

66 時間型枠存置が可能な「ツインアーチフォーム (TAF) 工法」の開発

鹿島建設 (株) 正会員 ○近藤 啓二 西岡 和則
 鹿島建設 (株) 正会員 坂井 吾郎 安齋 勝

1. はじめに

覆工コンクリートの品質を向上させるために、型枠存置期間を長くする方法が考えられる。本稿は、66 時間型枠存置が可能な新工法について報告する。

2. 従来工法の課題

覆工コンクリートの脱型時期は、「打設したコンクリートの強度が自重に対して十分安全な強度に達するまで取り外してはならない」とされている。一般的な 2 車線道路トンネル断面で厚さ 30cm の無筋コンクリートの場合、圧縮強度が 2~3N/mm² に達した時期、材齢に換算すると約 12~20 時間、平均で 18 時間程度になる。また、積算上の施工サイクルより、2 日に 1 回打設することになり、実際の現場では、朝 8 時から打設を開始すれば、14 時までには打設が終了し、翌朝の 8 時にセントルをダウンすれば、ちょうど 18 時間型枠を存置することになる。

ある現場で実際に打設した覆工コンクリートの内部温度を測定した結果を図-1 に示す。このグラフによると、コンクリートの内部温度のピーク（つまり、最もセメントの水和反応が活発な時期）は打設完了後約 21 時間であり、18 時間の時点では、水和反応はピークの手前であることがわかる。すなわち、18 時間で脱型すると十分な水和反応が得られなくなり、その結果、コンクリートの強度増進を妨げ、コンクリート表面の緻密化も進まないことになる。そのため、トンネル貫通後に風が通り抜けて坑内環境が急激に変化した時に、乾燥収縮ひび割れが発生する一因になっていると考えられる。

3. 本工法の概要

型枠の存置期間を延長するには、①工程を調整して 1 台のセントルを長時間存置すること、②セントルを 2 台用意して交互に打設することにより、セントルを長時間存置すること、が考えられる。①の場合、工程の調整は現実にはできないことがほとんどである。②の場合、2 台のセントルを適切な離隔をとって移動させる施工の煩雑さと、充填不良の可能性がある両側ラップの打設も増えることが問題となり採用が難しい。

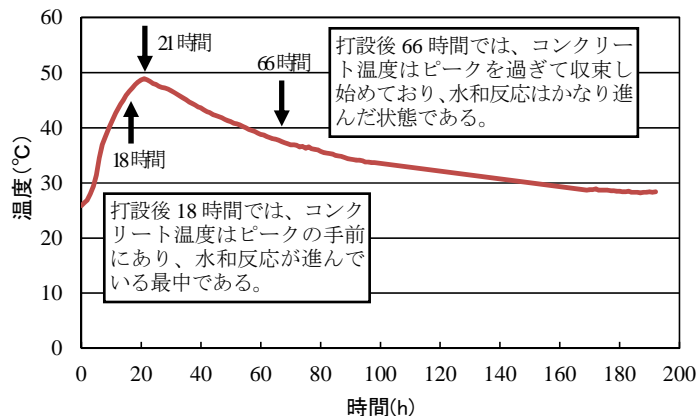


図-1 覆工コンクリート内部温度の経時変化

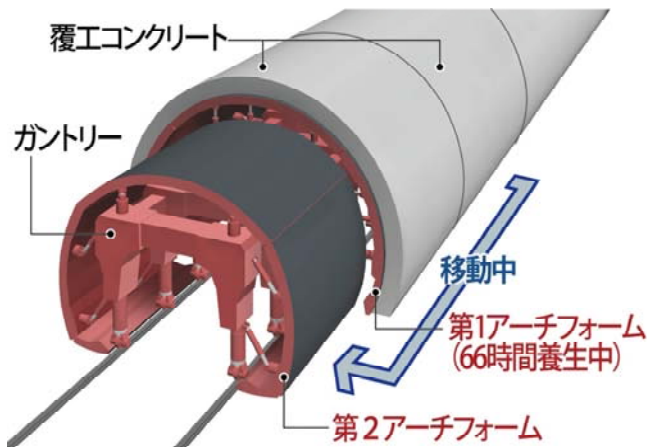


図-2 TAF工法

今回開発した、型枠を 66 時間存置可能な「ツインアーチフォーム工法」(以下、TAF 工法と呼ぶ)を図-2 に示す。2 台のフォームと 1 台のガントリーを分離可能な構造として、1 台目のフォームはガントリーで支持された状態でコンクリートを打設し、その間 2 台目のフォームはガントリーの支持なしで自立させ、66 時間の型枠存置期間を確保できる構造とした。66 時間とは、18 時間+48 時間である。TAF 工法の施工手順を図-3 に示す。

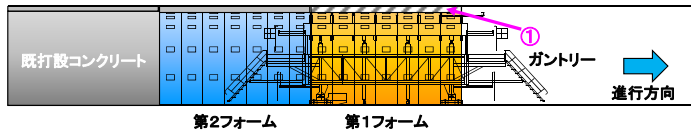
4. 小規模模擬試験による型枠存置効果の確認

図-1 を見ると、66 時間ではコンクリートの内部温度は下降線にあるため、水和反応は 18 時間よりもかなり進んだ状況であり、この時点で脱型した方がコンクリートの品質が向上すると考えた。そこで、図-4 に示す小規模模擬試験にて、18 時間脱型と 66 時間脱型の効果を比較

キーワード 山岳トンネル、覆工コンクリート、セントル、脱型、透気係数

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設株式会社 土木管理本部 TEL 03-5561-2049

①第1フォーム打設完了

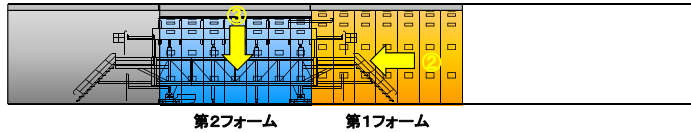


②18時間経過：ガントリーダウン（第1フォーム自立）

→ガントリーのみ後退

③第2フォームをガントリーで把持

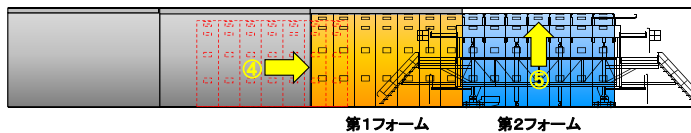
→（すでに66時間経過した）第2フォームダウン



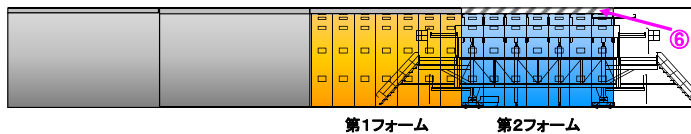
④20時間経過：第2フォーム縮径

→ガントリーと共に第1フォーム内をくぐり抜け前進

⑤第2フォームセット



⑥48時間経過：第2フォーム打設完了



⑦66時間経過：ガントリーダウン（第2フォーム自立）

→ガントリーのみ後退

⑧第1フォームをガントリーで把持

→66時間経過した第1フォームダウン

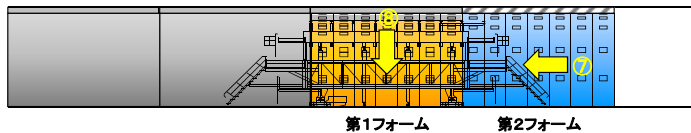


図-3 TAF工法施工手順

した。コンクリート供試体は、一辺 30cm の立方体で 5 面を発泡スチロールで断熱し、残りの 1 面に鉄板を被せてセントルを模擬した状態で、21-18-25N のコンクリートを打ち込み、所定の時間で脱型した。

図-5 に透気係数の比較を示す。18 時間脱型では約 $2.0 \times 10^{-16} \text{m}^2$ に対して、66 時間脱型では約 $0.2 \times 10^{-16} \text{m}^2$ と 1 オーダー緻密化している。図-6 に脱型時圧縮強度の比較を示す。18 時間の脱型時圧縮強度約 2N/mm^2 に対して、66 時間では約 10N/mm^2 に強度が向上している。以上から、66 時間型枠を存置すれば、コンクリート表面の緻密さの向上、及びコンクリート自重に対する脱型時強度の安全率向上により、品質向上とひび割れ抑制効果が期待できると考えられる。

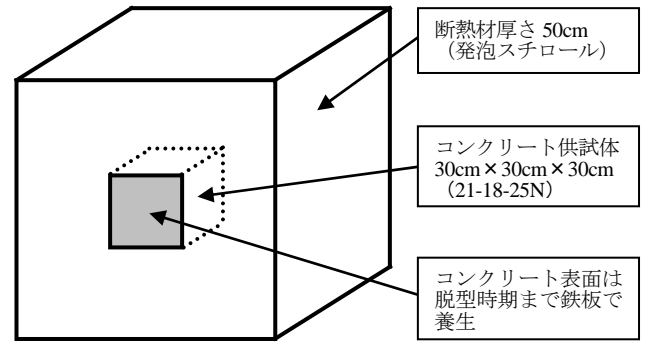


図-4 小規模模擬試験

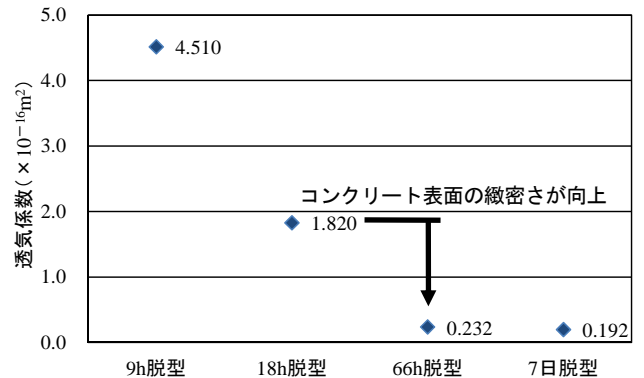


図-5 透気係数

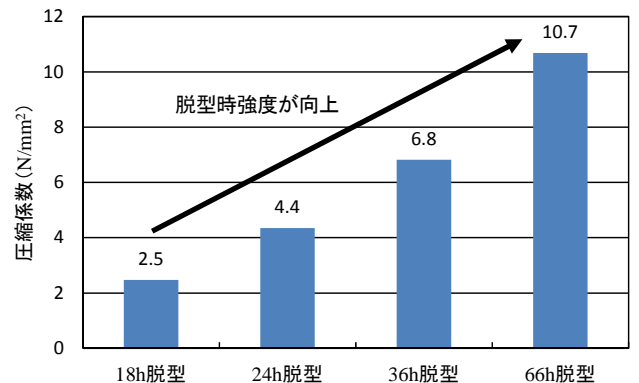


図-6 脱型時圧縮強度



写真-1 セントル仮組み（くぐり抜け状況）

5. あとがき

写真-1 にセントルの仮組み状況を示す。TAF工法は、現在1号機が稼働しており、2日に1回の打設サイクルで、66時間脱型が達成できている。今後、66時間型枠存置による硬化コンクリートの品質向上及びひび割れ抑制効果について検証を行っていく。