

## 沿岸防災技術研究所の活動について

高山知司\*・廣松智樹\*\*

\* (財) 沿岸技術研究センター参与 沿岸防災技術研究所長

\*\* (財) 沿岸技術研究センター 研究主幹

(財) 沿岸技術研究センターは沿岸防災技術研究所を平成 17 年 12 月に設立した。沿岸防災技術研究所では総合的な沿岸防災技術について、調査研究を進めるとともに、セミナーやワークショップを開催するなど沿岸防災に係わる新しい情報の発信に取り組んでいる。本稿では平成 22 年度における沿岸防災技術研究所の取り組みを紹介する。

キーワード：東日本大震災、GPS 波浪計、チリ沖地震津波、CDIT-KORDI 共同セミナー、国際沿岸防災ワークショップ、書籍「TSUNAMI」、絵本「津波は怖い！」

### 1. はじめに

2004年は、わが国に10個の台風が上陸し、高松市や広島市が高潮によって浸水する被害が生じている。また、高知県では海岸の防潮堤が高潮と高波によって倒壊し、背後の住民が亡くなるという事故も起きている。2004年は高潮・高波の年かと思っていたら、その年の暮れの12月26日にM=9.1にも達する地震によるインド洋大津波が発生し、30万人近くの人が亡くなった。その結果、高潮・高波の年から津波の年に急変してしまった。あくる年の1月に国際防災10年の会議が神戸市で開催された。この会議にあわせて、第1回国際沿岸防災ワークショップ(国土交通省港湾局と(独)港湾空港技術研究所、(財)沿岸技術研究センターの共催)も開催された。このワークショップに出席したときに、外国の記者から「日本でもM=9.0クラスの地震による津波は起きませんか?」と尋ねられた。私は「日本近海で起きた津波はすべてM<8.6の地震ですから、M=9のような大きな地震で起こされる津波はないと思う。」と答えた。

それから6年しか経っていないのに、今年(2011年)の3月11日にM=9.0の地震が東北地方の沖合に発生した。それによって起こされた津波が東日本の太平洋沿岸に襲来し、20,000人以上の人が犠牲となった。津波の波源域は、図-1に示すように長さ500km、幅200kmに達する巨大な広さとなっている。この波源域は、各地に到達した津波の第1波の時刻から逆算して、地震発生時の津波位置を求め、それを包絡した区域を示している。図-2は過去に来襲した津波の中で最大の遡上高を示した、1896年の明治三陸津波のときの地震断層面を示している。地震断層面は津波波源域とほぼ同じと考えられる。明治三陸津波のときは、断層の長さが200km、幅が50kmと面積にして今回の大震災の1/10程度である。このことから今回の津波が非常に大き

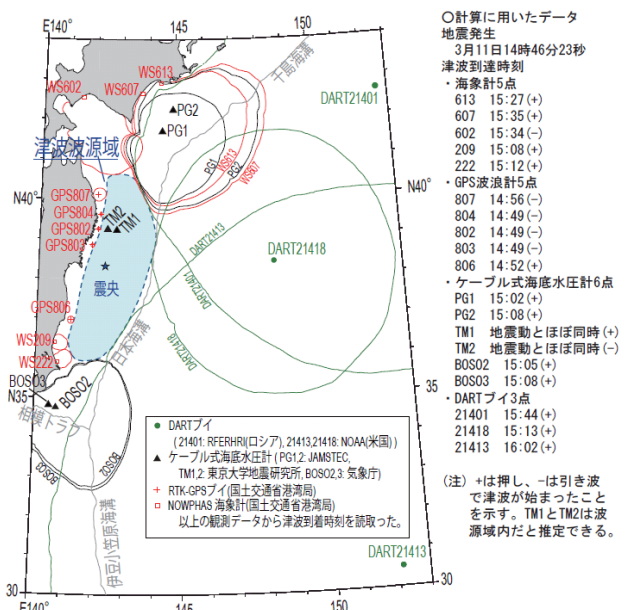


図-1 東日本大震災における津波の波源域

かったことがわかる。

この津波によって津波対策施設として建設されてきた湾口防波堤が大きな被災を受けた。ただし、被災したからといって湾口防波堤の津波防護効果が完全に失われたわけではない。釜石湾口防波堤の津波低減効果については(独)港湾空港技術研究所が数値シミュレーションによって検証している<sup>1)</sup>。津波防波堤でも通常の第一線防波堤でも設計外力は暴風時の波浪外力であ

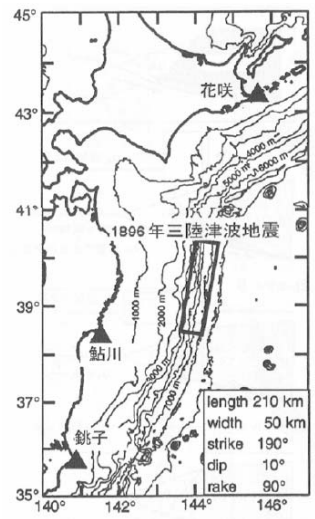


図-2 明治三陸津波時の地震断層面

った。これは、今までの津波外力が波浪外力に比べて小さかったことによる。しかしながら、波浪外力で設計していた防波堤が大きな被災を受けたことは、津波を単に防波堤の天端を選定するのに使うだけではなく、堤体の安定性の検討にも設計外力の一つとして考慮しなければならなくなったことを示している。

今回の津波は再現期間が1000年であるといわれている。このようにまれにしか起きないような津波を防波堤の設計にどのように取り入れるか活発な議論がなされた。そこで出た言葉が「粘り強さ」であるが、防波堤にこの言葉を担保する方法については十分に判っているわけではない。今後の重要な課題として残っている。このようなことを考えながら、沿岸防災技術研究所の平成22年度における取り組みについて紹介してみたい。

## 2. 東日本大震災が残したもの

### 2.1 津波による第一線防波堤の破壊

今回の東日本大震災ほど津波防波堤を初めとして第一線の防波堤が被災したことはなかった。過去に起きた津波による防波堤の被災としては、1968年十勝沖地震津波で八戸港河原木防波堤が216mと120mに渡って決壊している。防波堤内外の水位差4m以上と天端上0.5mの越流、またこの越流によるマウンド洗掘によって被災したものと考えられている<sup>2)</sup>。また、1983年日本海中部地震津波では能代港外港地区における建設中の埋立護岸の一部が決壊している<sup>3)</sup>。護岸ケーソンは長さ20m、幅11m、高さ8.5m、フーチング付き下幅は12.5mであった。前面消波工や背後裏込め栗石が施工されていた護岸ケーソンは被災しなかった。このときの津波高は4~5mと考えられる。さらに、1993年北海道南西沖地震津波では奥尻港北防波堤が決壊している<sup>4)</sup>。津波高が不明であるために滑動限界津波高を逆算で求めた結果では、入射津波高として約2.5mになっており、防波堤地点の津波高としては5m程度であったと推定できる。この防波堤の設計外力は波浪で決まっており、設計波高は5m程度であり、ほぼ津波と同程度の高さである。また、このとき、奥尻港防波堤東の船通し開口部の両脇のケーソンが1函ずつ、津波による強い流れでマウンドが洗掘され、倒壊している。

このように過去においても防波堤が津波によって倒壊しているが、防波堤の設置水深が浅かったり、また、遮蔽された区域にある防波堤で、設計波高も比較的小さかったりして、それほど大きな問題にはならなかった。ただし、能代港埋立護岸の被災については、護岸ケーソンに作用する津波波圧の評価が模型実験で検討されている。特に、能代海岸ではソリトン分裂波が発生したこともあって検討がなされた。その結果、従来のほぼ静水圧的な津波波圧式で十分表現できるこ

とがわかった<sup>3)</sup>。津波はソリトン分裂するけれども、対象護岸に來襲するまでに砕波して、護岸には砕波後の津波が作用するために、ほぼ静水圧的な波圧になったものである。

今回の東日本大震災では、第一線の防波堤が八戸港や相馬港等で大きく被災した。特に、津波防護対策用に建設された湾口防波堤も釜石湾や大船渡湾等で大きな被災を受けている。このような被災の原因やそのメカニズムを明らかにしておくことは、今後の復旧・復興にとって非常に重要となる。そこで、八戸港の被災を事例にして、今後明らかにしなければならない問題点を示す。

写真-1は八戸港の中央防波堤の被災状況を示している。本防波堤は前面消波工被覆堤である。消波工は、背後ケーソンが滑動して、支えがなくなったので天端が崩れているものの、ほぼ元の位置に残っているが、ケーソンは大部分が消失している。このように津波による被災では、ケーソン1、2函だけが滑動消失するようなことはなく、多くのケーソンが同時に滑動消失することを特徴としている。



写真-1 八戸港の中央防波堤の被災

この防波堤は、津波の第1波では滑動は起きておらず、第2波目で生じている。第2波目での滑動となると、第1波目での引き波の大きさが重要になるが、引き波によってどの程度まで下がっていたのか、その映像がないので、津波のシミュレーションに頼らざるを得ない。しかしながら、最新のシミュレーション結果でも図-3に示すように八戸港に近い岩手県北部沖GPS波浪計の観測波形と計算波形は第1波目が一致しない。そのためにシミュレーション結果を利用することができない問題が残っている。

滑動した防波堤の背後の地盤は、図-4に示すように大きく洗掘されている。この洗掘は、防波堤を越流した津波で起きたと考えられるが、この洗掘が堤体の滑動に影響しているかどうか明らかにする必要がある。もし影響しているなら、越流量と洗掘深の関係を明ら

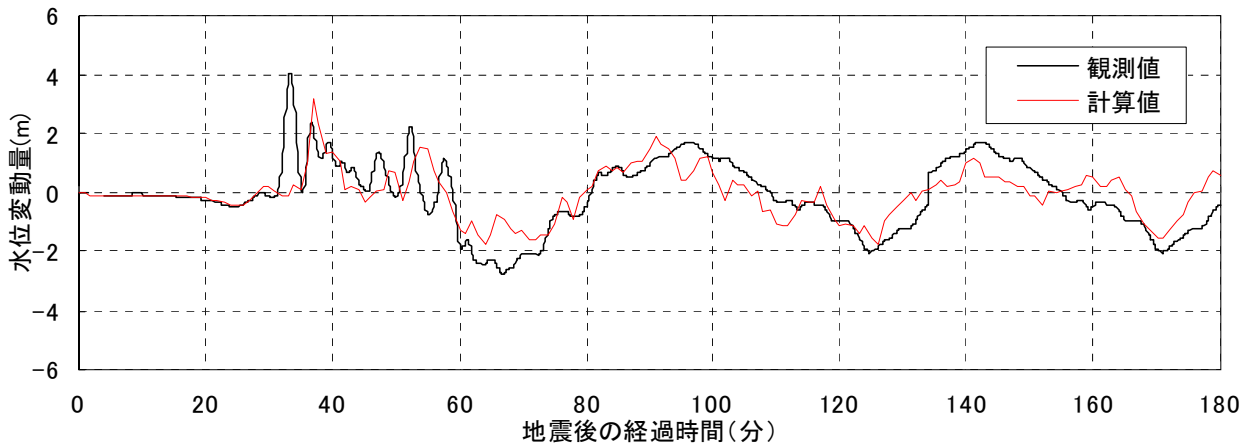


図-3 岩手県北部沖 GPS 波浪計による観測波形と数値シミュレーションによって求めた計算波形との比較

かにしなければならぬし、洗掘深と堤体不安定化の関係を明確にしておくことが重要となる。この現象を再現するには実験やシミュレーションしかないが、シミュレーションを用いるにしても、再現性を確認する実験は避けられない。

このように津波によって被災した防波堤の被災メカニズムが十分に解明されているわけではなく、今後の課題として残っている部分もある。

## 2.2 GPS波浪計の効用

昨年の沿岸防災技術研究所の活動報告の中でGPS波浪計によって観測された津波波形をもっと活用しようと記述した。今年（2011年）3月11日に発生した東日本大震災ではGPS波浪計によって観測された津波波形が2つの点で大きく活用された。

その一つは、観測された津波波形から来襲する津波の規模に修正が2回も加えられた点である。気象庁は3月11日14時46分に津波が発生してから3分後に大津波警報を発令した。そこでは、来襲する津波の高さを岩手県で3m、宮城県で6m、福島県で3mとしていた。GPS波浪計の基地局での電源の遮断によってリアルタイムで観測波形を見ることができなかったが、電源回復後の波形の読み取りで津波の高さが6m以上になる(図-5)ことが判明し、15時14分になって津波警報の更新が行われ、来襲津波高に修正が加えられた。その結果、岩手県で6m、宮城県で10m以上、福島県で6mと、大きく修正された。さらに、津波の第1波が来襲するようになって、津波警報はさらに更新された。それによると、岩手県から千葉県まで10m以上の津波の来襲となった。今回は残念ながらリアルタイムでの観測ができなかったために、津波到達の早い地域に対しては避難活動への支援にはならなかった可能性があるが、もし津波波形がリアルタイムで観測できたなら、さらに有効に観測波形が使えるであろう。

第2の点は、図-5のように第1波の津波波形が得ら

### 八戸港 八太郎防波堤(中央部)12工区

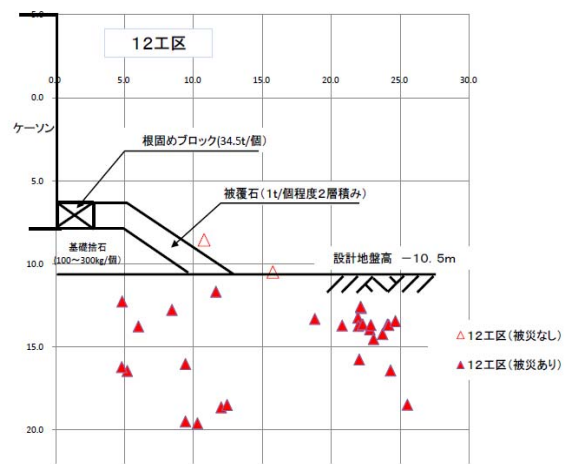


図-4 八戸港中央防波堤背後における洗掘の深さ急な上昇

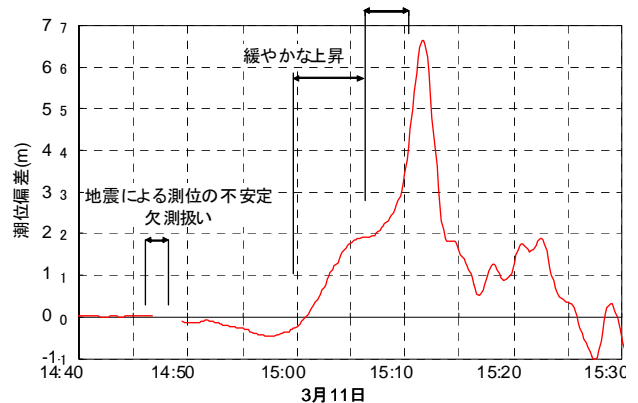


図-5 岩手南部沖 GPS 波浪計で観測された第1波の津波波形

れると、浅水変形や屈折変形の影響は受けるものの、観測波形とほぼ同じ形で海底面が変動したと考えることができる。このような観測津波波形の変化から、東大地震研究所の佐竹教授は、869年の貞観地震のような沿岸部に近い地震と1896年の明治三陸地震のような海

溝に近い地震とが同時に発生し、それぞれによって起こされた海底地盤変動が重なって緩やかと急な盛り上がり波形になったと推定している。このことを示したのが図-6である。その他の地点におけるGPS波浪計による津波の観測波形を統合して、初期海面変動（海底面の鉛直変動）を逆解析で推定することができ、来襲津波の特性をより詳細に調べることができたことである。従来は、波形の観測がなかったため、遡上高や浸水深で比較していたために、津波高の最大値での比較に過ぎなかった。今回のように津波波形が比較できるようになったことは非常に大きな進歩であると考えられる。

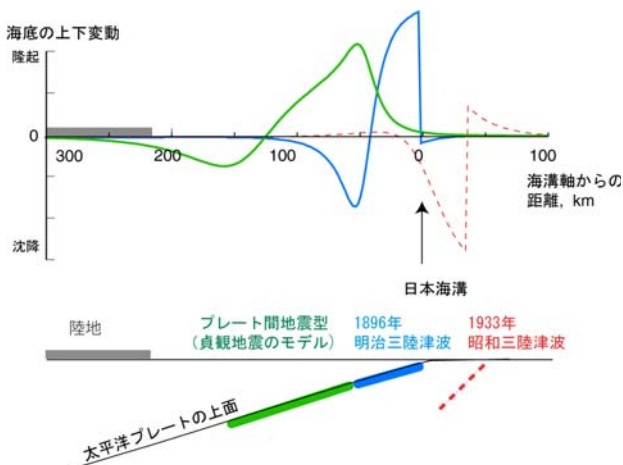


図-6 津波波形から推定された断層モデルと地殻変動

津波波形が精度よく観測できることが判明したので、今後はこの波形をリアルタイムで観測できるようにシステムの向上を図るとともに、観測波形を活用して、リアルタイムの津波予測手法について検討しておくことが重要であろう。

### 3. 沿岸防災技術研究所の業務

沿岸防災技術研究所の業務は、以下の業務について取り組んでいる。

- ①沿岸防災技術に関する情報の収集・整理
- ②沿岸防災技術に関する調査研究の実施
- ③沿岸防災技術に関する政策提言
- ④沿岸防災技術に関する技術の普及
- ⑤大規模災害に関する調査研究

### 4. チリ地震津波被害への調査団の派遣

2010年2月27日15時34分（現地では夜中の3時34分）にチリ中部の太平洋沿岸においてM=8.8の地震が発生し、この地震によって津波が起こされた。津波の波源域は図-7に示すように長さ約400km、幅約100kmで、この地震と津波で500名程度が亡くなっている。その多くが津波による死者だといわれている。



図-7 チリ中部の地図

（独）港湾空港技術研究所では地震直後から国土交通省と連絡を取り、情報を集め調査の準備を行っていた。このような状況の中でわが国の土木学会・建築学会・地震工学会・地盤工学会が3月末に現地調査団を派遣することになり、この調査に（独）港湾空港技術研究所の研究者2名が参加した。この調査結果を踏まえ、港湾・海岸被害の調査を行うために、合同調査団を組織した。この調査団は（独）港湾空港技術研究所と（財）沿岸技術研究センター、名古屋大学から9名の団員で構成された。当センターからは村田進前参与と松岡義博主任研究員が参加した。写真-2は現地における参加者も含めた調査団の集合写真である。

調査期間は4月22日から5月2日で、日程は以下の通りである。

- ・4月23日：国際協力機構（JICA）および日本大使館、公共事業省の表敬訪問
- ・4月24日～28日：2つのグループに分かれて津波の被害調査を行う。1つのグループはコンセプション地方（デイチャットとトメ、ペンコ、タルカワノ港、



写真-2 タルカワノ港における調査団集合写真

ウアチパト製鉄会社など) と他の一つはロビンソン・クルーソー島とバルデイビア地方の調査. 地名は図-8参照

- ・ 4月28日午後：コンセプション大学でワークショップを開催
- ・ 4月29日：バルパライソ大学等を訪問
- ・ 4月30日：JICAおよび日本大使館を訪問

今回の地震は、太平洋側のナスカプレートが大陸側の南アメリカプレートの下に沈み込むことによって起こされたプレート境界型地震である。地震の特徴としては、継続時間が60秒以上と長いけれども固い地盤のために地震動の卓越周期が0.5秒以下と短かった。地震動が増幅する旧河道や湖沼の埋立地を除いて地震動による被害は少なかった。

計測した浸水高や遡上高を図-8に示す。ロビンソン・クルーソー島では6.2～15mの大きな浸水高が計測された。チリ本土でも、タルカワノで7.1～8.2m、デイチャットで6.8～9.4mと大きな浸水高であった。海岸地形によって津波の高さが大きく異なり、例えば、コンセプション湾西側に位置するタルカワノに比べて湾の東側のトメやペンコでは津波が小さかった。また、最大の津波は必ずしも第1波ではなく、3～5波目に発生していた。

タルカワノは人口25万人の港湾都市であり、図-9に示すように北側にコンセプション湾が位置している。また、タルカワノの南にはウアチパト製鉄所がある。タルカワノ港では約680個のコンテナが津波の第1波で陸側に流され、その引き波でそのうちの3割が海に漂流した。一部は家屋などに衝突して二次災害を発生させている。写真-3はコンテナの散乱状況を示している。写真-4に示すように、この港では多くの船舶が転覆や陸上打ち上げを起こしていた。

デイチャットは、図-7に示すようにコンセプション湾の北に位置する避暑地で、1960年のチリ地震津波でも被災した町である。そのためにそのときの状況を記憶している人も多く、そのような人は地震動後直ぐに丘陵地に避難している。休暇シーズンの終わりの土曜日であったことから観光客も多く、そのような外来者の多くは避難しなかったり、どこに逃げたらよいかのわからぬ状況であった。津波の第1波目は地震から40～50分後に来襲し、最大の津波は第4波目であり、現地で7時半ごろ来襲した。浸水高は8～9mで、18名が犠牲になった。写真-5はデイチャットへ来襲する津波の様子を示している。

本調査団の報告会を2010年5月21日にTKP東京駅日本橋ビジネスセンターで開催した。これに対する参加者は95名であった。

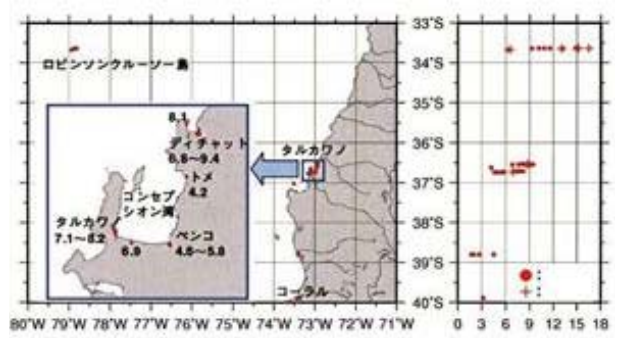


図-8 津波の痕跡高の分布



図-9 コンセプション湾



写真-3 タルカワノ港におけるコンテナの散乱状況



写真-4 タルカワノ港における船舶被害



写真-5 デイチャットへの津波の進入状況

## 5. シンポジウム等の開催

沿岸防災についての啓発、防災技術の情報交換のため(財)沿岸技術研究センターでは国内外でシンポジウムやセミナー等を開催しており、ここでは沿岸防災関係について紹介する。

### 5.1 コースタル・テクノロジー2010

#### における防災関連論文の発表

2009年11月4日、海運クラブ2階ホールにおいて「コースタル・テクノロジー2010」を開催し、防災関連に関しては以下のような論文発表を行っている。論文の詳細については、「沿岸技術研究センター論文集No. 10(2010)」を参照してほしい。

#### ①和歌山下津港海岸(海南地区)津波防波堤について

前 調査部 研究員 村井伸康  
研究主幹 由木 誠  
近畿地方整備局 神戸港湾空港技術調査事務所 所長 平澤充成  
同事務所 技術開発課 課長 杉田博章  
同課 技術開発課第一係長 黒川文宏

和歌山下津港の海南地区は、近い将来に発生が予測されている東海・東南海・南海の3連動地震による津波で大きな被害を被ることが想定されており、津波被害を軽減するための対策の確立が急務となっている。本論文は、港口部に直立浮上式防波堤を設置して和歌山海南地区を津波から防護する方策について検討したものである。特に、直立浮上式防波堤に対する要求性能を明確にして、性能照査法を検討している。

#### ②緊急時浮上式津波防波堤の開発

—浮力浮上式鉛直鋼管システム—  
参与 高山知司  
(独)港湾空港技術研究所 主任研究官 有川太郎  
中部地方整備局 名古屋港湾空港技術事務所 前 所長 西村大司

#### 近畿地方整備局 神戸港湾空港技術事務所

前 所長 平澤充成

常時は海面下に格納されており、高潮や津波の来襲時に浮上して港内を防御する可動式防波堤として直立浮上式防波堤の開発を行ってきた。本論文では、直立浮上式防波堤の主要な技術課題を明らかにして、その課題を解明するために採用した手法について述べている。

#### ③須崎港津波漂流物対策施設の検討

調査部 調査役 金正富雄  
調査部 主任研究員 田代 徹  
四国地方整備局 高知港湾空港整備事務所

所長 北原政宏

須崎港には原木が野積みされており、過去の津波では、多量の木材が流出して建造物の破壊や人的被害を引き起こしているだけではなく、街や港に滞留して復旧・復興の支障にもなってきた。そこで、津波による原木の流出を防ぐ施設に関して実証実験を行うことになり、本論文は流出防止対策施設の設計を行い、設計上の問題点を明らかにしたものである。

#### ④名古屋港高潮防潮堤の防護機能と沈下対策について

調査部 調査役 菊地洋二  
調査部 主任研究員 広瀬紀一  
中部地方整備局 名古屋港湾事務所 工務課長 佐藤 誠

同事務所 沿岸防災対策官 横田 勉  
名古屋港高潮防潮堤については、堤外地である埋立地に対する高潮防護効果の検証や今後の東南海・南海地震による防波堤の沈下に伴う防護効果の低下の検証が必要になってきている。本論文は、高潮防波堤の防護機能を新たに検証するとともに、地震による沈下対策を検討したものである。

#### ⑤大型台風による港湾施設の被害低減方策の検討

調査部 主任研究員 広瀬紀一  
調査部 調査役 菊地洋二  
中部地方整備局 港湾空港部 港湾危機管理官 溝口 誠  
同部 港湾空港防災・港湾危機管理課 課長補佐 服部千佳志

本論文は、伊勢湾台風級の超大型台風が来襲したときに、現在の防災レベルにおいて起こりうる浸水被害や経済的損失を沿岸域の高潮浸水シミュレーションおよび立地企業等から検討するとともに、被害を低減する方策についても調べた。

#### ⑥別府港海岸における透水性二重護岸の越波特性の検討

前 調査部 主任研究員 長澤大次郎  
調査役 岸良安治

参与 高山知司

九州地方整備局 別府港湾空港整備事務所

所長 梅崎康浩

九州地方整備局 下関港湾空港調査事務所

所長 久米英輝

別府港海岸上人ヶ浜地区南部において整備を検討している透水性二重護岸についてCADAMAS-SURFによる数値解析を水理模型実験と比較して、解析の精度を調べた。さらに、護岸透水部の構造を変化させたことによる越波特性の変化を明らかにした。

#### ⑦新潟西海岸における海岸侵食対策について

前 企画部 主任研究員 金井 実

調査部 調査役 菊地洋二

北陸地方整備局 新潟港湾・空港整備事務所

海岸課 課長 松井康彦

同課 係長 渋谷 覚

新潟西海岸では、平成元年から潜堤と養浜を組み合わせた面的防護工法による侵食対策を実施して、現在にいたっている。平成20年度の調査から汀線付近で侵食された砂の移動および区域外への流出の経路が明らかになった。これに基づいて、侵食された砂の流出を軽減・緩和する対策およびその効果を確認するためのモニタリングについて検討した。

## 5.2 第7回国際沿岸防災ワークショップ

本ワークショップは2004年12月26日のインド洋大津波の直後の2005年1月に神戸で第1回を開催して以来、ほぼ年に1回の割合で開催しており、今回が7回目である。過去、第3回(2006年)がスリランカ、第5回(2008年)がインドネシア、そして第6回がタイと、インド洋大津波で多くの犠牲者を出した国をほぼ回ったことになる。

第7回沿岸防災ワークショップは、(独)港湾空港技術研究所と国土交通省、当センターとの共催で2011年1月26日から27日の2日間にわたって、コクヨホールで開催された。3年振りの日本での開催である。このワークショップでは、津波災害からの復旧・復興とこれからの対策をテーマに、世界の研究者、技術者、国・地方自治体の防災関係者が参加して開催した。参加者は140名以上に昇った。写真-6はワークショップ会場の様子である。

本ワークショップでは5つのセッションとパネルディスカッションが行われた。セッション1と2では「最近の津波災害への対応」と題して、「インドネシアにおける2010年のムンタワイ津波災害」や「ビオビオ地域における2010年チリ地震津波とその後の対応」、「2009年サモア地震津波からの教訓」、「1953年Suva地震津波」、「スリランカにおける2004年インド洋津波後の復興」、「2004年インド洋大津波からのバンダアチェにおける復興」について関係国からの発表があった。



写真-6 ワークショップ会場の様子



写真-7 パネルディスカッションの様子

セッション3と4ではこれからの津波災害への対応と題して、津波災害を経験している世界各地の代表者によって次のような講演があった。「ヨーロッパにおける津波防災」や「台湾における津波経験とこれからの防災」、「ストロンボリにおける斜面崩壊津波の警報システム」、「津波被害に関する実験的研究」、「2010年チリ地震前後の津波防災」、「米国における津波経験とこれからの防災」、「被害予測から始まる津波防災」である。

セッション5では「日本における津波対策」として、各行政機関による取り組みの状況が発表された。国の津波行政として、「日本の港湾における津波防災」の発表があり、次に「静岡県の津波防災対策」や和歌山県の「死者ゼロを目指した津波防災」について発表された。

パネルディスカッションでは国や地方行政機関の代表者をパネラーとして津波防災対策や復興方策について意見交換が行われた。写真-7はパネルディスカッションの様子を示している。

### 5.3 第2回CDIT-KORDI共同沿岸防災

#### ワークショップ

2009年10月7日に当センターと韓国海洋研究院（KORDI: Korean Ocean Research & Development Institute）との間で研究交流に関する協定書が調印され、これを記念して釜山で沿岸防災ワークショップを10月8日に開催した。そして、隔年ごとにそれぞれの国で開催することになっている。2010年度は当センターが開催する番であった。

第2回CDIT-KORDI共同沿岸防災ワークショップを2010年11月17日に日本都市センターホテルで開催した。当センターの小原理事長と韓国海洋研究院の前院長である廉責任研究員の挨拶に続き、磯辺雅彦東京大学副学長による「地球温暖化と沿岸防災」と題する基調講演から始まった。

KORDIの発表者に（独）港湾空港技術研究所の韓国人研究者1名を加えて韓国側からは6名が発表した。津波で流された場合に、コンテナや自動車のように沈降するような漂流物の解析や高潮と波浪の推算と設計水位の算定法、韓国におけるハザードマップ技術、現在韓国で推進されている潮力発電の妥当性調査、韓国

東海岸におけるうねり性波浪の観測、Suction-Pile基礎防波堤についての発表があった。

当センターの発表者に京都大学と（独）港湾空港技術研究所の1名ずつを加えて、日本側は9名の発表者であった。発表内容としては、2010年チリ津波現地調査や和歌山下津港海岸（海南地区）の可動式津波防波堤の計画、名古屋港高潮防波堤の防護機能、金沢港の航路埋没実態とそのメカニズム、うねり性波浪の予測、海洋短波レーザーを利用した海上浮遊ゴミ回収の効率化といった当センターで行ってきた研究である。これらに加えて、（独）港湾空港技術研究所からは茨城県波崎海岸における長期の汀線変化と土砂収支と題する講演と京都大学から近年の日本における波浪被害の特徴と題する講演が行われた。さらに、当センターが最近になって開始した海洋・港湾構造物に関する資格認定制度についても発表した。写真-8は合同ワークショップにおける日・韓の関係者を示している。

わが国と韓国のそれぞれ独自の研究について発表が行われたが、日本海を介してわが国は韓国と密接な関係があり、津波や高潮、うねり性波浪について両国とも関心が高く、本ワークショップがお互いの研究の推進により影響を及ぼすと考えている。写真-9は合同ワークショップ後の現地視察として静岡県駿河海岸を訪問したときの様子を示している。

本ワークショップは次年度以降も継続して開催されることになり、次年度は韓国での開催となる。

## 6. 研究会や共同・調査研究の実施

### 6.1 CADAMAS-SURF（数値波動水路）研究会

CADAMAS-SURFは、耐波設計のような非線形の巨大波浪による構造物への波力算定など実務に適用することを目的にして開発された数値計算法である。港湾の技術基準の性能規定化など、港湾を取り巻く状況の変化に 대응するため、平成18年に研究会を設置し、プログラムのバージョンアップ、不規則波に対する入力方法の整備、各種構造物に対する越波、伝達波、波圧の計算事例の整備を行ってきた。

形状によっては3次的に解析しないと精度の高い結果が得られない構造物があるために、CADAMAS-SURFの3次元版が要望され、それに対応するための改とその実用化が行われてきた。実用化の目処が立ったこともあり、幅広い普及を目指して「CADAMAS-SURF/3D数値波動水槽の研究・開発」（写真-10）を発刊するとともに、その報告会を2010年12月14日に発明会館において開催した。報告会では、CADAMAS-SURF/3Dの開発の経緯やそれを適用した事例の紹介があった。125名の参加者があった。



写真-8 CDIT-KORDI 共同沿岸防災  
ワークショップの関係者一同



写真-9 静岡県駿河海岸における  
高潮・海岸浸食対策工の視察



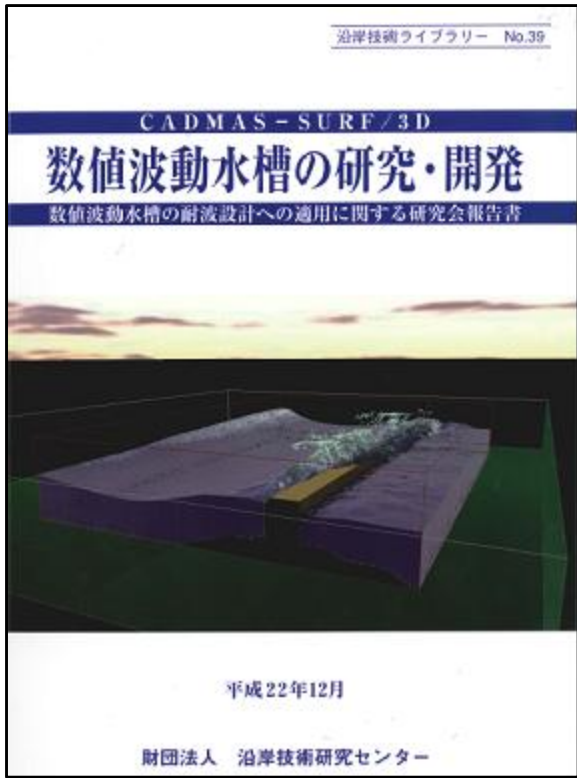


写真-10 新たに発刊された CADAMAS-SURF/3D 版の解説書とプログラム

## 6.2 共同研究

船舶の大型化に伴い、港内係留船舶が長周期波の影響で大きく動揺し、荷役の中断や係留索の切断等の被害が多く報告されている。港内長周期波を低減するために、幅 50m にもなる消波式傾斜堤が実用化されているが、航路や泊地を狭める欠点も有している。

本共同研究で取り扱う「渦消波型長周期波対策構造物」は図-10 に示すような傾斜した導水板の背後に遊水室を有し、スリットで前面の水域と連結されている。長周期波が来襲したときにスリットを通過する流れによって図-11 に示すように導水板の前後に循環流が形成され、それによってエネルギーが消費される機構を利用している。本構造物の設計法を確立するために、

(財) 沿岸技術研究センターと五洋建設、東亜建設工業、東洋建設の間で共同研究を行ったものである。本共同研究の成果として渦消波型長周期波対策構造物の設計マニュアルを作成している。

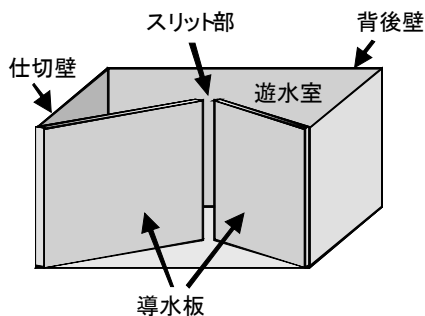


図-10 渦消波型長周期波対策構造物の形状

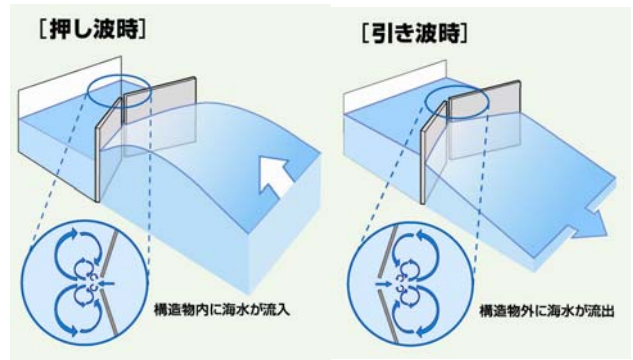


図-11 消波メカニズムの概念図

## 6.3 調査研究

当センターにおいて受託・共同・自主研究を合わせて、66件の調査研究を昨年度に行っている。そのうち防災関連の研究が24件で、一昨年と同様に36%の占有率である。

これらの調査業務を災害の予測、被害想定、減災対策、新技術に関する研究に分けて、その主なものを示す。

- ①災害の予測技術に関する研究
  - ・長周期波予測技術に関する調査
  - ・うねり性波浪の予測技術に関する調査
  - ・簡易耐震診断手法に関する調査
  - ・地球温暖化適応戦略検討業務
- ②被害想定に関する研究
  - ・高潮防潮堤機能検証調査
  - ・港湾地域地震防災対策検討業務
  - ・海岸保全施設長寿命化対策検討業務
- ③減災対策に関する研究
  - ・広域津波対策整備検討調査
  - ・長周期動揺低減システム検討業務
  - ・港内埋没対策検討業務
- ④新技術に関する研究
  - ・津波防波堤等の技術検討業務

## 7. 出版物の刊行

わが国は津波の常襲地域であり、津波に対する知見や経験が豊富である。津波に関するわが国の技術的知見を広く世界に情報発信することは(財) 沿岸技術研究センターの業務の一つとして考えられることから、「沿岸防災技術研究所」の設立1周年記念事業として、津波災害の危険性が高い海外諸地域における人的被害軽減に貢献することを目的とし、津波に関する被害現象、予警報及び被害軽減策等の技術的知見を紹介する書籍「TSUNAMI」と絵本「津波は怖い！」を出版してきた。しかしながら、本年3月11日にM=9.0という大地震とそれによる大津波で東日本大震災が起こった。この災害による教訓を取り入れた改訂版を現在検討中である。

## 7.1 書籍「TSUNAMI」

書籍「TSUNAMI」は、津波に襲われたときに生き延びるために必要な知識を伝えることを主たる目的とし、数式等はほとんど使わないで、できるだけ読みやすい平易な本にした。この TSUNAMI 本は、日本語版 (2008 年 11 月) で最初に出版され、引き続いて、インドネシア語版 (2009 年 6 月)、英語版 (2009 年 10 月)、韓国語版 (2009 年 12 月) で出版されている。これらの本は写真-11 に示している、写真中の英語版は本年 3 月 11 日に発生した東日本大震災を踏まえて、表紙の写真とまえがきを変更した新しい本である。



写真-11 書籍「TSUNAMI」

英語版とインドネシア語版については平成 21 年度土木学会出版文化賞を受賞した。この受賞を記念して講演会を開催した。講演会では、受賞した、TSUNAMI 本の著者 22 名を代表して、東京都市大学の加藤一正客員教授と関西大学社会安全学部長の河田恵昭教授がそれぞれ「TSUNAMI—ご一読いただくために—」、「『稲村の火』から『百年後のふるさとを守る』—語り部による披露—」と題して講演した。

## 7.2 絵本「津波は怖い！」

上記の TSUNAMI 本はできるだけ平易に書いたとは言っても、200 頁を越えるような厚みがあり、また、読むためには、ある程度の学力が必要である。そこで、小学生や中学生でも簡単に読め、尚且つ、正確な津波知識が身に付く簡易本として「津波は怖い！」と題する絵本を出版した。難しい漢字には読み仮名を付けるとともに、写真や挿絵、漫画をできるだけ取り入れて、わかり易くすることを心がけた。このようにすることによっても、津波記述の正確さが落ちないように心がけている。

「津波は怖い！」と題する絵本は、日本語版が 2010 年 4 月、インドネシア語版が 2010 年 10 月に出版した。2010 年 2 月 27 日に M=8.8 のチリ沖地震が発生し、その災害調査団員として派遣した職員によって本簡易本がチリ側に提供され、スペイン語に翻訳された。写真

-12 は日本語版とインドネシア語版、スペイン語版の津波絵本を示している。



写真-12 絵本「津波は怖い！」

「津波は怖い！」インドネシア語版の出版を記念して、2010 年 10 月 27 日にジャカルタにおいてインドネシア海洋漁業省と共同でセミナーを開催した。2 日目の 10 月 25 日夜半にスマトラ島南部沖において発生した津波によって大きな被害を受けたことが判明して、セミナーは非常に大きな関心を集めた。参加者は、行政関係者や NGO、報道関係者、学生など 150 名に達した。写真-13 はセミナーの様子を示している。



写真-13 セミナーの様子

インドネシア海洋漁業省の Gellwynn Jusuf 次官 (写真-14) によって都市部における急速な開発と沿岸部におけるインフラ整備の遅れといった現況の紹介とそのような状況下でのインドネシアの防災対策について講演された。沿岸技術研究センターからは、2月に発生したチリ地震津波による被害状況の報告と日本における津波に対するハード・ソフト対策の紹介に加え、津波に関する正確な知識の普及啓蒙活動の必要性が述べられた。インドネシア側からはインドネシアにおける津波災害の現状と減災対策についての発表があった。発表後の質疑応答も活発で、十分な意見交換が行われた。写真-15 は活発な質疑の状況を示している。



写真-14 インドネシア海洋漁業省の  
Gellwynn Jusuf 次官の挨拶



写真-15 活発な質疑応答

当センターは、日本財団やインドネシア海洋漁業省等との協力の基に、2009年度にパダンやジョグジャカルタ、バリ島の3箇所で書籍「TSUNAMI」を用いて津波セミナーを行ってきた。今回は絵本「津波は怖い！」に関連したセミナーで、津波に関する正確な知識の伝達と普及に貢献できたのではないかと考えている。

## 8. その他

これまでに紹介した取り組みのほか、(財)沿岸技術研究センターが実施している「沿岸気象海象情報発信システム(COMEINS)」の運用など、沿岸防災に関連する情報提供、東日本大震災を契機とした防護レベルや減災レベルの津波モデルの設定と提供、港湾・空港の土木施設やその他の土木施設の耐震性能の評価に必要な技術の普及も実施している。これらも、沿岸域における防災対策に関する検討にとっても不可欠なもので、今後も充実を図るつもりである。

## 参考文献

- 1) 高橋重雄他：2011年東日本大震災による港湾・海岸・空港の地震・津波被害に関する調査速報，港湾空港技術研究所資料，No.1231，200p.，2011.
- 2) 運輸省港湾局他：1968年十勝沖地震 港湾被害報告 津波調査報告，pp.255-271，昭和43年.
- 3) 谷本勝利・高山知司・村上和男・村田繁・鶴谷広一・高橋重雄・森川雅行・吉本靖俊・中野晋・平石哲也：1983年日本海中部地震津波の実態と二・三の考察，港湾技研資料，No.470，299 p.，1983.
- 4) 高山知司他：1993年北海道南西沖地震津波の特性と被害，港湾技研資料，No.775，225p.，1983.

