

神戸大学工学部

正 田中泰雄

神戸大学大学院

○学 前田和亨

(株) 中央復建コンサルタンツ

門田克史

1. まえがき

これまで、アコースティックエミッション (A E) の計測を行うことによって、様々なせん断履歴を受けた砂の降伏応力に関する研究を行ってきた。しかし、その多くは、軸対称三軸試験によるものであり、三次元応力状態を再現した場合に、その降伏特性がせん断履歴によってどのように変化するかについては詳しく検討していない。そこで、本研究では、種々の応力状態を再現できる中空円筒ねじり試験機を用いて、単純せん断履歴を受けた砂の降伏特性について検討を行った。なお、降伏応力は、従来通り A E 計測によって決定した。

2. 実験方法

実験試料には気乾状態の相馬砂を用いた。平均粒径は0.262、均等係数は1.931、比重は2.629であった。使用した装置は既報¹⁾のものとはほぼ同じであるが、今回は、モーターによって一定のせん断ひずみ速度で供試体にトルクを与えた。その他、応力、体積変化測定、A E 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、乾燥密度が約 $1.4\text{g}/\text{cm}^3$ (相対密度約55.7%)になるように空中落下法で作製した。供試体には、炭酸ガス流入 → 脱気水の透過 → 背圧($1.6\text{kgf}/\text{cm}^2$)の供給などの手順を経て飽和を行った。

次に、供試体に与えた応力履歴について説明する。まず、 $p=4.0\text{kgf}/\text{cm}^2$ まで等方圧密し、約2.5時間静置後、排水条件で $\tau=0.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ の単純せん断履歴を与えた。さらに20分間の静置後、せん断応力と拘束圧を同時に除荷し、有効拘束圧 $3.0\text{kgf}/\text{cm}^2$ の等方応力状態とした。次に、せん断を開始する所定の応力まで等方除荷し、排水条件で単純ねじりせん断を行った。

3. 実験結果及び考察

図2、3に、各OCRについて得られた $\tau \sim \gamma$ 関係を示す。図2は、図3の微小ひずみ部分を拡大したものである。なお、図には等方圧密履歴砂を単純ねじりせん断した結果を点線で併せて示した。図2から、同じせん断応力に対するせん断ひずみは、せん断履歴を与えた砂の方が小さくなっており、このことから、せん断履歴により、砂の剛性が高まっていることがうかがえる。また、図3からは微小ひずみ部分で見られた、せん断履歴による砂の剛性の違いは、せん断ひずみの増加とともに薄れていっており、強度にはあまり変化が無いことが分かる。

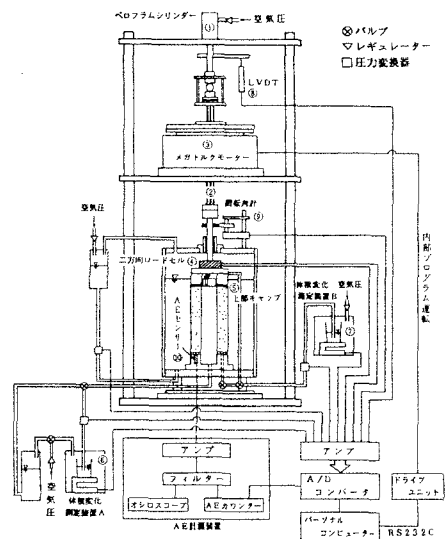


図-1 実験装置概要

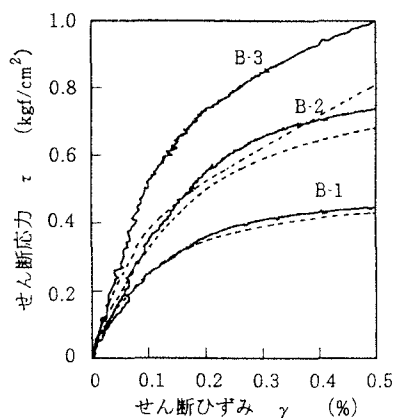


図-2 $\tau \sim \gamma$ 関係 (微小ひずみ部分)

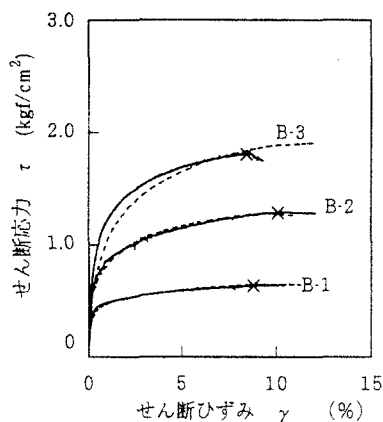


図-3 $\tau \sim \gamma$ 関係

次に、せん断中におけるA E計測結果の一例として、OCR=2の供試体の、微小ひずみ部分における試験結果を図-4に示す。図から、A Eは、せん断の初期には発生しておらず、点Y.P.以降急増していることが分かる。A Eは、物質の塑性変形に伴って発生すると考えられることから、点Y.P.に対応するせん断応力を降伏応力とした。

以上のように単純せん断履歴を受けた砂について、A E計測により求めた降伏応力点をプロットしたものが図-5である。図には、せん断履歴の応力経路を併せて示してある。今回の実験では、ひずみ制御により応力履歴を与えた関係で、供試体に、履歴応力に対応した安定な粒子構造を与える手法について検討の余地が残るが、せん断履歴による降伏応力の変化が明らかである。

今回の結果をまとめると、せん断履歴により降伏応力が大きくなることが判明した。つまり、降伏曲面は、 p 軸上では縮小し、 τ 軸上では拡大する。

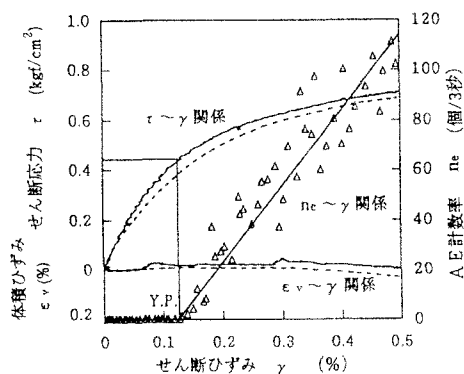


図-4 A E計測結果

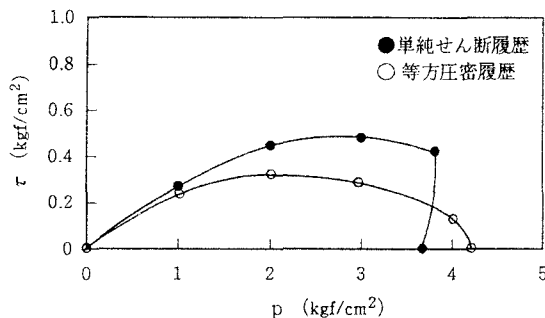


図-5 降伏曲面

参考文献；1) 田中、小林、白川(1991)：第26回土質工学研究発表会,pp.527-528 2) 田中、門田、福田(1994)：第29回土質工学研究発表会,pp.425-426