測定条件により変化する自己充填コンクリート用フレッシュモルタルの粘性の指標

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

1. はじめに

フレッシュコンクリートの自己充填性を支配する粘性の指標として用いられているフレッシュモルタルの相対漏斗流下速度比 Rm，粘度および粘着力の 3 者のうちの 2 者の相関について，砂糖や増粘剤の添加の有無による合計 4 配合について練混ぜ手順を 2 種類設定し，練上がり直後から経時変化する試験結果の回帰線を想定したグループどうしの関係から考察した。

2. 材料・配合と試験手順

モルタルの使用材料と基本配合を示す(**表-1**，**2**)。砂糖はセメントに対し質量比で 0.1%添加した。増粘剤はコンクリート中に換算し 200 g/m^3 添加した。減水剤はモルタルフロー値が 250±10mm になるように調整した。空気泡による影響をなくすために消包剤を添加した。

「一括練り」は，増粘剤，消泡剤をセメントに混ぜ，水と減水剤，砂糖を投入後 120 秒間練り混ぜた。「分割練り」は，増粘剤，消泡剤をセメントに混ぜ，一次水（練混ぜ水の 70%）と減水剤を投入後 90 秒間練り混ぜた後，二次水(残りの練混ぜ水 30%)と砂糖を投入後 30 秒間練り混ぜた。練混ぜ完了 10 分，60 分，120 分，180 分後，モルタルフロー試験，漏斗試験，粘着力，粘度を測定した。漏斗試験には自己充填コンクリートモルタル用の漏斗を用いた。粘着力の測定には万能物性試験機(TA-XTplusC)を使用した。速度 1 mm/s で押し込み，荷重が 5 N に達した箇所から速度 10 mm/s で引き上げて測定した。粘度の測定には回転粘度試験機(TVB-15M)を用い，回転数 3rpm で測定した。

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(密度 3.15g/cm^3)	C
細骨材	石灰砕砂(密度比重:2.68g/cm^3, 吸水率 0.81%，粗粒率:2.63%)	S
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
砂糖	スクロース	Su

表-2　モルタルの基本配合

W/C	細骨材容積比	単位量 (kg/m^3)		
		W	C	S
0.45	0.55	264	586	1,474
0.35	0.55	235	674	1,474
0.35	0.30	367	1,049	804

3. Rm と粘度と粘着力の関係

水セメント比 0.45，細骨材容積比 0.55 で砂糖添加の有無，増粘剤添加の有無，一括練りまたは分割練りの組み合わせによる合計 8 種類のフレッシュモルタルについて，練上りから 10 分後から 180 分後までの 3 種類の粘性試験結果の経時変化を比較した。Rm と粘度の関係について，時間経過，添加物，練混ぜ手順による変化を示す(**図-1**)。時間経過により Rm が低くなり，粘度が高くなった。砂糖，増粘剤を添加すると Rm が小さくなり，分割練りにすると Rm が大きくなり，粘度が高くなった。Rm と粘度の関係を示す(**図-2**)。同じ Rm で比較すると，分割練りは一括練りよりも粘度が高くなった。分割練りはセメント粒子がより分散されて水和物生成量が大きくなり，ローター回転による粘度測定の方が，流れを絞る漏斗流下試験よりも固体粒子間摩擦の影響を強く受けるためであると考察した。その検証のため，8 種のモルタルについて，練混ぜ 10 分後と 3 時間後の BET 比表面積を比較した(**図-3**)。いずれの配合においても分割練りは比表面積を大きくすることを確認できた。Rm と粘着力の関係を示す(**図-4**)。一括練りと分割練りとでは粘着力は近い値となった。変形の際に固体粒子間摩擦による影響をほぼ受けないためと考察した。

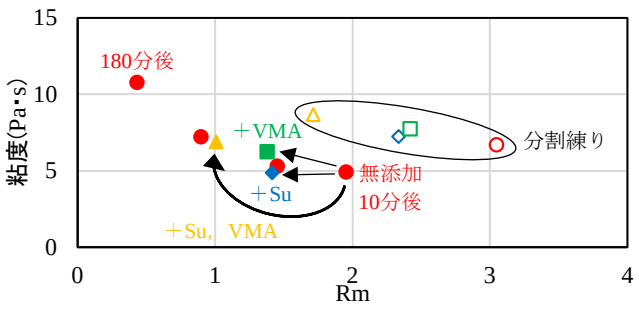

図-1 時間経過，添加物，練混ぜ手順による変化
（無添加・一括練りのみ時間経過をプロット）

キーワード　自己充填コンクリート，フレッシュモルタル，相対漏斗流下速度比，粘度，粘着力，練混ぜ手順
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；電話 0887-57-2411；FAX 0887-57-2420

© Japan Society of Civil Engineers

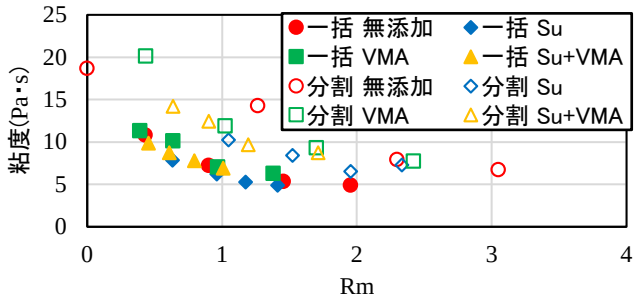

図-2　相対漏斗流加速度比 Rm と粘度の関係

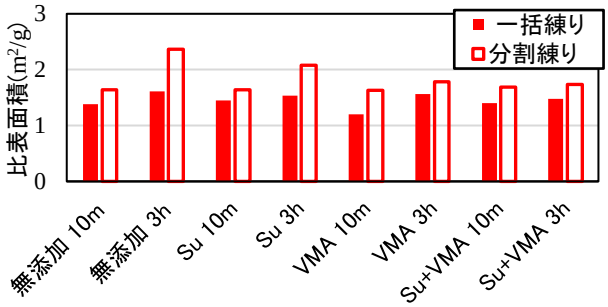

図-3　練り混ぜ 10 分後と 3 時間後の比表面積

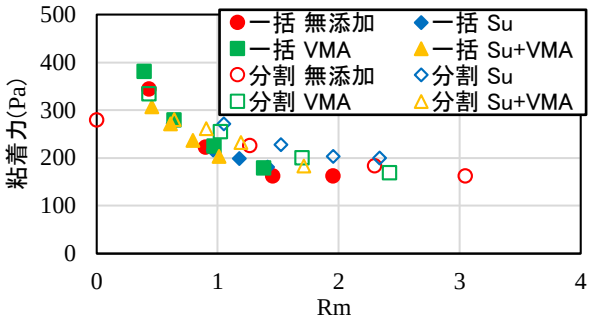

図-4　Rm と粘着力の関係

4.　水セメント比を変えて比較

セメント粒子の量の固体粒子間摩擦による影響を調べるため，水セメント比を 0.35 に低くして増粘剤のみを添加して 3 者の関係を求めた。Rm と粘度の関係を示す(**図-5**)。水セメント比を低くすると，練混ぜ手順の違いにより生じる粘度の差への影響が小さくなった。

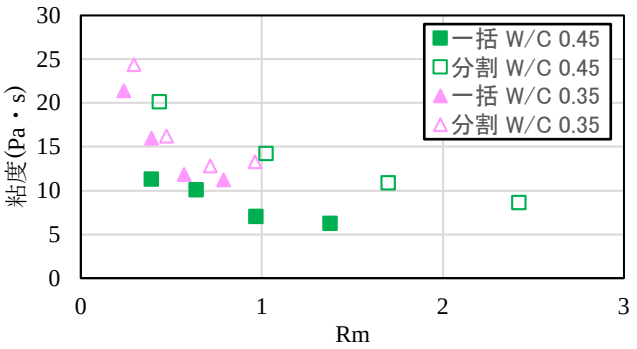

図-5　Rm と粘度の関係

5.　細骨材容積比を変えて比較

水セメント比を 0.35，細骨材容積比を 0.30 に低くして増粘剤のみ添加して 3 者の関係を求めた。Rm と粘度の関係を示す(**図-6**)。粘度の値は大きくなった。セメント粒子が増えたために固体粒子間摩擦の頻度が高まったためであると考察した。一方，Rm の値は大きくなった。細骨材が少なくなり，漏斗流下の際に流れが絞られて接近する細骨材粒子間に生じる直応力によるペーストのせん断変形抵抗が小さくなったためと考察した。

Rm と粘着力の関係を示す(**図-7**)。水セメント比または細骨材容積比を低くしても粘着力は変わらなかった。

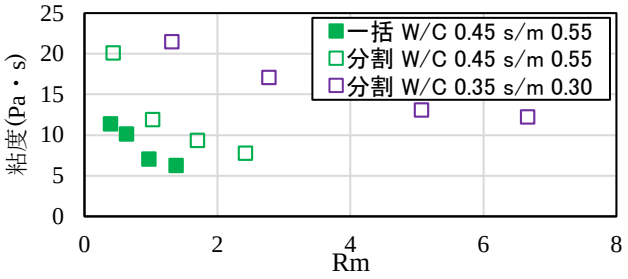

図-6　Rm と粘度の関係

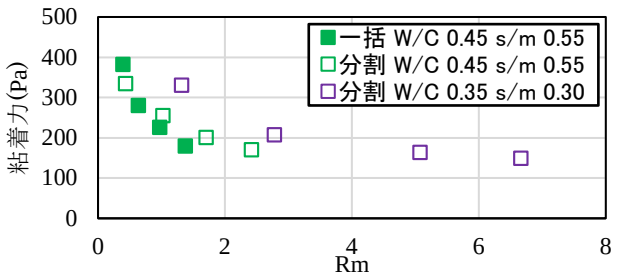

図-7　Rm と粘着力の関係

6.　結論

(1) 時間経過によるフレッシュモルタル粘性指標間の回帰線の相関は，練混ぜ手順が生じさせる，セメント粒子の分散状態の違いによって大別できた。

(2) 粘度や相対漏斗流下速度比は変形の際の摩擦の影響を受けるが，粘着力は影響を受けなかった。

(3) 水セメント比を低くすると練混ぜ手順の違いにより生じる粘度の差への影響が小さくなった。一方，モルタル中の細骨材容積比を低くすると粘度が高くなった一方，漏斗流下速度は高くなった。

参考文献

1) 浅野弘裕：砂糖の添加によるフレッシュコンクリートの自己充填性の経時安定性向上，高知工科大学卒業論文，2019 年 3 月

2) 佐藤・毛利・大内：自己充填性向上のための粘着力に着目した増粘剤の評価，土木学会第 74 回年次学術講演会概要集，V-311，2019 年 9 月

© Japan Society of Civil Engineers