

III-303

土のせん断破壊時のAE特性について

フジタ工業(株)技術研究所 正員 ○城 和裕 秩父顕美
同 上 正員 香川和夫 鎌田正孝

1. はじめに

土構造物に外力が作用した場合、その内部においては、今までつり合い状態にあった応力に何らかの変化が発生する。このとき、応力のつり合いが保てなくなり、破壊する場合もあれば、ある程度の変形を許したのち再びつり合い状態を回復する場合もある。このように、内部応力が変化する状態を、AE計測によって直接的に把握することができれば、土構造物の破壊予知を行うにあたり、非常に有効であると思われる。

そこで、本研究では、土構造物が段階的に施工されることを想定して、せん断荷重を段階的に増加させる応力制御試験で土の変形とAEの特性について検討した。

2. 実験方法

本実験で用いた一面せん断試験装置、AE計測機器、および試料の物理特性は、すでに報告したもの¹⁾と同じもので、それを参照されたい。表-1に試験条件を示す。

供試体を過圧密（過圧縮）状態でせん断するために、まず $\sigma_n = 3 \text{ kgf/cm}^2$ で載荷し、 1 kgf/cm^2 、 2 kgf/cm^2 に除荷してせん断した。

3. 実験結果とその考察

1) 水平応力とAE計数

砂質土：豊浦標準砂を用いたせん断試験における水平変位とAE計数率の関係を図-1に示す。ステップ1

、ステップ2の応力段階では、せん断応力が加わるとわずかなAEが発生するが、変形が停止するとAEも発生しなくなる。この段階では供試体が弾性的な挙動を示すためであると思われる。せん断応力を増加して、ステップ3の段階にはいると塑性変形が発生するが、破壊応力を越えていないために、変形は一定値に収束している。このときAEも前の段階に比較して急激に増加するが、変形が収束し始めると発生が認められなくなる。AE信号の波形観察によると塑性変形が生じる応力段階にはいると、AEは突発型から連続型に変化することが認められ、このためにカウント数が急激に増加するものと考えられる。次に、ステップ4では破壊応力以上のせん断応力を加えたために、載荷直後から塑性変形が生じ、変形が収束しなかった。このときのAE信号も、前のステップと同様に連続型でありカウント数も非常に多い。砂質土では連続型のAEの発生が認められ始めると、供試体は塑性領域に入ると判断できるのではないかとと思われる。

表-1 試験条件

		豊浦標準砂		関東ローム	
供 試 体 条 件	$e_0, 7d$	0.77		0.73g/cm ³	
	Dr, D	77%		90%	
	w	0.3%		85-90%	
		気乾		Sr=84%	
垂直応力 (kgf/cm ²)		3→1	3→2	3→1	3→2
水平荷重 (kgf)	1	800	1000	400	500
	2	1600	2000	800	1000
	3	2400	3000	1200	1500
	4	2600	3500	1300	1600
	5		4000		1700
	6				1800
総合利得 (dB)		80		80	
しきい値 (v)		1.0		0.5	

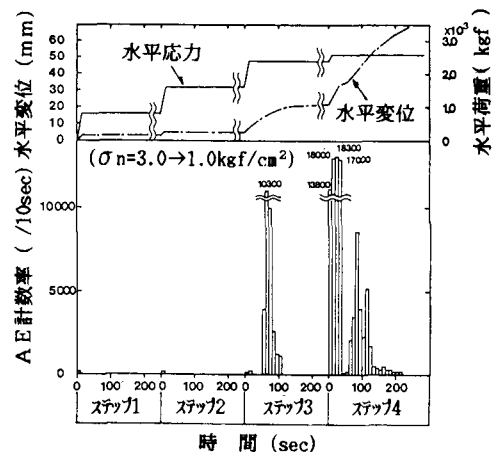


図-1 標準砂の水平変位とAE計数率

粘性土：図-3は関東ロームを用いた実験における水平変位とAE計数総数を示したものである。降伏応力以下の各応力段階では、載荷後AE、変形とも増加するが、時間が経過すると収束して変化しなくなる。次にクリープ破壊を生じる上限降伏応力が載荷されると、変形、AEとも最初から少しずつ増加し、ある時点から急激に増加する。このように水平変位とAEの発生傾向は非常によく一致している。供試体に上限降

伏応力が載荷されたかどうかは、AE計測からも推定可能であると言える。また、粘性土の場合には、砂質土と異なり、塑性変形が生じて連続型のAEの発生はほとんど認められない。粘性土では粘着力成分がAEの発生に大きく寄与しており、しかも、この粘着力成分が発揮されるのは断続的であるために、連続的にはAEが発生しないのではないと思われる。

2) 変位速度とAE計数率の関係

前述のように、砂質土では、供試体が塑性領域に入ると連続型のAEが発生してAE計数率が急増する。そこで単位時間当りの変形量がどの程度になると、連続型のAEが発生するかを調べるために、変位速度とAE計数率の関係をプロットしたのが図-3である。この図から、O.C.R3.0で1.3(mm/10sec)、O.C.R1.5で3.8(mm/10sec)あたりから、連続型のAEが発生してAE計数率が増加することがわかる。

3) 周波数帯域別のAE特性

破壊荷重以上のせん断応力が載荷されて、供試体が破壊する場合と、変形が収束して破壊しない場合に、AE特性に変化があるかどうかを調べるために、周波数帯域別にAE発生率を求めたのが図-4である。標準砂では両者の間にほとんど差が認められない。一方、関東ロームでは、上限降伏応力以下の破壊を示さない場合にはAE信号はほぼ全帯域に分布しているが、クリープ破壊を示し始めると2kHz付近の信号が多くなる傾向が認められる。

4. まとめ

応力を段階的に増加させるクリープ試験によって、供試体がせん断破壊するときのAE特性について検討した結果次のようなことがわかった。

1) 砂質土では破壊荷重に近づき、塑性領域段階入ると連続型のAEが発生し始める。

2) 砂質土、粘性土とも、AEと変形の発生傾向はよく一致している。

3) 各応力段階ともAE信号の周波数特性に顕著な差は認められない。

〔参考文献〕 1) 城 和裕, 他 "一面せん断試験における土のAE特性" 22回土質工学研究発表会

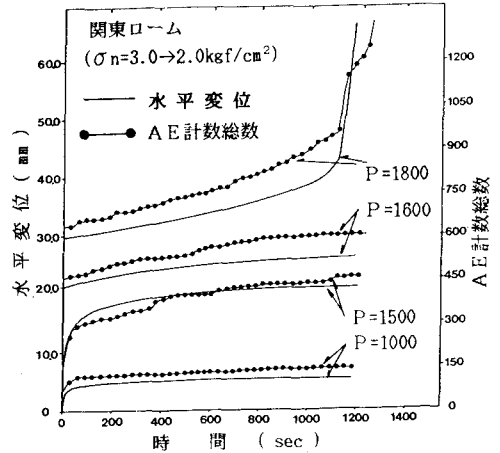


図-2 水平変位とAE計数総数

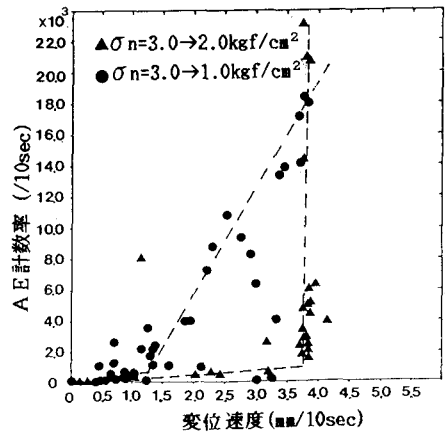


図-3 変位速度とAE計数率

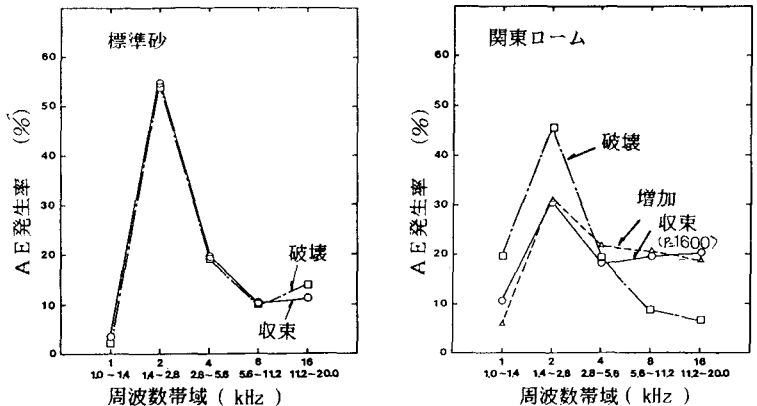


図-4 周波数帯域とAE発生率