



絶え間なく水を流し、さまざまな水理実験を支える高速循環水路実験装置



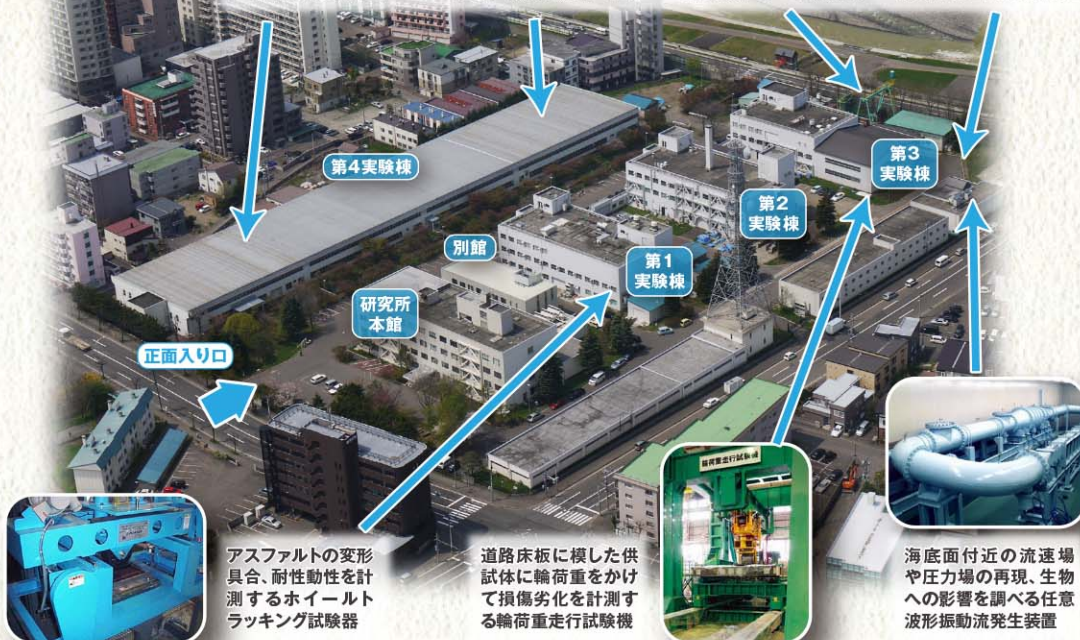
多方向から波浪を発生させ三次元的に再現する多方向造波大水深平面水槽



供試体に載荷をかけて構造物の耐力や疲労試験を行う油圧サーボ試験機



最大50Gの遠心加速度をかけて変形や破壊挙動試験を行う遠心力載荷装置



アスファルトの変形具合、耐性動性を計測するホイールラッキング試験器

道路床板に模した供試体に輪荷重をかけて損傷劣化を計測する輪荷重走行試験機



海底面付近の流速場や圧力場の再現、生物への影響を調べる任意波形振動流発生装置

ぼっかいどう学新聞

第14号
2024 春号



積雪寒冷地の土木技術を拓く (国研) 土木研究所 寒地土木研究所



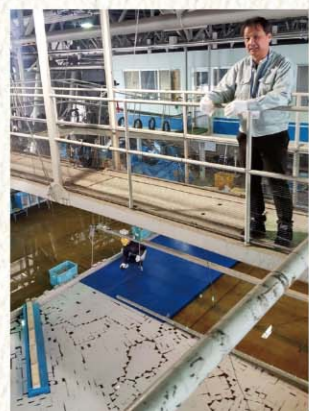
精鋭揃いの研究者を率いる竹内所長。寒地土研は2023年だけで土木学会、日本道路会議、日本雪工学会、寒地技術シンポジウムなど7学会の受賞を誇る

日本唯一の機関

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所は、わが国で唯一の積雪寒冷地に特化した土木技術の試験研究機関だ。積雪寒冷地は、北海道のみならず東北、北陸、中国地方まで、国土の半分に相当する広大な地域に及ぶ。目こぼしにされる光景の背後にある研究をたどりながら、私たちの生活の安全を支え、地域の発展に貢献する同研究所の理念を探った。

「積雪寒冷地では、物が凍らない地域とは明らかに違う技術が必要です。凍害による社会基盤施設の劣化や損傷、豪雪や地吹雪による交通障害の発生...」
所長の竹内正信さんはこう語る。
「積雪寒冷地では、物が凍らない地域とは明らかに違う技術が必要です。凍害による社会基盤施設の劣化や損傷、豪雪や地吹雪による交通障害の発生...」
その課題に挑むのが、次のページに示す15チームだ。寒地土研の研究者は、それぞれ工学部、理学部、農学部、水産学部出身と、幅広いバックボーンを持つ170人になる。しかもそのうち57人もが博士号の取得者というから驚くばかりだ。俊英たちを束ねる竹内さんは、こう力説する。「しかし、優れた研究をすることだけが寒地土研の任務ではありません。研究の成果が現場でどう使われるか、社会に生かされるか。つまり、社会に還元することが任務です。『論文を書いて終わり』と思わないでほしい」とももっています。

一つ目は、高速道路の暫定2車線区間の道路中央でよく目にする防護柵だ。竹内さんいわく「正面



オホーツク海沿岸では、流水の時期

治水の面で注目されているのが水田の貯水力を利用する「田んぼダム」である。「水田をどうコントロールすると、どう効果を発揮するのか。効き目を定量的に評価するのは難しいのですが、挑戦しています」と竹内さん。漁業資源の減少という水産業の課題を土木技術で解決しようと、漁港でナマコを育てる研究も行われている。漁港内の海水の動きが再現できる実験装置を使って、捕食者からナマコ種苗を守る構造物である「ナマコのゆりかご」を開発した。ナマコは中華の高級食材で、漁港内で育成できれば遠く



「ナマコのゆりかご」の説明をする森健二さん。ナマコの新たな捕食者を世界で初めて発見もした。

津波によって防波堤の先端にできる渦と流水の挙動を究める木岡 信治さん。

オホーツク海沿岸では、流水の時期は、津波が来ると、海水だけの津波より破壊力が大きく、甚大な被害をもたらす。昭和27年(1952年)の十勝沖地震では、流水を巻き込んだ津波が建物や壊した。流水津波にどう対処すればいいのか。水の模型を浮かべた平面水槽に波を起こす実験では、防波堤の先端部に渦が発生し、流水が衝突する様子が解析されている。この研究に携わる研究員は、北海道の津波対策委員会の委員に就任し、専門的見地からアドバイスを行っている。

寒地土研は札幌の研究所のみならず、各地に大規模な試験設備も有している。竹内さんによると「苦小牧には自動車の衝突実験を行える試験道路があり、民間企業の車両試験にも使っている。十勝川には、北海道開発局の施設として実物大の堤防、護岸などを備えた水路もあります。河川の研究は複雑な条件が関係します。複雑であればあるほど、実物大で実験を行う意味があるのです」。一級河川の真ん中にある実物大の実験施設は世界でも例がないそう。物理的な規模のみならず、時間的な規模も桁はずれだ。コンクリートはセメントの化学反応が進んで徐々に強くなる性質があるが、実際の寒冷環境下では劣化も進むため長期的な耐久性は不明な点が多い。そこで、撤去した初代十勝大橋の橋桁の

津波が来ると、海水だけの津波より破壊力が大きく、甚大な被害をもたらす。昭和27年(1952年)の十勝沖地震では、流水を巻き込んだ津波が建物や壊した。流水津波にどう対処すればいいのか。水の模型を浮かべた平面水槽に波を起こす実験では、防波堤の先端部に渦が発生し、流水が衝突する様子が解析されている。この研究に携わる研究員は、北海道の津波対策委員会の委員に就任し、専門的見地からアドバイスを行っている。

今年7月に世界40カ国・地域の気候変動の専門家が一堂に会する「全球エネルギー・水環境プロジェクト国際会議」が札幌で開催される。2016年の台風による水害後、北海道では官民が連携し、将来の気象予測に基づいた防災体制が構築されたことが注目され、開催地に選ばれた。北海道のような高緯度地域では気候変動の度合いが大きい。過去のデータのみならず、予測が必須ということで、全国に先駆け

一部を風雪に曝して西暦2146年まで調べる研究が継続している。「強みは、もともと北海道開発局と同じ組織だったことから関係が密で、フィードバックしやすいこと」と竹内さん。たとえば開発局の事業である国道の除雪は、今後、担い手不足で運転も機械操作も1人でこなすことが求められるが、それを補助するシステムの開発は、事業実施者との情報共有とコミュニケーションが不可欠だ。かつて北海道開発局には建設機械工作所があり、除雪機械開発の中核を担っていた。道路除雪用の大型機械は、需要が道路管理者に限られていたからだ。「除雪の歴史は除雪機械の歴史」と言われるが、寒地土研は機械開発そのものを公が担っていた歴史の継承者でもある。

このように積雪寒冷地の困難を乗り越えるために生み出された技術が、全国の道路に生かされている。一方、積雪寒冷地に重くのしかかる凍結路面の滑りやすさを把握することは、事故防止、路面管理に役立つ。寒地土研が開発した「連続路面すべり抵抗値計測装置」は、牽引車の進行方向に対して1〜2度傾けて取り付けられた計測輪によって連続的に路面のすべり摩擦係数を測定できるもの。従来は専用輪をロックして摩擦を換算していたが、タイヤのすり減りがひどく2〜3回しか計測できなかった。一方、こちらは数千kmも持つという。

気象変動を見すえて

子どもたちに「コ」を伝えたい

- 日本の大問題の一つは、「理工系分野への大学進学者が少ない」ということです。トップのドイツ40%、2位の韓国34%にはるかに及ばず、我が国はわずか17%。OECD加盟国35か国中34位となっています。世界では理数系の大切さが強く認識される時代となっている中、これはとても不安な数字です。本号の特集に関心を持ってくれる先生や子どもがいることを願うばかりです。
- 水の三態変化は、小学校4年生の学習。「水が凍れば体積が増える」と学びます。しかし、それが自分の生活とどうつながっているのか学ばれているのでしょうか。雪解け時期の道路の穴ぼこがそこにつながっていることは大人も知らないのではないのでしょうか。気温0℃未満の真冬日が多い北海道。この寒さの中でインフラがその役目を果たし続けられるよう技術開発が営々と続けられていることを子どもたちにぜひ教えてあげたいですね。
- 5年生社会科では、「暮らしを支える情報」について学びます。本号で紹介されている「北の道ナビ」「3D浸水ハザードマップ作成技術」などを取り上げることも面白そうです。防災にもつながる重要情報がたくさん発信されていること、その裏側にある、人々の知恵と汗を多くの子どもたちに伝えたいですね。

理事長:新保 元康 (元札幌市立小学校校長、専門は社会科)



多様な課題に挑む 15チーム

寒地土研の研究体制

寒地基礎技術研究グループ

❶ 寒地構造チーム 積雪寒冷下での道路構造物、落石防護施設、橋梁耐震など寒冷地インフラの課題を解決する。

❷ 寒地地盤チーム 泥炭などの軟弱地盤における道路盛土の耐震性、凍上・凍結融解に強い構造物の研究を行う。

❸ 防災地質チーム 道路沿い斜面の落石や雪崩などの調査手法、土中の重金属の環境安全性評価に取り組む。

特別研究監

❹ 地域景観チーム 景観の観点から地域の魅力を発信できるインフラを実現。「道の駅」設置相談にも対応する。

寒地水圏研究グループ

❶ 寒地河川チーム 河川に関する自然現象を解明し、堤防など河川構造物の安全性確保、防災減災の技術を開発する。

❷ 水環境保全チーム 気象変動を考慮した水管理、土砂管理、生物生態環境保全に取り組み、河川環境を守る。

❸ 寒冷沿岸域チーム 気象変動や津波に対して防波堤や津波避難施設の強靱化を研究し、防災・減災を目指す。

❹ 水産土木チーム 防波堤に守られた漁港の特徴を活かし生物の生態環境を改善し、水産資源生産力向上を目指す。

寒地道路研究グループ

❶ 寒地交通チーム 凍結路面、除排雪など道路の維持管理、積雪寒冷地の道路構造、交通安全に資する研究を行う。

❷ 雪氷チーム 道路での吹雪、雪崩、大雪災害に対応する防災・減災技術を開発する。吹雪の視界情報も発信。

寒地保全技術研究グループ

❶ 耐寒材料チーム コンクリート構造物の凍害などによる劣化に対する維持管理技術を開発。高耐久化を目指す。

❷ 寒地道路保全チーム 低温、凍上、凍結融解などに対応する舗装の設計、施工、維持修繕技術を確認し、冬期路面対策を推進する。

寒地農業基盤研究グループ

❶ 資源保全チーム 土壌保全、農業資源に資する研究を行う。大区画化などに向け、泥炭沈下や地下湛滞に対応する。

❷ 水利基盤チーム 頭首工や農業用管路などの維持管理、減災、土砂流出に対応する農業土木技術を開発。

技術開発調整監

❶ 寒地機械技術チーム 除雪・土木機械施工および設備を通して、気象変動・担い手不足などの現場課題に取り組む。

❷ 寒地技術推進室 開発した技術の普及、イベントや講演会などの企画・運営、技術相談の受付、知的財産の管理などを行っている。



試験道路で行われたワイヤロープ防護柵の実験。平成30年度国土技術開発賞優秀賞、平成30年度土木学会技術開発賞を受賞。特許も取得している。写真提供=寒地土研



北広島市に設置されている環状交差点。写真提供=寒地土研



耐久性が大幅アップした「すべり抵抗値計測器」について解説する齊田 光さん。

このように積雪寒冷地の困難を乗り越えるために生み出された技術が、全国の道路に生かされている。一方、積雪寒冷地に重くのしかかる凍結路面の滑りやすさを把握することは、事故防止、路面管理に役立つ。寒地土研が開発した「連続路面すべり抵抗値計測装置」は、牽引車の進行方向に対して1〜2度傾けて取り付けられた計測輪によって連続的に路面のすべり摩擦係数を測定できるもの。従来は専用輪をロックして摩擦を換算していたが、タイヤのすり減りがひどく2〜3回しか計測できなかった。一方、こちらは数千kmも持つという。

「視程障害計測車」は、道路上を移動しながら詳細な吹雪情報を観測できる車両だ。防雪林・防雪柵の効果や、視程障害が発生しやすい道路構造がわかるという。また、視程障害が起きた際のドライバーのハンドルの踏み方を記録できる。水害への対応としては、浸水状況をGoogleEarthなどに表示する「3D浸水ハザードマップ作成技術」を公開した。住民はもちろん外国人や観光客にもわかりやすいハザードマップで、氾濫計算データがあれば無料で作成できるよう、作成マニュアルも公開している。

こうした貴重なデータをインプットする一方、アウトプットの面でも画期的な取り組みがある。吹雪の視程障害について24時間後までの予測を、ウェブサイトで「北の道ナビ」吹雪の視界情報」で発信しているのだ。1000m以上先が見える「視界良好」から100m先も見えない「著しい視界不良」まで5段階で予測し、吹雪の予報が出た時などは1日に数万人もの道路ユーザーがアクセスしている。

データをもとに予測・発信

こうした貴重なデータをインプットする一方、アウトプットの面でも画期的な取り組みがある。吹雪の視程障害について24時間後までの予測を、ウェブサイトで「北の道ナビ」吹雪の視界情報」で発信しているのだ。1000m以上先が見える「視界良好」から100m先も見えない「著しい視界不良」まで5段階で予測し、吹雪の予報が出た時などは1日に数万人もの道路ユーザーがアクセスしている。

ンクリートなどの土木材料について、製造時に二酸化炭素排出量が少なく、すす素材の研究も進む。

「道の駅」の設置や運営についての相談も受け、安平町、上士幌町など多数の「道の駅」でコンセプト作りを支援したほか、国内外40駅以上で技術指導を行った。

さらに、各地で民間や自治体の技術者などに向けたセミナーを開いたり、研究力をつけたいという建設会社やコンサルタント会社の社員を交流研究員や依頼研修員として受け入れている。

海外の研究機関との交流も盛んで、中国、スウェーデン、ロシア、アメリカ、カナダ、インドネシアの大学や国立の研究機関と研究協定を結び、積雪寒冷という気象条件に起因するさまざまな課題の解決や、北海道と東南アジアに多く分布する泥炭性軟弱地盤対策に協力して取り組んでいる。(二社)北海道開発技術センターと共に道路に関する日本と中国の研究も行っている。その守備範囲の広さと深さには圧倒されるばかりだ。土木工学は英語でCivil Engineering。つまり市民社会のためのテクノロジーだ。積雪寒冷の厳しい条件のもとで社会を築いてきた北の土木技術。時代が求める課題を先手、先手でとらえて解決していくため、寒地土研は休むことなく前進し続ける。

文/北室 かず子

ほっかいどう学 前進中!

子どもの頭の回転力を上げる授業を目指して

今年度で4年目を迎える「上川みち学習プロジェクト」の活動を紹介します。同プロジェクトでは、上川チーム、旭川チームに分かれ、授業、教材開発を進めています。

旭川チームでは、昨年に続き、社会科単元「自然災害を防ぐ」で活用できる教材を想定し、議論を重ねました。昨年1月には、完成した「雪害」「火山災害」「水害」に関する動画クリップ(90秒程度)を活用し、旭川市立千代田小学校の5年生を対象に2つのトライアル授業が実施されました。全6本の動画を活用して、どの災害を学ぶかを、子どもが自由に選択する、という新しい授業スタイルにもチャレンジ。自分の興味・関心に応じて主体的に学ぶ児童の姿が見られました。

上川チームでは、単元、学年を問わず活用できる動画教材をコンセプトに、「道路標識」、「除雪機械の種類と役割」、「道路の種類」に関する動画クリップを作成中です。普段なかなか見ることができない除雪機械の貴重なアングルを収録した動画もあり、子どもたちの反応が楽しみです。

このように、子どもが自ら選択した主体的な学びや、わくわくする動画を教材に活用することを通して「子どもの頭の回転力を上げる授業」への取り組みが進んでいます。

ほっかいどう学の推進に向けて、動画作成にご尽力いただいたプロジェクトメンバーの先生方、貴重な資料をご提供いただいた開発局の皆様、本当にありがとうございました!



旭川チームによる災害を学ぶ動画クリップ



▶トライアル授業における児童の様子

▶上川チームによる除雪機械に関する動画クリップ

※最近の活動の様子は、ほっかいどう学HP(QRコード)からご覧ください。▶

会員募集中 一緒に「ほっかいどう学」を創りましょう!

ほっかいどう学を応援してくださる皆さま、ぜひ、当法人へのご入会をご検討ください。会員の皆さまには、この「ほっかいどう学新聞」を郵送でお届けするとともに、各種情報(セミナーやインフラツアー開催案内等)をメールにて最速でお知らせします。ご入会の案内は右のQRコードよりご覧いただけます。

