

トンネル二次覆工コンクリート連続養生システムの効果に関する検証

飛島建設	北陸土木事業部	正会員	○高岡	伸光
新潟県	佐渡地域振興局地域整備部		太田	正文
飛島建設	北陸土木事業部		内山	滋, 今井
飛島建設	土木事業本部		森脇	丈滋
飛島建設	技術研究所	正会員	平間	昭信

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、打込みから 16～20 時間後の早期に脱型される。その後、トンネル坑内は坑口付近を除き坑内温度は安定しており、湿度も高い状態であるとともに、露出面が少なく水分の散逸が少ないことから、従来、一般のコンクリート構造物のように特別な養生は行われていなかった。しかし、近年、換気設備の大型化やトンネル貫通後の通風等の影響により、コンクリート表面の急激な乾燥や温度降下が発生し、初期ひび割れや乾燥収縮ひび割れが発生しやすい環境が生じるようになった。そこで、寒冷地などのトンネルにおいて、覆工コンクリートの湿潤および保温養生を行う事例が増えている。

佐渡多田トンネル工事では、初期材齢の最適な養生環境を確保することを目的として、写真 - 1 に示す 2 流体噴霧ノズルと温風機を用いた連続養生システムを導入し、初期養生を実施した。本報告では、連続養生システムの適用状況と、コンクリート強度などの効果に関して検証した結果について報告する。

2. 養生システム

本工事で用いた連続養生システムは、脱枠直後から 7 日以上の養生期間を確保するため、長さ 31.5m（覆工 3 スパン）とし、セントルに牽引される養生台車の両端部には、妻枠にバルーン状の密閉材を周方向に取り付け、養生箇所の気密性を高める構造とした。（図 - 1 参照）

連続養生システムは、養生環境として湿度 95%以上が確保されるように、2 流体噴霧ノズル（圧搾空気と水をノズルに送り込み、微霧を発生させる）を 1 スパン（10.5m）あたり 4 箇所（計 12 箇所）配置した（写真 - 2 参照）。また、温風機を設置して空間内に温風を送り込み、養生温度を 20 程度に保つ仕組みとした。空間内の温湿度制御は時間制御盤により定期運転を実施し、7 日以上連続した一定温湿度を保つシステムを可能とした。



写真 - 1 連続養生システム全景

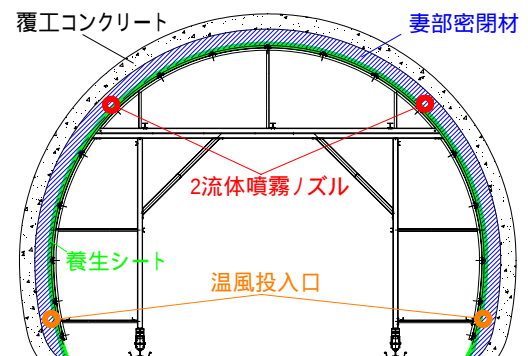


図 - 1 連続養生システム概略図



写真 - 2 噴霧養生状況

キーワード：覆工コンクリート，養生，圧縮強度，細孔径分布，耐久性

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事業本部 TEL:03-5214-7083

3. 実験概要

本工事で適用した連続養生システムの養生効果を検証するために、トンネル貫通後の冬期において、連続養生システムを用いて養生した「養生あり」のケースと、養生を行わなかった非常駐車帯断面等の「養生なし」について比較した。いずれのケースとも、10 スパンを検証の対象とした。

なお、覆工コンクリートの配合は 21-15-40N である。

比較検証のための試験項目を以下に示す。

(1) 環境温度・環境湿度

セントル脱型直後より、天端部の覆工コンクリート表面に温湿度センサーを設置して、温度および湿度を 15 分間隔で自動測定した。

(2) テストハンマーによる推定圧縮強度

養生方法の違いが覆工コンクリートの強度発現に及ぼす影響を把握する目的で、テストハンマーによる推定圧縮強度試験を実施した。測定位置は側壁部とした。

(3) 細孔径分布

コンクリート緻密化を検証する目的で、水銀圧入法により細孔径分布の測定を実施した。対象としたコンクリート試料は、覆工コンクリート肩部の表層より採取した。

4. 実験結果

(1) 環境温度・環境湿度

図 - 2、図 - 3 に示すように、連続養生システムを用いて養生したケースは温度および湿度とも、ほぼ安定した養生環境が確保されており、養生開始から 7 日間の平均温度は 20.1℃，平均湿度は 96.8%であった。これに対して、養生なしのケースは、外気の影響を受け、温度および湿度ともに脱枠後から徐々に低下しており、7 日間の平均温度は 17.6℃，平均湿度は 71.2%であった。

(2) テストハンマーによる推定圧縮強度

図 - 4 に示すように、連続養生システムを用いて養生したケースの方が、いずれの材齢とも 10 スパンの平均で 2～3N/mm² 大きくなることが確認された。

(3) 細孔径分布

図 - 5 に示すように、連続養生システムを用いて養生したケースでは、養生なしと比較して細孔径 0.01～0.1 μm は増加し、0.1～1 μm は減少している結果であり、養生を行うことにより、表層部は緻密化していると推察される。

5. まとめ

今回実施した検証では、本工事で適用した連続養生システムにより、強度発現性が向上し、コンクリート表層部の緻密化が図れていることが確認された。今後は、ひび割れや長期耐久性などについて養生効果を検証する予定である。

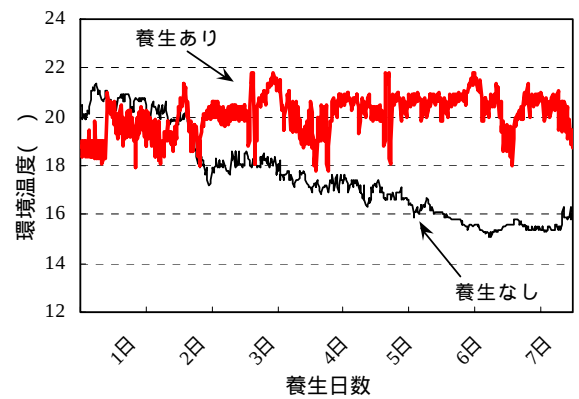


図 - 2 環境温度測定結果

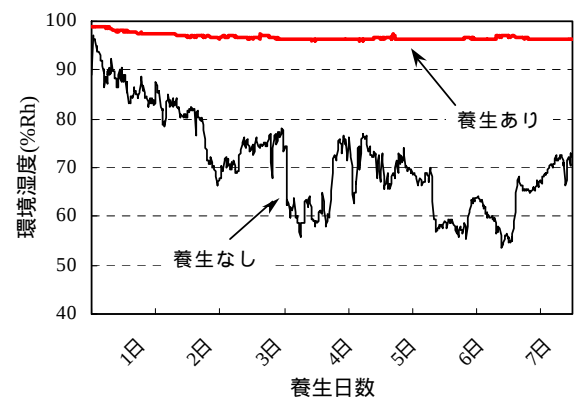


図 - 3 環境湿度測定結果

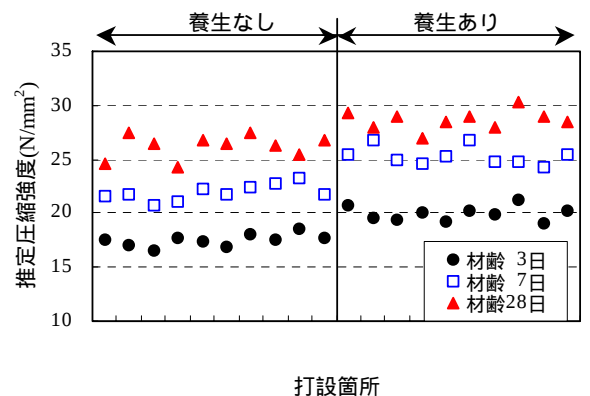


図 - 4 テストハンマーによる推定圧縮強度結果

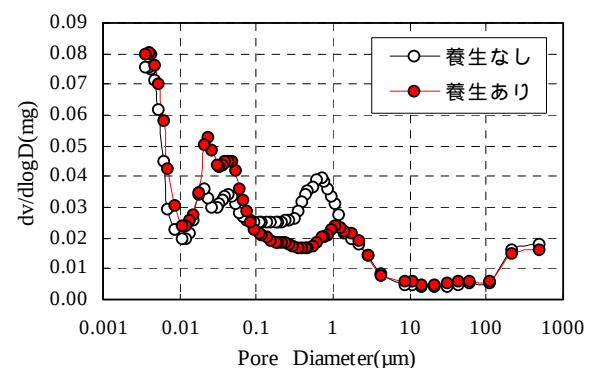


図 - 5 細孔径分布測定結果