

不飽和マズ土のせん断過程におけるサクションの変化について

山口大学工学部 正員 三浦哲夫 学生員 原田 敦  
 ・東亜道路工業(株) 若木三津夫 町田 裕  
 " 池田 靖 上野義郎

1. まえがき 通常不飽和状態にあるマズ土斜面が豪雨時にしばしば崩壊する例は後を絶たない。この原因は、雨水の浸透による土のせん断抵抗の低下に起因することが多いと考えられる。従来、浸水時の強度低下に対しては土のせん断強度定数 $c$ ,  $\phi$ の低下として取り扱うことが多かったが、不飽和状態における毛管結合力の変動もかなり大きいことが予想される。このサクションを間隙水圧的に考えれば、不飽和土斜面の有効応力的な安定解析が可能となろう。本報告は、マズ土のせん断特性に及ぼすサクションの影響について調べたものである。

2. 試料および実験方法 試料は、宇部市内において採取した、 $4.76\text{ mm}$ 以下のマズ土である。三軸用供試体は、まず乾燥状態の試料をタンパーで突き固めた後( $\phi=50\text{ mm}$ ,  $h=125\text{ mm}$ )、約10時間程給水により飽和させる。この供試体を圧密後、所定の飽和度になるまで  $0.3\text{ kg/cm}^2$  の真空で脱水し(48時間)、ひずみ速度  $0.1\text{ mm/min}$  上部排水条件下でせん断し、体積変化とサクションを測定した。サクションの測定は、ペDESTALト部のセラミ

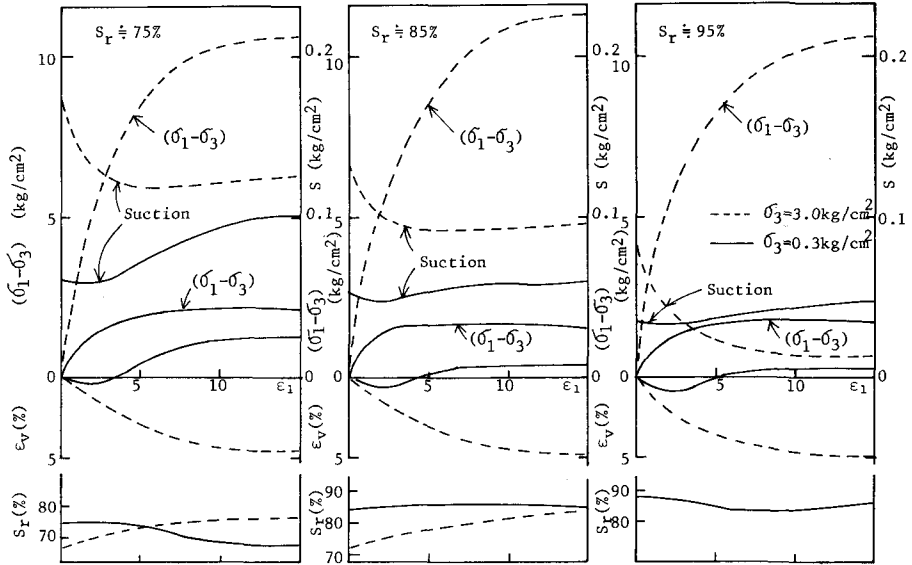


図-1 試験結果

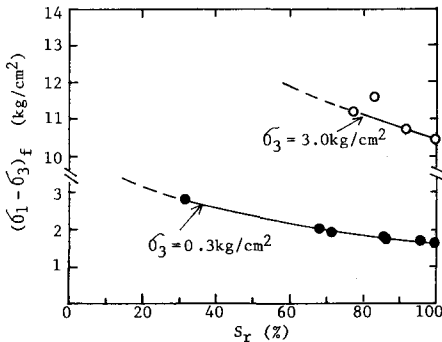


図-2 破壊時の軸差応力と飽和度の関係

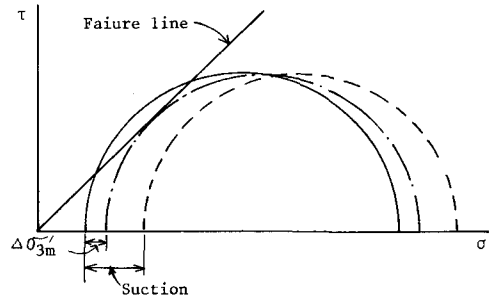


図-3 有効側圧  $\Delta\sigma_{3m}$  及び定数入の求め方

ック板と通じた半導体小型圧力変換器(TOYODA PMS-5)を用いて行った。

3. 実験結果と考察 図-1は、破壊時の飽和度が約75%, 85%, および95%となる場合の軸差応力・体積歪・サクション・軸歪曲線の代表例である。これまでの経験から、粒状破砕のほとんど生じない側圧 $\sigma_3=0.3\text{ kg/cm}^2$ においては、いずれの場合でも体積変化は正のダイレイタンスーを示し、サクションは軸歪の進行に伴って盛りに増加する傾向にある。一方粒状破砕の生じたと考えられる $\sigma_3=3.0\text{ kg/cm}^2$ の場合、体積は収縮し、サクションは減少する。なお、側圧によってせん断開始時のサクション値が異なるのは、その時点での両者の飽和度の違いによるものである。図-2は、破壊時の軸差応力と飽和度の関係である。破壊時の軸差応力は、飽和度の増加に伴って減少するが、その減少の割合は $\sigma_3=3.0\text{ kg/cm}^2$ の場合より $\sigma_3=0.3\text{ kg/cm}^2$ の場合が大きい。なお、別報に報告したように、まき土の粒状間摩擦効果(虫)は、含水比の増加と共に増大する。この結果がまき土の含水比の増加に伴うせん断強度の増加と自覚結ぶわけではないが、減少するとは考えられないので、図-2に示した強度低下はサクションの低下と粒状破砕による強度低下に起因するものであるといえよう。そこで、破壊時の軸差応力に及ぼすサクションの影響を考察するため、図-3に示すような方法を試みた。すなわち、完全飽和の供試体の試験結果を用い、原点を通る破壊線を決定する。次に、任意の飽和度の試験から得られるモール円(実線)を描き、得られたサクションを間隙水圧的に取り扱い円を移動する(破線)。また、同じ円を破壊線に接するように描くことにより(一点破線)、サクションによって増加したと考えられる有効増加側圧 $\Delta\sigma'_{3m}$ を求めることができる。図-4は、 $\sigma_3=0.3\text{ kg/cm}^2$ での破壊時のサクション、 $\Delta\sigma'_{3m}$ と $S_r$ の関係である。試料の内部摩擦角を $\phi$ とすると、 $\Delta\sigma'_{3m}$ による $\sigma'_1$ の増分は、 $\Delta\sigma'_{1m} = \frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi} \cdot \Delta\sigma'_{3m}$ となる。よって、破壊時の軸差応力に及ぼす $\Delta\sigma'_{3m}$ の割合は、
$$\frac{\Delta\sigma'_{1m}}{(\sigma'_1 - \sigma'_3)_F} \times 100 = \frac{\Delta\sigma'_{3m}}{(\sigma'_1 - \sigma'_3)_F} \cdot \left( \frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi} \right) \times 100 \quad (\%) \quad (1)$$
また、図-3, 4を参照して $\Delta\sigma'_{3m}/S$ で表わされる定数 $\lambda$ を求めることができる。図-5は $(\sigma'_1 - \sigma'_3)_F$ と $\Delta\sigma'_{3m}$ の関係、図-6は、定数 $\lambda$ 、 $\Delta\sigma'_{1m}/(\sigma'_1 - \sigma'_3)_F$ と $S_r$ の関係を示したものである。定数 $\lambda$ は、 $S_r$ の増加と共に1に近づくこと、サクションによる $\Delta\sigma'_{1m}$ の $(\sigma'_1 - \sigma'_3)_F$ に対する割合は、 $S_r=70\%$ で約20%に及ぶことが判る。なお、 $\sigma_3=3.0\text{ kg/cm}^2$ においては、これらの傾向と一致せずサクションの影響と同時に粒状破砕効果の影響も極めて大きいことが判った。

参考文献 1) 利田・三浦他：まき土のせん断特性に及ぼす含水比の影響について、昭55年度 土木学会西部支部研究発表会, 58, 2.

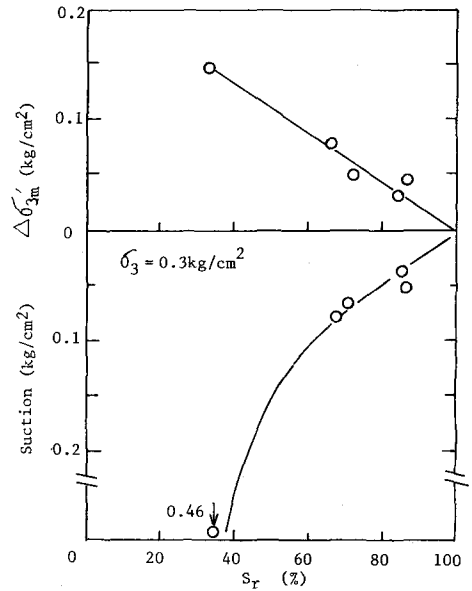


図-4  $\Delta\sigma'_{3m}$ , サクションと $S_r$ の関係

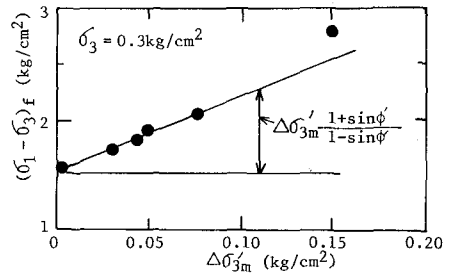


図-5  $(\sigma'_1 - \sigma'_3)_F$  と $\Delta\sigma'_{3m}$ の関係

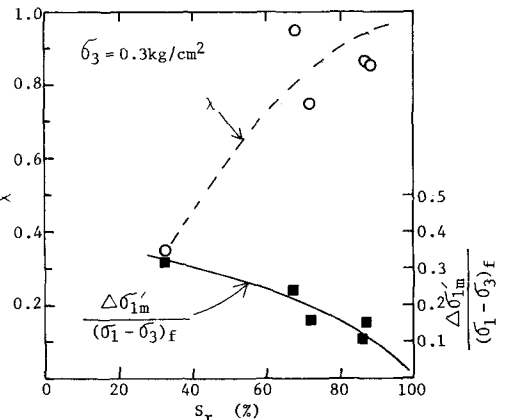


図-6  $\lambda$ ,  $\Delta\sigma'_{1m}/(\sigma'_1 - \sigma'_3)_F$  と $S_r$ の関係