

# 既設鋼橋の複合構造化に適用する速硬軽量コンクリートのひび割れ挙動に関する検討

川崎重工業 正会員 ○小出宜央 大垣賀津雄  
 鉄道総合技術研究所 正会員 谷口 望  
 太平洋マテリアル 正会員 佐竹紳也 大久保藤和 杉野雄亮

## 1. はじめに

近年、既設鋼橋に対する維持管理の効率化の一案としてコンクリートを使用して複合構造化することが有効であると報告されている<sup>1)</sup>。そこで筆者らは、既設鋼橋の支点部の部分複合化補修工法を提案しており<sup>2,3)</sup>、この工法に使用するコンクリートは、3時間程度での強度発現が可能な速硬性と荷重低減のために軽量化を兼ね備えた速硬軽量コンクリートを提案している。速硬コンクリートは、主に短時間強度発現性に優れることから道路、橋梁、鉄道、滑走路などの緊急補修・補強工事に使用される。ただし、自己発熱が大きいいため部材厚が厚い場合には温度ひび割れが懸念される。

本研究では既設鉄道橋の支点部の部分複合構造化補修工法に適用する速硬軽量コンクリートのひび割れ挙動と発生原因に関して検討を行った。

## 2. 実物大試験

### 2.1 速硬軽量コンクリートの配合

速硬軽量コンクリートは、カルシウムアルミネートを主成分とした速硬性混和材、普通ポルトランドセメント、細骨材（珪砂）、凝結調整剤などをプレミックスしたパウダーと人工軽量粗骨材（最大骨材寸法 15mm、絶乾密度 1.31g/cm<sup>3</sup>、吸水率 28.0%）からなるコンクリートである。配合を表-1に、コンクリートの性状を表-2に示す。

### 2.2 試験概要

実物大試験には実際に使用されていた鋼鉄道橋（上路プレートガーダー、リベット構造、1930年頃製作）の支点部を切断した試験片を使用した。複合構造化では写真-1に示すように支点部に650mm（幅）×850mm（長さ）×500mm（高さ）のコンクリートを打設した。試験片は、バキュームブラストで1種ケレンに素地調整し、スチレンブタジエンゴム（SBR）系ポリマーセメントモルタル（以下、ゴムラテックスモルタル）をモルタルガンを用いて厚さ5mm以上に吹き付けた。型枠は、人力で運搬できる軽量で、また現地での微調整加工が可能なGFRP型枠を使用した。コンクリートのひび割れ防止として異形鉄筋（D6）をコンクリート表層から5cmに配置した<sup>2,3)</sup>。

### 2.3 試験結果

100ℓの可傾式ミキサを用いて180秒/バッチで約250ℓの速硬軽量コンクリートを約60分で打込み、養生は屋外（5～10℃）で行った。材齢1日時点でひび割れ発生が確認された。材齢2日のひび割れ発生状況を図-1に示す。最大ひび割れ幅は0.25mmであった。

表-1 速硬軽量コンクリートの配合

水結合材比 (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )		
	水	パウダー	粗骨材
32.5	183	394	412

表-2 速硬軽量コンクリートの性状

試験項目	測定値	
スランプ (cm)	22.5	
空気量 (%)	2.5	
練上り温度 (°C)	21	
硬化時間 (分)	55	
圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	3hr	27.0
	1d	40.7
	7d	50.9
	28d	54.6

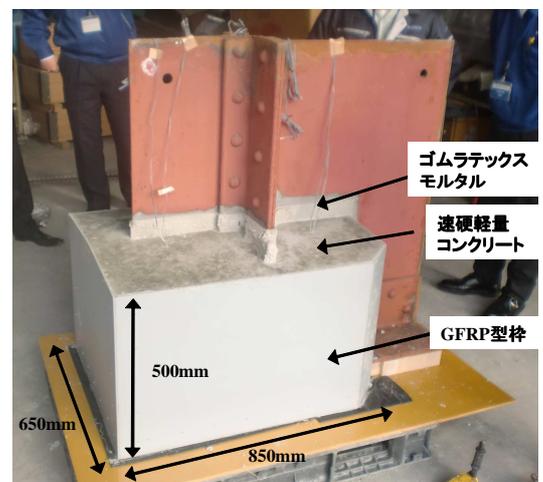


写真-1 実物試験体の概要

キーワード 鋼鉄道橋、複合構造化、速硬軽量コンクリート、ゴムラテックスモルタル、ひび割れ

連絡先 〒105-6116 東京都港区浜松町2-4-1 川崎重工業(株) TEL 03-3435-2058

### 3. ひび割れ原因確認試験

#### 3.1 試験概要

実物大試験にて発生したひび割れの原因を確認するために実物大試験体の約 1/4 の形状の試験体を用いてひび割れ発生の原因確認試験を行った。試験体の形状・寸法は、図-2 に示すように 300mm(幅)×450mm(長さ)×400mm(高さ)の木製型枠に、表-1 の速硬軽量コンクリートを打設した。側面の2面にゴムラテックスモルタルを約 5mm 吹き付けた厚さ 6mm の鋼板を設置した。測定項目は、平面中央の高さ方向3箇所(上:上面から 2cm, 中:中央, 下:底面から 2cm)に熱電対を設置してコンクリートの内部温度, 打込み面に約 2 時間半後にひずみゲージを貼り付けて表面のひずみ, 材齢 1 日に表面のひび割れ幅・長さをクラックスケールとメジャーを用いて測定した。材料温度を 20℃とし, 環境温度 5℃の試験室でコンクリートの練り混ぜと養生を行った。

#### 3.2 試験結果

図-3 に材齢 1 日のひび割れ発生状況を示す。材齢 1 日の時点で最大ひび割れ幅 0.3mm のひび割れが発生した。

図-4 にコンクリートの内部温度とコンクリート表面のひずみを示す。コンクリートの内部温度は, コンクリート打込み終了後から急激に上昇し, 約 2 時間で最高温度に達した。最高温度は, 上部, 中央部, 下部でそれぞれ 39.4℃,52.4℃,49.8℃となり, 上部と中央部の温度差は約 13℃であった。試験は, 環境温度 5℃で行っており, 表層部の温度はさらに低いと想定され, 温度差は大きいと考えられる。表面のひずみは, コンクリート打込み後約 10 時間経過した時点で急激に増加が確認され, この時点でひび割れが発生したと考えられる。鋼板に吹き付けたゴムラテックスモルタルと速硬軽量コンクリートの付着により温度下降時の体積変化が拘束された結果, ひび割れが発生したものと考えられる。

#### 4. まとめ

供用中の既設鋼橋の支点部の部分複合構造化補修工法ではゴムラテックスモルタルの付着により, 鋼材と速硬軽量コンクリートを一体化している。このような拘束状況下で自己発熱の大きい速硬軽量コンクリートを使用する場合, 温度ひび割れが発生する可能性があるため, この対策が必要である。

#### 【参考文献】

- 1)谷口望,半坂征則,小出宜央,大垣賀津雄,大久保藤和,佐伯俊之:施工性を考慮した鋼鉄道橋の複合構造化に関する研究,土木学会構造工学論文集 Vol.57A, 2011.3
- 2)大久保ほか:既設鋼橋への部分複合化補修工法の提案,土木学会第66回年次学術講演会,CS-2, pp17-18, 2011
- 3)佐竹ほか:既設鋼橋への部分複合化補修工法の適用に関する材料試験,土木学会第66回年次学術講演会,CS-2, pp19-20, 2011

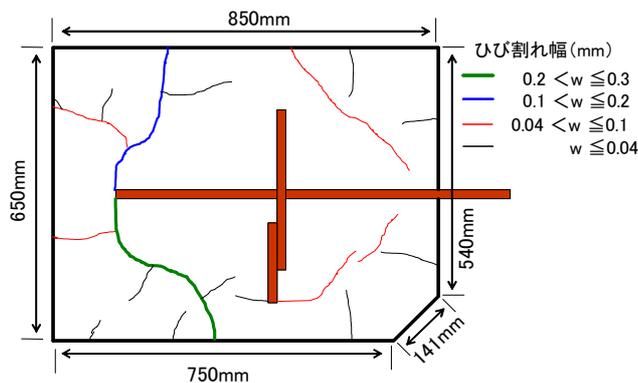


図-1 ひび割れ発生状況

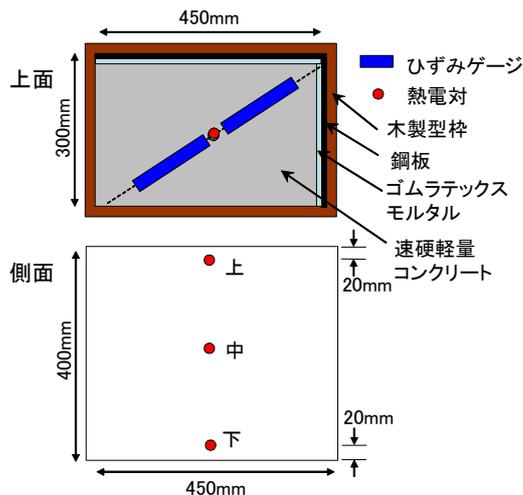


図-2 試験体概要

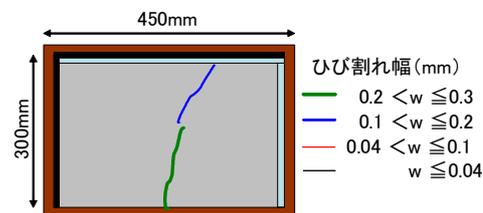


図-3 ひび割れ発生状況

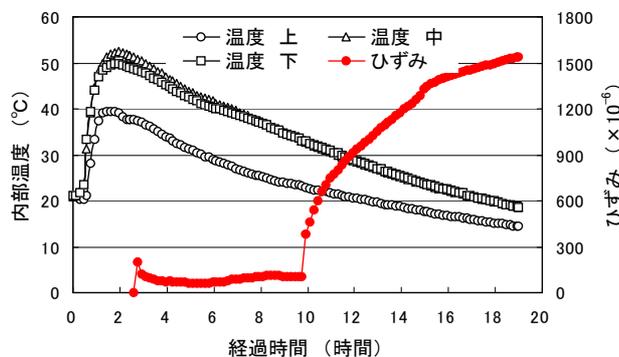


図-4 内部温度と表面ひずみ