

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ついて

八戸工業大学 学生員 ○太田 貴之
八戸工業大学 正会員 庄谷 征美
八戸工業大学 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¹⁾。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に加え、銅スラグ骨材が去年8月JIS化されるに至った²⁾。本研究は、銅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、銅スラグ(比重 3.63、F.M.2.20)を用い、比較用および混合用に天然砂(比重 2.65、F.M.2.57)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。混和材は、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%)の場合は、AE 剤として AE-300 を使用している。

2-2 実験方法：表-1 は本研究で行った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、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 の規格に従い行った。

表-1 実験概要

スラグ混合率 (%)	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	・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 経時変化 (60分) ・圧縮強度試験 (JIS A 1108) ・引張強度試験 (JIS A 113) ・透水、透気試験 ・促進中性化試験 ・乾燥収縮試験 (JIS A 1129)
			4	
			5	

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型漏斗流下時間が満足される配合例を示したものである。この表に見られるようにスラグ混合率が増加すると単位水量は増加傾向を示した。また、スラグ混合率の増加に伴い目標空気量を得るための AE 剤添加量が大幅に増大した。岡村ら³⁾は、細骨材をふるい分け試験し 0.09 mmふるいの通過率が2%以上の場合には、細骨材中の微粒分を粉体と同様の挙動を示す微粒細骨材として考えなければならないと指摘している。本研究で用いたスラグ細骨材においては、その値は約 8%であり、その影響により実質の粉体量が増加し空気連行性が悪くなったものと考えられる。

小澤ら⁴⁾は、V型漏斗流下時間とスランブ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流下速度の関係を示したものである。これより銅スラグ混合率を増加

表-2 配合表

配合名	粗骨材 最大寸 法 (mm)	W/P (%)	W/G (%)	s/a (%)	C/L (%)	混和剤 (%)	AE剤 (%)	スランブ フロー (cm)	V型漏斗 流下時間 (sec)	空気量 (%)	単 位 量 (kg/m ³)					
											水 W	セメント C	石灰石 微粉末 L	細骨材		粗骨材 G
														天然砂 S	銅スラグ CUS	
Control	20	86	55	55	1.15	1.15	0.4	71	14	4.2	165	300	260	880	—	740
CUS-50		90			1.25		0.2	71	11	4.5	167	304	243	442	606	737
CUS-100							0.45	72	9	4.0	170	309	247	—	1199	730

※ Controlは、AE剤としてAE-300を使用している。

させても充填性はBランク以上の範囲にあり、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。

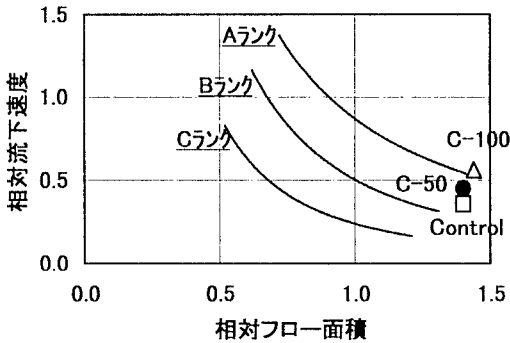


図-1 相対フロー面積と相対流下速度の関係

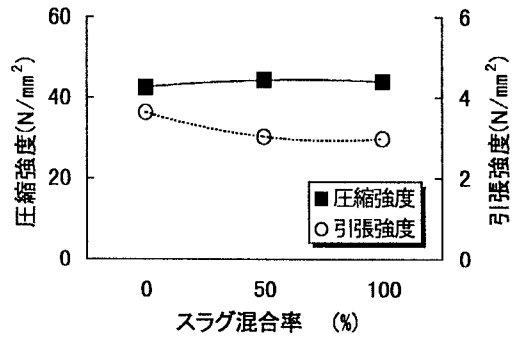


図-2 スラグ混合率による圧縮・引張強度の関係

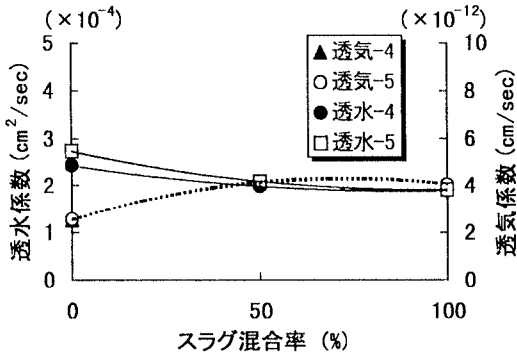


図-3 スラグ混合率による水密性・気密性の air 量による比較

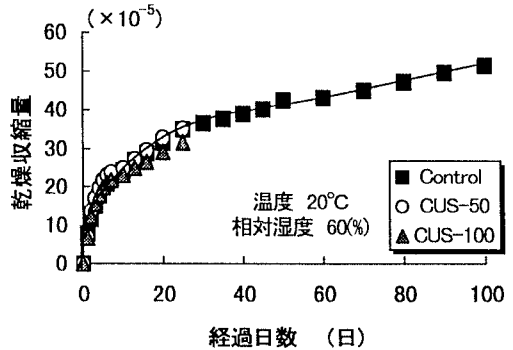


図-4 スラグ混合率による乾燥収縮量の変化

3-2 硬化コンクリートの品質： 力学的性質として、図-2 にスラグ混合率と材齢 28 日における圧縮強度および引張強度との関係を示したものである。これよりスラグ混合率に関係なく圧縮強度 40N/mm²程度、引張強度 3N/mm²程度とほぼ一定であった。

図-3 はスラグ混合率と透水試験から得られた拡散係数および透気試験から得られた透気係数との関係を示したものである。この図から分かるように両者ともスラグ混合率の増加による大きな変化は見られなかった。

図-4 に乾燥収縮試験の結果を示す。この図に見られるように、一部 30 日程までしか試験が終了していないがスラグ混合率による乾燥収縮量の大きな差は見られなかった。

4. まとめ

今回行った実験の範囲内では、銅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等な品質が得られることが確認された。

【参考文献】

1. 浜田二郎・加藤英昭・横須賀誠一・渡部嗣道：石灰石微粉末を用いた高流動コンクリートの品質に関する実験研究，コンクリート工学年次論文報告集 Vol.17 No.1 pp135～138 1995 年
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：銅スラグ骨材 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
4. 小澤一雅・坂田 昇・岡村 甫：ロート試験を用いたフレッシュコンクリートの自己充填性評価，土木学会論文集 No.490 V-23 pp61～70 1994 年 5 月