

Ⅲ-A38 粘土の三軸圧縮・伸長試験における年代効果と圧密応力経路の影響

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 桃谷尚嗣
 東京大学大学院 石井高幸
 東京大学大学院 正会員 龍岡文夫

1. はじめに：粘土の変形特性は、一般的に圧密応力経路によって異なる。しかし、三軸圧縮応力状態で排水クリープを行なうと、その後の三軸圧縮における小ひずみレベルでの変形特性は圧密応力経路の影響をあまり受けなくなることが明らかになった¹⁾。一方、三軸圧縮応力状態で異方圧密を行なうと非排水三軸伸長強度が小さくなることが知られている。そこで本研究では、圧密応力経路と三軸圧縮応力状態での排水クリープが非排水三軸圧縮・伸長の変形・強度特性に与える影響を総合的に検討した。

2. 試料および試験方法：藤の森粘土($G_s=2.69$, $w_L=62$, $I_p=33$)の粉末試料を液性限界の2倍の含水比(=124%)で練り返して、上載圧70kPaで予圧密し、直径5cm、高さ10cmの供試体を成形した。等方圧密は平均有効主応力 $p'=200\text{kPa}$ で24時間行なった。また、三軸圧縮異方圧密の最終応力点は等方圧密供試体の等間隙比線上とした。せん断は軸ひずみ速度0.05%/minで非排水で行なった。試験は以下の9通り行なった。

- Test A：等方圧密。三軸圧縮試験。 Test B：等方圧密。三軸伸長試験。
 Test C：等方圧密。 $K(\sigma'_1/\sigma'_3)=0.5$ まで非排水三軸圧縮した後、非排水三軸伸長試験。
 Test D：等方圧密。 $K=0.5$ まで非排水三軸圧縮し、2日間排水クリープ。その後非排水三軸圧縮試験。
 Test E：等方圧密。 $K=0.5$ まで非排水三軸圧縮し、2日間排水クリープ。その後非排水三軸伸長試験。
 Test F： $K=0.5$ で異方圧密。排水クリープをさせずに非排水三軸圧縮試験。
 Test G： $K=0.5$ で異方圧密。排水クリープをさせずに非排水三軸伸長試験。
 Test H： $K=0.5$ で異方圧密。圧密最終応力点で2日間排水クリープさせた後、非排水三軸圧縮試験。
 Test I： $K=0.5$ で異方圧密。圧密最終応力点で2日間排水クリープさせた後、非排水三軸伸長試験。

3. 試験結果及び考察：図1に、排水クリープをさせないTest A,B,C,F,Gの有効応力経路を示す。圧縮試験でのTest A,Fと伸長試験でのTest C,Gにおいて、ともに異方圧密と等方圧密の間で、同じ応力点Xからの非排水せん断時の有効応力経路が異なる。これは異方圧密と等方圧密では応力点Xでの間隙比が異なっているからであると考えられる¹⁾。一方、等方圧密の後、最初から伸長試験を行なったTest Bと、始め圧縮してから伸長に切り替えたTest Cでは限界状態での強度が等しくなった。これはTest C,Gの間隙比が等しいためであると考えられる。

図2は、間隙比の違いによって生じる強度の差を除去するために q と p' を p'_e で正規化した図である。圧縮試験のTest A,Fでは、正規化後の限界状態が同じになっている。一方、伸長試験のTest C,Gでは、必ずしも同一の限界状態が得られていない。しかし、これは伸長試験中にネッキングが起きたことが要因の一つとして考えられ、ネッキングが生じるまでは同じ限界状態に向かおうという傾向が見られる。

図3に、三軸圧縮応力状態で排水クリープを行なった実験の結果を示す。三軸圧縮応力状態での排水クリープにより、その後の圧縮試験においては微小ひずみレベルでの変形特性はTest D,Hのように異方圧密と等方圧密で等しくなった¹⁾。伸長試験を行なったTest E,Iでも、排水クリープ直後の非排水変形特性は等方圧密と異方圧密で近似している。しかし、図4を見ると、両者の初期変形特性はほぼ同じであるがひずみの進行とともにその差は広がっている。そして、限界状態強度は等方圧密と異方圧密で差が大きくなった。この場合も q と p' を p'_e で正規化することにより、図2の場合と同様の類似な限界状態が得られる(図5)。

また図6に、等方圧密したTest A,B,C,Dに関して、点Xを原点として軸ひずみ増分 $\varepsilon=0.01\%$, 0.05% , 0.1%

キーワード：クリープ 時間効果 圧密応力経路

東京大学工学系研究科社会基盤工学専攻土質・地盤研究室 東京都文京区本郷7-3-1

TEL 03-3812-2111

に対応する点を有効応力経路にプロットした。圧縮側の Test A, D では排水クリープの有無で高剛性領域の大きさが異なる。しかし、伸長試験では排水クリープの有無による差は小さい。

図7に異方圧密した Test F, G, H, I に関して、同様のプロットをした。排水クリープによって、三軸圧縮と三軸伸長の両方で高剛性領域が広がっているが、圧縮試験でより明確に広がっている。

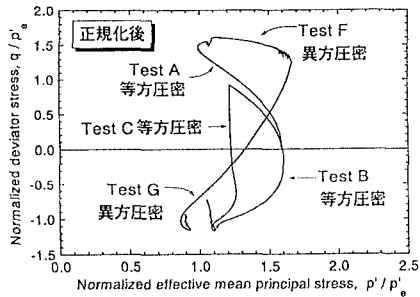


図2

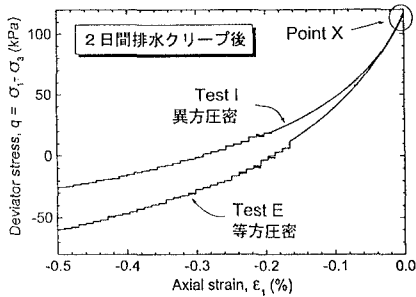


図4

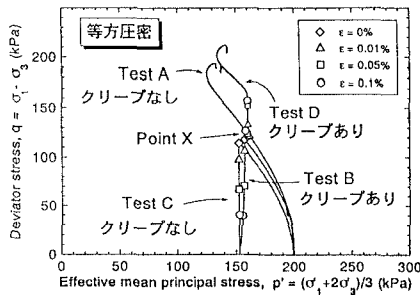


図6

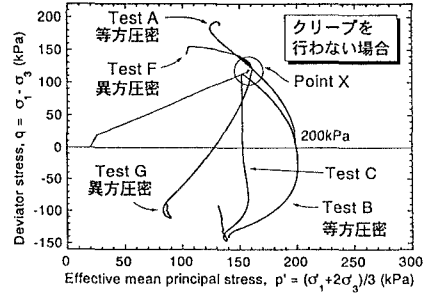


図1

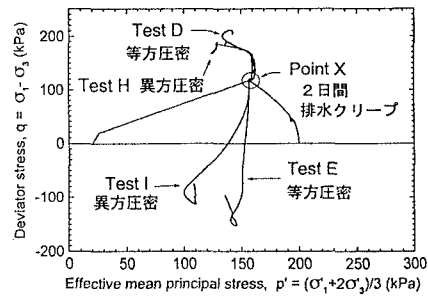


図3

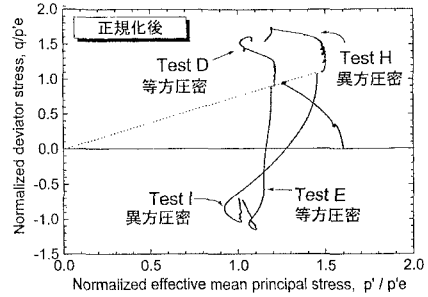


図5

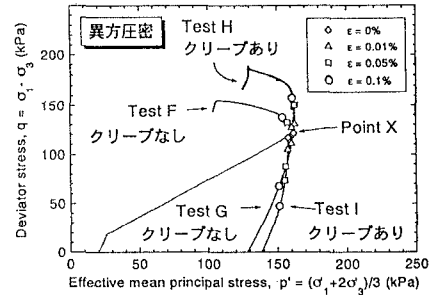


図7

4. 結論 : 1)三軸圧縮における異方圧密は等方圧密と比較して密度減少の分だけ非排水三軸伸長強度を減少させる。2)三軸圧縮応力状態における排水クリープは、三軸圧縮での小ひずみレベルでの剛性を著しく増加させ、その影響は等方圧密と異方圧密で類似である。一方、三軸伸長に対するこの影響は小さい。

5. 参考文献 : [1]石井高幸 桃谷尚嗣 龍岡文夫 : 圧密応力経路と排水クリープが粘土の変形特性に及ぼす影響, 第33回地盤工学研究発表会