

## 総論

# 岩盤・玉石地盤への 各部門(設計・施工・メーカー等)の 一体的な対応

なかの まさあき  
中野 正明  
機動建設工業(株)  
代表取締役

## 1 はじめに

推進工法における技術困難な地盤(難敵地盤)といえば、その初期段階(刃口式推進全盛期)においては切羽の崩壊や湧水が発生する軟弱地盤や帯水砂層でしたが、機械式推進工法主流の近代では掘進に高度な技術を要する硬質な岩盤層や玉石地盤が技術困難な地盤となっています。特に山岳地でのパイプラインや導水管の敷設工事、かつて氾濫を繰り返した河川付近の雨水管整備工事などにおいて、このような難敵地盤が出現して施工トラブルになるケースがあります。

同じ難敵地盤でも岩盤と玉石地盤ではその課題が異なり、また工法別(泥水式、土圧式、泥濃式)でも異なった課題がありますので、その対応方法もケースバイケースで行わなければなりません。また、他の地盤における

施工と同様にこの難敵地盤でも長距離施工や曲線施工が求められるケースもあり、ますます緻密な対応が要求されます。

本稿ではこの難敵地盤に対して、それぞれの課題や対応方法の概要を筆者の経験と知識のみで記述しますので、読者の知識と経験も考慮して読み進めていただきますようお願いいたします。

## 2 岩盤推進工の課題

岩盤における推進工は切羽崩壊の危険が少ないため、かつては刃口式推進工法で行うのが主流で、中硬岩の場合は山岳隧道と同じく削岩機や発破などを用いて切羽の破碎を行った例があります。しかし近年は人力施工による効率の悪さ、切羽作業員の高齢化、作業の危険性、亀裂および水脈に遭遇した時の安全確保などの観点から、機械式密閉型の掘進機を用いて施工するのが主流になっています。

岩盤推進における課題としては強度の高い岩盤を掘削するための掘進機の回転トルク、全断面切削が可能な特殊面板、ビットの摩耗に対する想定とその交換方法などが考えられます(写真-1)。また長距離施工においては、岩盤の切削屑(削り粉)がテールボイドに沈殿、固結することによる推進力の増大などがあります。



写真-1 岩盤用掘進機

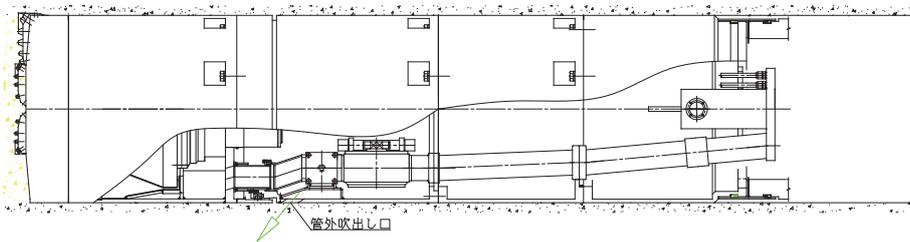


図-1 削り粉の沈殿防止対策の管外吹出し機構

## 2.1 掘進機のトルク

強度の高い岩盤を切削するためには普通土を掘削する場合より大きな回転トルクが必要であることは当然ですが、あまり大きすぎると、その反力を掘進機や推進管の外周摩擦から得ることができず、ローリングが頻発します。普通土の掘削に必要な掘進機のトルクは工法別で異なりますが、トルク係数 ( $a = \text{トルク} \div \text{掘削外周径} \times 3$ ) で10～20程度ですが、岩盤掘進機の場合はそれ以上の装備が望ましいと考えます。またトルクは少し小さくても回転数 (rpm) を多くして切削量を確保する考え方もあります。

## 2.2 特殊面板

岩盤推進工ではビットによる一次切削が全断面をカバーできなければ (切り残しがあれば)、面板の摩耗損傷や切羽前面の抵抗増大が生じて、最悪の場合掘進不能になります。一次切削は中硬岩の場合はローラビットで行いますので、その配置、個数、形状、材質などを面板形式とともに事前に検討しなければなりません (写真-2)。



写真-2 岩盤用特殊面板

## 2.3 ビットの摩耗

岩盤推進における課題のひとつはビットの摩耗ですが、摩耗量に関しては岩盤の強度や組成およびビットの材質や使用 (施工) 状況によって異なります。できるだけ摩耗させないようにするのが第一ですが、長距離施工や想定外の摩耗進行で推進途中でビットを交換しなければならない場合もあります。想定外の摩耗原因としては押し付け過ぎや粘性土の付着などによってローラがスムーズに回転しないための偏摩耗 (片減り) や岩盤強度や組成の変化による摩耗進行などがあります。それぞれ対応しなくてはなりません。想定外に摩耗してしまっただけでは掘進不能になりますので、安全を見込んだ摩耗量の想定と、それに合わせたビット交換の装備が必要です。

## 2.4 削り粉の沈殿

岩盤の切削屑 (削り粉) は中硬岩の場合微粉末となって還流する泥水や注入された添加材に溶け込み、テールボイドに残留して沈殿、固結する場合があります (図-1)。

岩盤の場合は掘削したトンネルはそのまま保持され、推進管は其中でスムーズに移動できると考えがちですが、長距離施工などで、この現象 (削り粉の沈殿) が顕著になると推進管の締め付けが発生して推進抵抗が増大し、大きなトラブルになることがあります。

## 3 玉石地盤推進工の課題

玉石地盤において推進工を行う場合、掘削方法は2種類に分かれます。ひとつは玉石をその大きさのまま、あるいはある程度の大きさに割って取り込む方法で、もうひとつは玉石を小さく砕いて取り込む方法です。前者は刃口式、土圧式、泥濃式の各工法で、後者は泥水式