

解説

# 次なる発想の源

## まがる一ふ工法

～これからブレークする曲線函体推進工法～

いわなが しげはる  
岩永 茂治

(株)熊谷組土木事業本部  
トンネル技術部技術部長



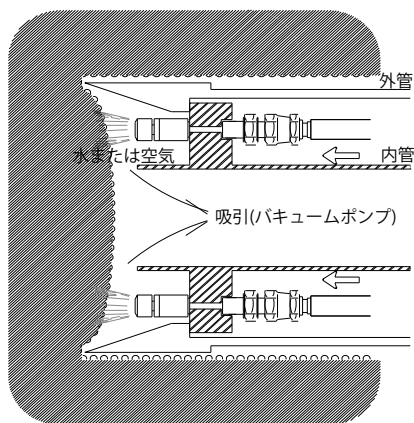
### 1 開発経緯

「掘削をする前に支保工を設置したい」…長い間、山岳トンネル屋の夢でした。

曲線推進技術が開発されてから既に15年近くが過ぎようとしています。当初は、小型推進機を用いた「密閉型構造」で開発され、直径約250mmの円形管が用いられていました。

弊社が最初に曲線推進を採用した石川県の都市山岳トンネルでは、排泥能力を高める目的でウォータージェット併用

刃口式推進とバキューム吸引排泥を組合せた「開放型構造」を新たに開発しました。到達坑がなかったことから、掘削機を引抜き回収の必要があり先端牽引方式を採用。また、曲線管の変



図ー1 ウォータージェット併用刃口式推進とバキューム吸引排泥の組合せ



写真ー1 ウォータージェット併用刃口式推進とバキューム吸引排泥の組合せ



写真ー2 形状保持スペーサ付きの内管



写真ー3 推進状況



写真ー4 推進状況



写真ー5 坑内全景

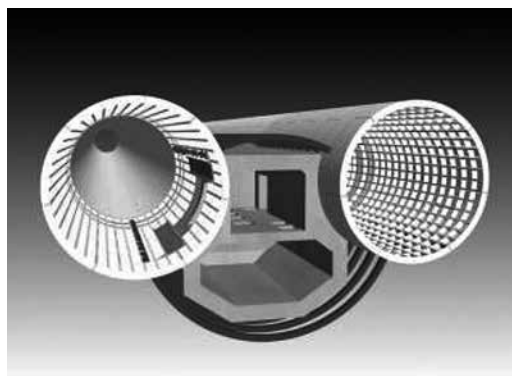


図-2 イメージ図

＜超大断面トンネルへの対応＞

断面形状：円形

断面形状：矩形

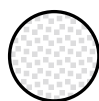


図-3 曲線管の断面形状

形防止を図るため簡便な形状保持用のスペーサを考案するなどの様々な創意工夫により、安価で作業性の良いシステムが完成しました。延長636mのトンネルのうち、脆弱地質の500m区間に支保工が先行設置され、大きな変位低減効果が確認されました（図-1、写真-1～5）。

次に施工した東京の地下鉄工事では、スイング式のウォータジェット装置を新たに開発して、矩形（250×250mm）の曲線管を設置しました。矩形管を用いた理由は2つあります。1つは、設置精度の向上です。円形管の場合は推進中にローリングし易いのですが、矩形の場合は把持することが容易でローリングが防止できます。もう1つは、超大断面トンネルへの適用に向けた要素技術の開発でした。例えば、内部の掘削装置を3段重ねにし、掘削装置の外側に250×750mmの管を被せ

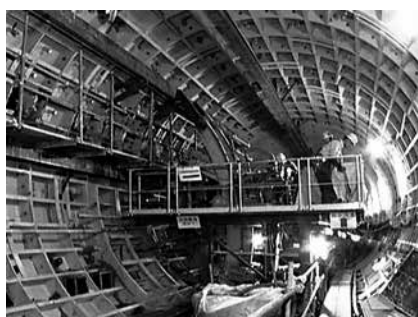


写真-6 施工状況



写真-7 スイング式ウォータジェット装置

て推進設置することで、超大断面トンネルの支保に必要な断面性能を有した管を設置することが可能になります（図-2、3、写真-6、7）。

一方、超大断面トンネルの需要は地下水位を低下できない都市部が主です。当初開発の密閉型から発展型の開放型へ、そして再び地下水対応の密閉型へ新たな技術開発が始まりました。

地下水対応という点では、管を推進設置する際の止水性能の他に、管を設

置した後にトンネルの掘削を行う場合の止水性能も必要になります。これまでの曲線管による先行支保工は、管と管の間の地山を薬液注入や凍結で止水してきました。凍結では、凍土造成および維持費用がかさむことや、凍結膨張圧による近接構造物への影響が懸念され、薬液注入では硬質粘性土で改良ゾーン形成が難しいことが懸念されます。

超大断面トンネルへの適用を目指した「まがる一工夫」の開発では、管と管の間隔を小さくすることで従来の課題を軽減することを重点指向しました。連続体を形成させるのに適している矩形管の掘削機は、対象地山の一軸強度を2～5N/mm<sup>2</sup>と想定し、油圧式切削機（ツインヘッド）を選定しました（写真-8、9）。

2008年に構想をまとめ、函体外周部に刃口を取付け、掘削機後方には隔壁を設けて泥水循環方式で基礎実験を



写真-8 ツインヘッドの取付け状況（前面）



写真-9 ツインヘッドの取付け状況（背面）