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9) ~ワイヤーリンク式上向き曲線位置計測の気中実験~

大成建設㈱* 正会員 〇松本三千緒 正会員 宮崎 裕道 近藤高弘 鹿島建設㈱ 正会員 黒沼 出 鉄建建設㈱ 江島 賢一 コマツ地下建機㈱ 村上 嘉彦

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(ワイヤーリンク方式)による気中での計測実験を行なった。このシステムは、基点部と先端部およびその中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。今回の気中実験では、太径曲線パイプルーフ(R=8 m、 ϕ 600mmを想定)の上向き施工時の計測を対象として3リンク(基点側〜鋼管センサ-1〜鋼管センサ-2〜先端部)での計測実験を行った。

2. 実験概要

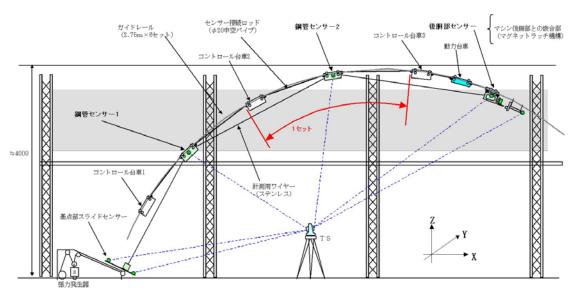


図-1 実験概念図

図-1 に気中実験の概念図を示す。左端より基点側スライドセンサー、鋼管センサー1、鋼管センサー2、後胴部センサーの順でガイドレール上に固定し、後胴部センサーは先端掘削機との接続部となるマシン側受け架台にマグネットで吸着させる。次に、ワイヤーをこの後胴部センサーから鋼管センサー2、鋼管センサー1、さらにスライドセンサーの順で通過させ、各センサー内のワイヤー通過位置(X,Y)を検出する事により先端掘削機の位置を計測・解析出来るようにした。なお、ワイヤーは基点側に設置したワイヤー張力発生器により一定のテンションを与えている。また、各センサー内のワイヤー通過点(X-Z面上)にプリズムを取り付ける事で各点の計測値とトータルステーションの測量値を比較できるようにした。(写真-1,2,3)

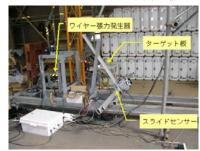


写真-1 スライドセンサー

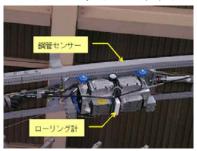


写真-2 鋼管センサー



写真-3 後胴部センサー

キーワード 曲線パイプルーフ、レーザー変位計、マグネットラッチ

*連絡先:東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設㈱土木本部機械部 TEL:03-5381-5307

3. 実験結果

3.1 機器の設置・撤去

ガイドレールへの台車の挿入、ロッド接続、ケーブル接続等の設置・撤去に要する時間を測定した。対象は後胴部センサー、鋼管センサー1、鋼管センサー2、基点側スライドセンサーの3リンク分であり、表-1にその

表-1 設置・撤去時間

設置·撤去項目	設置時間	撤去時間
後胴部センサー、駆動台車、コントロール台車	16分0秒	25分10秒
接続ロッドNo.4、鋼管センサー台車No.2	18分0秒	4分30秒
接続ロッドNo.3、コントロール台車No.2	20分0秒	3分50秒
接続ロッドNo.2、鋼管センサー台車No.1	12分0秒	11分20秒
接続ロッドNo.1、コントロール台車No.1	20分0秒	8分50秒
合計	86分0秒	53分40秒

結果を示す。なお、設置撤去作業は実際の作業スペースを想定した範囲で2名にておこなった。

3.2 トータルステーションとの比較

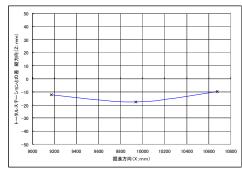
トータルステーションを正とした時の鋼管センサー1、2と後胴部センサー、 先端部の誤差を検証した。表-2 にセンサー間距離が3 m、表-3 にセンサー間 距離が4 mの時の比較結果を示す。ここで、X 軸は進行方向、Y 軸は左右方向、 Z 軸は上下方向とする。この結果から先端部での誤差は±20mm(標準偏差)程 度であることが分る。また、実験後にスライドセンサーのワイヤー通過孔をチェックした結果、一部に磨耗が見出された。これはワイヤー角度検出に影響するため、通過孔の材質や形状に工夫が必要と判断された。なお、先端部を3箇 所移動させた時のグラフを図-2(高さ方向)、図-3(横方向)に示す。これは トータルステーションを正として比較したものである。

表-2 TSとの計測値比較

(センサー間3m)	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)
鋼管センサー1	2.304	2.054	3.409
鋼管センサー2	5.900	5.857	6.803
後胴部センサー	2.416	16.820	9.734
先端プリズム	2.156	19.609	11.587

表-3 TSとの計測値比較

(センサー間4m)	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)
鋼管センサー1	2.968	1.537	4.244
鋼管センサー2	10.271	5.012	9.449
後胴部センサー	4.000	15.903	13.174
先端プリズム	2.965	17.490	14.635



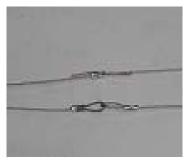


図-2 X-Z 面での計測値比較

図-3 X-Y 面での計測値比較

写真-4 ワイヤーの接続

3.3 データの再現性テスト

- ・ワイヤージョイント (ワイヤー切断後スリーブで接続した場合の影響)
- ・ワイヤー再緊張 (ワイヤーの弛緩・緊張による影響)
- ・マグネット脱着 (先端マグネットを外し、再度吸着した場合の影響) について調べた (表-4)。その結果、再現性は標準偏差で±3mm 程度である

表-4 計測データの再現性テスト

テスト項目	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)
ワイヤー弛緩・緊張	0.281	2.450	1.969
ワイヤー切断・接続	1.190	1.182	2.732
マグネット脱着	1.163	3.639	1.688

ことが分った。なお、ワイヤーの接続方法は2種類試したが再現性は同程度であった。(写真-4)

4. まとめ

今回の実験で、システムがメンテナンス可能な事、精度は標準偏差で±20mm程度であることが示された。また、実験を通して、①ワイヤーと通過孔のクリアランスおよび通過孔の形状の工夫、②通過孔の耐磨耗性向上、③設置スペースを考慮した基点測量方法の改良など幾つかの課題が明らかとなった。今後は、実証試験を目標に、これらの課題の解決に向けて研究を行っていく予定である。

参考文献:

- 1) 松本・宮崎 他、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)、 土木学会第 60 回年次学術講演会、2005, 9
- 2) 伊藤・斉藤 他、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7)、 土木学会第60回年次学術講演会、2005,9