

解

説

低耐荷力方式

硬質塩化ビニル管を用いての 長距離・直線および曲線施工への挑戦 ベル工法

あつみ あきお
渥美 昭雄

ベル工法協会
技術委員

1 ベル工法開発の背景

現在、小口径管の開削工事においては、そのほとんどが、水理特性、水密性、耐久性、経済性、耐震性に優れた硬質塩化ビニル管が使用されている。また、小口径管の推進工事においても施工性の良さからシェアが増加しているが、硬質塩化ビニル管は耐荷力が小さいため、長距離や曲線推進等が必要な場所においては、鉄筋コンクリート推進管が使用されている。ただ、鉄筋コンクリート管は長期使用による劣化や腐食により耐荷力が低下し、対策を施さないと管が崩壊して道路陥没事故などが

発生するため、各自治体ではその対策を進めており、それに伴い改築更新費用が急増しているのが現状である。そこで、下水道管渠の長寿命化およびライフサイクルコストの低減に貢献できる、硬質塩化ビニル管での長距離曲線推進を可能にするベル工法（以下、本工法）の開発を目指した。

本工法の開発は、ベル工法協会の会員である(株)エム・シー・エル・コーポレーションがNEDO（(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構）の平成19年度「イノベーション実用化助成事業」に申請、現代社会のニーズに合った開発として高い評価を受け採択された。

開発着手後、2008年5月には長距離直線推進システム、2009年3月には長距離曲線推進システムの実証実験を終え2009年4月に実用化され、その普及を目指し2009年5月に協会員29社からなるベル工法協会を設立した。

2 ベル工法の概要

2.1 ベル工法の基本原理

本工法は、硬質塩化ビニル管への推進力負担を軽減することにより長距離推進を可能にした工法である。基本原理は、推進管の許容耐荷力を下回る本数毎に鋼製のインナー装置（写真-1、2）

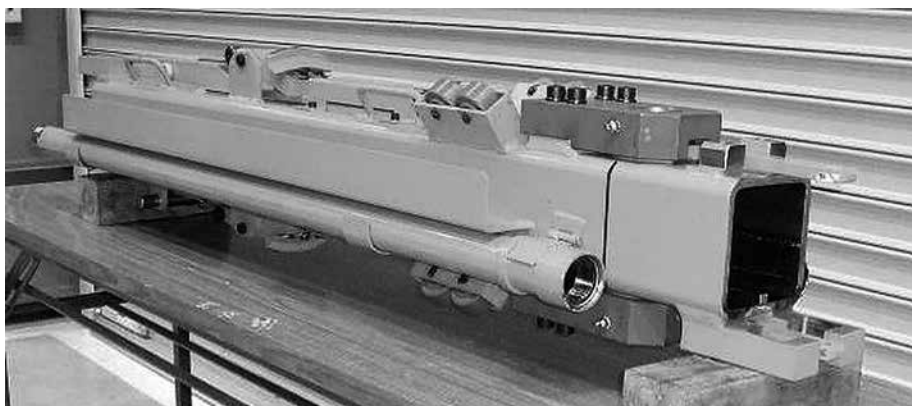


写真-1 インナー装置側面



写真-2 インナー装置端面

に設置されたインナー支持装置（図－1、写真－3）で、硬質塩化ビニル管を支持する方式を採用している。このインナー装置が硬質塩化ビニル管外周にかかる周面摩擦力を負担することにより、許容推進延長は在来工法のように硬質塩化ビニル管の耐荷力で制限されることが基本原理となる（図－2）。

2.2 ベル工法の特長

長距離・曲線推進施工のため、以下のような特長がある。

- (1) 本工法は泥水一工程方式であり、長距離輸送目的のために超小型ポンプ筒（写真－4～6）を開発し掘進機後続に配置することで、泥水の輸送能力を伸ばし長距離の流体輸送を可能とした。
- (2) 測量方式として水準測量には「水レベル計」（図－3）を採用、平面測量には直線施工の場合と発進立坑から最初のBC点までをレーザ測量、そして曲線部にはマイクロ工法で実績のあるファイバージャイロを搭載した自走計測ロボットを採用し、土被りや周辺地下埋設物、曲率半径や曲線数等に制約を受けない測量方法を可能とした。自走計測ロボットによる平面測量手順を測量概要図（図－4）と作業フロー図（図－5）に示す。平面測量は、作業フロー図（図－5）のように下記順序で行う。

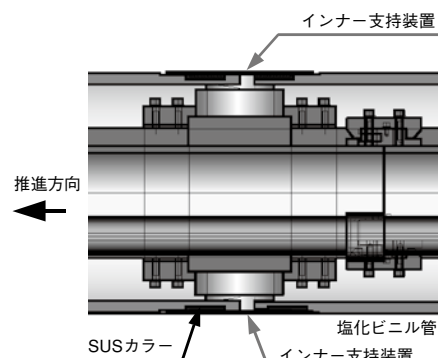
①初期条件の設定

推進の基準となる推進計画線（直線、曲線データ）を入力し、この計画線を元に蛇行量を演算する。

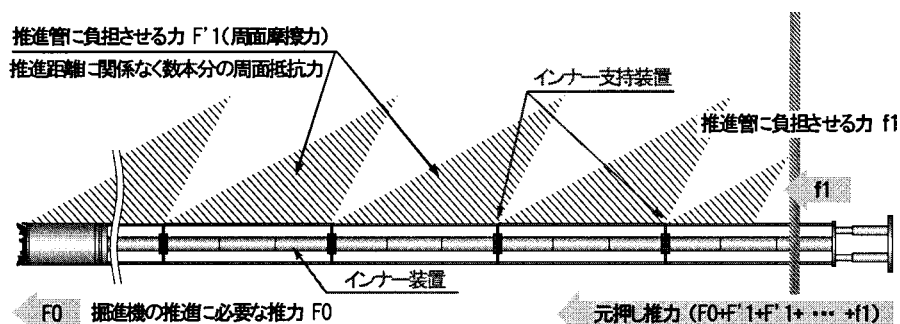
発進立坑部において、測量基線（初期推進方向）の真北からの絶対方位と発進立坑の緯度を初期条件として設定する。これは、ジャイロが地球の自転による影響を受けるため、絶対方位と緯度を設定することで補正を行う。



写真－3 インナー支持装置上面



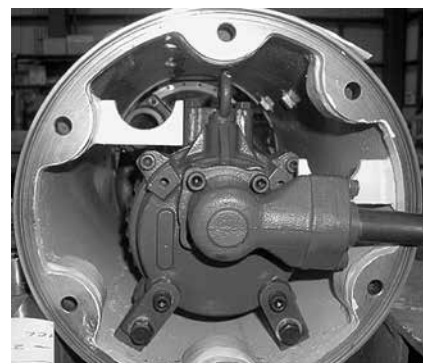
図－1 インナー支持装置断面図



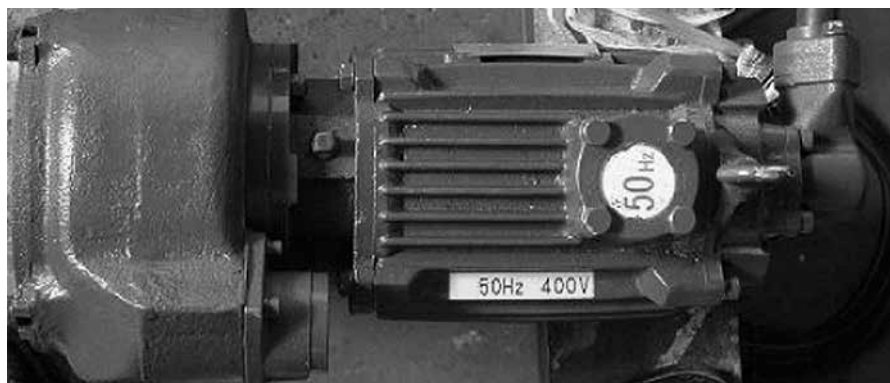
図－2 ベル工法の推進延長と周面摩擦力の基本原理概念図



写真－4 超小型ポンプ筒側面



写真－5 超小型ポンプ筒端面



写真－6 超小型ポンプ