

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	見込
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	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
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
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
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	
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	
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	
	一般公開開催数(※①)	5回以上	5	5	5	5	中止(※②)	
土木技術による国際貢献がなされているか	海外への派遣依頼	10件以上	8	11	9	5	0	
	研修受講者数	220人以上	225	263	152	167	0	
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	

(※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

■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
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
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
	技術展示等出展数(件)	13	16	18	17	4
	通年の施設公開見学者数(人)(※①)	3,204	3,358	3,491	3,366	530(※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
	交流研究員受入人数(人)	25	25	25	22	19
	競争的資金等の獲得件数(件)	15	10	11	4	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(見込)
<p>成果・取組が国の方針や社会のニーズに適合しているか</p>	<p>研究開発プログラム(6)</p> <ul style="list-style-type: none"> 道路橋床版の土砂化の現状と対策を、R3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。 「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。 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H29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43人の講師を派遣。Q&A対応も行き、適切な運用に向けた取組に貢献。 地方自治体を含む道路管理者が活用できる道路橋診断支援システム(診断AI)を開発。桁橋とトラス橋を対象に、損傷メカニズム、点検・診断・措置の一連のものとする「診断セット」を作成し、診断AIに組込。診断結果の説明を可能とするエキスパートシステムの開発、構築した診断AIの現場実証、システム改善により、診断技術の向上、維持管理の省力化に貢献。 <p>研究開発プログラム(7)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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」、「杭基礎設計便覧」等へ成果を反映。 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」(H29.8)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」(H31.2)、「道路土工構造物点検必携」(H30.7)の改定等に反映。 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された。 <p>研究開発プログラム(8)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 「凍害との複合劣化対策マニュアル(案)」の策定、雪寒地のインフラ維持管理に携わる実務者への提供により、効率的で信頼性の高い維持管理と更新・新設の高耐久化に貢献。 北海道内自治体が策定した橋梁長寿命化修繕計画について、雪寒地における劣化損傷に関する知見を踏まえた技術指導を実施。H28～R2に58市町村に対応。
<p>成果・取組が期待された時期に適切な形で創出・実現されているか</p>	<p>研究開発プログラム(6)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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、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。 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。 <p>研究開発プログラム(7)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 打音検査が必要となる箇所絞り込み等の結果が「道路トンネル定期点検要領」の改定に反映(H31.2)され、点検作業の省力化等に貢献。

評価軸	中長期目標期間中の主要な成果・取組(見込)
<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>研究開発プログラム(7) (続き)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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(R2.8)され、措置や記録の考え方の合理化等に貢献。 「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。 <p>研究開発プログラム(8)</p> <ul style="list-style-type: none"> 北海道開発局からの協力依頼に対し、ポットホール対策としてフォグシール工法を道内10カ所、クラックシール材を7カ所の国道での試験施工で指導・助言を行い現場適用に貢献。 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。
<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"> 斜張橋などの吊り構造形式橋梁において、PE被覆ケーブル内部の温湿度状況を新たに明らかにするとともに、腐食の進行を判断できる評価手法を提案し、R3年度発刊予定の「道路橋ケーブル構造便覧(案)」に反映。 腐食した鋼桁のFRPシートによる補修・補強方法の提案を行い、R3年度発刊予定の「道路橋補修便覧」に反映。 積雪寒冷地の軽交通道路における舗装体の健全度評価、損傷要因に応じた対策工の選択手法、路面の破損状態に応じたFWD調査の留意点等の診断・措置技術を提案し「アスファルト舗装の詳細調査・修繕設計便覧(仮称)」に反映見込。 舗装の点検・診断・措置技術に関する知見を国土交通省が策定する「舗装点検要領(H28)」に反映。また舗装点検要領を現場で適切に運用するための具体的な方策を示した「舗装点検必携(H29)」、「舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針(H30)」、「アスファルト舗装の詳細調査・修繕設計便覧(仮称)」(R3年度発刊予定)に対して研究成果を反映。 「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、9機場19台に適用されたほか、地方整備局等、メーカーや業界団体に技術指導を通じて、コラム型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"> 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。成果を「道路土工-カルバート工指針」改訂に反映。 補強土壁の実験検証に基づいて定量的な限界状態を把握し、性能評価の基本的な考え方を提案。さらにブロック積擁壁の実験検証等に基づき、接合部等の性能評価の基本的な考え方を提案。これらは「道路土工-擁壁工指針(素案)」へ反映見込み。現在行われている道路土工構造物の点検等の合理化に貢献。 <p>研究開発プログラム(8)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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」に反映し、効率的で効果的な維持管理に貢献。

評価軸	中長期目標期間中の主要な成果・取組(見込)
<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>研究開発プログラム(8) (続き)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「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。 ・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、北海道開発局道路設計要領に H30 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。 ・土木研究所の研究成果が反映された「fib Model Code for concrete structure 2020」の最終草稿が 2021 年に公表。補修技術の国際的な信頼性向上に貢献。
<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"> ・電磁波レーダー計測の活用による床版上面の滞水を推定可能な学習モデルを舗装厚等条件の異なる橋梁に対応可能な汎化性能の高い AI プロトタイプ (アプリケーション) に改良して実用性を高めることで、RC 床版の点検の効率化に貢献。 ・橋梁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。特許取得の上、実用化。実橋では7橋での使用実績のほかに、電力会社においても使用され、多様な分野における点検の効率化に貢献。 <p>研究開発プログラム(7)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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(H31.1)。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。 <p>研究開発プログラム(8)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・内部ひび割れが著しい床版に対する低弾性係数の補修材の使用や、舗装切削面に対するせん断強度を改善した防水材の増量塗布の有効性を確認。「北海道における鋼道路橋の設計および施工指針 (北海道土木技術会)」に反映。 ・高耐久化のための新配合や水平振動ローラによる施工技術を確立し、高耐久型機能性 SMA として「機能性 SMA の施工の手引き (案)」に反映し、耐久性向上に貢献。 ・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北海道開発局管内の 11 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

■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	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	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)	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（H27～32）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。

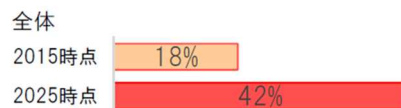
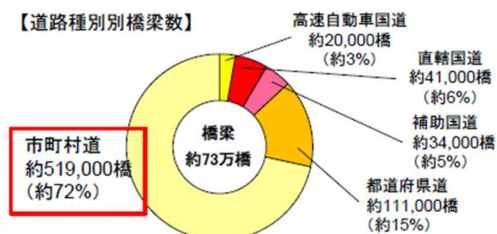


図-1 建設後50年を超えた橋梁の割合



■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）

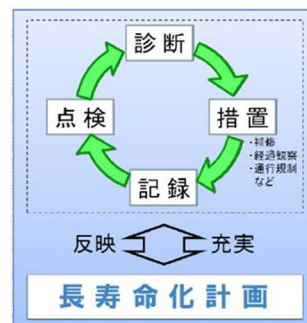


図-4 メンテナンスサイクル

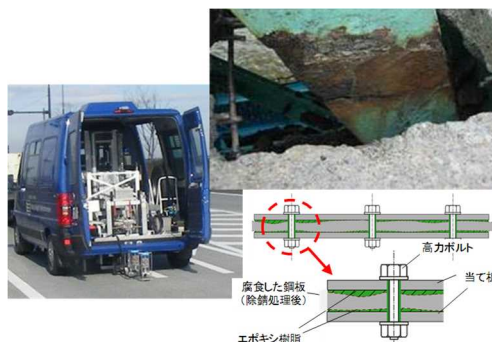


図-5 車両による非破壊構造診断（図中左）
主構部材の腐食と補強（図中右）

■ 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、トンネル現場での実態調査や模型実験（写真-1）を行い、吊り金具及びバックアップ金具が負担する荷重を解明した。また、落下抑制に有効とされる、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）。その結果をもとに接合部周辺に発生する変状への対策工の効果や取付状態の評価手法等を整理し、接合部の設計・施工・維持管理に関するガイドライン（土木研究所資料）を3年度に発刊する。



写真-1 吊り金具の破断を再現した模型実験

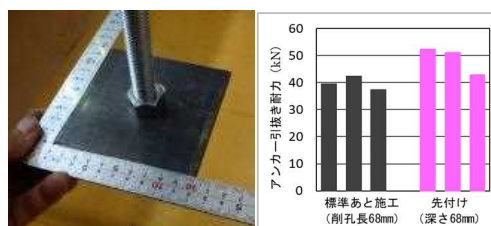


図-6 先付けアンカーの引抜き耐力

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 床版の土砂化を予防保全するために床版上面の滞水を検知する手法の提案を目的として、電磁波レーダー計測による床版上面の滞水を推定可能な学習モデルに複数の教師データを追加学習させ、汎化性能の高い AI プロトタイプに改良して実用性を高めることで、RC 床版の点検の効率化への貢献が期待される（写真-2）。



写真-2 車載式電磁波レーダー計測

また、ロボット等を活用した点検事例集の作成や、画像を用いた点検の一元管理を可能とする納品システムの提案により、新技術を用いた点検の導入を促進させる（図-7）。あわせて、診断技術者が診断で参考とする特徴的なひび割れパターン等を画像から抽出する手法を共同研究報告書として示すことで、ドローン等で大量取得されうる点検データの効率的な活用技術の開発を促進し、点検業務の効率化への貢献が期待される（図-8）。

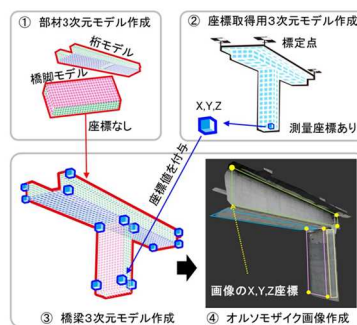


図-7 3次元モデル構築手順

管理用施設（土木機械設備）関連では、全国4地整6機場10台に実装した状態監視データ収集計測装置（図-9）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う。

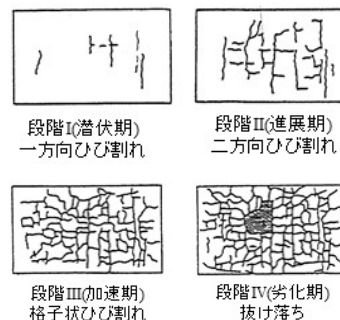


図-8 ひび割れパターンの例

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、地方自治体を含む道路管理者が利用可能な道路橋診断支援システム（診断AI）の開発による診断業務の信頼性向上を目的として、桁橋とトラス橋を対象に、損傷メカニズム、点検・診断・措置の一連の考えをもとに構成する「診断セット」を部材ごとに整理した上で、それを組み込んだ診断AIを構築する（図-10）。診断AIによる現場実証とシステムの改善を繰り返し、システムを実用化することで、地方自治体の診断技術の向上に貢献することが期待される。

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-11）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、3年度に発刊予定の「道路橋ケーブル構造便覧」に反映する。

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する。それを3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【本工編】」の改定（R2.8）に提案し、点検時の留意点として反映された（図-12、13）。

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方法等の品質確認方法を提案し、接合部の設計・施工・維持管理に関する留意事項をまとめて、3年度に土木研究所資料として発刊する。

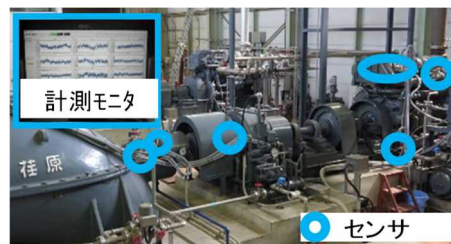


図-9 状態監視データ収集計測装置



図-10 診断AIプロトタイプ画面イメージ

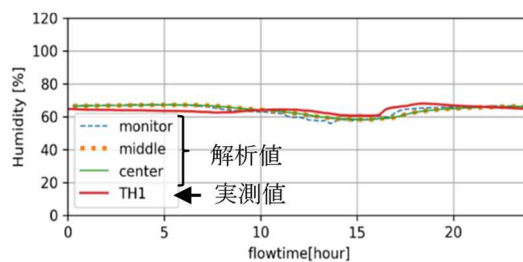


図-11 ケーブル内部の温湿度状況（実測と解析の比較）

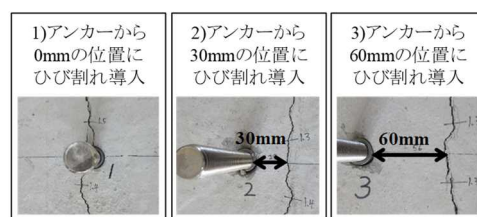


図-12 耐荷力とひび割れ位置に関する引き抜き実験

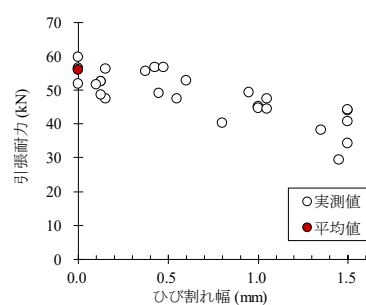


図-13 耐荷力とひび割れの関係

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、小規模、簡易な構造等を特徴とする手当の必要な膨大な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。

■ 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、平成29年に「道路橋示方書」、令和2年に「杭基礎設計便覧」等へ研究成果を反映した。さらに、推定精度の高い水平方向地盤反力係数の推定式を用いて部分係数を見直し、次期改定の「道路橋示方書」に研究成果を反映する。橋梁施工現場での支持力確認試験にお

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%

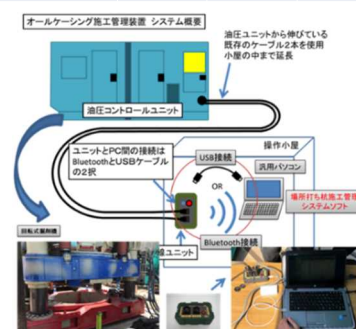


図-1 開発した施工管理装置(支持層到達)のシステム概要

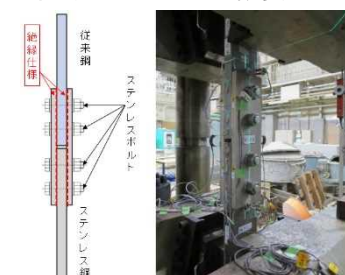


図-2 ステンレス鋼と従来鋼のボルト継手のすべり耐力試験

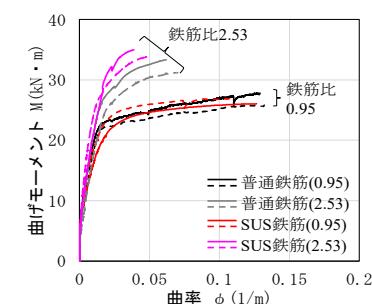


図-3 ステンレス鉄筋と普通鉄筋を用いた梁部材の曲げモーメント-曲率関係

いて、急速載荷試験等の適用性を確認した。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、ステンレス鋼部材が従来鋼部材と同等の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(図-2)。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た。ステンレス鉄筋については、普通鉄筋と同等の耐荷特性を有すること(図-3)、エポキシ樹脂塗装鉄筋を介することで異種金属接触腐食を防止できること、従来考えられていた腐食発生限界(15kg/m³)を超える耐食性を有すること(図-4)等を確認し、コンクリート道路橋の梁部材に適用するために必要な検証を全て完了した。令和3年度で上記の検証結果をとりまとめ、共同研究報告書として公表する。補強土壁の新たな変状形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滞する極めて耐久性の高いコンクリートを製造できることを暴露試験等で実証し、またこの種のコンクリートを迅速に評価できる手法として、汎用的に適用可能な試験法(図-6)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。既設トンネルの大規模更新に関し、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)や現地計測等で明らかにした。令和3年度に大規模更新工法を適用する場合の留意事項を土研資料としてまとめる。既設トンネルの活線での更新工法について、要素実験等を通じた機械仕様の検討(図-8)や、数値解析による一度に安定的に施工できる範囲の検討等により具体化した合理的な工法を提案する。

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塊に対して、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、

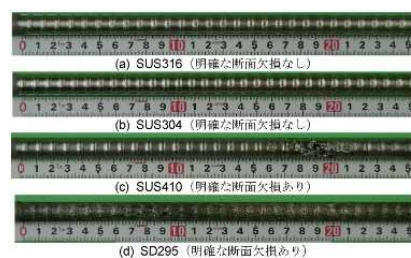


図-4 長期暴露試験によるステンレス鉄筋の腐食発生限界の確認

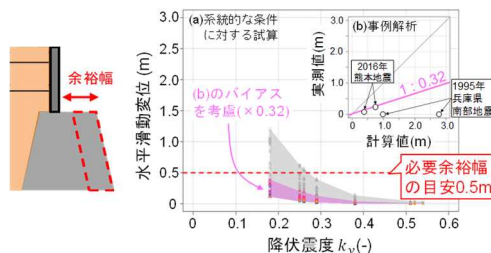


図-5 滑り落ち対策における必要な余裕幅の検討(系統的な試算・事例解析)



図-6 電気抵抗率試験によるコンクリートの耐久性の迅速評価

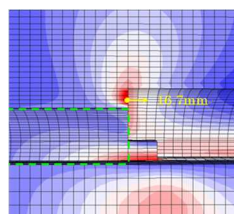


図-7 拡大掘削の数値解析



図-8 切削機械の試験施工

令和3年度に土研資料としてまとめる。また、トンネルの補修工法について、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基いた長期耐久性能の検討等により、具体化した施工性・維持管理性に優れた補修工法を提案し、令和3年度に共同研究報告書として公表する。補強土壁の盛土材漏出事例に基づき、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た(図-9)。これを基に性能評価手法の構築に取り組む。さらに、変状実態の調査結果に基づいて、作用として通常考慮すべき接合部の開きの目安を提案する。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提案した。これらを今後の「道路土工-カルバート工指針」改訂にも反映し、地盤条件を適切に考慮したカルバートの設計に貢献する。

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

補強土壁の最下段壁面材の回転変位と補強領域のすべり発生のタイミングの関係を明らかにした。また、これに基づき、現行の極限平衡法による設計で担保されている変形量の目安を得る方法を示す。「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2巡目と1巡目のカルバートの点検結果を比較し、概ね5年間の変状進展の程度や、進展しやすく道路機能に与える影響も大きい変状について明らかにした。これらの成果を今後の点検要領の改定に提案し、点検の省力化に貢献する。

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、令和2年度に共同研究報告書にとりまとめた。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ait生成を防止するための合理的な温度管理方法(図-11)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。

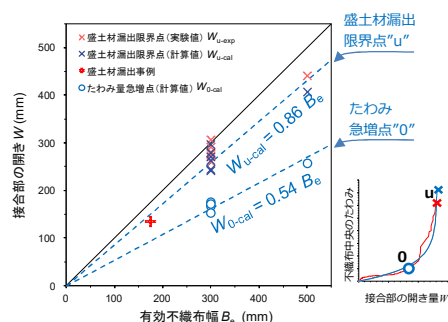


図-9 不織布の幅と盛土材漏出機能限界点における開きの関係

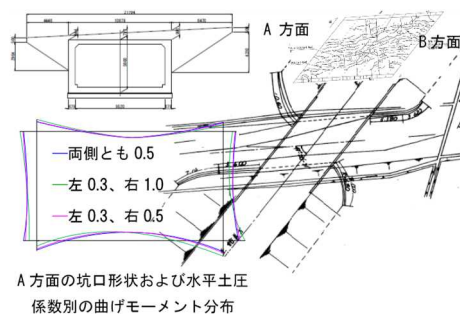


図-10 偏土圧が場所打ちボックスカルバートの応力分布に及ぼす影響

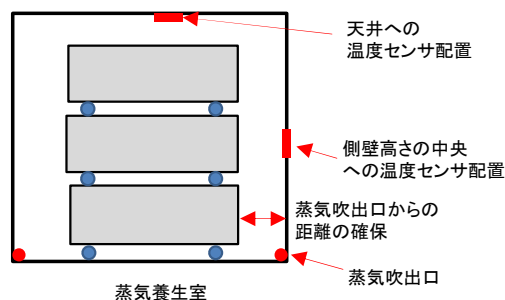


図-11 推奨される蒸気養生室での温度管理案

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

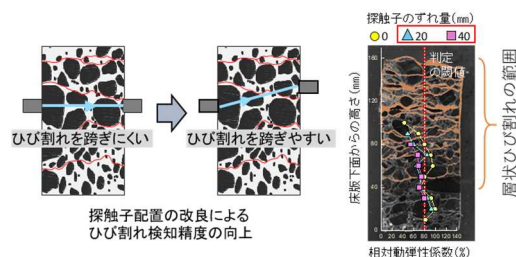
凍害・複合劣化等の体系化により技術を積雪寒冷環境下のインフラに適用し、効率的・信頼性の高い維持管理と更新・新設の高耐久化を実現することで、インフラの長寿命化を図り、最大限に活用することにより安全・安心と経済成長を支える国土基盤の維持・整備・活用に貢献する。



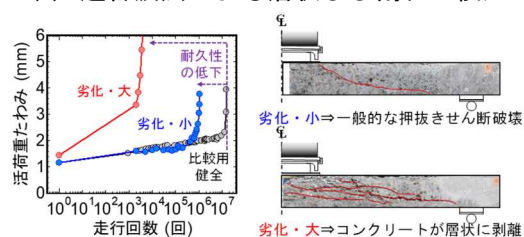
写真-1 凍害や塩害・摩耗との複合劣化（樋門・沿岸構造物）



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

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ア試料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調査手法を構築した(図-1(a))。また、凍害・複合劣化等によって生じる内部ひび割れを模擬した試験体や実橋から切り出した試験体を対象に輪荷重走行試験等の载荷実験を実施し、劣化損傷程度に応じたコンクリートの力学特性やコンクリートと鉄筋の付着性能の低下、内部ひび割れを有する床版の耐力や耐久性の低下と破壊形態の違いを明らかにした(図-1(b))。令和3年度末までに、これらの劣化に対するRC床版の構造性能の評価手法を構築する。

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、冬期間を通した矢板への氷板の接近・衝突状況および氷の流下・結氷状況と水位・気温の影響について整理した(図-2)。画像解析ならびに水理計算を用いた河水の矢板接近流速推定を行うとともに、河水衝突力の算定に適用した(図-3)。また、矢板の劣化事例の現地調査を引き続き行い、劣化要因の整理を進めるとともに、最も多く発生している症状について、供試体の作成(写真-3)や試験装置の検討など、河水衝突再現試験の準備を進めた。令和3年度末までに河水挙動および氷の衝突・接触力を計測する手法を開発する。

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、試験舗装箇所の計測によって、ジオシンセティックス排水材を敷設することで路床・路盤の厳冬期の含水率が低下し(図-4)、凍上量が5割程度に抑制できた(図-5)ことを確認し、数値解析によっても同様の結果となることを確認した。令和3年度末までに、

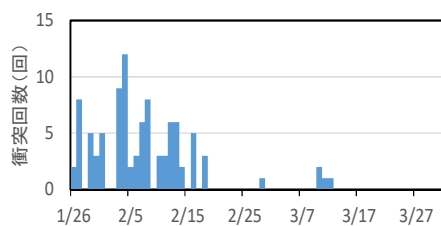


図-2 矢板への河水衝突回数

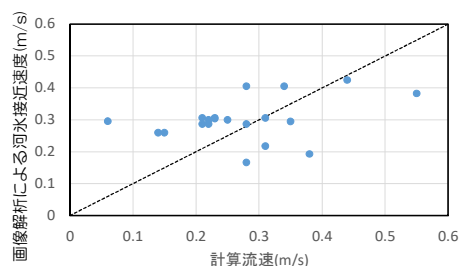


図-3 衝突河水の移動速度と流速



写真-3 矢板の劣化状況と再現供試体

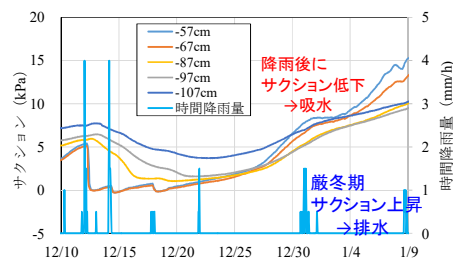


図-4 路床・路盤のサクシオン計測結果

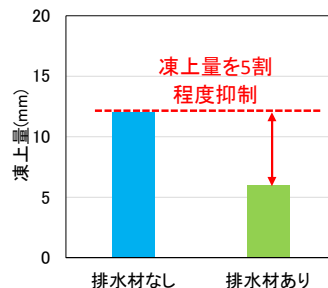


図-5 排水材の有無と凍上量

流末処理方法や排水材設置深さの検証を行い、内部排水技術として提案を行う。

海水によるコンクリートの欠損および摩耗対策として鋼板被覆工法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。海水衝突時の鋼板による本体損傷を防止するため、鋼板と本体の間に樹脂発泡体（隙間材）を挟む構造とするが、隙間材の硬さ、厚さによる衝突力軽減効果を確認した。さらに、鋼板表面に突起を設けることにより海水の破壊を促し、更なる衝突力軽減効果が得られることを確認した（図-6）。令和3年度末までに氷海域における補修工法とその設計手法を提案する。

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

寒冷環境下でのシラン系表面含浸材の施工法提案に関して、冬期に主桁で実験を行い、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る結果となり、水分調整の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がわかった（図-7）。令和3年度末までに、低温下でのシラン系表面含浸材の施工に際して留意すべき点についてとりまとめ、寒冷環境下におけるシラン系表面含浸材の施工法を提案する。

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熱伝導解析手法（図-8）を検討し、簡易なパラメータ設定手法を提案した。令和3年度末までに、寒冷地における切土のり面の耐久性向上のための凍上対策設計法と設計に必要な調査法を提案する。

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

維持管理に携わる技術者を対象とし、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ことによる事業効率化を目的に「凍害との複合劣化対策マニュアル（案）」を令和3年度末までに策定する。

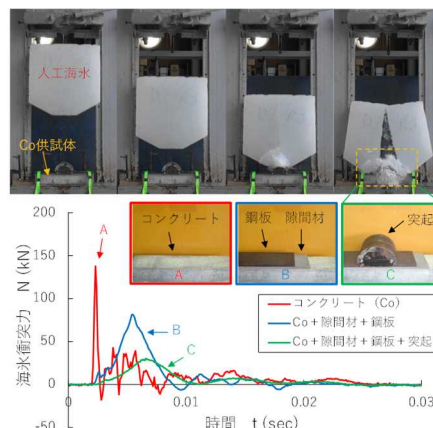


図-6 種々の鋼板被覆工法と海水衝突力

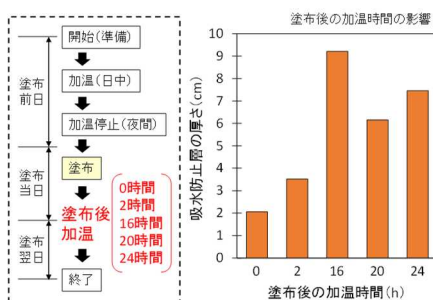


図-7 シラン系表面含浸材の含浸に及ぼす塗布後の加温の効果

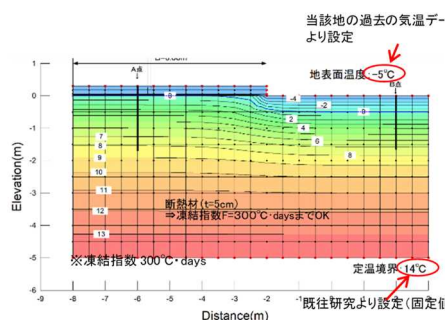


図-8 凍上対策規模設定のための熱伝導解析手法

コラム AI を活用した道路橋メンテナンスの効率化（診断AI）

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、点検や診断の支援など、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とするなどの国の方針（昨年からはインフラ分野のDX施策にも関連する）に対応して、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、地方自治体など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（診断AI）の開発に取り組んでいます。

診断AIシステムは、現場で橋梁の点検情報等を入力することで診断結果とその理由及び措置方針を示すシステムです。橋梁の部材・損傷ごとに損傷メカニズムとそれに対応した点検、診断、措置の一連の技術情報を多数整理し、システムに教え込む必要がありますが、今中長期計画の終了までには、約9割の橋梁が対象となる見込みです。同時に、現場実証を繰り返し、システムの使用性を改善していく取り組みも進めています。将来、診断AIシステムを実用化することで、地方自治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 診断AIプロトタイプ画面イメージ

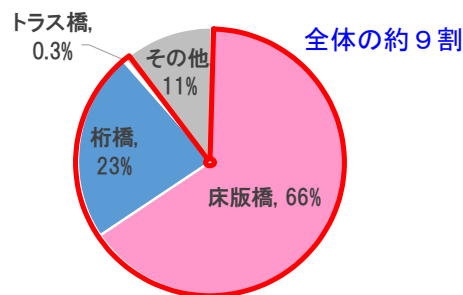


図-2 診断AIのカバー率（R3見込み）



写真-1 実橋梁での診断AIの実証



写真-2 地整、自治体、コンサルとの現場実証

コラム 超音波法を用いた床版の劣化調査

鋼橋のRC床版では、凍害、ASR（アルカリシリカ反応）、塩害等による劣化が全国的に問題となっており、凍害やASRが生じた床版の内部では、粗骨材寸法程度の間隔で複数のひび割れが層状に発生することが報告されています。北海道内の国道橋においても層状ひび割れが生じた床版が道内全域に存在することが確認されています。既設道路橋床版の健全度評価や対策手法選定のためには、こうした層状ひび割れの有無や発生深さを適切に評価できる調査技術が求められています。

床版内部のひび割れの一般的な調査技術としては、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等がありますが、採取可能なコア試料の本数に制限がある橋梁では、ひび割れ観察専用のコア試料の採取が難しい場合もあります。そこで、圧縮強度試験等の他の材料試験とコア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。

実橋床版から採取したコア試料を対象に超音波伝播速度とひび割れ発生状況を比較した結果、図-1に示すように超音波計測時の探触子配置を斜めにするこ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がひび割れ判定の閾値を下回った範囲とひび割れ発生範囲が対応することを確認しています（図-2）。この一連の検討結果を基に、超音波法を用いた層状ひび割れ調査に関する留意事項を整理し、図-3に示す層状ひび割れの調査フロー（案）を提案しました。本技術は、床版内部のひび割れ発生状況を定量的に評価するとともに、ひび割れ観察専用のコア試料が不要となることから、既設道路橋床版への影響低減や調査期間・費用の縮減などの効果が見込まれ、点検・調査業務の効率化に貢献することが期待されます。

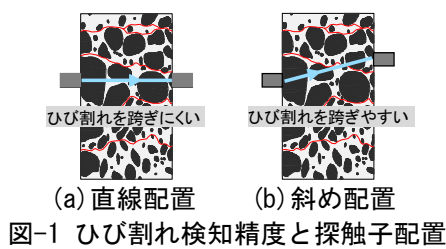


図-1 ひび割れ検知精度と探触子配置

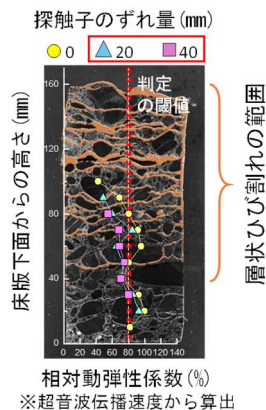


図-2 層状ひび割れの判定

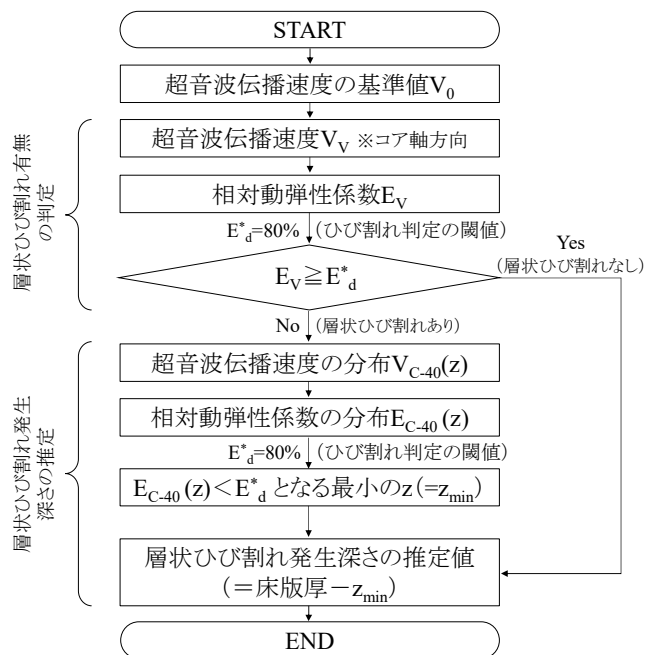


図-3 層状ひび割れの調査フロー（案）

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

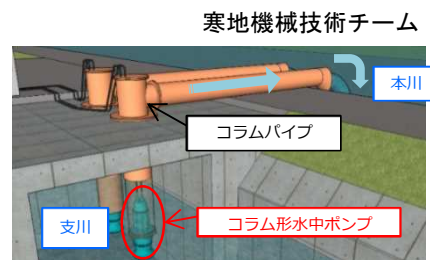
コラム形水中ポンプの維持管理に関する研究

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。

令和2年度までに得られた成果・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2年度には、その手法により得られる各データを解析した結果、劣化部位の推定に有用であることを確認した。令和3年度は、その成果を本ガイドラインに反映する見込みである。



コラム形水中ポンプの稼働状況の概要



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）

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

地質・地盤リスクに応じたトンネルの補助工法の選定に関する研究

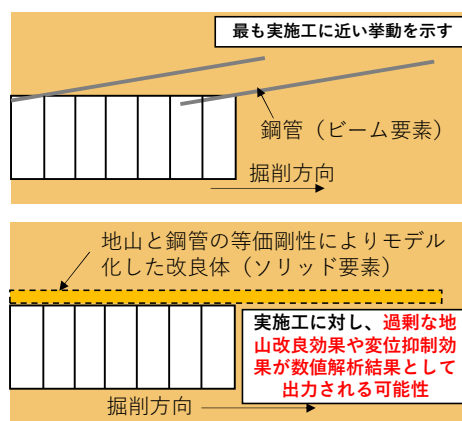
トンネルチーム

研究の必要性

トンネル掘削においては多数の地質調査を行ったとしても地山状況を完全に把握することは困難であり、一定の不確実性を受容した施工とならざるを得ない。そのため、地山の不確実性に起因するリスクの評価手法およびリスクに応じた補助工法の選定手法の確立が求められる。

令和2年度までに得られた成果・取組の概要

近年採用が増加傾向にある長尺鋼管フォアパイリング（先受工）について、現地試験計測および数値解析を行い、複数の解析モデルの中で現地計測結果の再現に最適な解析モデルを抽出した。先受工の設計において解析手法によっては実際と異なる効果が出力されることを確認し、留意事項として取りまとめた。加えて、注入材の地山改良効果について試験施工を行い、対象地山の性状によっては設計上想定される出来形と実施工における出来形に差異があることを把握した。



先受工の解析モデル化手法の概要

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

非破壊によるシラン系表面含浸材の浸透深さ管理方法の確立

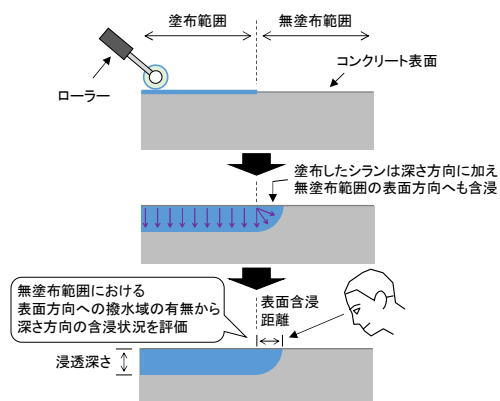
耐寒材料チーム

研究の必要性

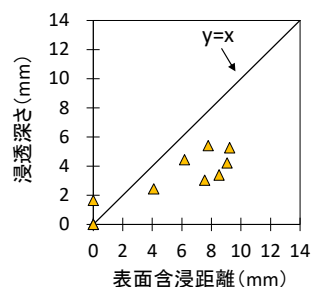
シラン系表面含浸材の含浸状況をコア採取によって確認することは、部材の損傷や作業性の観点から効率的とはいえず、非破壊で簡易に把握できる方法の開発が求められる。

令和2年度までに得られた成果・取組の概要

塗布したシラン系表面含浸材は、深さ方向に加え、水平方向へも含浸する特徴に着目し、表面含浸距離を目視で把握することで浸透深さを非破壊で簡易に管理できる試験方法を考案し、道路橋主桁で適用性を検証した。その結果、浸透深さは表面含浸距離より薄いことと、塗布範囲の境界部の処理と測定のタイミングに留意することにより、より高い精度を確保できることを確認した。



開発した試験方法の概要



道路橋主桁での適用性検証結果

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 2 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技術指導は表-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	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)
合計	12 (28)	12 (28)

※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③2.1に同じ)

平成28年度から令和2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
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
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
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
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
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
寒地河川・水環	○消波ブロックの健全度評価について	6	2	3	1	2

境保全・寒冷沿岸域・水産土木	技術指導					
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
合計		441	541	751	345	419

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36箇所35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20箇所28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2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、(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助言した。

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、「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	合計
委員会参画件数(件)	771	623	241	399	297	2331

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2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の通りである。

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	合計
講師派遣件数(件)	88	156	110	142	68	564

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2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281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、寒地技術推進室、道北支所および道東支所が相談を受け、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 地域における産学官の交流連携

(第1節③5.4に同じ)

6. 技術的課題解決のための受託研究

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受託研究を実施した。

平成28年度から令和2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」に資する受託研究は表-1.2.3.6の通りである。

表 - 1. 2. 3. 6 受託研究の件数と契約額

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

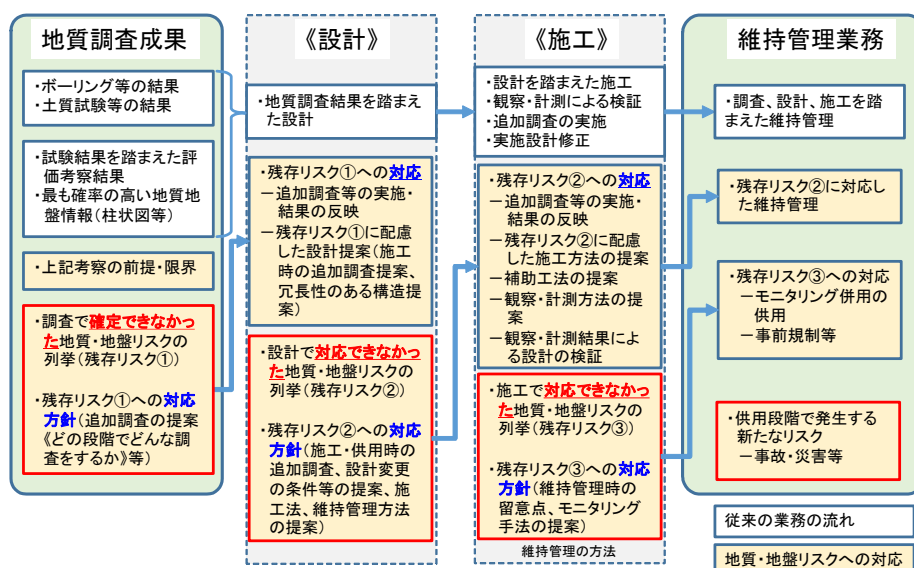


図-1 ガイドラインにおける地質・地盤リスクに関する情報の引き継ぎのイメージ

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2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)など、計45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
技術基準類等 (件)	8	11	11	4	11

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

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)

平成28年度から令和2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及び和文・英文の内訳

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

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	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	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 回建設ロボットシンポジウム 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	建設ロボ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 回建設ロボットシンポジウム 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	建設ロボ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	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	(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
				講演者	能の迅速評価に関する一検討		
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
H29	寒地構造	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床版上面の滞水検出について	(公社) 土木学会	平成29年11月10日
H29	寒地道路保全	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	Evaluation of Surface Preparation of Steel Substrate by	Yoangon Technological University	平成30年12月9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
				2018	Microscopic Surface Observation		
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
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

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	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
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	コンクリート舗装横目地の劣化過程を考慮した逆解析による健全度評価手法の開発	(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 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 Vol. 66A 論文賞	PE被覆ケーブルの内部環境の把握に関する研究	(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	異なるメッシュシートによるオオイタドリ の生育状況の比較	(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	自然言語解析・音声認識技術を活用したイベントでのリアルタイム字幕の導入	(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	切羽観察への画像解析技術活用に向けた切羽写真撮影条件に関する基礎的研究	(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	覆工目地部の伸縮に対する網状の繊維シート工の適応性に関する実験的研究	(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	網状の繊維シートを用いたはく落防止対策工の耐力評価に関する一考察	(公社) 土木学会 トンネル工学委員会	令和2年 2月1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、沖縄総合事務局含む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。

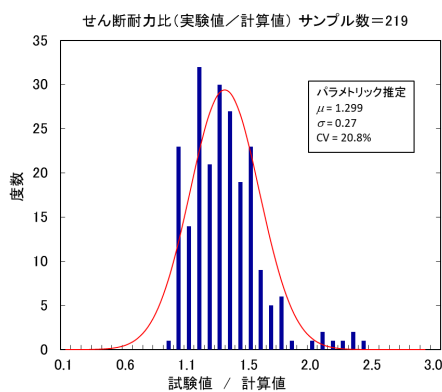


図 - 1 コンクリート部材のせん断耐力に対する推定値のばらつき



高松会場（日本道路協会主催）

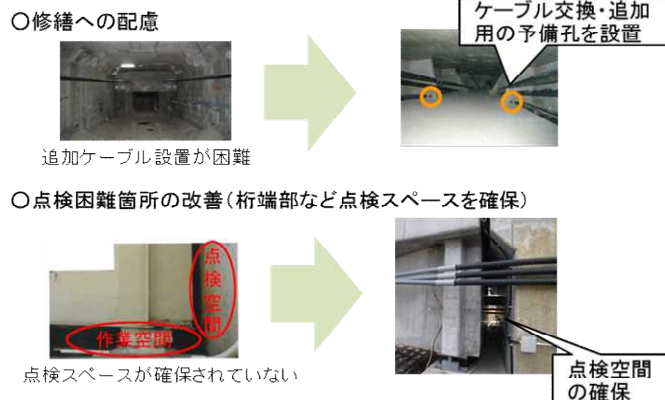


写真 - 1 上部構造における点検の確実性や更新のしやすさの確保を実現



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、鉄筋継手位置が一断面に集中するいわゆる全数継手となり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、特に接合した部材の破壊抵抗曲げモーメントやひび割れ性状等に着眼した検討を行い、鉄筋継手の設計、施工および検査を行う際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、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

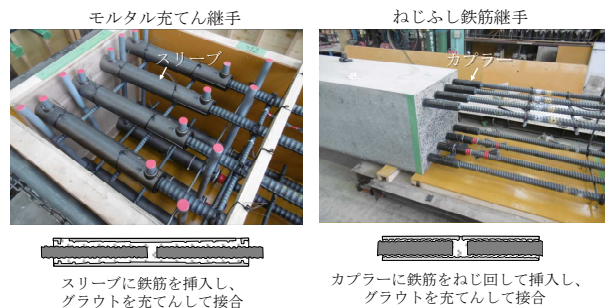


写真-2 機械式鉄筋継手の例

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

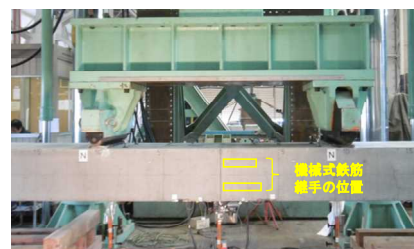


写真-3 PCa 部材接合部の載荷実験

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、土工構造物の設計では、一般に極限平衡法に基づく安定計算等が基本とされ、明らかな形での変形の状態が考慮されていません。そのため、重要度の高い路線等への変形を抑制した信頼性の高い構造、新形式構造等の適切な導入ができない、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、被災事例等から変形状態を体系的に整理し、設計において考慮すべき状態を抽出し、限界状態の評価手法等を検討しています。例えば、補強領域のすべり発生のタイミングと外観から取得できる情報である最下段壁面材の回転変位の関係に関連付け、極限平衡法による設計で担保される変形を評価しています(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、これを基に評価手法の構築を行っています(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。

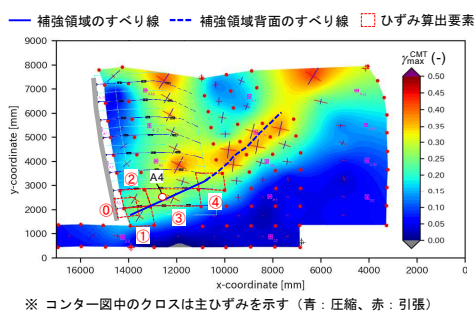


図-1 遠心模型実験結果例(最大せん断ひずみのコンター図)

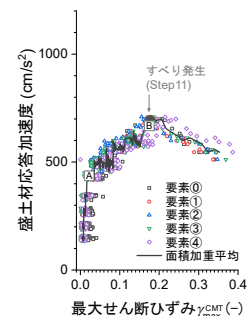


図-2 盛土材の応答加速度(A4)と最大せん断ひずみの関係例



写真-1 連続構造物接続部の開きによる盛土材漏出事例

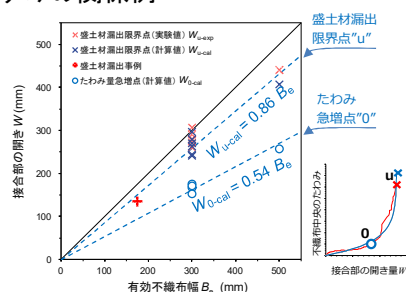


図-3 不織布の幅と盛り土材漏出限界点及びたわみ急増点に対応する開きの関係

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、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、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 300 万 m²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 3 年 3 月現在 4,000 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。

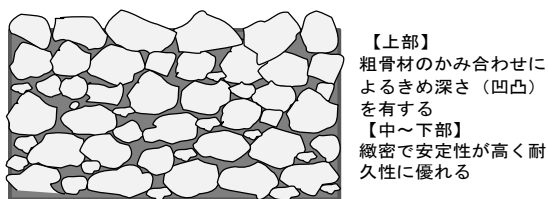


図-1 北海道型 SMA の断面図

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)

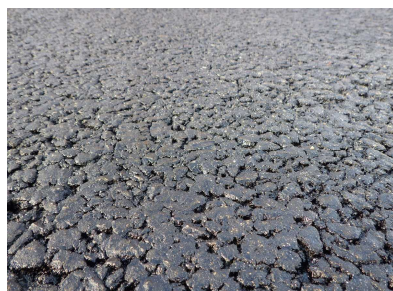


図-3 空隙を低くした新配合混合物

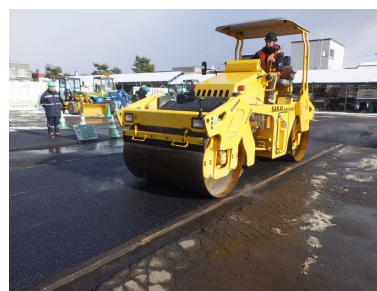


図-4 水平振動ローラを使用した試験施工

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ています。

① スケーリング進行予測式

塩害との複合劣化の影響を考慮した研究成果をもとに開発したスケーリング進行予測式(図-1)が「2018年制定コンクリート標準示方書[維持管理編]」(土木学会)の改訂資料に掲載され、適切な維持管理に活用されています。

北海道内の航路護岸被覆ブロックにて施工後早期にスケーリングが生じたケース(写真-1)では、スケーリング進行予測式を適用して設計供用期間である50年後のスケーリング量を算出した結果、ブロックとして必要な重量が確保されることから耐久性に問題が無いことを確認することができました。

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、規定の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、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、汎用的な機器(写真-2)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。

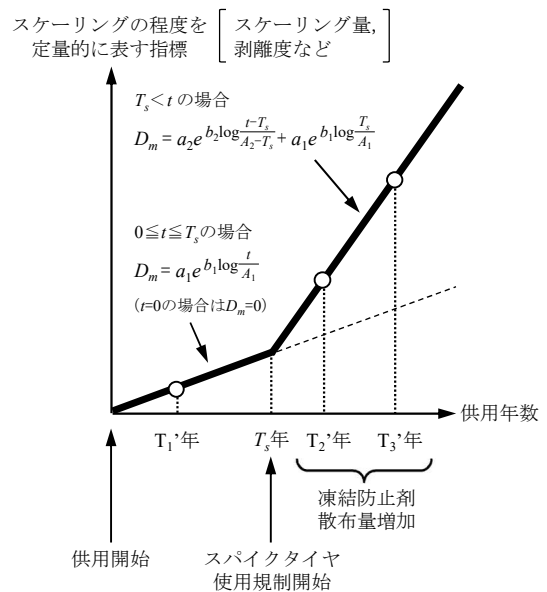


図-1 開発したスケーリング進行予測式の例



写真-1 航路護岸被覆ブロックコンクリートでのスケーリング深さの測定状況



写真-2 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 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や保護塗装・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。TC74 においては、セメント及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、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 2 年度の実績を表 - 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

番号	年度	委員会名等	コード	担当チーム等
1	H28~R2	ISO 対応特別委員会	—	理事、企画部、技術推進本部、iMaRRC
2	H28~R2	ペイント及びワニス	ISO/TC35	iMaRRC
3	H28~R2	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~R2	セメント及び石灰	ISO/TC74	iMaRRC
5	R2	鋼構造及びアルミニウム構造	ISO/TC167	CAESAR
6	H28~R2	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）

年度	依頼元	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
合計		2	9	5	9	8	33

2.2 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。

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

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)

※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

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

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
獲得件数	15	10	11	4	5
うち、新規課題	2	0	4	0	3
うち、継続課題	13	10	7	4	2

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
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)
その他					
計	44,275(2)	37,499(0)	55,667(4)	32,640(0)	18,925(3)

※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