

## 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	平成30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	S
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	680件以上	755
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	69
社会に向けて、研究・開発の成果や取組の科学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	1,299
	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	9
	研修受講者数	220人以上	152
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	210

## ■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	平成30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）	7
社会に向けて、研究・開発の成果や取組の科学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）	18
	通年の施設公開見学者数（人）	3,491
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）	8
	交流研究員受入人数（人）	25
	競争的資金等の獲得件数（件）	11

## ■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	平成30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"> <li>・社会資本整備審議会道路分科会建議など国の方針に対応して、AI技術を活用した道路橋メンテナンス効率化の実現のために共同研究を公募し、官民25の事業者が参画する研究体制を構築。CAESARの研究内容を転換して研究を始動した。</li> <li>・国の「舗装点検要領」を踏まえ、実務の指針となる「舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針」(日本道路協会、H30.9初刊)や、「舗装・調査試験法便覧H31版」(日本道路協会、H31.3改訂)を公表し、国の方針や現場のニーズに対応した。</li> </ul> <p>研究開発プログラム(7)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・社整審の答申を受け、地質・地盤リスクマネジメントに関する研究を開始するとともに、国土強靱化施策への対応として国総研との共同研究を開始(液状化被害リスクの評価)。</li> <li>・国が推進するi-Constructionの3本柱の一つであるコンクリート工の「規格の標準化」に向けて、プレキャスト部材接合部に関するガイドラインの作成に貢献。</li> </ul>
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"> <li>・交通規制なく構造的な健全性診断が可能となる簡易な点検手法が求められ、移動式たわみ測定装置(MWD)の開発を進めている。測定データからノイズ除去し、舗装のたわみ量を算定する解析プログラムの開発により、データ解析の専門家によらず簡便にたわみ量算定が可能となり、今後の解析作業の効率化、省力化に繋がる成果を得た。</li> <li>・国のPRISMに参画し、排水機場ポンプ設備の状態監視技術の開発において、運転基礎データの自動収集・記録システムを構築し、AI手法の有効性確認により異常検知AIプログラム実装の見通しを立て、初年度の適切な成果が創出された。</li> </ul> <p>研究開発プログラム(6)および(7)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「道路トンネル定期点検要領」の改定(H31.2)において、うき・はく離等の変状分析結果により打音検査が必要な範囲を限定するとともに、金属製あと施工アンカーの模型引き抜き実験等の成果を反映する等点検の効率化及び質の向上に貢献。</li> </ul> <p>研究開発プログラム(7)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成30年7月豪雨の土工構造物の災害復旧に関する委員会に参加し、社会的ニーズの高い広島・呉道路の早期復旧(全線開通までの期間を1カ月以上短縮)に貢献。</li> <li>・「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」改定(H31.2)において、カルバートの定期点検の分析結果を、点検における着眼点や判定区分の考え方の見直しに反映し、土工構造物の点検の質の向上に貢献。</li> </ul>
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>研究開発プログラム(6)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・軽交通道路を対象にIRIによる維持修繕箇所スクリーニング手法、赤外線画像による舗装損傷前の検知手法を確立した。これらの手法により膨大な延長に及び軽交通道路の路面状態を簡易に把握可能であり、舗装維持管理の効率化に貢献。</li> <li>・電気防食適用後の不具合発生防止のため、塩害橋梁に対する電気防食工法の維持管理マニュアル(案)を策定(H30.7、共同研究報告書)。土木学会「電気化学的防食工法設計施工指針(案)」改訂(R1発行予定)等に反映させることで適切な維持管理に貢献。</li> </ul> <p>研究開発プログラム(7)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・一定深さ以上塩分が浸透しないコンクリートの実現性と電気抵抗率による評価手法をPC工場で供試体を製作して実証し、コンクリート構造物の高耐久化の実現に貢献。</li> <li>・ステンレス鉄筋の耐食性の迅速評価手法の確立及び厳しい塩害環境でも腐食しない品質を確認し、耐食性のレベルに応じた活用方法に関する重要な知見が得られた。</li> </ul> <p>研究開発プログラム(8)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・土木学会コンクリート標準示方書の改訂小委員会に参画し、「スケーリングの進行予測式」が2018年[維持管理編]に掲載。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国際構造コンクリート連合（fib）のモデルコード改訂に参画し、サブセクション「補修工法の選択」の執筆および技術資料（工法紹介）の作成で貢献。</li> </ul>
<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（7）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・接合部の機械式鉄筋継手に関するガイドラインを作成。プレキャスト部材の活用促進による生産性向上に貢献。</li> </ul> <p>研究開発プログラム（8）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「超音波法を用いた床版の劣化調査」により、コア採取数を増やさず簡易な調査方法による劣化状態（層状ひび割れ）の把握が可能になり、既設部材への影響低減、調査期間・費用の縮減などの効果が期待できる。</li> <li>・舗装混合物層内部への水の含浸に対して、フォグシールによる不透水化が確認された。ポットホールが発生抑制が期待でき、緊急補修作業などの減少による生産性向上に貢献。</li> </ul>

## ■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)	S	S	S
	(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)	B	B	
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)	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	(6)	B	B	A
	(7)	A	A	
	(8)	A	A	

## ①研究開発プログラムの実施

### プロ-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、笹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など、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。

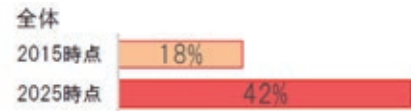
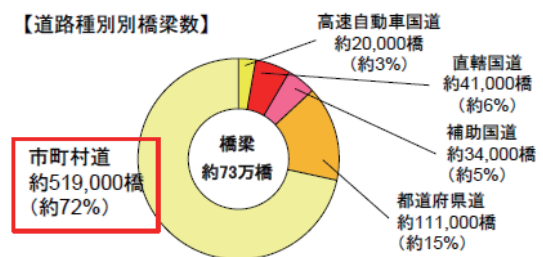


図-1 建設後50年を超えた橋梁の割合



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）

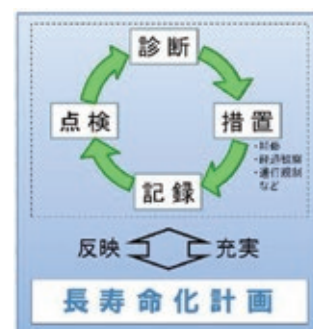


図-4 メンテナンスサイクル

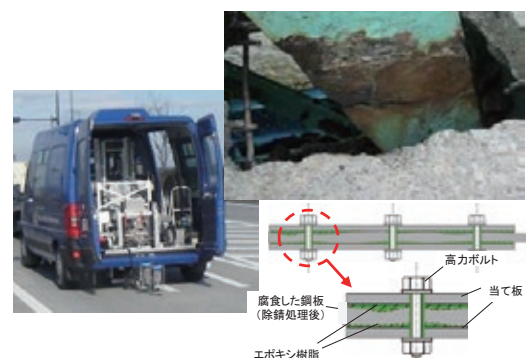


図-5 車両による非破壊構造診断（図中左）  
主構部材の腐食と補強（図中右）

■平成30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

舗装関連では、軽交通道路における路面状態を簡易に把握する手法として、車両バネ付近に設置した加速度計から路面の平坦性を計測する装置を用い、データ取得とその解析を試みた。その結果、広範囲を短時間で計測し、路面の平坦さを地図表示させることによる路面の維持修繕箇所の効率的な選定について、その有効性を確認した（図-6）。



図-6 平坦性 (IRI) 計測マップ

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

土木機械設備関連では、国土交通省の排水機場ポンプ設備のディーゼルエンジンを対象として、異常が発生した際の排気温度や排気ガス成分、振動などのデータを複数のAIアルゴリズムを用いた診断適用性試験を行った。その結果、周波数スペクトルを特徴量として、異常検知手法にLOF (Local Outlier Factor)、OCSVM (One Class Support Vector Machine) を用いたケースが高評価となることを確認した（表-1）。また、ポンプ運転時の各種データを収集するためのセンサと収録装置を4排水機場に実装した（図-7）。

表-1 AIアルゴリズムの評価

特徴量	アルゴリズム	AUROC			
		0階層	1階層	2階層	3階層
生信号	Sparse Coding	0.499	0.491	0.720	0.747
	Time Series KNN	0.520	0.554	0.934	0.907
	HT	0.915	0.665	0.967	0.963
周波数スペクトル特徴量	One Class SVM	0.995	0.990	1.0	1.0
	Local Outlier Factor	0.960	1.0	1.0	1.0

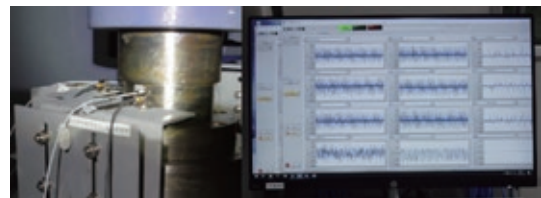


図-7 データ収録システム（左：センサ、右：収録装置）

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、塩害劣化した既設PC橋の耐荷メカニズムの検証を目的に、上部構造全体の挙動を把握できる数値モデルを構築し、数値モデルの解析結果と実験結果との比較を行いモデルの妥当性を確認、今後の適正な耐荷力評価のための検討が可能となった（図-8）。

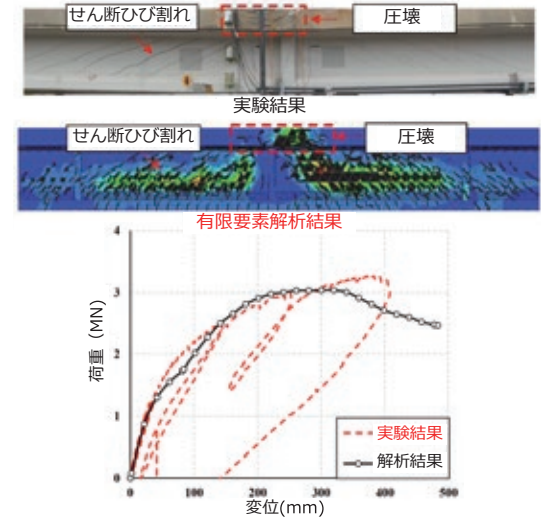


図-8 実験と解析の比較および荷重-変位

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（接合部）関連では、固着方法の異なるあと施工アンカーの耐荷性能を載荷試験によって検討し、固着メカニズムの違いによってひび割れ発生時の耐荷力低下程度が異なること等（図-9）、接合部に適用するあと施工アンカー選定時の評価項目を確認した。

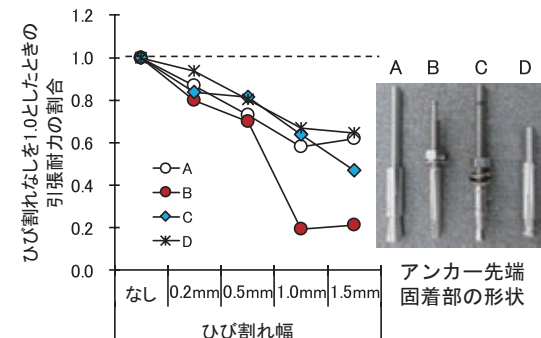


図-9 固着メカニズムの異なるアンカーのひび割れ発生時の引張耐力

## プローフ 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、高度経済成長期など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。

### ■平成30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

場所打ち杭について、施工中に支持層到達判断を行える施工管理装置を開発した（図-3）。ステンレス鋼を鋼道路橋の損傷した二次部材の部分更新として活用するための検討に着手した。絶縁仕様のボルト継手のすべり耐力試験（図-4）を実施し、実用化への目途をつけた。また、ステンレス鉄筋について暴露試験や室

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%

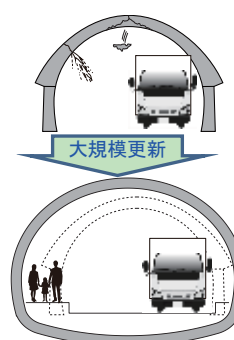


図-1 交通を極力妨げず施工性、耐久性に優れたトンネル更新工法の例



図-2 プレキャスト部材を活用した擁壁の事例

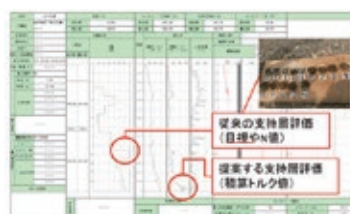


図-3 施工管理装置の施工記録例

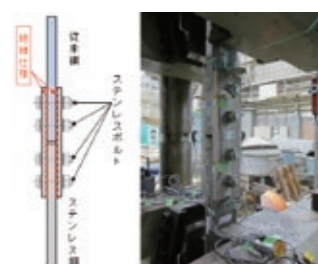


図-4 ステンレス鋼と従来鋼のボルト継手のすべり耐力試験



内試験の結果を分析し、コンクリート内部でのステンレス鉄筋の耐食性の差やその評価のための促進試験の妥当性を確認した（図-5）。

カルバート変状事例の分析により周辺地盤の影響（偏土圧、盛土の変形、不同沈下等）に伴う変状も多いことを確認した。

廃道を利用してインバートを追加設置する試験施工を実施するとともに、覆工とインバートに発生する変位や応力の測定を開始した（図-6）。

補強土の実大実験、被災調査、挙動再現解析により、基礎、排水、材料、施工の四条件により土構造物の変状を抑制できることを確認した。

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

トンネルの点検データの分析から、実態として多い覆工目地部の変状の形状とその対策工を想定した押抜き試験（図-7）を行い、定着形式の違いによる耐荷力の影響等を把握した。トンネル環境下での補修・補強材の寿命予測のためアルカリ促進試験の有効性を確認（図-8）。促進劣化後の評価方法案3種類（押し抜き、引き剥がし、付着）を作成し、廃道で同材料を用いた試験施工実施、暴露試験を開始した。

補強土の降雨実験により、盛土材こぼれ出しによる性能の低下を明らかにした。また、こぼれ出し後の措置により性能が回復することを確認した（図-9）。

変状事例でのひび割れ状況と数値解析の比較により、偏土圧がカルバートに与える影響を確認した（図-10）。

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

補強土の降雨実験により、盛土材のこぼれ出しの進行過程と性能に与える影響を確認した。

変状事例でのひび割れ状況と数値解析の比較により、カルバートの変状が顕著となりやすい部位について確認した。

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

ブロック積擁壁躯体の曲げ試験により、ブロック形状、配置と破壊面の状況及び曲げひび割れ強度の関係を把握した（図-11）。また、共同研究により、土構造物用プレキャスト製品の機能向上の検討に着手した。同一断面に機械式継手を集中させた接合部のひび割れ性状等を検討（図-12）した結果を「プレキャストコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドライン」としてとりまとめた。

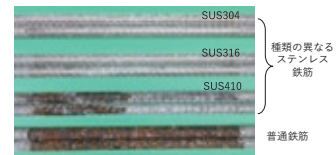


図-5 促進試験後のステンレス鉄筋、普通鉄筋の腐食状況の例



図-6 インバート追加設置の試験施工

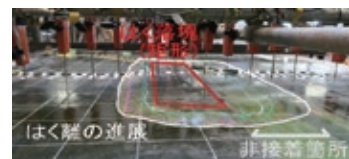


図-7 押抜き試験

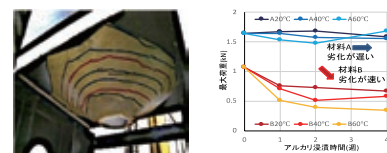


図-8 促進劣化後の押抜き試験

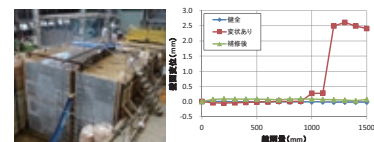


図-9 盛土こぼれ出しを再現した降雨実験状況と壁面変位



図-10 偏土圧がカルバートに与える影響の例

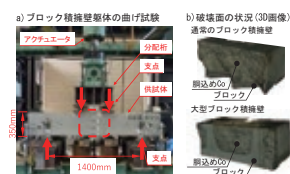


図-11 ブロック積擁壁躯体の曲げ試験

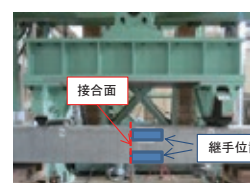


図-12 機械式継手を用いたプレキャスト部材接合部の曲げ载荷実験

## プロ-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、塩分などによる凍害・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・新設時の高耐久化などの横断的（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）

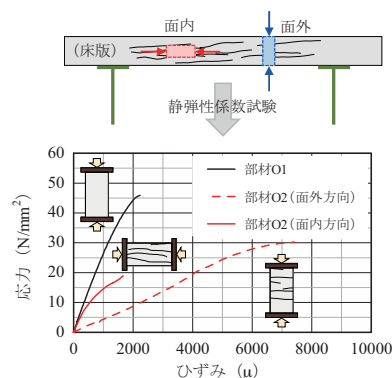


図-1 切出しコンクリート試験体の静弾性係数試験結果

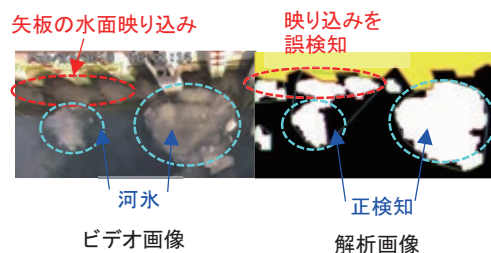


図-2 矢板護岸への河水の影響調査

■平成30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

橋梁床版に関して、撤去床版から採取したコンクリート試験体の強度試験を実施し、凍害を含む複合劣化により層状ひび割れが発生した床版の構造性能評価に用いるコンクリートの強度特性を明らかにした(図-1)。

河川構造物に関して、凍害複合劣化の進む護岸部コンクリート矢板に衝突・接触する流下河水について、ビデオ画像の画像解析による氷の輪郭抽出試験を行い、河水挙動把握の効率化に向けた基礎的試験を行ったほか、矢板への河水衝突の現地データ収集を継続した(図-2)。

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

舗装の目地材に用いられる瀝青系シール材に関して、凍結融解環境を再現した養生及び低温下における引張試験の結果、凍結融解作用により弾性・付着性が低下することを確認した(写真-3)。

沿岸構造物に関して、海水による荷重の現地計測、補修補強対策工法の耐久性確認のための暴露試験並びに海水の中規模衝突実験や数値計算等を実施した。また、水中摩耗試験法と凍結融解試験法を組み合わせた凍害と海水摩耗の複合劣化試験法の開発を進めた(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

塩分作用下でのコンクリートのスケーリング抵抗性に関し、空気量、細骨材、粗骨材の品質が与える影響をJIS A 1148 A法(塩水使用)により検討した結果、劣化進行に応じて各要因の影響度が変化することを確認した(図-4)。

切土のり面の凍上対策工を検討するために試験施工を実施し、グランドアンカー工の定着荷重を変化させても作用する凍上力に大きな変化がないことを確認した。また、被覆によるいくつかの断熱対策を試験したところ、連続繊維補強土の断熱効果が高かったことを確認した(図-5)。

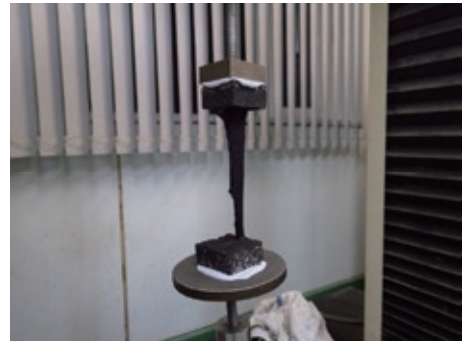


写真-3 瀝青系シール材の引張試験の実施

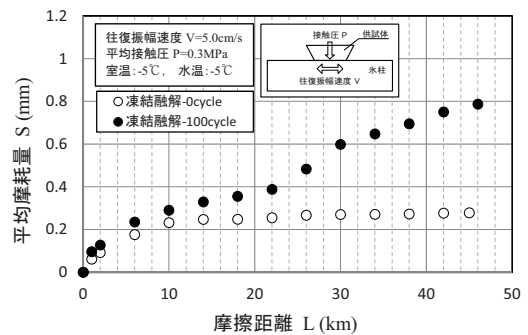


図-3 凍害と海水摩耗の複合劣化試験結果

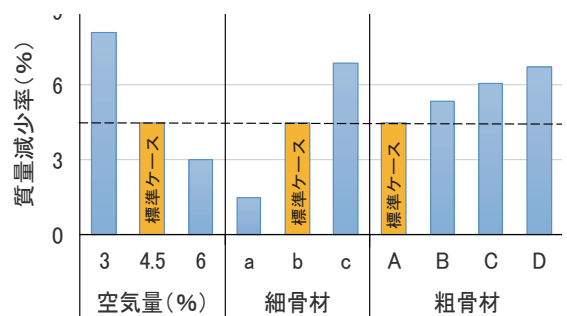


図-4 劣化が浅い段階の各要因の影響度

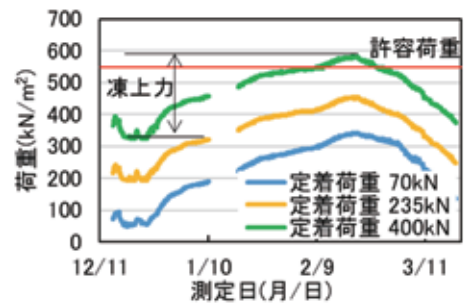


図-5 定着荷重と作用する荷重(凍上力)の関係

## 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

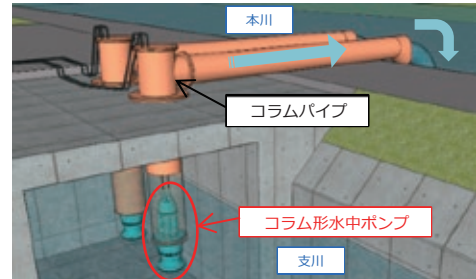
### 6. メンテナンスサイクルの効率化・信頼性向上に関する研究

#### コラム形水中ポンプの維持管理に関する研究

寒地機械技術チーム

##### ■研究の必要性

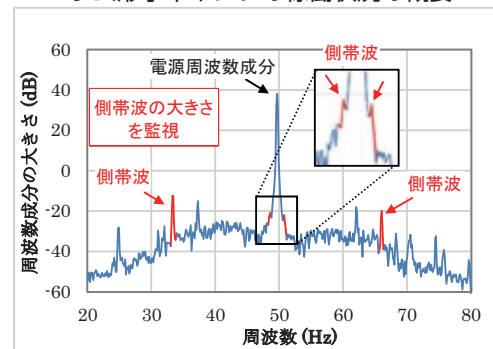
救急排水機場で使用されているコラム形水中ポンプは、洪水時には確実な稼働が求められるが、コラムパイプ内に設置して排水作業を行うため、稼働状態の確認が極めて困難である。故障を未然に防ぐため、稼働状態を的確に判断できる状態監視技術が必要である。



コラム形水中ポンプの稼働状況の概要

##### ■平成30年度に得られた成果・取組の概要

コラム形水中ポンプに適用性の高い状態監視技術として電流情報診断技術を選定し、救急排水機場およびメーカー工場で実証実験を行ったほか、小型ポンプによる故障模擬試験を実施し、適用が可能であることを確認した。得られた知見をとりまとめ、「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）」を作成した。



電流情報診断による周波数解析

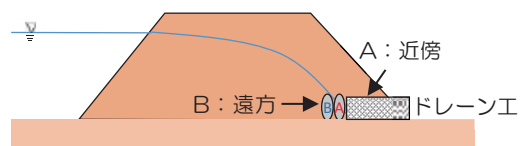
#### 河川堤防の浸透に対する長期安全性確保に関する研究

土質・振動チーム

##### ■研究の必要性

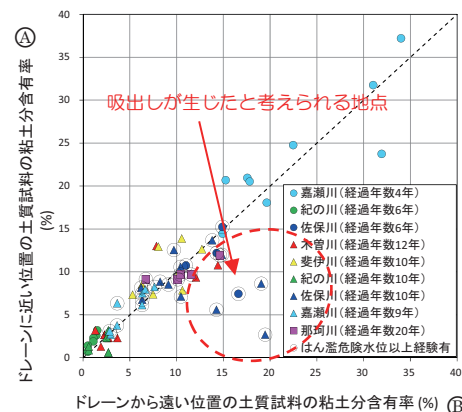
河川堤防では浸透対策としてドレーン工が用いられているが、ドレーン工の周辺では浸透流の繰返し作用により土粒子の吸出しや目詰まりが生じる懸念がある。このため、ドレーン周辺の吸出しや目詰まりの発生状況を明らかにした上で、これらが堤防機能に与える影響を把握する必要がある。

土質・振動チーム



##### ■平成30年度に得られた成果・取組の概要

河川堤防に浸透対策として設置されているドレーン工について、施工年数が異なる複数地点でドレーン周辺の土質の変化や吸出し防止材の劣化状況を開削調査により把握した。その結果、多くの箇所では目立った変化が確認されなかったが、一部の箇所でドレーン工背面土の細粒分・粘土分の吸出しを確認した。今後は土粒子の吸出しや目詰まりが生じる条件について詳細に検討する必要がある。



ドレーンからの距離による細粒分含有率の比較

## 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

### トンネル附属施設的设计・運用の高度化に関する研究

トンネルチーム

#### ■研究の必要性

道路トンネル内の附属施設には換気施設や非常用施設等があり、自動車性能の実態やトンネルの構造特性等を踏まえて合理的な設計を行う必要がある。

#### ■平成30年度に得られた成果・取組の概要

本研究では、自動車からの換気対象物質（煤煙、CO）の排出量について、近年の排気ガス規制適合車の割合増加を踏まえた推定値を算出するとともに、実トンネルにおける実態調査により検証を行い、トンネル内の換気対象物質の減少傾向等を把握した。また、実トンネルにおける歩行実験等により避難時の歩行速度に縦断勾配が及ぼす影響が限定的であること等を確認した。



写真 換気実態調査の状況



写真 歩行速度実験の状況

## 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

### 積雪寒冷地における鉄筋防食材の効果に関する研究

耐寒材料チーム

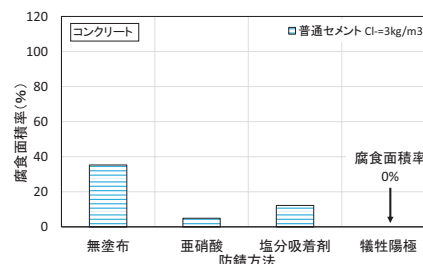
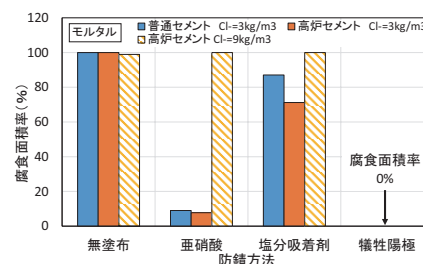
#### ■研究の必要性

積雪寒冷地における凍結防止剤の散布は鉄筋の腐食を促進させるが、一方、その鉄筋防食対策としての評価方法や補修工法の選定法などが明確になっていない。そこで、コンクリート構造物の部分補修における亜硝酸系、塩分吸着剤、犠牲陽極の効果の評価し、施工時の留意点等を取りまとめた。

#### ■平成30年度に得られた成果・取組の概要

亜硝酸と犠牲陽極はともに腐食環境が厳しい促進試験において明確な腐食抑制効果が得られたが、犠牲陽極は、コスト面や施工に一定以上のかぶり厚さを必要とし、亜硝酸系は、塩化物イオン量が極端に多い環境では腐食抑制効果は期待できない点を明らかにした。

一方、塩分吸着剤は、高炉セメントの方が、腐食を抑えられていることから、塩化物イオンの移動速度も加味した追加の試験などにより、より適切な検証が必要と考えられる。



各種条件下の防錆剤の腐食面積率 (W/C=70%)

### ③技術の指導

#### 1. 災害時における技術指導

平成30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4件、7人・日であった。詳細は付録-3.1に示す。

表-1.2.3.1 平成30年度における要請に基づく災害時の派遣状況（国内）

分野	地震	土砂災害	河川・ダム	道路	雪崩	合計
件数	0	0	0	4	0	4
延べ人数 (人・日)	0	0	0	7	0	7

#### 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③2.1に同じ）

平成30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751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、土砂管理	○河川堤防の工事における土壌汚染対策等に関する技術指導	111
先端技術、材料	○ダムの堤体等に用いるコンクリート骨材等に関する技術指導	109
舗装・トンネル・橋梁	○舗装、トンネル、橋梁等の補修方法等に関する技術指導	336
寒地構造・寒地地盤・防災地質	○中層混合処理の室内強度設定方法や冬期施工等に関する技術指導	85
耐寒材料・寒地道路保全	○膨張材を用いたコンクリートの凍結融解抵抗性等に関する技術指導	60
寒地河川・水環境保全・寒冷沿岸域・水産土木	○導流堤改修における防食・摩耗対策等に関する技術指導	3
寒地機械技術等	○メンブランパッチを用いたRGB色相による潤滑油診断等に関する技術指導	47
	合計	751

#### 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③2.2.1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8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③2.2.2に同じ)

## 3. 委員会参画の推進

(概要は第1節③3に同じ)

平成30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241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。

耐寒材料チームは土木学会の示方書改訂小委員会維持管理編部会に参画し、「コンクリート標準示方書(維持管理編)」(平成30年10月)へ研究成果を反映した。

## 4. 研修等への講師派遣

(概要は第1節③4に同じ)

平成30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110件の研修等に講師を派遣した。

橋梁構造研究グループは、平成29年度に改訂した道路橋示方書・同解説の適切な運用実現を図るため、全国12か所で開催された道路橋示方書・同解説の講習会に講師を延べ13人派遣するとともに、Q & A 対応を行った。

また、寒冷沿岸域チームは、(一社)北海道建設業協会「北海道の土木技術向上のための講習会～土木技術の最近の動向～」(平成31年2月25日)に講師を派遣し、土木技術者を対象に、沿岸構造物の補修対策技術等について講演を行った。

## 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③5.1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③5.2に同じ)

平成30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50件であった。

例えば、道北支所が橋台前面側の杭上部のひび割れ発生に係る原因の考察についての相談を受け、寒地構造チームが現地状況から懸念される対策検討等の留意点も含め、技術指導を行った。

### 5.3 寒地技術講習会

(概要は第1節③5.3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2箇所2テーマで実施した。詳細は付録-3.3に示す。

#### 5.4 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③5.4に同じ)

平成30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
寒地地盤	青森県測量設計業協会 技術研修会	技術者ほか一般
寒冷沿岸域	北海道の土木技術向上のための講習会～土木技術の最近の動向～	技術者ほか一般

#### 5.5 地域における産官学の交流連携

(第1節③5.5に同じ)

### 6. 技術的課題解決のための受託研究

(概要は第1節③6に同じ)



## コラム 地質・地盤リスクマネジメント技術の開発

平成28年11月の福岡市地下鉄の道路陥没事故（写真-1）や頻発する道路の陥没事故等を受けて設置された国土交通省の社会資本整備審議会及び交通政策審議会の「地下空間の利活用に関する安全技術の確立に関する小委員会」から“事業の計画から維持管理における地質・地盤リスクアセスメントに取り組む必要がある”との答申（平成29年9月）がなされました。

これを受けて土木研究所では、国土交通省と連携し、地質・地盤に関わる事故やトラブルを最小化して安全かつ効率的に事業を進めるための仕組みとしての「地質・地盤リスクマネジメント」の体系の構築に向けた取り組みを平成30年度に開始しました。

この取り組みでは、土木事業において発生しやすい地質・地盤リスクを見逃しなく発見する技術、適切にリスク評価する技術、さらにリスクに強い工法やその選定手法等のリスク対応技術を開発するため、重点研究「地質・地盤リスクマネジメントの基本体系の構築に関する研究」をはじめとする6つの課題で研究を行っています。

また、「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」を国土交通本省とともに設立し、地質・地盤リスクマネジメントの基本理念や体系のあり方についての議論を進めています（写真-2）。



写真-1 福岡市地下鉄の道路陥没事故



写真-2 地質・地盤リスクマネジメント検討委員会  
（第1回委員会 H31.3.29）

## コラム 積雪寒冷地における舗装損傷の予防保全対策の技術支援

平成30年3月上旬の融雪期における大雨の影響等により、舗装にポットホール(写真-1)が多発し、テレビや新聞で連日のように報道されました。さらに、北海道トラック協会等から道内道路管理者に対してその対策要望が出されるなど、ポットホール対策への社会的な要請が高まってきました。これを受け、国土交通省北海道開発局では、ポットホール対策として、舗装損傷の予防保全対策を実施することとなり、予防保全対策における技術的観点について、寒地道路保全チームが技術支援を行いました。

ポットホール対策は、舗装内部への水の浸入を防ぐことが重要です。北海道開発局では、舗装の表面にアスファルト系乳剤を面的に塗布・含浸させ、舗装内部への水の浸入を未然に防ぐ工法(フォグシール工法)について、一般国道において試験的に施工しました。その試験施工にあたり、寒地道路保全チームでは、その塗布量や路面のすべり対策に関する技術的な指導・助言を行いました(写真-2、写真-3)。

また、舗装のひび割れからの水の浸入を防ぐために、積雪寒冷環境下でも高い止水効果が期待できると評価したひび割れ充填材料(クラックシール材)を使用した対策を提案し、一般国道において試験的に施工されました(写真-4)。

いずれの対策においても、今後、継続的な効果検証を行っていきます。引き続き、舗装の維持管理における社会的要請が高い事象に貢献してまいります。



写真-1 ポットホール発生状況



写真-2 フォグシールの塗布量確認試験



写真-3 フォグシール施工状況



写真-4 クラックシール材施工状況

## 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④1.1に同じ)

平成30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、「北海道開発局 道路設計要領」(北海道開発局 平成30年4月)、「舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針」((公社)日本道路協会 平成30年9月)、「コンクリート標準示方書[維持管理編]」((公社)土木学会 平成30年10月)、「道路橋支承便覧」((公社)日本道路協会 平成31年2月)「道路トンネル定期点検要領」(国土交通省道路局 平成31年2月)など計11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④1.2に同じ)

平成30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 平成30年度の発刊件数

種別	数量
土木研究所資料	5
共同研究報告書	6
研究開発プログラム報告書	3
寒地土木研究所月報	14
合計	28

#### 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④1.3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5件であり、表-1.2.4.3に示す。詳細は付録-4.2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	69	224	293
うち、和文	48	205	253
うち、英文	21	19	40

表-1.2.4.3 受賞

番号	受賞者			表彰名	業績・論文名	表彰機関	受賞年月日
1	寒地地盤 チーム	主任研 究員	橋本聖	平成29年度土木 学会北海道支部技 術賞	経済的な軟弱地盤対策工法 (グラベル基礎補強併用低改 良率地盤改良)の開発	(公社)土木学 会北海道支部	平成30年 4月23日
2	材料資源 研究グ ループ	主任研 究員	中村英 佑	コンクリート工学 講演会年次論文奨 励賞	高炉スラグやフライアッシュ を用いたコンクリートの遮塩 性能の迅速評価手法	日本コンク リート工学会	平成30年 7月6日
3	CAESAR	交流研 究員	有馬俊	性能に基づく橋梁 等の耐震設計に関 するシンポジウム 優秀講演賞	大型振動台実験による橋台の 地震時応答特性に関する考察	(公社)土木学 会 地震工学委員 会	平成30年 7月25日
4	材料資源 研究グ ループ	主任研 究員	百武壮	土木学会年次学術 講演会優秀講演者 表彰	モアレ縞を利用したコンク リートのひび割れ計測システ ムの検討	(公社)土木学 会	平成30年 11月12日
5	材料資源 研究グ ループ	主任研 究員	百武壮	Certificate of Honor for a panel speaker in the Ninth ICSE 2018	Evaluation of Surface Preparation of Steel Substrate by Microscopic Surface Observation	Yoangon Technolog ical University	平成30年 12月9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 研究成果の「プレキャストコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドライン」への反映

プレキャスト部材（以下、PCa部材）は、製品工場や現場ヤードにおいて製造するため天候の影響を受けにくく、先行して製造できることなどから、生産性向上に資する技術として期待されています。

一方、PCa部材を用いて一定規模以上の構造物を構築する場合、PCa部材同士またはPCa部材と現場打ちコンクリート部材との接合部が発生し、鉄筋継手による部材の接合が必要となります。このような場合、機械式鉄筋継手工法を用いると施工の効率化が図られますが、特にPCa部材同士の接合部（写真-1）は、鉄筋継手位置が一断面に集中するいわゆる全数継手になること、鉄筋継手が部材の内部にあることから施工中および施工後の品質管理、検査が難しいことなどの課題があり、使用する鉄筋継手の性能や特徴を十分熟知して設計、施工および検査を行う必要があります。

そこで、土木研究所では、道路プレキャストコンクリート製品技術協会と共同研究を行い、接合部に用いる機械式鉄筋継手の有無や種類、配筋等を変化させた試験体で曲げ載荷実験（写真-2）を行うなどして、全数継手の適用性について検討しました。その結果、設計では、機械式鉄筋継手を一断面に集中して用いる場合のあきについて、一般的な場合よりも大きくする必要があったことがわかりました。また、施工および検査についても留意点を整理しました。

研究成果は「プレキャストコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドライン」（道路プレキャストコンクリート工技術委員会ガイドライン検討小委員会）としてとりまとめられ、設計および施工におけるガイドラインの活用について国土交通省から地方整備局等に通知されるとともに、コンクリート生産性向上検討協議会から広く周知されました。



写真-1 プレキャスト部材同士の接合の例

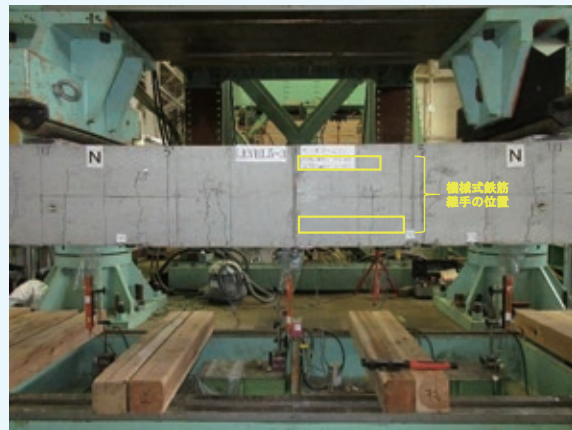


写真-2 継手を有する試験体の曲げ載荷実験状況

## コラム 北海道発のメンテナンス技術を全国展開

### (1) 2018年制定コンクリート標準示方書〔維持管理編〕への研究成果の反映

コンクリート標準示方書（土木学会）は、わが国の土木コンクリート構造物の設計、施工、維持管理に関する標準を示すもので、5年に1回、改訂が行われています。2018年に改訂されたコンクリート標準示方書〔維持管理編〕に、凍結防止剤が散布される寒冷地のコンクリート構造物の合理的な維持管理の実現を目指して耐寒材料チームが取り組んだスケーリングの予測に関する研究成果が新たに掲載されました（図-1）。さらに、耐寒材料チームが取り組んでいる、超音波測定器を活用して凍害ひび割れの発生形態を把握する「表面走査法」や、凍・塩害の進行抑制対策の一つである「表面含浸材」もあわせて紹介され、コンクリート標準示方書〔維持管理編〕の内容の充実化に貢献しました。

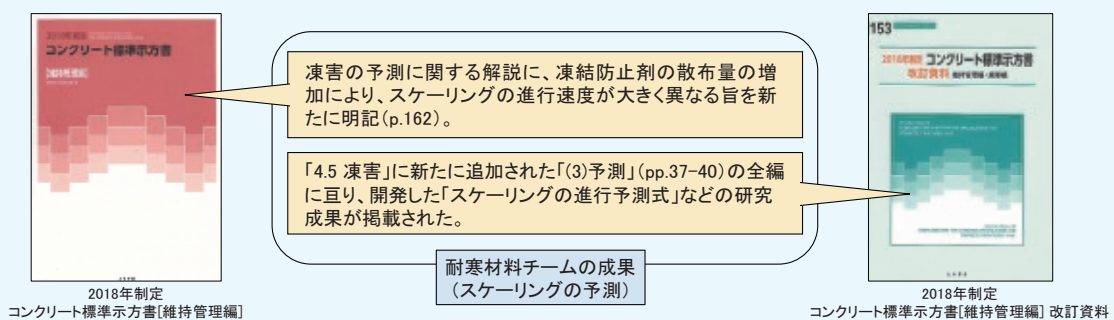


図-1 2018年制定コンクリート標準示方書〔維持管理編〕へ盛り込まれた研究成果の一例

### (2) 「寒地土木研究所 新技術説明会」の開催 ～東北・北陸地方への展開～

寒地土木研究所では、積雪寒冷地に対応可能な土木技術の研究開発成果を北海道外へ展開するため、「寒地土木研究所 新技術説明会」を東北、北陸などの各都市で平成29年度より行っています。

平成30年度は、富山市、秋田市、福島市の3会場では延べ16技術を紹介し、合計390名の参加を頂きました。今年度は、全会場でコンクリート構造物の維持管理に関する技術のニーズが高く、各会場で「コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル」又は「コンクリート構造物における表面含浸材の適用手法」の技術説明を行いました。来場者とは活発な意見交換を行うことができ、成果の普及が図られたと考えられます。

今後も全国の積雪寒冷地において、開発技術の認知度を高め、適用実績を増加させ、更なる社会資本の戦略的な維持管理に貢献していきます。



写真-1 技術説明の様子（富山会場）



写真-2 技術説明の様子（秋田会場）

## 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⑤1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 シリーズ改定その他、コンクリート表面の準備や塗装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。製造・管理に関する ISO22965 の改定については、幹事国としてドラフト作成に向けた準備をしている。また、セメント系材料を用いた補修補強指針については、土木学会の成果に基づき基準策定に向けた提案をしている。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	平成 30 年	ISO 対応特別委員会	-	iMaRRC
2	平成 30 年	ペイント及びワニス	ISO/TC35	iMaRRC
3	平成 30 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	平成 30 年	セメント及び石灰	ISO/TC74	iMaRRC
5	平成 30 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⑤2.1に同じ)

表-1.2.5.2 海外への派遣依頼 (件数)

目的	依頼元						合計
	政府機関	JICA	大学	学会・独法	海外機関		
講演・講師・発表	1	0	0	1	0	2	
会議・打合せ	0	0	0	1	2	3	
調査・技術指導	0	3	1	0	0	4	
機関別件数	1	3	1	2	2	9	

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
公益社団法人日本道路協会	舗装チーム主任研究員	米国	国際アスファルト舗装学会 (ISAP) 技術委員会報告会出席・発表
土木学会	橋梁構造研究グループ主任研究員	インドネシア	ワークショップ, JSCE-PII Joint Seminar Research, Specifications and Applications of Blast Furnace Slag and Fly Ash Blended Cement Concrete in Indonesia 参加



表-1.2.5.4 JICAからの派遣依頼

派遣国	用務	派遣人数
リベリア	JICA 短期派遣専門家（全世界橋梁維持管理研修プロジェクト）	1
ミャンマー	ミャンマー工学教育拡充プロジェクトに関わる調査団参加	1

## 2.2 研修生の受入

JICA 等からの要請により、56ヶ国から152名の研修生を受け入れ、「道路行政」、フィリピン「道路・橋梁の建設・維持管理に係る品質管理向上」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	85	21
アフリカ	28	18
ヨーロッパ	22	4
中南米	5	4
中東	1	1
オセアニア	11	8
北米	0	0
合計	152	56

## 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⑤3.1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	セクション「Selection of interventions」の草案を作成し全体ミーティングにおいて発表、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およびシラン系表面含浸材のケーススタディを寄稿。

### 3.2 国際会議等での成果公表

（第1節⑤3.2に同じ）

## 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)	43	167	210
共同研究協定数(件)	7	41	48

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)	128	25	42	5	6	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)	11	8	5	1	0	0	25

### 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⑥4に同じ)

### 4.1 競争的研究資金の獲得支援体制

(第1節⑥4.1に同じ)

### 4.2 競争的研究資金の獲得実績

(第1節⑥4.2に同じ)

表-1.2.6.4 競争的研究資金等獲得件数

	平成30年度
獲得件数	11
うち、新規課題	4
うち、継続課題	7
(参考) 土木研究所が参画する 技術組合の獲得件数	1

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	2	19,129	0	0	0	0	0	0
公益法人	0	0	0	0	1	600	2	500
独立行政法人・大学法人	2	2,340	3	32,968	0	0	1	130
その他	0	0	0	0	0	0	0	0
計	4	21,469	3	32,968	1	600	3	630

\* 新規件数は平成30年度開始。継続件数は平成30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み

(第1節⑥4.3に同じ)

#### 4.4 技術研究組合

(第1節⑥4.4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。

## コラム 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体制の構築

近年社会インフラの老朽化が喫緊の課題となる一方で、点検コストの増加や橋梁についての専門知識を持った担当者の減少などの問題が顕在化してきています。そのため、点検の補助や診断の支援など、橋梁維持管理の信頼性向上を実現する技術開発が必要とされており、その解決策の一つとしてAI技術が注目されています。

土木研究所では、AI技術を利用したメンテナンスサイクルにおける点検・診断・措置の信頼性向上を目指し、平成30年に共同研究を立ち上げました。建設コンサルタント、メーカー、研究機関、地方自治体など25者の共同研究者とともに、適切な診断を行うために必要な情報を効率的に取得する技術や、点検の見落とし防止や効率的な調書の作成など点検を補助するAI技術（点検AI）および、劣化要因の判断や的確な措置の判断など診断を支援する技術（診断AI）、ならびに点検・診断に関するデータの取得・保存・分析・活用を円滑に行うデータ基盤の開発に取り組んでいきます。

表-1 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

アジア航測（株）、アジア航測（株）・（株）イクシス・富士電機（株）、茨城県、（株）エイト日本技術開発、（一財）橋梁調査会、グローバルウォーカーズ（株）、首都高技術（株）、（一財）首都高速道路技術センター、大日本コンサルタント（株）、（株）デンソー・（株）岩崎、富山市、ニチレキ（株）、（株）日本海コンサルタント、日本工営（株）、日本無線（株）、（株）ニュージェック、パシフィックコンサルタンツ（株）、（株）日立製作所、（株）福山コンサルタント、（株）復建技術コンサルタント、富士通（株）、（株）まざらん、三菱電機（株）、八千代エンジニアリング（株）、（国研）理化学研究所 革新知能統合研究センター

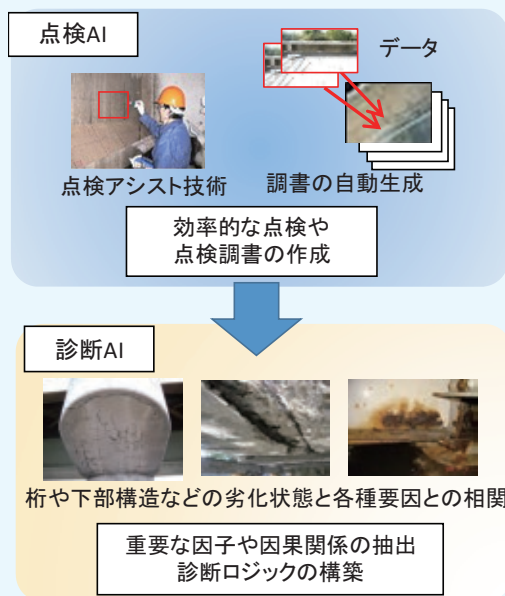


図-1 点検AI・診断AIの概要



写真-1 キックオフ会議の様子

## コラム はつり面と断面修復材との付着耐久性の向上に関する共同研究

コンクリート構造物の補修方法の一つに、劣化・損傷部分を除去して元の形状に復元する断面修復工法があります。しかし、積雪寒冷地等の厳しい環境では、復元した箇所が早期に剥離する等の不具合も散見されます。このような不具合の発生は、除去しきれずに残った劣化部分や劣化部分等の除去時に生じる微細ひび割れ等の脆弱部分が弱点となって、復元部の内側から凍害劣化が進行するためです。この問題に対して耐寒材料チームでは、除去作業において対処できない弱点部分を含浸系塗布材で改善する試みを検討し、その改善効果によって断面修復後のコンクリート構造物の耐久性を向上させる研究を北海道大学と共同で行っています。

このコンクリート表面の劣化した面に、改質材や強化材等の含浸系塗布材を浸透・固化させることにより、脆弱化した部分が緻密化され改善されることを北海道大学所有の走査型電子顕微鏡によるSEM観察やEDS元素分析から確認し、さらにそこから、改善を施した断面修復供試体に凍結融解作用を与えた結果、断面修復材とコンクリートとの接着がより長く持続することを確認しました。このことから、除去後の弱点部分を本方法で改善することにより断面修復工法の耐凍害性が向上し、補修効果をより持続させることが可能であることを実験的に明らかにしました。

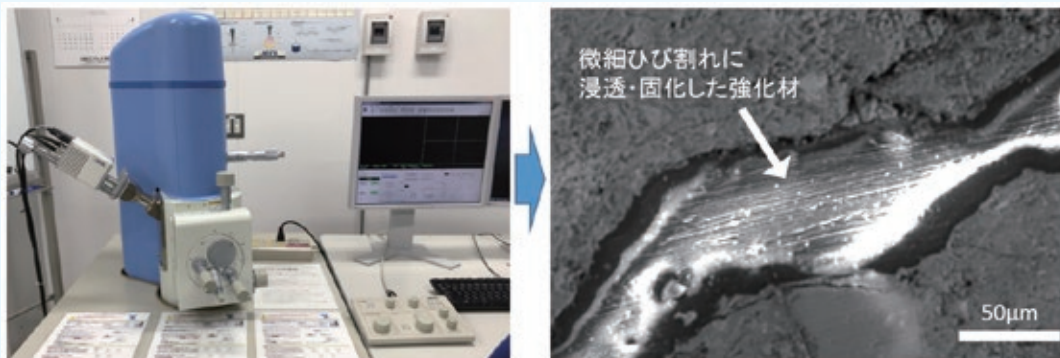


図-1 走査型電子顕微鏡による SEM 観察の一例

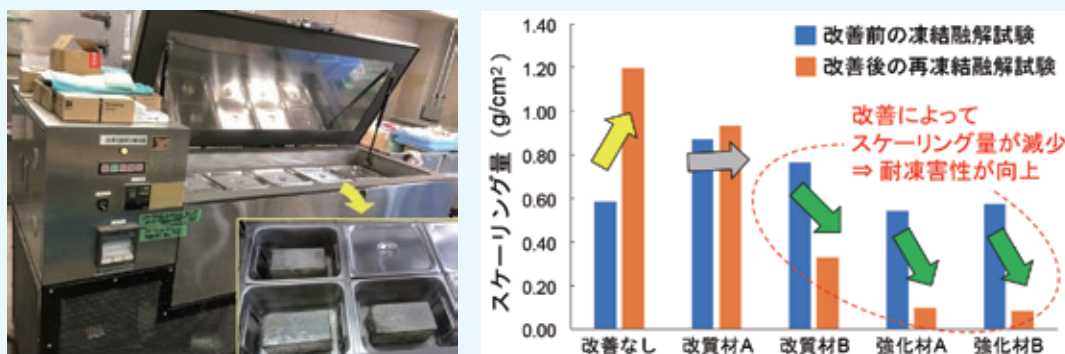


図-2 凍結融解試験 (CDF 試験) による改善前後のスケーリング量の増減

## コラム ロボット・AI 等の先端技術を活用した維持管理に関する研究

土木研究所先端技術チームでは、内閣府が進める官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）を活用し、民間企業や自治体との連携しロボットやAI（人工知能）等の先進技術を維持管理分野に適用する様々な研究に取り組んでいます。

### 【①排水ポンプ設備の予防保全（AIによる異常の早期把握）】

排水ポンプ設備は、洪水から人々の命と生活を守る重要施設です。故障が許されない設備ですが常用設備でないため、人の五感を頼りにするだけでは異常検知が難しく、センサー（加速度センサーや振動計・温度計等）により集めたビッグデータから人工知能を使いわずかな異常を検知し、故障の予兆発見と機能維持を目指しています。平成30年度は、診断技術確立に向け、国交省所管のタイプの異なる4箇所の排水機場にテストベッドとして運転データを自動収集・記録システムの基本部分を構築するとともに、異常検知AI手法のプロトタイプによる試行・評価を実施し有効性を確認しました。

今後は、排水ポンプ場のモニタリングシステムと異常予知のための自己学習型AI検知モデルの開発を進め、実際の現場に実証試験を行った上で、汎用型プロトタイプ標準仕様としてとりまとめ、その成果の活用普及を図ります。

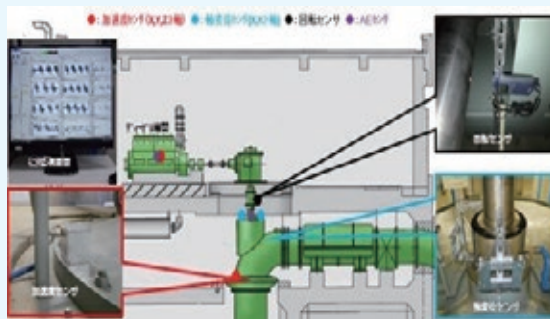


図-1 モニタリングシステム概要図

### 【②橋梁・トンネル点検へのロボット導入（ロボットとAIによる点検効率化）】

現在、橋梁やトンネルの点検は点検員による近接目視を基本としています。社会経済活動の基盤となる道路の点検には欠陥の見落としは許されません。しかし、高い橋脚のように人が近づくことが難しい箇所には、高い信頼性を有するロボットを活用し効率的な点検の実現を目指しています。平成30年度は、ロボットメーカーや建設コンサルタント、電機メーカーなどが参画する共同研究体制を発足するとともに、ロボットが取得する大量の画像からAIで損傷を自動判読し蓄積するために不可欠な、点検画像から生成した3次元モデルにおける点検写真の位置記録などの検証を行いました。



写真-1 橋梁点検ロボット（左）

写真-2 橋梁点検写真と生成した3次元モデル（右）