

Ⅲ-30 切土のり面の安定性に関する考察

(株) 芙蓉調査設計事務所 正 ○須賀 幸一

同 上 山本 信一

同 上 武智 賢樹

1. はじめに

切土のり面の調査、設計、施工に関するノウハウは、従来から経験工学が中心であった。これは、切土法面を含む斜面の安定が、地質、土質の力学的特性だけでなく、その地質構造や地下水状況、風化状況など多くの不確定要素に支配されており、さらにのり面の施工時だけでなく供用後の維持管理面も含んだ長期の安定について総合的な判断を求められるからである。そのため切土のり面での設計は、切土高や土質条件により経験的に求めたのり面勾配を決定することが中心であった。

しかしながら切土のり面の調査・設計から施工・維持管理においても対象斜面の崩壊形態を予測し、その安定度を評価することが必要である。また、最近では環境・景観面での配慮から切土面の縮小を目的とした急勾配のり面の計画も多くなっており、切土のり面の適切な安定性評価が求められている。ここでは四国の地質帯（和泉層群、三波川帯、四万十帯等）に多い、層理面などを有する岩盤の切土のり面における安定性に関する考察を行うものである。

2. 層理面などを有する岩盤斜面の安定性評価

層理面などを有する岩盤斜面の安定性は、規則的弱面を有する斜面の安定性問題¹⁾であり、特に流れ盤斜面における切土のり面の安定性は重要な問題である。片理面、層理面、節理面などのような規則的弱面の存在する岩盤は2群の弱面を有しており、一方の弱面（層理面など）は連続で、他方の弱面（直交する節理面など）は不連続である。

このような規則的弱面（層理面など）を有する岩盤斜面の崩壊形態を模式的に示すと図-1のようになる。小段の肩から法尻に向かうすべり面を図中に示めしたが、実際のすべりは2群の弱面（層理面と節理面）に沿う形で発生する。すべりの発生している弱面のうち層理面は、面と面との摩擦が生じておりエネルギーを消費しているが、直交する節理面は分離するだけであり、すべりには抵抗していない。

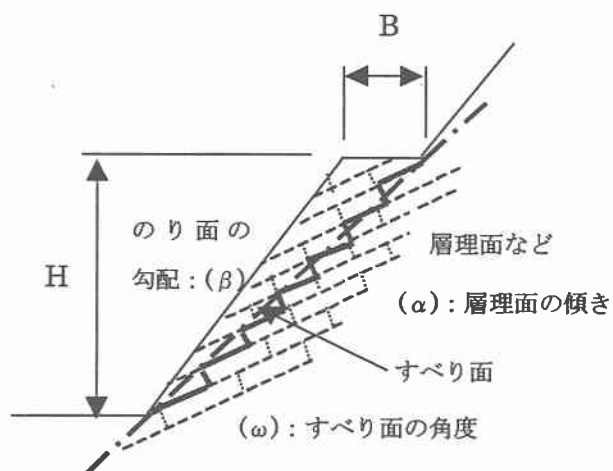


図-1 流れ盤の斜面の崩壊形態の模式図

すべり面の方向と実際に生じるせん断変位の方が異なること、また、この変形により崩壊モデルの体積増加が生じていることより、この両者のなす角度をダイレタンシー角(ν)と考えると、この影響を考慮した安定解析をおこなう。

3. 弱面の影響を考慮した強度定数と安定解析

ダイレタンシー角 ν を考慮した安定解析は、榎ら²⁾によって、提案されているが、図-1に合わせて記号を修正すると、見かけのすべり面上の強度定数は、次式で表される。

$$\phi_{\omega} = \nu + \phi \quad \dots (1)$$

$$c_{\omega} = c / \{(1 - \tan \nu \cdot \tan \phi) \cdot \cos^2 \nu\} \quad \dots (2)$$

ここに、 ϕ_{ω} ：見かけのすべり面での見かけの摩擦角

ν ：ダイレタンシー角 ($= \omega - \alpha \doteq \beta - \alpha$)

ω : 見かけのすべり面と水平面のなす角

α : 規則的弱面（層理面など）の傾斜角と水平面のなす角

β : のり面の勾配と水平面のなす角

ϕ : 真のすべり面での摩擦角

c_{ω} : 見かけのすべり面での見かけの粘着力

c : 真のすべり面での粘着力

図-1のすべりブロックの安全率を次式で定義し、(1)、(2)式を代入すると、

$$\begin{aligned} \therefore F_s &= (W \cdot \cos \omega \cdot \tan \phi_{\omega} + c_{\omega} \cdot L) / W \cdot \sin \omega \\ &= \tan(\phi + \omega - \alpha) / \tan(\omega) + L / (W \cdot \sin \omega) \cdot c / (1 - \tan(\omega - \alpha) \cdot \tan \phi \cdot \cos^2(\omega - \alpha)) \quad \dots (3) \end{aligned}$$

ここに、 W : すべりブロックの重量

L : すべり面の長さ

また、すべり面 ω と層理面の傾斜角 α が一致する場合には、(3)式は次式で表される。

$$\therefore F_s = \tan \phi / \tan \alpha + L / W \cdot c / \sin \alpha \quad \dots (4)$$

4. 安定解析の結果

すべり面は小段からの法尻への崩壊パターンを想定し、のり面高を H 、崩壊ブロック幅を B として、 W および L を算出した。なお、 $\nu = \omega - \alpha \doteq \beta - \alpha < 0$ の場合には、節理方向の弱面が圧縮面となり幾何学的に安定であることより安全率の計算はしていない。

$\phi = 30^\circ$ 、 $c = 0$ とした結果を図-2に、 $\phi = 30^\circ$ 、 $c = 0.5$ (Pa)とした結果を図-3に示す。いずれものり面高を $H = 7.0$ m、崩壊ブロック幅を $B = 0.5$ mとした。

- 1) $c = 0$ の場合、のり面勾配 β に関係なく安全率はほぼ一定となり、層理面の傾斜角 α の影響が大きい。
- 2) 層理面の摩擦角 ϕ よりも傾斜角 α が緩ければ、安定となる。
- 3) $c = 0$ の場合、 $\alpha > \phi$ であれば、 $\beta = \alpha$ でも、不安定となる。
- 5) $c \neq 0$ の場合、安全率に与える c の影響が大きい。

図-2 安定計算結果 $\phi = 30^\circ$ 、 $c = 0$ (Pa)

のり面の勾配 $\beta(^{\circ})$	層理面の傾斜角 $\alpha(^{\circ})$										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
10	3.30	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
15	2.64	2.172	***	***	***	***	***	***	***	***	***
20	2.33	1.94	1.60	***	***	***	***	***	***	***	***
25	2.16	1.81	1.51	1.24	***	***	***	***	***	***	***
30	2.08	1.74	1.46	1.22	1.00	***	***	***	***	***	***
35	2.04	1.71	1.43	1.20	1.00	0.82	***	***	***	***	***
40	2.05	1.70	1.42	1.19	1.00	0.83	0.68	***	***	***	***
45	2.11	1.72	1.42	1.19	1.00	0.84	0.70	0.57	***	***	***
50	2.22	1.76	1.44	1.19	1.00	0.84	0.70	0.58	0.48	***	***
55	2.42	1.85	1.47	1.20	1.00	0.84	0.70	0.59	0.49	0.40	***
60	2.82	2.00	1.53	1.22	1.00	0.83	0.70	0.58	0.49	0.41	0.33

図-3 安定計算結果 $\phi = 30^\circ$ 、 $c = 0.5$ (Pa)

のり面の勾配 $\beta(^{\circ})$	層理面の傾斜角 $\alpha(^{\circ})$										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
10	20.27	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
15	10.43	9.903	***	***	***	***	***	***	***	***	***
20	7.16	6.59	6.05	***	***	***	***	***	***	***	***
25	5.24	4.83	4.48	4.20	***	***	***	***	***	***	***
30	4.56	4.14	3.77	3.42	3.11	***	***	***	***	***	***
35	3.78	3.39	3.09	2.84	2.63	2.45	***	***	***	***	***
40	3.76	3.34	2.99	2.68	2.42	2.18	1.96	***	***	***	***
45	3.26	2.83	2.52	2.27	2.08	1.91	1.77	1.64	***	***	***
50	3.70	3.15	2.73	2.39	2.12	1.89	1.69	1.52	1.37	***	***
55	3.27	2.67	2.28	2.00	1.80	1.64	1.50	1.39	1.29	1.19	***
60	4.45	3.41	2.77	2.33	2.01	1.75	1.55	1.38	1.25	1.13	1.03

岩盤斜面の安定性評価については、不連続面の傾斜角とのり面勾配との関係で整理されることが多い。今回、層理面などの規則的弱面を有する斜面の安定性について、弱面の影響を考慮した強度定数を導入して安定解析を実施したが、層理面などの流れ盤の安定性に関しては、ある程度の評価ができたと考えられる。ただし、節理面の弱面の強度や受け盤の安定性評価などまだ検討すべき点も多い。

参考文献

- 1) 構造的弱面に規制された地すべりの安定解析法：八木則男・榎明潔・矢田部龍一・他、破碎帯の工学的性質に関するシンポジウム 1994.5、pp107-112
- 2) 規則的弱面の存在する岩盤斜面の安定性：榎明潔・徳澤政秀・他、地すべりの地盤工学的諸問題に関するシンポジウム、1996.10、pp259-264