

Ⅲ－２ 割れ目を有する層理構造の崩壊形態について

(株)芙蓉調査設計事務所 正会員 山田 公 雄
武 智 賢 樹
○ 山 本 信 一

1. はじめに

当事例は、ある山岳道路において、岩盤斜面に滑落跡や不安定な転石及び岩盤開口亀裂が発達した露頭岩などがみられ、現道交通の安全確保のため対策工の検討を行ったものである。岩盤の層理面や節理面などの地質構造や崩壊状況から斜面の崩壊形態を推定した事例について報告する。

2. 地質概要

当地の地質は、地質図¹⁾では御荷鉾帯として区分されるが、岩相としては秩父帯に区分されるべきもので、粘板岩、輝緑凝灰岩、チャート为主とし、一部石灰岩を伴う。粘板岩、輝緑凝灰岩は、片状組織の発達した層状岩で、片理面での剥離性が強い。チャートは、層状構造の発達した層状チャートと層理の発達の弱い塊状チャートがある。また層状チャートの中でも粘板岩、輝緑凝灰岩と互層するものでは剥離性が強く、粘板岩、輝緑凝灰岩が含まれないものは、剥離性は弱い。



図-1 愛媛県地質略図¹⁾

3. 地質構造

斜面の転石、浮石、露頭岩の急崖をなしているものはチャートである。層理面の傾斜角は $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 程度で、地層が褶曲しており向斜構造を有しているため、褶曲軸周辺で傾斜が緩くなっている。斜面の滑落跡にみられる崩壊面の底面は 45° 前後で概ね層理面に一致しており、層理面での剥離性が顕著であることから、層理面上でのすべりによる崩壊と推定される。また、露頭岩には傾斜角 $70 \sim 90^{\circ}$ の受け盤となる節理が、すべて開口した状態で入っており、この開口亀裂は節理でのトップリングによるものと推定される。

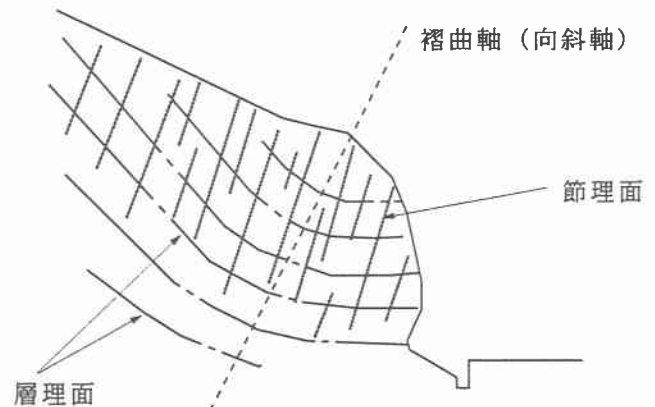


図-2 地質横断面模式図

4. 崩壊形態の分類

斜面が変動するときの基本的な形態は次のように分類される。²⁾

- ① 地すべり
- ② 崩壊（滑落型崩壊・崩落型崩壊）
- ③ トップリング
- ④ 転倒崩壊
- ⑤ 流動型崩壊

これらのうち、②・③について検討した。

一般の斜面における変動		図-2.27の領域	トップリングに対する安定	すべりに対する安定	斜面表層の変動
地すべり	層状・粘板岩地すべり (慢性型地すべり) 岩盤・風化岩すべり (急性型地すべり) (地すべり性崩壊)	④	$b/h > \tan \theta$ (安定)	$\phi < \theta$ (不安定)	すべり型 クリープ
	滑落型崩壊 (層状体のすべり)	⑤			
崩壊	崩落型崩壊 (層状体の崩落)	⑥	$b/h < \tan \theta$ (不安定)		岩屑ク リープ
		⑦			
トップ リング		⑧		$\phi > \theta$ (安定)	トップ リング型ク リープ
転倒崩壊		⑨	水平力が加わ れば不安定化		
流動型 崩壊		⑩	流動化層が形成されれば不安定化		

図-3 斜面変動の基本型の分類と発生条件²⁾

ここで、トップリングに対する安定について検討するため、図-4 に示すような斜面上の単一ブロックを考える。ブロック底面の粘着力を $c=0$ とすると、重力 W の作用点がブロックの支点より内側にあればトップリングに対して安定するが、底面の傾斜角 θ が増加しブロックの形状比 $b/h < \tan \theta$ の領域に入ると、重力 W の作用点は支点より外側にはずれてブロックは転倒する。

また、単一ブロックのすべりとトップリングの発生領域は、底面の傾斜角 θ 、ブロック底面のせん断抵抗角 ϕ 、ブロックの形状比 b/h の関係から図-5 のように示され、次の4つの領域に分けられる。

- ① $\phi > \theta$ かつ $b/h > \tan \theta$: 安定領域
- ② $\phi < \theta$ かつ $b/h > \tan \theta$: すべり発生領域
- ③ $\phi < \theta$ かつ $b/h < \tan \theta$: すべり・トップリング発生領域
- ④ $\phi > \theta$ かつ $b/h < \tan \theta$: トップリング発生領域

5. 崩壊領域と崩壊形態の推定

崩壊領域については、調査ボーリングの結果、GL-4.6m までのチャート岩盤は亀裂が発達し、開口亀裂により空洞化した部分が確認されていることから、この亀裂の発達した層が崩壊の危険性のある不安定領域と判断した。

当地での不安定岩塊のすべり面は、斜面の滑落跡にみられる層理面の剥離が顕著であることから、すべり面は層理面上にあると推定される。すべり面のせん断抵抗角は、概ね 30° と考え、岩塊の形状比については判然としないが、浮石の状況などから $0.5 \sim 0.8$ と推定される。なお、不安定岩塊の底面には粘着力成分によるすべり抵抗を有すると考えられるが、簡便化のため粘着力は無視した。

- ・ すべり面の傾斜角 $\theta = 45^\circ$
- ・ すべり面のせん断抵抗角 $\phi = 30^\circ$
- ・ 不安定岩塊の形状比 $b/h = 0.5 \sim 0.8$

これらの条件から図-5 を適用すると③の領域にあてはまり、すべりとトップリングがともに発生すると推定される。このことは、斜面においてすべりによる滑落跡とトップリングによる節理の開口亀裂が認められる現状とも一致している。

参考文献

- 1) 桃井 齋・鹿島 愛彦・高橋 治郎：愛媛県の地質、H3
- 2) (社)地盤工学会：切土法面の調査・設計から施工まで、H10

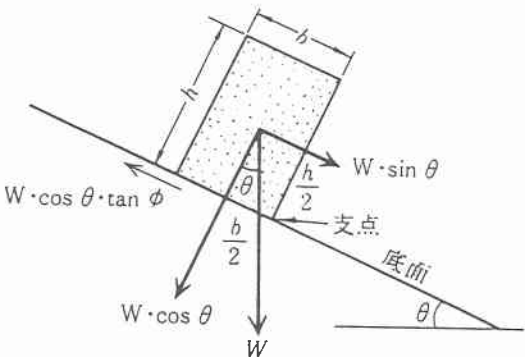


図-4 斜面上の単一ブロックに作用する力のつり合い ²⁾

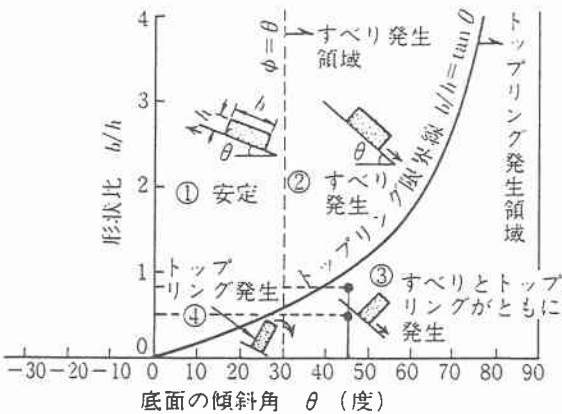


図-5 斜面上の単一ブロックのすべりとトップリングの発生領域 ²⁾

GL- (m)	土質・岩種	コメント
0.2	シルト質砂礫	表土
3.0	チャート	短柱～片状コア。 亀裂多く開口する。 亀裂傾斜角～45°
3.1	空割	10cm程度のオープンクラック
4.48	チャート	短柱～片状コア。 GL-3.12～4.48m亀裂発達。 亀裂傾斜角～60°
4.60	空割	10cm程度のオープンクラック
6.0	チャート	短柱～棒状コア。 亀裂密度低い。 亀裂傾斜角～60°程度
8.0	輝緑凝灰岩	短柱～棒状コア。 片状組織発達。 片理面にて分離する亀裂多い。 亀裂～30°、60°

図-6 調査ボーリング結果

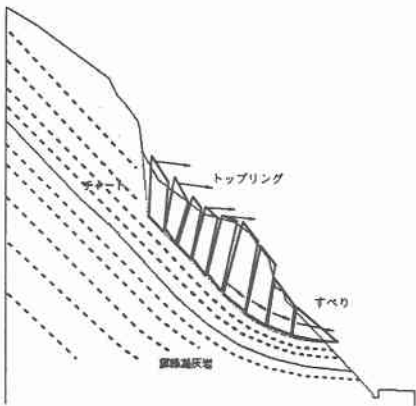


図-7 斜面崩壊形態模式図