

油圧破砕器の岩盤破砕工法に関する研究

愛媛大学工学部	正会員	稲田 善紀
愛媛大学工学部	正会員	横田 公忠
愛媛大学大学院	学会員	岡本 将昭
日産建設(株)	正会員	新田 稔
中国化工(株)		武石 文暢

1. はじめに

住宅に近接した場所において岩盤やコンクリートを破砕する場合、動・騒音・粉塵等の環境問題を解決する施工方法の一つとして研究では、4方向に時間差を設けず同時にあるいは時間差を設けて2方向ずつ別々に集中荷重を加圧することのできる油圧破砕器を試作し、まず比較的均質なセメントモルタル供試体を用い加圧方法の違いによる破砕力の差を検討した。また、現場にて上述の結果をふまえ種々の加圧方法および孔配置について実験し検討した。さらに、加圧方法の違いによる破砕に要するエネルギーおよび破壊のメカニズムを知るために、亀裂解析法を用いて3次元解析を行い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室内実験

2. 1 実験方法

本実験では、 $50 \times 50 \times 30$ cmのセメントモルタル供試体を作製し、これに加圧孔と空孔を設け、それぞれの直径を7.5cm, 4.0cm, その壁面間距離を7.5cm, 空孔と自由面の距離を6.0cmとした。現場のベンチカット等において自由面から離れたところの破砕を想定し、鉛直方向のすべての自由面を、変位を許さず、かつ供試体に残留応力が生じないよう油圧ジャッキを用い 0.4 kgf/cm^2 で拘束した。また、底面の摩擦をなくするために鋼球を敷きつめた。加圧孔と空孔を結ぶ方向にはくさび形加圧板を用い、また、それと直角方向には半円形加圧板を用いた。加圧方法として4方向に時間差を設けず同時に加圧する場合(Case1), 半円形加圧板方向に対してくさび形加圧板方向に油圧で 100 kgf/cm^2 の時間差を設けて加圧する場合(Case2)の2通りについて行った。

2. 2 実験結果および考察

亀裂の形状は、Case1, Case2ともに図1のようにI字型亀裂になった。また、破砕に要した力は、Case1に比べCase2の場合の方が約2割程度軽減できる結果が得られ、Case2の場合の方がエネルギー的に見て有利であることがわかった。

3. 現場における岩盤の破砕実験

3. 1 現場の概要

本研究において使用した現場は、愛媛県越智郡菊間町および上浮穴郡久万町(以下、現場Aおよび現場Bと呼ぶ)である。現場Aの岩質は花崗岩で、ズリとして搬出されたものである。現場Bの岩質は安山岩で、節理が多く存在する岩盤である。現場Aでは、供試体に直径約9.0cm, 孔の深さ約40cmの加圧孔と空孔を設けた。直径をD, 加圧孔と空孔の壁面間距離をLとし、 $L=D$, $L=2D$ および $L=3D$ (以下、このように呼ぶ)の3通りの場合(図2(a)参照)とした。また、2つの加圧孔を平行に設け、壁面間距離を4Dとした場合(以下、平行2連孔と呼ぶ)および加圧孔

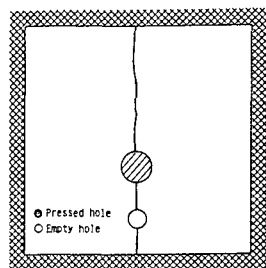


図1 亀裂の形状

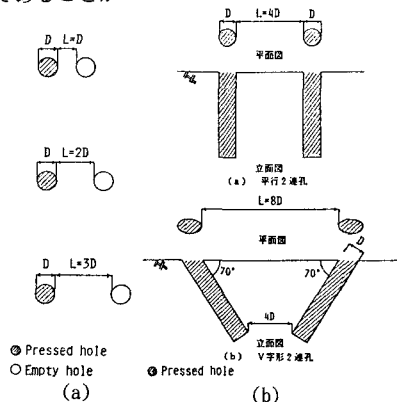


図2 孔配置の概念図

を表面に対して約70度の角度でV字形に設け、表面開口部の壁面間距離を8Dとした場合（以下、V字形2連孔と呼ぶ）の2通りの場合（図2(b)参照）実験を行った。一方現場Bでは、岩盤に直径約7.8cm、孔の深さ約50cmの加圧孔と空孔を設け、実験の条件は現場Aと同様にした。

3. 2 実験結果および考察

現場Aでは、 $L=D$ の場合Case1よりCase2の場合の方が破砕に要した力が約2割程度軽減され、室内実験と同様な結果であった。また、 $L=2D$ に比べ $L=D$ の場合の方が破砕に要した力は、約2割程度軽減されることがわかった。亀裂は、当然のことながらほとんどの場合において、加圧孔と空孔を結ぶ方向に進展した。平行2連孔とV字形2連孔を比較すると、破砕面積は、V字形2連孔の場合の方が大きい、破砕に要した力は約5割程度軽減されることがわかった。一方現場Bでも現場Aと同様な結果を得た。ただし、亀裂の進展は節理が多いため加圧孔から空孔への誘導が困難であった。

4. 破砕の理論的解析

4. 1 解析方法

亀裂解析法を用いて解析した。破壊判定は、ここではMohrの破壊包絡線説に従うものとした。まず、加圧方法の違いによる主要な亀裂の進展長とそれに要する力の関係について、①時間差を設けず4方向に同時に加圧する場合、②油圧で50kgf/cm²の時間差を設けて加圧する場合および③油圧で100kgf/cm²の時間差を設けて加圧する場合の3通りで行った。拘束条件は、鉛直方向の4辺をすべて固定し、くさび形加圧板の角度は30度とした。次に、破壊のメカニズムを知るために、これまで解析に用いてきた2次元の亀裂解析法を3次元に拡張して解析を行った。加圧方法は、4方向同時に加圧し、拘束条件は、鉛直方向の4面および底面をすべて固定し、くさび形加圧板の角度は30度とした。

4. 2 解析結果および考察

加圧方法の違いによる主要な亀裂の進展長とそれに要する力との関係は図3の曲線と横軸と縦軸とで囲まれる面積は、破砕に要するエネルギーに比例するものと考えることができる。このことより、③の場合が最も有利であることがわかる。次に、破壊は、図4に示すように自由面は変位が大きく応力が緩和されるため、そのすぐ下の層から亀裂が自由面に向かって順次進展することがわかった。

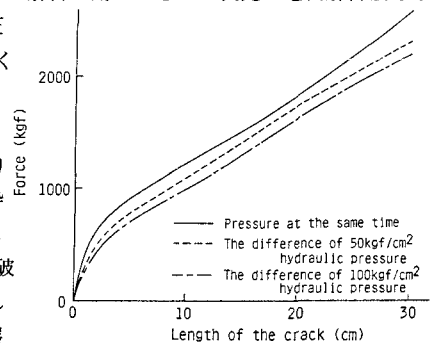


図3 主要な亀裂の進展長とそれに要した力

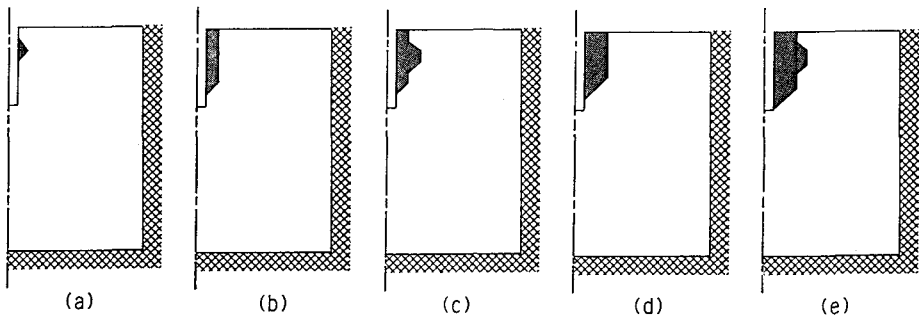


図4 亀裂の進展状況

5. おわりに

本研究では、油圧破砕器を試作し、セメントモルタル供試体および現場にて花崗岩、安山岩を対象に適正な加圧方法および孔配置を求める実験を実施した。

今後さらに現場により適切な実用機の開発を行う予定である。