

中越地震における斜面災害の分析

長岡技術科学大学 正会員 ○大塚 悟

1. はじめに

2004年に発災した新潟県中越地震（以降、中越地震と記載する）の大規模斜面災害¹⁾について、高密な基盤情報、調査情報に基づいて、地理情報システム（GIS）による斜面災害の分析を実施した結果を報告する。

2. 斜面災害の基盤情報

（独）防災科学研究所は中越地震による斜面災害の抽出、整理²⁾を実施し、航空写真の分析および現地踏査から、斜面崩壊を表層崩壊（深度1m以内）、浅層崩壊および深層崩壊に分類した。同データの分析に、国土地理院標高データ（2mDEM）、地質図、（独）防災科学研究所による全国地すべり地形分布図データベースを用いた。研究の特徴は斜面崩壊特性を崩壊規模に分類して、崩壊発生率（面積比率）により分析する点にある。

3. 斜面災害特性の分析

図-1に地質種別の斜面崩壊の面積および発生率を示す。表層崩壊は礫岩・安山岩を除外すると地質によらずにほぼ同様の崩壊発生率を示すのに対して、浅層崩壊は砂岩泥岩互層や地すべり地形でやや高い発生率、深層崩壊は地すべり地形で高い発生率を示した。図-2に地層傾斜に起因する斜面構造と崩壊発生率を崩壊タイプ別に整理した。表層崩壊、浅層崩壊は流れ盤や受け盤構造によらずにほぼ同じ崩壊発生率を示すが、深層崩壊は流れ盤構造や地すべり地形で発生率の高い結果となった。図-3に斜面傾斜角による崩壊発生率を崩壊タイプ別に整理した。浅層崩壊および深層崩壊は斜面傾斜角が 30° で崩壊発生率はピークを示すのに対して、表層崩壊は斜面傾斜角度が大きいほど崩壊発生率が大きくなる結果が得られた。現地は高度に地すべり地形が発達していることから、地質分類に地すべり地形を加えて整理している。

4. 表層崩壊の逆解析による震度係数、地盤強度の推定

震源断層からの距離を用いて斜面の崩壊率を崩壊タイプ別に整理した結果を図-4に示す。表層崩壊および浅層崩壊は崩壊発生率が断層からの距離と線形的な相関関係を示すのに対して、深層崩壊は断層から3km地点で崩壊発生率が著しく低下し、その後距離に応じて崩壊発生率は上昇した。深層崩壊は崩壊発生率が流れ盤構造や地すべり地形の影響を受ける。図-5は表層崩壊について、斜面勾配による斜面崩壊率を震源断層からの距離で整理したものである。斜面勾配の大きいほど崩壊率は高く、断層からの距離に応じてほぼ線形に低下する。この結果を用いて、①表層地盤は地質によらずに強度が正規分布する、②震度係数は断層からの距離に応じて低下し、各距離では正規分布を示す、ことを仮定して強度および震度係数を逆解析した。正規分布の特性は表-1を仮定した。表層崩壊の深度は正規分布を仮定して3つの事例解析を実施した。図-5の計測結果と残差の2乗を最小にする条件で最適化した結果を表-2に示す。

5. まとめ

中越地震の斜面災害の分析から、斜面の崩壊タイプ（表層崩壊、浅層崩壊、深層崩壊）による崩壊率を地質、斜面構造、震源断層からの距離で整理した。表層崩壊は地質や斜面構造によらずに斜面勾配と断層からの距離に基づいて正規分布する性質を明らかにして、斜面表層の地盤強度および震度係数を逆算した。

参考文献

- （社）日本地すべり学会(2007)：中山間地における地震斜面災害－2004年新潟県中越地震報告(1)－。
 （独）防災科学研究所(2008)：2004年新潟県中越地震による斜面変動分布図、防災科学技術研究所研究資料、317号。
 Bandara S. and Ohtsuka S.(2017): Analysis of wide area landslides induced by 2004 Mid Niigata prefecture earthquake in Japan, *Landslides*, Vol.14, No.6, 1877-1886.

キーワード 斜面崩壊, 地震, 災害分析, 静的震度, 表層強度

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1 長岡技術科学大学 TEL 0258-47-9633

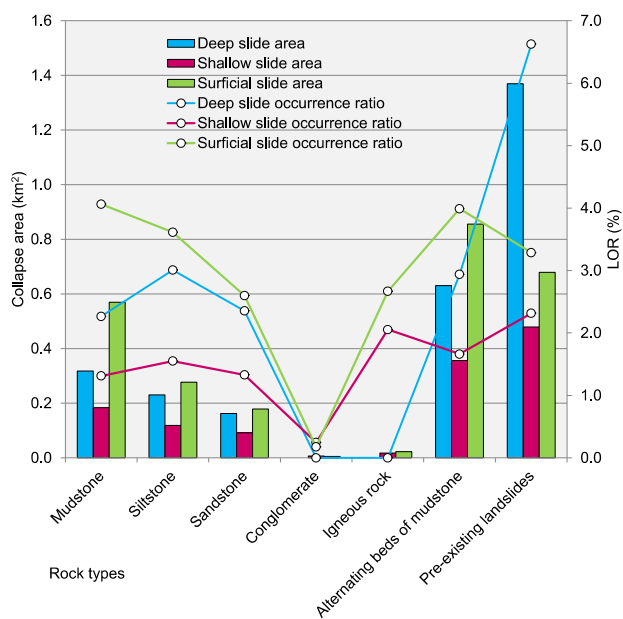


図-1 地質別の斜面崩壊面積および発生率

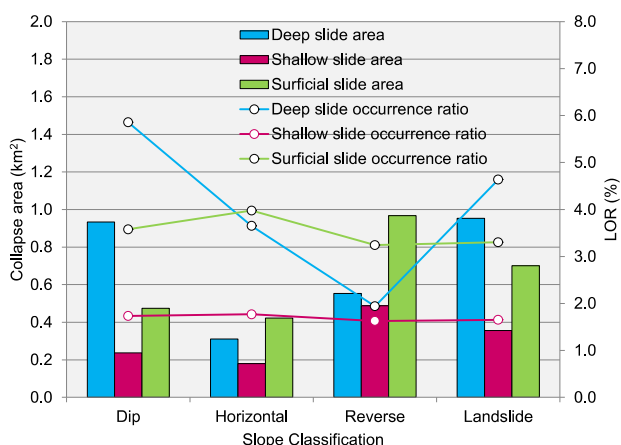


図-2 崩壊タイプによる斜面構造と崩壊発生率

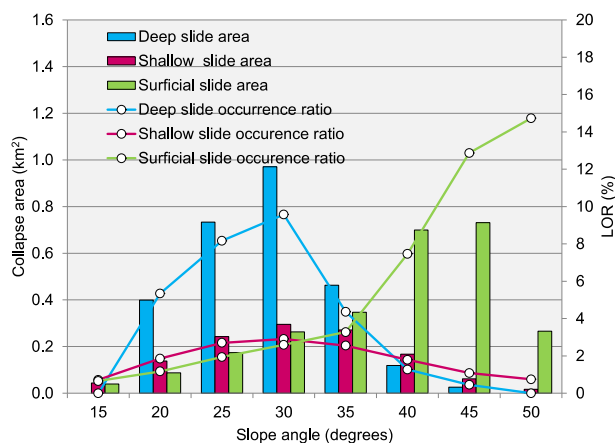


図-3 崩壊タイプによる斜面傾斜角と崩壊発生率

表-1 表層崩壊の逆算条件

Parameter	Mean	COV
$h(m)$	0.8	0.2
	0.9	0.2
	1.0	0.2
k_h	0.22	
	0.32	
	0.42	
$\gamma_t(kN/m^3)$	17.5	0.1 (Kulhawy et al. (1991))

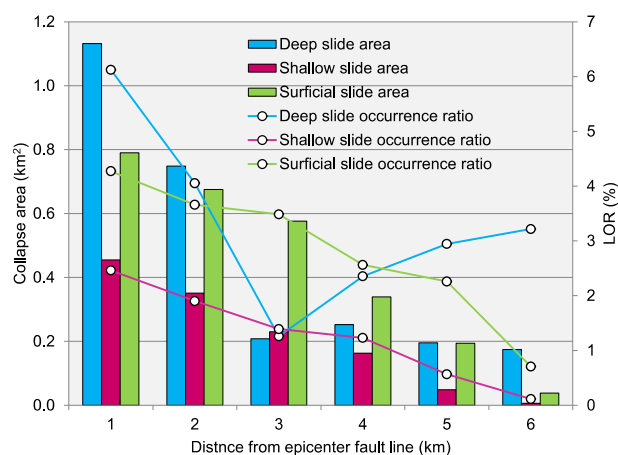


図-4 崩壊タイプ別の断層からの距離と崩壊発生率

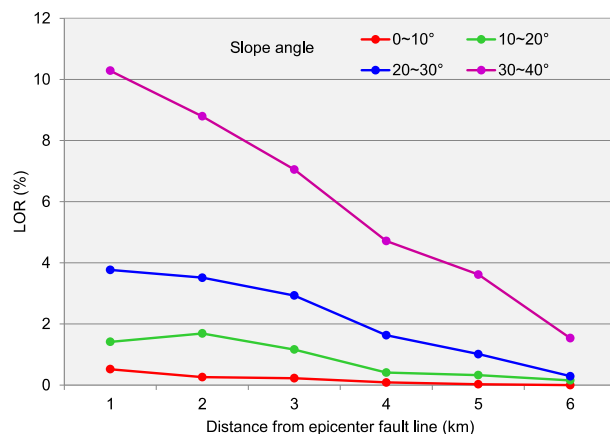


図-5 斜面傾斜角別の断層からの距離と崩壊発生率

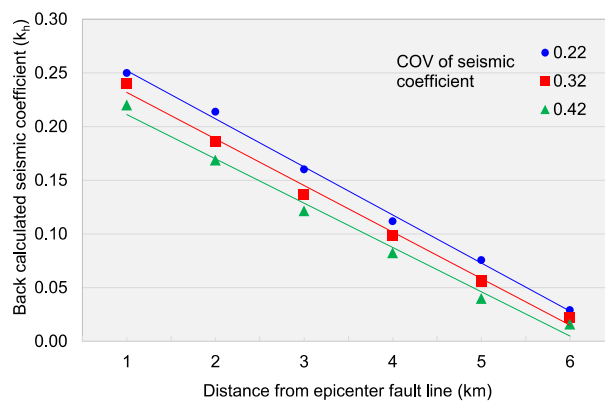


図-6 表層崩壊の逆算深度係数

表-2 表層崩壊の逆算結果

$h(m)$	COV	d=1	2	k_h 3	4	5	6	S
0.8	0.22	0.260	0.221	0.169	0.124	0.077	0.035	14.63
	0.32	0.250	0.204	0.145	0.101	0.058	0.030	14.81
	0.42	0.240	0.188	0.126	0.080	0.042	0.025	15.06
0.9	0.22	0.250	0.214	0.160	0.112	0.076	0.029	16.46
	0.32	0.240	0.186	0.137	0.099	0.056	0.022	16.67
	0.42	0.220	0.169	0.121	0.082	0.040	0.016	16.94
1.0	0.22	0.240	0.198	0.154	0.110	0.070	0.025	17.76
	0.32	0.230	0.177	0.134	0.090	0.054	0.018	17.96
	0.42	0.220	0.160	0.110	0.080	0.037	0.010	18.22

d : Distance from epicenter fault line (km)
 S : Shear strength of the weathered soil (kPa)