

神戸大学大学院
(株) 浅沼組
(株) 中央復建コンサルタンツ
神戸大学

○学 前田和亨
北條和彦
門田克史
正 田中泰雄

1. まえがき

これまで、砂の室内試験に AE 計測を併用し、様々な応力履歴を受けた砂の降伏曲面に関する研究を行ってきた。また、近年では中空円筒ねじり試験機を用いて構造異方性と応力誘導異方性が砂の降伏曲面に与える影響について検討を行い^{2),3)}、構造異方性により形成された降伏曲面が、後に与えたせん断履歴によって応力誘導異方性を発現するかどうかを検討している。本研究では、単純せん断履歴 ($\alpha = 45^\circ$) を 2 種類の方法で与えた後、排水条件下で単純せん断試験を行い、応力誘導異方性を誘発するための応力履歴の与え方と、砂の降伏特性の関係について調べた。

2. 実験方法

実験に用いた試料は、気乾状態の相馬砂であり、その物理的性質は、平均粒径 0.26mm 、均等係数 1.93、土粒子密度 2.64g/cm^3 である。実験に使用した中空円筒ねじり試験装置は既報告⁴⁾と同様のものであり、モーターにより一定のせん断ひずみ速度で供試体にねじりせん断応力を与えた。また、応力、体積変化測定、及び AE 計測方法は従来通りである。

供試体寸法は、高さ 200mm 、外径 100mm 、内径 50mm であり、乾燥密度約 1.4g/cm^3 ($Dr=42.0\%$) となるように、空中落下法で作製した。作製した供試体には炭酸ガスを流入後、脱気水を透過し、背圧 (1.6kgf/cm^2) を与えて飽和を行った。次に、 $p=4.0\text{kgf/cm}^2$ まで等方圧密を行い、約 2.5 時間静置後、排水条件で $\tau=0.5\text{kgf/cm}^2$ の単純せん断履歴 ($\alpha=45^\circ$) を与えた。供試体に与えた応力履歴①では、20 分間の静置後、 $10\%/h$ のひずみ速度で連続的に除荷を行った。これに対し応力履歴②では、40 分間の静置後、 $2\%/h$ のひずみ速度で 10 段階に分けて除荷を行った。図-1 に各試験の応力経路を示す。なお、図に示すように応力履歴①、②共に、除荷時には拘束圧をせん断応力と共に減少し、除荷終了後は、 $p=3.0\text{kgf/cm}^2$ の等方応力状態とした。この後、所定の過圧密比 (OCR) となるように等方除荷し、排水条件下で単純せん断試験、および再圧密試験を行った。なお、せん断試験中は AE 計測を行い、降伏応力を決定した。

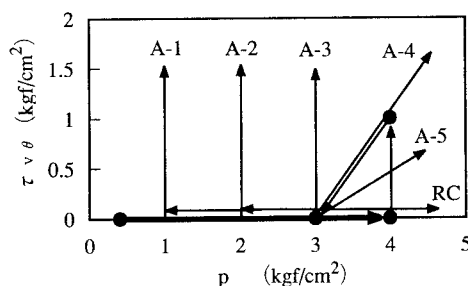


図-1 応力経路

3. 実験結果及び考察

図-2.3 に応力履歴①、②におけるせん断応力、体積ひずみ、軸ひずみ、及び AE 計数率の経時変化を示す。両図より、せん断応力をひずみ制御方式で与えているため、静置中に時間の経過と共にせん断応力が緩和していることが分かる。また、除荷時における AE に注目すると、応力履歴①では静置時間が短く、また、急速に低速度で除荷したため、若干の AE の発生が見られた。これに対し応力履歴②では、静置時間を十分にとり、また、除荷を 10 段階に分けて行ったため、ほとんど AE の発生が見られなかった。図-4 と 5. にそれ

Kazuyuki MAEDA, Kazuhiko HOJO, Katsushi KADOTA, Yasuo TANAKA

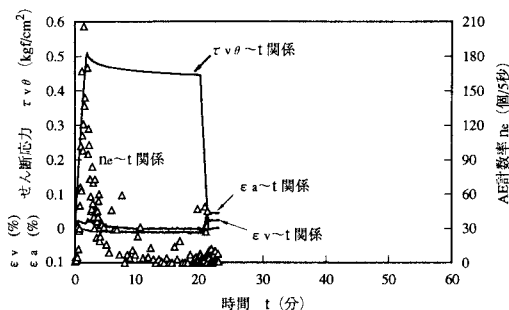


図-2 経時変化 (応力履歴①)

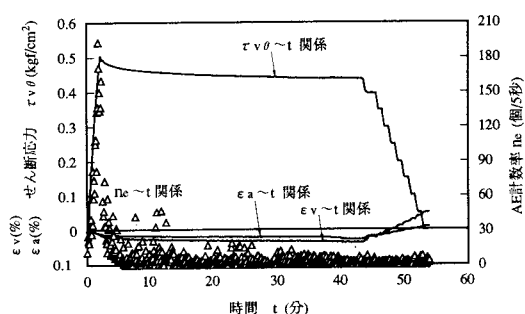


図-3 経時変化 (応力履歴②)

それ、応力履歴①②におけるせん断試験結果(A-3)の微小ひずみ部分を示す。AEはせん断の初期にはあまり発生しておらず、点Y.P.以降急増していることが分かる。従って、点Y.P.に対応するせん断応力を降伏応力と決定した。なお、①②の実験では①の方が密度が大きくなったため、剛性が大となっている。それにも拘わらず、②の方が少し大きい降伏応力となり、応力履歴の与え方の差が顕著に出ていると考えられる。全ての降伏応力をプロットしたものが図-6で、同図には等方圧密砂の降伏曲面もあわせて示している。図より、応力履歴②の降伏曲面の方が、応力履歴①よりも最終履歴応力点付近までその形状が変化していることが分かる。

以上より、砂に安定した粒子構造を与えるために応力履歴を与える場合には、できるだけ緩やかな応力変化になるように、また、砂の時間依存性を考慮しなければならないと考えられる。

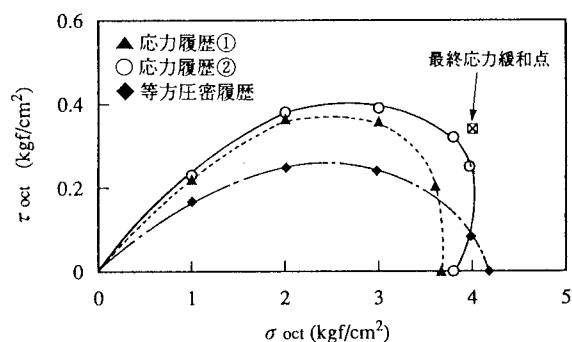


図-6 降伏曲面

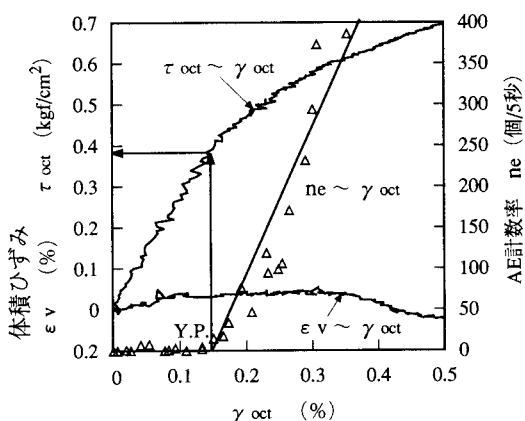


図-4 せん断試験結果 (応力履歴①)

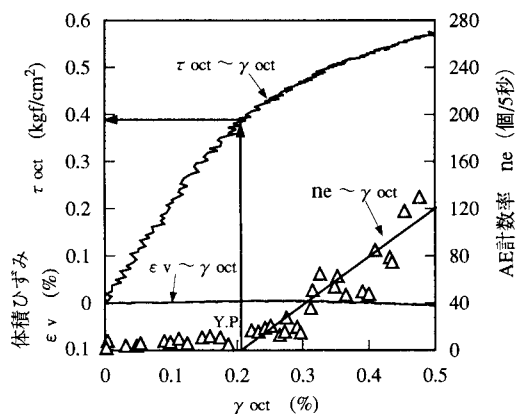


図-5 せん断試験結果 (応力履歴②)

参考文献

- 1). 白川, 田中, 久保, 中井(1995):第 30 回土質工学研究発表会
- 2). 田中, 門田, 福田(1994):第 29 回土質工学研究発表会, pp.425-426
- 3). 前田, 田中, 門田(1996):土木学会第 51 回年次学術講演会, pp.26-27
- 4). 前田, 田中, 門田(1996):平成 8 年度関西支部年次学術講演会