

1. はじめに

AEパラメーターによる砂質土のせん断挙動の評価の可能性を検討するため、昨年度<sup>1)</sup>に続いて今年度は応力・ひずみの厳密なコントロールが可能である三軸圧縮試験を行い、せん断時のひずみ速度及び応力とAEイベントレート・エネルギーレートの関係について検討した。

2. 実験方法

中型三軸圧縮試験装置を用い、直径15cm、高さ24cmの供試体中に長さ18cmのウェーブガイド(以下WGと略)<sup>2)</sup>と、供試体上下端に受信盤(図-1)を介してAEセンサーを設置した(図-2)。WG両端のAEセンサーはPAC社製のNANO30(周波数帯域150~750kHz、共振周波数300kHz)とし、受信盤に取り付けたAEセンサーは同社製のR6(周波数帯域35~100kHz)とした。後者は供試体中で発生したAEを直接計測するために設置したので、できるだけ測定周波数帯域の低いものとした。これらのAEセンサーでせん断中のAEを測定した。試料としては昨年度使用したのと同じ砂質土を用いた。

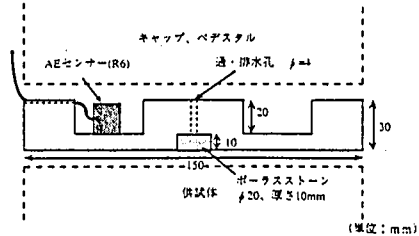


図-1 受信盤の構造図

実験は以下の条件のものを、ひずみ制御方式の圧密排水(CD)条件で行った。

- 1)側圧を変化させたシリーズ：側圧 $\sigma_3=0.2, 0.5, 1.0(\text{kgf/cm}^2)$ 、ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_1=0.1(\%/min)$ 、供試体の飽和度 $S_r=100(\%)$  (3ケース)
- 2)ひずみ速度を変化させたシリーズ：ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_1=0.01, 0.1, 1.0(\%/min)$ 、側圧 $\sigma_3=1.0(\text{kgf/cm}^2)$ 、供試体の飽和度 $S_r=100(\%)$  (3ケース)
- 3)三軸クリープせん断試験：側圧 $\sigma_3=1.0(\text{kgf/cm}^2)$ 、供試体の飽和度 $S_r=45(\%)$ で、軸圧 $\sigma_1$ を $1.000(\text{kgf/cm}^2)$ の初期状態から、 $1.780, 2.324, 2.864, 3.244, 3.578, 3.612, 3.670, 3.710, 3.733, 3.764, 3.757, 3.984(\text{kgf/cm}^2)$ の12段階の段階荷重を行った。荷重応力は、 $\sigma_3=1.0(\text{kgf/cm}^2)$ 、 $\dot{\epsilon}_1=0.1(\%/min)$ 、 $S_r=45(\%)$ のCD試験を予備実験として行い、その結果より定めた。特にせん断最終段階で破壊応力に近づく、荷重応力の変化を小さくした。(1ケース)

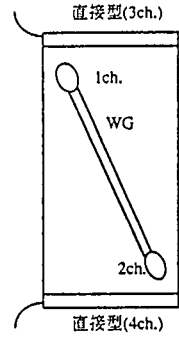


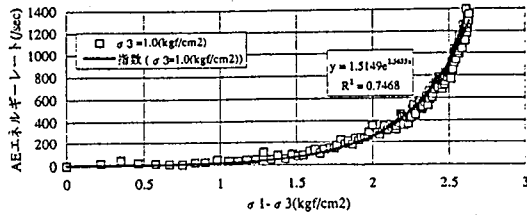
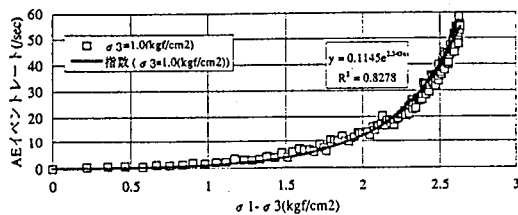
図-2 WG及びAEセンサーの設置位置

3. 解析

上記実験の結果をもとに、せん断時の主応力差及びひずみ速度とAEイベントレート、AEエネルギーレートの関係<sup>1) 3)</sup>について検討した。

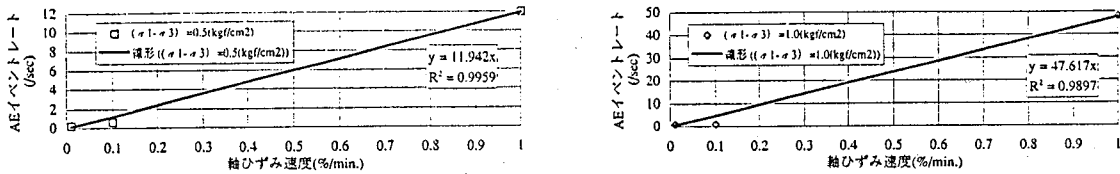
(1) 主応力差( $\sigma_1 - \sigma_3$ )とAEイベントレート・エネルギーレートとの関係

主応力差とAEイベントレート及びAEエネルギーレートの関係の例として、図-3にシリーズ1の内の側圧 $\sigma_3=1.0(\text{kgf/cm}^2)$ 、ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_1=0.1(\%/min)$ 、供試体の飽和度 $S_r=100(\%)$ の場合AEセンサーch.1(WG方式)の解析結果を示す。これを見ると、両者の関係はいずれもある主応力差まではほぼ直線に近いが、それ以上では急激にAEイベントレート・エネルギーレートが大きくなる。よって両関係とも指数関数で近似できる。このような指数関数的な関係は、他のAEセンサーでも確認された。つまりWGによるAE計測(ch.1,2)でも、供試体内のAEを直接計測する方式(ch.3,4)でも成立する。

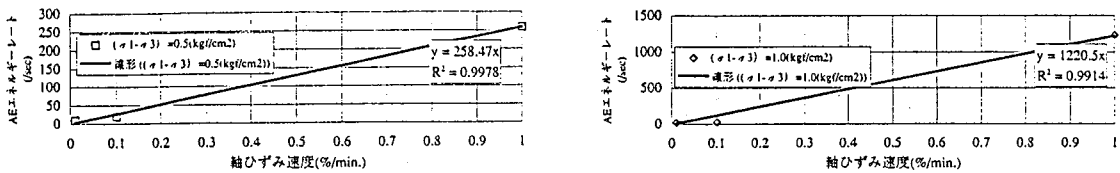


(1) ( $\sigma_1 - \sigma_3$ )とAEイベントレートの関係 (2) ( $\sigma_1 - \sigma_3$ )とAEエネルギーレートの関係  
図-3 主応力差( $\sigma_1 - \sigma_3$ )とAEイベントレート、AEエネルギーレートの関係

(2) ひずみ速度  $\epsilon_1$  と AE イベントレート・エネルギーレートとの関係  
 シリーズ2の実験結果より、主応力差  $(\sigma_1 - \sigma_3) = 0.5$  及び  $1.0$  (kgf/cm<sup>2</sup>) の時の AE センサー ch.1 (WG方式) のひずみ速度と AE イベントレート及び AE エネルギーレートとの関係を図-4に示す。ひずみ速度が3種類と少ないものの、直線関係の存在を示唆する結果となった。この直線関係も主応力差の異なる場合でも、ほぼ全てのセンサーで確認された。



(a)  $(\sigma_1 - \sigma_3) = 0.5$  (kgf/cm<sup>2</sup>) (b)  $(\sigma_1 - \sigma_3) = 1.0$  (kgf/cm<sup>2</sup>)  
 (1) ひずみ速度と AE イベントレートの関係

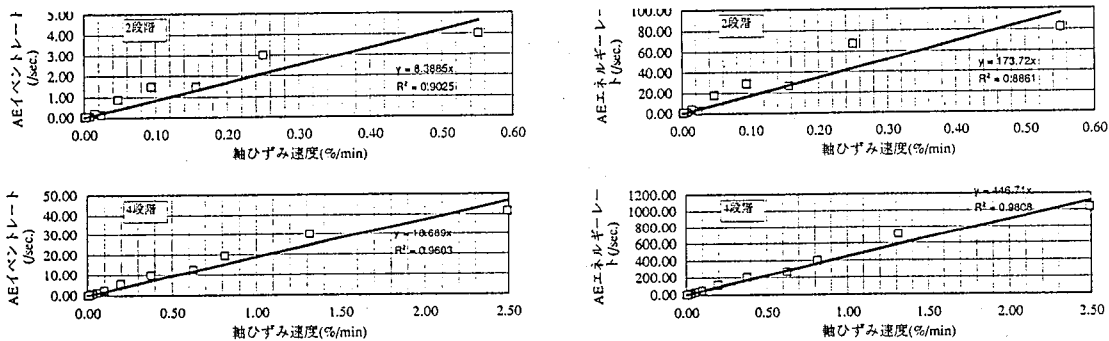


(a)  $(\sigma_1 - \sigma_3) = 0.5$  (kgf/cm<sup>2</sup>) (b)  $(\sigma_1 - \sigma_3) = 1.0$  (kgf/cm<sup>2</sup>)  
 (2) ひずみ速度と AE エネルギーレートの関係

図-4 ひずみ速度と AE イベントレート、AE エネルギーレートの関係

次にシリーズ3の結果よりひずみ速度と AE イベントレート・エネルギーレートとの関係について検討する。このシリーズは、各段階で応力条件一定のもとに軸ひずみが増加する試験であるので、各段階毎にひずみ速度と AE イベントレート・エネルギーレートとの関係が求められる。図-5に2, 4段階でのひずみ速度と AE イベントレート及び AE エネルギーレートとの関係を示す。これらを見ると、各段階毎に直線関係が求められる。

以上の結果より応力条件が一定であれば、ひずみ速度と AE イベントレート及び AE エネルギーレートは線形関係にあることがわかる。またこの関係は WG で間接的に AE を計測する場合でも、供試体内に発生する AE を直接計測する場合でも成立する。



(1) ひずみ速度と AE イベントレートの関係 (2) ひずみ速度と AE エネルギーレートの関係

図-5 2, 4段階のひずみ速度と AE イベントレート、AE エネルギーレートの関係

#### 4. まとめ

上記の解析結果から、AE パラメーターと主応力差、ひずみ速度には高い相関があることが確認された。今後、これらを用いて土のせん断挙動の評価や崩壊発生時間の予測等を行っていくつもりである。

#### < 参考文献 >

- 1) 海老原和重他：AEによる斜面崩壊発生時間予測手法に関する検討，平成7年度砂防学会研究発表会概要集，pp.271~274，1995.5
- 2) 福地伸一他：表層崩壊発生監視のためのAEウエーブガイドの構造について，第34回地すべり学会研究発表講演集，pp.233~236，1995.11
- 3) 笹原克夫他：砂質土の変形挙動のAEパラメーターによる評価手法，第34回地すべり学会研究発表講演集，pp.233~236，1995.11