

電力中央研究所 (正) 西 好一 江利靖行
東電設計 (株) (正) 宇野靖彦

1. まえがき

軟岩の破壊規準に関しては幾つかの研究がみられ、最近では有効応力の観測から軸差応力と有効平均応力を座標軸とする両対数紙上で過圧密および正規圧密領域のそれぞれに対し、最大強度と残留強度に関して直線近似できるという報告がみられる。¹⁾²⁾ ここで対象とした泥岩(一軸圧縮強度 $\approx 30 \text{ kgf/cm}^2$, 圧密降伏応力 $\approx 30 \text{ kgf/cm}^2$, 完全飽和状態)にも図-1に示すように同様の傾向がみられるが、ここでは応力に着目した破壊論議を外れ、ひずみ量に着目した各種載荷条件(三軸圧縮試験、三軸圧縮クリープ試験、振動三軸試験)下での破壊について述べることにする。

2. 実験概要

用いた試料は、新オセ紀鮮新世に属する泥岩であり、その物理諸量等については既に述べてある。³⁾ 実験装置については文献4)を参照されたい。以下に述べる試験はすべて圧密非排水条件下で得られたものである。

3. 実験結果

図-2および3には、 $10\%/min$ および $10^{-3}\%/min$ のひずみ速度下で得られた応力-ひずみ曲線($\sigma_3 \approx 60 \text{ kgf/cm}^2$)を、一方図-4には $\sigma_3 = 6 \text{ kgf/cm}^2$ でのクリープ試験結果を軸ひずみと時間の関係として示したものである。図-2,3をみると $\sigma_3 \leq 10 \text{ kgf/cm}^2$ の拘束圧下では最大強度発揮時の軸ひずみ量は拘束圧の大きさに関わらずば一定の値を示していることが判る。また、クリープ試験結果においても作用軸差応力の大きさに関わらず同様のひずみ量に達した後、加速クリープ状態に入っていることが明らかである。図-5は、 $\sigma_3 = 6 \text{ kgf/cm}^2$, 初期軸差応力 18 kgf/cm^2 の初期応力条件下で、振動載荷試験(周波数 0.5 Hz)を行った時に

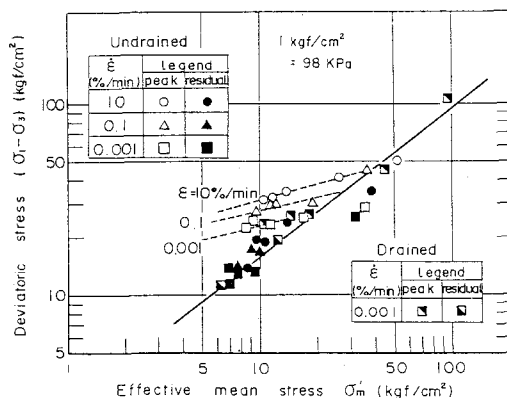


図-1 最大強度と残留強度の両対数表示

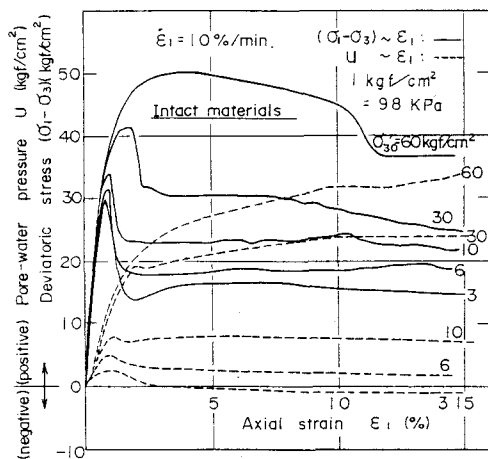


図-2 応力-ひずみ曲線 ($\dot{\epsilon} = 10\%/min.$)

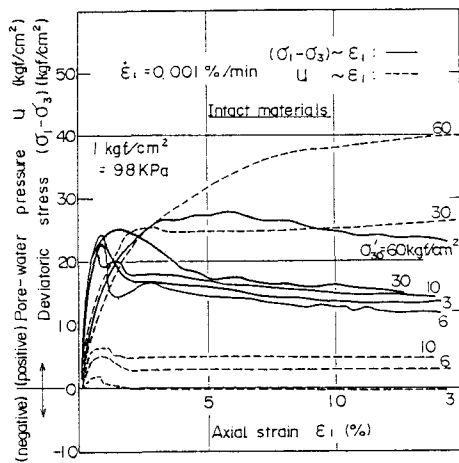


図-3 応力-ひずみ曲線 ($\dot{\epsilon} = 10^{-3}\%/min.$)

得られた試験結果の一例を示したものである。図によればクリープ試験結果と同様にくり返し回数が増大とともにひずみは徐々に累積していくが、あるひずみ量に到達するとその後のくり返しに伴うひずみの発生量は極めて大きなものになることが知られる。

4. 各種載荷条件下での破壊ひずみ

以上の実験結果をまとめると、圧縮降伏応力以下の拘束圧下では最大強度発揮時のひずみレベルはほぼ等しいこと、クリープ試験では定常クリープ終了後のひずみ量は作用軸差応力の大きさに関わらずほぼ等しいこと、および振動三軸試験においてはくり返し回数が増大と共にひずみは徐々に累積するが、あるひずみ量に到達すると急激に破壊状態へ移行すること、が指摘できる。

したがって、応力のみならず泥岩の破壊は発生するひずみ量とも関連性のあることが推察できる。この点に着目し、図-6を準備した。この図は、三軸圧縮試験においては最大強度発揮時までの軸ひずみと最大強度の関係を、クリープ試験においては破壊が生じた場合の加速クリープ開始時までの軸ひずみと作用軸差応力の関係を、また振動載荷試験においてはくり返し載荷により急激にひずみが発生した時までの軸ひずみと初期軸差応力の関係を示したものである。この図によれば各試験での破壊ひずみには多少のバラツキがみられ、破線で示した0.6~1.0%の範囲内にデータがプロットされていることが判る。しかし、このバラツキは同種の試験においてもこの程度の範囲内で表われており、試験の種類によるものではないものと判断できる。したがって、破壊ひずみは各試験での荷重条件によらずほぼ同一の値を示すものと言える。なお図に示した破壊ひずみの平均値は約0.8%である。

以上に示した破壊ひずみの一義性は、圧縮降伏応力以下の拘束圧に限定すれば拘束圧の大小に関わらず成立するものであるが、工學上向題視される拘束圧範囲を勘案すれば、荷重の載荷条件を問わず成立する基本的力学特性の一つとして重要な意味を有することは明らかである。

“参考文献”

- 1)足立・小川(1980)：土木学会論文報告集No.295
- 2)吉中・山辺(1980)：Soils & Found. Vol.20, No.4
- 3)西他(1983)：第8回土質工學研究発表会。
- 4)西他(1983)：ISRM, 5th Congress.
- 5)西他(1982)：電力中央研究所研究報告 No.

3820/3.

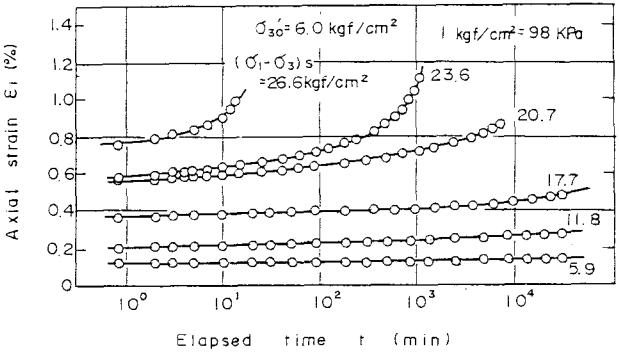


図-4 クリープ試験時の軸ひずみ-経過時間関係

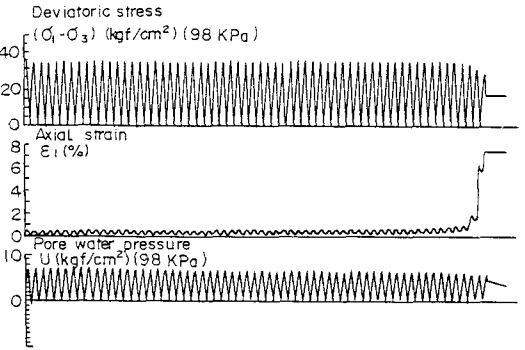


図-5 振動三軸圧縮試験結果の一例

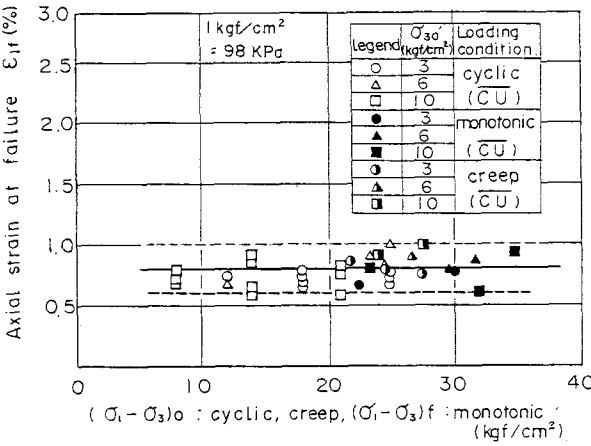


図-6 各種載荷条件下での破壊時ひずみ