

山口大学 工学部 正員 ○ 村田 秀一

山口大学 工学部 正員 安福 規之

東洋建設(株)

神垣 直哉

1. まえがき 不飽和状態にあるまき土斜面が、しばしば降雨時に崩壊することはよく知られている。この原因のひとつに、浸水に伴うせん断強度の低下が考えられるが、そのメカニズムについては不明な点が多いようである。またこのようなまき土の斜面崩壊の問題を考えるには、乱さないまき土を対象にした研究が必要となる。そこで本研究では、乱さないまき土供試体を用いて、比較的低い拘束圧下における排水三軸試験を行ない、含水状態がまき土のせん断強度・変形特性に及ぼす影響を、毛管結合力効果に着目して調べた。

2. 試料および実験方法 試料は、宇部市郊外で採取したもので、その主な指数的性質は、比重2.60、乾燥密度 $1.50 \sim 1.62(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、自然含水比 $8.2 \sim 13.4\%$ である。まず原位置において、釘打ち込み法により試料を採取し、それを冷凍庫(-20°C)において凍結させた後、ダイヤモンドカッター、ストレイトエッジ等を用いて、直径 5.0cm 、高さ 12.0cm の三軸用供試体を作成した。凍結した供試体は、三軸セルの中で約12時間放置し、それが融解した後、ひずみ速度 $0.06\%/ \text{min}$ として圧密排水三軸試験を実施した。今回は、毛管結合力(サクシヨン)のせん断強度に及ぼす影響を明らかにすることを主目的としたため、粒子破碎の影響を取りのぞく必要があり、拘束圧は $0.3\text{kgf}/\text{cm}^2$

以下に限定した。圧密およびせん断は、自然含水比状態の供試体を、所定の飽和度になるよう給水または脱水した後行なった。その際、サクシヨンは下部ベDESTALのセラミック板を通して測定し、体積変化量は、二重ビューレット管を用いて側液の増減から測定した。

3. 実験結果と考察

1). 応力、ひずみ、サクシヨン関係 図1は軸差応力 q 、体積ひずみ v 、サクシヨン S_u と軸ひずみ ϵ_1 の関係の代表

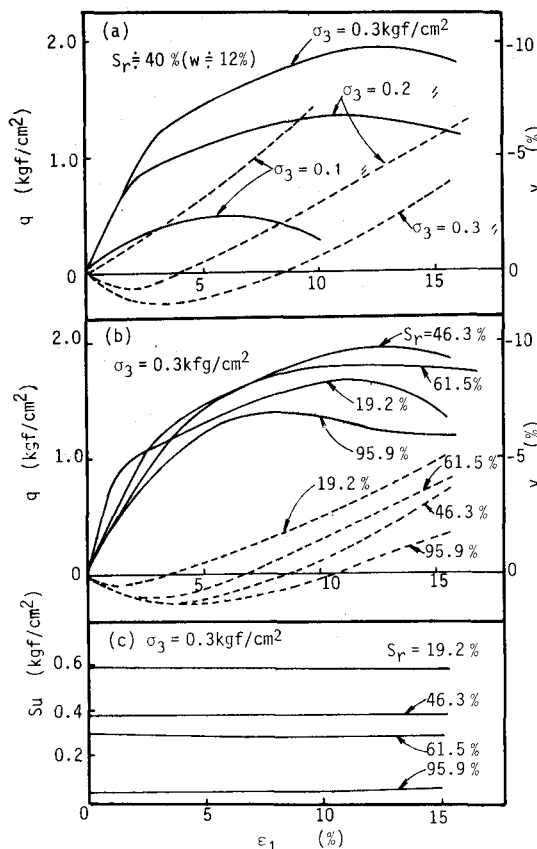


図1 実験結果

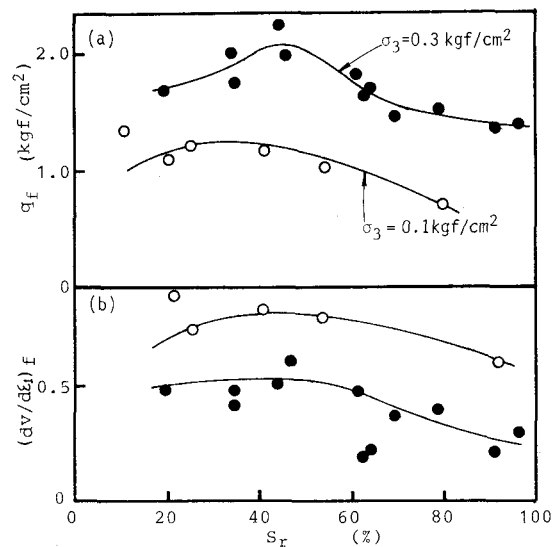


図2 破壊時の軸差応力、ダイレイタンス指数と飽和度の関係

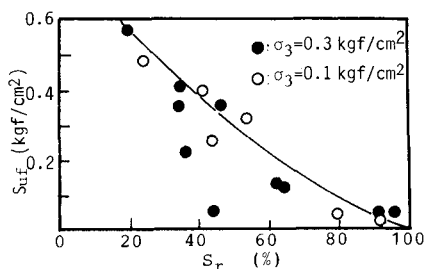


図3 破壊時のサクシオンと飽和度の関係

例を示している。a)図は自然含水比状態における結果、b)図は側圧 0.3 kgf/cm^2 の下で含水比を変化させた場合の結果を示している。応力ひずみ関係は、どの拘束圧下においてもせん断初期に明瞭な直線部分が表われ、また同じ拘束圧下では飽和度の低下に伴ない膨張の傾向が強くなる。(c)図は、サクシオンがせん断中ほとんど変化しないことを示すものである。図1に示した実験結果を基に、破壊時の軸差応力、ダイレイタンスー指数 $(d\epsilon/d\epsilon)_f$ と飽和度の関係を示したのが図2である。この図から、軸差応力、ダイレイタンスー指数ともに飽和度が40%あたりで最大となり、飽和度が高くなるほどそれらの値は低下する傾向にあることがわかる。このことは、ダイレイタンスー特性及びせん断強度はサクシオンに大きく依存することを示唆するものである。また図3には、破壊時のサクシオンと飽和度の関係を示している。サクシオンは、拘束圧によらず飽和度の低下と共にほぼ指数関数的に増加している。

2).サクシオンに起因するせん断強度の評価 図4は、図3で示したサクシオンがどれほど有効拘束圧増分として寄与するかを飽和度との関係で示したものである。なお、有効拘束圧増分の求め方は前報¹⁾で示しているのでここでは省略する。この図より、有効拘束圧増分は拘束圧に関係なく飽和度40%付近でピークをもつ1本の曲線で

示されることが分る。このことは、図3のサクシオンと飽和度の関係を比較すればわかるように、飽和度の低下によりサクシオンが増加しても、必ずしも有効拘束圧増加には、つながらないことを示している。そこで、その寄与率を $\lambda = \Delta \sigma_3 / S_{uf}$ なる式で求め、それを飽和度との関係で示したのが図5である。図6は、図4で示した有効拘束圧増分 $\Delta \sigma_3$ による見かけの粘着力増分 Δc を示したものである。ここで Δc は次式で求めた。

$$\Delta c = (\Delta \sigma_1 - \Delta \sigma_3) (1 - \sin \phi) / (2 \cos \phi)$$

なお、ここで $\Delta \sigma_1 = \Delta \sigma_3 (1 + \sin \phi) / (1 - \sin \phi)$ 、 ϕ は飽和時の内部摩擦角であり、 ϕ は含水比によらず一定と仮定している²⁾。飽和時にはピーク時に比べて約 0.1 kgf/cm^2 の粘着力低下がある。これは、飽和時における粘着力成分が約 0.05 kgf/cm^2 であることを考えると、この低下が、斜面安定に及ぼす影響は大きいと考えられる。

参考文献

- 1). 村田他：含水比変動に伴うまき土のせん断強度変化に及ぼす要因について，第38回土木学会講演会 S58.10
- 2). 村田他：乱さないまき土供試体のせん断強度特性，第19回土質工研究発表会，S.59.8

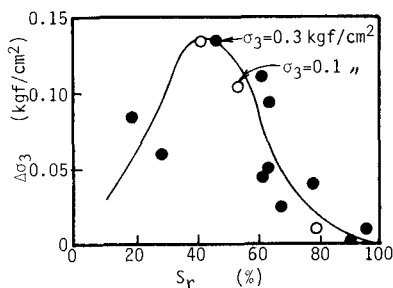


図4 有効拘束圧増分と飽和度の関係

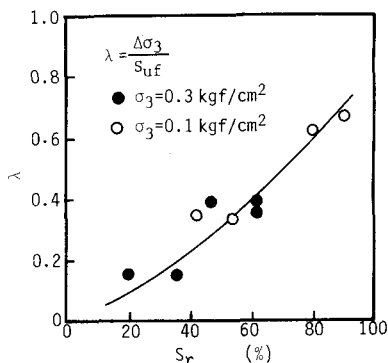


図5 サクシオンの寄与率と飽和度の関係

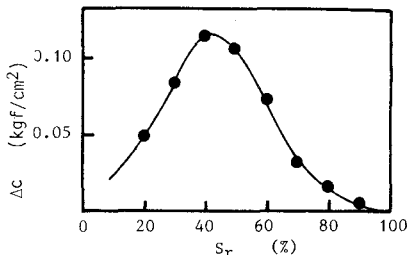


図6 見かけの粘着力増分と飽和度の関係