

神戸大学工学部 正員 谷本喜一  
 大学院 学員 中村潤一  
 鹿島建設(株) 沼口守宏

1. ま え が き

これまで土のせん断変形に伴って発生するAE特性について研究を行なってきた。<sup>1)~5)</sup>今回その特性をさらに詳細に解明するために、試作の二重セルをもった三軸装置によりせん断中の供試体の体積変化の測定を可能にし、AEの測定システムも新機種のものを用いて一連の実験研究を行なった。この結果から、AEの発生特性と土のせん断中に消費されるエネルギーとの相関について考察を加えた。

2. 実験装置及び実験方法

実験装置の概略を図-1に示す。三軸試験は必ずみ制御で行ない、圧縮装置はノイズの少ないギヤ式のものを使用した。AE測定のための主な装置は、トランスデューサ、アリアンプ、メインアンプ、データレコーダ、計数装置から成り、アリアンプと

メインアンプの間にはフィルターが設けられている。それらの使用条件を表-1に示す。フィルターは種々の設定が可能であるが、ノイズ除去のために予備実験の結果から1kHzのハイパスに設定した。AEの計数方法は、ある設定電圧(ディスクリレベル)を越える信号波の全てをカウントするリングダウン方式とし、ディスクリレベルはノイズと信号が完全に分離可能な1Vに設定した。

試料はまさ土を使用し、その物理特性を表-2に示す。

また、三軸圧縮試験は圧密排水条件で行ない、その実験条件を表-3に示す。

3. 実験結果及び考察

実験結果の1例を図-2に示す。1分当りのAE発生個数は軸ひずみがある値 $\epsilon_t$ に達する(T点)までは増加し続けるが、それを過ぎると定常な状態となり、破壊に至るまで続いている。このようにAE発生特性曲線には破壊の前に屈折点が現われる。その後の定常なAEの発生状態は、土粒子の相対的な移動が一定な状態になっていることを表わしていると考えられる。このようなAEの発生特性から破壊時間の予測を行なう方法はすでに報告を行なっている。<sup>3)2)</sup>今回は以下のようにAEの発生特性と土のせん断のた

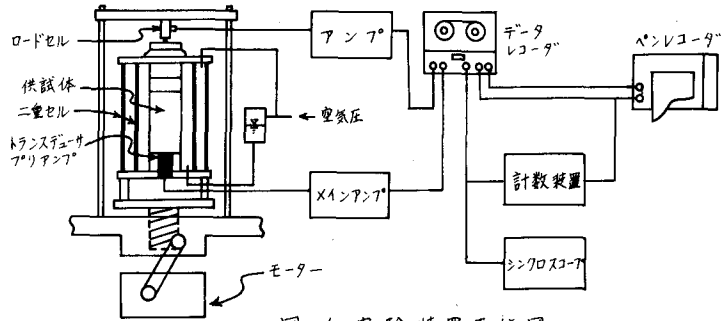


図-1 実験装置系統図

表-1 AE計測器の使用条件

計測器	使用条件	周波数特性 (Hz)			
		$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$
トランスデューサ	ジルコニウム圧電磁器				1700*
アリアンプ	増幅率 54 dB				
メインアンプ	増幅率 20 dB				
フィルター	ハイパス 1 kHz				
データレコーダ	DR方式				
計数装置	入力電圧 -5~5V				

表-2 試料の物理特性

最大径	4.76 mm	均等係数	3.5
$D_{10}$	0.027 ㎖	曲率係数	2.9
$D_{30}$	0.27 ㎖	比重	2.66
$D_{60}$	0.94 ㎖	統一分類	SW

めに消費されるエネルギーとの関係について考察を行なうことにする。

三軸供試体が外力により軸ひずみ  $\delta E_1$  と側方ひずみ  $\delta E_3$  の増分を受ける場合、外力によって供試体になされた単位体積当りの仕事は次のように表わされる。

$$\begin{aligned} \delta E &= \sigma_1' \delta E_1 + 2 \sigma_3' \delta E_3 \\ &= \sigma_1' \delta E_1 + \sigma_3' (\delta v - \delta E_1) \\ &= (\sigma_1' - \sigma_3') \delta E_1 + \sigma_3' \delta v \end{aligned} \quad (1)$$

この  $\delta E$  は内部エネルギーの増分  $\delta U$  と粒子間摩擦において消費されるエネルギー  $\delta W$  の和に等しい。したがって、

$$\delta W = (\sigma_1' - \sigma_3') \delta E_1 + \sigma_3' \delta v - \delta U \quad (2)$$

しかしながら、 $\delta U$  の評価は困難であり、また  $\delta W$  に比べて無視できるほど小さいと考えられる。したがって、ここでは  $\delta W$  は  $\delta E$  で近似されるものとする。一方、砂質土においては AE は主として粒子間摩擦によって生じると考えられるので、AE の発生量と  $\delta E$  には相関があるように思われる。

図-3 は、種々の条件で行なわれた実験において、圧縮の開始から AE 発生特性曲線の屈折点までの AE 発生個数合計  $N_1$  と (1) 式より得られる外力から与えられた単位体積当りのエネルギー  $E_1$  との関係を示している。また、図-4 は屈折点から破壊に至るまでの AE 発生量  $N_2$  とエネルギー  $E_2$  の関係を示している。このように、AE の発生総個数は、側圧あるいは初期間隙比に大きく左右されるが、外力によってなされたエネルギーとよく対応していることがわかる。したがって、前述の推定が妥当なものであると考えられる。

#### 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、第 30 回土木学会、Ⅲ、PP. 233~234, 1975
- 2) 谷本、野田：AE 測定法による砂質土の力学的特性について、第 31 回土木学会、Ⅲ、PP. 28~29, 1976
- 3) Tanimoto & Noda: A Study of AE from Sandy Soils, 9th ICSMFE, Vol. 1, PP. 315~318, 1977
- 4) 谷本他：三軸せん断中の砂の AE 特性について、第 32 回土木学会、Ⅲ、PP. 93~94, 1977
- 5) Tanimoto, Nishi & Noda: A Study of Shear Deformation Process of Sandy Soils By the Observation of Acoustic Emission Response, Proc. 2nd Int. Conf. on Microzonation, II, PP. 971~982, 1978

表-3 実験条件

含水比	気乾状態
初期間隙比	0.41 ~ 0.63
側圧 $\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.5, 1.5, 3.0
ひずみ速度 $\dot{\epsilon}$ (mm/分)	0.487

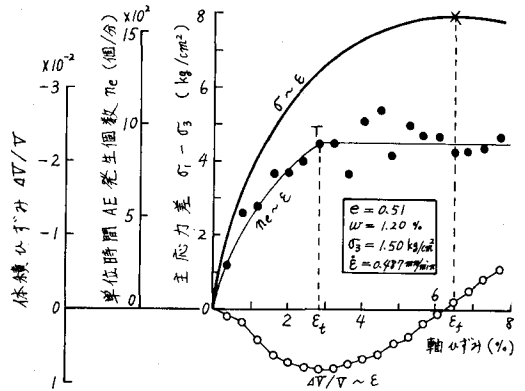


図-2 応力、AE発生個数、体積ひずみと軸ひずみとの関係

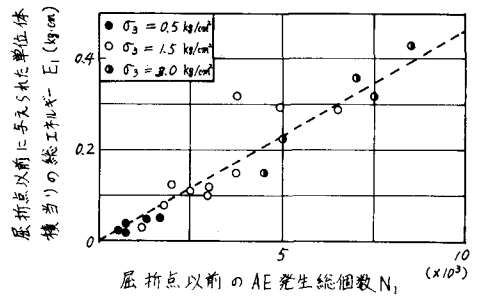


図-3 AE発生総個数とエネルギーとの関係

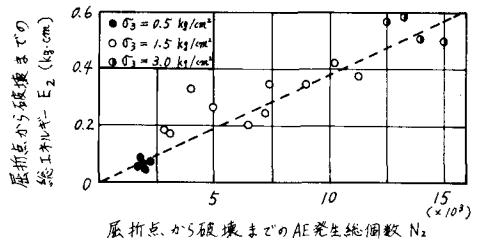


図-4 AE発生総個数とエネルギーの関係