

大阪市立大学工学部 正員 望月 秋利
 大林組(株) 正員 高橋 真一
 大阪市立大学大学院 学生員 柴田 卓詞

1. まえがき

平面ひずみ試験が行われた歴史は古く、W. Kjellman (1936)¹⁾ はすでに三主応力制御型三軸圧縮試験機を用い、立方体供試体による実験を行っていた。その後 A. W. Bishop (1957)²⁾ は、供試体の長さが幅の8倍ある直方体供試体を用いて実験を行い、平面ひずみ試験の一つの流れを作った。最近では、三主応力制御型試験機を用いた平面ひずみ試験実施例が増え、立方体に近い供試体を用いることが多い。この理由の一つは、平面ひずみ条件による強度はもとより、エレメント試験として全過程の応力と変形を捕えていこうとする点にある。この場合、平面ひずみ条件の制御や σ_1 、 σ_2 載荷板と供試体との摩擦の低減には、Bishop型の供試体の場合に比べて特に工夫が必要となる。本報告では、砂質土を用いた実験を行い、それらについて検討した。

2. 実験条件

試料は、前回報告³⁾に用いたと同じ砂で、表-1に主な性質を示す。実験は不飽和試料を3層に分けて突き棒で突き固めたものを用い、 σ_1 載荷板を滑、粗の2通りに変えて、平面ひずみ試験を行った。表-2に実験条件を示す。なお、試験機についてはすでに報告したが、その特徴をまとめると、①圧力室内に載荷棒を持つ、② σ_2 載荷板と供試体の摩擦の低減を目的とした σ_2 (σ_2)載荷システムを持つ、③非接触変位計を用いた側方変位計測装置を持つ、等である。

3. 実験の方法とその検討

(1) 側方(σ_2)載荷板の制御：図-1はゴム膜の応力変化に伴う圧縮(くい込み)量を計測したものである。平面ひずみの制御は、図中の直線によつて示される量を補正しながら、1/500 mmまで測定できる変位計を用いて、手動で行った。制御誤差は最大でも1/100 mmを越えることはなかった。

徳江⁴⁾は、平面ひずみの制御条件として $\Delta E_2 \leq 0.063\%$ を提案しているが、本実験の場合 $\Delta E_2 \leq 0.02\%$ で、十分な精度で制御できたと考えている。

(2) 側方(σ_2)載荷板の摩擦の低減：図-2はテフロン板(σ_2 載荷板はテフロン加工)とゴム膜の摩擦を調べた結果である。テフロン板にシリコンアリスを塗布した場合、摩擦係数(μ)は0.02⁵⁾であった。図-3はアリスを塗布した σ_2 載荷板とゴム膜の間に働く摩擦力を、供試体

上、下に荷重計を置き実測した結果である。本装置の場合、 σ_2 載荷システムによつて供試体中央で上、下対称の摩擦力が分布し、上、下で測定される σ_1 に差はないはずであるが、 $\pm 1\%$ の差が生じた。仮に通常の固定型 σ_2 載荷装置であつたとして、 $\mu = 0.02$ を用いて試算すると、 σ_1 測定には少

表-1 主な物理性質

Gs	2.775
ρ_{max}	2.0 mm
Uc	3.07
ρ_{max}	1.657 g/cm ³
ρ_{min}	1.412 g/cm ³

表-2 実験条件

排水条件	CD
供試体形状	直方体: 4.1x6.4x8.0 cm
Wo	7.5 %
ρ_d	1.633 g/cm ³
Sr	33.9 %
Dr	90 %
σ_o	0.5, 1, 2.4 kgf/cm ²
せん断速度	ひずみ制御: 0.175 %/min
σ_1 載荷板	滑 シリコンアリスを塗布 粗 ポーラスティン

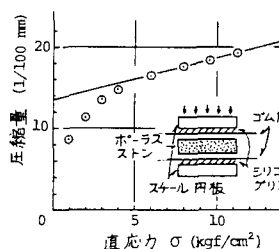


図-1 ゴム膜の圧縮量

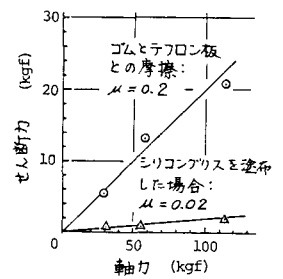


図-2 ゴム膜とテフロンの摩擦

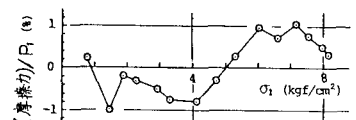


図-3 載荷システムの方向の誤差

本装置の

なくとも4.5%の誤差が生じ、この値と比べれば σ_2 載荷システムにより、 σ_1 の測定は十分な精度で測定できたと判断できる。

(3) 上、下 (σ_1) 載荷板の摩擦の影響: σ_1 載荷板の摩擦の低減方法については数多くの報告があり、多くは供試体と載荷板の間にグリスを塗布したゴム膜を入れ、滑の状態で行われる。図-4はこの方法で実験した結果で、図-5、6は、これをポーラストン(粗)載荷板を用いた場合と比較した。滑載荷板の場合、ピーク強度はやや小さいはずみで生じ、 br 値の変化もやや小さい。供試体の変形は粗載荷板の場合、両端が拘束され樽型とな、たが、滑の場合は拉がった形とな、ており、 σ_1 載荷板の摩擦は無視できないことがわかる。

4. まとめ

σ_2 載荷板の摩擦を軽減し、かつ σ_1 の測定を正確にする目的の σ_2 載荷システムを用い、平面ひずみ試験を実施した。図-7に、 σ_1 載荷板の滑、粗の違いによる強度の比較を、三軸圧縮試験結果も併せて示す。平面ひずみ、三軸圧縮試験のいずれも、滑載荷板の方が強度(応力範囲: 1~4 kgf/cm²)で約4%小さくなり、また平面ひずみ試験の強度は三軸圧縮試験の強度に比べて、滑、粗いずれの場合も5~10%大きくなった。

謝辞

この研究は、本学三笠正人教授の指導を受け、昭和57年度科研費の援助を受けて進めた。また実験を行うに当り、速気性が従来の1/20程度のゴムスリーブの開発を行、たが、それに岸重夫(ヒガシ化学(株))、渡辺準分(タイガースポリマ(株))各氏の御協力を頂いた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) W. Kjellman: Report on an Apparatus for Consummate Investigation of Mechanical Properties of Soils, The 1st ICSMFE, vol.1, pp.16-20, 1936
- 2) A. W. Bishop: Discussion on Soil Properties and Their Measurement, The 4th ICSMFE, vol.3, pp.103-104, 1957
- 3) 望月利秋 他: 新しい三主応力制御型三軸試験機による砂質土の平面ひずみ試験 土木学会第38回年講, III, PP.19~20, 1983
- 4) 徳江俊秀 他: 砂の平面ひずみ条件に関する基礎的検討, 第18回土質工学研究発表会, PP.297~300, 1983
- 5) D. H. Conforth: Some Experiments on the Influence of Strain Conditions on the Strength of Sand, Geotech., vol.14, No.2, pp.143-167, 1964

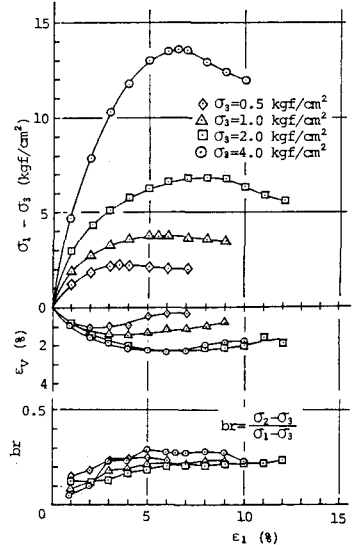


図-4 平面ひずみ試験 (C/D: 滑載荷板)

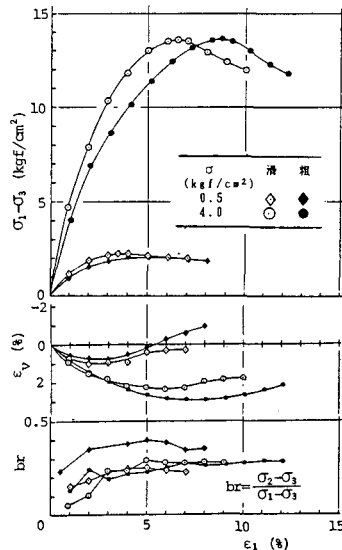


図-5 載荷板の粗度の違いによる影響

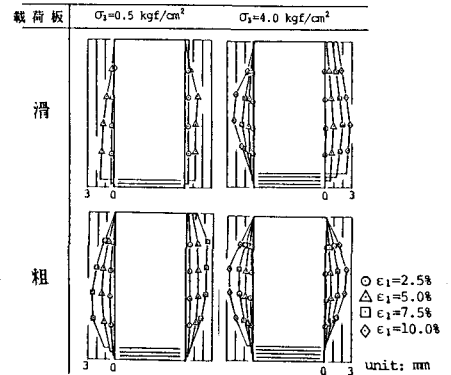


図-6 供試体の変形 (C/D: 粗, 滑載荷板)

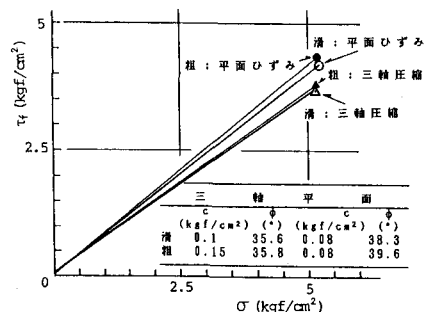


図-7 強度の比較 (三軸圧縮, 平面ひずみ)