

京都大学工学部 正 員 島 昭治郎

京都大学工学部 正 員 岡村 徳 見

京都大学工学部 学生員 山本 光 一

1. まえがき

岩盤掘削に関してこれまで多くの実験的研究がなされてきたが、ここでは、岩盤の掘削面にあらかじめ何らかの方法で溝を入れ、その溝の位置と大きさが、ビットによる破砕効果にどのような影響をおよぼすかを究明しようとするものである。

2. 実験試料および実験方法

実験試料としてはセメントモルタルを用い、図-6に示すように垂直溝と水平溝を入れる。試料寸法は $400\text{ mm} \times 400\text{ mm} \times 600\text{ mm}$ で、28日強度として 500 kg/cm^2 、 300 kg/cm^2 、 200 kg/cm^2 になるように配合を変えたもので、実際の強度試験の結果は表-1の通りである。

実験方法は図-1に示すような実験装置を用いて、実験試料を台車に固定し、油圧シリンダーで前進させると同時にビットを油圧で試料表面に押しつけて掘削するものである。

圧縮強度	555 kg/cm^2	283 kg/cm^2	199 kg/cm^2
引張強度	36.0 kg/cm^2	22.7 kg/cm^2	12.7 kg/cm^2

表-1 試料の強度試験結果

台車前進用シリンダーは左右二本あり、ストロークは 550 mm 、推進力は二本あわせて最大 50 ton 、ビット加圧シリンダーのストロークは 150 mm 、最大加圧力は 30 ton で、各ストローク、推力 およびビットの水平力とはとも電気的にとり出して自記できるようになっている。

ビットとしては、図-1に示すような「ソロバン玉」に似た形状で、直径が 340 mm 、先端角度 90° のディスクカッターを用いた。

3. 実験結果と考察

垂直溝の場合、溝間隔 L と破砕押付力 F_v との関係を図-2に示す。溝の深さ H が 50 mm のときは F_v は L に比例して増大しているが、 H が 75 mm になると L の影響があまりみられない。このことから H は少なくとも 75 mm 程度は必要である。

掘削抵抗 F_H は溝深さ H が 75 mm のとき

は、溝間隔 L にあまり影響されず低い値を示している（図-3）のに対して、 H が 50 mm のときは抵抗 F_H が大きく、 L が大きくなると低下している。

水平溝の場合、図-4より破砕押付力 F_v は垂直溝の場合に比べて $(\frac{1}{2}$ と L_2-H の等しい点と比較する) 約2倍になっており、 L/H の増加とともに増大している。

掘削抵抗 F_H は、垂直溝の場合に比べてあまり変らないが、 L/H の増加とともに増大して

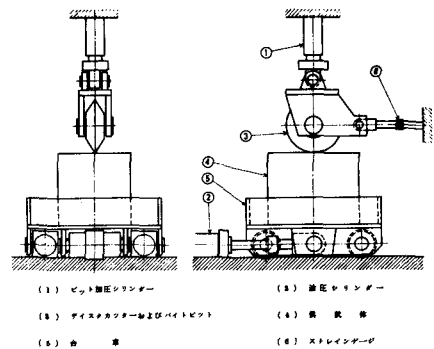


図-1 実験装置

いる。(図-5)

岩石をディスク・カッターで破砕する場合 図-6のように、溝先端とを結ぶ平面でせん断または引張りによって破壊するものと考える。

カッター刃面よりの力は、刃面の法線と摩擦角 δ をなす方向でこれを R とする。 R の破壊面に平行な方向の分力を T 、垂直分力を N とする。このとき N が破壊面に対して引張力として作用するときは引張破壊、圧縮力として作用するときはせん断破壊と考える。

引張破壊(垂直溝)

$$F_v = \frac{BLS}{2} \frac{\sin(\beta + \delta)}{\sin(\beta + \delta - \theta) \cos \theta}, \quad \theta = \tan^{-1}(2H/L)$$

引張破壊(水平溝)

$$F_v = B(L_2 - H)S \frac{\sin(\beta + \delta)}{\sin(\beta + \delta - \theta) \cos \theta}, \quad \theta = \tan^{-1}\{L/(L_2 - H)\}$$

ここで、 B は破壊有効幅、 S は引張り強度

せん断破壊(垂直溝)

$$F_v = BT\sqrt{H^2 + (\frac{L}{2})^2} \frac{2 \sin(\beta + \delta)}{\cos \theta}, \quad \theta = \beta + \delta - \tan^{-1}(2H/L)$$

せん断破壊(水平溝)

$$F_v = BT\sqrt{L_1^2 + (L_2 - H)^2} \frac{2 \sin(\beta + \delta)}{\cos \theta}, \quad \theta = \beta + \delta - \tan^{-1}\{L/(L_2 - H)\}$$

ここで、 T はせん断強度である。

以上の解析で問題となるのは、破壊有効幅 B である。これを理論的に求めることは困難であるから、破壊時のカッター接触長さ、付近の値をとって、 $B = 20 \text{ mm}$ とおく。これを用いて計算した結果を図-2、図-4に示す。傾向はよく一致している。

4. あとがき

本研究では、試料の関係で、セメントモルタルのみとなり、時間的に十分な数とすることができなかった。

また、実際の岩石での実験を行うことができなかった。実施に際してはまた多くの検討を要する。今後、これらの問題についてより多くの実験を重ね明らかにしていきたい。

なお、本研究は本州四国連絡橋公団からの委託によるものである。

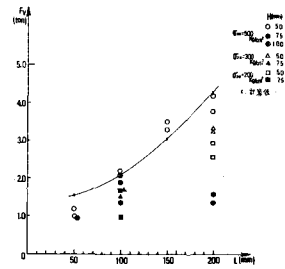


図-2 ディスクカッターの溝の深さと押付破砕力の関係

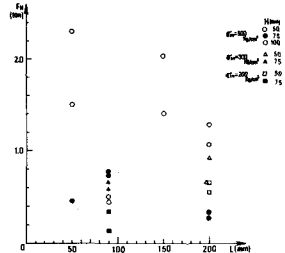


図-3 ディスクカッターの溝の深さと押付破砕力の関係

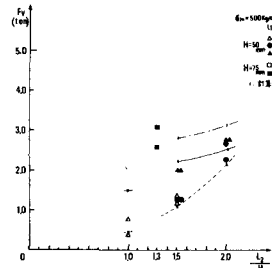


図-4 ディスクカッターの溝の深さと押付破砕力の関係

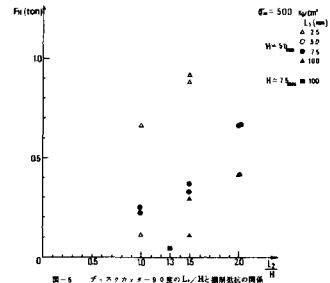
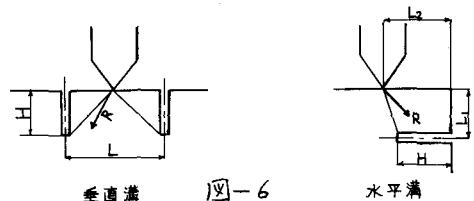


図-5 ディスクカッターの溝の深さと押付破砕力の関係



垂直溝

図-6

水平溝