

覆工コンクリート品質向上の取り組み

— 一般国道 343 号 館下トンネル —

たてした
館下トンネル

東京土木支店 土木工事部（東北支店駐在）佐藤和典
安全品質環境室（名古屋支店駐在） 宮本靖
東京土木支店 土木工事部（東北支店駐在） 湊光

1. はじめに

館下トンネル（仮称渋民トンネル）は、東北自動車道一関 IC から東北東に約 12km で、岩手県一関市大東町に位置する。

一般国道 343 号は、岩手県陸前高田市を起点とし、一関市を經由し奥州市に至る幹線道路である。「岩手県東日本大震災津波復興計画」において、「復興道路」を補完する「復興支援道路」に位置付けられ、完成後は、復興支援のための大型車の通行がスムーズになるだけでなく、地域住民の交通安全の確保になることが期待され、整備が進められた。（図-1）

一般国道 343 号の渋民工区の区間は、急カーブや急勾配が連続する隘路となっており、交通事故が多発するなど安全で円滑な通行の支障となっていることから、この区間の線形・勾配が改められ、館下トンネル（写真-1）を含め 5.5km が整備された。

本稿では、館下トンネルで実施した覆工コンクリートの品質向上対策と梁川口内トンネルで実施した覆工コンクリートの品質向上対策の比較を交え、取り組みについて述べる。



写真-1 起点側坑門部

2. 工事概要

本工事の工事概要を表-1 に、地質縦断図を図-2 に示す。



図-1 事業区間位置図

表-1 工事概要

掘削方式	発破掘削、一部機械掘削
掘削工法	補助ベンチ付全断面工法 上部半断面工法
支保パターン名称	D I - b, D III, D III a D III a-FP, D III a-FP(AGF) 合計311m
掘削断面積	(設計) 92.187~96.317 m ² (支払) 96.719~100.946 m ²
坑門形状	面壁形ウイング式 2箇所
非常用施設	無
地質	中生代白亜紀花崗岩

3. 覆工コンクリートの問題点

3.1 ひび割れの発生について

覆工コンクリートは厚さ 30cm 程度で厚さに比べ部材が長い薄層構造であることから、吹付けコンクリートに密着した防水シートやインバートコンクリートにより外部から拘束されることによる乾燥収縮ひび割れの発生が懸念される。

3.2 脱型初期の乾燥収縮ひび割れの発生について

覆工コンクリートの表面は、坑内換気や貫通後の通風によ

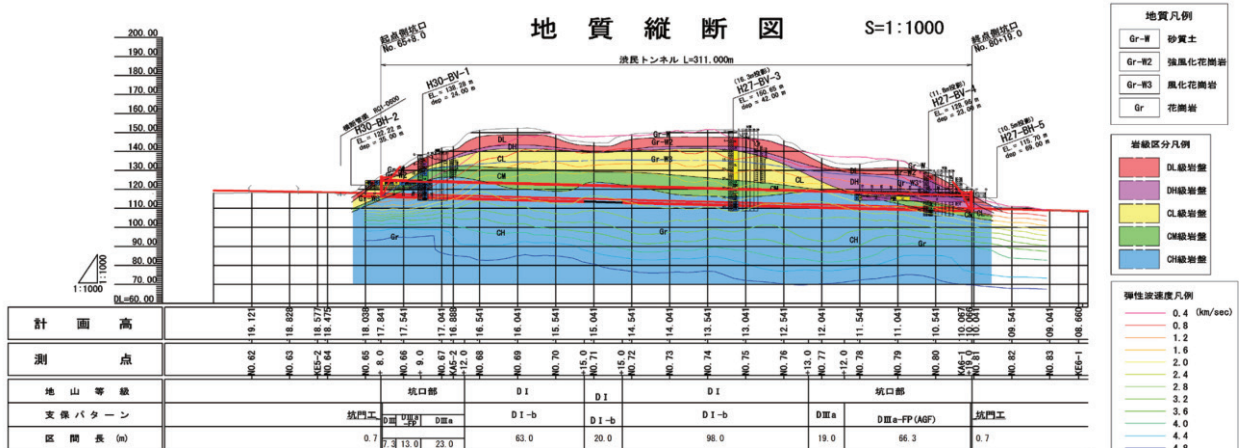


図-2 地質縦断図

り脱型直後から水分が蒸発することで、乾燥収縮ひび割れの発生が懸念される。

3.3 空洞・空隙の発生について

覆工コンクリートは、アーチ状の形状をした「セントル」と呼ばれる移動式型枠を用いてコンクリートの打設を行う。アーチ状の形状であるセントル天端部は、吹き上げ口よりコンクリートを流し込み打設するため、妻板側に進むにつれ目視による充填確認が困難となり、コンクリートの充填不足による空洞・空隙が懸念される。

4. 品質向上対応策

4.1 ひび割れ発生抑制対策について

覆工コンクリートに使用するレディミクストコンクリートの品質を改良することにより、乾燥収縮ひび割れ発生の抑制を図った。収縮低減型高性能 AE 減水剤を添加することで、水セメント比 50%未満とし、単位水量そのものの低減を行った。さらに骨材には吸水率が他の骨材と比較し小さく、収縮低減効果の高い「石灰石」を使用した。

採用した覆工コンクリートの配合表および改良前の標準配合を表-2、梁川口内トンネル施工時の配合表を表-3 に示す。梁川口内トンネルも骨材は「石灰石」を採用し、収縮低減型高性能 AE 減水剤は同じものを採用している。

表-2 館下トンネル覆工コンクリート配合表

コンクリートの種別	水セメント比 W/C(%)	細骨材率sa(%)	単位量(kg/m ³)								
			水	セメント	細骨材1	細骨材2	粗骨材1	粗骨材2	AE減水剤	収縮低減型高性能AE減水剤	非鋼繊維
			W	C	S1	S2	G1	G2	Ad1	Ad2	MF
標準配合 (24-15-40B)	56.1	44.1	161	287	653	163	163	980	2.87		
高性能AE剤入り (30-15-20N)	50.0	49.0	156	312	725	181	964	-	4.22		

表-3 梁川口内トンネル覆工コンクリート配合表

コンクリートの種別	水セメント比 W/C(%)	細骨材率sa(%)	単位量(kg/m ³)									
			水	セメント	膨張材	細骨材1	細骨材2	粗骨材	AE減水剤	収縮低減型高性能AE減水剤	非鋼繊維	
			W	C	HP	S1	S2	G	Ad1	Ad2	MF	
標準配合	57.9	47.8	166	287	-	262	610	980	2.58			
高性能AE剤入り	49.9	47.8	156	313	-	257	617	980		3.13		
膨張材入り	49.9	47.8	156	293	20	257	617	983		3.13		
非鋼繊維入り	49.7	47.8	159	320	-	254	612	975		3.84	0.46	

結果は、コンクリートの長さ変化試験（28日経過）時の収縮ひずみの目標値 650μ以下（実績値 218μ）を達成し、ひび割れ調査にて、ひび割れの目標値幅 0.2mm 以上の有害な乾燥収縮ひび割れの発生「ゼロ」を確認できた。

4.2 脱型初期の乾燥収縮ひびわれ対策

コンクリートは、初期の浸水養生により水和反応が促進し、結合水量は多く、乾燥水と水量が少なくなるため、細孔構造は微細化して緻密な組織となる。コンクリートは緻密性の向上させることで、覆工コンクリートの乾燥収縮ひび割れの発生を抑制できることから、全区間の覆工コンクリートで、浸水養生工法の「アクアカーテン(NETIS:HR-110011-A)」（写真-2）を採用し、脱枠直後から材令 7 日まで浸水養生を行い、アクアカーテン取り外し後は、塗布型収縮低減剤「ヌッテガード

(NETIS:HK-110025-VE)」を 150g/ m² を塗布することで、覆工コンクリート表面の水分蒸発を防ぎ、乾燥収縮によるひび割れを抑制した。

トレント法による透気係数（緻密性の指標）を測定した結果、目標値である 0.1×10⁻¹⁶m²(実測平均値 0.055×10⁻¹⁶m²)を達成することができた。

写真-2 アクアカーテン



梁川口内トンネルで採用した保温養生用の「セントルブルー (NETIS:HR-040005-VE)」, およびジェッヒーターでの加温は、打設時期が夏場であったため、採用しなかった。

4.3 天端部の空洞・空隙対策

不可視な天端部を確実に密充填するために、締固め検知機能付充填センサ（ジューテンドーII NETIS:KT-090011-VE）天端部 3 箇所/1 スパンで、締固め程度と充填状況を確認した。

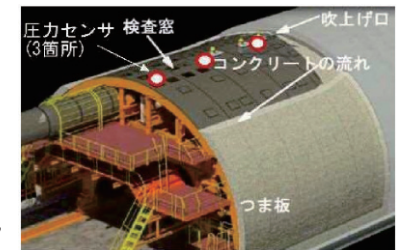


図-3 覆工天端部コンクリート打設時模式図

圧力センサ（天端部 3 箇所）により打設圧力を確認しながら充填状況を確認し、コンクリートの均質化を図った。

梁川口内トンネルで採用した「引抜きパイプレーター (NETIS ; HR-080001-VE)」は採用しなかった。

覆工コンクリート打設後に、電磁波レーダ探査を実施し、背面空洞・空隙が目標とした全 30 スパンすべて「ゼロ」であることを確認した。

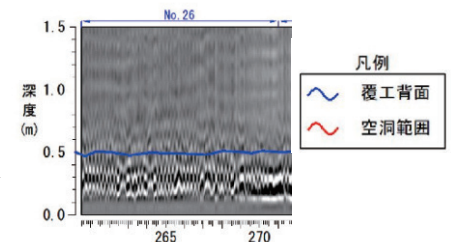


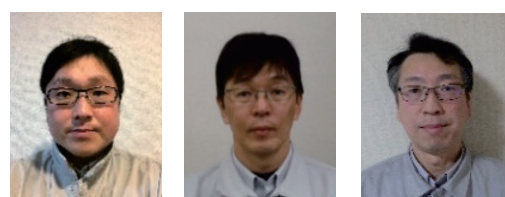
図-4 電磁波レーダ探査結果確認結果(例)を示す。

結果は、コンクリートの長さ変化試験（28日経過）時の収縮ひずみの目標値 650μ以下（実績値 218μ）を達成し、ひび割れ調査にて、ひび割れの目標値幅 0.2mm 以上の有害な乾燥収縮ひび割れの発生「ゼロ」を確認できた。

5. まとめ

館下トンネルは、梁川口内トンネルと同様なひび割れ対策・空洞対策を行い、覆工コンクリートの品質向上対策の結果、有害なひび割れの発生を「0」、かつ背面空洞も「0」とすることができ、これら覆工コンクリートのひび割れ対策の有効性および確実性を確認することができた。本工事の取り組み事例が今後のトンネル工事の参考となれば幸いである。

Key Words : 震災復興, 覆工コンクリート, ひび割れ, 背面空洞



佐藤和典 宮本靖 湊光