

京都大学工学部 正 島 昭治郎

同 正 岡村 徳見

東阪神急行電鉄 正〇山本 光一

1. まえがき. 高強度の岩盤掘削の場合、岩盤内に自由面を増すことにより掘削が可能となると考えられる。したがって、ここでは、このような考えの一つとして、岩盤に自由面をふやすため、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で、ディスクカッター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. 実験試料として香川県坂出産の花崗岩と大阪府泉南郡の和泉砂岩を用いた。試料寸法は $50\text{ cm} \times 50\text{ cm} \times 40\text{ cm}$ と大きく、できるだけ均一かつ一定の岩質を有する試料を用いた。岩石試験の結果は表-1の通りである。

	花 崗 岩	和 泉 砂 岩
圧 縮 強 度 (kg/cm^2)	1664	1694
引 張 強 度 (kg/cm^2)	74.3	104.2

表-1

実験条件としては、ディスクカッターの刃先と溝との相対位置について図-1のようにディスクカッターの両側へ対称に溝深さ H (50 mm , 75 mm , 100 mm) を入れ、溝間隔 L はディスクカッター 90° の場合、 50 mm , 100 mm , 150 mm , 180 mm , 200 mm 、 60° の場合、 50 mm , 80 mm , 120 mm , 150 mm の条件に対して実験を行った。

実験方法は図-3に示すような実験装置で、実験試料を台車に固定して油圧シリンダーで前進させると同時に、ディスクカッターを油圧で試料表面に押しつけて掘削するものである。

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 、カッター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、推力およびカッターの水平力はとも電気的に出力して自記できるようにになっている。

ディスクカッターとしては、「ソロパレ玉」に似た形状で、直径が 340 mm 、先端角度 90° 、および 60° の二種類を用いた。

3. 実験結果と考察. 押付破砕力と溝間隔の関係 (図-4, 図-5) で、花崗岩、砂岩両試料ともに、溝間隔の増加とともに押付破砕力は増大している。カッター頂角 90° では、溝間隔 150 mm から 200 mm

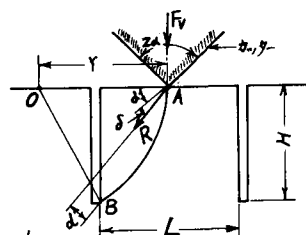


図-1

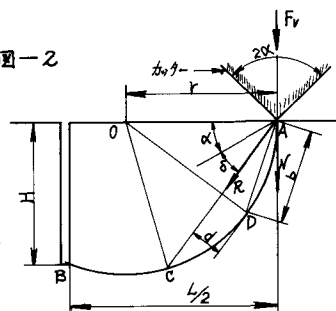
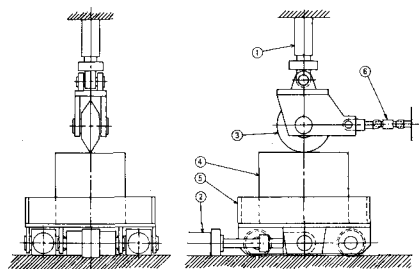


図-2



(1) ビット加圧シリンダー (2) 油圧シリンダー
(3) ディスクカッター (4) 供試体
(5) 台車 (6) 引張力計

図-3 実験装置

の間の変化が少ない。これは、試料の表面がはく離されるような破砕が生じるからである。

カッター頂角 90° と 60° による相違は、溝間隔 50 mm では 90° の方が大きい。溝間隔が 150 mm では同じような値を示している。また、溝深さによる違いは顕著ではない。

花崗岩は、砂岩に比べ溝の影響が現われにくく、その引張強度が小さいにもかかわらず、押し破砕力は少し大きい。これは、花崗岩では、せん断破壊に押し力を費やさねばなり、それによるカッター接触面積の減少などにより押し破砕力が大きくなるものと考えられる。このことより、粒径が細かく、結晶性の高い岩石の方が溝の効果は大きいと考えられる。

板割抵抗と溝間隔の関係(図-6、図-7)は、溝間隔の増加とともに増大し、その傾向は、押し破砕力の増加傾向に似ており、その大きさは、花崗岩の方が砂岩より大きい。これは、カッター貫入量が大きくなるためであると考えられる。

岩石をディスクカッターで破砕する場合の板割機構を解明する第一歩として、押し破砕力について解析を行おう。

i)、図-1、図-2にも示したように刃先から溝に向って走る亀裂線は円弧であり、その中心は、板割表面にある。

ii)、亀裂線に垂直に働く力は引張力である。

と仮定すると、刃面より作用する力(R)の方向が、溝の底より上である場合(図-1)、刃面と被破砕材料との間の摩擦角を ϕ とすると、
$$F_V = 1.808 \times S_c \times \left(\frac{L^2}{4} + H^2 \right)^{\frac{1}{2}} \frac{\sin(\alpha + \phi)}{H(\alpha + \phi) - \frac{L}{2} \sin(\alpha + \phi)} \quad (1)$$

が導かれる。ここで S_c は被破砕材料の引張強度である。

次にRの作用方向が、溝の底より下である場合(図-2)。

$$F_V = 1.446 \times S_c \times r^2 \times \frac{\sin(\alpha + \phi) \times \sin^2 \frac{90^\circ - \alpha - \phi}{2}}{1 - \sin(\alpha + \phi)} \quad (2)$$

が導かれる。

ここで(2)式に $\phi = 20^\circ$ を代入して得られた結果の一例を図-5に示すが、だいたいよい近似を示しているよりである。

4. あとがき。以上、硬岩などに対して、より合理的な板割方法と思われる実験を行ない、解析を試みた結果をみると、

1)、所定の最長溝間隔は、 200 mm 程度で、カッター頂角の減少により小さくなる。(試料寸法により変ると考えられる)

2)、花崗岩は砂岩より溝の影響が現われにくい。

3)、実験より破砕は引張で起る。以上の点が見られる。

今後さらに不明な点について研究する必要がある。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。

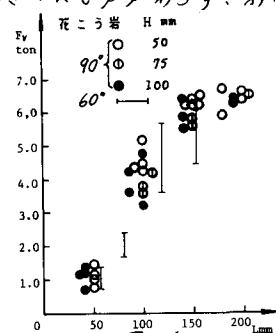


図-4

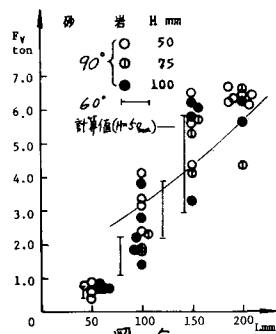


図-5

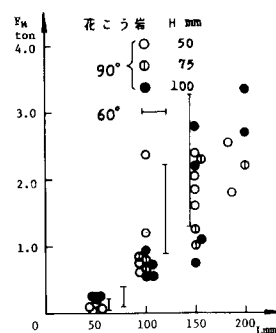


図-6

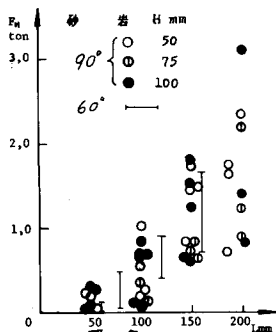


図-7