

Ⅲ-18 繰り返し载荷による 損傷確率パラメーターの実験的研究

日本大学大学院 学生員 ○武井 孝
日本大学工学部 正 員 田野 久貴
" " 渡辺 英彦

1. はじめに

岩石の微視的な内部破壊に関する観察は重要である。一方、岩石の大きな特徴のひとつは、その微視構造にばらつきの多いことである。このような岩石の挙動をある程度平均化して、材料の巨視的挙動を表現するために損傷確率関数が提案されている。¹⁾

これは一軸圧縮下での応力-ひずみ曲線では二つのパラメーター、 m 、 ξ をもつ損傷確率関数が適用できることが報告されている。本研究では一軸圧縮下における岩石を繰り返し载荷することによる、ひずみ（応力）履歴がこれらのパラメーターにどのような影響を及ぼすかを実験的に検討したものである。

2. 試料

本実験での供試体は、福島県白河産の石英安山岩質熔結凝灰岩（白河石）と福島県耶麻郡産の緑色凝灰岩（荻野石）の2種類を用い、ともに絶乾状態にしたものを直径5.00cm、高さ10.00cmの円柱供試体整形し端面平行度は $\pm 1/20$ mm以内のものを使用した。

3. 実験方法

ひずみ制御可能な一軸圧縮試験機を用い、白河石、荻野石について、ひずみ速度0.1%/分、ひずみ増分も0.1%で载荷・除荷をほぼ10～11回繰り返す繰り返し载荷を行い、ピーク強度が低下し繰り返しが不可能となるひずみレベルまでの応力とひずみを測定した。さらに白河石においてはひずみ速度をさらに検討するために、0.05%/分も測定した。

4. 損傷確率関数の計算方法

応力とひずみの関係から損傷確率関数 $F(x)$ は次式によって示される。

$$F(x) = 1 - \frac{\lambda_0}{\lambda(x)} \quad (1)$$

λ_0 : 初期のコンプライアンス
 $\lambda(x)$: 内部破壊が生じた時の割線コンプライアンス

なお、Weibull分布 $F(x)$ は次式で示されます。

$$F(x) = 1 - \exp[-(x/\xi)^m] \quad (2)$$

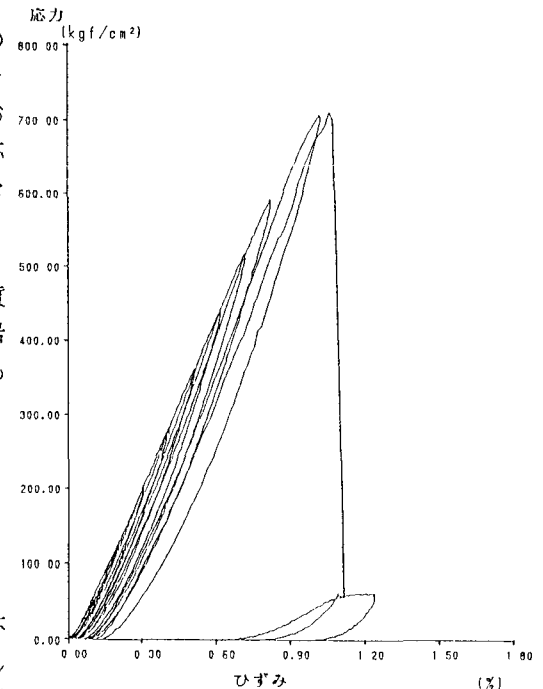


図-1 応力-ひずみ曲線
荻野石（载荷速度0.1%/分）

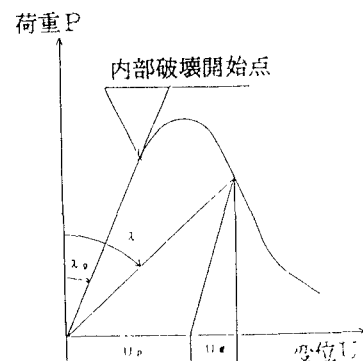


図-2 内部損傷によるコンプライアンスの変化

m: 形状のパラメーター

ε: 尺度のパラメーター

5. 実験結果および考察

応力-ひずみ曲線で、白河石は繰り返しをかけたおよそ1回目～5回目、荻野石は同様に1回目～7回目までは損傷確率関数は求めることができなかった。これはひずみが小さいときには非線形状態にならないからと考えられる。

図-4にmの平均値を縦軸、繰り返し回数を横軸としたグラフを最小自乗法により直線で表し検討を行った。

白河石ではくり返し回数が増加するとmが増加傾向にあるに対し荻野石は急な減少傾向にある。また、mの数値を比べると、荻野石の方が大きく損傷確率が小さいことがわかる。

次にεと繰り返し载荷の関係を図-5に示しそれぞれ比較すると、白河石・荻野石ともに繰り返し回数が増すにつれεが増加傾向にありピーク強度で最大となり、ピーク後は減少傾向にある。

また载荷速度での比較をしてみると、载荷速度の遅い方が繰り返しの初期にはmの値が大きくくり返し回数が増加すると载荷速度の速い方に接近する傾向にある。これは、载荷速度の遅い方がくり返し回数の小さい段階で破壊がはやく進むためと考えられる。

6. まとめ

- (1) 各岩種ともに繰り返し回数の少ない段階では応力-ひずみ曲線がほぼ線形である。
- (2) ひずみ速度が同じ場合は繰り返し回数が進むにつれmが荻野石では減少し白河石では増加する傾向にある。
- (3) ひずみ速度が小さい(0.05%/分)時mは繰り返し初期の段階で大きくなり、やがて減少へと向かう傾向にある。
- (4) 各岩種ともεはピークまで増加しピーク以後減少する傾向にある。

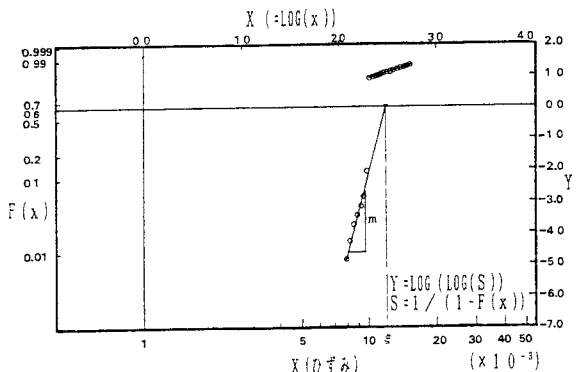


図-3 損傷確率分布の例

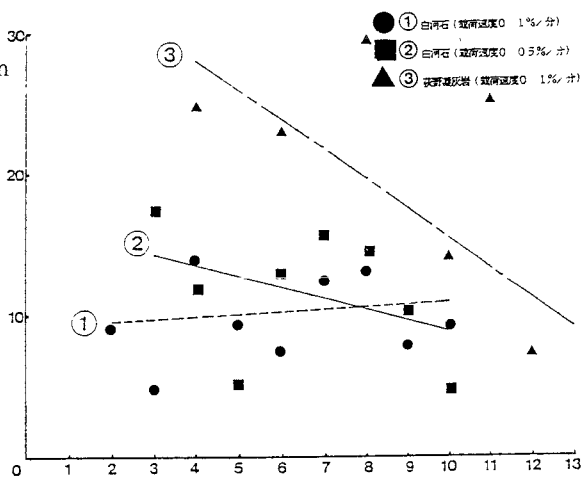


図-4 mの最小自乗法による回帰直線 繰り返し回数

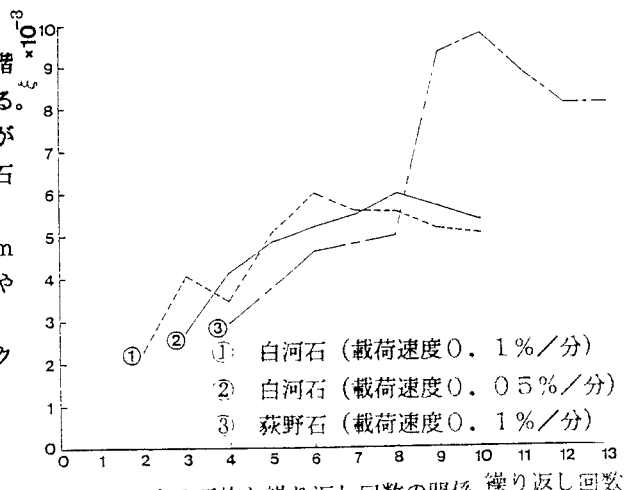


図-5 εの平均と繰り返し回数の関係 繰り返し回数

参考文献 1) 田野 久貴・佐武 正雄: 損傷確率による岩石の強度と変形の解析、土木学会論文集 No. 418/III-3, pp211~220, 1990