

京都大学工学部 正員 金子 義信
 フジタ工業 栗山 保
 鹿島建設 山本 栄一

1.はじめに 岩盤を掘削する際、その岩盤の「掘削しやすさ」を判定することは、機械・工法の選定や施工計画の策定に対して大きな意味をもつが、掘削性判定方法として確立されたものはなく、弾性波テストや軸圧縮試験などによって判定している現状である。本研究は、現場における直接試験、特にリップ状刃をモデルとした装置による掘削試験を行い、その水平掘削抵抗と、筆者らが開発した各種の岩盤強度測定法による掘削強度との関連をもとめて掘削性を判定するための基礎資料を得ようとしたものである。

2.リップ状刃掘削装置 図-1に装置の概略を示す。実験の方法は、(1)岩盤に斜めの穴をあけて本装置を固定し、(2)油圧ジャッキ②を刃が岩盤に接するまで伸ばす。(3)油圧ジャッキ③のみを作動させることにより刃を貫入させ、(4)そのときの油圧目盛りを読みとり、岩盤の掘削抵抗を算出する。以上に示す手順により、表-1に示す4ヶ所の現場で実験を行った。その結果、図-2に示す通り、水平掘削抵抗 H (kg)を刃幅 B (cm)で除した値と、掘削深さ t (cm)とは、両対数紙上で直線となった。これを式示すると、

$$\frac{H}{B} = k_s \cdot t^{0.8 \sim 1.0} \quad \text{-----} \quad \text{①}$$

k_s : 掘削係数 (kg/cm)

3.掘削強度現場測定装置

(1)円弧状ビット掘削装置 図-3に装置の概略を示す。先端に円弧状ビット①をとりつけたジャッキ②を③の鋼製円筒に固定し、全体を直径が160mmの円孔内に図のように入れ、ジャッキによりビットを岩盤に押しつけて岩盤を切削し、その切削抵抗を測定する。試料

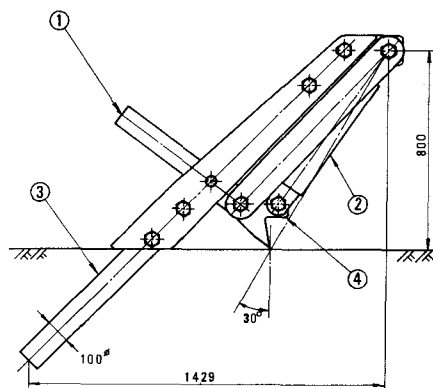


図-1 リップ状刃掘削装置

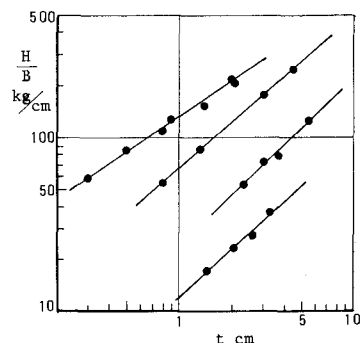


図-2

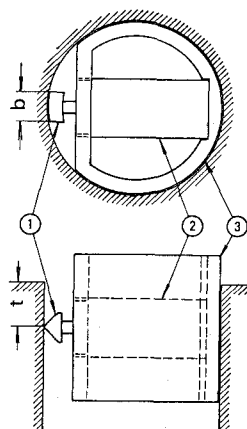


図-3 円弧状ビット掘削装置

1.	垂水白川地区	灰白色 細粒砂岩
2.	垂水正多井地区	暗灰色 中粒砂岩 (固化作用で硬質) --- ① 黄かっ色 中粒砂岩 --- ② 黄かっ色 粗粒砂岩 --- ③ 暗灰色 凝灰質泥岩 --- ④
3.	宝塚地区	暗灰色 石英はん岩 (発破でゆるめられた)
4.	京大構内の人工硬土盤	セメント比5%のソイルセメントを、ソイルタンパーで薄層に締め固めて打設し、1年近く自然放置した。 --- ⑤

表-1 調査場所とその概要

としてセメントモルタルを用いたが、その配合・力学的強度は表-2の通りである。実験の結果は図-4のようになり、次式で表わされる。

$$\frac{P}{b} = 21.0 \cdot t^{1.4} \quad \text{-----} \quad (2)$$

P; 水平掘削抵抗(kg) t; 切削深さ(cm)

b; ビット幅(cm)

(2)長方形板押出装置 図-5に装置の概略を示す。この装置を、直径120mmの円孔内に設置して油圧を加えると、幅5cm長さ10cmの長方形ラムが押し出されて地盤を破壊する。その時の力を油圧計の目盛りより算出する。なお測定は表-1に示す地点で行った。その結果は、図-6のようになり、次式で表わすことができる。

$$\frac{R}{B} = K_s t^{1.13 \pm 0.04} \quad \text{-----} \quad (3)$$

R; ラムにより破壊する時の力(kg)

B; ラム幅(cm)

K_s ; 掘削強度指数(kg/cm^2)

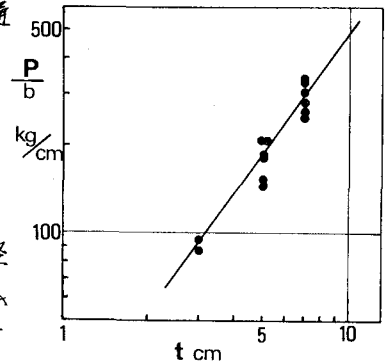


図-4

セメント		34.5%		
配合	セメント 緩和材	34.5%		
水		31.0%		
一軸圧縮強度	偏差	引張強度	偏差	ぜい性比
63.77 kg/cm ²	8.73 kg/cm ²	7.90 kg/cm ²	1.35 kg/cm ²	8.07

表-2

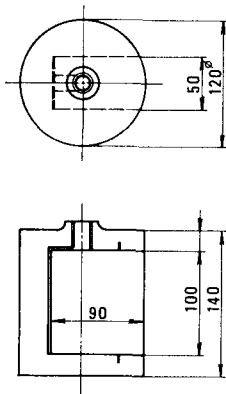


図-5 長方形板押出装置

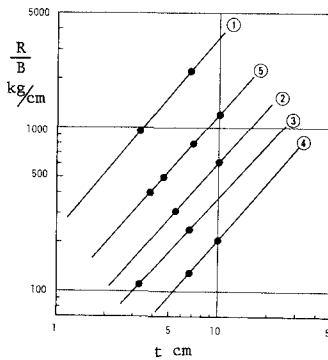


図-6

(図中の番号は表-1の番号と一致する)

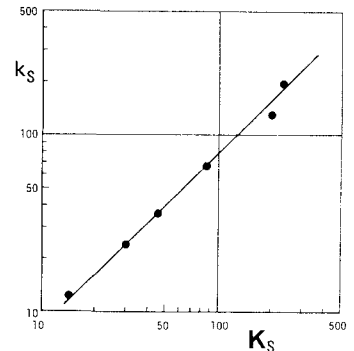


図-7

4.考察 以上の結果、単位幅あたりの掘削抵抗と掘削深さとの関係がそれぞれについて得られた。円弧状ビット掘削装置は、岩と線接触であるため、試料の不均質が掘削抵抗に直接影響を及ぼしやすい欠点をもつ。これに対し、長方形板押出装置は、面接触であるため試料の不均質による誤差をかなり抑えることができると考えられる。そこで、岩盤の掘削性判定という目的に限れば、円弧状ビット掘削装置より、長方形板押出装置の方が、より適していると考えられる。さらに、①式の K_s と③式の K_s を比較すると図-7のようになり、式示すると、

となる。すなわち、掘削強度指数 K_s を求めれば、掘削係数 k_s が推定でき、さらに①式により刃の掘削抵抗が概算できることを示すものである。

5.あとがき 以上述べたように、掘削性判定には図-5に示す長方形板押出装置による K_s が有用であることがわかった。しかしこれも、先に述べた「掘削しやすさ」は判定できても、①式の右の指数範囲がやや広いため、水平掘削抵抗を定量的に正確に算定するまでにはいたっていない。今後さらに改良し、岩の種類や風化程度など他の要因も考慮した研究を進めることにより、さらに実用的なものになると考える。