

立命館大学理工学部 正会員 児島 孝之 正会員 高木 宣章
 (株)小島組 正会員 ○中川竜一郎

1. はじめに

細骨材の有効利用の観点から、土木学会「コンクリート標準示方書（施工編）」に規定されているの0.15mmふるい通過分の上限値を越えたフェロニッケルスラグ（FNS）1.2細骨材を使用したコンクリートの物性（ブリーディング、圧縮強度、乾燥収縮、凍結融解に対する抵抗性）について実験検討を行った。

2. 実験概要

表-1 実験概要

細骨材混合比 (容積比%)		混合細骨材のふるい通過量			混和剤の 種類
		10%	15%	20%	
由良川砂	FNS1.2	FNS1.2中の0.15mmふるい通過量			タイプ1
70	30	19.3%(10%)			
60	40	19.3%(11%)	28.5%		
50	50	19.3%(12%)	24.0%	34.0%	
40	60		21.0%	29.3%	
川砂	山砂	混合細骨材の0.15mmふるい通過量			タイプ2
70	30	4%			

注) * 混合細骨材の実際の0.15mmふるい通過量

表-2 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント $\rho_s=3.18$
細骨材	由良川産川砂 $\rho_s=2.58$ FM=3.04 網野産山砂 $\rho_s=2.56$ FM=1.97 FNS1.2 $\rho_s=3.15$ FM=1.75
粗骨材	舞鶴産サコタ砕石(15-20mm) $\rho_g=2.67$ FM=6.96 由良川産川砂利(5-15mm) $\rho_g=2.65$ FM=6.26 混合細骨材として使用 砕石:川砂利=65:35(容積比)
混和剤	AE減水剤タイプ1 リグニンスルホン酸化合物 タイプ2 リグニンスルホン酸化合物 およびポリオール複合体
消泡剤	ポリアルキレンコール誘導体
AE助剤	アルキルアリスルホン化合物

表-1に実験要因、
表-2に使用材料、表-
3に示方配合を示す。
FNS1.2細骨材は川砂
と混合使用し、比較
用として山砂・川砂

の混合砂を使
用した配合N30
-1・2の供試体
も作成した。
タイプ2のAE減
水剤を使用し
た配合N30-2以
外では、タイ

表-3 コンクリートの示方配合

配合名	細骨材混合比		混合細骨材		FNS1.2		W/C (%)	s/a (%)	単位量(Kg/m ³)						スラン プ (cm)	空気量 (%)		
	由良川砂 (%)	FNS1.2 (%)	-0.15mm 未過(%)	FM	-0.15mm 未過(%)	FM			水	セメン ト	川砂	FNS	微粒分 (FNS内数)	粗骨材			混和剤 ²⁾ (AE減水剤)	消泡剤 ³⁾
F30-10	70	30	10	2.7	19.3	1.8	50	44.6	157	314	560	296	—	1031	1.178	3.5T ⁴⁾	8.0	4.7
F40-10	60	40	11	2.5	19.3	1.8			160	320	468	384	—	1038	1.200	3.5T ⁴⁾	8.5	5.0
F40-15	60	40	15	2.4	28.5	1.6			160	320	465	378	44.1	1047	1.200	3.0T ⁴⁾	7.5	4.7
F50-10	50	50	12	2.4	19.3	1.8			160	320	386	476	—	1047	1.200	3.0T ⁴⁾	8.5	5.1
F50-15	50	50	15	2.3	24.0	1.6			160	320	375	460	28.5	1071	1.200	2.0T ⁴⁾	7.5	5.0
F50-20	50	50	20	2.2	34.0	1.4			162	324	365	450	83.3	1078	1.215	1.5T ⁴⁾	7.5	5.3
F60-15	40	60	15	2.2	21.0	1.7			162	324	296	545	13.8	1071	1.215	2.5T ⁴⁾	8.5	5.3
F60-20	40	60	20	2.1	29.3	1.5			164	328	290	532	67.3	1078	1.230	2.5T ⁴⁾	8.0	4.5
N30-1	70	30	4	2.7	1.0	2			149	298	586	248 ⁴⁾	—	1031	1.118	4.0T ⁴⁾	8.0	4.2
N30-2	70	30	4	2.7	1.0	2			157	314	560	241 ⁴⁾	—	1031	0.785	2.0A ⁴⁾	9.0	4.9

注) * 1: FNSの細は山砂である。* 2: F30-10~N30-1はAE減水剤タイプ1(C×0.375%)を使用、N30-2はAE減水剤タイプ2(C×0.25%)を使用
 * 3: 消泡剤(1%溶液をセメント1kgあたり2cc使用時を1T) * 4: AE助剤(1%溶液をセメント1kgあたり2cc使用時を1A)

プ1のAE減水剤を使用した。水セメント比は50%、目標スランプは 8 ± 1.5 cm、目標空気量は $4.5 \pm 1\%$ とした。供試体は打設翌日脱型し、所定材齢まで標準水中養生 ($20 \pm 1^\circ\text{C}$) を行った。ブリーディング試験はJIS A 123-1975、凍結融解試験はJSCE-G 501-1986に従って行った。乾燥収縮試験はJIS A 1129-1993 (コンタクトゲージ方法) に準じ、温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $60 \pm 5\%$ の試験環境で材齢7日実施した。供試体(10x10x40cm)は2本作製した。配合N30-2の供試体はブリーディングと強度試験のみを実施した。

3. 実験結果および考察

混合細骨材の0.15mmふるい通過量が単位水量と細骨材率に及ぼす影響を各々図-1、図-2に示す。使用混和剤が同じ場合には、混合細骨材の0.15mmふるい通過量およびFNS1.2細骨材の使用量の増加に伴い細骨材率を小さくできるが単位水量は幾分増大する。

混合細骨材の0.15mmふるい通過量がブリーディング量とブリーディング率に及ぼす影響を図-3に示す。既報告⁽¹⁾同様、水セメント比が同じ普通コンクリートに比較して、FNS細骨材コンクリートのブリーディングは大きくなった。0.15mmふるい通過量の増加

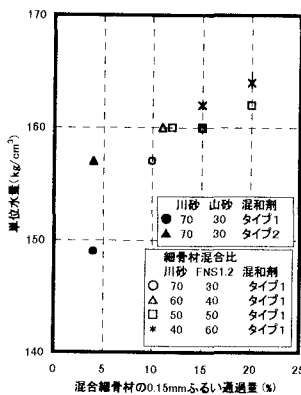


図-1 単位水量の変化

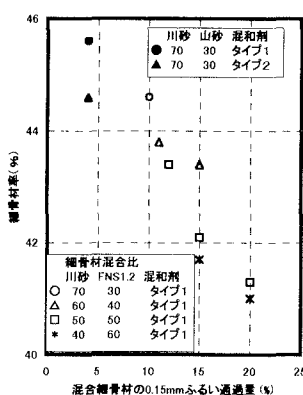


図-2 細骨材率の変化

Takayuki KOJIMA, Nobuaki TAKAGI, Ryuichiro NAKAGAWA

に伴い単位水量が幾分増加するためブリーディングが増加するが、ブリーディングの増加は比較的少ない。微粒分の増加がブリーディングを抑制しているもとと考えられる。

圧縮強度と混合細骨材の0.15mmふるい通過量の関係を図-4に示す。FNS1.2細骨材の使用量および0.15mmふるい通過量にかかわらず、FNS細骨材コンクリートの圧縮強度は、水セメント比の同じ普通コンクリートとほぼ同強度であった。

図-5に乾燥収縮ひずみの経時変化を示す。FNS細骨材の使用により単位水量が多くなるにもか 図-3 ブリーディングと混合細骨材の0.15mmふるい通過量の関係

かわらず乾燥収縮は小さくなり、0.15mmふるい通過量が同じである場合にはFNS1.2細骨材の使用量の増加に伴い小さくなる。FNS1.2細骨材の使用量が同じである場合には、FNS細骨材の使用により乾燥収縮は普通コンクリートより小さくなるが、0.15mmふるい通過量が増加すると乾燥収縮は増加する傾向にあった。

凍結融解試験における相対動弾性係数の経時変化を図-6に、300サイクル時の耐久性指数と消泡材使用量の関係を図-7に示す。FNS細骨材混合率が40%以下の供試体では、凍結融解に対する抵抗性は非常に小さかった。これは、山砂を混合使用した供試体(N30-1)の抵抗製が低いことを考慮すると、消泡剤の使用が気泡分布に悪影響を及ぼしているものと考えられる。一般にFNS細骨材混合率が50%以上ではブリーディングが増大するため凍結融解に対する抵抗性は低下する。そのためFNS細骨材混合率50%以下にするか、ブリーディング量を $0.4\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 程度いかに抑制することが推奨されている⁽¹⁾。、しかしFNS細骨材混合率50%以上のコンクリートにおいても細骨材の微粒分を増加させることにより十分な抵抗性を得ることができた。

4. 結論

規定値以上の微粒分を含むFNS1.2細骨材の使用は、コンクリートの物性に悪影響を及ぼさない。凍結融解に対する抵抗性に及ぼす消泡材の影響は、今後の検討が必要である。

【参考文献】(1)庄谷ら：フェロニッカルスラグ細骨材を用いたコンクリートの凍結融解性に関する研究 材料、Vol.43、No.491、pp.976-982、Aug. 1994

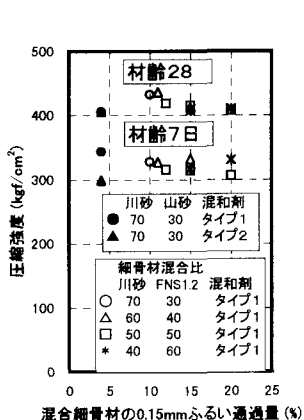
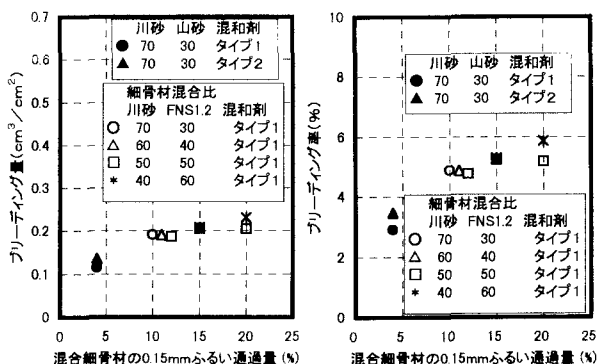


図-4 圧縮強度

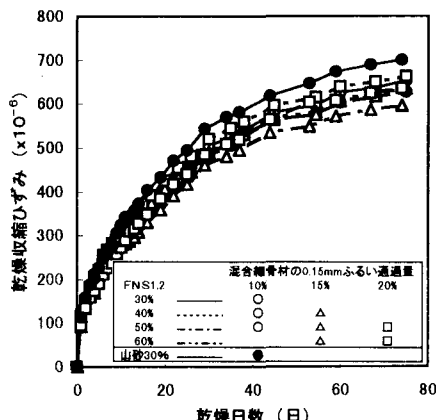


図-5 乾燥収縮ひずみの経時変化

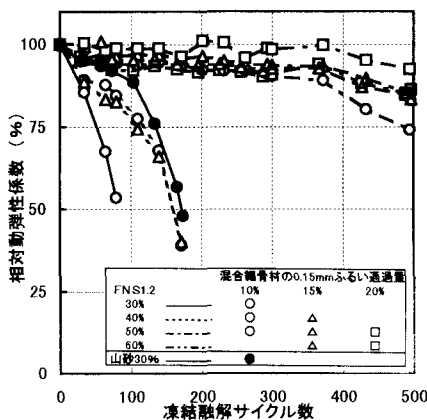


図-6 相対動弾性係数の経時変化

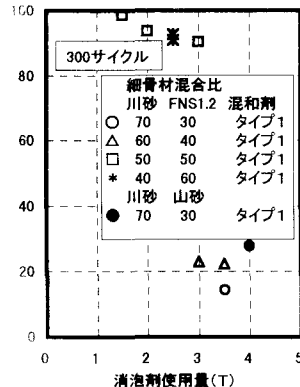


図-7 耐久性指数と消泡剤使用量の関係