

乱さないまさ土の不飽和せん断特性

関西大学工学部 正員 西田一彦

関西大学工学部 正員 〇青山千彰

近畿地方建設局 隅田道男

1. はじめに

乱さないまさ土の強度・変形特性は、採取・成形技術の向上に伴い、浸水、土粒子破碎、風化度等との関連性について、数多くの研究成果が報告されるようになった。特に、浸水強度低下については、斜面問題との関連上数多くの研究がなされ、安定解析への成果の適用が試みられている。しかし、まさ土の持つ不飽和・不均質・不連続性などの数多くの因子、そして、攪乱、低拘束圧、飽和度などのせん断条件、これらの相互関連に基づいた研究については十分研究されていないのが現状である。そこで、攪乱度の異なるまさ土を供試体とし、不飽和状態での強度特性について、低圧三軸圧縮試験装置を用いた実験を行った結果、いくつかの知見を得たので報告する。

2. 試料及び実験条件

試料は大阪府交野市の花崗閃緑岩の風化丘陵部(TⅢ)より乱さない状態で採取した。その基本的性質は比重(2.72)、間隙比(0.87~1.04)、自然含水比(8.1~12.7%)、強熱減量(3.55~4.64%)である。

低圧三軸圧縮試験装置は超低圧領域(0.01kgf/cm²)が可能な試験機で、主な能力は最大軸圧(50kgf)、最大拘束圧(0.7kgf/cm²)。圧力室は2重セル構造をとり、供試体寸法(直径80mm)、体積変化は水面の上下をフロートを通じて非接触変位計で測定する。間隙空気圧は撓水性のフィルターを挟んで、上部ベDESTALで測定、サクシオン(セラミックスAEV: 2kgf/cm²)は下部ベDESTALで測定する。

実験は乱さない状態の試料とせん断試験後、同一間隙比に締固めた試料について行った。せん断試験方法はCU、CD試験を採用し、含水状態は自然含水比と浸水(ほぼ飽和)状態で実施した。なお、供試体として採用した試料は、間隙比0.95±0.03のものを同一試料とみなした。また、ひずみ速度は(0.1%/min)、浸水方法は定体積状態である。

3. せん断強度に及ぼす攪乱の影響

乱さないまさ土と締固めたまさ土について低圧下、不飽和せん断試験を実施した結果、両者の間隙空気圧の発生の仕方、ならびに浸水の影響が異なることがわかった。以下、その特徴的な試験結果について述べる。

間隙空気圧と体積変化との関係は既に数多くの研究者によって指摘されている。特に、ボイル、ヘンリーの法則によって導かれた式と実測値との関係は、ひずみ速度の影響により、せん断ひずみが小さい間はよく一致するが大きくなるとずれてくると言われている。まさ土の場合に於いても同様の結果が得られる(図-1)。しかし、図-2に示すとおり、軸ひずみに対する理論曲線と実測値との差を表すと、同一ひずみ速度でも、乱さないまさ土と締固めたまさ土では大幅に異なる結果が得られる。このことは、ずれの原因がひずみ速度によるものではなく土構造の差異に基づくものであることを物語っている。同じ土構造の場合、全体的な傾向はせん断中のダイラテンシー量に依存しており定式化が可能であると考えられる。

次に、乱さないまさ土(自然含水比状態)を浸水させると強度低下を起こす。また、含水状態は一定で、同一間隙状態に締

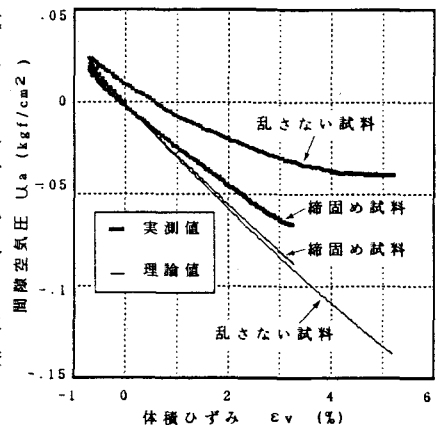


図-1 間隙空気圧と体積ひずみの関係

固めた場合にも同様、強度低下を起し、さらに、浸水によって強度低下する。このように不攪乱から攪乱そして浸水状態に至る変化を、高位の構造から低位の構造にいたる全低下量と解釈し、各浸水低下量の和を全低下量で除したものを体積変化について求めたのが図-3である。ここでは浸水の影響を取り除いたものとして攪乱度Dと呼称した。この値が1以上で大きいほど、水の影響が大きく、1以下の場合水以外の攪乱成分が優先すると解釈される。図より、いずれの曲線も、軸ひずみの小さい圧縮領域では非常に大きな値を示し、さらに、ひずみが増すと一定値に収束する傾向を示す。また、拘束圧が増加するにつれ攪乱度は低下する傾向を示す。これらの結果より、せん断初期の圧縮域では水の影響が大きく、ひずみが増加するか、拘束圧の増加とともに水の影響が小さくなると考えられる。

3. 低下下の強度特性

一般に、まさ土斜面の安定解析に強度定数を用いる場合、安全側に判断して粘着力を0とする。せん断試験結果より得た破壊抱絡線もほとんど0に近いので、設計上、この判断は正しいと考えられる。しかし、粘着成分を無視すると内部摩擦角は安息角と解釈され、傾斜角 45° 以上の斜面の存在が理解できない。その原因をサクシオンとするには透水係数の大きなまさ土の場合、少し激しい降雨で十分浸水状態に達するため説明がつかない。そのため、僅かな粘着力成分の存在が予測されてきたが、せん断試験機の精度上、明確にできなかった。今回、超低圧領域でCD試験を実施し、図-4に示す結果を得た。図より明らかなように、低下領域に於いても破壊抱絡線は直線性を示し、僅かではあるが(0.02~0.05kgf/cm²)粘着力が存在していることが読み取れる。なお、破壊形式は最も小さな拘束圧の場合、せん断面はあまり明確ではないが一部上端面に達するものもあり、引張破壊の影響も関係しているものと考えられる。

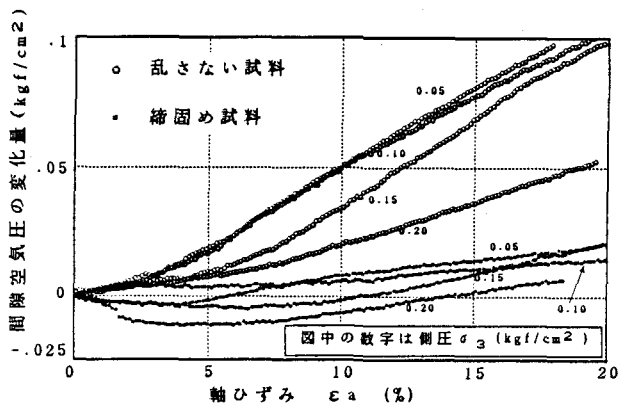


図-2 間隙空気圧の変化量

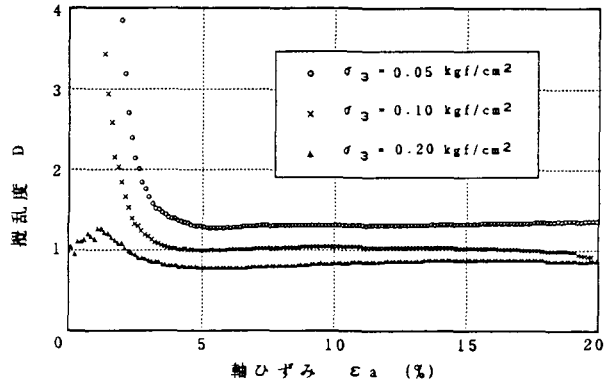


図-3 攪乱の影響

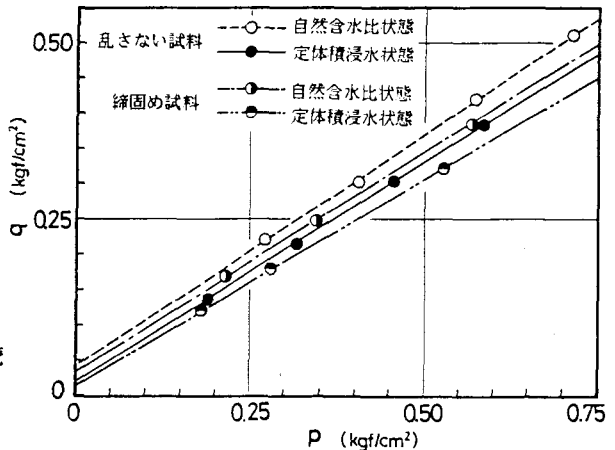


図-4 低下下の強度特性