

III-3 岩盤に対する溝による掘削性について.

京都大学工学部 正 昌昭治郎

同 正 岡村 徳見

同 学 山本 光一

1. まえがき

近年、建設工事における掘削対象として岩盤の掘削が大きな部分を占めてきた。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や ビットによる破碎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たが、試料寸法は $400\text{ mm} \times 400\text{ mm} \times 600\text{ mm}$ で、スチル強度として 500 kg/cm^2 , 300 kg/cm^2 , 200 kg/cm^2 になるよう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。

実験条件としては、ビットの刃先と溝との相対位置について図-1のようにビットの両側に対称に溝深さ H (50 mm , 75 mm) を入れ、溝間隔 L を 50 mm , 100 mm , 150 mm , 200 mm の条件に対して実験を行った。

実験方法は図-2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	27.7 kg/cm^2	17.7 kg/cm^2

表-1, 試料の強度試験結果

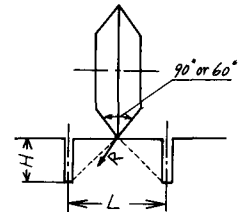


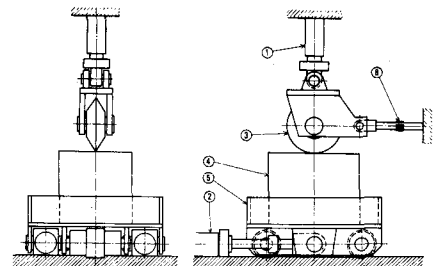
図-1, 垂直溝

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 ㏾ 、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 ㏾ で、各ストローク、推力、およびビットの水平力はともに電氣的にヒトリ出して自記できるようにになっている。

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° および 60° のディスクカッターの種類を用いた。

3. 実験結果と考察

図-3, 図-4は先端角度 90° , 60° ディスクカッターの場合の溝間隔 L と押し破碎力 F_p との関係を示す。両図において、溝の深さ H は 50 mm , 75 mm とともに F_p は L に比例して増大している。また、圧縮強度が大きくなるにしたがい F_p も大きくなっている。



(1) ビット駆圧シリンダー

(2) 推進シリンダー

(3) ディスクカッター-推進用パイロビット

(4) 試料

(5) 台車

(6) ストレンジャー

図-2 実験装置

図-4で 60° と 90° の場合と比べてみると 60° ディスクカッターの場合が大きな値を示している。

図-5, 図-6は溝間隔と掘削抵抗の関係であるが両者の関係は、溝間隔と押付破砕力の場合と同様の傾向を示している。

破砕量とディスクカッター貫入深さは溝間隔および溝深さに関係なく大抵同じような傾向である。

以上の点から無直溝の場合、押付破砕力および掘削抵抗については 60° ディスクカッターよりも 90° ディスクカッターが適している。

岩石をディスクカッターで破砕する場合、図-1のように、溝先端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 となる方向でこれを 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。

せん断破壊

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

ここで、 B は破壊有効幅、 T はせん断強度である。

引張破壊

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

ここで、 S は引張強度である。

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-3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、十分な数とまではできなかった。

また、実際の岩石での実験を行うことができなかったのが、実施に際してはまだまだ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望み明らかにしたい。

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。

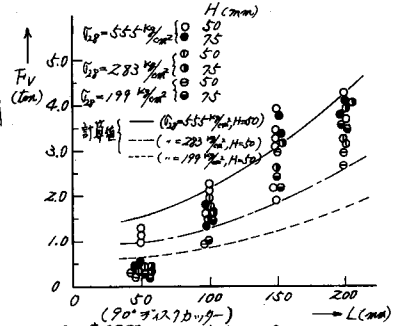


図-3. 溝間隔と押付破砕力の関係

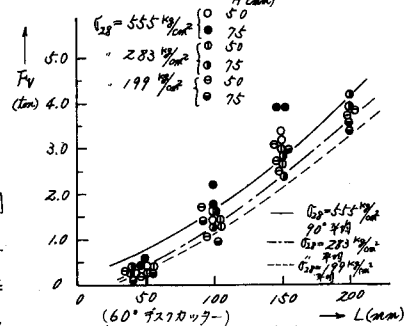


図-4. 溝間隔と押付破砕力の関係

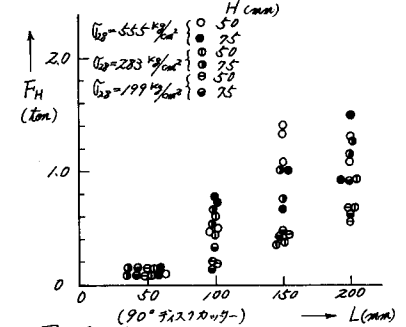


図-5. 溝間隔と掘削抵抗の関係

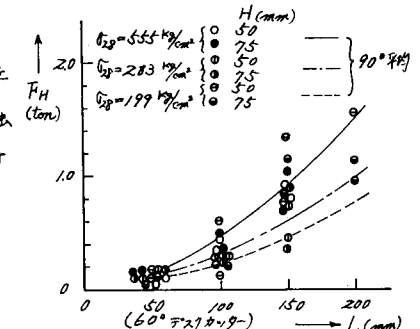


図-6. 溝間隔と掘削抵抗の関係