

解説

曲線推進

進化する曲線位置計測技術「prism」 —エースモールDL工法—

いまだ たつろう
今田 達朗

アイレック技建(株)
技術本部



1 要旨

小口径管推進工法は急速な進歩を遂げてきており、近年では特に長距離、複合曲線、高深度および幅広い土質に対応した推進施工技術が強く求められてきている。エースモールDL工法は、広範な土質で推進延長250mを可能とする技術開発を進め、1988年12月には小口径管推進工事において初めて曲線推進施工を実現するなど2010年3月までに通信、下水道等の小口径管推進工事において約990kmの施工実績を上げている。

曲線推進工事では先導体の高精度な位置計測技術が重要であり、エースモールDL工法は独自の位置計測技術として「電磁法・液圧差法方式」を提供して曲線推進の普及拡大に貢献してきた。その後、「電磁法」に内在する課題解決のため、立坑から投射されるレーザ光を中間で任意の角度で屈曲させて先導体後部の位置を計測する技術「prism（プリズム）」を導入し、曲線施工の適用領域の拡大を図った。

また、プリズム技術は、当初の「固定式」から経済化を図れる「移動式」へと高度化を進め、プリズム方式によ

るエースモールDL工法は、高深度や軌道、河川越し等のあらゆる環境条件下で施工実績を積み上げ、2010年3月末で累計約13.kmに至った。

その間、プリズム技術の更なる高度化が求められ、適用管径を始めとする適用領域の拡大に向け、システム開発および改良・改善に取り組んできた。本稿では、その実施概要を報告する。

2 エースモールDL工法の概要

本工法は、「高耐荷力方式・泥土圧方式・圧送排土方式」に分類される小口径管推進工法である。

2.1 システム概要

本工法は、泥土圧方式（圧送排土方式）の掘削・排土機構の採用により、崩壊性地盤や礫・玉石地盤、中硬岩までの広範囲な土質に適用できる工法である。

本システムは、先導体、元押装置、地上ユニット、運転操作盤、添加材注入装置等により構成される。

図-1にシステム構成を示す。

先導体は、カッタ駆動機能、掘削・排土・方向修正機能、位置計測機能（レーザ受光装置、誘導磁界発生装置、液圧計測装置等を含む）を装備している。

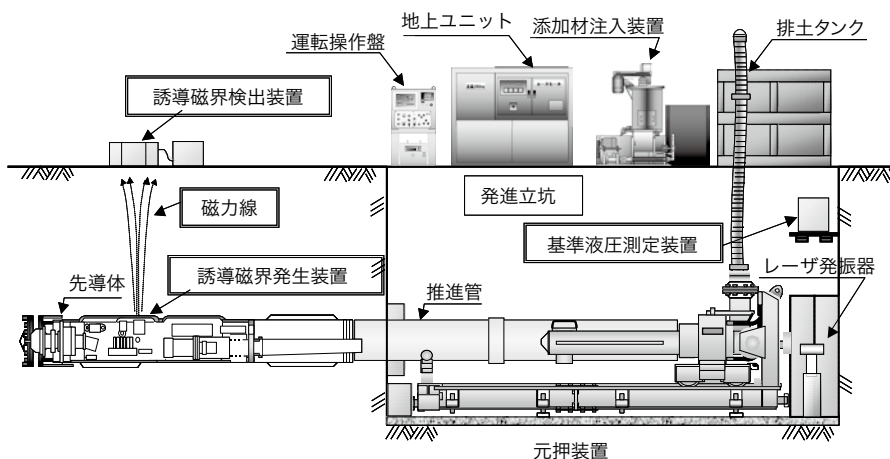


図-1 エースモールDL工法システム構成

2.2 適用領域

①適用管径

適用管径は鉄筋コンクリート管で呼び径250～700であり、鋼管では呼び径350～850である。

②適用土質

シルト・粘土の普通土から崩壊性のある礫玉石地盤および岩盤まで広範囲な土質に適用可能である。

③適用推進延長

適用推進延長は、土質条件により決定されるが、最大推進長は250m程度である。

④適用曲線半径

適用曲線半径は、最小で $R = 50\text{m}$ であり、S字曲線、複合曲線推進も可能である。

⑤適用土被り

曲線推進における適用土被りは最大8m程度である。

3 従来の位置計測技術

3.1 システム概要

位置計測システムとして、直線推進時には、「レーザ・ターゲット法」、曲線推進時には、これまで水平位置計測に「電磁法」、垂直位置計測に「液圧差法」を使用してきた。

図-2に「電磁法」「液圧差法」による曲線位置計測技術の概要を示す。

4 曲線位置計測技術「prism」

4.1 特長

本システムは、「電磁法」の限界を克服するために開発した曲線位置計測技術であり、周辺磁界・埋設物等の影響や推進土被りに制限されることなく曲線推進が可能となる。また、路上での作業が不要となり、交通が頻繁な交差点での安全性向上にも寄与している。

4.2 システム構成

計測システムは、発進立坑に設置し、レーザ発振器より投射されたレーザ光を受けて、中間プリズムユニットへ投射する「基準プリズムユニット」、推進管に取付たレール上に配置し、受けたレーザ光を屈曲させながら中継する「中間プリズムユニット」、先導体後部に設置し、先導体の位置を計測する「受光器ユニット」、計測を制御する「操作制御盤」および電源を供給する「計測コントロール盤」から構成される。

図-3に「prism」のシステム構成を示す。

4.3 計測原理

「prism」は、レーザ発振器から投射されたレーザ光を、中間プリズムユ

ニットにて複数回屈曲させることにより、先導体に取り付けた受光部ユニットまでレーザ光を到達させ、その屈曲角とユニット間の距離から先導体の位置を計測するシステムである。

中間プリズムユニットには、レーザ光を感知する光電センサが搭載されており、位置計測を開始すると、各ユニットは、次のユニットの受光部中心にレーザ光が投射されるようにウェッジプリズムを回転させ、光電センサを感知していく。この動作を繰り返すとともに、各ユニットの屈曲角(θ_i)と各ユニット間の距離(L_i)を演算することにより、目的とする先導体の受光器ユニットの位置を計測する。

図-4に計測原理を示す。

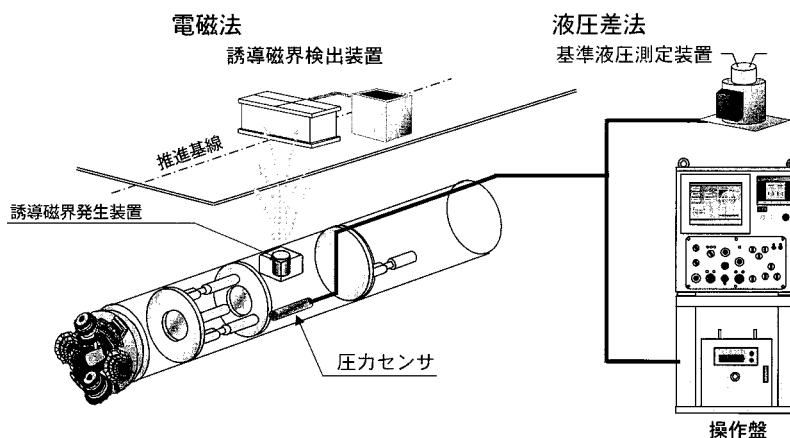


図-2 従来の曲線位置計測技術

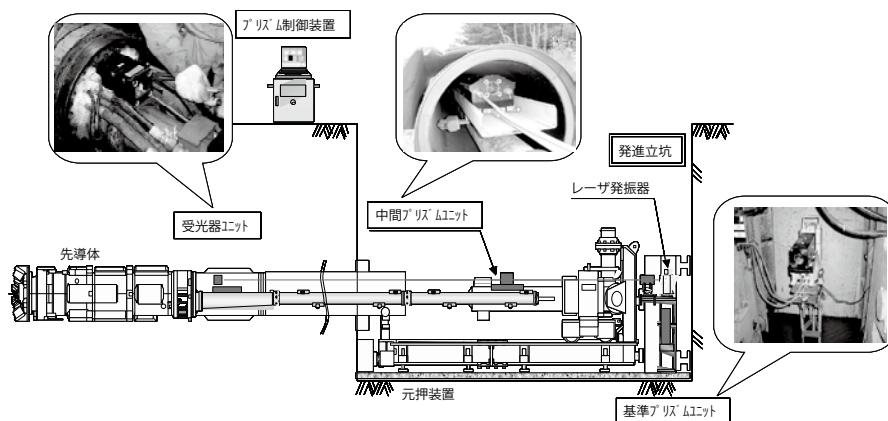


図-3 「prism」システム構成