

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

大分高専 正会員○一宮 一夫, 同 左 正会員 佐野 博昭
 さとうベネック 正会員 衛藤 誠, 同 左 非会員 佐藤 智和
 東亜コンサルタント 正会員 財津 公明, オリエンタル建設 正会員 藤川 隆太

1. はじめに

吹付けモルタル工法は、塩害、凍害等の劣化作用に対する断面修復ならびに表面保護等の補修や、過積載車両により疲労損傷した道路橋床版の下面増厚補強等に適用されている。吹付け材料としてのポリマーセメントモルタル（以下、PCM という）は、一般のセメントにポリマー混和剤を混和したもので、普通モルタルに比べて接着性、曲げ強度、耐薬品性などの各種の性質が優れていることから、近年では適用事例が増加傾向にある。その一方で、吹付け条件の設定等は、施工者の経験や勘に依存する部分が多く、施工後の品質の確保のために施工理論の確立が求められている。

本研究は、PCM の品質管理や施工管理への適用を目的として、筆者らが提案している回転翼型粘度計（以下、ベーンせん断試験装置という）によるコンシステンシー評価法¹⁾において、容器寸法、ベーン回転速度、ベーン挿入深さなどが評価パラメータの最大せん断力に与える影響について検討したものである。

2. ベーンせん断試験装置による最大せん断力の測定

ベーンせん断試験は、軟弱な地盤で乱さない飽和粘土を採取することが困難な場合や広範囲の地盤調査において短時間で簡単に結果を知りたい場合に適している。試験では、図1に示す4枚羽根を地盤内で回転させ、土が円筒形の側面と上下の水平面でせん断されるときに測定される最大回転モーメントから最大せん断力を算出する。最大せん断力の計算式は、ベーンの挿入条件で異なり、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、ベーン上縁が土をせん断しない場合は式(2)を用いる²⁾。

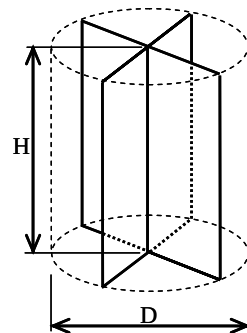


図1 ベーンの形状と寸法

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

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

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 ：ベーン幅(m)， H ：ベーン高さ(m)

3. 実験概要

(1) 使用材料および練混ぜ方法

PCM には、特殊セメント、骨材、有機質混和材、有機質短繊維をプレミックスした市販品を使用した。練混ぜは、PCM を 10 秒間空練りした後水を加え 5 分間練混ぜた。

(2) 実験条件と水準

実験要因には容器半径、ベーン回転速度、ベーン上縁挿入深さを選んだ。容器は高さ 10cm で半径 5cm，7.5cm，10cm の 3 種類の円筒容器を用いた。ベーン回転速度は 60°/min，240°/min に地盤工学会基準（JSG 1411-2003）³⁾の下限値 6°/min を加えた 3 水準とした。駆動方法は、6°/min が手動で行ったのに対し、60°/min と 240°/min では回転速度可変式モーターを使用した（ただし、ベーン回転速度は無負荷時のデータである）。ベーン上縁挿入深さは 0cm，4cm（ベーン高さ），8cm（ベーン高さの 2 倍）とした。

配合は W/C=18%，20%，22%とし、測定は PCM のコンシステンシーが安定する練り上がり後 20 分から 60 分までの間で行った。

4. 実験結果

図2にベーン回転速度 $60^{\circ}/\text{min}$, ベーン上縁挿入深さ 4cm で行った実験結果を示す。本実験は、現場や実験室における測定作業軽減化のために、測定結果に影響を及ぼさない最小の容器寸法の目安を得ることを目的としている。図からはいずれの W/C においても容器半径の影響は見受けられず、この結果と容器準備の都合を考えると半径 5cm の円柱供試体用型枠が適当といえる。

次にベーン回転速度を変化させた場合の結果を図3に示す。実験条件は容器半径 5cm , ベーン上縁挿入深さ 4cm である。図からは回転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ことがわかる。この原因として粘土同様に PCM もせん断速度が大きいほど試料内部の水圧が上昇するためと推察され、今回の実験条件中では地盤工学会基準 ($6 \sim 12^{\circ}/\text{min}$) と同じ $6^{\circ}/\text{min}$ での測定値が最も信頼できると考えられる。今後は、 $6^{\circ}/\text{min}$ を中心にさらに細かい検討をするとともに、効率的に測定するために測定値に影響しない回転速度の上限値を明らかにする予定である。

最後にベーン上縁挿入深さと最大せん断力の関係を図4に示す。実験条件は、容器半径 5cm , ベーン回転速度 $60^{\circ}/\text{min}$ とし、ベーン上縁挿入深さ 4cm と 8cm には式(1)を、 0cm には式(2)を適用した。なお、ベーンを挿入する際の圧力で試料上面が変形するため、ベーン上縁挿入深さ 0cm の場合は図5のようにセットした。一方、ベーン上縁挿入深さ 4cm と 8cm の場合はベーン挿入前の試料上面を基準とした。測定の結果、 $W/C=18\%$ ではベーン上縁挿入深さが大きいほど測定値も大きくなったが、 $W/C=20\%$ と 22% では挿入深さの影響は見受けられない。挿入深さに関連する問題点として

は、深さ 0cm では図5のようにベーン上縁より上部の PCM が影響し、逆に挿入深さが大きいとベーンシャフトと PCM の摩擦が無視できなくなることがあげられる。 $W/C=18\%$ の結果は、これらの影響が顕在化してものと考え、実用的な挿入深さとしてはベーン高さと同程度とするのが適当と考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 幅 2cm のベーンを用いた場合、容器半径 5cm 以上では容器寸法に関わらず測定値は一定となった。
- (2) ベーン回転速度が大きいほど最大せん断力も大きく表示される傾向にあり、ベーン回転速度は地盤工学会基準の $6^{\circ}/\text{min}$ 程度にするといよい。
- (3) 試料へのベーン挿入深さは、ベーン高さ程度とするのが適当である。

参考文献

- 1) 一宮一夫ほか：ポリマーセメントモルタルのコンシステンシー評価に関する基礎的実験，土木学会第59回年次学術講演会概要集 V, pp.118-119, 2004. 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

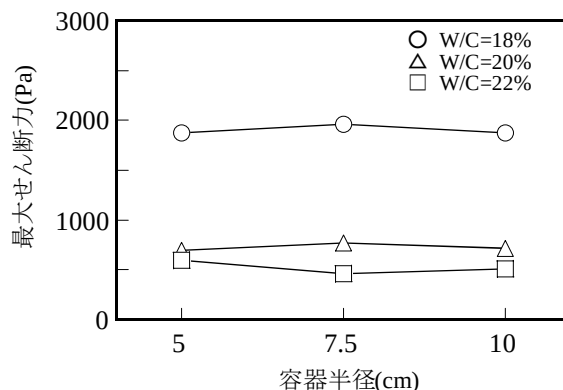


図2 最大せん断力と容器半径の関係

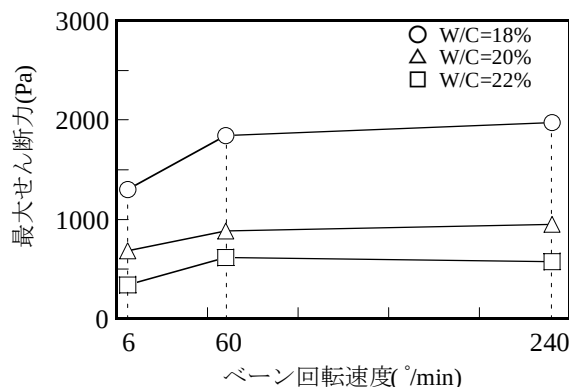


図3 最大せん断力とベーン回転速度の関係

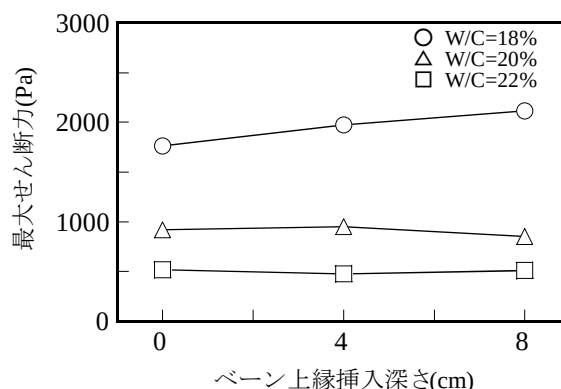


図4 最大せん断力とベーン上縁挿入深さの関係

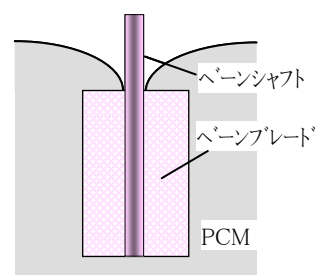


図5 ベーン挿入位置