

超音波連続溝壁測定システムの開発

戸田建設(株) 正会員 樋口 忠 安本匡剛
同 上 余川武久 山久芳伸

1. はじめに

地中連続壁の品質を確保する上で、超音波溝壁計測は施工管理に欠くことのできないものである。しかし、掘削機や掘削精度管理などに比べると、技術的な進歩を遂げていない。掘削機を地上に上げ、泥水安定液が落ち着くのを待って超音波センサを自由降下させる - といった、計測に時間のかかる方法が依然として採用されている。掘削工程において溝壁計測の占める割合は大きく、これを短時間かつ高精度で行うことができれば、地中連続壁に求められている工期短縮、精度向上といったともすれば相反する要求を共に満足することができる。短時間・高精度の計測を実現させるためには、掘削機を上げないこと、超音波センサが流されないこと、計測のデジタル化などが必要である。これらを実現するため、掘削精度管理システムのワイヤ式基準位置測定装置を利用して超音波センサを昇降させる溝壁測定器、高速デジタル信号処理装置およびデータ処理装置からなる超音波連続溝壁計測システムを開発した。

2. システムの概要

本システムの特長は以下の点にある。

超音波センサが溝内中を流されぬよう、ワイヤ式基準位置測定装置の鉛直ワイヤを昇降ガイドにしている。鉛直ワイヤの水平座標と深度から、超音波センサの3次元座標を高精度でとらえる。

超音波センサの位置とデジタル信号処理装置を介して取り込んだ超音波信号を処理して、パソコン画面上に溝壁形状をリアルタイムに表示する。デジタルデータ化により、データ処理が簡便化する。

市販の溝壁測定器を利用できるので、ワイヤ式基準位置測定装置を使用しない従来方法でも、パソコンを接続して溝壁形状をデジタルデータとして取り込むことができる。

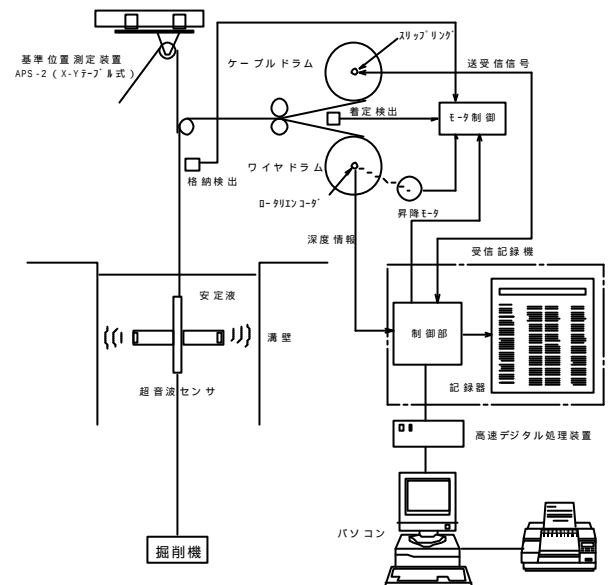


図 - 1 システムの構成

図 - 1 にシステム構成を示す。超音波溝壁測定器、デジタル信号処理装置、データ処理用パソコンおよびワイヤ式基準位置測定装置（掘削精度管理システムと併用）で構成される。超音波溝壁測定器は、ワイヤ式基準位置測定装置ない場合でも使用できるよう、市販品の測定器に、超音波センサの信号ケーブルと吊りワイヤの配置を替えるといった現場レベルの改造を施したものである。

図 - 2 に超音波信号の処理方法を示す。超音波センサは下降しながら、前後方向に交互に超音波パルスを発信し、溝壁面からの反射波を受信する。溝壁測定器はこの受

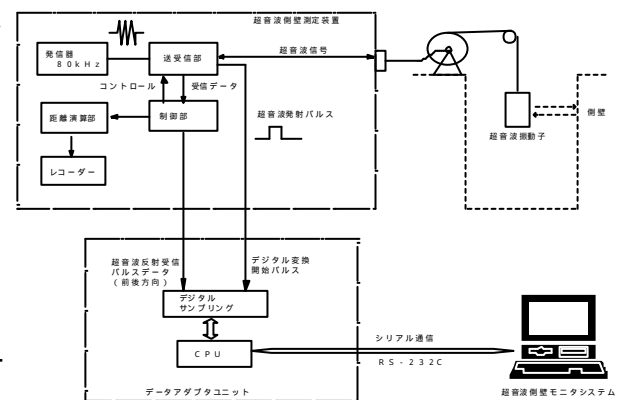


図 - 2 超音波信号の処理方法

キーワード : 地中連続壁、掘削精度、超音波、溝壁計測

連絡先 : 東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設(株) TEL 03-3535-1615 FAX 03-3564-0475

信波を直接放電記録する。デジタル信号処理装置は受信波を一旦整形し、1 or 0のビット符号に変換する。パソコンでは、予め設定しておいた距離係数（超音波速度）から変換されたビット列を距離データとして演算し、リアルタイムに画面表示する。

3. 実施工における適用結果

本システムを、内径φ 32 m、壁厚 1.2 m、壁長 100 mの大規模地中壁工事にて適用した。写真 - 1 に計測の様子を示す。狭隘なスペース、作業性を考慮して、溝壁測定器には伸縮自在のセンサ吊りアームを取り付けた。

計測中は図 - 3 のような画面表示となる。中心部に表示されたデータはセンサ窓からの反射データであるが、画面表示する範囲を設定し直せば除去できる。ワイヤ式基準位置測定装置を利用しない場合、図 - 4 のように超音波センサは鉛直に降りず流される。このような判断ができるのは希で、実際は、得られたデータからそれが溝壁の曲がりなのか、センサが流されたものなのかを判定するのは容易でない。確認のために計測を何度も繰り返し行う必要が発生する。また、図 - 5 は壁面を正確に抽出するために行ったフィルタリング処理の結果である。このような処理により、不具合を早めに発見することで、精度のよい掘削管理が実現できる。

システムを実施工に適用した結果、以下の成果が得られた。

掘削機の上げ下ろし作業が不要となった（システム導入前は、掘削機を地上に上げるのに、掘削深度にもよるが、1 回当たり 0.5 ～ 1 時間程度かかった）

超音波センサが流されずに、正確な測定ができた（従来の方法だと、掘削中断後、最低 3 時間程度は待たないと泥水安定液が落ち着かず測定ができない状態であった）

データ処理、実数値の把握が容易となった（通常はデータが放電記録計にグラフ表示されるのみである。したがって、数値の読みとりは、得られたグラフにスケールを当てて行わなければならない、非常に手間のかかる作業であった）

4. おわりに

超音波溝壁計測は、目で見ることのできぬ地中深く掘られた溝や孔の形状を確認する唯一の手段であり、連壁のみならず場所打ち杭等、数多くの縦坑掘削工事で行われており、計測手段の省力化が望まれていた。デジタル信号処理装置の開発により、パソコン接続による計測が可能となった。これにより、データの管理や帳票類の作成は大幅に省力化されることになる。とくに、レコードで出力された記録から数値を読み取っていた従来方法に比べると、作業効率はもちろんのことデータの信頼性は格段に向上する。

本システムによれば、鉛直に下ろしたワイヤをガイドにして超音波センサを昇降させることで、センサのふらつきを抑え、正確かつ確実な溝壁測定を行うことができる。今後は、ワイヤ式基準位置測定装置に代わる安価なセンサのガイド装置を開発することで、多くの工種で活用していきたい。



写真 - 1 実施工での溝壁計測状況

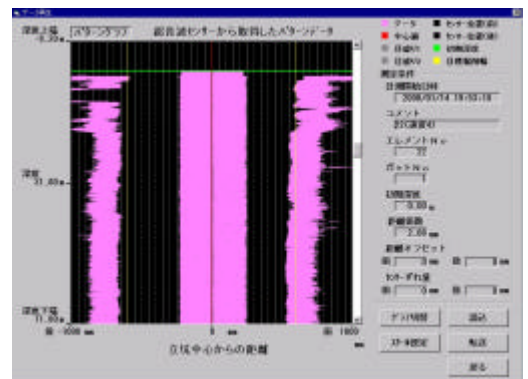


図 - 3 計測画面

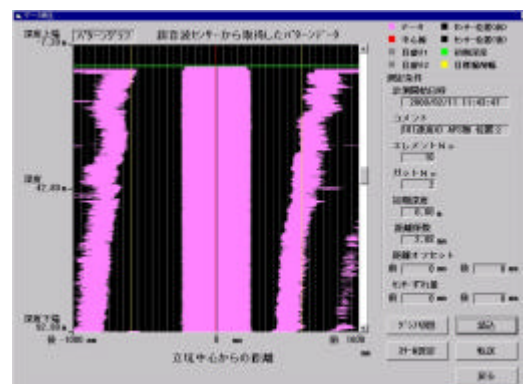


図 - 4 超音波センサが流された例

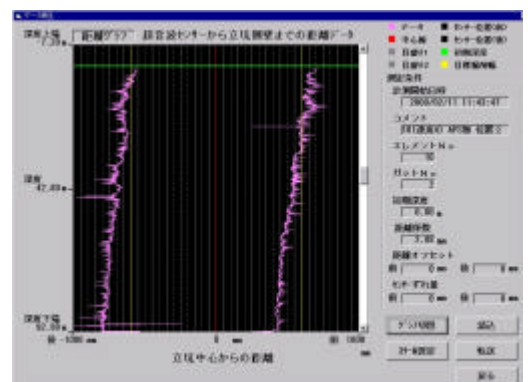


図 - 5 フィルタリング処理