

トンネル坑門工への排水湿潤連続養生の適用

大成建設 九州支店 正会員 ○鈴木 修

大成建設 東北支店 正会員 森島 伸吾

大成建設 技術センター 社会基盤技術研究部 正会員 直町 聡子 白井 達哉

1. はじめに

著者らは、これまでに橋梁の壁高欄や壁部材、トンネル覆工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⁾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。これまで、壁部材については高さ5m程度まで適用実績があるが、トンネル坑口は、高さが約10m壁部材であり、かつ通常リフト分割せず一度の打込みで構築する。そのため本研究では、坑門工壁面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、排水後の湿潤養生方法を考案し、実構造物に適用した。

2. 型枠構造の改良

2.1 透水板の補強

高さ5m程度までの壁部材では、透水板をせき板として使用し、透水性シートを貼り付けで排水湿潤連続養生用の型枠としていた。しかし、高さ10m程度の坑門工の壁部材では、透水板のみをせき板として使用するとコンクリートの側圧に対する剛性不足により透水板がたわみ、仕上がりに影響する可能性があった。そのため、透水板に木製型枠による補強を行い、型枠剛性不足による仕上がり不良を防止した。さらにコンクリートの側圧に対しては木枠で対応することとしたため透水板は、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た。

2.2 余剰水排出後の湿潤養生の方法

通常の5m以下の壁部材では、天端部の湛水等により透水板、透水性シートに給水することで湿潤養生を実施してきた。しかし、壁の高さ10mとなると天端部一か所からの給水のみでは下端まで養生水が行き渡らず均一な湿潤養生

としない可能性が懸念された。そのため、天端部からの湛水による給水に加え、壁の高さの中間部の余剰水の集め回収する排水孔を給水孔として使用することとした。その結果、養生水の流動距離を短くすることができ、天端から下端まで均一な湿潤養生を実施できると考えた。(図-1)

3. トンネル坑門工への排水湿潤連続養生の適用

高さ9.5m、幅25.5m、壁厚0.5mの坑門工の壁面に排水湿潤連続養生を適用した。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る。本研究にて考案した排水湿潤連続用の型枠を組立て後、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。写真-1に余剰水の排水状況を示す。壁高さ約

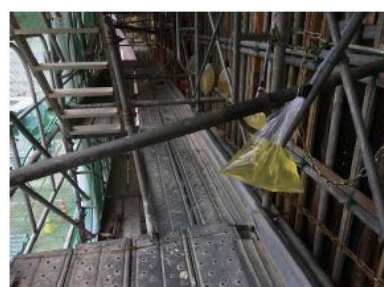


写真-1 余剰水排水状況

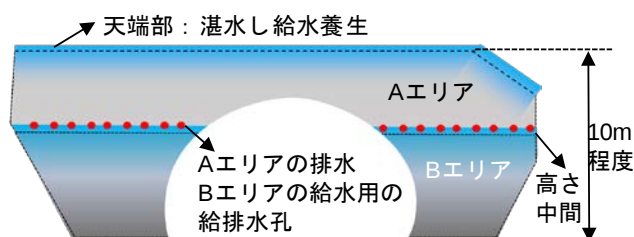


図-1 エリア境界部の排水孔概要



写真-2 坑門工の外観状況

キーワード 坑門工, 排水湿潤連続養生, 透水型枠, 余剰水, 表層品質

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL045-814-7228

4.5m に設置した排水孔から回収した余剰水の排出量は 0.98kg/m³であった(写真-1)．壁下端では、コンクリートの自重による圧力が中間部よりも大きいことからより多くの余剰水が排出されていると考えられる．余剰水の排出後、天端部の湛水、壁中間部の給水孔からの給水により湿潤養生を材齢 7 日まで実施した後に脱型を行った．写真-2 に、坑門工のコンクリートの外観を示す．コンクリートの外観は、余剰水の排水の効果により空気泡もない仕上がりとなった．

本養生技術適用による品質向上効果を把握するため、リバウンドハンマーの反発度(JIS A 1155)、表層透気係数²⁾、表面吸水速度³⁾を測定した．表層透気係数、表面吸水速度を測定する前にコンクリートの含水率(T 社, CMEXII)を測定した．表層透気係数は各測定位置で 3 点、表面吸水速度は 2 点測定し、その平均値を測定結果とした．測定位置について、排水湿潤連続養生部は、坑門工壁面上部(天端から 1.0～1.5m)、中部(天端から 3.5～4.0m)、下部(天端から 8.0～8.5m)のにて測定を行った．また、品質向上効果を検証するために木枠存置(7 日間)を行った坑門工壁面の背面側の天端から 0～0.5m の位置にて同様の測定を行った．測定材齢は 20 週である．

表-1 に反発度、表-2 に含水率、図-2 に表層透気係数測定結果、および図-3 に表面吸水速度測定結果を示す．表-1 より、反発度は、木製型枠部よりも約 1.2 倍大きな値を示しており表層部分の硬度(強度)が向上していることが確認できた．表-2 より、含水率は型枠種類によらず 4.2-4.4%であり、表層透気係数と表面吸水速度測定における含水率の目安 5.5%以下³⁾であることを確認した．図-2 および図-3 より、排水湿潤連続養生の方が木製型枠部よりも表層透気係数および表面吸水速度が 1/20 程度小さい値であり、表層品質が著しく向上していることが確認できた．また、本養生技術を適用した坑門工の上部と下部において表層透気係数、表面吸水速度ともに同程度であった．本養生技術は高さ方向の影響は非常に小さく、余剰水の排出が下部よりも若干少ないと考えられる上部においても十分な品質向上効果が得られることを確認した．

6. まとめ

本研究では高さ 9.5m のトンネル坑門壁部に排水湿潤連続養生を適用した．透水型枠は合板で補強することで、コンクリートを一括で打込むことを可能とした．余剰水の排出後の湿潤養生は、天端湛水に加え、給水孔を排水孔として使用することで排水湿潤養生を適用することができた．

表-1 反発度測定結果

	坑門工			木枠
	下部	中部	上部	
反発度	47.4	47.9	49.4	39.6

表-2 含水率の測定結果

	排水湿潤養生			木枠 存置
	下部	中部	上部	
含水率	4.3%	4.2%	4.3%	4.4%

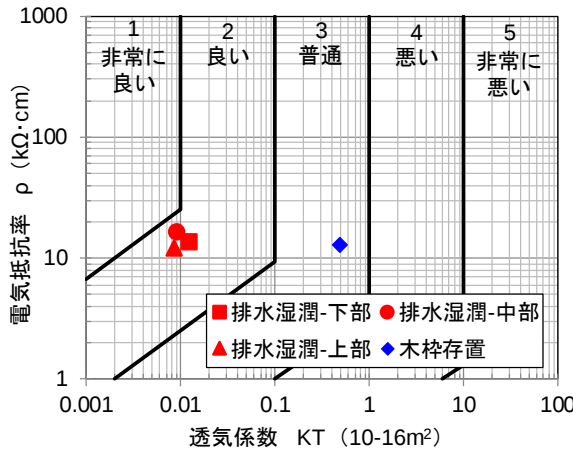


図-2 表層透気係数の測定結果

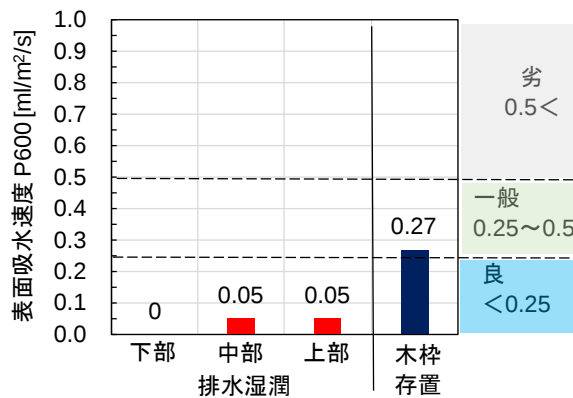


図-3 表面吸水速度の測定結果

参考文献

1) 臼井達哉, 他: 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, コンクリート工学テクニカルレポート, Vol.53, No.10, 2015.10

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

3) R.J.Torrent and G.Frenzer: A method for the rapid determination of the coefficient of permeability of the concrete, Proceedings of the International Symposium Non-Destructive Testing in Civil Engineering, pp-985-992,1995.9