

関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
 東海旅客鉄道㈱ 正会員 峰 之久
 関西大学大学院 学生員 ○上枝 和司
 関西大学工学部 正会員 西田 一彦

1. まえがき

岩盤斜面は、長期間にわたり乾燥・湿潤の履歴を受け風化が進行することから、強度の低下につながり、わが国のような山岳国において大きな問題となっている。特に軟岩は空隙が大きいこの影響を受けやすく、乾湿繰返しに伴う強度変化の挙動を解明する必要がある。そこで本研究では、一定せん断荷重を与えた供試体に強制的に乾燥・湿潤を繰り返して、軟岩供試体の乾湿繰返しによる強度低下をエネルギー的な面から考察した。

2. 実験結果

供試体、実験装置および実験方法については、すでに報告¹⁾しているのでここでは省略する。

図-1は、乾湿5サイクル、応力比0.4におけるせん断ひずみと経過時間との関係について、垂直応力をパラメータとして示したものである。せん断ひずみは乾燥、湿潤状態に移行した直後、それぞれ急激な減少、増加傾向が見られる。また乾湿サイクルが増加するにしたがって、せん断ひずみの緩やかな増加傾向が見られる。これは、乾湿繰返しによる供試体の劣化とクリープ変形によるものであると考えられる。

図-2、図-3は、乾湿1サイクル、乾湿5サイクルにおける乾湿繰返し試験終了後の供試体の強度低下率 A と垂直応力との関係について応力比別に示したものである。強度低下率 A は(1)式で表される。

$$A = (1 - \tau_A / \tau_{FD}) \times 100 (\%) \quad \dots (1)$$

τ_A は乾湿繰返し試験終了後の供試体の一面せん断強度、 τ_{FD} は乾湿履歴のない供試体の一面せん断強度を表している。これらの図より強度低下率は、垂直応力が低いほど高くなっている。また応力比0.4と比較して応力比0.6の強度低下率が高くなっているが、応力比0.7では応力比の増加による強度低下率の増加は見られない。

3. エネルギーの求め方

供試体に与えられた外力は、エネルギーとして供

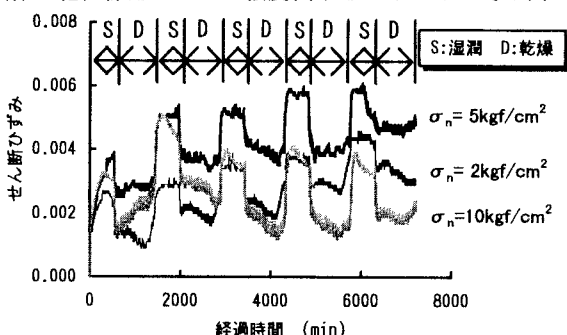


図-1 せん断ひずみと経過時間との関係
(応力比0.4、5サイクル)

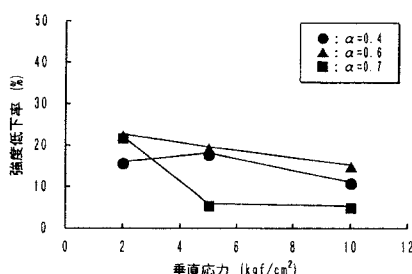


図-2 強度低下率と垂直応力との関係 (乾湿1サイクル)

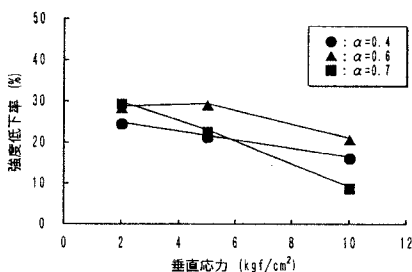


図-3 強度低下率と垂直応力との関係 (乾湿5サイクル)

試体内部に蓄積されると考えられる。以下にエネルギーの算出法を示す。図-4は乾湿繰返し試験終了後の供試体の一面せん断試験の応力-ひずみ曲線を示している。Eは岩石供試体が破壊するまでに消費したエネルギーを示しており、(2)式で求められる。

$$E = \int_0^{\epsilon_p} f(\epsilon) d\epsilon \quad \tau = f(\epsilon) \quad \dots (2)$$

ここで、Eはせん断試験で供試体が破壊するまでに発生したエネルギー、 ϵ_p はせん断試験で得られる供試体の最大ひずみである。

また、乾湿繰返し試験中に消費されたエネルギーeは、せん断応力 τ が一定でひずみが増加、減少を繰り返すことによって生じるので、図-5に示すようにして求められ、(3)式のように表される。

$$e = \tau_c \sum_{i=1}^n |\epsilon_i - \epsilon_{i-1}| \quad \dots (3)$$

eは乾湿繰返し試験で発生したエネルギー、 ϵ_i は乾湿iサイクルでの供試体のピークひずみである。

4. エネルギー比

図-6、図-7は、乾湿1サイクル、乾湿5サイクルにおけるエネルギー比 S_e と垂直応力との関係を応力比をパラメータとして示している。ここでエネルギー比は $S_e = e/E$ で表され、乾湿繰返し試験中に発生したエネルギーと乾湿繰返しを受けた供試体が一面せん断試験で破壊するまでに発生したエネルギーとの比を表している。これらの図より、 S_e は垂直応力が低いほど高くなる傾向にあり、これは強度低下率と類似した傾向を示している。また乾湿1サイクルより、乾湿5サイクルの方が全体的にエネルギー比が高くなることが認められた。

5. 結論

一定拘束圧下で乾湿繰返しを受ける大谷石の強度低下は、乾湿サイクルの増加、垂直応力の減少により顕著に見られる。せん断ひずみの挙動より求めたエネルギー比は、強度低下率と類似した傾向を示しており、乾湿繰返しによるせん断ひずみの増減が、強度低下に影響を及ぼしていることが認められた。

最後に、本研究の一部に関西大学学術助成金（奨励研究）の補助を受けたことを付記して謝意を表します。

参考文献

1) 楠見晴重・峰之久・西田一彦：一定せん断荷重を受ける軟岩の乾湿繰返しに伴うせん断挙動に関する研究，土木学会第51回年次学術講演会，III-A 335，pp.670～671，1996。

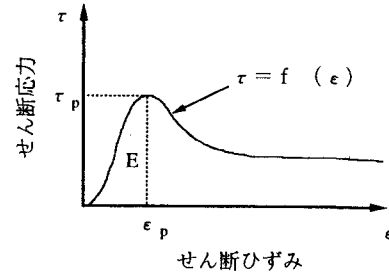


図-4 せん断応力-せん断ひずみ曲線（一面せん断試験）

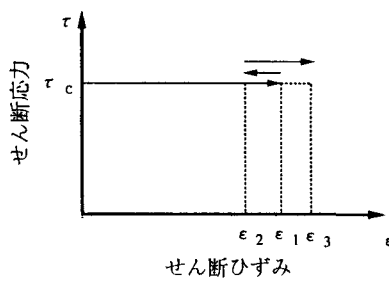


図-5 せん断応力-せん断ひずみ曲線（乾湿繰返し試験）

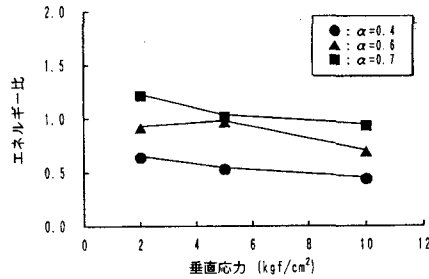


図-6 エネルギー比と垂直応力との関係（乾湿1サイクル）

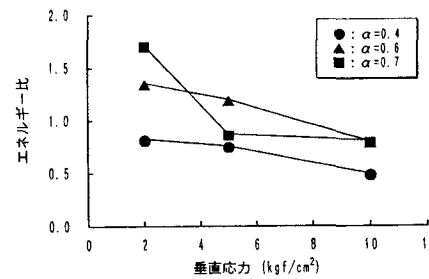


図-7 エネルギー比と垂直応力との関係（乾湿5サイクル）