

第2節. 社会資本の戦略的な維持管理・更新への貢献

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。

■評価指標

表-1.2.1 第1章第2節の評価指標および目標値

評価軸	評価指標	目標値	令和元年度
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	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	※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。		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	680件以上
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	80件以上	84
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	1,296
	一般公開開催数	5回以上	5
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	10件以上	5
	研修受講者数	220人以上	167
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	120者以上	183

■モニタリング指標

表-1.2.2 第1章第2節のモニタリング指標

評価軸	モニタリング指標	令和元年度
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)	18
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)	17
	通年の施設公開見学者数 (人)	3,366
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)	11
	交流研究員受入人数 (人)	22
	競争的資金等の獲得件数 (件)	4

■外部評価委員会で評価された主要な成果・取組

表-1.2.3 第1章第2節の主要な成果・取組

評価軸	令和元年度の主要な成果・取組
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>研究開発プログラム(6)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・北陸地方整備局の橋梁塩害対策検討委員会に参画し、弁天大橋の解体調査、電気防食工法の効果や耐久性の詳細検証を行い、地方整備局から報告書を公表。また土木研究所が作成した電気防食工法の維持管理マニュアル(案)(H30.7)を実運用し、土木学会指針改訂版(R2.3)にも反映され、更なる普及が期待される。 ・コンクリート系床版の土砂化について、国の国土技術研究会指定課題に採択。地方整備局と連携して検討し、土砂化中間層の存在を明らかにして再劣化しないよう補修範囲を示すなど、診断及び措置方法に資する知見を土研資料として発刊(R2.3)、現場への成果の早期普及に貢献。 <p>研究開発プログラム(7)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・H29道路橋示方書において設計供用期間100年を標準とした国の方針を受け、ゴム支承の耐オゾン性評価の定量化を可能とする方法を提案。これによりライフサイクルコスト(LCC)の算出や新技術の活用促進に貢献。 ・国土交通省等の要請を受け、補強土壁及び大型ブロック積擁壁の研究成果を道路土工-擁壁工指針の改定(素案)に反映。定量的な性能評価による道路土工構造物の点検等の合理化に貢献。 ・国土交通省社会資本整備審議会答申「地下空間の利活用に関する安全技術の確立について」(H29.9)で、事業の各段階における地盤リスクアセスメントの技術体系の確立等が求められたことを受け、土木事業における地質・地盤リスクの取扱や対応の基本的な考え方、地質・地盤リスクマネジメントの導入及び運用方法をとりまとめたガイドラインを作成し、地方整備局等に通知。
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>研究開発プログラム(6)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・台風19号で被災した3橋梁に対し、土木研究所の職員を派遣。損傷を受けた橋梁構造物の評価などのこれまでの研究成果を活かして、現場調査及び技術指導を行うことで、早期の応急復旧計画の策定に貢献。 <p>研究開発プログラム(7)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・道路トンネル非常用施設設置基準の改定(H31.3)を踏まえ、その運用に不可欠な同解説(日本道路協会、R1.9)の改定にこれまでの研究成果をタイムリーに反映。 <p>研究開発プログラム(8)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「一般国道232号小平町大楸～花岡間技術検討会」に参画。研究成果である「切土のり面の緩勾配化による凍上抑制」が対策に盛り込まれるなど、新規事業化が急がれる防災事業箇所の事業検討に研究成果が貢献。 ・施工後早期に表面剥離等が発生した港湾の護岸被覆ブロックの耐久性について管理者から相談を受け、研究成果であるスケーリング予測式による評価により、問題がないことを確認。

評価軸	令和元年度の主要な成果・取組
<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(6)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 現道の交通状況に応じた測定が可能となるようMWDの新たなドップラセンサを開発。FWDにより許容たわみ量の目安を超過した箇所の約80%をMWDでも抽出できることを確認し、実道での検証に目途。舗装の迅速な構造診断手法として、将来における点検・診断の効率化への貢献に期待。 ・ 電流情報診断によるコラム形水中ポンプ状態監視ガイドライン(案)を公表し、8機場17台の設備で適用されるとともに、地方整備局等への技術指導を通じて、コラム形水中ポンプの適切な維持管理に貢献。 <p>研究開発プログラム(7)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 使用環境に応じたステンレス鉄筋の種類の選定や異種金属接触腐食対策に関する研究成果をコンクリート道路橋設計便覧に反映。ステンレス鉄筋の効果的な利活用が促進され、コンクリート道路橋の耐久性向上に貢献。 ・ 補強土壁の実証実験結果から不織布の幅と盛土材漏出時の開きとの関係を明らかにした上で、性能評価の基本的な考え方を提案。本結果を道路土工-擁壁工指針(素案)へ反映し、道路土工構造物の点検等の合理化に貢献。 ・ 大型ブロック積擁壁の載荷試験により、部材の抵抗特性評価に関するプレキャスト製品の性能評価の基本的な考え方を提案。本提案を道路土工-擁壁工指針(素案)へ反映。道路土工構造物の点検等の合理化に貢献。
<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(6)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ AIによる床版内部の滞水箇所の判別手法を開発し、使用する教師データを整備。将来の床版の予防保全に資することで長寿命化に貢献。 ・ 電極を用いて現場で簡易に評価できる塩分量調査技術を開発した。また、その適用例が、北陸地整の報告書(参考資料)に掲載されたことにより、塩害を受ける構造物の点検・診断の効率化への貢献が期待できる。 ・ RC床版の損傷を防止するため防水材の代替工法としてコンクリート床版用グーアスファルトを開発した。実用化に向けた研究を行う目途が立ち、実用化により道路橋の長寿命・延命化に貢献。 <p>研究開発プログラム(8)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 初冬期のコンクリート施工において耐寒促進剤の使用により、簡易で経済的な仮設備による経費節減、工期短縮などが可能であることを、実際の工事現場における試行にて確認。 ・ 塩水を用いたJIS A法の質量減少率の計測により、汎用の試験機械を活用してより短期間により多くの配合のスケーリング抵抗性を評価できることを提示。

■内部評価および外部評価委員会での評価結果

表-1.2.4 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	(6)	A	A	A
	(7)	A	A	
	(8)	B	B	
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	(6)	A	A	A
	(7)	A	A	
	(8)	A	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	(6)	A	A	A
	(7)	A	A	
	(8)	B	B	
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	(6)	A	A	A
	(7)	B	B	
	(8)	A	A	

①研究開発プログラムの実施

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

■目的

現在、社会資本の高齢化が急速に進展しており、管子トンネルの事故等、一部では劣化等に伴う重大な損傷が発生し、大きな社会問題となっている（図-1、2）。こうした社会資本ストックの老朽化に対応するため、国土交通省では第4次社会資本整備重点計画（H27～32）において「社会資本の戦略的な維持管理・更新」を重点目標に掲げ、関連施策を重点的に推進している。しかし、点検・調査の効率化や信頼性向上、健全性の合理的な評価や優先順位の付け方、不具合実態や現場条件に適合した補修補強方法等、現状では維持管理の実施に際して様々な技術的課題を抱えている。

本研究では、調査・監視の効率化・信頼性向上技術、措置が必要な箇所・部位の絞り込みや緊急度の決定方法、現地条件等に応じた最適な維持・修繕手法を開発するとともに、市町村管理の道路構造物への対応も含め（図-3）、多様な管理レベルに応じた維持管理技術を開発していくことを目的としている。

■達成目標

- ①多様な管理レベル（国、市町村等）に対応した維持管理手法の構築
- ②機器活用による調査・監視の効率化・信頼性向上技術の開発・評価
- ③措置が必要な部位・箇所の優先度決定手法の構築
- ④既往事象・現場条件に対応した最適な維持修繕手法の構築、構造・材料の開発・評価

■貢献

メンテナンスサイクルの各フェイズ（点検・調査、診断、措置）における主要な技術的課題を解決する（図-4）。また、市町村管理物のサービス水準への配慮など多様な管理レベルに対応した維持管理技術を開発する（図-5）。以上により、メンテナンスサイクルの技術面でのスパイラルアップを実現し、社会資本の健全性確保に貢献する。

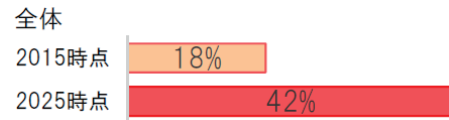
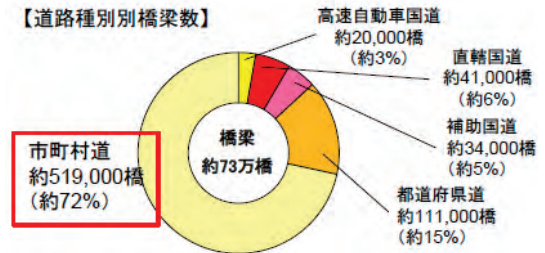


図-1 建設後50年を超えた橋梁の割合



■見晴橋（市道 新山下第8号線）は、37歳で損傷を発見

図-2 重大な損傷事例



出典：国土交通省道路局資料

図-3 市町村の管理割合の例（橋梁数）

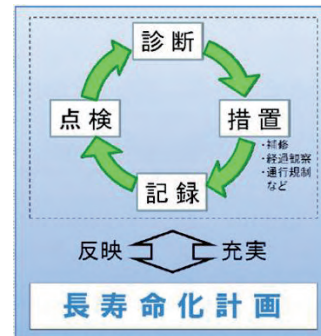


図-4 メンテナンスサイクル

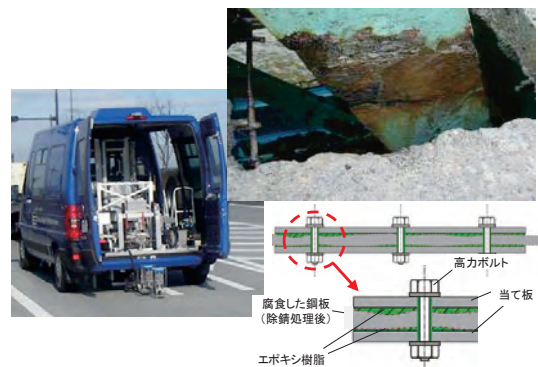


図-5 車両による非破壊構造診断（図中左）主構部材の腐食と補強（図中右）

■令和元年度に得られた成果・取組の概要

①多様な管理レベル（国、市町村等）に対応した維持管理手法の構築

管理用施設（接合部）関連では、付属施設の接合部の落下を抑制する構造として、定着部を広げた先付けアンカーに着目した実験を行い、引抜き時の基本的な力学特性を把握した（図-6）。

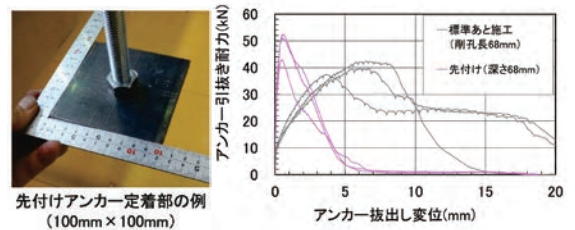


図-6 あと施工アンカーと先付けアンカーの引抜き実験結果

②機器活用による調査・監視の効率化・信頼性向上技術の開発・評価

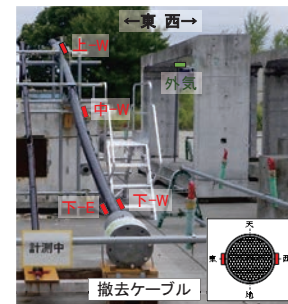
舗装関連では、道路規制を必要としない移動式たわみ測定車（MWD、写真-1）について、実験走路での測定の結果、固定式たわみ測定車（FWD）における許容たわみ量の目安を超過した箇所の約80%をMWDにおいても抽出できることを確認し、今後の実道での検証の目途を立てることができた。さらに、高速走行時においても良好なデータ取得を可能とするため、ドップラセンサの試作機を製作した。その結果、既設センサでは測定困難であった車速30km/h以上でのデータ取得が可能であることを確認した。



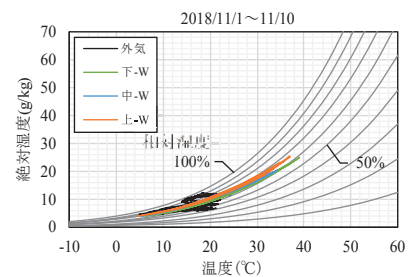
写真-1 移動式たわみ測定車（MWD）構造調査

③措置が必要な部位・箇所の優先度決定手法の構築

橋梁関係では、斜張橋などに用いられるポリエチレン被覆ケーブル内部の腐食環境評価方法の提案を目的に、実橋から撤去したケーブル及び供用中の実橋のケーブルを用いたケーブル内の温湿度計測を実施した。その結果、これまで明らかにされていないケーブル内部の温湿度状況を把握するとともに、今回の計測で少なくともケーブル内部の水の有無を検出できる可能性があることが分かった（図-7）。



撤去したケーブルを用いた温湿度計測状況



ケーブル内部の温度-絶対湿度の関係

図-7 ケーブル内部温湿度計測

④既往事象・現場条件に対応した最適な維持修繕手法の構築、構造・材料の開発・評価

管理用施設（土木機械設備）関連では、点検診断の容易な設備構造の設計・改良手法を提案するため、メーカーや点検技術者へのヒアリングや現地調査を行い、課題を整理した。また、設備構造上維持管理が困難な項目への対処については、特に寒冷地特有の設備の凍結による破損防止のため、内部の水抜きを確実にできる設備構造の実証試験を行った（写真-2）。



写真-2 設備改造実証試験
（バルブ部へのドレインの追加）

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

■目的

我が国の社会資本ストックは、高度経済成長期等に集中的に整備され、今後、急速に老朽化が進む（表-1）。これらの社会資本ストックのサービスを中断することなく更新等を行うことが必要である。厳しい財政状況の中、着実に更新、新設を進めるためには、構造物の重要度に応じたメリハリのある整備が不可欠である。

一方、管理レベルは高度ではないものの、手当の必要な膨大な小規模、簡易な構造等を特徴とする社会資本ストックを対象とした適切な構造・材料、設計の開発等が必要である。

■達成目標

- ①最重要路線等において高耐久性等を発揮する構造物の設計、構造・材料等を開発・評価
- ②サービスを中断することなく更新が可能となるような設計、構造・材料等を開発・評価
- ③簡易な点検で更新時期や更新必要箇所が明らかとなる設計、構造・材料等を開発・評価
- ④プレキャスト部材等を活用する質の高い構造物の効率的構築に向けた設計・施工技術の開発

■貢献

最重要路線に対して高耐久性を発揮する構造物を実現することにより、将来にわたっての維持管理負担軽減を実現できる。また、既存構造物について供用を中断することなく更新する技術により、更新に伴う構造物利用者の負担軽減を実現できる。

一方、点検の簡易化や質の高い構造物の効率的な構築技術を確立することにより、ライフサイクルを通じた生産性向上を図ることが可能となる。

■令和元年度に得られた成果・取組の概要

- ①最重要路線等において高耐久性等を発揮する構造物の設計、構造・材料等を開発・評価

軟弱地盤上の橋梁基礎の設計法の精度向上のため、橋台の側方移動に関する照査法の構築に向けて、杭基礎に作用する側方流動圧をFEM解析で算出した。ステンレス鋼と従来鋼を組み合わせることを想定し、異種金属が接触する継手部の耐久性を腐食促進試験により確認、屋外暴露試験を開始した。ステンレス鉄筋について厳しい腐食環境の部位、点検困難箇所における異種金属接触腐食に配慮した配筋事例をコンクリート

表-1 建設後50年以上経過する社会資本の割合（「国土交通省 インフラメンテナンス情報ポータルサイト」）

	H25年3月	H35年3月	H45年3月
道路橋	約18%	約43%	約67%
トンネル	約20%	約34%	約50%
河川管理施設	約25%	約43%	約64%
下水道管きよ	約2%	約9%	約24%
港湾岸壁	約8%	約32%	約58%

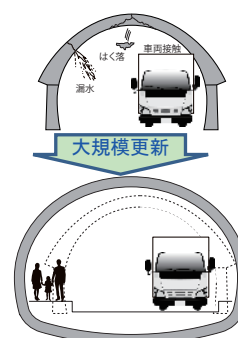


図-1 交通を極力妨げず施工性、耐久性に優れたトンネル更新工法の例



図-2 プレキャスト部材を活用した擁壁の事例

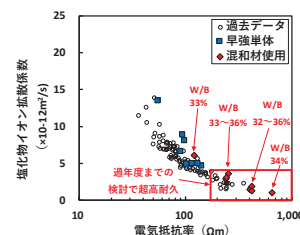


図-3 全国PC工場での塩塩性能の評価例

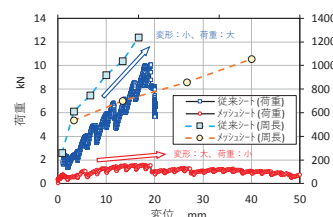


図-4 押し抜き試験

設計便覧に例示を用いて反映させた。補強土壁の模型実験・被害事例の壁面傾斜角と盛土材の土質試験結果を関連付けて分析し、裏込めの中のすべりの有無を概ね評価できることを確認した。高耐久なコンクリートの遮塩性能の評価技術について、全国から収集した混和材料を用いた試験および全国のPC工場での試験を実施して適用性を確認した(図-3)。既設トンネルを拡幅する場合の掘削断面の位置の違いによる影響を数値解析により検討し、既設覆工肩部付近等において、片側掘削の方が両側掘削と比較して発生応力が大きくなる傾向等を確認した。変状が見られたカルバートの変状要因と立地条件や施工条件との関係を分析し、軟弱地盤や傾斜地盤に立地するカルバートも多く、設計上考慮する必要性を確認した。

②サービスを中断することなく更新が可能となるような設計、構造・材料等を開発・評価

押し抜き試験により開発中の補修工のひとつであるメッシュシート工を用いて、はく落に対する耐荷力特性を検討し、繊維量や編み込み構造により、破壊形態や変位に対する追従特性等の変形特性が異なることなどを確認した(図-4)。補修・補強に使用する材料の長期耐久性に関する検討を行い、既設トンネルでの屋外暴露試験と室内での促進劣化試験の押し抜き試験結果の比較を行った。暴露期間はまだ短いものの、促進試験の条件によっては同等の強度低下を示すものもあり、促進条件の設定に有用なデータが得られた(図-5)。補強土壁の盛土材漏出事例の中でも数の多い構造物接続部を模擬した実験により、漏出抑制のための不織布の寸法と漏出の限界となる接続部開き量の関係を把握した(図-6)。斜角による偏土圧や基礎地盤の不同沈下、盛土の変形のカルバートへの影響を評価する手法を検討した(図-7)。

③簡易な点検で更新時期や更新必要箇所が明らかとなる設計、構造・材料等を開発・評価

補強土壁の模型実験・被害事例に基づいて、簡易に測定可能な量である壁面傾斜角から、裏込めの中のすべりの有無を概ね評価できることを確認した。偏土圧が生じる盛土形状や軟弱地盤、傾斜地盤の影響により、カルバートにおいて変状が生じやすい部位について確認した(図-7)。

④プレキャスト部材等を活用する質の高い構造物の効率的構築に向けた設計・施工技術の開発

大型ブロック積擁壁模型の載荷試験・数値解析に基づき、接合部構造(練積、空積)に応じた性能評価手法の基本的な考え方を提案した。関連団体へのアンケート等を通して土構造物用プレキャスト製品の機能向上の方向性を整理した。プレキャスト製品の外観に関する要求が高いことを踏まえ、軽微なものも含むプレキャスト製品特有の変状に着目して事例を調査し、耐久性への影響を評価した(図-8)。

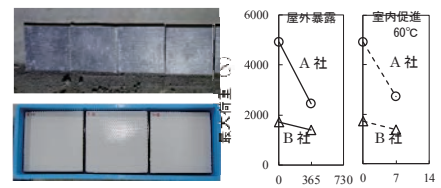


図-5 屋外暴露及び室内促進の状況(左)と押し抜き試験の比較

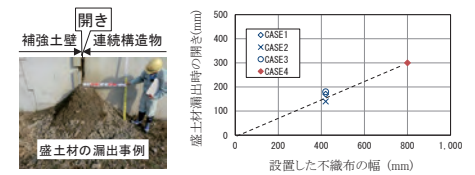


図-6 構造物との接続部を模擬した実験

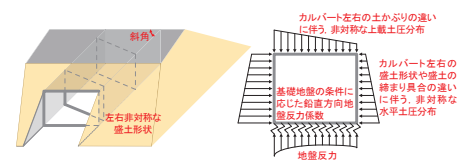


図-7 左右対称な盛土による偏土圧の影響評価手法検討の例



図-8 プレキャスト変状事例

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

■目的

社会資本の老朽化の進行に対して、戦略的な維持管理・更新に資する技術研究開発が求められている。特に、積雪寒冷地の社会インフラの長寿命化を図るためには、過酷な気象条件等の条件に応じた技術開発が必要であり、凍害・塩害等の複合劣化・損傷に対する点検・診断技術の効率化、補修補強技術の高信頼化や更新・新設時の高耐久化に関する技術開発等が求められている。

しかし、積雪寒冷環境下におけるインフラの健全性の著しい低下原因である低温、積雪、結氷、凍上、凍結融解、融雪水、塩分等による凍害・複合劣化等への対策は未整備であり対策技術の開発が喫緊の課題となっている。

本研究は、凍害やその複合劣化・損傷メカニズムの特性に応じた点検・診断・評価手法、補修・補強、更新・新設時の高耐久化等の横断的（道路・河川・港湾漁港・農業分野）技術開発及びその体系化を行うことを目的としている（写真-1、2）。

■達成目標

- ①凍害・複合劣化等の効率的点検・診断評価手法の構築
- ②凍害・複合劣化等に対する信頼性の高い補修補強技術の確立
- ③凍害・複合劣化等への耐久性の高い更新・新設技術の確立
- ④凍害・複合劣化等を受けるインフラに関する点検・診断・評価、補修補強、更新・新設の体系化

■貢献

凍害・複合劣化等の体系化により技術を積雪寒冷環境下のインフラに適用し、効率的・信頼性の高い維持管理と更新・新設の高耐久化を実現することで、インフラの長寿命化を図り、最大限に活用することにより安全・安心と経済成長を支える国土基盤の維持・整備・活用に貢献する。



写真-1 凍害や塩害・摩耗との複合劣化（樋門・沿岸構造物）



写真-2 凍上や融雪水による損傷（道路舗装・コンクリート法枠）

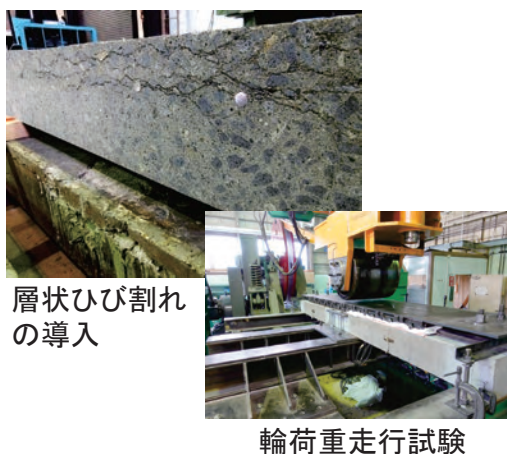


写真-3 層状ひび割れを模擬したRC床版の輪荷重走行試験

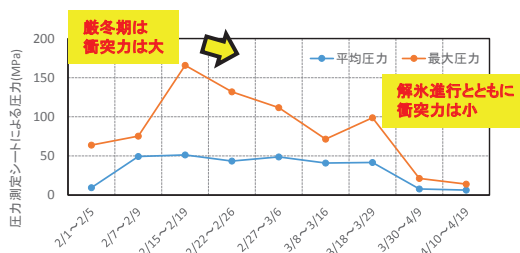


図-1 コンクリート矢板への河氷衝突力

■令和元年度に得られた成果・取組の概要

①凍害・複合劣化等の効率的点検・診断・評価手法の構築

層状ひび割れを模擬したRC床版の輪荷重走行試験を実施し、ひび割れへの水の浸透と輪荷重により土砂化が急激かつ広範囲に進行すること、水の供給状況や大型車交通量によっては数年以内で土砂化に進展する可能性等を示した（写真-3）。

凍害複合劣化が進む河川護岸部のコンクリート矢板に衝突・接触する流下河水の衝突力算定手法を提案した。また、矢板の劣化事例の現地調査及び劣化要因の検討を行い、最も多く発生している症状について室内での再現試験を試みた（図-1）。

②凍害・複合劣化等に対する信頼性の高い補修補強技術の確立

耐寒促進剤を使用したコンクリートの温度特性値から温度解析手法を確立し、初冬期のPC桁橋の間詰コンクリートに対して経費節減効果のある養生方法を提案し、実施工にて有効性を確認した。

導水性を有するジオシンセティックス排水材を路床内に敷設することで、舗装の支持力低下や凍上の原因となる路床・路盤内の水分を除去し、凍上を抑制できることを解析で確認した。実地で試験敷設を実施し効果を検証中である（図-2）。

海水によるコンクリートの摩耗及び衝突力軽減対策として間隙材を含む鋼板被覆の有効性を調べるため、人工海水を用いた中規模の衝突実験を実施した。海水衝突による鋼板の本体への悪影響はなく、さらに間隙材により衝突荷重が軽減し、その有効性を確認した（図-3）。

③凍害・複合劣化等への耐久性の高い更新・新設技術の確立

寒冷環境下におけるシラン系表面含浸材の施工法の提案に関して、塗布前のコンクリート表面の含水状態の管理方法として電気抵抗式の水分計が有用で、測定値は吸水防止層の厚さと良く対応することを確認した（図-4）。

切土のり面の凍上対策技術の確立に向け、グラウンドアンカーに関する試験施工を行い、各種断熱対策の凍結深抑制効果を確認するとともに、グラウンドアンカーに作用する凍上力を計測した。断熱効果と凍上抑制効果は相関が強く、凍上対策として断熱が有効であることを確認した（図-5）。

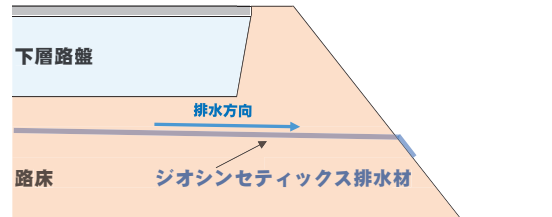


図-2 ジオシンセティックス排水材の試験敷設断面

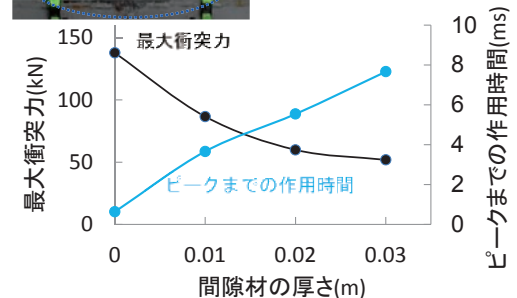
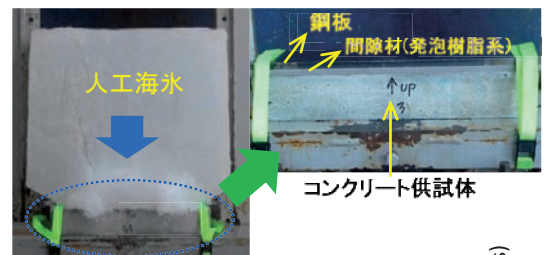


図-3 間隙材の有無による海水衝突力特性

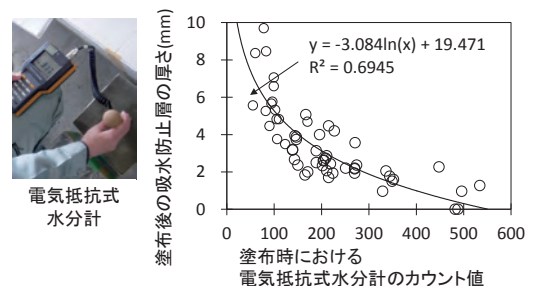


図-4 電気抵抗式水分計による表面含浸材の施工管理

	受圧板材質	断熱対策
GA-2	強化プラスチック発泡体	—
GA-3	鋼製	厚さ2cmゴムマット+覆土+植生マット
GA-4	鋼製	厚さ2cmゴムマット
GA-5	鋼製	厚さ1cmゴムマット

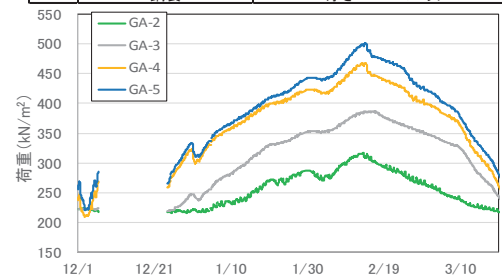


図-5 グラウンドアンカーに関する各種断熱対策の効果

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

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

連続繊維シートの表面保護工の再劣化防止に関する研究

耐寒材料チーム

■研究の必要性

連続繊維シートによる橋脚の耐震補強箇所において、表面保護モルタルの経年劣化により繊維部分が外部に露出するケースが確認されている。繊維部分が露出すると、紫外線による性能低下や河川流下物の衝突による断裂等が発生し、耐震補強効果が低下する懸念があるため、再劣化防止対策の立案が求められている。



表面保護工の剥落による繊維露出

■令和元年度に得られた成果・取組の概要

連続繊維で補強された北海道内の橋梁を調査したところ、調査対象橋脚の約2割で繊維露出が生じていることを確認した。それらの橋脚を調査した結果、プライマーの有無等の材料選定や、表面保護層の塗り重ね方法、養生方法等の施工管理方法に発生要因があることを確認したことから、これらの内容について、施工上の留意点として取りまとめる予定である。

また、民間3社との共同研究（2017.1～2020.3）の中で実施した長期暴露試験（2017.10～2027.10）の中間結果として、繊維補強橋脚の曲げ耐力に対し紫外線による劣化の影響の程度は小さいとの傾向を得た。今後、暴露5、10年後も曲げ耐力を保持していることが確認できれば、従来の点検とそれに続く補修対応で十分に維持管理できると考えられる

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

メンテナンスを考慮した発生土等の品質管理手法に関する研究

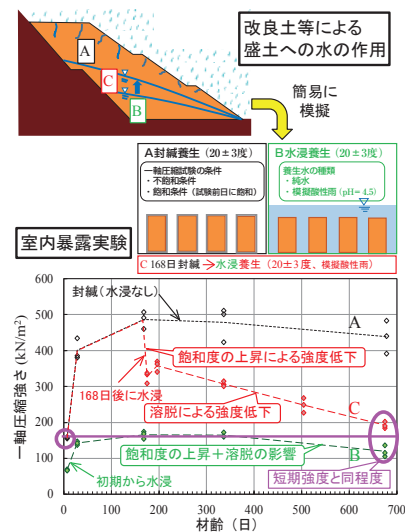
施工技術チーム
先端技術チーム

■研究の必要性

リサイクルの推進を背景に、強度が不十分な建設発生土も安定処理され、改良土として有効利用されている。このような改良土により建設された盛土は、水の浸入による劣化が懸念されるため、改良土の長期的な強度変化の確認及び強度変化メカニズムの解明を行う必要がある。

■令和元年度に得られた成果・取組の概要

盛土への地下水位の影響を簡易に模擬した室内暴露実験を材齢2年まで実施した。過年度に実施した改良土盛土の現地調査結果も考慮すると、地下水位以深（水浸）の改良土は、飽和度の上昇及び溶脱の影響により地下水位以浅（封緘）の改良土よりも耐久性に劣るが、設計（短期）強度を大幅に下回るような深刻な劣化は認められないことを確認した。



改良土の浸水条件による強度変化の比較

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

AE を活用した道路付属物劣化診断に関する研究

寒地機械技術チーム

■研究の必要性

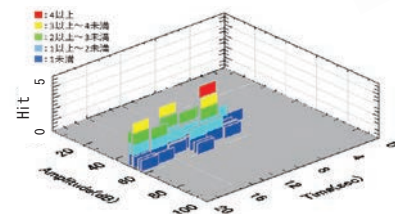
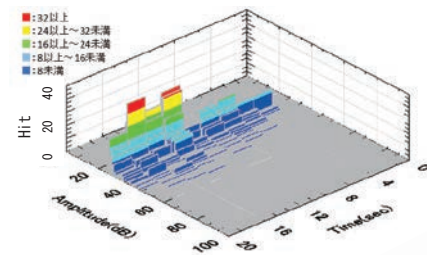
照明柱等の道路付属物の点検は、定期点検を近接目視で実施している。点検には高所作業車が必要であり、一般交通への影響も大きい。そこで、目視点検に変わり、材料内部で生じる弾性波であるAE（アコースティック・エミッション）を活用し道路付属物の劣化状況とAE信号の関連性を確認することを目的とする。

■令和元年度に得られた成果・取組の概要

道路付属物の劣化状況とAE信号の関連性を確認するため、照明柱モデルで計測を実施したところ、亀裂・腐食モデルでは、発生するAE信号のHit（発生）数が多く、振幅領域が正常モデルに比べて広がる傾向が見られた



亀裂モデル（左）と腐食モデル（右）



AE信号計測結果例（上：亀裂、下：正常）

③技術の指導

1. 災害時における技術指導

令和元年度は、「社会資本の戦略的な維持管理・更新への貢献」に資する災害時における技術指導は6件、18人・日であった。詳細は付録-3.1に示す。

表-1.2.3.1 令和元年度における要請に基づく災害時の派遣状況（国内）

分野	橋 梁	道 路	合 計
件数	3	3	6
延べ人数 (人・日)	9	9	18

1. 2 令和元年東日本台風における技術支援

（概要は第1節③ 1.2に同じ）

土木研究所は、橋梁構造研究グループから、延べ9人・日を長野県や山梨県に派遣し、道路橋台周辺地盤崩落に対する調査・応急復旧や、橋脚沈下に対する復旧についての技術的助言を行った。



写真-1.2.3.1 被災橋梁の調査の様子
(一般国道20号 法雲寺橋 (山梨県大月市))



写真-1.2.3.2 被災橋梁の調査の様子
(市道 海野宿橋 (長野県東御市))

1. 3 国道228号の海岸擁壁倒壊における技術支援

令和元年5月14日に北海道北斗市の国道228号の海岸擁壁が長さ175mに渡り倒壊し、当日午後3時から北斗市富川～北斗市館野の1.48kmが通行止めとなった。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、土木研究所は寒地構造チームの専門家を派遣した。専門家は現地調査を実施し、応急復旧方針及び本復旧に向けた調査検討方針について技術指導を行い、翌日15日午後3時の国道通行止めの解除に至った。



写真-1.2.3.3 国道228号の海岸擁壁倒壊



写真-1.2.3.4 現地調査の様子

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

(概要は第1節③ 2.1に同じ)

令和元年度の技術指導のうち「社会資本の戦略的な維持管理・更新への貢献」に資するものは345件であった。

表-1.2.3.2 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	○土壌汚染対策、地質・地盤リスクマネジメント等に関する技術指導	11
先端技術・材料	○コンクリート構造物、水門等に関する技術指導	42
舗装・トンネル・橋梁	○舗装点検・診断、トンネル工事、橋梁等の補修方法等に関する技術指導	55
寒地構造 寒地地盤・防災地質	○橋梁長寿命化修繕計画の変更について、有識者の立場から助言・技術指導	127
耐寒材料・寒地道路保全	○舗装クラックの発生原因と補修方法について技術指導	67
寒地河川・水環境保全 寒冷沿岸域・水産土木	○消波ブロックの健全度評価について技術指導	1
寒地機械技術等	○排水機場の主ポンプの長寿命化について技術指導	42
	合計	345

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

(概要は第1節③ 2.2.1に同じ)

「社会資本の戦略的な維持管理・更新への貢献」に関しては6箇所6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

(第1節③ 2.2.2に同じ)

3. 委員会参画の推進

(概要は第1節③ 3に同じ)

令和元年度における「社会資本の戦略的な維持管理・更新への貢献」に関する参画件数は399件であった。国や(公社)日本道路協会、(公社)土木学会等の学協会による各種委員会に参画した。橋梁等の社会資本整備に係る技術基準やISO等の策定に関する委員会において、研究で得た知見を基にして技術的助言を提供した。

4. 研修等への講師派遣

(概要は第1節③ 4に同じ)

令和元年度は、「社会資本の戦略的な維持管理・更新への貢献」に関するものとして計142件の研修等に講師を派遣した。

橋梁構造研究グループは、国土交通大学校や全国建設研修センター、独立行政法人国際協力機構の研修において、現場実習を中心に講義を行った。

また、寒地機械技術チームは、北海道開発局旭川開発建設部の「機械技術講習会」(令和元年12月12日)において、「コラム形水中ポンプへの電流情報診断技術の適用について」と題する講義を行った。

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

(第1節③ 5.1に同じ)

5.2 寒地技術推進室による技術相談対応

(概要は第1節③ 5.2に同じ)

令和元年度に地方公共団体から受けた技術相談のうち「社会資本の戦略的な維持管理・更新への貢献」に資するテーマは61件であった。

例えば、自治体で作成した橋梁長寿命化修繕計画の変更について、支所・推進室が相談を受け、寒地構造チームが有識者の立場から助言・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

(概要は第1節③ 5.3に同じ)

令和元年度は、地方公共団体の職員や工事の受注業者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-1.2.3.3 講師派遣例

担当	講習会等名	対象者
寒地構造	令和元年度 積算研修（橋梁補修工事編）	地方自治体の技術職員
寒地地盤 耐寒材料	令和元年度（2019年）土木技術職員育成 研修	北海道庁の技術職員

5.4 地域における産官学の交流連携

(第1節③ 5.4に同じ)

令和元年度に開催した技術者交流フォーラムのうち、岩見沢市、帯広市では、寒地機械技術チーム上席研究員が講演を行い、ICT活用による視程障害時の除雪車運行支援技術について、近年の除雪作業における課題に対する取組や自車位置を推定し車線逸脱を防止する「車線走行支援技術」や除雪車周囲の人や車両を感知する「周囲探知技術」について、最新の調査、研究及び開発状況の説明を行った。また、岩見沢市での開催では、講演会と併せ、ICT技術を活用した工事現場の見学会を併せて開催し、地域技術者や事業者との交流を図った。これらの催しでは、ICT技術の実践者達による地域での実施に係わる課題を探る意見交換を行い、自治体、NPO等から岩見沢市で149名、帯広市139名が参加され、盛況な開催となった。

コラム 台風19号により被災した橋梁の復旧指導

令和元年10月12日に日本へ上陸した台風19号により、東日本から東北地方の広範囲に観測史上1位の記録を更新する大雨がもたらされ、1都12県にて大雨特別警報が発表されました。台風19号に伴う大雨及び暴風の影響で、人的・住家への被害や、道路の通行止めや鉄道等交通機関の運休等の交通障害が発生しました。

土木研究所及び国土技術政策総合研究所は、道路管理者からの要請に基づき、台風19号により被災した、市道海野宿橋（長野県東御市：東御市管理）、国道20号法雲寺橋（山梨県大月市：国土交通省管理）、国道361号権兵衛2号橋（長野県上伊那郡南箕輪村：長野県管理）の3橋梁において職員を派遣し、損傷を受けた橋梁構造物の評価などのこれまでの研究成果を生かして、現場調査及び復旧に係る技術指導を行いました。

現地調査において、市道海野宿橋では、近接する千曲川が大雨により増水し護岸・堤防が侵食されたことにより、橋台の転倒及び、橋脚の側方地盤の流出が確認されました。国道20号法雲寺橋では、渡河する笹子川が大雨により増水したことから、橋脚の沈下・傾斜やそれに伴う桁の沈下等が確認されました。国道361号権兵衛2号橋では、大雨により橋台周辺の地盤が崩落し、のり面土砂や橋台の裏込めの流出が確認されました。

現地調査による被災状況の確認後、道路管理者との打合せにて、復旧方法等について技術的助言をするなどの技術指導を行うことで、早期の応急復旧計画の策定に貢献しました。



写真-1 被災橋梁の状況及び派遣職員と道路管理者との打合せ
 (左2枚：市道海野宿橋、中央2枚：国道20号法雲寺橋、右2枚：国道361号権兵衛2号橋)

コラム 北海道の自治体が策定する橋梁長寿命化修繕計画見直しへの技術支援

全国の国や自治体が管理する道路橋は、昭和30年代に始まる高度経済成長期に多く建設され、建設後50年以上経過した橋梁の全橋梁に対する割合が今後急速に増大する傾向にあります。北海道の橋梁では昭和47年の札幌オリンピック前後に建設されたものが多く、本州よりは比較的新しい橋梁が多いものの積雪寒冷地の影響により劣化・損傷の割合が全国平均と比べると高い傾向にあるため、計画的な点検や修繕により、早期発見・早期対策が強く求められています。

北海道の多くの自治体では、平成19年度の国の支援策である長寿命化修繕計画策定事業費補助制度(以下、「補助制度」)を活用して、平成25年度までに長寿命化修繕計画(初版)を策定し、計画策定後、予防保全に向けた取り組みを順次実施しました。その後、平成25年の道路法改正により平成26年度の定期点検から「近接目視により5年に1回の頻度で行う」ことが義務化(以下、「法定点検」)され、これまでの遠方目視を主体とした点検から近接目視に変わり、遠方目視では見えなかった部位の状態把握ができるようになったことから、近年、その結果を踏まえた長寿命化修繕計画の策定見直しの動きが活発化しています。ここで、長寿命化修繕計画の見直しにおいて、構造物の長寿命化に関する知見を有する専門的な学識経験者の参画が必要とされています。

寒地構造チームでは、平成29年度より自治体からの要請を受ける形で学識経験者として橋梁長寿命化修繕計画の策定見直しに参画し、技術的な助言を行う取り組みを実施しており、主に近接目視点検を踏まえた個別橋梁毎の修繕時期や修繕内容の見直しについて技術的助言を行っています。北海道の自治体が管理する個別橋梁の劣化・損傷は、伸縮装置からの漏水や凍害が原因と思われる支承モルタルの欠損および床版ひびわれ、漏水・遊離石灰等の変状が多く、その対策も伸縮装置取替え、支承モルタル復旧、床版防水層の設置およびひびわれ注入が多いことがこれまでの意見聴取で確認されています。寒地構造チームで担当する研究も伸縮装置や床版劣化に対する対策技術の提案に向けた研究を行っているため、これまでの研究で得られた知見を活用し、適切な修繕が実施できることを期待して技術的助言に取り組んでいます。



写真-1 意見聴取の状況

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

(概要は第1節④ 1.1に同じ)

令和元年度に公表された技術基準類等のうち、「社会資本の戦略的な維持管理・更新への貢献」に資する研究開発が寄与したものは、「道路トンネル非常用設備設置基準・同解説」((公社)日本道路協会、令和元年9月)、「電気化学的防食工法指針」((公社)土木学会 コンクリート委員会 電気化学的防食工法指針改訂委員会、令和2年3月)、「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」(国土交通省大臣官房技術調査課・土木研究所・土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会、令和2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

(概要は第1節④ 1.2に同じ)

令和元年度において発刊した技術報告書のうち、「社会資本の戦略的な維持管理・更新への貢献」に資するものの件数は表-1.2.4.1に示す。

表-1.2.4.1 令和元年度の発刊件数

種別	数量
土木研究所資料	8
共同研究報告書	7
研究開発プログラム報告書	3
寒地土木研究所月報	13
合計	31

1.3 学術的論文・会議等における成果公表と普及

(概要は第1節④ 1.3に同じ)

当該年度に公表した論文のうち、「社会資本の戦略的な維持管理・更新への貢献」に資するものを表-1.2.4.2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-1.2.4.3に示す。

表-1.2.4.2 査読付き論文の件数及び和文・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	84	186	270
うち、和文	64	179	243
うち、英文	20	7	27

表-1.2.4.3 受賞

受賞者			表彰名	業績・論文名	表彰機関	受賞日
CAESAR	主任研究員	高橋 実ほか	構造工学論文集 Vol.65A論文賞	断面欠損を有する鋼トラス橋箱型断面部材の圧縮耐荷力に関する数値解析的検討	(公社)土木学会 構造工学委員会	令和元年 6月3日
iMaRRC	総括主任研究員	片平 博	日本コンクリート 工学会「功労賞」	コンクリート工学会の事業の発展に永きにわたり貢献	(公社) 日本コン クリート工学会	令和元年 6月17日
寒地構造 チーム	研究員 グループ長 (寒地基礎技術 研究グループ)	中村拓郎 西 弘明ほか	コンクリート工学 年次大会2019 (札幌) 年次論文奨 励賞	北海道における道路 橋RC床版の土砂化 に関する傾向分析	(公社) 日本コン クリート工学会	令和元年 7月11日
防災地質 チーム	研究員 主任研究員 上席研究員	山崎秀策 岡崎健治 倉橋稔幸	日本地質学会第126 年学術大会優秀ポス ター賞	神居古潭帯幌加内地 域の蛇紋岩岩体縁辺 部における蛇紋岩化 プロセス：トンネル 先進ボーリングコア 試料の解析	(一社) 日本地質学会	令和元年 9月24日
iMaRRC	研究員 上席研究員	高橋啓太 新田弘之ほか	第33回日本道路会議 優秀賞	モアレ縞を活用した コンクリートひび割 れ幅計測技術の開発	(公社) 日本道路協会	令和元年 11月7日
トンネル チーム	元 主任研究員 上席研究員 主任研究員	小出孝明 日下 敦 巽 義知ほか	第33回日本道路会議 優秀賞 (口頭発表 論文)	1車線を確保した状 態でインバートを更 新する工事の急速化 に関する試験施工に よる検討	(公社) 日本道路協会	令和元年 11月7日
土質・振動 チーム	主任研究員 上席研究員	稲垣由紀子 佐々木哲也	第33回日本道路会議 優秀賞 (ポスター発表 論文)	変状事例分析による カルバートのフォル トツリー検討	(公社) 日本道路会議	令和元年 11月7日
施工技術 チーム	交流研究員 上席研究員 総括主任研究員	西田洋介 宮武裕昭 近藤益央	第33回日本道路会議 奨励賞	アンカーの断面構造 と破断時の飛び出し の関係について	(公社) 日本道路会議	令和元年 11月7日
舗装チーム	総括主任研究 員上席研究員	寺田 剛 藪 雅行ほか	第33回日本道路会議 優秀賞	溶剤脱れきピッチを 活用したグースアス ファルト混合物の開 発に関する研究	(公社) 日本道路会議	令和元年 11月8日
舗装チーム	交流研究員 上席研究員 元 研究員元 主任研究員	内田雅隆 藪 雅行 若林由弥 岩永真和	第33回日本道路会議 優秀賞	供用18年経過した コンクリート舗装の 追跡調査結果	(公社) 日本道路会議	令和元年 11月8日
舗装チーム	元 研究員 主任研究員 上席研究員	藤田和志 川上篤史 藪 雅行	令和元年度土木学会 全国大会第74回 年 次学術講演会 優秀講演者	粒度分布・含水比が 路盤の支持力に及ぼ す影響の評価	(公社)土木学会	令和元年 11月11日

受賞者			表彰名	業績・論文名	表彰機関	受賞日
CAESAR	元 交流研究員	樋口祐治	令和元年度土木学会 全国大会第74回年 次学術講演会 優秀講演者	実橋RC床版下面に 接着された連続繊維 シートの挙動	(公社)土木学会	令和元年 11月11日
寒地道路保 全チーム	研究員 上席研究員	田中俊輔 丸山記美雄 ほか	土木学会令和元年度 全国大会第74回年 次学術講演会 優秀講演者表彰	積雪寒冷環境下にお ける北海道型SMA の耐久性向上に関す る一検討	(公社)土木学会	令和元年 11月13日

2. アウトリーチ活動

2. 1 講演会

(第1節④ 2.1に同じ)

2. 2 施設公開

(第1節④ 2.2に同じ)

2. 3 一般に向けた情報発信

(第1節④ 2.3に同じ)

3. 積雪寒冷環境等に対応可能な土木技術等の普及

(第1節④ 3に同じ)

4. 技術普及

(第1節④ 4に同じ)

4. 1 重点普及技術の選定

(第1節④ 4.1に同じ)

4. 2 戦略的な普及活動

4. 2. 1 土研新技術ショーケース

(第1節④ 4.2.1に同じ)

4. 2. 2 土研新技術セミナー

(第1節④ 4.2.2に同じ)

4. 2. 3 技術展示会等への出展

(第1節④ 4.2.3に同じ)

4. 2. 4 地方整備局等との意見交換会

(第1節④ 4.2.4に同じ)

コラム 「電気防食工法の維持管理マニュアル（案）」の公表と活用

電気防食工法は、1980年代に国内で初めて橋梁に適用され、土木研究所による要領の公表、2001年の土木学会の指針案策定などを経て、現在広く普及しています。塩分が浸透していても鋼材腐食を電気化学的に停止できるため、損傷が進行した場合の補修対策の切り札として用いられています。ただし、稼働状態の監視が非常に重要で、専門的な内容も多く点検が難しいため、現場で使いやすい維持管理の要領書が求められていました。

iMaRRCとCAESARは工法協会および東北大学との共同研究により実態調査を行い、点検の詳細と留意点を整理して維持管理マニュアルとしてとりまとめ公表しました。地方整備局等の橋梁管理者に紹介されるとともに、その主要な内容は土木学会指針の2020年改定版にも反映されています。今後、広汎に活用されてゆくことが期待されます。



写真-1 塩分が浸透し劣化したコンクリート橋

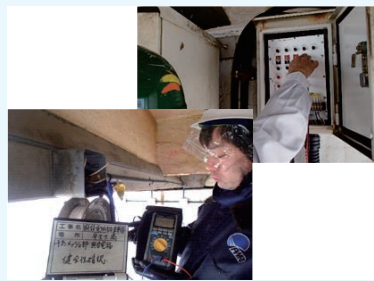


写真-2 電気防食工法の点検



図-1 電気防食工法の維持管理マニュアル（案）

コラム 道路トンネル非常用施設の合理的な設計・運用に貢献

本道路トンネルの非常用施設に関する技術的な基準である「道路トンネル非常用施設設置基準」は、昭和56年に通達され、その後の社会情勢の変化等を踏まえて、平成31年3月に約40年ぶりに改定され、国土交通省都市局長・道路局長より発出されました。

土木研究所においては、これまでに実大規模のトンネル実験施設等において、煙の挙動を確認するための火災実験や数値解析、煙中の避難者の行動を確認するための実験等を行い、非常用施設に関する検討を進めてきました。その結果として、非常用施設の合理的な設計・運用のための条件設定に必要な火災時の煙の拡散や利用者の避難行動等について知見を蓄積してきました。得られた知見は、基準の運用に不可欠な基準・同解説の改定（日本道路協会、令和元年9月）において、タイムリーに反映されることとなりました。



写真-1 火災実験の様子

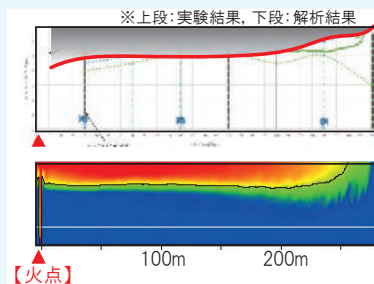


図-1 煙の挙動の数値解析



写真-2 煙中の避難実験の様子

コラム 「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」

(1) 地質・地盤リスクマネジメントとは

地質や地盤は複雑で不均質なものであり、また地下は直接確認することが難しいことから、地質や地盤の情報には大きな不確実性があります。このような地質・地盤の不確実性は、土木事業において事故やコスト増、事業の遅延といった、安全性や効率性に関するリスクの要因となっています。このため、土木事業においては、地質・地盤の不確実性とその影響を正しく認識し、計画・設計・施工・維持管理といった様々な事業の段階において適切に対応する地質・地盤リスクマネジメントが必要です。

(2) 「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」作成と公開

土木研究所と国土交通省は、土木事業に関連する学協会等と連携し「土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会」（委員長 大西有三 京都大学名誉教授）を平成30年3月に設立し、土木研究所が中心となって原案を作成した地質・地盤リスクマネジメントの基本的な考え方、及びその導入と運用について議論を進めてきました。

その成果を「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン—関係者がONE-TEAMでリスクに対応するために—」としてとりまとめ、令和2年3月30日に公表し、関係機関に通知したところです。

ガイドラインでは、地質・地盤リスクマネジメントを、地質・地盤の不確実性（地質・地盤リスク）に起因する事業の遅延や費用増、事故の発生等の影響を回避し、事業の効率的な実施及び安全性の向上を目的とするものと位置づけ、地質・地盤リスクを関係者の役割分担と連携によって把握・評価し、最適な時期に適切に対応するための基本的な枠組みと手順を提示しました。また、適用対象は国土交通省が実施する土木事業のほか、地方自治体等の事業でも利用できるものとしており、今後の土木事業における活用が期待されます。なお、ガイドラインは国立研究開発法人土木研究所のHPでも公開しています。

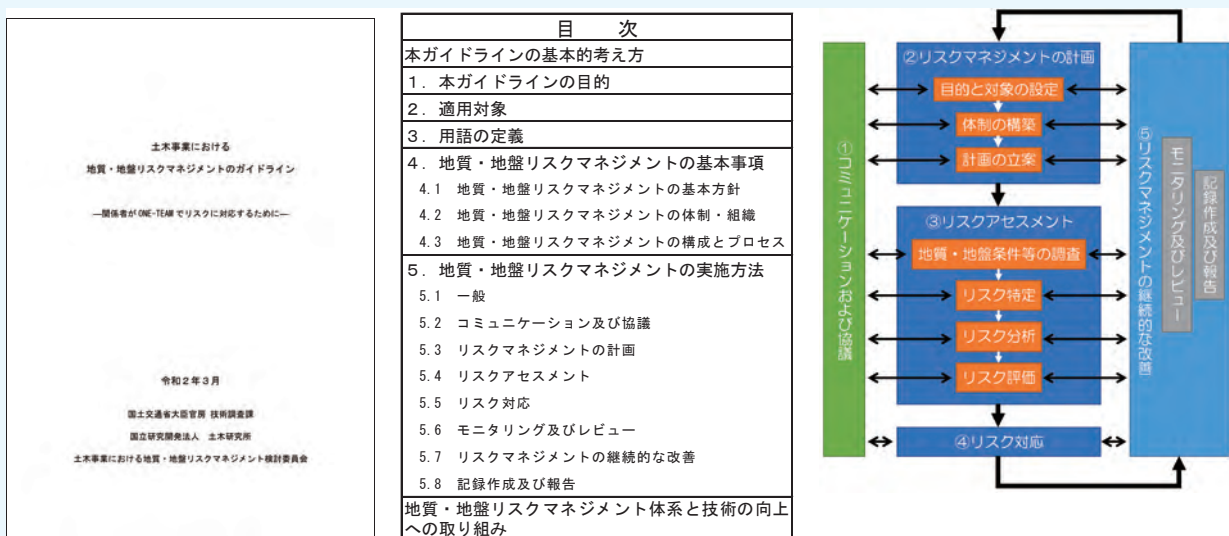


図-1 土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン

コラム コンクリートのスケーリング進行予測式の開発および活用

スケーリングは、コンクリート表面がフレーク状に剥がれていく形態の凍害劣化です。スケーリングの進行は、コンクリート部材の断面欠損、重量減少、鋼材露出に繋がり、ひいてはコンクリート部材の耐久性低下に至ります。スケーリングが発生しているコンクリート部材の耐久性を適切に評価するには、スケーリングの進行予測の定式化が必要です。

耐寒材料チームでは、これまでの研究成果をもとに、図-1に示すスケーリング進行予測式を開発し、これは「2018年制定コンクリート標準示方書〔維持管理編〕」（土木学会）の改訂資料でも紹介されました。また、北海道内の港湾の航路護岸被覆ブロックコンクリート（写真-1）において施工後、早期にスケーリングが発生したため、設計供用期間（50年）に対してスケーリング進行予測式の適用により、十分な抵抗性が確認されました。

さらに、スケーリングの実測データ（スケーリング量やスケーリング深さなど、スケーリングの程度を定量的に表す指標）を入力すると、式を構成する係数が自動的に算出され、スケーリング進行予測式を簡易に求めることができるExcelプログラム（図-2）を作成し、ホームページにプログラムを公開するなど成果の情報発信に努めています。

今後、実験室の凍結融解サイクルと現場暴露期間の間の関係性を明確化することにより、設計段階からの一層の予測精度の向上が期待されます。

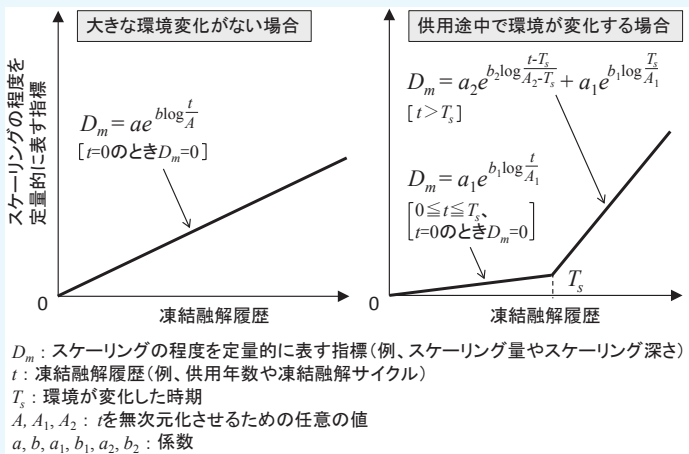


図-1 スケーリング進行予測式



写真-1 航路護岸被覆ブロックでの調査状況

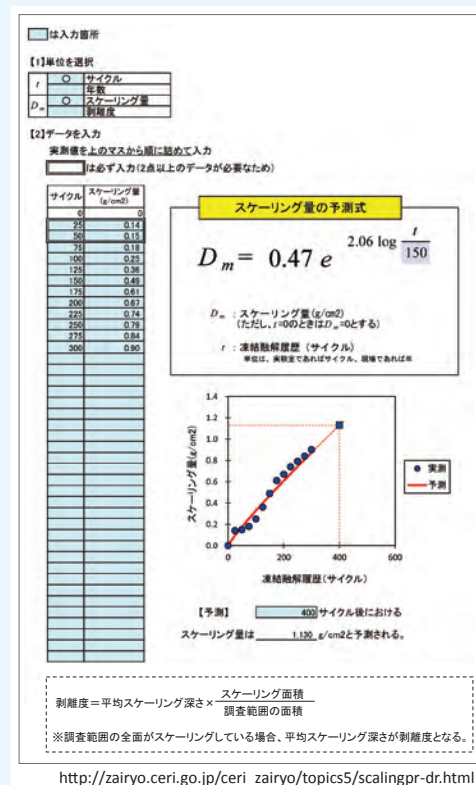


図-2 公開したプログラムの画面

コラム 「既設コンクリート舗装路面へのダイヤモンドカッタによる 表面研削工法施工マニュアル（案）」を作成

(1) ダイヤモンドカッタによる表面研削工法とは

ダイヤモンドカッタによる表面研削工法とは、数mmピッチで組み合わせたダイヤモンドブレードの集合体により、コンクリート舗装表面を3mm程度の薄層で縦断方向に研削し、表面にできる凹凸によってコンクリート舗装のすべり抵抗などの表面性状を改善する工法です。図-1はダイヤモンドカッタによる表面研削工法に用いるブレードおよび研削形状の例です。コンクリート舗装表面のすべりやすい層を除去するとともに、路面付近の粗骨材およびセメントモルタルに写真-1に示すようなフィン（背びれ）状の凹凸をつけ、その凹凸によってすべり抵抗性などの機能を発揮させるものです。

コンクリート舗装の表面は、粗面化によるすべり防止を主な目的としてほうき目仕上げが実施されています。しかし、ほうき目部はコンクリート面のモルタルの凹凸のみで構成されるため耐摩耗性は低く、供用に伴いタイヤによるすり磨き等により消失していきます。その結果、供用に伴い平滑で光沢を帯びたすべりやすい路面が形成される場合がありますので、このような場合の対策として、本工法の活用が期待されます。

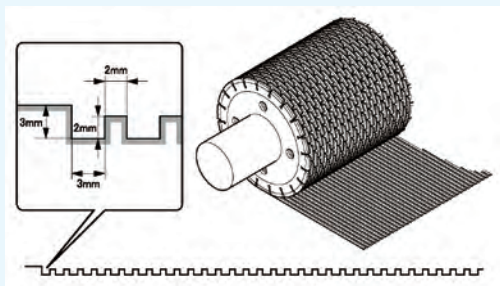


図-1 ダイヤモンドカッタによる表面研削工法に用いるブレードおよび研削形状例

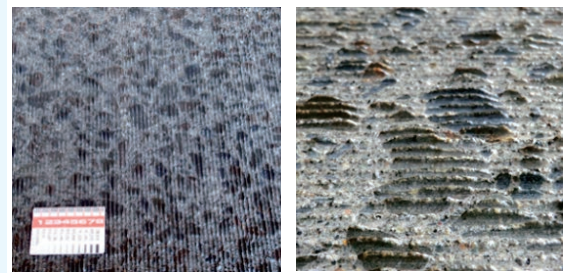


写真-1 ダイヤモンドカッタによる表面研削の仕上がり路面とフィン（背びれ）状の凹凸の例

(2) ダイヤモンドカッタによる表面研削工法 施工マニュアル（案）作成と公開

寒地道路保全チームでは、主にトンネル内コンクリート舗装のすべり抵抗性改善を目的に実施する、ダイヤモンドカッタによる表面研削工法の標準的な施工における留意点や推奨事項を示した技術資料として、「既設コンクリート舗装路面へのダイヤモンドカッタによる表面研削工法施工マニュアル（案）」（図-2）を作成しました。本マニュアル（案）は寒地土木研究所のホームページで公開しています。

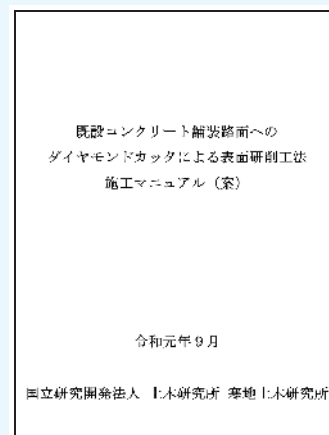


図-2 既設コンクリート舗装路面へのダイヤモンドカッタによる表面研削工法施工マニュアル（案）

⑤土木技術を活かした国際貢献

1. 国際標準化への取り組み

(概要は第1節⑤ 1前半に同じ)

TC (技術委員会：以下TC) 35においては、ペイント及びワニスについて塗料関連製品施工前の鋼材の素地調整や鋼構造物の防食塗装システムを定めたISO12944シリーズが改定され、コンクリート表面の前処理や塗装の適用に関する検討を開始している。TC71においては、コンクリート、鉄筋コンクリート及びプレストレストコンクリートについてコンクリート分野の試験方法、製造・管理、保守・改修等に関する基準策定や改定を行っている。各種骨材の密度吸水率試験方法については、日本の修正を入れた改定が決定された。試験製造・管理に関するISO 22965の改定については、幹事国としてドラフトを作成している。また、コンクリート構造物の維持管理および補修については、土木学会の成果に基づき基準策定に向けた提案および改定のための検討を行っている。TC214においては、昇降式作業台について高所作業車の操縦装置に関する基準策定を行っている。詳細は付録-5.1に示す。

表-1.2.5.1 国際標準の策定に関する活動

番号	年度	委員会名等	コード	担当チーム等
1	令和元年	ISO対応特別委員会	-	理事、技術推進本部
2	令和元年	ペイント及びワニス	ISO/TC35	iMaRRC
3	令和元年	コンクリート、鉄筋コンクリート及びプレストレストコンクリート	ISO/TC71	iMaRRC
4	令和元年	セメント及び石灰	ISO/TC74	iMaRRC
5	令和元年	昇降式作業台	ISO/TC214	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

(第1節⑤ 2.1に同じ)

表-1.2.5.2 海外への派遣依頼 (件数)

目的 \ 依頼元	政府機関	JICA	大学	学会・独法等	海外機関	合計
講演・講師・発表	0	0	0	0	1	1
会議・打合せ	0	0	0	0	0	0
調査・技術指導	0	4	0	0	0	4
機関別件数	0	4	0	0	1	5

表-1.2.5.3 海外への主な派遣依頼

依頼元	所属・役職	派遣先	用務
マレーシア工科大学	寒地地盤チーム総括主任研究員	マレーシア	軟弱地盤改良に関する国際シンポジウムにおいて、泥炭地盤改良に関する講演

表-1.2.5.4 JICAからの主な派遣依頼

派遣国	用務	派遣人数
キューバ	課題別研修「橋梁維持管理」アクションプランモニタリング・フォローアップミッション	1
インドネシア	JICA中小企業支援事業（普及実証事業）において、地盤改良の試験施工について現地技術指導	2

2.2 研修生の受入

JICA等からの要請により、40ヶ国から167名の研修生を受け入れ、「道路行政研修」、「橋梁維持管理技術研修」等の研修を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。詳細は付録-5.3に示す。

表-1.2.5.5 地域別外国人研修生受入実績

地域	人数	国数
アジア	120	15
アフリカ	35	18
ヨーロッパ	1	1
中南米	3	3
中東	5	1
オセアニア	3	2
北米	0	0
合計	167	40

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

（概要は第1節⑤ 3.1に同じ）

表-1.2.5.6 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
国際構造コンクリート連合 (fib)	タスクグループ3.4委員	寒地保全技術研究グループ 総括主任研究員	fib Model Code改訂に参画し、サブセクション「Selection of interventions」の草案を作成、また技術資料 (Bulletin) の作成に際してひび割れ注入工法を担当、シラン系表面含浸材のケーススタディを寄稿。新たなModel Codeの最終草稿が2020年に公表予定

3.2 国際会議等での成果公表

（第1節⑤ 3.2に同じ）

コラム 海外技術者職員向けの研修への講師派遣

JICAの全世界橋梁維持管理研修プロジェクトにおいて、短期専門家としてキューバ共和国に職員を派遣し研修を行いました。

キューバ共和国は、1959年のキューバ革命以降から社会主義共和制を続ける国家ですが、国家としての歴史は古く14世紀ごろまで遡ります。1693年にスペインの入植者によって建設されたマタンサス(Matanzas)市は、「橋の町」とも呼ばれ、数多くの歴史的鋼橋が存在しています。これらの橋は極めて厳しい塩害環境下にあり、その多くは腐食が進行していました。また、マタンサス市には、1959年に建設されたバクナガヤ橋(Bacunayagua) (写真-1) と呼ばれる橋長314m、桁下104mの鉄骨鉄筋コンクリートアーチ橋が存在し、そのアーチリブ(鉄骨鉄筋コンクリート構造)は塩害により鉄筋が腐食したことから、数年前に大規模な補修が行われています。一方、鉄筋コンクリートアーチ橋であるアントニオギテラス橋(Antonio Guiteras) (写真-2) においてもアーチリブの鉄筋が腐食し、現在も散発的なコンクリートの剥落が生じています。

当該国の行政官である研修生が提示した橋梁維持管理のアクションプラン(素案)では、設計や解析に対しての高度な知識を習得できる大学院レベルの授業を大学で提供するほか、実際の維持管理に対するOJTも行うなど、現地技術者の実情に合わせた内容となっていました。土木研究所側からは、橋梁管理体制の実態を把握したうえで、本プランの内容を定期的にレビューし、見直すための仕組みを導入することや、自国の点検技術者などに対する研修内容を点検技術者のレベルに合わせて修正することなどについて助言を行い、より実行力のあるものとなるよう指導しました。(写真-3、4)

素案をもとに作成される橋梁維持管理のアクションプラン(R2.9施行予定)により、効果的な橋梁維持管理業務が実施されることを期待します。



写真-1 バクナガヤ橋



写真-2 アントニオギテラス橋



写真-3 技術者との現地打合せ



写真-4 関係省担当者との会議

⑥他の研究機関等との連携等

1. 共同研究の実施

(第1節⑥1に同じ)

表-1.2.6.1 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)	8	175	183
共同研究協定数(件)	2	38	40

表-1.2.6.2 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)	113	21	37	4	4	4

2. 国内他機関との連携協力・国内研究者との交流

(第1節⑥2に同じ)

2.1 国内他機関との連携協力

(第1節⑥2.1に同じ)

2.2 交流研究員の受け入れ

(第1節⑥2.2に同じ)

表-1.2.6.3 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)	15	4	3	0	0	0	22

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

(第1節⑥3.1に同じ)

3.2 海外研究者との交流

(第1節⑥3.2に同じ)

4. 競争的研究資金等外部資金の獲得

(第1節⑥ 4に同じ)

4. 1 競争的研究資金の獲得支援体制

(第1節⑥ 4.1に同じ)

4. 2 競争的研究資金の獲得実績

(第1節⑥ 4.2に同じ)

表-1.2.6.4 競争的研究資金等獲得件数

	令和元年度
獲得件数	4
うち、新規課題	0
うち、継続課題	4

表-1.2.6.5 競争的研究資金等獲得実績

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	0	0	0	0	0	0
国土交通省	0	0	0	0	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	1	400	0	0	0	0	0	0
独立行政法人・ 大学法人	1	780	2	31,460	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0
計	2	1,180	2	31,460	0	0	0	0

* 新規件数は令和元年度開始。継続件数は令和元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

(第1節⑥ 4.3に同じ)

4.4 技術研究組合

(第1節⑥ 4.4に同じ)

表-1.2.6.6 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
モニタリングシステム 技術研究組合	RAIMS	道路・高速道路の管理者、ゼネコン、建設コンサルタント、電気・通信メーカー、センサ・設備メーカーと各分野の専門家の総力を結集し、互いのもつ強みを発揮しあい、管理者のニーズに合致した最先端のモニタリングシステムの早期実用化を目指す。

5. 革新的社会資本整備研究開発推進事業

国土強靱化や戦略的な維持管理、生産性向上等に資するインフラに関する革新的な産・学の研究開発を支援し、公共事業等での活用を推進するための委託研究制度を創設した。令和元年度は、革新的社会資本整備研究開発推進事業の公募を行い、外部有識者による評価委員会の評価を経て、表-1.2.6.7に示す研究開発課題を採択した。

表-1.2.6.7 革新的社会資本整備研究開発推進事業において採択された研究開発課題

課題名	代表機関名
レーザーによる表面処理技術を活用した素地調整方法に関する研究開発	株式会社トヨコー

コラム AIの活用と道路管理者との連携

—道路橋コンクリート床版の土砂化対策と維持管理の効率化に向けて—

道路橋の床版に、近年、コンクリートの水平ひび割れや土砂化といった劣化が見られ、維持管理の負担となっています。床版上面はアスファルト舗装で覆われていますので、舗装下で進行するコンクリートの土砂化を早期に発見することが難しい状況にあります。これまで、舗装を剥がさずに床版上面の土砂化を発見するため、電磁波レーダ等の非破壊調査技術が開発されています。しかし、得られるデータは膨大であり、煩雑な分析作業を伴います。そこで、AI技術を活用して、データを精度よく、効率的に分析する方法を検討しています。そのためには、実際の道路橋において、多くの測定データを取得する必要があります。また、非破壊調査で得られる情報を検証するため、健全時、損傷時それぞれの実現象を表す直接的なデータを得る必要があります。

こうした背景から、まず、国土交通省国土技術研究会の指定課題「道路橋コンクリート床版の土砂化対策に関する調査研究」において、国土交通省と土木研究所が連携して、床版土砂化の課題の共有を図りました。そして、この指定課題の連携を通じて、現地調査や撤去部材の調査を円滑に行っています。

また、地方自治体では橋の維持管理の効率化が一層必要です。そのため、CAESARの「AIを活用した道路橋メンテナンスの効率化に関する共同研究（平成30年度～令和3年度）」に参加する茨城県や富山市とも連携して、床版の予防保全を目指して、土砂化の原因となる舗装下の水を、早期に検知する非破壊調査技術も検討しています。

なお、CAESARでは、実橋の床版を詳細に調査して、土砂化の補修において早期に再劣化させないための適切な補修範囲を提案しました。その内容も含めて、上記の指定課題の報告書（土木研究所資料、第4398号、R2.3）をとりまとめ、広く普及に努めています。

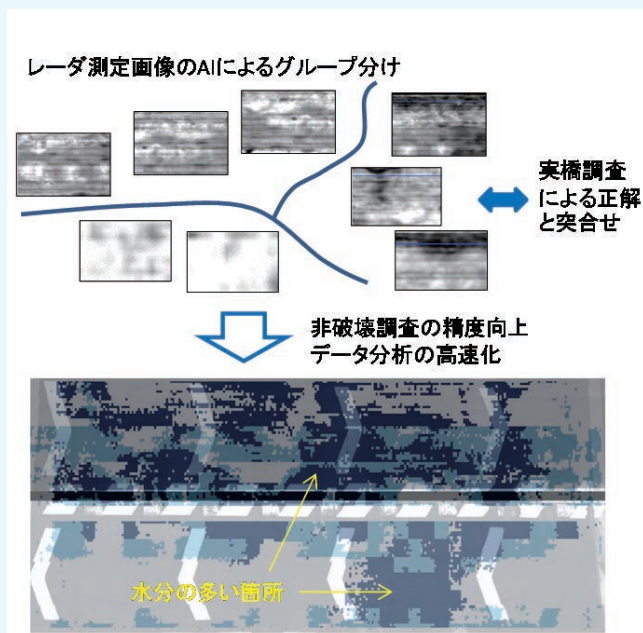


図-1 電磁波レーダ測定結果をAI技術で分析
（上：分析イメージ、下：分析結果の一例、土砂化の原因となる水の範囲を示す）



写真-1 道路橋床版の非破壊調査の状況
（現場での若手技術者も交えた意見交換）

コラム インドネシアの熱帯性泥炭地盤における道路建設に関する研究協力

寒地地盤チームでは、極めて軟弱な地盤である泥炭地盤に関する問題解決のために、長年にわたり研究・技術開発を行っています。泥炭は寒冷地特有の土ではなく、インドネシアやマレーシアなどの東南アジアにも広く分布しており、これを熱帯性泥炭またはトロピカルピートと呼んでいます。とりわけ、インドネシアには、約20万km²にも及ぶ広大な熱帯性泥炭地盤が存在していますが、この地盤上にいくつかの大規模な道路建設プロジェクトが計画されており、特にスマトラ島縦断高速道路プロジェクトでは総延長2,700kmの約1/2の延長を熱帯性泥炭地盤上に建設する予定です。一方で、インドネシアでは、日本において一般的に使用されているセメント安定処理工法や圧密促進工法の熱帯性泥炭地盤での施工実績がなく、主にパイルスラブ工法のみで対応がなされている結果、多大な建設コストを要していることが大きな問題となっています。

このため、インドネシア公共事業・国民住宅省の研究機関である道路工学研究所（IRE）と平成26年10月に研究協力協定を締結（平成31年3月に新たに締結された土木研究所とIREの研究協力覚書の1研究分野として包含）し、IREが実施する熱帯性泥炭地盤に関する技術開発やマニュアル策定などの支援を継続的に行っています。具体的には、現在、IREが策定中のセメント安定処理工法マニュアルのため、必要な研究内容や設計・施工上の技術的課題について議論しました（写真-1）。さらに、インドネシアへ日本のセメント安定処理技術を移転するJICA中小企業海外展開支援事業にアドバイザーとして参画し、日本企業がIREをはじめとするインドネシア側カウンターパートと協力してスマトラ島縦断高速道路において実施したセメント安定処理工法の試験施工に対して技術的支援を行いました（写真-2）。

この研究協力は、寒地地盤チームの持つ技術を活かした国際貢献活動であるとともに、日本企業のインドネシアへの進出支援、さらには土木研究所の技術の有用性を国内外に示すことにも貢献するものと考えています。



写真-1 IREで開催されたワークショップ



写真-2 JICAプロジェクトにおけるセメント安定処理工法の試験施工（スマトラ島）