

高温の鋼材がコンクリートとの界面に及ぼす影響の一考察

日本車輛製造株式会社 正会員 ○吉嶺建史, 神頭峰磯, 山田真衣 非会員 吉田幸司
宮崎大学 学生会員 小島大翔 正会員 李春鶴

1. はじめに

鋼とコンクリートを組合せた構造は、鋼コンクリート複合構造物や鋼製型枠構造などがある。これらの構造物は、一般的な RC コンクリート構造物より耐久性が高くなることや施工の簡略化に繋がるため、これまでに多く採用されている。しかしながら、これらの構造物は、鋼材面とコンクリート面が接触する界面が存在し、暑中環境において鋼材面の温度が過度に上昇することにより、コンクリート打込み後の鋼材面と界面を形成するコンクリート表面の品質の変化が懸念される。

本報では、高温状態の鋼板にコンクリートを打込んだ場合の界面のコンクリートの品質変化について、鋼コンクリート複合構造を模擬した供試体により、界面コンクリートの結晶構造の違いを実験的に検討した結果を述べる。

2. 実験概要

2-1. 鋼製型枠および供試体

実験に使用する供試体は、鋼コンクリート複合構造物を模擬するため、図-1 に示すような厚さ 8mm の底板上に 65mm×65mm×6mm の L 形鋼を M8 ボルトで固定した鋼製型枠とした。この鋼製型枠の底板の下側には、温度コントローラー付きのシリコンラバーヒーターを設置し、加温できる構造とした。また、鋼製型枠の冷却が必要な場合は、恒温槽を使用して鋼製型枠の温度制御を行った。なお、鋼製型枠表面は、無機ジンクリッチペイントを目標膜厚 30μm で塗装しており、この鋼製型枠で作製されるコンクリート供試体の寸法は、幅 300mm×長さ 300mm×厚さ 65mm である。

2-2. コンクリートの配合

実験で使用したコンクリートは、水結合材比が 52%の膨張コンクリートであり、セメントは普通ポルトランドセメント、粗骨材および細骨材は石灰石、膨張材は 20 型のエトリンガイト石灰複合系を使用した。コンクリートの配合を表-1 に、フレッシュ性状および硬化性状を表-2 に示す。

2-3. 実験方法

実験は、鋼製型枠の温度をコンクリート打込みまで一定になるように制御し、打込み直前に温度制御を止めてコンクリートを打込んだ。鋼製型枠の温度は、鋼製型枠上面の中央部に熱電対を設置して、1 分ごとに温度変化を記録した。なお、コンクリートの打込みは、室温 20℃で行い、鋼製型枠の温度は、5℃、40℃、80℃の 3 種類で、N 数を 1 とした。コンクリート打込み後の供試体は、封かん養生を行い、翌日に型枠を脱型し、コンクリートは 20℃、60%RH の室内において静置した。その後、走査電子顕微鏡（以下、SEM）で型枠面のコンクリートの結晶構造を観察するため、鋼製型枠面側のコン

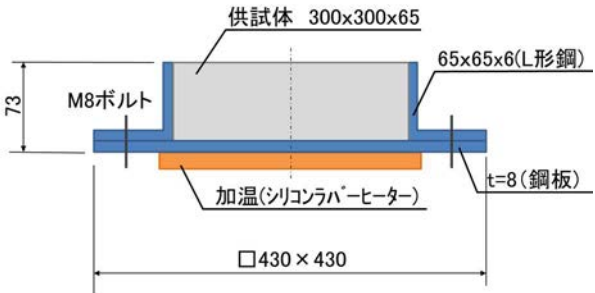


図-1 鋼製型枠概要

表-1 コンクリートの配合

W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m³)					
		W	C	E	S	G	AE
52	39	165	300	20	725	1142	2

表-2 コンクリートの性状

	フレッシュ性状		硬化性状	
	スランプ (cm)	空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm²)	膨張率 (×10⁶)
測定値	10.1	4.0	52	170
備考			材齢28日	材齢7日

キーワード 複合構造物, 暑中コンクリート, 界面, 結晶構造
連絡先 〒475-0831 愛知県半田市 11 号地 20 番地
日本車輛製造株式会社 輸機・インフラ本部 技術計画室 TEL0569-47-6163

クリート表面を切削して、SEM の観察用サンプルを採取して観察した。

3. 実験結果

3-1. 界面の温度変化

鋼とコンクリートの界面の温度変化を図-2 に示す。供試体の寸法が小さいため、コンクリート打込み後は急激に温度が下がり、その後、室温に向かって漸近していく傾向がみられる。各水準のコンクリート打込み後から 10 分後の界面の温度は、鋼板温度 80℃が 48.2℃、鋼板温度 40℃が 30.1℃、鋼板温度 5℃が 16.5℃となっており、打込み開始前の鋼板温度との温度差は順に-30℃程度、-10℃程度、+10℃程度であった。また、鋼板温度 80℃の場合は、コンクリートの凝結が 40℃近くの高温度状態で始まることが想定される。

3-2. 界面コンクリートの結晶状態

SEM により鋼材との界面のコンクリート表面を撮影した結果を図-3 から図-5 に示す。なお、撮影倍率は、3,000 倍であり、コンクリートの材齢は 159 日であった。

図-5 に示す鋼板温度 5℃の場合、板状のような結晶が比較的均一に多く存在している。これは、打込み時の界面温度は 5℃であったが、打込み直後に標準温度の 20℃に近くなり、標準的な水和反応をしたと想定される。また、打込み時からの温度変化も 10℃程度と小さく、急激な温度変化は受けていない。

図-4 に示す鋼板温度 40℃の場合の結晶構造も 5℃の場合と同様に板状の結晶構造が比較的均一的に多く存在している。打込み時からの温度変化も-10℃程度と少なく、コンクリートの凝結始発時の温度は 25℃程度であることが想定され、鋼板温度 5℃の場合と同様に標準的な水和反応をしたと推察される。

一方、鋼板温度 80℃では、鋼板温度 5℃や 40℃の場合より初期の温度変化が大きく、その後のコンクリート温度も高い。図-5 に示すコンクリートの結晶構造は、鋼板温度 5℃や 40℃のものより結晶構造が粗くなり、粒径も小さくなった。このことから、凝結前においてもコンクリートが一時的に高温または大きな温度変化を受けると、その後のコンクリートの凝結に影響を与える可能性があることを示唆していると推察される。

4. まとめ

今回の実験では、鋼板温度の違いによる鋼板接触面のコンクリートの結晶構造を調べた。その結果、鋼板温度 80℃の場合は、鋼板温度 5℃や 40℃と比較して、温度変化が大きく、凝結開始時の温度も高いことが判った。また、コンクリートの結晶構造は、鋼板温度 80℃の場合は、粒径も小さく結晶も粗いことから、高温や温度変化の影響を受けたと推察される。

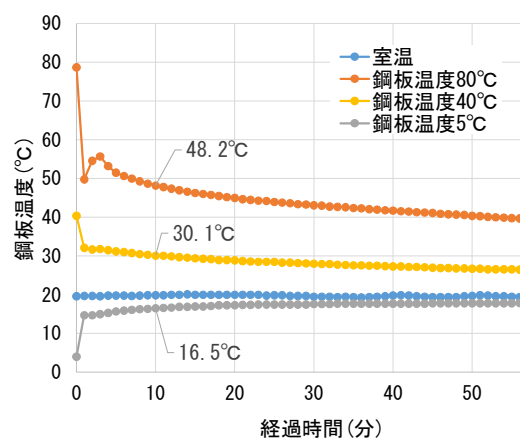


図-2 界面の温度変化

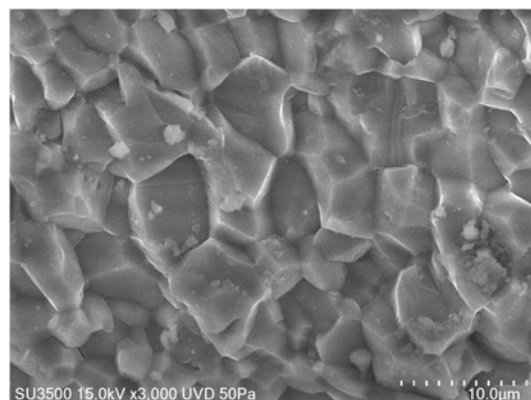


図-3 5℃の場合のコンクリート結晶構造

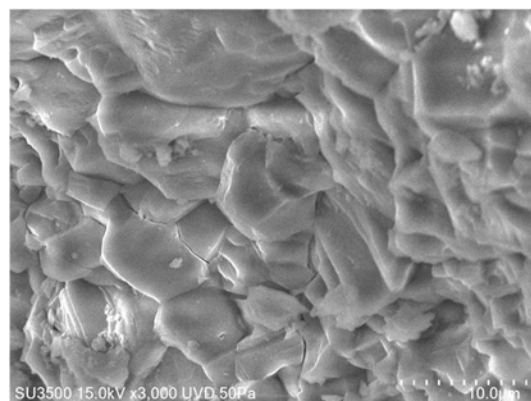


図-4 40℃の場合のコンクリート結晶構造

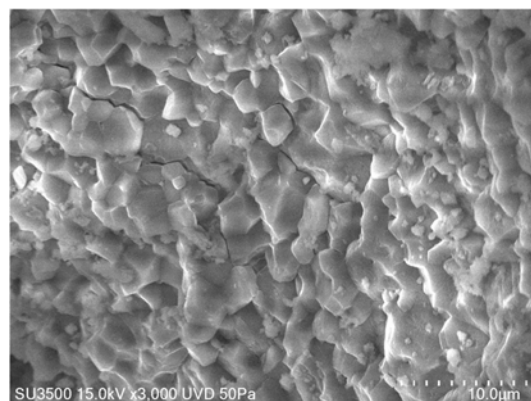


図-5 80℃の場合のコンクリート結晶構造