

解説

巨石地盤

岩盤、巨石・玉石地盤推進技術の現状と 設計上の留意点と当社の岩盤と 巨石・玉石混り地盤に適用できる掘進機の紹介

かじやま まこと
楮山 誠
(株)イセキ開発工機
技術部部长



1 はじめに

推進工法は、密閉型の掘進機・推進装置・滑材・推進管などのニーズに対応した積極的な技術開発や、それに伴う施工技術の向上により、飛躍的に向上した。

しかし、特殊な地盤では、出来形や品質、工期、工事原価を満足できていないのが現状である。その代表的な地盤が、岩盤や巨石・玉石混り地盤である。

圧縮強度の高い岩盤や掘進機のカッタ前面で巨石・玉石を破碎しなくてはならない巨石・玉石混り地盤を「スムーズ」に掘り進むことは、現在でも不具合が発生することがある。この主な原因として、掘進機カッタ前面で岩盤や巨石・玉石を破碎する「カッタビット」や「ローラカッタ」の性能にあると考える。

「地盤を掘り進む技術」でのシールド工法と推進工法の主な相違点は、掘削する地盤は推進工法シールド工法とも同じであるが、推進工法はトンネルの断面が小さい（掘進機外径が小さい、掘進機の重量が軽い）ことと、掘進機を前進させる反力の取り方などである。これらが原因となり、推進工法で岩盤や玉石混り地盤を「スムーズ」に掘進

するためにはより高度な技術を要求されているのが現状である。

これらを踏まえ、本文は、岩盤や巨石・玉石混り地盤での推進工法の現状と課題、設計上の留意点を述べるとともに、当社の岩盤・巨石・玉石混り地盤に適用できる掘進機を紹介させていただく。

2 推進技術の現状(岩盤や巨石・玉石混り地盤での)と課題

岩盤や巨石・玉石混りの地盤での推進工事において、不具合が発生した事例が見受けられる。以下、その現状と、原因について述べる。

2.1 掘る

岩盤を掘ることの難易は、掘削対象となる地盤の特性と掘進機の性能によって決まる。

(1) 掘削対象となる地盤

岩盤は、一軸圧縮強度や石英含有率、亀裂の有無などで左右される。

巨石・玉石混り地盤は、玉石の大きさとその一軸圧縮強度や亀裂の有無、カッタ前面で破碎対象となる巨石・玉石の出現率、礫率、地盤の締め固まりの度合い、粘土・シルトの含有率、土被り、地下水の有無などによって左右さ

れると考える。

(2) 掘進機の性能

カッタ装置の能力や開口部の配置、カッタ面板の剛性とその支持方式、カッタビットの性能などが重要となる。特に、カッタ前面で岩盤や巨石・玉石を破碎するカッタビット（ローラカッタなど）の性能（切れ味や耐久性）や配置と取付け方法（ローラカッタが1個脱落すると掘進不能となる）が、推進工事の成否を握るといっても過言ではない。

カッタビットへの負担の少ない岩盤や、カッタ前面での破碎対象となる玉石が無い場合や、その数が少ない場合は、岩盤や玉石混り地盤でも効率的な掘進ができています。

しかし、掘削対象となる地盤の特性と掘進機の性能にミスマッチが生じた場合、不具合が発生する。この境界線をどのように判断するかが重要な課題である。

写真-1に掘進途中でギブアップしたローラカッタ、写真-2に磨耗したローラカッタが原因で同心円状に磨耗したカッタヘッド、写真-3に巨石地盤の一例を示す。これらの写真は20年ほど前のアンクルモールスーパーを販売後間もない時期のもので、その後ローラカッ

タの取り付け軸を太くする・超硬チップの硬度を高める・カッタシェルの表面硬度を高めるなどして耐久性の向上を図った。

2.2 押す

推進力は、カッタビットの掘削外径が推進管の外径より小さくなると、増加する。したがって、写真-2に示すような、ローラカッタの異常な磨耗が最外周のローラカッタに生じると、当然推進力は増加する。また、カーブ推進では、曲線部での余掘量の確保が困難となり、推進力が増加すると共に、線形の確保や推進管の品質に対して悪影響を及ぼす。

岩盤や巨石・玉石混り地盤では、掘進機の掘る性能が推進力を大きく左右

するといっても過言ではない。

2.3 推進管

玉石混り地盤において、玉石は確実に地盤に固定された状態でないため、カッタの回転により移動しながら破碎され、取り込まれる。しかし、取り込まれなく、掘進機外周に置き去りにされることも考えられる。この結果、掘進機の姿勢制御や推進管に悪影響を及ぼすことがある。写真-4に玉石の集中荷重による推進管の破損状況を示す。

カッタ前面で破碎対象となる玉石の出現率の高い地盤では、推進管と鋼管を合成した推進管の検討や、滑材の種類の選定と注入率が重要な検討課題となる。

2.4 施工管理

品質・出来形・工期・工事原価に対する主な支配要因は、掘削対象となる地盤特性の把握とそれに適した掘進機の仕様である。これを適切に履行するためには、掘進機のオペレータ技術が鍵となる。

掘進機のオペレータは、掘削対象となる地山の状況と掘進機がいかなる関係にあり、どのようにして岩盤や巨石・玉石を掘進しているかをカッタトルク、ピッチング、ローリング、推進力、排土などにより想像できることが大切である。

2.5 施工環境の調査

ここでは、地盤特性の把握について述べる。岩盤の特性は比較的適切に把



写真-1 磨耗したローラカッタ、取付け軸の折損が原因



写真-2 磨耗したローラカッタとカッタヘッド



写真-3 巨石地盤の一例（1mを超える巨石）



写真-4 破損した推進管