

覆工コンクリート施工の自動打設システムの開発

－実大施工実験による施工性の検証－

Development of Automatic Casting System for Tunnel Lining Concrete
- Verification of Usability Based on the Full-Scale Casting Experiments -

松本隆太郎* 御器谷直子* Biswas Rajib Kumar* 齋藤隆弘*
Ryutaro Matsumoto, Naoko Gokitani, Biswas Rajib Kumar, Takahiro Saito

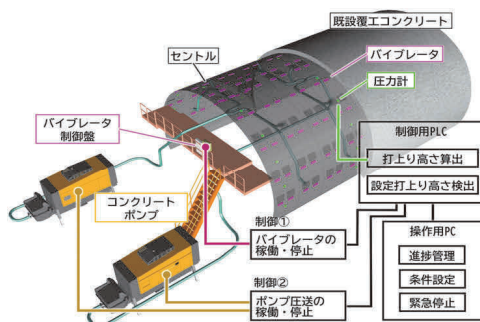
研究の目的

山岳トンネルにおけるコンクリート施工では、品質を確保するための打込み作業や締固め作業に多くの熟練技能労働者や施工管理者を必要としている一方、熟練技能労働者の不足や高齢化が問題となっており、技術革新による省力化や省人化が求められている。そこで、覆工コンクリート打設において、移動式型枠（以下、セントル）に設置した圧力計から得られる定量的な打上がり高さに基づき、ポンプ圧送と型枠パイプレータの稼働を制御する自動打設システム（以下、本システム）を開発した。実施工への適用を目的に実大規模の施工実験を行い、本システムの実用性の検証および施工後の品質確認を実施した。

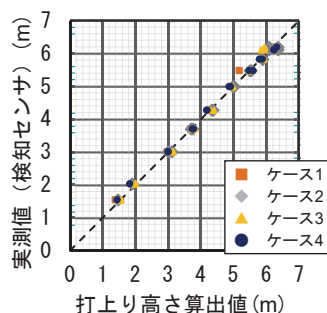
研究の概要

自動打設システムの概要を図－1に示す。本システムは制御用 PLC と操作 PC を主として構成される。制御用 PLC は、セントルに設置した圧力計により得られた圧力値からコンクリートの打上がり高さを算出し、その値に応じて制御方法を任意にプログラムできる。圧送ポンプと型枠パイプレータの制御盤は有線で本システムに接続しており、所定の打上がり高さに達するとあらかじめ設定した条件でポンプ圧送の停止、型枠パイプレータの稼働、およびポンプ圧送の再開を自動で行う。また、締固めを行う打上がり高さやパイプレータの回数、稼働時間、圧送速度の設定の他に、左右の打上がり高さに偏りが生じた際に圧送停止を行う打上がり高さの差の閾値を任意に設定できる。

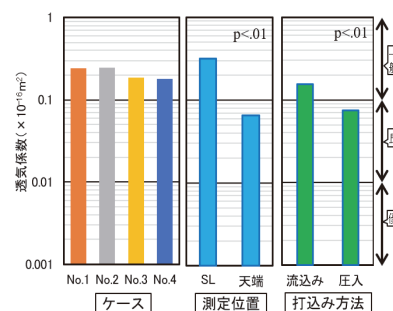
本システムの実用性の検証と覆工コンクリートの品質確認を目的に実大規模の施工実験を行った。覆工の規模は片側 1 車線の道路トンネルを模擬した内空断面積約 61m² で、中流動コンクリートを使用した。実験ケースは、ポンプ車の種類や配管系統数、配管切替回数、圧送ポンプ制御方法、打込み完了判断方法を組み合わせた計 4 ケースを設定した。圧力計に基づく打上がり高さの精度の検証（図－2）の他、測定項目は、フレッシュ性状の把握を目的にスランプフローと空気量試験、硬化物性として圧縮試験と表層透気係数試験（図－3）、出来栄として脱型後の目視による評価を行った。



図－1 自動打設システムの概要



図－2 圧力計から求まる打上がり高さ算出値と検知センサ



図－3 表層透気係数試験の結果

研究の成果

- 型枠パイプレータと圧送ポンプの稼働を制御し施工完了までコンクリートを打ち込むことができ、施工管理において本システムの実用性を確認した
 - 圧送ポンプを操作する技能労働者は不要で、型枠パイプレータは自動稼働で必要に応じ操作 PC から操作可能である
 - 圧力計の打上がり高さの精度は平均誤差の絶対値で 67mm（図－2）となり、施工管理に支障ない精度が得られた
 - 表層透気試験では一般的に求められる水準「一般」に対し、「一般」およびそれ以上の「良」が得られた（図－3）
- 一般的な施工と比べ作業に関わる人員を削減することができ、省人化につながる技術である。本システムの普及展開を見据え一部機能を実施工に適用しており、現場適用に向けてブラッシュアップを実施している。

*技術本部技術研究所土木研究グループ