

まさ土斜面の遠心力载荷試験と安定解析

佐賀大学 理工学部 ○正 吉武 茂樹

" " 正 鬼塚 克忠

" " 学 伊賀屋 豊

1. まえがき

まさ土斜面の崩壊はすべり面の浅い、表層すべりを示す。このような斜面崩壊の形態は遠心载荷装置を用いた、まさ土の模型斜面の破壊試験結果からも観察されている。そこで、低拘束圧下におけるせん断試験（三軸圧縮試験、一面せん断試験）結果から得られたピーク強度あるいは変形（ひずみ）の進行に伴うせん断抵抗の変化を考慮した安定解析を行い、模型斜面の破壊状況およびその挙動について、試験結果と解析結果との比較、検討する。

2. 試料および試験方法

2.1 試料

試験に用いた試料は、佐賀県川久保より採取したまさ土で、気乾燥後2mmふるいを通したものをを用いた。その物性は $G_s: 2.64$, $I_p: NP$, $w_{opt}: 11.0\%$, $\rho_{dmax}: 1.94\text{g/cm}^3$, レキ分36%, 砂分52%, シルト分7%, 粘土分5%である。

2.2 試験方法

2.2.1 三軸圧縮試験

三軸圧縮試験機は低圧用に一部改良した三軸室用い、側圧は空気圧で負荷した。0.1%/minのひずみ速度で圧密排水（気）試験を実施した。供試体の大きさは直径5cm、高さ10cmである。なお、供試体セットから試験終了まではほぼ3時間程度であり、この間空気がゴムスリーブを透過しないことは予備テストで確認済みである。側圧の大きさは低圧域では0.02～0.16kgf/cm²、常圧域で0.2～1.6kgf/cm²とした。

2.2.1 遠心力载荷試験

遠心力载荷試験装置の概略、模型斜面の作成方法等については既に報告¹⁾しているので省略する。た

だ、模型斜面の形状は図-1の通りである。試験は斜面高さを一定にして、斜面勾配、密度および含水比を変えて種々実施した。本文では含水比11.0%, 締固め密度80% ($\rho_d = 0.80 \cdot \rho_{dmax}$) および斜面勾配60度について考察する。まさ土を用いて遠心力载荷試験を行うと、自重による圧密によって強度増加が大きいために斜面はなかなか破壊しない。そこで実際とは多少異なるが、斜面を破壊させることを主目的にしたので、勾配が急でやや緩めの斜面とした。

3. 解析手法

解析手法は直接反復法による弾性解析法（割線係数法）である。均一なまさ土斜面を想定して、図-2に示す平面ひずみ状態の有限要素分割を行った。要素数169、接点数107である。解析手順は次の通りである。

①三軸圧縮試験結果から得られた初期変形係数 (E_0)、ポアソン比 (ν_0) を用い自重による各要素の最大せん断応力と最大せん断ひずみを計算する。②低圧域および常圧域から得られた最大せん断ひずみ進行に伴うせん断抵抗の変化曲線（図-3、図-4）から各要素の最大せん断ひずみに対応する (c_r , $\tan \phi_r$) を求める。③求められた最大せん断ひずみに対応する (c_r , $\tan \phi_r$) から各要素の局所破壊の有無を次式によっ

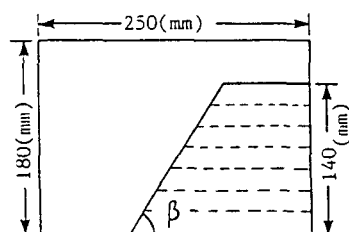


図-1 試料容器の概略および模型斜面の形状

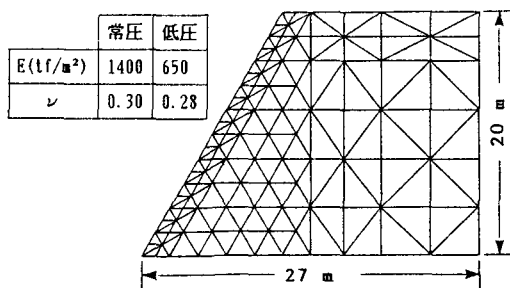


図-2 解析モデル

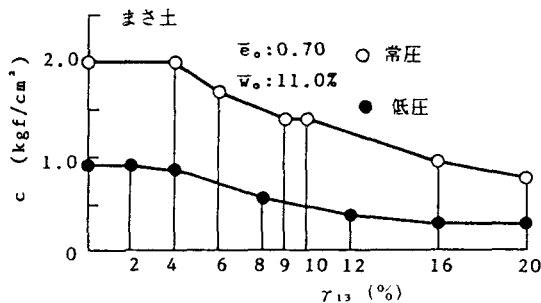


図-3 まさ土の c_r の折線近似

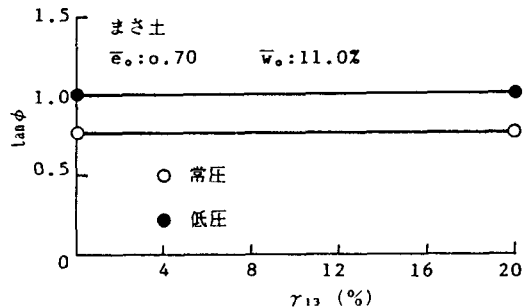


図-4 まさ土の $\tan \phi_r$ の折線近似

て判定する。

$$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$$

$$S_L = \frac{(\sigma_1 + \sigma_3) / 2 \cdot \sin \phi_r + c_r \cdot \cos \phi_r}{(\sigma_1 - \sigma_3) / 2}$$

$$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2 \cdot \sin \phi_r + c_r \cdot \cos \phi_r$$

④ $S_L > 1.0$ の要素については新たに変形係数を定める。

⑤ ①に戻り、計算、判定を行い、 S_L の平均化を目指す。

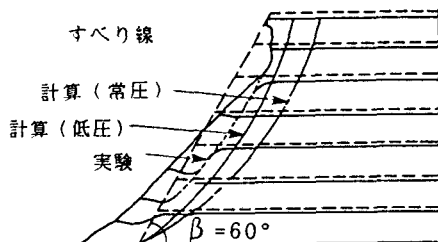


図-5 すべり線の比較

4. 試験結果と考察

4.1 試験結果

図-5には試験結果と常圧域および低圧域から得られた

強度定数を用いて、円弧すべり法で求めたすべり線の位置を示す。(実験：破線、常圧域：一点鎖線、低圧域：実線)。実験結果から分かるように、まさ土斜面の破壊形態は非常に浅いすべり破壊である。すべり線の位置は低圧域から得られた強度定数を用いて計算したもの程、浅くなっており、実験結果と近い。安全率を算出すると、常圧域0.93、低圧域0.89、実験1.0となっており、低圧域のもの程小さい。このようにまさ土斜面の表層すべり問題を考える場合には、低圧域の強度特性を考慮する必要がある。

すべり線の位置、安全率に若干の違いが見られるのは、遠心力を増加させていく段階で自重圧密によって強度が増加するためではないかと考えられる。

4.2 解析結果

常圧域および低圧域におけるせん断抵抗の変化を考慮した解析結果を図-6 (n:繰返し回数)に示す。図には $S_L > 1.0$ 、すなわち局所破壊を生じている要素と、 $1.0 > S_L > 0.95$ の破壊直前の要素の分布状態を表わしている。第1段階では斜面先から斜面内部にかけて多少局所破壊を生じた要素が見られる程度であるが、計算を繰返すことによって、斜面に沿って浅い部分にその要素が急増し斜面頂部に達し、斜面が破壊している。図からも分かるように斜面の浅い部分で局所破壊を生じている要素を結んで、それがすべり線の位置とすると、実験結果とよく一致している。せん断抵抗の変化、特に、低圧域におけるせん断抵抗の変化を考慮して安定解析を行うと、まさ土斜面の表層すべり問題を説明できる。

参考文献 1) 吉武茂樹・鬼塚克忠:せん断変形に伴う強度定数(c , ϕ)の変化を考慮した斜面安定解析, 第25回土質工学研究発表会

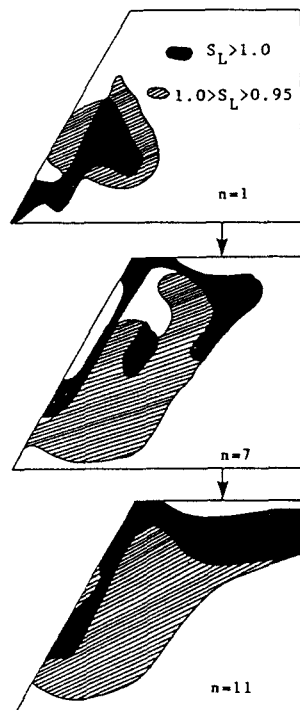


図-6 解析結果