

VI-208 ファジィ理論を用いた中折れ式シールド機の掘進方向制御

鍋奥村組 正会員 ○福居雅也 正会員 竹内幹雄
林田正憲

1. はじめに^{1),2)}

近年、シールド工事の自動化に関する研究・開発が盛んに行われている。一般に、シールド工事は挙動の把握が容易でない地盤を対象としていること、長距離にわたる線状の掘削であり地盤条件が変化すること、さらに、同一の工事環境が再現されることが無いこと等の理由から、結局熟練オペレーターによって手動制御されることが多いのが現状である。

このような背景の中、シールド工事の全自動システム化を目指し、ファジィ制御を応用し土圧系シールド機の掘進開始から終了までを自動運転するシステムを開発し、実証試験を行い良好な結果を得た。

筆者らは上記システムの内の方向制御に関し、汎用化・高度化を目的として中折れ式シールド機の掘進方向制御用にこのシステムを改良した。さらに、この改良システムを平成3年6月より横浜市の下水道新設工事に適用し良好な結果を得たので、システムの概要および適用結果について報告する。

2. システムの概要

一般に、シールド機の方角制御はシールド機後部に取り付けられた複数の掘進用のシールドジャッキの使用パターンを変えることで回転モーメントを発生させ、計画線とのずれを修正している。今回使用したシールド機は中折れ式で、掘進用に全シールドジャッキを使用し、方向修正はシールド機の前胴と後胴の間に取付けた4本の中折れジャッキにより行うものである。

中折れ式シールド機の掘進方向制御フローを図-2に示す。

システムは、①掘進開始時、②掘進中の2つに分けられる。

①掘進開始時ファジィ制御規則

掘進計画線形を読み込み、基本ヨーイング・ピッチング量を求める。次に、ジャイロコンパス、レベルセンサー等の計測値からシールド機の位置・姿勢を求め、『掘進開始時ファジィ制御規則』により目標ヨーイング・ピッチング量を計算する。これをもとに必要中折れストローク量を決定する。

②掘進中ファジィ制御規則

掘進開始後、所定の掘進距離(通常50mm~100mmピッチ)に至ると、その時点でのシールド機の位置・姿勢から1リングの掘進終了時における最終ヨーイング・ピッチング量を予測し、目標ヨーイング・ピッチング量と比較を行い許容範囲をオーバーする場合は『掘進中ファジィ制御規則』により中折れストローク量を変更し掘進する。

3. 適用工事の概要

適用工事の概要を以下に示す。

工事名 : 栄処理区野庭支線下水道整備工事

施工方法 : 泥水加圧式シールド(外径 $\phi=2,280\text{mm}$)

施工延長 : 708.0m

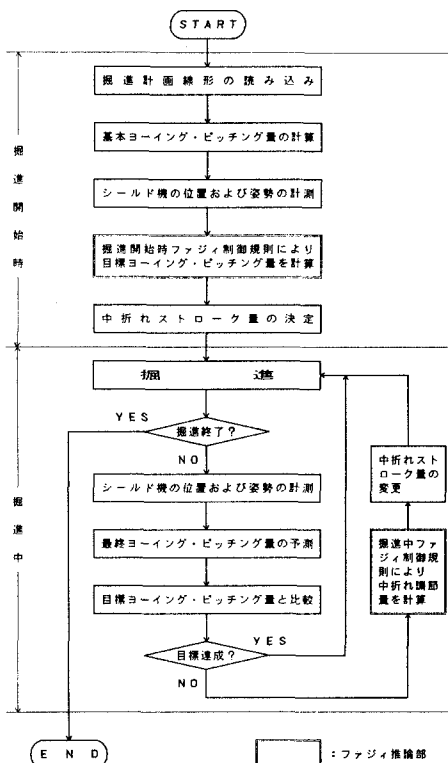


図-1 掘進方向制御フロー

線 形: 平面; 30R, 35R(2箇所), 40R, 45R, 50R(3箇所), 80R, 100R(2箇所), 150R, 縦断: 2%

地 質: 泥岩(N値>50), 砂層(N値>50), 粘性土層(N値>25)

4. 適用結果

本工事では, 概要でも示したように曲線区間を非常に多く含むが, 制御結果はいずれの区間においても良好であった。

図-2, 図-3に曲線部(80R)および直線部の施工結果を示す。同図は連続の44リングの蛇行状況を曲線部, 直線部に分け, それぞれ22リングずつ示したものである。これより, 曲線部, 直線部とも水平蛇行量は25mm以内, 上下蛇行量は10mm以内で施工できたことが分かる。さらに, 全適用区間にわたり急激な方向修正によりセグメントの組立作業に支障をきたすことはなかった。

また, 今回採用した中折れジャッキによる方向修正については①全シールドジャッキで推進できる(全セグメントに均等に反力を取れる)ことにより偏圧が作用しないためセグメントを痛めず, 一次覆工の質の向上が図れること, ②曲線部施工において前胴部を曲線に沿って掘進できるため余掘りが従来より少なくなり, 地山に与える影響が低減できること, ③非常に制御性も良く, 直線部, 直線部にかかわらず全線にわたり画一的な方向制御が可能であること等のメリットが実証された。

5. おわりに

ファジィ理論を用いた中折れ式シールド機の掘進方向制御システムの概要および実施工での適用結果について述べた。本システムによる制御結果は良好であり, 施工精度の向上, 施工の省力化につながることが実証された。

今後は, 施工実績を積み高度化を目指すとともに, シールド工事の全自動システム化に係わる研究開発を続ける予定である。

最後に, このシステムの使用を御許可頂きました横浜市下水道局の皆様ならびにシステム開発および現場適用に多大な御協力を頂いた関係各位に感謝いたします。

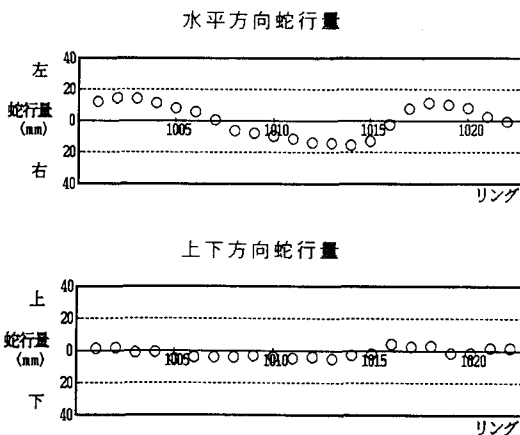


図-2 施工結果(曲線部 80R)

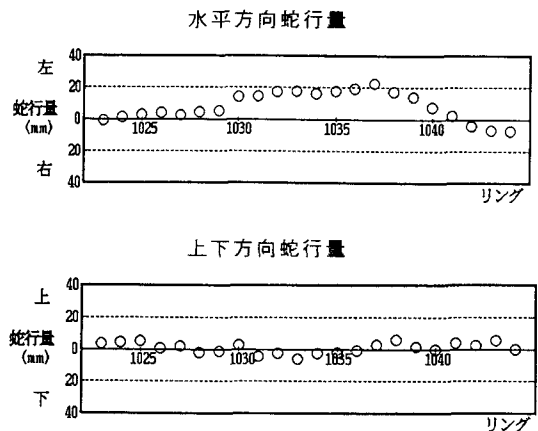


図-3 施工結果(直線部)

- 参考文献 1) 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応用」
土木学会論文集, 第391号, (1988.3), pp.169~178
- 2) 山田直敏, 背野康英他, 「シールド機のファジィ自動掘進システムの開発(第2報)」
第46回年次学術講演会概要集, 土木学会, 第VI部門, (1991.9), pp.306~307