

## 道路政策の質の向上に資する技術研究開発

## 【研究終了報告書】

		氏名 (ふりがな)	所属		役職
①研究代表者		(ほそだ あきら) 細田 暁	横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院		教授
②研究 テーマ	名称	養生技術・混和材料を活用した各地域のコンクリート構造物の品質・耐久性確保システムについての研究開発			
	政策 領域	[主領域] 4 (コスト構造改革) [副領域]	公募 タイプ	タイプI	
③研究経費 (単位: 万円)		平成30年度	令和元年度	令和2年度	総合計
※端数切り捨て。実際の研究期間に応じて記入欄を合わせる こと		1,799	1,794	699	4,292
④研究者氏名		(研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。)			
氏名		所属・役職 (※令和3年3月31日現在)			
細田 暁		横浜国立大学・教授			
阿波 稔		八戸工業大学・教授			
小山田 哲也		岩手大学・准教授			
子田 康弘		日本大学・教授			
井林 康		長岡工業高等専門学校・教授			
小松 怜史		電力中央研究所			
林 和彦		香川高等専門学校・准教授			
半井 健一郎		広島大学・教授			
佐川 康貴		九州大学・准教授			
富山 潤		琉球大学・教授			

Arifa Iffat Zerine	三井住友建設（研究期間中 横浜国立大学 ポスドク）
Rasul Mehboob	三井住友建設（研究期間中 横浜国立大学 ポスドク）
Raphael Uwazuruonye	横浜国立大学 ポスドク
Phan Thanh Ngoc	横浜国立大学 大学院生

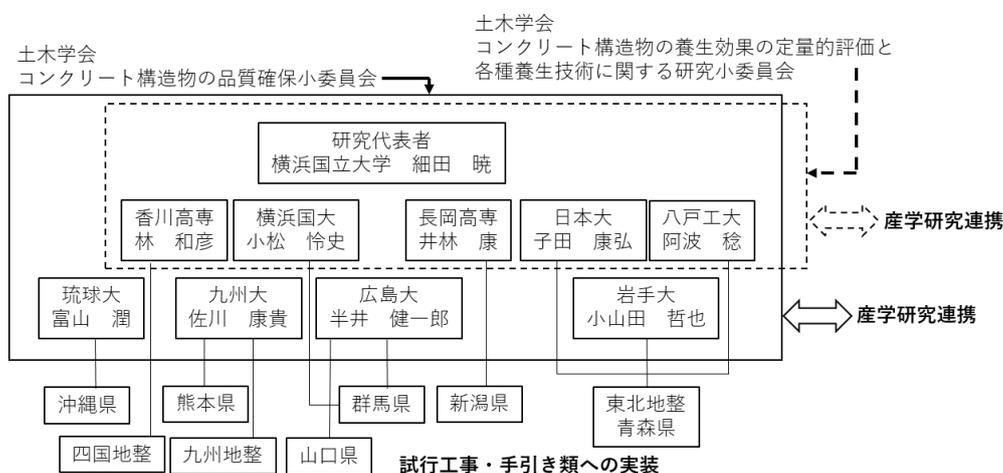
**⑤研究の目的・目標**（提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。）

本研究は、研究申請時点までに研究代表者らが産学官の協働で構築し、効果が検証されたコンクリート構造物の品質・耐久性確保システムを、全国的に展開する過程で、**特に各地域の多様な環境条件や、骨材等の材料事情に適応するために**拡張、改善するものである。試行工事での研究を通して、各地域で耐久性を確保するために必要な**標準的な養生のあり方**、地産地消を基本とした持続可能な社会のために**厳しい材料事情においても混和材料を適切に活用して品質・耐久性を確保する方法**を研究開発し、地方整備局や自治体等の品質・耐久性確保に関する**手引き類に実装**する。

## ⑥これまでの研究経過・目的の達成状況

(研究の進捗や目的の達成状況、各研究者の役割・責任分担、本研究への貢献等（外注を実施している場合は、その役割等も含めて）について、必要に応じて組織図や図表等を用いながら、具体的かつ明確に記入下さい。)

本研究の申請段階ですでに実績をあげていた山口県のひび割れ抑制システム（2014年度から品質確保システムへ発展）と、試行工事を開始していた東北地方整備局の覆工道路での品質確保の取組みを基礎として、本研究が採択された2018年度からの3年間において、図に示す体制により、我が国の各地域における研究者と、地方整備局・自治体との連携、産学連携を活用して、品質・耐久性確保のための研究を推進し、その成果を行政の規準類に反映することを実践してきた。作製精度の高い実験供試体の作製・凍結融解繰返しの過酷環境での実験について、外注を行った。



## ⑦中間・FS評価で指摘を受けた事項への対応状況

(中間・FS評価における指摘事項を記載するとともに、その対応状況を簡潔に記入下さい。)

(1) 本研究の採択時にいただいたご意見として、「北海道での展開もお願いします」というものがあり、このご意見に対しては、土木学会の研究委員会における寒地土木研究所の委員との連携を活用し、北海道開発局における品質確保の試行工事のフォローアップと効果の検証を実施することで対応しました。

(2) 1年目の中間評価において、下記のご意見をいただき、その後の研究の進め方・成果の取りまとめ方に反映しました。

- ・ 提出された資料では、1年目の具体の研究内容と得られた新たな知見が何かが分からない。例えば、実験・解析の結果どのような知見が得られ、それがどのように手引きに反映されたのか。
- ・ 本研究で実施した範囲と、それ以外とを、明確に区別ください。
- ・ 成果等を実務に導入するのは、あくまでそれを採用した管理者の行為であり、研究者が行った行為、研究者の立場が明確でない記述は是正ください。

(3) 1年目の中間評価において、下記のご意見をいただきました。材料事情や環境条件等が地域ごとに大きく異なる我が国において、本研究で得られた知見を土木学会の標準示方書などにすぐに反映することは容易ではありませんが、全国での試行工事のフォローアップを技術調査課と連携しながら2020年度に実施すること、土木学会のコンクリート標準示方書の改訂作業にフィードバックするなどの努力をしました。

- ・ 研究成果が土木学会コンクリート標準示方書（施工編）など、一般のコンクリート構造物の標準的な施工法にも反映され、技術のスタンダードとなることを目指してはどうでしょうか

(4) 2年目の中間評価において、下記のご意見をいただきました。特定の地域での活用の積み上げは重要であり、本研究の期間中に積み上げを実践しました。一方で、一般化できる事項として、「施工状況把握チェックシート」と「目視評価法」を活用した全国での品質確保の試行工事のフォローアップを2020年度に技術調査課と連携する形で実践し、そのための教材をWebで配信するなどの対応をしました。

- ・ 本研究課題については、新規採択時に「既に一部の地域で試行されているシステムを用いて全国に展開することを目標に実施される研究開発」であることを評価して採択通知しており、また、1年目終了段階における中間評価の際には、今後の研究計画・方法への指摘事項として「本研究のプロジェクトの成果については、特定の地域での活用の積み上げのみに留まらず、一般化できる事項を整理し、全国共通に活用可能な成果としても仕上げていただきたい」と通知しているところである。このようなこれまでの評価や指摘を踏まえ、本研究で取り組んでいる品質確保システムについては、地域特性が反映されている事項のうち適切な一般化を図ることができるものを整理した上で、該当の事項については全国でも活用できる成果となるように、研究体制に含まれている各大学等とも連携しながらとりまとめをしていただきたい。

## ⑧研究成果

(本研究で得られた知見、成果、学内外等へのインパクト等について、具体的にかつ明確に記入下さい。)

本研究課題では、「養生技術・混和材料を活用した各地域のコンクリート構造物の品質・耐久性確保システムについての研究開発」という題目で、3年間にわたる研究を実施してきた。特に、東北地方整備局が令和元年6月に通知した「東北地整におけるRC床版の耐久性確保の手引き(案)(2019年試行版)」において、本研究の成果が取り入れられた。また、令和2年度に実施された同手引きの改訂作業においても、本研究の成果であるひび割れ抑制対策が取り入れられ、令和3年6月に同手引きが通知された。また、本研究課題の成果の一般化という課題に対しては、「施工状況把握チェックシート」と「目視評価法」を活用した全国の地方整備局等での試行工事において、令和2年度に技術調査課と連携して技術的なフォローアップを行い、そのための教材等を「品質・耐久性確保チャンネル」のWebサイトに集約し、今後も改善されながら活用されるシステムを構築した。

本研究課題の成果は、具体的な行政の規準類にフィードバックされて現実の構造物の品質・耐久性確保に貢献しているだけでなく、全国での試行工事で活用される土台も構築されており、今後の発展が大いに期待される状況となっている。

以下には、本研究で得られた成果の骨子を具体的に説明する。

### (1) 凍結抑制剤を大量散布する環境での高耐久RC床版のひび割れ抑制対策の確立

図1に示す高耐久化の対策を提案した。この中で膨張材の使用が不可欠であることは、本研究の検討結果により明らかとなった。

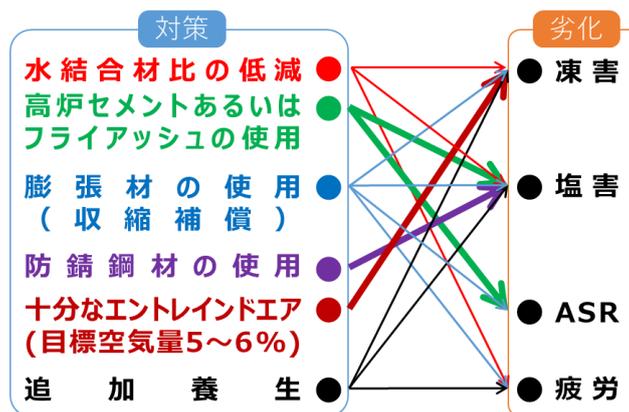


図1 高耐久床版のための対策

高炉セメントを用いた東北地方整備局の複数の試行工事で、材料物性の計測、部材試験体の作製、実構造物での計測、ひび割れ発生状況の観察を行った。材料・部材・構造物の3レベルで検証を重ねて温度応力解析モデルを構築(Dr. Arifa Iffat ZERINの博士論文, 2018.9)し、構

造形式（単径間，2 径間連続，3 径間以上連続）ごとにひび割れリスクを分析した。

複雑なひび割れ抑制設計は実務にそぐわないため，なるべく簡単なシステムに落とし込むことを検討した。その理由は，現実の橋梁においては，ひび割れ抑制対策として採り得る方策は限られているからである。例えば，コンクリートの打込み温度を低くすることは，ひび割れのリスク低減に大きく寄与するが，現実の施工において打込み温度を低くすることを抑制対策メニューに掲げることは混乱を招く恐れが大きい。したがって，膨張材の使用を必須とするなど，可能な対策を盛り込み，有害なひび割れが発生しないように簡易なシステムの構築を目標にした。

結果として，表 1 に示す RC 床版のひび割れ抑制対策を提案した。単純桁の構造については，図 1 のコンセプトにより配合されてコンクリートを用い，東北地整の手引きに示される基本事項を遵守した施工を行うことで，ひび割れが十分に抑制できるという考え方を提案した。2 径間の構造については，段階施工による応力でひび割れが発生しないように配慮することを付け加えた。3 径間以上の連続桁の構造については，ひび割れのリスクが高いことが判明し，床版の段階施工により発生する引張応力を低減する具体的な考え方を提示し，その上で，ひび割れのリスクの高い箇所に対して膨張材の量を増やす方を提示した。

4 径間連続の普代川大橋において，提案するひび割れ抑制対策が実施され，竣工検査時点で床版のひび割れがゼロとなる成果が得られた。

表 1 高耐久 RC 床版のひび割れ抑制対策

抑制対策 \ 橋種	単純桁の鋼桁 ・ PC コンポ桁*	2 径間の鋼桁	3 径間以上の鋼桁
ひび割れ抑制対策① 施工の基本事項の遵守	必須		
ひび割れ抑制対策② 段階施工による応力	—	段階施工による応力で ひび割れが発生しないように配慮	
ひび割れ抑制対策③ (構造形式別の対策)	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 必要に応じて橋軸方向の鉄筋比を 1.0% 程度となるまで補強</li> <li>・ 必要に応じて単位膨張材量を標準使用量よりも増やす</li> </ul>

(2) 東北地整の高耐久 RC 床版のひび割れ抑制において，単位膨張材量を標準添加量の  $20\text{kg/m}^3$  から  $25\text{kg/m}^3$  に増加することが有効な場合がある。しかし， $25\text{kg/m}^3$  への増加により，スケーリング抵抗性が低下する懸念があるため，実験による検証を行った。 $25\text{kg/m}^3$  への増加により，スケーリング抵抗性がやや低下したものの，既往の知見と照らし合わせて十分なスケーリング抵抗性を持つことが確認された。

(3) 土木学会のコンクリート標準示方書等に記載される「施工の基本事項」を遵守した施工により構築されたコンクリート構造物に対して、養生によるコンクリートの緻密化の効果を表面吸水試験により非破壊試験で評価するシステムを構築した。表面吸水試験の結果は、コンクリートの含水率の影響を受けることが既往の研究により分かっていたが、表面含水計として HI-100 を用いてコンクリートの含水率を計測し、適切な上限値および下限値を設定し、その範囲内で表面吸水試験を実施すると、含水率の影響をほとんど受けずに吸水抵抗性を評価できる評価手法を提案した。

(4) 東北地方の NATM トンネルの定期点検データを分析し、研究代表者らが提案する「施工状況把握チェックシート」と「目視評価法」を活用した品質確保の試行工事の品質向上の効果が明らかとなったが、さらに品質を向上していくための課題を示した。

(5) 山口県の施工記録のデータベースを機械学習で分析し、本研究の範囲内で開発された最も予測精度の高い機械を用いて、最大ひび割れ幅に与える各種要因の影響を定量的に示した。

(6) 北海道の令和元年度の品質確保の試行工事における、施工状況把握チェックシートと目視評価法の品質確保への効果についての事後検証を行った。品質が向上したことと、受発注者間の適切なコミュニケーションの促進等についての効果が確認された。

(7) 品質・耐久性確保のシステムを全国に展開する際の課題を取りまとめた。令和二年度に作成した HP では、動画による説明や、各種の関連規準、施工状況把握チェックシートや目視評価シート、これらのツールに関連する論文や解説文、品質確保の好例などをコンテンツとして整備し、全国の試行で活用してもらうことができた。試行工事から正式なシステムへと移行するための課題についても整理した。

## ⑨研究成果の発表状況

(本研究の成果について、これまでに発表した代表的な論文、著書(教科書、学会抄録、講演要旨は除く)、国際会議、学会等における発表状況を記入下さい。なお、学術誌へ投稿中の論文については、掲載が決定しているものに限ります。)

- ・Rasul Mehboob, Hosoda Akira, Maekawa Koichi, “Prediction of maximum thermal crack width of RC abutments utilizing actual construction data and study on influential parameters using neural networks”, CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS 260 2020年11月 [査読有り]
- ・馬場崇史, 細田 暁: トンネル覆工コンクリートの定期点検データの分析による品質確保の取組みの効果の検証, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集 Vol.20, pp.243-248, 2020年10月 [査読有り]
- ・Arifa Iffat Zerine, Akira Hosoda, Satoshi Komatsu and Hironori Ishii, “Full Scale Thermal Stress Simulation of Multiple Span Steel Box Girder Bridge Evaluating Early Age Transverse Cracking Risk of Durable RC Deck Slab”, Journal of Advanced Concrete Technology (JCI), Vol.18, pp.420-436, 2020年07月 [査読有り]

## ⑩研究成果の社会への情報発信

(ウェブ、マスメディア、公開イベント等による研究成果の情報発信について記入下さい。ウェブについてはURL、新聞掲載は新聞名、掲載日等、公開イベントは実施日、テーマ、参加者数等を記入下さい。)

### ウェブ

「品質・耐久性確保チャンネル」 <http://hinshitsukakuhoch.web.fc2.com/>

### 研究代表者・共同研究者が関与した品質・耐久性確保の講習会等の公開イベント等

- ・2018年 4月27日 宮城県建設産業会館 (JCI東北支部寒中コンクリートの品質確保に関する研究委員会) 参加者数: 155 「東北地方における寒中コンクリートの品質確保と高耐久化」に関する講習会
- ・2018年 5月25日 徳山高等専門学校 (コンクリートよるず研究会) 参加者数: 50 コンクリートよるず研究会報告会
- ・2018年 6月 1日 秋田拠点センター アルヴェ2 多目的ホール (JCI東北支部寒中コンクリートの品質確保に関する研究委員会) 参加者数: 86 「東北地方における寒中コンクリートの品質確保と高耐久化」に関する講習会
- ・2018年 6月 7日 多賀城市民会館 (東北コンクリート製品協会技術委員会) 参加者数: 80 東北六県 J I S 工場管理者講習会記念講演
- 2018年 6月 8日 アピオあおもり 講師 (JCI東北支部寒中コンクリートの品質確保に関する研究委員会) 145 「東北地方における寒中コンクリートの品質確保と高耐久化」に関する講習会

- ・2018年 6月22日 アイーナ・岩手県民情報交流センター（JCI東北支部寒中コンクリートの品質確保に関する研究委員会）参加者数：145「東北地方における寒中コンクリートの品質確保と高耐久化」に関する講習会
- ・2018年 7月13日 山形建設会館（JCI東北支部寒中コンクリートの品質確保に関する研究委員会）参加者数：69「東北地方における寒中コンクリートの品質確保と高耐久化」に関する講習会
- ・2018年 7月20日 日本大学工学部（JCI東北支部寒中コンクリートの品質確保に関する研究委員会）参加者数：126「東北地方における寒中コンクリートの品質確保と高耐久化」に関する講習会
- ・2018年 7月23日～7月24日 沖縄総合事務局会議室および沖縄県南風原現場 共催（内閣府沖縄総合事務局）参加者数：50 沖縄県におけるコンクリート構造物の品質・耐久性確保の取り組みに関する意見交換会および試行現場視察・調査
- ・2018年 7月30日～7月31日 北海道開発局函館開発建設部函館道路事務所 共催（北海道土木技術会）参加者数：49 コンクリートの品質確保に関する試行工事後の現地調査と意見交換会
- ・2018年 8月2日 仙台ビジネスホテル会議室（東北コンクリート製品協会技術委員会）参加者数：40 北海道プレキャスト製品協議会技術委員会との交流会 記念講演
- ・2018年 9月11日 国土交通省 三陸国道事務所 大会議室（国土交通省 東北地方整備局）参加者数：80 高耐久床版の勉強会
- ・2018年 9月18日～9月19日 山口県健康づくりセンター他 共催（山口県）参加者数：350 技術講習会（第12回）～コンクリートの品質確保～
- ・2018年10月4日 宮城県建設産業会館（（一）建設業技術者センター）参加者数：100 建設技術者のための技術力向上セミナー
- ・2018年12月3日 ロイヤルパークかわさき（岩手県久慈市） 共催（国土交通省 東北地方整備局）参加者数：155 道路技術懇談会（第3回）
- ・2019年 2月20日 岩手大学理工学部 講義室（岩手県のコンクリート構造物の品質確保および維持管理について考える会）参加者数：100名 平成30年度講演会 復興道路・復興支援道路の品質・耐久性確保
- ・2019年 2月21日 高松高等専門学校 共催（国土交通省 四国地方整備局） 手引きの打合せ
- ・2019年 2月27日 ホテルメトロポリタンニューウイング 講師（岩手県生コンクリート品質管理監査会議）参加者数：100 全国統一品質管理監査 合格証交付式 特別講演
- ・2019年 3月 5日 宮城県建設産業会館 共催（国土交通省 東北地方整備局）参加者数：200 東北地方整備局の手引き改訂等に伴う講習会
- ・2019年 4月18日 東北大学 青葉記念会館 7階会議室（東北建設業協会連合会）参加者数：10 インフラ維持管理セミナー
- ・2019年 4月19日 福島県郡山市労働福祉会館（ふくしまインフラ長寿命化研究会）参加者数：100 ふくしまインフラ長寿命化研究会 総会
- ・2019年 5月22日 東北地域づくり協会 3階会議室（（一）東北地域づくり協会）技術審査業務担当技術者研修
- ・2019年 6月13日 東北大学 青葉記念会館 7階会議室（東北建設業協会連合会）参加者数：10 インフラ維持管理セミナー
- ・2019年 6月29日 産業見本市会館サンフェスタ（（一）東北地域づくり協会）参加者数：173 発注者支援業務担当技術者研修
- ・2019年 7月27日 ホテルメトロポリタンニューウイング（（一）東北地域づくり協会）参加者数：

174 発注者支援業務担当技術者研修

- ・2019年 8月8日 東北大学 青葉記念会館 7階会議室（東北建設業協会連合会）参加者数：10  
インフラ維持管理セミナー
- ・2019年8月21日 宮古市民文化会館 共催（国土交通省 東北地方整備局）参加者数：135 寒冷地におけるコンクリート構造物の品質確保およびRC床版の高耐久化に関する講習会
- ・2019年9月14日 福井県教育センター 共催（福井県コンクリート診断士会）参加者数：120 コンクリートのひび割れ抑制対策に関する講習会－山口県のひび割れ抑制システムの取組みと新たな展開－
- ・2019年 9月17日 山口県健康づくりセンター他 共催（山口県）参加者数：335 技術講習会（第13回）～コンクリートの品質確保～
- ・2019年10月11日 東北大学 青葉記念会館 7階会議室（東北建設業協会連合会）参加者数：10  
インフラ維持管理セミナー
- ・2019年11月18日 近畿地方整備局京都国道事務所及び寺田拡幅事業現地（国土交通省近畿地方整備局）参加者数：18 コンクリートの品質向上に向けた試行工事の現地視察と勉強会
- ・2019年12月12日 東北大学 青葉記念会館 7階会議室（東北建設業協会連合会）参加者数：10  
インフラ維持管理セミナー
- ・2020年 1月29日 グランメッセ熊本（熊本メンテナンス協会）参加者数：222 コンクリートの品質向上に向けた試行工事の現地視察と勉強会
- ・2020年2月13日 東北大学 青葉記念会館 7階会議室（東北建設業協会連合会）参加者数：10  
インフラ維持管理セミナー

## ⑪研究の今後の課題・展望等

(研究目的の達成状況や得られた研究成果を踏まえ、研究の更なる発展や道路政策の質の向上への貢献等に向けた、研究の今後の課題・展望等を具体的に記入下さい。)

本研究の実施期間中に、東北地方整備局の「東北地整におけるRC床版の耐久性確保の手引き(案)(2019年試行版)」が通知され、本研究で得られた成果が盛り込まれた。さらに、2021年6月に改訂された同手引きにも、本研究の成果に基づいたRC床版のひび割れ抑制対策が盛り込まれた。この手引きは、東北地方のRC床版の耐久性確保に活用されるであろうし、その先駆的な内容は、他の地域のRC床版の耐久性確保にも参考にされると期待している。

本研究の実施期間中に、本研究課題の成果を活用する形で、四国地方整備局のトンネル覆工コンクリートの品質確保の手引きが通知され、山口県の品質確保ガイドが改訂され、新潟県で新たに品質確保システムが構築された。これらのシステムでは、研究代表者らが開発した「施工状況把握チェックシート」と「目視評価法」が活用されており、今後のさらなる展開が期待される。2020年度からは全国の地方整備局等での品質確保の試行工事を、技術調査課と連携する形で本研究課題のメンバーがフォローアップする体制が出来上がった。現在は試行工事の形態を取っているが、将来的には標準的なシステムに発展することが期待される。

## ⑫研究成果の道路行政への反映

(本研究で得られた研究成果の実務への反映等、道路政策の質の向上への貢献について具体的かつ明確に記入下さい。)

本研究で得られた研究成果の実務への反映の代表的な事例を以下に紹介する。

本研究の実施期間中に、研究代表者らが提案する東北地方のRC床版の耐久性確保の考え方に基づく試行工事が数多く実施された。しかし、3径間以上の連続桁橋においてはRC床版に橋軸直角方向のひび割れが発生し、また壁高欄の完全目地からひび割れがRC床版に進展する事例が少なからず見られる状況であった。本研究課題の成果に基づいて、改善されたひび割れ抑制対策を講じた三陸国道事務所の普代川大橋(4径間連続)では、施工段階での橋軸直角方向のひび割れが根絶され、壁高欄の完全目地を無くしてすべて誘発目地とすることで、RC床版へのひび割れの進展も防止することができた。実構造物で効果が検証されたひび割れ抑制対策を、東北地整の手引きに反映することができた。

東北地方整備局の「コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)(トンネル覆工コンクリート編)」は、研究代表者らが開発した「施工状況把握チェックシート」と「目視評価法」が用いられている。また、供用後に第三者被害につながる施工目地部のうき・はく離・はく落を抑制する対策を講じることが明記されている。本研究で、東北地方整備局のNATMトンネルの点検データを分析した結果、品質確保の試行開始以降、トンネル天端付近の縦断方向のひび割れが顕著に抑制されていることが明らかとなった。また、施工目地近傍のうき・は

く離・はく落は大幅に低減されていることが明らかとなった。品質確保の試行開始以降のトンネルにおいてもうき・はく離・はく落が発生している場合は、型枠の偏圧や固定不足に起因するものが大部分を占めている可能性が示された。さらなる品質向上のための今後の改善が期待される。これらの分析結果は、2020年度に改訂作業が行われた東北地方整備局の「コンクリート構造物の品質確保の手引き（案）（トンネル覆工コンクリート編）」に掲載された。

2017年度から全国の地方整備局等で実施されている橋梁下部工とトンネル覆工コンクリートの品質確保の試行工事では、研究代表者らが提案してきた品質確保の手法が東北地整の手引きを参照する形で活用されている。2020年度から技術調査課と連携して、本研究のメンバーが各地域の試行工事の技術的なフォローアップを行う体制となった。全国の試行工事での品質確保の効果は、将来の点検データを分析するなどにより明らかにしていく必要がある。

### ⑬自己評価

（研究目的の達成度、研究成果、今度の展望、道路政策の質の向上への寄与、研究費の投資価値についての自己評価及びその理由を簡潔に記入下さい。）

本研究は、課題採択以前に研究代表者らが実践してきた品質・耐久性確保の仕組みを改善、各地域へ拡張する、という内容であるため、3年間の研究期間中に完成できる部分と、今後のさらなる発展への途中で終わらざるを得ない部分があった。

東北地整のRC床版の耐久性確保への貢献は、十分な成果が挙げたと考えている。膨大な数の温度応力解析、床版の段階施工により発生する応力の数値シミュレーション、RC床版の養生方法のスクレーピング抵抗性に及ぼす影響の実験的検討等により、普代川大橋におけるひび割れ抑制の成功がもたらされた。これらの成果は学術論文としても発表され、研究費の投資に見合う成果が得られたと考えている。

東北地整のトンネル覆工コンクリートの品質確保の効果を点検データの分析により検証したことも、品質確保の試行が全国で行われている現状において有意義な成果であったと考えている。

養生によるコンクリートの緻密化の効果を定量的に評価するための表面吸水試験は、東北地整の一般構造物の品質確保の手引きや、トンネル覆工コンクリートの品質確保の手引きで活用されている。吸水試験を実構造物で実施する場合に、コンクリートの含水率の影響を大きく受けることは国内外で以前から指摘されていたが、本研究の成果により、コンクリートの含水率の影響を受けない品質評価方法を提案することができた。この成果は学術的な意義が大きいと考えている。

山口県のひび割れ抑制システムを改善・高度化するために、山口県の施工記録のデータベースを活用して、機械学習により最大ひび割れ幅を予測する機械の構築に取り組んだ。学術的な最先端のレベルにおいても、実構造物の最大ひび割れ幅を精度よく予測する技術は構築できておらず、本研究で得られた成果は意義が大きいと考えている。構築した機械により、各種の要因が最大ひび割れ幅に与える影響を定量的に分析することが可能となった。山口県のひび割れ抑制システムの改善に

直接貢献するところまでは至らなかったが、今後、研究を継続することで、具体的なシステムの改善が期待される。

2020年度から技術調査課と連携して、研究代表者らが全国での品質確保の試行工事の技術的なフォローアップをおこなった。従来から開設していた「品質・耐久確保チャンネル」のHP (<http://hinshitsukakuhoch.web.fc2.com/>) を改善し、全国での品質確保の試行に関わる関係者に視聴してもらい、品質確保の意義や成功するための骨子を動画教材等で提供した。品質・耐久性確保チャンネルには、動画による説明や、各種の関連規準、施工状況把握チェックシートや目視評価シート、これらのツールに関連する論文や解説文、品質確保の好例などをコンテンツとして整備し、試行で活用してもらうこととした。また、我が国に特有の各地域の多様な環境条件に対応すべく、暑中施工や寒中施工における品質確保の解説文や教材、我が国の各地域での品質・耐久性確保の取組みについての解説文をチャンネル内に整備した。3年間の研究期間では、品質確保の試行の効果を十分に検証するまでには至らなかった。今後、システムの一般化や、品質の向上の効果の検証を実施していく必要があると考えている。