

神戸大学工学部 正員 谷本喜一
神戸大学工学部 正員 野田 耕

1. まえがき

外力の作用などによって材料が変形するとき特徴的な微震音を発生する現象をAcoustic Emission (以下AEという)といい、以前から知られていることである。地震学や岩盤力学の分野では、AEの観測によって地殻や岩盤の変形あるいは破壊の研究がかなり実施されているが、土質力学の分野における研究はきわめて少ないのが実情である。本研究は土のAEに関する基礎的研究として、荷重制御方式の三軸せん断試験中の土のAEを測定することによって、土の変形・破壊特性を調べたものである。

2. 実験方法

実験装置は図-1に示したように、三軸圧縮試験装置、AE測定装置およびAE解析装置によって構成されている。三軸圧縮試験装置は一般に用いられる型式のものであるが載荷によるノイズを低減させるために給水による荷重制御方式の載荷が可能なものに改良して用いた。軸ひずみと主応力差の測定方法は通常の三軸圧縮試験の場合と同様である。AEの検出には主として圧電型トランスデューサー(DC~40kHz)を供試体底部に埋め込んで用いた。一度データレコーダーによって収録された記録を何度も再成してシンクロスコープによる波形の観察、デジタルレートメーターによるAE発生数の読み取り、アナログ記録の作成、周波数分析、パワースペクトル解析などを行った。

試料は2種類の砂質土(六甲山系マサ土、愛媛産マサ土)を不飽和状態で用い、含水比、乾燥密度、側圧、載荷速度を種々に変えて、排水条件のもとで三軸圧縮試験を行ない、破壊に至るまでの測定・記録を実施した。

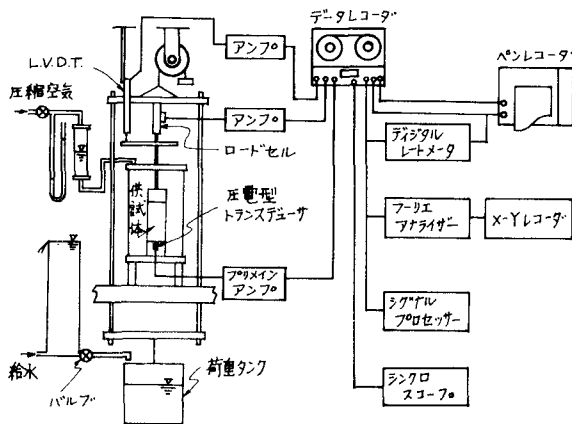


図-1 実験装置

3. 実験結果および考察

AEの発生数は読み取る振幅レベル(本実験においてはプリアンプで増幅した後の電圧レベルを示している)の最大値の設定によって変わってくる。ノイズを除去するために最低電圧レベルを0.3Vにヒッて、試験開始から破壊に至るまでのAE発生数をレベル別に頻度分布として示したものが図-2である。この図に示した場合の場合は電圧レベルを0.1V刻みによって頻度分布を示したものである。この図から電圧レベルの

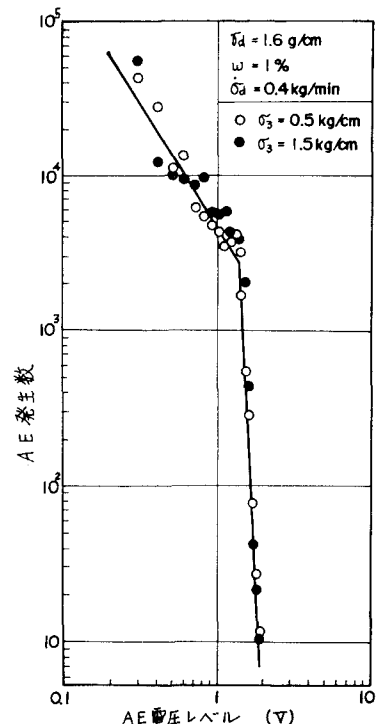


図-2 AEの電圧レベル別頻度分布

大きなものは少ないことが知られる。しかし破壊に近づいてくると大きな振幅を持ったAEの発生比率が増加して来る。以下の実験結果の整理は判別レベル1.0V以上の発生微震者について実施した。

試験中の主応力差、軸ひずみ、単位時間(1min)当りのAE発生数(n)の関係の一例を図-3に示した。これによるとは軸ひずみがある値 E_t に達するまでは直線的にゆっくりと増加しており、せん断変形の定常的な進行すなわち定常的な粒々の相対的移動によるAEの発生状況が推察される。しかし、軸ひずみがさらに増加して E_t をこえると、 n は急速な増加を示しせん断破壊に至る。破壊時の軸ひずみを E_f とすると、 E_t/E_f は常に0.6~0.8の間にあることが認められた。

つぎにAE発生数(n)の時間に関する増加割合をAE発生率と名づけ、これと破壊時間(試験開始より破壊に至るまでの時間)との関係を求めると図-4のようになった。これによると破壊時間は試料の密度、含水比、側圧、載荷速度によって変化するが、上記の定常的せん断過程におけるAE発生率と破壊時間の間には、試料の状態や載荷の条件にかかわらず一定の関係が存在することが認められた。

ところで、AE発生率は測定計器の感度特性によって変わるので図-5の説明図に示したような折点までの全発生数と折点通過後の単位時間(ここでは0.5分とした)内の発生数の比をもってAE増加率と定義し、これと破壊時間との関係を求めた。両者の関係は図-5に示したとおりであるが、これは試料の種類、初期条件、載荷条件によって影響されず、測定計器の感度にも左右されない量となっていることがわかる。

以上の実験と併せて、圧縮空気圧による側圧載荷の状態下で試体側面近くに非接触でコンデンサーマイクロフォン(50Hz~13kHz)を設置してAEを検出したが圧電型トランスデューサーとの感度特性の違いを考慮すると上記結果と同様の結果を得た。したがってAEは非接触型の測定も可能であると判断される。

4. まとめ

以上のことから次のようなことが明らかになった。(1)単位時間当りのAE発生数はあるひずみ状態に達するまでの段階ではゆっくりとした増加をするが、そのひずみをこえると急速に増加してついには破壊に至る。(2)初期の段階におけるAE発生率は、その試料が破壊に至るまでの時間と一定の関係にある。(3)前述のようにAE増加率を定義するとその値は測定計器の感度には無関係なものとなり、これと破壊時間との間には一義的な関係がある。

最後に本研究は土の変形・破壊特性の研究分野における新しい手法を提示しているが、AE測定は必ずしも接触型の測定を必要としないというのが特長である。現地測定に应用すれば将来は地盤や斜面などの安全管理にも利用できる可能性を有している。

- 参考文献 1) 谷本他、砂質土の三軸せん断におけるAEの測定法について、土木学会第30回年次学術講演会(1975)
2) 谷本他、砂質土のAEに影響を及ぼす要因について、土木学会第30回年次学術講演会(1975)

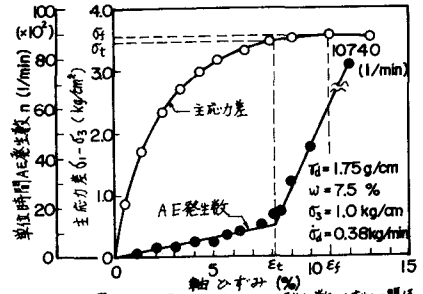


図-3 応力ひずみ、AE発生数ひずみの関係

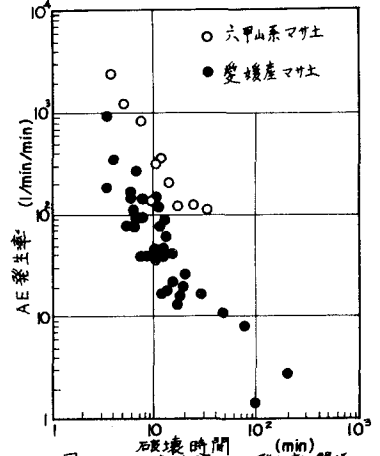


図-4 破壊時間とAE発生率の関係

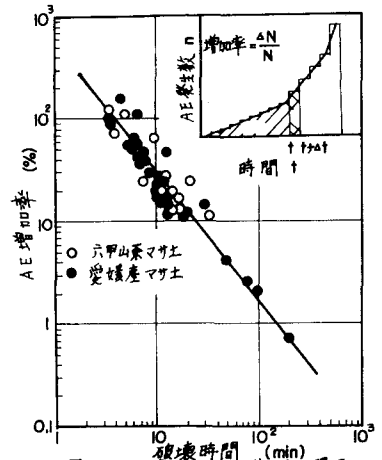


図-5 破壊時間とAE増加率の関係