

V-18

フェロニッケルスラグ細骨材コンクリートの品質に関する2, 3の検討

八戸工業大学 学員 ○小笠原 聡
八戸工業大学 正員 庄谷 征美
八戸工業大学 正員 杉田 修一

1. はじめに

フェロニッケルスラグ細骨材を用いたコンクリートの諸性質に関してはこれまで多くの研究成果があり、普通細骨材との混合使用により、その品質は普通コンクリートとほとんど変わらないことが報告されている。しかしながら、フェロニッケルスラグ細骨材混合率が50%以上になると普通骨材コンクリートに比較してブリーディングが多くなること、そしてブリーディングが大きい場合には耐凍害性が低下すること等、問題点が指摘されている。本研究は、フェロニッケルスラグ細骨材コンクリートのブリーディング特性と、ブリーディングを抑制する目的で高性能AE減水剤及びシリカフューム混入の効果を実験的に明らかにし、さらに後者の場合については耐凍害性への効果についても検討を加えた。

2. 実験概要

(1)使用材料：セメントは普通ポルトランドセメント（比重3.16）を用いた。使用した細骨材は5種類のフェロニッケルスラグ細骨材と、それぞれに対する粒度調整用の相手砂及び比較用の川砂であり、表-1に物理試験成績を示す。混合使用状態でのそれぞれの細骨材の粒度分布曲線を図-1に示す。ここではフェロニッケルスラグ細骨材混合率は50%とし、一部に100%使用も実験している。粗骨材は全実験を通じて岩手県大船渡産の石灰岩碎石（最大寸法20mm、比重2.70）を用いた。混和剤はヒドロキシ系複合体天然樹脂酸塩のAE減水剤とアニオン型特殊高分子活性剤を主体とする高性能AE減水剤を使用した。ブリーディングの抑制効果を検討する目的でシリカフューム（MICROPOZ、比表面積 $1.8 \times 10^5 \text{ cm}^2/\text{g}$ 、比重2.25）を使用した。

(2)配合および各種試験：ブリーディング試験は表-1の混合細骨材に対して表-2の配合表に示すように、2種の単位セメント量（ $C=280\text{kg}/\text{m}^3$, $380\text{kg}/\text{m}^3$ ）とスランブ（10cm, 5cm）の組み合わせで実施した。ここではAE減水剤および高性能AE減水剤を用いて空気量5%を目標とした。ブリーディング試験はJIS A 1123に準じた。凍結融解試験は、ASTM C 666 A法により材令14日より実施した。なお、気泡組織の測定もASTM C457-89a

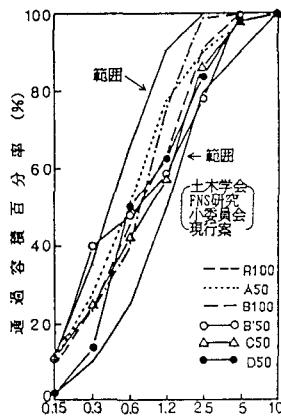


図-1 フェロニッケルスラグ混合細骨材の粒度曲線

表-1 使用細骨材

細骨材種類	記号	比重	吸水率	F M	備考
川砂	R100	2.62	1.46 %	2.67	大井川産(100%使用)
キルン水砕(1.2mm) 同上相手砂	A50	3.15 2.58	0.38 % 2.24 %	1.72 3.19	(50:50%使用) 内山川産
電炉風砕の破砕(5mm)	B100	3.02	2.20 %	2.49	(100%使用)
電炉風砕(5-9.3mm) 同上相手砂	B'50	2.83 2.82	1.22 % 1.15 %	4.15 2.18	(50:50%使用) 三沢産
電炉風砕(5mm) 同上相手砂(川砂)	C50	3.05 2.62	1.21 % 1.46 %	2.90 2.67	(50:50%使用) 大井川産
電炉水砕(3mm) 同上相手砂	D50	2.84 2.60	0.73 % 2.25 %	3.94 1.84	(50:50%使用) 愛知東洋炭産

表-2 コンクリートの示方配合

使用細骨材種類	s Q (cm)	s/a (%)	単位量 (kg/m³)						圧縮強度 (kgf/cm²) 28日
			C	W	FNS 細骨材	相手砂	G	混和剤*	
A E 減水剤	10	44	152	808(川砂)	1072			0.016	395
		44	168	480	393	1048		0.010	340
		41	167	841	0	1172		0.008	390
		48	156	503	466	1034		0.010	438
		42	153	437	385	1110		0.012	353
		44	160	436	400	1067		0.012	329
	5	40	148	707(川砂)	1104			0.020	544
		40	160	422	346	1085		0.016	495
		37	160	731	0	1139		0.014	521
		44	151	423	392	1012		0.014	557
高性能 A E 減水剤	10	38	146	382	337	1145		0.018	483
		40	153	383	352	1096		0.020	511
	5	44	141	821(川砂)	1088			0.008	455
		44	155	489	401	1067		0.008	370
		42	151	882	0	1112		0.008	383
		49	143	503	466	988		0.008	469
		42	142	444	391	1126		0.006	374
		45	149	453	416	1058		0.005	342
E 減水剤	10	40	133	723(川砂)	1129			0.014	576
		40	144	432	354	1112		0.016	542
		37	139	758	0	1174		0.014	569
		45	134	449	416	1031		0.011	623
	5	38	130	391	344	1172		0.012	523
		41	138	401	369	1102		0.014	496

* □ AE減水剤 C x vol (%)
高性能AE減水剤 C x wt (%)
** 空気調整剤 C x vol (%)

表-3 コンクリートの示方配合(シリカフェームシリーズ)

ノット	s/a	単位量 (kg/m ³)										圧縮強度 (kgf/cm ²)
種類	(%)	C	W	FNS 細骨材	相手砂 / 107μm	G	混和 剤	AE減水 剤	14日	28日		
R100-0	46	229	149	870(川砂)	0	1061	0.2	0.022	199	238		
A50-0	45	229	168	496	0	1061	0.2	0.023	181	223		
A50-2	45	269	175	482	395	13.4	0.023	0.031	212	259		
A50-5	45	269	185	459	372	34.2	0.021	0.031	252	306		
B100-0	47	252	164	983	0	0	0.010	0.012	196	229		
B100-2	47	260	199	971	0	14.5	0.021	0.018	229	289		
B100-5	42	262	190	823	0	32.9	0.021	0.021	261	342		
B50-0	48	223	145	502	465	0	0.016	0.016	160	188		
B50-2	48	231	150	489	453	19.7	0.015	0.021	192	226		
B50-5	48	257	167	456	419	37.8	0.023	0.023	241	309		
C50-0	44	251	163	459	484	0	0.024	0.024	182	198		
C50-2	44	271	176	437	385	13.7	0.040	0.02	0.030	191	236	
C50-5	44	283	184	416	367	33.5	0.021	0.02	0.030	241	303	
D50-0	46	246	163	460	423	0	0.045	0.02	0.023	155	179	
D50-2	46	263	171	440	404	14.2	0.040	0.022	209	242		
D50-5	46	269	175	423	388	35.4	0.013	0.02	0.022	252	308	

(例) A50-5 ケルン水砕50%使用、シリカフェーム置換率5% ● 減水剤 C×vol(%)
▲ AE減水剤 C×vol(%)

に準じて実施した。表-3はシリカフェームを細骨材に置換しブリーディングを低減し凍結融解抵抗性の改善を検討した配合であり、目標スランブ10cm、目標空気量5%、W/C=65%でAE減水剤を使用している。

3. 実験結果

(1) コンクリートの所要水量： AE減水剤及び高性能AE減水剤を使用した場合、何れも電炉風砕B'を用いたコンクリートの単位水量は川砂を用いた場合と同等もしくは低減出来る事がわかる。その他のスラグ使用では何れの場合にも同等もしくは増加する。AE減水剤を基本とした高性能AE減水剤使用時の減水率は、スランブ10cmの場合で平均8.4%、スランブ5cmの場合で平均12.2%である。高性能AE減水剤はスラグ使用では基準砂使用と同等かそれ以上の減水効果があった。

(2) ブリーディング特性： 川砂コンクリートのブリーディング量に比べてフェロニッケルスラグ細骨材コンクリート、特に風砕B、B'のブリーディング量は多いことが分かる。又、ブリーディング終了時間は川砂に比べて長くなる。しかし、図-2に示すように高性能AE減水剤を用いると特にスランブ5cm、C=380kg/m³のケースで大幅に低減可能であった。図-3はシリカフェーム混入のブリーディング量の低減状況を示したものである。何れの場合においても、シリカフェームを使用する事でブリーディングを低減できる事が分かる。

(3) 凍結融解抵抗性： 図-4にブリーディング量と300サイクル後の試験値から求めた耐久性指数D.F.値の関係を示すが、ブリーディング量が0.4ml/cm²を越えるとD.F.値は低下傾向が著しく、B'では60%を下回る結果となった。シリカフェームを2%用いブリーディングを低減する事によりD.F.値は向上した。このようにボゾラン等の微粉末の添加は、フェロニッケルスラグ細骨材コンクリートの耐凍害性向上に有効な方法である事が確かめられたと言える。

4. まとめ

フェロニッケルスラグ細骨材コンクリートのブリーディングは、高性能AE減水剤およびシリカフェームの混入により低減しうる、また、ブリーディングの抑制は凍結融解抵抗性を向上させる有効な方法であることを確認できた。

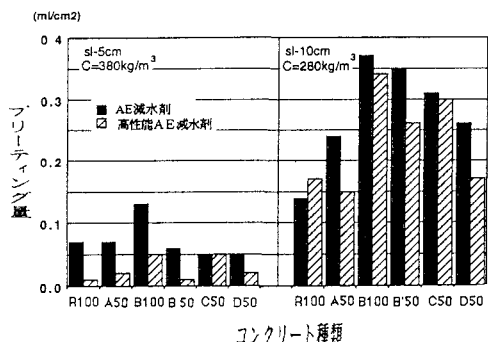


図-2 高性能AE減水剤によるブリーディング量の低減効果に関する実験結果

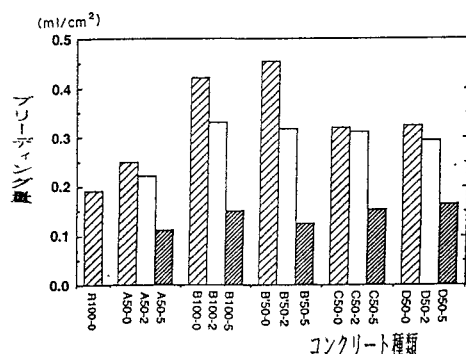


図-3 シリカフェームによるブリーディング量の低減効果に関する実験結果

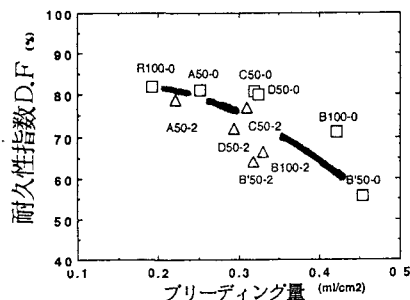


図-4 ブリーディング量と耐久性指数の関係