

I-554

大規模斜面崩壊時の推定地震動

建設省土木研究所 正員 栗原徹郎

" " 佐々木康

1はじめに

昭和59年長野県西部地震の際に御岳山中腹に発生した通称御岳崩れに見られるように、大規模な斜面崩壊はひとたび発生すると多大な人的物的被害をもたらす。地震に伴うこのような大規模斜面崩壊は、我が国において過去幾つかの地震で発生しており、またチリ、ペルー、アメリカ等の諸外国においても近年発生したことが知られている。大規模斜面崩壊の発生には崩壊箇所の地質的地形的素因が大きく効いているとともに、作用地震動も誘因として大きな影響を及ぼしていると考えられる。本文においては、大規模斜面崩壊の誘因となった地震の諸元を調査するとともに、崩壊斜面を含む尾根を三角錐山以し斜面に作用した地震動について弱干の検討を行なった結果について報告する。なお、本研究は建設省土木研究所が昭和60～61年度の2ケ年で科学技術庁振興調整費を以て実施している「地震に伴う大規模斜面崩壊に関する研究―崩壊の発生と崩壊土砂の流下機構の解明―」の一部である。

2対象斜面及び地震地震動

対象とした大規模崩壊斜面は、誘因となった地震が明らかである日本国内の10事例の地震であり、この中には長野県西部地震による4事例を含んでいる。図-1に大規模崩壊斜面の案内図を示す。過去の大規模斜面崩壊は、主に中部地方から北陸地方にかけての飛騨山脈、飛騨山地及び伊豆半島において発生している。また表-1には、大規模崩壊斜面地震諸元及び推定地震動の概要を示す。ここで崩壊土量、基盤地質は既往の文献を参照しており、地震諸元についても関東大地震以前の地震については参考文献(1)に依っている。また推定最大加速度を求めるに当っては(1)式及び(2)式を用いた。

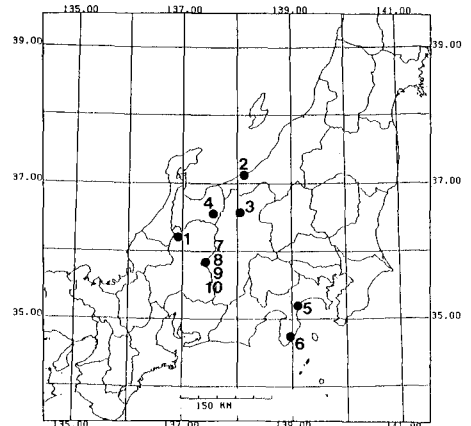


図-1 大規模崩壊斜面案内図

表-1 対象斜面及び地震諸元

NO	斜面崩壊名	崩壊所在地	崩壊土量 (m^3)	基盤地質	地震諸元							推定最大加速度 (cm/s^2)		備考
					地震名	発生年月	北緯	東経	震源深 (km)	規模 (M)	規模 (M)	水平	鉛直	
1	御岳山崩壊	岐阜県 大野郡白川村	25×10^6	濃飛流紋岩類	白山大地震	1586.1.18	36.0°	136.8°	—	7.9	26	373	127	地震諸元は参考文献(1)に依る
2	名立崩れ	新潟県西頸 城郡名立町	4×10^7	新第三紀 頁岩、砂岩、礫岩	高田大地震	1751.5.20	37.2°	138.0°	—	6.6	6	335	97	地震諸元は参考文献(1)に依る
3	岩倉山崩れ	長野県 長野市信濃町	4×10^6	新第三紀 砂岩、礫岩	善光寺地震	1845.5.8	36.7°	138.2°	—	7.4	17	360	115	地震諸元は参考文献(1)に依る 崩壊土量は尾川(1964)の土量
4	鳥山崩れ	富山県 中新川郡八幡町	1.1×10^6	花崗閃緑岩 交安山岩	安政大地震	1858.4.9	36.1°	137.2°	—	6.9	32	200	61	地震諸元は参考文献(1)に依る
5	根羽川崩壊	神奈川県 藤沢市	1.3×10^6	安山岩、流紋岩 火山砂岩	関東大地震	1923.9.1	35.2°	139.3°	—	7.9	47	253	87	地震諸元は参考文献(1)に依る
6	伊豆梨本	静岡県 賀茂郡河津町	2.7×10^6	凝灰岩、礫岩 交安山岩	伊豆越前地震	1978.1.14	34.46°	139.15°	0	7.0	28	233	70	地震諸元は気象庁発表値 崩壊土量は崩土除去量
7	作楽山崩れ	長野県 木曽郡王滝村	3.4×10^7	安山岩、流紋岩 砂岩、礫岩	長野県中部地震	1984.9.14	35.49°	137.32°	2	6.8	9	335	99	地震諸元は気象庁発表値
8	松越崩壊	"	2.3×10^5	花崗岩、閃緑岩	"	"	"	"	"	"	15	435	128	"
9	滝越崩壊	"	1.7×10^5	濃飛流紋岩類	"	"	"	"	"	"	9	335	99	"
10	御岳山崩壊	"	3×10^7	安山岩、流紋岩 火山砂岩	"	"	"	"	"	"	25	419	123	"

$$a_{\max}^H = 987.4 \times 10^{0.216M} \times (\Delta + 30)^{-1.218} \text{ --- (1)}$$

$$a_{\max}^V = 117.0 \times 10^{0.268M} \times (\Delta + 30)^{-1.190} \text{ --- (2)}$$

対象とした大規模斜面崩壊の崩壊土量は $2.7 \times 10^4 \sim 4.1 \times 10^8 \text{ m}^3$ であり、地震の規模は $6.6 \sim 7.9$ の範囲である。また崩壊地点までの震央距離は $1.5 \sim 47 \text{ km}$ 推定最大加速度は、水平方向について $200 \sim 435 \text{ gal}$ 、鉛直方向について $61 \sim 128 \text{ gal}$ となる。なお歴史地震のマグニチュードについては、その誤差が非常に大きいものであることに注意する必要がある。また(1)式及び(2)式は、岩盤又は岩盤までの洪積層の厚さが 10 m 未満の地点で観測された地震動の最大加速度値を重回帰分析することにより求めたものである。

3 斜面を含む尾根の三角錐近似

対象とした大規模崩壊斜面を含む尾根を図-2に示す三角錐ABCDにより近似した。なお蔵山崩れ(NO.4)及び根付川崩れ(NO.5)については、崩壊が2つ以上の尾根にわたって発生していることから、近似についても2つの尾根を対象とした。表-2に三角錐ABCDの諸元を示す。ここで l 及び w は AB 及び CD の水平面への投影長であり、 h は AB の鉛直面への投影長である。 l, h, w はそれぞれ $920 \sim 3630 \text{ m}, 200 \sim 1180 \text{ m}, 540 \sim 2730 \text{ m}$ となり、 AB の傾斜は $9 \sim 28^\circ$ 、 w/l は $0.29 \sim 1.36$ の範囲となっている。

4 作用地震動に関する検討

対象とした事例についてマグニチュードと震央距離の関係を整理した結果を図-3に示す。この図よりマグニチュードが小さい地震ほど震央近傍のみで大規模斜面崩壊が発生しており、その限界線は(3)式で表わされる。

$$\Delta = 10^{-13.9+2.22M} \text{ --- (3)}$$

次に尾根形状による地震動の増幅特性を予備検討する為に(4)式で表わされるパラメーター I を導入した。

$$I = h^2 / V_s w \text{ --- (4)}$$

ここで V_s は基盤岩のせん断波速度(m/sec)の推定値であり、パラメーター I は三角錐近似した尾根の固有周期に比例する量である。表-2に V_s 及び I の値を、また図-4に各事例の震央距離とパラメーター I の関係を示す。この図より御岳崩れ(NO.7)を除いて震央距離の小さい事例の I の値すなわち尾根の固有周期は小さくなっており、震央距離が大きくなるにつれ尾根の固有周期の上限値は大きくなっている。図中の限界線は次式で表わされる。

$$I = 0.28 \log \Delta \text{ --- (5)}$$

今後震央距離による地震動の卓越周期の変化とパラメーター I の関係について検討を行ってゆきたい。

- 1) 宇佐美 邦夫: 日本観測地震総覧, 東京大学出版会
- 2) 最大地震動及び地震応答スペクトルの推定法(404), 土木研究所資料, 1998
- 3) " (406), " , 2018

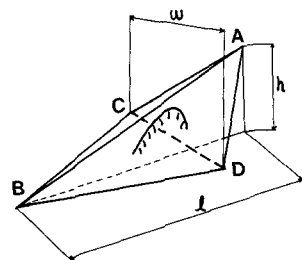


図-2 尾根の三角錐近似

表-2 三角錐近似した尾根諸元

NO.	l(m)	h(m)	w(m)	tan θ	w/l	Vs(m/s)	I	I/Vs
1	1670	870	960	28°	0.57	2000	0.39	
2	1830	320	2490	10°	1.36	700	0.058	
3	2500	400	2340	9°	0.94	700	0.098	
4	3630	920	2730	14°	0.75	3500	0.054	
"	3000	1180	1650	21°	0.55	3500	0.24	
5	2200	380	900	10°	0.41	1200	0.13	
"	3000	550	880	10°	0.29	1200	0.29	
6	1050	270	700	14°	0.67	1000	0.087	
7	1850	820	800	24°	0.43	1000	0.84	
8	1040	250	750	14°	0.72	2000	0.042	
9	920	200	540	12°	0.59	2000	0.037	
10	1800	300	970	9°	0.54	1000	0.093	

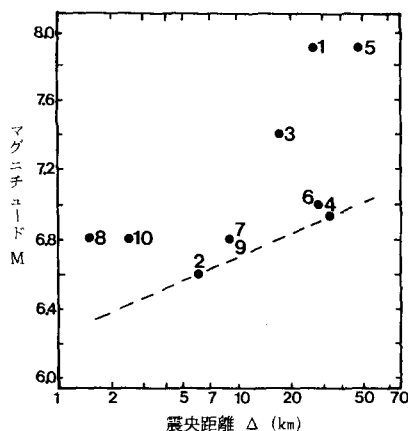


図-3 崩壊斜面の $M \sim \Delta$ 関係

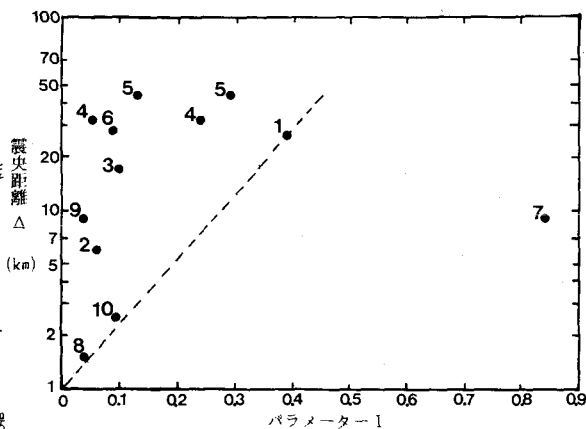


図-4 $\Delta \sim I$ 関係