

## 太径曲線パイプルーフ工法による非開削大断面地下空間構築工法（その6）

## ～ワイヤーリンク式位置計測システムの要素試験～

大成建設株式会社\* 正会員 ○松本三千緒 正会員 宮崎 裕道 近藤高弘  
鹿島建設株式会社 神尾 正博 鉄建建設株式会社 畠中 保 コマツ地下建機株式会社 斉藤 博

## 1. はじめに

見通しの効かない推進管等の施工時（掘進中）に、掘削機先端部の位置をリアルタイムに測定するシステムの実現を目指し、ワイヤーと変位センサーを組合せた位置計測システムを考案した。このシステムは、基点部と先端部およびその間に設置されたワイヤー変位測定器とワイヤーにより構成され、見通しの効かない推進管（曲がりパイプルーフなど）の中間位置および先端部の位置をリアルタイムに計測するものである。

## 2. システム概要

図-1 にワイヤー変位測定器(0～6)を使った先端位置計測の概念図を示す。ワイヤー変位測定器は直交する2軸の光学式センサーを内蔵し、ボックス内のワイヤー位置を検出する。また、変位測定器間は一定張力のワイヤーで接続し、その最終端を先端の変位測定器(6)に接続する事で、先端位置を計測する。

ワイヤーは基点側より一定張力（重りW）で送り出され、変位測定器(0)を通過し、測定器(1)の中央部に接続される。測定器(0)では基準面（端面）に対するワイヤーの傾き（基線）を測定する。また、測定器(0)と測定器(1)の間のワイヤー長と測定器(1)（後方側センサー）による計測値から測定器(1)の位置が算出できる。次に、測定器(1)の前方側センサーと(2)の後方側センサー、その間のワイヤー長より、測定器(2)の位置が算出できる。以下同様に繰り返すことで、先端部の測定器(6)の位置と角度を算出するものである。（図-2 参照）

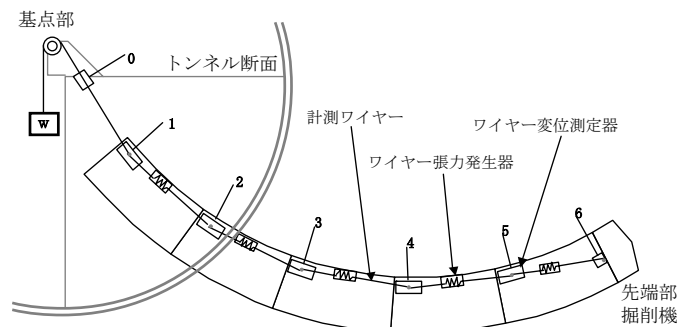


図-1 システム概念図

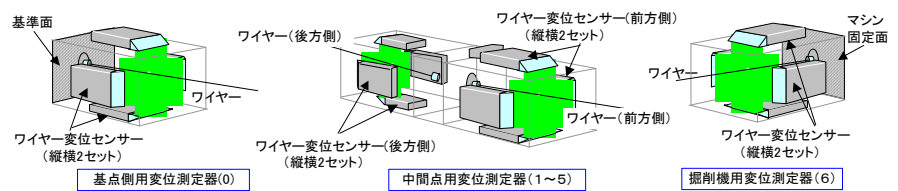


図-2 各部のワイヤー変位測定器構造図

## 3. 要素試験の内容

変位測定に使用するセンサーの機種・ワイヤー張力・振動・傾斜・回転等の影響について要素試験を実施し、精度検証を行なった（写真-1）。試験項目を以下に示す。

## ①変位センサーの精度検証（2機種）

2種類の変位センサーを使用し、計測精度を比較した。

## ②ワイヤー張力・振動の影響試験

ワイヤーの張力・振動の精度への影響を測定した。

## ③システム全体を傾斜させた場合の影響試験

試験用架台（H鋼材）をクレーンで吊り上げ、システム全体が傾斜したときの精度への影響を測定した。

## ④システム全体をローリングさせた場合の影響試験

変位測定器を57°までローリングさせて精度への影響を測定した。

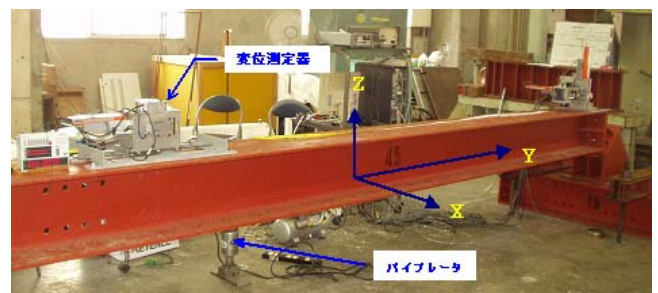


写真-1 要素試験の実施状況

キーワード 曲線パイプルーフ、3次元位置計測、レーザー変位計

\*連絡先：東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社土木本部機械部 TEL:03-5381-5307

#### 4. 要素試験の結果

表-1 にワイヤー長を 3000mm、4500mm、6000mm とした測定試験で得られた結果を示す。また、図-3 にワイヤー長 3000mm の時の、①センサー機種による違い、②③張力・振動の影響、④⑤傾斜・振動の影響、⑥ローリングの影響に対する試験結果を示す。

（試験結果の概要）

- ① センサー部を XY テーブルにて動かし、変位測定した結果、表-1 のように実用上十分な精度で計測できる事が確認された。また、機種による計測精度への影響が確認された。（比較した機種は VG300 と LS7000[キーエンス製]）
- ② 今回使用したワイヤー鋼材はロープ径 1.0mm、素線 7\*7、伸びは 0.169mm/mKg のものを使用。実験の結果、張力 10Kg 以下ではワイヤーの弛み等により精度が出ないため、ワイヤーには 10Kg 以上の張力を加える必要がある事が分った。
- ③ ワイヤー張力 20Kg 以上であれば、振動の有無による変位および傾斜への影響は無視できる事が確認された。
- ④ ローリングについては傾斜計にて想定される計算値とほぼ同様の結果が示された。従って、見かけ上の変位値と実際の変位値は、下記の関係を利用して推定する事が可能。

（見かけ上の変位値 X）＝（実変位値 X）\*COS（ローリング角）＋（実変位値 Z）\*SIN（ローリング角）

（見かけ上の変位値 Z）＝（実変位値 X）\*SIN（ローリング角）－（実変位値 Z）\*COS（ローリング角）

表-1 各ワイヤー長での精度試験結果

ワイヤー長	3000mm	4500mm	6000mm
ワイヤー張力	20～30Kg	20～30Kg	20～30Kg
X 方向標準偏差	0.3mm	0.26mm	0.35mm
Z 方向標準偏差	0.7mm	0.84mm	0.78mm
傾斜の影響（X 方向）	0.04mm/10°	0.048mm/10°	0.12mm/10°
傾斜の影響（Z 方向）	0.04mm/10°	0.013mm/10°	0.045mm/10°

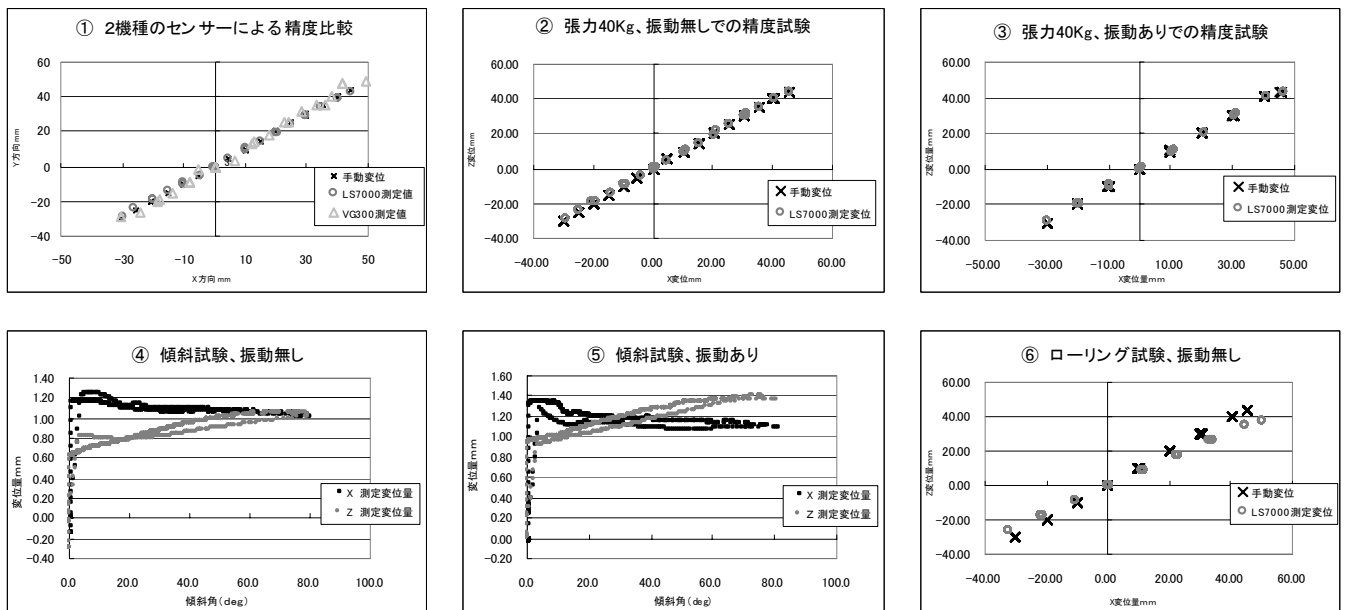


図-3 ワイヤー長 3000mm での各試験結果

#### 5. まとめ

要素試験を行なった結果、マシン先端部の位置決めに対し本方式が有効である事が確認された。ワイヤーに適切な張力（本要素試験では 20～30Kg）を与える事で、振動および傾斜による測定精度への影響が回避できる事、ローリングについては傾斜センサー（ローリング計）により補正計算が可能である事が示された。

今回は変位測定器 2 台によるテスト装置で要素試験を行なったが、実用化を目指す為には多段に重ねた場合の精度的試験が必要であり、さらに現場で実際に取り付けるための施工上の課題も残されている。今後は、これらの課題の解決を目指し、さらなる実験を進める予定である。