

## 中性化、塩化物イオン浸透性および時間依存性変形に 高炉スラグ微粉末および高炉スラグ細骨材が与える影響

岡山大学大学院 学生会員 ○白川 輝

岡山大学大学院 正会員 藤井 隆史

岡山大学大学院 学生会員 森 雅聡

岡山大学大学院 フェロー 綾野 克紀

### 1. はじめに

高炉水砕スラグは、ガラス質のスラグで、その利用率は100%である。高炉水砕スラグの用途のうち、約70%がセメント原料に用いられ、また、約10%がコンクリート用骨材として用いられるなど、そのほとんどがコンクリートの材料として利用されている<sup>1)</sup>。しかし、高炉スラグ微粉末を多量に用いた場合には、若材齢での強度の低下、中性化の進行が速くなる等の短所も知られている<sup>2)</sup>。本研究では、高炉スラグを細骨材および結合材として用いたモルタルおよびコンクリートの中性化、塩化物イオン浸透性、乾燥収縮およびクリープ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:  $3.15\text{g/cm}^3$ , ブレーン値:  $3,350\text{cm}^2/\text{g}$ )および高炉スラグ微粉末(密度:  $2.89\text{g/cm}^3$ , ブレーン値:  $4,150\text{cm}^2/\text{g}$ )を用いた。細骨材には、硬質砂岩砕砂(表乾密度:  $2.64\text{g/cm}^3$ , 吸水率: 1.70%, 粗粒率: 3.06)および高炉スラグ細骨材(表乾密度:  $2.72\text{g/cm}^3$ , 吸水率: 0.58%, 粗粒率: 2.15)を用いた。粗骨材には、硬質砂岩砕石(最大寸法: 20mm, 表乾密度:  $2.74\text{g/cm}^3$ , 吸水率: 0.64%)を用いた。モルタルの配合は、水結合材比50%で一定とし、コンクリートの配合は、単位水量を  $175\text{kg/m}^3$  で一定とした。中性化試験は、温度  $20\pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度  $60\pm 5\%$ 、炭酸ガス濃度  $5.0\pm 0.2\%$ の条件で材齢14日に試験を開始した。塩化物イオン浸透性試験は、材齢14日から、365日間、質量パーセント濃度10%の塩化ナトリウム水溶液に浸漬させ、塩化物イオン分布から、見かけの拡散係数を求めた。乾燥収縮ひずみおよびクリープひずみの測定用供試体は、脱型直後から材齢7日まで水中で養生を行った後、温度が  $20\pm 2^\circ\text{C}$ で、相対湿度が  $60\pm 5\%$ の恒温恒湿度室内に設置した。材齢7日で長さ変化の測定を開始し、材齢14日でクリープひずみ測定の角柱供試体に、初期載荷時の圧縮強度の20%の応力を載荷した。

### 3. 実験結果および考察

図-1は、中性化速度係数と細骨材への高炉スラグ細骨材の置換率との関係を示したものである。この図より、中性化速度係数に与える影響は、細骨材への高炉スラグ細骨材の置換率に比べて、結合材への高炉スラグ微粉末の置換率が高い。しかし、高炉スラグ細骨材を多く用いることで、中性化速度係数が小さくなることが分かる。図-2は、塩化物イオンの見かけの拡散係数と高炉スラグ細骨材の細骨材への置換率との関係を示したものである。この図より、高炉スラグ細骨材および高炉スラグ微粉末のどちらを用いても、塩化物イオンの見かけの拡散係数は、小さくなることが分かる。細骨材に高炉スラグ細骨材のみを用いることで、高炉スラグ微粉末を質量比で結合材の60%用いた場合と同程度まで、塩化物イオンの見かけの拡散係数が小さくなることが分かる。図-3は、乾燥収縮ひずみの最終値と、結合材への高炉スラグ微粉末の置換率との関係を示したものである。この図より、高炉スラグ微粉末の置換率が40%までは、乾燥収縮ひずみの最終値はほぼ一定で、置換率が40%を超えると、やや小さくなることが分かる。図-4は、乾燥収縮ひずみの最終値と、高炉スラグ細骨材の置換率との関係を示したものである。細骨材への高炉スラグ細骨材の置換率が大きくなるほど、乾燥収縮ひずみの最終値は、直線的に小さくなることが分かる。細骨材に高炉スラグ細骨材のみを用いることで、

キーワード 高炉スラグ微粉末, 高炉スラグ細骨材, 中性化, 塩化物イオン, 乾燥収縮, クリープ

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&FAX086-251-8155

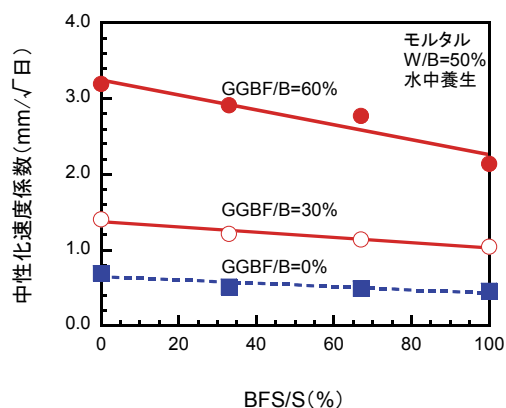


図-1 高炉スラグ細骨材および高炉スラグ微粉末が中性化に与える影響

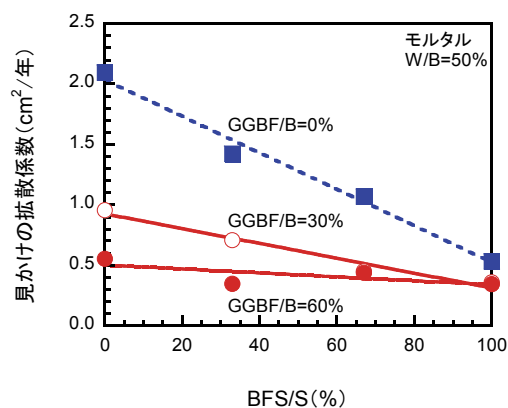


図-2 高炉スラグ細骨材および高炉スラグ微粉末が塩化物イオンの見かけの拡散係数に与える影響

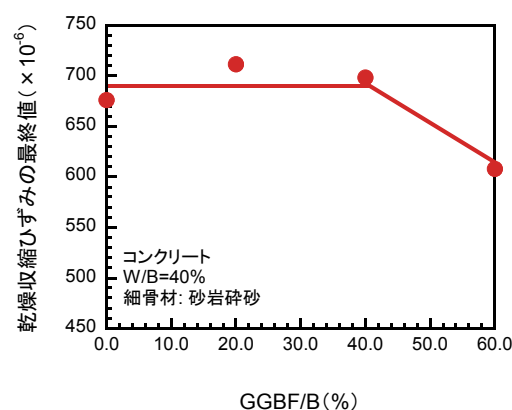


図-3 高炉スラグ微粉末の置換率が乾燥収縮ひずみの最終値に与える影響

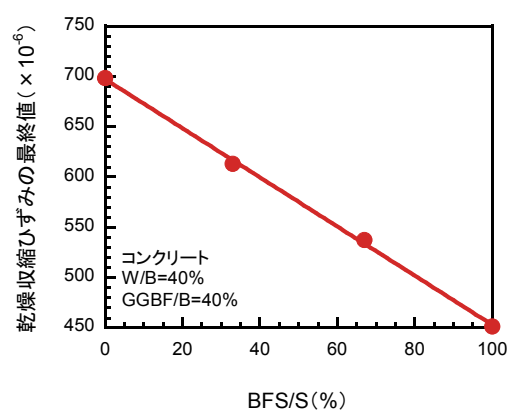


図-4 高炉スラグ細骨材の置換率が乾燥収縮ひずみの最終値に与える影響

硬質砂岩砕砂のみを用いた場合に比べて、乾燥収縮ひずみの最終値が  $250 \times 10^{-6}$  程度小さくなる。図-5 は、水セメント比が 45% のコンクリートにおいて、高炉スラグ細骨材がコンクリートのクリープに与える影響を示したものである。荷重期間 364 日で、細骨材に硬質砂岩砕砂および高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートのクリープ係数は、それぞれ、2.57 および 1.82 となっており、高炉スラグ細骨材を用いると、硬質砂岩砕砂を用いた場合に比べて、3 割程度クリープ係数が小さくなる。

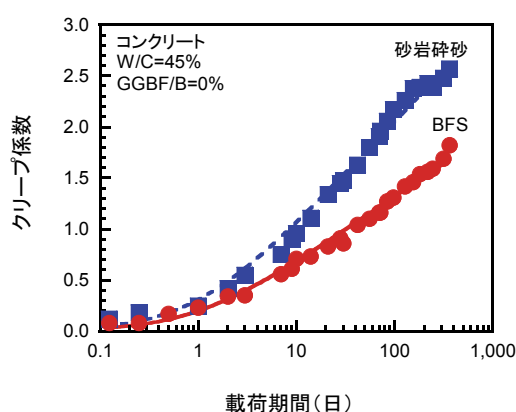


図-5 高炉スラグ細骨材がクリープに与える影響

#### 4. まとめ

結合材に高炉スラグ微粉末を用いると、塩化物イオンの浸透は抑制され、乾燥収縮に与える影響は小さいが、中性化の進行は速くなる。一方、細骨材に高炉スラグ細骨材を用いることで、塩化物イオンの浸透性は抑制され、乾燥収縮ひずみおよびクリープによる変形は小さくなり、中性化の進行は硬質砂岩砕砂を用いたものと同程度か遅くなる。

#### 参考文献

- 1) 鉄鋼スラグ協会：鉄鋼スラグ統計年報（平成 25 年度実績），2014.7
- 2) 土木学会：高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの施工指針，コンクリートライブラリー，No.86，1996.6