

関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
 関西大学大学院 学生員 ○松下千加生
 関西大学工学部 正会員 西田 一彦

1. まえがき

軟岩の風化作用は、乾湿繰返しを受けることによって生じることは周知の事実であるが、それを受けた軟岩の力学的挙動については、現在十分な研究はなされていない。本研究では、一定せん断応力下で軟岩に乾湿繰返しを与え、せん断応力または、垂直応力が供試体の強度変形特性に与える影響について検討を行った。

2. 実験概要

本研究では、栃木県宇都宮市大谷地区で採取した溶結凝灰岩（通称大谷石）を供試体に、また、一定せん断応力下で乾湿繰返しを行える一面せん断試験機を実験装置として用いた。供試体の物性値および実験装置の仕様については、既に報告¹⁾しているのでここでは省略し、実験方法についてのみ述べる。

乾湿繰返し試験に先立ち、乾湿履歴を受けていない自然乾燥状態と、飽和状態の供試体についてせん断試験を行い、強度定数は、自然乾燥状態では $C_{FD}=1.63(\text{MPa})$, $\phi_{FD}=39.25^\circ$ 、飽和状態では $C_{FW}=0.99(\text{MPa})$, $\phi_{FW}=34.87^\circ$ を得た。乾湿繰返し試験では、乾燥状態 24 時間、湿潤状態 24 時間を 1 サイクルとし、2 サイクルの乾湿繰返しを行った後、変位制御でせん断試験を行い供試体を破壊させた。载荷条件は、垂直応力(σ_n)を 0.10、0.30、0.50、0.75、1.00(MPa)の 5 段階設定し、乾湿繰返し中において供試体に与える一定せん断応力は、応力比(α)=0, 0.4, 0.7 の 3 条件とした。ここで、応力比(α)とは(τ_c/τ_{FW})で、 τ_c は乾湿繰返し中に载荷される一定せん断応力、 τ_{FW} は乾湿履歴を受けていない供試体の飽和状態でのせん断強度を示している。応力比 $\alpha=0$ とは、垂直応力のみを载荷し、乾湿繰返しを行う試験を表している。また、無载荷状態下においても 2 サイクルの乾湿繰返しを行った。以上合計 20 通りの試験より、せん断、垂直両応力が乾湿繰返し後のせん断強度特性に与える影響について検討を行った。

3. 実験結果および考察

図-1 は、乾湿繰返し中におけるせん断ひずみの経時変化、図-2 は乾湿繰返し中におけるせん断ひずみの最大値と垂直応力の関係をそれぞれ表している。ここでのせん断ひずみは、乾湿繰返し中に測定されたせん断ひずみ(γ)を乾湿繰返し後においてせん断応力がピークに達した時のせん断ひずみ(γ_{AP})によって正規化したものである。乾湿繰返し中のせん断ひずみは、乾燥状態から湿潤状態、または湿潤状態から乾燥状態に移行した

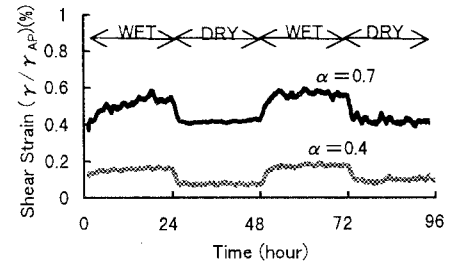


図-1 せん断ひずみの経時変化
($\sigma_n=0.75\text{MPa}$)

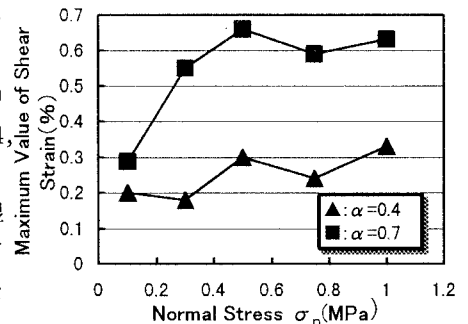


図-2 せん断ひずみの最大値と
垂直応力の関係

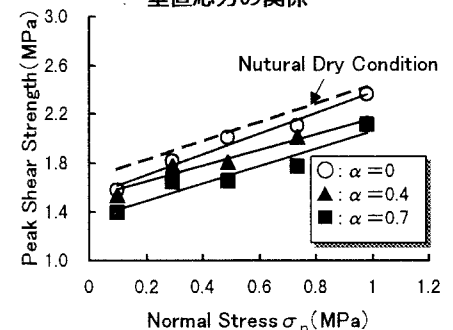


図-3 破壊包絡線

直後に急激な増加、減少が見られ、応力比が高いほど大きな値を示し、その最大値は垂直応力の増加に伴って増加傾向を示した。図-3 は、乾湿繰返し前後の供試体の破壊包絡線を表している。この図より乾湿繰返しを受けることによって供試体のせん断強度は全体的に低下し、それは応力比の増加に伴って顕著に見られた。つまり、乾湿繰返し中に载荷する一定せん断応力値が大きいほど、乾湿繰返しの影響を強く受けることが認められた。図-4 は、図-3 の破壊包絡線より得られた強度定数について、粘着力比(C_A/C_{FD})、内部摩擦角比(ϕ_A/ϕ_{FD})と応力比との関係について表している。ここで C_{FD} 、 ϕ_{FD} とは乾湿繰返し前、 C_A 、 ϕ_A とは乾湿繰返し後の供試体の粘着力、内部摩擦角をそれぞれ表している。また、白抜きで示された点は、無载荷状態で乾湿繰返しを行った供試体の(C_A/C_{FD})、(ϕ_A/ϕ_{FD})を表している。(C_A/C_{FD})は乾湿繰返しを受けることによって全体的に低下し、特に高い応力比条件下、または無载荷状態で乾湿繰返しを行った供試体において、比較的大きな低下が認められた。(ϕ_A/ϕ_{FD})は、 $\alpha=0$ の条件下で減少していないが、乾湿繰返し中に一定せん断応力を载荷することによって減少しているのが認められた。このことから、乾湿繰返しを受けた軟岩の強度定数は、粘着力に関しては乾湿繰返しの影響で、内部摩擦角に関しては一定せん断応力の影響でそれぞれ低下すると考えられる。図-5 は、強度低下率と垂直応力の関係を応力比ごとに表したものである。強度低下率とは、乾湿繰返し前後で供試体のせん断強度が低下した割合を百分率で表したものである。この図より乾湿繰返しを受けることによって供試体のせん断強度は低下し、その低下率は応力比の増加に伴って増加する傾向が認められた。しかし無载荷状態でも大きな低下率を示すことから、垂直応力の载荷が乾湿繰返しによる供試体の劣化をかなり抑制しているものと考えられる。図-6 は、乾湿繰返し中におけるせん断ひずみの最大値と強度低下率の関係を表している。この図より乾湿繰返し中のせん断ひずみが大きな値を示すほど供試体の強度低下率は大きくなり、一定せん断応力下で軟岩に乾湿繰返しを与えると、その強度特性はせん断ひずみに顕著に表れることがわかった。

まとめ

乾湿繰返し時において、せん断、垂直両応力が軟岩の強度変形特性に及ぼす影響について検討した結果、応力比が高いほど乾湿繰返しの影響が顕著に見られ、垂直応力は乾湿繰返しによる供試体の劣化を抑制する作用があることが認められた。

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 回年次学術講演概要集、pp.670-671、1996。

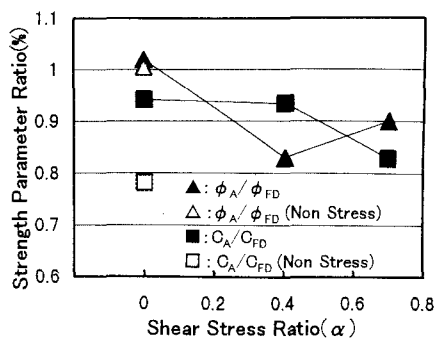


図-4 強度定数比と応力比の関係

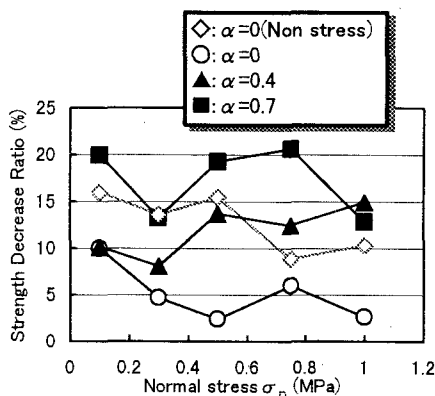


図-5 強度低下率と垂直応力の関係

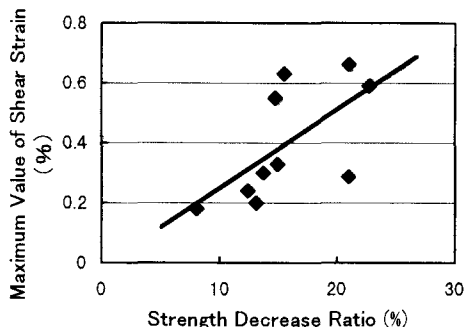


図-6 せん断ひずみの最大値と強度低下率の関係