

各供試体におけるディスクカッタビットを用いた端面掘削方式の掘削特性

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 学生会員 ○高垣夏輝

愛媛大学

フェロー

室 達郎

1. はじめに 近年、都市部における地下工事においては、騒音や振動などの環境面への配慮が必須の課題になってきており、機械式掘削工法が多く行われるようになってきている。しかし、これらの方法では地山の弾性波速度が3.0m/sを超える硬質岩盤では掘削能力が大幅に低下するため、環境面に配慮した効率的な新しい掘削技術の開発が必要となっている。本研究では、ディスクカッタビットを用いて、従来の平面掘削よりも効率よく掘削を行える端面掘削方式¹⁾を用いた硬質岩盤掘削機の開発に関する基礎的な研究を行った。

2. 実験装置及び実験方法 図-1に実験装置概略図を示す。実験は変位制御で行い、実験条件として、掘削速度を0.028, 0.058, 0.087mm/sの3通りに設定した。使用した供試体は、擬似岩盤として高強度モルタル(一軸圧縮強度135N/mm², 引張強度7.4N/mm², 弾性係数44kN/mm²)と、硬質岩盤として中国産花崗岩(一軸圧縮強度120N/mm², 引張強度6.8N/mm², 弾性係数55kN/mm²)の2種類を用いた。ディスクカッタビットは直径80mm, 刃物角55π/180rad, 逃げ角4°, 刃先の曲率半径1mmのものを使用した。2個のディスクカッタビットを供試体の端部から、切り込み幅15, 20, 25mm(花崗岩供試体は10mmを含む)の位置に向かい合わせに設置し、掘削中にディスクカッタビットに作用する力を測定し、垂直力 F_z , 横方向力 F_y , 転がり抵抗 F_x を算定した。実験より得られたデータから、掘削速度, 切り込み幅, 材料の違いが、各作用力へ与える影響を考察した。

3. 実験結果と考察

(1) 高強度モルタルと花崗岩との比較 図-2に高強度モルタル供試体と花崗岩供試体における各作用力と掘削深さの関係をまとめたものを示す。この図は、比較・考察を行う上で実測値では比較が行いにくいので、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。この図からモルタル供試体は、掘削深さ3~5mmにかけて初期端面掘削、5mm以降から定常端面掘削が起こり、花崗岩供試体は、4mmから7mmにかけて初期端面掘削、7mm以降から定常端面掘削が起こった。ここで、横方向力 F_y は初期端面掘削の影響を受けない傾向が見られたので、初期端面掘削と定常端面掘削の区別はしなかった。実機の開発には、ディスクカッタビットに作用する力を考慮する必要がある。垂直力 F_z をもとに各作用力を比較すると、高強度モルタルでは、垂直力 F_z に対して横方向力 F_y は最大110%の力、垂直力 F_z に対する転がり抵抗 F_x は最大30%の力で作用し、花崗岩では、垂直力 F_z に対して横方向力 F_y は最大90%の力、垂直力 F_z に対する転がり抵抗 F_x は最大20%の力で作用した。高強度モルタル、花崗岩どちらにおいても垂直力 F_z に対する横方向力 F_y , 転がり抵抗 F_x は、異なる掘削速度, 切

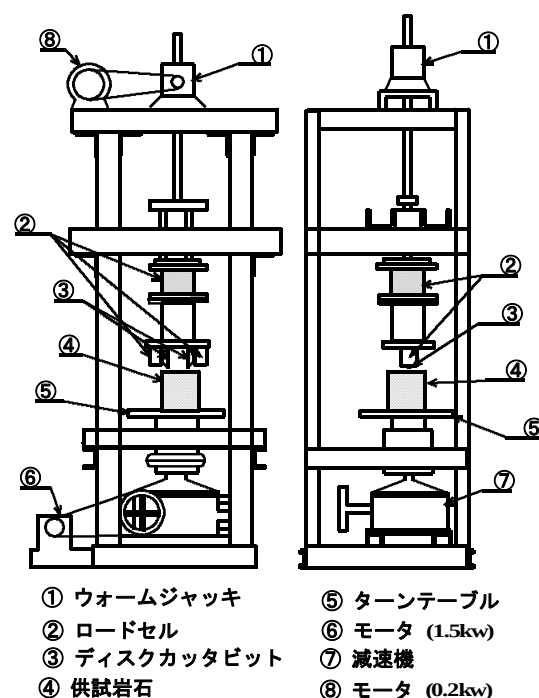


図-1 実験装置概略図

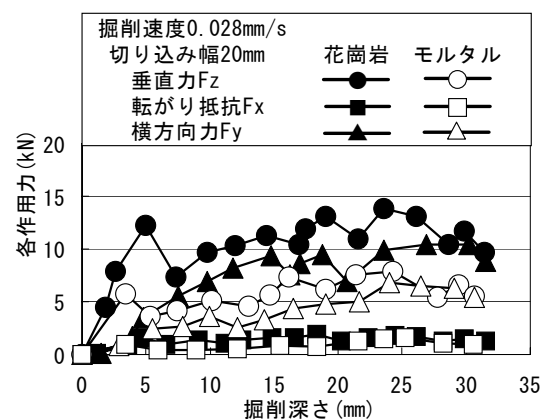


図-2 各作用力と掘削深さの関係

キーワード 端面掘削, 硬質岩盤掘削機, ディスクカッタビット

連絡先 呉工業高等専門学校専攻科 〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2-2-11

り込み幅でも同等な割合になった。また花崗岩供試体の一軸圧縮強度(120N/mm^2)は、高強度モルタル供試体 (135N/mm^2) に比べて小さいが、発生した作用力は、高強度モルタル供試体掘削時に比べ、垂直力 F_z は最大200%、横方向力 F_y は最大250%、転がり抵抗 F_x は最大110%で作用しており、花崗岩供試体はモルタル供試体より掘削に必要な力が大きくなることが確認された。

(2) 掘削速度の比較 図-3、図-4に切り込み幅15mmの高強度モルタル供試体、花崗岩供試体における各作用力と掘削速度の関係を示す。横方向力 F_y は初期端面掘削の影響を受けないので、初期端面掘削と定常端面掘削の区別はしなかった。モルタル供試体、花崗岩供試体ともに全ての条件において、垂直力 F_z 、横方向力 F_y は掘削速度が大きくなるにつれ増加傾向にあり、転がり抵抗 F_x は掘削速度の影響を受けないことがわかった。また、他の掘削条件においても同様の結果となった。

(3) 切り込み幅の比較 図-5、図-6に掘削速度0.058mm/sの高強度モルタル供試体、花崗岩供試体における各作用力の最大値と切り込み幅の関係を示す。横方向力 F_y は初期端面掘削の影響を受けないので、初期端面掘削と定常端面掘削の区別はしなかった。モルタル供試体、花崗岩供試体ともに全ての条件において、垂直力 F_z は切り込み幅が大きくなるにつれ増加傾向にあり、横方向力 F_y 、転がり抵抗 F_x は切り込み幅の影響を受けないことがわかった。また、他の掘削条件においても同様の結果となった。

4. 結論

- (1) 高強度モルタルと花崗岩のどちらでも、垂直力 F_z 、横方向力 F_y は速度の上昇に伴って上昇したが、転がり抵抗 F_x はほぼ一定となった。また、垂直力 F_z は切り込み幅の上昇に伴って上昇したが、横方向力 F_y 、転がり抵抗 F_x はほぼ一定となった。
- (2) 高強度モルタルの場合、垂直力 F_z に対する横方向力 F_y は最大110%、転がり抵抗 F_x は最大30%の割合で作用した。花崗岩の場合、垂直力 F_z に対する横方向力 F_y は最大90%、転がり抵抗 F_x は最大20%の割合で作用した。
- (3) 花崗岩供試体の掘削は、モルタル供試体の掘削に比べ、掘削に必要な力が大きくなった。

謝辞:本研究は、平成20年度(社)日本建設機械化協会の研究開発助成を受けて実施しています。

参考文献

- 1) 室達朗,土屋清,河野幸一,若林優輔:ディスクカッタビットによるモルタル端面の定常端面特性に関する実験的考察,土木学会論文集,No.687/III-56,pp.37-47,2001.

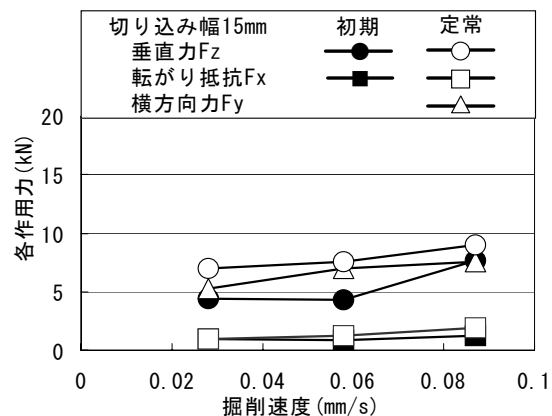


図-3 各作用力と掘削速度の関係(モルタル)

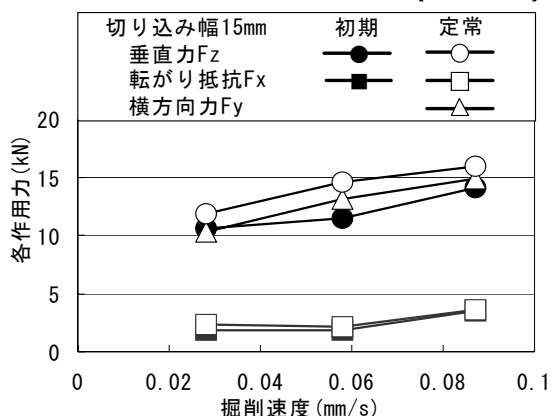


図-4 各作用力と掘削速度の関係(花崗岩)

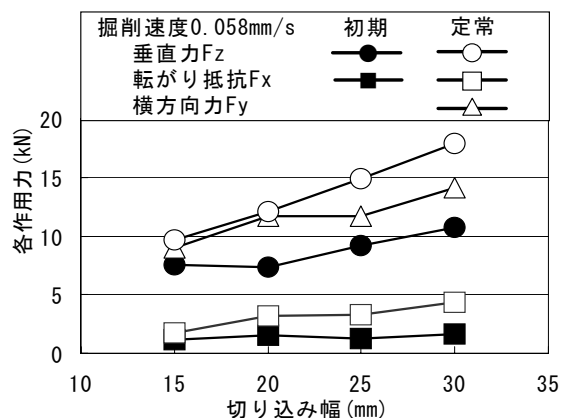


図-5 各作用力と切り込み幅の関係(モルタル)

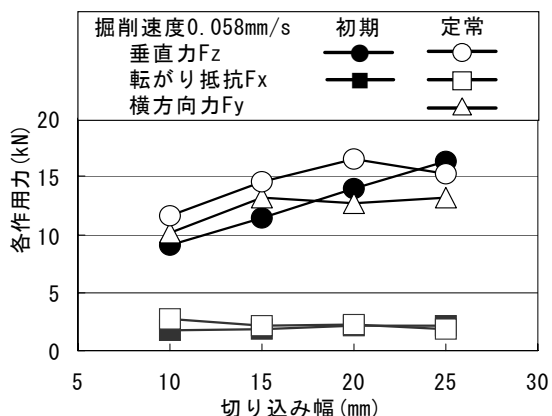


図-6 各作用力と切り込み幅の関係(花崗岩)