

(財)鳥取県建設技術センター 法人会員 ○松井 信作 (株)熊谷組 滝田 真哉  
鳥取大学 正会員 黒田 保 鳥取大学 フェロー会員 井上 正一

### 1. はじめに

公共事業の縮減による生コンやコンクリート二次製品の出荷量が激減している中で、鳥取県においては鉱山跡地から流出する廃棄物処理のトレードオフとして、フェロニッケルスラグ(以下、FNSと記す)細骨材の永続かつ安定的な使用と使用量の拡大が要望されている。そこで、ここでは FNS 細骨材をできる限り多量に用いたコンクリート二次製品を製造することを目的として行った試験のうち、細骨材中に占める FNS 置換率を容積比で 30~100%まで変化させたコンクリートについて、その配合設計とフレッシュ性状および硬化後の物性を検討した結果について述べる。

### 2. 実験概要

表 1 に実験要因を示す。実験要因は、FNS 細骨材の置換率と水セメント比で、コンクリートとしては FNS 細骨材と砕砂との混合砂ないしは FNS 細骨材のみを使用した FNS コンクリート (Fa : α=30~100%) と普通砂(砕砂+陸砂)のみを使用した普通コンクリート (N) を対象とした。なお、全ての配合において粗骨材には普通砕石、セメントには普通ポルトランドセメント、化学混和剤としてポリカルボン酸エーテル系化合物の高性能減水剤を使用した。骨材の物理的性質を表 2 に示す。

コンクリートの配合条件は、スランプ 8.0±1.5cm、空気量 2.0±1.0%と一定とし、s/a は試験により求めた最適 s/a に対して、二次製品工場側から要請された最適 s/a より 3%大きい s/a (以下、最適 s/a+3%と表記する)とした。

### 3. 実験結果

#### 3.1 最適細骨材率

単位水量 W=165kg/m<sup>3</sup>、空気量 2.0±1.0%のもとで、各水セメント比、各 FNS 置換率において s/a のみ変化させた場合に得られるスランプと s/a との関係は上に凸な形状を示した。なお、水セメント比 55%の F100 については、材料分離によって最適 s/a の値も不明確で、配合条件を満たすコンクリートを製造できなかった。

図 1 に FNS 置換率と最適 s/a の関係を示す。全ての水セメント比において、最適 s/a は、FNS 置換率が大きくなるに伴い小さくなり、さらに水セメント比 5%の増減に対して 1%程度増減することがわかる。

#### 3.2 高性能減水剤の添加量

FNS 置換率と所定のスランプを得るための高性能減

表 1 実験要因

要因	水準
FNS 置換率 (%)	30, 60, 80, 100
水セメント比 (%)	35, 45, 55

表 2 骨材の物理的性質

骨材		絶乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水率 (%)	FM	微粒分量 (%)
細骨材	普通砂	2.62	1.34	2.80	3.0
	FNS1.2	3.07	0.54	1.60	3.6
FNS の JIS 規格		≥2.70	≤3.0	—	—
粗骨材	普通砕石	2.73	0.61	6.79	0.0

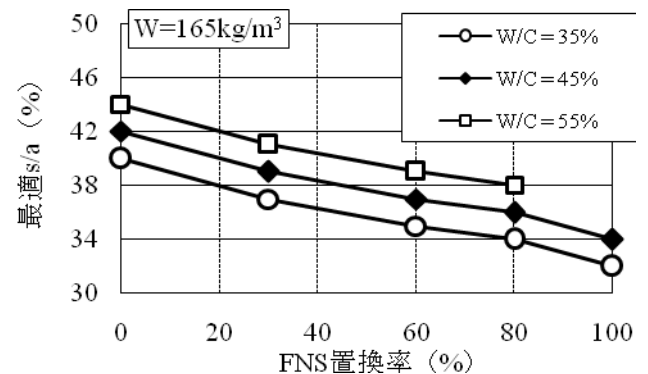


図 1 FNS 置換率と最適 s/a の関係

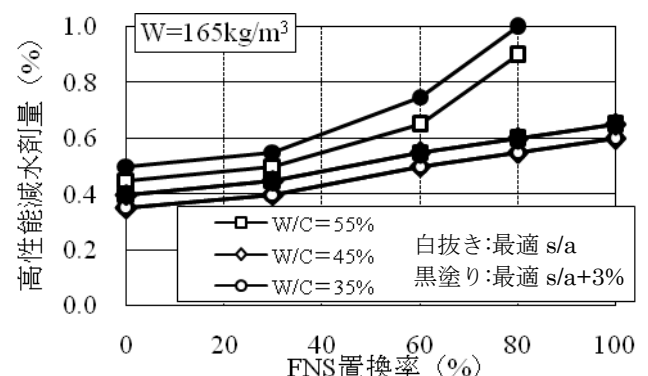


図 2 FNS 置換率と高性能減水剤量の関係

水剤の添加量の関係を図 2 に示す。全ての配合において、最適  $s/a+3\%$  とした  $s/a$  における高性能減水剤の添加量は、最適  $s/a$  におけるそれよりも増加した。また、同一水セメント比ないしは同一 FNS 置換率について比較すると、 $s/a$  の大小に係わらず、高性能減水剤の添加量は FNS 置換率が大きくなる、あるいは水セメント比が 55% と大きくなると増加するといえる。

以下の試験においては、単位水量  $165\text{kg}/\text{m}^3$ 、最適  $s/a+3\%$  としたコンクリートについて行った結果を述べる。

### 3.3 FNS 細骨材を用いたコンクリートのフレッシュ性状

図 3 に FNS 置換率とブリーディング率の関係を示す。FNS 細骨材を用いたコンクリートのブリーディング率は、水セメント比が大きい、あるいは FNS 置換率が大きいほど増加することがわかる。しかし、水セメント比 35% では、FNS 置換率の大小がブリーディング率に影響を及ぼさないといえる。なお、いずれの水セメント比においても F30 でブリーディング率が最も小さくなっているのは、FNS コンクリートと普通コンクリートでは用いている細骨材が異なることが原因していると考えている。

### 3.4 FNS 細骨材を用いたコンクリートの硬化後の物性

図 4 に材齢 28 日における圧縮強度とセメント水比の関係を、図 5 に水セメント比 45% のコンクリートに対する材齢に伴う圧縮強度の発現状況を示す。図 4 より、いずれの FNS 置換率においても圧縮強度とセメント水比との間には線形関係が存在すること、また図 5 より、FNS 細骨材を用いたコンクリートの強度の発現は、FNS 置換率の大小に係わらず、普通コンクリートと同等であること、さらに圧縮強度は同等ないしはやや大きな値を示すことがわかる。

凍結融解試験において、水セメント比 45% における N, F60, F100 のコンクリートの凍結融解サイクル数と相対動弾性係数との関係を図 6 に示す。図 6 より、水セメント比 45% において、FNS 細骨材を用いたコンクリートの凍結融解 300 サイクルにおける相対動弾性係数は、FNS 置換率の大小による差はなく、60% を保持しており、さらに普通コンクリートのそれより大きな値を示した。

### 4. まとめ

現在、鳥取県内では FNS 置換率が 15% の FNS 細骨材を用いたコンクリート二次製品が販売されているが、60% 程度までは普通コンクリートと同等の品質を有しており、さらにそれ以上の置換率であっても製品化が図れる可能性があることが明らかとなった。

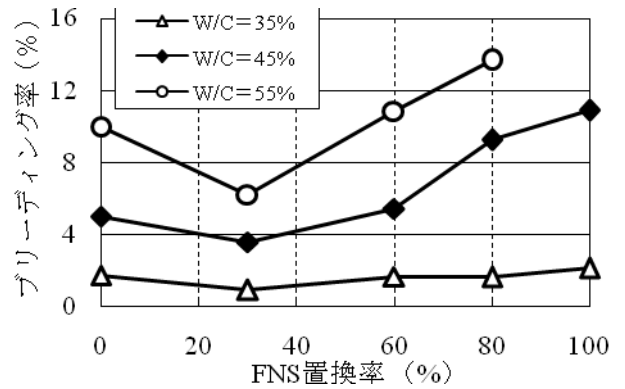


図 3 FNS 置換率とブリーディング率の関係

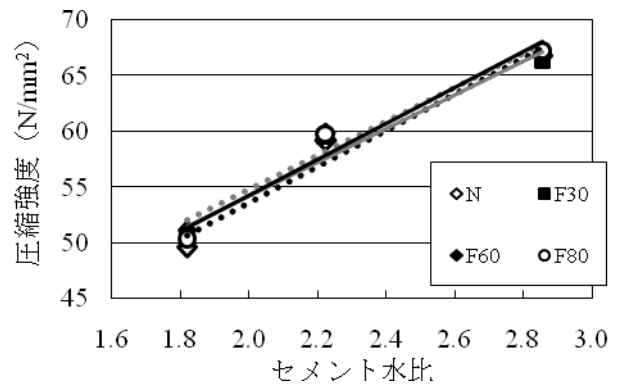


図 4 セメント水比と圧縮強度の関係

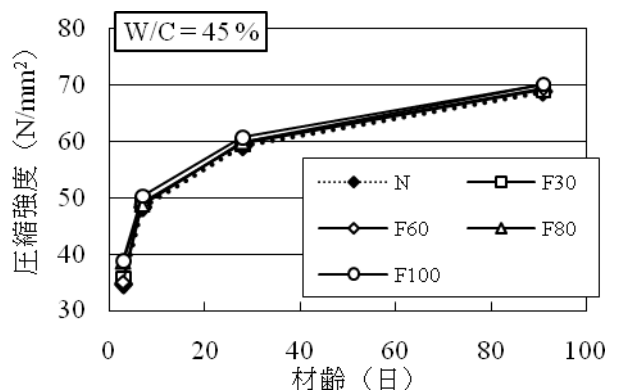


図 5 材齢と圧縮強度の関係

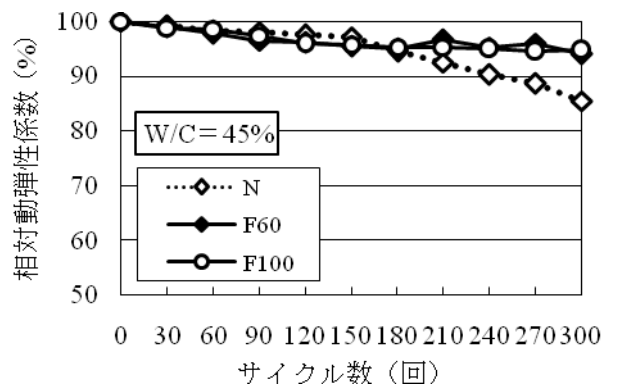


図 6 サイクル数と相対動弾性係数の関係