

VI-85

推進ジャッキの圧力制御方式によるシールド姿勢制御について

飛島建設（株）正員 滝本 幸夫
 飛島建設（株） 岡 利博
 飛島建設（株） 西 明良
 飛島建設（株） 西内 克至

1. はじめに

シールド工事は、大断面化、長距離化等の傾向にともない自動化施工の技術が求められており、特にシールド機を計画路線上に正確に掘進させるための自動方向制御技術が注目されている。当社では、方向制御にかかわる掘進路線の設定からシールド機の運転操作に至る一連の作業を自動化し、経験のないオペレータでも容易にシールド機の方向制御が行えるシステムを下水道幹線工事に適用し良好な結果を得ることができた。本報告では、本システムにおいて掘進精度向上に特に有効であった推進ジャッキの圧力制御方式によるシールド機の姿勢制御について述べる。

2. 推進ジャッキの圧力制御方式

開発した自動方向制御システムは、計画路線に対するシールド機の水平・鉛直方向の位置・姿勢の偏差などを自動測量装置によって計測し、その測量データをもとに推進ジャッキを操作してシールド機の計画路線に対する位置・姿勢を自動制御するものである。本システムでは、この推進ジャッキの操作を従来のON、OFFによる稼働ジャッキの選択方式から個々の推進ジャッキの圧力を制御する方式に代えている。

本方式は、目標姿勢角に対する姿勢角偏差から、上下左右のジャッキ片押し度および各ジャッキの圧力目標値を演算し、その圧力目標値を維持するように油圧回路の電磁減圧弁を調整するものである。これによってジャッキ選択方式

にはない以下のような利点が得られる。①水平方向と鉛直方向の制御を完全に独立して行うことができる。②姿勢制御を比例動作と積分動作とを組み合わせた単純なフィードバック制御により行うことができる。③操作量を連続したアナログ量で設定できるため微妙な制御ができる。④過去のデータを用いた制御ではないため、土質などにより掘進特性が変化しても常に正確な姿勢制御ができる。⑤グループ分け（上下左右）によって圧力制御を行っているため、ジャッキ本数が異なるシールド機にも同一の制御方式で適用できる。

3. 施工結果

本システムを自動方向制御が比較的困難といわれている小口径のシールド工事に適用し、その精度などについて検証した。

- | | | | |
|-------|---------------------|---------|--------------------|
| ①工事件名 | 印旛沼流域下水道豊砂幹線(その2)工事 | ④土質 | 砂質粘土 (N値 10~50) |
| ②発注者 | (財)千葉県都市公社 | ⑤シールド外径 | φ2,870 mm |
| ③工事期間 | 平成2年7月~平成2年12月 | ⑥施工延長 | 1,736 m (200R 3ヶ所) |
| ④工法 | 泥水加圧式シールド工法 | | |

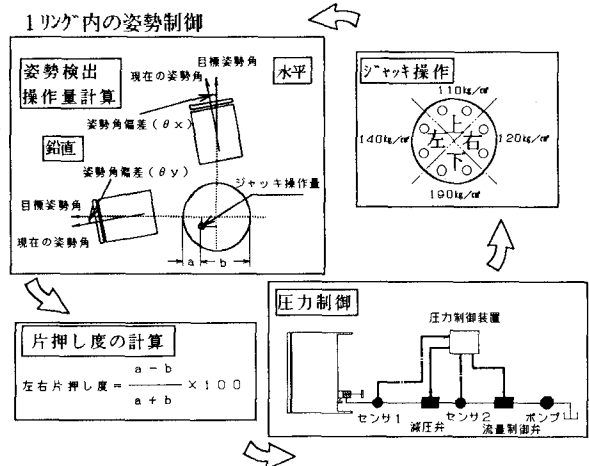


図-1 姿勢制御の流れ図

掘進中のジャッキ片押し度（水平の場合は左右、鉛直の場合は上下のジャッキ圧力の差を比率で表したものは姿勢角偏差（目標姿勢に対する偏差角）をフィードバックし、比例積分演算により求めている。すなわち姿勢角偏差に比例してジャッキ片押し度を設定し、それでも修正されない場合には時間と共にその量を増していく方法である。図-2は、1リング内の水平方向の姿勢角偏差とジャッキ片押し度の推移を示したものである。これにより偏差が大きい場合には、すばやく片押し度を増し、目標値に近づくにしたがい減少させて目標姿勢角を維持するように微妙な制御を行っていることが分かる。

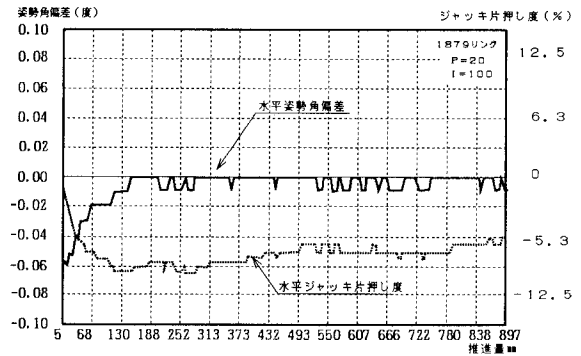


図-2 リング内の姿勢角偏差とジャッキ片押し度

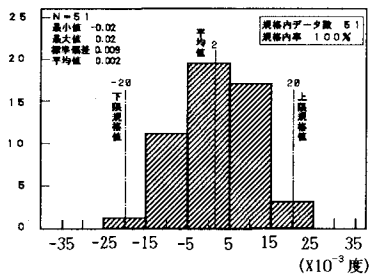


図-3 水平方向の姿勢制御の精度

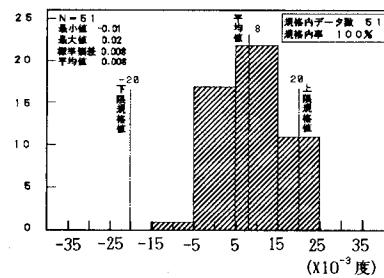


図-4 鉛直方向の姿勢制御の精度

図-3、図-4は、1リング自動掘進終了時の姿勢角偏差をヒストグラムに表したものである。平均値は水平方向が 0.002度、鉛直方向が 0.008度であり、標準偏差は水平方向が 0.009度、鉛直方向が 0.008度である。水平、鉛直方向とも ± 0.02 度を越えるデータは含まれておらず、きわめて高い精度で姿勢制御が行われている。なお、計測機器はトキメック社製のジャイロTMG-22（方位角静定精度 ± 0.05 度）を用いた。図-5はこのときの計測区間の自動掘進軌跡である。

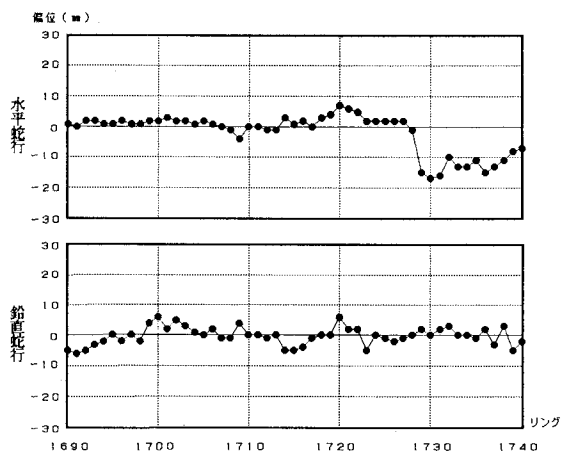


図-5 自動掘進軌跡

4. おわりに

本工事の実績から推進ジャッキの圧力制御方式による姿勢制御の有効性は実証された。今後はあらゆる地質や土質の現場で適用し完成度を高め、方向制御の完全自動化へ向けて開発を進めていく所存である。