

Ⅲ-406

A E レートプロセス理論による斜面崩壊の時間予測

飛鳥建設(株)技術本部 正 員 塩谷智基
建設省 四国地方建設局 正 員 青木朋也
徳島大学工学部 正 員 藤井清司

1. はじめに 著者らは、斉藤¹⁾によって提案された斜面表面ひずみの第3次クリップ領域での図式解法を、A E 経時曲線に適用し、崩壊時間の予測を行ってきた。その結果、変位曲線と類似した変化傾向を示す A E イベントの経時曲線に図式解法を適用することによって、崩壊時間の予測が可能となることが明らかとなった²⁾。一方、A E の発生挙動にレートプロセス理論を適用することで、コンクリートの劣化度判定を行う手法³⁾が、大津により提案されており、レートプロセス理論におけるレート値 a の正負に着目した劣化度判定が有効であると報告している。

ある時点での A E 発生率が、それまでの発生過程に依存する現象に適用可能なレートプロセス理論は、斜面崩壊の時間予測にも適用が可能であると考えられる。本研究では、基礎段階として傾斜箱による斜面の崩壊実験から得られる A E イベントの経時曲線の各傾斜レベルにレートプロセス理論の近似式を適用した。そして、斜面崩壊時間を予測し、斜面変位を用いた予測結果と比較検討した。

2. 実験概要 本実験に使用したモデル斜面とウェーブガイドの埋設状況を図-1に示す。なお、詳細な実験方法、試料物性値などは参考文献を参照されたい。ウェーブガイド(アルミニウム製、 $L=300\text{mm}$ 、 $\phi=8\text{mm}$)は、砂層上面から200mmの位置の傾斜箱中央に斜面作成と同時に埋設した。A E は、ウェーブガイド両端に取付けられた A E センサー(共振周波数150kHz)により検出した。また、崩壊時間予測に用いる A E イベントの経時曲線は、図中に示す A E センサー(#1)より取得された A E から算出した。

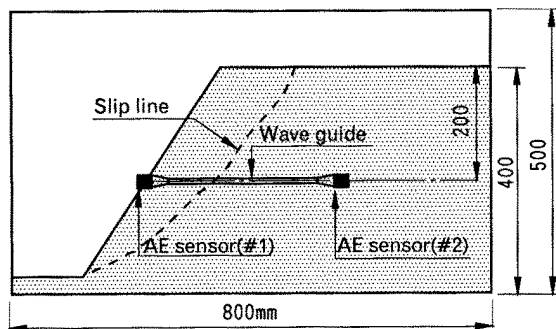


図-1 ウェーブガイド埋設状況

3. レートプロセス理論 大津は、コンクリート供試体の一軸圧縮試験下での A E 発生挙動は、微小ひび割れの発生過程と対応していると考え、A E 発生数 N と破壊荷重に対する荷重レベル $V(\%)$ の関係を、

$$N = C V^a \exp(bV) \quad (1)$$

の式で表している。つまり、一軸圧縮試験のある荷重レベルに対する A E 発生挙動を、式(1)で近似することにより各パラメータが決定できる。ここで、 a 、 b は定数、 C は積分定数であり、これらは各荷重レベルでの A E 発生数によって、最小二乗法により決定することができる。本研究では、これらの関係を崩壊時間予測に適用するために、傾斜箱実験において10秒間に発生した A E イベント数と、A E 発生時間との関係に式(1)を適用し、崩壊時間の予測を行った。図-2は、実験によって得られた A E イベントの経時曲線(実線)と式(1)により近似した曲線(点線)を示す。この場合、相関係数 $r=0.985$ となり、A E イベントの経時曲線は式(1)に当てはまることが確認された。

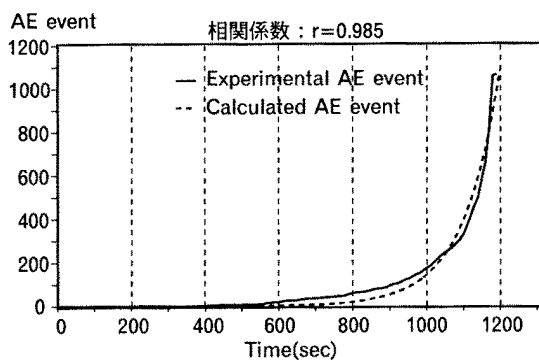


図-2 A E 累積曲線(実験値と解析値)

図-2は、実験によって得られた A E イベントの経時曲線(実線)と式(1)により近似した曲線(点線)を示す。この場合、相関係数 $r=0.985$ となり、A E イベントの経時曲線は式(1)に当てはまることが確認された。

4. 崩壊時間の予測結果 図-3～図-6は、崩壊角度に対する傾斜レベル(%)が80(%)、85(%)、90(%)、95(%)

までのAEイベントデータを用いて式(1)によりそれぞれレート解析を行い、解析傾斜レベル以降のAE経時曲線を予測した結果である。なお、崩壊予測時間は実崩壊時間におけるAEイベント総数：1063個に至るときの時間として算出し、以下の考察を行った。図中には、実際に斜面が崩壊した時間（1190秒）とそれぞれの傾斜レベルにおける崩壊予測時間を示している。

図-3、図-4は、傾斜レベル80%、85%までのAEイベントデータを用いた崩壊時間の予測結果である。崩壊予測時間は、1220秒、1210秒がそれぞれ得られており、実崩壊時間（1190秒）と比較すると3%以内の誤差範囲で予測できた。一方、傾斜レベル90%、95%までのAEイベントデータを用いた崩壊時間の予測結果は、相関は良いものの崩壊予測時間が1240秒、1230秒となり、実崩壊時間との誤差が若干大きくなっている。ここで、最適な基準時間が判明していると仮定し、斜面表面変位⁴⁾およびAE経時曲線²⁾に斉藤の図式解法を適用した場合、同誤差の範囲内となる傾斜レベルは92%（崩壊の100秒前）以降となる。したがって、レート解析理論（式）は斜面の崩壊時間予測に十分有用な予測手法であると考えられる。

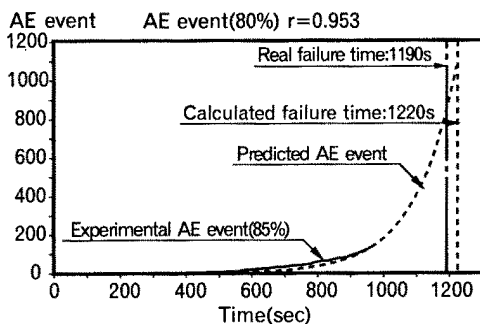


図-3 崩壊予測結果（AEデータ80%）

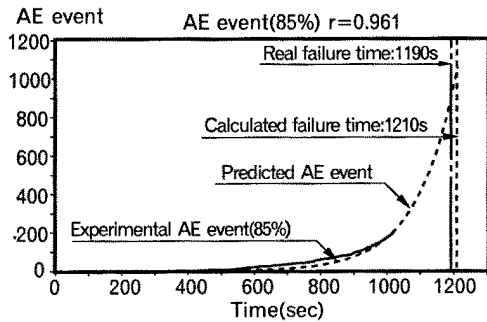


図-4 崩壊予測結果（AEデータ85%）

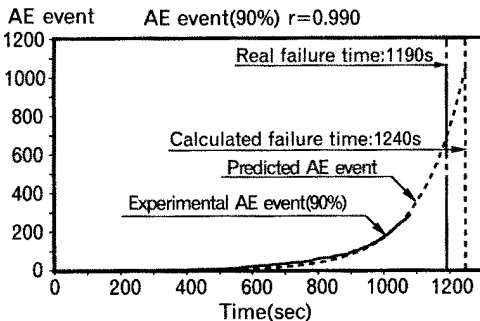


図-5 崩壊予測結果（AEデータ90%）

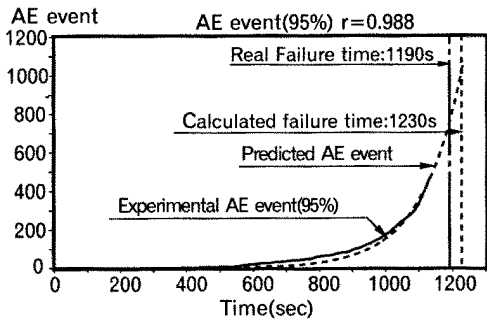


図-6 崩壊予測結果（AEデータ95%）

5. 結論 AEイベントの経時曲線にレート解析理論を適用し、崩壊時間の予測を行い以下の結論が得られた。

- ① AEイベントの経時曲線は、大津により提案されたレート解析式により近似可能である。
- ② AEイベント、および、斜面表面変位を用いた図式解法による崩壊時間予測に比べ、レート解析式による予測の方がより早期に精度の良い予測時間を与えることが明らかとなった。
- ③ レート解析理論を斜面のAE計測結果に適用することで、崩壊時間が予測できる可能性があることが明らかとなった。

【参考文献】

- 1) 斉藤: 斜面崩壊発生時期の予知に関する研究, 鉄道技術研究報告, No. 626, 1968.
- 2) 塩谷, 青木: AE経時曲線を利用した砂質土砂面の崩壊時間予測, 第30回土質工学会研究発表会投稿中
- 3) 大津, 森永: コア供試体のAE発生特性に基づいたコンクリート構造物の劣化度判定, 土木工学におけるAE研究発表会, No. 87, 1988.
- 4) 塩谷, 青木: AE振幅分布を利用した斜面崩壊時間予測, 土木学会第49回年次学術講演会発表概要集, 1994.