

斜面の安定性に及ぼす地震動と地下水位の影響について

九州大学工学部 ○学 井料 達生 正 落合 英俊
正 林 重徳 学 梅村 順

1. はじめに 大規模な斜面崩壊は被害が激甚なものとなるので、事前に崩壊の規模、崩壊土砂の到達範囲を検討することが防災上重要となる。本文は、昨年来活動を続けている雲仙岳において、大崩壊の再発が懸念されている眉山の北東斜面を例に取り上げ、誘因として地震動の強さの増加と地下水位の上昇を考えたときの安定性の変化を解析して検討したものである。解析は、1792年の大崩壊を逆解析して求められた地盤定数を用いて行い、また、被害の及ぶ範囲となる崩壊土砂の到達範囲についても検討を行った。

2. 解析条件の設定 1)地震動：大規模な斜面崩壊では直下型地震に伴って生じたものが多い。このことから、このような斜面崩壊を検討する場合、上下動と水平動を同時に作用させた場合の安定性を検討することが必要であろう。そこで、直下型地震を想定し、上下動と水平動を同時に作用させる方法により解析を進めた。

2)地下水位：眉山の1792年の大崩壊においては、崩壊に伴って大量の地下水の出水が見られたといわれ¹⁾、地下水位の上昇が崩壊に何らかの影響を及ぼしたことが示唆される。ここでは、地下水位を、山頂(標高816m)直下で最も高くなるような地下水面形状を想定し、眉山の裾野にある井戸の水位を固定して、山頂直下の水位を変化させて考察した。

3. 解析結果 図-1では、地震動の強さの増加にともなう安全率の変化を、地震動を考慮しないときの安全率 F_{s0} と任意の地震動での安全率 F_{sd} の比 F_{sd}/F_{s0} と、地震動の強さとの関係で示したものである。地震動の強さが増加するにつれ、 F_{sd}/F_{s0} は著しく低下する。

また上下動が上向きの場合、下向きに比べ、地震動の増加に対する安全率の低下の割合が大きく、危険性が増すことがわかる。この結果から、防災の立場で危険側を考慮することにし、以下、 $k_v < 0$ を採用して検討を進めた。図-2は、地下水位の上昇と安全率の変化を地震動の強さ毎に示したものである。地下水位がある値を越えると安全率は低下し始め、その低下し始める地下水位は地震動の強さが強いほど低い傾向にある。また、その割合は地震動の増加による低下の割合よりも小さい。このため、地下水位と地震動が誘因となる斜面崩壊の安定性の検討において、安全率の低下には地震動の強さの増加が大きく作用すると判断され、この点に関しては地震動のみを検討すれば良いと考えられる。また図-3では、崩壊の規模を崩壊深さで代表させて、地下水位の上昇と崩壊深さの変化を地震動の強さ毎に示したものである。地下水位がある値を越えると崩壊深さが急激に深くなり、この場合も地震動の強さが増加すると、低い地下水位でも崩壊深さが大きくなる傾向にある。

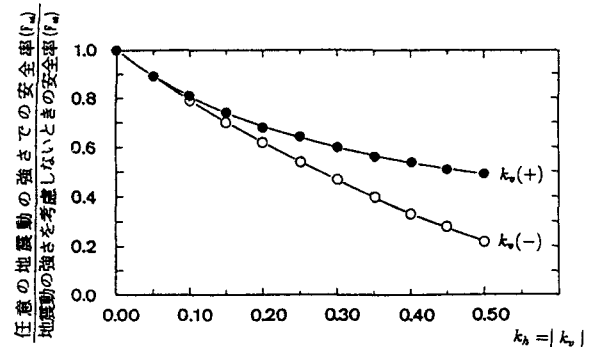


図-1 地震動の強さ(震度)の増加に伴う山腹斜面の安定性の変化

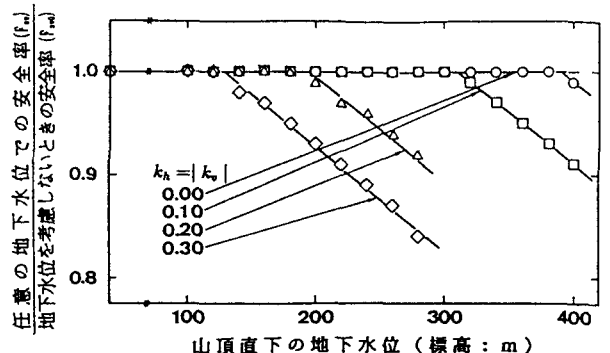


図-2 斜面の安全率変化に及ぼす地下水位の影響

従って崩壊の規模の拡大には、地下水位が大きな要因になるといえ、事前に崩壊の規模を検討する上での重要項目の一つに地下水位を考慮することが大切であると考えられる

4. 崩壊土砂の到達範囲 Scheidegger²⁾や森脇³⁾は、過去の崩壊事例を統計的に処理して、崩壊土砂量を用いた崩壊土砂の到達距離推定式を提案している。それらの崩壊事例をまとめ再検討したものが図-4である。ここでは、73事例について検討し、次の二つの推定式を求めた。

$$\log(H/L) = -0.106 \log V + 0.173 \quad (1)$$

$$H/L = -0.085 \log V + 0.921 \quad (2)$$

ここで、H：崩壊土砂流下高さ(m) L：崩壊土砂流下距離(m) V：崩壊土砂量(m³)

崩壊土砂量は、2. の解析より求めた崩壊縦断面と現地形から、図-5のように推定した。図中Type1は、崩壊縦断面を水平に延ばした場合、Type2は崩壊が北東斜面をはさむ五溪と六溪に及んだ場合の崩壊土砂量である。これらを用いて到達距離を推定すると表-1のようになる。

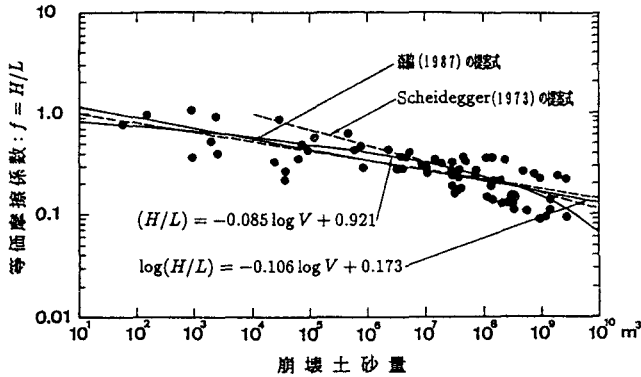


図-4 崩壊土砂量とH/Lの関係

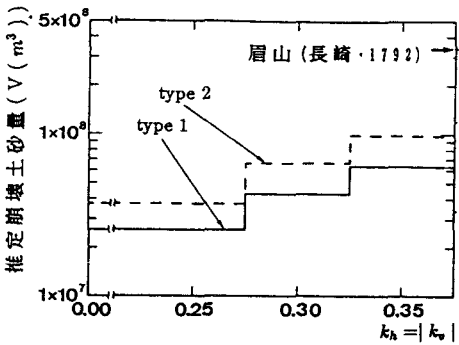


図-5 推定崩壊土砂量

表-1 崩壊土砂推定到達距離

	V(m³)	H/L (1)式	H/L (2)式	L(m) (1)式	L(m) (2)式
最大推定到達距離	9.83×10 ⁷	0.212	0.242	3850	3370
最小推定到達距離	2.59×10 ⁷	0.242	0.291	2930	2450

5. まとめ 本文で行った検討の結果をまとめると、以下のようになる。

- 1)地震動の増加は安定性に影響を及ぼし、安全率の著しい低下を招く。
- 2)地下水位の上昇は崩壊深さの変化に影響し、水位が高いほど崩壊規模は拡大する。
- 3)Scheidegger, 森脇らの崩壊土砂到達距離推定式をまとめ、到達距離の推定を行った。

関係各位には、眉山に関する多くの資料を提供して戴いた。ここに記して厚く感謝の意を表する。
参考文献)

- 1)片山信夫(1974)：九州大学理学部島原火山観測所研究報告，第9号。
- 2)Scheidegger, A. E. (1973)： Rock Mechanics 5, 231-236.
- 3)森脇 寛(1987)：地すべり，第24巻 第2号，10-16