

## 過剰間隙水圧の評価と支持力解析への導入

|         |   |       |
|---------|---|-------|
| 同和工営(株) | 正 | ○石部将也 |
| 鳥取大学工学部 | 正 | 榎 明潔  |
| 鳥取県庁    | 正 | 森 麻樹  |

## 1. はじめに

現在、土のすべり破壊の解析に用いられている解析法では排水条件での解析および非排水条件での解析、いわゆる  $\phi_u=0$  解析法は行われているが有効応力を用いた解析はなされていないのが実情である。その要因の一つとして土の破壊時に発生する過剰間隙水圧の評価が困難なことが挙げられる。極限平衡法やすべり線法で有効応力による解析を行う場合、破壊面に対する過剰間隙水圧の評価式が必要となる。過剰間隙水圧の評価式として多く用いられている Skempton 式はある体積要素に対する式であり、破壊面上において扱うには適していない。また、三軸圧縮試験のように応力状態が軸対称であるようなものは特殊であり、実際の土構造物においては一方のひずみが 0 である平面ひずみ条件である場合も少なくない。本論文では、この平面ひずみ条件における過剰間隙水圧の評価につき三軸圧縮試験および一面せん断試験を行いその評価法につき検討した。なお一面せん断試験は平面ひずみ条件での試験の代用として行った。また実験結果を用いた支持力解析を行った。解析は榎らの提案する一般化された極限平衡法 (GLEM) によるものである。<sup>1)</sup>

## 2. 試料および実験方法

＜試料＞ 試料には藤の森粘土( $w_L=54.43\%$   $w_P=30.28\%$   $I_P=24.15\%$   $G_s=2.73$ )を使用した。粉末状の試料を  $75\mu m$  のふるいにかけて、脱気水により液性限界の約 2 倍の高含水比で十分練り混ぜたものを大型圧密容器(直径 25cm 高さ 17cm)で  $0.5\text{kgf/cm}^2$  まで予圧密したものをを用いた。

＜三軸圧縮試験＞ 圧密非排水条件で行った。圧密過程は所定の圧密圧力になるまで段階的に等方圧密を行った。過圧密供試体については  $3\text{kgf/cm}^2$  まで圧密し所定の過圧密比になるまで膨潤させた。せん断過程についてはひずみ制御で行い、その際のひずみ速度は  $0.0835\%/min$  である。なお、飽和度上昇のため圧密終了後に背圧  $2\text{kgf/cm}^2$  を作用させてある。B 値については 0.9 以上のものについてのみ採用した。

＜一面せん断試験＞ 圧密定体積条件で行った。圧密過程は所定の圧密圧力まで段階的に圧密を行った。過圧密供試体については三軸圧縮試験と同様に  $3\text{kgf/cm}^2$  まで圧密し所定の過圧密比になるまで膨潤させた。せん断過程についてはせん断速度  $0.035\text{mm/min}$  で行い、せん断中は体積変化を  $1/1000\text{mm}$  に抑えた。

## 3. 実験結果および考察

図-1 に破壊面上において整理した有効応力経路を示す。この結果では、試験方法によらず強度定数はほぼ同じ値を示すことがわかる。また強度定数は正規圧密、過圧密の違いにおいてもほぼ同じ値を示すことがわかる。

ある体積要素に対する過剰間隙水圧の評価式である Skempton 式を破壊面上において使用するために式変形を行った結果

$$\Delta u = a \sigma' + b \tau + c \quad (1)$$

となる。Skempton 式を変形した場合には

$$a = B$$

$$b = (2Af + \sin \phi' - 1) / \cos \phi'$$

$$c = -B\{\sigma_{30} + Af(\sigma_{10} - \sigma_{30})\}$$

ただし、B、Af は Skempton 式の間隙圧係数、 $\sigma_{10}$

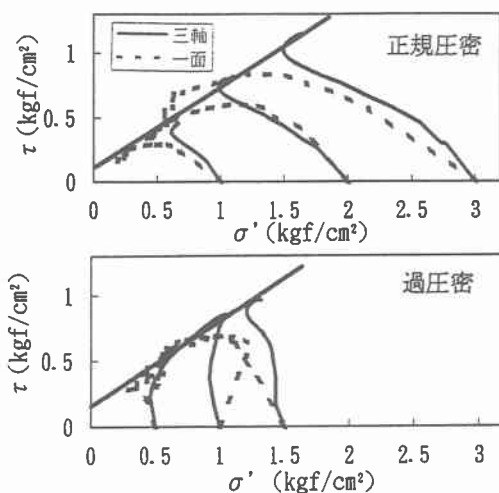


図-1 有効応力経路

$\sigma_{30}$ は初期の最大および最小主応力である。また土が破壊しているという条件を用いると $\tau$ は $\sigma$ の関数として表すことができる。よって式(1)は

$$\Delta u_r = \alpha \sigma'_r + \beta \quad (2)$$

という形で表すことができる。図-2に破壊面上における有効垂直応力 $\sigma'$ と過剰間隙水圧 $\Delta u$ の関係を示す。式(2)より有効垂直応力と過剰間隙水圧は比例関係にあることがわかる。

正規圧密領域においては、理論上破壊点を結んだ線は原点を通るはずであり、式(1)において定数項である $c$ は0となり $\Delta u_r = \alpha \sigma'_r$ となる。今回の実験結果では両実験において破壊点を結んだ直線の傾きに違いが見られ三軸圧縮試験における傾きが一面せん断試験での傾きより低くなっていることがわかる。また両実験における破壊時間隙水圧はほぼ同じ値を示すこともわかる。

過圧密領域においては定数項 $c$ が存在し、傾きは正規圧密領域におけるそれより急になっている。また破壊時間隙水圧は過圧密比6以外においてほぼ同じ値を示す。

#### 4. 解析結果

図-3に解析結果を示す。この解析においては三軸圧縮試験による支持力の方が一面せん断試験による支持力より大きくなっている。この違いは同じ有効垂直応力に対し破壊時の過剰間隙水圧が三軸圧縮試験より一面せん断試験の方が多く発生すること起因しているものと思われる。つまり式(1)における $\alpha$ の値の違いによるものと思われる。

#### 5. まとめ

本報告において土の破壊時に発生する過剰間隙水圧の評価法について検討したが、式(1)には中間主応力の影響が考慮されておらず、この点についての検討が必要である。また一面せん断試験は供試体全体の体積変化に対して垂直応力を変化させておりせん断されている部分の体積が一定に保たれているかどうか疑問である。

#### 参考文献

1)Enoki.M. et al. :Relation of Limit Equilibrium Method to Limit Analysis Method, S&F, Vol.31, No4, pp.37~47, 1991

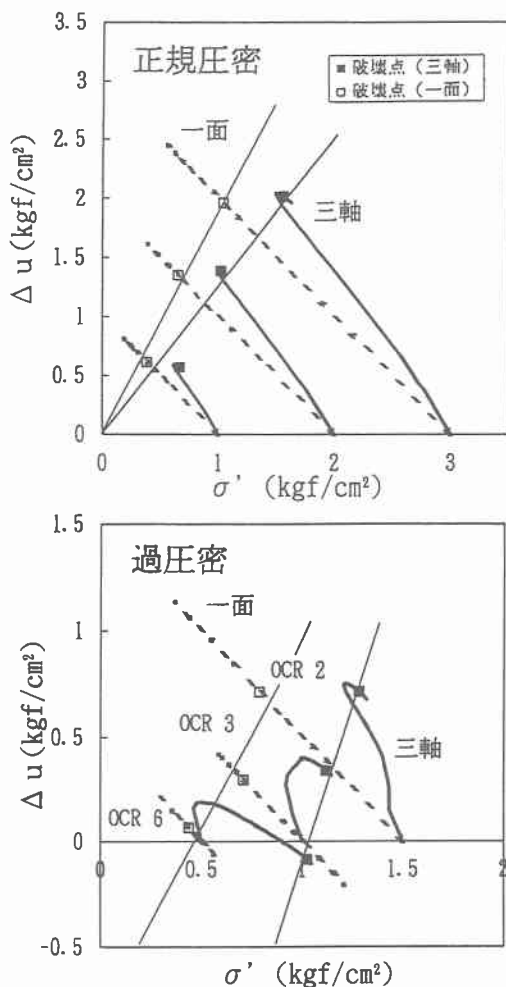


図-2 有効垂直応力と過剰間隙水圧の関係

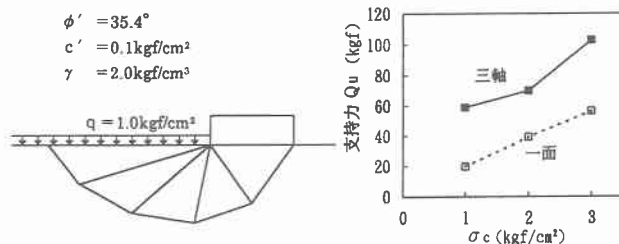


図-3 圧密圧力と支持力の関係