津波来襲時の沖合退避のために必要となる航路及び泊地を対象に、過去の船舶のAISデータから、津波来襲時の船舶の挙動を分析し、より効率的な沖合退避を可能とする航路及び泊地の配置や、各水域施設の規模（幅員・面積・水深）の算定方法を検討し、その結果を技術基準に反映する。</li> </ul>	国土技術政策総合研究所	R3年度	「港湾の施設の技術上の基準」への反映

### 調査研究 岸壁における船舶の乗揚げリスクの軽減策に関する検討

検討項目	実施主体	実施期間	アウトプットイメージ
<ul style="list-style-type: none"> <li>国内外の港湾を対象に、岸壁上法線方向に船舶の乗揚げリスクの軽減に資する施設を設置した事例を収集し、各施設の構造形式等を整理する。</li> <li>津波に対する船舶動揺シミュレーションを用いて、岸壁における船舶の乗揚げリスクの判断基準を整理した上で、防潮壁等の設計高さの設定方法等を検討し、これらの結果を技術基準に反映する。</li> </ul>	国土技術政策総合研究所	R3年度	「港湾の施設の技術上の基準」への反映

### 災害対応力の強化 津波発生時等の被災状況把握の迅速化に向けた体制構築（現在、予算要求中）

検討項目	実施主体	実施期間	アウトプットイメージ
<ul style="list-style-type: none"> <li>津波警報等が発令された場合、人員により港湾全体の被災状況を把握することが困難であることから、被災した港湾施設の迅速な復旧、航路啓開、施設の利用可否判断等の支障になることが懸念される。</li> <li>上記を踏まえ、衛星・ドローン等を組み合わせ、警報発令下においても、上空から速やかな被災状況把握を可能とし、施設の迅速な利用可否判断や施設の応急復旧を実現する。</li> </ul>	国土交通省港湾局、地方整備局等	R3年度	被災状況把握の迅速化

## 今後の検討課題(案)

### その他 地震発生後、短時間で来襲する津波に対する対応

検討項目	実施主体	実施期間	アウトプットイメージ
<ul style="list-style-type: none"><li>地震発生後、津波が短時間で来襲した場合、船舶の沖合退避行動等が事実上困難なことから、漂流・座礁船舶の発生、陸上関係者等の被災、行政機能の著しい低下に伴う港湾機能の回復の遅れなどが懸念されることを踏まえ、短時間で津波来襲が想定される港湾における「自助」「共助」「公助」の視点からのリスク軽減策を検討する。</li></ul>	国土交通省港湾局	R3年度	港湾計画への反映