

V-448

水膜モデルを用いた高流動モルタルの流動性低下に関する一考察

長岡技術科学大学大学院 学生員 前山 篤史
 長岡技術科学大学環境・建設系 7年 丸山 久一
 鹿島技術研究所 正会員 坂田 昇
 福島工業高等専門学校 正会員 緑川 猛彦

1. はじめに

筆者らは、高流動モルタルのスランブフローロスのメカニズムを粉体粒子間距離の観点から検討し、すでに報告している¹⁾。これにより、モルタル中の自由水量や高性能減水剤残存量の低下による粉体粒子間距離の減少が、フローロスの主要因であることが明らかになった。しかしながら、用いる粉体によりフローロスを生じる速度やその時の高性能減水剤残存量などが異なり、粒子間距離とフロー値との関係が若干ばらつく結果となった。これらの主な原因は粉体の物理・化学的特性に基づくものと考えられ、粉体と高性能減水剤との相性が、スランブフローロスに大きく影響しているものと考えられる。以上のことを踏まえ本研究は、粒子間距離とフロー値との関係が粉体種類により変化しないものと仮定し、高性能減水剤と粉体との相性を逆解析により検討することとした。

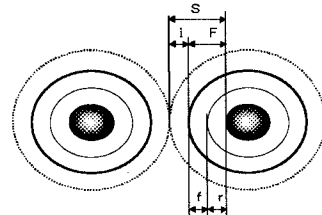
2. 実験概要

すでに報告した¹⁾実験概要および結果について述べる。

製造5分後のフレッシュ性状(フロー値: 270 ± 10 mm, V漏斗流下時間: 7 ± 1 秒)を等しくした、各種粉体を用いたモルタルについて、約30分毎にフロー値、自由水量および高性能減水剤残存量(SP残存量)を測定した。次に、図-1に示す水膜モデルを用いて、自由水量およびSP残存量を粒子表面に形成される膜厚に換算し、フロー膜厚($i+f$)とモルタルフロー値との関係を求めた。なお、図-1における具体的な数値は、モルタルフロー値250mmおよびV漏斗流下時間10秒のデータをもとに、事前の検討より算出したものであり²⁾、ここでは一応の目安として使用した。その結果、図-2に示すように、フロー膜厚とモルタルフロー値との関係は、ほぼ線形関係が成り立ち、フロー膜厚の減少にともないモルタルフロー値も小さくなる傾向を表現することができた。しかしながら、用いる粉体によりその傾きや切片が異なり、フローロスの経時変化を表現するまでには至らなかった。一方、フローロスに大きな影響を与える高性能減水剤の消費量は、粉体との相性と言われる物理・化学的要因に大きく関わっているものと考えられる。すなわち図-2における粉体ごとの傾きの違い(測定時間が同じことから、高性能減水剤の消費速度と考えられる)は粉体の特性値であると考えられ、本来ならばフロー膜厚とモルタルフロー値との関係は一直線で表されるものが、この特性値によりばらついているものと予想される。また、高性能減水剤と粉体との相性を、物理・化学的特性から検討している例は少なく、実験以外の方法によりこれらの関係を検討することは困難である。以上のことから、フロー膜厚とモルタルフロー値の関係が粉体の種類によらず一直線で表現されるとの仮定のもと、逆解析により特性値を定量化することとした。

3. 実験結果および考察

図-3にフロー膜厚とモルタルフロー値との概念図を示す。図-1における拘束水による水膜 r はモルタルの流動性に関与しないことから、モルタルフロー値はフロー膜厚($i+f$)にのみ関係する。また、フロー膜厚が零の場合、



S: 粒子表面の総膜厚 ($0.261 \mu\text{m}$)
 F: 水膜厚 ($0.162 \mu\text{m}$)
 i: 高性能減水剤による仮想膜厚 ($0.099 \mu\text{m}$)
 r: 拘束水による膜厚
 f: 自由水による膜厚

図-1 仮想膜および水膜モデルの概念図

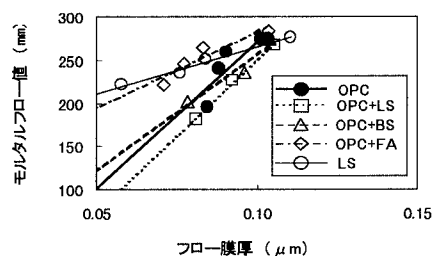


図-2 フロー膜厚とモルタルフロー値の関係

キーワード: 高流動モルタル, スランブフローロス, 水膜モデル, 自由水, 高性能減水剤

連絡先: 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 TEL: 0258-47-1611(6310) FAX: 0258-47-9600

モルタルは流動性を示さずフローコーンの底面直径と同じであることから、フロー値は 100mm である。いま、普通ポルトランドセメント単味（OPC）の場合を基準とし、モルタル製造 5 分後（ $V_w/V_p=0.910$ ，自由水率 5.6%，SP 残存量 $11.908\text{mg}/\text{cm}^3\text{-powder}$ ，凝集比率 3.884，フロー値 274mm）の拘束水膜厚および自由水膜厚を算定したところ、それぞれ $0.153\mu\text{m}$ および $0.009\mu\text{m}$ であった。また、高性能減水剤による仮想膜厚（SP 膜厚）は $0.099\mu\text{m}$ であることから、フロー膜厚は $0.009+0.099=0.108\mu\text{m}$ となる。したがって、フロー膜厚とモルタルフロー値との基準となる関係は、点（0 μm ，100mm）と点（ $0.108\mu\text{m}$ ，274mm）を結んだ直線であると仮定する。

経過時間ごとのフロー膜厚から自由水膜厚を差し引いた SP 膜厚と、その時の SP 残存量は対応していると考えられる。モルタル製造直後においてある SP 膜厚を達成させるために必要な SP 残存量や、ある時間経過後の SP 消費量は、粉体固有の特性値と考えられ、粉体種類ごとにそれぞれ異なったものである。したがって、粉体固有のフロー膜厚とモルタルフロー値の関係を、基準となる直線に変換するにあたり、経過時間と SP 膜厚との関係を経過時間の 1 次式で表し（図-4）、これを用いることとした。なお、SP 膜厚はそれに相当する水粉体比で評価している。この 1 次式の傾きは、ある時間経過後の SP 膜厚（水粉体比換算）を表し、傾きが大きいほど SP 消費速度が大きいことから SP 消費速度（単位：1/min）と定義し、また切片を SP 残存量で除したものは、モルタル製造直後における単位 SP 残存量当たりの SP 膜厚（水粉体比換算）を表していることから、SP の分散効果（単位：1/mg/cm³-powder）と定義する。

図-5 に、粉体特性値を加味した後のフロー膜厚とモルタルフロー値との関係を示す。粉体種類に関わらずフロー膜厚とフロー値は一直線で表現することができた。また、表-1 に算出された粉体特性値を示す。石灰石微粉末単味やセメント単味の SP 消費速度が小さく、図-6 に示すモルタルフロー値の経時変化をこの特性値により上手く表現することができた。

4. まとめ

モルタルのフローロスに及ぼす粉体種類の影響を検討するために、水膜モデルを用いた逆解析により特性値を算定しその評価を行った。その結果、粉体粒子間距離とフロー値との関係が粉体種類によらず一定であると仮定することにより、粉体と高性能減水剤の相性を定量的に表現することが可能である。

【参考文献】

- 1) 前山篤史・丸山久一・坂田 昇・緑川猛彦：モルタルの流動性保持機構に関する研究，コンクリート工学年次論文報告書，Vol.21，1999，投稿中。
- 2) 緑川猛彦：コンクリートに用いる粉体の保水機構と流動特性に関する基礎的研究，長岡技術科学大学博士論文，1998

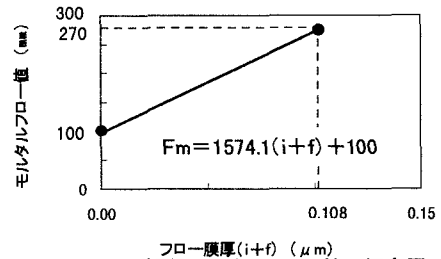


図-3 フロー膜厚とモルタルフロー値の概念図

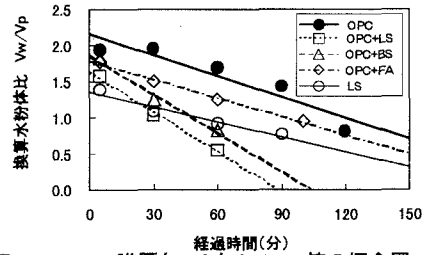


図-4 フロー膜厚とモルタルフロー値の概念図

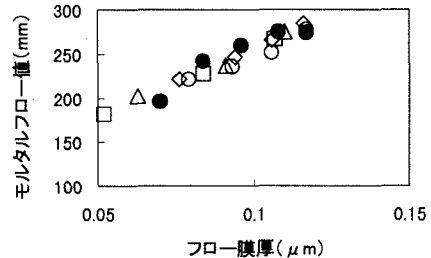


図-5 粉体特性を加味した後のフロー膜厚とモルタルフロー値の関係

表-1 各粉体の特性値

粉体種類	SP消費速度 (1/min)	SP分散効果 (1/mg/cm ³ -powder)
OPC	0.009	0.178
OPC+LS	0.018	0.607
OPC+BS	0.018	0.885
OPC+FA	0.009	0.462
LS	0.007	0.576

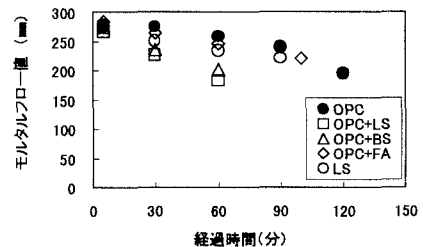


図-6 モルタルフロー値の経時変化