

# 1. 大型連壁掘削機における高精度位置検出システム

大成建設(株)：宮崎 裕道

## 1. はじめに

連続地中壁は、近年、その用途の拡大に伴い、施工技術も目覚ましい進歩を遂げ、その優れた信頼性により大深度地下タンクの土留止水壁や橋梁の基礎等に多く採用されている。

しかし、従来の連続地中壁の規模は、壁厚で1.5m、深度で100mまでの実績しかなく、最近の東京湾関連プロジェクトをはじめとするウォータフロント計画等の大型プロジェクトでは、連続地中壁の規模が、壁厚・深度共に、今までの規模をはるかに超える大型化の傾向にあり、海水の利用技術を含めた超大型連続地中壁の施工技術の早急な確立が望まれている。

このような背景から、超大型連続地中壁の構築技術を確立するため、壁厚2.6m、深度160mの規模で俣熊谷組と共同で実験を行った。

この実験は、利根ボーリング社製のエレクトロミル掘削機（以下掘削機）を使用して、日本鋼管(株)の協力を得て、同社京浜製鉄所敷地内で行った。

この実験では、種々の項目の検証を行ったが、本文では、その中から、高精度位置検出システムについて報告をする。

## 2. 実験概要

### ・実験場所

神奈川県川崎市川崎区水江町5-1

日本鋼管(株) 京浜製鉄所内

### ・実験工期

昭和62年3月～昭和62年6月

### ・実験規模

壁厚 2.6m

深度 30m × 2本

160m × 1本 計3エレメント

160mのエレメントは、N値3程度のシルト層から、N値50以上の泥岩まであり、砂層・砂礫層まで含まれる地層である。

掘削機は、100tクローラクレーンで吊り下げて掘削する、ベースマシン方式を採用している。



### 3 位置検出システム

連続地中壁を施工する際には、強度、本設構造物とのクリアランス、止水性等の点から、高い垂直精度が要求される。

したがって、途中で曲がりを修正しながら掘削を進めて行き、出来形が極力計画線に近づいていなければならない。途中で曲がりを修正するためには、常時掘削機の位置姿勢を把握しておく必要がある。本システムは、6軸について計測し、5～8秒程度の間隔でパソコンCRT上にグラフィック表示する。また50cmおきの掘削履歴が記録、再現できる。

#### 3-1 システム概要

地上に固定したレーザー槽に取り付けられた2台のレーザー鉛直器から、下向き鉛直に2本のレーザービームを発する。このレーザービームは、内部を大気圧に保たれた中空のパイプを通して、掘削機に取り付けられた、ターゲットボックス内の半透明スクリーン上にスポットを形成する。スクリーン裏側に取り付けられたテレビカメラがレーザースポットを含むスクリーン全体の画像を捉え、同軸ケーブルを介して地上に伝送する。伝送された画像は画像処理装置に入力されて、スポットの中心座標が計算される。同時に、深度計からの深度信号、掘削機本体のピッチング・ローリング信号も入力され全ての信号が数値化されてパソコンに送られ、種々に演算加工されて、CRT上に表示されている。

つまり、鉛直レーザービームを基準線として、そこからのズレを検出するシステムである。2本のレーザーを用いる事によってヨーイングも計算できる。

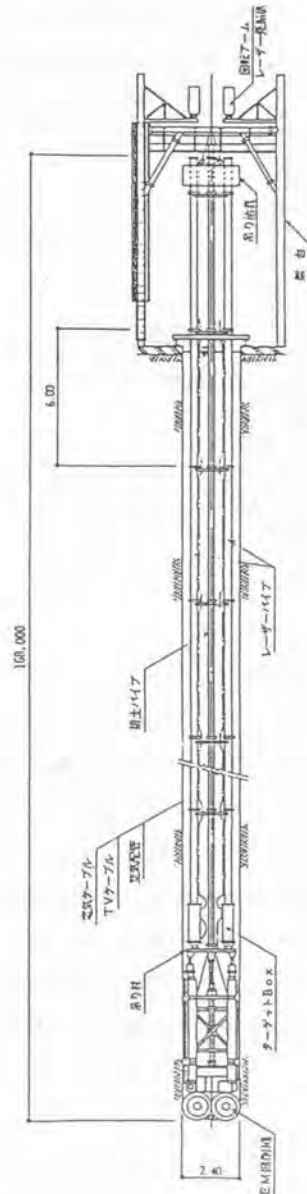
#### 3-2 レーザー鉛直器及び槽

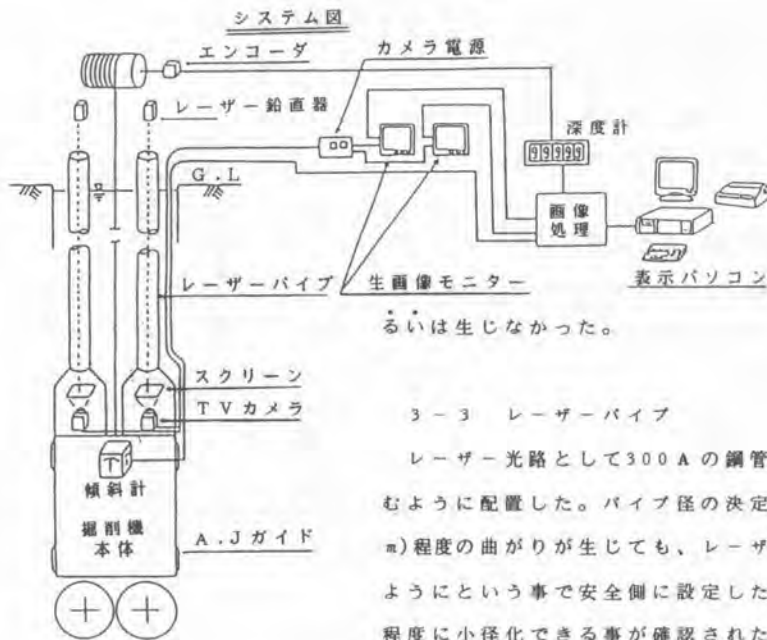
鉛直器取付部は旋回アーム上にあり、地上からの遠隔操作で出し入れが可能となっている。これは、パイプ接続作業の邪魔にならないためである。

鉛直器本体はWILD社製のものを使用しており、公称鉛直精度は20万分の1である。レーザー発振器は2mWのものを使用しているが、160mは充分到達する。

この鉛直器は、レベル・トランシットと同様に光学機器であるので、当然の事ながらくずれが生じてくるが、以下の様に簡単に調整できる。

- ①生画像モニターを見ながら、鉛直器の本体部を回転する。
- ②光軸が鉛直からズレていれば、鉛直器の回転に伴ってレーザースポットの軌跡が円を描く。





### ③鉛直器の調整ネジを

回してレーザースポットが円の中心になるよう調整する。

今回の実験でも、エレメント掘削途中、何度か確認を行ったが、殆んどく

るいは生じなかった。

### 3-3 レーザーパイプ

レーザー光路として300Aの鋼管2本を、250Aの排土管を挟むように配置した。パイプ径の決定に際しては、1/1000(16cm/160m)程度の曲がりが生じても、レーザー光がスクリーンに到達するという事で安全側に設定した。しかし、実験の結果、15cm程度に小径化できる事が確認された。

150mのレーザーパイプを、光路としての性格上、いかに直線性を保たせるかが本システムの一つのポイントであった。結局、採用した方法は、掘削機本体の荷重をレーザーパイプで保持し、パイプ全体に軸方向には引張りがかかる構造にした。しかし、パイプ上部を剛結してしまえば、製作誤差による左右のパイプの荷重の片寄り等が生じ、パイプ中間部で半径以上のたわみを生じてしまったり、掘削機本体を斜め吊りをしてしまうという問題が考えられるため、油圧シリンダ利用した、イコライザー機能付の吊り治具を考案した。この吊り治具によって、パイプ製作誤差の吸収、荷重の均等分散をしている。また、レーザー光が入射する上部には、雨天時のために、アクリル板を張り、エアーカーテンを取り付けて、雨滴の浸入、レーザー光の屈折を防止している。レーザーパイプ同士の接合はOリングを用いて、メタルタッチのフランジ接続にする事によって、25%の耐圧の確保と、接合部での屈曲の防止を行っている。

### 3-4 ターゲットボックス

ターゲットボックス内には、半透過性のスクリーンと、その裏側にTVカメラを取り付けてある。スクリーン上部には、汚れを防ぐためのエアーノズルと、地上から視認するためのランプが付いている。160mまで掘削した時点でも、このランプとレーザースポットは、肉眼で鮮明に視認する事が出来、レーザーパイプが泥水中でも直線性を保持していた事が確認できた。

このボックスから、特殊な水中コネクタを介して、TV信号を地上に伝送している。

### 3-5 モニターテレビ

ターゲットボックスからの2本のTV信号は、地上の制御室内で、各々9インチの生画像モニターテレビに一旦入力されてから、画像処理装置に接続されている。このモニターテレビにより、レーザ

ースポットが常時、肉眼で確認する事が出来、システム全体の信頼性を向上させている。

### 3-6 画像処理装置及び表示

画像処理装置は、2chのTV信号、(NTSC)、2chの本体傾斜信号(ピッチ・ロール)、1組の深度計信号を全て入力し、数値データに変換して表示用パソコンにRS-232Cレベルで出力する。

画像処理部は、256×256画素の分解能でレーザースポットを識別するが、二値化してベクトル平均を行っているので、多少レーザのビントがズレてスポット径が大きくなっても、約1mmの精度でスポット中心座標を検出する。

8bitの組込み用のプロセッサボードを使用しているので、演算時間は約3秒程度である。

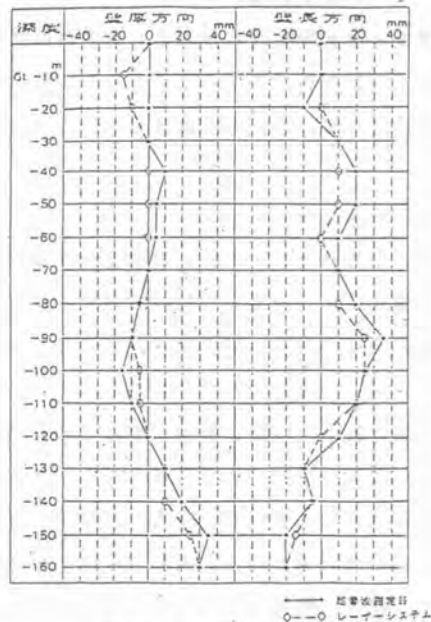
ただし、画像取り込みのタイミングは、振動による影響を少なくするために、左右をほぼ同時にしている。

表示は、深度毎の掘削記録と現在位置を表示する。現在位置は掘削ビット先端での計画線とのズレ又は16枚の各アジャスタブルガイド位置での計画線からの出入り量を、キー操作による切換で見られる様になっている。

### 3-7 測定結果

本システムの精度を確認するために、新型の4方向大深度用超音波溝壁測定器での測定結果との比較を右図に示す。

両者を比較すると、超音波での計測時には、溝壁の剥離等があり、絶対値そのものの違いは多少あるものの傾向は完全に一致している。



掘削精度測定結果比較図

## 4 おわりに

今回の実験を行って、本システムの精度の高さと信頼性は十分に確認された。

しかし、レーザーパイプの小径化と、接続の簡素化等、多少の改良すべき点が残されている。

今後、この高精度を生かした大型連続地中壁が、各種の工事に採用・施工される事を期待する。