

狭隘な施工環境下で適用する高流動コンクリートのこわばり評価方法の検討

清水建設株式会社 正会員 ○幸田 圭司, 根本 浩史, 戸田 晶, 永峯 崇二
首都高速道路株式会社 正会員 大塩 隆, 赤松 諒亮

1. はじめに

本工事は環状第2号線のトンネルを開削工法で構築するもので、最大の特徴は、図-1に示すように頂版天端と覆工板・桁受材の離隔がほとんどない（最小離隔 60mm 程度）中でボックスカルバートを構築する点である。また、頂版は最大で3%の縦断勾配を有しており、高密度配筋であることも特徴として挙げられる。そこで、コンクリート配合は、勾配仕上がりが必要な上部は中流動コンクリート、それ以外の締固めが困難で高い充填性が求められる下部は高流動コンクリートを採用した。本稿では、特に高流動コンクリートの配合選定に用いた試験方法およびその結果を報告する。

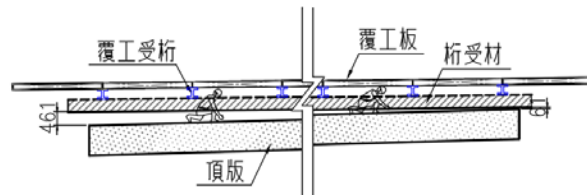


図-1 頂版施工イメージ図

表-1 流動性評価試験配合

呼び名	セメント種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
				W	C	S	G	SP	VA (増粘剤)
L	低熱	31.8	54.0	175	550	865	753	7.15	0
L+VA								9.37	0.15

2. コンクリートの要求性能

本施工では、狭隘な施工空間において筒先を自由に振ることが困難となる場合も想定されるため、高いセルフレベリング性が必要と考えられた。そのため、スランプフローの目標値は70cm、配筋条件から自己充填性のランク1の高流動コンクリート配合とし、各種フレッシュ性状確認試験を実施して配合を選定した。以降、実施した各種試験についてその概要および結果をまとめる。

3. 流動性評価試験

3.1 試験概要

本試験では写真-1に示す鉄筋入りの型枠内にコンクリートを打ち込み、流動勾配を測定した。流動勾配は、打ち込み後のコンクリート天端面の高さを所定の位置にて測定して評価した。なお、本試験では増粘剤添加による影響を評価するため、表-1に示す増粘剤なし（L）および増粘剤あり（L+VA）の2配合で試験を実施した。

3.2 試験結果

打ち込み後の流動勾配を図-2に示す。流動状況を目視確認したところ、図-3に示すように、コンクリート①の打ち込みから数分後にコンクリート②が続いて打ち込まれる際に、静止したコンクリート①が流動せずに、コンクリート②がその上を流動していくことによって流動勾配が形成されることが確認され、増粘剤を添加した場合にその傾向が特に顕著であった。これはコンクリート①の流動が一度静止した際にセメント粒子が凝集し、凝集体が流動抵抗となったために生じたものと推察された（以降、この現象をこわばりと表現する）。そこで、コンクリートのこわばりの程度を評価する試験方法を検討し、こわばりを低減した配合を選定することとした。

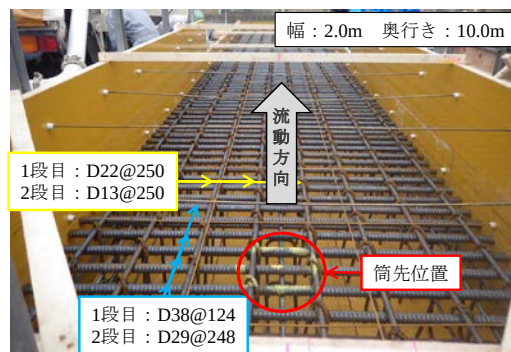


写真-1 流動性評価試験型枠

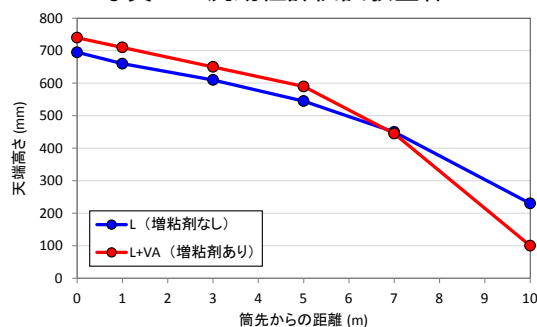


図-2 打ち込み後の流動勾配

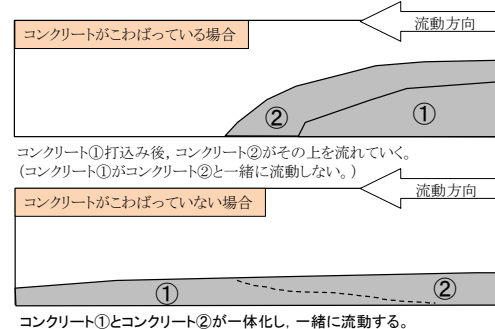


図-3 流動勾配形成の模式図

キーワード 高流動コンクリート, こわばり, セルフレベリング

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設(株) 基盤技術部 TEL 03-3561-3915

4. こわばり評価試験

4.1 試験概要

コンクリートのこわばりを評価する標準的な試験方法は存在しないため、2つの実験によってこわばりを評価することを試みた。1つ目はL型フロー試験によるもので、コンクリート打込み直後（以下、「静置なし」）および打込み後10分間静置したもの（以下、「静置あり」）の両者の流動性を比較した。評価指標は、写真-2に示すようにセンサーを設置し、流動距離5～15cmまでの流動速度を用いた。2つ目は、図-3に示すように、シリンダーコーンを用いてスランプフローを測定した後の試料（スランプフロー50cm程度）について、L型フロー試験と同様に「静置なし」と「静置あり」のそれぞれの状態で、スランプ板端部を30cm持ち上げて10秒間流動させた際の流動距離によってこわばりを評価することも検討した（以下、スランプ板傾斜試験と称する）。使用配合は表-2に示す通りで、ベース配合（L）にこわばり低減剤を添加したもの（L+TR）、さらに石灰石微粉末を添加したもの（M+TR+LSP）の3水準とした。なお、石灰石微粉末をセメントの一部に置換することでセメント量を低減できるため、温度ひび割れ制御の観点から、石灰石微粉末を用いる場合は低熱ポルトランドセメントから中熱ポルトランドセメントに変更している。

4.2 試験結果

L型フロー試験の結果を図-4に、スランプ板傾斜試験の結果を図-5に示す。L型フロー試験ではこわばり低減剤の使用および石灰石微粉末の混和によって流動速度が大きくなる傾向が確認できたが、「静置なし」と「静置あり」で試験結果にほとんど差が出なかった。この要因としては、L型フロー試験ではコンクリートが高さ400mmまで打ち込まれるため、こわばりの影響よりもコンクリートの自重の影響を強く受けたものと推察される。一方で、スランプ板傾斜試験ではベース配合と比較してこわばり低減剤および石灰石微粉末を添加したものの方が流動距離は大きくなり、「静置なし」と「静置あり」の差が小さくなる傾向も確認できた。

以上の結果から、コンクリートのこわばりを評価するにはスランプ板傾斜試験が有用であり、こわばり低減剤および石灰石微粉末の使用がこわばりの低減に効果的であることが示された。

5. まとめ

本稿では、施工条件に対応したセルフレベリング性に優れた高流動コンクリート配合を選定するために、各種フレッシュ性状確認試験を実施した結果をまとめた。結果として、セルフレベリング性に優れた配合とするためには、高い流動性とともコンクリートのこわばりを低減することが必要であり、コンクリートのこわばりを評価する試験方法として、スランプ板傾斜試験が有用である可能性が示唆された。また、スランプ板傾斜試験によって、こわばり低減剤および石灰石微粉末の混和はコンクリートのこわばりの低減に有効であることが実験的に示された。

表-2 こわばり評価試験配合

呼び名	セメント 種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						
				W	C	LSP	S	G	SP	TR (こわばり 低減剤)
L	低熱	31.8	54.0	175	550	0	865	753	5.5	0
L+TR				175	550	0	865	753	5.5	0
M+TR+LSP	中庸熱	50	53.1	175	350	200	834	753	4.9	0.25

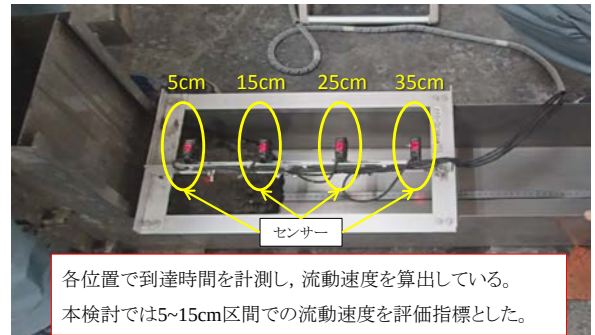


写真-2 L型フロー試験

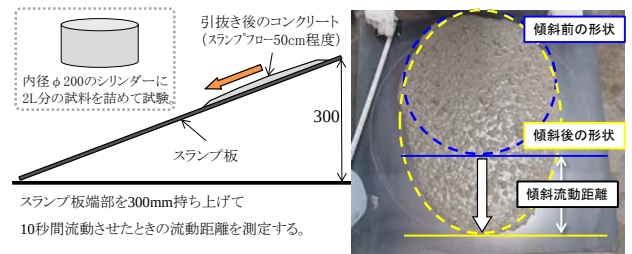


図-3 スランプ板傾斜試験

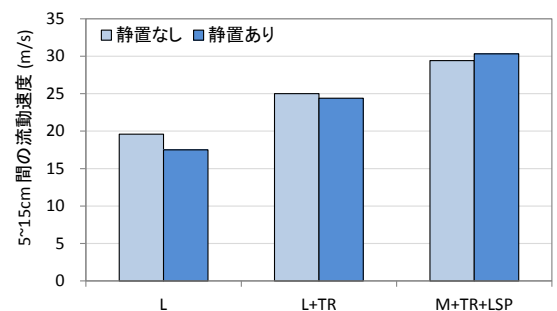


図-4 L型フロー試験結果

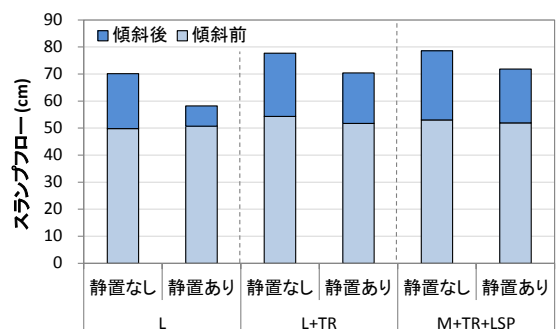


図-5 スランプ板傾斜試験結果