

防衛大学校 学 〇 小田 美明 正 山口 晴幸
正 木暮 敏二

1. はじめに

土のせん断試験中に生じる塑性ひずみ増分の方向は、応力状態のみならず応力増分の方向に依存することが報告されている。

本研究では、載荷により生じる塑性ひずみ増分は、応力比増分によるものと平均主応力増分によるものとの重ね合わせによると仮定する。応力比増分のみ生ずる排水平均主応力一定圧縮試験と平均主応力増分のみ生ずる異方圧密試験を行い、体積およびせん断ひずみ増分の η -成分と P -成分をそれぞれ試験から求めた。また、排水平均主応力一定伸張試験結果をもとに圧縮試験から得られる定数のみにより伸張挙動の予測を試みた。ひずみ増分式の適当性を検証するため、両応力増分が同時に生じるような試験を行い、その結果を比較検討した。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は、埼玉県浦和市郊外の泥炭地で地表面下0.2～0.7mに堆積していた土層から採取した有機質土を420 μm ふるいを用いて粒度調整し、58kPaの鉛直応力で一次元圧密したものである。その物理的性質を表-1に示す。

実験は、通常の三軸圧縮試験機を用い、所定の圧力で等方圧密したのち、図-1に示す応力経路により行われた。以下に各実験条件を示す。

- (1) CUC, CUE test : ひずみ制御方式 ($\dot{\epsilon} = 0.04 \text{ \%}/\text{min}$) による側圧一定圧密非排水圧縮、伸張試験
- (2) CDPC, CDPE test : 応力制御方式 ($\Delta \eta \approx 0.1$) による平均主応力一定圧密排水圧縮、伸張試験
- (3) CDC, CDE test : ひずみ制御方式 ($\dot{\epsilon} = 4.0 \times 10^{-4} \text{ \%}/\text{min}$) または、応力制御方式 ($\Delta \eta \approx 0.1$) による側圧一定圧密排水圧縮、伸張試験
- (4) AC test : 応力制御方式 ($\Delta P/P = 1.0$) による応力比一定異方圧密試験

3. 実験結果と考察

各試験から得られた破壊時の応力比は、圧縮および伸張応力条件下でそれぞれ排水条件や応力経路の影響を受けず一定であった ($M=1.80$, $M_e=1.13$)。せん断抵抗角は、圧縮、伸張にかかわらず一定であった。 ($\phi' = \phi_d = 43.8^\circ$)。実験で用いた有機質土は、泥炭のような特異な構造異方性を持つ繊維性高有機質土とは違い

表-1 試料の物理的性質

G_s	LL (%)	PL (%)	Lig (%)
2.38	147.6	67.5	25.2

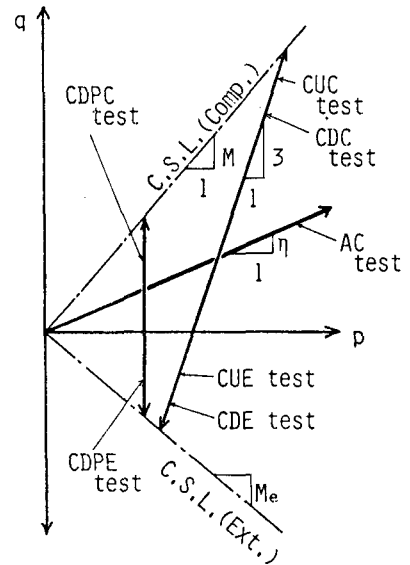


図-1 応力経路

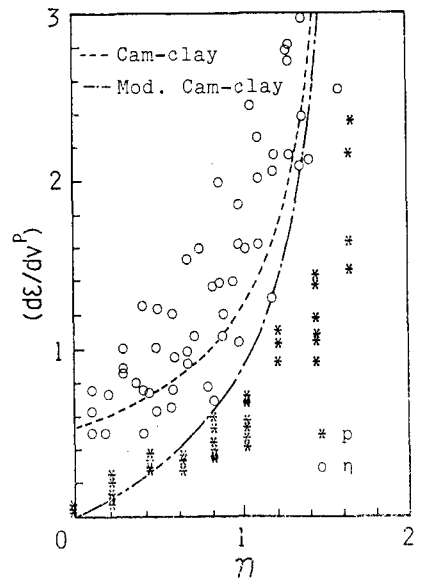


図-2 塑性ひずみ増分比と応力比

Morh-Coulombの破壊規準が適用できる。

図-2は、CDPC test および AC test から得られた η -成分と p 成分の塑性ひずみ増分比と応力比との関係と Cam-clay, Mod. Cam-clay による予測値の比較を表わしている。この図からわかるように、単一の関係で土のせん断変形を表わすのはむずかしいことがわかる。したがって、土のせん断挙動を表わすには複数の塑性ポテンシャル面が必要となる。CDPC test および AC test から求めたせん断および体積ひずみ増分の η -成分、 P -成分を以下に示す。

$$dv_{\eta} = \frac{\lambda - \kappa}{1 + e} \frac{\exp(\eta/M)}{2M} d\eta$$

$$dv_p = \frac{\lambda}{1 + e} \frac{dp}{p}$$

$$d\epsilon_{\eta} = \frac{\lambda - \kappa}{1 + e} \frac{\exp(1) \cdot \exp(\eta/M) \cdot d\eta}{4M (\exp(1) - \exp(\eta/M))}$$

$$d\epsilon_p = \frac{\lambda - \kappa}{1 + e} \frac{\exp(1) \cdot \eta \cdot dp}{M (\exp(1) - \exp(\eta/M)) \cdot \exp(\eta/M) \cdot p}$$

CDPC test の結果を参考に増分式を伸張条件下に拡張すると以下ようになる。

$$dv_{\eta} = \frac{\lambda - \kappa}{1 + e} \frac{\exp(\eta/M_e) \cdot M_e d\eta}{2M^2}$$

$$dv_p = \frac{\lambda}{1 + e} \frac{dp}{p}$$

$$d\epsilon_{\eta} = \frac{\lambda - \kappa}{1 + e} \frac{\exp(1) \cdot \exp(\eta/M_e) \cdot d\eta}{4M (\exp(1) - \exp(\eta/M_e))}$$

$$d\epsilon_p = \frac{\lambda - \kappa}{1 + e} \frac{\exp(1) \cdot \eta \cdot dp}{M_e (\exp(1) - \exp(\eta/M_e)) \cdot \exp(\eta/M_e) \cdot p}$$

ここで、 $M_e = 3M / (3 + M)$

図-3は、このひずみ増分式による CDC test の体積ひずみおよびせん断ひずみの予測値と実験結果との比較および Cam-clay, Mod. Cam-clay による予測値の比較を行っている。ここで用いた土質パラメーターは、 $M=1, 80$, $\lambda=0.41$, $\kappa=0.05$ である。粘土にこの式を適用した場合せん断ひずみは Mod. Cam-clay に近い値をとる。同様に CDE test の実験値と予測値との比較を図-4に示す。両試験ともせん断ひずみは、よく一致するが、体積ひずみは Mod. Cam-clay のほうがよく予測している。

4. 結 論

土のせん断挙動は複数の塑性ポテンシャル面を用いたほうがより正確に表わせる。また、三軸圧縮試験結果のみから、正確に伸張条件を予測できる。これらのことを三主応力下に拡張したい。

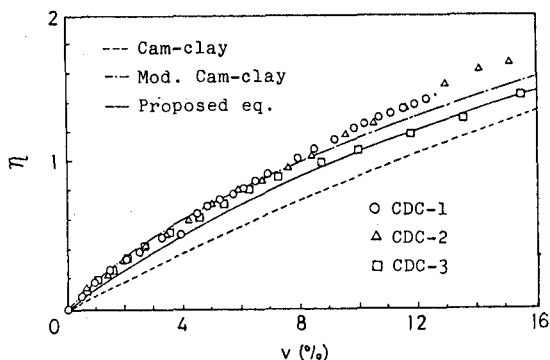
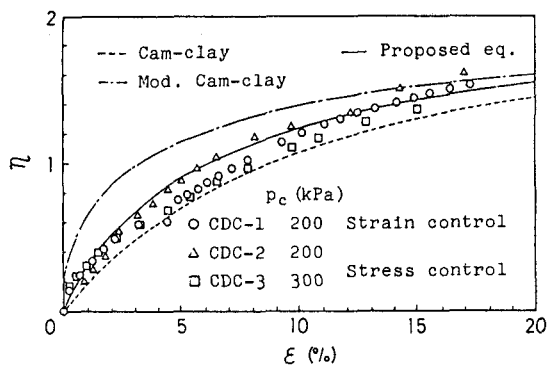


図-3 排水圧縮試験結果

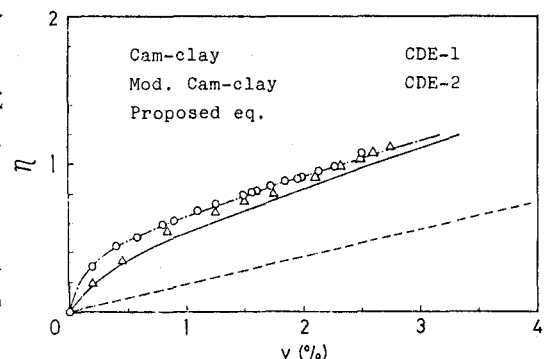
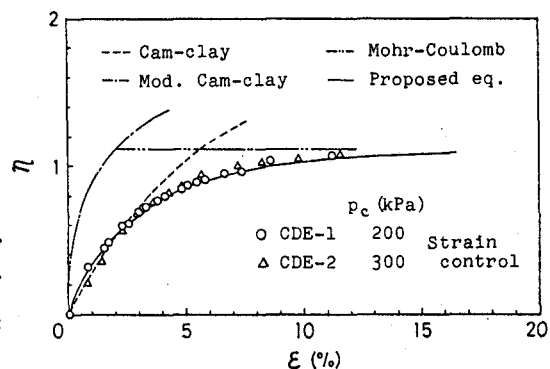


図-4 排水伸張試験結果

参考文献 (1) P. Z. Lawin & J. R. Burland (1970) "Stress-probe experimental on saturated normally consolidate clay", Geotec., vol. 20, No. 1, pp. 35-56
(2) K. H. Roscoe & J. R. Burland (1968) "On the generalized stress-strain behavior of wet clay", Engineering Plasticity, Cambridge Univ. Press, pp. 535-609.