

III-337

泥岩の残留強度に関する一考察

東海大学大学院 学生員 ○ 廖 紅建
東海大学 正会員 赤石 勝
東海大学 正会員 林 正夫

1. まえがき

定ひずみ速度のせん断試験において観察される泥岩の残留強度の大きさは、破壊後の粘塑性変形と定ひずみ速度の平衡によると考えられる。この報告は、泥岩の残留強度を応力～ひずみ関係の時間依存性の観点から検討したものである。

2. 試料及び実験方法

実験に用いた試料は石川県で採取した泥岩であり、試料の物理的性質は Table 2.1に示す通りである。泥岩試料の応力～ひずみ～時間関係を調べるため、ひずみ制御 ($\dot{\epsilon}_a=0.175\%/min$)と軸力の载荷時間を変化させた荷重制御による三軸CU試験を実施した。また、ひずみ軟化後の変形挙動を調べるため、ひずみ制御の圧縮試験の途中でひずみの増加を停止し、応力緩和後再び圧縮を開始した三軸試験も実施した。

Table 2.1 Physical properties of mudstones

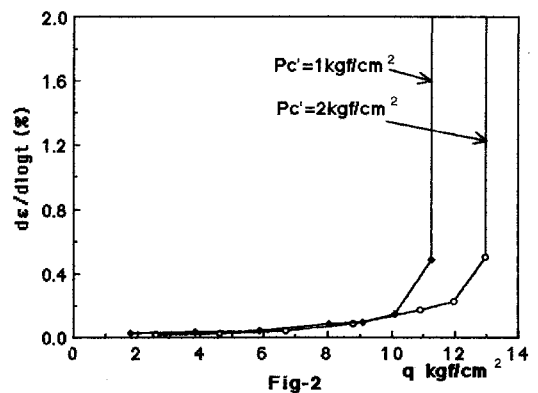
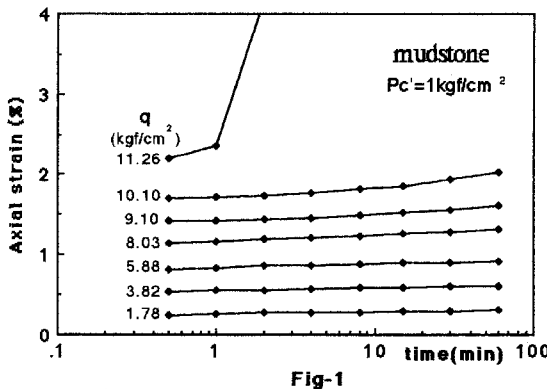
Sample	Gs	Wn(%)	WL(%)	Wp(%)	e
mudstone	2.183	119.6	172.7	94.7	2.628

3. 実験結果と考察

Fig.~1は、60分間隔で载荷した三軸CU試験における軸ひずみの経時変化を示している。時間の対数に比例した軸ひずみの増加が観察される。偏差応力 q と軸ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_a(=d\epsilon/d\log t)$ の関係を示したのがFig.~2である。偏差応力 q の増加とともに軸ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_a$ も増加するが、破壊近くでの増加が著しい。

偏差応力 q と軸ひずみ ϵ_a の関係を示したのがFig.~3である。Fig.~3中には、ひずみ制御の三軸CUの結果も記入してある。ひずみ制御では、応力制御では見い出せない残留強度 $q_r(\epsilon_a=15\%$ の偏差応力とした)が測定されている。残留強度の大きさと最大偏差応力 q_{max} との比を残留強度比 $Rs(=q_r/q_{max})$ として表わし、等方圧密圧力 P_c' との関係を調べたのがFig.~4である。Fig.~4から明らかなように本報告で用いた泥岩試料の残留強度比 Rs は、等方圧密圧力 P_c' によらず7割前後でほぼ一定である。

Fig.~5は、ひずみ制御の圧縮試験の途中でひずみの増加を停止し、応力緩和後再び圧縮を開始した場合の偏差応力～軸ひずみ関係である。応力緩和後の再圧縮時に示される偏差応力～軸ひずみ曲線の勾配は、破壊



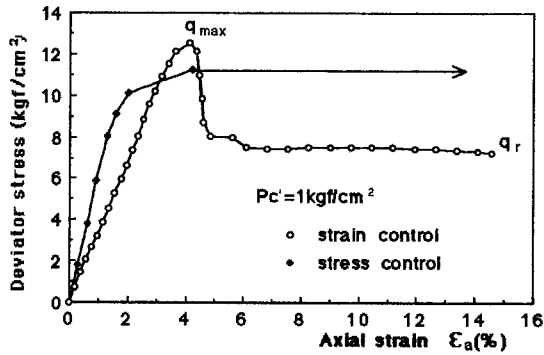


Fig-3

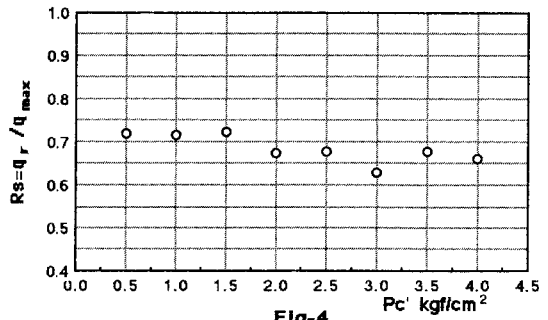


Fig-4

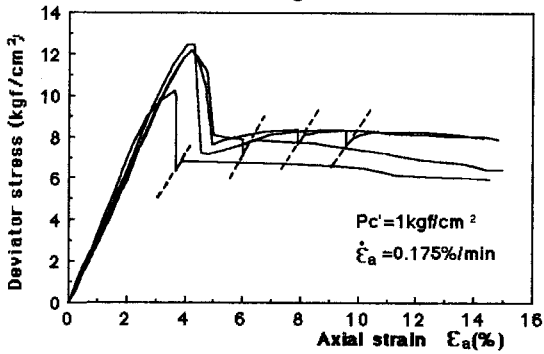


Fig-5

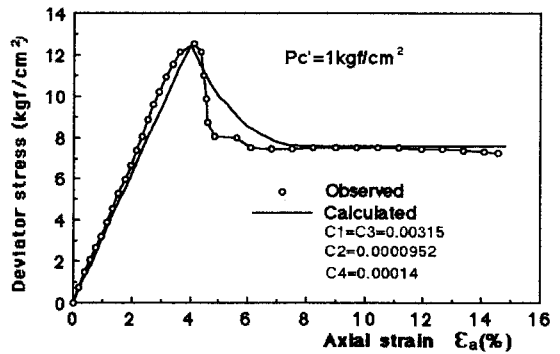


Fig-6

前のそれにほぼ等しく、再圧縮時の軸ひずみの大きさに影響されないようである。

実験結果を参考にして泥岩の応力～ひずみ～時間関係を次式で表わすことにする。

q が q_{max} に至るまでのせん断ひずみ速度 $\dot{\epsilon}$ は、

$$\dot{\epsilon} = C_1 q + 0.434 C_2 q / t \quad (1)$$

q が q_{max} に到達後は、

$$\dot{\epsilon} = C_3 q + \dot{\epsilon}_r \quad (2)$$

ここに、 $C_1 \sim C_3$ は定数、 t は時間、 $\dot{\epsilon}_r$ は破壊後の泥岩が固有のひずみ速度である。Fig.～1 と Fig.～5 の実験結果より定数 $C_1 \sim C_3$ を決定する。また、破壊後の $\dot{\epsilon}_r$ は、 $\dot{\epsilon}$ よりかなり大きいと思われるが、一定の残留強度を示す軸ひずみ約5%以上では、ひずみ制御で与える $\dot{\epsilon}$ と $\dot{\epsilon}_r$ は等しいと考えられる。 $\dot{\epsilon}_r$ を式(3)で表わして計算した結果がFig.～6である。Fig.～1、Fig.～5 に示した偏差応力～軸ひずみ関係と類似した挙動が計算されている。

$$\dot{\epsilon}_r = C_4 / \epsilon_a \quad (3)$$

ここに、 C_4 は定数である。Fig.～6の計算結果は式(3)の軸ひずみ $\epsilon_a = 8\%$ において $\dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}_r = 0.175\% / \text{min}$ になると仮定して求めた。 $C_4 (=0.00014)$ を用いた。

4. むすび

泥岩の応力～ひずみ関係の時間依存性によって残留強度を説明しうる計算結果が得られたが、破壊後、軸ひずみの増加とともに偏差応力が徐々に減少し、一定の残留強度を示さない実験結果もある。残留強度のメカニズムを明らかにするためには今後更に実験的検討が必要と思われる。

参考文献

- 1) 赤木知之, 伊東 孝: 一般化レオロジーモデルの特性について, 第26回土質工学研究発表会, pp.1113～1114, 平成3年
- 2) 前川晴義, 宮北 啓: 珪藻質軟岩の力学的特性, 土木学会論文集, No.334, pp.135～143, 1983