

高炉スラグを用いたコンクリートの鋼材腐食に関する研究

岡山大学大学院 学生会員 ○中山 敦郎
岡山大学大学院 正会員 藤井 隆史
岡山大学大学院 フェロー 綾野 克紀

1. はじめに

コンクリート中の鋼材の発生限界塩分量は、セメントの種類や配合によって異なると言われており、2012年制定コンクリート標準示方書では、セメントの種類と水セメント比によって異なる値が使われるようになった。コンクリートに高炉スラグ微粉末を用いた場合、塩化物イオン浸透性は小さくなるが、コンクリート中の鋼材は少ない塩分量で腐食が発生するとも言われている。本研究では、高炉スラグを結合材もしくは細骨材に用いたコンクリートの塩化物イオン浸透抵抗性について2年間の塩水浸せき試験から検討した。また、鋼材を埋め込んだひび割れのないモルタル供試体（以降、ひび割れのない供試体とよぶ）および、あらかじめ微細なひび割れを生じさせたコンクリート供試体（以降、ひび割れ供試体とよぶ）を用いて鋼材腐食抵抗性について検討を行った。

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、ブレン値：3,350cm²/g）および高炉スラグ微粉末（密度：2.89g/cm³、ブレン値：4,150cm²/g）を用いた。細骨材には、砂岩砕砂（表乾密度：2.64g/cm³、吸水率：2.00%）および高炉スラグ細骨材（表乾密度：2.77g/cm³、吸水率：0.69%）を用いた。粗骨材には、硬質砂岩碎石（最大寸法：20mm、表乾密度：2.72g/cm³、吸水率：0.53%）を用いた。混和剤には、高性能減水剤を用いた。コンクリートの水結合材比は、35%および65%とした。塩化物イオンの見かけの拡散係数は、JSCE-G 572-2013「浸せきによるコンクリート中の塩化物イオンの見掛けの拡散係数試験方法」に準拠して測定を行った。ひび割れのない供試体は、練混ぜ直後のコンクリートからウェットスクリーニングにより採取したモルタルを使用し、40×40×140mmの供試体の中心に直径13mmの磨き丸鋼を中心に設置した。ひび割れ供試体は、内径115mmの塩ビ管内に直径13mmの磨き丸鋼を設置し、その中にコンクリートを打設した。材齢7日まで水中養生を行った後、かぶり高が25mmとなるように両端を切断した。磨き丸鋼に対して直角方向に荷重を載荷し、約0.1mmのひび割れを生じさせた。その後、材齢14日まで気中養生を行った後に試験を開始した。供試体は、温度40±2℃の槽内で、底から10mmの高さまで質量パーセントで10%の塩化ナトリウム水溶液に1ヶ月浸漬させ、その後3ヶ月乾燥させる工程を、1サイクルとして、5サイクル繰り返した時点で内部の鋼材を取り出し、腐食面積率と鋼材腐食量を測定した。

3. 実験結果及び考察

図1は、高炉スラグ微粉末が砂岩砕砂を用いたコンクリートの塩化物イオンの見掛けの拡散係数に与える影響を示したものである。高炉スラグ微粉末量が増加すると、見掛けの拡散係数が小さくなっている事が分かる。図2は、高炉スラグ細骨材の置換量が塩化物イオンの見掛けの拡散係数に与える影響を示したものである。高炉スラグ細骨材量の置換量が多くなると、見掛けの拡散係数が小さくなっている事が分かる。図3にひび割れのない供試体の鋼材腐食量と高炉スラグ微粉末量の関係を示す。砂岩砕砂を用いたコンクリートにおいて、普通ポルトランドセメントのみを用いた場合は、鋼材の全体に錆が生じていたのに対し、高炉スラグ細骨材を用いたものは錆が抑制されている。図4に結合材に普通ポルトランドセメントのみを用いたひび割れのない供試体の鋼材腐食量と高炉スラグ細骨材量との関係を示す。水結合材比が65%の場合、高炉スラグ細骨材を細骨材の1/3程度使用すれば、鋼材の腐食が抑制されている事が分かる。図5にひび割れ供試体の鋼材腐食量と高炉スラグ微粉末量の関係を示す。高炉スラグ細骨材を用いたものは、高炉スラグ微粉末量に関わらず高い腐食抵抗性を示すことが分かる。図6に結合材に普通ポルトランドセメントのみを用いたひび割れ供試体の鋼材腐食量と高炉スラグ細骨材量との関係を示す。細骨材

キーワード 高炉スラグ細骨材、高炉スラグ微粉末、見かけの拡散係数、鋼材腐食、ひび割れ

連絡先 〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1 岡山大学大学院環境生命科学研究科 TEL 086-251-8920

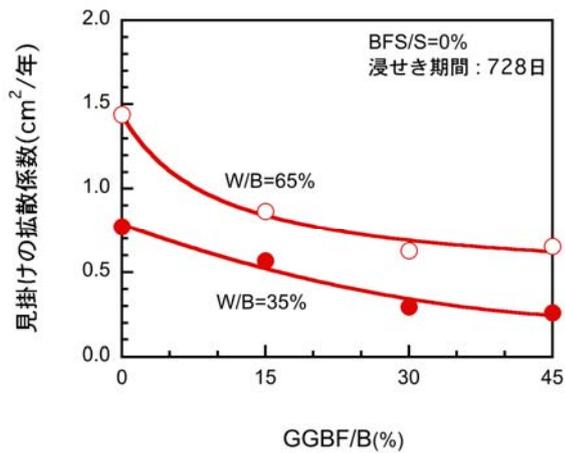


図1 高炉スラグ微粉末が塩化物イオンの見掛けの拡散係数に与える影響

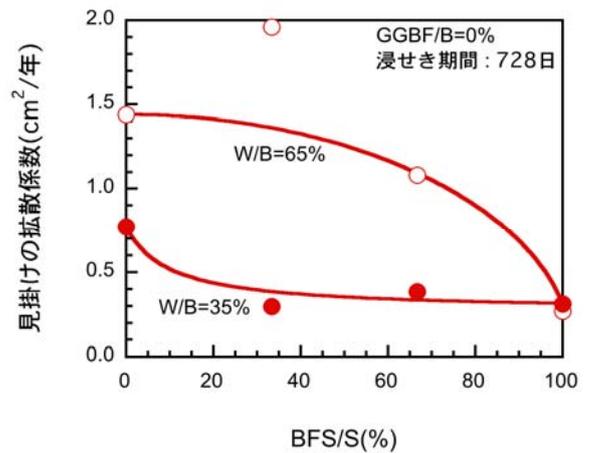


図2 高炉スラグ細骨材が塩化物イオンの見掛けの拡散係数に与える影響

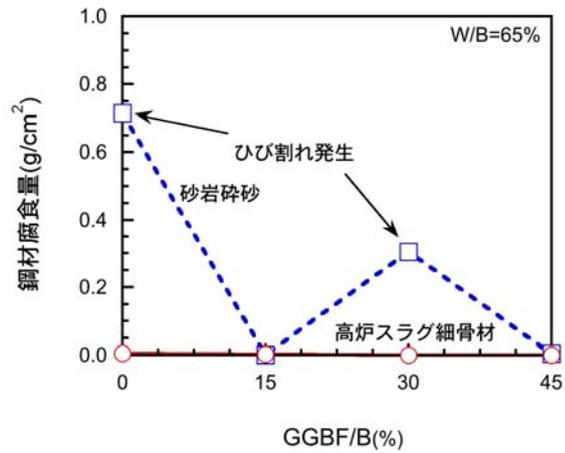


図3 ひび割れのない供試体の鋼材腐食量に高炉スラグ微粉末が与える影響

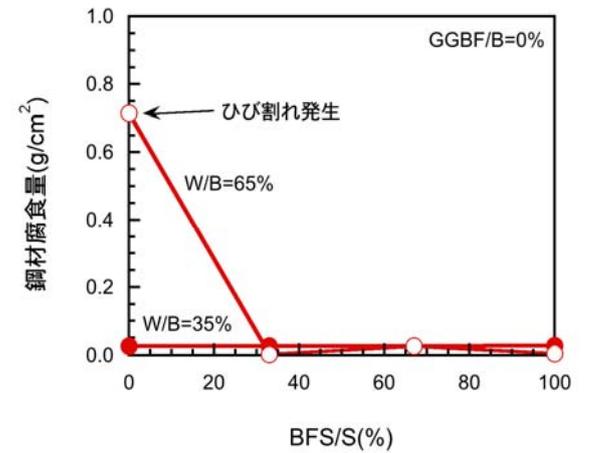


図4 ひび割れのない供試体の鋼材腐食量に高炉スラグ細骨材が与える影響

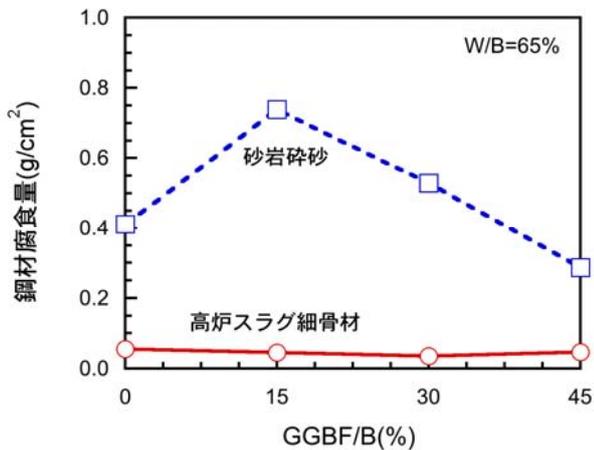


図5 ひび割れ供試体の鋼材腐食量に高炉スラグ微粉末が与える影響

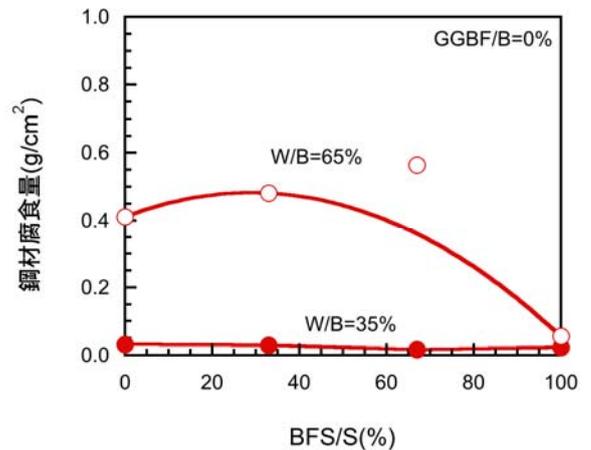


図6 ひび割れ供試体の鋼材腐食量に高炉スラグ細骨材が与える影響

の全量に高炉スラグ細骨材を用いれば、ひび割れを生じたコンクリートでも鋼材の腐食が抑制される。

4. まとめ

高炉スラグを結合材または細骨材に用いるとコンクリートの遮塩性が向上する。また、細骨材の全量に高炉スラグ細骨材を使用すれば、微細なひび割れが生じたコンクリートでも、鋼材の腐食が抑制される。

参考文献

- 1) 石田哲也, 宮原茂禎, 丸屋剛: ポルトランドセメントおよび混和材を使用したモルタルの塩素固定化特性, 土木学会論文集 E, Vol.63, No.1, pp.14-26, 2007.1