

新しい粘性試験器によるモルタルの塑性粘度の評価

石川島建材工業	正会員	室賀	陽一郎
日本鉄道建設公団	正会員	越智	修
同 上	正会員	小山	昭
リブコンエンジニアリング	正会員	末永	充弘
石川島建材工業	正会員	伊達	重之

1. はじめに

コンクリートに所定のワーカビリティを確保するためには、コンシステンシーの評価は重要である。なかでも、粉体を多く用いる高強度コンクリートや粘性を活用している吹付けコンクリート等における粘性の評価は、配合設計・品質管理を行う上で重要かつ不可欠である。

本研究では、モルタルの粘性について、操作・取り扱いの容易な現場向け試験器¹⁾によって塑性粘度を測定し、これに及ぼす配合条件、混和材混入の影響について検討し、評価した。

2. 実験概要

2.1 試験器の概要

本試験器は、図-1に示すような3枚の羽根を有する治具をモルタルに自重で沈入させて粘性を測定するものである。1試料について数種類の沈入羽根の重量 W_f (以下、記号については図-1を参照) を用いて試験を行うことにより、せん断速度 $v_t (=L/T)$ とせん断応力度 $\tau (=W_f/A)$ の関係が得られる。せん断速度をモルタルのせん断領域の幅 h で除した値 v_t/h がせん断ひずみ速度 $\dot{\gamma}$ となる。モルタルをビンガム流体と考えると、塑性粘度は $\tau/\dot{\gamma}$ で与えられる。なお、本試験では、沈入時に作用する浮力およびせん断面積が一定になるように羽根がモルタルに完全に埋まった状態から沈入させ、測定を開始した。

前記のとおり、本試験器により得られた結果を図-2に示す関係に整理して η' を求める。塑性粘度は、この η' と、粘度が既知のオイル（塑性粘度が20～300Pa・s）を用いた校正線により算出することとした。

2.2 使用材料および実験条件

使用材料および実験要因と水準を表-1および表-2に示す。ここではモルタルの単位粉体量一定（500kg/m³）のケースと、単位水量を一定（175kg/m³）とした場合とについて実施した。モルタルの塑性粘度は、細骨材量に大きく影響を受けることから、砂粉体質量比（以下、S/P）および砂モルタル容積比（以下、s/m）を実験要因として取り上げた。

混和材は、比較的多く用いられているシリカフューム（SF）、石灰石微粉末（LP）および高炉スラグ微粉末（BFS）の3種類とし、セメント量の内割および外割で置換した。

練混ぜには、20リットルのホバートミキサを用いた。なお、15打モルタルフロー値が200±15mmとなるよ

キーワード モルタル、配合、シリカフューム、高炉スラグ、石灰石微粉末、塑性粘度、試験器

連絡先 〒252-1121 神奈川県綾瀬市小園720 石川島建材工業(株) TEL 0467-77-8554 FAX 0467-77-4314

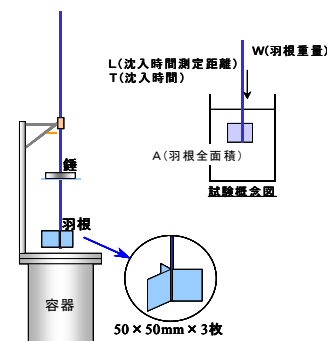


図-1 粘性試験器

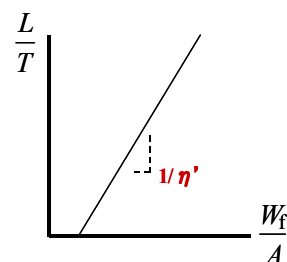


図-2 試験結果例

表-1 使用材料

セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度:3.16g/cm ³
細骨材	S	陸砂 表乾密度:2.58g/cm ³ 吸水率:0.98%
混和材	SF	シリカフューム 密度:2.20g/cm ³
	LP	石灰石微粉末 密度:2.71g/cm ³ ブレン:3900cm ² /g
	BFS	高炉スラグ微粉末 密度:2.91g/cm ³ ブレン:4400cm ² /g
混和剤	Ad	高性能AE減水剤 ポリカルボン酸エーテル系

表-2 実験の要因と水準

実験要因	実験水準
水粉体比 W/P(%)	30, 35, 40
砂粉体質量比 S/P	1.5, 2.0, 2.5
砂モルタル容積比 s/m	0.43, 0.54, 0.60
混和材置換率 (%)	シリカフューム 5, 10, 15, 25
	石灰石微粉末 20, 30, 40, 60, 80
	高炉スラグ微粉末 20, 30, 40, 60, 70, 80

う適宜減水剤添加率を調整して軟度をほぼ一定とした。

3. 実験結果

3.1 塑性粘度に及ぼす W/P の影響について

塑性粘度と W/P の関係を図-3 に示す。W/P の増加に伴い、塑性粘度は低下する傾向が認められた。また、本実験の条件下では単位粉体量一定、単位水量一定の場合ではほとんど同様の結果であった。

次に、塑性粘度と W/P の関係を図-4、図-5 に示す。S/P および s/m が大きい配合ほど塑性粘度は高くなった。これは、既往の研究結果²⁾と同様の傾向である。

3.2 塑性粘度に及ぼす混和材の影響について

各種混和材の混入に伴う減水剤添加率の関係を図-6 に示す。シリカフュームを除く他の混和材については、置換率の増加に伴い、減水剤添加率が小さくなる傾向にある。とりわけ、LP を置換したケースでこの傾向が顕著であった。一方、同じく LP を外割で置換した場合は逆に減水剤を多く必要とすると報告³⁾されているが、本実験の条件下では LP 混入による減水剤使用量の増加は殆ど認められなかった。

塑性粘度に及ぼす混和材の影響を図-7 に示す。この結果から、3 種の混和材ともに内割置換の場合、塑性粘度の低減につながる事が確認された。SF については、置換率 5%を超えると粘度低減効果の発現が小さくなる傾向にある。減水剤添加率（図-6）や既往の研究結果⁴⁾を考慮した場合、SF は 5~10%が効果的な置換率と推察される。LP については、内割置換の場合は粘性低減に寄与するものの、外割置換の場合は既往の報告と同様³⁾塑性粘度が大きくなる傾向にあった。また、BFS については置換率 60%程度までは塑性粘度は同等もしくはやや小さい値を示したものの、60%を超えると置換率の増加にともない塑性粘度は大きくなる傾向にあった。今回の実験を通じて以下の知見を得ると共に、本試験器の有用性が確かめられたものと考えている。

4. まとめ

- 1) 水粉体比の増加にともない、モルタルの塑性粘度は低下し、それは、モルタル中の細骨材量により異なり、同水粉体比においても細骨材量の増加にともない塑性粘度は高くなった
- 2) SF を置換した場合、置換率 5%で塑性粘度は大幅に小さくなり、それを越えた場合、塑性粘度低減への寄与は小さい傾向にあった。
- 3) LP および BFS の場合、置換率 60%以上の置換率においては増加にともない塑性粘度は大きくなる傾向にあった。

参考文献

- 1) 室賀陽一郎, 伊達重之, 大須賀哲夫: モルタルの粘性評価試験装置の開発, 土木学会年次学術講演概要集, 2000
- 2) 例えば 長瀧重義, 米倉亜州夫: 回転粘度計によるモルタルの流動性解析の 1 考察, セメント技術年報, 1975
- 3) 石灰石微粉末の特性とコンクリートへの利用に関するシンポジウム委員会報告書論文集, JCI, pp. 12~13, 1998
- 4) 伊達重之, 室賀陽一郎, 長谷川聖史: モルタルのフレッシュ性状に及ぼすシリカフュームの添加効果, 土木学会年次学術講演概要集, 2002

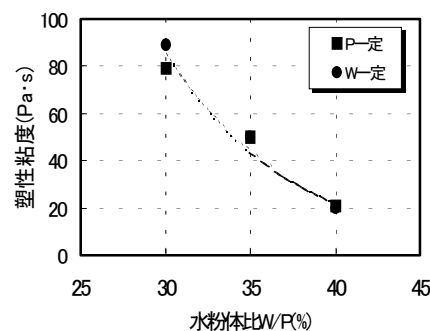


図-3 塑性粘度に及ぼす水粉体比の影響

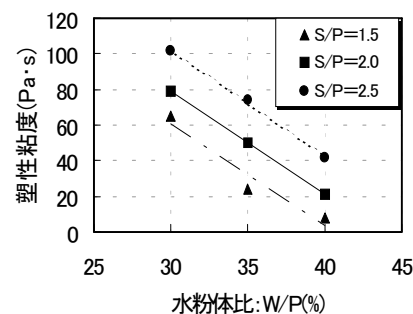


図-4 塑性粘度と水粉体比の関係 (S/Pの影響)

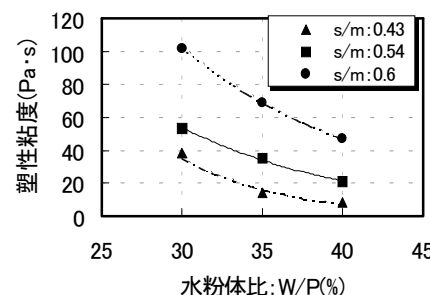


図-5 塑性粘度と水粉体比の関係 (s/mの影響)

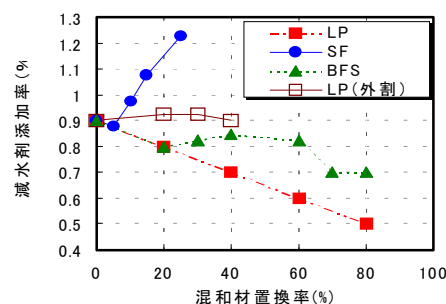


図-6 減水剤添加率に及ぼす混和材の影響

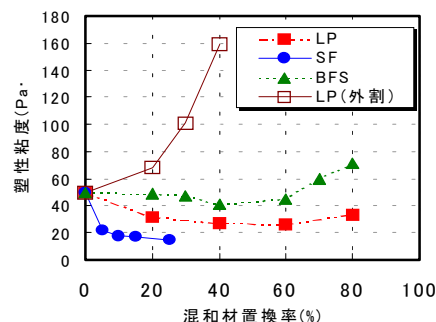


図-7 モルタルの塑性粘度に及ぼす混和材の影響