

III-155 有機質土の平均主応力一定面上における塑性ひずみ増分方向

防衛大学校 学生会員 ○ 小田 美明
 同 正会員 山口 晴幸
 同 正会員 木暮 敬二

1. はじめに

粘性土の三主応力試験において、平均主応力一定面上で θ 一定経路をとる場合、塑性ひずみ増分方向は、応力経路と一致せず、偏差応力の増加と共に変化することが報告²⁾³⁾されている。

本研究では、三主応力試験から求められた応力～ひずみ関係式¹⁾から平均主応力一定面上での塑性ひずみ増分方向を予測し、計算値と実測値との比較を試みている。

2. 試料および実験

実験に用いた有機質土の物理的性質は、 $G_s=2.38$, $LL=147.3\%$, $PL=69.4\%$, $Lig=25.3\%$ である。供試体はこの試料を練り返し、58kPaの鉛直応力で再圧密したものである。供試体の形状は、125mm×50mm×50mmの直方体である。

実験装置は、通常の三軸試験装置にプレッシャーバッグ式中間主応力制御装置を取りつけたセル型三主応力制御試験装置である。

試験は、供試体を等方圧密した後、排水条件で、応力制御方式により実施された。応力経路は、図-1に示すように平均主応力一定面上で最大主応力軸となす角 θ を一定に保つ経路をとる。

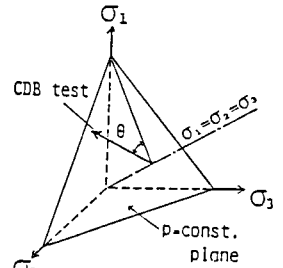


図-1 応力経路

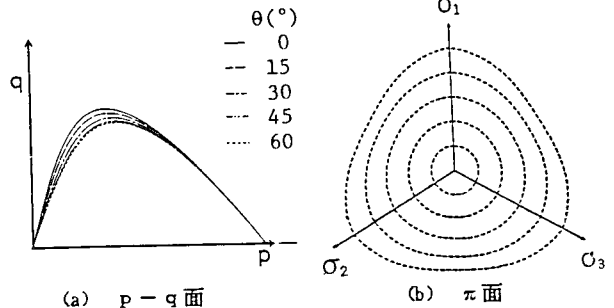


図-2 塑性ポテンシャル面

3. 塑性ポテンシャル面

三主応力下における応力～ひずみ関係式¹⁾から以下の η -成分の塑性ひずみ増分比が求まる。

$$\left(\frac{d\varepsilon}{d\sigma}\right)_\eta^p = \frac{\exp(1)}{2(\exp(1) - \exp(\eta/M_0))} \quad (1)$$

図-2 (a)は、直交則から求めた塑性ポテンシャル面を θ を変えて p - q 面上に示している。これを π 面上に投影すると図-2 (b)に示すような形状になる。すなわち、変形当初においては円形だが偏差応力の増加とともに主応力軸方向に膨らむ傾向になる。

図-3は、 η -成分の塑性ポテンシャル面と圧密圧力が300kPaの供試体から

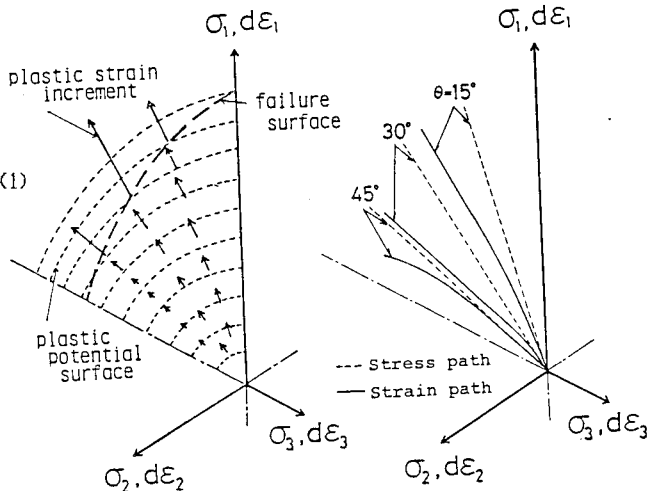


図-3 塑性ポテンシャル面と塑性ひずみ増分ベクトル

図-4 応力経路とひずみ経路

実測された塑性ひずみ増分ベクトルの関係を示している。この塑性ポテンシャル面は実測された塑性ひずみ増分ベクトルの方向をよく表していると言える。また、 $d\epsilon$ 同様な実験結果が、Yongら²⁾や中井ら³⁾により報告されている。ひずみ経路と応力経路を π 面上に表せば、図-4のようになる。このように、土のせん断変形動は、偏差応力の増加に伴い等方体から摩擦体へと変化すると考えられる。

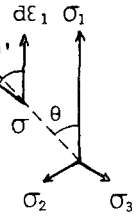


図-5 ひずみ増分ベクトルの方向

4. 各主ひずみ増分の予測

図-5に示すように、平均主応力一定面上の塑性ひずみ増分ベクトルの方向を θ' とすれば、各主ひずみ増分は以下のように表せる。

$$d\epsilon_1 = dv/3 + d\epsilon \cos \theta' \quad (2)$$

$$d\epsilon_2 = dv/3 + d\epsilon \cos (\theta' - 2/3 \pi) \quad (3)$$

$$d\epsilon_3 = dv/3 + d\epsilon \cos (\theta' + 2/3 \pi) \quad (4)$$

ここで、

$$dv = d\epsilon_1 + d\epsilon_2 + d\epsilon_3 \quad (5)$$

$$d\epsilon = \sqrt{2/3} \cdot \sqrt{(d\epsilon_1 - d\epsilon_2)^2 + (d\epsilon_2 - d\epsilon_3)^2 + (d\epsilon_3 - d\epsilon_1)^2} \quad (6)$$

θ' は、塑性ポテンシャル面から求めることができる。図-6に θ と θ' との関係を応力比 η を変えて示している。この図から応力比が0.5程度までは、 $\theta' = \theta$ であり、それ以上偏差応力が増加すれば θ' は θ よりもかなり大きな値をとる。この傾向は $\theta = 30^\circ$ においてもっとも大きい。

図-7は、各主ひずみの式(2)~(4)から求めた予測値と三主応力試験から得られた実測値との比較を示している。予測値は、比較的よく実測値を表すことができる。

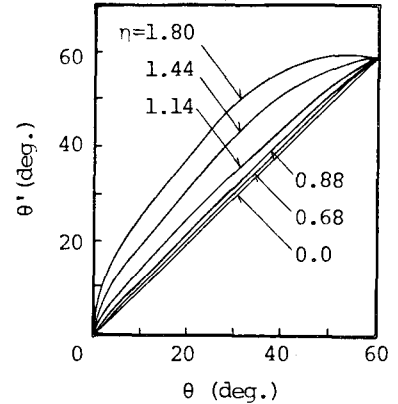
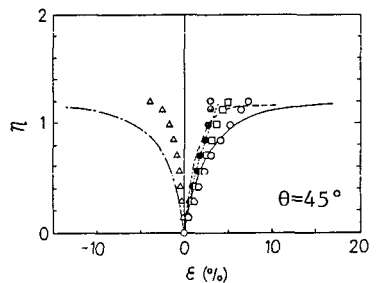
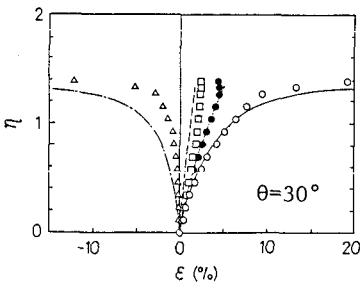
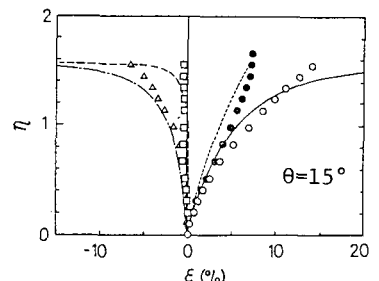
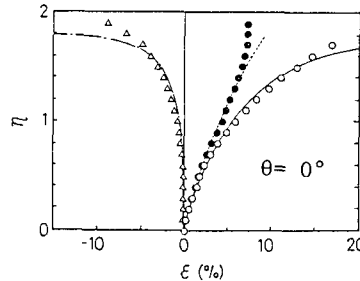


図-6 θ と θ' との関係

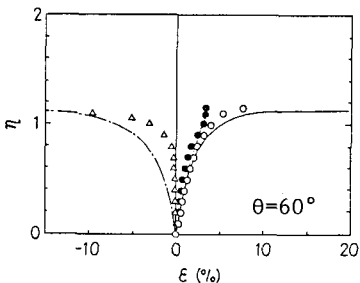


5. まとめ

三主応力下におけるひずみ増分式から平均主応力一定面上における塑性ポテンシャル面を求めた。この塑性ポテンシャル面は塑性ひずみ増分ベクトルの方向を十分に予測することができる。

参考文献

- (1) 小田美明他；第21回土質工学研究発表会，1986，投稿中
- (2) Yong, R.N. et al.; Proc. 9th ICSMFE, 1977, pp. 271-277.
- (3) 中井照夫他；第20回土質工学研究発表会，1985, pp. 413-414



ϵ_1 ○ : — eq. (2)
 ϵ_2 □ : - - eq. (3)
 ϵ_3 △ : ··· eq. (4)
 v ● : ····· ref. (1)

図-7 各主ひずみの実測値と予測値との関係