

トンネル覆工コンクリートの追加養生手法に関する検討

前田建設工業（株） 正会員 ○菅原 崇 村瀬 邦彦 畑 宏幸
 前田建設工業（株） 正会員 笹倉 伸晃 秋田 剛 加藤 楓
 国土交通省 東北地方整備局 南三陸国道事務所 隅田 成朗

1. はじめに

一般に、山岳トンネル覆工コンクリートの鋼製型枠（以下、セントル）は、覆工コンクリートの打込みから 16～20 時間程度で脱枠され、その後の養生を特に実施しないことが少なくない。一方、コンクリートの耐久性を向上させるためには、打設後の養生が極めて重要であることは言うまでもなく、近年、覆工コンクリートに関してもセントル存置期間の延長や脱枠後の追加養生により、耐久性を向上させる手法が適用されている。

本検討では、上述した観点で、工事で適用する追加養生の定量的な評価を目的として、トンネル覆工コンクリートを模擬した試験体による養生効果の比較検討を行い、実施工時に適用する追加養生方法について決定した。

本論文は、その実験概要と実験結果を取りまとめ、耐久性向上に寄与する追加養生の効果について考察する。

2. 実験概要

(1) 試験体および試験水準

試験体概要および試験水準を写真-1 および表-1 に示す。覆工コンクリートの厚さを模擬した試験体は、幅 900×高さ 600×厚さ 450mm とし、トンネル覆工に適用する追加養生期間および養生種類をパラメータとして表層品質を確認するものとした。実験に供したコンクリートの配合は、工事で適用する 24-15-20BB (W/C=51.0%) とし、ひび割れ抑制対策として、セメントの外割で 20kg/m³ の膨張材が細骨材と置換されている。打設時は、各試験体とも、コンクリートの打込みおよび締固め方法が同一となるよう、打込みは 2 層とし、各層打設面の中央を同一秒数締固め、試験体を作成した。

試験水準は、工事で適用する追加養生として、湿潤保温シート養生（18 時間でセントル脱枠後、鋼製フレームにて湿潤保温シートを覆工内面に設置し、6 日間養生）による養生および鋼製型枠存置期間（18 時間、3 日間、7 日間）を変化させるものとした。なお、いずれの試験体も、品質評価測定面は、北側の同一面とし、養生時は、直列に配置して日射や降雨の影響を受けないよう、シートで囲いを設けてトンネル坑内を模擬した環境となるよう存置した。

(2) 追加養生効果の評価方法

湿潤保温シートによる養生状況および追加養生効果の評価試験状況を写真-2 および写真-3 に示す。

追加養生効果の評価は、表面吸水試験（Surface Water Absorption Test: 以下、SWAT）¹⁾ およびトレント法による表層透気試験（以下、透気試験）²⁾ により確認した。計測材齢は、材齢 14、28、56、91、185 日とし、SWAT は、各試験体で 2 箇所、透気試験は各試験体で 6 箇所の計測を行い、表面水分量（高周波容量式）も測定した。



写真-1 試験体概要および型枠外観

表-1 試験水準

	養生方法及び期間					
	18h	2d	3d	4d	7d	～
鋼製型枠 (18h)	型枠	脱型				
湿潤保温 シート	型枠	脱型～湿潤保温シート				脱枠
鋼製型枠 (7日間)	型枠					脱枠
鋼製型枠 (3日間)	型枠		脱枠			



写真-2 湿潤保温シートによる養生状況



写真-3 試験状況（左: SWAT, 右: 透気試験）

キーワード 覆工コンクリート、養生、表層品質、透気係数、表面吸水速度

連絡先 〒026-0121 岩手県釜石市唐丹町上荒川 148-3 前田建設工業株式会社 TEL0193-54-1215

なお、湿潤保温シートによる養生期間中は、環境条件の把握として、外気温および相対湿度の計測、湿潤保温シート内の温度および湿度を計測した。

3. 試験結果

(1) 材齢 28 日における表層品質の評価

図-1 に材齢 28 日における養生手法と透気係数および表面吸水速度の関係を示す。また、湿潤保温シート設置時のシート内および試験体設置場所の相対湿度を図-2 に示す。

透気係数は、いずれの養生方法もランクが『一般』($0.1 \sim 1.0 \times 10^{-16} \text{m}^2$)であったが、標準的なセントル脱枠時間を想定した型枠存置 18h と比較して、湿潤保温シートおよび型枠存置 3 日、7 日による追加養生では、1/4 以下となった。表面吸水速度は、型枠 18h 存置と比較して、湿潤保温シートおよび型枠存置 7 日で約 1/3、型枠存置 3 日で約 2/3 となり、これらの結果から、追加養生により、コンクリート表層における水和が阻害されず、緻密な組織が形成され、物質透過抵抗性が向上すると推察される。なお、湿潤保温シート内の相対湿度は、養生期間中の 6 日間平均で 99% であり、湿潤状態を保持できていることが確認できた。

(2) 材齢と各養生手法の表層品質の評価

試験体の各材齢での透気係数および表面吸水速度、表面水分量を図-3 に示す。

透気係数は、コンクリート表面からの乾燥により、材齢の経過とともに低下するため、いずれの試験体も材齢の経過に伴い、透気係数は大きくなった。しかし、いずれの材齢においても、型枠存置 18h と比較して、湿潤保温シートでは、透気係数が小さな値を示しており、型枠存置 3 日および 7 日と同等の物質透過抵抗性の向上が認められる。また、表面吸水速度の長期材齢 (185 日)

での値は、湿潤保温シートが最も小さく、表面水分量も高い値を示しており、この結果からも、湿潤保温シートによる養生は、コンクリート表面部を密実にし、物質透過抵抗性を向上させることを示唆している。

4. まとめ

本検討では、コンクリートの緻密性が実構造物で確実に実現されるための追加養生の効果について、模擬試験体を用いて、表層品質を定量的に評価し、工事において湿潤保温シートによる追加養生を適用している。今後は、実構造物での確認を通じて、本手法の妥当性についてさらに分析・評価を実施する予定である。

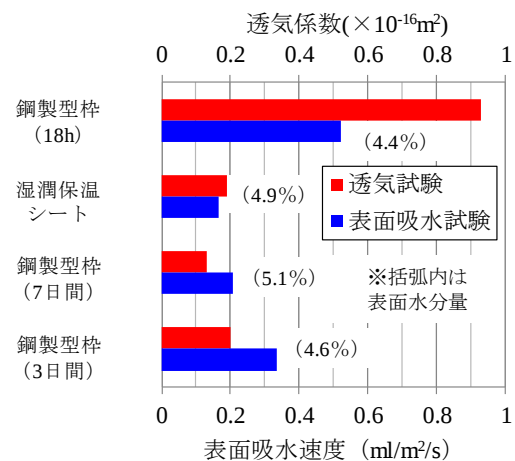


図-1 養生手法と材齢 28 日における表層品質の関係

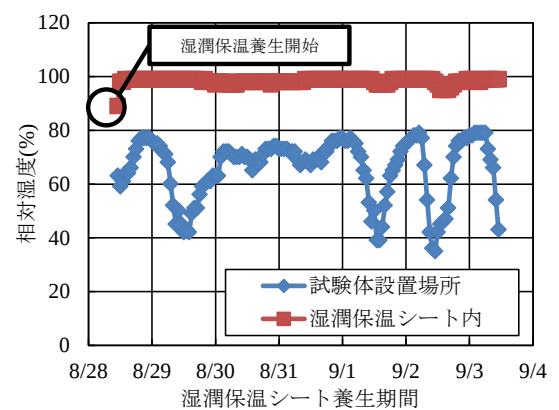


図-2 湿潤保温養生期間と湿度の関係

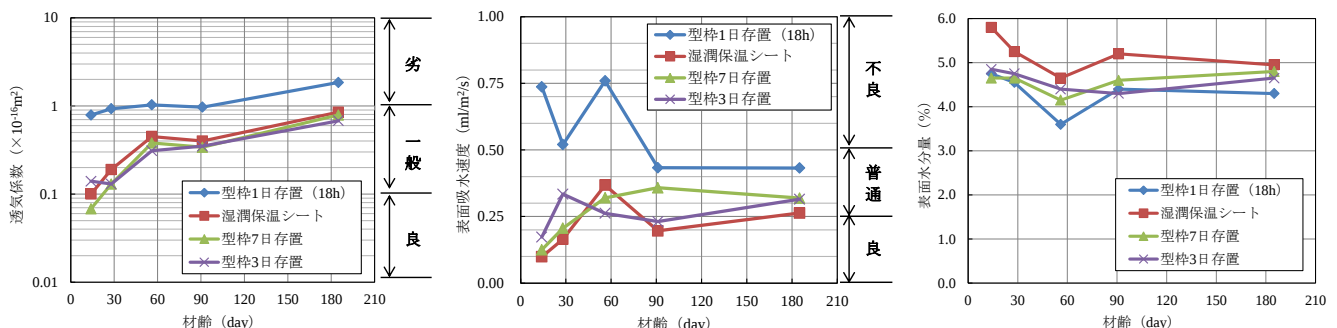


図-3 各材齢における透気係数および表面吸水速度、表面水分量の関係

参考文献

- 1) 林和彦, 細田暁: 表面吸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, Vol.69, No.1, pp.82-97, 2013.
- 2) 土木学会: コンクリート技術シリーズ 97, 構造物のコンクリート品質と耐久性能検証システム研究小委員会 (JSCE 委員会) 第 2 期成果報告書およびシンポジウム講演概要集, pp.137-146, 2012.7