

世界に貢献する港湾空港技術

PARI

港湾空港技術研究所

VOL.61
OCTOBER 2025

Airport

Technology

Port

2 __ Front Line - 特集 -

内閣府 BRIDGE 採択課題

港湾施設の
被災状況把握・利用可否判断の
迅速化に向けて

6 __ Focus On 研究活動の最前線へ

振動中の地盤内部応力状態の可視化・分析
応力発光する粒子を用いた実験で
液化化に至る過程の詳細な把握を目指す

二方向せん断試験装置を用いた研究
地震時に起こる多方向のせん断を実現できる
唯一無二の試験装置で挑戦を

8 __ Close Up 現場からの報告

～模型振動実験を海岸保全整備に活用～
千葉港海岸船橋地区の整備事業における
「高剛性壁体工法」の有効性を評価

10 __ Front People 研究者の広場 挑戦する研究者たち

港湾施設の地震後の安全性確認手段として
光ファイバ計測適用の可能性を探索

14 __ CROSS LINE 国際交流レポート

洋上風力発電施設整備の技術課題に関する
学術セミナーを開催しました

15 __ TOPICS

～カムチャツカ半島付近を震源とする
地震にともなう津波警報発表時にも情報を発信～
波崎海洋研究施設から
情報発信しています

今号の見どころはコチラ



スマートフォンでアクセス



内閣府BRIDGE採択課題^(※1)

港湾施設の 被災状況把握・利用可否判断の 迅速化に向けて

港湾空港技術研究所
地震防災研究領域
小濱英司 領域長

京都大学 経営管理大学院
客員教授
小野憲司さん
(BRIDGEプログラムディレクター)

国土交通省
大臣官房参事官
(技術監理・情報化担当)
大岡秀哉さん

国土交通省 港湾局
海岸・防災課
災害対策室長
鮫島和範さん

令和6年能登半島地震を踏まえ、あらためて強く認識されるようになった、給水や物資輸送など船舶による被災地支援の重要性。その鍵になるのが、船舶が接岸して搬入を行う港湾係留施設が発災後、安全に使えるのか否かという利用可否判断です。港空研では現在、施設利用可否判断の迅速化・高度化を目指し、新たな地震被害調査技術や被災情報收集整理技術等を検討中。取り組みの概要や、本省港湾局の防災施策の中での位置づけなど、今後必要になる連携も見据え、関係者にお話を伺いました。

※1 内閣府BRIDGE：研究開発成果の社会実装を推進する「研究開発とSociety5.0との橋渡しプログラム」。Society5.0とは、現在の情報社会（Society4.0）に続く新たな社会「サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会」のこと。

現場実装を前提とした 研究開発の取り組み

2024年1月1日に発生した能登半島地震においては、発災直後から、緊急物資輸送のための港湾施設の被害状況点検および利用可否判断等の技術支援を目的として、港空研と国総研(国土技術政策総合研究所)の専門家が現地へ。北陸地方整備局に協力する形で、石川県内の6港湾ほぼすべての施設の被災調査を実施し、適切な利用可否判断につなげました。

小濱「しかしながら、今後発生が懸念される南海トラフ地震のような巨大地震では、何県にも跨る広域での被害が想定され、能登半島地震のときのように専門家がすべての施設の現地調査を行うことは難しいでしょう。そこで、とにかく多くの情報を収集し、その情報を現地職員の方などと共有することで、現地に入らずして利用可否の判断ができる、そういった情報共有のシステムが必要になってくる。これまでも情報防災システムなどが構築されていると思いますが、それプラス、研究所の考えとして、こういった情報を集めることでより迅速に精度の高い利用可否判断ができるのではないかと、そういう研究開発を、令和6年度採択の内閣府BRIDGE施策「港湾施設の被災状況把握・利用可否判断の迅速化」として進めています」

この施策には、テーマ①「被災状況把握の迅速化・自動化」とテーマ②「利用可否判断の迅速化・遠隔化」が設けられています。

小濱「まずテーマ①ですが、これま

では現地で計測していなかった、利用可否判断に利用できそうな情報を測れるようにしよう。一つは地上構造物の変位計測。これについては従来もある程度は測ってきていますが、その迅速化・自動化に取り組んでいます。二つ目は地中構造物の変位計測。杭や矢板といった地中の構造物がどれだけ曲がったか折れたか、そういったことは直接目で見られないので、これまでなかなかわからなかったの

ですが、そこを迅速に測れるように、かつ自動化も。三つ目は小型・低廉な波浪計の迅速な現場投入。これは、例えば防波堤が多少崩れていても、港内の波浪への影響があまりなければ利用可能と判断できる場合もあるからです。そしてテーマ②では、そういった情報をどう共有し、実際に利用可否判断をどう実施するのかを検討。これまでも用いているFLIP(想定/観測地震動による被害予測プログラム)

や、バスサーベイヤー(係留施設地震時変形量調査・安定性評価支援システム)などをひっくり返す、さらにこれまでやっていなかったところも加えて、情報共有できるようなシステムをつくり、利用可否判断の簡便化・迅速化、遠隔化を図ろうとしています」

BRIDGEとは、国の成長戦略の柱として設立された、社会問題の解決と現場実装を前提とした研究開発プロジェクトです。

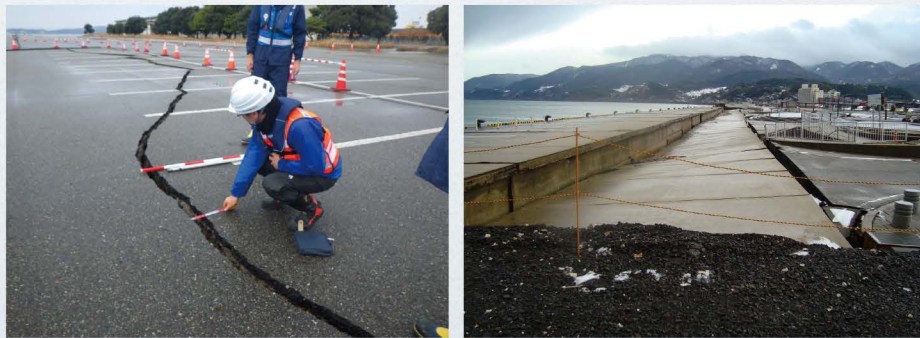
で自らの考えでいろいろな方向を向いて研究していた研究者たちに、いかに一つの方向を向かせるかがPDの仕事だと思っています。研究の成果を社会実装できるかどうかBRIDGEの大きなポイントですから、その点を、何より重視しています」

小濱「この利用可否判断の迅速化についても、実際に使われるような形に持っていくことが肝要だという認識です」

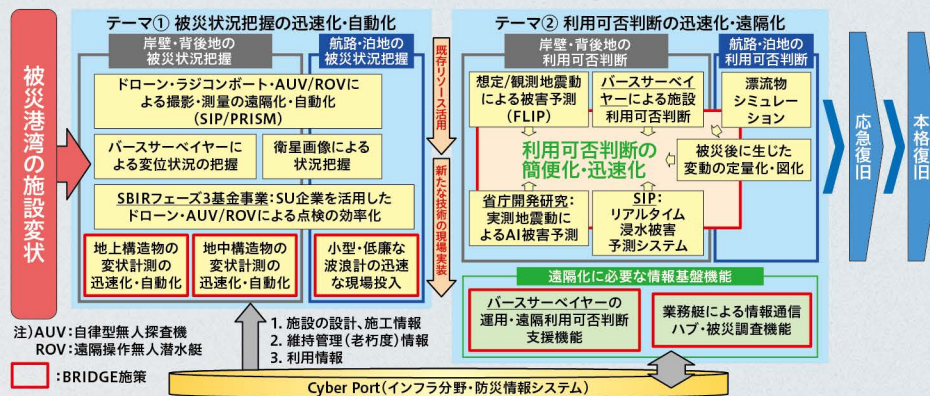
能登半島地震を踏まえ 一歩進んだ防災関連施策へ

能登半島地震の際は、発災直後に石川県の要請を受け、港湾法第55条の3の3の規定に基づき、港湾管理の一部を臨時に国が代行することに。

鮫島「港湾については、1月2日より、国が七尾港、輪島港など6港湾の港湾施設の一部管理を開始し、北陸地方整備局・港空研・国総研と連携して、港湾施設の点検と利用可否判断を実施するとともに、被災施設の応急復旧を実施し、輪島港では1月5日には応急復旧が概成しました。また、利用可否判断と応急復旧と平行して、七尾港・輪島港・飯田港の3港では、1月3日より、緊急物資輸送や給水支援のための船舶が順次入港を開始しました。こうした一連の災害対応も踏まえ、2024年7月に交通政策審議会の答申が取りまとめられました。今後取り組むべき施策として、ハード面については、耐震強化岸壁や背後の臨港道路等一連の施設の健全性を備えた防災拠点の形成や、支援側の広域防災拠



令和6年能登半島地震による港湾の被災(左:七尾港 棧橋部背後のクラック、右:輪島港 岸壁の沈下状況)



内閣府BRIDGE採択課題「港湾施設の被災状況把握・利用可否判断の迅速化」を含めた
港湾施設の被災状況把握・利用可否判断の迅速化の取り組みの全体像

うに申しましたが、これま

な

点と受援側の地域防災拠点が連携した海上ネットワークの形成、迅速な施設復旧のため、復旧に必要な資機材の備蓄などが示されています。また、ソフトウェアについては、港湾BCP（事業継続計画）・広域港湾BCPの実効性向上、民間リソースを活用するための協定締結等の関係機関や民間との連携の必要性などが示されました」

答申の内容も踏まえ、2025年4月に成立した港湾法改正では、港湾施設の応急復旧に他人の土石等を活用可能とする応急公用負担制度や、緊急物資等の輸送拠点としての機能強化に役立つ民有港湾施設を災害時に港湾管理者が使用できる協定制度的な創設されること。

「さらに、能登半島地震の教訓を踏まえ、『広域港湾BCP策定ガイドライン』の策定や『港湾BCP策定ガイドライン』の改訂、『港湾施設の利用可否判断に係るガイドライン』の策定など、各種施策を推進しているところ。能登では陸路の寸断もあるなか、海上輸送が大きな役割を果たしました。発災後において、速やかに海上輸送を実施するためにも、迅速な施設の点検、利用可否判断が非常に重要になってきます。津波警報等の発令時には職員が現地に行けないため、被災状況の確認・利用可否判断においてDX（※2）の活用が有効であり、港湾局としてもBRI-DGEには非常に期待しています。本省でも、港湾防災情報システムとして、港湾の被害状況や施設の利用可否を地図表示できるシステムであるOpen Port（※3）の開発を進めているところです。今後、南海トラフ地震などの広域災害が起こったときに、被害状況等の情報を一元的に集約し、施設の利用可否を判断できることは非常に有効であり、現在

研究されているBRI-DGEとの連携は有効であると考えます」

大岡「先ほど話に出た『港湾施設の利用可否判断に係るガイドライン』については、参事官室が主体となって取りまとめています。普段は港湾管理者が管理している港湾施設を、災害時に国が管理することになったとき、本当に使えるのか、どうすれば使えるのか、きちんと示す必要性があります。このガイドラインについては、今後の研究や技術開発の動向を踏まえ、逐次更新していくことを予定しており、BRI-DGEの成果についても反映できればと考えています。人口減少が言われているなか、公共工事においても、いかに自動化、省人化、遠隔化するかが重要なポイントになると考えられます。気候変動を含めた災害対策においても、自動化等の技術を十分に使っていきたいと考えているところです」

海上輸送支援への認識の高まりが追い風に

災害対応として海上輸送が本格的に使われるようになったのは、実は2011年の東日本大震災以降なのだとか。

小野「東日本大震災は近年まれな広域災害。発災後すぐ、最も近接している北海道駐屯の自衛隊の部隊が被災地に入ろうというとき、日頃、訓練地への移動に用いていて付き合ひのあったフェリー会社から、必要であれば使ってくださいという申し出があったそうです。このときの実績があったので、熊本地震でもっと積極的に使われて、例えば北海道の部隊は新日本海フェリーで舞鶴港や敦賀港に入つてそこから陸路で向かったり、近隣の部隊は瀬戸内海を移動したりしています。だから能登半島地震においても、当然いろいろなところから海上輸送をしたという話が入って、じゃあ現地の港湾はちゃんと使えるのか？というところが、にわかにクローズアップされたわけですね」

小濱「今後大きい災害が起こったら、やはり同様に、海上輸送を使って支援が行われるはず。港湾施設の利用可否判断のニーズはさらに大きくなるということでしょうね」

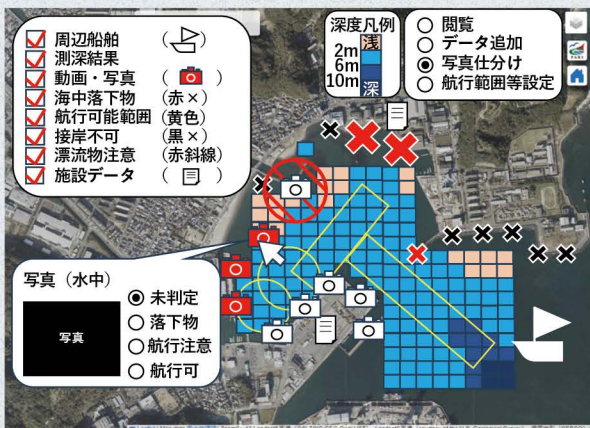
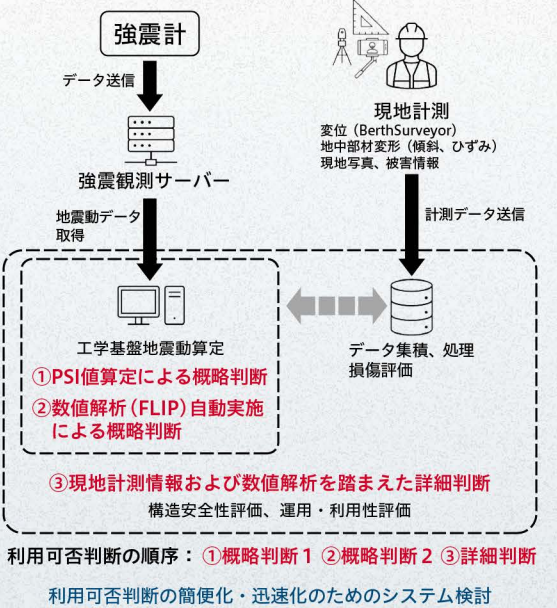
小野「災害対応って、フェーズが3つあるんですよ。フェーズ1は人命救助の搜索救難活動。72時間以内に、いかに多くの要員と機材を現地に送り込めるかということが重要になります。フェーズ2が救援物資の輸送。フェーズ3が生活再建のための災害

被災地の復旧です。これまで港湾部門で一番力を入れてきたのは経済活動の維持と早期復興による生活再建だったのですが、東日本大震災以降、フェーズ1・2がより重要視されるように。これらはERL（緊急支援輸送／Emergency Relief Logistics）といえます。この考え方はむしろ海外で活発で、被災者を助け・寄り添うための物流、というものが、大学や研究機関で研究、実践されています。それを、日本も徐々に学びはじめたということではないかと。ただ、海上輸送って本当に難しく、物資を大規模に一括輸送するためには段取りが非常に重要に。そうすると、肝心の港湾が使えるのかということが、すごく重要になりますよね。そういったことが背景となって、港湾の利用可否判断システムを開発するというBRI-DGEが、非常に大きな支持を受けることになったのだと思います」

小濱「最初のフェーズ、72時間というのはなかなか厳しくて、本当にすぐ使える使えないというのが判断しなければならぬのに、津波警報などで現地に人が行けない場合もある。そのようなときでも、ある程度判断することが必要なのだと、あらためて認識しました。そういったところにもしっかりと対応できるようなものを、考えていかなければいけませんね」

事前の準備や検討、連携でレベルアップする災害対応

「まずは事前対策として、水域から耐震強化岸壁、背後の臨港道路も含



現地被災情報、利用可否情報の統合表示等の情報基盤機能強化検討（国土地理院の地理院タイル上に加筆したイメージ図）

※2 デジタルトランスフォーメーションの略。デジタル技術を活用することで、業務効率化や改善を図り、社会全体を変革する取り組み。デジタル改革。
 ※3 国土交通省が運営する、貿易DX／物流DXを実現するプラットフォーム。



めた一連の施設の健全性を備えた防災拠点の確保や、今回の改正港湾法の措置、港湾BCPの策定など、事前防災から事後対策まで、パッケージで防災施策を進めていく必要があると考えています。速やかな海上輸送を実施するために、港湾施設が使用できることの判断が重要であり、施設の利用可否判断を迅速に行うことが、発災直後における災害対応の要といえます」

もそうですが、防災情報システムやCyber Portなどが整えば、それを見て事前の検討も進められるでしょう」

小野「前もってネットワークを意識して整備しておくとか、必要な資材をどこに求めるか考えておくとか、そういう事前準備ができるようになるれば、災害対応はさらにパワフルになる。都度非常に迅速な判断が求められるなか、的確にやろうというのが今回のBRIDGEでの技術開発ですし、当然それはいまのさまざまな施策とセットになっていると考えるべきです」

小濱「防災情報システムやCyber Port上の施設情報や維持管理情報と、こちらで現地計測した情報を照らし合わせれば、より実際の被災状況が把握でき、判断のところでだいぶ価値が出るはず。連携させていただくイメージを持っています。さらにそこに、岸壁の背後の道路の情報なども加えていけたら、より良いものになるでしょうね。あと、BRIDGEのほうでは、業務艇に遠隔化に必要な情報基盤機

小濱「そもそも応急復旧できるものとできないものを見分けるような機能が、まずは要るのかなと思っています。で、できるとなったらどういうことをやればいいのかイメージできるようにしなければ。先ほど小野先生のおっしゃったERLは、事前に考えて準備しておくもの。このBRIDGE

能を持たせる話もありますので、水中の状況や、水深が確保できているかといった情報も入れられたらいいのかなと思っています」

現場で確実に使ってもらえる技術を目指して

このBRIDGEの成果としてターゲットにするのは、第一に、いかに素早く確実に応急復旧できるか。

小濱「スピードを求められるところに対応できる情報を、こちらが提供できるかといったところが、やはり重要な点だろうと思います」

小野「耐震強化岸壁ばかりでなく、一般の岸壁をどう診断するかということも、すごく重要だと考えます。つまりこれまでの港湾防災とは発想の転換が必要になる。そこをしつかりやらないと、地域コミュニティが失われ、結果、国土の荒廃につながりかねません。細かいメッシュで災害時物流を見ていかなければいけないというのが本場のところだと思っています」

小濱「広域港湾BCPでは、海上支援ネットワークを構成する一般岸壁については、『連携ふ頭』として整理しています。使えるか使えないか速やかに確認できれば、他の防災拠点の活用や、ヘリなど他の手段を使う判断にもつながる。一般岸壁でも速やかな利用可否判断ができると、非常に有用だと思います」

小濱「3年間の事業期間内にどこまでできるかというのはありますが、少なくとも何らかの形で変形が測れるようになり、それが情報共有でき



るようになって、あとは地方港湾の施設の断面図などもCyber Portで見られるようになれば、見比べることである程度、例えば重力式岸壁でどれくらいの変位だったか大丈夫じゃないかとか、矢板式だったかやめておこうとか、そういう判断ができるようになると思います。すべての情報が集まっているようなところができたらいい。そういう意味でも連携は必須だと考えます」

小野「BRIDGEの初年度にやったことは研究開発のコンセプトの明確化。そのためのデイスカッションを集中的に行いました。現場実装というゴールにたどり着くために、今年度は現地実証の糸口をつけようとしています。どのくらいBRIDGEの成果が使えるか、使ってもらえるようにどう工夫するかが、最終年度の最大のテーマになると思います」

大岡「災害が起こったときは、被災地で対応する職員を含め、悩みながら災害対応を行っています。なので、利用可否判断に使える情報として、どこを測り、何を撮影すればよいかなど、現

地に対応する職員にもわかりやすい成果としてまとめたいただけとありがたいというのが、私からの期待を込めての意見です。システムを活用した全体の仕組みづくりについては港湾局で検討していく内容かもしれませんが、利用性が高いシステムでないと、職員が使いこなせないかなという心配もあります」

小濱「今年に入ってから度々、各地の地方整備局と組んで、国総研・港空研と現地をつないで被災調査と利用可否判断の訓練を行うことがありまして。やはり訓練も必要だと感じています」

小野「そういったことの積み重ねはとても大きい。当たり前のようにそういうことをやっていたなかでBRIDGEの成果が出れば、これは使えるということで、実装が早くなるでしょう。リモートで被災調査の情報をシェアし、リモートで判断を仰ぐというやり方は、BRIDGEの成果を待たずともできること。それを先行してやっていただけの有意義だし、とてもありがたいと思います」

振動中の地盤内部応力状態の可視化・分析

応力発光する粒子を用いた実験で 液状化に至る過程の 詳細な把握を目指す

港湾施設は埋立地に造られることが多く、地震時、地盤の液状化により大きな被害が生じる可能性があります。そのため、地震に強い施設の設計には、液状化挙動を高精度に再現する構成モデルの検討が重要に。その高度化につなげるべく、よりミクロな視点から、液状化に至る力の推移を“見る”というアプローチでメカニズムの解明に挑む、近藤明彦主任研究官に取材しました。



地震防災研究領域
耐震構造研究グループ
近藤明彦 主任研究官

地震による液状化の影響を含めた構造物の被害予測プログラムとして、港湾施設の地震応答解析に広く用いられるFLEP。その基礎となる構成モデルは、これまでさまざまな要素実験で得られた液状化挙動をもとに構築されてきたものだといいます。

「要素試験では直径5 cm・高さ10 cmの供試体に多様な繰り返し荷重を与えて、どのような応答をするかとか、どのような因子が効いているかといったことを検討します。その際、供試体の中に関しては、均一な応答をするという前提なんです。ただ、実際の地盤は粒々で構成されていて、観察できる変形などの応答というのは、粒子1粒1粒の滑りだったり回転だったりの結果として生じるもの。なので、もう少し細かい視点から液状化の現象を見られれば、何か新しいことがわかって、構成モデルの高度化にもつながるのではないかと。そんな思いがあったので、この研究を始めたんです」と、近藤明彦主

任研究官。

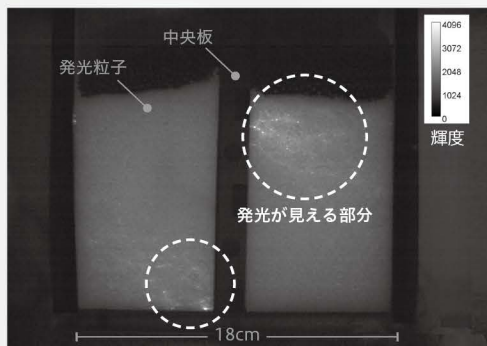
液状化とは、地震の揺れによって地盤内の間隙水圧が上がり、粒子間の力の結びつきが弱まって、地盤が重たい液体のようになってしまう現象。

「液状化に至る過程で、土の中の力の伝わりがどう変わっていくのか。そのあたりの、これまで見えていなかったところを“見る”という方法でアプローチしています」

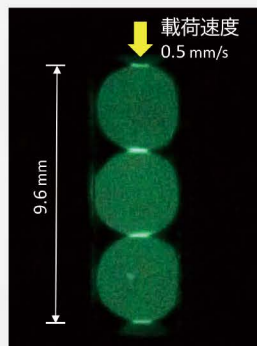
力の推移を可視光で観察 予備検討を終え、本格始動へ

方法としては、産業技術総合研究所で開発された応力発光材料を応用。直径3・0 mm程度のガラスビーズにコーティングして、力を加えると発光する粒子を作成し、これを用いることで力の伝達を可視化するというもの。

「液状化は粒子間の力の伝わりが弱まっていく



加振実験でみられた粒子間作用力の可視化例
幅18cmの透明容器に右図の発光粒子を充填して水平加振した際の様子。グレーの発光粒子部分のうち、輝度の高い発光している粒子(破線枠内の白い点)が中央板から複数本伸びている様子が確認できる。



載荷時の粒子間作用力の可視化例
応力発光塗料を塗布した3個のガラスビーズに、上から押す力を加えた際にみられた発光の様子。

ことなので、加振している間に、発光の強さが低下していくような過程を見ることができないかと。いままさにトライしているところです」
蛍光ベースの微弱な発光なので、振動の現象を捉えるには、高感度なハイスピードカメラが必要に。
「他にもさまざまな機材を揃え、予備検討を行ったという段階です。小型の模型スケールで撮影してみたところ、揺れの途中で粒子間の力が鎖状につながっていくような現象などが、その推移とともに捉えられました。なので、いよいよこれからスケールアップして、実際に液状化をしていくときに、どんな範囲で、どういうふうに力が弱まっていくのか、その不安定化の過程を詳細に見ていく実験を予定しています」
一口に「液状化に至る」といっても、その過

程は一樣ではないのだとか。

「振幅の大きな一つの地震波で液状化するだけでなく、振幅が小さくても継続して入力されることでじわじわと水圧が上がっていき、徐々に地盤が弱くなっていくような挙動もある。あるいは、そこに構造物が一つあるだけでも相互作用で挙動が変わります。その条件を探りつつ、挙動を比較しながら実験を行うことになるでしょう。まだまだこれからのので、何が見えるか、期待半分、不安半分。それでも、土の中で振動中にどう力が推移するかといったことを、実験的に粒々の単位で観察している研究者はほとんどいないと思うので、そこがわかるだけでも言えることはたくさん出てくるのかなと思っています。息長く続けていきたい研究です」

液状化の被害予測に 貢献できる技術を目指して

基礎研究から始まった、液状化現象の可視化への挑戦。

「私としては将来、液状化の被害予測にしっかりと貢献できるような技術にすることを目指して取り組んでいます。最終的な目標は変わりませんが、その過程で他の課題などにも活用できないかということも考えています」

模型実験で、どういうところに力が集中し、どう推移していくかが目で見られれば、例えば対策範囲を考える際、ここに力が加わりやすいからこういうふうにしたらどうかといった話につながる可能性があります。

「やっぱり“見てわかる”というところが一番のポイントなので。そもそも土に力を加えたとき、粒々全部が均一に力に耐えているわけではないんだとか、そういったことを、例えば一般公開などの機会に広く知ってもらうだけでも意味があると思うんです」

二方向せん断試験装置を用いた研究

地震時に起こる 多方向のせん断を実現できる 唯一無二の試験装置で挑戦を

地盤材料の地震時の液状化強度を評価するための試験は、一般的に供試体に対し、一方のせん断応力を繰り返し与えて行われます。

ただ、実際の地震動は任意の方向に作用するものなので、従来の試験では、実際の現象を非常に簡略化してしまうことに。

この差異を埋めるべく、毛利淳士主任研究官が完成させたのが、多方向かつ複雑なせん断が可能な「二方向せん断試験装置」です。その特長や、特殊性ゆえの苦労、今後の展望などを取材しました。

従来の一方向しか載荷できない試験装置では調べるのできない、実際の地震で起こる多方向のせん断の地盤への影響。現在の液状化の判定においては、地震動の不規則性や継続時間とともに補正係数で考慮することになっているのだとか。

「一方で、既往の振動台を用いた検証では、乾燥砂に対して多方向の加振実験を行うと、一方の加振に比べて沈下量が大きくなるなど載荷方向の影響が示されています。実現場と室内試験装置の載荷方向のギャップを埋めるために、多方向のせん断ができる試験装置が必要なんです」と、毛利淳士主任研究官。

3年ほど前に転勤する先輩から製作途中のものを引き継ぎ、個人研究として完成させたこの二方向せん断試験装置。X方向とY方向、水平二方向の載荷装置を取り付け、電動制御で押し引きしたりすることによって、供試体を設置する台座を水平方向に自由に移動させることができる仕組みです。「一方向だと必ず経路は直線しかあり

創意工夫で改良を重ねた 規格外の特種な装置

ませんが、二方向ならXとYの変位の速さを変えれば、円の経路なども自由にできる。まさに多方向なせん断経路というもの、この装置の中で実現できるんです。試験の際は、供試体をついた台座にアクリルの筒を被せて中に水を入れ、さらに空気圧を加えて地盤にかかる拘束圧を再現して、その状態でせん断を行います。排水と非排水、どちらの条件でも試験できますし、拘束圧を試験中に変化させることも可能。いろいろな制御を自在にコントロールできるようにしています」

かなり特殊な試験装置のため、パーツも市販品はなく、すべてが特注。

「さらに、一般的な試験装置だと規格があって、試験方法ごとに保つべき精度が決まっているのですが、この装置に対しては明確なルールがなく、そこは苦労した点で

す。海外ではよく行われている試験なので、海外の研究者の論文で基準とされている値を参考にしながらつくるなどしています」

試験を実施していくうえで、通常の試験では考慮しないような点に配慮や工夫が必要なものもあるそうです。

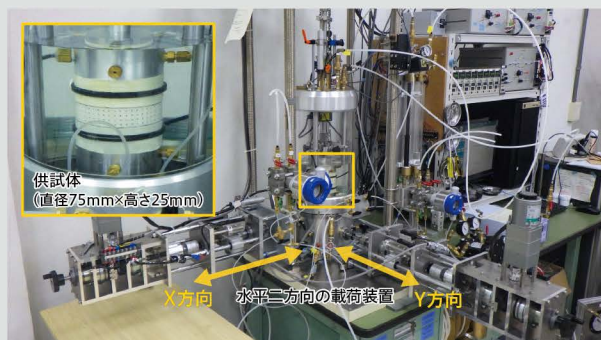
「例えば、試験中は、上の土の重さによって地盤にかかる上載圧を模擬する鉛直方向の載荷軸と接続するのですが、下側が水平二方向の複雑なせん断応力で動く、その力が供試体を介して上部の載荷軸に伝わり、鉛直荷重の計測精度に影響を及ぼしてしまふんです。さらに言えば、載荷軸自体も動いてしまう。これは何とかしなければと思う、支柱に荷重を分担させて鉛直荷重計には力が伝わらないようにする軸受けを、新規につくって取り付けました。実はこれは2代目なんです。

初代はネジの締め具合などで少し値が変わってきてしまったので、完全に動かないものにバージョンアップさせました」

さらに言えば台座下の機構も2代目と



地震防災研究領域
耐震構造研究グループ
毛利淳士 主任研究官



二方向せん断試験装置（X方向・Y方向の載荷装置と供試体部分）

のこと。動くときの摩擦が大きいと、計測される荷重と砂にかかっている荷重に違いが出てしまうため、可能な限り摩擦を小さくしたものに替えたといいます。

「もしかしたら、いまはまったく想像できていない点も、これから改良していかなければいけないかもしれませんね」

多様な力学試験に対応 将来は解析にフィードバックを

この装置には、いろいろな使い方があり、それぞれに目標があるのだそう。

「X方向とY方向の載荷装置はギア式なのですが、変位の速度を変えるときや回転するときのあそびがないんです。なので、非常に精度がよく、思った通りの経路でせん断できる。なので、この特長を生かし、二方向のいろいろな経路でせん断したときの影響を調べるというのがまず一つ。そして、それを評価する方法をまとめたい。それが最初の目標かなと思っています。非常にマニアックな試験装置なので、まずは基礎研究として。得られた結果をうまく整理し、将来的には現場の解析で使えるような形にしたいですね」

これまで個人研究としてデータを取ってききましたが、業務の研究でも装置の活用を検討。

「先日、受託研究の土のサンプルをこの装置で試験したんです。このときは載荷装置を一つにして、一方の繰り返しせん断試験を行って、排水するときにとれた沈下するかを調べました。その結果、数値解析の条件設定が必要としていた累積せん断ひずみと地震後の排水沈下量の関係を取得できました。市販の装置ではないので、全部プログラムを組めば何でもできる。さまざまな細かい条件下での力学試験に対応できるのが、この装置の強みです」

「模型振動実験を海岸保全整備に活用」

千葉港海岸船橋地区の整備事業における「高剛性壁体工法」の有効性を評価



国土交通省 関東地方整備局
千葉港湾事務所
所長 越智紀昭さん



国土交通省 関東地方整備局
千葉港湾事務所
副所長 四戸秀治さん



国土交通省 関東地方整備局
千葉港湾事務所
海岸課長 佐藤達也さん



港湾空港技術研究所
地震防災研究領域
小濱英司 領域長



港湾空港技術研究所
地震防災研究領域
耐震構造研究グループ
毛利惇士 主任研究官

大規模災害から 中枢機能を守るために

2022年度より、高潮による大規模浸水被害や首都直下地震とそれにもなう津波に備えるため進められている千葉港海岸の海岸保全事業。課題となったのは、企業や住宅などが近接する狭い土地での護岸・胸壁の改良です。そこで従来の工法に代わって採用された「高剛性壁体工法」。

港空研が担ったのは大型模型実験による工法の性能や適用性に関する技術的支援です。今回は千葉港湾事務所を訪れ、これまでの経緯や整備状況などについてお話を伺いました。

模型振動実験により 「高剛性壁体工法」を評価

これら状況の踏まえ、既存施設の老朽化対策に加え、将来の気候変動を踏まえた高潮への対策として防潮壁の高上げや、地震後においても津波や高潮による背後地への浸水被害を防ぐための耐震性能の確保などを目的とした整備事業が進められています。

越智「過去には台風による高潮で護岸背後が水没し、浸水被害が発生しています。また東日本大震災では、一部の施設で液状化被害が発生し、さらに既設の海岸施設は、昭和40～50年代の前半にかけて整備された施設のため、経年劣化による剥離やひび割れなどが見られ老朽化の対策も必要です」

千葉港海岸船橋地区の背後には、中核市として日本最大の人口（64.5万人）を有する船橋市の中心部があり、ゼロメートル地帯には市役所や消防署などの中枢機能が集積しています。また、JR線や国道14号などの千葉や成田空港を都心と結ぶ重要な交通網があり、住宅地も密集するとともに多くの産業・商業施設が立地しています。さらに、遠浅の海底地形と東京湾奥部に位置する地理的条件により、台風通過時に潮位が著しく高くなる傾向があり、高潮の影響を受けやすいといえます。

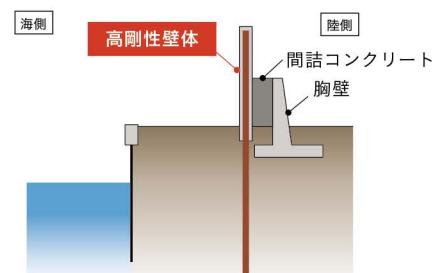
11・22・2m高いもの。既設の保全施設の背後に住宅地や事業所の油脂タンク、配管等が近接しているため施工スペースが限られる上、振動や変位がないように施工する必要もあり、一般的な施工方法や大規模な地盤改良が困難な状況だったといえます。

越智「どのような施工を行うか検討するなかで一つの案として出てきたのが、高剛性壁体工法です。ただ、過去に防潮堤改良へ適用した実績がなく、私達だけでは見えないということもあり、港空研さんに性能や現地への適用性の検討をお願いしました」

高剛性壁体工法は、工場溶接で一体化した鋼矢板とH形鋼（全長約21.5m）を打設し、既設の胸壁の前面（海側）に新たな胸壁を築造する工法です。矢板を液状化の恐れがある層よりも深く打ち込むことで、高潮に耐えられる高さを確保するとともに液状化対策も可能となります。港空研では、現地の既存胸壁や岸壁構造、改良適用する矢板壁の模型を作成し、施工箇所のうち

「日の出胸壁」の条件における高剛性壁体の適用性について評価を行いました。

小濱「できる限り現地条件に近い状況を再現するため、水中で振動を起こせる



高剛性壁体工法の概略図



「日の出護岸」施工状況（右図のB）



「日の出胸壁」施工状況（右図のA）



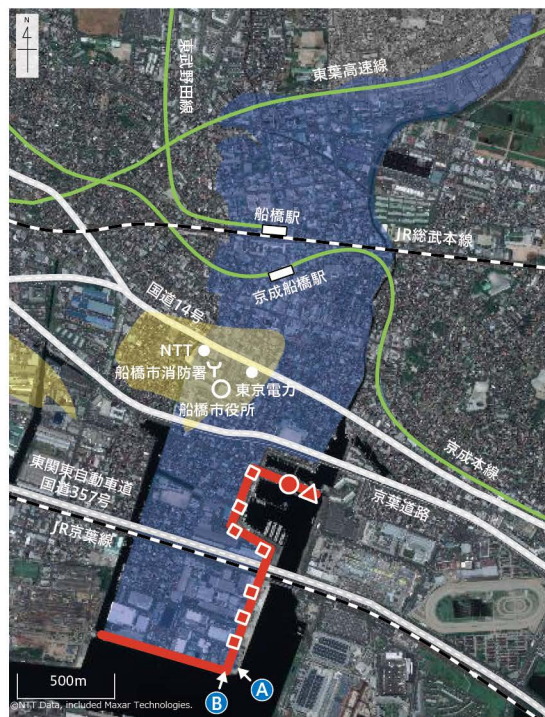
施工が完了した「日の出胸壁」にて（背後の白い壁が完成した胸壁）



三次元水中振動台（模型振動実験時）



高剛性壁体の模型



位置図



千葉港海岸船橋地区における海岸保全施設整備事業の概要

実験装置「三次元水中振動台」（以下、水中振動台）を使って模型振動実験を行いました。水中振動台は、深さ1m、幅約4mの比較的大型の地盤模型に対応しており、この規模を確保することで、現地構造物の詳細な構造を忠実に再現した模型が作成できます。模型が大型なので、複雑な構造物の地震時挙動を把握するために必要な加速度計、間隙水圧計、ひずみゲージなど多くの計測センサーを配置することが可能です。また、地震時の液状化現象の再現もできるので、液状化が防潮壁構造に与える影響についても検討しました。

毛利「模型の縮尺は25分の1とし、現地で地震時に液状化が発生すると想定される緩い砂地盤を模擬した模型地盤を作成しました。そして3つの条件、①改良を行っていない現況（無対策）条件、②高剛性壁体によって補強改良を行った条件、③通常剛性の矢板壁体によって補強改良を行った条件についての模型を作成し、想定されるレベル2地震動（※）を用いた加振を実施しました」

無対策の条件では、レベル2地震動によって地盤の液状化が発生し、既存の胸壁（防潮壁）が沈下や水平移動を起こし、背後地の浸水を防ぐために必要な天端高を確保できないことを確認。一方、矢板壁により補強改良を行った条件では、新設された矢板壁の沈下量が既存胸壁に比べて小さく、さらに高剛性壁体では通常剛性のものよりも水平変位が小さく抑制されたという結果に。

毛利「実験により、高剛性壁体は背後施設と浸水被害の防護に必要な天端高の確保と、構造物の水平変位の抑制に有効であることを確認しました。従来よりレベル2地震動を考慮した設計業務には数値解析プログラム（FLEPP）が用いられており、その解析結果が実際の構造物の挙動を適切に再現しているかどうかを確認するうえで、数値解析結果と実験結果が整合することが重要です。この検討においても、模型振動実験結果と数値解析結果の整合性が確認でき、FLEPPによる数値解析の適用性が妥当であることも確認できました」

越智「模型は条件ごとに作り直すのですか？」
毛利「今回は一回の実験につき2断面ずつ作成しました。論文では比較しやすい3条件で比較していますが、実際は4つの条件で行いました」
四戸「単純に言うところ、通常の矢板壁体と比べて、高剛性壁体は水平変位をだいぶ抑えることができますね」
小濱「そうですね。やはり剛性の高さが効いています」
護岸・胸壁の改良のほか、陸間や排水機場、水門といった多岐にわたる整備事業は、今後も工区ごとに進められ、期間は2033（令和15）年までの計画とされています。
小濱「現場はいまどのような状況でしょうか？」
四戸「現在は日の出護岸と日の出胸壁の一部の改良が完成しています。通常の矢板に比べると製作に少し時間がかかりますが、地盤改良を行わなくていいので特に支障もなく施工できました。岸壁の利用者にも影響が少なく、現場は非常に助かっています」
小濱「われわれが評価を行った場所は最も地盤が弱い部分でしたので一番安全側の条件での検討でしたが、工区によっても地盤条件は変わりますので、今後整備を進めていく工区ではさらに地盤条件を見直して、強度やコストなどを踏まえて設計されていくと思います」
佐藤「今年度施工を行う部分については、現在、細部設計を行っています。技術検討委員会を毎年2回ほど開催し、港空研の大矢耐震構造研究グループ長にも参加いただいています。委員会のなかで設計の課題などについて揉んでいたが、いろいろと回答を示していただいています」
越智「関東地方整備局の港湾空港部では、この手の工事は初めてに近いですよ。海岸事業は過去に馬堀海岸の整備がありました。馬堀海岸は護岸構造であり、どちらかというと通常の港湾整備に近いものでした。ここは水門や排水機場もある海岸の保全施設で、私達も経験がないので、これからも港空研さんにいろいろと相談させていただきながら進めていきたいと思います」

※構造物の設計で考慮される地震動のうち、対象地点で想定される最大クラスの地震動。

港湾施設の地震後の安全性確認手段として 光ファイバ計測適用の 可能性を探る

港湾空港技術研究所
地震防災研究領域
耐震構造研究グループ
大矢陽介 グループ長

港湾空港技術研究所
地盤研究領域
基礎工研究グループ
松村 聡 グループ長

港湾空港技術研究所
地震防災研究領域
耐震構造研究グループ
近藤明彦 主任研究官

鹿島建設株式会社
技術研究所
土質・地盤グループ長
永谷英基さん

鹿島建設株式会社
技術研究所
土質・地盤グループ
副主任研究員 辻 良祐さん

鹿島建設株式会社
技術研究所
先端・メカトロニクスグループ(光ファイバ)
グループ長 今井道男さん

港湾・空港施設の主構造は水中・地中にあり、直接の確認はほぼ不可能。
地震後に、そんな見えないところの損傷を測り、安定性を評価するために、
目下検討されている術の一つが光ファイバを用いた計測です。
さまざまな陸上インフラでの計測実績を持ち、港空研ともかねてより、
羽田空港D滑走路鋼管杭の光ファイバ計測データの分析で
研究を共にしている鹿島建設株式会社の研究者たちを招き、
これから本格的に取り組む共同研究について、意見交換を行いました。



能登半島地震を契機に 動き出した研究

松村 能登半島地震のときは、岸壁を支える杭や矢板といった地中の構造物が、どういう変形をしたかというのがなかなかわからず、発災直後に港をどう使えるか、すぐには判断できませんでした。能登半島という限られたエリアですらそうだったものを、今後、南海トラフ地震のようなもっと大規模な地震が起こり、10府県にも跨るような被害が出たとしたら……。もっと広域に、迅速に判断できる術の一つとして、計測器を地中に埋めて直接データを取るようなことをしないと対応できないのではないかとということで、いま研究を進めているところです。

近藤 私も実際に現地に調査に行かせていただきましたが、やはり実感として、矢板式と棧橋式の係留施設は判断が難しい部分が生じやすいように感じました。国の耐震強化施設なら事前のFLERPの計算結果があるので、それをもとに、現地で変位量を測れば、地中の杭がどのくらいダメージを受けているか想定して判断できるということがあるんですけど、すべての施設についてこの計算ができていないわけではありませんから。

大矢 光ファイバや傾斜計を用いた地中の計測自体はこれまでも実績がありますが、地震後の利用可否判断

といった目的で使おうというのは初めて。能登半島地震を契機に、そういう気運になっていきますね。

松村 港空研では昨年度から、BRIDGE（本誌2ページ参照）の研究プロジェクトの一環として実験や研究に取り組んでいて。そのなかで一緒にできることがないかという相談を、鹿島建設さんとしていただいています。そもそも港湾施設にどうやって施工していくのかという問題がありますし、例えば施設全体で計測するとなるとどれくらいコストがかかるかといったことも、われわれでは試算しにくいところもあって、そのあたり、お知恵を貸していただければと。一口に光ファイバといってもいろいろな入れ方があるようなので、港湾施設にとっては何が最適かというのを相談させていただいています。

永谷 対象物がどんな構造物なのか、何を測りたいのか、どういうデータが取ればいいのか、いろいろいろレクチャーいただいているところ。それに対してどういう使い方をするのが最良かというアプローチになりますね。配線をどこにどう通すかといった、港湾ならではの課題もたくさん出てくるはずで、そのあたりをキャッチボールさせていたがながら、実験も交え、実際に現場でどういう能力が確保できるかという検討に入っていくのかなと。いまは、こういう使い方を考えているということを教えていただいている、じゃあ、われわれはこんなことを過去にやっているの、この方法

で実験しますか？というような打ち合わせをさせていただいている段階です。

港湾施設への後付けという これまでにない試み

永谷 港湾はやっぱ環境がシビアですよ。当然、海水もありますし。まずはその環境下で、計測システムがちゃんと生き続けたいといけない。とくに地震後となると、それに見合うものというのをよく考える必要があるでしょう。例えば光ファイバが切れないとか、そういうところもポイントになると思います。測りたい量もそうで、下手したら構造物がメートル単位で動くでしょうから、大きいものに対しては計測が成立するようなスペックを決めていかないとけないの、かなというのを、いま考えているところです。

今井 光ファイバ自体は一緒なんですけど、例えば大きな変状に対してパラメータを調整しようとする、小さな動きは見えづらくなり、逆に小さな動きにターゲットを合わせると、大きな動きは見えにくくなるんですよ。なので、変状のモード（最頻値）をのあたりに想定されているのか、そこにターゲットを絞って計測器側を調整するということも、研究が必要な部分になりそうです。

松村 われわれのほうでは、既存の

港湾施設に後から計測器を入れても本当にちゃんと計測できるのか、実験レベルで確かめている段階です。ただ一方で、地方整備局によってはすぐにも計測したいという要望もあるので、並行して、この現場だったらこういう計測器が使えるかもしれないという検討も進めています。

3年計画の研究プロジェクトなので、来年度まで。最終的に実構造物に計測器を入れ、実際に計測の準備をするところまで持っていく予定なので、いま折り返し地点にいるような感じがしますね。

大矢 杭や矢板に光ファイバを入れること自体は、維持管理目的ですが羽田空港D滑走路の実績もあるので、ほぼ間違いなくできる自信はあるんです。課題となるのはやはり、既存の施設に付けるということ。そういう事例も鹿島建設さんのほうで持ちなのですが、現場が港湾ということで、もう少し検討が必要になる。具体的には、例えば矢板に光ファイバを付けるときって、後ろを掘って線を入れるイメージなんですけど、矢板の後ろって石がいっぱい入っているんですよ。土ではなく石の場合はどうやって掘るのか、どれだけ離隔をとるべきなのか。そういう施工の課題というのはありますね。

辻 どこに光ファイバを配置するかによって、付け方も変わってきますので、そこも詰めていかないとダメですね。いかに長持ちさせ、かつ大きく動いたとしても、もともと求めている



性能を担保できるようにというあたりが、一番考えなければいけないことだと思っています。海水に長く曝されるわけですし、大丈夫とはいわれていますが実際のところ長期的な影響はどうか、何十年も埋めておいて問題はないのか。そして2〜3m動いたときにも断線しないか。そういったところは、やっぱり肝になるかなと思います。

社会実装に向けての課題も山積

松村 いま話に出たような技術課題がなんとかクリアできたとして、もう一つ、数千もある岸壁にどう配備していくかという問題があります。限られたコストの中でどう優先順位をつけ、どこを重点的に計測するのか。あるいは、一つの岸壁にどれくらいの密度で入れればいいのか。そういう検討もプロジェクトの中で求められていて。残りの期間で研究しなければいけない課題です。

今井 技術的な課題と、社会実装に向けての課題、両方あるということですね。技術的なところは、いまやっている研究の延長線上にあると思いますけど、社会実装となるとコストの話も重要になる。どういうプレイヤーがいて、そのモニタリングシステム自体をどうモニタリングしていくかといったような、うまく座組をつくって値段

も安くしつつというところにも、たぶん力を入れていかないといけないんだなとあらためて思いました。光ファイバの配線って少しだけ特殊な技能が要るので、そのあたりも、もっと誰でもできるような状況になれば、工賃を下げることもつながると思う。機械の費用、材料の費用も下げつつ、工賃も下げて、みなさんが目指すものができるように、技術的ではないところでも一助になるというのが、僕の中ではすべきことだと思っています。それにしても、岸壁が数千もあるとは思いませんでした。

松村 小さなものも含めれば、実際にはもっと多いですよ。それも重要港湾とか国際拠点港湾とかいろいろな港格があって、どこから手をつけていくかということが問題になるわけです。地域ごとの港湾BCPなどにも、どこをハブ港湾にして緊急物資を輸送するかといったシナリオがありますので、そういうものを参考にしながら、優先順位の高いところからちゃんと運用が再開できるようにということを考えていかなければと思っています。

共にアイデアを出しながら 港湾特有の問題に挑む

松村 まずは一回、われわれの実験の地盤の中に、いまお持ちのものを入れているので、どれくらい測れるか一

緒にやってみるところが、共同研究の一応のスタートだと思っています。あとは配備計画ですね。既に河川や高速道路で大規模に配備した実績をお持ちなので、それを港湾に持ってきたとき、何が問題になって、どれくらいの規模になるかというのを、ちょっと試算していただけないかなというふうに考えています。

永谷 どこを測りたいかというイメージはだいたい共有できていますので、あとは、先ほど言ったようにどういう入れ方をするかがポイントに。光ファイバはケーブルなので、穴を開けたらスラットと入るといってもではなく、フニヤツとなってしまうので、例えばパイプのようなものに貼り付けるとか、そういう設置の仕方から検討する必要がありますね。あとは、どれくらい測れるかというのかという話で、なるべくその計測で護岸全体の健全性が判断できるようなアイデア出しをするのもポイントかなと。河川堤防とか高速道路の法面とか、結構あちこちでそういう話がありますから、例えばこういうことをやっていますという事例は提示できると思います。

今井 ケーブルはいろいろな種類があるので、施工的な観点からベストなものを選択しなければ。ちなみに通信の光ファイバと中身は一緒なので、くっつけることができるんですよ。つまり、離れた場所にある施設にある通信用のものと、矢板に付けた光ファイバを直接つなぐことも可能。そ

うすると、通信用の光ファイバを経由して、離れた場所から港湾設備を測ったりすることもできるようになります。これ、僕がやりたいことなんですけど。

永谷 まだ港湾に光ファイバを入れることがないので、われわれも港湾特有の条件で、たぶんまだまだわからないと思うんです。埋めるのはいいとして、地上の配線をどうするのかとか、そういう設備の計画というのが、実はミソかなというのがあります。あともう一つ、計測器をどこに置くのかという問題も。光を出して、戻ってくる光を分析する機械ですから、甚大な被害が出るかもしれない港湾に置いていいものなのか。そのあたりのリスク管理も、いまの話みたいに、例えばこう配線すれば10kmくらい離れた場所からでも港が見られますよ、なんていう提案はできるので、そういうアイデアづくりを一緒にやらせてもらえればと思います。

松村 地震の後に津波が来る想定だと、よけいに計測器を置く場所や、配線が大事になりますよね。そのあたりが港湾特有の問題かなと思います。

永谷 ただ、光ファイバのケーブルに関していえば、一般的なセンサと違って電気が流れているわけではないので、水をかぶっても壊れにくい。計測器さえ守れば、あとは断線さえしなければずっと測れますから、たぶん耐久性という点でも、こういう案件に対しては強いんだらうなと思うんです。だからニーズがたくさんある。インフ



ラつてものすごく湿気の高い場所が多いので、通常のセンサだと数年もたずに壊れてしまふんですよ。そこへいくと光ファイバは、羽田空港D滑走路でも15年くらい経っても問題なく測れているので、なかなかの実績になっていると思います。そこは期待できる場所ですね。

辻 実際に被災された港湾で、例えばもう鋼矢板が壊れていたり、後ろのタイロッドが壊れていたりというところあるなか、光ファイバで何がわかれればいいんだろうと考えたとき、総合的に、全部を見るのは難しいのかなと思つたのですが。

近藤 その港湾の中で地震直後に使える可能性が最も高い係留施設はどこなんだという話をしたい場合、必ずしもミリ単位で判定できるようにしておかなければいけないというわけではないと思うんです。例えば控え杭のところに入れた光ファイバでそちらの変形だけでもわかったら、逆に矢板の側の損傷が推定できる。こつちが測れなくてもこつちで変形量がざっくり出てくるみたいな話があれば、それはそれですごく助かるところがあるんじゃないかと思つたりしました。

辻 なるほど、いまのお話を聞いて、例えば矢板式なら計測点を5個くらい用意しておいて、そのうちいくつかでも測れたらいいのになって。優先順位をつけられるならいいなと思えますね。

光ファイバ神経網を活用 広く使われる技術を目指して

永谷 光ファイバの技術では、おそらく日本はまだ世界的にかなりのトップクラスにある。国土交通省さんが入れている光ファイバのケーブルだけでも結構な数になりますし、さらにNTTさんとかNEXCOさんとかもたくさん入れていますから、それこそ日本中に神経が張りめぐらされているようなイメージです。現在はすべて通信目的のそれを、もつと「痛みを感じるセンサ」にしようよというものが、今回のようなお話ですね。

今井 通信用の光ファイバケーブルって、100芯くらい入ってたりするんですけど、実際に通信で使っているのはそのうちいくつかだけで、残りは空いているんです。光が通っていないのでダークファイバーなどと呼んでいます。でも、もったいたくない？と。それを使って計測器をつなげれば、もうそこが測れるようになるので。技術的にはまったく問題なくできるんですよ。現時点では「規則的に難しいようですが、そこが変わってくれば、まさに全国の神経網をうまく活用できたりということになるのかなあ」と思っています。十分可能性はありますね。

永谷 昔と違って、インフラは一度造ったら、なるべく長く使いたしようという時代。造るインフラに神経みたいなものを入れてあげれば、地震などで大ケガしたときも当然わかりますけど、まずは健康状態がわかるようになるんじゃないかと。じゃあ、その神経をどこにどう通わせれば正しく機能させられるのか。そういったことが、一つの新しい建設技術になるだろうというのが、われわれの思っていることです。弊社だけができてみたぶんダメで、できればそれを、日本の建設技術になるようなレベルにしていかなきゃいけないと思つているので、こうやって共同研究などさせていたくなかで情報発信もして、みなさんやりましようよ！というふうに持っていきたい。たぶんそういうことをしないと、計測器などいろいろなものの値段が下がりにせんし、普及もしないと思うので。

大矢 僕らも、最終的にはマニュアル化して広く使ってもらうことを考えています。あと、いずれは技術基準に反映させて、重要な施設には必ず入れるような、一般的な技術に移行させるということが重要なことだと思つていて、いまやっていることは、回り回って最終的には現場で僕ら研究者を救うんですよ。そこに光ファイバのデータがあることで、迅速な利用可否判断が可能になる。そういうユーザーの視点から、あつて助かるものはほとんど頑張つて入れていきたいという思いで取り組んでいます。

永谷 設備投資の予算のことを考えると、既にある通信ケーブルを使うというアプローチが一番妥当。河川堤防や道路は監視カメラが全部つながつていて、情報も開示されていますが、

港湾はまだ空白地帯で、これからなんですよね。日常の港湾の運営・運用に役立つかがあれば設置も進むと思うのですが。

大矢 港湾も、コンテナターミナルのオペレーションなどを全部自動でやるような取り組みがあるので、そういうところで光ファイバを使つてもらえれば、それをそのまま使用できますよね。そういう機械系の技術と融合できると入りやすい。あとは、船舶の離着岸の自動化のような取り組みもあるので、矢板にも光ファイバを付けておいて、プラスチックを提案するよううなことができないかと思っています。

永谷 そういう、港の機能にも展開できるアイデアがあるといいですね。われわれも、港湾全体の機能といったことを、もう一回よく勉強する必要がありますなと感じました。

松村 どこかをモデル港湾にして、至るところに光ファイバを這わせ、いろんな計測をしてみたいというところができればいいですね。そもそも何を計測すればいいか、またちょっとわからないところもあるのでは。

今井 とりあえず何か測ってみると、そこから見えてくるものがすごくあるような気がします。そういう試みなんかも一緒にできたら、大変ありがたいですね。

大矢 やっぱ技術の実現可能性といったものを示していかないと。目標みたいなことにも取り組みつつ、基礎実験から着実に実績を積んでいくという、その両輪で進めていきたいと思っています。



CROSS LINE

国際交流レポート

洋上風力発電施設整備の技術課題に関する 学術セミナーを開催しました

2025年7月4日、港空研は国際圧入学会（IPA）（※）と共催で「洋上風力発電施設整備の技術課題と考察」をテーマとした学術セミナーを開催しました。

2050年のカーボンニュートラル実現に向け、再生可能エネルギーの導入が加速するなか、洋上風力発電はその安定性と発電出力規模の特性から、将来的に中核的な電源の一つとして期待されており、国内外で高い関心を集めています。こうしたなか、洋上風力発電施設の整備にあたっては、多様な地盤条件や環境負荷への配慮、施工や運用における効率性や安全性など、複合的な技術課題が存在しており、それらに対応する新たなアプローチの検討が求められています。

本セミナーは、技術的な課題の解決策を見出し、国内外の専門家間での知見共有を行い、研究開発の推進と将来的な導入目標達成に貢献することを目的として、国の関係機関を含む19の後援団体による支援のもと、広範な協力体制の中で開催されました。当日は、アメリカ、イギリス、オーストラリアなど日本を含む12か国から会場・オンライン合わせて約600名が参加しました。第1部のセミナーは、庄司るり海上・港湾・航空技術研究所理事長による開会挨拶から始まり、IPAのKenneth Gavin会長、港空研の鈴木高二朗特別研究主幹、加島寛章海洋利用研究グループ長、村田一城主任研究官がそれぞれ、洋上風力発電施設の整備に関する最新の研究成果・実務的課題・圧入技術の適用可能性などについて講演を行いました。参加者とも活発な議論が展開され、最後に河合弘泰港湾空港技術研究所長の閉会挨拶にて締めくくられました。第2部では、会場参加者を対象に「環境インテリジェント水槽」や「遠心模型実験装置」など港空研の研究施設見学も行われ、多様な実験設備や研究の取り組みの紹介を通じて、活発な意見交換が行われました。

産学官の連携による技術開発の促進と国際的な知見の共有に大きく貢献する場となり、ネットワーキングの場としても大きな成果を収めました。とくに、港空研の海洋インフラ・洋上風力技術センターが掲げる重点課題の一つである「洋上風力発電施設の波浪応答特性、基礎構造等に関する研究・技術支援」に役立つ内容が多く含まれており、本セミナーが今後の技術的挑戦と国際的な協働の一助となることが期待されます。

※ 国際圧入学会（International Press-in Association、IPA）は、地盤工学、環境工学、機械工学、施工技術、計測工学、といった圧入に関連する諸分野を融合した「圧入工学」を推進し、理論と実践を融合させながら、産学官の連携で地盤と構造物の相互作用のメカニズム解明に取り組む国際的な学術組織です。



参加者の皆さんと

～カムチャツカ半島付近を震源とする
地震にともなう津波警報発表時にも情報を発信～

波崎海洋研究施設から 情報発信しています

波崎海洋研究施設（茨城県神栖市波崎海岸）

2025年7月30日、ロシアのカムチャツカ半島付近を震源とするマグニチュード8.7の大規模な地震が発生しました。この地震により、日本列島では、北海道から和歌山県の太平洋沿岸に津波警報、北海道から沖縄にかけての太平洋側を中心に津波注意報が発表されました。

港空研では、テレビ局・新聞社合わせて10件近くの報道機関からの問い合わせに対し、津波実験動画の提供や解説などにより協力したほか、茨城県神栖市の波崎海岸（須田浜海岸）に所有する海の波・流れ・漂砂などを研究する施設「波崎海洋研究施設」において情報提供を行いました。

沿岸土砂管理研究グループでは、一般・地元への広報活動として、波崎海洋研究施設での研究活動の紹介や映像公開をX（旧Twitter）とYouTubeを通じて行っています。

今回の津波警報発表時においても、Xを通じて、海岸に近づかないよう安全を呼びかけるとともに、ナウファス（全国港湾海洋波浪情報網）（※）における「鹿島港 潮位実況 経時変化グラフ」（右図）のリンクを付けて、満潮の時刻と津波が重なると大きく水位が上昇することを発信しました。また、YouTubeで波崎海岸の様子をライブ配信している「砂浜ライブカメラ」でも津波の状況を公開しました。

「砂浜ライブカメラ」の同時視聴者数は、ピーク時で1000人を超え、地元の避難者や関心のある一般の方など多くの方にご覧いただきました。

今後も引き続き、研究活動に関する情報を発信するとともに、警報や注意報など気象情報発表時においては、防災関連の情報も発信していきます。

※ 国土交通省港湾局・各地方整備局・北海道開発局・沖縄総合事務局・国土技術政策総合研究所および港湾空港技術研究所の相互協力のもと構築・運営されている沿岸の波浪情報網。



ナウファス「鹿島港 潮位実況 経時変化グラフ」（2025年7月30日）
実際の水位（上）、通常の潮汐からの変化分（津波によるもの）（下）

出典：ナウファス（全国港湾海洋波浪情報網）
https://nowphas.mlit.go.jp/choui_graph/222/1/20250730

波崎海洋研究施設のX（旧Twitter）・YouTubeへのアクセスはこちら



X (旧Twitter) / 波崎海洋研究施設 (HORS)
https://x.com/HORS_Hasaki



YouTube / 波崎海洋研究施設
https://www.youtube.com/@HORS_Hasaki



研究者が解説します！

地震防災研究領域
地震動研究グループ
長坂陽介 主任研究官



港湾地域強震観測

日本の多くの港湾では、強い地震の揺れによって地盤や構造物がどのように揺れるかを観測する「強震観測」が行われており、まとめて「港湾地域強震観測」と呼ばれています。港湾地域強震観測の強震計はほとんどが国や自治体により設置されているもので、多くの関係機関の努力の下で観測が続けられています。港湾地域強震観測は1962年から始まり、強震観測の中では長い歴史を持ちます。1968年十勝沖地震による八戸港での記録は「八戸波」と呼ばれ、まだ大地震による揺れの記録がほとんどなかった時代の貴重な観測記録として有名です。2025年時点では、全国70港の167地点から成る大規模な観測ネットワークとなっています。

港湾で強震観測を行う大きな目的の1つは港での揺れを直接記録することです。地震による揺れは、地盤の状況によって大きく変わることが知られています。そのため、港での揺れを知るには港に地震計を設置して観測する必要があります。港での揺れが分かれば、もし大地震により被害が発生してしまったときにも適切な復旧や被害の分析に役に立ちます。令和6年能登半島地震では、金沢港での記録が被害の検討に使用されました。また、小さい揺れの記録からはその地点の揺れやすさを調べることができます。

港湾空港技術研究所は、強震計のモニタリングと、データの収集・解析・公開等を行うことで港湾地域強震観測に貢献しています。得られたデータは自動的に港空研に送られ、大きい揺れが得られたときには地震発生から10分程度で関係者に情報がメール配信されます。また、得られた地震記録はすべてウェブサイトで公開しており、研究や実務のために誰でも自由に利用することができます。大きな地震はまれにしか起きませんが、確実に記録を得るためには備えを怠らずに観測を維持することが重要です。

強震観測が行われている港

全国 **70** 港
167 地点

2025年時点
地図上では過去の観測地点を含む71港を表示



港湾地域強震観測ウェブサイト

<https://www.mlit.go.jp/kowan/kyosin/eq.htm>

本誌に関するご意見・ご感想などはこちらまで



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

Port and Airport Research Institute (PARI)

〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1

TEL : 046 (844) 5040

FAX : 046 (844) 5072

URL : <https://www.pari.go.jp>

