

## 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（年度当たり）

評価軸	評価指標	目標値	H28	H29	H30	R1	R2	R3	見込	期間実績	
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	B	A	S	A	A	A	S	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			B	A	A	A	A	A	A	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			A	A	A	A	A	A	A	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			B	A	A	A	A	A	A	A	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	441	541	755	351	421	509			
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	116	67	69	84	72	54			
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	1,494	1,374	1,299	1,296	1397	2590			
	一般公開開催数(※①)	5回以上	5	5	5	5	中止(※②)	2(※③)			
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	8	11	9	5	0	0			
	研修受講者数	220人以上	225	263	152	167	0	26			
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	121	171	210	183	185	182			

(※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

(※③) 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 - 1.2.2 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	H28	H29	H30	R1	R2	R3
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)	0	0	7	18	3	33
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	4	4	4	4	4
	技術展示等出展数(件)	13	16	18	17	4	7
	通年の施設公開見学者数(人)(※①)	3,204	3,358	3,491	3,366	530 (※②)	805 (※②)
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)	9	2	8	11	6	4
	交流研究員受入人数(人)	25	25	25	22	19	21
	競争的資金等の獲得件数(件)	15	10	11	4	5	5

(※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 - 1.2.3 第1章第2節の主要な成果・取組

評価軸	中長期目標期間中の主要な成果・取組(期間実績評価)
<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><b>研究開発プログラム(6)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 橋梁の診断（措置までを含む）の信頼性向上を目的として、損傷メカニズムに応じた点検・診断・措置の一連の技術情報に基づき、橋種の約9割を対象にした「診断AIシステム Ver.1.0」を開発。メンテナンスサイクルを回す仕組みの構築やそれを支える橋梁の診断技術の向上に貢献。</li> <li>・ 橋の性能の前提となる維持管理条件を定めることを義務化するなどの道路橋示方書・同解説の平成29年改訂に大きく貢献。これまで蓄積された成果や知見を反映し、さらに全国19か所で約6,000人が参加する講習会に延べ54人の講師を派遣。Q&amp;A対応も行き、国の技術基準改定の運用円滑化に貢献。</li> <li>・ 「電気防食工法の維持管理マニュアル（案）」を作成、実運用。さらに土木学会指針改訂版（令和2年3月）に反映され、電気防食設備の維持管理に貢献。道路橋床版の土砂化の現状と対策を、令和3年度末発刊の「道路橋床版防水便覧」に反映予定。床版の予防保全に貢献。</li> </ul> <p><b>研究開発プログラム(7)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 社会資本整備審議会答申を受けて、土木研究所が中心となり原案を作成した「地質・地盤リスクマネジメントガイドライン」を公表し、国土交通省より通知。</li> <li>・ 載荷試験・調査法等に応じた部分係数設計法を開発し、「道路橋示方書」（平成29年）、「杭基礎設計便覧」（令和2年）等へ成果を反映。</li> <li>・ カルバートの変状分析結果を国土交通省「道路土工構造物点検要領」（平成29年8月）の策定や、これを補完する「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」（平成31年2月）、「道路土工構造物点検必携」（平成30年7月）の改定等に反映。</li> </ul> <p><b>研究開発プログラム(8)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 凍害と塩害・アル骨の複合劣化のスケーリング進行予測式、スケーリング深さの効率的測定法の「凍害が疑われる構造物の調査・対策手引書」へ反映、現場活用により合理的な設計が可能。予測式は2023年改訂土木学会コンクリート標準示方書維持管理編へ反映見込み。</li> <li>・ 融雪期に多発するポットホールに関する社会の課題解決ニーズの高まりに対して、 Fogシールやクラックシールによる予防保全対策に関する技術者向けの技術資料を作成、公表。ポットホールの発生を未然に防ぐ予防保全型補修に貢献。</li> <li>・ 補強土壁に生じるクラック等の対応策を検討、「補強土壁チェックリスト」が令和3年度に国土交通省北海道開発局道路設計要領（擁壁）および特記仕様書（業務、工事）に明記され、健全な補強土壁の構築に貢献。</li> </ul>
<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><b>研究開発プログラム(6)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 令和2年7月豪雨に伴い被災した橋梁など、多数の橋梁損傷について、国土交通省地方整備局、地方自治体からの要請に応じ、災害支援のため職員を派遣。効率的な原因調査、復旧にあたっての基本的な考え方や留意点等について、助言・指導。</li> <li>・ 国土交通省地方整備局からの要請に応じ、トンネル内附属物の落下事故に対して、原因究明と対策について技術的助言。</li> </ul>

評価軸	中長期目標期間中の主要な成果・取組(期間実績評価)
<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 (続き)</p>	<p><b>研究開発プログラム(7) (続き)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>カルバートの定期点検の分析結果から点検における着眼点や判定区分の考え方の見直しを提案。成果は「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」や「道路土工構造物点検必携」の改定に反映。</li> <li>道路トンネルの定期点検において実務上の参考となる「道路トンネル維持管理便覧【本体工編】」の改定に際し、これまでの研究成果をタイムリーに提案し、反映(令和2年8月)され、措置や記録の考え方の合理化等に貢献。</li> <li>「平成28年熊本地震を踏まえた道路トンネルの耐震対策に関する留意点について」(平成29年3月10付道路局事務連絡)に研究成果が反映。さらに道路トンネルの耐震対策の考え方について、土木研究所資料(平成29年3月)を発刊。全国へ展開することで、全国の道路トンネルの設計および維持管理の実務に貢献。</li> </ul> <p><b>研究開発プログラム(8)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>北海道で道路舗装のポットホール多発が問題となったことを受け、予防保全対策として Fogシール工法を提案し、これまでに道内10カ所の施工に指導・助言。また積雪寒冷地に適した舗装のひび割れ補修材クラックシール材を提案し、道内7カ所の国道の試験施工で指導・助言。ポットホール抑制対策の現場適用に貢献。</li> <li>道路管理者の急な要請に対応した研究成果として「補強土壁チェックリスト」が、令和3年度の北海道開発局道路設計要領(擁壁)および特記仕様書(業務、工事)に明記され、健全な補強土壁の構築に貢献。</li> </ul>
<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><b>研究開発プログラム(6)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼部材の疲労に関する知見が「鋼道路橋疲労設計便覧」(令和2年9月)に反映。疲労設計や補修補強設計における考え方を紹介することにより、鋼道路橋の疲労耐久性の向上に貢献。</li> <li>舗装の点検・診断・措置技術に関する知見が「舗装点検要領」(平成28年)、「舗装点検必携」(平成29年)、「舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針」(平成30年)、「アスファルト舗装の詳細調査・修繕設計便覧(仮称)」(令和4年発刊予定)に反映。舗装維持管理関係の技術図書類が体系的に整備され、舗装の適切な維持管理に貢献。</li> <li>覆工コンクリートのひび割れがひび割れ幅や発生位置に応じてアンカーの引抜き耐力を低下させ得る等の知見が「道路トンネル維持管理便覧【本体工編】令和2年版」の改定(令和2年8月)に反映され、道路利用者の安全の向上に貢献。「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台の設備に適用されるとともに、地方整備局等、メーカーや業界団体に技術指導を行うなど、成果の社会実装・普及を推進。</li> </ul> <p><b>研究開発プログラム(7)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>カルバートの変状事例の分析から得られた、偏土圧、盛土の変形、不同沈下等が変状に与える影響をカルバートの設計に考慮する方法を提案。成果は「道路土工-カルバート工指針」改訂に反映された。</li> <li>現地での暴露試験結果に基づき、海洋塩分の付着特性・浸透特性を解明し、塩害対策の留意点を提案。凍結防止剤の影響を最小化する構造設計上の配慮事項を提案、構造物の耐久性の信頼性向上に貢献。</li> </ul>

評価軸	中長期目標期間中の主要な成果・取組(期間実績評価)
<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 (続き)</p>	<p><b>研究開発プログラム(8)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実橋調査や室内試験を反映した FEM によるたわみ解析に基づき、既設床版の構造性能に対する定量的な評価技術を提案。「北海道における鋼道路橋の設計および施工指針」に反映見込、効率的で効果的な維持管理に貢献。</li> <li>・耐凍上・高耐久の小段排水施設として立体網状スパイラル構造排水溝を開発し (NETIS 登録準備中)、広く技術を普及することで、切土のり面の長期安定化に貢献。</li> <li>・「スケーリングの進行予測式」などの研究成果が土木学会コンクリート標準示方書への掲載。研究成果の現場への普及、活用の拡大が進み、適切な維持管理に貢献。</li> <li>・ガラス繊維系のひび割れ抑制シートを疲労ひび割れや低温ひび割れの維持修繕工事に適用することを提案し、国土交通省北海道開発局道路設計要領に平成 30 年度版から掲載。効果の高いシートの選定が可能となり、舗装の適切な維持管理に貢献。</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><b>研究開発プログラム(6)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・車載式電磁波レーダと AI による機械学習を用いて、床版上面の滞水を自動推定する手法を開発。教師データを追加学習させ、滞水推定 AI アプリケーションの精度向上を図った。本点検手法の普及を図ることで、床版の点検の効率化に貢献。</li> <li>・U リブ内の滞水状況から間接的に亀裂を検知する滞水調査技術を開発し実用化。実橋では 7 橋での使用実績のほかに、土木分野以外 (電力会社) においても適用されるなど、多様な分野における点検の効率化に貢献。</li> </ul> <p><b>研究開発プログラム(7)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・胴込めコンクリートの施工品質の確保により、谷積よりも施工が容易な布積のブロック積擁壁でも同等の性能を確保できる手法を提案。施工性が大きく改善されることで、生産性向上に貢献。</li> <li>・プレキャスト部材実用化の要となる接合部の機械式鉄筋継手 (全数継手) に関するガイドラインを作成(平成 31 年 1 月)。プレキャスト製品の活用促進に繋がり、道路構造物の生産性向上に貢献。</li> </ul> <p><b>研究開発プログラム(8)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・機能性 SMA をベースとした新たな配合および水平振動ローラによる施工技術について、耐久性向上における有効性を確認、「機能性 SMA の耐久性向上マニュアル (案)」を作成し、舗装の耐久性向上や施工の効率化に貢献。</li> <li>・研究成果が国土交通省北海道開発局道路設計要領の平成 29 年 4 月改定時に「5.6 北海道型 SMA」として新たな項目で追記され、機能性 SMA の高規格幹線道路への適用が標準となり、走行時の安全性向上と耐久性向上に貢献。</li> <li>・国土交通省北海道開発局のトンネルのすべり対策として提案したダイヤモンドグラインディング工法が国土交通省北海道開発局管内の 12 のトンネルで採用。片側規制による迅速な施工が生産性向上に貢献。</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)	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	(6)	A	A	A
	(7)	A	A	
	(8)	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	(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)	A	A	A
	(7)	A	A	
	(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、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～R2）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。

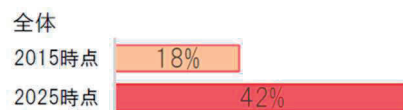
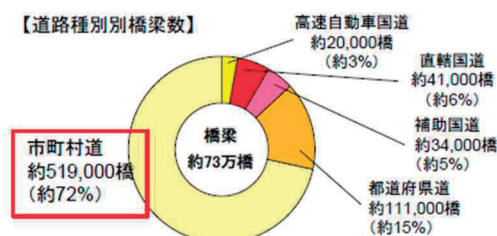


図-1 建設後50年を超えた橋梁の割合



■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）

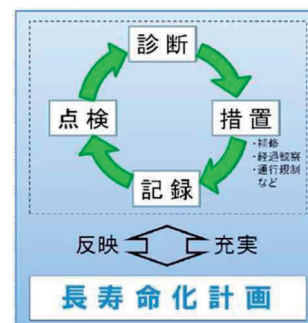


図-4 メンテナンスサイクル

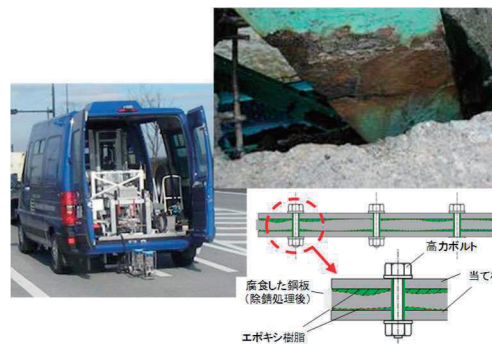


図-5 車両による非破壊構造診断（図中左）主構部材の腐食と補強（図中右）

## ■ 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、トンネル現場のジェットファンを対象に軸力計測（写真-1）や模型実験（写真-2）を行い、取付部材及びバックアップ材に作用する荷重を解明した。これらの結果に加え、接合部周辺に発生する変状の影響や対策工の効果、取付状態の評価手法等を整理し、接合部の設計・施工・維持管理の留意事項を取りまとめた上で、ガイドライン（土木研究所資料）を作成した（令和4年度公表予定）。



写真-1 トンネル現場でのジェットファン取付部材の軸力計測状況

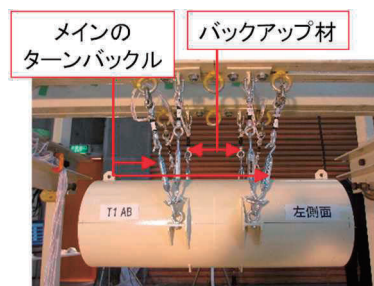


写真-2 ジェットファン取付部材の破断を再現した模型実験

### 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

橋梁関連では、RC床版の土砂化に対して予防保全を図ることを目的に、非破壊検査技術の一つである車載式電磁波レーダ（写真-3）とAIによる機械学習を用いて、床版上面の滞水を自動推定する手法を開発した（図-6）。また、滞水自動推定手法の今後の実用化を見据え、今回構築した滞水推定AIをベースに、より操作が簡単な滞水推定AIアプリケーションを構築した。更に、その滞水推定AIに教師データを追加学習させ、滞水推定AIの精度向上を図った。研究成果を共同研究報告書としてまとめて令和4年度に公表し、この点検手法の普及を図ることで、床版の点検の効率化に貢献する。



写真-3 車載式電磁波レーダ



図-6 AIによる滞水推定結果の例

管理用施設（土木機械設備）関連では、国土交通省4地方整備局5機場10台に実装した状態監視データ収集計測装置（図-7）で収集したデータを基に、AI異常判定モデルのテストベッドでの実装化に向けた試験検証と標準仕様作成に向けての仕様のとりまとめを行った。

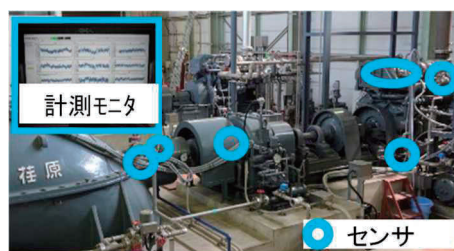


図-7 状態監視データ収集計測装置

### ③ 措置が必要な部位・箇所の優先度決定手法の構築

橋梁関連では、信頼性の高い診断（措置までを含む）を行うための支援技術の開発を目的として、損傷メカニズムに応じた点検・診断・措置の一連の技



術情報を部材・損傷ごとに整理した上で、それを組み込んだ橋梁診断支援 AI システム（診断 AI システム Ver.1.0）を開発した（写真-4、図-8）。本システムは、点検情報を入力することにより、診断結果とその理由及び措置方針などを出力できるシステムであり、現時点で RC 床版、床版橋、桁橋、トラス橋など橋種の約 9 割を対象としている。今までの研究成果を共同研究報告書としてまとめて令和 4 年度に公表し、このシステムの普及を図るとともに、現場実証とシステムの改善を繰り返しながら、システムの全国展開を図る。

また、斜張橋などに用いられるポリエチレン被覆ケーブルについて、実ケーブルによる温湿度計測及び数値解析等により、ケーブル内部の温湿度状況（図-9）を新たに明らかにするとともに、ケーブルの破断が生じる腐食環境にあるかどうかを判断できる評価方法を提案し、「道路橋ケーブル構造便覧」（令和 3 年 10 月発刊）に反映された。

舗装関連では、構造的な損傷のメカニズムを明らかにするとともに、現場の損傷に応じた診断方法及び診断結果に基づいた措置方法を体系的に整理した。それを令和 4 年度に発刊予定の「アスファルト舗装の詳細調査・修繕設計便覧（仮称）」に反映する。

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、アンカー近傍のひび割れが耐荷力に及ぼす影響について、本研究で得られた知見を「道路トンネル維持管理便覧【本体工編】」の改定（令和 2 年 8 月）にあわせて提案し、点検時の留意点として反映された（図-10、11）。

また、接合部に生じる持続荷重やアルカリなどの環境作用があと施工アンカーの力学特性に及ぼす影響や、各種環境条件下での寿命を評価し、それらの結果に基づき促進試験等の品質確認方法を提案し、接合部の設計・施工・維持管理の留意事項を取りまとめたガイドライン（土木研究所資料）を作成した（令和 4 年度公表予定）。



写真-4 診断 AI システム Ver.1.0

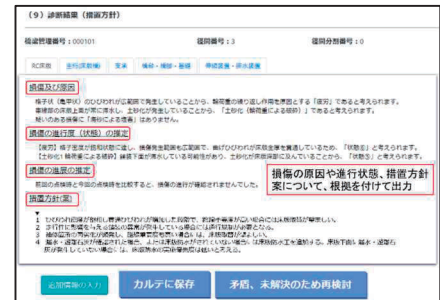


図-8 診断結果出力画面の例

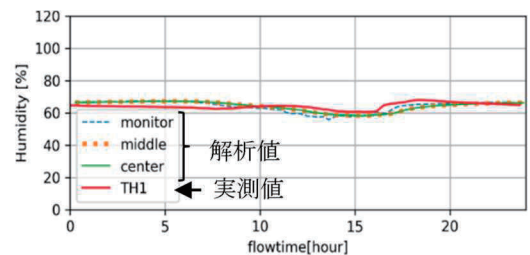


図-9 ケーブル内部の温湿度状況（実測と解析の比較）

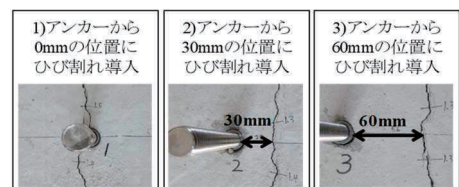


図-10 ひび割れ位置とアンカーの引張耐力の関係に関する試験

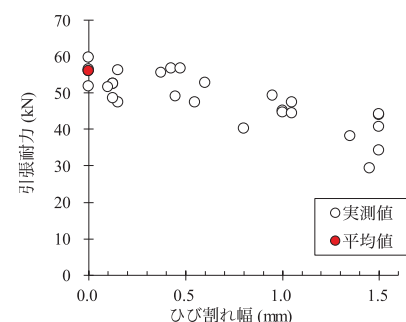


図-11 ひび割れ幅とアンカーの引張耐力の関係

## 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

### ■ 目標

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、簡易な構造等の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。

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%

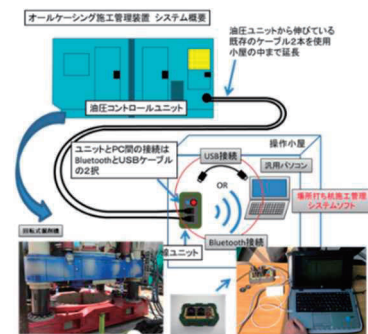
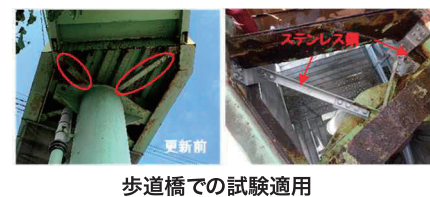


図-1 開発した施工管理装置(支持層到達)のシステム概要



歩道橋での試験適用



道路橋での試験適用(計画中)

図-2 実橋梁の部材更新でのステンレス鋼の試験適用

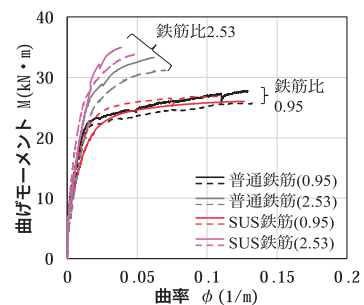


図-3 ステンレス鉄筋と普通鉄筋を用いた梁部材の曲げモーメント曲率関係

## ■ 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

道路橋杭基礎において信頼性を向上させた載荷試験・調査法に応じた部分係数設計法を開発し、「道路橋示方書(平成29年)」、「杭基礎設計便覧(令和2年)」等へ研究成果が反映された。さらに、推定精度の高い水平方向地盤反力係数の推定式とその部分係数を道路協会の委員会等で審議にかけて、「道路橋示方書」の次期改定に反映される見込みである。急速載荷試験等の橋梁施工現場での支持力確認試験への適用性を確認し、標準的な静的載荷試験と比較して作業期間等の大幅縮減が期待される。信頼性の高い場所打ち杭の施工法構築のため、施工時に支持層到達を客観的に判断可能な施工管理装置を開発した(図-1)。高耐久性材料を用いた道路橋の設計手法構築を目的に、道路橋にステンレス鋼材を使用するための耐荷特性・耐久性に関する各種検証を行った。ステンレス鋼板については、従来鋼と同等の部材耐荷特性を有することを示した。また、従来鋼との継手に関して、異種金属接触腐食を抑制するための絶縁仕様、摩擦接合継手としての基本特性を示した。これらの検討により、ステンレス鋼を鋼道路橋の二次部材の部分更新に適用できることを明らかにし、実橋梁の部材更新において、ステンレス鋼の試験適用を実施した(図-2)。ステンレス鉄筋については、コンクリート道路橋の梁部材に適用するために必要な基本的特性の検証を行い、その結果をまとめた共同研究報告書を発刊した(図-3)。また、海洋からの飛来塩分や凍結防止剤による塩分に対する耐久性向上のため、海洋からの飛来塩分に対する塩害対策の留意点や、凍結防止剤の影響を最小化する構造設計上の配慮事項を提案した(図-4)。補強土壁の新たな変形態態である重力式基礎からのすべり落ちについて、致命的な状態を回避するための対策を提案した(図-5)。混和材を適切に用いることで塩分の侵入が停止する極めて耐久的なコンクリートを製造できることを暴露試験等で実証し(図-6)、またこの種のコンクリートに対応できる電気抵抗率を用いた迅速な評価試験法を提案し、コンクリート構造物の塩害に対する耐久性の信頼性向上に貢献した。交通を極力阻害せずに既設トンネルを更新する工法について、トンネル断面の拡大掘削時における新たに設置する支保構造や既設トンネルへの影響等を数値解析(図-7)や現地計測等で確認し、一般車走路確保のためのプロテクターが必要な延長等の留意事項を提案した。また、要素実験等を通じた切削機械仕様の検討(図-8)や、数値解析による一度に安定的に施工できる切削範囲の検討等により具体化した工法を提案した。

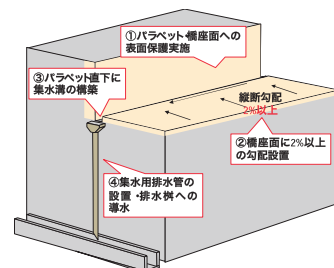


図-4 橋座面滞水に対する配慮事項

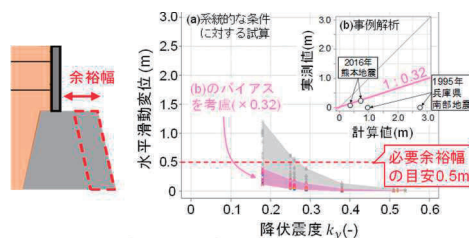


図-5 補強土壁の滑り落ち対策における必要余裕幅の検討(体系的な試算・事例解析)

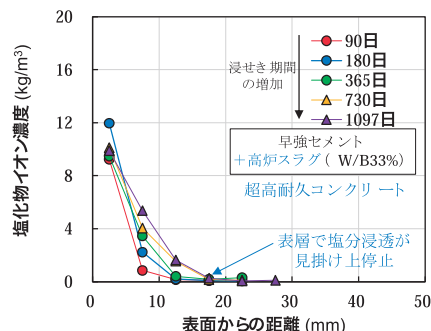


図-6 極めて耐久的なコンクリートの塩分侵入に対する抵抗性の検証例

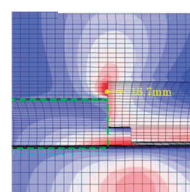


図-7 拡大掘削の数値解析



図-8 切削機械の試験施工

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

トンネルの変状実態の分析から設定したはく落規模に対して、適切な構造・材料を用いた経済性・施工性等を考慮した補修・補強工の設計手法や現場適用の際の留意事項等についてとりまとめた。また、トンネルのはく落に対する補修工法について、要素実験による耐荷性能の検討や、実トンネルにおける屋外暴露試験と室内促進劣化試験の関係性にに基づいた長期耐久性の検討等により、施工性・維持管理性に優れた補修工法を提案した。補強土壁の盛土材漏出事例及び模型実験に基づき、壁面材同士の接合部の開きに対して、不織布の盛土材漏出抑制機能が安定して発揮される限界の開きを把握し、これを基に性能評価手法を構築した（図-9）。図-10の例のように事例をもとに数値解析を行い、偏土圧、盛土の変形、不同沈下等がカルバートの変状に与える影響について検証し、これらをカルバートの設計に考慮する方法を構築した。これらの成果は今後の「道路土工-カルバート工指針」改訂にも反映され、設計の合理化に貢献する。

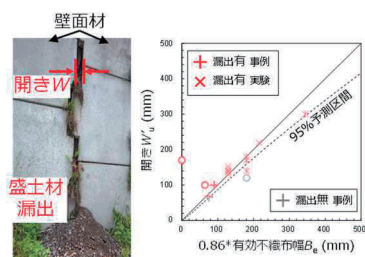


図-9 補強土壁の壁面材接合部における不織布幅と盛土材漏出機能限界点における開きの関係

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

補強土壁がすべりによってはらみだす変状形態に対して、模型実験及び被害事例に基づいて、簡易に測定可能な物理量である壁面の傾きから補強土壁の健全性の判断の目安を得る手法を提案した（図-11）。「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」に基づく定期点検 1 巡目と 2 巡目のカルバートの点検結果の比較により、変状進展の程度や、進展しやすい変状について明らかにした。これらの成果は今後の点検要領の改定にも反映され、点検の省力化に貢献する。

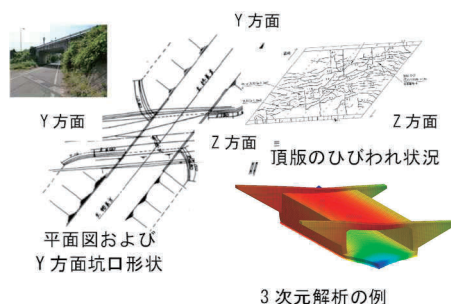


図-10 斜角を有するボックスカルバートに関する数値解析

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

普及が進む布積のブロック積擁壁に対し、ブロックの積み方と変状傾向を統計的に分析するとともに、確実な施工品質確保の方法例を提案した。大型ブロック積擁壁製品の変状実態・運用実態に基づき、施工・維持管理の機能向上に関する付加技術の方向性を提案した。これらを含めた一連の成果を共同研究報告書として令和 3 年度に公表した。プレキャスト製品特有の製造工程である蒸気養生により発生が懸念される遅延エトリングライト生成を防止するため、小型～大型まで様々な製品を想定した検証実験（図-12）に基づいた温度管理方法を提案し、プレキャスト製品の品質の信頼性向上に貢献した。

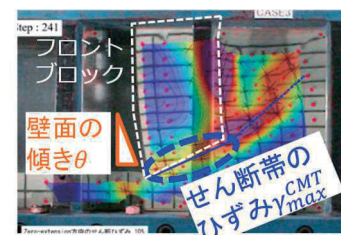


図-11 壁面の傾きから補強土壁の健全性を評価する手法の検討



図-12 小型プレキャスト製品を対象とした蒸気養生実験

## 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

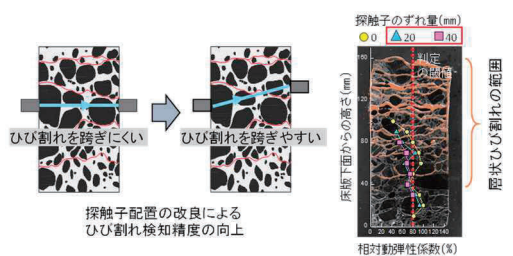
凍害・複合劣化等の体系化により技術を積雪寒冷環境下のインフラに適用し、効率的・信頼性の高い維持管理と更新・新設の高耐久化を実現することで、インフラの長寿命化を図り、最大限に活用することにより安全・安心と経済成長を支える国土基盤の維持・整備・活用に貢献する。



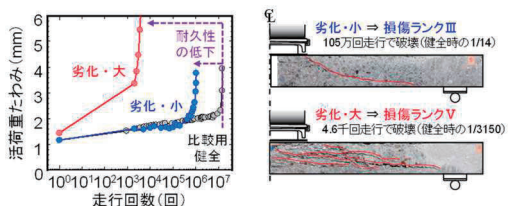
写真-1 凍害や塩害・摩耗との複合劣化（樋門・沿岸構造物）



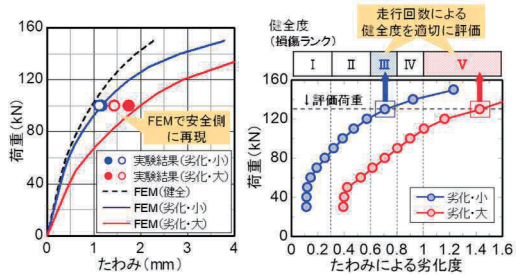
写真-2 凍上や融雪水による損傷（道路舗装・コンクリート法枠）



(a) 超音波法による層状ひび割れの検知



(b) 複合劣化した実橋床版の性能確認実験



(c) FEMによる性能・健全度評価

図-1 既設床版の構造性能の評価手法検討

■ 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・評価手法の確立

RC 床版から採取したコンクリートコアに超音波法を適用することで層状ひび割れの発生と発生深さを効率的に検知する手法を構築した(図-1(a))。また、層状ひび割れが発生した実橋床版から切り出した試験体を対象に輪荷重走行試験等を実施し、床版コンクリートの力学特性やコンクリート-鉄筋間の付着性能、構造部材(はり、床版)としての耐荷性や疲労耐久性を明らかにした(図-1(b))。さらに、既設床版の構造性能評価のための数値解析手法を構築し、载荷試験の再現性を検証するとともに、損傷状況調査を基に、数値解析で取得するたわみ量に基づく定量的な健全度評価手法の考え方を提案した(図-1(c))。

河川構造物に関して、まず凍害複合劣化の進む護岸部コンクリート矢板への流下河水の衝突現象の把握とその評価を進め、画像の分析ならびに水理計算を用いて流速推定を行うとともに、河水衝突力の実測・推定方法を提案した(図-2)。また、現地の矢板の調査により、劣化要因の整理を進めた上で、凍害状況を再現した供試体を作成し、実測河水衝突圧を参考にした衝突試験を行い、現象の再現モデル構築を進めた(図-3)。これらから、河水挙動および水の衝突・接触力を計測・評価する手法を開発した。

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

導水性を有するジオシンセティックス排水材を路床・路盤内に敷設し、舗装の支持力低下や凍上の原因となる路床・路盤内の水分を速やかに除去する工法となる路床・路盤内の水分を速やかに除去する工法の効果について室内試験、試験舗装箇所での実測、数値解析等で検証した。この結果、ジオシンセティックス排水材の敷設で路床・路盤の厳冬期の含水率が低下し、凍上量が5割程度に抑制できた(図-4)ことを確認した。さらに、流末構造が異なる試験舗装箇所での比較検証を実施した結果、暗渠排水とした構造が舗装体内部の含水率を効果的に低下でき(図-5)、積雪寒冷

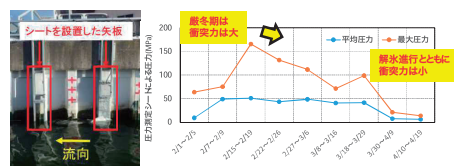


図-2 河水衝突力現地計測状況と観測結果

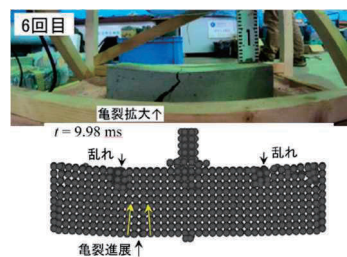


図-3 凍害コンクリート衝突実験とシミュレーション比較

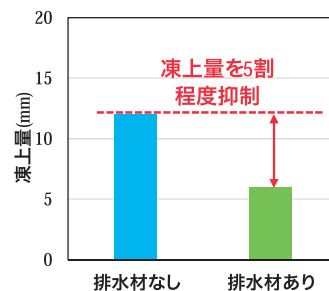


図-4 路床・路盤の排水材の有無と凍上量

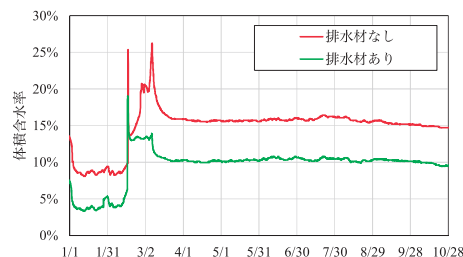


図-5 路床・路盤の排水材の敷設による含水比の低下効果

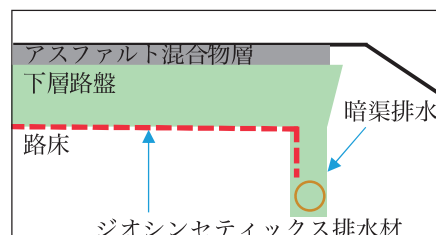


図-6 積雪寒冷地に適した流末構造

地の環境に適していることを確認した(図-6)。施工上の留意点や流末構造等に関する技術資料を作成し、路床・路盤内の内部排水技術として提案した。

凍害と海水摩耗の複合劣化環境にある沿岸構造物のうち、鋼構造物については、現地試験、数値計算及び室内実験(図-7)等により、予防保全を前提とした鋼板被覆工法の構造(必要肉厚、荷重軽減方策案など)を提案した。コンクリート構造物については、補修材料として適用が想定される各種モルタル材料の耐久性を複合劣化試験により評価した。試験結果より、補修材料の耐凍害性を高めることが、複合劣化対策として有効であることを明らかにした(図-8)。

### 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

寒冷下でのコンクリートへのシラン系表面含浸材の施工法に関して、冬期施工実験の結果より、塗布後の加温時間を長く設定すると吸水防止層の厚さが大きくなり、表層の水分量を低くするための塗布前の加温に加えて、低湿度を保持する塗布後の加温も効果的であること、また表面の水分状態の管理方法として電気抵抗式水分計が有用であることがわかった(図-9)。

切土のり面の耐凍上技術確立に向け、断熱対策に着目した試験施工および熱伝導解析を実施した。試験施工の結果、地表面温度は輻射熱(放射熱)の影響で気温より高いことを確認し、対策規模に直結する凍結深の設定に際しての合理化手法を示した。また、効果的な対策規模を決定するための二次元熱伝導解析手法(図-10)を構築し、寒冷地における切土のり面安定構造物の耐凍上技術を提案した。

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  
個々の研究成果を体系化し、凍害・複合劣化に関する知見や具体的技術を簡易に総覧可能とする「凍害との複合劣化対策マニュアル(案)」を作成した。

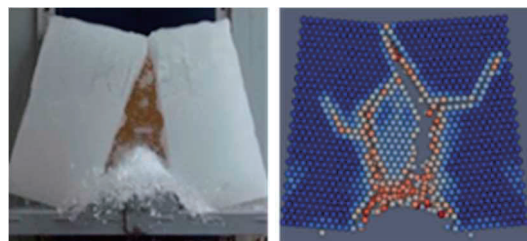


図-7 海水の衝突荷重低減効果の実験(左)と計算結果(右)の例

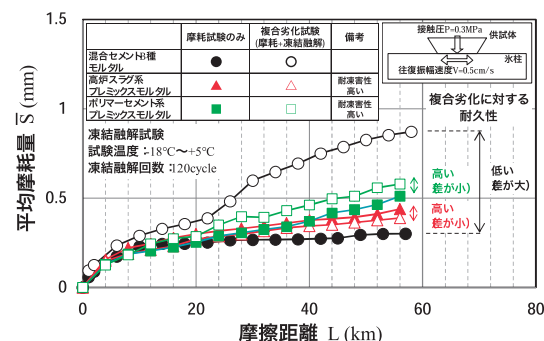


図-8 凍害と海水摩耗の複合劣化試験による各種補修材料の耐久性評価の一例

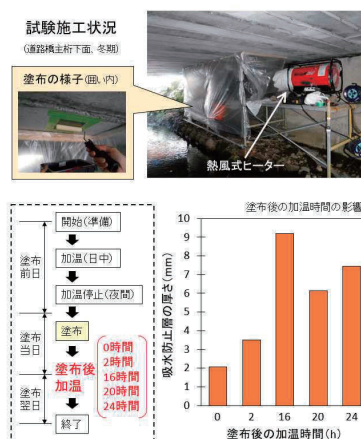


図-9 シラン系表面含浸材の含浸に及ぼす塗布後の加温の効果

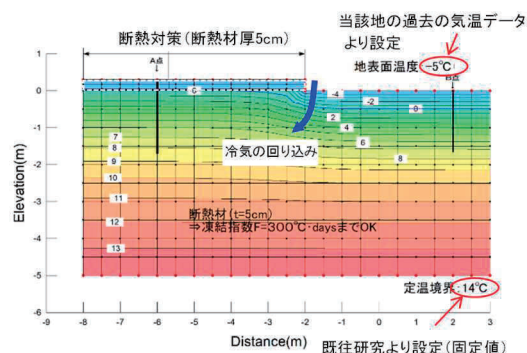


図-10 凍上対策規模設定のための熱伝導解析手法

コラム AIを活用した道路橋メンテナンスの効率化（橋梁診断支援AIシステムの開発）

近年、社会インフラの老朽化が問題となる一方で、維持管理コストの増加や橋梁の専門知識を持った熟練技術者の減少などの問題が顕在化しています。そのため、橋梁維持管理の信頼性向上を実現するための点検や診断を支援する技術の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。

国が示すAI等を駆使した戦略的予防保全型管理の構築に向けた技術開発に取り組むなどの方針に対応して、土木研究所ではAI技術の開発・導入によるメンテナンスの効率化を目指し、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、地方公共団体など25者の共同研究者とともに、熟練診断技術者の少ない地方公共団体の診断業務を支援するため、熟練診断技術者のノウハウや知見を活用し、その代わりとなるエキスパートシステム（橋梁診断支援AIシステム）を開発しています。

この橋梁診断支援AIシステム（以下、診断AIシステム）は、橋の諸元等の情報や現場で橋梁の変状などの点検情報を入力することで診断結果とその理由及び措置方針を出力することが出来ます（図-1,2,3）。開発のためには、橋梁の部材・損傷ごとに損傷メカニズムに応じた点検、診断、措置の一連の技術情報を多数整理してシステム化する必要があります。令和3年度末までに、対応可能な損傷は限定されているものの橋種の約9割を対象とする診断AIシステムVer.1.0を開発しました。同時に、システム実証を繰り返し、その結果に基づきシステムを改善する取り組みも進めています（写真-1）。将来、診断AIシステムを実用化することで、地方公共団体の診断技術の向上や維持管理業務の負担軽減に貢献します。



図-1 点検情報の入力画面例



図-3 損傷の進行程度 of 出力画面例

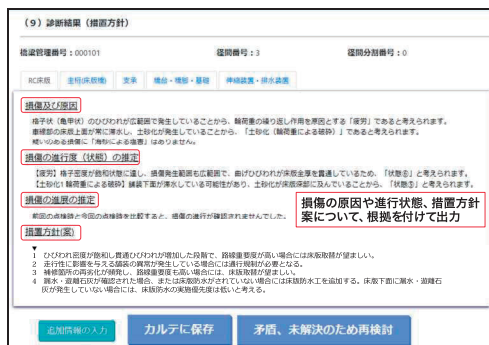


図-2 診断結果の出力画面例



写真-1 システムの現場実証の状況



コラム 超音波法を用いた床版の劣化調査手法、既設床版の健全度評価手法の開発

寒冷地の鋼橋 RC 床版では、凍害や ASR（アルカリシリカ反応）により内部に複数のひび割れが層状に発生することが報告され、北海道内の国道橋においてもこうした床版が道内全域に存在することを確認しています（写真-1）。既設床版の効率的な維持管理のため、層状ひび割れの有無や発生深さを適切に把握し、健全度を的確に評価する技術が求められています。

床版内部のひび割れ調査では、床版から採取したコア試料に蛍光染料を添加したエポキシ樹脂等を含浸させて観察する方法がありますが、採取可能な試料本数の制限によりひび割れ観察用の試料採取が難しい場合があります。そこで、強度試験等の他の試験と試料を共有できる調査技術として、非破壊手法である超音波法を活用した層状ひび割れの検知方法を検討しました（図-1）。その結果、超音波計測時の探触子配置を斜めにするこゝとでひび割れの検知精度が向上し、超音波伝播速度から算出した相対動弾性係数を基にひび割れ発生範囲を推定できることを確認しました。また、一連の検討を基に、図-2 に示す超音波法を用いた層状ひび割れの調査フロー（案）を提案しました。

健全度評価については、3次元非線形 FEM を活用した手法を検討しました（図-3）。ここでは、実橋から切り出した床版を用いて既設床版の構造性能評価のための FEM モデルを構築し、層状ひび割れが発生した床版の挙動を再現できることを明らかにしました。また、FEM で取得するたわみに基づき、輪荷重走行に対する耐久性（写真-2）の観点から健全度を評価する手法を提案しました。これにより、超音波法等により把握する層状ひび割れ発生状況を基にした定量的な健全度評価を行うことが可能になりました。

上記技術により、調査における既設道路橋床版への影響低減や期間・費用の縮減、診断の合理化などの効果が見込まれます。一部の成果は既に道路管理者が実施する既設床版の損傷調査において採用されており、今後の適用拡大による点検・調査・診断の効率化・合理化への貢献が期待されます。

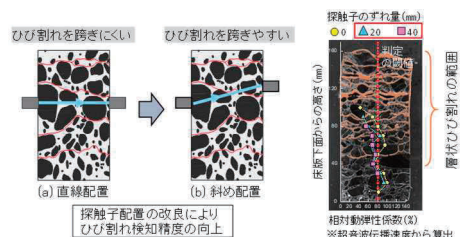


写真-1 床版の層状ひび割れ発生事例 写真-2 撤去床版の輪荷重走行試験

図-1 超音波法による層状ひび割れ調査

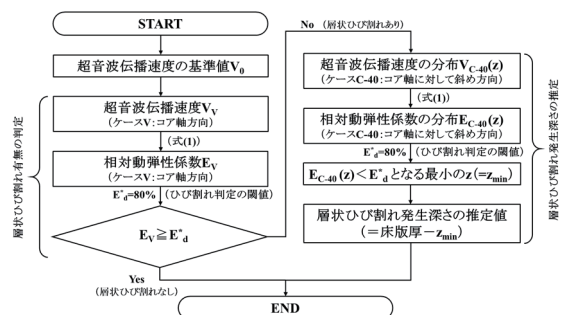


図-2 層状ひび割れの調査フロー（案）

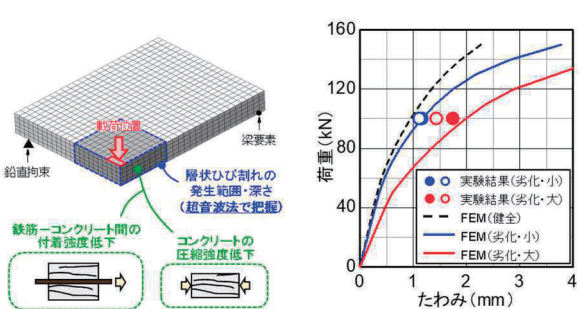


図-3 3次元 FEM による荷重試験結果の再現

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

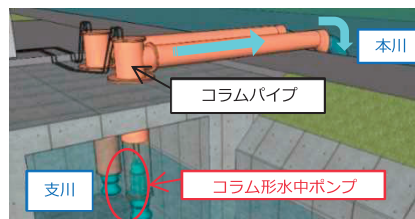
6. メンテナンスサイクルの効率化・信頼性向上に関する研究

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

救急排水機場の水中ポンプは、出水時には確実な稼働が求められるが、コラム形はコラムパイプ内に設置するため、稼働状態の確認が極めて困難である。故障を未然に防ぎ、効果的な点検整備を行うためには、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

得られた成果・取組の概要

電流情報診断技術について、排水機場での実証実験などを通じて、コラム形水中ポンプの状態監視技術としての適用性を確認し、平成30年度に「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。令和3年度には、実物大の試験装置を製作の上、実機異常模擬試験を実施し、異常に伴う電流値などのデータの変動に関する知見及び劣化部位推定手法についてとりまとめ、成果を本ガイドラインに反映した。



実物大の試験装置による異常模擬試験実施状況

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

海外における舗装及び土工に関する技術基準類のあり方に関する研究

舗装チーム・施工技術チーム

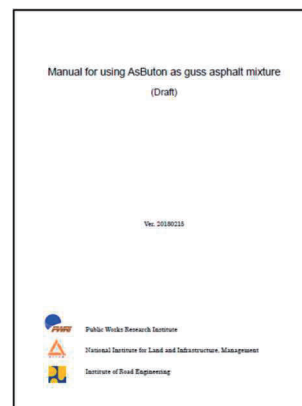
研究の必要性

アジア諸国では、技術基準類が未整備なため、インフラ整備が効果的に実施されていない国も多い。欧米の技術基準を自国の条件に合わせ修正し、自国の技術基準類として活用してきた日本の経験（アレンジ力）を活かし、対象国の技術基準類の提案を行う。

得られた成果・取組の概要

インドネシア産天然アスファルト（アスブトン）をグース混合物として活用するための設計施工方法を整理し、『グースアスファルト混合物としてのアスブトン利用マニュアル』を作成した。本マニュアルをインドネシア国道路技術研究所（IRE）に提案し、IREによりインドネシア国内で試験施工が実施された。

また、ミャンマー国においても、JICA 草の根プロジェクトと連携し、『ミャンマーにおけるアスファルト舗装・コンクリート舗装マニュアル』を作成した。



グースアスファルト混合物としてのアスブトン利用マニュアル

## 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

### コンクリートの劣化状態に応じた予防保全技術に関する研究

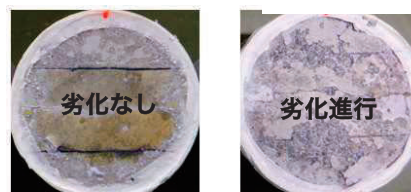
耐寒材料チーム

#### 研究の必要性

コンクリート構造物の補修は、予防保全型への転換によるライフサイクルコスト低減が求められているが、軽微なひび割れの補修は、その効果や耐久性が不明確なために実施されていない。新たな手法を含め、劣化状態に応じた各種予防保全技術の適用性の検証が必要である。

#### 得られた成果・取組の概要

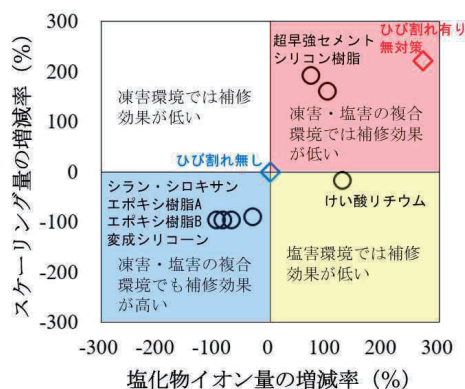
初期ひび割れを各種予防材で補修した供試体において、凍結融解および乾湿繰り返し等の劣化促進試験による耐久性評価を行った。その結果、凍害、塩害、乾湿等の異なる環境条件に応じた各種予防材の早期予防処置による劣化進行抑制効果および有効性を確認した。



エポキシ樹脂A  
乾湿25cyc

無対策  
乾湿19cyc

#### 乾湿繰り返し試験結果の一例



各種予防材の予防効果の有効性分布

### 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

平成 28 年度から令和 3 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」に資する災害時における派遣状況は表-1.2.3.1 の通りである。

表 - 1.2.3.1 要請に基づく災害時の派遣状況（国内）

分野 年度	道路・橋梁・地震	合計
H28	0 ( 0 )	0 ( 0 )
H29	0 ( 0 )	0 ( 0 )
H30	4 ( 7 )	4 ( 7 )
R1	6 (18)	6 (18)
R2	2 ( 3 )	2 ( 3 )
R3	13 (33)	13 (33)
合計	25 (61)	25 (61)

※単位は件であり、括弧内は述べ人数（人・日）

##### 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 1.8 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 令和元年国道 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、応急復旧方針およ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。

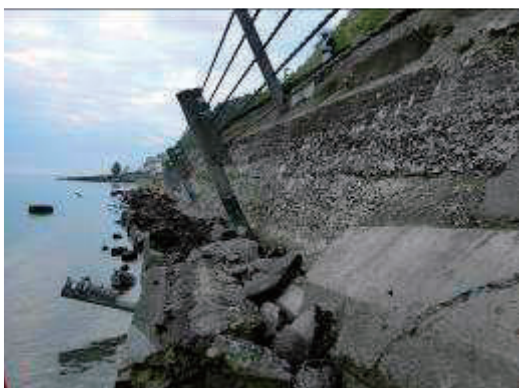


写真 - 1.2.3.3 国道 228 号の海岸擁壁倒壊



写真 - 1.2.3.4 現地調査の様子

### 1.4 洗堀が原因とみられる橋脚の沈下・傾斜における技術支援

令和3年8月に都道府県や市町村の要請に応じ、洗堀による基礎の露出が発生した橋梁や洗堀が原因として沈下・傾斜した橋梁に対し、原因究明・応急対策検討のため、発災直後に職員を現地に急派し、迅速に現場調査および復旧方法の助言を行った。これまでの洗堀被害に関する知見などを生かし、早期の応急復旧に貢献した。



写真 - 1.2.3.5 洗堀によって基礎が露出した橋梁



写真 - 1.2.3.6 洗堀が原因とみられる橋梁の沈下・傾斜

### 1.5 令和3年 道道岩見沢桂沢線の路面陥没における技術支援

令和3年11月11日の明け方に道道岩見沢桂沢線の路面陥没箇所に乗用車1台が転落して3名が負傷者する事故が発生した。道路管理者である北海道からの派遣要請を受け、土木研究所は寒地地盤チームの専門家を派遣し、数回にわたって陥没箇所の現地調査と技術的助言を行った。また、専門家は、北海道が設置した「令和3年度 道路陥没原因調査に関する技術検討会」に委員として参画し、陥没発生メカニズムのほか復旧方針や維持管理手法等について技術的助言を行った。



写真 - 1.2.3.5 道道岩見沢桂沢線の路面陥没の状況



写真 - 1.2.3.6 開削による現地調査状況

## 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

(概要は第1節③ 2.1に同じ)

平成28年度から令和3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」に資する技術指導の実績は表-1.2.3.2の通りである。

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	H28	H29	H30	R1	R2	R3
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	80	133	111	11	17	62
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	8	45	109	42	59	75
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	97	122	336	55	76	122
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	66	86	85	127	74	101

水理・水文 水災害・水環境	○合流式下水道改善技術の運用改善に関する技術指導	-	-	-	-	-	4
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	103	82	60	67	99	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	6	2	3	1	2	7
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	81	71	47	42	92	58
合計		441	541	751	345	419	496

## 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 45 箇所 44 テーマで実施した。

### 2.2.2 寒地技術講習会

(概要は第1節③2.2.2 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 21 箇所 31 テーマで実施した。

### 2.2.3 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)

平成 28 年度から令和 3 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」に関する委員会参画件数は表-1.2.3.3 の通りである。

例えば、国や都道府県、(公社)日本道路協会、(一社)日本トンネル技術協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 JIS、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な助言をした。

さらに、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、研究成果の一部は「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。

表 - 1.2.3.3 委員会参画の件数

	H28	H29	H30	R1	R2	R3	合計
委員会 参画件数 (件)	771	623	241	399	297	179	2510

#### 4. 研修等への講師派遣

(概要は第1節③4に同じ)

平成28年度から令和3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」に関する派遣件数は表-1.2.3.4のとおりである。

例えば、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（JICA）の研修において、現場実習を中心に講義を行った。

また、耐寒材料チームは、札幌建設業協会の講習会「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～」において、「コンクリートの品質・耐久性向上について」と題して講演を行った。

表 - 1.2.3.4 研修等への講師派遣件数

	H28	H29	H30	R1	R2	R3	合計
講師 派遣件数 (件)	88	156	110	142	68	75	639

#### 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28年度から令和3年度における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314件であった。

例えば、地方公共団体から水道橋の破損について相談を受け、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③5.3に同じ)



表 - 1.2.3.5 講師派遣例

担当	講習会等名	対象者
寒地構造 寒地道路保全 寒地技術推進室	恵庭市前期土木技術職勉強会	恵庭市の技術職員ほか

#### 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)

#### 6. 技術的課題解決のための受託研究

国土交通省地方整備局、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。

平成28年度から令和3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」に資する受託研究の件数と契約額は表-1.2.3.6のとおりである。

表 - 1.2.3.6 受託研究の件数と契約額

年度	H28	H29	H30	R1	R2	R3
件数	1	1	0	0	0	0
契約額 (百万円)	19.2	12.2	0	0	0	0

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・地盤の不確実性とは

地質・地盤は自然に形成されたもので、その分布や性質は不均質かつ複雑です。そのためこれらを事前に把握することは難しく、地質・地盤の情報には不確実性があります。この不確実性は、土木事業において事業の遅延や事業費増大等、好ましくない影響だけでなく、時に事故の発生による人命の損失等、事業の安全性への影響を引き起こします。

(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」の普及

国土交通省の審議会答申「地下空間の利活用に関する安全技術の確立について」を受け、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」を平成31年3月に設立しました。委員会では1年間という短い期間で地質・地盤の不確実性を取り扱う方法を集中的に議論し、これを基に土木研究所が中心となって原案を作成した「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」が令和2年3月30日に公表されました。

ガイドラインでは、地質・地盤リスクマネジメントの概念および運用上の留意点をまとめるとともに、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ています。図-1は、ガイドラインに準拠した土木事業での地質・地盤リスクに関する情報の引き継ぎのイメージです。ガイドラインによって地質・地盤リスクマネジメントの導入が進むことで、地質・地盤の不確実性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および安全性の向上が期待されます。

土木研究所では講演会などを通じて地質・地盤リスクマネジメントの普及活動を行うとともに、地質・地盤リスクマネジメントの導入の促進と具体的な運用方法に関する検討を関係機関・団体の協力を得ながら国土交通省とともに進めています。

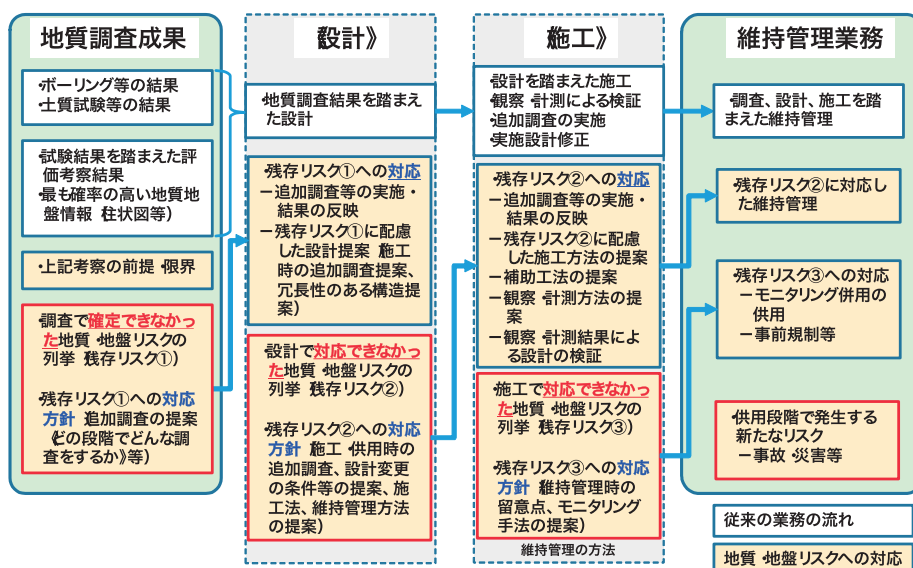


図-1 ガイドラインにおける地質・地盤リスクに関する情報の引き継ぎのイメージ

## 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)

平成28年度から令和3年度まで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、「道路橋示方書・同解説 I～V」((公社)日本道路協会、平成29年11月)、「コンクリート標準示方書 ((公社)土木学会、平成30年10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)、「道路トンネル維持管理便覧【本体工編】令和2年版」((公社)日本道路協会 令和2年8月)、「コンクリート道路橋設計便覧」((公社)日本道路協会 令和2年9月)、「鋼道路橋設計便覧」((公社)日本道路協会 令和2年9月)、「道路橋床版の維持管理マニュアル2020」((公社)土木学会 令和2年10月)、「斜面上の深礎基礎設計施工便覧」((公社)日本道路協会 令和3年10月)など、計49件であった。

表 - 1.2.4.1 土木研究所が策定に貢献した技術基準類等

	H28	H29	H30	R1	R2	R3
技術基準類等 (件)	8	11	11	4	11	4

#### 1.2 技術報告書

(概要は第1節④ 1.2 に同じ)

平成28年度から令和3年度まで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」に資するものの発刊件数は表 - 1.2.4.2 に示す。

表 - 1.2.4.2 土木研究所刊行物の発刊件数

種別	H28	H29	H30	R1	R2	R3
土木研究所資料	6	5	5	8	5	3
共同研究報告書	1	2	6	7	3	4
研究開発プログラム報告書	3	3	3	3	3	3
寒地土木研究所月報	13	13	14	13	13	13
合計	23	23	28	31	24	23

## 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)

平成28年度から令和3年度まで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」に資するものの件数を表-1.2.4.3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について、詳細を表-1.2.4.4に示す。

表-1.2.4.3 査読付き論文の件数および和文・英文の内訳

	H28	H29	H30	R1	R2	R3
査読付き発表件数	116	67	69	84	72	54
うち、和文	93	40	48	64	64	42
うち、英文	23	27	21	20	8	12
査読無し発表件数	281	259	224	186	131	151
うち、和文	259	233	205	179	129	147
うち、英文	22	26	19	7	2	4
発表件数合計	397	326	293	270	203	205
うち、和文	352	273	253	243	193	189
うち、英文	45	53	40	27	10	16

表 - 1.2.4.4 受賞実績

年度	受賞者		表彰名	業績・論文名	表彰機関	受賞日
H28	寒地地盤チーム	総括主任研究員 林 宏親	地盤工学会 功労賞	地盤工学会の運営に 永年にわたって貢献 してきたことに対する 評価	(公社) 地盤工学会	平成 28 年 4 月 22 日
H28	防災地質 チーム	研究員 山崎 秀策	北海道応用地質 研究会研究発表 会 優秀発表者賞	新第三紀火山岩類ト ンネルにおける時間 依存性変状の岩石学 的解析	(一社) 日本応用地 質学会 北海道支部	平成 28 年 6 月 18 日
H28	先端技術 チーム	主席研究員 藤野 健一 ほか	第 16 回建設口 ポットシンポジ ウム優秀論文賞	映像通信遅延が建機 の遠隔操作性に与え る影響のモデルタス クによる評価	建設口ポッ ト研究連絡 協議会	平成 28 年 9 月 2 日
H28	トンネル チーム	主任研究員 日下 敦	土木学会平成 28 年度全国大会第 71 回年次学術講 演会 優秀講演者表彰	小土被り山岳トンネ ルの覆工設計におけ る地盤反力係数の算 定方法に関する一考 察	(公社) 土木学会	平成 28 年 11 月 11 日
H28	トンネル チーム	主任研究員 日下 敦	土木学会トンネ ル工学研究発表 会 優秀講演賞	山岳トンネルにおけ る覆工背面空洞の裏 込め注入材の剛性と 効果に関する一考察	(公社) 土木学会ト ンネル工学 委員会	平成 29 年 1 月 12 日
H29	CAESAR	主任研究員 河野 哲也	土木学会論文 奨励賞	圧密沈下が生じる軟 弱地盤に用いる斜杭 基礎の設計法の提案	(公社) 土木学会	平成 29 年 6 月 9 日
H29	先端技術 チーム	主任研究員 橋本 毅 ほか	第 17 回建設口 ポットシンポジ ウム優秀論文賞	MC 技術が施工品質 とオペレータへ与え る影響について	建設口ポッ ト研究 連絡協議会	平成 29 年 8 月 29 日
H29	CAESAR	交流研究員 中田 光彦 ほか	平成 29 年度全国 大会第 72 回年次 学術講演会 優秀講演者	液状化地盤における 橋台基礎の対策工の 効果検証 (その 1 鋼管矢板壁 (全面分 離型))	(公社) 土木学会	平成 29 年 9 月 13 日
H29	iMaRRC	主任研究員 中村 英佑	平成 29 年度全国 大会第 72 回年次 学術講演会 優秀講演者	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 能の迅速評価に関す る一検討	(公社) 土木学会	平成 29 年 11 月 10 日
H29	iMaRRC	主任研究員 百武 壮	平成 29 年度全国 大会第 72 回年次 学術講演会 優秀講演者	ひずみやひび割れを 視覚化するシート材 料を用いた計測シス テムの検討	(公社) 土木学会	平成 29 年 11 月 10 日
H29	トンネル チーム	研究員 森本 智	平成 29 年度全国 大会第 72 回年次 学術講演会 優秀講演者	シールドトンネルの 基礎的挙動に着目し たシールド材に関する 実験的考察	(公社) 土木学会	平成 29 年 11 月 10 日
H29	舗装チーム	研究員 若林 由弥	平成 29 年度全国 大会第 72 回年次 学術講演会 優秀講演者	有限要素法を用いた コンクリート舗装の 目地部評価に関する 検討	(公社) 土木学会	平成 29 年 11 月 10 日

第1章. 第2節. ④成果の普及

年度	受賞者			表彰名	業績・論文名	表彰機関	受賞日
H29	寒地構造チーム	主任研究員	角間 恒	平成29年度全国大会第72回年次学術講演会優秀講演者	電磁波レーダを使用したRC床版上面の滯水検出について	(公社)土木学会	平成29年11月10日
H29	寒地道路保全チーム	研究員	田中 俊輔	ISAP 4th International Symposium on Asphalt Pavements and Environment 論文賞	High-Performance SMA :Study on Rolling Compaction Methods and Quality	ISAP (国際アスファルト舗装協会)	平成29年11月21日
H29	iMaRRC	上席研究員	西崎 到	8th International Conference on Science & Engineering Best Presenter Award	Durability of Protective Paint Systems on Steel Plates through the Exposure Tests in Various Environments	U NYI HLANGE 財団	平成29年12月10日
H30	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
H30	iMaRRC	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	(公社)日本コンクリート工学会	平成30年7月6日
H30	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
H30	iMaRRC	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
H30	iMaRRC	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 Technological University	平成30年12月9日
R1	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
R1	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

第1章 第2節 ④成果の普及

年度	受賞者		表彰名	業績・論文名	表彰機関	受賞日	
R1	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
R1	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
R1	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
R1	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
R1	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
R1	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
R1	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
R1	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
R1	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
R1	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
R1	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

第1章 第2節 ④成果の普及

年度	受賞者		表彰名	業績・論文名	表彰機関	受賞日
R2	舗装チーム	元 研究員 元 交流研究員 上席研究員	若林 由弥 内田 雅隆 藪 雅行 ほか	土木学会論文賞	（公社） 土木学会	令和2年 5月14日
R2	CAESAR	上席研究員 研究員 元 交流研究員 研究員 交流研究員	上仙 靖 坂本 佳也 山本 健太郎 峰 穂高	構造工学論文賞 Vo1.66A 論文賞	（公社） 土木学会 構造工学委員会	令和2年 5月18日
R2	寒地地盤チーム	主任研究員 上席研究員	佐藤 厚子 畠山 乃	日本造園学会 2020年度北海道 支部大会 一般 部門ポスター発 表優秀賞	（公社） 日本造園学 会 北海道支部	令和2年 10月23日
R2	先端技術 チーム	交流研究員	榎本 真美	令和2年度土木 学会全国大会 第 75回年次学術講 演会 優秀論文賞	（公社） 土木学会	令和2年 11月1日
R2	トンネル チーム	研究員	佐々木 亨	令和2年度土木 学会全国大会 第 75回年次学術講 演会 優秀論文賞	（公社） 土木学会	令和2年 11月1日
R2	トンネル チーム	交流研究員 主任研究員 上席研究員 専門研究員	前田 洸樹 森本 智 日下 敦 石村 利明	土木学会トンネ ル工学研究発表 会 優秀講演賞	（公社） 土木学会 トンネル工 学委員会	令和2年 2月1日
R2	トンネル チーム	主任研究員 交流研究員 上席研究員 専門研究員	森本 智 前田 洸樹 日下 敦 石村 利明	土木学会トンネ ル工学研究発表 会優秀講演賞	（公社） 土木学会 トンネル工 学委員会	令和2年 2月1日
R3	寒地構造 チーム	主任研究員	中村 拓郎 ほか	プレストレスト コンクリート工 学会賞（論文賞）	（公社） プレストレ ストコンク リート工学 会	令和3年 5月28日
R3	CAESAR	主任研究員	高橋 実 ほか	土木学会賞 「論文賞」	（公社） 土木学会	令和3年 6月11日
R3	iMaRRC 耐寒材料 チーム	総括主任研究員 主任研究員	佐々木 厳 遠藤 裕丈 ほか	土木学会賞 「論文賞」	（公社） 土木学会	令和3年 6月11日
R3	寒地構造 チーム	主任研究員	中村 拓郎 ほか	令和2年度土木 学会賞:吉田賞< 論文部門>	（公社） 土木学会	令和3年 6月11日
R3	耐寒材料 チーム	主任研究員	遠藤 裕丈 ほか	2021年日本コン クリート工学会 賞（技術賞）	（公社） 日本コンク リート工学 会	令和3年 6月16日



第1章 第2節 ④成果の普及

年度	受賞者		表彰名	業績・論文名	表彰機関	受賞日	
R3	寒地機械技術チーム	研究員 研究員	小林 勇一 平地 一典	2021年度日本設備管理学会論文賞	誘導電動機電流微候解析によるコラム形水中ポンプの状態監視に向けた計測試験	(一社)日本設備管理学会	令和3年6月30日
R3	CAESAR	研究員	小野 健太	令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会優秀講演者	横荷重を受ける鋼I桁橋の全体挙動に関する実験的研究	(公社)土木学会	令和3年10月8日
R3	iMaRRC	研究員 主任研究員 上席研究員	小沢 拓弥 櫻庭 浩樹 古賀 裕久	第21回コンクリート構造物の補修、補強、アップグレードシンポジウム「優秀論文賞」	ひび割れパターン分析による道路橋RC床版の劣化形態の評価	(公社)日本材料学会	令和3年10月15日
R3	CAESAR	元 交流研究員	塚崎 翔太	第30回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム優秀講演賞	損傷を考慮したPC桁の破壊抵抗曲げモーメント算出方法に関する研究	(公社)プレストレストコンクリート工学会	令和3年10月22日
R3	iMaRRC	元 交流研究員	小田部 貴憲	第30回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム優秀講演賞	製造初期のコンクリートの電気抵抗率を用いた遮塩性能推定方法の検討	(公社)プレストレストコンクリート工学会	令和3年10月22日
R3	舗装チーム	研究員 上席研究員	綾部 孝之 藪 雅行 寺田 剛 ほか	第34回日本道路会議優秀賞	ドップラ振動計を用いた移動式たわみ測定装置(MWD)のたわみ量解析手法について	(公社)日本道路協会	令和3年11月4日
R3	舗装チーム	研究員	綾部 孝之 ほか	第34回日本道路会議優秀賞	坂道等が移動式たわみ測定装置MWDの測定結果に与える影響	(公社)日本道路協会	令和3年11月4日
R3	CAESAR	研究員 研究員 上席研究員	篠田 隆作 大西 孝典 上仙 靖	第34回日本道路会議奨励賞	施工後約15年経過したSFRC舗装の耐久性の追跡調査	(公社)日本道路協会	令和3年11月5日
R3	iMaRRC	総括主任研究員 上席研究員	佐々木 徹 新田 弘之	第34回日本道路会議優秀賞	初期ひび割れ率ごとに整理した損傷進行速度と表面処理工法の効果	(公社)日本道路協会	令和3年11月5日
R3	iMaRRC	交流研究員 上席研究員	関島 竜太 富山 禎仁	第34回日本道路会議優秀賞	海浜環境における腐食鋼材の特性評価	(公社)日本道路協会	令和3年11月5日
R3	CAESAR	研究員	岩谷 祐太	令和3年度国土技術研究会優秀賞	電磁波レーダを用いたRC床版上面の滞水早期検知に関する取組み	国土交通省	令和3年11月5日
R3	舗装チーム	研究員	綾部 孝之 寺田 剛 ほか	第26回舗装工学講演会舗装工学論文賞	移動式たわみ測定装置(MWD)のたわみ量解析手法の提案	(公社)土木学会舗装工学委員会	令和3年12月3日

第1章. 第2節. ④成果の普及

年度	受賞者		表彰名	業績・論文名	表彰機関	受賞日
R3	施工技術 チーム	上席研究員 総括主任研 究員 研究員	宮武 裕昭 近藤 益央 藤田智弘	2021年度日本ア ンカー協会優秀 研究論文賞	直下型地震における グラウンドアンカー の破断に関する調査 －地震がアンカー破 断に及ぼす影響につ いて－  (一社) 日本アン カー協会	令和4年 3月16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 平成29年道路橋示方書・同解説改定における研究成果の反映と成果の普及

平成29年に「橋、高架の道路等の技術基準」（＝道路橋示方書）が改定され、国土交通省都市局長・道路局長から通知されました。この改定では、設計で想定する作用や抵抗の関係性や、そこで確保される安全余裕の意味合いを明確にするため、部分係数法が採用されています。これまでCAESARでは、部分係数法や新材料の導入に必要となる、設計の前提とされる材料強度のばらつき、コンクリート部材のせん断耐力などの部材耐荷力式のばらつき、また、杭基礎の応答や耐力算出における地盤反力係数の不確実性の影響などの調査研究や、高強度ボルト S14T などの新材料に対する性能評価に関する研究を行ってきました。改定された道路橋示方書では、これらの検討結果も踏まえた部分係数が規定されたほか、いくつかの新材料に対しては新たに照査基準が規定されました。

さらに、橋梁点検結果に対する分析や知見等を踏まえ、構造設計において点検や修繕が困難となる箇所をできるだけ避けること、更新や修繕の方法を事前に検討すること、また、局所的な応力集中や滞水が生じにくい構造とすることなど、設計時から維持管理が確実かつ容易に行えるよう配慮することも規定されました。

また、道路橋示方書・同解説の適切な運用実現を図るため、全国9カ所での一般向け講習会のほか、内閣府沖縄総合事務局含む国土交通省全地方整備局主催の講習会（10カ所、一部地方自治体職員も含む）を含め、約6,000人以上の技術者が参加する道路橋示方書・同解説の講習会に土木研究所から講師を延べ54人派遣しました。これにより、新設設計の合理化並びに維持管理技術の向上にも貢献できました。

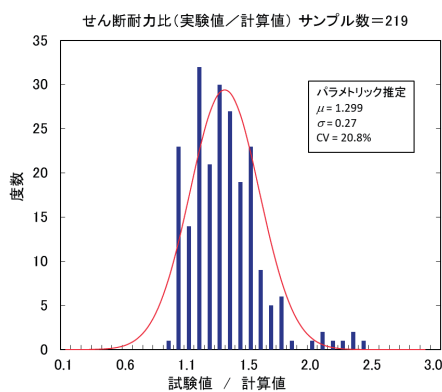


図-1 コンクリート部材のせん断耐力に対する推定値のばらつき

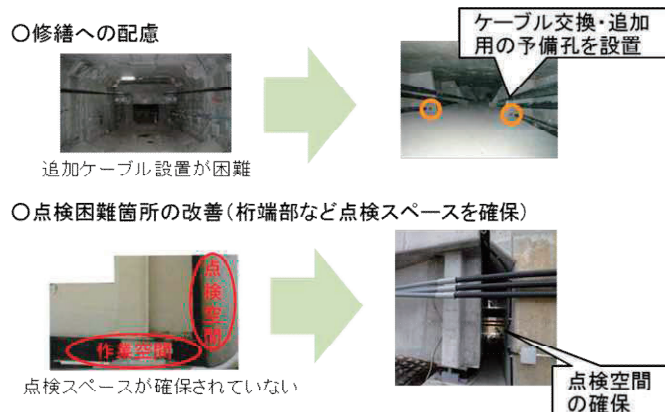


写真-1 上部構造における点検の確実性や更新のしやすさの確保を実現



高松会場（日本道路協会主催）



沖縄会場（沖縄総合事務局主催）

写真-2 道路橋示方書の改定にかかる技術支援活動

コラム 「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ガイドライン」を作成

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コンクリート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（写真-1）が発生し、鉄筋継手（写真-2）等による部材の接合が必要となります。特に PCa 部材同士の接合部の場合は、鉄筋継手位置が一箇所に集中するために構造上の弱点になるおそれがあること、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考慮して設計、施工および検査を行う必要があります。

このため土木研究所では、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、その成果を活用して「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ガイドライン」を作成しました。事例が多い機械式鉄筋継手による接合について、機械式鉄筋継手同士のあきを適切に確保する必要があることなどの留意事項が整理されています（図-1）。また、ガイドラインの作成に際して実施された実験（写真-3）や、施工および検査に必要な事項の調査結果が、参考資料としてまとめられています。

ガイドラインは国土交通省から通知され、そのフォローアップ調査では、プレキャスト部材の活用によって現場での作業が 0.5～0.8 倍程度に縮減されたなどの効果が報告されています。



写真-1 プレキャスト部材同士の接合の例

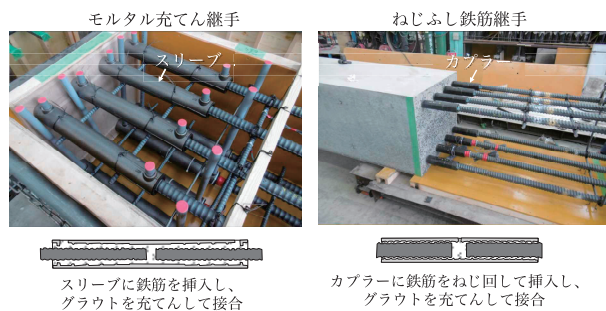


写真-2 機械式鉄筋継手の例

第1章 総則	
第2章 機械式鉄筋継手を用いる場合の設計における留意事項	参考資料1 機械式鉄筋継手工法を用いたプレキャスト部材の曲げ載荷実験 参考資料2 曲げ載荷実験に用いた機械式鉄筋継手単体の性能
第3章 機械式鉄筋継手を用いる場合の施工及び検査における留意事項	参考資料3 各施工段階での確認及び記録事項の例 参考資料4 各施工段階での検査事項の例
第4章 記録	

図-1 ガイドラインの目次構成

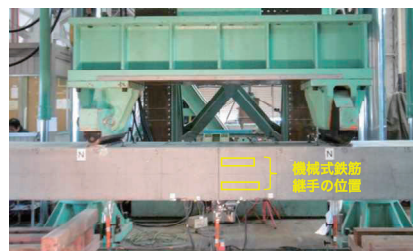


写真-3 PCa 部材接合部の載荷実験

コラム 道路土工構造物の限界状態の評価手法の開発に関する取組み

道路の延長の大半を占める土工構造物は、被災しても復旧が容易であると考えられてきましたが、近年では大型化や新形式構造の導入により、被災後の復旧が容易でないものも増えています。また土工構造物の設計は、一般に極限平衡法に基づく安定計算等により行われ、明らかな形での変形が考慮されていません。そのため、重要度の高い路線等へ変形を抑制した信頼性の高い構造、新形式構造等を適切に導入することができない、変状した場合の性能に基づく診断等の支障となる場合などがあります。

こうした背景に対応するために、土工構造物の限界状態を考慮した性能評価手法を構築する必要があります。ここでは、土工構造物の中でも柔な特性を有する補強土壁に着目し、被災事例等から変状形態を体系的に整理し、限界状態の評価手法等を検討しました。例えば、補強土壁がすべり始める状態を評価するモデルを作成し、これを点検で容易に把握可能な下段壁面材の回転変位に変換することですべりに対する健全性を評価する手法を開発しました（図-1、2）。また、壁面材どうしの接合部の開きに対して、盛土材の漏出抑制のために設置される不織布の機能が安定して発揮される限界の開きを実験的に把握し、これを基に限界開きを評価する手法を開発しました（写真-1、図-3）。

このような定量的な限界状態の評価手法の基本的な考え方は、道路の擁壁の設計等において適用されている道路土工—擁壁工指針の改定に反映され、広く周知される見込みです。また、平成29年度から本格実施されている道路土工構造物の点検等の合理化にも貢献することが期待されます。

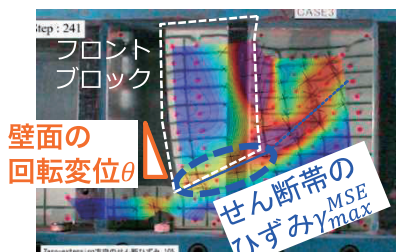


図-1 遠心模型実験結果例（最大せん断ひずみのコンター図）

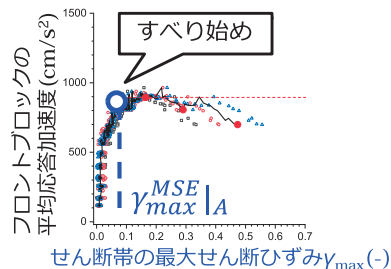


図-2 平均応答加速度と最大せん断ひずみの関係例

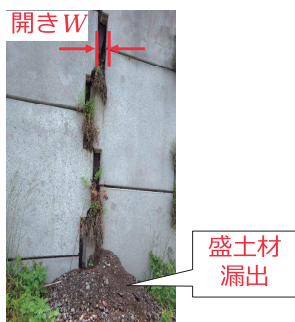


写真-1 壁面材どうしの接合部の開きによる盛土材漏出事例

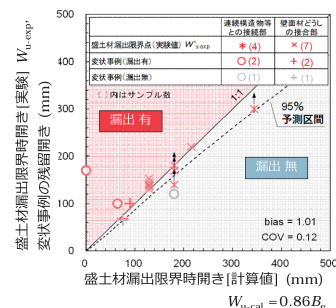


図-3 盛土材漏出限界時の開きの計算値と実験値・変状事例の比較

コラム 北海道型 SMA の普及と耐久性向上に関する取り組み

高規格幹線道路では、雨天時の高速走行安全性確保のため排水性舗装が用いられてきましたが、北海道地域では骨材飛散やポットホールが多発し対策が急務となっていました。そこで、路面テクスチャによるハイドロプレーニングやウォータースプレーの低減などの走行安全性の機能を有しつつ、骨材飛散抵抗性など優れた耐久性も併せ持つ北海道型 SMA(Stone Mastic Asphalt, 図-1)の開発と普及に取り組んでいます。平成 26 年～平成 28 年にかけては「北海道型 SMA の施工の手引き(案)」の執筆と改訂に携わり、ホームページに掲載して高規格道路用舗装としての適用が開始されました。その後継続して北海道型 SMA の現場実装に取り組み、平成 29 年度には、国土交通省北海道開発局道路設計要領に新たな項目として「5.6 北海道型 SMA」が追記され(図-2)、北海道型 SMA の高規格幹線道路への適用が標準となり現場の要請に対応できました。近年では一般国道への適用も増加し、国土交通省北海道開発局管理の路線における北海道型 SMA の施工面積は約 350 万 m<sup>2</sup> に至る等、研究開発成果の現場実装が着実に進められています。ホームページに掲載している前述の手引き(案)のダウンロード件数も令和 4 年 4 月現在 4,300 件を超え、舗装技術者に活用されています。

近年では、舗装の長寿命化・高耐久化が大きな社会的ニーズとなったことから、北海道型 SMA の更なる耐久性向上を目指した技術開発に取り組んでいます。配合の面からは、北海道型 SMA の配合をベースにして、現行よりアスファルト量を増やす、および骨材粒度を細かくし、空隙率を低くすることで、耐久性向上が期待できることがわかりました(図-3)。また、施工の面からは、高い締固め効果を有する水平振動ローラを転圧に用いることで締固め度が高くなり耐久性向上が期待できることがわかりました(図-4)。これらの技術は実施工を想定した試験を実施してその効果を確認しており、今後の現場実装に向けた取り組みを進めています。

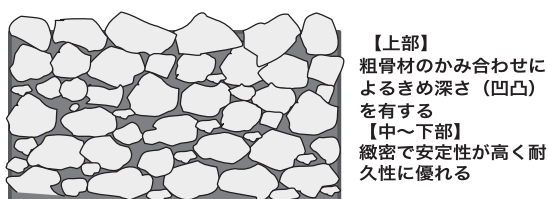


図-1 北海道型 SMA の断面図

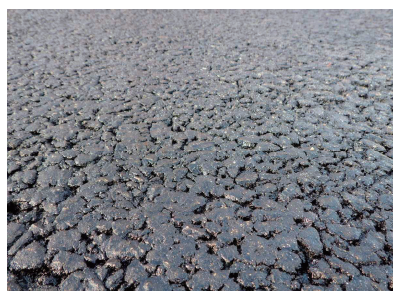


図-3 空隙を低くした新配合混合物

5.6 北海道型 SMA

5.6.1 適用

北海道開発局で使用する北海道型 SMA は、表面に近い部分は排水性舗装に似たテクスチャ(きめ深さ、凹凸)を有しつつ、内部は骨材間隙にフィラーとアスファルトを多く含むアスファルトモルタルが満たされた密実な構造を有する混合物であり、表面機能と耐久性を併せ持った混合物である。高規格幹線道路および地域高規格道路(第1種)への適用を標準とする。

図-2 北海道開発局道路設計要領抜粋(北海道型 SMA 部分)

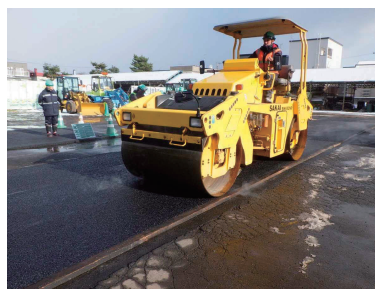


図-4 水平振動ローラを使用した試験施工

コラム コンクリートのスケーリング進行予測式と促進評価試験法の開発

スケーリングは、凍結融解作用によって、コンクリートの表面がフレーク状に剥がれる劣化形態であり、断面欠損や重量減少、鋼材露出に繋がり、耐久性の低下に至ります。耐寒材料チームでは、実環境におけるスケーリング進行予測式と、スケーリング抵抗性を評価する標準的な試験法を開発しました。

① スケーリング進行予測式

図-1 に示すように、過年度に開発した予測式を改良し、スケーリングの進行を時間の累乗関数で表す予測式を提案しました。さらに北海道内19橋で行った暴露実験の結果をもとに、凍結防止剤の作用を受ける実環境での係数を明らかにしました。これらの成果は、既設構造物ではスケーリングに対する維持管理方針や補修時期の設定、また、新設構造物では環境条件に応じた W/C（水セメント比）の設定など確度の高い耐久性設計の実現が期待されます。

② スケーリング促進評価試験法

国内では、スケーリング抵抗性の標準的な試験法が規定されておらず、海外の試験規格（ASTM 法、CDF 法）により評価されており、特殊な試験装置が必要なほか、規定された試験条件により凍結融解に時間がかかっています。そこで、コンクリート内部の耐凍害性の標準試験法（JIS A 1148A 法）のスケーリング評価への適用性を検討し、塩水を用いて、供試体の養生条件等を適切に設定することで、配合が異なるコンクリートのスケーリング抵抗性を既存海外試験法と同様の傾向で評価できることを確認しました。これにより、汎用機器（写真-1）を用いて短期間で評価が可能となり、構造物の高耐久化への貢献が期待されます。

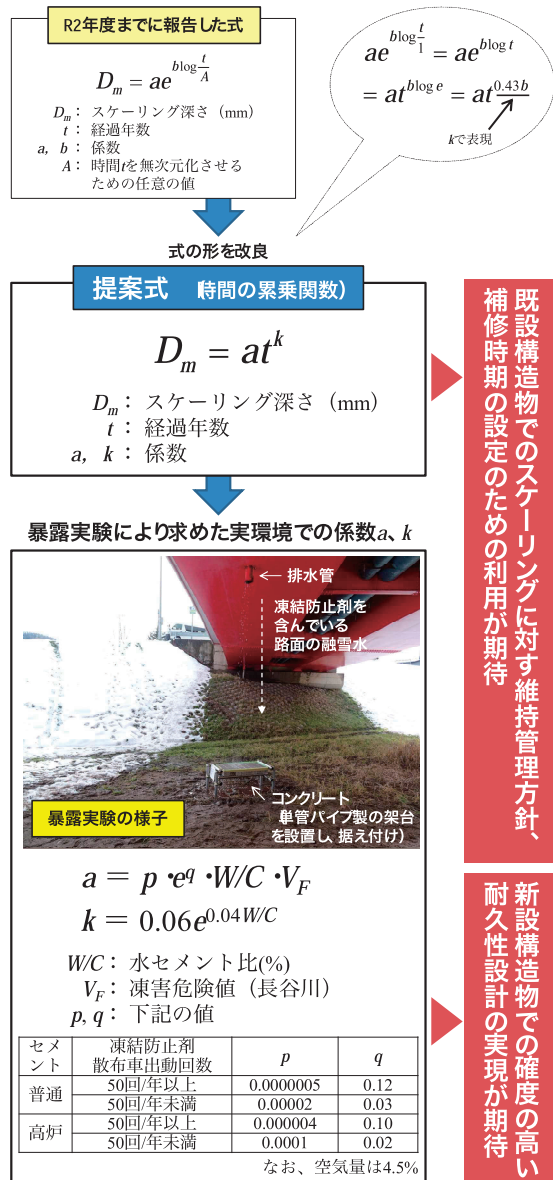


図-1 スケーリング進行予測に関する研究成果



写真-1 耐凍害性の標準試験として普及している JIS A 1148A 法の凍結融解試験機



## 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、ペイントおよ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 改定版が平成 30 に発刊され、令和元年より塗料関連製品施工前の鋼材の素地調整、防食塗装システムによる鋼構造物の防食およびコンクリート表面の準備前処理や塗装の適用に関する検討を行っている。TC71 においては、コンクリート、鉄筋コンクリートおよ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おり、幹事国として活動に貢献している。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。TC74 においては、セメントおよび石灰の分析方法について定期見直しの可否を審議している。TC167 においては、鋼構造について鋼材、製作、架設、溶接およびボルト等に関する規格の標準化を検討している。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。平成 28 年度から令和 3 年度の活動実績を表 - 1.2.5.1 に示す。

表 - 1.2.5.1 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	H28～R3	ISO 対応特別委員会	—	理事、企画部、 技術推進本部、iMaRRC
2	H28～R3	ペイント及びワニス	ISO/TC35	iMaRRC
3	H28～R3	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	H28～R3	セメント及び石灰	ISO/TC74	iMaRRC
5	R2～R3	鋼構造及びアルミニウム構造	ISO/TC167	CAESAR
6	H28～R3	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 海外への派遣実績 (件数)

依頼元 年度	政府機関	JICA	大学	学会・ 独法等	海外機関	合計
H28	1	0	2	1	4	8
H29	0	2	2	6	1	11
H30	1	3	1	2	2	9
R1	0	4	0	0	1	5
R2	0	0	0	0	0	0
R3	0	0	0	0	0	0
合計	2	9	5	9	8	33

## 2.2 外国人研修生の受入

JICA 等からの要請により、海外からの研修生を受け入れ研修を実施し、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。平成 28 年度から令和 3 年度の受入実績を表 - 1.2.5.3 に示す。

表 - 1.2.5.3 地域別外国人研修生受入実績 (人数 (国数))

地域	H28	H29	H30	R1	R2	R3
アジア	148(14)	118(16)	85(21)	120(15)	0	8(6)
アフリカ	30(11)	56(18)	28(18)	35(18)	0	10(8)
ヨーロッパ	21(1)	42(2)	22(4)	1(1)	0	0
中南米	7(2)	29(9)	5(4)	3(3)	0	3(3)
中東	7(2)	7(1)	1(1)	5(1)	0	0
オセアニア	12(6)	11(7)	11(8)	3(2)	0	5(2)
北米	0	0	0	0	0	0
合計	225(36)	263(53)	152(56)	167(40)	0	26(19)

### 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 - 1.2.5.4 国際的機関、国際会議に関する委員

年度	機関名	委員会名	所属・役職	活動状況
H28	世界道路協会 (PIARC)	TC.E3 災害マネジメントに関する技術委員会：委員	地質・地盤研究グループ 上席研究員	平成28年10月にオーストリアで開催された技術委員会に出席し、委員会の運営を行った。
H30	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及びシラン系表面含浸材のケーススタディを寄稿した。
R3	世界道路協会 (PIARC)	TC3.3「アセットマネジメント」：連絡委員	構造物メンテナンス研究センター橋梁構造研究グループ 上席研究員	令和3年6月に各国委員に対して行われた各国のアセットマネジメントの調査に連絡委員として回答した。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。

#### 3.2 国際会議等での成果公表

(第1節⑤ 3.2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⑥ 1に同じ)

表 - 1.2.6.1 共同研究参加者数および協定数

年度	新規	継続	合計
H28	54(20)	67(18)	121(38)
H29	62(17)	109(33)	171(50)
H30	43( 7)	167(41)	210(48)
R1	8( 2)	175(38)	183(40)
R2	37(29)	148(75)	185(104)
R3	20(12)	162(69)	182(81)

※表中の ( ) は協定数

表 - 1.2.6.2 共同研究機関種別参加者数

年度	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
H28	8	8	8	1	0	0
H29	101	21	36	4	5	4
H30	128	25	42	5	6	4
R1	113	21	37	4	4	4
R2	119	17	34	4	4	7
R3	115	17	32	4	4	10

## 2. 国内他機関との連携協力・国内研究者との交流

(第1節⑥ 2に同じ)

## 2.1 国内他機関との連携協力

(第1節⑥ 2.1に同じ)

## 2.2 交流研究員の受け入れ

(第1節⑥ 2.2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

年度	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
H28	8	8	8	1	0	0	25
H29	10	8	1	0	6	0	25
H30	11	8	5	1	0	0	25
R1	15	4	3	0	0	0	22
R2	13	2	4	0	0	0	19
R3	12	6	2	1	0	0	21

### 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⑥ 3.1に同じ)

#### 3.2 海外研究者との交流

(第1節⑥ 3.2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

	H28	H29	H30	R1	R2	R3
獲得件数	15	10	11	4	5	5
うち、新規課題	2	0	4	0	3	1
うち、継続課題	13	10	7	4	2	4

表 - 1.2.6.5 競争的研究資金等獲得実績（単位は千円）

配分機関区分	H28	H29	H30	R1	R2	R3
文部科学省						
国土交通省	3,300( 0)					
農林水産省						
内閣府	18,485( 0)	24,566( 0)	19,129( 0)			
公益法人			1,100( 3)	400( 0)		
独立行政法人・大学法人	22,490( 2)	12,933( 0)	35,438( 1)	32,240( 0)	18,925(3)	15,697(0)
その他						
計	44,275( 2)	37,499( 0)	55,667( 4)	32,640( 0)	18,925(3)	15,697(0)

※表中の（ ）は新規獲得件数

#### 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