

第1章. 研究開発成果の最大化

土木研究所は、第4期中長期目標において、国土交通大臣および農林水産大臣から、将来も見据えつつ社会的要請の高い課題に重点的・集中的に対応する研究開発に取り組むことが指示されている。

また研究開発にあたっては、研究開発課題と研究開発以外の手段（技術の指導や成果の普及等）を必要に応じてまとめた研究開発プログラムを構成して、これを効果的かつ効率的に進めることが求められている。

そこで土木研究所では、上記の要素に、我が国の土木技術の高度化や良質な社会資本整備及び北海道の開発を推進する上での課題解決に必要となる基礎的・先導的な研究開発ならびに長期的な視点を踏まえた萌芽的研究を加え、表-1に示す17の研究開発プログラムを構成した。また、これらの研究開発プログラムを効果的かつ効率的に推進することにより、研究開発成果の最大化を図ることとした。

表-1 第4期中長期計画の17の研究開発プログラム

| 3つの目標 | 研究開発プログラム |
|-------------------------|---|
| 1. 安全・安心な社会の実現への貢献 | (1) 近年顕在化・極端化してきた水災害に対する防災施設設計技術の開発 |
| | (2) 国内外で頻発、激甚化する水災害に対するリスクマネジメント支援技術の開発 |
| | (3) 突発的な自然現象による土砂災害の防災・減災技術の開発 |
| | (4) インフラ施設の地震レジリエンス強化のための耐震技術の開発 |
| | (5) 極端気象がもたらす雪氷災害の被害軽減のための技術の開発 |
| 2. 社会資本の戦略的な維持管理・更新への貢献 | (6) メンテナンスサイクルの効率化・信頼性向上に関する研究 |
| | (7) 社会インフラの長寿命化と維持管理の効率化を目指した更新・新設に関する研究 |
| | (8) 凍害・複合劣化等を受けるインフラの維持管理・更新に関する研究 |
| 3. 持続可能で活力ある社会の実現への貢献 | (9) 持続可能な建設リサイクルのための社会インフラ建設技術の開発 |
| | (10) 下水道施設を核とした資源・エネルギー有効利用に関する研究 |
| | (11) 治水と環境が両立した持続可能な河道管理技術の開発 |
| | (12) 流砂系における持続可能な土砂管理技術の開発 |
| | (13) 地域の水利用と水生生態系の保全のための水質管理技術の開発 |
| | (14) 安全で信頼性の高い冬期道路交通サービスの確保に関する研究 |
| | (15) 魅力ある地域づくりのためのインフラの景観向上と活用に関する研究 |
| | (16) 食料供給力強化に貢献する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備・保全管理に関する研究 |
| | (17) 食料供給力強化に貢献する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究 |

第1節 安全・安心な社会の実現への貢献

土木研究所の評価は、中長期目標策定時に設定された評価軸（※1）を基本とし、評価・評定の基準として取り扱う指標（評価指標）と、正確な事実を把握するために必要な指標（モニタリング指標）により行われる（※2）。中長期目標に示されている本節の評価軸・評価指標、および評価指標に対する目標値およびモニタリング指標は以下のとおりである。

- （※1）「独立行政法人の目標の策定に関する指針」（総務省 平成26年9月）
 （※2）「独立行政法人の評価に関する指針」（総務省 平成26年9月）

■評価指標

表-1.1.1 第1章第1節の評価指標および目標値

| 評価軸 | 評価指標 | 目標値 | 令和3年度 |
|--|--|----------|--------|
| 成果・取組が国の方針や社会のニーズに適合しているか | 研究開発プログラムに対する研究評価での評価・進捗確認 ※土木研究所に設置された評価委員会により、妥当性の観点、時間的観点、社会的・経済的観点について評価軸を元に研究開発プログラムの評価・進捗確認。災害対応への支援、成果の社会への還元、国際貢献等も勘案し、総合的な評価を行う。 | B以上 | A |
| 成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか | | | A |
| 成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか | | | A |
| 成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか | | | A |
| 行政への技術的支援（政策の企画立案や技術基準策定等を含む）が十分に行われているか | 技術的支援件数 | 1,160件以上 | 595 |
| 研究成果の普及を推進しているか | 査読付論文の発表件数 | 140件以上 | 88 |
| 社会に向けて、研究・開発の成果や取組の科学技術的意義や社会経済的価値を分かりやすく説明し、社会から理解を得ていく取組を積極的に推進しているか | 講演会等の来場者数 | 1,240人以上 | 2,590 |
| | 一般公開開催数（※①） | 5回以上 | 2回（※②） |
| 土木技術による国際貢献がなされているか | 海外への派遣依頼 | 70件以上 | 0 |
| | 研修受講者数 | 210人以上 | 46 |
| | 修士・博士修了者数 | 10人以上 | 10 |
| 国内外の大学・民間事業者・研究機関との連携・協力等、効果的かつ効率的な研究開発の推進に向けた取組が適切かつ十分であるか | 共同研究参加者数 | 60者以上 | 20 |

（※①）土木研究所が主催する行事の一環として、研究施設を一般市民に公開した回数
 （※②）新型コロナウイルス感染拡大防止等のため「千島桜一般開放」及び「土木の日一般公開」を除き中止

■ モニタリング指標

表 - 1.1.2 第1章第1節のモニタリング指標

| 評価軸 | モニタリング指標 | |
|--|--------------------------|-------------|
| 行政への技術的支援(政策の企画立案や技術基準策定等を含む)が十分に行われているか | 災害派遣数(人・日) | 71 |
| 社会に向けて、研究・開発の成果や取組の科学技術的意義や社会経済的価値を分かりやすく説明し、社会から理解を得ていく取組を積極的に推進しているか | 講演会等の開催数(回) | 4 |
| | 技術展示等出展数(件) | 7 |
| | 通年の施設公開見学者数(人)(※①) | 805 (※②) |
| 土木技術による国際貢献がなされているか | ICHARMのNewsLetter発行回数(回) | 4 |
| 国内外の大学・民間事業者・研究機関との連携・協力等、効果的かつ効率的な研究開発の推進に向けた取組が適切かつ十分であるか | 研究協力協定数(件) | 4 |
| | 交流研究員受入人数(人) | 18 |
| | 競争的資金等の獲得件数(件) | 27 |

(※①) 年間を通じて、一般の方々が施設見学した人数

(※②) 新型コロナウイルス感染拡大防止策を講じたうえで人数を限定して実施

■外部評価委員会で評価された主要な成果・取組

表 - 1.1.3 第1章第1節の主要な成果・取組

| 評価軸 | 令和3年度の主要な成果・取組 |
|---|---|
| <p>成果・取組が 国の方針や 社会のニーズに 適合しているか</p> | <p>研究開発プログラム(1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CCTV 画像による堤防河岸変状アラートシステムを構築、国土交通省北海道開発局管内 33 箇所で試験運用を開始。水害時に堤防河岸変状箇所を瞬時に確認することが可能となり、治水安全度向上に貢献。 ・ 令和3年月および令和3年8月豪雨による堤防決壊箇所等について、現地調査の実施、堤防調査委員会への参画等により、研究成果を活用した技術支援・指導を行い、復旧工法に反映。 <p>研究開発プログラム(2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 仮想洪水体験システムのリアリティ向上のため、阿賀町、熊本市で住民に試作 VR を体験していただき意見を踏まえ改良。 <p>研究開発プログラム(3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ BIM/CIM モデルに地形・地質分析レイヤー等を追加する手法を提案し、カラー点群による土砂移動後の状況とあわせて発生原因の分析、応急対策工の検討等への活用を可能とし、令和3年度の災害での迅速な対応に貢献。改良した BIM/CIM の活用手法は、国土交通省「インフラ分野 DX 推進本部」アクションプランに位置づけられる「遠隔による災害時の技術支援」に貢献。 ・ 降灰厚分布シミュレーションを用いた感度分析を行い、現地調査結果（粒度分布）を入手できると推定精度向上することを確認。噴火時に自治体等が市民生活の安全確保のために行う判断の迅速化に貢献。 ・ 土石流発生・流下・氾濫を一体化させた数値計算手法は、土石流氾濫範囲を迅速に推定可能とし、噴火の経過等に伴う住民の避難エリアの拡大・縮小の設定や、緊急対策の工法・施工箇所の円滑な決定に貢献。 ・ 国土交通省の地すべり災害発生データと地すべり地形の地形情報（傾斜・曲率等）から、地すべり災害の発生可能性を評価するディープラーニングモデルのプロトタイプを開発、土砂災害対策の推進に貢献。 <p>研究開発プログラム(4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 過年度に提案した崩壊シナリオデザイン設計法の考え方を具体的な構造として実現するため、耐力階層化鉄筋を用いた橋脚の模型を作成し、載荷実験を通じて有効性を確認。道路橋を構成する各部材の耐力階層化とこれに伴う損傷制御が可能となり、緊急輸送路の早期解放を目標とする国の方針に合致。 <p>研究開発プログラム(5)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 副防雪柵に替わる新たな対策工法（斜行柵群等）を提案し、各対策工法の条件に応じた急変緩和効果を整理、技術資料（案）を作成。行政が活用することで吹雪災害の被害軽減という国の方針や社会ニーズに対応。 ・ 防雪性能が低下した防雪林に対する維持管理手法を提案し、技術資料（案）を作成。行政が活用することで吹雪災害の被害軽減という国の方針や社会ニーズに対応。 ・ 北海道開発局等が推進している「i-Snow」において、除雪車運行支援に関する研究成果を反映させ、視程障害時に作業する除雪車の性能向上に寄与。 ・ 極端な暴風雪、大雪の発生頻度と地域性の変化を解明し、交通障害や通行規制の頻度に着目したハザードマップを作成、将来的な暴風雪や大雪時のタイムライン作成や地域の防災計画策定活用貢献 |

| 評価軸 | 令和3年度の主要な成果・取組 |
|---------------------------------------|---|
| <p>成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか</p> | <p>研究開発プログラム(2)</p> <ul style="list-style-type: none"> 令和2年から新型コロナウイルスの世界的流行が水害対応にも影響を及ぼす中、水害対応における知見を集約した「水害対応ヒヤリ・ハット事例集（自治体編、新型コロナ対策編）」について、国連会合や国際学会で多くの発表依頼があり、高い評価。 <p>研究開発プログラム(3)</p> <ul style="list-style-type: none"> 土木研究所でとりまとめた「地すべり災害対応の BIM/CIM モデルに関する技術資料」は、令和3年6月に国土交通省砂防部から地方整備局・都道府県に通知、全国の災害現場において対応策の検討や住民避難判断の有力な資料として活用。 <p>研究開発プログラム(4)</p> <ul style="list-style-type: none"> 斜面上の基礎の設置位置、構造に関する研究成果を「斜面上の深礎基礎設計・施工便覧」（令和3年）の改定に反映。丘陵・山地部の基礎の安全性向上に貢献。 <p>研究開発プログラム(5)</p> <ul style="list-style-type: none"> 吹雪の視界情報のツイッターフォロワー数が令和元年開始時の6.4倍となり、特に暴風雪発生が予測される時にタイムリーに情報提供することで、吹雪回避の行動判断の支援に顕著に貢献。 「i-Snow」において、障害物の多い実除雪現場での実証実験の際、除雪車の安全確認に必要な後方車両検知技術が必要とされたのに対応して、研究成果であるミリ波レーダによる後方車両探知ガイダンスを開発・提供し、プロジェクト推進にタイムリーに貢献。 |
| <p>成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか</p> | <p>研究開発プログラム(2)</p> <ul style="list-style-type: none"> 雨量観測網等が乏しく降雨データ確保が困難な途上国等において、全球的に利用可能な衛星降雨データを地上雨量計で補正する手法を適用、既開発のWEB-RRIによりフィリピン・ダバオ川流域を対象にリアルタイム洪水モニタリングシステムを構築。 <p>研究開発プログラム(3)</p> <ul style="list-style-type: none"> 開発した土石流発生・流下・氾濫を一体化させた土石流数値解析法とプログラムは、土石流氾濫範囲を迅速に推定可能とし、噴火の経過等に伴う住民の避難エリアの拡大・縮小の設定、また、緊急対策の工法・施工箇所の円滑な決定に貢献。 <p>研究開発プログラム(4)</p> <ul style="list-style-type: none"> 崩壊シナリオデザイン設計法の考えを実現化した構造が現場に適用されることにより、橋梁が地震による超過外力を受けたとしても被害を最小化し早期復旧に寄与。 地震後の堤防機能と亀裂・ゆるみの影響や、これらに対する液状化対策（震前対策）、応急復旧の効果に関する知見は、河川堤防の合理的な耐震性能評価、地震後の対応を行う上で重要であり、地震後の洪水に備えるための河川堤防の早期復旧に貢献。 <p>研究開発プログラム(5)</p> <ul style="list-style-type: none"> 吹雪による視程障害予測を引き続き行い、改良した吹雪視程推定アルゴリズムにより「吹雪の視界情報（青森県版）」を構築し、吹雪予測情報を提供。ドライバーが暴風雪に巻き込まれたり、冬型事故が発生するのを未然に防ぎ、安全・安心な社会の実現に貢献。 暴風雪時に吹雪予測情報を提供し、多くのドライバーに利用してもらうことで吹雪回避の行動判断を支援し、安全・安心な社会の実現に貢献。 |

| 評価軸 | 令和3年度の主要な成果・取組 |
|------------------------------------|---|
| <p>成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか</p> | <p>研究開発プログラム(1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 自走式静的貫入試験装置により、これまで簡便な手法では困難であった地盤の静的貫入強度を高精度・高分解能で取得、詳細な地盤構造を短時間で把握でき、現場実装可能なことを現地実証試験により確認。 <p>研究開発プログラム(3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 土石流発生・流下・氾濫を一体化させた土石流の数値計算手法の開発プログラムをソースコードとともにとりまとめたことから、汎用的にこのプログラムの活用が可能となり、氾濫範囲推定の迅速化、省力化に貢献。 ・ 改良した地すべり災害対応の BIM/CIM モデルは、遠隔地間での情報共有、災害対応関係者の状況把握を容易とし、遠隔地からの初動の技術支援による対応の迅速化、現地調査や打ち合わせの省力化、低コスト化に貢献。 ・ 「空中写真から作成した地形モデルを活用した斜面調査マニュアル(案)」をとりまとめて公開、「写真計測技術を活用した斜面点検マニュアル(案)」を改訂し公開、点検業務にあたる熟練現場技術者が減少するなかで効率的な点検に貢献。 ・ これまでの研究成果をまとめた「無人化施工マニュアル」を作成、各地方整備局、施工業者などに展開。災害発生時および通常施工時の無人化施工を効率よく運用することに貢献。 <p>研究開発プログラム(4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化時の土の要素挙動のモデル化手法は、耐震性評価の精度を向上させ効率的かつ効果的に耐震補強事業を進めることが可能となり、液状化対策事業の生産性向上に貢献。 <p>研究開発プログラム(5)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 車線走行支援ガイダンスおよび前方障害物探知ガイダンスの基本仕様をとりまとめ、暴風雪時における除雪作業の安全性が向上することを確認。これより除雪作業の生産性向上に寄与。 ・ 「i-Snow」において、研究成果である周辺探知技術を活用した後方車両探知ガイダンスを提供、実証実験に貢献。除雪作業の生産性・安全性向上に寄与。 |

■内部評価および外部評価委員会での評価結果

表 - 1.1.4 内部評価および外部評価委員会での評価結果

| 評価軸 | 研究開発プログラム | 内部評価 | 外部評価委員会分科会 | 外部評価委員会 |
|--------------------------------|-----------|------|------------|---------|
| 成果・取組が国の方針や社会のニーズに適合しているか | (1) | A | A | A |
| | (2) | A | A | |
| | (3) | S | S | |
| | (4) | A | A | |
| | (5) | A | A | |
| 成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか | (1) | B | B | A |
| | (2) | A | A | |
| | (3) | A | A | |
| | (4) | A | A | |
| | (5) | B | A | |
| 成果・取組が社会的価値の創出に貢献するものであるか | (1) | B | B | A |
| | (2) | A | A | |
| | (3) | A | A | |
| | (4) | A | A | |
| | (5) | A | A | |
| 成果・取組が生産性向上の観点からも貢献するものであるか | (1) | A | A | A |
| | (2) | B | B | |
| | (3) | A | A | |
| | (4) | B | B | |
| | (5) | A | A | |

①研究開発プログラムの実施

1. 近年顕在化・極端化してきた水災害に対する防災施設設計技術の開発

■ 目的

近年、気候変動が原因と思われる降雨の局地化・集中化・激甚化により、施設の能力を上回る外力を伴った洪水が頻発しており、越水や浸透による堤防破壊、高速流による河川構造物の破壊が起きている（図-1、2）。また、2011年東日本大震災を契機として、津波災害への取り組みが喫緊の課題となっている（図-3）。さらに、沿岸域施設においては、気候変動に伴い強力な台風並みに発達した低気圧の頻発が予想されているが、この低気圧によって引き起こされる波浪の強大化など、海象の変化に対応する技術も求められている（図-4）。

しかしながら、こうした最大クラスの外力や衝撃的な破壊に対し粘り強さを高める技術などの研究はあまり進んでいない。このため、本研究では、気候変動に伴い近年新たなステージに入った水災害や巨大地震津波に対して、最大クラスの災害外力や衝撃破壊的な災害外力を考慮した、被害軽減のためのハード対策技術を開発する。

■ 達成目標

- ① 侵食等に対する河川堤防等の評価・強化技術の開発
- ② 浸透に対する堤防の安全性評価技術、調査技術の開発
- ③ 津波が構造物に与える影響の評価及び設計法の開発
- ④ 気候変動に伴う海象変化に対応した技術の開発

■ 貢献

- 施設能力を上回る洪水や津波へのハード対策技術の開発、さらには堤防の安全性評価技術や調査技術の開発により、水災害に対する被害軽減に貢献する。
- 開発した調査手法や数値解析手法等の普及により、膨大な延長を有する堤防の要対策箇所の抽出や対策工の検討、構造物の予備検討・実施設計において生産性向上に貢献する。
- 流域の生産拠点等における水災害に対するリスク低減により「社会のベース」の生産性向上に貢献する。
- 開発した技術の発展途上国や津波被災国等への普及により国際貢献に資する。



図-1 石狩川水系空知川の破堤状況（平成28年8月）

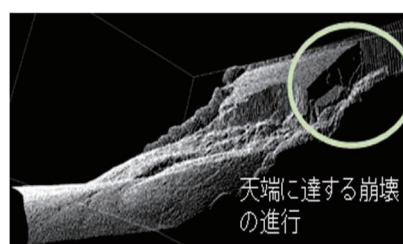


図-2 浸透模型実験で確認された堤防崩壊の進行
天端に達する崩壊の進行



図-3 河川津波遡上実験による構造物への影響把握



図-4 高潮・高波による被災リスクの増大

■ 令和3年度に得られた成果・取組の概要

① 侵食等に対する河川堤防等の評価・強化技術の開発

越水発生から堤防決壊までの時間を引き延ばすことを目的として、シートによって堤防裏法部等を被覆する水防工法を開発するための水理模型実験を行い、シートの設置時間の短縮と堤防侵食抑制効果が両立する工法を開発した。実験により、シートの法長方向の繋ぎ目の重ね幅を30cm確保すれば、シートどうしをマジックテープやピン等で密着させなくても繋ぎ目周辺の侵食量はあまり大きくなるということがわかった。また、シートの縦断方向の繋ぎ目処理については、越流水の剪断力等に対抗できるように繋ぎ目の一部をマジックテープで密着させれば、その一部以外は重ねるだけでも繋ぎ目付近の侵食は発生しないことが明らかとなった。さらに、堤内地の平場を覆うシートの端部処理についても、シートをピン等で地面に固定させたり、鉄筋を抱かせる等して地面に密着させたりせずとも、堤体法尻部の侵食はあまり進まないことがわかった。

高速流による三角波発生時には、局所流速の増加や上昇流の発生によりブロックが不安定化することが知られている。過年度に開発した高速流に耐性を有する新型ブロックの高水敷侵食抑制効果に関する水理実験を実施した。従来型ブロックとの比較を通じ、高水敷侵食抑制効果、被災時のブロックの挙動、三角波が発生した状態での耐久時間について詳細な検討を行った

(図-6)。また、高速流発生時の水面波及び河床波を同時に再現することが可能な数値解析モデルを開発し、共通プラットフォーム上で動作するよう移植を行った。また、数値解析における計算メッシュの作成や解析条件の設定等、一連の操作方法を簡易にまとめた解析事例集を作成し、成果普及を図った(図-7)。

本研究において寒地土木研究所が提案した新型ブロックについては、国土交通省北海道開発局と連携のうえ、現地河川において試験施工を実施した。高水敷に従来型ブロックと新型ブロックを比較して設置し、作業性や施工性の確認を行った(図-8)。

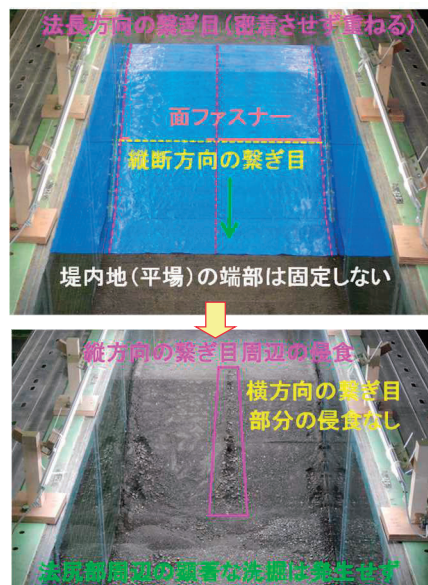


図-5 実験の一例(シートの端部処理に応じた堤体侵食の状況)

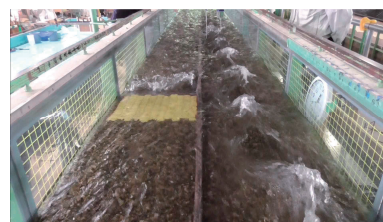


図-6 群体ブロック設置による高水敷侵食抑制に関する水理実験

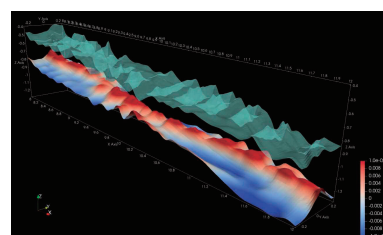


図-7 数値解析モデルによる水面波と河床波の相互作用計算



図-8 新型ブロックの現地における試験施工の様子

② 浸透に対する堤防の安全性評価技術、調査技術の開発

これまで実施した堤防の進行性破壊に対する対策工（礫混合土等）に係る大型浸透模型実験結果等を参考に、実験結果を評価可能な対策工の設計法を提案した（図-9）。

また、土質判定機構を備えた自走式静的貫入試験装置を構築し（図-10）、現地実験で有効性を実証するとともに、「河川堤防基礎の浸透安全性に着目した地盤調査方法」をとりまとめた。

③ 津波が構造物に与える影響の評価及び設計法の開発

氷群が高く積み上がる現象であるパイルアップは、主働圧の増大をもたらし（水が引いても持続）、津波水位よりも高く積み上がるため、避難施設等の重要構造物の設計には、この高さの推定は重要である。Shore pile up 形成のアナロジーによる力学モデルの準用のほか、氷が大きな力を受けて変形・破壊し、破壊氷片が上下に積み重なり形成した実海域での Ice ridge 形成の(sail/keel 比) データの分析により、浸水深よりパイルアップ高を推定する理論式を高度化した。とくに実海域の Ice Ridge のうち、着底して形成する stumkha がよく合致し、浸水深を keel、パイルアップ高を sail とみなすことにより、模型実験だけでなく、実海域の貴重なフィールドデータに基づく推定も可能となることを確認した（図-11）。

④ 気候変動に伴う海象変化に対応した技術の開発

台風モデルによる過去最大クラスの台風通過時の高潮リスク評価については、北海道太平洋側の6港を対象に過去最大クラスの台風を複数経路（35パターン）通過させ、経路ごとの高潮浸水計算を実施した。更に、波の遡上・越流を考慮可能なモデル（XBeach）の適用により高波時の浸水深が計算可能となった。

海象変化に伴う波浪外力の増大に対応するため、防波堤に必要な消波能力を確保しつつ、より経済的な改良断面を示現するため、水理模型実験により、防波堤の消波工の被覆形状と波高伝達率の関係を検証した。その結果により、限られた条件における検証によるものだが、消波工の拡幅のみで必要な消波能力を確保できる、より経済的な断面を提案した。（図-12）。

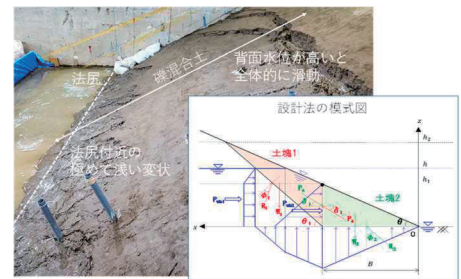


図-9 礫混合土の模型実験と設計法



図-10 自走式静的貫入試験装置の概要

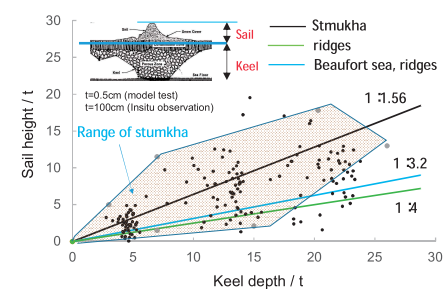


図-11 模型実験結果と実海域での Ice ridge(sail/keel 比) [Surkov & Truskov, 1995] との比較

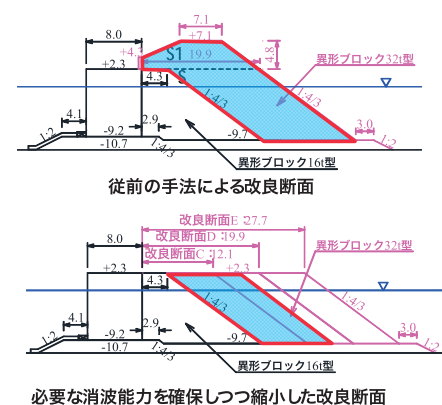


図-12 必要な消波能力を確保しつつコストを削減した防波堤改良断面

2. 国内外で頻発、激甚化する水災害に対するリスクマネジメント支援技術の開発

■ 目的

近年、雨の降り方が局地化・集中化・激甚化し、水災害が頻発している。このため、早急な対応が求められており、さらには今後の気候変動による影響への適応も課題となっている（図-1、2）。このような背景のもと、豪雨の観測や予測等に関する技術向上、水災害リスク及び防災・減災対策によるリスク軽減効果の適切な評価手法の開発、的確な水関連災害情報の提供手法の開発等、リスクマネジメント支援技術開発が必要である。これらについては、地上観測データなどが不足する地域においても、気象・地形地質等の自然条件、社会経済条件など地域の実情を踏まえた水災害リスクマネジメントを支援できるよう以下2項目を実施する。

- ① データ不足を補完する技術開発やリモートセンシング技術により、地上観測が不足している地域等において予測解析の精度を向上させる。
- ② 様々な自然条件、多様な社会・経済状況に応じ、多面的な指標で水災害リスクを評価する技術を開発する（図-3）。

■ 達成目標

- ① 洪水予測並びに長期の水収支解析の精度を向上させる技術・モデルの開発
- ② 様々な自然・地域特性における水災害ハザードの分析技術の適用による水災害リスク評価手法及び防災効果指標の開発
- ③ 防災・減災活動を支援するための、効果的な防災・災害情報の創出・活用及び伝達手法の開発

■ 貢献

観測データが乏しい地域においても一定の精度での予測やリスク管理を可能にするとともに、効率的・効果的な観測システムの構築を支援する。また、人的リソースの乏しい自治体で利用できる防災情報提供システムを開発する。



図-1 時間雨量 50mm 以上の経年変化

出典：気象庁 HP (http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html)



図-2 平成 29 年 7 月九州北部豪雨による流木流出（筑後川水系赤谷川）

提供：国土交通省九州地方整備局

| 施策評価の例 | 期待される被害軽減額 | 人的被害の削減数 | 影響波及圏域 | 機能回復日数 | 廃棄物量 |
|--------|------------|----------|------------------|--------|------|
| A 施設整備 | ○億円 | ○○人 | ○km ² | ○日 | ○トン |
| B 避難計画 | — | ○○人 | ○km ² | ○日 | — |
| C 土地利用 | ○億円 | ○○人 | ○km ² | ○日 | ○トン |

図-3 各施策の総合的な減災効果の評価方法のイメージ

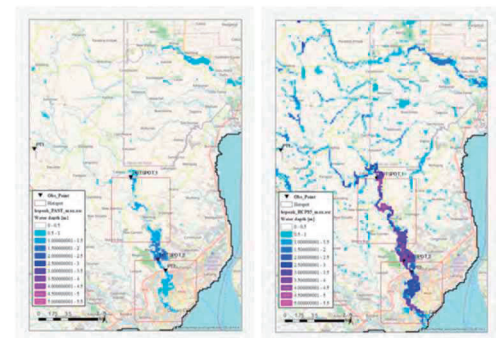


図-4 WEB-RRI モデルによる流域スケールの過去気候（左）と将来気候 RCP8.5（右）における最大浸水深

■ 令和3年度に得られた成果・取組の概要

① 洪水予測並びに長期の水収支解析の精度を向上させる技術・モデルの開発

フィリピン・ダバオ川流域を対象に、気象研究所気候モデル (MRI-AGCM3.2H) の力学的ダウンスケーリング計算を行い、20 世紀末と 21 世紀末の詳細な降水量等のデータを推定・作成した。これらを水・エネルギー収支を考慮した降雨流出氾濫モデル (WEB-RRI) に導入し、現在と将来気候 RCP8.5 シナリオにおける洪水の最大浸水深を求めた (図-4)。その結果、ダバオ市街地周辺において将来的に洪水リスクが増大することを明らかにした。

既存ストックによる治水機能の強化と水利用の効率化を図るため、流入量の予測と予測情報に基づくダム操作の最適化の検討を電力会社と共同で実施した。大井川上流の発電ダムを対象に、洪水調節・発電効率のそれぞれに重点を置くケースを想定し、アンサンブル予測流入量の幅を考慮した事前放流の操作方法を提案した。平成 30 年、令和元年の洪水イベントでは規定洪水量 (600m³/s) 以上の流量を全量カットし発電量指標でも効果を示した。犀川流域における 2018 年の出水では、下流ダムで 32 アンサンブル平均で 7~31 時間前に規定洪水量(800 m³/s)を予測するとともに、上流ダムではピーク発生時までの積算流入量を 24 時間, 12 時間, 6 時間前で高精度で予測した。

RRI モデルを用いてリアルタイムで流量及び土砂量を計算し、これを境界条件としてリアルタイム計算を 30 分間隔で行うことができる、土砂・洪水氾濫リアルタイム解析システムを構築した (図-5)。

忠別ダム流域を対象に風による雪の移動を考慮した積雪分布シミュレーションを実施し、流域積雪水量に風が与える影響を評価した。その結果、風による雪の移動を考慮することで、流域積雪水量は約 20% 減少し、ダム流入量より推定した流域積雪水量との誤差も減少した (図-6)。さらに、流出解析において風による雪の移動を考慮することで、特にピーク流入量の精度が改善し、モデルの再現性が向上した。

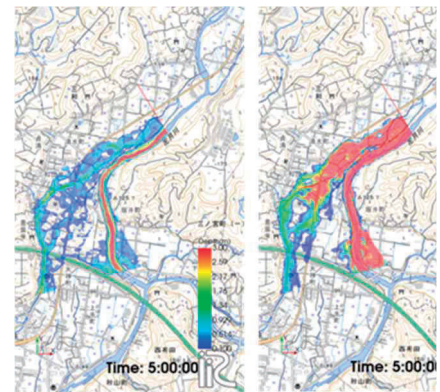


図-5 土砂・洪水氾濫リアルタイム解析システム計算事例 (左が水深、右が河床変動)

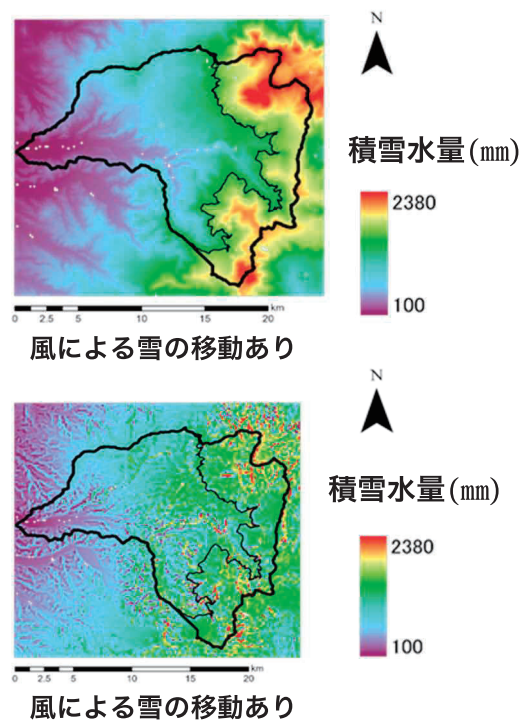


図-6 積雪水量の分布図

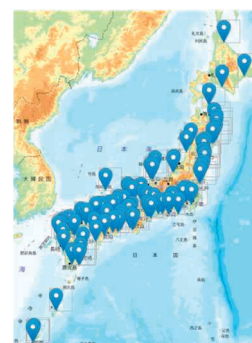


図-7 リアルタイム水位予測システム

② 様々な自然・地域特性における水災害ハザードの分析技術

RRI モデルに粒子フィルターを適用しリアルタイム水位データを同化する洪水予測方法について、令和3年度は新たに30河川のモデルを構築した。これまで構築した河川と合わせて125河川をリアルタイム水位予測システムに実装し、実洪水による検証を行っている(図-7)。また、125河川のモデルのパラメータを整理し統計分析等を行うことで、洪水観測データが不足している河川において河川特性(流域面積や土地利用ごとの面積支配率)からパラメータを推定する手法を開発した。



改良前



改良後

③ 防災・減災活動を支援するための、効果的な防災・災害情報の創出・活用及び伝達手法の構築

近年の水災害の増加に伴い、水災害時に避難遅れの問題が生じている。このため、稀な現象である水災害を仮想空間で再現し、水災害の危険を疑似的に経験できる仮想洪水体験システムを開発している(図-8)。令和3年度は、仮想洪水体験システムのリアリティ評価を行い、水災害時の河川堤防上の植生状況や支川合流部の濁度や流況表現等の修正を行った。その後、仮想洪水下における避難行動実験等を行った。

過去20年間において自治体が公表してきた水災害対応検証資料を基に作成した「水害対応ヒヤリ・ハット事例集(地方自治体編)」と別冊「新型コロナウイルス感染症への対応編」について、令和2年5月の災害対策基本法の改正及び国の防災基本計画の修正を反映した紙面の更新を行った。本事例集は土木研究所の令和2年度に続いて、令和3年度の重点普及技術に選定され、技術展等でも配布・周知を行った。また、水害対応タイムラインに応じてヒヤリ・ハット事例をイメージする訓練方法を考案し、依頼に応じて、地方自治体等への研修を提供した。東北地方の名取川・阿武隈川下流等大規模氾濫時の減災対策協議会、国土交通省関東地方整備局東京国道事務所、土木研究所と連携・協力協定を締結している愛知県豊田市、内閣府防災スペシャリスト養成研修の地域研修において研修を行った。豊田市での研修内容及び研修者へのアンケート回答分析結果を令和3年度国土技術研究会一般発表「活力」部門にて発表し、優秀賞を受賞した。また、一般財団法人全国建設研修センターの研修「事例から学ぶ水災害に備えた市町村の対応」に採用され、研修を提供した。

図-8 仮想洪水体験システムの概要

図-9 改訂版の水害対応ヒヤリ・ハット事例集(新型コロナウイルスへの対応編)のページ例

3. 突発的な自然現象による土砂災害の防災・減災技術の開発

■ 目的

近年、火山噴火、大規模地震、局所的大雨及び急激な融雪などの突発的な自然現象により、規模が大きく、緊急対応が求められる土砂災害の発生が頻発している。これらへの対応には、災害発生の初期に、より迅速に効果的な対応を可能にする技術が必要である。上記の観点から、本研究開発プログラムでは、突発的な自然現象による土砂移動の監視、土砂移動によるリスクの評価及び土砂災害の防止・軽減のための対策に資する技術を開発する。

■ 達成目標

- ① 突発的な自然現象による土砂移動の監視技術及び道路のり面・斜面の点検・管理技術の開発
- ② 突発的な自然現象による土砂移動の範囲推定技術及び道路通行安全性確保技術の開発
- ③ 突発的な自然現象による土砂災害の防止・軽減のための設計技術及びロボット技術の開発

■ 貢献

土砂災害の発生を監視するため、噴火時に火山灰の堆積状況を天候等に影響されずに精度よく推定する手法を開発する。迅速な初期対応に活用するため、地すべりの発生・被害範囲や土石流氾濫範囲を迅速に精度良く推定する手法を開発する。豪雨・融雪等による道路のり面等における災害発生時の地形的特徴や発生原因を分析し、合理的な道路のり面・斜面の点検・管理手法を提案する。事前通行規制基準について、局所的大雨における基準雨量の設定手法を提案する。これまで落石防護柵・擁壁の設計で考慮されていない押抜きせん断等の発生を防止する設計方法等を提案する。対策工事が危険な場所でも迅速・安全に実施可能となるロボット（無人化施工）技術を開発する。

以上、土砂移動の監視、土砂移動によるリスクの評価、設計・施工技術を連携させて社会実装することにより、より迅速で効率的な警戒避難対策や災害復旧対策の実現に貢献する。

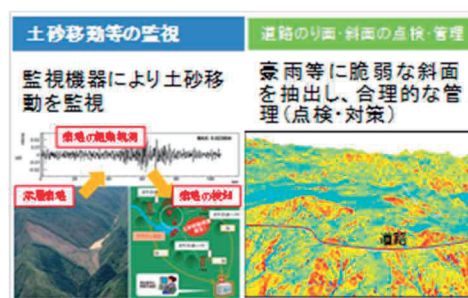


図-1 土砂移動の監視技術及び道路のり面・斜面の点検・管理技術

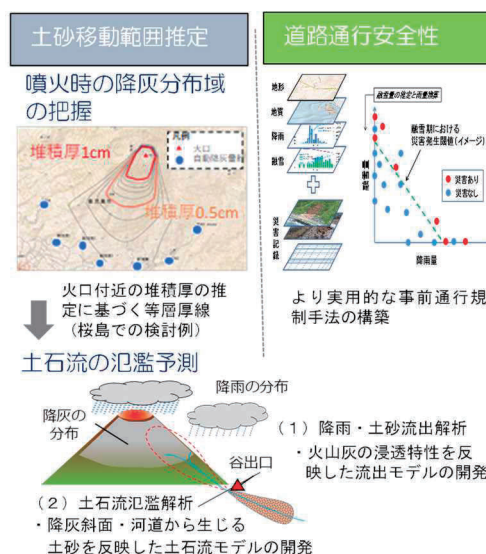


図-2 土砂移動の範囲推定技術及び道路通行安全性確保技術



図-3 土砂災害の防止・軽減のための開発技術（左：落石防護柵の載荷実験、右：阿蘇大橋地区）

■ 令和3年度に得られた成果・取組の概要

① 突発的な自然現象による土砂移動の監視技術及び道路のり面・斜面の点検・管理技術の開発

噴火直後に気象庁が発表する情報（噴火規模、風速）を利用できる降灰厚分布物理シミュレーションを用いた感度分析を行い、粒度分布（特に中央粒径）の現地調査結果が入手できると推定精度が向上することを確認した（図-4）。

北海道の国道における融雪期の道路盛土変状の原因等を分析・整理し、新たな点検手法を試行するとともに、融雪水を考慮した道路盛土の安定性評価手法を考案した。これらを取りまとめた融雪期の道路盛土に対する点検・評価手法が「北海道の国道における融雪期の道路盛土点検マニュアル（案）」に反映された。

融雪期の道路斜面災害対策では、崩壊誘因現象を捉える土層強度検査棒等を活用した簡便な調査手法を取りまとめ、崩壊タイプを考慮した「融雪期における道路のり面・斜面 調査・点検マニュアル（案）」を作成した（図-5）。

② 突発的な自然現象による土砂移動の範囲推定技術及び道路通行安全性確保技術の開発

火山噴火後に推定される降灰厚分布をもとに、浸透能の変化を考慮した土石流氾濫範囲の推定手法として、火砕堆積物の物性を踏まえた土石流発生・流下・氾濫過程を一体化した数値解析法を提案しプログラムを令和3年度末迄に開発し、プログラムの概要およびソースコードを土木研究所資料として取りまとめた（図-6）。

地すべり災害対応への BIM/CIM モデルの活用手法として、災害の全体像の把握を目的としたカラー点群データとオープンデータに加えて、地形解析データを BIM/CIM モデルに追加することを提案し（図-7）、令和3年に発生した災害での技術支援において、地すべり機構の早期把握や災害発生域の危険性分析といった災害状況分析に活用できることを確認した。

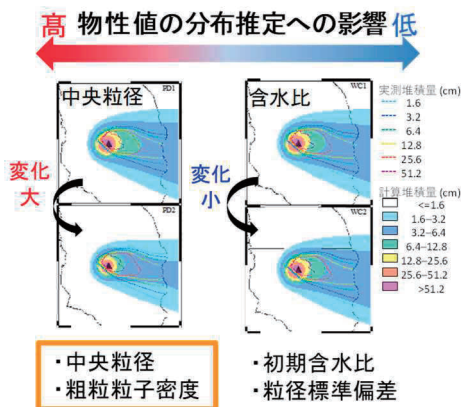


図-4 降灰厚分布物理シミュレーションを基にした感度分析によるパラメータ抽出

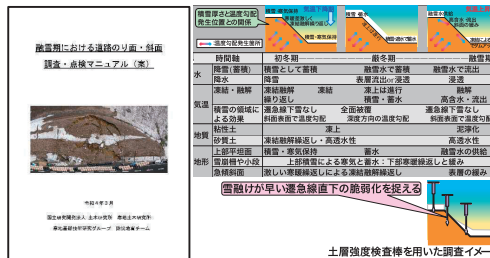


図-5 融雪期における道路のり面・斜面 調査・点検マニュアル（案）

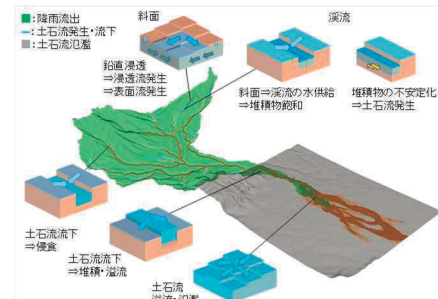


図-6 土石流・流下・氾濫過程を一体化した数値解析法

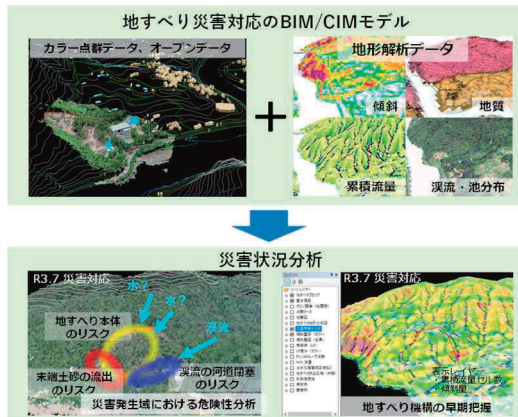


図-7 地形解析データを追加した BIM/CIM モデルによる災害状況分析イメージ

融雪期の盛土内水位上昇抑制のための対策工やその施工範囲について、現場条件（土質、水位）や対策工の種類、施工範囲を変化させたFEM 浸透流・弾塑性変形解析により検討した（図-8）。その結果と対策工選定のための知見が、「北海道の国道における融雪期の道路盛土点検マニュアル（案）」に反映された。

過去に融雪による斜面災害の発生したモデル地区において、降水から分離判別した降雨量と推定融雪水量とを合算した換算雨量や土壌雨量指数から、災害発生に対応する管理基準値を推定した（図-9）。

岩盤崩壊について、SfM 解析した三次元モデルに基づく DEM 解析をモデル地で試行し、亀裂に囲まれた不安定岩体が崩壊した場合の土砂到達範囲推定手法を提案した（図-10）。

③ 突発的な自然現象による土砂災害の防止・軽減のための設計技術及びロボット技術の開発

落石防護擁壁及び柵付き擁壁について、要求性能と損傷状況の関連付けを行い、安全性の照査の考え方をとりまとめた。

無人化施工の研究成果から、「建設機械における遠隔・自動化レベル」の検討を行い、国際学会等で提案を行っている。「自動化レベル」の設定は、研究開発や社会実装に向けた制度設計などを進める上で有効なものであり、新たに活動を開始した ISO の WG に対応する国内委員会において、本成果は審議の参考資料として用いられている。

災害復旧時に活用される無人化施工の各種新技術等に関する研究成果をまとめることで「無人化施工新技術マニュアル（土木研究所資料）」の作成を行った（図-11）。本マニュアルを国土交通省各地方整備局、施工業者などに展開することにより、災害発生時および通常施工時の無人化施工を効率よく運用することが可能となる。

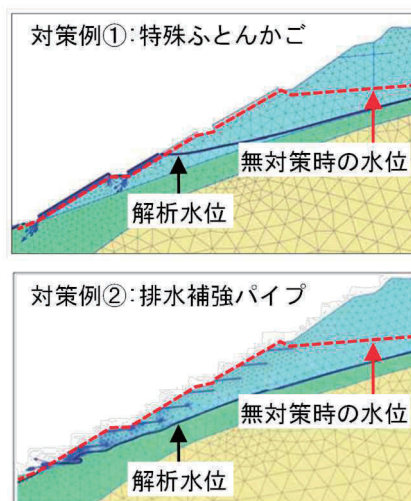


図-8 融雪期の盛土内水位上昇抑制のための対策工の解析結果例

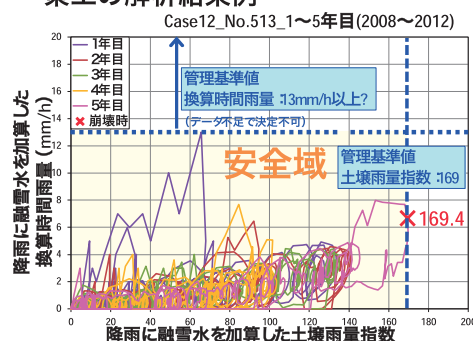


図-9 融雪による斜面災害発生箇所における融雪を考慮した土壌雨量指数の推移

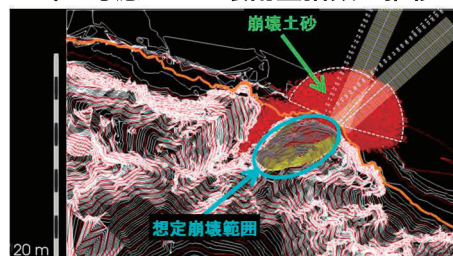


図-10 DEM 解析による崩壊土砂到達範囲推定例

| 無人化施工新技術マニュアル | |
|---------------|-------------------|
| 目次 | |
| 1. | 本マニュアル概要 |
| 2. | 無人化施工の概要と歴史 |
| 3. | 無人化施工の課題 |
| 4. | 無人化施工技術に関する基礎的研究 |
| 5. | 無人化施工の課題に対する解決技術 |
| 5.1. | 施工効率向上技術 |
| 5.2. | セットアップ効率化技術 |
| 5.3. | 機種多様性向上技術 |
| 5.4. | 非常時に備えて決めておくべきルール |
| 6. | 無人化施工の無線技術 |

図-11 無人化施工新技術マニュアル目次

4. インフラ施設の地震レジリエンス強化のための耐震技術の開発

■ 目的

平成23年東日本大震災では、強い揺れと巨大な津波により、北海道から関東に至る太平洋岸の非常に広い範囲で激甚な被害を受けた。また、平成28年熊本地震では、強い揺れと大規模な地盤変状によってインフラ施設が甚大な影響を受けた(図-1)。現在、南海トラフ巨大地震、首都直下地震(図-2)等を始め、日本全国において大規模地震の発生切迫性が指摘されている。このような地震に対して、救急・救命活動や緊急物資輸送の要となる道路施設や、地震後に複合的に発生する津波や洪水等に備える河川施設等のインフラ施設の被害を防止・軽減し、地震レジリエンス(地震に対して強くしなやかであること)の強化を図ることは喫緊の課題となっている(図-3)。本研究は、従来の経験を超える大規模地震や地震後の複合災害に備えるための対策技術の開発を目的とする。

■ 達成目標

- ① 巨大地震に対する構造物の被害最小化技術・早期復旧技術の開発
- ② 地盤・地中・地上構造物に統一的に適用可能な耐震設計技術の開発
- ③ 構造物への影響を考慮した地盤の液状化評価法の開発

■ 貢献

これらの研究により、道路橋や道路土工構造物、軟弱地盤、河川構造物等に対する耐震性能の評価法や耐震対策技術の開発、高度化を図るとともに、開発技術の実用化と基準類や事業への反映の提案を通じた社会実装により、来る大規模地震に対して、インフラ施設の被害の最小化、被災時の早期の機能回復を可能とするレジリエンス社会の実現への貢献を目指す。



図-1 平成28年熊本地震における地盤災害

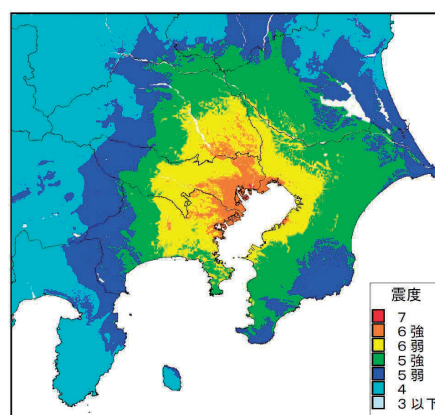


図-2 大規模地震の発生切迫性(首都直下地震の揺れの想定例)(中央防災会議)

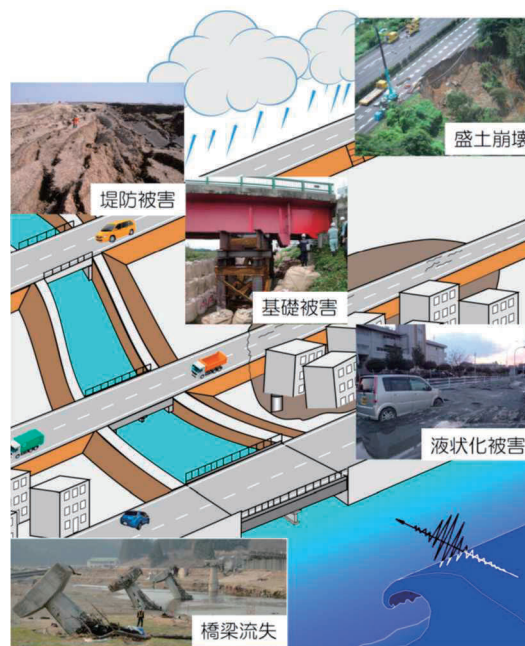


図-3 地震の揺れ、津波、その後の洪水等に対するインフラ施設の地震レジリエンス強化

■ 令和3年度に得られた成果・取組の概要

① 巨大地震に対する構造物の被害最小化技術・早期復旧技術の開発

宙水を有する高盛土について、遠心力载荷実験で確認し、難透水層が存在し宙水が形成される場合には、現行対策法よりも水平排水層を長くすることで法肩の変状を抑制できることを明らかにした(図-4)。泥炭地盤上の盛土について、耐震補強に関する動的遠心模型実験を行い、盛土のり尻への集中対策が効果的で、その規模は4段(盛土高さに対し4割)以上必要なことを示した(図-5)。

橋の設計法として、令和2年度に提案した超過地震動(超過外力)に対する崩壊シナリオデザイン設計法(損傷誘導設計法)に基づいて橋脚模型の载荷実験を行い、耐力階層化鉄筋を用いた構造の有効性を確認した(図-6)。損傷シナリオに基づく下沓プレート取付ボルトの構造開発により、令和2年度に提案したせん断耐力評価式の信頼性を向上した。内部に十字配筋(十字状に配された中間帯鉄筋に沿って軸方向鉄筋を配筋)を有する橋脚を用いた橋全体系の動的解析を行い、損傷誘導設計のシナリオを検証した(図-7)。既設杭基礎の耐震補強として、新旧フーチング接合部の施工の合理化を図るため、アンカーを用いた接合方法の曲げ耐力を確認し、接合部の一体化を確認した(図-8)。

② 地盤・地中・地上構造物に統一的に適用可能な耐震設計技術の開発

谷埋め高盛土の耐震性評価手法について、盛土内水位及び盛土材料の繰返しせん断強度比を正確に考慮することで2次元変形解析の解析精度が向上することを明らかにし、能登半島地震や東日本大震災の被災事例を解析対象として適用性・実用性を明らかにした(図-9)。泥炭地盤上盛土の耐震照査法について、泥炭地盤に適切な地盤モデルおよび解析に用いる泥炭地盤の剛性低下率の算定手法を検討し、自重変形解析による泥炭地盤上盛土の照査手法を提案した(図-10)。

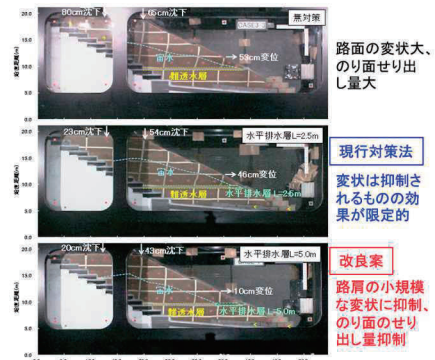


図-4 宙水の影響を軽減する対策工の効果に関する遠心力载荷実験

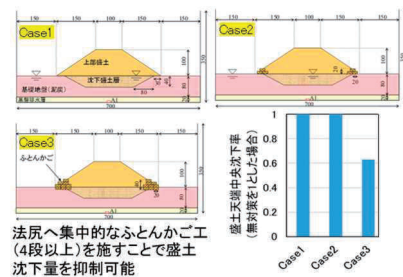


図-5 各種対策を施した泥炭地盤上盛土の動的遠心模型実験

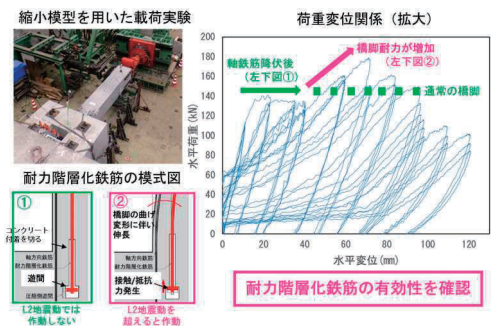


図-6 耐力階層化鉄筋を用いた構造

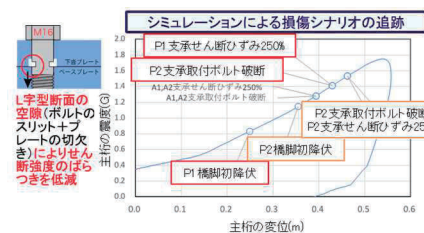


図-7 構造開発した取付ボルトの形状と動的解析による損傷シナリオの確認結果

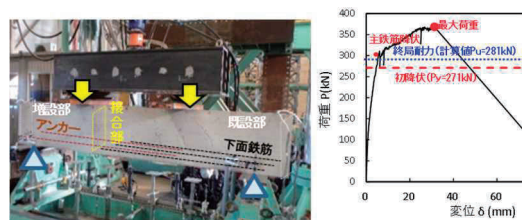


図-8 曲げ試験の試験結果

既製 RC 杭のせん断耐力の評価手法について、平成 29 年道路橋示方書の PHC 杭の評価式を用いることで評価の高精度化を図るとともに、既設の RC 杭・PC 杭に対するせん断耐力照査フローを作成した (図-11)。液状化に伴う側方流動が生じる橋台に対し、橋本体と切り離れた合理的な補強対策を講じた場合の性能評価技術として、動的 FEM 解析の適用性を検証した (図-12)。

地震後の河川堤防の耐震性評価について、種々の被災パターンの堤防について、地震後の変状と機能低下の関係を解明し、地震後の被災状況に応じた堤防の復旧方法選定の考え方を整理した (図-13)。

③ 構造物への影響を考慮した地盤の液状化評価法の開発

地盤の液状化評価手法について、現場実験により、砂質土～粘性土の多様な土質に対する適用性を検証した。また、河川管理者の要望を受け、提案した原位置液状化試験法を堤防の耐震性評価のための地盤調査に適用した (図-14)。軽石分の卓越する様相が異なる火山灰質土でも、 V_s - R_L 関係に砂質土とは異なる一意的な相関を確認した (図-15)。また、提案した動的有効応力解析手法の場所打ち杭への適用性を確認した。

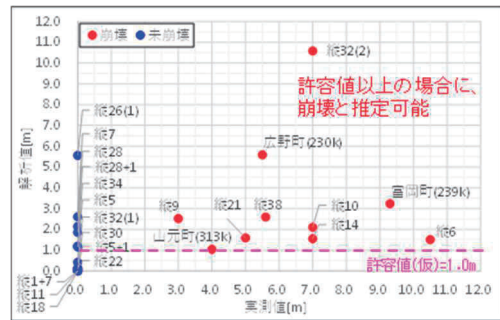


図-9 被災事例(N=23)を対象とした推定結果

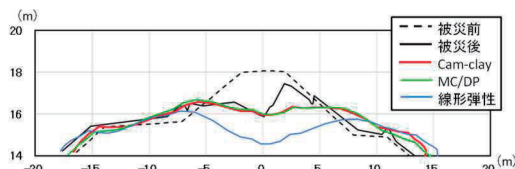


図-10 泥炭地盤上盛土の被災時再現解析結果

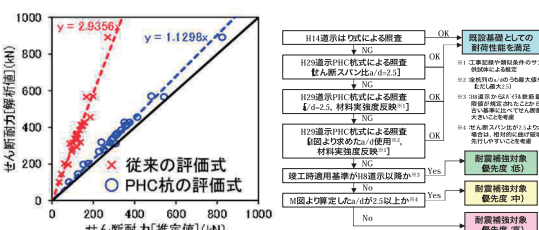


図-11 既製 RC 杭のせん断耐力の推定精度と既設杭基礎のせん断耐力照査フロー

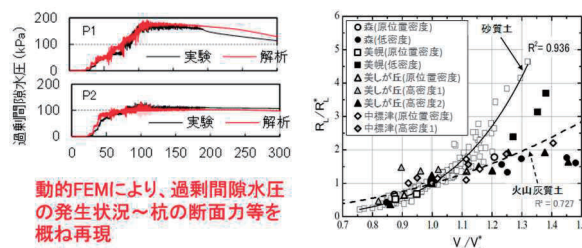


図-12 動的 FEM 解析結果 図-15 火山灰質土の V_s - R_L 関係 (清田らに加筆)

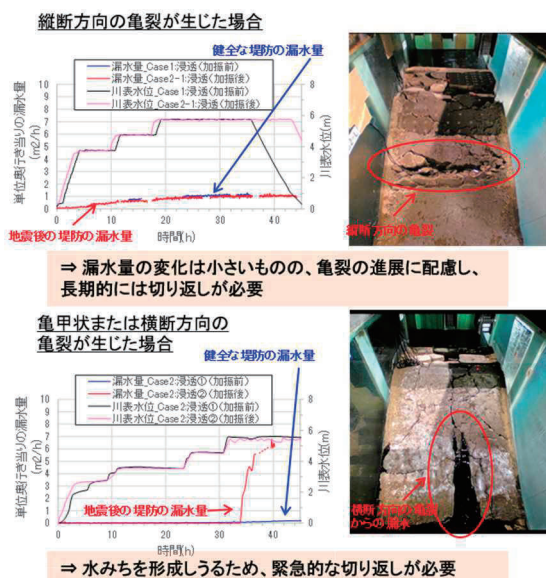


図-13 堤防の復旧方法選定の考え方の例

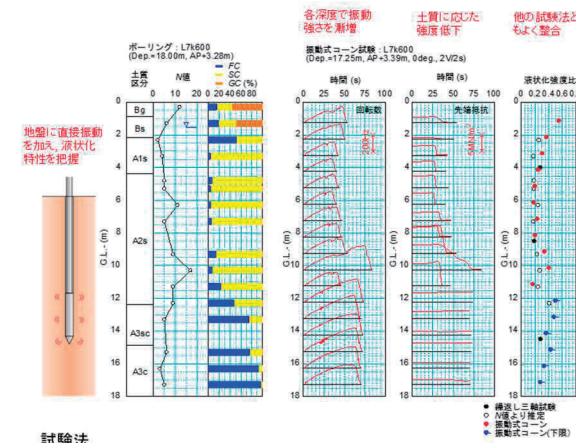


図-14 振動式コーン・定点振動試験の検証例

5. 極端気象がもたらす雪氷災害の被害軽減のための技術の開発

■ 目的

近年、気候変動の影響にもよる異常な吹雪、降雪、雪崩に伴い、多数の車両の立ち往生や長時間に亘る通行止め、集落の孤立などの障害が発生している(図-1)。極端気象がもたらす、雪氷災害の発生地域や発生形態、災害規模は変化しており、多発化・複雑化がみられることから、その対策は喫緊の課題である。

そのため、近年の気候変動などにより激甚化する多量降雪や吹雪、雪崩などの災害に対応し、国民生活や社会経済活動への影響を緩和するため、以下の研究に取り組んでいる。

■ 達成目標

- ① 極端気象がもたらす雪氷災害の実態解明とリスク評価技術の開発(図-2、3)
- ② 広域に適用できる道路の視程障害予測技術の開発(図-4)
- ③ 吹雪対策施設及び除雪車の性能向上技術の開発(図-5、6)

■ 貢献

大雪や暴風雪など極端気象がもたらす雪氷災害の実態解明とリスク評価技術の開発により、一回の暴風雪や豪雪の発生規模や地域性を明らかにすること、広域の吹雪予測技術の開発により冬期道路管理等の判断を支援すること、吹雪による視程障害や吹きだまりの緩和のため吹雪対策施設の性能向上技術の開発を行うこと、吹雪視程障害時における除雪車の運行を支援するため、除雪車の性能向上技術の開発を行うことを通じて、多発化・複雑化する雪氷災害による交通障害や集落被害の軽減に貢献する。



H22.1 えりも町 暴風雪



短時間の多量降雪による雪崩

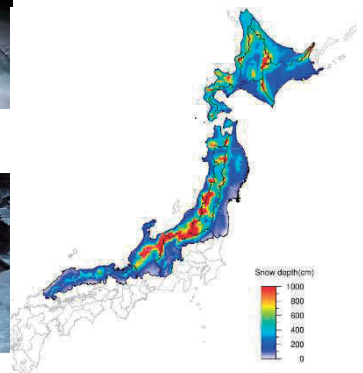


図-1 激甚化する雪氷災害

図-2 累計降雪量の分布図

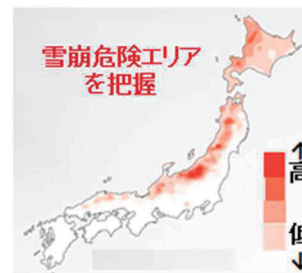


図-3 雪崩危険の頻度分布

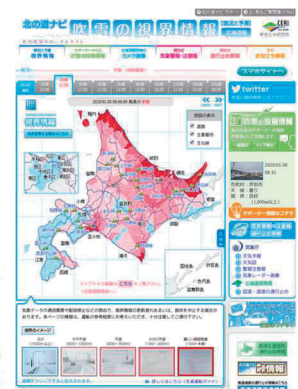


図-4 「吹雪の視界情報(北海道版)」



図-5 防雪柵の端部と開口部の対策例

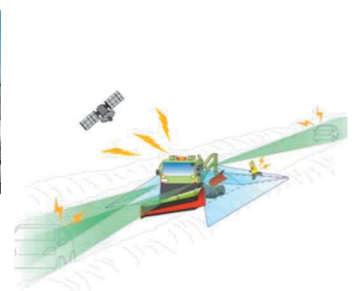


図-6 除雪車運行支援(イメージ)

■ 令和3年度に得られた成果・取組の概要

① 極端気象がもたらす雪氷災害の実態解明と
リスク評価技術の開発

暴風雪や大雪災害の軽減に資するため、評価指標として、(1)道路管理者が担当区間の通行規制などを判断するための、個々の路線・区間の障害を示す線的な指標として「障害度」、(2)管轄する区域の責任者が、該当区域の警戒・非常体制の発令を判断するための、道路ネットワークの障害や地域の災害の規模を示す「警戒レベル」を設定した。また、道路計画や維持管理の判断支援材料として活用いただけるよう、上記の(1)・(2)および吹雪や大雪に関する累計値について、過去の5km解像度の気象解析値や観測値を用いて頻度や経年変化、地域性をグラフや分布図などで提示のうえ、これらを組み合わせたハザードマップを作成した(図-7、図-8)。

② 広域に適用できる道路の視程障害予測技術の開発

前年度に吹雪視程推定式、フローを改良した吹雪視界情報提供システムに青森県を追加し、道路利用者、道路管理者への情報提供を開始した(図-9)。前年度までに引き続き、サイトのアクセス解析、ツイッターの利用状況を詳しく調査した。「吹雪の視界情報」サイトの日平均アクセス数は、令和元年度シーズンは暖冬により大きく減少したが、令和2年度シーズンに続き、令和3年度シーズンも増加した。ツイッター上で利用者実態アンケートを実施した結果、ツイートをきっかけに関心のある地域で視界不良が予測されていることを知った際、回答者の48%が「行動や予定を変更したことがある」と回答しており、「行動や予定の変更を検討したことがある」と回答した33%と合わせると回答者の8割がツイートをきっかけに得た視界情報を行動や予定の判断に利用していた。このことから、ツイッターによる情報提供が交通行動の判断支援に効果があることが分かった(図-10)。

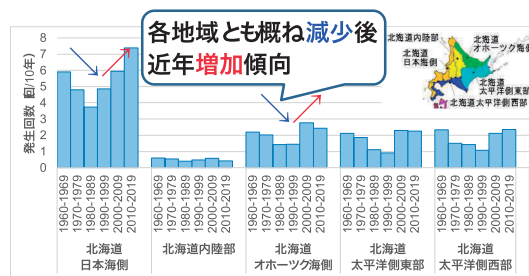


図-7 過去60年間における視程50m未満が6時間以上継続する頻度(10冬期、地域ごと)

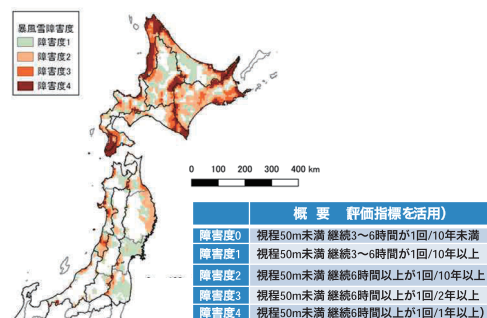


図-8 暴風雪のハザードマップ(交通障害や通行規制が発生する頻度に着目)

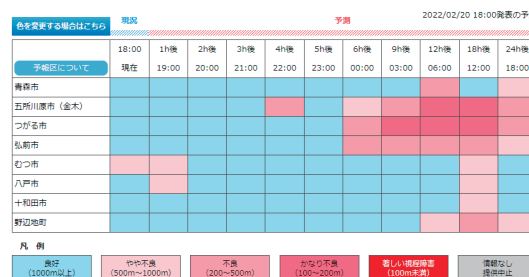


図-9 「吹雪の視界情報(青森県版)」

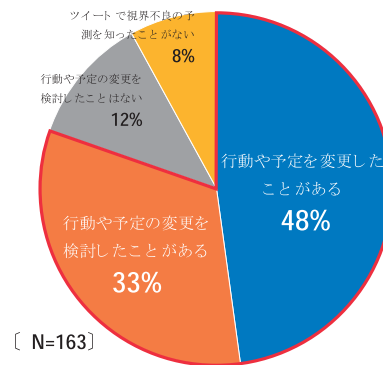


図-10 ツイッターアンケート結果(視界不良予測時の行動変更)

③ 吹雪対策施設及び除雪車の性能向上技術の開発

防雪林については、枯れ上がりと風況を再現した防雪林模型にネット柵模型を使って、補助柵の効果を風洞実験により明らかにした。あわせて、仮設の補助柵を現地施工し、導入効果を解析するための観測を行った。これらにより補助対策工の効果について解析した。また、前年度までの成果である標準林の風速比（風下／風上）（図-11 左図）と空隙率との関係に、風上風速に現地冬期風速の10年確率値を代入し、得られた風下風速から補助柵を設置すべきと判断される条件について検討した。それらの検討結果をとりまとめ、技術資料(案)を作成した（図-11 右図）

防雪柵については、副防雪柵に替わる複数の対策工法について数値シミュレーションと風洞実験（図-12）を行い比較検討した。それらの中で有利と判断された新型柵（斜行柵群等）について、石狩吹雪実験場にて冬期の定点観測（図-13）を行い、対策による視程の改善効果と風速の低減効果を風向等の条件別に確認した。また、これらの対策工を導入する場合の適用条件や現地条件に応じた選定方法を整理して技術資料(案)を作成した。

視程障害時の除雪車運行支援は、ミリ波レーダを用いた前方障害物探知ガイダンスについて、カーブ区間における車両検出率改善に関するソフトウェア改修を行うとともに、一般国道における検証試験を行い、前方障害物探知ガイダンスの基本仕様をとりまとめた（図-14）。また、磁気マーカと自律航法、衛星測位を組み合わせた車線走行支援ガイダンスの基本仕様をとりまとめた。

暴風雪時に先導を必要とする車両への追従走行支援は、カーブ区間における車両検出率改善に関するソフトウェア改修を行い、追従走行支援ガイダンスの基本仕様をとりまとめた。

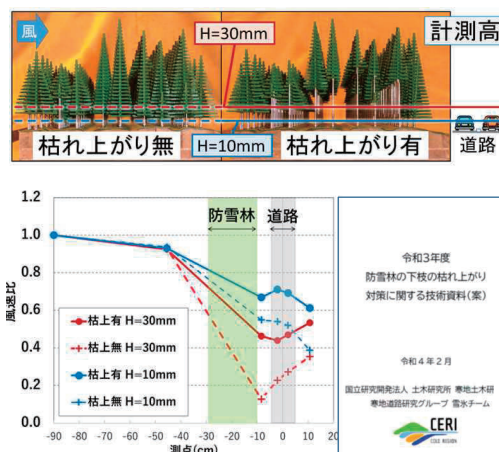


図-11 風洞実験結果(左図) 技術資料(右図)



図-12 新型柵の風洞実験



図-13 新型柵(斜行柵群)の定点観測状況



▲前方障害物探知ガイダンス画面(左:直線時 右:カーブ時)



図-14 前方障害物探知ガイダンスの一般国道における実験状況

コラム 堤防の浸透特性調査技術（自走式静的貫入試験装置）の開発

地質チームでは、複雑な山地斜面の土層深分布を人力で簡単に把握する試験法として土層強度検査棒（特許第 3614591 号）「以下、土検棒という。」を開発し、調査での活用や普及をしてきました。土検棒は、簡易に土層深や強度を把握できることから、河川堤防の調査にも利用されています。

河川堤防の被災形態の一つである基礎地盤の漏水に関しては、浸透経路となる砂礫層の空間分布を把握することが、被災原因の解明や対策箇所の決定に重要で、高密度サウンディング調査が有効です。一方で、人力で多点調査を実施するには、貫入深度や強度、手の感覚等の記録の手間や、土層区分の際に調査者の主観的判断が入るなどの課題がありました。そこで、これらの課題を解決するため、自走式静的貫入試験装置および土質判定の客観化・自動化に関する技術開発を行いました（写真-1）。

土質判定には、加速度センサーを内蔵したロッドの開発により、パワースペクトルにより土質判定が可能となりました（図-1、2）。自走式静的貫入試験装置へセンサー内蔵のロッドを組み込み、貫入抵抗と合わせて詳細な地盤構造の把握を短時間（10～20分/地点）で可能なことを現地実証試験で確認しました（図-3）。

本調査技術の活用により、高精度な多点調査となる高密度サウンディングが可能となり、生産性向上に貢献します。



写真-1 自走式静的貫入試験装置

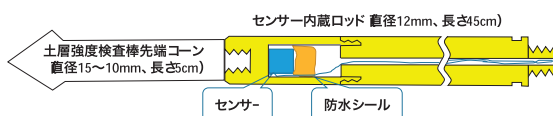


図-1 センサー入りロッドの構造

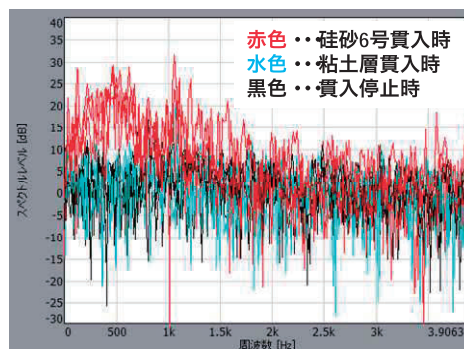


図-2 異なる土質に貫入した際の振動パワー
スペクトルの例

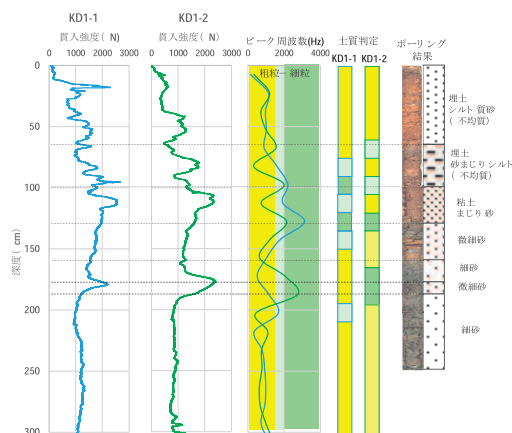


図-3 自然地盤において自走式貫入試験装置
で取得したデータの解析例

コラム 深層学習モデルによる堤防および河岸の効率的な監視技術の研究開発

国土交通省北海道開発局における河川の管理延長は約 2,000km と国内で最も長く、管理の効率化が求められています。河川管理者は、管理河川での日々の監視のほか、洪水時に防災、減災に繋げられるように、異常個所をいち早く見つけ対応していくことが求められています。近年、異常気象によって激甚化する豪雨災害が各地で相次いでいます。北海道では、平成 28 年に起きた洪水災害が記憶に新しく、河岸侵食に伴う堤防決壊（写真-1）や落橋などが各所で多発しました。現在、全国的に川の防災対策の一つとして、既存の CCTV カメラや簡易型河川監視カメラを活用した空間監視が期待されています。

このような状況に鑑み、寒地河川チームでは、複数のカメラ画像を同時監視できるように、深層学習（AI）を用いた堤防・河岸の侵食検知が可能なモデルを開発しています。本モデルは 3 つの AI で構成されており、それぞれ「変状検知」、「物体検知」、「画像補正」を組み合わせたモデルとなっています。「変状検知」のモデルは、2 つの画像の変状箇所（例えば、5 分前の画像と現時点の画像の違い）の抽出が得意なモデルです。モデルの学習時には、堤防侵食の記録映像が少ないため、平常時の画像を学習画像として用いています。学習は、分布外検知（OOD）とって学習していないものを検知するように調整しており、学習の過程で正解と不正解を自作し学習できる自己学習型となっています。ただし、構築した「変状検知」のモデルは、動く物（人や車）を変状として検出してしまいます。そこで「物体検知」のモデルを追加することで、あらかじめ想定される人や車のような既知の情報を誤検知しないように工夫しています。さらに、CCTV で遠景を捉える際、手前が大きく見え、奥が小さく見えるため、「画像補正」のモデルによって実スケールに近づける補正をしています。最終的に変状の判断には、変状箇所を特定し、奥行補正を行うことで変状スコアとして表すことにしています（図-1）。現在、本モデルを用いたシステムは、北海道開発局内にて試行的に運用されています。このシステムは、変状スコアが任意に設定した閾値を超えた段階で、アラートメールが管理者へ配信されるシステムとなっています。本モデルには自己学習機能も追加しており、今後、運用を続ける中で、実際の河岸侵食データの蓄積により、モデルの強化が図られ、災害対応の迅速化・効率化にも繋がると期待されます。



写真-1 空知川での堤防決壊
(国土交通省北海道開発局提供)

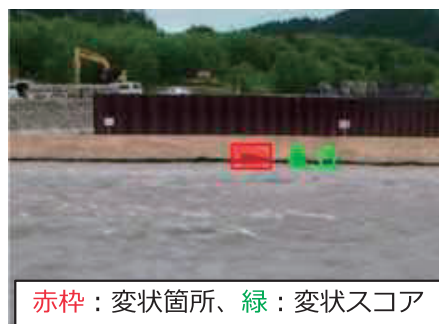


図-1 変状検知の結果
映像提供：令和 3 年度千代田実験
(国土交通省北海道開発局
帯広開発建設部)

コラム BIM/CIM の活用による地すべり災害対応の迅速化・効率化

国土交通省では i-Construction やインフラ分野における DX の推進等の一環として BIM/CIM の活用が積極的に推進されています。地すべり対策分野においても防災工事の調査・工事などで BIM/CIM の活用が進められていますが、土木研究所では、災害時においても BIM/CIM を活用することで緊急対応を迅速化・効率化するため「地すべり災害対応の BIM/CIM モデル」を開発しました。

「地すべり災害対応の BIM/CIM モデル」は、UAV で撮影した被災現場の写真からカラー点群データを作成し、地図等のオープンデータと組み合わせることで迅速に作成可能な、災害対応用に特化した BIM/CIM モデルです。本技術によって、コンピュータ空間上にバーチャルな被災現場を再現することができ、災害の全体像の迅速な把握と共有が容易となります。また、オープンデータを活用して地形・地質分析レイヤー等を追加することで、地すべりの発生原因・災害リスクの分析や応急対策工の検討まで可能となります。更には、BIM/CIM モデルをオンラインで情報共有することで、非接触・リモート方式での技術支援も可能となります。本技術を活用することで、図-1 のように災害初動時に実施する一連の対応を、BIM/CIM モデルによるバーチャル被災現場をベースに統合的に検討することができます。また、本技術を国土交通省や土木研究所で整備されているインフラ DX ルームで活用することで、広域的な同時多発災害の場合でも技術支援が可能となるなど、次世代型の災害対応への発展にも繋がると期待されます。

「地すべり災害対応の BIM/CIM モデル」は、国土交通省「BIM/CIM 活用ガイドライン(案)」にも採用され、詳細については土木研究所資料として公表しています。土木研究所では、コロナ禍におけるリモート技術指導や令和 2～3 年度の災害における技術支援に本手法を活用し、地すべり発生原因・災害リスクの分析や応急対策工の検討等の技術支援を迅速に行うことで、通行止めとなった道路の早期の開放や地すべり対策工事の早期の実施に貢献しています。

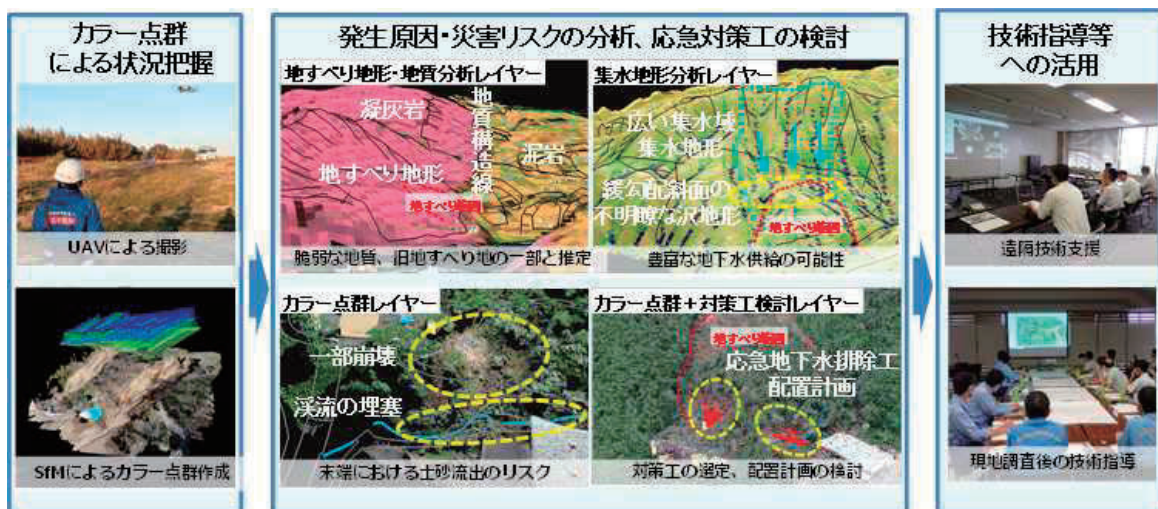


図-1 BIM/CIM モデルを活用した災害初動対応の検討

コラム 三次元岩盤崩壊形態モデルに基づく崩壊土砂到達範囲の推定方法の開発

岩盤からなる斜面が崩れる岩盤崩壊の発生は、人命に直接的に関わるとともに、道路網が寸断されるなど地域生活に大きな影響があります。しかしながら、岩盤崩壊の発生を予測して事前通行規制を行うことは難しく、道路管理上の大きな課題となっています。また、岩盤崩壊は崩壊規模が大きく、ハード的な対策工のみでの対応は難しいことから、崩壊範囲を特定し、崩壊の規模と崩壊土砂の到達範囲を予測することにより、道路への影響を予め評価し、ルート変更も含めた対策を検討する必要があります。

そこで、防災地質チームでは、崩壊する可能性のある岩体を効率よく特定し、その形状を正確かつ迅速に把握する手法を開発するとともに、その特定した岩体が崩壊した場合に崩壊土砂がどのように広がっていくかを数値解析によって推定する手法を開発しました。

崩壊範囲を特定するためには、斜面中の亀裂の分布とその三次元的な交差状況を知ることが必要となります。斜面の三次元形状を知る方法として、従来は航空機からのレーザ測量などが行われていましたが、近年では近接撮影が可能な UAV（Unmanned Aerial Vehicle:無人航空機）による空中写真を基に SfM（Structure from Motion:多視点ステレオ写真測量）解析を行い、三次元地形モデルを作ることが容易となってきました。UAVを用いたこの手法により岩盤斜面の形状と亀裂分布を三次元的に再現した地形モデル(図-1)が作成でき、空中写真によるリニアメント判読結果(図-2)や露頭における亀裂等についての調査結果との分析から崩壊に結びつきやすい面構造を抽出します。それらの面構造により、斜面から縁切れれ重心位置が不安定な岩体を崩壊の想定される箇所として評価できます(図-3)。国道の岩盤崩壊現場において、これらの手法を用いた解析結果及びマニュアルを北海道開発局に提供し、斜面の監視に役立てられました。

また、不安定岩体が実際に崩壊した場合に、崩壊土砂がどの範囲にまで到達し、斜面の下の道路等の保全対象物に影響があるのかを、DEM（Discrete Element Method:個別要素法）を用いて、実現象での再現検証を基に推定できることを確認しました(図-4、図-5)。

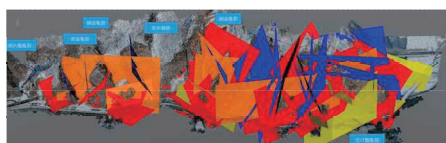


図-1 亀裂を含む三次元地形モデル

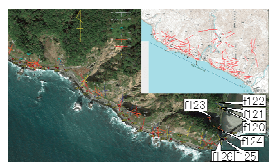


図-2 リニアメント判読結果



図-3 面構造に基づく想定崩壊箇所

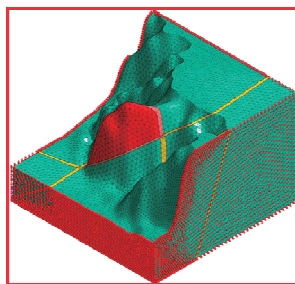


図-4 崩壊形態モデル

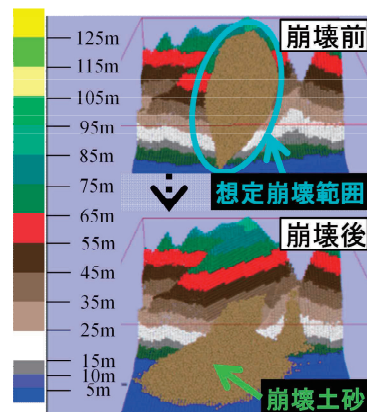


図-5 DEM(個別要素法)解析結果

コラム 地震等の被害から得られた教訓を道路橋の技術基準等に反映

平成28年熊本地震をはじめとする大規模な地震等により、山地や丘陵の急峻な地形にて斜面崩壊等（斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり及び土石流）が生じ、落橋、段差、移動等、道路橋の被害につながる事例が確認されました。こうした斜面崩壊等による道路橋の被害が生じると、安全性はもとより、復旧、復興の長期化など社会活動に甚大な影響を及ぼします。

しかしながら、斜面崩壊等に留意した道路橋の設計を行うにあたっては、斜面崩壊等により道路橋基礎にどのような外力が作用し、どのような損傷や変位等が生じるかを明確にしたうえで、技術基準等に設計の考え方を規定する必要がありました。

これを踏まえて土木研究所では、斜面上に設置された道路橋の安全性を明らかにすることを目的として、基礎の構造の違い等が斜面上の基礎の安定性に及ぼす影響について研究を実施してきました。その結果、斜面上の橋台・橋脚の基礎形式として組杭深礎基礎を適用する場合、橋軸方向及び橋軸直角方向のそれぞれに対して複数の深礎杭からなる複数列組杭構造とすると、すべり面上の作用荷重に対する杭の変位が単列組杭構造に比べて小さくなり、致命的な被害が生じにくくなることを明らかにしました。

この研究成果は、平成29年に改定された「橋、高架の道路等の技術基準（国土交通省）」（＝道路橋示方書）や、（公社）日本道路協会が令和3年に発刊した「斜面上の深礎基礎設計施工便覧」の内容に盛り込まれ、道路橋に求められる性能を満足するための技術基準等に反映されました。また、熊本地震で被災した俵山大橋を復旧するにあたり構造形式の選定などにも研究成果が活用されました（図-1）。



図-1 被災橋梁の復旧に研究成果が活用された例

コラム 暴風雪および大雪に関するハザードマップの作成

近年、急速に発達した低気圧や収束帯などによってもたらされる暴風雪や大雪に伴い、多数の車両の立往生や長時間に亘る通行止めなどの交通障害が度重なって発生しています。このような背景から、国土交通省の冬期道路交通確保対策検討委員会では、「道路ネットワーク機能への影響の最小化」を目標とした集中的な大雪時の道路交通確保対策について議論されており、情報収集や提供の工夫、地域や道路ネットワーク（路線・区間）ごとにタイムラインを策定すべきと指摘しています。

今後、道路管理に活用することを念頭に、一回の暴風雪や大雪の厳しさを指標に基づき適切に表現したうえで、これらの発生頻度や地域性をグラフやハザードマップなどで提示し、道路計画や維持管理の判断支援材料としてとりまとめれば、暴風雪・大雪災害時の被害軽減に資するものと考えられます。しかしながら、冬期の道路の厳しさを示す既存の指標は、一冬期を通した値または長期間で発生しうる値であり、一回の暴風雪や大雪の激しさを適切に評価できる指標ではありません。

暴風雪や大雪は、事象の規模が非常に大きい場合には施設の破壊や人命を直接的に奪うことも想定されますが、基本的には交通障害などを誘発することにより災害へと発展するため、長期間で考えた場合「暴風雪や大雪に伴う交通障害などの頻度」がリスクとして考えられます。そこで、ハザードマップの作成に際し、はじめに一回の暴風雪や大雪を対象に、過去の事例を対象とした統計分析に基づき、交通障害や通行規制を評価するための段階的な指標を作成しました。つぎに、その評価する指標と頻度を組み合わせた「危険度」を設定のうえ、過去50冬期の気象値を用いて、冬期道路管理や施策立案に資することを主眼としたハザードマップを作成しました。暴風雪を対象とした危険度設定の概要を表-1に、ハザードマップを図-1にそれぞれ示します。

ハザードマップは、将来的に暴風雪や大雪時のタイムラインや、地域の防災計画の策定時に活用されることを想定しています。

表-1 暴風雪の危険度

| 危険度 | 概要 (評価指標×頻度) | 暴風雪による 交通障害 通行規制 |
|------|-------------------------------------|------------------------|
| 危険度0 | 視程 50m 未満 継続 3~6 時間が 1 回/10 年未満 | 可能性 低 |
| 危険度1 | 視程 50m 未満 継続 3~6 時間が 1 回/10 年以上 | ↓ 頻発 |
| 危険度2 | 視程 50m 未満 継続 6 時間以上 が 1 回/10 年以上 | |
| 危険度3 | 視程 50m 未満 継続 6 時間以上 が 1 回/2 年以上 | |
| 危険度4 | 視程 50m 未満 継続 6 時間以上 が 1 回/1 年以上) | |

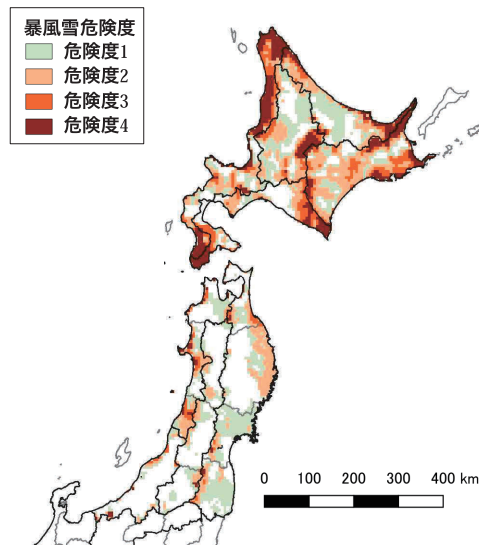


図-1 暴風雪のハザードマップ

②長期的視点を踏まえた基礎的、先導的、萌芽的研究開発の実施

1. 近年顕在化・極端化してきた水災害に対する防災施設設計技術の開発

河川災害に対応する橋梁の防災・減災技術に関する研究

寒地河川チーム
寒地地盤チーム

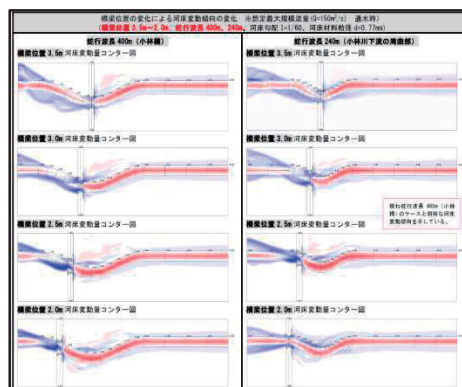
研究の必要性

平成28年8月から9月にかけての台風の影響により、北海道では橋梁周辺の構造物が甚大な被害を受けた。特に道路盛土については、河川増水に伴う迂回流や大規模な流路変動によって侵食をうけたケースが多く見られた。本研究では、橋台背面の洗掘による橋梁被災の要因を確認し、その上で有効な対策を検討する。

令和3年度に得られた成果・取組の概要

過年度の水利模型実験・数値解析結果を踏まえて、橋台背面盛土の崩壊と橋梁被災メカニズムについて数値解析により、実河川において注意すべき河道特性や橋梁配置パターンの検討を行い、橋梁位置を下流へ移動させることで橋梁周辺の洗掘傾向が強くなることを確認された。

また、多数ある橋梁の中から被災リスクの大きい橋梁を抽出するため、代表的な物理量である河床勾配や流域面積、河道の曲率等を基に回帰分析を行い抽出する手法を開発した。これにより被災リスクの大きい橋梁が効率的に抽出できるようになった。



橋梁位置の変化による河床変動傾向

2. 国内外で頻発、激甚化する水災害に対するリスクマネジメント支援技術の開発

水関連災害が広域経済に与える影響のメカニズムの分析に関する研究

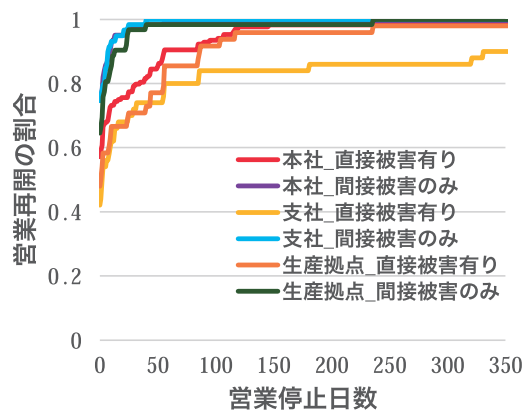
水災害研究グループ

研究の必要性

平成30年7月豪雨災害、令和元年東日本台風災害をはじめとして、近年、水関連災害が大規模化・頻発化し、広域にわたる地域経済に影響を及ぼしている。本研究では、水関連災害が広域経済に与える影響のメカニズムに関する分析を行う。

令和3年度に得られた成果・取組の概要

令和3年度は、広島県・岡山県に本社がある事業所を対象とした平成30年7月豪雨災害に関するアンケート調査での1,146社の回答に基づき、広域に及んだ豪雨災害の影響分析を行った。何らかの被害を受けた事業所のうち、約4割弱が直接・間接被害の両方、約半数が間接被害のみを受けた。右図は、本社・支社・生産拠点の被害状況別の営業再開曲線である。直接被害の有無による営業停止日数の違いが把握できた。



調査結果に基づく事業所の営業再開曲線

5. 極端気象がもたらす雪氷災害の被害軽減のための技術開発

XバンドMPレーダを用いた吹雪検知技術の高度化に関する研究

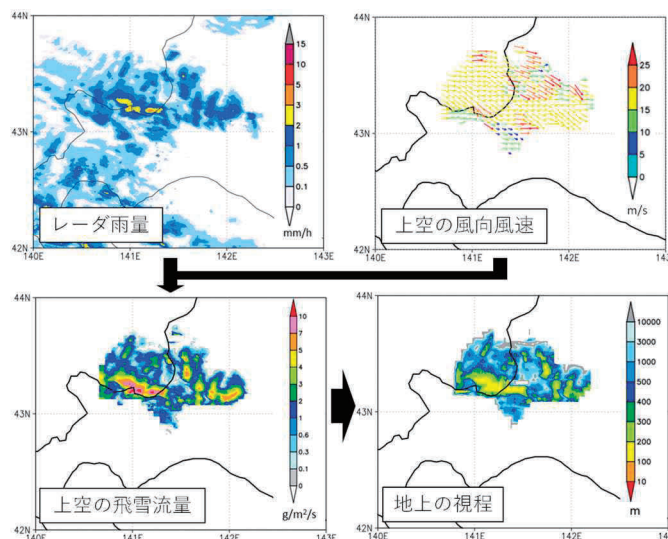
雪氷チーム

研究の必要性

吹雪による突発的かつ局所的な視程障害は、多重衝突事故の引き金となる。事故を効果的に低減するためには、吹雪の発生状況を面的かつリアルタイムに把握することが求められる。本研究では、高い時空間分解能を有するXバンドMPレーダを用い、地上における吹雪の発生状況を検知する技術開発に臨んだ。

令和3年度に得られた成果・取組の概要

一般配信されているレーダ雨量と、レーダデータから推定した風向風速から、上空における飛雪流量を推定した。さらに、風による降雪粒子の移流を考慮して地上の飛雪流量を求め、吹雪時の視程を推定した。地上の飛雪流量・視程ともに実測値と概ね一致した。以上より、レーダを用いて地上の吹雪を面的かつリアルタイムに検知できることが明らかにされた。



レーダデータを用いた吹雪時の視程推定プロセス

③技術の指導

1. 災害時における技術指導

1.1 土木研究所 TEC-FORCE 等による活動

災害発生時において、国土交通省等の要請に基づき迅速な人員派遣を行った。

令和3年度は、「安全・安心な社会への貢献」に資する災害時における技術指導は30件、71人・日であった。詳細は付録-3.1に示す。

令和3年7月豪雨、8月豪雨、国道229号の岩盤崩壊の被災地を中心に、調査・復旧等に関して技術指導を行った。被災規模の大きかった災害に対する派遣状況について、表-1.1.3.1に詳述する。

表-1.1.3.1 令和3年度における要請に基づく災害時の派遣状況（国内）

| 分野 | 砂防（土砂災害） | 河川・ダム | 橋梁 | 道路 | 雪崩 | 合計 |
|-----------|----------|-------|----|----|----|----|
| 件数 | 14 | 2 | 2 | 11 | 1 | 30 |
| 延べ人数（人・日） | 32 | 2 | 6 | 30 | 1 | 71 |

1.2 令和3年7月豪雨、8月豪雨における技術支援

土木研究所では、国土交通省等からの要請を受け、災害発生直後から職員を被災地へ派遣し、地すべりの被災箇所における調査等の技術支援に取り組んだ。

令和3年7月に長野県長野市篠ノ井小松原地区で発生した地すべり災害や令和3年8月に国道9号の島根県出雲市多岐地区で発生した地すべり災害において、国土交通省関東地方整備局長野国道事務所、長野県、国土交通省中国地方整備局松江国道事務所から要請を受けて、現地調査や地すべり災害対応 CIM モデルを用いた Web 会議によるきめ細やかな技術支援を行い、通行止めとなった道路の早期開放や県による速やかな地すべり対策計画策定、対策工事の実施を支援した。

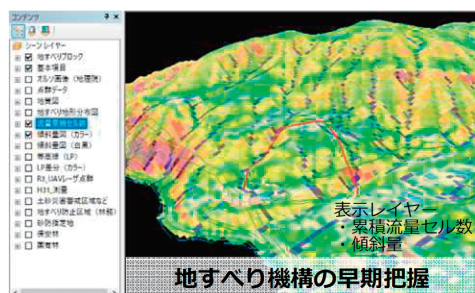


写真-1.1.3.1 地すべり災害対応 CIM モデルを用いた地すべり機構の早期把握

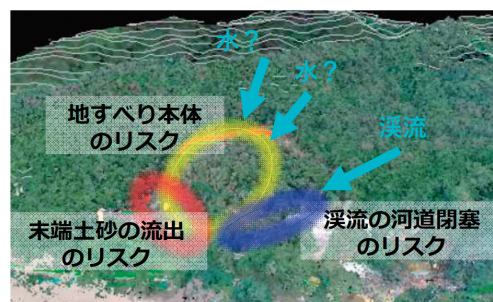


写真-1.1.3.2 災害発生域における危険性分析

1.3 国道229号の岩盤崩壊における技術支援

令和3年6月6日午後6時頃に北海道乙部町で岩盤崩壊が発生したため、国道229号が約1.8kmにわたって通行止めとなった。

国土交通省北海道開発局函館開発建設部からの派遣要請を受け、土木研究所は防災地質チームの専門家を派遣した。6月7日午前7時頃から現地入りした専門家は、現地調査と技術的助言を行った。現在は、函館開発建設部が設置した「国道229号 乙部町館浦地区斜面对策技術検討会」に複数の専門家を委員として派遣し、崩壊箇所周辺を含めた斜面の評価および最適な対策工法等について技術的支援を継続しているところである。



写真 - 1.1.3.3 国道229号の現地状況



写真 - 1.1.3.4 道路管理者との打合状況

2. 土木技術向上のための技術指導

2.1 平常時の技術指導

土木技術に係る基準・指針の改定に関する内容から、ダムサイトの調査・評価に関する技術的助言、地すべり調査などの現地調査まで幅広い課題について、様々な機関から寄せられた依頼に応じた技術指導を実施している。

令和3年度の技術指導のうち「安全・安心な社会の実現への貢献」に資するものは565件であった。

表 - 1.1.3.2 技術指導の実績

| 技術指導の分野 | 技術指導の実施例 | 件数 |
|--------------------------|-------------------------------------|-----|
| 地質・地盤・土砂管理 | ○河川堤防やダムサイトに対する調査・評価、土砂災害等に関する技術指導 | 246 |
| 水理・水文 | ○ダム設計や水理模型実験に関する技術指導、流量観測に関する技術指導 | 68 |
| 舗装・トンネル・橋梁 | ○橋梁や堰の耐震補強に関する技術指導、トンネルの対策工に関する技術指導 | 81 |
| 寒地構造 寒地地盤・防災地質 | ○盛土のり面崩壊に関する技術指導 | 36 |
| 寒地河川・水環境保全 寒冷沿岸域・水産土木 | ○3Dハザードマップの作成に関する助言や技術的指導 | 77 |
| 寒地交通・雪氷 | ○道路における雪崩や吹雪対策に関する技術的指導 | 29 |
| 寒地機械技術等 | ○除雪機械の効果的な活用に関する技術指導 | 28 |
| 合計 | | 565 |

2.2 北海道の開発の推進等の観点からの技術指導

2.2.1 現地講習会

現地講習会は、寒地土木研究所と北海道開発局の共同開催により全道各地で実施しているものであり、寒地技術推進室と道北・道東支所が中心になって運営を行っている。現地講習会では、北海道開発推進のため寒地土木研究所が研究開発した各種調査法や対策工法等についての紹介および講習を行っている。

令和3年度は、北海道開発局から要望のあった21テーマについて、研究チーム等が全道10箇所（うち8箇所はリモート開催）で現地講習会を実施し、総参加人数は514名であった。現地講習会当日は、北海道開発局、北海道、市町村、民間企業等の技術職員等が多数参加した。参加者の内訳は、民間企業等が全体の64%、国や地方公共団体等が36%であった。

「安全・安心な社会の実現への貢献」に関しては3箇所3テーマで実施した。詳細は付録-3.2に示す。

2.2.2 連携・協力協定に基づく活動

研究所の技術力をより地域で活用するために、寒地土木研究所では平成22年6月に『土木技術のホームドクター』宣言を行い、北海道開発局、北海道、札幌市等地方公共団体との連携・協力協定に基づき、地域の技術支援や技術力向上に努めている。

また、日本技術士会北海道本部との連携・協力協定に基づき、技術者交流フォーラムを北海道開発局開発建設部も合わせて三者で共同主催し、北海道の地域に求められる技術開発に関する情報交換や、産官学の技術者の交流および連携を図っている。

3. 委員会参画の推進

国や地方公共団体等による技術開発・普及戦略立案、国土交通省や関係学会等が作成する技術基準類の策定・改訂等のために設置された委員会・分科会等に参画し、職員を委員として派遣した。

令和3年度における「安全・安心な社会の実現への貢献」に関する参画件数は627件であった。また、国土交通省が設置している「新技術活用評価会議」にも参画し、職員を委員として派遣した。

例えば、地すべりチーム等の3チームから「国道19号長野市篠ノ井小松原地区地すべり対策検討委員会」の委員として参画し、地すべり発生箇所のモニタリングや対策工について技術的な助言を行った。

さらに、防災地質チームは、国土交通省北海道開発局が主催する岩盤崩落対策に関する委員会に参画し、対策工検討や斜面緊急点検について助言した。

4. 研修等への講師派遣

土木研究所は、国土交通大学校、国土交通省各地方整備局、国土交通省北海道開発局、地方公共団体等の行政機関や、大学、学会、業界団体、他の独立行政法人等が開催する研修や講演会に職員を講師として派遣しており、土木研究所が有する技術情報や研究成果を普及するとともに、国や地方公共団体等の技術者の育成にも貢献している。

令和3年度は、「安全・安心な社会の実現への貢献」に関するものとして計96件の研修等に講師を派遣した。

橋梁構造研究グループは、国土交通大学校の「道路構造物〔設計・施工コース〕研修」や全国建設研修センターの「土木構造物耐震技術」研修に講師を派遣し、国土交通省および地方公共団体の職員に対して橋梁の設計・調査・診断に関する技術向上に貢献した。

また、雪氷チームは、東京大学が主催する研究会に講師を派遣し、北海道と本州の降積雪の特性・特徴について講演した。

5. 地域支援機能の強化、地域の技術力の向上

5.1 地方公共団体に対する技術支援の強化

地域の技術力の向上に寄与することを目的として技術支援の強化に取り組んでいる。

寒地土木研究所では、『土木技術のホームドクター』宣言や地方公共団体との連携・協力協定を基に、災害時および平時における技術相談・技術指導や委員会等への参画などの活動を積極的に行い、北海道内の地方公共団体に対する技術支援の強化を進めている。令和3年度は、会場開催に加えてWebで配信された寒地土木研究所講演会等への参加呼びかけを行った。さらに、北海道における地域づくりの方向性や地域の直面する課題、活性化のための施策について、国土交通省北海道開発局、地方公共団体、有識者等が議論を行う「地域づくり連携会議」に寒地技術推進室および各支所の職員が参加して、技術支援について説明するとともに、地域における技術的課題の収集と研究ニーズの把握に努めた。

5.2 寒地技術推進室による技術相談対応

寒地技術推進室および各支所では、技術相談窓口を設け、国・地方公共団体、大学、民間企業等からの技術相談に幅広く対応している。

『土木技術のホームドクター』宣言以降、寒地土木研究所の技術相談制度が広く認識され、令和3年度の地方公共団体からの技術相談は全部で151件であった。このうち「安全・安心な社会の実現への貢献」に資するテーマは25件である。

道東地域の地方公共団体では、河川の河床浸食が発生している箇所が橋梁下部工への影響が懸念されることについて、その対策工に関する技術指導を行った。

5.3 地方公共団体を対象とした講習会への講師派遣による技術力向上の支援

令和3年度は、地方公共団体の職員等を対象に講習会の開催や講師の派遣等を行い、各地域における技術力向上を積極的に支援した。

表 - 1.1.3.3 講師派遣例

| 担当 | 講習会等名 | 対象者 |
|---------|------------------|---------------|
| 寒地河川チーム | 十勝川流域豪雨災害対策職員研修会 | 地方公共団体の防災担当職員 |

5.4 地域における産官学の交流連携

地域において求められる技術開発に関する情報交換、産学官の技術者の交流および連携等を図る目的で、日本技術士会北海道本部および北海道開発局各開発建設部と連携し「技術者交流フォーラム」を開催している。令和3年度の開催地、テーマ、参加者数を表-1.1.3.4に示す。

技術者交流フォーラムでは、産学官の連携、地域性を重視し、時流に沿ったテーマを設定し、有識者、研究所研究員、地域で活躍する技術者の講演などを交えた多様なものとした結果、広範囲の業態の参加者を得た。また、研究所の研究成果の普及に努めた。

表-1.1.3.4 技術者交流フォーラムの開催テーマ

| 開催日 | 開催地 | 担当支所 | 開催テーマ | 参加者数 |
|-------------------|----------------|---------|----------------------------------|------|
| 令和3年 12月2日 | 苫小牧市 | 寒地技術推進室 | 自然災害に強い地域づくり～地震・津波から地域を守るために | 121名 |
| 令和3年 12月8日～17日 | 稚内市 (Web配信) | 道北支所 | 宗谷地域におけるインフラストラクチャの戦略的メンテナンスのために | 133名 |

5.5 寒地技術講習会

国土交通省北海道開発局および地方公共団体の職員の技術力向上のため、研究員が講師となり、現場ニーズに即した土木技術に関する知識や技術を習得するための寒地技術講習会を寒地土木研究所と国土交通省北海道開発局が協力して開催している。

令和3年度も引き続き新型コロナウイルス感染状況を踏まえ、北海道開発局のリモート会議システムを使用したりリモートによる講習会とした。講習会の参加申込人数は240名で、参加者の内訳は、国土交通省北海道開発局が79%、地方公共団体は21%であった。

詳細は付録 - 3.3 に示す。

6. 技術的課題解決のための受託研究

国土交通省各地方整備局、地方公共団体等から技術的課題解決のための研究を受託し実施した。

令和3年度の「安全・安心な社会の実現への貢献」に資する受託研究は3件、約12.5百万円であった。詳細は付録 - 3.4 に示す。

④成果の普及

1. 研究成果の公表

1.1 技術基準の策定への貢献

研究開発成果が、国が実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定、あるいは学術団体、公益法人等の各機関が発行する各種技術基準類に反映されるよう、成果普及を推進した結果、各分野を代表とする技術指針や運用・手引きまで多岐にわたった技術基準類等に成果が反映された。

令和3年度に公表された技術基準類等のうち、「安全・安心な社会の実現への貢献」に資する研究開発が寄与したものは、「三次元点群データを活用した道路斜面災害リスク箇所の抽出要領（案）」（社会資本整備審議会道路分科会道路技術小委員会 令和3年10月）、「道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪等）」（（一社）全国地質調査業協会連合会 令和4年3月）、「砂防関係施設点検要領（案）」（国土交通省水管理・国土保全局 令和4年3月）など、計4件であった。詳細は付録-4.1に示す。

1.2 技術報告書

国、地方公共団体、民間等が行う建設事業等に容易に活用することができるよう研究開発成果を各種の資料や出版物としてとりまとめ、関係機関に積極的に提供するとともに、成果の国への報告等により、その成果普及を推進した。技術報告書の多くは、利活用を促すためホームページに掲載している。

研究開発成果をまとめた技術報告書の種別を表-1.1.4.1に示す。

令和3年度において発刊した技術報告書のうち「安全・安心な社会の実現への貢献」に資するものの発刊件数を表-1.1.4.2に示す。

表-1.1.4.1 土木研究所刊行物の種別

| 種別 | 説明 | 普及方法 |
|--------------|---|--------------|
| 土木研究所報告 | 研究開発プログラムによる研究開発成果のうち、主要な研究成果をまとめた報告書 | 冊子 および HP |
| 土木研究所資料 | 土木研究所が実施した研究の成果普及・データの蓄積を目的として、調査、研究の成果を総合的にとりまとめる報告書（マニュアルやガイドライン等を含む） | 冊子 および HP |
| 共同研究報告書 | 他機関と共に実施した共同研究の研究成果をまとめた報告書 | 冊子 および HP |
| 研究開発プログラム報告書 | 所管大臣からの指示による社会的に主要な課題と位置づけている研究開発プログラムの成果報告書 | HP |
| 寒地土木研究所月報 | 通称「寒地土木技術研究」。北海道の開発の推進に資することおよび寒地土木研究所の研究内容に対する理解を深めてもらうこと等を目的に、研究技術成果の情報誌として、寒地土木研究所の研究成果や研究活動等を紹介。必要に応じて特集号を発刊。 | 冊子 および HP |

表 - 1.1.4.2 令和3年度の土木研究所発行物の発刊件数

| 種別 | 数量 |
|--------------|----|
| 土木研究所資料 | 9 |
| 共同研究報告書 | 0 |
| 研究開発プログラム報告書 | 5 |
| 寒地土木研究所月報 | 13 |
| 合計 | 27 |

1.3 学術的論文・会議等における成果公表と普及

国際会議も含め関係学協会での報告、内外学術誌等での論文発表、査読付き論文等として関係学会誌、その他専門技術誌への投稿、インターネットの活用等により研究開発成果の周知、普及に努め、外部からの評価を積極的に受けている。

令和3年度に公表した論文のうち、「安全・安心な社会の実現への貢献」に資するものの件数を表 - 1.1.4.3 に示す。また、学術および土木技術の発展に大きく貢献した等による受賞件数は13件であり、表 - 1.1.4.4 に示す。

表 - 1.1.4.3 査読付き論文の件数および和文・英文の内訳

| | 査読付き論文 | 査読無し発表件数 | 合計 |
|-------|--------|----------|-----|
| 発表件数 | 88 | 195 | 283 |
| うち、和文 | 61 | 182 | 243 |
| うち、英文 | 27 | 13 | 40 |

表 - 1.1.4.4 受賞

| 受賞者 | | | 表彰名 | 業績 論文名 | 表彰機関 | 受賞日 |
|--------------|--------------|---------------------|---------------------------|---|-----------------------|---------------|
| 水環境保全 チーム | 研究員 主任研究員 | 山田 嵩 村上 泰啓 ほか | 令和2年度土木 学会北海道支部 奨励賞 | 高山帯における積雪 分布に風が与える影 響の評価 | (公社) 土木学会 北海道支部 | 令和3年 5月14日 |
| 雪氷チーム | 研究員 | 櫻井 俊光 | 2020年度日本雪 工学会 学術奨励賞 | 空隙率を指標とした 防雪林の防風・防雪 効果把握の可能性 | 日本雪工学 会 | 令和3年 6月4日 |
| ICHARM | センター長 | 小池 俊雄 | 土木学会 国際貢献賞 | 日本国内外の活動を通 じて、国際社会にお ける土木工学の進 歩発展あるいは社会 資本整備に貢献し、 その活動が高く評価 された | (公社) 土木学会 | 令和3年 6月11日 |

第1章. 第1節. ④成果の普及

| 受賞者 | | | 表彰名 | 業績・論文名 | 表彰機関 | 受賞日 |
|---------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---|--|----------------|
| 国立研究開発法人土木研究所 | TEC-FORCE (緊急災害対策派遣隊) | | 全建賞 | 令和2年7月豪雨におけるTEC-FORCEの自治体支援活動 | (一社) 全日本建設技術協会 | 令和3年 6月25日 |
| CAESAR | 交流研究員 | 藤岡 健祐 | 第24回橋梁等の耐震設計シンポジウム 優秀講演賞 | 振動特性の異なる橋台に対する簡易な地震時応答評価手法の適用性に関する検討 | (公社) 土木学会 地震工学委員会 性能に基づく橋梁の耐震構造計画・設計法に関する研究小委員会 | 令和3年 7月20日 |
| CAESAR | 研究員 | 横澤 直人 | 第24回橋梁等の耐震設計シンポジウム 優秀講演賞 | 材料強度及び基礎の塑性の設定方法が地盤変位を考慮した地震時応答解析に与える影響に関する研究 | (公社) 土木学会 地震工学委員会 性能に基づく橋梁の耐震構造計画・設計法に関する研究小委員会 | 令和3年 7月20日 |
| 地質チーム | 上席研究員 主任研究員 | 品川 俊介 矢島 良紀 ほか | 日本応用地質学会 令和3年度研究発表会優秀ポスター賞 | 各種地形解析結果を用いたゆるみ岩盤斜面の抽出 | 日本応用地質学会 | 令和3年 10月15日 |
| ICHARM | 主任研究員 上席研究員 | 大原 美保 藤兼 雅和 | 国土交通省国土技術研究会 自由課題(一般部門(活力))優秀賞 | 水害対応ヒヤリ・ハット事例集(地方自治体編)の作成と活用 | 国土交通省 | 令和3年 11月4日 |
| 雪氷チーム | 主任研究員 研究員 主任研究員 | 松下 拓樹 櫻井 俊光 松島 哲郎 ほか | 第36回寒地技術シンポジウム 寒地技術賞 (計画部門) | 防雪柵開口部・端部における副防雪柵の対策効果について | (一社) 北海道開発技術センター | 令和3年 11月17日 |

第1章. 第1節. ④成果の普及

| 受賞者 | | | 表彰名 | 業績・論文名 | 表彰機関 | 受賞日 |
|---------------|--------------------------|------------------------|--|--|---------------------------|----------------|
| 先端技術 チーム | 専門研究員 研究員 主任研究員 | 遠藤 大輔 山内 元貴 橋本 毅 | 「令和3年度建設施工と建設機械シンポジウム」論文賞 | 遠隔操作型油圧ショベルの自動化へ向けた制御手法の開発 | (一社) 日本建設機械施工協会 | 令和3年 12月2日 |
| 防災地質 チーム | 研究員 | 川又 基人 ほか | 令和三年度研究発表会 優秀発表者 | アーカイブ空中写真とSfM-MVSを用いた効率的な地形モデルの作成 -南極での適用例とその有用性- | (一社) 日本応用地質学会 北海道支部 | 令和3年 12月3日 |
| CAESAR | 研究員 | 横澤 直人 | 第41回地震工学研究発表会 優秀講演賞 | 崩壊シナリオデザイン設計法の実現に向けた耐力階層化鉄筋を用いたRC橋脚の載荷実験 | (公社) 土木学会 地震工学委員会 | 令和3年 12月20日 |
| 国立研究開発法人土木研究所 | TEC-FORCE (緊急災害対策派遣隊) | | 令和4年国土交通大臣表彰 (緊急災害対策派遣隊(TEC-FORCE)表彰) | 令和3年7月1日からの大雨による災害に際し、高度な技術指導を実施し、被害の拡大の防止や被災地域の復旧の支援に貢献 | 国土交通省 | 令和4年 3月17日 |

2.アウトリーチ活動

2.1 講演会

公開の成果発表会として、講演会等を開催し、国民との対話を促進している。土木研究所の研究開発成果のみならず、外部講師を招き関連分野の最新知見も併せて紹介し、内容の充実を図っている。また、専門家だけでなく一般にも分かりやすいように内容を吟味して実施している。なお、令和3年度は、新型コロナウイルス感染拡大防止等のため一部の講演会は会場開催に加え Web でも開催とした。

令和3年度の講演会実績を表 - 1.1.4.5 に示す。

表 - 1.1.4.5 講演会の来場者数 (単位：人)

| | 令和3年度 |
|-------------|--------|
| 土木研究所講演会 | 694 ※1 |
| 寒地土木研究所講演会 | 823 ※1 |
| CAESAR 講演会 | 910 ※1 |
| iMaRRC セミナー | 163 ※2 |
| 計 | 2,590 |

※1：対面と Web のハイブリッド開催のため申込者数および来場者数を計上

※2：Web 開催のため申込者数を計上

A) 土木研究所講演会

本講演会は、土木研究所の研究者による講演を通じ、調査研究の成果や研究状況を、それらの分野の動向と絡めて幅広く一般に紹介することを目的に毎年開催している。

今年度は、新型コロナウイルス感染症対策として、原則として事前申込のみとし、かつ、座席指定を行い、大幅な人数制限を行い、また、ライブ配信による聴講を新設した。令和2年10月21日、東京都千代田区の一ツ橋ホールで開催し、会場で167名、ライブ配信で527名の計694名の方々にご聴講頂いた。

今回の講演会では、「土研が取り組む DX（現場の安全性や効率性を向上させる研究開発）」、「土研が取り組む DX（仕事のプロセスや働き方を変革する研究開発）」、新たな社会ニーズへの取り組み」の3つのテーマごとに講演を行った。

特別講演では、株式会社三菱総合研究所スマート・リージョン本部副本部長の中條覚（なかじょうさとる）様に、「デジタルツイン/DXの進展と社会インフラへの期待」と題したご講演をいただき、国内および海外におけるデジタルツイン/DXの進展状況と、今後のさらなる展開へ向けた社会インフラへの期待についてお話いただいた。



写真 - 1.1.4.1 西川理事長による挨拶



写真 - 1.1.4.2 中条覚氏による講演

B) 寒地土木研究所講演会

寒地土木研究所講演会は、積雪寒冷地に関連する土木技術の研究成果等についてより多くの方々に紹介することを目的に毎年開催している。

今年度は令和3年11月11日に共済ホール（北海道札幌市：共済ビル）で開催するとともに、当日の録画版を令和4年1月11日～24日にWeb講演会として動画配信を行い、民間企業、国・地方公共団体職員等を中心に823名(現地251人、Web申込者572人)が参加した。特別講演では、高知工科大学経済・マネジメント学群教授 渡邊法美氏から、「土木事業におけるリスクマネジメント」と題してご講演いただいた。また、土木研究所からは、「様々なリスク要因に対応する寒冷地舗装技術の開発」、「北海道における傾斜斜面の発生要因とリスクへの対処方法について」、「地震・地質リスクにONE-TEAMで対応する」の講演を行った。

C) 第14回 CAESAR 講演会

CAESAR 講演会は、道路橋の維持管理に関する情報提供、また技術者の交流の場を提供することを目的として、毎年開催している。今年度は、新型コロナウイルス感染拡大防止対策のため、一橋講堂（都内）の会場とZoomによるリアルタイム配信のハイブリッド形式で令和3年10月7日に開催した。その結果、申込者数および来場者数は過去最多の910名であった。

今回の講演会では、CAESARの上席研究員と主任研究員による講演会とし、橋梁診断支援AIシステムの開発、近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望、およびシナリオデザイン設計法の開発について講演を行った。

D) 第5回 iMaRRC セミナー

iMaRRC セミナーは、材料資源分野において関心を集めている研究領域について、iMaRRCの調査研究成果の発信、他機関での検討状況の情報収集、技術者の交流等による研究促進を目的として実施している。今年度は新型コロナウイルス感染拡大防止等のため、令和4年3月23日に土研会場とWebのハイブリッド開催とした。申込者数は163名であった。

第5回は「アスファルトの劣化と再生のメカニズム」をテーマとした。アスファルト舗装の劣化事例と評価方法、劣化や再生のメカニズム、繰り返し再生に関する影響について研究紹介を行い、参加者からの質疑応答を行った。

2.2 施設公開

一般市民を対象とした研究施設の一般公開を実施するとともに、その他の構外施設等についても随時一般市民に公開するよう努めている。

科学技術週間（4月）、国土交通Day（7月）、土木の日（11月）等の行事の一環として一般市民を対象とした研究施設の一般公開を実施している。また、年間を通じて一般の方々への施設見学も実施し、外部機関が主催する科学展等でも一般への普及を図っている。なお、令和3年度は、「千島桜一般開放」および「土木の日一般公開」を除き新型コロナウイルス感染拡大防止等のため施設の一般公開を中止した。

令和3年度の活動実績を表-1.1.4.6と表-1.1.4.7に示す。

表-1.1.4.6 土木研究所が主催する施設一般公開実績

| 行事名 | 説明 | 回数 | 開催日 | 令和3年度 見学者数 | 開催地 |
|-------------------|---|----|-------------------------|---------------|------|
| 科学技術週間 一般公開 | 茨城県つくば市等が主催する複数の国立研究所開発法人等の一般公開イベントに併せて実施 | — | 中止(※1) | — | つくば市 |
| 千島桜一般開放 | 寒地土木研究所構内に生育している千島桜の開花時期に併せて一般開放を実施 | 1 | 4月20日 ～4月26日 (※2) | 1,550 | 札幌市 |
| 国土交通 Day 一般公開 | 7月16日の国土交通DAYに併せた一般公開 | — | 中止(※1) | — | 札幌市 |
| つくばちびっ 子博士一般公開 | 子供に科学を知ってもらうことを目的に茨城県つくば市が実施する一般公開に併せて実施 | — | 中止(※1) | — | つくば市 |
| 「土木の日」 一般公開 | 土木の日に合わせ、毎年11月18日前後に実施する一般公開 | 1 | 11月20日 (※2) | 262 | つくば市 |
| 計 | | 2 | | 1,812 | |

(※1) 新型コロナウイルス感染拡大防止等のため中止

(※2) 感染防止策を講じたうえで人数を限定して実施

表-1.1.4.7 土木研究所の施設見学実績

| 施設名 | 開催日 | 令和3年度 見学者数 | 開催地 |
|-----------------------------------|-----|---------------|------|
| つくば中央研究所、 ICHARM、CAESAR、iMaRRC | 通年 | 362人 | つくば市 |
| 自然共生研究センター | 通年 | 435人 | 各務原市 |
| 寒地土木研究所 | 通年 | 8人 | 札幌市 |
| 計 | | 805人(※) | |

(※) 新型コロナウイルス感染拡大防止策を講じたうえで人数を限定して実施

A) 「土木の日」一般公開

茨城県つくば市の研究施設では、土木の日（漢字の土木の2文字を分解するとそれぞれ十一、十八となること、また、土木学会の前身の創立が明治12年11月18日であることにちなむ）に合わせ、毎年11月18日前後に実験施設等を一般に公開している。

令和3年度は、新型コロナウイルス感染防止策を講じたうえで人数を限定して実施した。

B) 国土交通 Day 一般公開

北海道札幌市の研究施設（寒地土木研究所）では、日本の国土交通行政に関する意義・目的や重要性を広く国民に周知することを目的とした国土交通 Day に合わせて毎年7月に一般公開を実施している。

安心、安全、快適等テーマに沿った形で体験型のイベントを設け、普段土木になじみが少ない一般の方々に対し、土木に関する技術や知恵を分かりやすくかつ楽しく伝えられるように展示を工夫するなどして、例年約1,200名の方にご来場いただいているが、令和3年度は新型コロナウイルス感染拡大予防のため中止した。

2.3 一般に向けた情報発信

メディアへの記者発表等を通じ、技術者のみならず国民向けの情報発信を積極的に行なっている。また、ホームページ上で一般市民向けに、研究活動・成果を分かりやすく紹介する情報発信を積極的に行っている。

メディアへの記者発表等を通じた情報発信について、活動内容周知、共同研究者募集、イベント告知などの機会に記者発表を実施している。また、災害支援、新技術の発表、公開実験などに際してその模様がマスコミに報道されている。

令和3年度の実績を表-1.1.4.8から表-1.1.4.10に示す。

表-1.1.4.8 メディアへの発表等による情報発信実績^{*1}

| 項目 | 件数 | 主な内容 |
|--------|-----|--|
| 記者発表 | 55 | <ul style="list-style-type: none"> ・オープンイノベーションによる自律施工研究の促進 ～建設ロボットによる自律施工デモンストレーションの実施について～ ・DXに資する3次元河川環境評価ツール“EvaTRiP Pro”の公開 ・無電柱化施工の新たな低コスト手法を施行 ・北の道ナビ「吹雪の視界情報」ポータルサイト 今冬の開設について |
| マスコミ報道 | 117 | <ul style="list-style-type: none"> ・「防災の日」企画特集 激化し続ける災害 正しく知って対策を ・雪崩現場映像画像3次元化 ドローン活用精度に期待 ・ナマコ为天敵判明 資源回復へ期待 ・沿岸 流水伴う被害懸念 ・冬道の運転に伴う危険について |

*1 件数は、1節、2節、3節で重複あり。また、マスコミ報道件数は把握している概数。

表 - 1.1.4.9 ホームページを活用した一般向け情報発信実績

| 名称 | 説明 | 発信回数 | 主な対象者 |
|--------------------|---|------|---------|
| ICHARM Newsletter | UNESCO の後援のもとで設立・運営される水災害・リスクマネジメント国際センター（ICHARM：アイチャーム）の各種活動や論文リスト等の情報を定期的に発信。 | 4 | 一般 |
| iMaRRC Newsletter | 2016年の先端材料資源研究センター（iMaRRC）発足後に創刊。研究内容・研究成果を紹介。 | 2 | 一般 |
| 雪崩・地すべり研究センターたより | 1997年に創刊。新潟在所の雪崩・地すべり研究センターの研究内容・研究成果やトピックス等を紹介。 | 3 | 一般 |
| ARRC NEWS（アークニュース） | 岐阜県各務原市の自然共生センターの研究成果の内容をわかりやすく解説したニュースレター。 | 不定期 | 一般 |
| 自然共生センター 活動レポート | 平成11年（建設省土木研究所時代）に創刊した岐阜県各務原市の自然共生センターの研究成果をQ&A方式でわかりやすく解説したアニュアルレポート。原則年1回冊子として刊行。 | 1 | 一般 |
| 土研 Web マガジン | 平成19年10月に創刊。高校生以上を対象にわかりやすく研究内容を解説。海外向けに英語版も発行。 | 4 | 一般 |
| 北の道りサーチニュース | 平成15年10月に創刊。寒地道路技術の情報発信基地を目指して研究・調査成果等の最新情報を毎月提供するメールニュース。関連する会議やセミナー等の案内等も発信。 | 12 | 主として技術者 |

表 - 1.1.4.10 その他の媒体による一般向け情報発信実績

| 名称 | 説明 | 情報配信 | 主な対象者 |
|--------------|---|--------------------|--------------------|
| 土木技術資料 | 土木技術者向けの雑誌。監修を行う。土木研究所や国土技術政策総合研究所の成果が記事として掲載。 | （一財）土木研究センター発行の月刊誌 | 土木技術者 |
| 道路雪氷メーリングリスト | 平成16年1月の北海道道東地方豪雪の教訓等を踏まえて開設。技術レベルの向上と問題解決型の技術開発の推進が目的。吹雪・雪崩・路面管理等の道路雪氷対策に関わる技術者等の意見交換の場。 | 登録者による情報交換 | 道路雪氷対策に関わる技術者・研究者等 |
| 寒地土木技術情報センター | 寒地土木研究所内に設置した寒地土木技術に関する研究情報の提供（HPでの蔵書検索含む）や管理等を行う機関。蔵書の管理・貸出等も実施。 | 来所 | 一般 |

3. 積雪寒冷環境等に対応可能な土木技術等の普及

積雪寒冷環境等に対応可能な土木技術等に関する研究開発の成果について、全国展開を進めるための体制を整備するとともに、開発技術等の技術説明会を道外の積雪寒冷地域を対象に各地で開催している。

令和3年8月26日、石川県金沢市で寒地土木研究所 新技術説明会の開催を計画し、国土交通省や地方公共団体、高速道路会社、コンサルタント、建設業の技術者等計78名の申し込みを得たが新型コロナウイルス感染拡大に伴い開催を中止した。

4. 技術普及

研究開発成果については、技術の内容等を検討し、適用の効果や普及の見通し等が高いと認められるものを、重点的に普及を図るべき技術として選定するとともに、知的財産権を活用する等により、効果的な普及方策を立案して戦略的に普及活動を展開している。

4.1 重点普及技術の選定

効果的な普及活動を効率的に進めるため、土木研究所の開発技術の中から毎年度、適用効果が高く普及が見込める、あるいは見込めそうな技術を重点普及技術および準重点普及技術として、毎年選定するとともに、それらの活用促進方策を検討し、戦略的に普及活動を実施した。

令和3年度は、54件の重点普及技術と23件の準重点普及技術を選定するとともに、表-1.1.4.12に示すように、普及方策をとりまとめた。

この普及方策に基づいて、以下に記述するとおり土研新技術ショーケースをはじめ、全国各地で開催される技術展示会への出展や技術講習会等の開催等、普及活動を実施した。

なお、令和3年度に選定した上記技術概要を付録-4.3および4.4に、技術講習会等の開催状況を付録-4.5に示す。

表 - 1.1.4.12 普及方策の例

| 技術名 | 普及方策・活動内容等 |
|------------------------------|---|
| 水害対応ヒヤリ・ハット事例集（地方自治体編） | ○ショーケース等でPRする。 ○自治体職員に対して研修を行う。 |
| 既設アンカー緊張力モニタリングシステム（Aki-mos） | ○ショーケース等でPRする。 ○FEM解析による追加対策後の荷重予測手法を検討する。 |
| 地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン | ○ショーケース等でPRする。 ○地質・地盤リスクマネジメントの体系化を目標に、引き続き研究開発を進める。 |

4.2 戦略的な普及活動

4.2.1 土研新技術ショーケース

土研新技術ショーケースは、土木研究所の研究成果の普及促進を目的として、研究成果を社会資本の整備や管理に携わる幅広い技術者に、講演とパネル展示で紹介するとともに、技術の適用に向けて相談に応じるものである。東京においては毎年、地方においては隔年で実施している。内容は研究成果の紹介のみでなく、著名な大学の先生や土木研究所職員による「特別講演」と国土交通省地方整備局からの講演もプログラムに組み込んでいる。

令和3年度は、大阪、広島、仙台、名古屋、札幌の5箇所でショーケースを開催するとともに、東京開催は会場開催を中止し、オンライン開催として実施した。ショーケースは延べ83技術の講演を行うとともに、246技術のパネル展示を行い、ショーケース全体で計998名の参加者を得た。詳細は付録-4.6に示す。

表-1.1.4.13 令和3年度の土研新技術ショーケースの実施内容

| 開催地 | 大阪 | 東京 | 広島 | 仙台 | 名古屋 | 札幌 |
|-----------|--|---|---|--|---|--|
| 期日 | 7月29日 (木) | 9月29日(木) | 10月14日(木) | 10月28日 (木) | 12月9日(木) | 12月16日 (木) |
| 会場 | 大阪国際交流 センター | なし (オンライン) | 広島国際 会議場 | フォレスト 仙台 | 名古屋国際 会議場 | 札幌 サンプラザ |
| 参加 人数※ | 224人 | 259人 | 90人 | 123人 | 144人 | 158人 |
| 紹介 技術 | 道路:9件 緑化:1件 砂防:2件 斜面技術:1件 地質・地盤:2件 河川:3件 コンクリート:2件 鋼構造物:1件 計:19件 | 地質・地盤:1件 河川・環境:5件 砂防:2件 道路:2件 コンクリート:1件 鋼構造物:1件 計:12件 | 道路:6件 河川:4件 砂防:3件 地質・地盤:2件 コンクリート:3件 計:18件 | 環境地盤:3件 災害対応:2件 道路:2件 コンクリート:2件 計:9件 | 道路:4件 河川:5件 緑化:1件 地質・地盤:3件 コンクリート:2件 計:15件 | 道路補修:4件 河川:3件 地盤:3件 計:10件 |
| | パ ネ ル | 42件 | — | 31件 | 71件 | 37件 |

※東京は参加申込人数を記載。東京以外は、会場開催参加人数を記載

4.2.2 土研新技術セミナー

土研新技術セミナーは、土木研究所の研究内容や研究開発した新技術等について、社会ニーズ等を踏まえ毎年テーマ(分野)を設定し、その分野の最新の動向等とあわせて、必要な技術情報等を提供するものである。

令和3年度については、開催地の東京都が新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言の期間中であったため、ライブ配信のみにより開催した。

4.2.3 技術展示会等への出展

他機関が主催し各地で開催される技術展示会等についても、土木研究所の開発技術を広く周知するための有効な手段の一つであることから、積極的に出展し普及に努めている。

令和3年度は、7件の展示会等に出展し、28技術の紹介を行った。詳細は付録-4.7に示す。



写真 - 1.1.4.5 技術展示会の様子
(左：「けんせつフェア北陸」富山、右：「けんせつフェア北陸」新潟)

4.2.4 地方整備局等との意見交換会

地方整備局や地方公共団体、高速道路会社等の関係部署を対象として、土木研究所の開発技術等の内容を説明し必要な情報提供を行うとともに、各機関が所管する現場等での開発技術の採用に向けて、その可能性や問題、課題等について意見交換を行っている。

令和3年度は、国土交通省北海道開発局、国土交通省東北地方整備局、国土交通省中部地方整備局、国土交通省近畿地方整備局、国土交通省中国地方整備局の5箇所で開催し、延べ37技術を紹介し現場での適用性やニーズなどについて意見交換を実施した。あわせて、事業の実施の上で直面している土木技術上の諸問題について現場の技術者と意見交換を実施した。

開催にあたっては、新型コロナウイルス感染拡大防止対策のため、一部の意見交換会では、会場の参加者数に制限をかけるとともに、会議の内容についてライブ配信を行い、オンラインでの意見交換を実施した。



写真 - 1.1.4.6 意見交換会の様子
(左：近畿地方整備局、右：東北地方整備局)

コラム 水害対応ヒヤリ・ハット事例集（地方自治体編）の作成と活用

水災害・リスクマネジメント国際センター（ICHARM）では、昨今の全国的な水害の頻発を鑑み、地方自治体の防災担当部署の災害対応力の向上を目指して、「水害対応ヒヤリ・ハット事例集」を作成し、令和2年6月25日から、ホームページでの公開を開始しました。本事例集は、「地方自治体編」と、別冊である「新型コロナウイルス感染症への対応編」という2編により構成されます。「地方自治体編」は、水害対応において、職員が「困る・焦る・戸惑う・迷う・悩む」などの状況に陥る事例を「水害対応ヒヤリ・ハット事例」として新たに定義し、平成12年以降に地方自治体が公表している過去の水害対応の検証資料（災害対応検証報告書など）からこれらの事例を抽出し、典型的な事例を見開きページで紹介したものです。初動・災害対策本部運営・庁内体制・情報収集・情報伝達・関係機関との連携・警戒レベル4避難情報の発令・避難所等という8つの災害対応カテゴリーについて、計28の事例を掲載しています。各事例のページの左側で、実際に起こった事例の詳細や類似事例を紹介するとともに、右側で、地方自治体が水害対応の検証資料で挙げている「教訓」や関連するガイドライン等を掲載しています。

土木研究所の令和2年度・3年度の重点普及技術として、新技術ショーケースや技術展等の機会を通じた普及啓発活動を行いました。本事例集をダウンロードできるウェブサイトには、公表後から令和3年度末までに、7,799件のアクセスがありました。また、水害対応タイムラインに応じてヒヤリ・ハット事例をイメージする訓練方法を考案し、地方自治体等への研修を提供しました。一般財団法人 全国建設研修センターの研修「事例から学ぶ水災害に備えた市町村の対応」においても研修を提供しました。豊田市の職員向けの研修に関しては、研修内容及び研修者へのアンケート回答分析結果を令和3年度国土技術研究会 一般発表「活力」部門にて発表し、優秀賞を受賞しました。

一つの事例を見開きページで紹介 → 対策検討や職員研修に活用可能



水害対応ヒヤリ・ハット事例集
(地方自治体編)

令和2年6月
国立研究開発法人 土木研究所
水災害・リスクマネジメント国際センター



事例

災害概要

ヒヤリ・ハット（報告書からの抜粋）

類似事例

教訓（左記の事例及び類似事例より）

関連するガイドライン等

図-1 水害対応ヒヤリ・ハット事例集（地方自治体編）の表紙（左）及び紙面例（右）

コラム 仮想洪水体験システム

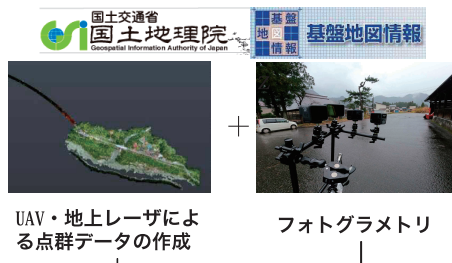
水災害・リスクマネジメント国際センター（ICHARM）では、昨今の全国的な水害の頻発を鑑み、地域住民の災害対応力の向上を目指して、「仮想洪水体験システム」を開発しました。

仮想洪水体験システムは、空間データ作成部と雨量・流出及び流況解析部の2つのプロセスの重ね合わせにより構成されています。前者は、ドローン（UAV：Unmanned Aerial Vehicle）、地上レーザ（TLS：Terrain Laser Scanner）、そしてさまざまなアングルからの写真を合成して3Dモデルを作るフォトグラメトリ（Photogrammetry）と呼ばれる手法を用いて取得した点群データを用いて、高精度に空間を再現します。後者では、降雨流出氾濫モデル（RRI：Rainfall Runoff Inundation model）、平面流計算等を用いて水の動きを再現します。これらをゲームエンジン上で合成することで、洪水状況を仮想空間で体験できるシステムとなるのです。

視覚による体験だけでなく、体験者は、アバター（仮想空間上の自分の分身）を操作し、洪水時の避難を仮想体験できます。アバターの運動能力は任意に設定でき、避難行動時における高齢者の状況などの仮想体験、行動を詳細に記録する機能がある等、仮想洪水における避難行動の詳細な分析が可能です。

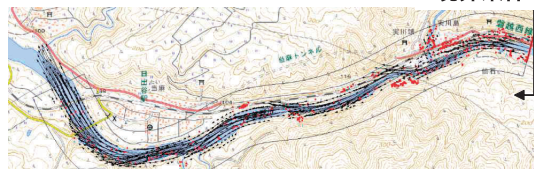
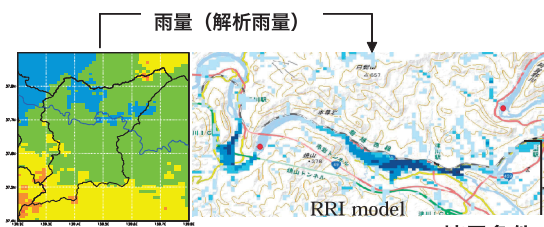
さらに現在、インターネット上の仮想マシン上に仮想洪水体験システムを配置する技術の開発等にも着手しています。遠隔地から仮想洪水体験システムにアクセスし、洪水状況を体験し、誰もが容易に洪水の危険性を学習できるシステムへと発展させることを目指しています。

■空間データ作成部



仮想空間内での空間再現

■雨量、流出及び流況解析部



iRIC Nays 2DH

ゲームエンジン上での結合



定量的な洪水状況の再現 運動能力等の設定が可能 共助による避難訓練 詳細な行動記録

コラム 無人化施工新技術マニュアル

災害発生直後の復旧工事は、二次災害の危険性が高く、安全に配慮しつつ迅速に効率よく施工することが困難な場合も多くあります。そこで、遠隔操作が可能な建設機械を用いてオペレータは運転建屋などの安全な場所から操作を行う「無人化施工」が、日本独自の技術として開発され、これまで多くの災害現場で活用されています。

しかし、この無人化施工にも様々な課題が存在します。そこで、実際に災害復旧対応を行った自治体（地方整備局）や民間企業を対象にヒアリングを実施し、無人化施工現場における課題点を整理し、その中から特に①「施工効率の改善」、②「セットアップの迅速化」を解決する新技術について、開発・検証を行いました。

①「施工効率の改善」に対する開発・検証の結果、一般的な遠隔操作時の施工効率は、搭乗操作時と比べて約45%程度でしたが、建設機械の運転席にあたかも座っているようなVR技術（図-1）や、操縦している建設機械を真上から見下ろした俯瞰映像（ア라운드ビュー）など様々な先端技術の開発成果により、遠隔操作時の施工効率が約60~70%程度まで向上することを確認しました。また、遠隔操作が得意なオペレータを選抜することで、施工効率が約73%まで向上することも判明し、得意なオペレータを選抜する手法についての提案も行いました。

②「セットアップの迅速化」に対する開発・検証の結果、前述のVR技術で用いた頭部装着型ディスプレイ(Head Mounted Display)の活用や、UAVをカメラ台車の代わりに活用する手法（図-2）や、SLAM（センサ等の情報から自己位置推定と環境地図作成を同時に行う技術）による周辺環境把握技術の導入により、運転建屋や外部カメラの設置を省略でき、迅速なセットアップが可能となることが判明しました。

これら様々な研究成果のうち、VR技術などは地方整備局における無人化施工トレーニング機器として採用されており。また、これらすべての研究成果の特徴（長所・短所・導入事例など）についてまとめた「無人化施工新技術マニュアル」を作成し、各地方整備局などに公表しました。災害現場は何が起こるかわからず、現場によって条件もまちまちで、様々な問題が発生しやすい傾向があります。本マニュアルが無人化施工を実際に担当する地方整備局等の技術者の現場対応に役立つことを期待しております。



図-1 VRを活用した遠隔操作

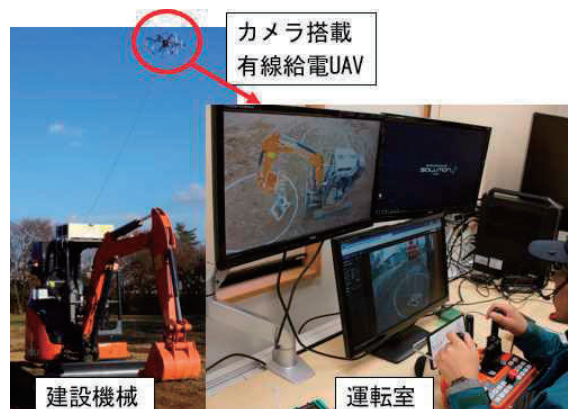


図-2 UAVを活用した遠隔操作

⑤土木技術を活かした国際貢献

土木分野における国際研究ハブになることを目標に、我が国特有の自然条件や地理的条件等の下で培った土木技術を活かした国際貢献実施のため、他機関からの要請に応じて諸外国の実務者等に対して助言や指導を行うとともに、各種国際会議における討議や情報発信にも積極的に取り組んだ。

1. 国際標準化への取り組み

国土交通省の「土木・建築における国際標準対応省内委員会」の下に設置された国際標準専門家ワーキンググループのメンバーとして、国内調整・対応案の検討、国内および国際的な審議への参画等の活動を行っている。

ISO に関しては、国内対応委員会等において、我が国の技術的蓄積を国際標準に反映するための対応、国際標準の策定動向を考慮した国内の技術基準類の整備・改定等について検討した。TC113（技術委員会：以下 TC）/SC2（分科委員会：以下 SC）においては、超音波ドップラー流速流向計を用いた流量観測に関する規格について、令和3年3月に ISO 24578:2021 が発行されたところである。TC127 においては、性能試験方法、安全性、機械・電気・電子系統の運用や保全、用語等に関する基準策定を行っている。令和3年度の活動実績を表 - 1.1.5.1 に示す。詳細は付録 - 5.1 に示す。

表 - 1.1.5.1 国際標準の策定に関する活動実績

| 番号 | 年度 | 委員会名等 | コード | 担当チーム等 |
|----|------|-------------|-----------|-----------------|
| 1 | 令和3年 | ISO 対応特別委員会 | — | iMaRRC |
| 2 | 令和3年 | 水理水文計測 | ISO/TC113 | 水理チーム、 水文チーム |
| 3 | 令和3年 | 土工機械 | ISO/TC127 | 先端技術チーム |

2. JICA 等からの要請による技術指導及び人材育成

2.1 海外への技術者派遣

令和3年度において、海外への職員派遣の実績はない。

2.2 外国人研修生の受入

JICA からの要請により、27ヶ国から46名の研修生に対し、「水災害被害の軽減に向けた対策」「国家測量事業計画・管理」等の研修を遠隔で実施し、世界各国の社会資本整備・管理を担う人材育成に貢献した。令和3年度の受入実績を表 - 1.1.5.2 に示す。詳細は付録 - 5.2 に示す。

表 - 1.1.5.2 出身地域別外国人研修生受入実績

| 地域 | 人数 | 国数 |
|-------|----|----|
| アジア | 18 | 9 |
| アフリカ | 10 | 10 |
| ヨーロッパ | 0 | 0 |
| 中南米 | 4 | 3 |
| 中東 | 4 | 2 |
| オセアニア | 10 | 3 |
| 北米 | 0 | 0 |
| 合計 | 46 | 27 |

3. 研究開発成果の国際展開

3.1 国際的機関の常任・運営メンバーとしての活動

土木研究所職員の技術的見識の高さが認められた結果、国際機関の委員や国際会議の重要な役割を任せ、その責務を果たした。令和3年度における「安全・安心な社会への貢献」に資する実績を表 - 1.1.5.3 に示す。詳細は付録 - 5.3 に示す。

表 - 1.1.5.3 国際的機関、国際会議に関する委員

| 機関名 | 委員会名 | 役職 | 活動状況 |
|-------------------|----------------------|---------------------|--|
| 世界道路協会 (PIARC) | TC1.5「災害マネジメント」：連絡委員 | 橋梁構造研究グループ 主任研究員 | 令和3年4月、9月に開催された plenary meeting (Web 会議) に連絡委員として参加し、日本の先進的な防災技術の紹介、令和4年2月に開催される冬季大会の論文査読、国際調査の分析などを行った。また、令和3年9月に開催された国内の意見交換会に参加して、活動状況を報告し意見交換を行った。さらに、調査中間報告をとりまとめ、雑誌「道路」10月号にレポートを寄稿した。 |
| 世界道路協会 (PIARC) | TC1.5「災害マネジメント」：委員 | 地質・地盤研究グループ長 | 令和3年4月、9月に開催された技術委員会 (Web 開催) に委員として参加し、防災技術に関する国際調査の結果とりまとめに貢献した。また、日本の先進的な防災技術の紹介のために、国土交通省道路局、国内関係団体、企業間の情報交換の調整を行った。 |

| 機関名 | 委員会名 | 役職 | 活動状況 |
|-------------------|-----------------------|-----------------|---|
| 世界道路協会 (PIARC) | TC3.2「冬期サービス委員会」：連絡委員 | 寒地道路研究グループ主任研究員 | 令和3年9月と令和4年2月にオンラインで開催されたTC3.2委員会に出席し、国際冬期道路会議や各ワーキンググループの活動等について議論に参加した。 |
| 世界地震工学会議 | 第17回世界地震工学会議 | 橋梁構造研究グループ上席研究員 | 令和3年9月に開催された第17回世界地震工学会議において、論文査読、セッション座長を行った。 |

3.2 国際会議等での成果公表

土木研究所の研究成果を海外に普及させ、また、海外の技術者との情報交換等の交流促進を図るため、令和3年度は国際会議で論文発表等を行ったほか、国際誌へも多数論文投稿している。

4. 水災害・リスクマネジメント国際センター(ICHARM)による国際貢献

水災害・リスクマネジメント国際センター(ICHARM：アイチャーム)は、国際連合教育科学文化機関(ユネスコ)が後援する組織(カテゴリー2センター)として、平成18年に土木研究所内に設立された。

ICHARMは、世界の水関連災害の防止・軽減に貢献するため、「Long-term Programme(長期計画)」、「Mid-term Programme(中期計画)」および「Work Plan(事業計画)」を策定し、「革新的な研究」「効果的な能力育成」「効率的な情報ネットワーク」を活動の3本柱として、「現地での実践活動」を推進している。

4.1 革新的な研究

研究面では、関係機関と協調しながら、研究開発プログラムや文部科学省「統合的気候モデル高度化研究プログラム」を実施し、水災害関連分野のハザードおよびリスクに関する技術の向上および知見の蓄積を進めるとともに、成果の積極的な公表に努めた。

文部科学省「統合的気候モデル高度化研究プログラム」への参画

本研究プログラムでは、気候変動研究の更なる推進とその成果の社会実装に取り組むべく、気候変動メカニズムの解明や気候変動予測モデルの高度化、および気候変動がもたらすハザードの研究等に取り組んでいる。ICHARMは、ミンダナオ島ダバオ川流域(フィリピン)およびジャワ島ソロ川流域(インドネシア)を対象とし、水災害リスク解析を実施するとともに、対象地域の現況に応じた気候変動適応策ニーズ・能力の把握や現地実装支援を実施している。令和3年度は、ダバオ川流域・ソロ川流域において、MRI-AGCM(気象庁気象研究所が開発した全球大気気候モデル)3.2H(60km解像度)の

将来気候 RCP2.6/8.5 (2075~2099) について力学的ダウンスケーリングを行った。これらの結果は、現在気候の計算結果と観測結果から、領域気象モデルやバイアス補正の妥当性について検証し、バイアス補正を行った。また、ダバオ川、ソロ川の両流域を対象に、水エネルギー収支と降雨流出・氾濫を計算できる Web-RRI モデルを構築し、前述のダウンスケーリング結果を用いて将来の洪水・渇水被害リスクの推定を行った。

加えて、ダバオ川流域およびソロ川流域における気候変動適応策の実装支援を目的として、「水のレジリエンスと災害に関するプラットフォーム」の主要関係者と実施計画について協議を行い、適応策策定のための手段として、水災害リスク軽減のためのデータ、知識、情報、経験、ノウハウ、技術を集結した「知の統合システム (Online Synthesis System for Sustainability and Resilience: OSS-SR)」を構築し、これをオンライン学習の場で活用することにより、最新科学技術を社会に翻訳する能力を持つファシリテーターを育成する取組をプロトタイプとして進めることとした。

フィリピン・ダバオ市においては、OSS-SR の開発について、リアルタイム洪水監視・予測と気候変動影響の定量的評価に関する科学技術的な情報および知見を OSS-SR 上で閲覧できる機能を開発した。さらに、これらに関連する 10 コマの入門講義とそれらに対する試験、4 コマの実践研修を学習可能な e ラーニング機能も開発した。

インドネシアにおいては、気候変動に適応した水関連災害のレジリエンスの確保や持続可能な開発のための担当者の人材育成および関連行政機関間の連携の強化を目的とし、インドネシア公共事業・国民住宅省 (PUPR)、国家防災庁 (BNPB)、気象気候・地球物理庁 (BMKG)、環境・森林省 (KLHK)、農業省 (KP)、国立航空宇宙研究所 (LAPAN) の計 6 機関を対象とした能力開発プログラムを実施した。このようなプログラムを通じ、分野横断的な政策立案が求められる気候変動適応策の検討にあたり、特に省庁間の連携に焦点を当てた適応策の検討や実装に貢献した。

4.2 効果的な能力育成

能力育成面では、国際協力機構 (JICA) や政策研究大学院大学 (GRIPS) 等と連携し、3 年間の博士課程、1 年間の修士課程、数日~数週間の短期研修などを実施した。また、帰国研修生を対象としたフォローアップ活動を従来実施してきたが、令和 3 年度 (2021) は、これまでの修士・博士修了生が参加したオンラインによるフォローアップセミナーを開催した。

4.2.1 博士課程「防災学プログラム」

平成 22 年度から GRIPS と連携して博士課程を実施し、水災害に関する研究者を養成でき、水災害リスクマネジメント分野における計画立案や実行において主導的な役割を担える専門家の養成を行っている。

令和 3 年 9 月には、3 年間の課程を修了した 3 名の学生に「博士 (防災学)」の学位が授与された。

令和 4 年 3 月時点で 1 回生 3 名、2 回生 2 名の計 5 名が、気候変動やリスクアセスメ

ント等に関する研究を行った。

4.2.2 修士課程「防災政策プログラム 水災害リスクマネジメントコース」

平成19年度からGRIPSとJICAと連携して、修士課程を実施している。

令和2年10月から令和3年9月まで、7名の研修員を対象として第14期の修士課程を行い、修了した研修員に対し「修士（防災政策）」の学位が授与された。令和3年10月からは、13名の研修員を対象として第15期の修士課程を実施した。

4.2.3 フォローアップセミナーの主催

ICHARMでの研修を修了した帰国研修員に対するフォローアップ活動として、年1回現地国を訪問してセミナーを開催している。令和3年度は、これまでの修士・博士修了生が参加したオンラインによるフォローアップセミナーを開催した。

4.2.4 インターンシップの受入れ

ICHARMでは、積極的に国内外からのインターンシップを受け入れている。令和3年度は、国内外から2名を受け入れ、指導を行った。

4.3 効率的な情報ネットワーク

情報ネットワーク活動では、様々な国際会議を主催あるいは会議に参加することによって、防災の主流化をはじめとする防災の総合的な取り組みに貢献した。

特に、ICHARMが事務局を務め、ユネスコ等の国連機関と協働して実施する国際洪水イニシアティブ（IFI：International Flood Initiative）では、フィリピン・スリランカ・ミャンマー・インドネシアにおいて、各国の政府機関および関係機関が協働しながら、「水のレジリエンスと災害に関するプラットフォーム（以下、プラットフォーム）」構築が進められており、ICHARMはそれらの活動の支援を行っている。

具体的取組事例としては、フィリピンにおいて、水のレジリエンスと災害に関するプラットフォームの活動の一環として、DIAS上に「知の統合システム」を開発し、それをeラーニング教材として活用することで「ファシリテータ」の育成に取り組んでおり、令和3年4月19日から5月17日までの約1か月間のeラーニングや関連するワークショップと令和4年1月17日から28日までの2週間の実践トレーニングを科学技術省第11地域局（ダバオ地域）と共同で開催した。また、インドネシアにおいては、ソロ川流域の気候変動影響評価の結果等を活用し、気候変動に適応した水関連災害のレジリエンスの確保や持続可能な開発のための担当者の人材育成および関連行政機関間の連携の強化を目的として、インドネシアの行政担当者を対象としたeラーニング・ワークショップ「気候変動下における水災害レジリエンスと持続可能な開発」を令和3年10月5日から11月5日までの約1か月間で開催した。

また、令和3年10月には「アジア水循環イニシアティブ（AWCI：Asian Water Cycle Initiative）」のセッションをオンラインで開催し、上記で例示したようなIFIに関する各

国での活動について情報共有や意見交換を行うとともに、その成果についてはアジア・オセアニア地域の地球観測に関する政府間会合（AOGEO：Asia-Oceania Group on Earth Observation）の本会議で発表された。

なお、ICHARM スタッフが議長を務める、国連 ESCAP/WMO 台風委員会水文部会の活動として、令和3年10月、オンラインにより日本が主催した第10回水文部会会合に参加するとともに、同じくオンラインで開催された12月の第16回統合部会、2月の第54回総会にそれぞれ参加し、台風に起因する災害の低減に向けた水文部会の行動計画についての調整および実施を主導した。

4.4 現地での実践活動

ICHARM は、JICA および科学技術振興機構（JST）が主導する「地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）」に基づくフィリピンとの共同研究プロジェクト「気候変動下での持続的な地域経済発展への政策立案のためのハイブリッド型 水災害リスク評価の活用（略称：HyDEPP-SATREPS）」の日本側代表実施機関として、比日両国の共同研究機関とともに様々な活動を行なっている。

共同研究プロジェクトは、令和2年4月1日に日本国内での JST 事業として開始したものの、コロナ禍により、フィリピン国内での JICA 事業の開始を延期し、令和3年6月3日より現地での5か年間の活動を開始した。日本国内の共同研究機関は、東京大学、東北大学、滋賀県立大学、名古屋大学、京都大学である。フィリピン国側の研究代表機関はフィリピン大学ロスバニョス校であり、共同研究機関はフィリピン大学ディリマン校・ミンダナオ校、連携機関は科学技術省（DOST）、公共事業道路省（DPWH）、マニラ首都圏開発局（MMDA）、ラグナ湖開発局（LLDA）である。

令和3年6月30日にはキックオフ会議を、令和3年11月17日に両国の参画機関による合同調整会議（JCC）をオンラインにて開催し、共同研究プロジェクトが順調に進んでいる。令和3年7-8月には、水災害リスク評価手法に関するeラーニングの提供を行い、83名が参加し、49名が課題に合格して修了した。

現地事業開始に向けた準備の最中、令和2年11月12日に、巨大台風ユリシーズ（Ulysses）がルソン島を横断し、研究対象領域であるルソン島のパンパンガ川流域およびパッシング・マリキナ川、ラグナ湖流域も甚大な被災をした。よって、この災害から約1年の節目となる令和3年11月5日には、研究プロジェクトの研究成果の周知のため、一般公開形式でのウェビナーを開催し、計243人が参加した。ウェビナーでは、ICHARM から、衛星画像から判読された浸水域や被害報に基づく市町村単位での被害状況を Google Earth Engine を用いて統合的に可視化したオンラインシステムについて紹介した。

4.5 アウトリーチ・広報活動

ICHARM の各種活動や論文リストなどの情報を定期的に発信する機会として、ICHARM Newsletter を平成18年3月の創刊から年4回発行している。令和3年度においては、4月に No.60、7月に No.61、10月に No.62、1月に No.63 を発行し、最新号の

読者数は 5,000 名を超えている。

また、ICHARM のホームページにおいて、研究や活動の成果の積極的な掲載、最新情報のアップデート、イベントの周知等を行っている。

⑥他の研究機関等との連携等

1. 共同研究の実施

大学、民間事業者等他機関の研究開発成果も含めた我が国全体としての研究開発成果の最大化のため、研究開発の特性に応じて、他分野の技術的知見等も取り入れながら研究開発を推進している。

共同研究については、国内における民間を含む外部の研究機関等との積極的な情報交流等を行い、他分野の技術的知見等も取り入れながら、共同研究参加者数の拡大を図っている。また、共同研究の実施にあたっては、実施方法・役割分担等について十分な検討を行い、適切な実施体制を選定し、より質の高い成果を目指している。

令和3年度における「安全・安心な社会への貢献」に資する共同研究参加者数および協定数、並びに機関種別参加者数を表-1.1.6.1と表-1.1.6.2に示す。詳細は付録-6.1に示す。

表-1.1.6.1 共同研究参加者数および協定数

| | 新規課題 | 継続課題 | 合計 |
|-------------|------|------|----|
| 共同研究参加者数(者) | 3 | 17 | 20 |
| 共同研究協定数(件) | 1 | 11 | 12 |

表-1.1.6.2 共同研究機関種別参加者数

| | 民間企業 | 財団・ 社団法人 | 大学 | 地方公共 団体 | 独立行政 法人 | その他 |
|-------------|------|-------------|----|------------|------------|-----|
| 参加者数 (者) | 6 | 4 | 7 | 0 | 2 | 1 |

2. 国内他機関との連携協力・国内研究者との交流

大学、民間事業者等他機関の研究開発成果も含めた我が国全体としての研究開発成果の最大化のため、研究開発の特性に応じ、定期的な情報交換、研究協力の積極的な実施や人的交流等により国内の公的研究機関、大学、民間研究機関等との適切な連携を図り、他分野の技術的知見等も取り入れながら研究開発を推進している。

2.1 国内他機関との連携協力

国内の研究機関等との積極的な情報交換や、多様な研究成果創出の実現、教育的活動を含む研究成果や技術の普及を図るため、国内他機関と連携協定を締結している。

令和3年度は3件の研究協力協定を新たに締結した。詳細は付録-6.2に示す。

2.2 交流研究員の受け入れ

技術政策の好循環を実現していくためには、多様な視点や優れた発想を取り入れていくことが必要不可欠である。そこで、研究活動を推進するため、研究所以外の機関に所属する職員を交流研究員として積極的に受け入れている。大学や民間事業者等と土木研究所の

知見の交換を行い効率的・効果的に研究開発成果を得る取組である。

令和3年度は、様々な業種の交流研究員を受け入れた。

表 - 1.1.6.3 交流研究員受け入れ人数の業種別内訳

| 業種別 (単位) | コンサル タント | 建設業 | 製造業 | 公益法人・ 団体 | 自治体 | その他 | 合計 |
|----------------|-------------|-----|-----|-------------|-----|-----|----|
| 受け入れ 人数 (人) | 14 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 18 |

3. 海外機関との連携協力・海外研究者との交流

3.1 海外機関との連携協力

積極的な情報交換や、多様な研究成果創出の実現等のため海外機関と協定を結び研究活動を展開している。

令和3年度は1件の研究協力協定を新たに締結した。詳細は付録-6.3に示す。

3.2 海外研究者との交流

海外の研究者との交流を促進し相互の研究活動や人的ネットワークの拡大を図るため、外国人研究者の招へい制度、当所職員を海外機関へ派遣する在外研究員制度を設けて、積極的に交流を図っている。外国人研究者の招へい制度は、土木研究所が高度な専門的知見を有する研究者の招へいだけでなく相手方の経費負担による研究者の受入れ等の方法も設けて柔軟に実施している。

令和3年度の実績を表-1.1.6.4に示す。令和3年度は、新型コロナウイルスの影響により、海外からの研究者の招へい・受け入れ実績はない。

表 - 1.1.6.4 海外からの研究者の招へい・受入れ実績

| | 人数 |
|-----|----|
| 招へい | 0 |
| 受入れ | 0 |
| 派遣 | 0 |

4. 競争的研究資金等外部資金の獲得

競争的研究資金等の外部資金の獲得に関して、他の研究機関とも連携して戦略的な申請を行うなどにより積極的獲得に取り組み、土研のポテンシャル及び研究者の能力の向上を図っている。

科学研究費助成事業の他、河川砂防技術研究開発制度等の競争的研究資金について、大学や他の独立行政法人等の研究機関と密接に連携することや所内において申請を支援する体制を整備することにより、積極的に獲得を目指している。

4.1 競争的研究資金の獲得支援体制

科学研究費助成事業や河川砂防技術研究開発制度等の競争的研究資金等外部資金については、グループ長等による研究員等への指導・助言等により、獲得支援を行った。応募に際しては、申請書類等の留意事項等を所内イントラネットに掲載し、またヒアリング等を通じ研究員等へアドバイスをを行った。

4.2 競争的研究資金の獲得実績

令和3年度における「安全・安心な社会への貢献」に資する競争的研究資金獲得実績を表-1.1.6.5と表-1.1.6.6に示す。詳細は付録-6.4に示す。

表-1.1.6.5 競争的研究資金等獲得件数

| | 令和3年度 |
|---------|-------|
| 獲得件数 | 27 |
| うち、新規課題 | 6 |
| うち、継続課題 | 21 |

表-1.1.6.6 令和3年度競争的研究資金等獲得実績（単位は千円）

| 配分機関 区分 | 継続 | | | | 新規 | | | |
|-------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|----|------------------|
| | 件数 | 研究代表者 研究費（千円） | 件数 | 研究分担者 研究費（千円） | 件数 | 研究代表者 研究費（千円） | 件数 | 研究分担者 研究費（千円） |
| 文部科学省 | 0 | 0 | 1 | 9,500 | 0 | 0 | | 0 |
| 国土交通省 | 0 | 0 | 1 | 193 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 農林水産省 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 内閣府 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 公益法人 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 1,000 | 1 | 500 |
| 独立行政法人・大学法人 | 10 | 19,344 | 9 | 43,535 | 1 | 1,170 | 3 | 6,040 |
| その他 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 計 | 10 | 19,344 | 11 | 53,228 | 2 | 2,170 | 4 | 6,540 |

* 新規件数は令和3年度開始。継続件数は令和3年度以前に開始し複数年度の研究期間の件数。

研究代表者・研究分担者は獲得した土木研究所職員の役割

4.3 研究資金の不正使用防止の取組

研究資金不正使用の防止の取り組みとして、外部資金の執行にあたっては、当初より土木研究所会計規程等を適用して管理し、研究者本人が経費支出手続きに関わらない仕組みを確保している。また、会計規程等の手続きはイントラネット等を通じ職員に周知している。

令和3年度においても適切に会計手続きを実施した。

4.4 技術研究組合

技術研究組合法に則り、法人格を持つ技術研究組合に、引き続き組合員として参画した。

表 - 1.1.6.9 土木研究所が参画している技術研究組合

| 名称 | 略称 | 活動目的 |
|----------------|--------|--|
| 次世代無人化施工技術研究組合 | UC-TEC | 世界トップレベルの無人化施工技術について、国内の先端的な技術を結集育成し、技術水準の向上並びに実用化を図る。 |