

吹付けモルタルのコンシステンシー測定装置の開発

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

1. はじめに

橋梁床版等の補修や補強の際に、対象面にモルタルを圧搾空気ですプレー状に吹き付ける吹付けモルタル工法は、断面形状に関わらず比較的安価に補修・補強ができることに最大の特徴がある。その一方で、吹付け作業者の技量により施工品質が大きく影響されることから、フレッシュ時ならびに吹付け後の品質評価方法の確立が求められている。

筆者らは既往においてフレッシュモルタルの品質管理法として、回転翼型粘度計を用いる方法を提案した。本研究は、新たに製作した同方式の粘度計で吹付けモルタルの基礎物性を評価するとともに、従来型の装置で得られた測定結果と比較することにより施工現場での使用に適した装置開発のための知見を得ることを目的に行った。

2. 回転翼粘度計の概要

図1に回転翼の形状と各部の寸法を、図2、図3に回転翼粘度計の外観と各部の名称を示す。図2がプロトタイプ（以下、1号機という）、図3が1号機を改良した2号機である。いずれも下端につけた回転翼を回転させて生じる最大トルク（最大回転モーメント： $M_{\max}$ ）を測定する。各装置の特徴は、1号機が表示板上の指示針の位置で $M_{\max}$ を読み取るため測定精度に難があるものの、安価かつ軽量である。それに対して、2号機は測定精度が大幅に向上している反面、製作費が1号機のおよそ10倍、重量も18kgと大きいために現場で使用するためには軽量化が課題である。

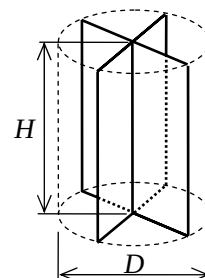


図1 回転翼寸法

3. 実験概要

モルタルには、高機能性能特殊粉末樹脂および特殊短繊維をプレミックスした、特殊無機系パウダーからなるポリマーセメント系モルタルを使用した。練り混ぜ手順は、強制練りミキサー（容量100ℓ）内で10秒間の空練り後、加水して5分間攪拌した。配合はW/C=18%, 20%, 22%に変化させてコンシステンシーを調整した。コンシステンシー評価は、式(1)で算出される最大せん断力（以下、 $\tau_{\max}$ という）とともに、実施工に用いられているフロー値で行った。

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

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)

回転翼寸法は、 $D=2\text{cm}$, $H=4\text{cm}$, せん断速度は $30^\circ/\text{min}$, 挿入深さは回転翼高さと同じ4cmとした。容器には高さ20cm, 直径10cm, 15cm, 20cmのものを用いた。測定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分の間で行った。

4. 実験結果

図4に2号機で測定した時間ごとの回転モーメントの変化を示す。使用したモルタルは、フロー値160mm程度で現場

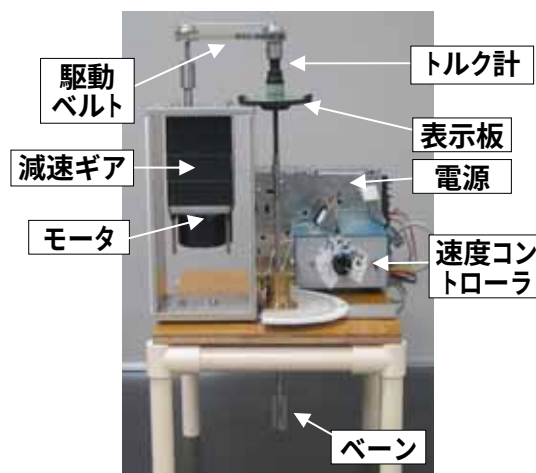


図2 回転翼型粘度計（1号機）

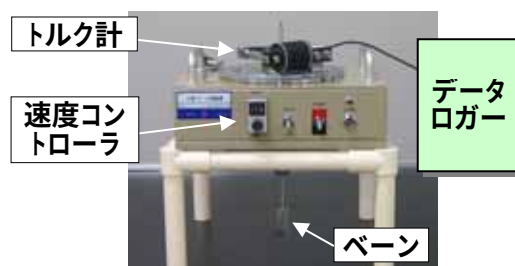


図3 回転翼型粘度計（2号機）

で用いられているものと同程度のコンシステンシーである。図から回転モーメントと回転時間の関係は、コンクリートの応力ひずみ曲線のように全体的に滑らかな曲線で、回転モーメントはピークに達した後に徐々に低下することがわかる。また、練り置き時間の経過とともに最大回転モーメントは大きくなることも確認できる。

次にフロー値と $\tau_{\max}$ の関係を図5に示す。図よりフロー値と $\tau_{\max}$ の間には強い相関関係があることがわかる。また、縦軸の $\tau_{\max}$ は対数表示であり、 $\tau_{\max}$ はフロー値よりもコンシステンシーをより鋭敏に評価できると言える。

図6、図7は容器直径を変化させた条件での2号機と1号機の測定値である。まず、図6では、流動性が高くコンシステンシーの小さいW/C=20%と22%は容器直径の影響はほとんど見られないのに対して、W/C=18%では容器直径が小さいほど $\tau_{\max}$ は大きくなる傾向にある。それに対して図7では容器直径の影響は見受けられない。このことから、コンシステンシーが大きく高いトルクが必要になる配合ほど、1号機では2号機に対する誤差が大きくなることが明らかとなった。なお、W/C=18%の1号機での測定結果は2号機のそれよりも大きい傾向にあるが、装置製作の都合上、回転翼のトルクを伝える棒を固定する軸受けから駆動位置までの距離が長く、大きなトルクが必要となる固練りモルタルほど各部の摩擦力が大きくなることが原因と推察される。以上のように、1号機には精度上の問題があるものの、上述の諸問題を解決できれば2号機に近い測定精度を得ることができる可能性がある。

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 回転モーメントと回転時間の関係は、コンクリートの応力ひずみ曲線のように全体的に滑らかな曲線で、回転モーメントはピークに達した後に徐々に低下する。
- (2) $\tau_{\max}$ とフロー値の間には強い負の相関関係がある。また、実施工で用いるコンシステンシー領域では、 $\tau_{\max}$ の方がフロー値よりも鋭敏に評価できる。
- (3) 測定値を指示針で表示する市販のトルクドライバーを基本とした1号機の測定結果は、高コンシステンシー領域を除き、高性能モーターとロードセルからなる2号機とほぼ同水準であった。このことから1号機に改良を加えることで低価格で軽量の測定装置の開発が期待できる。

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。

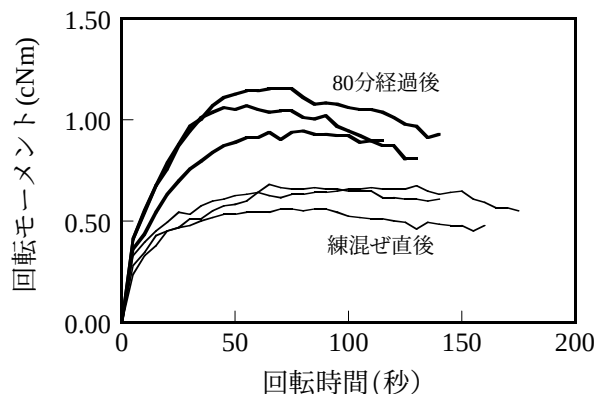


図4 回転モーメントの変化 (2号機)

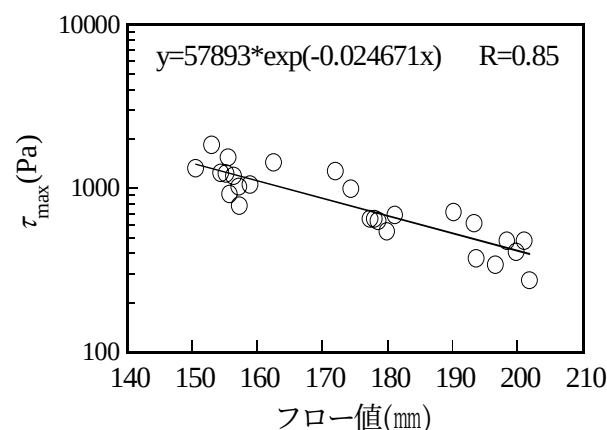


図5 フロー値と $\tau_{\max}$ の関係 (2号機)

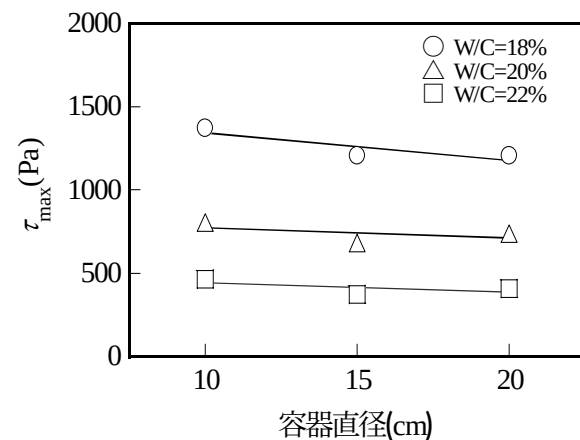


図6 容器直径と $\tau_{\max}$ の関係 (2号機)

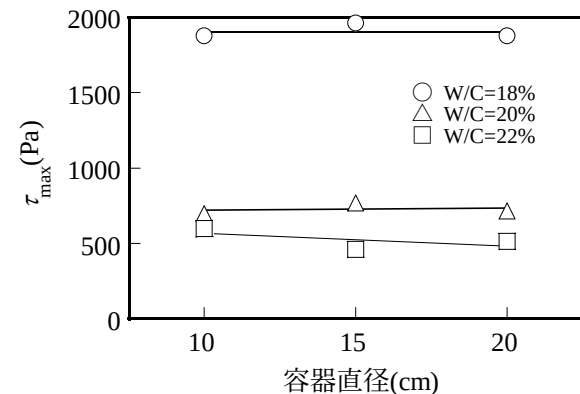


図7 容器直径と $\tau_{\max}$ の関係 (1号機)