

# 解説 泥濃式編

## 過酷な施工条件に対応する泥濃式推進工法 —ミリングモール工法—



とみた まさはる  
富田 昌晴  
ヤスダエンジニアリング(株)  
設計課長

### 1 はじめに

弊社では、様々な推進工事を施工して参りました。泥水式、土圧式、刃口式、泥濃式の大中小口径や小口径管推進工事と、推進工事を取り扱う口径全てを網羅しております。

特に泥濃式の施工実績は多く、弊社が保有する掘進機台数においても最も多い機種となっております。

弊社が初めて技術開発に取り組んだ泥濃式推進工法がアパッチ工法です。

アパッチ工法は既設マンホール等へ直接到達させ、掘進機をマンホール開口部φ600mmから回収することができる工法です。直径φ3.0mの円形立坑からの発進が可能な小発進に対応した掘進機や超長距離推進(1,000m超)への挑戦など取り組んで参りました。

また近年、この泥濃式の中でも他工法とは類を見ない推進工法を開発いたしました。

地中障害物に対応した泥濃式推進工法でミリングモール工法と名付けました。

ミリングモール工法の開発実験などを含め、これまでの実績などについてもご紹介したいと思います。

### 2 簡単な工法概要

ミリングモール工法では何ができるのか？何が他工法と異なるのか？

と言った質問を良く受けます。

- ① 推進掘削する前方の金属地中障害物を推進しながら探査することができる
- ② 金属地中障害物を粉々に切削して排出することができる
- ③ 障害物の周囲を掘進機内部から地盤改良を行うことができる
- ④ 掘進機を到達立坑内所定位置へ誘導することができる

といった4つの大きな機能を有していることが他工法との違いです。

この中で最も優れた技術が2番目の切削する機能です。これまで地中障害物といえば、工事中断や、路線変更などして回避するしかありませんでした。

そこに地中障害物にも対応できます工法ができましたが、全ての工法は人力にて切断して撤去するものです。

機械的に切断して撤去する工法も現れましたが、人間がガス切断などで撤去することを水圧で切断するといったもののようです。しかし、機械に人間が行う作業をそのままさせようとしても、無理がありますし、結果的には人間の手

助けが必要となります。

そこでわれわれが考案したのが、削るといったことでした。粉状、鉄粉状に小さく小さく削ることで、切削物への影響も少なく、掘進機への負担も少ない。それならばどうするか？

旋盤加工の技術のように、障害物を切削物、カッタビットをバイトに置き換えたときに、送り出すスピードを微速にすることで切り込み深さも微調整することができると考え、特殊伸縮装置を掘進機後部に配置しました。

毎分0.05mm程度の超微速から油圧ジャッキを均一に調整可能な装置を開発しました。

この装置の開発によって、これまでの実績では重大なトラブルもなく地中障害物を切削し、施工を終了しています。

ここまで読み進めると、さぞかしいか



写真-1

ついカッターフェースなのかな?と思われるのですが、普通の巨礫対応型（写真-1）のようにも見えます。

切削ビットはパスカット数が通常掘進機とは異なり、多く配置しています。

### 3 開発経緯

突然、カッタートルクが上昇、推進力も上昇、カッターがロック、ローリングが発生、機内にいるオペレータや作業員は突然のことに慌てます。非常停止のスイッチを押すのも一苦労です。

なぜなら機内の作業員も一緒に回っているからです。ここで排泥バルブを閉じている状態ならまだしも、開閉作業中であった場合、非常に危険な状態となります。排泥バルブを閉じることができなければ、地山と機内が開通した状態となり、地山崩壊、機内水没、発進立坑まで水没といった事態となり、最悪は死亡事故ともなりかねません。

事後の処理としては、地中障害物を地上から撤去して、再推進します。

場所が悪くて地中障害物を地上から除去できない場合は、掘進機はそこに埋まったままとなったり、あるいは立坑を築造して掘進機を回収することになったりと、いろんな作業が発生します。

これは、地中障害物に遭遇した場合の機内での出来事や、その後の推進工事の対処です。

この地中障害物にカッターヘッドが当たる前に、事前に把握できる方法はないのか? この地中障害物を除去する方法はないのか?

約7年の開発、実験を経てようやく完成させたのがミリングモール工法でした。

これまでにない方法で掘削前方にある金属障害物を探査しながら推進掘削を行い、地中障害物を完全に除去する方法を確立させました。

切削方法に関しては、一切人力に頼

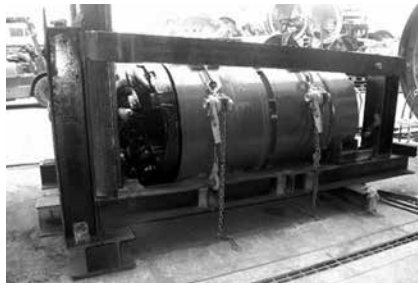


写真-2 実験装置全体

ることなく、100%機械式による除去が可能としました。これまでは地中障害物対応型の掘進機、工法はなく、地中障害物にも対応できません工法でした。その全ては地中障害物に遭遇した場合、掘進機バルクヘッドを開口して、人力によって切断撤去、あるいは掘進機を引き戻して人力によって切断、再度掘進機を復旧して再推進といったもの、途中までは機械的に切断を行うも、全てを撤去できず、結局人力によって切断するといった、中途半端な掘進機もありました。

これらの工法は人が切羽へ出て作業すると言った非常に危険作業であることです。

ミリングモール工法は人の手を使わず、機械的に100%切削除去可能な工法を目指して開発しました。そのため、現存する推進工法の中では最も安全に地中障害物除去が可能な工法となっています。

### 4 切削実験

開発していく中で、様々な材質（木、コンクリート壁、推進管、鋼矢板、H型钢など）の切削実験を行いました（写真-2）。

開発当初は、きちんとした設備はなく、すべて手探り状態です。「ほんとに切削できるのか?」といった声も多くなりましたが、「こんな設備でよく削れたな」とはじめは半信半疑です。しかし



写真-3 鋼矢板Ⅲ型、切削貫通

実験を重ねるたびに、設備も充実させ、これで完全に切削除去できると確信をもつまでに約7年を費やしました（写真-3）。

実際に工場敷地内にライナープレート立坑を築造し、そこから数メートル先にH鋼材を埋設したり鋼矢板を埋めたりして、実際の地山の状況で切削を試したりもしました。

### 5 様々な施工事例

ミリングモール工法は様々な地中障害物に対応しています。施工実績もこの4年で20件になりました。その中で印象的だった現場をご紹介します。

#### 5.1 大阪府岸和田市

呼び径：1000  
延長：L=432m 1スパン  
地中障害物：鋼矢板Ⅲ型6枚  
工期：3箇月

発進後約100mで中間通過立坑、そこから約80mで最初の障害物に遭遇し、そこから30mの区間で連続して6回障害物に遭遇。残り222mを通常推進すると言った工事内容です（図-1）。

地質は埋立地でもあり、砂礫、砂、粘性土の複層する地盤で、障害物である鋼矢板Ⅲ型は今回施工した管路上部に並走する污水管のマンホール施工時に残置されたもので、その6箇所全て掘削する全断面に障害となる高さで施工を行いました。