

総論 泥水式編

泥水式推進工法とは

たかはし しょうじ
高橋 正二
南野建設(株)



1 はじめに

昭和23年に尼崎で初めての推進工事が施工されて以来68年が過ぎようとしています。この間刃口の装備および方向修正から始まり、元押油圧ジャッキの動力化、切羽止水対策としての圧気工法、中押工法の開発で推進距離は爆発的に伸びていきました。

昭和40年代には福祉国家の建設を国是として、社会資本の充実が求められた時代でありました。上下水道、電話、ガス、電気等の急速な普及はその一環として大きくクローズアップされ、かたや住宅環境の保全のための騒音、振動等に対する従来の都市土木のあり方に問題を定義されるようになりました。推進工法はこのような時代のニーズにマッチした、無騒音、無振動の管きょ埋設工法として、一躍注目を浴びることになりました。

我が社の記録によりますと昭和39年前後に東京大宮バイパス下の荒川流域下水道で泥水式推進工法が採用され、昭和44年頃、京王線横断工事で泥水加圧シールドが成功するやたちまちブームになり、10年余りで施工延長300kmに及んだとあります。

昭和50年代に入ると建設省都市局下水道部監修のもとで、(株)日本下水道協会から「下水道推進工法の指針と解説」および、少し遅れて「下水道用設計積算要領―推進工法編―」が発刊され基準が確立されました。泥水式に続いて泥漿（泥土圧）、小口径管において多種多様な工法が開発され、昭和52年頃からかなりの業者が泥水式推進工法に参入してきました。我が社も遅まきながら昭和54年に東京支店で着手しました。

このような時代背景のもとに、泥水式推進工法は刃口式推進工法の問題点を克服すべく30年代後半から開発され、40年代で確立し50年代で成長したものだと思います。ここでは、開発当初の先達のご苦勞を推察しながら、泥水式推進工法を施工するうえでの留意点、注意しなければならぬ事などについて説明します。

2 泥水式推進の開発

余談ではありますが、私は昭和54年にφ3,000mmの刃口式推進の現場を担当しました。道路幅員が5.0mに満たないなかで外径3,500mmの管を推進

するもので、官民境界ギリギリに家屋が立ち並ぶ状況でありました。補助工法として管路の両側にセメント系の壁を構築しその内側に薬液注入で地盤改良をしていました。しかしその効果は均一なものにはならずどうしても改良効果の薄い部分ができて、いわゆる狸の巣穴のような穴ができ湧水と地山の崩壊、土嚢積と土留め用扉による閉塞を繰り返して何とか到達させましたが、結果半年で終わる工事を1年かけた記憶があります。

対策としては図-1のような土留め用扉を装備しましたが、崩壊の恐れのある場合や休止中の切羽の土留め壁として使用したもので、突発的な出水などに対応し得るものではありません。

刃口式推進は切羽を開放して掘削することから、切羽崩壊というリスクを常に持っています。このような問題を解消するために泥水式推進工法が開発されたものと思われます。

月刊推進技術Vol.1 No.4（1987年11月号）に「泥水式推進工法の開発にあたって」と題して大西一行氏が、開発当時のご苦勞を執筆されています。これによりますと、刃口式推進工法の問題点として

- ①切羽解放のため湧水と切羽崩壊の可能性が高い
- ②掘削土砂の搬出が人力作業であり施工能率が低い
- ③推進距離が長くなると施工能率が低下し長距離に向かない
- ④狭隘な坑内での作業は過酷である

これらの問題を解消すべく施工の機械化の必要性を痛感し、なかでも泥水式のもつ利点について

- ①泥水の圧力により切羽の安定を保つもので安全性が高い
- ②掘削は機械掘削にて施工速度が速い
- ③掘削土砂の搬出はスラリ輸送なので能率的である
- ④スラリ輸送なので中小口径管においては測量など過酷な坑内作業から解放される

などの利点に着目し泥水式推進工法の開発に至ったと記されています。

切羽の掘削において、泥水による切羽の壁面防護作用とカッタによる切羽の破壊作用という、相反する作用の相対的な関係が切羽安定の要素であると考え、以後、基礎実験、施工実験を繰り返し泥水式推進工法の原型を確立し、さらに、砂質土のような崩壊性地盤に対しては、泥水による切羽安定とシールド機のカッタヘッドによる切羽安定の二面から改良を加え、室内試験と現場施工の繰り返しにより信頼性を高めていったとも記されています。

これらを踏まえて普及段階に至っては、シールド機、圧入装置、スラリ輸送ポンプ、滑材注入ポンプ、泥水設備などが連携して運転操作されることが必要であり、そのための運転管理のシステム構築を問題にしています。このことは泥水式推進工法の基本であり現在に通ずるものがあります。即ち

- ①カッタトルク
- ②カッタ土圧

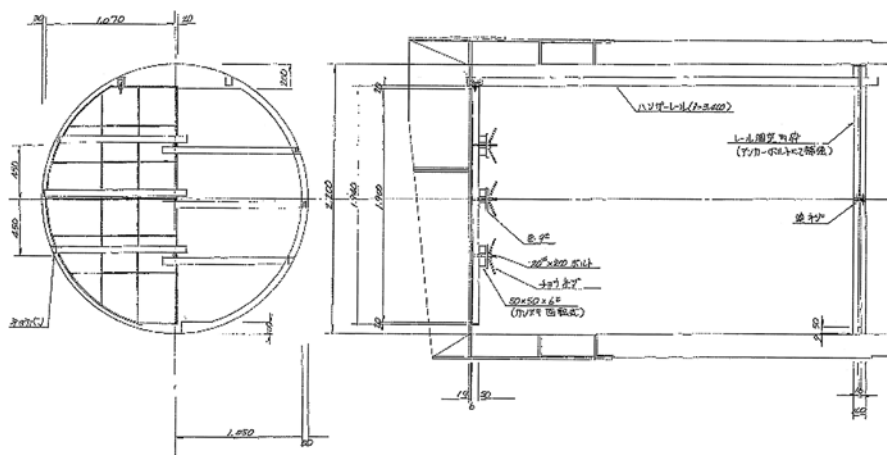


図-1 刃口土留め用扉

- ③傾斜角（ピッチング）
- ④回転角（ローリング）
- ⑤切羽水圧（自然水圧）
- ⑥送・排泥水圧
- ⑦送・排泥流量
- ⑧滑材注入量
- ⑨泥水性状管理（比重・粘性）
- ⑩土量管理

などの管理項目になります。これらがバランスされて初めて安定した泥水式推進工法が可能となるものであり、開発当初から留意しなければならぬことに変わりはないということがわかります。

3 泥水式推進工法の推移とポイント

3.1 掘進機の変遷

当初の掘進機に装備された計測機器はアナログのものであり、検出されたゲージを直接目視するかテレビカメラで映写するなどの方法で確認をしていました。従って操作は機内での操作がほとんどの状態でした。傾斜計に至っては掘進機の内部に下げ振りを垂らしその下に円盤に同心円を記したものを置き振り子の振れ幅で傾斜角を算出したものもありました（図-2）。これがいたって便利なもので、傾斜角とともに回転角も同時に目視できるので役に立つものでした。

その後対象土質は砂質土など崩壊性のある土質に対応すべく、カッタ面板の開口部分のスリットが開閉するものや、面板自体が土圧に対して前後するものなどが開発されました。いわゆる土砂の取り込み過多を防止する目的のものです。

さらに対象土質は砂礫層へと移ります。スラリ輸送なので礫による閉塞を回避することから礫を破碎する必要があります。破碎装置としては、掘進機隔壁後方の排泥ラインにジョークラッシャを装備したものです。ワニの歯のような歯型を油圧駆動で上下させて流入する礫を破碎するものです。礫の大きさなどにより上下する振幅量の調整していました。しかし扁平な礫がある時は、これが水平に流れたとき上下する歯の隙間をすり抜けて通過してしまうという現象が発生し、排泥管内での閉塞を繰り返

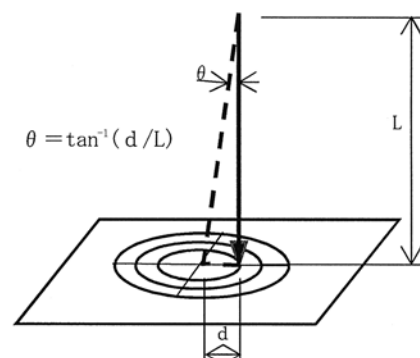


図-2 簡易傾斜計