

鉄鋼スラグ水和固化体の性能に及ぼす細骨材の種類の影響

岡山大学 正会員 ○藤井 隆史

岡山大学 正会員 綾野 克紀

岡山大学 フェロー 阪田 憲次

1. はじめに

鉄鋼スラグ水和固化体は、鉄鋼製造工程で発生する副産物を用いて製造される建設材料である¹⁾。鉄鋼スラグ水和固化体は、コンクリート用材料としての使用実績が低い製鋼スラグを用いることに特色があり、大量の産業副産物を有効利用できる環境負荷低減型材料として期待されている。本論文は、鉄鋼スラグ水和固化体の性能に及ぼす細骨材の種類の影響を調べたものである。細骨材に高炉スラグを用いることで、鉄鋼スラグ水和固化体の性能が改善されることを示す。

2. 実験概要

結合材には、普通ポルトランドセメント（密度: 3.15g/cm³, ブレーン値: 3,300 cm²/g）、JIS A 6206: 1997 に規定される高炉スラグ微粉末 4000（密度: 2.89g/cm³）および JIS A 6201: 1999 に規定されるフライアッシュ II 種（密度: 2.20g/cm³）も用いた。また、アルカリ刺激材として、石灰集塵微粉末（密度: 3.14g/cm³, 平均粒径: 10μm）を用いた。細骨材には、製鋼スラグ細骨材（密度: 3.16g/cm³, 吸水率: 6.54%）、高炉スラグ細骨材（密度: 2.81g/cm³, 吸水率: 0.36%）および川砂（密度: 2.61g/cm³, 吸水率: 1.80%）を用いた。粗骨材には、製鋼スラグ粗骨材（密度: 3.07g/cm³, 吸水率: 5.57%）および碎石（密度: 2.74g/cm³, 吸水率: 0.59%）を用いた。混和剤には、ポリカルボン酸系高性能減水剤および消泡剤を用いた。中性化試験は、温度が 30.0±1.0℃で、相対湿度が 60±5%で、CO₂ 濃度が 20.0±1.0%の条件で行った。耐硫酸性試験では、供試体を、質量パーセント濃度で 5%の硫酸に浸漬させ、7 日毎に水で洗浄し、劣化した箇所を除去した後、質量を測定した。

3. 実験結果および考察

図 1 は、コンクリートの材齢 28 日における圧縮強度と骨材中に含まれる水分量 $\Delta\omega$ を考慮した結合材水比 $B/(W+\Delta\omega)$ の関係を示したものである。骨材中に含まれる水分量 $\Delta\omega$ を考慮した結合材水比 $B/(W+\Delta\omega)$ を用いると、骨材の種類に関わらず、圧縮強度と $B/(W+\Delta\omega)$ との間に線形関係が成り立つことが分かる。図 2 は、セメント結合材比が中性化速度係数に及ぼす影響を示したものである。この図より、同じセメント結合材比においては、鉄鋼スラグ水和固化体の方が普通コンクリートに比べ中性化速度係数が大きいことが分かる。また、いずれのコンクリートにおいても、セメント結合材比が大きくなるにつれ、中性化速度係数が小さくなっている。図 3 は、製鋼スラグ骨材のアルカリ性が、鉄鋼スラグ水和固化体の中性化に及ぼす影響を示したものである。ただし、鉄鋼スラグ水和固化体のセメント結合材比は 10%である。なお、炭酸ガスによって中性化させた製鋼スラグ骨材は、フェノールフタレイン溶液を噴霧し、赤紫色に変化しないことを確認している。この図より、中性化させた製鋼スラグ骨材を用いたものは、アルカリ性の製鋼スラグ骨材を用いたものよりも中性化の進行が速いことが分かる。また、粗骨材を中性化させたものを用いた場合よりも、細骨材を中性化させたものを用いたものの方が、中性化の進行が速い。図 4 は、細骨材の種類がコンクリートの中性化に及ぼす影響を示したものである。細骨材に吸水率の小さい高炉スラグを用いることで、いずれのコンクリートの中性化も進行が遅くなることが分かる。高炉スラグのアルカリ性は、製鋼スラグに比べて高いものではない。従って、骨材のアルカリ性がコンクリートの中性化に及ぼす影響よりも、吸水率の影響の方が大きいものと思われる。図 5 は、普通コンクリートの耐硫酸性にセメント結合材比が及ぼす影響を示したものである。セメント結合材比が大きいものほど、質量損失が大きい。図 6 は、骨材の種類が硫酸による質量変化に及ぼす影響を示したものである。

キーワード 鉄鋼スラグ水和固化体, 製鋼スラグ, 高炉スラグ細骨材, 圧縮強度, 中性化, 耐硫酸性

連絡先 〒700-8530 岡山市津島中 3-1-1 岡山大学大学院環境学研究科 TEL 086-251-8920

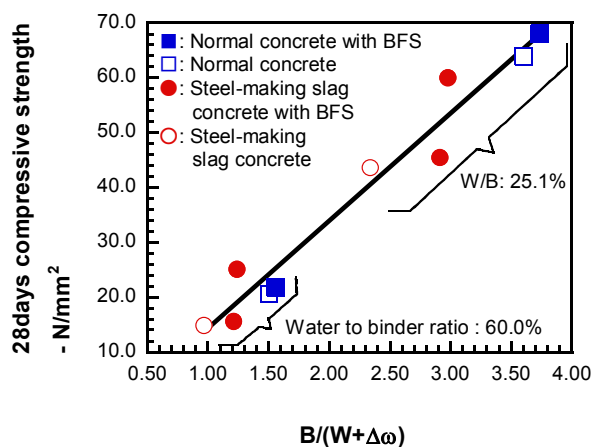


図1 結合材水比と28日圧縮強度の関係

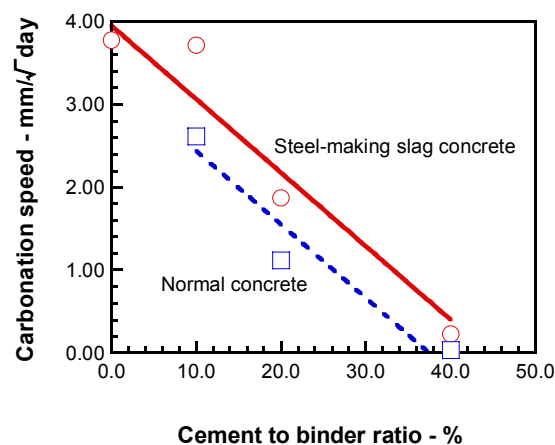


図2 セメント結合材比と中性化速度の関係

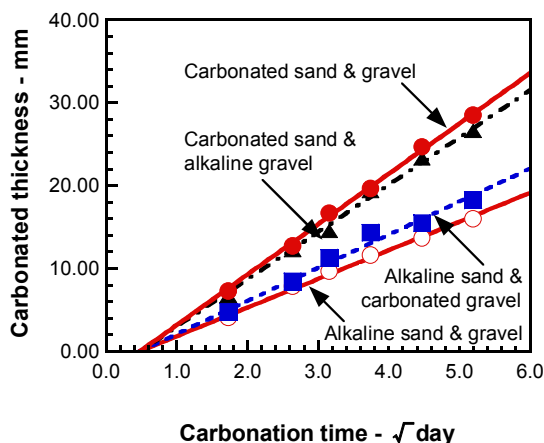


図3 製鋼スラグのアルカリ性が中性化に及ぼす影響

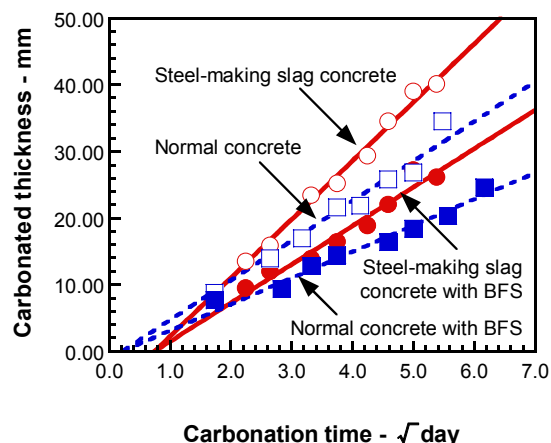


図4 骨材の種類が中性化に及ぼす影響

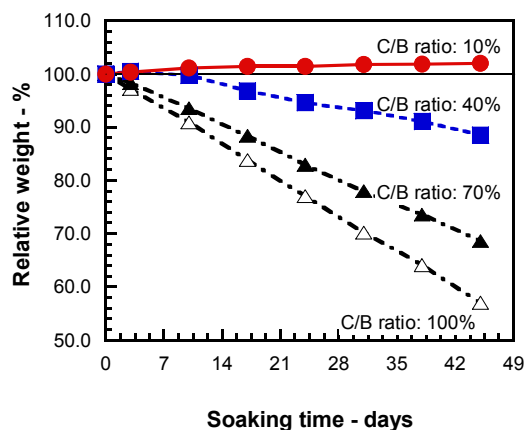


図5 普通コンクリートの耐硫酸性

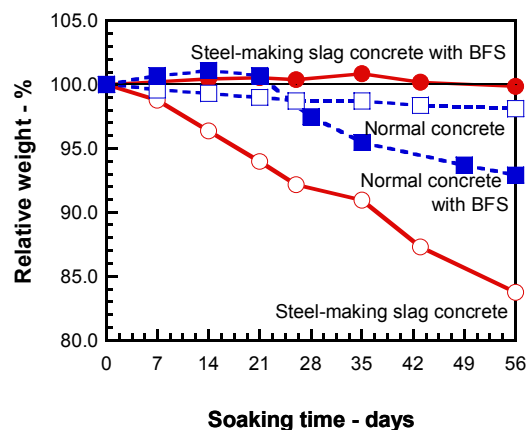


図6 骨材の種類が耐硫酸性に及ぼす影響

細骨材に高炉スラグを用いた鉄鋼スラグ水和固化体は、硫酸による質量変化が小さいことが分かる。

4. まとめ

鉄鋼スラグ水和固化体は、普通コンクリートに比べ、圧縮強度は小さく、耐久性に劣る。しかし、細骨材に高炉スラグを用いることで鉄鋼スラグ水和固化体の中性化および耐硫酸性は改善される。また、圧縮強度においても、耐久性と比べると大きな効果はないが、製鋼スラグを用いたものに比べて劣るものではない。

参考文献

- 1) 沿岸開発技術研究センター：鉄鋼スラグ水和固化体技術マニュアルー製鋼スラグの有効利用技術ー，沿岸開発技術ライブラリー，No. 16，pp. 69-112，2003. 3