

解説

進化した推進技術

岩盤、崩壊性地山、巨石地山に対応できる掘進機への進化について

さとう とおる
佐藤 徹

(株)イセキ開発工機
工事本部副本部長
(本誌編集委員)



1 はじめに

著者は、“ここまで進化発展した推進技術”特集で、地山・地盤への挑戦と題して、推進技術の進化と現状について述べてきた。

そして、克服されていない掘削困難な地山として、次のようなものを取り上げ、どのように進化・発展しているかについて記述している。

- ①崩壊性の高い地山、巨石混り地盤
- ②岩盤地盤
- ③粘土、砂、礫、岩盤層が混在する複合地盤
- ④土以外の地中物
- ⑤腐食土層などの軟弱土

4年目の今回は、昨年に引き続き岩

盤地盤および崩壊性の高い地山、巨石地盤について、(株)イセキ開発工機の泥水式推進工法における取り組み例と著者の意見を述べながら、さらに掘り下げて、今後の推進技術の発展性について述べてみたい。

2 岩盤、巨石混り地山に適合する掘削方式の選定と高強度岩盤に対する留意点

推進工法における代表的な岩盤に適合する掘削方式は、切削方式、圧砕方式（ボタンビットなどを埋め込んだローラカッタなど）、圧裂方式（ディスクカッタ）、打撃方式に分けられるが、泥水式推進工法で岩盤施工を行うときに一般的に使用されている掘削方式は、圧

砕方式、圧裂方式である。写真1に圧砕方式、写真2に圧裂方式のローラカッタを示す。

推進工法では、管径の大きさでも採用する掘削方式が異なっている。大口径掘進機では、圧裂方式（ディスクカッタ）を使用することが多いが、中口径掘進機では、圧砕方式（ボタンビットなどを埋め込んだローラカッタなど）の採用も多い。小口径掘進機においてはほとんどが圧砕方式である。小中口径では取付けられるローラカッタの大きさに限度があるため、ローラカッタにかけられる押付力が小さくなる。その少ない押付力で効果的に掘削するためには、点で圧砕できるボタンビットが適しているためである。図-1に圧砕方式による破碎進行メカニズム概念図を示す。

また、圧砕方式（ボタンビット）は、多数の超硬チップボタンが地山を掘削するため耐久性に優れる。それと比べ、圧裂方式（ディスクビット）でチップインサートの場合、母材部が直接地山に接することが多いため母材の摩耗は進行しやすく耐久性は劣る。

しかし、ビットの交換ができる中大口径においては、圧裂方式の方が圧砕方式より掘削性能（切削速度）が優るこ



写真-1 圧砕方式のローラカッタ



写真-2 圧裂方式のローラカッタ

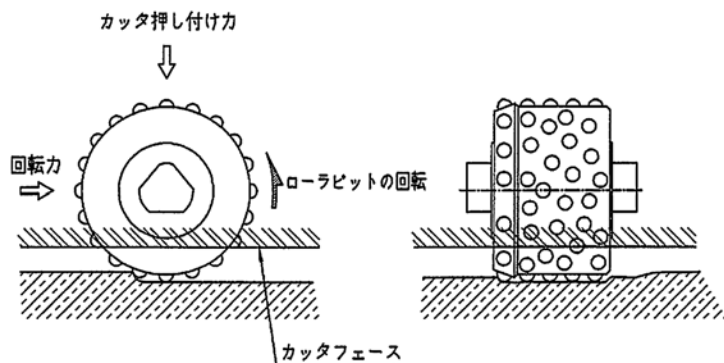


図-1 圧砕方式による破碎進行メカニズム概念図（カッタ回転の衝撃による破碎）

とから、圧裂方式を選定の方がよいと考えられる。割れ目の方向が圧裂するビットと同方向だった場合は、さらに掘削効率が高くなるので効果的である。また、割れ目が明確でなくとも同じ岩質の中でも風化した部分が混在している場合も同様と考える。このため、土質の数値データだけでなく実際の切羽の状況も注意深く観察し、掘削方式を選定することが肝要である。また、施工距離が短距離の場合でローラカッタの交換が必要のない場合は良いが、ローラカッタの交換を頻繁に行う必要がある場合は、推進工法における掘進中機内でのローラカッタ交換は多くの時間を要するので、その交換時間が短時間でできる掘進機を選定することが重要である。

岩盤の掘削効率を左右する特性には、割れ目の間隔と方向や風化状況の他に、強度、硬度（鉱物構成）がある。強度、硬度（鉱物構成）について目を向けると、岩盤掘削で重要とされるビットの摩耗については、岩盤強度ではなく、鉱物構成で特に石英の含有率が重要であることが報告され、TBM工法においては、室内試験結果とTBM施工実績から摩耗硬度と岩石の石英含有率との間には明確な相関関係があるが、摩耗硬度と岩石の一軸圧縮強度との間には相関性が見られないことが指摘されている。推進工法でも同様であり、単

表-1 ボタン型ローラビット摩耗量測定結果

		摩耗量 (mm)	
		チップ	母材
内周ローラビット②	外側	チップ	1.8
		母材	1.6
	内側	チップ	1.3
		母材	0.1
外周ローラビット⑨	外側	チップ	4.2
		母材	6.4
	内側	チップ	3.3
		母材	6.2

推進距離：330 m、土質：粘板岩、安山岩、礫岩、
岩の一軸圧縮強度：最大150MPa、平均70MPa

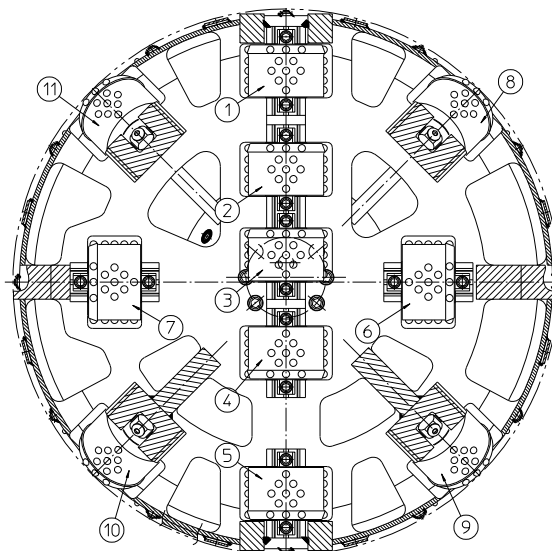


図-2 岩盤用泥水掘進機ボタン型ローラビット配置図

に岩石の硬度ではなく、鉱物構成への配慮が重要となる。

3 外周と内周のローラビットの摩耗状況に対する考察

表-1に岩盤施工におけるローラビットの摩耗量測定結果例を示す。これは、図-2および写真-3に示す岩盤用泥水掘進機ボタン型ローラビット配置における測定結果である。まず、外周ローラビットと内周ローラビットを比較すると、摩耗量に差があることが確認できる。これは、カッタ1回転におけるローラビットの転動距離が異なるためである。

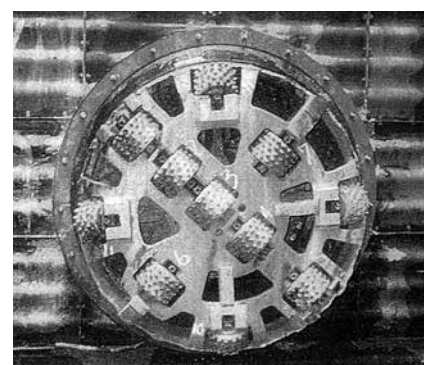


写真-3 岩盤用泥水掘進機アングルモールスーパー到達状況

次にボタンチップと母材の摩耗量に着目すると、内周ローラビットと比較して外周ローラビットの母材の摩耗量は、