

小口径長距離曲線推進工法（ミクロ工法）の開発

森本組 正会員 山崎 貴弘 青木建設 正会員 野沢 有
クボタ建設 佐藤 力 福田組 石塚 千司
馬淵建設 片野 孝治

1. はじめに

曲線推進技術の進歩は長距離・急曲線を含む路線の工事を可能としてきた。一方で近年各ライフラインの整備が末端まで進むにつれて小口径推進工法の需要が増加している。しかし小口径においてこうした長距離・急曲線が必要な場合、設備的問題、測量的問題から内径800mm以上の中口径推進で代用して施工しているのが現状である。このマイクロ工法は、こうした無駄をなくし環境の影響に配慮するため小口径推進で長距離・急曲線施工を可能とした全く新しい工法である。

2. 工法の概要

掘進方法は、小口径でも広範囲な土質での施工実績がある泥水式の掘進機を使用し、また後続に強制曲線誘導機および自在曲線誘導機なる２種類の鋼製の曲線誘導機を用いて推進を行う。

管の布設方法としては、掘進機および曲線誘導機の推進が完了した後、曲線誘導機を順次鉄筋コンクリート管と置換推進する二工程方式を採用している。施工方法の流れを図-1に示す。

方向制御および修正は、自動測量装置にて得られた結果をもとに、ワンマンオペレータにてシステムを集中管理する全体制御室より遠隔操作を行う。本システムの概要を図-2に示す。

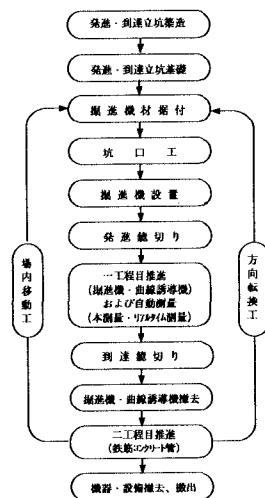


図-1 ミクロ工法作業の流れ

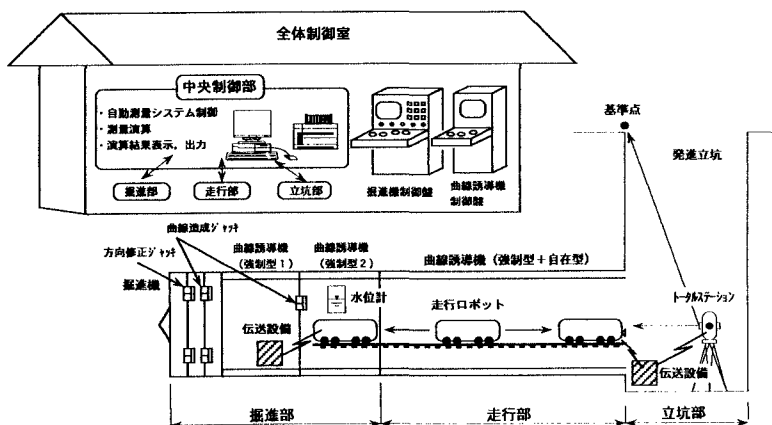


図-2 システム概要

3. 推進システム

3. 1 ミクロ用掘進機

本機は全長 2193 mm、外径 560 mm（呼び径 400 mm）で、急曲線を造成できるように先導、中導、後導の 3 体からなり 2 箇所の屈曲部を有する。その部分には、上下方向に 1.2° 、左右方向に 2.3° の屈曲可能な方向修正用ジャッキと曲線造成ジャッキを装備し、急曲線でも正確な運転操作を可能とした。

3. 2 曲線誘導機

本工法で使用する曲線誘導機は全長 2400 mm、外径 540 mm（呼び径 400 mm）で、工法の最大の特徴である長距離・急曲線施工を可能にするために、従来の鋼製仕様の機械よりも高強度である。曲線誘導機は 2 種類からなり、全て左右方向に屈曲するピン構造となっている。先頭列の強制型は、掘進機に追従し強制的に曲線を造成させるためのジャッキを搭載しており、それをコントロールすることにより曲率の正確な保持が可能である。また、自在型はジャッキは搭載せずピン構造のみで、直線の管にかかる偏圧を防止し長距離や曲線推進のフレキシブルな誘導を可能とする。表-1 に曲線誘導機の仕様を示す。

表-1 曲線誘導機仕様

形 式		400型	
		強制型	自在型
鉄筋コンクリート管外径 (mm)		526	526
曲線誘導機	外径 (mm)	540	540
	長さ (mm)	2400	2400
	重量 (tf/本)	800	700
油圧シリンダ (140kg/cm ² G・30s)		2 個	—
送泥管径 (mm)		50A	50A
排泥管径 (mm)		50A	50A
滑材注入管径 (mm)		25A	25A
排水管径 (mm)		25A	25A
屈曲角度 (°)		Max=2.5°	Max=2.5°

3. 3 急曲線用推進管

ミクロ工法で小口径急曲線推進を行うにあたって、新たに開発した曲線専用の推進管で、継手部分は (R=30m) に対応できるようになっており、曲線施工において管継手で生じる目地については、可撓性内カラーでなめらかな断面を確保することが可能である。

3. 4 走行ロボット

走行ロボットの寸法は 1900mm (L) × 170mm (H) × 130mm (W) である。推進中の線形、掘進機先端の位置計測をするために、推進作業の一工程目において走行ロボットで曲線誘導機内に設置された軌条の上を走行させ、走行軌跡から測量演算をするのに必要なデータを収集する。

3. 5 全体制御システム

本工法では全体制御システムを使用することにより測量管理（自動測量）、掘進機および曲線誘導機の方法制御（推進オペレータによる操作）が一括して管理できる。立坑、走行、掘進部でそれぞれ計測されたデータを中央制御部（端末機：パソコン）に送信し、発進立坑から掘進機先端までの位置を自動的に演算する。演算によって得られた結果をもとに、掘進機および曲線誘導機の方法制御をオペレータが操作する。これら一連の作業は全体制御室で管理する。

4. おわりに

小口径長距離曲線推進工法（ミクロ工法）の概要と施工手順について述べた。本工法の開発により、小口径長距離曲線施工への道は大きく開かれたと思う。それと同時に今後それらのニーズが更に高まり、下水道事業の普及に貢献できることを期待する。

なお、本開発は、測量や建設工事における自動化技術の共同開発を目的として設立された自動測量研究会においてゼネコン 14 社（㈱青木建設・㈱浅沼組・㈱新井組・奥村組土木興業㈱・㈱クボタ建設・大都工業㈱・南野建設㈱・㈱福田組・真柄建設㈱・㈱松村組・馬淵建設㈱・三菱建設㈱・村本建設㈱・㈱森本組）とメーカー 3 社（㈱イセキ開発工機・川崎重工業㈱・新下水管路技術研究会）で共同開発されたものである。