

油圧式岩盤破砕器の試作および検討

愛媛大学工学部	正会員	稲田 善紀
愛媛大学工学部	正会員	横田 公忠
前田建設工業(株)	正会員	中川 俊樹

1. はじめに

従来、岩盤やコンクリートの破砕には、火薬や機械等を用いる工法が主流であった。しかし、今日住宅に近接した場所においてこれらの破砕工事を行わねばならない場合が増加している傾向にあるので、振動・騒音・粉塵等の公害防止の観点から従来からの施工法の採用が困難になってきている。これらの施工法に代わるものとして、静的破砕剤による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孔全体に装薬するため経費がかなり割高となり、また、時間がかかるなど種々の問題がある。これらの対策の一つとして本研究では、ある方向にのみ集中荷重をかけ得る油圧破砕器を試作した。すなわち、2方向に移動するエッジを持つ油圧破砕器と4方向に移動するエッジを持つ油圧破砕器を試作し、破砕後の亀裂形状および破砕に要したエネルギーを比較検討することにより、現場での実用化に向け有効な施工法の基礎的資料を得ることを目的としている。また、実験時には、供試体の均一性が要求されるので、本研究ではセメントモルタルを供試体として用い、加圧孔の近くに亀裂の誘導やエネルギー軽減に優れていると考えられる空孔を設け¹⁾、種々の拘束条件下にて実験を行った。同時に亀裂の進展方向については、有限要素法を応用した亀裂解析法²⁾を用い解析を行った。

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 $50 \times 50 \times 30$ cmとし、供試体に加圧孔と空孔を設けた。また、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とすると、今回の孔配置は、加圧孔が自由面から遠く、空孔の影響を受け易いように $L = D$ 、 $B = 3D$ とした。鉛直方向の自由面の拘束条件として、

(1) Case I : ベンチカット等において自由面に近い場所の岩盤破砕を想定し、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

(2) Case II : ベンチカット等において自由面から離れた場所の岩盤破砕を想定し、鉛直方向の自由面をすべて拘束した場合

の2種類について実験を行った。鉛直自由面は、実験時に変位を許さず拘束を保ちかつ供試体に残留応力が生じないように 0.4 kgf/cm^2 で油圧ジャッキで拘束し、底面の摩擦をなくするため鋼球を敷きつめた。

また、油圧を加える方向としては、2方向の場合は加圧孔と空孔とを結ぶ方向に直角な方向に油圧を加え、4方向の場合は、加圧孔と空孔とを結ぶ方向およびそれと直角な方向に油圧を加えた。

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。2方向および4方向の両者とも、いずれの拘束条件においても亀裂はI字型となった。また、それぞれの拘束条件下において、破砕に要した力を比較すると、4方向を使用した場合の方が、2方向を使用した場合より、Case Iの場合約5割程度、Case IIの場合約4.5割程度破砕力が軽減できることがわかった。

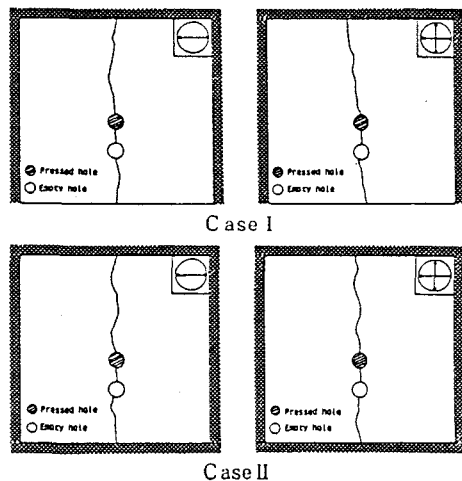


図1 モルタル供試体の破砕実験の結果

3. 理論的解析

3. 1 解析方法

本解析では、亀裂解析法²⁾を適用した。なお、破壊の判定は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。2方向および4方向に加圧した場合、いずれの拘束条件下においても、亀裂はまず加圧孔周辺に空孔に向かう方向およびその反対方向に進展し、その中から1本の亀裂が卓越しI字型の亀裂を形成した。そこで、上述のような亀裂の形状となる要因を調べるため、拘束条件がCase IIの場合について応力解析を行った。亀裂の進展途中の最大および最小主応力方向線図を図3に示す。両者とも、加圧孔と空孔を結ぶ線上に他と比べて卓越した引張応力が生じ、それと直角方向においては卓越した圧縮応力が発生しており、I字型亀裂が形成されやすい応力状態となっていることがわかる。

次に、亀裂の長さとなら形成するのに要した力の関係を拘束条件がCase IIの場合について比較してみた。図4に破壊に必要な亀裂の総和とそれに要した力との関係を示す。この放物線と横軸および鉛直線とで囲まれた面積は、破碎エネルギーに比例する量を表しているものと解釈でき、4方向に加圧した場合は、2方向に加圧した場合の約4割程度に破碎エネルギーが軽減でき、4方向に加圧する方がより効率的であるといえる。これは、まず2方向に作用するエッジの動きによりその直角方向にI字型亀裂が発生するが、そこに他の2方向のエッジが貫入することによってくさびの作用が重畳され、亀裂の進展を助長し、結果としてエネルギーの軽減に役立ったものと思われる。

4. おわりに

本研究で得られた結果を要約すると、

- 1) 亀裂の形状は、2方向および4方向に移動するエッジを持つ油圧破碎器の両者とも、いずれの拘束条件下においてもI字型亀裂となった。
- 2) 実験の結果、破碎に要する力は、4方向に移動するエッジを持つ油圧破碎器を用いた場合には2方向のそれよりかなり小さいことがわかった。
- 3) 実験と同様の条件下にて亀裂解析法を用い亀裂の形状に関するシミュレーションを行った結果、実験結果と同様なI字型亀裂となった。
- 4) 解析の結果、亀裂の進展に必要なエネルギーは、いずれの拘束条件下においても4方向に加圧した方が2方向に加圧した場合より少なくすむことがわかった。

参考文献

- 1) 稲田善紀, 松木三郎, 横田公忠, 谷口浩二: 膨張剤を利用した静的破碎に関する基礎的研究, 日本鉱業会誌, Vol. 104, No. 1204, pp. 337~343, June, 1988.
- 2) 稲田善紀, 谷口浩二: 液化天然ガスの地下岩盤内空洞貯蔵による空洞周辺の塑性領域, 日本鉱業会誌, Vol. 103, No. 1192, pp. 365~372, 1987.

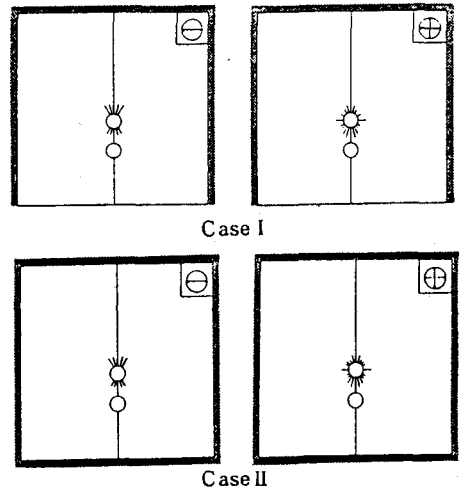


図2 解析による亀裂の形状

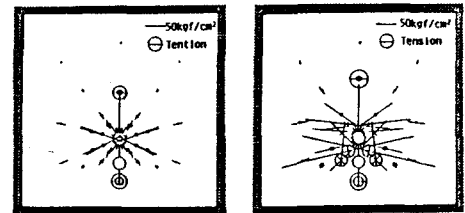


図3 最大および最小主応力方向線図

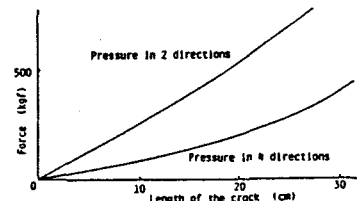


図4 亀裂の総延長と力の関係