

VI-148

3次元超音波溝壁測定装置の開発

戸田建設(株) 正会員 橋本 司
 同 上 樋口 忠
 同 上 野口 貞夫

1. はじめに

連続地中壁の掘削では、超音波溝壁測定装置により掘削溝の出来形を計測している。掘削溝が曲がったりねじれたりすると連壁構造上重大な支障を来す。このため、掘削機の姿勢や位置をモニタするだけでなく掘削途中においても溝壁測定を適宜行い、常に溝形状が所望の出来形になっているかをチェックしながら掘削を行う必要がある。このように超音波溝壁測定の果たす役割はきわめて重要である。

現在使われている超音波溝壁測定装置は、深度方向に対し前後の溝壁までの距離変化を放電破壊記録紙に連続的に記録するものである。この装置から得られるのは、超音波センサを鉛直に降ろした位置での深さとセンサから溝壁までの距離の2次元データである。したがって溝壁形状を詳しく知ろうとすれば、超音波センサを降ろす位置を何回も変えて計測する必要が生じる。また、溝壁の形状は出力されたグラフに定規を当てて読みとるのが一般的で、測定装置にパソコンを接続して自動的にデータを読みとるシステムはまだ普及していない。このように、超音波溝壁測定は掘削管理の要とも言うべきものであるにも係らずひしょうに手間暇のかかるものである。このような不満を解決する目的で、溝壁形状を帯状にとらえることができる3次元超音波溝壁装置を開発したので報告する。

2. 装置の概要

図-1に装置の全体構成を示す。装置はサイドスキャン式超音波センサ、超音波センサ制御ユニット、パソコンおよび昇降ウィンチから成る。サイドスキャン式超音波センサは図-2のように送受信用の超音波振動子をパルスモータに取り付けたもので、パルスモータを回転させることにより溝壁面を横方向に走査することができる。センサおよび駆動部は134φ×248mmのアルミ製耐水圧ケースに入れられており、超音波振動子から発射されたパルス状の超音波は音響窓を通して溝壁面で反射して再び振動子に到達する。超音波が発射されてから到達するまでにかかる時間と音速からセンサと溝壁との距離が求まる。1回の送受信とパルスモータの動きを同期させることで、横方向の溝壁形状をステップ状にとらえることができる。表-1に超音波センサの仕様を示す。パルスモータは0.45°間隔で57.6°（128ステップ）の回転が可能である。また、内部には耐水、絶縁のためシリコンオイルをを充填している。超音波振動子には206kHzのセラミック振動子を用い、ベッキングを施してある。

超音波振動子をサイドに振った場合、超音波は壁面に対し斜めに入射するため反射波は著しく減衰する。この対策として送信出力を大きくするだけでなく、S T C回路により受信信号を処理している。図-3に超音波センサ制御装置の信号処理回路を示す。

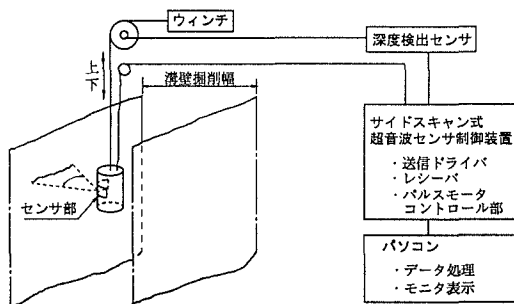


図-1 測定装置の構成

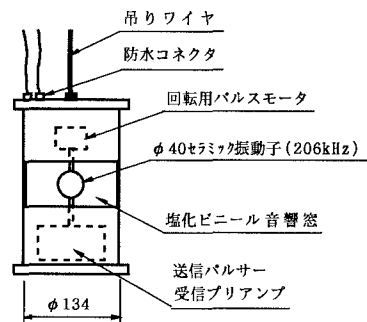


図-2 サイドスキャン式超音波センサの構造

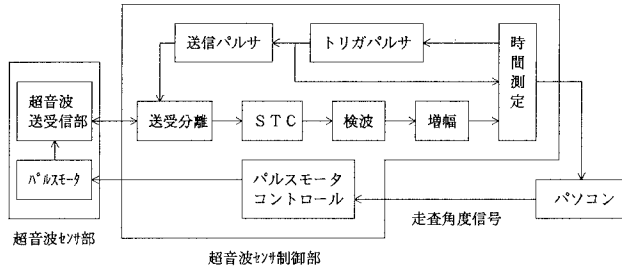


図-3 超音波センサの信号処理回路

3. 計測結果

図-4に溝壁計測結果を示す。超音波センサを降ろしながら片方の壁面を走査した結果である。凹凸が立体的に表示されるので、壁面形状の変化をすぐを知ることができる。図-5は深さ7mの地点における壁面の横方向の凹凸状況である。また、図-6は任意に3つの測定ポイントを選び、それぞれのポイントにおける鉛直方向の変化をとらえたものである。従来の超音波溝壁測定装置で得られるのはこの内の1つのポイントのデータのみである。図-7はその従来型の超音波溝壁測定装置で行ったポイントCでの測定結果である。泥水比重が1.3と高かったため波形が幅広くなっているが、本装置の測定結果を合わせてみるとよく一致している（ただし、2つの測定装置のセンサを降ろした位置が違っているのでその分はシフトさせている）。

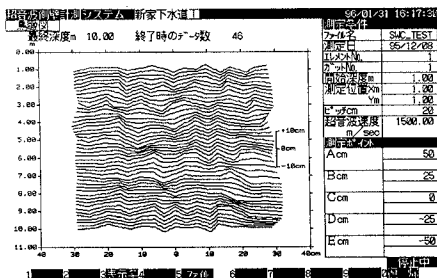


図-4 溝壁計測結果

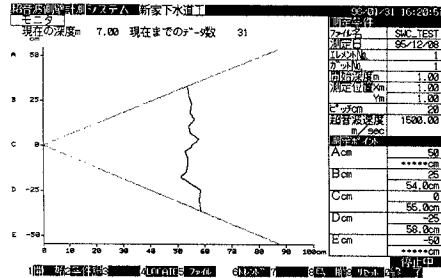
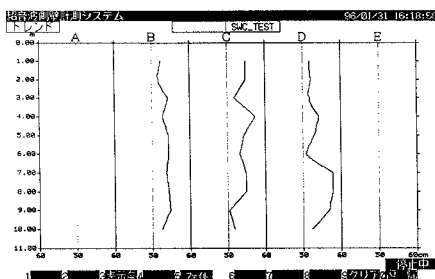
図-5 横方向変位
本装置での測定結果

図-6 鉛直方向の変位

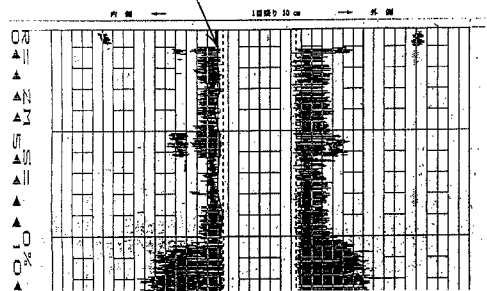


図-7 従来型超音波溝壁計測

4. おわりに

今回使用した超音波センサは試験使用ということもあって、片側のみの計測しかできないものであった。そのため、3次元計測は内側の溝壁に対してのみ行ったが、従来型の超音波溝壁測定装置のように両側を測るようには容易に変更できる。本装置は、掘削の目安となるべき溝壁測定を行う装置として必要十分な精度をもつだけでなく、既存の超音波測定装置にはない壁面形状を立体的にとらえるという優れた機能も持っている。壁面形状を素早くしかもビジュアルに表示することは、的確な掘削機を操作を可能とし高い掘削精度の実現に結びつくだけでなく、剥離等の変化をとらえることにより、確実な泥水安定液の管理をも可能とする。今後は適用実績を重ね、より完成度の高い装置にしていきたいと考えている。

表-1 超音波センサの仕様

形状	134φ×248mm
最大スキャン角度	57.6°
最大測定幅	66cm（壁圧1.2mのとき） 壁厚の約半分（両壁測定）
最大測定距離	100cm（比重、粘度で決まる）
測定速度	10msec（1ライン当たり）
測定周波数	206kHz
超音波出力	400Vpp
振動子	φ40mm セラミック振動子
パルスモータ	0.45° 128ステップ

※耐水圧ケースの交換で100m以深の測定に対応可