

東京工業大学 学員 田中幸久
 同上 正員 山口柏樹
 同上 正員 斎藤邦夫

1. ま え が き

地盤力学において沈下や支持力は地盤内のひずみ分布の不均一性に依存する度合いが大きく、これが進行性破壊や寸法効果を生ずる一因とされている。ところで土質試験ではセン断供試体内のひずみは均一であるとし、試験で得られたセン断特性がそのまゝ構造物のエレメントに適用されると仮定している。

しかし土の場合、粒状体であるという要件などから供試体内のひずみの一様性は保証されない。したがって進行性破壊は地盤内のみではなく、一様ひずみとされる供試体内にも生じ、試験時拘束圧の値や変形条件が応力～ひずみ曲線に影響を与えるものと予想される¹⁾。本文はこの点に関し、他のセン断試験に比べ均一なひずみ分布性状と有するとされる平面ひずみ供試体内のひずみ分布が如何に変化するのかと、X-ray lead shot techniqueを用いて調べた結果について報告するものである。

2. 実験方法

i). 供試体 : 豊浦砂を試料として用い、初期間げき比 $e_0 = 0.75$ となるように調整して供試体を作製した。供試体の大きさは $70\text{mm} \times 70\text{mm} \times 90\text{mm}$ で、局所的なひずみ変化を調べるため供試体中央断面内に直径 0.8mm の鉛散弾を埋設し、これにより、面内を 240 の微小要素に分割した。

ii). 実験装置 : 平面ひずみ試験機は図-1に示すようなものである。端面摩擦を十分に除去した上下プラテン間に供試体をセットし、矩型メンブレンでこれを包む。側圧にはプレッシャーバグを介し、独立して負荷させる。なお側圧負荷装置には横方向変位検出装置が付属しており、セン断中の水平ひずみ ϵ_3 と測定することができる。X線装置は拘束棒より鉛製シールドを介して約 30cm 離れて置き、フィルムはその両面に増感紙を密着させ拘束棒後方に配置した。X線の照射条件は管電圧 90KV 、管電流 3mA 、撮影時間は約 3 秒である。以上のような装置を用い、実験は 1kg/cm^2 の圧力下で二軸的に圧密した供試体について排水試験を行った。セン断速度はX線撮影と考慮して $6.5 \times 10^{-3} \text{mm/min}$ とした。

iii). ひずみ解析 : 軸変位量 0.2mm 毎に捉えたX線写真から、設定単位 0.02mm の座標読み取り装置を用いて散弾の変位量を検出した。これから有限要素法におけると同様にして、各散弾でつくられる 240 個の微小要素中心のひずみ量を算出した。

3. 結果および考察

セン断に伴う供試体内のひずみ性状を検討するため、 240 個の各微小要素の最大セン断ひずみ γ_E とその累積度数の関係と応力比とパラメーターとして描いたものが図-2である。 γ_E は 0% から 90% までと 5% 毎に 18 段階に分け、さらに $\gamma_E > 90\%$ 以上と一括し、 19 段階に区分した。

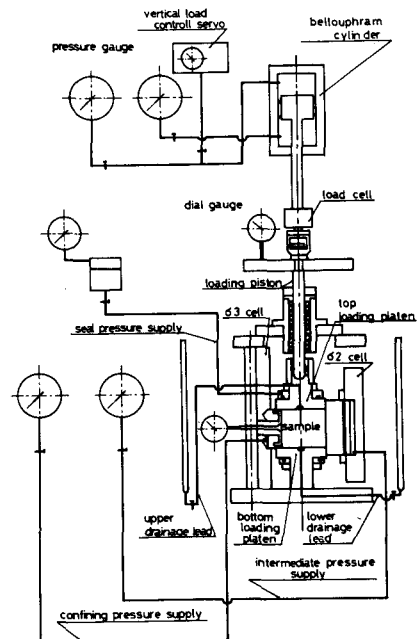


図 - 1

また図中の矢印は軸ひずみ ϵ_1 と横方向ひずみ ϵ_3 より算出した供試体の平均最大セリ断ひずみ $\gamma = \epsilon_1 - \epsilon_3$ と表わしている。図より明らかに供試体内のひずみ性状は一樣であるとは言い難い。しかし応力比が比較的小さい場合のひずみ性状はピーク応力比以後のひずみ分布に対し、比較的均一な性状と有しているのが窺われる。この点、Balasubramanianは端面摩擦を除去した三軸試験でピーク応力時の75%までは十分なひずみ一様性が認められたとしていることとはほぼ符合するものである。またピーク値を過ぎ、ひずみ軟化に至る状態に到ると、要素数の20~25%の部分にひずみの卓越する傾向が見られるが、これはすべり線中の要素数に一致するものである。

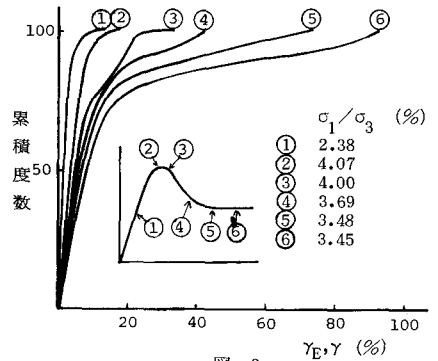


図-2

X線写真より、すべりの発生とともに供試体は図-3のように3つの領域に分けることができる。すなわち図-3は各領域内における要素の平均セリ断ひずみ γ_{EM} と供試体の平均最大セリ断ひずみ γ とを対比させたものである。図中の実線は $\gamma_{EM} = \gamma$ と表わし、供試体が本来具備すべき理想状態を意味する。

これより $0 \leq \gamma \leq 4.5\%$ では各領域内の γ_{EM} は大差なく、 γ より幾分大きな値を示すものの γ_{EM} は γ にほぼ比例して増大している。しかし $\gamma \geq 5\%$ の時、すべり域内の平均セリ断ひずみ $\gamma_{EM(2)}$ は γ で、ひずみの一様性が失われるのが解かる。しかもその後 $\gamma_{EM(2)}$ は γ に対し指数的に増大して行く。ところが $\gamma_{EM(3)}$ は $\gamma \geq 7\%$ でもその大きさはほとんど変わることはない。 $\gamma_{EM(1)}$ と $\gamma_{EM(3)}$ とはほぼ同様の傾向と呈するが、残紹状態近くなると、この領域内にもすべりの発生が見られ $\gamma_{EM(1)}$ は再び増大し始める。

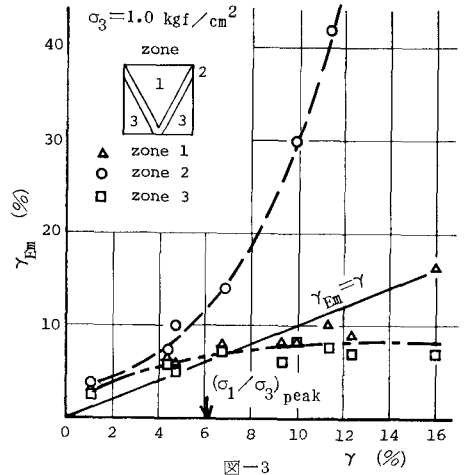


図-3

図-4はすべり線上で位置の異なる3つの要素のセリ断ひずみ γ_E と供試体の最大平均セリ断ひずみに対しプロットしたものである。もしも供試体が剛塑性体の如くすべりを生ずるならば、要素のひずみ量は相等しくなければならない。しかし明らかにすべり領域内と言えど場所的にひずみ量は異なり、破壊が進行的に生ずるのが示唆される。

4. 結 論

以上の結果より、1) 端面摩擦と十分に除去した場合、载荷初期では比較的均一なひずみ性状と有するが、ピーク応力付近より一様性が大きく損われる。2) 供試体はひずみ性状の異なる3つの領域に分けられる。3) すべり領域内のひずみ量は場所的に異なり、破壊の進行性が示唆される。今後はひずみの不均一性が巨視的にみた強度定数に及ぼす影響について研究を進めて行く予定である。

なお本研究と行おうにあたり、林伸行氏(大成建設)の協力を得たことと記し謝意を表する。また文部省より科学研究の補助と得たことと付記する。

- 参考文献 : 1) D. W. Taylor (1948). "Fundamentals of Soil Mechanics".
2) A. S. Balasubramanian (1976). S & F, vol. 16, No. 1.

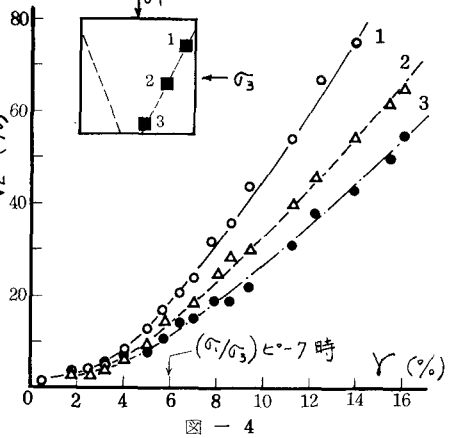


図-4