

VI-171 一般化したS-P表を使った斜面崩壊危険度判定事例の分類

(株)エフ・ケー開発センター

正会員○広兼 道幸

関西大学工学部土木工学科 工博 正会員 三上 市蔵

復建調査設計(株)地質調査部

植田 哲司

1. まえがき

各省庁が提案している斜面の崩壊危険度の判定方法は、いずれも適用にあたりかなりの経験を必要とする。そこで、著者らはS-P表¹⁾を使って専門家の判定事例を整理し、事例に内在している経験的知識を有効に活用する方法²⁾について提案してきた。しかし、表-1に示すような判定要因³⁾をもとに、表-2に示す専門家の判定事例を、従来のS-P表を使って整理するためには、危険側に評価する危険ランクと安全側に評価する危険ランクの対応付けが必要となる。本論文では、S-P表の一般化を行い、これらの対応付けを行うことなく、危険ランクをそのままの形で整理する方法について提案している。

2. 一般化したS-P表

従来のS-P表は、表-1に示す危険ランク(a, b, c, d)を危険側(="1")と安全側(="0")の2値に置き換えて適用しなければならない。2値に置き換える場合、危険ランクaだけを危険側と評価するのか、危険ランクa, bを危険側と評価するのか、あるいは危険ランクa, b, cを危険側と評価するのかについては、技術者の主観的判断を必要とし事例に内在する経験的知識を十分に活用しているとは言えない。S-P表を一般化することで、これらの主観的判断を行わず事例に内在する経験的知識を十分に活用することが可能となる。一般化したS-P表は、危険ランクを2値に置き換えることなく、危険ランクaは危険側(="3")、危険ランクbはやや危険側(="2")、危険ランクcはやや安全側(="1")、および危険ランクdは安全側(="0")のような形で適用することができる。一般化したS-P表の整理結果は

表-1 危険度の判定要因

判定要因	項目	危険ランク
(1) 崩壊地の有無	① 大規模崩壊地がある	a
	② 崩壊地が多くある	b
	③ 崩壊地が少しある	c
	④ 崩壊地がない	d
(2) 崩壊前兆の有無	① 段落ち、亀裂、構造物の変位などの前兆がある	a
	② 上記の前兆がない	d
(3) 崖種など不安定土塊の存在状況	① 厚く存在する	a
	② 薄く存在する	c
	③ 存在しない	d
(4) 風化、変質の激しい岩の有無	① 風化、変質の激しい岩があり、上部は排水地形	a
	② 風化、変質の激しい岩があるが、①以外の場合	c
	③ 風化、変質の激しい岩がない	d
(5) 破砕帯の有無	① 破砕帯がある	b
	② 破砕帯がない	d
(6) 自然斜面の勾配	① オーバーハング状	a
	② 35°以上	b
	③ 25°~35°	c
	④ 25°以下	d
(7) ガリーの有無	① ある	b
	② ない	d
(8) 斜面土沢状窪みの有無	① 沢状窪みの出口が道路より上部に位置する。	a
	② 沢状部の表上、風化土が周辺部より比較的厚い	b
	③ 沢状窪みはあるが、②以外の場合	c
	④ 沢状窪みがない	d
(9) 斜面土質地形	① 凹型(集水地形)	b
	② 平型	c
	③ 凸型	d
(10) 斜面の縦断形	① オーバーハング状	a
	② 斜面付けおよび上部に平坦部がある	b
	③ 明瞭な遷急点、遷緩点がある	c
	④ ①~③以外	d
(11) 湧水の状況	① 多量の湧水がある	b
	② 湧き出し程度の湧水がある	c
	③ 湧水がない	d
(12) 道路による斜面の切り取り状況	① 厚い不安定土塊を切り取っている	b
	② 風化、変質の激しい岩盤を切り取っている	c
	③ 比較的新鮮な岩盤を切り取っている	d

表-2 専門家の判定事例

斜面番号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	危険度
1	②	①	①	②	②	②	②	④	②	③	①	①	A
2	④	②	①	②	②	②	②	④	②	②	②	①	B
3	④	②	②	③	②	②	②	④	③	④	③	②	C
4	④	②	①	②	①	③	②	②	②	③	③	④	B
5	③	②	①	①	②	②	②	④	①	③	③	①	A
6	③	①	①	①	②	②	②	④	③	②	①	①	A
7	④	②	②	②	②	②	②	④	②	④	③	③	C
8	④	②	②	②	②	②	②	④	②	④	③	③	C
9	③	①	①	②	②	②	②	④	③	①	④	③	B
10	③	①	①	③	②	②	②	④	③	①	④	③	B
11	④	②	①	③	②	②	②	④	②	③	③	③	C
12	④	②	①	③	②	②	②	④	③	①	③	③	B
13	④	②	①	③	②	②	②	④	②	③	①	①	B
14	③	②	②	③	②	②	①	④	①	④	②	③	B
15	④	②	①	③	②	②	①	④	②	④	②	③	C
16	④	②	①	③	②	②	②	④	③	④	①	①	B
17	④	①	①	③	②	②	②	④	③	①	③	②	B
18	③	②	①	③	②	②	①	④	②	③	③	①	B
19	④	②	①	③	②	②	②	④	②	③	③	①	B
20	④	②	①	③	②	②	③	②	③	①	③	③	B
21	③	①	①	③	②	②	②	④	②	③	③	③	B
22	④	②	②	③	②	②	②	④	③	③	③	③	C
23	④	②	②	③	②	②	①	④	①	③	③	③	C
24	④	①	①	②	②	②	②	④	③	①	④	③	B
25	④	②	②	①	①	②	②	④	①	④	①	①	A
26	④	②	②	②	②	②	①	③	①	④	①	①	B
27	④	①	②	③	②	②	②	④	②	④	③	③	C
28	②	①	①	①	①	②	②	④	②	④	③	①	A
29	②	①	①	①	①	②	②	④	②	④	③	①	A
30	②	①	①	①	②	②	①	④	③	③	③	②	A
31	③	①	①	②	②	②	①	④	①	③	②	①	A
32	④	②	②	②	②	②	②	④	③	③	②	②	C

表-3に示すような形で表される。表-3の行は斜面を表し列は判定要因を表す。記号 y_{ij} は各危険ランクに対応する数値("3" ~ "0")が代入され、 y_{i*} 、 y_{*j} はそれぞれの行列の数値を合計したものである。また、表-3の斜面 i に対する注意係数(CS_i)は

$$CS_i = \frac{\sum_{j=1, y_{i*}} (1 - y_{ij}) \times y_{*j} - \sum_{j=y_{i*}+1, n} y_{ij} \times y_{*j}}{\sum_{j=1, y_{i*}} y_{*j} - y_{i*} \times \sum_{j=1, n} y_{*j} \div n} \quad \dots\dots\dots (1)$$

で求めることができる。

3. 分類結果

一般化したS-P表を使って専門家の判定事例を整理し、各危険度の判定結果を分類した。まず、危険度A, B, Cの各判定事例を、一般化したS-P表を使って整理(判定パターン)する。次に、全ての斜面について危険度が判定されていないものと考え、各危険度の判定パターンにその斜面の判定パターンを追加し、式(1)を使って各危険度に対する注意係数を算出する。表-4に示す危険度は表-2の危険度で、危険側の総得点は各斜面に対する合計(y_{i*})を表す。判定結果A, B, Cの注意係数は上記方法により得られた注意係数である。表-4より、危険側の総得点が14以上となる斜面は危険度がAに分類され、総得点が12または13となる斜面は危険度がAまたはBに分類され、総得点が9~11となる斜面は危険度がBまたはCに分類されている。さらに、総得点が7または8となる斜面は危険度がBまたはCに分類され、総得点が6以下となる斜面は危険度がBに分類されている。ここで、総得点が12または13となり危険度がAまたはB、および総得点が7または8となり危険度がBまたはCに分類される可能性のある斜面については、注意係数の値が小さくなっている危険度に分類することができる。

4. あとがき

一般化したS-P表を使って専門家が行った判定事例を整理し、各危険度の判定事例を整理し分類することができた。分類結果は従来のS-P表を使った場合と同等、あるいはそれ以上の精度であることがわかった。また、一般化したS-P表を適用することで、各判定要因の該当する項目の危険ランクを従来のS-P表のように2値に置き換える必要がなく、事例に内在する経験的知識を十分に整理することが可能となった。

参考文献

- 1) 佐藤隆博：教育情報工学入門，コロナ社，1990.6.
- 2) 広兼道幸・植田哲司・三上市蔵：S-P表を使った自然斜面の崩壊危険度の判定，土木情報システムシンポジウム講演集，土木学会，pp.255-262，1991.10.
- 3) 財団法人道路調査会：地すべり及び斜面崩壊の防止対策の調査手法に関する研究，1977.3.

表-3 一般化したS-P表

結面		判 定 要 因					合計
番号	1	2		j		n	
1	y_{11}	y_{12}		y_{1j}		y_{1n}	y_{1*}
2		y_{21}					
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮	⋮
i	y_{i1}			y_{ij}		y_{in}	y_{i*}
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮	⋮
m	y_{m1}			y_{mj}		y_{mn}	y_{m*}
合計	y_{*1}			y_{*j}		y_{*n}	y_{**}

表-4 危険側の総得点と注意係数の一覧

斜面 番号	危険度	危険側の 総得点	判定結果A の注意係数	判定結果B の注意係数	判定結果C の注意係数
1	A	16	0.135	0.161	0.178
2	B	12	0.233	0.166	0.196
3	C	4	0.190	0.392	0.225
4	B	11	0.412	0.283	0.340
5	A	14	0.131	0.178	0.157
6	A	18	0.099	0.201	0.197
7	C	5	0.229	0.408	0.274
8	C	5	0.229	0.408	0.274
9	B	11	0.206	0.146	0.315
10	B	10	0.235	0.098	0.292
11	C	5	0.230	0.077	0.210
12	B	7	0.374	0.110	0.271
13	B	11	0.265	0.136	0.208
14	B	9	0.488	0.443	0.382
15	C	6	0.340	0.172	0.256
16	B	9	0.195	0.148	0.217
17	B	11	0.296	0.111	0.306
18	B	12	0.288	0.194	0.188
19	B	9	0.169	0.105	0.160
20	B	8	0.344	0.107	0.235
21	B	11	0.158	0.117	0.149
22	C	4	0.298	0.422	0.188
23	C	7	0.543	0.437	0.347
24	B	12	0.177	0.117	0.312
25	A	14	0.296	0.445	0.381
26	B	13	0.425	0.404	0.383
27	C	6	0.092	0.339	0.321
28	A	18	0.080	0.216	0.194
29	A	18	0.080	0.216	0.194
30	A	17	0.114	0.246	0.156
31	A	18	0.199	0.141	0.185
32	C	6	0.257	0.473	0.397