

京都大学工学部 寺田 孝 (正会員)

柳谷 俊

佐野 修

I はじめに

山はねの発生機構の解明や、岩盤内地下構造物の設計にあたって、岩盤あるいは岩石の変形及び破壊挙動に与える時間効果について知る必要がある。時間効果の顕著な例として、リラクゼーションがあげられる。この現象は従来、最終的には安定状態に至るものと考えられていたが、多数の micro fracture を伴ない遂には試験片全体の破壊に至る特殊な岩石も存在する事が示されている¹⁾。これが class II に分類される岩石²⁾の持つ共通の性質であるならば、リラクゼーションで破壊に至る岩石の種類はかなりの多いと考えられる。今回は花崗閃緑岩のリラクゼーション試験時に得られた変形挙動と A.E. について報告する。

II 測定装置

実験に用いた測定系の概要は Fig. 1 のとおりである。A.E. 用センサーは縦共振周波数 1 MHz のチタン酸ジルコン酸鉛系の圧電振動子である。増幅器の周波数帯域は 100 kHz から 2 MHz で、50 dB 増幅した。また 12 ch. の Pulse Height Analyser を用い、A.E. 波の最大振幅と頻度の関係を求めた。用いた試験片は、花崗閃緑岩の円柱形のもので、(47.5 mm φ × 96 mm, 3ヶ月間デシケーター乾燥) 試験片側面にゲージ長 10 mm のクロス型抵抗線歪ゲージを3枚接着し、デジタル歪計を用いて、歪計測を行なった。また、試験片の軸方向変形は圧板間の変位と差動トランスで計測する事で代用した。

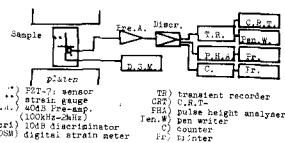


Fig. 1 Apparatus

III 実験結果

Fig. 4 に今回の実験に用いたと同じ花崗閃緑岩の完全な荷重対軸方向変形挙動を示す。この岩石が充分高い荷重を受けた時に岩石内に蓄積された歪エネルギーは、岩石全体が破壊するに充分である事を示している。この事から、岩石とエネルギーの授受を行なわないリラクゼーション試験でも、内部に蓄えられた歪エネルギーを消費しながら micro fracture が発生し続け遂には試験片全体の破壊に至る事が説明される。リラクゼーション試験は歪速度一定 ($3 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$) で載荷し、最大耐荷重の約 85% に達した後、軸方向変形 (圧板間変位) を一定値に固定した。その際得られた試験片の変形挙動を Fig. 2 に示す。A.E. の発生数及び時間はリラクゼーション設定時と 0 として示してある。円周方向歪 ϵ_θ は、最初は急速に増大したが、 $d\epsilon_\theta/dt$ は時間と共に減少し、20000 秒後にはほぼ一定となった。同時に計測された A.E. は体積歪変化と良くその傾向が一致している。このことは、リラクゼーションが内部に発生した micro fracture あるいは cracking と密接に関係している事を示す直接的証拠である。Fig. 2 に示した結果によると、計測された A.E. 一個当りの体積歪増分は 10^{-7} 程度であり、通常の圧縮試験時に得られた値と良く一致する。リラクゼーション開始後 50000 秒経ても、 $d\epsilon_\theta/dt$ に変化が認められなかったので、再度、同じ歪速度で最大耐荷重のほぼ 98% まで荷重を増加させた後、再びリラクゼーション試験を行なった。その結果は Fig. 3 のとおりである。試験片は急速に変形し、5000, 10000, 12000 秒後に顕著な strain jump が認められた。12000 秒後には巨視的なき裂が歪ゲージの周辺に入ったため、歪計測はここで打ち切ったが、A.E. は更に増加し続け、13000 秒を過

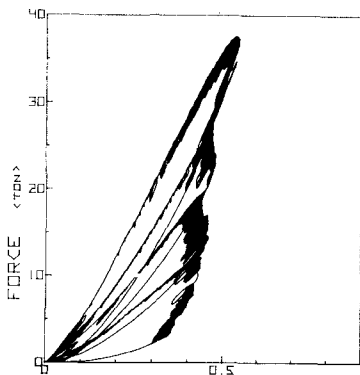


Fig. 4 Complete Load-Deformation Curve of Class II type rock

た時点で、破壊直前の試験片内のクラック進展状況を調べるため試験を打ち切った。A.E.の発生数と体積歪は定性的には一致していたが、定量的にはFig.2で見

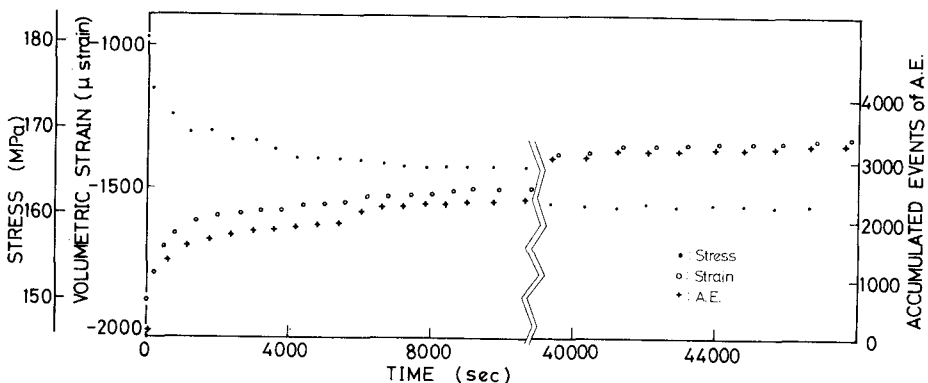


Fig.2 Relaxation behavior (180.5 MPa)

られるような一

致は認められず、その様相は文献1)に見られる場合と全く同様なので、Fig.3では、A.E.の発生数を省略した。これは通常の一軸圧縮試験においても、最大耐荷重の95%を超えるとA.E.の発生数と体積歪の傾向の不一致が認められる事と同様の現象である。原因としては、低応力下では軸方向に平行なクラックの開口あるいは伸張が、他のクラックと独立に起こると考えられるが、

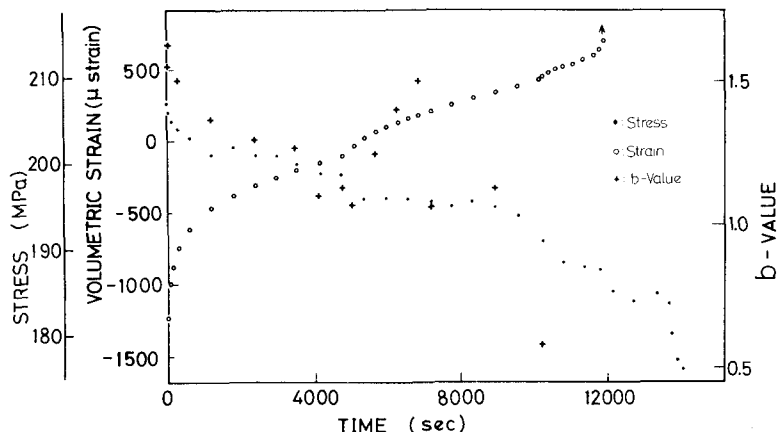


Fig.3 Relaxation behavior (207.5 MPa)

試験片内部のクラック密度が増大すると、クラックの相互作用の確率が高まり、おのれのクラックが必ずしも試験片の体積と同様に増加せよとは限らなくなるのか、あるいは巨視的なき裂の発生により、A.E.の発生源が、比較的低い応力状態の場合と異なり、た機構のものに変わることによるものか、あるいはまた巨視的なき裂の発生により、歪の計測結果が試験片全体の变形と代表しえなくなることによるか、これらの複合された結果であろう。A.E.の規模別頻度分布の一つの指標であるb-値は、6000~7000秒で見られた。異常に高い値を除けば、破壊の進行に伴ない、減少し続けた。この事はb-値がクラックの相互作用の確率、すなわちクラック密度と関係があることを示すものと考えられる。

IV おわりに

ある種の岩石は、内部に大きな歪エネルギーを蓄積することができ、そのエネルギーが充分高い場合、岩石との間にエネルギーの授受がなくても岩石は崩壊する。リラクゼーション試験時に見られる変形挙動は microfracture あるいは cracking と密接に関係している。

V 参考文献

- 1) 寺田 他, 第5回岩の力学シンポジウム講演集, pp.61~66, 1977
- 2) Wawersik et al, Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geophys. Abstr., pp.561~575, 1970
- 3) 佐野 他, 日本鉱業協会昭和54年春季大会講演要旨集, pp.265~6, 1977