

A E法による模型斜面載荷実験における進行性破壊の評価

徳島大学大学院 学生員 ○藤木泰宏 飛島建設（株）技術本部 正会員 塩谷智基
 徳島大学工学部 正会員 藤井清司 徳島大学大学院 学生員 姫野浩志

1. はじめに

物体が外力を受けて変形、破壊を起こす際、ひずみエネルギーを放出する。このひずみエネルギーの放出の際に発生する弾性波を検出するのがアコースティック・エミッション（Acoustic Emission: 以下 A E と略す）法と呼ばれ、一般的には超音波領域で議論されている。A E 法は、構造物等の使用を中断することなく、物体内部の破壊程度等の動的構造変化をリアルタイムに評価できるため、斜面等の地盤構造物の安定性評価、破壊予知には有用である。

本研究では、上述のような A E 法を模型斜面載荷実験に適用し、模型斜面表面の変位計測と A E 計測により、斜面崩壊時におけるせん断帯形成状況を進行性破壊の立場から評価し、かつ破壊伝播状況を解明することを目的としている。

2. 実験方法

試料は乾燥豊浦標準砂（比重：2.64，含水比：0.1%，湿潤密度：1.38g/cm³，間隙比：0.92，相対密度：0.92）を用いる。図-1に示す載荷実験装置（奥行：500mm）に試料を仕上がり高さ400mmまで均質に充填し、試料の安息角（30度）で模型斜面を作成する。

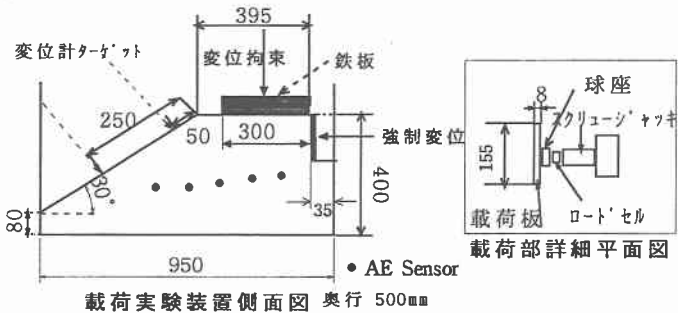


図-1 載荷実験装置概略図

また、実験装置の両側面の拘束影響をなくするためにナフロンテープを貼り付ける。単純なすべり線を形成させるために模型斜面の天端に図-1に示すような鉄板を用いて、定荷重を載荷することにより、上方への変位を拘束し一面せん断的なすべりに近づける。この定荷重は、拘束圧に換算して、0.017, 0.030, 0.042（単位：kgf/cm²）の3種類を用いる。実験は、変位制御で行い水平方向から強制変位を0.6mm/分与え、斜面を崩壊させる。

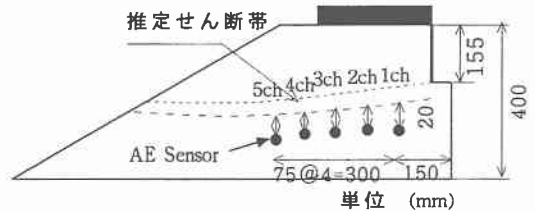


図-2 A E センサー埋設状況

荷重は載荷板に設置したロードセルにより、斜面表面の変位は法肩・法面中央部にレーザー式非接触型変位計を設置し測定する。A E センサー（150kHz共振型）は、予備実験により推定されたせん断帯の下端面近傍（推定せん断帯の下端面までの距離が20mmとなる位置）に等間隔に合計5個埋設する。A E 信号は前置増幅器により40dB，主増幅器により50dBの合計90dB増幅し，しきい値38dBで計測する。

3. 実験結果および考察

ここでは、紙面の都合上、代表例として実験条件（拘束圧）0.042, 0.030kgf/cm²の結果を掲載する。図-3は載荷板に与えた強制変位に対する荷重ならびに法肩（D1）・法面中央（D2）の法線方向変位を示している。両実験条件とも荷重は強制変位を加え始めると同時に急激に増加し，その後硬化傾向をとり，一定値に収束する。図-3(a)より法肩変位は，強制変位を加え始めると常に一定の増加率で安定増加であるのに対し，法面中央変位は強制変位2.0mmから徐々に増加し，16.3mm以降は法肩変位と同じ勾配で単調に増加する。

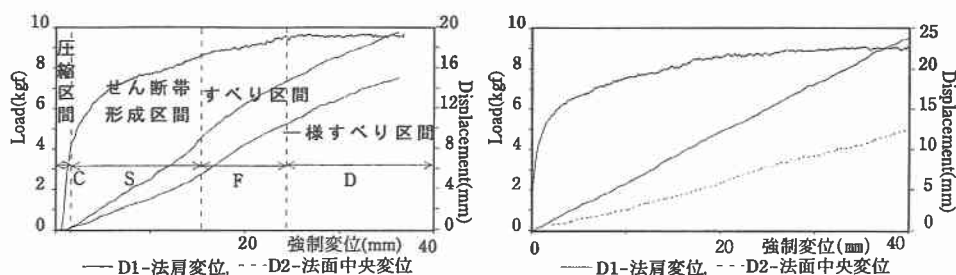
(a)拘束圧0.042kgf/cm²(b)拘束圧0.030kgf/cm²

図-3 強制変位に対する荷重・変位測定結果

つまり、強制変位2.0mmまでが載荷板から変位計測地点までの試料が圧縮される区間（図中C）、その後16.3mmまでがせん断帯が形成される区間（S）、変位が安定増加を示し始める16.3mm以降がせん断帯に沿いすべり土塊が剛体として移動するすべり区間である。22.6mm以降は完全な剛性変位区間となり、一様なすべり状態となり荷重の増加も認められない。同様に図-3(b)に注目すると、法肩変位については図-3(a)と同様であるが法面中央変位については、変位の増加率の変化が見られず、また、各変位の増加率が等しくなり始める段階（F）が認められない。このことは、拘束圧の増加に伴って、ひずみの伝播ならびにせん断帯の形成、連結がスムーズになり、模型斜面全体の挙動がより脆性的となるものと考えられる。図-4に強制変位に対するチャンネル毎のA Eイベント発生率を示す。同図より各測定位置における破壊伝播を検討する。すべてのチャンネルにおいて、強制変位を加え始めると同時にA Eが発生している。上載拘束圧下に位置するチャンネル1～3におけるA E発生は荷重ピークを示す強制変位20～25mmまでであり、特にチャンネル5については荷重ピーク後に活発に発生している。各チャンネルのA E発生率ピーク点は載荷地点から次第に法尻側へ（チャンネル1→5）移行しており、せん断帯形成が載荷地点から法尻へと移行している。このことは破壊の伝播が載荷地点から法尻へとなされる進行性破壊であることを意味する。また、図-4の両図を比較することにより、拘束圧の増加に伴ってグラフの集中度が大きくなり模型斜面全体の挙動が脆性的であるといえる。

4. まとめ

模型斜面の表面変位測定とA E計測により推定される模型斜面内部のせん断帯形成過程は、載荷点から法尻へと移行するものであり、破壊形式は局所破壊が連結・進行する進行性破壊である。また、拘束圧の増加に伴い模型斜面全体の挙動はより脆性的になることが認められた。

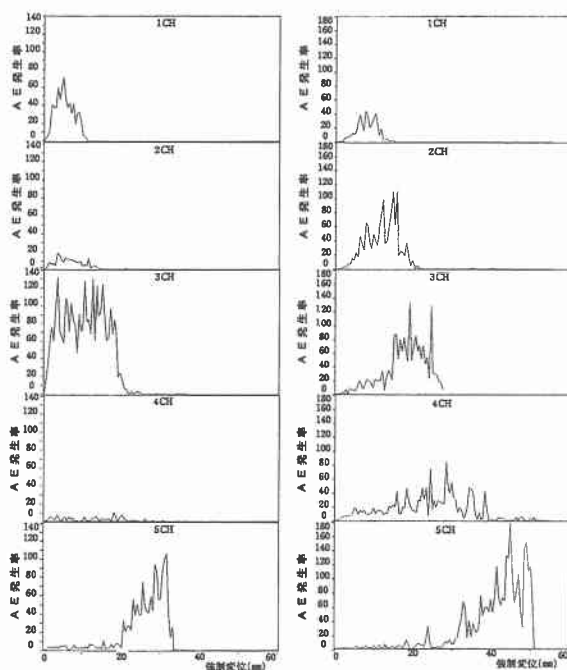
(a)拘束圧0.042kgf/cm²(b)拘束圧0.030kgf/cm²

図-4 チャンネル別A E発生率

【参考文献】 1)塩谷、藤井他：A Eによる模型斜面崩壊実験における進行性破壊の評価、地盤の破壊とひずみの局所化に関するシンポジウム、土質工学会、pp.73-80、1994.10.
2)徳江、金井他：表面載荷による模型斜面の破壊伝播、第28回土質工学研究発表会、pp.609-610、1993.6.