

# (1) 標準砂における水因垂直応力とせん断強度・剛性率の関係

京都大学農学部 丸 井 英 明  
佐 々 恭 二  
武 居 有 恒

はしがき

従来間隙水圧が斜面崩壊、地すべりの重要な要素として扱われてきたが、実際の斜面崩壊、地すべりにおいてしばしば見受けられ、モデル実験においても観察される地下水面近辺ですべる現象は、間隙水圧は作用しないことから、有効応力を用いたモール＝クーロン式では説明がつかない。この現象では、土層が不飽和から飽和へ変ることにより、水の表面張力に起因する凝集力が減少することが重要な役割を果していると考えられる。

水因垂直応力

砂が不飽和の状態にある時、砂粒子の表面についた毛管水・吸着水はその表面張力に基づく凝集力 (attractive force) によって砂粒子を相互に引きつける働きをしている。この水による砂粒子を引きつける力は、せん断に際しては垂直応力と同じ働きをしている。一方、砂が飽和の状態にある時作用する間隙水圧も水による負の垂直応力と考えられるので、この両者を総称して水因垂直応力 (hydro-normal stress) と名付けた。

繰り返しせん断試験による水因垂直応力の測定

水因垂直応力の値を正確に求めるために次の様な実験を行った。まず飽和度 52.3% の標準砂のサンプルに  $= 2.4 \text{ Kg/cm}^2$  を載荷し、16% までせん断し、その時の応力の値と応力ゼロの間を繰り返しせん断し弾性化した状態で、垂直応力を減少してせん断抵抗力或は剛性率を求め図 1 白丸のデータを得た。ついで一度  $= 2.4 \text{ Kg/cm}^2$  まで戻してから注水して飽和させた。この時体積変化を生ぜしめない様に垂直応力を除荷すると  $= 0.9 \text{ Kg/cm}^2$  となった。この不飽和の時と同一の粒子配列・配置の状態段階的に垂直応力を減少して図の黒丸のデータを得た。その結果、乾燥密度  $1.57 \text{ g/cm}^3$  の標準砂において飽和度を 52.3% から 100% に変えることにより、見掛け上  $0.37 \text{ Kg/cm}^2$  減少し、摩擦角  $\tan^{-1}(\cdot)$  が 3° 減少した。この  $0.37 \text{ Kg/cm}^2$  が飽和度の変化に伴う水因垂直応力の変化量である。又、飽和度 0.37% の標準砂に最初  $= 1.5 \text{ Kg/cm}^2$  を載荷し、8% までせん断し以下同様の試験を行った結果を図 2 に示した。この場合飽和度が 0.37% から 100% に変化したことによる水因垂直応力は  $0.17 \text{ Kg/cm}^2$  であり、摩擦角の変化は 5.9° であった。

飽和度とせん断抵抗力の関係

図 3 は松村がマサ土によって試験した上降伏値と飽和度の関係である。図 4、5 は今回得た標準砂におけるせん断抵抗力と飽和度の関係である。点数が少いので正確な曲線は得られなかったが、飽和度 100% の時最小となり、飽和度 50% 付近でピークとなる土に凸な曲線形を示すと考えられる。飽和度 33% での値は低すぎると思われ、若干問題がある。又、マサ土の場合と形が異なっているのは両者の粒径組成の違いによると思われる。

引用文献 1) 佐々：斜面安定解析-I、新砂防 85、1972 2) 佐々：斜面安定解析-II、新砂防 90、1973 3) 佐々他：地下水面上昇及び土被り圧変化に伴う砂中の弾性定数の変化について、S51 年土木学会関西支部 4) 松村他：水因垂直応力について、第 31 回土木学会

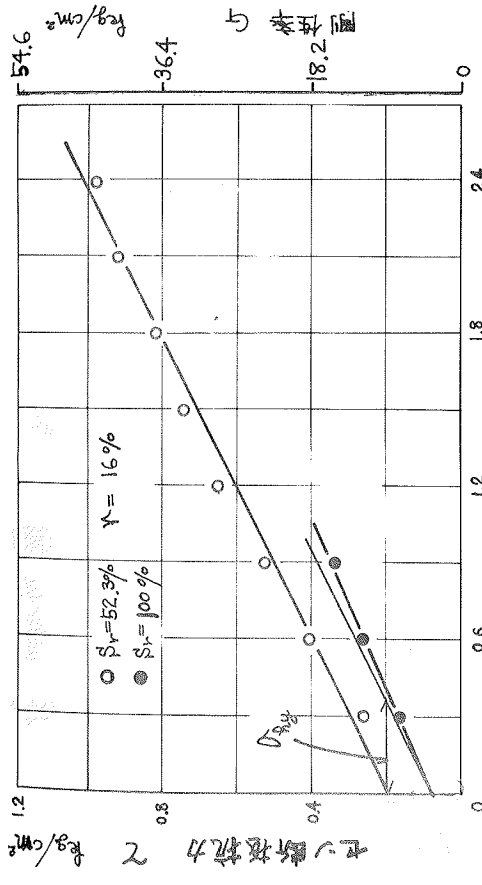


図-1 飽和時のせん断抵抗力の差

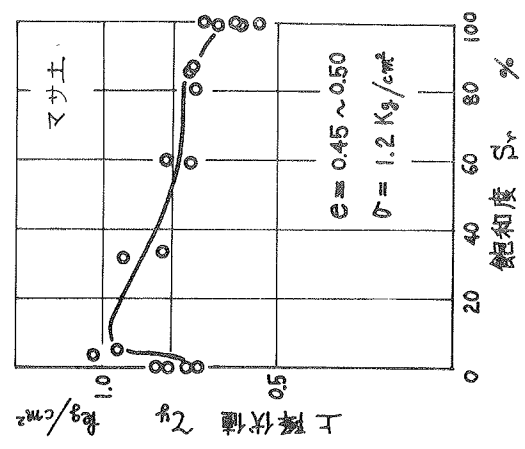


図-3 上昇伏値と飽和度の関係

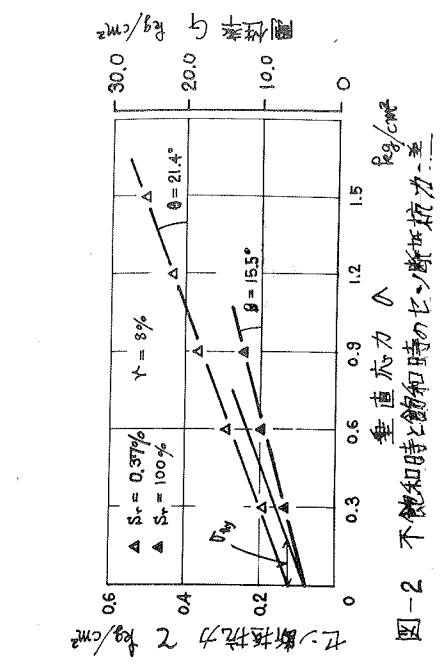


図-2 飽和時と飽和時のせん断抵抗力の差

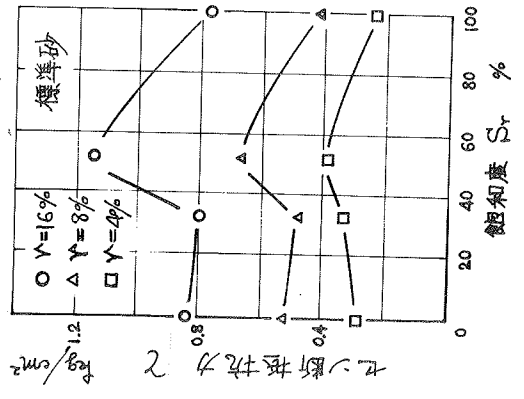


図-4 セン断抵抗力と飽和度の関係

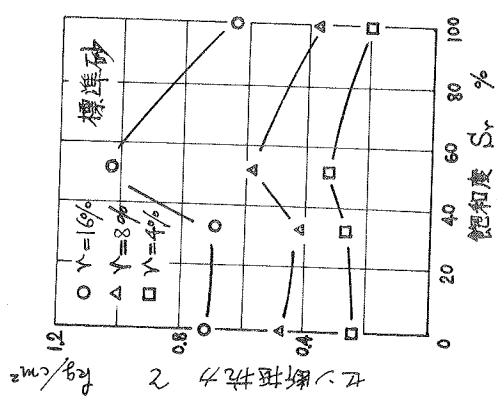


図-5 セン断抵抗力と飽和度の関係