

III-277

主応力方向を回転させた乾燥砂の変形に及ぼす密度の影響

東京都立大学 学生員 草間精一
 東京都立大学 正会員 小林慶夫
 東京都立大学 正会員 湯浅欽史

1・はじめに

最近、地盤中の1点で主応力が回転した場合に生ずる変形に関する研究がなされている。それらの実験は、単純せん断試験機¹⁾、ねじりせん断試験機²⁾³⁾といった通常の要素試験装置が用いられている。そのため、載荷は鉛直方向と水平方向になされ、構造異方性の影響が含まれている可能性がある。

著者らは、水平面で平面歪状態を保持しうる円盤状の乾燥砂の供試体に対して、直交する水平な2方向から載荷できる装置を試作した⁴⁾。この装置を使用し、主応力回転による砂の変形と密度との関係調べたので報告する。

2・実験装置・実験方法・実験結果

図1は装置の平面図である。円盤状供試体の周囲に設置した24個のゴム袋に2種類の空気圧 p_1 、 p_3 ($p_1 \geq p_3$) のどちらかを与えることにより載荷する。詳しくは文献⁴⁾参照。

供試体は、豊浦砂をなるべく等方的になるように2種類の密度で詰めて作製した。密な試料は、巾50mmの鋼片で突いて $e=0.66$ 程度とし、緩い試料は、金網を引き上げる方法で $e=0.90$ 程度とした。

載荷は3段階に分けて行った。

◎第1段階：等方圧をかける。

$$(p_1 = p_3 = 1.0 \text{ kgf/cm}^2)$$

◎第2段階：図1中の斜線の各3個（対称に6個）のゴム袋に p_1 、残りのゴム袋に p_3 ($p_3 = 2.0 - p_1 \text{ kgf/cm}^2$) をかけ、Y軸上の線分ABの圧縮歪を測定する。（ $p_1 + p_3$ ）の値を一定に保ちつつ、 p_1/p_3 を段階的に増やす。線分ABの最終の圧縮歪の値を初期最大主歪 ϵ_{10} とする。

◎第3段階：第2段階終了時の p_1/p_3 を保ちつつ、空気圧 p_1 を与えるゴム袋各3個を時計回り方向に1個（ $360^\circ / 24\text{個} = 15^\circ$ ）ずつずらしていく。この操作を48回繰り返すことによって、 p_1 の載荷方向を2回転（ 720° ）させる。

図1の格子点にマーカーを設置し、その変位量を測定し、16個の各正方形要素の歪を求めた。マーカー変位軌跡の例を図2に示す。

3・実験結果の概要

(1) 主歪の周期性

図3、4に、主応力回転角に対して中央4個の正方形要素の主歪 ϵ_1 、 ϵ_3 の大きさを、密詰砂と緩詰砂について示した。密度によらず、主歪の大きさが回転角とともに周期的に変化していることが分かる。

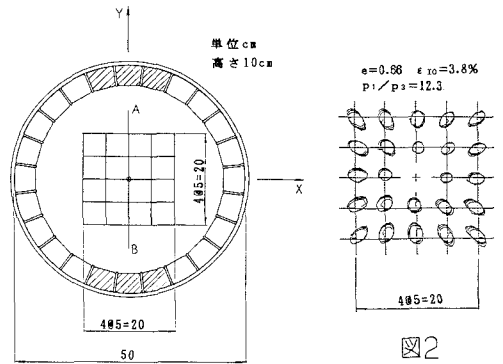


図1

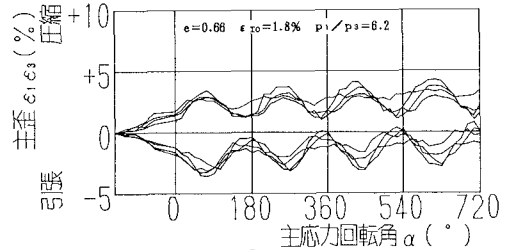


図3

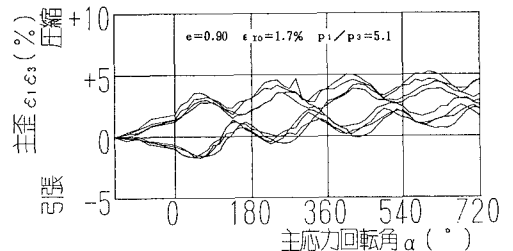


図4

これは、第2段階の圧縮によって作られた供試体の初期誘導異方性が、主応力方向の回転によってもそのまま保持されているためと考えられる。

また、主応力の回転にともない、主歪の大きさは、 ε_1 も ε_3 も増える（圧縮側への変化）傾向がうかがえる。特にゆる詰めの場合、 ε_3 も圧縮側となる。しかしこの場合でも変形の不連続領域（すべり線のようなもの）は、発生しなかった。

(2) 最大主応力方向 α と最大主歪方向 β のずれ

図5、6に、Y軸からの p_1 方向の回転角 α とY軸と ε_1 のなす角 β との差 δ ($\delta = \alpha - \beta$)を示した。 δ はほぼ -30° となった。なお増分歪方向は p_1 方向より $+15^\circ$ 程度先行する結果を得たが、これは装置の特性による疑いがある。

(3) 体積歪

図7、8に、主応力回転角に対して体積歪 ε_v の大きさを示した。平面歪要素試験の結果と異なり、密詰砂でも主応力回転により体積が減少することは興味深い。

(4) 初期状態の影響

図9、10は、 ε_{I0} および p_1/p_3 に対して ε_1 の最大値 ε_{1max} を示したものである。 ε_{I0} に対する ε_{1max} の変化は密度によらず同一直線上にある。しかし、 p_1/p_3 に対する ε_{1max} の変化は密度によって異なる2本の直線上にある。

図11、12は、 ε_{I0} および p_1/p_3 に対して 720° 回転後の体積歪 ε_{vu} を示したものである。緩詰砂の場合、 ε_{vu} は ε_{I0} 、および p_1/p_3 の影響をかなり受けるが、密詰砂の場合はあまり変化がない。また、平面歪要素試験⁵⁾での残留時の体積歪と応力比は、同じ図の▲印の点として示される。これにより、主応力回転による体積変化が非常に大きいことが分かる。

実験およびデータ整理に協力を得た三好康之君に記して謝意を表します。

《参考文献》

- 1) Matsuoka et al: S & F Vol.27 No. 4 pp73-88,
- 2) Ishihara et al: S & F Vol.23 No.4 pp 11-26,3) アラタニテジ、他:22回土質工学研究発表会 pp355-358,4) 小林、他:23回土質工学研究発表会 pp - ,5) 小林:第19回土質工学研究発表会 p280

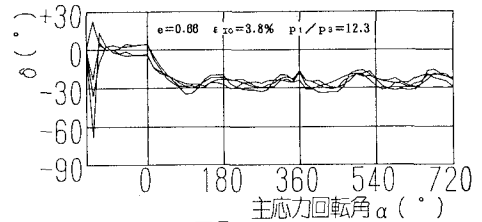


図5

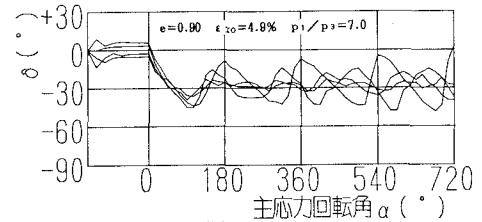


図6

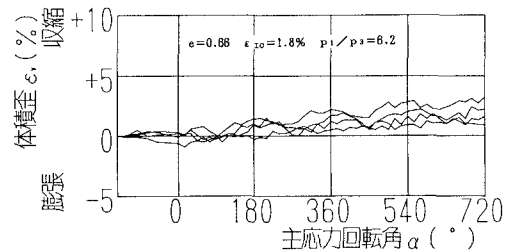


図7

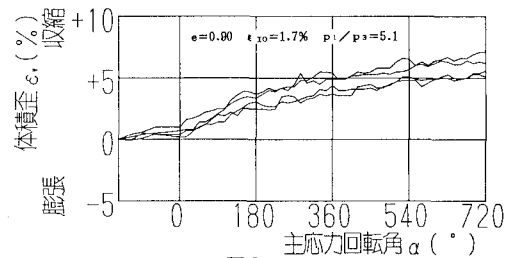


図8

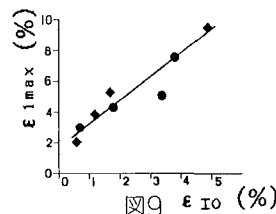


図9

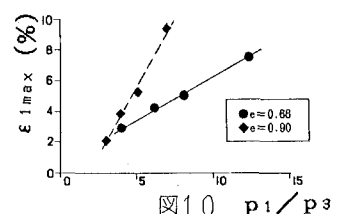


図10

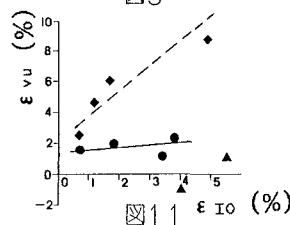


図11

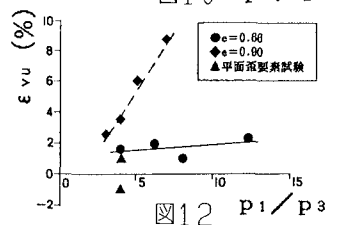


図12