

地震時の斜面の危険度評価法に関する研究(Ⅰ)

建設省 土木研究所 安江朝光 ○ 仲野公章

1. はじめに

斜面内の地盤は、常に静的せん断応力を受けているが、何らかの原因でこれが増加したり、あるいは地盤の強度が減少したりすることが崩壊の原因である。地震時に発生する斜面崩壊も例外ではなく、地震時に地盤に加わる慣性力によりせん断応力が増加すること、振動によって地盤が構造的に強度低下したり、あるいは地盤中の間隙(水)圧の上昇によって強度が低下することが崩壊の原因である。したがって、地震時の斜面の危険度は、基本的には常時の安全率、地震の加速度および振動による地盤強度の低下率に支配されると考えられる。以上の考えをベースにして、地震時の斜面の危険度評価法に関する研究を進めているが、今回は経験的な手法によるものを報告する。

2. 地震時崩壊斜面の特徴

近年の地震による斜面崩壊の資料および現地調査時の経験を整理すると以下のことが言える。(i)雨に弱い斜面は一般的に地震にも弱い。(ii)傾斜が急な斜面が弱い。雨に対しては安定しているオーバーハングした岩盤が、地震では崩落する例が見られる。(iii)雨と同様に、基盤上の表土層や強風化層などが、基盤との境界で崩壊しやすい。(iv)斜面途中の盛土は崩壊しやすい。(v)山腹斜面などで、降雨時に浸透水が斜面途中の表面に湧出する地点が頭部になることが多いが、地震ではこの地点より上方の稜線付近から崩壊する例が多い。

3. 既往地震災害への判定基準の適用

急傾斜地崩壊危険区域の地震に対する概查的な危険度評価のために、表-1を作成した。この表を昭和53年1月の伊豆大島近海地震により崩壊した沿道斜面202箇所および無作為抽出した非崩壊斜面155箇所¹⁾に適用し、素因要素点について整理(図-1)した。次に、表-2のように素因要素点で3ランクに分けて、このランク分けの意味を検討した。

調査対象道路の被災延長と無被災延長の資料から、各崩壊および非崩壊斜面の沿道中が一定かつ被災延長と崩壊中が等しいという仮定で沿道斜面の母集団を推定した

調査別	調査項目	項目区分	配点
①	斜面高(Hm)	5 ≤ H < 10	3
		10 ≤ H < 30	7
		30 ≤ H < 50	6
		50 ≤ H < 70	10
		70 ≤ H < 100	7
	斜面勾配(α)	1:0.6 ≤ α < 1:0.8	4
		1:1.0 ≤ α < 1:1.0	1
		1:1.0 ≤ α < 1:1.0	1
		1:1.0 ≤ α < 1:1.0	1
		1:1.0 ≤ α < 1:1.0	1
②	オーバーハング	構造物のある斜面のオーバーハングなし	4
		オーバーハングなし	0
		斜面の表面に転石、浮石が多い	10
		切土の面に土留が多い	7
		風化、変質キレツの発達した岩	6
	斜面の地盤	土留り・砂	5
		風化、変質した岩	4
		キレツの発達した岩	4
		土・砂	4
		陥没	1
③	表土の厚さ	0.5m以上	3
		0.5m未満	0
		なし	0
		なし	0
		なし	0
	湧水	なし	0
		年1回未満	3
		年1回以上	5
		なし	0
		なし	0
④	斜面の異状、変状	あり	a
		なし	c
		あり	a
		なし	c
		あり	a
	斜面安定工の異状、変状	あり	a
		なし	c
		あり	a
		なし	c
		あり	a
⑤	家屋等に被害を与えた落石、崩壊	あり	a
		なし	c
		あり	a
		なし	c
		あり	a
	斜面上の有害行為	顕著である	a
		若干見られる	b
		なし	c
		あり	a
		あり	a
⑥	斜面安定工による斜面の安定度	やや低い	a
		普通	b
		高い	c
		なし	c
		なし	c
	別注の到達距離と家屋の配置	L = m, H = m, L/H =	
その他特記事項			

表-1

素因要素点	素因要素点			
	18点以下	14~23点	24点以上	
管理要素	a	b	c	
①~⑦	a	b	c	
全部がc				

表-II

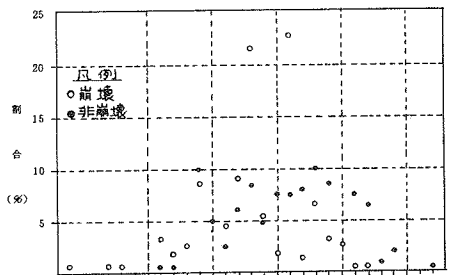
素因要素点	表-Iの判定			
	a	b	c	
a	A	A	B	
b	A	B	C	
c	B	C	C	

表-III

ランク	A	B	C
内容	危険度が低い	やや危険	危険度が高い

注: 1. 自斜面でまったく斜面安定工がない場合は管理要素の⑧を除いて表-Iで判定する。他の場合はすべて表-Iと表-IIにより判定する。
2. Cと判定された場合で(1)降雨に対する82年度総点検でもCランクだった場合(2)素因要素との距離が斜面高さの半分以上ある場合のいずれかを満たす場合は安全(C)とみなす。
3. 防止工完了斜面でも周辺の状況等で判断し、素因要素の①~⑦の項目はすべて採点する。

表-1 急傾斜地震対策斜面危険度判定基準



素因要素点

図-1 素因要素点の分布

ものが、表-2の①と②の欄である。続いて、各ランクの崩壊延長率をみたものが③の欄であり、B'およびA'ランクの崩壊率をC'ランクのもので除した値(相対的な危険度)が④の欄である。以上のことから、この例では素因要素点でA'、B'、C'のランク付けをしたということは、沿道斜面全体を占有率および崩壊危険度がA'(7.9%, 30.5), B'(83.7%, 7.0), C'(8.4%, 1.0)をもつ3区域に分類したという意味をもつと考えられる。

次に、崩壊の型別に表-1の調査項目に沿って斜面のパターンを整理したものが表-3である。

4 降雨に対する危険度判定基準との関係

既往の主に降雨に対する急傾斜地崩壊危険区域危険度判定基準²⁾と表-2との関係を調べるために、静岡、山梨、神奈川の3県で計61箇所の急傾斜地崩壊危険区域(主に自然斜面)を調査した結果が図-2である。全般的に両者の対応が良く、一般的には降雨に対して弱いと判断される斜面はこの判定基準でも弱いと判断されると言える。

なお、両者の危険度評価が対応しない図-2中のI~IIIのブロックの斜面のパターンは、Iブロック; 斜面高10m以上、勾配が45°以上、表土が発達しかつ玉石転石がない斜面、IIブロック; 斜面高が10m以上、勾配が45°未満、表土の発達もなく地盤が風化変質した岩以下の斜面、IIIブロック; 斜面高が10m未満、勾配が45°以上、表土が発達し地盤がレキ混り土砂の斜面である。

5 あとがき

地震に対する斜面の危険度評価法に関して点数制による概査的評価手法について述べたが、対策工が地震時の斜面の安定に果たす役割の評価の問題が残っている。このことおよび安定解析等の精査的な危険度評価法については現在研究を進めており、次の機会に報告したい。

最後になったが、貴重な資料を提供していただいた建設省土木研究所地震防災部耐震研究室および急傾斜地の現地調査に多大な御協力をいただいた静岡、山梨、神奈川各県の関係各位に対して、深く感謝の意を表したい。

〈参考文献〉

- 1) 日本道路協会; 道路の震災対策に関する調査報告(Ⅰ)(1979.3) および(Ⅱ)(1979.9)
- 2) 例之ば 中村二郎編; 砂防・地すべり防止急傾斜地崩壊防止施工法 P481, 山海堂, 1978.11

種	素因要素ランク名	C'(13点以下)	B'(14~23点)	A'(24点以上)
①	崩壊例の割合(a%)	a' = 1.0	aB' = 7.03	aA' = 28.7
②	非崩壊例の割合(b%)	b = 9.6	bB' = 85.9	bA' = 4.5
③	母集団の分布 (c=6.19×b+a)	c' = 6.04	cB' = 60.20	cA' = 5.86
④	ランク別崩壊率(d=a+c%)	d' = 1.66	dB' = 11.7	dA' = 5.07
⑤	d' = 1.0とした場合 (dB'/d', dA'/d')	1.0	7.0	3.05
⑥	母集団の分布の割合(%)	8.4	83.7	7.9

表-2 各ランクの特性

崩壊の型	定義	斜面のパターン
I型	表土の肌落ち程度の小規模な崩壊	斜面高10m以内で6分以下の急勾配の切土斜面 崖根や表土などの土砂が小崩壊する 落石崩壊の頻度としては無の場合が多い
II型	ある程度の面的広がりをもつ深い崩壊	斜面高50m以上で斜面勾配が1割以上の切土のり面～自然斜面 風化変質岩の表層崩壊 表層及びゆるんだ崩壊土の層厚は0.5m以下が多い 落石崩壊の頻度としては年に1回未満が多い
III型	基盤には及ばない比較的深い崩壊	斜面高50m以上で斜面勾配が6分～1割程度の切土のり面～自然斜面 キレツの発達している岩や厚い崩壊土の崩壊 表土及びゆるんだ崩壊土の層厚は0.5m以上の場合が多い 落石崩壊の頻度としては年に1回未満～1回以上ある
IV型	基盤の割れ目や断層面に沿った崩壊	斜面高50m以上で斜面勾配は1割以上の切土のり面～自然斜面 キレツの発達した岩や風化、変質、キレツの発達しているもの 落石崩壊は年に1回以上ある場合が多い
落石		斜面高50m以上で斜面勾配が1割以上の自然斜面 自然斜面上の転石、浮石や風化、変質、キレツの発達した岩 落石崩壊は年に1回以上ある場合が多い

表-3 崩壊型別斜面のパターン

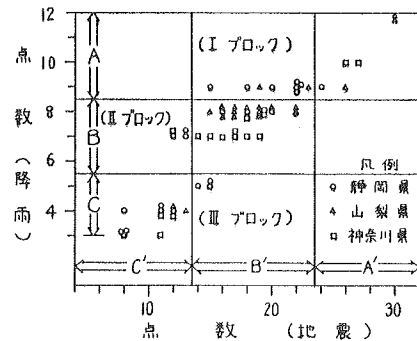


図-2 耐降雨と耐震判定基準の対応