

PSⅢ-7 異方性泥岩の長期強度に及ぼす乾湿劣化の影響

琉球大学農学部 正 新城俊也 小宮康明

1. はじめに 泥岩は時間依存性挙動を示す材料であり、また乾湿風化に伴って劣化が促進されることから長大斜面の開削に際し長期強度を把握することは重要である。本研究は種々の軸方向をもつ未風化泥岩と乾湿風化泥岩について排水三軸クリープ試験を実施し、異方性泥岩の強度の時間依存性とそれに及ぼす乾湿の影響を調べるとともに、その結果にもとづいて長期強度の推定を試みている。

2. 実験方法²⁾ 概要は次のとおりである。用いた試料は島尻層泥岩であり、供試体は堆積面に対して軸が鉛直（V）、水平（H）および45°（D）となるよう直径5cm、高さ10cmに切り出した。乾湿風化供試体の作成は人為的方法に行っており、未風化供試体を風乾した後スレーキングを生じないようにスプレーで徐々に湿潤させ、最後に水浸飽和させている。

実験は有効側圧98kPaのもとで等方圧密した後、側圧一定のもとで排水圧縮クリープ試験を実施した。クリープ荷重の載荷は所定の軸差応力を一定に載荷する方法で行った。また、圧密およびクリープ荷重載荷の両過程を通して98kPaのバックプレッシャーを作用させている。

3. 実験結果 クリープ試験結果の一部は別途報告してある¹⁾²⁾。それによると、載荷直後の変形には異方性が現れるが、クリープひずみ速さの時間変化には軸方向の影響はみられない。載荷直後の変形量およびクリープひずみは乾湿に伴って著しく増大し、クリープひずみ速さも増大する。またクリープ破壊に至る場合はクリープひずみ速さは初期に時間とともに減少するが、定常状態に至って最小値を示し、その後加速され、続いて破壊に至る。

図1はクリープ破壊に至った個々の供試体に対し最小クリープひずみ速さ $\dot{\epsilon}_{\min}$ と破壊時間 t_r の関係を示している。未風化および乾湿泥岩に対して軸方向に関係なくそれぞれ次の関係が成立する。

$$\dot{\epsilon}_{\min} \cdot t_r = c \quad (1)$$

ここに、 c は材料定数であり、その値は未風化泥岩で 1.2×10^{-3} 、乾湿泥岩で 2.2×10^{-3} である。

図2は最小クリープひずみ速さとクリープ応力の関係を示している。軸方向ごとに次の直線関係が成立する。

$$\log \dot{\epsilon}_{\min} = A_1(\sigma_1 - \sigma_3) + B_1 \quad (2)$$

ここに、 A_1 は直線の傾きで、軸方向および乾湿に関係なく同じ値をとっている。 B_1 は軸方向および乾湿の影響を受けるパラメータである。

図3はクリープ応力と破壊ひずみ ϵ_r の関係を定ひずみ速度試験の結果と併せて示してある。破壊ひずみ ϵ_r は軸方向で異なるが、それぞれ近似的に $\epsilon_r = \text{一定}$ の関係にあるとみなせる。

4. 長期強度 本泥岩の破壊基準はべき関数型として表わせる³⁾。

$$q / (2\sigma_0) = \alpha (\sigma_n' / \sigma_0)^\beta \quad (3)$$

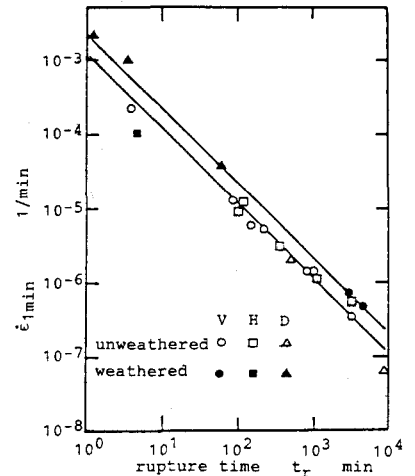


図1 最小クリープひずみ速さとクリープ破壊時間の関係

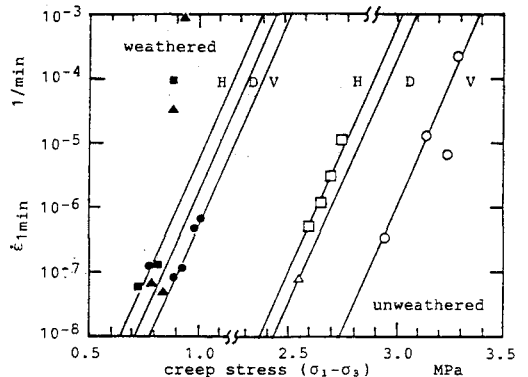


図2 最小クリープひずみ速さとクリープ応力の関係

ここに $q = (\sigma_1 - \sigma_3)$ 、 $\sigma_n' = (\sigma_1' + \sigma_3')/2$ 、 α 、 β ：材料パラメータ、 σ_0 ：単位応力。いま β をひずみ速度に依存することなく一定とみなし、 α はひずみ速度の関数として表せるとする⁽⁴⁾⁽⁵⁾。 σ_0 を便宜的に省略して

$$\alpha(\dot{\epsilon}_1) = (q/2) / (\sigma_n')^\beta \quad (4)$$

図2において基準ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_{1min} = \dot{\epsilon}^*$ をとり、そのときの $(\sigma_1 - \sigma_3)$ から求まる α の値を α^* とする。いま $\dot{\epsilon}^* = 10^{-8}$ 1/min における各軸方向の α^* でそれぞれの軸方向の各供試体の α を正規化して図2を書き改めると図4となる。 $\dot{\epsilon}_{1min}$ の対数と正規化した応力 α/α^* の関係は次式で示される。

$$\log \dot{\epsilon}_{1min} = A_2(\alpha/\alpha^*) + B_2 \quad (5)$$

ここに、未風化泥岩に対し $A_2 = 59$ 、 $B_2 = -67$ 、乾湿泥岩に対し $A_2 = 16$ 、 $B_2 = -24$ である。 α^* は強度異方性を示すパラメータで乾湿の影響を受ける。

式(1)と式(5)から

$$\log(c/t_r) = A_2(\alpha/\alpha^*) + B_2 \quad (6)$$

破壊に要する時間を与えると、そのときの強度が α^* を介して求まる。

また、定ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_1 = \epsilon_f/t_r$ を $\dot{\epsilon}_1 = \dot{\epsilon}_{1min}$ とおけるとすると⁽⁵⁾、

$$\log(c\dot{\epsilon}_1/\epsilon_f) = A_2(\alpha/\alpha^*) + B_2 \quad (7)$$

この式は定ひずみ速度試験の強度を与える。

図5は乾湿泥岩について ϵ_f を V：3.2%、D：2.5%、H：2% として $\dot{\epsilon}_1 = 0.005\%/min$ の場合の式(7)による値と同じひずみ速度試験結果³⁾を比較したものである。実験結果とよく一致している。

5. まとめ 泥岩の強度の時間依存性と乾湿の影響を明らかにし、また長期強度を決定した。

実験に協力していただいた高原景正君(沖縄県農水部)に感謝を表する。

参考文献 1)新城・他(1988)、第23回土質工学研究発表会、2)新城・他(1987)、第7回岩の力学国内シンポジウム、pp.73-78、3)Shinjo et al(1987)、Proc.8th ARCSMFE, Vol.1, pp.159-162、4)Adachi et al(1981)、Proc. ISRM, pp.93-98、5)西・他(1983)、土木学会論文報告集, No. 338, pp.149-158、

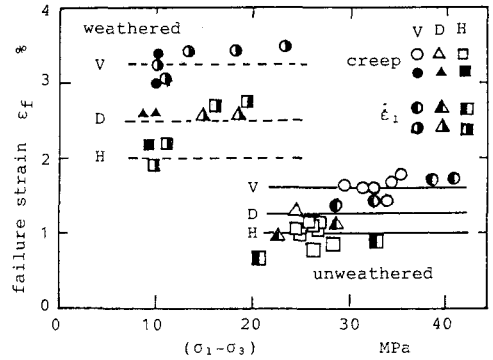


図3 クリープ試験および定ひずみ速度試験における破壊ひずみ

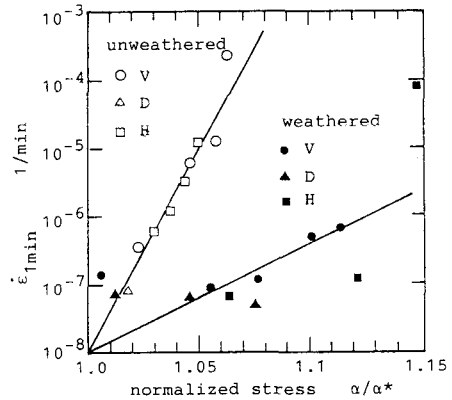


図4 最小クリープひずみ速さと応力比の関係

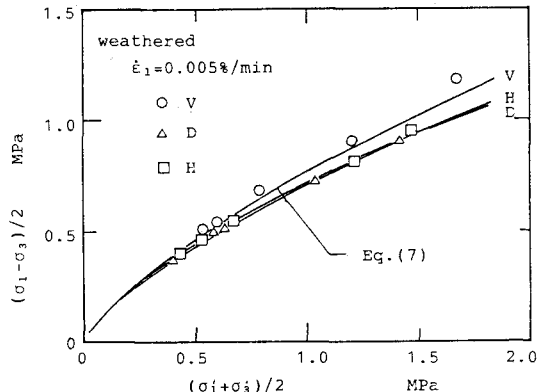


図5 式(7)による破壊規準と実験結果の比較