

AE法による斜面崩壊メカニズムの推定

飛島建設(株) 正会員 塩谷智基
徳島大学工学部 正会員 藤井清司
徳島大学工学部 学生会員 天羽恵子
徳島大学工学部 学生会員 青木朋也

1. はじめに 本研究は、AE法を砂質土斜面に適用して斜面崩壊のメカニズムを把握し、斜面崩壊予知を行うことを目的としている。これまで、斜面崩壊を予知するとき、伸縮計、傾斜計、間隙水圧計、電気抵抗計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、変形が斜面表面までおよばなくとも斜面内部の挙動を敏感に感じとることができるAE法を斜面崩壊予知へ適用して、斜面の挙動を正確に把握し、崩壊予知をしようとするものである。

ここでは、斜面内部の局所的破壊が斜面下部から上部へ進展し、この局所的破壊が斜面上部まで達した時点で斜面全体が破壊することから、斜面の崩壊現象を進行性破壊としてとらえ、その進展過程をAE源探索により計測し、斜面崩壊のメカニズムを推定する。そこで、実際の斜面崩壊現象を室内実験により容易に再現できる傾斜箱実験により模型斜面を崩壊させ、その時のAE波を取得し、AE源探索を行う。そしてAE発生順序から、局所的破壊の推移を検討する。

2. 実験方法 図-1に傾斜箱実験装置を示す。長さ×高さ×奥行き=800×500×500mmの箱に、斜面を約55度に形成する。傾斜箱の両側面のうち、一方は、ビデオカメラで崩壊状況を記録するためにアクリル板とし、もう一方の側面は、側面の拘束圧、摩擦力を低減させるためにテフロンシートを張付ける。また、測定機器の設置は全て盛土平面中央とし、実験装置側方からの外部雑音を極力避ける。実験の制御方法は、傾斜角度制御とし、手動によりウィンチで1.5度/分で箱を傾斜させる。

実験方法は、図-2のように、斜面上部より1chから6chまで合計6個のAEセンサーを予備実験から推定されるすべり面から、静止土塊側に水平距離で約50mmの位置に埋設する。6個のAEセンサーへのAE波の到達順序から、ゾーン標定法によりAE源探索を行う。なおAEセンサーの配置間隔はAE波の砂中を伝播するときの減衰を考慮して決定した。

3. 実験結果および考察 斜面が崩壊したときの箱の傾斜角度は19.8度、試料の含水比は2.11%、単位体積重量は1.57 t/m³、間隙比は0.78であった。すべり面とAEセンサーとの距離は、平均98mmであった。図-3にすべり面形状、図-4に位置標定結果を示す。実験開始後、まず、斜面の下部に埋設されたAEセンサー(6ch)付近でAE波が発生し、傾斜角度が増加するとともにAE発生源が斜面の下部から上部に進展する。そして、AE発生源が斜面上部まで到達し、すべり面の全領域でAE波が活発に発生しはじめると、やがて斜面全体が崩壊する。各チャンネルでAE波がはじめに取得される箱の傾斜角度は、最下部に配置した6chのAEセンサーで斜面の崩壊角度の約14%、5chで約27%、4chで約62%、3chで約63%、2chで

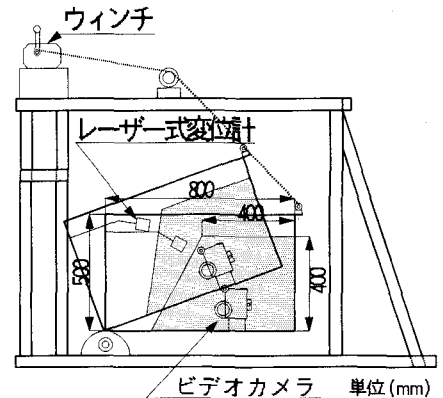


図-1 傾斜箱実験装置

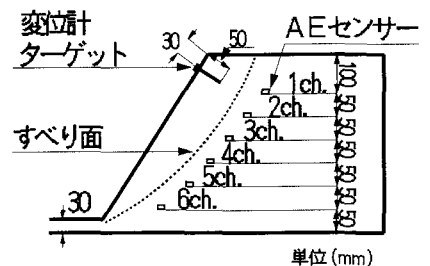


図-2 AEセンサー埋設状況

約73%, 最上部の1chのAEセンサーで約89%である。すべり面とAEセンサーとの距離は、崩壊後測定し、6個とも100mm程度であったことから、同一条件で取得されたAE波と見ることができる。したがって、各AEセンサーでのAE波の取得順序から、局所的破壊の斜面下部から上部への進展過程が把握できる。

図-5に位置標定点を振幅の大きさにより分類し、重み付けを行った結果を示す。斜面下部では、振幅の大きいAE波が実験開始後から斜面崩壊に至るまで、連続して発生している。他のAEパラメータでも同様の傾向が見られ、これは、傾斜角度が増加するにともない、斜面下部では大きな圧縮応力が存在するために、斜面上部に比べ規模の大きな局所的破壊が起こっているからと考えられる。

図-6に各チャンネルごとのAEイベントの累積値を曲線で、斜面法肩変位を○で示す。また、図-7に図-6の縦軸を拡大して示す。実験開始後、5、6chでのAE波の増加とともに、変位が増加している。450秒付近で6chのAE波が急増すると、変位が増加点Aを迎える。これは、このAEの増加点で6ch付近ですべり面が形成され、そのために変位が増加したと考えられる。次に、550秒付近での5chのAE波の増加点の後、変位の増加点Bを迎える。ここでは、5ch付近ですべり面が形成されたために変位が増加したと考えられる。700秒付近の変位の増加点Cは、5、6chでのAEの急増、つまり、斜面下部での局所的破壊によって生じていると考えられる。また、変位の増加点Cの後、3、4chでAE波が増加し、1、2chでのAE波が増加しはじめると、変位は増加点Dを迎え、やがて斜面は崩壊する。これは、斜面下部から上部へ局所的破壊が進展し、斜面上部の局所的破壊により斜面全体ですべり面が形成されるので、変位が増加すると考えられる。しかし、斜面の表面変位は最終的にも1mm以内であり、斜面の挙動を目視による観察で把握することはほとんど不可能である。しかし、AE法を適用することにより、斜面表面に変形が現れる以前に斜面内部の進行性破壊の挙動を的確に捕らえることができる。

4. 結論 傾斜箱実験にAE法を適用し、斜面崩壊実験を行うことにより、斜面内部の局所的破壊の進展過程を把握することができる。また、以上を踏まえた上、実斜面崩壊予知にAE法を適用する場合、推定すべり面の鉛直下部にAEセンサーを設置することが、崩壊の早期予測となる。

参考文献

宮本, 徳江: モデル斜面の破壊伝播機構と変形の役割, 土木学会第47回年次学術講演会概要集, III部門, pp. 394-395, 1992.9.

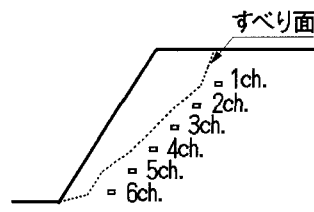


図-3 すべり面形状

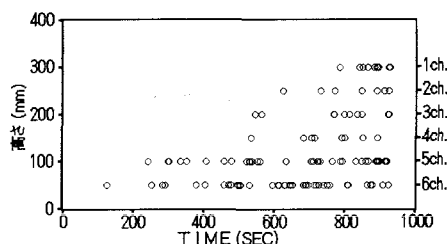


図-4 位置標定結果

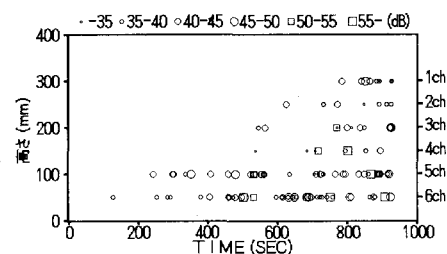


図-5 振幅による重み付け

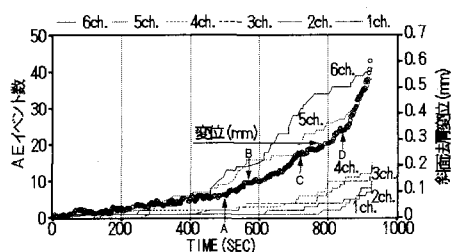


図-6 AEイベントの累積値と変位

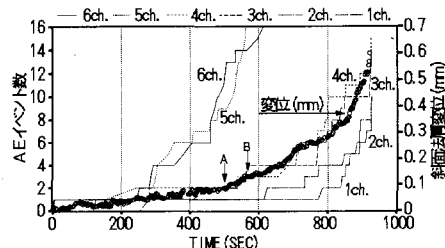


図-7 AEイベントの累積値と変位