

端面掘削方式による花崗岩の掘削性能に関する研究

呉工業高等専門学校 正会員 重松 尚久
 広島大学大学院 学生会員 ○花岡 尚
 株式会社スターロイ 小田 登

1. 目的

本研究は、ディスクカッタビットを用いて硬質岩盤の掘削を行う掘削機やバックホウのアタッチメントとして位置づけられるローラヘッダーの設計開発に資するための基礎となるデータを得ることを目的とする。

2. 実験方法

本研究では変位制御による実験を行った。2 個のディスクカッタビットを供試体の中心から 87mmの位置に向かい合わせに取り付け、回転する供試体にディスクカッタビットを押しつけることにより掘削を行う。供試体の回転速度は 2r.p.mである。ロードセルによって垂直力 F_z 、回転トルク T 、横方向力 F_y を測定し、回転トルク T より転がり抵抗 F_x を算出し、横方向力 F_y は、2つのロードセルから得られる値を平均する。また、掘削速度を 0.028、0.058、0.087mm/sの 3 種類、ディスクカッタビットの刃先の曲率半径を 1、3、5mmの 3 種類、供

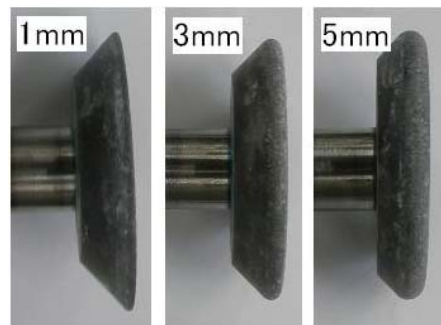


図-1 ディスクカッタビットの形状

表-1 供試体の物性値

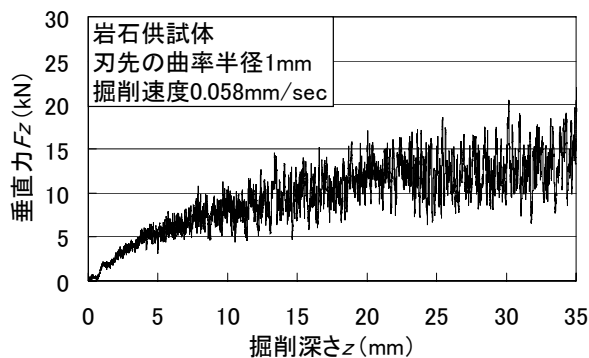
種類	一軸圧縮強度 (N/mm ²)	引張り強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
高強度モルタル	100	7.8	35
超高強度モルタル	135	7.4	44
岩石供試体	120	6.8	55

試体を 2 種類のモルタル供試体（高強度モルタルおよび超高強度モルタル）と 1 種類の岩石供試体に変化させ、それぞれの変化に対する力の変化を考察する。図-1 にディスクカッタビットの形状、表-1 に供試体の物性値を示す。

3. 実験結果と考察

3. 1 実測データ

図-2 に、岩石供試体、刃先の曲率半径 1mm、掘削速度 0.058mm/secにおける垂直力 F_z の実測値と掘削深さ z の関係を示す。垂直力 F_z は掘削深さが大きくなるにつれ、上下に振幅しながら増加している。掘削深さが約 5mm付近の前後で振幅の大きさが変化している。掘削開始直後は、供試体の表面が滑面の状態であり、滑面状態での掘削段階では、極微細な剥離が繰り返され、垂直力 F_z の上昇は

図-2 垂直力 F_z と掘削深さ z の関係

見られるが、振幅のブレはほぼ見られない。掘削深さが約 5mm付近以降では、掘削面が徐々に粗面となっていく、滑面状態での掘削時の剥離片より、大きな剥離片が生じるようになる。そのため、垂直力 F_z の解放が大きくなり、振幅の幅も大きくなっていく。次に、掘削深さが大きくなるにつれ、垂直力 F_z が増加する原因は、切り込み幅が増加することにより、掘削に要する垂直力 F_z が大きくなっていくためだと考えられる。ここに、切り込み幅とは、掘削面から供試体表面までの水平距離のことである。このことは、過去の研究¹⁾でも確認されている。また、掘削深さが大きくなるにつれ、垂直力 F_z の振幅の大きさが大きくなっていく要因は、ディスクカッタビット側面と供試体との接地面で発生する周面摩擦が、接地面の増加にともない大きくなるためだと考えられる。

キーワード 硬質岩盤, 岩盤掘削機, 端面掘削, ディスクカッタビット, 刃先の曲率半径
 連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2 丁目 2 番 11 号 呉工業高等専門学校 TEL 0823-73-8480

横方向力 F_y は垂直力 F_z とほぼ同様の傾向にあったが、掘削深さが約10mm以降はほぼ一定の値となる。つまり、横方向力 F_y は、切り込み幅の増加やディスクカッタビット側面と供試体との接地面の増加の影響は受けないと考えられる。

転がり抵抗 F_x は垂直力 F_z と同様の傾向にあった。掘削深さが大きくなるにつれ、転がり抵抗 F_x の振幅の大きさが大きくなっていく要因は、ディスクカッタビット側面と供試体との接地面で発生する周面摩擦が、接地面の増加にともない大きくなっていったためだと考えられる。

3. 2 掘削速度による影響

図-3 に岩石供試体、刃先の曲率半径1mmにおける垂直力 F_z 、横方向力 F_y 、転がり抵抗 F_x と掘削速度の関係を示す。これは、各条件において掘削深さが25mm-30mm間の作用力の最大値をそれぞれプロットしたものである。垂直力 F_z および横方向力 F_y は掘削速度が大きくなるにしたがって増加していく傾向にあり、増加率も大きくなっていく。転がり抵抗 F_x はわずかな増加を示した。

3. 3 刃先の曲率半径による影響

図-4 に岩石供試体、掘削速度0.028mm/secにおける垂直力 F_z 、横方向力 F_y 、転がり抵抗 F_x と曲率半径の関係を示す。垂直力 F_z および横方向力 F_y は、刃先の曲率半径の増加に対してわずかな増加を示した。これらに対し、転がり抵抗 F_x は、顕著な増加を示し、刃先の曲率半径の増加に対する影響を最も受けているといえる。

3. 4 供試体ごとの3つの作用力の比較

図-5 に刃先の曲率半径1mm、掘削速度0.028mm/secにおける垂直力 F_z 、横方向力 F_y 、転がり抵抗 F_x の掘削深さ25mm-30mm間での最大値の大きさを各供試体ごとに示す。高強度モルタルにおいて、垂直力 F_z 100%に対する横方向力 F_y は約110%~160%、転がり抵抗 F_x は約40%~75%である。超高強度モルタルにおいて、垂直力 F_z に対する横方向力 F_y は約80%~120%、転がり抵抗 F_x は約20%~50%である。岩石供試体において、垂直力 F_z に対する横方向力 F_y は約60%~80%、転がり抵抗 F_x は約20%~40%である。また、岩石供試体に作用する全ての作用力は、モルタル供試体に比べ大きな力が作用した。

4. 結論

- (1) 垂直力 F_z と転がり抵抗 F_x は、掘削深さ z が大きくなるにしたがって、上昇する。横方向力 F_y は、掘削深さ z が約10mm以降はほぼ一定となる。
- (2) 掘削速度が大きくなると、垂直力 F_z と横方向力 F_y は大きくなり、転がり抵抗 F_x は一定である。
- (3) 刃先の曲率半径が大きくなると、転がり抵抗 F_x が顕著に増加する。
- (4) 岩石供試体は、モルタル供試体に比べ大きな力が作用した。

参考文献

- 1) 重松尚久、室達朗、花岡尚：道路建設における環境に優しい硬質岩盤剥離掘削技術の開発、建設施工と建設機械シンポジウム、pp.107-110、2008。

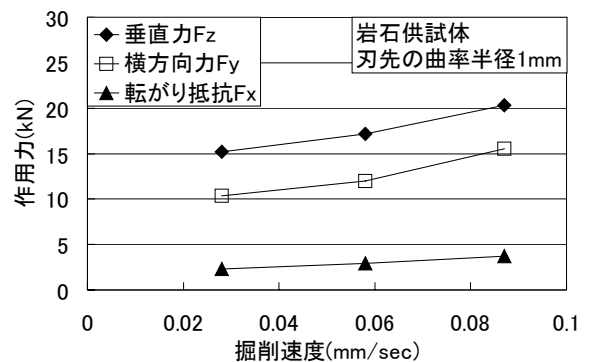


図-3 作用力と掘削速度の関係

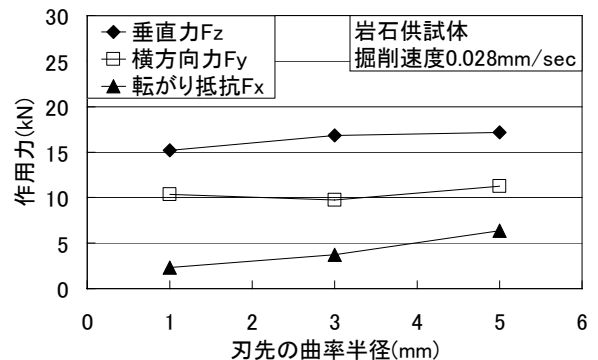


図-4 作用力と刃先の曲率半径の関係

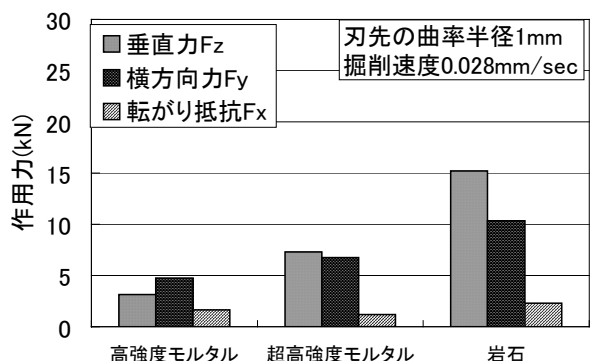


図-5 供試体ごとの作用力の大きさ