

CDIT

Coastal Development Institute of Technology

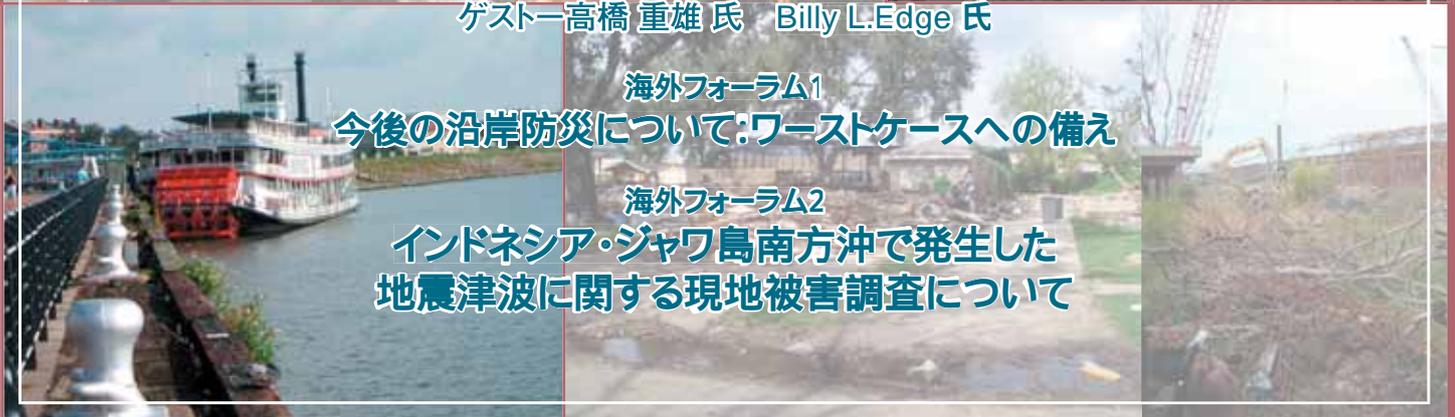


特集
ハリケーンカトリーナの高潮・高波災害に関する日本セミナー
- 第二回国際沿岸防災ワークショップフォローアップ会議 -

CDIT鼎談
ハリケーンカトリーナの高潮・高波災害の教訓
ゲスト-高橋 重雄氏 Billy L.Edge 氏

海外フォーラム1
今後の沿岸防災について:ワーストケースへの備え

海外フォーラム2
インドネシア・ジャワ島南方沖で発生した
地震津波に関する現地被害調査について



特集**3**

ハリケーンカトリーナの高潮・高波災害に関する日本セミナー —第2回国際沿岸防災ワークショップフォローアップ会議—

- 日本側の発表1 日本の高潮・高波災害について
- 日本側の発表2 ゼロメートル地帯の今後の高潮対策のあり方について
- 米国側の発表1 ハリケーンカトリーナ災害のまとめ
- 米国側の発表2 ハリケーンカトリーナ後のニューオーリンズ：最初に目にしたもの
- 米国側の発表3 ニューオーリンズの堤防の破壊—地盤的な問題—
- 米国側の発表4 南部レイジアナの総合海岸防災と復興

CDIT鼎談**16**

沿岸の未来を見据えて

ハリケーンカトリーナの高潮・高波災害の教訓

ゲスト— 高橋 重雄氏・Billy L.Edge 氏

海外フォーラム 1

パネルディスカッション

「将来の沿岸防災について：ワーストケースへの備え」

海外フォーラム 2

ジャワ地震津波の現地調査—インドネシア・日本合同調査速報—

20**24****ONE POINT LECTURE—解説****28**

地震・津波—その発生から予報まで—

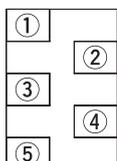
沿岸虫眼鏡**29****Coastal News Flash—ニュース・フラッシュ****30****CDITニュース****31****■表紙写真**

2006年9月24日、(財)沿岸技術研究センター職員がニューオーリンズを訪れ、ハリケーンカトリーナによる被災状況の追跡調査を行った。表紙に掲げている写真はいずれも今回撮影したものであり、縁取りしている写真は復興に向けた状況を、その他の写真は被災直後とほぼ変わらない状況を示している。

2005年8月29日のハリケーン来襲以来、既に1年以上が経っているが、決壊した堤防、ポンプ場などの復旧工事は進んでいるものの、家屋の破壊や浸水が激しかったレイクビュー地区や9番街地区などの住宅街のおおよそ8割は、被災後そのままの状態であった。また、これらの住宅街の復旧は、インフラ整備が進んでいないことから、見通しが立たないため、既に多くの市民がニューオーリンズ以外の街で新しい生活をはじめている。

ニューオーリンズがハリケーンの影響を受けやすい地形であることを踏まえると、日頃から適切な予防、対策が施されていれば、このような甚大な被害は防げたのかもしれない。当該追跡調査は、あらためて大規模災害を想定したハード・ソフト一体的な防災対策の重要性を認識させるものとなった。

最後に、完全な復興には、まだまだ長い時間が必要であると思われるものの、アメリカ南部特有の大らかで豊かな人々の幸福な暮らしが戻ることを心から祈念したい。



- ① 改修中の水門及びポンプ場
- ② 住人により家屋がリフォームされている様子
- ③ 約3メートル高上げされた家屋
- ④ 整備中の堤防土手
- ⑤ ミシシッピ川に浮かぶ遊覧船

特集

ハリケーンカトリーナの高潮・高波災害に関する日本セミナー

— 第二回国際沿岸防災ワークショップフォローアップ会議 —

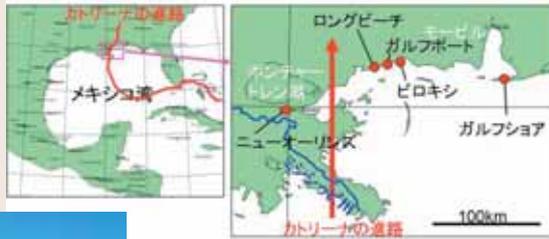
はじめに

平成十八年（二〇〇六年）六月八日、「ハリケーンカトリーナの高潮・高波災害に関する日本セミナー 第二回国際沿岸防災ワークショップフォローアップ会議」（以下、日本セミナー）が、港湾空港技術研究所、沿岸技術研究センター、土木学会の共催、及び国土交通省の協賛により東京で開催されました。

昨年八月に発生したハリケーンカトリーナによる高潮・高波災害は、今年一月に東京で開催された「第二回国際沿岸防災ワークショップ」にて概要等が速報として報告されました。

その後も米国では多岐にわたる調査が実施され、六月一日にはIPET（米国土木学会等による災害調査団）から報告書が発刊されています。

本日本セミナーは、この機会を捉えて開催されたもので、第二回国際沿岸防災ワークショップのフォローアップ



ハリケーンカトリーナの進路



カトリーナによる被害（ピロキシ海岸）

会議として位置づけられたものです。今号では、「日本セミナー特集」として、講演、パネルディスカッション、また、翌日に行われた当センター理事、日本セミナー参加者による鼎談をご紹介します。

ハリケーンカトリーナとは

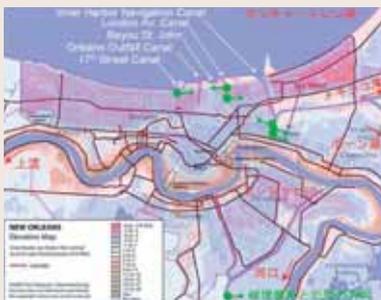
ハリケーンカトリーナは、二〇〇五年八月二十四日、大西洋のバハマ諸島付近で発生した後、速いスピードでフロリダ半島の南端を横断し、メキシコ湾へと進んだ。メキシコ湾の海水温はハリケーンにとって理想的な温度であり、ここで非常に発達し、中心気圧を九〇二hPaまで下げた。

メキシコ湾で勢力を増したカトリーナは、進路を北向きに変え、八月二十九日、九一八hPaという猛烈な勢力を維持したままミシシッピ川の河口付近に上陸し、その後、北上を続けた。

このハリケーンカトリーナの進路の

東側に位置するメキシコ湾岸では顕著な高潮が観測されている。これは、ハリケーンカトリーナの中心気圧が低く、猛烈な風が吹いたために発生したものであり、また、メキシコ湾岸は大規模な遠浅地形になっているためである。この高潮はニューオーリンズの市街地の約八割を浸水させ、アラバマ州、ミシシッピ州、ルイジアナ州など、メキシコ湾の沿岸に甚大な被害をもたらした。

被害総額は一〇〇億ドルを超え、死者も一六〇〇名を超えるような米国史上稀に見る大規模な災害に至った。



ニューオーリンズの地形と破壊箇所



メキシコ湾沿岸の被害状況

日本側の発表1



日本の高潮・高波災害について

京都大学 教授 高山知司

高潮・高波災害に 苦しめられてきた日本

四方を海に囲まれた日本は、台風の経路上に位置していることもあり、これまで数多くの高潮・高波の被害に苦しめられてきました。本日は日本の高潮・高波災害についてお話しするとともに、最近の高潮被害の実態を踏まえつつ、将来の高潮対策についてもお話しさせていただきます。

表1は日本で発生した大規模な高潮災害を示したものです。概ね大正六年（一九一七年）～昭和三十六年（六

Name of typhoon	Places	Anomaly (cm)	Death	Inundated houses
Taishou 6th (1917)	Tokyo Bay	230	1,127	302,917
Muroto (1934)	Osaka Bay	310	2,703	401,157
Sou-Nada (1942)	Sou-Nada	160	891	132,204
Makurazaki (1945)	Kagoshima Bay	>200	2,076	217,326
Jane (1950)	Osaka Bay	240	398	301,919
Isa-Wan (1959)	Isa Bay	345	4,697	383,611
2nd Muroto (1961)	Osaka Bay	241	194	384,120
Typhoon 10 (1970)	Tosa Bay	235	12	40,293
Typhoon 18 (1999)	Suo-Nada & Yatsushiro Sea	211	30	18,001
Typhoon 16 (2004)	Seto Inland Sea (Utsunomiya & Takamatsu)	180	18	44,935
Typhoon 18 (2004)	Seto Inland Sea (Hiroshima)	180	22	—

表-1

一年)までの間で大きな高潮が発生しています。昭和三十六年(六一年)から平成二年(九〇年)までの間は台風が比較的弱く大きな高潮は発生していません。この表から分かるように日本の高潮被害は、東京湾、大阪湾、周防灘、伊勢湾といった閉鎖的な海岸で起きています。これは日本の海岸が比較的急勾配なために、閉鎖的海岸以外では大きな高潮が起きにくいということだと思います。

日本の一番大きな高潮災害は、昭和三十四年(五九年)に起きた伊勢湾台風によるものです。伊勢湾台風は伊勢湾の西側をかすめるように通過して、名古屋では海岸線から約三十kmまで浸水しました。この高潮被害では名古屋港に積んであったラワン材が流れ出して、多くの民家を壊したことが一番の問題になりました。この対策として名古屋港の港口部に高潮防波堤が計画・整備されて現在でも使用されています。

日本の高潮災害の例をもう一つ紹介します。昭和四十五年(七〇年)の十号台風により高知海岸で発生した大きな高潮です。当時、この高潮の発生原因について、いろいろな研究者が計算しましたがどうしてもわかりませんでした。その後も研究が続けられ、波によるセットアップを考慮すると観測値に推算値がほぼ一致することがわかりました。十号台風は四国を横断するコ

ースを進みましたので、これにより高知の海岸に非常に大きな波が作用し、それによるセットアップで大きな水位上昇が起きました。そこに通常の高潮が重なって起きたものであると考えられています。

大阪湾に見る高潮防災機能

このような大きな高潮による被害や発生原因の研究などを背景に日本の高潮対策が進められてきました。そのような高潮対策の中で、特に大阪湾では過去に非常に苦勞して高潮対策を講じてきました。

大阪湾には、過去に三つの大きな台風(三大台風)が来襲し、大きな高潮が発生しています。最初は昭和九年(三四年)の室戸台風によるもので、高潮偏差は三・一〇m、最高潮位はT.P上三・二mに達しました。次が昭和二十五年(五〇年)のジェーン台風です。高潮偏差一・四m、最高潮位二・六mと記録されています。室戸台風に比べれば規模は小さいのですが、第二次世界大戦後の疲弊した日本の国土に來襲し非常

に大きな災害が発生しました。三つ目が昭和三十六年(六一年)の第二室戸台風です。高潮偏差二・四一m、最高潮位二・八mと記録されています。図1に示すように三大台風は、いずれも大阪湾の西を通過していますが、このようなコースを通過することで大阪湾に非常に大きな高潮をもたらしたわけでは

大阪湾では、室戸台風後に高潮防対策が始まりました。しかし、第二次世界大戦のためにほとんど整備が進まぬような状況で戦後を迎え、ここにジェーン台風が来襲します。このとき大阪市の三十%が浸水するという非常に大きな災害になっています。

このジェーン台風による高潮災害を契機に総合高潮対策が立てられます。この対策は①防波堤の天端高をT.P上三・七mにする。②堤防の嵩上げを行う。③地下水の汲み上げを規制すると、地下水の規制がうまく行き届かず、防波堤がほぼ完成した時点で、すでに天端高が〇・四〇・八m当初の計画よりも低くなっていました。つまり、高潮への防御効果が非常に小さくなってしまいました。



図-1

その後、第二室戸台風の来襲により、高潮の発生には地盤沈下が非常に大きな影響を与えることが判明したことから、地下水の汲み上げが完全に禁止されました。また、防波堤の天端高もT.P上四・九mとジェーン台風時よりも高くする計画が立てられました。



図-2

このような経緯を経て、昭和四十二年（六七年）に恒久的な高潮防対策が立てられます。この対策では、防潮堤等の設計条件は伊勢湾台風を室戸台風のコースに走らせることよって決定し、防潮堤の天端高は大阪湾の基準潮位に台風期の朔望満潮の平均を加える方法がとられています。大阪湾はチリ津波でも被災しているため、津波に対してもこのような方法で天端高を決めて対策がとられています。

図-2は、大阪港の防護ラインを示したものです。図中の赤と黄色の線が大阪市、緑と青が大阪府が担当している区間です。高潮が発生するとゲートを閉めることになります。

現在はこのような恒久的な対策がとられています。第二室戸台風後に造られた古い護岸の設計震度は○・二で整備されており、現在の設計震度○・二五に対応していません。このため○・二で整備された古い構造物をどうするか大きな問題になっています。

図-3は、ジェーン台風のときに造られた護岸です。地盤沈下で天端高が

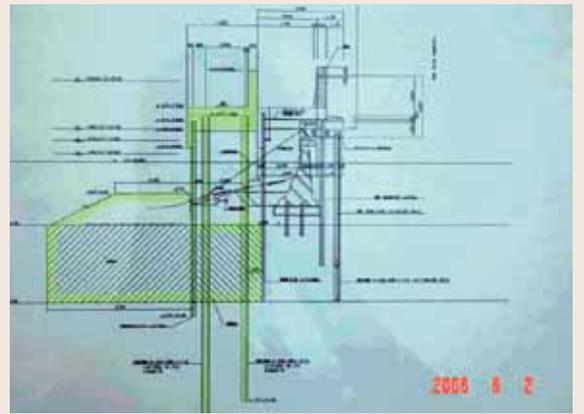


図-3

低くなったため、その上に新しい護岸を造っています。今後はさらに、震度○・二五に対応する護岸を現在の護岸の前面に造ろうと計画しています。

高潮・高波災害・被害を分けた理由

最近も高い頻度で台風が来襲し、大きな高潮や高波も発生しているわけですが、二〇〇四年の台風十六号と十八号の高潮偏差を見ますと、天文潮が小潮だったことから、それほど大きなりません。もし大潮と重なった場合は、非常に大きな災害を起こす可能性があります。図-4は、高松の高潮偏差(赤)と天文潮を加えた潮位(青)を示したものです。高松では十六号台風のときに大潮の満潮と高潮のピークが重なり、非常に大きな水位上昇を起こして浸水しました。逆に十八号では小潮だったことから、それほど大きくありませんでした。

一方、広島では非常に大きな被害が発生しました。防潮堤、護岸が高潮と波浪によって破壊されました。護岸の破壊では、護岸背後にあった民家の下の地面が洗掘される被害も起きています。広島港観音マリーナの護岸部分も壊されました。この護岸を検討してみます。例えば護岸がそのまま残っていたと仮定すると、どれぐらいの越波量になっていたか。高潮による水位の上昇は四・七九mまで来ており、背後の陸地の高さとはほぼ同じ高さまで高潮が来ていたこととなります。越波量は $0.1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ と算定されます。しかし、この護岸が倒れることによって越波量は十倍に増えます。つまり、このような構造物が壊れてしまうと、背後に大量の水が流れ込み、非常に大きな災害を招くことになるわけです。

護岸の安全性確保がまず大事

日本では、概ね半閉鎖的な海岸に高潮が発生しています。昭和三十六年（六一年）〜平成二年（九〇年）は穏やかな時期だったわけですが、近年、再び非常に大きな台風が来襲するようになっていきます。

高潮災害については、東京湾、大阪湾、伊勢湾は伊勢湾台風のデータを基に対策が立てられた結果、現在はいまや災害が起きていませんが、三大湾以外の地域で大きな災害が起きています。

災害が発生する原因としては、高潮による潮位の上昇、大きな波の作用による護岸の被災、護岸の被災による大量の水塊の陸地への浸水、このような一連の原因が大きな災害を起こすこと

になります。したがって、高潮災害を防ぐには、どこまで護岸がもつのかをきちんと調べる技術が今後必要になります。すでにある古い護岸がどこまでもつのかをきちんと評価する技術がまだありませんので、今後はそうした技術を開発し、調査していく必要があるだろうと考えています。

もう一つは、護岸の天端高と護岸の強度は、違う条件で設計しても良いのではないかと、ということ。つまり、護岸が破壊されると越波量や越流量が急激に増加し大きな災害を引き起こすので、天端の高さと護岸の強さの設計外力は変えてもいいのではないかと考えています。

また、護岸がどのような条件で、どのような壊れ方をするか、ということ。を予測する技術を開発することが重要ではないかと思っています。

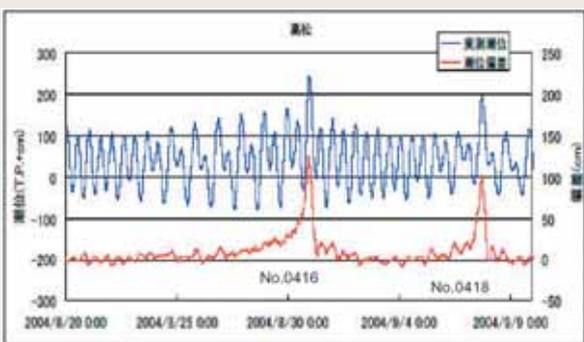


図-4



ゼロメートル地帯の今後の高潮対策のあり方について

東京大学 教授 磯部雅彦

ゼロメートル地帯の高潮対策検討会

ハリケーンカトリーナがアメリカに上陸し、ニューオーリンズ等に甚大な災害をもたらした直後、国土交通省では「ゼロメートル地帯の高潮対策検討会」を設置しました。今年一月にその報告書がまとまり、国土交通大臣に手

交しましたので、本日はその概要についてご紹介させていただきます。

まず、日本の三大湾（東京湾、大阪湾、伊勢湾）の沿岸が高潮に対してどのような脆弱性を持っているのかを図1に示しました。左が東京、右が名古屋です。いずれも青色の部分が、朔望平均満潮位以下（大潮の満潮時の潮位よりも低いところ）にあることを表しています。この図

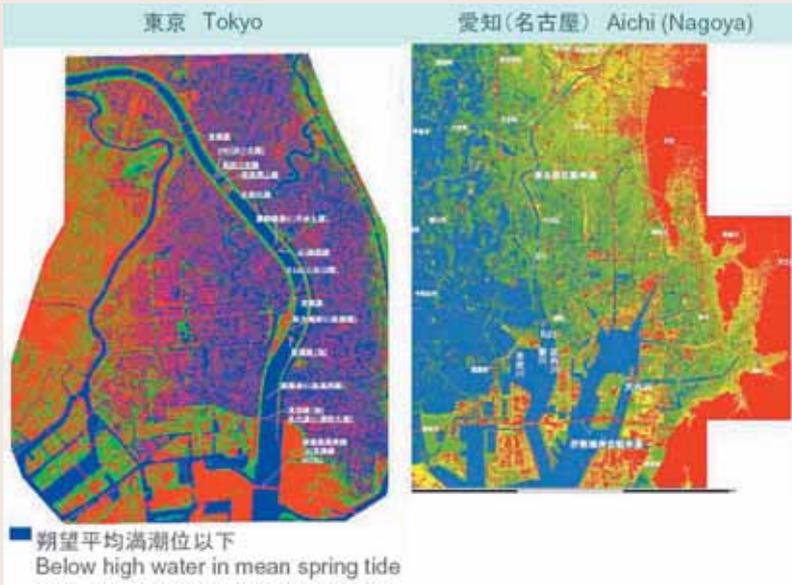


図-1

は、建物も合わせた高さで色分けしてありますので、線状に青色で見えるところは、地盤高としてはほとんど満潮位以下にあることになりま

て考えた場合に、どのように日本の高潮防災を考えていかななくてはいけないのかという議論をしました。

予期せぬ被害への対応

日本のこれまでの高潮防災体制は、室戸台風、ジェーン台風、伊勢湾台風、第二室戸台風といった台風に襲われて、被災を受ける度に外力のレベルを上げながら対応してきました。特に高潮偏差で最大値を記録した昭和三十四年（一九五九年）の伊勢湾台風を契機に、日本の三大湾では伊勢湾台風級の台風が来襲する最悪のコースを想定し、高潮偏差を予測した上で、高潮が陸上に氾濫することがないように海岸防災施設等のハード面の整備をしてきました。

しかし、ハリケーンカトリーナの経験を鑑みると、これからの防災対策は伊勢湾台風級を想定したものでよいのかという問題があります。当然、アメリカと日本とは地理的な条件が違いますが、ハリケーンカトリーナと同じ規模の台風が日本に来襲するとは限りません。しかし、ハリケーンカトリーナに比べると伊勢湾台風は少し規模が小さいために、既往最大である伊勢湾台風で十分に高潮の防災ができるのかという問題があるわけです。特に、今後の地球温暖化による海面上昇、台風の巨大化、地震の問題などを考えると、いままでの対策だけで完全に防護できるとは限らないとも考えられるわけです。そこで、今後の高潮防災対策は大きく二つに分けて考えられると思います。一つ目は、最近まで伊勢湾台風級の台風を想定したハードを整備したこと、大きな被害を受けてこなかったという

ことは高潮防災として成功であったという評価になると思います。そういう意味では、防災体制の整備、防護施設の整備を今後とも着実に完成させていかなければならないというのが一点です。三大湾の伊勢湾台風級の高潮防災整備は約九十%が終わっていますが、残っているところをきちんと整備していかなければなりません。しかし、このような整備を行ったとしても、さらにそれを超える予期せぬ大規模浸水が起こる可能性は否定できません。一つ目は、そのような想定外の高潮により大規模浸水が発生することを前提に、その被害を最小化する取り組みを実施していかなくてはならないということです。

まず、一つ目の防護施設の整備を完成させるという点については、防護施設には堤防、護岸、水門、陸間などがあるわけですが、これらを築いていないところは完成させる必要があります。同時に、整備後の年数が経過し老朽化した海岸保全施設、あるいは従前の耐震設計によって耐震性が十分ではない施設については補修していかなくてはなりません。そのため、すでに整備したもののについても再点検しながら必要な補強を行っていくことが肝心だと思います。これがいままでの高潮防災の考え方の延長上にある海岸保全です。二つ目のハリケーンカトリーナのような想定外の台風による大規模浸水を想定した被害を最小化するという点についてですが、これにはいくつかの対策が考えられます。まず、高潮によって浸水するかもしれないが、仮に浸水しても浸水区域を最小化することが重要になります。そ

ここで、特に三大湾の周辺にある道路や鉄道など盛土をした部分、河川堤防、建物が連続していると、河川堤防ながら、内陸側に二番目の堤防を整備することが考えられます。

仮に海岸線で越流した場合、海岸側の一番目の堤防と二番目の堤防の間に浸水が発生することになります。このような浸水地域についても、速やかに排水して浸水状態から抜け出せる状態にする必要があります。そのためには排水機場が十分に機能するように耐水化する必要があります。通常、排水機場は浸水することを想定していません。そのため一度浸水してしまうと機能を失うこともあり得ます。ですから、耐水化して機能を失わないようにしていくことが重要になります。

さらに、浸水が起こったところも迅速に復旧していくことが必要です。そのため資材の運搬経路の確保が非常に重要になります。例えば、堤防の天端を利用して資材を運んで行き、そこから高架道路や港湾にアクセスできるようにすれば、復旧を迅速に行うことができます。

これらの対策が施設整備といったハード面から見た高潮被害の最小化対策になるかと思いますが、その上で人の命を守っていくという意味から、ソフト面から被害を最小化していくことも重要です。

そのため、ハザードマップをつくり、電光掲示板などによって現在の潮位などの情報をリアルタイムで住民に知らせる仕組みづくりが必要だと思えます。ハザードマップを予め知り、現状の潮位を知り、危険が迫ってくることを住

民が理解して、そして、避難行動に誘われていくことが非常に大事なことでないかと思えます。

ただし、高潮が発生したからといって、すぐに避難行動を起こせるわけはありませんので、高潮予・警報を出すことも非常に大事な要素だと思えます。日本では、すでに津波については津波予報を出していますが、高潮についても研究が進んでおり、精度を上げて実用化に結びつけていくことも必要なことです。

また、避難を解除した後日常生活を取り戻すという観点から、施設機能を維持し復旧させていくことが次のステップでは大事になります。そのためにはライフラインなどを耐水化する、救援や復旧に必要な輸送ルート確保することが重要になります。

高潮防災知識の普及の必要性

住民に対する高潮防災知識の蓄積・普及については、なかなか住民レベルでの高潮の正確な知識が普及しにくいという事情があります。住民側の観点でいえば、居住している場所に高潮被害が発生する確率はそれほど高いわけではない。また、それほど頻繁に高潮が来るわけではないというわけです。このあたりを補うためにも普段から高潮の防災知識を広く普及させる活動を続けていくことが非常に大事になります。

これまでのように、高潮防災を構造物によって安全を確保するという一方であれば、住民は高潮の知識がなくても守られるという体制であったわけですが、大規模浸水を想定し、被害を最小化

するという目的を考えると、住民が自ら行動することが必須で、防災知識の蓄積・普及が欠かせない要素になるわけです。

以上のようなことを考えて、大規模浸水を想定しながら高潮の災害を最小化していくことが必要です。しかし、そのための技術がすべて確立されているかという点、そうではありません。そのため、いろいろなことを課題として取り上げ、これから検討していかなくてはなりません。それについていくつかピックアップしてご紹介したいと思います。

表1は高潮防災の技術面の検討課題をまとめたものです。まず、構造的な耐力の評価についてです。いままでは高潮が高潮防波堤を越えて越波または越流することは基本的には想定されていませんでしたので、そのときの構造物が持ちこたえられるかといった耐力は設計には基本的に考慮されていなかったわけです。しかし、大規模浸水を念頭に置くと、越流しても構造物としては破壊しないで機能を発揮していることが必要です。そのとき構造的がどれだけの耐力を持っているかを検討しなくてはなりません。

また、伊勢湾台風級の台風を想定して日本の三大湾の高潮防災を行ってきたのですが、その高潮の確率的な評価についてはまだ十分に議論が進んでいないと思えます。合理的な高潮防災を行っていくためにも、高潮の発生確率の評価の研究も必要になると思えます。

さらに、防護施設の点検・補修、老朽化対策といった維持管理についてもより効率的な技術を開発していく必要があります。

検討課題 Future study

- 高潮防護施設の外力に対する構造的な耐力の評価に関する調査研究
- 設計外力としての高潮の発生確率評価に関する調査研究
- 高潮防護施設の効率的な維持管理に資する点検手法の高精度化、補修技術及び老朽化対策に関する調査研究
- 高潮による破堤箇所での迅速な復旧工法の開発に関する調査研究
- 地球温暖化による海面上昇に対する防護施設対策及び沿岸域における土地利用のあり方に関する調査研究
- 沿岸域の防災に関わる制度面(税制、保険制度も含む)での調査検討
- Evaluation of structural strength of storm surge protection facilities against external forces
- Evaluation of probability of storm surge as a design external force
- Refinement of storm surge protection facilities inspection methods for their efficient maintenance, repair technology and deterioration control measures
- Development of methods for quickly restoring levees breached by storm surges
- Protection measures against sea level rise due to global warming and land use in coastal areas
- Disaster protection systems (including tax and insurance systems) in coastal areas

そして、日本ではあまり行われていない沿岸域の防災に関する制度面での体制づくりについても、どのように取り組んでいくか検討する必要があると考えています。

最後に、いままでは海岸線において線的に高潮防災を行ってきたわけですが、今後は海岸線から海側さらには陸側も視野に入れて、面的に高潮の防災を行っていく必要があります。そのことによって高潮防災を第一線という海岸線だけで行うのではなく、海域、陸域も含めて、二重にも、三重にも確立していく可能性を探ることが、高潮による大規模浸水が発生した場合の被害の最小化に必要であろうと考えています。

表-1

米国側の発表1



ハリケーンカトリーナ災害のまとめ

テキサスA&M大学 教授 Billy L. Edge

ハリケーンカトリーナ上陸

まず、このようなすばらしい日本セミナーにお招きいただきまして御礼申し上げます。本日、私からはハリケーンカトリーナ災害の概要についてお話しさせていただきます。

改めて言うまでもなく、ハリケーンカトリーナはメキシコ湾沿岸を襲ったハリケーンの中でも最大級の規模であり、その被害も、特に住民が被った被害は最大級のものでした。

図-1は、上陸三日前のハリケーンカトリーナの進路予測です。この時点では、マイアミを通過したばかりで、



図-1

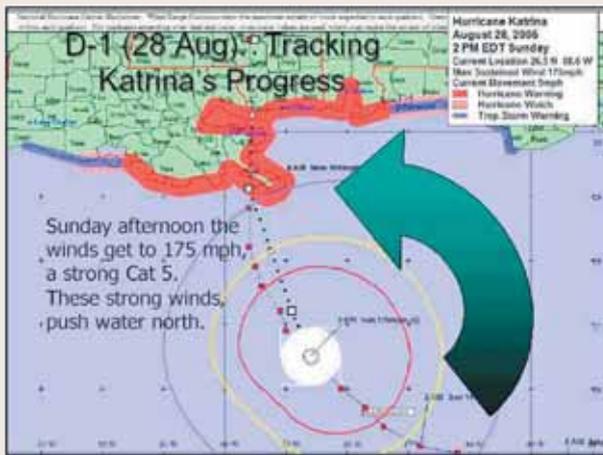


図-2

メキシコ湾を通過して北上しています。この後の予想では、過去にアメリカに襲ったほとんどのハリケーンと同様に、メキシコ湾に入ってから北東に進路を変え、ワシントン、ニューヨークの方向に向かうとされています。

ところが、上陸二日前に進路が変わり、ニューオーリンズ近郊に上陸するであろうと予測されました。カリブ海からメキシコ湾に向かう海流は非常に暖かく北東に向かって流れています。これがハリケーンにエネルギーを与える大きな役割をしています。ハリケーンカトリーナもこの暖流からエネルギーを得て勢力を増していました。

ここで注目すべきは、ニューオーリンズに上陸する前までの風向きです(図-2)。上陸三日前まで風は東から西へに吹いており、海水をニューオーリンズ付近の海岸に持ち上げていました。つまり、実際にハリケーンカトリーナが上陸する前から水位が上がっており、さらに発生した高潮が重なり予想外に水位が上昇したわけです。堤防が破壊したのはこの頃です。必ずしもハリケーンカトリーナ上陸と同時にありませんでした。そして、二〇〇六年(平成十七年)八月二十九日、ハリケーンカトリーナはニューオーリンズに上陸し、その後ルイジアナ州やミシシッピ州を通過して北上しました。

この堤防の破壊が被害を拡大させました。東京と同様にニューオーリンズ一帯はゼロメートル地帯です。浸水は一、二週間続き、米国陸軍工兵隊(以下、工兵隊)も堤防の復旧に取り組み

ていましたが、水位は上がる一方でした。高潮対策用の施設や橋梁が破壊され船舶も陸側に打ち上げられるなど、あらゆる場所で施設等が壊滅的な打撃を受けました。

浸水は、ニューオーリンズばかりではなく、アラバマ州、ミシシッピ州にも広がりました。加えて、避難所が孤立してしまい、ニューオーリンズの住民は避難先のスーパードームやコンベンションセンター内に一時閉じ込められたということもありました。

同年九月二日、ブッシュ大統領、ルイジアナ州知事、ニューオーリンズ市長が現地入りし被害状況を視察しました。事態を重く見た米国政府は、工兵隊の最高司令官を通して、関係機関へ調査を要請しました。

そこで、ハリケーンカトリーナそのものの性質、ハリケーン防御システムの性能、被害状況などを調べるため、関係機関合同性能照査タスクフォース(IPEET)が結成されました。このタスクフォースは政府関係者、学識経験者、業界関係者など一五〇名のメンバーで構成され、十カ月間にわたる調査に取り組みました。それから、米国土木学会によって外部評価委員会(ERP)が組織されて、IPEETの実施する調査方法や解析結果の評価を担当することになりました。さらに、米科学アカデミーと工学アカデミーによってIPEETの調査とERPの評価に対する公平な評価を行いました。

本日、お招きいただいた四名のうち、私とNicholson先生がERPのメンバー。Malby先生がIPEETのメンバー、Dalrymple博士が米国工学アカデミーのメンバーです。

IPEETの調査結果報告書

IPEETの調査内容は大きく四つありました。一つ目は、防災システムはどのような条件で設計されており、ハリケーンカトリーナによる高潮・高波の外力に対してシステムはどう作用したのか。二つ目は、ハリケーンカトリーナによって発生した高潮や高波はどのくらいの規模だったのか。三つ目は、防災システムはきちんと機能したのか。

Category	Central Pressure (in)	Winds (mph)	Surge (ft)
1	>28.9	74-95	4-5
2	28.5-28.9	96-110*	6-8
3	27.9-28.5	111-130	9-12*
4	27.2-27.9*	131-155	13-18
5	<27.2	>155	>18
Betsy (1965)	27.8	105	10
Camille (1969)	26.6	200	24.6
Georges (1998)	28.5	105	9
Katrina (2005)	27.1	155	15 (est.)

* Standard Project Hurricane - The most severe combination of hurricane parameters that is reasonably characteristic of the area, excluding extremely rare conditions

表-1

す。つまり、ハリケーンの対策システムの堤防はそのときどきに得られたデータをベースにして造られていたということです。そこで、各施設の設計当時の全てのデータを収集して、現在のデータとつぎ合わせる必要があります。

ハリケーンの対策システムの設計外力は、表-1にある指標を元に決定しています。これが標準設計ハリケーンと呼んでいるもので、これらの値は一九五〇年代末期から六〇年代中期に設定されたものです。これは非常に強力なハリケーンを想定した設計値になっていますが、極端な条件を想定しているわけではありません。

ハリケーンカトリーナの風速は約八十五ノットでしたから、必ずしも強い風ではありません。中程度の強さのハリケーンといえます。

実際にハリケーンカトリーナが来襲すると、計測機器が高潮により流失するなどコース上にあった観測施設が機能しなくなりました。唯一機能し続けた計測機器は海中に設置したものです。ですから、実際にニューオーリンズに何が起ったのかを知るためには、目撃者の証言、樹木に残った浸水の痕跡、偶然撮影されたビデオといったものしかありませんでした。このようなデータをもとに実際に何があったかをまとめることにしました。さらに、これらのデータと比較するために数値計算も行いました。数値計算では、メキシコ湾全体を広域の計算領域と考慮して、そこにポンチャートレン湖等の地形データ、運河等のデータを加えて計算しました。しかし、風速データがないと実際に何が起ったのかを再現できないことがわ

四つ目は、堤防が決壊した結果、どのような被害が出たのか。住民や地域社会全体にどのような影響を与えたのか。そして、将来的なリスクはどうなのかということ。I P E T等がまとめた調査報告書では今年六月一日、十カ月にわたる膨大な調査結果が発表されました。この報告書は六一〇〇ページに及ぶもので六項目から構成されています。以下は、この報告書を基に概略をご紹介します。

ニューオーリンズという地域は地盤が沈下しています。現在も地盤沈下は年間〇・三cmという急速なスピードで沈下し続けています。ニューオーリンズ市とその都市圏には非常にたくさん防災施設があります。しかし、これらは長い年月の間に連邦政府、州、郡、市によって別々に造られたものです。そのため、堤防などの設計値は設計当時の地盤高のデータを基準にしています。

ハリケーンカトリーナの風速は約八十五ノットでしたから、必ずしも強い風ではありません。中程度の強さのハリケーンといえます。

実際にハリケーンカトリーナが来襲すると、計測機器が高潮により流失するなどコース上にあった観測施設が機能しなくなりました。唯一機能し続けた計測機器は海中に設置したものです。ですから、実際にニューオーリンズに何が起ったのかを知るためには、目撃者の証言、樹木に残った浸水の痕跡、偶然撮影されたビデオといったものしかありませんでした。このようなデータをもとに実際に何があったかをまとめることにしました。さらに、これらのデータと比較するために数値計算も行いました。数値計算では、メキシコ湾全体を広域の計算領域と考慮して、そこにポンチャートレン湖等の地形データ、運河等のデータを加えて計算しました。しかし、風速データがないと実際に何が起ったのかを再現できないことがわ

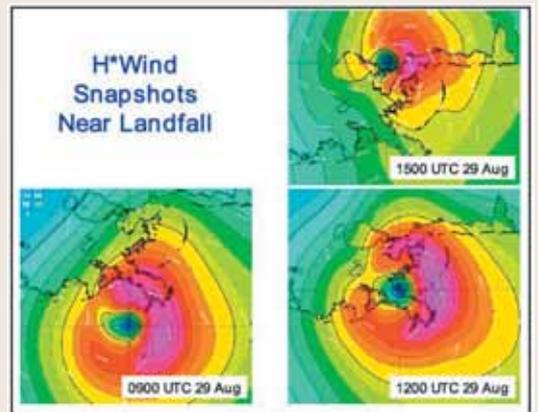


図-3

かりました。

そこで、気象データや風速データ、飛行機など上空で計測したデータや陸上の数少ない風速計から得られたデータなどをすべてまとめました。図-3は、ミシシッピデルタに風が吹き込んでいく様子を示しています。風場の形状は標準的な渦巻状です。ハリケーンの右側のスピードが高くなっており、上陸するにつれて風場が徐々に変化していきます。

この結果、高潮はミシシッピの沿岸で発生し、その高さは二十八フィート（九m）に達したことがわかりました。これは現地で得られた樹木の浸水の痕跡とも合致します。ポンチャートレン湖における高潮も二・五〜三m強と、相当に高い高潮であったことがわかりました。

まだ遠い復旧への道のり

ハリケーンカトリーナがもたらした被害は、単に経済的な損失だけにはとどまりません。歴史的な遺産が失われるなど文化的な面でも、環境的な面でも被害がありました。安全、衛生といった面での問題や、住民がかつて住んでいた場所に帰れないという問題も残っています。ニューオーリンズにはジャズの伝統がありますが、ジャズの伝統が復活するのかわからない状況です。現在でもニューオーリンズの住民のうち半数は戻れず、十カ月前に比べて人口が半減しています。ハリケーンカトリーナによる死者数は一五七〇名、被害総額は二五〇億ドルに達しています。このうち一〇〇億ドルは個人住宅に対する損害です。非常に巨額な金銭的損失を蒙りました。

このような大きな被害を蒙った背景には、防護システム全体として強度が不十分で、粘り強さもなかったことが大きな問題であったと思います。さらに、政府、関係機関等の調整が不十分であったことも被害を大きくした要因であったかと思えます。さらに、これまで採用してきたハリケーンに対応方法はリスク管理のために適切なシナリオではないということもわかりました。

現在のニューオーリンズ市の状況は、堤防はハリケーンカトリーナ以前のレベルまで再建が進んでいます。一部はまだ途切れており十分に防護がされていない区間もあります。また、ゴミの不法投棄があり、橋梁や高速道路下などに何千台もの自動車が放置されたままになっています。多くの方々にとって、大変悲しい状況であったことは確かですけれども、十カ月経過した現在もニューオーリンズは復活しておりません。復旧にはさらに時間がかかるというのが現状です。

米国側の発表2



ハリケーンカトリーナ後のニュー
オーリンズ..最初に目にしたもの

ジョンホプキンス大学教授 Robert A. Dairymple

ニューオーリンズの浸水原因

私からは、技術者・研究者からなる合同現地調査隊の一員としてニューオーリンズで行った現地調査の状況についてお話しさせていただきます。

この調査隊の構成は、米国土木学会(私)Nicholson先生はこの学会のメンバーとして参加しました)、地盤工学委員会、米国陸軍工兵隊(以下、工兵隊)、カリフォルニア大学バークレー校となっています。調査の目的は、民間と軍の技術者・研究者が共同で災害直後のニューオーリンズ市とその周辺で決壊した堤防を調べることでした。

この調査でわかったことは、まずニ

ューオーリンズの市街地の浸水は、東側と西側にある運河の堤防の決壊が主な原因であったことです。市街を横断するように流れるミシシッピ川の堤防は決壊も越流もありませんでした。

図1で示す通り、ニューオーリンズには三つの運河が住宅街を貫く形があります。図の左(西)から十七番街運河、オーリンズ通り運河、ロンドン通り運河、さらにポンチャートレン湖とミシシッピ川、メキシコ湾につながる工業運河があります。洪水はニューオーリンズの東部の方に押し寄せて、三つの運河のうち十七番街運河とロンドン通り運河の堤防が決壊し、残るオー

リンズ通り運河の堤防は決壊しませんでした。また、工業運河の堤防でも決壊しました。これらの洪水は同時に発生したのではなく何日もかかって起きたものです。住民はすでに避難していたため最初はそのような状況には気がつきませんでした。

洪水の最終的な状況を衛星写真で確認すると、市街部の八十%が浸水していたことがわかりました。ニューオーリンズには人口約五十万人の住民がおり、二十一万五〇〇〇戸の家屋がありましたが、なかには資産価値の高い家もありましたが、それらが押し流されました。ハリケーンカトリーナ後には二八五億立方フィートもの海水が排水されました。

現地の証拠から何が起きたかを探る

現地調査の結果を踏まえ、二〇〇五年(平成十七年)十月に堤防が決壊した原因をまとめました。この調査では、

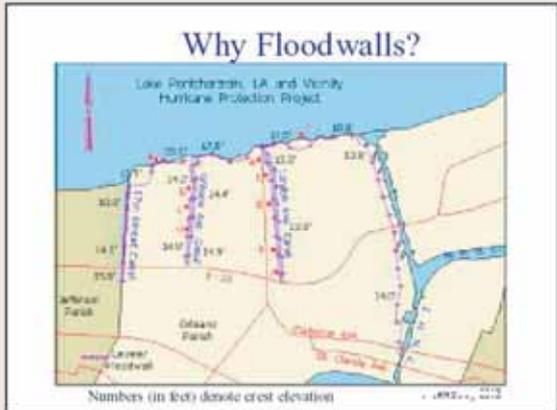


図-1

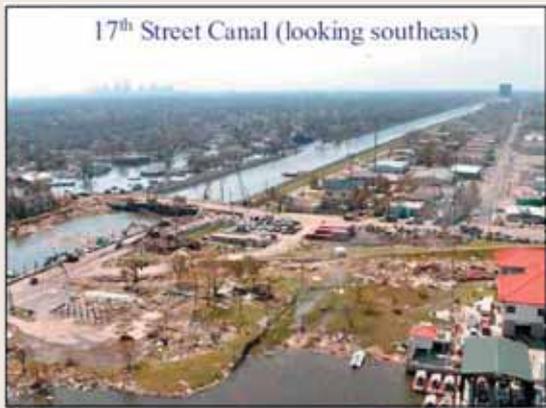


写真-1



写真-2

堤防の天端は高潮で発生した水位よりも高い位置にあったにもかかわらず、なぜ決壊が起こったのか。カテゴリー5のハリケーンに対してどのような決壊のメカニズムがあったのかといった疑問点を考えていきました。当初は、「堤防はカテゴリー3に対応して設計していた。そのため越流があったのではないか」という考え方だったわけですが、「必ずしもそうではないのではないか。越流だけが原因ではないのではないか。データを分析しながら確認していこう」ということになりました。つまり、法医学的な観点から、何が起きたのかをしっかりと鑑定していくことになったわけです。

ですから、いち早く現地に行くことが重要でした。証拠が失われる前に確認しなくてはなりません。現地でも得られるなせ決壊が起きたのかという証拠となるデータは、時間が経つとともに気候、天候、修復作業の過程で失われてしまうからです。

ニューオーリンズでは様々な形式の堤防を目にしました。盛土だけでできているアースレビー。I型壁と呼ばれるコンクリート板でシートパイルか鋼板によって支えられるフラッドウォール。また、シートパイルで支持された形式のI型壁もありました。

写真-1は、ハリケーンカトリーナ来襲直後の十七番街運河の様子です。右側は運河が決壊していないことがわかります。排水機は停止しています。左側の市街地は浸水が見られます。そのため、工兵隊はシートパイルを打ち込んで、緊急の修復作業をしました。

写真-2は、十七番街運河を上空か



写真-4



写真-3

ら撮影したものです。本来、堤防は一直線上にあるべきにもかかわらず、左に大きくずれています。そして、決壊箇所のある盛土部分から堤防がずれ動いていることがわかります。さらに同運河の下流側を調査していくと、堤防に越流した痕跡がないこと

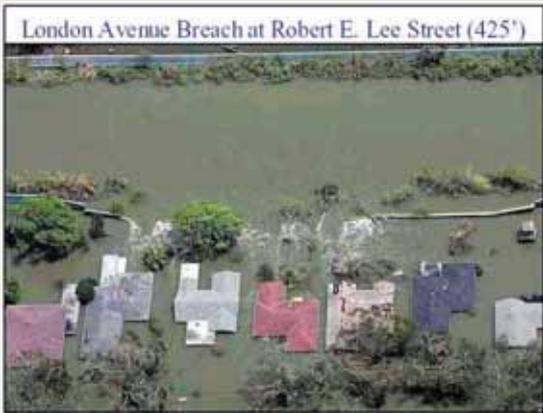


写真-5

がわかりました。下流には越流でできるはずの洗掘がありませんでした。越流があったかと思いついていたのですが、堤防際の芝生の植栽もまったくダメージを受けていない状態でした。写真-3は、十七番街運河近郊の様子です。家屋の損傷跡が確認できます。津波によって受けるダメージとよく似ているのではないのでしょうか。側壁に鉄筋が入っているにもかかわらず損傷しています。このことから、いかに強く速い水の流れであったかがわかります。そして、樹木は根っ子の部分から抜けてしまっており、粘土層が剥き出しの状態になっています。写真-4は、決壊箇所を応急的に修復しているところです。堤防はフラットドウォールです。本来は堤防のすぐ近くにあるべき盛土がずれてしまっています。このような状況から、堤防は越流による破壊ではないと考えられます。原因については今後も研究を続けること

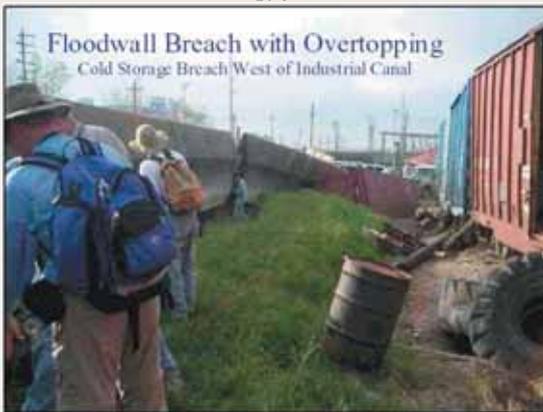


写真-6

とが必要になると思います。写真-5は、ロンドン通り運河です。堤防がずれてしまっています。ここにも強い水流があったことがわかります。ロンドン通り運河では二つの決壊がありました。堤防が決壊して、大量の水が流れだした際に土砂も大量に押し流され、車と同じぐらいの高さまで砂が積み上がっていました。ニューオーリンズ越流の痕跡



写真-7

写真-6は、ニューオーリンズで初めて見つけた堤防の越流の痕跡です。ここで決壊箇所と盛土の浸食を確認しました。決壊を免れた箇所もありましたが、越流によって堤防背後に溝ができ、シートパイルの基礎が露出した箇所もありました。これは堤防の基礎に洗掘対策が施されてなかったために起こったと考えられます。写真-7からは、応急復旧の跡を見ることができません。赤色の線が本来の堤防のラインです。この右側が応急復旧した部分です。不思議に思うかもしれませんが、ここには全く住宅がありません。実は堤防が決壊したときに、コンクリートの基礎だけを残り、住宅が全部流されてしまったのです。決壊した区間の水の水圧でシートパイルが平らに伸びてしまい決壊した部分より長くなってしまいました。以上、ご覧いただいた現地の状況から、ニューオーリンズの高潮・高波災害の問題の一つとして挙げられるのは、先に述べた通り堤防がバラバラの形式で造られたことが挙げられます。また、堤防の天端高もまちまちの状況であったために、天端が低い区間から越流し始め、そこから決壊したのではないかと考えられることです。

米国側の発表3



ニューオーリンズの堤防の破壊 ——地盤的な問題——

ハワイ大学 教授 Peter G. Nicholson

試験に不合格となった 防災システム

私は、Darlymple先生とともに合同現地調査隊のメンバーとして現地調査を行い、また米国土木学会外部評価委員会(ERP)のメンバーとしてハリケーンカトリナによる被害について研究を続けてきました。本日は、地盤工学的な面から、ニューオーリンズの防災構造物の設計、施工の問題点は何か。あるいはハリケーン防災システムにはどのような欠点があったかについてお話しさせていただきます。

南東ルイジアナのハリケーン防災システムは、ニューオーリンズとその周辺地域の人命と財産を保護するための構造物として設計・施工されたわけですが、ハリケーンカトリナという試

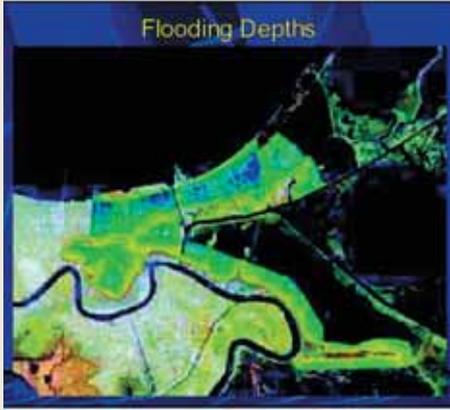


写真-1

現地調査後、関係機関合同性能照査タスクフォース(IPEET)では、堤防が地盤工学的にどのような欠陥によって破綻したのか研究を進めました。例えば、浸食の程度、円形滑りに対す

堤防越流の影響による 洗掘・決壊

ハリケーンカトリナが、なぜこれだけ大きな被害をもたらしたのか。それは堤防の決壊箇所があまりにも多かったためです。そのため広範囲の地域が浸水しました。写真-1は航空写真に浸水の範囲を重ねて表示したものです。

しかし、一九六五年(昭和四十年)に洪水が発生したことを契機に防災対策が始められたわけですが、四十年を経過した今でもまだ完成していない状況です。

一九〇八年(明治四十一年)の建設当時は手作業で建設されました。当時は人力で建設され、土でつくられた堤防は既存の堤防の上にさらに盛り上げる方法で造られてきました。さらにシートパイルをその上に打ち込んだ時もありました。

一九〇八年(明治四十一年)の建設当時は手作業で建設されました。当時は人力で建設され、土でつくられた堤防は既存の堤防の上にさらに盛り上げる方法で造られてきました。さらにシートパイルをその上に打ち込んだ時もありました。

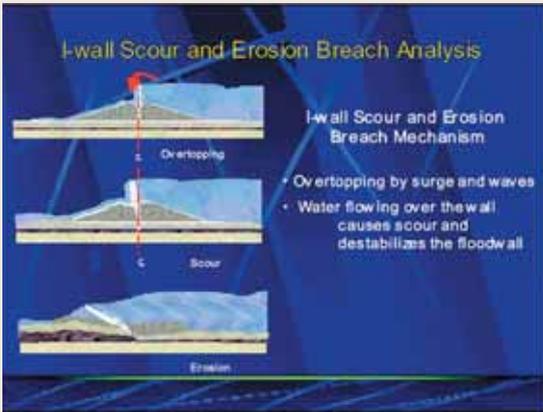


図-1

写真-3は、最悪のケースを示しています。堤防が完全になくなってしまっています。I型壁の裏が洗掘され、法面が削られてしまいました。

写真-1は、堤防上にI型壁がある場合の破壊過程を示したものです。これもまた高潮・高波による越流が生じて、直立壁の裏側が洗掘・浸食されて倒れました。洗掘・浸食によって壁を支持できなくなり倒れたということです。



写真-2

浸食の分析結果については前提条件が二つあります。一つは、堤防材料が砂の場合は透水性が高く、粘土の場合は浸透性が低いということ。もう一つは、締固めがどれだけ行われているのかによって堤防の強度は左右されるといふことです。つまり、水締め比べで砂や粘土で圧縮した場合には頑丈な堤防ができるわけです。分析結果では、盛土の堤防に高潮や高波で越流が生じた場合、水締めめの堤防はあまりいい結果が得られません。またシルトや砂の堤防でも同様に結果が悪かったことがわかりました。教訓としては、材質により透水性が違うということです。なるべくシルトや砂、水締めめの堤防は避け、ローラーなどを使ってしっかりと締固めを行うことが必要なわけです。

る安定性、砂であればどのぐらいの浸透性であったのかなど、五十分の一縮尺で遠心載荷試験など行い、有限要素法での数値解析を行いました。

では、まず堤防の浸食について見ていきたいと思います。堤防を上回るような高潮が発生して越流が生じ、堤防裏の法面で洗掘浸食が起きました。そして、堤防の一部は完全になくなっ

た場所もありました。

写真-2によると、高潮はニューオーリンズの東側から侵入しました。堤防の天端高の設計値と高潮の潮位を比較すると、明らかに高潮の潮位の方が設計値よりも高いことがわかりました。大きいところでは二m差があったところもありました。ですから、高潮がほとんどすべての堤防を上回って市街地に流れ込んだわけです。

これらから得た教訓として、堤防は表面の保護が必要である。洗掘されないように防洗掘性のある堤防にしなければなりません。

写真14は、堤防の設計に用いた水位データとハリケンカトリナが来襲したときに計測された大潮の水位を比較したものです。ここでわかったことは、ポンチャートレイン湖に面した堤防では越流はなかったということ。また、実測値は全て設計値を下回っていたことです。つまり大潮は堤防高さを下回るレベルだったわけです。

それにも関わらず、市街地にある三つの運河―十七番街運河、オーリンズ通り運河、ロンドン通り運河のうち、二つの運河の堤防で合計三カ所の決壊が発生しました。

なぜ、このような堤防の決壊があったのか。これには堤防の設計に問題があったと考えられます。

運河決壊の背景とメカニズム

最初に十七番街運河の堤防決壊を見ていきます。

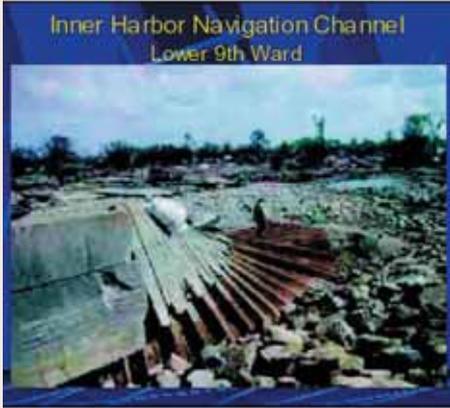


写真13

現地で得られた土質データによると、堤防の地盤の強さは一様ではなく、地盤中央に比べて両端は強度が十分ではありませんでした。

堤防の決壊地点の地盤の安定計算を行うと円弧滑りが起こる結果が出ました。これを有限要素法で解析すると、中央から端に行くほど弱くなっていることが再現されました。堤体のところで水位が上がると、隙間が生じて、決壊の原因になるわけです。つまり、中央より端が脆弱であることが、堤防決壊の原因であることがわかります。運河の水位が徐々に上がっていくと、地盤にひび割れが生じますが、これは水圧によって生じたものではありません。

また、堤防に割れ目があると、安全率が急激に低下し、八フィート以上の水位になると安全率が一未満になり、決壊の原因になることがわかりました。

これらの数値計算の結果は、十七番街運河の模型実験によっても裏付けられました。水位が上がると水圧が堤体と盛土の間の隙間に集中し堤体が横にずれることがわかりました。



写真14

以上のことから、さまざまなことがわかりました。例えば、堤防の堤体と盛土の間に隙間のできることが問題であること。また、盛土の天端から法尻までの剪断力にばらつきがあることが問題であることなどです。従って、このように隙間が生じることを想定しなければいけないこと。また、基礎地盤の強度のばらつきを是正しなくてはならないことがわかりました。

写真15は、被災直後の状況です。写真左にクラブハウスが見えますが、元々は右側の家と同じ高さにあったものです。これが隆起していることがわかります。そして、家の前に大量の砂があることがわかります。この砂が堤防の決壊に何らかの関係を持っていると考えるべきです。十七番街通り運河と同様に調査を行った結果、運河の水が堤防と盛土の隙間から砂層の基礎地盤に浸入し、これが反対側の盛土を下から上に持ち上げる圧力となり、堤防の決壊に至ったことが確認されました。

ロンドン通り運河の堤防の決壊では、隙間ができているため、圧力の変化を見ていく必要があります。砂層では非常に大きなシーページやバイピングが発生し、地盤の安定性が損なわれることがあります。そして、大きな圧力が下から上に向かって作用し、安定性が損なわれたというメカニズムも存在しています。この隙間を防ぐように設計することが必要です。また、アンダーシーページを防ぐことも必要です。

最後は、オーリンズ通り運河についてです。この運河は決壊した二つの運河

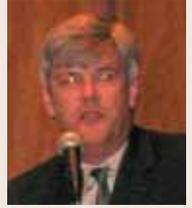


写真15

の間に位置しているにもかかわらず無事でした。なぜ無事だったのか。実はこの運河は決壊した他の二つの運河より後に造られたものなのです。そのため、堤防の構造がしっかりしていました。バームも入っているので安定性は高く、強度も強い。堤防の幅も確保されているわけです。このような理由から、この運河の堤防は生き残ったわけです。

どこが決壊し、どこが決壊しなかったのかということは非常に良い教訓になると思います。越流がどのように発生し、どのように決壊に至ったのか。このような堤防のテストをしたことによって、さまざまなメカニズムが絡み合ったものであり、一つの原因で起きたものではないことがわかりました。越流で洗掘が起きていることは重要な問題であるとわかりました。また、堤防の盛土にも問題があることがわかりました。今後の堤防の設計は、地盤工学的な観点からだけではなく総合的に判断していかなければいけないということです。

米国側の発表4



南部ルイジアナの
総合海岸防災と復興

米国陸軍工兵隊技術開発センター

Jeffrey A. Melby

南部ルイジアナ
総合海岸防災・復興調査

本日は、私からは南ルイジアナの堤防システムの再構築の取り組みについてお話しさせていただきますと思います。これはニューオーリンズ周辺にある既存の堤防システムとは別に新しい堤防を建設し、現在の堤防を補おうとするものです。いずれは新しい堤防が堤防システムの中心となる予定です。その時点で現在の堤防は第二線の防護システムという位置づけになると思います。

ハリケーンカトリーナがもたらした甚大な被害に対して、米国会衆国会（以下、議会）から米陸軍工兵隊（以下、工兵隊）に対して公式に、ルイジアナ州と協力し、南部ルイジアナの可能な限りの浸水防止、海岸の復興、ハリケーン対策に努めるように指示が出されました。そのため、工兵隊では、南ルイジアナ総合海岸防災・復興（LACPR）と呼ぶ調査を行いました。この調査は沿岸水理研究所が中心となって行いましたが、調査内容にはテキサス州の境界からルイジアナ州をまたぐ堤防システムの概略設計も含まれていました。ニューオーリンズ周辺の施設の設計は、元々ニューオーリンズ地方局が行っていた。そのため、この調査の実施には新たな法律が必要となりましたが、議会ではハリケーンカトリーナの来襲直後に

法律を制定し、工兵隊もこれを了承し、調査を行いました。私は、この調査のすべてに関わっており、構造物の設計にも携わりました。そのような立場からお話しさせていただきますと思います。

カテゴリー5に対応した
防災システム

議会が私ども工兵隊に求めたことは、カテゴリー5のハリケーンに相当する高潮にも対応できる防災システムを確立することです。カテゴリー5とは一体どのような規模のものか。私どもにとってもそれが明確になっておらず、そのためこの点から検討を始めることにしました。

最初の問題は、設計の基準となるハリケーンをどう定義するかということです。私どもでは通常、ハリケーンを定期的に解析し、その構造を明らかにしています。議会からはカテゴリー5のハリケーンに対抗できる堤防を設計するように求められました。しかし、サファ・シン普森・スケールは単に風力だけを規定したもので、中心気圧や進行速度について何も規定していません。ほとんどのハリケーンは、上陸の前に減衰しますが、そのような時間変化の概念もありません。ハリケーンカトリーナは、過去最大の破壊的なハリケーンだったわけですが、風速を見る限りはカテゴリー3と

4の中間クラスで、中心気圧はそれほど最悪のケースではありません。とりあえずカテゴリー3と呼んでいます。厳密には3と4の中間でありカテゴリー5のハリケーンではありません。そこで、一九六九年（昭和四十四年）に来襲したハリケーンカミールとハリケーンカトリーナを比較しました。ハリケーンカミールはカテゴリー5に達したハリケーンであり、地域は限定的でしたが大きな被害を及ぼしています。当時の記録によると、風速は非常に強かったようです。ハリケーンカミールは、ハリケーンカトリーナと同じような進路をとりましたが、その規模は非常に小さく、例えば最大風速の半径も非常に小さかったことがわかっていきます。

ハリケーンカミールも大きな高潮を発生させましたが、有義波高は十三mしかありませんでした。ハリケーンカトリーナのときは十七mの有義波高が発生しました。ここに二つのハリケーンの大きな差があります。ところが、このようなハリケーンの発生確率はよくわかっていません。図1は、最低中心気圧が過去トップ10のものを挙げています。ハリケーンカミールはカテゴリー5のハリケーンで、中心気圧は非常に低かったのですが、勢力が強いからといって、最も破壊力が大きかったというわけではありません。ハリケーンカトリーナも中心気圧ではカテゴリー5に相当します。ただし、風力というカテゴリー5ではありません。他のハリケーンも示してありますが、いずれも二つのハリケーンに比べれば弱いハリケーンです。

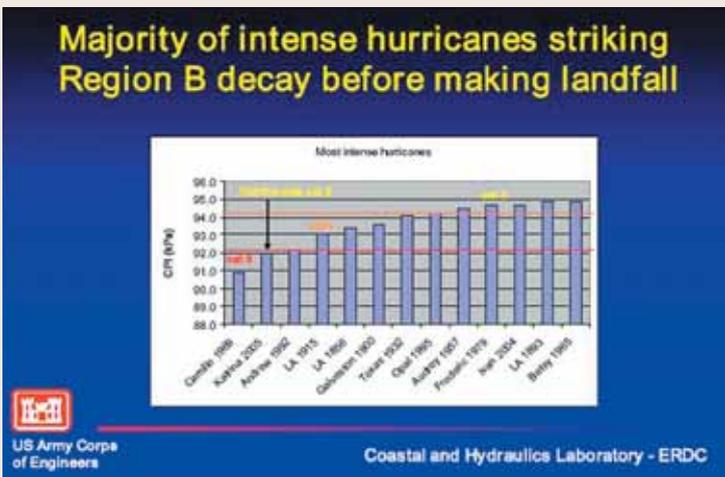


図1

この図に掲げているほとんどのハリケーンは上陸してからも強い勢力を保っていました。メキシコ湾から上陸し、上陸後もほとんどがカテゴリー5でした。しかし、ハリケーンカトリーナは上陸する前に衰退しています。大気と海洋の間には複雑な相互作用があり、メキシコ湾では特にそれが顕著なようです。以上のような事情があつて、設計基準となるハリケーンの設定はなかなか簡単にはできません。議会からは六カ月間の猶予が与えられ、新しい堤防システムの設計をしなければなりません。しかも、波浪や高潮の

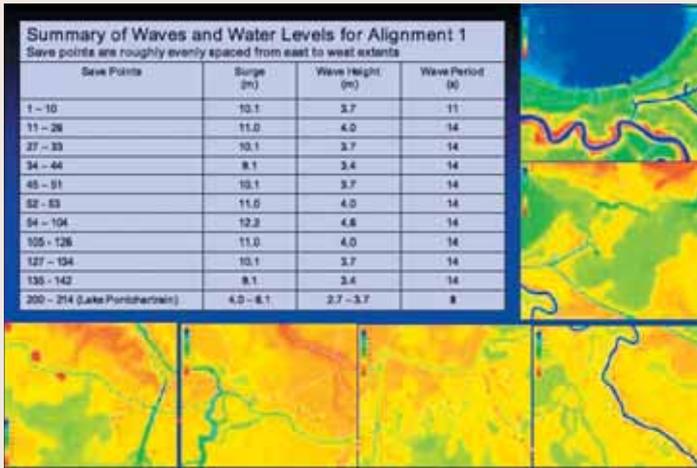


図-2



図-3

工法や材料を比較し設計に反映しています。中央が空洞のもの、コンクリートあるいはゴム製のものなど、さまざまな発想に基づいて設計しています。しかし、いずれも堤防の材料としては極めて弱いものでしかありません。このような構造の堤防を造ることになると、断面を相当巨大にしない限り安定性を保つことはできません。もちろん被覆が厚いほど建設コストがかかるということですが、

そして最終的にまとまった天端高を示したものが図-4です。横軸のゼロはミシシッピ州境のすぐそばで、東から西に向かうようにと

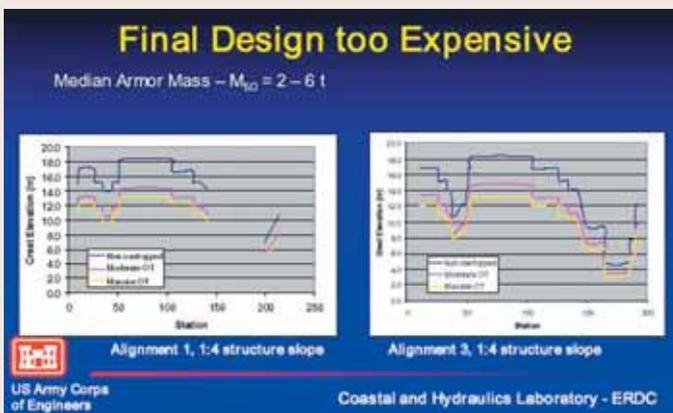


図-4

推算をした結果を用いて行わなければいけませんでした。これは最強のハリケーンを想定したもので、中心気圧はハリケーンカミールに相当するものです。ハリケーンの風場は境界層モデルを使って計算しています。○・一度間隔の格子で構成した計算領域の中に、○・二五度間隔の格子による領域を設けています。気圧のピークなどについて検討し、カトリーナの風場が正しく得られているかどうかも調べました。

それから、高潮については、IPETの調査と同じモデルを使って、モデルの精度を確認しました。計算格子も非常に細かいものを使用しました。計算領域は大西洋、太平洋の一部、カリブ海、メキシコ湾と非常に広範囲を網羅しています。また、南ルイジアナの

新しい堤防計画の概要

以上の検討結果に基づき、私どもは五つの堤防計画を検討しました。図-3は五つの堤防計画の一つです。この計画は、堤防で防護対象地区を

周辺については、計算格子をさらに細かくしています。堤防の高さは越流を防止できる高さになっています。そして、この数値計算モデルを五つの堤防計画に当てはめました。

図-2がその結果です。堤防の工区ごとにさまざまなハリケーンによる高潮偏差の中で最大値を地図上に整理し、堤防のどの工区で最も高潮が厳しくなるのかを推測したわけです。この推測では、さまざまな進路や上陸箇所を持つハリケーンが仮定されました。

囲んでしまう方法です。ポンプ場を何カ所か造り、洪水が発生した場合には陸側から水を汲み上げて外に排水するものです。堤防内のあらゆる市街を含める必要があるため、堤防の法線は一直線ではなく折れ曲がった線になります。

堤防計画では他には、沿岸部の再生を含めた計画もあります。なぜこのような堤防を建設するか。これには、これらの地域は過去何年にもわたって相当激しい水害に苦しんで来た経緯があるため、沿岸部の再生も考慮した計画を立てるといえることが重要なわけです。具体的には、バリアアイランドを復元するということですが、これによって、防御レベルが高められることになります。

堤防の断面については、いくつもの

ついています。青色の線は越流がないだろうと考えられる天端高で、約十八mの高さになると考えられます。そして、越波があるかもしれないと考えられる天端高は十〜十三mという値になります。このような経緯を経て、設計案は完成しました。ただし、今回は非常に早急な検討しかできず、議会に対しては、堤防の建設費が一マイル(二・六km)につき五〇〇万ドルは必要になると報告しました。これは到底予算がつくような金額ではありません。従って、どのような地域は保護しなければいけないか、あるいはどういう地域は対象から外しても良いのか、といったことを、議会で決定する必要があります。報告書を今年六月一日に提出したばかりであり、それに対する回答はまだいただいておりません。

CDIT鼎談

沿岸の未来を見据えて

ハリケーンカトリーナの 高潮・高波災害の教訓

平成18年6月8日に開催されたハリケーンカトリーナの高潮・高波災害に関する日本セミナー
—第2回国際沿岸防災ワークショップフォローアップ会議— (以下、日本セミナー)の翌9日に、
同セミナーに出席された高橋重雄氏、Billy L.Edge氏のお二方をお招きし、
日本セミナーの成果、今後日米の技術者が取り組むべきことなどについて
当センター村田理事長との鼎談を開催いたしました。



高橋 重雄 氏

独立行政法人港湾空港技術研究所
津波防災研究センター長



Billy L.Edge 氏

テキサスA&M大学教授
米国土木学会
海岸・海洋・港湾・河川委員会委員長

災害現場の現状を知る
災害情報を共有する

村田 日本セミナーで御貢献いただいたお二人に対して改めて御礼を申し上げます。参加者のみなさんからも素晴らしい成果だと感想をいただきました。ここで改めて、日本セミナーについて振り返ってみたいと思います。最初に高橋さんに日本セミナーを開催した狙いについて伺いたいと思います。

高橋 私は、沿岸の災害を防ぐためには、沿岸防災に関する技術者が、実際に災害現場を見に行く必要があると思っています。そこで、私自身、自らニューオーリンズ地区へ行き、実際の災害現場を見て来ました。

ただし、すべての技術者が災害現場に実際に行き見ることにはできません。そのため、技術者のみなさんにその災害の実状を知っていただく必要があると思います。日本セミナーは、日本の沿岸防災に関する技術者のみなさんに現場では実際に何が起こったのか、そこから何を学ぶかを知っていただく非常に良い機会になると思いました。

村田 Edge先生は、ハリケーンカトリーナの調査を終えられ、他の三名の先生方とこの日本セミナーに参加するためわざわざ来日していただき、明快でかつ詳細にわたる大変素晴らしい講演をしていただきました。日本セミナーに何を期待されていたか伺いたいと思います。



(財)沿岸技術研究センター
理事長 村田 進

Edge 我々は、以前から港湾空港技術研究所（以下、「港空研」と）交流関係があり頻繁な情報交換を行ってきた。この情報交換を通じて、日本の専門家がハリケーンカトリナについて高い関心を持っていることを存じていましたので、我々がハリケーンカトリナ発生以来これまで十カ月かけて集めた情報を日本の方々と共有したいと思っていました。

ですから、日本セミナーには大勢の方の参加を期待していましたが、当日は予想以上の多くの方が参加されたことに驚き、改めて日本でのハリケーンカトリナに対する関心の高さを実感した次第です。

また、私の同僚や、Nicholson教授、Dalrymple教授、Melby博士が、この日本セミナーで期待したことは、関係機関、特に研究機関の関係者間で情報交換することによって、現場の個々の技術者や研究者同士の継続的な交流拡大に貢献することだったと思います。

村田 Edge先生には、米国土木学会などによるハリケーンカトリナの調査報告書が、今年六月一日にまとまったばかりという時期にお越しいただきました。

この日本セミナーは、米国の先生方にとってハリケーンカトリナに関する最初の発表の機会となるのでしょうか？

Edge 私の知る限り、ハリケーンカトリナの性質や影響について詳細な調査結果について発表するのは、この日本セミナーが初めてです。

この調査は、PEIT(米国土木学会等による災害調査タスクフォース：Inter-agency Performance Evaluation Team)

及びERP(外部レビューパネル：External Review Panel)などによって行われました。評価チームや特別検討委員会などが十カ月にわたって検討を行い、一五〇人から一六〇人の政府機関、学会、大学さらに民間企業の専門家が参加しています。

研究結果については今まで逐次発表してきましたが、最終報告書が完成したばかりのタイミングで日本セミナーが開催されたことから、この日本セミナーで最終的な調査の結論について発表することができました。

村田 私どもが最初にこの報告書について話題にすることになるとは大変喜ばしいことです。

日本人はハリケーンカトリナに大きな関心を持っています。これは日本人も長年甚大な高潮災害に悩まされてきたからです。過去には伊勢湾台風が、最近もいくつかの台風が日本の沿岸部に多くの高潮被害をもたらしました。そのため日本人はハリケーンカトリナについて非常に高い関心を持ち、そしてその被害について心から同情を感じているわけです。このことが予想以上の多くの研究者や学会関係者、メディアなどが日本セミナーに参加した理由だと考えています。

高橋さんは日本セミナーの結果をどう評価していますか？

高橋 日本セミナーは私たちが期待していた以上のものでした。特に最終報告書の調査結果については、わずか十カ月間にこのような包括的で内容の濃い報告書がまとめられたことに非常に驚いています。

村田 アメリカ合衆国は世界で最も進

んだ国の一つです。そういう意味で、私たちはアメリカの国民がこの災害の本当の原因をどう見るか、またハリケーンカトリナ後の研究をどのように行うか、さらに被災都市をどのように復興するのかについて関心を持っています。Edge先生の日本セミナーの評価はいかがですか？

Edge 日本セミナーは最終報告書の発行にあわせた大変良い時期に行われたと思います。この日本セミナーを通じて我々の経験や研究結果を日本の方々と共有することができたことを喜んでおります。

また、我々にとっても、この日本セミナーにおいて日本で研究が続けられている高潮対策について発表を聞く機会を得ることができました。その発表内容を踏まえると日本の研究者の方々とアメリカの研究者の研究方法が同じ方向に沿って行われていることがわかりました。



日本セミナーにおけるEdge教授の講演風景



日本とアメリカで被る被害は、その原因が津波によるものであっても、高潮によるものであっても、住民に与える結果はまったく同じものだと思います。ですから、この日本セミナーを通じて、日米の研究者が共通の関心事に對して、災害の経験、被害の調査、防災対策のための新しい技術などを共有できることは幸運なことだと思います。

システムとして機能しなかつた防災施設

村田 Edge先生は、日本セミナーでハリケーンカトリナによる被害の原因についてお話になりました。この原因について改めて概略をお話いただけますでしょうか？

Edge 多くの原因が考えられますが、ハリケーンカトリナによる被害が、通常見られるような大きなハリケーンによって引き起こされる被害以上のものとなったことには、いくつか理由があったと考えています。

一つ目は、ニューオーリンズ市とメキシコ湾沿岸地帯がハリケーンカトリナのような規模のハリケーンに対するきちんとした防災対策をとっていないことが大きな原因です。ハリケーンカトリナは過去最悪とはいえませんが、それでも相当大きな規模のハリケーンでした。

ニューオーリンズ市は海面下に位置していますから防潮堤などの防災システムで市街地をしっかりと守られなければならない。しかし、この防災システムが適切に機能していませんでした。

つまり、防災システムそのものに重大な問題があったわけです。ニューオーリンズ市とその都市圏には非常にた



くさんの防災施設があります。しかし、これらは長い年月の間に異なる機関——連邦政府、州、郡、市——によって別々に造られたものです。つまり、バラバラに造られていたために、各施設が全体で一つの防災システムとして機能するよう統一性を持っていませんでした。これが問題の生じた原因でした。

二つ目は、防災システムを適切に構築するための予算が不足していることです。しかし、技術者は予算不足を口実に防災のための技術上の過ちを犯すことは許されません。技術者は予算の規模に関係なく住民の安全確保のために尽力しなければなりません。残念ながら、このような技術的判断の過ちが原因と思われる被害もありました。例えば十七番街通り運河とロンドン通り運河の堤防破壊です。

破壊の原因は安全性に関連する要因及び土の剪断強度に関する不確実な判断による土質工学的判定の誤りであり、結果として市街地に大きな洪水をもたらしました。

三つ目は、住民避難についてです。市当局は事前にハリケーンカトリナの規模の大きさを認識していたわけですから、避難の必要性を理解しない住

民に対しても強制的に避難させるべきだったのです。これは工学的な誤りではありません。防災教育の誤りだと思えます。

最後に申し上げたいことは、復旧対策の失敗です。ニューオーリンズ市では被災後十カ月が経過した現在でも五十〜六十%の住民が戻ってきただけです。湾岸の八メートルに及ぶ高潮に覆われた地帯は、復興もままならず未だに見るも痛ましい被災の痕が残っています。そして、多くの住民は依然としてテント、避難所、トレーラーハウスのような仮設住宅に住んでいるような状況です。

村田 私自身もニューオーリンズの災害を視察する機会がありました。そのときの状況を思い浮かべていました。先生の言われたことがよく理解できます。

事情はやはり予算が足りないなど日本ととても似たところがあると思います。そして、日本政府は今や大幅に社会資本投資を削減しようとしています。政府は安全に対する投資は重点的に行うと強調していますが、それでも予算額は劇的に減少している状況です。

そのため、我々は防災に関する資金については十分注意を払う必要があります。もし、我々が安全に対する投資資金を十分に用意しなければ、将来重大な災害が起こった際に、予想していた規模の数十倍もする損害となる恐れがあります。ハリケーンカトリナによる損害は二〇〇億ドルと聞いています。日本の沿岸部には資産が集中しているため、被害額はもっと大きくなるでしょう。



ハリケーンカトリナによる被災状況

では、将来的に日本にも同じような災害が起こる可能性はあるでしょうか？

高橋 その可能性は否定できません。ですから、我々はこの問題をいろいろな角度から考える必要があります。

まず、はじめに高潮に対する設計潮流位です。東京湾やその他の港湾の設計潮流位は比較的高いと思います。したがって、この観点からは比較的安全といえます。しかし、それでも設計潮流位を上回るものが来襲する恐れは常にあります。特に地方の港湾では設計潮流位が比較的低いところもあります。そうしたところの危険性は少なくありません。

二番目は、沿岸防災施設の維持管理の問題です。日本の沿岸防災施設は一九六〇〜七〇年代に建設されていますから比較的老朽化しているといえます。こうした古い施設の維持管理が十分

されているか心配なところがあります。三番目は、被災による直接的・間接的影響を考える必要があることです。例えば、東京湾、伊勢湾、大阪湾は経済的に重要な拠点です。このため財産の集積も非常に大きい地域となります。これらの地域で災害が発生すると、直接的な損害は巨大となり、さらに間接的な影響も甚大なものがあります。リスクの確率は小さいとしても、こうした直接・間接の甚大な被害が予測されるものについては、その対策を考慮しておく必要があります。

想定外の事態に備え、システムのパックアップを

村田 もし同じような災害が起こった場合、それを防ぐにはどのような手段があるでしょうか？ また、その中で特に強調すべき対策は何でしょうか？ アメリカと日本、それぞれの状況についてお聞かせください。

Edge たくさんの対策が考えられると思います。

まず、さきほどの高橋さんのお話にもあった通り、我々技術者は防災の研究を進める上で、その研究の応用面についても考えるべきです。そのためには、災害がもたらすリスクについてももっとよく理解する必要があります。そうすることでより適切な対策をとることが可能になります。

特に、技術者が沿岸域の住民に対して防災教育をすることが重要です。高潮・高波などが発生した際に、実際に住んでいる環境にどのようなリスクがあるかを啓蒙することで、住民に避難の重要性を理解させる必要があると思



います。防災施設が破壊されるとどのような被害が起こるかを理解すれば、なぜ避難が必要なのかに気がつくと思います。

さらに、我々、技術者、研究者は、最悪の事態を想定し、被災によりどのような影響があるかを予測しつつ、ハリケーンが来襲する前に何をすべきかを判断する必要があります。そのためにも指針となる精度の高い優れたツールを持つ必要があります。このような対策が非常に重要なことであると思います。

日本セミナーの前日に、東京港の高潮防災施設を視察させていただきましたが、その防災システムに大変感銘を受けました。単に工学上の設計という面だけではなく、高潮防災に関するシステム管理(※)という面からみずばらしいものでした。防災に関するシステム管理や住民の防災教育は将来の高潮災害の被害を抑える上でとても重要です。

村田 日本セミナーでは、日本のゼロメートル地帯の今後の高潮対策のあり方について東京大学磯部教授の発表(詳細は、P. 6・7を参照)もありましたが、どのように思いましたか?

Edge 磯部教授の発表内容は、アメリカでも同じようなことを考えるべき

ものだと感じました。将来の災害に備えた計画や対策について日本はアメリカより進んでいるということ。特に基本的な計画を考えるプロセスについてはアメリカに持ち帰りたいと思っています。そのためにも磯部教授との協力関係を継続して情報交換を行いながら、機会があるごとに磯部教授のアイデアやコンセプトをアメリカで紹介したいと思っています。

村田 ハリケーンカトリナを教訓とした災害対策の立案の上でさらに付け加えることはあるでしょうか?

高橋 私が強調したいのは、我々は想定外の事態に備えなければならぬということです。日本セミナーのパネルディスカッションで、我々は最悪のケースに備えることが大事だと話をしました。最悪の事態とは、現在の設計潮流を超えるような場合、構造物がどのような反応をするか。そのとき、被害はどのように進展し、その結果がどうなるかについてあらかじめ考えておく必要があるということです。

村田 Edge先生から強調しておきたいことがあればお願いします。

Edge 加えることがあるとすれば、過去に使われていた技術的手法には、もはや現在では適切ではないものがあるということ。ですから、一旦、整備された防災システムについても長期的な視点に立ち、管理を継続するとともに、新しい技術や設計手法の変化などのモニタリングを十分に行い、必要ならば設計の変更や改良等の工事を行うことが必要です。このように将来的に変更しなければいけないということとを考慮した上で、防災システムの設

計や施工を行うことを技術者は理解する必要があります。

また、気候変動や予測される事態を含めたデータを蓄積していくことができれば、最悪の事態を予測しやすくなると思います。

高橋 一つ加えさせてください。日本セミナーでは高山教授が構造物の強じん性の重要性についてお話をされました。構造物が破壊されると通常はひどい結果をもたらします。予測しないような最悪の事態になっても一定の機能が残るように構造物は粘り強さを持つべきです。

Edge 粘り強さや復元力の強さに関連して、ニューオーリンズ市の防災システムの欠陥について一例をお話しましょう。ハリケーンカトリナ来襲時に、ある水門がきちんと閉まらなくなり、河川流量と降雨量に加えて、大量の海水が、閉塞不能となったゲート開口部から入り込んできました。水門の操作が不能になると想定以上の洪水になることを考慮しておく必要があります。

しかし、このように予想を超える被害を抑えるためには、排水ポンプもさらに大きな容量が必要になります。このことから考えられることは、防災システムにはバックアップが必要だということです。第一線の防災システムが破られたときの控えが必要なのです。

幅広い日米協力度体制を

村田 最後に、アメリカと日本の協力関係においてどのような研究分野が必要だと思われませんか?

Edge これからは、この日本セミナーや国際会議などで専門家レベルでの

意見交換を継続することになると思われます。この交流では、災害の被害想定、それも単に損害の結果だけでなく、何故そのような被害が起こったかを判断する方法について協力していきたいと思っています。

現在、すでに高潮予測やそのリスク予測に関する多くの協力関係が進行中です。我々はそれに関するモデルを開発中で、特に港空研との協力もあり日本にも公開しています。

また、PEIの調査で集めたデータも日本でたくさん使われており、技術ツールの向上に寄与しています。

高橋 先日、アメリカと日本の土木学会の人たちの会合があり、日米の土木学会がこのチャンネルを通じて協力していくことについて話し合いました。日米はもっと協力関係を進めることができると思っています。港空研としてこの協力に今後も貢献したいと思っています。

村田 昨年十二月に当センター内に沿岸防災研究所を設立しました。私は現在この組織の所長を兼任しています。この立場から日米協力に参加したいと思います。

Edge 高橋 もちろん結構なことです。村田 本日はありがとうございました。



日本セミナーの閉会挨拶をする村田理事長

※東京港の水門等の海岸保全施設の管理は、非常事態にいつでも対応できるように24時間体制で行っています。さらに迅速で確かな対応が可能となるように水門の遠方監視制御システムを導入しています。

「将来の沿岸防災について…ワーストケースへの備え」

パネルディスカッション

テーマ…将来の沿岸防災・ワーストケースへの備え

ハリケーンカトリナは、米
国史上最悪の自然災害をもたら
した。今後の沿岸防災のため
この災害から学ぶべきことは、
ハリケーンカトリナのような
ワーストケースに対してその災
害を具体的に想定したシナリオ
を備えることである。

日本の沿岸域はこれまで多く
の高潮・高波災害を経験してき
た。日本の沿岸域の高潮防災施
設の設計体系は、昭和三十四年
（一九五九年）の伊勢湾台風以降
に整備されて今日まで使われて
いる。これは伊勢湾台風による
高潮・高波をワーストケースと
して想定し、それを設計高潮・高
波として防災施設の設計を行う
ものである。しかし、さらに厳し
いケースが起こる可能性も考え

られる。

ここで言うワーストケースと
は、現在の設計レベルより一段
と厳しい条件を想定したもので、
例えば再現確率が千年程度のも
のである。また、ハリケーンカ
トリナのような甚大な災害を
もたらすケースでは、防災施設
自体の被災とそれによる災害の
拡大も考える必要がある。その
ため、ワーストケース発生時の
災害の具体的な状況を示すシナ
リオを考えることで、ソフト的
な対応が可能となり災害を低減
することができる。

以上のような背景をもとに、
パネルディスカッションでは、
将来の沿岸防災を考えるため、
「ワーストケースへの備え」につ
いて討議した。

ワーストケースの 定義とは？

高橋 日本の高潮・高波に対す
る沿岸防災は、設計高潮位とし
てはかなり高いレベルを考えて
おり安全性は高いと思います。
しかし、それを超えるケースも
考えられることから、一段と厳し
いレベルを考えて、それにソフト

的な対応をする必要性を主張し
てきました。私もはこのレベ
ルを「ワーストケース」と呼んで
います。このワーストケースで
実際にどのような災害が発生す
るかを予測し、それに対してハー
ド・ソフト両面の対応を構築す
る必要があると思います。しか
し、実際にワーストケースを合
理的に設定することは難しいと
思います。特に防災施設の破壊
やそれによって拡大する災害を
予測することは非常に困難です。

●ワーストケースを考える課題

池田 日本の三大湾（伊勢湾、
東京湾、大阪湾）には上位三都
市が存在し、ゼロメートル地帯
には四〇〇万人が住んでおり、
高潮・高波の危険にさらされて
います。いままでの日本の防災
の考え方は、ハードで防護する
ことを前提としており、ワース
トケースは想定していませんで
した。そこで、ワーストケース
を考える上で、いくつかの課題
をあげさせていただきます。

一つ目は、ワーストケースと
いう概念を確立する必要がある
ということです。行政としては
市民に対していままでの防災の
概念との違いを明確に説明する
義務があります。また、明確に



コーディネーター：

港湾空港技術研究所……………高橋重雄

パネリスト：

国土交通省……………池田直太
京都大学教授……………高山知司
東京大学教授……………磯部雅彦
テキサスA&M大学教授……………Billy L. Edge
ジョンホプキンス大学教授……………Robert A. Dalrymple
ハワイ大学教授……………Peter G. Nicholson
米国防軍工兵隊技術研究開発センター……………Jeffrey A. Melby



図-2

全体像を設定しないと実際に取り組むことができません。
二つ目は、ワーストケースをどのような状態として想定するかということ。図 1 は現在の防護施設概念図です。護岸からの越波流量が排水流量よりも下回り、陸地が浸水しないケース。排水能力より越波流

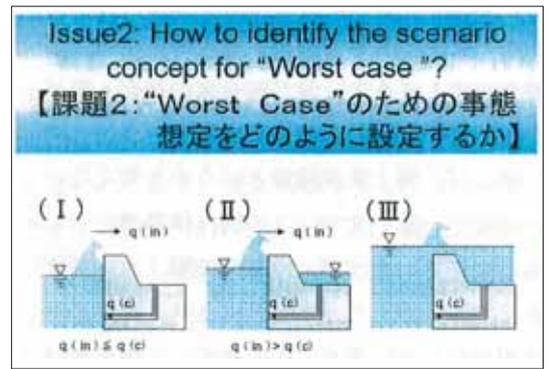


図-1

量が多くなり陸地で浸水が始まるケース。完全に護岸が水没し、波が直接陸地に入って構造物が壊されていくケース。このどの状態を想定していくか。この想定がないと、どのような行動をどの段階で行うかといった決定ができません。
三つ目は、ワーストケースを想定する場合、避難ルートの確保、避難場所の設置場所や規模、食料等の備蓄量の設定といった問題です。
四つ目は、市民に対する避難勧告の伝達方法や避難誘導方法をどうするかという問題です。

五つ目は、社会的、経済的な機能をどう維持するかという問題です。特に上位三大都市には経済、行政の中枢機能が集中しています。ここが破壊されると日本全体の被害に結びつく可能性があります。図 2 は伊勢湾

ですが、伊勢湾のコンテナターミナルは高潮のリスクが非常に高い場所にあります。この地域は日本の輸出の二十%を担っており、周辺には日本を代表する企業の工場が立地しています。このような工場が長期間閉鎖すると、経済的に大きなダメージを受けることとなります。いかに工場を長期間閉鎖しないようにするかということが問題となります。

●破壊される条件を予測する
高山 伊勢湾台風が日本の三大湾における防護施設の基準にな

つていますが、そのようにして設計した構造物は最近ではかなり老朽化し、脆弱になっている可能性もあります。また、当時の設計震度は0.2でしたが、近年は0.25です。

そのため、過去に造った施設がどこまで保つかが問題です。いままでの海岸災害を調べると、施設が壊れずに越波するぐらいであれば、それほど被害は大きくなっていません。ただし、施設が壊れてしまうと、越波量は十〜二十倍近くになります。こうなると災害は非常に大きくなると予想されます。

施設が壊れる状態を予測することは非常に難しいのですが、壊れるような状況になる外力条件が一つのワーストケースになると思います。そのためには、各地域の防護施設がどこまでもつかを把握しないと行けません。それをしめさんと、避難など関連する問題を考えるということができません。正確に判定する新しい技術を確立することも重要ですが、どのような状況になった時に何が起きるかは既存の技術でもかなり評価できると思います。

●さまざまな条件を組み合わせて考える
磯部 本当にワーストケースはあるのでしょうか。例えば、ハリケーンカトリナの上陸時の中心気圧は九二〇hPa、伊勢湾台風は九二九hPaでした。ワーストと

考えていた伊勢湾台風よりハリケーンカトリナの方が低かった。このようにワーストケースの決定方法は難しいと思います。地震はレベル2という理論的にこれ以上はあり得ないという考え方があります。台風についても海水温や気象条件が決まっているという条件下で理論的な最大値を想定することは可能だと思います。ただし、実際に最大値を出すと非常に大きな台風になり現実的ではなくなってしまう。仮にその対策を行うとしても、実際の構造物の破壊形式を考える必要が出てきます。

このように考えると、文字通りの意味でのワーストケースは設定できない。そのため、私たちが通常の設計レベルで考える外力に対してそれを超えた場合や、構造物も信頼性の問題で考えている性能を発揮しない場合など、いろいろな組み合わせを考えて、出てくる現象を把握していくことが、ワーストケースに備えることだと思います。

●ワーストを規定するパラメータ Edge 私は、ハリケーンカトリナはワーストケースではないと思います。ハリケーンカトリナは一つのコースを通過した一つのハリケーンに過ぎません。

考えていた伊勢湾台風よりハリケーンカトリナの方が低かった。このようにワーストケースの決定方法は難しいと思います。地震はレベル2という理論的にこれ以上はあり得ないという考え方があります。台風についても海水温や気象条件が決まっているという条件下で理論的な最大値を想定することは可能だと思います。ただし、実際に最大値を出すと非常に大きな台風になり現実的ではなくなってしまう。仮にその対策を行うとしても、実際の構造物の破壊形式を考える必要が出てきます。



なぜハリケーンカトリーナが注目されたのか。それはメキシコ湾に原因があります。これほど被害が大きくなったのは、ミシシッピ州、ルイジアナ州沿岸の地形の影響で海水の流動的な動きが妨げられていたからです。

一方、堤防については、陸側からの浸水があった場合にも対応できるか、ゲートをしつかりと閉鎖できるかが重要になります。これらを実行するためには排水機場のメンテナンスを行う必要があります。そして、排水機場を浸水レベルに対して適切に配置することが必要です。

それから、ハリケーンの強さが今後どのようなパターンで増していくか。ハリケーンの強度は年々増加していることがわかっていきます。三十年後に現在より海面が上昇した場合でも現在の堤防が残っているかということも考えなければなりません。

私の考えるワーストケースは、再現確率で規定されるものではなく、またハリケーン自体のパラメータがどのような結果をもたらすかでもないと思います。どんな被害が生じ、どれだけの被害者が出て、経済的損失がどれくらいになるのか、これこそがワーストが何かを規定するパラメータだと思います。

●「絶対ない」とは思い込まない
Dailympie 私がニューオーリンズの最初の調査隊に参加した

とき、調査隊にオランダから海岸工学の権威であるバッチェス先生も参加されました。オランダはほとんどの地域がゼロメートル地帯です。そのため国を守るために堤防を建設し続けてきた歴史があります。

バッチェス先生は、この調査でさまざまな疑問を出されましたが、調査四日目に「オランダでは再現確率を一万年に一回に設定している。しかし、我々は堤防が決壊した場合を想定して設計していないし、対策もとっていない。堤防の決壊を修復する部隊が待機しているわけでもない。人為的なミスで水門を開けてしまったときに、何らかの対策がとれるようにはなっていない。構造物や機械が壊れた場合にも、それに対応できる態勢になっていない。」と言われました。

これこそがカトリーナの災害から得られた教訓ではないかと思えます。先生は、どこかが決壊する、何かが破綻するかもしれないと想定した設計をしなければならぬことに気づかれたわけです。

米国では、ハリケーン防災システムに対する予算が十分ではありません。そのため、天端の高さの設定は高潮がそれを上回ることはないという前提で整備されました。この判断は過ちだと思えます。経済的な問題がこのような結果を招いたのです。

また、土木工学の専門家は、自らが設計、整備した構造物が、絶対に決壊しないと思っただけではありません。設計値を上回るハリケーンが来襲するかもしれないし、人為的なミスもあることを考えなければいけません。

●最大値を予測するには
Nicholson このような災害は、ニューオーリンズでは長年にわたって予測されてきたことです。堤防の決壊までは予測していませんでしたが、洪水が起きることとは予測していました。このことからハリケーンカトリーナがワーストケースではないと言えると思います。このような災害が予測されていたことは、言い換えれば、将来、さらに大きなハリケーンが来ることもあり得るわけです。

ニューオーリンズの一部の地域では、実際の風速や高潮が設計値より低かったことがわかりました。設計値の再現期間は一〇〇年ですが、今後は千年など長い再現期間の値を設計値に用いることも必要だと思えます。

ワーストケースのハリケーンに対してどれだけの備えが必要かを考えた場合、そのハリケーンによる最大値の洪水を予測するには、多くのデータが必要になります。またデータは限られています。特にメキシコ湾では、大型のハリケーンに関するデータの蓄積が不足しています。

しかし、これらのデータを外挿してより大型のハリケーンを推定すれば、カテゴリー5にも耐える強固な防護システムを設計することはできるでしょう。もちろん、経済的な妥当性も忘れてはなりません。

また、ハリケーンの場合は、リードタイムがあります。したがって余裕時間に最大限の準備をする体制が必要だと思えます。

●新たな予測手法を考える
Malby 私から言えることは、ワーストケースに備えて、どのような構造物を設計するか、どのような災害があるか、どのような対策をとるかを考えなければならぬということ。問題はこれらの課題を一研究機関で研究するには資金が不足していることです。ですから、お互いに協力して情報を集約すべきだと思えます。

ここ三十年間で大西洋のハリケーンの勢力は増加しています。一九七〇年代に強いハリケーンは年一個でしたが、今は十八個です。これが今後長期的に続くものなのかは、気象学の専門家でもわからない状況です。ただし、これが永久に増え続けることはなと思います。ホットスポットの強さには上限があるからです。このような状況から、強力なハリケーンが上陸する極値分布について検討していますが、強いハリケーンには特異的な物理

的特性があると思います。それを定義しなければなりません。

また、海面上昇の影響については、米国では設計にまだ取り入れていません。リスク解析にどう盛り込んでいくかについて、まだ明確には定められていないからです。現在、さまざまな調査が行われていますから、その結果を結集していく必要があると思います。

高潮・高波災害の危険性を一般市民に啓蒙する

磯部 ワーストケースに備える必要性があるという点では、パネリストの意見は一致していると思います。また、それぞれの立場から、ハリケーンカトリーナや伊勢湾台風はワーストケースではないという点も同様です。

市民の立場から考えると、日本語の「安全」と「安心」は少し違う使われ方をしていると思います。客観的に「安全」が確保されているにもかかわらず、「安心」であることが必要です。見掛けだけではなく、本当に安心して暮らしている感覚が市民には必要だと思っています。そのような立場から、ワーストケースに備えるということは、海岸は高潮堤防で守られているけれども、万が一機能しなかった場合でも、次善策が考えられている。例えば、いろいろな構造物によって

何重にも守られている。その守りが破られても、きちんと危険情報が伝わり避難できるとのことだと思っています。

そういう意味で、社会に対する説明責任が重要になってきます。専門的な立場からワーストケースに備えることは、市民の立場から見ても安心を実感できることにつながっていくのではないかと感じました。

Edge これまでこの分野に対して米国政府は予算を削減してきました。しかし、ハリケーンカトリーナによって市民の関心や興味が高まりました。

しかし、このような関心は時間が経つとともに徐々に冷めてきますから、市民に対してメッセージを発信しなければなりません。市民の方々には、どのような研究が行われているのか、ぜひ関心を持っていただきたいと思っています。また、最大規模の台風やハリケーンに対して、気象学、土木工学、物理学などいろいろな分野での研究を進める必要があります。そして社会的な影響についても研究を進める必要があると思います。

Nicholson 私も、市民に対して啓蒙活動をしなければならぬと思います。ニューオーリンズの市民は堤防の裏に住んでいれば安全だと思いついていました。本当のリスクがどれくらいあるのかを事前にもっとよく伝

えるべきだったと思います。そのような啓蒙は教育活動を通じて伝えなければなりません。そして、継続的な調査研究が市民の合意の下に進められるべきだと思っています。

高山 平成十六年(二〇〇四年)の台風十八号の被災地には、現在、立派な護岸ができています。しかし、護岸に非常に近いところにまで人家ができていました。これでは、護岸が破壊されると人家も壊れてしまいます。我々専門家は、構造物ができたら守られているという見掛け上の感覚を市民に与えるだけで、危険度について明確に説明していない気がします。

市民側からすると、自分たちは守られているという意識だと思っています。それだけに我々は技術レベルをきちんと知らせていくことが重要だと思っていますし、逆に市民側から意見が出れば、またそれに応じていかなければならないと思います。

高橋 ワーストケースを考え、それによって予測される災害、すなわちシナリオを考えることが非常に重要であり、さらにそれを市民に適切に伝えることが重要ではないかと思っています。

パネルディスカッションのサマリー

パネルディスカッションでは、「ワーストケースに備える」というサブタイトルのもとに将来の沿岸防災について討議した。ここで定義するワーストケースとは、ハリケーンカトリーナの災害のように巨大な災害でこれまでの設計レベルをワン・ランク超えるものである。

ワーストケースのシナリオを考えることによって、防災施設の被災を含めた実際の災害の様子や、必要とされる避難や救助、復旧方法などを予測することになる。市民や行政はこのワーストケースのシナリオを共有することによって協力して粘り強く回復力の高い防災を確立する必要がある。合理的なワーストケースを決める方法やシナリオの作成技術については、世界の技術者・研究者が協力してさらに発展させる必要がある。



ジャワ地震津波の現地調査 —インドネシア・日本合同調査速報—

港湾空港技術研究所 津波防災研究センター 高橋重雄
 インドネシア国海洋水産省 Subandono Dipsaptono
 防衛大学 建設環境工学科 藤間功司
 港湾空港技術研究所 津波防災研究センター 辰巳大介

1 はじめに

二〇〇六年七月十七日十五時十九分(日本時間の十七時十九分)インドネシアのジャワ島南沖二〇〇kmでM七・七の地震が発生し、その三十分から一時間後にジャワ島の中部と西部の海岸に津波が来襲した。五〇〇名以上の死者を含む、大きな災害となつたため、地震直後から日本の港湾空港技術研究所(PARI)と土木学会(JSCCE)そしてインドネシア国の海洋水産省(MMAF)は、津波災害調査を共同で実施した。現地調査は一応七月二十五日まで終了し、二十七日に共同の報告会をジャカルタで実施している。本資料は、今回の津波災害調査の速報であり、共同調査の内、特に日本と合同チームの調査結果を中心に概要を報告するものである。なお、今回の津波災害の特性について、同規模の海溝型地震である一九八三年の日本海中部地震によ

る津波災害との比較についても簡単に述べることをする。

2 地震と津波の発生

図 1 は、USGS によるインドネシア付近の海溝と今回の地震の震源を示すものである。インドネシアは日本と同様いくつかのプレートに囲まれており、海溝型の地震が多発し、多くの津波を経験している。特に二〇〇四年十二月二十六日のスマト

ラ沖地震津波では二十万人以上の死者となったことは記憶に新しい。また、この地域ではこより六〇〇km東で一九九四年に地震が発生し二〇〇名以上の津波による死者が出ている。

津波はジャワの中西部の沿岸に来襲し、Garut(ガルト)、Tasikmalaya(タシクマラヤ)、Ciamis(チアミス)、Cilacap(チラチャップ)、Yogyakarta(ジョグジャカルタ)等の地域(県)の二〇〇km以上の沿岸域に被害を発生させた。地震の発生により沿岸部では多少の地震動があつたようであるが、大きな地震とは感じられていなく、また津波の警報は無かつたと言われている。

なお、ここでは天文潮は日本の太平洋側とほぼ同じで二m程度であり、津波来襲時は平均水位よりやや低くDL+〇・七五m程度であつた(ここで示す津波の痕跡高や地盤高さは、津波来襲時の海面を基準としている)。なお、現地はサーフィンで有名なように比較的波の影響は大きい。



図-1 海溝と震源 (USGSによる)

3 現地調査結果

図 2 は今回の調査地域を示すものである。インドネシアの海洋水産省は、七月十九日から西側から東へ調査を行い、日本側は七月二十二日から東側から調査しており、西からGarut、Tasikmalaya、Ciamis、Cilacapの地域(県)を調査している。特にCiamis県のPangandaran(パガンダラン)は大きな被災を受けているので重点的に調査を行っている。本章では、各地域の調査事

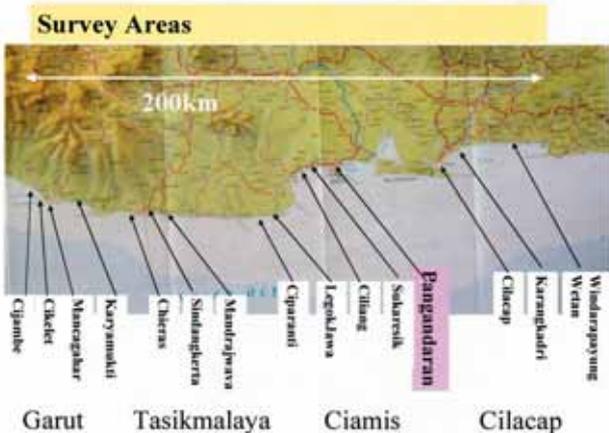


図-2 調査範囲



写真-3 海岸近くの破壊された木造の小屋



写真-2 Pangandararanの海岸(侵食の跡とボート)



写真-1 Pangandararanの地形(Google Earth)

例を紹介し、津波の痕跡高さ等のまとめを述べる。

3-1 被災の事例

① Pangandararanを以て Ciamis県

写真 1 は、Pangandararanの地形であり、江ノ島のようなトンボ口状の地形であり、ここに町が発展している。特に先端の島に近いところは幅が四〇〇mと幅が狭く、また地盤が二m程度とかなり低い。北側に行くほど幅は広く地盤が高くなるが、それでも三m程度と低い。ここに四、五m程度の津波が来襲している。

写真 2 はPangandararanの西海岸であり、津波は西海岸から来襲しており、目撃者によると海岸付近で砕けて速い流れとなって遡上している。

写真 3 は海岸付近の簡易な木造の小屋の残骸であり、こ



写真-4 海岸に面した家(1階の壁の破壊)



写真-5 海岸から内陸への道沿いの家屋(木造の家は無くなっている)

うしたものは完全に破壊されている。写真 4 は、海岸に面した家であり、多くの家の壁はレンガとコンクリートによるものであり、これに津波の流れが衝突して破壊されている。写真 5 は、海岸から内陸に入った道路であり、この写真のように海岸付近では木造の家は破壊されているが、陸側にある程度入ると浸水だけになっている。なお、写真 2 には海岸に戻された漁師のボートが写っているが、この付近は漁業が盛んであり、海岸にはこうしたボートが多数並んでいたため、それが津波とともに流され、家屋を破壊している。津波は、東海岸へも回り込んでおり東海岸にも被害をもたらしており、陸側に少し入った地点で西海岸からの流れに衝突している。

Pangandararanからさらに西

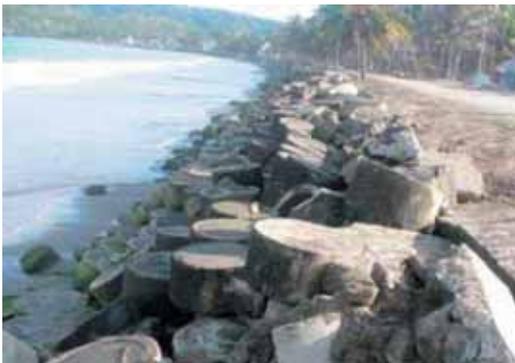


写真-6 壊れた護岸(Pangandararan)

側および東側にも海岸が続いており、それらの海岸は同様に比較的低い地盤である。特に西側の海岸では、Pangandararanと同様に多く被害が出ており、海岸付近の家は一階の壁を壊されており、簡易な木造の家は破壊されていた。また、写真 2 には津波の引き波によって侵食された海岸の様子が明確に認められているが、こうした侵食はほとんどの海岸で認められており、特に小さな河川の河口では両岸を含めて大きく侵食されている。

写真 6 は、海岸護岸の被災状況を示すものであり、東海岸では押し波の波力と引き波による洗掘によって破壊されたコンクリート壁が陸側と海側に散乱している。この写真では、日本のようなブロックによる海岸護岸もあるが、



写真-7 砂丘上の休憩施設(小屋はなくなっている)

洗掘によってブロックが沈下していた。

② Cilacap県

写真 7 は、CilacapのWindarapayung Wetanの海浜公園である。ここは小さな砂丘のようになっており、その天端は四m程度と比較的高い。しかしながら、津波はこの天端を越して流れ込み、そこにあったプールや休憩施設を破壊しており、ここで六・九mの痕跡高を測定している。津波は、この砂丘裏側の下り坂を走るようにして背後の低い水田に流れ込んでおり、速い流れによって洗掘の跡が明瞭に認められた。この海岸では、多くの人が家畜の餌となる小さなカニを集める作業をしており、津波を目視してから逃げたと述べているが、六十名ほどの人が亡くなっている。海岸にいる人への警報の伝達は、



写真-8 宿泊したホテル付近 (床下浸水)

④Garut県
今回の調査の最も西のGarut県では、MancagahaのSayangheulang公園までが比較的津波が大きく、特にこの公園の付近は岬状となっており、屈折のために津波が増大して

日本海中部地震津波でも問題となっており、現在でも我が国でも大きな課題の一つである。Ciacap付近の海岸では、特に西側の海岸が前面の島(半島)で遮蔽されており、津波高さも二丁三M程度と低く、被害はほとんど無い。東の海岸ほど大きくなっているが、地盤の高さも大きくなっており、被害は海岸付近に限られている。

③Taskmalaya県
写真 8は、Cipatatujan村のSindangkerta地区の我々が宿泊したホテルである。ホテルは、床下近くまでの浸水で営業をしていた。ここでの津波は痕跡高さが五・四M程度とかなり高いが、地盤高が四M以上あり、陸側に行くほど高くなっており、被害は軽微であった。全体的にTaskmalaya県では津波は高いが地盤も高く被害は限られている。ただし、CikalopngのCipatatujan村やCimanuk村など小さな河川が入っているところでは、そこから遡上した津波によって数名から三十名程度の人が亡くなっており、この県では一〇〇名以上が亡くなっている。

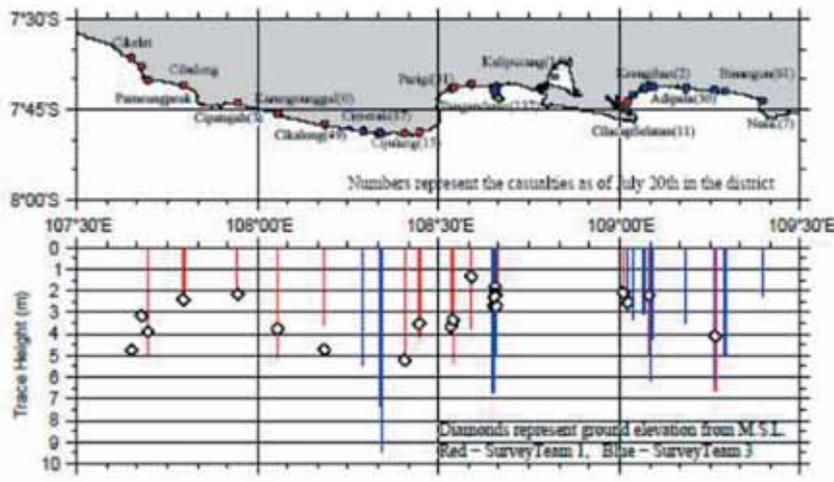


図-3 津波痕跡高さ、地盤高さ、死者数

調査ではカバーしていないが、この地点より東でも大きな津波高さは観測され、死者も出ている。図には地盤高さ、各地区の死者数も示している。人口の多いところが、地盤の低いところとかなり一致していることに留意する必要がある。やはり地盤が低く津波高さが大きいところで死者の数が大きくなっている。ただし、先にも述べたように、海岸で作業していた人が多い地区では亡くなった人も多い。なお、こ

3-2 津波の痕跡高さ、被害
図 3は、津波の痕跡高さの調査結果を示すものである。当初、津波は二丁三Mで津波の大きさの割に被害が大きいのと言われていたが、三丁五M以上あり、当然死者を含む大きな被害が考えられる。

四・五Mと高く海岸付近の建物が少し浸水するに留まっている。なお、ここより西は、津波の痕跡が認められず、津波は通常の潮位や波の遡上範囲と考えられる。

今回最も大きな災害となったのは、Ciamis県のPagandaranであり、それから西側のTaskmalaya県で津波が大きくなっており、特に岬状になっているところは屈折のために六M程度と大きい。さらに西側のGarut県ではMancagahaで五M以上となっているがこれは岬状であるためと思われる、それより西側では津波は通常の潮位差以下になっている。Pagandaranの東側の海岸はそれほど大きくなく、またCiacap県の西側では前面の大きな島に遮蔽されて三M以下である。しかし、それより東側では七M近くになっている。この

うした被災の状況は、地形や来襲した津波の大きさからも、インド洋大津波の時のタイのパトーンビーチやピーピー島での状況に似ていると思われる。

4 日本海中部地震津波との比較

(1) 地震

現地では、地震を感じたかどうかを聞いてもあまり明確な答えがなかった。少なくとも海岸で働いている人々にとって大きな地震があったという感覚はなかったようである。震源から二〇〇km以上離れていると、震度はかなり小さくなる。日本海中部地震は、震源に面した海岸では震度5であり、人々は大きな揺れを感じている。ただし、この地震でも震源から二〇〇km離れた場所では震度は3程度である。Ciacapでの地震加速度は二・十五ガルといわれており(USGS)、震度2・3に相当する。筑波大学の八木らは地殻変動がゆっくり進む地震であった可能性があり、そのため地震動が小さくなったと考えている。

なお、二〇〇六年五月に近くでYogyakarta地震が発生しているが、このときYogyakartaで四七〇ガルで、Ciacap近くのKaranganyarでは一三〇ガルであった。すでに述べたようにCiacapでは今回は二十五ガルと

前回に比べて小さく、前回は津波もなかったため、今回は住民が津波を警戒することはなかったようである。日本でも一八九六年の明治三陸地震津波はいわゆる「ぬるぬる地震」といわれ、地震動が小さかったにもかかわらず大きな津波となつている。沿岸部では地震の発生＝津波と考えるべきであるが、さらに小さな揺れでも大きな津波がありえることに注意が必要であり、港湾局や港空研が推進している、GPSでの津波の沖合いでの観測とそのデータに基づくと来襲津波の予測が重要である。

(2) 津波高さ

M七・七クラスの海溝型地震とそれによる津波は日本でも少なくない。例えば、一九八三年の日本海中部地震はM七・七であり、北海道南西沖地震津波はM七・八といわれている。日本海中部地震津波では、深浦（青森県の秋田県との県境の町）の沖約一〇〇kmが震央であり、余震域から想定される地盤変動の領域の端からは十kmとかなり近いため、深浦には七分後に津波が到達し、それよりやや南の峰浜では十mを越える津波痕跡高さが記録されている。震源に面した北海道南部から秋田県の二〇〇kmの沿岸部ではほぼ二〜四m程度の津波痕跡高さで、場所によって六〜八mと高くなつていた。J A V A地震では、震源が海岸線から二〇〇km離れているた

め、津波は比較的分散して海岸に到達しているが、平均的に見ればほぼ同様の津波高さであり、M七・七の海溝型地震として特に大きな津波痕跡高さとなつているとは考えられない。特に、当初報道されていた二〜三mの津波というのはやや低い値と考えられる。

(3) 避難と死者

日本では、津波の警報が気象庁から発令されるが、日本海中部地震では地震から十三〜十四分後であつたため、一部では津波来襲後となつた。この反省を踏まえて、現在では地震発生から三分後に津波警報が発令されるようになってきている。ただし大きな津波が来襲した海岸付近では震度5程度の大きな揺れとなつた。日本海中部地震の時には、日本海側での津波による災害の記憶が住民にほとんどなく、この地域の行政や市民の津波に対する警戒の意識は現在ほど高くはなかつた。特に、内陸から海岸に遊びに来ていた人の避難が遅れ犠牲者が出ている。この地震津波による死者は一〇〇名程度であるが、その多くが海岸でレクリエーションを楽しんでいたり、工事に従事していた人であり、海岸にいる人々への情報の伝達がない、この津波の後から大きな問題として取り上げられている。インドネシアでは、スマトラ沖地震津波の後、津波警報のシステムの検討に入っているが、

まだ整備されてはいない。また、前述したように地震動も小さく住民は津波を警戒していなかった。したがって、津波が実際に目視されてから避難が始まつている。ただし、引き波から始まつており、これに気づいた人の多くは逃げたようである。死者は五〇〇名を上回り、日本海中部地震津波より多くなつている。これは、もちろん警報システムがないことによると思われる。またPagaraganのように低い土地の町に比較的大きな津波が来襲したこともよると思われる。さらに、海岸で力二取りなどの作業をしていた人が比較的多かつたことも原因の一つと考えられる。ただし、日本海中部地震津波では家屋などの損害も小さいことを考えると、日本海には冬期に大きな波が来襲するため、護岸などの海岸保全施設の整備が進んでいることや、港湾の防波堤などによる津波の防御効果なども考えられる。

5 おわりに

写真 9は、七月二十七日にジャカルタで開いた現地調査報告会の様子を示すものである。インドネシアの海洋水産省と日本側の調査報告の発表だけでなく、津波の基本的な特性の説明や日本の津波対策についても説明を行っている。

今回の調査は、長年のインドネシアと日本の協力に基づくものであり、特に港湾空港技術研究所や土木学会とインドネシアの海洋水産省との沿岸防災に関する協力が活発であり、津波発生直後から連絡を取り合い、共同して調査を行うこととなった。この調査にあたり、多くの方々にご協力をいただいた。特に、JICAの高垣泰雄専門家、PCIの幕田一郎氏やSigit Widaryoko氏には現地の調査に同行していただき、多大の協力を得た。

また港湾空港技術研究所津波防災研究センターの富田孝史氏や本多和彦氏には準備等でお世話になってきている。さらに、インドネシアの海洋水産省、日本の国土交通省、土木学会、ジャカルタの日本大使館の関係者には多くの支援をいただいた。ここに記して心から感謝の意を表します。



写真-9 ジャカルタでの報告会

ONE POINT LECTURE

地震・津波

—その発生から予報まで—

情報の種類	内容
震度速報	震度3以上を観測した地域名(全国を186に区分)を発表。
津波予報	津波が予想される地域と予想される津波の高さを発表。津波予報は予想される津波の高さによって、津波警報(大津波、津波)と津波注意報(津波注意)に分けて発表。
津波情報	予想される津波の詳細な高さとして到達時刻、または実際に観測された津波の高さと到達時刻などを随時発表。
震源に関する情報	津波による被害がないと判断した場合、震源とマグニチュードに加えて、「津波の心配なし」または「若干の海面変動があるかもしれませんが、被害の心配なし」と発表。
震源・震度に関する情報	震源とマグニチュード、震度3以上の地域名と市区町村名を発表。また、震度5弱以上と考えられる地域で、震度データを入力していない地点がある場合は、その市区町村名を発表。
各地の震度に関する情報	震源とマグニチュード、震度1以上を観測した地点の名称を発表。
地震回数に関する情報	地震が多発した場合、震度1以上を観測した地震の回数を一定期間ごとにまとめて発表。

地震が発生した時、発表される情報とは？

A 気象庁は、日本及び日本周辺の地震活動を二十四時間監視しています。地震が発生すると、震源、マグニチュード(地震の規模)を計算し、津波を引き起こす可能性のある場合には、予想される津波の高さや到着時刻を津波予報で発表しています。また、震度1以上を観測した場合には、各地の震度に関する情報を発表しています。なかでも震度速報は、被害の程度を推定する目安となることから、防災機関などが地震発生直後に防災対応をとるための立ち上がり情報

(トリガー)として利用されています。最大震度が5弱以上の場合、強い揺れに見舞われた地域の広がりを目安として、観測された震度データと地盤の情報を用いて、震度の分布を面的に推測する推計震度分布図を提供しています。地震の際に発表する情報の種類及び内容は上表の通りです。

地震発生後の情報発表の流れは？

A 気象庁から発表される情報は地震発生後の初動対応の判断材料として、多くの防災機関に利用されており、地震防災上欠かせることのできない重要な情報となります。

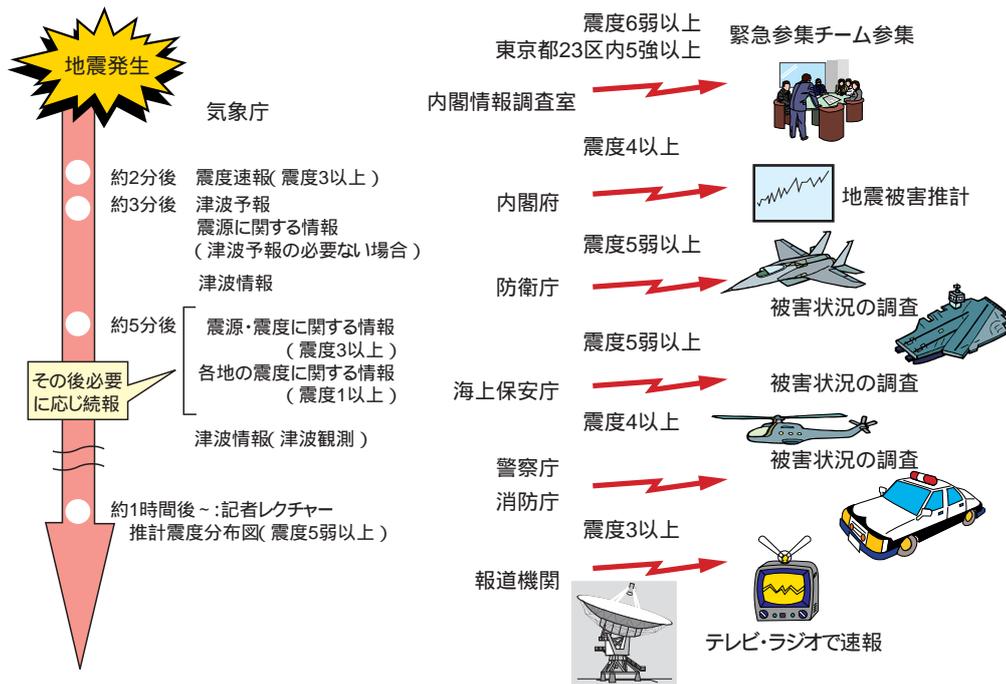


図-1 地震発生直後の情報発表の流れ(出典:「気象業務はいま」平成18年6月、気象庁より)

A 震度の観測は、明治十七年(一八八四年)に内務省地理局により組織的に始められ、観測者の体感あるいは器物・建造物等周囲の状況から判断して、震度を決定(観測)するという手法をとってきました。しかし、国民の震度に関する関心や防災情報としての重要性の高まりから、震度情報の発表における速報性向上のため、地震計の記録から震度を算出する方式を導入し、震度を観測する震度計が開発されました。震度計は、平成三年(一九九一年)に世界に先駆けていくつかの観測点に導入されましたが、従来の体感による震度観測も並行して継続されました。(地震計と震度計については「沿岸虫眼鏡」を参照)

その後、平成七年(一九九五年)の阪神・淡路大震災の経験から、震度観測の定義や震度階級の見直しが行われ、同八年(一九九六年)四月から震度観測は全面的に震度計で行うこととし、同年十月から震度階級を現在の十階級(震度5・震度6をそれぞれ弱・強の二階級に分割)に改められました。震度計の導入により、地震発生から十分以上要していた震度情報の発表までの時間が、二分程度まで大幅に短縮されました。

A 震度の観測は、明治十七年(一八八四年)に内務省地理局により組織的に始められ、観測者の体感あるいは器物・建造物等周囲の状況から判断して、震度を決定(観測)するという手法をとってきました。しかし、国民の震度に関する関心や防災情報としての重要性の高まりから、震度情報の発表における速報性向上のため、地震計の記録から震度を算出する方式を導入し、震度を観測する震度計が開発されました。震度計は、平成三年(一九九一年)に世界に先駆けていくつかの観測点に導入されましたが、従来の体感による震度観測も並行して継続されました。(地震計と震度計については「沿岸虫眼鏡」を参照)

その後、平成七年(一九九五年)の阪神・淡路大震災の経験から、震度観測の定義や震度階級の見直しが行われ、同八年(一九九六年)四月から震度観測は全面的に震度計で行うこととし、同年十月から震度階級を現在の十階級(震度5・震度6をそれぞれ弱・強の二階級に分割)に改められました。震度計の導入により、地震発生から十分以上要していた震度情報の発表までの時間が、二分程度まで大幅に短縮されました。

地震観測網は どんなところにあるのか？

A 気象庁は、地震発生時に速やかに震源やマグニチュードを決定し、津波予報を行うため、全

国約一八〇カ所の地震計からなる地震観測網を整備し地震活動を常時監視しています。また、全国約六〇〇カ所に震度計を配置し、他機関（地方自治体・防災科学研究所）の設置した約三〇〇〇カ所の震度計のデータと合わせ「震度速報」等として発表しています。

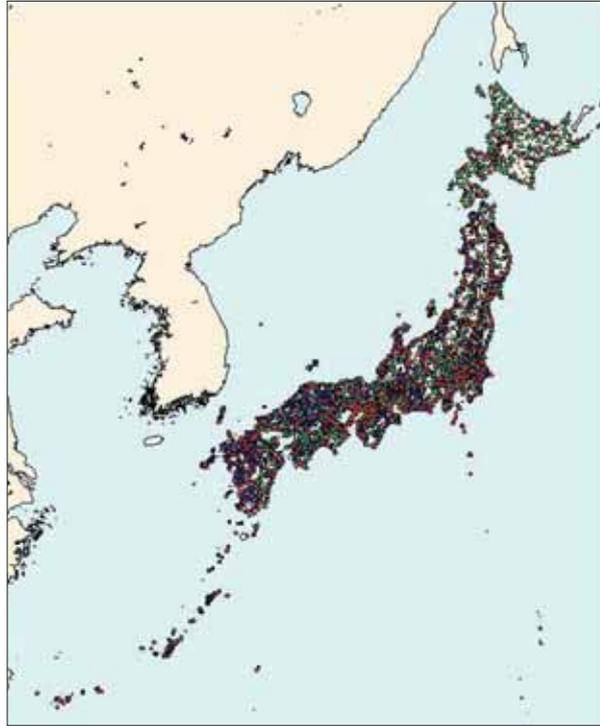


図-2 全国に広がる震度計の観測網 (平成17年7月7日現在) (出典：気象庁Pより)

津波予報は どんなところにあるのか？

A 明治二十九年（一八九六年）日本の津波災害史上最大の被害をもたらした津波のひとつ、明治三陸地震津波が発生しました。この地域では、昭和八年（一九三三年）にも昭和三陸地震津波に見舞われています。

岸を対象とする津波警報組織を確立したことに始まります。その後同二十四年（四九年）に日本全域を対象とした津波警報組織の確立を経て、同二十七年（五二年）四月に、現在まで続く津波予報業務が正式に発足しました。

日本の津波予報は、同十六年（四一年）九月、当時の仙台地方気象台が主体となって、この三陸沿

津波予報は、地震発生後、震源及びマグニチュードを計算し、津波を引き起こす可能性のある場合は、日本沿岸を六十六区分した津波予報区について、予想される津波の高さや到達時刻を津波予報等で知らせるほか、実際に津波が観測された場合は、津波の高さや到達時刻等の観測結果を随時発表しています。また、津波予報開始当時には平均十七分程度かかっていた予報発表までの時間が、現在では三分程度に縮められています。

現在、行われている津波予報は、津波伝搬シミュレーション技術を取り入れた量的な津波予報で、平成十一年（九九年）四月から開始しています。これは、あらかじめシミュレーション（数値計算）した十万件に及び想定震源に対する津波予測結果をデータベース化しておき、地震発生時にはこれを検索して予報を発表するものです。過去の事例から経験則に基づいた従来の手法に比べて、地震の断層運動による津波の発生から沿岸への津波の伝搬までを実際にモデル計算するため、予報区及び予測する津波の高さの細分化が可能と

なりました。日本に被害をもたらすような津波は、南米のチリやアラスカ太平洋沿岸等の日本から遠距離の場所でも発生します。そのため、太平洋で発生した津波についてはハワイにある太平洋津波警報センター（PTWC）と密接に連携をとりながら津波予報を行っています。

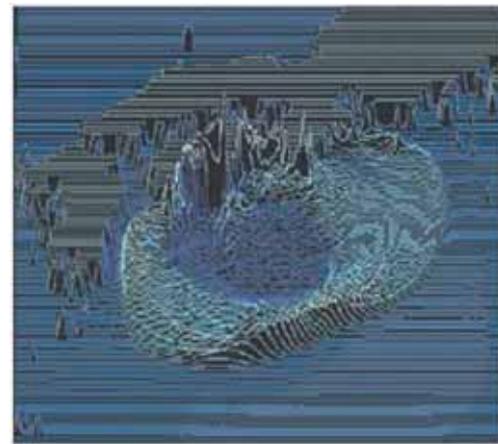


図-4 量的津波予報の基盤となる津波伝搬の数値シミュレーション例

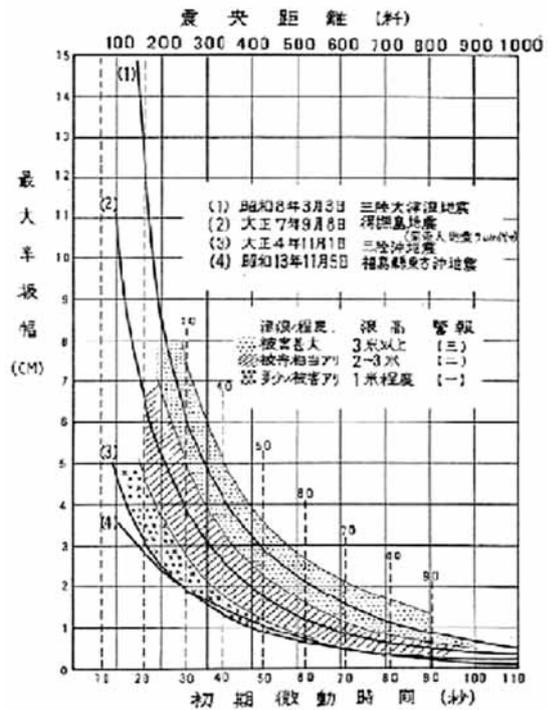


図-3 三陸沿岸における津波予報開始時の津波判定図

(図-3、4とも出典：「平成12年版 今日的气象業務」平成12年12月、気象庁より)

津波めぐり

「震度とマグニチュード」

地震は、地下の岩盤の破壊をともなう急激な断層のスレで発生し、マグニチュード（地震の規模）は、この破壊で発生するエネルギーの大きさを表す指標値です。

震度は、地表面での各地の揺れの強さを表すものです。

ですから、マグニチュードは一つの地震について一つだけ決まりますが、震度は測定する場所によってさまざまな値になります。

震度とマグニチュードの関係は、電球の明るさ（ワット）と机の上の明るさ（ルクス）の関係に例えられます。同じ電球の明るさ（ワット）でも、机との距離によって机の上の明るさ（ルクス）は変わってくるという事です。

「地震計と震度計」

地震計は、地震によって発生した地震波の東西、南北、上下の三成分を計測します。多くの地点で観測された地震波の到達時刻や地震波の振幅等の計測結果から、地震の発生場所、深さ、マグニチュードが求められます。

震度計は、地震波各成分の加速度、周期、継続時間を計測し、これらからその地点の震度（揺れの強さ）を算出します。

監修：財団法人 沿岸技術研究センター
常務理事 柴保夫

◆「津波・高潮対策における水門・陸閘等管理システムガイドライン」策定

〔H18・4・27〕水門・陸閘等管理システムガイドライン策定委員会〕は、水門・陸閘等を安全かつ迅速・確実に閉鎖するための設備、体制、運用等を改善あるいは構築する上で必要な事項をとりまとめた「津波・高潮対策等における水門・陸閘等管理システムガイドライン」を発表しました。

国土交通省及び農林水産省では、平成十三年度より、津波・高潮等の沿岸災害による壊滅的被害の防止と、当該地域の人命・財産の保全を図るため、水門等の海岸保全施設の一元的な遠隔制御を行なう拠点「津波・高潮防災ステーション」の整備を進めています。

そのために必要なガイドライン策定のため「津波・高潮対策等における水門・陸閘等管理システムガイドライン策定委員会」を設置、平成十七年十月から三回にわたって検討してきました。

今回発表されたガイドラインは、津波・高潮対策等における水門・陸閘等を管理、運用する自治体及び機関等において、水門・陸閘等を安全かつ迅速・確実に閉鎖するための設備、体制、運用等を改善あるいは構築する上での指針となります。

◆インドネシア・ジャワ島南方沖で発生した地震津波に関する現地被書調査について

〔H18・7・20〕平成十八年七月十七日(月)午後五時十九分頃(日本時間)にインドネシア・ジャワ島南方で発生したマグニチュード七・七の地震が引き起こした津波によって、ジャワ島南岸では、犠牲者が五〇〇名を超える大きな被害が発生しました。

国土交通省所管の(独)港湾空港技術研究所では、津波の専門家を現地に派遣し緊急調査を実施しました。緊急調査では、来襲津波とそれによる被害実態を把握し、今回の津波の特性及び被災原因を明らかにし、今後の津波防災対策に資することを目的としています。

調査期間は七月二十日～二十七日(八日間)。派遣専門家は(独)港湾空港技術研究所 高橋津波防災研究センター長、辰巳同センター特任研究官、防衛大学藤間教授。詳細については、今号の「海外フォーラム2」(P24～27)をご覧ください。

◆「国土交通省海洋・沿岸域政策大綱」公表

〔H18・6・21〕国土交通省は「国土交通省海洋・沿岸域政策大綱」を公表しました。

この大綱は、平成十六年九月から、関係部局の長からなる連絡会議で検討が進められてきた海岸・

沿岸域政策のあり方についてとりまとめたもので、八つの基本的方向を掲げ、それぞれの下に計九五個の具体的な取り組みを掲示しています。

- ① 海上における安全を確保する
- ② 国土の保全と防災対策を推進する
- ③ 海洋・沿岸域環境の保護及び保全を推進する
- ④ 海洋・沿岸域の自然環境や美しい景観を取り戻す
- ⑤ 海洋・沿岸域の利用を推進する
- ⑥ 海洋・沿岸域への親しみ、理解を増進する
- ⑦ 海洋・沿岸域の総合的管理を推進する
- ⑧ 国際社会との協調及び協力関係を確立する

◆緊急地震速報の先行的な提供開始

〔H18・7・28〕気象庁は、一緊急地震速報の本運用開始に係る検討会「中間報告を踏まえ、平成十八年八月一日より、緊急地震速報の先行的な提供を開始すると発表しました。

平成十八年八月一日零時〇分(日本時間)以降に発生した地震について、列車の制御や工事現場等

の作業員の安全確保など、現時点で混乱なく有効に活用される分野において利用を希望する者が提供対象となります。

全国的に整備された地震観測網によって、地震発生の際に、震源地に最も近い専用地震計により検知されたP波(地震発生時最初に到達する地震波で、初期微動を起す)の初動データを提供します。

◆IAPH常任理事会及び国際シンポジウムを開催

〔H18・10・9～12〕平成十八年十月九日～十一日、ホテルセンチュリー静岡(静岡市)にてIAPH常任理事会を開催しました。

IAPH常任理事会(Executive Committee=EXCO)略称)は、各地域から選ばれた十七名の常任理事(欧州・アフリカ六名、米州三名、アジア・オセアニア八名)、役員(Officers)から構成され、IAPHの最高執行機関として、総会と総会の間に通常、毎年一回開催されています。

また、同月十二日には、「みなとの防災」に津波・高潮に備えてをテーマに、専門家を招いて国際シンポジウムをグランシップ(静岡県コンベンションアーツセンター・静岡市)にて開催しました。

ISO23469に関する講演会開催

ISO/TC98/SC3/WG10 (Convener: 井合 進 京都大学防災研究所教授) が作成作業をこぎまわったISO23469が発表されました。その中、ISO23469についての理解を深めるとともに、国際規格策定に関わる動向と展望について、平成十八年(二〇〇六年)二月二十四日(金)、土木学会講堂(東京都新宿区)において「ISO23469に関する講演会」が開催されました。

ISO23469 (構造物の設計の基本 地盤基礎構造物の設計に用いる地震作用 Bases for design of structures- Seismic actions for designing geotechnical works) は、埋設トンネル、パイプライン、岸壁、アースダムなどの地盤基礎構造物への地震作用を定める際の指針を示しており、各国の土木構造物の耐震設計基準で活用されることが期待されています。また、この国際規格の作成にあたっては、経済産業省の国際規格共同開発調査を委託した土木学会ISO対応特別委員会、ISO/TC98/SC3/WG10対応小委員会の検討成果が多く反映されており、国際標準化競争が激化する中、わが国のリーダーシップが発揮されています。

講演者及び講演テーマは次の通りです。
「ISO23469」地盤基礎構造物の設計に

用いる地震作用」の策定と概要

井合 進 京都大学防災研究所教授、ISO/TC98/SC3/WG10 Convener

「ISO23469の設計事務への運用と今後の国際展開」

森伸一郎 愛媛大学助教授 土木耐震国際規格開発委員会幹事

「ISO23469をとりまく国際動向」

鈴木 誠 清水建設技術研究所部長 土木耐震国際規格開発委員会幹事



講演会の開催状況

ISO23469の概要について

1 ISO23469が作成されるまで

近年、土木構造物に対して安全性と機能性を十分に確保した設計を行うために信頼性設計法が提案されてきました。欧米では各国で異なった技術的ルールの統一を図る

ため「Structural Eurocode(ユーロコード)」が二十余年の歳月をかけて検討されてきました。

世界的な標準化の流れの中、構造物の設計という分野では、一九七三年にISO2394「構造物の設計に関する一般原則」(初版)が作成されました。これは、土木・建築構造物の使用・建設に関する設計規則のための共通の基礎を定めており、種々の作用を受ける構造物の信頼性を検証するための一般原則を示しています。また一九八八年にはISO3010「構造物への地震作用」(初版)が作成され、建築物、塔、煙突やこれらと類似の構造物を対象とした地震作用の基本的な原則についてまとめられています。そこで、対象を地盤中の構造物やダム・堤防などの土木構造物としたISO23469「地盤基礎構造物の設計に用いる地震作用」が二〇〇五年に作成されました。

また、日本においても建築基準法が平成十二年(二〇〇〇年)に改定され、道路橋示方書や港湾基準をはじめとする土木構造物の設計にも性能設計法を意識した改定が進められています。

2 ISO23469の概要

ISO23469は、地盤基礎構造物の設計に用いる地震作用を定めたもので以下の内容からなります。

性能目標

- ・地震時および地震後の使用性
- ・地震時および地震後の安全性
- ・地震動と地震作用
- 解析法種別
- ・簡易法・詳細法・地盤・構造物の相互作用
- ・静的・動的
- 地震危険度解析・確定論vs確率論
- 地点固有
- 空間変動

耐震設計に関する技術の進展は目覚しく、ISO23469には、次世代の設計体系を

見越して、その方向へリードする斬新な内容が埋め込まれています。

2-1 ISO23469の記述の基本スタンス

- ・ユーザに経験豊富な設計実務者を想定
- ・十年後にも耐えつる内容
- ・ISO3010の記述とのバランスに配慮
- ・地盤・構造物の動的相互作用を重視
- ・適用実績のある手法は原則として網羅
- ・技術の進展を妨げない
- ・モデル化の細部は規定しない
- ・手法の選択方法は敢えて規定しない

2-2 ISO23469の使い方

- ・経験豊富な設計実務者を対象
- ・JISなどの詳細法の利用技術が必要
- ・構造物基礎はOSDの併用が必要
- ・動的相互作用の解析法は詳細法・簡易法
- ・従来の設計解析手法を体系化
- ・新しい技術の積極導入性能設計を促進
- ・モデル化の細部は設計者の力量が求められる
- ・手法の選択は設計者の環境・力量・判断による

2-3 ISO23469の構成

1. 適用範囲
 2. 引用規格
 3. 用語と定義
 4. 記号と略語
 5. 地震作用の原則
 6. 地震動の評価
 7. 地震作用評価手順
 8. 等価静的解析
 9. 動的解析
- 2-4 適用範囲
- 地盤基礎構造物の設計に用いる地震作用を定める際の指針であり、次の構造物を対象としています。

- ・地中構造物(埋設トンネル、ボックスカルバート、パイプライン、地下貯蔵施設)
- ・基礎(浅い基礎、深い基礎、地下連続壁)
- ・擁壁(土留め、岸壁)、棧橋
- ・土工構造物(アースダム、ロックフィルダム、盛土)
- ・重力式ダム、埋立地、廃棄物処分場など

第八回国土技術開発賞について

「国土技術開発賞」は、国と社会が要請する新しい建設産業における技術開発を総合的、効果的に行うとともにその活用に向けた普及を推進するため、建設産業における優れた新技術及びその開発に貢献された技術開発者を対象に表彰する事業です。

同事業は、民間等の建設産業における新技術の開発者に対する研究開発意欲の啓発と建設技術水準の向上を図り、もって「世界に誇れる暮らし」の実現を支える社会資本に必要となるソフトな技術も含めた広範な新技術を対象として実施しています。

第8回国土技術開発賞受賞技術一覧

記載は応募の受付順、会社名または応募書類の記載順による。

受賞名	応募技術名称	応募会社名(共同開発者名)
最優秀賞【1件】	「インパイロワン工法」 鋼製橋梁等鋼構造物、環境対応現場塗膜除去技術	(独)土木研究所 山一化学工業(株)
優秀賞【2件】	圧縮型鋼製ダンパー・ブレース	(株)大林組(注) (東海旅客鉄道)
	吸水型保水性焼成物	エンテック(株)
入賞【5件】	SCCW(Steel & Concrete Composite Wall)工法	清水建設(株)注)
	高真空N&H(re-Hewel & High-quality)工法	清水建設(株)注) (株)間組 (株)鴻池組 丸山工業(株) (大豊建設(株)/青山機工(株))
	構造モニタリングによる建物健全性診断システム	清水建設(株)注)
	交通・環境シミュレーション「REST(商標)」	鹿島建設(株)
	多様な主体とのパートナーシップ構築によるアマモ場再生手法	東洋建設(株) 金沢八景・東京湾アマモ場再生会議/福岡市港湾局

注)規定により、当該法人に所属する技術開発者を表彰しました。

この度、「第八回国土技術開発賞」では、三十六件(第一回七十五件、第二回四十三

件、第三回五十九件、第四回四十六件、第五回六十件、第六回四十九件、第七回五十八件)の新技術の応募をいただきました。第八回国土技術開発賞選考委員会において厳正な審査を行った結果、八件(最優秀賞一件、優秀賞二件、入賞五件)の新技術の入賞が決定しました。受賞技術は表の通りです。

ここでは、沿岸技術と関連する受賞技術についてご紹介します。

応募技術名

多様な主体とのパートナーシップ構築によるアマモ場再生手法

副 題: みんなで海のゆりかごづくり

応募会社名: 東洋建設(株)

技術開発者: (東洋建設(株)) 稲田 勉

共同開発者: 金沢八景

東京湾アマモ場再生会議/福岡市港湾局

技術開発の背景及び契機

かつて、全国津々浦々の海辺には、アマモ場がいたるところに存在し、海の生き物が生育する「海のゆりかご」となっていたが、高度経済成長に伴う人口集積と工場建設等により汚濁と埋立が進行し、アマモ場はそのほとんどが消滅してしまった。多様な主体とのパートナーシップを構築し、協働作業によって消滅してしまったアマモ場を再生し、豊かな海を取り戻すとともに、海辺のまち起こし事業に結びつけたいとの要望が、国民から聞かれるようになった。

技術の内容

アマモ場の再生事業を切り口に、市民・NPO・民間企業等の多様な主体と行政が一体となって、それぞれの役割を認識しながら、企画段階から、実施段階、維持管理段階に至るまで、地域のニーズに根付いた事業を推進する手法を開発した。

この手法は、自然環境との共生に配慮しているのもちろんのこと、海域再生事業の推進をはじめ、国土再生事業の円滑な推

進にも貢献できる技術である。

技術の効果

①アマモ場再生事業を推進する母体が誕生...

市民参加型アマモ場再生イベントを通して、市民・住民・NPO・民間事業者等の多様な主体の母体ができあがった。この母体は、地域のニーズが反映させる協働体であり、今後、アマモ場再生事業を推進していく核ともなる。

②アマモ場再生によって期待される効果...

海洋生物増大、海域浄化、底質の安定化や覆砂効果の維持、地球温暖化防止に寄与するものと期待される。

③間接的効果...

海辺のまちづくりの母体ができただけにと、地域再生事業の推進をはじめ、国土再生事業の円滑な推進に貢献できる。また、この技術は、アマモ場再生に限らず、森、川における再生事業を推進する際にも活用できる。

技術の適用範囲

海岸、港湾、漁港等、アマモ場の生育可能な浅場であれば適用可能。主な条件は次の通り。

- ・3m/Year以上の光量
- ・発芽時2〜3m以下、成体時10cm/day以下の砂面変動
- ・月平均28℃以下の水温
- ・砂もしくは砂泥の海域

技術の適用実績
国及び特殊法人...二件、地方公共団体...三件、民間...一件、NPO法人等...二件の計八件



アマモ場再生に使用されるアマモシート。アマモの種子をヤシマット、生分解性不織布、菱形金網ではさみ込む。協働作業に適しており、ダイバー作業が少なく、効率的、経済的、環境に配慮した工法。

福岡市港湾局の事例



アマモの種巻き



アマモシートを巻巻き状に



アマモシートの完成



アマモシートの運搬



ダイバーによる敷設



船上からの発芽観察

第二十七回APEC運輸WG 海運・港湾専門家会合開催

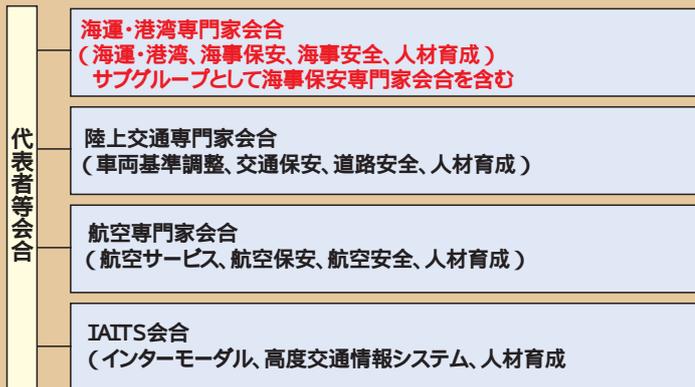
平成十八年（二〇〇六年）五月二十二日（月）～二十五日（木）、ベトナム・ハノイ市において第二十七回アジア太平洋経済協力（APEC）運輸ワーキンググループ（WG）における海運・港湾専門家会合への出席、本会合における防災・減災への取組の一環として開催された高潮セミナーの発表などを目的として、ベトナムを訪問しました。

APECについて

APECは、平成元年（一九八九年）に発足した太平洋地域の持続的発展に向けた地域協力の枠組みです。発足時十二カ国であった参加メンバーは、現在では二十一カ国・地域による経済連携となっています。APECは他の地域の統合と異なり、参加国の自主性を重んじ、域外に対しても貿易投資の自由化の成果を分け合うことを目的とした「開かれた地域主義」を標榜しています。

運輸WGは、経済・技術協力を中心とした活動を行うためにAPECに設けられた十以上の分野別WGの一つです。日本はこの運輸WGにおける海事全般を取り扱う海運・港湾専門家会合の議長国として、自由で開かれた貿易及び投資という目標の達成に取り組むとともに、APEC域内の海運自由化の進展を目的とした具体的政策の取組状況に関する議論をリードする等重要な役割を果たしています。

APEC運輸作業部会(WG)の組織図



必要に応じて、代表者等会合の承認を得て、各委員会の下にタスクフォース(サブグループ)を設置可能。

APEC運輸WGにおける専門家会合の体制図



今回の海運・港湾専門家会合には、15カ国53名が参加

高潮セミナー講演要旨

今回の会合は、ベトナム・ハノイ市にある国際コンベンションセンターにて開催。高潮セミナーは第三日目午前のプログラムで、韓国および日本より両国の高潮に関する被害・対策について講演が行われました。

韓国の高潮被害・対策

韓国の高潮被害は、古くは一五二六年八月十四日の蔚山で発生したものをから記録されており、現在に至るまでの歴史的記録を紹介。その中で、平成十五年（二〇〇三年）に発生した高潮で甚大な被害を受けた釜山港の被害状況が紹介され、クレーンの倒壊、船舶の横転などの写真から、その被害の大きさがうかがわれました。

また、日本と同様に台風常襲国である韓国の対策手法は共有できる部分が多いと思われました。

日本の高潮被害・対策

日本からは当センター村田理事長が講演しました。講演要旨は次の通りです。

我が国の高潮対策は伊勢湾台風の経験を境に大きく変化した。ゼロメートル地帯が広範囲に存在する東京湾・大阪湾・伊勢湾の三大湾では、この伊勢湾台風を想定台風として、早くから海岸堤防の整備が行われていたが、建設後四十年以上を経過した海岸保全施設が二十六％に達するなど、老朽化等の問題が進行している。

近年の地球温暖化の影響による台風規模の増大等の懸念やハリケーンカトリナの経験を踏まえると、海岸施設に対し従来の想定以上の外力が発生することも考えられる。したがって、今後防護施設の着実な整備及び信頼性の確保や、被害が出た場合それを最小化するためのハ

ド・ソフト両面の総合的な対策の推進が必要である。

なお、セミナー発表後の翌日には、ベトナム北部における海上貿易の拠点となっているハイフォン港と、ハイフォン港から北東約五十kmに位置するカイラン港を視察しました。



高潮セミナーで発表する村田理事長



カイラン港にて

CDITシンポジウムin高知開催

平成十八年五月九日(火)、RKCホール(高知市)において、当センター主催による「CDITシンポジウムin高知 昭和南海地震六十年/海岸法施行五十周年」迫りくる地震津波の脅威に立ち向かう地域の総合力とは」を開催しました。防災・減災への取り組み方や海岸のあり方を軸に基調講演、パネルディスカッションを行いました。

【ご来賓に国土交通省港湾局長(代理)・海岸・防災課内村課長、国土交通省四国地方整備局北橋局長、高知県橋本知事をお迎えし、ご挨拶をいただきました。

東北大学大学院今村教授には「地震津波の災害と地域での防災力 2004年インド洋大津波を教訓として」と題した基調講演をいただきました。

その後、「防災・減災のための地域の総

合力とは」と

題したパネルディスカッションが行われ、高知新聞社宮田編集局長をコーディネーターに、高知



CDITシンポジウムin高知パネルディスカッションの様相

大学岡村教授、日本オйлターミナル(株)作山高知営業所長、須崎市梅原防災担当参事、宮村種崎地区津波防災検討会長、当センター沿岸防災技術研究所小谷野研究主幹の五人のパネリストがあるべき防災対策について意見を交わしました。

当日は、地元の皆様のほか、研究者・学生・行政関係者など多岐にわたる約五〇〇名の多くの参加者を得て、今後の防災・減災の一助となるシンポジウムとなりました。

PIANC年次総会に出席

平成十八年五月十日(水)～十八日(木)ポルトガル・エストリルにおいて国際航路協会(PIANC)年次総会(AGA)及び第三十一回国際航路会議(コングレス)が開催されました。

年次総会では、ここ一年間の国際航路協会及び各国部会の活動報告や今後の方向性に関して議論が行われました。日本から十二名が出席、当センターからは加藤客員研

究員が出席しました。来年の年次総会はい

ンド・コチンで開催される予定です。また、コングレスでは、全体会合、分科会及び特別講演が行われ、日本からは二十七編の論文が発表されました。加藤客員研究員は延べ四十八のセッションに分かれて行われた論文発表のセッションチアマンを務めました。次回コングレスは二〇一〇年イギリス・リバプールで開催される予定です。

第七回北東アジア港湾局長会議 議長級会合に出席

平成十八年六月十九日(月)～二十三日(金)、韓国・慶州において日韓中の参加による「第七回北東アジア港湾局長会議議長級会合」が開催され、当センターからは山

本理事が参加しました。

今回の会合では、各国から「最近の港湾政策」についてプレゼンテーションが行われ、日本からはリサイクルポート政策をテーマに北九州港の取組事例について紹介しました。また、第七回北東アジア港湾局長

会議は本年十一月六日(月)～十日(金)に東京で開催されることで合意されました。同時に開催された共同研究作業部会では、各WGの報告が行われ、さらに次期三年の実施テーマについて「北東アジアに

大規模津波防災総合訓練実施

平成十八年七月三十日(日)、徳島県小松島市徳島小松島港(赤石地区)を主会場に四国各地において「大規模津波防災総合訓練」(主催:国土交通省、共催:内閣府後援:当センターほか十七団体・機関)が実施されました。

平成十六年十二月のスマトラ島沖大地震にもなうインド洋津波災害を踏まえ、津波による被害軽減を目指して、東南海・南海地震による津波を想定した訓練で、参加団体・機関は国や県、沿岸市町村、企業など約五十以上、約一万二〇〇〇人余が参加して行われました。

訓練は、午前九時に室戸沖でマグニチュー

おける国際海上輸送の振興策「シルテーション対策と浚渫土の有効利用」「沿岸防災技術」とする提案が行われ、局長会議に諮ることとなりました。

ド八・六の地震が発生し、徳島北部などで震度六を観測、徳島県から高知県にかけて最大八・二mの津波が到達したと想定。主会場を情報集約拠点として、被災情報の収集・伝達、ヘリコプター

や巡視船などによる被災者の救助、堤防・道路の応急復旧活動、緊急物資の輸送訓練などが次々と展開されました。



被災者救助訓練の様子

JCIコンクリート工学年次大会 2006にブース出展

平成十八年七月十一日(火)～十三日(木)、朱鷺メッセ(新潟市)において開催された「JCI(コンクリート工学年次大会)2006」(主催:社)日本コンクリート工学協会の「コンクリートプラザ2006」にブースを出展しました。

ブースでは、当センターの業務内容をパ

ネル紹介、出版物の展示及びハリケーンカトリナの現地調査の様を収録したビデオ放映を行いました。



ブース展示の様相

第三十一回海洋開発シンポジウムにて発表

平成十八年七月十二日(水)・十三日(木)、ヒアザ淡海(滋賀県大津市)において、第三十一回海洋開発シンポジウム

(主催:土木学会)が開催されました。当センターからは成瀬元第二調査部長が参加し、「洋上風力発電施設における疲労解析例」と題した発表を行いました。

二〇〇六年度(第四十二回) 水工学に関する 夏期研修会にて発表

平成十八年八月八日(火)・九日(水) 岐阜大学(岐阜市)において、「二〇〇六年

沿岸センター創立記念 特別講演会開催

平成十八年九月二十八日(木)、海運クラブ(東京都千代田区)において、「沿岸センター創立記念特別講演会」を開催いたしました。

当センターでは、毎年、その時々 hottest なテーマで、同講演会を開催しておりますが、今年度は、次期社会資本整備重点計画

度(第四十二回)水工学に関する夏期研修会(主催:土木学会)が開催されました。当センターからは沿岸防災技術研究所小谷野研究主幹が参加し、「沿岸防災と情報提供システム」と題した講演を行いました。

の策定に向け、今後、交通政策審議会に諮問された「我が国産業の国際競争力強化等を図るための今後の港湾行政のあり方」に

関連するテーマを企画しました。講師には、交通政策審議会港湾分科会長の黒田神戸大学名誉教授をお招きし、「東アジアのコンテナ輸送市場と港湾を取り巻く諸情勢について」と題してご講演いただきました。

テクノオアション2006同時開催行事『CDIT講演会 in 神戸』のご案内

来る平成十八年十月十八日(水)～二十日(金)、神戸国際展示場(神戸市)において、わが国で唯一定期的(隔年)に開催している海洋の科学・技術、工学、産業にかかわる本格的な国際コンベンション「テクノオアション2006」が開催されました。当センターでは、同時開催行事といたしまして十月十九日(木)十三・三〇・十六・三〇、於:神戸商工会議所神商ホールにて「CDIT講演会 in 神戸」沿岸域の開発・利用を支える新技術」を開催しました。

内容	講師
【講演】 「海洋短波レーダーによる沿岸表層流況モニタリング」	国土交通省国土政策総合技術研究所 沿岸海洋研究部 主任研究官 日向博文 氏
【講演】 「GPS 波浪計の展開によるナウファス波浪・津波観測情報の高度化」	(独) 港湾空港技術研究所 海洋・水工部部長 永井紀彦 氏
【特別講話】 「気が付かなければ、分らない」	(財) 沿岸技術研究センター 客員研究員 加藤一正 氏
【民間技術講座】 「多様な主体とのパートナーシップ構築によるアマモ場再生手法」	東洋建設(株) 環境エンジニアリング部 稲田勉 氏
【民間技術講座】 「アクアモニタ ～生コンクリートの水分量を簡単に速く正確に測定する～」	東亜建設工業(株) 技術開発センター 新材料・リニューアル技術室 羽瀧貴士 氏

コースタルテクノロジー 2006のご案内

来る平成十八年十一月十五日(水)に「コースタルテクノロジー2006」の開催を予定しております。前年度に実施した研究・技術の成果を取

【出版物紹介】 沿岸技術ライブラリー No.22 「L型ブロック式係船岸技術マニュアル」

当センターでは、耐震性、経済性等において有利と考えられるL型ブロック式係船岸を対象に平成十二年度から平成十四年度は共同研究を、平成十五年度から平成十七年度まで自主研究を実施し、得られた知見をもとに、「L型ブロック式係船岸 技術マニュアル」を発刊いたしました。

従来、重力式係船岸としてのL型ブロック式構造は比較的小さな水深に採用され、大水深の係船岸に採用した場合、現行の設計基準ではケーソン式構造と同等の堤体幅となり、種々の問題からケーソン式構造が有利となっていました。

りまとめた「沿岸センター研究論文集」からの発表等を行います。詳細は、ホームページ()等にてご案内いたします。皆様方のご参加をお待ちしております。

【出版後記】

しかし、L型ブロック式構造とケーソン式などの重力式構造の耐震性能を模型振動実験、地震応答解析結果にて比較するとL型ブロック式構造も同等の耐震性を有し、条件によっては経済的となる場合もあることが確認されたため今回、設計に関連する事項を中心にマニュアル化したものです。今後、本マニュアルを参考にL型ブロック式係船岸が防災施設として採用され防災機能として一役を担うことを期待するものです。

発行(財)沿岸技術研究センター
発行日:平成十八年四月
定価:六五〇〇円 A4判/一四六頁
(税込・送料当センター負担)

編集後記

■今回から機関誌の担当となり、内容の充実と定期的に発行できるように頑張ります。(酒井洋一)

■機関誌編集の一端にさせていただき、関係者のご苦勞に改めて御礼申し上げます。(大熊修)

■微力ながら今後も、利用価値の高い機関誌作りに努めます。(峰本健正)

■今号から編集委員を担当します。タイムリーで有効な情報をお届けします。(由井孝昌)

■編集を担当して二回目の発行です。もっと面白いテーマが増えて欲しいですね。(西山貴大)

■ハリケーントリナーの被害の大きさに再度驚かされました。(榎原雅人)

※ (財) 沿岸技術研究センターホームページURL <http://www.cditor.jp>

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/>
2006年10月26日発行