

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 正員 杉本 碩男 真柄 文雄

1. まえがき シールド工法では一般にシールド機を掘削計画線に沿わせるために、トラソジットやレーザにより掘削線を測定し、シールドジャッキにより掘進方向を制御している。これらの方法以外に、シールド機自体の姿勢を検出器により測定し、その結果を掘進方向の制御に役立てるための試みが行なわれてきている。本報告は姿勢(シールド機の方位角、回転角、傾斜角)の測定結果を掘進方向の制御に結びつける場合に考慮すべき要因および姿勢による制御方式を解明するための検討内容を述べるものである。

2. 姿勢計測データの分析 適用したデータはヒューム管推進工法によるトンネル工事において、シールド機に搭載した姿勢計測装置(ジャイロスコップ、アクセルメータを用いている。)により求めたもので、その数は各角度につき378個(全区間)である。

(1). 姿勢計測値の自己相関関数: シールド機の姿勢変化から周期成分を抽出するため関数の時間軸を掘進距離にとり方位角、傾斜角変化について計算した。その結果を図1に示し、横軸の最小単位は1掘進長(2.45m)の1/6とした。

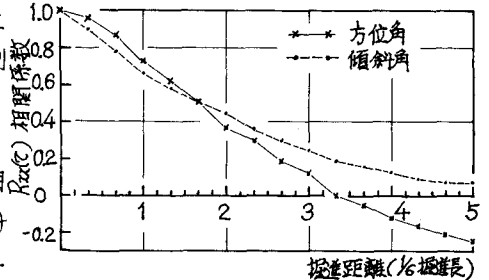


図1. 自己相関関数

(2). 1掘進毎の姿勢変化量: シールドジャッキによる方向修正効果を調べるため1掘進開始時の計測値と1掘進完了時の計測値との差から変化量を求め、図2に示す。

(3). その他: シールドジャッキ操作と姿勢変化、光学測量による変位との相互相関および姿勢変化から推定した変位などを求めた。

3. 推進特性の推定 (1). 姿勢変化における周期性: 図1の計算例に示すように3掘進以上の成分はほとんど見られず、5掘進以後はゼロに収束する。また、ゼロに収束する変動幅を考慮すると有効な周期は2~3掘進までであり、このことはパワースペクトルを計算しても同様であった。本データ例の場合、1掘進長はほぼシールド機長に相当するため、周期性は機長の2~3倍と言えらる。なお、後継ヒューム管によるシールド機の拘束がなりセグメント方式の場合、計算値は機長の1~2倍であった。

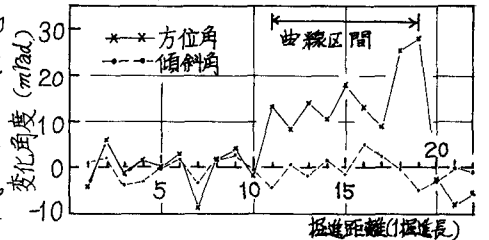


図2. 1掘進毎の姿勢変化角度

(2). シールドジャッキ入力と姿勢変化: 両者の関係を調べるためシールド機に加えられる操作入力の数値化を試みた。掘削方向を制御するときには一般にジャッキの組合せ方により制御する。この組合せにより変化する操作入力がトルクの次元を持つものと仮定し、シールド機の直径により基準化した。図3に示す計算結果と図2の姿勢変化量を比較すると変化の状態がよく対応している。特に、11~19掘進の曲線区間では周期性のためジャッキ入力に比較して姿勢変化量が増加する傾向が見られる。

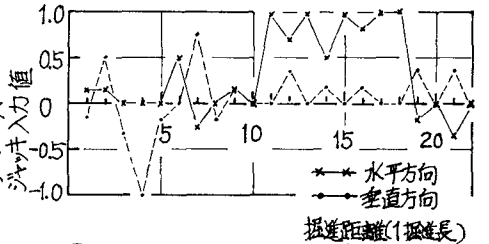


図3. 1掘進中のジャッキによる操作入力

4. むすび 以上の検討の結果、シールド機の蛇行現象を抑えるためには周期性を考慮した操作を行なう必要がある。また、シールド機の操作の自動制御化を考えると、上記のように数値化した操作入力によりシールドジャッキを自動的に選定できると考えられる。なお、シールド機の変位により掘進方向を制御する場合、姿勢計測値から変位を推定することが可能であり、初期掘進の段階に定率的なずれ量を補正すれば変位推定精度が向上することが確認できている。今後は各関係を定量化し、制御方式の検討を進めてゆく予定である。