

# 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

## 1. 研究の背景・目的

現状の課題: 道路コンクリート構造物の**早期劣化が依然として生じている**。  
我が国では、地域により環境作用や骨材等の材料事情が大きく異なる。  
実効性のある品質・耐久性確保システムが求められている。

**本研究の目的**: 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・耐久性を確保する技術**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。

協働で作成した手引き類

- ・コンクリート構造物品質確保ガイド2019(山口県)
- ・コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)(橋脚, 橋台, 函渠, 擁壁編)(東北地整, 2019.3改訂版)
- ・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)(東北地整)
- ・ひび割れ抑制のための参考資料(案)(橋脚, 橋台, 函渠, 擁壁編)(東北地整)
- ・東北地方における凍害対策の参考資料(案)(東北地整)
- ・東北地方におけるRC床版の耐久性確保の手引き(案)(東北地整, 2019.6に通知)

2018年6月に土木学会技術賞受賞

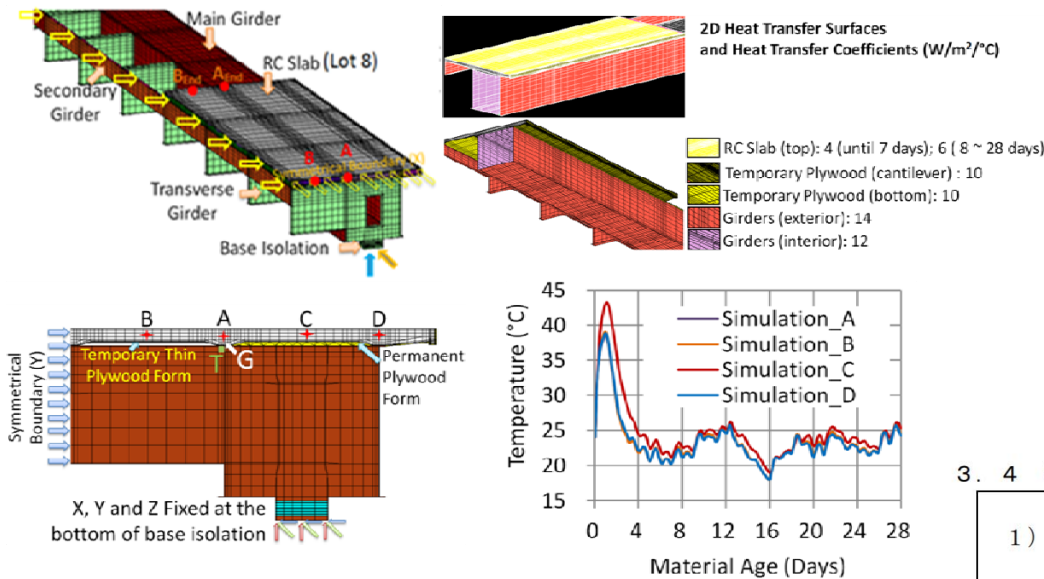
2017年度以降、申請者らの開発した**施工状況把握チェックシートと目視評価法を用いた品質確保の試行工事**が全国の地方整備局で行われることとなった。

目視評価法：2019年6月にJCI技術賞受賞

## 2. 研究により得られた具体的な成果 及び 成果による道路政策への貢献

単純桁，2径間連続，3径間以上の構造形式ごとに，膨大な温度応力解析を実施し，試行工事の結果の分析と合わせて，簡易なひび割れ抑制対策を構築し，東北地整の手引きに実装された。

### 新気仙大橋，小佐野高架橋での計測結果で温度応力解析モデルを検証



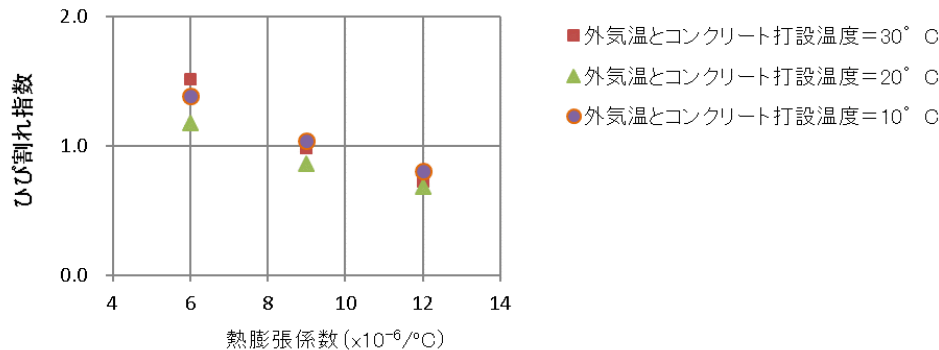
橋種	単純桁の鋼桁 ・PCコンボ桁※	2径間の鋼桁	3径間以上の鋼桁
抑制対策			
ひび割れ抑制対策① 施工の基本事項の遵守		必須	
ひび割れ抑制対策② 段階施工による応力	—	段階施工による応力で ひび割れが発生しないように配慮	
ひび割れ抑制対策③ (構造形式別の対策)	—	—	必要に応じて橋軸方向の鉄筋比を1.0%となるまで補強

※PCコンボ桁の連結桁形式で，中間支点上の横桁を床版コンクリートの施工よりも前に連結する場合は別途検討を行うものとする。

### 3. 4 ひび割れ抑制対策

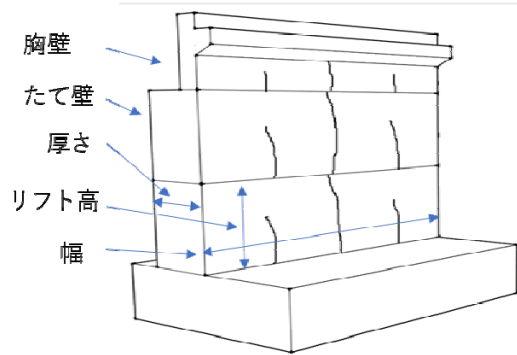
- 1) 本手引きによって設計・施工されるRC床版においては，ひび割れを有害でないものに抑制するために，適切なひび割れ抑制対策を行うものとする。
- 2) 単純桁のRC床版においては，本手引きに示す基本事項を遵守した施工を行うことで，ひび割れ抑制対策とみなしてよい。
- 3) 鋼橋の2径間連続桁においては，段階施工により生じる引張応力により，先行して施工した床版にひび割れが発生しないように施工を行うものとする。
- 4) 鋼橋の3径間以上の連続桁においては，有害なひび割れの発生が懸念されるため，床版の橋軸方向鉄筋量が1.0%以上となるように補強鉄筋の配置を検討するものとする。
- 5) この手引きにおけるひび割れ抑制対策は一般的な構造形式を対象としており，特殊な構造形式の場合は，学識経験者を含め適切にひび割れ抑制対策を検討するのがよい。
- 6) 実施したひび割れ抑制対策と，ひび割れが発生した場合のひび割れ状況については，適切に記録・保存するものとする。

### 7径間連続桁の解析例 (段階施工による応力=1.0 N/mm<sup>2</sup>)

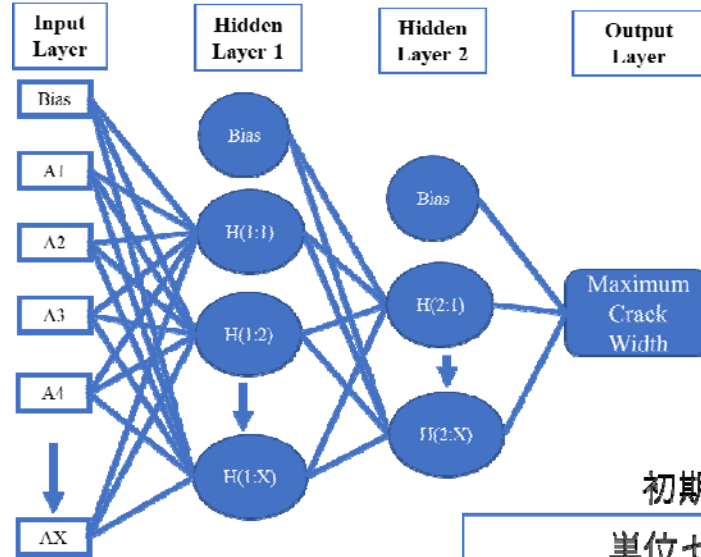


## 2. 研究により得られた具体的な成果 及び 成果による道路政策への貢献

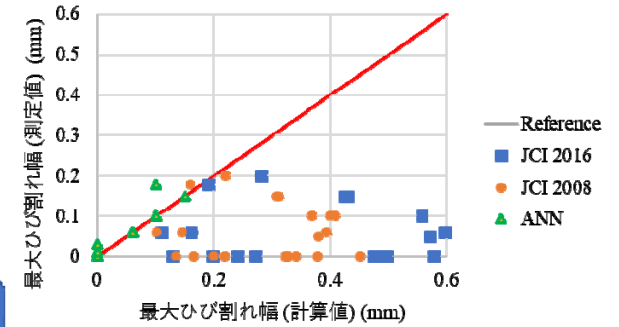
山口県の橋台のコンクリート施工記録を機械学習により分析し、橋台たて壁の最大ひび割れ幅を高い精度で予測する機械を構築した。種々の条件における効果的なひび割れ抑制対策を立案可能。



データの特徴特徴	たて壁		胸壁	
	有効	データ欠損	有効	データ欠損
ひび割れの状況	248	0	114	0
厚さ	248	0	114	0
幅	248	0	114	0
リフト高	248	0	114	0
鉄筋比	247	1	107	7
水セメント比	242	6	111	3
単位セメント量	233	15	107	7
膨張材	248	0	114	0
スランプ	228	20	104	10
空気量	228	20	112	2
初期温度	247	1	114	0
外気温	247	1	104	9
28日強度	235	13	100	14
打継間隔	235	13	111	3
最高温度	200	48	78	36
最高温度時間	198	50	81	33
脱枠日	238	10	107	7
養生期間	232	16	102	12

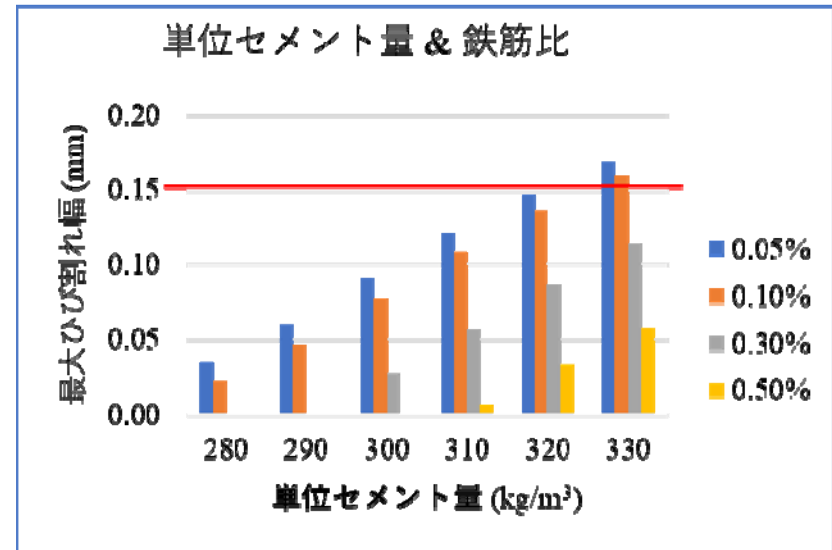


隠れ層2層のニューラルネットワークを活用



既存のひび割れ幅算定法よりはるかに高い精度

初期温度 = 20°C, 外気温 = 20°C



構築したシステムにより、各種要因が最大ひび割れ幅に与える影響を分析可能

### 3. 研究目標の達成状況の今後の予定

#### 令和元年(2019年)度の達成状況

- (1) 平成30年度に本研究で取り組んだ、高耐久RC床版のひび割れ抑制対策は、令和元年6月に東北地方整備局から通知された「東北地方のRC床版の耐久性確保の手引き(案)」に取り込まれた。この手引きでは、寒冷地の過酷な環境で耐久性を確保するために、高炉セメントB種もしくはフライアッシュの活用が義務付けられており、RC床版の試行工事のひび割れ抑制設計には、本研究の成果が最大限に活用されている。しかし、試行工事のひび割れ調査結果から、改善すべき点が明らかになってきており、さらなる改善を現場で実施しており、得られた知見を手引きの改訂に反映する予定である。
- (2) 寒中施工時に十分な耐久性を発揮するための養生技術について、RC床版を模擬した試験体でスケーリングに関する実験を行い、基礎データを収集して分析を行っている。適切な養生方法の提案に向けて、令和2年度も引き続き研究を実施する。
- (3) 養生によるコンクリートの緻密化の効果を、表面吸水試験を用いて、コンクリートの含水率の影響を考慮して適切に評価するシステムを構築した。成果の手引きへの反映を検討する。
- (4) 山口県の品質確保システムにおける橋梁下部工の施工記録のデータベースを機械学習で分析し、最大ひび割れ幅に及ぼす各種要因の影響を明らかにした。
- (5) 北海道開発局等で実施されている、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における効果の検証を行った。
- (6) 東北地整のNATMTンネルの点検結果の分析を進めており、2020年3月4日の講習会で成果を発表。



表面吸水試験