

○岩盤の破断角

現場では、軸荷重に対して概ね $45\sim 70^\circ$ の角度で破断しており、剥離岩塊の安定計算に際して参考となる。



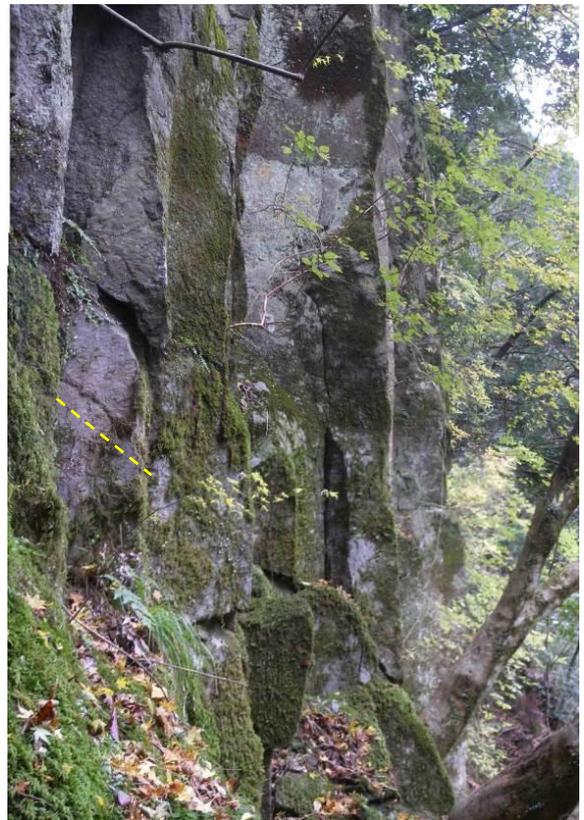
砂岩・頁岩互層



デイサイト



花崗岩（アルゼンチン：チャルテン）



安山岩（柱状節理：奈良県，曾爾村）



島根県出雲市（砂岩：水平状に堆積）

○落石の平坦面での転がり

100m 以上の上部斜面から落下したものであるが、平坦面ではほとんど転がらない。㊿ 地点が軟らかい土砂であれば、その場で停止したものであると思われる。ただし、円盤状のものは、平坦な水田内を数十 m 転がることもある。



山梨県甲府市

○根系による剥離

森林は災害を防ぐ一方，助長する働きもあり，その管理（伐採等）が重要である．



(高知県馬路村)



(長野県木祖村)



倒木による剥離

○防護柵



歩道を利用した防護柵（神戸市）． ナイス！



単管パイプと金網（パネル）を利用した防護柵（長野県）．
ナイス！



丸太防護柵（長野県白馬村）
 …丸太は腐植に応じて交換できる。ナイス！



既設防護柵の嵩上げ（木祖村）

〈落石運動エネルギーを求めるための等価摩擦係数について〉



落石：急傾斜面で停止しているものも多い（アルゼンチン：チャルテン）

落石対策便覧（P19）によれば，落石の全運動エネルギーを次式で示している。

$$E = (1 + \beta) \left(1 - \frac{\mu}{\tan \theta} \right) m \cdot g \cdot H \quad (1)$$

ここに，

$$(1 + \beta) \left(1 - \frac{\mu}{\tan \theta} \right) \leq 1.0$$

β ：回転エネルギー係数（0.1）， μ ：等価摩擦係数（表-1）， θ ：斜面勾配，
 m ：落石の質量（26kN/m³）， g ：重力加速度， H ：落石の落下高（最大40m：）

表-1 斜面の種類と等価摩擦係数 μ （落石対策便覧 P18 表 1-3 より抜粋）

区分	落石の特性	斜面の特性	設計に用いる μ
A	硬岩, 丸状	凹凸小, 立木なし	0.05
B	軟岩, 丸状~角状	凹凸中~大, 立木なし	0.15
C	土砂・崖錐, 丸状~角状	凹凸小~中, 立木なし	0.25
D	崖錐・巨礫混じり崖錐, 角状	凹凸中~大, 立木なし~あり	0.35

写真では頭部壁面からの転落であり、これが傾斜 20° の斜面で停止するための見掛けの（平均的）等価摩擦係数 μ' は、平均傾斜角 $\theta=44.3^\circ$ （図-1）より、

$$\mu' \geq \tan 44.3^\circ = 0.98$$

実際の等価摩擦係数は表-1の値よりかなり大きいものと思われ、このように現場実態に即し、“ μ ”を逆算して求めるなどの工夫もありか？

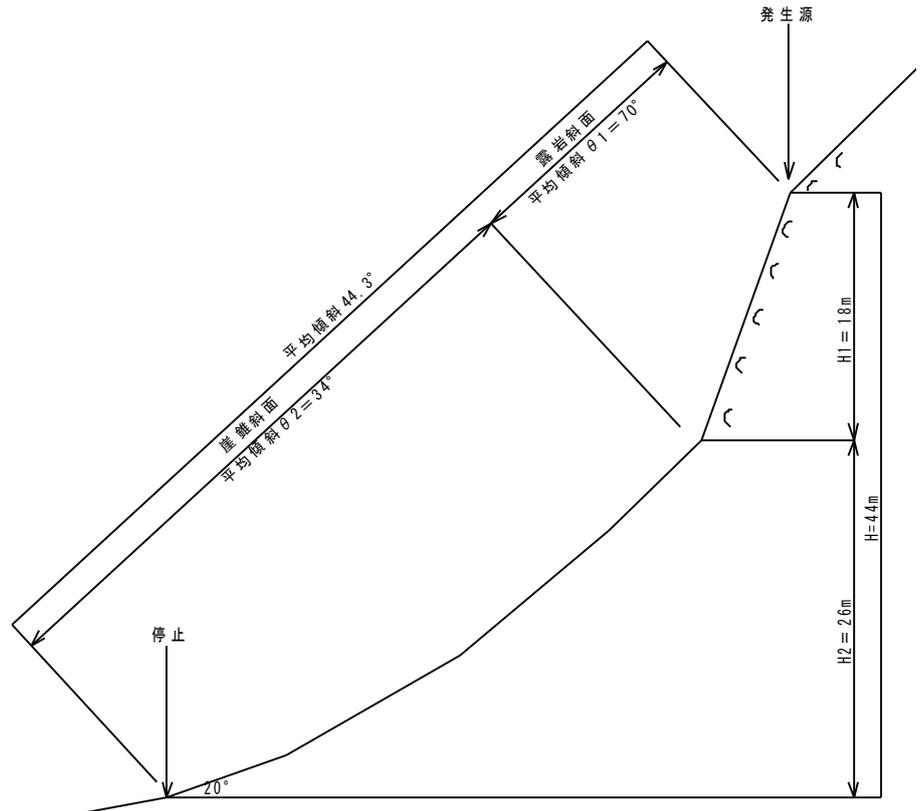


図-1 落石模式断面図



森林火災跡（甲府市）・・・木がないと落石の不安が高まる

落石跳躍高 2m
（スギは脆い、兵庫県朝来市）



土堤（岐阜県飛騨市）・・・設置区間では確実に捕獲している．用地があれば最善の方法！



特殊配合モルタル吹付（落石対策：左は吹付前の金網敷設）



低い防護柵と，その直上におけるポケット式防護ネットとの組み合わせ（箕面市）
・・・後者が，その後の追加補強対策と思われる．ナイス！

— 落石対策便覧の改訂版(平成 29 年.12 月)について —

1. しばらく前から改訂の話を伝え聞き，“便覧”という用語がなくなることを期待していたが・・・
2. 個人的に注目する項目として
 - ①覆式落石防護網工の分類が“防護工”から“予防工”に変更
 - ②ロープ伏工の追加（予防工）
 - ③ロープ掛工の“**仮設構造物**”として取り扱うことが望ましい場合が多い”が削除
 - ④ロープ掛工のアンカーについて

改訂前：“ロックボルトの定着岩盤は不動岩盤で完全に安定した箇所を選定しなければならない”

改訂後：“・・・安定した斜面に着実に固定する必要があり，岩盤用アンカーボルト，・・・等の「アンカー」と呼ばれる固定端を構築してここに定着する。”

一方，最近出版された「落石対策工の設計と計算例（地盤工学会，平成 26 年 12 月）」では，上記①について，従来通り“防護工”に区分。③も便覧による従来の“仮設的取り扱い”をそのまま残している。

④は“土砂用アンカー”の使用を認める内容となっており，技術的に“後退”したような印象を受ける。

同時期に改訂／出版がなされた権威ある機関の書物で，このように基本的取り扱いが異なることは，担い手（コンサル等）の混乱を招く要因であり，不幸なことである。その他，気になる項目として

項 目	改訂便覧	個人的感想
落石の 危険度判定	現在のところ確立された方法はない	地すべりや崩壊等，自然災害はいずれも同じ（精査前）である。判定基準等が標準化されないことによる多様なロスを，解消する姿勢が欲しい。
対策工施工前 の落石監視		“落石”は秒単位の現象であり，危険性があれば早急に対策を実施すべきは・・・
設計条件	①ワイヤーロープ掛工 岩塊の全荷重の接線力に対して抑止力を決定。 地震力を考慮。 ②ロープ伏工 （設計は覆式落石防護網工に準ずる） 岩塊と地山との摩擦係数“ $\mu=0.5$ 程度”とし， 「抑止力＝接線力－摩擦抵抗」 地震力考慮なし。	○同じワイヤーロープを用いた発生源対策において，所要抑止力の算出方法等が異なる。 ○ワイヤーロープ掛工の設計について <ul style="list-style-type: none"> ・過度であり，考え方を示すべきである ・接線力をわざわざ水平力に置き換え，かつ，斜交い方向（引き込み角 30°）に引っ張ることの理由が不明 ○地震によって発生する機会が多いことから，地震力を考慮すべきでは・・・
性能設計	予防工施設に対して，定量的性能評価は困難	せめて，所要抑止力の算出方法等を標準化すべきでは・・・。ロープ掛工とロープ伏工とで，経済性等の比較検討がなされているのは如何なものか・・・