

東京電機大学 大学院 学生会員 ○水長 徹

東京電機大学 理工学部 正会員 安田 進 小林利雄

東京電機大学 理工学部 井邑悟史 宇野裕一

1. はじめに

関東地方の表層部に広く分布する関東ロームは、種々の要因による風化作用を受けている。このような風化作用が斜面などで生じると、地盤は劣化して斜面崩壊の原因にもなると考えられる。しかし、このような表層の劣化については未解明な点が多い。そこで本研究では、さまざまな風化作用の要因のうち、特に斜面表層部にもっとも強く影響を与えると考えられる乾湿の繰返しに限定して着目した。そして、この作用に伴う不撓乱関東ロームの劣化の特性を解明するために、供試体に人工的に乾湿繰返しを与えて風化させ、風化に伴うせん断特性の変化についてリングせん断試験結果により考察を行った。

2. 試料および整形・風化方法

対象とした試料は関東ロームで、埼玉県東松山市の工事現場の深さ約 1.5m より採取したものをを用いた。試料採取には、ブロックサンプリングを用いた。この試料の物性値は、自然含水比 91.7~92.6%、比重 2.711~2.734、液性限界 114.3~116.5%、塑性限界 88.8~92.5%を得た。サンプリングした試料は、乾湿繰返しを与えない供試体は外径 15cm、内径 10cm、高さ 2.5cm に整形した。乾湿繰返しを与える供試体については、乾湿による体積収縮を考慮して、大きめの外径 16cm、内径 10cm、高さ 2.8cm に整形しておき、乾湿過程終了後に再度整形を行った。また、乾湿過程は供試体をモールドに入れ、上下面にろ紙をあてて金網で固定した状態で行った。供試体を与える風化方法は乾燥過程 22 時間、水浸過程 2 時間とし、これを 1 サイクルとした。また乾湿過程では、乾湿が主として斜面の表層部で生じることを考慮して、拘束無しの状態で行った。炉乾燥温度は、斜面の表層部が日光の直射によって受け得ると考えられる温度として、60℃程度とした。湿潤過程では、急激な吸水を与えると供試体に破壊が生じてしまうため、霧吹きで供試体を十分湿潤させた後、30 分かけて徐々に水浸させた。またデシケイターで真空引きを行ったところ、間隙中の空気の脱気により供試体に破壊が生じてしまうため、水浸のみとした。この時の含水比は、平均 64.5%であった。供試体を与える乾湿繰返し回数は 0、1、4、16、64 回とした。

3. 実験方法

実験にはリングせん断試験装置を用いた。環状供試体の寸法は外径 15cm、内径 10cm、高さ 2.5cm である。所定の乾湿繰返し後、供試体をリングせん断試験装置にセットし、冠水状態で 2 時間放置した。圧密は、供試体の沈下量を計測し、3t 法で求められる圧密終了時間まで行った。上載圧はそれぞれ 0.25、0.5、1.0kgf/cm² とし、排水状態で供試体にせん断力を加えた。せん断速度は、過剰間隙水圧が生じないように、せん断装置が安定して回転できる最低速度の約 0.183°/min(0.2mm/min)とし、残留強度まで計測できる回転角 50°までせん断を行った。また、圧密・せん断中も試料の乾燥を防ぐため、冠水状態で行った。実験に際し、上部拘束リングに設置したダイヤルゲージにより鉛直変位を、トルクアームと支柱間に設置したロードセルによりせん断力を、下盤に設置した巻き取り式変位計により回転角を測定した。

4. 結果と考察

リングせん断試験結果のうち上載圧 1.0kgf/cm²のせん断応力~回転角曲線を図 1 に示す。この図より最大セキワード：乾湿繰返し、関東ローム、リングせん断試験、せん断特性

連絡先：〒350-03 埼玉県比企郡鳩山町石坂、電話 0492-96-2911、FAX0492-96-6501

せん断応力 τ_p 、せん断応力最大時のせん断変位角 θ_{max} および残留強度 τ_r を求めた。ここで残留強度を求める際に、せん断応力が漸次低下して一定の値を取らないものに関しては、打ち切り変位角として 50° におけるせん断応力を残留強度とした。図 2 に θ_{max} と乾湿繰返し回数の関係をまとめてみた。これによると、各々の上載圧において乾湿繰返し回数が増加するにつれて、 θ_{max} は減少していく傾向が得られた。図 3 の (a) および (b) には最大せん断応力、および残留強度と乾湿繰返し回数の関係を示す。図 3 から最大せん断応力、残留強度ともに乾湿繰返し回数 1 回から 4 回にかけて急激に低下している。特に上載圧 1.0kgf/cm^2 では 0 回の約半分まで強度が低下しているのわかる。しかし、4 回以降はなだらかに低下し、あまり変化は見られない。つぎに最大せん断応力、および残留強度と上載圧との関係を図 4 の (a) および (b) に、またこれにより求めた粘着力 C と内部摩擦角 ϕ をまとめたものを表 1 に示す。最大せん断応力については、粘着力は乾湿繰返し回数 1 回で大幅に低下し、それ以降はあまり変化を示さない。内部摩擦角は乾湿繰返し回数を与えることに減少する傾向が見られた。残留強度により求めた粘着力は、どの回数もほぼ同じ値をとり、内部摩擦角は最大せん断応力よりも顕著に低下している。

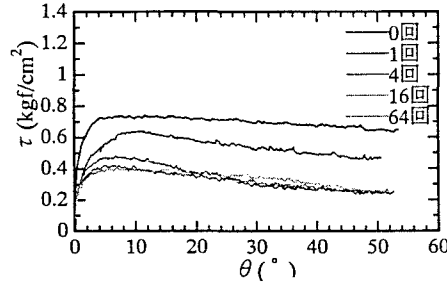


図 1.せん断応力～回転角曲線

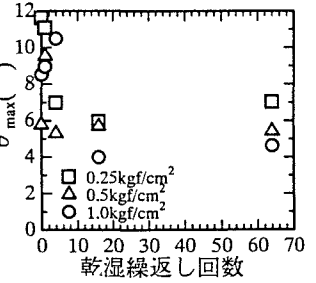


図 2. θ_{max} と繰返し回数の関係

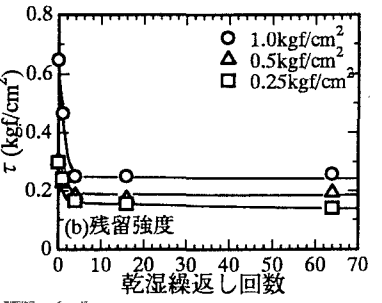
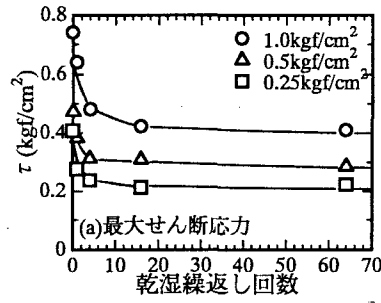


図 3.せん断強度と繰返し回数の関係

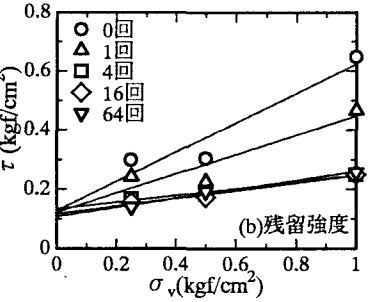
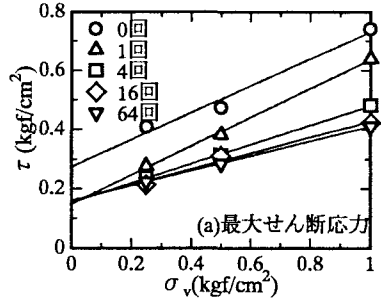


図 4.せん断強度と上載圧の関係

表 1.粘着力と内部摩擦角

回数	最大せん断強度 τ_p		残留強度 τ_r	
	C [kgf/cm ²]	ϕ [°]	C [kgf/cm ²]	ϕ [°]
0	0.274	24.6	0.127	26.4
1	0.148	26.1	0.122	18.1
4	0.153	18.1	0.136	6.4
16	0.157	15.2	0.117	7.4
64	0.160	14.1	0.108	8.6

5. まとめ

関東ロームの人工的風化方法による強度の劣化の特性について実験を行った。その結果最大せん断応力、残留強度ともに乾湿繰返しを与えることにより強度は低下した。その変化は、乾湿過程の初期で顕著に見られた。粘着力は最大せん断応力において乾湿 1 回で低下したが、それ以外ではほぼ一定の値を示した。また、内部摩擦角は乾湿繰返しとともに低下することが確認できた。本報告は、文部省科学研究費(課題番号:09450183;代表者:諸戸靖史)の研究活動の一環として行った。最後に、伊田テクノス(株)には試料採取の協力を頂いたことに対して、厚く謝意を表する。