

中流動覆工コンクリート打込み時の吸引ホースによる天端部充てん性確認実験

西松建設(株) 正会員 ○椎名 貴快
 西松建設(株) フェロー会員 佐藤 幸三
 西松建設(株) 正会員 高橋 雅

1. はじめに

近年、トンネル覆工用中流動コンクリートに関する仕様¹⁾が整備されたことにより、中流動コンクリートの適用工事が増加している。一般的に、中流動コンクリートは、普通コンクリートに比べて流動性や自己充填性に優れており、トンネル覆工のような狭隘な空間での施工に適しているとされる。しかし、流動勾配が小さく、全体的に平坦な状態でコンクリートが打ち上がっていくため、適切なエア抜き措置を講じていないと、覆工天端部にエア溜まりを生じ、空洞発生の原因となることが想定される。

そこで、設計上、覆工背面に最も大きく凹凸が生じるCIIパターンの覆工背面形状を再現した実大規模の天端模擬型枠を製作し、増粘剤系中流動覆工コンクリートを用いた天端充てん性確認実験をおこなった。なお実験では、通常と同じ型枠振動機による締固めのみの施工パターンと、天端背面(上型枠面)に設置した特殊な吸引ホースで施工中のエア抜きとブリーディング水の排出をおこなった施工パターンの2ケースについて実験をおこなった。本稿では、実験の結果得られた天端充てん性とコンクリート品質試験結果について報告する。

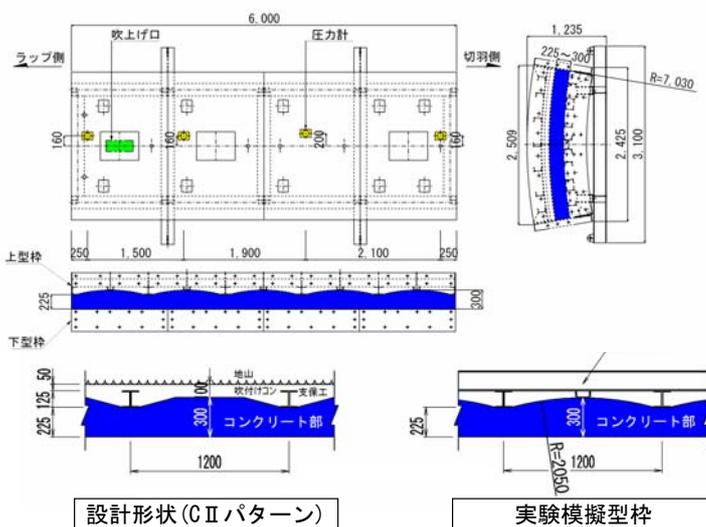


図-1 天端模擬型枠の模式図

2. 実験概要

(1) 天端模擬型枠の概要

天端模擬型枠は、CIIパターンにおける覆工背面での支保工と吹付けコンクリートとの凹凸形状を再現した上型枠を特長としており、寸法は幅2.5m×延長(流動距離)6.0m、覆工厚225~300mmである(図-1)。

上型枠に特殊な吸引ホースを設置した状況写真を写真-1に示す。ホースの内径は8mmで、吸引ポンプは真空圧9.6kPa、吸引量60L/minの仕様である。

(2) 中流動コンクリート配合と使用材料

表-1に中流動覆工コンクリート(30-50-20N)の配合を示す。

呼び強度30N/mm²、スランプフロー50cmで、セメントは普通ポルトランドセメント、混和剤は水溶性合成ポリマーの特殊増粘剤を一体化したポリカルボン酸系高性能AE減水剤標準形(I種)を使用し、ポリプロピレン短繊維(L=48mm)をコンクリート容積比0.3%混入した。単位セメント量はNEXCOの繊維補強覆工コンクリート編²⁾に規定された最低セメント量340kg/m³とした。

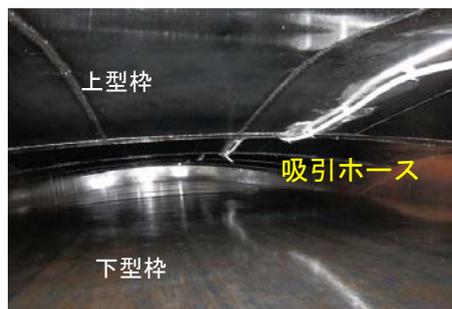


写真-1 特殊吸引ホース設置状

表-1 中流動コンクリート配合 (30-50-20N)

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 (C×%)	PP 繊維 (vol.%)
		W	C	S	G		
50.0	52.6	170	340	936	851	1.4	0.3

キーワード 中流動覆工コンクリート, 吸引ホース, 天端空洞, 天端模擬型枠

連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門1-20-10 西松建設(株)技術研究所 TEL. 03-3502-0249

3. 実験結果

(1) フレッシュ性状

表-2 にフレッシュ試験の結果を示す。繊維混入後のスランプフロー値は46.0×44.5cm（加振前）で、加振後の広がりは8.0×9.5cmとなり NEXCO の規定範囲 10±3cm 内であった。また、空気量は5.1%、U型充填高さは313mmとなり、所要の変形性能と充填性能を満足した。

(2) 打込み方法と流動性

型枠は順勾配2%で設置し、コンクリートは吐出量15m³/hで定置式ポンプにて圧送し、締固めには型枠振動機(出力550W)を4台設置して用いた。吹上げ後、アーチ部に沿って左右に流れて広がった後、左右の側枠に沿って棲側方向に進み、やや遅れて中央部のコンクリートが棲側方向に流れる傾向であった。なお、打設中のコンクリートの流動勾配は、普通コンクリートに比べて小さく、全体的に平坦な状態で打ち上がっていったが、流動先端部での材料分離は確認されなかった。

(3) 覆工面の仕上がり状況

実験の結果、通常の施工方法の場合、背面に5箇所計0.076m³の空洞を確認できた(写真-2)。対策として、天端部中心測線上に設置した吸引ホース(内径8mm)を設置し、コンクリート打込み中および打込み完了から4時間程度までブリーディング水と残留エアを強制的に吸引ポンプで排出した。その結果、背面空洞の発生を防止することができた。内空側の仕上がりについては、型枠振動機の効果により、普通コンクリートを用いた施工に比べて、全体的に色むらも小さく良好な仕上がりとなることを確認した。

(4) 硬化コンクリート特性

表-3 に中流動覆工コンクリート(吸引ホース使用時)の硬化体特性をまとめて示す。圧縮強度、単位容積質量およびテストハンマー強度の値は、地山側と内空側で概ね等しい値であり、覆工巻厚方向での品質のばらつきは小さかった。曲げ靱性係数の値はNEXCO規格(≧1.4N/mm²)を上回る結果を得られた。また、促進中性化速度係数の値は一般的に使用されている普通コンクリート(SL=15cm, Air=4.5%)と比べて50%程度、透水係数の値も65%程度と極めて小さい値であった。

表-2 フレッシュ試験結果(標準施工)

	スランプフロー(cm)			空気量 (%)	U型充填高 (障害なし) (mm)
	加振前	加振後	加振変形量		
繊維混入前	50.0×48.5 (4.9秒停止)	—	—	4.1	—
繊維混入後	46.0×44.5 (4.1秒停止)	54.0×54.0 (4.2秒停止)	8.0×9.5	5.1	313 (4.2秒停止)
要求性能	35~50	—	10±3	4.5±1.5	280以上

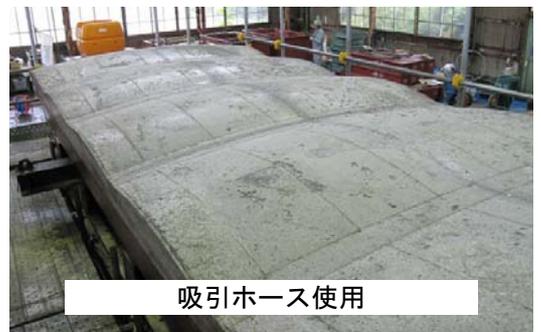
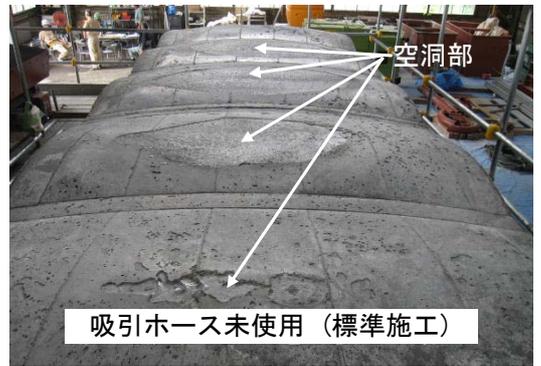


写真-2 覆工背面の仕上がり状況

表-3 硬化コンクリート特性

圧縮強度 (N/mm ²)	テストピース(現場封緘)	35.4
	コア供試体	地山側 33.1 内空側 35.5
単位容積質量 (kg/m ³)	テストピース(現場封緘)	2,247
	コア供試体	地山側 2,287 内空側 2,295
テストハンマー強度 (N/mm ²)	地山側	32.2
	内空側	33.5
曲げ靱性係数(N/mm ²)		1.78
表面弾性波伝搬速度(m/s)	地山側	3,933
	内空側	4,084
促進中性化速度係数(mm/√週)	内空側	2.6
透水係数 (m/s)	地山側	1.3×10 ⁻¹²
	内空側	0.0895
全細孔径容積 (ml/g)	地山側	0.0895
	内空側	0.0864
背面空洞 (m ³)	ホース未使用	0.076
	ホース使用	0

4. おわりに

中流動覆工コンクリートを施工する場合、本実験のような吸引ホースを活用することで、覆工背面に大きな凹凸などがあっても、天端部における十分な充てん性能を確保することができる可能性がある。

参考文献) 1) 東・中・西日本高速道路㈱：トンネル施工管理要領(中流動覆工コンクリート編)，平成23年7月。

2) 東・中・西日本高速道路㈱：トンネル施工管理要領(繊維補強覆工コンクリート編)，平成23年7月。