

III-609

砂質土の傾斜箱実験へのA E法の適用

徳島大学大学院 学生員○青木朋也
 飛鳥建設(株) 正 員 塩谷智基
 徳島大学大学院 学生員 天羽恵子
 徳島大学工学部 正 員 藤井清司

1. はじめに 自然の地山をはじめ, 山岳部の道路, ダムの盛土などには例外なく斜面が現れる. これらが, 崩壊する要因としては, 自然物, 人工物に係わらず自重や地震力あるいは降雨による浸透の影響が挙げられる. A E (Acoustic Emission)法は斜面の安全性の監視を行い, さらに崩壊の予知が可能になる.

本研究では, ウェブガイドを用いる位置標定法の精度を確認するために, 擬似A E波をウェブガイド上と砂中で発生させる位置標定のキャリブレーションを行い, さらに室内実験において容易に斜面を崩壊できる傾斜箱実験を行い, A E法を適用することにより斜面崩壊の予知を行う. ウェブガイドは斜面内に水平方向に埋設し, 取得されたA Eの位置標定分布結果より, すべり面の形成過程を把握し, 斜面のすべり破壊予知を行う.

2. 実験装置および実験方法 位置標定キャリブレーションの実験方法を図-1に示す. ウェブガイドの両端にA Eセンサー(共振周波数150kHz)を取り付け, A E波の到達時間差により一次元位置標定を行う. また, ペンシル芯($\phi=0.5\text{mm}$)を圧折することにより, ウェブガイド上と砂中で擬似A E波を発生させる. 図-3に傾斜箱実験装置とすべり面形状を示す. $800\times 500\times 500\text{mm}$ の箱に, 1層50mmで砂を充填した後, 重さ2.5kgのラマーにより, 落下高さ100mm, 落下回数を1回とし, 砂層厚さが400mmになるまで砂を充填する. また, 箱の一端を毎分 1.5° の一定速度で巻き上げる. ウェブガイドは, 異なる深さ $D=250, 150\text{mm}$ に2本埋設する. 実験に使用する砂の含水比は1.95%, 間隙比は0.75, 単位体積重量は $1.61\text{g}/\text{cm}^3$ である.

3. 実験結果および考察 図-4は, 擬似A E波を100回以上発生させた場合の位置標定キャリブレーションの結果を示している. ここで, 位置標定のバラツキを示す標準偏差を求めると図-4(b)の方が大きくなるが, 位置標定分布の重心位置と擬似A E波発生位置との差 ΔL は, 図-4(b)の方が小さくなる. これより, ウェブガイド上で擬似A E波を発生させる場合と砂中で発生させる場合では, A E位置標定の分布特性に相違点が見られる. また ΔL は図-4(a)の場合ウェブガイドの全長300mmに対して2.13%, 図-4(b)の場合は0.86%程度であり, 平均値は2%程度の標定誤差にとどまる.

図-5は傾斜箱実験から得られた位置標定結果を示しており, 横軸にウェブガイド長さ, 縦軸にA Eパルスの頻度を表している. 図-5(a)の場合, すべり面の位置は80mmであり, これは位置標定分布の極端に減少する位置と一致している. またA Eが多く標定されているのは, 実際に土塊がすべり破壊を起こす運動土塊領域であり, 静止土塊領域でのA Eの位置標定数は少ない. しかし, 図-5(b)の場合では, 反対に静止土塊領域に多くのA Eを標定している. これはウェブガイドがすべり面との交点を中心に回転するためであると

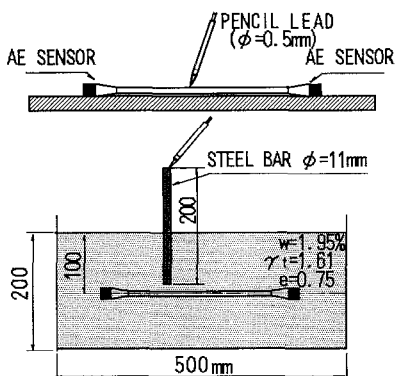


図-1 位置標定キャリブレーション

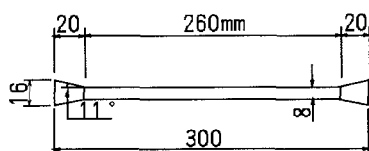


図-2 ウェブガイド寸法

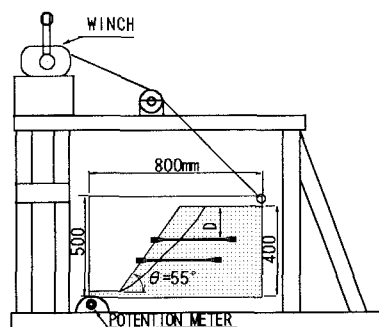


図-3 傾斜箱実験装置

考えられる。また、すべり面の位置は110mmであり、AE位置標定分布の増加する位置とおおよそ一致している。これらの位置標定分布結果は、他のAEパラメータについても同様な傾向が見られている。

図-6は、横軸に計測時間、縦軸にウェーブガイド長さを表しており、AEパラメータの大きさごとにイベント結果を重み付けしプロットしている。図-6(a)では、運動土塊領域において、比較的初期の段階で多くのAEを標定しており、400秒（最終崩壊角度の45%）で運動土塊領域にAEが標定されはじめ、800秒（最終崩壊角度の85%）までには、AEが連続的に発生しており、この段階までには、すべり面の位置が80mmになると推定できる。換言すれば、

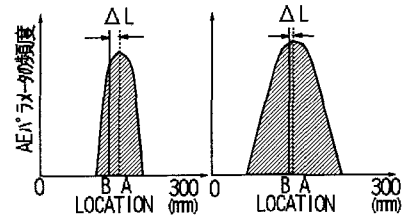
斜面内にすべり面が形成され、運動土塊内の土粒子が移動し始めており、斜面が崩壊する危険な状態になる。また、運動土塊領域では、取得されるAEの振幅が大きく、継続時間が長い継続型のAE波形が、初期の段階から頻繁に発生している。図-6(b)はAEの発生数は少なく、AEの発生時間も520秒（最終崩壊角度の60%）で運動土塊領域にAEが発生し始めており、AEが集中し始める時間も900秒（最終崩壊角度の90%）以降となり、図-6(a)と比較すると発生時間が遅れている。これは、すべり面が斜面下部から上部へと形成される、進行性破壊が原因であると考えられる。また、重み付け結果から、静止土塊領域において、リングダウンカウントが多く継続時間が長いAEが初期の段階で多く発生している。

4. 結論 ①砂中で擬似AE波を発生させる場合、位置標定結果はバラツクが、位置標定分布の重心位置はウェーブガイド上で直接擬似AE波を発生させる場合より真の値（擬似AE波発生位置）に近くなる。

②運動土塊領域では位置標定分布の極端に減少する位置、静止土塊領域では位置標定分布の増加する位置が、すべり面の位置であると推定できる。

③ウェーブガイドを水平方向に埋設する場合、ウェーブガイドが回転しているような位置標定分布を示す場合とそうでない場合とがある。また、斜面の上部は進行性破壊によりAEの発生数は少なく発生時間も遅れる。

④イベントの位置標定結果にAEパラメータを用いて重み付けをすることにより、運動土塊あるいは静止土塊領域で発生するAE波の規模が分かり、より明確な崩壊予知が可能となる。

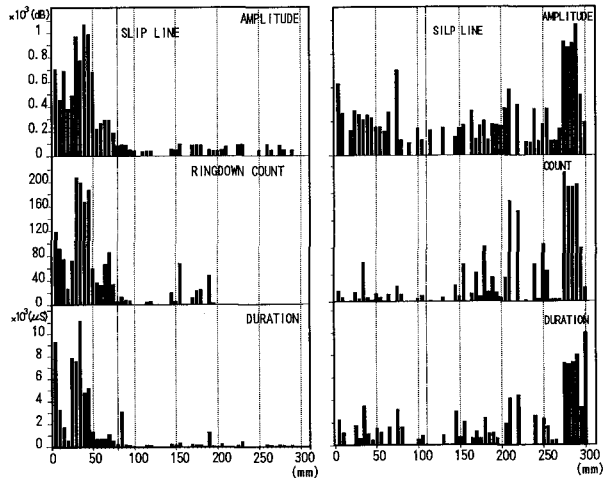


(a)ウェーブガイド上の擬似AE (b)砂中

A:位置標定分布の重心位置

B:擬似AE波発生位置

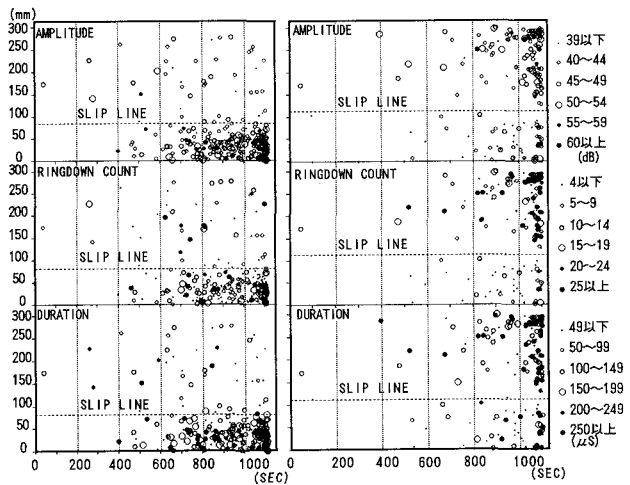
図-4 位置標定キャリブレーション結果



(a) D=250mm

(b) D=150mm

図-5 位置標定結果



(a) D=250mm

(b) D=150mm

図-6 位置標定結果（重み付け表示）