

レール移動式型枠バイブレータによる中流動コンクリートの合理的な締固め方法の開発

(株)大林組 正会員 ○齊藤 佑貴 (株)大林組 正会員 井上 良
 (株)大林組 正会員 桜井 邦昭 (株)大林組 正会員 西浦 秀明
 中日本高速道路(株) 友納 邦雄 (株)大林組 正会員 谷口 信博

1. はじめに

新東名高速道路雁峰トンネル（上り線 788m,下り線 798m）では、トンネル覆工の品質および施工性向上を目的として、中流動コンクリートを全線で採用している。中流動コンクリートは高い流動性を有し(スランプフロー35～50cm 程度)、セントル各部位に取り付けた型枠バイブレータによる補助的な締固めにより充填が可能である。そのため、従来のように作業員が検査窓から身を乗り出して狭隘な空間内で締固め作業を行うことが不要となり、締固め不足による充填不良の発生防止や施工性改善に大きく寄与できる。

一方、型枠バイブレータはセントルの各部位に固定して用いるため、その近傍では十分な振動エネルギーが作用するが、離れた位置では作用するエネルギーが極端に小さくなる。また、セントルの構造上、側壁部(サイドフォーム)と天端フォーム間のヒンジを介すと振動エネルギーが伝搬し難いことが指摘されている¹⁾。

そこで、セントル軸方向の各所に移動用レールを設け、コンクリートの打上り高さに応じて型枠バイブレータを移動させて、確実に締固めが行える施工法を開発した。本稿では、レール移動式型枠バイブレータを用いたトンネル覆工の施工方法の概要について示す。

2. 本工事で用いた中流動コンクリートの配合

中流動コンクリートの配合を表1に示す。本工事で使用するレディーミクストコンクリート工場が所有する粗骨材は表乾密度 3.0g/cm³の重量骨材であった。試験練りにより、品質および経済性に優れる配合として、粉体増量材として石灰石微粉末を用い、かつ減水剤に

表1 中流動コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						混和剤
		W	C	LS	S1	S2	G	
51.5	57.2	175	340	30	606	396	847	VA

C: 普通ポルトランドセメント, LS: 石灰石微粉末, S1: 石灰砕砂
 S2: 陸砂, G: 粗骨材2005(輝緑岩), VA: 増粘型高性能AE減水剤

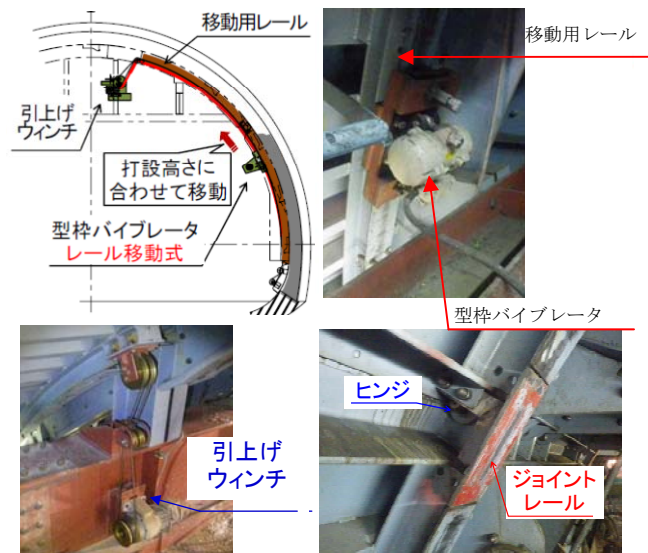
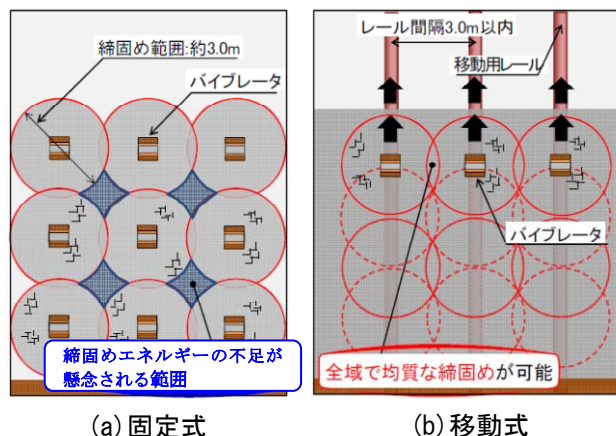


図1 レール移動式型枠バイブレータの概要



(a) 固定式

(b) 移動式

図2 型枠バイブレータの締固め可能範囲の概念図

増粘型高性能 AE 減水剤を用いた「併用系」の中流動コンクリートを採用することにした。表に示す配合は、管理要領²⁾に示される要求性能を満足する配合である。

3. レール移動式型枠バイブレータの概要および特徴

図1にレール移動式型枠バイブレータの概要を示す。型枠内側に移動用レールを取り付け、型枠バイブレータ(出力 550W)を設置する。型枠バイブレータは、電動式引上げウィンチにて、コンクリートの打上り高さに応じて移動させる。移動後、締付け治具にて固定する。なお、側壁および天端フォームの間には専用のジョイ

キーワード 覆工, レール移動式型枠バイブレータ, 併用系中流動コンクリート, 振動エネルギー, 品質向上
 連絡先 〒441-1351 住所 愛知県新城市稲木 1469 (株)大林組 第二東名雁峰工事事務所 TEL0536-24-3203

ントレールを設置する。

固定式および移動式型枠バイブレータによる締固め範囲の概念図を図2に示す。移動式型枠バイブレータは、打ち込んだコンクリートの近傍でバイブレータを作動できるため、①確実な締固めおよび下層コンクリートとの一体化が図られる、②振動エネルギーの極端に小さい箇所の発生を防止できる等の長所を有する。

4. 振動エネルギーの伝搬範囲の検証

レール移動式型枠バイブレータにより、コンクリートが締固めできることを検証するため、初回のコンクリート施工時に型枠バイブレータからの距離と振動エネルギーの関係を調査した。振動エネルギーの測定ポイントを図3に、測定結果を表2に示す。中流動コンクリートの充填に必要な振動エネルギーは3.7(J/L)であり²⁾、振動計を用いて最大加速度および振動数を測定し、充填に必要な振動時間を求めた。

測定の結果、側壁部分では型枠バイブレータから水平方向1.5mの範囲、ジョイントレール上での設置となるヒンジ部では鉛直方向0.5mの範囲で、振動時間を40秒程度とすることで、中流動コンクリートの充填に必要な振動エネルギーが確保できることを確認した。

5. 移動式型枠バイブレータによる覆工の施工手順

本工事では長さ12.5mのセントルを用いるため、2.5m間隔で左右5本ずつ移動用レールを設置し、各々に型枠バイブレータを取り付けた。移動式型枠バイブレータを用いた場合の施工方法の概要を以下に示す。

- ① コンクリートの打込みは、スパン中央の左右の打込み口(検査窓)から行い、コンクリートの自由落下高さが1.5m以下となるように適宜上方に移動する。
- ② 1層の打上り高さが40cm程度となるように、1台のアジテート車のコンクリート(4m³)を半分ずつ左右の打込み口から打ち込む。
- ③ 型枠バイブレータは、打ち込んだコンクリートと下層コンクリートとの境の高さに移動し固定する。
- ④ 打込み完了後、型枠バイブレータを20秒×2回(合計40秒間)作動してコンクリートを締め固める。

なお、型枠バイブレータの移動および固定作業は、左右2名ずつ配置した作業員によって、1台のコンクリート(4m³)の打込み中(約7分間)に行うことができた。そのため、これまでと同様の作業時間で、トンネル覆工の施工を行うことが可能である。なお、天端部は、左右1列ずつ合計10台の固定式型枠バイブレータを

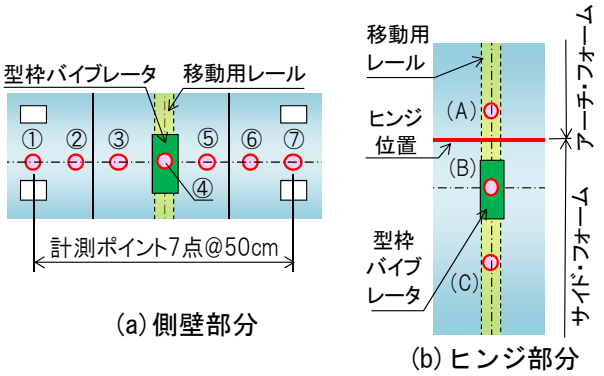


図3 振動エネルギー測定ポイント

表2 振動エネルギー測定結果

部位	測定ポイント	型枠バイブレータからの距離(m)	最大加速度(m/s ²)	振動数(Hz)	時間当たりの振動エネルギー(J/L・s)	充填に必要な振動時間(s)
側壁部分	①	1.5	11.1	15.9	0.45	8.2
	②	1.0	11.2	35.7	0.20	18.2
	③	0.5	16.2	144.8	0.10	35.3
	④	近傍	33.2	118.8	0.54	6.9
	⑤	0.5	23.8	103.0	0.32	11.6
	⑥	1.0	10.1	40.2	0.15	25.0
	⑦	1.5	9.5	50.4	0.10	35.5
ヒンジ部分	(A)	0.5	20.5	169.9	0.14	25.7
	(B)	近傍	34.1	113.5	0.60	6.2
	(C)	0.5	19.8	118.5	0.19	19.2



写真1 型枠バイブレータ締め固め後の状況(左)と覆工の仕上り状況(右)

設置して締め固めた。

移動式型枠バイブレータによる締め固め後のコンクリートの状況を写真1に示す。打込み上面が平坦になっており、確実に締め固めできていることが分かる。

6. まとめ

レール移動式型枠バイブレータの適用により、合理的に中流動コンクリートを締め固めできることを確認した。今後は、覆工各部位の硬化コンクリートの品質を調査し、締め固め効果を定量的に評価する予定である。

参考文献

- 1) 村崎慎一他;トンネル全線に中流動コンクリートを適用し高品質覆工に挑戦,トンネルと地下,Vol.41, No.12, pp.7-16, 2010.12
- 2) 東・中・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), 2012.7