

III-488 電磁波利用によるシールド切羽の状況探知装置（2）

—— システムの構成 ——

三井造船機 正員 江澤 一明
三井建設機 西河 孝行

1. はじめに

電磁波を利用してシールド機上部の地山の状況を探知するシステムを製作した。従来、地下埋設物を探査する目的の「地中レーダ」が市販されているが、そのままではシールド機に取り付けることは困難である。

本システムは小口径シールドに取り付け可能な超小型アンテナとすると共に、その取り付け方法を工夫した。又、反射波をA/D変換してマイクロ・コンピュータに取り込むが、その際に高速変換が必要であるために専用データ・ロガーを製作した。本報告ではシステムのハード及びソフト面での概要について説明する。

2. ハードウェア

2-1 全体構成 システム構成を図-1に示す。外部からの情報は地山からの反射信号、距離計（ジャッキ・ストローク計）からの位置情報、掘進中であることを示す掘進信号である。アウト・ブットは写真-1に示す形式で連続的にカラーCRTに表示する。又、データはフロッピー・ディスクに記録し、後で再生可能である。

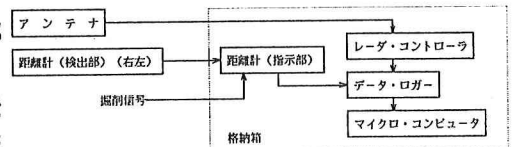


図-1 システム構成

2-2 アンテナ及びその取り付け方法 アンテナの外径は 270×320×190の直方体で送・受アンテナ素子は同一管体に納めた。発信面は 270×320の塩ビ板の一面であり他の面は内部に電波吸収体を張り付けた鋼製である。発信電波は半値幅約 1 nSのモノパルスで出力は約80 Vppである（写真-2参照）。シールド機のスキンプレートに開口部を設けて発信面を地山に接するようにしなければならないが、アンテナ管体そのものに防水性、耐圧性を持たせることはかなり困難である。アンテナ素子

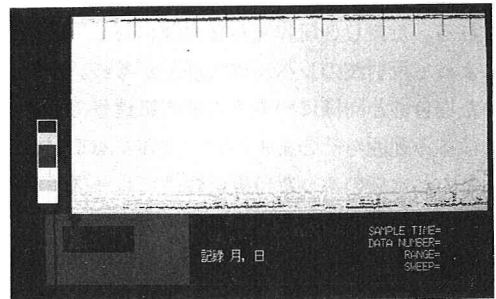


写真-1 表示例

をF.R.P.等にモールドし、アンテナ自体に防水性、耐圧性を持たせてスキン・プレートの外側に埋め込むことも試みたがメンテナンスに問題がある。今回は高強度F.R.P.板で防水性、強度のある窓を設計し、アンテナ管体の電磁波発信面を窓の内側に密着させることにした。これによりメンテナンスが容易に行える。万一窓が破損した場合の安全確保のためアンテナ管体を鋼製の箱でカバーした（写真-3参照）。

2-3 距離計 検出部に光学式アブソリュート・エンコーダを用いた。掘進4 cm毎にサンプリングのためのトリガーを出力する。

2-4 掘進信号 距離計でシールド機の掘進状態を検出し、ジャッキが戻っている場合はサンプリングしないようになっている。セグメント組み立て時の空押し判別は運転者の入力による。

2-5 レーダ・コントローラ 送信アンテナをコントロールしてパルスを発進させ、又、受信波を増幅して1 VPPの電圧信号として出力する。

2-6 データ・ロガー 距離計より4 cm毎にトリガーが入り、レーダ・コントローラからの反射信号のサンプリングを行う。受信波を高速でA/D変換してマイクロ・コンピュータに送る。

2-7 マイクロ・コンピュータ 通常の16ビットコンピュータであり、FDドライバー、カラーCRT装備である。後述のソフト・ウェアにより写真-1に示す表示をする。

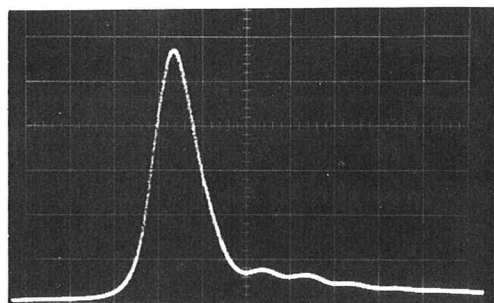


写真-2 発信パルス
(1ns/div.)

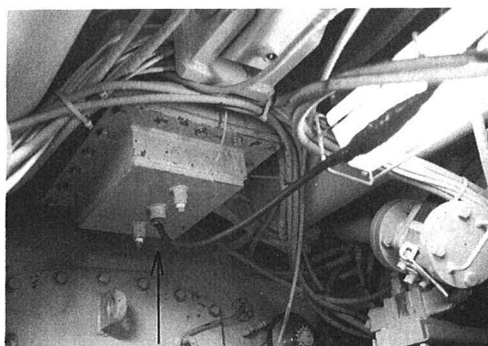


写真-3 シールド内部より見た
アンテナ取り付け状況

2-8 格納箱 距離計（表示部）、レーダ・コントローラ、データ・ロガー、マイクロ・コンピュータを格納箱（450×600×950）に納めた。箱の一部をガラス窓にしてCRTの表示を外から常に観察できる。電子機器からの発熱による温度上昇と結露防止を考慮して電子冷却式除湿機を取り付けた。

3. ソフト・ウェア

プログラムの流れを図-2に示す。システムを起動すると図に示す①から⑥迄のメニューがCRT上に表示される。この中の①計測データの記録、表示を選択するとハードの機能、接続のチェックを行う。次にデータの表示色を決める。続いてファイル名の指定をおこなう。未登録であればメニュー画面に戻って登録をする。次にセグメント幅を設定する。これは1リングの掘削途中で掘削を一旦中止し、後で再開した時に同一リングであるか否かを判別するための情報である。

写真-1の表示で、上方向の軸は本来は時間軸である。距離として読むには比誘電率（空気で1、水で80）を設定しなければ距離に換算出来ない。地山はゆるみ等が生じて一様ではないので一律に比誘電率を決めることは問題であるが、概略の推定値を入力する。以上で表示、記録状態になる。掘進に従ってデータ表示の領域が右にスクロールする。画面の表示範囲は約12リング分である。

4. 考察

実際に現場で使用（電磁波利用によるシールド切羽の状況探知装置（3）－現場実験結果参照）した結果をハード、ソフト面について述べる。アンテナのサイズは極力小型が望ましいが探知距離からアンテナ素子の大きさが決定され現状が限度と考えられる。現状で2000φの小口径シールド機に取り付け可能であった。

F.R.P.製の窓を設ける方法を取ったが保守の点で良好であった。耐摩耗性についても問題はなかった。

掘進信号を運転者が入力してセグメントNo.をカウント・アップしたが入力の人忘れが多く、セグメントNo.に違いが度々生じた。今後、運転者の入力を不用にしたソフト、ハードを考えたい。

反射波を見ると時間軸の0から5nsに発進パルスを直接受信した信号が乗っている。このため近傍の十数cm情報は殆ど読み取れない。その対策として、地山がアンテナ（実際はF.R.P.板）面に接した状態の直接波形を常に受信波形から減じることが考えられる。

5. むすび

現在までシールド工法には各種の掘削管理システムが導入されている。更に本システムを加えることにより施工管理技術が向上すると考えられる。本システムの製作に当たってハード面では日本無線㈱技術五部兼田主任、アールテック㈱北隅研究開発部長に御協力を頂いた。ここに感謝の意を表します。

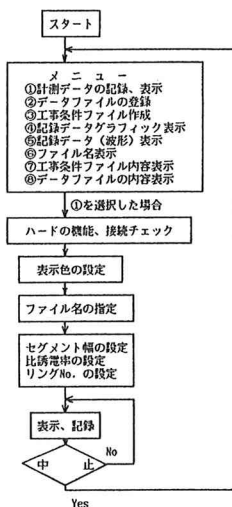


図-2 プログラムの
流れ