

まさ土斜面中の弱面特性について

京都大学工学部 嘉門雅史、間組 大矢通弘、
京都大学大学院 ○壺内 賢一

1. はじめに

まさ土斜面は豪雨時の斜面崩壊に対する危険性が高いが、なかでも斜面中に粘土化した不透水性の弱面が介在している場合は、その弱面が力学的に弱線として働き、すべり面を形成することが多い。本研究は、豪雨時のまさ土斜面崩壊の主要因となっている風化弱面に着目し、弱面を含んだ不攪乱供試体による三軸圧縮試験、X線回折、走査型電子顕微鏡（以下S.E.M.と略す）による観察等を行うことにより、弱面の微視的特性と地山の力学挙動との関連について検討したものである。

2. 試料および試験方法

試料は滋賀県大津市比叡平町より採取した白亜紀型花こう岩の風化層であり、弱面が供試体中に 45° から 80° までの角度で入るようにした。三軸圧縮試験は、飽和試料・不飽和試料の2通りについて行い、飽和試料については、水中で24時間サクションをかけたものを用いた。側圧は $0.5, 1.0, 1.5, 2.0 \text{ kg/cm}^2$ の4通り、せん断はひずみ制御、せん断速度は $0.65\%/min$ とした。排水条件は飽和試料についてはCU試験、不飽和試料についてはCD試験とし、CU試験については飽和度を上げるために背圧を 1.0 kg/cm^2 かけて行った。また、X線回折、S.E.M.による観察はともに三軸圧縮試験によるせん断後の弱面（せん断はすべて弱面部分で起こり、ここで言う弱面はすべてすべり面である）を用いて行った。

3. 弱面上のせん断強度

弱面上のせん断強度を図-1、2に示す。通常三軸圧縮試験は要素試験として行われているが、今回用いた弱面試料ではその内部に性質の異なる部分を含んでいるため明らかに要素供試体とは言い難く、供試体全体としての平均的ひずみ・平均的応力が内部での部分的ひずみ・部分的応力とは相当に異なっていると考えられる。そこで、すべり面に沿うせん断変位およびすべり面上の応力を考えるというモデル試験的扱いをすることにより、弱面に沿うせん断強度を検討した。図はすべり面上の有効応力径路とそれから求めた強度定数を示している。

なお結果は弱面とすべり面が完全に一致した供試体についてのみ考え、各側圧につき2本

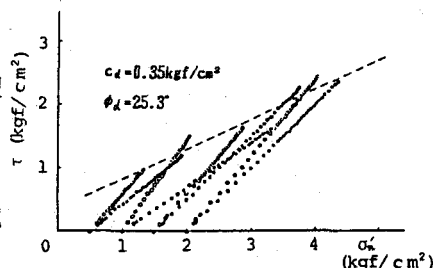


図-1 有効応力径路と強度定数（不飽和試料）

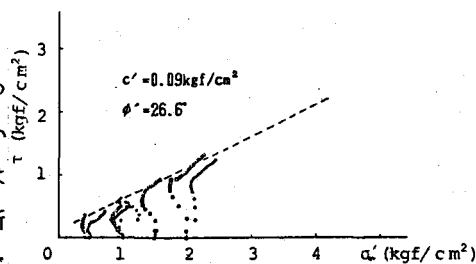


図-2 有効応力径路と強度定数（飽和試料）

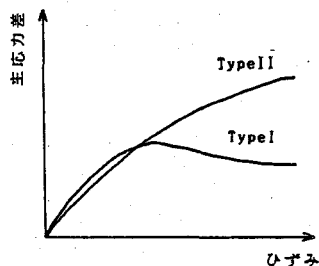


図-3 応力～ひずみ曲線

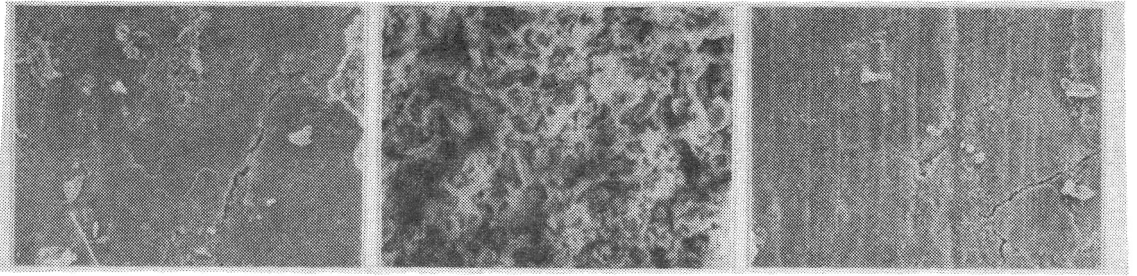


写真-1 鏡肌

写真-2 粗面

写真-3 条痕の入った鏡肌

(Type I) × 1 0 0

(Type II) × 2 0 0

(Type II) × 1 0 0

ずつ抽出した。また、ゴム膜の緊張力が有意な値を示す領域を避けるために、せん断変位は10mmまでとした。両者の破壊包絡線を比較してみると、明らかに飽和試料のほうが強度が低下していることがわかるが、これは飽和させたことにより粘着力が 0.35 kg/cm^2 から 0.09 kg/cm^2 まで70%以上の減少をしたためであり、降雨によって起こるまさ土斜面の崩壊の原因が粘着力の減少によるところが大きいことがわかる。

4. 弱面の微視的特性と力学試験結果との相関性について

応力-ひずみ曲線は、いずれの側圧においても図3に示すようなType I、Type IIの2通りの曲線に分類できる。Type I はひずみの増加とともに応力が増していき、あるピーク値に到達したあと、残留状態に落ち着くものであり、Type II はひずみの増加とともに明確なピークを示さずに応力が増していくものである。ひずみの初期の段階では、Type I のほうがやや大きな強度を示す傾向があるが、最終強度はType II のほうが大きくなっている。せん断面をS.E.M.により微視的に見た場合、写真1～3に示すように大別して鏡肌のもものと粗面のもものがあつたが、鏡肌のものはほとんどType I に、粗面のものはすべてType II に対応している。例外的にType II の中にも鏡肌のものが見られたが、これには粒子のすべった跡である条痕が入っているという特徴が見られた。これは条痕ができる際に、石英等のように細粒化しても強度の大きい粒子の抵抗力によって、せん断に対する強度が大きくなったものと考えられる。また、X線回折結果では、Type I に分類されるものはイライトのピークが大きく、モンモリロナイトが存在しているものもあり、Type II よりも弱面部分の粘土化が進んでいるという傾向が見られ、応力-ひずみ曲線におけるType I のような変形特性には、この弱面部分の粘土化が影響を与えているのではないかと考えられる。

5. おわりに

以上を総合して次のように結論しうる。弱面部分の粘土化がかなり進行しているものには鏡肌が現われ、Type I に示すような応力-ひずみ曲線となり、強度は小さくなるが、弱面部分に石英などの粒子自体の強度の大きい鉱物が多く存在する場合には、例外的に条痕ができることにより、Type II のような応力-ひずみ曲線となり強度は大きくなる。また、弱面部分の粘土化があまり進行していない場合は、鏡肌はできず粗い面となり、Type II の変形特性を示し強度は大きくなる。本研究に際し懇切な御指導、御援助を賜りました、京都大学教授 赤井浩一先生、同 柴田徹先生に感謝の意を表します。