

PSVI-1 シールド機のファジィ自動制御システムの開発

榊奥村組 正会員 ○大熊一由 正会員 竹内幹雄
正会員 背野康英 杉本博史

1. はじめに^{1) 2)}

近年、建設工事においては作業環境の複雑化・大規模化、技能労働者の高齢化・減少および作業の安全性の向上などの理由により、従来人間が行ってきた制御をコンピューターにより自動化しようとする動きが盛んである。ところが、人間による制御は経験や勘に基づいた主観的なものであるため、これをコンピューターに取り入れるためには従来の制御方法では困難なことが多かった。

1965年にL. A. Zadehによって提案されたファジィ理論は、人間のもつ曖昧さを数量化して取り扱うもので、ファジィ理論を制御に応用したファジィ制御は、熟練オペレータが制御に関してもつノウハウをコンピューターに取り入れるための手段として有効である。

筆者らは東京電力㈱と共に昭和61年よりファジィ理論の応用に関する研究を開始し、シールド掘進制御の内、まず方向制御用のファジィコントローラーを開発・実用化したことは、昨年度報告したとおりである。本報告は筆者らが上記コントローラーをさらに発展させ、シールド機の掘進開始から終了までの自動制御システムを開発したので、その概要について述べる。

2. ファジィ自動制御システムの概要

この自動制御システムは、従来熟練オペレータが行っていたシールド機の掘進開始から終了までをすべての操作を自動化するものである。

システムの構成は図-1に示すように掘進開始及び終了シーケンス制御部、定常掘進制御部の3つの制御部、常時シールド機の状態を監視するインターロック部また状態を表示するグラフィック部から成っている。定常掘進制御部においてはファジィ制御を用いて、以下のファジィコントローラーを開発した。

- ① 切羽土圧制御
- ② 掘進スピード制御
- ③ 加泥材注入制御
- ④ 裏込材注入制御
- ⑤ 方向制御

これらの制御はシールド機の運転室内に設置した1台のパーソナルコンピューターで実行される。尚、開発言語はCとQuick Basicを使用している。

図-2に自動制御システムの中核部にあたる定常掘進制御部ファジィコントローラーのブロックダイアグラムを示し、以下に各コントローラーの制御内容の概略を記す。

① 切羽土圧制御（制御規則9個）

シールド機前面の地盤を安定させながら地盤を掘削するために、チャンバー内土圧を測定することで、スクリー・コンベア回転数を調節し、チャンバー内土圧を一定に保たせる。

② 掘進スピード制御（制御規則9個）

カッタートルクからシールド機の負荷の余裕を判断し、最適な掘進スピードを保つよう調節する。

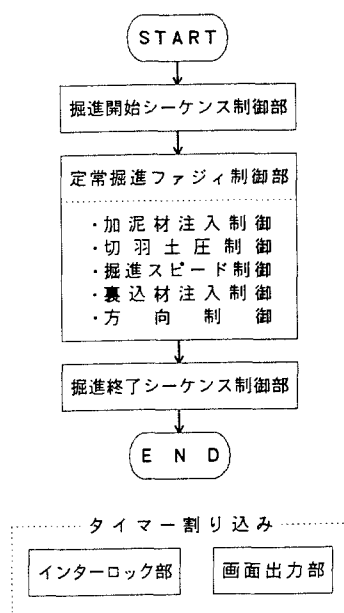


図-1 自動制御システムの構成

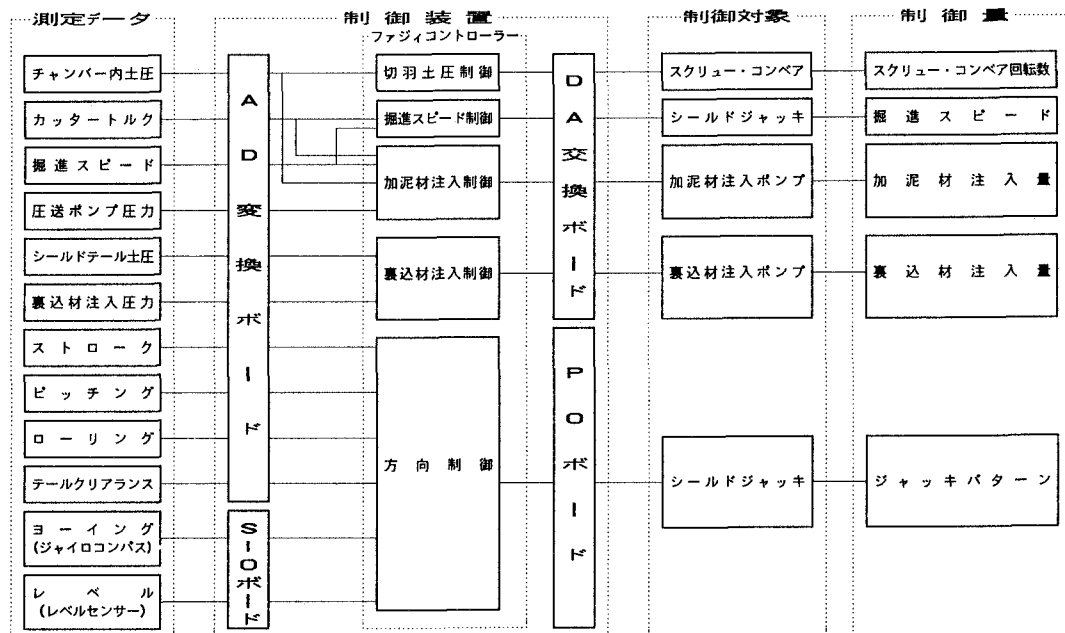


図-2 ファジィコントローラーのブロックダイアグラム

③ 加泥材注入制御（制御規則27個）

掘削土砂の塑性流動性を判断するために、チャンバー内土圧の標準偏差、カッタートルクと掘進スピードの相関関係、土砂圧送ポンプ圧力を入力データとし、掘削中の地盤に適した加泥材の注入量を調節する。

④ 裏込材注入制御（制御規則9個）

地表面への影響を小さくするために、シールドテール土圧あるいは裏込材注入圧力を測定することで、テールボイド充填への最適な裏込材の注入量を調節する。

⑤ 方向制御（制御規則69個）

シールド機の計画線形からのずれ量、テールクリアランスを測定し、計画線形からのずれ量を少なくするように、かつ無理なく掘進を行えるように使用するシールドジャッキを選択し、シールド機の姿勢を修正する。

3. おわりに

ファジィ制御を応用して、今日でも熟練オペレータによって運転されているシールド機の自動掘進システムを開発した。開発したシステムを実工事に用いることで、熟練オペレーター級の制御が常に行われるので、①施工の省力化、②施工効率の向上、③施工精度の向上につながると考えられる。筆者らは、平成2年度にこのシステムの実用化を目的として実証試験を行っており、会場ではビデオを用いて実証試験の状況を紹介する予定である。

建設業においては今後も技能労働者が不足している状況が続くと思われ、ファジィ制御を応用した建設ロボットの研究開発を続ける予定である。

参考文献：1) Zadeh, L. A., 「Fuzzy Sets」, Information and Control, 8, (1965), pp. 338 ~ pp. 353

2) 桑原洋, 原田光男, 背野康英, 竹内幹雄, 「ファジィ理論のシールド掘進制御への適用」
土木学会論文集, 第391号(1983.3), pp. 169~pp. 178