

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 花岡 尚
 呉工業高等専門学校 学生会員 ○高垣 夏輝

1. はじめに 本研究では、ディスクカッタビットを用いて硬質岩盤を効率的に掘削することのできる、端面掘削方式を用いた掘削機の開発ための基礎となるデータを得ること目的としている。各実験条件ごとに算出した垂直力 F_z 、横方向力 F_y 、転がり抵抗 F_x を比較し、掘削速度の違い、切り込み幅の違い、刃先アールの違い、一軸圧縮強度の違いによる各力への影響を考察する。

2. 実験方法 疑似岩盤として一軸圧縮強度 40, 80, 100, 135N/mm² の円柱形の超高強度モルタルを用い、2 つのディスクカッタビット(直径 80mm、刃物角 $55\pi/180\text{rad}$ 、逃げ角 4°)を供試体の端部から 10, 15, 20, 25, 30mm の位置に向かい合わせに設置し、掘削速度を 0.028, 0.058, 0.087mm/sec の 3 通りとして、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。図-1 にディスクカッタビットの形状を示す。刃先アールはディスクカッタビットの摩耗を表しており、刃先アールが 1mm のものを刃 B、3mm のものを刃 C、5mm のものを刃 D とする。ディスクカッタビットに作用する鉛直力 F_z 、回転トルク T 、横方向力 F_y を測定する。なお、転がり抵抗 F_x は回転トルク T より算定した。また、横方向力 F_y は、ベアリングの摩擦抵抗を考慮し、補正を行った。

3. 実験結果と考察 図-2 に、切り込み幅 20mm、掘削速度 0.028mm/sec、刃 B における各作用力と掘削深さの関係を示す。垂直力は、掘削深さが大きくなるにつれ増加していき、約 3mm に達すると供試体が大きく剥離することにより力が解放され、垂直力は急激に減少する。これを初期端面掘削という。その後定常端面掘削に移行し、掘削深さが大きくなるにつれ徐々に増加していく。徐々に増加する要因はディスクカッタビットに作用する周面摩擦によるものである。転がり抵抗も増加傾向が緩やかではあるが同じ傾向にある。

それに対して横方向力は初期端面掘削の影響を受けず、掘削深さが大きくなるにつれ増加していく。作用力を比較すると、垂直力に対して横方向力は最大 140%の力、垂直力に対する転がり抵抗は最大 40%の力で作用している。つまり実機の開発においては上記のようにディスクカッタビットに力が作用することを考慮する必要がある。また、垂直力に対する横方向力、転がり抵抗は、異なるディスクカッタビット、掘削速度、切り込み幅でも同等な

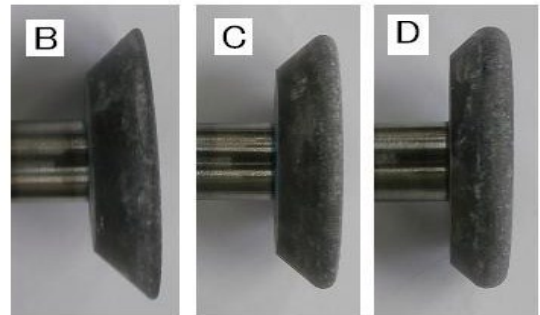


図-1 ディスクカッタビットの形状

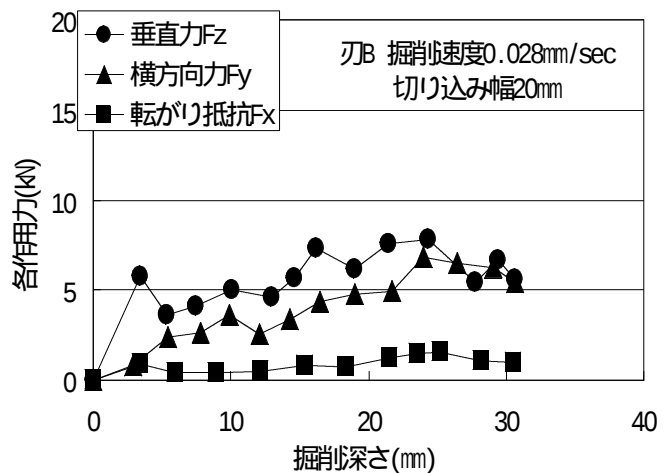


図-2 各作用力と掘削深さ z の関係

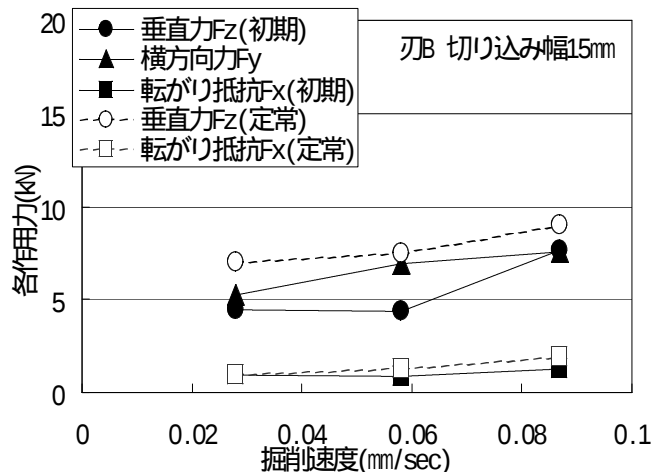


図-3 各作用力と掘削速度の関係

割合になっている。以下より比較の対象とするのは、初期端面掘削時および定常端面掘削時の各作用力の最大値とする。図-3に刃B、切り込み幅15mmにおける初期端面掘削時および定常端面掘削時の各作用力の最大値と掘削速度の関係を示す。横方向力は初期端面掘削の影響を受けないため、初期端面掘削と定常端面掘削の区別はしない。垂直力および横方向力は掘削速度が大きくなるにつれ増加傾向にあり、転がり抵抗は掘削速度の影響を受けないことがわかる。他の掘削条件においても同様の結果となった。図-4に刃B、掘削速度0.028mm/secにおける初期端面掘削時および定常端面掘削時の各作用力の最大値と切り込み幅の関係を示す。横方向力は初期端面掘削の影響を受けないため、初期端面掘削と定常端面掘削の区別はしない。垂直力は切り込み幅が大きくなるにつれ増加傾向にあり、横方向力および転がり抵抗は切り込み幅の影響を受けないことがわかる。他の掘削条件においても同様の結果となった。図-5に0.028mm/sec、切り込み幅25mmにおける初期端面掘削時および定常端面掘削時の各作用力の最大値と刃先アールの関係を示す。横方向力は初期端面掘削の影響を受けないため、初期端面掘削と定常端面掘削の区別はしない。垂直力および横方向力は刃先アールが大きくなるにつれ増加傾向にあり、転がり抵抗は刃先アールの影響を受けないことがわかる。他の掘削条件においても同様の結果となった。図-6に刃B、掘削速度0.028mm/sec、切り込み幅25mmにおける初期端面掘削時および定常端面掘削時の各作用力の最大値と一軸圧縮強度の関係を示す。横方向力は初期端面掘削の影響を受けないため、初期端面掘削と定常端面掘削の区別はしない。垂直力および横方向力は一軸圧縮強度が大きくなるにつれ増加傾向にあり、垂直力は最大250%、横方向力は最大180%の割合で増加し、転がり抵抗は一軸圧縮強度の影響を受けず、最大80%の割合で増加した。他の掘削条件でも同様の結果となった。

図-3に刃B、切り込み幅15mmにおける初期端面掘削時および定常端面掘削時の各作用力の最大値と掘削速度の関係を示す。横方向力は初期端面掘削の影響を受けないため、初期端面掘削と定常端面掘削の区別はしない。垂直力および横方向力は掘削速度が大きくなるにつれ増加傾向にあり、転がり抵抗は掘削速度の影響を受けないことがわかる。他の掘削条件においても同様の結果となった。図-4に刃B、掘削速度0.028mm/secにおける初期端面掘削時および定常端面掘削時の各作用力の最大値と切り込み幅の関係を示す。横方向力は初期端面掘削の影響を受けないため、初期端面掘削と定常端面掘削の区別はしない。垂直力は切り込み幅が大きくなるにつれ増加傾向にあり、横方向力および転がり抵抗は切り込み幅の影響を受けないことがわかる。他の掘削条件においても同様の結果となった。図-5に0.028mm/sec、切り込み幅25mmにおける初期端面掘削時および定常端面掘削時の各作用力の最大値と刃先アールの関係を示す。横方向力は初期端面掘削の影響を受けないため、初期端面掘削と定常端面掘削の区別はしない。垂直力および横方向力は刃先アールが大きくなるにつれ増加傾向にあり、転がり抵抗は刃先アールの影響を受けないことがわかる。他の掘削条件においても同様の結果となった。図-6に刃B、掘削速度0.028mm/sec、切り込み幅25mmにおける初期端面掘削時および定常端面掘削時の各作用力の最大値と一軸圧縮強度の関係を示す。横方向力は初期端面掘削の影響を受けないため、初期端面掘削と定常端面掘削の区別はしない。垂直力および横方向力は一軸圧縮強度が大きくなるにつれ増加傾向にあり、垂直力は最大250%、横方向力は最大180%の割合で増加し、転がり抵抗は一軸圧縮強度の影響を受けず、最大80%の割合で増加した。他の掘削条件でも同様の結果となった。

4. 結論

- (1)垂直力および転がり抵抗は、初期端面掘削時ににおいて力が解放されているが横方向力は初期端面掘削の影響を受けない。
- (2)各作用力は掘削速度、刃先アールおよび一軸圧縮強度が大きくなるにつれ増加傾向にあり、転がり抵抗は掘削速度、刃先アールおよび一軸圧縮強度の影響を受けない。
- (3)垂直力は切り込み幅が大きくなるにつれ増加傾向にあり、横方向力および転がり抵抗は切り込み幅の影響を受けない。

参考文献

- 1)竹村和夫, 米倉亜州夫, 田中敏嗣: シリカフェームを用いたコンクリートの乾燥収縮特性, コンクリート工学年次論文報告集 9-1, pp.69-74, 1987.

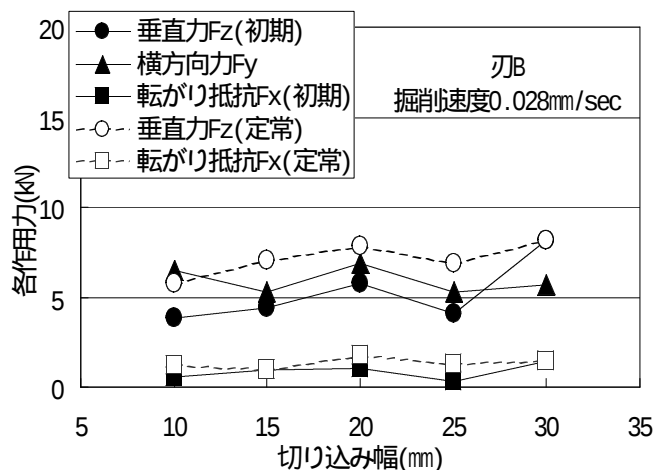


図-4 各作用力と切り込み幅の関係

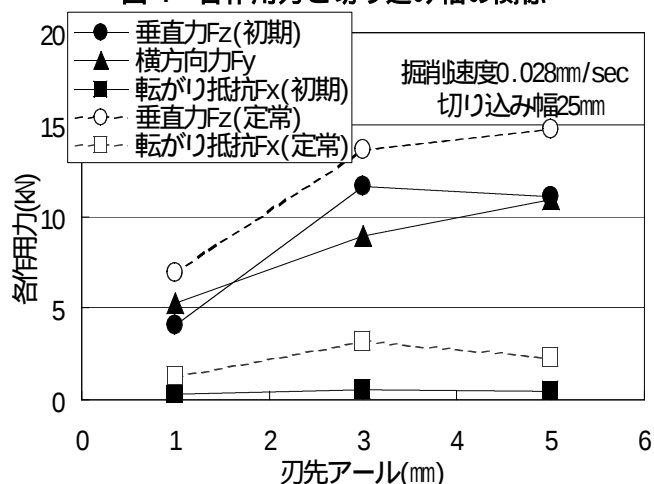


図-5 各作用力と刃先アールの関係

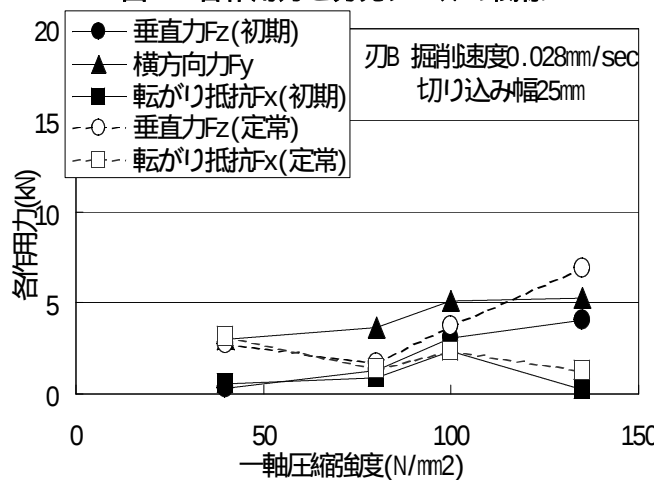


図-6 各作用力と一軸圧縮強度の関係