

変位制御型端面掘削方式による硬質岩盤掘削機の性能に関する基礎的研究

呉工業高等専門学校 学生会員 ○外山 勇希
 呉工業高等専門学校 正会員 重松 尚久
 岸本建設株式会社 玉井 雄太

1. はじめに 硬質岩盤を掘削する際主となる工法はダイナマイトなどによる発破掘削である。しかし近年、民家が隣接しているような現場では、騒音や振動に関する制約が厳しくなり、発破掘削による施工が制限される場合が多い。そのため、機械掘削による掘削方法の開発による合理化、掘削効率上昇のための技術開発が期待される。本研究は、ディスクカッタービットを使用した端面掘削方式による岩盤掘削を行い、硬質岩盤掘削を効率的に行うバックホウのアタッチメントとして位置付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となるデータを得ることを主たる目的としている。

2. 実験方法 掘削中に一回転当たりの貫入量が一定となる変位制御による実験を行う。鋼板に取り付けられた4つのディスクカッタービット(直径 5cm), 刃物角 ($55\pi/180\text{rad}$)のディスクカッタービットにより、一軸圧縮強度 80N/mm^2 以上の中空の高強度セメントモルタル供試体に、切込み幅 S を 0.5, 1.0, 1.5, cm で、一回転当たりの貫入速度 p をそれぞれ、 0.295mm/round (速度 1), 1.03mm/round (速度 3)の 2 通りに設定し回転する供試体にディスクカッタービットを押し付けることにより端面掘削を行った。図-1 に端面掘削の概略とディスクカッタービットに作用する力を示す。過去の研究により、端面掘削は平面掘削より比エネルギーが $1/9\sim 1/11$ に減少することが明らかにされている²⁾。ロードセルによりディスクカッタービットに作用する作用トルク T 、鉛直力 F_z を測定した。

3. 実験結果と考察 図-2 に、速度 3 における切込み幅 S の違いによる掘削深さと作用トルク T の関係を示す。掘削深さ 1.5mm 付近まで作用トルクの値が上昇し、そこを過ぎると減少している。切込み幅 S が増えるにしたがって作用トルクの上昇したときの最大値が上がるが、端面掘削終了後同じくらいの値になる。これは、切込み幅が多いと剥離させるのに大きな力が必要だが、一度剥離すると力が解放されるためである。しかし、掘削深さが 8mm 付近を越えると、多少のばらつきはあるものの、ほぼ一定の割合で増加していく。

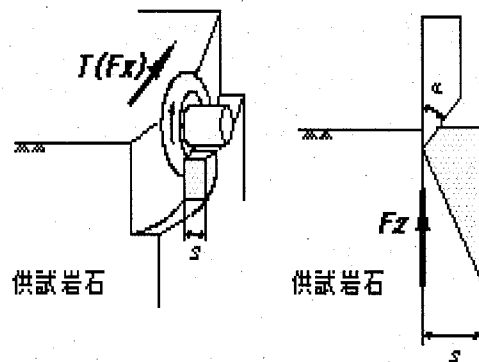


図-1 端面掘削の概略と

ディスクカッタービットに作用する力

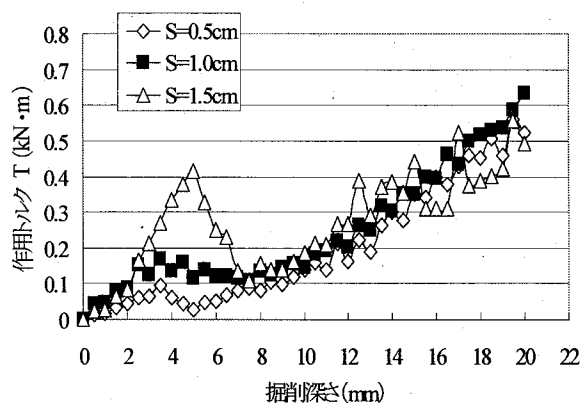
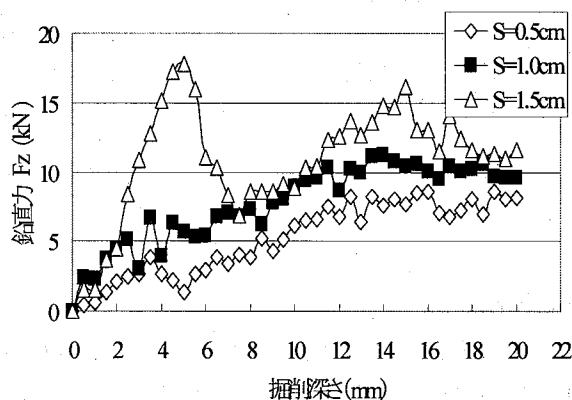
図-2 速度 3 における切込み幅 S の違いによる掘削深さと作用トルク T の関係図-3 速度 3 における切込み幅 S の違いによる掘削深さと鉛直力 F_z の関係

図-3 に、速度 3 における切り込み幅 S の違いによる掘削深さと鉛直力 F_z の関係を示す。切り込み幅 S が大きいほど鉛直力 F_z は大きくなっている。特に切り込み幅 $S = 1.5\text{cm}$ は他の切り込み幅 S の値に比べ大きくばらつきながら増加しているのが分かる。これは、一段剥離させた後も、掘削面が広い二段目の剥離のような現象として鉛直力 F_z に現れたものではないかと考えられる。図-4 に $S = 1.5\text{cm}$ における貫入速度の違いによる掘削深さと作用トルク T の関係を示す。貫入速度の違いによる影響はあまり見られず、一段剥離させる際、貫入速度が速くなるにしたがって大きな作用トルクを示し、初期端面掘削終了後は再び増加する。これは、貫入による周面摩擦の影響が大きくなるためと考えられる。図-5 に $S = 1.5\text{cm}$ における貫入速度の違いによる掘削深さと鉛直力 F_z の関係を示す。 $S = 1.5\text{cm}$ において大きな貫入速度による影響が見られ、一段剥離させる際の鉛直力 F_z の上昇率が、貫入速度の違いにより大きく異なり、さらに一段剥離させた後も上下を繰り返しながら上昇する。図-6 に、初期端面掘削終了時の鉛直力 F_z の変化を示す。初期端面掘削に要する力は、切り込み幅 S および掘削速度が大きくなるにしたがって大きくなる。また、同じ切り込み幅 S において速度が速くなると最大値は大きくなるのに対して、最小値はあまり変化がない。

4. 結論

- 本研究で明らかになった結論を以下に示す。
- (1)すべての貫入速度において初期端面掘削時には、切り込み幅 S が増加するにしたがって、作用トルク T と鉛直力 F_z は、ともに増加する。また、鉛直力 F_z において切り込み幅 S が大きいほど増加傾向を示す。
 - (2) $S=0.5\text{cm}$ 、 1.0cm では作用トルク T 、鉛直力 F_z とともに速度の変化による影響は受けない。しかし、 $S=1.5\text{cm}$ では、速度 3 において作用トルク T 、鉛直力 F_z とともに、初期端面掘削時には速度 1 より大きな値を示し、定常端面掘削時には速度 1 よりも低い値を示す。
 - (3)初期端面掘削に要する力は、切り込み幅 S および掘削速度が大きくなるにしたがって大きくなる。また、同じ切り込み幅 S において速度が速くなると最大値は大きくなるのに対して、最小値はあまり変化がない。

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, p.69-74, 1987.
- (2)Muro.T., Tuchiya.K, Kohno.K. Experimental considerations for steady state edge excavation under a constant cutting depth for a mortar specimen using a disc cutter bit, Journal of Terramechanics, 10, p.143-159.2002.

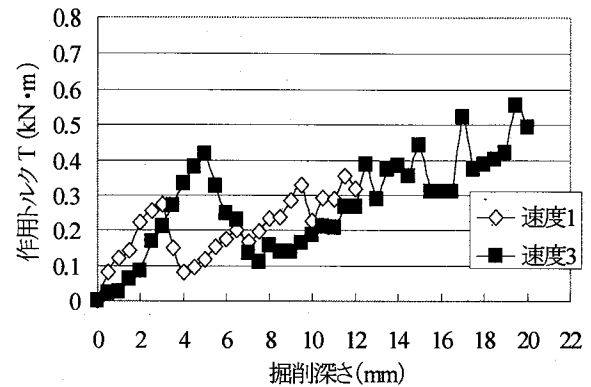


図-4 $S=1.5\text{cm}$ における貫入速度の違いによる掘削深さと作用トルク T の関係

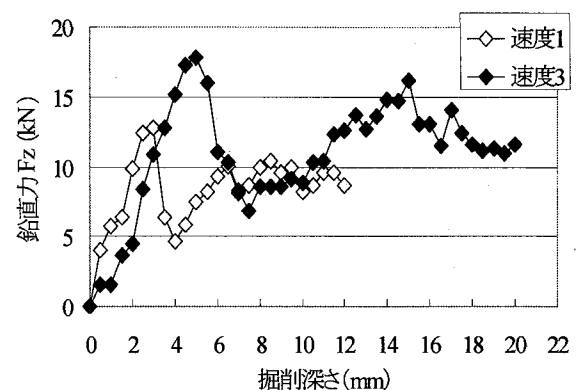


図-5 $S=1.5\text{cm}$ における貫入速度の違いによる掘削深さと鉛直力 F_z の関係

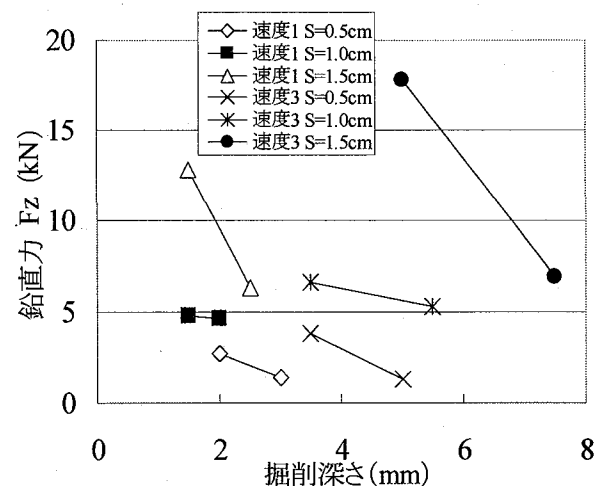


図-6 初期端面掘削終了時の鉛直力 F_z の変化