

(III-111) 斜面安定に着目した小見川砂の三軸せん断挙動

東京理科大学大学院 学生会員 中山 修作
東京理科大学 正会員 石原 研而
東京理科大学 正会員 塚本 良道
(株)大林組 正会員 野坂 芳夫

1. はじめに 降雨による斜面崩壊は、飽和過程・浸透圧の上昇などによる有効応力の減少により変形が始まり（failure initiation）、その後非排水状態で崩壊していく（undrained mobilization）ということが一般にいられている。¹⁾ 現在、等方圧密状態からの砂質土の非排水せん断挙動に関する研究は、数多く行われている。しかし、本研究では、実際の斜面の応力状態は異方圧密状態であることから、異方圧密状態からの非排水三軸圧縮試験を行った。また、降雨による浸透圧の上昇による有効応力の減少を模擬した排水三軸試験も行っている。本研究では、異方圧密を $Kc = \sigma_{3c}' / \sigma_{1c}'$ という式で表現した。ここで σ_{3c}' は水平方向応力、 σ_{1c}' は鉛直方向応力である。急斜面になるほど Kc の値は小さくなる。

2. 実験概要 直径6cm、高さ12cmの三軸用円筒供試体を用いた。千葉県の小見川町で1971年に実際に降雨による斜面崩壊が発生した山砂を用い、供試体作製法は乾燥した土に所定の含水比に相当する水を入れてよく混合した後、モールドの中に入れ、一層2cmになるようにタンピングロッドでたたき、これを6層に分けて突き詰めるという湿潤締め固め法で行った。その後、異方圧密を行った後、非排水三軸圧縮試験と一定せん断排水三軸試験を行った。

3. 実験結果及び考察

(1) 非排水三軸圧縮試験について

平均有効応力を p' 、せん断応力を q 、軸ひずみを ε_1 、体積ひずみを ε_v と定義する。同じ Kc 値・拘束圧における図1の応力-ひずみ曲線と図2の応力経路図を見ても、 Kc 値と拘束圧が同一でも膨張的挙動と収縮的挙動を示すものがあり、間隙比が小さい方が膨張的挙動を示す。図3は、変相状態時・定常状態時のせん断応力、 q_{qss} と q_{ss} 、と間隙比の関係を示している。同じ拘束圧における異方圧密状態からの非排水せん断過程を定常状態線から枝分かれする変相線を Kc 値別に引くことによって同じ座標上に示すことができ、初期異方圧密状態-変相状態-定常状態へ移行するせん断応力の挙動を統一的に示すことができた。

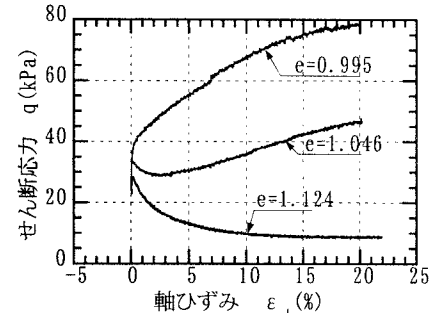


図1 応力-ひずみ曲線(拘束圧50kPa)

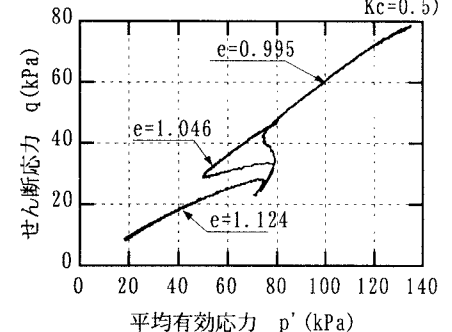


図2 応力経路図(拘束圧50kPa, $Kc=0.5$)

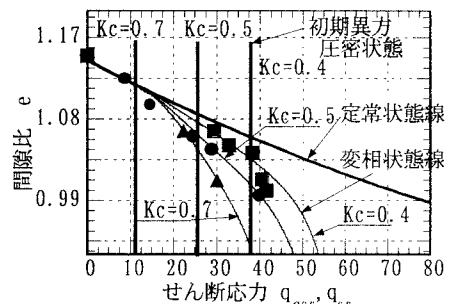


図3 非排水せん断過程(拘束圧50kPa)

キーワード：異方圧密 非排水三軸圧縮試験 一定せん断排水三軸試験

〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学 Tel：0471-24-1501（内線 4056）FAX：0471-23-9766

2) 一定せん断排水三軸試験について

本試験は、異方圧密状態から、排水条件の下でせん断応力 q を一定に保ったまま平均有効応力 p' を側圧を減少させることにより降下させる。図4より平均有効応力と間隙比の関係において、間隙比の値によらず非排水三軸試験により求められた定常状態線に徐々に漸近していくことが分かった。また、間隙比が極めて緩い供試体を除いて、一定せん断排水三軸試験によって体積が膨張していることがわかった。

また図5の応力経路図 (p' , q) を見てみると、応力経路が非排水三軸圧縮試験により求められた破壊包絡線に沿うようにせん断応力 q が低下することが分かった。このように斜面内のある土要素は急激にせん断応力を失い、ほかの土の要素に応力の再配分が起り、破壊に至るものと考えられる。

図6・図7に、(p' , ε_1)、(p' , ε_v) 図をそれぞれ示す。軸ひずみ ε_1 ・体積ひずみ ε_v が急激に増加する点が存在し、その後有効拘束圧の大きな変化なしにひずみ ε_1 、体積ひずみ ε_v が増加していくことが分かった。このように、供試体が変形し始めるのに必要な有効応力の減少量を K_c 値について比較してみると、 K_c 値が小さくなるにつれて、小さな有効応力の減少で供試体の変形し始めることが分かった。このことから K_c 値が小さいほど、つまり斜面が急であるほど小さい有効応力の減少で変形にいたると考えられる。

4. 結論

1) 一定せん断排水三軸試験を用いることによって、降雨時の有効応力の減少に伴う斜面崩壊の起因を説明することができた。

2) せん断応力と間隙比の関係図において、同じ拘束圧における異方圧密状態からの非排水せん断過程を定常状態線から K_c 値別に枝分かれする変相状態線と定常状態線により、統一的に示されることが分かった。

<参考文献>

- 1) Anderson.S.A & Sitar.N “Journals of Geotechnical Engineering, Vol.121, No. 7, July, ASCE, 1995.”
- 2) 加藤進 “異方圧密飽和砂の非排水せん断に関する研究” 東京大学修士論文、1995
- 3) 野坂芳夫 “斜面安定に関する異方圧密砂の非排水せん断挙動” 東京理科大学修士論文 1997

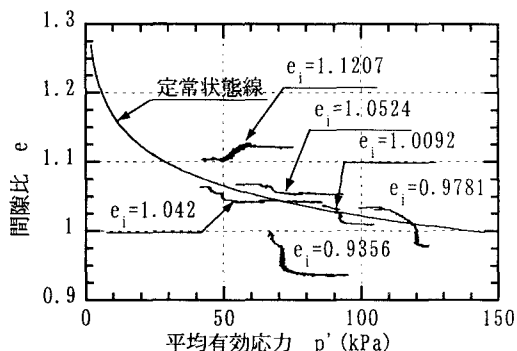


図4 平均有効応力と間隙比の関係

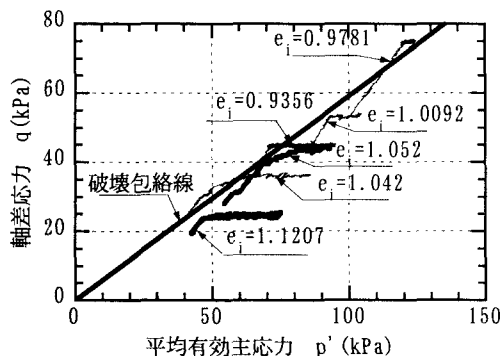


図5 有効応力経路

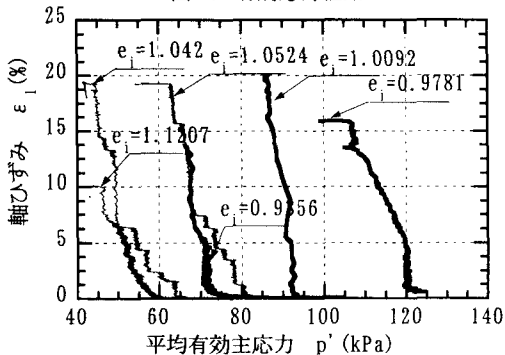


図6 応力-ひずみ曲線

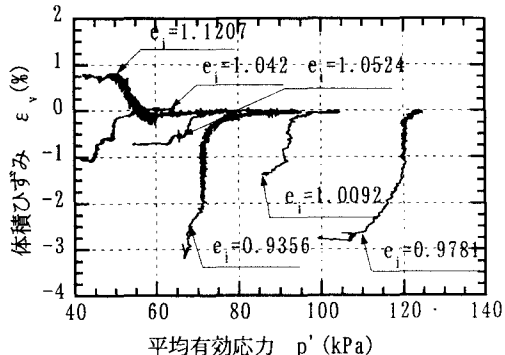


図7 平均有効応力と体積ひずみの関係