

## 沿岸防災技術研究所の活動について

高山知司\*

\* (一財) 沿岸技術研究センター参与, 沿岸防災技術研究所長

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きている。本稿では平成 23 年度における沿岸防災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，被災メカニズム，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

2011 年 3 月 11 日に東日本大震災が発生して、死者・行方不明者が 2 万人近くに達し、未曾有の大災害になった。それは、わが国で今まで経験したことない、 $M=9.0$  に達するような巨大地震の発生とそれに伴う高さ 10m 以上の巨大な津波が東日本沿岸全域に襲ったことによって引き起こされたものである。特に、巨大津波の来襲によって防波堤や防潮堤の破壊に加えて、津波防災対策として建設された湾口防波堤や防潮堤さえもが破壊され、非常に大きな浸水を誘引し、家屋等の財産に壊滅的な打撃を与えた。

東日本大震災を起こした津波は再現期間が 1,000 年になるようなまれにしか起きない津波と考えられている。このように非常にまれにしか起きないような津波へ対応について検討がなされ、今後の津波対策としては以下のような結論になった。東日本大震災のように非常にまれで巨大な津波については、構造物で防御することは非常に困難であり、避難で対応せざるを得ない。構造物による防御の対象となる津波は、比較的頻度が高く、数十年から百数十年に 1 回起きるような津波とする。しかしながら、津波対策用の施設が破壊すると背後地の被害が甚大になるので、まれにしか起きない津波に対しては越流や少しの変形は許容するけれども、崩壊して津波に対する防御機能が完全に失われることがないように粘り強さを持たせる工夫をすることが求められている。また、構造物の建設目的が津波防御でなくても、結果的にその構造物が津波に対して被災軽減効果があり、被災後の早期復旧・復興に重要な構造物であるなら、津波対策用の構造物と同様に津波で少しの変形は許容するものの、崩壊しないように粘り強さを持たせるようにすることが求められた。このような構造物として防波堤がある。防波堤は円滑な荷役を可能にするために、港内の静穏度を確保する目

的で建設されるが、結果的に津波災害の軽減にも役に立っている場合があることがわかってきている。このような防波堤が崩壊すると、津波被害が大きくなるとともに、港内の静穏度が悪くなり、船舶の荷役ができなくなって、地域の復旧・復興を遅らせることになる。

非常にまれな津波に対しても構造物がそれ自身の粘り強さで抵抗できるようにすることが求められているけれども、粘り強さを増大させる対策とその効果について十分には検討ができてはいない。また、粘り強さを検討するにしても、被災原因を究明し、被災メカニズムを明らかにしておくことが重要であるが、それについてもまだ十分な検討がなされていない。

東日本大震災における防波堤の被災に関してそのメカニズムがどこまで明らかになったかについても記述するとともに、沿岸防災技術研究所の平成 23 年度における取り組みについて紹介してみたい。

### 2. 東日本大震災における構造物の被災メカニズムの解明のために

#### 2.1 被災メカニズム解明のために重要な要素

東日本大震災で港湾・海岸構造物が大きな被災を受けた最大の原因は想定を超えるような大きな津波が来襲したことであるが、それに加えて我々がほとんど検討してこなかった事象によって構造物が大きく破壊されたこともわかってきている。それは、一つが津波の時系列的な変化であり、もう一つが津波の越流である。

今回の津波災害で特徴的なことは、津波が昼間に来襲したために非常に多くの映像が残されており、構造物が第何波目の津波で破壊されたという時系列条件がはっきりしている場合が多くあることである。また、海岸線から 20km 沖合いに設置された GPS 津波計で来襲してくる津波の波形が捕らえられていることである。今回の津波の数値計算ではこの波形を再現することが

構造物の被災メカニズムを解明するために非常に重要になった。今までの津波の数値計算は、踏査して測った遡上高を説明するためだけに用いられ、1波目は小さく、2波目が最大になったとかいった津波の時系列の波形までは詳細な検討してこなかった。海底地盤の変動を起こす地震断層モデルが踏査した津波の遡上高に合うように修正されていたので、津波の時系列まで検討しても意味がないとみなされていた。しかし、今回の震災ではGPS波浪計で沖合いの津波波形が観測されたので、この波形を再現することが非常に重要となった。

津波の場合、風波による越波とは異なり、防波堤や防潮堤を越流し始めると、少なくとも数分間は続く。しかしながら、今までの津波では防波堤を大きく越えるようなことはほとんどなかったし、また、防潮堤は津波が越えないように天端高を設定していると考えていた。そのために、津波が越流することによって起こる現象とそれが堤体の不安定性に与える影響について検討されてこなかった。被災に係わる実験やシミュレーションによると、越流によって引き起こされた現象が堤体の被災に密接に関連しているのではないかと考えられるようになってきた。

以下においては、津波に係わる研究の中で従来十分な検討が行われなかった、上記の2つの課題、つまり津波の時系列と越流について少し詳しく述べる。

## 2.2 津波時系列波形の重要性

東日本大震災における津波では、岩手県から福島県の沖合いにかけて設置していた6基のGPS波浪計の内5基で津波波形を観測することができた<sup>1)</sup>。観測された津波波形を図-1に示す。観測された津波の第1波の波形は、その沖側における海底地形の変化形状に対応していると考えられる。このことから、GPS波浪計の直ぐ沖合では海底面は沈降し、それより沖合ではゆっくりと海底は上昇、更に沖合いでは急激に上昇する変化を示したことになる。ただし、深い水深で起きた津波ほど浅水変形で増幅されるために、観測波形が示すほどには海底地形の変化の違いはないと考えられる。宮城県北部沖GPS波浪計では、第1波のピークは岩手県南部沖より2分程度遅れて到達し、津波高も1m程度小さい。このことは、大きな海底変動を起こした海域は宮城県北部沖GPS波浪計の位置より岩手県南部沖の方に数10km近いことを示している。

津波波形の観測値を用いて逆解析を行うことによって海底地盤の変動による初期水位の平面分布を求めることができる。そして、初期水面変位が求まると津波の伝播計算ができる。計算で求めた津波波形と観測波形が一致すれば、計算波形を用いて被災した防波堤の被災メカニズムを調べることができる。図-2は、岩

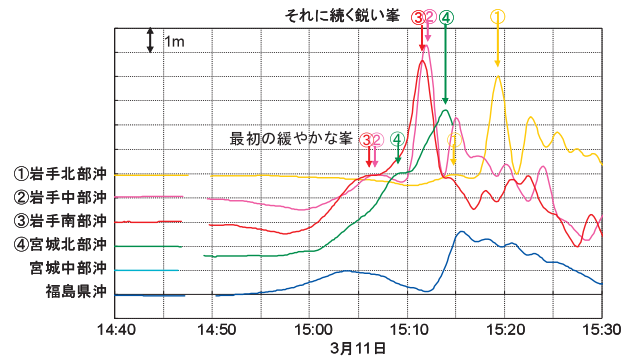


図-1 GPS波浪計で観測された津波波形

手北部沖と中部沖GPS波浪計のデータを用いないで逆解析して求めた初期水位から計算した津波波形(赤線と青線；青線は逆解析で求めた赤線の変位を1.5倍したもの)と岩手計北部沖GPS波浪計の観測波形(黒線)とを比較したものである。全体的に両者はよく一致しているが、大きくずれているところがある。それは第1波目の始まりのところで、観測値では地震後約30分から2つの山が現れているのに対して、計算値では、

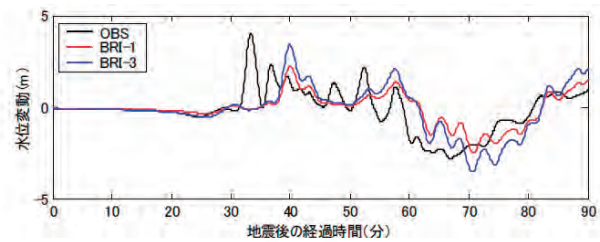


図-2 佐竹・藤川モデルで計算した津波波形と岩手北部沖GPS波浪計による観測波形との比較

約40分後から第1波が始まっている。このことは、岩手北部沖GPS波浪計に近い海底が観測波形に示したような隆起をしたのに対して逆解析で求めた初期水位変化ではこのような海底変化が再現できていないことを示している。観測値と計算値がかなりの精度で一致しないと、防波堤の被災メカニズムの解明には適用できない。特に、東日本大震災では多くの構造物の被災映像が残されており、1波目の津波ではなく、第2波目で壊れたとすると第1波目の引き波で港内水位がどの程度に下がっていたのかが重要になり、これについては数値計算に頼らなければならない。そのために、精度の高い数値計算が要望され、図-2のような精度では計算結果を被災メカニズムの解明に活用することはできない。しかしながら、得られる全ての津波情報を基に逆解析を行って求めた海底変動が地震の3分間に起きたとして、3分間を9等分して20秒毎の海底変動に

基づいて津波の伝播計算が港湾空港技術研究所においてなされた<sup>2)</sup>。図-3は、このようにして求めた津波の波形を岩手北部沖 GPS 波浪計で観測された波形と比較したものである。図中の実線が観測波形で、点線が計算波形である。この図からわかるように津波の第1波目の立ち上がりの部分は、計算と観測が非常によく一致しているが、第1波目の津波のピークが少し小さい傾向がある。津波のピークの小さいのは地盤変位を少し大きくすることで対応できる。このようにして計算した津波波形を八戸港内の検潮記録と比較したのが図-4である。図中の実線が検潮記録で、破線が計算値である。第1波目の津波の高さが少し小さい傾向があるが、非常によく一致しており、この海底地盤変動モデルが防波堤の被災メカニズムの解明に活用できることが判明し、現在、このモデルを用いて被災メカニズムの解明に取り組んでいるところである。

### 2.3 津波の越流

通常の防波堤の天端高は設計波（一般に50年確率有義波）の波高の0.6倍の高さを朔望平均満潮位上に確保することで設定されている。そのために、既往の津波はほとんど防波堤の天端を越えることはなかった。また、津波防波堤や防潮堤については、ほぼ既往の最大の津波高を用いているために、津波が天端を越えることは想定していなかった。そのこともあって、津波が越流したときに起こる現象については何も検討してこなかった。その結果、津波の波力に対しては安定していたと評価される堤体であっても、津波が越流することによって不安定になって崩壊したと考えられる防波堤があった。そこで、防波堤の被災メカニズムを明らかにするために、堤体の前面と背面における津波の高さを考慮しながら、堤体に作用する波力を算定し、堤体の安定性を調べた。被災した多くの防波堤は津波波力に対して不安定になり、津波波力で被災したことが明確になったが、被災した防波堤の中には津波波力より抵抗力（摩擦力）が大きく、安定であると判定される堤体があった。このような防波堤としては、八戸港の北防波堤中央部や釜石湾湾口防波堤の北堤などがある。

八戸港の北防波堤の背後海底地形を調べてみると、図-5に示すように被災した防波堤の背後地盤が大きい箇所でも10mも洗掘されていることが判明した。このような大きな洗掘は防波堤を越流した津波によって起こされたと推測される。問題は、越流量や越流高さなどと洗掘量の関係を明らかにして、洗掘量が推定できるようにすることと、洗掘量が堤体の安定性に及ぼす影響を明らかにすることである。越流津波による背後地盤の洗掘量についてはほとんど判っておらず、実験等による検討が今後必要である。また、堤体の安定性

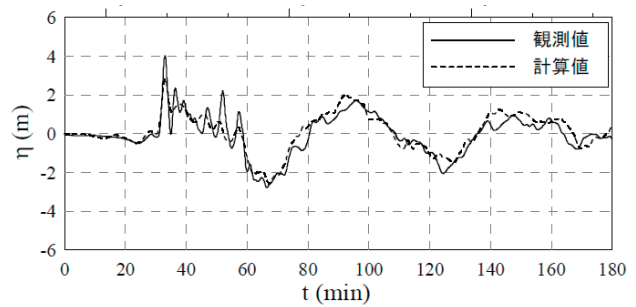


図-3 高川モデルで計算した津波波形と岩手北部沖 GPS 波浪計による観測波形との比較

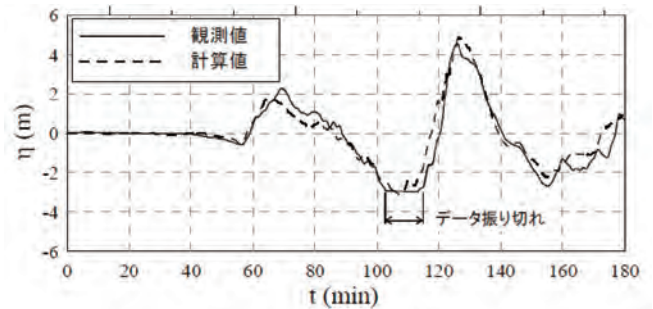


図-4 高川モデルで計算した津波波形と八戸港内の潮位計による観測波形との比較

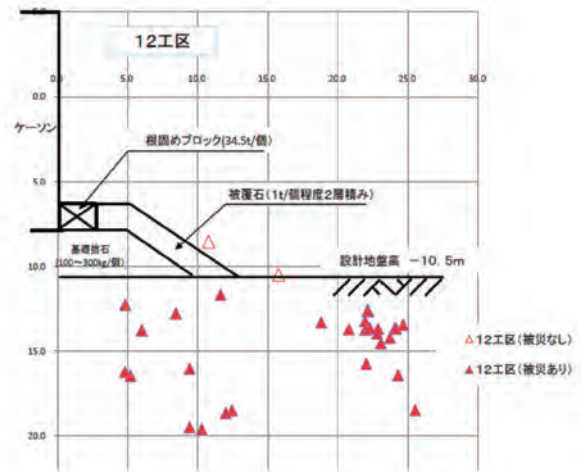


図-5 八戸港北防波堤中央部12工区における背後地盤の洗掘量

に及ぼす影響については、防波堤前後の水位差に伴う浸透流との関係で地盤支持力の低下に伴う破壊なのか、あるいは滑動抵抗力の低下に伴う破壊なのかほとんどわかっていない。これについても実験や数値計算による解明が必要である。

釜石湾湾口防波堤の前後における津波の水位差から津波波力を計算して、堤体の安定性を調べた結果、堤体の滑動抵抗力は津波力よりも大きく、安全率にして1.1を越えているとのことであった。しかしながら、図-6に示すように堤体は大きく変形しており、一部のケー



ソンはマウンドから滑り落ちている。そこで、このような被災の原因を調べるために水理模型実験が港湾空港技術研究所で行われた<sup>3)</sup>。その結果、防波堤の背面では、そこに作用する水圧が背後水位から計算される静水圧より約1割程度小さくなっていることが明らかになった。このような背後における水圧低下を考慮すると、堤体の安全率はほぼ1.0程度になり、図-6に示したような被災が起きる可能性があることが判明した。しかし、なぜこのような圧力低下が起きたのか明確でなかった。

津波によって水位が増大し、越流して背後に落ち込み、背後に大きな渦を発生させる様子を CADMUS-SURF でシミュレートした資料が送付されてきた。計算条件は釜石湾口防波堤の条件と同じではないが、防波堤を越流した津波が背後水域に大きな渦を生成する様子を再現しており、渦は非定常に変化していた。このような非定常な渦は鉛直方向の加速度を伴う。鉛直方向の加速度がなければ、水圧は静水圧となるが、加速度があると、加速度の方向によっては静水圧より大きくなったり、小さくなったりする。特に、加速度が負方向、つまり下向きに働く場合、背後から働く水圧は静水圧より小さくなり、堤体の抵抗力を弱めることになる。図-7 は堤体に働く水圧が静水圧より小さくなる時の渦の状態と水圧の鉛直分布を示している。堤体背後に非常に大きな渦が発生しているのがわかる。このときの水圧が青い実線で示されているように初期の静水圧(黄土色の実線)より小さくなっている箇所がある。このように水圧が静水圧より小さくなる時の、水圧の鉛直分布や大きさは越流量や越流高さによって大きく異なると推測される。そのためにこのような現象については、実験とシミュレーションで十分に検討することが重要である。

### 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. AIWEST-DR2011/SCSTW4への派遣

AIWEST-DR2011/SCSTW4 (Annual International Workshop and Expo on Sumatera Tsunami Disaster and Recovery 2011 in Conjunction with 4<sup>th</sup> South China Sea Tsunami Workshop) (スマトラ津波災害と復興に関する2011年国際ワークショップと展示会/第4回南シナ海津波ワークショップとの共催)が2011年11月22日



図-6 釜石湾口防波堤の北堤の被災状況

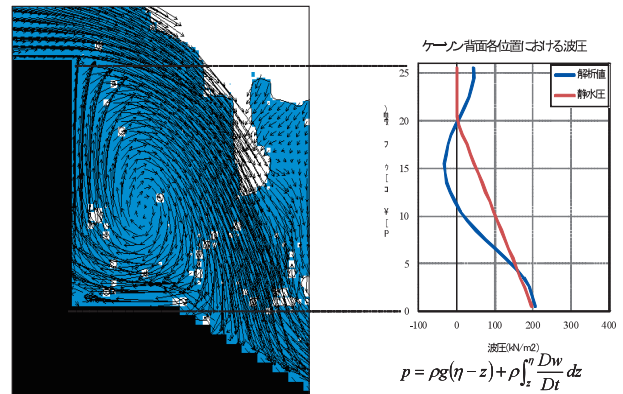


図-7 越流津波による渦の生成と静水圧より低下する堤体背後水圧

(火)～24日(木)の3日間バンダアチェにおいて開催された。本ワークショップは2006年から開催され、今回で第6回目になる。バンダアチェは2004年に発生したスマトラ沖地震による津波で約24万人の犠牲者を出したスマトラ島北西端に位置する都市である。このワークショップを主催しているSyiah Kuata大学の津波災害軽減研究センターからの参加要請によって高山沿岸防災研究所長と青田主任研究員の2名を派遣して、東日本大震災における港湾関連の被災状況を発表させた。

参加者は200名以上で、多くがインドネシアの技術者や研究者、学生であった。日本や中国、オーストラリアなどの外国からの参加者もあり、その数は20名程度であった。講演は11月22日と23日の2日間行われた。講演時の会場の様子を図-8に示す。2日目の夜には招待講演者を含めて、このワークショップを更に発展させるための方策について討論がなされた。

11月24日の最終日には「Tsunami Historical Tour」があった。インド洋大津波による被災の記憶を後世に伝えるために、被災現場の状況がそのままの形で残されていた。また、「Aceh Tsunami Museum」が新たに2009年2月23日に開館していた。館内には、2004年の被害の実態を伝える写真やジオラマの展示、地震や津波の

発生メカニズムを紹介する装置や映像があり、子供でも理解し易い内容になっていた。図-9は館内に展示してあった津波来襲時のジオラマである。

## 5. シンポジウム等の開催

沿岸防災の重要性についての啓発や防災技術の情報交換のため当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連のものについてのみ紹介する。

### 5.1 コースタル・テクノロジー2011における防災関連論文の発表

2011年11月24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2011」を開催し、18編の論文を発表しているが、その内、防災関連については以下のような9編の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. 11(2011)」を参照してほしい。

#### 1) 和歌山下津港海岸（海南地区）津波防波堤の照査法について

調査部 主任研究員 小野寺隆柔  
 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 中島 晋  
 同上事務所 技術開発課長 川崎尚弘  
 同上事務所 技術開発課長 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、近い将来において起こる可能性が高いと考えられている東海・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、和歌山海南地区を津波から防護するために港口部に設置する直立浮上式防波堤の基本断面についてその照査法を検討したものである。

#### 2) 須崎港における津波漂流物対策施設の現地実証実験—対策施設の防護性能について—

前 調査部 主任研究員 田代 徹  
 調査部 調査役 金正富雄  
 四国地方整備局 高知港湾空港事務所 所長 國松 靖  
 日本海洋コンサルタント(株) 技術本部 部長 内山一郎

須崎港は過去の津波で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。須崎港では現在でも木材工業団地には輸入木材が野積みされており、将来において再び津波が来襲すると、市街地や港湾への漂流や流出が懸念されている。本報告は、須崎港内



図-8 講演会場の様子



図-9 津波来襲時の状況のジオラマ

に野積みされている原木の流出を低減させるために検討されている津波漂流物対策施設の防護性能について行った実証実験について述べている。

#### 3) 津松阪港海岸保全施設長寿命化計画について

前 調査部 主任研究員 平 義章  
 前 研究主幹 由木 誠

津松阪港の海岸保全施設は、建設後30～50年を経過しており、施設の老朽化や機能の低下が懸念されている。本報告は、海岸保全施設の防護水準の確保と地球温暖化による海面上昇に対応した施設の延命化を図るために策定した海岸保全施設の長寿命化計画について述べている。

#### 4) 新潟海岸における海浜安定化対策の現地実証実験について

調査部 調査役 菊地洋二  
 調査部 主任研究員 山本高士  
 北陸地方整備局 新潟港湾・空港整備事務所 海岸課長 佐藤敏文  
 同上事務所 海岸係長 渋谷 寛

新潟港海岸（西海岸地区）では、潜堤・突堤・養浜砂を用いた面的防護工法による海岸侵食対策が行われている。最近の調査で、汀線付近で侵食された砂が潜堤付近まで移動し、区画外への流出経路が明らかになった。本報告では、2009年に砂流出軽減策として設置



した砂止堤と歪み砂れ入マットの効果について検討している。

5) 埋立護岸における吸出し・液状化対策に関する実証実験

調査部 主任研究員 松本典人  
調査部 主任研究員 阿部龍介  
調査部 調査役 池内章雄  
北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所 選任建設管理官 廣木智秀

福井港海岸では、護岸前面の侵食に伴って、護岸前面の消波ブロックの飛散や沈下、越波による護岸背後の水叩き部の吸出しや陥没被害が進んでいる。そのため、H16年度から侵食対策および液状化対策として離岸堤および護岸の直轄事業が着手されている。本報告は、これらの対策の検討経緯と実証実験について述べている。

6) 四国における海岸保全施設長寿命化計画の検討について

調査役 福岡 正  
調査部 研究員 山本高士  
研究主幹 由木 誠  
四国北陸地方整備局 港湾空港部 港湾計画課 課長 廣松智樹  
同上部課 課長補佐 高尾俊輝  
同上部課 海岸・環境係長 西森 忍

本報告は、四国地方整備局管内の海岸保全施設の劣化状況や耐震性能を調査・把握し、気候変動による海象条件の変化を考慮した中長期的な維持管理方策の策定するための「考え方」を検討・整理したものである。

7) 三池港における航路埋没対策について

調査部 主任研究員 松岡義博  
参与 高山知司  
調査役 岸良安治  
九州地方整備局 博多港湾・空港整備事務所 所長 稲田雅裕

三池港の航路埋没対策とその効果について新たな数値シミュレーションモデルを用いて検証するとともに、埋没対策の最適工法について費用便益手法を用いて検討している。

8) 液状化による地盤の不同沈下を考慮した滑走路の耐震性能評価

調査役 池内章雄  
九州地方整備局 博多港湾・空港整備事務所 所長 稲田雅裕  
同上事務所 波多江裕司  
調査役 岸良安治  
調査部 主任研究員 小野寺隆柔

本報告では、福岡空港を対象に、土質調査地点毎に液状籠の沈下量を算定・整理することによって、地盤

の不同沈下量を推定し、滑走路の耐震性能を評価している。

9) 大分空港の耐震性の検討

調査部 研究員 風野裕明  
調査役 池内章雄  
調査役 岸良安治  
調査部 主任研究員 澁谷浩平  
九州地方整備局 別府港湾空港整備事務所 所長 梅崎康浩

本報告は、詳細な土質調査結果のある位置での液状化判定および空港の外周護岸部を中心にFLIPによる地震応答解析を実施し、空港基本施設の耐震性の判定を行っている。

## 5.2 第8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8回目である。日本での開催を基本にしていたが、2004年12月26日にインド洋大津波が発生して、インド洋周辺国で30万人近くの犠牲者が出たこともあって、第3回(2006年)をスリランカ、第5回(2008年)をインドネシア、そして第6回をタイと、インド洋大津波で多くの犠牲者をだした国を回った。

第8回沿岸防災ワークショップは、2011年3月11日に東日本大震災が起き、我が国の東北地方が未曾有の大災害になったことから、「レベル2津波災害からの復旧・復興」と題して、2011年9月5日に横浜市開港記念館において(独)港湾空港技術研究所と国土交通省との共催の下に開催した。このワークショップでは、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た。参加者は420名以上に昇った。図-10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2つのセッションと基調講演が行われた。セッション1は「東日本大震災における



図-10 第8回国際沿岸防災ワークショップの会場の様子

津波災害とその復興」をテーマにして、東日本大震災において大津波を発生させた東北地方太平洋沖地震の特徴や津波による被災状況、米国土木学会会員による被災海岸の現地調査結果、通常の防波堤ばかりでなく津波防波堤まで被災した港湾被害の状況、「撓まず屈せず」に復旧・復興を行おうとする地方都市の意気込みが発表された。

セッション2では、「世界における高潮・津波災害からの復興」をテーマに講演があった。チリからはコンセプション・カトリック大学のRafael Aranguiz先生が2010年2月27日に起きたチリ地震津波からの教訓とその対応について発表された。2004年のインド洋大津波で多くの犠牲者を出したインドネシアからはSubandono Diposaptono海洋水産省海洋・海岸部長がインドネシアにおける津波防災と題した講演があった。2005年8月に発生した、ハリケーン・カトリーナによるニューオーリンズにおける高潮大災害については、ノースカロライナ大学のBilly Edge教授がハリケーン・カトリーナから6年と題し、災害後の復興状況についての講演があった。

最後に、関西大学の河田恵昭教授による「東日本大震災の復興と減災」と題する基調講演があって、ワークショップが終了した。

過去10年間は高潮・津波による大災害が頻繁に起きており、これからもこのような状況は変わらないと考えられる。そこで、この国際沿岸ワークショップにおける議論が今後の減災に役立つことを期待するものである。

### 5.3 第9回国際沿岸防災ワークショップ

2011年3月11日に起きた東日本大震災から1年を経過することもある、国土交通省港湾局と（独）港湾空港技術研究所等と協力して、「豊かな海との共生を考えた地震・津波防災に向けて」をテーマにワークショップを開催した。ワークショップは2012年2月24日（金）に読売ホールで開催し、554名もの多くの参加者があった。

「マグニチュード9地震と津波の複合災害の特徴と今後へ向けて」と題する、菅野高弘特別研究官の講演で始まり、東京大学大学院磯部雅彦教授による「震災復興における環境・利用の視点」および関西大学の河田恵昭教授による「これからの津波対策とまちづくり」と題する2つの基調講演があった。そして、高橋重雄理事長（港湾空港技術研究所）をコーディネーターとするパネル・ディスカッションが行われた。

### 5.4 第3回CDIT-KORDI共同沿岸防災ワークショップ

2009年10月7日に当沿岸技術研究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。2011年度は韓国での開催であった。

第3回CDIT-KORDI共同沿岸防災ワークショップは2011年10月11日（火）に日本海側沿岸部のKORDI東海研究所で開催した。沿岸技術研究センターからは小原理事長を始めとして7名が参加した。KORDI側からは9名の参加であった。図-11はワークショップの会場である東海研究所玄関における参加者一同の写真である。

10月10日に韓国ソウル市に到着し、韓国海洋研究院を表敬訪問し、その後、バスで東海研究所に向けて出発した。



図-11 CDIT-KORDI 共同ワークショップ参加者

10月11日のワークショップでは4つのセッションが行われた。セッション1では2011年の東日本津波災害をテーマとして日本から2名、韓国から1名の発表があった。韓国も日本海で起きた津波の影響で被災した港があり、活発な討論があった。

セッション2は高潮と高波のテーマで、日本からはNOWPHASによる津波観測の現状と東日本大震災で観測された津波のリアルタイム波形についての発表があった。韓国からは高潮による浸水氾濫の推算とハザードマップの作成についての発表と崖崩れによって発生した波浪の変化についての発表があった。

セッション3では、日本側から和歌山下津港海岸（海南地区）津波防波堤の開発と設計と題した発表と海岸保全施設長寿命化計画策定マニュアルの作成と題した発表を行った。韓国側からはインターロッキングを利用した新概念の防波堤と題した発表があった。

セッション4では沿岸波浪と侵食のモニタリングをテーマに韓国側から防波堤における跳波の観測と予測システムの開発と題する発表と韓国の海岸侵食の現状と対応システムと題する発表があった。日本側からは



高知港長周期波予測システムの構築と題した発表を行った。

10月12日は、韓国東側の侵食海岸の見学を行った。韓国東海岸は日本海に面しており、西海岸とは異なり、干満差が小さいために冷却用の取水が容易なこともあって、そこには多くの原子力発電所が設置されている。図-12は原子力発電所見学者用施設の原子炉模型を示している。また、韓国東海岸は過去に日本海で発生した津波の来襲を受けて被災している。1983年の日本海中部地震津波では韓国の漁港が大きな被害を受けた。東日本大震災の津波で福島第一原子力発電所が大きな被害を受けて、国際的にも大きな問題になったこともあって、韓国では津波については非常に敏感になっている。

次年度の第4回共同ワークショップは日本での開催となる。

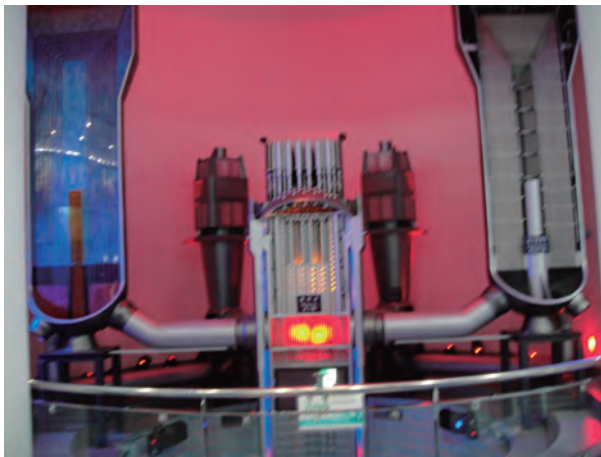


図-12 見学者用施設内の原子炉模型

## 6. 調査研究の実施

### 6.1 調査研究

沿岸研究センターにおいて受託・共同・自主研究を合わせて、65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221件で、34%の占有率で、普段の年と大きな変動はないが、東日本大震災が昨年起きたこともあって津波関連の調査が増えている。

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
  - ・空港地震観測システムの検討
  - ・津波・波浪観測業務検討
  - ・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
  - ・東日本大震災を踏まえた高潮津波対策調査
  - ・防波堤の津波軽減効果検討
  - ・港内埋没対策検討業務
  - ・海岸保全検討業務
  - ・航路保全対策検討
- ④復旧・復興に関する研究
  - ・東北地方太平洋沖地震における復旧方針の検討
- ⑤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当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国内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。

### 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)を出版している。これらの本は図-13に示している、写真中の英語版は2011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改訂した新しい本である。英語版とインドネシア語版については平成21年度土木



図-13 書籍「TSUNAMI」



学会出版文化賞を受賞した。2011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執筆中である。

## 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てきた。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。図-14 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。



図-14 既出版の絵本「津波は怖い！」

2011 年の東日本大震災が起こったこともあって、この津波災害から得られた教訓や写真画像を採用して、絵本「津波は怖い！」を大改訂した。この絵本には津波や災害の実像、更には現在の津波研究の一端を映像として示す DVD も添付している。図-15 は改訂版の絵本を示している。

## 8. その他

これまでに紹介した取り組みのほか、当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



図-15 絵本「津波は怖い！」の改訂版

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) 富田孝史ら：2011 年東北地方太平洋沖地震津波による八戸港の被害，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol.67, 2011, (投稿中).
- 3) 有川太郎ら：釜石湾口防波堤の津波による被災メカニズムの検討—水理特性を中心とした第一報—，港湾空港技術研究所資料，52p.，2012.
- 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.