

Ⅲ－A247 AE 法による不連続性岩盤斜面の崩壊予測

徳島大学大学院 学生員 ○大藤泰彦 和歌山県庁 正会員 山本清広
 徳島大学工学部 正会員 藤井清司 飛鳥建設（株） 正会員 塩谷智基

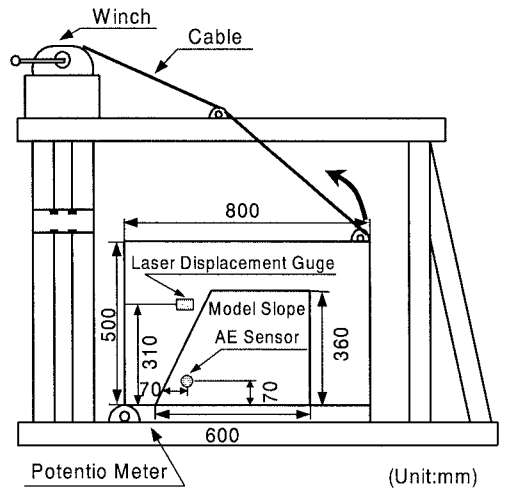
1. はじめに

斜面崩壊を研究する最終の目標として、その発生を予知し、被害を回避する合理的な方法を検討することが挙げられる。斜面崩壊に基づく災害を防止するために必要な予測すべき要素として、①崩壊発生場所の予測、②崩壊発生時間の予測、③発生規模の予測の3つが挙げられる。本研究では、とくに危険箇所から避難する時期の決定、あるいは応急対策を立てるうえで重要なことである②について検討する。その方法として、アルミブロックを用いた傾斜箱による岩盤模型斜面の崩壊実験で得られたAEおよび斜面表面変位のデータを用いてレートプロセス解析を行い、斜面崩壊を定量的に予測する指標を検討する。

2. 実験方法

本研究では不連続性岩盤斜面の持つ節理を単純化し、規則的なブロックの集合体と考え、再現性・忠実度の高いアルミブロックを用いた傾斜箱実験を行う。

模型斜面は、図－1に示す幅800mm、高さ500mm、奥行き500mmの実験箱の中にアルミブロック（20×20×100mm）を底辺600mm、高さ360mmとなるようレンガ積みにして作製する。アルミブロックは、表面に合成ゴム系接着剤により豊浦標準砂を付着させることにより、AEを誘発する。実験箱の傾斜は、ケーブルにより0.5°/分で実験箱を引き上げ、模型斜面が崩壊するまで傾斜させる。斜面角度は、アルミブロックのかみ合わせ長さを変化させることにより65°および80°について行い、崩壊監視に有効と考えられる斜面下部のAE計測¹⁾、および法肩部の斜面表面変位を計測する。



図－1 傾斜箱実験装置

3. レートプロセス理論

実験により計測された傾斜レベルとAE発生数の関係は、破壊の確率過程論により、次式で与えられる²⁾。

$$N = N_0 - (N_0 - N_1) \exp \left[-\frac{b}{a+1} (V^{a+1} - V_1^{a+1}) \right] \quad (1)$$

N : AE発生数

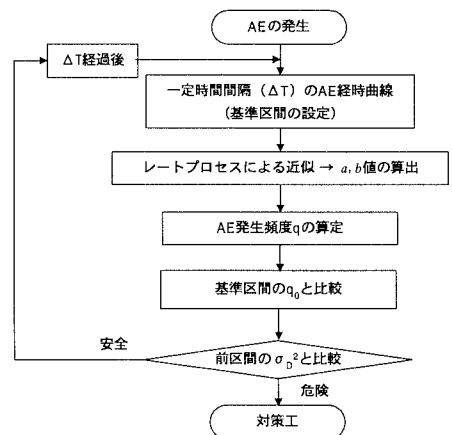
V : 崩壊度（傾斜レベル：％）

N₁ : 崩壊度 V₁ までの AE 発生累積数

N₀ : 崩壊時点（V=100％）における AE 発生総数

a, b : 定数

式(1)によりAE経時曲線を近似し、定数a、bを最小二乗法により算定する。これにより求められる正規化されたAE発生確率PおよびAE発生頻度qが次式で与えられる。



図－2 σ_D^2 算定のフローチャート

キーワード：アコースティック・エミッション、岩盤斜面、レートプロセス、崩壊予測

連絡先：〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1 徳島大学工学部 TEL 0886-56-7343 FAX 0886-55-9047

$$P = 1 - \exp\left(-\frac{b}{a+1} V^{a+1}\right) \quad (2), \quad q = (1 - P(V)) \cdot f(V) = \exp\left(-\frac{b}{a+1} V^{a+1}\right) \cdot b V^a \quad (3)$$

ここでは、紙面の都合上、斜面角度 65° について発生確率 P を用い AE と斜面表面変位を比較し、AE 発生頻度 q を用い斜面崩壊を定量的に予測する方法を検討する。発生頻度による崩壊予測指標として次式に示す分散値を各時間間隔ごとに算出し、その変化程度に着目する。 σ_D^2 算定の一連のフローを図-2 に示す。

$$\sigma_D^2 = \frac{1}{n} \sum (\log q - \log q_0)^2 \quad (4)$$

(q は、傾斜増加度 $V=1\sim 50(\%)$ 間について 1%ピッチで考慮する。 $n=50$)

4. 結果と考察

図-3 は、AE 発生挙動の解析結果を示す。横軸は崩壊角度を 100% とした傾斜レベル、縦軸は AE 累積数を示している。同図より、解析結果と実験時の挙動はほぼ一致していることがわかる。したがって、斜面崩壊に至る AE 発生過程は、傾斜角度の増加にともない変化する確率過程として考慮できる。

図-4 は、傾斜レベルと式(2)により算定した AE 発生確率および斜面変位の発生確率の関係を示している。ここで、斜面変位の発生確率は、一定時間（1 秒）ごとに得られる変位量に対し、AE と同様に式(2)により算定した結果である。同図より、傾斜レベル 70% まで AE と斜面変位の発生率に大差はみられないが、斜面変位の発生率が 50% を越えるのは、傾斜レベル 95% 時であるのに対し、AE 発生率 $P(V)$ では、傾斜レベル 90% 時となっている。これは、斜面変位が斜面表面のみの挙動に対応しているのに対し、AE では斜面内部の破壊現象と対応しており、破壊の進行に敏感なパラメータであることに起因していると考えられる。したがって、斜面崩壊予測を行う場合、斜面内部の挙動を把握することが重要であると考えられる。

図-5 は、各傾斜レベル区間における崩壊度指標値 σ_D^2 および改良 b 値³⁾を表している。ここで、 σ_D^2 は式(4)により傾斜レベル 65~70% 区間を基準とし、それぞれ算出している。同図より、 σ_D^2 は傾斜レベルの増加とともに大きくなっていることがわかる。特に、85~90% 区間において σ_D^2 が急増しており、その後崩壊に至る 100% までその程度はさらに大きくなっている。また、改良 b 値の低下を示す区間とも一致している。したがって、 σ_D^2 に着目することにより、斜面崩壊の危険性を判定するための有効な手段となり得ると考えられる。

5. まとめ

斜面崩壊を予測する方法として、斜面内部の AE 発生挙動にレートプロセス解析を適用することが有効であり、崩壊度指標値 σ_D^2 を用いることによりリアルタイムに斜面崩壊の監視が可能であることが確認された。

参考文献

- 1) 藤井他：不連続性…第 11 回アコースティック・エミッション総合コンファレンス論文集, 日本非破壊検査協会, pp.257-262, 1997.
- 2) 油野他：AE 発生特性…第 5 回地下と土木の AE 国内コンファレンス論文集, 資源・素材学会, pp.116-122, 1993.
- 3) 塩谷他：土質材料への…第 5 回地下と土木の AE 国内コンファレンス論文集, 資源・素材学会, pp.40-47, 1993.

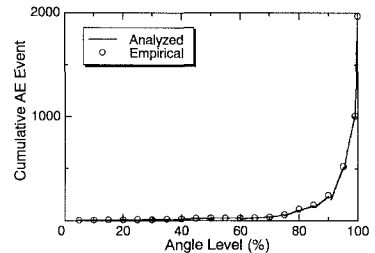


図-3 AE 発生挙動の解析結果

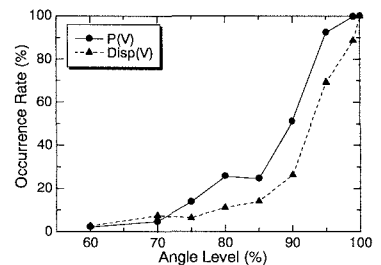


図-4 AE および変位の発生確率

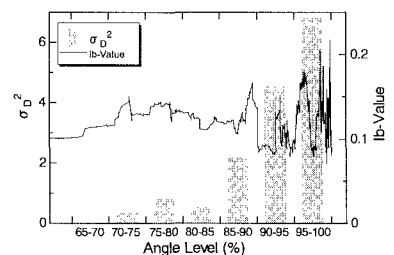


図-5 σ_D^2 および改良 b 値