

VI-178

シールド自動制御システムの開発（その2）

～方向制御則の自動設定～

大日本土木(株) 正員 倉知 洋行

大日本土木(株) 正員 畑 一民

1. まえがき

シールド自動制御システムは、シールドの運転操作を自動的に行うことを目的とするもので、自動測量システム（光学式測量システムとジャイロシステム）と運転制御システム（方向制御システムと切羽安定制御システム）で構成されている（図1参照）。本稿では、光学式測量方式を用いた自動測量と方向制御システムの概要、方向制御則の自動設定について報告する。

2. 自動測量システム概要

当社では、ジャイロシステムとしてジャイロコンパスに加えレベルセンサを用いたもの、光学式測量システムとして自動追尾式トータルステーションを採用しており、この二方式をシールド径、路線形状等の施工特性に応じて使い分けている。光学式測量システムでは、リアルタイムなシールド測量の他に、一人工によるセグメント出来型測量の処理をトンネル坑内コンピュータで行うことが可能である。

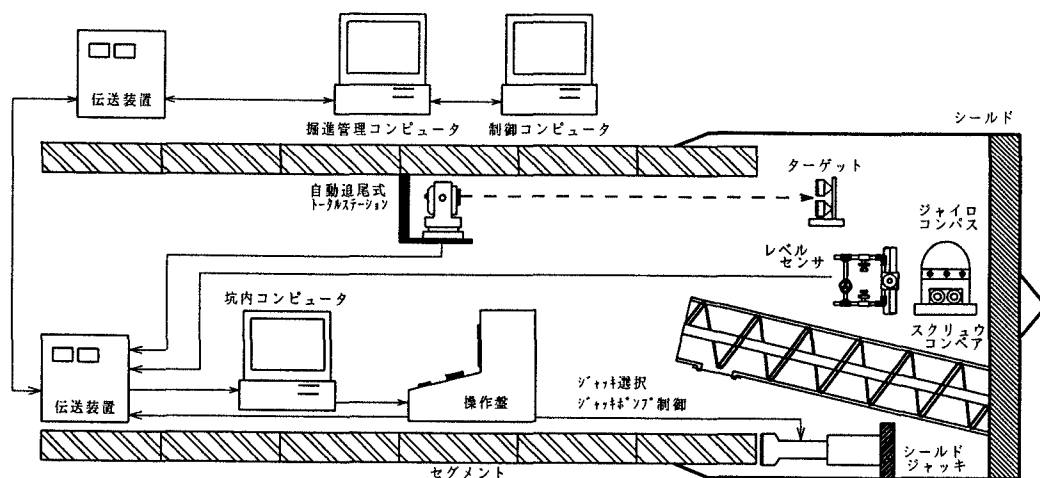


図1 システム概要図

3. 方向制御システム概要

方向制御システムは、自動測量から得られるシールドの位置・姿勢情報に基づいて目標位置、方向に進むよう最適なジャッキパターンを選択するものである。実際の制御動作では出来るだけこまめに早期に対処する必要があるため、1リングあたり10回前後ジャッキパターン、すなわち使用ジャッキ本数を変化させている。しかし、使用ジャッキ本数の変更による掘進速度や推力の変動が、切羽水圧や機械負荷の変動を誘発する原因となるため、使用本数を固定してパターンを選定する構成にした。使用本数は、路線形状、施工誤差量、地質、掘進速度、カット圧、所要推力などに基づいて適宜設定する。

制御システムはファジィ理論で構築されている¹⁾。入力変数はシールド位置及び姿勢の施工誤差量、出力変数はシールドジャッキ選択パターン（ジャッキ片押し度）である。一般には、施工誤差や計画路線の曲率半径等の状況の変化に応じて入出力関係すなわち制御則を変更しなければならないが、従来はこれを主に手

動で行っていた。今回は施工誤差量に応じて制御則をスライドさせる方法（制御則の自動設定）を検討した。

4. 適用結果

◎制御則の自動設定

手動で制御則をスライドさせながら掘進を行った例を図3の「手動設定」に示す。これによれば、施工誤差量が制御則のmin値あるいはmax値に近づいたときに、施工誤差量を減ずるような片押し度になるようにスライドさせているのがわかる。そこで図2のモデルを考案した（水平方向の例）。

位置誤差 Δd について、

$$\Delta d < DM - 0.7 \times RD / 2$$

ならば、

A_{max} , A_{min} を $(AM - \Delta a)$ 分スライドする。

角度誤差の Δa についても同様に設定する。

モデル化された制御則設定の状況を図3の「自動設定」に示す。片押し度は手動設定とほぼ同様な傾向になった。

◎ジャッキ本数を固定した制御

図4、5は、手動操作と自動操作時のジャッキ速度と推力を示したものである。手動時と比べて変動が低く抑えられていることがわかる。

5. まとめ

ジャッキ本数を固定した制御は、自動制御の適用に対応できるものであることがわかった。今後は、今回提案したモデルによるシールドの自動運転の実工事適用を通じて、システムの性能向上に取り組む予定である。

【参考文献】

- 1) 畑，倉知：シールド自動制御システムの開発：土木学会第49回年次学術講演会（第VI部門p376～377）

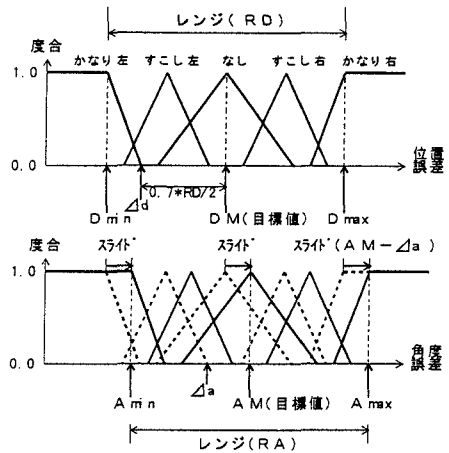


図2 メンバシップ関数の自動設定の例

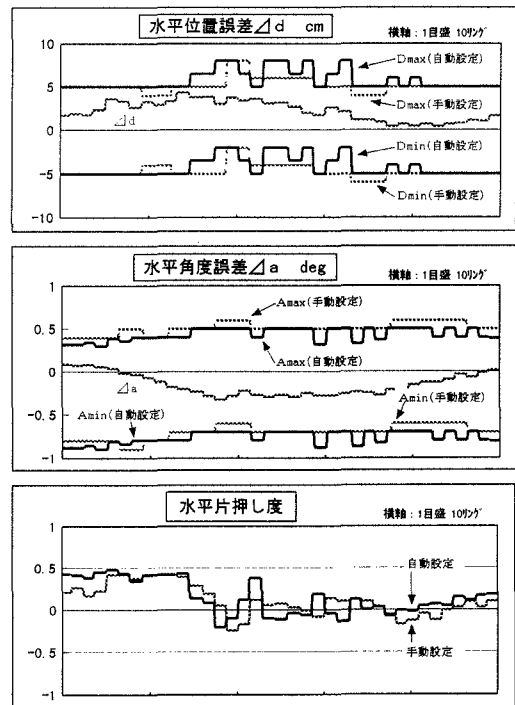


図3 制御則の設定変更の例

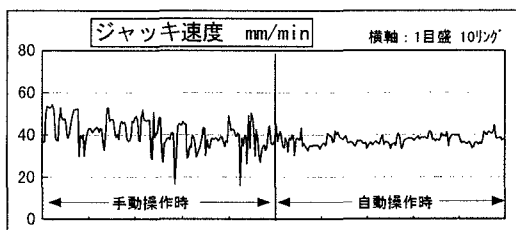


図4 ジャッキ速度変動図

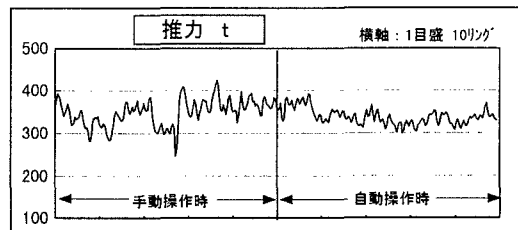


図5 推力変動図