

球状製鋼スラグの 超流動コンクリートへの利用

九州工業大学○学生員 肥後 桂介

学生員 阪井 泰造

同上 正会員 出光 隆

正会員 渡辺 明

1. まえがき

わが国の製鉄所からは年間1250万トンの製鋼スラグが排出されているが、それらは高炉スラグに比べて有効に利用されているとは言い難い。そこで、筆者らは製鋼スラグを球状化し、それを付加価値の高い超流動コンクリート用細骨材として利用することを検討した。

2. 使用材料および試験方法

球状製鋼スラグは羽根付きの粉化ドラムで飛散させる方法で製造した。その粒度分布を図-1に示す。同図には砂の粒度分布曲線も併示した。球状製鋼スラグの粒子の状況を1.2mm以下および1.2mm以上についてそれぞれ図-2(a)、(b)に示した。1.2mm以下の場合にはほとんど球形であるが1.2mm以上は表面が粗く、角ばったものが多く含まれている。本研究で用いた各材料の諸特性を表-1に示す。これまでの研究結果で、スラグと砂との置換率は50vol%が適当とされており〔1〕、本実験でも、細骨材容積の50%を製鋼スラグで置換した。 s/a を変えて使用骨材の実積率試験を行い最適 $s/a=50\%$ を得た。そこで、単位水量を146, 150, 155kg/m³と変化させて、コンクリートを打設した。コンクリートの配合を表-2に示す。なお、混和剤等の配合割合はこれまでの研究を参考にし定めた〔2〕。コンシステンシー試験として、スランブフロー試験および充填試験を実施した。筆者らは、超流動コンクリート化しているか否かを判断する規準として、20秒後のフロー値：55cm以上、充填値：30cm以上を提案している。

3. 実験結果および考察

試験結果を図-3(a)、(b)に示す。同図にはフェロクロム風砕を用いた例〔2〕および普通砂とフライアッシュを用いた例〔3〕も併示した。球状製鋼スラグコンクリートは他に比べてフロー値、充填値ともに著しく小さくなっている。その原因は、図-2に示した1.2mm以上の角張った粒子が含まれていることにあると考えられる。そこで、粒形の悪い部分を除き1.2mm以下の球状のもののみを使用して、 $s/a=50\%$ 、 $W=145\text{kg/m}^3$ で同様な試験を実施したところ、同図に併示したようにフロー値、充填値とも大幅に改善でき、超流動コンクリートの基準を十分満足するコンクリートが得られた。このことから、超

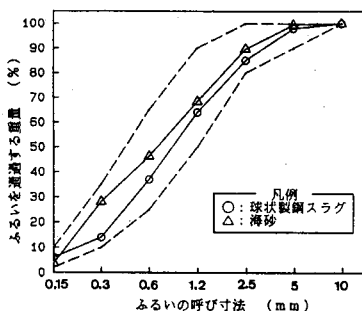


図-1 細骨材の粒度分布

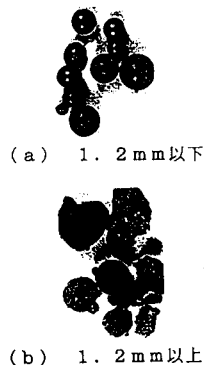


図-2 粒子の状況

表-1 使用材料の諸特性

使用材料種別		比重	ブレン値 (cm^3/g)	粗粒率
結合材	普通ポルトランドセメント	3.14	2500	—
	高炉スラグ	2.90	8270	—
	海砂	2.55	—	2.65
細骨材	製鋼スラグ	3.47	—	2.66
	風砂製鋼スラグ	3.46	—	3.30
粗骨材	砕石	2.78	—	7.52
主成分		添加量(重量比)		
減水剤	ナフタレンスルホン酸	pX1.88%		
	ホルマリン高縮合物塩	—		
	リグニンスルホン酸化合物	—		
	ポリオール複合体	pX0.18%		
AE剤	炭性アルキルカルボン酸化合物系	—		
	陽イオン界面活性剤	pX0.01%		
増粘剤	多価環状-β-グルカン	WX1.88%		

表-2 コンクリートの配合

細骨材率 $s/a(\%)$	水	単位量(kg/m^3)					増粘剤			
		普通 ポルトランド セメント	高炉 スラグ	海砂	製鋼 スラグ	粗骨材	AE剤	A E 減水剤	高性能 減水剤	増粘剤
50	146	250	250	413	562	901	0.05	0.9	8.4	1.73
50	150	250	250	411	559	895	0.05	0.9	8.4	1.77
50	155	250	250	409	555	888	0.05	0.9	8.4	1.83

流動コンクリートのコンシステンシーは細骨材の粒度より粒形に大きく影響されることが分かる。また、通常の細骨材とフライアッシュを用いたものと比較した場合、単位水量が約20kg/m³減少すること、単位水量によるコンシステンシーの変動も少ないことが分った。

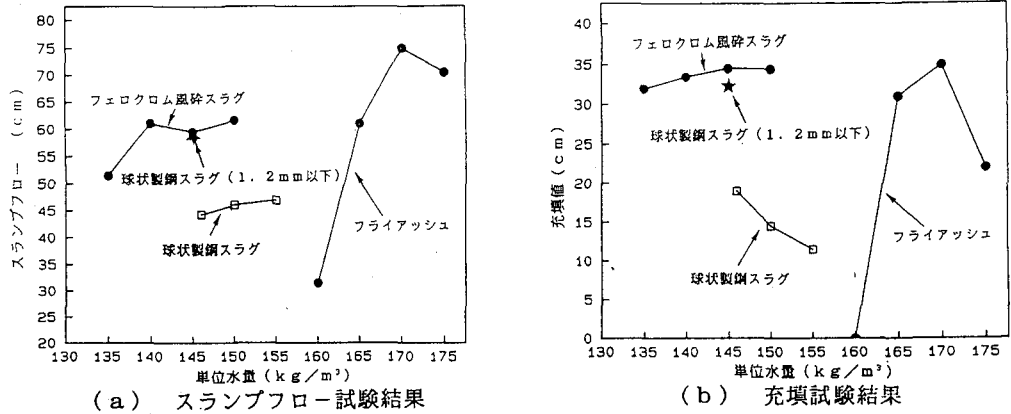


図-3 単位水量と各測定項目との関係

4. 実型枠への打設実験

以上の結果から、1.2mm以下の球状製鋼スラグを用いて $s/a = 50\%$ 、 $W = 145 \text{ kgf/cm}^3$ でコンクリートを打設し実型枠への打ち込み実験を行った。図-4に実験に用いたボックスカルバート用型枠の形状、寸法を示す。実験は、型枠の投入側よりコンクリートを流し込みながら、流動状態を観察し、コンクリートが非投入側（他方の壁上部のハンチ部分）に達したとき打設を終了した。打設後、分離状況を調べるため投入側、非投入側からコンクリートを採取し洗い試験を行い、 s/a の実測値を求めた。表-3にスランプフロー値、充填値及び洗い試験により実測した s/a の変化を、昨年度のフェロクロム風砕スラグの結果〔2〕と併せて示す。球状製鋼スラグコンクリート実測 s/a はフェロクロム風砕の結果の中間値を示しており、かなり厳しい条件の型枠にも打設できることが明かとなった。

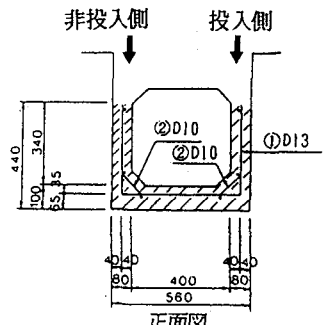


図-4 型枠の形状、寸法

表-3 試験結果

スラグの種類	水飽合率比 W/P(%)	スランプフロー (cm)	充填高さ (cm)	s/a (%)	
				投入側	非投入側
球状製鋼スラグ	29.0	60.8	34.7	54.5	65.0
フェロクロム 風砕スラグ	29.2	62.0	33.0	53.8	75.3
	27.5	53.0	34.0	56.3	59.6

5. まとめ

- 本研究で得られた結果をまとめると以下の通りである。
- (1) 粒形の良い1.2mm以下の球状製鋼スラグを単位砂量の50vol%と置換することにより、良質な超流動コンクリートを得ることができた。
 - (2) 超流動コンクリートのコンシステンシーは細骨材の粒度より粒形に大きく影響される。
 - (3) 球状細骨材を用いた超流動コンクリートはフライアッシュを用いた通常のものに比べて、単位水量を約20kg/m³減少でき、単位水量の変動によるコンシステンシーの変化も小さくなる。

参考文献

〔1〕出光隆：コンクリート工学年次論文報告集第14巻第1号、p393～398、1992
〔2〕新藤竹文：土木学会第45回年次学術講演会講演概要集第5部、pp228～229、1990.9