

高炉スラグ高含有セメントを用いたコンクリートの長期耐久性に関する一考察

A Study on the Long-term Durability of High-Volume Blast-Furnace Slag Blended Cement Concretes

倉田 和英 橋本 学 坂井 吾郎

Kazuhide Kurata, Manabu Hashimoto and Goro Sakai

研究の背景と目的

地球温暖化問題に対して各国でCO₂の削減目標を掲げ、様々な省エネルギーに関する取組みが実施されている。当社ではセメント製造時に発生するCO₂を6割以上削減できる高炉スラグ高含有セメント (ECM) に関する技術を保有しており、持続可能な社会の構築に貢献すべく、このような環境配慮型材料の普及に向けた取組みを鋭意行っている。一方で、高炉スラグ微粉末 (以下、BFS) を高含有したセメントは、コンクリート内部の鉄筋腐食の要因となる中性化の進行が速くなる懸念があり、耐久性に関する検討が必要だとされている。そこで、本報では、実環境におけるBFSを高含有した高炉セメントを使用したコンクリートの耐久性を適切に評価することを目的として、41年間屋外環境に暴露した高炉スラグ高含有セメントを用いたコンクリートの諸物性について各種分析を実施した。

研究の成果と活用

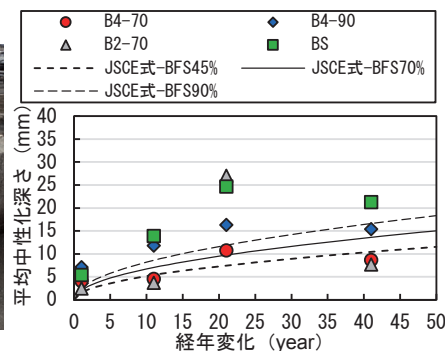
暴露試験体には、結合材として比表面積と置換率の異なるBFSを高含有したセメント、および二水セッコウを多量に混和した高硫酸塩セメントを用いた。左下の表にそれぞれのBFSを高含有したセメントの内訳を、下の写真に試験体の暴露状況を示す。また、右下の図は、各結合材を用いたコンクリートにおける中性化深さの経年変化を示したものである。普通ポルトランドセメントを30%含有している場合 (B4-70) において、暴露41年目の中性化深さは10mm以下と小さく、実環境下における中性化の進行は比較的に緩やかに進行するものと考えられた。また、その場合は、コンクリートの未中性化領域において、pHを高アルカリ性に維持する働きがあるCa(OH)₂が残存し、鉄筋防食効果を有することが期待された。本研究により得られた結果を踏まえると、BFSを高含有したセメントを用いた場合でも、普通ポルトランドセメントを30%含有している場合では、実構造物に適用可能であることが示唆された。

結合材	普通ポルトランドセメント (wt.%)	高炉スラグ微粉末		刺激剤 (wt.%)
		比表面積 (cm ² /g)	置換率 (wt.%)	
B4-70	30	3860	68.5	1.5 (CaCl ₂)
B4-90	10	3860	88.5	1.5 (CaCl ₂)
B2-70	30	2000	68.5	1.5 (CaCl ₂)
BS	2	3860	85.0	13.0 (CaSO ₄ ・H ₂ O)



高炉スラグ高含有セメントの混合割合および試験体の暴露状況

Replacement Ratios of the Binders and Appearance of the Exposure Test Specimens



中性化深さの経年変化

Changes in Carbonation Depth with Exposure Age

研究手法

実環境にて、BFSを70~90%と高含有した高炉セメント、および二水セッコウを13%混和した高硫酸塩スラグセメントを使用した水結合材比50%程度のコンクリートにおいて長期暴露試験を実施しており、65×65×47cmのコンクリートブロックから採取したコア試験体をそれぞれの試験に供した。測定項目は、基礎物性として圧縮強度、静弾性係数、中性化深さを測定した。また、中性化部と未中性化部において、セメント硬化体の物理的特性としてピッカース硬度および細孔径分布、さらに、長期的な水和物の変質について検討する目的で、TG-DTAによるCa(OH)₂の定量、XRDによるセメント水和物の同定、FT-IRによるC-S-Hに関する結合の変化について測定を実施した。