

くさび打撃法による岩盤の破碎に関する研究

山口大学工学部	正会員	中川 浩二
日本国土開発(株)	正会員	宮地 明彦
山口大学大学院	学生員	○菊地 正
山口大学工学部	学生員	坂尾 和男

1. はじめに

硬岩の掘削に発破を用いるのが最も経済的であることはよく知られるところである。しかるに、原子力発電所の拡張工事や住宅地に近接しての宅地開発などにおいて硬岩の掘削が必要となることはまれでなく、このような場所では発破振動が重要構造物に与える影響や住民に対するいわゆる振動公害のため、発破が禁じられることがしばしばある。発破を用いないで硬岩を掘削する方法は最近になって種々の開発が行われてきている。

その中でくさびを岩中に打ち込み岩盤、岩石を破碎する方法は古くからのせり矢を用いる方法に始まり、今日では開発者により固有の名称で呼ばれる多くの方法がある。静的破碎剤等による岩盤破碎法は破碎剤の膨脹により孔間をクラックで連結し硬岩を破碎岩に変化させて2次破碎を行うのが基本である。それに比べて打撃くさびによる方法はせり矢の貫入が打撃力によるため破碎力が非常に大きい。従って、この方法では岩盤破碎は単に孔間をクラックで連結するにとどまらず、ベンチカットにおいてはベンチの根切りをも意図した破碎設計を行うことが可能となる。

2. 実験の目的と手法

前述のようにくさび打撃法の破碎効果に及ぼす影響因子を検討する中でベンチカットにおける孔間隔 S と抵抗線距離 B 、そしてその積である破碎面積 $S \times W$ が破碎効率を考える上で大きな影響を持つと思われる、この点についての検討を行う。くさびは図-1に示す打撃くさびパワーウエッジ(PW)と一組のカウンターウエッジ(CW)からなり、供試体中に穿たれた孔中にCWとPWをたてこみ、PWの先端を打撃し、CWに強制変位を生じさせることによりモデルを破碎する。実験結果の評価はくさびの貫入にともない周囲の岩盤からくさびが受ける反力(拘束力)とモデルの破壊の機構から評価することにした。拘束力はCWの一方にはられた10枚のひずみゲージによりCWの強制変位方向のひずみを求め、それから近似的に平均応力に換算して求めている。

3. 実験

実験は、上記 S/B 、 $S \times B$ の変化に対して拘束力と破壊機構の検討を行うことにした。供試体寸法は実施工の1/10モデルを考えベンチ高さ20cmとした。供試体材料にはセメント：砂=1：3のレディミクストモルタルを用いており、材令は約2週としている。

実験供試体は実施工を考えて、千鳥配列された孔群を有するものと、それらの供試体中の代表的な一孔を取り出してモデル化したものとなっている。

3-1 配列された孔群をもつ供試体

作製した供試体は写真に示す3種類である。供試体Aは単一の孔のみが載荷された場合のクラックの発生を検討するためのものであり、供試体BおよびCは $S \times B=100\text{cm}$ と固定し、 $S/B=2$ および 4 とした場合の破壊のメカニズムを検討するためのものである。供試体個数はAについては1個、B、Cについてはそれぞれ2個である。

3-2 代表的な一孔についてのモデル供試体

上記供試体中の代表的な一孔についてのモデルを考え、 S/B 、 $S \times B$ 、さらには破碎のための孔のベンチ高さに対する深さ等が破碎効果に及ぼす影響を検討した。

4. 実験結果と検討

図-2に実験Aにおける孔壁の強制変位量と拘束力の関係を示す。また写真-1に、それぞれ対応する供

試体中のクラックの発達状況を示す。図にみられるように拘束力はわずかの強制変位で最高値に達する。すなわち、わずかの変位で孔から自由面に平行なクラックが発生しかつ発達する。しかし、クラックは自由面に平行に発生するものが主であり、破碎予定部分が地山部分から分離しない。そのため、かなり大きな強制変位に与えても拘束力が存在することになる。

図-3に実験B ($S \times B = 100\text{cm}$ 、 $S/B=2$)、図-4に実験C ($S \times B = 100\text{cm}$ 、 $S/B=4$)の拘束力の変化の一例を示す。図中①、②、③は破碎過程における1列目、2列目、3列目を示す。実験B(図-3)において第1列目左端の孔の破碎により中央の孔位置まで破碎されたため、①の曲線は2本のみ存在する。また、写真-2に示すように第2列目の破碎において破碎予定部分は1次破碎のみでは除去できなかったため、第3列目の破碎は行っていない。

図-4では、写真-3に示すようにクラックの発生が各孔の荷重によって各破碎予定部分を破碎する方向に発達し、1次破碎のみで予定部分の除去が可能となった。図-4において、強制変位量2.5mm程度ですべての曲線の値が小さくなっているのはこれによると思われる。

このことから発破の場合と同様にくさび打撃による岩盤掘削においてもワイドスペース法は有効であると考えられる。

代表的な一孔についてのモデル供試体の結果については当日発表する。

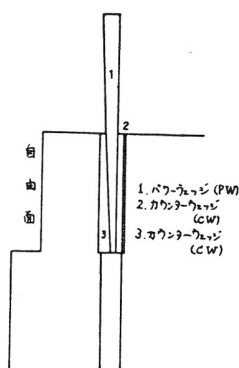


図-1
くさびの形状と配置

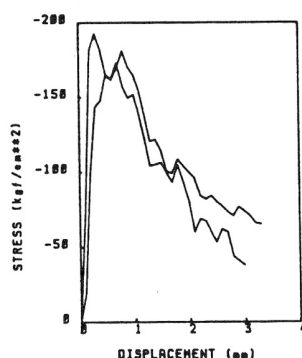


図-2
単一孔の荷重における拘束力

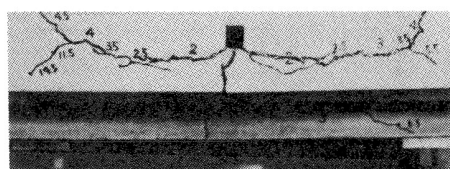


写真-1
単一孔の荷重によるクラックの発達

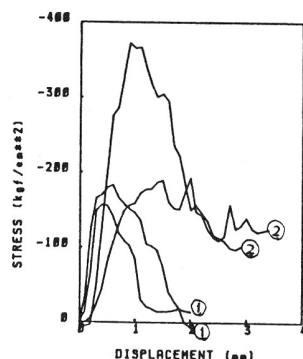


図-3
 $S/B=2$ の場合の拘束力

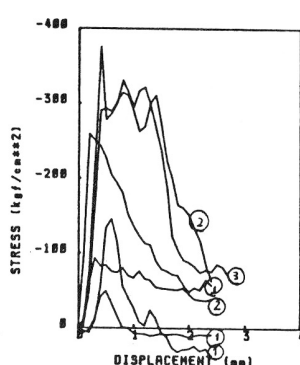


図-4
 $S/B=4$ の場合の拘束力

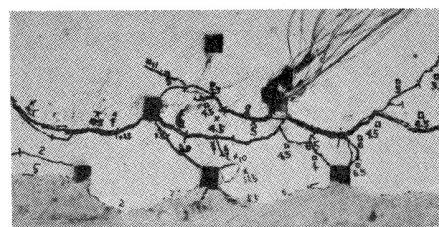


写真-2
 $S/B=2$ の場合のクラックの発達

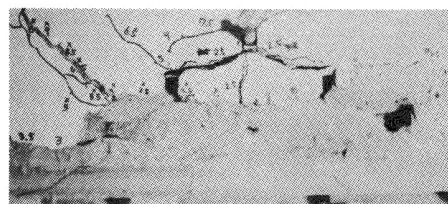


写真-3
 $S/B=4$ の場合のクラックの発達