

総論

岩盤・巨礫推進の基本的な考え方

かばた ひろし
蒲田 洋
前(株)推研
代表取締役会長

1 はじめに

毎日が日曜日という生活になって約2年近くなり、好きな北方謙三の本にもそろそろ飽きがきはじめて来たときにこの原稿の依頼が飛び込んできました。仕事から離れてしばらく経つので、読者諸氏に受け入れていただけるかいささか不安があります。

1980年頃から工場を持つことになり、これまでデスクワークによる開発であったものが、工場で実験したり具体的に実験機を作ることで、より現実化したことの運びができ効率のよい研究が可能となりました。

当時の岩盤推進の現場状況は、切羽で掘削作業員が終日ブレーカやピックを使つての掘削で、岩盤の強度にもよりますが10cm/日以下ということもあたりまえでした。時に作業環境の劣悪さのあまり切羽作業員が現場から逃げ出すということもあり、切羽作業員の確保が現場所長の絶対的項目でありました。とくに呼び径800～1000の管内作業ではモウモウと岩粉渦巻く作業環境では作業員が逃げ出すことも、やむを得ないかと思わせるほどの劣悪な作業環境でした。

このような劣悪な作業環境を見ることによりこれを機械掘削に置き換える場合、どのような方式にするか。一番考えなければならないことは切削方式にするか圧壊方式にするかの掘削方式の決定でした。このことが我々の岩盤掘削の機械化の第一の仕事でありました。

2 岩盤推進の想像

岩盤推進の仕事の流れで一番気にしなければならないことは、どのような地盤においての工事であるか。一軸圧縮強度は何MN/m²でなんという名前の岩なのか、そして推進距離は何mかなど、まずカット形状を決めるための資料を集めます。この段階で必ずチェックするのがボーリング等の現場の調査資料です(表-1)。

私の場合、これらの数値を眺めながらカットの形式をどのようなものにするか思案を巡らすわけでありました。一番重要視することは何岩で、強度は、RQDは何%か……。これらの数値を考えながらボーリング柱状図を眺めると、今までの過去の現場の経験より何々形式のカットが相応しいという閃きが出てくるのが第一段階で、土質柱状図を眺めながら現場全体的にはどのような形式が相応しいか絞り込んでいきます。土質資料箱の岩盤部色つや、そして強度等を見ながらカットの形状を思い浮かべます。そして平面図、縦断図を眺めながら土砂部があればその性質等をイメージしながら、全体の工事の中での優先順位を思考します。土質柱状図に風化花崗岩と記され、砂状態とコメントが書かれていても花崗岩には未風化の岩芯があるということを考慮して掘削方式の決定をしなければなりません。同様にスクレーパビットでも容易に掘削できる頁岩^{しゅうきよく}であっても褶曲地帯では岩脈による変成があり、硬化していることも多々あります。

硬いチャート層には粘土層がつきものです。口でいうのはたやすいですが、岩と普通土の割合や、時に普通土の推進で苦勞することが多いものです。また半岩半土の程度および岩質、強度などから掘削方式を選定します。

以下に、切削方式別の代表的なカッタの形状を示します（表－2、写真－1～4）。

3 切削ビットの開発

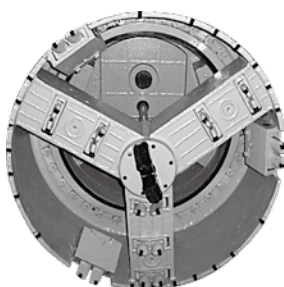
岩盤に取り組みはじめた当時、砂岩や頁岩をいかに効率よく切削するかビットの開発のための切削試験機を製作し、様々な岩盤に対して切削試験を実施しました。掘削効率を上げるためにはどのようなビット形状にするの

表－1 ボーリング等調査資料の判定

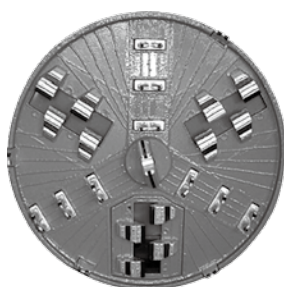
一軸圧縮強度 2～30MN/m ²	複数個の資料を採取しその内の最大値を採用します。報告書には平均値を記入している場合がありますが設計にあたっては最大値を採用することが重要です。 一軸圧縮強度試験は低く出るとはあっても高く出るとはまずありません。試験資料の破断面を調べ、滑った試験資料は採用しません。本来節理の発達した岩の試験には不向きで、超音波試験のほうが確実に測定できます。 主に切削方式による推進の日進量算定の資料に使用します。
分裂強度 5～26MN/m ²	複数個の資料を採って最大値を採用します。一軸圧縮強度より節理や亀裂の影響を受けにくいですが層理に直角に加圧しているか調べます。 主に圧壊方式による推進の日進量算定の資料となります。
RQD 0～90%	ボーリングコア1m中、長さ10cm以上のコアが占める割合です。 推進施工管呼び径800～1200程度の場合はボーリング径をφ50mm以上としたほうが実態にあっているようです。 ボーリングクラウンにより破壊したものを判別して地盤本来の節理の発達した岩か否かを考慮しなければなりません。 主に圧壊方式による推進の日進量算定と支圧壁算定に使います。
超音波試験 3～5km/sec	節理のある岩でも正確に測定できます。ただし、比重と弾性率による伝播速度から岩の硬さを測定する方法であるため、硬すぎて脆い岩でも高い値が出る場合があります。RQDもあわせて判定します。
弾性波試験 2～4km/sec	地形の影響を受けやすく、局部的な解析は無理があります。解析には高度な技術と長い経験が必要なので、大間違いがあることもあります。 しかし、100m単位の岩の硬さを見るうえでは有効です。
造岩鉱物の力学特性	一軸圧縮強度や割裂強度などが同じであっても、造岩鉱物の含有比率の違いや造岩鉱物そのものの風化により掘削効率などに大きな影響を及ぼすことがあります。

表－2 掘削方式とビット形式

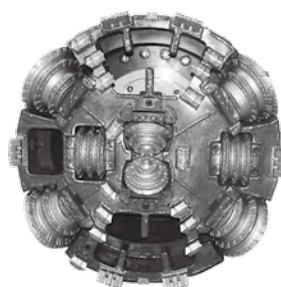
掘削方式	ビット形式	掘削可能岩 強度 MN/m ²	押付け力 kN/m ²		算定資料
			ビットのみ	カッタ全体	
切削方式	スクレーパカッタ	圧縮 10 以下	60～180	120～350	一軸圧縮強度 節理方向
	スリットカッタ	圧縮 30 以下	20～60	70～200	
圧壊方式	ディスクカッタ	割裂 15 以下	400～900	550～1200	割裂強度、節理方向 RQD、結晶粒径
	ローラカッタ	割裂 30 以下	150～300	300～600	
打撃方式	ダウンザホール	割裂 40 以上			割裂強度、節理方向 RQD、結晶粒径



写真－1
スリットカッタ削土密閉加圧タイプ



写真－2
スクレーパカッタスリットカッタ



写真－3
ディスクカッタ



写真－4
ローラカッタ