

III-16 白河石の三軸下における 損傷確率パラメーターについて

日本大学大学院 学生員 ○中村 寛
 日本大学工学部 正 員 田野 久貴
 " " 赤津 武男

1. はじめに

不均質な微視構造をもつ岩石の力学挙動を予測することは岩盤力学の基礎的な事項として重要である。このような観点から逐次破壊を表現する方法として損傷確率関数をすでに提案し、実験結果を報告している。これは、一軸応力状態下の結果であったが、本文では三軸圧縮下での結果を報告するものである。

2. 試料および実験方法

2.1 試料

実験に用いた岩石試料は、福島県白河市から採取した白河石（熔結凝灰岩）を用いた。岩石の異方性を考慮して堆積面に垂直方向にコアを採取した。試料の寸法、形状は直径5.00cm、高さ10.00cmの円柱供試体にし、端面の平行度は、 $\pm 1/30\text{mm}$ 以内に仕上げた。

2.2 実験方法

今回の実験は、ひずみ制御可能な高压三軸圧縮試験装置を用いた。また、ピーク以降の軸応力がほぼ一定状態となるまで荷荷した。ひずみ速度は、 $0.10\text{ \%}/\text{min}$ とし、側圧は25、50、75、 $100\text{ kgf}/\text{cm}^2$ の4種類を行った。

3. 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 $F(x)$ は次式によって計算¹⁾される。

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

λ : 初期のコンプライアンス

λ_0 : 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 $F(x)$ は次式で示される。

$$F(x) = 1 - \exp \{ -1 (x/\xi)^m \} \quad \text{--- (2)}$$

m : 形状のパラメーター

ξ : 尺度のパラメーター

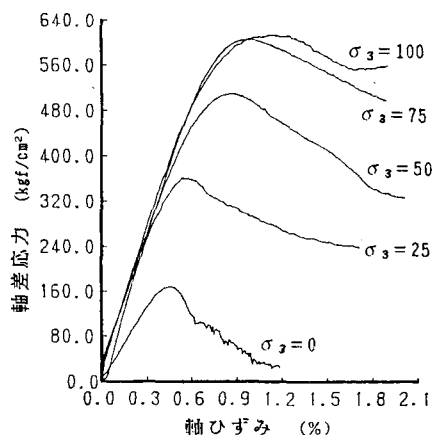


図-1 軸差応力-ひずみ曲線

4. 実験結果および考察

図-1 には、軸差応力-ひずみ曲線の結果をまとめて示す。これより側圧の増加に伴ってピーク応力や残留強度の増加が認められる。図-2 は式 (1) より求めた $F(x)$ を Weibull 確率紙にプロットした例 ($\sigma_3 = 25\text{ kgf}/\text{cm}^2$) である。同図より、これらの点は先の報告¹⁾と同様に2本の直線ではほぼ近似されることがわかる。これより図の左側の直線から第1関数 $F(1)$ および第2関数 $F(2)$ と呼ぶことにする。Weibull パラメータ (m, ξ) の m はこれらの直線の勾配より、また ξ は $Y=0$ の軸との交点 x 座標値より得られる。このようにして得られた Weibull パラメータとともに側圧 σ_3 と m 、 σ_3 と ξ の関係を図-3 と図-4 に示す。この図から第1関数のパラメータに注目すると、側圧の増加に伴い m_1 は減少し、 ξ_1 は増加する傾向にある。

次に第2関数のパラメータでは、 m_2 はほぼ一定であるが、 ξ_2 は増加する傾向にある。これは、 m が一定の場合、 ξ は分布の中心に比例する量であるから、ひずみ軟化から硬化への変化は、第2関数の勾配を一定としたまま、第1関数が高ひずみレベル側へ移動することを意味している。以下の結果を表-1に示す。

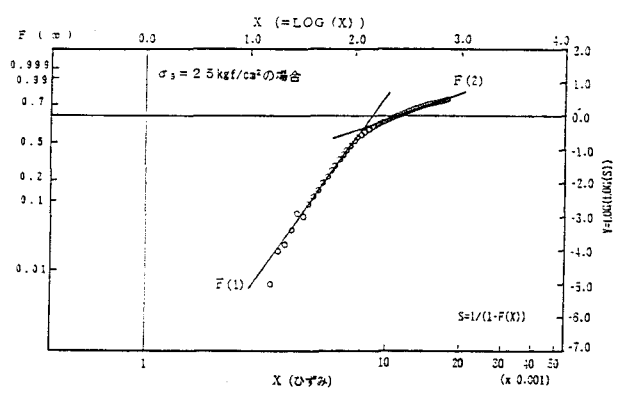


図-2 応力-ひずみ曲線(図-1)による損傷確率分布

表-1 損傷確率関数による解析結果

岩石名		白河石(輝緑凝灰岩)				
側圧(kgf/cm²)		0	2.5	5.0	7.5	10.0
ピーク強度(kgf/cm²)		169.1	360.6	510.1	605.6	614.0
ピークひずみ(%)		0.478	0.624	0.936	1.008	1.200
弾性係数(×10⁻⁴kgf/cm²)		4.421	7.303	7.584	8.691	8.184
第1関数	m_1	5.28	4.40	3.62	3.33	2.80
関数	ξ_1 (%10.001)	6.29	8.60	12.44	13.33	15.12
第2関数	m_2	1.99	1.13	1.67	1.61	1.45
関数	ξ_2 (%10.001)	8.71	10.54	14.86	16.64	18.05
変位	X (%10.001)	6.05	8.02	10.68	10.84	12.50

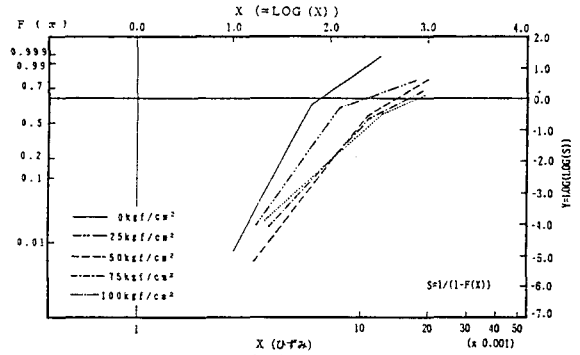


図-3 各側圧の複合損傷確率分布

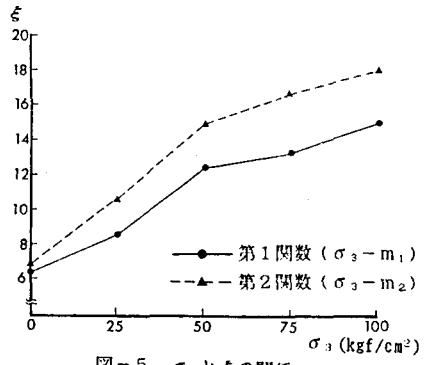


図-5 σ_3 と ξ の関係

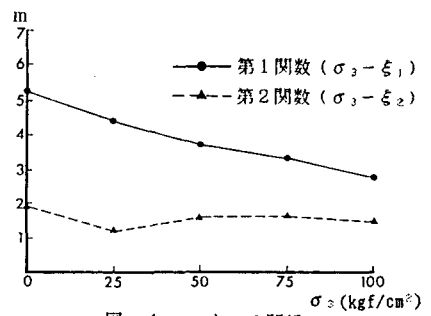


図-4 σ_3 と m の関係

5. まとめ

- 今回の実験結果は次のようにまとめられる。
- (1) 拘束圧下においても複合分布を示す。
 - (2) 第1関数 $F(1)$ の m_1 は拘束圧に伴って減少するが第2関数 $F(2)$ の m_2 はほとんど変化しない。
 - (3) 拘束圧を増加させると複合分布全体は高ひずみ域へ移動(ξ が増加)する。

<参考文献>

1) 田野久貴・佐武正雄：損傷確率関数による岩石の強度と変形の解析，土木学会論文集No.418/Ⅲ-13, pp 211～220, 1990