

砂質土の落し戸実験へのAE法の適用

徳島大学大学院（飛鳥建設）正員 ○塩谷智基

徳島大学 工学部 正員 藤井清司

鉄建建設株式会社 國澤 博

1. まえがき

本論文では、AE (Acoustic Emission) 法を斜面の崩壊予測に適用することにより、数年来、本研究室で行われてきた岩と同様に、土（砂）における破壊現象の解明を目的としている。これまで、斜面崩壊を予測するとき、伸縮計、傾斜計、間隙水圧、電気抵抗などのデータを、総合的に判断する以外に適切な手法はなかった。そこで、上述のAE法を斜面崩壊予測へ適用して、斜面の挙動を正確に把握し、崩壊予測をしようとするものである。斜面崩壊により発するAE波は、主働土圧によるものと考えられるので、AE波の発生メカニズムも、落し戸実験により発生するAE波と、同種類のAE波だと思われる。そこで、室内実験により容易にすべりを発生することができ、従来から地下掘削の地表面への影響などを解析するために、模擬実験として用いられている落し戸実験（降下床実験）にAE法を適用し、砂層の変形から発生するAE波を取得する。このとき現場計測を想定して種々のウェーブガイドを用いる。そして、取得AE波を種々のパラメータについて解析し、いかなるウェーブガイドが最も砂層の挙動に有効か検討するものである。

2. 実験方法

まず、砂中を伝播した擬似AE波（パルス波）をウェーブガイドを砂中に挿入して取得するときの取得波形への影響を調べる。次に、図-1に示すように、長さ×奥行×高さ=1000×500×500mmで、その底板半分が沈下できる実験装置に、砂を1層50mmとして、2.0Kgのワッシャーにより150mmの高さから落下させて締固める。その時に側面アクリル板より、砂の変形状態を確認するために、1層ごとに色砂を敷きながら、実験装置に砂を充填する。予備実験により、すべり面を確認し、砂の変形挙動に影響を及ぼさない位置に、ウェーブガイドを挿入する。そして、底板に変位計を設置して、沈下量に対するAE波の発生挙動を種々のAEパラメータにより分析する。また、取得AE波は波形記録装置に記録し、波形解析する。3種類の

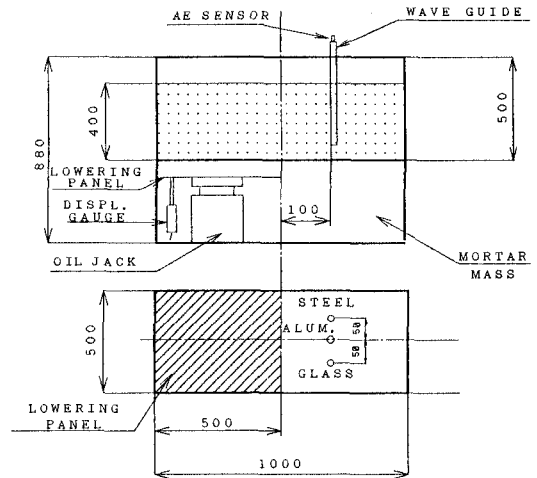


図-1 実験装置

材料からなるウェーブガイドのうち、いかなる材質のウェーブガイドが効率よく砂のすべりに伴って発するAE波を取得できるか検討する。ウェーブガイドの材質としては、ガラス、7Mニウム、鉄棒の3種類で、長さが500mm、直径がそれぞれ19mmの丸棒である。また、砂は乾燥砂（W=0.3%）と湿潤砂（W=9.2%）の2種類を用いる。

3. 実験結果および考察

図-2は、砂中を伝播したAE波をウェーブガイドを用いて取得したときの、それぞれの材料における取得波形とその周波数解析結果である。この結果、どの材料のウェーブガイドを用いても、AEセンサーの共振周波数が「見かけ上存在しなくなる」ことが分かる。つまり、使用しているAEセンサー（R15:PAC製）の共振周波数は150KHzで、210KHz付近の応答特性は、150KHzに比較して15dB低いにもかかわらず、砂中を伝播し、ウェーブガイドを通して得られたAE波は0~600KHzまで、ほぼ平坦な周波数特性を持ち、900KHzに共振周波数を持つ広帯域型センサーとなることがわかる。また、それぞれのウェーブガイドの特性としては、特に大きな周波数特性の違いはみられないが、ガラスが、他の材料と比較して800KHz前後の周波数帯で良好な応答特性を示してい

ることが分かる。そして、3種類の材料の中ではアルミニウムが最も全周波数領域で、平坦性のある応答特性を示していることが分かる。落し戸実験の実験結果を図-3（乾燥砂）、図-4（湿潤砂）に示す。横軸は沈下量、縦軸はAEパラメータのうちヒット（イベント計数法）とカウント（リグゲータ計数法）の累積値を表したグラフである。図-3から乾燥砂のすべりにより発せられるAE波は、AEヒット数より、アルミニウムが最も数多くAE波を取得することが分かる。次に、鉄、ガラスの順である。これは、発せられるAE波の周波数帯が他の材料に比べてアルミニウムの周波数特性の良い0~500kHzに分布していることによると思われる。しかし、カウント数に着目すると、アルミニウム、ガラス、鉄の順番となる。これは鉄は、ガイド長さが長くなっても源波形に近いカウント数を示し、他の材料のように源波形のカウント数を増幅させない（源波形のカウント数を1とすると、その長さが500mmとなると、鉄では1、その他の材料については約6）ということによる¹⁾。図-4から、湿潤砂のすべりにより発せられるAE波は、AEヒット数からガラスが最も数多く取得でき、続いてアルミニウム、鉄となる。これは、ガラスの周波数特性の良い600kHz以上の周波数成分のAE波が、湿潤砂より数多く発せられたことによる

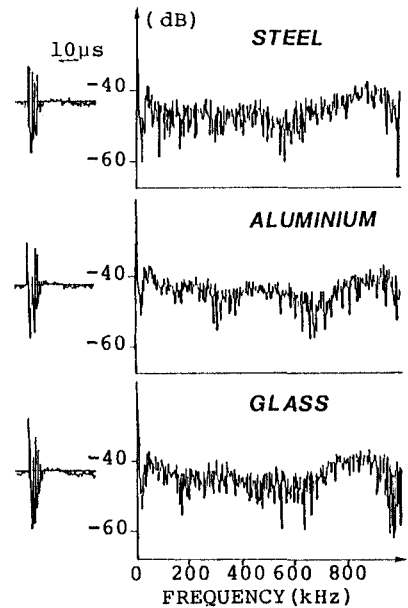


図-2 各ガイドによる取得波形

4. 結論

一般に、砂から発せられるAE波は、AE発生源では高周波数成分を含むと思われるが、媒体を通して高周波数成分をフィルタリングされる。そして、これは砂の含水比により影響される²⁾。乾燥砂と湿潤砂ではそれぞれフィルタリング周波数が異なり、乾燥砂での挙動をガイドを用いて取得したいときには、アルミニウムが最も効率よくAE波を取得できるといえる。また、湿潤砂の挙動をガイドを用いて取得したいときには、ガラスが最も効率よくAE波を取得できことが明かとなった。

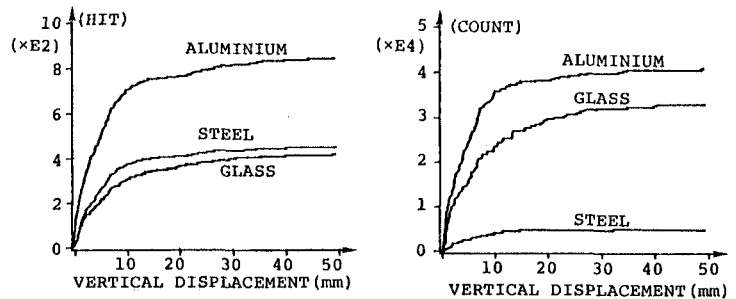


図-3 沈下量とAEパラメータ累積値（乾燥砂）

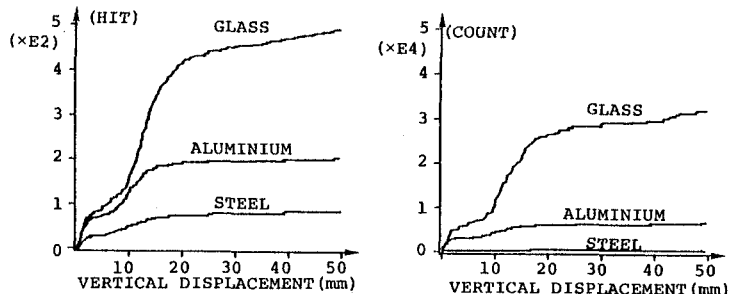


図-4 沈下量とAEパラメータ累積値（湿潤砂）

【参考文献】

- 1) 堀谷：AE法の斜面崩壊予知への適用，土質工学四国支部研究発表会講演集，PP.1～PP.2，1991.11.
- 2) 堀谷：砂質土の落し戸実験へのAE法の適用，第27回土質工学研究発表会講演集，1992.6.