

# CDIT

Coastal Development Institute of Technology

〈CDIT座談会〉

## 港湾技術基準の改訂に向けた取組

～新しい社会ニーズへの対応と使いやすい基準を目指して～

清宮 理 氏〔早稲田大学 建設工学専攻 教授〕

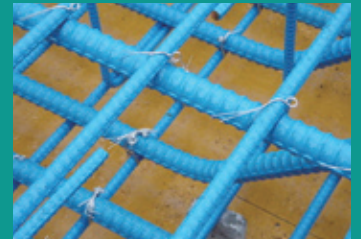
春日井 康夫 氏〔国土交通省 国土技術政策総合研究所 副所長〕

西尾 保之 氏〔国土交通省 港湾局 技術企画課 技術監理室長〕

高山 知司 氏〔一般財団法人沿岸技術研究センター 参与(沿岸防災技術研究所長) 京都大学名誉教授〕

〈特集〉

## 港湾技術基準の改訂に向けた取組



Vol.46

### 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の一部抜粋・掲載しております。記事内容ともども毎号新しくなる表紙写真にもご注目ください。

○座談会 P.4	○座談会 P.4	○特別寄稿 P.30	○特集 P.16
○座談会 P.4	○座談会 P.4	○沿岸 レポート P.31	○座談会 P.4
○民間技術 の紹介 P.28	○沿岸 レポート P.34	○座談会 P.4	

3

### 就任のごあいさつ

高橋 重雄 一般財団法人 沿岸技術研究センター 理事長 高橋 重雄

4

### CDIT座談会

## 港湾技術基準の改訂に向けた取組

～新しい社会ニーズへの対応と使いやすい基準を目指して～

ゲスト

### 清宮 理氏

早稲田大学 建設工学専攻 教授

### 春日井 康夫氏

国土交通省 国土技術政策総合研究所 副所長

### 西尾 保之氏

国土交通省 港湾局 技術企画課 技術監理室長

### 高山 知司氏

一般財団法人 沿岸技術研究センター 参与  
(沿岸防災技術研究所長) 京都大学名誉教授

12

### 特集

## 港湾技術基準の改訂に向けた取組

12

港湾の施設の技術上の基準の改訂について (全体概要、スケジュール等)

国土交通省 港湾局 技術企画課 技術監理室

14

港湾の施設の技術上の基準の改訂に向けた部分係数法 (信頼性設計法) の見直し方向性

宮田 正史・竹信 正寛 国土交通省 国土技術政策総合研究所 港湾研究部 港湾施設研究室

16

港湾の施設の技術上の基準の改訂に向けた維持管理・施工分野、材料及び構造の方向性

松本 英雄 国土交通省 国土技術政策総合研究所 港湾研究部 港湾新技術研究官

18

海象・耐波・耐津波設計に関する港湾技術基準改訂の方向性

鈴木 高二朗 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 海洋研究領域 耐波研究グループ

20

港湾構造物の耐震設計における課題—熊本地震による被害の経験も踏まえて—

野津 厚 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 地震防災研究領域

22

航路・荷役に関する港湾技術基準改訂の方向性

安部 智久 国土交通省 国土技術政策総合研究所 港湾研究部

24

環境に関する港湾技術基準改訂の方向性

岡田 知也 国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 海洋環境研究室 室長

26

調査技術に関する記載の充実化

松本 英雄 国土交通省 国土技術政策総合研究所 港湾研究部 港湾新技術研究官  
伊藤 直和 一般社団法人 海洋調査協会 専務理事

28

### 民間技術の紹介

土質系遮水材 HCB-F (ハイブリッドクレイバリア・フライアッシュ)

東洋建設株式会社

30

### 特別寄稿

平成28年熊本地震に係る港湾の被害と対応について

国土交通省 港湾局

31

### 沿岸レポート

31

「港湾防災セミナー」と「日ASEAN港湾技術者会合」に参加して

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

34

IAPH国際港湾協会中間年総会とパナマ運河拡張計画・現地視察

菊地 洋二 一般財団法人 沿岸技術研究センター 調査部調査役

35

自主研究「英国における海岸リゾートと棧橋に関する研究」(最終回)

八尋 明彦 一般財団法人 沿岸技術研究センター 客員研究員

40

COMEINS携帯版をリニューアル

一般財団法人 沿岸技術研究センター 波浪情報部

41

CDIT News



## 就任のごあいさつ

一般財団法人沿岸技術研究センター 理事長 高橋 重雄

当センターは、昭和58年の設立以来30年以上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技術の開発、活用及び普及に努めてまいりました。

この間、社会的要請の変化や多様化に対応して国際沿岸技術研究所、沿岸防災技術研究所、あるいは港湾の施設の技術上の基準への適合性審査を行う確認審査所を設置するなど、組織の充実を図ってまいりました。さらに、海洋・港湾構造物維持管理士制度や海洋・港湾構造物設計士制度を創設し、技術者の技術力の向上を図ってきています。

現在、我が国の沿岸域、海洋においては、津波など自然災害に対する沿岸防災対策や公共インフラの維持管理が重要な課題となっています。

東日本大震災の発生以降、被災状況の把握と原因の究明及び防波堤への粘り強い構造の導入などの対応策の検討に取り組んでまいりました。今後高い確率で発生が予測されている南海トラフ大地震、首都直下地震への対応など地震・津波の防災・減災技術についての調査研究や普及啓発の取組を進めてまいります。また、港湾施設の維持管理については、技術支援業務を行うとともに、海洋・港湾構造物維持管理士については、国土交通省の登録技術者資格となっており、講習会の内容の充実等を図り、より一層、普及してまいります。

さらに、現在、全国に気象海象の実況と予測情報を提供しているところですが、より精度が高い新たな予測システムを開発するとともに、提供情報の充実を図る他、新たに開発された技術に関する各種マニュアルの整備や講演会、講習会を通じた普及啓発、外国の研究機関との国際的な技術交流等にも積極的に取り組んでまいります。





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、技術の開発、活用及び普及に努めてまいりますので、皆様の、当センターへの変わらぬご理解とご協力を賜りますようお願いを申し上げます。

# 港湾技術基準の 改訂に向けた取組

～新しい社会ニーズへの対応と使いやすい基準を目指して～



大規模地震・津波対策や社会資本の老朽化、国際競争力の強化などの技術課題に対応し、より合理的な設計・施工・維持管理の実施に役立つような港湾技術基準への改訂を目指して進められている取組について、その中心となっておられる方々に語っていただいた。

				
<b>清宮 理氏</b>	<b>春日井 康夫氏</b>	<b>西尾 保之氏</b>	<b>高山 知司氏</b>	<b>高橋 重雄(司会)</b>
早稲田大学 建設工学専攻 教授	国土交通省 国土技術政策総合研究所 副所長	国土交通省港湾局 技術企画課 技術監理室長	(一財)沿岸技術 研究センター 参与 (沿岸防災技術研究所長) 京都大学名誉教授	(一財)沿岸技術 研究センター 代表理事・理事長

## はじめに

高橋▷沿岸センターの機関誌「CDIT」の座談会のためにお時間をいただき、ありがとうございます。よろしくお願いいたします。

本日は早稲田大学の清宮理先生、国土交通省国土技術政策総合研究所の春日井康夫副所長、国土交通省港湾局技術企画課の西尾保之技術監理室長をお迎えし、また当センターの沿岸防災技術研究所長で京都大学名誉教授でもあります高山知司先生を交えて座談会を開かせていただきます。

本日の座談会は「港湾技術基準の改訂に向けた取組」というテーマで、改訂の背景、目的、方向性などにつきましてお話を伺って参りたいと思います。

さて港湾の技術基準は、昭和25年に「港湾工事設計示方要覧」として最初のものが取りまとめられて刊行されており、

一番最新の技術基準は平成19年にまとめられた「港湾の施設の技術上の基準」です。昭和25年の「港湾工事設計示方要覧」（現日本港湾協会）は115ページ前後ですが、現行の「港湾の



昭和25年発行の「港湾工事設計示方要覧」

施設の技術上の基準・同解説」（日本港湾協会）は1500ページ前後と、10倍以上のページ数になっています。体裁もA5版からA4版になっており、この60数年間に大変充実した内容に改められて来ていることが判ります。

このように技術基準の内容が充実して来た背景は、技術の進歩とともに社会的ニーズの変化によると思います。とりわけ近年は、環境や防災、維持管理などを設計において十分考慮しなければならなくなっていると思います。

最後の改訂が平成19年ですから、それから9年経っています。このため国土交通省において基準の改訂に向けた検討が行われてきていますが、本日の座談会にご参加の皆様を中心とする方々のご尽力により、本年2月に改訂方針の案が取りまとめられています。

本日はこの改訂方針案が取りまとめられたのを機会に、技術基準の見直しを検討されるに至った経緯や改訂の方向性などについて、皆様からお話を伺いたいと思っております。まず、はじめに「港湾技術基準のあり方検討委員会」の委員長として検討に携わっていただいている清宮先生から、今回の改訂の背景や取組についてお話ししたいと思います。

## 技術基準改訂の背景と方向

**清宮**▷有識者委員会は、大学の先生をはじめ港湾関係者ら25名の委員で構成されています。主に本省、あるいは国総研から提案されている課題に対して、関係者の意見を聞くというものです。委員会に出されたさまざまな意見を、基準の改訂に極力反映するため、3年間に亘って議論してまいりましたので、少しお話ししたいと思います。

平成19年度版からこれまでの間に非常に新しい知見が出てきました。津波による大きな被災がありましたので、新たに見直して技術基準に反映したいということや、船舶の大型化への対応、維持管理など、多数の項目にわたって検討してきました。

また平成19年度版のときには、国際性の観点からユーロコードやアメリカのコードと合わせたいことと、より合理的な設計ができないかとの観点から、本格的な信頼性設計のフォーマットに変えています。安全性指標あるいは破壊確率という概念から捉えたもので、世界的に見ても最先端の技術基準ではないかと思っております。

それから仕様設計から性能設計に全部変換しています。いろいろな数式や値を設計の基本として入れるのではなくて、あくまでも設計者の判断に委ねるという新しい観点の設計法に転換しています。また高度な耐震技術、波浪に対する設計法を導入しています。そういった意味で平成19年の改訂は、日本の技術基準にインパクトを与えたと理解しております。



港湾の基準はほぼ10年に1回ずつ改訂していますが、私が港研時代や大学から委員会に参加させていただいたものとの比較で、今回は内容が大変豊富です。前は性能設計ということで個別の話はさほど多くなかったのですが、今回はコンテナ船、クルーズ船の大型化等について記述しています。第IIパナマ運河が開通したり、クルーズ船が多数来航し始めたので、急遽対応しなければいけないことは、10年前には予想もしなかったようなスピードで新しい局面が訪れています。ある意味では非常に良いタイミングで新しい技術基準ができるものと思っています。

**高橋**▷ありがとうございます。技術基準の見直しにおいては今回に限らず、やはり技術の進歩がキーになっていると思います。とりわけ国土技術政策総合研究所、港湾空港技術研究所の知見や研究成果が重要な基礎となっていると思います。

今回の改訂の必要性、検討にあたって研究機関の役割や取組についてお話ししたいと思います。春日井副所長、お願いします。

**春日井**▷私は入省後10年ぐらい港研にいて、その後行政に出てからも技術課で技術基準の担当を2回にわたり通算5年以上やらせていただいたので、その経緯から簡単にご説明したいと思います。

私は昭和57年に役所に入りましたので、最初の技術基準・同解説が出た後で、まさにそれを基に研究者同士で勉強会をしていた世代です。その後の平成11年基準のときは技術課の補佐官として改訂の担当をさせていただきました。

平成15年からの2回目の技術課勤務のときに、今回の改訂は信頼性設計法を用いた性能設計だという議論を省内で行いまして、性能設計になるためには安全性を照査する担保が必要だということで、港湾分科会に安全・維持管理部会を設置し、登録・確認機関制度を港湾法の中に位置付けて、性能設計に変えたという経緯があります。

30年前は調査設計標準作成委員会というのがあって、整

備局に技術力があって現場もよく解っている方がたくさんおられ、研究所と一緒に技術課題の議論をしていました。最近はその当時と比べると技術者も減り、技術力の低下が懸念されていますが、今回の改訂のために各整備局から多数の技術調査事務所職員に集まっていただいて議論することにより、技術力の底上げも狙っています。また、国総研に港湾技術センターという組織を立ち上げ、設計支援を中心として直轄技術力の向上も目指しているところです。

**高橋**▷ありがとうございます。高山先生お願いします。

**高山**▷技術基準の新たな改訂に合わせて港湾調査指針も改訂したいという話がありまして「港湾調査技術のあり方委員会」が発足し、私が委員長をやらせていただいています。港湾調査指針の最初の物は昭和46年に編纂され、その後昭和62年に改訂されています。ただ62年に改訂してから今日まで約30年間、改訂されないまま来ています。昭和62年の港湾調査指針は水工編、土質編、その他という形で編集されていますが、当時私は港湾技術研究所にいましたが、水工部のどなたが書かれたのか全然知りません。指針があるのは知っていたのですが、中身は今まで見たことがなかったという状態です。

それを今回の設計基準に合わせて検討し、基準の姉妹編という位置付けで港湾調査技術のあり方をとりまとめるという話がありまして平成27年度から検討してきています。

## 技術基準改訂に向けた取組

**高橋**▷ありがとうございます。それでは技術基準の見直し全般を取りまとめられている港湾局の立場から、西尾室長にお願いしたいと思います。

**西尾**▷清宮先生、春日井副所長のお話にありましたように、技術基準は平成19年に全面的な改訂が行われ、それから9年が経っていることから、今回見直しをしようということで動いております。この間、技術の進歩や社会的なニーズとしていろいろなものが出てきており、それらに対応していこうというものです。

特に、平成23年の東日本大震災や平成24年の笹子トンネルの崩落事故、また施工中の大規模な事故が発生していることなどを踏まえ、大規模な災害や事故を教訓とした技術課題への対応も求められていると思います。

また、港湾局が推進する施策を後押しするため、コンテナ船やクルーズ船の大型化への対応、また資源・エネルギーの安定的な輸入ということでは、今の技術基準では、たとえばLNGを輸入するための関連施設は記述がありませんので、そういった新しいニーズへの対応も必要になってくると思います。

さらに日本の優れた技術力、港湾技術を海外に展開してい



くことも重要であると思っており、そうしたことも念頭に置きながら国内基準を考えていく必要があると考えております。

こうしたことから、平成26年度から検討をスタートさせ、まずは港湾施設の設置者、管理者、利用者、実際に設計を行っている方々、研究者の方々にアンケートやヒアリングを行って、現在の技術基準に対する改訂ニーズを調べるとともに、清宮先生に委員長をお願いして「港湾技術基準のあり方検討委員会」を設置して、これまで4回議論をしていただいて、改訂方針となる港湾技術基準のあり方を取りまとめました。

また平成27年度には高山先生に委員長をお願いしている「港湾調査技術のあり方検討委員会」を設置し、今年度も2回ほど検討会を行う予定にしております。最終的に両先生の委員会のそれぞれの結果を踏まえた基準の改訂を行い、30年度から施行することを目指しています。

**高橋**▷ありがとうございます。やはり東日本大震災後の防災、あるいは維持管理、国際競争力の強化など、今回の技術基準はいろいろな面で期待されていると思います。ところで現行の「港湾の施設の技術上の基準」は、清宮先生から冒頭少しお話がありましたように、仕様設計から性能設計に大きく転換するなど、日本の技術基準の発展にインパクトを与えたと思います。今回のあり方検討委員会では、これをどのように評価し、新しい基準に繋げて行く議論がなされたのか、そこらあたりのお話をお聞かせいただけますか。

## 性能設計と有識者会議の意見

**清宮**▷有識者会議ではこの10年間の運用について、さまざまなお意見をいただきましたが、その中で、信頼性設計法を用いた性能設計を導入したのは良いけれども、非常に多くの係数があって実務が煩雑になってきたという意見が多くの人から寄せられました。

それから性能設計を導入したにもかかわらず、逆に設計事



例をそのまま踏襲するような設計になってしまっています。いろいろな設計法が高度化したおかげで、特に耐震技術の場合は、基本的にはレベル2地震で港湾施設など日本の施設的设计断面が決まってしまう事例が非常に多くなってきました。信頼性設計を導入したのは経済性・合理性の部分が大いのですが、設計技術者としては何千年に1回、何百年に1回の地震で断面が決まってしまう、常時に対する安全性が設計としてうまく表現されていないのではないかとの意見がありました。

今回の改訂にあたって皆さんの意見を集約すると、信頼性設計そのものは継続しても、いろいろな係数を簡略化して、あるいは耐波設計、地盤設計、構造設計でフォーマットを統一しようというのが一番大きな面になっています。

その背景の一つは、この数年間、港湾局の設計を担当する組織あるいは技術者がだんだん少なくなって、高度な耐震設計について行けない状況になっていることです。それからコンサルの立場からすると、性能設計を突き付けられたけれども、実質的にはコンサルの自由度があまりなくて、難しい計算に取り組んでしまっています。それで内部の人も外部の人も設計計算図書ができた後のチェック、あるいは妥当かどうかの判断がなかなかできなくて、コンサル技術者も困った状況に陥っていると思っています。昨今の設計上のトラブルを考えると、極力早い段階で設計を理解しやすい方向に改訂するほうが良いと思っています。これは有識者会議での共通の認識ではないかと思っています。

**高橋**▷ありがとうございます。清宮先生がおっしゃった通りだと思います。春日井副所長はどのようにお考えですか。

**春日井**▷性能設計に変えることによって非常に合理的にはなりましたが、部分係数を詳細に事細かく設定していることなど、少し不安なところがありました。実際に19年に基準が改訂されたものの、技術者の設計経験が活かされない部分が相当あると感じていたものですから、今回の技術基準改訂では、あり方委員会で議論していただいたように、部分係数を簡略

化して、設計者が経験を基に次の設計の相場観がわかるような技術力をつけることを含め改訂していこう、というのが実は大きな改訂のポイントだと思っています。

## 新しい基準に盛り込まれた項目

**高橋**▷ありがとうございます。ここからは新しい基準に盛り込むべき個別の課題に入りたいと思います。先程西尾室長から技術基準改訂の狙いなどについてご説明して頂いたのですが、もう少し具体的に説明していただけますでしょうか。

**西尾**▷今回の基準の改訂は社会的なニーズや技術的な進歩に対応した内容となるよう検討を進めています。港湾局の主要施策である防災・減災対策、老朽化した施設の的確な維持管理、国際競争力の強化、資源・エネルギー等の安定的な輸入の実現等の施策への対応、また大規模な災害・事故の教訓として、東日本大震災、笹子トンネル、工事における施工中の事故の対応があります。また基準化のニーズということで船舶大型化への対応、基準化されていないLNG施設等への対応、さらには海外への技術基準の展開などを念頭に置いた基準となるよう検討しています。行政的には関係法令の改正という作業も必要となりますので、その作業も技術基準の改訂と並行して行いながら、30年度から施行できるように今取り組んでいるところです。

テーマ毎に一つずつ簡単に説明しますと、1番目は国際競争力の強化として、コンテナ船やクルーズ船の大型化への対応です。現行の基準では、現在運行している大型船の諸元が書かれていないため、それへの対応や、防舷材、係船柱の設計の仕方への対応も必要と考えています。

2番目は荷役作業の安全確保・効率化です。コンテナクレーンの風による逸走の問題、さらには荷役中、綱とり作業中の事故等が発生していることから、そういったものへの対応です。またLNGも含めて、資源・エネルギー等の需要に対して施設の基準等を追加していくという観点もあります。

3番目は施設の適切な維持管理・更新と施工の安全確保です。こちらについては効率的な維持管理を行えるように対応することと、設計段階から維持管理を考えて、たとえば棧橋等の下に点検用の歩廊を設置するというのも、しっかり考える必要があると思います。

4番目は材料と構造です。施設の長寿命化・延命化のため、ライフサイクルを考慮した構造、施設の適切な延命化を考える必要があります。

5番目は設計法の見直しです。清宮先生からご指摘のあったように、現行の基準では信頼性設計法や新技術の導入によって設計体系や手法が高度化、複雑化しているので、設計の効率化と、自由なアイデア、発想が出やすい環境をつくつ



ていくために、信頼性設計法(部分係数法)の見直しを進めることを考えています。

6番目は耐震設計の見直しです。今後南海トラフや首都圏直下地震等が予想される中で、新たな知見を踏まえ、耐震設計の見直し、照査用震度の見直し等を行っていかうと考えております。

7番目は耐波・耐津波設計の見直しです。こちらも東日本大震災等を教訓としながら、粘り強い構造といった新たな知見をしっかりと書いていかうと思っています。

8番目は環境保全・自然再生です。港湾の持続可能な発展のためには、自然環境にしっかりと配慮していく必要があり、例えばリサイクル材料の活用も含めて記載を追加していきたいと思っております。

9番目は先ほど高山先生からもあった港湾調査技術です。

10番目は技術基準に関する全般事項です。たとえば「設計をする際には調査からライフサイクルを一貫して行う」という理念的なものを書きこみたいと考えております。このほか国際展開する際に考慮すべき事項もあると思いますので、そういった全般に関する内容についても今回記載していくことを考えています。

## 維持管理に係る技術基準の考え方

**高橋**▷ありがとうございます。いろいろな視点で基準の改訂を考えられていることが良く解りました。室長が挙げられた項目について、皆さんから補足的に説明をお願いします。例えば維持管理を技術基準にどう取り入れていくかはなかなか難しいと思います。

**春日井**▷設計当初から点検しやすいように歩廊を栈橋の下につけるとか、空洞部分を点検しやすいようにケーソンの上部工に最初から穴をつくっておくとか、設計の最初からいろいろ考えた対応が求められるということと、性能設計なのである意味、ライフサイクルコストを考えて、それを最小化するような設計をすることだと思います。

例えば栈橋上部工のように早期に劣化しやすいものは、エポキシ鉄筋やステンレス鉄筋、炭素繊維など新たな素材を使って、耐用年数を最初からかなり延ばすことがライフサイクルコストの最小化につながります。性能設計ですから、ライフサイクルコストを考えて設計しなさいと書いていただければ、そういうことが実際に可能になると思います。

**清宮**▷維持管理に関して申しますと、一つは、今ある施設をどう改善するかということです。いろいろな断面修復の方法とか、点検技術とか、新しい技術がたくさん提案されています。10年前のときは個別の具体的なことがほとんど記述されていなかったので今回は、できる限りそれを記述してほしいと



思います。もう一つは、新設のときにこれから50年、100年、どう維持するかを設計段階で考えるということです。その精神は、ぜひとも基準の改訂の中に入れてもらいたいと思っています。安くて50年もてばいいという発想ではなくて、LCC(ライフサイクルコスト)も含めた費用の最小化を目指したいと思っています。

**高山**▷私が維持管理で気にしているのは、既存の施設について、どこまでどういう状態になっているのかを調べる技術が現在あまりないことです。維持管理を基準の中に入れるために、どういう状態になっているか、今の状態をきちんと押さえる点検技術、装置、そういうものをこれから開発していく必要があると思います。要は老朽化したときに、ある外力が来たらどのようなことが起こるかということ、「こう強度が低下した場合はこういう状態になる」という変形まで考慮に入れた技術が必要になると思います。

東日本大震災のようなレベル2津波のような現象(外力)に対して粘り強さで対応するといっても、今やられている粘り強さは単なる工夫でやっているだけで、それをやることによってどれだけ粘り強さが強くなったのか、変形まで入れた状態でどこまで外力に対して耐えられるようになっているのかを示す技術がないように思います。今回の技術基準の中に全部入るとは思いませんが、このような方向になるような書き方をしておく必要があると思っています。

## 防災面での対応

**高橋**▷その通りですね。防災の面ではもう少し議論があると思います。東日本大震災は大きなインパクトがあったので、技術基準もかなり変わるのではないかと思います。清宮先生、いかがですか。

**清宮**▷3・11の後に港湾局を中心に、防波堤とか避難施設とか、三つぐらい委員会を立ち上げ、マニュアル、基準類を整理





して、粘り強さの定義とか、どうすれば粘り強くなるかを取りまとめました。その結果も、今度の基準にかなり反映されるのではないかと思います。そういう意味では、港湾局が東日本大震災後に素早く対応して、1~2年のうちに方針を決めて、十分使用に耐えられるものを作ったことは、非常に良かったと思っています。

**高橋**▷国総研はどうですか。

**春日井**▷確かに東日本大震災も笹子トンネル崩落事故も、社会的インパクトが大きくて、技術基準のあり方について議論するテーマが非常にたくさんあります。今回の技術基準ではできる限りそれを取り込んで、社会ニーズに合わせた改訂を行います。

例えば昔は設計震度については、エリア毎に決まっていた地域別震度に重要度係数や地盤種別係数を掛けて設計震度を設定していたのが、前回の平成19年基準からは地震波というかたちで、場所ごとにL1地震動の波形を設定するというように変わっています。

今回はさらに進化したものが載っていますが、省令、告示、基準の記述と、ちょっとした解説や参考情報で、階層をきちんと整理するという形にする予定です。

**高橋**▷ここ10年は本当に社会が変わってきました。皆さんの努力で適切にキャッチアップしていると思います。できればキャッチアップだけではなくて、前に行かないといけないと思います。

**高山**▷前の基準ができてこの10年間、いろいろな現象が起きていますが、それまでの基準は構造物を設計するための技術開発の基準だったんですね。ある構造物を精度良く、外力の推定もうまく行くようにという感じだったけれど、今は新しい要請にほとんどの構造物はある程度きちんと対応できるようになった。波浪で言えば長周期波のように、いままでの設計条件の中では50年確率波は波形勾配の大きい波しか考えていなかったとか、極値統計をやるとみんな風波になり、うねり性のものがどんどん消えてしまうという感じでした。



しかし昨今ほうねり性のような非常に周期の長いもので構造物が壊されるとか、大きな越波によって護岸等が壊れるということが起きている。

つまり通常の構造物はほとんど壊れなくて、極端な現象が起きて、それに弱いものだけが壊されて、それが目立つようになった。そういう意味ではこのような被害にきちんと対応できる技術を導入しなければいけない。今、技術基準の改訂の時期ですので、このようなことを明確にし、それに対応する技術を示さないといけないだろうと思います。

**清宮**▷外力について言うと、耐震設計がものすごく高度化したのは阪神の地震の後なのですね。1000年に1回の地震というのは、ある意味では設計の対象外というか、遭遇確率とか経済的な建設を考えると、1000年に1回のものはないとは言えないけれども、それをもたせるという設計は経済的には難しい。

実は津波もそうで、津波も1000~2000年で見れば非常に大きなものが過去にきているけれども、数十年に1回レベルの津波に対していろいろな施設をつくっておけば大半は被害にならない。それがわれわれの世代のときに、まさにある地域にとって1000年に1回の地震や津波が来てしまって、10年前と基準の考え方が大きく違ってきています。すごく大きな地震、津波に対して、この10年間で減災のほうに進んでいくコンセンサスができたのではないかと思いますね。

## 国際化に対応する基準の在り方

**高橋**▷もう一つのキーワードは国際化です。世界をリードする基準でありたいと思いますが、そういう意味でも今度の基準は優れたものになると期待しています。

**春日井**▷今年3月にベトナムに行って、ベトナム政府の国交省に相当する組織と議論させていただきました。港湾局の前任の坂井技術監理室長、それに清宮先生も一緒に行っていただきましたが、非常に前向きな議論をさせていただいたので、早ければ今年中にも日本の技術基準を参考にベトナムの国家基準が位置づけられるのではないかと期待を持っているところです。海外諸国で採用される基準には、精緻すぎて使いにくい基準よりも、昔の基準も含めて、ハンドブックではないけれども簡単にやれるものがあると良いし、国際化するうえでは何よりも相手国の環境にあった使いやすい基準が必要になると考えています。

**高橋**▷西尾室長は国際化についてどう思われますか。

**西尾**▷基準を国際展開していくという意義は、いま春日井副所長が言われたこともあります。もう一つは日本企業が海外の港湾インフラビジネスにおいて競争力を維持・向上していくという観点もあると思っています。

ODAでも従来は港を造るプロジェクトが中心でしたが、最近はその併せて運営もやっというということもあります。そういう意味では風上から風下まで一貫してオールジャパンで対外的に出て行くということにも、そうした基準が資するのではないかと思います。

**高山**▷今年2月、タイで日本ASEAN港湾技術者会合があって、そのときに私も防災セミナーで高潮の話をしたのですが、テーマはアジアの国々の役に立つ津波、高潮の関係の防災マニュアルを作るということです。

書かれた防災マニュアル(案)は日本の基準やマニュアルを参照して作られたものです。現地の人の話を聞くと結構ずれているというか、日本が進みすぎているから現地の人がなかなかついてこれない面がある。そこをどうやっていくかこれから非常に重要だと思います。また基準が精緻すぎるので、そのへんをどううまく調整しながらやっていくか、アジアの国々に防災マニュアルの意図するところをどのようにして知らせていくかが大事だという気がします。

**春日井**▷海外と日本では環境が違うので、少しニーズも違うのですね。

**高橋**▷基本的な考え方を先にうまくまとめて、あとで具体的なところを変えていくしかないと思います。ヨーロッパの人は、そういうのがうまいですね。

**高山**▷フィロソフィーはしっかりしていなければいけないだろうけど、日本の細かさが入ってしまうとなかなかついていけないと思いますね。

**清宮**▷国際化にあたって日本の港湾技術の基準をそのまま英訳して海外に持って行って「使ってください」と言うのは現実的ではないし、向こうの人は拒絶反応を示します。ベトナムでは向こうの要望を聞き、日本の基準の平成11年版の記述を前提にして、それを書き直しています。日本の基準は耐震設計とか津波のところはすごく充実していますが、東南アジアの国々は地震や津波のないところもあって、そういうところでは施設をつくる時に何が一番大事かという常時の設計な

のです。発展途上国の方から見れば、安く確実にできる方法の基準のほうが良いという選択肢になってしまいます。合理的で簡易に出来ていると良いので、耐震設計をした途端にFLIPで変形計算しなさいという基準ではどうしようもないですから。

**高橋**▷基準とマニュアルを使い分けることによってシンプルさを出すことができますと思います。

**清宮**▷ユーロコードのフォーマットは、個別の係数は書かなくて概念だけ書いてあります。

**高橋**▷あとはマニュアルなり別のコードを使いなさいということ。

**清宮**▷技術者が自分で判断して、式を採用して、それを契約図書の中書き込めばいいので、基本のフォーマットをどうするかということですね。

**高橋**▷国際化というのは、基準の性格を変える可能性もあるので、非常に重要な課題だと思っています。他のテーマで何かございますか。

**春日井**▷最近クルーズ船がどんどん大型化して、港湾計画に入れないけれども何とか入れたいということも強く、そこについても対応が必要でしょうね。

**西尾**▷2011年には10万トンを超えるクルーズ船は国内全体で7回しか来ていなかったのですが、2015年には304回ですからこの4年間でものすごく増えています。全体のシェアとしても32%で、3分の1は10万トンを超える船になっています。確かにこの急激な変化への対応が重要です。政府も2020年に向けて、クルーズ船による外国人入国者数500万人を目指してやっています。昨年ようやく100万人を超えたという状況で、これから5倍に増えていくことを考えると、単純に言うとも今の300回が5倍の1500回ぐらいになる。それぐらい大きな変化、社会インフラニーズがあるので、基準もそれに対応していく必要があると思います。

**高橋**▷ワーキンググループなどで検討して、できれば世の中の一步手前を行ければいいですね。

**春日井**▷規格に合わないところでクルーズ船を受け入れるためには、航路の基準とか防舷材の対応、背後施設の広さ、補助的な施設のあり方と、実は議論しなければいけないことが非常にたくさんあります。

**高橋**▷非常に大きな課題ですし、多様でもあるので、本格的に取り組む必要があると思います。環境への配慮についてはいかがですか。

**春日井**▷環境分野については、理念は書いても具体的なところについてはあまり書いていないですね。だから実際に運用するときに必要なニーズにきちんと対応していく必要があると思います。リサイクル材料については技術監理室で港湾・空港等整備におけるリサイクルガイドラインの改訂版を出したばかりですが、そういうものをきちんとリニューアルしてい





くことが必要だと思います。

**清宮**▷リサイクル材に関して言うと、いろいろなリサイクル材があります。たとえば津波が来たら瓦礫の山が出来るし、離島に行くとふだん使わないような石灰岩があるので、標準から外れたものをどこにどう使えるかというのをマニュアルあるいは方針として書いていただくと、規格外のものへの対応ができるのではないかと思います。私は、それが本来の性能設計だと思います。

**春日井**▷本来の性能より少し落ちてても、「これだけの性能があります」と評価できれば良いのですが。

**清宮**▷評価できる仕組み、あるいは基準の中にそういうことが可能だという表現を加筆していただくと良いのではないかと思います。

## まとめ

**高橋**▷平成19年から9年経ちました。この間にいろいろなことが起こり、社会が変化しそれに対応するように基準も書き換えられると思います。大変な作業が残っていると思いますが、平成30年の施行に向かってぜひ関係の皆さんに頑張っていただきたいと思います。よろしくお願いします。最後に清宮先生からコメントをお願いします。

**清宮**▷いろいろな計算に基準を使ってきた印象として、一つは性能設計も含めて設計者が手法を自由に選択できるという中で、地震関係では「FLIPプログラム」を、津波は「CADMAS-SURF」を使って設計できるようになってきました。高度な設計と通常の設計とのバランスが、今は非常に混乱しているのではないかと思います。

本来耐震設計は、例えば通常の震度法で設計していいのですが、変形を照査するためFLIPを通して最終段階を決めているという現実があります。先ほどの国際性的話でも、変位法と言いながら自分たちはFLIPでやっているということで、日本は世界と離れた社会で設計しているような感じがします。

私は、設計者が経験をたくさん積んでいけば、有限要素法でなく、従来の設計法で設計したほうが良いと思っています。FLIPやCADMAS-SURFを積極的に使うのは良いけれども、どこかで単純な設計だけで終わるシステムも用意しておき、これが先ほど言った国際性につながると思います。その背景として、FLIPやCADMAS-SURFを使って単純な設計の妥当性が保証されている前提です。それが、この10年間感じていたことです。

それと関連して大学で学生を見ていると、国家公務員やコンサルタントの希望者が非常に減ってきています。構造計算や地盤の解析も、大学の授業では人気がなくて、ある大学では必修科目ではなくて選択科目になっているという状況です。高度な計算で非常に長時間、多数の計算をしないと答えが出てこない設計法は、あまり歓迎されないと思いますし、この分野に多くの優秀な人が入ってくる状況にはならない気がしています。手を拱いているわけではないですが、役所で設計に携わる人材をどう育てるか、大学では構造、土、水などの、本質的な土木工学をどう教えて、知識を持たせて社会に出すかということが大変に重要になってきて、それと技術基準はある意味でリンクしていると思っています。

**高橋**▷ありがとうございます。技術基準は沿岸センターにとって非常に重要なツールですから、今後も技術基準の充実に貢献していきたいと思っております。本日は大変貴重なお話をいただきましてありがとうございました。





# 港湾の施設の技術上の基準の改訂について(全体概要、スケジュール等)

国土交通省 港湾局 技術企画課 技術監理室

## 1. 港湾の施設の技術上の基準の概要

港湾の施設の技術上の基準(以下、「技術基準」という。)は、港湾法56条の2の2において規定され、水域施設、外郭施設、係留施設その他の政令で定める港湾の施設(以下「技術基準対象施設」という。)は、技術基準に適合するように、建設し、改良し、又は維持しなければならないとされている。

技術基準の内容は、技術基準を定める省令及び関連告示で規定されている。省令が規定する内容は、施設を必要とする理由(目的)と施設が保有しなければならない性能(要求性能)であり、告示が規定する内容は、要求性能を具体的に記述した規定(性能規定)である。また、通達が省令及び告示の解釈基準を示し、参考資料において、施設が性能規定を満足していることを確認する行為(性能照査)が説明されている。現行の技術基準は、技術基準対象施設に求められる性能のみを規定し、設計結果に至るプロセスを規定しない性能規定であり、目的・要求性能・性能規定が遵守事項、性能照査は任意事項であるため、設計者の判断で多様な設計手法の導入が可能となっている。

昭和49年に、技術基準を定める省令が制定されて以降、社会情勢や技術開発等の動向を反映するため、必要に応じて技術基準の改訂が行われてきた。全体的な改訂は、概ね10年に1回程度のペースで行われており、現在、平成30年を目途とした技術基準の改訂作業が行われているところである。

ここでは、現在、検討を進めている技術基準の全体的な改訂の概要とスケジュールについて紹介する。

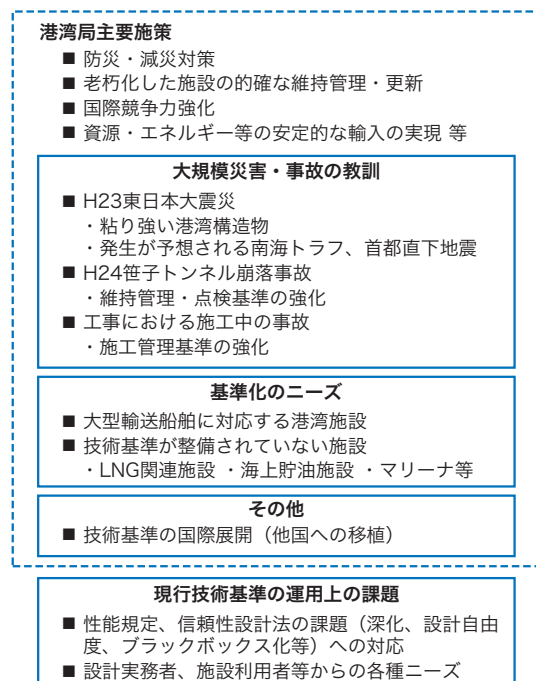
## 2. 技術基準改訂の全体概要

平成19年に大幅に改訂された現行の技術基準は、社会情勢や技術開発等の動向を踏まえて部分的な改訂を行ってきたが、設計法全般に係る改訂の必要もあることから、平成30年を目途とした全体的な改訂に向けた検討を進めている。平成26年

度は、港湾施設の設置者、管理者、利用者、設計実務者、研究者等にアンケート・ヒアリング調査を行い、現行の技術基準に対する改訂のニーズを聴取している。また、外部有識者の意見をうかがうため、平成26年12月17日に「港湾技術基準のあり方検討委員会」(委員長:清宮理 早稲田大学教授)を立ち上げた。

平成27年度は、改訂のニーズを踏まえた技術課題に対応するため、国土技術政策総合研究所、港湾空港技術研究所及び各地方整備局等とともに具体的な解決方針の検討を進め、「港湾技術基準のあり方検討委員会」の審議を経て、平成30年の改訂方針となる「技術基準のあり方」を取りまとめた。今後は、「技術基準のあり方」を踏まえ、関係法令等の改正案や通達等の作成作業に入る予定である。

表1 技術基準を取り巻く状況





### 3. 技術基準改訂の全体概要

今回の技術基準改訂では、国際競争力の強化、維持管理・老朽化対策、設計法全般、防災・減災対策の強化、環境への配慮、技術基準体系の合理化・国際化を中心に、より合理的な設計・施工・維持管理が可能となる技術基準の改訂を目指しているところである。

表2 技術基準の改訂方針

国際競争力の強化	○コンテナ船やクルーズ船の大型化への対応 ○荷役作業の安全確保・効率化
維持管理・老朽化対策	○施設の適切な維持管理・更新と施工の安全確保 ○材料及び構造
設計法全般	○設計法の見直し
防災・減災対策の強化	○耐震設計の見直し ○耐波・耐津波設計の見直し
環境への配慮	○環境保全・自然再生
技術基準体系の合理化・国際化	○港湾調査技術 ○技術基準に関する全般事項

個々の課題に係る改訂方針の具体的な内容について、以下に示す。

#### 1) 国際競争力の強化に係る改訂方針

海上輸送の効率化を図るため、コンテナ船やクルーズ船の大型化に対応できる船舶諸元や係留施設の附帯設備である係船柱や防舷材などに関する検討を進めている。また、世界における資源・エネルギー等の安定的かつ安価な輸入拠点・海上輸送網の形成に向けて、エネルギー輸送拠点に関する内容の拡充を図る予定である。このほか、風によるクレーンの逸走防止対策や繋離船作業中の事故防止対策の検討も進めている。これにより、大型船舶等の受け入れを促進するとともに荷役作業の安全性確保・荷役効率向上を図り、我が国の産業の国際競争力の強化・確保に資する技術基準とするものである。

#### 2) 維持管理・老朽化対策に係る改訂方針

高度成長期以降に整備した社会インフラの老朽化を踏まえ、港湾の施設の的確な維持管理に資する点検孔や点検歩廊など設計段階における維持への配慮事項、高耐久性・高機能材料を導入した長寿命化への対応、港湾工事の安全確保に資する大規模な仮設等に関する汎用性のある知見や技術の蓄積を行っている。これにより、設計・施工・維持管理の連携を強化し、維持管理時代に相応しい技術基準体系を構築するものである。

#### 3) 設計法全般に係る改訂方針

現行の技術基準では、設計の合理化や建設コスト縮減を図るため、信頼性設計法（部分係数法）や新技術等を導入したが、設計手法等が高度・複雑化している一面を有している。このた

め、部分係数を材料など個別要素に対して考慮する方法から、最終段階の荷重項と抵抗項に部分係数を考慮する荷重抵抗アプローチによる部分係数法へ見直す予定としている。この見直しにより、設計実務者が構造物の最もありそうな挙動を最終段階までイメージすることが可能となり、設計効率が向上、自由なアイデアや更なる新技術の導入を促進する環境の創出を可能とするものである。

#### 4) 防災・減災対策の強化に係る改訂方針

近い将来に予想されている南海トラフや首都直下地震等の巨大地震の大規模災害に備えるため、東日本大震災等から得られた新たな知見・教訓をふまえ、大規模地震や津波に対する防災・減災対策の検討を進めている。耐震設計の見直しは、被災事例に基づいたレベル1地震動の検証、胸壁などの施設における耐震設計法の拡充を予定している。耐津波設計は、粘り強い構造における腹付け工や被覆ブロックの性能照査手法の拡充など粘り強い構造の高度化を図る予定である。このほか、高潮・高波に対する超過外力や粘り強さ、地球温暖化やうねり性波浪による港湾の施設への影響の検討を進めている。これにより、低コストで効果的な防災・減災対策を推進することが可能となり、港湾背後地域の安全・安心の確保につながるものである。

#### 5) 環境への配慮に係る改訂方針

港湾の持続可能な発展のため、過去に劣化した自然環境の再生や保全のため、生物共生型構造物の具体的事例、干潟・浅場・藻場等の自然再生技術、リサイクル材の環境利用などの内容を拡充し、港湾のあらゆる機能に環境への配慮を取り込むとともに、豊かな海域環境・憩いの場の創出を図るものである。

#### 6) 技術基準体系の合理化・国際化に係る改訂方針

設計に必要となる自然条件や環境条件に関わる調査・試験業務の結果と設計の条件設定の関係を明確化するなど調査技術に関する内容の拡充を図るため、港湾調査技術に関する検討を進めている。また、海外プロジェクトへの対応強化や、それに伴い明確化してきた調査・設計・施工・維持管理の関連強化の必要性を受けて、国際展開を考慮した技術基準体系を構築する。このほか、設計実務者の利便性の向上に関する検討を進めている。これにより、調査項目の適切な選択や効率・効果的な調査計画の立案、日本企業の海外展開への土壌醸成、合理的な設計実務を可能とするものである。

今回、紹介した平成30年を目途とした技術基準の改訂が、顕在化している技術的課題を解決し、今後の港湾の施設の品質・安全確保、機能向上が図られるよう、産学官が連携しつつ、しっかりと検討を進めて参りたい。



# 港湾の施設の技術上の基準の改訂に向けた部分係数法(信頼性設計法)の見直し方向性

宮田正史・竹信正寛

国土交通省 国土技術政策総合研究所  
港湾研究部 港湾施設研究室

## 1. はじめに

現行の「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(以下、「現行基準」という。)は平成19年4月に改訂され、その際、部分係数法(レベル1信頼性設計法)が導入された。本稿では、現行基準の改訂に向けた部分係数法の見直しの方向性について紹介する。

## 2. 現行の部分係数法に対する設計実務者からの意見

現行基準では、波浪に対する変動状態に関する防波堤の安定性照査や、土圧に対する永続状態に関する重力式岸壁の安定性照査などにおいて、部分係数法が導入された。部分係数法の導入により、照査する限界状態が明確になるとともに、作用および耐力に関係する多くの設計因子のばらつきや推定誤差を確率論によって取り扱い、限界状態に至る可能性(破壊確率)を考慮した設計を行うことができるようになった。しかしながら、現場の設計実務者等から、現行基準における部分係数法に関する様々な意見が寄せられている。以下に、主要な意見を紹介する<sup>1)2)</sup>。

- ①部分係数の解釈が難解で、設定方法も煩雑である。部分係数が細分化され過ぎており、計算ミスを起こしやすい。
- ②部分係数の適用条件についての制限が多く、また、その適用範囲も明確ではない。日本の部分係数を海外の港湾工事で利用する際に、その適用可否について判断ができない。
- ③地盤に関係する安定性照査については、全ての設計因子の特性値に最初に部分係数を乗じる「材料係数法アプローチによる部分係数法」<sup>2)</sup>よりも、特性値として計算した作用や抵抗の合力に部分係数を乗じる「荷重抵抗係数アプローチ」<sup>2)</sup>による部分係数法<sup>2)</sup>の方が良いのではないかと。
- ④今後は既設構造物の改良・補強設計が多くなる。全く新しい構造形式も含めて、複雑な断面形状に対して柔軟な対応を取ることができる信頼性設計法の枠組みが必要ではないかと。
- ⑤既存係留施設を改良する際、従来基準の常時状態に対して安

定性の問題がなかった断面について、現行基準の永続状態で照査すると著しく安定性が不足する結果になることがある。

## 3. 次期技術基準の部分係数法の見直し方針<sup>2)</sup>

設計実務者等から寄せられた意見も参考として、現在、図1に示す見直しの方針・手順で部分係数法の見直しを進めている。

### 1. 安全性水準の俯瞰・見直し

- ・基準間比較(H11基準, H19基準)
- ・目標安全性水準の見直し(必要に応じて)

### 2. モンテカルロシミュレーションを利用した信頼性解析

- ・破壊確率の計算
- ・目標破壊確率の設定(破壊モード別)

### 3. 荷重抵抗係数アプローチによる部分係数の設定

- ・部分係数フォーマットの比較検討
- ・目標破壊確率との合致度および設計結果への影響(利便性を含む)を評価の上、出来る限り部分係数の数は減らす部分係数フォーマットを採用

図1 部分係数の見直し方針・手順

### (1) 安全性水準の俯瞰・見直し<sup>2)3)4)5)6)</sup>

部分係数の見直しにあたっては、始めにH11基準(安全率法、許容応力度法)とH19基準(部分係数法)による設計断面の相違程度の確認を行うこととした。これは、2.の②及び⑤で提起された課題に対応するためである。具体的には、幅広い設計条件に対して、両基準による断面幅や鋼材諸元、安全率に換算して比較した場合の相違程度を把握し、安全性水準を俯瞰し、その結果を踏まえて、必要に応じて、目標安全性水準を再設定することとした。

### (2) モンテカルロシミュレーションを利用した信頼性解析<sup>1)2)6)</sup>

信頼性解析については、従来のFORM(一次信頼性理論)に替えて、全ての解析においてモンテカルロシミュレーション(以下、MCS)を利用した。これは、MCSによる信頼性解析の導入により、任意の確率分布を容易に取り込むことができ、非線形性の強い問題にも対応しやすくなり、新規構造形式や既存施設の改良





# 港湾の施設の技術上の基準の改訂に向けた維持管理・施工分野、材料及び構造の方向性

松本 英雄

国土交通省 国土技術政策総合研究所 港湾研究部 港湾新技術研究官

## 1. はじめに

現行の「港湾の施設の技術上の基準」(以下、「技術基準」という。)は、平成19年4月に改訂され、性能規定化や信頼性設計法の導入などが行われた。この改訂から約9年が経過し、この間に東日本大震災を教訓とした防災・減災技術、国際競争力の強化を目的とした輸送船舶大型化への対応、港湾機能の維持のため点検の強化等の技術課題が顕在化してきている。

そのため、これら社会情勢の変化に応じた、防災・減災対策の強化、国際競争力の強化、老朽化施設の的確な維持管理・更新等に対応した、より合理的な設計・施工・維持管理が可能となる設計体系の構築、また港湾施設の品質向上・安全確保を図ることを目的に、「港湾技術基準のあり方検討委員会(委員長:清宮理 早稲田大学教授)」<sup>1)</sup>を平成26年度より設置するなどし、取り組むべき技術課題の解決に向けた包括的な議論や個別課題に対する検討を実施している。

ここでは、上記検討のうち、港湾施設の適切な維持管理・更新と施工の安全確保、材料及び構造に関する課題、またその課題に対する技術基準改訂の方向性について紹介する。

## 2. 港湾施設の適切な維持管理・更新と施工の安全確保

### 2.1 港湾施設の適切な維持管理・更新

#### (1) 設計・施工・維持管理の連携強化と維持管理に関する記載の充実

高度経済成長期に集中的に整備された港湾施設は、建設後既に30~50年の期間を経過しており、施設の高齢化が進行している。施設の安全な利用を確保するためには、的確な維持管理・更新が重要であり、また施設の維持管理への配慮は設計・施工・維持・更新の一連各段階で考慮されるべきであることから、設計・施工・維持管理の連携に関する内容の充実化が必要

になっている。また、平成19年度の技術基準の改訂以降、港湾機能の維持のため点検等に関する港湾法等の改正や「港湾の施設の点検診断ガイドライン」、「港湾の施設の維持管理計画策定ガイドライン」の作成等が実施されており、それら内容の反映が求められている。

したがって、それら課題を踏まえて、設計・施工・維持管理の連携強化の考え方について記載するとともに、港湾法の改正や「港湾の施設の維持管理計画策定ガイドライン」、維持管理を容易にする設計配慮事項(点検歩廊等、図1)等の記載の充実等を実施する予定である。



図1 点検歩廊<sup>2)</sup>

#### (2) 改良設計の考え方の整理

近年、既存岸壁の増深や耐震強化対策など、既存構造物を対象とした多種多様な設計案件が増加している。しかし、一方で、現行の技術基準では、主に施設の新設を中心とした内容となっており、設計実務者等から既存構造物の改良設計に対する考え方の提示が求められている。

それらの課題を踏まえ、改良時の設計の考え方を整理するとともに、円滑な設計実務に資するよう、国土技術政策総合研究所・港湾空港技術研究所の資料やガイドライン等で関連技術情報や事例を可能な限り整備する予定である。





## 2.2 施工の安全確保

港湾構造物の大型化に伴う高度な技術を用いた工事の増加や港湾工事における事故の発生等を踏まえ、施工時のより一層の安全確保が重要となっている。そのため、大規模で複雑な仮設等を伴う工事を含め、施工の安全性向上のための配慮事項に関する追記が必要である。

一方、平成26年度より「港湾工事における大規模仮設工等に関する技術検討委員会」<sup>3)</sup>で仮設工等における安全性向上に関する設計・施工等の技術的な検討等を行っており、当該委員会での議論やこれまでの施工事例に基づく知見を踏まえ、安全性の確保に向けた配慮事項等の記載の充実を図る予定である。

## 3. 材料及び構造

### (1) 鋼材、コンクリート材、その他材料の記載の更新

港湾施設の長寿命化や設計・施工・維持管理の連携強化が重要になっており、鋼材、コンクリート等の各材料においては、性能設計へのリンク、特に耐久性に関する情報の充実が求められている。

そうしたことから、防食材料に関する技術開発、コンクリート系材料の耐久性や耐水性に優れる金属材料など各種新材料に関する記載の追加が必要になっており、関連技術情報を収集・整理し記載を更新するとともに、特に、エポキシ樹脂塗装鉄筋(図2)などの高耐久材料や高機能材料に関する最新の情報について記載する予定としている。

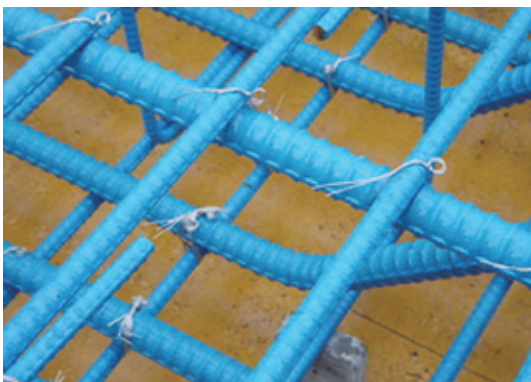


図2 エポキシ樹脂塗装鉄筋

### (2) 「構造物の部材」の記載の更新

港湾施設の長寿命化への対応や維持管理に配慮した設計のため、今後、多種多様な建設部材を活用する案件が増加する可能性がある。しかし、現行の技術基準では、コンクリート部材に限定した内容となっているため、鋼部材、鋼・コンクリート合成部材等への対応が必要である。なお、港湾の施設の技術上の

基準を定める省令では、特段構造物の材料種別を限定した記述にはなっていない。

したがって、現行の技術基準の構造物の部材に関する構成を変更し、コンクリート部材に限定せずに関連情報を集約化し、鋼部材、鋼・コンクリート合成部材等も含めた技術情報について記載する予定としている。

また、現行の技術基準は、2002年制定土木学会コンクリート標準示方書【構造性能照査編】の照査式を採用しているが、コンクリート標準示方書はその後2度にわたり改訂されている。このため、コンクリート部材については、これまでに蓄積された海洋コンクリート部材の知見を踏まえつつ、最新版のコンクリート標準示方書に基づいて記載を更新する予定としている。

### (3) ケーソン部材の性能照査に関する記載の充実

ケーソン式岸壁の増深や耐震強化などの改良や、防波堤ケーソンを岸壁に転用する等の既存ケーソンの活用にあたっては、現行基準に基づいたケーソン部材の性能照査が必要となる。そこで、過去に設計・製作したケーソンの性能照査が円滑に遂行できるよう、ケーソン部材の照査項目の見直しを検討するとともに、ケーソン部材の照査方法に関する記載の充実を図る予定である。

## 4. おわりに

今後、社会資本の高齢化がますます進行することが想定されるなか、社会資本整備の品質確保、安全性のより一層の向上が求められるため、港湾施設の適切な維持管理・更新および港湾施設の長寿命化等に対応した材料及び構造等の重要性は増していくと考えられる。そのため、高齢化施設の的確な維持管理・更新等に対応した、より合理的な設計・施工・維持管理が可能となる設計体系の構築、港湾施設の品質向上・安全確保を図ることは急務であり、技術基準の改訂に向けて、上記の方針に基づいた技術基準の改訂に引き続き取り組んでいく予定である。

### 【参考文献】

- 1) 国土交通省港湾局技術企画課技術監理室・国土技術政策総合研究所：港湾技術基準のあり方検討委員会  
<http://www.mlit.go.jp/common/001063507.pdf>
- 2) 岩波光保・加藤絵万・川端雄一郎：維持管理を考慮した栈橋の設計手法の提案、港湾空港技術研究所報告、No.1268、2013
- 3) 国土交通省港湾局技術企画課：港湾工事における大規模仮設工等に関する技術検討委員会  
[http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan\\_mn5\\_000028.html](http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_mn5_000028.html)



# 海象・耐波・耐津波設計に関する 港湾技術基準改訂の方向性

鈴木 高二郎

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所  
港湾空港技術研究所 海洋研究領域 耐波研究グループ

## 1. はじめに

今回の海象・耐波・耐津波設計関連の基準改訂では、大きく以下の3項目の更新が予定されている。①東日本大震災以後に公表された防波堤の耐津波設計ガイドライン<sup>1)</sup>の反映、②高潮・高波に対する記載の拡充、③数値シミュレーションの導入、④洗掘や吸い出し、不完全消波による被災に関する記述が盛り込まれる予定である。ここでは、これらを項目別に述べていきたい。

## 2. 耐津波設計の充実

東北地方太平洋沖地震による津波を教訓に、耐津波設計ガイドラインでは、津波波高として、「発生頻度の高い津波」と「最大クラスの津波」という2段階の津波が定義された。設計津波はこの2つの津波の間で設定される。震災以後に行われた設計の多くでは「発生頻度の高い津波」を設計津波としている場合が多い。「最大クラスの津波」は防波堤の津波に対する「粘り強い構造」を検討する際に考慮する津波である。

津波の越流と砕波による防波堤の安定性を評価するための波圧式も導入された。津波が防波堤を越流する際、港内外の水位差によって防波堤には強大な力が作用する。釜石の湾口防波堤はこのような越流によって被災したと考えられている。この越流時の水圧を評価するため、港空研等で水理模型実験が行われ<sup>2)</sup>、静水圧差による波力算定式(図1)が提案された。また、津波の先端部が分裂してソリトン波列となり、それらのソリトン波が砕波する状況が各地で観測されたのも東北地方太平洋沖地震津波の特徴である。ガイドラインではこのような津波先端部の砕波による力も考慮され、平成19年度基準に掲載されていた谷本式に加えて、津波砕波力を考慮した修正谷本式が導入された。

このほか、津波波力に対してケーソンの滑動・転倒安定性が保てない場合、あるいは越流水塊による防波堤背後のマウンドや砂地盤の洗掘が懸念される場合の対策として、ガイドライン

ではケーソン背後に腹付工を設置する方法が示されている。

ガイドラインが公表された後も調査研究が進んでおり、例えば、越流水深が大きい場合には防波堤背面の水圧が大幅に低下することが明らかになり<sup>3)</sup>、波力算定式も修正されつつある。また、この腹付工の越流に対する安定性を評価するための腹付被覆工の所用質量算定法<sup>4)</sup>も提案されてきた。

今回の技術基準の改訂では、このような2段階の津波の考え方や新しい津波波力の算定法、さらに、腹付工の安定評価法が盛り込まれる予定である。

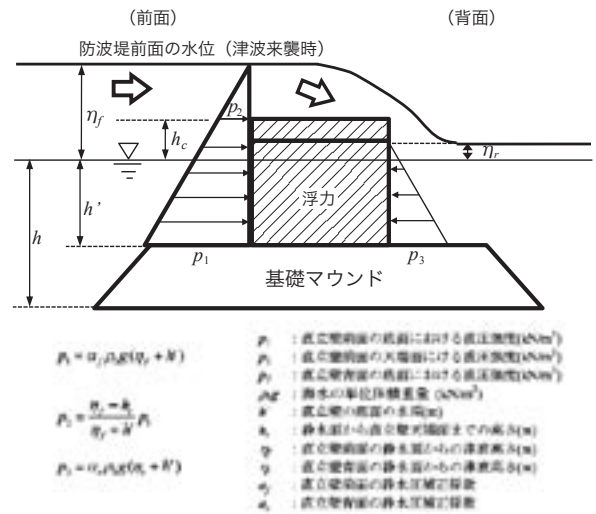


図1 静水圧差による波力算定式

## 3. 高潮・高波に対する記載の拡充について

津波については前述したように2段階の津波が定義されている。一方で高潮・高波についても2段階のレベル設定が検討されている。平成19年度基準でも変動作用と偶発作用という用語が使われていたが、次期基準では考え方を整理し、それぞれの設計法がより明確に記述される予定である。

変動波浪についてみると、日本海の寄り回り波による被災に

代表されるように、近年でもより長い周期を有する作用波によって沿岸構造物が被災する例が散見されている。そこで、これまでの変動波浪を風波とうねりに分けて検討し、それぞれに対して作用外力の再現期間を評価できるようになる予定である<sup>5)</sup>。図2はK港における台風来襲時の有義波高と周期の関係である。波高の発達段階と減衰段階で波形勾配が明瞭に分かれており、減衰段階では周期が長く、波形勾配の小さいうねり性波浪となっているのが分かる<sup>6)</sup>。なお、うねり性波浪は波形勾配0.025未満かつ周期8秒以上の波とすることなどが検討されている。周期の長いうねりが防波堤に作用すると合田式からも推定できるように波力が増大する。また、うねりが護岸や海岸堤防に作用すると浅水変形による急激な波高の増大や越波量の増大により、堤体が不安定になる場合がある。

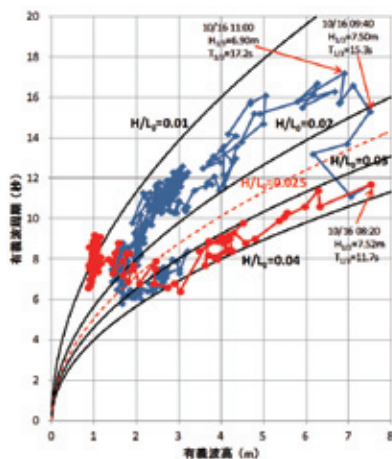


図2 台風来襲時の有義波高と周期の関係

次に、偶発作用としての波浪は、高潮は、浅水変形の状況を大きく左右する高潮とあわせて定義することが検討されており、これらはシナリオ台風を用いて算出する。このシナリオ台風としては室戸台風級の中心気圧を持つ台風を用いることが想定されている。

#### 4. 気象・海象あるいは耐波設計における数値モデルの導入

数値モデルも平成19年当時よりさらに進化し、既に多くの場面で設計に導入されている<sup>7)</sup>。気象・海象の推算追算では、WRFなどの局地気象モデルや、WAMやSWANに加えてWave Watch IIIといった波浪モデルのほか、様々な高潮推算モデルが使用されており、前述したシナリオ台風による波浪・高潮の設定もこのような波浪と高潮の数値モデルが使われる予定である。また、構造物周辺の流速や圧力を詳細に解くCadmas-Surfなどの数値モデルの高精度化も著しく、耐波設計に使用されることも増えてきている。さらに、浅海域での波浪変形計算に用いられるNOWT-PARIなどは、この両者をつなぐ役割を担うことも期待される。こ

のような数値モデルの導入も今回の改訂のターゲットである。

#### 5. 洗掘や吸い出し、不完全消波による被災への対応

洗掘による防波堤・護岸・海岸堤防前面の消波ブロックの沈下(図3)や、護岸・岸壁背後の埋立砂の吸い出しによる陥没の発生は古くからある被災でありながら、未だによく見られる被災形態である。しかし、近年の調査によりそのメカニズムが明らかになってきており<sup>8)</sup>、洗掘量の推定法<sup>9)</sup>や目地内部の衝撃波力の発生、吸い出し発生対策法が盛り込まれる予定である。また、護岸背後の吸い出しのように、これらの問題は使用する材料の損傷によって発生する場合がある。そのため、防砂シートや防砂板、洗掘防止マットなどの材料の強度、耐久性が重要であり、材料分野と連携した記述が必要となっている。

また、消波工で不完全に被覆された場合に発生する衝撃波力や越波によって護岸や海岸堤防が破堤し、背後が浸水するという被災も散見されることから、不完全被覆時の波力公式についても記述が予定されている。



図3 消波ブロック被覆堤の砂地盤の洗掘によるブロックの沈下現象

#### 6. おわりに

本稿では、平成30年度に改訂される港湾技術基準のうち海象・耐波・耐津波設計に関する項目の概略を記述した。関係各位の協力のもと、より良い基準になるものと期待している。

#### 【参考文献】

- 国土交通省港湾局(2013):防波堤の耐津波設計ガイドライン, 35p.
- 有川・佐藤・下迫・富田・藤・丹羽(2013):津波越流時における混成堤の被災メカニズムと腹付工の効果, 港空研資料, No.1269, 37p.
- 宮田・小竹・竹信・中村・水谷・浅井(2014):防波堤を越流する津波の水理特性に関する実験的研究, 土木学会論文集B3(海洋開発)70(2), I\_504-I\_509.
- 三井・松本・半沢・灘岡(2014):数値解析に基づくケーソン背後の津波越流の再現と被覆材の安定性の検討, 土木学会論文集B2, Vol.70, No.2, 921-925.
- 平山・加島・伍井・成毛(2015):うねりによる高波の発生確率とその地域特性に関する考察, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol.71, No.2, pp.85-90.
- 高山(2015):沿岸防災技術研究所の活動について(平成26年度), 沿岸技術研究センター論文集, No.15.
- 川口・河合(2007):局地気象モデルを用いた台風時の風場および波浪の推算, 港湾空港技術研究所資料, No.1169, 19p.
- 高橋・鈴木・徳淵・岡村・下迫・善・山崎(1996):護岸の吸い出しに関する水理模型実験, 港空研報告第35巻, No.2, pp.3-63.
- 鈴木・高橋(2012):消波ブロック被覆堤ブロック下部の洗掘量の推定について, 沿岸技術研究センター論文集, No.12, pp.1-3.



# 港湾構造物の耐震設計における課題 —熊本地震による被害の経験も踏まえて—

野津 厚

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所  
港湾空港技術研究所 地震防災研究領域

## 1. 港湾構造物の地震時被害の特徴

港湾構造物の地震時被害に対しては、基礎地盤や背後地盤の挙動が大きく影響している。たとえば阪神・淡路大震災におけるケーソン式岸壁の被害は、ケーソン下の置換土(まさ土)において過剰間隙水圧が上昇し、地盤の支持力が低下してケーソンが海側に移動したことが原因とされている<sup>1)2)</sup>。一方、栈橋の被害は、土留めの海側への移動に伴い、渡版を介して上部工が土留めに押されるか、または、土留めの移動に伴い捨石が海側に変位し杭を押すか、そのいずれかで生じている(図1)。例えば阪神・淡路大震災における神戸港高浜栈橋の被害<sup>3)</sup>や2005年福岡県西方沖の地震における博多港須崎埠頭栈橋の被害<sup>4)</sup>はこのようなメカニズムで生じている。栈橋単独の振動による被害は少ない。これらのことから、港湾構造物の耐震設計においては、単に構造物だけ、あるいは地盤だけに着目するのではなく、構造物—地盤の全体系をバランス良く見ていくことが必要である。また、基礎地盤や背後地盤の特性を十分に調べ、その結果を設計に反映させることが必要であると言える。

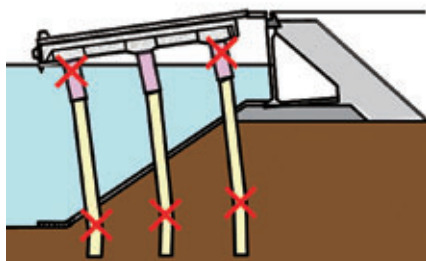


図1 栈橋の典型的な被害形態

## 2. 熊本地震における特徴的な被害

2016年熊本地震による熊本港の被害にも、上述のような港湾構造物の特性がよく表れている。熊本港のフェリー埠頭では、可動橋を支えるシャフト(図2)が降りず、可動橋が稼働できない

状況となった。そのため、熊本と島原を結ぶフェリーが運休することになった。なお、同様の被害は二カ所ある類似の形式の可動橋の両方に生じていた。シャフトが降りなくなった原因については、周辺状況から、シャフトを支える門柱が全体に西側に(図3の矢印の向きに)移動したためと考えられた。門柱が西側に移動していることは、門柱基礎(ドルフィンのような杭式構造物である)とその西隣の接岸ドルフィンとの間に渡されていたグレーチングが圧壊している(図4)ことからわかる。さらに、門柱基礎が西側に移動した原因については、門柱基礎の周辺で海底面が西に向かって深くなっており、地震時に地盤に西向き移動が生じたためと考えられた。このように、一見すると構造物側の問題と見られる被害であっても、子細に見ると地盤が関係している点が港湾施設の被害の特徴である。



図2 フェリー埠頭の可動橋を支えるシャフト



図3 門柱の移動の方向

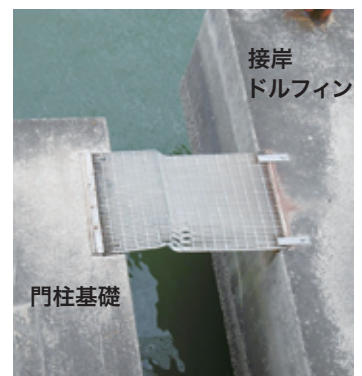


図4 門柱基礎とその西隣の接岸ドルフィンとの間のグレーチングの圧壊



### 3. 熊本地震の被害を踏まえた今後の耐震設計の課題

2016年熊本地震による被害などを踏まえた今後の港湾構造物の耐震設計の課題として特に次の三点を指摘したい。

#### 【課題①】地震直後の施設の迅速な供用可否判断

地震直後の港湾施設には緊急物資輸送・機材搬入の拠点としての役割も求められる。そこで、地震直後に施設の迅速な供用可否判断を行うことが求められるが、特に矢板・栈橋・ドルフィンなどの施設については、迅速かつ適切に判断を行うことは容易ではない。これは、上述の高浜栈橋の例に見られるように、鋼部材の損傷が地中部で生じている場合があるためである。そこで、これらの鋼部材に作用している残留応力を迅速、かつ、ある程度の精度をもって評価できる体制が必要である。そのため、耐震構造研究グループで開発したRTK-GPSを利用したシステム<sup>5)</sup>を全国の港湾に普及させて、地震直後に施設の残留水平変位を(国土地理院による基準点の更新を待たずに)計測できる体制を整えると共に、残留水平変位と鋼部材の応力との関係を施設毎に整理していくことが必要である。後者については中部地方整備局での先進的な事例<sup>6)</sup>がある。残留水平変位と鋼部材の応力との関係のイメージを図5に示す。この関係図は構造物の特性のみならず地盤の特性にも依存するので、地震前の十分に時間があるときに、FLIP等のプログラムを用いて施設毎にあらかじめ作成しておく。地震直後の緊急時には、残留水平変位の情報さえ入手できれば、図に基づいて供用可否判断ができる。なお、残留水平変位の計測にあたっては、基準点の選定が極めて重要である。震災直後の港湾では広域にわたり地盤変状が生じている場合があり、目視では残留変位が生じていないように見えた岸壁で、実際には1m以上の残留変位が生じていた事例もある。従って、基準点の選定には十分注意を払う必要がある。

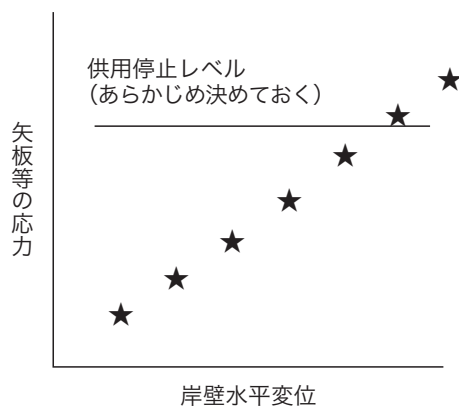


図5 残留水平変位と鋼部材の応力との関係のイメージ

#### 【課題②】地盤の変形を前提とした荷役機械・可動橋等の設計

地震直後に岸壁や栈橋が健全であっても、クレーンやアンローダーが被災してしまっは意味がないということは以前から言われていたが、今回はこれにフェリー埠頭の可動橋を加える必要がある。クレーン、アンローダー、可動橋などの設計では、基礎が不動のものであるとの前提で設計をしてしまいがちである。しかし、実際には、港湾の施設においては、大地震の際にはある程度の地盤変状は避けられず、地盤変状を完全に防止しようとするれば過大なコストがかかる。そこで、港湾の施設としてのクレーン、アンローダー、可動橋等の設計においては、「大地震時に基礎が動く可能性がある」との前提で、多少の動きには構造側で対応できるようにすることが必要である。このような考え方をこの機会に徹底する必要がある。

#### 【課題③】サイト特性の厳密な評価

熊本地震において、熊本空港の土木施設の被害は軽微であった<sup>7)</sup>。しかし空港は震源近傍であり、空港からわずか数km南下した地点では、家屋の倒壊などの甚大な被害が出ている<sup>8)</sup>。わずかな距離であるにも関わらずこうした違いが出ている原因がサイト特性の違いであることが、土木学会による調査で明らかになってきている。すなわち、家屋の倒壊が甚大であった地区ではサイト増幅特性が著しく大きかったことが、現地で行われた臨時の地震観測で明らかとなってきている<sup>9)</sup>。平成19年の基準改訂以降、港湾施設の耐震設計においては、現地のサイト特性を厳密に考慮するという方向性が示されている。これが正しい方向性であることが今回の地震により改めて示されたと言える。

#### 【参考文献】

- 菅野高弘・三藤正明・及川 研：兵庫県南部地震による港湾施設の被害考察(その8)ケーソン式岸壁の被災に関する模型振動実験，港湾技研資料，No.813，1995年，pp.207-252.
- 一井康二・井合 進・森田年一：兵庫県南部地震におけるケーソン式岸壁の挙動の有効応力解析，港湾技研報告，第36巻，第2号，1997年，pp.41-86.
- 及川 研・菅野高弘・三藤正明・中原知洋：兵庫県南部地震により被災した杭式栈橋に関する実験的研究，第10回日本地震工学シンポジウム，1998年.
- 菅野高弘・他6名：2005年福岡県西方沖の地震による港湾施設被害報告，港湾空港技術研究所資料，No.1165，2007年.
- 小濱英司・菅野高弘：RTK-GPSを用いた地震後岸壁変形量計測ツールの開発，地盤工学会誌，第63巻，第1号，2015年，pp.34-35.
- 内田吉文・他6名：栈橋式構造の残留水平変位と応力状態の関係について(その2)，土木学会第66回年次学術講演会，2011年.
- 野津 厚：港湾・空港の被害，平成28年(2016年)熊本地震 地震被害調査結果 速報会，土木学会，2016，<http://committees.jsce.or.jp/eec2/node/76>.
- 松田泰治：土木学会関西支部・調査報告，平成28年(2016年)熊本地震 地震被害調査結果 速報会，土木学会，2016，<http://committees.jsce.or.jp/eec2/node/76>.
- 秦 吉弥：地震動・地盤震動，平成28年(2016年)熊本地震 地震被害調査結果 速報会，土木学会，2016，<http://committees.jsce.or.jp/eec2/node/76>.



# 航路・荷役に関する 港湾技術基準改訂の方向性

安部 智久 国土交通省 国土技術政策総合研究所 港湾研究部

## 1. はじめに

航路・荷役関係について、港湾の施設の技術上の基準（以下「技術基準」）においては、いわゆる計画基準（港湾計画策定に関連する内容）や船舶が係留施設に安全に着岸できるための防舷材等に関する内容、さらには荷役施設やその運用に関する内容等、幅広い内容を含んでいる。

航路・荷役関係の記述については、技術面でしっかりした裏づけのあるものとするは勿論のことであるが、世界の最新の海事動向ないしは今後に起こりえる動向にも耐えうるものとするが必要であり、この点にも意識した検討を進めている。

具体的には、以下の2点を柱とした取組を行っている。第一は、世界的にコンテナ船やクルーズ船が大型化の傾向が続いていることから、安全と経済性に配慮しつつ、大型船の円滑な港湾への受入を支援するための検討を行うことである。図1は、コンテナ船の建造年と積載量（TEU）の関係であるが、前回の基準改訂以降急速にコンテナ船の大型化が進んでいることがわかる。

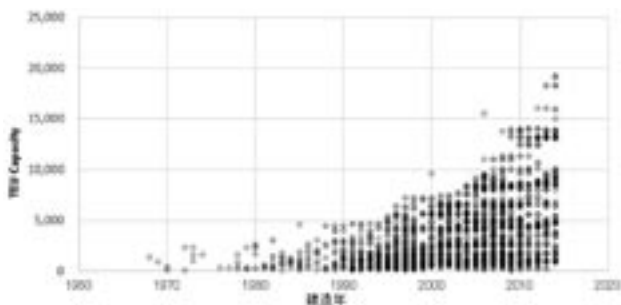


図1 コンテナ船の建造年とTEU積載量との関係(ロイズデータより国総研作成)

また第二は、ターミナルにおける荷役に関連した内容の強化である。引き続き経済社会のグローバル化が進展していることは論を待たないが、港湾においても従来の防波堤や係留施設といった下物の整備に加えて、荷役の安全性や効率性の確保がこれまで以上に重要となっている。本稿ではこれらの2つの観点から取組を紹介することとしたい。

## 2. コンテナ船やクルーズ船の大型化への対応

輸送効率の向上を図るため、年々コンテナ船やクルーズ船が大型化しており、対応する船舶諸元、係留施設の附帯設備等に関する記載の見直しが必要となっている。具体的には、以下のような取組を行っている。

### 1) 船舶及び係留施設の標準諸元の更新

現行の技術基準の策定以降、世界の船舶は急速に大型化し、標準諸元の値が現状に対応しなくなっている。このため、最新の世界の船型データの収集と統計解析に基づき船舶標準諸元・係留施設諸元を更新する。またこれらの諸元は表形式で記載されているが、表に記載のない船階級についての諸元算定について問い合わせが多いことから、解析手法・算定根拠を合わせて示すことで、このような船舶等の諸元の算定がより容易に行えるよう配慮する。

### 2) 水域施設の設計法の充実

現行の技術基準より、運動性能を考慮した航路計画の「第二区分」を導入した。これにより、既存の施設に対する船舶の入港可否の検討など柔軟な検討を行えることとなったが、この詳細算定法に必要な運動性能パラメータを大型船に関して追加する必要がある。また船型の大型化に伴い、暫定的に潮位差を利用し入港するというニーズも出てきていることから、内外



の事例を収集し、潮汐利用の実態・留意点等を整理する取組も行っている。また、先の東日本大震災における津波発生時に、港内外の湾域に避泊した船舶も見られたことから、避泊に対応するための水域規模の算定手法について記載を追加する予定である。

航路や泊地の水域施設については、利用者である船側のニーズを良く踏まえることも必要である。特に、近年入港が増えているクルーズ船は、ポッド式と称される推進機構による特徴的な操船となっている。このため内外の港湾での操船形態について、AISデータによる分析とその共有化を行い、関係者による港内での操船実態の理解の向上を図る予定である。

### 3) 防舷材の設計等

最近大型のクルーズ船が各地に寄港することとなっているが、安全に着岸等を行えるよう、防舷材や係船柱の設計に関しても見直し作業を行っている。

防舷材に関しては、接岸エネルギー算出に用いる船舶の排水量を求める関係式が、近年の船舶大型化の情勢を反映していない。このため排水量について最新の船舶諸元を用いた統計解析を行うとともに、PIANC等の接岸速度の検討結果等をも踏まえつつ、防舷材についての記載を見直す予定である。また係船柱に関しては、その規格・設置間隔等が、大型船舶に十分に対応していると言いつつも、船舶の動揺シミュレーションによる牽引力の評価や実態調査等による係船柱の設置間隔等の情報に基づいて、適宜記載の更新を行う予定である。

## 3. 荷役作業の安全確保・効率化

荷役作業の効率性や安全性は、港湾の国際競争力を左右する重要な要素の一つである。このような事項に関連した記載について、国内外の最新の動向も踏まえつつ、記述を強化する方向で検討を進めている。

### 1) 荷さばき施設の記載の拡充

近年、風によるクレーンの逸走や繋離船作業中の係留ロープの破断事故などが発生したことから、荷役作業の安全確保が課題となっている。このため、荷役作業関係者からのヒアリングや事故原因分析を行い、安全確保と荷役効率の両立という観点から、荷さばき地の設計上の配慮事項や運用上の危険防止対策等を記載することとしている。この際には、安全性の向上のための荷役機械の高度化、さらには近隣のターミナル間での部品の相互融通も想定した仕様標準化についても視野に入れた検討を行っている。

一方で、現行の技術基準から、コンテナターミナルの性能照査手法として、コンテナターミナルの規模推計モデルを導入し、計画取扱量に基づいてコンテナターミナルの必要面積規模が算定できるようになった。しかしその後コンテナ船の大型化や荷役形態の変化が生じていると予想されることから、各地の関係者へのヒアリングによる情報収集とその分析を通じて、当該手法の妥当性や改善の必要性を検討し、適宜記載事項を変更する予定である。

### 2) 専門ふ頭等の記載の集約・再整理

世界における資源・エネルギー等の需要が急増し、資源・エネルギー等の輸送形態が多様化している。安定的かつ効率的な海上輸送網の形成に向けて、コンテナ関連以外についてのふ頭等についても、記載の強化が望まれている。具体的な課題として、現行の技術基準ではふ頭単位ではなく、要素技術が個別に記載されていることから、設計実務者が使いづらいとの指摘がある。このため専門ふ頭等（コンテナ、フェリー、マリーナ、超大型タンカー、海上貯油施設）の記載を施設ごとに集約・整理して利便性を高める方向で検討している。

### 3) 載荷重の記載の更新

船舶の大型化に伴い、コンテナクレーンなどの荷役機械も大型化しているため、ターミナル設計時の載荷重についても見直しが必要となっている。このため、港湾管理者等を対象としたアンケート調査により実態を確認しているところであり、想定されるターミナルの利用形態についても適切に考慮しつつ記載を更新する予定である。

### 4) 附帯設備の記載の更新

現行の技術基準の策定以降、例えば照明施設といったような附帯設備に関して新たな技術を用いた設計事例が増加している。このため、最新の技術の設計事例について情報収集し、その構造物を設計するに当たり参考にした基準、法令、参考文献を整理したうえで、適宜記載を更新する予定である。

## 4. 終わりに

以上、技術基準改訂に向けた航路・荷役関係の作業方針やその概要を簡単に紹介した。

今般、我が国の港湾技術の海外展開も脚光を浴びており、技術基準は国内とともに海外のユーザーに対しても魅力あるものであることが求められている。このためには技術的な信頼性ととも、内容の分かりやすさや使いやすさにも十分配慮が必要と考えている。皆様からのご指導ご鞭撻も引き続きお願いする次第である。



# 環境に関する 港湾技術基準改訂の方向性

岡田 知也

国土交通省 国土技術政策総合研究所  
沿岸海洋・防災研究部 海洋環境研究室 室長

## 1. はじめに

港湾における環境施策は、公害防止対策として1960年代から始まった。当時の環境施策は、汚泥の浚渫や浮遊ゴミ・油の回収であった。公害問題が一段落すると、生活排水による水質汚濁（富栄養化）がクローズアップされるようになった。富栄養化が進行した水域では、赤潮および貧酸素水塊が頻発し、沿岸域の人々の生活環境を低下させるだけでなく、生物の生息環境も低下させた。この問題の対策として、「海域環境創造事業（シーブルー事業）」が行われ、浚渫工事等で発生する良質な土砂を活用して汚泥上へ覆砂すること等が行われた。これらの事業および水質汚濁防止法に基づく総量規制によって、水質は1970年頃と比べて改善された。しかしながら、赤潮や貧酸素水塊の発生は依然として減らず、また、アサリをはじめとする貝、エビ、カニの生息量も復活することなく低下し続けた。この状況に対応すべく、1990年代から「環境と共生する港湾（エコポート）」として、浚渫土砂を有効活用した干潟の造成等をはじめとした自然環境の積極的な改善・保全が行われた。

このように港湾における環境施策の対象は、人の健康→水質・底質→生物と時代とともに変遷した。さらに、2000年代になると、「港湾行政のグリーン化」において、港湾の開発・利用と港湾の環境の保全・再生・創出は車の両輪であり、その双方に港湾行政が責任を持つ必要があるとの方向性を打ち出し、港湾のあらゆる機能に環境配慮を取り込み、環境の保全・再生・創出に取り組んでいくこととし、港湾における環境への配慮は標準化に向けて動いている。

しかし、現行の港湾技術基準においては、「環境への配慮」は示されているものの、環境改善技術についての記述は殆どない。これは、港湾技術基準は港湾施設を主に対象としているため、港湾施設として扱い難い覆砂をはじめとする環境改善技術は対象外とされていたためであると思われる。そこで、改訂版

においては、環境改善技術を参考技術資料として記載することを検討している。参考技術資料であるものの、環境改善技術が港湾技術基準に記述されることは、港湾における「環境への配慮」のより一層の推進力になると考えている。

## 2. 改訂版における改訂事項

### 2.1 「環境等への配慮」の記載の拡充

近年では、港湾の環境を考慮する際には、水質および底質だけでなく生物への配慮が不可欠である。生物は生態系の主たる構成要素であり、海洋においては、複雑な食物連鎖や腐食連鎖により相互に関連を持ちながら、空間的・時間的な階層性を持って存在している。したがって、ある一種のみの生物を保全・再生することは困難であり、生態系全体として、水質、底質、生物生息場、物質循環をトータルで考慮する必要が望まれている。そこで改訂版では、生物および生態系を考慮することの重要性について記述することを考えている。

平成22年3月に生物多様性国家戦略2010が閣議決定され、平成23年3月に環境省により海洋生物多様性保全戦略が策定された。それらにおいて、沿岸・海洋の生物多様性の保全および持続可能な利用のための様々な施策等についても記されている。また、生態系が人にもたらす恵みとして、生態系サービスの価値が見直されている。少子高齢化社会や人口減少等に起因する将来の社会的活力の減退に対し、豊かな自然環境、文化や伝統、良好な生活環境、精神的満足といった地域活力の維持・向上が重要であると考えられている。周囲を海で囲われた我が国においては、港湾域の生態系サービスの果たす役割は大きく、各地域に根差した生態系サービスの提供は貴重である。そこで、生物多様性および生態系サービスについても、改訂版では新たに記述することを考えている。





## 2.2 リサイクル材料の環境利用の記載の追加

持続可能な社会構築として、循環型社会は我が国が進むべき方向性であると考えられている。港湾工事に於いて使用されるリサイクル材料には、スラグ、石炭灰、コンクリート塊、浚渫土、アスファルトコンクリート塊等があり、ほとんどが土石材料として埋立材、路盤材、地盤改良材、コンクリート骨材等として利用されている。

近年においては、環境改善技術においても、産業副産物（鉄鋼スラグ、石炭灰等）および建設副産物等（浚渫土砂、陸上建設発生土等）のリサイクル材料の積極的な活用が進み、環境安全性に優れたリサイクル活用技術の開発がなされている。平成24年に「港湾・空港等整備におけるリサイクル技術指針」が改訂され、対象材料として鉄鋼スラグの二次製品、石炭灰の二次製品が追加されたほか、材料の用途として、生物生息場となる藻場・浅場・干潟造成・覆砂材・人工砂浜等が追加された。平成25年には「浚渫土砂等の海洋投入及び有効利用に関する技術指針」（改訂案）が策定され、良好な海域環境の保全・再生・創出に資する対象材料としてリサイクル材や陸上建設発生土が追加されている。

そこで改訂版では、リサイクル材の環境利用について、材料の章に概略を記述することに加えて、参考技術資料に参考となる技術資料を記述することを考えている。

## 2.3 環境改善技術の記載の追加

海域環境の保全・再生・創造の目的で、造成干潟は既に全国の港湾で多数実施されている。現行の港湾技術基準では、造成干潟に関する記述は、海浜の一部として記述されている。これは干潟が港湾施設として扱い難いため、海浜の一部として整理したものと考えられる。しかし、干潟と海浜とは期待している機能や外力条件は異なり、両者の設計は異なる点が多い。例えば、基盤材として軟弱な浚渫土を用いその上に覆砂を施す設計は、干潟特有であり、波当たりが強い砂浜には見られない。また、波浪等の物理的要因だけでなく、生物の生息基盤としての要求から、干潟と砂浜に用いる土砂の粒径は異なる。そこで、改訂版では、干潟と海浜を整理して記述することを考えている。

その他の環境改善技術として、浅場造成、藻場造成、底質改善、覆砂、深ぼれ跡埋め戻し等が挙げられる。これらの環境改善技術に対しては、「海の自然再生ハンドブック」や「順応的管理による海辺の自然再生」等が発行されている。改訂版の参考

技術資料には、これらを参考にし、環境改善技術の整備に関して、参考となる技術資料を記述することを考えている。

## 2.4 生物共生型港湾構造物の記載の追加

近年、全国各地の港湾において港湾構造物の老朽化の進行が問題になっており、港湾構造物の改修時に生物生息機能を付加することが検討され始めている。また、震災で被害を受けた港湾構造物の復旧においても、環境配慮型の港湾構造物が検討されている。そのような要求から、防災機能と環境機能が調和した港湾構造物として、生物共生型港湾構造物が開発され、平成21年に全国5か所に生物共生型護岸が整備された。また、それ以外にも、全国に生物共生型の港湾構造物が整備されている。それらの技術を整理し、「生物共生型港湾構造物の整備・維持管理に関するガイドライン」が平成26年度に公表された。生物共生型港湾構造物は、将来的に港湾域の生態系サービスの向上のための重要な技術として普及することを期待している。また、国や自治体だけでなく、護岸などの施設を所有する民間企業など多様な主体が生物共生型港湾構造物の整備を検討することを期待している。

現状の基準では、「外郭施設は、魚介類、海藻、プランクトン等海生生物の生育の場としての効果もあることから、施設の配置及び構造の検討にあたっては、必要に応じ、生物生息環境に配慮するのがよい。」と記されているものの、それを反映した具体的な記述はない。そこで、生物共生型港湾構造物の整備および維持管理に関して、参考となる技術資料を参考技術資料に記述することを考えている。

## 3. おわりに

港湾行政において、環境改善技術は主役ではないものの、主たる施策を円滑に実施するために不可欠の技術である。改訂版では、それらの環境改善技術を参考技術資料として、記述することとした。今後の環境施策の重心は、これまでの問題対応型の施策から、港湾の新たな価値の創造型にシフトすると考えている。具体的には、底質汚染や富栄養化対策等から、造成干潟や生物共生型護岸を活用した港湾域の新たな生態系サービスの創造へのシフトである。港湾域の新たな生態系サービスの創造においては、港湾施設と環境改善技術のリンクがこれまで以上に重要になると考えている。港湾技術基準に環境改善技術が記述されることは、港湾の新たな価値の創造の足掛かりになると考えている。



# 調査技術に関する記載の充実化

松本 英雄

国土交通省 国土技術政策総合研究所  
港湾研究部 港湾新技術研究官

伊藤 直和

一般社団法人  
海洋調査協会 専務理事

## 1. 調査を巡る現状の課題

港湾施設の設計、施工、維持、補修の各段階において現状の評価、施設の性能を推定する上で観測、調査、試験及び実験は非常に重要な役割を果たしている。

現状、港湾調査指針（発行：1987年、日本港湾協会）が広範な調査技術資料としてとりまとめられている。また、日本工業規格、土木学会、地盤工学会をはじめとする学協会から発行されている規準・マニュアル等、港湾工事標準仕様書等において、各々の技術分野における調査方法についてとりまとめられている。さらに港湾の施設の技術上の基準・同解説においても気象、潮位、波浪の観測及び調査、地盤調査、設計地震動設定のための調査等について記述されており、現在、調査仕様の決定等においてはこれらの資料が利用されている。

一方、港湾の施設の技術上の基準は概ね10年程度で改訂され、耐震設計における変形量照査、信頼性設計法等、新しい設計の考え方が順次導入されてきているため、調査と設計の関係がわかりにくくなっていること、調査に関する技術資料が多岐にわたっているため、すべてを把握することが難しくなっていること、新しく開発された調査手法に関する記述、新設もしくは改訂された規格・規準等への対応等が課題と認識している。

他方、熟練技術者の減少、既存施設の延命化・機能向上、生物生息環境を考慮した施設の整備等、新たな要請への対応において、適切かつ効率的な調査の計画立案と実施は、これまで以上に重要となっている。

## 2. 全体の方向性

上述のような課題に対応するため、利用者の便宜を図るとともに理解を深めることを目的として、港湾の施設の技術上の基準において、調査技術に関する記載を充実する方向で検討を進

めているところである。

まずは、調査における基本的考え方を総則としてとりまとめ、次に設計との関係をより理解しやすくするよう、現行の港湾の施設の技術上の基準・同解説（発行：2007年、日本港湾協会）で言えば、第3編 作用及び材料強度条件編の各項目を中心として、検討に必要な観測、調査、試験及び実験についてとりまとめることを考えている。また、水理模型実験に加え、近年、導入が進んでいる数値解析についても代表的な解析コードを取り上げ、そのパラメータの設定のために必要な調査等に関する事項も盛り込むことを考えている。

さらに、阪神淡路大震災、東日本大震災では、港湾全体の機能に影響するような大規模な被害を被っているが、被災直後から被災状況の把握、それに基づく復旧・復興に向けての技術的検討を目的として各種の調査が実施されている。これらの経験は、今後、想定される南海トラフあるいは首都圏直下型等の大規模地震・津波災害においても、港湾機能の早期復旧・復興の観点から有用な情報となり得ると考えられることから、大規模災害時の調査として、章を設けてとりまとめることを考えている。

## 3. 調査における基本的考え方

調査における基本的考え方については、港湾調査技術のあり方検討委員会（委員長：高山知司 京都大学名誉教授、H27～28d）での議論を踏まえつつ、とりまとめていく方針としている。

検討会では、これまでに（1）調査全般に対する要求事項と品質管理、（2）品質管理と調査プロセスに関するマネジメント等について、御検討いただいているところである。

引き続き、調査計画立案・実施における専門技術者の活用、調査成果の信頼性の確保等、調査に関する様々な課題について検討していきたいと考えている。



## (1) 調査全般に対する要求事項と品質管理

一般的に調査の分野では、調査成果、時間、コスト等の要求を満たしつつ、様々なデータを収集、計測し解析することが要求されている。分野によって、様々な単語で表現される場合があるが、計画調査 (Research)、試験 (Test, Examination)、計測 (Measure)、調査 (Survey)、探査 (Exploration, Investigation)、解析 (Analysis)、評価 (Evaluation, Check, Verification) の作業プロセスを、効率よく、適正な価格で実施することが要求されている。

すでに民間企業では、品質管理マネジメントを通して調査業務についても品質を管理している事例も見受けられ、一貫したマネジメント手法を共有することを目指すことを検討している。

## (2) 品質管理と調査プロセスに関するマネジメント

品質を管理するために、調査にマネジメントシステムを導入した場合 (図1 参照) を想定して検討しており、以下に調査の各プロセスにおける検討すべき事項を示す。

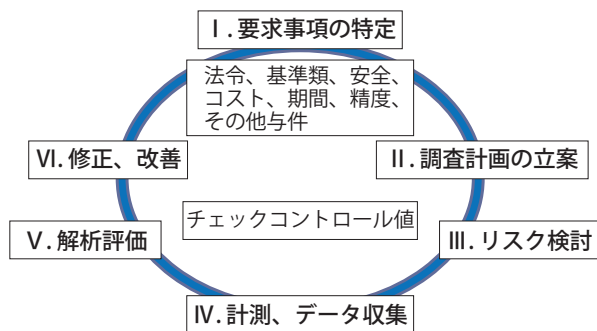


図1 調査にマネジメントシステムを導入した場合の検討例

### I. 要求事項の特定

調査を実施する主体は調査の要求事項について特定する必要がある。要求事項は調査成果の活用方策、調査方法に関する基準類が該当する。それ以外にも、実施にあたっての関係法令、現地の関係機関との調整に基づく制約条件、例えば、調査期間、調査範囲、騒音・振動対策、安全対策等、様々な事項もまた要求事項となる。しかも要求事項は計画時、設計時、施工時、維持管理時、災害時の段階毎に変化し、また構造物によっても要求事項が異なるなど、複雑であることが想定される。

### II. 調査計画の立案

特定された要求事項に基づいて調査計画を立案するが、その際、既往資料の収集分析を実施し、その評価を行った後、調査項目、調査期間、調査手法、数量、密度、解析手法、コスト等の要求事項を満足するよう検討する必要がある。

### III. 調査計画のリスク検討

立案された調査計画について、設計技術者、施工技術者、維持管理、災害の専門家も交えて検討することが望ましいと考えている。特に、求められた精度のデータを取得できるかという観点から、妥当性ととも、リスクに関して検討、評価を行い、チェックコントロール値を設定することが望ましいと考えている。また、コントロール値を達成できない場合の対応案をまとめておくことで、追加調査の要否に関する迅速な判断、あるいはコントロール値の設定に反映させることができると考えている。

### IV. 計測、収集データの記録

現地での計測収集データ、現地採取資料の室内試験、シミュレーションの入・出力データを含め、データは記録し、保持されるべきであると考えている。

### V. 調査成果の解析評価

調査計画に従い、データ解析後、要求事項を満足するかどうかチェックコントロール値で評価し、記録し、保持されるべきであると考えている。

### VI. 調査計画の修正、改善

評価の段階でコントロール値を満足しなかった場合、リスク検討の対応等に従い、調査計画を修正し、実施することが必要であると考えている。

## (3) 作用及び材料強度条件編

作用及び材料強度条件編における主要改訂事項については、他の方の記事を参考にさせていただきとして、従来、観測、調査、試験及び実験についてもこの中で取り上げられてきたところがあるが、これらについては、他の調査と併せ、まとめて記述する構成を検討している。

## (4) 調査技術に関する記載

作用及び材料強度条件編での項目に対応することに加え、地盤改良、杭の載荷試験等、施設編に記載されてきた調査に関係する事項 (例えば、杭の載荷試験、地盤改良時の事前調査、配合試験、事後調査等) についても、取り上げる方向で検討している。

以上、調査技術の記載の充実の方向性について、特に調査の基本的考え方を中心として、現時点での検討状況を紹介させていただいた。今後、様々な検討・調整が必要となることから、ご紹介した内容が港湾の施設の技術上の基準の改訂に反映されるかどうか不確定なところもあるが、引き続き、調査技術に関する必要な検討を進めていきたいと考えている。

# 土質系遮水材 HCB-F (ハイブリッドクレイバリア・ フライアッシュ)

## 東洋建設株式会社

フライアッシュにベントナイトを混合して固化処理を行うことによる透水性低下の効果と、線状高分子材料（繊維材）の混合による靱性の向上効果により、大ひずみ領域でも耐力を有し、かつ不透水性を保持できる土質系遮水材HCB-Fを開発した。

### 土質系遮水材HCB-Fの概要

管理型海面処分場の遮水工は、地震、波浪・潮汐の作用、軟弱地盤の沈下などに起因する変形の影響を受けやすいため、変形に対する追従性が求められる。土質系遮水材HCB-F（ハイブリッドクレイバリア・フライアッシュ）は、フライアッシュに固化材と線状高分子材料（繊維材）を混合した高い靱性（粘り強さ）を特徴とする材料であり、管理型海面処分場の遮水工に用いる土質系遮水材料として開発したものである。フライアッシュの固化処理およびベントナイト配合による透水性低下の効果と、線状高分子材料（繊維材）の混合による靱性の向上効果により、大ひずみ領域でも耐力を有し、かつ不透水性を保持できる。なお、遮水工として要求される透水係数の基準は、50cmの層厚に対し $1 \times 10^{-6}$  cm/sec以下で、遮水室の浸透路長が30cm程度とすると $3.6 \times 10^{-7}$  cm/sec以下が必要となる。

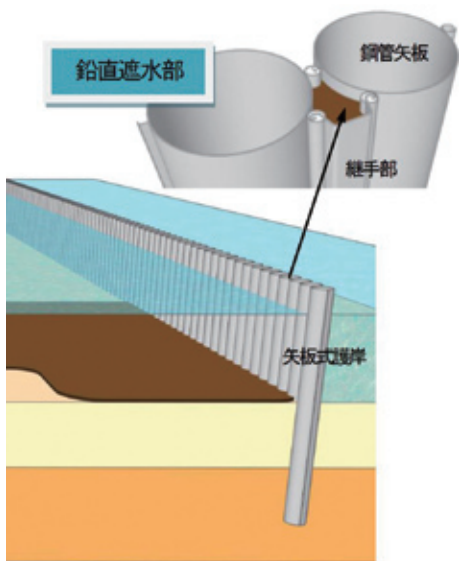


図1 土質系遮水材の適用範囲

### 土質系遮水材HCB-Fの適用場所

HCB-Fの適用部位は、管理型海面処分場の鉛直遮水工における水中部とする。ここでいう鉛直遮水工とは、鋼管矢板は箱型矢板などの鋼製連続地中壁用鋼材およびその連結部・継手部の鉛直空間（以降、遮水室と呼ぶ）を遮水材で充填した構造のものをいう。なお、気中部は、アスファルト系遮水材を使用する。水中部のHCB-Fが変形して天端高さが下がった場合には、アスファルト系遮水材を適宜補充することが可能であり、メンテナンスにおいても容易となる。このとき、HCB-Fには、アスファルト系遮水材の自重（気中単位体積重量： $\rho_t \approx 20$  kN/m<sup>3</sup>）が上載荷重として載せられるため、遮水室壁（鋼材）と土質系遮水材HCB-Fの界面の遮水品質の維持のためにも有益な構造となる。

### 土質系遮水材HCB-Fの特徴・性能

HCB-Fの標準配合は表1に示すとおりで、フライアッシュ（FA）、ベントナイト（B）、高炉B種セメント（C）および繊維材を海水で混練りする。当材料の特徴は以下のとおりである。

- ✓フライアッシュ（FA）を主材とし、ベントナイト（B）をフライアッシュ（FA）との混合比 $B/(FA+B) = 20\%$ で混合することで透水係数を $10^{-7}$  cm/secのオーダーを確保する。
- ✓フライアッシュ（FA）には重金属を含有している場合があるので、フライアッシュ（FA）の配合実績から、フライアッシュ（FA）12に対して高炉セメント（C）を1以上配合することで有害物質溶出を抑制する。このセメント添加により、圧縮強度 $qu = 100$  kN/m<sup>2</sup>以上が発揮できるため、一定の変形を許しながらも、上載荷重が作用してもせん断破壊することがない。

表1 土質系遮水材の標準配合

W/C (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					合計
	海水 (W)	フライアッシュ (FA)	ベントナイト (B)	セメント (C)	繊維材 (v)	
775	564.3	699.2	174.8	72.8	5.4	1,517

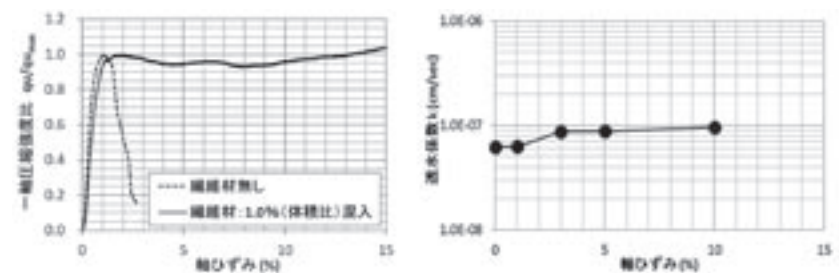


図2 HCB-Fの一軸圧縮試験、透水試験結果

- ✓ 繊維材を混合させ遮水材に韌性(粘り強さ)を持たせることで、図2に示すように軸ひずみ10%程度の変形領域でも強度が大きく低下せず、遮水品質(透水係数)を維持できる。繊維材としては繊維径10~400 $\mu$ mで、繊維長が10~50mmの短繊維を用いる(例えば、ポリプロピレンやビニロン等)。
- ✓ 水量については、水分対比=60%程度とし、ポンプ圧送が可能な程度に流動性を与え、充填性を高めるとともに、材料分離が発生しない配合量とした。

### 土質系遮水材HCB-Fを充填した遮水工構造体の性能

図3に示すような、鋼材とHCB-Fの複合構造模型について、曲げ変形を与え任意の曲げひずみにおける透水量を計測した。この透水量とHCB-Fの三軸透水試験から得た透水係数から土質系遮水材と鋼材の界面での透水率を算出し、浸透層厚50cmの遮水構造体としての透水係数を換算した結果、曲げが発生した状態でも所定の遮水性能(透水係数=10<sup>-7</sup>cm/secのオーダー<1×10<sup>-6</sup>cm/sec)を得ることを確認した。また、長期材齢(900日程度)においても著しい性能劣化は認められない。

### 施工実績

愛知県名古屋市での管理型最終処分場の鉛直遮水工(鋼管矢板式)で本材料を適用した。鋼管矢板継ぎ手部の遮水充填として水

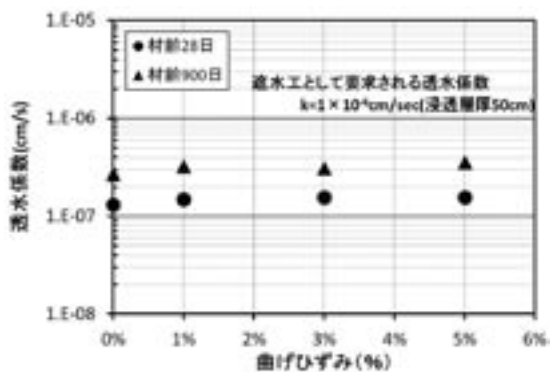
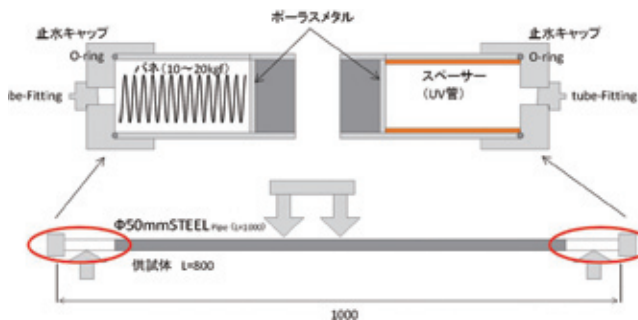


図3 遮水工変形時の遮水構造の透水性の確認

中部83m<sup>2</sup>をHCB-Fにて、気中部をアスファルトマスティック17m<sup>2</sup>の施工である。

図4にHCB-Fの製造手順を、写真1に製造プラントを、写真2に施工状況を示す。HCB-Fの打設は、水中ポンプで遮水室内の余剰水を排除しながら2インチの打設ホースにて下部から打ち上げた。

現場での品質は、製造したHCB-Fスラリーを対象にフロー試験と密度試験で管理した。また、サンプリングしたスラリーにて供試体を作製し一軸圧縮試験および三軸透水試験を実施した。試験結果は、事前の室内試験と同等のk=1.2×10<sup>-7</sup>cm/sec(要求透水係数:7.2×10<sup>-7</sup>cm/s以下)と施工品質も要求性能を満足することを確認した。打設サンプルによる溶出試験の結果、重金属による環境負荷を与えないことを確認した。

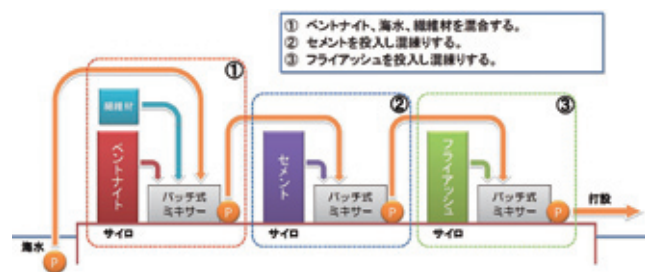


図4 HCB-Fの製造手順



写真1 HCB-Fの製造プラント



写真2 HCB-Fの打設状況

# 平成28年熊本地震に係る 港湾の被害と対応について

国土交通省 港湾局

本稿では、平成28年4月14日(木)、16日(土)、最大震度7の地震を観測した平成28年熊本地震における港湾の被害と対応について報告します。

## 1. 港湾における主な被災状況と応急復旧

平成28年熊本地震に伴い、熊本港、八代港、三角港、別府港等において港湾施設・海岸施設に被害が発生しました。しかし、他のインフラと比較して比較的被害が軽微だったこと、迅速に応急措置を講じたこと等により、地震後速やかに全ての港湾施設の利用が可能となりました。ここでは熊本港の応急復旧にかかる取組について紹介します。

熊本港の定期航路としては、島原港と結ぶフェリー航路(16便/日)及び釜山港と結ぶ外貿コンテナ航路(2便/週)がありますが、地震に伴うフェリーターミナルの車両乗降用可動橋の変形、ガントリークレーンの部材不具合、臨港道路で段差等の発生(図1)といった被災に伴い、両航路とも地震直後より運休となりました。



図1 臨港道路で発生した段差(熊本港)

応急復旧にあたっては、港湾管理者、国土交通省緊急調査団(九州地方整備局、国土技術政策総合研究所及び港湾空港技術研究所の職員より構成)、日本埋立浚渫協会等の関連業界団体等が連携して迅速な対応を行い、地震から約1週間後の22日よりフェリー航路、23日よりコンテナ航路の運航が再開しました。なお、コンテナターミナルでは海上保安庁が被災者に対する入浴機会の提供を実施していたため、国土交通省港湾局と海上保安庁で調整し、コンテナ船を早朝入港させることで、被災者支援とコンテナ物流の両立を実現しました。

## 2. 港湾を通じた被災地支援

地震発生後、港湾管理者を始めとする関係者による速やかな点検、復旧作業により、熊本港、八代港、三角港、別府港等を通じて、様々な被災者支援活動が行われました。代表的なものを紹介します。

### (1) 被災地への支援物資の輸送

海上自衛隊の輸送艦、海上保安庁の巡視船、北陸・中部・近畿・中国・四国地方整備局配備の船舶(大型浚渫兼油回収船、海洋環境整備船、港湾業務艇)により、被災地への支援物資の輸送を行いました。

### (2) 被災者への飲料水の提供

海上保安庁の巡視船及び九州地方整備局配備の海洋環境整備船2隻(「海輝」、「海煌」)により、被災直後から被災者の方々に飲料水を提供しました。海洋環境整備船は5月2日までに計3,500名以上の方々に112,000リットル以上の飲料水を提供しました(図2)。

### (3) 被災者への入浴機会の提供

海上保安庁の巡視船及び国土交通省の大型浚渫兼油回収船2隻(中部地方整備局「清龍丸」及び九州地方整備局「海翔丸」)により、船内浴室を開放し、被災者の方々に入浴機会の提供を行いました。大型浚渫兼油回収船は、入浴機会の提供とあわせ、洗濯場所や軽食の提供を行い、4月28日までの6日間で、計328名の方々に利用されました。



図2 海洋環境整備船による給水(熊本港)



国際

沿岸レポート

## 「港湾防災セミナー」と「日ASEAN港湾技術者会合」に参加して

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

### 1. はじめに

2016年2月23日と24日にタイのバンコクで開催された「港湾防災セミナー」と「日ASEAN港湾技術者会合」に参加する機会があり、それに出席し、発表を行ってきたのでそれについて述べる。タイへの出張は4日間で、中2日が会議で、それを挟む前後の2日が行き帰りの飛行機の中といった強行スケジュールであった。

なぜこのような会議が開催されるようになったのか、過去の経緯について私は全く知らなかったこともあり、また、多くの読者の方々もほとんど知らないだろうと想定されることもあって、最初にこのような会議が開催されるようになった経緯について報告する。そのあと、「港湾防災セミナー」と「日ASEAN港湾技術者会合」においてどのようなことが話し合われたかについて述べる。そして、最後にバンコク港湾を見学したのでその状況について述べる。

### 2. 日ASEAN港湾技術者会合について

東南アジア諸国連合（ASEAN）は10か国が加盟し、加盟国人口も約6億に達しており、日本としてもASEANとの経済連携を模索しながら、包括的経済連携協定を2008年12月に発効している。このような動きに合わせて、交通分野においてもASEANとの連携が必要との認識からASEAN交通次官級会合（STOM）において検討され、基本的な枠組みが2002年9月に合意された。このようにして日・ASEAN交通連携がスタートし、その下に4つのWGが設置された。その中の一つが海上交通WGで、ここでは港湾技術共同研究と海事セキュリティの2つのプロジェクトが検討されることになった。日ASEANにおける港湾に係る技術的課題は前者のプロジェクトで検討されることになっている。港湾技術プロジェクトの実質的な検討を行うのが「日ASEAN港湾技術者会合」である。

2004年から2006年の期間は港湾施設の維持補修技術の移転と題する技術報告が第1回から第3回の日ASEAN港湾技術者会合で議論されている。その後、以下に示す3つのテーマに関してガイドラインの検討がなされた。2007年から2008年は津波防災マップの開発と活用、2009年から2011年は港湾構造物の戦略的維持管理、2012年から2014年は港湾の電子データ交換の導入についてのガイドラインが協議された。そして、2015年から3年計画で港湾の防災に関するガイドラインについて協議が開始されている。私は今年のこの協議に参加したものである。

### 3. 港湾の防災に関するガイドラインのための「日ASEAN港湾技術者会合」と「港湾防災セミナー」

#### (1) 日ASEAN港湾技術者会合と港湾防災セミナーの開催

港湾の防災に関するガイドラインの目的は港湾防災に関して基本的な考え方や有益な情報を提供することにある。昨年の第12回の日ASEAN港湾技術者会合は2015年3月4日にフィリピン・マニラで開催され、その前日には港湾防災セミナーが開催されている。港湾防災セミナーでは、「港湾における災害対応」と題してフィリピン カガヤンデオロ港湾管理室 Mr.Ryan P.Nalzaró 安全管理官、日本から「津波・高潮による災害の特徴」と題して港湾空港技術研究所 富田孝史領域長（現：名古屋大学教授）、「日本の港湾における災害の取り組み」と題して国土交通省港湾局針谷雅幸課長補佐（現：高知港湾・空港整備事務所長）による講演があった。第12回日ASEAN港湾技術者会合では、ASEAN諸国における沿岸災害と港湾防災の取組や港湾における津波・高潮防災技術に関する国際協力、港湾防災ガイドラインの作成について討議された。この会議において日本側が港湾防災ガイドライン（案）を作成することになった。

第13回日ASEAN港湾技術者会合はタイ・バンコクのマンダリンホテルにおいて2016年2月24日に開催された。そして、その前日、2月23日に同じ場所で港湾防災セミナーが開催された。そこで、最初に港湾防災セミナー、次に港湾技術者会合について記述する。

#### (2) 港湾防災セミナー

港湾防災セミナーでは2月23日の14:00～17:30にかけてタイ国立カセタート大学 Suttisak Soralump 博士、私、港湾空港技術研究所 佐々木秀郎国際研究官（現：苫小牧港管理組合専任副管理者）の3人が講演した。Soralump 博士は、チャオプラヤ川低流域における複合災害の軽減と題して、チャオプラヤ川の河口流域における掘抜き井戸による地下水の汲み上げによって地盤沈下が発生し、更に、地球温暖化による海面上昇も加わって、図-1に示すように1974年から2015年の41年間に海岸線が5kmも後退することが起きた。その結果、洪水や海水の浸入が広

範囲に及ぶことになった。これに対する対策として、地下水の汲み上げの規制や住民の移転といった非構造物による対策や既存の高速道路の洪水制御用堤防への改良、海岸線に沿う長大防潮堤の建設、タイ湾を横切る88km長さの堰の建設といった構造物による対策も考えられているとのことであった。

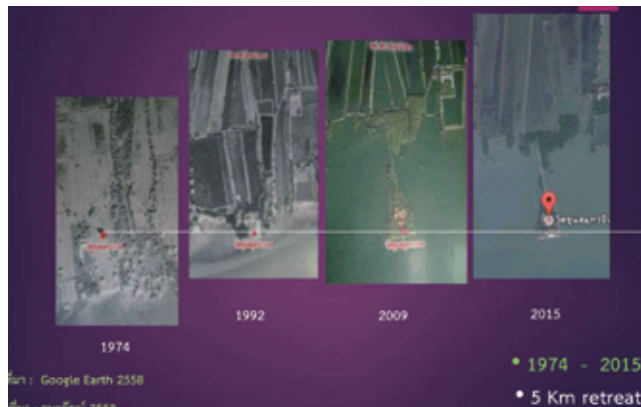


図1 地下水の汲み上げによる地盤沈下と海面上昇で5kmも後退した海岸線

私は、日本における高潮・津波災害とその対策について述べた。高潮の発生メカニズムはほぼわかってきており、数値計算によってほぼ正確に予測できる状況にあるが、地球温暖化による海面上昇や台風規模の巨大化については十分な検討が行われていない。また、津波の発生を予測することは不可能に近いが、発生した津波の規模をリアルタイムで予測することは可能になりつつある。2011年の東日本大震災のような巨大な津波に対しては避難に頼らざるを得ないが、既存の防災施設が崩壊すると被害は急激に拡大するので粘り強さで倒壊しないようにすることが大事である。ただし、現状では粘り強さを付加する構造について十分な検討が進んでいるとは言えない。

佐々木国際研究官は、港湾空港技術研究所の港湾防災に係る研究や活動について言及している。津波については、大型水路を用いた津波波力に関する水理実験や沿岸部における詳細な津波の挙動解析、現地被災調査を行って、津波現象の解明に努力するとともに、津波対策への応用についても技術開発を行っている現状についての説明があった。また、高潮や津波で被災した国



図2 セミナー参加者

に高潮や津波の数値シミュレーション手法の技術移転を行っている状況についても述べていた。

図2はセミナーの参加者や発表者の写真である。

### (3) 第13回日ASEAN港湾技術者会合

第13回日ASEAN港湾技術者会合にはASEAN8ヶ国（ブルネイ、カンボジア、ラオス、マレーシア、ミャンマー、フィリピン、タイ、ベトナム）から8名、日本から私を含め6名が参加した。それぞれの国から港湾における高潮・津波防災対策についての説明があった。高潮と津波の両方による被災で苦慮している国として、タイ、ミャンマー、フィリピン、ベトナムの4か国がある。特に、タイでは2004年のインド洋大津波ではアンダマン海に面するマレー半島のリゾート地帯が大災害を蒙ったために、現在ではインド洋に津波観測ブイを設置して、津波警報に役立てるようにしている。また、近年は毎年のように来襲するサイクロンによって高潮・高波災害がマレー半島のアンダマン海側とタイ湾側の両海岸で発生しているとの報告があった。フィリピンからは2015年の台風ヨランダによる被災報告と空中発射式超音波による津波観測装置（図3）が津波警報システムとして16港に設置されたとの報告があった。ベトナムでは台風によって0.3～1mの高潮が発生しており、また、マニラ海溝や琉球海溝で発生した津波が多くの海峡を通って、最大で2m程度の高さになって来襲してきているとのことであった。ベトナムでは高潮と津波に加え、海岸侵食の問題が大きく、海岸によっては海岸線の後退が20m/年にもなっているとのことである。



図3 空中発射式超音波水位観測装置

カンボジアからシハヌークビル港についての報告があった。この港は前面の島で遮蔽されているために高波浪は来襲しなく、天然の良港であるが、強降雨による災害があるとのことであった。また、ラオスは内陸にあるために洪水による港の災害が起きるとの報告があった。マレーシアについては、マラッカ海峡を通る船舶の数は非常に多く、船舶の安全な航行の確保が大きな課題であるとのことであった。

ASEAN側からの報告の後に、日本側がとりまとめたASEANやオセアニアの国々のための防災ガイドライン（案）の紹介があった。



このガイドラインは、多くの津波や高潮による被災やそれに対処するために防災・減災対策を行ってきた日本の経験を取りまとめ、その経験を広く共有して、ASEANやオセアニアの国々の防災・減災対策に生かそうとするものである。このガイドラインには、津波や高潮の発生原因や被災の特徴、特に、港湾構造物の被災状況について記述するとともに、津波・高潮の規模を発生頻度の比較的高いレベル1と最大クラスのレベル2に分けて考えることを基本概念としている。そして、レベル1の規模に対しては構造物によって人命と財産を護る防災対策であり、レベル2の規模に対して避難によって人命だけは護ろうとする減災対策である。防災対策構造物はレベル1規模に対して基本的に設計されるが、この構造物が倒壊すると被災規模が急激に増大するために、レベル2の規模のものに対しても粘り強く抵抗できる構造にすることが求められている。さらに、避難対策についても、ハザードマップの作成や、避難場所、避難経路の整備等についても記述している。

以上のような各国からの発表と日本からの防災ガイドラインの説明に対して活発な討論がなされた。図4は港湾技術者会合の様子を示している。防災ガイドラインは、ASEAN側の意見等を取り入れた上で来年度の日ASEAN交通大臣会合での承認を経て、ASEAN側に引き渡される予定になっている。日本提案の防災ガイドライン（案）の内容は、日本で行ってきたものを基本にしているために、社会状況や環境の異なるASEAN等の国々に直接活用できるか疑問であり、ASEAN側の意見を十分に取り入れて修正することが重要であろう。



図4 港湾技術者会合の様子

#### 4. タイ・バンコク港の見学

日ASEAN港湾技術者会合が終了後、15:00頃からバンコク港の見学に出発した。バンコク港はチャオプラヤ川左岸に位置する港で、1996年にレムチャバン港に抜かれるまで、タイ最大の港であったが、現在は第2位になっている。水深は8.5~11mと浅く、大型船は入港できない。コンテナターミナルがあるが、入港できるコンテナ船は喫水が8.2m、船長172m以下に制限されている。

図5は、見学に参加した日本人全員とタイ側の案内職員を撮っ



図5 見学会参加日本人とタイ国港湾技術者

た写真である。背後には中国上海製の巨大なコンテナクレーンが写っている。日本のコンテナクレーンと比較してかなりの重量になりそうである。図6は、コンテナ岸壁から対岸を見たときに丁度薄ぼんやりした夕陽が沈むところで、その夕陽がチャオプラヤ川の川面を照らしており、その美しさに感動したので、撮った写真である。

#### 5. おわりに

タイ・バンコクの訪問は今回で5回目である。最初は行くつもりではなかったけれども、国内で防災ガイドライン（案）の作成にかかわっていたこともあり、行かざるを得ない状況になった。日ASEAN港湾技術者会合には日本を含め9ヶ国の港湾技術者が会し、それぞれの国の港湾災害の状況が発表された。台風ヨランダによるフィリピンの巨大な高潮災害については知っていたが、それ以外の国でどのような状況になっているのかほとんど知らなかった。今回の港湾技術者会合に参加して、あまり知らない多くの国の災害の実情を学ぶことができ非常に有意義であった。

ASEANの国々が適切な防災・減災対策を立て、高潮や津波による災害を軽減できるようになることを望むだけである。このような機会を与えていただいた国土交通省港湾局には深く感謝している。さらに、現在作成中の防災ガイドラインがこれらの国の実情に対応した内容に整理され、活用されるようになることを望んでいる。



図6 タイ・バンコク港の夕陽



国際

沿岸レポート

# IAPH国際港湾協会 中間年総会と パナマ運河拡張計画・ 現地視察

一般財団法人沿岸技術研究センター  
調査部調査役 菊地洋二

## 1. はじめに

2016年5月11～13日にかけて、国際港湾協会（IAPH；The International Association of Ports and Harbors）の中間年総会が中米パナマ市で開催されたので、出席してきました。IAPH国際港湾協会は、世界の港湾関係者の交流を目指して1995年に設立された機関です。開催地であるパナマでは、本年6月27日に拡張したパナマ運河の開通を控えており、総会期間中には、現行の運河閘門と大西洋側に新設した拡張閘門を視察することができました。

## 2. 国際港湾協会中間年総会

中間年総会ではオープニング・セレモニーで成瀬進IAPH事務総長他の挨拶があり、その後のセッションではパナマ運河拡張等について多く



の報告がありました。総会壇上がコンテナをあしらってレイアウトされ、夕方には華やかなウェルカムディナーが催されるなど、中米ならではの活気ある雰囲気がみなぎっていました。

## 3. パナマ運河拡張計画と現地視察

パナマ運河は、1914年に完成し、百万隻目は2010年9月4日に達成されています。現在は、年間14,000隻（日平均約40隻）が通航する最も重要な貿易ルートになっています。

パナマ運河拡張プロジェクトは2007年9月に始まり、このたび開通の運びとなりました。現行のパナマックス船型と拡張後の大型船（ネオパナマックス船型）を比較すると、表のようになります。輸送量でほぼ倍増する大きさです。

	現行 (PANAMAX)	拡張後 (NEOPANAMAX)
全長	294.1m	366.0m
船幅	32.3m	49.0m
喫水	12.0m	15.2m
コンテナ船	約5,000TEU	約13,000TEU
バラ積船	約80,000DWT	約170,000DWT

80kmにおよぶ地峡の分水嶺にはガツン湖（Gatun Lake）という湖があり、湖面の水位は海水面より26m高くなっているため、船舶は海水面からガツン湖面まで昇り、再び反対側の海面まで降りる必要があります。このためパナマ運河では閘門（locks）方式が採用され、船舶が入渠してから閘門の前後を水門で締め切った後、注水（排水）して次の閘門の水位まで上げ（下げ）、順次船舶を移動させていきます。拡張計画の主要な内容は、①現行運河の増深と新規水路の建設、②大西洋側及び太平洋側の新閘門（Third set of locks）と水位調整池（basins）と隔室（chambers）の建設です。

現行の水門は観音開きのマイターゲート方式ですが、新閘門では片側から水平にスライドするローリングゲート方式になっています。新閘門の水位操作は、3連の水位調整池（basins）と隔室（chambers）が地下のカルバートで結ばれていて、それぞれの水位に応じてバルブ操作で行うようになっています。今回の現地視察では、現行のミラフロレス閘門（Miraflores locks）と大西洋側の新閘門（Third set of locks）を見ることができました。現行閘門でも短時間での船舶移動がなされていましたが、新閘門ではより効率化・大型化が図られていることがわかりました。



現行閘門(Miraflores locks)

## 4. おわりに

今回、日本から20時間以上かかる中米パナマに足を運び、国際会議への出席とともに、世紀的なプロジェクトであるパナマ運河拡張計画の一端を現地で実感することができました。行動を伴にいただいた中米港湾事情視察団（団長：中尾成邦国際港湾協会日本会議会長）の皆様に厚く御礼申し上げます。



新閘門(Third set of locks)

大西洋側→

水位調整池(basin)

ガツン湖

水位調整隔室(chamber)

ローリングゲート



研究

沿岸レポート

自主研究

# 「英国における海岸リゾートと棧橋に関する研究」(最終回)

今後の我が国の海岸整備を考える

一般財団法人沿岸技術研究センター  
客員研究員 八尋 明彦

これまで2回にわたり英国における棧橋を核とした海岸リゾート地や沿岸域における自然条件を紹介してきたが、最後にこれらの歴史や現状を学んで、今後の我が国の海岸整備への一助として、以下に提言したい。その前に何故、英国に学ぶのかを改めて簡単に述べたい。①当然ながら四方が海に囲まれた国であること、津波災害は無いものの、高潮・高波災害、海岸浸食などが生じていること、②資本主義下において国民一人あたりの所得が同程度であること、③国民が質素・勤勉であること、という我が国との共通点を持ちながら、①英国の海岸づくりは、1740年に世界で初めて創設されたスカーボロの海水浴場から始まり、海岸リゾート地の整備を経て現在に至る280年の歴史を有していること、②古くから民主主義を重んじ民力を重視し、地域づくりの取組も民・地域主導下で行政参加であること、③市民の安全確保も、自助・共助が主であること、④施設の管理は古いものを重視する、いわゆる価値を蓄積させていく文化であること等々、他国と比べても多くの学ぶべき点を有しているからである。

## 問題意識

我が国は、近代国家になり都市の海岸は伊勢湾台風などの高潮・高波、津波、海岸浸食などの多くの災害を受け、1956年に防護中心の海岸法を制定した。現在我が国は、地球温暖化による海面上昇や台風等の巨大化による高潮・高波、さらに南海トラフ地震による津波対策など防護がさらに重点的に進められつつあるが、併せて海を持つ魅力の人々が気軽に楽しむ豊かな生活の場としても創造していく必要もある。片や政府は人・しごと・まちをキーワードとした地方創生を進めており、海を持つ美しさや豊かさを活かしたプロジェクトも創出していく必要がある。しかしながら、現状は以下のような幾つかの問題点や課題を抱えている。

①我が国の海岸整備は、1999年に海岸法改正を行って、それまでの「防護」という目的に加え、自然環境の保護と回復に焦点をあてた「環境」と、海岸を上手に利用してもらうための管理に焦点をあてた「利用」の2つの目的が追加された。しかしながら対象とする海岸が広範であり、それらの3つの目的が単発的に位置づけられているものが多い。中でも、背後に都市を抱える海岸においては防護機能を重視するあまり、防潮堤の天端高さが背後地盤よりはるかに高く海が見えない。また海や砂浜へのアプローチも容易でない。さらに海岸線沿いの横の繋がりや沖合方向の奥行きに乏しく、海岸線での多様な利用をできない。一方でこれらのことによって人々が海に背を向け、海の自然美だけでなく、脅威に対しても無関心になりがちである。

②我が国の海岸づくりは自然災害への防護を重視したため、行政主導が進められてきた。上記のように法改正による防護に利用・環境の目的が追加されたものの依然民間企業の進出は滞っている。海岸部の賑いを向上させるためには、英国のような民間企業の進出が必要である。

③我が国における初期の海岸リゾートは、明治時代初めの海水浴であろう。我が国の海水浴は、英国同様に海浜保養の思想を背景とした医療行為としての特徴が強く、さらに明治20年代に入り富国強兵の進展を背景とした国民的な水泳の奨励によって、海水を浴びることと泳ぐことの一体化が進み、泳ぐことが主体となったと言われる。このため、我が国の海岸は夏場中心のリゾート地となり、海水浴場のための砂浜整備や臨時の休憩所（海の家等）などの設置が中心である。海岸線にベンチがないことも多く、夏場以外の海岸での保養施設の整備や室外での防寒や防風対策等が考慮されていないのが現状である。

④利用者の安全確保を期すあまり、利用上の制約を過度に課す傾向も否めない。他方、津波時の海岸利用者の避難ルートが十分に確保されていない。

⑤供用年数が50年を超える海岸保全施設が増え、また防災事業が進みストックが増大しつつあるなかで、海岸管理における維持管理コストや人員が減少し、また上記①の状況下で施設へのアプローチも難しい箇所も多く、日常的な目視点検等の施設の十分な維持管理や海浜のゴミ清掃などが難しくなっている。

## どこも海に開かれて綺麗で心地よい英国の海岸

2013~2015年の3か年間で調査した56か所の棧橋において、併せてその周辺海岸も調査した。そこでの強い印象は「英国の海岸は、どこも海に開かれて、綺麗で心地よい空間」であ

るということだ。今回調査した海岸を分析すると、それを可能しているのが以下の点である。

- ①英国の海岸リゾート地づくりの基本コンセプトは、人々が海で癒される、楽しむ、つまり海を見せる、海で遊ぶ、海辺で長期滞在する、“海での保養”を前提とした空間づくりであること。
- ②このため、海岸部の施設点検やゴミ回収・清掃等のために、維持管理用の車や関係者等が海岸部に容易に近づくこと。
- ③英国の沿岸部の自然条件も厳しく、高潮や高波による沿岸被害や、流下土砂の減少等による沿岸侵食が生じるようになり、また近年の地球温暖化の影響がそれを助長している。このため、背後の施設や利用する人々をこれらの災害から守っていること。
- ④上記3点の機能は、具体的には以下に示すように海岸線に沿ったX軸、海岸線直角のY軸、海岸線上のZ軸である3次元空間に計画的に多重配置されている。英国では、その空間にさらに200年を超える歴史という時間軸(T軸)が加わる。

●海岸線に平行方向(X軸)：背後の市街地が防潮堤で高潮・高波から防護されている。それに沿って人々が海を眺めながら散策できる遊歩道や広場が常に設置されている。場合によっては海岸浸食対策のための突堤による海浜安定化工法が施されている。

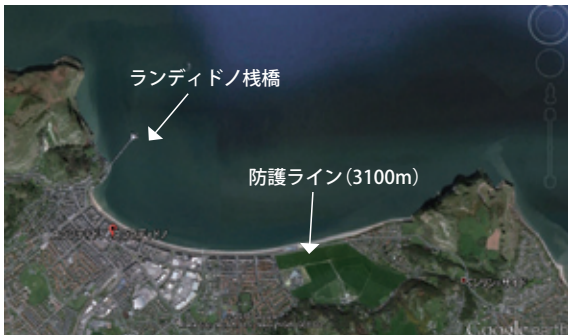


写真1 背後市街地を守る防護ラインと遊歩道(X軸)。ランディドノ棧橋の右側3100m延びる 写真出典：Google Earth



写真2 ランディドノ海岸に沿った防潮堤と遊歩道

●海岸線に直角方向(Y軸)：大きく分けて海から防潮堤、遊歩道、道路、その背後に場合によっては公園、建物の配置(パターンI)、もしくは海から護岸、遊歩道、防潮堤、道路、その背後

に場合によっては公園、建物の配置(パターンII)がある。今回の調査では、パターンIIの方が比較的数が多い



写真3 クローマー棧橋周辺海岸パターンI(海+防潮堤+遊歩道+道路+建物)



写真4 コルウィン・ベイ・ビクトリア棧橋周辺海岸パターンII(海+遊歩道+防潮堤+道路+建物)

●海岸線直上(Z軸)：高潮・高波の越波から防護する防潮堤の天端の高さと併せて常に海を見せる視点場が確保されている。さらに背後からも海を見せる工夫も施されている。



写真5 ピューリマス棧橋周辺海岸：防潮堤前面の遊歩道にベンチを配置



写真6 サウスウォールド棧橋周辺海岸：背後斜面に広場を配置

●維持管理については、海岸管理者は地方自治体である。管理業務は、民間に委託している場合があった。今回調査した海岸は、海浜部のゴミの散乱も少なく、また背後の臨海公園もよく管理されていた。管理用車両の背後道路から海岸線の遊歩道沿いの往来、もしくは遊歩道から海浜部へのアクセスが支障なくできていた。



写真7 フェリックストー栈橋周辺海岸において地域の公園維持管理やゴミ回収等を行っている



写真8 早朝ダグラス海岸の海浜を



写真9 遊歩道を清掃する車両

これまで述べたように、どこも海に開かれて、綺麗で心地よい英国の海岸線は、高潮・高波や海岸侵食への防護を配慮しつつも、人々が海を楽しむための遊歩道や視点場が必ず整備されており、それらを維持するための機能も付加された、帯状の3次元空間(X、Y、Z軸)が計画的に設置されていた。これらは、エスプラナード(Esplanade)とも呼ばれており、その訳は、海・湖・川沿い遊歩道。その語源をたどると、写真10に示すように、戦時は攻撃する敵を砲撃しやすくするために設けられた要塞の前の空地を指す。通常時は見晴らしの良いイベント空間として利



写真10 エジンバラ城前の広場・エスプラナードとそれを説明する表示板  
写真出典：PIXABAY

用される。このためエスプラナードは、英国政府の関係者の話やニュージーランドの地域計画における表記からして、水辺や海辺において通常時の利用と荒天時の防災の両機能を併せ持つ空間を意味するのではないかと推察される。

## 提言：日本型エスプラナード「災害に強く海に開かれた多重機能を有する海岸空間」の構築

我が国は、同じ島国である英国に比べて多くの課題を有するものの、それだけ海岸には、まだ日本人も体験したことのない未開拓な魅力が残っている。この優れた日本の海岸ポテンシャルを活かして、成熟した日本にふさわしい海岸の創出に向けて本格的な取組を直ちに始動するべきであると考え。我が国の海岸も、自然の脅威への対応が必要不可欠であるものの、もっと人々が海と向き合える、海を楽しめる空間に変えていく、つまり災害に強く、魅力ある、かつ持続的な海岸空間、ここでは“日本型エスプラナード”と呼ぶ、を構築していくべきではないだろうか。このことによって、人々に海の美しさや豊かさを楽しむというライフスタイルを提供でき、日本人の生活の質を変える可能性を持っているのではないかと考える。

### (1) 日本型エスプラナードの基本コンセプト

今後は、海の脅威に対する安全性を向上し、同時に年間を通して海の美しさや豊かさの利便性を享受でき、さらにそれらを効率的に維持・管理していく必要がある。このため、図1に示すように我が国の海岸部における人々の夏場中心(海水浴等)の利用から、人々にとって年間を通して安全で\*1 寛げる\*2、かつ持続的な\*3 多重機能を有する海岸空間である日本型エスプラナードを計画的に導入することを提言する。このことによって民間企業を誘致し人々を集め、それに関わる仕事を興し、海辺の街の創生を図るものである。ここで、人々とは、居住者、外来者、海岸管理者、海岸協力団体\*4等を示す。

\*1：居住者や外来者が海岸部で平常時の波浪、台風等による高潮や高波、及び地震・津波に対して安全であるために、それらのリスクを認識・保有し、かつそのリスクを評価す

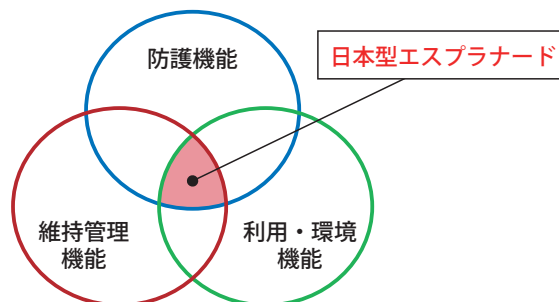


図1 日本型エスプラナード概念図(多重機能)

ることによる対策を図る。

- \* 2: 居住者や外来者が海岸部で年間を通して海の持つ自然美及び豊かさを感受でき寛げるように、海を見て、触って、海で遊んで、太陽光や潮風を浴びることができる空間づくりを図る。
- \* 3: 海岸部の施設や環境を持続的に良好な状態に維持・管理していくために、必要な点検・監視・簡単な診断・ごみの回収等を容易に行える近づきやすい空間づくりを図る。さらに海岸管理者以外の海岸協力団体等が、自発的に親しみを持って海岸部の施設や環境の“ケア (Care)”が行える空間づくりを図る。
- \* 4: 海岸協力団体とは、海岸管理者に協力して海岸保全施設等に関する工事又は海岸保全施設等若しくは公共海岸の維持を行うこと等の業務を行うもの。(平成26年6月海岸法一部改正)

## (2) 日本型エスプラナードのデザイン設計

上記のコンセプトに基づき、日本型エスプラナードは、以下の防護、利用・環境、及び維持・管理に対する性能を全て満足するように設計する。

施設配置 (X軸、Y軸) で示すと以下の図の通り。

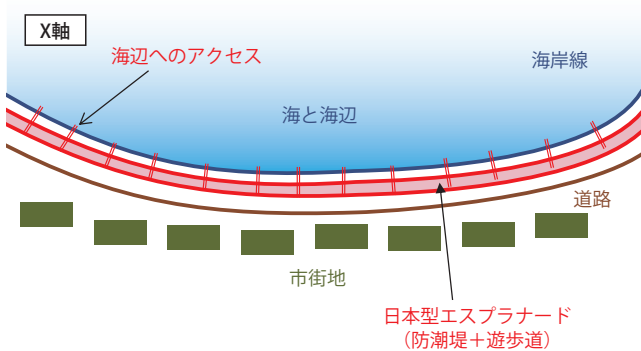


図2 海岸線に平行方向(海+日本型エスプラナード+市街地)

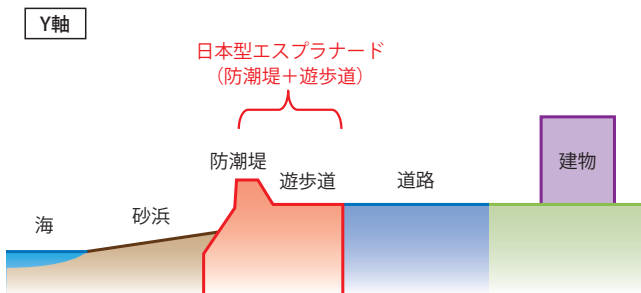


図3 パターン I (海+防潮堤+遊歩道)、I' (海+防潮堤上に遊歩道)

## 1) 要求性能の設定

日本型エスプラナードに対する要求性能は、以下の通りである。

### ①防護の要求性能

- ・通常時の最大波高クラスに対して、人々が日本型エスプラナードを安全に休憩・歩行できること。
- ・レベル1の津波、高潮・高波に対して、防潮堤の天端高さが確保され背後の人々と財産 (生活・生産基盤) を守ること。海岸利用者が避難できること。
- ・レベル2の津波・高潮・高波に対して、防潮堤は、その粘り強さを発揮し完全破壊しない。背後の人々や海岸利用者が避難できること。

### ②利用・環境の要求性能

- ・年間を通して通常時に、背後の人々や海岸利用者が日本型エスプラナードをゆったりと歩いて海を眺めることができること。
- ・年間を通して通常時に、背後の人々や海岸利用者が海に近づけること。

### ③維持・管理の要求性能

- ・海岸管理者及び海岸協力団体が、海や砂浜、さらに防潮堤等の施設全体に容易に近づけて定期点検・監視 (水質、ゴミの回収、施設の損傷、砂浜の侵食、植栽の生育等) ができること。

## 2) 空間の配置

海岸線に沿ってX軸、直角にY軸、直上にZ軸を明確にして、上記の要求性能を満足する日本型エスプラナード空間を配置する。

### ①海岸線沿い (X軸) 図2

- ・背後市街地を津波、高潮・高波から守る範囲
- ・平行して日本型エスプラナードを設置

### ②海岸線直角 (Y軸) 図3~4

- ・パターン I: 海+防潮堤+遊歩道 (波たたき) 併せて遊歩道から海や海辺へのアプローチ (陸間、もしくは栈橋)
- ・パターン I': 海+防潮堤上に遊歩道、併せて遊歩道から海や海辺へのアプローチ (陸間、もしくは栈橋)
- ・パターン II: 海+遊歩道 (波たたき) +防潮堤、併せて遊歩道から海や海辺へのアプローチ (陸間、もしくは栈橋)

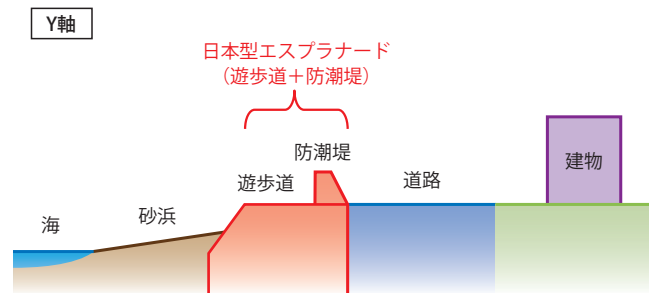


図4 パターン II (海+遊歩道+防潮堤)

### ③海岸線上(Z軸)

- ・遊歩道を歩きながら必ず海が見える視点場の確保や休憩用の広場の設置
- ・レベル1の津波、高潮・高波時の海岸利用者の避難空間の設置
- ・さらに海岸線のZ軸の高度利用を図るために海辺のペDESTリアンデッキ(先行事例:横浜港山下公園から象の鼻地区付近)を整備することも考えられる。

### 3) 具体的な検討手法

日本型エスプラナードを設計するための手法は以下の通りである。

実際の空間設計は、地元関係者と協議をしながらこれらの手法を活用して進める。

#### ①地図情報等による地盤高さの現況把握

対象となる海岸の現状の海岸部及び背後地の地盤高さを地図情報等を活用して把握する。

#### ②高潮・高波、もしくは津波による海岸部の浸水予測

対象高潮・高波(レベル1及び2)、もしくは対象津波(レベル1及び2)による海岸部の浸水高さとその範囲を予測する。

#### ③日本型エスプラナードの設計

- ・パターンI及びI'の場合:上記のレベル1高潮・高波、もしくはレベル1津波を防護し、かつ背後の人々や海岸利用者が遊歩道から海が見える防潮堤の天端高さとなるように背後の地盤高さを設定し、さらに防潮堤本体の耐波設計を行う。レベル2高潮・高波、もしくはレベル2津波に対しては、越流した場合の防潮堤本体の粘り強さ(遊歩道舗装の強化等)を付加する。
- ・パターンIIの場合:パターンI及びI'において、背後の地盤高さや広さの関係から背後の人々や海岸利用者が遊歩道から海が見えるようにできない場合は、遊歩道を防潮堤の前面に配置する。その場合には、遊歩道については、前面護岸の天端高さは、通常利用時の最高波への安全対策を考慮の上設定する。さらに防潮堤の天端高さをできる限り低くするために、遊歩道の幅はレベル1高潮・高波、もしくはレベル1津波に対する減災効果を有するように設定し、その舗装は耐越波設計を行う。

#### ④コンピューター・グラフィック(CG)による景観(視点場)設計及び歩行導線計画

- ・日本型エスプラナードの歩行導線上で、背後の人々や海岸利用者、さらに海岸管理者、海岸協力団体等が常に海が見えるかどうか、海辺にアプローチできるかどうか、X軸沿いの部分的な視点場(広場、休憩施設等)の配置をコンピューター・グラフィック(CG)を活用してシミュレーションする。
- ・高潮・高波、津波時の背後の人々や海岸利用者が避難できる導線となっているかもCGを活用してシミュレーションする。
- ・さらに、対象海岸空間のY軸方向の展開を図るために遊歩道から沖合へのアプローチとして栈橋を整備することも考えられる。

### ⑤人間工学(ヒューマンスケール)による環境設計

背後の人々や海岸利用者が、日本型エスプラナード及びその周辺で年間を通じて寛げるような環境となっているかを人間工学(ヒューマンスケール)を駆使して計画する。

### ⑥日本型エスプラナードの維持管理計画

上記④の歩行導線計画を活用して、海岸協力団体の協力の可能性も含めて、日本型エスプラナードにある海浜、防潮堤、遊歩道等の施設を容易に定期点検・監視(水質、ゴミの回収、施設の損傷、植栽の生育等)できる維持管理計画を策定する。

### (3) 日本型エスプラナードの設置によって期待される効果

改めて、日本型エスプラナードの設置によって発揮される効果について以下の通りまとめる。

- ①海岸部の安全・利用空間(X,Y,Z軸)が三次元的に広がり、背後に居住する人々や利用する人々がより安心して住むことができ、近づきやすい海岸となる。
- ②これまでの夏場の海もしくは砂浜における楽しみ方に加えて、海岸線での通年の楽しみ方が増加する可能性がある。
- ③海岸マスタープランと海岸保全基本計画に基づく日本型エスプラナードが整備されることによって、海岸空間においてより利用・環境機能が明確化され民間企業による背後や前面への立地を促すことができる。
- ④さらに海への関心が深まり、海の自然美のみならず、高潮・高波や津波の脅威に敏感になる。
- ⑤レベル2津波や高潮時の海や海岸線からの避難通路として活用できる。
- ⑥さらに海岸管理者のみならず海岸協力団体らによる海岸部の安全・利用空間を管理するための活動が効率的に行えるようになる。
- ⑦これまでの潜堤+砂浜+低天端防潮堤による面的防護方式に比べて、経済性や防護効果の持続性が高くなる可能性がある。さらに砂浜海岸だけでなく礫や磯海岸においても適用可能である。

### 〈参考文献〉

1. Timothy J. Mickleburgh, Guide to British Piers (3rd edition), National Piers Society, 1998.
2. National Piers Society 英国栈橋協会のホームページ  
<http://www.piers.org.uk/>
3. PIERS研究会, 英国Piers調査報告書, 2013.
4. PIERS研究会, 英国Piers調査報告書, 2014.
5. PIERS研究会, 英国Piers調査報告書, 2015.
6. PIERS研究会, 我が国への提言, 成熟した日本にふさわしい豊かな海岸の創造を, 2014.
7. PIERS研究会, 3年間の英国栈橋巡りを終えて—英国の栈橋から学んだこと—, 2016.
8. 八尋明彦, 親水機能を有する海域構造物の設計の体系化に関する研究, 九州大学学位論文, 2003
9. 八尋明彦, 今後の海岸保全施設整備への一助—提言: 海岸堤防、海岸環境、海岸利用、及び維持管理機能の多重機能を有する日本型エスプラナードの導入—, (一財)沿岸技術研究センター 自主研究報告書, 2016



技術

沿岸レポート

# COMEINS携帯版を リニューアル

一般財団法人沿岸技術研究センター  
波浪情報部

## 1.はじめに

当センターのCOMEINS（沿岸気象海象情報提供システム）はパソコン端末のほか、携帯電話にも情報を提供しています。携帯電話には気象庁から気象の警報や津波情報等が発表された場合に電子メールでお知らせするとともに、Webで波浪予測情報や気象庁発表の気象海象情報等を提供しています。携帯電話に、より多くの情報を詳しく、見やすくご提供するため、情報提供システムを平成27年12月にリニューアルしました。本稿では、その概要をご紹介します。

## 2.携帯電話向けWebの充実

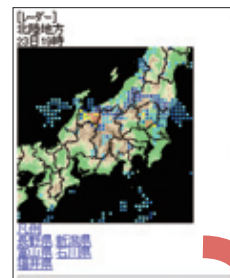
### (1) 新たな情報メニューの追加

従来のシステムではトップ画面のメニューの数が16項目でしたが、近年気象庁から発表される情報の種類が増加したことから、新システムでは沖合津波観測情報や雷ナウキャストなど8項目を新たな情報項目として加えました。また、遠地地震情報は従来、トップ画面のメニューの「その他地震火山津波情報」の中に入れていましたが、遠地津波が来襲する可能性を早期に把握するために重要な情報であることから、トップ画面のメニューに移しました。

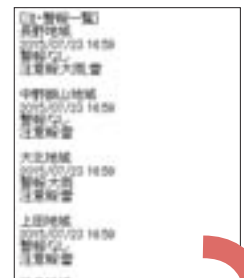
### (2) 情報内容の充実

気象レーダーなどの画像をきめ細かく表示し、詳細な情報が見られるようにしました。台風情報は台風の進路にあたる区域を拡大して表示できるようにしました。地震情報は従来、震源のみを地図上に表示していましたが、各地の震度も地図上に表示できるようにするとともに、エリアごとに表示を拡大することができるようにしました。津波情報は、従来は文字のみの情報でしたが、地図画像を追加しました。気象の特別警報・警報・注

意報は市町村単位で表示するものとし、地図画像も追加しました。大雨や雷といった種別を特別警報は紫色、警報は赤、注意報は黄色の文字で色分けして表示するようにしました(下図)。



(a) 気象レーダー



(b) 気象の警報・注意報

図 新旧のWebの情報画面

### (3) 履歴情報表示可能件数の増加

津波情報や地震情報等の過去の履歴について、表示可能な件数を増やしました。これにより、大きな地震の後に余震が多発した場合でも、従来と比べて本震の情報が履歴から消えにくくなりました。

## 3. メール通報機能の充実

メール通報が可能な情報項目数が、従来は気象の警報・注意報や遠地地震情報、津波情報、波浪ポイント予測情報等7項目でしたが、新システムでは更に沖合津波観測情報や海上警報、府県気象情報、竜巻注意情報などを加え、15項目に拡大しました。

## 4. 情報を安定して提供するための機能強化

システムで情報の処理が滞った場合に、オペレータに向けてシステムから自動的に電子メールが発信される仕組みを採り入れるなど、情報を安定して提供するための機能を強化しました。

## 5. おわりに

COMEINSに関連する様々な技術や気象庁から発表される情報は年々進歩しています。本稿ではこれらに対応してリニューアルした情報提供システムについてご紹介しました。今後も港湾工事等に役立つ気象海象情報を分かりやすく安定して提供できるよう、システムの改良を続けて参ります。



## NEWS 01

「海洋・港湾構造物設計士」が国土交通省の「公共工事に関する調査及び設計等の品質確保に資する技術者資格」(調査・計画・設計分野)として登録

公共工事に関し、民間団体等が運営する一定水準を有する資格について、国や地方公共団体の業務に活用できるよう、国土交通省が登録する制度が平成26年度に導入されました。

平成26年度には、点検・診断等業務に関わる資格について先行して運用開始され、当センターが運営する「海洋・港湾構造物維持管理士」及び「海洋・港湾構造物設計士」が登録されたところですが、平成27年度には調査・計画・設計の分野の資格も登録制度の対象として追加され、平成28年2月24日、「海洋・港湾構造物設計士」が登録されました(海岸：計画・調査・設計、港湾：設計)。

今後の国及び地方公共団体の業務発注に際し、総合評価で加点評価するなど、登録資格保有者を積極的に活用していくこととされています。

## NEWS 02

「津波・高潮用のフラップゲート式陸閘の開発」  
平成28年度 日本港湾協会技術賞受賞

フラップ式陸閘は、平成15年度から行われてきたフラップゲート式津波・高潮防波堤の開発過程で得られた知見を活かし、津波・高潮時の浮力を利用したフラップゲート式陸閘を開発し、平成26年度から平成27年度にかけて実用化に成功しました。

本技術は、津波・高潮の浮力等を活用し、人力・ITに頼らず、不稼働リスクの低減と導入後の維持管理費の縮減を両立させるフラップ式陸閘を実用化したものであり、今後の発生が予測される東南海南海地震による津波や高潮に対する安全性の向上に大きく寄与するとして、平成28年5月26日に松山市内にて開催された日本港湾協会第89回定時総会において、清宮理教授(早稲田大学理工学術院)、間瀬肇教授(京都大学防災研究所)、国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所、日立造船株式会社、国土交通省四国地方整備局と連名で、日本港湾協会技術賞を受賞しました。



倒伏状態(通常時)



起立状態(現地水張試験により津波来襲時を模擬)

平成27年10月完成 撫養港海岸桑島瀬戸地区

## NEWS 03

平成28年度

「海洋・港湾構造物 維持管理 資格更新研修会」  
「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

平成28年度の資格認定試験等について、下記のとおり予定しています。実施の詳細や募集の案内につきましては、沿岸技術研究センター(URL <http://www.cdit.or.jp/>) に適宜掲載致しますのでご確認ください。

#### 平成28年度 海洋・港湾構造物 維持管理 資格更新(CPD単位不足者向け)研修会

東京会場 時期：平成28年10月1日(土)開催予定  
半日間の研修会です。

- CPD単位が250単位以上ある方  
→受講する必要はありません。
- 平成24年4月1日～平成29年3月31日の有資格者で、資格更新CPD単位が250単位に満たない方  
→受講をお勧めします。
- 資格失効後1年未満で更新を希望する方  
→受講をお勧めします。

研修申込みにあたっては、事務局にご相談ください。

受講申込受付：7月上旬～8月末で受付をしています。レポートについての詳細は当センターホームページをご確認ください。

#### 平成28年度 海洋・港湾構造物維持管理士 資格認定試験

時期：平成28年11月6日(日)開催予定

東京、大阪、福岡、札幌の4会場にて実施を予定しています。  
午前中に択一試験、午後筆記試験を予定しています。

受験申込受付：8月下旬から当センターのホームページにて募集を行います。

#### 平成28年度 海洋・港湾構造物設計士 資格認定試験(既に実施済)

設計士補試験および設計士筆記試験

申込受付期間：平成28年4月中旬～5月末

試験日程：平成28年7月3日(日)

試験場所：東京23区内、大阪市内、福岡市内

#### 設計士面接試験

申込受付期間：平成28年9月中旬～10月中旬

試験日程：平成28年12月上旬～中旬のうち1日

試験場所：東京23区内

受験資格：設計士筆記試験合格者

その他：面接項目の一つとして事前に「技術課題」が設定されます。  
(詳細については、受験資格者にご案内します。)

当センターが実施した調査・研究等に関する報告を行う毎年度恒例の「コースタル・テクノロジー」を本年度も開催致します。今回は、平成27年度の研究成果等に関する報告及び特別講演を予定しております。詳細は、決まり次第当センターホームページにてお知らせいたします。

日時：平成28年11月頃

場所：未定

平成28年5月23日(月)、洋上風力発電導入円滑化技術研究会を(一財)港湾空港総合技術センター、(一財)みなと総合研究財団、(公社)日本港湾協会、(一財)国際臨海開発研究センターなど、当センターを含め10団体で設立いたしました。港湾においては「港湾における洋上風力発電の導入の円滑化を目的とした港湾法の改正」が国会で認められ、洋上風力発電の導入が急速に進展することが期待されています。欧州を中心に導入が進められている洋上風力発電ですが、毎年来襲する台風や冬季の風浪、変化に富む海底地形や地質など、わが国特有の自然条件・地盤条件があり、技術面の課題も多く存在し、これに伴う運用面での課題も存在します。研究会では、洋上風力発電を導入する際の課題について検討を行い、港湾管理者が行う洋上風力発電事業者の選定や水域占用許可のための技術的補助を行う他、事業者が抱える技術的課題解決のための検討を補助いたします。

当日は設立を記念し、経済産業省資源エネルギー庁 松山課長から「洋上風力発電の現状について」、国土交通省港湾局 八木課長から「港湾法改正の概要」について、(一社)日本損害保険協会から「洋上風力発電の課題」について、北九州市港湾空港局 光武部長から「プロジェクト紹介」の各講演がありました。200名を超える方々が参加され、洋上風力発電に対する関心の高さがうかがえました。事業者の方、港湾管理者の方、洋上風力発電導入にご関心がございましたら、研究会にご連絡ください。



「TSUNAMIー津波から生き延びるために」は、津波から一人でも多くの方に生き延びて欲しいという願いをこめて2008年に初版を出版しました。出版の契機となったのは、犠牲者30万人以上ともいわれる2004年のインド洋大津波です。

それ以降においても2011年の東日本大震災を含め、大きな津波災害が起きており、これらの津波災害の経験や教訓を大幅に追記・充実させ、これを詳しく伝えることによって、読者が津波を疑似体験し、万が一、津波に遭遇した際に生き延びるための知恵をつけていただく一助となることを願って改訂したものです。

初版同様、津波研究や防災研究の第一線で活躍されている方々によって執筆・編集されており、第I編は近年発生した津波による被害状況と生死を分けた実例などを紹介するとともに、津波の基本的な特性などについて解説しています。また、第II編では少し専門的になりますが津波の科学などについて説明しています。

本書によって一人でも多くの方が津波防災に関心をもち、津波から生き延びるための知恵を身につけていただくことを願ってやみません。

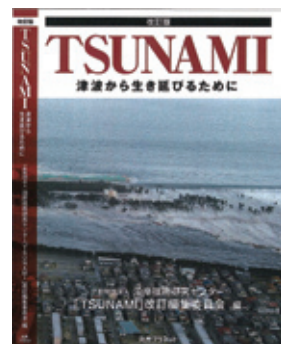
一般財団法人沿岸技術研究センター

「TSUNAMI」改訂編集委員会編

発売：丸善出版株式会社

定価：2,500円(税別)

注) 本書は、当センターでは取り扱っておりませんので、書店等でお求めください。



東日本大震災で被災を受けた港湾施設の特にケーソン式防波堤では、津波による港内外での水位差により、ケーソンに作用する波力に加えて、マウンド内に浸透力が発生し、マウンド本来の支持力が低下することが考えられています。

そのためGeoFemでは浸透流解析から支持力解析までを一貫して行えるように、機能を追加しました。これにより、マウンド内の浸透力がマウンドの支持力に及ぼす影響を解析的に評価することが可能となります。

マニュアル及びプログラムの定価は200,000円(税別)、旧バージョンを購入済みの方は100,000円(税別)になります。

民間技術評価事業・評価証授与式を挙行

平成28年5月19日(木)、民間技術評価事業 評価証授与式をとり行いました。

今回は、平成27年度下半期の表彰で、善功企 九州大学大学院特任教授を委員長とする「港湾関連民間技術の確認審査・評価委員会」にて審査・評価を行い、その結果を踏まえて、以下の8件について評価証を交付しました。

新規(1件)



**東洋建設株式会社殿**  
土質系遮水材 HCB-F  
(ハイブリッドクレイバリア・フライアッシュ)  
上記の新規技術につきましては、本文の28～29ページで内容を紹介しております。

部分変更(2件)



**五洋建設株式会社殿**  
変形追随遮水工法 (Clay Guard工法)



**五洋建設株式会社殿**  
自動潜水管理システム

更新(5件)



**五洋建設株式会社殿・大新土木株式会社殿**  
汚濁拡散防止システム



**新日鐵住金株式会社殿・株式会社不動テトラ殿**  
水硬性スラグコンパクションパイル材料  
【エコガイアストーン】



**五洋建設株式会社殿**  
水中位置監視システム  
(水中ポジショニングシステム)



**株式会社大林組殿・株式会社日本港湾コンサルタント殿**  
既設岸壁を供用しながらの増深耐震補強工法  
「2段タイ材地下施工法」



**弘和産業株式会社殿・KJSエンジニアリング株式会社殿**  
岸壁・護岸に適した構造特性、耐久性を有した本設アンカー「EHDアンカー」

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】

この10年間を振り返ってみれば、大災害、大事故が発生し、その対策が求められており、一方で、ICTをはじめ技術の進歩は著しいものがあります。技術者として社会のニーズにいかに対応するか。今回は平成19年以降、初めての大幅改訂が予定されている港湾技術基準についての特集です。昭和25年の「港湾工事示方要覧」から現在に至る港湾技術基準。連続と続く伝統を感じました。(HK)

# CDIT

Coastal Development Institute of Technology

発行 一般財団法人 沿岸技術研究センター  
〒105-0003 東京都港区西新橋1-14-2 新橋エス・ワイビル 5F  
TEL. 03-6257-3701 FAX. 03-6257-3706  
URL <http://www.cdit.or.jp/>  
2016年8月発行