

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

1. まえがき

一般に軟岩は、乾湿繰返しを受けると強度が低下することが知られているが、応力を载荷した状態でその挙動を検討した研究は皆無である。本研究は、一定のせん断応力、一定の垂直応力を供試体に与えた状態で、乾湿繰返しを行った。そのときの乾湿繰返し中、ならびに乾湿繰返し後のせん断強度変形挙動について検討したものである。

2. 実験概要

本研究で使用した供試体は栃木県宇都宮市大谷町産の大谷凝灰岩である。試験機として、一定せん断応力、一定垂直応力状態で、乾湿繰返し可能な一面せん断試験機を使用した。供試体の諸物性値、試験機の仕様については既に報告¹⁾しているのので、ここでは省略する。本実験は、大谷石に一定のせん断応力、一定の垂直応力を負荷させて、湿潤状態 24 時間、乾燥状態 24 時間を 1 サイクルとし、合計 2 サイクル行った。実験条件は、荷重制御によって、次の 2 つの試験に分類できる。1 つは、応力比 (α) 0.4 のせん断応力を载荷させ、垂直応力 (σ_n) は 0.1MPa、0.3MPa、0.5MPa、0.75MPa、1.0MPa の 5 段階に設定した。他の 1 つは、垂直応力 0.3MPa を载荷し、応力比を 0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、の 7 段階に設定した試験を行った。ここで、応力比とは τ_e/τ_s である。ただし、 τ_e とは乾湿繰返しの試験中に供試体に与えた一定せん断応力であり、 τ_s とは定圧せん断試験の湿潤状態でのせん断強度である。

3. 実験結果および考察

1) 垂直応力一定条件下での乾湿繰返し挙動

図-1 は、垂直応力 0.3MPa における各応力比条件下での u/u_{AP} の経時変化を表している。ここで u/u_{AP} は、乾湿繰返し中に測定されたせん断変位 u 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変位 u_{AP} によって正規化したものである。これから応力比が 0.6 以上の実験条件では、最初から大きくせん断変位 u/u_{AP} が進行していることが認められる。乾湿繰返し中のせん断変位 u/u_{AP} は、乾燥状態から湿潤状態に移行するときに、急激に進行し、湿潤状態から乾燥状態に移行するときに急激に回復することが認められた。図-2 は、垂直応力 0.3MPa におけるせん断ひずみ速度の経時変化を表している。この図から破壊する供試体と破壊しない供試体は、最初から 2 つにわかれ、せん断応力が高いほど、破壊ひずみに到達するまでの速度が高くなる傾向にある。図-3 は、

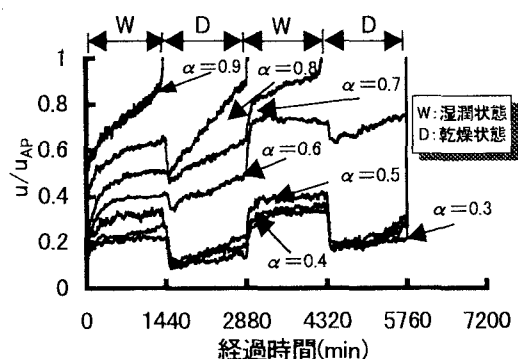


図-1 u/u_{AP} の経時変化 ($\sigma_n=0.3\text{MPa}$)

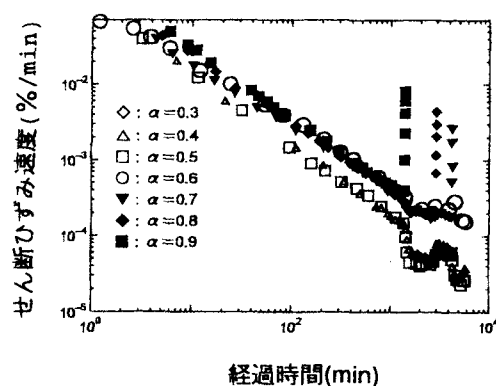


図-2 せん断ひずみ速度の経時変化 ($\sigma_n=0.3\text{MPa}$)

垂直応力 0.3MPa における強度低下率と応力比の関係を表したものである。ここで強度低下率 A は、 $(1 - \tau_{AP}/\tau_{DP}) \times 100 (\%)$ と定義される。 τ_{AP} とは、乾湿繰返し後の供試体の最大せん断強度を表し、 τ_{DP} とは、インタクトな供試体の絶乾状態の最大せん断強度を表している。この図から、応力比が高くなるにつれて、強度低下率は高くなり、これらの関係は一次的な増加関係であることが認められた。また、垂直応力 0.3MPa の荷重条件では、乾湿繰返しによる最大せん断変位強度の低下は、約 15~50% であった。

2) 応力比一定条件下での乾湿繰返し挙動

図-4 において、応力比 0.4 の状態下での破壊包絡線を示す。ここで C は粘着力、 ϕ は内部摩擦角である。この図から、乾湿繰返しを与えた残留強度の破壊包絡線と与えない破壊包絡線は、ほぼ同じ傾向を示している。しかし、最大せん断強度に関して、乾湿繰返しを受けていない供試体の破壊包絡線は、2本の直線で近似される。これに対して、乾湿を受けた破壊包絡線は、1本の直線で近似される。これは軟岩供試体に乾湿を繰り返すことによって、供試体の固結力が失われたことに原因があると考えられる。図-5 は、応力比 0.4 の状態下において、強度低下率と垂直応力の関係を表したものである。この図から、強度低下率は、垂直応力 0.5MPa で最大となっている。これは、図-4 における乾湿繰返しを受けていない供試体の破壊包絡線が、垂直応力 0.5MPa を遷移点として異なる 2本の直線で表されることに起因しているものと考えられる。すなわち、本実験の垂直応力条件下において、図-4 から明らかなように、破壊包絡線の形態が乾湿繰返しを受けた供試体と受けない供試体は、全く異なることが明らかとなった。また、応力比 0.4 の荷重条件では、乾湿繰返しによる最大せん断変位強度の低下は、約 5~35% であった。

まとめ

一定応力下における乾湿繰返しを受けた軟岩の強度特性について検討を行った結果、2サイクルの乾湿繰返しの影響によって、供試体のせん断強度が低下することがわかった。垂直応力 0.3MPa の一定条件下では、応力比が 0.6 を超えたところから供試体が破壊に至ることが認められた。また、破壊した供試体はいずれも湿潤状態のときにせん断破壊に至っていることがわかった。

参考文献

- 1) 楠見晴重・峰之久・松下千加生・西田一彦：一定せん断応力を受ける軟岩の乾湿繰返し下におけるせん断挙動、第 10 回岩の力学国内シンポジウム講演論文集、pp.37~42、1998.

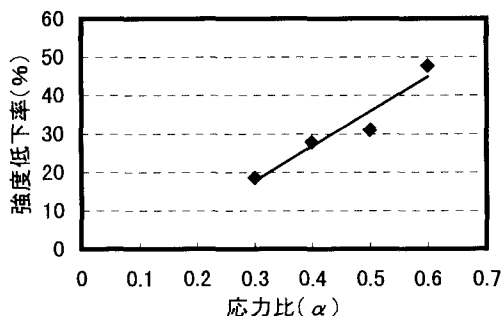


図-3 強度低下率と応力比の関係 ($\sigma_n=0.3\text{MPa}$)

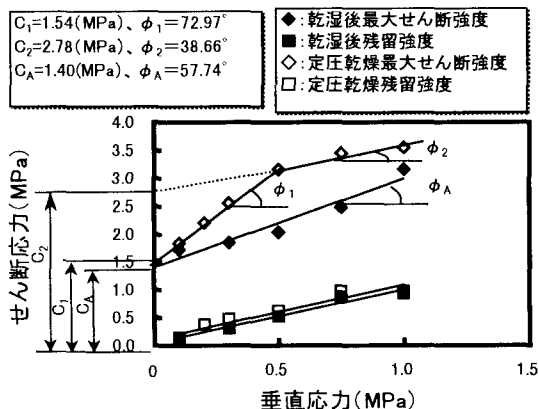


図-4 破壊包絡線 ($\alpha=0.4$)

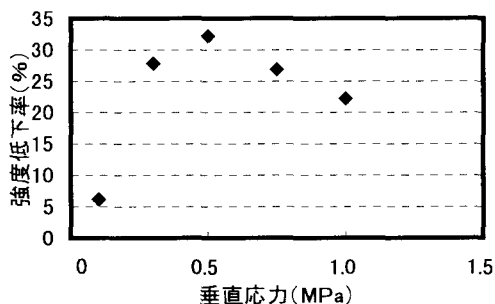


図-5 強度低下率と垂直応力の関係 ($\alpha=0.4$)