

極めて高い一般応力下での 岩のA E 特性

九州大学 学生会員○本村 和也

正会員 江崎 哲郎

正会員 木村 強

1. まえがき

岩石の破壊は、クラックの発生、伝播によるものと考えられているが、一般応力载荷中に岩石の内部に発生する微小なクラックを直接観察することはできない。そこで間接的ではあるがクラックが生じるときに放出される弾性エネルギーの一部である弾性波と考えられているA Eを観測して、一般応力状態での岩石の破壊の進行過程とA E特性を比較し検討した。

2. 実験方法

2-1. 実験装置、供試体および载荷速度

本実験装置は一般応力下での三軸圧縮実験が可能な試験機で、圧盤で载荷する方式である。また実験に用いた岩石は、山口県産秋吉大理石および韓国産南源花崗岩である。载荷速度は、静水圧状態で40MPa/min、三軸圧縮状態で最大主応力が25MPa/min（八面体せん断応力速度は17.7MPa/min）とした。そのほか詳細は文献1)を参照のこと。

2-2. A E の計測装置

本実験のA Eの計測には、(株)NF回路設計ブロック製「MAGIC SYSTEM」を用いた。このシステムはユニットの組合せにより、A E カウント、イベント、エネルギー、振幅、位置標定（二次元、三次元）、波形解析などの解析が可能であるが、今回の実験ではA E カウントレート、A E カウント総数、位置標定について着目して計測した。

A E 信号の検出部のA E 変換子は共振周波数1.5MHzのAE-906S型を用いた。A E の変換子は試験装置の载荷圧盤により試験体に直接取り付けることが出来ないため、変位計固定用アームに4つの変換子をほぼ対称の位置に取り付けた。変換子の接着には感熱式の接着剤を用いて空気層の排除に努力し固着した。岩石から発生されたA Eをこの変換子によって電気的信号に変換し、この変換子の出力を利得40dBのプリアンプにより増幅し、さらにローカルプロセッサ内のダイナミックレンジ80dBのLogアンプに導きさらに増幅した。ローカルプロセッサによりイベントのデータを解析させ、パーソナルコンピュータのフロッピーディスクに記録した。パーソナルコンピュータのフロッピーディスクに記録されたA Eの計測結果は、4つのA E 変換子による監視領域内から発生したA Eのデータのみを選別し、応力レベルに対応させるため、A E カウントレート-時間曲線、A E カウント総数-時間曲線をX-Yプロッターで作図させた。

3. 実験結果及び考察

一般応力状態のうち、三軸圧縮状態について述べる。Fig.1は花崗岩について静水圧状態のもとで $\sigma_3=700$ MPaまで载荷し、その後せん断応力成分のみを増加させた場合のA Eの発生を示す。図はシリコングリースを2枚のテフロンシートにはさんだ減摩材を圧盤と供試体の間に挿入しなかった場合と挿入した場合のA Eのカウントレート、カウント総数を示したものである。テフロンシートを用いなかった場合には、試験開始後400秒（ $\sigma_3=25.6$ MPa）まではほとんどA Eは計測されず、その後850秒（ $\sigma_3=550$ MPa）のときに明瞭なピークが現れる。さらに静水圧状態で $\sigma_3=700$ MPaまで载荷（試験開始後1,050秒）の後、平均主応力が一定の条件で八面体せん断応力を増加させるとA Eの発生は少なくなり、破壊に近づいたときに再び急激に増加する。

次にテフロンシートを用いた場合の花崗岩の $\sigma_3=700$ MPaのA E カウントレートおよびカウント総数をみると、A Eは静水圧状態ではほとんど計測されず、試験開始後2400秒後破壊曲面に近づくとき急激にA Eが発生

し始め、破壊状態が進む。このようにテフロンシートの有無による静水圧下でのAEの違いは、供試体の応力状態が異なるためである。すなわち、テフロンシートがないと端面摩擦により応力集中が生じ供試体表面が局部的に塑性流動を起こすからである。Fig.2に、花崗岩の $\sigma_m=300\text{MPa}$ のときのAE計測結果および八面体せん断応力 τ_{oct} —平均主ひずみ ϵ_m 曲線を示す。この条件では、八面体せん断応力が280MPaのときにダイレイタンシー挙動が顕著になり、この付近からAEの発生も多くなる。

Fig.3に、大理石の $\sigma_m=300\text{MPa}$ のときのAE計測結果および八面体せん断応力 τ_{oct} —平均主ひずみ ϵ_m 曲線を示す。ただし大理石の場合には花崗岩に比べてAEが検出されにくいので、しきい値を低く設定して計測を行った。花崗岩では85dB、大理石では55dBとした。大理石では、八面体せん断応力が120MPaのときにコントラクタンシー挙動が明瞭となり、その時にAEが急激に増加している。このように、AEはダイレイタンシー挙動時だけでなくコントラクタンシー挙動時にも発生する。本来これらの挙動は異なった破壊様式に基づいているため、異なったAEが発生していることが予想される。その解明には今後波形解析などによって検討する必要がある。

4. まとめ

- ・AEの発生は、破壊に達する直前に急激に増加する。この最終段階での急激な増加は、ダイレイタンシー、コントラクタンシーの両領域、また花崗岩、大理石に共通に現れる。

- ・花崗岩では静水圧軸上700MPaまでせん断破壊によるAEは発生しないことを確認した。

- ・テフロンシートを用いなかった場合、AEは静水圧下でも生じる。これは摩擦によるもので、端面での応力集中を反映している。

参考文献

1) 松木 洋志ほか：土木学会西部支部講演概要集 (1989)

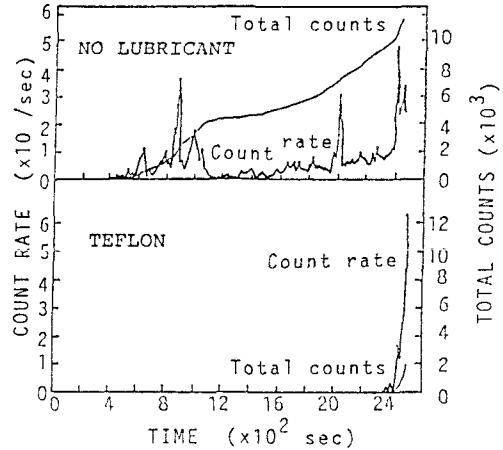


Fig.1 The total counts and count rate of AE against time of granite. Upper: No lubricant. Under: Teflon. $\sigma_m=700\text{MPa}$

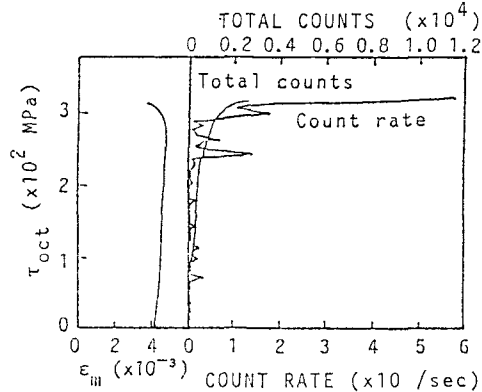


Fig.2 The $\tau_{oct}-\epsilon_m$ curve and AE event of granite under dilatant region. $\sigma_m=300\text{MPa}$

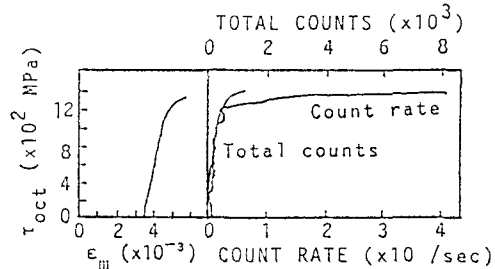


Fig.3 The $\tau_{oct}-\epsilon_m$ curve and AE event of marble under contractant region. $\sigma_m=300\text{MPa}$