

Ⅲ - A 356

き裂先端湿潤条件下での破壊靱性試験

資環研 正会員 歌川 学 瀬戸 政宏

1. 緒 言

近年、地下空間利用の拡大に伴い、地下岩盤の健全性評価が課題になっている。地下空間は地上と比較すると湿潤な条件にあることが多く、湿潤環境下の地下空間の健全性評価が課題になっている。

湿潤環境下の岩石破壊靱性に関しては、各種岩石を対象に、しばしば実験前に水で飽和させた試料を用いた検討がなされてきた。各種岩石のうち、砂岩などの岩石では気中での実験と飽和させた試料との間では大きな強度変化が確認されてきたが、花崗岩に関しては湿潤条件下での実験においても破壊靱性の比較において気中で行った実験との差異は小さいと報告されている。一方で、実験は湿潤環境を模した場合においても気中で行われており、この場合、き裂進展の際にき裂先端に水が供給されていない可能性がある。

本研究では、現位置の環境をより忠実に模擬するため、実験中に岩石試料のき裂先端が常に水あるいは溶液に接触する条件が保たれるよう工夫し、火成岩の代表として花崗岩を、堆積岩の代表として砂岩をそれぞれ選択し、実験を行った。なお、実験の前に岩石試料を水あるいは溶液で飽和させることは行わずに検討を行った。

2. 実験方法

実験装置及び計測システムの概要を図1に示す。

実験に用いた岩石は稲田花崗岩と来待砂岩である。資料は寸法効果等を考慮し、ISRM(国際岩の力学連合会)の規格に従ってシェブロンノッチを入れ、直径60mmの円柱試験片を作成した。ノッチを取り囲む部分に図1に示すようにプラスチックケースを取り付け、周囲をシリコンで固定かつ密封し、き裂先端に水または溶液が常に満たされるように工夫した。き裂先端を含むノッチ内が実験中には水あるいは当該溶液で常に満たされるよう、図1に示すようにタンクを設置し、供給を続けた。

荷重はCOD速度を一定として行った。荷重、変位、CODなどのデータは試験機からコンピュータへ送り、ディスクに保存した。試験片の表面には60度毎に軸方向と平行に幅5～6mm程度の平面を研削し、各面に2個ずつ、合計12個のAEセンサーを取り付けた。AEセンサー（圧電素子型、共振周波数500kHz、200～550kHzで高い利得）からの信号はプリアンプで40dB増幅され、AE解析装置でノイズレベルよりやや高い信号のみをさらに40dB増幅し、AE波形記憶装置に送り、波形全体を保存、さらにコンピュータにデータを送り、ディスクに保存した。

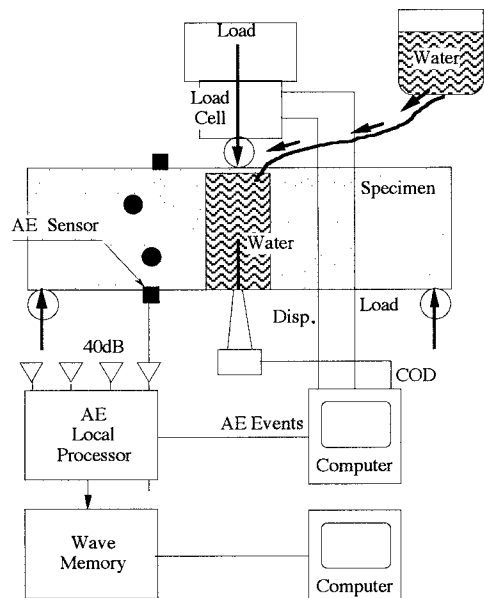


図1 実験装置及び計測システムの概要

3. 結 果

ISRM（国際岩の力学連合会）は、繰り返し荷重による破壊靱性評価法を提案している。これとは別に、AE位置標定結果よりき裂長さを評価し、破壊靱性を評価する方

岩石、AE、破壊靱性、湿潤環境、堆積性軟岩

〒305茨城県つくば市小野川16-3資源環境技術総合研究所安全工学部構造安全研究室

法がある。本報では両方の方法で破壊靱性を求めた。

き裂先端の環境変化に伴う破壊靱性の変化について、ISRM法による結果を図2に、AE法による結果を図3に示す。ISRM法ではき裂先端を水に触れさせた場合、気中に比べて砂岩では4割、影響が出にくいとされてきた花崗岩でも25%程度の低下が見られた。AE法でも花崗岩で20%程度の破壊靱性低下が見られた。

従来、低下が小さいとの報告が多かった花崗岩で破壊靱性低下が見られたのは、本実験ではき裂が進展する際に水が先端部に届いていたためと考えられる。水による強度低下は応力腐食割れのためと考えられる。

両方法で評価値が異なるのは、前者のコンプライアンス評価に誤差があるとの指摘があること、後者のプロセスゾーンを含みき裂長さ評価に誤差が生じていることなどが考えられる。

次に、酸性溶液、アルカリ性溶液下での破壊靱性の変化についても検討を行った。溶液としては1molのNaCl溶液をpH2に調整したもの、同pH12に調整したものの2つを用いた。図2にあわせて結果を示す。砂岩試料では酸・アルカリ共に同様に破壊靱性が低下したものの、花崗岩試料の場合には気中の場合からの強度低下幅は水に比較しても小さい。

酸性溶液で破壊靱性低下が小さい理由は、岩石の表面エネルギーが酸性溶液の場合に大きく、これに支配される破壊応力も大きくなることなどが考えられる。

原位置より採取した堆積性軟岩についても破壊靱性を求めた。地下100m程度の細粒砂岩あるいは泥岩よりなる地層より5本の岩石試料を加工し、ISRM法により破壊靱性を求めた。結果を図4に示す。破壊靱性は0.02~3[MPa m^{1/2}]であり、砂岩や花崗岩に比較すると20~40分の1であった。

4. 結 言

き裂先端に常に水及び溶液が触れるよう工夫し、ISRMの破壊靱性試験に倣い曲げ試験を行なった。岩石試料としては堆積岩から来待砂岩、火成岩から稲田花崗岩を選び、AE発生挙動などについて検討を行なった。その結果、以下が明らかになった。

- (1)き裂先端が常に水に触れる場合において、破壊靱性は気中に比べて砂岩では4割、影響が出にくいとされてきた花崗岩でも25%程度の低下が見られた。
- (2)花崗岩においては酸性溶液では水ほどの破壊靱性低下が見られなかった。
- (3)堆積性軟岩の破壊靱性は花崗岩や砂岩の20~40分の1であった。

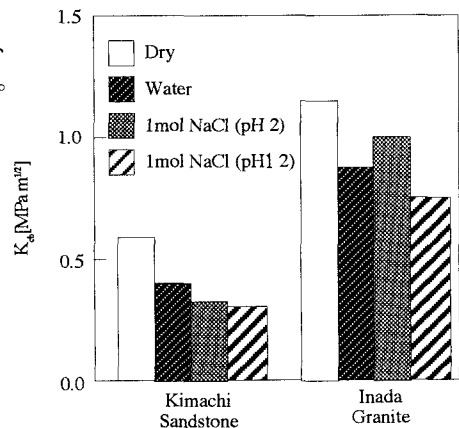


図2 ISRM法による砂岩・花崗岩の破壊靱性

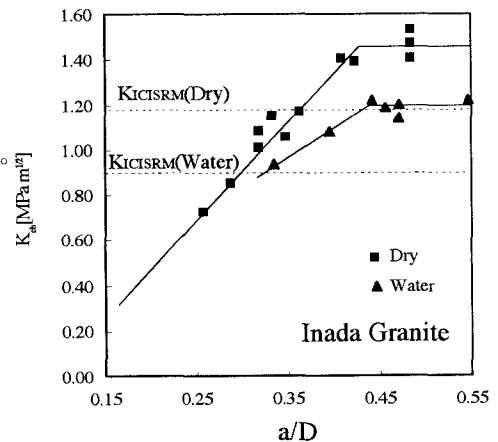


図3 AE法による砂岩・花崗岩の破壊靱性

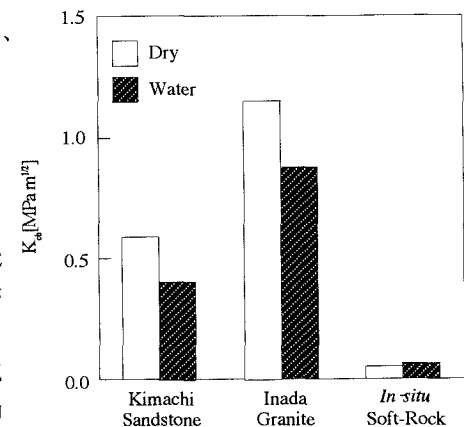


図4 堆積性軟岩の破壊靱性