

V-267

スラグ細骨材を用いた自己充填型高流動コンクリートの品質に関する研究

八戸工業大学大学院 学生員 太田 貴之
 八戸工業大学工学部 正会員 庄谷 征美
 八戸工業大学工学部 正会員 阿波 稔

1. はじめに

近年、コンクリートの施工性の改善を主目的とした自己充填型高流動コンクリートが開発され、すでに実構造物に使用されている。一方、資源のリサイクル、有効利用といった観点から、産業副産物をコンクリート用材料として積極的に利用する研究が鋭意進められている。この研究の一環として非鉄金属スラグを利用した代替骨材の研究が進展し、フェロニッケルスラグ骨材の JIS 改訂¹⁾とともに、新たに銅スラグ骨材が「コンクリート用スラグ骨材」の一部として、昨年 8 月 JIS A 5011 に統合規格化されるに至った²⁾。本研究は、これら 2 種類のスラグ細骨材を用いた粉体系自己充填型高流動コンクリートの配合特性、自己充填性の評価および硬化コンクリートの品質について実験的に検討したものである。

2. 使用材料および実験方法

2-1 使用材料：セメントは、普通ポルトランドセメントを用いた。細骨材は、比重 2.97、F.M.2.48 のフェロニッケルスラグ細骨材(以下 FNS 細骨材と略す)、比重 3.63、F.M.2.20 の銅スラグ細骨材(以下 CUS 細骨材と略す)を用い、比較用および混合用に比重 2.65、F.M.2.57 の天然砂を使用した。粗骨材は、最大寸法 20 mm の石灰岩碎石を使用した。粉体用混和材としては、石灰石微粉末(比重 2.70、比表面積 5700 cm²/g)を用いた。混和剤としてポリカルボン酸を主成分とする高性能 AE 減水剤と AE 剤(ヴィンソル)を使用した。なお Control(スラグ混合率 0%)および FNS-50(FNS 混合率 50%)の場合は、AE 剤として AE-300 を使用した。

2-2 実験方法：表-1 は本研究で行った

表-1 実験概要

試験の概要を示したものである。コンクリートの細骨材容積に対するスラグ骨材の混合率は、0%、50%、100%とし、スランブフロー 70±5 cm、V型漏斗流下時間 10 秒程度、空気量 3%、4%、5%を目標とした。フレッシュコンクリートの自己充填性の評価は、経時特性を考慮に入れ、スランブフロー試験、V型漏斗流下試験および目視による材料分離抵抗性の判定により行った。また、力学的特性として、圧縮・引張強度試験を行った。さらに耐久性として凍結融解抵抗性試験、透水・透気試験、促進中性化試験、乾燥収縮試験を材齢 28 日より行い、気泡組織の観察も行った。この試験を実施するにあたり JIS あるいは ASTM の規格に従った。

スラグ 細骨材 混合率 (%)	目 標			試 験 項 目
	スランブ フロー (cm)	V型漏斗 流下時間 (sec)	空気量 (%)	
0, 50, 100	70±5	10	3 4 5	・自己充填性の評価 スランブフロー試験、空気量試験 V型漏斗流下試験 目視による材料分離抵抗性の判定 経時変化 (60分) ・圧縮強度試験 (JIS A 1108) ・引張強度試験 (JIS A 113) ・凍結融解抵抗性試験 (ASTM C 666 A) ・透水、透気試験 ・促進中性化試験 ・乾燥収縮試験 (JIS A 1129) ・気泡組織の観察 (ASTM C 457-89 a)

3. 実験結果

3-1 配合特性および自己充填性の評価：表-2 は、水セメント比を 55%、細骨材率を 55%と一定とした場合の目標スランブフローおよび V型漏斗流下時間がほぼ満足された配合例を示したものである
 キーワード：スラグ細骨材、自己充填型高流動コンクリート

〒031-8501 八戸市大字妙字大開 88-1 Tel 0178-25-3111 FAX 0178-25-0722

る。この表に見られるように FNS 混合率を増加させると単位水量は減少傾向を示した。これは、FNS 細骨材の粒子形状が球形に近いためであると考えられる。一方で、CUS 混合率を増加させると単位水量は増加傾向を示した。これは、0.06 mm 以下の微粒細骨材が多く含まれている CUS 細骨材を用いたために、細骨材中の微粒分が粉体と同様の挙動を示したためであると考えられる。

岡村ら³⁾は、V 型漏斗落下時間とスランプフローの関係で充填性を評価できることを示し、良好な性状を示すものから順に A, B, C とランク付けることを提案した。

図-1 は、表-2 の結果より小澤らの方法に準じて求めた相対フロー面積と相対落下速度の関係を示したものである。これより FNS 細骨材を用いた場合には C ランク以上、CUS 細骨材を用いた場合には B ランク以上の範囲にあり、それぞれ高流動コンクリートとしての充填性を満足することがわかる。これよりスラグ細骨材を用いた高流動コンクリートの製造が可能であるものと判断される。

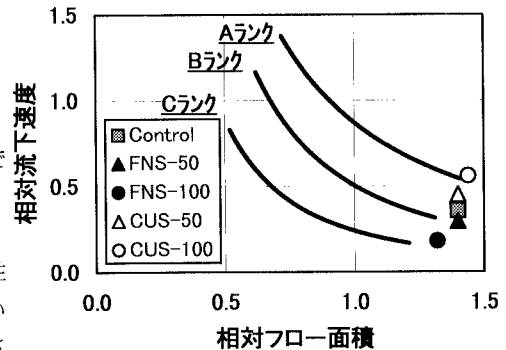


図-1 相対フロー面積と
相対落下速度の関係

表-2 配合表

配合名	Gmax (mm)	W/P (%)	W/C (%)	s/a (%)	C/L (%)	SP (%)	AE (%)	スランプ フロー (cm)	V型漏斗 落下時間 (sec)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)					
											水 W	セメント C	石灰石 微粉末 L	天然砂 NS	細骨材 FNS スラグ CUS	粗骨材 G
Control	20	86	55	55	1.15	1.15	0.4 *	71	14	4.2	165	300	260	880	—	740
FNS-50							2.2 *	71	17	3.6	160	291	252	448	502	746
FNS-100							2.5	69	28	4.2	155	282	245	—	1017	756
CUS-50							0.2	71	11	4.5	167	304	243	442	—	737
CUS-100	90				1.25		0.45	72	9	4.0	170	309	247	—	1199	730

※ Control および FNS-50は、AE剤としてAE-300を使用している。

3-2 硬化コンクリートの品質：

表-3 は、硬化コンクリートの品質試験結果の一覧を示したものである。この表に見られるように、28 日圧縮・引張強度、D.F.(Air=5 %)、水の拡散係数、透気係数、91 日における中性化深さ、80 日における乾燥収縮量、何れの場合にもスラグ細骨材を用いた自己充填型高流動コンクリートは、普通細骨材を用いたものと同等かあるいはそれ以上の品質が得られることが分かった。

表-3 硬化コンクリートの試験結果 (Air = 4%)

配合名	28 日		D.F.値 (Air 5%)	拡散係数 ($\times 10^{-4}$) (cm ² /sec)	透気係数 ($\times 10^{-12}$) (cm/sec)	91 日 中性化深さ (mm)	80 日 乾燥収縮量 ($\times 10^{-3}$)
	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)					
Control	42.57	3.63	71.6	2.43	2.51	6.97	47
FNS-50	39.25	3.11	84.7	3.38	2.45	5.72	41
FNS-100	46.55	3.09	86.4	2.70	2.44	6.49	40
CUS-50	44.41	3.03	測定中	1.98	4.17	6.83	48
CUS-100	44.07	2.98	測定中	1.89	4.07	6.74	45

ける乾燥収縮量、何れの場合にもスラグ細骨材を用いた自己充填型高流動コンクリートは、普通細骨材を用いたものと同等かあるいはそれ以上の品質が得られることが分かった。

4. まとめ

今回行った実験の範囲内では、スラグ細骨材を用いた粉体系自己充填型高流動コンクリートの製造が可能であり、普通細骨材を用いた粉体系自己充填型高流動コンクリートと同様な品質が得られることが確認された。

【参考文献】

1. 日本工業標準調査会 審議：コンクリート用スラグ骨材 第2部：フェロニッケルスラグ骨材 JIS A 5011-2(日本規格協会 発行) 1997年8月20日 制定
2. 日本工業標準調査会 審議：コンクリート用スラグ骨材 第3部：鋼スラグ骨材 JIS A 5011-3(日本規格協会 発行) 1997年8月20日 制定
3. 岡村 甫・前川宏一・小澤一雅：ハイパフォーマンスコンクリート、技報堂出版 1993年9月