

解説 泥水式編

泥水式工法の利点を生かす ラサの掘進技術



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

日本の下水道管路は都市部ではほぼ整備が完了しているが、推進機器の性能や施工技術が向上したことなどにより、今まで推進工事が適用されなかった過酷な土質においても推進工法が採用されるようになった。また近年ゲリラ豪雨に見舞われ雨水貯留管の再構築などが計画されること、大深度（大土被り）地下空間の有効利用を目的とした高速道路の付帯工事などや、老朽管の改築推進工事など今後も推進工事は続いていくものと思われる。

弊社の泥水加圧セミシールド掘進機の製作は1980年に遡る。掘進機開発当初の適用土質は砂や粘土質などの比

較的軟弱な耐水性の土質を対象としていた。また掘進機の操作は機内にオペレータが入り、カタモータの運転停止・送排泥バルブの開閉・圧力調整バルブの調整や方向修正ジャッキの操作を全て手動にて操作するという非常にシンプルな操作方式で、掘進機の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オペレータが電話連絡を取りながら推進していた（写真-1）。

推進工事の需要が多くなるにつれ推進施工の技術力が高くなり、適用土質や適用口径に対する要求・掘進機操作に関する要求などが増してきた。その要求に対応することで弊社掘進機の技術も成長してきた。それらの経緯を紹介する。

2 遠隔操作方式の採用

泥水式推進工法の適用口径が小口径への対応が求められるようになり、小口径掘進機では機内で掘進機の操作が困難となり、発進立坑に中央操作盤を設置した遠隔操作型掘進機RCM型が開発された。発進立坑の中央操作盤で掘進機の操作を行いながら推進ジャッキの運転・停止や速度調整、送排泥ポンプの運転・停止やポンプの回転調整による送泥圧力の調整をオペレータが一人で一括管理できる様になり、掘進機操作性の向上に繋がった（写真-2）。

施工管理記録をパソコンで取り込めるデータログ装置の開発も進め、一部の機種には採用している。



写真-1 DT型掘進機の外観

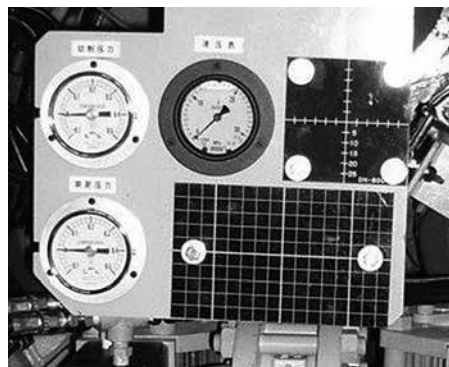


写真-2 モニタで見た掘進機内の状況

データログ装置では、カットトルク・排泥流量・送排泥圧力・ピッチング・ローリング・推進速度・方向修正量・掘進機の位置などのさまざまなデータをパソコンに取り込みパソコン上でも操作盤に表示されるデータを確認でき、設定された時間ごとにデータを自動で取り込む様にプログラムが組み込まれている。推進記録はUSBメモリなどを介し外部に取り出すこともできるので、推進施工中に何らかの問題が発生した場合にも問題の解析資料として使用することもできる（写真-3）。

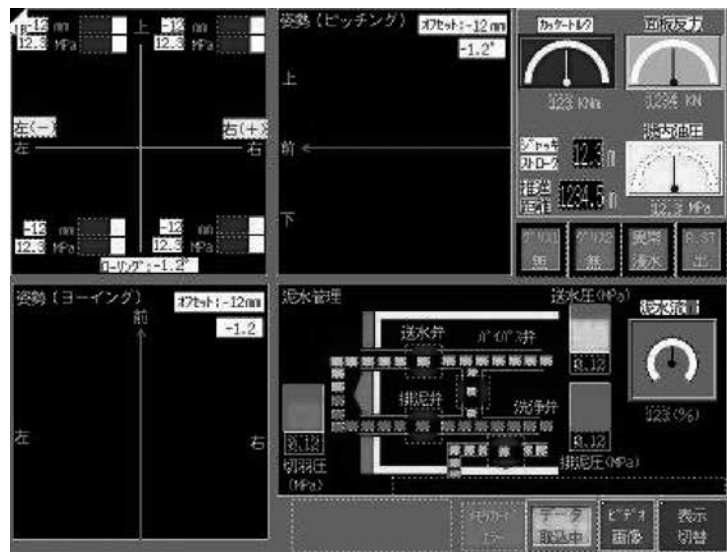


写真-3 データログ画面

3 礫破碎型掘進機 ユニコーンの開発

推進工事の需要が多くなるにつれ、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った。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。

弊社ではシールド工事に使用していた密閉式のジョークラッシャをコンパクトにし、切羽の隔壁に密閉式のジョークラッシャを装備した掘進機を開発した。ジョークラッシャを掘進機の切羽側に装備することで掘進機の手操作はやり易くなったが、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や、呼び径1000以下の掘進機に装備できないなどの問題を抱えていた。そこでジョークラッシャ内蔵ではなく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。

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タ駆動に伝達させる頑強な駆動部を持つ構造を特長とする。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。

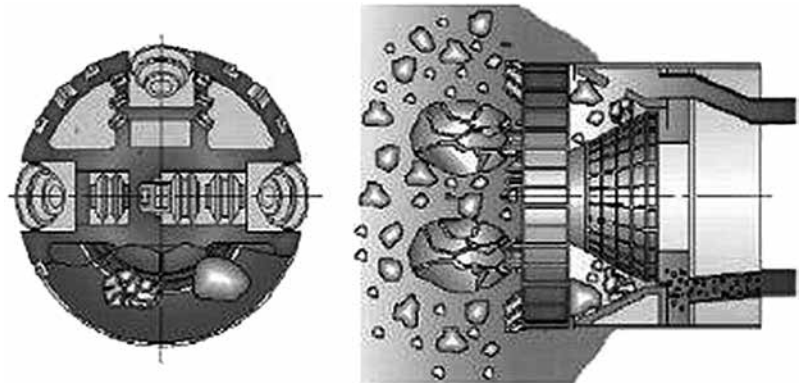


図-1 ユニコーン掘進機の礫破碎原理

また強力なトルクを持ったカタ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1989年にヒューム管呼び径600用掘進機が製作され、同年にヒューム管呼び径800用掘進機が秋田県の雄物川流域の工事で採用され、発注者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。

岩盤対応掘進機に取り組むきっかけとなったのは「推進施工現場で岩盤層

に遭遇して困っているの、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を装備し現場に納入した。

施工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い、苦勞しながらも到達できたことでユニコーン掘進機が岩盤に対応できることを実感した。そこでさらなる改良改善を積み重ね、さらに過酷な現場でも施工することとなった（図-2）。

岩盤推進工事では岩盤を切削するためビット寿命が非常に重要となる。ビットが磨耗した場合には推進不能となり、