

日正造船(株)技術研究所 正員 〇川村 久蔵
 東京大学生産技術研究所 正員 龍岡 文夫
 佐 賀 県 正員 坂元 信

1. はじめに 筆者らは、重力場における平面ひずみ状態の模型支持力実験¹⁾の解析に用いる基礎的データを
 得るために、飽和豊浦砂の平面ひずみ強度ならびに変形特性を調べてきた^{2,3)}。その際、中間主応力の作用面に発生
 する局所的なひずみの測定も併せて行った。ここでは、局所的なひずみの分布について得られた情報をもとに、
 豊浦砂の平面ひずみ条件下における応力～ひずみ関係について考察を加える。

2. 実験方法 供試体(高さ10.5cm×長さ8cm×幅4cm)の作成方法、実験手順等については文献2)を参
 照されたい。平面ひずみ条件($\epsilon_2 \approx 0$)を供試体に課するための拘束板の一方にアクリル板を用い、メンブレンに
 貼付したラテックス製マーカーの変位から供試体のひずみ分布を求めた。三軸セル、セル水および拘束板による
 像のゆがみは補正してある。

3. 実験結果 拘束圧0.05 kgf/cm²における間げき比 $e_{0.05} = 0.722$, $\delta = 90^\circ$ (δ は空中落下法で作成した供試
 体の堆積面と σ_1 方向とのなす角度)の供試体を $\sigma'_c = 1.0$ kgf/cm²の下
 でせん断した際に得られたひずみ分布図を図2に示す。図2(a)～(d)
 の線分方向および長さ、それぞれ、伸び縮みのない方向ならび
 にその方向のせん断ひずみの増分の $\frac{1}{2}$ を表わす。また、記号S, H,
 IおよびJは図1の応力～ひずみ曲線上の点と対応している。図2
 より、区間S→Hでは供試体はほぼ一様に変形しており、区間H→
 Iでは徐々にせん断層(Shear Band)が形成されつつあり、ピーク後
 の区間I→Jではせん断層にひずみが集中していることが分る。な
 お、局所的な最大せん断ひずみ増分の平均値と供試体の境界変位
 から求めたもの(倍)との比は、区間S→Hで0.90、区間H→Iで1.46
 であった。区間S→Hでの両者の差はBedding Errorの影響を、区間
 H→Iにおける両者の差はせん断層の形成に伴う主ひずみ方向の

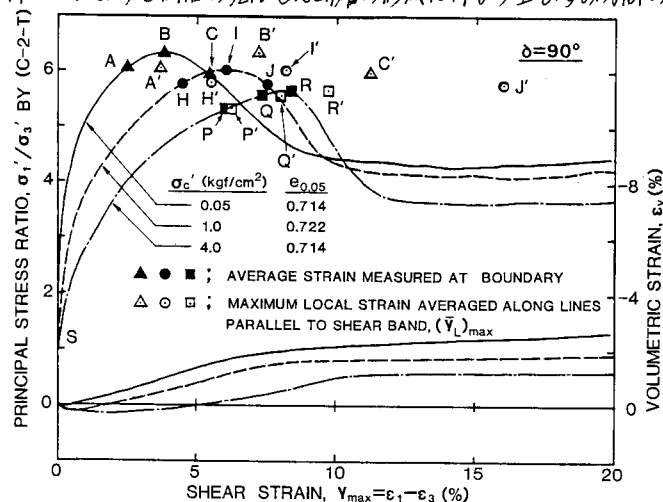


図1 応力～ひずみ関係

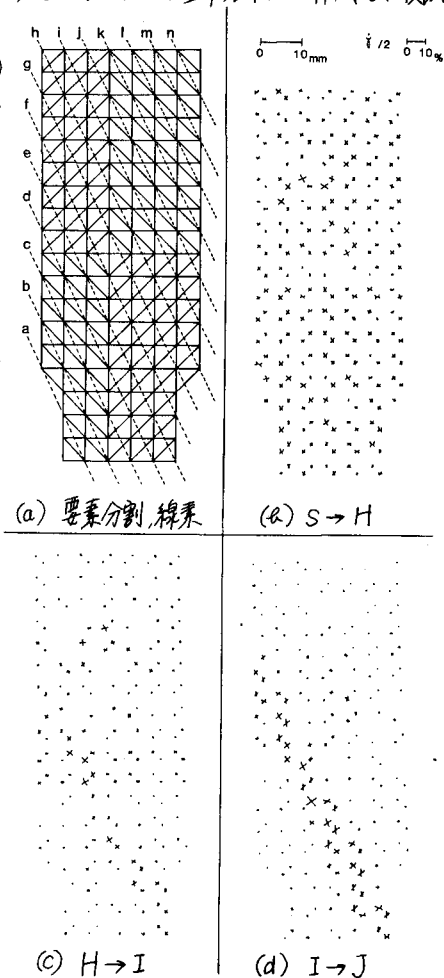


図2 ひずみ分布測定例 ($\sigma'_c = 1.0$ kgf/cm²)

回転の影響を示唆するものと考えられる。図2に示す実験では、図2(a)の線素cに沿って明確なせん断層が認められた。そこで、cに平行な線素a～nを設定し、各線素上に位置する三角形要素の最大せん断ひずみ増分を各区間で求め、その平均値 $\bar{\gamma}_a$ と $\bar{\gamma}_c$ との比をとってまとめたものが図3である。この図でも、区間H→I、I→Jにおいて線素cにひずみが集中していることがよく分る。次に、ひずみの非一様性と有効拘束圧との相関を図4に示す。図4の縦軸は各区間における局所的な最大せん断ひずみ増分の変動係数(標準偏差/平均値)であり、この値が大きいほど非一様なひずみ分布であること、すなわち、せん断層にひずみが集中していることを示す。この図から、①低拘束圧になるほどピークのかかなり前でもひずみの非一様性が高いこと、②高拘束圧になるほどピーク直前までひずみは一様に分布し、その後のせん断層へのひずみの集中が顕著であることが分る。

図1に示す応力ひずみ曲線のピーク近傍で、点Sを起点とする区間(S→A, S→B等)で得られた局所的なひずみから、線素上の最大せん断ひずみの平均値 $\bar{\gamma}_a$ およびその最大値 $(\bar{\gamma}_a)_{max}$ を求め、 $(\bar{\gamma}_a)_{max}$ と応力比との関係を図1に併記した。図中の点A, B……は供試体の境界変位から求めた最大せん断ひずみ γ_B に、点A, B……は同じ応力比における $(\bar{\gamma}_a)_{max}$ に対応している。 γ_B に着目すると、 $\sigma'_c = 0.05 \text{ kgf/cm}^2$ の場合のピーク時のせん断ひずみは $\sigma'_c = 4.0 \text{ kgf/cm}^2$ の場合のたかだか半でしかない。一方、 $(\bar{\gamma}_a)_{max}$ についてみると、両者の差はそれほどではない。すなわち、低拘束圧下では見かけ上ピークに至る γ_B は小さいが、ひずみ分布の非一様性は非常に低く、せん断層の付近では高拘束圧下におけると同程度のひずみが発生しているものと考えられる。このような局所ひずみと発揮されている応力比との関係は、模型支持力実験の解析を行う上で重要な手がかりとなるであろう。

また、内部摩擦角は $\delta = 23 \sim 34^\circ$ で極小になることが分っているが、図5, 6によれば、この程度の δ でひずみの非一様性が最も高い。

4. まとめ 平面ひずみ供試体に発生するひずみの非一様性(せん断層へのひずみの集中)は拘束圧および δ に依存することが分った。

<謝辞> 本研究は東京大学生産技術研究所で行った。御協力頂いた試作工場および村井研究室の方々に謝意を表します。

<参考文献> すべて第20回土質工学研究発表会(名古屋)。(1)谷村: 砂地盤上の帯基礎の模型支持力実験。(2)飯元ら: 極低圧下における平面ひずみ圧縮強度・変形特性。(3)川村ら: 平面ひずみ圧縮での強度変形特性の異方性。

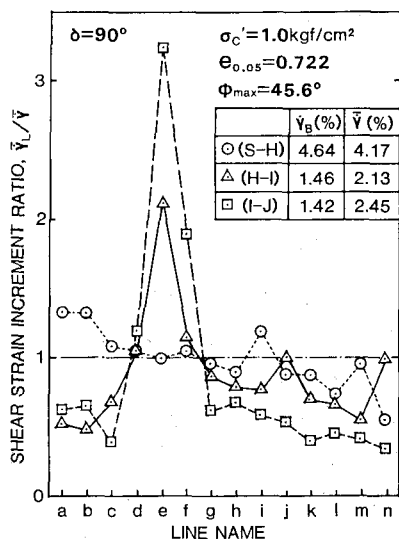


図3 線素a～nの最大せん断ひずみ

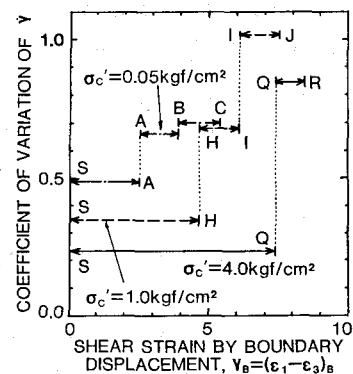


図4 ひずみの非一様性(拘束圧の影響)

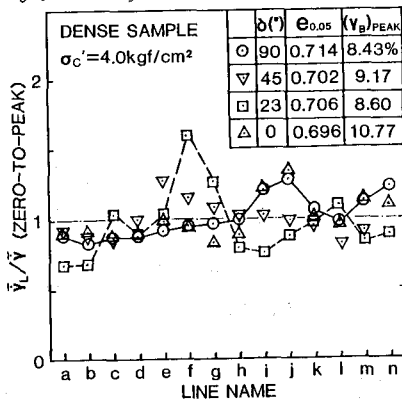


図5 線素上の最大せん断ひずみ(δ の影響)

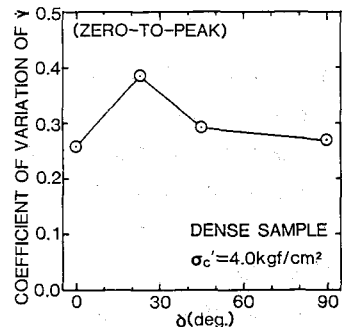


図6 局所的な最大せん断ひずみの変動係数と δ の関係