

端面掘削方式による硬質岩盤掘削機の開発に関する研究

呉工業高等専門学校	正会員	重松 尚久
呉工業高等専門学校	正会員	河村 進一
呉工業高等専門学校	学生会員	○花岡 尚

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平面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ーヘッダーの設計開発に資するための基礎的データを得ることを目的とする。

2. 実験概要

2. 1 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。掘削速度は、0.028、0.058、0.087mm/sの3通りに設定し実験を行う。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、また、横方向力 F_y は、ベアリングの摩擦抵抗を考慮し、補正を行い、2つのロードセルから得られる値を平均する。供試体は、円錐形をした一軸圧縮強度は100N/mm²以上の高強度モルタルを用いた。

2. 2 ディスクカッタビット

図-1にディスクカッタビットの形状を示す。ディスクカッタビットは刃先アール1mm、3mm、5mmの3種類を用いた。刃先アールが大きいほどより摩耗が進行したディスクカッタビットと見立てることができる。なお、すべてのディスクカッタビットには、周面摩擦の影響を低減するために4°の逃げ角を設けている。

3. 実験結果と考察

3. 1 実測データ

図-2に刃先アール1mm、掘削速度0.058mm/secにおける垂直力 F_z と掘削深さ z の関係を示す。垂直力 F_z は掘削深さ z が大きくなるにしたがって、上下に

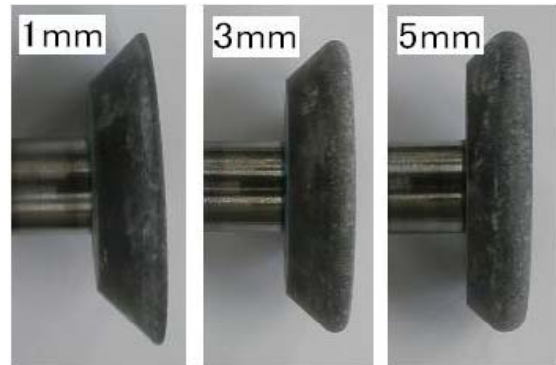
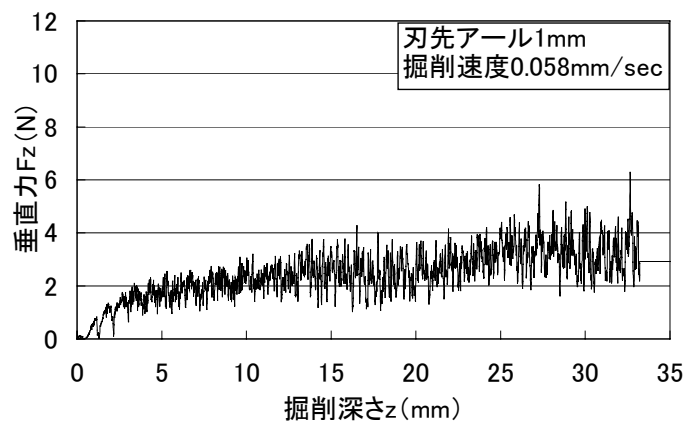


図-1 ディスクカッタビットの形状

図-2 垂直力 F_z と掘削深さ z の関係

に振幅しながら増加している。掘削深さが約5mm付近まで、垂直力 F_z が上昇と下降を繰り返し、その後は上下に振幅しながら上昇している。供試体が初期の状態から小さな剥離を連続的に起こすことによって、上昇と下降を繰り返している。その後の定常端面掘削では、切り込み幅 S が増加することにより、供試体を掘削するのに要する力が大きくなり、垂直力 F_z が上昇しているといえる。このことは、円柱形の供試体を用いた過去の研究¹⁾でも明らかになっている。掘削深さが約15mmを越えたあたりから、振幅の幅が大きくなるのは、ディスクカッタビットの側面と供試体との接地面が増加し、振れ幅が大きくなったと考えられる。

横方向力 F_y は上下に振幅しながら増加し、ある程度掘削が進んだところで、わずかな増加が見られるもののほぼ一定の値となる。振幅の幅が大きくなる現象は見られなかったことから、横方向力 F_y はディスクカッタビット側面に発生する周面摩擦の影響は見られないといえる。

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、上下に振幅しながら増加している。転がり抵抗 F_x が、掘削深さ z が大きくなるにしたがって徐々に増加する要因、および掘削深さが約 15mmを越えたあたりから、振幅の幅が大きくなる要因は、ディスクカッタビット側面と供試体との接地面が増加し、周面摩擦が増加することが考えられる。

図-3 に刃先アール 1mm、掘削速度 0.058mm/secにおける垂直力 F_z 、横方向力 F_y 、転がり抵抗 F_x と掘削深さ z の関係を示す。この図は、設計上の安全を考慮し、実測値より掘削深さ 5mm以内の間隔で、最大値を最低一点以上取ったものである。掘削深さ 25mm-30mm間において、垂直力 F_z 100%対する横方向力 F_y は約 110%~210%、転がり抵抗 F_x は約 50%~100%であった。

3. 2 掘削速度による影響

図-4 に刃先アール 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約 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る。転がり抵抗 F_x については、若干の増加が見られるものの、ほぼ変化は見られないといえる。

3. 3 刃先アールによる影響

図-5 に掘削速度 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 と刃先アールの関係を示す。垂直力 F_z 、横方向力 F_y および転がり抵抗 F_x は刃先アールが大きくなるにしたがって、増加していく傾向にある。

4. 結論

- (1)垂直力 F_z は、掘削深さ z が大きくなるにしたがって、切り込み幅が大きくなるので上昇する。
- (2)横方向力 F_y は、掘削深さ z がある程度大きくなったところで一定となる。

- (3)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、周面摩擦が大きくなるので上昇する。
- (4)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。
- (5)刃先アールが大きくなると、すべての作用力は大きくなる。

5. 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、2008.10

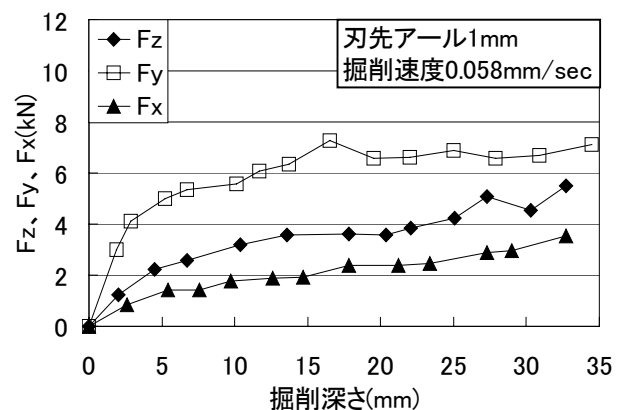


図-3 作用力と掘削深さ z の関係

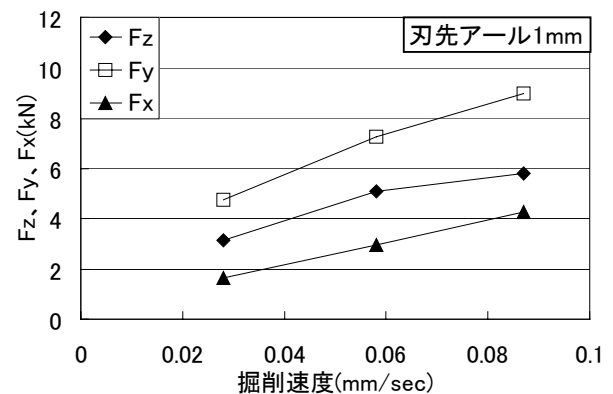


図-4 作用力と掘削速度の関係

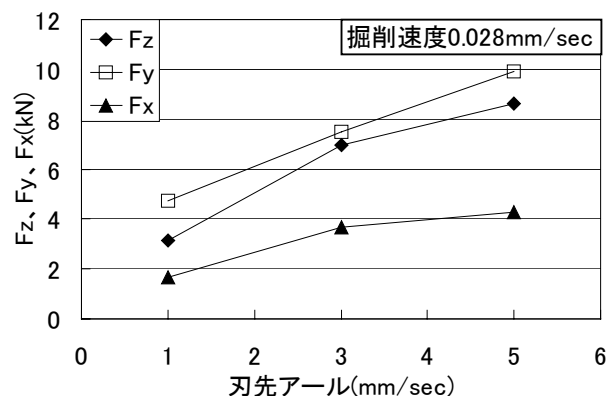


図-5 作用力と刃先アールの関係