

解説 泥水式編

泥水式掘進機の進化の過程

しんたに ひでき
新谷 英樹

(株)イセキ開発工機
建機営業部長



1 はじめに

昨今の我が国の財政状況の悪化により、社会資本整備のための公共事業が大幅に削減されてきており、建設投資が一層減少しつつあるのが現状である。ライフラインの整備率も高く、下水道普及率も上昇し全国平均で80%に迫ろうとしている。推進工法は、下水道以外においても、ガス・電気・通信や、雨水管埋設といった分野で採用されているが、推進工事に求められる技術は、長距離化、急曲線施工、小立坑からの発進・到達、さらに難地盤への対応というように、より高度化している。この様に施工条件が厳しくなっていく中、工事量の減少等により工事受注競争が激化しており、十分に利益確保を行うことが困難な状況になっている。推進業界では、こういった日本国内での市場縮小に伴い、新たな市場として海外に目を向け、技術の普及活動、工事受注および掘進機の販売にと、積極的に活動することが必要となっている。

当社が、比較的軟弱で安定しない帯水砂層、軟弱な粘性土に対応する「機械式土圧対抗型泥水セミシールド掘進機」を開発したのは昭和51年である。

その後、掘進機は下水道の普及に伴って適用土質の拡大が求められるようになり、玉石・礫を掘進機内で破碎できるクランピングモール、全土質に適用できるアンクルモール、岩盤にも適用できるアンクルモースーパーを順次開発した。それぞれの生産台数は、アンクルモール1,700台、アンクルモースーパー300台に達している。

最近の掘進機は他メーカー製を含め、切羽の安定を図る機構とパワーを備えたものが一般的になっている。この業界に携わるほとんどの方々は、下水道の普及に貢献した過去の掘進機の開発の経緯を知る機会はないと思う。本稿では、現在も使用されている掘進機も含め、上記の掘進機の開発に至った経緯、各掘進機の概要・構造・特長について述べる。

2 掘進機の開発、概要、構造および特長

2.1 機械式土圧対抗型 泥水セミシールド掘進機

(1) 従来の泥水加圧シールドの 基本原理

従来の泥水加圧式シールドでは、
・ベントナイト、粘土などを送水する清

水に加えて比重と粘性を増加させて、切羽面にマッドケーキおよび浸透壁を形成させる。

・送泥水圧を切羽に加圧させることにより、切羽の安定を図り、地山の崩壊を防止する。

というのが基本原理であった。

(2) 機械式土圧対抗型泥水セミシールド 掘進機的基本原理

機械式土圧対抗型泥水シールド掘進機は、この基本原理に地山の崩壊を防止する機構を持たせたより安全確実な泥水加圧式シールドであった。すなわち、カッターヘッドが切羽地山の土圧や土質の変化に応じて自動的にスライドし、常に切羽に密着することにより、地山の崩壊を防ぐ機構になっていた。このシールドの要点は、切羽地山土圧に



写真-1 呼び径3000機械式土圧対抗型
泥水セミシールド掘進機

応じカッタヘッドが前後にスライドするだけでなく、それに連動してカッタビットも前後にスライドし、掘削量を自動的に調節するところにあった（写真－1）。

(3) 特長

①元押装置による掘進機の前進移動とは別に、カッタヘッドは掘進機に内蔵する油圧シリンダにより自由に前後移動ができるようになっており、カッタヘッドは常にコントロールされた対抗力で地山に密着するため、泥水圧力は地下水圧とバランスさせるだけの圧力で済み、泥水の噴発を防止できる。

②土圧に応じた適正なカッタヘッドの加圧とカッタビットの開閉が制御されるため、広範な土質に対応でき、特に土被りの浅い（小さい）場合に有効である。

③カッタビットもカッタヘッドとは別に、掘進機に内蔵する油圧シリンダにより前後移動可能な機構になっており、カッタビットが地山に切り込む深さを任意に設定できる。また、粘性の高い土質で土砂取り込み口の目詰まりが生じた場合、カッタビットの開閉操作によりクリーニングができ、さらに礫などの固形物の嚙込時にもその効果が期待できる。

④掘進停止時にはカッタビットを後端に移動させることにより、スリットを全開できるので掘進停止時の切羽の崩壊を防止できる。

(4) カッタヘッドのメカニズム

①カッタヘッドとカッタビットの設定

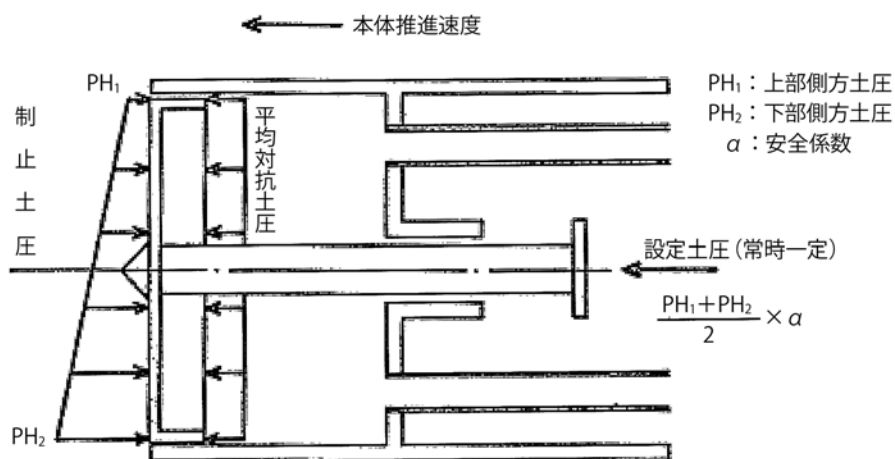
切羽地山の土質、土被りなどの条件により、カッタヘッドが維持すべき土圧対抗力を決め、これに見合う推進力を油圧シリンダに作用させ、切羽地山を抑えながらカッタヘッドを回転する。そして元押ジャッキの作動速度を任意の速度に設定し、つぎにカッタビットの開度を徐々に増していく。カッタビットの開度が小さく掘削速度が遅い間は、カッタ

ヘッドは徐々に後退するが、カッタビットの開度が増加して掘削速度と元押ジャッキの作動速度とバランスしたところでカッタヘッドのスライドが停止する（図－1）。

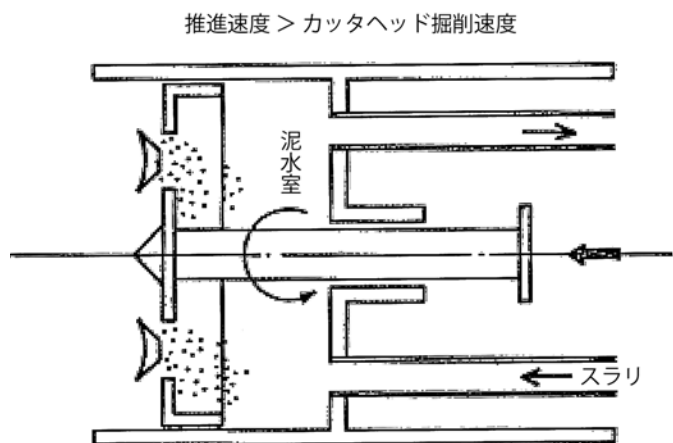
②カッタヘッドの後退

[元押ジャッキの速度 > 掘削速度]
の場合

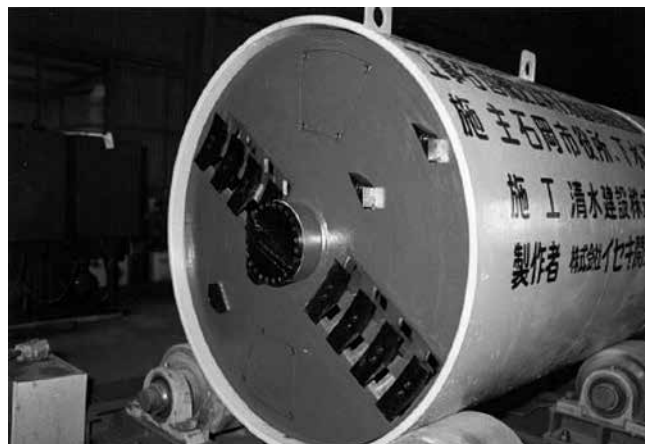
切羽の抵抗が大きくなり元押ジャッキの速度が掘削速度を上回る場合、カッタヘッドは切羽に押され後退するが、カッタビットの開度が自動的に大きくなり掘削量が増すため、元押ジャッキ速度と掘削速度が等しくなり、カッタヘッドのスライドは停止する（図－2、写真－2）。



図－1 カッタヘッドとカッタビットの設定



図－2 カッタヘッドとカッタビットの設定



写真－2 カッタビットの開いた状況