

PSⅢ-3 状態境界面内の變形挙動に関する一考察

横浜国立大学 工学部 正会員 片桐雅明
 横浜国立大学 工学部 正会員 今井五郎

はじめに

土は有効応力の変化によって變形する。變形は体積変化とせん断變形に分けられる。せん断變形と有効応力状態の関係についてはすでに報告した¹⁾。本文は状態境界面内において、せん断變形のみならず、体積變形と有効応力状態の関係についても考察したので、その結果を報告する。

ここでは三軸試験機を用い、圧密非排水圧縮試験(CU-Testと称す)と、排水条件の下でせん断応力を一定 またはせん断応力を一定の割合で増加させ間隙水圧を上昇させた実験(P.I-Test)の2系統のせん断試験の結果を扱った。これらの有効応力経路は、応力比が単調に増加する場合であり、繰返し載荷は扱っていない。

本考察に用いた試料の土質定数およびCU-Test, P.I-Testの実験方法と結果については文献2)を参照されたい。またせん断歪・体積歪は、それぞれ等方圧密(圧密圧力:1.0kgf/cm²)終了後の供試体寸法を基準とした。

せん断變形の評価

せん断變形と有効応力の変化を定量的に評価するため、文献1)と同様に $\eta \sim \varepsilon_s$ 曲線の接線勾配($d\varepsilon_s/d\eta$)に着目した。図-1に等価圧密応力 p_e' で正規化したP.I-Testの状態経路を示す。図中のマークは $\eta \sim \varepsilon_s$ 曲線における各接線勾配の値を持つ状態点を示している。

破線は各状態経路上の等接線勾配値の位置を結んでいる。各破線は交差せず、 p'/p_e' 値が大きいくところではその傾きは多少緩やかになるが、ほぼHvorslev面に対して並行にしかも接線勾配値が大きくなるにしたがい上部に位置している。

図-2はP.I-Testと同様の接線勾配値を持つCU-Testの状態経路の位置(黒塗り)と図-1の各接線勾配値に対する状態点(白抜き)を示す。各接線勾配値に対する状態点は試験方法の違いによらず、それぞれ狭い領域に位置している。このように等接線勾配値を有する状態点は状態経路に依存しないと言えそうである。

体積歪に対する評価

図-3に正規化したP.I-Testの状態経路と ある体積歪に対応する状態点を示す。歪制御せん断試験後の非排水クリープ過程において過剰間隙水圧が発生したため、 $\varepsilon_v=0$ 線がCU-Testの経路からずれている。各等 ε_v 値を結ぶ破線は交差せず、C.L.Sよりも

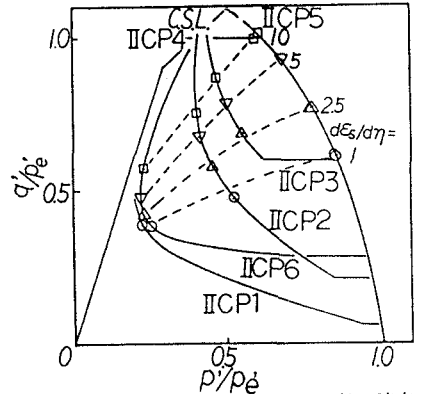


図-1 P.I-Test経路中の各 $d\varepsilon_s/d\eta$ 値点

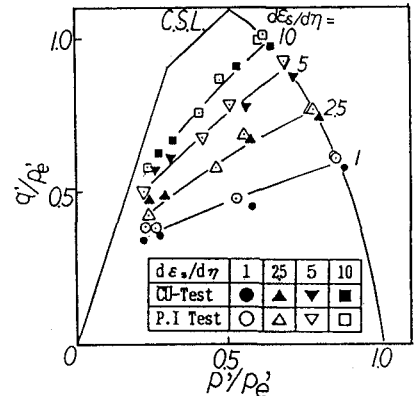


図-2 各接線勾配値を持つ状態点の位置

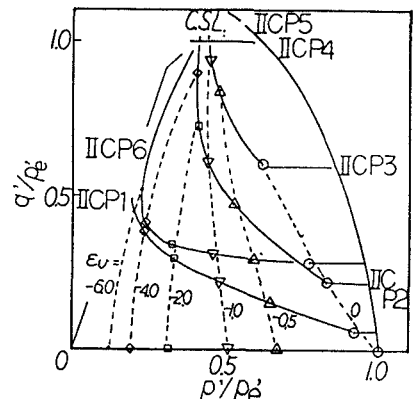


図-3 P.I-Test経路中の各 ε_v 点

左側に収束しているようである。

図-4にP.I-Testから求めた等 ε_v 値線(破線)とCU-Testの正規化した状態経路(実線)を示す。CU-Testは非排水条件であるため、その経路は等 ε_v 値線と見なせる(等 ε_v 値相当線)。等 ε_v 値線と等 ε_v 値相当線は q'/p_0' 値が小さいところでは交差することなく位置しているが、その値が大きくなると交差している。しかし異なる p'/p_0' 値から立ち上がった等値線が1点に収束する傾向など、両者はよく似ている。CU-Testは歪速度の違いにより発生する過剰水圧が異なることが知られており³⁾、これが等 ε_v 値線と等 ε_v 値相当線のずれを生じさせた原因と考えられる。

両者が矛盾なく位置したとすれば、等 ε_v 値線も状態経路に依存しないものとなり、各経路は1つの曲面上を移動していることになる。しかも、この曲面と p' 軸との接線勾配($d\varepsilon_v/dp'$)線も状態経路に依存しないものと考えられる。図-5にP.I-Testの等 $d\varepsilon_v/dp'$ 線を示す。

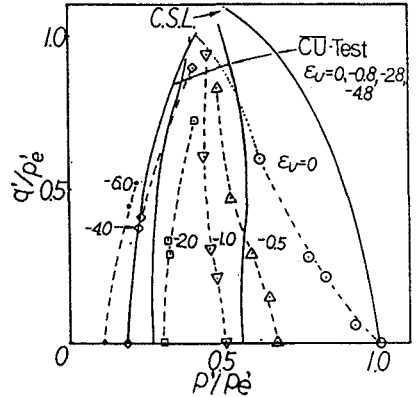


図-4 等体積歪値線とCU-Testの状態経路

状態境界面内の歪増分比関係

せん断変形に関しては状態経路に依存しないこと、体積変化については状態経路に依存しないと見なすことにより、状態境界面内に各歪に対する等値線が図-6のように描ける。

せん断歪と体積歪の増分比は

$$\frac{d\varepsilon_s}{d\varepsilon_v} = \frac{d\varepsilon_s/d\eta}{d\varepsilon_v/dp'} \times \frac{d\eta}{dp'} = \frac{f_s}{f_v} \times \frac{d\eta}{dp'}$$

となり、応力増分比との関係になる。ここで $\varepsilon_s, \varepsilon_v$ はそれぞれ全歪(塑性分+弾性分)である。

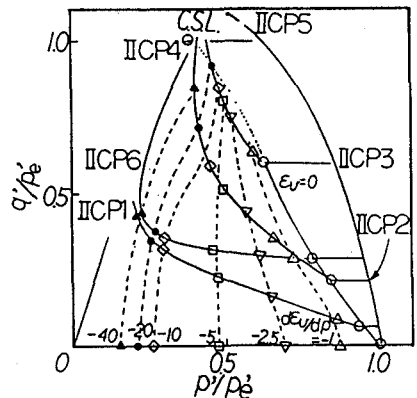


図-5 P.I-Test経路中の各 $d\varepsilon_v/dp'$ 値点

まとめ

異なる状態経路の実験結果を用い、状態境界面内のせん断変形および体積変化に対して考察した。以下に得られた結果をまとめる。

- ① $\eta \sim \varepsilon_s$ 曲線から求めた等 $d\varepsilon_s/d\eta$ 値を持つ状態点は、ある狭い領域に位置し、有効応力経路に依存しない。
- ② P.I-Testの等 ε_v 値線とCU-Testの経路(等 ε_v 値相当線)は、よく似た傾向を示す。
- ③ ε_v が状態経路に依存しないなら、歪増分比は応力(η, p') 増分で表わされる。

ただし、以上の結果は η が単調増加の場合であり、繰返し載荷では成り立たないことを確認している。

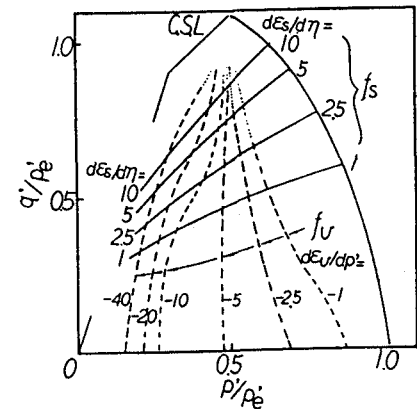


図-6 等 $d\varepsilon_s/d\eta$ 値線と等 $d\varepsilon_v/dp'$ 値線

参考文献

- 1)片桐, 今井(1990):第25回土質工学研究発表会(投稿中) 2)今井, 片桐, 吉原(1988):第23回土質工学研究発表会, pp499~500 3)たとえば, Nakase A. and T. Kamei(1986):Soils and Foundations Vol.28, No.1 pp85-95