

# V-303 風砕スラグを混入した細骨材による コンクリートの高流動化

九州工業大学 学生員 浜口英樹 九州工業大学 正会員 出光 隆  
九州共立大学 正会員 高山俊一 九州工業大学 正会員 渡辺 明

## 1. はじめに

1989年、東京大学で「ハイパフォーマンスコンクリート」と名付けられた高流動性を有する締固め不要コンクリートが開発され<sup>[1]</sup>、それを期にこの種のコンクリートに関する研究が活発化した。その特徴は、一般のコンクリート用材料に流動化剤として高性能減水剤を、分離低減剤として増粘剤をそれぞれ加えていることと、粒径の細かいスラグやフライアッシュをセメントと共に用いていることにある。最近、微粉末を加えて増粘剤を用いないもの、増粘剤としてバイオポリマーを用いたもの<sup>[2]</sup>なども開発され、締固め不要コンクリートも多様化してきた。

筆者らは、昭和40年頃から高性能減水剤に関する研究を続けてきたが、かつて細骨材を球状化することによってワーカビリティが著しく改善されることを経験したことがある。そこで細骨材の改質に着目して、高流動化コンクリートの開発を試みた。すなわち球状の風砕スラグを細骨材の一部と置換することによってフライアッシュと同等の働きをさせ、コンクリートの高流動化を図ることとした。

## 2. 風砕スラグについて

風砕スラグは、フェロクロム製造時に発生するスラグを高風速で飛ばして丸みを帯びた粒状にしたもので、製鉄・製鋼のスラグよりも非常に固い。風砕スラグの種類を表-1に、比重及び吸水率試験結果を表-2に示す。

粒度 (mm)
5.0~2.5
2.5~1.2
1.2~0.6
0.6~0.42
0.42以下

項目	平均値
表乾比重	2.87
絶乾比重	2.84
吸水率(%)	0.91
かさ比重	3.00
真比重	3.17

## 3. モルタルによる予備実験

まず、どの程度の割合で細骨材を風砕スラグと置換すべきかを調べる必要がある。そこで、砂と風砕スラグの体積比を表-3のように変化させたモルタルを練って、スランプロー、空気量、ブリージ

表-3 モルタルの配合

供試体 No.	砂:風砕スラグ (体積比)	水結材比 (%)	単位量 (g/リットル)									
			水 W	結合材 P			細骨材 S		増粘剤	高性能減水剤		
				セメント	高炉スラグ	フライアッシュ	砂	風砕スラグ				
1	10:0	33	246	224	224	298	1042	0	2.22	10.8		
2	10:0		260	393	393	0	1196	0			2.34	11.4
3	9:1						1076	135				
4	7:3						837	404				
5	5:5						598	673				

ング率及び材令7日における圧縮強度、弾性係数を測定した。なお、増粘剤にはバイオポリマータイプを使用した。表-3のNo.1は、モデルモルタルであり、参考文献[2]中の締固め不要コンクリートのモルタル部分に相当する。スランプローの測定は、フローコーンとして細骨材のドライコンシステンシー用のコーンを用い、試料をコーン内に2層に分けて入れ、各層ごとに10回ずつ突き棒で突いて行った。表-4に試験結果を示す。表-4より、練り上がり時に材料分離傾向が大きかったNo.3を除いてNo.2, No.4, No.5がモデルモルタルNo.1と同等の流動性、材料分離抵抗性を有していると考えられる。そこで、No.2, No.4, No.5に

表-4 モルタルの試験結果

供試体 No.	砂:風砕スラグ (体積比)	フロー値 (cm)	空気量 (%)	ブリージング率 (%)		圧縮強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	弾性係数 (×10 <sup>5</sup> kgf/cm <sup>2</sup> )
				3時間後	最終		
1	10:0	40.2	1.6	6.8	3.8	215	2.09
2	10:0	40.9	2.0	0.3	0	358	2.65
3	9:1	41.2	0.6	2.9	1.4	354	2.84
4	7:3	44.5	0.2	1.7	0.6	319	3.05
5	5:5	43.4	1.6	0	0	428	3.02

のコーンを用い、試料をコーン内に2層に分けて入れ、各層ごとに10回ずつ突き棒で突いて行った。表-4に試験結果を示す。表-4より、練り上がり時に材料分離傾向が大きかったNo.3を除いてNo.2, No.4, No.5がモデルモルタルNo.1と同等の流動性、材料分離抵抗性を有していると考えられる。そこで、No.2, No.4, No.5に

ついて実際にコンクリートを打設してその性状を調べた。

4. コンクリートにおける検討

表-5 コンクリートの配合

打設したコンクリートの配合を表-5に示す。同表中のNo.1は参考文献[2]中のコンクリートと同じ配合を有する

供試体 No.	砂:風砕スラグ (体積比)	粗骨材の最大寸法 (mm)	s/a (%)	単位量 (kgf/m <sup>3</sup> )								
				水 W	結合材 P			細骨材 S		粗骨材 G	増粘剤	高性能減水剤
					セメント	高炉スラグ	フライアッシュ	砂	風砕スラグ			
1	10:0	20	45	165	150	150	200	727	0	969	1.49	7.25
2	10:0				250	250	0	760	0			
3	7:3							532	257			
4	5:5				380	427						

表-6 コンクリートの試験結果

供試体 No.	砂:風砕スラグ (体積比)	スランブフロー (cm)	空気量 (%)	充填高さ H (cm)
1	10:0	65.4	1.6	32.7
2	10:0	46.6	--	---
3	7:3	46.4	1.8	21.0
4	5:5	66.0	1.5	29.7

るモデルコンクリートである。これらのコンクリートについて、スランブフロー、空気量の測定及び充填試験<sup>[2]</sup>を行った。表-6にこれらの試験結果を示す。表-6より、No.4がモデルコンクリートNo.1と同等の流動性、充填性を有しているといえる。そこで、No.1, No.4については、材料分離抵抗性を判断する要素となる骨材の連行状況を調べるため、スランブフロー測定後、フローの中心部と先端部から試料を採取して洗い試験を行い、骨材の分布状況を比較検討した。その結果を図-1及び図-2に示す。図-1、図-2より、No.1, No.4共にフローの先端部と中心部で骨材の分布に差は見られず、どちらも十分に骨材を連行しているといえる。すなわち、No.4はモデルコンクリートNo.1と同等の材料分離抵抗性を有していると判断できる。以上のことから、細骨材の体積の半分を風砕スラグで置換することによって、フライアッシュを用いることなくコンクリートの高流動化が実現できるといえる。また、表-7にNo.1とNo.4の材令7日、28日における圧縮強度及び弾性係数を示す。表-7より、風砕スラグを用いることによって、フライアッシュを用いた場合に比べて高い初期強度を有するコンクリートが得られることがわかる。

表-7 コンクリートの圧縮強度及び弾性係数

供試体 No.	圧縮強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )		弾性係数 (×10 <sup>5</sup> kgf/cm <sup>2</sup> )	
	材令7日	材令28日	材令7日	材令28日
1	275	436	2.07	3.20
4	358	642	3.22	4.32

5. まとめ

- (1) 細骨材の体積の半分を球状の風砕スラグで置換することによって、高流動かつ低分離性のコンクリートを得ることができる。
- (2) 風砕スラグを用いることにより、フライアッシュを用いた場合に比べて高い初期強度を有する高流動化コンクリートが得られる。

[参考文献] [1] 小沢一雅、前川宏一、岡村 甫: ハイパフォーマンスコンクリートの開発; コンクリート工学年次論文報告集、日本コンクリート協会、Vol.11, No.1, 1989

[2] 新藤竹文、松岡康訓、坂本 淳、リムック タンゲフィルムシクル: 締固め不要コンクリートのフレッシュな状態における性状; 土木学会第45回年次学術講演会講演概要集 第5部、1990

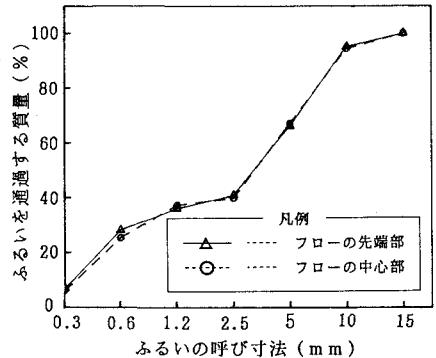


図-1 No. 1の洗い試験結果

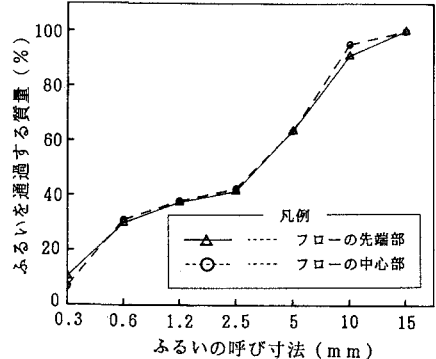


図-2 No. 4の洗い試験結果