

京都大学工学部 正員 赤井若一
 京都大学工学部 正員 大西有三
 ○ 京都大学大学院 学生員 徳山清治

1. まえがき 岩盤斜面の崩壊は、斜面内に有する節理、層理、断層、クラック等の不連続面に大きく影響される。そこで 自然斜面のそれと比べて崩壊の形状も異なり、斜面内の不連続性から三次元的な取扱いが必要である。しかし 三次元的に解析を行うには、崩壊部分に作用する力の方向、大きさ等の量的把握に困難が伴うが

ここで述べるステレオネット(ワウフ網)により、その煩雑さは解消され、更に図上で安全率を求める事と之が可能となる。本報告では、ステレオネットによる解析例を示し、岩盤斜面の不連続性の影響と、ステレオネットの有用性を示すものである。

2. 解析 解析を施した現場は、知泉層が分布する四国の瀬戸内海側の地奥で、その地層構成は、硬質砂岩と、劣化頁岩とのリズミカルな互層から成っていて、層面スベリや、くさび型スベリが観測されている。

特に、流れ盤部下の道路用切取りを行う際、その勾配をいかにするかが問題とされている。解析に用いた斜面形

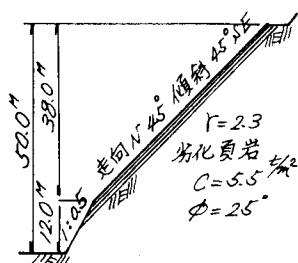


図-1

切取り勾配	$F = \tau_{crit} / \tau_{mob}$	層全体	クラック部分
1:0.3	2.99	2.43	
1:0.5	3.02	5.36	
1:0.8	3.26	5.37	

表-1

状は、図-1に見る通りである。まず層面スベリに対する検討を行うと、層面スベリが劣化頁岩層に生じている事から、この層での強度定数を用い、表-1の結果が得られる。この時硬質砂岩層に数多くのクラックが存在するのを考慮して、層全体での安全率と、ノリ肩にクラックがある場合のそれとを求めた。この結果より、層面スベリに対しては、安全であるが判る。次に、この斜面に多数の不連続面であるクラックや、くさび型スベリが見られる事から、ある不連続面を仮定し、このスベリに対する検討をステレオネットを用いて行、くさびの形状、各面の走向、傾斜は図-2、表-2に示す通りである。くさび部分に働く外力としては、自重 W と、岩盤斜面の崩壊では特にクラック内に水が浸透した時が危険である事と、当斜面の地層構成から硬質砂岩のクラックから雨水が浸透し、頁岩層により貯留されるのが予想されるので、水圧 P を考えた。この時の水圧分布は、図-3に示す分布をとるものと仮定する。くさび部分に働くこれら外力の大きさは、くさび部分の展開図を得る事でただしに求まる。この展開図は表-2に基づき、ステレオネット上で各面の位置の相互関係を知ら

れ決定する。その過程を図-4、図-5、表-3に示す。

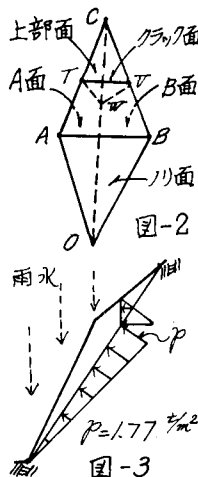


図-2

面	走向(N)	傾斜
上部面	45°	45°
前面	45°	63.4°
側面A	0°	65°
側面B	90°	65°
後面	50°	90°

表-2

外力	くさび部分	τ
自重	A O B C	52.95
	T W C	4.83
	A T V B O W	48.12
水圧	面 A T W O	20.55
	面 B T W O	20.14
	面 T W V	1.18

表-3

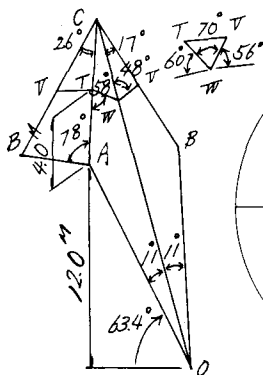


図-5

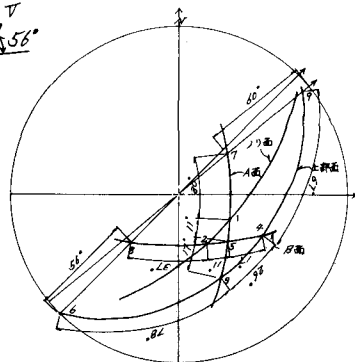


図-4

次に フリクションアーンの角 ϕ_{AA} , ϕ_{AB} を以下の式で求める。

$$\tan \phi_{AA} = \tan \phi_A + \frac{C_A \cdot A_A}{N_A}, \quad \tan \phi_{AB} = \tan \phi_B + \frac{C_B \cdot A_B}{N_B} \quad (1)$$

ここで、 ϕ_A, ϕ_B : 面 A, B での内部マサリ角 (度) C_A, C_B : 面 A, B での粘着力 (t/m^2)
 A_A, A_B : 面 A, B でのくさび部分の面積 (m^2) N_A, N_B : 面 A, B に於ける垂直応力 (t)

N_A, N_B は ステライオネットにより求める。その手順を図-5に示す。図-5より N_A と N_B のなす角は 95° であるから 面 A, B に働く垂直応力 N_A, N_B は負となり 面 A, B に働くせん断抵抗力は粘着力 C_A, C_B のみとなる。従って この時のフリクションアーンの角 ϕ_{AA}, ϕ_{AB} は以下の式で求める。

$$\tan \phi_{AA} = \frac{C_A \cdot A_A}{N_A}, \quad \tan \phi_{AB} = \frac{C_B \cdot A_B}{N_B} \quad (2)$$

ここで C_A, C_B の値は 面 A, B に占める砂岩と頁岩の面積比率より、 $C_A = C_B = 1.7 \text{ t/m}^2$ を用いる。それ (2) 式より $\phi_{AA} = \phi_{AB} = 86.2^\circ$ と定まる。これを用い フリクションアーンをステライオネット上で表現すれば 図-6 となる。ここで求める安全率 F は、

$$F = \tan \phi_a / \tan \eta \quad (3)$$

で定まる。 ϕ_a, η は 図-6 より読みとれる。この結果 $F = 1.11$ となり 斜面崩壊の危険性を示す。これでステライオネットによる解析は終了するのであるが、表-4 に永圧の働かない場合の安全率を永圧が働く場合のそれと比較する意味で示す。

3. 結論 層面スベリとくさび型スベリの安全率 F を比較して判る様に、岩盤斜面の安定性を考える際、不連続面の与える影響が大きい事が理解される。そこで岩盤斜面の安定解析や切土勾配の決定には、強度定数のみではなく、不連続面の有無を充分に調査される事が望まれる。またクラック内に浸透した水が貯留された場合、上記の結果に見られる通り、安全率 F が大きく低下するので、不連続面と同様、水についての考慮がなされるべきである。

ステライオネットによる解析については、この解析法は まだ一般に慣れ込みが少ないが、例に見る通り、不連続面の走向、傾斜が判明しておれば、どのような形状を持つ断体に対しても解析が可能であり、図上で安全率 F を求める事ができる。ただこの解析方法は、すべての作用力が一実を通るとする仮定の上でなされる事に問題があり、モメントが働く場合にも応用される様考えられるべきである。最後に、この解析

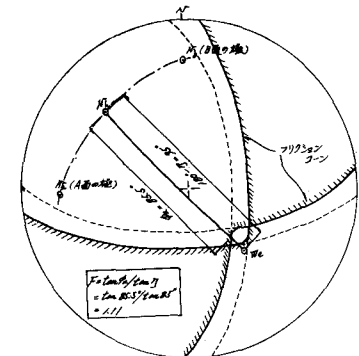


図 - 5

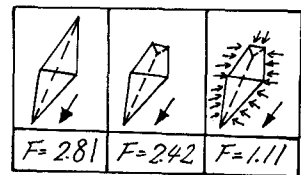


図 - 6

表 - 4

を用いた斜面勾配 1:0.5 は 道路土工指針で示される地山の土質に対する標準のり面勾配での軟岩の最急勾配にあたる事を付記し、解析用資料の収集にあたっては、基礎地盤コンサルタンツ(株)に御世話になった事を感謝する。

参考文献

- 1) E. Hoek (Q. J. L. Engng Geol. Vol. 6 1973)
- 2) F. Hoek, J. W. Bray, J. M. Boyd (Q. J. L. Engng Geol. Vol. 6 1973)
- 3) Pierre Londe (Q. J. L. Engng Geol. Vol. 6 1973)
- 4) G. Hocking (Int. J. Rock Mech. Vol. 13 1976)