

バイトビットの摩耗と掘削性について

京都大学工学部 正員 畠 昭治郎
京都大学工学部 正員 ○ 金氏 真
京都大学工学部 正員 金子 義信

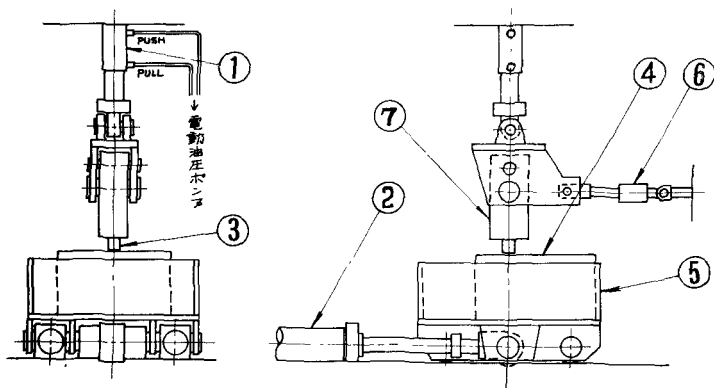
(1) 概説 岩盤の機械掘削に使用される掘削工具材料には耐摩耗性と同時に靱性が要求されるが、この2つは一般に相反する性質でともに十分に満足する材料を得ることは至難である。したがって岩盤掘削工具の摩耗対策では摩耗を軽減させるような工具の使用と、適切な時期に部品を交換することが重要である。本研究は岩石用バイトビットの摩耗とそれに伴う掘削性能の低下を把握することを目的とし、予め摩耗させたバイトビットで岩石切削実験を行なってその相関性を求めた。

(2) バイトビットの摩耗 岩石切削時のバイトビットの摩耗は先端部と逃げ面において著しい。切削過程において、ビットが岩石にくいこんでクラックが発生するまでの間に先端部は摩耗作用を受け、その摩耗進行は先端部曲率半径 r が小さいほど促進される。逃げ面は岩石との摩擦によって摩耗する。先端部の摩耗進行は先端部曲率半径 r_{mm} で表われ、逃げ面の摩耗進行度は先端から測った逃げ面摩耗幅 l_{mm} で表わすことにする。

(3) 実験装置および試料 岩石の機械掘削には極めて大きな力を要するので加圧動力機構はすべて油圧によるものとした。実験装置の概略を図1に示す。バイトビット供試体③は固定装置⑦により垂直油圧ジャッキ①に接続固定される。岩石試料④は台車⑤に固定され、水平油圧ジャッキ②を駆動して切削実験を行なう。バイトビット供試体を図2に示す。先端部の曲率半径(r_{mm})のみを変えたもの($r=0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0\text{ mm}$)と先端部の曲率は一定で逃げ面摩耗幅(l_{mm})を変えたもの($r=1.0\text{ mm}$, $l=3.0, 5.0, 8.0, 12.0\text{ mm}$)とを使用した。金属材質は工具鋼SK-4で、先端部に高周波焼入れを施した。刃幅 20 mm 、すくい角 15° 、逃げ角 5° とした。岩石試料は和泉砂岩(一軸圧縮強度 1694 kg/cm^2)を使用した。($300 \times 300 \times 250\text{ mm}$)

図1 岩石掘削試験装置

- ① 垂直油圧ジャッキ
- ② 水平油圧ジャッキ
- ③ バイトビット供試体
- ④ 試料岩石
- ⑤ 台車
- ⑥ ロードセル
- ⑦ 供試体固定装置



(4) 実験方法 岩石の切削実験は次の2通りの方法で行なった。

① t constant tests : 切込み深さ (t mm) が一定になるようにバイトビットを固定して切削する方法

② N constant tests : バイトビットを岩石に押付けて切削する方法で、押付け力 (N ton) を一定にして行なう。

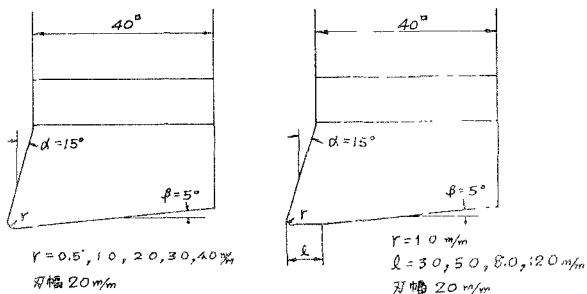


図2 バイトビット供試体

① t constant tests : 切削抵抗 (F_H) の測定例を図3に示す。 F_H は刃先が岩石に食いこむにつれて増加し、クラックが発生すると減少する。クラック発生時には F_V に比べ F_H の増加が著しい。尖端部 r の異なるバイトビットで切込み深さ t を変えて切削実験を行なった。最大切削抵抗 F_H の測定結果を図4に示す。切削抵抗は切込み深さが大きくなるにつれて直線的に増大する。また、尖端部曲率半径 r が大きくなるにつれて切削抵抗は増大する。平均切削抵抗もほぼ同様の傾向を示す。

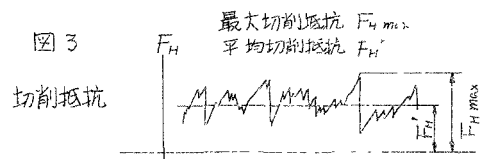


図3 切削抵抗

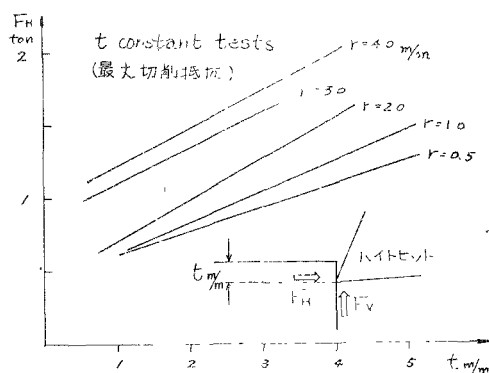


図4 t constant tests

② N constant tests : ビットを岩盤に押付けて切削する方法ではビットの摩耗によってビットの岩盤への食いこみが低下し掘進速度が低下する。前述の各種バイトビットを用いて切削実験を行ない、摩耗進行度と食いこみ度の関係を求めた。ここで食いこみ度は一定距離 (5 cm) 切削したときの切削深さ d mm によって評価した。実験結果を図5に示す。各種ビットにおいて、押付け力 N の増加とともに食いこみ度は直線的に増す。逃げ面摩耗の進行に伴ない直線の傾きは減少する。また直線の N 軸切片は食いこみに必要な最小押付け力を表わし、摩耗の進行に伴って増大する。 $l=3$ mm と $r=3$ mm とはほぼ同様の結果を示しており、ビットの食いこみには逃げ面摩耗幅が影響することが判る。また切削抵抗は $r=3$ mm の方が $l=3$ mm より小さな値を示した。

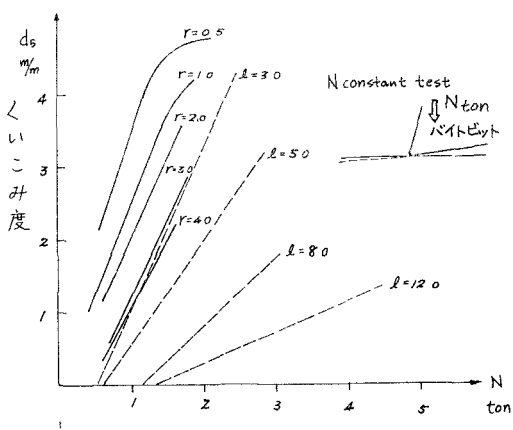


図5 N constant tests