

V-309

フェロニッケルスラグ細骨材コンクリートの耐凍害性

立命館大学大学院 学生員 抜木 幸次
立命館大学理工学部 正会員 高木 宣章立命館大学理工学部 正会員 児島 孝之
北海道開発局 佐藤 朱美

1. まえがき

1997年に改訂された JIS A 5011-2（コンクリート用スラグ細骨材—第2部：フェロニッケルスラグ細骨材）では、1.2mm フェロニッケルスラグ(FNS)細骨材の 0.15mm ふるいを通過する微粒分量が 10～30%に規定された。本実験では、この規定値以上の微粒分を有する 1.2mm の FNS（以下：FNS1.2）細骨材を使用したコンクリートのブリーディング、圧縮強度、耐凍害性について実験検討した。また、既報告データ¹⁾における消泡剤の使用が耐凍害性に及ぼす影響についても検討した。

2. 実験概要

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は川砂と混合使用し、比較用として普通コンクリートの配合 N100-1Aの供試体も作製した。水セメント比は

表1 実験要因

細骨材混合比 (容積比 %)		混合細骨材の0.15mmふるい通過量 15% 20% 25%		
野洲川砂	FNS1.2	FNS1.2中の0.15mmふるい通過量		
60	40	27.0%	39.5%	52.0%
50	50	—	33.0%	43.0%
40	60	—	—	37.0%
川砂		混合細骨材の0.15mmふるい通過量		
100	—	7.0%		

表2 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント	$\rho_c=3.16$
細骨材	野洲川産川砂	$\rho_s=2.62$ FM=2.59
	FNS1.2	$\rho_f=3.14$ FM=1.61
粗骨材	高機産硬質砂岩砕石	$\rho_c=2.69$ FM=6.87
混和剤	AE減水剤	リチウム系有機酸化合物 およびシリコーン複合体
	AE助剤	炭素系有機酸化合物系 陰イオン界面活性剤

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 (%)		
	川砂 (%)	FNS1.2 (%)	0.15mm 未満(%)	FM	0.15mm 未満(%)	FM			水	セメント	川砂	FNS	微粒分 (FNS内数)	粗骨材			AE減水剤	AE助剤 *
F40-15A	60	40	15	2.17	27.0	1.54	50	42.0	170	340	446.9	343	14.1	1060		4.0A	8.0	5.5
F40-20A	60	40	20	2.06	39.5	1.27		41.5	172	344	439.7	279.7	71.6	1066		4.0A	9.0	5.1
F40-25A	60	40	25	1.95	52.0	0.99		41.0	174	348	432.5	218.2	127.3	1070		3.5A	6.8	4.0
F50-20A	50	50	20	2.00	33.0	1.41		41.5	170	340	368	388.8	52.2	1070	C×0.375%	3.5A	7.2	4.1
F50-25A	50	50	25	1.89	43.0	1.19		41.0	172	344	362	325.5	108.5	1074		3.5A	6.5	3.5
F60-25A	40	60	25	1.83	37.0	1.32		40.5	175	350	284	422.8	87.2	1076		3.5A	7.2	3.5
N100-1A	100	—	7	2.62	—	—		44.5	172	344	786	—	—	1010		2.0A	8.2	3.5

注) *: 1%希釈溶液をセメント1kgあたり1cc使用時を1Aとする。

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 1123-1975、凍結融解試験は JSCE-G 501-1986 に従って行った。硬化コンクリートの気泡間隔係数および気泡径分布は、画像解析装置により測定した²⁾。

3. 実験結果および考察

既報告データ¹⁾も合わせて検討する。本実験をシリーズA、既報告¹⁾をシリーズBとする。

混合細骨材の微粒分がブリーディング量に及ぼす影響を図1に示す。一般に、使用する AE 減水剤の種類により、単位水量およびブリーディング量は異なる。本実験のシリーズAでは、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

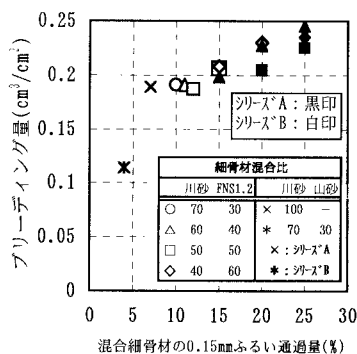


図1 ブリーディング量

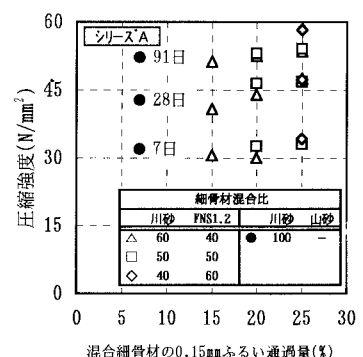


図2 圧縮強度

キーワード：フェロニッケルスラグ細骨材、凍結融解に対する抵抗性、消泡剤、気泡径分布、気泡間隔係数
〒525-0058 滋賀県草津市野路東 1-1-1（立命館大学 理工学部 土木工学科）TEL/FAX 077-561-2805

リーディング量は微粒分量の増加に伴い幾分大きくなった。しかし、その増加は比較的少なく、微粒分量の増加がブリーディング量を抑制しているものと考えられる。

圧縮強度と混合細骨材の微粒分量の関係を図2に示す。FNS1.2 細骨材使用量および微粒分量に関わらず、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程度であった。

凍結融解試験における相対動弾性係数の経時変化を図3に示す。FNS 混合率を 50%以下にし、水セメント比と空気量を適切に選定した AE コンクリートでは、普通コンクリートの場合と同等な満足すべき耐凍害性を一般に得ることができる。しかし、図3のシリーズBに示すように、FNS 混合率が 40%以下であっても消泡剤の使用により耐凍害性が著しく低下し、気泡分布に悪影響を及ぼしている可能性があることを報告した¹⁾。消泡剤を使用していないシリーズAでは、FNS 混合率が 60%においても、また、FNS1.2 の 0.15mm ふるい通過量が約 50%であっても満足な耐凍害性が得られた。

気泡間隔係数および空気量を表4に、気泡径分布を図4に示す。本実験で使用した AE 助剤は、既報告（シリーズB）の配合 N30-2 で使用したアルキルアシルスルホン化合物系の AE 助剤より細かい気泡を数多く連行できるものである。そのため、画像解析により測定した硬化コンクリートの空気量は、フレッシュコンクリート時の測定値より、シリーズBでは 1~2.5% 程度低下したが、良質の AE 助剤を使用したシリーズAでは 1~2% 程度増加した。また、消泡剤の使用により気泡間隔係数はかなり大きくなるとともに、径の小さい気泡が少ない。一方、良質の AE 助剤を使用することにより FNS 混合率 60%あるいは FNS1.2 の 0.15mm ふるい通過量が JIS 規定値以上であっても、硬化コンクリートの空気量、気泡間隔係数および気泡径分布は良好で、十分な耐凍害性が得られた。

4. 結論

良質の AE 減水剤と AE 助剤を使用することにより、JIS 規定値以上の微粒分を含む FNS1.2 細骨材を使用してもコンクリートの物性に悪影響はない。しかし、消泡剤の使用が気泡径分布に及ぼす影響は大きく、耐凍害性を考慮するコンクリートへの使用にあたっては十分な配慮および検討が必要である。

【参考文献】

- 1) フェロニックス社「細骨材の微粒分がコンクリートの物性に及ぼす影響に関する研究」セメント・コンクリート論文集, No.51, pp.772-777, 1997
- 2) 西山 孝 他; シアクリートによる硬化コンクリート中の気泡組織の染色と観察, セメント技術年報, No.42, pp.212-214, 1988

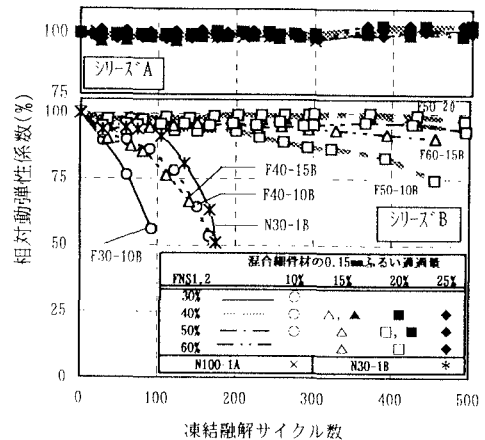


図3 相対動弾性係数の経時変化

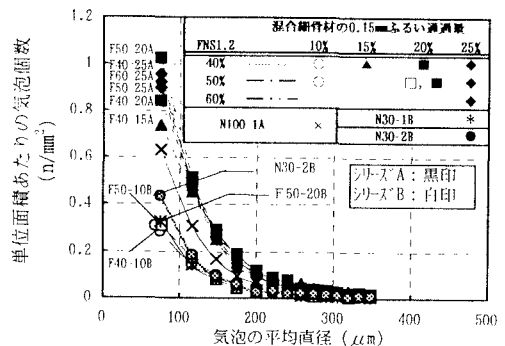


図4 気泡径分布

表4 気泡間隔係数および空気量

シリーズ	配合名	FNS1.2 (%)	混和剤	気泡間隔係数 (L/m³)	空気量 (%)	
					フレッシュ	硬化
A	F40-15A	40	4.0A	181	5.5	7.8
	F40-20A	40	4.0A	177	5.1	6.0
	F40-25A	40	3.5A	177	4.0	4.6
	F50-20A	50	3.5A	169	4.1	6.2
	F50-25A	50	3.5A	176	3.5	5.2
	F60-25A	60	3.5A	181	3.5	4.3
	N100-1A	—	2.0A	213	3.5	3.4
B	F30-10B	30	3.5T	240	4.7	3.7
	F40-10B	40	3.5T	283	5.0	3.2
	F50-10B	50	3.0T	286	5.1	2.8
	F50-20B	50	1.5T	284	5.3	2.5
	N30-1B	—	4.0T	280	4.2	2.7

注) T: 消泡剤 (1%溶液をセメント1kgあたり2cc使用時を1T)

A: AE減水剤 (1%溶液をセメント1kgあたり1cc使用時を1A)