

高炉スラグ細骨材のアルカリシリカ反応抑制効果に関する研究

岡山大学大学院 学生会員 ○TRUONG NGOC TAM
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

アルカリシリカ反応は、コンクリートにひび割れを生じさせ、構造物の耐久性を低下させる劣化原因の一つである。アルカリシリカ反応を抑制するためには、総アルカリ量を少なくし、フライアッシュや高炉スラグ微粉末を使用することが有効であることが知られている¹⁾。高炉スラグ微粉末は、高炉で銑鉄を製造する際に発生する高炉水砕スラグを粉砕し微粉化したものである。高炉水砕スラグは、粒度調整を行ったものが、コンクリートの細骨材として用いることも可能である。本研究で、高炉スラグ細骨材によるアルカリシリカ反応の抑制効果について検討を行った。

2. 実験概要

本研究では、細骨材の全量に高炉スラグ細骨材（表乾密度：2.77g/cm³、吸水率：1.12%）を用い、粗骨材にアルカリシリカ反応性を有する砕石（以下、反応性砕石、表乾密度：2.64g/cm³、吸水率：1.09%）および川砂利（以下、反応性川砂利、表乾密度：2.61g/cm³、吸水率：1.34%）を用いて、高炉スラグ細骨材のアルカリシリカ反応抑制効果を検討した。なお、比較用として、アルカリシリカ反応性のない硬質砂岩砕砂（以下、砂岩砕砂、表乾密度：2.63g/cm³、吸水率：2.74%）を用いた。セメントは、普通ポルトランドセメントおよび早強ポルトランドセメントを、混和剤には高性能減水剤、消泡剤および増粘剤を用いた。コンクリートの配合は、水セメント比が35%、単位水量が155kg/m³とした。アルカリは、水酸化ナトリウムおよび塩化ナトリウムを、練水に溶かして添加した。

アルカリシリカ反応による膨張量の測定は、JCI-AAR-3-1987に準拠して行った。アルカリシリカ反応によるひび割れ量の測定には、φ100×200の円柱供試体を用いた。供試体は脱型後から材齢28日まで水中養生を行った後、雨露の当たる屋外に1年6か月間曝露した。円柱供試体の側面に生じたひび割れをトレーシングペーパーへ写し取り、画像処理ソフトで面積に換算した。

3. 実験結果および考察

図1は、反応性砕石を用いたコンクリートのアルカリシリカ反応による膨張量の経時変化を示したものである。細骨材に砂岩砕砂を用いたものは、6か月後には0.15%の膨張が生じている。一方、細骨材に高炉スラグ細骨材を用いたものは6か月後でも0.05%と、砂岩砕砂に比べて3分の1程度に膨張が抑制されていることがわかる。図2は、反応性砕石を用いたコンクリートの6か月後の膨張量と水酸化ナトリウムの添加量の関係を示したものである。細骨材に高炉スラグ細骨材を用いたものは、砂岩砕砂を用いたものに比べて、アルカリシリカ反応による膨張が小さくなっていることがわかる。図3は、粗骨材に反応性川砂利を用いたコンクリートの6か月後の膨張量と水酸化ナトリウムの添加量の関係を示したものである、反応性砕石を用いた場合と同様に、細骨材に高炉スラグ細骨材を用いることで、アルカリシリカ反応による膨張が小さくなっていることがわかる。図4は、塩化ナトリウムを添加したコンクリートの6か月後の膨張量を塩化ナトリウムの添加量の関係を示したものである。アルカリに塩化ナトリウムを用いた場合にも、高炉スラグ細骨材を用いることで、アルカリシリカ反応による膨張が小さくなっていることがわかる。図5は、粗骨材に反応性川砂利を用い、屋外で1年6か月曝露したコンクリートのひび割れ面積率を示したものである。砂岩砕砂を用いたものに比べて、高炉スラグ細骨材を用いたものは、アルカリシリカ反応によるひび割れが少なくなっている。一方、図6は、最高温度50℃の蒸気養生後、材齢28日まで水中で養生を行った後、屋外に曝露したコンクリートのひび割れ面積率を示したものである。蒸気養生を行った場合には、高炉スラ

キーワード 高炉スラグ細骨材、アルカリシリカ反応、水酸化ナトリウム、塩化ナトリウム、蒸気養生

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

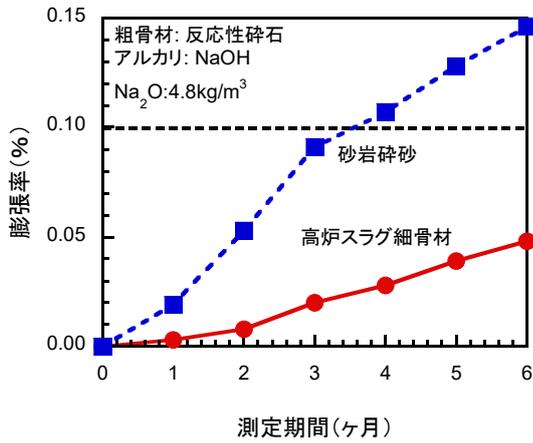


図1 ASRによる膨張率の経時変化

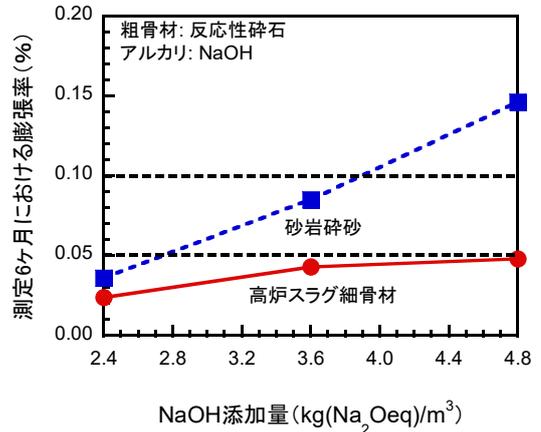


図2 NaOH添加量と膨張率の関係 (反応性砕石を用いた場合)

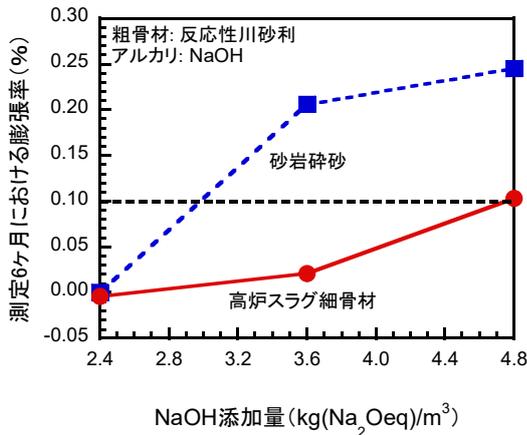


図3 NaOH添加量と膨張率の関係 (反応性川砂利を用いた場合)

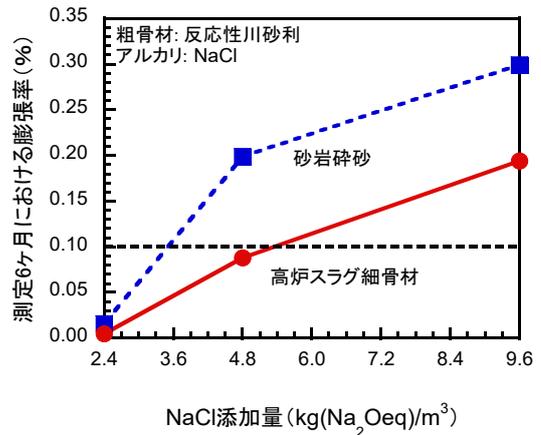


図4 NaCl添加量と膨張率の関係 (反応性川砂利を用いた場合)

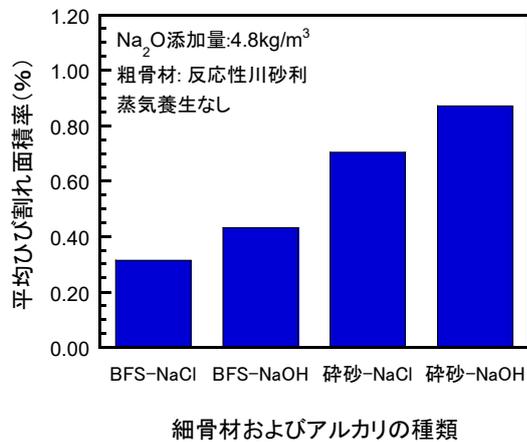


図5 蒸気養生を行わないコンクリートのASRによるひび割れ面積率

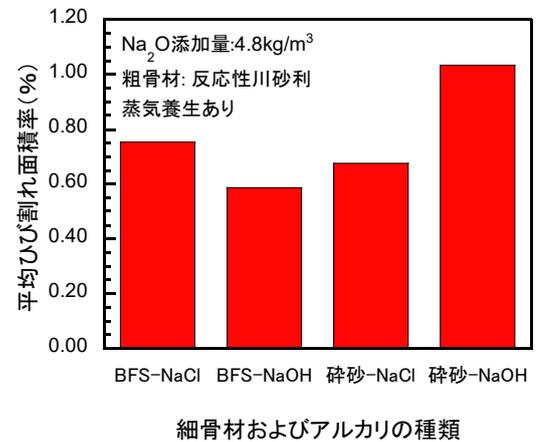


図6 蒸気養生を行ったコンクリートのASRによるひび割れ面積率

グ細骨材を用い、塩化ナトリウムを添加したものは、砕砂を用いたものと同程度のひび割れが発生している。

4. まとめ

本研究では、高炉スラグ細骨材を細骨材の全量に用いれば、粗骨材のアルカリシリカ反応を抑制する効果があることを2種類の反応性粗骨材を用いて確認した。また、曝露した供試体に生じるひび割れも高炉スラグ細骨材を用いることで減少することを確認した。一方、蒸気養生を行った場合には、高炉スラグ細骨材によるアルカリシリカ反応を抑制する効果が小さくなる。

参考文献

- 1) (公社)日本コンクリート工学会：コンクリート技術の要点'17, 2017.9