

コンクリートの物性に及ぼす高炉スラグ骨材の種類の影響

岡山大学大学院 学生会員 ○沖花 智之
岡山大学大学院 正会員 藤井 隆史
JFE スチール(株) 正会員 高橋 克則
岡山大学大学院 フェロー 綾野 克紀

1. はじめに

環境保全の観点から、天然骨材の採取が規制され、良質なコンクリート用骨材の入手が困難になり、新たなコンクリート用骨材の開発が必要となっている。高炉スラグは、高炉で銑鉄を製造する際に発生する副産物で、年間約 2,400 万トン発生している。高炉スラグは、熔融状態のスラグを高圧水で急激に冷却した水砕スラグと冷却ヤードで自然冷却した徐冷スラグに大別される。水砕スラグはセメントの原料に、徐冷スラグは路盤材に、その多くが利用されている¹⁾。本研究では、種々の高炉スラグを細骨材に用いたコンクリートの圧縮強度、静弾性係数、耐硫酸性および乾燥収縮ひずみを調べ、コンクリートに及ぼす影響を確認した。

2. 実験概要

細骨材には、硬質砂岩砕砂、石灰岩砕砂、A 製鉄所で製造された高炉水砕スラグ A と B 製鉄所で製造された高炉水砕スラグ B および高炉徐冷スラグ N を用いた。高炉水砕スラグ A は、典型的な高炉スラグ細骨材の物性である。一方、高炉水砕スラグ B は、比較的高吸水で粗粒である。粗骨材には、硬質砂岩砕砂を用いた。実験に用いた骨材の物性を表 1 に示す。コンクリートは、水セメント比が 35%および 60%のものを用いた。単位水量を 175kg/m³、細骨材率を 45%で一定の条件で配合を決定した。硫酸浸漬試験には、φ100×200mm の円柱供試体を用いた。供試体は、材齢 7 日間水中養生を行った後、質量パーセント濃度で 5%の硫酸に、所定の期間浸漬させた後、湿式カッターで切断し、フェノールフタレイン溶液を噴霧し、切断面の呈色域の直径を測定して侵食深さを求めた。乾燥収縮ひずみは、JIS A 1129-2 附属書 A (参考)に従って行った。

3. 実験結果および考察

図 1 および図 2 は、それぞれ、種々の細骨材を用いた水セメント比が 35%および 60%のコンクリートの圧縮強度の経時変化を示したものである。高炉水砕スラグ A を用いたコンクリートの圧縮強度は、硬質砂岩砕砂を用いたものに比べて大きくなるのが分かる。一方、高炉水砕スラグ B および高炉徐冷スラグ N を用いたものは、石灰岩砕砂を用いたものと同程度であることが分かる。図 3 は、種々の細骨材を用いたコンクリートの圧縮強度と静弾性係数の関係を示したものである。高炉スラグを細骨材に用いたコンクリートの圧縮強度と静弾性係数の関係は、硬質砂岩砕砂を用いたものと同程度であることが分かる。図 4 は、種々の細骨材を用いたコンクリートの侵食深さの経時変化を示したものである。高炉スラグを細骨材に用いたコンクリートは、硬質砂岩砕砂を用いたコンクリートに比べて、耐硫酸性が向上することが分かる。図 5 および図 6 は、種々の細骨材を用いた水セメント比が 35%および 60%のコンクリートの乾燥収縮ひずみの経時変化を示したものである。図 5 および図 6 より、高炉水砕スラグを細骨材に用いたコンクリートの乾燥収縮ひずみは、石灰岩砕砂を用いたものと同程度、もしくは小さくなるのが分かる。

4. まとめ

高炉水砕スラグを細骨材に用いたコンクリートは、乾燥収縮ひずみおよび耐硫酸性が改善される。とくに、吸水率の低い高炉水砕スラグを用いたコンクリートは、乾燥収縮ひずみおよび耐硫酸性のみならず、圧縮強度および静弾性係数も高くなる傾向にある。一方、高炉徐冷スラグを細骨材に用いたコンクリートの耐硫酸性は、砕砂を用いたものより高く、圧縮強度、静弾性係数および乾燥収縮ひずみは砕砂と同程度である。

表1 骨材の表乾密度および吸水率

種類			表乾密度(g/cm ³)	吸水率(%)	粗粒率
細骨材	高炉徐冷スラグ	N	2.68	4.43	3.15
	高炉水砕スラグ	A	2.79	0.64	2.15
		B	2.73	2.61	3.78
	石灰岩			2.62	2.01
粗骨材	硬質砂岩		2.65	1.70	3.15
			2.74	0.49	7.28

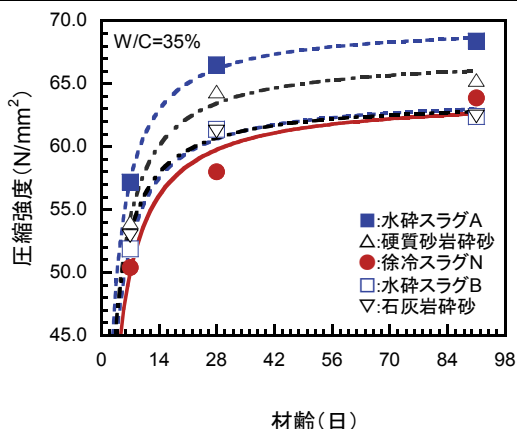


図1 圧縮強度試験の結果(W/C:35%の場合)

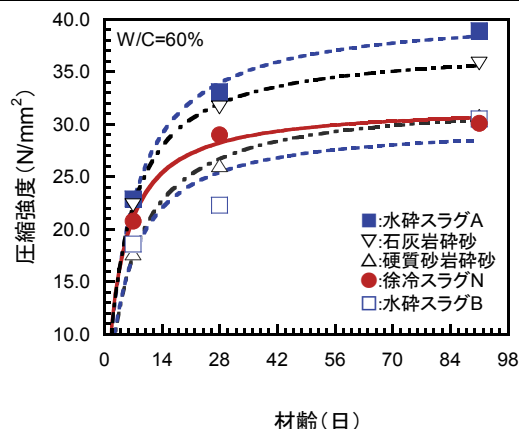


図2 圧縮強度試験の結果(W/C:60%の場合)

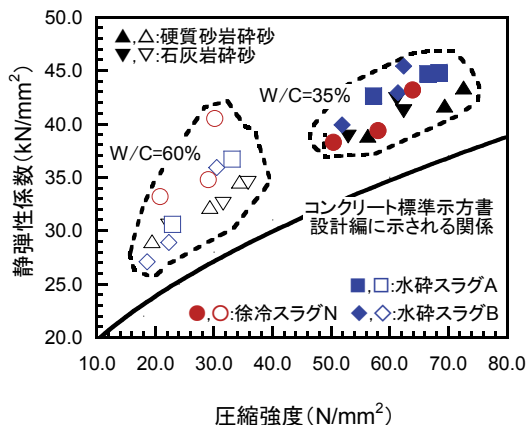


図3 圧縮強度と静弾性係数の関係

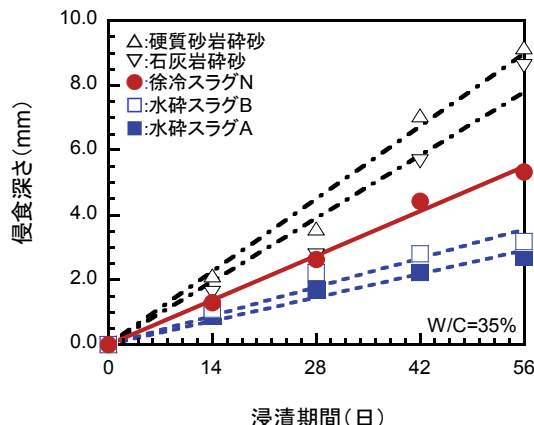


図4 耐硫酸浸漬試験の結果

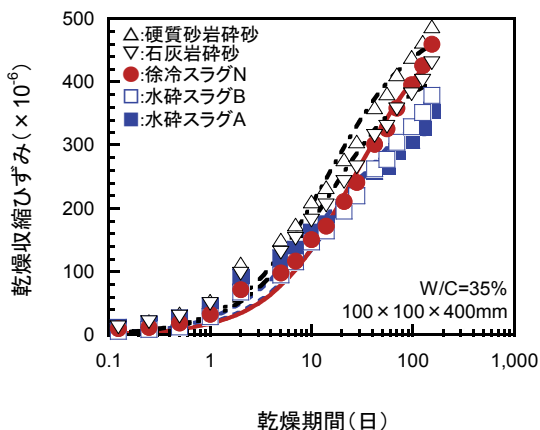


図5 乾燥収縮ひずみの測定結果(W/C:35%の場合)

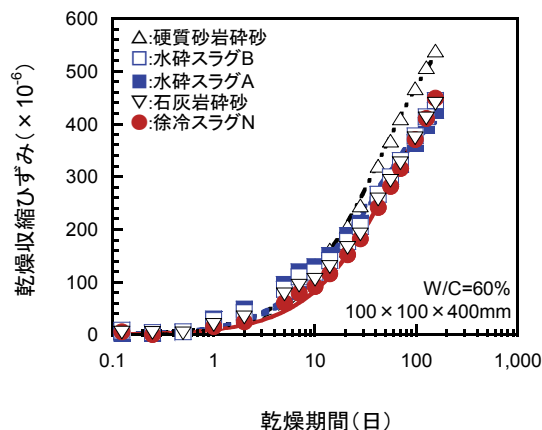


図6 乾燥収縮ひずみの測定結果(W/C:60%の場合)

参考文献

- 1) 鉄鋼スラグ協会：鉄鋼スラグ統計年報（平成23年度実績），2012.7