



東亜建設工業の仕事。それは、「つくる」こと。

そして、皆様の暮らしを「ささえる」こと。

さらに、環境を「ととのえる」こと。

人と自然の調和をめざす私たちの技術は様々なカタチで、
いつも暮らしの中に活かされています。



Yes! Harmony

東亜建設工業

〒163-1031 東京都新宿区西新宿3-7-1
<http://www.toa-const.co.jp/>

波となぎさ

Wave & Beach



表紙写真／

「港の守り」田中和夫（「豊かなウォーターフロントフォトコンテスト2012」国土交通大臣賞受賞作品）詳細は本文 19 ページ

C O N T E N T S

特集1 平成25年度海岸事業予算案の概要について

02 平成25年度海岸事業予算案の概要について

国土交通省 港湾局 海岸・防災課

06 平成25年度港湾関係災害復旧事業予算(案)について

国土交通省 港湾局 海岸・防災課 災害対策室

特集2 防災関係の取り組みについて

09 水門・陸閘等の管理体制の見直しについて

国土交通省 港湾局 海岸・防災課 沿岸域管理係長 山脇 秀仁

11 港湾の避難に関する検討について

国土交通省 港湾局 海岸・防災課 減災係長 黒瀬 康夫

13 防波堤の粘り強い構造の設計

国土交通省 中部地方整備局 港湾空港部 名古屋港湾空港技術調査事務所

豊かなウォーターフロント フォトコンテスト2012

19 入賞作品

特別寄稿

31 沖合観測情報に基づく津波波源の逆推定について

港湾空港技術研究所 アジア・太平洋沿岸防災研究センター 高川 智博

TOPICS

35 国土交通省防災訓練

国土交通省 港湾局 海岸・防災課 災害対策室

平成25年度海岸事業予算案の概要について

国土交通省 港湾局 海岸・防災課

平成25年度の港湾海岸事業予算については、以下の基本方針のもと前年度並みを確保しました。

平成25年度予算の基本方針

- ・大規模災害の発生が懸念される一方、インフラの老朽化が進行し、国民の命と暮らしを守るインフラ整備が大きな課題として浮上してきており、それを土台として、あわせて、成長力の強化を図ることが急務となっています。
- ・平成25年度予算については、「復興・防災対策」、「成長による富の創

出」及び「暮らしの安心・地域活性化」の3分野に重点化し、これらの施策を一体的に実施することにより課題の同時解決を目指します。

- ・具体的には、平成24年度補正予算と一体となって、国民の命と暮らしを守るため、インフラの安全性の徹底調査・総点検を行うとともに、ハード・ソフト両面から計画的、総合的に老朽化対策、事前防災・減災対策を実施します。

予算規模

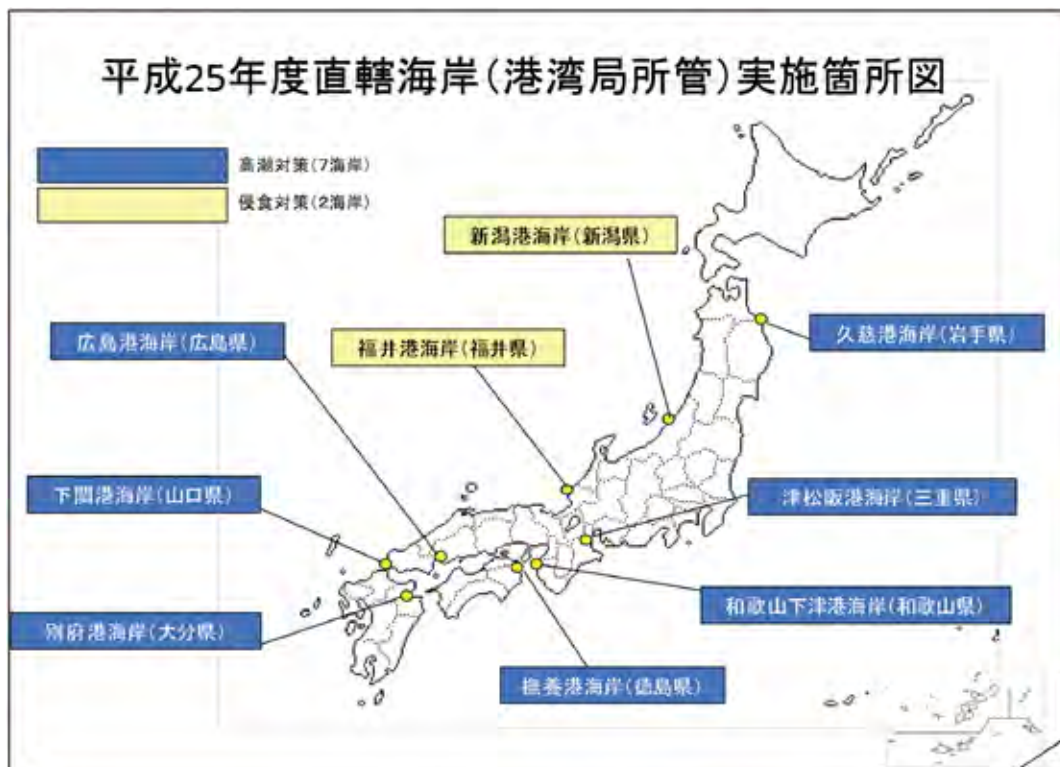
平成25年度海岸事業予算案

- ・港湾局所管分については、95億円

(H24:94億円に対し伸率1.006)

- ・上記に全国防災分を含めると、105億円(H24:137億円に対し伸率0.7667)
- ・さらに被災地復興分を含めると、111億円(H24:140億円に対し伸率0.7897)
- ・平成24年度補正予算では42億円を確保
- ・平成24年度補正予算と平成25年度予算を合わせたいわゆる15ヶ月予算としては137億円(H24:94億円に対して伸率1.457)

直轄海岸（港湾局所管）実施箇所図



主要施策

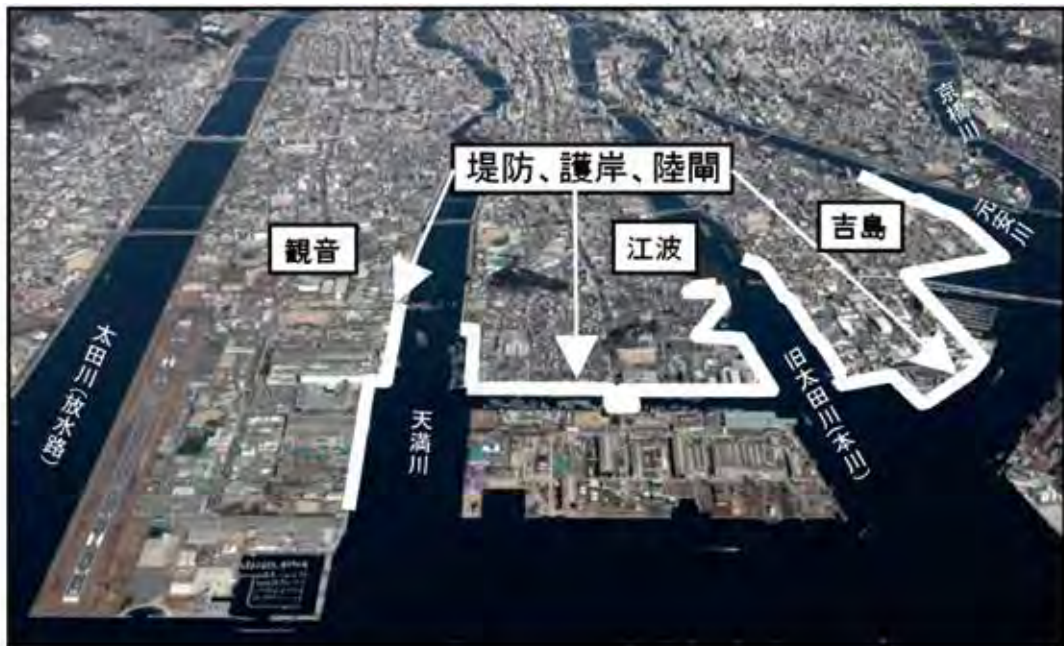
1. 大規模災害に備えた海岸保全施設の整備
背後に地域中枢機能を有する海

岸や、台風等により侵食が著しい海岸等において、高潮・侵食対策として、護岸や離岸堤等の整備を推進します。

2. 海岸における地震・津波対策の推進

地震及びそれに伴う津波から背後の人口・資産を防護するため、海岸保全施設の耐震対策及び津波対策を実施します。

広島港海岸（広島県広島市）



撫養港海岸（徳島県鳴門市）



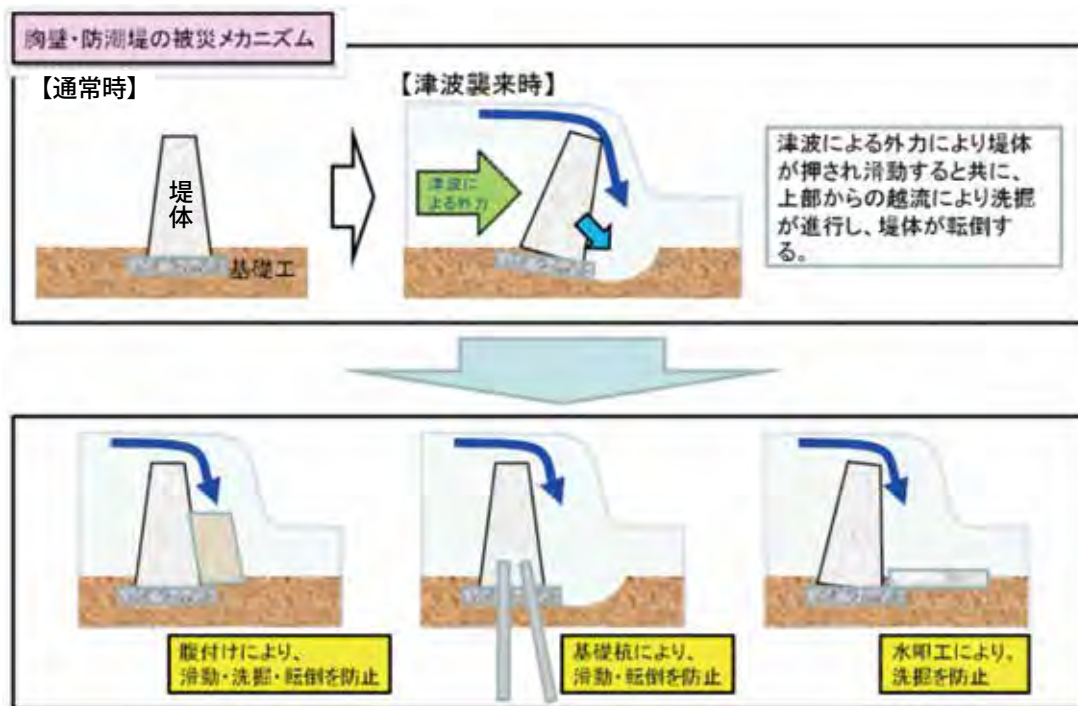
全国防災

東日本大震災を教訓として、全国的に緊急に実施する必要性が高く、即効性のある防災、減災等のための施策(いわゆる全国防災)について

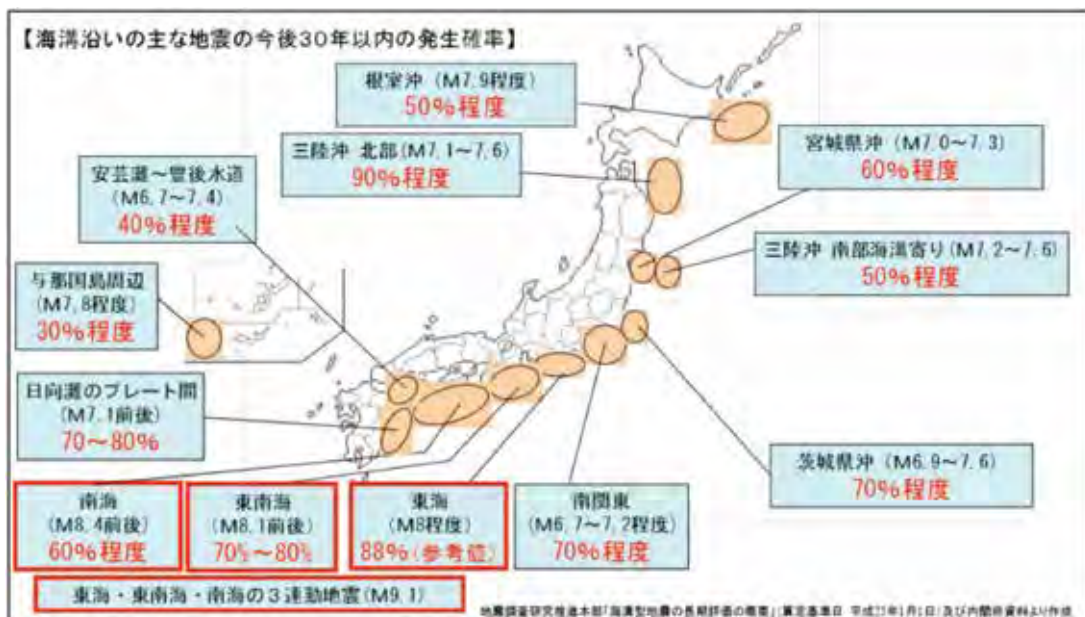
は、「今後の復興関連予算に関する基本的な考え方(H24.11.27 復興推進会議決定)」を受け、教訓性を厳格に絞り込み、大規模地震の対策地域において、**既存海岸堤防の粘り強い構造の確保、液状化対策など**

の耐震対策及び水門等の自動化・遠隔操作化に限定し、かつ集中復興期間中に完了するものに限定されました。

粘り強い構造の確保(イメージ)



大規模地震・津波に対する切迫性



防災・安全交付金の創設

平成24年度補正予算から新たに「防災・安全交付金」が創設されました。本交付金は高度成長期に集中投資を行ったインフラの老朽化が進行し、また、南海トラフの巨大地震、首都直下地震、風水害・土砂災害などの大規模災害が懸念される中、全てのインフラの安全性の徹底

調査・総点検を行うとともに、老朽化対策、事前防災・減災対策等を一体的、総合的に実施する必要があること。そして、地方自治体管理施設においても、地域の実情を踏まえつつ着実にインフラの総点検・再構築を実施していく必要があることから、ハード・ソフト両面から重点的に支援する交付金を創設することになりました。

また、地域自主戦略交付金が廃止されることに伴い、インフラ総点検・再構築に資するものについては、防災・安全交付金の対象となり、海岸事業としては、都道府県や政令指定都市を事業実施主体とする「海岸耐震対策緊急事業」、「津波・高潮危機管理対策緊急事業」、「海岸堤防等老朽化対策緊急事業」などが実施できることとなります。

防災・安全に焦点を置いた社会資本整備のための交付金の創設

<交付金を活用した「命と暮らしを守るインフラ総点検・再構築」と「生活空間の安全化・質の向上」>

概要

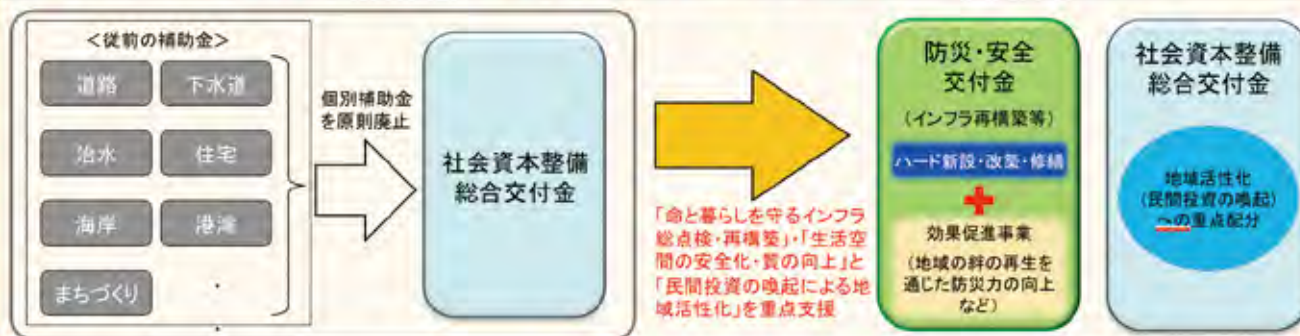
◇ 社会資本整備総合交付金の改変・拡充

- ① 「命と暮らしを守るインフラ総点検・再構築」及び「生活空間の安全化・質の向上」に資する事業を「防災・安全交付金」に一括化し、「防災・安全」に対して重点的な支援を実施。
- ② 防災・安全交付金により、復興・防災対策、暮らしの安心といった政策課題に対し、ピンポイントの支援を実施。

◇ 地方にとっての使い勝手の向上

- ① 社会資本総合整備計画の大括り化を進め、配分の自由度を向上
- ② ソフト事業も支援可能な効果促進事業における先進事例のリスト化等による計画策定支援の強化

特に防災・安全交付金においては、より積極的に取り組み、①防災・安全を政策課題として計画を事業横断的に大括り化し、②効果促進事業を活用したソフト事業（共助を支える地域の絆の再生等）とハードの新設・改築・修繕を組み合わせ、地域の総合的防災力を高める取組などを地域のニーズに沿って強力に推進していく。



平成25年度港湾関係災害復旧事業予算(案)について

国土交通省 港湾局 海岸・防災課 災害対策室

平成24年災害の概要

平成24年の港湾・海岸に関する被害は、風浪による被災原因が多い年となりました。個別の災害をみてみると、4月に発生した低気圧により、北陸及び東北地方の日本海側を中心に高波浪が発生し防波堤、護岸等に被害が相次ぎました。また、9月に連続して発生した台風16号及び17号により沖縄県から和歌山県にかけての広い地域で、主に外郭施設等に被害が発生しました。(図1)

過去からの港湾関係災害復旧事業費の推移(図2)をみると、平成24年の被害報告額は約51億円であり、ここ10数年の中でも比較的少額にとどまっています。なお、災害復旧事業費とは、公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法による施設復旧に要する事業費であり、港湾関係では外郭施設、係留施設、水域施設、臨港交通施設や海岸保全施設が対象となっています。

災害別の被害額については、図3に示すとおり、風浪及び台風による

被害が9割以上を占めており、これらがもたらす高波が被害の主因となっています。

平成25年度予算(案)

○災害復旧事業予算① (東日本大震災以外)

近年の災害による被害の発生状況を踏まえ、平成25年度の災害復旧事業予算(案)については、突発的災害の発生時においても被災した港湾施設や海岸保全施設を復旧し、従



図1 平成24年における風浪及び台風の災害の発生地域

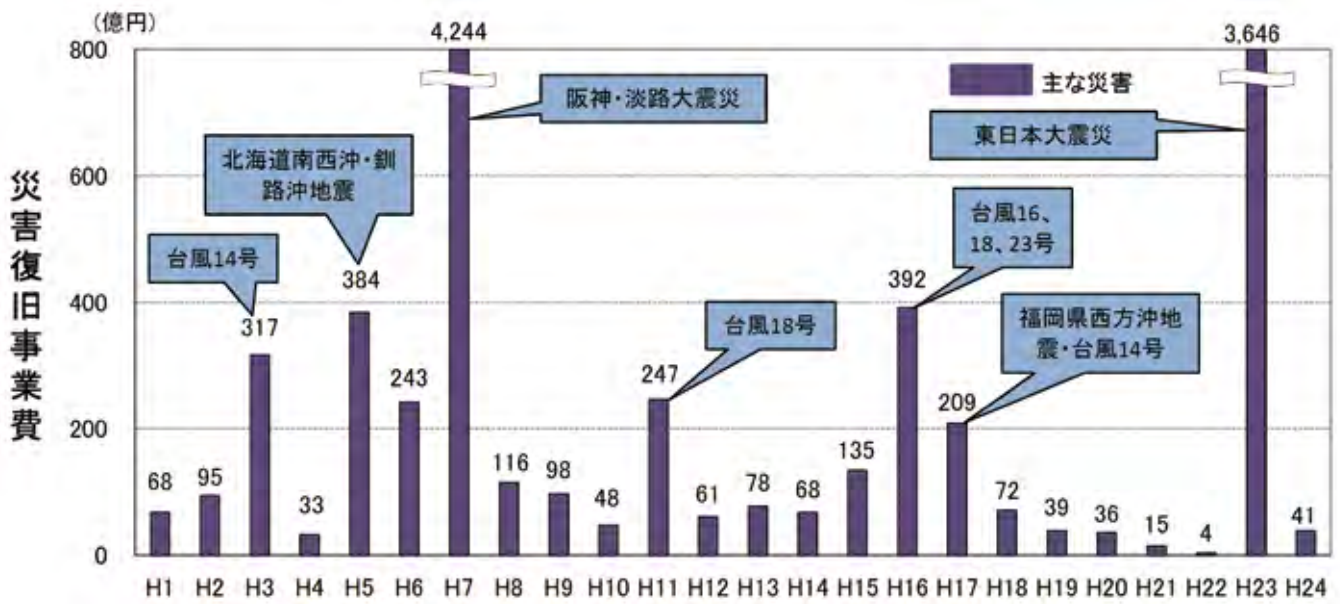


図2 災害復旧事業費の推移 (平成24年12月末時点)

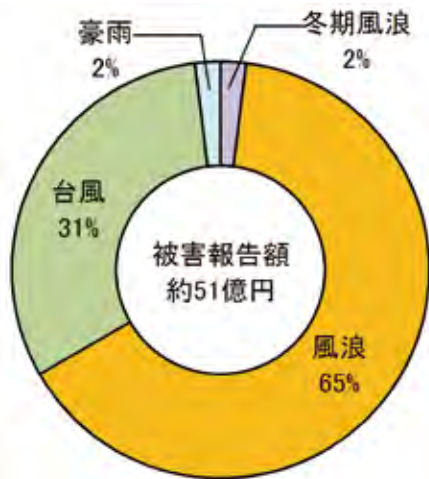


図3 災害別被害報告額 (平成24年12月末時点)

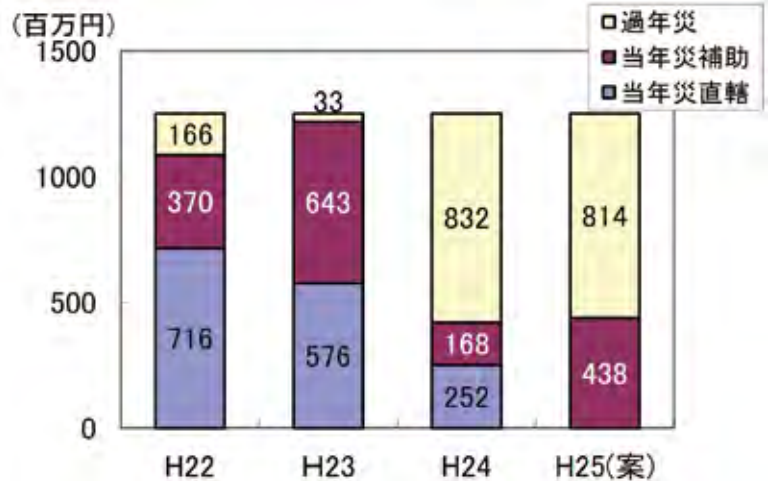


図4 災害復旧事業費 (国費) の推移 (当初予算)

(単位: 百万円)

		平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度(案)	
					決定額	対前年度比
当年災	直轄災	716	576	252	0	—
	補助災	370	643	168	438	2.607
	小計	1,086	1,219	420	438	1.043
過年災	直轄災	0	0	599	614	1.025
	補助災	156	23	225	190	0.844
	災害関連	10	10	8	10	1.250
	小計	166	33	832	814	0.978
合計		1,252	1,252	1,252	1,252	1.000

表1 災害復旧予算① (国費) の推移 (東日本大震災以外)

(単位:億円)

	平成23年度		平成24年度	平成25年度(案)	
	1次補正	3次補正		決定額	対前年度比
直轄災	951	380	135	137	1.015
補助災	680	395	30	380	12.667
災害関連	7	13	5	0	0.000
合計	1,638	788	170	517	3.041

表2 災害復旧予算②(国費)の推移(東日本大震災)

来にも増して早期に機能の回復を図ることが出来るよう、表1及び図4のとおり平成24年度と同額の12.52億円(国費)を要求しています。また、図5に示したとおり平成24年度補正予算における災害復旧事業予算は、約31億円(国費)を計上しています。

○災害復旧事業予算②

(東日本大震災)

東日本大震災における港湾災害の復旧目標として、直轄災(釜石港、大船渡港、相馬港の3防波堤除く)については、概ね2年以内、補助災(海岸施設を除く)については、概ね3年以内で復旧を完了させることが基本目標としています。また、3防波堤(直轄災)及び海岸施設(補助災)については、概ね5年以内(~27年度)での復旧を目標としています。

これらの復旧目標を踏まえて、表2のとおり平成25年度の要求額(国費)は、直轄災137億円、補助災380億円を要求しています。

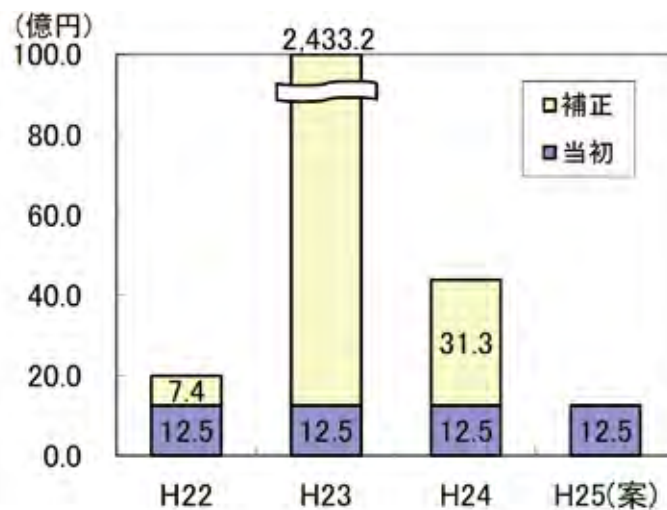


図5 災害復旧事業費(国費)の推移(当初+補正予算)

今後の対策について

近年、日本では自然災害が多発しており、大規模地震発生等の切迫性が高まっています。こうした状況を踏まえて、大規模災害発生により港湾施設や海岸保全施設が被災した場合には、被災施設を早期に復

旧し、迅速な機能の回復を図ることが必要です。また、再度の災害を防止するとともに、耐震強化岸壁の整備等、大規模地震対策の整備、港湾・沿岸域における津波対策など、地域の防災力の強化を図っていくことが重要です。

水門・陸閘等の管理体制の見直しについて

国土交通省 港湾局 海岸・防災課 沿岸域管理係長
山 脇 秀 仁
 Shuuji YAMAWAKI

1. はじめに

海岸管理者が水門・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、水門・陸閘等の操作を確実に実施できるよう、海岸四省庁は現行の「津波・高潮対策における水門・陸閘等管理システムガイドライン」(平成18年3月)を今年度中に改訂することとしており、本稿ではその概要を紹介します。

2. 背景

東日本大震災において、消防団員254名が犠牲・行方不明となっており、このうち、59名が水門・陸閘等の閉鎖に関連して犠牲となったことが確認されています。水門・陸閘等

の操作従事者の安全確保については国会において質問主意書が提出されるなど、社会的関心が高くなっています。

このような状況を踏まえ、農林水産省及び国土交通省において、平成24年3月30日付けで「水門・陸閘等の適正な管理の実施について」を海岸管理部局に通知しました。本通知の内容は、東日本大震災の教訓を踏まえたものであり、水門・陸閘等の適正な管理の実施について、水門・陸閘等の操作に従事する者の安全確保を最優先とした上で、操作を確実に実施できる管理体制の構築、自動化・遠隔操作化の促進、操作の簡素化等の方針を示すものであります。

今般、海岸管理者が本通知に基づく具体的な対策を導き出すことを

支援するため、水門・陸閘等の効率的な管理運用検討委員会を開催し、ガイドライン改訂等を検討します。

3. 水門・陸閘等の効率的な管理運用検討委員会の概要

検討体制を右図に示します。

主な検討項目は①水門・陸閘等の管理体制の構築、②水門・陸閘等の自動化・遠隔操作化の促進(電源の喪失対策を含む)、③水門・陸閘等の操作の簡素化、④水門・陸閘等の常時閉鎖等の措置、⑤その他、現行のガイドラインで改訂すべき事項が挙げられます。

検討スケジュールは今年度中に計3回の検討委員会を開催し、今年

検討体制 (水門・陸閘等の効果的な管理運用検討委員会)	
有識者	目黒 公郎(委員長) 東京大学教授
	磯部 雅彦 東京大学教授
	重川 希志依 富士常葉大学教授
海岸管理者等	宮城県、東京都、静岡県、和歌山県、高知県
	田中 和七 宮古市消防団分団長
行政関係者 (オブザーバー)	消防庁
事務局 (海岸4省庁)	農林水産省農村振興局、水産庁
	国土交通省水・国土局、港湾局(主務)

3月にガイドラインを改訂予定となっています。

4. 主な論点

本検討会における主な論点と現状・課題の例を以下に示します。

○海岸管理部局へのアンケートを踏まえた対応・海岸管理部局へのアンケートの結果、現行のガイドラインが十分活用されているとはいえない。

○管理体制の構築について

- 海岸管理者へのアンケートの結果、現場操作員の安全確保に関する課題として、「避難指示の内容、時期」、「連絡手段等」を回答する割合が大きい。

○自動化・遠隔操作化の促進について

- 水門・陸閘等の自動化・遠隔操作化を促進する必要がある。

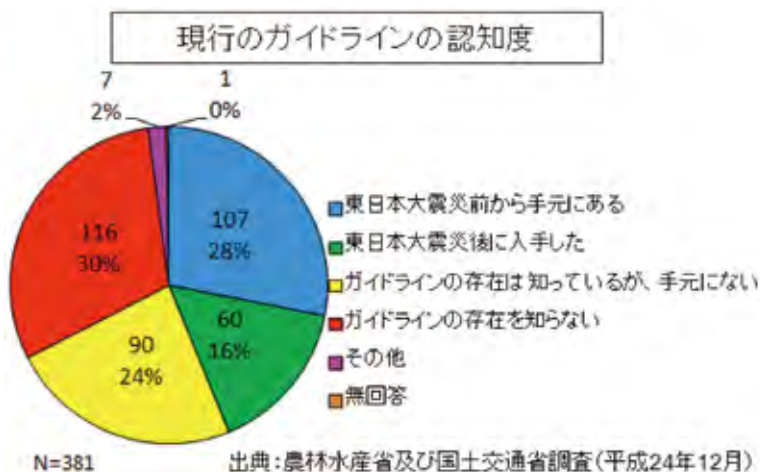
○常時閉鎖・操作の簡素化等について

- 津波到達までに全ての陸閘等を閉鎖できない可能性があるため、利

用状況に応じた常時閉鎖の実施や、開閉作業の簡素化などの検討が必要ある。

5. おわりに

消防団員等操作に従事する側の情報・知見を共有しつつ、操作従事者の安全の確保を最優先としたシステム構築を支援するため、ガイドライン改定に向けた取り組みを進めてまいります。



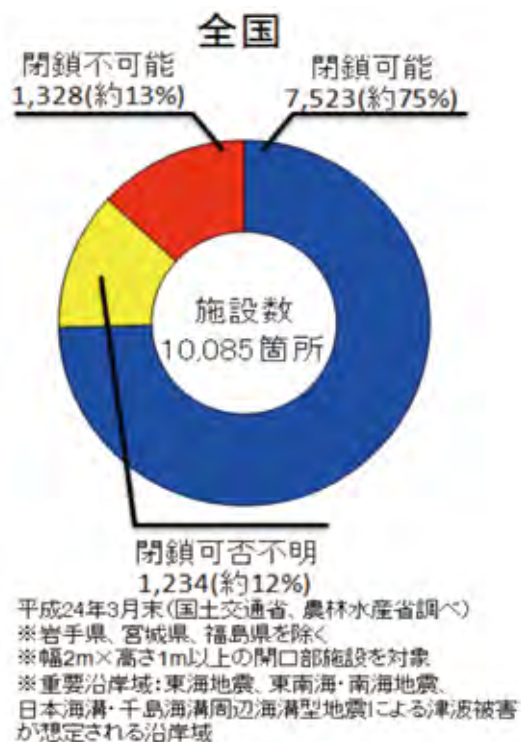
自動化、遠隔化等がされている水門・陸閘等の割合 (H24.3末時点)

全ての水門等	自動化・遠隔操作化等の対象となる水門等 ^注	自動化・遠隔操作化等が実施されている水門等
27,604	10,085	635 (約6%)

※平成24年3月末(国土交通省、農林水産省調べ)岩手県、宮城県、福島県を除く

※全ての水門等については「海岸統計 23年度版」より岩手県、宮城県、福島県を除き集計

注)幅2m×高さ1m以上の開口部施設を対象



港湾の避難に関する検討について

国土交通省 港湾局 海岸・防災課 減災係長
 黒瀬 康夫
 Yasuo KUROSE

1. はじめに

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う津波は、すさまじい破壊力をもって沿岸に押し寄せ、多くの尊い命を奪う未曾有の災害となりました。

港湾で働く方々についても、津波到達までに避難できず被災した事例が確認されています。

2. 港湾の避難対策の必要性

港湾は産業、物流機能、海上交通の拠点であり、労働者や旅行客など様々な人が活動しています。しかしながら、これら活動の場の多くが堤外地(高潮・津波から陸域を防護する防潮堤等による防護ラインより海側)に立地しており、最大クラス

の津波(いわゆるレベル2津波)のみならず、発生頻度の高い津波(いわゆるレベル1津波)でも浸水の恐れが高く、また、沿岸部に立地しており、津波到達時間が内陸部よりも短いため、安全かつ迅速な避難が求められます。一方で、堤外地を含め港湾周辺は市街地と比較して防災無線の音が届きにくいことや、避難可能な高い建築物が少ないなどの課

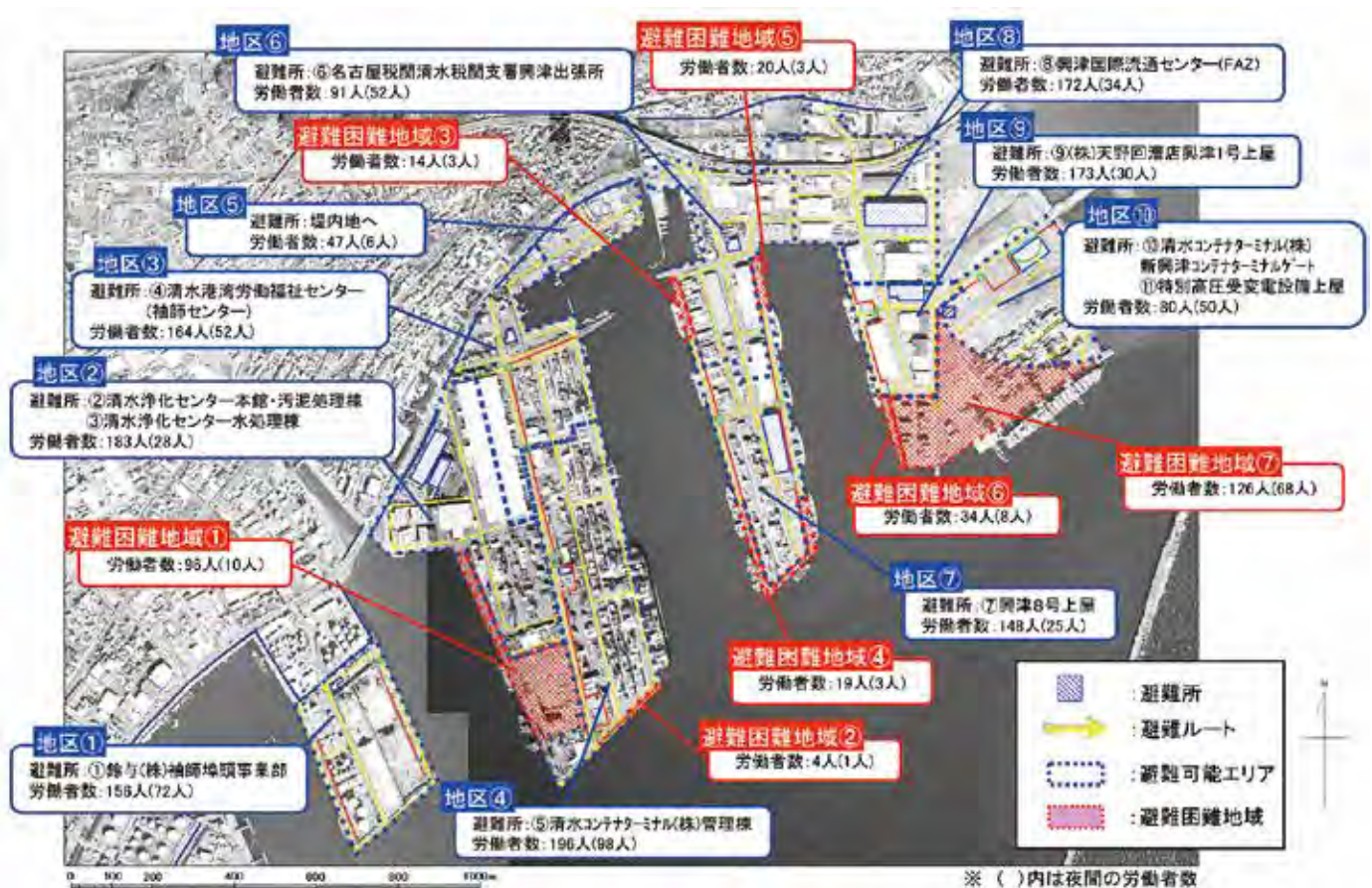


図1 清水港における避難困難地域 (出典：交通政策審議会港湾分科会第3回防災部会資料)

題があり、港湾における避難対策の検討が必要です。

例えば、静岡県による調査では、清水港の袖師・興津・新興津地区においては、津波到達時間内に避難所への避難が不可能だと言われている埠頭内労働者は300人を超えています。

3. 港湾の避難に関する検討について

港湾の避難対策に関する検討に当たっては、港湾労働者や港湾の利用者・来訪者の避難や待避のため、国、地方公共団体、港湾立地企業等が相互に連携を図り、避難施設の確保、訓練の実施など、港湾における避難体制の検討を進める必要があります。

また、避難に係る情報システムを強化・多重化するため、GPS波浪計による波浪観測について、気象庁をはじめとする関係機関との連携、通信システムの多重化、情報提供ルートの多様化等を進めることや、港

内に海拔表示の案内版やスピーカーを設置する等、港湾利用者に避難等の重要性を分かりやすく伝える案内・表示の充実を図ることが必要です。

さらに、港湾における津波避難対策の検討に当たっては、東日本大震災において、釜石港の湾口防波堤により津波の到達時間を6分遅らせ避難時間の確保に繋がったことなどを踏まえ、ソフト対策のみならず、防波堤の効果が粘り強く発揮するための補強を実施するなどのハード対策も含めて検討する必要があります。

このため、ハード・ソフト両面の避難対策を検討し、港湾管理者や港湾所在市町村が津波避難指針・計画を作成する際の参考となるよう、堤外地で働く方や来訪される方の津波避難に関し、検討方法や個々の対策のあり方等を検討し、「港湾の避難対策に関するガイドライン(仮称)」を策定するため、有識者、港湾管理者、民間企業、関係行政機関等からなる「港湾の避難に関するガイドライン検討委員会」を設置し、

本年2月28日に第1回委員会を開催しました。また、港湾における津波避難施設の設計指針を策定することを目的に、委員会の下に「港湾の津波避難施設の設計検討WG」を設け、検討を行います。今後、今年の夏頃を目途にガイドラインを策定する予定です。

4. おわりに

内閣府によって、昨年8月に南海トラフの巨大地震に関する推計結果が公表されるとともに、首都直下地震による被害等の推計作業が進められており、また、これらも踏まえ、各自治体において地震・津波対策の検討が進められているところであり、これに併せ、港湾労働者等の避難の確保についても検討を進める必要があります。

今後、各港湾における具体的な避難対策の策定に資するよう、引き続き検討を進めてまいります。



図2 津波避難施設の例 (出典：静岡県 HP、静岡県和歌山県田辺市 HP)

防波堤の粘り強い構造の設計

国土交通省 中部地方整備局 港湾空港部 名古屋港湾空港技術調査事務所

本稿では、平成24年6月にとりまとめられた「港湾における地震・津波対策のあり方(答申)」(交通政策審議会港湾分科会防災部会)、等を踏まえ、中部地方整備局管内の既設防波堤を対象として、発生が危惧されている大規模地震及びそれに伴う津波に対して「粘り強さ」を付与するために実施した改良断面の検討結果について概要を報告します。なお検討にあたっては、学識者等で構成する「防波堤耐津波性能評価委員会」にて設計手法・方針等の審議をいただきながら進めました。

1. 対象施設の概要

今回、防波堤の“粘り強い構造”を考慮した改良設計を行ったのは以下に示す2施設であります。

(1) 名古屋港外港地区防波堤(高潮防波堤)

名古屋港外港地区防波堤(以下、「名古屋港高潮防波堤」と記述)は、昭和34年9月に伊勢湾沿岸に未曾有の被害をもたらした伊勢湾台風を契機に「高潮防災」を目的として名古屋港の港口に整備された総延長

8,294m(当時)の防波堤であり、これを鍋田堤、中央堤、知多堤の3つの防波堤に分割し、昭和37年から昭和39年までの2年8ヶ月で建設したものであります。

また防波堤天端高は、台風期平均満潮位(2.3m)に伊勢湾台風での高潮偏差(2.4m)、60%波高(1.8m)を足しあわせたN.P+6.5m(T.P+5.09m)で計画されており、背後の防潮堤の天端高は高潮防波堤による偏差ピークカット効果、波高低減効果を見込んで決定されています。



写真1 名古屋港高潮防波堤位置図

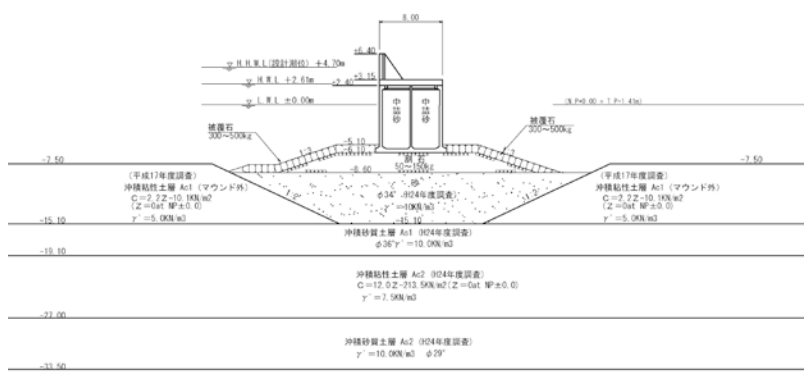


図1 代表断面(知多堤床堀区間)



写真2 御前崎港防波堤(西)位置図

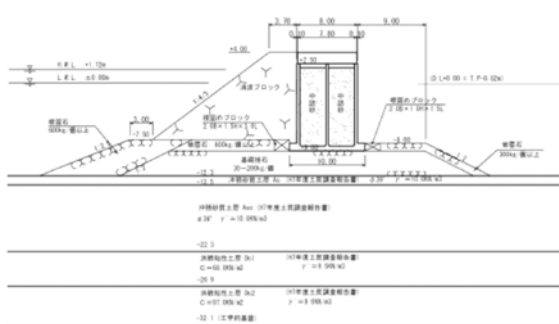


図2 代表断面(御前崎港防波堤(西)C工区)

(2)御前崎港女岩地区防波堤(西)

御前崎港女岩地区防波堤(西)(以下、「御前崎港防波堤(西)」と記述)は、静岡県中西部地区における物流・産業開発の拠点として、また大規模地震時の静岡県西部地区の緊急物資輸送拠点として直轄整備が進められている御前崎港の港湾物流における港内静穏確保を目的として、昭和63年度より整備が進められている計画総延長2,270mの防波堤であります。

2. 検討基本方針

大規模地震等の災害発災時並びに発災直後に港湾に求められる役割に鑑みて、「到達頻度の高い津波」に対しては防波堤の機能が損なわれないような構造を目指し、「到達頻

度の高い津波を超える津波」に対しては施設の重要度・費用対効果を勘案し、防波堤に付加的な対策を施し「粘り強い構造」を目指すことを基本方針としました。

3. 検討条件等

今回の検討にあたり、対象とした地震動・津波は以下のとおりであります。また津波シミュレーション(STOC)結果について併せて示します。(表1、表2)

4. 検討結果

4-1 要求性能・性能規定の設定

今回の対象施設は、その整備目的、想定される津波規模等に違いがあることから、それぞれで要求性能並び

に性能規定値を設定しました。(表3)

4-2 現況断面に対する検討

(1)津波に対する安定照査(現況断面)

L1、L2津波に対し現況断面が安定性を有しているかを確認した結果、名古屋港高潮防波堤についてはすべての断面でL1及びL2津波双方に対して安定性を有することが確認されたものの、御前崎港防波堤(西)については、全ての断面でL2津波に対して安定性を有しないことが確認されました。(表4)

(2)地震応答解析による天端高の確認(現況断面)

次に地震応答解析(FLIP: Version7.1.9-6-2)により堤体の沈下量を確認したところ、名古屋港高潮防波堤については、L1津波地震によ

【対象地震動】	
到達頻度の高い津波を引き起こす地震動(L1津波地震動)	平成15年度に中央防災会議公表の東海・東南海・南海地震の強震断層モデルを基に作成
到達頻度の高い津波を超える津波を引き起こす地震動(L2津波地震動)	平成24年度3月に内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」公表の強震断層モデルをもとに港空研提案モデルにより作成
【対象津波】	
到達頻度の高い津波(L1津波)	平成15年度中央防災会議公表の東海・東南海・南海地震の津波波源モデルをもとに計算
到達頻度の高い津波を超える津波(L2津波)	平成24年度3月に内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」公表の津波波源モデル11ケースのうち、当該施設が位置する市町村津波高が最大となるケースを基に計算

表1 対象地震動と対象津波について

		名古屋港高潮防波堤	御前崎港防波堤(西)	備考
最大津波高	L1津波	0.72~0.94m	3.43~3.82m	2ai(静水面上)
	L2津波	1.38~1.79m	7.53~7.57m	
最大流速	L1津波	0.5~1.0m/s	2.3~2.8m/s	港外側の最大流速
	L2津波	1.6~2.5m/s	5.9m/s	

表2 津波シミュレーション結果

津波レベル	要求性能	性能規定値
名古屋港高潮防波堤	・使用性を確保する。	・滑動および転倒の安全率1.2以上、基礎の支持力の安全率1.0以上を確保する。
	・到達頻度の高い津波を越流させない。	・津波シミュレーション結果の最大津波高以上の天端高を確保する。
	・本来の防波堤の機能（高潮低減効果）が損なわれない構造とする。	・地震後に高潮低減効果が期待できる天端高(N.P.+5.4m)を確保する。
到達頻度の高い津波を超える津波	・修復性を確保する。	・目標津波レベルに対する滑動、転倒および基礎の支持力の安全率1.0以上を確保する。
	・倒壊しにくい粘り強い構造とする。	
御前崎港防波堤(西)	・使用性を確保する。	・滑動および転倒の安全率1.2以上、基礎の支持力の安全率1.0以上を確保する。
	・本来の防波堤の機能（静穏度確保）が損なわれない構造とする。	・地震後の復旧期間中に港内静穏度を確保するために必要となる天端高（「H.W.L.」+「0.6×H1/3（10年確率有義波高）」）を確保する。
	到達頻度の高い津波を超える津波	・修復性を確保する。
・倒壊しにくい粘り強い構造とする。		

表3 要求性能と性能規定

		L1津波					備考
		安全率			被覆材		
		滑動	転倒	支持力	港外側	港内側	
名古屋港高潮防波堤	知多堤(床掘り-15m)	4.56 > 1.20	6.12 > 1.20	2.14 > 1.00	○	○	谷本式
	中央堤(西)	5.74 > 1.20	11.94 > 1.20	2.81 > 1.00	○	○	〃
	鍋田堤(土砂堤(既設嵩上げ有))	3.82 > 1.20	44.02 > 1.20	3.14 > 1.00	○	○	〃
御前崎港防波堤(西)	C工区	1.64 > 1.20	2.34 > 1.20	1.59 > 1.00	○	○	静水圧式
	D工区	3.03 > 1.20	4.92 > 1.20	2.15 > 1.00	○	○	〃
		L2津波					備考
		安全率			被覆材		
		滑動	転倒	支持力	港外側	港内側	
名古屋港高潮防波堤	知多堤(床掘り-15m)	3.36 > 1.00	5.54 > 1.00	2.04 > 1.00	○	○	静水圧式
	中央堤(西)	2.31 > 1.00	4.94 > 1.00	2.56 > 1.00	○	○	〃
	鍋田堤(土砂堤(既設嵩上げ有))	3.25 > 1.00	27.07 > 1.00	3.05 > 1.00	○	○	〃
御前崎港防波堤(西)	C工区	0.60 < 1.00	0.89 < 1.00	-	×	×	〃
	D工区	0.86 < 1.00	1.48 > 1.00	-	×	○	〃

表4 津波レベル別安定性照査結果

る沈下で全ての断面で必要天端高N.P.+5.4m (T.P.+3.99m)を満足しない結果となりました。また御前崎港防波堤(西)については、L1津波地震による沈下でA工区及びB工区で必要天端高D.L.+3.1mを満足しない結果となりました。(表5)

4-3 対策断面の検討

(1) 現況断面の検討結果を踏まえての対策方針の整理

現況断面の検討結果から、名古屋港高潮防波堤では、L1津波、L2津波来襲時の堤体、被覆材の安定性は満足しているものの、L1津波

地震後に高潮低減効果が期待できる天端高を満足していないことから、L1津波地震後の必要天端高を満足できる上部工嵩上げを行うとともに、既設ケーソン部材の耐力不足に対しケーソン補強を実施することとして対策断面を検討することとしました。



表5 津波レベル別安定性照査結果

御前崎港防波堤(西)ではL1津波に対して性能規定値を満足するものの、L2津波に対しては全ての断面で堤体、被覆材の安定性を有しておらず、さらにL1津波とL2津波には相当の差があることから、L1津波を超える津波に対して堤体、被覆材の安定性を有し防波堤が変形しつつも倒壊しない「粘り強い」構造として、付加的な対策費用と効用を分析し、目標津波レベルを設定・適切に整備することとして対策断面を検討することとしました。

(2) 目標津波レベルの設定(御前崎港防波堤(西))

御前崎港防波堤(西)では、「粘り強い」構造を検討するにあたり、想定津波外力をL1津波高を基本に段階的に上げていき、レベルごとに構造上の弱点部分に施す付加的な対策を検討し、費用対効果进行分析しながら目標津波レベルを設定することとしました。

各レベル毎の対策費を分析した

結果、L1津波の1.7倍相当を超える対策コストが上昇するということが判明したため、目標津波レベルを「L1×1.7倍」と設定しました。(図3)

ちなみにL1津波×1.7倍を超えるとコストが上昇する要因としては、1.7倍を超えると滑動で所要の安全率を確保できないため、その対策と

津波規模の変化における対策費用の推移(全体)

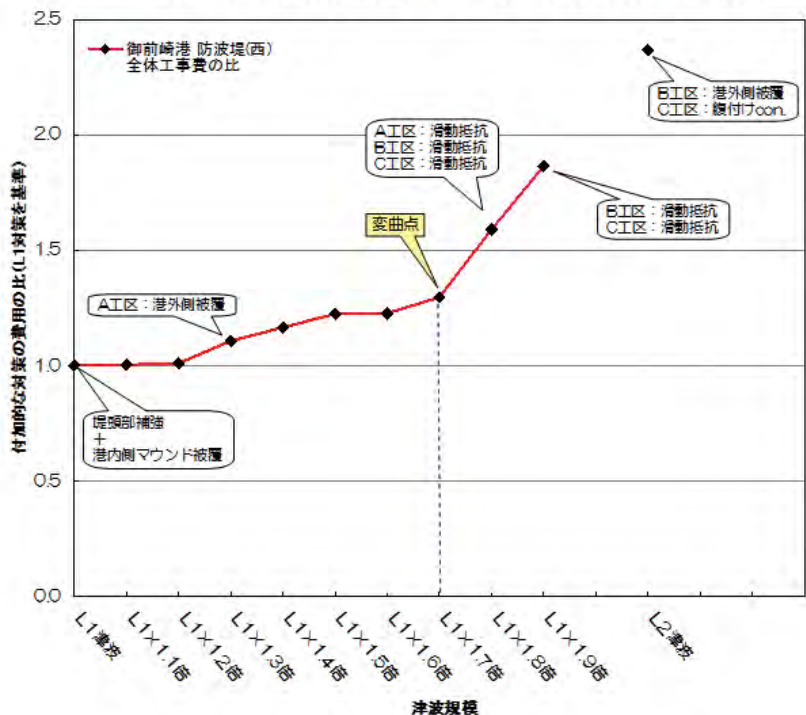


図3 津波レベルと対策コストの関係

して港内側基礎石の腹付けが必要となることによります。

なお、名古屋港高潮防波堤については、堤体の安定性はL2津波に対しても満足しており、L1津波とL2津波の津波高ならびに最大流速の差が比較的小さいことから、場合によってはL1津波対策をとればL2津波に対しても有効となることが想定できたことから、検討の過程で確認することとして作業を進めました。

(3) 対策断面検討フロー

粘り強い対策断面の検討フローを以下に示します。

名古屋港高潮防波堤にあつては、対策の主なポイントは、L1津波地震

後に高潮低減効果を期待できる天端高を確保することにあるため、嵩上げ断面を設定し動的解析による天端高照査を繰り返し実施し、天端高をクリアする断面選定後、その断面にて耐津波安定性を照査するという手順で最適断面を設定しました。

御前崎港防波堤(西)にあつては、対策の主なポイントは必要天端高の確保と被覆材の安定性確保の2点であり、津波レベルごとに照査用断面を設定し、動的解析並びに各断面での耐津波安定性照査を繰り返し行い、最終的にコストとの関係から目標レベルを選定し、最適断面を設定しました。

(4) 決定断面

先述の対策方針、検討フローに則り検討し決定した対策断面を以下に示します。(図6)

名古屋港高潮防波堤にあつては、今回の対策を施すことで、L1津波の越流は防ぐことができ、またL1津波地震後に伊勢湾台風クラスの高潮が発生した場合にあつても高潮被害低減効果を発揮できることとなる。またL2津波では一部越流する部分があるものの直背後の地盤高の高い埋立地と一体となり越流を防止することが可能となります。(図5)

御前崎港防波堤(西)にあつては、L1津波を超える津波に対しても相当程度まで防波堤の倒壊を防ぐこと

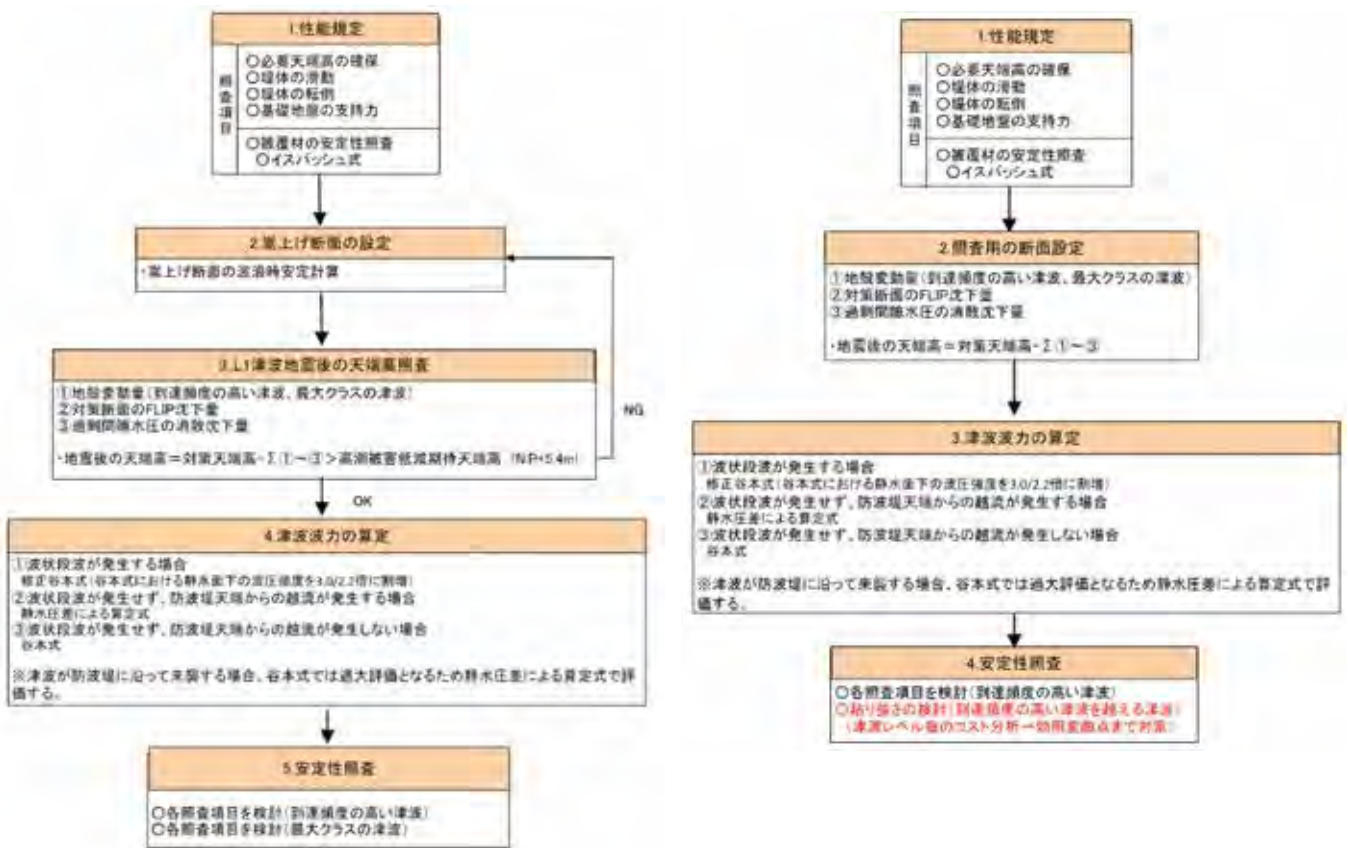


図4 対象施設別検討フロー (左:名古屋港高潮防波堤 右:御前崎港防波堤(西))

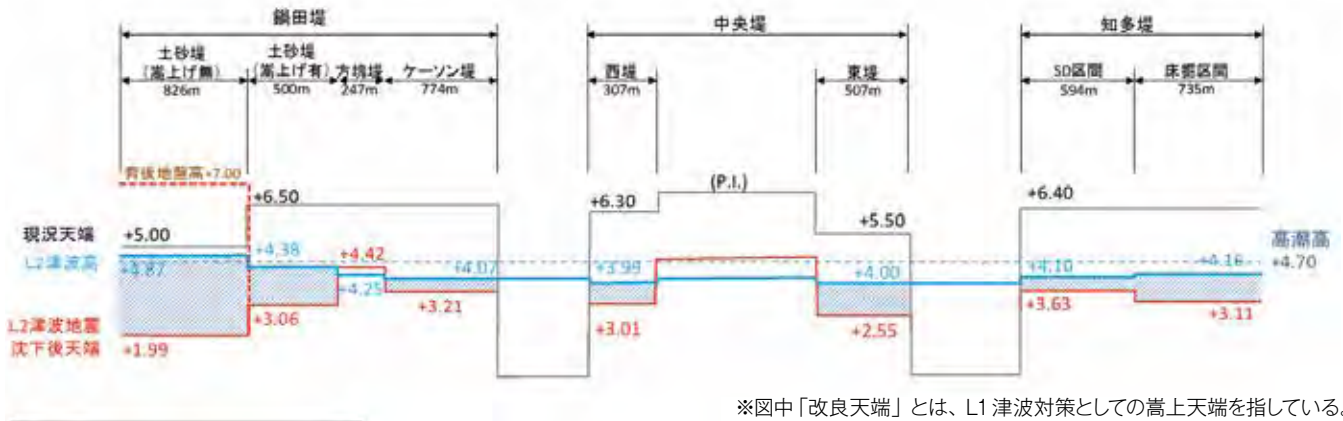


図5 名古屋港高潮防波堤対策断面にL2津波地震が作用した場合の天端高と津波高の関係

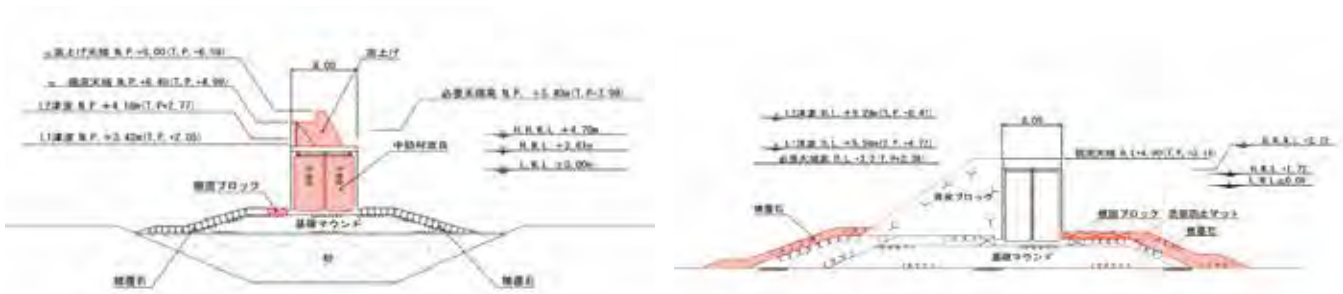


図6 対策断面(代表断面)(左:名古屋港高潮防波堤 右:御前崎港防波堤(西))

ができ、被災後であっても一定の港内静穏度を確保することが可能となります。

また、両防波堤とも堤頭部の基礎マウンド洗掘に対する検討も併せて行っており、到達頻度の高い津波を超える津波に対しても粘り強く対抗できる被覆材の補強も併せて実施することとしています。

なお防波堤の粘り強い構造の設計手法は現時点で完全に確立されているとは言い切れない部分もあることから、今後引き続き検討する予定の管内の他の防波堤設計においては、新たな知見等に注視しつつ適切な設計を進めていくことと考えてます。

5. 終わりに

今回検討した2施設は今年度末より改良に着手し、平成27年度には新たな粘り強い防波堤として地域の防災機能の向上に寄与することとなる予定であります。

豊かなウォーターフロント フォトコンテスト 2012

海とみなと ―― その歴史・役割・観光

本コンテストは、写真を通じて海辺や港の四季折々、津々浦々の姿を表現していただき、ともすれば港と疎遠になりがちな方々に対してその素晴らしさを再認識していただくと共に、ウォーターフロントの景観への意識を高めることを目的としています。

ウォーターフロントフォトコンテストも今年で21回目となり「海とみなと―その役割・防災・歴史・観光」というテーマに対して、630点もの応募がありました。いただいた作品に対して、平成24年10月19日に厳正なる審査を行った結果、次のとおり素晴らしい入選作品を決定させていただきました。

港湾施設、沿岸建設物の大型化に伴って、消火防水力が飛躍的に向上しています。その模様を最適のポジションから、この見事な写真で見せられると圧倒されます。まさに現代報道写真、記録写真の傑作、力作として、審査関係者全員に推薦されました。

総 評

時のたつのは早いもの、20年前の当フォトコンテスト初回から手伝う一員として感無量ですが、まずは、当コンテストを企画実現、継続して下さった関係者の各位の熱意とご尽力に、厚く御礼申し上げます。そして毎回熱心に応募していただく写真ファンに感謝します。願わくばその行動が、我が国の港湾・海岸行政を支援していることの認識と今後も変わらぬ協力・応募を続けて下さるようお願いいたします。

過去20年は、写真界の特に写真機材産業に歴史的変革をもたらしました。従来の化学的写真術から電子写真術へ、当然利用者に反映して、一時期応募作品もプリントが混乱、質も低下、至極残念な思いをしました。

それがここ3、4年前から機材が進歩、使用技術も上達、目を見張る美しい仕上がりの力作が寄せられ、関係者一同しきりに感動しています。

一方、わが国の港湾整備、海岸防災対策もご覧のとおり着々と進んでいます。そのため海浜レクリエーションも観光も、20年前には想像出来なかった活用変化を遂げています。どうかこの飽くなき人類の向上意欲を直視し、写真報道、写真記録されるご尽力に期待します。では、今回の審査結果に基づき、寸評を述べさせていただきます。



国土交通大臣賞

港の守り

田中和夫 神奈川県横浜市横浜港



● 国土交通省港湾局長賞

佐藤芳恵

新潟県新潟市新潟港

浚渫作業—グラブと人

どんな機械も所詮人間の作品、人間の助力なくして機能は果たせません。この巨大な浚渫機械も、温かく見守り介助してくれる人が居て偉力を発揮しています。フレミングも良く、人と海、人と機械に息吹を感じさせる傑作です。

● 日本港湾協会会長賞

岡 光明

福島県いわき市照島海岸

休日

題名が示すと通りの長閑な休日風景です。しかしこの作品には、主催者の趣旨に適った海岸防災工事の成果が見事に記録され、審査員みなさんの目に止まりました。ゴルフが狙いであれば、動きを表現してほしいところです。



● 港湾海岸防災協議会長賞

白石信夫 高知県土佐清水市

港の道標

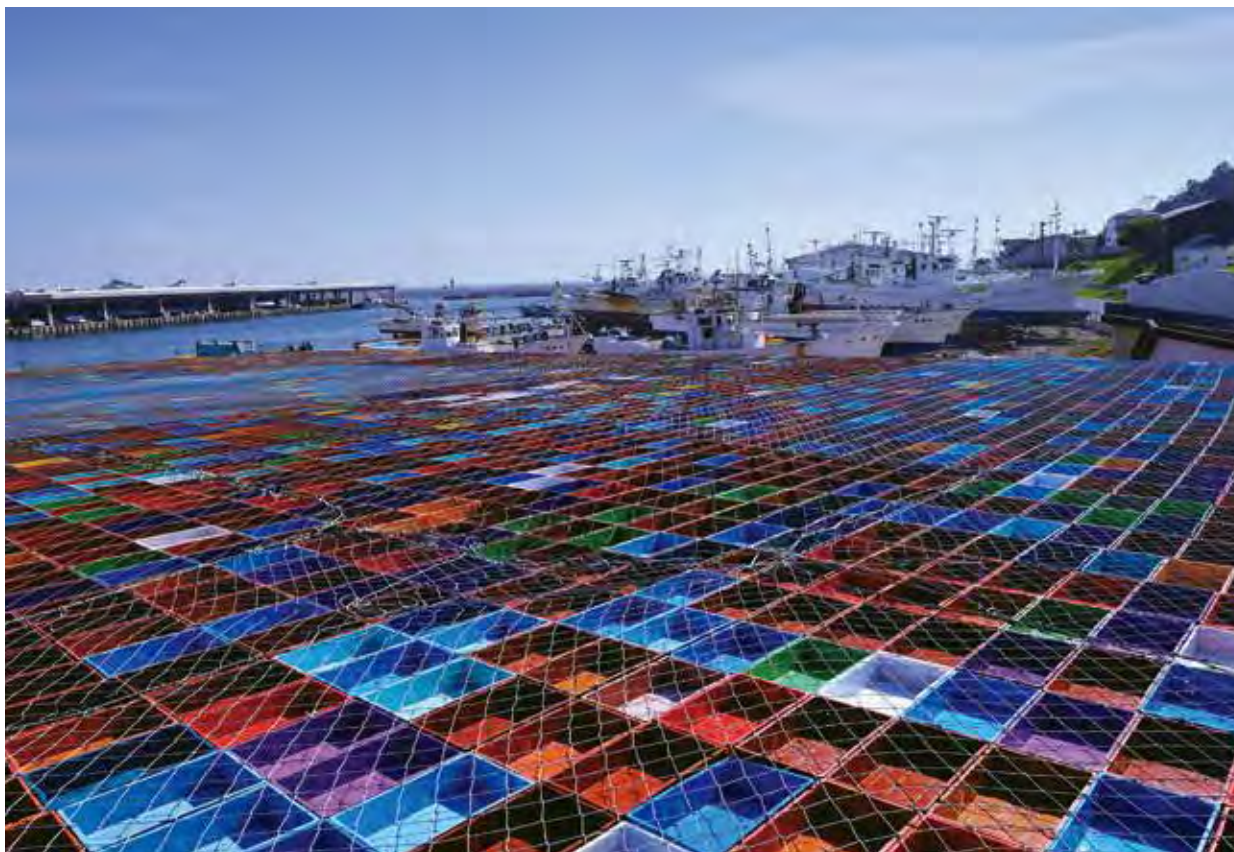


題名は平穏ですが、相当危険を冒しての労作と見受けられます。この見事な波動に、自然美と力の凄さを感じます。右上の赤い灯標が利いています。安全に気をつけ、これからも力作を寄せてください。

● 北海道開発局長賞

大江平次郎 北海道羅臼町

大量に積まれた、いか箱



これこそ現代風景です。数多い色鮮やかな空魚箱に、汚れ防ぎの網が掛けられ、静まり返った漁港の休日、作者の鋭い目と感覚が全面ピントで描写され、質感もしつかり、名作に仕立てました。

● 東北地方整備局長賞

武田敏久 青森県八戸市八戸漁港
港のマラソン大会



出漁休みで風の晴天、明るく広い漁港域での市民マラソン大会。ゴール間近い競技最中のようにです。そのため選手も応援も分散して、地域全体に人の和が溶け込んで歓声が聞こえます。

● 関東地方整備局長賞

鹿島秀夫 東京都江東区東京港
東京湾を渡る



真新しい話題の東京ゲートブリッジ、早速多くの応募作を見せていただきましたが、一様に富士山方向を眺めた中で、この作者は逆方向から午後の日差しに輝く橋梁に注目、折良く渡り鴨の群れをキヤッチ、意表をついた気転に関心しました。

● 北陸地方整備局長賞

笠巻敏勇 新潟県佐渡市深浦港
深 浦



すでに寝静まった佐渡の漁村風景、作者の優れた技術が近ごろ味わえなくなった繊細微妙な日本の情景を再現しています。自然に囲まれ、助け合って暮らす日本の原風景を見る思いです。すべてに良く纏まった秀作です。

● 中部地方整備局長賞

山崎俊泰 静岡県牧ノ原市相良海岸
人間草競馬



人間草競馬とは、郷土色豊かな古典競技です。一瞬敏捷な年代のかわいい子供たちが真剣に駆け出す姿に、つい頑張れと声が出そうです。背景に応援者の集団があればと残念です。

● 近畿地方整備局長賞

橘 初雄 兵庫県神戸市神戸港
ポートターミナル



阪神淡路大震災後の神戸港の復興ぶりには注目、敬意を感じていましたが、この見事な写真を見ると感激します。名だたる神戸港だけに、多くの作品が寄せられました。この作品のフレーミングの旨さで、ひととき壮大に感じさせます。



● 中国地方整備局長賞

斎藤孝子
広島県尾道市因島重井港

除虫菊の咲く港

除虫菊咲くのどかで平和な瀬戸内の丘。昔から親しまれた日本風景ですが、現在も維持保護されている郷土愛にほっとしました。古くて新しい町のすばらしい観光写真でもあります。撮影時期、カメラアングルも適切です。

● 四国地方整備局長賞

村上 翼 愛媛県今治市

晴の進水式



この盛大な行事のクライマックスを良く捉えました。かつては造船王国、こうした場面をよく体験できたのですが、平成に入って寂しくなりました。それだけにこの一枚の名作写真に感動を覚えます。大型カメラを駆使しての労作に拍手を贈ります。

● 九州地方整備局長賞

戸曾美成 鹿児島県いちき串木野市照島海岸

浜競馬



波浪の迫力と人馬の逞しき、見る者をも引き込む感動作です。競馬写真は、四肢の動態キャッチに苦勞しますが、この作品は、フレミング、タイミングに成功しています。これからも、人と海のつながりを写真にしてください。



● 沖縄総合事務局長賞

おおき ゆうこう

沖縄県うるま市

海の道

沖縄は何と言っても、珊瑚礁の海のトーンと澄んだ海の色、素朴な人情に魅かれます。今年も期待したのですが、低調でした。時代の流れでしょうか。この作品は貴重な存在ですが、もう少し船が近くにきてから撮ってほしかったです。

優秀賞に寄せて

当フォトコンテストには、応募規定のように、まず地区予選があります。わが国を取り巻く長く広い海岸地域を、国土交通省は10区域に分けて管轄しています。そのためか応募数に多寡を生じ、多い地域は激戦となります。折角の力作も落とさなければならぬ苦汁を選者は味わいます。

しかし、それぞれの地域には、見落とせない貴重な特色がありますので、頑張って全地域に注目、写真記録していただくよう希望します。

大鹿静彦 北海道斜里町
流氷の漁港



尾形則雄 青森県青森市青森港
青森ベイブリッジ



渡辺一夫 北海道留萌市黄金岬
初冬の日本海



早野由香 神奈川県茅ヶ崎市西浜海岸
富士山をめがけて



● 優 秀 賞

小高 紘佑
神奈川 県 真鶴 町
小早 船 進 水 式



神田 昭
神奈川 県 横 濱 市 横 濱 港
港 の イ ベ ン ト



水島 脩 行
千 葉 県 一 宮 町 東 浪 見 海 岸
疾 走



坪田 敏 夫
神奈川 県 横 濱 市 横 濱 港
ふ 頭



吉田 宏 神奈川 県 横 濱 市 横 濱 港
み な と み ら い pm6:00 ~ am6:00

能登 正 俊
東 京 都 江 東 区 お 台 場 海 浜 公 園
デ ッ ト ヒ ー ト



北川 清
神奈川 県 横 濱 市 横 濱 港
積 荷 作 業 中



浜中 義 孝
東 京 都 江 東 区 東 京 港 青 海 埠 頭
夜 の 青 海 流 通 セ ン タ ー



石毛 一 徳
千 葉 県 鴨 川 市
海 女 小 屋



玉置良宗
愛知県南知多町篠島港
大漁旗船団



五十嵐正範
福井県若狭町神子港
山桜咲く頃



山崎 泰
静岡県清水市
日本晴れ



山梨 勲
静岡県清水市清水港
出港



青木忠平
静岡県焼津市大井川港
トライアスロン・遠泳



鈴木康之
静岡県浜松市浜名湖
水温むころ



小形俊幸
新潟県新潟市新潟東港
雨のコンテナストック



上西裕子
神奈川県横浜市横浜港
飛鳥II寄港



富田栄人
富山県射水市海王丸パーク
蜃気楼的幻夜（ミラージュな夜）



富士岡高士
静岡県御前崎市御前崎海岸
だつくら祭り



鈴木賢治
兵庫県神戸市神戸港
港を守る



島原武義
広島県呉市
小 道



石川賢一
高知県室戸岬町室戸阿南海岸
豊漁を紡いで



山台雄三
愛媛県今治市大島
霧の海峡



仲野哲雄
大分県津久見市高浜海岸
八月の虹



三田輝樹
和歌山県白浜町日置海岸
大波襲来



浅野三雄
京都府伊根町
舟屋暮色



末谷 彰
山口県周南市杵島
海上渡御



仲川幸延
愛媛県宇和島市
海のうたげ



川崎信義
長崎県長崎市長崎港
みなと長崎

鹿島和生
佐賀県唐津市小反海岸
海を渡る山笠



野口泰治
福岡県北九州市
夕照の浜



山中健次
沖縄県今帰仁村連天港
ホリデー



長堂 哲
沖縄県沖縄市中城湾港
海難救助



杉江美知隆
福岡県福岡市博多港
マリーンウエディング



浅見崇司
兵庫県神戸市神戸港
二人の夢



難波江成明
愛媛県今治市
夜の海峡



- 国土交通大臣賞**
田中和夫（神奈川県横浜市横浜港）
国土交通省港湾局長賞
佐藤芳恵（新潟県新潟市新潟港）
日本港湾協会会長賞
岡 光明（福島県いわき市照島海岸）
港湾海岸防災協議会長賞
白石信夫（高知県土佐清水市）
北海道開発局長賞
大江平次郎（北海道羅臼町）
東北地方整備局長賞
武田敏久（青森県八戸市八戸漁港）
関東地方整備局長賞
鹿島秀夫（東京都江東区東京港）
北陸地方整備局長賞
笠巻敏勇（新潟県佐渡市深浦港）
中部地方整備局長賞
山崎俊泰（静岡県牧ノ原市相良海岸）
近畿地方整備局長賞
橋 初雄（兵庫県神戸市神戸港）
中国地方整備局長賞
斎藤孝子（広島県尾道市因島重井港）
四国地方整備局長賞
村上 翼（愛媛県今治市）
九州地方整備局長賞
戸曾美成（鹿児島県いちき串木野市照島海岸）
沖縄総合事務局局長賞
おおき ゆうこう（沖縄県うるま市）

- 優秀賞**
大鹿静彦（北海道斜里町）
渡辺一夫（北海道留萌市黄金岬）
尾形則雄（青森県青森市青森港）
早野由香（神奈川県茅ヶ崎市西浜海岸）
吉田 宏（神奈川県横浜市横浜港）
坪田敏夫（神奈川県横浜市横浜港）
北川 清（神奈川県横浜市横浜港南本牧埠頭）
小高敏佑（神奈川県真鶴町）
水島脩行（千葉県一宮町東浪見海岸）
神田 昭（神奈川県横浜市横浜港）
能登正俊（東京都江東区お台場海浜公園）
石毛一徳（千葉県鴨川市）
浜中義孝（東京都江東区東京港青海埠頭）
上西裕子（神奈川県横浜市横浜港）
小形俊幸（新潟県新潟市新潟東港）

- 富田栄人（富山県射水市海王丸パーク）
五十嵐正範（福井県若狭町神子港）
玉置良宗（愛知県南知多町）
山梨 勲（静岡県清水市清水港）
山崎 泰（静岡県清水市）

- 富士岡高士（静岡県御前崎市御前崎海岸）
鈴木康之（静岡県浜松市浜名湖）
青木忠平（静岡県焼津市大井川港）
三田輝樹（和歌山県白浜町日置海岸）
鈴木賢治（兵庫県神戸市神戸港）
浅野三雄（京都府伊根町）
浅見崇司（兵庫県神戸市神戸港）
末谷 彰（山口県周南市杵島）
島原武義（広島県呉市）
仲川幸延（愛媛県宇和島市）
難波江成明（愛媛県今治市）
石川賢一（高知県室戸岬町室戸南海岸）
山台雄三（愛媛県今治市大島）
川崎信義（長崎県長崎市長崎港）
杉江美知隆（福岡県福岡市博多港）
仲野哲雄（大分県津久見市高浜海岸）
野口泰治（福岡県北九州市岩屋）
鹿島和生（佐賀県唐津市小反海岸）
長堂 哲（沖縄県沖縄市中城湾港）
山中健次（沖縄県今帰仁村連天港）

- 主催**
(社)日本港湾協会
港湾海岸防災協議会
後援
国土交通省
協賛
(一社)日本外航客船協会
(社)日本旅客船協会
(一社)日本マリナー・ビーチ協会
(社)ウォーターフロント開発協会
(一財)みなと総合研究財団
(財)港湾空港建設技術サービスセンター
富士フィルムイメージングシステムズ(株)

- 審査員**（順不同・敬称略）
齋藤 潮<東京工業大学教授>
廻 洋子<淑徳大学教授>
富岡畦草<写真家>
松野正雄<写真家>
茶谷 茂<写真家>
丸山隆英<国土交通省港湾局海岸・防災課長>
池上正春<国土交通省港湾局海洋・環境課長>
鬼頭平三<(社)日本港湾協会理事長>

沖合観測情報に基づく津波波源の逆推定について

港湾空港技術研究所 アジア・太平洋沿岸防災研究センター
高川 智博

1 はじめに

津波の初期水位分布、すなわち津波波源を求めることは、津波生成の現象理解という学術的な側面のみならず、精度の高い津波伝播の予測を通じ、防災・減災対策への活用が期待される重要な研究課題である。ここでは、一般的な津波波源逆推定手法の概要を述べるとともに、具体例として2011年東北地方太平洋沖地震津波の解析結果を紹介する。

津波波源は、波源域に十分な解像度で観測機器が設置されていれば直接的に時空間変動が観測できるが、一般にはそのような観測体制は確立されていない。そこで波源域の内部、あるいはその周辺に設置された少数の観測点で得られた水位等の時系列データに基づき、観測点以外の地点の時空間変動を推定する必要がある。これを実現するのがこれからご紹介する津波の観測波形に基づく波源逆推定手法である。

2 津波伝播計算

津波の伝播過程は、流体運動の物理過程を表現する適当な微分方程式と地形や初期水位分布などの境界条件が与えられれば、数値的に時間積分することにより、ある地点の水位の時系列変化を求めることができる。このように初期条件から

水位変化等の観測量を求める問題は順問題と呼ばれる。一方、観測量から初期条件を推定する問題は逆問題と呼ばれ、津波波源の推定はこの逆問題を解くことに相当する。

波源の逆解析には、観測量として波浪計や海底水圧計による水位の時系列データが用いられる^{1,2)}。また、津波の伝播過程は以下の鉛直積分型の連続式と運動方程式からなる長波理論によって表されるのが一般的である^{3,4)}。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} M \sqrt{M^2 + N^2} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} N \sqrt{M^2 + N^2} = 0 \quad (3)$$

ここに、 η は静水面からの水位変化量、 D は水底から水面までの全水深、 g は重力加速度、 η はManningの粗度係数、 M 、 N は x 方向および y 方向の全流量フラックスである。水深50m以深では非線形項(式(2)、(3)の第2,3項)や海底摩擦項(式(2)、(3)の第5項)の影響が小さくなるため、これらの項を無視するとともに、重力項(式(2)、(3)の第4項)の全水深を

水底から静水面までの水深で置き換えて線形化した方程式が用いられることも多い。特に逆問題を扱う際には、非線形項があると計算コストが大幅に増大するとともに、解の大域的な最適性が保証されないことから、線形方程式が採用される^{5,6)}。また、線形性を担保するため、陸境界では完全反射が仮定される。この場合には、非線形項等の影響が少ない水深の深い地点の観測値で、浅海域を経由した波や陸上遡上の影響を受けない第1波に限定して利用するなどの工夫が必要である。また、津波が長い距離を伝播し、分散性が顕著となる場合には、式(2)、(3)に分散項を追加した式が用いられる^{7,9)}。また、比較的広い領域を対象とする場合には、地球表面の曲率の影響を考慮するため、式(1)~(3)を球面座標系に拡張した式が用いられ、コリオリ力を表す項が運動方程式追加される⁴⁾。

3 津波波源の逆推定手法

線形方程式を用いる場合には、解の重ね合わせが成り立ち、これを利用して逆問題を解くことができる^{1,2)}。求める波源の時空間分布が適当な基底関数の線形和で表されるものとする。ここでデータは全て離散的に扱うものとする、波源の時空間分布を示すベクトル \mathbf{s} は次のように表すことができる。

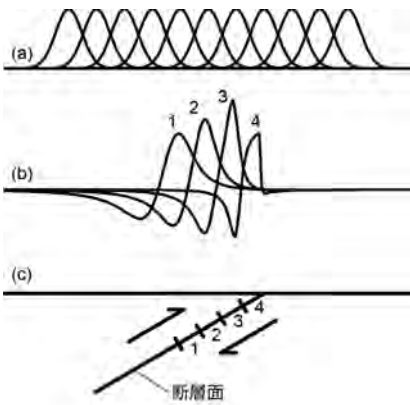


図1 波源推定手法に用いる基底関数の概念図。実際は空間方向に2次元的な分布を持つとともに時間方向の分布をもつ形で利用されるが、ここでは単純化して空間1次元分布の形で示している。

- (a) 多数の正規分布の線形和で波源を再現する場合の基底関数のイメージ
- (b) 多数の断層変形による水面変位で波源を再現する場合の基底関数のイメージ。各番号は(c)の断層面の小区間に対応し、各基底関数は小区間の断層運動に伴う水面変位として求められる。
- (c) 小区間に分割された断層モデルの断面図

$$\mathbf{s} = \mathbf{B}\mathbf{x} \quad (4)$$

ここで、 \mathbf{B} は基底関数を離散化して得られる複数の列ベクトルを並べた行列であり、 \mathbf{x} は各基底関数の重み係数からなるベクトルである。

基底関数としては、2次元正規分布(図1)や平坦な頂部をもつピラミッド型などが用いられているほか、断層モデルに基づくものがある。断層モデルに基づくものは、断層面を小領域に分割し、断層の単位量すべりによって生じる海面変動を津波波源推定の基底関数として用いる方法である(図1)。断層運動による海面変動は、断層運動が半無限弾性体中で生じたという仮定のもと、有限矩形断層震源による海底面の変位を計算し^{10, 11)}、海底面の変位を海水面の変位に変換^{12, 13)}することで求めることができる。

次に、ある波源が与えられた場合に、それを観測データに変換する関数を f とすると、実際の観測データ \mathbf{d} は次のように表すことができる。

$$f(\mathbf{s}) + \mathbf{e} = \mathbf{d} \quad (5)$$

ここで \mathbf{e} は誤差を表すベクトルである。線形性の仮定から $f(\mathbf{s}) = f(\mathbf{B}\mathbf{x}) = f(\mathbf{B})\mathbf{x}$ が成り立つこと、さらに $f(\mathbf{B})$ が基底関数で表される基底波源を初期条件として津波伝播計算に入力した場合の観測波形を列ベクトルにもつ行列 \mathbf{G} で表されることを用いると

$$\mathbf{G}\mathbf{x} + \mathbf{e} = \mathbf{d} \quad (6)$$

\mathbf{G} は津波伝播計算で求めることができるため、観測データ \mathbf{d} が得られれば、最小二乗法により誤差 \mathbf{e} のL2ノルムを最小化することで \mathbf{x} の推定値 $\hat{\mathbf{x}}$ が得られ、式(4)から求める波源分布の推定値 $\hat{\mathbf{s}}$ が得られる。

4 逆推定における誤差要因と予測誤差の最小化

実際の現象を対象に逆解析を行う場合には様々な誤差により、波源の推定結果が歪められる。Titov¹⁴⁾は津波波源逆解析における誤差要因を、以下の3種類にまとめている。

観測誤差：観測装置の測定誤差や、観測波形から津波成分を抽出する際に行う潮位補正や風波成分の除去等に伴う誤差などを指し、上記の観測値 \mathbf{d} に含まれる誤差である。

モデル近似誤差：長波近似や、線形化等に伴う誤差など。すべての物理モデルは実現象の近似に過ぎず、この近似に含まれる誤差全体を指し、上記の関数 f に関する誤差である。

モデル入力誤差：基底波源の分

布が不十分な場合や、観測点が少ない、あるいは観測点の配置が偏っているなどの原因により観測情報が不十分である場合に発生する誤差や地形データや計算格子の設定に伴う離散化誤差を指し、上記 \mathbf{B} や f に関する誤差である。

逆解析では、これらの誤差含む問題を最適化するため、波源を反映したシグナルのみならず、波源とは無関係のノイズにも最適化された解が導かれてしまう問題がある。これは過適合と呼ばれる。過適合を回避するために、初期波形が時空間的に滑らかであるというような解に対する拘束条件が与えられる⁵⁻¹⁵⁾。ここで、高川・富田¹⁶⁾を参考にすると、波源逆推定問題は以下式で示される条件のもと $\mathbf{e}^T\mathbf{e}$ を最小化することに帰着される。

$$\mathbf{G}\mathbf{x} + \lambda\mathbf{D}_s\mathbf{x} + \gamma\mathbf{D}_t\mathbf{x} + \mathbf{e} = \mathbf{d} \quad (7)$$

ここで \mathbf{D}_s 、 \mathbf{D}_t はそれぞれ空間と時間の2階微分作用素を表し、 λ と γ は拘束条件をどの程度強く課すかを定めるパラメーターである。これらは推定パラメーター $\hat{\mathbf{x}}$ や $\hat{\mathbf{s}}$ 全体に影響を与えるパラメーターであることから、ハイパーパラメーターと呼ばれる。

通常ハイパーパラメーター λ や γ が小さいほど $\mathbf{e}^T\mathbf{e}$ が小さくなり、より観測波形に近い推定波形が得られるが、小さすぎると過適合となり、逆推定に用いたデータへの適合性は良いものの、逆推定に用いていないデータへの適合性が低い、すなわち、予測精度の低い波源を導く結果となる。このようなことから、予測精度の観点からハイパーパラメーターを最適化する方法が提案されている。代表的なものが交差検定に

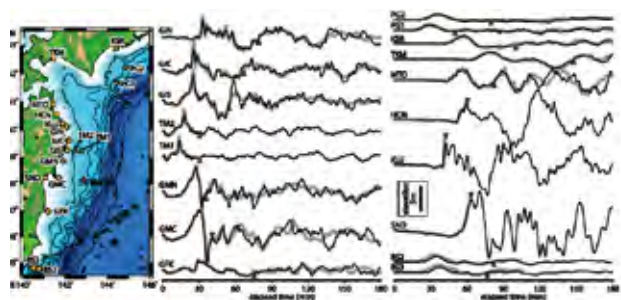


図2 (左図) 2011年東北地方太平洋沖地震の震央(星印)と解析に利用した観測点。
(右図) 観測津波波形(灰太線)と波源推定結果に基づく予測波形(黒細線)。図中の三角印は波源逆解析に利用した第一波の終端を、観測記録が途切れたTM1、TM2、HCN、KUJ、SNDについてはデータの終端を示し、これより後続の波形が予測波形である。高川・富田¹⁶⁾を一部改変。

より予測精度を評価するものである。交差検定は、得られた観測データセットを訓練データと検証データに分離し、訓練データから推定した波形データと検証用の波形データを比較することによりその予測精度を評価し、さらに、訓練データと検証データの分け方を様々に組み替えてそれらの予測精度の平均的な振る舞いを調べることにより、訓練データと検証データの分け方が予測精度の評価結果に与える影響を低減するものである。また、時間的な予測精度を直接的に用いる方法もある。それはある時点までに得られたデータを訓練データとし、その時点より後に得られたデータを検証データとする方法である。

5 実現象への適用

5.1 2011年東北地方太平洋沖地震と津波観測波形

ここでは2011年東北地方太平洋沖地震津波の観測データに波源逆推定手法を適用した例として著者らが行った研究¹⁶⁾を紹介する(図2)。2011年3月11日に発生した東北地

方太平洋沖地震津波は、東日本の太平洋沿岸に甚大な被害を及ぼした。この津波は、GPS波浪計や海底津波計等により、波源近傍の詳細な沖合波形が捉えられた世界でも初めての例であり、津波の発生過程を知る上で非常に貴重なデータ

が得られた事例といえる。

津波を発生させた地震は、宮城県沖で発生し、震源位置は北緯38度6.2分、東経142度51.6分、深さ24km、モーメントマグニチュード9.0¹⁷⁾と大規模なものであった。この地震は日本海溝沿いで北米プレートと、その下に沈み込む太平洋プレートの境界で生じた逆断層運動によるものである。地震波の解析から、プレート境界に沿う長さ450km、幅200kmの広い領域で、およそ160秒間に渡って断層の破壊が進展し、最大で50m程度の境界面にすべりが生じ、すべり量の分布が時間的にも空間的にも不均一で、複雑な断層破壊過程が推定されている¹⁷⁾。

観測で得られた津波波形を図2に示す。東北地方太平洋沿岸の水深200m程度の沖合に設置されたGPS波浪計において、5m以上の津波高が観測された。また、釜石沖の海底津波

計や岩手県沖のGPS波浪計などでは、はじめに、緩やかな引き波が観測され、その後半周期20分程度の長周期の押し波波形に半周期3分程度の短周期の押し波波形が重畳した特徴的な第1波波形が捉えられた。一方、宮城県沖のGPS波浪計の観測波形では、南に設置されているものほど短周期の押し波波形が不明瞭になる傾向が認められる。

5.2 波源推定結果

GPS波浪計等の観測得られた津波波形を用いて津波波源を逆推定した結果を図3に示す。また、図2には得られた初期条件から推定された予測波形を観測波形と合わせて示した。ここで示す高川・富田¹⁶⁾の結果は、断層の破壊伝播にともなう波源の時発展を推定したものである。手法の詳細は文献に譲るが、基本的には式(7)に基づき、予測精度がもっとも高くなるハイパーパラメーターに基づき推定した結果である。図3から、断層の破壊伝播にしたがって波源域が広がり、震央の西側東側の海溝軸付近に海溝軸に沿って峰状の隆起域が形成され、震央の西側に沈降域が形成される

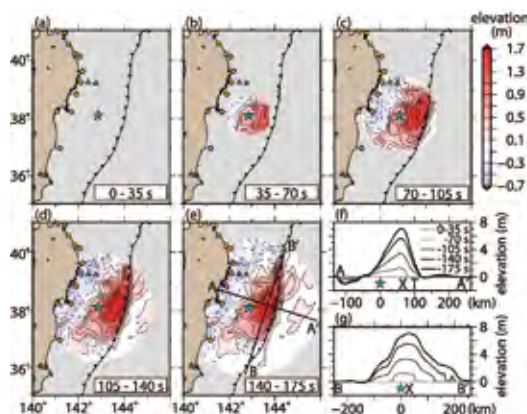


図3 推定された波源の時間発展。(a-e) 35秒毎の変動量のスナップショット。
(f, g) 時間経過にともなう累積変動量変化の断面(図16)。

様子がわかる。(f)に示した海溝軸と直交方向の断面図にも同様の傾向がみてとれる。また海溝軸に沿う方向の断面図(g)では震央よりもやや北側に約7mのピークが形成されたことと、時間経過とともに南北に隆起域が拡大し、特に北側で隆起域が広く、隆起量も大きく推定されている。この隆起域が北側に張り出した部分は1896年の明治三陸地震の震源と一致し、この領域は比較的柔らかい堆積層が厚く分布することから地震波に対して比較的大きな津波を引き起こす津波地震の発生域として注目されていた地点であり、Satake et al¹⁰⁾は、明治三陸地震津波と同じ津波地震が励起されていた可能性を指摘している。

地震による地殻変動や津波の励起メカニズムにはまだまだ未解明の部分が多いが、少なくとも水面観測データに基づく波源推定結果からわかることは、南北に非対称な隆起域の発達過程、特に大きな隆起域が北側に向かって発達したことである。これが、東北地方沿岸部の観測波形で特に岩手以北のものに顕著な短周期成分が認められる原因のひとつと考えられる。さらに、この地域は波源の峰と直交方向に位置することに加え、波源が近づく方向に発達したため、短周期成分が卓越したと考えられる。

6 おわりに

ここでは、津波の観測波形から津波の初期状態を推定する手法の概要を述べると共に、実現象への適用例を示すことで、推定手法が津波の発生特性を明らかにし、津波の生成メカニズムに関する重要な知見を与えてくれることをご理解いただけた

かと思う。ここで紹介した手法で得られた津波の初期状態に関する情報は、津波の予測にも活用が可能で、実際に観測データに基づくリアルタイム津波予測に関する研究が盛んに行われている。筆者もそのような研究に取り組むものの一人であるが、この小論がこうした逆推定問題、それを生かした現象解明、あるいは予測への応用など、関連する話題に興味を持つきっかけとなっただければ著者として幸いである。

謝辞：本小論で示した波源推定の具体例においては、国土交通省港湾局・東京大学地震研究所・防災科学技術研究所からご提供いただいた津波観測記録を利用させていただきました。ここに記して、深甚なる謝意を表します。

引用文献

- 1) 相田勇：津波記録による波源数値モデルの推定，地震 第2輯，25 (1972) 343-352.
- 2) Satake, K: Inversion of tsunami waveforms for the estimation of a fault heterogeneity: Method and numerical experiments, *Jour. Phys. Earth*, 35 (1987) 241-254.
- 3) 後藤智明・小川由信：Leap-frog法を用いた津波の数値計算法，東北大学工学部土木工学科 (1982) 52p.
- 4) Goto, C, Ogawa, Y, Shuto, N, and Imamura, F: IUGG/IOC TIME Project: Numerical method of tsunami simulation with the leap-frog scheme, *In Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Manuals and Guides # 35*, UNESCO, Paris, (1997) 4 Parts.
- 5) Baba, T., Cummins, P.R., and Hori, T.: Compound fault rupture during the 2004 off the Kii Peninsula earthquake (M7.4) inferred from highly resolved coseismic sea-surface deformation, *Earth Planets Space*, 57 (2005) 167-172.
- 6) Satake, K., Baba, T., Hirata, K., Iwasaki, S., Kato, T., Koshimura, S., Takenaka J., and Terada, Y.: Tsunami source of the 2004 off the Kii Peninsula earthquakes inferred from offshore tsunami and coastal tide gauges, *Earth Planets Space*, 57 (2005) 173-178.

- 7) Tanioka, Y.: Numerical simulation of far-field tsunamis using the linear Boussinesq equation - The 1998 Papua New Guinea tsunami, *Pap. Meteorol. Geophys.*, 51 (2000) 17-25.
- 8) Shigihara, Y., and Fujima, K.: Wave dispersion effect in the Indian Ocean Tsunami, *Journal of Disaster Research*, 1 (2006) 142-147.
- 9) Horrillo, J., Kowalik, Z., and Y. Shigihara: Wave dispersion study in the Indian Ocean-Tsunami of December 26, 2004, *Marine Geodesy*, 29 (2006) 149-166.
- 10) Okada, Y.: Surface deformation due to shear and tensile faults in a half-space, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 75 (1985) 1435-1154.
- 11) Okada, Y.: Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 82 (1992) 1018-1040.
- 12) Kajiura, K.: The leading wave of a tsunami, *Bull. Earthquake Res. Inst.*, 41 (1963) 535-571.
- 13) Saito, T. and Furumura, T.: Three-dimensional tsunami generation simulation due to sea-bottom deformation and its interpretation based on the linear theory, *Geophys. J. Int.* 178 (2009) 877-888.
- 14) Titov, V.V.: Tsunami forecasting in The Sea, Vol. 15, Tsunamis, Chap. 12, edited by E. N. Bernard and A. R. Robinson, , Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. (2009) 371-400.
- 15) 辰巳大介・富田孝史：震央位置を利用したインバージョン手法によるリアルタイム津波予測，港湾空港技術研究所報告書，47 (2008) 55-73.
- 16) 高川智博・富田孝史：時間発展を考慮した津波波源逆解析と観測点地盤変動量のリアルタイム推定，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，68 (2012) 311-315.
- 17) Yoshida, Y., Ueno, H., Muto, D., and Aoki, S.: Source process of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake with the combination of teleseismic and strong motion data, *Earth Planets Space*, 63 (2011) 565-569.
- 18) Satake, K., Fujii, Y., Harada, T., and Namegaya, Y.: Time and Space distribution of coseismic slip of the 2011 Tohoku Earthquake as inferred from tsunami waveform data, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 103 (2013) in print.

国土交通省防災訓練

国土交通省 港湾局 海岸・防災課 災害対策室

はじめに

毎年、9月1日の防災の日の前後を防災週間(8月30日～9月5日)として、全国各地で防災訓練が行われています。防災の日の由来はご存じの方も多いかと思いますが、1923年に多大な被害をもたらした関東大震災が発生した日です。国土交通省でも毎年防災訓練を行っておりますが、本稿では今年度行った「国土交通省緊急災害対策本部の運営訓練」、「国土交通本省職員の徒歩参集及び安否確認訓練」の2つ訓練について紹介します。

1. 国土交通省緊急災害対策本部の運営訓練

今年度の地震防災訓練は、首都直下地震(午前7時に発生)を想定し、8月31日(金)に行われました。

首都直下地震は東京湾北部を震源とし、マグニチュード7.3、最大震度6強の地震と想定されており、今後30年以内に発生する確率は70%とされ、近い将来に発生する可能性が非常に高いと言われている地震の1つです。中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」による被害想定は、死者約1.1万人、負傷者約21万人(うち重傷者約3.7万人)、帰宅困難者約650万人、建物全壊約85万棟(うち火災消失約65万棟)と想定されています。

当日の朝、発災から1時間後に開催された緊急災害対策本部会議では、奥田前国土交通副大臣が本部長を代行し、国土交通省幹部が参集して行われ、各局から対応状況について報告が行われました。次に発災から6時間後を想定して開催された緊急災害対策本部会議では、羽田前国土交通大臣が本部長となり、その席上、大臣は各局からの対応状況と今後の対応方針の報告を受けた後、緊急輸送路の確保、被災状況の把握、迅速な応急対応等について指示をされました。今回の運営訓練で港湾局からは、各港の被災状況及び川崎港東扇島地区の基幹的広域防災拠点の運用・緊急物資の受入れ体制等報告しました。また訓練を通して、首都圏の大震災という状況において、災害対策要員の一刻も早い参集の重要性が確認されました。

2. 国土交通本省職員の徒歩参集及び安否確認訓練

平成19年6月、国土交通省では首都直下地震(東京湾北部地震M7.3)を想定した業務継続計画(以下、国交省BCP)を策定しましたが、その初動対応の基本となる参集訓練も8月23日から29日にかけて行われました。

国交省BCPとは、首都直下地震が勤務時間内外で発生することを

想定し、継続すべき優先業務を抽出し、優先業務を継続するために必要な参集要員の指定、適切な要員配置を行うための発災時の行動、安否確認の方法等、地震発生時に職員がとるべき行動について示したものです。

今回の徒歩参集訓練は、国土交通省から12km以内(徒歩3時間を想定)に居住する職員を対象に、港湾局15名を含む対象職員が訓練を行いました。通勤距離が20km以内の職員については、地図上に図示することで参集経路を確認する机上訓練を実施しました。

また、8月31日(金)には、安否確認訓練を実施しました。安否確認は、近年の地震の事例から、電話は地震時には不通になることが多いほか、仮に通じていたとしても、一人ずつ順番に電話をすると、どうしても時間を要してしまうという欠点が明らかになっています。これに対し、携帯メールなどのパケット通信は、地震などの災害時であっても比較的繋がりがやすく、各職員が同時に作業を行うことが可能となります。そこで携帯メールによる安否確認の実施に向け、国土交通省ではサーバーに専用アドレスを設けており、今回の訓練ではこれがきちんと機能することを確認するために、当日、連絡可能な全職員を対象としてメールによる伝達訓練が実施されました。

おわりに

今年度も訓練を実施することで、実際に徒歩参集訓練を実施した職員からは、「実際に参集経路を確認でき、非常に良い経験になった。」「大震災発災後は、人、車両の混乱、建物の崩壊が想像されるため、普段使用している通勤ルートの外に迂回ルートの想定も必要であると感じた。」などの感想、意見が上がるなど防災意識の向上を図ることができました。今後も訓練を行うことで、災害発生時においても迅速に業務継続体制が確立できるよう努めて参りたいと思います。



川崎港(東扇島地区) 基幹的広域防災拠点



緊急災害対策本部運営訓練状況

原稿募集のお知らせ

本誌では、読者相互の交流・情報交換を図るため、読者の皆様からの投稿コーナーを設けています。採用させていただいた方には薄謝、掲載誌を差し上げます(応募者多数の場合は、すべて掲載できないこともあります)。皆様のご応募、お待ちしております。

■コラム「私と海岸」(毎号2名程度掲載予定)

ビーチ・海岸に関わる趣味の話、体験談、失敗談、おもしろ話、身近なこと、旅行話等、なんでも結構ですので、気軽にご投稿ください。

- ①文字数: 1,000~1,500字程度(本誌1ページ分) ②テーマに沿ったお写真2~3枚程度

■「TOPICS」

「波となぎさ」に掲載された活動の“その後”をお知らせしたい、「今、こんな取り組みをしています」——そうした情報の原稿をお待ちしています。

- ①文字数: 1,500字程度(本誌1ページ分) ②テーマに沿ったお写真、図表2~4枚程度

■「ビーチライフ」

皆様の「ビーチライフ」に関するさまざまな活動や体験についての原稿を募集します。

- ①文字数: 4,000~6,000字程度(本誌2ページ分) ②テーマに沿ったお写真、図表3~7枚程度

■原稿送付先：郵送、FAX、メールにて承ります。

原稿形式は、データ、原稿用紙いずれも承ります。原稿送付の際には後日編集部からご連絡させていただきますので、ご連絡先等を必ず明記してください。

- ①郵送先: 〒107-0052 東京都港区赤坂3-3-5 国際山王ビル8階 日本港湾協会内 港湾海岸防災協議会
「波となぎさ」編集担当宛
②FAX: 03-3505-5400
③e-mail: yoshioka@tbss.co.jp

※原稿に関するお問い合わせは上記連絡先③へメールにてお問い合わせください。



発行 平成25年3月12日

発行所 港湾海岸防災協議会
〒107-0052 東京都港区赤坂3-3-5 住友生命山王ビル8階
TEL. 03-5549-9575 (代表)

発行兼編集者 花澤 功

印刷所 株式会社 TBS サービス
〒107-8482 東京都港区赤坂5-3-6
TEL. 03-3505-7148

本誌の購読については、上記発行所にお問い合わせください。

その先の向こうへ

GOING FURTHER

1896年、広島県呉市にて創業した当社は、
進取気鋭の精神と先端の建設技術をもって社会に貢献し、
社会とともに成長してきました。
創業100有余年、新たなフィールドへ常に挑戦し続ける心は、
いまでも当社のDNAに引き継がれています。
時代が変わっても変わらないチャレンジスピリットと、
時代の変化に応じた柔軟な自己革新力。
現状に甘んじることなく、一步一步着実に前に進む。
その先の向こうへ…五洋建設



人と地球にあたたかな技術、 ハートテクノロジー。

海の息吹、大地の鼓動、そして都市の活気。
地球の自然と快適な生活の調和こそ、私たちの願いです。
人にあたたかな技術を追究し、夢を確かなカタチに育て、
感動の明日を築いていきます。



〒135-0064 東京都江東区青海二丁目4番24号 青海フロンティアビル TEL(03)6361-5450

こころを刻む。



私たちの暮らしている社会は
少しずつ変化し、成長しています。
若築建設は、しっかりと今を見つめながら、
人のこころを刻む企業として、
一步一步着実に歩み続けます。



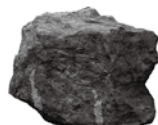
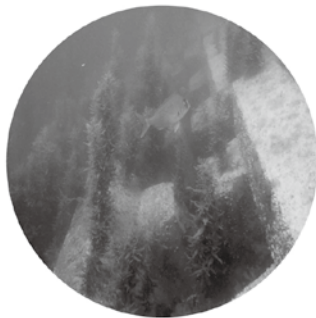
豊かな未来へ 技術のメッセージ

若築建設

〒153-0064 東京都目黒区下目黒 2-23-18
TEL. 03-3492-0271
FAX. 03-3490-1019

技術と信頼で未来を創る

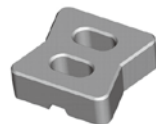
長年にわたって培ってきた技術と信頼とによって
障害から国土を、そして人々の生活を護り
安全で住み良い未来を創ります



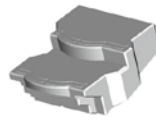
かんらん岩



バラクロス



ロウタスユニ

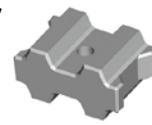


アゴスW

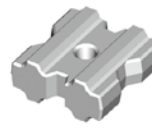


六脚ブロック

国土保全
環境創造



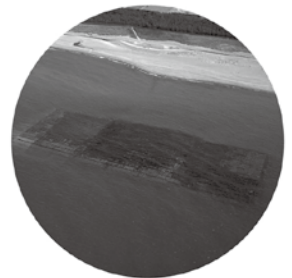
ビーハイブ



ビーハイブS



トライアン



技研興業株式会社
<http://www.gikenko.co.jp/>

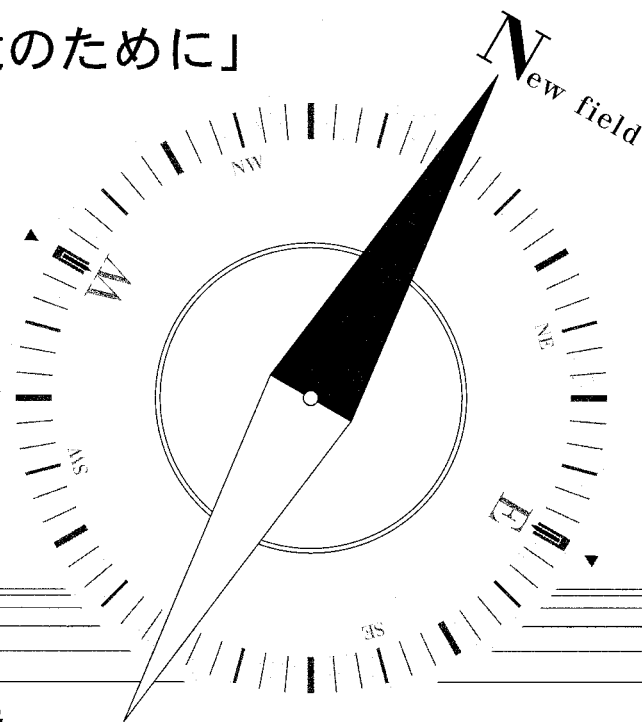
本社

東京都杉並区阿佐谷南三丁目7番2号
TEL 03-3398-8521 FAX 03-3398-8553

針路は、
「安全・安心な生活環境のために」

不動テトラグループは、
独自の技術と創意工夫で、
豊かで安全な環境づくりに貢献しています。

その新しいフィールドは、
海の底から山の上まで拡がり
災害に強い国土づくり、
安心して暮らせる社会基盤の整備に
お応えします。



株式会社 不動テトラ

東京本社 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町7-2 TEL.(03)5644-8500
大阪本社 〒541-0047 大阪市中央区淡路町2-2-14 TEL.(06)6201-9203

<http://www.fudotetra.co.jp>

防波堤消波工 (クリンガー)

緩傾斜護岸 (スカラ)



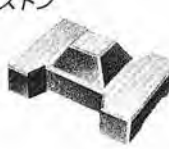
消波・根固ブロック
クリンガー



根固・被覆・傾斜堤ブロック
ホロースケヤー



護床・根固ブロック
リバーストーン



緩傾斜・階段ブロック
スカラ



菱和コンクリート株式会社

本 社 東京都文京区小石川4-20-2 (小室ビル 4 階)
TEL.03-6411-5845 FAX.03-6411-5846

北海道支店 TEL.011-707-6330
東北支店 TEL.022-217-2167

東京支店 TEL.03-6411-5847
大阪支店 TEL.06-6307-2630
福岡支店 TEL.092-282-1211

自然と人を技術で結ぶ。

株式会社 ニュージェック

大阪本社／大阪市北区本庄東2-3-20 TEL. 06-6374-4901
東京本社／東京都江東区新大橋1-12-13 TEL. 03-5625-1801

<http://www.newjec.co.jp>

SHIBATA は

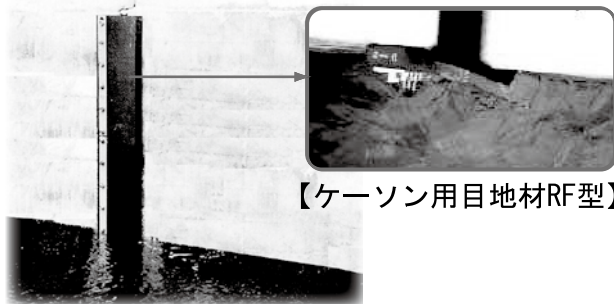
- 世界で唯一の防舷材の総合メーカーです。
- 独創的な海洋開発関連商品の開発を進めています。
- 環境と開発の調和を考えたシステムの創造に努めています。



【受衝板付防舷材CSS型】



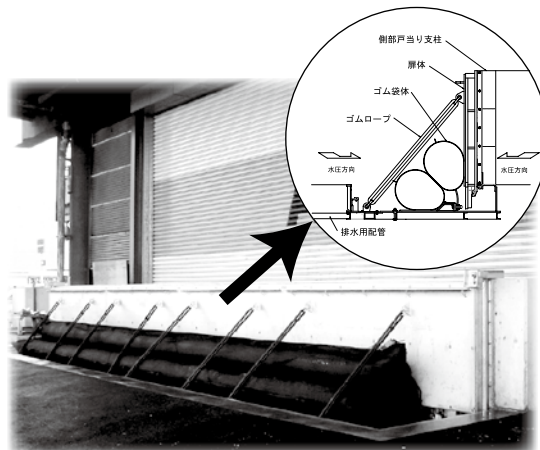
【浮体式係留索ラバージョイナー】



【ケーソン用目地材RF型】



【遮水シート：管理型廃棄物海面処分場】



【高潮対策用ゴム袋体防潮扉】
(豊国工業(株)製)

■ 営業品目 ■

防舷材(受衝板付・汎用型・洋上接舷用(空気式)・漁港用・作業船用・ドックゲート用他)、緊張係留システム、浮体式係留索(ラバージョイナー)、浮体動揺制御システム(クッションローラー)、バリアー式防衝システム、ケーソン用目地材、汚濁防止膜、透水性土木シート、土木遮水シート、高潮対策用防潮扉等、その他にも建設土木、環境景観、建築防水、化成品、産業用特殊履物等、幅広い分野にわたる商品をお取扱しております。

～「ゴム+α」の複合素材で、環境・防災・安全に貢献する～

シバタ工業株式会社

本社工場 〒674-0082 兵庫県明石市魚住町中尾1058
 東京支社 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町1-27 (ロ-アリービル3F)
 神戸支社 〒650-0023 神戸市中央区栄町通4-1-10 (新和ビル4F)
 支店・営業所／札幌・青森・仙台・千葉・横浜・名古屋・福岡・長崎

IS09001&IS014001認証取得

<http://www.sbt.co.jp/>

TEL.078-946-1515 FAX.078-946-0528
 TEL.03-3292-3861 FAX.03-3292-3869
 TEL.078-362-6030 FAX.078-362-6094

