

## 環境条件が後添加型新規混和剤によるこわばり低減効果に与える影響に関する一考察

(株)フローリック 正会員 ○西 祐宜  
清水建設(株) 正会員 根本 浩史

(株)フローリック 正会員 西村 和朗  
(株)フローリック 正会員 檜垣 誠

### 1. 背景・目的

近年、フレッシュコンクリートに求められる性能は高次元化の一途を辿っている。その背景として、社会環境の変化(躯体形状の複雑化への対応、温暖化に伴う暑中施工への対応、良質な骨材の枯渇)、生産性の向上(作業効率の向上、施工時間の短縮)、初期欠陥防止対策(充填不良等)、品質向上(スランプロスの低減、打込み層境界の品質、長期耐久性確保)が挙げられる。これら種々の要求性能を満足するために、適正な品質の材料を選択し、配合条件を設定するのが一般的な考え方である。筆者らは、前述に追加して所要のワーカビリティをスランプおよび空気量のみで判断しては、高次元化する要求に応えられないと考え、コンクリートのレオロジー特性に着目して研究を行ってきた。

例えば、高密度配筋化へ対応する場合、使用するコンクリートは、流動性のみではなく、鉄筋間隙で材料分離することなく通過するレオロジー性質が求められる。先に打込まれたコンクリートが新たに打込まれるコンクリートの変形に追従する性能も求められる。これは、一旦静置した状態でも、外力が加わることで再び流動性が回復する性能と同義であり、せん断応力に対する時間依存性、即ちチクソトロピー性が低いことが、コンクリートに必要な施工性能の一つであると考えた。筆者らは、上述した観点から静置したコンクリートが有する潜在的流動特性に着目し、セメントの凝集に由来

して流動抵抗が著しく増加する現象を「こわばり」と考え、その現象の緩和に向けて種々の検討を行った。その成果として、こわばりの原因と考えられるセメント粒子集合体同士の弱い結合状態(攪拌等により再分散される)に対して、線状高分子を粒子集合体間に介入させることで、こわばり低減する技術を開発した<sup>1)</sup>。近年、この新規混和剤(以下、TR)の施工実績は増加し、多様な現場でコンクリートのこわばり低減に活用されている。

本研究は、環境条件、呼び強度を要因として、TRのこわばり低減効果を確認した。

### 2. 実験概要

コンクリートのこわばりを評価する方法として、静置スランプ試験<sup>2)</sup>を実施した。静置スランプ試験は、スランプコーンの中にコンクリートを詰めて、所定の時間静置することで凝集が進み、流動性が低下する程度を評価する試験である。コンクリートの配合は、JIS A 5308の普通コンクリートである呼び強度 21~45 の 9水準を設定した。本実験では、注水から 0, 30, 60 分後の目標スランプが  $SL=18\pm 2.5\text{cm}$  または  $21\pm 2.0\text{cm}$  (呼び強度 21, 24 は  $21\pm 1.5\text{cm}$ ) となるようにベースコンクリートを作製した。所定の時間で目標スランプとなったコンクリートをスランプコーンに詰め、30分間静置し、静置スランプ試験を実施した。TRの添加(0.5 または 1.0 パック/m<sup>3</sup>)は所定の時間で目標スランプとなったコンクリートに添加し、攪拌後直ちに静置スラン

表 1 材料・配合情報

種別	詳細	単位量の範囲
水	つくば市上水道水	175~185kg/m <sup>3</sup>
セメント	普通ポルトランドセメント 3 種等量混合 ( $\rho:3.16\text{g/cm}^3$ )	303~492kg/m <sup>3</sup>
細骨材	静岡県掛川産山砂 ( $\rho:2.56\text{g/cm}^3$ )	689~904kg/m <sup>3</sup>
粗骨材	東京都青梅産硬質砂岩砕石 2005 ( $\rho:2.65\text{g/cm}^3$ )	877~938kg/m <sup>3</sup>
混和剤	高性能 AE 減水剤 I 種 (標準形) 高性能 AE 減水剤 I 種 (遅延形)	1.8~5.4kg/m <sup>3</sup>
後添加型新規混和剤	こわばり低減剤 (パック型混和剤(粉末状))	0.5, 1.0 パック/m <sup>3</sup>

キーワード フレッシュコンクリート、環境温度、呼び強度、こわばり、化学混和剤

連絡先 〒300-2622 茨城県つくば市要 33-1 (株) フローリック TEL 029-877-1945

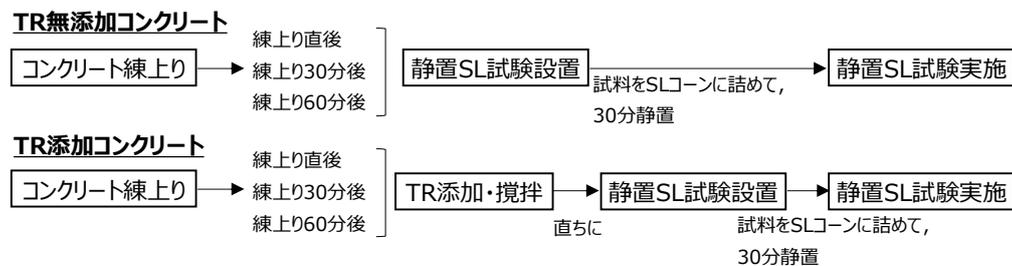


図1 静置スランプの試験の条件

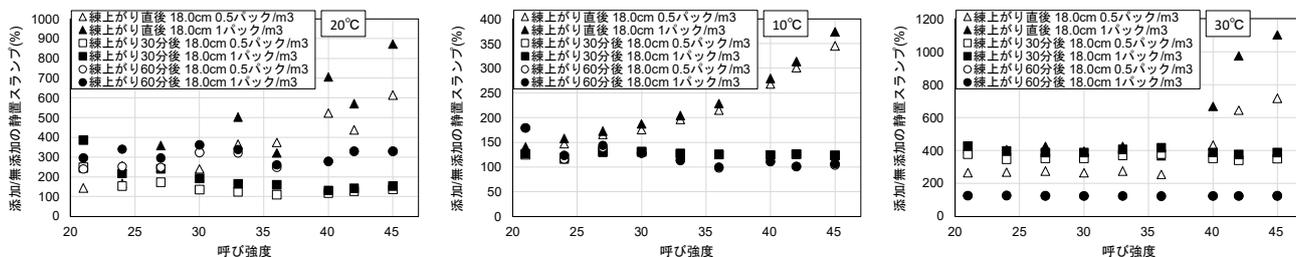


図2 目標スランプ18cmにおける添加・無添加の静置スランプ比(左:20°C, 中央:10°C, 右:30°C)

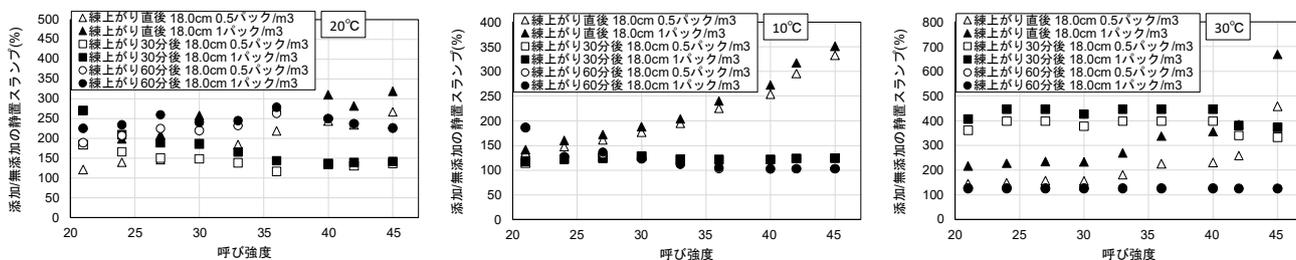


図3 目標スランプ21cmにおける添加・無添加の静置スランプ比(左:20°C, 中央:10°C, 右:30°C)

プを実施している。添加後は、1～3cm程度スランプが増加している。環境(コンクリート)温度は、約10, 20, 30°Cである。表1に材料・配合情報の概要を示す。

### 3. 実験結果

図1に静置スランプ試験の条件、図2, 3に添加・無添加の静置スランプ比を示す。本検討では、こわばり低減効果の程度を、TRの添加・無添加の静置スランプ比 $[(\text{所定の時間およびスランプでTRを添加したコンクリートの30分静置スランプ} \times 100) / (\text{所定の時間で静置開始したTR無添加のコンクリートの30分静置スランプ})]$ で表現し、この値が低いものほどこわばり低減効果が小さいと評価している。本実験の範囲では、20°Cでは練上がり直後>注水60分後>注水30分後、10°Cでは練上がり直後>注水30分後≒注水60分後、30°Cでは注水30分後≒練上がり直後≒注水60分後でTRによるこわばり低減効果が高い結果であった。また、TRの添加量の増加に伴い、こわばり低減効果が顕著に発現した。呼び強度が高く、練上り直後にTRを添加した系のこわばり低減効果は特に高かった。TRによるこわばり

低減効果は、無添加のコンクリートの状態(注水からの時間とスランプロス性状)に影響する一方で、例えば、環境温度30°C、注水60分後でTRを添加した場合は、厳しい経過時間および温度で目標スランプを得るために高性能AE減水剤の添加量が多くなり、TRの効果は混和剤の性能に隠れる結果となっている。こわばり低減効果は各種要因により変化するものの、添加・無添加の静置スランプ比は全て100%以上であり、本試験範囲においてTRの効果は必ず発現することが確認された。

### 4. まとめ

本研究では、環境温度、呼び強度(W/C)、TR添加量がこわばり低減効果に及ぼす影響を確認した。TRによるこわばり低減効果は、これらの要因に加え、ベースコンクリートが有する潜在的なスランプ保持性(高性能AE減水剤の使用量等)により変化的ことが示唆された。

### 参考文献

- 1) 根本ら：コンクリートのこわばりを低減する化学混和剤の効果，コンクリート工学，Vol.57，No.8，pp.565-573,2019