

中流動覆工コンクリートの締固めの仕様に関する一考察

鹿島建設(株) 正会員 ○石井利治 正会員 松本修治 正会員 手塚康成 正会員 西岡和則

1. はじめに

中流動覆工コンクリート¹⁾は、スランプフローが35～50cm程度のコンクリートで、普通コンクリートと高流動コンクリートの中間的な性状のものである。施工では、内部振動機を用いず型枠外部からの軽微な振動で流動・充填させることが可能で、普通コンクリートに比べて作業の省力化が図れ、密実かつ均質なコンクリートを高流動コンクリートよりも低コストで実現できるものである。

最近、セントルのフォームを2組用いて型枠存置時間を長くする工法(ツインアーチフォーム工法²⁾、以下、TAF工法)と組合せた中流動覆工コンクリートの適用実績が増えつつあるが、種々の現場条件に適応した打込み方法や締固め方法などが完全には確立できていない。そのため、過度な振動締固めによる色むらや材料分離、粘性が高いことによる表面気泡などが課題になることが考えられる。著者らは、これらの課題を解決するために中流動覆工コンクリートの締固めの仕様に関する検討を行っている。

本稿では、2つの実際の山岳トンネル現場を対象として、型枠バイブレータの振動時間を設定するために、型枠面における加速度波形の計測を行った結果について報告する。

2. 使用機器

加速度波形を計測した機器は、写真-1のように構成されるもので、加速度計を接続し、計測を行うことで、電気ノイズをキャンセルさせた3成分の加速度波形をとらえ、それをフーリエ変換させて、振動数を算出することが可能なものである。計測機器の仕様は、表-1に示す。



写真-1 加速度の計測機器

表-1 計測機器仕様

項目	仕様
寸法	81×91×160mm
重量	1.4kg
バッテリー	充電電池6V
ディスプレイ	液晶ディスプレイ
使用環境温度	-10～50℃
加速度計	5G計と10G計

3. 加速度波形の計測

2つの実際の山岳トンネル現場であるAトンネル(以下、ATN)とBトンネル(以下、BTN)にて、図-1に示すような加速度波形を計測し、図中赤丸で示すような加速度が最大となる位置のデータを取得した。また、図-2に示すように最大加速度をフーリエ変換させ、卓越した周波数のデータ(図中の青丸)も取得した。この2つのデータなどから振動エネルギー³⁾3.7J/Lに達する振動時間(以下、最適振動時間)を算出し、締固めの仕様に関する考察を行った。

図-3に、ATNおよびBTNにおける型枠バイブレータと測定箇所との位置関係を示す。ATNでは、型枠バイブレータの設置間隔が3mであり、側壁部に設置した型枠バイブレータから0.6m、0.7m、1.0mおよび1.5m離れた位置の型枠面で、トンネル軸方向1列の型枠バイブレータ4台を稼働させ、15秒間の計測を行った。また、BTNでは、型枠バイブレータの設置間隔が1.5mであり、型枠バイブレータから0.15m、0.75m離れた位置で、側壁部ではトンネル軸方向1列の型枠

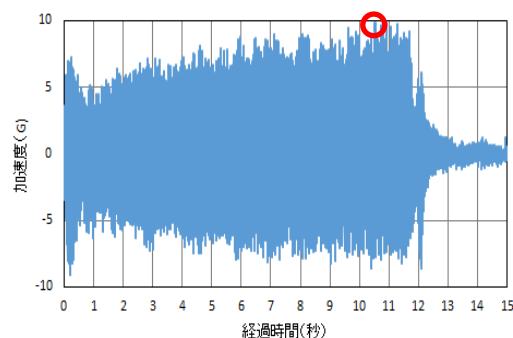


図-1 加速度波形 例

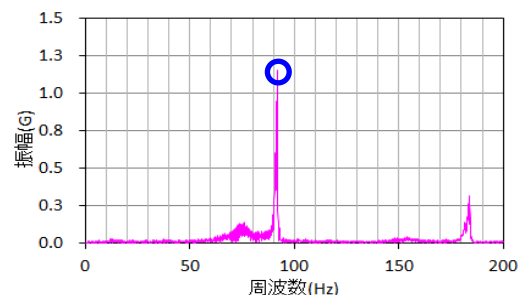


図-2 フーリエ変換 例

キーワード 中流動覆工コンクリート、型枠バイブレータ、加速度

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-8014

バイブレータ 4 台、天端部ではラップ側から 4 台のトンネル軸方向 2 列となる 8 台を同時に稼働させ、15 秒間の計測を行った。また、2 つの山岳トンネル現場で用いたコンクリ

ートは、中流動覆工コンクリートであり、いずれも覆工厚は 400mm 程度で、TAF 工法を適用している。

4. 計測結果および考察

ATN および BTN での型枠面での加速度分布を図-4、最適振動時間を図-5に示す。ATN で計測した最大加速度は、型枠バイブレータから 0.60m 離れた位置で 4.8G、0.70m 離れた位置では 4.2G という結果になり、どちらも最適振動時間は 3 秒程度と算出される、これに対し、フォームの継目を越えた型枠バイブレータから 1.00m と 1.50m 離れた位置では、どちらも加速度が 1.2G 程度であり最適振動時間は 40 秒程度となり、継目を境に大きな違いがある。これは、フォームの継目に設けられた剛性の高い補強材により加速度が減衰したためと考えられる。一方、BTN で計測した型枠バイブレータから 0.15m 離れた位置での最大加速度は、9.8G となり既往の研究⁴⁾の 7G 程度に対して 3G 程度大きい結果となった。これは、TAF 工法に用いるセントルは、フォームの厚さが従来のセントルよりも薄く、ガントリーとフォームを剛結させていないことから、型枠バイブレータによる振動が伝わりやすかったためと考えられる。また、加速度は型枠バイブレータ稼働から 3

～7 秒程度で最大付近になり、それぞれで卓越した周波数は、84Hz～98Hz の範囲であった。これらのことから、型枠バイブレータの振動時間は、型枠バイブレータの継目を越えない範囲で測定した最大加速度から最適振動時間を設定することで十分な振動エネルギーを与えることができる。ただし、部位によっては過振動や振動不足になる可能性が考えられるため、型枠バイブレータの振動時間の設定には、加速度が最大値になるまでの時間や、補強材による減衰を考慮し、型枠バイブレータの稼働台数などを設定することが必要であると考えられる。

5. おわりに

種々の現場条件や覆工コンクリートの部位などにおける振動時間を最適にするには十分な検討が必要であり、型枠バイブレータの配置や稼働方法を見極めなければ、過度な振動締固めによる材料分離の発生や振動締固め不足による未充填部の発生が考えられる。今後、さらなるデータの蓄積と脱型後のコンクリート表面目視調査などにより、側壁および天端など各部位における中流動覆工コンクリートの最適な締固め方法および施工方法の確立を目指す予定である。

参考文献

- 1) 坂井吾郎ほか:特殊な混和剤を用いたトンネル覆工中流動コンクリートの開発,セメント・コンクリート, No.787, 2012.9.
- 2) 金子恵一ほか:土木学会 第 69 回年次学術講演会, VI-065, 土木学会, 2014
- 3) 東・中・西日本高速道路株式会社:トンネル施工管理要領, pp.45-49, 2015.7
- 4) 増田弘明ほか:土木学会 第 70 回年次学術講演会, VI-643, 土木学会, 2015

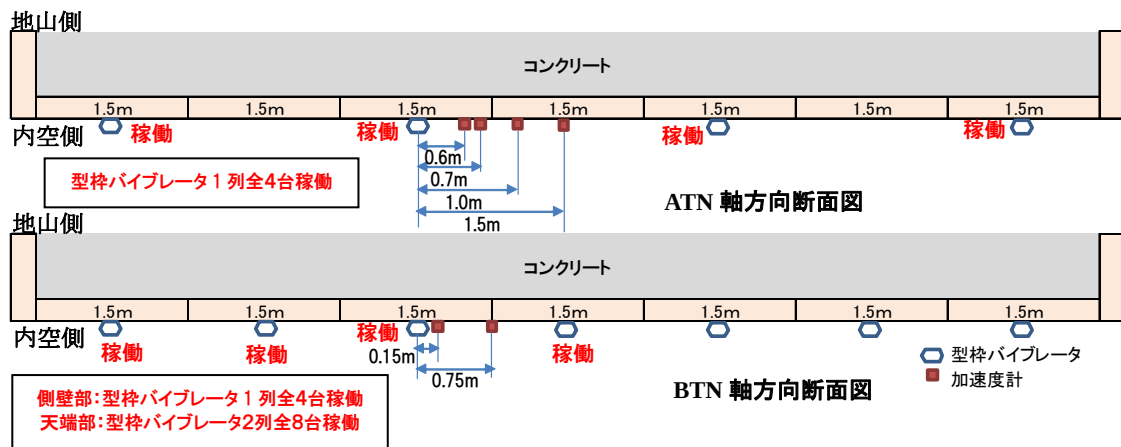


図-3 型枠バイブレータと測定位置の関係

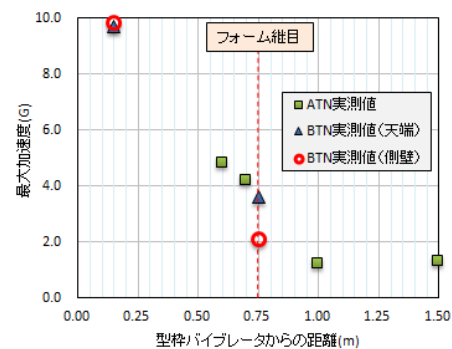


図-4 型枠面での加速度分布

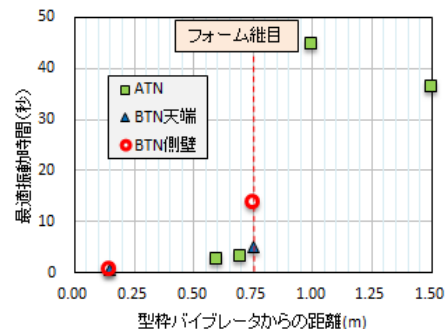


図-5 最適振動時間