

愛媛大学工学部	フェロー	稲田善紀
愛媛大学工学部	正会員	木下尚樹
愛媛大学大学院	学生員	○福岡正志
日産建設(株)	正会員	松本 喬

1 はじめに

岩盤を破碎する際には、主に動的破碎工法による破碎が行われているが、周辺環境に対する問題があり、採用が困難になる場合がある。この場合、静的破碎工法で岩盤破碎を行うことが考えられるが、既存の工法には亀裂の方向制御、経済性、耐久性に問題がある。筆者らは、これらの諸問題を解決するために、4方向同時に加压可能な油圧式岩盤破碎機を用いた工法を提案し、2種類の方式の異なる破碎器を試作した。それぞれの性能について、室内実験においてセメントモルタル供試体の破碎に要する力および加压板の食い込み深さに着目し、比較検討を行なった。また、亀裂の方向制御および破碎の効率性を高める手法として空孔を設けることについても考察した。また、有限要素法を応用した亀裂解析法¹⁾による理論解析を行い、方式の異なる破碎機の破碎性について考察した。

2 室内における破碎実験方法

実験には2種類の方式の異なる、4方向同時に集中荷重を与えることのできる油圧式岩盤破碎器（以下、破碎器と称す）を使用した。破碎器の概念図を図1に示す。ピストン方式破碎器は内部に油圧機構があり、押出孔に油圧をかけ加压板を押し出すことによって4方向に集中荷重を与える。一方スライド方式破碎器は、センターホールジャッキを用いて十字型押出器を引き抜くことで、加压板を4方向同時変位で押し出し集中荷重を与える外部油圧機構になっている。このいずれの破碎器にも、亀裂を発生させる方向にくさび形加压板を、それに対して直角な方向には半円形加压板をそれぞれ装着させる。本実験は室内において、小型油圧式岩盤破碎器を用いてセメントモルタル供試体を対象とした破碎を行った。供試体は50×50×30cmで、加压孔は直径7.5cm、空孔は直径4cmとした。供試体の種類は、加压孔のみの場合、くさび形加压板側に空孔を設けた場合の2種類用意した。実験を行う際、加压孔にステンレス製の支柱を取り付け、それにダイヤルゲージを当てることにより加压孔の変形を調べた。

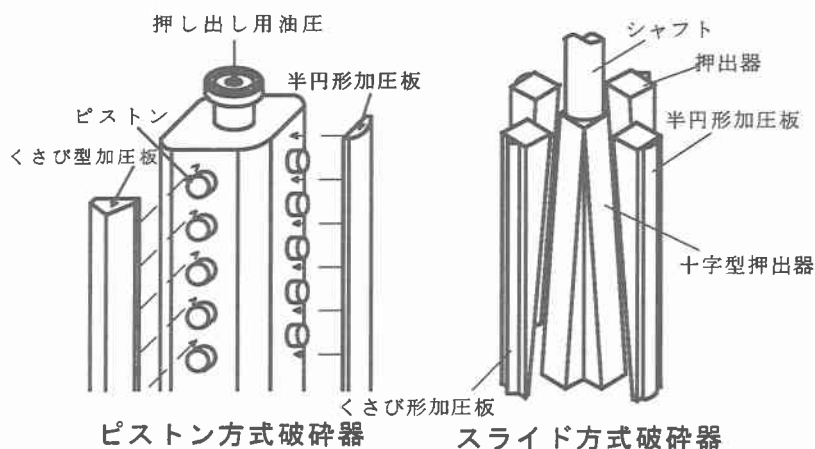


図1 油圧式岩盤破碎器の概念図

3 実験結果および考察

実験の結果、ピストン方式破碎器が破碎に要した油圧は加压孔のみの場合で18.4MPa、加压孔1孔に空孔2孔を設けると10.2MPaとなった。同様にスライド方式破碎器の場合はそれぞれ15.3MPaおよび8.2MPaとなった。ピストン方式破碎器を用いた場合と、スライド方式破碎器を用いた場合とでは、破碎に要した油圧で比べると、スライド方式破碎器の方が小さい油圧で破碎ができる。しかし、機構が異なることから単純には比較できないため破碎に要する油圧を加压孔に与える力に換算すると、ピストン方式破碎器の場合は加压孔のみの場合は $1.47 \times 10^5 \text{N}$ 、加压孔1孔に空孔2孔を設けると $1.22 \times 10^5 \text{N}$ となる。同様にピストン方式破碎器の場合はそれぞれ $1.33 \times 10^5 \text{N}$ 、および $1.07 \times 10^5 \text{N}$ となる。この結果から、スライド方式破碎器の方が小さい力で破碎で

きることがわかった。両破碎器ともに加圧孔とは別にくさび形加圧板の延長線上に空孔を設けることによって岩盤に自由面ができ効率的に破碎ができることもわかった。また、実験により得られた空孔のない加圧孔の変形を示したものが図2である。ピストン方式破碎器用いた場合、くさび形加圧板および半円形加圧板に与える力が同じであっても、加圧板の加圧孔に対する接地面積が異なるため、くさび形加圧板方向の変位が大きくなったと考えられる。また、空孔を設けた方がくさび形加圧板に加圧される方向における変位が少し大きくなる結果が得られた。これは、くさび形加圧板の延長線上に空孔を設けることによって岩盤に自由面ができ変形しやすくなったものと考えられる。スライド方式破碎器を用いた場合はくさび形加圧板方向も半円形加圧板方向も機械の構造上同様に変位し、くさび形加圧板方向よりも半円形加圧板方向に大きな力がかかっていると推測される。

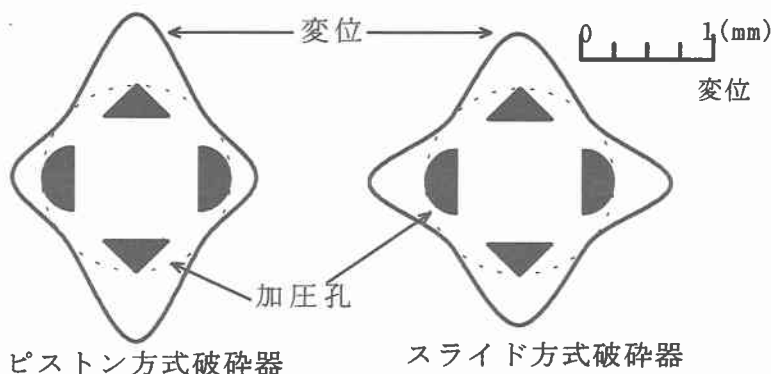


図2 加圧孔のみの破碎時加圧孔の変形図

4 亀裂解析法による理論解析

ピストン方式破碎器とスライド方式破碎器による岩盤破碎に及ぼす影響を調べるため、有限要素法を応用した亀裂解析法¹⁾を用い2次元解析を行った。破壊の判定方法はMohrの破壊包絡説²⁾に従うものとする。解析に用いたモデルは、加圧孔と空孔の直径は10cmで、加圧孔のみのものと、加圧孔と空孔が一直線になるように孔を設けたものを対象に、ピストン方式破碎器を用いて破碎した場合とスライド方式破碎器を用いて破碎した場合の計4種類である。なお、加圧孔と空孔の壁面間距離は10cmとし、解析で用いた供試体は破碎実験と同様セメントモルタルとした。ピストン方式破碎器を用いたモデルの解析ではくさび形加圧板と半円形加圧板に同じ力を与える解析を行い、スライド方式破碎器を用いたモデルではくさび形加圧板および半円形加圧板が接触している場所の変位が等しくなるように力を加える解析を行った。くさび形加圧板と半円形加圧板に与える合力を破碎に要する力とした。解析によって得られた結果より、加圧孔のみの場合と、加圧孔と空孔2孔を設けた場合の破碎に要する力と亀裂の進展長の関係を図3に示す。

加圧孔のみの場合も、空孔を設けた場合も、スライド方式破碎器を使用した場合の方が、同じ力でも亀裂の進展長が大きい。

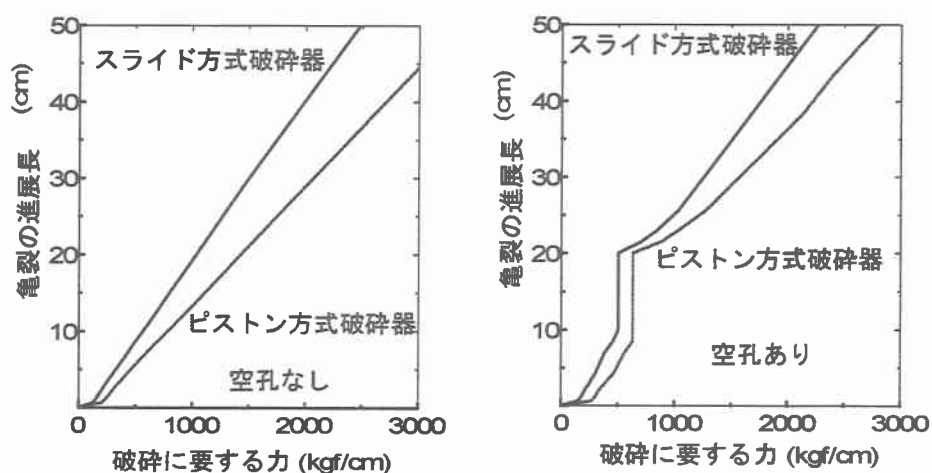


図3 解析による亀裂の進展長と力の関係

5 おわりに

ピストン方式破碎器およびスライド方式破碎器を用いた室内実験、解析を行った結果、現状の破碎器ではスライド方式破碎器の方が、破碎性が高いことがわかった。今後テーパ角等を改良し破碎効率との関係を検討していく予定である。

参考文献

- 1) 稲田善紀：岩盤工学，189頁，森北出版，1997.
- 2) 前掲1)，85,86頁.