

沿岸防災技術研究所の活動について (平成 27 年度)

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 27 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: 地球温暖化, 気候変動, 最大クラスの高潮, 第 14・15 回国際沿岸防災ワークショップ, 第 3 回日韓沿岸技術研究ワークショップ, 書籍「TSUNAMI」

1. はじめに

近年、降雨強度が 100mm/h の大雨によって河川が氾濫したとのニュースが飛び交っており、今では驚かなくなっているが、最初に 100mm/h の降雨強度と聞いたときはそんな強い雨が降ることがあるのかと驚いた記憶がある。近年におけるこのような降雨強度の増大は地球温暖化が主たる原因だと考えられている。

図-1 は、1980 年から 2010 年の間の世界の平均気温を基準にして 1890 年から 2010 年の間の世界の平均気温の偏差の変動を示している。この図を見ると地球の平均気温は、年毎に変動はしているものの、平均的にみると確実に上昇していることがわかる。このような気温の上昇は、海面上昇を起こさせるだけでなく、降雨や台風などの気候変動にも影響し、その結果として農業や社会経済にも影響すると言われている。特に、気象の変化は海象にも大きな影響を与え、自然災害にも密接に関連している。

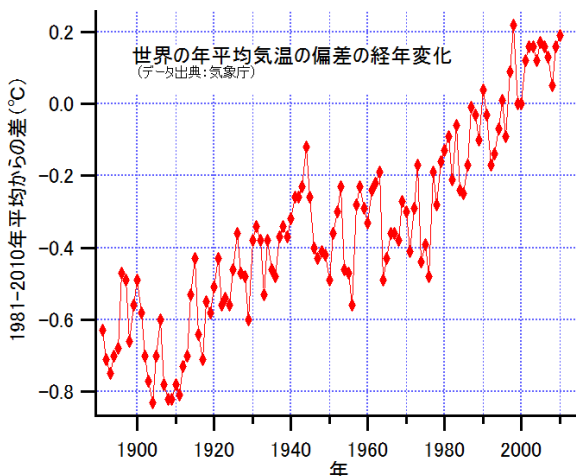


図-1 世界の平均気温変動

気温の上昇は海水温の上昇を招き、海水温の上昇は

海水の蒸発量を増大させ、大気中の水分量が増大し、降雨強度が強くなる。また、海水の蒸発は台風エネルギーの供給源であり、そのため、海水温が 28 度以上では台風は発達し続けると言われている。台風規模が大きくなると、風速も増大し、高潮や波浪も巨大になる。このように、地球の温暖化によって、降雨強度は増大し、台風の個数は減少するが規模は増大すると言われてきた。しかしながら、現状では地球温暖化の影響を考慮した防災対策にはなっていない。この原因の一つとして、将来の地球温暖化の規模がシナリオによって大きく変動するために、明確に設定できないことがあげられる。しかしながら、台風も 900hPa に近いものもかなりの頻度で発生するようになってきている。そのようなことを考慮して、最大規模の台風を想定して浸水対策を行うことが提案され、「高潮浸水想定区域図作成の手引き」¹⁾ が作成された。

本報告では、最大規模の台風を想定して高潮対策を行うことの必要性について述べるとともに、沿岸防災技術研究所の平成 27 年度において取り組んだ調査等について紹介する。

2. 最大クラスの高潮

2.1 高潮の特徴

高潮は、台風のような巨大な移動性低気圧によって発生する異常な海面上昇である。その典型的な時間波形は図-2 に示すような形状になる。高潮の本体が到達する前に前駆波と呼ばれる周期が長く、比較的小さな波が到達することが知られている。その後、台風が近づくに従って水位は急激に増大し、台風が通り過ぎると、水位は急速に低下する。そして、海域に特有な固有周期による小さな振動が続き、収束する。このように、高潮は津波と異なって、何波も来襲するような現象ではなく、1 波だけと考えることができる。

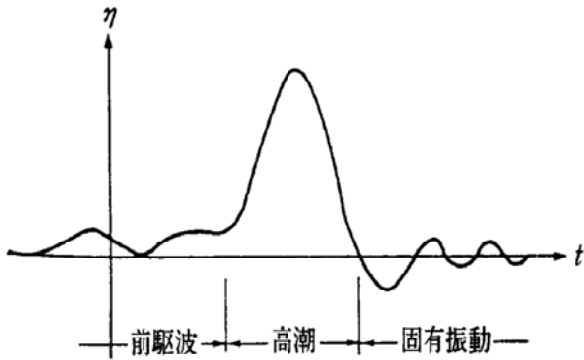


図-2 高潮の典型的な波形

高潮本体の異常な水位上昇の原因としては、台風による強風に起因する吹き寄せ効果と気圧低下による海面の吸い上げ効果がある。海面上を強風が吹くと海面には風速の二乗に比例する剪断力が作用し、この剪断力に釣り合うために海面は風の吹く方向に持ち上げられるように傾く。この傾きは風速の二乗に比例し、水深に反比例する。そのために、水深が浅いほど吹き寄せ効果は大きくなる。その結果、水深の浅い海域が大きく広がっている海域ほど高潮は大きくなる。わが国では、大阪湾や伊勢湾、東京湾といった内湾で大きな高潮になる。また、吸い上げ効果は、台風が近づくと気圧が下がるために、下がった分だけ海面が上昇することで起きる。気圧が1hPa 下がると海面は約1cm 上昇する。

高潮のもう一つの特徴は、高潮は高波浪を伴うことである。風速が大きければ大きいほど、吹き寄せによって高潮は大きくなるが、同時に波浪も大きくなる。波浪は波高に対応した水深で砕波して波高を急激に低減させるが、高潮によって水深が深くなれば砕波し難くなり波高が大きくなる。また、波浪が砕波することで平均水位の上昇(Wave set-up)が起こり、それが高潮と重なって非常に大きな水位上昇になる。台風7010 台風による土佐湾における高潮を計算によって再現しようとしたが、高潮現象だけでは説明ができず、Wave set-up の効果を導入することによって再現が可能となった事例もある²⁾。

2.2 構造物の安定性に与える高潮の影響

高潮は、非常にゆっくりとした海面上昇であるために、高潮本体によって構造物が被災することはない。しかしながら、既に述べたように高潮は高波浪を伴い、波浪は構造物に大きな波力を作用させる。防潮堤の天端は高潮と波浪の効果を考慮して設定しているのに、高潮が防潮堤の天端を直接超えることはないが、防潮堤が波浪によって破壊されると、高潮が直接浸入するようになって、大きな浸水災害を起こす。図-3 は台風

0418 号による広島港での防潮堤の被災状況を示している。

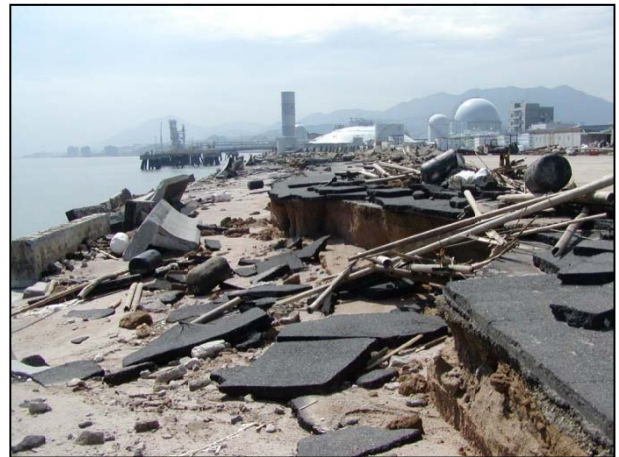


図-3 台風0418号による広島湾の護岸被災

防潮堤の被災の多くは、転倒被災で、次のような原因によっている。高潮による海水位の上昇に伴い、越波量が急増し、背後の地盤が洗掘されて、支持力が低下するとともに、海水位の増大が波力の作用位置を押し上げ、防潮堤を転倒させ易くすることである。さらに、砕波が作用している状態では海水位の上昇によって作用波高が大きくなり、波力も増大する。このように、高潮は防潮堤被災の直接の要因ではないが、被災原因に密接に絡んでいる。

図-4 は、台風0418 号による波浪で広島港の防潮堤が倒壊して、防潮堤の天端が背後地盤と同じ高さになった場合の越波量の増大を示したものである。この図が示すように、防潮堤が転倒することで、越波流量は急激に増大し、この条件では10倍になる。このように、防護構造物の被災は背後地域の浸水の急激な拡大を助長するので、防護構造物の崩壊は防がなくてはならない。

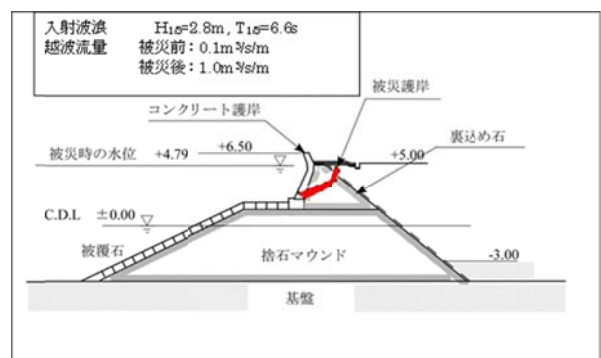


図-4 防潮堤の転倒に伴う越波量の増大

一般の防波堤は高潮を低減させる効果はほとんどないが、高潮に伴う高波浪を低減させる効果は非常に大きい。高潮が防潮堤を越えて浸入しない限り、港内に

において大きな被災は起きない。しかしながら、防波堤が被災すると、波浪低減効果が急激に失われ、港内波浪が大きくなって港内防潮堤が被災する可能性が増大する。

高潮によって海面が上昇すると、上昇量に対応した浮力が防波堤に作用するために、防波堤の滑動抵抗力（摩擦抵抗力）が減少する。さらに、防潮堤の被災の場合と同様に高潮による海面の上昇は砕波が作用する状況では作用波高が大きくなり、波力も増大して、防波堤が被災する可能性が高くなる。

伊勢湾台風を想定台風として、この台風が志布志港に最も大きな高潮を発生させる経路を通るとした。推算の結果、防波堤前面の水深が高潮によって1.5m増大し、有義波高及び最高波高は約2.5m増大した。消波工で被覆された防波堤は消波工が被災しなければ、安定状態にあったが、消波工が被災し、消波工の天端が下がって部分被覆になると、図-5に示すように、衝撃的な波力が作用して防波堤が被災する可能性があることが判明した³⁾。

このように、高潮による海面の上昇は、防波堤を被災させ、被災箇所から進入してくる波によって港内の防潮堤には大きな波が作用し、防潮堤が被災し、被害が急激に増大する可能性が高くなる。

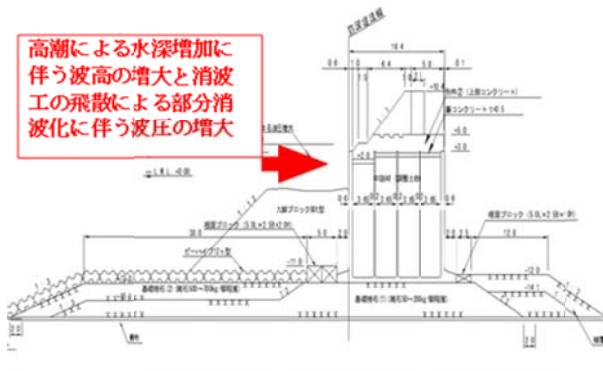


図-5 高潮と消波工飛散による防波堤の安定性低下

2.3 最大クラスの高潮の想定

既に述べたように、高潮とそれに伴って来襲する波浪によっては、防波堤が被災する可能性がある。防波堤が被災すると、港内の防潮堤も被災する可能性が高くなる。防潮堤が被災すると、高潮によって上昇した海水が直接浸入して大災害が発生する。高潮とそれに伴う高波浪によって防波堤が被災するようになると、災害の規模は急激に増大する。このような大災害の発生は極力抑えておくことが重要である。

国土交通省の水管理・国土保全局と港湾局、農林水産省の農村振興局と水産庁漁港漁場整備部は平成27年7月に「高潮浸水想定区域図作成の手引き」を発表している¹⁾。そこでは、最大規模の台風を想定し、対

象海岸において最大の潮位偏差が生じるようなコースを朔望平均満潮位時に通過させて、最大の高潮を発生させ、それによって生じる最大の浸水深を示すようにしたものである。想定する台風は既往最大規模の台風である室戸台風(1934年 上陸時 911.6hPa)を基本にし、対象海岸における緯度を考慮して台風中心気圧を設定している。まれに起きる巨大台風に対する気候変動の影響については研究途上にあり、不確実性を伴うために現段階においては見込まないことにしている。

過去の台風の中心気圧を調べてみると、わが国近海においては、緯度が低いほど台風の中心気圧は小さくなる。図-6は各台風の緯度に対する中心気圧の変化を示している。この図を基にして赤の点線で示したように室戸台風の中心気圧が緯度によって変化するとしている。既往の大規模台風について調べた結果、伊勢湾台風が最大風速半径も移動速度も最大であったことから、これらの値については伊勢湾台風から設定している。

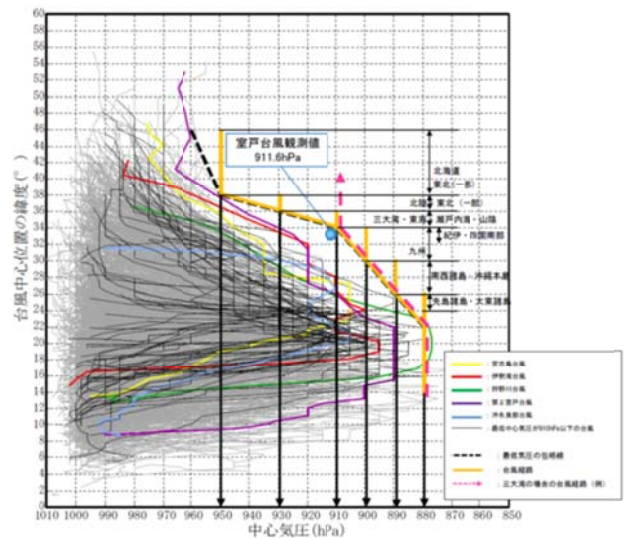


図-6 緯度による台風中心気圧の変化

以上のように最大クラスの高潮（レベル2高潮）については、上記の「高潮浸水想定区域図作成の手引き」で示された方法によって推算した高潮とするのがよい。そして、従来から防潮堤の設計に用いられている高潮をレベル1高潮とするのが矛盾ない。

防潮堤や高潮防波堤のような高潮対策施設については、朔望平均満潮時におけるレベル1高潮による最大潮位偏差時の水位とその時に来襲している波浪に対して適切に天端高を設定するとともに、その強度については使用性を担保するように設計する。一般の防波堤については基本的には高潮制御構造物ではないので、朔望平均満潮位に対して50年確率波を作用させて使用性を担保するように設計する。

レベル2高潮に対しては、高潮防波堤でも一般の防

波堤でも倒壊しないように粘り強さを付加することが重要となる。

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. 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。

4.1 コースタル・テクノロジー2015における防災関連論文の発表

2015年11月26日(木)に発明会館ホール(東京都港区)において「コースタル・テクノロジー2015」を開催し、14編の論文を発表した。その内、防災関連については以下のような4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.15(2015)」を参照してほしい。

- (1) 東北地方津波防災支援システムの信頼性向上と利用者支援

調査部 調査役 大村厚夫
調査部 主任研究員 田中真史
東北地方整備局 港湾空港部 海洋環境・技術課 課長補佐 伊賀浩之
同上課 船舶・施設係長 類瀬正美

東北地方整備局では、GPS波浪計のリアルタイム観測情報を活用した「東北地方津波防災支援システム」の開発・普及を進めている。2011年3月11日に発生した東日本大震災を踏まえ、本システムの更なる信頼性向上と沿岸自治体の利活用の推進を図る方法について検討したものである。

- (2) 高潮対策における内水反乱シミュレーションを用いた整備計画の策定について

調査部 主任研究員 笹井 剛
前調査役 岸良安治
(株)エコー 技術本部 防災解析部 課長 峯村浩治

前九州地方整備局 下関港湾事務所
港湾保安調査官 宮崎啓司
同上事務所 所長 浅見尚史

下関港海岸では、長府・壇ノ浦地区と山陽地区の高

潮対策事業を進めている。山陽地区は高潮、高波から防護するために護岸の嵩上げ、水門、樋門、陸閘設置を検討しており、その効果について不定流解析モデルを用いて調べた。

- (3) 津波による浸透力作用下の防波堤基礎マウンドの安定性に関する調査

前調査部 主任研究員 長野 卓
調査役 大村厚夫
東北地方整備局 仙台港湾空港技術調査事務所 所長 及川 隆
同上事務所 前任建設管理官 青木伸之

津波によって発生する防波堤の内外水位差により、防波堤基礎マウンドに浸透流が発生し、基礎の支持力が低下する現象をFEM解析により再現し、基礎支持力の安定性を照査するとともに、粘り強い構造と対策工を検討した。

- (4) 大規模災害発生時における被災状況把握のための情報収集伝送

調査役 福岡 正
調査部 主任研究員 大川大一

九州東岸域に地震・津波による大規模災害が発生した際、港湾において緊急物資の輸送路確保を検討するためには、港湾施設の被災状況や津波漂流物の状況について早期に情報を入手する必要があることからこれらの映像情報の収集および伝送方法を検討した。

4.2 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、(国研)港湾空港技術研究所(PARI)および国土交通省港湾局(MLIT)と共同で開催している。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、インド洋周辺諸国で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回をタイといったように、インド洋大津波で多くの犠牲者をだした国を回った。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、第8回と第9回はわが国で開催した。2010年2月27日にはM=8.8の巨大地震とそれに伴う津波が発生し、チリ国では死者数は547名に達した。「南米における津波に強い地域づくり」をテーマにして、日本とチリ国との間で共同研究が開始されたこともあって、第10回(2012年)と第12回(2014年)はチリで開催した。

2012年にはハリケーン・サンディによってニューヨークが大きな高潮災害を受けるとともに、2013年11月には中心気圧が895hPaの巨大台風がフィリピンに襲撃し、高潮大災害を起こした。そのこともあって、2015

年度は高潮と津波に関して2つの国際沿岸防災ワークショップを開催している。

(1) 第14回国際沿岸防災ワークショップ

本ワークショップは、「ハリケーン・カトリーナから10年」と題して、高潮・高波を対象にして、2015年7月27日に東京品川のココヨホールで開催した。前述のニューヨークやフィリピンでの高潮災害を背景にして、近年の地球温暖化に伴う海面上昇や台風の巨大化によって沿岸域における高潮・高波災害のリスクが高まっており、また、ハリケーン・カトリーナによる大きな高潮災害から10年目の節目の年になることもあって開催した。

主催者を代表してPARIの高橋重雄理事長とMLITの大脇 崇局長の挨拶から始まり、次に高知工科大学の磯部雅彦学長による「将来の高潮対策に対する包括的防災対策」と題する基調講演が行われた。続いて、3つのセッションが行われた。会場の様子を図-7に示す。



図-7 講演会場の様子

「災害からの復旧・復興」と題するセッションでは、米国陸軍工兵隊 (USACE) のDavid J. Leachプログラムディレクターとフィリピン大学のEric C. Cruz教授、港空研の鈴木高二郎チームリーダーによる公演があった。「高潮に関する最近の研究と対策」と題するセッションでは、USACE工学研究所のJeffrey A. Melbyグループ長と京都大学の森 信人准教授、港空研の藤木 峻研究官による公演があった。「各国における沿岸災害対策」と題するセッションでは、USACEのRoselle E. Henn副ディレクターと東京都の小堀正啓水防対策担当課長、国際協力機構の三村 悟地球環境部次長による公演があった。

セッション終了後には「今後の高潮防災について」のテーマでパネルディスカッションが行われた。コーディネーターとしてCDITの高山沿岸防災研究所長が務め、磯部学長と各セッションから2名ずつがパネラーとなり、これからの高潮対策について活発な討論が行

われた。パネルディスカッションの様子を図-8に示す。最後に、沿岸技術研究センターの川島 毅理事長の挨拶を持って終了した。



図-8 パネルディスカッションの様子

ワークショップ終了の日から3日かけて東日本大震災で大きな被害を受けた仙台空港を始めとする被災地を視察した。図-9は津波によって大きく変形した、仙台市の浄化センターの建物を背景に撮った視察団一行の写真である。



図-9 津波で被災した仙台市の浄化センター前での視察団一同

(2) 第15回国際沿岸防災ワークショップ

第15回国際沿岸防災ワークショップは、日本とチリの間で国際技術協力の一環として行われてきたシンポジウムの第6回日本・チリ津波防災シンポジウムも兼ねているために、本来の主催者に加え、(国研) 科学技術振興機構 (JST) と(独法) 国際協力機構 (JICA) も主催者になっている。本ワークショップは2016年1月12日東京都港区の建築会館ホールで開催された。

2010年チリ・マウレ地震と2011年東日本大震災における甚大な津波災害を契機として、日本とチリの間で「津波に強い地域づくり技術の向上に関する研究」(2012年1月～2016年3月)が、JSTとJICAによる地球

規模対応国際技術協力プログラム (SATREPS) のもとで実施された。日本の津波防災に係る技術が日本からチリへ、そして、チリにおける津波災害の経験がチリから日本に伝えられた。そして、津波に強い地域づくり、市民を育成するために、津波被害推定・予測技術や被害軽減対策、津波警報手法について研究開発をしてきた。

本ワークショップの開催にあたり、主催者を代表してPARIの高橋重雄理事長とMLITの大脇 崇技術総括審議官の挨拶に始まり、共同研究の相手国であるチリ国公共事業省のAntonia Bordas港湾局長と中日チリ大使館のPatricio Torres大使の挨拶があった。

続いて、CDITの高山沿岸防災研究所長による基調講演が行われた。講演の題目は「津波に対するねばり強い構造物の開発—東日本大震災から学んだ教訓—」である。図-10は基調講演時の会場の様子である。

次に、SATREPSチリ津波プロジェクトの研究成果がこのプロジェクトに係ったチリ側と日本側の参加者によって報告された。



図-10 講演会会場の様子

インドネシアやフィリピン、トルコの代表者も含めて、SATREPSプロジェクトのちりと日本人メンバーを含めて「これからの津波防災と国際協力」と題するパネルディスカッション行われた。図-11はワークショップ参加者の写真である。



図-11 ワークショップ参加者の集合写真

閉会にあたり、科学技術振興機構の藤井敏嗣研究主幹から挨拶があって、第15回国際防災ワークショップは終了した。

4.3 第3回日韓沿岸技術研究ワークショップ

本ワークショップの始まりは、2009年10月7日に当沿岸技術研究センター (CDIT) 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を調印したこともあって、隔年ごとにそれぞれの国で開催することにして、CDITとKORDIとの沿岸防災ワークショップは計4回行われた。韓国海洋研究院は2012年6月1日に韓国海洋科学技術院 (KIOST: Korean Institute of Ocean Science and Technology) として名称変更することによって新たな歴史を開始している。そして、みなと総合研究所 (WAVE) が2012年にKIOSTと「沿岸技術分野の協力覚書」を締結したこともあって、従前からKIOSTと研究協力を行っている港湾空港技術研究所 (PARI) も含めて、新たに日韓沿岸技術研究ワークショップが始まった。第1回は2013年にソウルで、第2回は横浜で開催された。今回の第3回目は韓国での開催であった。

2015年10月5日に金浦空港に到着後、京仁運河 (Ara-Waterway) と始華 (Shiwa) 潮力発電所の視察を行った。第3回日韓沿岸技術研究ワークショップは10月6日10時から始まった。

Kwang-Soon Park副院長の開会挨拶の後、Jun-Kwon Park港湾局長の歓迎挨拶が行われ、その後、Kwang-Soo Lee責任研究員によって基調講演が行われた。図-12は講演会場の様子である。題目は、「KIOSTにおける潮流発電に係わる最近の研究と開発活動」である。続いて、「海岸災害と対応」と題する技術セッションでは、KIOSTから1名と日本側からはPARIから1名、WAVEから1名の研究発表があった。

次に、CDITの高山沿岸防災研究所長による特別講演が行われた。題目は「津波に対する粘り強い構造物に向けて —東日本大震災から学んだ教訓—」である。続いて、「海岸管理」をテーマとする技術セッションが行われた。日本側からはWAVEと港空研から1名ずつ、KIOSTから1名の発表があった。最後の「技術開発」をテーマとする技術セッションではCDITから2名、KIOSTから1名の発表があった。各セッションとも活発な議論が行われ、有意義な意見交換の場になった。図-13は本ワークショップ参加者の写真である。

最後に、CDITの川島理事長からワークショップ閉会の挨拶があった。

10月7日は仁川 (Inchon) 新港のコンテナターミナルの視察が行われた。図-14は仁川新港のコンテナターミナルの全景を示している。



図-12 KIOST内の講演会場の様子



図-13 ワークショップ参加者



図-14 仁川新港のコンテナターミナルの全景

5. 調査研究の実施

5.1 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、77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19件で、24%の占有率で、昨年度とほぼ同じである。東日本大震災から4年が経つこともあって、防災関連の調査も落ち着いてきたのかもわからない。

これらの調査業務を災害の予測、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
 - ・海象観測データの活用
 - ・埋没対策の高度化
- ② 減災対策に関する研究
 - ・港内埋没対策
 - ・長周期波対策
 - ・海岸安定化の検討
- ③ 新技術に関する研究
 - ・フラップ式陸閘の開発

5.2 港湾防災セミナーと日・ASEAN港湾会議への派遣

(1) 日 ASEAN 港湾技術者会合の経緯

国土交通省港湾局からの要請により、2016年2月23日と24日にタイのバンコクで開催される「港湾防災セミナー」と「日ASEAN港湾技術者会合」に高山知司沿岸防災研究所長を派遣した。

東南アジア諸国連合（ASEAN）は10か国が加盟し、加盟国人口は約6億に達しており、日本としてもASEANとの経済連携を模索しながら、交通分野においてもASEANとの連携が必要との認識から日・ASEAN交通連携がスタートした。その中の一つが海上交通WGで、ここでは港湾技術共同研究と海事セキュリティの2つのプロジェクトが検討されることになった。そして、港湾技術プロジェクトの実質的な検討を行うのが「日 ASEAN 港湾技術者会合」である。

2004年から2006年の期間は港湾施設の維持補修技術の移転、2007年から2008年は津波防災マップの開発と活用、2009年から2011年は港湾構造物の戦略的維持管理、2012年から2014年は港湾の電子データ交換の導入についてのガイドラインが協議された。そして、2015年から3年計画で港湾の防災に関するガイドラインについて協議が開始されている。

港湾の防災に関するガイドラインの目的は港湾防災に関して基本的な考え方や有益な情報を提供することにある。昨年の第12回の日 ASEAN 港湾技術者会合は2015年3月4日にフィリピン・マニラで開催され、その前日には港湾防災セミナーが開催されている。この会議において日本側が港湾防災ガイドライン(案)を作成することになった。

今年の日 ASEAN 港湾技術者会合はタイ・バンコクのマンダリンホテルにおいて2016年2月24日に開催された。そして、その前日、2月23日に同じ場所で港湾防災セミナーが開催された。

(2) 港湾防災セミナー

港湾防災セミナーでは2月23日の14:00~17:30にかけてタイ国立カセタート大学の Suttisak

Soralump 博士, CDIT の高山所長, PARI の佐々木秀郎国際研究官の3人が講演した。

Soralump 博士は, チャオプラヤ川低流域における複合災害の軽減と題して, チャオプラヤ川の河口流域における掘抜き井戸による地下水の汲み上げによって地盤沈下が発生し, 更に, 地球温暖化による海面上昇も加わって, 図-15 に示すように 1974 年から 2015 年の 11 年間に海岸線が 5 km も後退することが起きた。その結果, 洪水や海水の浸入が広範囲に及ぶことになった。これに対する対策として, 地下水の汲み上げの規制や住民の移転といった非構造物による対策や既存の高速道路の洪水制御用堤防への改良, 海岸線に沿う長大防潮堤の建設, タイ湾を横切る 88 km 長さの堰の建設といった構造物による対策も考えられているとのことであった。



図-15 地下水の汲み上げによる地盤沈下と海面上昇で 5 km も後退した海岸線

高山所長は日本における高潮・津波災害とその対策について述べた。高潮の発生メカニズムはほぼわかっており, 数値計算によってほぼ正確に予測できる現状にあるが, 地球温暖化の影響による海面上昇や台風規模の巨大化については十分な検討が行われていない。また, 津波についてはその発生を予測することは不可能に近く, しかし発生した津波の規模をリアルタイムで予測することは可能になりつつある。2011 年の東日本大震災のような巨大な津波によって既存の防災施設が崩壊すると被害は急激に拡大するので, 粘り強さで倒壊しないようにすることが重要である。

佐々木国際研究官は, 港湾空港技術研究所の港湾防災に係る研究や活動について言及している。津波については, 大型水路を用いた津波波力に関する水理実験や沿岸部における詳細な津波の挙動解析, 現地被災調査を行って, 津波現象の解明に努力するとともに, 津波対策への応用についても技術開発を行っている現状についての説明があった。また, 高潮や津波で被災した国に高潮や津波の数値シミュレーション手法の技術移転を行っている状況についても述べていた。

図-16 はセミナーの参加者や発表者の写真である。



図-16 防災セミナーにおける講演者と参加者

(3) 第13回日 ASEAN 港湾技術者会合

第13回日 ASEAN 港湾技術者会合には ASEAN 8ヶ国(ブルネイ, カンボジア, ラオス, マレーシア, ミャンマー, フィリッピン, タイ, ベトナム)から 8 名, 日本から 6 名が参加した。それぞれの国から港湾における高潮・津波防災対策についての説明があった。高潮と津波の両方による被災で苦慮している国として, タイ, ミャンマー, フィリッピン, ベトナムの 4 か国がある。特に, タイでは 2004 年に発生したインド洋大津波ではアンダマン海に面するマレー半島のリゾート地帯が大災害を蒙ったために, 現在ではインド洋に津波観測ブイを設置して, 津波警報に役立てるようにしている。フィリッピンからは 2015 年の台風ヨランダによる被災報告と空中発射式超音波による津波観測装置が津波警報システムとして 16 港に設置されたとの報告があった。ベトナムでは台風によって 0.3~1 m の高潮が発生しており, また, 海岸浸食の問題が大きく, 海岸によっては 20m/年にもなっているとのことである。

ASEAN 側からの報告の後に, 日本側がとりまとめた ASEAN とオセアニアの国々のための防災ガイドライン(案)の紹介があった。このガイドラインは, 過去から多くの津波や高潮による被災やそれに対処するために防災・減災対策を行ってきた日本の経験を取りまとめ, 日本の進んだ経験を広く共有して, ASEAN やオセアニアの国々の防災・減災対策に生かそうとするものである。このガイドラインには, 津波や高潮の発生原因や被災の特徴, 特に, 港湾構造物の被災状況について記述するとともに, 津波・高潮の規模を発生頻度の比較的高いレベル 1 と最大クラスのレベル 2 に分けて考えることを基本概念としている。さらに, 避難対策についても, ハザードマップの作成や, 避難場所, 避難経路の整備等について記述している。

以上のような各国からの発表と日本からの防災ガイドラインの説明に対して活発な討論がなされた。図-17 は港湾技術者会合の様子を示している。日本提案の防

災ガイドライン(案)の内容は、日本を基本にしているために、社会状況や環境の異なる ASEAN 等の国々に直接活用できるか疑問な点があるが、これを基本にしながら、それぞれの国の実情に合わせたガイドラインの作成が重要となる。



図-17 港湾技術者会合の様子

6. 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、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。

6.1 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。

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2016年3月10日は発刊することができた。もう少し早く出版する予定であったが、著者の多くが津波研究に携わっており、非常に忙しく、そのこともあって遅れてしまった。図-18は改訂版本の写真である。初版に比べ、ページは1.5倍ほど多くなっている。現在は、改訂日本語版を英語版にする努力を行っているところである。

6.2 絵本「津波は怖い!」

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。

「津波は怖い!」と題する絵本は、日本語版を2010年4月、インドネシア語版を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。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。



表

裏

図-18 TSUNAMI 改訂版

7. 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「沿岸気象海象情報配信システム(CO ME I N S)」の運用など、沿岸防災に関連する情報提供、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) 農林水産省農村振興局整備部防災課・水産庁漁港漁場整備部防災漁村課・国土交通省水管理・国土保全局河川環境課・海岸室・港湾局海岸・防災課：高潮浸水想定区域図作成の手引き，2015
- 2) 柴木秀之・加藤史訓・山田浩次(2001)：密度成層とWave Setupを考慮した土佐湾異常高潮の推算，海岸工学論文集，第48巻，pp.286-290
- 3) 山本隆信・高山知司・光行忠司・松岡英雄(2014)：大規模台風の高潮・高波に起因する志布志港内の存置物流出と防波堤被害の検討，沿岸技術研究センター論文集，No.14，2014