

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 正員 杉本渡男
武蔵野電気通信研究所 堀内敏行

1. まえがき

現在、電々公社においては小断面シールド掘削機の遠隔自動制御の研究を行なっている。掘削線は掘削機のくせ、土質の変化により蛇行を生じる。この蛇行の修正は、通常光学測量等をもとに、経験と勘によりシールドジャッキを操作して行なうが作業能率、修正精度があまり良くない。そこで掘削機の姿勢変化を把握することにより、掘削機方向を推定し、自動的にジャッキを操作し、修正する方法の研究を行なっている。本報告では姿勢計測方法(ジャイロ、アクセルを用いる。)にターンテーブル反転式を用いたシールド掘削機姿勢計測装置を試し、実験を行なった結果、良好な成果が得られたので、その概要を説明する。

2. シールド機の自動方向修正方式

2.1 制御システム 掘削機の姿勢角を計測し、図1に示すような処理をすることによりジャッキ操作量を決定し、掘削機にフィードバックする。

2.2 姿勢の計測 表1に示すように3の姿勢角をセンサーにより検出する。必要なセンサーの精度は

表1. 姿勢の計測

表の目標値程度必要であり、長期間変化しなことが望まれる。

計測角	掘削機軸との関係	センサー	目標精度
方位角	掘削機進行方向に 平行な軸の水平面内の角	レート積分 ジャイロスコープ	±10°以内
傾斜角	進行方向に対して垂直な 断面内の角	アセロメータ	±5°以内
回転角	進行方向に対して 垂直な断面内の角	アセロメータ	±5°以内

3. 姿勢計測装置

3.1 ターンテーブル反転方式 上記センサーには時間とともに出力値が変化するドリフトがある。このドリフトのうち、一方向にバイアスされて出るドリフトを、ターンテーブル反転により出力値の符号が変わることを利用して消去する。このことにより長期間の計測精度を保証する。

3.2 装置の概要 装置の構成は図2に示すようになり、計測センサー部および電源部は掘削機内に固定し、信号の送受はケーブルを介して机外のコントロールパネルと行なわれる。コントロールパネルの機能は手動、自動の切替え、ジャイロスコープのスピニングモータのオンオフ、ターンテーブル位置の設定、監視、掘削機進行方向の入力などである。測定手時は、電源を入れ、約30分後にヒータランプが消えてウォーミングアップが完了してから、スピニングモータを回転させる。この状態で測定が可能となる。

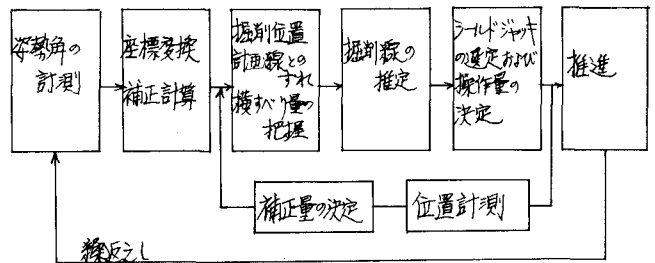


図1. 掘削機自動方向制御システム

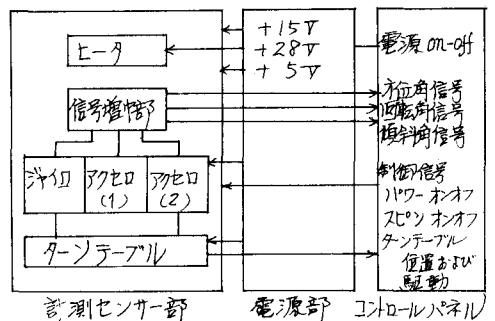


図2. 姿勢計測装置構成図

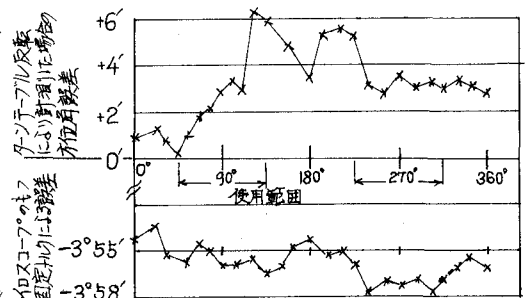


図3. 方位角出力特性

3.3 試作装置の特性 (1) 方位角の出力特性は図3に示す。横軸に方位角をとり(回転、傾斜角は0°)、縦軸に方位出力の理論値に対する誤差、および反転計測により検出した固定トルク(バイアスされた誤差)を示す。固定トルクによる誤差約4°は反転により消去されている。

(2) 加速度計による傾斜角出力特性は図4に示す。縦軸に傾斜角出力の理論値に対する誤差、横軸に入力角である。方位角の場合と同様にバイアスされた誤差は約-9°であるが反転により±4°以内になる。また図のR-L、F-Bは、テーブルの反転位置に対応している。

4. 振判機搭載実験

4.1 実験装置 装置は図5に示すように姿勢計測装置とミニコンピュータと接続し、自動計測、記録ができる。計測値の表示は、机外からのミニコンピュータから机内の表示部に信号を送り、ニキシー管で行なっている。制御信号として、シールド機運転台から識別信号、ストローク信号を受けている。

4.2 実験方法 自動測定の場合、図6に示すフローチャートのように行なう。まず装置はジャッキ操作ボタンから出る識別信号を監視しており、信号が入ると振判機開始とみなし、ストロークの測定を始める。ストロークが設定値(75~80cm)以上になると振判終了とみなし、姿勢計測を開始する。計測が終了すると、計測データについて、テーブル反転の補正計算、座標変換(オイラーの角変換)を行ない、結果も出力する。さらに使用したジャッキ数、ストローク、振判機偏差の推定値も出力する。また、実験中は光学測量の結果と推定値の比較により、横すべり、振判機のずれによる誤差を計算し、振判機推定値に、修正値として入力する。

4.3 実験結果 仮推進中の予備実験の結果を図7に示す。姿勢の計測は振判機停止時に行なうが、実験では、推進中も測定した。この間の推進距離はセグメント3リソング分である。縦軸には方位、回転、傾斜角測定値、横軸には測定番号を示す。方位角測定値に表われているように、振動の外乱により、時々大きく変化している。また測定番号20, 23の測定は、日が変わっており、ウォーミングアップ不足の影響がみられる。

5. おわりに

以上の検討の結果、(1)試作した姿勢計測装置の性能の確認、振判機姿勢計測状態の確認ができた。(2)コンピュータによる自動測定、補正の確認ができた。

終りに、本研究の遂行にあたり、装置試作に協力頂いた、日本航空電子の方々、および元同僚社員の吉川守之氏に厚く感謝いたします。

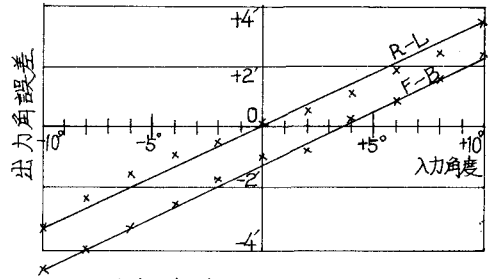


図4 加速度計出力特性

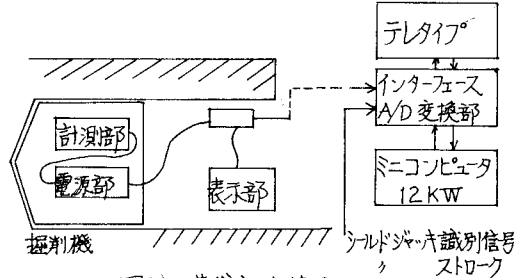


図5 搭載実験装置

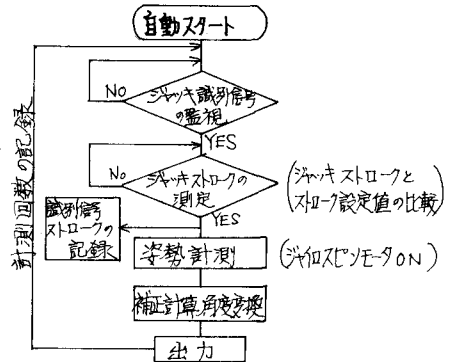


図6 フローチャート

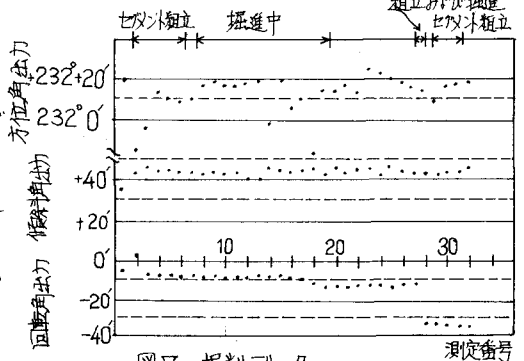


図7 振判データ