

V-413

各種粉体を用いた高流動コンクリートへの水膜モデルの適用

大林組	正会員	中村博之
長岡技術科学大学	フェロー会員	丸山久一
長岡技術科学大学	正会員	下村 匠
福島工業高等専門学校	正会員	緑川猛彦
長岡技術科学大学	正会員	桃井清至

1. はじめに

高流動コンクリートは、コンクリートの流動性と材料分離抵抗性をバランス良く両立させたものであり、配合設計においては用いる粉体の特性に見合う水量と混和剤量の設定が必要である。一方、高流動コンクリートに用いられている粉体は現在のところ様々であり、水量および混和剤量は粉体の種類を変えるごとに、ペーストならびにモルタルのフロー試験およびVロート試験により求めるのが一般的であり、配合設計を繁雑なものとしている。

本研究は、種々な粉体を用いた高流動コンクリートに水膜モデルを適用し、簡易な配合設計の可能性について検討したものである。

2. 実験方法

2.1 使用材料

本研究に用いた粉体の物理的特性を表-1に示す。粒度分布はレーザー回折・散乱式粒度分布測定装置により測定した。表-1に表示した粒径は、メジアン径である。パラメータBは、式(1)により粒度分布を表したときの定数である。Bの値は、パラメータCを一定(C=1.000)として実測の粒度分布に最も良く近似するように求めた値であり、値が大きくなると粒度が細かいことを表している。長短比は、粒子断面の最大長と最大長に直角方向の長さの比であり、これをもって粒子形状を定量化することとした。

表-1 粉体の物理的特性

材 料	記号	比 重	比表面積 (cm ² /g)	粒径 (mm)	パラメータB	パラメータC	長短比
下水汚泥溶融スラグ	MS10	2.99	3990	7.9	87851	1.000	1.459
	MS15	3.04	3360	18.0	38530	1.000	1.479
石灰石微粉末	LS100	2.69	4280	12.5	55496	1.000	1.407
	LS200	2.69	5050	10.1	68833	1.000	1.437
	LS325	2.69	6410	4.2	164643	1.000	1.380
フライアッシュ	FA	2.31	3410	23.9	29051	1.000	1.109
普通ポルトランドセメント	OPC	3.16	3400	16.9	40045	1.000	1.325
中熱ポルトランドセメント	MPC	3.22	3230	16.0	43458	1.000	1.338

表-2 使用骨材および混和剤

材料	材料の特性
細骨材	信濃川産川砂（比重2.69、吸水率2.07、FM 3.58）
粗骨材	石灰砕石（Gmax=20mm、比重2.54、吸水率0.50%、実積率58.5%）
混和剤	ポリカルボン酸系

高流動コンクリートに使用した骨材と混和剤を表-2に示す。

$$V(D_p) = 1 - \exp(-BD_p^C) \quad (1)$$

ここで、 D_p ：粒子径（m） $V(D_p)$ ：累積質量積分関数 B, C ：関数の形状を決定するパラメータ

2.2 配合設計手順

粉体材料として、中熱ポルトランドセメントのみを用い、増粘剤を用いない自己充填コンクリートの配合設計が提案されている²⁾（図-1）。この配合手順において、水量と混和剤量は、セメントペーストのフロー試験から求められる拘束水比をもとに、モルタルのフロー試験、Vロート試験により、粘性と降伏値を両方を満足するように決定することが良いとされている。しかしながら、高流動コンクリートに用いられている粉体は現在のところ様々であり、用いる粉体の種類が変わるたびに、試験により算定しなければならない。

本研究では、適切な水量の算定を水膜モデルにより算定し、練上がったフレッシュコンクリートについて、ス高流動コンクリート、水膜モデル、粒度分布

〒101 東京都千代田区神田司町2-3, TEL 03-3292-1111

ランブフロー試験，Vロート試験，キッチンペーパーを用いた材料分離評価試験³⁾を行った。

2. 3 水量の算定

水膜モデルの基本概念は，「粒子を取り巻く水の膜の厚さが同じであれば，同一のランブフローおよび同一のVロート流下時間を示す」というものである。このことは，ある一種類の粉体について要求性能（ランブフロー：65±5 cm，Vロート流下時間：10～20sec）を満たす水膜厚とを求めておくと，他の粉体を用いた場合でも，その粉体の粒度分布と求めた水膜厚から所要の水粉体体積比が決定されることになる。

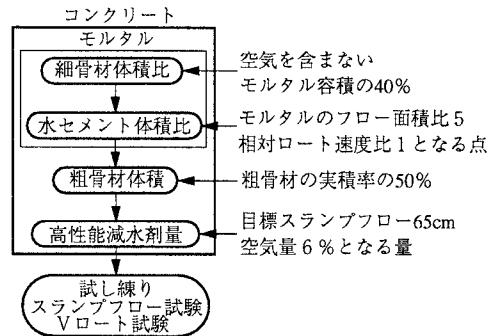


図-1 自己充填コンクリートの配合設計手順

3. 実験結果および考察

今，LS200を基準としてフレッシュコンクリートの要求性能を満たす高流動コンクリートを作製する時，必要な水粉体体積比は， $W/P=64.9\%$ となった。このとき，粉体の水膜厚は $0.1586\mu m$ となる。この結果を基に他の粉体の水粉体体積比を算定し，コンクリートの配合を決定すると表-3のようになる。

各試験を行った結果を表-4に示す。選定した配合はランブフロー値が65±5 cm，Vロート流下時間を10～20secを目標にしたものであり，各粉体においてはほぼその性能を満足しているといえる。ランブフロー値が目標値を上回った溶融スラグ微粉末MS10を用いたコンクリートについては，高性能減水剤の添加量を微調整することで要求性能を満たすことができると思われる。キッチンペーパーを用いた材料分離評価試験では，ペーパーへのペーストの付着量が3 g以上の場合，材料分離が顕著であると判定される³⁾。本実験により測定した付着量は，いずれの粉体の配合においても3 g以下となっており，ペーストの分離は問題ないと判定された。

本実験により，水膜モデルを用いた配合設計方法に基づき，粉体の粒度分布をもとに，ランブフロー，Vロートの値が要求性能を満たす高流動コンクリートの製造が可能であることが示された。

4. まとめ

本研究範囲内で得られた知見を以下に示す。

- (1) 水膜モデルを高流動コンクリートに適用することにより，フレッシュコンクリートの要求性能（ランブフロー：65±5 cm，Vロート流下時間：10～20sec）を満たすコンクリートの製造が可能であることが明らかとなった。

【参考文献】

- 1) 緑川猛彦，丸山久一，下村匠，桃井清至：粉体特性の定量化手法に基づくペーストの流動性評価方法，土木学会論文集V，投稿中
- 2) 岡村 甫，前川宏一，小沢一雅：ハイパフォーマンスコンクリート，技報堂出版，1993
- 3) 皆口正一，丸山久一，稲葉美穂子，坂田 昇：高流動コンクリートの材料分離測定方法に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.18，No.1，pp.89-92，1996

表-3 コンクリート配合

使用粉体 P	Vw/Vp (%)	単位量 (kg/m³)				混和剤 P×(%)
		W	P	S	G	
MS10	84.8	195	687	719	787	0.50
MS15	92.4	204	671			0.53
LS100	61.1	162	707			0.57
LS200	64.9	167	692			0.55
LS325	69.1	173	675			0.65
FA	54.2	149	636			0.85
OPC	85.9	196	722			1.50
MPC	87.3	198	730			0.90

表-4 試験結果

コンクリート 配合の粉体	ランブ フロー (cm)	Vロート流下 時間 (sec)	ペーパー 付着量 (g)
MS10	79.5	11.19	—
MS15	68.0	10.51	2.9
LS100	71.5	19.09	1.5
LS200	63.5	17.21	1.7
LS325	67.5	15.17	1.4
FA	73.0	15.11	1.5
OPC	65.0	21.44	1.1
MPC	75.5	13.93	—

注) MS10、MPCのペーパー付着量は未測定である。