

異方性を有する岩石の圧裂強度試験について

徳山高専 ○工藤洋三, 橋本堅一
山口大学 中川浩二

1. はじめに

岩石の引張強度を求めようとする場合、材料中に生じている応力状態の単純さから考えれば、直接引張試験による方法が理想的である。しかしながら、供試体製作や試験時の技術上の困難さから、一般に圧裂強度試験による間接的な試験法によって引張強度を求めることが多い。なかでも引張強度に顕著な異方性が存在する場合、すなわち異方性を有する岩石の場合は圧裂試験が多く用いられているようである。

本研究は、異方性を有する岩石として花こう岩をとりあげ、圧裂強度試験の問題点について検討するとともに数種の花こう岩について圧裂試験を行い、強度異方性の表われ方について検討を加えるものである。

2. curved jawを用いた異方性岩石の圧裂試験

現在、圧裂試験に関するISRM指針では、curved jawによる方法(図-1)が採用されている。これは、Mellor & Hawkes(1972)の主張を全面的にとりいれたもので供試体と載荷板の接触部における圧縮応力の低減によって安定した強度を得ることを目的としたもので、4%台の変動係数の達成が可能であると述べられている。

一方、筆者らは主に偏心荷重を除去するという考え方から、図-2に示すようなflat platenをもつ圧縮試験装置を製作し、花こう岩の比較的強度の安定したharway planeの圧裂において同様に4%台の変動係数

を達成することができた。(強度が最小値をとるrift planeの圧裂では変動係数はこれより大きくなる。なおMellor & Hawkesの論文には、curved jawを用いた花こう岩の強度に関する変動係数や花こう岩の異方性については触れられていない)そこで黒髪島花こう岩(中粒)を用いて、両者の相違点について検討した。供試体の直径は全て48.3mm、供試体長は 24 ± 2 mmで圧裂

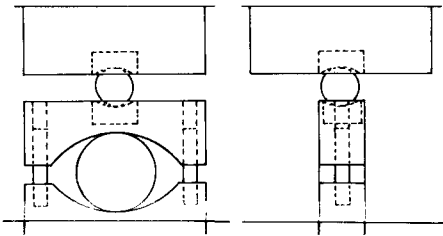


図-1 curved jawを用いた圧裂試験装置

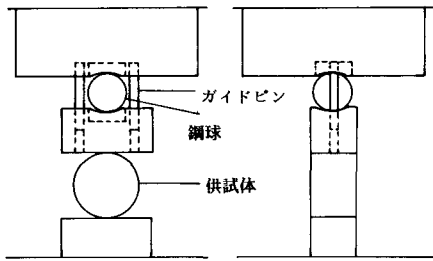


図-2 flat platenを用いた圧裂試験装置

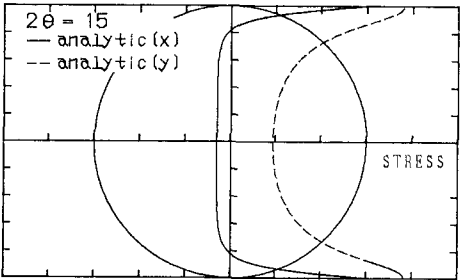
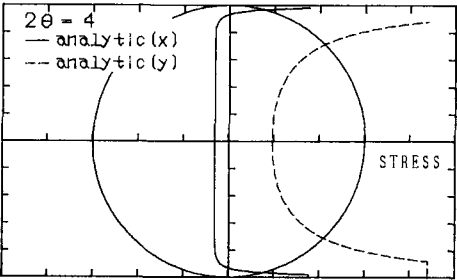


図-3 载荷幅の変化による圧裂面の応力分布

面は比較的高い強度を与えると考えられるhardway planeと最小値を与えると考えられるrift planeである。各ケースについて供試体3組を準備した。その結果hardway planeの圧裂強度は、curved jawによるものが10.7MPa、flat platenによるものか10.1MPaとほぼ同じ値を示したのに対して、rift planeではそれぞれ10.0MPa、8.30MPaと顕著な相違が認められる。すなわちcurved jawを用いた方法では、強度異方性はflat platenを用いたものより小さめに出る傾向にある。

図-3に示すように載荷幅の違いによって圧裂面に沿う応力分布は中心付近では同じであるが中心から遠さかるにつれて変化するようになる。クラック生成後の応力分布については明らかではないが、おそらくcurved jawによるものは中心付近でのクラックの発生が直接には材料の崩壊と結びつかないためと考えられる。いずれにしても圧裂試験を行う場合にとちらの方法を選択するかは実験の目的などによって使いわけべきであらう。

3. 弾性波速度の異方性と圧裂強度の異方性

筆者らは先に、弾性波速度 (V_p) の異方性と圧裂強度の異方性の間の相関関係についてのべた。ここでは、数種類の花こう岩に対して V_p と圧裂強度を測定し両者の関係について検討する。用いた花こう岩は、黒髪島花こう岩 (粗粒・細粒)、庵治花こう岩、渡良瀬花こう岩であり、供試体の直径は43.35mm、長さは 22 ± 2 mmである。このなかで、庵治花こう岩についての V_p の測定結果を図-4に示す。実験結果を図-5に示す。図中同じマークのものは同じ岩種であり、中を黒く塗りつぶしたマークは、rift planeの圧裂に関するもので、そうでないものは、hardway planeに関するものである。図より同じ岩種の同じ面であれば実験結果はよくまとまっていること、 V_p の異方性が大きければ圧裂強度の異方性も大きことが見てとれよう。そこで $(V_{pmax} - V_{pmin}) / V_{pmax}$ と $(\sigma_{tmax} - \sigma_{tmin}) / \sigma_{tmax}$ をとりだしてプロットすると図-6のようになる。この図からも V_p が圧裂強度の異方性に対して有用な情報を提供していることが理解できよう。しかしながら、図からも明らかなように、圧裂強度の異方性を V_p のみから決定することは不可能で、造岩鉱物の組成などとの関連でさらに検討する必要がある。

本研究を進めるに当り、宇多村智則君 (徳山高専58年度卒) には実験の一部を手伝っていただいた。

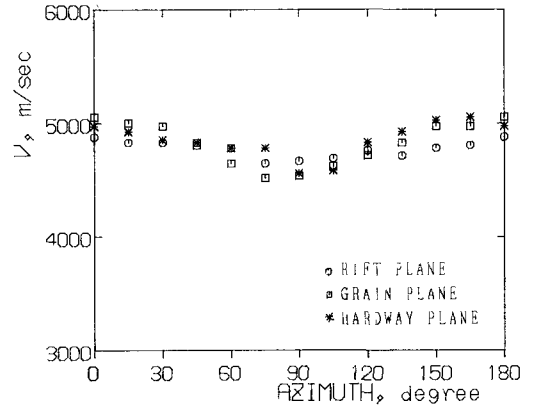


図-4 庵治花こう岩の V_p 曲線

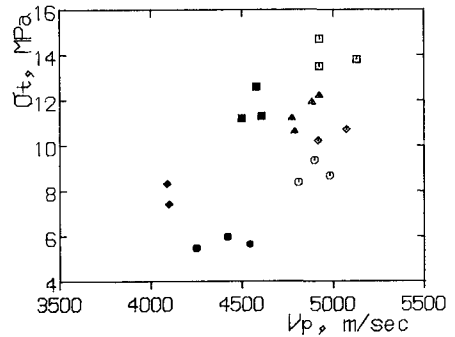


図-5 V_p と圧裂強度の関係

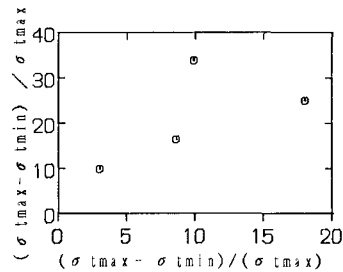


図-6 V_p の異方性と圧裂強度の異方性の関係

参考文献

- 1) Melior, M., and Hawkes, I., measurement of tensile strength by diametral compression of disks and annuli, Eng. Geol., 5, 173-225, 1971
- 2) 工藤, 橋本, 中川, 花こう岩の異方性が力学的性質に及ぼす影響, 第16回岩盤力学に関するシンポジウム, 1984