

泥水推進シールド工法における全自動制御方法

㈱奥村組技術研究所 正員 ○脇田恒夫 三島亨介 正員 杉本博史

1. はじめに

成熟期を迎えた泥水推進シールド工法には品質向上，急速施工，省力化などが要求されており，施工機械の自動化の研究が急がれている．今回，工法の根幹をなす推進工程におけるシールド機，圧入装置，環流設備，滑材注入装置の4系統の機器（図－1参照）を対象にした全自動制御システムを開発したので，その制御方法について報告する．

2. 制御方法

(1) プロセス制御

この制御は，状態の変化や時間の経過に伴う機器の運転，維持，停止と後述のフィードバック制御を実行させる．また，ヒューム管1本を掘進する工程を1サイクルとしている（図－2参照）．

a. 運転開始

時間軸を基準にして4系統の機器を順次に作動させる．

b. 定常運転

フィードバック制御により，機器の運転を正常状態に維持する．掘進状態に異常（検出値が設定範囲を越える）があれば異常監視機能によりプロセスを変更し，その異常が制御系全体にわたり施工能率が低下するのを防いでいる．ただし，異常が持続し設定時間を越えれば異常状態と判断し，圧入終了のステップに飛び，掘進を停止する．

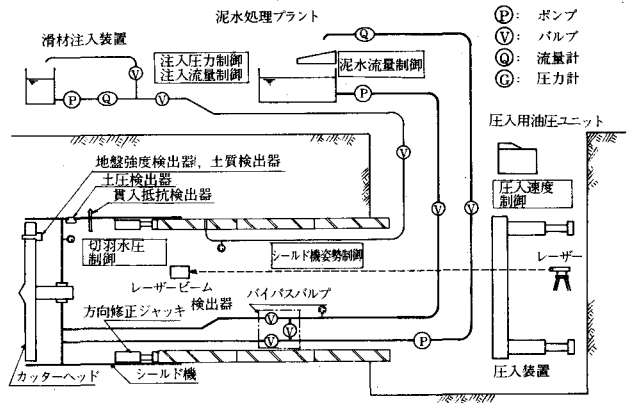
c. 運転終了

圧入ジャッキのストロークが設定値になれば，運転開始とほぼ逆の順序で運転を停止する．

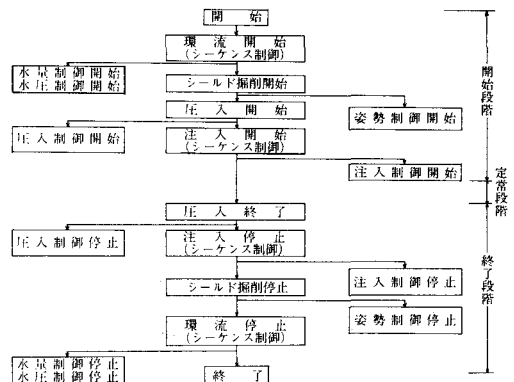
(2) フィードバック制御

a. シールド機の姿勢

レーザ光を用いた自動測量装置により，施工計画線からのシールド機の水平および垂直方向の変位とシールド機のヨーイングおよびピッチングを検出し，これら



図－1 管理系統



図－2 プロセス制御

Tuneo WAKIDA, Kyosuke MISHIMA, Hiroshi SUGIMOTO

を合成した値が設定値を越えていれば方向修正ジャッキに信号を送り、姿勢を修正する。シールド機がローリングしたときには制御演算の中でローリング補正を行い、適正なジャッキを選択する。図-3に制御フローを示す。

b. 圧入速度（図-4 参照）

切羽安定のためにカッター圧を常に一定に保つように圧入速度を制御している。まず、切羽の土圧に対して必要なカッター圧になる圧入速度が選定される。このときカッタートルクが設定値を越えればトルク値をカッター圧に換算し、この換算値とカッター圧を合計した値により速度が求められる。

c. 切羽水圧および環流水量

切羽水圧は送水ポンプ、環流水量は排泥ポンプにより制御する通常の方法である。

d. 滑材注入量

シールド機とヒューム管のクリアランスに、圧入速度に比例した注入量になるように注入ポンプの回転数を制御する。注入圧力に上限値と下限値を設定し、この値を越えれば注入量は自動的に変更される。

3. 制御装置の構成

制御装置は図-5に示すように検出部、演算部、操作表示部、記録部、制御部から構成されている。演算部は本装置の中核であり、プログラマブルコントローラーと中央処理装置の2台のコンピュータを使用している。前者は検出データの入力、論理判断、制御信号の出力などの制御対象に直結するデータ処理を行い、後者は数値計算を要する演算、表示や記録のためのデータ処理を行う。

4. 施工結果

本装置による施工実績は約1132m（11スパン）である。施工の結果、従来の手動操作による施工データと比較すると、シールド機の最大変位が1/5~1/7に減少し、サイクルタイムは10~20%短縮し、また、作業人員も減員可能であり、当初の目的を満足していることが示された。次のステップとして、本装置の質的向上とともに、曲線施工を含むセグメントタイプにおける全自動制御方法を研究中である。

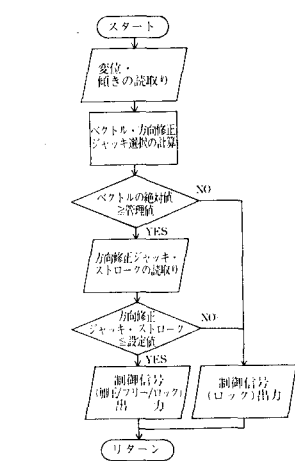


図-3 姿勢制御フロー

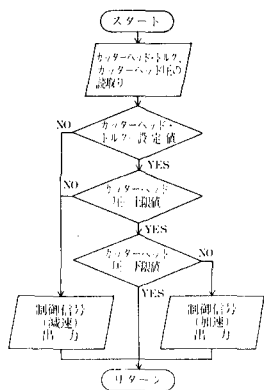


図-4 圧入制御フロー

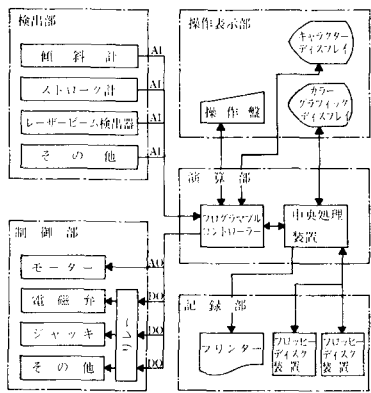


図-5 装置構成