

軟岩の非線形クリープ特性とレオロジーモデルの適用

豊田高寿 (正) 赤木知え

1. まえがき

軟岩の力学特性は、一般に、定載荷速度試験あるいは定ひずみ速度試験によって調べられ、それらの結果から材料の構成モデルを考へることが多い。しかし、定応力試験すなわちクリープ特性も岩の重要な一特性であり、特に、応力-ひずみ関係の時間依存特性を研究しようとするときは、この方面からのアプローチが有効な手段となりうる。

普通、クリープ試験ではひずみの経時変化がじっくりと観測されることになるので、それらの結果はきわめてセンシティブなものである。一方、それだけ実験誤差も増大され、わずかな試料の不均一性の影響が大きく現われる。したがって、結果の解析は困難になるが、それだけ得られる力学モデルの繊細さも増すと考えられる。

本研究では、凝灰岩のクリープ試験結果^(1,2)に基づいてレオロジーモデルを提案し、そのモデルに対する数値実験によって定載荷速度試験に対する特性および定ひずみ速度試験に対する特性を調べ、モデルの適用性を評価しようとするものである。

2. 一軸圧縮クリープ試験結果

図-1は各種応力に対するクリープひずみを対数時間にプロットしている。 σ_s は一軸圧縮強度である。それぞれのクリープ曲線は、別個の試料について得られたものであるが珍しく系統的な結果を示している。

これらの実験データに対してスペクトル解析が適用され、種々の解析図が得られている²⁾。図-2は0.2 σ_s に対する各クリープ曲線の比を取ったものである。図から、非線形クリープ

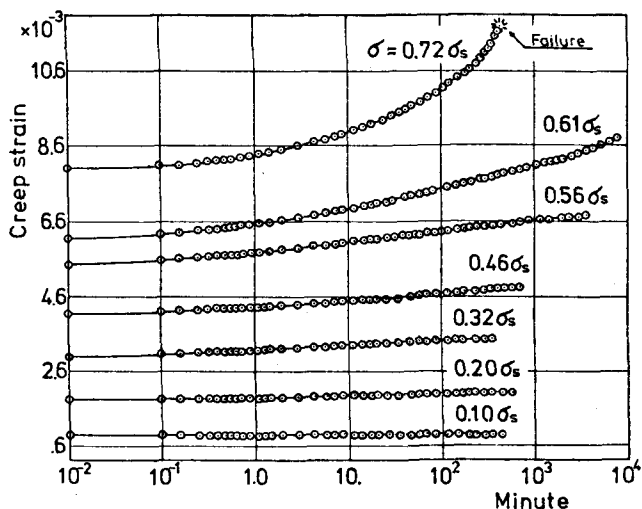


図-1 凝灰岩の一軸圧縮クリープ曲線

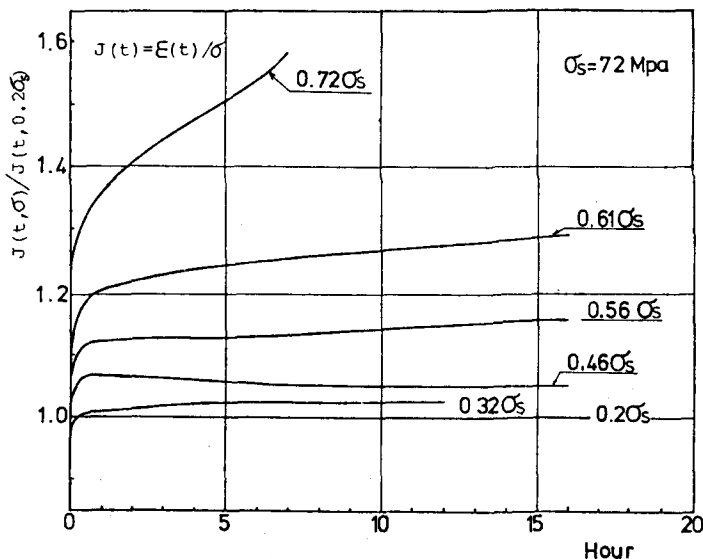


図-2 各クリープ曲線の非線形度

は低応力から現われ、かつ高応力では経時的にもその非線形性を漸増させているのがわかる。

3. 非線形レオロジーモデルとその特性

非線形ひずみの経時的増加を材料の降伏による塑性ひずみの増加と考えれば、それら降伏は応力のみならず時間にも依存して起こる。クリープひずみは時間に依存して増すから、そのような特性は、ひずみ依存型降伏基準を導入して処理できる。さらに経時的に増大する降伏塑性ひずみ量は、それらが時間に依存することを考慮して、一般化レオロジーモデルの要素数の増加として評価できる。

しかし、実際のモデル化にあたっては、決定すべきモデル定数の数を減らすために5要素に限定し、降伏後の特性をモデル定数の変化特性として処理することを考える。以上の結果から図-3に示すモデルが組み立てられた。降伏は3要素モデルに貯えられるせん断弾性エネルギーで基準化し、降伏後は5要素モデルに変化する。

まず、降伏後の要素定数が応力に依存しない場合についてのモデルの特性を、数値実験によって調べたのが図-4、図-5である。たとえば、図-5ではひずみ速度が大きくなるにつれピーク応力は上昇し、かつ降伏後の軟化現象も示している。その後また応力が回復しているのは、後述の降伏を考慮しないことによる。図-6はこのモデルによるクリープ曲線を、降伏前と降伏後について計算した例である。

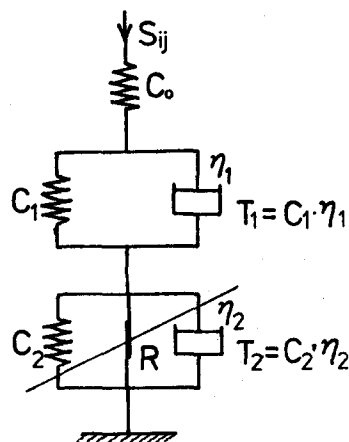


図-3 非線形レオロジーモデル

4. あとがき

いまだ実際の時間依存挙動を繊細に表わすまでに行っていないが、今後さらに実

験結果を詳細に分析し、モデル定数の非

線形特性を調べてモデルの改良を進めなければならぬ。

参考文献

- 1). 赤木：材料，No. 336
1981年，pp. 898~904
- 2). 赤木：オレフィ岩盤力学
シンポジウム，1983年

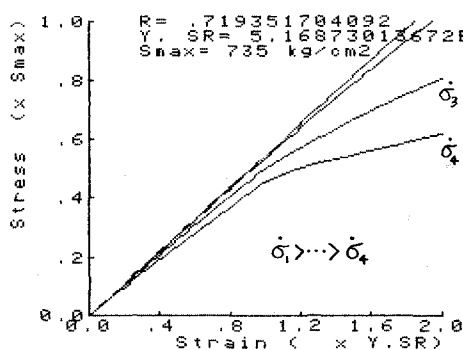


図-4. モデルに対する定荷速度試験

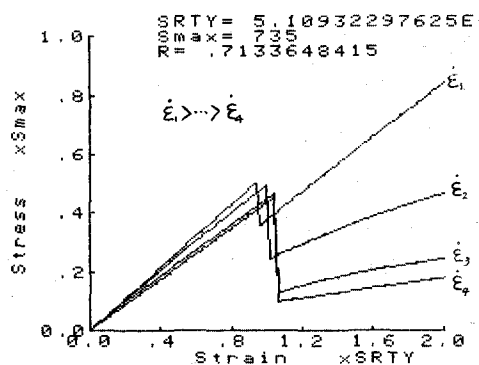


図-5. 定ひずみ速度試験

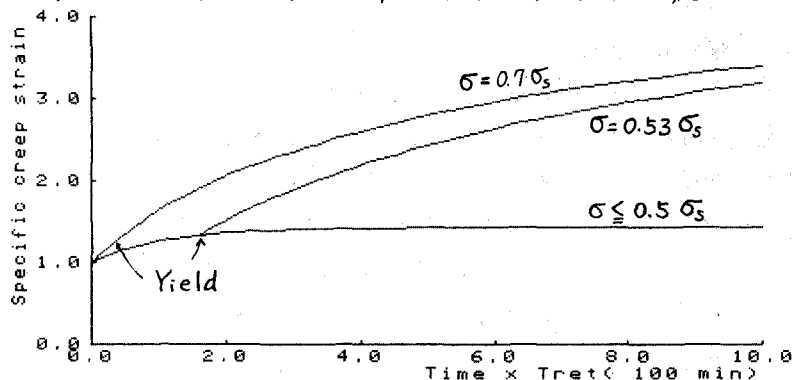


図-6 非線形レオロジーモデルのクリープ曲線