

解説

岩盤掘削に対応する ユニコーン型掘進機の 開発展開

い け だ ま さ し
池田 昌司

ラサ工業(株)
機械事業部

1 はじめに

推進工事が日本ではじめて施工されてから70年が経過している。当時は人力で地山の土砂を掘削し、人力でその掘削した土砂を搬出する刃口式推進工法で施工された。しかし人力での施工には限界があり、機械式の推進機器の開発が進められた。当社においても昭和55年（1980）に泥水式セミシールド掘進機の1号機を製作した。

開発当初は平野部などで砂シルトなどの堆積層で施工されていたが、下水道工事需要が増加するとともに全国各地でも推進工事需要が増加し、比較的施工しやすい軟弱土質だけでなく、礫質土や硬質土などのさまざまな土質での施工が望まれるようになり、当社では礫対

応機の開発に乗り出すこととなった。その当時の泥水式シールド工法での礫破碎型の主流はカットディスクで礫を一次破碎した後、排泥ラインに設置するジョークラッシャで還流可能なサイズまで礫を二次破碎し、流体輸送するシステムであった。推進工法では管内のスペースが狭く、ヒューム管内にクラッシャの設置が難しいため、掘進機隔壁部に設置可能な油圧式ジョークラッシャ搭載型を採用した。しかし、実施工においてさまざまな問題が発生したことから、施工業者からの意見なども加味し、当社技術者が基本構造や細部など検討を重ねた結果生まれたのが、チャンバ内にコーンクラッシャ機構を持った「ユニコーン型掘進機」である（図-1）。

2 ユニコーン型掘進機の開発経緯

ユニコーン掘進機1号機は平成元年（1989）にヒューム管呼び径600用掘進機が製作された。同年にはヒューム管呼び径800用掘進機が秋田県の雄物川流域の工事で採用され、施工業者より高い評価を受け、現在まで数多くの実績を積み上げてきた。そんな「ユニコーン型掘進機」は、製作するにあたり以下の基本理念をもとに設計された。

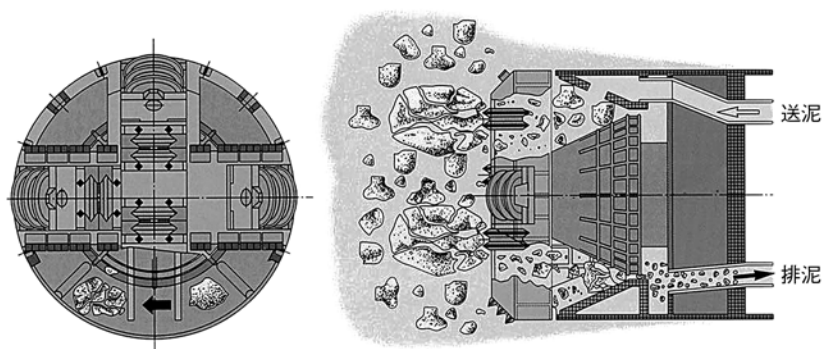


図-1 ユニコーン型掘進機の礫破碎原理

- ①大きな電動機を装備して高トルク
- ②礫破碎構造はシンプルな破碎機構
- ③過酷な使用条件下においても壊れない機構

このユニコーン型掘進機が、岩盤対応掘進機に取り組み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を、ユニコーン掘進機で対応できないか」との、施工業者からの要望に対応した結果である。基本理念のひとつである「③過酷な使用条件下においても壊れない機構」で製作されたDH-800型掘進機をベースに、施工業者が要望される岩盤層に対応するため、ローラビット付きの岩盤対応面板を新たに製作し、岩盤対応型ユニコーン掘進機として現場に納入した。

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の改良を行い、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証した。そこでさらなる改良改善を積み重ねたことで、さらに過酷な現場でも施工可能となった（写真-1）。



写真-1 岩盤での到達状況

3 岩盤巨礫層への取り組み (ユニコーンロング掘進機の開発)

岩盤層を掘削するには、ローラビットで岩盤をクサビ状に食い込ませ、脆くなった岩盤をスクレーパビットでかきこみながら掘削していく。効率よく岩盤を削り取るにはローラビットでクサビを入れる間隔を狭くすれば、理論上残された岩盤は壊れやすくなり、掘削速度はアップすることとなるが、カッタディスクに装備可能なローラビットの個数により、ローラビットが通過する軌跡幅は限定される。

また、高強度の岩盤層を掘削するためには大きな押し付け力で、ローラビットを岩盤に食い込ませるためにローラビットにかかる応力も大きくなり、大きな軸受け荷重を持ったローラビットを装備する必要がある。

カッタディスクの選定にあたっては以上のことを踏まえて、ローラビットの軌跡図などをベースとしてローラビットの配置を計画し、カッタディスクの形状、開口部とスクレーパビットの配置などを設計する（図-2）。

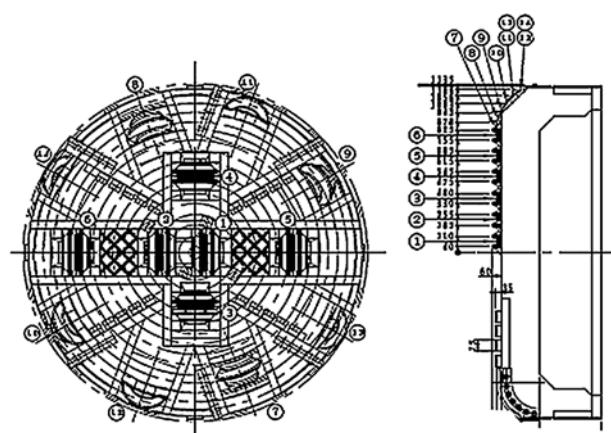


図-2 ローラビット軌跡図

岩盤推進において非常に重要な事項はローラビットの磨耗である。ローラビットの磨耗はローラビットの転動距離で決まってくるが、岩盤が硬くなればローラビットの食い込み深さが浅くなり推進速度が低下する。推進速度が低下することで転動距離が長くなり短い推進延長でローラビットが磨耗して推進不能になり、掘進機を発進側まで引き戻すか中間立坑を掘削し、ローラビットの交換等のカッタディスクの補修が必要となる（写真-2）。

このような問題を解決するために「機内ビット交換型ユニコーンロング掘進機」が開発され、DHL1200の1号機が平成6年（1994）に製作された。

ユニコーンロング型掘進機の特徴は、掘進機隔壁部に設けたマンホールより切羽側に人が入って、機内側よりビット交換可能な構造である。この開発により今まで岩盤層などの土質では1スパンの推進延長がビットの磨耗限界距離（表-1）により制限されていたが、機内からビットを交換することが可能となったことで従来機種より長距離の推進が可能となった。