

ひずみ制御式三軸試験における砂のAE特性について

神戸大学工学部 正員 谷 本 喜 一
 神戸大学工学部 正員 田 中 泰 雄
 神戸大学大学院 松 尾 進 吾
 神戸大学大学院 山 田 竜太郎

1. まえがき

これまで、砂が外力を受けて変形する時に外部に消失する音響エネルギー（アコースティックエミッション：AE）に着目して、砂の降伏応力とAEとの相関について研究してきた。その結果、砂は応力履歴を受けることによって、その仕事量の一部を内部に蓄積し、再載荷に対してある応力範囲の弾性領域を形成することが判明した^{1), 2)}。いわゆる砂の弾・塑性挙動が確認され、降伏曲面の概念が適用できる可能性が示唆された。ところで、以上の降伏応力とAE特性との関係は応力制御方式の三軸試験で究明されたもので、土質試験として一般的であるひずみ制御方式の三軸試験によって同様な結論が得られるかどうかは未検討であった。そこで本研究では、AE計測が可能なひずみ制御式三軸載荷装置を試作し、ひずみ速度一定条件下のAE特性と降伏応力との関係について検討した。

2. 実験方法

試料は六甲山系から採取されたまさ土であり、空気乾燥させた後に4.76mmフルイを通過したものを使用した。このようにして得られた試料の平均粒径は0.8mm、均等係数は23であった。また、乾燥後の含水比は約1%，比重は2.66であった。三軸試験装置の概要を示すと図-1のようである。三軸試験中のAE計測においては、機械振動などからの音響・振動ノイズ対策について十分な配慮が必要である。このため、図に示すようにペロフラムシリンダーに流動パラフィン流量調節弁で一定流速に制御・圧入することによって、ほぼノイズ無しに定速度変位を得た。なお、AE計測のために、三軸セルの下部にAEセンサーが取り付けられている。試料をモールド内で乾燥密度 1.7 g/cm^3 に静的に締固めた後、真空脱気・浸水飽和などの過程を経て直径10cmの飽和供試体を作成した。なお、飽和度を高めるために 1.6 kgf/cm^2 のバックプレッシャーを与えた。次にせん断を行うが、図-2に示すように等方応力状態で 6.0 kgf/cm^2 まで先行圧密した後に種々の過圧密状態に除荷して側圧一

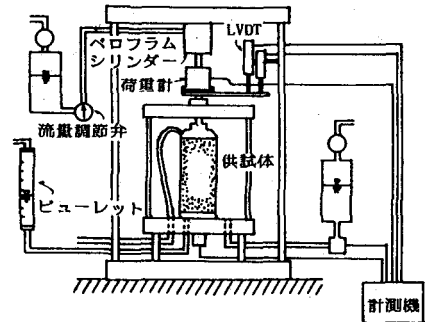


図-1 三軸試験装置

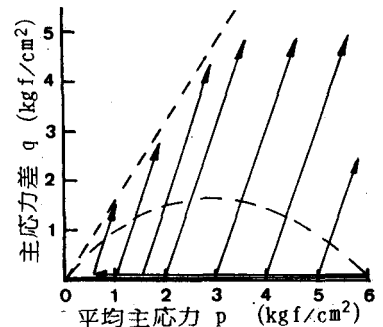


図-2 応力経路

定で圧縮せん断した。

3. 実験結果及び考察

せん断中のAE計測結果の例を示したものが図-3, 4である。図-3はOCR=4の場合の破壊までの応力・ひずみ・AEに関する結果であり、図-4は同じ試験結果の微小変形における部分を拡大したものである。なお計測数の関係で、AE計数率については変形が大きい場合(図-3)は5分毎の計数とし、微小変形の場合(図-4)は1分毎の計数とした。図-3のように、一定ひずみ速度でせん断した場合にはダイレイタンシーの変化点までAE計数率は増加するが、それ以降はAE計数率がほぼ一定の割合で発生する³⁾ことが分かる。また図-4より、せん断初期にはAEが発生せず、ある応力以上になると消費エネルギーであるAEを放出する。前述のようにAEは消費エネルギーの1つと考えられるので、AEに対応する応力は降伏応力と判定される。せん断初期部分におけるAE計測から、OCRの異なる供試体について降伏応力を求め、平均主応力 p と主応力差 q を用いた応力($p \sim q$)空間上に描いたものが図-5である。図のように等方圧密履歴を受けた砂質土の降伏曲面は p に関して上に凸の形状を示しており、これまで応力制御の三軸試験により得られた結果と一致するものである。従って、三軸試験の载荷方法の違いに拘らずAE計測によって砂の降伏応力を決定することができる。

参考文献

- 1) Tanimoto, K. and Tanaka, Y. (1986): Yielding of soil as determined by acoustic emission of soil, Soils and Foundations, Vol. 26, No. 3
- 2) 谷本喜一, 田中泰雄, 籠谷直也 (1986): 異方圧密された砂質土の降伏応力とAE特性, 第21回土質工学発表会講演集, 2分冊の1, PP. 279-280
- 3) 谷本喜一, 中村潤一 (1982): 土のAE特性と変形挙動との相関について, 土質工学会論文報告集, VOL. 22, No. 3, pp. 137-144

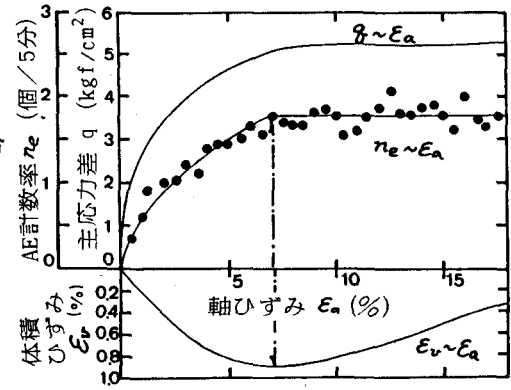


図-3 三軸試験結果 (OCR=4)

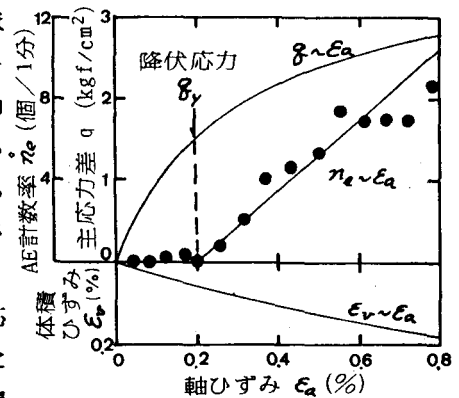


図-4 試験結果の微小変形部分

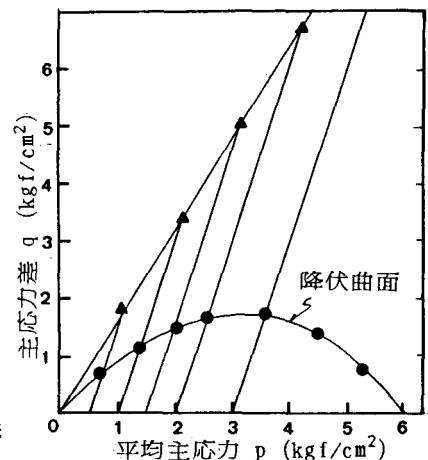


図-5 AE計測による降伏曲面