

中流動コンクリートの適用によるトンネル覆工の施工性改善と品質向上

東日本高速道路(株) 正会員 谷藤 義弘  
 東日本高速道路(株) 正会員 村崎 慎一  
 東日本高速道路(株) 正会員 ○森 俊介  
 (株)大林組 正会員 中間 祥二  
 (株)大林組 正会員 桜井 邦昭

1. はじめに

トンネル覆工は、狭隘な空間内での締固め作業、天端部での吹き上げ方式によるコンクリートの充てんなど施工条件が特殊かつ厳しく、ジャンカや背面空洞など施工に起因した不具合の発生が懸念される。

これらの問題解決のため、東・中・西日本高速道路株式会社では、「中流動覆工コンクリート」を新たにトンネル施工管理要領に取り入れている。この工法は、従来の覆工コンクリートに比べ流動性を高めた中流動コンクリート(スランプフロー35~50cm)を用い、移動式型枠(以下、セントルと呼称)に取り付けた型枠パイププレートによりコンクリートを締固めることを基本としている。

これまで、中流動コンクリートのトンネル覆工への適用に関する研究開発や一部では現場適用もなされてきたが、施工設備・方法を十分に確立するには至っていない。本稿では、北海道横断自動車道久留喜トンネル(L=481m)全長に中流動コンクリートを適用した際に得られた施工設備・方法に関する知見等を報告する。

2. 中流動コンクリートの配合と品質

本工事で採用した中流動コンクリートの配合と比較のために本工事の一部で用いた従来の覆工コンクリートの配合を表1に、スランプ試験状況を写真1に示す。中流動コンクリートの配合は、従来配合に比べ単位セメント量を70kg/m<sup>3</sup>低減する代わりにフライアッシュ(JIS A 6201 種適合品)を100kg/m<sup>3</sup>混和して材料分離抵抗性を確保した(施工管理要領では80kg/m<sup>3</sup>程度が標準)。なお、施工管理要領では振動下での変形性能や充てん性能に関する規定があり、表1の配合はそれらを満足している。

3. セントル設備と施工方法

型枠パイププレートおよびコンクリートの打込み口の配置図を図1に示す。型枠パイププレート(出力550W)の設置間隔は、施工管理要領や事前の模擬型枠を用いた打設実

表1 中流動コンクリートと従来コンクリートの配合

種類	Gmax (mm)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						
		W	C	FA	S	G	FB	AD
中流動	25	175	270	100	890	842	3.19	4.26
従来覆工		169	340	0	927	879	2.73	2.55

C:普通ポルトランドセメント、FA:フライアッシュ(種適合品)  
 S:陸砂、G:陸砂利と砕石を容積比35:65で混合  
 FB:ポリプロピレン繊維(中流動0.35Vol%、従来覆工0.3Vol%)  
 AD:高機能AE減水剤(中流動)、高性能AE減水剤(従来覆工)



写真1 スランプ試験状況

験の結果から定めた。なお、施工時にセントル各部位の振動エネルギーを測定したところ、既設コンクリートおよび妻型枠と接する両端部のスキンプレートや、天フォームとサイドフォーム間のヒンジを介すると振動エネルギーが伝達しにくいことが確認されたため、施工途中で一部の型枠パイププレートの位置変更や追加対策を講じた。

コンクリートの打込み口は、延長方向に1箇所とした。流動距離は側壁部7m、天端部12m程度となるが、施工時にモルタル分と粗骨材との材料分離は生じなかった。

側壁部・肩部では、コンクリートを片側から2m<sup>3</sup>ずつ打ち込んだ後、該当する列の型枠パイププレート4台を同時に30秒間(15秒間×2回)振動させて締め固めた。天端部の打込みは、従来の覆工施工と同様に吹上げ口から行い、コンクリートを4m<sup>3</sup>打ち込んだ後、天端部の型枠パイププレートのうち既設コンクリート側4台、妻側4台の順にそれぞれ30秒間(15秒間×2回)振動させた。

型枠パイププレートによる締固めは、従来の棒状パイププレートによる締固めに比べ下層コンクリートとの一体化を図りにくいいため、打設・配車時間管理を徹底し、

キーワード トンネル, 覆工, 中流動コンクリート, 型枠パイププレート, 施工性改善, 品質向上

連絡先 〒066-0037 北海道千歳市新富 1-2-14 Tel 0123-22-9872

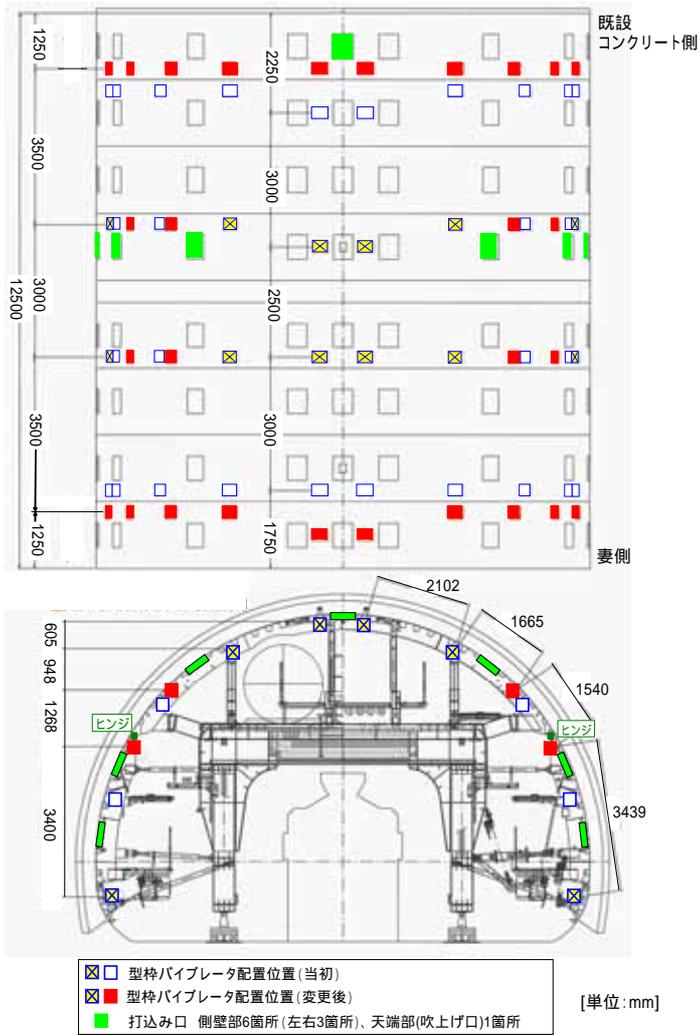


図1 型枠パイプシートおよび打込み口配置図

配管の切替え等で打重ね時間間隔が30分以上となる場合は、棒状パイプシートを用い一体化を図る対策を講じた。

4. 打設速度管理および充てん管理

中流動コンクリートは、従来の覆工コンクリートに比べ流動性が高く、セントルの側圧の増加が想定された。そこで、事前にセントル耐荷力を増強し、施工時は打上り高さ 1.2m/h 以下で管理した。更に、側壁部 4 点に圧力計を設置し、作用圧力を確認しながら施工した。

背面空洞の発生防止のため、天端部 3 箇所に圧力計を設置し、打設中に作用する圧力値を確認して充てん管理を行った。測定結果の一例を図 2 に示す。従来の覆工コンクリートを用いた場合、妻側にコンクリートが充てんされるのが既設コンクリート側に比べ遅い、妻側の充てんのために既設コンクリート側・スパン中央に過大な圧力が生じるなど、コンクリートが充てんしにくい状況が示唆された。一方、中流動コンクリートの場合、3 点の圧力が増加する時間差が短く、圧力差も小さいなど、均等にコンクリートが充てんしていることが確認できた。また、セントル天端部への作用圧力は、覆工厚さに相当

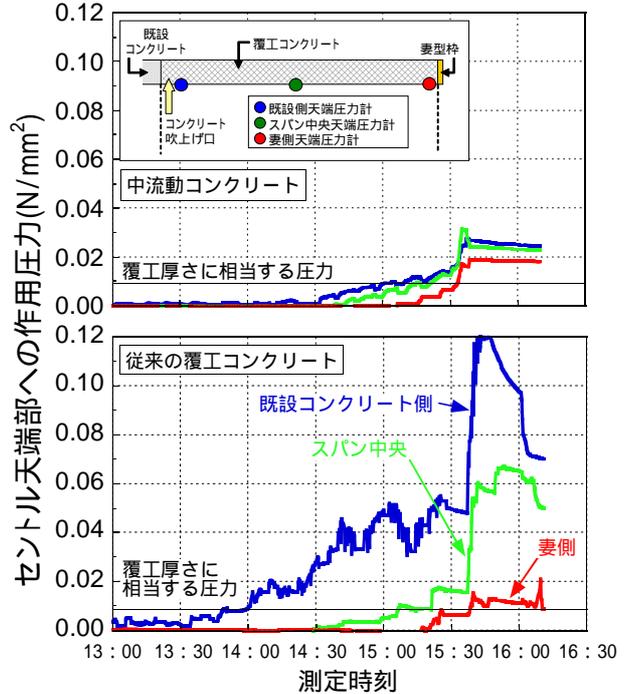


図2 天端圧力測定結果

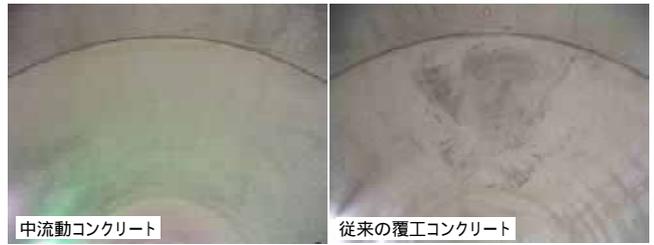


写真2 覆工コンクリートの仕上がり状況

表2 透気係数測定結果の一例

	透気係数(×10 <sup>-16</sup> m <sup>2</sup> )	
	側壁部	天端部
中流動コンクリート	1.4	1.5
従来の覆工コンクリート	1.1	7.4

\*測定時のコンクリート材齢:約3ヶ月

する圧力に比べて2~3倍であり、コンクリートが天端部に確実に充てんできていることを定量的に把握できた。

5. 中流動コンクリートを用いた覆工の仕上がり

覆工の仕上がり状況を写真2に示す。従来の覆工コンクリートの場合は天端付近に縞模様が生じているが、中流動コンクリートではほとんど認められず美観性を改善できた。また、トレント法でコンクリート表面の透気係数を測定したところ、中流動コンクリートを用いた場合は部位によらず安定した緻密性を確保できていた(表2)。

6. まとめ

- (1) 中流動コンクリートおよび型枠パイプシートを用いることで、狭隘空間内での締め固め作業を排除でき、施工性を改善できる。
- (2) 上記に加え、背面空洞の発生防止や緻密性の安定化等が図られ高品質なトンネル覆工が構築できる。