

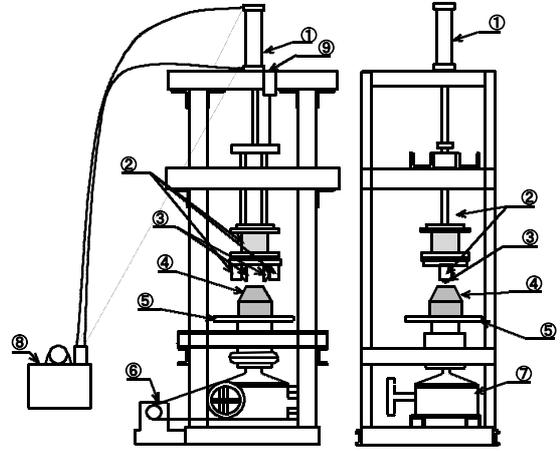
応力制御方式による硬質岩盤掘削機の実験的考察

呉工業高等専門学校 学生会員 ○河村 倫太郎
 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

1. 目的 本研究は、ディスクカッタビットを用いた端面掘削方式によって硬質岩盤の掘削を効率よく行うことのできる、新しい掘削機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目的とする。過去の実験¹⁾により、端面掘削は平面掘削に対し、7~26倍の掘削効率を得られることがわかっており、極めて効率的な掘削が可能である。油圧による応力制御下で、3種類に設定した垂直力 F_z および3種類に設定した一軸圧縮強度が作用力および掘削速度に及ぼす影響をモデル実験により明らかにする。

2. 実験方法 岩盤に対しディスクカッタビットを30°に当て、剥離掘削を行う装置をモデル化する。その際ディスクカッタビットは鉛直に配置し、供試体に60°の斜面を設けた。図-1に実験装置の概略図を示す。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°、刃先の曲率半径1mm)を供試体の中心から87mmの位置に向かい合わせに2個取り付け、設定貫入力は7.5、10.0、12.5kNの3通りに設定し、回転する供試体にディスクカッタビットを押し付け、掘削を行った。実験用の供試体はW/B=17%、W/C=30、50%(それぞれ一軸圧縮強度135、80、40N/mm²)の3種類で上部が円錐形のモルタル供試体を擬似岩盤として用いた。それぞれのディスクカッタビットに作用する垂直力 F_z 、回転トルク T 、横方向力 F_y 、掘削深さ z を測定し、転がり抵抗 F_x は回転トルク T より、また横方向力 F_y は、2つのロードセルから得られる値を平均し求めた。

3. 実験結果と考察 図-2に、実験全体における、横方向力 F_y 、転がり抵抗 F_x のそれぞれの最大値、最小値と設定垂直力の関係を示す。ここでいう最小値とは、各設定垂直力における実験ごとの最大値の中で最も小さい値ということである。横方向力 F_y 、転がり抵抗 F_x の最大値はどちらも、設定垂直力の増加とともに増加することがわかる。図-3に、一軸圧縮強度と横方向力比、転がり抵抗比の関係を示す。ここでいう横方向力比とは横方向力 F_y を垂直力 F_z で除したものの、転がり抵抗比とは転がり抵抗 F_x を垂直力 F_z で除したものである。また、ほぼすべて



① 油圧シリンダー ④ 供試体 ⑦ 減速機
 ② ロードセル ⑤ ターンテーブル ⑧ 油圧ポンプ
 ③ ディスクカッタビット ⑥ モータ (1.5kw) ⑨ 変位計

図-1 実験装置の概略図

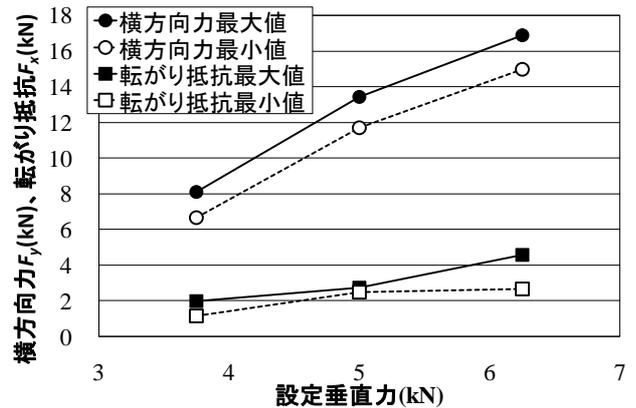


図-2 設定垂直力と各作用力最大値の関係

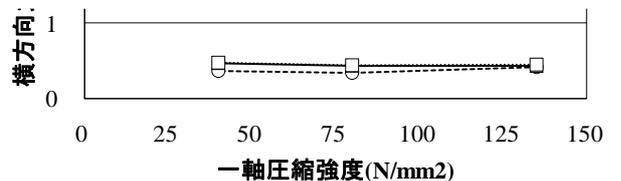


図-3 一軸圧縮強度と各作用力比の関係

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, 円錐形モルタル供試体, 油圧制御
 連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南2丁目2番11号 呉工業高等専門学校 TEL 0823-73-8480

の実験において掘削深さ 5~10mm の地点で供試体の上部が剥離しており、供試体上部が剥離する前後で作用力比は異なっていた。実機への応用を考えた場合には供試体上部の剥離という現象は起きないので、考察では供試体上部剥離前について述べる。すべての実験において、横方向力比は約 190~270%、転がり抵抗比は約 30~50%の力で作用していた。実機の製作にあたって、ディスクカッタビットが掘削面から保持するためには、それぞれの方向に上記の反力を確保する必要がある。また、横方向力比のみ一軸圧縮強度が高くなるに従い小さくなる傾向が見られた。図-4、図-5 に、掘削時間と掘削深さの関係を示す。これらより、一軸圧縮強度が低いほど、また設定垂直力が大きいほど掘削速度が速くなる傾向がわかる。図-6 に、一軸圧縮強度と掘削速度の関係を示す。一軸圧縮強度が低いほど、また設定垂直力が大きいほど掘削速度が速くなる傾向が見られた。また、設定垂直力 3.75kN の場合には一軸圧縮強度による掘削速度の差が小さかった。これは垂直力 F_z が小さいことによって掘削能力の限界に近くなり、掘削があまり進行しなかったためと考えられる。さらに、垂直力が大きいほど一軸圧縮強度による掘削速度の増加が著しいことや、供試体の一軸圧縮強度が低いほど垂直力 F_z の増加が掘削速度に与える影響が大きいことが明らかになった。

4. 結論

- (1) すべての掘削条件において、垂直力 F_z に対し、横方向力 F_y は約 190~270%、転がり抵抗 F_x は約 30~50% で作用した。
- (2) 垂直力 F_z が高いほど、横方向力比、転がり抵抗比が大きくなり、横方向力比のみ一軸圧縮強度が大きくなるに従い低くなる傾向が見られた。
- (3) 供試体の一軸圧縮強度が低いほど、垂直力 F_z の増加が掘削速度に与える影響が大きい。また、垂直力 F_z が大きいほど、供試体の一軸圧縮強度の減少が、掘削速度に与える影響が大きい。
- (4) 垂直力 F_z および岩盤の強度を把握することができれば、ディスクカッタビットの作用力および掘削速度を予測することができる。

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掘削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.

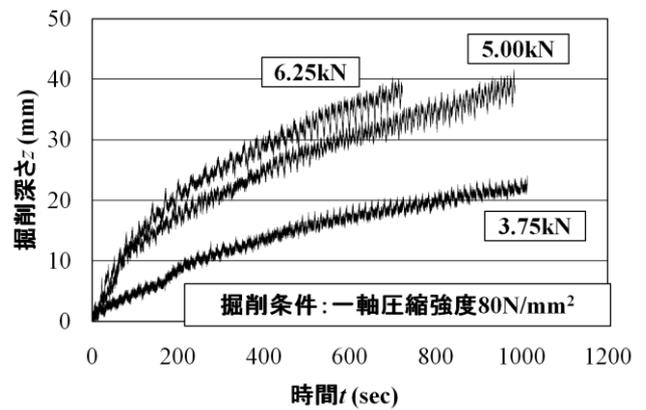


図-4 設定垂直力ごとの時間と掘削深さの関係

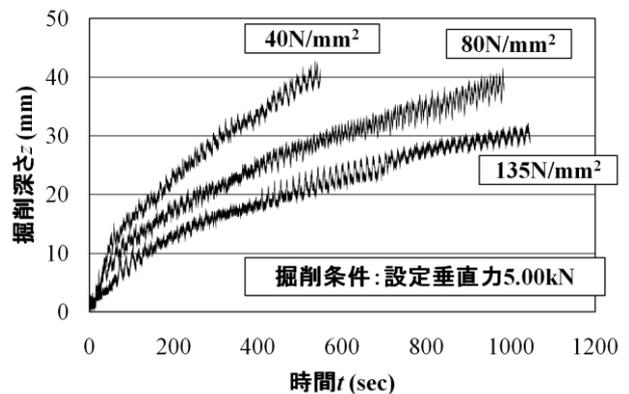


図-5 一軸圧縮強度ごとの時間と掘削深さの関係

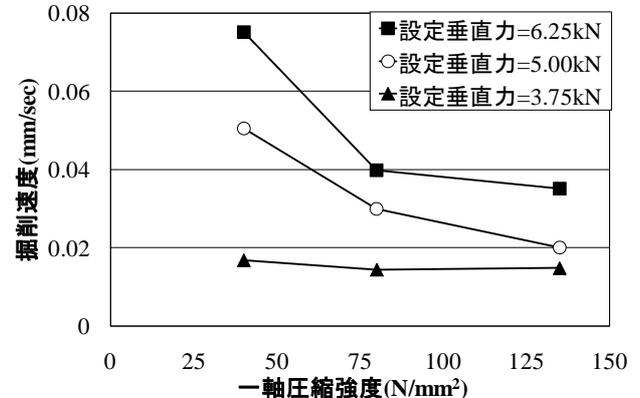


図-6 一軸圧縮強度と掘削速度の関係