

解説

設計者から見た自転・公転型矩形掘進機の優位性

ながい ひろや
永井 博也

(株)藤田油機
技術営業部部长

1 はじめに

「藤田油機」という社名を聞いても「?」という感じの方が多いと思いますので、まずは自己紹介からさせていただきます。弊社は、(株)アルファシビルエンジニアリングとの共同開発を中心として、掘進機を設計・製造させていただいています。社名からも分かるように元々は油圧屋です。地下建機向けのジャッキやポンプユニットも製造しており、その流れから円形の推進工事用の掘進機を製造し始め、現在では年間売上の半分以上を掘進機関係が占めています。

私は掘進機の設計を担当しており、1990年から他社

の小口径を、1995年から(株)アルファシビルエンジニアリングの求めるような構造の掘進機を担当していますので、もう25年以上この仕事に携わっていることになります。機械科出身で掘進機メーカーの人間ですから機械屋目線で、また、他の矩形掘進機に関しては勉強不足で知見が少なく、主に弊社製自転・公転型掘進機について寄稿させていただこうと思います。とは言え、内部構造や計算式について詳しく説明しても、面白くもなんともないのでそこは割愛します。

2 自転・公転型矩形掘進機ならではの特長

弊社の矩形掘進機は自転・公転運動により矩形掘削を実現しています。図-1にビット軌跡図を示します。

2.1 優位性や特長

- ①大断面掘進機であっても、多軸方式で小さく回転しながら掘削するため、1つのビットが受け持つ掘削面積を小さくすることができ、小さなトルクで掘進できます。
- ②自転と公転の回転方向が逆で、カッタが掘削外形線を転がるように進むため、地山をしっかり押さえながら掘削することができ、矩形掘進機ではあっても切羽の安定を保持できる工法と言えます。
- ③円形掘進機の場合、カッタの中心付近と外周で周速度差が大きくなりますが、自転・公転型矩形掘進機の場合、断面位置での速度差が少なく、全断面を安定

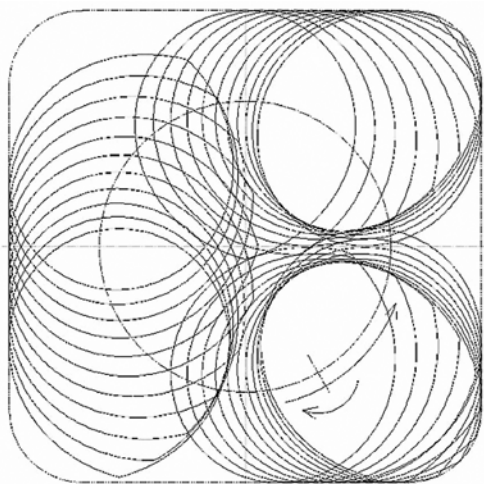


図-1 ビット軌跡図

して掘削でき、カッタビットの偏摩耗が防げます。

- ④カッタ裏面につけた攪拌羽根も、自転・公転運動するので攪拌効果に優れ、泥水式や泥土圧式に適しています。
- ⑤駆動部は回転運動しかしないので円形です。外殻とはボルト固定（一部例外あり）なので、カッタと外殻を変更すれば、一つの駆動部である程度の掘削断面の範囲に適用できます。（掘削外形として□2,400～2,850mm程度まで対応可能）
- ⑥カッタの形状を工夫すれば、既設構造物への直接到達や、到達立坑なし（地中）で外殻を残置し、駆動部だけを引き戻すリターン方式に応用できます。（到達部の地盤改良等により地山の安定が必要）（図-2）

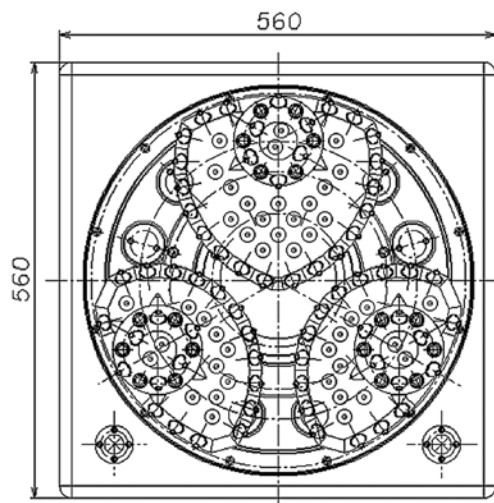


図-2 小口径・リターン機の例

- ⑦原理が単純で電気や油圧を必要としないため、故障や不調が皆無です。
- ⑧正多角形であれば理論上はどのような構造であっても製作可能です。ただし、角部の丸みもあるので、現実的には六角形くらいまでが限界と考えます。
- ⑨他の矩形掘進機に比べて小型化が可能です。
- ⑩同時に切羽全断面が掘削可能です。

2.2 課題や問題点

- ①駆動部の重量が円形掘進機に比べて重くなります。
- ②円形掘進機と比較して掘進機管理項目が増加するため、オペレータには熟練度が求められます。
- ③掘削外形の角隅部が若干曲線になります。

3 矩形函体の特長

図-3に示すとおり、円形管の外圧は管を締め付ける方向に働きます。その力は均等に管を縮める方向に働き、管には圧縮応力が発生します。それに比べて、矩形は平面部にかかる外圧を曲げ荷重として受けるので、当然のことながら肉厚は厚くなります。

また、ボックスカルバートはヒューム管のように遠心力を利用した函体製作ができないので、製作コストは高くなります。加えて、推進工法用ボックスカルバートの規格が確立されていないので、形状が毎回異なります。当然函体の製作費が高くなるだけでなく、掘進機も函体外形寸法に対応しなくてはなりません。（おかげで弊社の仕事は増えていますが・・・）

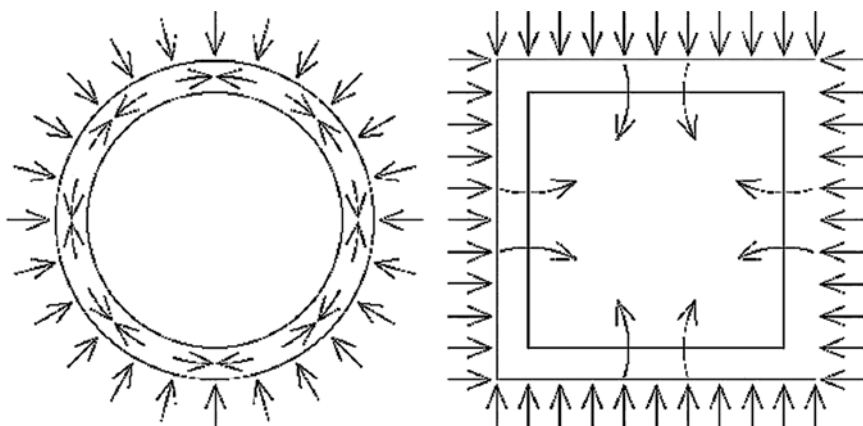


図-3 円形管と矩形函に作用する外圧

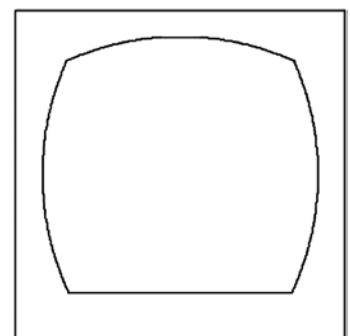


図-4 函体形状例