



高炉スラグ微粉末を用いた環境配慮型コンクリートの開発

Environmentally Considerate Concrete Incorporating Ground Granulated Blast-furnace Slag

河野政典* 赤星博仁** 伊藤 淳**
Masanori Kono, Hiroto Akahoshi, Atsushi Ito

研究の目的

近年、環境負荷低減の観点から、セメントの一部を製鉄産業の副産物である高炉スラグ微粉末（以下、BF）に置き換えてCO₂の発生量を抑えるコンクリートが着目されている。そこで、普及展開が進めやすい一般流通するBFを用い、それをレディーミクストコンクリート工場で混入し製造する環境配慮型コンクリートの開発に着手した。実適用に向けてはコンクリートの調合設計、施工方法のマニュアル整備が必要となるため、コンクリートの諸性状を把握するための室内実験、および現場適用を想定したフレッシュコンクリート性状の時間変化や、構造躯体に打ち込まれたコンクリートの強度特性を確認するための実機実験を行い、各種のデータを収集した。そして実験結果を踏まえ、実建物への適用を試みた。

研究の概要

開発目標としたコンクリートの仕様を表-1に示す。BFの使用率は10~70%とし、使用率に応じて3クラスに分けた。設計基準強度は普通コンクリートの強度範囲である18~36N/mm²とした。

室内実験では、BF使用率を主な実験因子とし、コンクリートの諸性状について試験を行った。その試験結果は表-2のとおりである。A種クラスは普通ポルトランドセメント調合と同等、B種およびC種については耐久設計基準強度などの設定により所定の品質が確保されることを確認した。

実機実験は、3か所のレディーミクストコンクリート工場で標準期、夏期、冬期に実施した。その結果、練上がりから現場荷卸し60分を想定したフレッシュ性状は所定の品質を満足し、通常のコンクリートと同様の取扱いが可能で、現場適用可能であることが確認できた。また、調合設計で必要となる強度算定式には、工場が運用する普通ポルトランドセメントまたは高炉セメントB種の強度算定式を利用でき、構造体強度補正值 $28S_{91}$ には、図-1に示す通り、建設省告示第1102号およびJASS5の標準値である3または6N/mm²を用いることが可能であることを確認した。

室内実験、および実機実験の結果を踏まえ、当社技術研究所（茨城県つくば市内）の室内環境実験棟の基礎・地中梁に、BF使用率70%で調合管理強度が36N/mm²のコンクリートを272m³打設した。受入れ試験におけるスランプ、空気量とも管理値を満足し、材齢28日強度はいずれも調合管理強度を満足した。

表-1 開発目標としたコンクリートの仕様

BFの使用率とクラス分け	A種クラス：10%以上、30%以下 B種クラス：30%超、60%以下 C種クラス：60%超、70%以下
使用するBF	高炉スラグ微粉末4000（JIS A 6206 適合品）
設計基準強度	18~36N/mm ²
計画供用期間の級	短期、標準、長期

表-2 室内実験のまとめ

項目	クラス・BF使用率 (%)					
	A種		B種		C種	
	10	20	30	45	60	70
ブリーディング	-	同等	-	-	-	減少
凝結時間	-	同等	-	-	-	遅延
凝結時間(低温)	-	同等	-	-	-	著しく遅延
温度上昇量	-	-	-	-	-	減少
圧縮強度	7日	BF使用率の増加に伴い低下				
	28日	同等	BFの増加に伴い低下			
	91日	同等	BFの増加に伴い低下			
静弾性係数	同等					
乾燥収縮	-	同等	-	-	-	同等
中性化抵抗性	BF使用率の増加に伴い低下					
耐凍害性	-	同等	-	-	微低	低下

*表内は、BF未使用(普通ポルトランドセメント調合)と比較した場合の性状を示す。

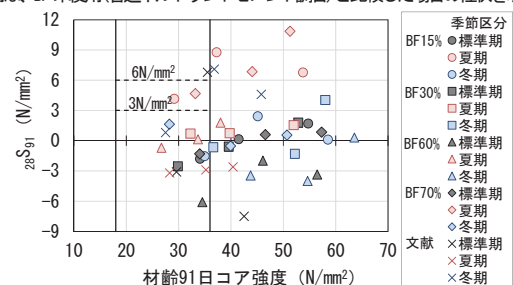


図-1 材齢91日のコア強度と構造体強度補正值 $28S_{91}$

研究の成果

室内実験、および実機実験の結果から、コンクリートの調合、製造、および施工に必要なデータを得て、BFの使用率が10~70%の範囲における環境配慮型コンクリートの調合設計・施工マニュアルを整備した。そして、現場適用性を実証するため、BF使用率70%のコンクリートを実建物の基礎・地中梁に272m³打設した。本適用では普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートに対して、61%のCO₂発生量の削減効果となった。

※室内実験、および実機実験は、青木あすなろ建設、浅沼組、安藤ハザマ、熊谷組、鴻池組、五洋建設、銭高組、鉄建建設、東急建設、東洋建設、長谷エコーポレーション（主査）、矢作建設工業、および奥村組の13社で組織された「CELBIC研究会」において実施したもので、この研究会で調合設計・施工マニュアルを整備し、日本建築総合試験所より建設材料技術性能証明を取得している。

*技術研究所企画・管理グループ **技術研究所建築研究グループ