

実物大型枠による中流動覆工コンクリートの試験施工

飛島建設土木事業本部 正会員 ○柳森 豊, 正会員 平間 昭信
 飛島建設西日本土木支社九州土木事業部 小西 裕之, 中辻 尚
 西日本高速道路九州支社福岡工事事務所 堂園 淳一, 野口 亮太

1. はじめに

近年, 山岳工法トンネルの覆工コンクリートにおいて, 施工の合理化, 高品質化を目的に中流動コンクリートを採用する事例がいくつか報告されているものの, 実施工段階の報告は, まだ数例しかないのが実状である。

今回, 東九州自動車道新津トンネル(延長 $L=2,074\text{m}$) のほぼ全線での中流動覆工コンクリート適用に際して, 現場施工における課題を抽出することを目的として, 実物大型枠を用いた試験施工を行うこととし, 施工計画へ反映させるための基礎資料を収集した。本稿は, 試験施工により得られた施工上の課題について検証し, 施工計画段階での検討を取りまとめて報告するものである。

2. 試験施工概要

試験施工では, 「トンネル施工管理要領(中流動覆工コンクリート編), 西日本高速道路㈱」¹⁾ (以下, 「中流動管理要領」と記す) に準拠し, あらかじめ試験練りにより配合決定した中流動コンクリート(表-1)をコンクリートポンプ車により圧送し, 実際に使用する型枠の一部を利用した実物大型枠(アーチ径 $=6.13\text{m}$, $L=6.0\text{m}$, 写真-1)へ, $15\sim 18\text{m}^3/\text{h}$ の打設速度で合計 $V=43.5\text{m}^3$ を打ち込んで検証した。

特に, 実施工においても懸念される, ①中流動コンクリートの流動性, ②型枠バイブレータによる締固め性状, ③コンクリート打込み時の型枠への打設圧の載荷, ④コンクリート表面の仕上がり, コンクリートの充填状況について検証した。



写真-1 使用した実物大型枠
(セントルのクラウン部を利用)

表-1 試験施工における中流動コンクリート配合

材齢 28 日における圧縮強度	スランプおよびスランプフロー	水セメント比 W/C(%)	細骨材率 s/a(%)	単位量(kg/m^3)						
				水 W	セメント N	石粉 LS	細骨材 S	粗骨材 G	繊維 F	混和剤 Ad
$18\text{N}/\text{mm}^2$	$21\pm 2.5\text{ cm}$ $35\sim 50\text{ cm}$	59.3	50.0	160	270	80	904	918	2.73	3.15^{*1}

※1: 高性能 AE 減水剤 SP8SV

3. 施工結果

(1) コンクリートの流動性

コンクリートはほぼ平坦な打設リフトを維持しながら打ち込まれており, アジテータ車1車ごとの打込み後のリフト高低差が型枠長 $L=6\text{m}$ で最大 15 cm 程度



肩部の流動状況



天端部の流動状況

写真-2 ほぼ平坦な打ち込み中のリフト高

と写真-2 に示すとおり, 良好なセルフレベルリング性を確認できた。また, 流動中の材料分離もなく, 混和材として添加した石粉, 高性能 AE 減水剤が適正に機能していた。

(2) 型枠バイブレータによる締固め

型枠バイブレータのみでの施工を考慮して, 型枠バイブレータからの振動伝搬を振動エネルギー(J/ℓ)で評価し, 中流動管理要領で確認された実績としてしめされたトンネル縦断方向間隔 3.0m と, さらに密に配置し

キーワード 中流動覆工コンクリート, 実物大型枠, 型枠バイブレータ, 振動エネルギー

連絡先 〒102-8332 東京都千代田区三番町2 飛島建設土木技術部トンネル技術グループ TEL 03-5214-7083

た 1.5m 間隔で締固め効果を検証した。振動エネルギーの型枠面での伝播は、水平方向（トンネル縦断方向）への伝播よりも鉛直方向（トンネル横断方向）への伝播の減衰が著しく、水平方向のバイブレータ設置間隔は 3.0m と 1.5m では大きな差は認められなかった。図-1 に示す様に型枠バイブレータ本体からの離隔が大きくなると減少率が小さくなることに起因していると考えられる。

(3) 打込み時の型枠への側圧

中流動覆工コンクリートは、型枠への側圧が液圧にならず、セントルへの特別な補強が不要とされている¹⁾が、他の試験施工において液圧発生が報告された場合もあり、実物大型枠の試験施工においても土圧計を用いて打設圧を測定した。型枠の側壁部（鉛直壁）で打設リフト高さに応じて側圧係数 $K=0.75\sim0.88$ 程度の側圧が生じており、アーチクラウン部に打設リフトが上昇すると側圧の増加はなくなった。（図-2）なお、この時の打設速度は純打設速度が $18\text{m}^3/\text{h}$ とやや早いですが、打継ぎ試験で打設間隔を開けたため、実打設速度は $5.8\text{m}^3/\text{h}$ （打設リフトの立ち上がり= $1.6\text{m}/\text{h}$ ）であった。

(4) コンクリート仕上がり状況

写真-2 に示すとおり、一般的な覆工コンクリート配合（スランプ= 15cm ）に比べて、良好なコンクリート充填状況を確認できた。内空面に設けた箱抜きを想定した 10cm の突起部にも完全に充填されていた。地山側となる外側表面では、側壁とアーチの境界部、天端部妻枠側（吹上げ口と反対側）の表面にペースト分がやや不足した部分が生じた。これは、振動エネルギー規定値（ $=3.7\text{J}/\ell$ ）¹⁾ より不足した部位と打設の最終段階で型枠強度に配慮して十分な打設圧を付与できなかったことによると考えられる。

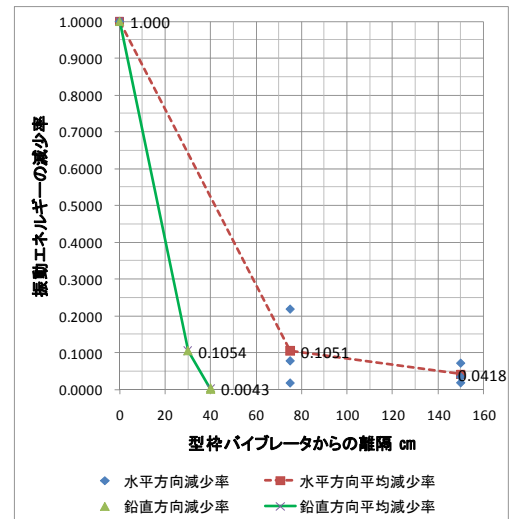


図-1 型枠バイブレータの振動減少

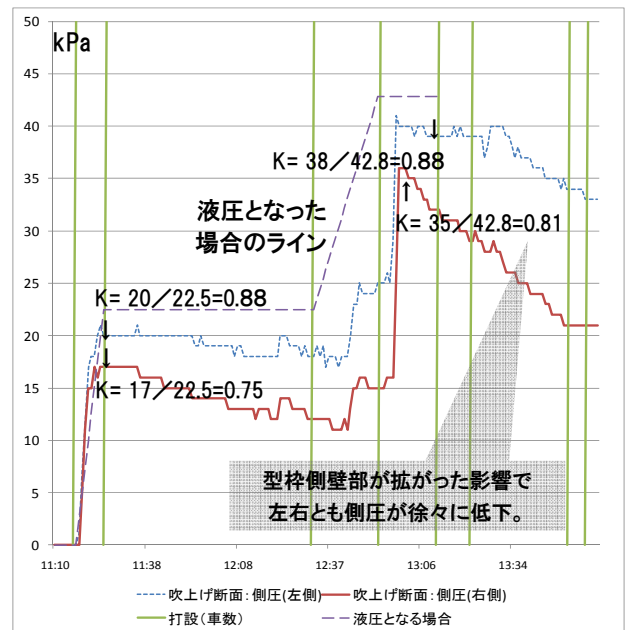
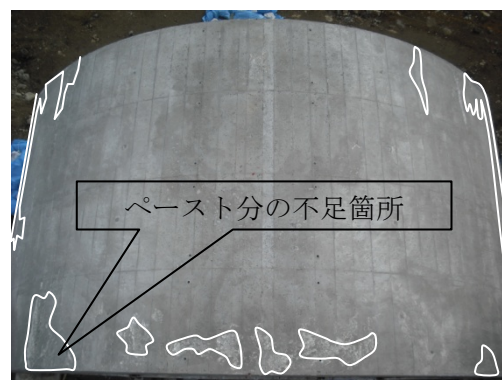


図-2 型枠側壁部の打設圧の経時変化



内空側仕上がり



地山側仕上がり

写真-2 コンクリート仕上がり状況

4. おわりに

試験施工結果から、本施工においては、型枠バイブレータ配置間隔、側壁部打設圧の上昇を想定したセントルの部分補強、型枠剛性が大きくなるアーチと側壁とのヒンジ部付近の締固め方法などを考慮することとした。

今後の本施工では、更なる改良改善を加えて、良好な中流動覆工コンクリートを施工する所存である。

参考文献

- 1) 西日本高速道路株式会社：トンネル施工管理要領（中流動覆工コンクリート編），平成 20 年 8 月