

CDIT

Coastal Development Institute of Technology

〈CDIT鼎談〉

EEZ時代における 沿岸技術研究センターの役割

吉田宏一郎 氏〔東京大学名誉教授、一般財団法人 沿岸技術研究センター評議員〕

磯部雅彦 氏〔東京大学大学院新領域創成科学研究科教授、一般財団法人 沿岸技術研究センター評議員〕

〈特集〉

沿岸域・海洋の未来と沿岸技術研究センターの役割



表紙写真

読者の皆様に機関誌「CDIT」の発信する情報を、よりダイレクトにお伝えするために、毎号ご紹介する記事内容より写真等を一部抜粋・掲載しております。記事内容ともども毎号変化する表紙写真にもご注目ください。

○ CDIT ニュース	○ 鼎談 テンションレ グ式総合観測 実験基地の 構想図	○ 特集 安木港防波堤	○ 鼎談 (吉田氏)
○ 鼎談 (磯部氏)	○ 特集 大阪港 夢洲埠頭	○ 特集 バケット式 浚渫船阪神丸	○ 特集 浪江町 請戸地区
	○ 鼎談 金石湾口 防波堤	○ CDIT ニュース 「津波は 怖い！」	○ 鼎談

3

就任のご挨拶

関田 欣治 一般財団法人沿岸技術研究センター 代表理事・理事長

4

一般財団法人沿岸技術研究センターに期待する

林田 博 国土交通省技術総括審議官

高橋 重雄 独立行政法人港湾空港技術研究所 理事長

6

CDIT鼎談

EEZ時代における 沿岸技術研究センター の役割

ゲスト

吉田 宏一郎氏

東京大学名誉教授

一般財団法人 沿岸技術研究センター 評議員

磯部 雅彦氏

東京大学大学院新領域創成科学研究科教授

一般財団法人 沿岸技術研究センター 評議員

12

特集 沿岸域・海洋の未来と沿岸技術研究センターの役割

日本の宝 海が安全で美しくあるために

青山 佳世氏 フリーアナウンサー

沿岸海洋土木エンジニアとして

赤井 憲彦氏 東洋建設株式会社 代表取締役会長

一般財団法人 沿岸技術研究センター 評議員

韓国における沿岸災害の現況と
沿岸技術研究センターの役割

安 熙道氏 韓国海洋研究院名誉研究委員

一般財団法人 沿岸技術研究センター 客員フェロー

当面する大都市港湾の課題と沿岸技術
研究センターの役割

奥田 剛章氏 大阪港埠頭株式会社 顧問

一般財団法人 沿岸技術研究センター 評議員

新生 沿岸技術研究センターに期待するもの
- 東日本大震災を受けての技術同友会の提言 -

栢原 英郎氏 社団法人 日本港湾協会 名誉会長

沿岸域の未来と課題

日下部 治氏 独立行政法人国立高等専門学校機構

茨城工業高等専門学校 校長

潮干帯、一般海域そして沿岸域の総合的管理

中原 裕幸氏

横浜国立大学統合的海洋教育・研究センター 特任教授
社団法人 海洋産業研究会 常務理事

26

沿岸レポート

東日本大震災から1年 - 港湾被災で判ったこととまだ判らないこと -

高山 知司 一般財団法人 沿岸技術研究センター 沿岸防災技術研究所長

第三世代COMEINSの運用開始

一般財団法人 沿岸技術研究センター 波浪情報部

35

CDIT News



就任のご挨拶

一般財団法人沿岸技術研究センター
代表理事・理事長 関田 欣治

沿岸技術研究センターは、平成24年4月1日をもって一般財団法人として新たにスタートすることになりました。昨年の理事会及び評議員会におきまして、最初の理事長に選出されました関田欣治でございます。どうぞよろしくお願ひ申し上げます。就任にあたり、一言ご挨拶申し上げます。

当センターは、昭和58年の設立以来28年間の長きにわたって沿岸域及び海洋の開発、利用、保全及び防災に係る港湾、空港、造船技術等に関する調査、試験及び研究を行って参りました。この間、社会的要請の変化や多様化に対応し、平成16年に「国際沿岸技術研究所」、平成17年に「沿岸防災技術研究所」、また平成19年には港湾法に基づく技術基準対象施設の適合性に関する確認業務を実施するため「確認審査所」を設置しました。さらに、「海洋・港湾構造物維持管理士」や「海洋・港湾構造物設計士」といった資格制度も創設し、技術者の技術力の向上を図ってきております。

この度、一般財団法人への移行に伴い、さらに真に国民に必要とされ、より効果的・効率的に事業を推進していくことを目指し、「一般社団法人及び一般財団法人に関する法律」に基づき、当センターの組織体制を整備いたしました。すなわち、法人のガバナンスという観点から、評議員会を最高意思決定機関とし、その下で、理事会が当センターの業務執行を機動的に決定できる体制としたところ です。

新たな組織体制の下、沿岸域・海洋における社会的ニーズを的確に捉え、一般財団法人のメリットである運営の機動性、柔軟性を十分活かすとともに、民間人としての私の経験も踏まえて、今まで当センターが展開してきました様々な事業を継承し、さらに発展させてまいる所存であります。

特に、今までも精力的に進めてきた東日本大震災の復旧・復興やこれを踏まえてのわが国沿岸域における地震や津波、高潮対策等の国民の安全・安心といった重要な課題に関しては、国の政策の基軸であり、今後とも全力を傾注して協力・支援していく所存であります。また、沿岸域を襲う災害から一人でも多くの人命が救われることを願ひ、これからも防災知識の国内外への普及啓発活動等にも積極的に取り組んで参ります。

また、我が国は、国土の約11倍にも及ぶ広大な排他的経済水域を有しており、海洋の資源、エネルギー、食料や離島の開発利用の推進が大きな課題となっております。当センターにおきましても、今後、そうした分野の調査や研究開発に今まで以上に深く取り組んでいく必要があります。この度の一般財団法人化にあたり、海洋も事業の対象にすることを改めて定款で明確にしたところでもあります。私自身、長く海洋構造物の設計や研究に携わった経験も活かして、今後さらに積極的に対応して参る所存です。

以上申し上げますように、国民生活の安全・安心の確保や海洋の開発・利用に対する国民の関心が高まっているなか、当センターの果たすべき役割はますます重要になっていると考えております。今後もこれまでに培った知見や経験、高度の専門性を活かし、産・学・官との連携を通じ国内外において技術等の活用及び普及を図り、もってわが国の経済・社会の発展及び国民生活の安定・向上に寄与し、あわせて国際社会に貢献したいと考えております。是非とも皆様のご理解を頂き、一層のご指導ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。



林田 博

国土交通省技術総括審議員

沿岸技術研究センターの果たすべき役割とは何か。検討の条件となるのは、第一に行財政改革、その一環としての公務員制度改革と公益法人改革である。第二に政府の公共事業予算の大幅な減少、すなわちピーク時から半分以下となっていること。第三に沿岸域・海洋に関する課題の深化と拡大である。

東日本大震災は、日本社会に非常に甚大な被害をもたらした歴史的な災害である。被災地の復旧、復興を何よりも急がねばならない。特に、津波による原発施設の被災は、今なお我々の社会に極めて大きな負荷を与え続けている。また、私達に深く関係することとして原発施設を防護する防潮堤のことがある。防潮堤の建設に係わる技術的基準をどう考えるか。技術的基準という意味では、「港湾の技術上の基準」とその実効性の担保の仕組みである「確認」の制度の意義についても考察が必要である。

先日水島港で発生した海底トンネルの事故に関しても、同様の検証と対策の立案が必要不可欠だ。港湾区域における海底トンネルの工事については、港湾法第37条に基

づく許可がなされている。この際、「港湾の技術上の基準」に関する制度が機能している筈である。従来から慣れ親しんだ構造物についても、技術基準的観点、さらには技術を社会に普及していくための制度設計という視点から考える必要がある。今回の東日本大震災のような巨大な災害の場合は特にそうである。しかしそればかりではない。近年の台風など異常気象の発生状況は、これまでと大きく異なると言われている。従来の観測経験からは考えられないような災害が、特定の時間、場所に集中的に発生しているとも聞く。これらの災害に対するソフト、ハードの対策は、これまでと同じものではあり得ない。

また、港湾を利用する船舶の形状、性能も大きく変化し続けている。これに合わせて埠頭の形状や規模、構造物の配置や仕様、荷役の方式なども変わらざるを得ない。構造物の建設、維持管理の方法の変化を必然とするであろう。

現在、海事局において風力発電施設に係わる技術基準の策定作業が行われている。

これまで一般的ではなかった機能を有する施設が海域において実用化されようとしている。構造物の設計という観点からは従来の考え方で足りるのだろうか。あるいは風力発電という機能から要請される重要な新しい建設上、維持管理上の問題があるのかもしれない。

また、排他的経済水域での資源探査、気象海象観測、大陸棚調査などがある。さらに、南鳥島、沖ノ鳥島で開始した国境離島の開発、利用、保全の問題がある。沿岸域の総合的な管理も、少しずつ実務の分野に進んできている。防災、環境、そしてちろん物流の広域性、すなわち沿岸域という視点の重要性は増している。

以上述べてきたような様々な問題は、沿岸技術研究センターの業務の変化、あるいは深化を促さざるを得ないのではないか。

技術に係わる研究成果を社会に反映させるためには仕組みが必要だ。技術基準登録確認審査、技術者資格認定、民間開発技術評価はその仕組みである。何か不足しているものがあるかもしれない。他の技術研究

法人は何をやっているのだろうか。社会資本整備以外の分野ではどうか。海外ではどうなっているか。早急に検討、分析を行い、対応を考えたい。

沿岸技術研究センターの平成12年度決算の事業収入約26・3億円のうち、受託が約21億円である。その他は約5・3億円、波浪情報報が約4・5億円、民間技術推薦審査が5千万円の収入となっている。平成22年度決算では、事業収入約13億円のうち調査研究が約9・1億円である。その他の約4億円のうち、波浪情報報が約2・6億円、プログラムで約4千万円、港湾の施設の技術基準確認審査が約3千4百万円、などとなっている。この変化をどう考えるか。将来の沿岸技術研究センターの果たすべき役割と目指すべき方向性の一端が見えてくる。

一般財団法人としては、今後、国や地方公共団体からの委託には、あまり多くを期待できなくなる可能性が高い。これまで述べてきたような課題を含め、多様な新しい視点による業務を担っていただくことを期待したい。



国際沿岸防災ワークショップパネル討議の様
(2/24(金)に都内で開催)

主催：(独)港湾空港技術研究所、(独)水産総合研究センター、(独)海洋研究開発機構、
国土交通省港湾局、国土交通省国土技術政策総合研究所、(財)沿岸技術研究センター

一般財団法人
沿岸技術研究センターに
期待する



高橋 重雄

独立行政法人港湾空港技術研究所 理事長

沿岸技術研究センターの一般財団法人への移行、おめでとうございます。貴センターは、その発足以来、さまざまな沿岸域のプロジェクトの推進や防災力の向上に貢献し、その技術の発展に大きな役割を果たしてきました。特に貴センターは、沿岸域の技術情報のプラットフォームとして、沿岸域に関する技術的知見、調査研究成果などの集積拠点として、その情報の利用や普及を含めて大きな役割を果たしており、また沿岸域の開発プロジェクトのコーディネイ

トに力を発揮されてきたと思います。さらに、この分野の人材の育成にも貢献されています。

独立行政法人港湾空港技術研究所は、港湾と空港、そして海の防災・環境・利用の研究活動を通じて、貴センターと密接に連携することによってこの分野の発展に協力することができたと思います。たとえば最近でも、それぞれの役割を分担して羽田空港のD滑走路建設プロジェクトの推進に具体的に貢献することができました。

本年2月24日には、第9回国際沿岸防災ワークショップを開催しました。昨年の東日本大震災から1年が経ち、「海との共生を目指した復旧復興」をサブテーマに開催しました。国際沿岸防災ワークショップは、2004年のインド洋大津波以降毎年開催しており、インドネシアやタイ、スリランカなど海外でも開催しています。高潮や津波などの沿岸災害について、国内だけでなく国際的な連携をはかり、防災技術の向上に貢献するものです。本ワークショップは貴センターと共に開催しているものであ

り、貴センターとの連携・協力の象徴の一つです。東日本大震災後の現地の調査や復旧・復興に向けた調査等においても、こうした日ごろの連携が大いに役立っています。

今後の沿岸域の発展には、両者のさらなる協力が重要であると思います。特に、東日本大震災以降、最大級の地震・津波に備えることが不可欠となっておりますが、最大級の地震や津波に対応するハード・ソフトの減災技術の開発は簡単なことではありません。また、地球温暖化に関連する様々な問題についても、沿岸域には多くの課題があります。海面上昇による海岸浸食だけでなく、台風の巨大化による高潮・高波災害などについても早急な対応が求められています。沿岸域では防災だけでなく、その適切な利用をはかることも我が国の活力源として重要です。海洋空間の利用や海洋エネルギーを含めた海洋資源の利用にも取り組む必要があります。例えば、貴センターと港湾技術研究所(当時)は、1987年から10年間、酒田港で波力発電の現地実証試験を実施した実績もあります。



2005年のハリケーンカトリナの現地共同調査
(写真は崩壊した運河堤防)

4月1日から一般財団法人へ移行されましたが、沿岸域の発展、安全・安心な沿岸域の形成にむけて、さらに活躍の場を広げ、大きく飛躍されることを期待しています。

EEZ時代における 沿岸技術研究センター の役割

CDIT鼎談
沿岸域・海洋の
未来を見据えて



海底資源や自然再生エネルギー分野において、沿岸域・海洋の活用への関心が高まってきている。一方で、東日本大震災から1年以上を経過し、沿岸域防災にも多くの課題が生じている。今回はそうしたことを踏まえながら、本年4月から一般財団法人として新たなスタートを切った当センターの果たすべき役割などについて議論していただいた。



磯部雅彦氏

東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
一般財団法人 沿岸技術研究センター評議員



吉田宏一郎氏

東京大学名誉教授
一般財団法人 沿岸技術研究センター評議員



関田欣治

一般財団法人沿岸技術研究センター代表理事・理事長

はじめに

関田▽近年、沿岸域・海洋への国民の関心が高まって来ております。排他的経済水域（EEZ）200海里時代を迎え、海洋基本計画が策定されたことなどもあって従来の海運や漁業に加えて、海底資源や自然再生エネルギー分野でも期待が強まっています。また、昨年3月11日に発生した東日本大震災では、改めて沿岸域防災のあり方が問われました。沿岸技術研究センターは今年4月より一般財団法人として新しいスタートを切り、定款でも事業の範囲をこれまでの「沿岸域」から「沿岸域及び海洋」としました。本日の鼎談では当センターの評議員にご就任いただいたお二人、東京大学名誉教授の吉田宏一郎先生、東京大学大学院新領域創成科学研究科教授の磯部雅彦先生をお迎えし、これからの沿岸域・海洋の開発、利用、保全及び防災のあり方、また、それを支える技術開発テーマや当センターが果たすべき役割などについてお話を伺って参りたいと思います。よろしくお願ひします。

最初に両先生が沿岸域や海洋に関心を持たれ、この分野を指さそうとされた動機などが

からお聞かせいただければと思います。

海に親しむきっかけは 小さい頃の体験

吉田▽私は名古屋の商家の生まれでして、高校を終えるまで名古屋で育ちました。家は市の中にあつて、海や船とは無縁でしたが、祖父が夏に過す家を伊勢湾に面した知多半島に持つていまして、小学校から中学生の終わりまで、夏になると一緒に毎年そこへ行って夏を過ごすようなことをしておりました。そこは、漁港に出入りする漁船や魚の競り市の雰囲気なんかも伝わってくるようなところでした。特に祖父はほぼ毎日、日の出と共に海に入り朝日を拝むというようなことを日課にしておりましたが、私は別に言われたわけではないのですが、それにくっついて行き、海の心地よさを自然に感じるようになりました。また、その家からは名古屋港や四日市港に出入りする外航船を遠望することもできました。それで子供心にも、船という動く構造物の面白さを感じるようになりました。そんなことから造船の技師になれたら面白いのではないかと、ふうな気持ちを持ち始めました。そして東京大学の船舶工学科へ入学し、大学院までいて教室に残していただくことができましたので、それからは職業として海洋や船舶の研究に携わりました。

その後、沖縄で海洋博覧会が開かれるという話がありまして、アクアポリスという、船でもなく固定構造物でもない浮体構造の大型パビリオンがつくられることになりました。半潜水式海洋構造物という形式のもので、当時、メキシコ湾なんかの石油開発の現場ではそろそろポピュラーになりつつあった構造物です。そ

れはわれわれにとつて大変興味深いものでした。しかしながら海洋石油開発の構造を真似て造つても仕方ないような気がしたのです。やはり自分の国に必然性があるものをやらないと意味がないのではないかと思ひました。そこで考えたのが、空間利用のための半潜水式構造物です。メキシコ湾で使つているものより1ケタぐらい大きいものを扱えば、世界で最も新しい分野になるし、いろいろ難しい技術も必要でしたので、それを自分や周りの人たちが一緒に解決できたら面白いなと思つて、わけもわからなまま飛び込み、結果的にこの分野に一生取り組みることになったわけです。

関田▽有難うございました。磯部先生はいかがですか。

磯部▽吉田先生のお話をうかがつて、とても似ているところがあると思ひました。私は東京の生まれなのですが、母の実家が鎌倉にありまして、学生時代夏休みになるとずっとその実家に行つて海水浴をしていた頃があり、海が大好きになつたというのがいちばん大きいですね。そして卒業論文のときに、海岸工学の堀川清司先生の研究室に入ったのがきっかけです。海岸工学の講義というのは、ラプラス方程式、ノイマン関数など難しい関数が出て来るのですが、でも何かやつて判ると楽しそうだなというのが動機だつたような気がします。

関田▽お二人とも共通点は小さい頃に海に関わつたということでしょうか。ありがとうございます。両先生が若き日に海洋分野に携わつていきたくと思われた気持ちが伝わりました。ではここから本題の海洋開発のテーマに進みたいと思ひます。

海洋を取り巻く環境は 海洋基本法により 大きく変わった

関田▽海洋はニューフロンティアといわれて久しいですが、吉田先生は確か10年前になるかと思ひますが、当時、海洋産業をどう育成するかという戦略を練るお立場でいられたと思ひます。当時は、日本の周辺海域には資源がないということ、海洋産業がなかなか育たない、そういった議論が出ていたかと思ひます。しかしながら最近では海洋エネルギーや海底鉱物資源など、わが国にもずいぶん資源があるんじゃないかというようなことがいわれ始めて参りました。先生が長年研究に携わつてこられたこの間、海洋を取り巻く環境、要請は随分変わつてきていると思ひます。今までご研究されてきたお立場から、技術あるいは政策的な側面に関してそういった変遷、変化をどのようにとらえておられますか。

吉田▽わが国の海洋開発を私なりに振り返つてみますと、1960年代、これはわが国が初めて国連海洋法会議に参加した年代で、政府の諮問機関である海洋科学技術審議会が設置された頃です。国としての海洋開発がテーマになりだしたのはその頃からだと思ひます。1994年に国連海洋法条約が発効し、翌95年に日本はこれを批准して、排他的経済水域を含む海洋法による海洋統治の時代への仲間入りを果たしたわけです。そして2007年に海洋基本法が成立し、それと同時に総合海洋政策本部が設置され翌年の2008年に、第1次5カ年計画にあたる海洋基本計画がつけられました。

1960年代に始まつて2007年の海洋

基本法に至るまで約50年かかったわけですが、その中でエポックメイキングになつたものをお考えしてみますと、資源開発ではマンガン団塊採鉱システムの研究開発というのが旧通産省の大型プロジェクトとして行われてきました。エネルギー分野では、その頃は波力発電に関心が高かつたと思ひます。「海明」、あるいは「マイティーホエール」というような波力発電システムが実海域実験されました。それから空間利用としては、関西国際空港が完成しました。洋上石油備蓄では上五島石油備蓄システムができました。また東京湾内でもメガフロートの実験が行われました。もうひとつ忘れていけないのは、深海技術として「しんかい6500」という、現在でも世界で筆頭クラスにあたる有人潜水艇が完成し、また比較的最近のことですが、「ちきゅう」という地球深部探査船ができて、今活躍しています。

このように、この50年ぐらいの間にいろいろなソフト・ハードができたわけですが、全体として日本が広い意味で海に依存しているという大きな視点で見た場合、プロジェクトの選択、予算の配分、あるいは人材投入といふように、そういうものは必ずしも十分には行われてこなかつたように思ひます。その点は残念だつたと思ひます。海洋基本法、海洋基本計画が策定されて4、5年経つわけですが、そろそろ、今まで足りなかつた分野といふか、具体的な海洋開発の問題が取り上げられるように願つています。

まずは資源の分野で、鉱物資源としては海底の熱水鉱床の開発とそれから海底下の資源としてメタンハイドレートをぜひ日本の有力な鉱物資源に、あるいはエネルギー資源にしようじゃないかという動きに期待しています。一方で、昨年、誠に残念なことでしたけれど、大



震災が起きてまして、大津波の結果、原発の大事故が発生しましたが、これによって日本のエネルギー計画は大幅な変更を余儀なくされることになると思います。それに対応するために洋上風力の利用について国の支援が進むというお話も聞いています。そういうことが順調に進むといいなと思っております。

関田▽海洋基本法制定以前はたくさんの方の企業がいろいろな関わり方をしたかもしれませんが、当時の技術というのは個別的だと。基本法制定をきっかけに技術が総合化されていくのではないかと期待があるということですね。

磯部先生、先生は沿岸域や海洋開発の政策形成に関与されたご経験から、沿岸域を含めた海洋開発全体の変化について、主として政策面からどのように捉えておられるでしょうか。

**視野が広がって
自由度が高くなった
沿岸域・海洋分野の研究**

磯部▽私は先ほどご紹介しましたように海岸工学という分野から入っているので、いわば海といつても背が立つほどの浅い水深の海のことをずっと勉強してきました。そういう立場から、やはり海洋基本法ができ、海洋基本計画ができてというようなことがあります、ずいぶん視野が広がって自由度が高くなったというのが第一番の印象です。

たとえば、沿岸域で吉田先生からお話のごさいでしたが、東日本大震災では津波によって非常に大きな被害を受けたわけですから、基本的に津波に対する防災は海岸法という法律の下でやっているわけです。海岸法をそのま

ま読むと、満潮時の汀線よりも陸側に50メートル、干潮時の汀線より海側に50メートル、まあその範囲の幅でしかないんです。その幅で津波を避けよう、高波を避けようといったらこれは無理な話でして、それが海洋基本法になりましたので、もう少し広い立場で防災や減災ができたのではないかと思っています。

たとえば沿岸技術研究センターでやられているCOMAINS（カムインズ）というようなシステムでは、リアルタイムに波を予測することができまして、また港湾空港技術研究所のGPS波浪計を使うと沖合で津波が検出できる。現状は「地震が起きた、津波が起きるうだから逃げてください」といつても逃げる人はあまりいないんです。ところが、「地震が起きました、津波が検出されました、震源海域の高さが2mだから岸に来たら10mになるでしょう」という情報がしかも、「何時何分に何メートルの津波が来るでしょう」というような非常に臨場感があつて、危機感の迫つた情報が出せるようになると思つて、その率格段が増えると思つたのです。それで人の命を救うことができるようになると思つています。今回の津波被害の反省から、中央防災会議などで最大クラスの津波に対しても人の命をなんとか守るといふことを決めたわけですが、それをやつていくためには、やはり50メートルという幅の海岸では無理で、もっと広い海洋全体を考えて対応していくことが必要です。海洋基本法により可能性がずいぶん開けてきたのではないかと思います。

関田▽東日本大震災の発生は、そういう意味で沿岸域と海洋の政策、技術に相当大きな影響を及ぼしているということですね。



GPS波浪計
(提供：港湾空港技術研究所)

**沿岸域・海洋分野が
めざすべき方向**

関田▽さて、ここからは沿岸域・海洋に関して、これから目指すべき方向を話題にしたいと思います。まず沿岸域・海洋開発の重要性や意義について触れていただき、そのうえで、今後の開発、利用、保全あるいは防災のあり方などに関してご意見を伺えればと思います。

磯部▽基本的に沿岸域も海洋も、あるいは陸域も含めて私たちがすべきことというのは、生活環境を質の高いものにしていくということだと思います。そのために、私のように浅いところの海、沿岸域を扱っている人間にとりましては、ひとつは安全や安心を向上させることによつて、心配がなく不安のない生活ができるようにすること、また生産性を向上させることによつていきいきとした生活ができるようになること、それから生活環境を向上させることによつて快適な生活ができるようにする、そういうテーマに絞られるのではないかと思います。

特に安全・安心の向上ということでは今回の津波を受けて、中央防災会議その他で出てきたコンセプトですが、最大クラスの津波に対しては人命を守り、それよりも頻度の高い津波に対してはハードを使つて人命とともに生活



と産業を守っていくということを非常に明確にしました。海岸構造物を造って津波や高波から守る、でも守りきれないかもしれないのでハザードマップを作り避難する体制をつくる、ということ。ただこの考え方も、実は従来と同じなのです。2段階というのでは変わつてないのです。しかし、最大津波という概念と、それより発生頻度が高い津波という概念を明確に打ち出し、それに対してどう防護していくかということが決まったところが非常に画期的な決定ではなかったかと私は思っています。

そういう意味でひとつは頻度の高い津波に対してどれだけ期待に込められるような海岸保全施設が造れるかというのが大きなカギです。頻度の高い津波と最大クラスの津波と2つに分けたということは、頻度の高い津波に対して設計された構造物がひとつとしたら最大クラスの津波に遭遇するかもしれないということ秘めているわけです。そうすると、そのときに構造物がどう挙動するかということも明らかにしていくというのはこれから非常に重要なテーマになってくるのではないかと思います。それが粘り強い構造といわれているところでもあるわけです。

沿岸技術研究センターはそうした技術を研究し、開発することもあることながら、普及するという役割が入っているわけですから、そういう視点からすると、その技術基準や技術マニュアル、そういうものを整えていくことも非常に大事なことだと思います。今まででしたら「護岸を造ります、護岸は波に対して耐えられます」、で良かったわけですが、その波よりもっと大きな波が来るかもしれない、それによつて引き波が来て護岸が海側に倒されるかもしれないということも考えなくては

いけない。ですから超過外力に対してどういう挙動を示すかということも設計の中に入れておくはならなくなつてきたのです。そういうものを考えていくということも将来に向かつてやらなくてはいけないというふうに思います。

吉田▽今の津波防波堤の役割に絡んでですが、それは100年に数回程度の比較的頻繁にある津波に対してはほぼ完璧な防災の役割を果たす。しかし、たとえば今回のような1000年に1回の頻度の天津波がやってくることもありえる。だから、そのときにも越波等は起きるけれど、防波堤としてはそれなりの使命は果たしていく、そういうものでなくてはならないという考え方が思えます。私もそういう考え方は必要だと思えます。ただそうになると、波が防波堤を越えて内湾へ入ってくることもあるわけですね。そうしますと、それに対して人は避難しなければいけない。だから、入ってくる波に対してハードウェアである防波堤の高さや幅、強度、また越波はどの程度のスピードでどれだけ入り、更に浸水高はどれだけ、どこまで到達するかなどというかなり細かく計算した予測データと人間の避難計画とがうまくマッチしている必要があるのではないだろうかと思うわけです。単に防波堤の強さとか、それだけが別にあつて人間の行動は防災無線で呼びかけているようでは、人々もまた勘違いをする可能性があると思うのです。

津波防波堤があるならそれでいいじゃないかという考え方もあるわけです。だから、それを越えてくる波があり、それと逃げる人の逃げ方とスピードとがマッチングしていないと助からないということがあるような気がして、非常に難しい問題を抱えているテーマかなと思うのですが、どんなものでしょう。

津波警報が出れば全員が必ず避難することを第一に置くべき

磯部▽先生の問題提起への対応は難しくすぎるので、今それは諦めています。どう整理しているかというところ、とにかく津波警報が出るような大きな津波が来そうだと思うたら、避難は全員ちゃんとしてもらうということに置くべきだという方向になっていきます。何県何市何町に住んでいる人にとつて、当該の町に津波警報が出されるのは10年に1回程度しかありません。そうすると一生のうち5回逃げれば、津波で自分の人生が途中で終わってしまうこととはないのです。ですからそれはムダだと思わないで保険だと思つて下さい、と言っているのです。それも掛け捨ての保険です。だけど、予期

しなかった津波が来たときに海岸保全施設がある程度機能を発揮すると、どういうことが起きるかというところ、まず津波が来るのが遅れる。あるいは今回の津波でいいますと、海溝型の貞観津波と同じといわれる津波は最初に来ていますが、それは全体の津波の高さからすると3分の1ぐらいです。ですから海岸保全施設である程度止められる。

その後には明治三陸型の海溝軸から来る津波が来ましたが、それが残りの3分の2ぐらいの高さです。この津波は周期が非常に短いので、陸上への遡上もある程度抑えることができるので、逃げ遅れた人を救うということに役に立つ可能性はある。これはもう可能性ではないのです。完全にできませんとはいえません。ある程度遡上を抑えられれば、財産の





釜石湾口防波堤を遠くに見る。被災したものの、湾内の津波高を減少させるという効果を発揮した。

も違います。そういうシミュレーションとハード、そして逃げ方などのソフトにも貢献したいと思っています。

防災に関するお話を頂きましたが、改めて海洋がわれわれにもたらす可能性についてお話を承りたいと思います。わが国では海洋環境の保全と再生、生物資源の採集・生産、海底石油・ガス等の開発が進んでいます。あるいは海洋空間利用としての港湾、空港もあります。港湾域では風車の建設が行われ、沖合では実証試験として着床式や浮体式洋上風車の研究が進められています。また、潮流や波浪エネルギーも注目されています。メタンハイドレート、熱水鉱床の活用等も期待されています。またそうしたE-EZ水域を総合的に管理していくためにも遠隔離島における活動拠点の整備なども重要になっています。こうしたことも含め夢を持てるような、あるいは期待できるような分野を挙げていただきたいと思えます。

夢を持てる海洋分野は何か

磯部▽基本的には、やはりエネルギーと資源の問題だと思います。海洋にはいろんな種類のエネルギーがあるので、それをいかに利用していくかだと思います。今、関田理事長がお話された海洋にある様々なエネルギーをいかに実用化し、利用できるような状態にいくか。日本は世界6位という海域開発可能面積を持つているわけですから、海洋エネルギー資源をいかに利用していくか、やはりそこにかかってくるのではないかとふうに思います。そしてつ付け加える必要があるのが離島の管理です。今、数百の島が有人離島ということになっていると思いますが、離島の人口も

減りつつあり、このままでは有人だった島が無人になってしまう危機をはらんでいます。しかし、離島が無人になってしまうと、国土としてきちんと維持管理して保有するという、領土性がある。そういうことからすると、全部維持するのは大変かもしれませんが、戦略的にこの島とこの島は国策として維持をしていく、そのためには離島航路を維持し、そこに住んでいる人に対してはある程度のインセンティブを与え、そのインフラも整えるというようなことを行い、日本の固有の領土として維持していく、という取組が絶対に大事だと思います。

関田▽離島のテーマは大変重要ですね。吉田先生はいかがですか。

吉田▽いろいろな試算を比較すると、海洋エネルギーで番期待できるのは風力の方ですね。最新の試算によれば、風力のトータル出力、計画としての出力は地球上にある全原子力発電のすでに60%ぐらいになりつつあるようです。このまま原発があまり伸びないで、風力が現在の率で伸びていくと、遠からず抜くかもしれないということです。仮にそうだとしますと、風力は非常に大きなエネルギー源になります。これまで日本はあまり熱心に風力に目を向けられてきてしま、10年は遅れたといわれています。しかしたとえば風車のハードウェアについては世界有数のメーカーもあり、浮体技術も高いものがありますから頑張れば十分競争できると思います。ヨーロッパ勢だけではなくて、韓国や中国とも熾烈な争いになるようですが、今から取り組めば最後のチャンスかもしれません。十分可能性があるという気がしています。このほか、日本が技術的に先行して実用化の期待できるものは海洋温

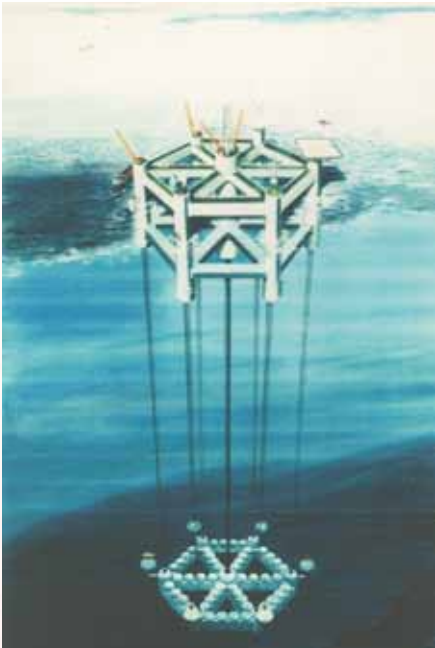
度差発電ですね。

温度差発電について日本はいい技術開発が進んでいるように思います。それから資源ですが、海底熱水鉱床についてはプレートの境界あたりでの調査がずいぶん進んできています。まだ成分分析、あるいは埋蔵量、資源としての価値そのものについては必ずしもあまり確率が高い話ではないかもしれませんが、可能性としてはいろいろ期待が持てるように感じます。それからメタンハイドレートもごく最近、渥美半島沖で試験採掘掘削が始まりました。

沿岸技術研究センターの役割は時代の要請に応じた積極的にチャレンジすること

関田▽沿岸技術研究センターも波力発電や港湾域に風力発電を設置する技術の研究開発にかつて取り組みました。また、今年度から、港湾において、風力等を利用した発電施設や蓄電池などの整備を国が支援するモデル事業が実施されると聞いています。海と陸に接する港湾も自然エネルギーを使った有望な適地といえるかもしれません。ここからはそういった海洋開発や沿岸の開発を進めるために必要となる技術と課題、またそれに対して私ども沿岸技術研究センターがどういった役割を担うことが出来るのか、そうしたアドバイスをいただけたらと思います。

磯部▽まず一つは安全・安心のテーマがあると思います。ハードとソフトをいかに組み合わせるシステム化していくか、という技術開発が必要なのではないかと思えます。先ほどからお話が出ているように、津波に対する防災も複合的、二段階でやるということになりましたから、そ



水深1000mの海山頂上に設置するテンションレグ式
総合観測実験基地の構想図

れを吉田先生からもご指摘があったように、じゃあどういふふうに整理するのかという非常に大きな問題があるわけですね。今はなかなか整理ができないから、とりあえず両方いつべんにやりましょうという主旨のお話をしたわけですけど、それをどんなふうにソフトとハードを合わせて防災、減災をやっていくのか、津波を沖合で観測したときにいかにすばやく警報や避難に結び付けていくのか。そのためにはハザードマップを作るといふこともしなければならぬし、それを効果的にやるためにはハードが必要で、海岸保全施設、堤防や護岸をどう造っていくのか、造るだけではなくてどのように粘り強くしていくのか、こういった要素の開発をぜひやっていかなければならないと思います。

それから、沿岸域のことを考えると、維持管理と施設、設備の更新という非常に大きなテーマにこれから取り組む必要があります。維持管理のための資格を沿岸技術研究センターで審査をしているという制度がありますけれど、そういう資格を持った人たちの協力を得ながら、長期的にどう維持管理、あるいは

は更新の戦略を立てていくのかという取り組みが大事になります。そういうことは広い意味での技術であると思います。

海岸、港湾構造物も使える間は使うというような発想で今は進んでいると思いますが、たとえば海岸保全施設は全国で9500kmあります。仮に判りやすく約1万kmとすると、100年間維持管理して持たせるとしても、1年間に100kmずつは更新しないと現状維持できません。まして地球温暖化による海面上昇が起こることからも質をよくしなければならぬし、粘り強くするために更に質を上げなければなりません。沿岸技術研究センターの役割はそういうことの技術開発やマニュアルづくりということもあると思います。そしてそれを戦略的にやるためには誰かがデータベースを持っていないと駄目です。今ほどの機関もデータベースを持っておりません。ではこれを私企業であるコンサルタントがやるべき仕事かというところ、そこは少し難しいところがあります。本来国がやるべきなのですが、国をサポートしながら財団のようなセクターが担う仕事ではないかという気がしています。

関田▽吉田先生はいかがですか。

吉田▽海洋における資源、エネルギー等いろいろな開発が今までお話に出ましたが、ほとんどの場合ハードウェアが必要になります。そのハードウェアを実現化するためには、実海域実験が出来る場所を確保する必要があります。よく言わ

れるのですが、英国には個人の海はなく、クインズエステートとして国家、王室管理になつていて漁業権というようにものに必ずしも縛られることなく、政府の考え方で実験場をつくることのできる制度になっています。そういう実験場が日本でもぜひ必要だと思えます。先ほどお話のあった風力発電を沖合でやるうとして、それを実験する海域があるわけですね。さらにもうちよつと夢みたいなきても含めて言わせていただくと、たとえば深海技術に絡む潜水艇は、船隻だけでは駄目でしょうし、その潜水艇と人間の乗り降り、あるいはいろいろな機器の交換とか、そういうことのためには基地が必要ですね。そこで海底にもしそういう基地ができれば非常に能率が良くなります。現にフランスでは石油開発に絡んで、まだ非常に小規模なようですがそういう海底基地を実現しているようです。

私が思うのは、水深4000メートルの太平洋には水深1000メートルぐらいの海山がありますから、その頂上に海底基地を造る。その海底基地と海上との間を水中エレベーターで行き来できるようにすれば、その海底ステーションを潜水艇の発進、あるいは帰還基地とすることが出来ます。潜水艇は海溝に出かけても、いちいち洋上まで浮上しなくても済む。あるいは電力や食料、休憩など様々な機能として使える。これはまだちよつと夢物語に近いものですが、そういうものがそろそろ視野に入つてもいいのではないかと思います。

先ほどの熱水鉱床の話もわれわれの排他的経済水域の中で外国系の企業が鉱区申請をして押さえようとしているようです。だからわが国の部の資源学者は非常に危機感を抱いておられます。やはり何でも夢を持ち、想像力をたくましくして取り掛かるということをしな

と世界の中で伍していくのは難しいかもしれないというような気もします。

関田▽夢を現実に変えていくためには、たとえば浅いところでは共同実験場、海山のようないくつかの深いところでは海底プラットフォームを造るというお話ですが、そうしたインフラを政府なりが整えると民間の研究開発や意欲も高まりますね。

私も若い頃に海洋産業に籍を置いて、欧米の技術に追いつけたいというところでやってきましたが、そうした中でチャレンジとか夢を実現するというためには新しいこと、あるいは最初にするということが大切だということいろいろと実感しました。

今日は防災から海洋全般までいろいろと幅広いご意見をお伺いすることができ感謝しています。沿岸技術研究センターはこれからも今まで培った技術的蓄積や知見を活用しつつ、さまざまなかたちで新しい要望、時代の要請に積極的にチャレンジしていきたいと思っています。その際には産・学・官と連携しながら質の高い調査と研究を行う事が大事と考えています。また、海の魅力と可能性、またその怖さも国民に伝えていくこともわれわれの責務だと認識しています。本日は貴重なご意見を頂きました。ありがとうございました。





特集

沿岸域・海洋の未来と
沿岸技術研究センターの役割

日本の宝 海が安全で美しく あるために

海にたいする日本人のさまざまな
思いと、東日本大震災もふまえ、
これからの海について
語っていただいた。

フリーアナウンサー

青山佳世氏

恵みと脅威のはざまの海の町

どこまでも真っすぐに続く海岸線、今まではその美しさに見とれるだけでしたが、次の瞬間に頭をよぎるのは、ここに津波が押し寄せたらどこへ避難すればいいのだろうかということ。思わず周りを見渡し、高い建物や高台を探すようになりました。

湾の奥まった入江につくられた港は、風光明媚で波や潮の流れが穏やかな天然の良港と言われましたが、押し寄せる大津波が狭い湾の入り口から一気に押し寄せたために、場所によっては40mもの高さの津波となって町を飲み込んでしまいました。若手県大船渡の高台にあるホテルは目の前に三陸自慢のリアス式海岸の風景が広がる絶景の宿。あの東日本大震災の時には、高台のホテルからは目の前に壁のように押し寄せる津波を目にしたそうですが、かろうじて

難を逃れ多くの避難の人たちを迎え入れたそうです。今は復興のために地域の人たちとともに前向きに歩き出しています。

大震災から1年、若手県大槌町から流された漁船が日本海側の兵庫県香美町に流れ着き、持ち主のもとに帰りました。一体どんな潮の流れに乗ったのでしょうか。自然の営みの神秘です。

福島県浪江町の原発20キロ圏内の警戒区域にある請戸海岸、ここは津波で破壊された防波堤などすべてが1年前の状態そのままです。まちは放射線量が高いためすぐには戻れない現実と、これから除染や町の復興の進み具合を見ながらどう暮らしを再建するか大きな不安を抱えながら、20か所以上に分散して避難生活を送っています。浜通り（福島県の海岸沿いの地域）の人たちは、自分の町に戻る日まで他の土地で仮の暮らしを、また戻らない決断をした人は新

しい生活を築かなければなりません。その場はいわき市や相馬などの浜通りを希望しています。漁業関係者はもとより、温暖な気候の故郷に少しでも近い場所暮らしたいです。皆さん時間はかかっても故郷は再生させたいという思いを持っています。なかでも沿岸部は風向きとの関係で比較的線量の低い地域が多いので、早い段階でまちの再生は可能なはず。沿岸部の復旧とともに、沿岸での暮らしが戻った時にも安全なまちの作りを工夫すること、いざというときにすぐに避難できる情報を正確に迅速に伝えられるようにしてほしいものです。

GPS波浪計も、今回の津波による海面の動きをとらえていたのですが、その観測したデータが十分自治体や住民の避難活動に活かされなかったといえます。観測データが避難すべき人たちに必要な津波情報という形でいち早く伝わり沿岸地域の安全のために効果的に役立つようにさらなる工夫が必要でしょう。また一分一秒を争う津波の情報を、住民一人一人にもわかるような形に転換して直接伝える仕組みを考えてほしいものです。

安全かつ海の景観に合う 沿岸構造物であってほしい

ここ数年、台風や高潮による大きな被害が相次いでいたため、港やまちを守るために一段と高く補強された防波堤や防潮堤が目につくようになってきました。昨年はさらに海の脅威をまざまざと見せつけられ被



写真3 浪江町請戸地区、
1年前から時がとまったまま



写真2 オーシャンビューの宿が避難の基地に



写真1 穏やかな三陸の海が豹変



害も大きかっただけに、その動きに拍車がかかるかもしれないと少し心配になりました。確かに港や地域の人たちの命を守るための防波堤、防潮堤や護岸ですが、平穏なときにはせっかくの美しい海の景色の目隠しとなり、まるで要塞に囲まれているかのような閉塞感を覚えます。安全第一は当然ですが、見た目にいいとは決して言えません。景観を壊さず、波の力を弱め津波や高潮から町を守る構造物、しかも莫大なコストがかかりすぎない構造物や工法を実現させてほしいものです。

数十メートルを超える大津波から地域を守るためにどの程度の防波堤が必要なのかという議論の中で、これまで以上の規模の防波堤はコスト的にも現実的ではなく、ハードとソフトの多重防御と津波が来たらすぐ高台に逃げるといった避難行動と合わせてしっかりと防災対策を進めるといった選択や、観光地などでは景観に配慮した視点を重視する選択もあるということですから、ぜひ安全と景観の両立を目指してほしいものです。

復旧が進む中での課題として叫ばれる瓦礫の処理。全国各地で処理を分担すべきという声が高まりつつあり、国民の当然の義務として協力すべきです。合わせて被災地の近くに処理施設を作って雇用と新しい産業を生み出すことも考えられます。ただゴミとして焼却するだけでなく、瓦礫を資源として活用する方法をもっと検討すべきでしょう。バイオマスボイラーで熱源にしたリ、バイオマス発電に使ったりするために、

セメント会社や製紙業などへ協力を要請するということですが資源として有効活用してほしいものです。ことにセメント会社はボイラーで木質チップを燃やし、焼却灰はセメントの材料として混ぜる、最も効率的な循環型産業です。しかし最近では公共事業が減ってセメントやコンクリートの需要が減って資源が回らなくなったという現場の声も聞いています。製品の使い先がなくなるとは、バイオマス資源の活用も進まず、資源の循環もままなりません。瓦礫と言ってもつい1年前まで大切な家や建物だったもの、きちんと資源として活用再生されるように復旧工事で使うコンクリートやセメントは瓦礫をバイオマス資源として循環させた製品を使う、瓦礫を使った防潮堤を作るなど、とことん知恵を絞っていくことが必要です。

魅力を楽しみ、環境や海の脅威を学ぶ

宮城県松島町では松島が砦となり津波の変った津波により大きな被害を受けた地域もありました。青い海に浮かぶ松島、海面からでた岩はひととき白く見えます。被害を受けながらもいち早く観光船や旅館は再開し、自ら元気をだすことを訴えて復興に向かっていきます。大勢の人に現状もみてもらうことで復興の応援団を増やすことにもつながります。

どうしても大震災の直接的、心理的な影響があって、海を語るにも防災や安全性が

前面に出てしまっていますが、やはり海の魅力や恩恵を純粋に楽しみ感謝するのが一番です。海に親しんで近づくことで、改めて海の環境改善や防災のことに意識が回るものです。

海好きな日本人が大好きなハワイ。同じ海でもハワイは常夏、しかも多くのホテルが立ち並ぶ賑わいを持ったリゾートは日本にはない魅力です。最も賑わうワイキキビーチ、ここが人工ビーチだということはあまり意識したことがありませんでしたが、オアフ島の北部などの白砂を埋め立てて作ったものです。その砂が波に運ばれ浜が小さくなってしまっていたため、去年から250万ドルかけて砂を戻す工事を行っています。ワイキキビーチの沖には砂を戻すための重機が浮かび、浜辺には砂がうず高く集められていました。ビーチ

から30分ほどの沖では潜水艇でオアフ島の海の中を楽しむツアーも行われています。こんな近くで熱帯魚を見ることができるのも、さすがハワイでも透明度は今一つ。しかも海底はシンプルであり感動もなく、沈船が重要な海底の風景となり、日本の作った漁礁が魚たちの住みかとなっています。これは潜水艦の船会社が買い取って海を見せるために魚が住める空間を作りだしたのです。沈船がなければ味もそっけない海。でもそうして人の手を加え、観光の目玉にすることで、ハワイの海の魅

力を楽しむとともにそのことで環境の勉強や、海の環境改善に向き合うことになるのです。

震災後は津波の怖さ、また放射能の影響が怖くて海から遠ざかる傾向があります。しかし早く海の安全を取り戻すとともに、親しみのある海を取り戻したいものです。当たり前ものがいかに大切な素晴らしい宝だったか、失くして初めてわかったと被災地の方々はおっしゃいます。その素晴らしい宝である海や海辺の景色、防風林やまちは何十年、何百年かけてかつての人たちが時間をかけて作り上げていったものです。これから私たちが次の世代に残せる沿岸域を作っていくためにも沿岸技術研究センターの知恵と技術を活かし、大きく貢献されることを心から期待しています。



写真4 ハワイの賑わいは人の手で



特集

沿岸域・海洋の未来と
沿岸技術研究センターの役割

沿岸海洋土木 エンジニアとして

土木エンジニアの立場から、
海洋の開発と利用についての希望と
将来について、現場を踏まえて
語っていただいた。

東洋建設株式会社 代表取締役会長
一般財団法人沿岸技術研究センター
評議員

赤井 憲彦氏

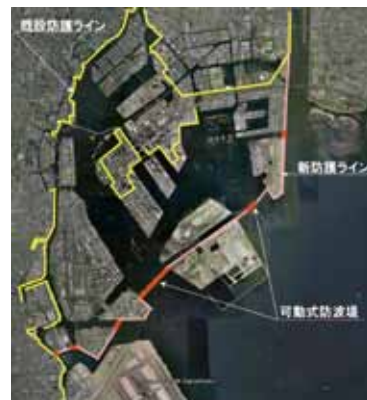


図1 東京港における新しい
防護ラインの例

とが使命ですが、被災地の皆さんと一緒に
なつて、ソフト面も含めた復興への道筋をつ
けて行きたいと思っています。

「未来」と言ったとき、そこには輝かしい
出来事を期待したいのですが、残念ながら東
南海・東南海・南海地震は、その発生の切
迫性が高まっていると言われています。中央
防災会議の答申が日々発表されますが、こ
れらの地震、連動地震が津波を引き起こ
す可能性は非常に高いと考えられます。

我々は平成13年から、沿岸技術研究セン
ターのご指導のもと、可動式防波堤を用い
た新しい津波高潮防護ラインの研究開発に
取り組んできました。

図1は、国土交通省港湾局で平成12年頃
に、東京港をモデルにして発想された新防
潮ラインを、当時の東京都の資料を基に東
洋建設で図画してみたものです。東京港の
高潮防護ラインは、黄色で示された陸上防
潮堤で画され未整備区間の新設と既設の耐
震化が進められてきました。ここで第3航路
と第3航路を一気に締め切ることができ
るような超大型水門が実現できれば、赤色で
示すような新防潮ラインが成立します。そ
こで沿岸技術研究センターを事務局として
東京港航路への設置を条件とした「大型水

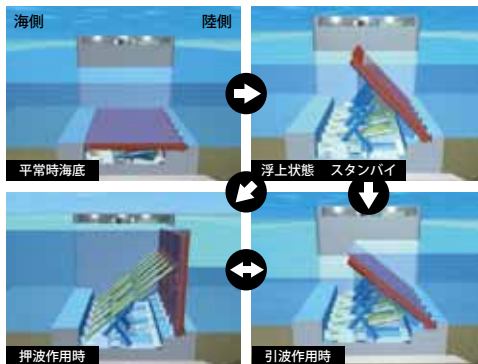


図2 フラップ式可動防波堤

門」の構造に関するアイディアコンペが実施
されました。この「大型水門」は津波防災
にも有効という認識のもと、「可動式津波高
潮防護堤」として実用化の研究が進みまし
た。このような可動式防波堤(図2)により、
港内や湾内に延々と続く水際線に沿った防
護ラインを、防波堤と防波堤に接続する陸
域線でショートカットすることができます。
この防護ラインは、従来堤外地として津波
高潮防護施設からは守られていなかった臨
海部にある施設と、そこで働く人々を堤内
地に導くこととなります。さらには新防護
ラインと旧防護ラインは体となって多重防
護ラインを形成します。和歌山下津港下津
港区では、タイプは異なりますが可動式防
波堤が実現に向けて大きな一歩を踏み出し
ているところです。

南太平洋の島国ツバルが海面上昇による
水没の危機にあるなど、地球温暖化問題が
顕在化しています。台風の激化など海洋由
来の自然災害外力の変化も、地球温暖化が
原因と目されています。わが国でも平成16
年、17年と2年続きで高潮による被害が発

平成19年7月に海洋基本法が成立し、平
成20年3月には海洋基本計画が策定されま
した。沿岸海洋土木エンジニアとしての立
ち位置を考えると、海洋基本法が定める
基本理念である次の法第一條と七条が重要
な意味を持つと考えます。

- 二条 海洋の開発及び利用と海洋環境の
保全との調和
 - 三条 海洋の安全の確保
 - 四条 海洋に関する科学的知見の充実
 - 五条 海洋産業の健全な発展
 - 六条 海洋の総合的管理
 - 七条 海洋に関する国際的協調
- ここでは東洋建設に関係の深い項目につ
いて、述べたいと思います。

海洋の安全の確保

海洋の安全を論ずるには、このたびの東
日本大震災が引き起こした津波災害から始
めざるを得ません。海洋基本計画では、「海
洋由来の自然災害への対策」という項目が

あります。

ギネスブックにも登録された金石港湾口
防波堤は、最大水深63メートルに設置され
る湾口防波堤として建設されました。津波
防波堤と位置づけられており、防波堤とし
ては初めて本格的な耐震設計が取り入れら
れたことでも知られています。昭和53年、直
轄事業として着工され、数多くの難題を克
服して平成18年に完成しました。この湾口
防波堤は、結果的に大津波により破壊され
ましたが、大津波から人々が避難する時間
を稼ぎ、浸水高や浸水範囲を低減しました。
しかし大津波のエネルギーは我々の想像を
超えた大きさで、あまりにも多くの人命と、
貴重な財産を失ってしまいました。沿岸海
洋土木エンジニアとして、忸怩たるものが
あります。

それから約1年が経過した今、インフラ
の復旧作業は始まりましたがその傷跡は深
く、一刻も早い復興が望まれます。我々建設
業者は土木施工という生業で立ち向かうこ



図4 モンパサコンテナターミナル完成予想図

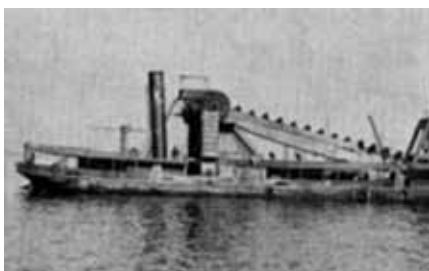


図3 阪神築港埋立に用いられた
バケット式浚渫船阪神丸(昭和6年)

生しています。平成16年には、観測史上最多の十個の台風がわが国に上陸し、高知県
の室津沖では観測史上最高の有義波高13・
55mという高波が観測されています。わが
国の35000kmに及ぶ海岸線の全てを施
設で守ることは非現実的です。災害が増大
する一方で、類似希な高齢化社会を迎えよう
とするわが国の、沿岸防災のあり方を、海
洋土木エンジニアの視点から考え、提案して
いくことが重要と考えています。

海洋の開発及び利用

一般に沿岸域とは、水際線(海岸線)に
沿った陸域と海域、さらに大気圏を含んだ
空間を指しています。このような沿岸域
は、様々な人間の活動に利用されてしまし
た。第一次産業である水産資源の利用に始ま
り、交通インフラとしての築港、空港建設
発電所や燃料備蓄のためのエネルギー基地
干拓事業としての農業用地、そして工業・
商業用地造成、さらにはレクリエーション活
動や廃棄物の最終処分など、様々な利用が
図られてきました。

東洋建設は、この沿岸の利用というこ
ろにルーツがあります。それは、昭和4年
7月3日、阪神地区の一角、兵庫県西宮市
の沿岸海域を埋立造成し、港を築造するこ
とから始まりました(図3)。
この出自は、関西新空港や東京国際空港、
中部国際空港などの建設に受け継がれ、さ
らにはケニア共和国モンパサコンテナターミ
ナル建設工事に引き継がれています(図4)。
沿岸域は人口、産業、人間活動が集積す
る場となっており、今後も世界的にその傾
向が強まると予想されます。浚渫埋立技術
は成熟技術で、いわゆるローテクの部類に
入るかもしれませんが、解決すべき課題
はたくさんあります。これらの技術を
必要とする場所はまだまだ多くあり、だ
からこそ我々はこの
技術を継承させてい
く必要があります。

始まったとのニュースが流れました。我々
のような土木技術者が携わっていない領域
です。しかし海洋エネルギー資源としては
再生可能エネルギーとして、洋上風力発電
や波力発電などもあります。まだまだ「沿
岸域」を脱するとは言いえない海域かもしれ
ませんが、積極的に取り組んでいく分野で
あると思います。

海洋環境の保全と調和

開発の一方で、環境の保全と調和が必要
なことは明らかです。東洋建設は、海棲生
物のゆりかごという観点から、藻場の再生
に取り組んできました(図5)。

沿岸技術研究センターへの期待

沿岸技術研究センターは、昭和58年の設
立から約30年の歴史を重ねられました。そ
の間、我々沿岸海洋土木エンジニアを束ね、
まさしく海洋基本法が定める理念と基本施
策実現のためのオピニオンリーダー、技術
のリーダーとして牽引されてきました。実
務的には民間技術評価事業や資格認定事業
は業界の技術力の向上に非常に役立ってい
ますし、沿岸気象海象情報配信システムな
どは施工現場で日々活用させていただいて
おります。沿岸技術研究センターが蓄積さ
れてきたこれらの知的ストックは、海洋基
本法の基で実施される施策の知的インフラ
となっています。産学官を有機的に結びつ
け、沿岸海洋土木エンジニアの力を發揮さ
せる中核センターを担っていただきたいと
考えます。

図5 藻場造成実施箇所





特集

沿岸域・海洋の未来と
沿岸技術研究センターの役割

韓国における沿岸災害 の現況と沿岸技術研究 センターの役割

韓国における沿岸災害の現況と
対応を中心に、研究者の立場から
日本との研究交流の将来についても
述べていただいた。

韓国海洋研究院名誉研究委員
一般財団法人沿岸技術研究センター
客員フェロー

安熙道氏 AHN, Heedo /
アンヒド

序論

近年、地球温暖化に伴う海水面の上昇や異常気象により、地球のあちこちで沿岸および海洋災害が頻繁に発生している。北東アジア地域でも、台風、温帯性低気圧など様々な気象現象による沿岸浸水・氾濫、港湾施設の破壊などの被害が毎年発生しており、その対応策を講じることが急がれている。とりわけ、現状のように地球温暖化がさらに進む場合、今後様々な気象災害や津波などの自然災害の危険度が増加すると見通される。したがって、今後の気候変動による沿岸災害の被害を最小限にとどめるための総合的な防災対策を講じることが、これまでもますます重要な課題として浮上ってきている。

韓国における地震および 沿岸災害の発生現況

韓国の場合、大規模な地震の発生可能性は、日本に比べ相対的に低いとされている。しかし、朝鮮王朝実録などの記録を基に過去に発生した歴史地震の研究資料をみると、マグニチュード6〜7の地震が発生する可能性は十分にあることが分かる。2005年に東京大学の都司嘉宣准教授（ソウル大学の秋教昇（チュ・ギョスン）研究員、朴昌業（パク・チャンオプ）教授が共同で発表した研究論文によると、全国的にマグニチュード6を超える地震が多数発生した事例がある。とりわけ、1681年6月26日に江原道・襄陽付近で発生した地震は、マグニチュード7.5程度と推定され、韓国最大規模の地震と考えられる（表1）。

津波については、日本海沿岸および北

地域	発生日	震央位置	地名	位置精度	地震規模(M)
京畿道	89.7.?	北緯 37.5° 東経 127.1°	Seoul	3	6.5(7.0)
慶尚道	779.4.?	35.8 129.2	慶州	3	6.5
黄海道	1385.8.1	38.0 126.5	開城	3	6.0
全羅道	1455.1.24	35.4 127.4	南原	4	6.5(6.8)
京畿道	1518.7.2	37.6 127.0	Seoul	3	6.5(6.8)
平安道	1546.6.29	39.1 126.1	平壤	4	6.5
忠清道	1594.7.20	36.6 126.7	洪城	4	6.0
高江道	1597.10.7	41.3 128.0	三水	3	6.0(5.0)
慶尚道	1643.7.24	35.5 129.3	蔚山	3	7.0(6.3)
江原道	1681.6.26	37.5 129.3	襄陽・三陟	4	7.5(7.3)
咸鏡道	1727.6.20	39.9 127.5	咸興	3	6.0
咸鏡道	1810.2.19	41.8 129.8	清津	3	6.5

地震規模は秋・都司(2001)、()はLi(1987改)による。「精度」は震央位置の推定精度で、3はおおむね精度50km以内、4は100km以内である。

表1 韓国で発生した過去の主な大規模地震



写真1 1983年5月26日日本海中部地震の津波による臨院港の浸水被害



写真2 2011年8月7日9号台風ムイファアの来襲により破壊された可居島防波堤

海道西海岸で大きな地震が発生した場合、韓国の東海岸に比較的大規模の津波が到達する可能性がある。これらの地域では、1940年、1964年、1983年、そして1993年と、4回の大きな地震が発生しており、中でも1983年5月26日に発生した日本海中部地震の津波の場合、鬱陵島・玄圃港で3〜5m、江原道・臨院港で3.5〜4mに達する遡上高(surge height)を記録し、5名の人命被害と財産被害が発生した(写真1)。

韓国の沿岸災害において、最も多くの被害を発生させる要因は、夏季の台風である。2011年8月7日、台風9号のムイファー(Muije)が可居島付近の海上を通過して発生した高波により、防波堤480mのうち200mが破壊され、100トン規模のキューブ(CUBE)型ブロックと64トン規模のテトラポッドの相当数が流さ

れるなど、台風による港湾構造物の被害が繰り返して発生している(写真2)。また、2003年9月12日には、台風14号マミー(Mami)が釜山、慶尚南道地域に上陸し、馬山地区を中心に最大2mを超える高潮が発生した。とりわけ、馬山市においては、高潮の来襲と満潮の時刻が重なって大規模な浸水被害が発生し、馬山市だけでも18名が死亡するなど、多くの人命被害が発生した(図一)。

一方、冬季は冬季季節風による高波が頻繁に発生しており、とりわけ韓国の東海岸では最近、うねり性波浪(swell-like wave)の被害が継続的に起きている。韓国消防防災庁の資料によると、ここ3年間でうねり性波浪による事故が120件余りも発生し、26名が死亡している。とりわけ、2008年2月24日には、富山県に非常に大きなうねり性波浪が来襲したが、韓国の



図1 2003年9月12日台風マエミーにより発生した高潮による馬山港の浸水地域



写真3 2008年2月24日江陵・安木港防波堤でのうねり性波浪による越波

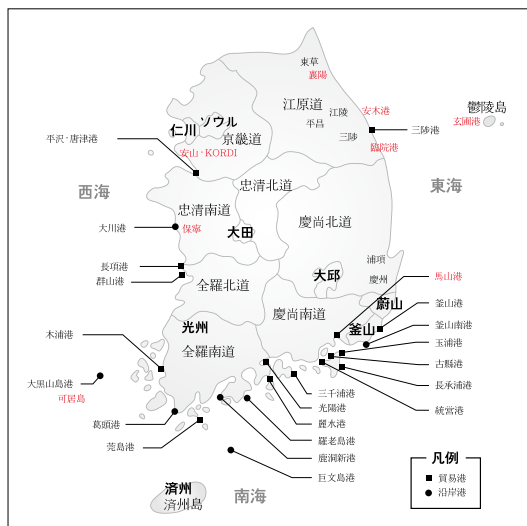


図2 防災施設の設置対象(22箇所)の港湾位置図

参考文献
秋教昇、朴昌業、都司嘉宣、
韓半島で発生した最大級の
地震、歴史地震第20号(2005)
P.169-182

的・物的交流活動を通
じ、両国が共通して経
験している様々な沿岸
災害に備え、韓国国民
に一層安全な沿岸域の
利用環境を提供できる
ものと信じている。

東海岸にも同様にうねり性波浪が来襲し、
3名が波に巻き込まれ死亡した(写真3)。
うねり性波浪とは、中国内陸部で発達した
温帯性低気圧が海上に進み、まれに強い気
圧の谷が形成される場合に発生する現象で
あり、夏季の台風とは違い、まだ正確な予
報が行われていないのが現状である。
この他にも韓国西海岸では、2008年
5月4日に保寧市の竹島防波堤で観測され
たような異常長波がまれに現われるが、未
だにその正確な原因やメカニズムは解明さ
れていない。

韓国における沿岸災害への
対応の現況

韓国ではこれまで、災害が発生してから
の事後復旧に国家予算の多くを費やしてき
たが、最近では国レベルで沿岸災害時の深刻
さや影響などを認識するようになってお

り、将来の沿岸災害に備えるための先行的
な対応策の構築に向けての国家施策の方向
性を定めるとともに、関連の研究開発を進
めている。その一環として、2011年に
台風や高潮などによる港湾および背後地の
浸水被害を予防するために、既存の施設物
を補強し、新規の防災施設を設置するなど
の内容を骨子とする災害脆弱地域整備計画
を策定した。
具体的には、54の主要港湾(29貿易港、
25沿岸港)を対象に浸水予想範囲を算定
するとともに、浸水範囲が軽微な32地域
を除いた22の港湾地域を防災施設設置対
象港湾として指定し、沿岸災害に備える
マスタープランを策定した(図2)。今後
これらの地域には、港湾の立地および形
状、排水条件などを分析した上で、ゲー
ト、防災岸壁、防護壁など、様々な防災施
設を積極的に導入する予定であり、このた

めに2030年までに1兆3千億ウォン
(1千億円)の国家予算を投入する方針で
ある。また、経年劣化し耐久力の確保が困
難と判断される老朽防波堤に対する安定性
の確保を検討し、計71の防波堤の補修・補
強を通じて防災機能を向上させる計画を策
定した。
気候変動による沿岸災害の危険度はます
ます増加しており、こうした海洋起因の災
害が発生するという脅威に常に晒されてい
るために、あらかじめ防災システムの構築
を徹底することが一層重要になっている。
そいった意味で韓国は、今後の沿岸災害
に対する災害管理および防災システムの構
築に国を挙げて大きな関心を持っており、
多くの予算を投資する計画を策定してい
る。沿岸技術研究センター(CDIT)は、

CDITへの提言

これまで様々な沿岸防災関連の技術開発お
よび普及を推進してきており、この
した分野でのCDITの役割は、今後も日
本国内ばかりではなく国際舞台で一層重要
になっていくと期待される。
韓国海洋研究院(KORDI)は、韓国
で海洋科学分野の技術をリードする研究機
関として、今後のCDITとの研究交流の
拡大および共同研究課題の推進に多大な期
待を寄せている。とりわけ、日本と韓国は
地理的にも非常に近い位置にあり、台風な
どの気象現象の影響をほぼ同様に受ける
場合が多いため、CDITとKORDI
を中心に沿岸災害に備えるための技術交
流および共同研究などを活性化すること
によって、より発展的で効率的な防災シ
ステムを構築していくことが期待される。
KORDIは、長年にわたり蓄積された経
験やノウハウを有しているCDITとの人



特集

沿岸域・海洋の未来と
沿岸技術研究センターの役割

当面する大都市港湾 の課題と沿岸技術 研究センターの役割

日本における大都市港湾が現実的に
直面している、解決しなければ
いけない課題について、阪神港を
例にしてご意見をいただいた。

大阪港埠頭株式会社 顧問
一般財団法人沿岸技術研究センター
評議員

奥田 剛章氏

はじめに

「沿岸域・海洋の未来と沿岸技術研究センターの役割」という大きなテーマで原稿依頼を受けたが、筆者の関与する大都市港湾が迎えている大きな変革のうねりを中心に述べさせていただく。小論では大都市港湾が現在抱えている諸課題のうち、国際コンテナ戦略港湾実現の取り組みを、次に今次の港湾法改正により港湾管理者の役割が大きく変化する中、大阪で進みつつある港湾管理を含む広域インフラ行政の在り方に関する論議を紹介する。さらに大都市の抱えるリスクの最大のものが巨大地震であることは周知のところであり、東日本大震災を受けて従来の地震・津波対策が根底から見直されようとしている。これら大都市港湾の直面する課題と新法人として再出発する

「沿岸技術研究センター」への期待を述べたいと思う。

国際コンテナ戦略港湾 「阪神港」の課題

港湾法改正により国際戦略港湾に京浜港、阪神港が指定された。東アジアの主要港湾との厳しい競争下において、わが国への基幹コンテナ航路の寄港を維持拡大するために、国際戦略港湾へのコンテナ集荷の拡大と港湾経営体制の刷新が喫緊の課題となっている。そのため戦略港湾の選考過程において港湾経営の広域化と民営化の必要性が強く要請され、またその後の港湾法改正は港湾経営の広域化と民営化を具体的な制度として法制化したものである。

既に改正港湾法の政省令が施行され、新たに指定される「港湾運営会社」指定のためガイドラインも公表されている。その

結果、本年早期にも各港湾にコンテナ埠頭とフェリー埠頭を一元的に経営する特例港湾運営会社が誕生し、27年には京浜、阪神港では単一の港湾運営会社に経営統合されることとなる。また統合された港湾運営会社には30%以上の民間出資が行われる。本年各港湾で指定される特例港湾運営会社にはかつての埠頭公社が民営化して誕生した埠頭会社が準備を進めている。

港湾運営会社の指定により民の視点による港湾経営が広域レベルで実現することとなり、今後の大都市港湾の経営において1950年の港湾法制定以来の大きな転換点となると言える。

しかし戦略港湾の本来の目的である基幹コンテナ航路の維持拡大は極めて厳しい環境下にある。2008年のリーマンショック、昨年来の欧州金融危機等これまで拡大の1途にあつた国際コンテナ輸送がここに来て「踊り場」と言える状況にあり、主要船社の経営状況は悪化し、コンテナ航路の運航体制の見直しが進みつつある。その結果、寄港地の選択と集中が進み集荷力の小さい港湾は必然的に抜港されることとなる。

「阪神港」においては西日本から釜山港にフェイダーされるコンテナ貨物を阪神港に集荷するための対策を進めている。海上輸送では昨年新たに設立された内航フェイダー輸送会社と従来からの企業との2社体制で釜山航路のコンテナ船と対抗する輸送体制を進めている。国や港湾管理者からの支援もあり西日本各地からのコンテナ集荷



写真1 国際コンテナ戦略港湾阪神港を構成する
神戸港ポートアイランド、六甲アイランド
(出展：神戸市みなと総局)

が順調に進んでいる。他方、日本海沿岸港から釜山にフェイダーされる近畿内陸のコンテナ貨物については、荷主の空コンテナ輸送の経費を削減しそのラウンドユースを進めることにより、阪神港へのコンテナ集荷を進める「インランドポート」の創設に向けた取り組みを行っている。このためには高速道路のミッシングリンクの解消などが不可欠である。さらに韓国、中国渤海湾沿岸からの阪神港へのフェイダー貨物の獲得の戦略も進めている。

さらには港湾コスト削減のためのコンテナ埠頭の上下分離による運営会社の負担軽減や24時間ゲートオープンなど寄港船社に魅力的なターミナルの提供が不可欠となっている。これらの施策を一体的に行い戦略港湾の成果を上げるため関係者の一層の努力が求められる。



大阪都構想と大阪港務局設立

昨年11月の大阪での知事・市長のダブル選挙で争点となった「大阪都構想」が一躍有名になった。しかしこの構想は大阪の特殊な状況から生まれたものである。大阪は戦前から大阪市が都市的發展を遂げ市街地が市域から大きく展開し、一体的な都市計画を実現するためにたびたび大阪地域の拡張が提起されたが、府域が全国で第二に狭い大阪府はその権限の縮小を恐れたため実現しなかった。

戦後の都市化により今日では大阪府の外縁の山間部を除き大阪平野全域が市街化され、その都市インフラ整備や産業政策などは二元的に進める必要が高まった。従前の大阪府は豊かな財政に支えられ高速道路や港湾、空港などの広域的なインフラや都心



写真2 大阪港夢洲埠頭

の再開発への投資を積極的に進め、都市活力を支えてきたが、昨今の財政の悪化とともにその余力を失っている。港湾においても財政の優先順位が低下し十分な財源が確保できず、新規投資はもとより維持補修すら十分に行われていないおそれがある。

他方、大阪市内部の行政は24の区が直接市民向けの施策を担当しているが個々の区の規模が他の指定都市と比較して小さいことから非効率で、また市役所本庁の出先機関として自立した活動が制限されてきた。そのため道路、公園など市民生活に密着した都市施設の管理や税務行政などは数区をまとめた事務所において行われている。

大阪都構想はこのような桎梏を制度改革により解決しようとするものであり、広域で解決すべき課題は「都」に権限を一元化し、基礎自治体として人口規模30〜40万人の特別区や市に再編成することでその機能強化を図ろうとしている。このため大阪府は8〜9の特別自治区に分割されることとなり、この点が選挙で大きな争点となったが、有権者はこの制度改革に「ゴーサイン」を出した。

この結果を受け港湾分野においては府・市の港湾管理者を一体化する作業が始まっており統合されると年間1億5千万トン規模の港湾が誕生することとなる。規模の拡大は別にして、港湾管理者の力を強化するためには、広域の港湾において投資の選択と集中を図るとともに、機能分担により効率的な港湾計画を進めることが必要となる。その統合の手法として港湾法の冒頭に

位置づけられている「港務局」制度の活用も検討されている。

今回の港湾法改正により港湾管理者制度はその改革を余儀なくされるものと思われ、すでに一部では港湾管理の広域化と民間の視点の導入が検討されている。「港務局」制度は現在新居浜港以外活用されることがなく、今日の港湾管理に十全な制度とは言えない面があるが、今後港湾管理の広域化を推進するにあたり是非とも必要な制度であり、国においてもその制度改善が強く求められる。

巨大地震と大都市港湾

これまでの防災対策は既往最大の地震・津波への対応を図ることとされ、記録の残る100年程度の地震の解析をベースに進められてきた。しかし東日本大震災はこのような地震・津波対策の根拠を覆すものとなった。大地震の発生頻度は千年単位の長期のスパンでの解析を行い、考えうる最大の地震に対応することが求められるようになっていく。

一方、関西においては1997年の阪神淡路大震災の発生が防災意識を大きく変え、都市直下型の地震への対応が地域防災計画に位置付けられるようになった。さらに今回の地震により中央防災会議では海溝型の地震規模が大きく見直されようとしており、大阪湾の津波高も従来の想定より高くなるものと思われる。この結果それまで港湾地域では台風高潮対策で整備されている防潮堤を耐震化することで津波防御が可

能としていたが、中央防災会議の結論次第ではその見直し求められる。

現在各地で人命を救うための避難ビルの指定等が始まっているが、港湾施設そのものの被災は避けることができない。一部の岸壁の耐震化は進みつつあるものの、地震・津波に被災した際の港湾機能の停止とサプライチェーンの途絶はなすべがない状況にある。港湾間で災害協定を結び、物流ネットワークの代替体制の構築をはじめ地域のBCPの策定を進めなければ地域経済のみではなく世界経済に与える影響も計り知れないものとなる。

わが国の大都市の歴史は災害の歴史でもある。都市生活が豊かになればなるほど大災害を受けた際の悲惨さに人びとは打ちのめされるものである。沿岸技術研究センターはこれまでも地震・津波防災研究に先駆的な貢献を行ってきたが、今後さらに大都市に焦点をあてハード面の防災技術のみではなくサプライチェーンの復旧などソフトの対策に関する研究を一体的に推進していただくことを期待している。さらに膨大なストックとなっている既存港湾施設の耐震性の診断を含む適切な補修計画について港湾管理者や港湾運営会社に対する指導と助言に取り組んでいただきたいと切に考えるところである。



特集

沿岸域・海洋の未来と
沿岸技術研究センターの役割

新生 沿岸技術 研究センターに 期待するもの

- 東日本大震災を
受けての技術同友会の提言 -

技術同友会の座長の立場から、
今後の土木技術に対しての
基準制定や人材育成などについての
提言をしていただいた。

社団法人 日本港湾協会名誉会長

栢原 英郎氏

はじめに

一般財団法人としての出発に、お慶びを申し上げたい。

その準備のさなかに「東北方太平洋沖地震」が起こり、津波により多数の命が失われてしまった。沿岸の安全に対して「T-SUNAMI」の編纂・刊行など、すぐれた活動を国際的にも続けてきた沿岸技術研究センターの関係者が受けた衝撃はいかばかりであったか、想像に余りある。この痛みを乗り越えて優れた研究活動を続け、我が国の沿岸の安全、沿岸・海洋の開発に大きく貢献をしていただきたい。

技術同友会の提言

技術同友会という団体がこの3月に、「大規模システムの安全設計に関する提言―大規模なシステムの安全性を高めるためにな

すべきこと―」を取りまとめた。筆者はその取りまとめのために同友会に編成された委員会の座長をつとめたが、沿岸技術研究センターの今後の活動のヒントになることを願ってその概要を紹介したい。

技術同友会は、企業の技術系の経営者、官庁や学術団体の技術系の代表、技術系の研究者など、産・官・学の分野の経営者、管理者からなる団体で、1972年に設立された。独立行政法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）の立川敬二理事長らが代表幹事を勤めており、会員数は約90名である。港湾関係では古くから故竹内良夫氏が会員、幹事として活躍され、10年ほど前に竹内氏の推薦により、故坂井順行、新井洋一、村田進の諸氏と私が会員に加えていただいた。

「東日本大震災」では、原子力発電所、大土木システム、電気通信網、鉄道網など、技術をベースとして国民の生活を支えてきた大規模なシステムが被災し、国民に大き

な不安を与えることになった。特に原子力発電所の事故が、自然災害を要因とはするものの技術的な事故であり、事故処理の混乱の印象もあって科学者、技術者に対する社会の信頼が著しく損なわれた。科学技術政策研究所の調査では、東日本大震災前に8割を超えていた「技術者の話は信頼できる」と考えていた人の割合は、震災後の調査では5割をわずかに超えるレベルにまで低下している。

技術同友会はこのことを重く見て、大規模なシステムの安全をどう設計するかという視点から課題を洗い出し、自らを含めて社会に提言することとしたものである。

活動の期間は9月から3月までのわずか6ヶ月間であり、委員のほとんどが多忙な毎日を送る立場の方々であるため、制約された中での議論であり結論である。未消化の部分の多いことは承知をしているが、この提言が議論の種となり、さらに発展することを期待してまとめられている。

提言の内容

提言1 要素技術の安全のみではなく、システムとしての安全を確保するための基準等の制定を急ぐこと

これまでの我が国の安全を実現するための基準・規則は、「〇〇の安全基準」のように、個々の要素技術の安全を確保することを目的として定められている。システムが小規模かつ単純なものであればこれでよいとしても、大規模なシステムでは要素技術の安全が必ずしも全体の安全を保障するということにはならない。我が国が開発したHIIA口ケットは部品数がおよそ30万点と

いわれており、当然ながら要素技術の単なる集合体ではなくなっている。原子炉あるいは圧力容器の安全度が如何に高くても、冷却水のシステム、あるいは両者の接続部の安全度が異なれば、圧力容器の高い安全度は意味を失う。システムの大規模化とともに、補助設備なども含めたシステム全体の安全をどう確保するかがきわめて重要な課題となっている。

さらに、現在の安全基準の多くは新設直後の状態を対象としているが、システムとしての安全基準は、経年変化も視野に入れた、システムの経歴に応じた基準・規則とする必要がある。また提言では、大規模なシステムでは構成する技術分野の間にヒエラルキーが形成され、安全を脅かす一因となることに対しても注意を促している。

提言2 大規模なシステムの全体を理解し構築できる人材、マネジメントできる人材の育成を急ぐこと

今日の社会を支えている様々なシステムは、大規模化、複雑化の道をたどっており、一方でそれを支える技術の分野は、細分化、専門化の傾向が顕著である。工学系の学協会の連合組織である日本工学会の構成学協会数は、明治12年（1879年）に工学会として設立された時には土木・電気・機械・造家・化学・鉱山・冶金の7分野であったが、130年余たった今日では100学協会に及んでいる。技術の細分化の潮流に影響を受けて、教育の現場においても限定された専門教育に重きが置かれるようになっており、例えば土木工学系の講座数も大幅に増えている。

東日本大震災で被災した大規模システ



ムの復旧に関しては、システム全体への情報（知識）の不足が現場を混乱させたのではないかと思われる事例もあり、大規模・複雑なシステムをマネジメントする技術と、これに対応できる技術者の育成が急務である。

このため、大学におけるシステム工学の充実強化、大学院と企業が連携して院生レベルからこのような人材を育成する仕組みの構築が求められる。さらに事業者は、システムエンジニアリングの部門の充実強化を進めるほか、異なる専門分野の技術者が相互に意見交換をする場、協働して技術開発をする機会を設けるなどして、異分野の専門家とともにシステム全体を理解し、そのマネジメントを行い得る人材の育成につとめることが求められる。

国際宇宙ステーションのフライトディレクターは、シミュレーターによる訓練の際に1800に近いアクシデントのケースを訓練し、構造を含めて大規模なシステムの全体を理解し運用できるように訓練されると聞く。工学会の初代会長をつとめ、後に土木学会初代会長ともなった古市公威博士は1914（大正3）年に開催された土木学会の第1回総会において、「余ハ極端ナル専門分業ニ反対スル者ナリ。専門分業ノ文字ニ束縛セラレ萎縮スル如キハ大ニ戒ムヘキコトナリ」と述べ、当時としては大規模システムの一つの典例型であった土木構造物を構築する技術者は「指揮官のようなもので、全体を見ることができるとはならず、ならぬ」という趣旨のことを述べている。今日この視点が大規模システムを扱う全ての技術者に求められている。

個人的な意見でありかつ憶測の域を出ないが、東京電力福島第一原子力発電所の水素爆発事故の後、使用済み燃料の貯蔵プールに注水し冷却をするという一連の作業を見る限り、指揮をとるグループの中に土木技術者がいたとは到底思えない試行が繰り返された。

提言3 他の大規模システムの安全性の前提となつて大規模システムの安全の確保（システムの連携）

多くのシステムは、電力、通信、輸送等の他のシステムの存在を前提に組み立てられている。非常時の対応についてはそれぞれが非常用電源等を備えているが、これも外部電源の途絶が短期間で解消すること、あるいは非常用電源の燃料が供給され続けることが長期の対応の前提である。東日本大震災では、停電が長期化したうえ、港湾施設の被災、タンクローリーの通行制限など思わぬトラブルにより非常用電源の燃料切れが生じ、N-TTの通信システムの中継所、基地局などの機能が停止して通話不能の状態が続いた。

津波の第1波をとらえたGPS波浪計のデータは、気象庁の津波予報の修正に活用されたが、津波が陸に到達した段階で外部電源が止まり、さらに通信網が途絶したため、後続する津波の状況をリアルタイムで知ることができなくなった。

大規模システムは連携し、相互に依存してその機能が維持されている。このため他のシステムの存続の前提となる大規模システムについては、特段の安定性が求められる。中央防災会議等でシステムの連携を図れるよう体制を強化することが急務である。

提言4 レベルを超える外力が発生したときに起こりうる事象についての想定とその開示

システムあるいはその構成要素である構造物の設計に際しては、当然その安全・安定の前提となる外力を想定する。設計外力がいったん決まれば、設計者は想定した外力を超えたときのことを考えることはほとんどなく、いわばそこで「思考停止」の状態になる。

多くの大規模システムは、国民の生活の最も基本的なインフラである。その重要性を考えると、事業者は設計外力を超えたときに起こる事象についてあらかじめシミュレーションを実施し、その結果を開示することが求められる。

またこの結果は、中央防災会議等により関係する分野に、地方公共団体により関係する地域へ、徹底して周知を図ることが望まれる。システムに限界があることを明らかにすることは徒らな不安を招くという意見もあるが、結果の開示は影響をこうむる者がそれぞれでその分野で対応策を準備することを促し、減災につながる。さらに、事業者にとつてもこのシミュレーションは、よりよいシステムの設計につながるのみならず、情報の開示は自らの安全に関わることという緊張感、地域をよく知っていると利点などから、関係者から事業者の気付かない知恵が提供されることも期待できる。

結び

以上が、提言の紹介である。全文の冊子は技術同友会で購入することができるので、興味をもたれた方は、申し込んでいただき

たい。

提言2に関して、少し付言したい。

提言2は、総合的な技術者の必要性を説いているのだが、総合性を発揮するためにデータや計算結果だけではなく、十分な想像力を働かせることが重要ではないかと考えている。

震災後直ちに多くの土木技術者が現地に入り、その報告会が開かれた。その報告を聞きながら、構造物の破壊原因を、破壊されている現場の姿から短絡的に特定していることが気になった。

筆者の古い経験だが、かつて静岡県大井川港の防波堤の堤頭函が台風により飛ぶという事故が起きた。海底は礫層で波浪による洗掘が原因として想定されたが、深淺測量をしたところ海底地形に転倒を起こすような変化は無かった。港湾技術研究所の協力を得て到達した結論は、波浪がもつとも激しい時に海底が洗掘されて堤頭函が倒壊し、波が静まる過程で洗掘された部分が埋め戻されたというものであった。被災後の現場に全てが隠されていると考えるのは早計で、途中どのような作用が構造物に働いたか、頭の中でさまざま考えることの重要性を教えてもらった経験であった。

震災直後の調査結果の報告会では、技術者の想像力の不足、その根底にある現場の知識の不足を感じざるを得なかった。沿岸技術研究センターの方々は、構造物が作られていく工事の現場に興味を持ち、現場に強かった港湾技術者の伝統を受け継いで欲しい。



特集

沿岸域・海洋の未来と
沿岸技術研究センターの役割

沿岸域の未来と 課題

教育者の目から見た沿岸域の未来と
その課題について語っていただくと
共に、沿岸域の新たな活用などに
ついて述べていただいた。

独立行政法人国立高等専門学校機構
茨城工業高等専門学校 校長

日下部 治氏

海の未来

童謡の歌詞にある「海は広いな、大きいな」は、多くの人が素直に抱く海に対する思いを的確に表現しているが、現代の海はより多様で複雑な姿を見せている。津波の被害を経験した人々には海は脅威であり、防災関係者には海は災害外力の発生源である。漁業従事者には海は食糧資源を生産・捕獲する生活の場であり、環境保全の研究者にとつて、海は生態系保全、海洋汚染、気候変動、地球温暖化、海面上昇の科学的研究の対象である。経済界の視点からは海は食糧資源と同時に海底資源の宝庫でもあり、また洋上風力・波力・潮流発電の場でもある。

後世の歴史は、最近10年を主要海洋諸国で海洋政策に関する法整備が進んだ時代として記述するかもしれない。1997年世

界で初めて包括的な海洋基本法 (Oceans Act) を制定したカナダでは、2002年には海洋管理戦略 (Ocean Management Strategy) を発表して、法が定める持続可能な戦略、統合的管理、予防的処置の政策目標に向かって、保護地域プログラム、統合的管理プログラム、エコシステム健康プログラム、の3つを推進している。南半球の海洋国オーストラリアでは、1998年にOceans Policyを制定している。その副題にはCare for, understand and use our oceans wisely-integrated ecosystem-based planning & managementとあり政策の本質が理解できる。読んでみるとこの政策文書は、視覚的にも大変美しい。アメリカ合衆国では、2000年にOceans Actが成立し、そのもとで設立された機関が2004年にAn Ocean Blueprint for the 21st Centuryを発表している。冒頭の章

であるThe Value of Oceans and Coastsの雇用問題が取り上げられている点が特徴的である。EUは2006年にMaritime Thematic Strategy、2007年にIntegrated Maritime Policy for the EUを制定している。それら主要海洋国の政策文書に共通して流れているのは環境保全の重視、科学的調査研究の推進、そして統合的管理の思想である。日本は、カナダに遅れること10年、2007年に海洋基本法が成立し、2008年に海洋基本計画が制定された。当然ながらこれらの海洋政策は、1994年に制定された国連の海洋法条約と強く連動しており、海底資源の確保と海の占有的利用という領土的問題を内在している。より顕在的議論は大陸棚限界延長申請の問題であり、そこでは大陸棚の定義が地理的概念から法的概念にとつて替わっている。その結果、海洋が人類の共同の財産という国連海洋法条約制定時の高邁な思想が貫かれているのは、深海底およびその資源だけになってしまった感さえある。近時の占有利用権の海洋分割の様相は、15・16世紀の大航海時代初期のトルデシリヤス条約とサラゴサ条約によるポルトガルとスペインによる地球上の領土分割や、19世紀後半から第一次世界大戦以前の植民地主義的なアフリカ分割といった世界的事実を想起させるといったら過剰反応であろうか。

沿岸域と海洋は、英語ではOceans and CoastsあるいはMaritime Spaces and its Coastsと表記されている。沿岸域と海洋を一括りと

して未来を語ることはなかなか難しい。上述のように海洋の未来は、より多面的で複雑な歴史的・国際的・政治的な動きに強く影響されることが想定される一方で、沿岸域の未来は、国内的要因により強く影響されると同時に技術的視野も広がる。

沿岸域の未来と課題

沿岸域の再定義

上述したように世界の海洋沿岸域政策の潮流は統合的管理であり、我が国の海洋基本法でも総合海洋政策本部を設置することで総合的管理を可能にする体制が打ち出されている。本来、生態環境は人間の法制度や行政所管とは無縁のものであり、水質・廃棄物汚染の管理は陸域の人間活動と連動していなければ機能せず、防災の観点からも統合的管理が必要なのは言うまでもない。先の東日本大震災時の津波の遡上による河川構造物等の被害の実態を見れば明らかである。その意味で統合的管理を現実化する上で沿岸域という概念は、海洋に向けてばかりでなく陸域に向けても拡大して再定義される必要がある。それが沿岸域の環境保全、居住・産業施設の安全性向上、土地利用の効率性等に繋がるはずである。

沿岸域の利用

1990年頃、アングラード構想として大陸棚に大規模な地下空間を構築して、都市に集中した工場群を地下空間に移設して、地表空間の土地利用を改善するとの考えが広まった。現在では、工場等の生産現場の海外移転による産業の空洞化の動向に



隠れて、地下空間利用としてこの構想を顧みる人はいない。土地利用、空間利用の未来予測は難しい。2000年頃には、首都圏の50年分の廃棄物処分場としてランドフィル島構想が跡地利用も含めて議論された。ランドフィル島構想そのものは実現していないものの、世界的な都市化傾向が継続すると想定される中で、廃棄物処分地の受け入れ空間として沿岸域の役割は今後も変わらなないと考えられる。そのような観点から、一定期間経過した廃棄物処理地盤の活用が沿岸域の利用における近未来の大きな課題である。2012年2月12日に開通した東京ゲートブリッジで注目された東京湾臨海道路は、中央防波堤外側廃棄物処理場を通過し、橋梁の一部区間は、廃棄物処理地盤を貫いた杭基礎で支えられている。

この施工事例と技術的経験の蓄積は今後の廃棄物処理地盤の活用を加速させるであろう。物流の99%が海上輸送であることから港湾施設の重要性が語られるが、港湾施設は物流の最終地ではなくあくまでも経田地である。エンドユーザーまでの陸上交通手段との接続の改良、特に港湾施設と高速鉄道・高速自動車道との直接的な接続が重要性を増すであろうし、沿岸域の利用の高度化の具体的課題であろう。

さらに先述した政策的な方向性の実現として、排他的経済水域確保の要である遠隔離島活動拠点整備も急速に重要性を増すに違いないし、多くの新たな技術的開発課題が提起されるであろう。

沿岸域の連携

沿岸域の統合的管理の一環として、様々な連携が想定されるなかで漁港との連携は、具体的に視野に入る課題である。現行の法体系・行政所管が異なっているため個別に行われている「港」の構造物設計・施工・維持管理は、土木系と水産系で技術的差異があるわけではない。津波防災の観点からも、全国に3千あるといわれる漁港関連諸機関との連携が急がれる。

沿岸域の機能転換と撤退

将来に向けて沿岸域利用拡大の展望が想定される中で、人口構造の変化、財政規模の縮小等から選択と集中との掛け声の下で、国直轄で新規事業を実施する重要港湾が103から43に絞り込まれるとの報道があった。集中投資が期待される港湾は、国際競争に向けて整備されることは大いに歓迎されるが、それ以外の港湾には国による新規投資がないということであろうから、国以外からの投資が期待されなければ、その港湾はいずれ維持管理の限界に達し、港湾機能を失った形で構造物のみが放置されることになる危惧もある。選択から漏れた港湾に対するの選択肢としては、物流拠点からの機能転換を図るか、防災・景観に配慮しつつ沿岸域から撤退するなどが考えられる。後背地も含め沿岸域からの撤退という後者の選択肢が選択された場合は、社会にとって極めて重い課題となるに違いない。そのための撤退の方向性、撤退の技術論の議論が必要である。限界集落消滅との関連で漁港についても同種の課題があり、

連携して取り組む必要がある。選択と集中の陰の部分にも十分な配慮が必要である。

沿岸技術研究センターの役割

関連諸機関との役割分担

一般財団法人として新たに出発をした沿岸技術研究センターは、設立趣旨からして関連の深い国土技術政策総合研究所、港湾空港技術研究所との連携は依然として重要で、各機関との適切な分掌が社会的に要請される。その中で港湾法の改定にともなう性能設計体系への移行と維持管理は、沿岸技術研究センターが主として担うべき近時の技術的重要課題である。

性能設計体系に基づく技術基準等の制定内容は、その実務への適用によって初めて具現化される。設計の技術基準等との整合性確認を通して、その役割を分掌しているのが沿岸技術研究センターであり、Design ConsultantではなくCheckerの役割をしている点、他のコンサルタントとの本質的違いであり、センターの社会的な位置づけを明確にしていると考えられる。

設計法の変更によるメリットを効率的に社会に実現するには技術者資格制度が有効であり、2010年に創設された海洋・港湾構造物設計士制度の構築・運用を沿岸技術研究センターが行うのも自然な役割であり、2009年に設立された海洋・港湾構造物維持管理士制度も同様である。ただし、統合的管理の思想の潮流を踏まえ、両資格が港湾法の枠内での運用に制限されて

いる現状は沿岸域の拡大・再定義のなかで再検討される余地は残されている。

拡大する役割と期待

性能設計体系への移行と維持管理に加えて、沿岸技術研究センターが担うべき当面の重要な役割は、東日本大震災以後の沿岸域の防災機能の強化の実現であることには疑いがない。それに加えて、統合的管理に向けて国内外の広範な連携の強化を図りつつ、上述した沿岸域の再定義、沿岸域の利用、沿岸域の連携、沿岸域の機能転換と撤退等の沿岸域の近未来的課題に対処するという役割が期待される。一般財団法人への移行を機に、沿岸技術研究センターには高度な技術的コンサルティング機能にとどまらず、政策提言を行うシンクタンク機能、広く民の声を政策に反映させる調整機能、科学技術に基づくコミュニケーション機能等が期待される。沿岸技術研究センターがこれら拡大する役割と期待にどのように力を発揮して社会に貢献するのか、これからも見守っていききたいと考えている。



特集

沿岸域・海洋の未来と
沿岸技術研究センターの役割

潮干帯、一般海域 そして沿岸域の 総合的管理

沿岸域および
海洋の管理について
見落としがちな点や総合的な
観点からの提言をいただいた。

横浜国立大学統合的海洋教育・
研究センター特任教授
社団法人海洋産業研究会常務理事

中原 裕幸氏

沿岸域の未来は海洋全体の 未来を左右する

この特集の題名は、沿岸技術研究センターであるからこそ、沿岸域・海洋というように、意識的に、沿岸域を先にした題名になっているものと思われる。通常は、沿岸域を含む海洋という意味で、海洋・沿岸域、という語順表記が自然なかたちである。にもかかわらず、沿岸域の未来が海洋全体の未来を左右する、という解釈に立脚すれば、この題名の語順は実はなかなか粋で、大変意義深く、非常に重要な題名ではないかと、改めて感じ入った次第である。命名者に敬意を表したい。

それは、沿岸域とは何か、というそもそもの論にも直結するが、その定義は全員一致というわけにはなかなかいかない。領海や排他的経済水域（EEZ）という用語は、基線

我が国の海洋をめぐる状況

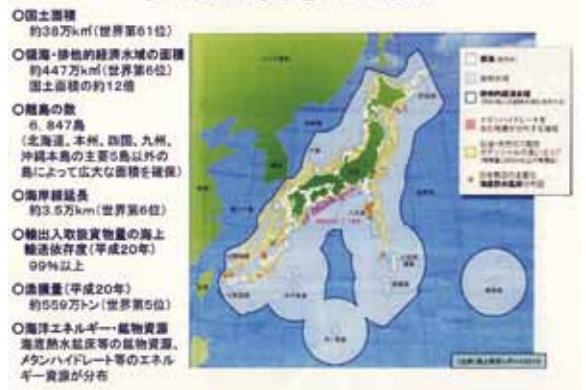


図1 我が国の海洋を巡る状況
(出典：内閣官房総合海洋政策本部website)

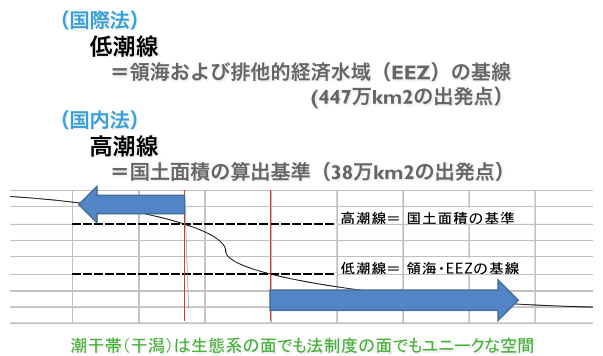


図2 低潮線と高潮線間の潮干帯のもつユニークな特性
(出典：中原裕幸、日本海洋政策学会第3回大会における発表PPT、2011.12.3)

からの距離で前者が12海里、後者が200海里というように、数値基準で国際法上統一されている。我が国の200海里水域の概要を別図に示す(図1参照)。しかし、沿岸域となると、水際線を挟んで相互に影響しあう陸域と海域の範囲となるわけで、陸域はどこまでか、海域はどこまでか、単純に数値基準では設定できず、またそれでは不自然でもあり、人為的にそれぞれの目的を決めていかねばならない。

ユニークな空間、潮干帯

ところで、そこで興味深いのは、沿岸域の中心部となる潮干帯がなかなかユニークな空間だという点である(図2参照)。というのは、国際法上、領海やEEZの幅を決める基線は低潮線であるが、これは、沿岸国の権益を最大限に享受できるようにとい

う国際慣習からきている。他方、国土地理院によれば国土面積の算出にあたっては高潮線をベースに測量して算出しているとのこと。これは、国土(土地)として利用可能な面積という観点に立つものと考えられる。とすると、その間の潮干帯はどちらの面積にも含まれていないということになる。200海里水域の面積(約447万km²)は基線の外側であるから関連が薄いですが、国土面積の方については、海岸線すべてに関連するので、ことは見逃せない。日本の海岸線の延長は約3.5万kmであるから、単純化して考えて潮干帯の幅が1kmとすれば、その面積は約3.5万km²となり、これは国土面積約38万km²の1割弱に匹敵する。幅500mとしても相当な広さである。

この潮干帯こそが、実は、沿岸域の環境・生態系の保全、安全と防災の確保、開発・

海洋基本計画の改定

利用の促進のうえで核となる空間であり、それらの在り方こそが沿岸域・海洋の未来を左右する鍵となることは多言を要しないであろう。

さて、時は海洋基本計画の改定期である。2007年制定の海洋基本法にもとづいて現行の海洋基本計画が策定されたのが2008年。5年後の見直しということになっているので、来年2013年4月には新基本計画に移行していなければならない。ということは、今年度中に現行基本計画の実施状況等の点検、次期計画に織り込むべき事項の検討がなされることを意味する。既に、本号が刊行される時期にあつては、その論議が高まりつつあるはずである。ここに沿岸技術研究センターの当面果たすべき役割



図3 沿岸域における海域指定(海岸区域、港湾区域、漁港区域等)の例 (出典：同前。なお、原典は静岡県資料および(社)海洋産業研究会蓄積資料)

地方公共団体による管理対象範囲に関する日本沿岸域学会の提言

—都道府県は領海まで、市町村は5海里まで—
『海洋基本計画に対する要望』日本沿岸域学会(2007.11.12)における沿岸域区分と管理主体の提案(日本には海域に自治体行政区域はほとんどない)



コアエリア=陸側:100m(海浜植生限界)、海側:水深20m(風場限界)
基本エリア=陸側:臨海市町村行政界、海側:5海里(3歳小船舶航行域として航行できる範囲)
広域エリア=陸側:流域圏、海側:12海里領海
特定エリア=三大湾、瀬戸内海、有明・八代海などの平開離海域

※EEZは国、領海は国または地方公共団体の管理

(出典:日本沿岸域学会2000年アビール関連資料)

図4 沿岸域の管理に関する日本沿岸域学会の提言 (出典：同前。原典は図中に表示)

最後に本題であるが、沿岸技術研究センターは基本的に技術研究団体である。ホームページの紹介をそのまま転記すれば、「沿岸域の開発・利用・保全に係る分野の技術開発と、その技術の活用と普及を目指した研究組織」である。そして、平成16年6月には「国際沿岸技術研究所」を、翌平成17年12月には「沿岸防災技術研究所」を設立している。実にバランスの取れた組織形態と事業内容と言える。団体の運営に携わっているわ

沿岸域行政の実施に 技術的裏付けの提供を

期海洋基本計画では、この一般海域の管理について一定の方針が出されることを期待したいところである。そして、地方公共団体の管理の権限を海域にまで及ぼすようにして陸域と一体的な管理の実効性をあげたらどうかという議論が出てき始めている。狭い内湾が一つの市町村と接している陸域と密接に関連して利用されている場合は、特にそうである(図4参照)。なお、開放性の海岸においては、隣接市町村との海域部の境界設定をどのような考え方でするのか極めて重要な課題となるので、一律に規定するのは難しい。とすると、特別な事情がある内湾に限定しながら、たとえば東日本大震災・津波の被災地などで、復旧・復興、地域の活性化に向けて試行的に取り組みのも一案ではなからうか。

「我が国の沿岸域・海洋の未来」を明るくするためにしていきたいと考える。

が身を振り返ると、この充実した内容からやましい限りである。他方で、港湾、沿岸域に関係する団体は、他にもいくつか有力な組織が存在する。それぞれの存在意義と役割分担は、当事者同士およびその周辺の外部でも常に認識されているはずであるが、原理原則に立ち返ることは非常に重要である。沿岸技術研究センターが東日本大震災・津波関係で果たしてきた重要な役割と実績については本誌他所で十分に述べられているであろうから、ここでは少し違った視点で記しておきたい。それは、技術に裏打ちされた施策、政策の実施が今こそ求められている。したがって、沿岸域行政の政策形成過程において沿岸技術研究センターの役割は極めて重要だ、というのを強調しておきたい。沿岸域の総合的管理が、内外で ecosystem-based approachにもつなげていくべきであるといわれているが、そのアプローチを採用するにしても、ecosystemを把握し解釈する道具は技術である。海外では、scientific-knowledge basedとも言われているが、scienceのみならず technology / engineering-knowledge based が必要不可欠な点である。沿岸技術研究センターの果たす役割は、その意味で、これまででもそうであったが、今後とも増大することはあっても決して減することはないであろう。そして、他分野の団体等とも相互協力、相互連携しながら、ともに

海岸線および一般海域の管理主体

の端も、伏在しているといえる。海洋基本計画は12の基本的施策で構成されているが、「沿岸域の総合的管理」はその一つとして、番目に掲げられている。もっとも6つの基本理念の方では「海洋の総合的管理」となっているのがミソであるが、その議論はここでは措くとして、沿岸域の総合的管理について少し考えてみる。

さて、その総合的管理について考える時、海岸線の管理主体がどのように分かれているかという点も、重要な視点の一つである。海岸線延長約3・5万kmのうち、概略的に区分すると、いわゆる建設海岸が約1/2(約48%)、港湾海岸が約1/4(25%)、漁港

海岸が約1/6(18%)、農地海岸が1/20(5%)、その他が1/20(5%)である。実際の区分がどうなっているか、静岡県の例を別図に示す(図3参照)。空間的にいえば、各区域指定のある海域は、管理者が存在する(港湾区域は港湾管理者等)のに対して、外側の水域で領海内の水域は「一般海域」と呼ばれ、国有財産法に基づき管理とすることになっていて、管理主体がはっきりしていない。したがって、昨年の3・11東日本大震災・津波で海底に持っていかれたガレキの処理は、管理者のいる海域では、それぞれの管理者の責任とその関連予算等で処理されてきたのに対して、一般海域の海底ガレキは、底引き網などで回収された場合を除いて、基本的に放置されたままというのが実情ではなかったかと考えられる。次

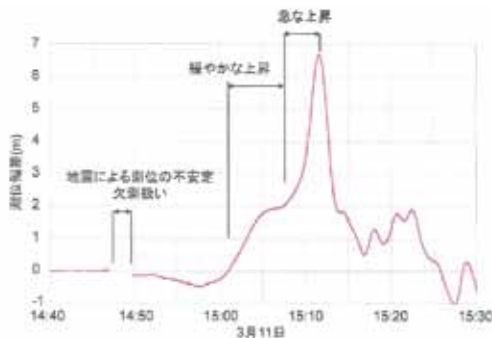


図1 岩手南部沖GPS波浪計による津波第1波の波形

日本国民の誰もが起ることは想像していなかった大惨事、東日本大震災が2011年3月11日に発生した。この震災は、M9.0にも達する巨大な地震とこの地震によって引き起こされた、10m以上の津波によって青森県から千葉県までの東日本の太平洋沿岸地域が受けた大災害である。これによって死者と行方不明者の合計が2万人弱に達し、町や村そのものが津波で洗い流され、多くの住民が避難所生活を余儀なくされた。このような災害に加え更に住民に大きな負担を負わせたのは、福島第1原子力発電所の惨事である。15mを超えるような津波が防潮堤を超えて来襲し、原子力発電所の冷却装置を破壊し、それによって水素爆発を起こし、多量の放射性物質を放出したことである。その結果、原子力発電所から20km圏内では避難指示区域として他地域へ避難せざるを得ない状況になった。そのために、地震や津波による被害がない地域の人々も避難をせざるを得なく、

また、被害を受けた地域では放射能の影響で復旧作業ができない状況になり、災害を更に複雑にしている。今回の東日本大震災では、相馬港を境にして、それより北の宮城県や岩手県、青森県では震災というよりむしろ津波災害で、それより南の茨城県や千葉県では地震災害であった。そして、福島県では、津波災害と地震災害がどちらも大規模に起きて、非常に大きな災害となった。

地震と津波で護岸や防潮堤が壊れることは珍しいことではなく、1983年の日本海中部地震や1993年の北海道南西沖地震でも多くの構造物が液化化と津波で被災している。今回の東日本大震災で特徴的なことは、外洋に面する第一線防波堤が倒壊したことが津波防波堤として津波防御のために建設された湾口防波堤が多く被災したことである。第一線防波堤も津波防波堤も設計対象津波より暴風時波浪の波力のほうが大きく、そのために波浪に対して

設計されていたが、今回の津波はこの波浪外力を超える巨大な津波力が作用し、防波堤は倒壊した。防波堤は港内の静穏度を確保して、船舶の円滑な荷役を支援する構造物であるために、防波堤の被災は油や食料、建設資材等の緊急物資の荷役活動に支障を与えた。

このような防波堤の被災原因としては巨大な津波が来襲したことであるが、被災形態を詳細に検討すると、いろいろな要素が絡んでおり、単に津波力だけではないことが、津波の観測波形や数値シミュレーション、被災に関する水理模型実験等から明らかになってきている。東日本大震災から1年経過したこの間にわかったことやまだ判らないことを整理したのが本報告書である。ただし、著者の主観も入っているが、必ずしも公正な意見になっていない可能性もあるが、参考意見として読んでいただければと思っ

東日本大震災を起こした地震

今回の東日本大震災における大きな成果は、沖合いで津波の波形がGPS波浪計で観測されたことである。GPS波浪計は現在全国で15基、岩手北部沖から福島沖までの太平洋沿岸にはその内の6基が沿岸から約20km沖合の水深約2000mの地点に設置されている。常時、海面変動を観測しているので、通常は波浪観測に利用し、津波が発生した場合には津波も観測できるようになっている。今回の津波についても観測できたが、伝送ケーブルの切断で、リアルタイムでの情報提供には失敗した。しかしながら、直ぐに津波波形が入手でき、それ以降の気象庁の津波警報が訂正された。地震は3月11日14:46に発生し、その3分後に気象庁は地震の規模はM7.9で、岩手県と福島県で3m、宮城県で6mの津波が来襲するとの大津波警報を出していたが、GPS波浪計の津



東日本大震災から1年

— 港湾被災で判ったこととまだ判らないこと —

一般財団法人沿岸技術研究センター

沿岸防災技術研究所長 高山知司

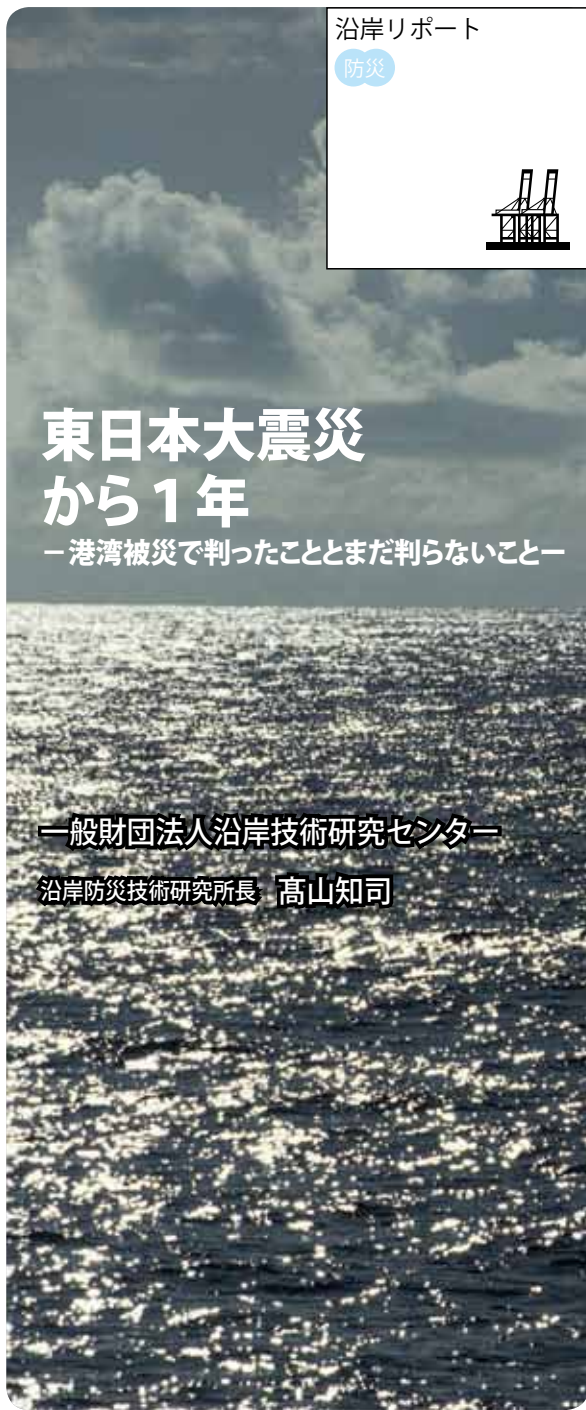




写真1 八戸港北防波堤の中央部の被災状況



写真2 相馬港沖防波堤の被災状況

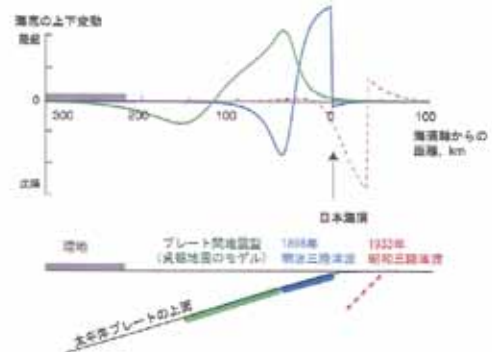


図2 東日本大震災における断層モデルと海底の地殻変動

波観測データを入手したことによって、15・14には大津波警報を岩手県と福島県で6m、宮城県で10mの津波が来襲することに変更している。そして、15・30には岩手県から千葉県まで10mの津波が来襲するとさらに訂正している。

図1は岩手県南部沖GPS波浪計で観測された第1波の津波波形を示している。この図からわかるように最初に海面が下がっており、引き波から始まったことを示している。そして、その後、緩やかな上昇に転じて、15・10頃から急激な上昇になり、15・12ごろに最大の水位6・7mに達し、その後、急激に減少している。このような津波の波形は、地震による海底地盤の変化にほぼ対応していると考えることができ。つまり、GPS波浪計の近くでは海底がゆつくりと沈降し、その沖側ではゆつくりと隆起して、さらに沖側では急激に隆起するような海底地形変動があったと考えられる。GPS波浪計の地点で最大6・7mの津波高であったけれども、この津波高を起こした地殻変動が水深4000m〜6000mで起きたと考えると、海底面の隆起量は3m程度と推測できる。東京大学地震研究所の佐竹教授は今回の地震について

て次のような推測をしている。東北太平洋沿岸で起きる津波のほとんどは、東側の太平洋プレートが西側の北米プレートの下に潜り込むことにより北米プレート内に大きな歪エネルギーが蓄積し、地震によってそのエネルギーが放出される時に生じる海底地盤の変形が発生している。北米プレート内の地震はプレート境界である海溝の近くで起る場合と沿岸に近いところで起る場合とがある。図2に示すように沿岸に近いところで起きたのが869年の貞観地震津波で、海溝に近いところで起きたのが1896年の明治三陸津波である。貞観地震津波では海底は緩やかに隆起しているのに対して明治三陸津波では急激に立ち上がっている。図1に示したような海底地形の変化は、図2の上の図のように緑色の線で示した貞観地震のような地震と青い線で示した明治三陸津波のような海溝寄りの地震が同時に発生して、重なり合っただけと考えている。

海溝付近で発生する津波は水深が深いために、浅水変形の影響で津波が大きくなる。例えば、水深2000mの地点で起きた津波と水深6000mの地点で起きた津波とでは、後者の津波が1・3倍大きくなる。このように海溝付近で起る津波があるかどうかで、津波の規模が異なるために、まれにしか起きない、今回の津波のような最大クラスの津波については、海溝付近で津波が発生するように設定し直しが行われている。

東日本大震災においてGPS波浪計で津波が観測され、気象庁の大津波警報もこの観測値に基づいて訂正されたこともあり、新たにGPS波浪計を設置しようとする動きがある。ここでは、現状における沿岸からの設置限界距離20kmをもう少し長く取つて、海岸に津波が到達する時間をもう少し長くさせることが考えられている。しかしながら、通常時はGPS波浪計で沿岸波浪を観測しているため、精度の高い沿岸波浪を観測することが重要であるが、あまり沖

合いに出すと、沿岸波浪を観測したことになる可能性はある。そのため、NOWPHASの観測値と比較することによってGPS波浪計による観測値をチェックしておくことが重要である。

沖合い20kmで、水深2000mの地点においてGPS波浪計で観測した津波が沿岸部に到達するのに約14分掛かるが、沖合い40kmで観測した場合には津波は20分で沿岸部に到達し、6分長くなる。しかしながら、GPS波浪計の設置点の水深も2倍になるので、GPS波浪計の係留装置に大きな費用が必要となる。そのため、6分時間を引き延ばす有効性について十分検討しておくことが大切である。

第一線防波堤の倒壊

外洋に面している第一線の防波堤は50年確率の暴浪によって設計されているために、今までの津波では大きな破損を受けることはなかった。1993年の北海道南西沖地震津波で奥尻港の防波堤が大きく破壊されたが、この防波堤は第一線の防波堤の遮蔽域に建設されていた副堤で、設計波浪も小さかった。しかし、今回の東日本大震災では津波が大きかったこともあって、八戸港や相馬港では第一線の防波堤が写真1や2に示すように壊滅的に破壊された。これらの写真が示すように、津波による防波堤の被災は、暴風時の波浪による被災のように数箇のケーソンが崩壊するのとは異なり、約100mにわたってケーソンが倒壊する。これは、津波の波長が長いために、大きな津波の作用が広い範囲に広がるためである。

写真3はそれぞれ八戸港の北防波堤の被災状況を示したものである。写真3に見られるハネ部の防波堤は灯台があるケーソンを除いて他のケーソンは前面被覆の消波ブロックとともにほとんどが流出したと考えられる。今回の大震災では多くの映像が取られており、これらの映像からハネ部の防波堤の被災が津

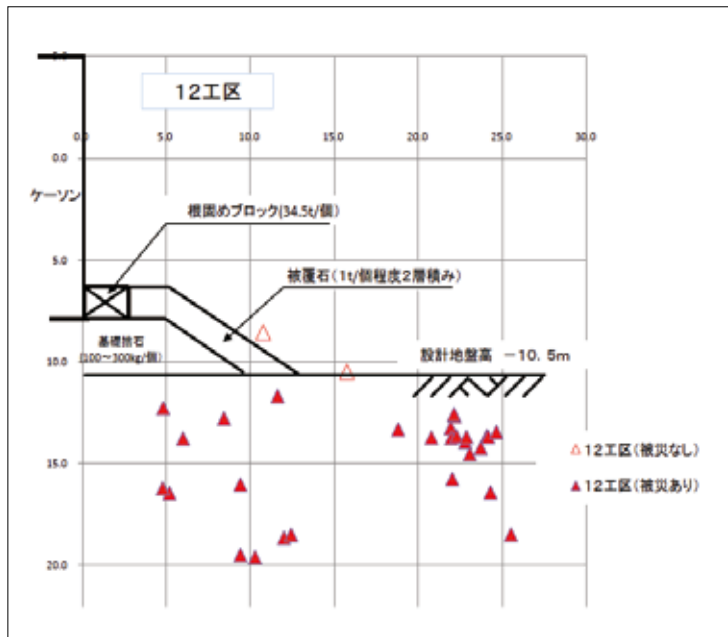


図3 八戸港北防波堤の中央部背後における海底地盤の洗掘状態

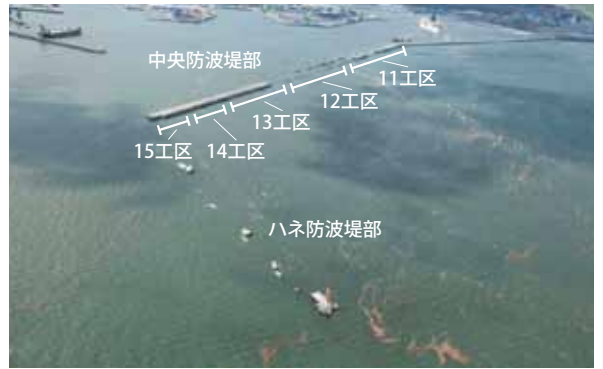


写真3 八戸港北防波堤の被災状況



写真4 八戸港北防波堤に來襲してくる津波第2波
2011年3月11日16:24

この中から八戸港内検潮記録を見てみると、第2波

の第1波目で生じたことがわかっている。一方、北防波堤中央部のケーソンも約700mにわたって消失している。この中央部は被災時には消波工で被覆されていたが、建設当初は被覆されていなかった。反射波が航行船舶に影響を与えることもあって消波工で被覆された。消波工の被覆によって波浪外力が低減するようになったために、この防波堤の安定性は高くなったと考えられる。そのこともあって中央防波堤は第1波目の津波では壊れず、第2波目の津波で倒壊したと考えられる。そして、倒壊したケーソンの背後の地盤は図3に示すように海底面から約10mも洗掘されていた。この洗掘は越流した津波によって起こされたと考えられ、これによって地盤の支持力が低下して倒壊したものと推測されている。

ハネ部の防波堤は消波ブロック被覆堤として設計されていたが、津波には前後の水位差による波力で転倒したものと考えられる。中央部の防波堤については、津波波力によつては壊れなかつたものの、背後地盤の洗掘による地盤支持力の低下で倒壊したものとと思われるが、越流津波による背後地盤の洗掘量や地盤の洗掘による地盤支持力の低下について明らかにする必要がある。越流津波によるマウンド捨石の移動についての実験が行われているが、東日本大震災時における条件だけについての検討である。越流津波によるマウンド捨石の流出が防波堤の安定性に大きく影響することが判明したときには、各種の条件で実験を行い、越流量や越流高さ、背後マウンド水深等とマウンド捨石の安定性との関係を明らかにすることが重要である。

写真4は八戸港の北防波堤に來襲してくる第2波目の津波を示している。このときの時刻が16:24であった。図4には東日本大震災のときに各港の沿岸波浪計や潮位計で観測された津波波形を示している。

目津波の來襲直前の16:24では、図4に示すように第1波目の津波の引き波で港内水位は天文水位より2m近くも低くなっている。第2波目の津波はこの11分後に最大水位となっている。そのときの港内水位は、下り過ぎて検潮記録が欠測となっているが、3m以上下がっていたことは明らかである。このことから、港内の海面が第1波の引き波で大きく下がった状態のところから第2波目の津波が來襲したと考えられる。このことは第1波目の津波が來襲したときは背後海面は最初の引き波が小さいこともあって津波來襲前の水位とほぼ同じ水位のときに第1波目の津波が來襲したが、2波目の津波來襲では1波目の津波の引き波で港内水位が大きく下がった状態で來襲している。その結果、防波堤の背後の海面が低い状態で第2波の津波が越流したために防波堤背後のマウンドの捨石や地盤が大きく洗掘されるようになったとも考えられる。

このことを確認するためには、津波の数値シミュレーションによつて八戸港の北防波堤に來襲する津波を再現し、津波の時系列から防波堤の前後における津波水位を明らかにする必要がある。そこで、GPS波浪計による津波の観測波形から逆解析によつて津波の初期水位を推定し、それを用いて津波波形の再現を試みた。数値シミュレーションによつて求めた波形と岩手北部沖GPS波浪計による観測波形の比較を図5に示している。図中における赤の実線が計算値で、黒の実線が観測値である。この図でわかるように、津波の第1波は観測値では地震発生後30分過ぎに現れているが、数値シミュレーションでは38分頃である。数値計算での第1波は観測値の第2波目に対応しており、以降の波形については計算値と観測値は比較的よく対応している。観測値の第1波目だけが計算値で再現できていない。そのために、数値シミュレーションによつて防波堤前後の津波水位を詳細に調べることができなかった。特に今回の津波は昼間

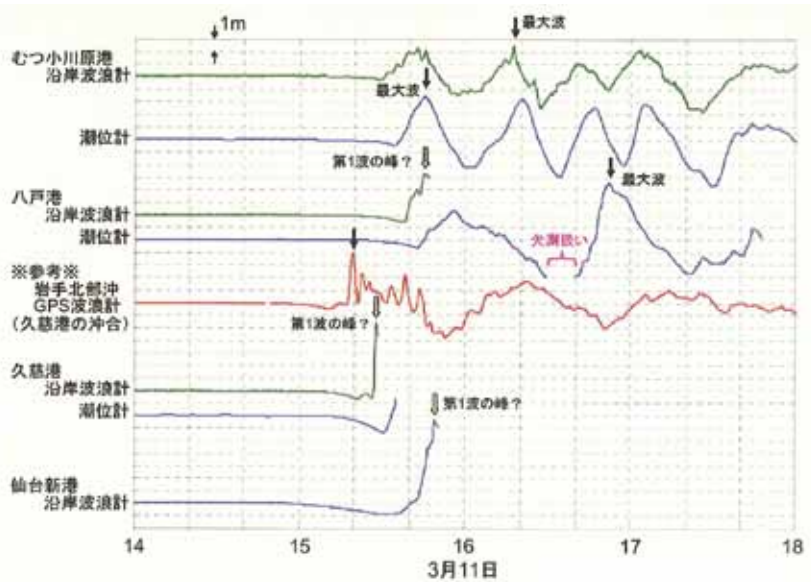


図4 東日本大震災における沿岸波浪計や潮位計で観測された津波波形

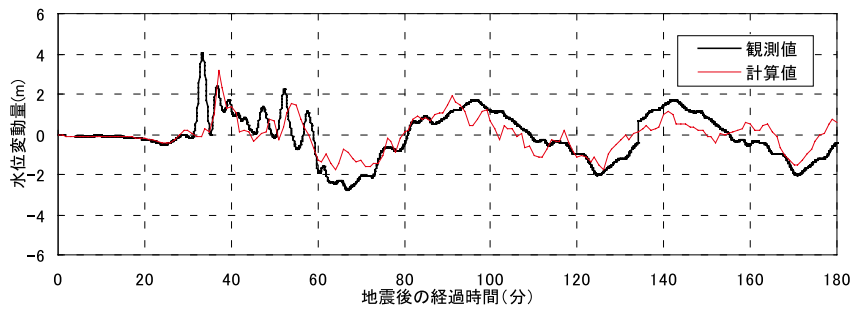


図5 岩手北部沖GPS波浪計で観測された津波波形の数値シミュレーションによる再現性

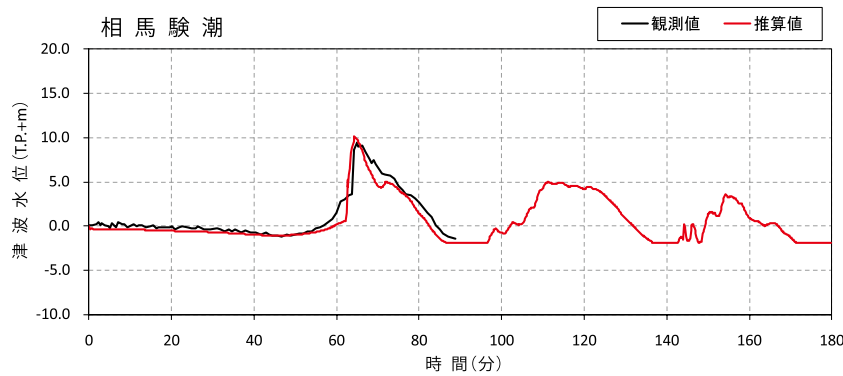


図6 相馬港内において潮位計で観測された津波波形と数値シミュレーションによる波形との比較

起きたこともあって、数多くの映像情報が残されており、構造物の破壊の状況や時刻が明確になっている。被災原因の究明には数値シミュレーションが欠くことができない主要な手段であることを考えると、再現性の高い数値シミュレーションへの改良が急がれる。

福島県沖GPS波浪計による観測値については津波の数値シミュレーションでよく再現できていた。また、数値シミュレーションで求めた相馬港内の津波波形は検潮記録から求めたものと、図6に示すように非常によく一致している。このことから、相馬港に関しては数値シミュレーションが十分に適用できるとわかった。そこで、津波によって倒壊した相馬港沖防波

堤の前後における津波の高さを数値シミュレーションによって算定したのが図7である。図7(a)は防波堤の前後における最大の水位差とそのときの水位を示している。また、図7(b)は計算を行った地点を示している。津波は東側から進入し、沖防波堤にほぼ垂直に入射している。水位差が10 m程度もあり、また、ソリトン分裂した津波が作用している可能性があり、津波力によって容易に転倒したことがわかる。このように相馬港については津波の数値シミュレーションによって被災原因の究明が可能であった。

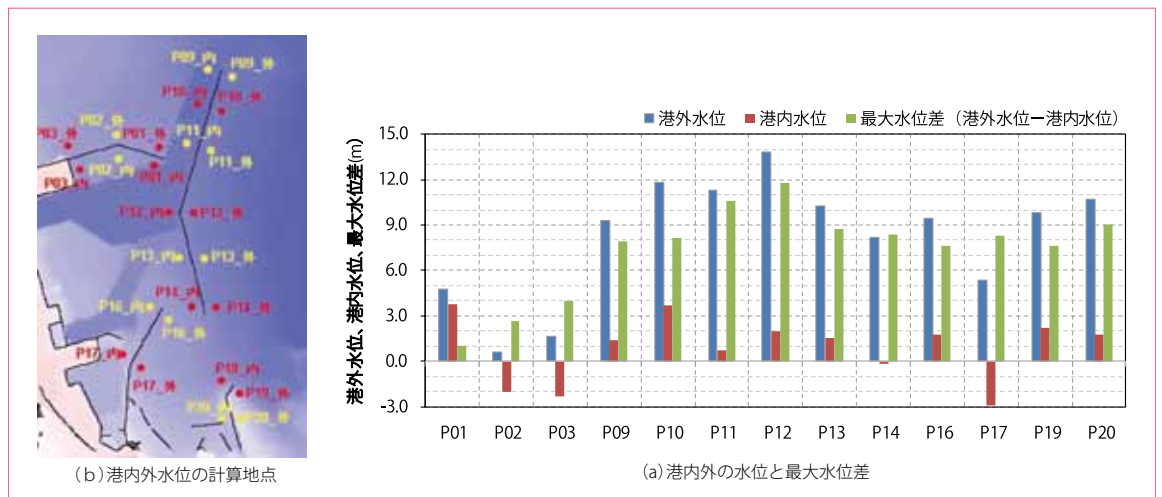


図7 数値シミュレーションによって求められた相馬港における港内外の津波水位と最大水位差



写真6 釜石湾湾口防波堤の北防波堤の被災状況

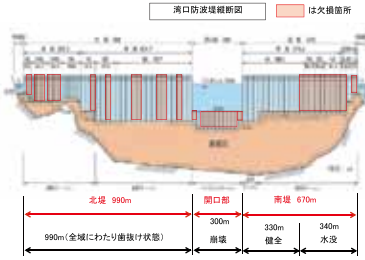


図8 釜石湾湾口防波堤の縦断面図と転倒ケーソンの分布



写真5 釜石湾における湾口(津波)防波堤の配置

津波防波堤の崩壊

津波防波堤は、進入する津波を低減させるために開口部を狭くするとともに、背後地が広く取れる湾口部に建設される。既往最大の津波が設計対象の津波として採用されてきているが、湾口防波堤が外洋に面していることもあって設計対象津波による波力よりは暴風時の風浪による波力のほうが大きく、そのため、ほとんどが波浪によって設計されてきた。しかしながら、東日本震災では、想像もできなかったような非常に大きな津波の来襲によって津波防波堤は破壊された。

写真5に示す釜石津波防波堤は、釜石湾の水深約60mの湾口部に、明治三陸大津波を対象にして、越流しない天端高としてCDL+6mで建設された。しかし、その耐波力については周期13sで、有義波高7.4m、最高波高13mの波浪を対象にして算定された。防波堤の建設は1978年から始まり、30年かけて2008年に完成した。今回の津波で、図8に示す防波堤縦断面において赤く塗りつぶしたケーソンが抜け落ちたり、倒壊したりした。北防波堤についてはマウンド上に残っているケーソンも写真6に示すように大きく変形した。このような崩壊のメカニズムについては、水理模型実験等によって調べられている。開口部の潜堤については津波が大きかったために流速が速くなりそれによって流されたことが判っている。また、北防波堤の倒壊については、津波が防波堤天端を越流したときにケーソン背後の水圧が静水圧よりも下がり、それによって抵抗力が低下して、滑動の安全率が1.0程度になり、滑り出すケーソンが生じたことによるとしている。ケーソンが滑り出して抜けた空間において流速が速くなり、マウンドを洗掘させ、マウンド上に残ったケーソンを大きく変形させたと推定している。しかしながら、ケーソン背後

の水圧の低下の原因や津波の越流量や越流状況との関連が明らかになっておらず、さらに詳細に検討する必要があるように思える。

大船渡湾の津波防波堤は1960年のチリ地震津波後に建設されたが、今回の津波で完全に洗い流され、捨石マウンドも消失している。チリ地震津波を対象にしており、津波もそれほど大きくなく、また、湾口から少し入ったところに位置しており、来襲波浪も大きくない。堤体は小さく、その結果、今回の津波で流された。この防波堤の修復に当たっては、チリ地震津波より大きい明治三陸大津波をレベル1津波として採用することになった。

釜石湾や大船渡湾の津波防波堤のケーソンは全て港内側に動かされていたが、女川港津波防波堤は引き波時に沖側に転倒している。数値シミュレーションによる検討では、津波の第1波が来襲したときに津波は防波堤を超えて港内に流れ込んだが、港内の水位はそれほど低くなかったため防波堤前後の水位差は防波堤を転倒させるほどには大きくならなかった。ただし、両岸に近い浅海部における捨石堤やコンクリート方塊堤は抵抗力も小さく、港内側に流された。ケーソン堤は第1波目では安定していたが、1波目の引き波が大きく、前面の捨石マウンドよりも下がった。それに対して、港内側の水位はほぼケーソンの天端近くまでしか下がっていなかったため、ケーソン背後から働く水圧とマウンド内浸透流による支持力低下に伴って円弧滑り破壊を起こしたものと推測されている。このような状況を図9に示している。

風浪による作用は数秒働くだけで急激に小さくなる。これは風浪の周期が10数秒と短いためであるが、津波の周期は10数分から1時間ぐらいいもあり、そのために津波の作用時間は数分から数10分である。例えば、一旦越流し始めるとその作用時間は長く、それによる洗掘が起きるとそれは大きく進行し、破壊に繋がる可能性が高くなる。このような効果についての

検討も行うておくことが必要であろう。

防潮堤の崩壊

津波対策として海岸沿いに多くの防潮堤が建設されてきている。今回の津波では多くの防潮堤が破壊され、その背後地において多くの人命と財産が失われた。防潮堤は基本的には津波が越流しないことを前提に建設されているために、図10に示すように越流すると背後が洗掘されて抵抗力が急激に低下して倒壊する。また、押し波時に倒壊しなくても越流して浸水した津波が引き波になると、堤体の背後から水圧が掛かると同時に、前面の水位は低下してしまうので、水の抵抗力も小さくなる。そして、背後からの外力は設計では考慮していないために、構造形式によっては容易に倒壊する。特に、壁体構造の防潮堤では、押し波時における前面からの津波力に対しては背後地盤反力も転倒に対する抵抗力になるが、引き波時における背後からの力に対しては、図11に示すように堤体と地盤との間の隙間に水が入り、堤体の高さ全体に静水圧が働くとともに、前面の水位は下がるので、転倒に対する抵抗力は堤体の自重だけになる。

このように、背後の地盤にもたれかかるようなコンクリート防潮堤については、津波が天端を越えて越流する際に生じる背後地盤の洗掘を防止することが転倒防止のために重要となる。特に、背後地盤反力を転倒抵抗力と見なしている場合に、背後地盤が洗掘を受けるとこの抵抗力が期待できなくなる。また、引き波時における堤体と地盤の間に隙間が開くと、大きな静水圧が堤体全体に作用するようになり、堤体全体が前に滑ったり、あるいは転倒したりすることになる。このようなことを防止するためには、背後の水たたき部を強固に造り、ひび割れや隙間ができないようにして、地盤の吸出しや水の浸透を防がなくて

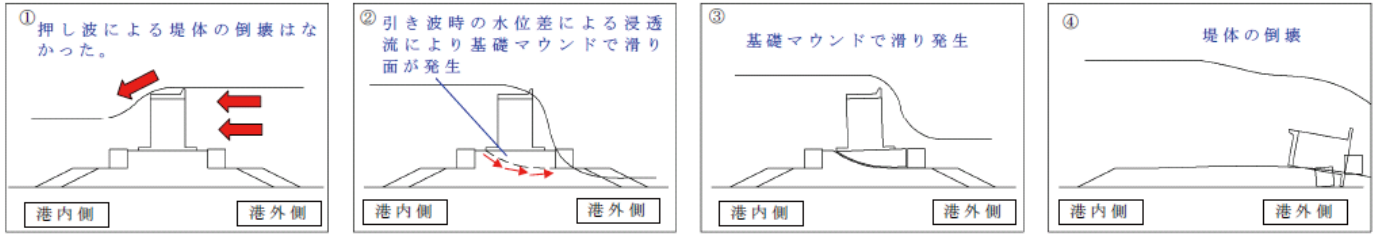


図9 女川湾津波防波堤の被災メカニズムの説明図



図10 越流津波による洗掘で防潮堤の崩壊

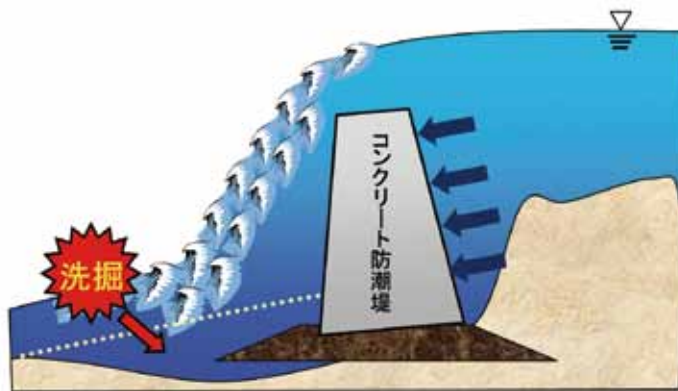


図11 津波の戻り流れによる前面の洗掘による防潮堤の崩壊



写真7 津波防波堤背後の家屋の被災状況

てはならない。しかし、水たき部には越流水が大き
な打ち込み波力を用いさせるために、頑丈に、また
水密に造ることは難しいとともに高価になる。
津波防潮堤としてよく用いられるコンクリート3
面張りの堤防についても、基本的には天端を大きく
越流しないことを原則にしている。越流が起ると、
越流した水塊は逆勾配の裏法面を加速しながら流れ
下るために、越流水による裏法面が浅掘され易く、
また、洗掘が起きると、裏法のコンクリート面が崩
壊する可能性が高くなる。さらに、加速されて流れ
下った水塊はその大きな流速によって堤防近くの住居
を流出させることがよくある。写真7は、東日本大
震災で宮古市田老町の高さ10・5mの防潮堤を乗り
越えた津波が土台だけを残して背後の住宅を押し流
してしまっている状況を示している。

以上のことを考えると、防潮堤をコンクリートで台

形状に造り、転倒しにくい構造にするとともに、津
波力に対しては底板と捨石との間の摩擦力だけで自
立抵抗できるような構造にすることが重要だと考え
る。摩擦力だけでは抵抗力が不十分な場合には鋼管
杭を基礎に打って、堤体と一体となって抵抗すること
も考えられる。このような形状の防潮堤では、津波
が天端を乗り越えて背後を洗掘した場合であっても、
背後からの地盤反力はある程度期待できるので、こ
の反力は余裕となる。また、引き波の場合には、前
面の水位が下がることによって浮力が低減し、堤体の
重量は重くなるので、それだけ摩擦抵抗力は大きく
なり、堤体が安定する方向になると考えられる。実
際の設計では上記のことを詳細に検討する必要がある
が、このような構造物は粘り強い構造物であると
考えることができる。

構造物の粘り強さと津波の規模

東日本大震災による大災害を契機として、設計に
用いる津波のレベルを1と2の2段階で検討するこ
とが議論されてきた。レベル1津波とは、比較的発
生頻度が高い津波で、構造物によって人命や財産を
防護する「防災レベル」の津波である。発生頻度が
高いといつても再現期間が数10年から百数10年に
なる津波のこと、今までに発生してきた規模の津波で
ある。レベル2津波とは、今回の東日本大震災で発
生した津波の規模で、1000年に1回といわれるよ
うな最大クラスの津波のことである。このような津波
に対しては構造物による防護は不可能に近く、避難
対策などで対応する「減災レベル」の津波であると
している。しかしながら、津波防波堤や防潮堤のよ

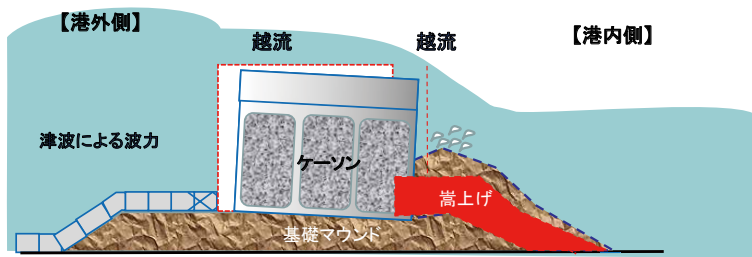


図12 裏込め石の設置による混成防波堤に対する粘り強さの付加

うな津波対策施設が被災してその機能が失われると、災害規模が急激に増大するので、減災レベルの津波であっても、津波対策施設がその「粘り強さ」でその機能を維持することが求められる。このことは、津波対策施設の天端高や強度については防災レベル津波で設計するが、減災レベルの津波に対しては津波の越流やある程度の変形は許容するけれども、津波対策機能が失われないうちに粘り強さを持たせるようにするということである。

ここで「粘り強さ」の定義について明確にしておく必要がある。構造物の粘り強さとは、構造物に残留変形が残るようになり始めてから本来の機能が完全に失われるようになるまでの強度の増大のことである。これをさらに言い換えると、構造物の粘り強さとは、構造物の破壊強度から変形強度を差し引いた強度の増大と定義することもできる。破壊強度とは構造物が本来の機能を完全に喪失するときの外力の強度であり、変形強度とは構造物に残留変形が生じるときにの外力強度である。この強度の増大が大きいほど粘り強いと言いうことができる。粘り強さを定量的に表す指標として粘り強さを次のように定義することもできる。

粘り強さⅡ（破壊強度－変形強度）／変形強度
 このように粘り強さを定義すると、粘り強さが1・0の場合、変形強度の2倍まで機能を完全に失わないでいることができることを意味している。

混成防波堤の場合、摩擦抵抗力より水平波力が大きくなるときに滑動が起きると考えられるので、このときの外力が変形強度となる。そして、一旦、滑動し始めると、そのまま滑動して行くので破壊強度は変形強度とほとんど同じになる。その結果、混成防波堤の場合の粘り強さは0と見なすことができる。しかし、図12のように混成防波堤の背後に裏込め石を盛って、防波堤が滑動するときに裏込め石の受動土圧を抵抗力として期待する場合、裏込め石の受動

土圧は堤体に変形しないが生じないので、変形強度は裏込め石がない場合とほとんど同じであり、堤体の変位し始めると受動土圧が作用するようになり、その最大値が粘り強さを決める。この最大値が大きいほど粘り強くなる。

防潮堤の場合、堤体がそれ自身の重量による摩擦抵抗力によつて設計外力に抵抗するように設計したと仮定する。そして、背後には地盤があり、前面は越波防止のために消波工が設置してあるような形状を考える。津波が前面から来襲して防潮堤を越流する場合を考えると、津波による波力が前面から働き、堤体を後ろに転倒させようとするが、背後の地盤による受動土圧が転倒に対する抵抗力となる。受動土圧は越流津波による背後地盤の洗掘で小さくなっている可能性があるが、この受動土圧が粘り強さを示すことになる。

以上述べたような粘り強さは現状では明確に定量的に表すことはできないが、水理模型実験や数値シミュレーションを活用して、定量化を図るようにすることが重要である。そして、構造物の粘り強さを定量化できるように工夫するとともに、設置環境に適合して、粘り強さの大きな構造形式を採用することである。

減災レベルのレベル2津波については、中央防災会議が断層モデルを提案することになっており、そのモデルに従って津波計算をすればよい。一方、防災レベルのレベル1津波については、海岸管理者である都道府県が設定することになっているが、その設定が統一化されていないように思われる。レベル1津波は既往の津波の中から特定の津波として選定するのか、あるいは既往の津波の中から津波の規模として選定するのかあいまいになっている。例えば、青森県や岩手県、宮城県がレベル1津波として明治三陸津波を特定した場合、岩手県については断層モデルがちょうど正面沖合いになるので、大きな津波を対象にしたこ

とになるが、青森県や宮城県では波源域の端から出た津波が来襲してくることにになり、津波はかなり小さくなる。そのために、青森県や宮城県では、レベル1津波として明治三陸津波を採用した場合、それは津波規模を選定したものとして、大きな津波が来襲するように波源域をずらして計算することも必要であると考えられる。このようにレベル1津波の設定方法についても明確にしておく必要があるであろう。

あとかぎ

2011年3月11日に東日本大震災が起きてから1年が経過したけれども、被災構造物の復旧についても、やつと復旧が端緒に就いたばかりである。本報告では、震災後1年間の間に、港湾構造物の被災メカニズムについて水理模型実験や数値シミュレーションを通して明らかにしたことやまだ不明なことについて記述した。また、レベル2津波については、構造物に付加する粘り強さに対応するとして、粘り強さを発揮する工夫についても提案した。ここでは、粘り強さは単に耐波性能を向上させることではないことを前提にして、粘り強さについて定義を与え、それを定量的に示す指標として粘り強さ度の算定式を提案した。しかしながら、粘り強さを算定しようとしても、今までほとんど検討が行われていない現象も含まれているために、現在の技術的知見だけでは不十分である。この震災で新たに発生した被災現象については水理模型実験や数値シミュレーションを駆使して定量的に推定できるようにすることが重要である。この震災を通して、構造物の粘り強さと言う新しい概念が導入されたが、この概念を定量化し、レベル2津波へ対応してゆくことが今後の津波対策にとって重要である。



第三世代 COMEINSの運用開始

一般財団法人沿岸技術研究センター
波浪情報部

はじめに

沿岸技術研究センターは平成7年に「沿岸気象
海象情報配信システム」(Coastal Oceanographic
and Meteorological Information System
COMEINS:カムインズと言う)の開発に着手
し、常陸那珂港において試験運用の後、平成9年2
月から日本沿岸域を対象とした波浪予測情報の配信
を開始しました。「初代カムインズ」は、ユーザー
先に設置した専用端末に専用回線によりリアルタイ
ムに気象海象実況と予測情報を配信する方式でし
た。その後、情報通信技術の発展に伴って、平成16
年に経済性・利便性のすぐれたインターネット方式
の「第二世代カムインズ」のシステムへ移行しまし
た。

第二世代カムインズは、ナウファス(全国
港湾海洋波浪観測情報網)の高度化に対応し
て、連続波浪観測、表面波形、水圧および流速

データ等のリアルタイムの情報を配信して多様な
ニーズに応じております。しかし、第二世代カムイ
ンズの運用から早くも7年が経過し、この間にイン
ターネットを用いたサービスやWebブラウザの表
示技術等は大きく進歩しております。また、気象庁
からの配信データの形式が電文形式からXML形式
に変更になること等から、新しいIT技術を導入し
た「沿岸気象海象情報配信システム」の製作・運用
が望まれていました。

以上の背景から、沿岸技術研究センターは平成22
年から「第三世代カムインズ」の設計と製作を始め
ておりましたが、多くの試験や検査を経て、本年
(平成24年)から第三世代カムインズへ切り替え、
本運用を始める予定です。

第三世代カムインズの特徴

設計方針は、第二世代カムインズの表示機能を踏

襲しつつ、閲覧画面の改良や操作性の向上および情
報提供システムとしての品質向上を図ることとしま
した。この主な特徴は以下に示されます。

(1)ファイルプロダクト方式に対応したシステム

従来からの、気象庁の配信データの「電文方式」が
廃止される予定であることを受け、現在主流である
「ファイルプロダクト方式」(XMLデータ形式)に
対応したシステムです。

(2)新たな気象情報

従来一般気象情報に加え、近年、気象庁が新しく
作成している次の情報を加えました。台風5日進路
予報、二次細分区域(市町村)単位の警報・注意報、
竜巻情報、レーダーナウキャスト等。

(3)画面の改良

防災情報や利用者の必要な情報をトップ画面に表示
し、メニューを表示枠の外にして、利用者が迅速に
情報を取得できるようにしました。また、副次的な
メニューを階層化してトップ画面に表示しました。
波浪予測の画面例を図1と図2に示します。

(4)操作性の向上

サーバ側の動的処理を極力少なくし、クライアント
(Webブラウザ)側での処理を用いることで、画
面の更新速度や反応速度を向上し、快適な操作を
実現しました。

(5)情報提供システムとしての品質向上

サーバ稼働状況、データ更新状況の自動監視・通報
機能を組み込んで、障害時には迅速に復旧作業を可
能とし、情報提供システムとしての品質を向上しま
した。

(6)システム構成

現行のカムインズと同様に、インターネット版と港
湾WAN版サーバを併用し、配信経路を二重化する
ことにより情報収集の確実性を保ちました。主
力サーバは沿岸技術研究センターに設置し、港湾
WANのアクセスポイントである港湾WAN版サー



図1 波浪ポイント予測グラフの画面例

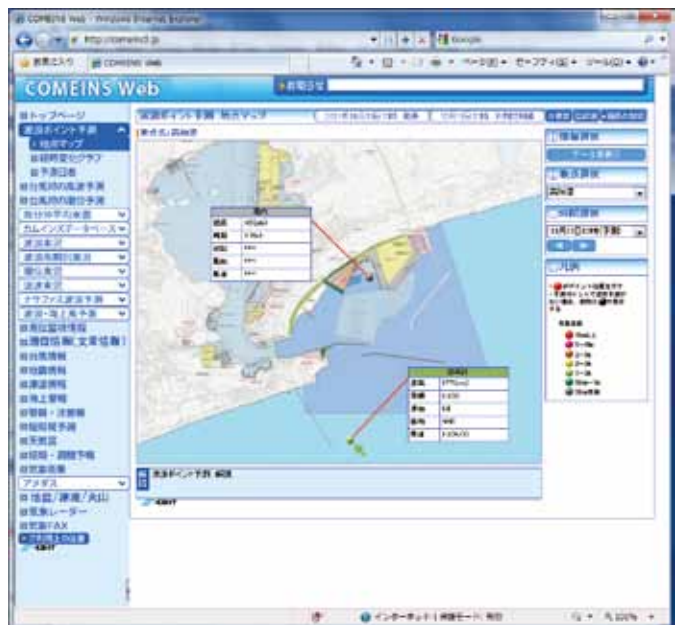


図2 波浪ポイント予測マップの画面例

提供情報の概要

主な予測情報

①波浪ポイント予測

港形や水深を数理的に考慮し、施工管理に必要なポイントの波浪予測を1週間先まで行います。波浪予測の特徴は、高精度の局地気象モデルを入力データとし、非線形効果を取り入れた波浪モデルにより独自に波浪計算を行っています。

バには、最低限のネットワーク機器とキャッシュサーバを設置しました。これにより、港湾WAN版サーバの障害復旧を迅速に行うことが可能となり、障害復旧時間を短縮することができますようになりました。

主な実況情報

②波浪・海上風予測

全国約70箇所の波高計地点の予測を1週間先まで行います。
北緯20〜50度、東経120〜150度の日本近海の任意地点の波浪予測を3日先まで行います。

・ナウファス実況、周期別波高情報、流速実況が1分〜20分単位で即時的に閲覧できます。
・全国の港湾と気象庁の験潮所の潮位実況が1分単位で閲覧できます。

おわりに

その他の機能

・上記の主な情報が携帯電話により閲覧することができ、自動的にメールで受信することができます。

主な気象情報

・過去の波浪データ、台風情報および地上天気図が保存され、地点毎の波高順位とその時の気象状況が検索できます。現在の台風と類似した過去台風と波浪データを検索することができ、台風時の防災情報として役立ちます。

今後も引き続き、予測精度の向上を図ると共に、顧客のニーズを満たす情報の作成、及び先端の情報・通信技術を取り入れたシステムの設計・製作を通じて、港湾整備に係る管理・防災業務を支援する気象海象情報の研究に取り組む所存ですので、宜しくご指導、ご協力をお願い致します。



NEWS 02

第9回国際沿岸防災ワークショップの開催

平成24年2月24日、港湾空港技術研究所及び沿岸技術研究センターなどが主催して、「豊かな海との共生を考えた地震・津波防災に向けて」をテーマに、国際沿岸防災ワークショップが東京のよみうりホールにおいて開催されました。

ワークショップでは、東京大学の磯部先生、関西大学の河田先生の基調講演のほか、7氏が港湾、水産、海上災害等の各分野における東日本大震災についての研究成果を報告しました。また、港空研の高橋理事長をコーディネーターにしたパネルディスカッションが行われ、これからの地震・津波防災のあり方について熱い討議が展開されました。

NEWS 03

平成24年度

「海洋・港湾構造物維持管理講習会」

「海洋・港湾構造物維持管理士資格認定試験」

「海洋・港湾構造物設計士資格認定試験」

に関するお知らせ

標記の講習会や資格認定試験について、下記のとおり予定しています。実施の詳細や募集の案内は、沿岸技術研究センターホームページ(<http://www.cdit.or.jp/>)に適時掲載致します。

平成24年度は海洋・港湾構造物維持管理士資格認定試験も、福岡会場でも開催致しますので、この機会に是非チャレンジ下さい。

【平成24年度 海洋・港湾構造物維持管理講習会】

申込受付期間：4月上旬～5月下旬
開催日程：6月18日(月)～19日(火)(大阪)
6月21日(木)～22日(金)(東京)
開催場所：東京、大阪(2会場を予定)

【平成24年度 海洋・港湾構造物維持管理士資格認定試験】

申込受付期間：8月中旬～9月下旬
試験日程：10月28日(日)
試験場所：東京、大阪、福岡(3会場を予定)

【平成24年度 海洋・港湾構造物設計士資格認定試験】

●1次試験
申込受付期間：4月～5月頃
試験日程：7月8日(日)
試験場所：東京、大阪、福岡(3会場を予定)

●2次試験(1次試験合格者対象)
申込受付期間：8月中旬～9月中旬頃
試験日程：11月中旬～下旬頃
試験場所：東京(1会場を予定)

BOOKS

出版物案内

出版物案内「津波は怖い！」改訂版好評発売中

本書は、東日本大震災による津波被害の状況や津波に関する実験、シミュレーションのビデオを納めたDVD(山寺宏一氏ナレーション)付きです。

本書は全国の書店または丸善出版(株)〈電話：03-3512-3256〉でお求めいただけます。



NEWS 01

第1回 海洋・港湾構造物維持管理士
講演会の開催

海洋・港湾構造物維持管理資格認定試験は、平成20年度に始まり、4年間で累計276名の方が合格されました。

海洋・港湾構造物維持管理士は、海洋・港湾構造物の維持管理の指導的役割を担う者として認定され、すでに多方面で活躍されています。ただ、維持管理に関する技術は進歩を続けています。海洋環境下における構造物の劣化や変状に伴う性能変化の予測、ライフサイクルコストの適切な評価など、高度な問題に対処するには、常に幅広い技術や最新の技術を習得する努力が求められます。そのため、資格の有効期間は5年間として、更新には実務実績や継続学習が必須としています。本講演会は、継続学習の一助として実施したものです。

講師には、海洋・港湾構造物の維持管理に精通した方々をお招きして、最新の話題に留まらず、資格保有者としての心構えについても、ご講演を頂きました。



開催日時と内容

- 日時：平成24年3月7日(水) 15:00～18:00
- 場所：弘済会館(東京都千代田区)

「海洋・港湾構造物維持管理士に望むこと」

日下部 治 東京工業大学名誉教授
海洋・港湾構造物維持管理資格制度監理委員会委員長

「海洋・港湾構造物の維持管理に関する最近の動向」

横田 弘 北海道大学教授

「港湾施設の維持管理に係る行政上の課題」

国土交通省港湾局 技術企画課
森木 亮 港湾保全企画室長

「港湾空港技術研究所における最近の関連研究について」

独立行政法人 港湾空港技術研究所
岩波 光保 構造研究チームリーダー

沿岸技術研究センターは、今後の誌面づくりに反映させるため、皆様のご意見ご感想をお待ちしております。詳細は沿岸技術研究センターHPをご覧ください。

URL:<http://www.cdit.or.jp/>

【編集後記】

桜の開花ニュースが届き始めました。本号が発行される頃は、東日本大震災で被災された方々もご覧になっていることと思います。桜の花が教えてくれているように、春は必ず来ます。今年度が、復興に向けて力強く前進する年になることを心から祈念するとともに、当センターも全力で防災対策に取り組みたいと、一般財団法人化を機に決意を新たにしています。(6.Y)

CDIT

Coastal Development Institute of Technology

発行 一般財団法人 沿岸技術研究センター
〒102-0092 東京都千代田区隼町3-16 住友半蔵門ビル6F
TEL. 03-3234-5861 FAX. 03-3234-5877
URL <http://www.cdit.or.jp/>
2012年4月18日発行