

二次覆工コンクリートの養生方法に関する検証

飛島建設土木本部 正会員○小平 哲也 北陸支店 正会員 水口 均
 技術研究所 正会員 平間 昭信 北陸支店 正会員 藤本 克郎
 技術研究所 正会員 岩城 圭介

1. はじめに

山岳トンネルにおける二次覆工コンクリートは、一般的なコンクリートと異なり、打込みから15～20時間程度の早期に脱型され、その後の養生が行われていない。これは、トンネル貫通前において、一般的に坑内の湿度が70%以上とセメントの水和反応を阻害する乾燥雰囲気下ではないことや、養生を行わない条件下であっても設計基準強度を満足しているとの実績によるものである。しかし、近年では、坑内作業環境の改善に対する要求から、坑内換気の改善が行われており、これにともない、覆工コンクリート表面の温度低下、乾燥が進みやすい状況にある。よって、覆工コンクリートの品質確保に向けては、打込み後、硬化に必要な温度および湿度の条件を保つなど、養生に対する配慮を十分に行わなければならない。

敦賀BP坂下トンネル工事における覆工コンクリートでは、より高品質のコンクリートを得るための養生効果の改善を目的に養生架台(図1参照)を適用した。

本報は、その養生効果の検証目的に行った実験結果について取りまとめたものである。

2. 養生架台の概要

本工事で用いた養生架台は、通常の覆工コンクリートに使用するセントルに牽引され、打込み後の覆工コンクリートを養生シートで覆い、両端部にスポンジを周方向に取付け、気密性を高めた上で散水を行う設備である。散水は、養生シートと覆工コンクリート表面の間に設置した塩ビ管3列から霧状に行った。概要図を図2に、養生の施工(散水)サイクルを図3に示す。散水の頻度は、1回あたり3分程度を目安に、養生架台セット直後、および作業開始時、終了時の1日2回で1スパン当り4回実施した。



図1 養生架台全景

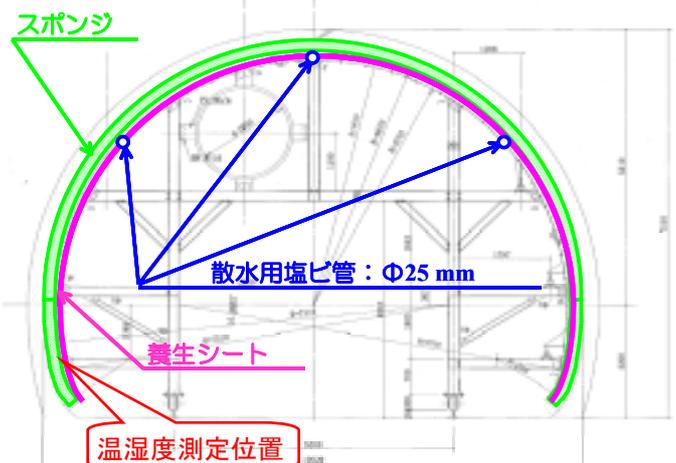


図2 養生架台の概略図

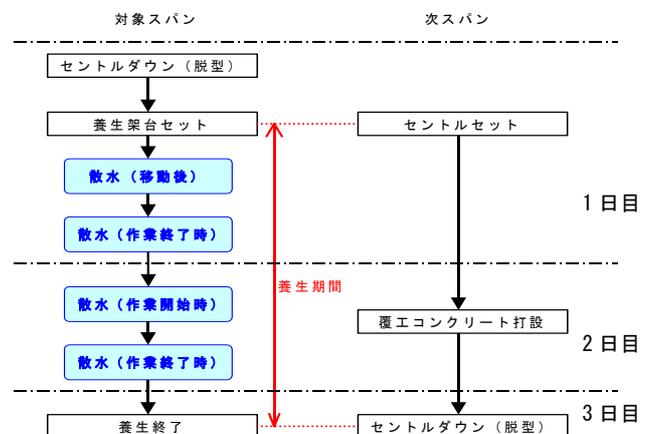


図3 施工(散水)サイクル

キーワード：二次覆工コンクリート，養生，散水，細孔径分布，中性化

連絡先：〒102-8332 東京都千代田区三番町二番地 飛島建設株式会社土木本部 TEL:03-5214-7083 FAX03-5276-2526

3. 実験概要

検証実験による養生条件は、2. に示した標準パターン（養生2日）に加え、養生期間を2日間延長したケース（養生4日）および、養生なしである。評価対象スパン数は、養生2日3スパン、養生なし3スパン、養生4日1スパンの合計7スパンとした。試験・測定項目を表1に示す。なお、本工事の覆工コンクリートには21-15-40Nの配合を使用した。

4. 実験結果

覆工コンクリートSL表面付近（図2参照）の温度・湿度の測定結果を図4に示す。養生なしの場合の温度は脱枠後から徐々に低下し、50時間で7℃近く低下した。一方、養生2日の場合は、湿度80%前後、温度30℃前後を維持し、散水時（図中の矢印時）直後には湿度が90%近くまで上昇することが確認された。このことから養生架台の設置が保湿・保温に効果を有するといえる。

シュミットハンマーによる強度推定結果については、図5に示すように天端部で養生有無の差が顕著であり、養生ありが養生なしに比べ10%程度高い値を示した。これは養生ありにおいて散水位置が天端部に近いこと、および養生なしにおいて天端部に熱がこもりやすく乾燥が著しいことが要因と推察される。

細孔径分布試験結果では、図6に示すように、養生なしに対して養生を行った場合の空隙率が小さい値を示した。これは、養生の実施によりセメントの水和が進み、水和生成物が微細空隙を充填したためと考えられる。

中性化促進試験による、中性化深さは養生なしで12.3[mm]、養生ありで9.4[mm]であった。これらの結果は、上記の空隙率試験結果と合致するものであり、養生による硬化体の緻密化が抵抗性改善にも有効であったと考えられる。

目視観察では、定期的にひび割れの発生の有無などについての観察を行った。トンネル貫通後の2005年10月末（打設後約2ヶ月経過後）の時点では、ひび割れを確認できなかったが、その後の2006年3月（竣工時）における調査では、全83スパン中5スパンの天端部に乾燥収縮によると考えられるひび割れが発生した。しかし、ひび割れが発生したスパンは、養生なしのスパンに限定されており、養生架台の適用によるひび割れ抑制効果を裏付ける結果であった。

5. まとめ

今回の実験において、保温・保湿効果に対する養生架台の効果が確認できた。また、覆工コンクリート表面の緻密性の向上にも、養生による効果が確認された。今後は、養生架台の更なる改良による密閉性確保と散水方法の改良を行い、再度、今回のような実験を行ったうえで、長期的な初期養生の効果を検証する予定である。

表1 試験・測定項目

試験・測定項目	試験内容
環境条件測定	温湿度測定
コンクリート強度試験	コア：φ100[mm]による圧縮強度試験 シュミットハンマーによる強度推定
細孔径分布試験	水銀圧入法による空隙量の測定
中性化促進試験	材齢35日、30℃ 相対湿度60%、CO ₂ 濃度5%、28日間
目視観察	ひび割れ観察

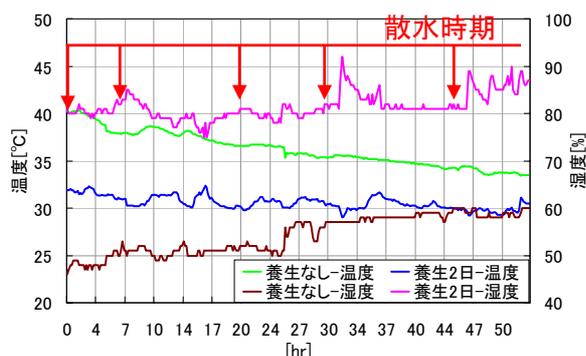


図4 覆工コンクリート表面の温度・湿度経時変化

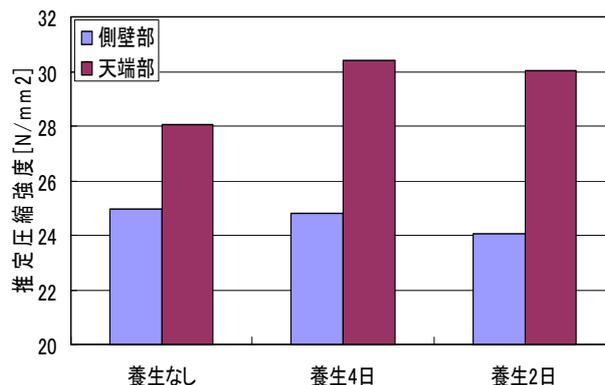


図5 シュミットハンマーによる推定強度

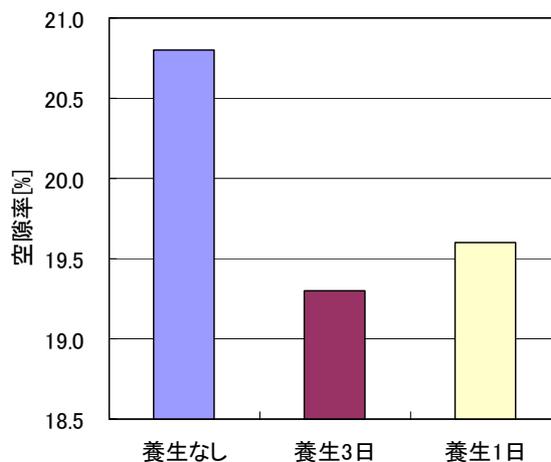


図6 空隙率