

FNS 細骨材および中国産細骨材を用いたコンクリートに関する研究

鳥取大学大学院 学生会員 ○松本 正之 鳥取大学 正会員 井上 正一
 鳥取大学 正会員 吉野 公 鳥取大学 正会員 黒田 保
 日本冶金工業 栗栖 一之

1. はじめに

鳥取県東部地区においては、粒度の粗い砕砂と粒度の細かい陸砂を混合した細骨材がかなり以前から使用されてきている。しかし、粒度の細かい陸砂は枯渇化がさげばれ、ここでは、その代替として、1.2mm フェロニッケルスラグ細骨材（以後 FNS と略す）の使用を考えた。一方、粒度の粗い砕砂も不足しており、中国より細骨材の輸入が始まっている。そこで、本研究では、コンクリート用細骨材（陸砂）を FNS に変えた場合、および細骨材に FNS と中国産砂を混合した場合のコンクリートのフレッシュ状態、および硬化後の基本的性質を明らかにし、これら代替骨材のコンクリートへの適用性を検討した。

2. 実験概要

本研究で使用した FNS は、フェロニッケル粒鉄を製造する際に発生するスラグを粒度調整したものである。その性質を、中国福建省産の中国産砂とともに表-1 に示す。

コンクリート用細骨材には表-2 に示す 4 種類のものを使用した。この 4 種類のふるい分け試験結果を図-1 に示す。また、セメントは普通ポルトランドセメント、粗骨材は碎石を使用した。なお、混和剤は、リグニン系の AE 減水剤を、セメント質量の 0.25% 使用した。試験要因としては、細骨材の種類の他に水セメント比を 40, 50, 60% 選定し、行った試験項目は、スランプ、空気量、ブリーディング、圧縮強度、弾性係数、引張強度（割裂）を測定した。

表-1 中国産砂および FNS の性質

試験項目	中国産砂		FNS
	試験値	JIS 規格値	試験値
表乾比重	2.60	—	3.13
絶乾比重	2.57	2.5 以上	3.08
吸水率	0.94%	3.5%以下	0.33%
洗い損失	0.46%	3.0%以下	1.84%
塩化物量	0.002%	0.04%以下	—
有機不純物	標準色より薄い	標準色より薄いこと	—
単位容積質量	1.62 kg/ℓ	—	1.81 kg/ℓ
FM	3.02	—	1.67

表-2 混合細骨材の種類及び混合比（重量比）

混合細骨材	混合比	FM	比重
中国産砂・FNS	77.6 : 22.4	2.77	2.72
中国産砂・陸砂	80 : 20	2.76	2.60
砕砂・FNS	57 : 43	2.76	2.86
砕砂・陸砂	65 : 35	2.79	2.64

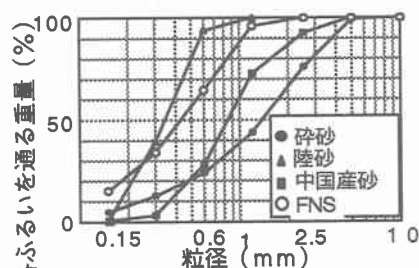


図-1 ふるい分け試験結果

3. 実験結果および考察

3-1 フレッシュ性状

図-2 に、W/C=0.5 におけるスランプと細骨材率 (s/a) の関係を示す。図より、中国産砂・陸砂では $s/a=38\sim40\%$ の間でスランプに大きな変化がみられるが、中国産砂・FNS と砕砂・FNS は、 s/a を変化させてもスランプに大きな変化は見られない。FNS を用いた場合の曲線のフラット化現象は、FNS を用いることによって 0.15mm 以下の微粒子が補われたためであると推察される。

図-3 に、単位水量と W/C との関係を示す。FNS を含む中国産砂・FNS、砕砂・FNS の配合では、単位水量は大きくなった。これは、FNS が角張った粒子を多く含んでおり、そのため単位水

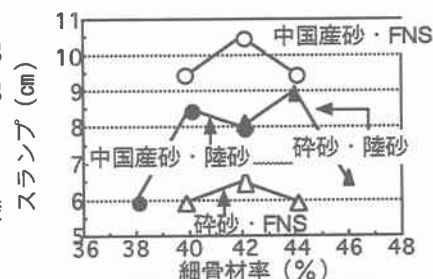


図-2 スランプと細骨材率の関係

量がやや増加したものと考えられる。

図-4 に $W/C=0.4$ におけるブリーディング率の経時変化を示す。図よりブリーディング率は、中国産砂・陸砂が最も大きく次いで FNS を用いたものとなっている。この場合、中国産砂・陸砂ではブリーディング率が大きいのは、図-1 のふるい分け試験の結果に見られるように、 0.15 mm 以下の微細分が微量であることに起因すると思われる。また、FNS を用いたコンクリートのブリーディング率は、砕砂・陸砂よりも高くなるが、これは FNS 自体の保水性が低いためと考えられる。なお、 $W/C=0.5, 0.6$ においても同様に、ブリーディング率が中国産砂・陸砂が最も大きく次いで FNS を用いたものとなる傾向が見られた。

3-2 硬化コンクリートの性状

図-5 に、セメント水比 (C/W) と圧縮強度の関係を示す。いずれのコンクリートも C/W と圧縮強度との間には明確な線形関係があることがわかる。中国産砂を用いたものは砕砂を用いたものよりも同一 C/W において多少強度が低くなった。また、FNS を含むものの実験式の傾きが大きくなる傾向が見られ、FNS は高強度コンクリートの製造により有効になることがわかる。図-6 に引張強度を図-7 に圧縮強度と弾性係数との関係を示す。引張強度も圧縮強度同様、中国産砂を用いたものが低くなる傾向が見られた。また、FNS を含むコンクリートの引張強度はその混合骨材の一方が骨材を用いたコンクリートの引張強度と同等の強度を発揮していることもわかる。一方っここで用いたコンクリートの弾性係数は、圧縮強度の増加に伴って増加し、全ての圧縮強度範囲において、コンクリート標準示方書に示されている値よりも大きくなった。

4. まとめ

FNS を用いるとブリーディングはやや増加するが、強度を含むその他の品質には差異がなく、陸砂の代替品として十分に使用できる。また、中国産砂を用いる場合には 0.15 mm 以下の微細分を含む粒度の細かい砂と混合させる必要がある。

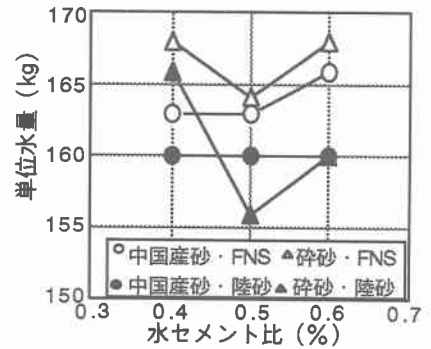


図-3 単位水量と水セメント比の関係

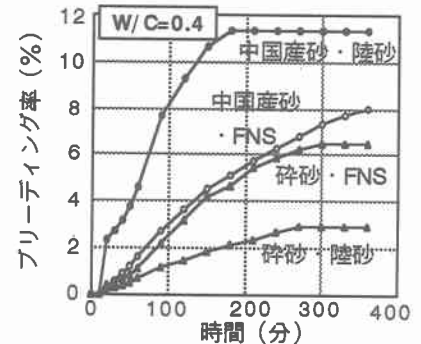


図-4 ブリーディング率

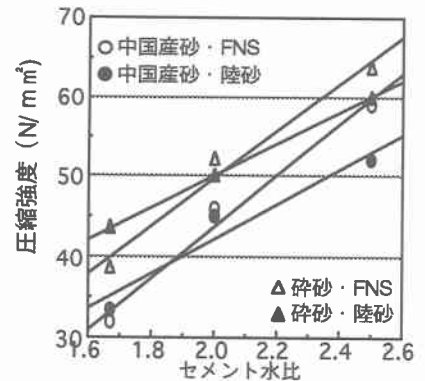


図-5 セメント水比と圧縮強度の関係

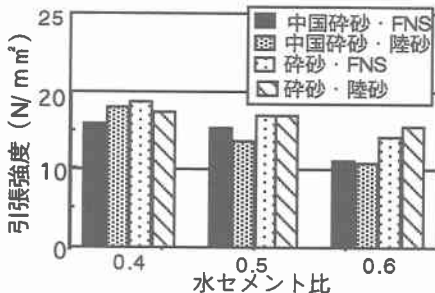


図-6 水セメント比と引張強度の関係

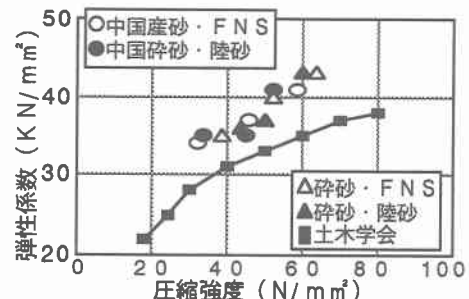


図-7 弾性係数と圧縮強度の関係