

VI-186

シールド自動運転システムによる切羽の安定管理実績

建設省中部地方建設局愛知国道工事事務所
佐藤工業㈱ 正会員目加田 鎮夫
○ 山崎 裕之

1. はじめに

近年、シールド工事では合理化・省人化を目的として、全自動化への活発な技術開発が展開されている。シールド工事を全自動化するためには、構成する要素技術を自動化し、統合化する必要がある。要素技術としてシールド運転、セグメント組立、残土・資材搬送、後続設備の延伸があげられる。これらの要素技術の中でも、シールド運転は複雑に変化する地盤条件に応じて切羽の安定とシールドの姿勢を制御しなければならないため、熟練技術者の高度な判断が不可欠であり、自動化が困難な技術とされてきた。

ここに紹介するシールド自動運転システムは切羽安定制御とシールド姿勢制御をはじめ、裏込め注入制御、掘削土搬出までを統合化したもので、ボタン操作一つでシールド掘進を可能とするものである。本システムを、建設省中部地方建設局発注の庄内川共同溝工事に初めて適用した。本文は自動運転の内、切羽の自動安定管理における制御実績について報告するものである。

表-1 工事概要

工事名	平成3年度302号庄内川共同溝工事
発注者	建設省中部地方建設局愛知国道工事事務所
工 法	泥土圧シールド工法
シールド外径	φ 6, 700 mm
仕上り内径	φ 5, 450 mm
シールド延長	409.180 m

2. 工事概要および施工条件

本工事は愛知共同溝事業の一環として、庄内川をはさみ愛知県春日井市から名古屋守山区までの約444 m間に共同溝を構築するものであり、中部地方建設局で初めて技術情報募集型工事として発注されたものである。本工事の掘進路線は全線にわたって、橋脚基礎杭と近接しており、橋脚との水平最小離隔は2.0 mである。表-1に工事概要を、図-1に近接施工部断面図を示す。また、シールド通過部の土質概要を表-2に示す。

3. 切羽自動安定制御システムの特徴

本システムは土圧計測と土量計測を行い、計測結果をフィードバックしてスクリーコンベア回転数とスクリーコンベア排土口に設置されたロータリーポンプの回転数を連動制御することで、切羽土圧と排出土量を一定管理値内に維持するものである。

土圧計測に加えて、電磁流量計とγ線密度計を用いた土量計測システムにより、切羽土圧と排出土量の両面から切羽の安定を管理するため、土圧式シールドの切羽安定原理にそくした制御を行うことができる。図-2に切羽自動安定制御システム図を示す。

4. 切羽安定管理の実績分析

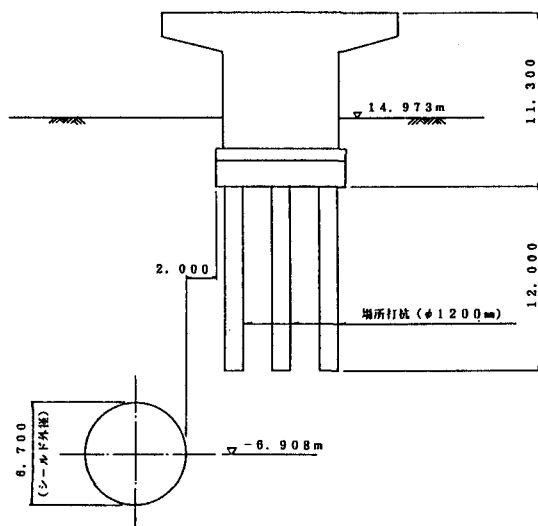


図-1 近接施工部断面図

表-2 土質概要

項 目	内 容
土 質	第三紀砂質土層と第三紀粘性土層の互層
地下水圧	2.0 kgf/cm ²
透水係数	砂質土層 1.3 ~ 2.7 × 10 ⁻³ cm/sec
N 値	30 ~ 50 以上

初期掘進時は後続設備の関係から手動運転を行い、本掘進時には自動運転を行った。なお、自動運転に入るさいに土質条件に対する制御基準を検討するために、手動運転区間のデータ分析を行った。ここでは、手動運転時と自動運転時の切羽安定管理状況の一例を紹介する。

図-3と図-4は手動運転時と自動運転時における制御状態を1mm間隔で示している。横軸は掘進距離で両図とも600mm～700mmの100mm間を表示しており、時間によると手動運転で約8分、自動運転で約4分である。左縦軸には切羽土圧と管理土圧の差を示し、右縦軸にはスクリーコンベアとロータリーポンプの回転数を示している。

手動運転（図-3）では、掘進速度の変化に応じてスクリーコンベアの回転数を調整しているが、スクリーコンベアとロータリーポンプの連動制御が行えておらず、土質条件の変化にまでは追従できなかったため、切羽土圧に乱れが生じている。

一方、自動運転（図-4）では、掘進1mm毎にスクリーコンベアとロータリーポンプを連動制御した結果、切羽土圧は管理値の $\pm 0.25 \text{ kgf/cm}^2$ 内に収まっていることがわかる。

手動運転ではスクリーコンベアの回転数とスクリーコンベア排土ゲートなどを調節しながら切羽土圧を制御するが、8分程度の時間間隔で両者を連動して制御することは難しい。

しかし、自動運転システムではスクリーコンベアとロータリーポンプを連続的に連動制御するので刻々と変化する土質条件に対しても、安定した掘進管理が行えることがわかった。

本掘進区間で自動運転を行った結果、切羽土圧は安定し排土量制御も良好な掘進状態となり、シールドトンネルと水平最小離隔が2.0mの橋脚基礎に対しても補助工法なしで、影響を及ぼすことなく、掘進することができた。

5. おわりに

本システムを適用することで、シールド運転操作が省力化されるとともに、信頼性の高い切羽の安定管理が行えることを実証できた。近接施工や土被りが小さい場合などには、地山の乱れをおさえるために補助工法が併用されてきたが、このような施工条件においても、本システムを適用することで補助工法を低減することができる見通しが得られたため、経済的効果も大きいと考える。本システムは、今年度も7本のシールド工事への適用が決まっており、実績データを蓄積するとともに、さらに分析していくことでシステムの完成度が高まっていくと考える。

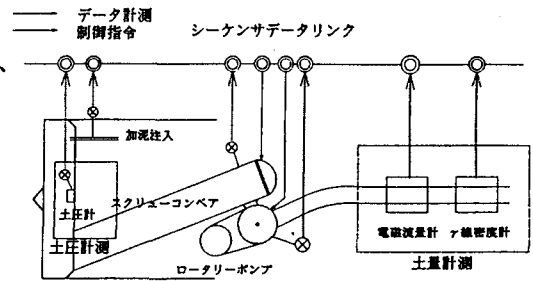


図-2 切羽自動安定制御システム図

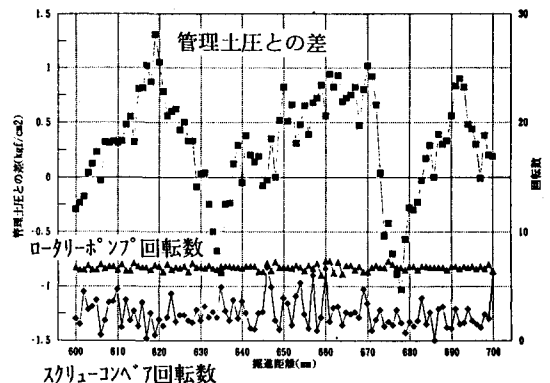


図-3 手動切羽安定制御

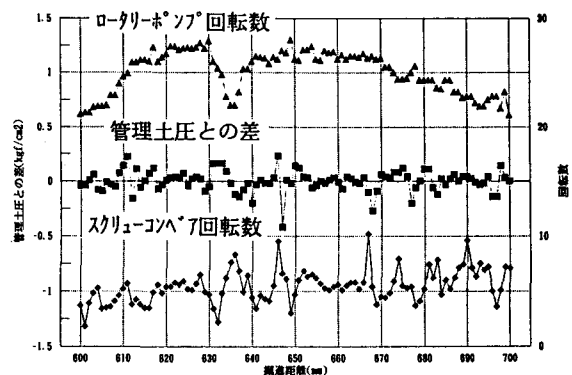


図-4 自動切羽安定制御