

こわばり低減剤を用いたフレッシュモルタル及びコンクリートの諸性状に関する基礎的研究

千葉工業大学 学生会員 ○重本 憂大 学生会員 渡邊 大河 学生会員 池田 信義 正会員 橋本 紳一郎
 清水建設 正会員 根本 浩史 正会員 宮田 佳和 正会員 幸田 圭司
 フローリック 正会員 西 祐宜 正会員 西村 和朗

1. はじめに

コンクリートの施工現場では、配管の切り替えやアジテータ車の入れ替え時など圧送の中断により、配管内のコンクリートが静置され、流動性が低下するこわばりが発生する。こわばりは、セメント粒子の凝集体がせん断抵抗として作用することで生じると考えられ、配管の閉塞など施工性の低下を招く。これを防ぐため、こわばりを低減する混和剤の研究が進められている。既往の研究では、こわばり低減剤をコンクリートに用いたことにより圧送性の向上がみられたが、こわばり低減剤がフレッシュモルタル及びコンクリートの性状に与える影響の詳細は明らかになっていない。よって本研究では、こわばり低減剤をモルタル及びコンクリートに用いて各種試験を行い、フレッシュ性状に与える影響を確認した。

2. 実験概要

使用材料は、C:普通ポルトランドセメント(3.16 g/cm³)、S1:石灰砕砂(2.66 g/cm³)、S2:陸砂(2.60 g/cm³)、G:石灰砕石(2.70 g/cm³)、Ad:AE 減水剤、SP:高性能 AE 減水剤、TR:こわばり低減剤とした。モルタル配合を表-1 に示す。配合は実際の都内 JIS 工場の配合を参考に、スランブ(以下、SL)8、21 cm のコンクリート想定配合、SL8 cm 想定配合の S/C を 2.7 へ下げた 3 配合とし、これらに TR を添加した合計 6 配合とした。モルタル評価試験は、温度 20 °C の室内でモルタルフロー試験(JIS R 5201)、空気量試験(JIS A 1128)、径 100×38 mm の VU 塩ビ管(フローコーンと同等の容積)に詰められた試料に荷重 500 g(9.6 MPa 相当)を 30 分積載し 0、1、3、5、10、15 打時のフローを測定する圧送時の加圧環境を想定した載荷法、既往の研究²⁾を参考にベーンせん断試験、加圧ブリーディング試験(JSCE-F502)を行った。また、コンクリート配合は表-2 の通りとし、評価試験は、スランブ試験(JIS A 1101)、空気量試験(JIS A 1128)、ベーンせん断試験、加圧ブリーディング試験(JSCE-F502)を行った。

3. 実験結果及び考察

モルタルの基礎性状を表-3 に、0 打フロー経時変化の結果を図-1 に示す。0 打フローの経時変化を比較すると、TR を添加した配合は、いずれも経時 90 分でのフロー低下量は TR 無の配合よりも抑えられ、TR によりフローの保持性能が向上していると考えられる。次に、図-2 で載荷法でのモルタルフローの結果を示す。TR 無の載荷法

キーワード こわばり低減剤、経時変化、フレッシュ性状、ベーンせん断試験、加圧ブリーディング試験
 連絡先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 TEL:047-478-0445

表-1 モルタル配合条件

配合 No.	TR 有無	想定する SL(cm)	W/C (%)	S/C	単位量(kg/m ³)							
					W	C	S1	S2	Ad	SP	TR	
1-1	無	8 程度	56.3	2.9	262	465	1020	340	5.81	-	-	
1-2		21 程度	47.9	2.5	255	532	1002	334	-	5.05		
1-3		8 程度	56.3	2.7	274	487	983	328	6.09	-		
1-4	有	8 程度	56.3	2.9	262	465	1020	340	5.81	-	4.19	
1-5		21 程度	47.9	2.5	255	532	1002	334	-	5.05	1.09	
1-6		8 程度	56.3	2.7	274	487	983	328	6.09	-	4.38	

表-2 コンクリート配合条件

配合 No.	目標 SL(cm)	目標 Air(%)	W/C (%)	S/C	単位量(kg/m ³)							
					W	C	S1	S2	G	Ad	SP	TR
2-1	8 程度	4.5	56.4	2.9	164	291	638	213	1021	3.64	-	-
2-2	21 程度		47.9	2.5	175	365	688	229	859	-	3.47	-
2-3	8 程度		56.4	2.9	164	291	638	213	1021	3.64	-	2.62
2-4	21 程度	47.9	2.5	175	365	688	229	859	-	3.47	0.75	

表-3 モルタル基礎性状試験結果

配合 No.	TR 有無	想定する SL(cm)	0 打フロー (mm)	15 打フロー (mm)	フロー変化量 (mm/打)	Air (%)	MT (°C)
1-1	無	8 程度	146	230	5.60	6.5	19.0
1-2		21 程度	261	-*	-	3.9	18.0
1-3		8 程度	155	237	5.47	4.0	21.0
1-4	有	8 程度	165	250	5.67	12.6	20.0
1-5		21 程度	252	-*	-	10.2	18.5
1-6		8 程度	174	264	6.00	9.5	21.0

※15 打の途中で試料がフローテーブル外に落下

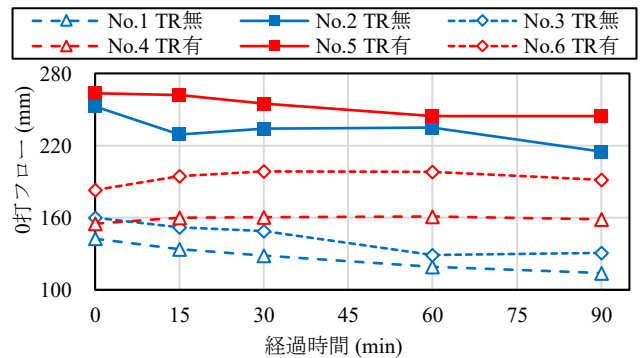


図-1 0 打フロー経時変化結果

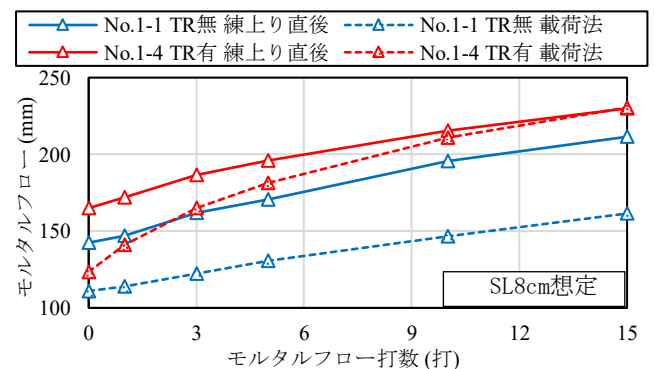


図-2 モルタルフロー試験結果(練上り直後・載荷法)

では、練上り直後よりも0打フローが低下しており、15打時点でもフローの低下が確認できる。一方、TR有の載荷法では、練上り直後と比較して0打フローの低下が確認できるものの、1打フロー以降TRによる変形性の向上により、15打時点では練上り直後と概ね同一の値となった。このことから、TRのこわばり低減効果は加圧環境下においても有効であることが示唆された。

図-3において、モルタルのベーンせん断試験の結果を示す。TR無のSL8cm想定及びS/Cを変更した配合では、90分間で最大せん断応力が増加する結果となった。これに対して、SL21cm想定の配合では、TRの有無で殆ど変化がみられなかったものの、TR有のSL8cm想定及びS/Cを変更した配合では、TR無での最大せん断応力の変動は殆どみられず、こわばり低減効果が確認できた。次に、コンクリートのベーンせん断試験の結果を図-4に示す。TR無のSL8cmのコンクリート配合でもモルタル同様、時間経過に伴い最大せん断応力が増加する結果であった。一方、TR有でもモルタル同様にSL21cm配合では、TRの有無で殆ど変化がみられず、SL8cmでは、TRによって最大せん断応力の増加が抑えられた。以上の結果から、TRは経時変化で生じるこわばりの低減に有効であり、SL8cmの配合に対しては効果が顕著になる傾向を示した。

図-5でモルタルの加圧ブリーディング試験の結果を示す。練上り直後のSL21cm想定の配合では、TRによる加圧時の脱水量抑制がみられたが、SL8cm想定の配合ではTRによる脱水量の変化は確認できなかった。これに対し、S/Cを変更した配合では、TR添加による脱水量の抑制がみられた。また、経時30分後では、SL8cm想定の配合におけるTRの脱水量抑制効果が顕著となった。このことから、モルタルの配合条件の差異や練上りからの経過時間によりTRの効果の大きさが変わることを確認した。次に図-6でコンクリートの加圧ブリーディング試験の結果を示す。実際のSL8cmコンクリートでは、SL8cm想定のモルタルでみられなかった加圧初期の脱水量抑制がTRによって確認でき、実際のSL21cmでは、同一SLを想定したモルタル同様に加圧初期から最終的な脱水量の抑制がみられた。従って、コンクリートでは、モルタルと比較してTRの効果が顕著となる可能性が示唆された。

4. まとめ

TRは、流動の保持性能に加え、加圧環境下における変形性の向上及び脱水量の抑制に有効であり、こわばり低減効果はSL8cm配合に対しての有効性が顕著であることを確認した。また、コンクリートでは、モルタルと比較してTRの効果が顕著となる可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 根本浩史, 平野修也, 伊達重之, 橋本紳一郎: フレッシュコンクリートのこわばりが施工性能に与える影響に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.41, No.2019
- 2) 平野修也, 西祐宜: ベーンせん断試験によるフレッシュコンクリートのハンドリングの評価に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, No.1, pp.16-19, 2019.1

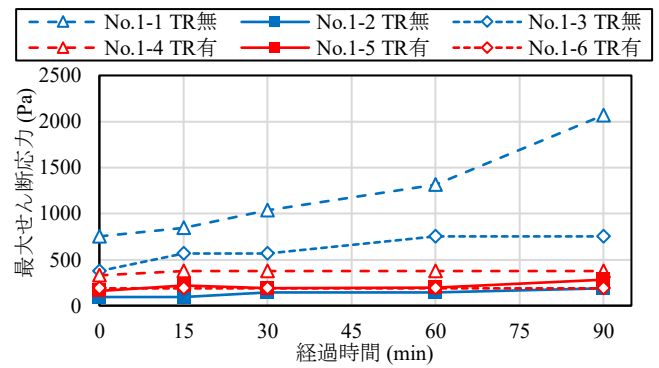


図-3 ベーンせん断試験結果(モルタル)

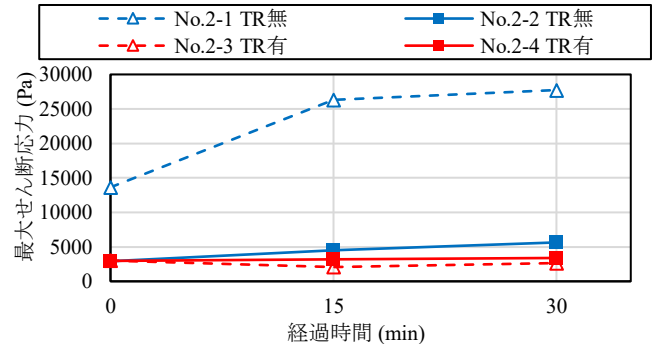
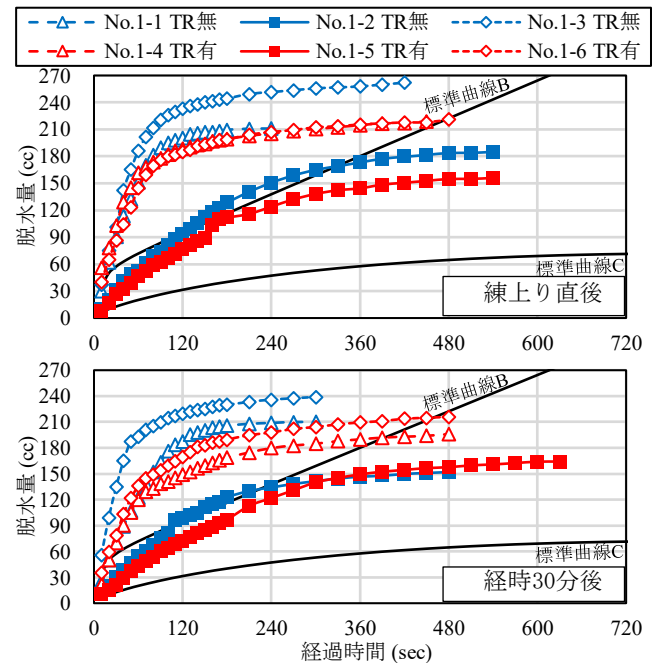


図-4 ベーンせん断試験結果(コンクリート)



※標準曲線:コンクリートの圧送適否評価指標

図-5 加圧ブリーディング試験結果(モルタル)

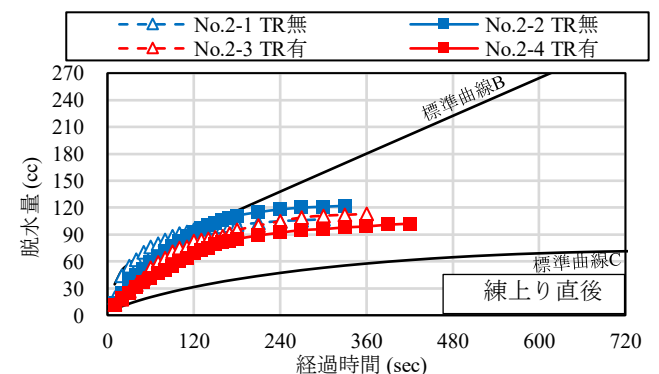


図-6 加圧ブリーディング試験結果(コンクリート)