

# 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8）

## ～ 自動視準式ATSを用いた掘進機位置計測実証実験 ～

鹿島建設(株) 正会員 林 昇 岩下 善一郎 ○三室 恵史 黒沼 出  
 大成建設(株) 正会員 宮崎 裕道  
 鉄建建設(株) 非会員 十二 正義  
 コマツ地下建機(株) 非会員 斎藤広行  
 首都高速道路(株) 正会員 深山 大介

### 1. はじめに

本工法は、並行する2つのシールドトンネルの下部にアーチ状の複数の鋼製パイプルーフを施工した後にトンネル間を切り拓げることで非開削のランプ部を構築する施工法である(図-1)<sup>1)</sup>。曲線パイプルーフの施工は適用の際に、到達側シールドの鋼殻間を貫通させ坑口に到達させる高い施工精度が求められる。また、パイプルーフは縦断急曲線推進工法で施工されるために先端の見通しが利かないことから、新しい計測技術が必要になった。前報までにジャイロやレーザー・ミラー<sup>2)</sup>、ワイヤーリンク<sup>3)</sup>、孔内変位計<sup>4)</sup>を利用した計測システムを検討したが、今回の施工では絶対位置の把握による高精度な手法として、複数台の自動視準式光波測距器(DGM)の連成による縦断急曲線に対応した計測システム(ATS)を開発した。これにより、 $\phi 812.8$  mm、曲率16.0m、掘進円弧長約19.2mの先端において $\pm 10$  mm以内の精度で掘進機位置を安定して計測することが可能となった。本報ではシステムの概要及び実大実証試験結果について報告する。



図-1 太径曲線パイプルーフ工法を用いた首都高速中央環状新宿線ランプ完成イメージ

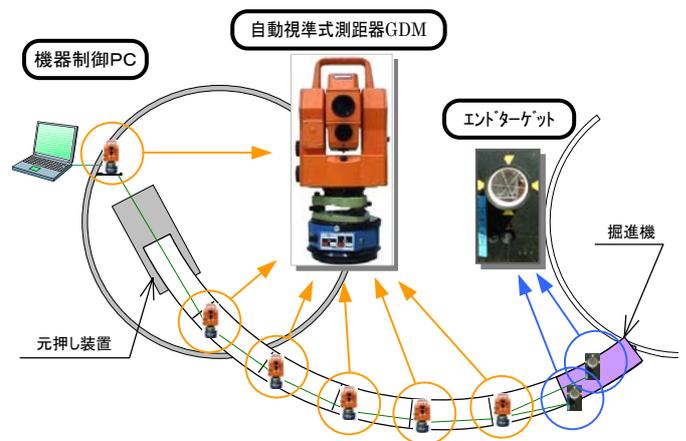


図-2 計測システム主要機器構成

### 2. 計測システム概要

#### (1) 機器構成

主要機器構成を図-2に示す。発進側トンネル内の元押し部、及び各鋼管後部に自動視準式光波測距器(GDM)を設置し、掘進機後胴部にエンドターゲット(ET)を2点設置する。鋼管内のGDMは後述する水平維持装置に搭載され設置される。各GDM及びETは通信ケーブルで接続され鋼管外の制御装置により制御される。このシステムを以後ATS(=Auto Target System)と呼ぶ。

#### (2) 動作概要

実大実験においては、予め現地に組まれた座標系(X, Y, Z)軸の既知与点(後方交会点)を設置する。これは元押し部GDMから与点として2つの基準点を自動視準させ、後方交会により元押し部GDMの座標系を設定するためである。その後、掘進方向に隣接するGDMの位置を順次計測する。GDMは赤外線による自動視準機能を有し、GDM同士で相互に相手の位置を計測することができる。これを元押し部GDMから順次行い、最終的に掘進機後胴に設置した2つのET三次元座標を、元押し部GDMを基準とした座標系で計測する。

キーワード 曲線パイプルーフ, 推進工法, 非開削, 測量, 自動視準

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂1-3-8 鹿島建設(株) 東京土木支店 土木部 03-3746-7489



写真-1 試験実施状況全景



写真-2 ATS 設置状況

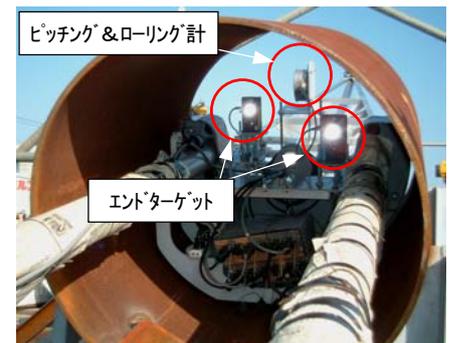


写真-3 ET 設置状況

GDMは計測の際に水平を維持する必要があるが、水平にするための設置角は掘進に伴い変化する。そのため重力を利用したブランコ状の水平維持装置を開発し、それにGDMを搭載した。掘進時には回転軸をフリーにして鋼管の角度変化に依らずに常に水平を維持し、計測時には回転軸を電磁ブレーキで固定し $\pm 4.0$ 度まで調整可能な自動水平維持装置で水平を確定し計測を行う。

### (3) 掘進機先端位置の算出

掘進機の位置・姿勢を算出するためには本来3点以上のETが必要であるが、掘進機内空間の制約からET数は2つとし、別途装備するピッチング&ローリング計の値を併用することで掘進機後胴の位置・姿勢を算出した。これに掘進機中折角を加味して先端位置(カッターディスク中央部)を算出し、線形管理の指標とした。

### (4) 計測手順

掘進停止 → 水平維持装置固定 → ATS初期化 → 基準GDM座標設定 → 中間部GDM, ETの計測 → 先端位置の算出  
 上記手順は全自動で行われる。GDMへの振動の影響を排除するため、計測は掘進及び流体輸送を停止して行う。到達間際には最大6台のGDMによる連成となり、その際の計測所要時間は約16分である。

## 3. 実規模実証試験による精度検証

計測精度を検証するため、実規模の鋼管及び配置状況を再現した実証試験を行った。写真-1に試験実施状況全景、写真-2にGDM設置状況、写真-3にET設置状況を示す。GDMは水平維持装置を介して鋼管内左右に配置される。また計測空間確保のため送排泥管上にブランコの固定点を設置した。

実証試験においては、掘進機のローリングやピッチング等の想定される様々な状況を再現して計測を行った。また、鋼管内GDMの故障時を想定し、GDM一つ飛ばして計測した際の精度検証も行った。別途外部から測量した先端位置を真値とした比較の結果、全ての条件において誤差は数mm程度に抑えられ、目標である $\pm 10$ mm以内の精度で計測できることを確認した。

## 4. おわりに

実証試験では、精度確認と合わせて水平維持装置の動作確認や機器の鋼管内配置方法、配線方法等についての知見も得られた。今後は実施工に適用し鋼管推進の精度確保の実績を検証して行きたい。

## 参考文献

- 1),2) 平成16年度土木学会第59回年次学術講演会；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，6-128及び6-130，2004年
- 3),4) 平成17年度土木学会第60回年次学術講演会；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，6-064及び6-065，2005年