

(株)フジタ 正員 神田 亨

(株)フジタ 正員 中村正博

1. はじめに

高炉スラグ微粉末を用いる際の置換率は通常30~70%の範囲にあり、これを上回る場合の施工例や研究報告は少ない。筆者らは、低アルカリで耐久性に優れた高強度コンクリートを製造する目的で、粉末度の異なる2種類の高炉スラグ微粉末を大量に使用したコンクリートについて実験を行った。ブレン8000cm²/gと4000cm²/gの2種類のスラグ微粉末を用い、置換率は70~95%の間で変化させた。粒径を変化させることで、図1に示すように大きなスラグ粒子の間に小さな粒子が入り込むことで実積率が向上し強度が高まることを期待したものである。セメントには早強セメントを使用した。粒径が小さいためスラグの潜在水硬性を発揮させるためのアルカリ供給源として普通セメントより適していると考えたからである。蒸気養生と標準養生の供試体を作製し、圧縮強度、乾燥収縮、凍結融解、中性化、細孔溶液の成分等について検討を行った。

2. 使用材料

高炉スラグ微粉末

スラグA ブレン8000cm²/g

スラグB ブレン4000cm²/g

細骨材 釜無川産川砂 FM 2.65

粗骨材 八王子美山産砕石(20mm)

早強セメント

ナフタレン系高性能減水剤(結合材×0.5%)

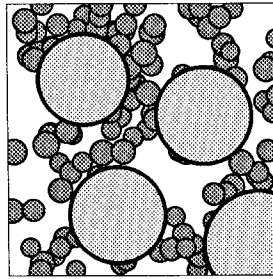


図1. 概念図

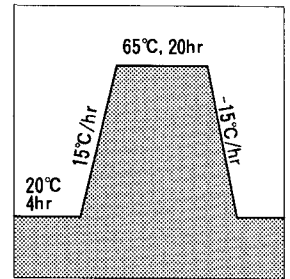


図2. 蒸気養生条件

3. 配合および養生

(コンクリート)

単位結合材量 500kg/m³, s/a=40%

水結合材比 27%, 空気量 2%

スランプフロー 60cm

(モルタル)

S/C=1.4, 水結合材比 26%

2種類のスラグの混合比 A/(A+B)を0~40%の間で、置換率を70~95%の間で変化させた。蒸気養生は図2に示すような温度条件で実施した。

4. フレッシュな状態での性状

スランプフローは60cmを越え、モルタルでもフローテーブルからこぼれるほどであるが、通常のコンクリートとは異なりダイラタントな性状を示した。このためミキサの練りませ負荷は大きくなる。

5. 強度特性

スラグの混合比 A/(A+B)を30%に保ったまま、置換率を変化させた場合のモルタルの圧縮強度を図3に示す。置換率が70~80%の間では標準養生材令28

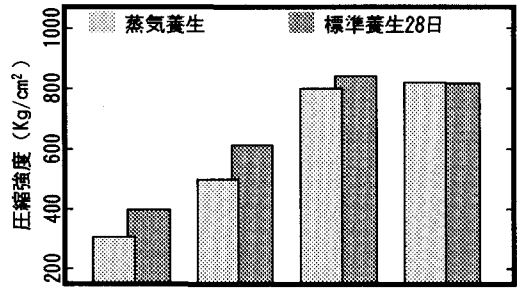


図3 置換率とモルタル強度, A/(A+B)=30%

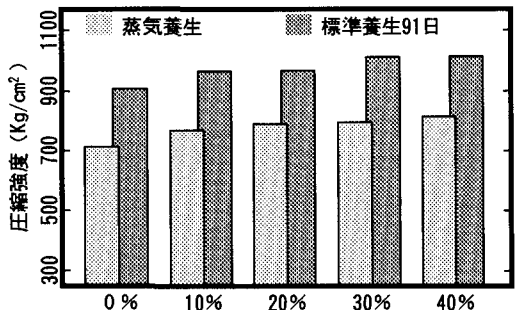


図4 スラグ混合比 A/(A+B)とモルタル強度

日においても $800\text{Kg}/\text{cm}^2$ 程度の強度が得られているが、90%を越えると蒸気養生においても十分な強度は期待できない。また材令28日程度では標準養生と蒸気養生との強度差は少ない。図4は置換率を70%に保って $A/(A+B)$ を0~40%の間で変化させた場合の強度を示したものである。標準養生供試体は材令91日での値であり、蒸気養生に比べて $200\text{Kg}/\text{cm}^2$ ほど大きくなっている。粒径の小さいスラグAの比率が大きくなるにつれて強度も向上するが、同時に流動性も損なわれるため $A/(A+B)=30\%$ 程度が最適値と考えられる。図5は $A/(A+B)=30\%$ の条件でコンクリートに関して同様の比較を行ったものである。モルタルに対して水結合材比は1%しか変わらないにもかかわらず $100\text{Kg}/\text{cm}^2$ ほど強度が小さくなっているが、この原因は不明である。

6. 耐久性

図6は置換率80%の場合の乾燥収縮量を示したものである。比較のために普通コンクリート($W/C=54\%$ $s/a=45\%$)をあわせてプロットしてある。収縮量は普通コンの1/2程度となっている。図8は、凍結融解試験を行った際の相対動弾性係数の変化をプロットしたものであるが300サイクル経過後も全く劣化を生じていないことが分かる。図7は促進中性化試験の結果であるがスラグを大量に使用しているにもかかわらず中性化深さは小さくなっており、組織が密実で耐久性に優れていると判断できる。

7. 細孔溶液の分析

図9は高圧抽出法により採取した細孔溶液のアルカリ量を分析したものである。全アルカリ量 R_2O は普通コンの6割程度と少なくなっている。図10はpHを示したものであるが、普通コンに比してアルカリ量の減少に対応した値(-0.2)しか低下していない。スラグの水和に伴い、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が消費されることでpHは大幅に低下すると予想されたが、そのような現象は見られなかった。

9. おわりに

置換率20%、スラグ混合比 $A/(A+B)=30\%$ で最もよい結果が得られ、耐久性に優れた高強度コンクリートが製造できることが分かった。今後はモルタルに比べてコンクリートの強度が劣る点を改善し、蒸気養生の方法についても検討を加えていきたいと考えている。

