

高炉スラグ微粉末とシリカフェームを用いた高強度コンクリートの強度・収縮特性について

室蘭工業大学大学院 学生員 ○横川 慶介
室蘭工業大学 正会員 菅田 紀之

1. はじめに

我が国で発生する産業副産物のうち高炉水砕スラグは製鉄過程において大量に副産されている。この高炉水砕スラグはセメントの混合材、コンクリート用混和材、地盤改良材、コンクリート用骨材などに利用されている。この高炉水砕スラグを微粉砕した高炉スラグ微粉末をセメント用混合材あるいはコンクリート用混和材として用いた場合、セメント使用量が減り、コンクリート製造に起因する CO_2 排出量の削減効果が期待できる。さらに水和熱の抑制、耐海水性向上効果などがある。しかしながら、圧縮強度が 80N/mm^2 を超えるような高強度コンクリートに用いた場合に関する影響については不明な点が多い。そこで本研究では、高炉スラグ微粉末と高強度コンクリート用混和材として一般的に使用されているシリカフェームの混和が高強度コンクリートの圧縮強度、自己収縮および乾燥収縮にどのような影響を及ぼすのか検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本研究でコンクリートに使用した材料を以下に示す。結合材には普通ポルトランドセメント、シリカフェーム（粉末度 $200,000\text{cm}^2/\text{g}$ ）、高炉スラグ微粉末（粉末度 $6,070\text{cm}^2/\text{g}$ ）、骨材には陸砂および砕石 2005 を用いた。混和剤にはポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤を使用した。各配合における水結合材比（W/B）は 25%，シリカフェーム結合材比（SF/B）は 0, 10, 20%，高炉スラグ結合材比（BFS/B）は 0, 20, 40%とした。目標スランプフローは SF/B=0 のとき $45\pm 5\text{cm}$ 、それ以外を $65\pm 5\text{cm}$ 、目標空隙率は 1.0%である。

2.2 圧縮強度試験

圧縮強度試験は、直径 100 mm、高さ 200 mm の円柱供試体を用いて、材齢 1, 3, 7, 14, 28, 56, 91 日で行った。養生は材齢 1 日まで 20°C の恒温室内で、それ以降は 20°C の水中養生とした。

2.3 自己収縮試験

コンクリートの自己収縮ひずみの測定は、円柱供試体（ $\phi 100\times 200\text{mm}$ ）の中央に埋込型ひずみゲージを配置して行った。また、供試体の養生条件は、温度 20°C の恒温室内での封緘養生とした。

2.4 乾燥収縮試験

コンクリートの乾燥収縮ひずみの測定は、自己収縮試験と同様に円柱供試体を用いて行った。また、供試体の養生条件は材齢 1 日まで 20°C の恒温室内で封緘養生としたのち、材齢 7 日まで 20°C の水中養生とした。その後、温度 20°C 、相対湿度 60%の恒温室内に移し、ひずみの測定を開始した。

3. 試験結果および考察

3.1 圧縮強度試験結果

図-1 に置換率ごとの圧縮強度をバークラフで示した。SF0 については材齢 1 日、7 日、56 日、91 日では高炉スラグ置換率が大きくなるほど強度が小さくなっているが、材齢 3 日、14 日では BF20 が最大の結果となった。SF10 については材齢 3 日までは高炉スラグ置換率が大きくなるほど強度が小さくなっているが、材齢 7 日以降では BF20 が最も強度が大きくなった。SF20 については、材齢 1 日、3 日、14 日、28 日、56 日で高炉スラグ置換率が大きくなるほど強度が小さくなっている

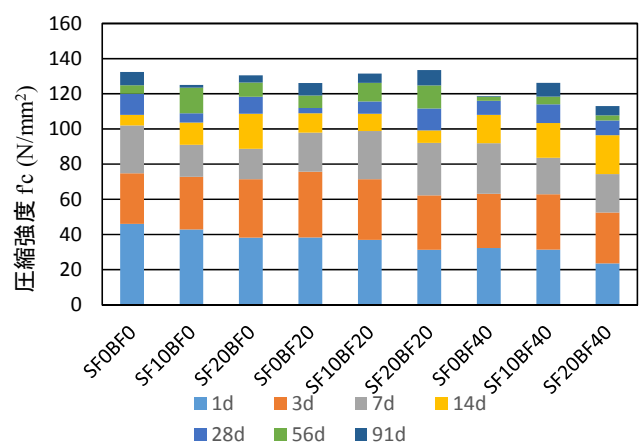


図-1 圧縮強度

キーワード：高強度コンクリート、高炉スラグ微粉末、シリカフェーム、圧縮強度、自己収縮、乾燥収縮
〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学大学院 TEL 0143-46-5220 FAX 0143-46-5221

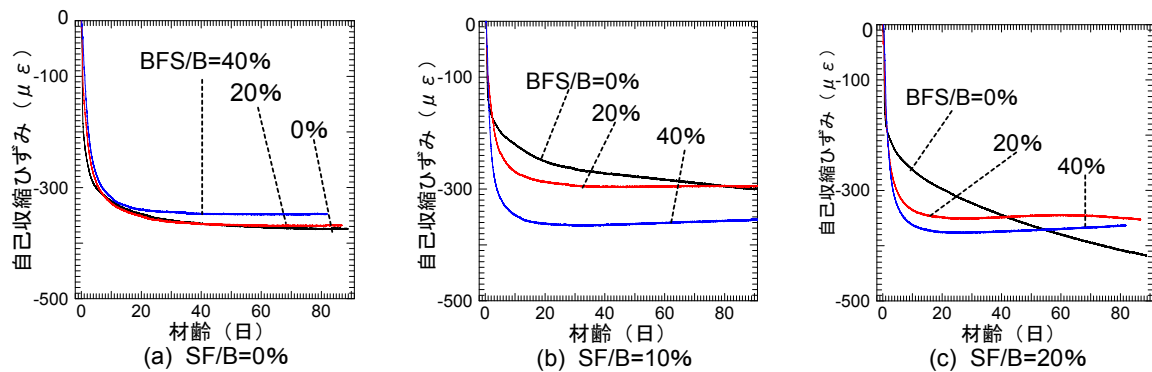


図-2 自己収縮

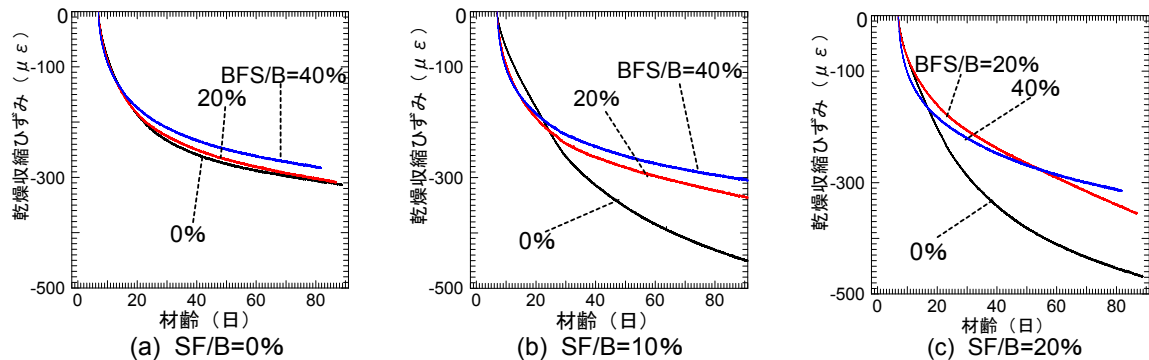


図-3 乾燥収縮

るが、材齢 7 日、91 日では BF20 が最大となりばらつきが見られた。また、シリカフュームについては強度に及ぼす大きな影響は見られなかった。全体としては高炉スラグ微粉末の置換率を大きくすると圧縮強度が小さくなる傾向がある。

3.2 自己収縮試験結果

図-2 に自己収縮の経時変化を示す。SF/B=0%では、高炉スラグ微粉末の混入により自己収縮が若干小さくなっている。SF/B=10%では材齢 28 日以降のひずみについては、高炉スラグ微粉末 0%で増加しているのに対して、高炉スラグ微粉末 20%ではほぼ一定値、40%では若干減少した。SF/B=20%では、SF/B=10%と同様の傾向がみられ、ひずみは高炉スラグ微粉末 0%で大きく増加しているのに対して、高炉スラグ微粉末 20%ではほぼ一定値、高炉スラグ微粉末 40%では材齢 28 日以降若干減少している。以上のように高炉スラグ微粉末を用いることにより、収縮ひずみを抑制している。シリカフュームの影響については、BFS/B=0%のときに初期の収縮を減少させ、その後の収縮を増加させている。

3.3 乾燥収縮試験結果

図-3 に乾燥収縮の経時変化を示す。SF/B=0%では、高炉スラグ微粉末を混入することにより乾燥収縮が小さくなっている。SF/B=10%では、乾燥収縮ひずみの最

初の増加は高炉スラグ微粉末を混入することにより大きくなっている。また高炉スラグ微粉末を混入したコンクリートでは、材齢経過による収縮ひずみ増加率の減少が大きく、材齢 20 日以後において高炉スラグ微粉末 0%の収縮ひずみが大きくなっている。SF/B=20%では、SF/B=10%と同様の傾向があり、初期のひずみ増加は高炉スラグ微粉末 40%で大きくなっているが、ひずみ増加率の減少は高炉スラグ微粉末を混和した場合で大きく、材齢 16 日において高炉スラグ微粉末 0%のひずみが大きくなっている。シリカフュームの影響については、単独使用によりひずみを増加させている。

4. まとめ

- 1) シリカフューム置換率による強度に大きな差は無いが、高炉スラグ置換率を大きくすると強度は小さくなる傾向がある。
- 2) シリカフュームを併用している場合、高炉スラグ微粉末の使用で初期の自己収縮は増加し、材齢 28 日以降の自己収縮は抑制される。
- 3) シリカフュームを単独使用した場合、初期の自己収縮は減少し、その後の自己収縮は増大する。
- 4) シリカフュームを単独使用した場合、乾燥収縮は増加する。