

吹上げ方式により打設する覆工コンクリートの流動および充てん状況について

安藤ハザマ 正会員 ○小池 悟
 安藤ハザマ 正会員 小野里みどり
 安藤ハザマ 正会員 多宝 徹
 安藤ハザマ 正会員 齋藤 淳

1. はじめに

山岳トンネルの覆工コンクリートの天端部の施工は、吹上げ方式¹⁾による施工が一般的である(図-1 参照)。しかし、吹上げ方式による打設はコンクリートを 10 m 程度流動させて打設するため、長距離のコンクリートの流動による品質面の問題が懸念される。そこで、筆者らは模擬型枠を用いて、覆工コンクリートの天端部の流動および充てん状況の確認実験を行った。

2. 吹上げ方式による打設

矢板工法時代の覆工は、覆工天端部に打設用の配管を設置し、引き抜きながら打設する引抜き方式での施工であった(図-2 参照)。その後、コンクリートポンプの性能向上に伴い、NATM が主流となるころに吹上げ方式の打設に変わった。引抜き方式では、コンクリートの投入箇所が随時移動し、コンクリートの連続性を保つのが難しかったのに対し、吹上げ方式は 1 箇所から連続的に打設を行えるため、相対的に覆工コンクリートの品質は向上した。一方で、天端部のコンクリートの流動距離に着目すると、その距離は長くなり、一般の土木構造物と比べるとかなり特殊な打設方法となった。

3. 実験結果

(1) 打設概要

実験に用いた型枠はトンネルの覆工コンクリートの天端部を実物大で模擬し、延長方向に 10.5 m、横断方向に 5 m とした(写真-1 参照)。内型枠はトンネル現場のセントルを再現し、外型枠は地山を模した。外型枠の天端部にはアクリル製の観察窓を設けた。打設方法は吹上げ方式を採用し、パイプレータによる締固めは天端の窓および妻板側より実施した。

(2) 打設状況

コンクリートの打設数量 20 m^3 は、生コン車 5 台(4 m^3 ずつ)で打設し、硬化後に流動状況を確認できるように、異なる色で着色した。コンクリートはすべて天端の吹上げ口から打設した。写真-2, 3 に硬化後のコンクリート上面・下面を示す。1~2 台目で打設したコンクリートは、最初は吹上げ口から肩部にかけて横断方向に流動し、次第に図-1 に見

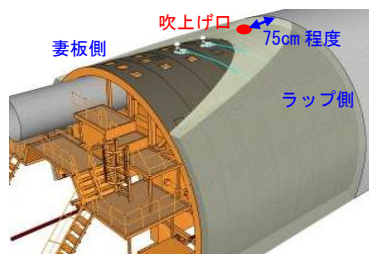


図-1 吹上げ方式による打設

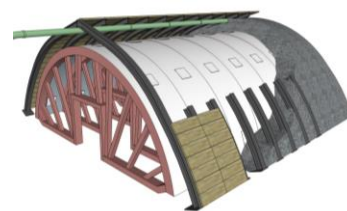


図-2 引抜き方式による打設

表-1 矢板工法と NATM の打設方式の違い

	矢板工法	NATM
打設方式	引抜き方式	吹上げ方式
打設範囲	上半	全断面
覆工厚	40~70cm 程度	30cm
スランブ	12cm 程度	15cm 程度
最大骨材寸法	40mm	40mm



写真-1 模擬型枠外観

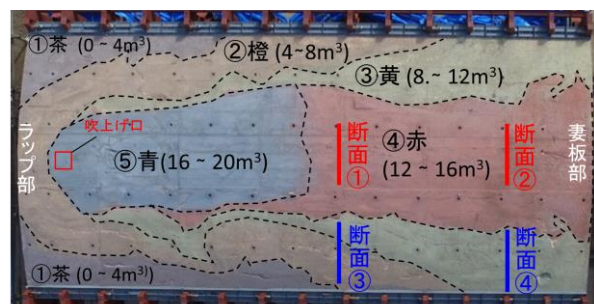


写真-2 硬化コンクリート上面

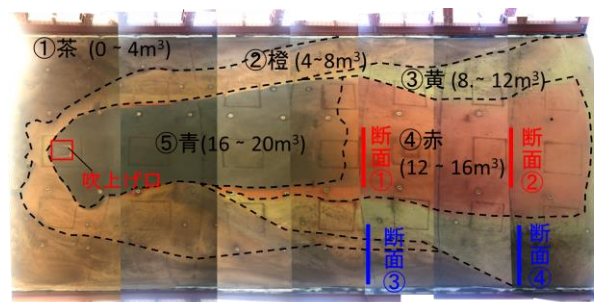


写真-3 硬化コンクリート下面(上下反転)

キーワード トンネル、覆工、コンクリート、吹上げ方式

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 安藤ハザマ技術研究所 TEL 029-858-8800

られるような形状に充填されていく。その後、端部も徐々に充てんされ、3 台目投入終了時には覆工内面を覆い妻板から 3 m 位置まで到達している(図-3, 図-4 参照)。その後の 4 台目(赤), 5 台目(青)のコンクリートは、3 台目までに投入されて覆工内面を覆っているコンクリート(茶, 橙, 黄)を押出しながら充てんされる。写真-3 から、打設完了時点で 4 台目(赤), 5 台目(青)のコンクリートが天端の内面側に帯状に表れているのが確認できる。4 台目(赤), 5 台目(青)のコンクリートのバイブレータによる締固めは、妻板側から部分的に行っているだけであり、天端部の大部分は締固めを行うことができない。従来、覆工天端部内面の仕上がりはバイブレータの締固めにより担保していたと考えられていたが、今回の実験からはバイブレータの締固めを行っていないコンクリートがきれいに充てんされていることがわかった。

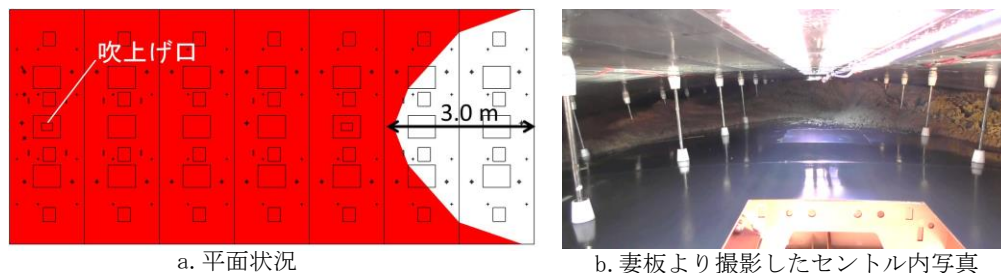


図-3 3 台目打設完了時点のセトル内状況

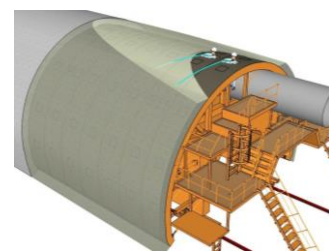


図-4 3 台目打設完了時点の充てん状況のイメージ

(3) コンクリート流動による材料分離について

コンクリート流動による材料分離を確認するために、硬化後のコンクリート切断面を用いた画像解析から算出される骨材量より骨材の分布状況を確認した。解析は写真-2 に示す中間部と妻板側の天端部と肩部の 4 断面で行った。この解析断面毎に 20×20 cm の領域を 6 箇所設定し、6 箇所の骨材量のばらつきから、天端部、肩部の材料分離の傾向を調べた(図-5 参照)。骨材量の値は解析範囲に対する骨材の面積で求め、ばらつきを評価するために標準偏差を算出した。

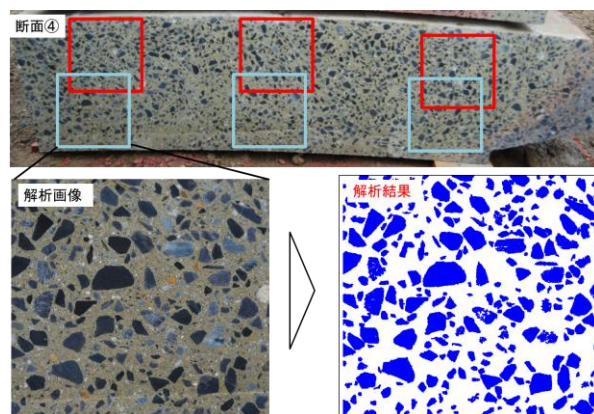


図-5 画像解析概要

表-2 に画像解析による結果を示す。表-2 より、妻板側の肩部(断面④)において、顕著に標準偏差が他の場所と比べて 2 倍程度に大きくなっていることが確認できる。一方、天端部において、中間部(断面①)、妻板側(断面②)ともにばらつきが少ないことが確認できる。

表-2 画像解析結果

4. まとめ

実物大の模擬型枠を用いた覆工コンクリート天端部の流動後の品質および充てん状況を確認した。

従来、覆工天端部については、10 m ものコンクリートを流動させることから、コンクリートの品質に何らかの問題があることが懸念されていた。しかし、今回の実験においては、天端部のコンクリートは流動させるというよりも、吹上げ口からコンクリートを押出しているような状態で、材料の著しい分離傾向は認められなかった。一方で、肩部のコンクリートのとくに流動距離が長くなる妻板側については、天端部に比べて材料の分離傾向が大きいことが認められた。

今後、肩部のコンクリートの打設方法を改善することにより、よりよい覆工コンクリートを打設できる可能性があると考ええる。

参考文献

- 1) 土木学会：トンネル標準示方書 [共通編]・同解説/[山岳工法編]・同解説, pp. 196, 2016.