

## 2. 硬質岩盤掘削機の開発のための応力制御実験

呉工業高等専門学校

重松 尚久

呉工業高等専門学校

○河村 倫太郎

株式会社スターロイ

小田 登

### 1. はじめに

本研究では、バックホウなどの先端にアタッチメントとして取り付けられる硬質岩盤掘削機の開発に資するデータを得るための実験を行った。油圧による応力制御下で円錐形擬似岩盤をディスクカッタビットで掘削し、3種類に設定した垂直力  $F_z$  および3種類に設定したモルタル供試体の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した。

### 2. 実験方法

図-1 のような、岩盤に対しディスクカッタビットを  $30^\circ$  に当て、岩盤を剥離させて掘削を行う装置をモデル化した。図-2 のように、モデル化にあたってはディスクカッタビットを鉛直に配置し、供試体に  $60^\circ$  の斜面を設けた。図-3 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  $4^\circ$ 、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通りとした。毎分2回転で回転するターンテーブル上に擬似岩盤を設置し、油圧ジャッキによりディスクカッタビットを押し付け掘削を行った。擬似岩盤として、W/B=17%、W/C=30、50%（それぞれ一軸圧縮強度 135、80、40N/mm<sup>2</sup>）の3種類の円錐形モルタル供試体を用意した。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  $F_r$ 、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  $F_r$  は、左右2つのロードセルから得られる値を平均し求めた。

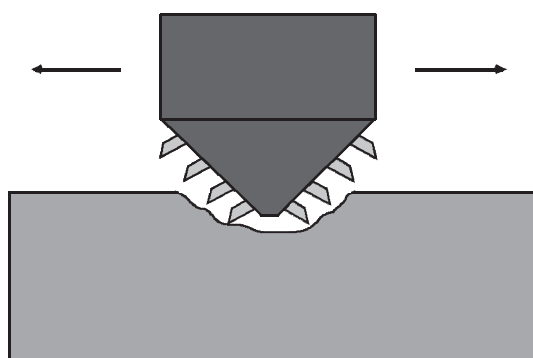


図-1 将来の実機のイメージ図



図-2 供試体とディスクカッタビット

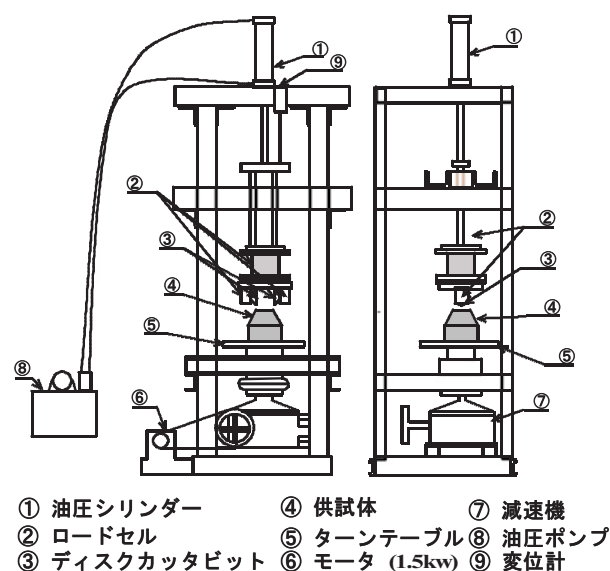


図-3 実験装置の概略図

### 3. 実験結果

図-4 に、設定垂直力 3.75kN における各供試体の垂直力  $F_z$  の範囲と平均を示す。垂直力  $F_z$  は、実験全体にわたって設定垂直力を中心に上下しているが、平均値は設定垂直力に近い値となり、実機のモデル実験として成立しているといえる。しかしながら、実機の設計においては、設定した垂直力  $F_z$  よりも最大で 45% 大きな力が作用していたことも考慮する必要がある。図-5 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。全ての実験の最大作用力が 2 つの曲線の範囲内であった。横方向力  $F_y$ 、転がり抵抗  $F_x$  の最大値はどちらも、設定垂直力の増加に伴い増加することがわかる。図-6 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、ほぼすべての実験において掘削深さ  $z$  が 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、実機の製作に当たっては供試体上部剥離前の作用力を考える必要がある。すべての実験において、横方向力比は約 200~270%、転がり抵抗比は約 30~50% の力で作用していた。実機においてディスクカッタービットを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。図-7 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、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。さらに、設定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設定垂直力  $F_z$  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。

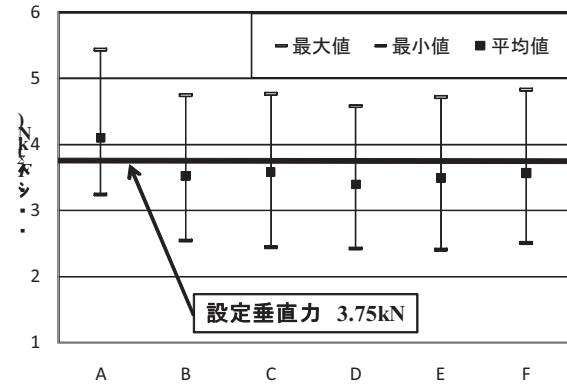


図-4 設定垂直力と実際の垂直力  $F_z$

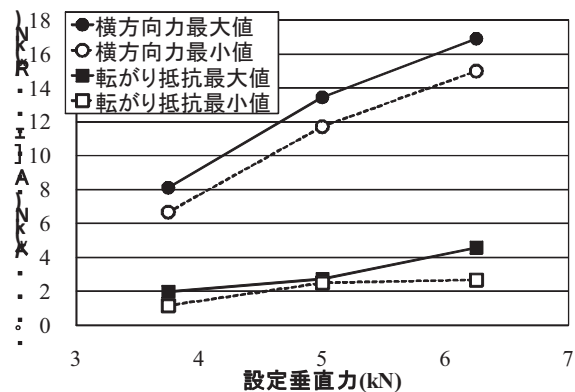


図-5 設定垂直力と各作用力最大値の関係

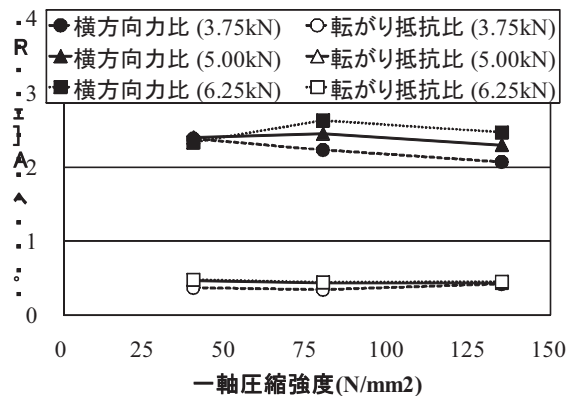


図-6 一軸圧縮強度と各作用力比の関係

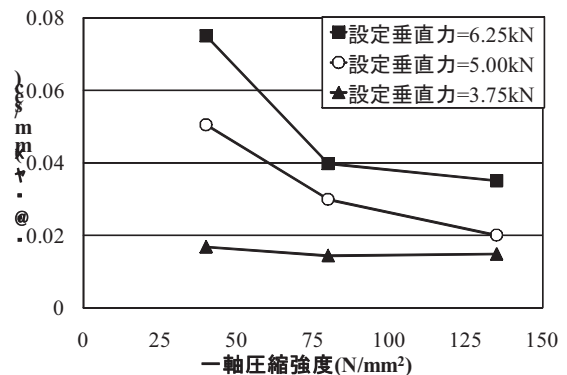


図-7 一軸圧縮強度と掘削速度の関係