

粗骨材・モルタル間の粘着力向上による フレッシュコンクリートへの自己充填性付与

学籍番号：1180028 氏名：大西 悠 指導教員：大内 雅博

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

要旨：新型分離低減剤の添加により粗骨材とモルタル間の粘着力を向上させて材料分離抵抗性を向上させることにより、比較的高い水セメント比のフレッシュコンクリートに自己充填性を付与した。分離低減剤の添加による模擬粗骨材のモルタル中の沈降抑制効果を確認した。厚さの異なるロート流下速度の比を指標として、フレッシュモルタルの粘着力を定量化した。分離低減剤の添加量を変化させたフレッシュコンクリートの自己充填性と、そのモルタル部分の粘着力の指標とが高い相関を示した。

Key Words：自己充填コンクリート，分離低減剤，粘着力，材料分離低減，相対ロート速度比

1. はじめに

高強度を必要としない自己充填コンクリート(SCC)の経済性向上のため、単位セメント量削減ひいては水セメント比を高くする必要がある。しかしながら、水セメント比が高くなるとモルタルと粗骨材との間の粘着力が低下して分離が生じやすくなり、所要の自己充填性が得られなくなる問題が生じかねない。

本研究では、新型分離低減剤を添加してモルタルの粘着力を向上させることによる、フレッシュコンクリートへの自己充填性付与効果を明らかにする。具体的には、モルタル中への粗骨材沈降の抑制、および、モルタルと粗骨材の変形の一体化を対象とする。

ぜをした(図-1)。モルタルの練混ぜにはモルタルミキサーを使用し、練混ぜ量は1.6リットルとした。分離低減剤無添加と、 $143\text{g}/\text{m}^3$ (コンクリートでは $100\text{g}/\text{m}^3$ に相当)添加の場合について試験を行った。消泡剤は分離低減剤の25%添加した。

沈みの判定基準はモルタル表面からガラスビーズの頭が見える場合、ガラスビーズは見えないが表面から1cm未満にある場合、表面から1cm未満にない場合の3通りを設定した(表-3)。

試験の結果、分離低減剤の添加により、骨材の沈みが緩和される効果を確認した(図-2, 表-4)。

2. 分離低減剤による骨材の沈降抑制

練混ぜ開始から20分後のフレッシュモルタルに模擬粗骨材(ガラスビーズ)を手練で混ぜ、5分静置の後、モルタル表面、および表面から1cmの深さでガラスビーズの有無を観察した。20分後のモルタルのフロー値が各基準値 $\pm 5\text{mm}$ となるように高性能AE減水剤(以下、SPと略称)添加量を調整した。モルタルの練混ぜ時間は2分間で、20分後の測定の際には、18分55秒の時点で5秒間ミキサーで再練混

表-1 使用材料

材料	概要	記号
水	上水道水	W
セメント	低熱ポルトランドセメント	C
細骨材	石灰砕砂(比重:2.68, 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
分離低減剤	メトロース	VMA
消泡剤		D
模擬粗骨材	ガラスビーズ:10mm(比重:2.55)	GB

表-2 モルタル配合

W/C	s/m	単用量 [kg/m ³]		
		W	C	S
31%	40%	296	956	1072

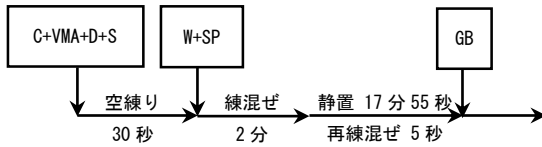
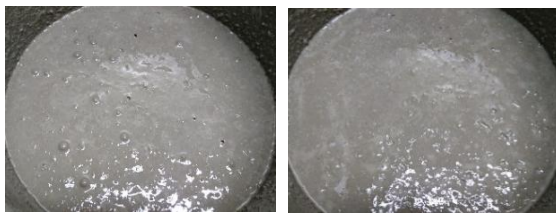


図-1 練混ぜ手順

表-3 粗骨材沈降の判定基準

結果	評価
モルタル表面からガラスビーズの頭が出ている	○
モルタル表面から 1cm 未満にガラスビーズがある	△
モルタル表面から 1cm 未満にガラスビーズがない	×



判定○

判定△又は×

図-2 各判定時のモルタル表面の状態

表-4 フロー値と分離低減剤の有無による
模擬粗骨材沈降の差異の関係

分離低減剤	フロー値			
	250mm	270mm	290mm	310mm
無添加	△	△	×	
143g/m ³ コンクリートの場合 100g/m ³ 相当		○	△	×

粗骨材沈降の程度を、別の方法により試験した。練混ぜ開始から 20 分後のモルタルに模擬粗骨材を混ぜ、そのモルタルを「だるま落とし」型試験器(図-3)に入れ、20 分静置後、上から 1 段ずつ引き抜いてモルタルを取り出し、分離低減剤無添加のものと 286g/m³(コンクリートでは 200g/m³相当)添加のものについて、モルタルや模擬粗骨材の状態を観察した。なお、SP の添加量は、モルタルの 20 分後のフロー値が 270mm±5mm となるように調整した。

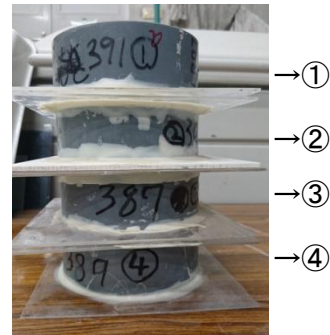


図-3 「だるま落とし」型試験器

分離低減剤無添加の場合、模擬粗骨材の分布は上下方向に不均一であった一方、分離低減剤を添加した場合、粗骨材は均等に分布していた。分離低減剤の添加により、模擬粗骨材がモルタルに保持されているためであると考察した。

なお、分離低減剤の添加の有無により、モルタル自体の材料分離、すなわちペーストと細骨材間の分離の程度にも差があった。分離低減剤無添加の場合、ガラスビーズよりも比重の大きい細骨材が沈降し、ガラスビーズが最下段ではなく上から 2 段目に多い結果となったものと考察した。(図-4, 5)

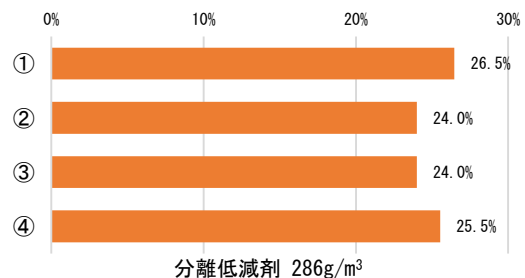
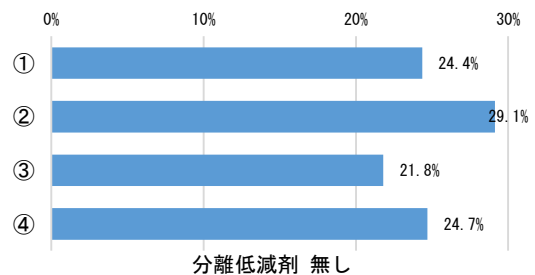


図-4 分離低減剤の有無とモルタル中の
模擬粗骨材分布の差異の関係

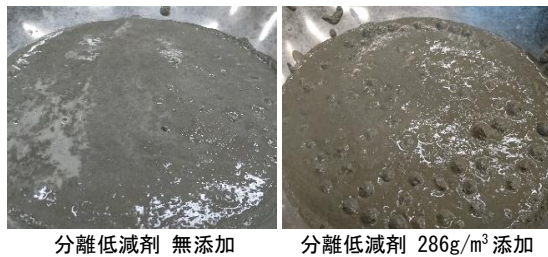


図-5 分離低減剤の添加によりモルタル表面に模擬粗骨材が見られた(モルタルフロー値 270mm 程度で比較)

3. 粘着力の定量化

厚さの異なる相対ロート流下速度(図-6)の比を用いた指標により、フレッシュモルタルの粘着力を定量化した。厚みを小さくしたロートからの流下では、壁面とモルタルとの間の粘着力が卓越し、ロート速度の低下度合いが大きくなるものと想定した試験方法である(図-7)。

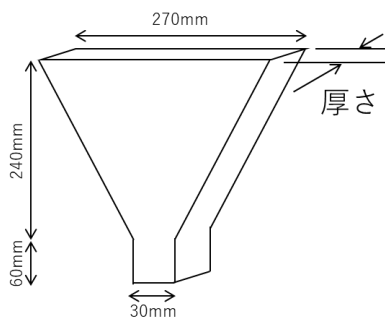


図-6 モルタルロート試験器(相対ロート速度比 $R_m=10/t$ (t : 流下時間[s]))

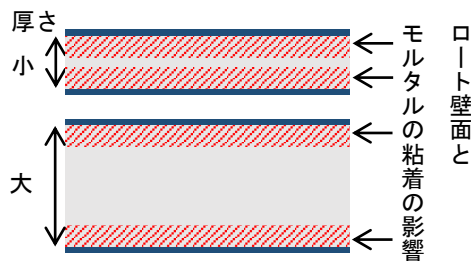


図-7 ロート壁面とモルタルの粘着の影響

今回、自己充填コンクリート用の標準モルタルロートである厚さ 30mm の流下速度と、その半分の厚さの 15mm の流下速度を用い、それ

ぞれの相対ロート速度比を R_{m30} 、 R_{m15} と表す。

表-5 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:2.68, 吸水率:0.81, 粗粒率:2.63)	S
粗骨材	石灰砕石(比重:2.70, 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
分離低減剤	メトローズ	VMA
消泡剤		D

表-6 モルタルの基本配合(さらに SP 添加量を調整して所定のフロー値を得た)

W/C	s/m	単体量 [kg/m³]		
		W	C	S
45%	55%	222	717	1474

ここで、粘着力の指標を $1-R_{m15}/R_{m30}$ と設定した。粘着力が小さいほど両者のロート速度が同じ値に近づくので指標の値は 0 に、一方、粘着力が大きいほど指標の値は 1 に近づくことを想定した。

4. 粘着力指標と自己充填性レベルとの相関

コンクリートの自己充填性と、そのモルタルと同等のフロー値のモルタルの粘着力との相関を求めることにより、前章で設定した粘着力の指標の有効性を検証した。

既往研究より、スランプフロー値 600mm 程度のコンクリートに対応するモルタルのフロー値は 230mm 程度であることが分かっている。¹⁾両者のフロー値をこの程度として、分離低減剤添加量を変化させ、モルタルの粘着力指標と、水セメント比 45%・モルタル中の細骨材容積比 55%・コンクリート中の粗骨材容積比 30% で空気連行しないコンクリートのボックス試験上昇高さ(土木学会基準の R1=鉄筋 5 本の障害物)との相関を求めた(図-9)。粘着力指標と自己充填性との間に相関がみられた。なお、スランプフロー600mm 程度では、分離低減剤添加量 150g/m³ 以上で、高い自己充填性付与に効果があった。

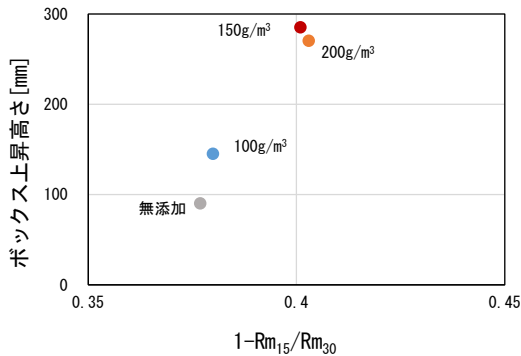


図-8 指標 $1-Rm_{15}/Rm_{30}$ の値とボックス上昇高さの関係(プロット横の値は分離低減剤の添加量)

5. モルタルの軟度による粘着力の効果の違い

モルタルはフロー値が大きいほど材料分離がしやすくなるため、分離低減剤の効果もフロー値によって異なると考えた。そこで、フロー値が 230mm と 270mm の 2 種類の軟度のモルタルで、粘着力の指標を求めて比較した。基準となる値±5mm となるように SP 添加量を調整した。

粘着力指標 $1-Rm_{15}/Rm_{30}$ は、モルタルフロー値が 230mm の場合には分離低減剤無添加・添加量 $50g/m^3$ ・ $100g/m^3$ がほぼ同じ値で、添加量 $150g/m^3$ になると上昇し、添加量 $200g/m^3$ がほぼ同じ値となった。一方、フロー値 270mm の場合、分離低減剤無添加から添加量 $50g/m^3$ 、 $100g/m^3$ となるに従い値が上昇したが、添加量 $100g/m^3$ ・ $150g/m^3$ ・ $200g/m^3$ ではほぼ変化がなかった(図-8)。

このことから、分離低減剤の添加量 $100g/m^3$ までは、モルタルの分離の有無や度合いによって粘着力の効果に差が生じているものと考えられる。また、モルタルが分離していない時、分離低減剤の添加量が $150g/m^3$ でモルタル中の粘着力の向上に効果を得られるが、それ以上添加しても粘着力の効果を得られていないように見られた。

なお、分離低減剤の添加量を増加させるとロート速度も遅くなっているため、分離低減剤の添加によって、粘着力だけでなく粘性も

高まっていると考えた。この影響については今後検討が必要である。

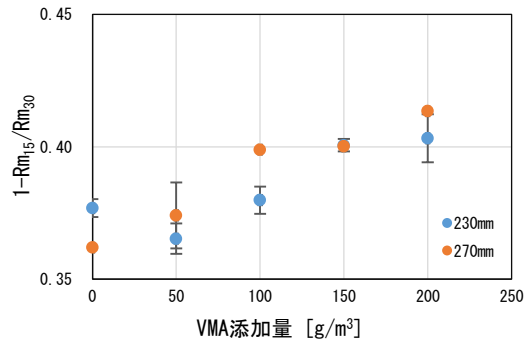


図-9 分離低減剤添加量と粘着力指標との関係

6. 結論

- (1) 新型分離低減剤の添加により粗骨材とモルタル間の粘着力を向上させて材料分離抵抗性を向上させることにより、比較的高い水セメント比のフレッシュコンクリートに自己充填性を付与した。
- (2) 分離低減剤の添加による模擬粗骨材のモルタル中の沈降抑制効果を確認した。
- (3) 厚さの異なるロート流下速度の比を指標として、フレッシュモルタルの粘着力を定量化した。
- (4) 分離低減剤の添加量を変化させたフレッシュコンクリートの自己充填性と、そのモルタル部分の粘着力の指標とが高い相関を示した。

7. 参考文献

- (1) 大内雅博, 枝松良展, 小澤一雅, 岡村甫: 自己充填コンクリート中の粗骨材・モルタル粒子間相互作用の簡易評価法, コンクリート工学年次論文報集, Vol. 21, No. 22, 1999 年