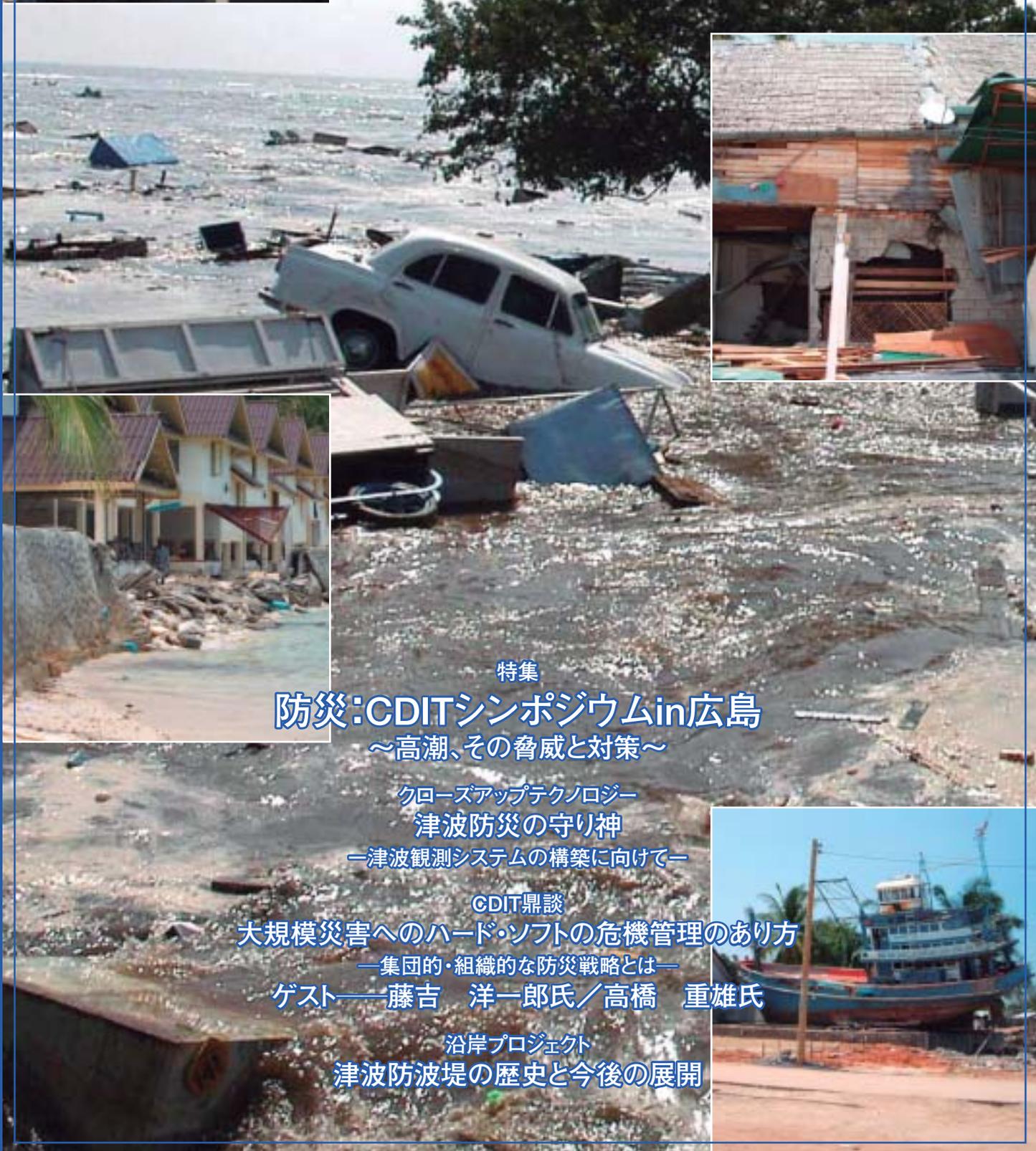


CDIT

Coastal Development Institute of Technology



特集

防災:CDITシンポジウムin広島

～高潮、その脅威と対策～

クローズアップテクノロジー
津波防災の守り神
—津波観測システムの構築に向けて—

CDIT鼎談

大規模災害へのハード・ソフトの危機管理のあり方

—集团的・組織的な防災戦略とは—

ゲスト——藤吉 洋一郎氏／高橋 重雄氏

沿岸プロジェクト

津波防波堤の歴史と今後の展開



特集——防災

CDITシンポジウムin広島 3

～高潮、その脅威と対策～

(財)沿岸技術研究センター

クローズアップ・テクノロジー

津波防災の守り神 10

—津波観測システムの構築に向けて—

国土交通省港湾局環境・技術課 技術企画官 春日井 康夫
(独)港湾空港技術研究所 海象情報研究室長 永井 紀彦

CDIT鼎談

大規模災害へのハード・ソフトの危機管理のあり方 12

—集団的・組織的な防災戦略とは—

ゲスト——大妻女子大学 教授 藤吉 洋一郎氏
(独)港湾空港技術研究所 研究主監 高橋 重 雄氏

沿岸プロジェクト

20世紀を振り返って<先人の偉業を辿って#6>

津波防波堤の歴史と今後の展開 17

東北地方整備局 釜石港湾事務所長 三井 道雅

海外フォーラム

インド洋津波現地調査 20

専務理事 穴戸 達行

COASTAL PROJECT REPORT

発展する国際貿易港仁川港と松島経済自由区域 22

(社)港湾荷役機械システム協会 調査役 平形 忠之

東南アジア視察報告 24

(株)大本組 後藤 克史

COASTAL NEWS FLASH—ニュース・フラッシュ 26

ISO REPORT

欧州における設計認証の現状 28

(独)土木研究所 技術推進本部 松井 謙二

建設製品と構造物の適合性評価・認証システム 32

群馬大学 工学部建設工学科 辻 幸和

ONE POINT LECTURE 港湾の防災 35

調査部 主任研究員 北村 道夫

CDITニュース 38

CDIT シンポジウム in 広島

～高潮、その脅威と対策～

今般のスマトラ沖地震津波災害を始め、昨年の異常とも思える台風襲来など、自然災害に対しては、機を逸することのない速やかな対策・対応が求められております。これは行政についてのみならず個人においても自らの防災意識を高め、『自分の身は自分で守る』という基本認識のもと、関係者と協力し積極的に対策を進めていくことが重要です。

(財)沿岸技術研究センターでは、かねてより実施しているハザードマップ等の防災事業の知見をもとに、地域における防災活動への取り組み推進や地域住民の防災意識高揚を目的に、昨年の台風襲来で甚大なる被害を受けた広島県にて二月にシンポジウムを開催しました。



国土交通省中国地方整備局 局長 望月 常好氏

来賓挨拶

本日のシンポジウムにご参加頂いた公聴者の皆様、ご講演頂く講演者の先生方、フォーラムでご発表頂くパネラーの先生方、及び準備・企画した沿岸センターに厚くお礼申し上げます。

昨年は、広島県、岡山県、香川県等にて例年になく多くの高潮災害が発生し、国土交通省として本格的な高潮対策が必要な局面であります。

最近、異常潮位の発生頻度が増加し、平均的な潮位そのものも上昇傾向にあります。また、国土地理院の測量によると最近の一〇〇年で広島・岡山の標高が、約二〇～三〇センチメートル低下しており、併せて高潮被害の要因になっております。

今年も引き続き高潮被害が懸念される中、高潮堤防の整備等のハード対策はもちらんのこと、時間との勝負となることから

高潮情報の伝達に関する整備が重要であります。

現在、オンライン上で入手できる情報量の数は、大変限られており、瀬戸内海全域の情報を得るには至っておりません。そのため、種々の機関の情報をリンクさせる作業を昨年末よりとりかかっており、今後も継続して整備する必要があります。さらに、このような情報は発信者のみならず、情報の受け手やそれらを活用する市町村側の立場に立ち、その防災体制作りを支援する使い勝手の良いものにするため、日々更新していくつもりであります。

本日のシンポジウムにおけるご意見やご議論を今後の施策に反映したいと考えており、また、ご参加頂いた皆様にとっても実り多いものにして頂きたいと考えております。



(財)沿岸技術研究センター 理事長 江頭 和彦

主催者挨拶

本日は、沿岸技術研究センター主催により、CDITシンポジウム in 広島に多数の皆様方のご参集を賜り誠にありがとうございます。また、御後援をいただきました、国土交通省中国地方整備局、広島県、広島市、中国新聞社の皆様方には、厚くお礼申し上げます。

本日のシンポジウムは、当センターの公益事業の一環で実施するものであり、全国の各地方にお邪魔し、その地域地域で注目されているホットな話題をテーマとして開催させていただきましたというものであります。

ご当地広島島のホットな話題といえば、昨年の台風襲来に伴う高潮災害等の発生であります。そこで、本日は、この高潮災害にスポットを当て、高潮の脅威を再確認して頂くとともに、いかにして高潮災害に対応するかといった命題に関する検討の端緒としていただきたいと思います。

また、昨暮、インド洋大津波により未曾有の災害が発生し、防災のあり方が議論されました。

自然災害に対する防災は、個人、地域、行政機関、それぞれの主体が適切な役割分担のもと然るべき責務を果していくことが重要であります。私どもCDITも、カムインズという気象・海象情報配信システムを開発して参りました。また、防災担当一府四省庁におけます、津波高潮ハザードマップマニュアル作成のための事務局も担当させていただきました。

沿岸センターは、今後とも自らの使命である、沿岸域に係る諸課題の調査研究活動をもっと一歩一歩着実に国民生活の向上に寄与してまいりたいと考えております。本日のシンポジウムが高潮防災活動の場において、何をなすべきかを考える際の一助となれば幸いです。

基調講演

瀬戸内海における高潮災害の特徴と今後の高潮対策

京都大学 防災研究所 水災害研究部門 教授 高山 知司氏

皆様の生活と関わりの深い瀬戸内海は、ご承知のとおり大きな潮位変動があり、本日は、そこに発生する高潮が引き起こす災害の特徴を昨年の台風災害を事例に述べさせて頂くとともに、高潮を防御し身を守るために検討すべきことについてお話しさせて頂きたいと思

います。昨年年度、瀬戸内地域において台風一六号と一八号の来襲とともに大きな被害が発生した事態を受け、国土交通省中国地方整備局広島港湾空港技術調査事務所では、瀬戸内海における高潮災害の特徴と災害発生メカニズムを検討し、今後の防災対策に活用してい



高山 知司氏

くため、委員会を設置し調査に取り組んでおります。私もその委員会に参加させて頂いており、本日お話しする内容でも、この委員会での検討資料を使わせて頂きますが、あくまで委員会の結論ではなく個人の意見とご理解頂きたいと思

います。まず、図1は、二つの台風の時刻系列での位置とその地点での勢力を示したものです。台風一六号により高松市内で浸水被害が発生しましたが、台風のコースから見て「なぜ高松市でこのような大きな高潮が起きるのか？」というのが疑問でした。台風一六号のコースは、八月三〇日から瀬戸内海、広島市の西を通って日本海に抜ける形であり、高松市に対して高潮を起すような台風ではないと思えたからです。台風一六号の瀬戸内海接近時の台風半径は一六〇キロメートル、中心深度は四八hpと非常に大きな範囲に及んでいます。中心気圧は九七〇hpで、それ程大きくありません。次に約一週間後に来た台風一八号については、瀬戸内海接近時の中心深度が六八hp、移動速度が六一キロメートル/時であり、中心気圧は九四五hpで、広島県内での風速が六〇・二メートル/秒という中心付近に勢力がある形の大規模な台風

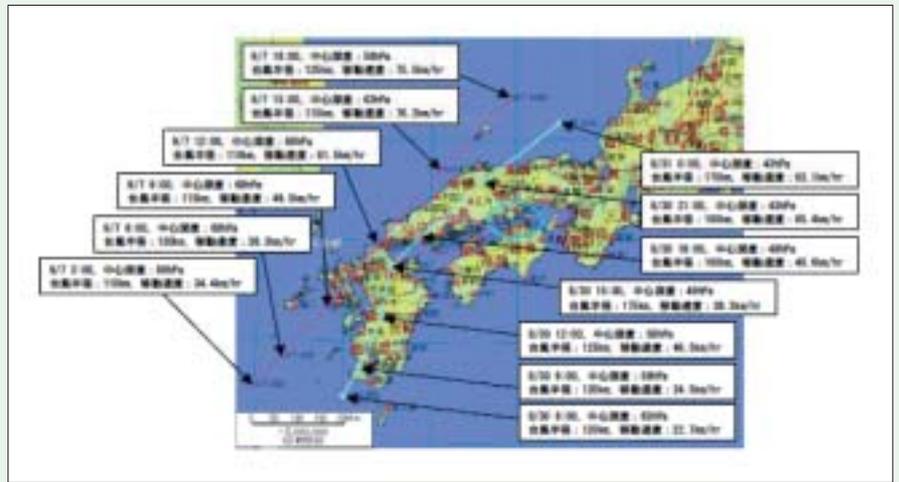


図1

であり、そのコースは台風一六号よりも西側で日本海を北上したものでした。これらのことをまとめると、台風一六号は非常に広範囲に影響するタイプで、台風一八号は、ある地点ごとに比較的集中した影響を及ぼし、移動速度が非常に大きいため風速も大きいタイプだったようです。これら二つの台風は、ともに平行して類似のコースを進んだにも関わらず、前者は岡山県、香川県あたりで、一方、後者は広島県、山口県あたりで災害を起こし、その被害状況に大き

ないかと思われま

次に台風一八号では、広島市で非常に大きな高潮になり、その潮位は台風一六号と同じ程度でした。台風一六号の時は大潮と重なって高くなったわけですが、台風一八号の時には小潮にも関わらず非常に風速が大きかったことが影響したようです。一方、香川県、岡山県では、小潮だったことから大きな高潮にはならなかったと考えられます。つまり広島市での大災害の原因は、非常に風速が大き

かったことから大きな波浪が作用したということが考えられます。広島沖の草津でステップ式波高計により観測されている有義波高は、台風一六号で一・二五メートル、台風一八号で三・〇一メートルという結果で、周防灘の荻田や神戸と比較しても、広島だけが台風一六号と一八号とで波高が大きく違うのです。

以上をまとめると、台風一六号において、岡山県で被害が大きく、広島県で被害が小さかった理由としては、岡山県では大潮の満潮時刻と高潮の最大値の発生時刻が重なり、広島県では発生時刻がずれたことが考えられます。また、台風半径が非常に大きかったことも岡山県に被害をもたらす要因となりました。瀬戸内海の南北にある高松市や宇野市の高潮は、水島地域でせき上げられた大きな高潮が東へ流れ出していく形で発生したと考えられ、同じような水位の変化を示しています。

一方、台風一八号において、広島県で被害が大きく、岡山県で被害が小さかった理由として、岡山県では小潮の満潮近くに高潮が重なったこと、そして台風半径が小さいため影響範囲が小さく広島付近にだけ大きな影響があったことが考えられます。さらに、移動速度が七五キロメートル/時と非常に速く、風速も大きかったことから広島県に非常に大きな高潮と波を発生させたことが考えられます。

一九五一年から現在までに瀬戸内海に影響した台風は、ルース台

風から始まって昨年度のものまで五五年間で一二個ですから、それほど多く来襲しているわけではありません。中心気圧が九四五hp程度の巨大な台風は、一九九一年の一九号台風と昨年の一八号台風ぐらいで、他は九六〇hp程度のもので、しかし、広島県における一九九一年の一九号の時の高潮偏差は一・五メートルであったのに対し、昨年の一八号の時の高潮偏差は、計算値で二メートル程度と予想され、台風の規模、コース、中心深度、移動速度がほぼ同じなのに、非常に風速が違って、大きな高潮が起きました。この原因については、今後検討する必要があります。

これらの台風のコースを調べてみると、瀬戸内海に大きな影響を与えた台風のコースは、大まかに三つに分類できます。一つ目は、九州の西側から上陸し日本海沿岸

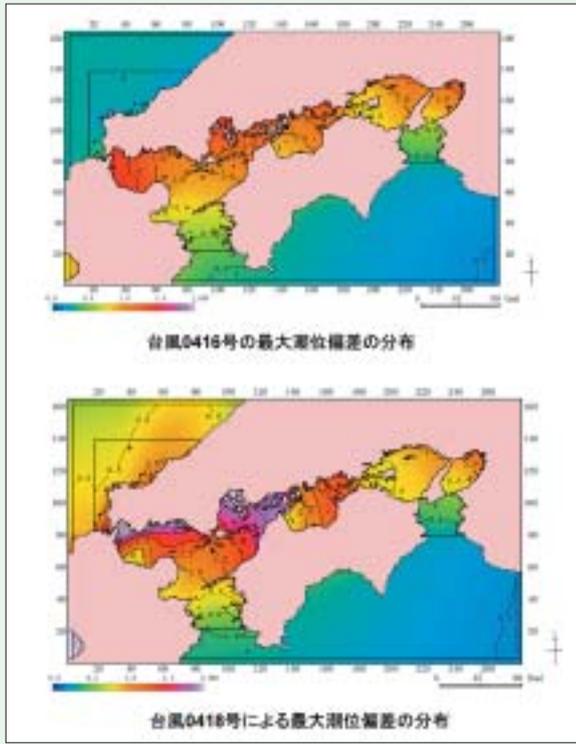


図 2

部を平行に近い形で進む台風で、沿岸部に平行して走ることから瀬戸内海の広範囲に大きな影響を与え、高潮のピークが満潮と重なる部分が生じやすいという特徴があります。二つ目は、それよりも少し北側を通るもので、一九九一年の一八号台風などが該当しますが、特定の狭い地域だけが影響を受けやすく、一つ目よりも影響範囲は狭くなっています。三つ目は、さらに北上するような台風で、一九五四年の一二号台風は、九州を縦断して真北に上がっており、このような台風は局所的に大きな高潮を起す可能性はありますが、その影響が長く残るものでもないので満潮と重なる確率は小さくなります。

昨年の台風一八号は、風が非常に大きかったために、大きな波が発生して構造物が破壊されたと言えます。構造物の被害を見ると、

瀬戸内海の特異な特性を考慮する必要があります。つまり瀬戸内海は潮位変動が非常に大きく高潮が発生しやすいにもかかわらず、海域そのものが非常に狭く波高が小さいということから、構造物そのものが比較的薄いものが多く、外力の変化に対して弱い構造のような気がします。確かにこれでも設計条件は満足するのですが、設計条件以上の力がかかると簡単に破壊されてしまうのではないのでしょうか。今後は、潮位偏差が大きという特徴を考慮した設計方法が必要であると思います。最近、性能設計が盛んに言われておりますが、最適な設計条件のみでなく、少し大きい条件に対して構造物がどのように破壊されるかということも考慮し、構造物破壊が及ぼす被害を考慮しながら設計する必要があります。

これからの高潮対策の目玉は、高潮災害のリアルタイム予測です。潮と高波について発生した台風の条件を用いてリアルタイムに予測をするものです。観測値と台風予測から更に波浪推算の成果を補正し推算精度の向上を図り、予測される高潮と高波に対して防潮堤等が被災する程度も予測して、その背後に与える影響や浸水被害を、台風発生時から予測するわけです。

この技術が完成すれば、最終的には適切な避難、それから災害発生時の対応の仕方、構造物への対策など様々な防災対策に活用することができそうです。

今回は、同様のコースを辿った

昨年の大型台風一六号、一八号を事例に、台風と高潮との関係やそれに伴う被害、さらに台風による

特別講演 異常気象とこれからの防災意識

(財)日本気象協会 気象予報士 飯島 希氏

今回は高潮防災がシンポジウム開催の趣旨となっており、私は海の専門ではありませんが、気象予報士の立場から気象全般にわたり、「異常気象とこれからの防災意識」というテーマで、お話ししたいと思います。

昨年は、台風が一〇個も日本に上陸したり、集中豪雨や記録的な猛暑など本当に異常気象が目立つ一年でした。その台風の中でも、特に広島県など局所的に重大な影響を及ぼした台風と日本全体に影響を及ぼした台風を振り返り、高潮や地球温暖化に関連付け、今後、



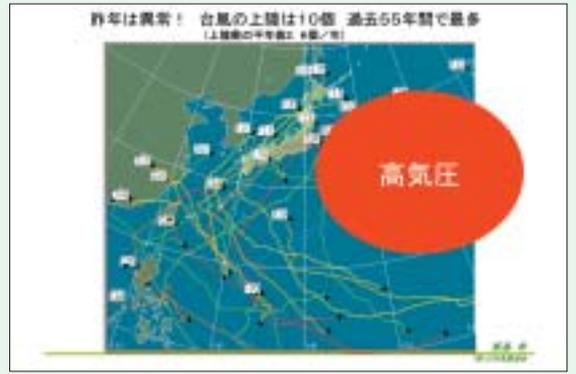
飯島 希氏

まずまず増えると考えられる異常気象に対して、どう私たちが防災に取り組みべきか、その意識をどう持てばよいのかということをお話させて頂きたいと思っています。

まずは、昨年の異常気象についてですが、台風以外にも梅雨末期の新潟県、福島県での豪雨がありました。新潟県の三条市などでは一二時間雨量が七五三年に一回あるかないかという大雨であったことが、その後の研究で分かっています。

また、本土に上陸した台風が過去最高の一〇個あり、例年の二〜三個の上陸数をはるかに上回るものでした。例年は真夏の太平洋高気圧が日本列島をすっぽり覆う配置になりますので、台風はこの高気圧の中に入らず高気圧の縁を北上する形になります。したがって、真夏の日本列島に台風はなかなか上陸できないというのが本来の姿です。しかし去年の夏は、高気圧が北に偏った気圧配置となったことにより、その分位置がずれ、高気圧の縁を北上する習性のある台風が、日本列島を次々に上陸してしまっただけのことです。つまり、台風が一〇個も上陸した理由は、

高潮災害の対策の方向性についてお話させて頂きました。



高気圧の配置に原因があったという事です。では、なぜこのように夏の高気圧が北に偏ってしまったのかというと、それは、温度が高くなった海水の位置に問題があったのです。去年の二月から夏にかけて、フィリピンの東海上の海水温は、例年よりも一〜二度も高い状態でした。海水温が高ければ高いほどその領域での対流活動が活発になり、上昇した空気が下降したその海域に勢力の強い太平洋高気圧が張り出す結果になったという事です。フィリピンの東海上での例年以上の海水温上昇によって、太平洋高気圧の位置が東に偏ってしまったのですが、なぜ、その海域で上昇したのかはよく判っておりません。ただ、今後この海域で海水温が上昇すれば、太平洋高気圧が北に偏り、去年のように台風が日本列島を襲う可能性は十分にあります。



去年の台風発生の個数自体は異常どころか平年並みであり、高気圧の張り出す位置が例年と異なったため、一〇個もの台風上陸という異常な事態となったのです。ここで温暖化とそれによる異常気象の今後についてお話ししたいと思います。現在、多くの研究者の方が温暖化はもう既に進行しているという見解を持っています。日本では、一九〇〇〜二〇〇〇年の一〇〇年間で気温は一度上がっており、世界的には〇・六度上昇しています。そして、これから一〇〇年後は、さらに一・四〜五・八度上昇するとも言われています。日本では、一九九〇年代に入って平均気温が毎年更新する勢いで温暖化していると言われており、昨年は、過去二番目に高い平均気温が記録されています。この温暖化が進むと、考えられるのが海面上昇です。一九〇〇〜二〇〇〇年の

一〇〇年間で、世界的な平均で水位が一〇〜二〇センチメートル上昇していると言われています。現在は一・八ミリ/年の率で上昇しているとのことで今後、南極や北極などの氷が融ければ、さらに二ミリ/年乗せで上昇していくのではないとも言われています。さらに、台風の強大化による波の吸い上げ効果に加え、吹き寄せる風も強まることから防潮堤や防波堤への波も高くなって、高潮による危険性が增大することも考えられます。

現在、世界では台風が年間八〇個程度発生しており、温暖化進行によりその数は二割程度減少するとの予測がありますが、一方でその一つひとつの台風の強大勢力化が起こると言われています。具体的な例を挙げれば、過去一〇年間で経験した台風の中で、去年の台風一八号のように広島県で最大瞬間風速六〇メートル/秒を超えるような台風というのは一〇個以下だと思いますが、それが去年一〇個上陸した中で三つもあるのです。もう既に台風の巨大化は始まっていると思います。

南部の月平均の降水量が現在の約三〇〇ミリから約五〇〇ミリになるだろうという研究結果も出ています。

台風の場合は、海から波が押し寄せ被害をもたらしますが、集中豪雨の場合は山から洪水、土石流という形で押し寄せてきます。高潮や高波に対してのみでなく集中豪雨による河川の増水や洪水による浸水被害に対してもハード面の備えだけではなく、今後は私たちの防災意識を変えることが必要になります。今後、豪雨は北日本より西日本が増え、さらに昼より明け方が多くなり、当然、冬より夏が多くなるという傾向にありますので、連絡体制の強化や明け方の災害への対処などソフト面の防災についても、避難する側の意識変革が求められます。

IPCCの第三次報告では、最大で二一〇〇年には八八センチメートル水位が上昇すると言われていきます。それに対して、適切な高さ、景観、費用等についての議論を踏まえた堤防等の嵩上げが必要であり、嵩上げが困難な港湾では、代替する防災対策が必要であると思います。そのような検討の際に、過去の台風や災害の事例を参考に対策を講じることは当然として、さらなる温暖化の進展により異常気象が一層極端化する可能性も考慮し、五〇年後、一〇〇年後を見据えた抜本的な対策が必要であると思います。

八階並みの波高を記録した台風二三号のような、大型で勢力の強い台風が今後はもっと頻繁に日本に襲来するようになることも、台風発生の位置が日本に近づいていることを実感します。昔は、台風発生から上陸まで一週間〜一〇日間の猶予があり、対策が十分可能でしたが、最近では、発生して三日で上陸する場合や四、五年前には発生して一週間後に上陸したという例もあります。つまり日本近海の海水温が、台風が発生してもおかしくないほどに上昇していると言えます。

このまま海水温上昇が進むと日本近海でいきなり台風が発生する危険性も生じ、その場合対策にかけ得る時間が非常に短くなるということが予想されます。このような状況では防災対策を実施する公的な立場の方の意識高揚だけではなく、避難する各個人も台風の位置や動きについて十分な関心を持ち、住んでいる場所の危険性や避難の仕方について各々考え、自分の命は自分で守るという意識が必要になってくるのです。

また、異常気象の増加に加え、都市地域への人口の密集が財産上の損失の増加に拍車をかけており、今後もある程度の損害額上昇が見込まれることから、財産を守る対策も必要です。財産をどう守るかという対策については、五〇〜一〇〇年後を見据えた長期ビジョンでの災害への備えが必要な時代に突入していると思います。私は気象情報を伝える立場ですが、「情報提供がうまく行えれば、

何人もの人命が救われ、多くの被害低減が可能なのだ」ということに留意した情報の提供を心がけております。一方、ソフト面は、その情報を活用する側の意識や心構えなどもその効果に多分に影響します。台風や高潮に関する情報やハザードマップなど避難情報が十分に整備されても、それを活用す

るのは避難する側の人間なので、ソフト面の対策については、ハードの整備の限界、その効用の限界を基本的な認識とし、情報提供側と受け手側のコミュニケーションをより一層図り、有効な情報提供環境を構築、共有していく時代にあると思います。

フォーラム

『高潮防災……それぞれの立場から』

○司会・中国新聞社 論説委員

難波 健治

最初に、厳島神社の禰宜を務めていらつしやいます飯田さんからお話をいただきます。広島といえはカキであり、そして安芸の宮島ですが、宮島といえは厳島神社であります。飯田さんはこの厳島神社に奉職なさつてもう四九年ぐらいとお聞きしています。

厳島神社もいろいろな災害に遭つてきました。およそ一〇〇年に一回ぐらい大きな災害を受けてき



コーディネーター
中国新聞社 難波 健治論説委員



パネラー

厳島神社 飯田楯明禰宜
高知県須崎市総務課 西村精二参事
(独)港湾空港技術研究所 河合弘泰主任研究員
広島大学大学院 日比野忠史助教授
国土交通省近畿地方整備局 鈴木純夫副局長

登場されています。そのような厳島神社の高潮による被害の実態をお話しいただければと思います。

高潮災害の実際

○厳島神社 禰宜 飯田 楯明
写真1は上から撮った写真ですけど、屋根がない部分は平舞台といつて、普通の家でないならば庭の部分に当たります。そこが一番海側に出ていますので、潮が床上五〇センチ以上も来ますと屋根のない部分は完全に浮いてきます。そこで波が来た時に、その部分が浮いていることによつて波を消し、社殿の奥の被害を少しでも和らげたんじゃないかと思ひます。今回、満潮時に強烈な波が来たので、私も初めてそういうことを実感しました。

一見、何でもないようですが、

平舞台の部分は、がたがたにされておき、正面の部分も、突端のところもがれているような状態になっております。一番奥側の左楽房は風で倒れました。社殿の屋根を見てもらつたら分かるように、風速六〇メートル/秒にしたなら、意外と屋根の部分は被害がありません。しかし、海の高潮により柱やその他の部分が、目に見えないところでもかなりダメージを受けているというのが今回の一八号台風の被害の特色ではないかと思ひます。

今回、客神社というところが一番被害に遭いました。その当時、かなり満潮の時間前から潮位があり、この状態で潮位がぐんぐん上がつてきたら回廊床上一メートル以上来るんじゃないかと、我々も戦々恐々としておりましたが幸いに床上五〇センチメートルぐらいですみました。白い塀がある部分は波よけといひまして、被殿というお払いをするところの回りをうまく囲つていて、ちよつとした波ぐらいならそこで波をよけて、その中で行事ができるように造られていますが、ただし、今回の台風ではもろに壊れました。

○難波氏

ありがとうございます。厳島神社は推古天皇即位元年の創建だそうですから、一四〇〇年ぐらい前ですね。さつき話がありました平清盛がつくつたのが現在の社殿のつくりだそうですから、それが八〇〇年ぐらい前という話がありましたけれど、周辺から壊れるようにつくつてあるという話もあるよ



写真1 厳島神社

うです。本殿を常に守るといふことです。それでは、高知県の須崎市役所で防災を担当していらつしやいます西村さんにお願ひします。

地域防災現場での取組み

○高知県須崎市 総務課

参事 西村 精二

平成十四年度に、国土交通省四国地方整備局高知港湾・空港整備事務所のご協力によりまして、津波シミュレーション調査を実施致しました。これは、高知県や国の中央防災会議でも想定されているM八・四の安政南海地震クラスに對して、昭和南海地震を基に設計している津波防波堤の安全性の検証や陸地への遡上状況等のシミュレーションを実施したものです。シミュレーション結果に基づきまして、「須崎港津波対策検討委

員会」を組織して、ハード及びソフト対策を中心とした防災対策について協議しました。本日、基調講演をいただきました高山先生に委員長をお願いし、市民代表も参加して、二度検討委員会を実施しました。結論的には、津波避難経路や避難場所の整備、津波ハザードマップの作成、さらに、次の世代のための防災学習の必要性についての資料をまとめました。

このような中、小学校の先生や保育園の先生等々、市民の代表、また津波を経験した方々に参加していただき、実際の避難場所への行動といったフィールドワークも踏まえて、ワークショップ方式による試行の津波ハザードマップを作成した次第です。ハザードマップについては、防災訓練等々を含めた活用の仕方、紙の材質、配り方等も議論をして、昨年九月に各戸に配付致しました。これと並行しまして、子供たちの災害に対する学習が必要

という事で、津波小冊子の作成、配布を行い、小学三年生から系統立てて学習をしていただいております。学習小冊子の紙面は、やなせたかしさんの漫画のキャラクター等を入れたもので作成しております。

それから、海面における風速を計算する時に、従来は上空の風速に対して〇・六から〇・七という一定の係数を使っていますが、台風の構造を調べてみると、台風の目の壁（アイ・ウォール）付近に風速の速いところがあります。それを考慮するための係数を導入します。従来の計算方法では、なかなか観測値に合いませんでした。このように改良したモデルを導入することによって、観測値に

近い風の計算結果が得られております。また、従来は気圧から風を求めた後、高潮と波浪を別々に波だけ計算する方法をとってきました。ところが実際には高潮は天文潮と一緒に発生しますから、両方の関係を考慮して、かつその時に起きる水位変化や流れを考慮しながら波浪を計算しました。また、波が立つと海面の形状も変わりますから、それによっても高潮の起き方が変わってきます。こういった相互干渉も考慮して高潮と波浪を同時に計算をしました。

さて、高潮予測をする方法としては、二つあり、一つは気象庁も昔使っていた経験式というもので、台風の気圧や風速から高潮偏差を求める式です。この式は、一

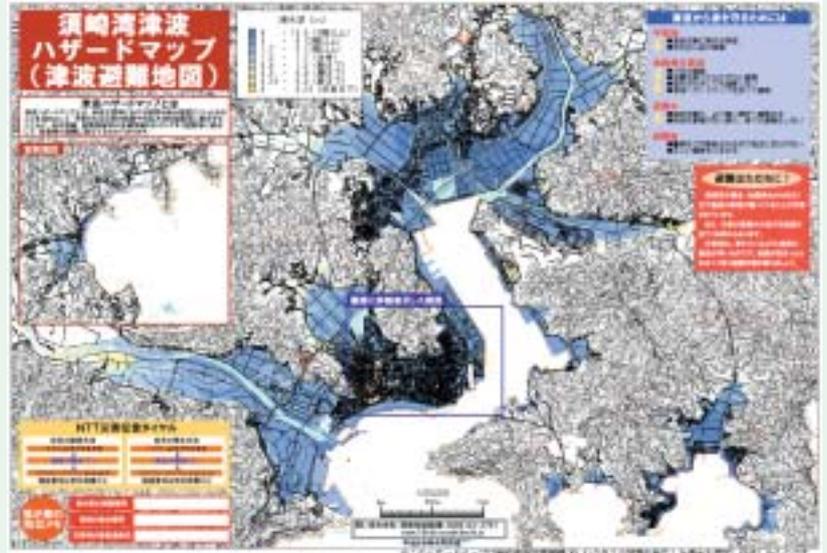


図1 須崎湾津波ハザードマップ
〔須崎市街地東部地区（表面）〕

〇難波氏
ありがとうございます。それでは、学術的な話に少し移りますが、最初に、河合さんの方からお願いいたします。

高潮防災のための先端科学研究
〇（独）港湾空港技術研究所
海洋・本工部主任研究官 河合 弘泰

高潮と波浪に関する数値計算モデルの高精度化について簡単に紹介したいと思えます。実務でよく使われている高潮と波浪の推算法では、まず、台風の気圧分布を同心円で与えて、どのような風が吹くか計算します。ここで風速の低減係数としては経験的に一定の値を使っております。この風と気圧をもとに高潮を計算し、波浪も計算しております。ただし、高潮と波浪は別々に計算しているというのが従来の方法です。

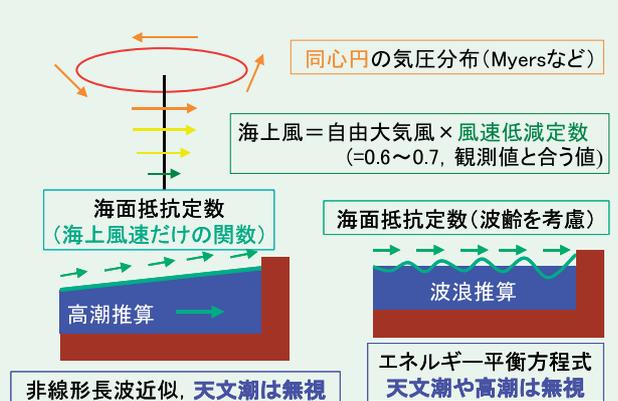


図2 実務で一般的な高潮と波浪の推算法

瞬で計算結果が得られるという長所がありますが、あらかじめ式中の a、b、c という係数を調べておく必要があります。一方、数値計算モデルを用いる場合には、計算格子をどの程度細かくしたら良いかという検討もしておく必要があります。どの辺が高くなるかという程度を求める場合は粗い格子でも良いのですが、正確な値を求めようとすると、それなりの細かな計算格子が必要になります。

今後の課題としては、まだ海上風や高潮を十分に再現できないところもありますので、引き続き数値計算モデルの高精度化を図り、高潮予測計算の効率化も行い、ソフト防災に役立てていく必要があると考えております。

〇難波氏
ありがとうございます。それでは続けて、広島大学の日比野さんの方から、瀬戸内海の高潮についてお願いいたします。

〇広島大学大学院 助教 日比野 忠史
瀬戸内海の高潮について、特に瀬戸内海で起きるからどういことを考えなければいけないかという話をさせていただきたいと思っております。

昨年の台風一六号は、瀬戸内海の中央部に向けて高波が伝播して

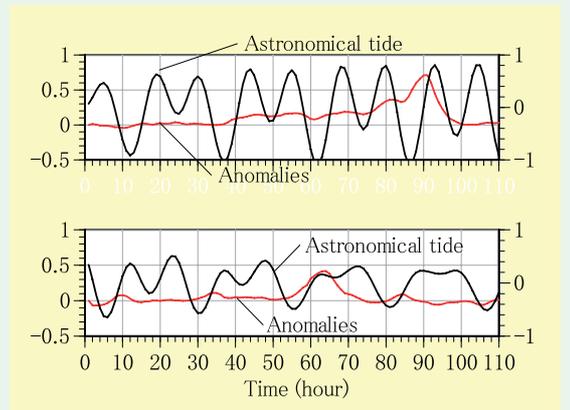


図3 境界（豊後水道）における天文潮位と潮位偏差

おりませんが、台風一八号は、特に広島湾あたりで非常に水位が高くなったという特性があります。一六号と一八号は、実は経路が違っていて、一六号は、豊後水道に近いところを通過しています。瀬戸内海は、豊後水道と紀伊水道の二つの入り口を持っていますから、豊後水道から入ってきた波が中の方に伝わっていくということが、瀬戸内海の特徴として分かっています。次に瀬戸内海の中の水位はどうなっているのかを少し見てみたいと思います。例えば八〇年代の後半から九〇年代の後半で、瀬戸内海の水質が変わったことを見ると、それに伴う水位変化が計算できます。この期間において、広島湾から内海のところ水温が高くなり、塩分が低くなることによって非常に密度が高くなり、内湾の方で水位が高くなるという現象が見られます。

広島湾におけるその期間の水位差は、約四センチメートルというオーダーです。瀬戸内海の中で水質が変わることによって、数センチメートルの水位上昇は出てくるということです。最後に、災害復旧についての話をします。ちょうど一〇年ほど前の宮島の腰細浦では湿地が多くあり、緑も非常に深くて、木々も多く生えておりました。それが、最近では、湿地がなくなり、植生がかなり悲惨な状況になっております。今回の高潮により道路等が被害を受け、このような場合、災害復旧の考え方からは、現況を維持しようということになるのですが、少し知恵を使えば、同時に湿地を回復していくということも可能です。今まで、ハードに重点をおいた対策がとられていますが、自然を増やし、海岸線の緑を取り戻していくということでの防災対策ができればいいのではないかと考えております。

〇難波氏
最後になりましたけれども、中国地方整備局の鈴木副局長の方からお願いいたします。

中国地方整備局管内の高潮防災について
〇国土交通省 中国地方整備局 副局長 鈴木 純夫
今日は、昨年の台風一六号、一八号で管内に生じた被害と、これ

から行おうとしている対策を簡単に紹介させていただきたいと思えます。今回の越波および越流によって背後に及んだ被害、さらに激しいところでは護岸が壊されて、越流状態になり、背後が浸水してしまつた被害については、潮が高い上に波が加わつたことが原因だろうと考えております。

〇難波氏
中国地方整備局管内において、日本海側の境港の潮位変化では、一九七〇年から二〇〇五年までの間に、やはり潮位は上がつてはいますが、瀬戸内海ほどの上がり方ではありません。やはり瀬戸内海に何らかの要因で潮位上昇が起きているか、あるいは地盤の方が変動しているという認識をしております。こういう状況の中で、明らかに外力が上がつてきていますので、広島県においては、中国地方整備局としての高潮防災事業を継続しており、河川事業においても直轄で高潮対策として堤防の整備をしております。また、国の海岸事業としてもこれから整備を進めるといふ状況です。したがって、ハードだけでは守れないと言われていますが、そのハードすらまだ十分にできていないというのが現状でございます。

そのハードを整備しながらも、ハードだけでは守れないということがありますので、高潮情報を住民の皆さんや専門家に提供しようとしていきます。しかし、今のところ、その潮位情報は統一的不是なため、河川管理者、港湾管理者、海上保安庁、気象庁などがそれぞれ行っている情報提供の統一を図るため、みんなで集まって情報を一体化し、どこかを参照すれば、一応大部分かるようにしようということをやっております。

〇難波氏
二一世紀は災害の世紀だと言っている方もあります。ただ、災害というのは随分懐が深いというか、問題が大きいというか、一〇年前の阪神大震災でほぼ語り尽くされて、手も打たれたのかと思えば、昨年の中越地震で、さらにいろいろな課題がたくさん出てきております。土砂災害についても弱者が真っ先に被害を受けるといふ問題をどうするかといったように、いろいろな問題があります。それについては総合災害学的なものを打ち立てるべきではないかとも言われています。

〇難波氏
災害は文化だという言葉があるように、それは、災害を予防しようとするには、先端科学も使う必要があり、歴史的な問題や考古学的な地理も使うべきだといふ話もあり、さらにその情報をいかに早く、どう伝えるか、そして伝えるだけではなく、情報を受けた人間がどのようにそれを使いこなせるのかという見方が必要であるということだと思います。

つまり、文化的に非常に高いレベルにないと災害は予防できないので、そのような総合的なものを学問としても打ち立てるべきだといふ話があるように思います。

津波防災の守り神

—津波観測システムの構築に向けて—

国土交通省 港湾局環境・技術課 技術企画官

春日井 康夫

(独)港湾空港技術研究所 海象情報研究室長

永井 紀彦

はじめに

我が国は、歴史的に幾度となく大津波を経験し、その研究と対策は世界から先進的であると評価されている。今回のスマトラ沖地震による津波被害でも、国土交通省においては、学識経験者等からなる「津波対策検討委員会」を設置し、我が国の津波対策の現状と課題について総点検を行い、今後の基本的な方針を三月に取りまとめたところである。

その提言においては、具体的な対策として、①「警報・情報提供」、②「予防対策」、③「発災後対策」、④「津波防災技術・知識の蓄積と普及」、の四分野について概ね五年以内に緊急的に対応する施策を取りまとめている。

本報告では、上記の提言①「警報・情報提供」の施策の一つである「沖合を含む津波即時観測データ」を充実・共有・公表」を実現するため、津波の沖合観測システムを構築・運用・配信し、港湾のみならず港湾背後の地域の津波被害の低減を目指す施策の概要を紹介する。

GPS 津波計の開発

(独)港湾空港技術研究所は、東大地震研究所、日立造船(株)および(財)人と防災未来センターとともに、GPSを活用した沖合津波計による波浪・潮位・津波観測の実用化に向けた研究を実施し、昨年の第六回国土技術開発賞最優秀賞(国土交通大臣賞)を、本年の第三四回日本産業技術大賞特別賞を、それぞれ受賞した。

現在、高知県室戸沖一三キロメートルの地点にGPS津波計が据え付けられている。これは全長一六メ

トル、直径三・四メートルの巨大なブイ。ブイの上部七・五メートルが海上に出て、人工衛星からの信号を先端のアンテナが受信し、津波によるブイの動きをセンチメートルの精度で計測することが可能である。同機を現在地に設置する前には、これより小型の実験機を大船渡港沖合二キロメートルに設置し、三年間(二〇〇一年から二〇〇三年)の実証実験によって実用性を確認した。

室戸沖GPS津波計は、二〇〇四年四月から観測を開始しており、同年九月の紀伊半島・東海道沖地震時には、室戸岬検潮所で津波を観測する一〇分前に津波を観測した。また、同年一〇月の台風二三号来襲時には港湾局設置の波高計とともに、観測史上最高の波高を観測(有義波H_{1/3}＝1.4m)するなど、室戸市沖合における波高観測でも活躍した。これらの実績を高く評価しGPS津波計の設置を望む自治体も多い。港湾局としても自治体の要望に応えるため、配備構想の立案と推進を検討していく必要がある。

ナウファスによる沖合津波観測²⁾

ナウファス(全国港湾海洋波浪情報網)は、全国五四地点で観測された波形データをリアルタイムで港湾空港技術研究所に収集し、有義波や周期帯別の波浪情報等に処理したデータを配信しているシステムである。

ナウファス波浪観測情報は、気象庁による波浪予報に活用され海の安全に貢献するとともに、蓄積された長期間のデータの統計解析を通じて、沿岸域の開発・利用・防災に幅広く活用されている。

津波のような非定常で周期の長い



図1 室戸沖GPSブイ

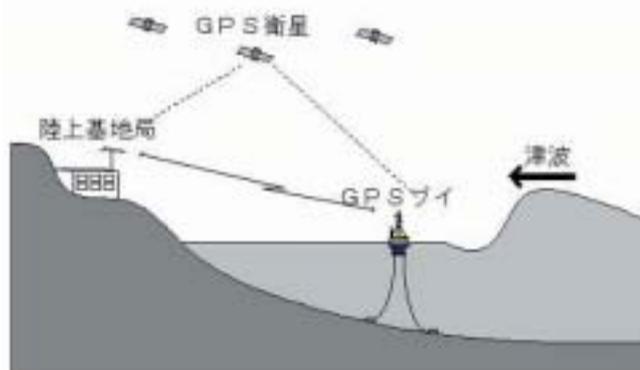


図2 GPSブイ機構図

波形をリアルタイムで捕捉し防災に役立つためには、切れ目のない連続的な観測データのリアルタイム取得が必要となる。しかしながら、現時点のナウファスシステムは、二時間ごとに波形データを観測している。このため、事後的には沖合の津波観測波形記録の測得例は多く示されているものの、リアルタイム情報発信はできなかった。これは、開発当時のデータ情報処理システムの能力の問題で連続観測が困難なためであった。このため、インターネット常時接続方式の採用によって、二四時間連続的な波浪観測データの収集を行い、ホームページを通じてリアルタイム情報発信機能が高めることを目指し、現在システムを更新しているところである。これにより、海面変動の連続観測が可能となり、その中の長周期成分である津波成分を観測するこ

とが可能となる。

しかし、課題は、現在の海象計や波高計の設置場所が沖合数キロメートルの地点に設置してあるため、海底勾配や離岸距離によっては津波を観測してもすぐに陸地に到達してしまつことである。より大水深海域に津波センサーを設置しなければ、防災に役立つ事前津波情報の把握に乏しくなりにくい。しかし、海底設置式波浪計は、そのメンテナンスのため設置水深が五〇メートル以下に制約

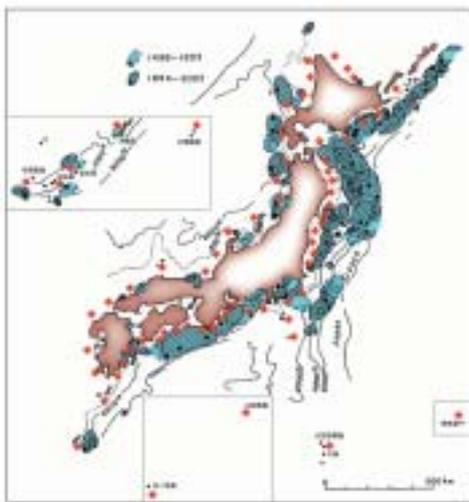


図4 沖合津波観測ネットワーク構想

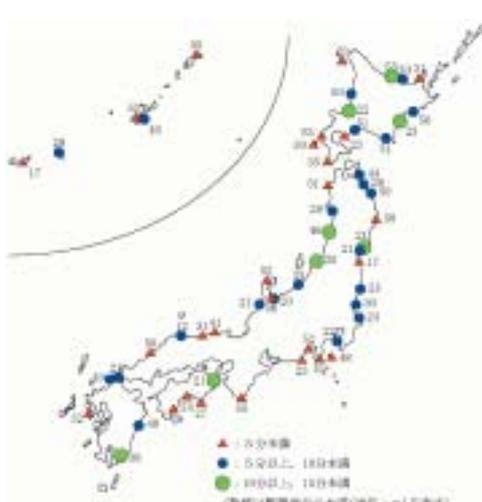


図3 ナウファス波浪計による津波観測の可能性

されるので、新たな観測機器の開発が望まれていた。こうした要請のもとで開発されたのがGPS津波計である。

図3は、既存のナウファス波浪計で、津波の陸地到達のどれだけ前に沖合での津波波形を捉えることが可能かを試算したものである。図中では、ナウファス観測点ごとに津波観測後の陸地到達までの余裕時間を、五分未満、五分以上一〇分未満、一〇分以上の三種類で示している。

津波観測の目標として、一〇分前までの観測を目標とすれば、一〇分前以上観測が可能な地点では、現行の機器を用いた津波観測が有効である

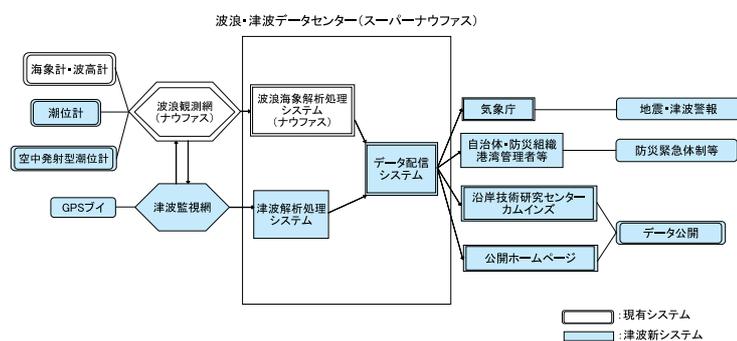


図5 波浪・津波情報の流れ

図5は、ナウファス波浪計やGPS津波計等で観測したデータの処理から配信までの流れの概念を示したものである。ナウファス波浪計のデータは、現在でも波浪情報の集中処理をしており、図5でも二重枠で示した部分のルートで情報が流れている。一方、図5の青く塗った部分は、新たに設置するGPS津波計や既存のナウファス波浪計

日本沿岸における津波監視システム

図4は、日本沿岸における沖合津波観測ネットワークの構想を示したものである。図中には、過去に日本列島を襲った近海地震による津波の初期波源域をあわせて示しており、津波観測点の沿岸配置間隔は、これらの初期波源域の二分の一程度の空間スケールを目安としている。同図には、遠地津波に対応するため、本土から離れた離島の沖合海域にも観測点を設定している。

図5は、ナウファス波浪計やGPS津波計等で観測したデータの処理から配信までの流れの概念を示したものである。ナウファス波浪計のデータは、現在でも波浪情報の集中処理をしており、図5でも二重枠で示した部分のルートで情報が流れている。一方、図5の青く塗った部分は、新たに設置するGPS津波計や既存のナウファス波浪計

から津波成分の計算を行った津波情報の流れである。津波の観測情報に関しては、ホームページで一般に公開される他、気象庁や自治体等の防災機関には、大地震後でも円滑な運用が可能より確実な配信の方法が必要となってくるであろう。この場合、防災機関担当者が瞬時に観測情報を的確に判断し対応できるわかりやすい情報表示が必要である。

おわりに

巨大津波は、ある一カ所に限って言えば、数世代を経た間隔で来襲する現象である。このため、津波観測網や情報システムが、緊急時に有効に機能するためには、常時の有効活用を通じてシステムの良好な機能の維持が必要不可欠である。

したがって、津波観測網は常時の海象観測にも使用できるシステムとして構築する必要がある。日常的に人々の目に触れる情報として発信することにより、緊急を要する津波来襲時にも機能が発揮できるということである。一方、津波観測だけを目的とした観測網は、長期間継続することは困難であろう。

港湾局としても、波浪観測と津波観測を兼ねたシステムとして、ナウファスシステムを拡張する形で津波観測網を順次整備し、津波来襲時の津波情報の情報伝達体制を整備していく必要がある。

本配置構想を進めるにあたっては、予算要求、配備実施時における地元調整、情報伝達網構築のための体制整備等、多くのハードルが予想されるが、関係各位のご協力を今後ともお願いしたい。

<参考文献>

- 1) 永井紀彦・小川英明・寺田幸博・加藤照之・久高将信：GPS プイによる沖合の波浪・津波・潮位観測、海岸工学論文集第50巻、土木学会、pp.1411-1415、2003
- 2) 永井紀彦・小川英明・額田恭史・久高将信：波浪計ネットワークによる沖合津波観測システムの構築と運用、土木学会、海洋開発論文集第20巻、pp.173-178、2004
- 3) 永井紀彦・加藤照之・額田恭史・泉裕明・寺田幸博・三井正雄：沖合・沿岸・オンサイト観測を組み合わせた津波観測網に関する提言、土木学会、海洋開発論文集第21巻、2005(投稿中)
- 4) 羽鳥徳太郎、日本沿岸における津波波源、津波エネルギー分布、月刊地球 Vol.27、No.3、(通巻309)号、海洋出版(株)、pp.166-170、2005

大規模災害へのハード・ソフトの危機管理のあり方 — 集団的・組織的な防災戦略とは —

昨年末に発生したスマトラ沖地震では、巨大な津波が沿岸の各国を襲い、未曾有の被害をもたらす結果となりました。アジアでは、過去最大級の規模であると同時に、現地では地震や津波に対する備えが十分ではなかったことが被害を拡大させた要因の一であるとの指摘もあります。「ツナミ」が国際語となっている地震国・日本としては、今後の観測体制の整備などに協力する一方で、この教訓をどのように生かしていけば良いのか。ハードとソフトの両面を含めた自然災害に対する対応を改めて問われようとしています。情報伝達の面から危機管理を研究する大妻女子大学の藤吉教授、沿岸防災の専門家でもある(独)港湾空港技術研究所の高橋研究主監をお招きして、津波を中心にした自然災害についての危機管理のあり方を論じていただきました。



たか はし しげ お
高橋 重雄氏

1951年生まれ、名古屋大学工学部土木工学科卒業、工博(東京大学)、1973年運輸省入省、国土交通省港湾技術研究所 特別研究官、2005年(独)港湾空港技術研究所 研究主監(同津波防災研究センター長 併任)、現在に至る。この間、長岡技術科学大学客員教授などを併任。海岸工学、港湾工学、沿岸防災工学を専門分野とし、波力発電防波堤や二重円筒ケーソンの開発で土木学会賞、研究特殊功績で科学技術庁長官賞を受賞。



ふじ よし よう いちろう
藤吉 洋一郎氏

1942年生まれ、東京大学工学部都市工学科卒業、日本放送協会記者、同解説委員などを経て、平成14年 大妻女子大学コミュニケーション文科学科教授、現在に至る。解説委員として都市問題、気象災害、運輸・通信、科学などを担当。災害では雲仙噴火、釧路沖地震、北海道南西沖地震、阪神大震災などを取材。学会、研究機関、政府関係審議会などで多くの重職を歴任。現在、(財)砂防・地滑り技術センター理事、(財)河川協会理事として活躍中。

江頭 昨年末のスマトラ沖での地震は、マグニチュード九・〇に達し、インド洋沿岸に非常に広範囲の津波被害が発生しました。被害は阪神・淡路大震災をはるかに上回り、死者、不明者は三〇万人ともいわれています。さらに、三月にはマグニチュード八・七の地震も発生しています。このような大地震では、住民への情報伝達が課題になるのではないかと思います。日本では地震、津波については多くを経験したこともあり、津波の観測体制なども整備されています。そこで、今回は、地震を中心にして災害に対する予防策、起きた時の情報伝達のあり方についてお話しを伺いたいと思います。まず、スマトラ沖地震についてですが、高橋さんは直接、現地にも行かれていますね。被害の状況と感想をお聞かせください。

高橋 三月一三日から二一日まで、政府調査団の一員として派遣されました。日本海中部地震津波などの現地調査で津波の悲惨さを知っているつもりでしたが、今回のスマトラ沖地震はスケールが違います。一八九六年の三陸津波に似ているのではないかと思います。一〇〇年以上も前でしたので、日本でも防災施設や防災情報もないし、啓蒙も十分でなく、また地震動も大きくはなかった。このような状況で津波が発生し、二万人が亡くなっています。防災施設や防災情報がある程度あり、死者も百名ほどにとどまった日本海中部地震津波など近年の日本の津波災害とは少し違うと思います。



(財)沿岸技術研究センター
理事長 江頭 和彦

喫緊の課題

津波に対する正しい認識、知識
と適切な防災情報の伝達

江頭 藤吉先生、比較も含めてご感想をお聞かせ下さい。

藤吉 いまおっしゃったように、一八九六年の明治の三陸津波も無防備でした。地震の揺れが非常に小さかったので、津波に対する警戒を全く思いつかなかったのです。違った意味でインド洋沿岸諸国は、津波に対して無防備であったと思います。

世界で起きる大きな災害の犠牲者の九割は巨大災害で命を落としています。一つの災害で一万人以上が亡くなるものを巨大災害と定義されていますが、日本では三陸津波ぐらいですので、日本の場合は一〇〇〇人にオーダーを落としています。

これに対して、スマトラ沖地震はその巨大災害の中の超弩級の巨大災害で、三〇万人が一度の災害で亡くなったというのは、おそらく史上最



陸地に流された船舶（タイ：カオラック）

大ではないでしょうか。

もう一つ、津波の特徴は、いったい何人が犠牲になったかわからないことにあります。日本で起きても同じだと思えます。つまり、ある時刻に、その地域に何人いたかということが分からないのです。国勢調査で、居住者はわかるし、昼間の時間帯に仕事をしている人が何人いるかはわかりますが、この津波にさらわれた人が何人いたかを調べるのは、先進国、途上国にかかわらず非常に困難なことです。

三陸津波も結局そうでしたが、半分ぐらいの方は遺体が見つかりませんでした。数を数えるのさえ困難なわけですから、命を助けるとか、あるいは被害にあった人たちの応急、復旧するのは大変な困難が伴ったと思います。

マグニチュードが九・〇で、この一〇〇年間に起きた地震で四番目に大きな地震だということは、早い段階でわかったわけですが、被害者が三〇万人に上るとは予想もできませんでした。タイのプー

ケット島などが代表例ですが、ヨーロッパなどから多くの観光客が訪れていて、朝の早い時間帯にもかかわらず、海岸にたくさんの方がいました。その意味では、日本でも夏の海水浴のシーズンには何十万人という人が海岸にいるわけで、そのような時に大津波が来ることを考えると、備えのあるなしにかかわらず他人事ではないと感じます。

被害が大きくなったのは、無警戒であったからであり、

めつたにないために警戒心がなかったためです。津波の予報システムのようなものもありませんでした。インドネシアやタイで多くの犠牲者を出しましたが、これらの国は太平洋にも面し、太平洋の津波警報組織に入っています。日本でいえば、太平洋側だけ警戒していて、日本海側がまったく無防備だったということです。日本海中部地震のときがそうでした。そのような要素がインドネシア、タイにもあり、インド洋に警戒がまわらなかったということです。

インド洋で津波が起きるというアラームは、今回ほどからも出ませんでした。そこで、太平洋と同じようなシステムを作ろうという話になっていっています。太平洋にはあったのに、どうしてインド洋にはなかったのかということについては、あまり議論されなかったのですが、実はこの部分が重要なポイントになってきます。めつたにないが、起きれば大惨事になるという代表的なケースだと思えます。これは、防災の中では一番困難な難しいテーマなのです。

大津波の再来という周期があるとしますと、それはおそらく人間の一生というものを超えるような長い周期になるでしょう。自分の一生の中にないかもしれないものに備えるということが、どこまでできるか、大変難しいテーマです。

三月二九日の大地震のときには、日本の気象庁でも広範囲で津波が起きるだろうとの警報に準ずる情報を発表しています。遠隔の場所からでも情報さえあれば、予報することは可能です。問題は警報に従って人々

が避難をしてくれるかどうかです。

高橋 今回のスマトラ地震で思うのは我々の想像をはるかに超えた津波が発生したということです。一〇メートルを超える津波が広範囲に起きています。

日本でも、明治の三陸沖地震のときには三八メートルまで上がったという記録がありますが、多分局所的であり、今回は面的に広い範囲で大きな津波となっています。特に三〇メートルを超える津波は想像もできません。我々の技術の範囲を超え、つまり予想を超えるような津波だったのかなと感じています。

江頭 日本では、地震が発生するとテレビが一齐に字幕で報じるなどしますが、現地のマスメディアの対応はどうなのでしょう。

藤吉 津波発生後の国際会議で予報システムや津波警報システムを作ることが決まり、半年以内に日本の気象庁とアメリカのハワイの津波警報センターが協力をしてインド洋に対する暫定的な津波予報を出すことになりました。さらに二〜三年のうちには沿岸諸国が参加した組織作りをすることも決まりました。これに関連して、関係する沿岸諸国の放送局の皆さんが東京に連れられて、津波警報が出たときの放送をどのようにしているのかをNHKなどを実際に見学して、研修も受けられました。

情報を出すだけではだめで、それを今度は住民の皆さんに知らせるメディアの役割が大変重要になります。ただ問題は、その予報を皆さんが受け止めて、行動に移してくれるかです。まだ、これは未知数で、今後の課題になっているわけです。



生死を分ける瞬時の判断と基礎情報

ハザードマップ整備への期待

今回のような巨大な津波は頻繁に発生するわけではありません。システムができ、津波警報で避難はしたがるもなしに終わるといふケースが何度も繰り返される。その挙げ句に超弩級の津波がまた起きるといふ皮肉な繰り返しになるのではないかなという心配があります。

津波予報は必要ですが、それだけでは十分とは言えません。ではどうすれば良いのか。実は救いがあります。インド洋の沿岸諸国の中でも一〇〇年以上も前の津波体験が残っていたのです。大きく潮が引いたら、海が攻めて来るので山へ逃げよという言い伝えで、山へ避難をしたという人たちがいました。実はこれが、今後に期待できることではないかと思っています。今回起きたことも子供や孫の世代に言い伝えていく仕組みを各地で育てていかなければいけないと思います。ただ、科学的な知識に裏付けられたノウハウにしなければ、間違った申し伝えになってしまうおそれがあります。その意味でも、専門家の科学的な知識に裏打ちされた経験則を申し伝えていくような文化を作ることが大事なことです。

思っています。

江頭 いま言われた正しい科学的知識に関連してですが、沖合いの高さと陸にきたときの高さが大きく変わりますね。気象庁で津波を予報するときには、地形などの地域の特性を踏まえる必要があると思いますが、津々浦々まで具体的に何メートルと正確に予想するのは難しいのではないのでしょうか。

高橋 そのためにもハザードマップの整備が重要になってきます。例えば想定したとき、この地域は具体的にどの程度の浸水となり、どのような被災となるかを予測するのがハザードマップです。ハザードマップの技術は次第に確立されており、精度の高いハザードマップができれば、信頼感をもってそれに従ってもらえると思います。できれば、一枚でなく、想定津波を上回るようなレベルの津波に対してもハザードマップを用意できればよりの確な対応が可能となると思います。

藤吉 津波という言葉が国際語になっていきますが、広重の浮世絵に描かれていたような風波とは異なるものでしょうか。
高橋 奥尻津波調査のときに漁民の方が言っていました。津波警報が出て四メートルの津波と言ったけれど、四メートルの波はよくあるのではないかと思います。逃げて

なかった。ところが、四メートルの津波はとんでもないものであったと話していました。

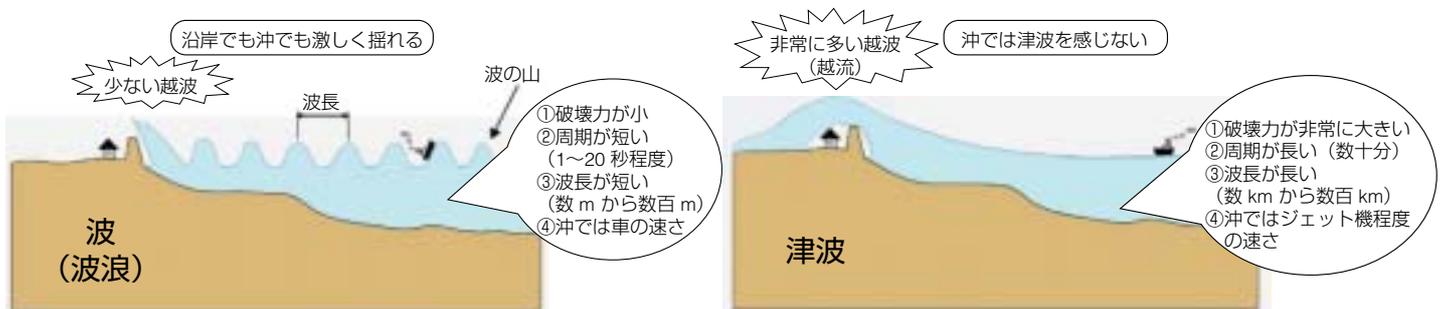
津波と通常の波と違うことを漁民の人でも知らないわけですから、普通の人ではなかなか分からないと思います。津波も波の仲間ですが、発生の原因や現象も大きく異なっています。特に、津波は長いことが特徴で、一つの波の時間が十分から数十分であり、その長さも数キロから数百キロになります。インド洋津波では、その長さが数百キロの長さがあり、あのインド洋の中に津波が数波程度しか入っていません。もちろん、水深が浅くなると短くなるのですが、それでも数キロの長さがあります。それほど長いものですから、陸上に遡上しても障害物がなければ、どこまでも侵入するパワーを持っていることをまず頭に入れる必要があります。

江頭 昨年、国では四省庁でハザードマップマニュアルの検討をしましたが、その中に示されたこの高さまで浸水するかというイメージに加えて、津波の勢いをどう表現するかという課題が残っています。その意味では、今回の津波の映像は貴重な資料になりますね。

高橋 確かにおっしゃる通りです。皆さんが津波を見たという事実が、ものすごく大きいと思っています。コンピュータによるシミュレーション結果をCG（映像）に表現することはできますが、本物ですから迫力が違います。本物を見たことで、津波に対する理解が深まったのではないかと思います。

藤吉 一つの波が押しきて、引

ワンポイントメモ ■ 波（波浪）と津波の違い



「波（波浪）」は、台風や発達した低気圧による風によって発生します。海の表面付近の海水の動きです。

「津波」は、海底の急激な地形の変化により海面が盛り上がり沈下したりして発生します。海底から海面までの海水全体の動きとなります。

（国土交通省 四国地方整備局 HP より改編）

くまでにどれくらいの間がかかるとか、何分続いたら波は止って、今度は逆向きに引いていくのかという説明が加われば、さらに理解が深まるでしょう。

高橋 そうですね。衝撃的だったのは、走って逃げている人々の映像です。もし、私がある場にいたらどの方向へ逃げたらいいのかわからないだろうと思います。住民の立場に立って、どの方向に逃げるべきか、津波はどれくらいの速さで襲ってくるから、どれくらいの速さで逃げないと間に合わないのか、場合によっては家にいた方が良かったことを示すのが本場に有効なハザードマップであり、それを作らなければいけないのだということを、あの映像は示唆していると感じました。

江頭 どこへ逃げるかに加えて、建物などのくらの流速まで持ちこたえられるのかといったことも検証をしておく必要があるでしょう。

高橋 津波の研究者がすでに調査をしていて、木造では例えば水深が二メートルくらいになると壁が壊れるが、鉄筋コンクリートならば、さ



らに持ちこたえるといった計算をしています。奥尻津波では新しい家が壊れて古い家が残っていたところがありません。新しい家はパネル構造の壁で強いのですが、水圧によって支える構造で土壁が抜けても家は壊れません。そこで、二階へ逃げた人が助かっていました。そのような技術的情報やどこへ逃げたら良いかといったことが住民の視点に立った本場の情報になりうるわけで、そのよう情報を出したいと思いますし、責任があると思います。

江頭 ハザードマップの整備に加えて、藤吉先生が指摘のように人の一生の何倍ものサイクルで発生する巨大災害にどう備えるかということとは重要なテーマです。ここまでの津波は、防波堤で防ぐことができる、これ以上の高さになったらできないというシミュレーションを含めた整備も必要です。

例えば、東南海地震が発生した場合、一〇分あれば相当上まで逃げられるということならば、その時間を確保するためにも防波堤が必要になってきます。警報もレベル

に依じたきめ細かなものが今後必要になってくるのではないのでしょうか。台風は毎年発生しますので、それなりの学習はできますが、津波については経験する機会がほとんどない。今回のスマトラ沖地震の津波で得られた情報を活用し、ソフトとハードを含めた社会資本の整備が必要だと思

います。

高橋 日本は、もともと台風が多いわけですから、波に対する対応も従前から行っています。これらを利用すれば、ある程度の津波までは対応できます。千年、数百年に一回とかの大地震に対しては無理かも知れませんが、百年に一回程度の地震による津波に対しては、防壁しなければ、人命だけでなく社会資本のロスも大きい。日本は特に海岸線に資産が集まり、人も住んでいますから、それを守ることが必要です。ソフト、ハードの両面から適切な防壁を行わなければ、これだけの人や資産は守りきれないと思います。

江頭 国民全体の財産が臨海部に集中していますので、一定の防壁は不可欠です。今回の被災地はリゾートの地でもありますから、堤防を造ったりすることはできないでしょう。対策として、海浜から一定の区域にはできるだけ住まないようにする動きがあるようですが、日本の場合は二〇〇メートルとか三〇〇メートルとかセットバックするのは難しい。ですから、ある程度の防壁は考えなければならぬと思います。

高橋 スリランカでは貧しい人たちが海岸線に多く住んでいて、その人たちが亡くなりました。モンスーンなども発生しますが、波自体はそんなに大きくはありません。今回のような津波に備えてセットバックする話がありますが、現実的には難しいです。日本の場合には個人の権利が強く、さらに難しいと思います。

藤吉 日本でも、三陸の津波が明

治と昭和に三〇数年の間隔で二度あり、二度目はさすがに、低いところに住んでいてはいけないということで、集団で移転して高台に土地を造成して集落を作った例がいくつかあるようです。ところが、昭和の津波からでも六八年経ち、昔の苦い教訓が忘れられてしまっています。もう一つは、まったく無防備のままではなくて、防潮堤が作られたり、水門が作られたりして、これらに対する過度な期待も生まれてきます。

津波警報についてのアンケート調査を見ると、実際に避難をした人は驚くほど少ない。避難をしなかったケースは三つあるようです。一つは自分の住んでいるところが津波の危険のある場所だとは知らなかった。もう一つは、危ないところとは知っていたけれども、安全対策がとられているので、自分の家は守られていて大丈夫だと思った。もう一つは、危ないところに住んでいるということを知っていて、避難をしなければならぬだろうなと思っていたけれども、とっさに避難をしなければいけないかの判断がつかなかったということです。

それで何をしていったかというところ、津波警報が出るか出ないかを確かめようと思つてテレビの前でずっと待っていたとか、町の防災行政無線を聞きにスピーカーの前まで行ったという人もいました。避難をしない人たちの間には、正しい津波に対する知識、それから自分の置かれている状況についての正しい認識がないということが背景にあるようです。ですから、ハザードマップ

を作り、危険の度合と、警報や注意報のときにどう対応すべきかという個別の行動のマニュアルとが結びつくような学習をしなければいけないと思います。これは大変です。ハザードマップを作るだけでも大変なのですから。

江頭 ハザードマップを作るときに作業を地元の人と一緒にして、徹底的に話をすることがあります。それが一つの教育にもなるのです。マップを配布しただけでは、効果は期待できません。学習を含めた対策が必要ですね。地域の皆さんと一緒に作らないと、本物にならないと思います。最終的に判断するのは、あなたですよということを、きちっとわかってもらわないかぎりには、行動に結びつかないです。

藤吉 ハザードマップといいますが、我が家の防災地図というものを作る必要があるでしょう。自分の家からどこへ避難するかとか、自分の家にはどういう危険があるかということをも自分の家を中心で作ってもらう。役所はそのための材料を提供する。もちろん、自分で作るための学習会を開くなどのお手伝いは必要になります。

建物がどういう構造になっているかもポイントですね。我が家は津波に弱い家だから一メートルの津波でも危ないと思ったら、早めに避難する。あるいは耐津波補強の改造をするという判断にも結びつけてきます。

江頭 例えば三メートル程度の津波までは防波堤などの施設で防御し、ある一定以上になったら避難方法を含めて安全を確保することにするなどレベルに応じた対策が必要だ

と思います。

高橋 確かにレベルに応じて防御するか、逃げるかといった基準は大切です。問題は高齢化社会になって遠くまで迅速に避難することが難しくなってきたことです。そこで、自分の家を耐津波補強するほか、付近にある高いビルへ非難するといった選択を含めて考えることが必要です。

過去の災害体験を

現在に活かせ！

— 正確な教訓の把握・共有

防災先進国日本の国際貢献—

江頭 これまでのお話を総括して教訓を含めてご意見を伺いたいと思います。藤吉先生、お願い致します。

藤吉 人々は自分の体験したことだけで教訓を作ってしまうことが一つの問題でしょう。例えば、奥尻島の津波の時ですが、実は一〇年前の日本海中部地震で奥尻島は津波の体験をしているのです。そのことが、たくさんの方が高台にいち早く避難をするきっかけになったとマスコミもこぞって取り上げたのですが、逃げ遅れた人たちも一〇年前の津波を体験していました。それから考えると、単に一〇年前に体験していたというだけでは、それは命を守る教訓には必ずしもなっていません。

では、なんでその人たちは逃げ遅れたのでしょうか。生き残った方の証言などによると、逃げる準備をしていたと言っています。共通して言えるのは、一〇年前の体験が裏目に出たのではないかということです。日本海中部地震は、秋田沖で発生し、奥尻島に津波が押し寄せてくるまで

二〇分近く経っていました。そのことをしっかり覚えていた人は、地震を感じてから逃げる準備をする程度の時間的な余裕はあると思ったのではないのでしょうか。しかし、実際には三〇五分で津波が来たために逃げ遅れてしまったわけです。津波の体験をしたときに、今回はたまたま二〇分だったけれども、次は何分かわかりませんよということを引きかきかき教えておかなければいけなかったのではないかと思っています。

また、二〇〇〇年の鳥取県西部地震では、京都大学防災研究所を中心とした研究グループが現地調査した結果について、地元の人々に対する研究発表会を開いています。住民の皆さんにも体験したことも発表してもらい、専門家を交えて意見交換しました。地震の教訓を生かす一つの方法ではないかと思えます。災害体験を個人的な体験にとどまらせないための工夫です。被災地に入って調べるだけではなく、その結果を現地の人たちにフィードバックすることが必要だと思えます。

インド洋の津波の場合も日本の調査団が現地に行っています。日本向けの役に立つ報告にすることも大事ですが、被災地の皆さんに役に立つような形でフィードバックする。それが、復興とか防災の国づくりにも役立てる智慧になっていくわけで、防災先進国である日本の役目だと思えます。

高橋 まさにご指摘の通りです。現地のエンジニアもすでにそう考えています。日本に技術協力を求めてきています。現地の大学の先生や技術者と我々だけの技術協力にとど

まらず、その成果を一般の人たちにもわかるような形で広めていかないと、本当の防災にならないと思います。

江頭 スマトラの地震でわかったことを日本のためにだけ役立てるのではなくて、その成果をもう一回、現地にフィードバックして、ノウハウ、情報を向こうにもお返しすることも一つの国際的な貢献という意味ではぜひ必要だと思えます。

高橋 三月の中旬に日本の調査団が研究した結果を持ってジャカルタでセミナーを開いています。それは、行政機関とか大学の先生たちの間での話ですが、地元の人々も対象にすれば、皆さんの役に立つと思えますね。

江頭 政府間のほか、民間、大学、メディアなどを含めて意見交換や互いに情報を交換することが必要ですね。日本の場合を考えたときには、ハード面の対策だけでなく、住民の皆さんと一緒にやって、どうやって被害を小さくするかを考える。その一つの機会がハザードマップを作るときでしょう。今日は貴重なご意見をありがとうございました。



先人の偉業を辿って #6

津波防波堤の歴史と今後の展開

東北地方整備局 釜石港湾事務所長 三井 道雅

■三陸沿岸の津波被害の歴史

三陸沿岸は津波の常襲地帯として知られている。

この地域は北上山脈が三陸海岸にせり出しており、湾が複雑に入り組み、V字型やU字型をしているリアス式海岸形状を形成している。また、湾口から奥に入るに従って海底は急に浅くなっている。このような湾に津波が進入すると、行き場を失った波は高くなり、加えて、浅くなることにより津波の先端部分は徐々に速度が下がっていき、後続の波が追いつき覆い被さるため、その高さは更に上昇し大きな波となり陸地に押し寄せてくる。

三陸海岸を襲つ津波は、例外なく地震と密接な関係を持っている。三陸海岸の沖合は世界有数の海底地震多発地帯であり、近代において三陸沿岸に大きな被害をもたらした地震津波は、次の三つである。

▼明治二十九年（一九〇六年）六月一五日—明治三陸地震津波—
三陸沿岸を襲った津波の中でも第一級のもので、甚大な被害を受けた。震源地は三陸沖約一五〇キ



岩手県三陸津波対策港湾(重要港湾)

ロメートル、地震の規模は、マグニチュード八・五であった。

津波の最大波高は久慈、宮古四・六メートル、釜石湾五・四メートル、大船渡三・四メートル、田老一四・五メートルであった。

▼昭和八年（一九三三）年三月三日—昭和三陸地震津波—

明治三陸地震津波から三十七年後、三陸沿岸は再び大津波に襲われ甚大な被害を受けた。

震源地は釜石東方約二〇〇キロメートルの沖合で、ごく浅い海底地震であり、マグニチュード八・一の巨大地震であった。

震度は宮古付近で強震（震度五）、その他の地方で中震（震度

四）であった。津波は六回まで三陸沿岸を襲い、多くの被害を受けた。

▼昭和三十五年（一九六〇）年五月二四日—チリ地震津波—

二三日四時一分（日本時間）チリ中部西海岸で発生した地震は、マグニチュード八・五という、地震記録史上最大級のもので、かつ、二〇世紀世界最大の巨大地震であった。この地震で発生した津波は、ハワイを経て翌二四日未明、日本の沿岸にも最高六メートルの津波を起こした。岩手県では大船

渡の被害が大きかった。この津波は過去の例のように高々とそびえ立って突き進んでくるものではな



明治 29 年 三陸地震津波(釜石港)(釜石市所蔵)



昭和 8 年 三陸地震津波(釜石港)(釜石市所蔵)

く、水面がジワジワと盛り上がって寄せてきたものであった。この津波は周期が非常に長く、昭和八年の三陸沖津波の周期が一〇—二〇分であるのに対して、チリ地震津波は約六〇分であった。

明治二十九年及び昭和八年の津波は、湾口付近に大きな被害を与えたが、チリ地震津波は湾奥ほど被害は大きく湾口では単に床上浸水程度であった。

■各港の津波対策事業

政府は、昭和三十五年のチリ津波



昭和 35 年 チリ地震津波(大船渡港)(大船渡市所蔵)



大船渡港



釜石港



久慈港

概成を目指しており、平成一六年度末現在までの整備状況は、南堤のケーソン据付が完成し、今後は北堤の約一八〇メートル区間にケーソン二函を据え付ければ概成することになる。今や、市民待望の湾口防波堤は完成段階にきており、整備の目的である津波被害から生命・財産を守ること及び港内静穏度の向上による安全な岸壁荷役が可能となる。また、湾内では一、〇〇〇ヘクタールの静穏水域が創出されることで、様々な海域利用が可能となる。

流入量を制限する計画で、国直轄事業により湾口に津波防波堤を築造した。湾口防波堤は、南堤二九一メートル、北堤二四三メートル、中央部（開口部）二〇二メートル（潜堤、水深一六・三メートル、一〇万トン級の船舶の入出港可能）、総延長七三六メートルである。

昭和三八年四月着工、昭和四二年三月完成した。

その後、釜石港、久慈港の二港でも湾口防波堤が計画され、釜石港は昭和五三年度から、久慈港は平成五年度からそれぞれ着手し、両港とも現在鋭意施工中である。

地震を契機に昭和三五年六月二七日特別措置法を制定し、津波対策事業の計画的実施に着手した。津波対策施設としては、第一に海岸堤防があるが、港湾地区での水際線を取り巻く高い堤防では、港の利用上・開発上大きな障害となる。むしろ湾口に防波堤を築造する方が全体として有意義であるという地震津波対策審議会の結論及び関係地方公共団体の要望があった。大船渡において津波防波堤が整備されることになった。

大船渡港では、津波時に海水の

釜石港では、世界でも類をみない水深六三メートルに及び水深防波堤である釜石湾口防波堤が国直轄事業として整備中であり、湾口防波堤は中央部開口部に大型船等の航路として三〇〇メートル（潜堤）を確保し、その両側に北堤九〇メートルと南堤六七〇メートルを配置し総延長一、九六〇メートルである。平成一八年度に

久慈港でも、現在、湾口防波堤が国直轄事業として整備促進中であるが、中央部（開口部）三五〇メートルを確保し、その両側に北堤二、七〇〇メートル、南堤一、一〇〇メートルを八の字型に配置した全長三、八〇〇メートルの防波堤である。湾口部に津波防波堤を建設することにより津波の波高を低減させ、その低減した津波に対しては既存の防潮堤で背後市街地を防護することにより、いまま上の住環境や港湾利用の利便性低下を与えないで済むとともに、約一、二〇〇ヘクタールにも及び広大な静穏域を確保することが可能となり、入出港船舶の安全及び避泊地や水産業の振興など多目的利用を可能とするものである。

延長五〇メートル（二函据付）の防波堤の整備が進められている。宮古港では、防波堤方式ではなく防潮堤方式等で津波対策を講じている。

湾奥部の津軽石地区、海岸の高浜地区や閉伊川河口部に防潮堤が施工されている。湾奥部の津軽石川沿いでは、県道の一部を防潮機能を有する道路として施工している。現在、明治二九年の三陸地震津波と同等規模の津波に対し防御するため藤原地区及び高浜地区において防潮堤等の整備が岩手県により進められている。

このように、過去に大きな被害を受けた各沿岸地域でのハード整備は一定のレベルに到達しているものの、海溝型地震の発生確率が高まり津波被害が想定されるこのような重要沿岸域では津波防護施設の他に、防災機能を有する施設の補完が重要であり、今後更次のようなハード整備による予防対策を推進する必要があると考えられる。

① 避難施設の充実

- ・ 避難場所や避難路を確保し、避難困難地を解消する。
- ・ 船舶や車両が避難しやすい環境を整備する。
- ・ 旅客船舶の津波来襲時の安全を確保する施設の整備。

② 津波防護機能を有する施設の補強

- ・ 施設の耐震調査等の点検・性能評価し、必要に応じて耐震化や高上げの整備を促進する。

・ 地域中枢機能集積地区の開口部の水門の自動化・遠隔操作化の推進。

③ 海岸付近に存在する施設の津波対策の促進

- ・ 有害危険物を搭載したタンカーが津波被害を受けた場合の防除に必要な設備。
- ・ 貨物、小型船舶等の流出防止策として必要となる施設。

■津波防災はハードとソフトが車の両輪

先頃、国土交通省が設置した「津波対策検討委員会（委員長・河田恵昭京大防災研究所教授）」の提言がまとめられたが、この中では、「これまでの津波対策は、ハード整備を中心とした防災対策であり、想定を超えた津波については対処方針がないため、今後は、現状と課題を踏まえ、早期に地域の安全度を高め、想定を超える津波に対しても被害全般を最小化する活動を戦略的に推進することが基本的命題であり、そのため、的確かつ着実なハード整備による危険度軽減と合わせて、地域の防災力や耐災性・災害許容性というソフト機能を高める対策を講じる必要がある」と、ハード整備とソフト対策を一体的に行う総合的な減災対策へ転換した政策を、戦略的かつ強力に推進しなければならぬ」としハード面とソフト面の一体的対策の重要性が強調されている。

例えば、釜石市では防波堤、防潮堤の整備などハード面の対策と併行し、ソフト面での防災対策を実施しており、その一例を紹介す



海外フォーラム

インド洋津波現地調査

スマトラ沖地震・インド洋津波

二〇〇四年二月二六日午前七時五八分四九秒（現地時間）、インドネシア国スマトラ島西岸沖で発生したマグニチュード九・〇の地震に伴う津波はインド洋沿岸の広い地域を襲い各地に大きな被害をもたらした。スマトラ島北部は地震と津波により壊滅的な被害を受け、タイ南部やスリランカにも津波第一波が地震発生後二時間以内で到達、一〇メートルを超える津波（遡上）高が報告されている。さらに一〇時間後には五〇〇キロメートルも離れたアフリカ東岸にまで達した。死者行方不明者が

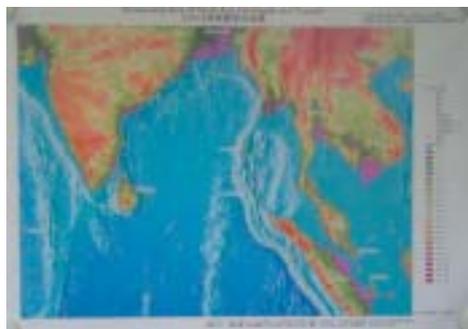


図1 スマトラ沖地震周辺地域（国土地理院）

二〇万人を超える大惨事となった今回の地震津波の被災地では世界各国による支援活動が展開されてきているが、今もなお被災の爪あとを残す地域も多い。今回の惨事は地震・津波の威力の甚大さを世界中に知らしめ、自然の脅威に対する社会的、技術的な側面での備えの重要性と国際協力の必要性を認識させた。

調査の概要

沿岸域の防災は沿岸域の発展を通してより良い社会の基盤を築くことを目指す当センターにとつて最も重要な調査研究課題のひとつであり、これまで地震・津波・高潮の現象分析や防災に関する調査研究に幅広く取り組んできている。今回のインド洋津波からの教訓を今後の津波防災に関する当センターの調査研究に適切に反映させていくことが重要であり、関連情報の収集分析を行うとともに被災状況等に関する現地調査を企画した。

現地調査は専務理事・戸川達行及び主任研究員・北村道夫に加え当センター元職員の本山忠治（財団法人気象業務支援センター）、後藤克史（大本組）及び祐保芳樹（日立造船）の五名が参加し、二〇〇五年三月二三日、一四日にタ

イ南部のブーケット島及びカオラックの海岸を対象に被災地の状況等について調査した。一三日はブーケット島西岸のパトンビーチ、カマラビーチ、カロンビーチ、カタビーチ、カタノイビーチ、ナイハンビーチを訪れ、海岸の利用状況や被災・復旧状況の調査を行った。一四日は独立行政法人港湾空港技術研究所、タイ国ソクラ大学の研究者と合流し、カオラックの海岸において共同調査の分担項目である植生密度等の調査を行うとともに同海岸の被災状況等を調査した。

ブーケット島海岸調査

パトンビーチ（写真1）

パトンビーチはブーケット島西岸の代表的なビーチで津波襲来時の状況が広く報道された海岸である。海浜の駐車場の舗装被害、樹木や構造物の基部の洗掘、吸出しによる海岸施設の崩壊など津波被害跡と思われる箇所がいくつか見られた。しかし、ビーチは多くの観光客で賑わい海浜のレストランもほぼ満席で、二か月半ほど前の津波被災の影響はほとんど感じられなかった。現地での説明によるとパトンビーチは被災後早い時期から関係者が協力して海浜の清掃等を行い観光地としての環境整備



写真1 観光客で賑わうパトンビーチ

に取り組んだとのことである。背後の市街地についても、メートル以上の浸水深が報告された道路沿の建物のシャッターに津波跡と思われる変色部が見られたり、閉店中の店舗や更地あるいは工事中の区画も見られたが、多くの商店は通常通りに営業していた。

カマラビーチ（写真2、4）

パトンビーチより車で二〇分ほど北に位置するカマラビーチの中央部海岸では遊歩道が崩れるなど津波の大きな爪あとを残していた。遊歩道に沿ってリゾートハウスが立ち並んでいるが、海岸に面した建物は壁が崩れ柱だけが残るものや基礎の上に瓦礫が散乱して

いるもの等大破状態であった。海岸から離れるに従い建物の破壊の程度は小さくなっていくが、さらに海岸から離れた地区の住居群が壊滅的な被害を受けたとのことで、津波はリゾートハウスの建物と陸地との間に大きな勢いで内陸部に侵入していったことを伺わせた。ハウス所有者の話では、第一波は腰程度の高さで逃げることで



写真2 被災を受けた海岸遊歩道とリゾートハウス



写真3 前面部分が津波で洗われた海岸沿いのリゾートハウス

たが約一五分後に来襲した波はハウスの屋根を越えるほどであったとのことである。

海岸道路沿に植えられた椰子の葉の変色、更に内陸に入った場所に残る一階部分が柱だけになった建物や基礎が大きく洗掘された建物の状況から、この地域一帯を大きな津波が襲ったことが推察されるが、道路沿にある堅固な構造の警察の建物は被害を受けた様子は見られなかった。



写真4 被災を受けた建物と堅固な構造の警察の建物



カオラック海岸調査

その他ブーケット島南部のビーチ、カタバビーチ、カタノイビーチ、ナイハンビーチは海岸道路沿のホテルの崩壊など破壊した施設の復旧工事や被災した建物の撤去跡地など津波により大きな被害を受けたことを伺わせる痕跡も多く見られた。しかし、海岸には観光客も見られるなど平常に戻りつつある様子が伺えた。

カオラックオーキッドホテル周辺海岸（写真5〜7）

カオラック海岸についてはカオラックオーキッドホテル周辺海岸で植生調査を行った。このホテルは壁が大きく崩れ、基礎も深く洗掘されているなど大津波の痕跡を残していた。ホテルに隣接した椰子林の樹幹の網目状の表皮は海岸近くの樹木の大半で幹の海側部分全体にわたってはがれており、海岸から離れた樹木でははがれた部分の位置が低い傾向が観察された。

この海岸に続く海浜の背後に形成された入り江を囲む形で二〇棟をこえるコテージ点在するリゾート地区があるが、壁や鉄筋の入った柱が崩れたもの、基礎が数メートルも洗掘され大きく傾いたもの、全体が水没したものなど全てのコテージが損壊しており、津波の破壊力の大きさを伺わせた。また、この地区の内陸側の道路沿にある建物は、海に面した壁が消失して周辺に壁の材料と思われるブ

ロックが飛散し、さらに内陸側にはつぶれた自動車や放置されているなど津波の強い流れがこの地域を通り抜けたことを伺わせた。



写真5 被災を受けたホテル



写真6 周辺の植生調査



写真7 損壊したコテージ



津波に関するCDI-Tの取組み

今回の調査は被災地の現状把握と写真撮影が中心で本稿ではいくつかの被災地の現状を紹介した。なお、東北大学今村教授を代表とする調査団（三月二六日から三

日）に爲廣哲也研究員が参加し、また、当センター理事長江頭和彦を団長とし深海正彦企画部長、合川聖二郎主任研究員からなる調査団に高山知司京都大学教授、藤吉洋一郎NHK解説委員に同行頂き四月一四日から一六日にかけて現地調査を行った。これら調査の写真や現地でも入手した情報も併せ整理分析し、当センターの今後の津波対策に関する調査研究にあたっての資料としたいと考えている。

タイ現地調査の後、インドネシア国ジャカルタで三月一六日に開催された日本・インドネシア津波防災セミナーに参加し「日本における津波とハザードマップ」と題して当センターが実施している津波対策に関する調査研究成果の一端を発表する機会を得たが、津波防災に関する我が国の技術に対し海外からの期待が大きいことを改めて理解した。防災は世界共通の課題である。現地調査中に外国のNGO団体の復旧支援活動拠点と思われる旗・看板をいくつか目にして地道・着実な活動に敬意を覚え、防災という共通の課題に対して全ての組織がそれぞれの立場で継続した取組みを進めることの重要性を強く感じた。津波高潮防災など沿岸域の防災に関する技術課題に関する調査研究を着実に進め、その成果の内外への普及を図ることは当センターの重要な使命であることを強く認識した今回のインド洋津波現地調査であった。

（文）（財）沿岸技術研究センター
専務理事 穴戸 達行

発展する国際貿易港仁川港と松島経済自由区域

はじめに

韓国は、グローバル化に対応し、競争力強化の拠点整備に力を注いでおり、外国企業のアジアにおける地域拠点を図るとともに、教育機関、研究機関を合わせて整備することによって海外からの資金を導入し、優秀な人材までを確保するという、壮大な計画を推し進めています。

仁川港と仁川経済自由区域（IFEZ）は、隣接する仁川国際空港とともに首都ソウル近郊における開発の拠点として中・長期の計画が立てられ、我が国の高度経済成長を想わせる急ピッチな基盤整備が進められています。

本稿では、平成一六年一月に訪問した仁川港と松島経済自由区域に関し印象に残った点を報告します。

仁川港

1. 仁川港の現況と開発計画

IFEZの中核となる仁川港は、ソウルから西方七〇キロメートルに位置し、韓国では釜山港、光陽港に次ぐ国際貿易港です。潮位差が九・一〇メートルと、貨物の取扱いは大きな障害となった



図1 北東アジアの中心に位置する仁川国際貿易港(PSA 提供)



図2 仁川国際貿易港の位置図(PSA 提供)

ことから一九七四年に開門式ドックを完成させ、内港において貨物の大半を取り扱ってきました。

仁川港のコンテナ貨物については、内港地区の第四埠頭の専用コンテナターミナル、南港外港、海岸港等において、年間約六〇〇千TEUが取り扱われています。

近年、開門式による内港の運営限界が露呈し、外港の開発整備が仁川港の発展の鍵となってきました。

り、韓国海洋水産庁は、船舶の大型化が急速に進む中で、かつて岸壁荷役が全く不可能であった潮位差九・五メートルを克服するため、北港地区の大水深岸壁を配する、北港地区および南港地区の開発に力を注いでいます。

2. 北港地区（調査ポイント）

仁川港北港地区は、内港地区における慢性的な滞船、滞貨を解消するため、内港地区（ドック内）で処理しにくい石油類、鉄屑、飼料等を主に取り扱ってきましたが、最近ではこれに加えて背後の

発電所、精油所、製鉄所等の一大工業団地への原材料の取扱基地として大水深岸壁の開発が行われています。

今回の調査では、北港地区において製鉄所の原材料を取り扱うマインス一四メートル岸壁の建設現場と、大潮位差を克服するケーソンの製作現場を訪問し、岸壁構造、ケーソン製作状況と大型のゴム製防舷材などの説明を受けました。

担当者によると、潮位差九・一〇メートルの岸壁（ケーソン重力式）には上下二段に防舷材を配置しており、船舶の係留および荷役に支障は全くないとのことでした。



写真1 北港地区岸壁断面図



写真2 北港地区大型ゴム製防舷材

3. 南港地区仁川港国際コンテナターミナル(ICT)(調査ポイント)

PSA (Port of Singapore Authority) が100%出資して



写真3 南港地区ICT低潮位の状況を視察



写真4 南港地区ICT長大防舷材

る仁川港国際コンテナターミナル(ICT)は、仁川港南港地区開発の二画にあり、今回訪問したときには、たまたま大型のコンテナ船が、低潮位(潮位約マイナス一〇メートル)で係船されている状況を見ることができました。

ファーストデッキが岸壁天端より低く、日本では全く見ることでできない状況に驚きましたが、満潮時にクレーンのブームに船のブリッジは当たらないのか、係留索の調整が大変なのではとの我々の質問に、説明していただいたHwang氏は「荷役に何の問題もありません」とのことでした。

棧橋の防舷材は天端プラス一〇メートルから海面下に至る連続した一体もので、長さは一〇メートル超ありそうでした。

今回調査したICT大型コンテナターミナルは、完成時には三バースとなりますが、既に約一年前に二バースが供用開始されています。残りの二バースは整備中で、完成予定の二〇〇九年には一二〇万TEUのコンテナを取り扱うことが可能になります。

仁川経済自由区域

仁川広域市は、二〇〇三年一月、世界的にも最先端の仁川国際空港と韓国有数の港湾仁川港を核とした仁川経済自由区域(IFEZ)を設定し、二〇二〇年を目途に世界先端都市作りに着手しました。

IFEZは、永宗(ヨンジョン)、松島(ソンド)、善羅(チョンラ)の三地区からなり、面積一三八平方キロメートルの永宗地区は、仁川国際空港がある永宗島を中心に、航空物流基地と自由貿易地域として整備が進められています。面積五三平方キロメートルの松島地区は、知識基盤産業基地、多国籍企業の国際業務の拠点、研究開



図3 松島新都市完成イメージ(IFEZ提供)

発拠点を指して開発が進行中です。仁川市北西部に位置する善羅地区は、レジヤースポーツの複合団地、テーマパークのある国際金融の中心地となる予定です。

1. 松島(ソンド)・松島新都市地区について(調査ポイント3)

今回、三つのIFEZのうちの一つ、松島新都市地区を調査しました。松島開発計画の概要は、以下のとおりです。

事業目標・仁川国際空港と港湾、テクノポルトが連携した未来の新都市建設

位置・仁川広域市延寿区東春洞

開発時期・一九九四〜二〇二〇年

開発規模・約五三〇〇ヘクタール

また、沖合に開発された仁川国際空港と本土を結ぶ第一連絡橋(永宗大橋)に続き、仁川国際空港と松島情報化新都市をつなぐ第二連絡橋の建設が始まります。この第二連絡橋完工後は、松島新都市から仁川国際空港まで一五分で連絡し、ソウル首都圏は一時間台



写真5 広大な埋立現場

おわりに

今回、韓国政府仁川地方海洋水産庁の黄哲浪氏の親切な案内で、仁川港を中心とした発展する仁川広域市の様々な開発状況を江頭理事長とともに視察することができました。景気の活況感に久しく接することのできない今日の日本と比べて、韓国は発展の気運、エネルギーギッシュな雰囲気があるところを感じられました。視察当日は熱心な説明をいただき一方、道路渋滞に会い時間が大幅に狂うことになり、開発後の交通対策にも適切に対処してもらいたいと思ったりしました。

今回の調査に際しては、韓国政府、仁川広域市、関係の建設会社及びコンテナターミナル会社の皆様方には、多忙のところ案内、説明をしていただき深く感謝致します。

元(財)沿岸技術研究センター 調査役
現(社)港湾荷役機械システム協会 調査役
平形 忠之

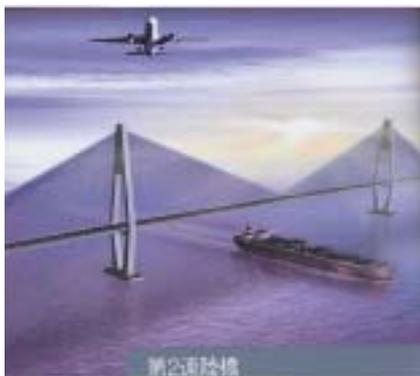


図4 第2連絡橋完成イメージ(IFEZ提供)

東南アジア港湾視察報告

はじめに

インド洋津波の被災地の現地調査、津波防災セミナーへの参加などを目的とした財沿岸技術研究センターの「インド洋津波調査団」は二〇〇五年三月一二日から三月二〇日の計九日間の行程で関係国を訪問しました。この間、タンジュンプリオク港、シンガポール港、ハイフォン港、カイラン港を視察する機会がありこれら港湾の概要などについて紹介いたします。



図1 視察箇所

1. タンジュンプリオク港
約六千万人を擁する西ジャワ地域において、唯一の外貿コンテナ港湾（インドネシア最大）です。コンテナ貨物取扱量は二六八万TEU（二〇〇二年）で、東京港とほぼ同程度となります。



図2 ジャカルタ市街地図



写真1 岸壁クレーン群

同港湾の基本形は、旧オランダ統治時代のまま（特徴的な曲線を描く第一線防波堤は、オランダ人技師デレーケが設計）で、水域が狭く片面通航のため、大型船への対応や円滑な船舶航行に対する課題を有しています。

また、同港のコンテナ取扱量は二〇〇六年に容量限界（三〇〇万TEU）を超えることが見込まれています。このような状況のもと、現在、円借款による「タンジュン

プリオク港緊急リハビリ事業」が展開中です。この事業（工期二〇〇四年四月～二〇一一年六月予定）は、航路幅一二五メートルから両面通航可能な三〇〇メートルへの航路拡幅、航路水深一四メートルへの増深、防波堤移設等の改良を行うものです。



図3 タンジュンプリオク港構想図(2012)

2. シンガポール港

シンガポール港を運営するPSA (Port of Singapore Authority) を訪問しました。

シンガポール港は、タンジョーン・パガール (Tanjong Pagar)、ケッペル (Keppel)、ブランニ (Brani) およびパシル・パンジャン (Pasir Panjang) の四つのコンテナ埠頭から成り、各コンテナ埠頭を一体にPSAが運営しています。将来的には、パシル・パンジャンに集約される計画があるようです。

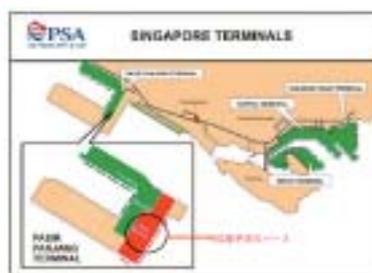


図4 シンガポールターミナル

PSAはもともと政府機関でしたが一九九七年に民営化され、より柔軟な顧客ニーズへの対応、積極的な海外進出が具現されています。

PSAシンガポールターミナルは、全世界二〇〇社の海運会社が寄港地としており、PSAグループにおける中核ターミナルとなっています。現在、日本（ひびき灘）を含む一カ国の港湾プロジェクトに関係しており、二〇〇四年の

コンテナ取扱量は、シンガポール港における取扱量二〇六〇万TEU（東京港の約七倍、全世界のコンテナ輸送量の五分の一を占める）を含めグループ全体で三三〇〇万TEUに達したとのことでした。



写真3 7段積みコンテナ

ゲート通過車両を世界最速の二五秒で処理するフロースルーシステムやオペレーターが同時に六基のクレーンを操作できるブリッジクレーンシステムの導入など高度



写真2 岸壁クレーン群



写真4 PSA 広報責任者 Joanne Lim 女史とともに

なITソリューションを通じ、より高い効率性の追求と生産性の便益を顧客と共に共有するというPSAの事業展開軸は、大いに見習うべきと感じました。

また、自然災害への対策について尋ねたところ、「今回のスマトラ沖地震に伴う地震・津波被害はなし。自然災害は極めて稀であり、特別な対策は必要ないところがターミナルの最大の売りになっている」とのことでした。

3. ハイフォン港



図5 ベトナム北部/ハノイ周辺地図

ハイフォン港は、ベトナム北部における海上貿易の拠点となっており、首都ハノイと国道五号線で結ばれている等北部物流の中心港となっています。しかしながら、同港は河川港であるため航路への沈砂堆積により入港船舶が制限されるなど、港湾機能は大きく制限されています。加えて、同港の施設は老朽化が進み、近年のコンテナ貨物の増大に十分対応できない状況にあるため、早急な改善が求められていました。

このような状況のもと、ハイフ

オン港の緊急リハビリ（フェーズIマ港湾施設の拡充等）を目的とするJICA開発調査（F/S）が一九九三年に行われ、一九九五年に詳細設計、一九九八年に施工が開始され、二〇〇一年にフェーズI事業は完成しました。

現在展開中のフェーズIIは、本港で最も大きな障害となっている航路（延長約四二キロメートル）の改良によって入港船舶の大型化（二〇、〇〇〇DWT）に対応すると共に、コンテナ化に対応する港湾施設を建設（現在、PVD地盤改良施工中）することでハイフォン港の貨物取扱能力の向上を図り、増加する貨物需要に対応することを目的としています。事業の進捗率は五一%とのことです。



↑写真5 チュベ コンテナターミナル



←写真6 同 棧橋/鋼管杭打設

4. カイラン港

ハイフォン港の北東約五〇キロメートルに位置するカイラン港は、世界遺産で有名なハロン湾の湾奥にあるバイチャイ湾に面しており、ベトナム北部地区では唯一静穏な海域で深水港としての条件に恵まれています。しかしながら首都ハノイとのアクセスの問題もあり、港の開発はベトナム政府が自己資金により実施した岸壁一バースに留まっています。

現在は、円借款により実施された国道五号及び一八号の整備により、ハノイ〜カイランの所要時間は整備前の所要時間の約半分の二時間半前後となり、アクセスの問題は解消しています。

一九九三年〜一九九四年にJICAによる開発調査が実施され、一九九五年より円借款による「カイラン港拡張事業」が展開されています。本事業は、北部ベトナム最初の深水港として建設されたカイラン港を拡張し国際商業港として、また、ハイフォン港の補完港として機能させることにより、今後予想される貨物量の増大に対処することを目的としています。具体的には、既存一バースに隣接して新たに三バースを新設し、加えて航路浚渫等総合的に港湾整備を行うものです。二〇〇〇年一月から実施された工事も昨年六月にはPackage III（荷役設備設置）が完了し供用が開始されています。

なお、同事業における岸壁工事においては、ベトナムで初めてケーソン式岸壁が採用され、ケーソン製作、水中捨石均し、水中発



写真7 供用中のカイラン港

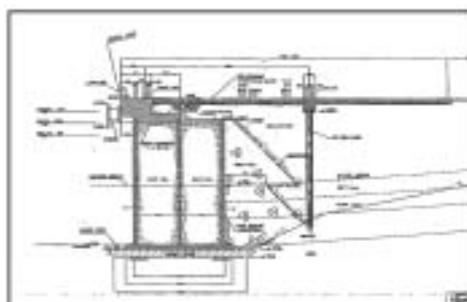


図6 カイラン港岸壁標準断面図

破、岩盤浚渫、地盤改良等の施工に関する技術移転がなされています。

おわりに

今回の視察を通じ、港湾ターミナルの整備水準は周辺地域ひいてはその国の情勢を示す一種のバロメーターのように感じました。

また、円借款事業等による日本の国際貢献が各地で展開されている中で、供与国のポテンシャルが発揮される頃、その相乗効果を期



写真8 カイラン港にて

待するのは私だけでしょうか。

最後にPSA CORPORATIONのGoh Hwee Shan Deputy Manager, Joanne Lim Corporate Communications Executiveのお二人には、説明ならびに私達の質疑に快くご返答いただきました。また、Hitachi Zosen Engineering Singapore (PTE) LTDのRoy Tan Nay Hack General Manager、高崎課長、JICA中野長期専門家、さらに、五洋建設・東亜建設工業JV大石所長以下職員の皆様には、ご多忙の中、今回の視察にあたり多大なるご支援を賜り、かつ、大変暖かくお迎えいただきこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

調査団員（財）沿岸技術研究センター専務理事 六戸達行（団長）、同調査部主任研究員 北村道夫、（財）気象業務支援センター振興部国際業務課専任主任技師 山本忠治、日立造船（株）海洋・防災エンジニアリング部海洋セクション係長 祐保芳樹、（株）大本組土木本部技術部課長代理 後藤克史

（文）（株）大本組 後藤克史

これにより、港湾施設の整備を担当する港湾の諸業務とオペレーション業務や貸付業務を担当する港運が一つの組織に入る事になり、その政策的効果が期待されます。また、情報化に関しても、現在は港湾局環境・技術課港湾情報化推進室と海事局港運課の検討がそれぞれ進められていましたが、これを統合することによって一層の統一化、効率化が図られることとなります。

◆国土交通省港湾局に「港湾経済課」を設置

【H17・1】国土交通省は、我が国港湾の国際競争力強化や港湾物流サービス向上に向けた施策の一環として、平成一七年度の組織改正で港湾局に「港湾経済課」を設置します。

重点化が予定されているスーパー中枢港湾に係る取組みでは、基盤インフラ整備を港湾局が担当し、上物の整備と管理を海事局港運課が担当する形となっていますが、同施策をより実効性のある形で進めていくためには港湾行政と港運行政の一元化を図ることが必要と判断したとのことです。

具体的な組織編成としては、海事局港運課を港湾局に移管し、港湾局管理課が行ってきた港湾の利用に係る企画・立案業務、ならびに港湾局環境・技術課港湾情報化推進室が行ってきた港湾の利用に係る情報化の推進事務を合わせて「港湾経済課」を機能させるといふことで、今年の七月一日に組織設置が予定されています。

◆独法港空研 津波防災研究センターを設置

【H17・2・1】独立行政法人港湾空港技術研究所（独法港空研）は、二月一日付けで所内に「津波防災研究センター」を設置しました。センター長には、高橋重雄・独法港空研研究主監が就任されました。スマトラ島沖地震による津波災害を契機に、津波対策について国際的に関心が高まっていることなどから、独法港空研がこれまで蓄積してきた研究成果をグローバルな視点で活用し、国内外の津波防災に貢献する取組みを行うものです。

取り組む内容は、①津波シミュレーションの精度向上や津波のリアルタイム予測システムの開発、②津波防災に関する国際会議を年内に再度開催（今年一月一八日から）の国連防災世界会議パブリックフォーラムにて「これからの津波防災に関するシンポジウム」を開催（国土交通省港湾局と共催）済みし、国際的な情報交換や共有知識の普及、また国際研修の実施

などを通じた津波防災に関する人材育成、③モルジブへの現地調査、インド工科大学大学におけるセミナーへの講師派遣などです。同センターは高橋研究主監を中心に、海洋・水工部の各研究室長、研究官ら約一〇名が併任の形で業務に携わっております。本年度以降には、段階的に組織の充実も予定されているとのことです。

◆中部国際空港開港

【H17・2・17】既にご存知の通り、中部国際空港が二月一七日、成田空港、関西国際空港に次ぐ三番目の国際空港として開港になりました。特に環境対策の観点から沖合人工島方式で整備され、二四時間の開港を可能としています。空港建設に当たっては徹底したコスト削減に努め、安い着陸料を設定して国際競争力を強化し、後発組としてのハンディを克服する方針とのことです。

中部国際空港の今後はその利用動向次第ではありますが、中部圏はものづくりの中心として産業界に活気があるところで、この開港を契機に人流・物流が増加し、経済活動が一層盛んになるものと期待されます。

◆津波対策委 津波対策で提言書

【H17・3・16】津波対策検討委員会（委員長・河田恵昭京都大学防災研究所教授）の最終委員会（第三回）が三月一六日国土交通省で開かれ、津波に対して緊急的な取組みや中長期に取り組みが必要のある目標と対策について、国土交通大臣に提言しました。津波対策について、横断的・網羅的に取りまとめたものとしては国内で初めてのことです。

国土交通省では、昨年一二月に発生したスマトラ島沖地震による津波被害の甚大さに鑑み、国内の津波対策の現状と課題について総点検を行い、基本的な方針を取りまとめた今後の施策に活かすこととしていました。二月六日に第一回委員会が開催されており、その緊急性から早急に今回の提言書がまとめられました。

関する検討部会の審議状況、③港湾活性化法案の国会での審議の法案のポイントなどについて語りましたが、その中で、「津波対策を含めた災害対策というテーマが一八年度予算の大変大きな要求の柱の一つになるだろう」と述べて間違いないと思っている」と述べられ、津波対策の重要性を強調されました。

◆鬼頭港湾局長定例記者会見

【H17・3・11】鬼頭国土交通省港湾局長は三月一日の定例記者会見で、①津波対策検討委員会を踏まえての今後の津波対策の考え、②スーパー中枢港湾選定委員会の港湾の管理・運営のあり方に

関する検討部会の審議状況、③港湾活性化法案の国会での審議の法案のポイントなどについて語りましたが、その中で、「津波対策を含めた災害対策というテーマが一八年度予算の大変大きな要求の柱の一つになるだろう」と述べて間違いないと思っている」と述べられ、津波対策の重要性を強調されました。

有水面埋立免許等の手続きの完了を経て一八年春にも現地着工し、二一年末のD滑走路供用開始を目指していくこととなります。

今回の入札結果について岩村敬国土交通事務次官は、「予算編成段階での空港島面積の縮小などのコスト縮減努力、コスト縮減検討委員会、技術検討委員会の協力を得、民間知見の活用を図りつつコスト縮減への努力を徹底してきた。今回の結果は、これらの縮減努力が反映された結果と受け止めている」とのコメントを発表しました。

国土交通省では当初、既存空港側のエプロン再編、環境影響評価等調査費、漁業補償費などを除いて、設計・施工一括発注方式対象

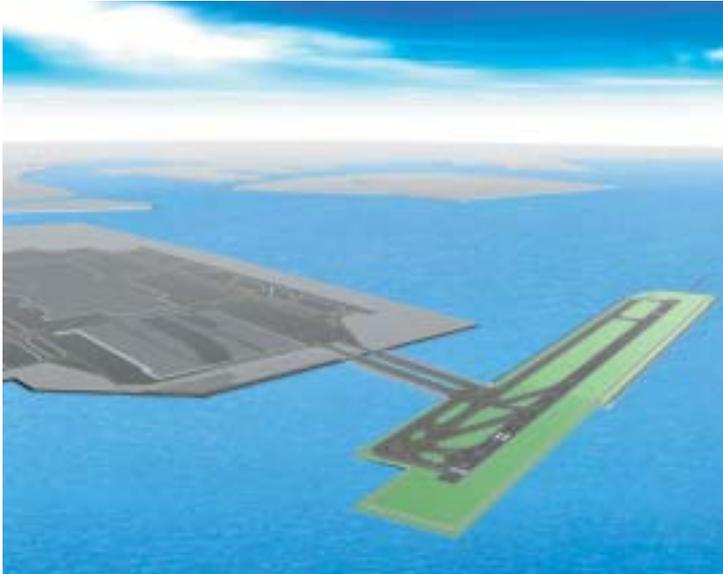


図1 羽田空港D滑走路イメージパース (国土交通省 HP より)

施設の設計・施工費として、通常の公共事業方式で実施した場合で、約七〇〇億円と見積もっていました。その後、自然条件の精査により水深が深いことが判明、資材価格の高騰など事業費が増加する要因もありましたが、民間からの提案、空港計画の工夫、滑走路高さを低くする、資材調達費用の圧縮、設計の最適化などで二五億円程度の縮減が可能となり、中部国際空港と同程度のコスト縮減が実現できたとしています。

今回のコスト縮減策を一つ紹介すると、民間からの提案を踏まえた設計の最適化のうち、棧橋構造の合理化が挙げられます。これは、中央の滑走路幅六〇メートルのうち、航空機の繰り返し荷重が

かかる載荷範囲を中央部の二〇メートルに限定し、その両側の二〇メートルは設計強度を変えろというものです。

◆国土交通省港務局

一七年度予算を配分

【H17・3・25】国土交通省港務局は三月二五日、同局関係の一七年度予算を配分しました。

平成一七年度の港湾整備事業費は、合計四一五〇億五九〇〇万円と推定します。このうち直轄事業費は、本省配分二三〇〇億八三〇〇万円、一括配分九四億九一〇〇万円、合計二三五億七四〇〇万円、補助事業費は、本省配分一〇七億三六〇〇万円、一括配分六八億四九〇〇万円、合計一七五億八五〇〇万円となっています。

同予算は重点分野に八二％程度投入されており、その項目と配分率は次の通りです。

- ①個性と工夫に満ちた魅力ある都市と地方について、▽スーパー中枢港湾プロジェクトの推進、▽産業を物流面から支える多目的国際ターミナルの拠点整備、▽複合一環輸送に対応した内貿ターミナルの整備、▽港湾における大規模災害への対応力強化、▽みなとの観光交流など。二五九億九千九百九十九万円を配分し、その占める率は全体の六二・六％(前年度五九・三％)。

- ②循環型社会の構築、地球環境問題への対応について、▽静脈物流システムの構築推進ならびに廃棄物海面処分場の推進、▽豊かな生態系を育むなど港湾における自然再生の推進など。六三九億九千九百九十九万円を配分し、その占める率は全体の一五・四％(前年度一六・四％)。

表1 平成17年度港湾整備事業費 (単位：百万円)

	本省配分	一括配分	計
直轄事業費	230,083	9,491	239,574
補助事業費	107,136	68,349	175,485
計	337,219	77,840	415,059

配分し、その占める率は全体の一五・四％(前年度一六・四％)。

③人間力の向上と発揮として、科学技術、ITについて、▽FAL条約にも対応した輸出入・港湾諸手続きの一層の簡素化への取組みなど。四億九千九百九十九万円を配分し、その占める率は全体の〇・一％(前年度同じ)。

④高齢化社会・少子化対策について、▽ユニバーサルデザイン化による地域の活力に寄与するターミナル機能の確保など。一七億六千九百九十九万円を配分し、その占める率は全体の四・二％(前年度四・一％)。

以上重点分野の合計は三四一億八千九百九十九万円、その占める率は全体の八二・三％(前年度七九・九％)となっています。

◆平成一八年度港湾整備事業予算要求の考え方

【H17・4・12】国土交通省港務局は四月一二日開催の「重要港湾管理者等主幹課長会議」で、平成一八年度港湾整備事業予算要求の考え方を説明しました。

平成一八年度の港湾整備事業は、国際物流施策、地域再生、大規模地震・津波対策に重点をおいて、アセットマネジメントなどの施策を一層推進し、PDCAマネジメントサイクルの実践、ソフトとハードの連携、事業間連携の強化、民間の能力の活用、コスト縮減と事業の効率化など、港湾行政改革を着実に進めることを基本方針としています。その主要メニュー案として、以下の項目が示されました。

- ①国際競争力ある物流体系の構築
 - ▽国際海上コンテナ輸送の効率化、▽アジアと地域の連携、▽モーダルシフトの推進と効率的な国内輸送体系の構築、▽国際、国内の静脈物流ネットワークの構築
- ②地域経済再生
 - ▽地域経済を支える産業拠点の活力増進、▽港湾の利用促進による地域活性化
- ③港湾の災害対応力の強化と適切な維持管理の推進
 - ▽津波や大規模地震に強い港湾づくり、▽港湾施設の安全確保の強化とアセットマネジメントの本格展開、▽保安対策の推進
- ④港湾のグリーン化
 - ▽自然再生、▽排ガス対策
- ⑤地域の再生
 - ▽ビジットポイント、▽漁港と連携した地域の窓口づくり

第1回国際沿岸技術研究会 欧州における設計認証の現状— Eurocodes と設計の認証システム—

(独)土木研究所技術推進本部 松井 謙二



国際沿岸技術研究所では、国際的な規格制定の動向を把握するため、昨年九月の英国建築研究所（BRE）の調査に続いて、去る十二月に第一回国際沿岸技術研究会を開催し、社会基盤整備分野での国際規格の情勢・動向について造詣の深い（独）土木研究所技術推進本部・松井謙二氏（土木学会・ISO対応特別委員会 国際認証制度調査小委員長）をお招きして、欧州を中心とした国際規格の最新情勢についてご講演頂きました。

本日は、『欧州における設計認証の現状—Eurocodesと設計の認証システム—』というテーマでお話させて頂きますが、本題に入る前に、皆様に予備知識として確認させて頂きたいことがございます。一つ目は、mandatory（強制）—voluntary（任意）ということと、強制（マンダトリー）に対し、任意規格（ボランティア・スタンダード）というのは我々はなかなか理解しにくいのですが、イギリスのBS（ブリティッシュ・スタンダード）、ドイツのDINなどは任意規格で、それ

自体は何ら強制力を持たないものです。その任意規格を強制法規（テクニカル・レギュレーション）の中で引用するというのが欧州の一般的な仕組みではないかと思えます。我が国では設計に関する任意規格なるものが少なくしっくりこないところですが、この点の理解は重要です。

二つ目は public（公）と private（民）の違いです。日本ではすぐにパブリック、マンダトリーの方が連想されます。現在ユーロコードを策定中の欧州規格委員会（以下、CENといいますが）、およびそれを構成する各国規格協会（以下、ENといいますが）は、欧州や各国政府機関の一部であると誤解される向きもありますが、実はこれらは全て民間の組織なのです。欧州では民間ベースの規格を、いかに強制法規に引用しパブリックなものとして援用していくかが基本的なフレームワークだと思えます。WTO/TBT協定では、規則や法律を運用する当局、つまり政府機関は、このような民間システムを活用すべきというたわわていません。規格自体は本来、任意、ボランティアなものです。国がそれを引用することにより強制になるわけです。

三つ目として、「認証」についてです。誰が「認証」するのかという視点で first party（供給者、第一者）、second party（購入者、第二者）、third party（第三者）の三つに分類され、狭義には第三者による認証を意味しますが、第一者認証も第二者認証も広い意味で「認証」にあたります。例えば設計で、第一者たる設計者が「この設計は〇〇規格に準拠」と宣言することも認証です。自動車を例に取ると、トヨタが第二者として鋼板を第一者の鉄鋼メーカーから買う場合、トヨタは別に第三者に依頼して鋼材の可否を判断しているわけではなく、自ら第二者として「これはカローラの車体に適している」と適合性を判定しているわけです。このような状況は第二者認証にあたります。本日は第三者認証にあたりません。本日は直接的に利害関係のない第三者による認証が中心になります（図1）。

Certification という言葉は第三者認証という意味で、第一者、第二者と関係ない人、組織が適合性を評価する活動のことです。この活動を行う機関を認証機関といえます。

ところで、認証機関が能力的に不適切な機関ならば、その適合性評価は全く意味がありません。ISO 9000 関連でいえば、役所関係の機関から民間機関まで我が国には数多くの認証機関があります。それらの「認証機関」が具備すべき要件が国際規格である ISO/IEC ガイド・規格に定められています。認証機関を誰が認

めるかという点、この機関の上位に「認定機関」という組織がありここで認証機関が認められるのです。ISO 9000 では、具体的には JAB（日本適合性認定協会）が認定機関であり、その下に 9000 用の認証機関が多数存在するという構造です。つまり認定機関と認証機関という二重構造となっており、それぞれが ISO/IEC ガイド・規格の要件を満足しています。これが認証に係わる国際制度・ルールといえ、我が国のものである類似のスキームと異なる点があります（図2）。

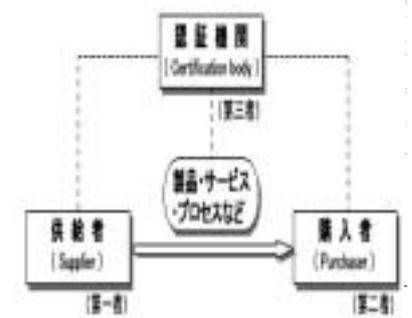


図1

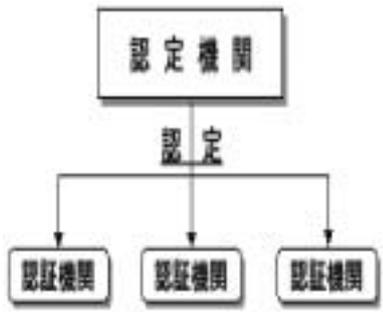


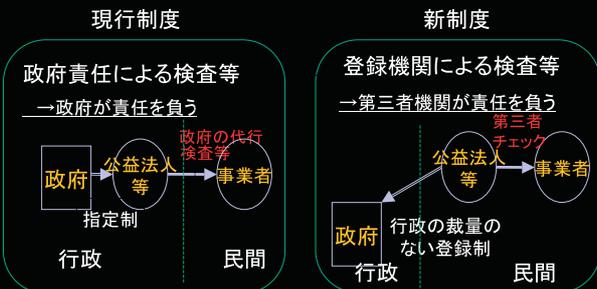
図2

我が国の適合性評価の問題の一つに、まず、各省庁でそれぞれ違う認証制度を持っており、それに基づき各省庁で認証機関の「指定」を行っている点があるといわれております。そもそも「指定」という言葉は、今も様々な法律に使わ

イメージがつかめません。なぜなら我が国では基準作成も認証も一緒になっている、すなわち、いわば基準を作った者、機関が適合性評価も行っていることが多いからです。しかし、国際的には両者分離の流れが主流です。「認証」はこれまで我々にはあまり馴染みのない概念でしたが、例えば自動車、電機製品などの分野では、外国とどう相互認証するかが以前から問題でした。例えば、昔は輸入車の修理部品を輸入する際、輸出国の試験に適合したその部品を日本でも再度チェックしていたそうです。世界中で様々な貿易が行われている今では、二国間相互承認協定の締結が進み、その国のチェックを受けたものに対しては、日本は無条件で受け入れるワンストップ・テストインゲが一般的です。

官民の役割分担の明確化

→(政府の役割は、「認証主体」から、「登録主体」に)



出典: 経済産業省産業技術環境局基準認証ユニット標準課(H15.5)

図3

適合性評価活動の概念図

G: ISO/IECガイド, 17XXX: ISO/IEC規格

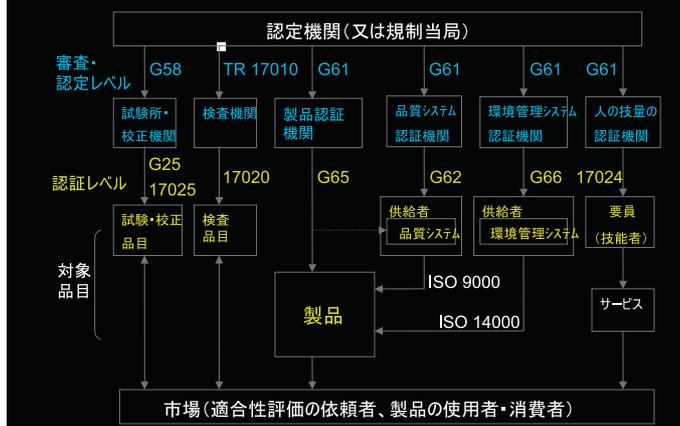


図4

れているようですが、どうも上から下を見るようないい方に聞こえます。欧州では、「指定」のかわりに「登録」という上下感のない表現を使っています。他に「審査機関」という表現もあります。これも同様なニュアンスがあり、これからは「認証機関」という名前に統一されていくことでしよう。このような国際的な流れの中、現在我が国は官・民の適合性評価システムの再構築が進められているといえましよう。

我が国では今、新しいJISマーク表示制度が始まるうとしております。今までの制度では、JISマーク認定工場を政府が指定する機関が認定しておりましたが、今後はある一定要件を満たし登録すれば、誰でも「認証機関」にな

れる形に変わります。今まで政府が全て持っていた責任を、今度は第三者に持ってもらう方向になりつつあるのです。このスキームでは、ある機関がある一定の条件、例えばISO/IECガイド・規格に基づいた「認証機関」の条件を満たしさえすれば、外国の認証機関との相互承認により日本で認証済の製品を欧州が無条件に受け入れるというメリットがあるかと思えます。政府の役割は「認証」主体から「登録」主体に変わるといのが、官・民の適合性評価活動のシステム再構築の一例でございます(図3)。

建設製品に係わる「認証機関」になるための要件ですが、G65にありますが、G65は「独立性」の三つです。まずは「独立性」どこか特別な機関とつながりが深い国際ルールに則っています。建設製品に係わる「認証機関」になるための要件ですが、G65にありますが、G65は「独立性」の三つです。まずは「独立性」どこか特別な機関とつながりが深い国際ルールに則っています。

次に、「②欧州の基準・認証」についてですが、ここではCEマークを取り上げます(図6、7)。電気製品などにはこのマークがついています。そのマークが貼付された、つまりある製品規格に適合する製品は欧州のどこでも試験なしでフリーに輸出できます。建設製品とかユーロコードに係る組織についてですが、欧州連合(EU)の中に欧州委員会があり、その中に建設分野を担当しているセクションがあります。これが欧州の各国代表団から成る常

● 認定機関および認証機関が満たすべき基準

適合性評価の種類	認定機関の満たすべき国際基準	認証機関	認証機関の満たすべき国際基準
認証・審査登録	ISO/IEC Guide 61	製品認証機関	ISO/IEC G_65
		マネジメントシステム審査登録(認証)機関	ISO/IEC G_62 ISO/IEC G_66
	ISO/IEC Guide 61を準用	要員認証機関	ISO/IEC 17024 (EN45000sを引用)
試験・校正	ISO/IEC Guide 58	試験所・校正機関	ISO/IEC 17025 (ISO/IEC Guide25)
検査	ISO/IEC TR 17010	検査機関	ISO/IEC 17020

* 品質システム、環境管理システム

図5

● CE markingに係わる基準・認証システム

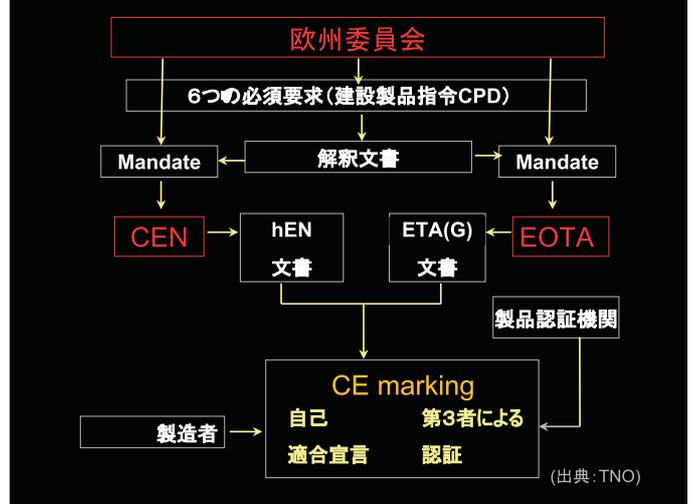
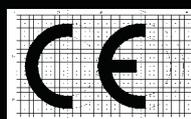


図6

欧州での建設製品マークのいろいろ



CE marking
(Conformity Europe)
• mandatory mark



Kitemark
• World's most famous product quality mark (by BSI)



Keymark
• European third party certification mark (by CEN)

図7

置委員会のアドバイスのもと、製品規格を作れとかユーロコード(設計規格)を作れとCENに指令しております。現在、CENには二八カ国が加盟しています。EUは今年二五カ国になりましたが、その他、ノルウェー、アイスランド、スイスを加えた二八カ国です。これがISOの場になると一カ国一票方式ですから、日本がアジアを取りまとめたとしてもこの数にはならないので、ISOの一国一票方式は欧州に非常に有利な構造といわれております。因みに、欧州内で様々な投票を行うときはどんな方式かというと、一国一票方式ではありません。イタリア、イギリス、フランス、ドイツ、ベルギーの五カ国に一票の重みを持たせ、国により重みが異なる

ております。欧州は場に依じて使い分けをしています。ところで、「認証」の効力についてですが、例えばジオテキスタイルとかセメントとかいった製品のCEマーキングは、先に述べたように域内でのパスポートで、そのマークが貼付されれば域内を自由に流通できますという欧州委員会お墨付きのマークで、これは強制マークです。このマーク無しには製品は市場に出回ることができません。一般に品質マークと呼ばれるポランタリー(任意)マークには、例えば英国ではBSIのカイトマークや欧州委員会のキーマークなどがあります(図7)。このように、認証機関には「CEマーキングをチェックする認証機関」と、「任意マークをチェック

する認証機関」の二種類が存在し名称も異なっております(前者は特別に通知機関(ノーティファイド・ボデー)と呼ばれます)。ただし、同一機関が両方の仕事を行っているのは稀ではありません。強制であるCEマーキングについてですが、これは基本的に製造者の責任のもとに貼付けるもので、このことは製造物への責任と絡んできます。例えばある製品製造業者が、認証機関に認めてもらいCEマーキングを取得し製品を出荷したが、その製品に不具合が生じた場合には誰が責任をとるのでしょうか。私の理解では、その責任は基本的には製造者にあり、認証機関はある限定されたケースのときだけ責任を取る(例えば、認証手続き上のミスとか)という

ことだと思えます。ただ、これは一応建前もしくは原則であって、認証された建設製品に起因する、特に人身事故が発生した場合は、認証者は「自分には責任はない」といい切れるかどうか。欧州の方々は「それはケース・バイ・ケースだ」といつてました。責任の存否については基本的には「ある限定的な責任しかない」ということは共通の認識のようです。

最後に三つ目の「③ Euro-Sopsと設計の認証システム」の話に移ります。全部で五八パーツからなるユーロコードは、二〇〇六年ぐらいまでに個々のパーツが順次完成して、それから各国独自の権限としてのナショナル・アネックス(国家付属書)をつけ二〇〇八〜二〇一〇年までには完成し、それと並行して、地盤、コンクリートなど個々の分野でISO規格化を進めるといのが基本戦略のようです。いずれにしても、開発から二〇余年にしてユーロコードはようやく完成に近づいているといえましょう。

CENは各国の規格協会から構成されています。ユーロコードはCEN/TC250という専門委員会が作成を担当しており、そこには各国のミラーグループや設計グループからの意見が反映されます。例えば構造設計の基本(ベイス・オブ・ストラクチャルデザイン)ですが、もう既に欧州規格(EN1990)になっております。各国規格の意見を調整し誕生したものが各国にフィードバック

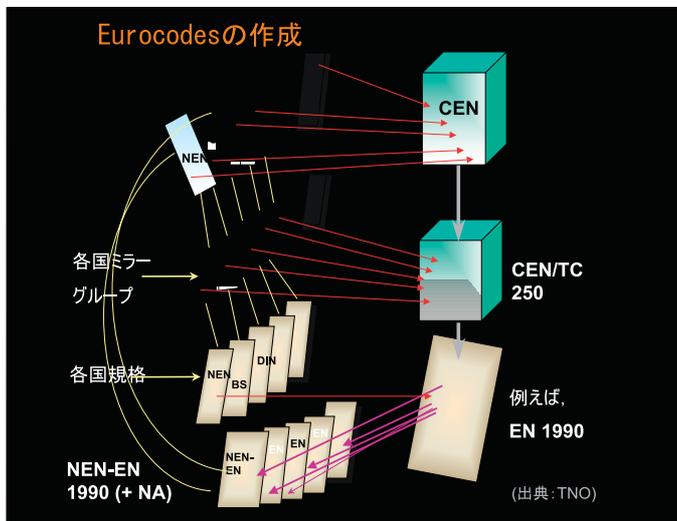


図 8

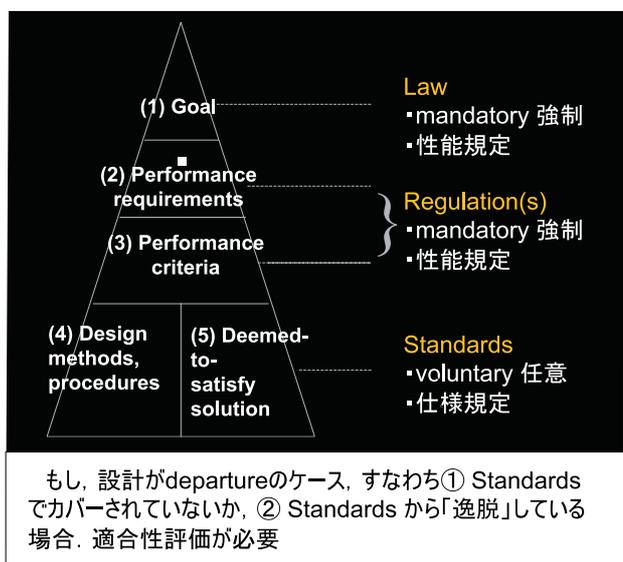


図 9

される形になっており、国家規格と欧州規格との整合性を判りやすくするため、オランダでは NEN EN 1990、イギリスでは BS EN 1990、ドイツでは DIN EN 1990 という名称になっております。日本の JIS はこういう名前のつけ方はしていません(図 8)。

各国にフィードバックされた後は、ナショナル・アネックスを巻末に加えて出版します。例えば部分係数値について、経済状態の良くない国は安全度を低めるとか、逆に余裕のある国は高めるとか、そういう各国独自のナショナル・アネックスが決められるようになっており、それをつけて発行されるという事です。これが完成しますと、最長五年間の現行国家規

格との並存期間ののち、これと衝突、矛盾する規格は廃止されます。つまり、ある国の現行規格にユーロコードと重複する部分が存在し、かつ、それがユーロコードと内容的に矛盾する場合には、その部分を廃止しユーロコードに差し替えるという事です。そして、欧州諸国では強制法規が民間規格を引用しているため、この規格がユーロコードに差し変われば法規も自動的にユーロコードに変わるということになります。

ユーロコードという欧州統一設計規格が完成したあと、それでは設計の認証はどうなるのか？ 現状では、設計規格への適合性評価を欧州で統一したルールに基づき行うという動きはなく、今まで通り各国に任せる方針のようです。

その具体例として、次に英国のハイウエイ・エンジニアリング(HA)における設計の認証スキームについて見てみましょう。HA は TAP (テクニカル・アプロバル・プロシージャ) と呼ばれる仕組みを構築し運用しております。その動機は一九七〇年代に橋梁事故が多発したため、HA 当局、設計者、照査者の三者によって設計の規格への適合性、妥当性を評価しようということになったものです。その照査は、設計レベルが低いものについては設計者と同じチームの別の人に、もう少し高いレベルでは別のチームの人に、さらに複雑な設計では別会社にチェックしてもらおうという仕組みです。ただ、この TAP は、HA が設計者だけでなく照査者にも資金を拠出しているため、真の意味で独立

した第三者による認証システムといえるか疑問が残るところです。最後にまとめとして、私が考えている設計の認証についての基本的な考え方を説明し、議論のたたき台にさせていただきます。図 9 はよく見かけるノルディック・ファイブレベル、上から目標、要求性能、性能規定(クワイテリア)、設計法、みなし規定という五段階の構造物設計の階層構造をお示ししたものです。

目標は法律に、要求性能、性能規定は政令、省令といった強制法規に書かれますが、どちらも当然強制です。そして、ここがポイントですが、これらは WTO/TBT 協定に示唆されております。一方、④と⑤のレベルは、スタンダードなのでボランティアベースで、こちらの方は、仕様規定で書かれるべきということで整理してみました。

建設製品と構造物の適合性評価・認証システム

群馬大学 工学部建設工学科

辻 幸和

1. まえがき

建設工事の品質を保証する適合性評価や認証の制度については、経済・政治のグローバル化に伴う会計基準や会計監査等と同様に、国際化への対応が現在大きな注目を浴びている。土木分野では、土木学会に設置されたISO対応特別委員会を中心にして、ISO（国際標準化機構）やIEC（国際電気標準会議）等の各TC（専門委員会）の国内審議団体等において精力的に対応されている。また、我が国におけるISO9000シリーズ（品質マネジメントシステム）の積極的な認証の取得は、建設製品や構造物の適合性評価システムの基礎となるのである。また、二〇〇五年一月一日には新しいJISマークの表示制度が施行され、いわゆる「工場認定」から「製品認証」に適合性評価システムが変更されるのである。この製品認証は、ISO規格やCEN（欧州標準化委員会）でのNE（欧州規格）などで採られている適合性評価システムと同じものである。

本文では、まず建設工事に関する適合性評価や認証の制度が盛り込まれた技術基準や規格の国際化といった、ISO規格、ISO/IECガイド、EN、およびETA（欧州技術認証指針）の制定状況を紹介する。その場合、建設製品や建設資材の品質およびそれらの試験方法を、ISO規格やENとして単に制定するだけでなく、これら規格の制定の根幹には規格に適合する評価システムも規定化

することが前提であることを指摘する。すなわち、建設製品や構造物の品質を保証するシステムを構築して認証する、いわゆる適合性評価の方法が明示されているのである。そして、我が国がISO規格のような国際規格へ適切に対応するためには、これまでの我が国のJISマークの表示制度も含めた品質保証システムを見直し、欧米諸国に対抗できる適合性評価システムを新たに構築することが不可欠であることを提案する¹⁾⁶⁾。

2. ISO規格化と我が国の対応の現況

ISOにおいては、まず建設製品や建設資材の品質とそれらの試験方法に関するISO規格が、制定され始めている。これと併行して、構造物の設計方法や施工方法に関するISO規格も、制定作業が開始されており、以下に述べるように、一部は制定されている。

ISO/TC98（構造物の設計の基本）専門委員会においては、ISO2394（構造物の信頼性に関する一般原則）が制定および改正されている。ISO2394は、建設構造物の設計方法の基本となる規格である。また、ISO/TC167（鋼構造およびアルミニウム合金構造）専門委員会においては、鋼構造物についてのISO10721-1（鋼構造の材料と設計）およびISO10721-2（鋼構造の製作と架設）が制定されている。ISO/TC71（コンクリート、鉄筋コンクリートおよびプレストレストコン

ISO規格化の現況

ISO/TC98（構造物の設計の基本）

ISO2394（構造物の信頼性に関する一般原則）



ISO/TC167（鋼構造およびアルミニウム合金構造）

ISO10721-1（鋼構造の材料と設計）

ISO10721-2（鋼構造の製作と架設）

ISO/TC71（コンクリート、鉄筋コンクリートおよびプレストレストコンクリート）

ISO19338（構造コンクリート用設計基準のための性能と評価要件）

図1 設計に関連するISO規格

クリート）のSC4（コンクリート構造物の性能基準の分科委員会）においては、ISO19338（構造コンクリート用設計基準のための性能と評価要件）が、二〇〇三年二月に制定された。これらの規格は、図1に示すように、ISO2394の設計方法の基本を鋼構造あるいはコンクリート構造といった構造種別に、具体的に適用した性能規定型のISO規格であるといえる。

（国際貿易機関）のTBT協定（貿易の技術的障害に関する協定）や政府調達協定に基づいて、我が国の設計および施工の技術基準に大きな影響を与えることになると予測される。

3. 建設製品指令CPD89 / 106 / EECの適合性評価システム
建設製品指令CPD（Construction Products Directive）89 / 106 / EECは、EC（EU）委員会（欧州委員会）より提

表1 技術基準に対する適合性評価システム (CPD89/106/EECの附属書III)

製造業者および 公認機関の業務	公認の認証機関による製品の適合性証明書		製造業者による製品の適合性宣言 (三つの方法)			
			第1の方法		第2の方法	第3の方法
適合性評価符号	1+	1	2+	2	3	4
製造業者による初期型式試験			●	●		●
公認機関による初期型式試験	●	●			●	
工場で採取した試料の、製造業者が定めた試験計画に従った試験	●	●	●	●		
工場、一般市場、建設現場で採取した試料の、 公認機関による監査試験	●					
出荷待ちまたは納入済のバッチから採取した試料の 製造業者または公認機関による試験						
製造業者による工場生産管理	●	●	●	●	●	●
工場および工場生産管理の 公認機関による最初の監査	●	●	●	●		
工場生産管理の 公認機関による継続的監査、判定、評価	●	●	●			

注： ●：実施業務
製造業者による製品の適合性宣言(第1の方法)に対しては、適合性の証明を行う諸機関(認証機関、検査機関、試験機関)の諸機能は、同一機関または異なった機関が実行してもよく、その場合、適合性の証明に参加している検査機関および/または試験機関は認証機関に代わってその機能を遂行しても差し支えない。



図2 CEマーキング

案されて一九八八年二月二日に閣僚理事会で採択された後、一九八九年二月一日に発令された閣僚理事会指令 (Council Directive) である¹⁾、²⁾。なお、Construction Products を建設製品と訳したが、Products には製品や資材などが構造物や施設に組み込まれて機能や性能を発揮することも含まれると解釈されている。この建設製品指令CPDの品質保証システムでは、附属書IIIに表1に示される適合性の証明方法の「適合性評価符号」により指示

されている。すなわち、欧州規格のhEN(整合(Harmonized)欧州規格)の附属書(Annex)には、この評価符号が指示されているのである。そして、この適合性が証明された建設製品は、図2に示すCEマーキングが添付でき、欧州域内で自由に流通できるのである。

技術基準に対する適合性の証明は、①公認の認証機関による製品の適合性証明書によるか、②製造業者による製品の自己適合性宣言によるかのいずれかが許容されている。後者については、三つの方法が許されており、それぞれ黒丸印についての業務を実施してなされるのである。建設製品のhENの第一号が、EN1977-1(一般セメント)であり、適合性の証明方法は「1+」の一番厳しい方法である。これまで各種構造物の設計方法や施工方法の規格がENとして正式に制定されていないため、このようなCPDにおける建設製品についての適合性の証明方法のような方法やシステムが、まだ公表され

ていない。しかしながら、ENの制定作業も最終段階になってきている。表1のいずれかの方法を適用するかも含めた審議がなされ、EU構成国の合意を得る努力がなされている。CPDにおいては、hENで規定されない建設製品についても、CEマーキングを添付できる別の適合性評価システムが盛り込まれている。その認証機関のEOTA(欧州技術認証機構)は1990年に設立され、その中で欧州技術認証ETAやETAG(ETAのガイドライン)を制定し、hENに含まれない建設製品の適合性を評価している。その評価によっても、CEマーキングが添付できるものである。EUの構成各国の代表的な認証機関は、EOTAの構成メンバーとなっている。

4. 品質保証システム—規格適合性の証明手続きの構築

各レベルの技術基準において、その技術基準への適合性を証明する手続きが、品質保証システムである。一般に、規格への適合性を証明する手続きとも称されている。建設分野においても、第三者の認証機関を関与させることを提案する。

4.1 建設製品の認証機関による適合性評価

建設製品は、認定された認証機関による適合性認証の証明書により適合性宣言を行う方法が今後多くなると考えられる。いわゆる「製品認証による適合性宣言」である。そのためには、製造業者は

認定された検査機関あるいは試験所から継続的に製造管理についての検査証あるいは試験成績証明書を得ることが必要である。そして、技術標準や規格の要求品質に適合していることを、適合証明書により認証してもらうのである。これは、表1中の適合性評価符号が「1+」と「1」で示される適合性の証明システムと同様である。また製造データの信頼性を確保するためには、抜打ちで製造工程から採取するスポット試験が、一般に行われる。

4.2 設計図書に認証機関による適合性評価

図3のコンクリート製造業者のところに建設コンサルタント会社を位置付けて、整理したのが図4である。サブの建設コンサルタント

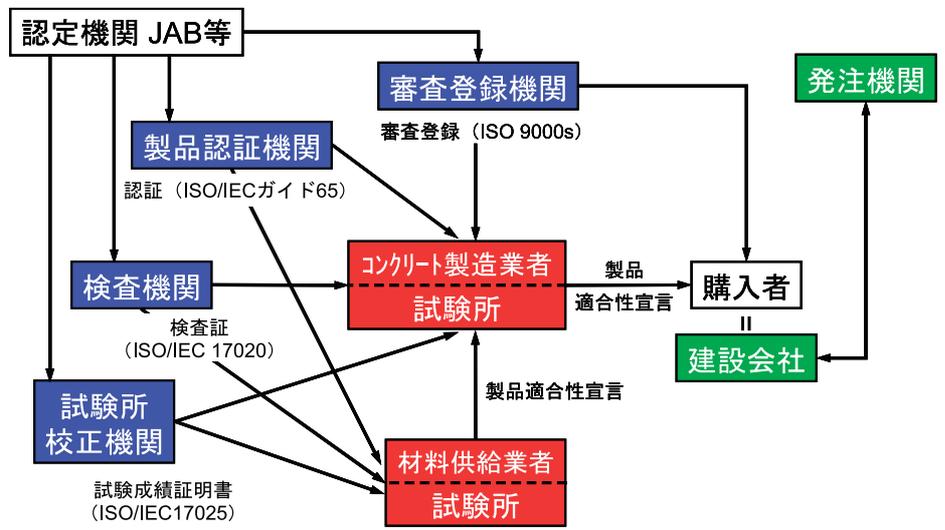


図3 品質保証システム—コンクリート製造業者による適合性評価

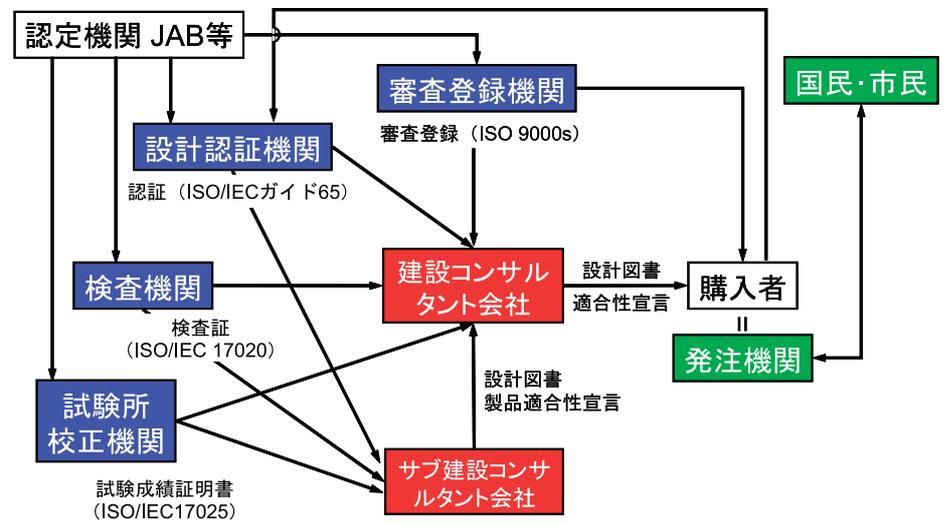


図4 品質保証システム—建設コンサルタント会社による適合性評価

ト会社も加えている。この図においては、製品認証機関が設計認証機関となり、この機関は図3の建設製品に比べて大きな比重を占めてくる。設計について豊富なキャリアと優れた能力を持つ審査員を擁していないと、設計図書に対して品質の保証をすることが困難になるためである。このため、審査員の技術力の認定は、発注機関の大臣クラスが行なうことになる。そして、設計認証機関は、このよ

うな設計についての優れた能力を持つ審査員を保持するとともに、公正性や中立性の確保についてのISO/IECガイド65「JIS Q 0065 (製品認証機関に対する一般的事項)」への適合性とは、図3に述べた製品認証機関と同じレベルが必要となる。この品質保証システムを我が国に適用するに際しては、審査員の養成と確保が大きな課題である。このような設計図書の品質保証を

する製品認証機関としては、(財)沿岸技術研究センターが港湾分野の設計図書を、(財)国土技術研究センターが河川分野等の設計図書をそれぞれ担当するなどといった公的機関が、まずけん引していくことが適切である。設計認証を実施しながら、審査員の養成や訓練ならびに評価についても行うのである。そのような施策をとらないと、民間の設計認証機関は十分な審査員を確保できないことにな

る。そして、技術基準が性能規定型に移行していくと、このような設計図書の品質保証システムはその重要性を高めていくことになるであろう。

建設製品や設計図書の認証による適合性評価のシステムについては、品質保証や適合性評価システムのISO規格体系においてもまだ不十分なところがある。提案した建設製品の製品認証機関および設計図書の設計認証機関による認証システムについては、我が国で構築して、実施していかねばならない。そして、これらの認証システムをISOでの規格制定作業の場において提案してISO規格化することが望まれる。その際に、保険制度の利用も不可欠となり、その位置付けについては、今後十分な検討が必要である。

5. あとがき

ISOでの規格化、およびCENでのENとEOTAでのETAの建設製品認証についての規格化の現状を紹介し、これらの規格化においては、建設製品指令CPD 89/106/EECに適合する評価システムや認証システムを構築することが前提になっていることを指摘した。その後、我が国においてもENやISO規格などに対応して、品質保証システムである適合性評価システムを構築することを提示した。今後の建設工事の品質保証システムを確立するに際して参考になれば、望外の喜びであります。

参考文献

- 1) 辻 幸和・建設製品指令CPDについて、土木学会、ISO対応速報 第2号、pp.5～10、一九九九年九月
- 2) 辻 幸和・ISOにおける性能照査型設計とCENにおけるCPD(建設製品指令)、土木学会「ISOへの対応」に関する第2回シンポジウム—ISOとCEN—講演資料集、pp.55～64、一九九九年一月
- 3) 辻 幸和・PC構造物の設計手法の国際規格化—ISO規格とEN—、プレストレストコンクリート技術協会、PC技術の新しい動向と国際化—第28回PC技術講習会—、pp.147～161、二〇〇〇年二月
- 4) 辻 幸和・事例報告—ISO規格の制定状況—コンクリート分野、土木学会「ISOへの対応」に関する第3回シンポジウム—ISO規格と認証制度—講演資料集、pp.83～94、二〇〇〇年十一月
- 5) 辻 幸和・適合性評価・認証、土木学会平成一四年度全国大会研究討論会、研—16資料、pp.13～16、二〇〇二年九月
- 6) 辻 幸和・欧州での建設製品の適合性評価(CEMARKING)の適合性評価—58巻2号、pp.52～58、二〇〇三年二月

港湾の防災

～災害から国民の生命、財産を守るために～

我が国は、ユーラシア大陸と太平洋に挟まれた火山帯に位置し、地形、地質、気象、地理的に極めて厳しい条件下にある。このような位置、地勢等にある国土には、約一億二八〇〇万人の人々が高密度に居住しており、それだけに災害が起これば被害も大きいものとなります。

そのような背景のなかで、今回のワンポイントレクチャーは、特に港湾における防災機能について取り上げました。

最近よく耳にする「中央防災会議」とは？

A 「中央防災会議」とは、内閣総理大臣を会長とし、防災担当大臣や防災担当大臣以外の全閣僚、指定公共機関の長、学識経験者からなる会議で、次のような役割があります。

- ① 「防災基本計画」、「地域防災計画」の作成及びその実施の推進
- ② 非常災害の際の緊急措置に関する計画の作成及びその実施の推進
- ③ 内閣総理大臣・防災担当大臣の諮問に応じての防災に関する重要事項の審議（防災の基本方針、防災に関する施策の総合調整、災害緊急事態の布告等）等
- ④ 防災に関する重要事項に関し、内閣総理大臣及び防災担

A **港湾に求められる防災機能とは？**

また、中央防災会議の組織図及び委員名簿を図1及び表1に示します。

当大臣への意見の具申

港湾に求められる防災機能としては、①セーフティ機能（港湾及び港湾背後地を防護する機能）、②ゲートウェイ機能（被災地への輸送拠点となる機能）、③パイパス機能（被災地を迂回・代替輸送する機能）、④スペース機能（災害復旧支援の場を提供する機能）があります。災害時にそれら機能を発揮するため、防波堤による津波被害の防止・軽減、情報収集・伝達の迅速化、基幹的な物流機能の確保、耐震強化施設空

表1 中央防災会議委員名簿（平成17年3月1日現在）

職名	氏名
会長	内閣総理大臣 小泉純一郎
委員	特命担当大臣(防災) 村田吉隆
	国家公安委員会委員長 麻生太郎
	総務大臣 南野知恵子
	法務大臣 町村信孝
	特命担当大臣(青少年育成及び少子化対策) 谷垣禎一
	外務大臣 中山成彬
	財務大臣 尾辻秀久
	文部科学大臣 島村宜伸
	厚生労働大臣 中川昭一
	農林水産大臣 北側一雄
	経済産業大臣 小池百合子
	国土交通大臣
	環境大臣
	特命担当大臣(沖縄及び北方対策) 細田博之
	内閣府長官、特命担当大臣(男女共同参画) 大野功統
	防衛庁長官 伊藤達也
	特命担当大臣(金融) 竹中平蔵
	特命担当大臣(経済財政政策) 村上誠一郎
	特命担当大臣(規制改革、産業再生機構) 棚橋泰文
	特命担当大臣(科学技術政策、食品安全)
	日本銀行総裁 福井俊彦
	日本赤十字社社長 藤森昭一
	日本放送協会会長 橋本元一
	日本電信電話株式会社社長 和田紀夫
	東京大学名誉教授 溝上 恵
	富士常葉大学環境防災学部教授 重川希志依
	静岡県知事 石川嘉延
	日本消防協会会長 徳田正明

(資料：内閣府 HP より)

以上 26 名

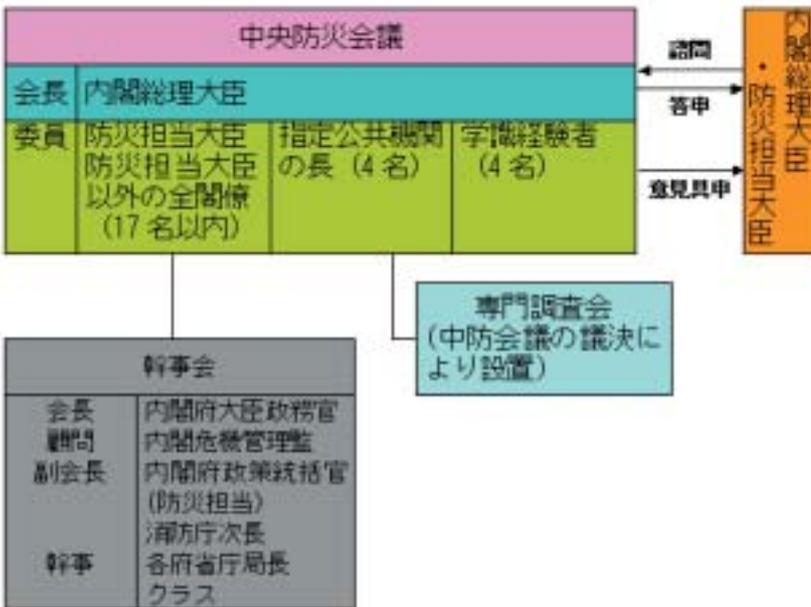


図1 中央防災会議の組織図（資料：内閣府 HP より）

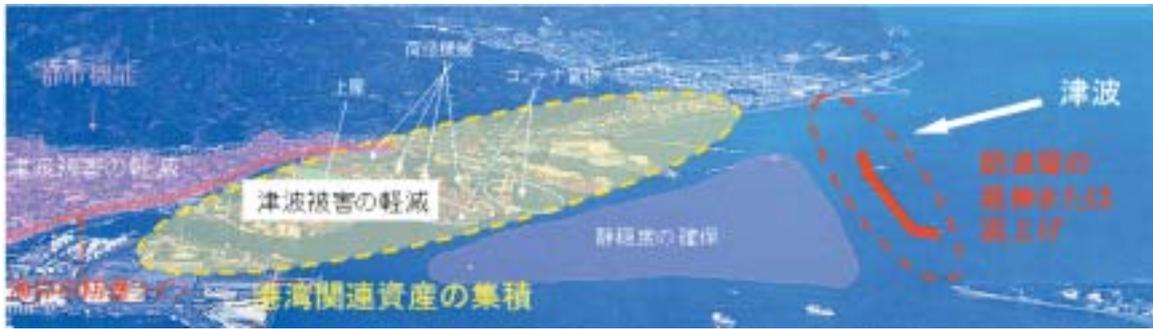


図2 セーフティ機能 防波堤の津波被害軽減効果のイメージ (国土交通省 HP より)

■セーフティ機能 (港湾及び港)

白地域の早期解消等が必要となります。
 今後の施策の進め方として、国の果たすべき役割の明確化、防災の観点からの港湾行政の確立、関係者が連携した総合的な取り組み、市民の自助意識の向上も必要となり、今後関係者と積極的に協力・連携を図り、提言に掲げられた施策を実施していくことが重要となります。

■ゲートウェイ機能 (被災地への輸送拠点となる機能) (図3)

湾背後地を防護する機能 (図2)
 津波から港湾施設や港湾にある資産及び港湾で働く人々の生命、財産の損失・被害を防止又は軽減させる機能が求められます。

■パイパス機能 (被災地迂回・代替輸送する機能) (図4)

送ルートの早期回復とも臨時旅客輸送を行う機能が求められます。
 国際海上コンテナ輸送等の基幹的輸送機能が求められます。

■スペース機能 (災害復旧支援の場を提供する機能) (図5)

湾を利用した物流機能が求められます。



図3 ゲートウェイ機能 (国土交通省 HP より)



図4 バイパス機能 (国土交通省 HP より)



図5 スペース機能 (国土交通省 HP より)

港湾における防災整備状況は？

現在講じている港湾の防災施策は、液状化対策、耐震強化岸壁や臨海部防災拠点の整備、海岸事業における津波・高潮対策の推進など実施されている。その中で国土交通省港湾局資料によると、耐震強化岸壁、防災拠点緑地については表2及び表3のような状況となっております。

港湾における防災上のハード対策、ソフト対策とは？

ハード対策とは、災害発生前に構造物によって被害抑制等を行う、いわゆる防護水準の向上策を指します。また、ソフト対策とは、ハード対策では防ぎきれない災害への対策であり、災害発生の前、直前、直後、事後の情報提供、あるいは避難場所等の整備、被害軽減のための仕組みや設備の整備などを指します。

港湾における防災上のハード対策とソフト対策の例を表4に示します。

(文) (財)沿岸技術研究センター
調査部主任研究員 北村道夫

表3 防災拠点緑地

	整備数量 (平成14年度末現在)	摘要
防災拠点緑地	16港(16箇所) 内緑地完了5箇所	耐震強化岸壁が完成し、当該岸壁と一体となり機能する防災拠点として地域防災計画に位置付けられている緑地を対象

表2 耐震強化岸壁

	整備完了バース数 (平成14年度末現在)	整備対象港湾
緊急物資等輸送	140バース	
国際海上コンテナターミナル	14バース	三大湾(東京湾、大阪湾、伊勢湾)及び北部九州の4地域の中枢国際港湾並びに中核国際港湾*

※ 北海道、日本海中部、東東北、北関東、駿河湾沿岸、中国、南九州、沖縄の各地域の中核となる港湾



図7 緊急物資輸送に対応した耐震強化岸壁と防災拠点
(資料: 「防災イメージ図」国土交通省 HP より)

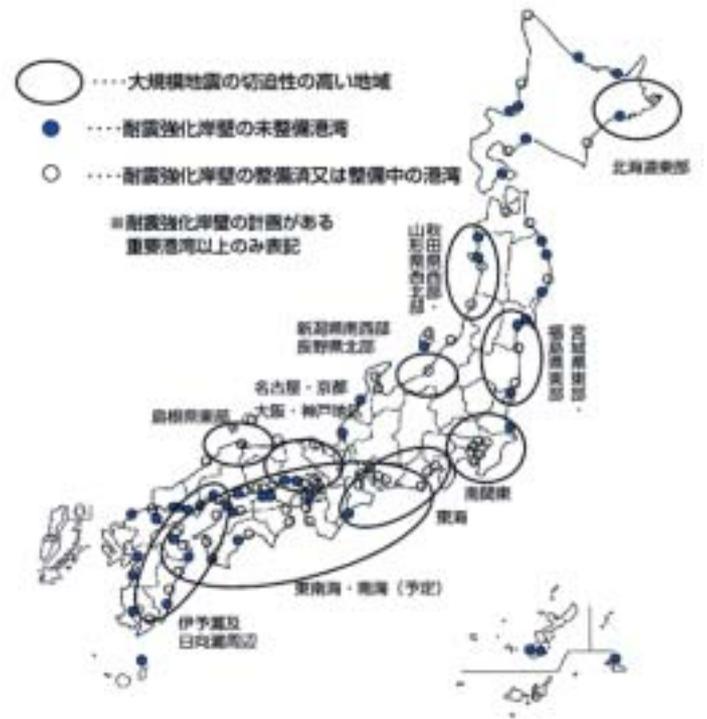


図6 耐震強化岸壁の整備状況図

表4 港湾における防災上のハード対策とソフト対策の例

ハード対策	ソフト対策
<ul style="list-style-type: none"> 水門・陸閘 堤防・護岸 防波堤 	<ul style="list-style-type: none"> ハザードマップ 情報の収集と提供 避難路・避難場所 COMEINS (カムインズ)

沿岸眼鏡

■耐震強化岸壁

大規模な地震が発生した場合に、被災直後の緊急物資及び避難者の海上輸送を確保するために、通常のものより耐震性を強化した岸壁のことです。

■水門・陸閘

水門は、河川または水路を横断して設けられる制水施設。陸閘は、高潮時に海水が道路を伝わって市街地に入り込むのを防ぐ水門の一つです。

■ハザードマップ

ハザードマップとは、津波・高潮災害に対する地域住民の避難や施設整備等の検討のために、浸水が想定される区域と浸水の程度を示した地図に、必要に応じ避難場所・避難経路などの防災情報を加えたものです。

■COMEINS (カムインズ)

COMEINS(カムインズ)とは、沿岸海象気象情報配信システム(Coastal Oceanographic and Meteorological Information System)の略で、国土交通省港湾局と気象庁が保有する豊富な波浪実況情報、高度な波浪予測情報、関連する気象情報および予測情報をユーザーに二四時間オンライン、リアルタイムで提供するシステムです。

(文) (財)沿岸技術研究センター
調査部主任研究員 北村道夫

「港内長周期波影響評価マニュアル講習会」開催

平成一七年一月二六日（水）、笹川記念会館 鳳凰の間において「港内長周期波影響評価マニュアル講習会」を開催いたしました。

当センター異常務理事の開会挨拶に続き、国土交通省港湾局環境・技術課 春日井康夫技術企画官より「港湾の計画・整備と長周期波」と題するご講演をいただきました。

また、港内長周期波影響評価マニ



横浜国立大学
名誉教授
合田良美氏



セミナー風景

ュアル検討委員会（沿岸センター内設置）の委員長を勤めていただいた横浜国立大学 合田名誉教授からは「長周期波マニュアルの発刊に当たって」と題するご講演をいただきました（要旨は下欄をご参照下さい）。引き続き、マニュアルを執筆いただいた講師陣より「港内長周期波影響評価マニュアル」に沿って講習が進められました。多数のご参加を頂き、一〇時〜一七時の長時間にわたる講習会は、盛況のうちに終了することができました。

▽「港内長周期波影響評価マニュアル」

▽発行：沿岸技術研究センター
▽発行日：平成一六年一月発刊
▽定価：五、〇〇〇円（税込み）

「日本・インドネシア 津波防災セミナー」ジャカルタで開催

平成一七年三月一六日（水）インドネシア国ジャカルタにおいて、国土交通省港湾局主催による「日本・インドネシア 津波防災セミナー」がインドネシア国運輸省海運総局の協力のもと開催されました。

本セミナーは、昨年一二月に発生したスマトラ沖地震津波の被害実態を報告するとともに、日本の津波防災技術や津波防災対策を伝えること

長周期波マニュアルの発刊に当たって

横浜国立大学名誉教授 合田 良美

本日は、「港内長周期波影響評価マニュアル」検討委員会の委員長として、話をしようとするのでございますので、長周期波問題の経緯などを少しご説明したいと思います。

長周期波と船の動揺の問題は、ずいぶん昔からあったと思われませんが、社会問題として取り上げられたのは、第2次世界大戦中のケープタウンの港です。ヨーロッパとアジアの国々との連絡は、第2次大戦によりスエズ運河が通れなくなり南アフリカの喜望峯周りになり、航路の途中のケープタウンの港には、たくさんの船が寄港するようになりました。そうすると、ときどき岸壁に係留された船が大きく揺れて、ワイヤーが切られたりするので、一体どうしたことかと、いろいろ研究が行われました。波浪推算のSMB法を改良したWilsonの式で知られるB.W.Wilsonと言う人が1940年代に責任者となって、現地観測や水理模型実験を行いました。その結果、ケープタウンの港は泊地が岸壁や防波堤で四角く囲まれているために、水面の共振によって長周期の水面振動が発達する、と言うことが分かりました。それで、防波堤を延長したりして共振周期を変えたり、係留装置を改良して船の動揺を抑えようとしたわけです。

同じ頃、アメリカではロングビーチ港やグアム島の海軍基地でもさらにスペインその他の国でも、船体動揺の問題が報告されていました。そうしたことから、1957年にロンドンで開催された国際航路会議の第19回総会で、港内の船の長周期動揺の問題が取り上げられたのです。

ただしこの頃は、船が動揺する原因が、外から進入するうねりなどの波浪によると言うよりも、泊地の水面の長周期振動として捉えられていました。それで、1961年に海洋学者のMilesとMunkが、「Harbor Paradox」と言うタイトルの論文をアメリカの土木学会のProceedingsに発表し、大きな反響を呼びました。どうしたことかと言うと、長周期波問題の解決策として、進入する波を抑えるために防波堤を建設して、港の口を狭めると、港内の長周期波の振幅はかえって大きくなる、すなわちパラドックスに直面すると言うものです。数学理論としては正しいだけに、港湾の関係者は困惑しました。

私はこの頃、アメリカのマサチューセッツ工科大学にリサーチアシスタントして留学をしており、今は亡きIppen先生の指導の下で、矩形の港の共振問題を研究していました。研究自体は無事にまとまり、その成果は今でも引用されることがあります。そうした経緯から、私自身は、船の長周期動揺を港の共振問題と結びつけて考えがちな癖から

なかなか抜けられませんでした。

しかしながら、今日の講師の方々の話にあるように、60年前のケープタウンの港の問題にしても、実はうねりなど、周期の長い波そのものが犯人であり、船舶と係留索で与えられる係留系の固有周期が長いと、動揺現象が増幅されることが分かってきました。漁港など泊地が狭い港では、水面の共振周期が1〜2分のところがあるかもしれませんが、大きな港では10分以上となるのが普通です。したがって、今では泊地の共振問題を、船の長周期動揺と結びつけることが少なくなりました。

係留された船舶の動揺問題が日本で意識されたのは、1960年代後半かと思います。年月日は覚えていませんが、宮崎の細島港で、1万トン級の貨物船が大きく動揺し、棧橋を一部壊したことがあります。当時、港湾技術研究所の防波堤研究室長であった伊藤喜行さんがこの模型実験を行い、船の動揺は長周期波というより、少し周期の長いうねり性の波が、横から作用するためである、という結論を出され、1972年の港湾技術研究所報告第11巻第2号に「横波を受ける船舶の繫船岸への衝突力に関する実験」のタイトルで発表されています。ただし、細島港における事故との記述がないため、当時の関係者以外には、ほとんど知られていないと思います。

その後も、太平洋に真っ直ぐに開いた日本の港では、係留索の切断事故がときどき起きています。特に、防波堤が十分に延長されない段階で、岸壁が供用されたときに、そうした問題が生じたようです。また、日本海側では、直江津港が船の係留問題で苦労されてきたと伺っています。

近年、長周期波の影響が目立つようになったのは、一つには貨物のコンテナ化によって荷役条件が変わり、船の動揺に対する許容度が厳しくなったことが挙げられます。また、これまで港内静穏度を波高だけで定義したことへの反省もあるでしょう。船の動揺が波の周期に大きく影響されることは、鳥取大学の山上茂教授が、港湾技術研究所で船の動揺シミュレーションを数多く実施し、明らかにされました。

港内静穏度の評価には、波高だけでなく周期も考慮が必要なのは、研究者にとっては常識になっていたのですが、技術基準に書き込むとなるといろいろと問題があり、先送りになっていました。今回のマニュアルは、波の周期の影響を初めて公式に認めた、と言えるのではないかと思います。本日の参加の皆様方は、どうぞこのマニュアルの中身をしっかりと勉強していただき、今後の港湾の運営に生かしていただきたいと思います。

[平成17年1月26日「港内長周期波影響評価マニュアル講習会」にて]

を目的に開催されたものです。(財)沿岸技術研究センターはインドネシア国運輸省海運総局、(独)港湾空港技術研究所、国連人間居住計画とともに本セミナーを共催しました。

セミナーにはインドネシア国の政府関係者はじめ大学関係者、一般企業など約一五〇名の参加があり、当センターからは、穴戸専務理事が

「日本における津波とハザードマップ」と題して当センターが実施している津波対策に関する調査研究成果の一端を発表しました。セミナーでは、発表者と参加者の間で熱心な議論がなされるなど津波防災に関する高い関心をうかがわれました。

「港湾・沿岸域における風力発電推進研究会」総会(最終)開催

平成一七年三月一六日(水)、霞ヶ関東京會館(霞ヶ関ビル三三五四階)において「港湾・沿岸域における風力発電推進研究会」総会(最終)を開催いたしました。

国土交通省港湾局開発課 棚橋通雄課長のご来賓挨拶に続き、二つの分科会(立地計画分科会、建設技術分科会)と五つのWG(プランニン

グWG、環境評価WG、荷重WG、構造WG、施工WG)の二年間にわたる活動内容について報告しました。なお、本共同研究の成果は、「港湾・沿岸域における風力発電シンポジウム」(仮称)を開催し公表する予定です。

本研究会の二年間にわたる共同研究の活動は本総会をもって終了しました。関係者の皆様には様々なご協力ご指導をいただきありがとうございました。

「CD-ROMシンポジウム」広島

「高潮、その脅威と対策」開催

平成一七年二月二五日(金)、広島市 東方2001くじゃくの間に於いて「CD-ROMシンポジウム」広島「高潮、その脅威と対策」

を開催いたしました。詳しくは本誌三〇九ページをご覧ください。

「全国港湾海洋波浪観測資料(NOWPHAS1991~2003)」発行

この度、平成一六年秋に発行しました「全国港湾海洋波浪観測資料(NOWPHAS1991~2002)」のCD-ROMに引き続き、二〇〇三年のデータを追加した全国港湾海洋波浪観測資料(NOWPHAS1991~2003)のCD-ROMを発売することになりました。

内容は、国土交通省の各地方整備局、北海道開発局、沖縄総合事務局の港湾整備事務所等で観測され、(独)港湾空港技術研究所で解析され

た波浪データを整理したものです。二時間ごとの有義波高、有義波周期、波向の経時変化図や通年の波浪特性(平均、最大)等をPDF形式およびテキスト形式で収録しています。海洋やウォーターフロントの調査・利用・開発にあたって欠かすことのできない基礎資料として、当CD-ROMの発売をご案内いたします。

▽発行：沿岸技術研究センター
▽発行日：平成一七年二月発刊
▽定価：四〇,〇〇〇円
(税込み・送料当センター負担)
CD-ROM 1部

編集後記

■今回は防災特集号です。備えあれば憂いなし。防災を自らのこととして考えていくことが大切だと思えます。(深海 正彦)

■今回も盛り沢山の内容です。少しでも多くの皆様にお読み頂ければと思っております。ご意見等ございましたらお気軽にお寄せ下さい。(禮田 英一)

■今回取りまとめ役を仰せつかりましたが、至らぬことが多く、同僚に迷惑をかけたと反省しております。次号も担当の予定ですので、その時にはまた、心新たに頑張る所存です。(市村 正春)

■御執筆頂いた方々にお礼申し上げます。機関誌担当になって二刊目、やっと半分?

■編集作業は、記憶では小学校でのクラス新聞以来のような気がします。最低、原稿提出期限は守りたいと思います。(直井 秀市)

■今号から本誌編集を担当させていただきましたことになりました。皆様のお役に立つ情報をタイムリーにお届けできるように頑張ります。どうぞよろしくお願いたします。(小野 幸一郎)

CDIT

Coastal Development Institute of Technology

発行 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/>
2005年5月20日発行