

[sí:dit]

CDIT

Coastal Development Institute of Technology

特集 沿岸防災技術の高度化 ~沿岸防災技術研究所創立20周年~

〈巻頭座談会〉

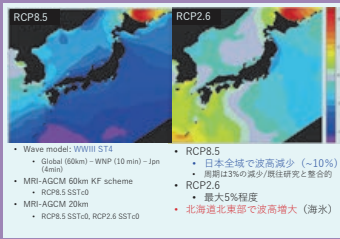
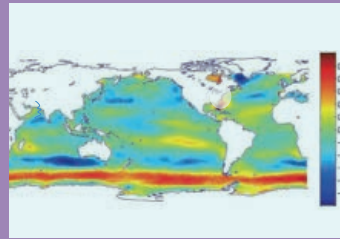
富田 孝史 氏 [名古屋大学 減災連携研究センター 副センター長 教授]

大原 美保 氏 [東京大学大学院 情報学環/生産技術研究所 教授]

佐々木 規雄 氏 [国土交通省 港湾局 海岸・防災課長]

栗山 善昭 氏 [一般財団法人 沿岸技術研究センター 特別研究監・沿岸防災技術研究所長]

宮崎 祥一 (司会) [一般財団法人 沿岸技術研究センター 理事長]



Vol.65

表紙写真

読者の皆様に機関誌「CDIT」の発信する情報を、よりダイレクトにお伝えするために、毎号ご紹介する記事内容より写真等を一部抜粋・掲載しております。記事内容ともども毎号新しくなる表紙写真にもご注目ください。

○海技課探訪 p.25	○研究所 見聞録 p.27	○座談会 p.4	○民間技術の 紹介 p.32
○沿岸 レポート p.34	○CDIT News p.37	○コースタル テクノロジー p.30	○特集 p.23
○民間技術の 紹介 p.33	○沿岸 レポート p.34	○特集 p.16	○沿岸 レポート p.35
○コースタル テクノロジー p.30	○座談会 p.13	○座談会 p.12	

3

特集

沿岸防災技術の高度化
～沿岸防災技術研究所創立20周年～

4

〈巻頭座談会〉

沿岸防災技術の高度化 ～沿岸防災技術研究所創立20周年～

- 富田 孝史氏 名古屋大学 減災連携研究センター 副センター長 教授
- 大原 美保氏 東京大学大学院 情報学環/生産技術研究所 教授
- 佐々木 規雄氏 国土交通省 港湾局 海岸・防災課長
- 栗山 善昭氏 一般財団法人 沿岸技術研究センター 特別研究監・沿岸防災技術研究所長
- 宮崎 祥一(司会) 一般財団法人 沿岸技術研究センター 理事長

14

沿岸防災技術の高度化の最近の状況と課題

- 磯部 雅彦 一般財団法人 沿岸技術研究センター 上席客員研究員 高知工科大学 名誉教授・東京大学 名誉教授

16

港湾・海岸における
「防災・減災、国土強靱化」に向けた取組について

- 小山 真人 国土交通省 港湾局 海岸・防災課 海岸・防災企画調整官

18

港湾域における高潮・高波による浸水予測とその対策について

- 平山 克也 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 沿岸水工研究領域 領域長

20

地震時における港湾利用と係留施設の利用可否判断技術、
今後の展開

- 小濱 英司 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 地震防災研究領域長

22

沿岸防災技術研究所の 20 年

- 栗山 善昭 一般財団法人 沿岸技術研究センター 特別研究監・沿岸防災技術研究所長

24

海技課探訪

[VOL.2] 国土交通省北陸地方整備局 港湾空港部 海洋環境・技術課

26

研究所見聞録

[第4回] 東亜建設工業株式会社技術研究開発センター

28

コースタル・テクノロジー 2025 特別講演
協働防護による港湾の気候変動適応に至る
IPCC からの道筋

- 講演者 森 信人氏 京都大学 防災研究所/横浜国立大学台風科学技術センター 教授

32

民間技術の紹介

32

ケーソン据付システム (函ナビ)

- 東洋建設株式会社

33

エキスパッカ-Ngc工法

(液状化防止や高強度地盤強化を効率よく実現する薬液注入工法)
日建建設株式会社・若築建設株式会社・強化土エンジニアリング株式会社

34

沿岸レポート

34

2025年 濱口梧陵国際賞 (国土交通大臣賞) 受賞式

- 山本 康太 一般財団法人 沿岸技術研究センター 研究主幹

35

第11回 日韓沿岸技術研究ワークショップ

- 松村 健悟 一般財団法人 沿岸技術研究センター 研究員

36

CDIT 出版物&プログラム

37

CDIT News

沿岸防災技術の高度化

～沿岸防災技術研究所創立20周年～

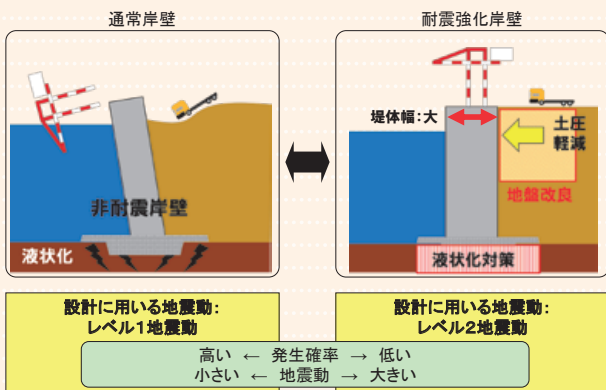
我が国は、これまでも地震、津波、高潮等多様な自然災害の脅威に晒されており、2024年1月の能登半島地震や9月の能登半島豪雨、2025年の台風15号による豪雨、暴風、2025年12月の青森県東方沖地震など自然が猛威を振っています。

国においては、地震、津波、波浪等への防災に関しては耐震強化岸壁などのハード面の整備に加え、港湾BCPの整備、緊急確保航路制度の創設などのソフト面も含めた各種施策を整備・実施しており、2025年6月には第1次国土強靱化実施中期計画を閣議決定し、「推進が特に必要となる施策」に、港湾関連分野では「港湾施設の耐震・耐波性能等の強化や関連する技術開発」として、地震対策、高潮・高波対策、埋塞対策、性能照査などに関する技術の開発が盛り込まれたところです。

一方、当センターでは、2005年12月に、2005年のハリケーンカトリナによるアメリカの高潮災害等を契機に、地震・津波災害、台風・高潮災害などの沿岸防災に係る喫緊の課題に対応し、国の沿岸域の防災施策・対策に適切な支援ができる体制を確保するため「沿岸防災技術研究所」を設置し、沿岸防災技術に関する各種調査研究等を行ってきました。

本特集では、沿岸防災技術研究所の創立20周年を機に、沿岸防災技術の進展・高度化の観点から、これまでの取組み、現状、今後の動向について紹介・解説します。

●耐震強化岸壁



出典：通常岸壁と耐震強化岸壁の違い(イメージ)
<https://www.mlit.go.jp/common/000055600.pdf>

大規模地震に備えて耐震性を強化した係留施設。地震が発生したとき、緊急物資の輸送や、輸出入による経済活動を維持するために活躍します。

☆相馬港の耐震強化岸壁効果発揮事例



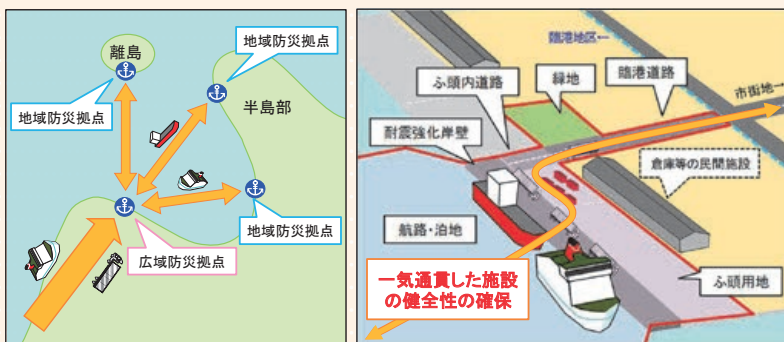
平成23年3月東日本大震災時における相馬港の被災状況(震度6弱)

令和3年2月福島県沖地震時の状況(震度6強)

出典：【61-1】港湾の耐災害性強化対策(地震対策)【国土交通省】
https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/nenji_keikaku/2024_an/pdf/honbun_an12.pdf

耐震強化岸壁として整備された施設は、令和3年2月の最大震度6強の地震でも、大きな被災はなく、荷役が行われました。

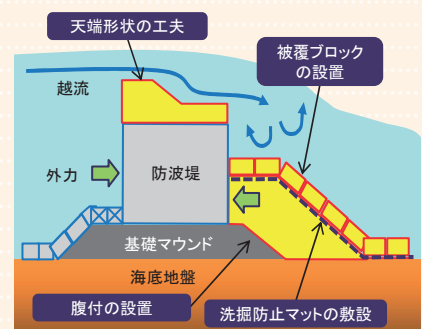
●海上支援ネットワークの形成のための防災拠点



耐震強化岸壁、内陸へ繋がる道路、物資の仮置き等のための背後用地や緑地、航路・泊地などを施設の耐震化・液状化対策等により災害時の健全性を確保します。

出典：【答申概要】令和6年能登半島地震を踏まえた港湾の防災・減災対策のあり方 <https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001753503.pdf>

●耐津波性を確保した防波堤



防波堤等の粘り強い構造化の例です。

沿岸防災技術の高度化

～沿岸防災技術研究所創立20周年～



富田 孝史

名古屋大学
減災連携研究センター
副センター長 教授



大原 美保

東京大学大学院
情報学環／生産技術
研究所 教授



佐々木 規雄

国土交通省
港湾局
海岸・防災課長



栗山 善昭

一般財団法人
沿岸技術研究センター
特別研究監・
沿岸防災技術研究所長



宮崎 祥一(司会)

一般財団法人
沿岸技術研究センター
理事長

司会(宮崎)▷本日はお忙しい中、お集まりいただきありがとうございます。本日の座談会のテーマは、「沿岸防災技術の高度化」です。

沿岸技術研究センターにおいては、阪神・淡路大震災をはじめとする地震災害、台風による高潮災害、ハリケーンカトリーナによる高潮災害等を踏まえ、沿岸防災に係る喫緊の課題に対応し、国の沿岸域の防災施策・対策に適切な支援ができる体制を確保するため、2005年12月に「沿岸防災技術研究所」を設置し、沿岸防災に関する各種調査研究等を行ってまいりました。

本日は、沿岸防災技術研究所の設置20周年を機に、沿岸防災技術の進展・高度化の観点から、これまでの取組みや現状についてお話を伺うとともに、沿岸防災技術の高度化について展望したいと考えています。

1 不確実性を踏まえた津波リスク評価

司会▷富田先生は津波リスク評価、津波漂流物の挙動研究など、沿岸防災に関連した多岐にわたる研究に携わっていらっしゃいますが、それらの研究の背景や課題について

お話いただけますか。

富田▷私が研究の対象とするのはハザードとしては津波・高潮、フィールドとしては港湾です。なぜ港湾かというと、日本の国情を考えると港湾は非常に大事なインフラである一方で津波・高潮に対しては脆弱性が高く、中小規模の津波・高潮でも被害を受けてしまう。基本的に力を入れてやっているのが津波・高潮によるハザード推定です。

注目している一つは津波漂流物です。漂流物は津波が仮に一つに決まったとしても流れ方には不確実性がめちゃくちゃ高い。その不確実性をいかに評価するかが、リスク評価にもつながってきます。漂流物の運動の不確実性の研究は水理模型実験をベースにしていますが、そこに数値計算を合わせながら物理的な現象も把握していきます。

南海トラフ巨大地震や首都圏直下地震のような巨大地震が心配されている中で、災害が起きたらどうなりそうかは、被害想定という形で見えてきていると思いますが、それは必ずそうなるわけでもない。先ほど言ったように不確実性があるからです。

不確実性によってどうなるかわからないところがあるから、リスク評価をちゃんとしていかなければいけない。リスクというのは、要するに確率論です。「どれぐらいの確率

でこんなことが起こりそうだ」というところが重要だと思います。津波漂流物についても確率論的な考え方も入れながら、挙動を推定していきます。

2 中小規模の高潮の大きな影響

富田▷一方、高潮に関しては、日本は伊勢湾台風という大きな災害を経験しています。それ以降、1998年の台風18号の高潮では八代海沿岸で、2004年の台風16号では香川県と兵庫県で犠牲者が出ています。

浸水に関しては、2018年の台風21号で関西、翌2019年の台風19号で東京や駿河湾において大きな被害が起りましたが、伊勢湾台風の被害規模までには至りませんでした。とは言いながら、産業界の被害は無視できないものでした。その意味で港湾における中小規模の高潮で起きる被害も日本社会に影響を与える大きな災害であり、そうした高潮によってどうなるのかを示す必要があります。行政にとっても港湾立地企業にとっても、そういった情報が大事だと思います。

具体的には内閣府のSIPというプロジェクトの中で清水港を対象に研究開発しています。中小規模の高潮が起きたときにどうなるのか、さらには今後の気候変動で、海面上昇だけではなく台風が強くなり、高潮や高波が厳しくなることによってどう変わっていくのかということも、数値計算などを使いながら行政だけではなく民間企業も対象として災害を見える化する取り組みを行っています。

3 災害を外力×曝露×脆弱性×対応力で読む

司会▷続いて、大原先生にお伺いします。先生は災害リスク評価、リスクコミュニケーション等のご研究に取り組んでいらっしゃいますね。

大原▷1995年の阪神・淡路大震災の発生当時、私は学生でしたが、それを機に災害に関心を持つようになり、防災の研究者を志しました。私は、阪神・淡路大震災当時は研究者ではありませんでしたので、その後に被災地の復興状況を視察した際に、神戸港にある震災メモリアルパークを訪れる機会がありました。被災したメリケン波止場の岸壁が60mぐらい保存されており、実際に岸壁の被害を目にしたのは初めてでした。「こういう風に壊れるのか」、「保存す

ることで後から被害のメカニズムが理解できるんだな」と、鮮烈な印象を受けました。

震災遺構については、「見たくない」という被災者の声もありますし、東日本大震災でも、遺構を残すかどうかで様々な議論がありました。メリケンパークの遺構は、今も残されていますが、そこから伝わってくるメッセージは非常に大きいと感じています。私にとって、沿岸防災との出会いはまさにこの経験でした。

災害リスクは外力、それに曝露されている人・物、そしてその脆弱性と対応力、この4つの掛け算で決まります。私は、それを重ね合わせてリスクを評価することを研究テーマにしてみました。

最初は地震被害想定に興味があって研究していましたが、その後、地震・津波・水害のリスク評価など、対象とする災害を広げていきました。さらに、リスク評価技術の開発だけでなく、評価結果を人々がどう受け止め、どう理解するのかといったコミュニケーションの課題にも関心を持つようになりました。

2007年頃に我が国の人口が減少に転じたことは、私にとっては衝撃的でした。特に津波被災地では人口減少が著しいと見込まれていたため、「津波のリスクと人口減少」というテーマで研究するようになりました。人口が減少するのであれば沿岸部にそのまま住み続けるのではなく、もう少し内陸に人口誘導した方がいいのではないか、沿岸で高齢化が進む中でどう避難をしたらいいのか、などの新たな研究テーマに取り組むようになりました。

司会▷災害リスクは「外力×曝露×脆弱性×対応力」で決まるというお話でしたが、この場合、外力とは具体的にどのようなものなのでしょうか。また、脆弱性や対応力についても、どういうイメージで捉えておられるのか教えてください。

大原▷外力は、地震であれば地震動、水害であれば浸水深さなどでして、我々の社会がこのような外力に晒され、建物や人々がそれに曝露されることで、被害につながります。建物や人々がいなければ、災害にはなりません。

脆弱性とは、曝露されている人・物・財産がどのくらい被害を受けやすいかという度合いですね。人口が減るとともに高齢化して、人々はどんどん脆弱になりますし、建物の耐震化対策を行えば脆弱性は下がるので、災害は減ります。

対応力は、脆弱力と反比例します。避難が困難な要介護の方は、避難行動の対応力が低いため、脆弱性が高くなります。このような4つの要素が組み合わさって、災害リスクが決まると思っています。

4 陸・海・空の総力戦

司会▷被害の想定からリスクを評価し、それをコミュニケーションへつなげて行くという一連の流れの中で、現場で感じられた課題はありますか。

大原▷能登半島地震の被災地では、道路被害により被災地にたどり着くのが難しい状況が続ぎ、陸・海・空の総力戦で被災地を支援する必要性が非常に高まっていました。今後さらに、沿岸の防御力を高めて、海から支援に入る必要性がますます高まっていくと思います。

司会▷まさしく海からの支援という話につながりますが、先生は災害時の医療船の活用についても内閣官房のお仕事で関わっていらっしゃるのでしょうか。

大原▷学内に病院があるので、地震時の病院の災害対応マニュアル作成の支援活動を行っていたことがありました。

内閣官房の船舶活用医療推進本部では、災害時に船舶をどのようにして活用できるかという検討を進めています。令和3年に、災害時等における船舶を活用した医療提供体制の整備の推進に関する法律が制定され、今年1月に船舶活用医療の運用が開始されました。今後、災害が発生した場合に、船舶を使って被災者支援を行ったり、被災地の患者さんを被災地外に運んだりする対応が行われる可能性があります。

昨年11月には、神戸港にて、防衛省の契約船を使って模擬患者さんを実際に船に搬送して医療対応をする実働訓練が開催されました。私も、船舶活用要領の作成に関わっていたため、訓練に参加させていただきました。病院から重症患者を運ぶ時には、道路が液状化したり損傷していないか、患者さんの容態を悪化させずに運べるのかなどの課題があります。また、岸壁が耐震バースの区間を活用しますが、瓦礫が流れ着いて船が停泊できない状態になっていないか、などの課題があります。

沿岸防災のニーズとして、これまで「医療に使う」という発想があまりなかったかもしれませんが、医療活動でも使えるくらい岸壁がしっかり機能することへの社会的期待は今後非常に大きくなると思います。

司会▷我が国には、災害時のためのいわゆる病院船というものがあるのでしょうか。

大原▷防衛省は、能登半島地震の際、大型民間フェリーの「はくおう」を七尾市に派遣し、被災者の方々への入浴

や宿泊の支援を行いました。病院船は、医師や看護師、医療資機材、薬などを乗せて被災地に行き、患者の治療をしたり、患者を乗せて被災地外の病院に運んだりすることが期待されています。

5 メカニズムの解明と技術開発

司会▷続いて、佐々木課長にお伺いします。

佐々木▷一昨年の6月に閣議決定された「第1次国土強化実施中期計画」は前の計画よりも、位置づけが上がり非常に重要な計画になっています。その中で技術開発が明確に位置づけられており、今回の計画では内容が大きく拡充されています。大きく分けると二つの拡充項目があります。

その一つ目は富田先生の研究分野にも関わりますが、気候変動の影響で高潮・高波の被害を直接受ける港湾の臨海部について、港湾法の改正を行い対応を強化することにしたことです。

港湾の臨海部は民間企業の施設もあれば、港湾管理者など公的セクターが整備している護岸もあります。これらが協力しなければ高潮・高波から十分な防護ができないということから、「協働防護」という考えを計画に位置付けました。

ただし、協働防護を進める上では、気候変動による海面上昇や台風の強大化に伴い高潮・高波がどのように変化するか、そのメカニズムをしっかりと解明しなければ臨海部を守るための具体的な施設整備につながりません。技術開発を進めるにあたっては、メカニズムの解明や基準づくりを進め施設整備に結びつけていくことが必要だという認識の下、技術開発の項目をしっかりと拡充しています。

もう一つの大きな拡充点は、能登半島でこれまで経験したことのないような困難に直面したことを受けて、技術開発をしっかりと進めた上で、災害時の初動対応や復旧工事につなげていく必要があるということです。具体的には、能登半島地震で発生した津波は、能登半島の先端からまっすぐ海を通過して伝わるものと、陸地に沿うように伝わるものがありました。能登の先端にある珠洲市の飯田港では、この二つの津波が同時に到達したことで、非常に大きな被害が発生しました。

過去にもそういう被害はあったのかもしれませんが、今回はカメラ映像が残っていたため、メカニズムがある程度解明できるかもしれません。また、防波堤を越えた津波が海面に叩きつけられ、港の中で「第2次津波」と呼ばれるような波が発生して防波堤の内側を壊すという被害も起きま

した。こうしたメカニズムを解明し、基準に反映し、施設整備や改良につなげていかなければ、どこか別の場所で同じような被害が起きる可能性があります。それに関連する技術開発も必要だと思いますし、さらに飯田港では、防波堤の外から津波が襲ってきた際、防波堤が外側に倒れました。当初はその理由もよくわかりませんでした。横須賀の研究所による実験や数値シミュレーションから、一番の原因は防波堤が置かれている海底地盤の液化化が先に起こり、そこに外から来た津波の反射など非常に複雑な要因が重なって被災したらしいこともある程度わかってきました。こうした知見を技術基準などに反映し施設整備に生かしていくことがこれから必要ではないかと思っています。

6 初動を左右する岸壁使用可否判断

司会▷能登半島地震に着目して沿岸防災技術上の課題を考えると、その一つに、先ほどの病院船の活用にも関係しますが、被災者救援や災害復旧を迅速に行うためには「この施設が今使えるのか使えないのか」を早期に判断することが必要だという点がクローズアップされたと思います。今後の技術開発に関してどのような課題があるとお考えでしょうか。

佐々木▷課題という意味では、大規模地震で岸壁が使えるかどうかを判断することは、国土強靱化実施中期計画の技術課題にも含まれています。大原先生もおっしゃったように能登半島の場合、七尾での水道の被害が最も大きかったです。地域に基幹病院があり、透析のための水が全く足りない状況でした。海上保安庁の船が1日2交代で支援に入りました。能登では唯一の耐震強化岸壁が七尾港にあるのですが、それが使えるかどうかの判断が非常に難しかったのです。しかし、たまたま耐震強化岸壁の設計の前に行った、地震動を入力し「この岸壁はどのように挙動するのか」「この揺れでどれくらい変位するのか」ということを検討したシミュレーションの結果が残っていました。現地で実際の変位量を測ってそのシミュレーション結果と照らし合わせたところ、海底に打ち込まれている鋼管の杭は曲がってはいるものの船が着いてもある程度は耐えられるという判断ができたので、船を受け入れることができました。

例えば南海トラフ巨大地震のように広域で被災が起きた時に使いたい岸壁はいくつもあります。しかし、岸壁が利用可能かどうかを迅速に判断しないと、宮崎理事長がおつ

しゃったように早期の初動対応ができない。そもそも現地で岸壁がどれくらい変位しているのかを素早く確認できる技術が必要で、これは一からしっかりと技術的に取り組まないといけない課題だと考えています。

7 沿岸防災技術の進展

司会▷続いて、栗山所長にこれまでの沿岸防災技術の進展という観点からお話をいただきたいと思っています。

栗山▷何点かお話ししたいと思っています。沿岸センターでは年間65から75件ほどの、国や港湾管理者、民間事業者からの調査研究の依頼を受けています。そのうちの約4分の1が沿岸防災に関するものです。

最近では、港湾の協働防護に関する検討、港湾域に台風が襲来した際の浸水リスクや構造物被害の検討、さらには気候変動への適応方策の検討などを行ってきました。それ以外の取り組みとして3点ほどお話ししたいと思っています。

8 気象海象の予測

栗山▷1つ目は通称COMEINS（カムインズ）と呼んでいるシステムで、沿岸の気象海象を予測し、その情報を発信しています。これは大きく分けると「波浪予測」と「高潮予測」があります。COMEINSは1997年にスタートしました。当初、波浪予測は港湾工事ができるかどうか、つまり「波が1mを超えるか超えないか」に注目して予測をしてきました。しかし最近では、防災体制を取るかどうかの判断にも使われるようになり、場所にもよりますが、5m、6m、7mといった高波の予測が非常に重要になってきて、そのために予測精度もかなり向上させています。波浪推算には、世界的にも使われている最新のWAVEWATCH III（ウェイブ・ウォッチ・スリー）というシステムを導入して、高精度の予測を行っています。

高潮予測は2022年から開始しました。COMEINSは現在第5世代で、台風の予測にはかなり最新の手法を取り入れています。昔は「台風は12時間後にここ、24時間はここ」と、「点」で予測していましたが、今は確率分布を伴う「円」で予測しています。確率が一番高いのが真ん中で、周りへ行くほど確率は低くなるというものです。

高潮も同様で、例えば50cmの高潮が起こる可能性が高

いが、20cmの場合もあるし70cmの場合もあるかもしれないという確率的な予測を行っています。時間が進むほどその幅がだんだん狭くなってきて、精度が上がるという最新のやり方です。

9 岸壁の変形予測

栗山▷二つ目です。地震時に岸壁がどの程度被害を受けるかを予測するプログラムがあり、FLIPと呼んでいます。液状化によって構造物がどのくらい動くかを予測するもので、阪神・淡路大震災の後に開発されました。当センターも当初から開発に関わり、プログラムの構築に貢献してきました。

10 コンピューター上で波の動きを再現

栗山▷最後にお話ししたいのが、通称CADMAS-SURFと呼ばれる数値波動水槽プログラムです。防波堤などの構造物に対して、波がどれくらい越えるか、波力がどの程度か、港内にどれくらい波が侵入するかなどを高精度で予測するプログラムです。

開発は1998年にスタートし、当センターが中心となって開発を進めてきました。2025年秋には3次元計算が可能な最新バージョン1.8のプログラムソースコードとその手引書を公開しました。当センターとしては、広く多くの分野で活用していただけるよう貢献できたと考えています。

当センターは行政と一体となって調査研究を行うことも多く、行政が新しい施策を打ち出すとそれに伴う検討をしてきました。気候変動についても、以前から研究はしていましたが、近年は本格的に気候変動にどう適応していくかを検討していますし、協働防護も行政が取り組んでいる新しいアイデアであり、当センターもいち早く対応しています。

沿岸防災技術研究所が設立された契機は、ハリケーンカトリーナと、その少し前のインド洋大津波でした。津波、高潮の被害想定、ハード対策だけではなく、ソフト面の取り組みも近年は大きく増えていると感じています。

11 今後の展望

司会▷これまでの取り組みを踏まえて、今後、沿岸防災技

術をさらに高度化していくために必要なこと、注意すべき点、工夫すべき点など皆さまそれぞれに感じていることがあると思います。そうしたご意見やご提案、今後の展望や方向性についてお話を伺えればと思います。

富田▷大原先生、佐々木課長、栗山所長のお話を伺い、どれも非常に重要な視点だと感じました。特に大原先生がおっしゃった医療船の活用は、港湾BCPにも関わるもので、緊急物資輸送における港湾の利用という観点からも極めて重要です。航路啓開して船が港に入れるようにするだけではなく、岸壁の活用や港から内陸への搬出までを一体として考えることも大事だと思います。私たちはどうしても港の中だけに目が向きがちですが、全体を一气通貫で捉える視点が重要だと改めて感じました。

また、佐々木課長がお話しされた高潮・高波のメカニズム解明は、今後ますます重要になるテーマであり、私自身も取り組んでいるところです。先ほどSIPで清水港を対象にしたプロジェクトについて触れましたが、そこでは研究者が技術開発を行うだけでなく、研究成果の利用者として国土交通省や港湾管理者、さらには民間企業にも参加いただき「どのような研究成果だと使いやすいか」といった意見を伺いながら進めています。

12 民間のニーズ —何が起るのかをわかりやすく—

富田▷その中で特に民間企業の方々からは、土地、建物などの自社の資産がどのような影響を受けるのか知りたいという強い要望があります。しかし、それは実際に被害に遭ったところでなければわからないというのが実情です。港の水域で高潮がどれほど上がるか、高波がどれくらいになるかという情報だけでは不十分で、例えば埠頭の倉庫がどの程度浸水するのか、それによって機械や商品がどのような影響を受けるのかといった情報が求められています。現状ではそうした情報がまったくなく、まさにその部分の技術開発が重要だと思います。

協働防護という観点からも民間企業と港湾管理者のニーズが一致することで港湾の強靱化につながり、それが港の競争力の向上にもつながっていきます。何が起こり得るのかをわかりやすく示すことが重要だと思います。

栗山所長からCOMEINSの話もありましたが、民間企業は浸水の状況だけではなく、今まさに襲来しようとしている台風によって自分の港や埠頭、そこにある資産がどうな

るのかを知りたいと考えています。その意味で、リアルタイムな予測情報も求められています。最大クラスのハザード、いわゆるL2や海岸保全施設設計に用いるL1といった設計上の次元のハザードだけではなく、実際に今来ている台風によってどんなことが起こるのかを知ることが重要です。

また、津波もそうです。地震発生後に自分の港にどの程度の津波が来るかを事前に知ることができれば、災害対応に大きく役立ちます。こうした即時的な予測技術は非常に重要であり最近AIも発達しているので、うまく活用していくことも有効な手段だと思います。

最後に、協働防護という考えは非常に新しいアプローチだと考えています。東日本大震災以降、L2、L1という二段階の考え方が広まりましたが、民間企業にとっては、それは国や行政が担う部分であり、もっと低いレベルのハザードに対して自分たちができることを知りたい。そうした議論を進めていくことこそが協働防護であり、港の中で新しい展開が始まっているのだろうと感じています。

司会▷災害対策の基本として、そこに住んでいる人がどうなるのかを具体的にイメージできることが重要だと思います。私が子どもの頃は、台風が来る前に雨戸に板を打ち付けるという風景がありました。風で飛んでいくということが具体的に分かっていたからです。今はその感覚があまり伝わっていないように感じます。

民間企業や港湾管理者の方々が「自分たちの資産がどのような影響を受けるのか、港がどうなるのか」をイメージし、対策ができるようにするためには、予報技術やシステム、制度の面で何が大事なのでしょう。

13 民間事業者にも届くリスクの見える化を

富田▷即時対応という点ではやはりリアルタイムの予測が重要になります。一方で事前対策のマネジメントには、例えば電気施設を2階に移す時に「どの程度の浸水がどれくらいの頻度で起こりそうか」といった、いわゆる確率論的なリスク評価ができることが重要です。そうしたリスク管理やリスク評価の仕組みを作ることが大切だと思います。

司会▷リスク評価の範囲をどこまでにするかということはありませんが、誰がそれを行うのかという点も重要です。民間企業が自力で自社工場のリスク評価を行うのか。コストの面でも難しい問題です。簡易にそういうことができる

プログラムというか、システムの開発を技術開発としてやっていく道があるでしょうか。

富田▷プログラムも大切ですが、まずはデータが重要だと思います。高潮や津波について、各港で行ったさまざまな計算結果の蓄積を国交省が持っている、そういったデータを活用できる仕組みがあると良い。しかし、国交省が港湾防災の全てを担う必要はなく、民間企業には国が関与できない、民間が対応すべき領域もあると思います。

国としては、民間企業が使いやすいシステム、プログラム、データを整備していくべきです。「松竹梅」ではないですが、簡単な評価から余裕があればより精緻な評価まで、段階的に選べるプログラムを用意しておくことが重要だと思います。

司会▷協働防護についても、私も全国の整備局を回って話を聞いていると、現場の港湾事務所の所長さんが民間企業を訪ねて協働防護の説明をしても、皆さん、被害に遭うことがイメージできていない様子らしく、一緒にやりましょうと言っても、「え？」という反応なので、「もし起きたらここがこれだけ水に浸かるんですよ」という説明から始めなければならない。そこで整備局が民間企業の理解を得るために浸水予測を行うと結構、時間と費用がかかります。整備局だからできる面もあります。民間の小規模事業者にとっては負担が大きく難しい。皆さんがすぐイメージできるような技術やシステムが開発されれば良いと思います。

続いて大原先生、ご提案、ご意見をお願いします。

14 「元に戻す」だけではない沿岸復興

大原▷今後の沿岸防災について、4点申し上げたいことがあります。

1点目。防災には原状復帰の原則があり、被害を受けたら元に戻すことを目指しています。リスク評価でも、例えば家屋の被害額は再建費用で算定するなど、原状復帰を前提にしています。しかし、人口減少時代においては、被災後に人口が流出してしまい元の状態に戻らないことが起こりえまして、原状復帰を前提とした防災からの転換期に直面していると認識しています。

都市部では人口は維持あるいは微増している例もあり元に戻す防災が成立しますが、地方の特に沿岸部では人口減少が加速化しており、今まで我々が直面してこなかった未知の課題が出現しています。被災後に、被災前と同じレベ

ルのインフラに戻ることが妥当かどうかを考えなければいけない状況になっています。

沿岸部の原状復帰には、隆起や沈下といった地盤変動の問題もあります。能登半島では最大で約5mの隆起が起り、港に船が着けられなくなり、原状復帰では対応できない状況が起こっています。東日本大震災後の気仙沼港では60cmくらい沈下した後、長期にわたって40cmくらい戻りました。沿岸防災は、今までの知見では対応できない異次元の課題に直面しており、新たな知見の構築が求められます。

司会▷佐々木課長、大原先生から1点目、「原状復帰の転換期」というお話がありましたが、その点について何かお考えはありますか。

佐々木▷原形復旧の原則は変わってはいません。大原先生のご認識の通りだと思います。ただ、能登半島地震のように外浦側が大きく隆起して原形に戻せないケースもあり、ハードの復旧だけではなく漁港の配置のあり方など、より広い観点から議論が始まっています。所管ではありませんので詳しくは申しあげられませんが、漁業は日々の生業として地域の存立に直結している面もあり、行政としても簡単に結論を出せない難しさがあるだろうと感じています。

能登では人口流出もあって、地形が大きく変わったところでは村づくりやまちづくりと連動して対応が始まっています。行政だけで旗を振るのではなく、地域の漁業協同組合の皆さんとも議論を重ねながら進めていると思います。

施設単位で見れば「液状化したものはしないように復旧しましょうね」など、工夫できるところは認められるようになっていきます。再度災害防止という言い方をしますが、同じことが起きて同じような苦しみを地域の方にさせないようにするという方向性を共有しつつ、復旧工事を進めている状況です。

15 沿岸だけでは守れない

大原▷2点目は、沿岸部だけを見ては不十分だということです。医療船で患者を搬送する場合、災害拠点病院から道路を通過して耐震バースまで来て、さらに船に乗せなければなりません。沿岸という狭いエリアだけではなく、背後地の液状化や道路などの安全性が確保されなければ耐震バースは100%使えないこととなります。沿岸とその背後地を含めてどうやって総合的に沿岸部を守っていくかが大

きな課題だと思います。

3点目は、一方で、沿岸は、過酷事象の場合の突破口になりえるということです。陸路やヘリでの輸送力は、船の輸送力に比べたら小さいです。船舶の大きな輸送力が物事の突破口になり得ると思います。

昨年12月の青森県東方沖地震では大きな被害は出まらなかったですが、寒冷期だったことが重要です。もし一帯が停電したら、極寒の中での避難生活を強いられますので、耐震バースに船を着け、船舶の中で避難生活を送るニーズは必ず生じます。寒冷期の大規模停電などの過酷事象時を考えますと、船舶活用が必ずや突破口になって、たくさんの人の命を救えると思います。

16 耐震バースの価値を伝える

大原▷4点目は、耐震バースが耐震性を有しており被害を受けづらいことを、もっとPRしたほうがいいと思います。七尾市では耐震バースに「はくおう」が停泊できたことで、多くの人に入浴していただいたり、物資を運んだりすることができました。しかしながら、耐震バースの有効性や重要性が、一般の方々にはほとんど伝わっていないと感じます。

司会▷いまのお話を聞いて思い出したのですが、私も平成の初め、当時の運輸省で耐震バースの担当をしていたことがありました。出張で港に行った時に岸壁がたくさんあってどれが耐震バースなのかわからない。耐震バースは昭和58年の日本海中部地震を契機として、昭和59年、運輸省により整備構想が策定され、それに基づき整備が始まりました。耐震バースに看板や道路の標示板をつけている港をみたこともありましたが、ほとんどの港では耐震バースの表示がなく、「救援物資を運ぶ船やトラックなどに耐震バースの場所がわかるように、また普段から、一般の人々がそこに耐震バースがあるということを認識できるように耐震バースに表示板をつけましょう」ということも言ったのですが、あまり取り上げてもらえませんでした。今でも少ないと思います。耐震バースのことを世の中に認識してもらうような取り組みを行ったほうがいいですね。

大原▷そうですね。耐震バースがなければ多くのオペレーションできないわけですから、それに税金を投入する意義がいかに大きいか、もっと考えるべきだと思います。

佐々木▷耐震バースは、宮崎理事長のお話のとおり昭和の時代からやってきていますが、あまり知られていないとい

うご指摘はその通りだと思います。

大上段から言えば、昨年6月30日に策定された南海トラフ地震の応急活動に関する計画でも、海からの輸送を行うことが明確に位置づけられています。どの港を使うかまでは決まっていますが、発災時に本当に使えるということ担保するのが我々国土交通省港湾局の役割です。今日のテーマに戻りますが、使えるかどうかの判断を技術的に担保することがまず一番大事なところです。

南海トラフ巨大地震で広域的な災害が発生した場合は、被災地に行く船が出航する港と受け入れる港、支援側と受援側と言いますが、それらがネットワークとして機能する海上輸送支援体制を構築する必要があります。その計画をこれから作っていくつもりです。

少し進展したのは、近日中に港湾法に基づく基本方針に沿ってネットワークを告示し、世の中に打ち出していきます。ホームページで、例えば東北地域での地震時に機能する海上輸送ネットワーク、耐震強化岸壁、そして、それにつながる道路も大丈夫ですということを、地域防災計画に位置づけてもらって、確認するようにしています。

宮崎理事長から耐震バースの表示板のお話がありました。私も表示板がある港を見たことがあります。そうした周知の仕方を含めて、今後検討していく必要があると思いました。

17 使える岸壁を担保する行政の責務

司会▷先ほど国土強靱化実施中期計画での技術開発や協働防護についてのお話でしたが、それらも踏まえて行政としての今後の展望や方向性についてお聞かせください。

佐々木▷大きく二つあります。一つ目は、地震時の支援ネットワークに関することです。先ほど申し上げた通りで、地震時に耐震強化岸壁やそれに近い岸壁が実際に使えるかどうかという点を、行政が防災計画を立てる際に技術的に担保する必要があります。栗山所長もおっしゃいましたが、行政と一体となった研究や技術開発を含め、我々は技術部隊として責任を持って「このネットワークは使える」ということを保証した上で計画を作ることが非常に重要です。国土強靱化実施中期計画に基づく技術開発の実施計画を作り、社会に示していくことも行政としての責務であり、一体的に進めていきたいと思っています。

18 より正確な情報を現場に伝える技術

佐々木▷もう一つは富田先生や栗山所長もご専門にされている沿岸防災と気候変動対策の分野です。特に産業が集積している港湾における中小規模の高潮対策が重要だというご指摘がありましたが、秋の臨時国会で気象業務法と水防法の改正案が可決・成立したことは大きな前進です。人命を守ることを最優先に、堤防は内側の人の避難時間を確保するためのものであり、堤防を越えるおそれがある場合には、24時間前、12時間前に注意報等を出す仕組みを整えています。

今回の改正で画期的なのは、従来は潮位のみで高潮の注意報などを出していたところを、計算技術の発達を受けて波の打上げ高を含めた予報を出すようになった点です。主眼は人が避難する時間を確保するための計算技術の活用ですが、打上げ高を考慮しても堤防を越えないような、富田先生がおっしゃった中小規模の高潮は、人命には直結しない場合が多い一方で、臨海部の産業やコンテナターミナルなど港の運用には大きな影響を与えます。そうした場合により正確な計算技術による予報を現地で活動する方々に伝える技術の確立が非常に重要だと思います。これらの取り組みも含めて、国土強靱化実施中期計画に基づき、協働防護のプログラムとして進めていきたいと思っています。

19 グリーンインフラと新しい災害への対応

司会▷続いて、栗山所長にお伺いします。

栗山▷富田先生からはCOMEINSの話、佐々木課長からは中小高潮の被害の話がありましたが、COMEINSはまだ浸水予測ができません。ただ、担当者はぜひ実現したいと考えています。プログラム自体はできていて、あとは地形などを入れ込んで行く必要があります。最初は対象となる港を絞って進めることになると思いますが、企業の方にも使っただけの形でCOMEINSを発展させたいと考えています。

最近よく聞く「グリーンインフラ」の話なんですが、防災・減災にもできるだけ使っていきたいと思っています。ただ難しいのは、人命や資産が受ける被害を考えると、そう簡単に壊れてしまっただけでは困るという点です。グリーンインフラは自然由来のものを利用するため、コンクリートに

比べて頑丈ではない。防災機能をどう評価するかがポイントで、大学などでも研究が始まっているようです。

適応策としては「高くなる高潮にどうやって対応するか」がありますが、緩和策としては「いかにCO2を減らすか」といった観点もあります。今すぐということではないですが、近い将来、グリーンインフラの整備に向けた技術開発にも沿岸防災研究所が関わっていかれたらと考えています。

進展というほどではありませんが、災害が起きると、佐々木課長がおっしゃったように「今までにないこと」が起きることが多いです。港湾空港技術研究所に勤めている頃からの感覚ですが、災害は弱いところを露わにする、あるいは新しい姿を見せるというか、「え、こんなことが起こるの」と驚かされます。大原先生もおっしゃいましたが、地形などいろいろ考えれば起こり得ることではあるものの、現実には目の当たりにすると驚きます。

少し前のトンガの海底火山の大爆発では、空気を伝わって津波が来ました。「そんなことがあるのか」と驚きますが、これを事前に予見するのは非常に難しいでしょう。

沿岸防災技術研究所としては、これまでなかったような災害が発生した時に、そのメカニズムをいち早く解明し、どのような対策が有効かということについて答えを出すことにこれからも貢献していこうと思っています。

司会▷グリーンインフラや新しい災害への対応の話も出ましたが、それと併せて先ほど大原先生の2点目のご指摘を受けて、今後は、沿岸防災技術を考えていく上で、沿岸技術研究センターや沿岸防災技術研究所の「沿岸」を、「沿岸ではない沿岸」にまでスコープを広げていく必要があると感じました。

20 まとめにかえて

司会▷最後にもう一巡、今日の補足でもかまいませんし、ご感想でもまとめでも構いません。一言ずついただければと思います。

富田▷先ほど栗山所長が触れたグリーンインフラは、これから非常に重要になると思います。特に国際展開を考えると、発展途上国では日本のようなハードの防災技術をなかなか導入しにくいところもある。そうした場面で、グリーンインフラ、Eco-DRRという概念もありますが、そういった自然由来の手法の技術開発は大きな意義があると思います。

大原▷今は人手不足が深刻で、特に漁業の方や水先案内

人のように港にとって重要な方々がどんどん減っています。人間がいなくなっても機能するスマート防災の仕組みをどう作るかが重要です。

沿岸分野では、まだスマート化が進んでいない印象があり、人手不足を解消するとともに、平常時にも災害時にも対応できる仕組みを整える余地は非常に大きいと思います。沿岸に関しては、耐震バースがあっても水先案内人や荷役作業員がいなくともうまく機能しないという課題があると聞いています。道路は自動運転などスマート化の話が出ていますが、港や船舶のスマート化の話はあまり聞かない気がします。最近、水門の自動化が進んでいるのは喜ばしいことですが、現場が高齢化して、退職者が多く出た後もうまく回るような、沿岸スマート化の取り組みがますます期待されると思っています。

佐々木▷大原先生のお話に触発されて補足します。沿岸部を直接スマート化する取り組みとは別に我々は「サイバーポート」として全国の港湾の物流情報や全国の港湾施設情報をデジタル化するところまでは進んでいます。

防災情報もサイバーポートとリンクさせることで、被災情報などでもできる限り自動的に取得し、迅速に対応できる体制を整えていかなければならないと考えています。

栗山▷沿岸防災研究所を含めて沿岸技術研究センターは、行政と研究者をつなぐという重要な役割を担っています。今後もご出席の皆さんをはじめ、行政や大学の先生にご協力をいただきながら進めていきたいと思っています。引き続きよろしくお願いいたします。

司会▷本日は皆様から貴重な意見をいただき、ありがとうございました。沿岸技術研究センターとしても、本日伺ったご意見を踏まえて、沿岸防災技術の高度化、沿岸防災技術研究所の運営に取り組んでまいります。引き続きのご指導をよろしくお願いいたします。



用語説明

○Eco-DRR

生態系を活用した防災・減災 (Eco-DRR: Ecosystem-based Disaster Risk Reduction) は生態系の保全・再生を通じて防災・減災や生物多様性を含めた地域の課題を複合的に解決しようとする考え方です。

Eco-DRRには、洪水緩和に向けた湿地の保全・再生や、土砂災害の防止や水源涵養を目的とした森林整備、沿岸域の海岸防災林や河川の治水防備林の保全など、様々な自然災害を対象とした幅広い取組が含まれます。

また、Eco-DRRは防災・減災や生物多様性の保全に寄与するだけでなく、地域に自然と触れ合う場を提供するという社会的な効果や、エコツーリズムの実施等による経済的な効果、さらには、森林や泥炭湿地などの自然生態系は二酸化炭素の吸収源にもなるため、気候変動緩和策としての効果も期待できます。

出典：環境省自然観光局 生態系を活用した防災・減災 (Eco-DRR) とは
<https://www.biodic.go.jp/Eco-DRR/index.html>

○はくおう

「はくおう」は、自衛隊の海上輸送力確保の一部を民間に委ねることを目的に、防衛省がPFI形式で高速マリン・トランスポート株式会社と契約しチャーターする貨客船です。元々は新日本海フェリーが運航していた「すずらん」で、総トン数は、17,345トン、全長199.5m、幅25.0m、航海速度29.4ノットの大型船です。

2024年1月の能登半島地震では、石川県七尾港に停泊し避難者の受け入れを行いました。

出典：ウィキペディアを参考に作成

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%81%A%E3%81%8F%E3%81%8A%E3%81%86>



○SIP (戦略的イノベーション創造プログラム Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program)

SIPは、内閣府総合科学技術・イノベーション会議が司令塔機能を発揮して、府省の枠や旧来の分野を超えたマネジメントにより、科学技術イノベーション実現のために創設した国家プロジェクトです。

国民にとって真に重要な社会的課題や、日本経済再生に寄与できるような世界を先導する10の課題に取り組むものです。各課題を強力にリードする10名のプログラムディレクター(PD)を中心に産学官連携を図り、基礎研究から実用化・事業化、すなわち出口までを見据えて一貫通貫で研究開発を推進。経済成長の原動力であり、社会を飛躍的に変える科学技術イノベーションを強力に推し進めていくものです。

出典：内閣府SIPとは

<https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/sympo1412/about/index.html>

○耐震強化岸壁 (通称：耐震バース)

耐震強化岸壁とは、大規模地震に備えて耐震性を強化した係留施設です。地震が発生したとき、緊急物資の輸送や、輸出入による経済活動を維持するために活躍します。耐震強化岸壁の整備により、地震発生時に港湾機能を維持し、海上からの物資輸送や救援部隊の輸送、被災者の救援輸送、基幹的な海上物流ネットワークの確保等の重要な役割を果たすことが可能となります。

出典：国土交通省 耐震強化岸壁とは

<https://www.mlit.go.jp/common/000055600.pdf>

○第1次国土強靱化実施中期計画

第1次国土強靱化実施中期計画 (令和7年6月6日閣議決定) は、改正国土強靱化基本法 (令和5年6月16日公布・施行) に基づき、国土強靱化基本計画 (令和5年7月28日閣議決定) に基づく施策の実施に関する中期的な計画を法定計画として定めるものです。令和8年度から令和12年度までの5年間を計画期間とし、事業規模はおおむね20兆円強を目途としています。

出典：「第1次国土強靱化実施中期計画の策定について」を参考に作成

https://www.hkd.mlit.go.jp/sp/tiiki_sinkou/nk4vg6000002g1v-att/nk4vg60000002g7c.pdf

○FLIP (Finite element analysis program for Liquefaction Process)

FLIPは、旧運輸省港湾技術研究所において開発され、その後、独立行政法人港湾空港技術研究所、京都大学および沿岸技術研究センターによる共同研究やFLIP研究会において改良・機能拡張が進められている地震時の液化化による構造物被害予測プログラムです。

地盤-構造物系の有限要素法による2次元動的有効応力解析プログラムであり、地震動による地盤や構造物の残留変形、構造部材に生じる応力などを求めることができます。現在、港湾・空港をはじめとする土木構造物の耐震性能照査に広く利用されています。

出典：沿岸技術研究センター 構造物被害予測プログラム (FLIP) について

<https://www.cdit.or.jp/program/flip.php#gsc.tab=0>

○CADMAS-SURF (SUPER Roller Flume for Computer Aided Design of MARitime Structure)

CADMAS-SURF (カドマスサーフ) は、海域施設の耐波設計に適用できる数値波動水路です。

数値波動水路は、従来の断面2次元造波水路の模型実験に代わり得る手法であり、海域施設の耐波設計への適用を目的に開発され、自由表面や砕波の影響を十分考慮できるものです。

数値波動水路では、水位や流速、加速度や圧力が計算で求められます。波の遡上、リーフによる波の変形、砕波を伴う一様斜面上での波の伝播、ケーソン等の構造物への波力と越波量、反射率など様々な波動現象への適用が試みられています。

出典：沿岸技術研究センター 数値波動水路プログラム (CADMAS-SURF)

<https://www.cdit.or.jp/program/cadmas-surf.php#gsc.tab=0>

沿岸防災技術の高度化の最近の状況と課題



磯部 雅彦

一般財団法人 沿岸技術研究センター 上席客員研究員
高知工科大学 名誉教授・東京大学 名誉教授

戦後の海岸保全

戦後から 1950 年代までは毎年のように強大な高潮に襲われ、チリ津波も経験した。この間、1953 年の 13 号台風をきっかけとして 1956 年に海岸法が制定された。1959 年の伊勢湾台風の際には、海岸堤防の海側、天端、陸側をコンクリートで被覆した三面張り堤防の、越波に対する強さが実証された。また、海岸侵食に対しても離岸堤などの技術開発が行われた。

1960-1980 年代の比較的静穏な時期に、この技術を含めて海岸保全施設が著しい速度で建設された。1990 年代には強大な台風の来襲が始まったが、戦後に比べて被害は大きく抑えられており、防災技術に裏付けられた海岸保全事業の効果は極めて大きなものであったと言える。しかし、その後、台風の挙動の変化、巨大津波の来襲、気候変動の顕在化などにより、以下に述べるように、新たな沿岸災害の技術開発と枠組み整備が必要となった。

東日本大震災を契機とする二段防災体制

2011 年の東日本大震災は、津波の最大遡上高 40m、死者・行方不明者 22,000 人余りという、壊滅的な津波災害をもたらした。結果として防災システムを大きく進化させることとなった。この時、岩手県南部沖では GPS 波浪計によって鋭く高く立ち上がる津波波形が捉えられた。これにより大すべり（アスぺリティ）によって、地震のマグニチュードにはあまり関係なく、津波の波高を 2、3 倍にも高くする津波の発生メカニズムが確認された。沿岸防災技術研究所では理論や技術を現場に活かすことを通じて、GPS 波浪計による観測、港湾施設の被災原因や復旧、ハザードマップマニュアル、防災ステーションなどに多大な貢献をし、報告書に取りまとめてきた。

震災後の復旧・復興においては、最大クラス（レベル 2）の津波に対しては（避難によって）住民等の生命を守ることを最優先し、発生頻度が高い（数十年から百数十年に一回、レベル 1）津波に対しては海岸保全施設を整備して浸水を防ぐという二段防災の方針になった。前者は 2011 年の津波防災地域づくり法、後者は海岸法の下での海岸保全基本計画に反映されている。

その結果、レベル 1 津波に対して設計された構造物は、それを超える津波に遭遇する可能性があることになるので、その際にも粘り強い構造とすることとなった。これまでに海岸堤防の被覆工を強化する、洗掘防止工を施す、防波堤に腹付工を設置する、などの技術開発がなされるなど進化している。

しかし、粘り強い構造はレベル 1 を超過する外力に対して、どこまでどのような機能を発揮するかが具体的・定量的にはなっていない。今後は、どの程度までの超過外力に耐えるか、超過外力に対して破壊までの時間をどれだけ延ばせるか、破壊後にもどの程度の浸水阻止機能が残るのか、など減災機能の定量的評価をしなければ粘り強い化の必要性を十分に説明することができない。また、避難のためのハザードマップ作成において、超過外力に対する構造物の効果を危険側に取り、極めて限られた範囲でしか考慮できていない。正しく予測して正しく逃げるといった観点からも、新技術の開発とともに、超過外力に対する粘り強さの定量的評価が欠かせない。

津波以外の水災害についても、2015 年に水防法が改正され、最大規模の高潮・洪水・内水による浸水範囲を予測し、公表して、避難態勢を整えることになった。これにより、以前からの防災施設による防護と合わせて、水災害全般が二段防災の体制になった。この体制は、レベル 1 を柔軟に設定することにより、我が国のみならず、開発途上国を含んで応用範囲の広いものとして今後の広がりが期待できる。

気候変動への適応

気候変動に対しては、2018年に気候変動適応法が制定されたから、適応策の実施の段階に進んだ。これを支える研究成果としてd4PDFと呼ばれる、将来の気象状況を繰り返しシミュレーションし、延べ数千年分のデータベースとして公開したものが大きく貢献している。これは、将来気候の下で極めて長期の観測データが与えられたようなものなので、気候変動後の外力を確率的に設定し実務を進めることが可能になった。これらを受けて、海岸法下の海岸保全基本方針に気候変動が取り入れられ、今年度末には、全71沿岸のほぼすべてに対して気候変動を取り込んで海岸保全基本計画の改訂がなされようとしている。

気候変動への適応において特徴となるのが、経年的に変化する外力にどう対応するかである。これまで、災害などをきっかけに外力が見直されることはあったが、それが将来変化することを前提とはしてこなかった。しかし、気候変動はそもそも地球の気圏・水圏を中心に動的に変化する現象である。加えて、現状の科学レベルでの予測の不確実性や、さらに温室効果ガスの排出シナリオに対する社会の対策の不確実性がある。このため設定外力が変動してしまう可能性が高い。

そのような将来変動性を加味して外力を設定し、沿岸防災を進めるといった状況は初めて経験する。時間を加味した合理的な外力の設定法の開発や、変化に応じて順応的に補強・改善できる構造物の開発など、新たな技術開発の余地は大きい。ポンツーンのような浮体式の施設は海面上昇に自然に適応できる。堤防や防波堤の場合には、パラベットのな付属部分を加えることで天端高を上げることができるような構造や、可動式の施設ができれば、非常に有用な技術となる。これまでにパラベットの形状や可動式構造物に関する研究成果が多く発表されている。特に、イタリアのベネチアではモーゼ計画を策定し可動式の水門によって、常時の船舶の通行と、高潮時の陸側の水位上昇抑制の両方を実現している。気候変動による外力変化に対しては柔軟な発想による適応策の技術開発が必要である。

気候変動に伴う海面上昇は海岸侵食の主要因となるが、それを阻止することは極めて難しい課題である。近年では、同位体を用いた津波堆積物の年代測定や、ルミネッセンスを用いた砂の経年数の同定などの技術が開発され、歴史的経緯を解明することができるようになってきている。モニタリングを含めて、長期的な観点から土砂管理を考えながら海岸に応じた対策を取らなければならない。

協働防護

港湾内の主要部は堤防等の防護ラインの海側（堤外地）にある。港湾では、その機能を発揮すべく利用することが優先的であることから、防災に関して十分な対策をとるのが難しい。また、港湾内には様々な企業などが立地することから、それらが協働して防災体制を構築する必要がある。ここでは共助が重要である。

港湾内においては利用を損なわないために、大きな防災構造物を建設することはできない。それでも津波・高潮などに対して被害が軽減でき、事業継続が可能となるように対策することは是非必要であり、2025年の港湾法の改正に協働防護が盛り込まれた。

協働防護といっても、企業ごとに重点項目が異なるであろう。多様な目的を達成するために、今後期待される協働防護計画の策定には、十分な意思疎通が欠かせない。また、新たな防災技術を開発して選択肢となる手段を提供する必要もあるだろう。低い胸壁や陸側でも破壊しないで浸水を軽減できるとか、胸壁・パラベットの形状を工夫するとか、港湾の広さを利用して面的な多重の防護システムを構築するとか、可動式の浸水防止施設を開発するとか、今までの防災技術に限らない考え方を導入することにより、より効果的・効率的な防災が可能になると思われる。

今後の沿岸防災のあり方

以上、沿岸防災に関する最近の社会的要請と技術開発を概観した。特に、気候変動も加味した津波・高潮災害対策としては、二段防災の枠組みができたので、レベル1と2のそれぞれに対して目的に向かって各人・各組織が努力すればよい。その際、現在の技術では実現に年数を要したり、実現不可能であることも考えられるので、新たな技術開発により不可能を可能にする努力も必要である。

また、レベル2の避難や、協働防護においては、沿岸災害の専門知識が少ない一般市民や企業が中心的な参加者となるので、防災に関する共通理解のための広報や防災学習が重要性を増す。しかし、防災教育を国や都道府県がすべてを直接行うには無理があると思われる。それを実現できるような仕組みを作り上げることも、二段防災システムを有効に機能させるためには欠くことのできない要素である。

港湾・海岸における「防災・減災、国土強靱化」に向けた取組について



小山 真人

国土交通省 港湾局 海岸・防災課
海岸・防災企画調整官

はじめに

近年、気候変動に伴う気象災害の激甚化・頻発化や、南海トラフ地震などの大規模地震の切迫が指摘されております。そうした中で、我が国の輸出入貨物量の99.6%を取り扱い、背後に人口や産業が集積している港湾は、島国日本の生命線であり、人命防護、資産被害の最小化はもちろんのこと、災害に強い海上輸送ネットワーク機能の構築に向けて、速やかに対策を講じることが必要です。

このため、令和2年12月11日に閣議決定された「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策」により、令和3年度から7年度までの5か年で、重点的かつ集中的に対策を進めており、例えば令和6年能登半島地震においては耐震強化岸壁を活用し早期の支援船受入が可能となるなど、同計画で進めている施策が効果を発揮しているところです。

令和7年6月6日には、令和8年度から令和12年度を計画期間とする「第1次国土強靱化実施中期計画」が閣議決定されました。同計画においては、計画期間内に実施すべき施策の内容・目標と、そのうち「5か年加速化対策」に続く計画として「推進が特に必要となる施策」について内容及び事業規模が定められており、港湾・海岸関係では、海岸堤防等の地震・津波対策、「協働防護」による港湾における気候変動適応や、特定利用港湾における港湾施設の整備が新たに加わるなど、計14施策が「推進が特に必要となる施策」に位置付けられています。

本稿では、港湾・海岸における「第1次国土強靱化実施中期計画」の取組について紹介します。

港湾・海岸における「第1次国土強靱化実施中期計画」の取組

「第1次国土強靱化実施中期計画」において、港湾・海岸関係では、

1. 国民の生命と財産を守る防災インフラの整備・管理
2. 経済発展の基盤となる交通・通信・エネルギーなどのライフ

ラインの強靱化

3. デジタル等新技術の活用による国土強靱化施策の高度化
- の3つの柱に基づき、14の施策が「推進が特に必要となる施策」に位置付けられています。

1. 国民の生命と財産を守る防災インフラの整備・管理

①気候変動を踏まえた海岸堤防等の整備

近年の激甚化・頻発化する水災害から国民の生命と財産を守るため、平均海面水位の上昇等を踏まえた海岸保全施設の整備を実施します。

②海岸堤防等の地震・津波対策

南海トラフ地震や首都直下地震等、将来発生が予想されている大規模地震を踏まえて、国民の生命と財産を守るため、海岸保全施設の耐震対策を実施します。



図1 海岸の地震・津波対策
(和歌山下津港海岸)

③海岸堤防等の戦略的な維持管理

進行するインフラ老朽化に伴う災害耐力の低下に対応するため、予防保全型メンテナンスへの本格的な転換に向けた計画的・集中的な老朽化対策を実施するとともに、ライフサイクルコストの縮減に向けた取組を実施します。

④「協働防護」による港湾における気候変動適応

港湾における気候変動への適応を図るため、関係者が気候変動への適応水準や適応時期に係る共通の目標等を定めるとともに、協定等に基づきハード・ソフト一体の各種施策を進める「協働防護」を推進します。

⑤総合的な防衛体制の強化に資する研究開発等

被災状況の把握や復旧・復興の迅速化、長寿命化や耐久力向上等、我が国防衛力の向上にも資する研究開発を促進することにより、国土強靱化にかかる取組を更に効率的に進めます。

2. 経済発展の基盤となる交通・通信・エネルギーなどのライフラインの強靱化

⑥港湾における老朽化対策

港湾施設が将来にわたりその機能を発揮できるよう、予防保全型の維持管理計画に基づく対策を推進することで、老朽化が進行する港湾施設の機能を保全し安全な利用を可能とします。

⑦港湾施設の地震対策

5か年加速化対策や最新の地震被害想定等を踏まえ、港湾施設の耐震化等を行うことにより、大規模地震発生時においても国民生活・経済を支える海上交通ネットワークの維持や緊急物資輸送機能の確保を早期に実現します。



図2 地震対策(仙台塩釜港)

⑧港湾施設の高潮・高波対策

高潮・高波対策を推進することにより、頻発化・激甚化する台風等による東京湾をはじめとする重要な港湾施設の被害の軽減を図り、海上交通ネットワークを維持します。

【整備前_越波状況】



【整備中_越波状況】



図3 高潮・高波対策(相馬港)

⑨港湾における埋塞対策

豪雨による大規模出水時等に船舶が安全に港湾に到達できるよう、浚渫を行うとともに漂流物回収を含めた体制を強化し、海上交通ネットワークを維持します。

⑩港湾施設の強靱化に関連する技術開発

国土強靱化に直結する研究開発を行うための体制を構築し、

具体的な技術基準類や港湾整備に反映します。

⑪港湾における津波対策

港湾における「粘り強い構造」を導入した防波堤の整備や、津波避難施設等の設置など、ハード・ソフトを組み合わせた津波対策により、人命・財産の被害を早期に防止・最小化します。

⑫港湾における走錨事故の防止等に関する対策

港湾における船舶の避難に必要な水域を確保し、来襲する台風から海上交通ネットワークを守ります。

⑬特定利用港湾における港湾施設の整備

特定利用港湾において、民生利用を主としつつ、災害時における自衛隊・海上保安庁の艦船の円滑な利用にも資するよう、必要な整備又は既存事業の促進を図ります。

3. デジタル等新技術の活用による国土強靱化施策の高度化

⑭港湾における災害情報収集等に関する対策

衛星やドローン、カメラ等を活用して、港湾における災害関連情報の収集・集積を高度化し、サイバーポートを通じて関係者間で共有する体制を構築するとともに、その分析結果を施設整備に反映します。

以上の「推進が特に必要となる施策」のほかにも、港湾BCPに基づく訓練の実施や水門・陸閘等の自動化・遠隔化、効果的な管理運用の推進などが第1次国土強靱化実施中期計画の計画期間内の取組として位置づけられており、これらについても取組みを進めてまいります。

さらに、上記の取組等を進めるにあたって必要な研究等も併せて進めてまいります。

おわりに

国民の生命・財産を守り、国家・社会の重要な機能を維持するためには、防災・減災、国土強靱化の取組の更なる加速化・深化を図り、災害に屈しない強靱な国土づくりを進めていく必要があります。

令和6年7月に交通政策審議会から答申された「令和6年能登半島地震を踏まえた港湾の防災・減災対策のあり方」では、港湾の防災拠点機能強化に向けた取組等の推進が重要とされ、この取組や協働防護に係る制度等が令和7年4月に改正された港湾法で新たに条文へ追加されたところです。国土交通省港湾局では、今年度が計画期間の最終年度である「5か年加速化対策」に引き続き、令和8年度以降も切れ目なく「第1次国土強靱化実施中期計画」に基づいた、港湾・海岸における防災・減災、国土強靱化の取組の加速化・深化を進めていきます。

港湾域における高潮・高波による浸水予測と その対策について



平山 克也

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
港湾空港技術研究所 沿岸水工研究領域 領域長

1. はじめに

近年、我が国沿岸では、防潮堤よりも海側に立地する港湾域での高潮・高波による浸水被害が相次いでいます。例えば、神戸港では2018年台風21号、清水港では2019年台風19号により岸壁が浸水し、空コンテナが流されたりソーラスフェンスが倒壊するなどの被害が生じました。人的被害こそ少ないにせよ、重量ベースによる我が国の貿易貨物量の99%以上を取り扱う港湾が被災することは、我が国の経済活動や人々の豊かな生活に著しいダメージを与えかねません。そこで、2024年3月には、国土交通省港湾局が2021年より設置した有識者委員会において「港湾における気候変動適応策の実装方針」が発出され、そのなかで港湾における主に耐浸水性を確保するための「協働防護」の概念が示されました。この実現に向けては官民の関係者間の緊密な連携が不可欠であることは言うまでもありませんが、この取り組みを技術的に支援する海岸工学分野にお

ける研究開発もまた重要と考えられます。そこで、本稿では、国の支援を受けて港湾空港技術研究所（港空研）が取り組んでいる研究事例を中心として、その一端を紹介させていただければと存じます。

2. 岸壁上の越波浸水現象に対する理解

神戸港を襲った2018年台風21号や清水港を襲った2019年台風19号による高潮はそれぞれ各港におけるそれまでの既往最高潮位を上回るものでしたが、被災直後の現地調査結果やその後の検証計算等により、岸壁上の顕著な浸水被害は高潮に重畳した高波の越波による影響が大きかったものと考えられています。したがって、これらの浸水現象を正しく捉えるためには岸壁での越波現象に関する理解が不可欠となりますが、前面にパラペットを有する護岸とは異なり、背後の地盤高と同等または低い天端を有する施設では、図1に示すように、押し波時

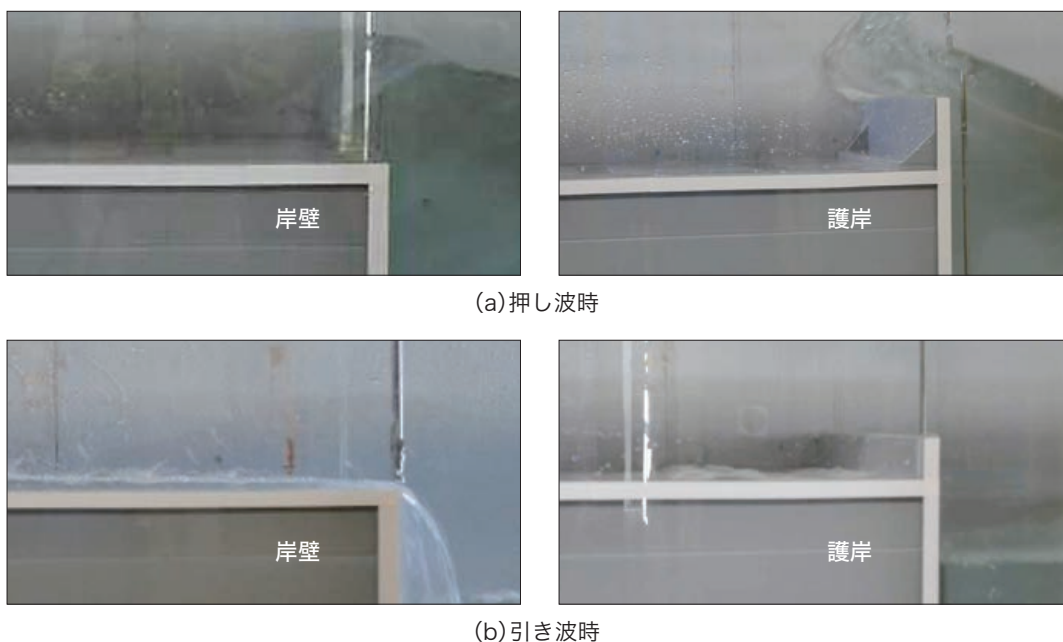


図1 護岸と岸壁における越波現象の違い

に越波した水塊の一部は引き波時に海へと戻ることになり、そこで、高山¹⁾は、これらがバランスする定常状態を仮定して越波が生じる岸壁上の浸水深を概算する方法を提案しました。これによると、例えば、押し波時のみを考慮した時間平均越波流量が一般的な護岸の許容越波流量と同じ0.02m³/s/mのとき、岸壁上の浸水深は約8cmと見積もられます。ただし、このとき引き波時には押し波時と同じ水量が排水されるため、岸壁法線上の正味の時間平均越波流量はゼロとなることに注意が必要です。なお、高山¹⁾は、潮位が天端高に迫った押し波時の越波流量を合田の護岸越波流量算定図と天端高ゼロの越波流量との間で内挿して算定しましたが、田中ら²⁾はこのような場合に適用できる越波越流統合モデルを提案しています。

ところが、岸壁上で実際に生じる越波浸水現象は平面的な広がりを持ち、また台風の通過に伴い時間的にも変動するため、ある岸壁法線での越波流量と排水流量は必ずしも一致しません。そこで、港空研では、このような岸壁上の越波浸水現象をより適切に推定するために、異常時の港内静穏度解析だけでなく護岸背後の越波浸水計算にも適用例のあるブシネスクモデルを拡張して用いる研究³⁾を行っています。なお、この方法では岸壁法線で算定図式による時間平均越波流量を与えるのではなく、岸壁法線を行き来する各時刻の越波または排水流量を越流公式に基づく越波モデルで与え、初期水位での水域及び陸域を一体として計算します。また、被災後の痕跡調査だけでは容易に知り得ない浸水過程や、これを再現した浸水計算の精度を明らかにするために、造波水槽を用いた大規模な平面越波浸水実験³⁾を実施しています。特に、時間変化する波浪と潮位を再現できるよう2023年度末に改修を終えた平面水槽を用いた越波浸水実験では、浸水の発生から終息に至る一連の過程を再現し、有効な浸水対策のあり方に関する知見を得ることなどが期待されています。

3. 岸壁上の越波浸水予測及び対策に関する港空研での取り組み

岸壁上が高潮の越流または高潮に重畳した越波により浸水する場合、これらの様子をブシネスクモデルで再現することは実はそれほど容易ではありません。その理由は、浸水時には岸壁法線の前後で海底地形に大きな段差が生じ、緩勾配近似が導入されたブシネスク方程式をそのまま適用することができないためです。そこで、岸壁上の越波浸水計算ではこの段差を行き来する流量を線形長波式で陽的に与える方法⁴⁾が用いられています。また、波浪と潮位の時間変化は遷移時間を設けて段階的に考慮しますが、この際にも波形の連続性は担保されるほか、高

潮計算で得られる潮位の時間波形をそのまま与える方法についても現在検討が進んでいます。さらに、岸壁法線に対して斜め入射する波の越波現象に関する研究も進められています。

一方、岸壁の浸水対策の1つに挙げられる岸壁上の胸壁について、この設計外力の算定方法が検討されています。例えば、岸壁法線上に胸壁を設置した断面は護岸断面とよく似ていますが、港内での多重反射波が作用する岸壁前面での換算沖波波高を算定することは必ずしも容易ではありません。そこで、岸壁(直立壁)に作用する重複波圧の鉛直分布を港内波浪変形計算と同時にブシネスクモデルにより直接算定するために、ブシネスク方程式の弱非線形性・弱分散性を補う圧力式の補正項及び算定した波圧分布の補正式を提案しています⁵⁾。また、ブシネスクモデルで算定された越波流量または波力に既存の算定式を適用して、換算沖波波高を逆推定する方法の妥当性について検討しています⁶⁾。さらに、警戒時における現場でのソフト対策等に活用していただくことを念頭に、台風接近に伴う高潮・波浪の予測値に基づき、そのリードタイムを利用した準リアルタイムの浸水予測の実現を目指して、ブシネスクモデルによる越波浸水計算の高速化にも取り組んでいます。

4. おわりに

本稿で紹介した港湾域における越波浸水予測及び対策に関する研究は、すでに一定の成果が得られているものがある一方、未だ研究途上にあるものや実用化に向けて別のアプローチを模索しているものもあります。また、これら以外にも、気候変動適応策としての岸壁の協働防護を今後進めるうえで必要となる技術や検討すべき課題は数多く残されていることでしょう。言わば、従来は防波堤で守ることを基本としていた港内施設の性能設計を新たに導入するにあたり、皆様による取り組みやお力添えが大いに期待されることです。

参考文献

- 1) 高山知司：沿岸防災技術研究所の活動について(平成29年度)、沿岸技術研究センター論文集、No.18, pp.69-75, 2018.
- 2) 田中陽二、鈴山勝之、樋口直人、柴木秀之：堤前波高を用いた越波モデルの改良と越波越流統合モデルの作成、土木学会論文集B2(海岸工学)、Vol.74, No.2, pp.1_1015-1_1020, 2018.
- 3) 濱野有貴、平山克也：岸壁上での流入・流出を考慮した越波浸水の算定手法に関する検討、港空研報告、Vol.62, No.3, pp.142-165, 2023.
- 4) 平山克也：高波及びうねりによる越波災害と技術的対応、2019年度(第55回)水工学に関する夏期研修会講義集、水工学シリーズ、19-B-4, 2019.
- 5) 平山克也、平井翔太：弱非線形ブシネスクモデルにより算定された重複波力の補正式の提案、土木学会論文集、Vol.81, No.18, 25-18122, 2025.
- 6) 濱野有貴、平山克也：越波流量や波力から換算沖波波高を逆推定する手法の平面波浪場への適用性に関する考察、土木学会論文集、Vol.81, No.17, 25-17158, 2025.

地震時における港湾利用と係留施設の利用可否判断技術、今後の展開



小濱 英司

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
港湾空港技術研究所 地震防災研究領域長

近年の度重なる地震被害発生に加え、南海トラフ地震のような巨大地震の切迫性が指摘されており、国全体として地震被害の最小化や迅速な復旧・復興に向けた備えが求められている。港湾においては、地震時に背後圏の社会経済活動を維持するための港湾物流を確保する観点から、港湾施設の耐震性向上が進められてきた。また、地震後の被災地への緊急支援としての海上輸送の役割が広く認識されてきており、その拠点となる港湾機能の確保が不可欠である。特に、地震後に係留施設へ船舶が安全に接岸し、荷役作業を実施できるかを迅速かつ正確に判断することの重要性が高まっている。本稿では、これまでの巨大地震時における港湾利用について整理するとともに、係留施設の利用可否判断のための技術と今後の展開、課題について述べる。

1. 地震時における港湾利用

港湾の地震後の利用については1995年兵庫県南部地震において注目された。この地震では神戸市を中心に甚大な被害が発生し、港湾施設も大きな被害を受けたが、地震後の被災地支援においては船舶による物資・人員輸送が多く活用され、港湾がその拠点として重要な役割を果たした。このような港湾利用状況は整理・分析されて取りまとめられており¹⁾、この頃より災害時における港湾利用への関心が高まってきたことが認識される。

2011年東北地方太平洋沖地震および2016年熊本地震においても、船舶による被災地への緊急支援が実施された。利用実態の分析²⁾によれば、東北地方太平洋沖地震では、地震動および津波の被害により利用可能な係留施設が著しく限定され、港湾の受入能力が大きく低下していたことが確認されている。一方、熊本地震では熊本港および八代港の被害が比較的軽微であったため、発災直後から平常利用船と緊急支援船の双方

の係留需要に対応できていた。ただし、それら港湾では自衛隊や海上保安庁、国土交通省などの艦船の利用が集中し、過度に混雑する状況となっていた。このため、港湾管理者である熊本県は国土交通省に対して管理者代行としての岸壁利用の調整を要請し、その結果、港湾を通じた海上輸送による支援活動が円滑に行われた。

この教訓を踏まえ、港湾法が平成29年7月に改正され、非常災害時に港湾管理者の要請に基づき国が港湾施設の管理を代行できる制度が創設された（港湾法第55条の3の3）。この制度により、非常災害時に国は港湾施設の利用調整に加え、その前提となる施設点検、利用可否判断、応急修繕等を実施することが可能となった。

2024年能登半島地震では、この制度に基づき、輪島港など6港において国による管理代行が行われた。これに伴い、国土技術政策総合研究所および港湾空港技術研究所は地方整備局と連携して研究職員をTEC-FORCEとして現地に派遣し、管理代行された港湾の係留施設（131施設）を対象として、施設の安定性評価および利用可否判断の支援が実施された。その結果、地震発生2日後の1月3日には海上保安庁の巡視船が七尾港に接岸し、給水支援活動が開始された。以降、1月末までに海上自衛隊、海上保安庁や九州地方整備局の艦船が延べ142隻日、港湾を利用して被災地支援に貢献した。

2. 耐震性能評価技術、利用可否判断技術

地震後の海上輸送による被災地支援の重要性の高まりに伴い、地震作用を受けた係留施設の利用が注目されるようになった。1995年兵庫県南部地震では、主に重力式岸壁を対象として、船舶が実際に利用した岸壁の利用実績と被災変形量の関係が分析され、岸壁法線の凹凸の程度が利用可能性を示す指標となり得ることが示された³⁾。

重力式岸壁では、地震時に壁体の変位して背後地盤が沈下する被害は多く見られるものの、壁体自体の構造が損傷する事例はこれまで報告されていない。一方、矢板式岸壁や栈橋構造では、矢板や杭といった構造部材が損傷し、場合によっては倒壊に至る事例も報告されている^{例えば、4)}。これらの構造部材の多くは地中または水中に存在しており、直接目視できないため、その損傷状況を把握することは容易ではない。そのため、陸上からの外観上で大きな異常が認められない場合でも、地中・水中において損傷が進行し、構造的安定性が低下している可能性がある。そのような状態で施設を使用すると、荷役荷重や船舶の接岸・牽引力、さらに余震の影響によって不安定化し、二次被害を引き起こすおそれもある。このため、係留施設の利用可否を判断する際には、目視できない地中・水中部を含めた構造部材の状態を評価することが不可欠である。

港湾施設の耐震性能照査技術は、巨大地震による被害とその経験を踏まえて発展してきた。特に1995年兵庫県南部地震を契機として、有効応力有限要素解析プログラムFLIPは大きく発展し、地震時の地盤と構造物の挙動を高精度で再現することが可能となり、耐震強化施設の耐震設計において標準的に用いられるようになった。また、数値解析手法により変形量や矢板・杭などの構造部材の評価が可能となり、地震後に数値解析を行って、地中・水中の杭や矢板などの構造部材を含めた施設の損傷状態の評価が検討されるようになってきた。中部地方整備局においては、地震後に得られる港湾強震観測データを用いてFLIPによる地震応答解析を自動的にを行い、構造物の地震後の状態を評価して利用可否判断に活用するシステムが開発されている⁵⁾。

また、観測地震動による数値解析ではなく、地震動を受けた施設の状態を直接計測して評価する手法として、岸壁天端の残留変位を直接計測し、その値から施設の安定性を評価する手法(利用可否判断支援装置 Berth Surveyor)も提案されている⁶⁾。RTK-GNSSを用いた計測により地殻変動の影響を除去した施設構造の変形による変位を取得し、あらかじめ数値解析により整理した変位と損傷の関係を用いて安定性を評価して利用可否判断を行う。

このような地震後の係留施設の安定性評価や利用可否判断に関して、技術基準や運用マニュアルの整備も進められている。2018年港湾技術基準では、大地震後に実施すべき調査内容が整理された⁷⁾。また、九州地整では専門的知識を有しない行政担当者でも迅速に判断できるマニュアルが作成されている⁸⁾。さらに、2025年には国土交通省により、事前準備や判断のポイントを整理したガイドラインが策定され⁹⁾、今後の研究や技

術開発の進展を踏まえて改訂が行われるとされている。

3. 今後の展開

地震後の係留施設の安定性評価や利用可否判断においては、現行の手法は変位や解析結果から損傷を間接的に推定するものであるため、構造部材の変形・損傷を直接計測する手法の検討が進められている¹⁰⁾。ただし、施設のすべての部位に計測センサー等を設置することは、コスト面等から現実的ではない。よって、代表箇所での計測による評価とともに数値解析等を併用して全体の損傷状況を推定することが考えられ、このような多様な情報を整理・統合して可視化し、利用可否判断に活用するシステムの構築が検討されている¹⁰⁾。数値解析による性能評価においてもさらなる高精度化が求められており、施設全体の性能を踏まえた地震動作用後の構造部材の耐力に関する検討等も行われているが¹¹⁾、今後もさらなる検討が望まれる。

参考文献

- 1) 高橋ら：兵庫県南部地震時の震災直後における海上輸送モードの対応状況に関する分析、港湾技研資料、No.861、1997。
- 2) 赤倉、小野：大規模地震・津波後における被災港湾のパス・ウィンドウの把握・分析、土木学会論文集B3(海洋開発)、Vol.73、No.2、pp.1_1001-1_1006、2017。
- 3) 一井ら：地震時における重力式岸壁の許容被災変形量の評価、日本地震工学シンポジウム論文集、Vol.10、pp.3241-3244、1998。
- 4) 稲富ら：1995年兵庫県南部地震による港湾施設等被害報告、港空研資料、No.857、p.237、1997。
- 5) 曾根ら：強震計観測情報を用いた係留施設の供用可否判定システムの開発、地盤工学会誌、64-7(702)、pp.16-19、2016。
- 6) 伊藤、小濱：RTK-GNSSを用いた地震後の係留施設の変位量計測・安定性評価支援システムの開発、港空研資料、No.1370、2020。
- 7) 国土交通省港湾局監修：港湾の技術上の基準・同解説、pp.1850-1899、2018。
- 8) 九州地方整備局下関港湾空港技術調査事務所：大規模地震時における係留施設の使用可否判定手法マニュアル(案)、<https://www.pa.qsr.mlit.go.jp/gityou/products/pdf/r4daikibozisin0208.pdf>、2022。
- 9) 国土交通省港湾局：港湾施設の利用可否判断に係るガイドライン、https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_tk5_000018.html、2025。
- 10) 国土交通省：港湾施設の被災状況把握・利用可否判断の迅速化、https://www8.cao.go.jp/cstp/bridge/keikaku/r6-14_bridge_r7.pdf、2024。
- 11) 荒木ら：栈橋支持杭のレベル2地震動に対する性能規定の提案、港空研資料、No.1429、2025。

沿岸防災技術研究所の20年



栗山 善昭

一般財団法人 沿岸技術研究センター
特別研究監・沿岸防災技術研究所長

1. はじめに

(一財) 沿岸技術研究センター (CDIT) の沿岸防災技術研究所は、2005年(平成17年)12月に設立された組織であり、沿岸防災に関する調査研究と技術の普及、災害情報等の収集と整理などを実施することを目的としている。本稿では、沿岸防災技術研究所における20年間の活動を、沿岸防災技術に関する調査研究、シンポジウム等の開催、出版物の刊行の観点から振り返る。

2. 沿岸防災技術に関する調査研究

2.1 受託調査研究の実施

CDITでは、国、港湾管理者、民間事業者等から受託した調査研究を例年65～75件ほど実施しており、そのうちの約1/4が沿岸防災技術関連である。最近の主な沿岸防災技術関連業務は、港湾等における気候変動適応策の実装方策検討、台風時における施設被害予測手法検討、防災情報システムにおける利活用機能等構築、既存観測機器等を活用した防災力強化方策検討、津波影響検討業務、港内・航路埋没対策などである。

2.2 SIP第2期への参画

CDITはSIP第2期(2018～2022年度)における「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」の課題の中の「スーパー台風被害予測システムの開発」に参画し、高波・高潮ハザード予測システムの開発に携わった。具体的には、台風予報の不確実性を考慮するとともに、台風経路別の海上風や気圧の予測精度も高い手法として、アンサンブル気象予報を入力値に利用する高波・高潮の数値計算システムを開発した。この結果は、CDITが実施している波浪・高潮予報(通称、カムインズ)の第五世代の開発に活用されている。

2.3 調査団の派遣

CDITは、国内外で大規模災害が発生した際に、港湾空港技術研究所(PARI)などとの合同調査団を現地に派遣し、被害の

実態や原因、対策に関する現地調査やヒアリングを行ってきている。今までに実施した主な現地調査は以下の通りである：インド洋大津波調査(2005年4月、タイ国)、ハリケーン・カトリーナ現地調査(2005年10月、米国)、チリ地震津波調査(2010年4月、チリ国)、ハリケーン・サンディ現地調査(2012年12月、米国)。

3. シンポジウム等の開催

3.1 国際沿岸防災ワークショップ

本ワークショップは、PARIが中心となって開催し、国土交通省とCDITが共催となったものである。本ワークショップは2004年12月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、その後、ほぼ1年に1回の割合で開催した。主なテーマは津波と高潮に係る課題であり、2015年までに計15回開催した。開催地は、東京(計5回)、横浜(計2回)、神戸、スリランカ(2006年)、インドネシア(2008年)、タイ(2009年)、チリ(2012年、2014年)、台湾(2014年)である。第4回から第10回のワークショップではCDITも調査研究発表を行った。

3.2 CDIT-KORDI共同沿岸防災ワークショップ・日韓沿岸技術研究ワークショップ

本ワークショップは、2009年10月7日にCDITと韓国海洋研究院(KORDI)との間で研究交流に関する協定書を調印したことを記念して始まったものである。隔年ごとにそれぞれの国で開催され、2011年までに4回行われた。

2012年6月1日、KORDIが韓国海洋科学技術院(KIOST)として名称を変更し新たな歴史を開始した。そして同年、みなと総合研究財団がKIOSTと「沿岸技術分野の協力覚書」を締結したことから、従前からKIOSTと研究協力を行ってきているPARIも含めて、日韓両国における沿岸域の課題に係る最新の研究成果を発表し、相互の理解を深めることを目的とする日韓

沿岸技術研究ワークショップが新たに始まった。途中、コロナによる2年間の中断があったものの、2022年にはオンライン形式で再開し、2023年からは従来の対面形式に戻って開催している。

3.3 濱口梧陵国際賞

我が国の津波防災の日、11月5日が2015年12月の国連総会において「世界津波の日」として制定された。この機会をとらえ、江戸時代末期の安政南海地震の時に自らの資産を投げ打ち村人の命を津波から護った濱口梧陵の名を冠した「濱口梧陵国際賞」をPARIや他の団体と共同で2016年に創設した。本賞は、津波防災を始めとする沿岸防災分野で顕著な功績をあげた国内外の個人または団体を表彰するものである。2025年11月までに計10回開催し、個人17名、8団体を表彰した。



写真1 第9回濱口梧陵国際賞(2024年)の受賞者と関係者

4. 出版物の刊行

4.1 書籍「TSUNAMI」

「TSUNAMI」は、「沿岸防災技術研究所」の設立1周年記念事業として、絵本「津波は怖い！」とともに出版されたものである。「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ず、できるだけ読みやすい平易な本となっている。本書籍の日本語版は2008年11月に出版され、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)が出版された。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。

4.2 絵本「津波は怖い！」

上記の「TSUNAMI」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、なおかつ、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。津波記述の正確さ



写真2 「TUNAMI」初版(上)、改訂版(下)

が落ちないように心がけつつ、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。この絵本の日本語版は2010年4月、スペイン語版は2010年5月、インドネシア語版は2010年10月に出版された。

4.3 書籍「絆～津波からいのちを守るために～」

CDITは、国際津波・沿岸防災技術啓発事業組織委員会編集・出版事務局として、東日本大震災から10年の節目となる2021年3月11日に「絆～津波からいのちを守るために～」を編集・発刊した。南海トラフ地震などの巨大地震による津波に備えて、私たちはいかにして命を守ることができるのか。津波・防災の研究者や実務者、東日本大震災の被災地で活動する団体・企業など50人を超える著者が、今後の津波防災・減災のために未来に残すべきメッセージを伝えている。

5. おわりに

30年以内の発生確率が80%程度と推定されている南海トラフ地震及びそれに伴う津波によって、甚大な被害が発生することが予測されている。一方、気候変動による海面上昇および台風の強化によっては、高潮のリスクが増大すると推測されている。このような地震、津波、高潮などによる沿岸災害を少しでも軽減するため、CDITおよび沿岸防災技術研究所は今後も沿岸防災に関する活動に力を入れていく所存であり、皆様からの引き続きのご支援をお願いしたい。

国土交通省北陸地方整備局 港湾空港部 海洋環境・技術課



【お話】
北陸地方整備局 港湾空港部
海洋環境・技術課長
朝岡 正典 さん

Q1 北陸地方整備局 港湾空港部 海洋環境・技術課（以下、「海洋環境・技術課」とは？

海洋環境・技術課は「港湾の環境の整備及び保全に関する計画」、「試験・技術開発並びに技術の指導及び成果の普及」、「船舶・機器の整備及び運用」、「海洋の汚染防除」等に関する業務を所掌します。

現在は「ブルーインフラ整備と普及」、「インフラDXを含む新技術の開発」、「港湾分野等の技術基準改訂に向けた検討」、「環境影響評価の手続き」、「所有船舶の建造及び修理・改造計画」、「所有船舶を活用した有事の支援にかかる運航調整」、「港湾や海洋分野等に関する産学官とも連携した技術課題の効果的克服・継承・研磨・発展」に向けた横断的取り組みなど、多岐に渡るわたる業務を担っています。

現在、非常勤職員1名を含む全職員5名で業務を行っています。

Q2 現在の取り組みなどを教えてください

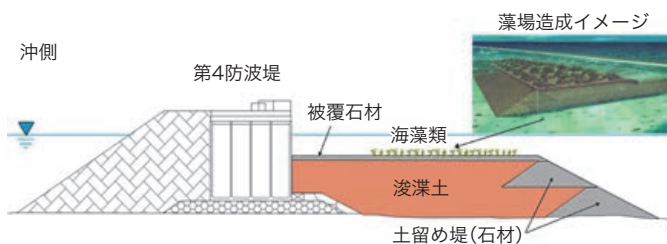
北陸管内では、令和6年1月1日の能登半島地震により、港湾施設にも甚大な被害を受けました。

被災した港湾施設の復旧・復興に関する研究の取り組みについて、2つの事例を紹介します。

1つ目は、ブルーカーボン生態系による脱炭素化推進に関する研究で、被災した輪島港の防波堤の復旧・復興に関するものです。

復旧・復興計画は、輪島港の隆起した地盤に対し、港湾施設の機能確保に伴い発生する浚渫土砂を活用したカルシア改質土を防波堤背後に投入、造成した浅場に藻場を形成するブルーインフラを整備することで、防波堤の強靱化を図ると共に、ブルー

- 輪島港復旧・復興プラン(施策の抜粋)
 - 災害に強い粘り強い防波堤の改良
 - 生息環境維持とCO₂削減のための藻場の造成(構造物への環境機能の付加)



カーボン生態系による脱炭素化の推進を図るもので、早期復旧を目指し鋭意施工が進められています。

そこで、適切なCO₂吸収効果や海域環境の維持・向上に向けて、各種現地調査データ等を活用した高精度な藻場分布モデルを作成して生態系の分布状況を把握すると共に、ブルーカーボン生態系の造成メカニズムについて確認・検証しCO₂吸収モデルを確立するといった取り組みを行っているところです。

2つ目は、被害を受けた港湾施設のメカニズム解明に関する研究です。

甚大な被害を受けた港湾施設の中でも、地震と津波によって特異な被害を受けた石川県飯田港の東防波堤では、重力式区間で消波ブロックを残し堤体が港外側に傾斜(通常は堤体が港外側から外力を受けた場合、港内側に傾斜)し、傾斜堤区間は堤体が水没しました。

このことから、復旧方針を確立する一環として、被災メカニズムの解明と検証のための研究を進めました。



飯田港(飯田地区)東防波堤の被災状況(重力式区間)

飯田港の東防波堤では、3次元津波数値シミュレーションによる引き波・押し波・波高・エッジ波・直入射波の合成等の再現計算、水理模型実験による被災時の状況を再現し越流による腹付工・消波ブロック必要重量等の安定性確認、遠心模型実験による地震震動を再現し津波波力の作用前の被災状況を確認しています。

これらを踏まえ、有識者等で構成する「飯田港東防波堤復旧技術検討会」で審議・評価され、重力式区間においては堤体の断面縮小(軽量化)に加え腹付け等の工夫、傾斜堤区間につい

ては港内ブロックの重量増大（構造体強化）等の復旧方針を取りまとめています。

また、石川県七尾港の中でも大きな被害を受けた矢板式岸壁の一部区間の物専岸壁では、矢板天端が海側に水平変位・控え上部工が海側に傾斜・控え上部と地盤の段差・エプロン部等に液状化による噴砂等が見られたことから、被災箇所の一部を試掘しレーザー測量等による部材調査を経て、遠心模型実験で地震発生時の地盤の液状化を再現、2次元有効応力解析による地盤の変状や構造物の挙動を確認し、疑似重力構造の復旧断面（案）を検証するなど、それぞれの復旧方針確立に向け、想定される被災メカニズムの要因を適切に設定・評価するといった取り組みを行いました。

次に「自動係留装置の試験的導入・検討」に関する取り組みです。

「次世代高規格ユニットロードターミナルの形成」の一つとして、福井県の敦賀港で、国内の公共バースでは初となる吸着式自動係留装置の試験的導入の支援を行いました。

吸着式自動係留装置は、従来の係留索による係留方式に変わり、真空の吸着板をアームの遠隔操作で船の側面に設置させ係留するもので、今後の自動係留装置導入・運用に活用され、本技術の普及・発展に寄与することを期待して、令和2年度より、有識者等で構成の「自動係留装置技術検討委員会」で、敦賀港をフィールドとして実施した実証試験を踏まえた船舶係留作業の迅速化・安全性向上に関する検証・審議を重ね、令和7年度に、同装置を係留施設に設置する際の検討事項、運用、維持管理の内容を取り纏めた技術情報「吸着式自動係留装置導入ガイドライン（案）」を策定しています。



自動係留装置(吸着式)

最後に「所有船舶を活用した有事の支援にかかる運航調整」です。

国内で3隻（北陸・中部・九州で各1隻）配備している油回収機能を備えた大型浚渫兼油回収船の北陸では「白山」（全長93.9m、総トン数4,185t）が新潟港に配備され、通常時は信濃川の河口部に位置する新潟西港の機能を保つべく日々、埋没浚渫に従事しています。

管轄する各事務所に配備されている港湾業務艇も含め、ひと

たび、油流出事故や自然災害などが発生した際は、派遣要請等を踏まえた現場海域での防除活動や被災地の支援に向けた運航調整を行います。



青森県八戸港沖で油回収作業を行う「白山」
—令和3年8月12日 パナマ船籍の貨物船座礁による油流出—



北海道苫小牧で給水支援を行う「白山」（ほか物資・入浴・洗濯・給油支援）
—令和30年9月6日 北海道胆振東部地震—

Q3 整備局での暮らし方は？

職場は新潟駅からバスで30分程のところに位置し、課員は市内の住居からバスや自転車などで通勤しています。

昼食は、近くに食堂もありますが、自炊弁当、仕出し弁当、時には庁舎の食堂を利用し、休憩時間は、昼寝や庁舎周辺のウォーキング、スマホでゲーム？といった具合にそれぞれ工夫して鋭気を養っています。

多様な専門知識も要する業務を少数精鋭ですが、通常業務はもとより、即断を必要とする業務の対応も含めて、忌憚ない活発なコミュニケーションで意思決定早く、手戻りなく業務にあたっています。

Q4 当センターへのご意見

能登半島地震の対応にあたっては、貴センターから技術的知見を共有いただいていることに感謝しています。

貴センターにおかれましては、気候変動・頻発する災害・老朽化施設への対応方法、施設の維持管理、有事の際の施設利用可否判断など、目的に応じた性能を判断する力・技術者の確保・技術の継承をどう運用していくか、多くの技術的課題の解決に向け、蓄積された高い技術力とマネジメント力、産学官のネットワーク機能で益々の活躍を期待しています。



東亜建設工業株式会社 技術研究開発センター

～現場発の課題を技術に変える～

神奈川県横浜市のJR鶴見駅と京浜工業地帯の埋立地を結ぶJR鶴見線。CDIT取材班は最寄駅の安善駅に集合、東亜建設工業株式会社の技術研究開発センターを訪ねた。港の現場に近接した実践型の研究拠点という面持ちだ。山根信幸センター長にお話を伺った。



京浜工業地帯発祥の地に建つ本館、2号館、3号館

京浜工業地帯発祥の地で

技術研究開発センターは1970年に設立された土質研究室に端を発し、東京湾の大規模埋立工事に伴う液状化予測と対策をテーマに活動を始めました。その後1974年に水理研究室を設け、1982年には土質、水理、材料・構造の三研究室体制で技術研究所を整備。2005年には競争力の強化を目指し技術研究所と技術開発部を統合して現在の技術研究開発センターが発足しました。センター長の下に6つの技術グループと研究開発戦略部門があり、職員は50名弱です。

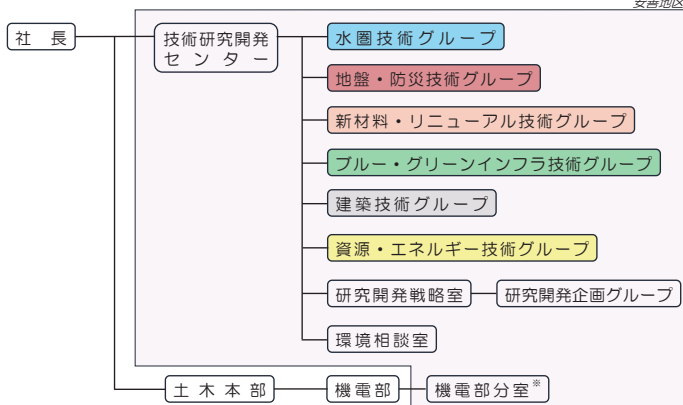


山根信幸センター長

技術研究開発センターの特色は

設立以来、現場に直結する実務的な課題解決を重視する

安善地区



※正式名称ではありません。

姿勢が一貫しています。支店や現場から技術支援の要請があれば、研究者が直接現場へ外向き課題を把握します。そこで得られた実務的なニーズを研究テーマに反映させ、実験やモデル化を通じて解決策を作り込み、再び現場で実装するというサイクルを重視しています。現場支援と研究開発、営業支援が一体となることで、実用性の高い技術が生まれやすくなっています。また、本社機電部の分室が2号館に配置されており、機械・電気分野での連携を図っていることも特徴です。

注力している研究分野は

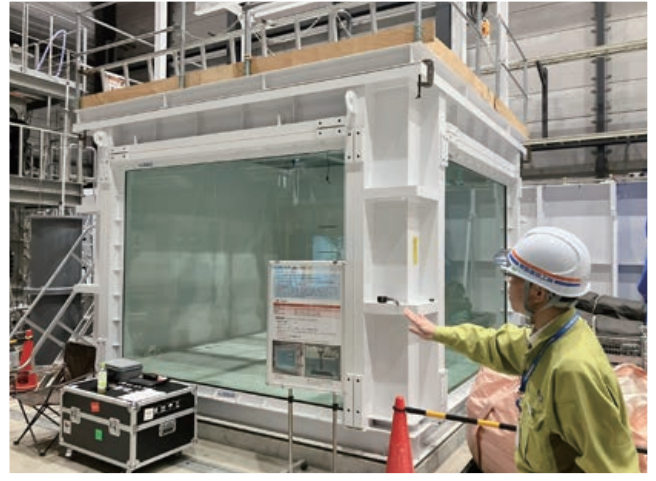
社会的なニーズを踏まえ、「Blue・Green」「Life-cycle」「Digital・Smart」「Resilience」、四つのマテリアリティを掲げ、現在は、ブルーカーボン生態系を活用した環境貢献、プレキャスト施工技術の高度化、低炭素コンクリートの開発、洋上風力のモノパイル周りの洗掘対策、デジタ



「減揺タンク」によるケーソンの動揺低減実験(大型造波水路)



現場巡回、安全監視等のための4足歩行ロボットの技術開発



二重管トレミー工法等の汚濁低減の実験を行うための大型環境水槽



生物・環境実験施設での藻場創出、生物多様性に関する研究



実大スケールの載荷実験ができる載荷フレーム

ル技術を活用した省力化・高精度化などの研究開発が進行中です。

研究者の採用・育成は

基本的に土木・建築職で採用され、本人が研究開発を希望すれば、必ずではありませんが、当センターへ配属され、その後約10年は現場や設計などでジョブローテーションを行います。主任研究員以上には、これまでの研究開発をとりまとめる意味でも社会人博士課程への進学を推奨しています。

今後の展望は

技術研究開発センターは我が社の未来を切り拓く技術革新の拠点です。気候変動や災害の激甚化に対応するため、

低炭素化技術、防災・減災・強靱化技術の開発を一層推進します。インフラ老朽化や労働力不足に対しては、デジタル技術を活用した調査・点検の効率化や施工の省力化を進める必要があります。国が推進する洋上風力や海底資源開発にも技術で貢献していきたいと考えています。マリコンとして培った海洋土木技術を基盤に、新たな価値創出を目指します。

「ドライドック」「埋立稲荷神社」「浅野総一郎像」「ポンプ船の父」。技術研究開発センターの隅々に、埋立・港湾建設に直結する研究開発を積み重ねてきた歴史が息づいている。「現場発の課題を起点に、実験で検証し現場で実装するという姿勢を堅持し、低炭素化や国土強靱化に資する技術を着実に実装していきます」と山根センター長。取材へのご協力ありがとうございました。(CDIT取材班)

協働防護による港湾の気候変動適応に至る IPCCからの道筋



ご講演者：京都大学 防災研究所／横浜国立大学台風科学技術センター 教授 森 信人氏

講演日：2025年11月19日（水） 於：星陵会館

（本稿は、コースタル・テクノロジー2025の特別講演を抜粋し、編集した内容となっています。）

●「気候変動に適応する海岸保全」

皆さんこんにちは。私はIPCC（気候変動に関する政府間パネル）から、都道府県の適応策まで、一通り関わらせていただいていますので、気候変動科学から社会実装までの全体としての動きを今日ご紹介したいと思います。

地球温暖化の対策及び制御につきましては、まず温室効果ガス排出の削減と緩和策が最も大事です。日本としては2°C目標、世界としてはパリ協定がありますので21世紀末に1.5°Cを狙っておりますがなかなか削減が難しい。一方で気候変動そのものを予測していく上で、海面上昇や高潮のような気候モデルに解けないものについての影響を見る、いわゆる影響評価ということをやっています。影響が強すぎることが分かると、それに対して、我々がアジャストしていくために適応が必要となります。

日本では2018年に環境省が主に主導して気候変動適応法が施行されました。2020年、海岸関係四省庁主導の「気候変動に適応する海岸保全」という検討会で、沿岸における適応策をまとめたものがございます。

一番目は「海岸保全に影響する気候変動の現状と予測」です。海面上昇は間違いなくこれから計画するものには入れていく、さらに高潮、波浪についても将来の変化を考える、ということになります。2020年では、基本的には平均海面が上がる。高潮における潮位偏差も極値は上がる。波高は、平均は下がるが極値は上がる、波向きも変わるということがまとめられています。並行して海岸浸食についても、少なくとも海面上昇が進むと、どんどん沈んでいきますので砂浜の多くが失われるだろう、となっています。

ではどう考えて計画を立てていくのか、ベースとしてまとめられたのが、二番目の「海岸保全に影響する外力の将来変化予測」という項目です。日本にとっては台風がかなり問題ですので、台風の将来変化に合わせてどのように高潮を考えていくかも議論されました。ここではd4PDFと呼ばれる日本が作った大規模な気候のアンサンブル予測を使って、現在から将来にいた

る台風の変化を評価することが謳われています。基本的には、これからは海岸保全においては気候変動の影響をしっかりと考えるということ、もう一つは、これまでは観測ベース、過去に実際に起こった災害とかイベントベースで設計してきたものを、数値モデルに予測を使ってもいいということ盛り込んだのが、結構大きな進展になったと思います。これが5年前の話です。

これを受けて港湾局では「港湾における気候変動適応策の実装」が議論されました。基本的には海岸保全のものと非常によく似ていまして、海面上昇、波浪の打ち上げ高、高潮の潮位偏差の将来予測を入れる、ここは同じです。大きな違いは適応について踏み込んでいまして、設計する段階で気候変動の影響を盛り込む「事前適応策型」と、施工してから気候変動が進んでいくことが確認できたら、その時点で合わせて適応策を打つという「順応的適応策」の2種類あるだろうということでもまとめられています。これは同じ港湾の中でも、例えば護岸なのか、メカニクなところなのかで判断していけばいいだろうということです。

三番目は、港湾域は民間もありますし、公的なところもありますので、それぞれがバラバラに動いてはいけないということで、協働防護というアイデアを当局が出しました。みんなで議論しながら計画を立てていく、また気候変動に適応するプランを考えるときには、資金的なサポートをするなど、結構珍しい取り組みを打ち出しています。そして気候変動を取り込んだ設計が現実的に動き出しているというのが、日本の現状になります。

この科学と政策のリンクは、実は世界的に見るとかなり進んでいまして、色々ところで紹介すると「何で日本はそんなことができるんだ」とか、「日本はお金があるからできるんじゃないか」とか、よく言われます。確かに日本はお金もあって、研究も進んでいるのでできる、これはいい点です。

あとは具体的に、どれぐらい将来変化を見込めばいいのかが難しいということで、日本の気候変動予測のd4PDFを使って、例えば東京湾だと100年発生確率1%、1/100の潮位偏差は、2°C上昇の条件では10%くらいに増えるだろうというようなこ

とを、日本全国の港湾について評価しました。この国総研のレポートの港湾の協働防護で私が主張したのは、気温の上昇と海面の上昇と高潮の変化は時間的なスケールが違うということです。海面上昇はほぼ単調に将来に向かって増加していくわけですが、台風とか、台風による高潮は気温に結構追従しますので、2°C上昇の場合はピークが2100年ではなくもっと手前にきます。これは温室効果ガスの排出を2050年ぐらいで安定化させるという目標なので、気温の上昇がそこで止まることになります。2°C目標といいましても、実際のところ海面上昇と高潮で想定されている年が違いますので、気をつけて考えないといけないというようなことを盛り込んでいます。ということで今、協働防護という、社会実装と我々が呼んでいるものにかかなり近いところまで、気候変動の予測と適応が進んできました。

●気候科学の進展

一方で、気候研究の方がどうなっているか、簡単に紹介したいと思います。まず、こういう気候変動の予測は、一人ひとりの研究者がやる研究が一番のベースになっています。そういう研究成果を、世界では主にIPCCで取りまとめます。IPCCは7年から8年に1回、個々の成果をフェアに集めてレポートをまとめる機関です。今は6次評価報告書 (AR6) が出されて、次のフェーズに移っています。次のレポートは順調にいけば2028年にまとまる予定になっています。

日本では、2002年に「人・自然・地球共生プロジェクト」がスタートしています。日本独自の気候予測モデルGCMとか、地球全体を解く気候モデルを作ろうというのが、この「共生プロジェクト」のスタートです。結果として今では、日本は2つの「全球気候モデル」で予測するモデルを持っています。一つは東大大気海洋研のMIROCと呼ばれるモデルで、もう一つは気象庁気象研究所のMRIモデルで、世界を見渡しても一つの国で複数のGCMを持っているというのはアメリカと日本だけで、日本の研究レベルはこの分野では非常に高いと思っています。

一つ大きな成果として、我々は7年ぐらい前に「大規模気候アンサンブルデータセット」d4PDFを作りました (図1)。これは地球全体を解く全球気候モデルと、もう一つ、日本の周りの情報を詳しく解く、領域気候モデルとを組み合わせて、地球全体では1メッシュ60キロ、日本の周りは1メッシュ5キロの細かさで、現在と将来に向かって大量に計算したものです。これを大規模気候アンサンブルと呼んでいます。気候のアンサンブルは初期値問題ではなく境界値問題となります。初期値を忘れた何ヶ月後から何百年も計算して、だまかに気候システムが右にいくのか左にいくのかを調べるのが気候アンサンブルと呼ば

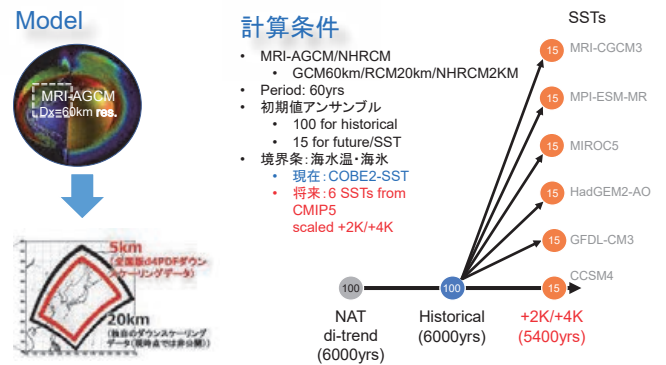


図1 大規模気候アンサンブル d4PDF

れるものです。ここでの境界値は、広く捉えると温室効果ガスの排出で、我々のアプローチではSSEという地球全体の海面水温の分布を境界値として与えています。d4PDFは気候としては6000年、2°Cと4°Cの将来気候としては5400年、シミュレーションしています。

この図2はデモですが、こういう地球全体を解くモデルを、60年を1回とすると90回から100回計算して、しかも日本の周りでは超高解像度でシミュレーションすることを行いました。だいたい計算時間で10か月ぐらいかかっています。

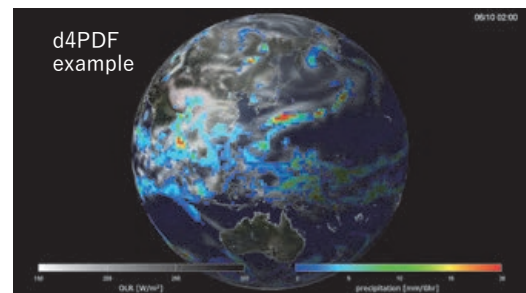


図2

図3は非常に日本独特の、珍しいデータセットで、これを使って台風の将来変化がどうなるかを我々は調べてきました。左が北半球の太平洋の西側、日本周りを見たものになります。横軸が年発生確率で縦軸が確率密度です。黒が観測値で青が現在、赤が+2°Cの将来になります。現状、北西太平洋で台風がだい

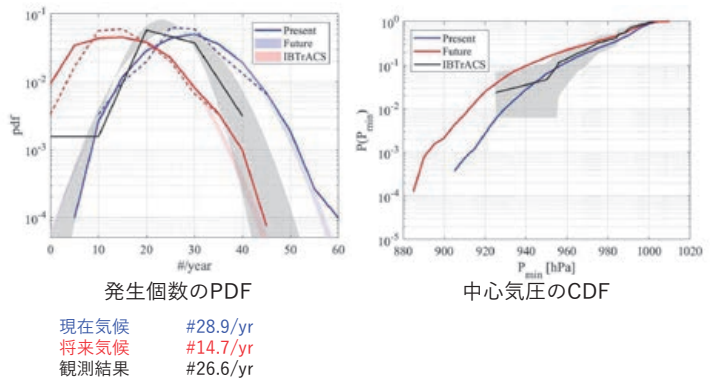


図3 d4PDFによる台風頻度と強度の将来変化

たい年間27個ぐらい発生しますが、モデルとしてもほぼぴったり、妥当な結果になっています。結構きつい条件ですけれども、4°C地球の平均気温が上がると大体半分ぐらいになり、年変動があるので、現在並みにできる年もあります。台風ができにくくなるということがハッキリ確率的に分かりました。図の右側は台風の強さです。1個1個の台風の中心気圧を見たものですが、例えば920hPaの台風は、現在気候だとだいたい数百個に1個ぐらいしか到達しないわけですけれども、赤の将来気候ではだいたい10倍ぐらい発生頻度が上がり、非常に強い台風が出やすくなるということになります。台風の発生個数は減りますが、強い台風は増えるだろうという、大規模アンサンブルデータを使うと確率でできるようになりました。

●沿岸防御の考え方

我が国の沿岸防御の考え方は、平均海面に加えて、天文潮位で高潮の偏差、打上高、余裕高を加えていく。気候変動が進むと、基本的には、爆弾低気圧はあまり強くなるのですが、台風の特性は、たまにくるものが強くなるだろうということで、基本的に全部上がるということが分かってきました。

2008年ぐらいに我々の研究グループは、まず波高から、地球全体の波浪の将来変化を30年ぐらい計算して、平均的な波高が将来日本周りでは減るだろうという予測を行いました(図4)。青系が10cm~15cm減るところで、赤系が増えるところですが、計算してみたら結構綺麗なパターンが出てきて、これは何か面白そうだということで、我々はこの後色々詳しい計算を行いました。将来、平均波高は日本周りでは減っていくだろうというのが15年前の我々の予測です。ネガティブ要素は、波高が減るということは、若干風速が将来下がるんじゃないかと今予測しております。

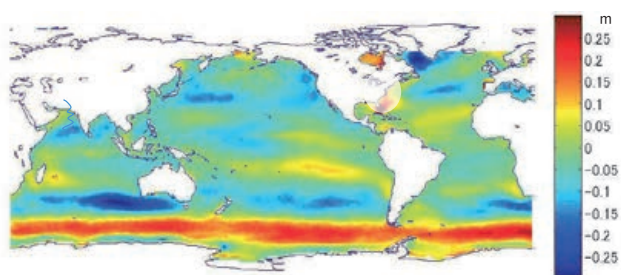


図4 平均波高の将来変化(2010)

一方で波向きや周期がどうなるかというのも進めています。日本は銚子で結構曲がっていますので、銚子より北か、西かで波浪の特性が違います。アラスカの方から来る波か、赤道の方から来る波かということです。西日本の太平洋側では波高は減る、そして東日本の太平洋側では波高は減り、周期も減るとい

うような予測を、今我々を出しています。

図5は日本だけをさらに高解像度化して予測したものです。左が4°Cの将来ですけれども、ほとんど全般的に太平洋側では日本の将来の平均波高は減るというのが我々の今持っている予測です。一か所だけ赤いところがあります。オホーツク海です。海氷が将来どんどん減っていきますので、冬の間の海氷がなくなると、風が強いですからすごく高い波が起きるだろうということで、日本で最初に波浪として将来変化が捉えられると思っております。

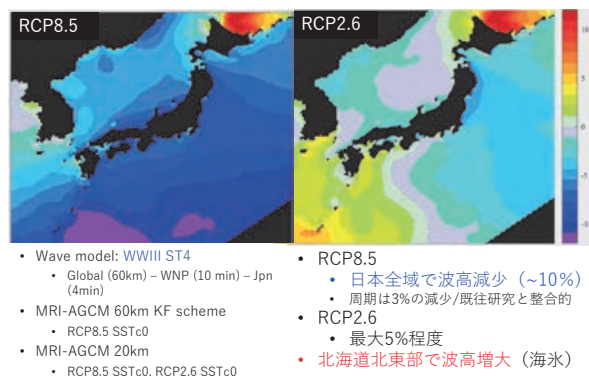


図5 波浪の将来変化：平均波高

一方で、高潮は依然として評価が難しいのが現状です。なぜかという、まず、日本に上陸する台風は年間2.7個ぐらいです。そもそも日本に来る台風の数が少ない。かつ、台風が来たからといっても必ず高潮が起きるわけではない。例えば東京湾なら、高潮が起きやすい経路を通らないと起こらない。さらに中心気圧は大分強く強い台風でないとならない。さらに強い高潮が起きるためには移動速度がある程度速くないとならない。かつ、半径も台風によって違うので、これらのいくつかの要素をかけていくと、過去のデータだけではとても東京湾、大阪湾、伊勢湾の高潮の評価という長期的な評価ができないという問題があります。

●d4PDFのデータの活用

それでは実際に何をやっているかという、d4PDFのデータを使って、地球全体の高潮と波浪を全部計算しています。波浪の方はだいたいメッシュ数キロでいけるのですが、高潮はやはり湾の中に入ると非常に細かいデータがあるので、今はだいたい200mぐらいまで落として、地球全体を解くようなことをしています。地球全体で、100年に1回の高潮が4°C上昇のところまでどれくらいか。東アジア、中国、韓国、日本あたりは、まだ仮ですけれども少なくとも20cmぐらい将来の高潮の偏差は上がるだろうということを得ています。東アジアはかなり高解像度で解いていますので、順調に研究が進むと数年先には、ぜ

ひ皆さんに使っていただきたいと思っています。

その後どうなるか、行政とか民間の皆さんに、得られたデータでぜひ適応策を考えていただきたいと思っています。図6の青い線が高潮の推移のようなもので、横軸が時間です。赤が、気候変動によってゆっくり上がっていく平均値を模式的に示しています。そして緑色が、防潮堤や海岸堤防の高さを示しています。現状でも、自然変動、台風が来る年と来ない年でたまに災害がおきますが、気候変動はこのペースでいくと平均値がどんどん上がっていきますので、やがて現在の防御レベルでは耐えられなくなる。それをいかにいいタイミングで防御レベルを上げるかというのが沿岸の適応策かと思っています。1年、2年で防御施設はアップグレードできませんので、計画を立てて工事するという長いスケールが必要になります。なので、予測を使って将来を見越して、うまいタイミングで適応策を打っていかないといけない。

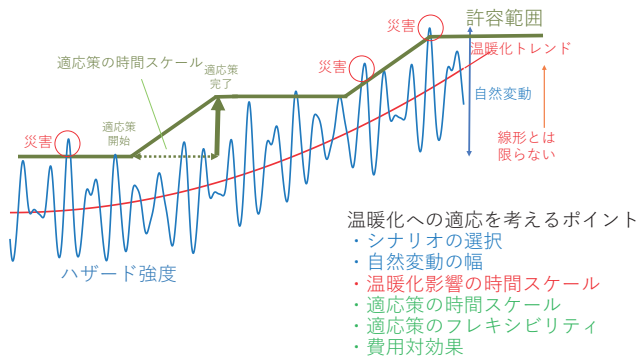


図6 温暖化に対する順応的適応策の考え方

港湾の適応を考えると、さらにもっと考える必要があります。一つは費用対効果をどうするかというところ。あともう一つはどういうふうに技術要素を入れていくか。いかに新しい技術を使って、コストを下げながら厳しくなる沿岸の外力に適応していくかというのは、もう技術の話なので、我々も協力していきますが、日本全体で考えていく必要があるのではないかと考えております。

港湾の施設をどういうふうに拡張アップグレードするか。コストはいつ負担するのか、2040年ぐらいで順応的に負担するのか。全部アップグレードする必要があるのかという、コストベネフィット的なところも必要ではないかと考えています。他人事のように言って申し訳ありませんが、これが今、現実動いている流れかと思っています

一つだけ宣伝を入れさせていただきます。2050年とか、2100年の話をしていると、港湾関係の人には重要性をすぐ理解していただけますが、一般の人はなかなか遠い話なので「それは大変だな」で終わってしまう。なので、先ほどの文科省の先端プロのメンバー何人かで、最近、極端気象アトリビューションセン

ター (WAC) を立ち上げ、メディアに対して、今年起きた極端な現象に対して温暖化の寄与率を計算して説明することをしています。

例えばある年におきた猛暑について、もうすでに起きている気候変動の影響が何%関与しているかを定量的に評価する。ただ評価するだけではなくて、2週間以内に出すことを目標にしてやっております。これは、2ケースリリースしています。例えば2024年の7月下旬の猛暑は、すでに起きている温暖化の影響がなければほぼ0%というような、これまでは言い切れなかったことが言えるような成果を、研究のスピンアウトで出しています。我々としては、将来の予測も出しますが、今起きている現象に対しても説明するような研究を進めているということを宣伝したいと思っています。

●まとめ

ここ15年から20年、気候科学および我々のエンジニアも進歩して、台風、特に日本周りの台風の量的な予測ができるようになってきました。波浪や高潮についても、将来何cm、何%ぐらい上がるだろうということが、ようやく言えるようになってきた。それを踏まえて、港湾についても協働防護という方針が打ち出されて、新しい方向に向かっていくというのが現状です。

今後の展開としては、IPCCの方では一つ大きな話として、オーバーシュートシナリオというのが今盛んに議論されております。これは、もう2°C目標は少々厳しいということがわかってきましたので、これをどう現実的に評価するか。2°C目標は保持するが、2100年ぐらいに2°Cに持っていきたい。その中間の2050年ぐらいは一時的に2°Cを超えて3°Cぐらいまでいくのはやむを得ないというのがオーバーシュートシナリオです。1回3°Cぐらいまで上がっていくのを受け入れて、その後落としていくということになります。

今日ご紹介した結果は、4°Cの2100年という話をしていますが、オーバーシュートシナリオの世界では、もっと手前の2040年から60年ぐらいに強い温暖化が来て、その後頑張っても落とすということが、かなり現実的に議論されています。思ったよりも厳しい将来が手前に来そうだというのが、IPCCの議論になっています。

また国内的には、d4PDFのバージョン2を計算しています。ここでは10年予測という形、2°C、4°Cではなくて2030、40、50、60という、10年ごとに日本の極端現象がどうなるかの予測を行っています。計算が来年度半ばまでに終わって、可能ならば2027年ぐらいには公開していきたいと思っています。ご清聴ありがとうございました。

ケーソン据付システム(函ナビ)

東洋建設株式会社

ケーソン据付システム(函ナビ)は、ケーソン据付作業を遠隔操作または自動制御によって行い、ケーソン据付の生産性向上と安全性向上を目的とした技術である。

開発の趣旨

従来のケーソン据付作業は、新設ケーソン上に作業員を配置し、ケーソン計測及び注水やウインチの機器操作を行っていたことから、波浪の影響によりケーソンが大きく動揺したときには、ワイヤの破断やワイヤの跳ね等による作業員の災害発生や機材損傷の危険性がありました。

そこで、ケーソン据付作業の計測管理、注水操作、ウインチ操作を遠隔操作または自動制御によってケーソン据付を行い、新設ケーソン上の作業員の無人化することにより、ケーソン据付の省力化施工による生産性向上と安全性向上を目的として開発した。(図1)

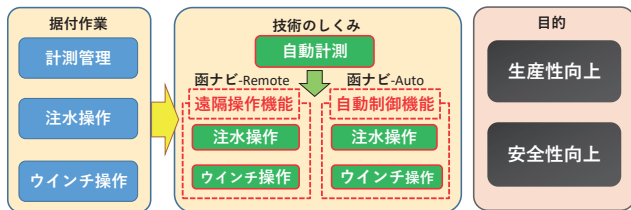


図1 函ナビの技術概要

技術の概要

函ナビは、ケーソン位置、各室内水位計測の自動計測は共通であり、注水操作及びウインチ操作が遠隔操作と自動制御のシステムがある。(表1)

表1 函ナビ-Remoteと函ナビ-Autoの区分

技術名	函ナビ			
	函ナビ-Remote		函ナビ-Auto	
据付方式	吊降し方式	ウインチ方式	吊降し方式	ウインチ方式
ケーソン位置計測	自動計測			
各室内水位計測	自動計測			
注水操作	既設ケーソンから遠隔操作		自動制御	
ウインチ操作	—	既設ケーソンから遠隔操作	—	自動制御
新設ケーソン上	無人		無人	



写真1 吊降し方式



写真2 ウインチ方式

- ①注水操作及びウインチ操作を遠隔で行う「函ナビ-Remote」
- ②注水操作及びウインチ操作を自動制御で行う「函ナビ-Auto」

技術の性能

- ①函ナビを用いることで、新設ケーソン上の無人化ができる。ケーソンの自動計測、注水操作及びウインチ操作を遠隔操作または自動制御により、新設ケーソン上が無人化でき、安全性が向上する。
- ②函ナビの遠隔操作機能(函ナビ-Remote)を用いて、注水およびウインチの操作を遠隔で行うことで、所要の精度でケーソン据付ができる。注水操作は、既設ケーソン上からケーソンの勾配、各室の水位差を見ながら遠隔操作する。ウインチ操作は、ケーソン誘導システムを見ながらリモコンにて遠隔操作し、出来形管理値以内にケーソン据付ができる。(図2)

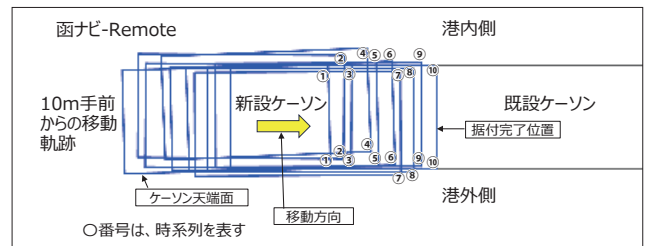


図2 新設ケーソンの移動軌跡(平面図)(函ナビ-Remote)

- ③函ナビの自動制御機能(函ナビ-Auto)を用いて、注水およびウインチの操作を自動制御で行うことで、所要の精度でケーソン据付ができる。注水操作は注水自動化システム、ウインチ操作は独自技術のトルク制御型ウインチを用いて自動制御で出来形管理値以内にケーソン据付ができる。(図3)

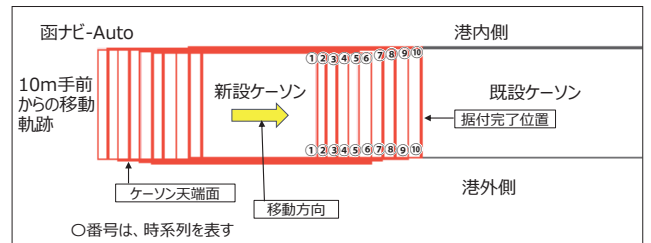


図3 新設ケーソンの移動軌跡(平面図)(函ナビ-Auto)

- ④函ナビを用いることで、従来技術と同等の作業時間でケーソン据付ができる。

技術の適用範囲

本技術の適用範囲は、函ナビ-Remote、函ナビ-Autoの据付方式別に、表1の区分と同様である。

エキスパッカ-Ngc工法 (液状化防止や高強度地盤強化を 効率よく実現する薬液注入工法)

日特建設株式会社・若築建設株式会社
強化土エンジニアリング株式会社

「エキスパッカ-Ngc工法」は、恒久グラウトを用いた液状化対策、地盤補強を目的とした薬液注入工法である。施工実績を積み重ねてきた「エキスパッカ-N工法」を時代のニーズに応じて進化させた新しい薬液注入工法である。

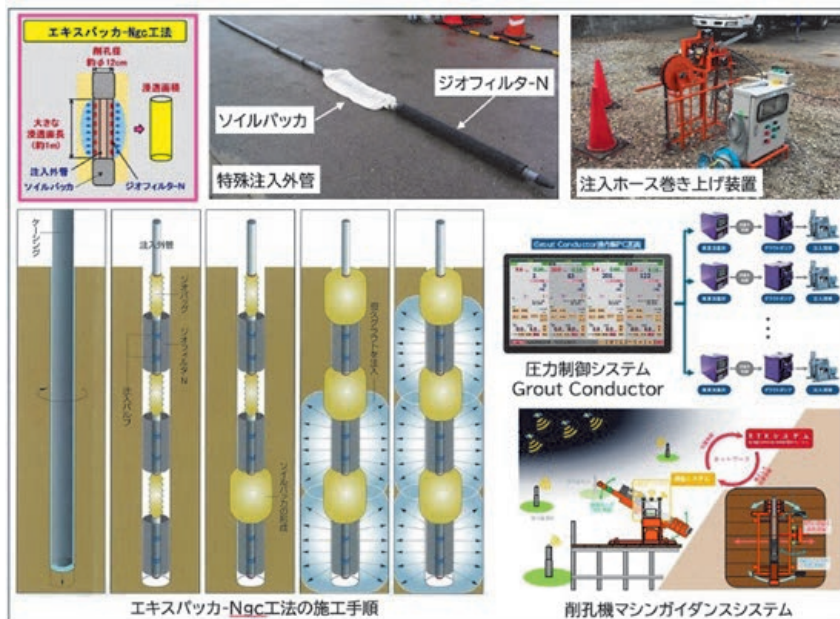
開発の経緯

液状化対策や地盤補強として実施される薬液注入は、吐出量を少なくして注入圧力の上昇を抑え、土粒子間に確実に浸透注入を行うことが重要である。しかし、従来の仮設を主とした薬液注入工法では、注入浸透源が小さいため割裂注入が生じやすく、長期的な品質を担保する上では多くの課題があった。また、吐出量を少なくすると工期が長くなることから、施工費が高くなる欠点もあった。この課題を解決するため、「エキスパッカ-Ngc工法」は、特殊注入外管を採用して注入浸透源の浸透面積を大きくすることで、割裂注入が生じないように、浸透性を向上させたものである。

技術概要

技術の概要を以下に示す。

- ①特殊注入外管は、一定間隔で配置された袋体のジオパッカ（ソイルパッカ）を膨張させ、地盤に定着させる構造を有している
- ②上下のソイルパッカ間には、孔壁崩壊防止マット（ジオフィルタ-N）で保護された広い空間が形成され、この空間からの注入により、浸透注入による広範囲かつ大径の急速な地盤改良が可能である
- ③圧力制御システム「Grout Conductor（グラウト コンダクター）」を導入し、注入時の圧力に応じて吐出量（注入速度）を自動制御することで、効率的な注入管理を実現している
- ④削孔機据付時の「マシンガイダンスシステム（SGZAs）」、注入作業時の「注入ホース巻き上げ装置」を組み合わせることで、省力化・省人化と作業の効率化を図っている



エキスパッカ-Ngc工法の概要図

技術の特徴

ソイルパッカとジオフィルタ-Nの効果で、大きな注入浸透源を確保し、均一な注入を実現可能である。また溶液型注入材と懸濁型注入材の選択が可能であり、液状化対策や高強度地盤補強に適用できる。溶液型注入材ではφ 2.0m～φ 3.0m、懸濁型注入材ではφ 1.0m～φ 1.3mの中～大径改良体を造成可能であり、削孔本数を削減できるため従来工法よりも経済性が向上する。いずれの注入材についても長期耐久性が確認されている。

また小型ボーリングマシンを使用し、鉛直、斜め、水平どの方向でも施工が可能な注入工法の特長を生かし、狭隘箇所での施工や既設構造物直下の地盤改良が可能である。



港湾沿い施設の液状化対策事例

今後の展開

「エキスパッカ-Ngc工法」は、前身である「エキスパッカ-N工法」を含めて、これまで累積で54件（2026年1月時点）の施工実績がある。今後、本技術のさらなる省力化、品質向上、効率的な施工管理による生産性の向上を図ることにより、激甚化する大規模地震に備えた重要施設の地盤強化対策や復旧対策として本工法の普及を推進していく所存である。

2025年 濱口梧陵国際賞 (国土交通大臣賞) 受賞式

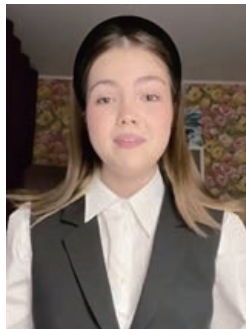
一般財団法人 沿岸技術研究センター
研究主幹 山本 康太

濱口梧陵国際賞は、2015年の国連総会において「世界津波の日」が制定されたことを受け、2016年に津波防災をはじめとする沿岸防災技術分野で顕著な功績を挙げた方を表彰するため創設されたものです。

2025年の受賞者への表彰式および講演会は、11月11日、海運クラブにおいて開催されました。

授賞式では、永井国土交通大臣政務官より、三村信男博士（茨城大学名誉教授）とStefano Tinti博士（ポローニャ大学母校招聘教授（イタリア））に、それぞれ表彰楯が授与されました。

また、授賞式につづく記念講演会では、受賞者お二人によるご講演に加え、作文コンテスト優秀賞受賞者 Sofia Kyslynskaさん（ウクライナ）の受賞コメントと受賞作品の朗読がビデオレターにより紹介されました。



Sofia Kyslynska さん

受賞者の概要

・三村 信男博士 茨城大学名誉教授

三村博士は、地球環境工学・海岸工学の分野で研究を重ねられ、津波や高潮の科学的評価や気候変動対策の構築に大きく貢献されてきました。特に南太平洋の小島嶼国や東南アジア諸国での国際共同研究を主導され、ツバルやタイ、ベトナムでは行政や大学、国際機関と協力して防災対策の策定に寄与されました。また、IPCCの第2次から第6次評価報告書に継続して参加する中、沿岸域や小島嶼国のリスク評価を世界に発信し続け、国際政策に影響を与えました。国内では、茨城県津波対策検討委員会でL1・L2津波概念の導入を主導されるなど、防災対策や海岸管理政策の推進に尽力されました。さらに、茨城大

学長として防災・環境教育を推進し、ハノイに設立された日越大学を通じて途上国の人材育成にも尽力されるなど、研究・政策提言・教育・国際活動といった多方面から社会のレジリエンス向上に貢献されました。



三村信男博士への表彰楯の授与

・Stefano Tinti 博士 ポローニャ大学母校招聘教授

ティンティ博士は、40年以上にわたり津波科学を先導してきた国際的権威であり、ポローニャ大学では地球物理学の教授を勤められました。多くの若手研究者を育成され、その門下生は欧州各地で活躍しています。発表論文は270編を超え、津波発生メカニズムや数値モデリング、ハザード評価に大きな成果を挙げられています。特に地中海地域における地震・地すべり・火山起源の津波研究を推進し、歴史的な津波の再現や津波カタログの整備を通じて防災計画の基盤を築かれています。さらに「最悪ケース想定」に基づくリスク評価や建築物の脆弱性評価手法を普及させ、研究成果を社会実装に結びつけられています。UNESCOの北東大西洋や地中海沿岸を対象とする津波警報システム議長や国際津波委員会にも長年関与され、国際的な防災政策の構築にも貢献されています。こうした活動を通じ、欧州および世界の津波防災力の向上に貢献されています。



Stefano Tinti博士への表彰楯の授与



授賞式 集合写真

第11回 日韓沿岸技術 研究ワークショップ



一般財団法人 沿岸技術研究センター
研究員 松村 健悟

はじめに

日韓沿岸技術研究ワークショップは、日本および韓国の沿岸分野に関わる研究機関が参加し、研究成果や技術動向を共有するとともに、相互の交流を深めることを目的として、韓国海洋科学技術院（KIOST）、港湾空港技術研究所（PARI）、一般財団法人みなと総合研究財団（WAVE）、および一般財団法人沿岸技術研究センター（CDIT）の4団体により、継続的に開催されている国際ワークショップです。

第11回となる日韓沿岸技術研究ワークショップは、2025年12月8日（月）に、韓国・済州島のKIOST Jeju Research Instituteにおいて開催されました。

日本からは、PARI河合所長、WAVE津田理事長、CDIT宮崎理事長をはじめ、各セッションの発表者等が多数参加しました。

ワークショップ

本ワークショップでは、日韓双方から、沿岸防災、沿岸新技術、沿岸管理、沿岸環境の4テーマに関する研究発表に加え、基調講演および特別講演を含む、計15件の発表が行われました。

CDITからは、
澁谷主任研究員、
西潟研究員、石塚
研究員が研究発表
を行い、また山
本研究主幹がセッ
ションの一つで座
長を務めました。



質疑を受ける澁谷主任研究員

基調講演では、
KIOSTのPARK, Woo-Sun先生から、「インターロッキングケーソンの港湾構造物への適用」と題する講演が行われました。インターロッキングケーソンは、ケーソン両端部を凹型とし、捨て石等により隣接するケーソン同士を結合することで、波浪や津波な

どの外力に対する抵抗力を高める設計手法であり、すでに韓国において港湾構造物への導入実績があることが紹介されました。

また、PARI米山治男特別研究主幹による洋上風力発電に関する特別講演では、日本の環境に対応した設計に関するソフトウェアの改良や検討課題について説明があり、CDITが共同で実施している研究として、モノパイル基礎の洗掘防止対策に関する検討内容が紹介されました。

最後に、CDIT宮崎理事長が閉会の挨拶を行い、本ワークショップは閉会しました。

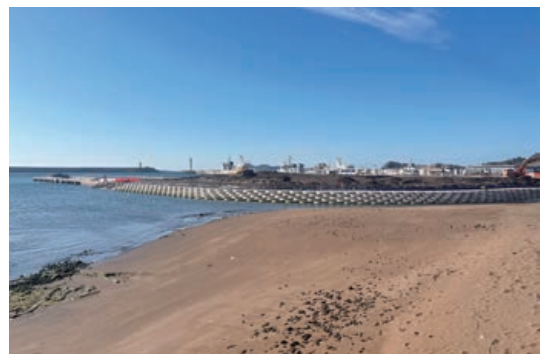


閉会の挨拶 CDIT宮崎理事長

現地視察

ワークショップ翌日の12月9日（火）には、済州島南西部に位置する和順港（ファスン港）において現地視察が行われました。

視察先では、和順港を済州西南海域における拠点港湾として整備することを目的とした、漁業指導船埠頭および臨港道路の整備事業について、工事概要の説明を受けるとともに、施工中の港湾施設および周辺状況の確認が行われました。



工事中の親水護岸

おわりに

本ワークショップの開催にあたり、ご協力いただいた関係各機関の皆さま、ならびに発表および運営に携わっていただいた日韓両国の関係者の皆さまに、心より感謝申し上げます。

また、温かいおもてなしをいただいた韓国側関係者の皆さまに、厚く御礼申し上げます。

なお、次回の第12回の日韓ワークショップは、CDIT主催のもと、日本での開催を予定しています。

CDIT 出版物 & プログラム

沿岸技術ライブラリー (L)

New Release ● 新刊 ● 新発売情報

書籍ID	書籍名	発行年月	版・頁	価格(税込)
L063	63. 港内長周期波影響評価マニュアル(改訂版) NEW!	R7.7	A4/172p	8,800円
L062	62. 港湾・空港における軽量混合処理土工法技術マニュアル(2024.改訂版) 【僅少】	R6.3	CD	7,150円
L061	61. PC 栈橋技術マニュアル(2023 年度版)	R6.3	A4/326p	13,200円
L060	60. 新しい波浪推算・設計波算定マニュアル～浅海波浪推算と準沖波の導入～	R6.3	A4/93p	15,400円
L059	59. 港湾・海岸におけるフラップゲート式可動防波堤技術マニュアル	R6.3	A4/240p	14,300円
L058	58. 港湾鋼構造物防食・補修マニュアル(2022年版) 〈CD販売〉	R4.9	CD/520p	12,000円
L057	57. ジャケット工法技術マニュアル(改訂版)	R3.10	A4/292p	8,800円
L056	56. 根入れ式鋼板セル工法および鋼矢板セル工法の技術マニュアル	R3.6	A4/332p	18,000円
L055	55. 浸透固化処理工法技術マニュアル改訂版 〈CD販売〉	R2.7	CD/183p	6,600円
L054	54. 事前混合処理工法技術マニュアル(改訂版) 〈CD販売〉	R1.12	CD/250p	6,600円
L053	53. 根入れを有するケーソン工法の技術マニュアル	R1.3	A4/273p	6,600円
L052	52. 港湾構造物設計事例集(平成30年改訂版)	H30.12	A4/970p	33,000円
L051	51. ゴム防舷材の設計法と試験法に関するガイドライン 〈CD販売〉	H30.9	CD/121p	3,300円
L050	50. 港湾コンクリート構造物補修マニュアル	H30.7	A4/144p	11,000円
L049	49. 港湾の施設の維持管理技術マニュアル(改訂版) 〈CD販売〉	H30.7	CD/338p	11,000円
L048	48. 港湾・空港における深層混合処理工法技術マニュアル(改訂版) 〈CD販売〉	H30.12	CD/315p	6,600円
L047	47. 港湾・空港・海岸等におけるカルシア改質土利用技術マニュアル 〈CD販売〉	H29.2	CD/247p	6,111円
L046	46. 港湾・海岸におけるフラップゲート式陸閘技術マニュアル 〈CD販売〉	H30.7	CD/131p	6,111円
L045	45. 港湾・空港工事における非鉄スラグ利用技術マニュアル 〈CD販売〉	H27.9	CD/214p	5,093円
L044	44. 港湾・空港・海岸等における製鋼スラグ利用技術マニュアル	H27.2	A4/85p	6,111円
L042	42. 波を観る 一波浪、津波、高潮、GPS 海洋ブイ、沿岸波浪計	H25.3	A5/318p	3,300円
L041	41. 液状化対策としての静的圧入締固め工法技術マニュアル ーコンパクショングラウチング工法ー(2013年版) 【僅少】	H25.4	A4/230p	8,800円
L040	40. ゴム防舷材の維持管理ガイドライン(改訂版) 〈CD販売〉	H25.3	CD/140p	3,143円
L039	39. CADMAS - SURF/3D 数値波動水槽の研究・開発	H22.12	A4/235p	10,476円
L032	32. 管中混合固化処理工法技術マニュアル(改訂版) 【僅少】	H20.7	A4/188p	6,286円
L030	30. CADMAS-SURF 実務計算事例集	H20.5	A4/364p	10,476円
L028	28. 鉄鋼スラグ水和固化体技術マニュアル(改訂版) 〈CD販売〉	H20.2	CD/216p	6,286円
L027	27. 港湾・空港における水砕スラグ利用技術マニュアル 【僅少】	H19.12	A4/120p	5,238円
L020	20. 鋼コンクリートサンドイッチ構造沈埋函を対象とした加振併用型充てんコンクリートマニュアル	H16.2	A4/146P	6,286円
L017	17. サクシオン基礎構造物技術マニュアル	H15.3	A4/269p	6,286円
L015	15. FGC深層混合処理工法技術マニュアル	H14.12	A4/158p	5,238円
L013	13. 潮位を測る(潮位観測の手引き)	H14.3	A5/188p	3,143円
L009	09. 港湾用PC矢板技術マニュアル	H12.9	A4/85p	4,191円

その他マニュアル・指針・手引きなど (M)

書籍ID	書籍名	発行年月	版・頁	価格(税込)
M036	洋上風力発電設備に係る海底地盤の調査及び評価の手引き	R4.12	A4/221p	6,000円
M019	港湾コンクリート構造物 維持管理 実務ハンドブック	H21.9	A4/147p	2,095円
M015	津波・高潮防災ステーション技術資料 【僅少】	H17.12	A4/245p	5,238円
M014	津波や高潮の被害に遭わないためにー津波・高潮ハザードマップの作成と活用ー	H17.6	A4/114p	2,200円
M012	津波・高潮ハザードマップマニュアル	H16.4	A4/225p	2,200円
M009	人工島物語 【僅少】	H13.9	A4/70p	1,048円
M008	THE DEEP MIXING METHOD 【僅少】	H13.4	B5/136p	5,238円
M007	波を測る 【僅少】	H13.3	A5/212p	3,143円
M004	鋼コンクリートサンドイッチ構造沈埋函の設計と高流動コンクリートの施工	H8.11	A4/558p	15,714円
M003	HANEDA DESIGN WORKS	H7.7	A4/92p	9,219円
M002	車止め設計マニュアル 【僅少】	H6.4	A4/68p	5,238円

(令和8年3月31日現在)

NEWS 01

CDIT 評議員による現地視察の実施 (2025.12.11)

令和7年12月10日、沿岸センター評議員による現地視察を実施しました。

視察では、東京都港湾局および東京港湾事務所が関係する複数の施設を訪問し、東京湾岸エリアにおける防災対策や港湾整備の現状について理解を深める機会となりました。

■ 参加評議員（敬称略・五十音順）

- ・上村多恵子（京南倉庫株式会社 代表取締役社長）
- ・竹林幹雄（神戸大学 教授）
- ・田中利光（阪神国際港湾株式会社 代表取締役副社長）
- ・早川毅（一般社団法人日本埋立浚渫協会 副会長）
- ・原浩（東京港埠頭株式会社 常務取締役）

沿岸センターからは、高野誠紀専務理事および清水正博業務執行理事が参加しました。

【視察行程】

◆ 東京都港湾局「高潮対策センター（辰巳）」視察

東京都港湾局 東京港建設事務所 副所長兼高潮対策センター所長の芳田様より、高潮対策センターの役割や東京港における高潮対策の取り組みについて説明を受けました。

高潮監視システムや防潮設備の整備状況が紹介され、臨海部防災の最前線を学ぶことができました。

◆ 「TOKYO ミナトリエ」視察

国土交通省関東地方整備局 東京港湾事務所の加藤所長より、

東京港の歴史・役割・将来計画に関する展示について案内を受けました。

映像設備や模型を通じ、東京港の物流・防災・環境への取り組みが分かりやすく紹介され、評議員からも多くの質問が寄せられました。

◆ 「Y3 コンテナターミナル」工事現場視察

現在整備が進むY3 コンテナターミナル工事現場を訪問し、加藤所長より建設の進捗状況や今後の稼働計画について説明を受けました。

国際物流を支える重要インフラであるコンテナターミナルの最新整備状況を間近に見る貴重な機会となりました。

◇ 羽田空港視察（予定）について

次に、国土交通省航空局 東京空港事務所が管轄する羽田空港管制塔統括コントロール室の視察を予定していましたが、交通渋滞の影響により、時間内での羽田空港への到着が叶わず、残念ながら視察は中止となりました。

【まとめ】

今回の視察を通じ、東京湾岸地域の防災体制、港湾整備、物流インフラに関する最新の取り組みについて幅広く理解を深めることができました。

また、視察中に評議員の皆さまから頂いた貴重なご意見につきましては、沿岸センターとして今後の事業や検討活動に活かしてまいりたいと思います。



高潮対策センター



TOKYO ミナトリエ



民間技術評価事業・評価証授与式を開催 (2025.11.10)

令和7年度上期分(4件)の技術に対して、「港湾関連民間技術の確認審査・評価委員会」(委員長:菊池喜昭 東京理科大学嘱託教授)で審査・評価を行い、その結果を踏まえて、以下のとおり当センターにて評価証を交付しました。

●新規技術(2件)(詳細をP.32~33「民間技術の紹介」に掲載)

東洋建設株式会社

「ケーソン据付システム(函ナビ)」



東洋建設株式会社

日特建設株式会社・若築建設株式会社

強化土エンジニアリング株式会社

「エキスパッカ-Ngc工法(液状化防止や高強度地盤強化を効率よく実現する薬液注入工法)」



日特建設株式会社



若築建設株式会社



強化土エンジニアリング株式会社

●更新技術(2件)

五洋建設株式会社・錦城護謨株式会社

「真空圧密ドレン工法(キャップ付ドレンを用いた圧密排水工法)」



五洋建設株式会社



錦城護謨株式会社

黒沢建設株式会社・株式会社ケーティービー

「SCストランドー全素線塗装型PC鋼より線ー」



黒沢建設株式会社、株式会社 ケーティービー



NEWS 03

世界津波の日・「2025年濱口梧陵国際賞」授賞式 (2025.11.11)

令和7年11月11日、わが国の津波防災の日である11月5日が国連総会で「世界津波の日」に制定されたのを機に創設された、沿岸防災技術分野で顕著な功績を挙げた国内外の個人又は団体を表彰する「2025年濱口梧陵国際賞」の授賞式が開催されました(詳細は、P.34「沿岸レポート」参照)。



NEWS 04

コースタル・テクノロジー2025の開催 (2025.11.19)

令和7年11月19日(10:00-17:00)、星陵会館2Fホールにおいて、コースタル・テクノロジー2025を開催しました。令和6年度に当センターで実施した調査・研究等に関する8件の報告をはじめ、特別講演として、京都大学防災研究所・横浜国立大学の森信人教授をお招きし、「協働防護による港湾の気候変動適応に至るIPCCからの道筋」をご講演をいただきました(同講演の概要についてはP.28参照)。

また、センター内に設置しております沿岸防災技術研究所が設立20周年を迎えたことを記念し、栗山善昭所長から当研究所の紹介、山本調査役から令和6年度の活動について報告がありました。



NEWS 05

第11回日韓沿岸技術研究ワークショップの開催 (2025.12.8)

令和7年12月8日、韓国海洋科学技術院、国立研究開発法人港湾空港技術研究所、一般財団法人みなと総合研究財団及び一般財団法人沿岸技術研究センターは、第11回日韓沿岸技術研究ワークショップを韓国・チェジュで開催しました(詳細は、P.35「沿岸レポート」参照)。



NEWS 06

2025年度 海洋・港湾構造物資格認定試験の合格者発表 (2026.2.16)

2025年度の海洋・港湾構造物維持管理士資格認定試験の合格者28名(受験者117名)、海洋・港湾構造物設計士資格認定試験の合格者13名(受験者46名)を発表しました。詳しくはCDITホームページ「技術者資格認定 維持管理士・設計士」をご覧ください。

沿岸技術研究センターは、今後の誌面づくりに反映させるため、皆様のご意見ご感想をお待ちしております。詳細は沿岸技術研究センターHPをご覧ください。

URL:<http://www.cdit.or.jp/>



NEWS 07

2026年度 海洋・港湾構造物資格認定試験、 関連研修会・講習会の予定 (2026.4~2026.12)

2026年度の資格試験等について、下記のとおり予定いたします。実施の詳細や募集の案内につきましては、[CDITホームページ](#)に随時掲載しますのでご確認ください。

【維持管理士】資格更新(CPD単位不足者向け)研修会 (基本オンライン方式)

開催日程:2026年10月1日(木) 予定

開催場所:東京23区内の予定

申込受付期間:2026年7月中旬~9月上旬

【維持管理士】基礎講座講習会(オンデマンド配信)

講習期間:2026年9月中旬~11月上旬

受講対象者:特に受講資格は必要ありません。

講習方法:8項目の講習内容毎に、パワーポイントを用いた説明をオンデマンド配信します。興味のある内容から、順次、視聴できます。

申込受付期間:2026年7月下旬~9月下旬

【維持管理士】資格認定試験

開催日程:2026年11月8日(日) 予定

開催場所:東京23区内、大阪市内、福岡市内、札幌市内の4会場(予定)

試験日程:13:00より択一試験及び記述試験(予定)

申込受付期間:2026年8月中旬~9月中旬

【設計士】資格認定試験 [設計士補試験及び設計士筆記試験]

開催日程:2026年7月5日(日) 予定

開催場所:東京23区内、大阪市内、福岡市内の3会場(予定)

申込受付期間:2026年4月13日(月)~5月15日(金)

【設計士】面接試験

開催時期:2026年11月29日(日) 予定

開催場所:東京23区内の予定

受験資格:設計士補試験及び設計士筆記試験合格者(両試験の合格年度は同一年度の必要はありません)

申込受付期間:2026年9月中旬~10月中旬

その他:面接項目の一つとして、事前に「技術課題」が設定されます。詳細については、CDITホームページにてご案内します。

【編集後記】

今号では、沿岸防災技術研究所の創立20周年を契機として、「沿岸防災技術の高度化」について特集しました。

また、本年は、東日本大震災の発生から15年の節目でもあります。復旧・復興は進みましたが、まだ多くの行方不明者がおられます。沿岸防災について、改めて考える機会になればと思います。特集では、沿岸防災技術の進展、高度化の観点からこれまでの取り組みや課題等について、座談会までのご提言や様々な識者から寄稿を頂いております。是非一読をお願いします。(U)

本 部

〒105-0003 東京都港区西新橋1-14-2 新橋エス・ワイビル5F
TEL. 03-6257-3701 FAX. 03-6257-3706

東北支部

〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町2-9-8 日宝本町ビル702
TEL. 022-796-1331 FAX. 022-796-1341

関西支部

〒650-0032 兵庫県神戸市中央区伊藤町110-2 神戸ポートビル旧居留地3F
(旧 伊藤町YANAGIDAビル)
TEL. 078-954-6081 FAX. 078-954-6082

九州支部

〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東2-4-17 第6岡部ビル7F
TEL. 092-292-5057 FAX. 092-292-5067

[sí:dit]

CDIT

Coastal Development Institute of Technology

発行 一般財団法人 沿岸技術研究センター
〒105-0003 東京都港区西新橋1-14-2 新橋エス・ワイビル 5F
TEL. 03-6257-3701 FAX. 03-6257-3706
URL <http://www.cdit.or.jp/>
2026年3月発行 第65巻