

V-412

各種粉体を用いた高流動モルタルへの水膜モデルの適用

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 丸山久一
 長岡技術科学大学 正会員 下村 匠

1. はじめに

高流動コンクリートの配合設計の確立には適切な水量の算定が必須であり、その手法として先に水膜モデルを提案したり、この水膜モデルは、高流動コンクリートの自己充填性において重要な役割を果たす粉体について、粒度分布および粒子形状を基本的な因子とし、さらに Van der Waals 力および回転慣性力によって生じる粒子の凝集を考慮して、粒子周りの水膜厚を算出するものである。

本研究は、種々な粉体を用いた高流動モルタルに水膜モデルを適用し、モデルの適用性および、モルタルの配合について検討したものである。

2. 水膜モデル

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、同一のスランプ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を満たす水膜厚を求めておくことにより、他の粉体を用いた場合でも、その粉体の粒度分布と水膜厚から所要の水粉体体積比を決定することができる。

図-1に水膜モデルの概要を示す。粉体粒子の凝集個数および水膜厚を算出するためには、粒度分布および粒子形状、粉体密度が必要となる。まず、粒度分布の定式化に必要なパラメータ B および C を、粒度分布の測定結果から同定する。粒子形状は凝集力に影響を及ぼすため、あらかじめ走査型電子顕微鏡写真から最大長と最大長に直角方向との比を算出しておく。凝集個数は、粒径と水膜を挟んだ粒子間距離から求まる Van der Waals 力と、粒子形状と粉体密度から求まる回転慣性力とのバランスにより決定されるため、ここで、ある粒径での凝集個数が計算される。ペーストの水粉体体積比は、粒子全体にわたり粒子群の表面に固定される水膜厚分の水量を加算すれば良く、この関係から水膜厚を算出することができる。

3. 実験方法

(1) 使用材料

実験に使用した粉体の物理的性質および粒度分布に関する

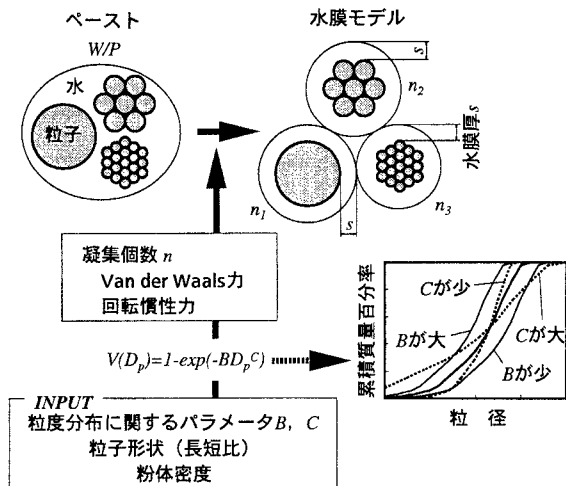


図-1 水膜モデルの概要

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 (μm)	パラメータ B	パラメータ C	長短比	凝集個数
下水汚泥溶融スラグ	MS10	2.99	3990	7.9	87851	1.000	1.459	12.59
	MS15	3.04	3360	18.0	38530	1.000	1.479	4.21
石灰石微粉末	LS100	2.69	4280	12.5	55496	1.000	1.407	8.69
	LS200	2.69	5050	10.1	68833	1.000	1.437	10.00
	LS325	2.69	6410	4.2	164643	1.000	1.380	25.06
フライアッシュ	FA	2.31	3410	23.9	29051	1.000	1.109	6.12
普通ポルトランドセメント	OPC	3.16	3400	16.9	40045	1.000	1.325	3.92
中熱ポルトランドセメント	MPC	3.22	3230	16.0	43458	1.000	1.338	4.55

高流動モルタル、水膜モデル、粒度分布、凝集

〒970 いわき市平上荒川字長尾30, TEL 0246-28-4151 FAX 0246-28-4193

〒940-21 長岡市上富岡町1603-1, TEL 0258-46-6000 FAX 0258-47-0019

〒940-21 長岡市上富岡町1603-1, TEL 0258-46-6000 FAX 0258-47-0019

るパラメータを表-1に示す。また、粒度分布を図-2に示す。粒度分布の測定は分散媒としてエタノールを用い、超音波分散を60秒行った後、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、測定された粒径加積曲線から求まるメジアン径であり、パラメータBはメジアン径を用いて同定したものである。本研究においては事前の検討より、パラメータCを一定（ $C=1.000$ ）とすることとした。

長短比の算出は電子顕微鏡写真を用いて行った。標本個数は1粉体につき50個とし、各粉体について長短比を算出した後、平均値をもって代表値とした。

(2) 実験方法

各種粉体を用いたモルタル性状を一定とする、水量および減水剤量を実験により算出した。なお、モルタル性状はフロー値およびVロート流下時間で評価し、フロー値 250 ± 10 mm、モルタル用Vロート流下時間 10 ± 1 秒とした²⁾。

モルタルの配合は、細骨材容積比（川砂、比重2.69、吸水率2.07%、粗粒率3.58）を40%とし、作製量は2リットルとした。減水剤はポリカルボン酸エステル系高性能減水剤を用いた。

4. 結果および考察

表-2および図-3に、モルタルのフロー値を 250 ± 10 mm、Vロート流下時間を 10 ± 1 秒とした場合の、水粉体体積比および減水剤添加量を示す。粉体種類により、モルタル性状を一定とするために必要な水量および減水剤量は異なり、粉体の粒度分布と水量との間には相関性は認められない。そこで、水膜モデルを各ペーストに適用し、水膜厚の算出を試みた。

図-4に、水膜モデルを適用して算出した水膜厚と粉体種類との関係を示す。粉体種類により多少ばらつきはあるものの、水膜厚は最も小さいFAで $13.3 \mu\text{m}$ 、最も大きいMPCで $16.8 \mu\text{m}$ とその差は $3.5 \mu\text{m}$ であり、粉体種類や粒度分布に関わらず水膜厚はほぼ一定となった。これらのことから、モルタル性状が同じであれば、粒子周りの水膜厚も一定となることが示唆され、モルタル性状を同一とするためには粒子周りの水膜厚を同じとすれば良いと考えられる。したがって、モルタルに水膜モデルを適用することで、粉体の粒度分布からモルタル性状を一定とする水量の算定が可能であることが明らかになった。

5. まとめ

各種粉体を用いた高流動モルタルに水膜モデルを適用し、水量の算定が可能か否かについて検討した。

その結果、水膜モデルを高流動モルタルに適用することにより、モルタル性状と粒子周りの水膜厚は一意的に対応し、このため、モルタル性状を等しくするために必要な水量は、粉体の粒度分布から算定することができることが明らかになった。

【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, 小澤一雅: ハイパフォーマンスコンクリート, 技報堂出版, 1993.9

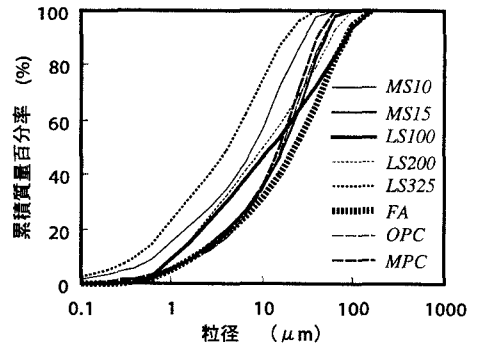


図-2 各粉体の粒度分布

表-2 配合結果

記号	水粉体体積比 W/P	減水剤添加率 (%)
MS10	0.759	0.76
MS15	0.818	0.68
LS100	0.558	0.50
LS200	0.590	0.67
LS325	0.632	0.62
FA	0.494	0.75
OPC	0.774	1.50
MPC	0.782	1.10

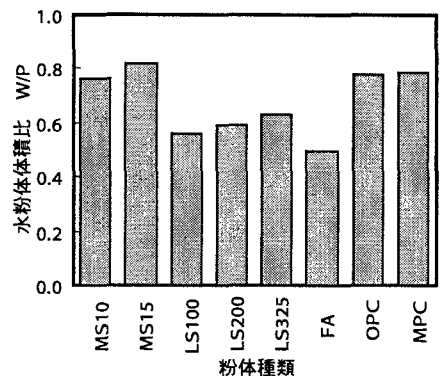


図-3 ペーストの水粉体体積比

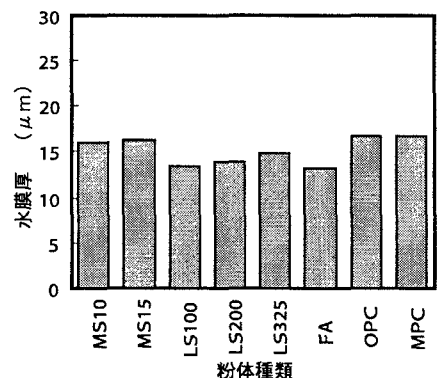


図-4 各粉体の水膜厚