

## 2. 礫地盤における泥水シールド工法の自動化

(株)奥村組 茶 谷 恭 男

### 1. まえがき

泥水シールド工法は、切羽の安定性・施工性・安全性等に優れ、周辺地域に対する環境破壊や交通支障の発生が少ない事から、広く都市トンネルの構築に用いられてきた。泥水シールド工法は多種の機械の組合せから構成された施工システムであり、施工能率、施工精度などは機械の運転管理技術に負うところが大きい。当社では、この運転管理技術の向上を目的として、コンピューター・システムの導入による自動化の研究を進め、昭和57年にはヒューム管タイプの泥水シールド工法の全自動化を行い実用化し（OAMS/A工法）、昭和58年にはセグメントタイプにおいても自動化を導入した（OAMS/B工法）。本稿ではこのセグメントタイプにおける自動化について述べる。

### 2. 自動制御

#### (1) 制御内容

泥水シールド機の掘削においては、図-1に示すように機器の稼働、負荷の状態を地上の集中管理室で監視し、系統全体が適正な状態を維持するように機器を制御する。

掘削にあたって重要なことは、切羽の安定であり、そのために切羽水圧やシールド機の Cutter・ヘッドの押付け力などの管理を適確に行う必要がある。本工法ではコンピューターによりシールド機の姿勢制御、速度制御を行い、掘進管理に自動化を導入した。

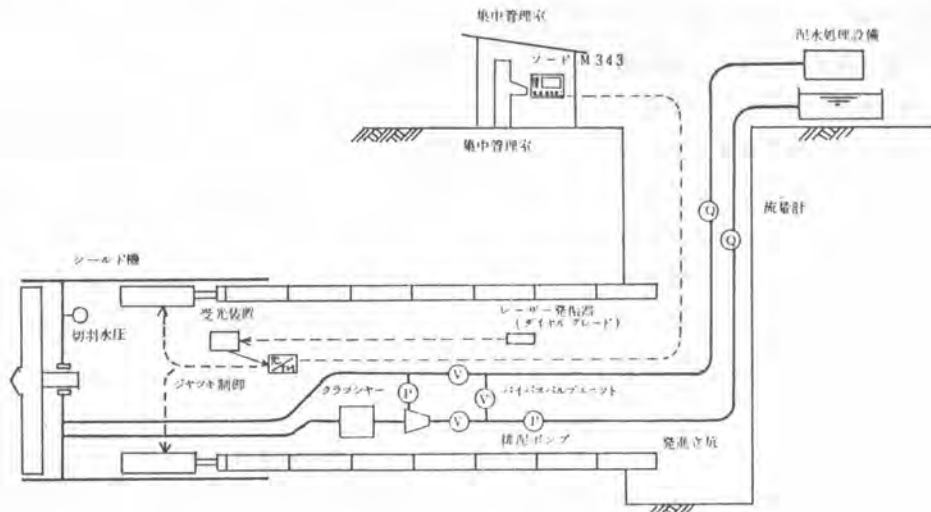


図-1 泥水シールド工法の系統



### 3. 制御装置

本工法における制御装置は図-3に示すように検出部、演算部、制御部、表示・操作部、記録部から構成されている。検出部と制御部はシールド機本体および泥水環流設備に取付けられており、演算部、表示・操作部、記録部については、地上の集中管理室に設置したコンピューター・システム（写真-2参照）がこれらの機能をもつ、以下各部について述べる。

#### (1) 検出部

本装置で検出する情報は、シールド機掘進を集中管理するために必要な項目が選ばれており、表-1に検出項目を示す。

電磁弁のon-offなどのデジタル式制御信号については、制御部の動作を演算部がフィードバック検知するので検出器を用いていない。

#### (2) 演算部

演算部は本制御装置の中核であり、検出部、操作部からの入力データの演算を行い、制御部に制御動作の指令を送る。また、表示部、記録部へも演算部から信号が送られる。

#### (3) 制御部

演算部からの制御信号により各制御機器が作動するが、この信号は電氣的に微弱なため、制御機器が直接作動する信号に変換する。

#### (4) 表示・操作部

シールド機掘進中の各種入出力データは、カラー・グラフィック・ディスプレイによってモニター表示される。

シールド機の操作はキーボード入力により行うが、シールド・ジャッキ関係の操作についてはライトペンを使用により画面から入力する。

#### (5) 記録部

記録はプリンターおよびフロッピー・ディスク装置により行う。記録項目には制御状態を知る目的で特に必要なデータを選んだ。

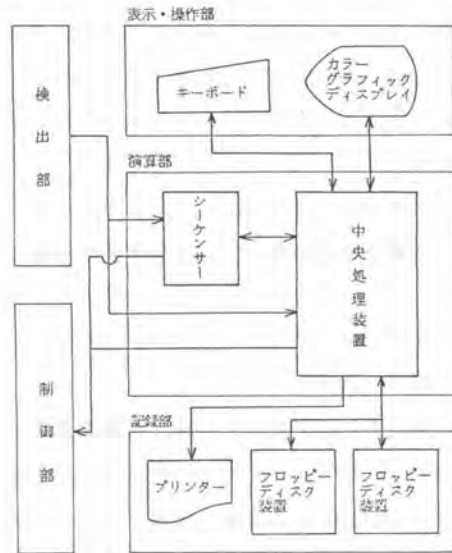


図-3 制御装置の構成



写真-2 コンピューター・システム

装置	検出項目	アナログ式	デジタル式	
シールド機	カッター・ヘッド	トルク 圧力 回転	○ ○ ○	○
	シールド・ジャッキ圧		○	
	油圧ポンプ回転数		○	
	シールド・ジャッキ・ストローク	1 2	○ ○	
	自動測量装置	水平方向変位 鉛直 光量信号	○ ○ ○ ○ ○	
記録部	プリンター		○	
泥水環流設備	切替	水	○	
	P1	泥ポン	○	
	P2	水バルブ		○
	送排	水バルブ		○
	バイパス			○

表-1 検出項目

#### 4. 現場施工結果

昭和58年8月～12月に京都府の下水道工事を本工法により施工した。当現場で使用したシールド機を写真-3に示す。工事内容は次のとおりである。

工事規模 仕上り径1800mm、長さ902.8 m  
土質 沖積砂礫、玉石混じり洪積砂礫  
N値 20～40  
土被り 8.5 m  
地下水位 GL-2.5 m



写真-3 シールド機

当現場における実験施工では、各制御機器の室内チェックを行っていないため、現場で作動

チェックを行った。この際、制御プログラムおよび各制御機器に改良すべき点が出てきたが、これらは制御理論上のものでなく、制御機器の性能上の問題であった。

##### (1) 姿勢制御

シールド機の位置検出については、ポンプなどから発する熱による大気の流れのためレーザー光にゆれが生じ、またレーザー発振器と測量装置が離れるにしたがいレーザー・スポットが拡大するため、誤差が生じた。当現場では5mm以内の誤差でシールド機の位置検出が可能であったため、精度的には制御上問題がなかった。

姿勢制御については管理範囲を25mmに設定したので、シールド機の変位が25mmを越えた場合ただちに方向修正を行った。シールド機の姿勢制御は、掘進中常に行っているため、手動操作と比較して施工精度は向上した。

##### (2) 速度制御

当施工地盤は沖積砂礫、玉石混じり洪積砂礫であり、ディスク・カッターで玉石を一次破碎する構造であった。したがって玉石の破碎時にはカッター・ヘッドのトルクおよび圧力が上昇することがあったが、本制御装置がこれを異常値として検出し、掘進速度を減少させた。カッター・ヘッドのトルクおよび圧力が安定した段階で、再び速度を上昇させた。このように本制御ではカッター・ヘッドに対する負荷の異常検出とその回復を行っており、施工の安全性を高め、機械の保護という面で有効であった。

#### 5. あとがき

建設業においても、随所にコンピューターが導入され情報化施工が開発されようとしている。泥水シールド工法は高度に機械化されており、各機器間のバランスをコントロールするためには、熟練した技術者を必要としてきた。今後さらに多様化してくると思われる施工条件に対応し、施工の標準化、省力化を行うためには、機械施工の自動化を推し進めていく必要があると思われる。