

沿岸防災技術研究所の活動について

高山知司

(財) 沿岸技術研究センター 参与

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20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：沿岸防災，能登半島地震災害，中越沖地震災害

1. はじめに

平成20年(2008年)度は、5月12日に中国内陸部の四川省においてマグニチュード7.9～8.0の大地震が発生し、約7万人の命が奪われている。この地震は内陸部で起きた地震としては最大級である。また、我が国においては、7月24日に岩手県沿岸北部を震源とするマグニチュード6.8の地震が発生している。これも内陸型であった。内陸型地震は地震動による被害であるが、海溝型地震の場合には、地震動だけではなく、津波も来襲するために、被災区域は地震動の大きな地域だけではなく、地震動をあまり感知しなかったような地域にまで及ぶために、被害が広領域にわたる。近年においては、我が国周辺の海溝型巨大地震の発生の確率が年々高まり、いつ起きても不思議ではない状態になりつつある。

地球の温暖化に伴う影響かどうかよくわからないけれども、近年、集中豪雨による洪水災害が多発している。平成20年度においても多くの集中豪雨が発生しており、神戸市都賀川では集中豪雨による水位の急上昇で5名の方が亡くなる被害も発生している。このような集中豪雨だけではなく、台風規模も大きくなっているように感じる。このようなことが起きると、高潮も巨大化し、人口の集中と都市化機能の進展で災害に対する都市の脆弱性が顕在化し、高潮災害の危険度が急激に増大することになる。このため当センターでは、ハードとソフトが一体となった総合的な防災機能を強化し、災害の防止・軽減を図るための調査研究を行っている。

当センターでは、国内外の大規模地震災害が多発していることを踏まえ、沿岸防災にかかる喫緊の調査研究課題に的確に対応していくため、これまでの調査研究実績、豊富な知見及び人的ネットワークを活かし、当センターの技術力を効果的に発揮するため、平成17年12月に「沿岸防災技術研究所」を設立した。

本稿は、沿岸防災技術研究所の平成20年度における沿岸防災に関する取り組みについて紹介するものである。

2. 沿岸防災関連の動き

2005年8月にハリケーンカトリーナによって起こされた高潮はニューオーリンズに大規模な浸水災害をもたらした。この大災害は、防潮堤が高潮によって崩壊し、大量の海水がニューオーリンズの大部分を占めるゼロメートル地帯に流れ込んだことによって起っている。この災害の教訓として、ゼロメートル地域が高潮に対して非常に脆弱であることがクローズアップされた。わが国も、東京湾や伊勢湾、大阪湾といった高潮常襲地帯の沿岸には広大なゼロメートル地帯が存在しており、そこには400万以上の人が居住している。ニューオーリンズにおける高潮災害を教訓にして、国土交通省はゼロメートル地帯の高潮検討会を設置し、平成18年1月に「ゼロメートル地帯の今後の高潮対策のあり方について」の提言を公表している。このような状況の中で、IPCCによる地球温暖化の影響に関する調査書が出され、地球の気候変動に大きな影響をもたらすことや海面上昇も引き続き起こり、今世紀末には20cmから60cm程度にまで上昇することが報告された。大規模気候変動に伴う台風規模の増大は将来における高潮の巨大化を招き、海面上昇も加わって、大災害の発生が真実味を持って危惧されるようになった。

一方、地震災害についても頻繁に発生しており、7月24日に岩手県沿岸北部を震源とするマグニチュード6.8の地震が発生している。これは内陸型であった。この地震による死者はなかった。東海・東南海・南海地震といった海溝型巨大地震の発生が危惧されている状況の中で、このような内陸型の直下地震が頻繁に発生している。このような直下型地震の発生のメカニズムの解明も必要になる。川崎港東扇島地区基幹的広域防災拠点川崎市東扇島に4月26日にオープンした。そ

の広さ約15.8ヘクタール（東京ドーム3.5個分）の施設で、災害時には国が管理を行い緊急物資の中継基地として活用することを目的とした防災拠点として運営される。また平常時には川崎市が管理する東扇島東公園として多目的広場、ドックラン、人工海浜やバーベキュー広場などを設け、市民の憩いの場として解放される。

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. 津波災害復興に関する調査団の派遣

インドネシアのジョグジャカルタで開催された第5回国際沿岸防災ワークショップの終了後、7月24日と25日の2日間わたって、2004年のインド洋大津波によって大災害を受けたバンダアチェのその後の復興について調査した。

本調査には、現地案内役としてインドネシア海洋漁業省本省のアーム氏とバンダアチェ駐在のフェルデイ氏が同行した。アーム氏は「TSUNAMI」本のインドネシア語への翻訳者の一人であり、フェルデイ氏は日本留学の経験があった。

2004年12月26日のインド洋大津波から3年半以上が経過したにもかかわらず、バンダアチェ市全体では津波災害による影響がまだかなり残っていた。しかしながら、市街地内ではほとんど災害の痕跡は残っていなかった。ただし、大きな被害を受けたモスクや建物はそのままの状況であった。また、津波災害の状況を記憶するモニュメントや将来の津波来襲に対する避難施設の整備がなされていた。ここでは、それらの一部を報告する。

バンダアチェにおける津波災害の特徴として、港に係留されていた発電用のバarge船が3km離れた内陸まで津波で運ばれた写真をよく目にしたが、そのバarge船は依然とそのままの状態で保存されていた(写真-1)。そのバarge船に登ることもできたが、わずかな金の寄付が必要であった。そのバarge船のすぐそばに津波教育公園(Tsunami Educational Park)が造られおり(写真-2)、津波災害の状況を示す写真が掲載され、津波災害を記憶に留める記念碑としての役割がバarge船とともに与えられていた。

バンダアチェは海面からの高さがあまりない平坦な土地で、耐震性のある、比較的高い建物が少ないた



写真-1 津波で内陸へ3kmも流された発電用バarge船



写真-2 津波教育公園



写真-3 日本の援助でできた避難所

めに、日本からの援助で津波用避難所が新たに建設されていた。写真-3に示すような3階建てで、1階は吹き抜け、2、3階に避難者が居留できるようになっていた。このような避難所が3か所建設されていた。そして、避難所に向けて逃げる方向を示す看板(写真-4)



写真-4 避難所の方向へ逃げるための看板

が設置されていたが、この看板だけを目にしただけである。他に、このような看板があるのかどうかかわからないが、看板の数が少ないように思えた。

各国からの援助資金が入って来ているようで、津波で壊れたモスクの近くにはトルコからの援助で、新たな居住家屋が建設されていた。また米国や日本からの援助で、道路の整備が行われていた。写真-5は日本からの援助でできた海岸付近の道路を示している。



写真-5 日本の援助で建設された道路

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係について紹介する。

5.1 コースタルテクノロジー2008における 防災関連論文の発表

平成20年11月6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2008」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. 8 (2008)」を参照してほしい。

1) 新潟西海岸における地形変化特性について

調査部 主任研究員 伊部知徳

調査役 三井道雅

北陸地方整備局 新潟技調 吉田秀樹

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が実施され現在にいたっている。本調査は、蓄積された現地計測データに基づき、新潟西海岸における地形変化特性を調べたものである。

2) 防波堤堤頭部付近の洗掘とその対策

調査部 主任研究員 村上敏幸

調査役 三井道雅

九州地方整備局 宮崎港湾空港事務所

宮崎空港の防波堤の南側先端部前面において局所的な洗掘が発生しており、防波堤への影響が懸念されている。そこで、洗掘の形状特性とその要因を調査し、堤体の安定性への影響を分析した上で、その対策工について調べている。

3) 四国沿岸域における防災総合数値解析システムの構築 ～津波計算の検証とシステムの運用に関して～

調査部 主任研究員 大熊 修

調査部 研究主幹 岡 良

四国地方整備局 高松技調 近藤 徹

本調査は、将来、四国沿岸に影響を与える高波・高潮・津波を数値計算数値計算によって再現し、防災対策に役立つ防災総合数値解析システムを確立することを目的としている。本年度は、そのうち津波計算システムを中心にして、その基本機能に関して検討を行っている。

5.2 第5回国際沿岸防災ワークショップ

2004年12月26日に発生したインド洋大津波は未曾有の大災害をもたらし、世界で30万人以上の尊い人命を奪った。インドネシアでは25.6万人も亡くなっている。そこで、世界における、特にインドネシアなどの津波被災国における津波防災対策技術の向上などを目的として、独立行政法人港湾空港技術研究所や国土交通省、さらに、わが沿岸技術研究センターはインドネシア海洋漁業省とガジャマダ大学との協力のもとに、「第5回国際沿岸防災ワークショップ—アジア・太平洋における地震防災の最近の進展」をインドネシアのジョグジャカルタで2008年7月22日に開催した。このワークショップはインド洋大津波の翌年に神戸で第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5回目である。このワークショップにはインドネシアの大学・研究機関のエンジニア、行政担当

者、NGO、マスコミなど200名を超える人が参加した。また、このワークショップではジョグジャカルタ特別州知事のスリ・パク・アラーム9世閣下も来賓挨拶をされた。

3つのセッションで講演が行われた。写真-6はワークショップの様子を示す。



写真-6 ワークショップの様子

セッション1の「インドネシアにおける津波災害と防災」では、インドネシアの5人の講演があった。ここでは、2004年のインド洋大津波を契機に国際協力を得ながら、インドネシアにおいて精力的に推し進められている早期津波警報システムや沖合津波観測システムの構築についての発表があった。また、インドネシアにおける防災教育、防災訓練、情報伝達手法など住民に向けた防災対策が実施されていることが紹介された。

セッション2の「日本における津波災害と防災」では、日本における津波防災について概述するとともに、気象庁による最近の津波警報システムについても報告された。

セッション3の「最新の津波防災技術」では日本における海底地震・津波観測ネットワーク、コンテナの津波漂流予測技術、大規模模型実験、最近の数値計算技術、防災教育に関する発表があり、アメリカにおける津波研究の現況が報告された。この中で、ストリートダンスを取り入れた津波避難訓練の実演もあり、ワークショップを盛り上げた。

3つのセッションの後に、沿岸研究センターが日本語版の「TSUNAMI」本の一部を簡略して翻訳したインドネシア語版の「TSUNAMI」本に関する特別セッションが行われた。この本は、津波に遭遇したときに津波から生き延びるために必要な基本的な知識を集約して記述したものである。日本側からは、日本語版の「TSUNAMI」本を出版した趣旨とその概要について述べるとともに、インドネシア語版の翻訳に携わったインドネシア技術

者によって、インドネシア語で本の中身が紹介された。写真-7は「TSUNAMI」本の特別セッションでの活発な質問の状況と写真-8はこのセッション用にインドネシア語翻訳した暫定版に見入る参加者たちを示している。

ワークショップの翌日（2008年7月23日）にはワークショップの講演者や聴講者など約50名が参加するテクニカルツアーが開催され、ジョグジャカルタから南方約30kmの海岸および2006年5月のジャワ島中部地震によって甚大な被害を受けたプランバナン地区を視察した。海岸では既に砂防や防風用のグリーンベルトが整備されており、このグリーンベルトによる津波減災が期待されている。また、プランバナン地区では海外のNGO団体などの援助による被災者のための住宅が建設されていた。



写真-7 ワークショップでの活発な討論



写真-8 インドネシア語版の津波本を読む参加者

5.3 第5回国際沿岸防災ワークショップ・フォローアップ会議

2008年7月に開催した第5回国際沿岸防災ワークショップのフォローアップ会議を2009年3月30日に

国土交通省国土技術政策総合研究所の横須賀研修センターにおいて開催した。この会議は昨年開催したジョグジャカルタでの第5回国際沿岸防災ワークショップを総括し、新しい津波防災対策に関する共同研究の成果を報告するとともに、最近の沿岸防災技術の発展について議論することを目的に開催されたものである。

セッション1では、昨年7月にジョグジャカルタで開催した第5回国際沿岸防災ワークショップの概要が日本側からとインドネシア側から発表された。第5回ワークショップがインドネシアで開催されたこともあって、今回の会議の聴講者のほとんどがその会議の内容について知らないこともあって、このセッションが行われた。

セッション2では、平成18-20年度にかけて（独）鉄道建設・運輸施設整備支援機構の運輸分野における基礎的推進研究において行った「津波災害のプロセスの把握とシミュレーションによる再現に関する研究」についての報告が行われた。この研究では、実際に起こる津波による構造物の破壊メカニズムを大規模実験で再現するとともに、その破壊現象を数値計算で再現し、動的ハザードマップに活用しようとするものである。この研究参加している港湾空港技術研究所や海洋研究開発機構、山口大学、国土技術政策総合研究所の各研究グループからの研究成果の報告があった。

セッション3では、最近の沿岸減災技術の発展について、特に米国やタイ、そして日本の技術について報告があった。タイ国からは過去の津波によって堆積したと考えられる地層を調べて、インド洋では過去に津波が繰り返して発生していることから、津波に対する防災教育や啓蒙活動が必要であると述べている。また、米国からはハリケーンや台風による高潮・高波災害について、米国沿岸については浸水レベルを算定する数値計算が行われるようになってきているが、サンゴ礁を含んだ海岸についてはまだ十分な解析手法が確立



写真-9 フォロアアップ会議の様子

していないとの報告があった。日本からは海岸林の津波低減効果を算定する手法の提案と防災基盤施設整備の進捗の各段階において海岸災害を最小化するための総合防災計画を策定することの必要性が示された。

写真-9はフォロアアップ会議での様子を示したものである。100名程度の参加者によって活発な議論がなされて、閉会となった。

5.4 津波防災講演会 in 八戸

三陸沖北部地震は、今後30年以内に90%の確率で発生すると予測されているため、八戸地域では地震・津波に対する高い防災意識が求められている。そこで、防災関係者や地域住民の津波防災意識の向上を図るために、実際に津波を体験した人の体験談や防災の第一線で活躍している研究者等から津波の特性等について講演していただき、防災意識を高めようとする津波防災講演会を開催した。講演会は平成21年2月7日に八戸市で開催され、この講演会の様子を写真-10に示している。

講演は5人の人によって以下のようなタイトルで行われた。1) 津波体験談～チリ地震津波～、2) 気象庁の津波警報・注意報について、3) 津波情報と避難、4) 津波の恐ろしさ、5) 津波に遭わないために



写真-10 津波防災講演会の様子

5.5 シンポジウム：複合災害発生シナリオにもとづく名古屋港の安全性評価について

東海地震や南海・東南海地震の発生の緊急性が叫ばれており、中部地区ではさまざまな複合型災害による被害想定について検討を行っている。南海・東南海連動型地震の発生に加えて伊勢湾台風規模の台風の来襲といった複合災害が発生した場合に名古屋港にどのような被害をもたらすかを明らかにしようと本シンポジウムを開催した。講演と講演者によるパネルディスカッションが行われた。本シンポジウムは21年3月16日に名古屋市で開催されている。

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と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。

研究成果を多くの人に活用してもらうために

「CADAMAS-SURF実務計算例集」を発刊するとともに、平成20年5月28日に講習会を開催した。参加者は約120名に達し、大変盛況で評価も高かった。写真-11は講習会時の様子を示している。



写真-11 「CADAMAS-SURF実務計算例集」講習会の様子

6.2 共同研究

津波による被害を適切に予測するためには、来襲する津波の高さのみならず、流速や津波力をできるだけ性格に算定することが必要である。そこで、(独)港湾空港技術研究所では、津波の波圧や三次元的な流れが計算できる高潮津波シミュレータ (STOC: Storm surge and Tsunami simulator in Ocean and Coastal areas) を開発している。しかし、STOCによって津波被害を算定し、それを実務に応用するためには、実港湾に対して津波計算を実施し、実測した津波の遡上高と比較することによって実地形に対するSTOCの適用性を調べ、計算精度の向上を図る必要がある。そのため、(独)港湾空港技術研究所及び当センターはSTOCに関する共同研究を実施するとともに、「STOC検討会」を立ち上げ、民間コンサルタント会社も参加し、検討を進めている。検討会は、STOCを用いた津波計算を行うことを通じ、STOCの向上・普及を行うことを目的としている。

STOCは、多層のレベルモデルを用いたSTOC-MLと完全3次元計算を行うSTOC-ICの2つ

のモデルから成り立っている。STOC-ICは完全3次元計算であるために非常に長い計算時間を必要とするために、沖合い部分をSTOC-MLで計算を行うことによって計算時間の短縮を図っている。このような浸水域の時間的変化の計算結果を動的ハザードマップ作成へ応用する試みがなされている。

6.2 調査研究

沿岸研究センターにおいて昨年度に行った受託・共同・自主研究を合わせて、約86件の調査研究を行っている。そのうち防災関連の研究が30件で、36%の占有率である。そのうち、津波に関連する研究が8件を占めている。高潮関連は10件、地震防災は7件で、その他漂砂・波浪関係が7件ある。津波と高潮に対する研究が中心である。

これらの調査業務を災害の予測、被害想定、減災対策、避難対策、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
 - ・ 大水深における耐震強化岸壁の解析手法に関する研究
 - ・ 沿岸域の総合防災に関する研究
 - ・ 数値波動水槽のタイは設計への適用に関する研究
 - ・ 防災総合数値解析システム構築業務
- ② 被害想定に関する研究
 - ・ 低頻度メガリスク型沿岸域災害対策の評価に関する調査
 - ・ 港湾における津波・高潮災害発生時の間接被害算定手法の検討
- ③ 減災対策に関する研究
 - ・ 面的防護工法の効果と安定に関する研究
 - ・ 長時間地震動に対する地盤・構造物系の脆弱性に関する研究
 - ・ 耐震強化岸壁の性能評価手法検討
 - ・ 港湾地域地震防災対策
 - ・ 高潮等による港湾施設への被害提言方策検討
- ④ 避難対策に関する研究
 - ・ 港湾における津波避難等防災対策調査研究
 - ・ 津波・高潮ハザードマップ関連技術研究
 - ・ 高潮・津波からの避難方策多様化に関する調査
- ⑤ 新技術・広報に関する研究
 - ・ 新技術を活用した津波対策の適用性に関する技術検討

7. 出版物の刊行

平成16年末に発生したインド洋大津波による猛威

を捉えた映像が「TSUNAMI」という言葉とともに全世界に発信された。甚大な人的被害となった要因としては、未曾有の津波規模であったことに加え、当該地域では津波警戒体制が脆弱であること、津波に対する理解が不十分であることが指摘されている。

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。津波に関する我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、「TSUNAMI」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を出版することとした。

津波に関する既存の本のほとんどが津波の発生や伝播、増幅といった物理現象を解説する学術書であり、読み物としての本は津波の恐ろしさを強調したものであった。そこで、今回の津波本は、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、読みやすい平易な本にすることにした。日本語版は2008年11月に発刊され、既に多くの人に読まれている。この本は第1編と第2編からなり、第1編は津波災害から得られた生き延びるための教訓について具体的に記述するとともに、生き延びるために重要となる津波の物理的特長や津波が建物に与える破壊力と逆に建物や植生から受ける影響や国や地方公共団体といった組織が人々を津波から救済するための方策についても述べている。そして、第2編では、さらに津波について知りたい人のために、沿岸における津波挙動のメカニズムや津波のシミュレーション法や予報について学術的に述べている。

日本語版の津波本は、英語とインドネシア語に翻訳することを計画した。インドネシア語版は、多くのインドネシアの人々に読んでいただくことを考え、避難にとって重要な情報を与える第1編だけを主に翻訳することにした。インドネシア語版は2009年6月に出版された。また、英語版は、日本語版をそのまま英訳して出版することを考えており、2009年10月中にWorld Scientific社から出版する計画である。インドネシア語版のTSUNAMI本の周知・啓発活動に対して日本財団から資金の援助を受けたことや日本語版が完成したこともあって、出版編集委員会を改変して、「インドネシアにおける津波の周知啓発委員会」を設立し、この委員会の指導の下に活動計画を立てることとした。

TSUNAMI本の韓国語版も今年の9月に出版される予定である。TSUNAMI本の日本語と英語、インドネシア語版を写真-12に示す。



写真-12 TSUNAMI 本の日本語版と英語版、
インドネシア語版

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（COMAINS）」の運用や「液化化による構造物被害予測プログラム（FLIP）」の公開・改良業務など、沿岸防災に関連する情報提供、耐震強化岸壁をはじめとする港湾・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。