

解説

# 推進工事における急曲線造成技術

たかはし しょうじ  
高橋 正二

NUC工法協会事務局長  
南野建設(株)技術部部长

## 1 はじめに

兵庫県尼崎市ではじめて、ガス管用さや管として鉄道横断推進工事が施工されて以来70年が過ぎようとしています。この間、推進工法は刃口の装着および方向修正を可能として下水道工事へ採用され、切羽の止水対策としての圧気工法や、中押工法の開発から推進距離を延ばしてきました。その後、刃口式推進工法のもつ切羽を開放して掘削するというリスクを解消すべく、泥水式推進工法にはじまり、泥土圧式推進工法が開発され、低推進力の実現から泥濃式推進工法が開発されてきました。同時に呼び径800未満の管内作業禁止の通達が労働省より発せられて以後小口径管推進工法も多岐にわたり開発されてきました。

これら推進工法の開発は、上下水道はもとよりガス、電気、電話などのライフライン構築をより安全に、環境に影響を与えず、より安価に施工できる方法として時代のニーズにあわせて改良が加えられ確立してきたものと思います。そこには軟弱土層から岩盤、巨礫土層への対応、超長距離、鉛直を含む複合急曲線、急勾配、超大口径への対応も求められてきました。

これらのニーズに対応する技術として、基本となる掘進機の開発、改良はもとより関連する技術も同時に開発されてきました。安定した切羽掘削のための添加材、超長距離推進を可能とする推進力低下のための滑材注

入システムやその材料、複雑な曲線施工における自動測量システムや埋設される管材と継手に挿入される推進力伝達材、環境に配慮した推進装置など、これらの技術がなくなって現在の推進技術は確立されていなかったものと思います。

ここでは、曲線推進をより経済的で安定した施工をするために当協会（NUC工法協会）で提案している開口調整装置（UCS）について紹介いたします。

## 2 NUC工法(ユニットカーブ推進工法)の歴史と理論

(公社)日本推進技術協会のwebサイトに「昭和40年6月に曲線推進第1号工事を熊本市内で施工した」と紹介されています。工事の内容はわかりませんがその同じ年に泥水式推進工法がはじめて採用され、推進工法用鉄筋コンクリート管の規格化もされていない状況下でもあり曲線施工に対する対応はされていないままの施工であったと推察されます。

当時の曲線施工にあっては、刃口や掘進機で方向修正をするものの、特に軟弱地盤などでは管列が曲線の外側に触れ出したり、曲線の内側の管端面では推進力が集中するために管の破壊が発生したりしていました。また、管と管との接合面では目開きの量も一定せず不均一な目開き量となり一箇所に集中した時などは漏水、漏砂による路面の沈下、陥没などの災害が発生する場合

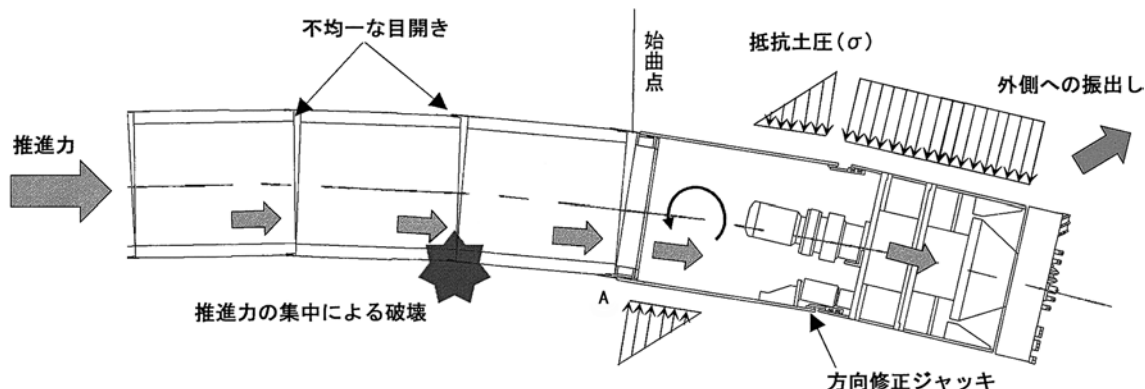


図-1 従来の曲線施工概念

もありました。

これらの問題の解消をすることで開発されたのがユニットカーブ推進工法でした。ユニットカーブ推進工法は現在のNUC工法の前身であり曲線推進工に特化した工法であります。

昭和51年に(社)日本下水道協会(現(公社)日本下水道協会)から「下水道推進工法の指針と解説」が発刊され、推進工法の実務指針が明らかにされましたが、推進工法の理論武装は以後の課題でした。そして、それまでの経験と実績に基づき推進工法を力学的に解析し技術書として出版しました。その後、推進工法の長距離化に伴い曲線施工のニーズが高まる中、曲線推進の問題点を整理し、より安全に高精度な推進を可能とするユニットカーブ推進工法を開発しました。ここでも多くの現場のデータを蓄積、研究し曲線推進の理論根拠を技術書としてまとめました。同時に「ユニットカーブ推進工法」として昭和57年に特許出願、昭和59年に特許登録に至っております。

以下にユニットカーブ推進工法の概論を説明します。

## 2.1 従来の曲線推進について

従来の曲線推進における管の挙動について説明します。

図-1に示すように、先導体(刃口または掘進機)が曲線軌道に沿って進み、1号管が始曲点に達し先導体の坑壁に沿って進むため2号管との接合面がV字形に開口すると推進力は曲線の内側の端面Aに集中し、A点を支点に1号管を元に戻そうとするモーメントが発生します。このモーメントを支持するための管側面の水平土

圧力( $\sigma$ )(抵抗土圧)がこのモーメントに抵抗できる十分なものであればよいのですが抵抗できないときには曲線の外側に振れ出そうとします。

また、それぞれのV字形の開口量は自在に動く状態であり、そのときの外力によりその開口量は一定せず、ときとして一箇所に集中することもあり内側管端面の破壊や外側の目開きからの漏水、漏砂を引きおこす要因となります。

## 2.2 ユニットカーブ推進工法の概論

前述の問題点を解消するために、掘進機に続く管の接合面に開口調整装置を設置します(図-2)。

開口調整装置はスクリュージャッキ、鋼製当板、緩衝材、鋼製掛輪より構成されています。開口調整装置は単体で980kNの耐荷力を持ち、これは鋼製当板の受圧面積においてヒューム管の許容耐荷力2.45kN/cm<sup>2</sup>以下に分散するように設定しています。スクリュージャッキ(写真-1)は両端が右ネジ、左ネジのネジが切られており中央部のナット状の部分を回転させることでミリ単位の調整が可能で、各曲点に達したときにその開口量を所定の量に固定することができます。スクリュージャッキを鋼製当板に挿入し、これに緩衝材を当て鋼製掛輪に装着して開口調整装置となります(写真-2~4)。

掘進機後端に開口調整装置を設置する接続カラーを設置し、それに続けて管の接合箇所に開口調整装置を設置します(図-3)。この管列を「先行ユニット管列」と呼びます。先行ユニット管列に働く推進力の合力は開口調整装置が設置されたことでほぼ管の中心軸に沿って伝達され、管を曲線軌道から外そうとするモーメントは