

III-18

小型模型斜面の3次元破壊実験

群馬大・正 鶴飼恵三，基礎地盤コンサルタント（元群大院生）・正 細堀建司
前田道路（元群大生） 篠崎寿之，群馬大・正 永瀬英生，正 榎戸源則

1. まえがき

著者らは3次元斜面安定解析の理論¹⁾を提案すると共に、実験による検証^{2), 3)}を進めてきた。従来は、3次元実験結果を説明する際に、①斜面天端付近に発生する引張亀裂を無視し、②側方拘束力の大きさを仮定していた。今回、従来の実験経験を生かし、新たに3次元破壊実験を行い、これら2点を考慮した計算により実験結果を比較的良好な精度で説明できたので報告する。

2. 3次元破壊実験

図. 1の如き土槽に含水比数%の湿砂をゆるくつめ、模型斜面（高さ20cm，勾配34.6°）を作成した。斜面の両端を拘束した状態で斜面全体を傾斜させ破壊に至らしめた。破壊後のすべり面形状は、おおむね円筒面の両端に楕円状のキャップを有する形状を呈していた。

2. 1 c , ϕ の決定法：斜面の c , ϕ は図. 2の如き傾斜実験より決定した。結果の一例（ $\sigma - \tau$ 関係）を図. 3に示す。図. 4に、含水比 w と c , ϕ の関係を示す。

2. 2 引張亀裂の決定法：引張亀裂の大きさは実験後のすべり面の観察より決定した。亀裂はすべり面上端中央部で最も深く、左右端に行くほど浅くなっていた。安定計算では、左右端での亀裂深さを0とし、深さは直線的に変化すると仮定した。

2. 3 側方拘束力の決定法：側方拘束力は2次元斜面安定実験より決定した。2次元実験用の斜面土槽（側面はアクリル板）を図. 1とは別に作成し、斜面全体を傾斜させ2次元破壊させた。破壊時の安全率を1として、引張亀裂と側面摩擦を考慮した簡便分割法計算を行い側方拘束力を逆算した。アクリル板と湿砂との間の c , ϕ は図. 2の如き傾斜せん断試験より求めた。側方拘束力は斜面表面からの深さに比例すると仮定し、つぎのような側方拘束力係数 κ を定義した。

$$\text{側方拘束力（単位面積あたり）} = \kappa \gamma h \quad (h: \text{深さ})$$

なお、実験では壁面を湿砂が1cm程度ずれた後に2次元斜面破壊が発生することが確認されているので κ の逆算に際しては壁面粘着力 c を無視した。ただし、これは κ の過大評価につながると思われる。このようにして決定した κ の値と ϕ の関係を図. 5に示す。

3. 3次元簡便分割法による3次元破壊実験の評価

上記2.で行った3次元破壊実験を著者らが提案した3次元簡便分割法¹⁾により評価してみた。すなわち、3次元破壊が発生した状態での斜面の最危険すべり面と最小安全率を算出し、実験結果と比較した。ただし、すべり面は中央の円筒面と両端の楕円体面よりなると仮定した。図. 6に結果の一例（中央部断面）を示す。計算結果と実験結果は良く合っている。含水比を色々変えて行った25ケースの実験結果について安全率の平均値と標準偏差は 1.055 ± 0.049 となった。平均値が1より5%程大きくなったのは、 κ を過大評価しているためと思われる（上記2. 3）。引張亀裂と側方拘束力を考慮しない（無視する）場合には安全率は 0.920 ± 0.057 となった。これより、両者を考慮した今回の方が実験結果を良く説明しているといえる。なお、 κ のかわりに静止土圧係数 $K_0 (= 1 - \sin \phi)$, ϕ は湿砂の摩擦角：図. 4)を用いるのも一つの考え方である。 K_0 を用いると安全率は 1.038 ± 0.060 となり値は悪くないことがわかった。

4. まとめ

①引張亀裂の存在と側方拘束力を考慮した3次元簡便分割法により3次元斜面安定実験結果を比較的精度よく説明しうることがわかった。 κ を決定する際に2次元破壊実験を別に行わなければならない点が面倒だが、 κ の代わりに K_0 を用いればこの面倒も解消しう。なお、 K_0 の使用はすでにChenら⁴⁾が提案している。

②引張亀裂の深さをあらかじめ予測する方法は見出せなかった。

③斜面安定実験においては、引張亀裂と端部効果（2次元では壁面摩擦）の考慮が重要であることがわかった。**結果の解析**

④なお、上記2. 3で κ の逆算に際して壁面粘着力 c を無視したことの妥当性については、今後の検討課題である。

（参考文献）：1）鶴飼他，土論 No.376/Ⅲ-6，1983。2）細堀他，第21回土質発表会，1986。3）鶴飼，第7回日本地震工学シンポ，1986。4）Chen他，Geotech, 33-1,1983。

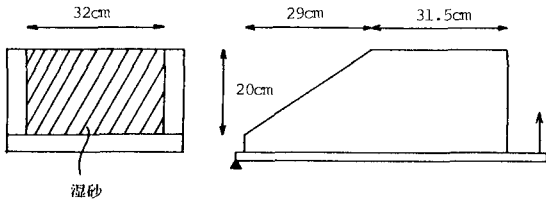


図. 1 模型斜面の概要

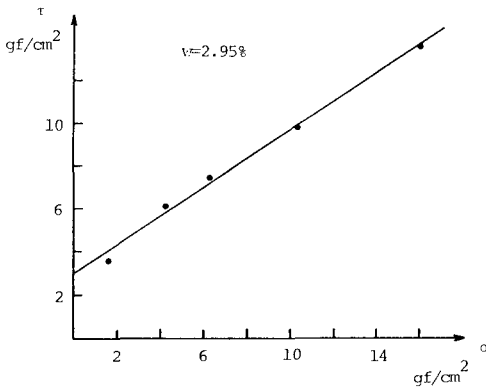


図. 3 湿砂の $\sigma - \tau$ 関係

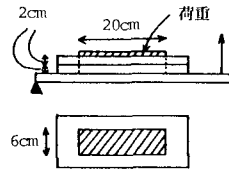


図. 2 傾斜せん断試験

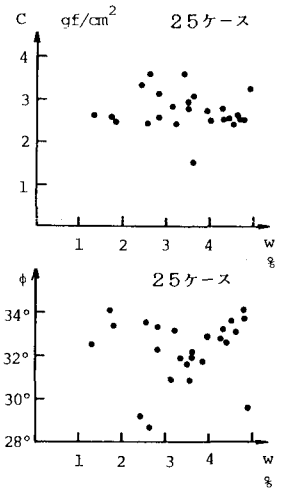


図. 4 含水比と c , ϕ の関係

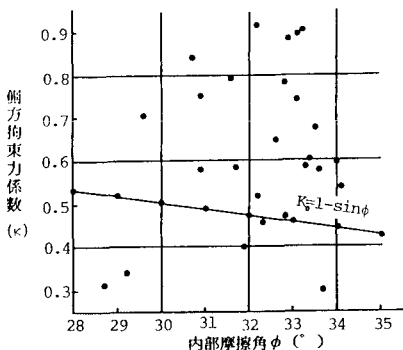


図. 5 κ と ϕ の関係

—— 実験のすべり面
 - - - 従来の解析によるすべり面（安全率 0.876）
 - - - 本研究によるすべり面（安全率 1.028）

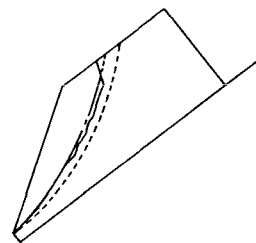


図. 6 実験すべり面と計算すべり面の比較