

III-182

間隙水圧を上昇させた場合の粘性土のネジリせん断特性

横浜国立大学 工学部 正会員 ○ 片桐雅明
 " 正会員 今井五郎

I. はじめに

斜面破壊など多くの原位置の問題は、単純せん断変形の問題を含んでいる。しかし、Cambridge-TypeやNGI-Typeの単純せん断試験機には、作業性や操作性を含めて少なからぬ問題点がある。中空円筒供試体のネジリせん断試験はそれらの問題点をかなり解決する試験方法である。今回は、中空ネジリ試験機を用いて斜面破壊の応力状態をシミュレートした実験、すなわち初期せん断応力を加え間隙水圧を上昇させる実験(PIT-Test)¹⁾及び等方圧密非排水ネジリ試験(CUT-Test)を行い、三軸装置を用いて行った初期せん断応力を加え間隙水圧を上昇される実験(PI-Test)²⁾³⁾⁴⁾及び非排水せん断試験(圧縮CUC-Test, 伸長CUE-Test)の結果を比較したので報告する。

用いた試料は東京湾海成粘土から極力シルト分以上の粒子を取り除いた調整粘土である。この試料の物理的性質は $\rho_s=2.68(\text{g/cm}^3)$, $w_L=122(\%)$, $I_p=67$ である。

II. 実験方法

中空ネジリ試験機は、東京大学生産技術研究所・龍岡研究室で作製した型⁵⁾を改良したものである(文献1)参照)。

中空供試体の寸法は外径10cm, 内径6cm, 長さ5cmである。また三軸供試体のそれは、圧縮試験では直径・長さとも約5cm, 伸長試験では直径約5cm, 長さ約3cmである。供試体は海水を用いて作製した初期含水比1500%の泥水を沈降堆積させ予圧密した土塊から切りだした。供試体を切り出す方向は全て同じとし、堆積面と水平面とを一致させた。

等方圧密過程では、供試体の両端面から排水させた。また非排水せん断過程では、約0.1%/min.の歪速度でせん断した。

間隙水圧上昇実験¹⁾は、ある応力になるまで非排水せん断した供試体に対して、ある間隙水圧増を直接供試体下面から送り込み、供試体上面で検定し、両者が一致したら次の間隙水圧増分を加えた。

III. 非排水ネジリせん断試験

ネジリ試験を三軸試験と比較するために、不変量をもと

表-1 三軸試験・中空ネジリ試験における応力・歪パラメタ

	三軸供試体	中空供試体
平均主応力 p'	$p' = \frac{1}{3} \cdot (\sigma'_1 + 2\sigma'_2)$	$p' = \frac{1}{3} (\sigma'_1 + \sigma'_2 + \sigma'_3) = \frac{1}{3} (\sigma'_1 + 2\sigma'_2)$
偏差応力 q'	$q' = \sigma'_1 - \sigma'_2$	$q' = \sqrt{(\sigma'_1 - \sigma'_2)^2 + 3\tau^2}$
体積歪 ϵ_v	$\epsilon_v = \epsilon_1 + 2\epsilon_2$	$\epsilon_v = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 = \frac{\Delta V}{V_0} \times 100$
偏差歪 ϵ_s	$\epsilon_s = \frac{2}{3} \cdot (\epsilon_1 - \epsilon_2)$	$\epsilon_s = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\epsilon_1 - \epsilon_2)^2 + (\epsilon_1 - \epsilon_3)^2 + (\epsilon_2 - \epsilon_3)^2} + \frac{3}{8} (\gamma_{12})^2$

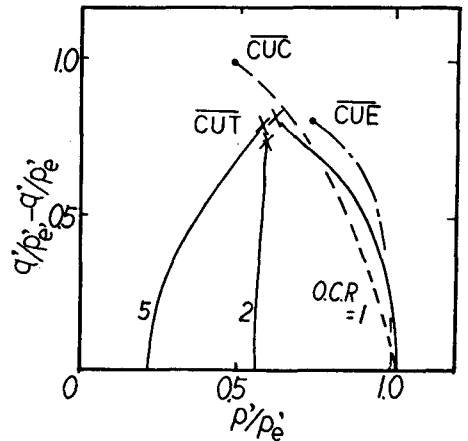


図-1 正規化された状態経路(CUT-Test)

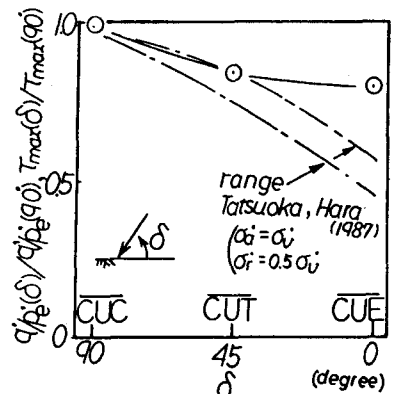


図-2 主応力方向～強度比関係

に応力・歪のパラメータを表-1のように定めた。

図-1は等価圧密応力で正規化された状態経路を示す。三軸試験の結果も同様に示してある。OCR=1の経路の膨らみぐあい等形状は異なるが、傾向はよく似ている。最大偏差応力（強度）・M値は、三軸圧縮(CUC),中空ネジリ(CUT),三軸伸長(CUE)の順に小さくなっている。

図-2は最大主応力の方向 δ と正規圧密状態における強度比の関係を示す。ネジリ強度は、三軸圧縮強度の80%程度、三軸伸長強度と同程度となっている。また乱さない東京湾粘土を異方圧密して行ったTatsuoka, Hara(1987)の結果⁶⁾では、ネジリ強度は三軸圧縮強度の80%程度を示している。今回行ったネジリ試験の結果は、それとほぼ同じ傾向を示している。

IV. 間隙水圧上昇実験

図-3に正規化されたPIT-Testの状態経路を示す。図中には、CUT-Testのそれも示している。HP2~4は大変形し、HP1は大変形しなかった。図中の矢印は、過圧密状態に対して $\varepsilon_s \sim \eta (=q'/p')$ 曲線の最大曲率点と定義した降伏点を示している。示した降伏点は4点と少ないが、狭い領域に位置している。これらはHP1の変形状態も考えると、原点を通らない直線と見せそうである。

図-4は、各せん断応力を加えた場合に対して図-3と同様に定めた降伏領域を示している。状態境界面の大きい三軸圧縮の降伏領域は他のものより上位に位置している。ネジリせん断と三軸伸長はほぼ同じところに位置している。また各試験の降伏領域はそれぞれの状態境界面(H.S.)の8割程度のところに位置している。このように、ここで定義した降伏点も主応力の方向に依存している。

V. まとめ

中空ネジリ試験機を用いて行ったPIT-TestとCUT-Testから得られたせん断特性、特に強度（降伏）について、三軸装置を用いて行った場合の結果と比較した。以下に得られた知見をまとめる。

- ① ネジリせん断強度は圧縮強度の8割程度である。
- ② 新たに定義した降伏点は限界状態面の下方に位置し、それは主応力の方向に依存している。

あとがき 中空ネジリ試験機を作製するにあたって、多大なる助言をいただいた東京大学生産技術研究所・龍岡文夫助教授、ブラダン・テージ B.S氏（現(財)大阪土質試験所）、佐藤剛司氏に感謝の意を表します。また本研究は昭和63年度科研費（奨励研究(A)）の援助を受けた。

参考文献 1)片桐, 今井(1989):第24回土質工学研究発表会(投稿中) 2)今井, 片桐(1985):第20回土質工学研究発表会, pp473-476 3)今井, 片桐, 坂田(1986):第21回土質工学研究発表会, pp371-374 4)今井, 片桐, 吉原(1988):第23回土質工学研究発表会, pp499-500 5)福島伸二(1982):東京大学博士論文 6)Tatsuoka F., K.Hara(1987):Proc. 8th ARCSMFE, Vol.1 pp109-112

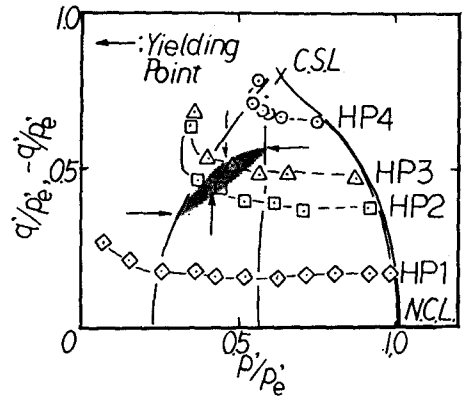


図-3 正規化された状態経路(PIT-Test)

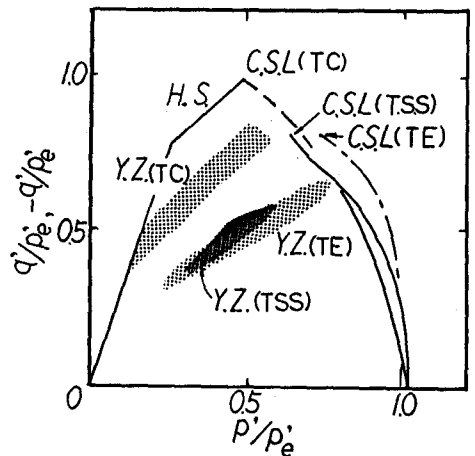


図-4 降伏領域の位置