

III-281 平面ひずみ装置による砂の非排水せん断試験

筑波大学大学院 学生員 張 晶 旭
筑波大学構造工学系 正 員 山 田 恭 央
同 沢 口 正 俊

1. はじめに

平面ひずみ状態における砂の繰返し載荷時の変形・強度特性については、これまで単純せん断装置、中空ねじりせん断装置などにより研究が進められてきた。本研究では、波浪を受ける防波堤直下の地盤などを想定し、平面ひずみ試験装置を用いて、砂の非排水繰返し載荷時の挙動に関し基礎的な検討を加えてみた。

2. 実験方法

実験には、龍岡ら¹⁾と同型の平面ひずみ試験装置を用いた。気乾状態の豊浦標準砂を直方体モールドに空中落下し、底部より吸水後凍結する方法で供試体（ $L80 \times W40 \times H105\text{mm}$ 、 $e_i \approx 0.7$ ）を作製した。供試体は 1.0kgf/cm^2 まで等方圧密し、非排水状態でひずみ制御の単調載荷試験（圧縮）と応力制御の繰返し載荷試験（圧縮側片振り）を実施した。なお、繰返し載荷試験では、堆積面と最大主応力のなす角 δ が 90° の供試体のみを用いたが、単調載荷試験は $\delta = 0^\circ$ の供試体についても実施した。

3. 単調載荷試験

図-1（a）（b）はそれぞれ、非排水単調載荷試験時の軸ひずみ～応力比～過剰間隙水圧関係と有効応力経路を示したものである。図中、 ϵ_a は軸ひずみ、 σ_1' 、 σ_2' 、 σ_3' 、 p' は最大、中間、最小および平均有効主応力、 Δu は過剰間隙水圧を表わしている。（a）図の $\epsilon_a \sim \sigma_1'/\sigma_3'$ 曲線は、ピークを持たず漸増した後収束傾向を示している。載荷終了時の σ_1'/σ_3' を内部摩擦角 ϕ' に換算すると、 $\delta = 0^\circ$ で 36° 、 $\delta = 90^\circ$ で 39° となる。なお、排水試験の ϕ' はそれぞれ、 41° と 45° であった。一方、 σ_2'/σ_3' の値は、 $1.2 \sim 1.3$ と排水時の値 ≈ 2 と比べかなり小さい値に収束している。 $b = (\sigma_2' - \sigma_3') / (\sigma_1' - \sigma_3')$ の値も $0.07 \sim 0.09$ であり、排水試験のピーク時の値 $0.20 \sim 0.23$ と比較するとかなり小さい。（b）図の有効応力経路を見ると、 p' に対してプロットした $\sigma_1' - \sigma_3'$ 、 $\sigma_2' - \sigma_3'$ 曲線は原点を通る直線状の包絡線に漸近しているが、どちらの場合も $\delta = 0^\circ$ より $\delta = 90^\circ$ の方がわずかに大きな傾きを有している。

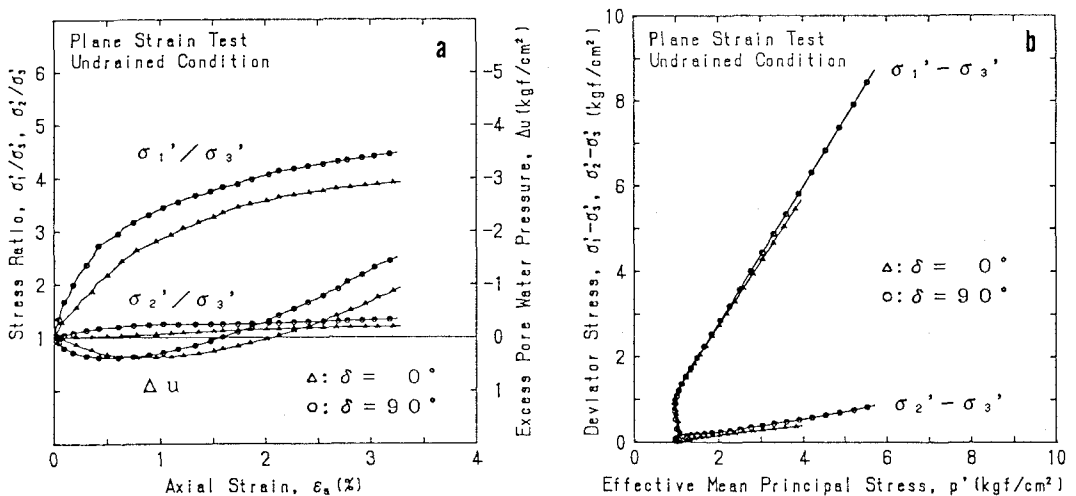


図-1 平面ひずみ装置による非排水単調載荷試験

4. 繰返し載荷試験

偏差応力の振幅 $\sigma_d = (\sigma_1' - \sigma_3')$ を一定に保ち、応力制御により非排水繰返し載荷を行ったが、装置の機構上圧縮側のみの片振りの試験となっている。図-2、3はそれぞれ、 σ_d の値が1.0および1.5 kgf/cm² の非排水繰返し試験結果をプロットしたもので、両図とも、(a) は軸ひずみ～応力比～過剰間隙水圧関係、(b) は1、2、5サイクル、および以後5サイクル目ごとの有効応力経路を示している。 σ_2' / σ_3' の値は、各サイクルの最大偏差応力負荷時に最大となり、その値は単調載荷時とほぼ同一である。除荷時には、わずかに平面ひずみ方向の応力が大きいものの、ほぼ等方応力状態に復帰する。図-1、2、3の(b)図を比較すると、繰返し載荷時の $p' \sim \sigma_1' - \sigma_3'$ で表わした有効応力経路は、単調載荷時の包絡線に漸近してゆき、最終的にループ状に収束することがわかる。

5. むすび

平面ひずみ試験装置を用いて砂の非排水せん断試験を行った結果、排水時に比較して中間主応力がかなり小さい値をとることが注目された。平面ひずみ試験における、単調載荷時と繰返し載荷時の砂の非排水挙動の間には、三軸試験における両者の関係に類似の特性が認められた。

6. 参考文献

- 1) F.Tatsuoka et al. "Strength and Deformation Characteristics of Sand in Plane Strain Compression at Extremely Low Pressure" Soils and Foundations, Vol.26-1, 1986.

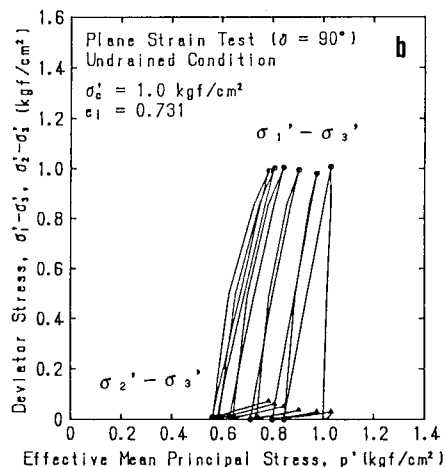
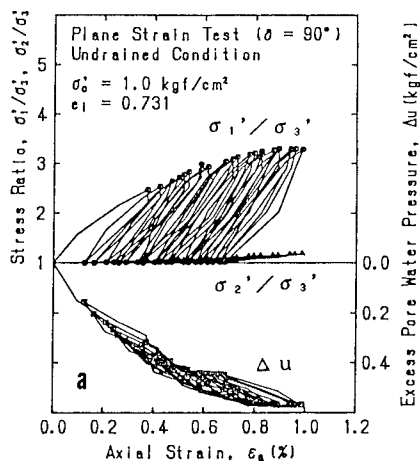


図-2 繰返し載荷試験 ($\sigma_d = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$)

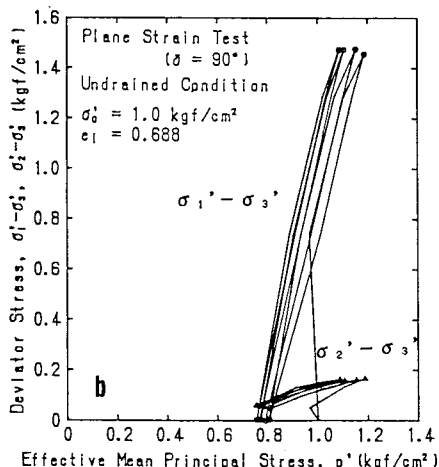
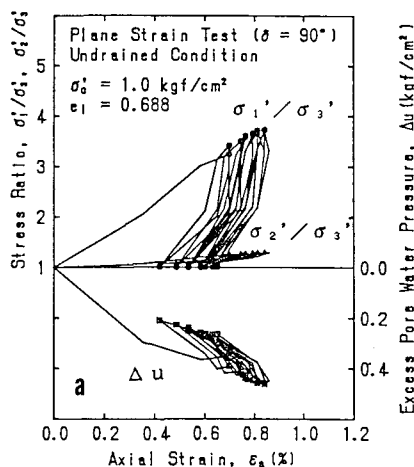


図-3 平面ひずみ装置による非排水繰返し載荷試験 ($\sigma_d = 1.5 \text{ kgf/cm}^2$)