

フェロニッケルスラグ細骨材と石炭灰を用いたコンクリートのフレッシュ性状と強度

鳥取大学大学院 学生会員 ○川本 和也
鳥取大学大学院 正会員 吉野 公

鳥取大学大学院 正会員 黒田 保
鳥取大学 正会員 畑岡 寛
中国電力株式会社 正会員 渡辺 健一

1. はじめに

近年,環境保護の観点から天然骨材の入手が困難となっていることを受けて,細骨材の代わりとしてスラグ骨材の利用が注目されている。本研究ではフェロニッケルスラグ細骨材(以下 FNS)に注目し,比較的低強度の海洋ブロック等へ使用するための基礎的な検討を行った。また,細骨材に占める FNS の割合を増加させるとブリーディングが増加することから,火力発電所から多量に発生し,有効利用が望まれる石炭灰(フライアッシュ)を添加することでブリーディングを抑制することにした。

2. 実験概要

使用材料を表 1 に示す。本研究では細骨材として FNS を砕砂(S1)に対して置換率(以下 FNS 置換率) 50, 75%(容積比)として使用した。粉体量としてセメントと石炭灰(以下 FA)の合計値を単位粉体量(P)とし,FA 無添加(P0), P300, 350, 400kg/m³とした。実験要因および水準を表 2 に示す。ブリーディング試験を水セメント比(以下 W/C)60, 65%において行い,圧縮強度試験は W/C50~65%とし材齢 3, 7, 28, 91 日で行った。また,ブリーディング試験および 28 日圧縮強度試験では細骨材として砕砂(S1)と陸砂(S2)を 8:2(質量比)とした普通コンクリート(以下 NC)との比較を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 配合について

配合条件をスランプ 8.0±1.5cm, 空気量 4.5±1.5%とした。FA を添加しない場合,AE 減水剤量および AE 剤量は単位セメント量に対して(C×%)とし,FA を添加する場合,AE 減水剤量および AE 剤量は単位粉体量に対して(P×%)とし,単位水量の基準を 175kg/m³,AE 減水剤量の上限を 1.0%,下限を 0.4%とした条件のもとに配合を決定した。図 1 に FNS 置換率 50%での単位水量と単位粉体量の関係を示す。FNS 置換率 50%ではすべての配合で AE 減水剤を 0.4%で練混ぜを行ったところ,FA の添加により単位水量が 175kg/m³以下になるものがあった。これは FA の添加により,コンクリートの流動性が向上したためと考えられる。図 2 に FNS 置換率 75%での FA 添加量と AE 減水剤量の関係を示す。すべての配合で単位水量 175kg/m³であった FNS 置換率 75%では,P0 の減水剤量に比べて,FA を添加することで,添加する AE 減水剤量が低減された。各 FNS 置換率での配合の FA 添加量と AE 助剤量の関係を図 3 に示す。一般的に FA の添加量が増加すると所定の空気量を得るために必要な AE 助剤量も増加することが明らかになっているが,本研究でも FNS 置換率 50, 75%いずれも同様の傾向が見られた。

表 1 使用材料

各材料	種類	密度(g/cm ³)
粉体物	普通ポルトランドセメント(C)	3.16
	フライアッシュ(FA)	2.16
細骨材	フェロニッケルスラグ細骨材(FNS)	3.06
	砕砂(S1)	2.65
	陸砂(S2)	2.65
粗骨材	普通砕石(G)	2.76
混和材	AE減水剤高機能タイプ	
	AE剤	

表 2 実験要因および水準

要因	水準
フェロニッケルスラグ細骨材置換率	FNS-50, 75
単位粉体量	P0, P300, P350, P400
水セメント比(%)	50, 55, 60, 65

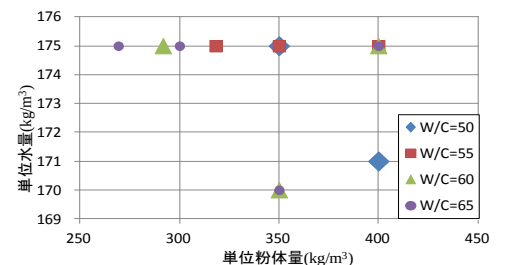


図 1 置換率 50%での単位粉体量と単位水量の関係

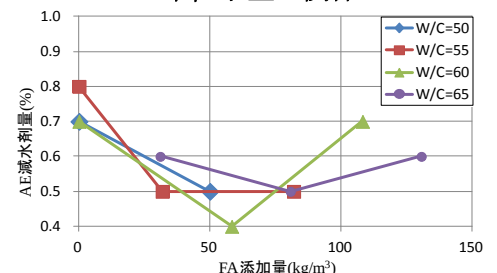


図 2 置換率 75%での FA 添加量と AE 減水剤量の関係

キーワード フェロニッケルスラグ細骨材, フライアッシュ, ブリーディング

連絡先 〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南 4 丁目 101 鳥取大学大学院工学研究科

TEL 0857-31-5281

3.2 ブリーディング試験

図 4, 5 にブリーディング試験結果を示す。W/C=60, 65%ともに P0 のブリーディング量が多く、FNS 置換率が高くなると FNS の量が多くなることからブリーディング量が増加するが、粉体として FA を添加することで、保水性が増大することから、ブリーディング水の浮上が抑制され、ブリーディング量の低減が見られた。また、FA の添加量が多いほどより抑制されることが明らかになった。また、それぞれの W/C での FNS 置換率 50%では P350, 400, FNS 置換率 75%では P400 において NC での最終ブリーディング量と差が生じない程度まで抑制されることが明らかとなった。

3.3 圧縮強度試験

図 6, 7 に FNS 置換率 75%, W/C=60, 65%での材齢と圧縮強度の関係を示す。材齢 3, 7 日の初期強度では FA のポズラン反応の効果が発現していないことから、FA の添加量が異なっても大きく差が生じなかった。材齢 28, 91 日では FNS 置換率が上がると圧縮強度は増加し、P0 に比べて FA を添加することでポズラン反応を生じることから、単位粉体量が多いほど強度が高くなることが明らかになった。しかし、W/C=65%では P350 でピークを示しており、P400 では圧縮強度が低下する結果となった。図 8 に FNS 置換率 75%の 28 日での各 W/C と単位粉体量での圧縮強度の関係を示す。低強度(水セメント比の大きいもの)に注目すると、最も強度が低いものは約 30N/mm²であるが、漁礁ブロックに必要とされる強度(呼び強度で 18 または 21N/mm²)と比べ、十分高いものであった。また、NC と比べて W/C=50, 55%の各単位粉体量では圧縮強度が高くなっているが、それ以外では大きな差が生じることはなく、同程度の結果となった。FNS 置換率 50%においてもいずれも同じ傾向が見られた。

4. まとめ

FNS をコンクリートに多量に用いるとブリーディングが多くなるが、FA を添加することでブリーディングは抑制されることが判明した。また水セメント比が大きい場合、FA を添加することで強度は増加するが、多量に添加すると、強度は低下することが判明した。

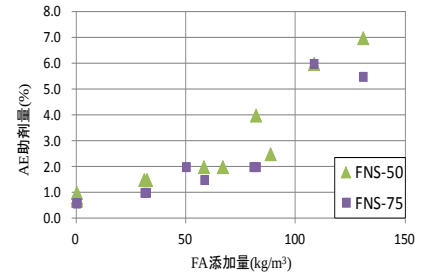


図 3 各置換率での FA 添加量と AE 助剤量の関係

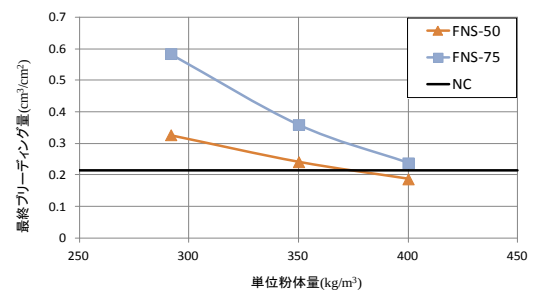


図 4 W/C=60%での最終ブリーディングと単位粉体量の関係

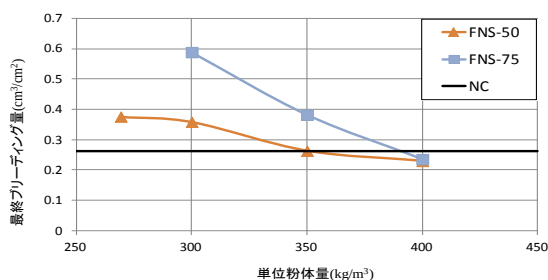


図 5 W/C=65%での最終ブリーディングと単位粉体量の関係

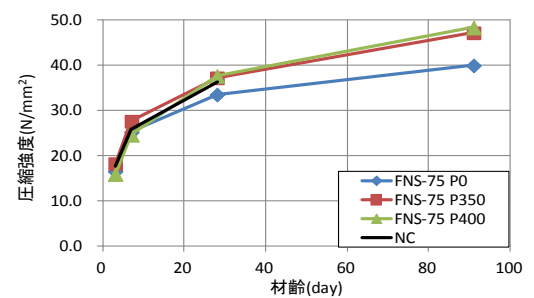


図 6 置換率 75%, W/C60%での材齢と圧縮強度

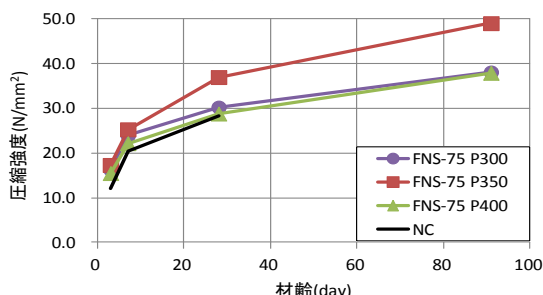


図 7 置換率 75%, W/C=65%での材齢と圧縮強度

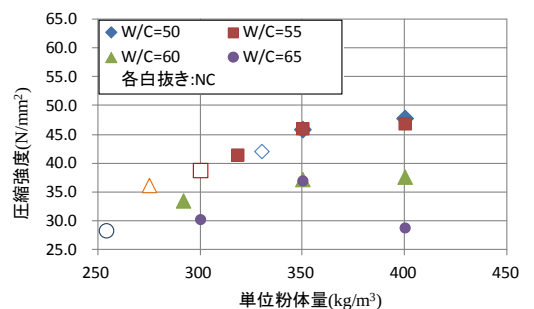


図 8 置換率 75%での 28 日圧縮強度