

覆工コンクリート給水養生工法の開発と養生効果

ー 覆工コンクリート全面の均一な給水養生 ー

大成建設 名古屋支店 正 会 員 ○檜山 将太
 大成建設 土木本部 正 会 員 須藤 敏明
 大成建設 土木技術研究所 正 会 員 臼井 達哉
 東京大学 生産技術研究所 フェロー会員 岸 利治

1. はじめに

覆工コンクリートの高品質化，長寿命化技術の1つとして養生工法をあげることができる。

覆工コンクリートのトンネル軸方向の打設延長は 10.5m から 12.5m であり，周長が 23m 程度あるため，1 回あたりの養生面積は約 230m^2 にもなる(図-1)。また，養生面は図-2 に示すように曲面であり，天端部は天地逆，肩部から側壁部にかけては鉛直壁へと変化する。このため，覆工コンクリートの養生は，重力に逆らう天端部への均一な給水を行い，肩部から側壁部にかけては養生水の速やかな分散を図る必要がある。

筆者らの一部は，各種養生工法を現場適用してきたが，覆工コンクリート表面を均一に給水養生することの難しさを実感してきた。本報では，筆者らの一部が開発した，少ない水量で均一な給水養生ができる工法の特徴と，その効果について報告する。

2. 養生システムの構成および特徴

2-1 養生システムの移動および設置

養生システム全体を搭載する架台は，ブラケットにより支持されたレール上を移動する。移動用の車輪は蛇行を防止する機構を備え，トンネルが急勾配でなければ人力で移動可能である。

また，レール端部に電動チルホールを設置して牽引すれば，レール設置から移動完了まで，2 名編成で 1 時間以内に作業完了できる(写真-1, 2)。

2-2 肩部から側壁にかけての養生材料

肩部から側壁部では，天端部から供給した養生水が速やかに分散することを要求機能とした。基材として，写真-3, 4 に示す三角錐状の突起を千鳥配置した『特殊凹凸マット』を開発した。ポリプロピレン製のため化学的に安定しており，耐久性が高い。また， $400\text{g}/\text{m}^2$ と軽量ながら，展張時にしわにならない強度がある一方，養生面への追従性が良好である。コンクリートと接する凹凸の頂点側には，不織布を溶着している。なお，このマットは，天端部から脚部にかけて全周に設置する。このマットには，以下の特徴と機能がある。

・突起先端の面積が 3mm^2 と小さく(面積比 9%)，コンクリート表面との接触面積が小さいため，養生水の流れを阻害しない。また，突起が千鳥配置されているため，短い流下距離で養生水が急速に拡散する(図-3)。

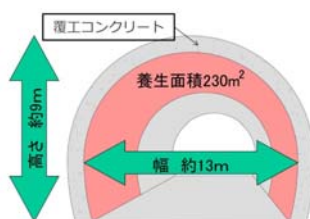


図-1 覆工コンクリートの養生

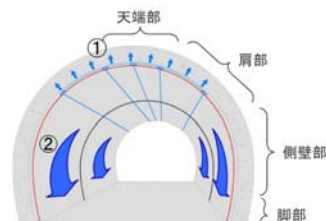


図-2 均一な養生ための機能



写真-1 養生システム全景

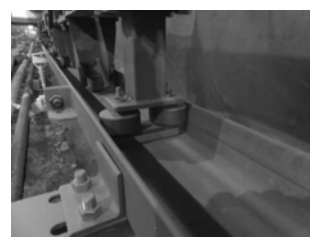


写真-2 蛇行防止ローラー



写真-3 特殊凹凸マット

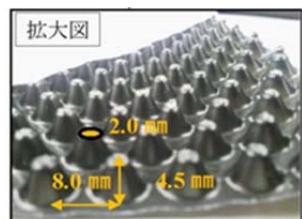


写真-4 拡大

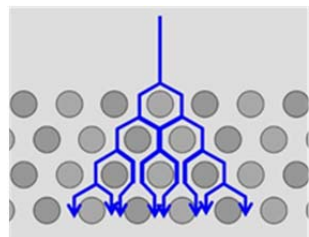


図-3 養生水の平面分散効果

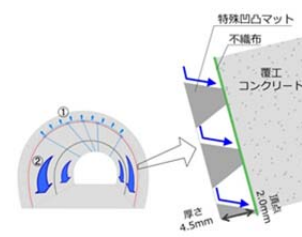


図-4 養生水の断面分散効果

キーワード 山岳トンネル，覆工コンクリート，給水養生工法，均一性，透気係数，反発度，圧縮強度

連絡先 〒163-0606 新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株)土木本部土木技術部トンネル技術室 TEL03-5381-5271

・養生水は重力により凹凸マットの凸部に集中するが、突起によりコンクリート表面に誘導される（図-4）。

2-3 天端部の養生材料

天端部の養生材料の要求機能は、重力に逆らう給水である。写真-5 には、材料選定と試験施工を経て決定した『特殊薄膜不織布』を示す。コンクリートに接する面には、格子状の樹脂製フィルムを溶着加工した。毛細管力を発揮する不織布は厚さ 1.5 mm である。格子状の樹脂フィルムにより、養生水の拡がりがスムーズとなった。また、養生システム全体の移動時に、不織布をコンクリート面から剥がす際に、不織布がほつれることがなくなり、養生材料の交換が不要となった。これらの機能により、より少ない養生水で重力に逆らう均一な給水を達成できる。

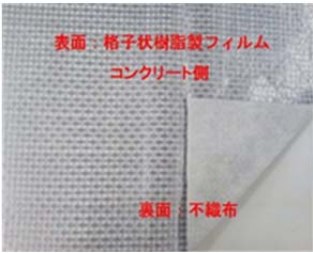


写真-5 特殊薄膜不織布

2-4 給水システム

給水は、給水タンク、給水ポンプ、圧力計、流量計を介して 5 本のホースから散水する(図-5)。給水ポンプからの給水量と圧力の関係は予め測定しており、圧力管理により給水量を調整できる。常設の給水ラインから給水しておけば、制御盤内のタイマーと電磁弁制御により、多数のスパンの給水養生を自動で行うことができる(写真-6)。

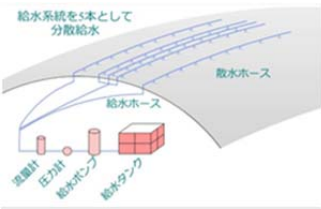


図-5 給水システム概要図

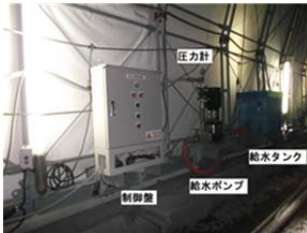


写真-6 給水システム

3. 施工方法

上記の材料と給水管は予め工場では一体化加工して、めがね巻状の荷姿で搬入する(写真-7)。重量は 1 スパン 10.5m あたり約 90 kg となる。高所作業車で架台



写真-7 現場搬入荷姿



写真-8 展張状況

の天端部に挿入し、梱包用バンドを解くと左右に拡がり、ずれ止めを施して設置完了となる(写真-8)。養生マットは、バルーンを用いてコンクリート面に密着させる。給水試験の結果、天端から 2 分間給水後、5 分間休止を 2 回繰り返すことで、覆工コンクリート内面を均一に給水養生できることを確認した。この場合の給水量は、約 240 リットルとなる。給水養生後、コンクリート表面の湿潤状態の変化を 3 時間ごとに観察した。コンクリート表面は 24 時間後でも湿潤状態を維持していたため、給水サイクルを 1 日 1 回とした。また、コンクリート表面が湿潤状態であるばかりでなく、不織布から覆工コンクリートに養生水が吸水されていく状況を観察により確認した。

4. 養生効果

本工法、封かん養生、無養生の効果を調べるために、幅 0.5m×高さ 1.0m×厚さ 0.3m の室内供試体を作製した(写真-9)。配合は、30-18-20N, W/C=53.5%, W=170 kg/m³, C=318 kg/m³ である。翌日に型枠の 1 面を取り外して、各工法により養生を 7 日間実施した。材齢 28 日の結果を表-1 に示す。トレント法による透気係数は、本工法では封かん養生に対して 1 オーダー、無養生に対して 2 オーダーの改善がみられ、コンクリート表面の大幅な緻密性向上を確認した。また、無養生に対して、反発度では 9%、コア抜き供試体の圧縮強度では 7%の増加を確認できた。



写真-9 室内供試体

5. おわりに

今後、コンクリートの耐久性向上のために、最も適切な給水量を見出していくことが必要であると考えている。コンクリートがその性能を最大限発揮できるように、本養生工法の一層の発展を図ることとしたい。

表-1 透気係数、反発度および圧縮強度(材齢 28 日)

	本工法	封かん	無養生
透気係数(×10 ⁻¹⁶ m ²)	0.029	0.495	1.243
反発度	38.3	38.0	34.9
圧縮強度(N/mm ²)	40.5	38.5	37.7

参考文献 1) 須藤, 臼井, 岸: 覆工コンクリート給水養生工法『キュアマイスター®』の開発, 建設機械, 2016 年 7 月号。