

異なる応力履歴を受けた練返し粘性土の 非排水せん断特性

亀井健史*・常田 亮**

本研究では、粘性土の非排水せん断特性に及ぼす応力履歴の影響を解明するために、過圧密履歴、せん断履歴および両者が複合した応力履歴を考慮した圧密非排水三軸圧縮試験を行った。その結果、有効応力経路および強度変形特性から判断して、せん断履歴は過圧密履歴と類似した影響を粘性土に与えることがわかった。さらに、複合した応力履歴を受けた場合、粘性土の非排水せん断挙動は、両履歴の作用した順序によらず、過圧密履歴の影響を大きく受けることが明らかとなった。

Keywords : cohesive soil, consolidated undrained shear, stress history, triaxial compression test

1. はじめに

一般的に、地盤は地下水位や間隙水圧が変動することによって、過圧密状態になっていることが考えられる。また、これらの地盤は、過去の地震や地盤上に建設された構造物によって、せん断履歴を受けていることも予想される。このような地盤から採取された試料を用いて要素試験を行った場合、応力履歴の影響が考慮されないために、原地盤のせん断強度を過小評価あるいは過大評価する可能性がある。したがって、応力履歴を受けた土のせん断特性を解明することは、地盤のせん断強度を評価するうえで重要な問題であると考えられる。

上記の点に着目し、応力履歴を受けた土のせん断特性の解明を目的とした研究が盛んに行われてきた。過圧密履歴については、Henkel^{1),2)}やParry³⁾によって、強度増加率の変化や排水条件下における破壊時の体積ひずみおよび非排水条件下における破壊時の間隙圧係数と過圧密比の関係等について検討が行われ、せん断挙動の解明がなされてきた。

せん断強度の変化については、非排水せん断強度に関する研究が多く行われ、Ladd and Lambe⁴⁾やNakase⁵⁾は、圧密・膨張に伴う粘性土の非排水せん断強度の減少割合が、過圧密比の関数として表されると報告している。また、圧密非排水三軸圧縮試験結果から、Hvorslevの破壊基準に基づいて、過圧密粘性土の非排水せん断強度を推定する方法も提案されている^{6),7)}。さらに、最近では、 K_0 過圧密粘性土の伸張領域における挙動も明らかになってきている⁸⁾。

一方、せん断履歴については、動的せん断履歴に関する研究が盛んに行われ、動的な载荷により破壊に至らな

い程度のひずみを供試体に与えた場合、動的せん断履歴の作用によって、飽和土は過圧密土と類似した挙動を示すと報告されている^{9),10)}。また、岡ら¹¹⁾は不攪乱試料を用いて、せん断履歴としてねじりせん断ひずみと圧縮せん断ひずみを与えた三軸圧縮試験を行い、ねじりせん断ひずみを与えると非排水せん断強度が低下し、圧縮せん断ひずみを与えると非排水せん断強度が増加すると報告している。

しかしながら、前述したように実際の試料には、過圧密履歴とせん断履歴の双方の応力履歴が作用していることが考えられる。この点を考慮して、常田・亀井¹²⁾は、複合した応力履歴が砂のせん断特性に及ぼす影響について検討し、せん断履歴も砂の非排水せん断特性に過圧密履歴と類似した影響を与えると報告している。しかし、上記の研究は砂を対象としており、複合した応力履歴が粘性土のせん断特性に及ぼす影響については解明されていない。

そこで本研究では、過圧密履歴、せん断履歴および複合した応力履歴を考慮した5種類の圧密非排水三軸圧縮試験を実施し、飽和粘性土の非排水せん断特性に及ぼす応力履歴の影響を明らかにした。さらに、砂と粘性土の有効応力経路に着目し、応力履歴が砂と粘性土に及ぼす影響についても比較・検討を行った。

2. 三軸圧縮試験

(1) 試料

実験に使用した試料は、長野県下水内郡豊田村替佐より採取した陸成粘性土(替佐土)を練り返して再圧密したものである。試料の物理的特性を、Table 1に示す。練り返した試料の再圧密は、840 μm 以下の粘性土に水を加えてスラリー状にしたものを、内径15 cm、高さ30 cmのモールドに入れて行った。この際、圧密圧は56 kPa、圧密時間は1週間とした。脱型した試料から、

* 正会員 工博 基礎地盤コンサルタンツ(株) 地盤物性室室長 (〒102 千代田区九段北1-8-3)

** 正会員 工修 長野工業高等専門学校講師 土木工学科

Table 1 Index properties of soil sample.

| Soil Sample | G _s | w _L (%) | w _p (%) | I _p | Sand (%) | Silt (%) | Clay (%) |
|-------------|----------------|--------------------|--------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Kaesa Soil | 2.707 | 54.8 | 18.7 | 36.1 | 44.8 | 31.3 | 23.9 |

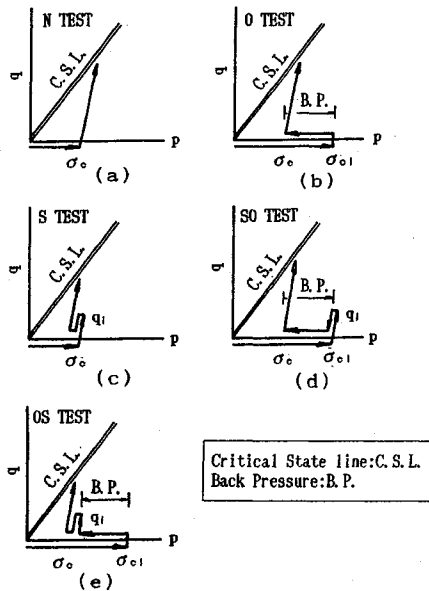


Fig.1 Types of stress paths used in the present study.

6.5×6.5×15 cmの直方体を2本切り出しラップで包み、パラフィンでシールしたものを1週間養生して実験に使用した。供試体は直径5 cm、高さ10 cmの円柱形のもので、上述の1週間養生した試料からワイヤソーで切り出して成形した。

(2) 実験方法

実施した実験は、Fig.1に示す応力経路を有する5種類の圧密非排水三軸圧縮試験である。また、各実験における間隙比の変化状態をFig.2に示した。おのおの実験は、せん断時の有効拘束圧(σ'c)を一定(100 kPa)とし、せん断速度は、供試体内の間隙水圧の均等化等を考慮して0.07%/minで行った^{13)~15)}。また、圧密開始時より100 kPaのバックプレッシャーを供試体に作用させている。

a) N TEST

有効拘束圧σ'c=100, 200, 300, 400 kPaで等方圧密した後、側圧一定の状態での非排水せん断を行った。

b) O TEST

初期有効拘束圧σ'ci=200, 300, 400 kPaで等方圧密した後、バックプレッシャーを加えてσ'c=100 kPaとして過圧密状態にする。その後、側圧一定の状態での非排水せん断を行った。ここで、過圧密比はOCR=2, 3, 4である。

c) S TEST

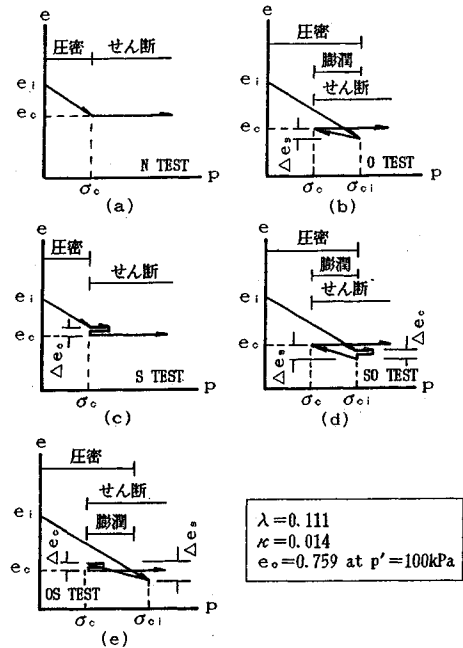


Fig.2 Types of void ratio paths used in the present study.

σ'c=100 kPaで等方圧密した後、初期せん断ひずみγi=0.7, 1.4, 2.8%までせん断し、初期せん断時に作用した主応力差qiが0になるまで除荷する。除荷後の残留間隙水圧を消散させた後、側圧一定の状態での非排水せん断を行った。

d) SO TEST

σ'ci=200, 300, 400 kPaで等方圧密した後、おのおのの初期有効拘束圧のもとで、γi=0.7, 1.4, 2.8%までせん断し、qiが0になるまで除荷する。除荷後の残留間隙水圧を消散させた後、バックプレッシャーを加えてσ'c=100 kPaとして過圧密状態にする。このとき、過圧密比は2, 3, 4である。圧密終了後、側圧一定の状態での非排水せん断を行った。

e) OS TEST

σ'ci=200, 300, 400 kPaで等方圧密した後、バックプレッシャーを加えてσ'c=100 kPaとして過圧密状態にする。このとき、過圧密比は2, 3, 4である。さらに、おのおのの過圧密比のもとで、γi=0.7, 1.4, 2.8%までせん断し、qi=0となるまで除荷する。除荷後の残留間隙水圧を消散させた後、側圧一定の状態での非排水せん断を行った。

3. 実験結果および考察

(1) 有効応力経路

Fig.3~6は、前述の5種類の圧密非排水三軸圧縮試験より得られた有効応力経路を示したものである。こ

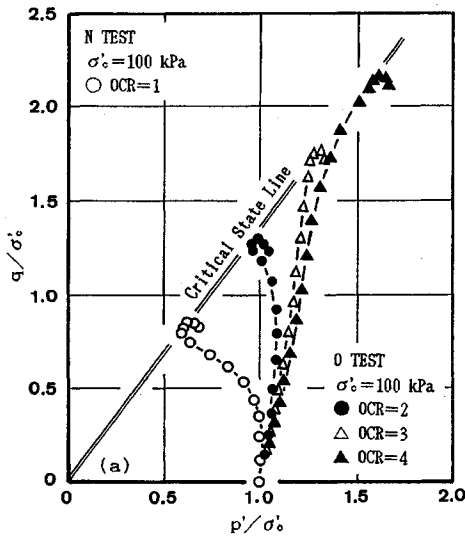


Fig.3 Typical effective stress paths in N TEST and O TEST.

で、主応力差 q および平均有効主応力 p' は、せん断時の有効拘束圧 σ'_c で正規化してある。

正規圧密状態 (N TEST: OCR=1, $\gamma_i=0\%$) における有効応力経路は、主応力差の増加に伴って過剰間隙水圧が上昇し、平均有効主応力が減少して、弓形の状態境界面¹⁰⁾となっている。

これに対して、過圧密履歴 (O TEST) を受けたときの有効応力経路は、過剰間隙水圧の上昇が小さくなるために、正規圧密状態の有効応力経路と異なり、主応力差の増加に伴う著しい平均有効主応力の減少が認められず、ほぼ直線的に Critical State Line (C.S.L.) に向かっている。また、本研究のように、せん断時の有効拘束圧を一定として初期有効拘束圧を変化させて過圧密履歴を加えた場合、せん断時の間隙比は正規圧密状態の間隙比よりも小さくなるために、過圧密比の増加に伴って状態境界面の拡大が顕著となっている。

一方、せん断履歴を受けた場合 (S TEST)、初期せん断時の有効応力経路は、N TEST とほぼ一致した挙動を示し、初期せん断ひずみが大きいほど除荷後の残留間隙水圧が大きくなっている。残留間隙水圧消散後の再載荷時の有効応力経路は、主応力差が初期せん断時に作用した主応力差 q_i/σ'_c に達するまで、過圧密履歴と類似した弾性的挙動を示し、 q/σ'_c が q_i/σ'_c を越えると平均有効主応力が減少し、C.S.L. に向かっていく。さらに、せん断履歴を受けると残留間隙水圧消散後の間隙比は、正規圧密状態の場合よりも小さくなり、その結果、初期せん断ひずみの増加に伴って状態境界面が拡大している。

せん断履歴を受けた後に過圧密履歴を受けた場合 (SO

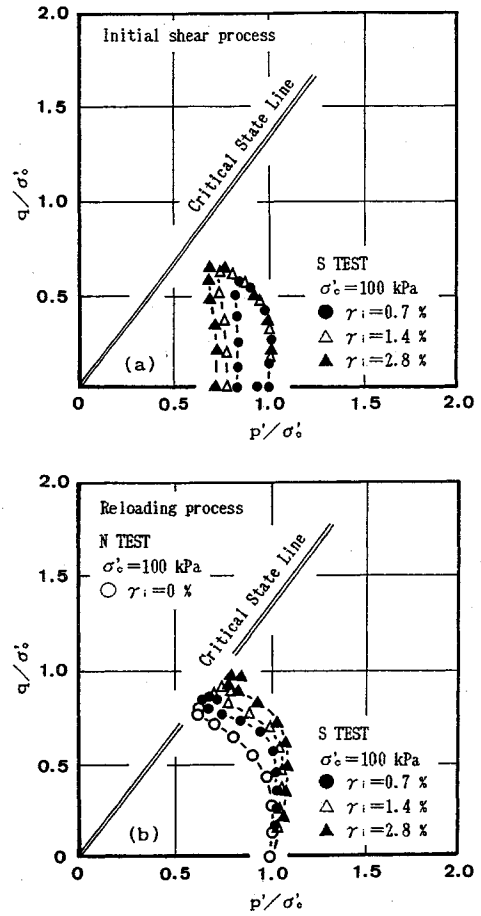


Fig.4 Typical effective stress paths in N TEST and S TEST.

TEST)、初期せん断時の有効応力経路は、S TEST と同様の傾向を示している。しかしながら、再載荷時の有効応力経路は、過圧密履歴の影響を大きく受けるために O TEST と類似した挙動を示し、さらに、初期せん断ひずみの増加に伴って発生する過剰間隙水圧が小さくなり、状態境界面が拡大しているものと考えられる。

一方、過圧密履歴の後にせん断履歴を受けた OS TEST の場合、初期せん断時の有効応力経路は、O TEST とほぼ一致した挙動を示し、S TEST および SO TEST と比較すると、初期せん断時に発生する過剰間隙水圧が小さいために、除荷後の残留間隙水圧はかなり小さくなっている。また、再載荷時の有効応力経路は、SO TEST と類似した挙動を示し、初期せん断ひずみの増加に伴って状態境界面がわずかに拡大している。

このことより、過圧密履歴・せん断履歴の両者が複合した応力履歴を受けた場合、粘性土の非排水せん断挙動は、両履歴の作用する順序によらず過圧密履歴の影響を大きく受けるものと考えられる。

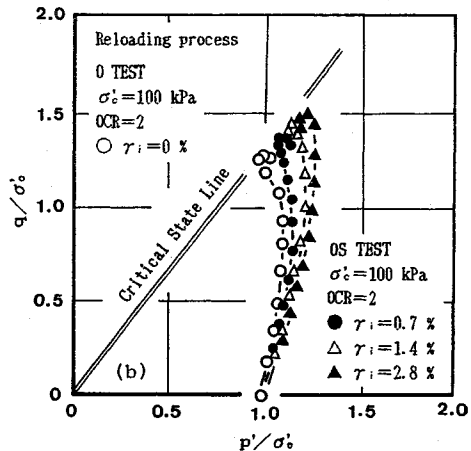
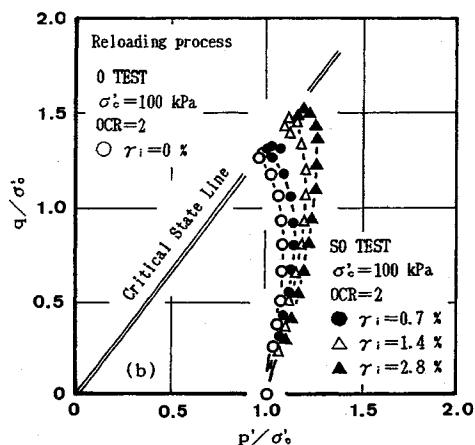
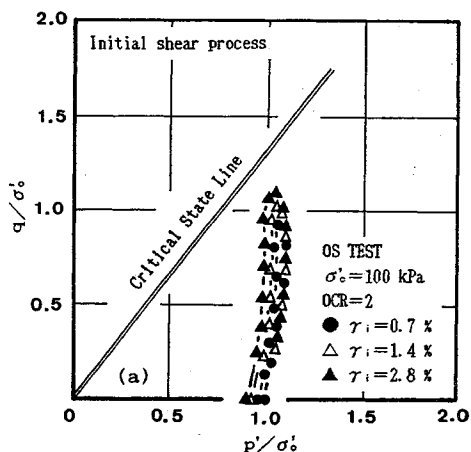
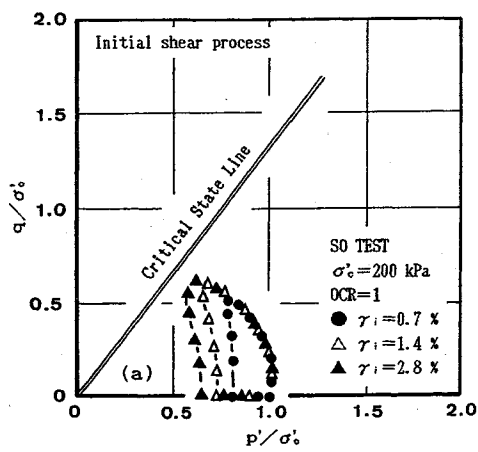


Fig.5 Typical effective stress paths in O TEST and SO TEST.

Fig.6 Typical effective stress paths in O TEST and OS TEST.

次に、過圧密履歴、せん断履歴および複合した応力履歴が砂と粘性土に及ぼす影響の違いを検討するために、砂と粘性土の有効応力経路の比較・検討を行う。ここで、砂は相対密度 (D_r) が 50 % であるときの結果¹²⁾を引用しており、その物理的特性を Table 2 に示す。さらに、砂と粘性土の実験結果を比較したところ、砂と粘性土はほぼ類似した挙動を示すことがわかったので以下に述べる。

Fig.7 (a)~(c) は、過圧密履歴、せん断履歴および複合した応力履歴 (SO TEST) を受けたときの有効応力経路を示したものである。ただし、ここでは応力履歴の影響の違いを判断するために、OCR=2 と $\gamma_i=1.4\%$ の場合についてのみ述べる。

過圧密履歴を受けると、砂および粘性土の有効応力経路は弾性的挙動を示し、砂よりも粘性土の方がせん断時に発生する過剰間隙水圧が小さいために、過圧密比が同じ場合でも粘性土の状態境界面の方が、砂の状態境界面よりも拡大傾向が顕著である。このことは、過圧密履歴

Table 2 Index properties of sand¹²⁾.

| G_s | e_{max} | e_{min} | U_c | U'_c | D_{max} (mm) | D_{50} (mm) |
|-------|-----------|-----------|-------|--------|----------------|---------------|
| 2.637 | 0.936 | 0.594 | 2.44 | 0.693 | 2.00 | 0.51 |

を受けることによって生じる間隙比の低下が、砂よりも粘性土の方が大きい結果から生じているものと考えられる。

一方、せん断履歴を受けた場合、初期せん断時の有効応力経路は、両試料ともほぼ正規圧密の場合と一致した挙動を示している。しかし、せん断に伴って発生する過剰間隙水圧は、初期せん断ひずみが同じであっても粘性土より砂の方が大きくなっている。そのため、除荷後の平均有効主応力の低下は砂の方が顕著であり、大きな残留間隙水圧が生じている。

さらに、粘性土の再載荷時の有効応力経路は、 $q/\sigma'_c \approx q_i/\sigma'_c$ まで弾性的挙動を示し、その後、平均有効主応力が減少し、C.S.L. に向かっている。これに対して、

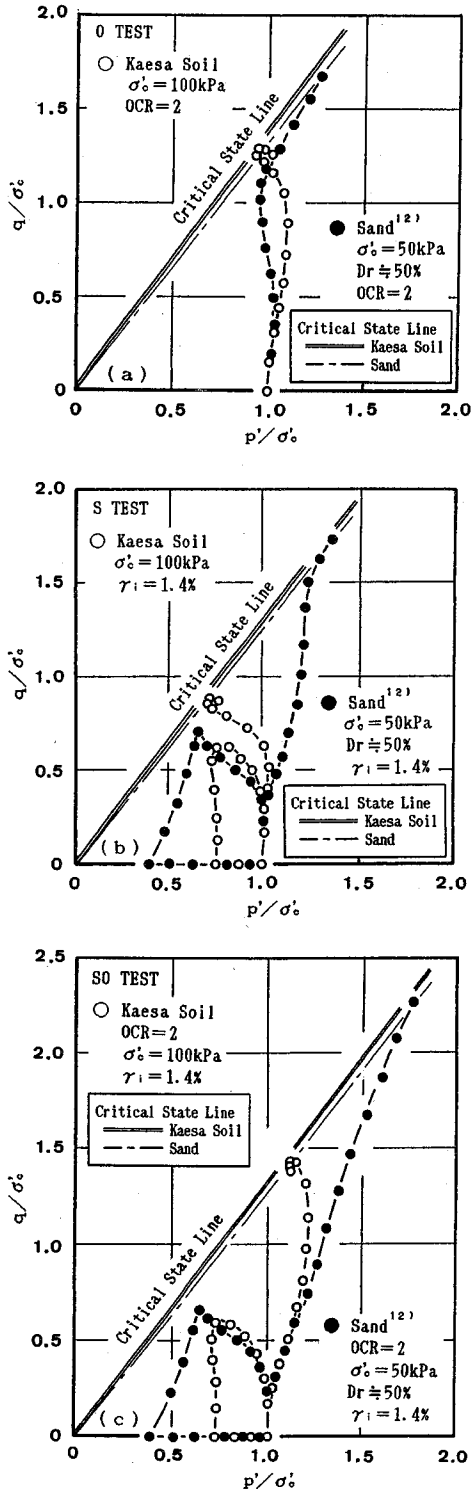


Fig.7 Typical effective stress paths of Kaesa Soil and Sand.

砂の再載荷時の有効応力経路は、せん断の初期から C.S.L. に至るまで弾性的挙動を示し、著しい状態境界面の拡大がみられる。

初期せん断時に発生する過剰間隙水圧が、粘性土よりも砂の方が大きいことより、粒子の再配列は粘性土よりも砂の方が生じやすいことがわかる。したがって、砂の相対密度は粒子の再配列に伴って大きくなり、これによって再載荷時の過剰間隙水圧が小さくなるために、著しい状態境界面の拡大が生じているものと考えられる。

また、複合した応力履歴を受けた場合、初期せん断時の有効応力経路は、両試料とも S TEST の場合と同様の傾向を示している。しかし、再載荷時の有効応力経路は、砂の場合、S TEST と類似した挙動を示すのに対して、粘性土の有効応力経路は、O TEST と類似した挙動を示している。

以上のことより、有効応力経路から判断して、粘性土は、応力履歴を受けることによって状態境界面が拡大し、弾性的挙動を示すことがわかる。したがって、過圧密履歴とせん断履歴は、粘性土の非排水せん断挙動に類似した影響を与えるものと考えられる。

一方、砂と粘性土に及ぼす応力履歴の影響を検討した結果、複合した応力履歴を受けた場合、粘性土の有効応力経路は、過圧密履歴の場合と類似した挙動を示し、砂の有効応力経路は、せん断履歴の場合と類似した挙動を示すことが明らかとなった。よって、砂は粘性土と異なり、過圧密履歴よりもせん断履歴の影響を大きく受けるものと考えられる。

(2) 応力 (q/σ'_c) とせん断ひずみ (γ) の関係

応力とせん断ひずみの関係を、Fig.8(a)~(d)に示す。ここで、主応力差はせん断時の有効拘束圧で正規化してある。また、S TEST、SO TEST および OS TEST は、再載荷時の応力とせん断ひずみの関係を示した。

O TEST の場合、過圧密比によらず、応力はせん断ひずみの増加に伴って増加し、ピークに達するとほぼ一定となっている。また、応力-ひずみ曲線の初期勾配と最大応力 (q/σ'_c)_{max} は、過圧密比が増加するに伴って大きくなることわかる。

一方、S TEST の場合、応力-ひずみ曲線の初期勾配と最大応力は、初期せん断ひずみの増加に伴って大きくなっている。しかし、初期せん断ひずみが 0.7% 程度であれば、最大応力は N TEST における最大応力とほぼ同じであることがわかる。

また、SO TEST および OS TEST のように、複合した応力履歴を受けた場合、過圧密比が同じならば、応力-ひずみ曲線の初期勾配と最大応力は、初期せん断ひずみの増加に伴って大きくなっている。さらに、SO TEST と OS TEST における応力-ひずみ関係は、ほぼ一致した挙動を示すことがわかる。

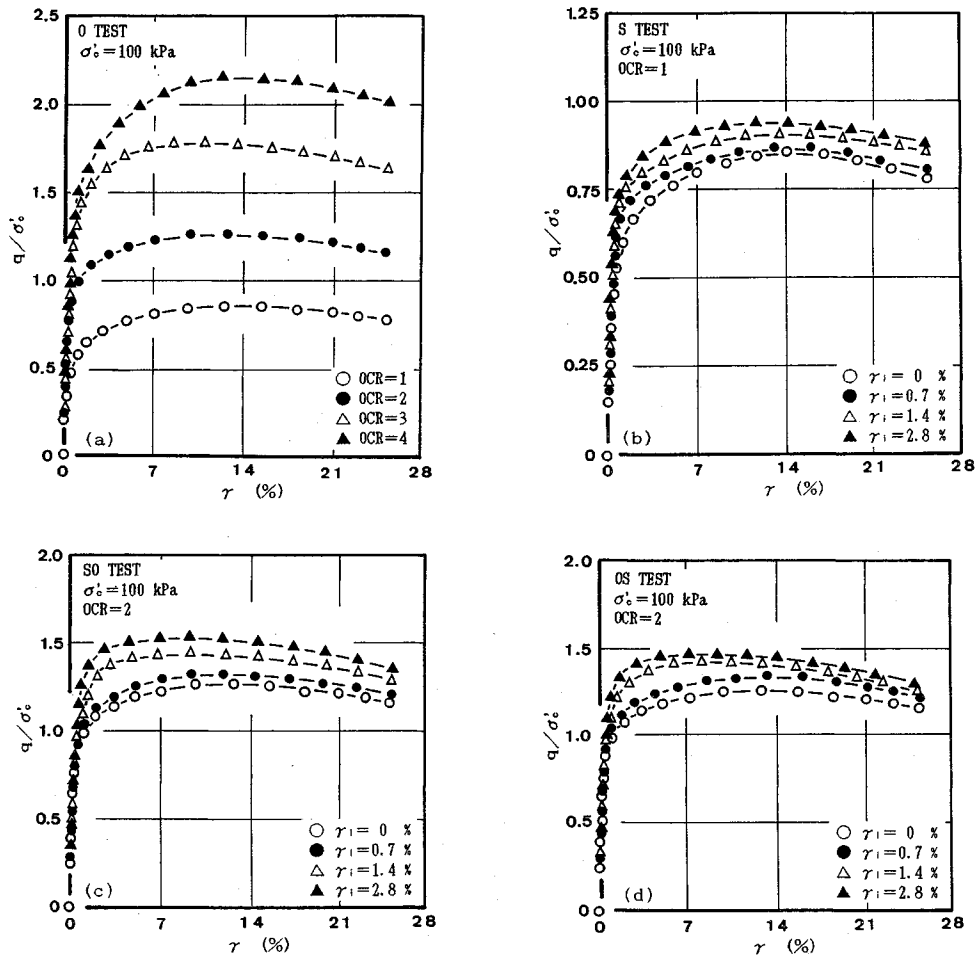


Fig.8 Typical stress-shear strain behaviour.

(3) 過剰間隙水圧比 ($\Delta u/\sigma'_c$) とせん断ひずみ (γ) の関係

Fig.9 (a)~(d) は、過剰間隙水圧比とせん断ひずみの関係を示したものである。ここで、S TEST, SO TEST および OS TEST は、再載荷時の過剰間隙水圧比とせん断ひずみの関係を示してある。また、過剰間隙水圧比は、せん断時の有効拘束圧で正規化している。

O TEST において、過剰間隙水圧比はせん断ひずみの増加に伴って増加し、ピークに達した後、減少する傾向を示している。ピーク後の過剰間隙水圧比の減少傾向は、過圧密比が大きいほど顕著であり、OCR=4 になると $\gamma=18.5\%$ で正から負に転じている。また、過圧密比が大きいほど、最大過剰間隙水圧比 ($\Delta u/\sigma'_c$)_{max} は小さくなっている。

一方、S TEST の場合、過剰間隙水圧比はせん断ひずみの増加に伴って増加し、ピークに達するとほぼ一定となっている。また、過剰間隙水圧比の挙動は、初期せん断ひずみによらず類似しており、初期せん断ひずみが

2.8% 以下である場合、過剰間隙水圧比は O TEST のように負に転じることがない。さらに、最大過剰間隙水圧比は、初期せん断ひずみが大きくなるに従って小さくなっている。

複合した応力履歴を受けた場合 (SO TEST, OS TEST)、過圧密比が同じならば、過剰間隙水圧比は初期せん断ひずみによらず類似した挙動を示し、初期せん断ひずみが大きくなるに従って、最大過剰間隙水圧比がわずかに小さくなっている。

(4) 変形係数 (E_i, E_{50}) と過圧密比 (OCR) の関係

初期変形係数 (E_i) と過圧密比 (OCR) の関係を示すと、Fig.10 (a), (b) のようになる。ただし、 E_i は応力-ひずみ曲線上における $\gamma=0.14\%$ のときの割線係数で定義した。

図より、 E_i は初期せん断ひずみによらず過圧密比の増加に伴って直線的に増加し、初期せん断ひずみが大きいほど大きくなっている。また、過圧密比と初期せん断ひずみが同じならば、SO TEST と OS TEST にお

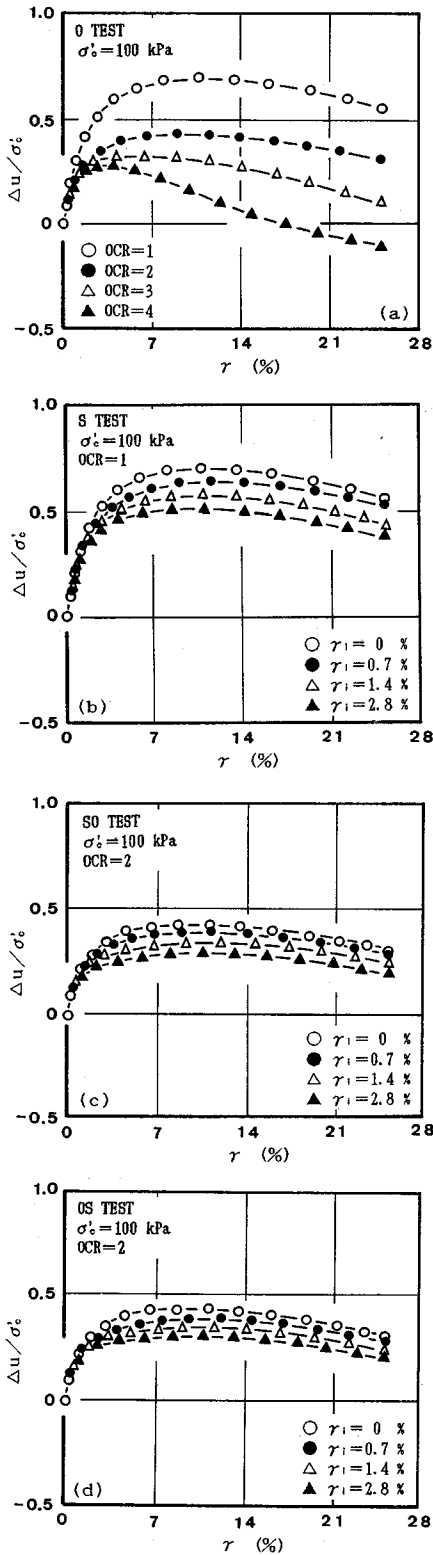


Fig.9 Typical excess pore pressure ratio-shear strain behaviour.

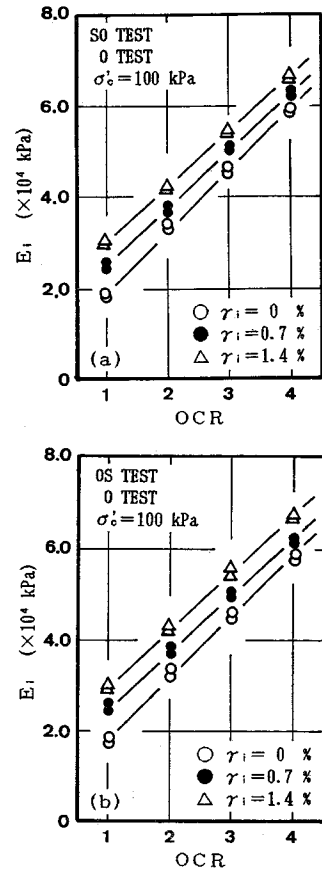


Fig.10 Relationship between E_i and OCR.

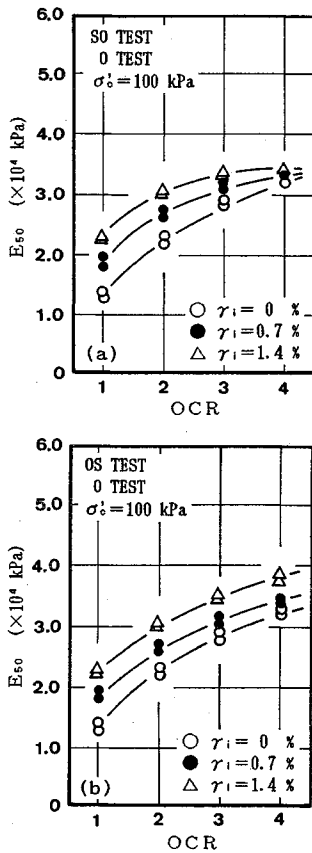
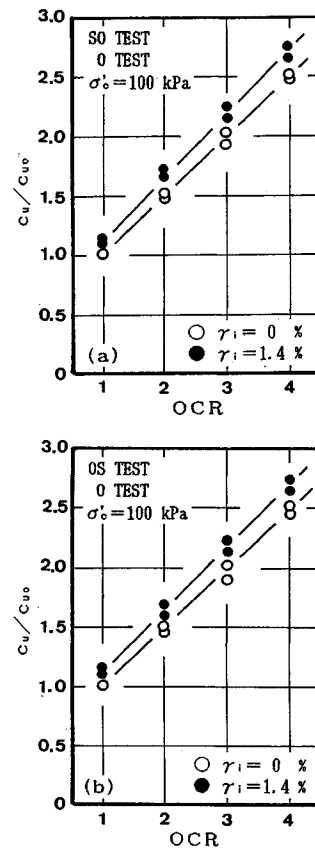
る E_i はほぼ同じ値であり、過圧密履歴とせん断履歴の作用する順序の影響が認められない。

Fig.11 (a), (b) は、変形係数 E_{50} と過圧密比の関係を示したものである。ここで、 E_{50} は応力-ひずみ曲線上において、応力が最大応力の 50% に相当するときの割線係数で定義した。

SO TEST の場合、 E_{50} は過圧密比および初期せん断ひずみの増加に伴って大きくなっているが、初期せん断ひずみによる E_{50} の差は、過圧密比の増加に伴って小さくなり、OCR=4 でほとんどその差がなくなっている。

これに対して、OS TEST における E_{50} は、過圧密比が増加しても初期せん断ひずみによる明確な相違が認められ、初期せん断ひずみの影響が失われていないことがわかる。

以上のことより、SO TEST のようにせん断履歴を受けた後に過圧密履歴を受けると、せん断履歴によって形成された粒子構造が、過圧密履歴によって乱されるために、過圧密比の増加に伴って E_{50} に対する初期せん断ひずみの影響が消失するものと考えられる。

Fig.11 Relationship between E_{50} and OCR.Fig.12 Relationship between c_u/c_{u0} and OCR.

(5) 強度増加比 (c_u/c_{u0}) と過圧密比 (OCR) の関係
 c_u/c_{u0} を強度増加比と定義し、過圧密比との関係を Fig.12 (a), (b) に示す。ここで、 c_{u0} は N TEST ($\sigma'_c = 100$ kPa) における非排水せん断強度である。

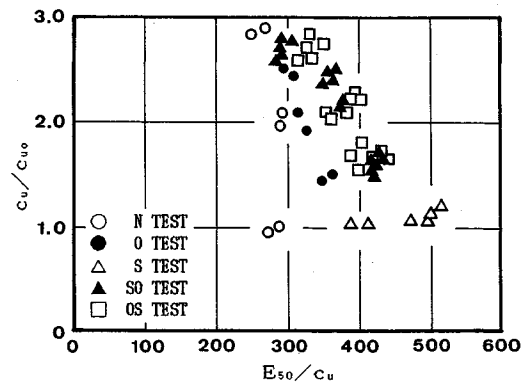
強度増加比は過圧密比の増加に伴って直線的に増加し、初期せん断ひずみが大いほど大きくなっている。しかし、初期せん断ひずみによる強度増加比の増加割合は、過圧密比による増加割合と比較するとかなり小さいことがわかる。したがって、強度増加比は、せん断履歴よりも過圧密履歴の影響を大きく受けるものと考えられる。また、過圧密比と初期せん断ひずみが同じならば、SO TEST と OS TEST における強度増加比は、ほぼ同じ値となることがわかる。

このことより、強度増加比は、過圧密履歴およびせん断履歴によって増加し、複合した応力履歴を受けた場合、両履歴の作用する順序の影響を受けないことがわかる。

(6) 強度増加比 (c_u/c_{u0}) と E_{50}/c_u の関係

強度増加比と E_{50}/c_u の関係をプロットしたものが、Fig.13 である。ここで、 E_{50}/c_u 値は、各実験における変形係数 E_{50} と非排水せん断強度 c_u の比で定義した。

N TEST の場合、強度増加比は有効拘束圧の増加に

Fig.13 Relationship between c_u/c_{u0} and E_{50}/c_u .

伴って増加するが、 E_{50}/c_u 値は有効拘束圧の大きさによらずほぼ一定値 ($E_{50}/c_u \approx 300$) となっている。

一方、O TEST における強度増加比は、過圧密比の増加に伴って増加するが、 E_{50}/c_u 値は、過圧密比の増加に伴って減少する傾向を示している。

また、S TEST の場合、強度増加比は初期せん断ひずみが増加してもほぼ一定値 ($c_u/c_{u0} \approx 1.0$) となっている。しかし、 E_{50}/c_u 値は、初期せん断ひずみが大きく

なるに従って増加している。

さらに、複合した応力履歴 (SO TEST, OS TEST) を受けた場合、過圧密比の増加に伴って強度増加比は増加するが、 E_{50}/c_u 値は低下する傾向を示している。

以上のことより、正規圧密状態の E_{50}/c_u 値は、有効拘束圧によらずほぼ一定値であることがわかる。また、過圧密履歴を受けた場合、 E_{50}/c_u 値は、過圧密比の増加に伴って減少するものと考えられる。しかし、せん断履歴を受けると、 E_{50}/c_u 値は、初期せん断ひずみの増加に伴って増加することが明らかである。

さらに、過圧密履歴・せん断履歴の両者が複合した応力履歴を受けた場合、 E_{50}/c_u 値は、過圧密比の増加に伴って減少しており、過圧密履歴の影響を大きく受けていることがわかる。

4. 結 論

本研究では、過圧密履歴、せん断履歴および両者が複合した応力履歴を考慮した圧密非排水三軸圧縮試験を実施し、異なる応力履歴を受けた飽和粘性土のせん断特性の解明を試みた。さらに、応力履歴が砂と粘性土に及ぼす影響についても検討を行った。本研究より得られた主要な結果をまとめると、以下のようになる。

(1) 非排水せん断強度 (c_u) および変形係数 (E_s , E_{50}) は、過圧密比 (OCR) および初期せん断ひずみ (γ_i) の増加に伴って増加する。

(2) 過圧密履歴およびせん断履歴を受けると、せん断時の有効拘束圧が同じであっても、供試体の間隙比が正規圧密状態における間隙比よりも小さくなるために、状態境界面は過圧密比および初期せん断ひずみの増加に伴って拡大する。その結果、有効応力経路は弾性的挙動を示し、過剰間隙水圧の発生が小さくなっている。

(3) 有効応力経路および強度変形特性から判断して、せん断履歴は過圧密履歴と類似した影響を粘性土に与える。

(4) 過圧密履歴・せん断履歴の両者が複合した応力履歴を受けた場合、粘性土の非排水せん断挙動は、両履歴の作用した順序によらず、過圧密履歴の影響を大きく受ける。

(5) 複合した応力履歴を受けたときの砂と粘性土の非排水せん断特性の違いを明らかにするために、砂と粘性土の有効応力経路を比較・検討した。その結果、粘性土の有効応力経路は、過圧密履歴の場合と類似した挙動を示し、砂の有効応力経路は、せん断履歴の場合と類似した挙動を示すことがわかった。このことより、粘性土は過圧密履歴の影響を大きく受け、砂はせん断履歴の影響を大きく受けるものと考えられる。

治教授には有益なご助言とご指導をいただきました。ここに、感謝の意を表する次第です。

参 考 文 献

- 1) Henkel, D.J. : The Shear Strength of Saturated Remoulded Clays, Res. Conf. Shear Strength of Cohesive Soils, ASCE, pp.533~554, 1960.
- 2) Henkel, D.J. : The Effect of Overconsolidation on the Behaviour of Clays During Shear, Geotechnique, Vol.6, pp.139~150, 1956.
- 3) Parry, R.H.G. : Triaxial Compression and Extension Tests, on Remoulded Saturated Clays, Geotechnique, Vol.10, pp.166~180, 1960.
- 4) Ladd, C.C. and Lambe, T.W. : The Strength of "Undisturbed" Clay Determined from Undrained Tests Laboratory Shear Testing of Soils, ASTM, STP. No.361, pp.342~371, 1963.
- 5) Nakase, A. : The Effect of Overconsolidation on the Undrained Strength of Clays, Report of the Port and Harbour Research Inst., Vol.7, No.1, pp.3~24, 1968.
- 6) 中瀬明男・小林正樹・勝野 克 : 圧密および膨張による飽和粘土のせん断強度の変化, 運輸省港湾技術研究所報告, Vol.8, No.4, pp.103~142, 1969.
- 7) Mitachi, T. and Kitago, S. : Change in Undrained Shear Strength Characteristics of Saturated Remoulded Clay due to Swelling, Soils and Foundations, Vol.16, No.1, pp.45~58, 1976.
- 8) Kamei, T. and Nakase, A. : Undrained Shear Strength Anisotropy of K_0 -overconsolidated Cohesive Soils, Soils and Foundations, Vol.29, No.3, pp.145~151, 1989.
- 9) 松井 保・小原秀夫・伊藤富雄 : 飽和粘土の力学的特性に及ぼす動的応力履歴の影響, 土木学会論文報告集, 第257号/III-1, pp.45~51, 1977.
- 10) 安原一哉・平尾和年・藤原東雄・上 俊二 : 擬似過圧密粘土のせん断特性, 土と基礎, Vol.33, No.3, pp.29~35, 1985.
- 11) 岡二三生・杉山英夫・加藤直樹・岩木 宏 : 自然粘土の強度変形特性に与えるせん断履歴の影響, 平成元年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp.280~281, 1990.
- 12) 常田 亮・亀井健史 : 異なる応力履歴を受けた飽和砂の非排水せん断特性, 長野工業高等専門学校紀要, 第19号, pp.111~120, 1989.
- 13) Kimura, T. and Saitoh, K. : The Influence of Strain Rate on Pore Pressures in Consolidated Undrained Triaxial Tests on Cohesive Soils, Soils and Foundations, Vol.23, No.1, pp.80~90, 1983.
- 14) Nakase, A. and Kamei, T. : Influence of Strain Rate on Undrained Shear Characteristics on K_0 -consolidated Cohesive Soils, Soils and Foundations, Vol.26, No.1, pp.85~95, 1986.
- 15) 土質工学会編 : 土質試験法 [第2回改訂版], pp.525, 1979.
- 16) Atkinson, J.H. and Bransby, P.L. : The Mechanics of Soils, McGraw-Hill Book, London, 1978.

謝 辞 : 本研究を行うにあたり、広島大学 日下部

(1990.6.27 受付)

THE UNDRAINED SHEAR CHARACTERISTICS OF REMOULDED COHESIVE SOIL SUBJECTED TO DIFFERENT STRESS HISTORIES

Takeshi KAMEI and Makoto TOKIDA

Generally, ground is considered to be in an overconsolidated state due to the variation of groundwater level and pore water pressure. In addition, it is also subjected to pre-shear history due to previous earthquake and the loadings associated with construction activities.

This paper deals with a study of the effects of pre-shearing and swelling histories on the subsequent undrained behaviour of cohesive soil based on the results of different five types of triaxial compression tests. The observed effects of pre-shearing and overconsolidation histories are discussed by a detailed look at effective stress path, strength and deformation characteristics.
