

株式会社 フジタ 正会員 菊地 正 岸下 崇裕
同 上 正会員 秩父 顕美

1. はじめに

地盤構造物は常時何らかの外力を受けており、その外力は一樣ではなく、多岐に渡って変化し、作用している。この時の地盤構造物の内部の状態やその外力による崩壊の様式も一樣ではなく、多種多様である。そこで地盤内部の微小な変動により発生するAE信号を計測するために、砂の粒子間の結合の強さの異なる模型斜面を用いた崩壊実験を行なった。そして地盤構造物の内部の微小な動きから全体の崩壊に至るまでの変化の過程とAE信号の波形特性を表わすAEパラメータであるエネルギーを用いてAE信号の変化との関係について検討し、その結果を述べる。

2. 実験方法

実験に用いた材料は自然地山を想定し、模型に異なる強度を持たせるため、山砂に乾燥重量比で4%、8%、12%のセメントを混入したものを用いた。実験方法及び諸条件等は参考文献1)と同様である。

3. 実験結果及び考察

単純増加荷重状態の各配合模型における荷重比(P/P_{max})に対する水平変位及びAEカウンタ数の関係を図-1に示す。用いた模型の水平変位はすべて荷重比が90%以上に至るまで急増していない。これに対し、AE信号は水平変位が急増する以前の低い荷重状態で発生している。よって、AE法は地中の微小変化をかなり早期段階から捉えていることがわかる。ここでAE信号が発生し始めてから模型が崩壊に至るまでの間に発生したAE信号にどのような変化が見られるかをAE信号の波形特性を表わすAEパラメータであるエネルギーを用いて検討する。図-2に4%、12%模型の荷重比に対するエネルギーの分布状況を示す。エネルギーを用いた崩壊実験では、まず砂の粒子に付着しているセメントによる結合が切断され、砂の粒子の移動が始まる。次に徐々に荷重を増加させるとセメントによる結合を切断された部分が多くなり、模型内部に局所的なすべり破壊が発生する。そしてすべり破壊が荷重の増加に伴い、増加、成長、連結し、最終的に模型内にすべり面が形成され、崩壊に至る。このように破壊状況が変化する時、初期段階のAE信号のエネルギーの値は小さいものが大半を占める。エネルギーの分布は徐々にその大きい値を持つAE信号が発生し始め、全体を崩壊に至らしめるすべり面の形成にしたがって、その数が急速に増加し、これまでのピークとは別の新たなピークを形成すると考える。強度的に劣る4%模型と高い強度を持つ12%模型のエネルギーの分布状況を比較した場合、4%模型では上述の変化が荷重比36%程度の段階から徐々に見られるが、12%模型では荷重比が95%の時点まで上述の傾向が見られず、最終段階に至って急速に新たなピークを形成している。単純増加荷重の場合、砂の粒子間の結合が強ければセメントによる結合が切断されると、その後の過程が急速に進展するためと考える。しかし実際の地盤構造物にはこのような単純な荷重の増加が作用することはなく、崩壊を生じさせない程度の荷重が繰り返し載荷される状況下にある。そこで砂の粒子間の結合が強い場合どのサイクルの段階からエネルギーの大きい値を持つAE信号が発生し始めるかを検討するため、繰り返し載荷による模型斜面の崩壊実験を行なった。図-3に載荷履歴、図-4にそのときの水平変位とAEカウンタ数の関係を示す。繰り返し載荷の場合、水平変位はそれほど急速な増加は示さないが、AEカウンタ数は最終段階で急速に増加する。繰り返し載荷の場合も単純増加荷重の場合もAEカウンタ数を見るかぎりでは傾向にほとんど差はない。図-5に繰り返し載荷時における最終段階のエネルギーの分布状況を示す。この場合も最終段階の載荷状態以外では、エネルギーの小さい値を持つAE信号の発生がほとんどである。このことからセメントによる砂の粒子間の結合が強い場合、低い載荷レベルでの繰り返し載荷によって疲労を与えても砂の粒子間の結合が徐々に切断されるだけで局部的なすべり破壊は起こらず、最終段階の載荷レベルになるとすべり面が急速に形成され、そのすべり面により模型が崩壊に至ると推測される。

4. おわりに

今回はAE信号の波形特性を表わすAEパラメータであるエネルギーモメントを用いて、模型斜面の崩壊過程とAE信号の変化の関係について検討した。エネルギーモメントの小さい値を持つAE信号の発生はせん断による砂の粒子間の結合の切断、粒子の微小移動を示し、エネルギーモメントの値が大きいAE信号の発生は局所的なすべり破壊が発生し、増加、成長を示す。また、その値を持つAE信号が新たなピークを形成すると模型全体を崩壊に至らしめるすべり面が形成されることが分かった。

【参考文献】

- 1) 菊地正、岸下崇裕、秩父顕美：斜面模型崩壊時のAE特性について、第27回土質工学研究発表会

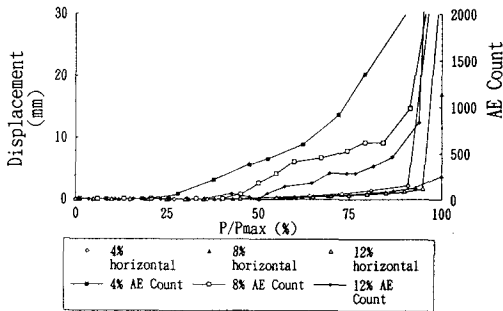


図-1 荷重比に対する水平変位及びAEカウント数の関係
(単純増加載荷)

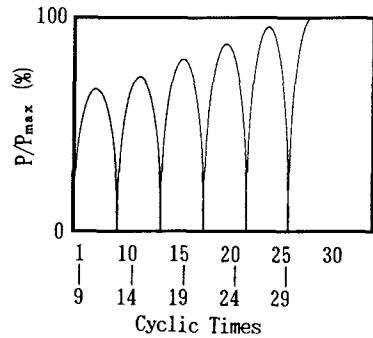


図-3 載荷パターン

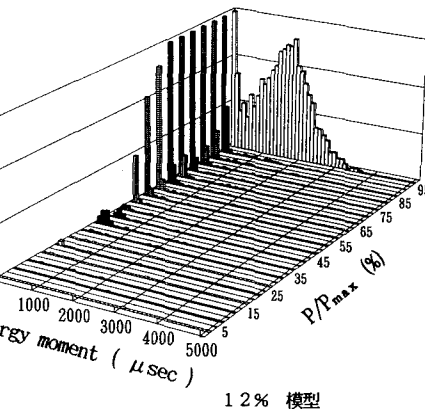
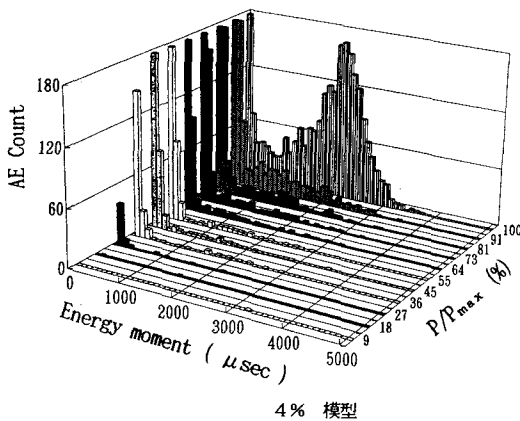


図-2 単純増加載荷時のエネルギーモメントの分布

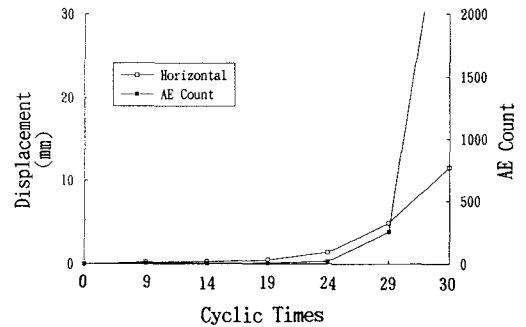


図-4 各載荷パターン最終サイクルの
水平変位及びAEカウント数 (繰り返し載荷)

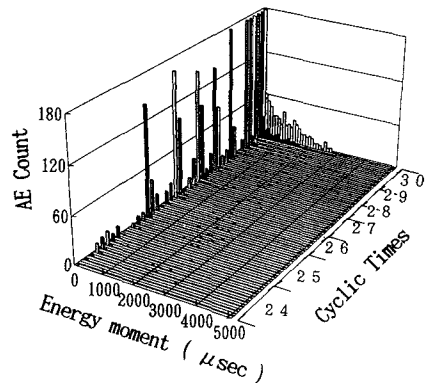


図-5 繰り返し載荷時のエネルギーモメントの分布