

解説 進化の歴史

チャンバ内コーンクラッシャ装備の礫対応で進化 ユニコーン工法開発の経緯

いけだ まさし
池田 昌司

ラサ工業(株)機械事業部
東京営業所所長



1 はじめに

ユニコーン工法は、弊社の技術者ならびに施工者の方々の長年の技術の積み重ねがあり開発された掘進機である。弊社の掘進機が最初に製作されたのは昭和55年（1980）に遡る。その当時は下水処理場に近い下流部から工事が進められ、その下流部の土質は砂シルト等の堆積層が主流で、推進工法で施工するには適した土質であったこともあり推進工法の普及が加速していったと思われる。

下水道普及率が増加すると共に下水管路は下流から上流部へと建設が進んで行くが、上流部に進むにつれ土質が複雑化していき礫や岩盤などに対応できる新たな推進技術の開発が進んでいった。その過程では幾度かの紆余曲折を踏まえ現在に至っており、その開発経緯をご報告させていただく。

2 初期の掘進機

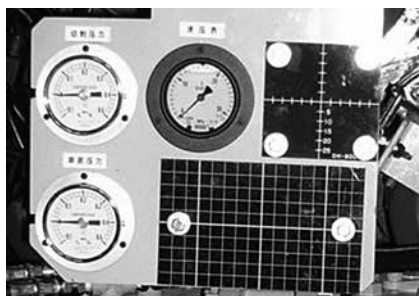
弊社の掘進機製作は昭和55年（1980）に遡る。掘進機開発当初は砂や粘土質などの比較的軟弱な土質を対象としていた。また掘進機は機内

操作式で掘進機のアオペレータと、推進ジャッキやポンプの操作を行う発進立坑のアオペレータと電話連絡を取りながら推進していた（写真－1）。



写真－1 DT型掘進機

しかし施工管径が小さくなれば作業スペースや作業環境等の問題でオペレータが機内で操作するのが困難となり、管内径800mm以下の機種はテレビカメラで機内の計器類をモニタリングしながら発進立坑で操作を行うRCM型



写真－2 モニタ画面

が採用されることとなった。

また、現在は安全性や作業環境の問題が大きく取りざたされるようになり、弊社の掘進機は全ての機種において遠隔操作型で設計を行っている（写真－2）。

3 小口径掘進機の開発

昭和58年（1983）には弊社の小口径掘進機φ250～500mmが開発され、その当時は各メーカーが独自の技術を駆使し様々な工法が開発された。

弊社では小口径掘進機を開発するにあたり以下の項目を満たすべく開発された。

- ・適用土質は帯水層とし泥水型とする
- ・推進装置は250～500共用とする
- ・地山の急激な変化や障害物に遭遇することも想定し引き抜くこともできる構造とする
- ・掘進機内部のスペースも限られるのでできるだけシンプルな構造とする

以上の条件を踏まえ開発されたのが立坑駆動型泥水加圧式掘進機のPSD工法である。PSD工法の特長は立坑内に置かれた駆動装置から駆動軸を介しカットディスクを回転させることで、掘進機機内に駆動モータを必要としない



写真-3 PSD掘進機

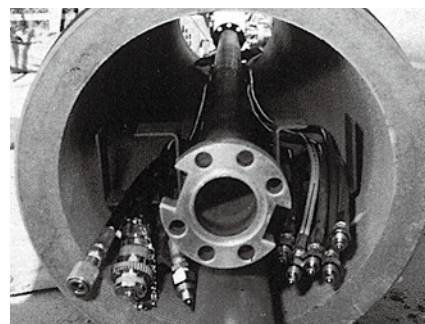


写真-4 PSD型掘進機管内の様子

ことや、掘進機内の装備をできる限り立坑側に設置することで故障のリスクを少なくすることができる。さらに不測の事態が生じた場合には駆動軸を介して掘進機を引抜くことも可能である（写真-3）。

適用土質は当初帯水砂層を基本として計画したが、砂層だけは適用範囲も狭くなり礫層にも対応できるようにチャンバ内にコーンクラッシャを装備した機種も開発された。また駆動軸の負荷を減らしカット駆動トルクをUPさせるために掘進機チャンバ内に設置可能な減速装置の開発も行った。

しかし駆動軸と掘進機制御用油圧ホースなどの本数が増えたことで、ヒューム管の接続に時間を要すなどの欠点も見受けられ、施工関係者の方々から掘進機機内に駆動部を設けた掘進機の要望が多く、PSD工法とは違う機種の開発に手がけることとなった（写真-4）。

4 礫破碎型掘進機

PSD工法の開発とほぼ同時期に大口径の掘進機においても、砂質シルトなどの軟弱な土質だけではなく礫混り土質に適用できる掘進機の開発を求められるようになる。各社それぞれの技術により礫破碎機構を装備した掘進機の開発が進められたが、弊社では碎石などの破碎に使用される破碎機を密閉型とし、ジョークラッシャ内蔵の掘進機

を開発した。ジョークラッシャを掘進機の切羽側に装備することで、チャンバ内に飲み込まれた礫を30mm以下程度まで破碎することで排泥管内での閉塞が無くなることや、掘進機の操作はやりやすくなった。一方で、礫破碎時に泥水圧力が変動することで施工管理が難しいことなどの問題も抱えていた。

それらの問題を解決するため、PSD工法で実績を積み重ねた礫破碎装置（チャンバ内にコーンクラッシャ）を装備したユニコーン掘進機を開発した。

5 ユニコーン掘進機の破碎構造

ユニコーン型掘進機は大きな動力を備え、その動力を確実に礫破碎とカット駆動に伝達させる頑強な駆動部を持つ構造を特長としている。その強力な駆動力によるコーンクラッシャでは呼び径の1/3程度の礫を破碎することが可能で、破碎された礫は20～30mm程

度まで破碎することができる。

また強力なトルクを持ったカットディスクにローラビットを配置することで、呼び径の1/3以上の礫を一次破碎することができ、巨礫混り層や岩盤層にも対応可能である（図-1）。

ユニコーン掘進機1号機は平成元年（1989）にヒューム管内径600mm用掘進機が製作され、同年にヒューム管内径800mm用掘進機が秋田県の雄物川流域の工事で採用された。その現場でお客様より高い評価を受け、さらにさまざまな地域・さまざまな土質に採用されることで実績を積み重ねてきた。

岩盤層への取り組みはお客様より推進施工現場で岩盤層に遭遇して困っており、ユニコーン掘進機で岩盤層に対応できないかとの相談があり、従来のDH-800型掘進機に岩盤対応面板を装備し現場に納入した。

現場納入後もビットや面板の形状、ローラビットの配置など改良改善を行

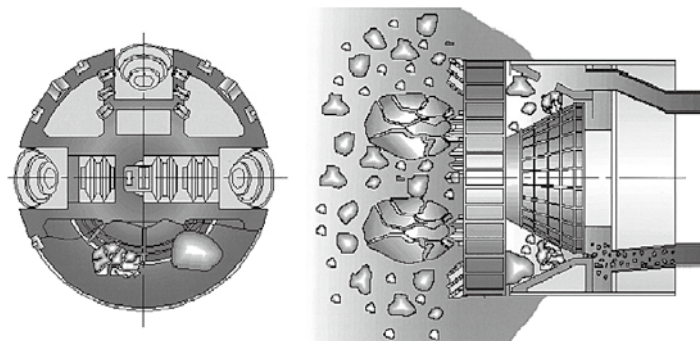


図-1 ユニコーン掘進機の礫破碎原理