

解説

光学式ジャイロによる 高精度測量で塩ビ管の長距離曲線推進を実現

小林 明夫

ベル工法研究会
技術委員



1. はじめに

ベル工法（以下、本工法）は、腐食のない塩化ビニル推進管を用いて、鉄筋コンクリート推進管と同程度の長距離推進を可能とし、さらに我が国の道路事情に即した曲線推進を可能にする「夢の技術」を目指し、平成19年4月より開発が進められている。

この間、経済産業省の外郭団体である新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の平成19年度「イノベーション実用化助成事業」（申請者：(株)エム・シー・エル・コーポレーション）として採択され、推進機や後述するインナーユニット、測量ロボット等の機器の開発、平成20年4月の直線推進（150m）実証試験、さらに平成21年2月の長距離・曲線推進（150m、 $R = 60\text{m} \times 2$ ）実証試験を経て、平成21年4月より市場に投入される。

2. ベル工法の概要

従来の塩化ビニル推進管による推進工法は、塩化ビニル推進管を元押しジャッキ装置で直接押すため、推進距離に比例して増加する周面摩擦力と、塩化ビニル推進管の許容耐荷力（鉄筋コンクリート推進管の1/3～1/5程度）と等しい距離が推進可能距離となっている（図-1）。

本工法では、元押しジャッキ装置で全ての推進管を押すのではなく、塩化ビニル推進管と地山との周面摩擦力が推進管の許容耐荷力より下回る延

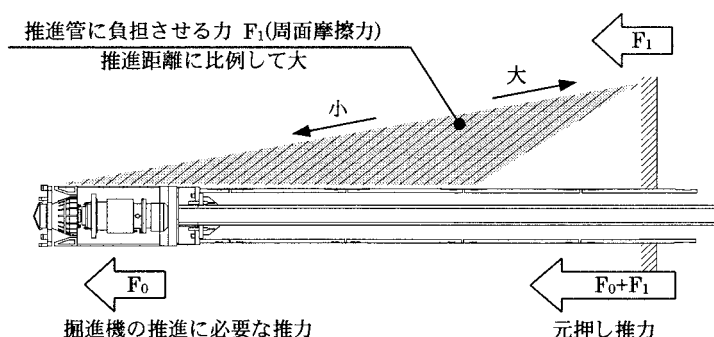


図-1 従来工法の推進延長と周面摩擦力の関係

長(本数)ごとに、推進伝達インナーユニットに設置された推進管支持装置の支持部材で推進管を支持する。この方式により周面摩擦力は推進伝達インナーユニットが負担することになり、推進管支持装置を必要数設置すれば、推進可能距離は従来工法のように推進管の耐荷力で制限されるのではなく、推進伝達インナーユニットの耐荷力で制限されることになり、塩化ビニル推進管による長距離推進を実現している(図-2)。

また、推進管支持装置には引き込みロッドにより支持部材を格納できる機能をもたせているため、到達後の推進管支持装置を含む推進伝達インナーユニットは、推進管と切り離し回収可能となっている（写真－1）。

3. 型式と測量方式

本工法の型式には必要口径300に対応し、直線及び最小曲率半径150mまでの緩曲線が推進可能なV300型、最小曲率半径60m以上の急曲線が推進可能なVC300型がある（H20.3現在）。

両型とも発進からの直線区間における水平位置計測は「レーザ・ターゲット法」を原則として、レーザ光がターゲットに届かない曲線推進時（発進から最初のBC以降）には「電磁法」を用いている。

「電磁法」は、電磁誘導法の原理を応用し掘進機に搭載した磁力線発生装置により、地上に向け磁力線を発生させ、その推進計画線上での強度分布を磁気探査装置で測定し、掘進機の水平位置を

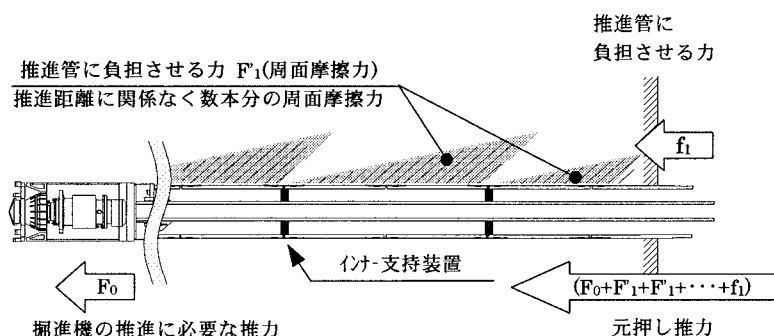


図-2 ベル工法の推進延長と周面摩擦力の関係



写真-1 インナーユニットと推進管支持装置

検知するものである。

一方、磁力線が探知困難となる推進土被り（一般には6m程度）、既設埋設管との併走、あるいは河川・水路横断等、さらに交通が頻繁で推進区間上の道路での測量作業が制限される等の施工環境化における推進施工では、「電磁法」に代わり、前述のインナーユニット内の軌道を走行する光学式ジャイロ及び加速度計を搭載した「測量ロボット」を今回新たに開発し、高精度な水平位置計測を行えるようにしている。

尚、縦断計測についてはV300、VC300型とも、原則として水レベル計による「液圧差法」により鉛直位置を検知している。

4. 測量ロボットによる自動化測量システム

4.1 測量手順とシステム概要

測量ロボットによる測量手順を図-3に、シス