

III-57 シールド機の姿勢制御システムの開発

（その2） 姿勢制御システムの実施工適用結果

(株)竹中土木 正会員 ○ 花森裕司
 (株)竹中土木 正会員 大西常康
 (株)竹中土木 菅野正徳
 (株)竹中工務店 三上忠雄

1. はじめに

近年、地下における鉄道、道路、電気、ガス、通信および上下水道など、生活の基盤となるライフラインの整備は、都市部から周辺部へと拡充され、対象となる路線の線形も多様性を増し、高い線形精度の確保を目的とする姿勢制御システムの実用化への要求が高まっている。今回、当社において開発した、シールド機の姿勢制御システムを実際の工事に適用して姿勢制御を行い、良好な結果を得ることができた。

本報では、姿勢制御システムを適用した工事の概要と、適用結果について報告する。

2. 工事概要

本システムを実施した工事は、雨水の排除を目的とした下水道管渠築造工事である。仕上がり内径φ2600mmの雨水管をシールド工法で施工するもので、泥土圧シールド工法を採用して施工された。

工事概要を表-1に、工事に使用したシールド機を写真-1に示す。

表-1 工事概要

工 事 名 称	五日市地区下水道築造1-37工事
施 工 場 所	広島市佐伯区楽々園地内
発 注 者	広島市佐伯区役所
施 工 方 法	泥土圧シールド工法
シールド延長	492.70m
シールド機外径	φ3480mm
ジャッキ装備数	80ton×14本
ジャッキ形式	全ジャッキー無負荷追従式
土 質 性 状	シルト混じり砂
自動掘進延長	170.25m

3. 姿勢制御システムの適用準備

姿勢制御システムの実施工への適用にあたり、工事に使用したシールド機を以下の様な構造とした。

①無負荷追従式推進ジャッキの採用

従来、ジャッキ変更時に生じていた、シールド機推進油圧系の即応性の遅れを解消するとともに、ジャッキ変更時に変化していた掘進速度を安定させるために、全ジャッキを無負荷追従式とした。

②自動測量用ターゲット架台の設置

計画路線に対するシールド機の位置・姿勢を正確に計測するために、シールド機の設計段階において、自動測量用ターゲット取付位置を詳細に検討した。また、シールド機の製作段階において、シールド機本体同様の精度でターゲット取付架台を製作、設置した。

③各種検出装置の設置

本システムの実施工適用にあたり、泥土圧シールド機の掘進に関するデータを計測するために、シールド機内に検出器（ジャッキストローク計、ジャッキスピード計、土圧計、油圧計、回転計等）を設置した。

4. 実施工への適用方法

本システムはシールド機の姿勢制御のインターバルを任意に設定できるが、本工事では姿勢制御のインターバルを1リング（リング幅：75cm）当たり25cm毎とし、ジャッキパターン変更を判定する距離とした。また、ピッチングの大きさやジャッキストロークの差を考慮したジャッキ調整を10cm毎に行った。

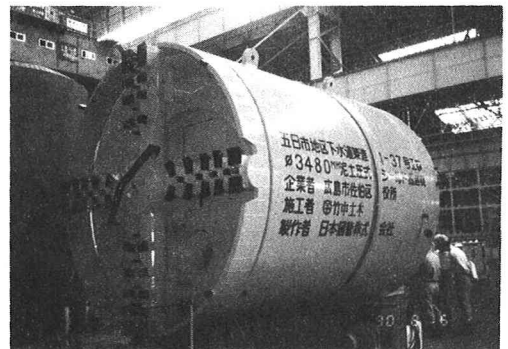


写真-1 泥土圧シールド機

5. 実施工への適用結果と考察

実施工における姿勢制御の結果を以下に示す。

手動運転区間と自動運転区間の、シールド機先端における計画路線からの変位量の度数分布を、図-1および図-2にそれぞれ示す。自動運転区間のセグメント出来形の計画路線からの変位量の度数分布を、図-3に示す。また、手動運転区間と自動運転区間のシールド機の掘進軌跡を、図-4に示す。

①正確性と施工性

実施工への適用結果より、本システムを構成する自動測量システムは、計画路線に対するシールド機の位置、姿勢を十分な精度で計測できると認められた。また、知識ベースにより選択されたジャッキパターンが、シールド機の姿勢を正確に制御することが確認された。

手動運転区間と自動運転区間のシールド機の位置の度数分布を比較すると、姿勢制御システムが、より細やかな制御を行っていると考えられる。シールド機の掘進軌跡においても、自動運転区間は手動運転区間の掘進軌跡と比較して遜色ない結果であり、かつ管理限界値内におさまっており十分な施工性があると確認した。また、シールド出来形の度数分布から、最終的に組上がったセグメントの位置(セグメント出来形)についても、問題ない仕上がりであることが確認された。

②適応性

本システムが有している学習機能により、実施工において刻々と変化する新たなデータと、知識ベース内の知識に基づいて実行した制御の結果とを判定し、必要に応じて自動的に知識ベース内の知識の更新・蓄積・検索が繰り返されることが確認できた。この機能により望ましい制御が行われていると推定できる。

③操作性・耐久性・安全性

今回の工事において、姿勢制御システムは機器の取扱いおよび運転操作が容易であり、また、高温、多湿のシールド坑内において正常に稼働し、無事故で安全に作業が行われることを確認した。

6. おわりに

今回の実施工適用の結果、本姿勢制御システムの有効性を確認することができた。今後、実施工のデータを積み重ね、知識ベースの充実を図り、あらゆる施工状況で熟練技術者に匹敵するシステムにすべく改良を行っていく予定である。

最後に、本システムの実施工適用にあたり御協力頂いた関係各位に末筆ながら、深く感謝の意を表します。

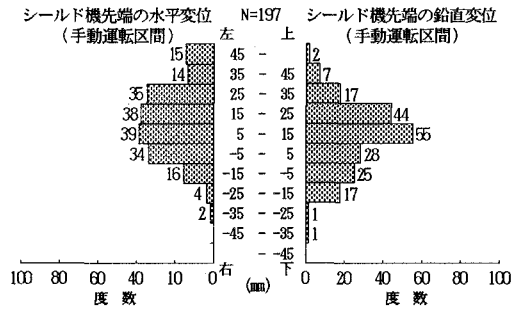


図-1 シールド機位置の度数分布(手動運転区間)

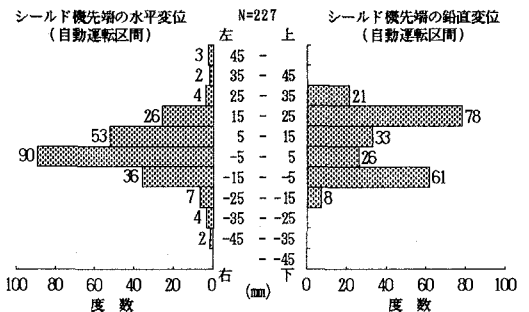


図-2 シールド機位置の度数分布(自動運転区間)

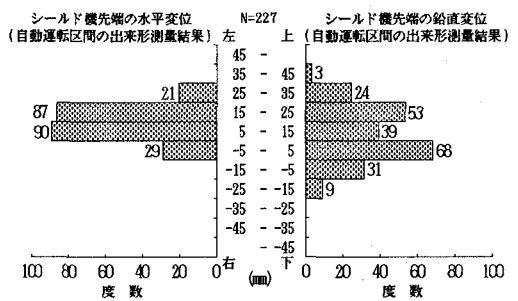


図-3 シールド出来形の度数分布(自動運転区間)

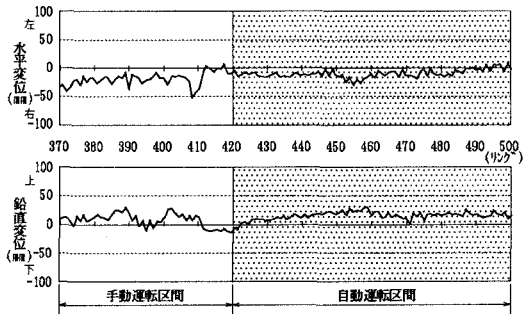


図-4 シールド掘進軌跡(手動～自動運転区間)