

Ⅵ-272 シールド総合施工管理システムの実用化

(株)熊谷組 正員 ○河村 良之 山森 規安

1. はじめに

シールド総合施工管理システム（シールドマスター21）は、シールド工事のあらゆる要素技術を総合的に結びつけ、すべてのシステム・データを中央制御室に集め、一連の施工工程の集中管理・自動制御を行うシステムである。本システムでは、オペレータが「掘進開始」や「掘進終了」等の指示をパネルタッチによりシステムに与えるだけで、システムに組み込んだ自動制御フローに従い自動運転を行う。本システムは、これまでに3件の泥水式シールド工事に導入し、大断面・大深度・超近接施工等の過酷な条件下での施工においても、全施工工程の集中管理・自動制御による省力化やトラブル、ヒューマンエラーを未然に防止することによる高い品質の施工管理が可能となる。

本報告では、泥水式シールドの自動運転制御概要および施工結果を中心に報告する。

2. 自動運転制御概要

図-1の泥水式シールド自動運転制御概要フローに示すように、自動運転においては、オペレータは「各種設定」、「掘進開始」、「掘進終了」、「セグメント組立」のスイッチをパネルタッチすることにより、一連の施工工程をコンピュータにより自動制御する。詳細を以下に示す。

(1)各種設定

掘進開始前にF Aコンピュータの設定画面で、設定値の変更を行う項目のみ設定変更を行う。設定項目には、大別して、①掘進を開始するための各種初期設定値、②安定した掘進状態を維持するための各種初期設定値の2つがある。

(2)掘進開始

各種設定終了後に「掘進開始」をパネルタッチすることにより、シールドマシンパワーユニットを始め、流体輸送、裏込め注入、泥水処理設備等の各要素が一定のルールに従い、順次掘進開始可能な状態になる。すべての要素が掘進開始可能な状態になると、自動的にアジテータやカッタが回転を始め、シールドジャッキが稼働し、初期設定した状況で掘進を開始するとともに、画面上に掘進中のランプが点灯する。

(3)掘進中

掘進中には管理幅内で安定した掘進を行うよう自動制御される。管理幅を逸脱した場合には、グラフィック画面上で管理異常となった項目の表示色が変わり、その対応策が示されるなどして、オペレータが即座に認識できるようにするとともに、自動制御により良好な管理状態に戻す。また、発生した異常内容の履歴もコンピュータ内に蓄積し、今後の施工管理にフィードバックする。

自動制御には、トラブルの内容により、管理値を管理幅内に戻すものと、緊急停止させるものとに分けており、その停止方法についても、トラブル解除後に即座に掘進開始できる状態で停止させる場合や、全ての要素を完全に停止させる等のいくつかの自動停止方法を持たせるとともに、オペレータの判断による緊急停止スイッチ（停止方法は同じ）も装備させ、停止を含めた自動制御機能には、トラブルやヒューマンエラー（誤操作等）に対して二重・三重の安全対策機能を設けている。

(4)掘進終了



写真-1 中央制御室状況

ジャッキストロークが規定ストロークに達するとボイスにより掘進完了を知らせる。その後オペレータが「掘進終了」をパネルタッチすることにより掘進完了となり、シールドマシンが停止するとともに、シールドマシンのパワーユニットを始め、流体輸送、裏込め注入、泥水処理設備等の各要素が一定のルールに従い順次停止状態になる。

(5)セグメント組立

掘進停止状態になったのち、「セグメント組立」をパネルタッチすることにより、セグメント組立を開始する。

3. 施工実績

表-1に示すように、自動運転を可能とした本システムを導入した3工事はいずれも過酷な条件下での工事であるが、非常に良好な施工結果（経過）となっている。本システム導入メリットの一例を以下に示す。

①判断の自動化やグラフィック画面を見ながらのパネルタッチ操作により、シールド工事に初めて携わる技術者でも誤操作がなく、また操作の慣れによる各種ヒューマンエラーの防止が可能となる。

②地中変状計測結果を含めたすべてのデータを集約し総合的に管理していることから、状況の変化が即座に把握でき、その対応を行え、近接している重要都市施設への影響もほとんどない。

③排泥管閉塞による切羽水圧の上昇等の施工上重要なトラブルに対しては、自動的に掘進を中断することにより、即座に逆走等の次工程の処置がとれる。

④カッタートルクや排泥密度の上昇に伴うジャッキスビード連動制御やアジテータ回転の自動反転制御等によりシールドマシンの高負荷状態を回避することが可能となる。

4. システムの今後の課題

泥水式システムについては、実施工での使用を通して、その効果や問題点等を把握するとともに、ソフト・ハード両面の改良を重ねてきた。今後の主な課題としては、①技術的には、土質等の施工条件により変動する自動制御に用いる設定値・管理値を自動設定する学習機能を追加すること、②多くの工事へ採用しコストの低減をはかるとともに、工事規模や施工条件により自動制御システムと監視中心のシステムとを使い分ける等により普及展開をはかる といった点である。

なお、土圧式についてはすでに監視を中心にしたシステムが稼働中であるが、現在、泥水式での成果を踏まえ、土圧式についても同様な自動制御システムを構築している。

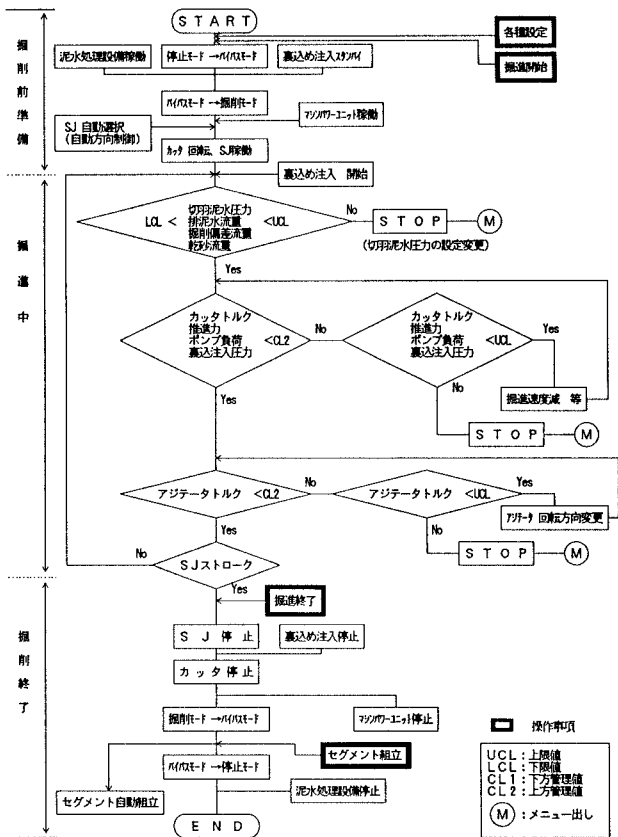


図-1 泥水式シールド自動運転制御概要フロー

表-1 システム採用実績一覧表

	掘削径	施工延長	施工期間	工事の特徴
A工事	φ 7.15 m	1,080m×2本 (単線並列)	H3. 8~H7. 9	近接施工
B工事	φ14.14 m	2,300 m	H4. 7~H7. 8	大断面 高水圧 (5 kgf/cm ²)
C工事	φ 4.70 m	1,808 m	H5.11~H8. 3	高水圧 (6 kgf/cm ²)