

排水湿潤連続養生を適用した覆工コンクリートの品質向上効果

大成建設 技術センター 社会基盤技術研究部 正会員 ○臼井 達哉

大成建設 東北支店 正会員 鈴木 修 正会員 森島 伸吾

東京大学 生産技術研究所 教授 フェロー会員 岸 利治

1. はじめに

著者らは、これまでに橋梁の壁高欄や PC 箱桁側壁の一部を対象として打込み直後の余剰水の排出と湿潤養生を連続で実施する排水湿潤連続養生を適用し、耐久性向上効果を確認してきた¹⁾。寒冷地域では、道路の凍結対策として NaCl 等を主成分とした凍結抑制剤を散布するため、凍害や塩害などの複合劣化が生じる可能性が高く、コンクリート構造物には厳しい環境となる。トンネル内部では、凍結抑制剤を直接散布しないが、タイヤによる引きずり、巻上げによってトンネル坑口部²⁾、特に SL 下部では凍結抑制剤の影響を受けやすく、耐久性の向上が求められている。そこで本研究では、覆工コンクリートの SL 下部に排水湿潤連続養生を適用するために新たな型枠構造を考案し、国道 47 号猪ノ鼻トンネル工事における坑口部の覆工コンクリートに適用した。

2. 覆工コンクリート用の型枠構造

一般に山岳トンネルの覆工コンクリートは 2 日に 1 回のサイクルでコンクリートを打ち込むため、材齢 15-20 時間程度で脱型し、セントル(移動式型枠)を次のブロックの打設のために移動させる。そのため、セントルの一部を完全に排水湿潤連続養生用の透水板兼せき板、透水性シートに置き換えてしまうと、湿潤養生を連続的に行うことができない。

このことから、透水板、透水性シートをセントルから切り離すことができる構造とし、セントルが移動後も透水板、透水性シートを残置できる型枠構造を考えた。

考案した覆工コンクリート用の型枠構造を図-1 に示す。SL 下のセントルを内空間側にセットバックし、透水板、透水性シート等が一体となったユニットを設置する構造とした。そうすることでセントルを移動後は型枠ユニットを残置することができ、型枠上部を湛水することで湿潤養生を脱型せずに連続して実施できる。また、SL 下部が円弧状のテーパになっているため透水板もその形状に設置する必要があった。そのため、型枠ユニットを製作する際には、加工しやすさを考慮し、これまで使用してきた透水板よりも厚さが薄く、剛性の低い透水板を使用し、セントルへの取付時の施工性を考慮し、木製型枠と一体化する構造とした。

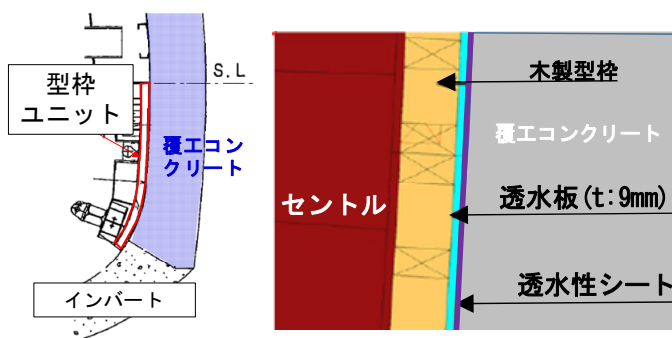


図-1 覆工コンクリート用の型枠構造

3. 模擬部材による養生効果検証実験

実施工を前に覆工コンクリートを模擬した部材を製作し、型枠ユニットの組立、排水湿潤連続養生を適切に実施できるか確認を行った。部材の形状は、覆工コンクリートの SL 下を再現した高さ 1.3m、厚さ 0.3-0.5m とし、事前にインバート部を構築した上でコンクリートの打込みを行った。部材は排水湿潤連続養生により製作するものと、比較用として木製型枠を用いて製作するものの 2 体とした。コンクリートの配合は、21-15-25BB、W/C53.2%のレディーミクストコンクリートであり、対象工事の覆工コンクリートで使用する配合である。排水湿潤連続養生を適用した模擬部材では、コンクリート打込み後、材齢 1 日まで余剰水を排出した。その後、透水型枠の上部に水を供給し湿潤養生を材齢 7 日行ったのち、脱型した。木製型枠を使用して製作した比較用の部材は、材齢 7 日まで型枠を残置したのちに脱型した。品質確認試験として、表層透気試験(トレント法)による透気係数の測定、部材から採取したコア供試体を用いて水銀圧入法による細孔径分布の測定を行った。表層透気係数は、材齢 98 日で測定を行った。水銀圧入法による細孔径分布は、上端から 600mm の位置において採取したコア供試体を用いた。養生面から 0-30 mm の 10mm 毎、50-60 mm の

表-1 模擬部材の表層透気係数

養生	透気係数 [10^{-16} m^2]	電気抵抗値 [kΩ cm]	含水率 [%]
排水湿潤連続養生	0.003	19.3	4.9
木製型枠存置	0.114	21.4	5.3

キーワード 養生, 透水型枠, 覆工コンクリート, 表層透気係数, 表面吸水速度

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設 技術センター TEL 045-814-7228

深度から5×5×5mmの試料を多数切り出し、D-dry 乾燥を7日間施したのち、水銀圧入式ポロシメータにより2nm-200μmの細孔径分布を測定した。表層透気係数の測定結果を表-1に示す。排水湿潤連続養生における表層透気係数は、木製型枠の存置による養生と比べて、約1/40となっており、コンクリート表面の品質が著しく向上していることが確認できた。水銀圧入法の測定結果を図-2、図-3に示す。排水湿潤連続養生の累積空隙率は、木製型枠存置による養生よりも、0-30mmまで小さな値を示しており、養生の効果を確認することができた。特に、型枠面から0-10mmにおいて効果が顕著であり、その空隙構造は木製型枠存置の場合よりも著しく空隙構造も緻密化している。以上の結果から考案した施工方法により、期待した養生効果が得られることを確認した。

4. 実構造物への適用

実工事では坑口から約32mまでのSL下の覆工コンクリートに排水湿潤連続養生を適用した。排水湿潤連続用の型枠をセントル型枠の内側に設置し、コンクリートの打込みを行い、材齢1日まで余剰水の排出を行った。余剰水の排出量は、2.59kg/m²であった。コンクリート打込み翌日に、排水湿潤連続養生用型枠を残置する形で、セントルのみを脱型し、次の施工ブロックに移動した。残置した排水湿潤連続養生用の型枠の上部に別途設置した水タンクから塩ビ管を通して水を供給することで材齢7日まで湿潤養生を行った。SLより上部の面は、保水養生テープを用いて材齢28日まで封かん養生を行った。コンクリートの外観状況を確認したところ、SL下部の曲面部は勾配がついているため、通常のセントル型枠のブロックでは空気泡が残っているが、本型枠構造を適用したブロックでは、空気泡は非常に少なく良好な仕上がりであることを確認した(図-4)。品質向上効果を確認するため、非破壊試験として、材齢42日にて表層透気係数、表面吸水速度²⁾の測定を行った。測定は、打設ブロック12mの中央、ブロック中央から坑内側4m、ブロック中央から坑口側4mの3箇所とした。測定結果を図-5、図-6に示す。排水湿潤連続養生における表層透気係数は、セントル部と比べて1/100以下、表面吸水速度P600はセントル部と比べて、1/6以下となっており、コンクリートの表面品質が著しく向上していることを確認した。

5. まとめ

覆工コンクリートのSL下部に排水湿潤連続養生を適用するために新たな型枠構造を考案し、実構造物へ適用した。SL下のセントルを内空間側にセットバックし、透水板、透水性シート等が一体となったユニットを設置することで、セントルが移動後も型枠ユニットを残置することができるため、脱型をせずに湿潤養生ができた。その結果、覆工コンクリートの施工サイクルを保ちつつ、排水湿潤連続養生を適用することが可能となった。

参考文献

- 1) 臼井ら:排水・湿潤連続養生によるコンクリートの耐久性向上技術の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.1, pp1558-1563, 2014.7
- 2) 国土交通省 東北地方整備局:コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)(トンネル覆工コンクリート編), 2015.5

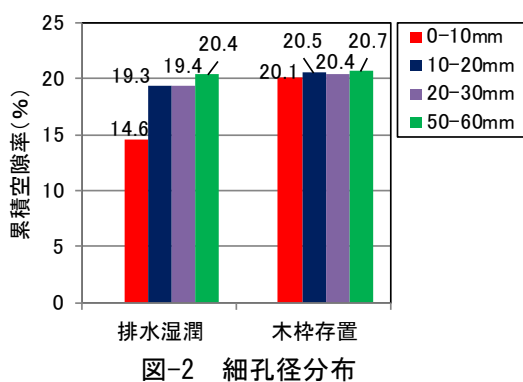


図-2 細孔径分布

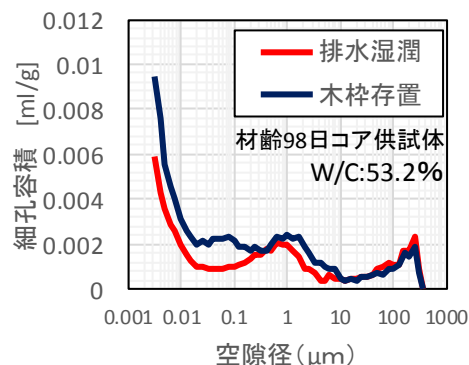


図-3 0-10mmの細孔径分布

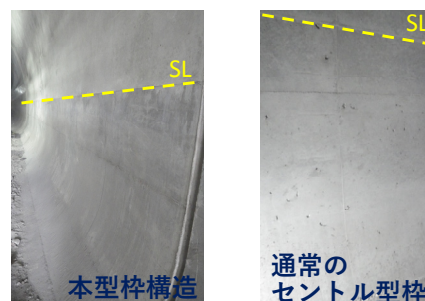


図-4 コンクリートの外観

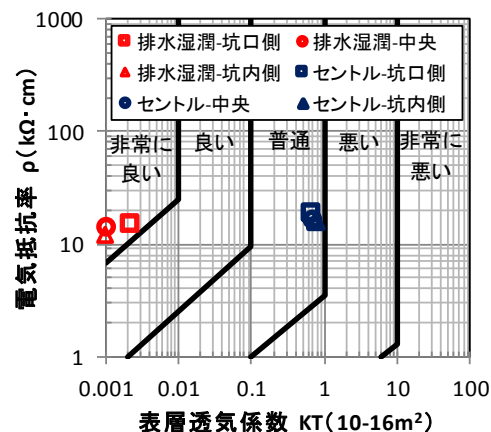


図-5 表層透気係数

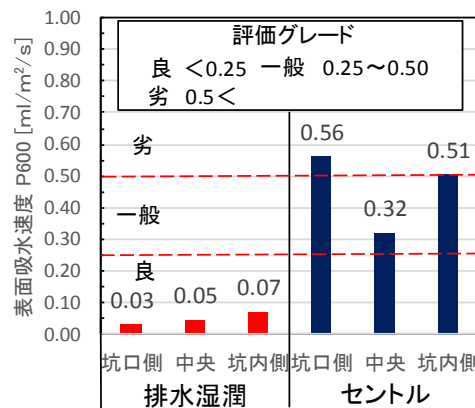


図-6 表面吸水速度 P600