

V-94

ミキサーを用いたモルタルの粘度測定法

東京大学大学院 学生員 水門直仁
 東京大学大学院 学生員 宮脇卓哉
 東京大学工学部 正会員 小沢一雅

1. はじめに

フレッシュモルタルの粘度測定装置としては、回転粘度計[1]が代表的である。しかし、回転粘度計は硬練りのモルタルに適用することはできず、またモルタルやコンクリートに使用する回転粘度計は、円筒を大きくしなければならず、試験装置の作成は容易ではない。

本研究では、比較的硬練りのモルタルに対しても適用でき、かつ簡単にモルタルの粘度を測定する方法を実用化することを目的として、モルタルミキサーの消費電力から粘度を求める方法を新たに試みた。本試験法は、回転翼型粘度計[2]の原理を応用したものであり、試料全体に均一にせん断変形を加え得ることが長所である。

2. 試験方法

試験の原理を図-1に示す。ミキサーのパドルを回転させ、回転数からせん断ひずみ速度を求め、空転時に比べて増加した分の消費電力から、モルタルの見かけ粘度を次式で計算することができる。

$$\eta = \frac{W}{V\gamma^2} \quad [\text{poise}] \quad (1)$$

ここに、 W [W]は消費電力の増分、 V [cm³]は試料容積、 γ [s⁻¹]はせん断ひずみ速度である。ミキサーのパドル回転数からせん断ひずみ速度を求めるため、両者の換算係数を求めておく必要がある。式(1)より、粘度が一定の試料に対しては、消費電力 W はパドルの回転数 r の2乗に比例するはずである。図-2はグリセリンをキャリブレーションに用いた結果であるが、これより W がほぼ r^2 に比例していることが確認され、ミキサーの消費電力から粘度を求めることが可能であると判断した。

なお、この測定法は、試料が材料分離を起こさず、また試料が容器全体にわたってかたより無くせん断されるような形状のパドルを用いることが必要条件である。

使用した粉体は、表-1の通りである。また、細骨材としては、相馬産珪砂をふるい分けたものを使用した。なお、珪砂cは0.3-0.6(mm)、珪砂dは0.15-0.3(mm)のふるいに収まる細骨材であり、絶乾比重は2.62である。また、混和剤にはポリカルボン酸系の高性能A E減水剤を用いた。配合を表-2に示す。

試験の手順としては、最初に粉体と細骨材をミキサーの容器に投入し、60秒間攪拌を行った後に、混和剤と練り混ぜ水を一括して投入した。試験中は定速でせん断を加え、消費電力を電力測定器で0.4秒間隔で測定した。また試験中、部屋の温度は20℃と一定になるようにした。

ミキサーの試験と並行して、内円筒回転型回転粘度計による試験も

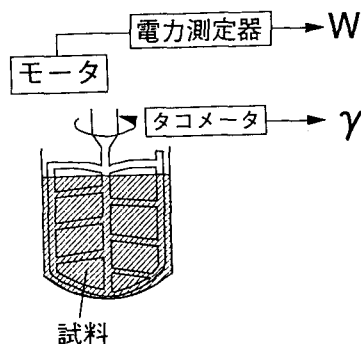


図-1 試験の原理

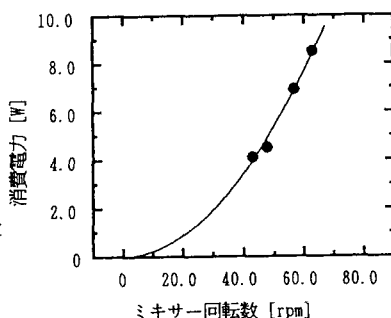


図-2 グリセリン使用時のミキサー回転数と消費電力

表-1 使用した粉体

粉体	比重	粉末度(cm ² /g)
中庸熟ポルトランドセメント	3.21	3100
高炉スラグ微粉末	2.89	6020

行った。試験の手順は、あらかじめ攪拌して作成しておいた試料を円筒内に注入し、3分間静置した後円筒を回転させて測定を開始した。

3. 試験の結果および考察

本論文で提案したミキサーを用いたモルタルの粘度測定値を、回転粘度計を用いた測定値と比較し、本試験法の妥当性に対して検討を加える。

まず、配合1で作成したセメントペーストの試験結果を、図-3に示す。これによると、試料の初期条件が違うために粘度の初期値は両者で異なるが、時間が経つにつれて両者の値は近づいてきている。この時の回転粘度計における試料の流動状態は、きれいな層流を形成しているわけではなかったが、ほぼ全体の試料が変形をしていた。なお、配合2で作成した高炉スラグペーストにおいても、配合1と同様に、両試験法による測定値は最終的にほぼ同じ値となった。

しかし、配合3のモルタルでは、図-4に示したように、両試験法による測定値は、互いに異なる値を示している。この場合、ミキサーによる測定値は、回転粘度計による測定値よりも小さな値を示しているが、図-5に示した配合4のモルタルの粘度測定値では、ミキサーによる測定値が回転粘度計による測定値よりも大きな値を示している。

このように両試験法による測定値は一致せず、大小関係も一意に定まらない。流動状態を目視した結果、ミキサー内の試料は常に全体にわたって変形が加えられていたのに対し、回転粘度計の円筒内の試料は、内円筒の表面近傍の試料のみが変形しており、それよりも外側の試料はまったく動いていないことが確認された。このように、回転粘度計における試料の流動状態は試料の配合によって大きく異なる傾向があり、校正を行った標準液の流動状態から遠ざかるほど、測定値の信頼性は低くなるものと考えられる。一方のミキサーによる試験法では、校正に用いたグリセリンとモルタルでは、目視する限りでは流動状態の差異は殆ど見られなかった。したがって、ミキサーを用いた測定法は、回転粘度計よりも広範囲の配合の試料に対応することができ、具体的にはグリセリンの粘度約14[poise]から、モーターの定格出力に相当する約1000[poise]までの粘度の試料に適用することができると考えられる。

4. まとめ

本研究で試みた、ミキサーの消費電力からモルタルの粘度を求める方法は、約14~1000[poise]の試料に対して適用することができる、簡便な試験方法であると考えられる。

本試験法に関する今後の課題は、ミキサーの形式やパドル形状の違いが測定結果に及ぼす影響を調べることである。

【参考文献】

- [1] 村田・菊川・杉山：回転粘度計におけるフレッシュコンクリートの流動解析，セメント技術年報，PP. 204-207，1975
- [2] G.H.Tattersall, Workability and quality control of concrete, E & FN SPON, 1991

表-2 配合

	粉体	水粉体 体積比	混和剤 (%wt)	細骨材 容積率
配合1	セメント	0.8988	0.5	0
配合2	セメント	0.8988	0.5	0.2
配合3	高炉スラグ	0.9537	0.3	0
配合4	高炉スラグ	0.9537	0.3	0.2

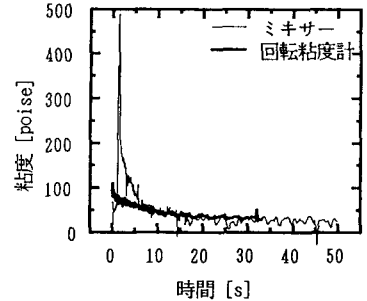


図-3 セメントペーストの粘度

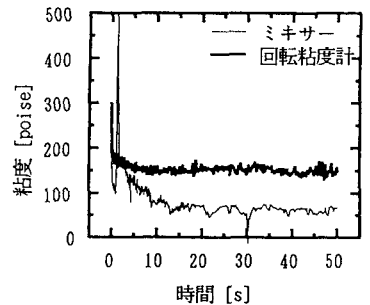


図-4 モルタルの粘度

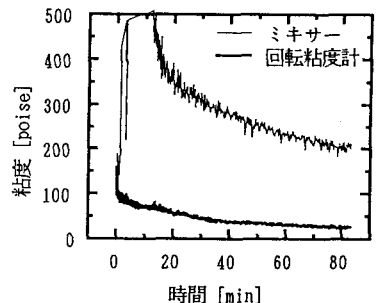


図-5 スラグモルタルの粘度