

覆工コンクリート天端部の締固めに関する実験

ハザマ 土木事業本部 正会員 ○辰巳 順一

1. はじめに

コンクリートは、内部振動機を用いて締固めを行うことが原則であるが、一般的な棒状バイブレータを用いた締固めが困難な山岳トンネルの覆工コンクリート天端部には引抜きバイブレータが用いられる場合がある。引抜きバイブレータの締固め有効範囲は、コンクリートの性状および使用する内部振動機の棒径、振動数および振幅によって変わるが、本実験で使用したφ50mmの内部振動機の締固め有効範囲は直径50cm以内とされている。また、覆工コンクリート天端部には型枠バイブレータを使用する場合もある。しかし、通常のコンクリートの場合、その締固め有効範囲は型枠付近に限られ、内部のコンクリートを大量に締め固めることはできないとされている。今回、締固め検知機能付きコンクリート充填検知システムを用いて、引抜きバイブレータと型枠バイブレータの締固め有効範囲の推定を行ったことから、以下に報告する。

2. 実験概要

今回実験を行ったトンネルは、内空断面積約60m²の2車線道路トンネルである。覆工コンクリートは、設計基準強度18N/mm²、スランプ15cmで、粗骨材の最大寸法は40mmである。実験を行った区間の断面区分はCⅡパターンであり、設計巻厚は30cmである。

本トンネルでは覆工コンクリート天端部の締固めのために、スライドセントル天端部にパイプ式引抜きバイブレータ(φ50mm)を左右各1本、スライドセントル天端部の面板に型枠バイブレータを6箇所(ラップ部、中間部、棲部各2箇所)設置している。表-1に各種バイブレータの性能を、図-1にバイブレータの設置箇所を示す。

覆工コンクリート天端部の締固め有効範囲を推定するために、バイブレータの振動を検知することのできる締固め検知機能付きコンクリート充填検知システムを導入した。充填と振動を検知する振動デバイスは、引抜きバイブレータ直上の防水シートに設置し、打設前に引抜きバイブレータと各振動デバイス間の距離(L_x; X=1~11)を計測しておく。これにより振動の伝播範囲を推定することができる。振動デバイスはラップ部1箇所、中間部と棲部では各5箇所設置する(計11箇所)。振動デバイスの配置は図-1に示すとおりである。

表-2に実験の手順を示す。

表-2 実験手順一覧

	確認項目	備考
1	コンクリート充填検知	ポンプ圧送中
2	引抜きバイブレータによる振動検知	充填確認後
3	型枠バイブレータによる振動検知	ポンプ圧送停止後
4	コンクリート充填検知	充填の最終確認

表-1 各種バイブレータの性能

	引抜きバイブレータ	型枠バイブレータ
棒径 (mm)	50	—
振動体の長さ (mm)	400	—
振動数 (Hz)	200~240	50~120
出力 (W)	400	550

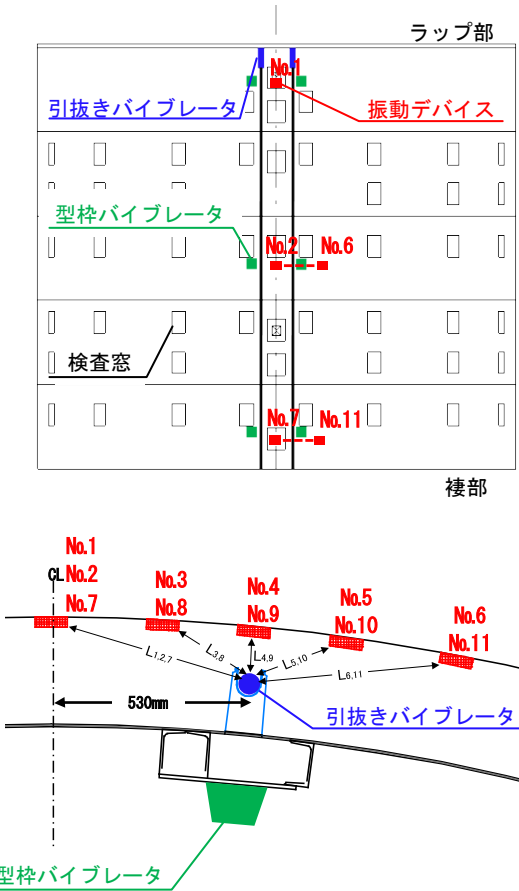


図-1 各種バイブレータと振動デバイスの配置図

キーワード 引抜きバイブレータ、型枠バイブレータ、締固め有効範囲、締固め検知、充填検知

連絡先 〒105-8479 東京都港区虎ノ門2-2-5 ハザマ 土木事業本部 技術第三部 TEL 03-3588-5771

3. 締固め検知機能付きコンクリート充填検知システム

実験に用いた締固め検知機能付きコンクリート充填検知システム (NETIS 登録番号: KT-090011-A) は、コンクリートの充填を確認できる従来のシステムに加え、充填検知後にバイブレータによるコンクリートの振動を検知する機能が付加されている。振動デバイス内の圧電セラミックスが、ある閾値以上の振動を受けると、その大きさに比例した電荷が発生し振動を検知する。本実験では、効果的な締固めが得られる振動の閾値を $1G$ (約 $10m/s^2$) に設定し、 $1G$ 以上の振動を検知できた箇所は締固め有効範囲内とみなすこととする。図-2 に振動デバイスを示す。



図-2 振動デバイス

4. 実験結果

引抜きバイブレータと型枠バイブレータの振動の検知結果と天端部の充填状況を表-3 に示す。また、引抜きバイブレータから振動デバイスまでの距離と振動検知の関係を図-3 に示す。一部のデバイスを除き、引抜きバイブレータとの距離が $60cm$ までは振動を検知できたが、それ以上離れると振動を検知したデバイスはなかった。この結果から、今回のような状況における $\phi 50mm$ の引抜きバイブレータの締固め有効範囲は、直径 $120cm$ 程度であると推定される。

型枠バイブレータの振動に関しては、位置と関係なく概ね全てのデバイスで振動を検知できた。この結果から、巻厚が $30\sim 35cm$ 程度であれば、型枠バイブレータの振動は、表面付近だけでなく覆工コンクリート背面まで到達すると推定される。

また、天端部のコンクリート充填状況に関しては、型枠バイブレータによる締固めが終了した後も、全てのデバイスで充填を確認できた。

表-3 振動および充填検知状況

	位置	ラップ部					中間部					縁部				
	デバイスNo.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11				
実験1	引抜きバイブレータからの距離: Lx (cm)	60	55	30	10	25	48	60	30	10	20	50				
	引抜きバイブレータの振動に対する反応	×	○	○	×	○	×	×	×	×	×	×				
	型枠バイブレータの振動に対する反応	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○	○				
	充填検知	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
実験2	デバイスNo.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11				
	引抜きバイブレータからの距離: Lx (cm)	58	56	32	10	26	50	62	31	10	21	55				
	引抜きバイブレータの振動に対する反応	○	○	×	○	○	○	×	×	○	×	×				
	型枠バイブレータの振動に対する反応	○	○	×	○	○	○	×	○	○	○	○				
実験3	デバイスNo.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11				
	引抜きバイブレータからの距離: Lx (cm)	57	45	30	16	20	51	42	35	10	22	60				
	引抜きバイブレータの振動に対する反応	○	○	○	×	×	○	○	○	○	×	×				
	型枠バイブレータの振動に対する反応	○	○	×	○	○	×	○	○	○	○	○				
	充填検知	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				

○: 検知
×: 未検知

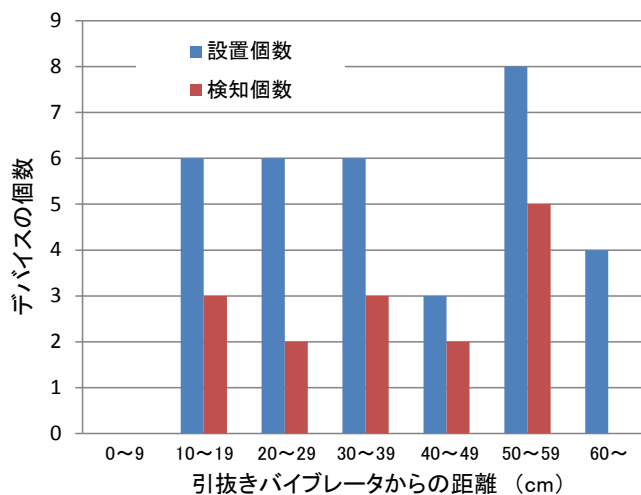


図-3 引抜きバイブレータからの距離と振動検知の関係

5. まとめ

本実験では、締固め検知機能付きコンクリート充填検知システムを用いることで、覆工コンクリート天端部における各種バイブレータの締固め有効範囲を推定することができた。しかし、この範囲で効果的な締固めが行えたかどうかは確認できていない。今後同様の実験を行い、データを蓄積し分析していくことで、効果的な締固めが得られる振動の閾値を決定し、各種バイブレータの締固め有効範囲の検討を行っていく。

また、デバイス表面とコンクリートの接触状態によって振動検知にばらつきが出るため、その対策も検討していく必要がある。