

III-100 油圧破砕器を用いた岩盤の破砕に関する研究

愛媛大学工学部 正会員 稲田善紀
 愛媛大学工学部 正会員 松木三郎
 愛媛大学工学部 正会員 横田公忠
 東洋建設（株） 田坂裕一

1. 緒言

コンクリート構造物の解体工事や岩盤等を破砕する工事が、都市およびその周辺部の民家の近くにおいて行われる場合が増加してきている。従来の火薬や機械等を用いる施工法では、騒音・振動・粉塵等の種々の公害を伴ううえ、これらの法的な規制も厳しくなっている。これらの打開策として静的破砕剤を用いる施工法や、液圧チューブ破砕工法等があるが、両者とも孔全体に加圧するため、エネルギーに無駄が生じ、とくに前者においては穿孔した孔すべてに装薬するので従来の施工法に比べて経費がかなり割高となり、また破砕するために時間がかかる欠点がある。そこで本研究では、孔全体に加圧するのではなくある方向のみ集中荷重を加える油圧破砕器を試作し、さらに加圧孔の近くに空孔を設けて破砕エネルギーを軽減させ、均質材料としてモルタル供試体を用い種々の条件下にて破砕実験を行った。同時に亀裂の進展方向については理論的解析を行い、実験の結果と比較しその有効性を考察した結果について述べる。

2. モルタル供試体を用いた破砕実験

2. 1 実験方法

本実験では、供試体の大きさを $50 \times 50 \times 30 \text{ cm}$ とし、供試体中に加圧孔と空孔を設けた。以後、加圧孔と空孔の壁面間距離を L 、空孔から自由面までの距離を B 、孔径を D とする。鉛直方向の自由面の拘束条件として、

- (1) Case I : 転石などの小割りを想定し、鉛直方向の自由面をすべて拘束しない場合
- (2) Case II : ベンチカット等において自由面に近い場所の破砕を想定し、空孔に近い自由面を除く3つの鉛直自由面を拘束した場合
- (3) Case III : ベンチカット等において自由面から離れた場所の破砕を想定し、鉛直方向の自由面をすべて拘束した場合

の3種類の場合について実験を行った。自由面の拘束には油圧ジャッキを用い、変位をゆるさないよう、また供試体に影響がないように 0.4 kgf/cm^2 で拘束し、底面の摩擦の影響をなくするため鋼球を敷きつめた。

2. 2 実験結果および考察

破砕実験における亀裂の形状を図1に示す。いずれの拘束条件下においても、亀裂はI字型となった。

また、それぞれの破砕力を $L = D$ 、 $B = D$ の場合と $L = D$ 、 $B = 3D$ の場合とを比較すると、いずれの拘束条件下においても $L = D$ 、 $B = 3D$ の場合の方が約1.4倍大きいということがわかった。次に、空孔が破砕力の軽減に及ぼす効果を調べるため $L = D$ 、 $B = D$ の場合と、空孔を除いた場合とを比較すると空孔を設

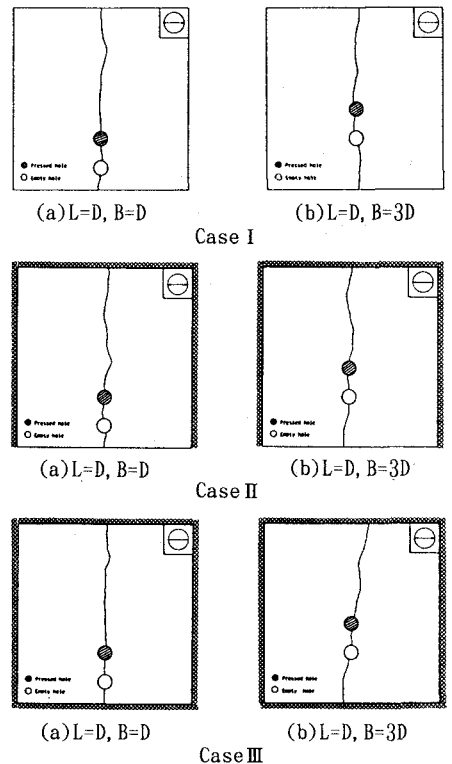


図1 モルタル供試体の破砕実験の結果

けることによりCase I, Case IIの場合約15%, Case IIIの場合約20%破砕力を軽減することができた。つづいて自由面から加圧孔までの距離を変化させて破砕実験を行った結果, 自由面から加圧孔までの距離と破砕力とはほぼ比例関係にあるということがわかった。次に, 加圧孔と空孔の壁面間距離 L を $L = D$ と一定にし, 自由面から空孔までの距離 B を変化させて破砕実験を行った結果, $B = D$ の場合の破砕力が他に比べてかなり小さいということから, 自由面の影響を大きく受けることが確認された。さらに自由面から加圧孔までの距離を一定とし, 加圧孔と空孔の壁面間距離 L を変化させて破砕実験を行った結果, 破砕力は加圧孔と空孔の距離が短い方が小さく, また空孔が加圧孔から離れるにつれ亀裂の形状に乱れが生じるということから空孔は加圧孔の近くに設けるほうがより効果的であるということがわかった。

3. 理論的解析

3. 1 解析方法

本解析では, 稲田らが提案した亀裂解析法を適用した。なお, 亀裂の判定はMohrの破壊包絡線説に従うものとした。

3. 2 解析結果および考察

それぞれの拘束条件下における解析結果を図2に示す。いずれの孔配置, またいずれの拘束条件下においても亀裂はまず空孔を結ぶ方向に発生し, その中から加圧孔と空孔を結ぶ線上に1本の亀裂が卓越しI字型の亀裂を形成した。これは前述の破砕実験の結果と同様であることがわかった。

そこで, 亀裂の形状に及ぼす要因を解析モデル内の応力の分布状態から考えてみるといずれの拘束条件下においても, 空孔方向とその反対方向の加圧孔と空孔を結ぶ線上に他に比べて卓越した引張応力が生じていることからI字型の亀裂の発生しやすい状態になっており, 亀裂の形状は一定であることがわかった。

次に, 亀裂の長さそれに要した力との関係を静的破砕剤を用いた場合と比較してみた。Case Iにおける亀裂の総延長とそれに要した力との関係を図3に示す。この放物線と横軸および鉛直線とで囲まれる面積は, エネルギーに比例する量を表していると解釈でき, 油圧破砕器を用いる場合のエネルギーは静的破砕剤の場合の約3割でよいことになる。また, Case II, Case IIIの場合では約4割程度のエネルギーでよいことになり油圧破砕器を用いる方がより効率的であるといえる。

4. 結言

本研究では, ある方向のみ加圧する油圧破砕器を試作し, 希望する方向に亀裂を生じさせる空孔を設けることにより破砕力の軽減を目的として実験ならびに解析を行った。その結果, 空孔を設けることにより約20%破砕力を軽減することができ, また空孔を加圧孔の近くに設けることができればより効果的であるということがわかった。

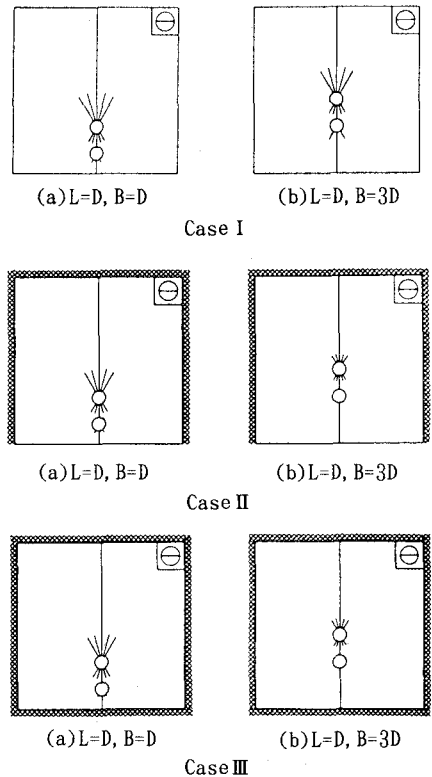


図2 解析による亀裂の形状

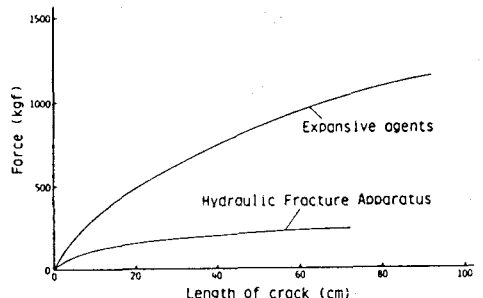


図3 亀裂の総延長と力の関係(Case I)