

解説 測量技術の挑戦

ロボット測量による長距離曲線推進の『マイクロ工法』と『ベル工法』の挑戦

みやわき ひろし
宮脇 宏
マイクロ工法協会
副技術委員長



1 はじめに

日本の道路は狭く曲がりくねっていて、交通量が多く、地下埋設物が輻輳しています。このような道路事情や地域環境面から、下水道管きよの小口径管にも長距離曲線推進への社会的ニーズが高まり、平成8年に泥水方式二工程式の長距離曲線推進工法「マイクロ工法」が開発されました。

マイクロ工法は、従来の推進工法では150m程度であった推進距離を400mまで可能にしました。

同14年には社会的ニーズであるコストダウンを実現するため、泥水方式一工程式のスーパーマイクロ工法が開発されました。

ベル工法は社会的ニーズである下水道管渠の長寿命化やライフサイクルコストの低減に貢献する工法として高い評価を頂き、NEDO(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構の同19年度「イノベーション実用化助成事業」に選択されて開発された工法です。

ベル工法は夢の技術とされていた腐食のない塩化ビニル管による長距離の曲線推進を可能とした世界初の工法です。また、同22年7月には第12回国

土技術開発賞の「最優秀賞」を受賞し、今年の2月には内閣総理大臣より「第4回ものづくり大賞」を受賞しました。

2 ミクロ工法開発の経緯

近年、小口径管推進の需要が拡大し、小口径管による曲線施工や長距離施工へのニーズが高まり高精度な自動測量システムの開発が求められるようになりました。

下水道分野で初めて曲線施工が行われた平成6年から2年後の同8年に、ロボット化による高精度な測量システム(図-1)の開発で小口径管による長距離の曲線推進を実現した『マイクロ工法』が開発され、同9年から実用化されました。

マイクロ工法は、高精度のリングレーザージャイロを搭載した自走式の測量ロボットによる管内測量システムを採用しており、土被り深さや地中埋設物、交通事情などの施工環境にも対応可能な工法です。また、長距離曲線推進により立坑およびプラント用地の箇所数が少なくなり、環境および周辺住民にも配慮した工法と言えます。

マイクロ工法の施工実績は殆どが長距離の曲線推進ですが、深い土被りでの急曲線や複数曲線の施工実績も多数あります。これまでの施工実績から長距離曲線推進の「マイクロ工法」として信頼されていますので、さらなる技術開発と改善を推し進めて行きたいと思っています。

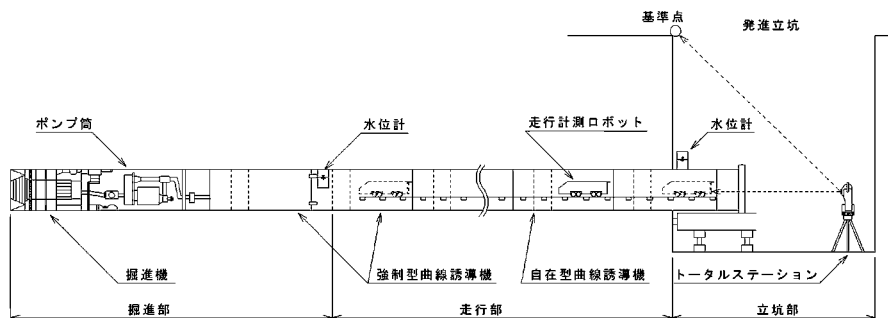


図-1 30R型測量概念図

3 ミクロ工法とベル工法の特長

3.1 長距離曲線の測量システム

ミクロ工法とベル工法の推進可能延長は、泥水方式一工式のみクロ工法NA型とベル工法V型&VC型が300m、泥水方式二工式のみクロ工法30R型が400mで、複数の曲線施工も可能です。

小口径管の長距離曲線推進を可能とした技術として、自動測量システム、滑材の二次注入システム、排泥輸送用ポンプ筒の開発があります。

ミクロ工法とベル工法は高性能小型リングレーザジャイロおよび加速時計を搭載した自走式計測ロボットが管内走行路を走行しながら計測する方式であり、土被りや地上交通の多い箇所、地中埋設物が輻輳する箇所でも高精度な測量が可能です。

【走行計測ロボット方式】(30R型)

測量システムは、平面計測と縦断計測の二部構成となっています。

平面計測は、一工程目の曲線誘導機内レール上を走行計測ロボット(写真-1)が自走しながら行う曲線誘導機内の本測量と、掘進中に掘進機の位置姿勢をリアルタイムに自動計測するシステムです。

平面計測方法は、立坑内で走行計測ロボットの発進位置の初期方位角および位置を測定してから、曲線誘導機内を走行計測ロボットが自走しながら、方位角と距離の変化量を連続的に検出し、往復走行の「軌跡データ」を計測します。

また、先導体部では走行計測ロボット終点の方位角と距離とジャッキストローク計、ピッチング計、ローリ計のデータから演算処理して掘進機の位置

と方向を算出します。

縦断計測方法は、液圧差方式を採用しています。曲線誘導機内の差圧計と立坑内に設置した水位計の基準タンクとの水頭差を差圧計で検出し、高低差を計測します。

【自走式計測ロボット方式】(NA型)(VC型)

基本的には走行計測ロボット(写真-2、3)と同じ測量システムですが、インナー装置内を自走式計測ロボットが走行しながら計測します。

自走式計測ロボットの測量方法は立坑内で測量基線(初期推進方向)の真北からの絶対方位(必要精度0.5度)と、国土地理院の(1/25000)地域地図等より計算された現場地域の緯度(必要精度2分以内)の「初期値」を自走式計測ロボットに入力することにより、自走式計測ロボットが方位角と距離を計測できます(図-2)。

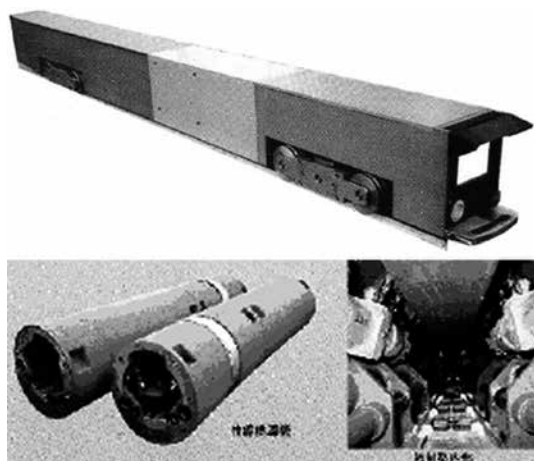


写真-1 走行計測ロボットと30R型曲線誘導機/ロボット走行路

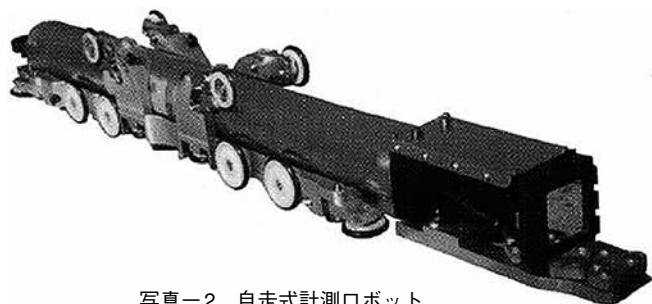


写真-2 自走式計測ロボット

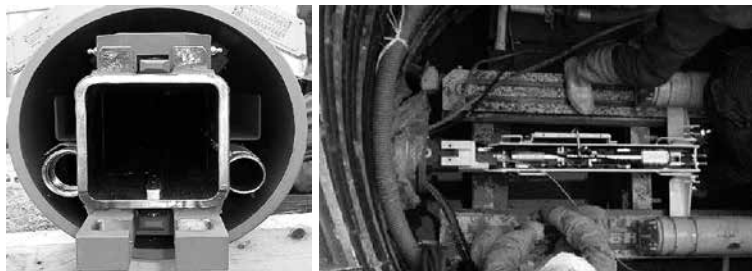


写真-3 ロボット走行路 ベル工法ロボット測量状況

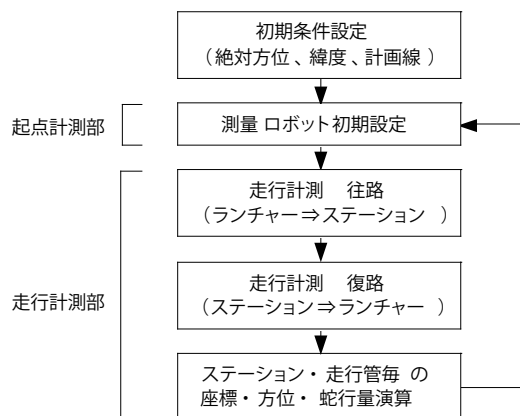


図-2 ベル工法の測量作業フロー