

せん断応力の経時変化に着目した吹付けモルタルの品質管理のための基礎実験

大分高専専攻科 学生会員○山本 康之, 正会員 一宮 一夫, 非会員 松下 拓樹
東亜コンサルタント(株) 正会員 財津 公明, (株)さとうベネック 正会員 衛藤 誠

1. はじめに

吹付けモルタルの材料の品質や製造状態の管理と施工中の管理には, JIS R 5201 に規定されるフロー試験で得られるフロー値が用いられる. フロー試験では, フローテーブルを強固な床に固定するように定められており, 固定が不十分な場合はモルタルに作用する衝撃力が不足するために, フロー値が小さく評価される. しかし, 施工箇所が短時間で移動する吹付け施工現場においては, その度にフローテーブルを固定することは作業効率の低下につながることから, フロー値に代わる評価指標の設定が望まれている.

既往において筆者らは, 地盤のせん断応力測定に用いられるベーンせん断試験機を改良した回転翼型粘度計を用い, せん断応力の最大値で吹付けモルタルの品質管理をする方法を提案した¹⁾. 本研究では, 吹付けモルタルの品質管理にせん断応力の経時変化特性から得られる諸値を適用することを目的に, ポリマーセメントモルタル (以下, PCMと表記する) の銘柄や練混ぜ終了後の経過時間 (以下, 練混ぜ経過時間と表記する) を変化させた実験を行い, せん断応力の経時変化特性に関する基礎的知見を得た.

表1 PCMの構成材料

PCM-1	特殊セメント, 骨材, 有機質混和材, 有機質短繊維
PCM-2	セメント, 骨材, 混和材料, 繊維, アクリル系粉末樹脂
PCM-3	特殊セメント, ポリアクリル酸エステル系粉末ポリマー

2. 実験概要

(1) 使用材料および練混ぜ方法

モルタルは市販の3種類のPCMを使用した. 各PCMの構成材料を表1に示す. 練混ぜには, モルタル用強制練りミキサー (容量約90ℓ) を用い, 構成材料が均一に分散するように10秒間空練りした後水を加えて5分間練り混ぜた.

(2) 配合

施工現場での品質管理の目安のフロー値を参考に, 練混ぜから20分経過後のフロー値が160~170mmに収まるように, 水とPCMの重量比(W/C)を設定した. 予備実験の結果, PCM-1はW/C=18%, PCM-2とPCM-3はW/C=14%とした.

(3) せん断応力の測定方法

図1に回転翼型粘度計の外観を示す. 本装置は4枚羽根をモルタル内で回転させトルクを測定する. 使用した回転翼の寸法は全幅 $D=2\text{cm}$, 高さ $H=4\text{cm}$ である. せん断応力は地盤工学会の規定に準拠して式(1)で算出した²⁾. 回転翼は装置本体に内蔵した速度可変式モーターで駆動させ, 回転トルクは本体上部に設置したトルク計で5秒おきに測定した. 試料を入れる容器には, 内径10cm, 高さ20cmの軽量モールドを使用し, 型枠内面の影響がないように配慮した. 試料への回転翼の挿入深さは, 羽根の高さに相当する4cmとした. せん断速度は $60^\circ/\text{min}$ (ただし, せん断応力の経時変化曲線のバラツキの検討の場合は $180^\circ/\text{min}$) とした. 測定時期は練混ぜ直後, 20分経過後, 40分経過後の3水準とした.

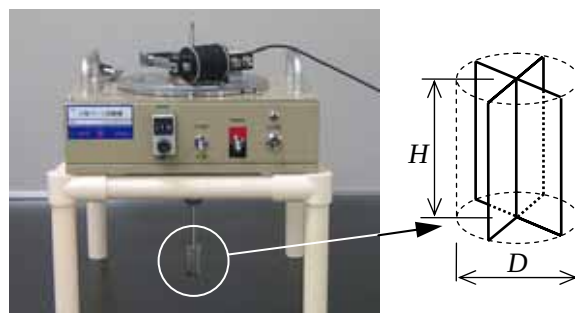


図1 回転翼型粘度計

$$\tau = \frac{M}{\pi \cdot D^2 (H/2 + D/6)} \quad (1)$$

ここに, τ :せん断応力(Pa), M :回転トルク(Nm), D :回転翼の全幅(m), H :回転翼の高さ(m)

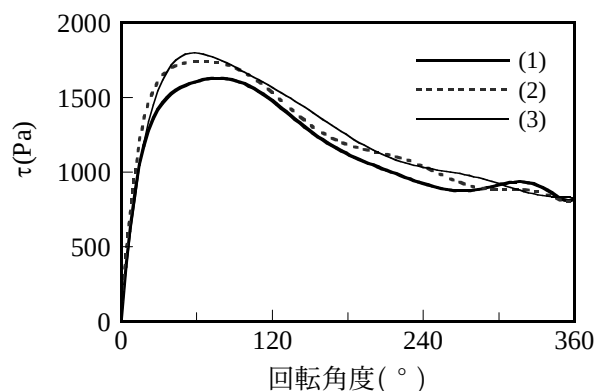


図2 同一測定条件におけるせん断応力の経時変化曲線の比較

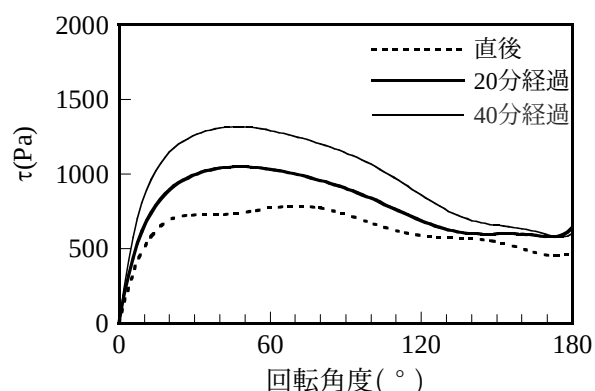


図3 せん断応力の経時変化(PCM-1)

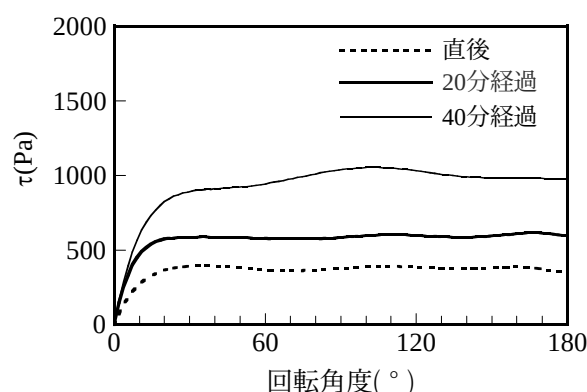


図4 せん断応力の経時変化(PCM-2)

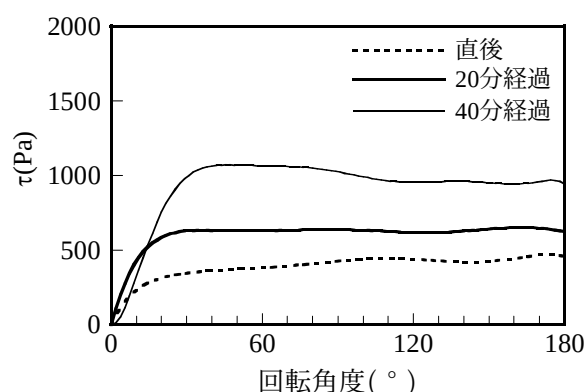


図5 せん断応力の経時変化(PCM-3)

3. 実験結果

図2にPCM-1のせん断応力の経時変化曲線を示す。図中の番号(1), (2), (3)は測定順番である。回転速度を標準(60°/min)の3倍の180°/minまで速めて、練混ぜ後の時間経過に伴うせん断応力の上昇の影響を極力排除するように配慮したが、時間経過によりわずかではあるがせん断応力の上昇が認められる。しかし、総体としては同一測定条件における測定結果のバラツキは極めて少ない。

図3から図5に銘柄別の練混ぜ経過時間ごとのせん断応力の経時変化曲線を示す。まず、図3のPCM-1の場合は、回転角度が30°～90°にピークがあり、練混ぜ経過時間が長いほどピークは明瞭かつ高くなる。しかし、回転角度130°以降ではせん断応力は安定し、練混ぜ経過時間に係わらず同水準に収束する。他方、図4のPCM-2と図5のPCM-3は類似した傾向を有しており、回転角度20°～30°は回転角度の増加に伴いせん断応力は上昇し、それ以降はほぼ一定である。

また、いずれの銘柄も、練混ぜ経過時間20分の安定期のせん断応力は同水準である。従って、経時変化曲線の安定期のせん断応力の600Pa程度がフロー値160～170mmに相当し、両者には相関があると判断できる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 同一測定条件におけるせん断応力の経時変化曲線の変動は極めて少ない。
- (2) せん断応力の経時変化曲線の形状はPCMの銘柄や練混ぜ経過時間で異なり、PCMの特性を評価する指標として有用である。
- (3) せん断応力の経時変化曲線の安定期のせん断応力とフロー値は相関がある。

参考文献

- 1) 山本康之ほか：吹付けモルタルのコンシステンシー評価に及ぼす測定条件の影響，平成19年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp727-728，2008.3。
- 2) 地盤工学会 地盤調査法改訂編集委員会：地盤調査の方法と解説，社団法人 地盤工学会，pp.310-312，2004.6。