

セメント系ひび割れ注入材の流動性に関する基礎的試験

ジオスター (株)	正会員	○奥山 厚志
ジオスター (株)	正会員	横尾 彰彦
(株) ティ・エス・プランニング		根間 栄順
(株) ティ・エス・プランニング	正会員	松尾 久幸

1. はじめに

コンクリート構造物のひび割れ補修工法として、高い吐出圧（15Mpa程度）を用いてひび割れ先端から表層に向けセメント系材料を注入するという施工技術が開発されている。しかし、練混ぜ直後の材料でも高圧力で吐出すると、練混ぜ水だけがひび割れ側に移動し固形分が注入プラグ内や注入機械の容器内に残るといった分離現象が発生する。一方、材料の流動性は、土木学会基準・F531「PCグラウト」あるいは・F541「充填モルタル」などを準拠し評価している。これらの試験方法で使用するPロートやJロートの吐出口径は、ひび割れの幅寸法と比較して大きな差があるため、施工時における注入材の流動性を判定するには必ずしも適切ではない。また、吐出圧力を考慮した流動性試験方法に関する規準類は見当たらないのが現状である。

本報告は、吐出圧が高くても材料分離を起こさないセメント系注入材の最適配合条件を探るもので、ひび割れ幅や注入プラグの形状寸法を勘案して試験方法を考案するとともに基礎的な試験を実施したので報告する。

2. 試験概要

2.1 注入材料の種類

試験に用いたセメント系注入材の種類を表-1に示す。配合①は、3時間の想定作業時間内において15Mpa程度の吐出圧力でも分離を生じない材料を、配合②には分離を起こした材料を用いた。また、配合③はポリマーセメント系の材料とした。注入材はいずれも平均粒度が5 μ mの超微粉末セメント系で、材料の計量および練混ぜ等は注入材料メーカーが推奨する施工要領書に準拠した。配合①および②については試験に先立ち、15Mpa程度の吐出圧を用いて注入材の分離性を調べた。分離性の確認は空気圧式注入機HP-1で行った。

2.2 流動性試験の概要

表-1のセメント系注入材について、J₁₄、Pロート、ならびにひび割れ幅や注入プラグの形状寸法などを勘案した試験方法（本報告では、T法と呼ぶ）によって流動性を比較した。T法は、(株)ジェイ・エム・エス社製の100ml仕様のポリプロピレン製注射器（内径36mm・内空高140mm、先端吐出口内径1.6mm・長13mm）を使用し、100ccの目盛りまで注入材を入れ流下量ならびにデジタルビデオ撮影による10ccごとの流下時間を計測する方法とした。測定は20℃の室内で、練混ぜ直後から3時間経過まで30分毎、それ以降は60分毎に行った。測定前に1分間の再攪拌を行っている。写真-1に外観、写真-2は流下状況である。

表-1 使用したセメント系注入材

種類	記号	注入材の特徴
配合①	CF	セメント系、吐出圧20Mpaでも分離しない。
配合②	SC	セメント系、吐出圧が高いと材料分離を起こす。
配合③	PB	ポリマーセメント系、低圧注入仕様



写真-1 T法の外観



写真-2 流下状況

キーワード セメント系ひび割れ注入材、流動性変化、流下試験方法

連絡先 〒355-0001 埼玉県東松山市岡字膳棚 1871 ジオスター (株) 技術研究所 TEL 0493-36-1133

3. 結果および考察

図-1は、J₁₄ロートを用いた流下時間の計測結果である。配合①と②の流下時間推移は同じ傾向を示しているが、配合①は練混ぜ後4時間を経過しても安定しているのに対し、硬化反応が進み粘性の増えた配合②では若干大きくなっている。配合③のポリマーセメント系は当初から粘性が強いせいか、流下に要する時間は他の材料と比較して1.2~1.5倍で、4時間を経過すると流下時間は急激に増加する。全体的に、練混ぜ後3時間以内において各材料は微妙に流動性が変化しているにもかかわらず、J₁₄ロートでは敏感な検出を行えないことが伺える。

図-2は、Pロート用いた経過時間と流下時間の関係である。Pロートによる流下時間は、J₁₄の結果と比較しておよそ3倍程度大きな数値になっている。しかし、配合ごとの経過時間と流下時間の関係は、J₁₄の結果と類似していて相関性が伺える。すなわち、配合①は6時間を経過しても大きな変化は観察できず、配合②では3時間が過ぎると流下時間は徐々に増えている。また、配合③も同様で4時間までの流下時間は他の材料と比較して1.5~1.8倍だが、それ以降は急激な増加をみせている。

図-3は、T法（市販注射器）による配合①の練混ぜ直後の流下時間推移で、0から50ccまでと残りの50から100ccまでの10ccごとの流下時間を比較するものである。0から50ccまでの流下時間はほぼ直線的に増加している。一方、50から100ccでは100ccに近いほど10cc当たりの流下時間は増えている。これはT法の流下特性を示すもので、この傾向は練混ぜ後3時間が経過した配合①では同じ傾向を示した。以上のことから、T法を用いて注入材の流動性を評価するには、100ccまでの流下量あるいは50ccまでの流下時間を比較することで可能と考えられる。

図-4は、T法による経過時間ごとの流下量と流下時間を比較するものである。配合①は6時間を経過しても全てが100ccまで流下し、流下時間に大きな差は観察されなかった。配合②は3時間を経過すると急激に流下量は減少し5時間経過では10ccとなった。配合③では1時間経過時の40ccを最大にその後徐々に流下量は減少した。以上、T法による配合毎の流下量の変化には、J₁₄やPロートで測定された流下時間の変化と類似する傾向が検出できている。一方、流下時間の検証には、50cc流下時での比較ができないためさらなるデータの蓄積を必要とする。

4. まとめ

セメント系ひび割れ注入材の流動性について、3種類の方法で比較し多くの知見を得ることができた。今後、分離抵抗性に優れたセメント系注入材の最適配合条件を探るべく、考案したT法を流動性試験方法として活用し、併せて、吐出口径等の形状寸法について見直しを行う。

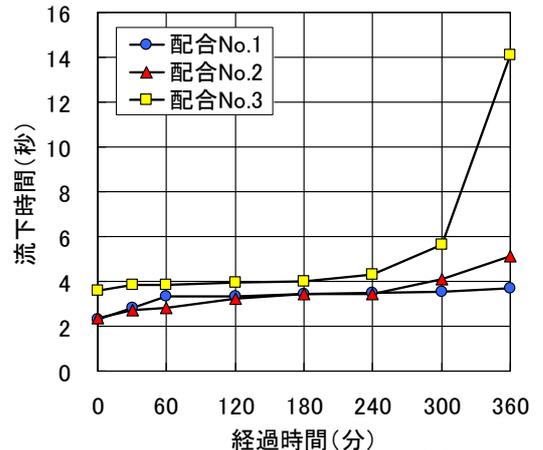


図-1 J₁₄ロート流下時間の経時変化

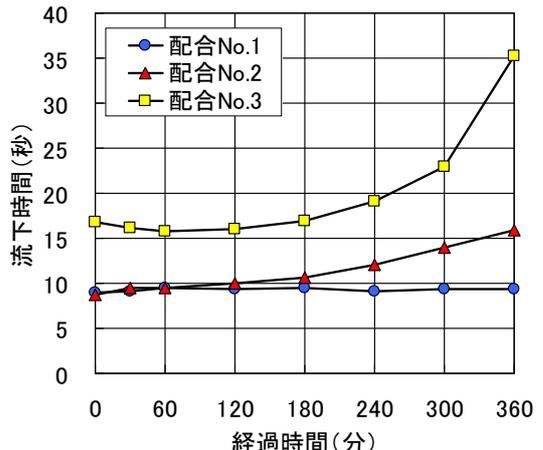


図-2 Pロート流下時間の経時変化

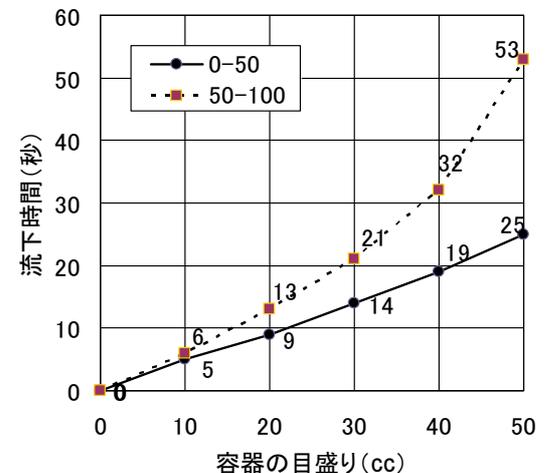


図-3 T法による流下量と流下時間の関係

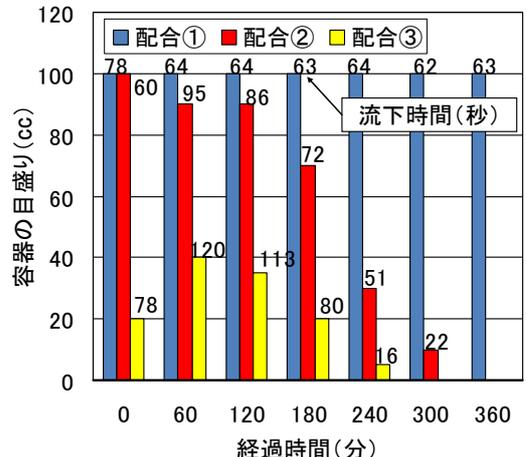


図-4 T法による流下時間の経時変化