

京大 工 正 ○寺田 孝

" 柳谷 俊

" 佐野 修

1. まえがき

岩石試料の変形に伴い内部に *microfracture* が発生すると、その周辺に蓄積されたひずみエネルギーは表面エネルギーと運動エネルギーとに分けて解放される。その際、運動エネルギーは微細な応力波となって放出される。筆者らはこの現象(AEの放出)に注目し、試料の破壊過程の進展状態やクラックの性質に関する情報が得られることを示すに報告した。とくに岩石のクリープ時にはひずみの変化が正確にAEの累積頻度と対応することでもわかった。これまでの研究によれば花崗岩のクリープにおいては横ひずみが縦ひずみ(加圧軸方向)より大きいこととあり、しかもひずみの変化率は縦方向よりも横方向の方が卓越することでもわかっていいる。AEの放出が岩石内部の *microfracture* と対応していることを考えると、岩石におこるクリープは時間依存性の *microfracture* の累積であることがわかる。岩石のクリープ時におけるひずみは多種多様なばりつき、しかも Fig. 1 に示すような *strain-jump* をおこすことがあることから、岩石の粒子サイズの応力場、強度の異方性、および破壊の進行過程の異方性によることが推察される。筆者らは岩石の圧縮過程における多点ひずみ観測を行い、*strain-jump* をおこす過程を詳細に計測したのでここに報告する。

2. 実験方法

岩石試料には北米花崗岩を用い、寸法 $60 \times 60 \times 120$ (mm) で、精度は $\pm 2.5/100$ mm 以内に仕上げたものを用いた。ストレンゲージを Fig. 2 に示すように接着し、各ひずみを精度よく長時間で読むためにデジタルストレンメータを使用した。

載荷には荷重速度一定にサーボコントロールされた島津製高速制御圧縮試験機を使用し、計測は Fig. 3 に示すプログラムのように行った。載荷をダイレクトに設定しなかったのは、クリープ設定にいたるまでの試料のひずみの変化、荷重の増減に伴うヤング率の変化、設定荷重の違いによるトランジェントクリープひずみの変化などを計測することも目的にされたためである。また、ひずみの計測と同時に、4個のピックアップによるAE波の観測を行い、*microfracture* のソースロケーションも行った。

3. 実験結果とその考察

実験結果は Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6 に示すとおりのである。Fig. 4, Fig. 5 は Load-Time-Chart における 39,100 秒でクリープを設定した時の縦ひずみと横ひずみの変化曲線である。図中に 9,300 秒, 31,310 秒におけるひずみ量も書きこんでいる。縦ひずみの変化から試料は曲げをうけずに圧縮されたことがわかるが、横ひずみの伸びはA面が最も大きく、反対側のC面が小さいのは、明らかに微細破壊が異方性をもっていることを示している。9,300 ~ 31,310 秒の間のクリープでは19番(A面右下)の横ひずみが最も顕著に伸びており、主応力方向に平行な引張り破壊がこの領域で卓越していることがわかる。AE波観測による *microfracture* のソースロケーションもこの結果を支持している。31,310 秒のクリープ設定時までにA面右下は局所破壊をおこしている。この結果、破壊域は明らかに上部にも影響を及ぼしA面右上、B面左上に移転し、ひずみ時間曲線上の *strain-jump* (39,500 秒附近) の直前にはA面右上-B面左上領域で急激に破壊したと考えられる。クリープ設定後この領域は最終的な段階に入り、*strain-jump* 時に巨視的破壊が発生し、肉眼でも認められた。この結果因示したような柱が分離し、縦、横のひずみは切断したゲージ以外はすべて緩和した。*strain-jump* はこの巨視的破壊の分離の結果他の領域に応力が分配されたことを示している。その結果、39,130 の領域では横ひずみ

が急速に大きくなって引張り破壊が伸展し、その領域に対応する縦ひずみは微弱ながら緩和し、破壊がその面に集まればよいことがわかる。とくに試料内で巨視的破壊がおこったにもかかわらず、破壊域に見合う応力は他の部分に再分配され、試料全体が急速な崩壊を遂げたのである。

岩石の圧縮過程の非弾性的振舞いは *microfracture* に帰因するが、一軸圧縮においては試料全体の崩壊は主として縦方向のクラックの集積にもとづく圧縮軸方向のたて割れにより分離された柱の構造的に不安定に基づくものと考えられる。

4. おわりに
^{をAE}
 岩石内の *microfracture* の増減によって正確にモニターすることができるとがわかったので振動や発破によって作られる岩盤内の不安定域が拡大するか、応力の再分配によって安全にまわることができるかの予測が可能であることの確信が得られた。

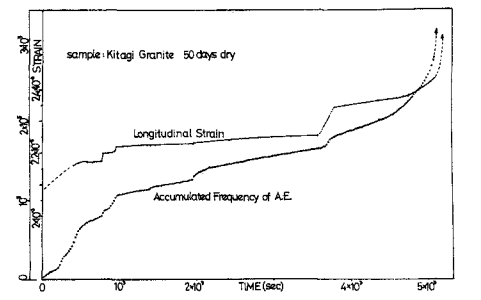


FIG.1

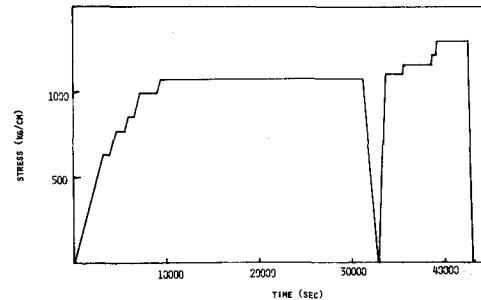


FIG.2

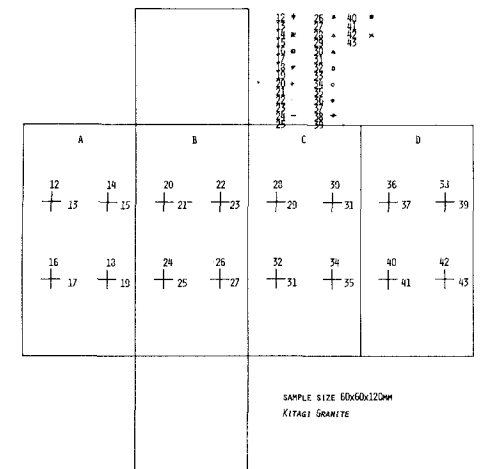


FIG.3

FIG.4

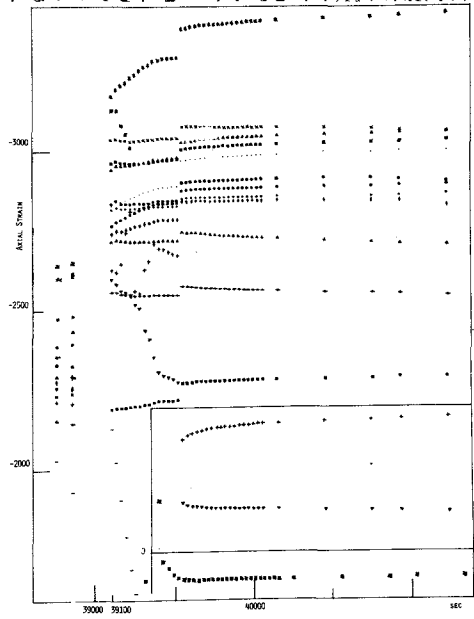


FIG.5

