

山岳トンネルの覆工コンクリートに関する養生システムの導入・開発

(株)フジタ東北支店 正会員 ○三上 浩
(株)フジタ東北支店 横浜敏則
(株)フジタ建設本部 正会員 三河内永康

1. はじめに

現在、国土交通省東北地方整備局発注のトンネル工事では、坑口部の覆工コンクリート（概ね坑口部より20m区間の2スパン）は、コンクリート打設後、型枠脱型まで7日以上初期養生期間を確保することが、特記仕様書により規定されている。東北地方整備局では、平成28年5月に『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）』が策定され、十分な耐久性を持つ覆工コンクリートを構築するために、各施工者が様々な養生方法を行っている。

ここでは、国道45号田老地区道路工事の覆工コンクリートにおいて、既存の養生技術を導入・改造するとともに、新たな技術を安価に開発したため、その効果について報告するものである。

2. トンネルの概要と気象・施工条件

田老地区道路工事は、三陸沿岸道路「宮古田老道路」のうち、田老第1トンネル（L=455m）、田老第2トンネル（L=674m）等を構築するものである。トンネルは、岩手県宮古市田老地区の海から約1km内陸に入った場所に位置し、最低気温が-10℃を下回るとともに、河川に面しているため海からの風の通り道となっている。

覆工コンクリートは、国土交通省が設置する公共生コンプラントからコンクリートが供給され、配合は、最小セメント量を確保しつつ、設計基準強度18N/mm²である標準仕様基準（18-15-40BB）を採用している。

3. 養生システムの概要

今回の養生システムは、図-1に示すように、セントルバルーンによる保温・保湿養生、ドラム缶蒸気による湿潤養生、発砲スチロール養生台車による保温・保湿養生を、コンクリート打設後から打設6日目まで行なった。

コンクリート打設後から打設4日目までは、型枠（セントル）メーカーの市販品であるセントルバルーンを導入した。セントルバルーンは、セントルの前後でトンネル断面を全てシート及び空気膜（バルーン）で密閉するものである。セントル型枠面

から約7.5mの前後に設置されるため、打設が完了した前ブロック（L=10.5m）の全体を養生することができない。そこで、セントルバルーンの範囲を1ブロック分（L=10.5m）に延長（長尺化）した。

また、「寒中コンクリート施工指針・同解説（日本建築学会）」に示されている式により1時間あたりの熱損失量を求めて、最大6台のジェットヒーターによる給熱方法を導入した。

セントルバルーン内は、コンクリート表面を湿潤状態にするために、ドラム缶（200ℓ）に水を供給し、加熱装置（投込みヒーター）により水を80～100℃程度まで煮沸させて蒸気を発生させる蒸気養生を行なった。

コンクリート打設4日目から6日目までは、アーチ形状の中古架台台車に市販の発砲スチロール板（密度27kg/m³以上）をはめ込み、コンクリート表面から約50cm内側を覆った。この台車は、セントルの移動と同時に行なうこととしたため、第1トンネルでは台車の片側端部にバルーンを設けて密閉し、空気の流動を遮断する構造とした。しかし、脱型後のセントル移動時に、セントルバルーンが先に前に行ってしまう発砲スチロール保温養生台車が後で移動したため、保温・保湿が確保できなかった。そこで、第2トンネルでは台車の両側

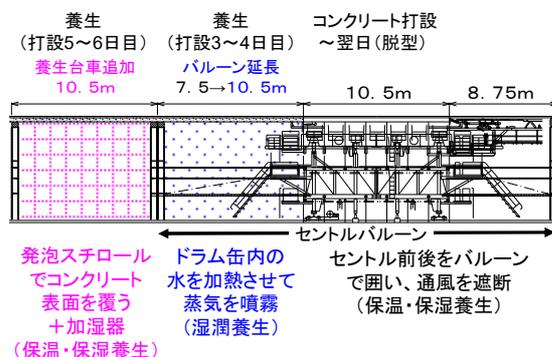


図-1 養生システムの全体図

キーワード トンネル, 覆工コンクリート, 養生, 透気係数

連絡先 〒980-0803 仙台市青葉区国分町2-14-18 (株)フジタ東北支店 TEL022-262-1601

にバルーンを設置するとともに、市販の加湿器4台により保温・保湿状態を確保した。

4. 養生結果

養生システム内の温度と湿度の平均を、トンネル別に図-2に示す。温度に関しては、特に第1トンネルは冬期打設となり坑内温度が10℃を下回っていたが、セントルバルーン、発泡スチロール台車共に10℃以上上昇させることができた。湿度に関しては、特に発泡スチロール養生において、第2トンネルは第1トンネルよりも密閉度と加湿を増加させたため、セントルバルーン内の湿度よりも良好な結果となった。

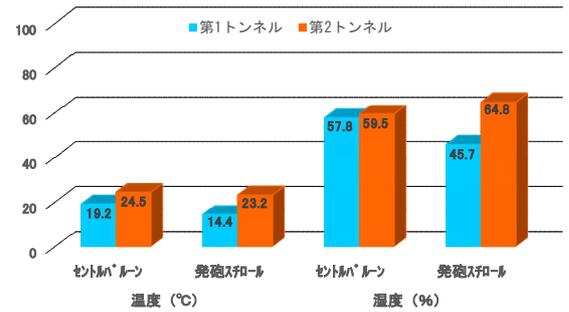


図-2 養生システム内の温度・湿度分布

養生システム全体の効果を確認するために、表層透気試験 (Torrent 法) を実施した。第1トンネルでは坑門を除く覆工43ブロック (以下、BLとする) 中15BL (両坑口の5BLずつと坑内5,10BLずつ)、第2トンネルでは坑門を除く64BL中17BLで行った。透気係数は各BLの左側壁と右側壁、天端の3箇所測定し、その平均値を表している (図-3参照)。透気係数は、第1トンネルよりも第2トンネルの方が約30%向上し、養生システムの改良の効果が得られたと考えられる。

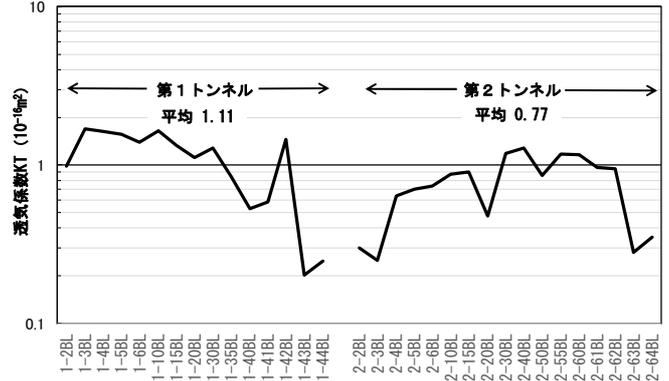


図-3 各トンネルにおける透気係数

田老トンネルでは、坑口約20mはセントルを7日以上存置している。また、それ以外にも段取り替えや年末年始及び夏期休暇等により、存置することがある。セントルの存置期間と透気係数の関係を図-4に示す。セントルを存置する日数が1週間前後であれば、透気係数はあまり変化がないことが分かった。

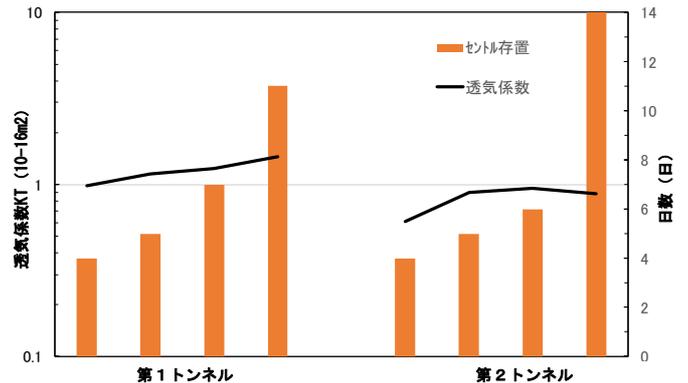


図-4 セントル存置日数と透気係数

今回の養生システムは、いろいろな技術を組み合わせて実施した。養生システム内の技術内訳と総養生日数と透気係数の関係を図-5に示す。セントルを存置しただけと比較して、養生システムにより総養生日数を長くする方が良好な透気係数値を得られることが確認できた。どの養生技術を用いて総養生日数が同程度であれば、透気係数も同じような結果となった。

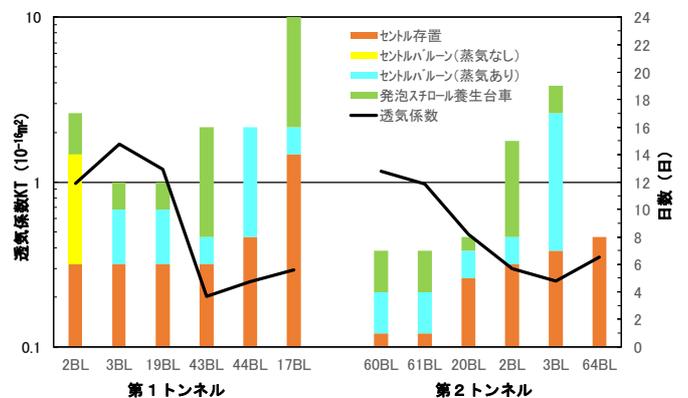


図-5 養生システムの日数と透気係数

5. まとめ

コンクリート打設後から6日目まで、セントルバルーンによる保温・保湿養生、ドラム缶蒸気による湿潤養生および発砲スチロール養生台車による保温・保湿養生を用いた約1週間の養生システムを安価に開発した。このシステムにより、コンクリート表層部の緻密性が向上し、耐久性がある覆工を構築できた。

参考文献

- ・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)
- ・現場簡易透気試験による実構造物コンクリート表層の透気性評価とその相互比較 (第35回土木学会関東支部技術研究発表会)