

PSVI-3 ファジィ理論を用いたシールド機の掘進方向制御

（株）奥村組 正会員 ○浅野 剛 正会員 竹内幹雄
正会員 木下浩次 正会員 背野康英

1. はじめに¹⁾

シールド機械の方向制御は現在でも自動化は困難であり、熟練オペレーターの経験に基づく制御に頼らざるを得ない状態である。これは、制御系に「地盤」というあいまいな要因が含まれること、また制御にあたって考慮すべき要因が多いといった理由により制御系が非常に複雑なものとなるからである。こういった問題に対処するために、東京電力（株）と（株）奥村組ではファジィ理論の適用を試み、既にシールド機の方方向制御用ファジィコントローラーを開発した。

奥村組では、このコントローラーを中心とするシールド機の方方向制御システムを構築し、東京都交通局が建設を進めている都営地下鉄12号線春日町第二工区建設工事の一部で試験施工を行った。この結果、本システムはオペレーターによる制御と同等の制御性能を持つことが確認されたので、その結果について報告する。

2. 工事概要

適用工事の概要を以下に、また、その工区平面図を図-1に示す。

施工法：泥土圧シールド
(外径5440mm)

施工延長：1265m

土被り：9～16m

間隙水圧：0.75～1.2kg/cm²

線形：水平方向

曲率半径352m

上下方向

－2～－4%

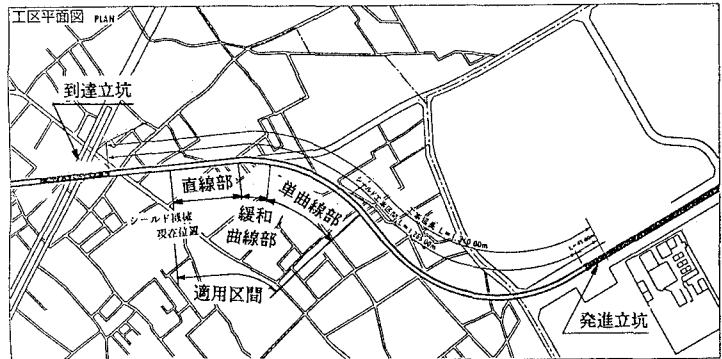


図-1 適用工事の工区平面図

3. シールド機の方方向制御システム

シールド機の方方向制御システムは、シールド機の水平・上下方向の蛇行量・蛇行変化量および計画線型に対するシールド機のずれ角・ずれ角変化量を入力変数として、ジャッキパターンを出力する。図-2にシステムの概略フローを示す。

本システムは水平および上下方向用コントローラーから構成されている。どちらも制御規則はIF～then形式とし、入力変数を「蛇行量と蛇行変化量」と「方向ずれ角とずれ角の変化量」の2グループに分け作成した。各グループでは、各々の入力変数に割り当てるファジィ変数は5個としており、入力空間は25個にファジィ分割される。ファジィ分割された空間に出力変数をあてはめることにより制御規則を構築することができる。操作量は、それぞれの制御規則からファジィ推論により得られる結果を結合規則により結合することにより計算する。

ファジィ推論はMamdaniの方法を基本とし、前件部の適合度を後件部に乗ずる手法を用いた。

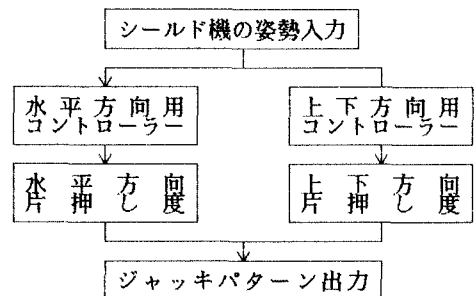


図-2 方向制御システムの概略フロー

結合規則は、蛇行量と方向ずれ角からなる入力領域をファジィ分割して定めたもので、蛇行量が大きいときには蛇行量に着目し、方向ずれ角が大きいときは方向ずれ角に着目するというオペレーターの考え方を取り入れたものである。

写真-1にファジィ推論状況のディスプレイ表示を示す。

なお、片押し度はシールド機の方を変えようとするモーメントに相当する量として定義した。

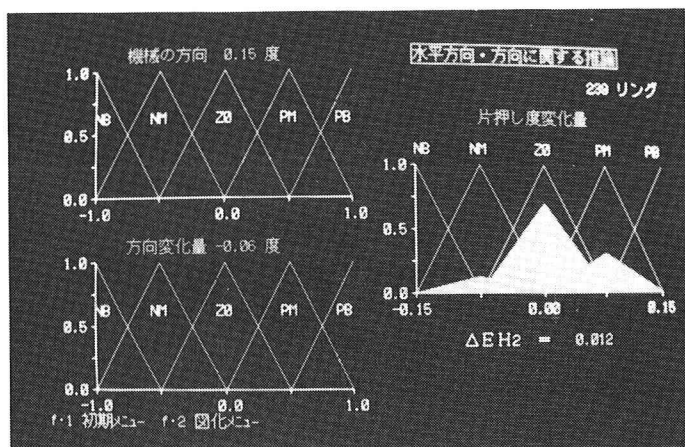


写真-1 推論状況

4. 施工結果

本システムでは、ファジィコントローラーを用いることにより、単に計画線型通り掘進するだけでなくシールド機の現状から考えてスムーズに蛇行量を小さくするジャッキパターンを選択することができる。当工区は、図-1に示したように単曲線、緩和曲線、直線を含むが、制御結果はいずれの部分においても良好なものであった。単曲線部の施工結果を図-3、図-4に示す。

これからわかるように、本システムによる施工区間では、水平・上下方向とも蛇行量を30mm以内で施工することができた。さらに緩和曲線部はもちろん単曲線部においても急激なジャッキ操作によりセグメントの組み立て作業に支障をきたすことがなかった。

5. おわりに

シールド機械の方向制御システムを開発し実工事での試験施工を行なった。制御結果は熟練オペレーターに匹敵するものであり十分実用に耐えうるものであることがわかった。今後はより急曲線区間への適用、さらに方向制御にとどまらずシールド掘進制御全体の自動化をめざして研究を続けて行く予定である。最後に、当システムの使用を許可して頂いた東京都交

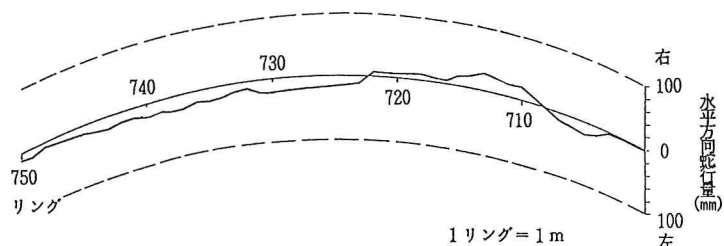


図-3 施工結果（水平方向）

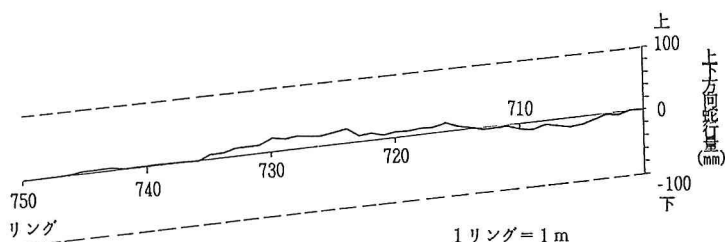


図-4 施工結果（上下方向）

通局高速電車建設本部、また終始協力をして頂いた現場職員の方々に感謝の意を表します。

〔参考文献〕

(1) 桑原, 他: ファジィ理論のシールド掘進制御への応用, 土木学会論文集, No. 391, pp. 169~178, 1988年