

京都大学工学部 正 員 足立紀尚
 大成建設(株) 正 員 小池真史
 京都大学大学院 学生員○福井英大

1. はじめに

軟岩は、ひずみ軟化現象、時間依存性挙動の卓越した材料であるから、軟岩を対象とする構造物においては両者を考慮し、変形特性を把握する必要がある。

時間依存性挙動とは、材料に外力が作用したときの応答に時間的な影響が生じることをいい、ひずみ速さ効果、クリープ、応力緩和などが挙げられる。これらの現象は、その材料固有の時間依存特性に基づくものと考えられる。そこで本研究では堆積軟岩である田下石を用いて行った非排水条件下における定ひずみ速さ三軸圧縮試験、クリープ試験の結果に対し、赤井らの飽和粘土に対する応力-ひずみ-時間関係の概念の軟岩への適用性を検討する。

2. 応力-ひずみ-時間関係の概念

赤井らは飽和粘土に対する定ひずみ速さ三軸圧縮試験、応力緩和試験の結果を踏まえ、応力-ひずみ-時間空間には材料固有の状態面が存在し、材料の動的挙動は状態面を外的条件により移動する現象で、動的強度は状態面から一義的に決定されることを見いだした。そこでこの概念の軟岩への適用性を試験結果を用いて検討した。Fig.1に状態面の模式図を示す。

3. 適用性の検討

(1) 定ひずみ速さ三軸圧縮試験とクリープ試験の比較

Fig.2に軸差応力一定の面と状態面との関係の模式図を示す。先の概念ではクリープ試験のひずみ-時間関係と定ひずみ速さ三軸圧縮試験でクリープ試験の応力が生じている状態は等しいと考えている。軟岩に対してもこの関係が成り立つかを実験結果を用いて検討した。

Fig.3にクリープ破壊時間が長い場合の検討結果を示す。多少のばらつきがあるものの、クリープ破壊曲線付近に定ひずみ速さ試験の実験値が分布している。しかし、Fig.4に示すようなクリープ破壊時間が短い場合では曲線と実験値が大きく離れている。このことはFig.5に示すように定ひずみ速さ三軸圧縮試験から求まる状態面とクリープ試験から求まる状態面が異なるということを意味する。

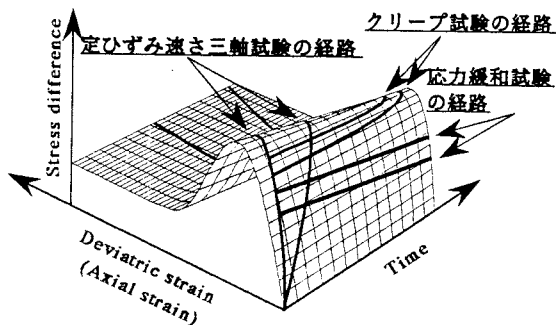


Fig.1 応力-ひずみ-時間状態面の模式図

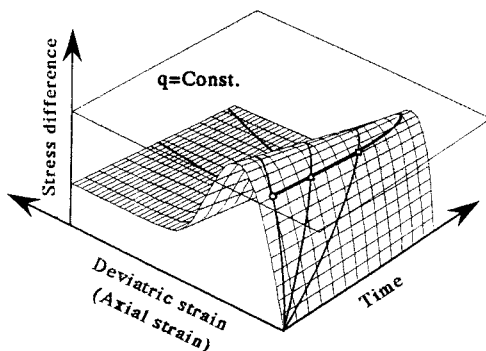


Fig.2 軸差応力一定面と状態面

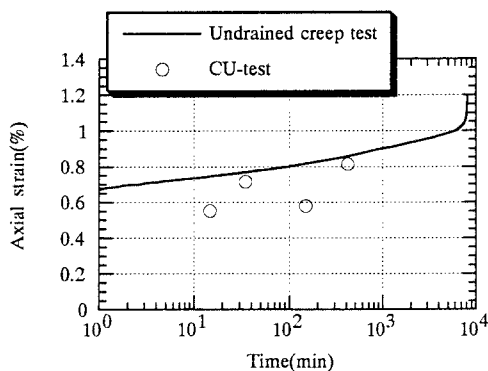


Fig.3 クリープ破壊時間が長い場合
 $q=95.180\text{kgf/cm}^2$

(2)仮定の検討

状態面の違いの原因としては、先の概念における“同一ひずみ、同一時間であれば、経路に関わらず応力は等しい”という仮定、特に“経路に関わらず応力は等しい”ということの是非が考えられる。そこで、経路依存性を応力の時間的履歴(応力-時間関係)及びエネルギー(応力-ひずみ関係)を用いて表現し、概念の拡張を図った。

Fig.6に応力の時間的履歴、エネルギーに関する仮定の模式図を示す。図から分かるように定ひずみ速さ三軸圧縮試験の経路とクリープ試験の経路とは応力の時間的履歴、エネルギー共に異なる。このことから軟岩の動的強度は応力の時間的履歴、エネルギーの影響を受けると考えられる。

4. 結論

応力-ひずみ-時間関係の概念はクリープ破壊時間が長い場合には軟岩に対しても適用できるが、短い場合には適用できないことが分かった。したがって、軟岩の時間依存性挙動の統一的な説明には応力の時間的履歴、エネルギーの影響も考慮できる状態面が必要である。

参考文献

- 1) 赤井浩一ら：飽和粘土の応力-ひずみ-時間関係、土木学会論文報告集、第225号、pp.53-61、1974。

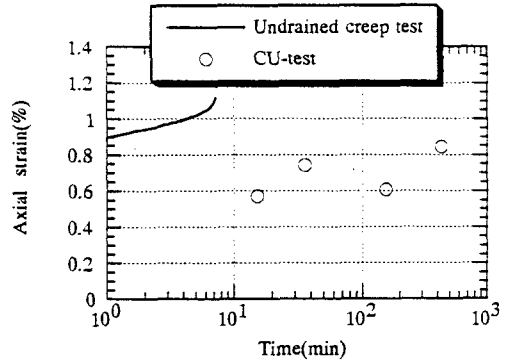


Fig.4 クリープ破壊時間が短い場合 $q=97.507\text{kgf/cm}^2$

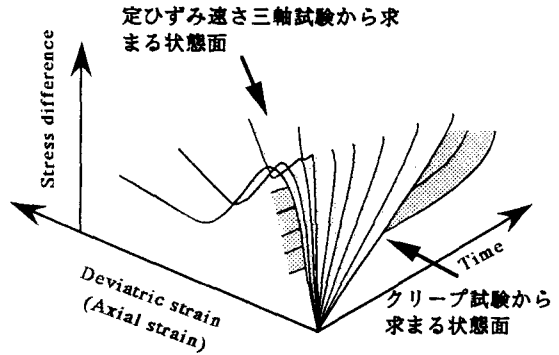
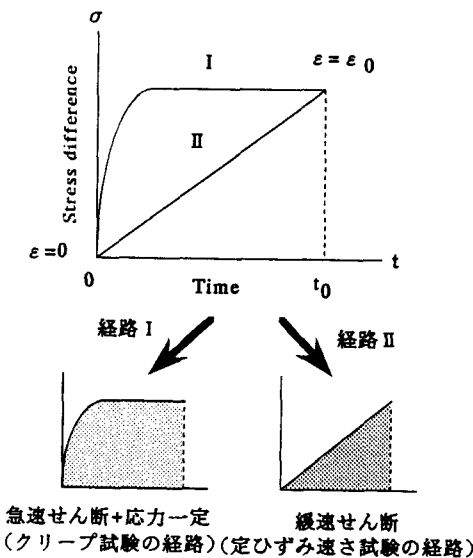


Fig.5 状態面の違い

(a) 応力の時間的履歴に関する検証



(b) エネルギーに関する検証

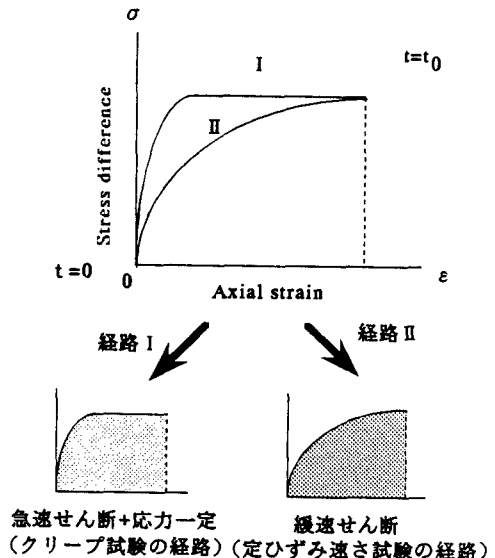


Fig.6 仮定の模式図