

増粘剤系中流動覆工コンクリートの打設管理と均質性

(株)奥村組 正会員 ○島津 裕介

中日本高速道路(株)敦賀工事事務所 正会員 稲垣 太浩

大野 和民 フェロー会員 松田 敦夫

安藤 貴弘 中堀千嘉子

1. はじめに

充填性能を高めることにより山岳トンネル二次覆工の耐久性を向上させる目的で中流動コンクリートの採用が増えている。本稿ではコンクリートの充填性の向上に必要な特性を増粘剤で付与した中流動覆工コンクリートを舞鶴若狭自動車道田上トンネルに採用した事例のうち、側圧と型枠バイブレータの加振時間に関する打設管理とコンクリートの均質性について報告する。

2. 打設と計測概要

中流動コンクリートは現場到着時と短繊維投入後の特性が管理範囲内¹⁾であることを確認し、コンクリートの側圧が移動式型枠の設計荷重 (0.065N/mm^2) 以内になるよう打ち込み速度を決定した。施工中と硬化後の測定項目を表 1 に示す。型枠バイブレータは図 1 の位置に設置し、近傍 a と中間点 b の最大加速度から加振時間を算定した。型枠バイブレータ稼働時の型枠表面加速度は圧電型ピックアップで波形収録し、パソコン上に波形を再現して最大加速度を判定した。型枠バイブレータは図 1 の位置に設置し、近傍 a と中間点 b の最大加速度から加振時間を算定した。テストハンマと超音波伝搬速度試験²⁾は、中流動コンクリート配合と隣り合った通常配合(T3-1)の 2 ブロックのトンネル軸方向に壁、肩、天端の 3 列 1.5m 間隔で測定した。

3. 施工結果

1) 側圧

図 2, 3 に本坑施工に先立ち実施した避難連絡坑打設時の型枠バイブレータの稼働前後の側圧分布と経時変動を示す。横軸の 0.024N/mm^2 は配合¹⁾から計算したコンクリート密度に相当する圧力を表している。図 2 によれば、加振前の側圧係数 0.64 に対し加振直後は 1.06 に急増している。これは振動により型枠バイブレータ影響範囲のコンクリートが液状化することで密度相当の側圧が作用することを示している。コンクリートは両側の壁部の高さの差が 50cm 以下になるよう 1m ごと交互に打ち込んだが、型枠バイブレータを稼働させた直後に作用する偏圧で型枠が変形しないよう支保の緩みに注意する必要がある。また図 3 により型枠に液圧が作用するのは打設後 2 時間程度と設定した。

表 1 測定方法

計測項目	試験機器	適用
圧力	KDF-1MPA	$h=0.5, 1.5, 2.5\text{m}$
加速度	PV-41(圧電型) 振動分析計 VA-12(圧電型)	波形収録 最大値測定
テストハンマ 換算強度	デインジシュミット 2 型	25 点/1 測点
超音波速度	エムソニック	発受信子間隔 50cm

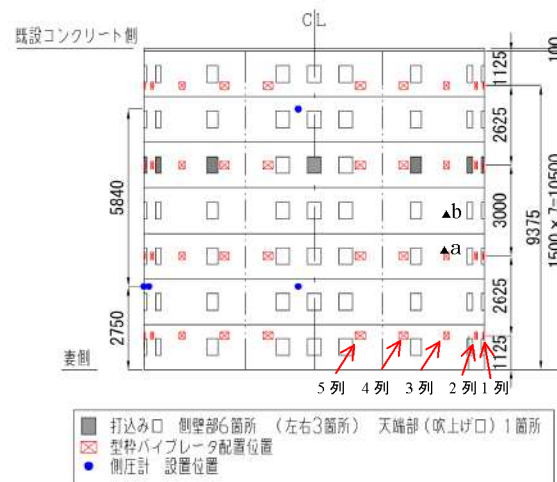


図 1 型枠バイブレータの配置

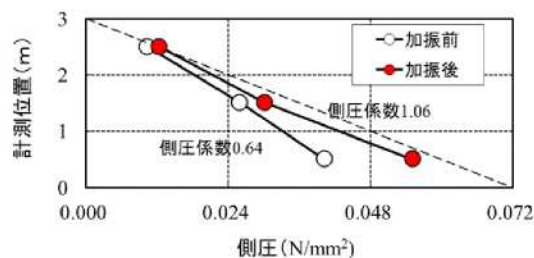


図 2 型枠バイブレーション前後の側圧分布

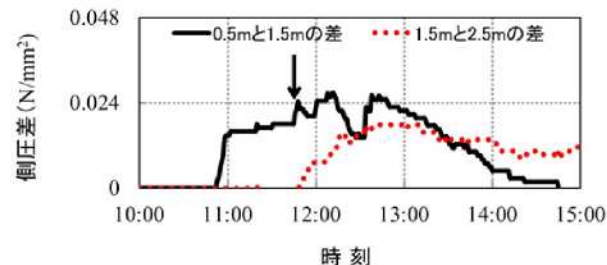


図 3 1m 設置位置の異なる圧力計の差分の経時変動

キーワード：中流動覆工コンクリート、側圧、型枠バイブレータ、加速度分布、均質性

連絡先：〒108-8381 東京都港区芝 5-6-1 (株)奥村組東日本支社土木技術部 TEL：03-5427-8260

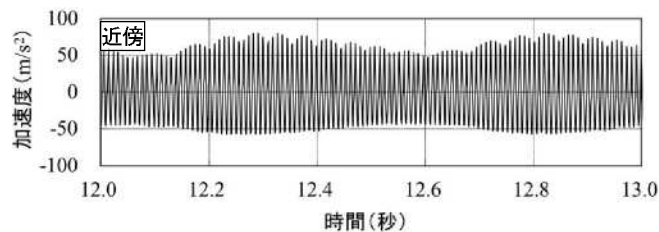
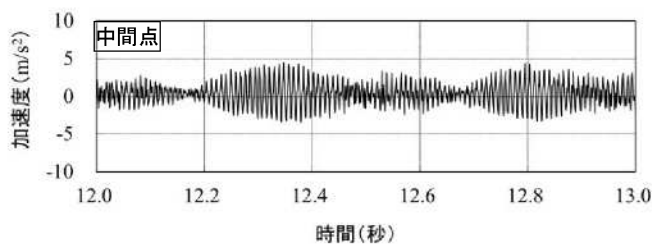


図4 型枠表面の加速度波形の一例 (1列)

2) 加速度と加振時間

図4に型枠表面で計測した加速度波形の一例を示す。主たる振動数は型枠パイプレータの振動数である110Hzの他に低周波成分として3Hzが観測されている。また、型枠パイプレータ近傍から中間点までの最大加速度分布を示す図5によれば、0.75m位置の型枠補強板位置で急激に加速度が低下している。図4の最大加速度はそれぞれ 5m/s^2 、 75m/s^2 であることからトンネル施工要領³⁾の加振時間決定方法によると54秒となった。移動式型枠の剛性の高い箇所ではパイプレータ中間点の計測加速度が小さくなると計算される加振時間が急激に長くなることからパイプレータの設置位置は型枠の構造を考慮して加速度の変動が小さくなる位置を選定しなければならない。

3) 均質性

覆工の壁部(高さ1.3m)と肩部(5.8m)天端(アーチ部中央)における超音波伝搬速度のトンネル軸方向分布を図6に示す。棒パイプレータで十分締固めることのできる壁部と肩部の伝搬速度分布はT3-1と中流動コンクリートで差異はないが、天端では中流動コンクリートの変動が小さくなっている。一方、図7に示すテストハンマによる表面強度比(対平均値)では、軸方向のばらつきが大きく、超音波伝搬速度ほど明確な差はなかったものの、中流動コンクリートの均質性が良いことを示している。

4. まとめ

1) 中流動コンクリートは型枠パイプレータの稼働直後に側圧が液圧まで上昇するため型枠の変形に注意を要する。2) 型枠表面の加速度はパイプレータ中間地点での低下が大きいにならないようパイプレータの容量や配置の工夫が重要である。3) 中流動コンクリートと型枠パイプレータによる締固めは通常コンクリートと棒パイプレータの締固めに比べ、天端部トンネル軸方向の均質性が向上する。

参考文献

- 1) 春木他「増粘系中流動覆工コンクリートの品質管理」土木学会第68回年次学術講演会2013.9(予定) 2) 超音波試験(土研法)による新設の構造体コンクリート強度測定要領(案)2006.5 3) 中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)2011.7

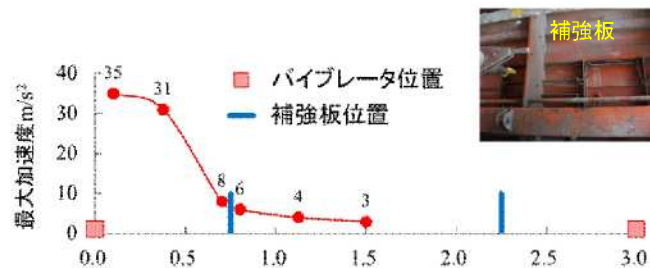


図5 型枠表面のトンネル軸方向加速度分布(2列)

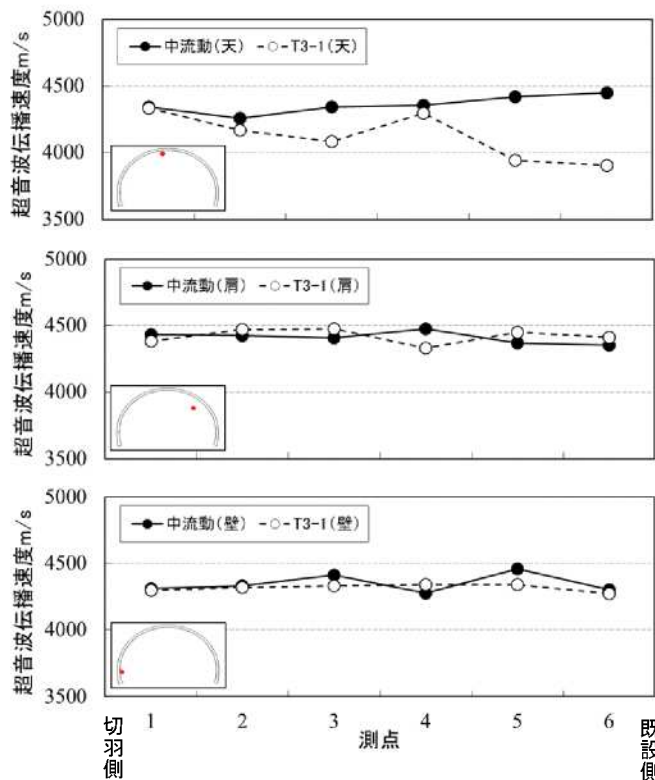


図6 超音波伝搬速度のトンネル軸方向分布

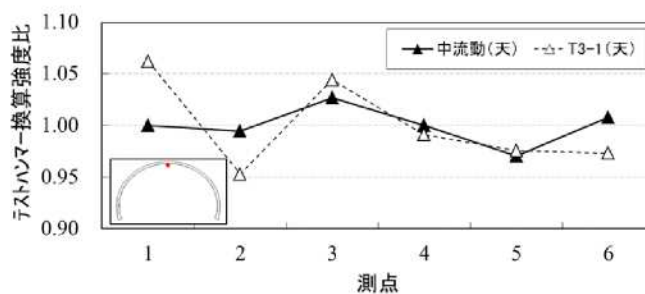


図7 テストハンマ強度比のトンネル軸方向分布