

関西大学工学部 正 員 西田一彦
 関西大学総合情報学部 正 員 青山千彰
 関西大学工学部 正 員 西形達明
 関西大学大学院 学生員 〇中井健博

1. はじめに

まさ土斜面の表層部は一般に不飽和状態であり、サクシオンがその安定性に大きく影響するといわれている。また、斜面表層部の安定解析には、薄層のため低拘束圧下における強度特性を把握する必要がある。そこで本研究では、締固めたまさ土を用いて低拘束圧下における三軸圧縮試験を実施し、サクシオンが強度に及ぼす影響を検討した。また、土の種類によるその違いについて、締固めたシルト、豊浦標準砂の結果も用いて比較検討した。

2. 試料と実験方法

試料として、まさ土は兵庫県六甲山に広く分布する花崗岩風化層から採取し、2mmふるいを通したものをを用いた。シルトは硬砂岩を砕石するときに生じるスクリーニングス、そして豊浦標準砂である。試料の物理的性質と供試体条件を表-1に示す。供試体は試料を所定の含水比になるように水分調整し、直径8cm、高さ16cmのモールド内で10層に分け、締固めて作成した。

本実験では西田ら¹⁾が報告した不飽和三軸試験装置を用いた。せん断試験方法はCD試験を採用し、拘束圧は0.01~0.20(kgf/cm²)とした。せん断試験は圧密終了後、せん断速度0.1%/minで行った。

3. 粘着力と内部摩擦角の特徴

初期飽和度の変化による粘着力と内部摩擦角の挙動を示したものが図-1である。粘着力は初期飽和度 $S_{r0}=45(\%)$ 付近で最大値を有し、飽和状態になると0になる。内部摩擦角は $S_{r0}=45(\%)$ 以下では S_{r0} の増加とともに著しく低下し、 $S_{r0}=45(\%)$ 以上では若干低下する傾向がみられる。このように、粘着力と内部摩擦角の挙動は $S_{r0}=45(\%)$ の前後でそれぞれ異なることがわかる。図-2は粘着力、内部摩擦角と破壊時のサクシオンの関係を示したものである。ここで、今回の試験はサクシオン一定試験ではなく、拘束圧によって破壊時のサクシオン S_{ur} の値に多少ばらつきがあるので、その平均値 S_{urm} を用いた。粘着力は $S_{urm}=0.1(\text{kgf/cm}^2)$ 付近の前後では挙動が異

表-1 試料の物理的性質と供試体条件

試 料	まさ土	シルト	豊浦標準砂
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.67	2.78	2.64
砂 分 (%)	60	26	99.9
シルト分 (%)	25	67	0.1
粘土分 (%)	15	7	—
均等係数 U_c	160	1.2	1.6
曲率係数 $U_{c'}$	1.0	0.96	1.0
初期間隙比 e_0	0.9~1.1	0.9~1.1	0.9, 1.0
初期含水比 w_0 (%)	10.4~43.1	7.0~39.6	8.3~38.5
初期飽和度 S_{r0} (%)	24.2~100	17.7~100	21.5~100

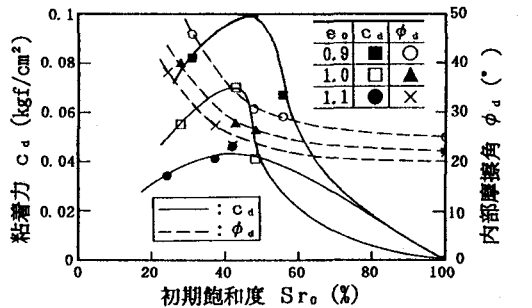


図-1 粘着力、内部摩擦角と初期飽和度の関係

Kazuhiko NISHIDA, Chiaki AOYAMA, Tatsuaki NISHIGATA, Takehiro NAKAI

なっている。内部摩擦角は Su_r の増加にともなって増加している。Fredlund²⁾ はサクシジョンの増加にともなって粘着力は増加し、内部摩擦角は一定であるとして、不飽和土のせん断強度式を提案しているが、今回の結果はそれとは異なっている。したがって、低拘束圧下においては、Fredlundのせん断強度式は成り立たないといえる。

4. サクシジョンが強度に及ぼす影響

サクシジョンが強度に及ぼす影響について、村田³⁾ が提案した有効拘束圧の増分 $\Delta\sigma_s'$ を用いて検討した。ここで有効拘束圧の増分とは、サクシジョンに起因する飽和時と不飽和時の強度差のことである。図-3は初期間隙比 $e_0=1.0$ における有効拘束圧の増分と破壊時のサクシジョンの関係を示したものである。図中の実線はまさ土の場合を表している。 $Su_r=0.3(\text{kgf/cm}^2)$ 以下では Su_r の増加にともなって $\Delta\sigma_s'$ も増加するが、 $Su_r=0.3(\text{kgf/cm}^2)$ 以上では $\Delta\sigma_s'$ はほぼ一定となる傾向がみられる。 σ_s の変化による $\Delta\sigma_s'$ の違いは、 Su_r が大きくなるにしたがって明確になる。したがって、あるサクシジョンの値を越えると、サクシジョンの増加にかかわらず有効拘束圧の増分は一定となり、有効拘束圧の増分に対するサクシジョンの寄与が小さくなるといえる。

つぎに、土の種類によるサクシジョンが強度に及ぼす影響の違いについて検討した。図-3中の一点鎖線は豊浦標準砂の場合を表している。シルトの場合は値がばらついていて、斜線でその範囲を表した。シルトの場合、 $Su_r=0.1(\text{kgf/cm}^2)$ 以上では $\Delta\sigma_s'$ はほぼ一定となる傾向がみられ、まさ土の場合と比べて小さくなっている。 σ_s の変化による $\Delta\sigma_s'$ の違いはほとんどみられないようである。豊浦標準砂の場合、どの Su_r においても $\Delta\sigma_s'$ はほとんど 0 である。表-1中の均等係数と曲率係数からまさ土は粒度分布がよく、シルト、豊浦標準砂は悪いといえる。また、まさ土が粘土分を最も多く含んでいることがわかる。したがって、粒度分布がよく、粘土分が多い土ほど、サクシジョンによる有効拘束圧の増分は大きくなり、有効拘束圧の増分に対するサクシジョンの寄与が大きくなるといえる。

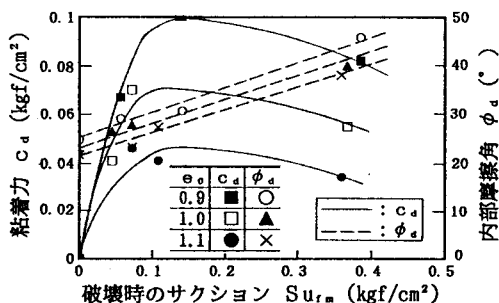


図-2 粘着力、内部摩擦角と破壊時のサクシジョンの関係

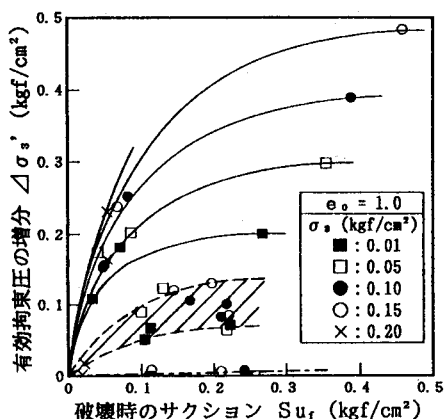


図-3 有効拘束圧の増分と破壊時のサクシジョンの関係

参考文献 1)西田他：低拘束圧不飽和三軸試験装置について，土木学会関西支部年次学術講演概要，1991. 2)Fredlund, D. G. et al.: Shear Strength of Unsaturated Soils, Canadian Geotech. Jour., 1978. 3)村田他：乱さない不飽和しらすのせん断特性，不飽和土の工学的性質研究の現状シンポジウム発表論文集，1987.