

### Ⅲ - A58

#### 間隙水の移動に起因した繰り返し正規圧密粘土供試体の非排水クリープ破壊の解析

名古屋大学大学院 学生会員 金田一広

名古屋大学工学部 正会員 浅岡 顕・中野正樹・野田利弘

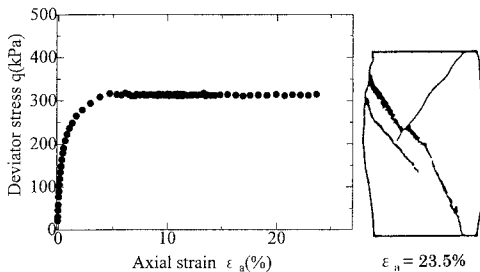
鹿島建設 正会員 大滝真道

#### 1. はじめに

境界非排水条件下で正規圧密粘土 3 軸供試体をせん断し、その後荷重を一定に放置すると、荷重がある値であれば時間とともに軸ひずみが進行し、やがて破壊に至る。このような非排水クリープ破壊は、これまで土骨格が本来持っている粘塑性的な性質であるとしてモデル化され、説明されてきた。本報告では、繰り返し正規圧密粘土供試体の非排水クリープ破壊を、詳細な室内 3 軸試験とあわせて水～土連成有限変形計算を用いて調べ、粘塑性構成式を用いることなく水～土連成解析の初期値境界値問題の解として説明することを試みる。

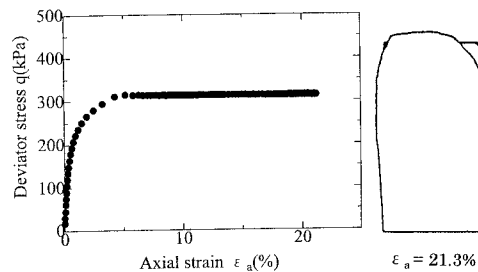
#### 2. 非排水クリープ破壊の実験

3 軸圧縮試験機を用いて、境界非排水条件のもと飽和した繰り返し正規圧密川崎粘土に対し側圧一定 (294kPa) 下で非排水クリープ試験を行った。図 1～3はその時の軸差応力～軸ひずみ関係と試験終了後の供試体のスケッチである。これらはすべてほぼ同一の条件下で試験を行ったにもかかわらず、結果に相違が顕れている。図1では袈裟懸け(1次モード)で破壊、図2では「く」の字型(2次モード)に変形したが変位は止まり、図3では前2つのものと比べ変形が小さく破壊しなかった。



軸差応力～軸ひずみ関係  
図1 Case1

変形図

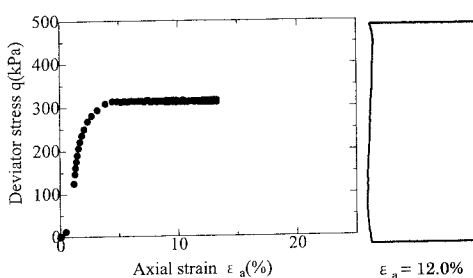


軸差応力～軸ひずみ関係  
図2 Case2

変形図

#### 2. 繰り返し正規圧密粘土の非排水クリープ破壊の計算

実際の供試体は、作成時から既に低次から高次までの様々不整が含まれていると考えられる。そこで、平面ひずみ条件で等方圧密された矩形供試体側面に幾何学的な初期不整として、左右非対称な余弦カーブの2次と3次のモードを融合させて与え(図4)、水～土連成有限変形解析を行う。構成式には下負荷面カムクレイモデルを用い、材料定数は表1に示す。12cm×36cmで432要素の矩形供試体を用い、余弦カーブ(初期不整)の振幅の



軸差応力～軸ひずみ関係  
図3 Case3

変形図

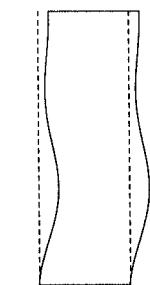


図4 初期不整

大きさはそれぞれ 0.01cm である。初期不整のない供試体を完全供試体と呼び、その経路を基本経路と呼ぶ。図5に2次と3次を与えた場合の変位制御の計算結果を1次の初期不整モードを与えた場合とあわせて示す。初期不整があるものは基本経路から離脱し「分岐」する。さて、先に図6には筆者らが考える正規圧密粘土供試体のクリープ破壊の概念図を示すが、高次(今の場合2次と3次)の初期不整を与えて境界非排水条件下で速く荷重制御で載荷すると(A→B)、水のマイグレーションが

キーワード：間隙水、クリープ、非排水、モードスイッチング、分岐、水～土連成

連絡先：〒464-8603 名古屋市千種区不老町名古屋大学工学部 TEL:052-789-4622 FAX:052-789-4624

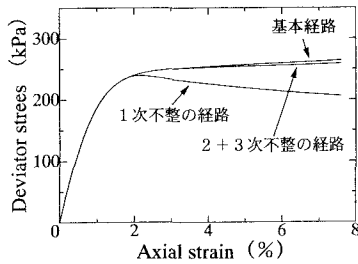


図5 軸差応力～軸ひずみ関係

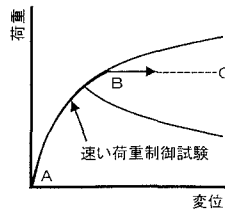


図6 荷重～変位関係

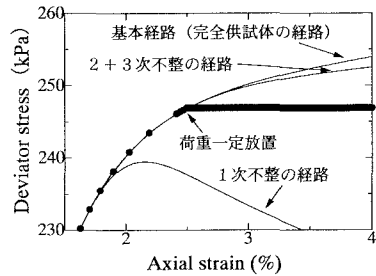


図7 軸差応力～軸ひずみ関係

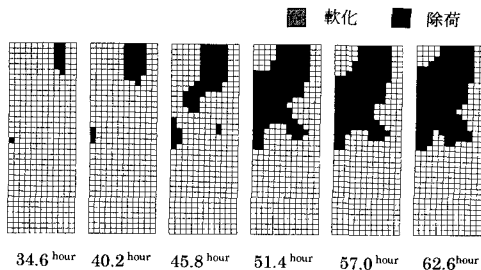


図8 限界状態を越える要素の推移図

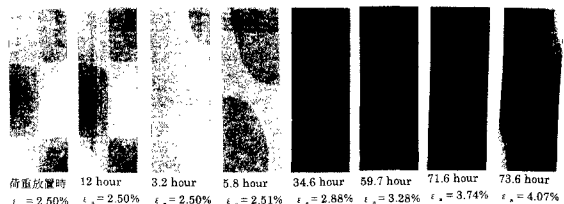


図9 過剰間隙水圧分布の推移

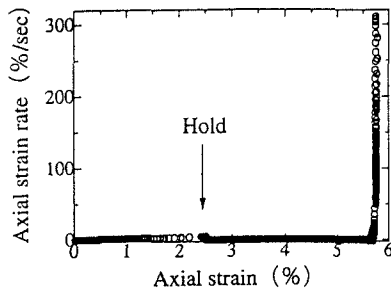


図10 軸ひずみ速度～軸ひずみ関係

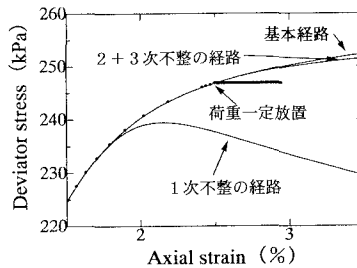


図11 軸差応力～軸ひずみ関係

ほとんど起こらず容易に低次(1次)の分岐点を越える(1次のみの初期不整を入れた場合は1次の分岐点を越えることができない)。その後、荷重一定で放置すると、やがて供試体の内部で水のマイグレーションが起こる。これに伴い低次の1次モードの経路に上からの漸近するいわゆる高次から低次への「モードスイッチング」が生じ、供試体は時間遅れで破壊に至る(B→C)。図7には実際に行った荷重制御による計算の軸差応力～軸ひずみ関係で荷重を放置した付近を拡大した図面を示している。また、図8には供試体の変形と内部の土要素が限界状態線を時間とともに越えていく様子を、図9には過剰水圧分布の推移を示す。供試体は荷重一定時に徐々に低次(1次)に変形していくことが分かる。除荷する土要素も限界状態線を越えてから除荷を示す。荷重一定後の時間の経過とともに、軟化する土要素が増加し、それにつれて過剰水圧分布の勾配が消散の方向から一転し発展していく(間隙水圧の沸きだし)ことがわかる。この間隙水圧の沸き出しによって軸ひずみがさらに進み最後は、軸ひずみ速度が急増して破壊する(図10)。一方、初期不整として2次モードのみを設定した場合の計算結果を図11に示す。軸ひずみの進行は同えるが破壊に至らなかった。この計算において軟化域に達した土要素はなかった。これらことから非排水クリープ破壊には供試体内部の土要素が軟化域に達することが必要で、水のマイグレーションによって高次から低次へモードスイッチングする事が破壊の原因であると考えられる。

## 5. おわりに

今までの議論は繰り返し粘土に対する挙動の説明であるが、長期間堆積した自然地盤は「構造」を有していると言われる。この「構造」の劣化に伴うクリープ現象は水～土連成の枠組みの中でまた別の論理で説明しなければならない。

<参考文献> 1)Asaokaら:”Imperfection Sensitive Bifurcation .....”Soil & Found.,35:1,91-105