

解説

きほんのき

刃口式推進の原理は推進工法の「きほんのき」

にしむら じゅういち
西村 重一

元（公社）日本推進技術協会
調査部長



1 はじめに

我が国の推進工法は、1948年（昭和23年）兵庫県尼崎市の鉄道軌道下にガス管のさや管として、口径600mmの铸铁管を敷設する工事において初めて採用されました。当時は当然ながら手掘り式（刃口式）によって行なわれました。

それ以降、昭和40年頃まで、推進工法は手掘り式（刃口式）が主流で、電話ケーブル、水道およびガス管等のさや管として主要道路、軌道下、用水路等の横断工事で採用されました。

昭和40年前後からは、下水道管路整備事業に採用されたことで推進工法は飛躍的な発展を遂げ、近年では、建設公害、交通事情の問題、コスト縮減および工期短縮から密閉型（泥水式、土圧式、泥濃式）による長距離化、かつ、超急曲線（呼び径の50倍以下）を含む複合曲線施工が実施されています。

現在の推進工法（密閉型）は、技術の高度化によって長距離、曲線推進がごく当然のように施工されています。しかし、刃口式推進工法が主流であった時代、坑内作業員は切羽の状況を自分の目で確認しながら掘削作業を行ない

ました。精度管理としては、下げ振り、水平器および管目地開き量の実測を行い、それをもとに方向制御しながら推進作業を行なったものです。現在の高度化した推進技術による長距離推進、超急曲線を含む複合曲線等が安全で確実な施工なされている現状とはかなり違っていると思われるでしょう。しかし、現状の推進技術は、刃口式推進工法の「きほんのき」をベースにしているのです。以下ではこの辺りに触れてみたいと思います。

2 推進工法の基本は刃口式推進工法

刃口式推進工法は、先頭推進管に「刃口（先導体）」を装着して立坑に設置した元押ジャッキの推進力により推進管を地中に圧入する工法です。本工法は、切羽が全面開放されているので「地盤の自立」が必要条件となります。このため、本来は、自立した安定地盤を対象としているのですが、崩壊性地盤や地下水を含む地盤では、切羽の崩壊や出水等によって切羽の安定が図れないおそれがあるため、圧気工法、地下水位低下工法および薬液注入工法の補助工法を必要とします。軟弱地盤では、刃

口を地山に貫入し、管内に取り込んだ土砂は、切羽の安定を図りながら人力で管内トロに積み込み坑外に搬出します。一方、地山が強く自立性のあるN値の高い粘性土、砂質土等で自立性のある均一な地山の場合は、刃先よりさらに先掘り（芯抜き掘削）を行いながら推進します。このように、地山の土質性状に最も適応する掘削方法を選択して推進します。

現在の密閉型推進工法も、次第に難しい地盤に適用できるように開発された経緯から、地盤の土質性状に最も適した掘進方式を選定するのは当然のことです。

初期掘進（刃口+推進管1～2本）は、水平器、下げ振りをを用いて水準および中心線測量を常時行い、地盤（土質）による傾向等を早期に把握して1ストローク（200～300mm）毎に慎重に推進します。

尚、鋼製の刃口は製作時の誤差やひずみ等があると、推進時に蛇行や推進力の増加原因となります。また、現在の密閉型掘進機についても、製作時の問題は同様なトラブルを招くおそれがあります。また、掘進機の特長（くせ）や重心位置を十分考慮した上で初期推

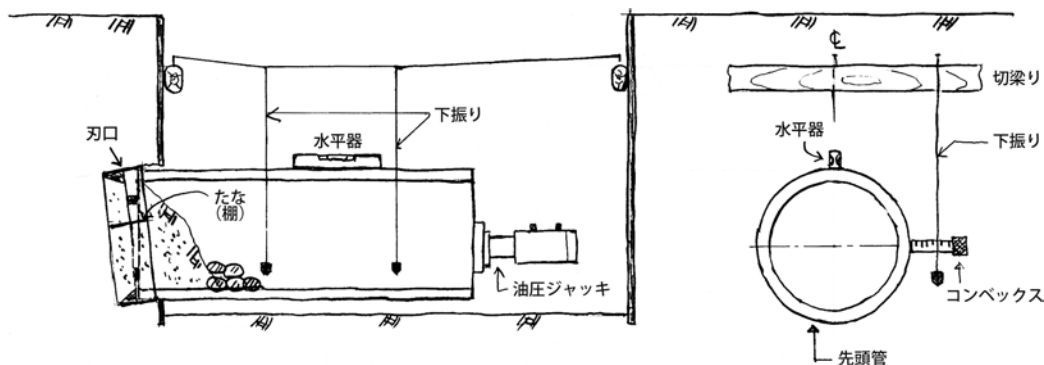


図-1 刃口式推進工法の初期推進状況

進を行う必要があります。これらもまさに刃口式と同様であるといえるでしょう(図-1)。

3 切羽の目視判断

刃口式推進工法では、切羽は時間が経てば必ず崩落することを認識しておかなければなりません。このため、作業の安全確保を図る上でも、呼び径、

土質条件および掘削方法に応じた刃口の形式、土留め方法、さらには掘削方法を採用し、切羽の崩壊防止を図りながら推進しなければなりません。

一般的に使用する刃口は、たな(棚)式刃口が用いられ、土の安息角を利用して切羽の崩壊を防止できる形状となっています。出水がある場合は、管先の一部に「土のう」を積んだ状態で刃口を地山に貫入します。掘削は切羽

(地山)の状況を自分の目で直接見て判断して行い、掘削した土砂は管内トロで坑外に搬出します。また、段取り替え時、推進管の据付け時、休憩および休日時には切羽部分に土のうを積むこと、また刃口部に木矢板、角材を用いて角落としを設けて崩落防止を図っておくことを忘れてはなりません。

一方、直接目視はできませんが、密閉型でも切羽を安定保持させるための手法は様々です。切羽の状態を切羽から送られる種々の情報、切羽水圧や土圧、また掘進機のカッタートルク排泥された掘削土砂の状態などから切羽の状況を想定し、それに適した対応策をとります。切羽を安定させるための掘進機の機構にも結果的には刃口式の地山を押えるという概念が生かされているのです。

図-2、3に刃口式推進工法における一般的な土質別、掘削方法を示します。

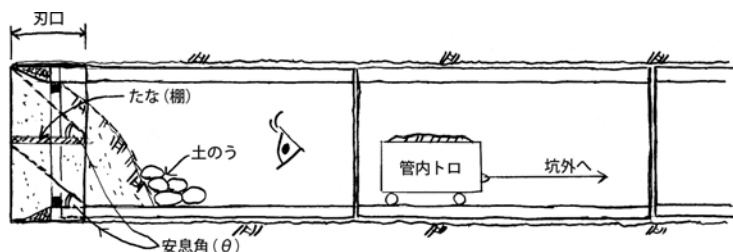


図-2 沖積粘性土・砂質土の掘削方法

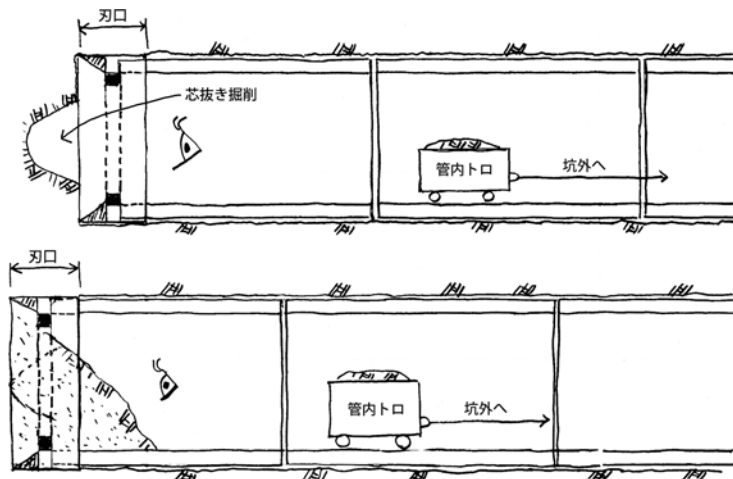


図-3 洪積粘性土(ローム・砂質ローム)の掘削方法

4 管内測量と管内目地観察

刃口式推進工法では、方向の基線、水準基標はトランシットやレベルなどを使用して立坑内へ基準点を下ろします。推進中の管内測量の多くは下振り、水平器および箱尺を使用し、先頭管から3本目程度の両端部の方向や高さを測量します。

管内目地は、蛇行の前兆および方向修正の効果等がいち早く現れる箇所