

自動締固めと密閉湿潤養生の中流動覆工コンクリート特性

西日本高速道路(株)関西支社和歌山工事事務所 信永 博文
 清水建設(株)関西支店川辺第一トンネル作業所 正会員○山本 将
 清水建設(株)関西支店川辺第一トンネル作業所 正会員 木村 厚之

1. はじめに

コンクリート打込みと型枠バイブレータ(VB)締固めをパターン化, PC システムで VB を自動制御, 締固める方法と密閉湿潤養生方法による 7 日間養生を採用して, モデル施工と以降の覆工施工を行った¹⁾. この PC システムによる覆工施工法の適用性と有効性が確認できたので紹介する. 締固めエネルギー, 打止め時圧力, 脱型枠時強度, 養生環境, 反発度, 表層透気指数などの覆工施工パラメータの基本データとその特性が得られたので報告する.

2. 中流動コンクリート配合

示方配合を表-1 に示す. セメントは普通ポルトランドセメント, 細骨材は S1(川砂)と S2(砕砂), 粗骨材は G1(砕石 1505)と G2(砕石 2010), 混和剤は増粘剤一液タイプ高性能 AE 減水剤(Ad, MGL6500)を使用する. 繊維(FB)は, 比重が 0.91 のポリプロピレン, $\phi 0.72 \times 47$ である. 筒先サンプリングのスランプ試験結果を写真-1 に示す.

表-1 中流動覆工コンクリート示方配合

種別	T1-4(Ad)	T3-4(Ad)
W/C(%)	53.1	50.0
s/a(%)	51.0	51.0
Gmax(cm)	20	20
単位量 (kg/m ³)	C	330
	W	175
	S1	616
	S2	264
	G1	434
	G2	434
FB	—	2.73
Ad(C×%)	1.30	1.40



写真-1 T3-4(Ad)スランプ試験結果(筒先サンプリング)

3. コンクリート打込み締固め方法

SL 下は挿入式バイブレータ, SL 上は型枠バイブレータを使用する. VB 間隔は, 高さ方向 1.5m 以下, 延長方向 3.0m 以下である(図-1). 締固めエネルギーは, 加速度センサの最大値で算定する.

- 側部の打込みは, 6 間目の左右 4 箇所, 肩部と天端部は, 吹上げ口の 3 箇所とする.

- 打込みの単位は, 側部と肩部は片側 2m³ ずつ, 天端部は 4m³ を基本とする. 側部左右の切替えは, 打込み高さ 50cm 毎とし, その都度締固める.

- VB は, これの 30cm 上方コンクリートの締固めを基本とし, コンクリート表面位置で上方に切り替える.

- VB は段単位の稼働で, 段当たり 15 秒の 5 台同時稼働とし, 適正締固めエネルギー 3.7J/L 以上とする.

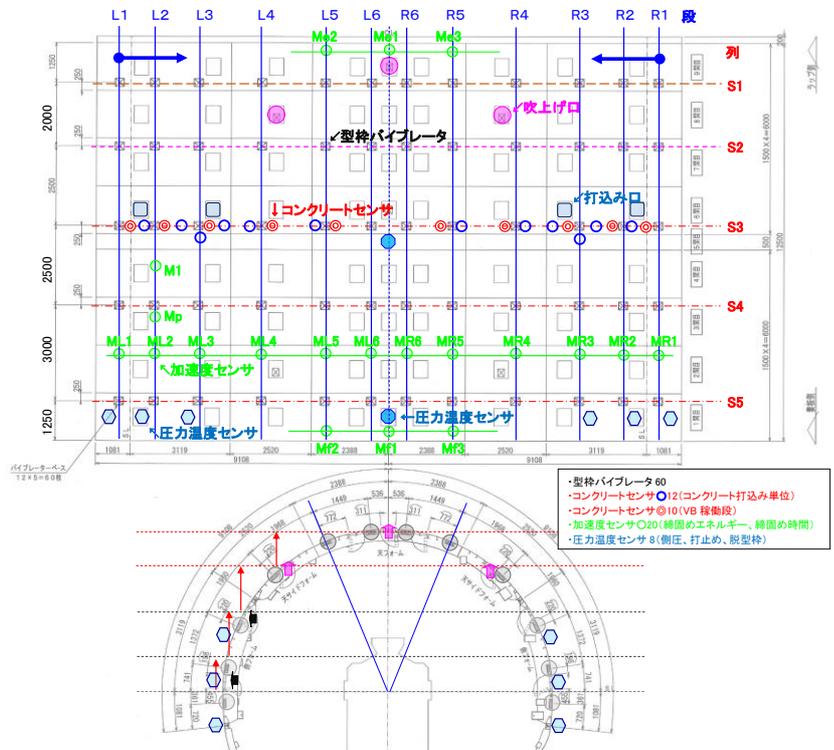


図-1 型枠バイブレータと各種センサ配置概要

キーワード : 中流動覆工コンクリート, 反発度, 透気係数, 打止め圧力, 脱型枠強度

連絡先 : 〒649-1325 和歌山県日高郡日高川町中津川 1357-2, Tel. 050-5578-4792, yamamoto.s@shimz.co.jp

4. 養生方法

覆工コンクリート養生は、密閉湿潤養生方法を採用する。密閉養生は、脱型枠直後の覆工表面にシートで密閉空間を作り、外気を遮断、良好なコンクリート硬化環境を保つ。この後方の湿潤養生は、密閉空間に飽和水蒸気を送り込み、高湿度環境を保ち、水和反応を促進させる。養生時間は、移動型枠で約 16 時間、密閉養生台車で 2 日、噴霧湿潤養生台車で 5 日の 7 日間を基本にしている。

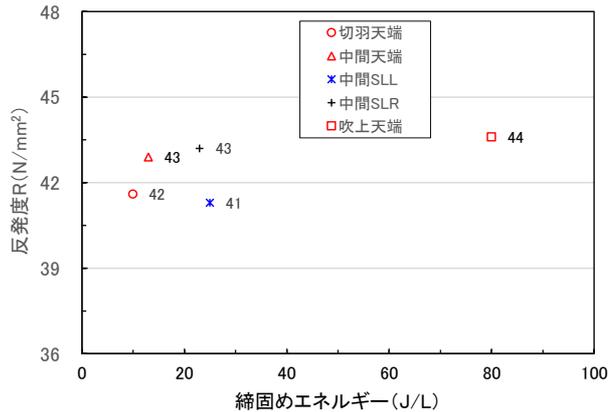


図-3 反発度 (テストハンマー試験)

5. 施工結果

・VB 間隔 3.0m 中間位置の締固めエネルギーは、R3, L4, L2 段を除くと 15J/L 以下である。この他は概ね 30J/L 以下であり、適正締固めエネルギー 3.7J/L の約 10 倍以下の加振である(図-2)。覆工表面は、剥離、気泡、色むら、打重ね線などはなく、良好である。

・BL. 13 の覆工施工 3 月後のテストハンマーによる反発度 R は 41~44N/mm² で分布し、締固めエネルギーに違いはあるものの、圧縮強度特性は均質状態にあると推定される(図-3)。

・BL. 13 天端部の表面透気指数 k_r の平均値は $0.18 \sim 0.32 \times 10^{-16} m^2$ で分布し、普通グレードの良好側であり、覆工表層の緻密性は確保されている(図-4)。

・BL. 14 の湿潤養生空間の平均湿度は、2 日間の 1 時間毎の自動測定から 72%RH となり、坑内平均湿度の 68%RH より高く、変動幅は小さい(図-5)。赤丸は、平均値を表す。

・打止め時防水シート表面コンクリート圧力は、中央に比べ妻側の方が小さく、T1-4(Ad)の妻側は $0.001 N/mm^2$ 以上、T3-4(Ad)は $0.005 N/mm^2$ 以上である。打止め後積算温度からの脱型枠時コンクリート強度は、許容脱型枠強度の $0.8 N/mm^2$ 以上であり、約 6 倍以上の保持力を有して脱型枠が行われている(図-6)。

6. まとめ

中流動コンクリート特性を活かす覆工コンクリート自動施工を進め、別の機会に報告する予定である。

参考文献 1) 信永博文ほか: 中流動覆工コンクリートを可視化, トンネルと地下, 6月号(投稿中), 2018.

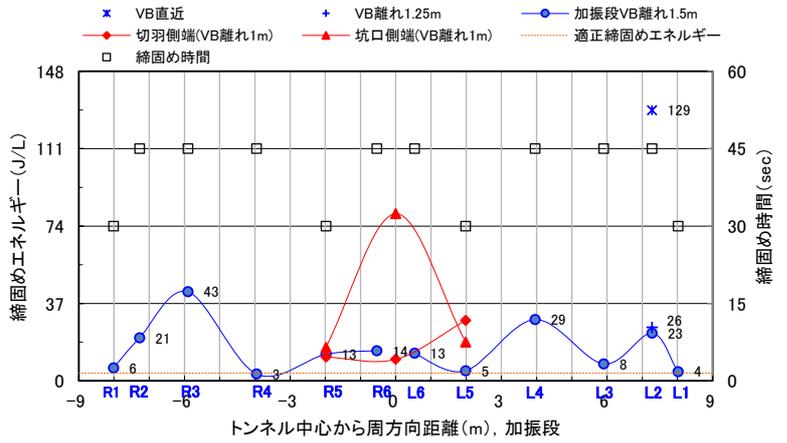


図-2 締固めエネルギー

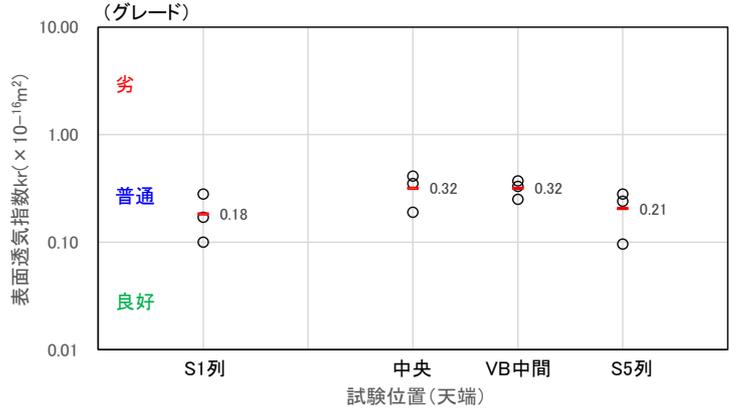


図-4 表面透気指数 (トレント法、表面透気試験)

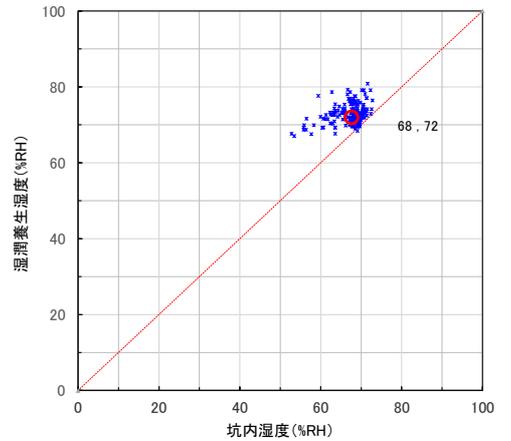


図-5 相対湿度 (BL. 14, SL 右)

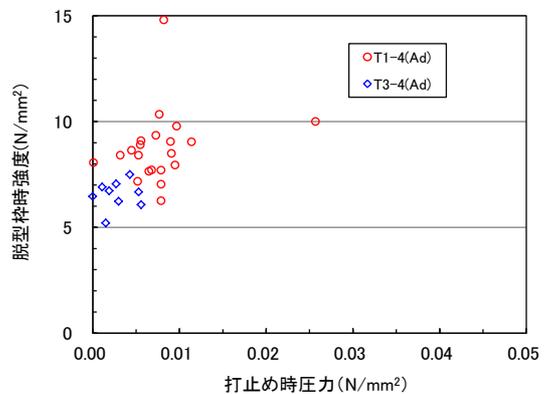


図-6 打止め時圧力と脱型枠時強度(妻側)