

覆工コンクリートの品質および耐久性向上に関する取り組み

国土交通省 東北地方整備局 南三陸国道事務所
大林・富士ピー・エス特定建設工事共同企業体
大林組 技術本部技術研究所

手間本 康一
正会員 泉水 大輔
正会員 ○赤間 友哉
正会員 桜井 邦昭

1. はじめに

東日本大震災後のリーディングプロジェクトとして、三陸沿岸道路（復興道路，新規区間 148km）等の建設が急ピッチで進められている。このプロジェクトでは新設する社会インフラを長期間にわたり健全な姿で供用し続けていく方針に基づき、品質確保および耐久性の向上に関する様々な取り組みを行っている。

トンネル覆工は、限られた箇所から閉鎖空間内にコンクリートを上方に吹き上げて、広範囲に流動させて締め固める必要があり、他の構造物に比べて充填が難しい。さらに、主に施工サイクルや積算の観点から、材齢 18 時間程度で脱型し、その後は特別な養生を行わないことが一般的であり、他の構造物に比べ湿潤養生期間が短いといった問題点がある。

本稿では、本工事で実施したトンネル覆工の品質確保および耐久性向上に関する各種取り組みの概要、模擬部材を用いた実験および実施工での検証結果等について述べる。

2. 工事概要

工事概要を表-1に示す。本工事は、吉浜釜石道路のうち、橋梁 2 橋（上下部工）とトンネル 3 本の総延長約 3km を構築する工事である。

表-1 工事概要

工事名称	国道45号吉浜釜石道路工事	
施工場所	岩手県釜石市唐丹町字上荒川～唐丹町字大曾根	
発注者	国土交通省東北地方整備局 南三陸国道事務所	
工期	平成26年3月13日～平成29年3月31日	
請負者	大林・富士ピー・エス特定建設工事共同企業体	
主要工事	【トンネル】	・荒川トンネル L=1,169m
		・唐丹第1トンネル L= 465m
		・唐丹第2トンネル L= 521m
	【橋梁】	・唐丹第1高架橋 L= 306m
	・唐丹第2高架橋 L= 352m	

3. 模擬部材を用いた検証実験結果

3.1 流動・充填状況

コンクリートの流し込みを端部から行い、反対側端部に到達した時の流動勾配と水平に充填するまでの時間の測定を実施した。実験の概要を図-1に、コンクリート配合を表-2に、流動勾配測定結果を図-2に示す。

中流動コンクリートは、コンクリート自体の高い流動性により反対側端部まで容易に流動した。流動勾配は 1/17 であり、充填するまでの棒状バイブレータの作動時間（打込み上面が水平となるまで締め固めた時間）は 20 秒であった。一方、従来の覆工コンクリートは、打込み箇所付近でコンクリートが堆積し、反対側端部までコンクリートが到達しにくい状況であった。その結果、流動勾配は 1/4 で、棒状バイブレータの作動時間は 280 秒となり、中流動コンクリートと比べ充填しにくい結果が得られた。

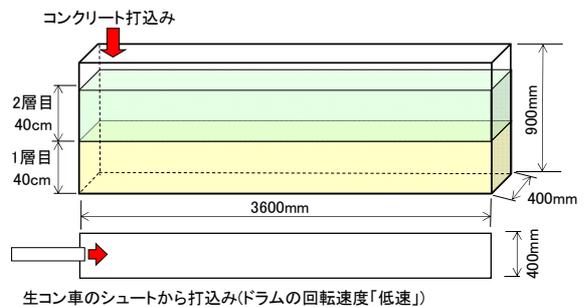


図-1 覆工側壁部を模擬した部材の概要

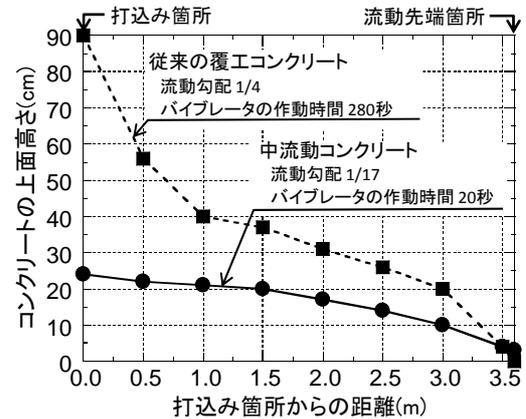


図-2 流動勾配測定結果

3.2 表層品質試験結果

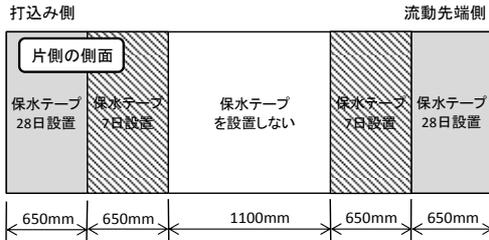
打設後 40 時間で脱型を行い、その後保水テープを貼り付け湿潤養生期間を 7 日と 28 日に調整し表層品質試験を実施した。湿潤養生試験の概要を図-3 に、材齢 91 日後の表層品質測定結果を表-3 に示す。従来の覆工コンクリートは、湿潤養生を行わない場合に比べ、湿潤養生期間を 7 日および 28 日に延長することで、圧

キーワード 耐久性向上, 中流動コンクリート, 表層品質, 湿潤養生期間, 覆工模擬試験

連絡先 (株)大林組 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL : 03-5769-1306

縮強度は 5%程度増加し、透気係数や表面吸水速度も「劣」ないし「不良」から「普通」・「標準」に区分される範囲に改善できる結果が得られた^{1)~3)}。

中流動コンクリートを用いた場合、圧縮強度は測定位置や養生方法による差異が小さい結果が得られた。透気係数や表面吸水速度は、湿潤養生をしない場合でも、「普通」・「標準」に区分される結果が得られ、湿潤養生期間を7日および28日に延長することで「良好」に区分される範囲にまで改善できる結果となった。



* 反対側の側面は、全面とも保水テープを設置しない

図-3 模擬部材の湿潤養生期間の概要

4. 実施工における表層品質の検証結果

採用した中流動コンクリートおよび養生方法の妥当性を検証するため、材齢91日以降に表層品質試験を行った。試験は湿潤養生期間を7日間もしくは28日間とした2スパンとし、側壁部と天端部の打込み口、流動先端箇所で行った。検証結果を表-4に示す。模擬部材による検証実験の結果と同様に、圧縮強度、透気係数および表面吸水速度は測定位置や養生期間によらずほぼ同様の値が得られた。また、透気係数および表面吸

水速度とも「良好」と判定される範囲の値であった。7日養生と28日養生を比較して、7日養生の結果で28日養生と同等の測定値が得られていた。中流動コンクリートを用い、かつ7日間の湿潤養生を行うことで高品質なトンネル覆工が構築できることを示す結果と考えられる。

5. まとめ

中流動コンクリートは従来の覆工コンクリートに比べ高い流動性、充填性、表層品質を持っている。

脱型後の湿潤養生期間を延長することでコンクリートの表層品質および耐久性は向上し、模擬部材実験及び実施工の検証結果によれば湿潤養生を7日間確保することで高品質なトンネル覆工が構築できる。

参考文献

- 1) 例えば、日本コンクリート工学会：施工の確実性を判定するためのコンクリートの試験方法とその適用性に関する研究報告書，pp.90-93，2009.7
- 2) 林和彦，細田暁：表面給水試験によるコンクリート構造物の表層品質の評価方法に関する基礎的研究，土木学会論文集 E2（材料・コンクリート構造），Vol.69, No.1, pp.82-97，2013
- 3) 林和彦，細田暁：コンクリート実構造物に適用できる表面吸水試験方法の開発，コンクリート工学年次論文集，Vol.33, No.1, pp.1769-1774，2011

表-2 コンクリートの配合

コンクリートの種類	スランプSLもしくはスランプフローSF(cm)	空気量 (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)								混和剤	フレッシュコンクリート品質				28日圧縮強度 (N/mm ²)
					W		B		S		G			スランプ(フロー)(cm)	空気量 (%)	U型充填高さ(障害無し)(cm)	フリーディング率(%)	
					C	EX	S1	S2	G1	G2								
従来の覆工(24-15-20BB)	SL 15±2.5	4.5±1.5	57.1	53.9	161	282	-	659	355	613	261	WR	SL15.5	4.5	14.2	4.2	34.6	
中流動コンクリート	SF 42.5±7.5	5.5±1.5	45.7	55.2	160	330	20	645	347	567	245	VA	SF45.5	5.2	33.7	1.9	42.1	

O: 高炉セメントB種, EX: 膨張材, S1: 陸砂, S2: 砕砂, G1: 石灰砕石2005, G2: 砕石2005, WR: AE減水剤, VA: 高性能AE減水剤(増粘剤一液タイプ)

表-3 表層品質試験結果 (模擬部材)

コンクリート種類	養生方法	従来の覆工コンクリート						中流動コンクリート					
		2日目に脱型		湿潤養生7日		湿潤養生28日		2日目に脱型		湿潤養生7日		湿潤養生28日	
測定位置		打込み箇所	流動先端	打込み箇所	流動先端	打込み箇所	流動先端	打込み箇所	流動先端	打込み箇所	流動先端	打込み箇所	流動先端
テストハンマーによる反発硬度(-)		34.8	33.3	35.5	34.7	36.2	34.8	38.7	38.7	38.7	37.9	38.7	38.0
トレント試験	透気係数KI(×10 ⁻¹⁶ m ²)	2.4	2.3	0.78	0.55	0.13	0.25	0.31	0.22	0.076	0.082	0.055	0.087
	透気係数の品質グレード*1	劣	劣	普通	普通	普通	普通	普通	普通	良好	良好	良好	良好
表面吸水試験	表面吸水速度P ₆₀₀ (ml/m ² /sec)	0.874	0.885	0.531	0.467	0.338	0.357	0.404	0.483	0.211	0.348	0.160	0.220
	吸水抵抗性のグレード*2	不良	不良	不良	標準	標準	標準	標準	標準	良好	良好	良好	良好

*1 透気係数の品質グレード <0.01:最良, 0.01~0.1:良好, 0.1~1:普通, 1~10:劣, 10<:極劣

*2 吸水抵抗性のグレード <0.25:良, 0.25~0.5:標準, 0.5<:不良

表-4 表層品質試験結果 (実構造物)

コンクリート種類	養生方法	中流動コンクリート										
		湿潤養生7日*1					湿潤養生28日*2					
測定位置	側壁部		天端部			側壁部		天端部				
	打込み箇所	流動先端(既設側)	流動先端(妻側)	吹上げ箇所(既設側)	スパン中央	流動先端(妻側)	打込み箇所	流動先端(既設側)	流動先端(妻側)	吹上げ箇所(既設側)	スパン中央	流動先端(妻側)
テストハンマーによる反発硬度(-)		36.5	37.4	36.2	37.0	38.0	37.1	36.2	36.0	35.6	37.8	37.5
トレント試験	透気係数KI(×10 ⁻¹⁶ m ²)	0.052	0.087	0.080	0.059	0.037	0.085	0.098	0.051	0.095	0.094	0.086
	透気係数の品質グレード	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
表面吸水試験	表面吸水速度P ₆₀₀ (ml/m ² /sec)	0.081	0.085	0.080	-	-	0.212	0.199	0.113	-	-	-
	吸水抵抗性のグレード	良	良	良	-	-	-	良	良	良	-	-

*1 施工後~材齢1日:セントラルバルーン => 材齢2~7日:超音波加湿養生

*2 施工後~材齢1日:セントラルバルーン => 材齢2~7日:超音波加湿養生 => 材齢8~28日:保水テープ設置