

自己充填性を支配するフレッシュモルタルの粘着力の回転粘度計による定量化

高知工科大学大学院 学生会員 ○佐藤 奨
高知工科大学 フェロー 大内 雅博

1. はじめに

材料分離の生じた高い水セメント比のフレッシュコンクリートにセルロースエーテル系増粘剤(以下、VMA)を添加すると、モルタルと粗骨材が分離せずに一体となって流動することを確認した。これは粗骨材表面に対するモルタルの相対運動を抑制する粘着力が卓越したである想定したが、その定量化の必要がある。毛利は、円柱容器に充填した試料を固定面上で水平移動させる時の摩擦力を計測する水平摩擦試験機によりフレッシュペーストの粘着力の定量化法を開発した¹⁾が、細骨材沈降の可能性から試料はペーストに限られ、自己充填性を支配するモルタルの性能を正しく評価できない恐れがある。本研究では、フレッシュモルタルの粘着力を定量化し、その粘着力が粘度から独立であることを調べた。

2. 回転円時計によるフレッシュモルタルの粘着力の定量化

三島らは、回転粘度計によるモルタルの粘度測定において、一般に用いられる金属製のローターでは表面でモルタルが滑ることを報告している²⁾。一方、著者らはこのことを活用し、ローターとモルタルが剥離する際の抵抗力を測定することによるフレッシュモルタルの粘着力の定量化法を考案した。回転粘度計による蜂蜜の粘度測定では、試料が回転するローターと一体となり、ずり応力が測定開始後ただちに最大値のまま一定値に収束した。一方、モルタルは測定開始後ただちに最大値を記録した後に低下して一定値に収束した(図-1)。以上より、モルタルは最大ずり応力点でローターから剥離し、剥離の進行により抵抗値が減少したと想定した。ローターの回転を粗骨材・モルタル間の相対運動と見立てた場合、得られるずり応力が最大となる(減少を開始する)瞬間が粗骨材がモルタル表面を滑り始める瞬間と見なした。これが、モルタルが粗骨材表面を動き始めるために必要な力、つまり粘着力であり、本研究では剥離強度と定義し定量化した。ずり応力が一定値となる領域は剥離と付着の進行が同程度で

ある再循環領域であり、回転するローターはモルタル中を滑っており、ローターに生じる抵抗値をモルタル中の粗骨材の流動抵抗性である粘度と定義し定量化した。基本配合では、3種類用意したVMA(A,B,C)の添加量をコンクリート中換算で200g/m³とし、モルタルフロー値は270±10mmになるように減水剤の添加量を調整した(表-1, 2)。

表-1 使用材料

材料	概要	記号
水	上水道水	W
セメント	普通ポルトランドセメント	C
細骨材	石灰砕砂(比重: 2.68g/cm ³ , 吸水率: 0.81%, 粗粒率: 2.63)	S
粗骨材	石灰砕石(比重: 2.70g/cm ³ , 吸水率: 0.25%, 粗粒率: 6.27)	G
高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸エーテル系化合物	SP
増粘剤	水溶性セルロースエーテル系増粘剤	VMA
消泡剤	ポリエーテル系	D

表-2 モルタル配合

W/C(%)	s/m(%)	単位量(kg/m ³)		
		W	C	S
45	55	185	410	1032
35	55	236	674	1474

3. 粘着力の定量化法の確立

回転粘度計ではローターを試料に挿入した際にローター表面とモルタル間に一時的に空隙が生じる。この空隙はいずれもモルタルの変形により消滅して付着するが、特に測定直後のずり応力にばらつきが生じることを確認した。よって、剥離試験のためには試料によらない一定の付着度が必要である。つまり、粘度の影響を考慮した付着度の確保が必要である。そこで、粘性の異なるW/C=45%および35%のフレッシュモルタルを用いて、再循環領域におけるずり応力のばらつきのを最小化する付着度の確保に適した回転速度を選定した。モルタルの粘性によらず十分かつ安定した付着度の確保のためには回転速度1.0rpmで300秒間回転が適していた(図-2)。そして、その後で回転速度を上昇させることで、剥離の進行により明瞭な剥離点を得る方法を、剥離試験法として構築した(図-3)。

キーワード フレッシュモルタル, 粘着力, 粘度, 回転粘度計, 剥離強度
連絡先 〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185 高知工科大学 大内雅博; 電話 0887-57-2411; FAX 0887-57-2420

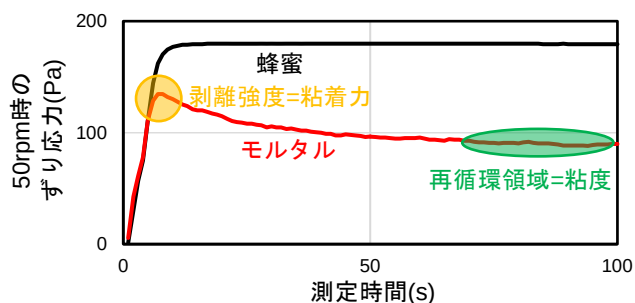


図-1 回転粘度計による粘度測定結果の一例

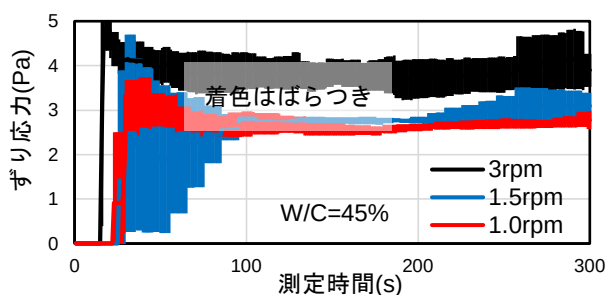


図-2 再循環領域でのずり応力の安定化による付着度の確保

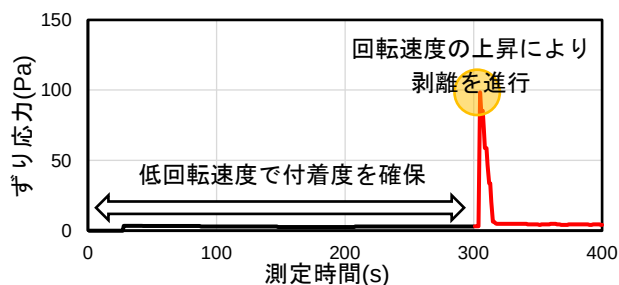


図-3 ずり応力安定化後に回転速度を高めてピークとなるずり応力から回転粘度計剥離強度を求める

4. 回転粘度計による粘着力の独立測定

回転粘度計 (TVB-15 形) を用いて、低回転速度における剥離強度を測定した (図-4)。VMA の添加の有無に拘わらず高回転速度ほど剥離強度が増加し、VMA による剥離強度の向上効果を 10 rpm で確認することができた。次に、より高性能な粘度計 (TVB-25 形) により高回転速度における粘度と剥離強度を測定した。増粘剤 A を添加すると回転速度 100 rpm 時には、粘度が同程度でありながら低フロー値 (230 mm) より剥離強度が高く (図-5)、VMA は粘度より粘着力の付与が卓越していることを示唆した。さらに、各速度における粘度と剥離強度の関係より、高回転速度ほど粘度と剥離強度の相関は低くなった (図-6)。回転速度をさらに高速にできれば、粘着力が支配要因である剥離強度を測定できる可能性を得たと言える。

5. 結論

(1) 回転粘度計により計測した最大ずり応力を剥離強

度とした。1.0 rpm で 300 秒間回転させた後で、回転速度を上昇させて得られる剥離強度をフレッシュモルタルの粘着力の定量化法とし構築した。

(2) フレッシュモルタルの剥離強度は回転速度に依存した。回転速度 100 rpm 時に水溶性セルローズエーテル系増粘剤により特に粘着力が向上することを確認した。回転速度をさらに高速にできれば、粘着力が支配要因となる剥離強度を定量化できる可能性を得たと言える。

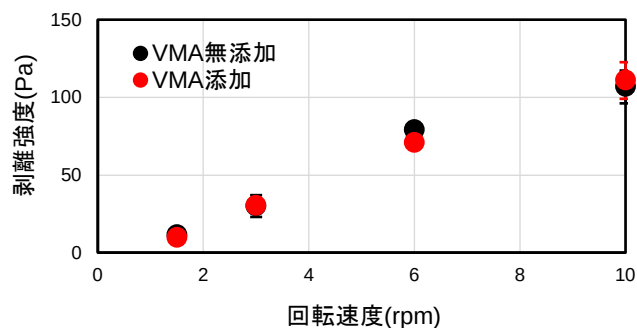


図-4 比較的低回転速度における剥離試験結果

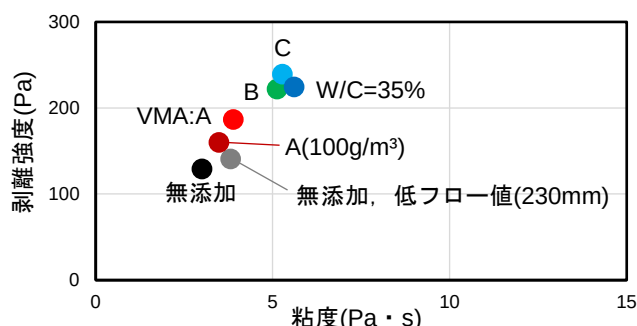


図-5 100 rpm 時の粘度と剥離強度の関係

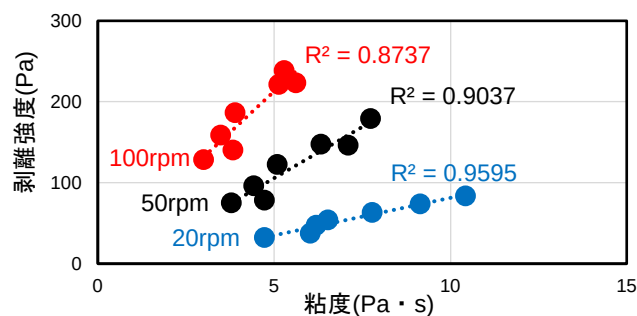


図-6 各回転速度における粘度と剥離強度の相関

【謝辞】本研究の一部は科学研究費補助金 (基盤研究(B) 19H02217) によるものです。

【参考文献】

- 1) 毛利, 大内: ペーストの高粘着付与による自己充填コンクリートのモルタル中の細骨材分布の均等化, コンクリート工学年次論文集, Vol.41, No.1, 2019 年
- 2) 三島, 畑中, 大村: 試料の変形状態が回転粘度計の測定結果に及ぼす影響に関する基礎的実験, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.2, 2007 年