

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

大分高専 学生会員 ○山本 康之, 正会員 一宮 一夫, 非会員 吉高 徹
さとうベネック 非会員 佐藤 智和, 正会員 衛藤 誠

1. はじめに

モルタル吹付け工法は, 橋梁床版等の補修や補強に用いるモルタルを圧搾空気で対象面に吹き付ける工法である。その特徴は, 吹付け対象の断面形状に関わらず適用可能で, 特殊技術が必要なく比較的安価に補修・補強を実現できるところにある。一方で, 圧搾空気の圧力や吹き付け距離などの設定は, ノズルマンと呼ばれる作業者の経験や判断に依存する部分が多く, 施工後の品質確保が課題とされている。

本研究では, 昨年度までの実験で得られた知見をもとに新たに製作した回転翼型粘度計を用い, せん断速度などの実験条件がコンシステンシー評価に与える影響について検討した¹⁾。

2. 回転翼型粘度計の概要と評価パラメータ

図1に回転翼型粘度計の外観を示す。当該装置は図2に示す形状の4枚羽根をモルタル内で回転させ, 最大トルク(最大回転モーメント)を測定するもので, 駆動系は速度可変式モーター(6~60°/分)とし, 測定結果はデータロガーを通じてデジタルで表示される。コンシステンシー(変形抵抗性)の評価は最大せん断力で行い, 回転翼の側面と上下面におけるせん断強さが等しいと仮定できる場合は式(1)を, 回転翼上縁がモルタルをせん断しない場合は式(2)を用いる²⁾。

$$\tau_{\max} = M_{\max} / \pi D^2 (H/2 + D/6) \quad (1)$$

$$\tau_{\max} = M_{\max} / \pi D^2 (H/2 + D/12) \quad (2)$$

ここに, $\tau_{\max}$: 最大せん断力(Pa), $M_{\max}$: 最大回転モーメント(Nm), D : 回転翼の全幅(m), H : 回転翼高さ(m)

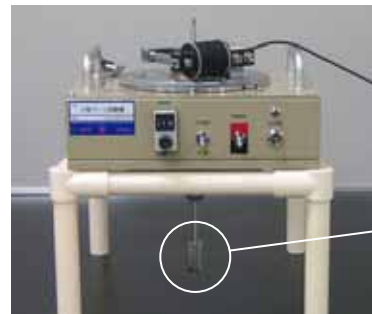


図1 回転翼型粘度計

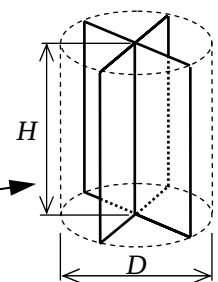


図2 回転翼寸法

3. 実験概要

(1) 使用材料および練混ぜ方法 モルタルには特殊セメント, 骨材, 有機質混和材, 有機質短繊維をブレミックスした市販のポリマーセメントモルタル(PCM)を使用した。練混ぜには, モルタル用強制練りミキサー(容量100ℓ)を用い, 10秒間の空練り後に水を加えて5分間練り混ぜた。

(2) 配合 コンシステンシーは水とPCMの重量比(W/C)を変化させて調整し, 実験はW/C=18%, 20%, 22%の3水準の配合で行った。

(3) コンシステンシーの評価方法 モルタルのコンシステンシーは, 従来から用いられているフロー値と, 前述の回転翼型粘度計で測定される $\tau_{\max}$ で評価した。

(4) 実験条件と水準 実験要因には練り置き時間, せん断速度, 挿入深さ, 容器直径, 回転翼寸法を選んだ。容器は円筒形で, 直径は10cm, 15cm, 20cmとし, 高さはいずれも20cmのものを使用した。せん断速度は地盤工学会基準(JSG 1411-2003)³⁾の6°/minに加えて, 30°/min, 50°/minの3水準とした。挿入深さは0cm, 4cm(回転翼高さ), 8cm(回転翼高さの2倍)とした。回転翼は, 大(D=3cm, H=6cm), 中(D=2cm, H=4cm), 小(D=1cm, H=2cm)の3種類を用いた。なお, 測定時期はコンシステンシーが安定する練り上がり後20分から60分までとした。

4. 実験結果

図3にせん断速度と $\tau_{\max}$ の関係を示す。実験条件は容器直径10cm, 挿入深さ4cmである。図のようにせん断速度が大きいほど測定値も大きくなり, その傾向はW/Cが小さいほど顕著である。つまりせん断速度が大きいほどコンシステンシーが大きく評価されることが明らかとなった。粘性土でも同様な傾向があるために

地盤工学会基準ではせん断速度を $6 \sim 12^\circ/\text{min}$ と規定しており、吹付けモルタルの場合も同程度のせん断速度が望ましいと考えられる。しかし、計測作業の効率上からはせん断速度は高いほど有利であり、将来的にはせん断速度ごとの換算係数を設定するなどの工夫が必要と考えている。

図4は挿入深さと $\tau_{\max}$ の関係である。実験条件は上記と同じで、 $\tau_{\max}$ の計算式は挿入深さ4cmと8cmには式(1)を、0cmには式(2)を用いた。実験の結果、挿入深さの影響は見受けられず、本研究においては挿入深さを回転翼高さの4cmに統一した。

図5に示す容器直径と $\tau_{\max}$ の関係からは、W/C=18%において容器寸法が小さいほど $\tau_{\max}$ が大きく表示されることがわかる。この原因としては、コンシステンシーが大きいモルタルほど回転翼によるせん断力の影響範囲が広く、それが容器半径よりも大きい場合には容器壁面の摩擦の影響が出るためと推察される。

回転翼の影響については図6のように $D=2\text{cm}$ と $D=3\text{cm}$ の結果は同水準であるのに対し、 $D=1\text{cm}$ では極端に大きく表示された。これはせん断面積が小さくなると、回転翼に作用するせん断力よりも電気的な変動や回転翼を固定するシャフトに作用する抵抗などの他の要因の影響の方が卓越するためである。

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1)せん断速度の上昇につれ $\tau_{\max}$ は大きくなる傾向があり、この特徴はコンシステンシーが大きなものほど顕著である。
- (2)挿入深さは $\tau_{\max}$ にほとんど影響しないが、測定作業上、挿入深さは回転翼高さとするといよい。
- (3)コンシステンシーの大きいモルタルを小径の容器に入れると、容器側面の摩擦の影響で測定値が大きく表示されることがある。
- (4)小さな回転翼を使用すると、電気的な変動等による影響が卓越し、回転翼のせん断力を正確に評価できなくなる。
- (5)測定精度やモルタル使用量などを総合的に考慮すると、回転翼は全幅2cm、高さ4cmが最もよい。

謝辞 本研究を行うにあたり、(独)科学技術振興機構ならびに(社)九州建設技術管理協会よりご援助をいただきました。紙面を借り深謝いたします。

参考文献

- 1)一宮一夫ほか：吹付け工法用ポリマーセメントモルタルのコンシステンシー評価，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.771-772，2007.3. 2) 澤 孝平ほか：地盤工学，森北出版 3) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説

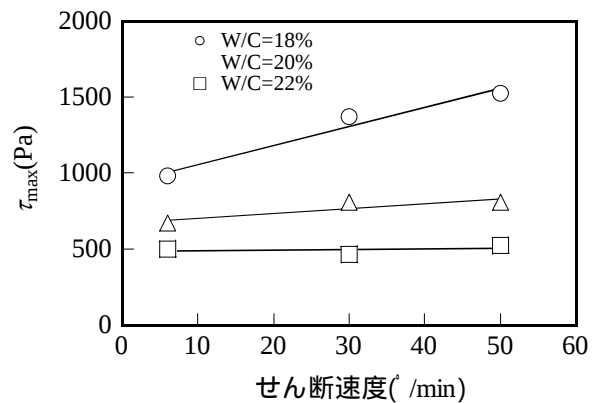


図3 せん断速度と $\tau_{\max}$ の関係

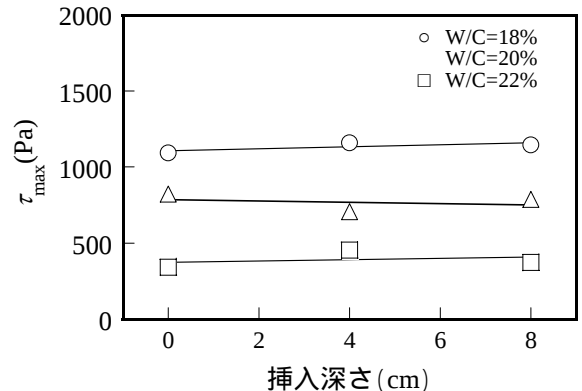


図4 挿入深さと $\tau_{\max}$ の関係

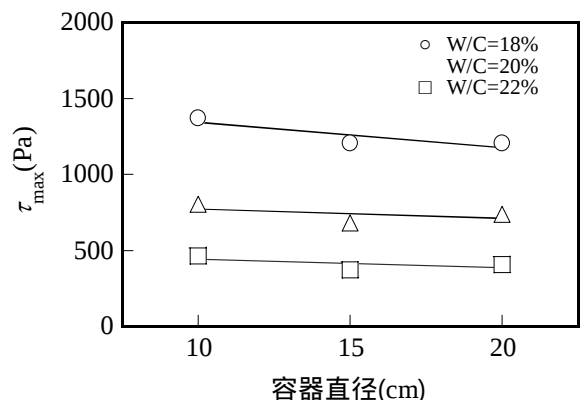


図5 容器直径と $\tau_{\max}$ の関係

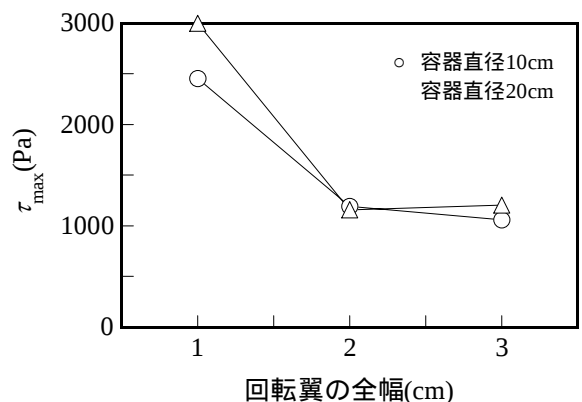


図6 回転翼の大きさと $\tau_{\max}$ の関係