

V-28

シールドトンネル・インバートコンクリートの長距離圧送と
低被りの覆工コンクリートの打設

鹿島建設 正会員 ○ 星野 亨
鹿島建設 三武 邦好
鹿島建設 正会員 佐々木 孝博

1. はじめに

仙台市では現在、仙台市北部に位置する県道仙台北線下に「仙台北部共同溝」（青葉区昭和町～泉区泉中央）として、全長 5.3km の区間について整備事業を進めている。（図-1）

当工事は、「北根工区」として 1.2km 区間（青葉区堤町～青葉区双葉ヶ丘）を、一次工程として内径 4,550mm のシールドトンネルを構築した。

二次工程のインバートコンクリートでは、閉塞が懸念される長距離圧送（最長 680m）において、高性能 AE 減水剤を使用し施工し、企業分岐部の二次覆工コンクリートでは、充填不足が懸念される低被り（鉄筋被り 31mm）を、高流動モルタルで施工した。

本稿では、これらのコンクリート打設の実績について報告する。

2. 長距離圧送インバートコンクリート

(1) 問題点

インバートコンクリートの打設は、地上からコンクリートポンプ車を使用しての圧送方式で施工した。

圧送距離は、地上水平 15m、立坑深さ 24m、坑内水平配管長最大 640m、計約 680m となり、打設ロッドは、上下層の 2 層打設（図-2、3）で施工した。

設計配合は 21・15・20（BB）、打設時期が 5 月から 8 月の気温が高い時期で、プラントからの運搬時間が 45 分程度となるため、原設計配合では、運搬・圧送中のスランプ低下により流動性が下がり、管内抵抗の増加を起因とする加圧脱水現象で材料分離、管内閉塞が懸念された。

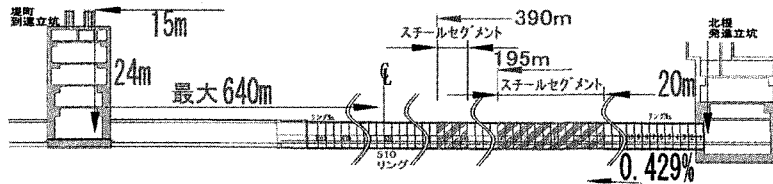


図-3 坑内縦断面図

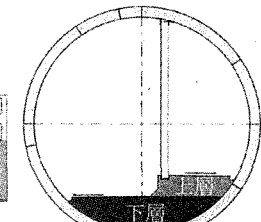


図-2 坑内断面図

(2) 対策

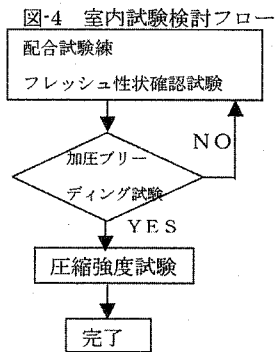
1) インバートコンクリート配合の検討

高性能 AE 減水剤を使用することにより、製造から打設完了までのスランプロスの低減（スランプ保持）によりポンパビリティの確保と、高い減水効果による単位水量、セメント量の抑制を図った。

原設計配合を基本とし、圧送距離別に配合を計画し（表-1）、図-4 のフローに従い室内試験練を実施した。

表-1 インバートコンクリート配合表

配合 (BB)	W/C %	s/a %	単位量(kg/m ³)					混和剤 AE減水剤	圧送対応 距離(m)
			W	C	S①	S②	G		
21-15-20	53.1	43.4	174	328	372	373	1025	AE減水剤	0～150
21-18-20	53.1	47.9	170	325	415	414	952	高性能	150～400
21-21-20	53	49.5	175	330	424	423	912	高性能	400～680
24-21-20	50	49	175	350	416	415	912	高性能	予備配合



2) 打設検討

コンクリートポンプ車は圧送検討を行い、最大吐出圧力 82.6kgf/cm²、最大理論吐出量 30m³/h を使用した。

圧送配管は、圧力のかかる地上水平、立坑垂直、坑内 200m までを 5 インチ (t=4.5mm) の高圧管、次の 100m を 5 インチ (t=3.5mm) の高圧管、残り 350m を 5 インチ (t=2.3mm) の普通管を使用した。

最初の圧送は、立坑垂直部のコンクリート材料分離抑制のため、セメント袋にペーストおよびモルタルを送り、打設完了後は水送り洗浄を行った。

(3) 結果

1 回 60m の打設では、7m 打設毎に 6~9m づつ配管を撤去しながら打設するため配管撤去作業時は打設が中断され、このためプラント出荷コンクリートを打設開始するまでには経過時間が最大 90 分となった。

高性能 AE 減水材は、打設の中断がなければ、120 分後までのスランプ保持性能があるが、圧送前と坑内筒先でスランプ試験を実施し結果、打設の中断を含めて、80 分を超えるとスランプが低下し始め、90 分前後で、1~2cm スランプが低下した。(表-3)

高温度時、地上配管の散水養生を行い温度でのスランプ低下を防止した。

3. 低被り覆工コンクリート

(1) 問題点

企業分岐部スチールセグメントの二次覆工コンクリートの設計配合は、

1 : 2 モルタルで計画されていたが、この配合では鉄筋被り 31mm と

低被りであることから、スキムプレート・リブ間の充填性および、リブの拘束によるひび割れが懸念された。

(2) 対策

1) 二次覆工コンクリート配合検討

高い流動性及びブリーディングを抑制するために増粘剤使用による充填性の確保を図り、リブ鋼材の拘束による乾燥収縮クラックを極力抑制するために、膨張材を使用した配合を選定した。(表-3)

2) 打設検討

リング外周を 1 回で打設するため、天端打設時は、打設速度を 10m³/h とし、さらに地上と打設箇所で常時連絡をとることで充填を確認しながら打設を行い、エア残留による充填不足を防止した。

(3) 結果

流動モルタルの打設は、写真-1 の充填実験の結果と同様に充填性は問題なく施工できた。

打設後 1.5 ヶ月後に 0.1mm 程度のクラックが入ったが、セグメントリブ位置 (図-5) と一般部での巻厚が極端に違い、一般部に拘束されることによるひび割れと思われる。

尚、構造的には一次覆工で強度を確保し、二次覆工は化粧巻きとなっている。

4. おわりに

種類の異なるコンクリートの長距離圧送による打設を行ったが、地上と坑内の間で常時連絡をとることで打設中断時間を減らした結果、極端なスランプ低下や圧送管内閉塞を防止し、無事に打設することができた。

表-2 配管長 680m 時の経過時間とスランプ

温度 (°C)	空気 量 (%)	経過時間(分) プラント出発 ~打設完了	スランプ	
			到着 時	坑内 打設時
22	4.1	72	22	22
22	4.1	80	22	21.5
22	4.1	88	22	21
22	4.1	98	22	20
25	4.4	107	22	21
25	4.4	100	21	20
27	4.1	68	22	22
27	4.1	77	22	22

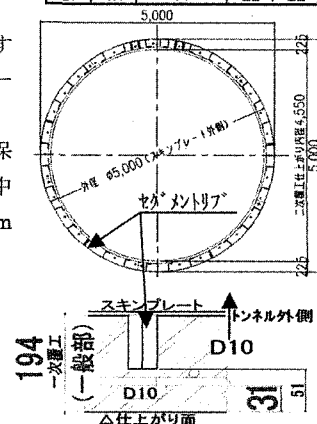


図-5 スチールセグメント断面図

表-3 覆工コンクリート配合表

No.	配 合	単位置 (kg/m ³)			混和剤 (kg/m ³)			
		W	C	S	混和材 膨張剤	遅延剤 (W×%)	増粘剤	高性能 AE剤
1	1:2モルタル (SL18cmベース)	296	604	1239	0	0	-	-
2 採用	高流動モルタル (GSA20kg/m ³)	271	758	1083	20	0.2	0.54	10.11

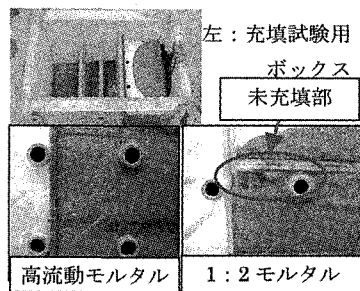


写真-1 充填試験状況