

斜面崩壊データベースに基づく損傷度曲線の高度化

東京都市大学 学生会員 ○堤 海人
東京都市大学 正会員 吉田郁政

1. はじめに

わが国では近年の地震災害において、斜面崩壊事例が多く報告されている。斜面災害の多くは勾配、地形、降雨、地質構造など複数の要因が関連しあって発生している。近年では、2004年新潟県中越地震、2008年岩手・宮城内陸地震で多くの斜面崩壊が発生し被害が報告¹⁾されている。

斜面崩壊の危険度を予測するため、斜面崩壊と地震動強度の関係を明らかにすることが有用である。斜面崩壊危険度予測を行うにあたり、有効な手法の一つとして損傷度曲線（フラジリティカーブ）がある。本研究では既往の斜面崩壊のデータベースをもとに損傷度曲線のモデル化を試みる。

2. 損傷度曲線とデータベースの概要

損傷度曲線とは、地震動の大きさと損傷割合との関係を表したものである。本研究では損傷割合を斜面崩壊発生比率、地震動強度を最大加速度とする。

二つの地震の斜面崩壊に関するデータとして、中央大学国生研究室の斜面災害データベース²⁾を用いる。2004年新潟中越地震では4321箇所、2008年岩手・宮城内陸地震では1812箇所の斜面崩壊地点について崩壊面積や傾斜、方向、地質、各崩壊地点の緯度、経度などの詳細なデータがまとめられている。

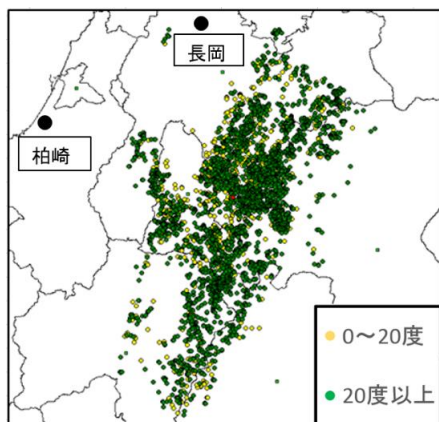


図-1 2004年新潟県中越地震の斜面崩壊分布

本研究では、これらのうち崩壊面積、位置、勾配の情報を使用する。図-1に2004年新潟県中越地震の斜面崩壊の分布を示す。

3. 損傷度曲線の算定方法

(1) 距離減衰式による最大加速度の算定

本研究では、損傷度曲線の横軸となる最大加速度を司・翠川距離減衰式を用いて算定したものを使用する。司・翠川距離減衰式を式(1)に示す。

$$\log_{10} A = 0.5M_w + 0.0043H + 0.61 \cdot \log(R + 0.0055 \cdot 10^{0.5M_w}) \cdot 0.003R \quad (1)$$

ここで、 A ：最大加速度、 M_w ：モーメントマグニチュード、 H ：震源深さ、 R ：震央距離である。

(2) 斜面崩壊発生比率の算定

各勾配の斜面崩壊発生比率は、分子を各勾配の崩壊面積、分母を各勾配の全面積として算出する。分子の崩壊面積は、斜面災害データベースから対応する地震動強度、斜面勾配についての崩壊斜面の面積を算定する。分母の全面積は、対象地域を50m×50mのメッシュに対応して与えられる国土地理院の標高データから斜面勾配を求め、各勾配の斜面の面積を算定する。

(3) 損傷度曲線のモデル化

算出した斜面崩壊発生比率と最大加速度から対数正規分布に従った損傷度曲線のモデル化を行う。図-2に、斜面勾配を5つに分けた場合の標準化変数（斜面崩壊比率を正規累積分布関数の逆関数で算定した値）と最大加速度の対数との関係を示す。おおむね直上に分布しており対数正規分布によるモデル化が妥当であることがわかる。この分布の近似直線の切片が中央値、傾きが標準偏差となる。

図-3に2004年新潟県中越地震の損傷度曲線の中央値と斜面勾配の関係図を示す。勾配が大きくなると中央値が小さくなり、また、2つの地震でほぼ同様

キーワード 斜面崩壊 損傷度曲線 距離減衰式 斜面崩壊発生比率 高度化

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL. 03-3703-3111

の関係が得られていることがわかる。しかし、図-3の各勾配の中央値は図-2の各勾配の近似線のy切片に相当しており、データが全くないところで算出していることになる。そこで、本研究では特性値 A500 を最大加速度 500gal に対応する標準化変数の値と定義して、斜面勾配との関係を検討した。

4. 算定された損傷度曲線

中央値と勾配の相関係数は2004年新潟県中越地震が0.874であり、2008年岩手・宮城内陸地震が0.957であった。それに対して、特性値 A500 と勾配の関係を図-4、その関係を用いて算定した勾配別の損傷度曲線を図-5に示す。このように勾配に応じた損傷度曲線が得られており、30度以上の急勾配斜面では1000gal以上の地震動に対して斜面崩壊が多く発生するという直感にも合致する結果が得られている。

A500 から算出した場合相関係数(図-4)は2004年新潟県中越地震の相関係数は0.874から0.925に上がり、2008年岩手・宮城内陸地震の相関係数は0.957から0.943へわずかに下がる結果となった。つまり、相関係数を見る限り、中央値を用いても A500 を用いても大差はない。

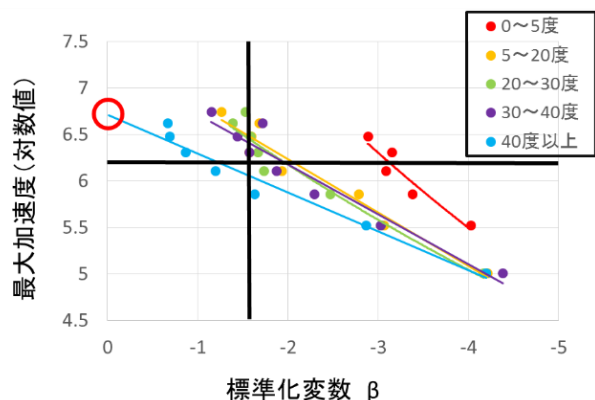


図-2 2004年新潟県中越地震の最大加速度と標準化変数の関係(対数正規分布)

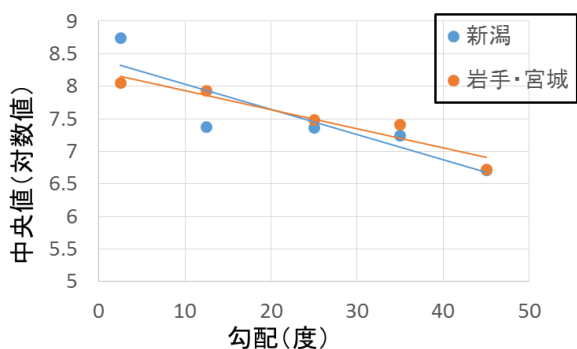


図-3 中央値と勾配の関係(対数正規分布)

5. まとめ

斜面崩壊に関するデータベースから統計的に損傷度曲線の算定を行った。斜面勾配との関係について中央値を用いても A500 を用いても大差はなかったが、今後、勾配をさらに細かく分割した検討を予定しており、その場合にはデータのある領域で定義している特性値 A500の方が妥当な結果を与えると予想している。

参考文献

- 1) 國生ら：2004年新潟県中越地震における斜面災害の要因分析，第35回土木学会関東支部技術研究発表会，2008。
- 2) 中央大学國生研究室斜面災害データベース，
http://www.civil.chuou.ac.jp/lab/doshitu/top/top_jp.html。
- 3) 司宏俊，翠川三郎：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式，日本建築学会構造系論文報告集，第523号，pp.63-70，1999。

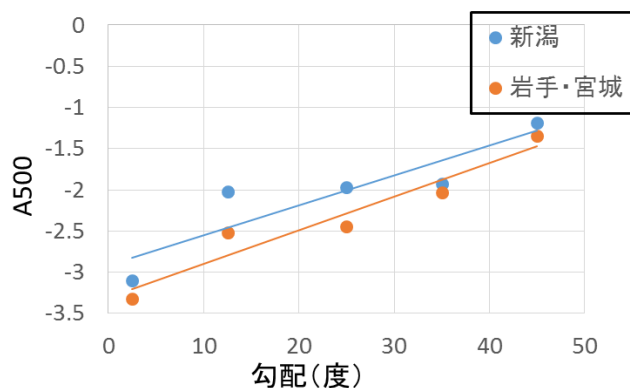


図-4 A500 と勾配の関係(対数正規分布)

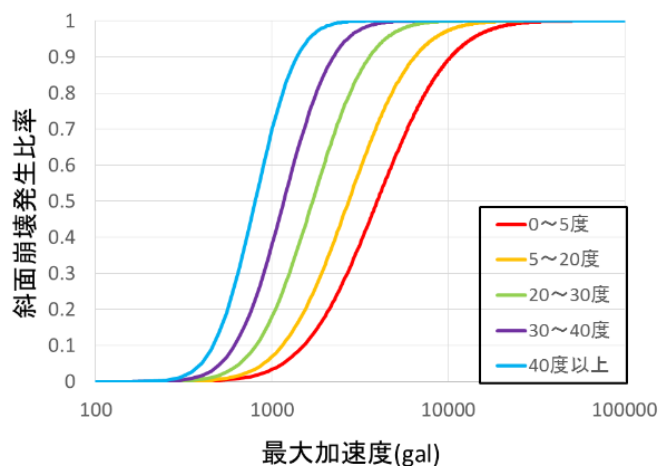


図-5 A500 から回帰した損傷度曲線