

## 20. 連壁掘削機の位置計測システム

鹿島建設(株)：石坂 峯・平井 淳一  
松井 信行・横山 満  
坂東 正敏・太田 裕士

### 1. はじめに

近年の地中連続壁工事では、大深度の地中連続壁を高精度、高速に施工することが要求される。また、自動化、省力化のニーズも増大してきている。しかしながら、地中連続壁における掘削精度の管理は傾斜計と掘削後の超音波による溝壁計測に限られていた。

これに対して本システムは、掘削中の掘削機の刃先位置をリアルタイムに計測、表示するものであり、大深度、高精度、高速施工に対応するためのツールとして開発した。

今回、2現場において実証実験を終了し良好な結果を得たので、その概要を紹介する。

### 2. 計測の原理

基本的には、地上の基準点より重錘を吊り下げて、この重錘と掘削機の位置関係を非接触のループコイル型(H655×W340□ φ=25)のうず電流距離センサを用いて計測するものである。

詳しい原理を以下に示す。

① 掘削機の左右の肩にセンサ筒を取り付け、地上の基準点から重錘を吊り下げセンサの中心に来るようにする。本システムはこの左右2つの重錘を基準点としている。

② センサ筒には図1に示したコイル1、2の組み合わせが3組あり、それぞれX、Y、

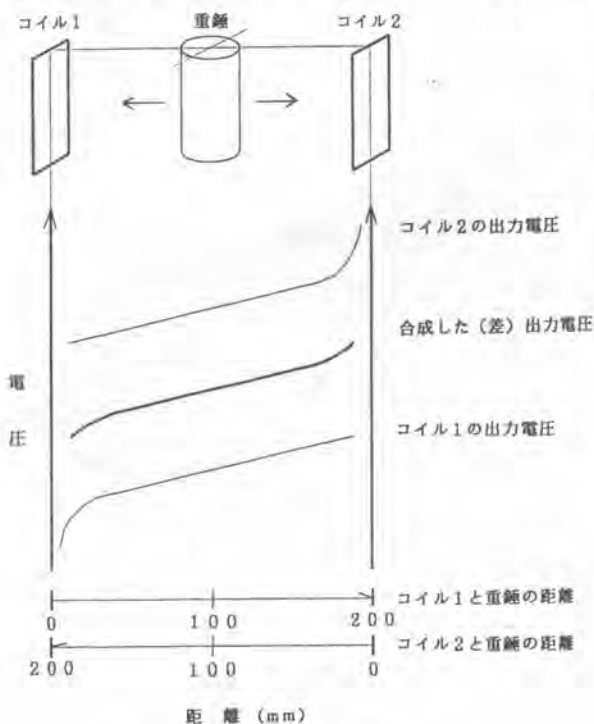


図1 重錘位置と出力電圧

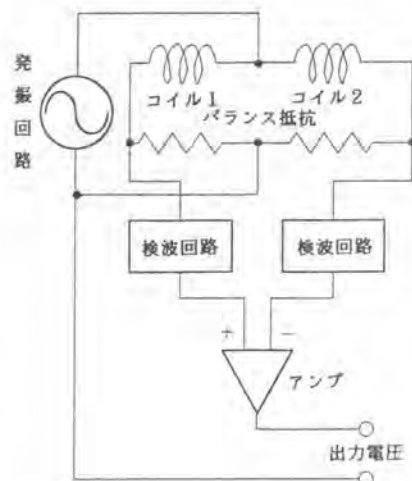


図2 計測回路ブロック図

Zの位置検出に使用する。

図2のコイル1、コイル2に同時に10KHzの高周波電流を流すと、重錘の遠近によってそれぞれのインダクタンスが変化する。これを検波回路を通して電圧に変換すると図1（グラフ部分）のような特性を持つことがわかる。1つのループコイルだけでは、重錘がコイルに接近した場合の特性が距離と比例していない。このため重錘の両側に2つのコイルをおいて図2の様な差動ブリッジを構成し、2つの出力電圧を合成することで、重錘位置と出力電圧の特性を直線化している。

- ③ 重錘位置と出力電圧の特性はそれぞれ異なるので、左右のX、Yで計4つの特性をあらかじめコンピュータに登録しておく（キャリブレーション）。そして計測時には測定した出力電圧を、登録しておいた特性と照らし合わせて重錘の位置を求めている。
- ④ Z方向（掘削機の上下）は、出力電圧と重錘ウインチでフィードバック制御を行い、掘削機の上下に対して常にセンサの中心に重錘があるようにしている。これによってX、Yそれぞれのコイル対と重錘の上下の位置関係は一定に保たれ、測定誤差を発生しない。
- ⑤ X、Y、Zの3方向の計測を同時に行うと、それぞれ他の方向のコイルの影響を受けてしまい正確な測定ができない。これを避けるためX、Y、Zをそれぞれ時間をずらせて1つずつ計測することで正確な測定を実現している。

### 3. 仕様

- ・計測精度 20mm ・対象壁厚 700mm以上 ・追従速度 12m/min（最大）
- ・計測範囲 ±100mm ・計測可能深度 150m

### 4. 概要

システムの全体構成を図3に示し、概要を以下に述べる。

#### ① センサ筒

外観を写真1に示す。材質は主に硬質塩化ビニールを使用し、開口率も大きく取ることでセンサ及び重錘への影響を極力抑えている。

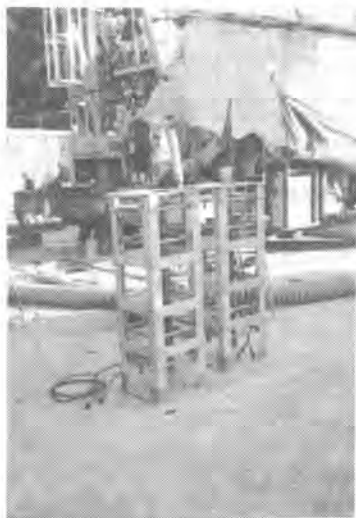


写真1 センサ筒



写真2 センサ筒取付状況

ループコイルは前後及び左右に各1組の計測用コイル（X、Y）と上下1組の同調用コイル（Z）の計3組がセットされている。このセンサ筒を掘削機の左右のセ肩の位置に設置する（写真2）。

#### ② 重錘・重錘ウインチ

重錘は、 $\phi = 115$ 、 $L = 1060$ の円柱形で重量は約100Kgである。重錘ウインチはACサーボ

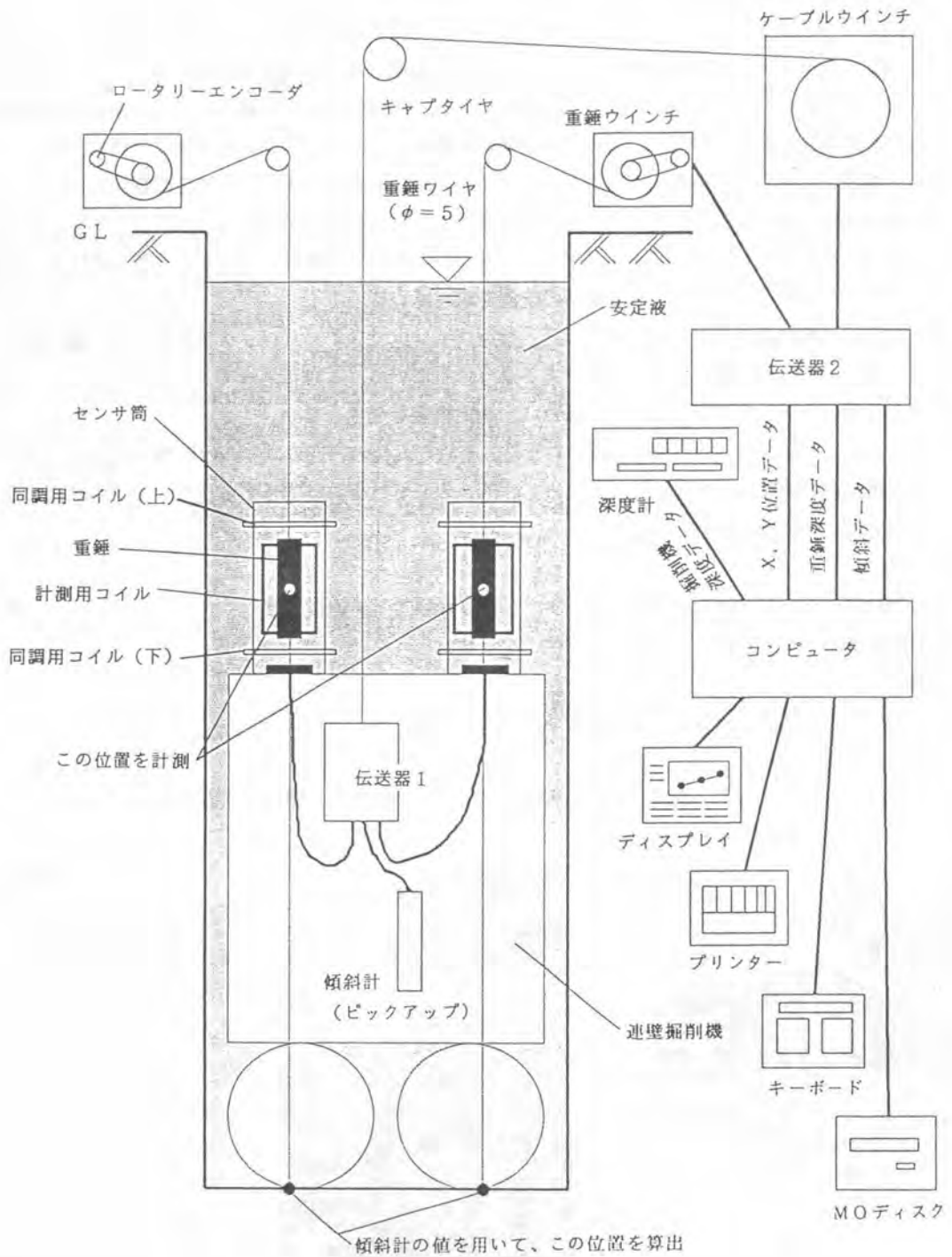


図3 システム概要図

モータを使用した可変速制御可能なもので、最大12m/minで重錘を駆動することができる。

通常は伝送器1、2より送られてきた2方向の位置信号（同調信号）と組み合わせてフィードバック制御を行っている。

### ③ 伝送器1・2

伝送器1は、耐圧ケース（20気圧）の中に収められており、センサ筒のコイルを駆動して重錘の平面位置（図3 重錘の中の白丸の位置）

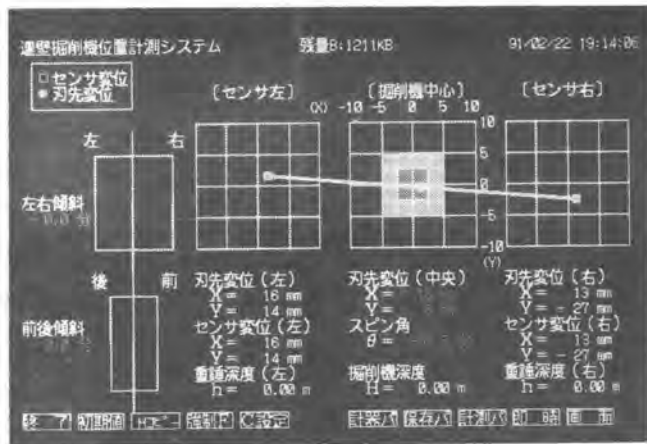


写真3 ディスプレイの表示

を計測し、その結果をA/D変換して2方向の位置信号、傾斜計の信号を取りまとめた上で地上の伝送器2に送っている。

伝送器2は、伝送器1から送られてきた各種の信号をシリアル信号やアナログ値に変換してコンピュータとのインターフェイスを行っている。

### ④ コンピュータ

コンピュータは、伝送器2及び掘削機の深度計等の計器からのデータを取り込んで計算、表示、集計処理等を行なっている。

重錘中心の平面位置と、掘削機の傾斜が計測できるので、掘削機の長さや回転を考慮して地上から見下ろした時の刃先の位置をディスプレイに表示する（写真3）。同時に各種データをMOディスクに記録しておく。また任意の時間にこの記録データを用いて、深度、位置（変位）、傾斜の経時変化図を出力できる。

## 5. 特徴

- ① 基準点である重錘の位置を掘削機の位置で計測しているために、センサの分解能が深度に無関係である。そのため、大深度においても高精度に計測できる。
- ② システム構成機器を全て掘削機及び既存の地上施設（槽、またはクローラークレーン）に搭載し、操作も自動化されているため、掘削サイクルに何も負担をかけず容易に利用できる。

## 6. 後書き

本システムは実験機で1現場、実証機で2現場をおえて、現在、東京湾横断道路川崎人工島西工事に向けて実用機を製作中である。