

解説

# 長距離・曲線推進施工を支える ICT自動測量システム

いなば とみお  
稲葉 富男

ICT推進工法研究会  
技術積算部会長

## 1 はじめに

月刊推進技術 Vol.36 No.9 (2022年9月号)で「長距離推進工事の測量」の記事を掲載いたしました。その内容は、2021年1月に開発された(株)アクティオ社製の推進自動測量システム「Pipe Shot」の紹介と峯ヶ岡八幡神社で測量機20台を連結した動作確認と精度検証でした。その後2022年4月に推進工法における自動測量技術を正しく普及させ、健全な施工方法の確立を目的とした「ICT推進工法研究会」が正会員17社、賛助会員1社で発足しました。その結果2024年5月現在80現場の実績を得ました。ここでは「PipeShot」の概要をお伝えするとともに長距離および急曲線の施工事例を紹介いたします。

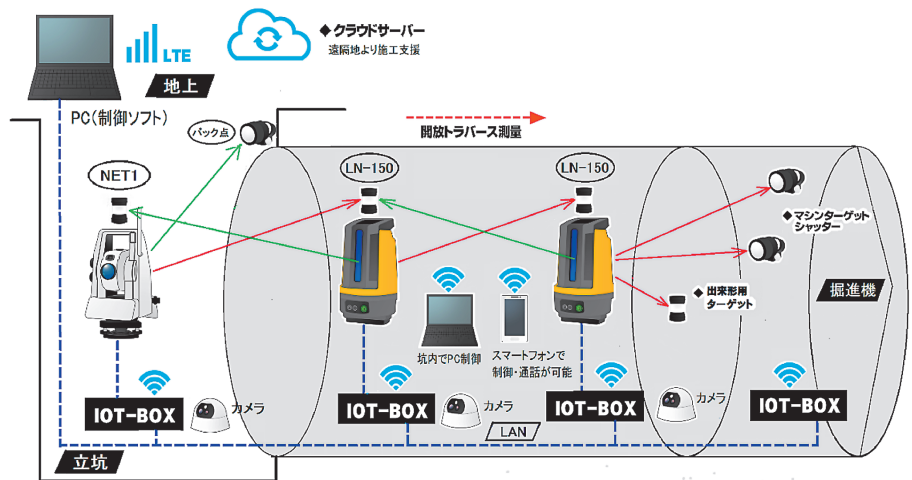


図-1 ICT自動測量システム概要

し、制御ボックス (IOT-BOX) を介してPC内の専用プログラムによる自動制御で立坑基準点から開放トラバース測量を行います。その通信システムはLANで構築されており様々なインターフェイスの接続が可能です。またインターネットを通じて外部との通信も容易に行えます (図-1)。

## 2.2 機器構成

ICT自動測量システムは、立坑機-1台、管内機-複数台、バック点とマシントラゲットおよびパソコンと通信設備で構成され、通信方法はLANを使用しています (表-1)。

## 2 ICT自動測量システム

### 2.1 概要

ICT自動測量システム (PipeShot) は、コンピュータ制御が可能な測量機を見通し可能な位置に順次配置

表-1 ICT自動測量システムの機器構成

機器	単位	立坑	管内	掘進機
測量機 (NET1AP)	台	1		
測量機 (LN-150AP)	台		複数	
PC (制御ソフト)	台	1		
バック点ターゲット	箇所	1		
マシンターゲット	箇所			1
制御ボックス (IOT-BOX)	台	1	複数	1
通信方法	-	LAN		

### 2.3 機器仕様

測量機および制御ボックスの仕様は以下のとおりです。立坑機のNET1APは1秒1mm精度で、管内機のLN-150APは5秒3mm精度です(表-2、3)。推進工事ではバック点と立坑機が測量の基線になります。この基線は掘進延長に比べて非常に短く、この基線測量が測量精度に大きく影響しますので立坑機には1秒1mmのNET1APを使用しています。

### 2.4 ICT自動測量システムの特徴

ICT自動測量システムは次のような特徴があります。

#### (1) システムの特徴

- ①管内での人力作業低減により苦渋作業をなくすとともに人力過誤を防止し測量精度が向上します。
- ②管内に配置したLANにより、様々なセンサの接続が可能になり、以下のような安全管理体制の構築や現場の統合管理が容易になります。
  - ・遠隔監視や遠隔操作が可能になります。
  - ・Webカメラを掘進機や管内の急曲線部等、安全管理に必要な位置に設置し、リアルタイムで管内の状況の把握ができ、映像の記録もできます。

表-2 測量機の仕様

項目	単位	立坑機 (NET1AP)	管内機 (LN-150AP)
距離精度	mm	$\pm (1.0 + 1\text{ppm} \times D)$ D: 測定距離	$\pm (3.0 + 2\text{ppm} \times D)$ D: 測定距離
角度精度	秒	1	5
自動整準	度	—	$\pm 3$
測定可能範囲	距離	1.3 ~ 3500 (1素子プリズム使用時)	0.9 ~ 130
	角度	—	+55 ~ -30
寸法 (W×D×H)	mm	230×196×393	185×198×322
重量	Kg	6.8	約4.0

表-3 制御ボックスの仕様

項目	制御ボックス (IOT-BOX)
電源	AC100V ~ 200V
通信方法	LAN
接続オプション	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラ</li> <li>・スマートフォン</li> <li>・温湿度計</li> </ul>

- ・管内と外部との会話が可能になります。
- ・自動測量システムデータと掘削管理データの一元管理が可能になり、また複数の現場情報を統合することで遠隔監視・遠隔制御等のICT推進工法が可能となります。

#### (2) 機器の特徴

- ①管内機は自動整準台が内蔵されたLN-150を使用しているため小型軽量です。
- ②プリズムの反射波だけに反応するプリズムロック方式を採用することで測量ロジックがシンプルになり誤作動が少なく、乱反射に強いです。
- ③LAN回線は通信速度が速く、測量機の制御や制御ボックス (IOT-BOX) の設定が容易に行えます。

### 2.5 測量の詳細

立坑機はトータルステーションNET1 (写真-1)、管内機はLN-150 (写真-2)を使用します。立坑機および管内機の鉛直軸上に全方位プリズムを配置しています。NET1は立坑内の既知点に設置し、バック点ターゲット (写真-3)を視準することで測量基線が決まります。管内機はそれぞれの後ろ方向にある管内機 (または立坑機) 上の全方位プリズムまでの斜距離、鉛直角、水平角を計測し、次に前方向にある管内機上の全方位プリズムまでの斜距離、鉛直角、水平角を計測します。先端の管内機はマシンに設置されたマシンターゲット (写真-4)を計測します。それぞれの計測データを制御ボックス (写真-5)経由でPCへ取り込み瞬時に計算します。計測順序図を図-2に示します。これらの計測作業は計測用プログラムの「測量ボタン」をクリックすることで全自動で行われます。ただし、測量機同士の見通しが確保できない場合は人力で配置替えの必要があります。