

ディスクカッタビットを用いた硬質岩盤の掘削性能に関する基礎的研究

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 学生会員 ○外山 勇希

1.はじめに

近年、人口が集中している都心部や民家が隣接している場所でのトンネル工事では、騒音・振動に関する制限が厳しいため、発破工法の適用が難しくなっている。そこで、環境面に配慮した新しい硬質岩盤の掘削技術の開発が望まれている。本研究では、ディスクカッタビットを使用した端面掘削方式により硬質岩盤を効率的に掘削を行う機械の開発するための基礎となるデータ収集を目的としている。

2.実験方法

図-1 に実験装置の概略図を示す。下部のモータ(⑥)でターンテーブルを回転させ、上部のモータ(⑧)により、ディスクカッタビットを下降させていく変位制御方式により実験を行った。ディスクカッタビット(直径 8cm、刃物角 $55\pi/180\text{rad}$)を、回転する供試体に、押し付けることにより供試体を破碎し、掘削していく。貫入速度は、 0.043mm/s (速度 1)、 0.086mm/s (速度 2)の 2 通りに設定し、切り込み幅 S を 5, 10, 15, 20, 25mm のピッチで行った。また、供試体は一軸圧縮強度が 14 日強度で 80N/mm^2 以上となる高強度モルタル供試体を使用した。

3.実験結果と考察

図-2 に、速度 2 における切り込み幅 S の違いによる垂直力 F_z と掘削深さ z の関係を示す。また、図-3 に、速度 2 における切り込み幅の違いによる転がり抵抗 F_x と掘削深さ z を示す。すべての切り込み幅において掘削深さ z が 3mm 付近までは掘削深さが増加するにつれて垂直力 F_z と転がり抵抗 F_x は増加し、その後、3mm 付近を過ぎると1度、大きく減少し、その後、滑らかに増加していく。これは、掘削深さが 3mm 付近で初期端面切削が行われたことを示している。また、切り込み幅 S が増加するにしたがって、垂直力 F_z は増加する。しかし、転がり抵抗 F_x は初期端面掘削時までは増加するが、初期端面掘削が終了した後は、あまり差が見られない。

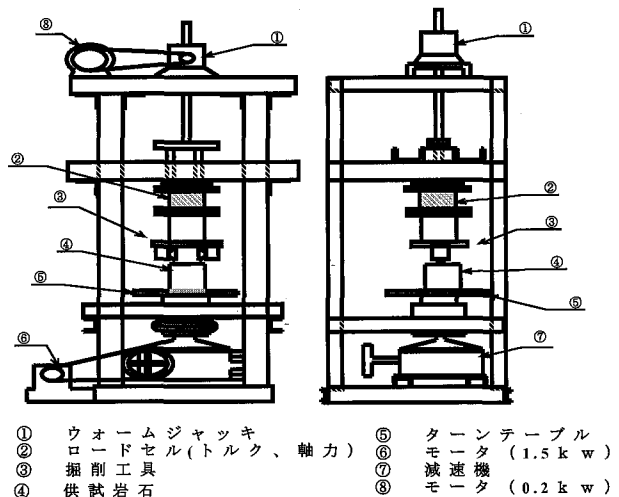


図-1 実験装置の概略図

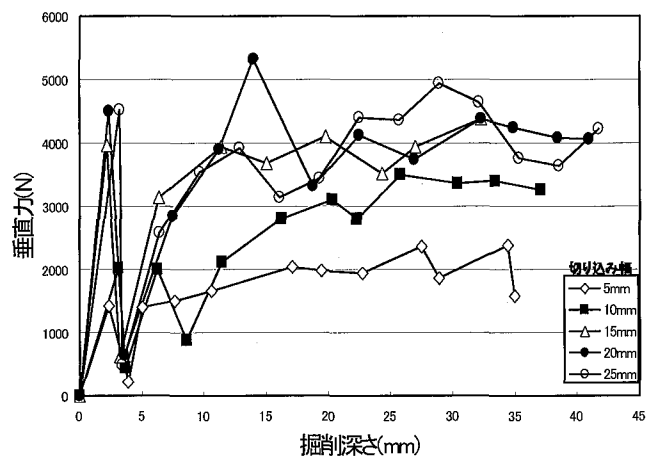
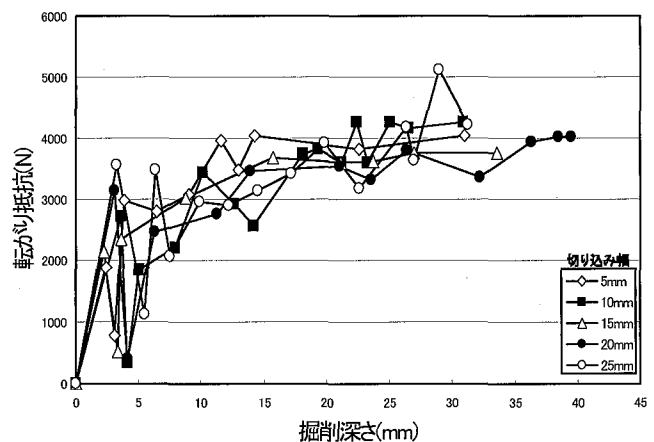
図-2 速度 2 における切り込み幅の違い垂直力 F_z と掘削深さ z の関係図-3 速度 2 における切り込み幅の違いによる転がり抵抗 F_x と掘削深さ z の関係

図-4 に、速度 2 における切り込み幅 S の違いによる横方向力 F_y と掘削深さ z の関係を示す。横方向力 F_y は切り込み幅 5, 10mm では掘削深さ 3mm 付近までは初期端面掘削の影響を受けて、1 度、減少するが、初期端面掘削終了後、再び増加する。切り込み幅 15, 20, 25mm では初期端面掘削の影響を受けず、どの切り込み幅 S も増加していく。また、切り込み幅 S が増加するにしたがって横方向力 F_y の力も増加する。図-5 に、速度 2 における切り込み幅 25mm の 3 方向の力と掘削深さ z の関係を示す。垂直力 F_z は転がり抵抗 F_x に対して 3mm 付近では 1.5 倍になっている。その後の掘削深さにおいては、多少のばらつきはあるものの、ほぼ同じようになっている。横方向力 F_y は垂直力 F_z に対して、掘削深さ z が 5mm 地点では約 2 倍になっている。掘削深さ z が 10mm 地点、15mm 地点では約 2 ~ 2.5 倍になっている。図-6 に、初期端面掘削終了時前後の垂直力 F_z と掘削深さ z の関係を示す。初期端面掘削終了時の垂直力 F_z が最も大きくなっているのは速度 2 切り込み幅 20mm, 速度 1 切り込み幅 25mm, 速度 2 切り込み幅 25mm の場合である。この中で、速度 2 切り込み幅 25mm の場合が初期端面掘削終了時に一番掘削深さが深くなっている。全体的に見ても切り込み幅が大きくなると、初期端面掘削に要する力は大きくなるが、掘削する深さも深くなることがわかる。

4. 結論

- (1) 垂直力 F_z 、転がり抵抗 F_x 、横方向力 F_y 、は切り込み幅が増加するにしがって増加する。
- (2) 垂直力 F_z に対して、転がり抵抗 F_x は、ほぼ同じになった。横方向力 F_y は、2 倍 ~ 2.5 倍の値になった。
- (3) 本実験では、初期端面掘削終了時の垂直力の落差が一番大きい、速度 2 切り込み幅 25mm の場合が最も効率のよい掘削を行っている。

参考文献

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, p.69-74, 1987.

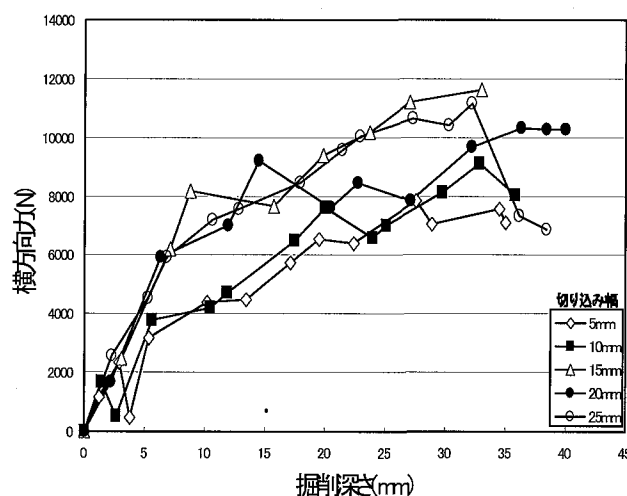


図-4 速度 2 における切り込み幅の違いによる横方向力 F_y と掘削深さ z の関係

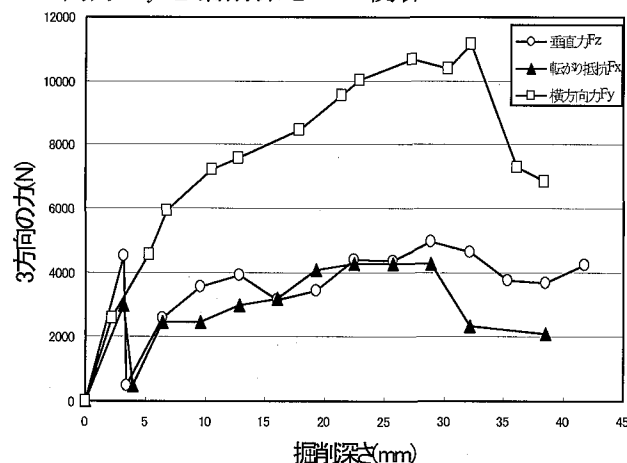


図-5 速度 2 における切り込み幅 25mm の 3 方向の力と掘削深さ z の関係

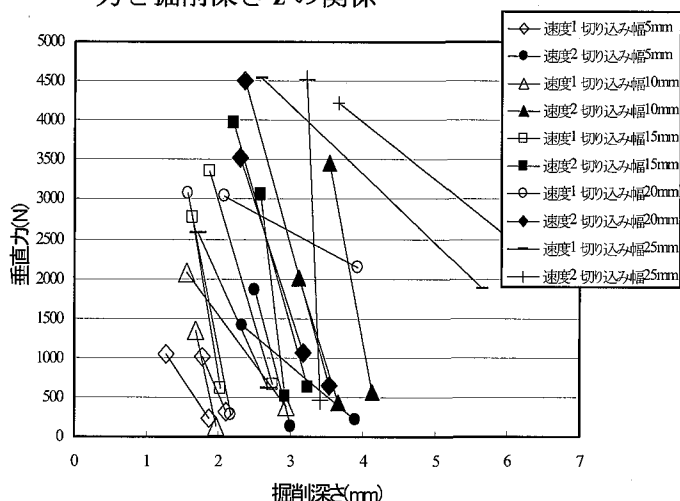


図-6 初期端面掘削終了前後におけるの垂直力 F_z と掘削深さ z の関係