岩盤斜面の崩壊危険度の ステレオネットを用いた簡易判別法について

多田 元彦*

Easy Discrimination of Failure Hazard of Rock Slope by Use of Stereonet

Motohiko TADA*

Abstract

If an "Angle Line" defines the straight line from the center of a projection net to the middle point of great circle (arc) which represents the dip of the planar direction on an equal-angle projection net, the dip of geological separation is indicated by the Angle Line as well as by great circle.

The "Angle Line", may enable us to classify the rock slopes ultimately into six types: Dip Slope Type I ($\phi > \beta$), Dip Slope Type II ($\alpha > \beta > \phi$), Dip Slope Type III ($\beta > \alpha$), Scarp Slope Type I ($\phi > 90 - \beta$), Scarp Slope Type II ($\alpha > 90 - \beta > \phi$), Scarp Slope Type III ($90 - \beta > \alpha$), Where, α = the dip of the rock slope, β = the dip of main geological separation in the rock slope, ϕ = the frictional angle of sliding.

My field research on the rock slopes along the Kuji Glen evidently shows that it is only the rock slopes of our Dip Slope Type II that have scars of large failures on them. This proves that classification of rock slopes on the basis of the Angle Line is effective for preventing rock slope failures.

1. はじめに

岩手県のように、北上山地、奥羽脊梁山脈を有する山勝ちな県においては、規模の大小を問わず毎年のように春先において岩盤斜面の崩壊が発生し、しばしば交通が途絶するような大規模の岩盤斜面崩壊が発生する。交通が途絶するような大規模な岩盤斜面の崩壊現場の調査をしてみると、地層の傾斜方向が岩盤斜面の傾斜方向と同じ方向になっている場合が大部分である。また、小規模な落石により交通が一時的に遮断されるのを耳にしたり、目撃する場合も結構存在する。一時的にも交通が遮断されるような岩盤斜面崩壊について調査してみると、岩盤斜面の崩壊は岩盤斜面の傾斜方向と層理面の傾斜方向が密接に関係していることがわかる。地層面、断層面、節理面などの不連続面を“地質的分離面”と総称する。

ここでは、岩盤斜面方向と主たる地質的分離面の傾斜

方向とがほぼ同じ方向である場合を“流れ盤斜面”，岩盤斜面の傾斜方向に対して主たる地質的分離面の傾斜方向が逆方向である場合を“受け盤斜面”と呼ぶことにする。受け盤斜面において交差節理が発達していて、その節理面が岩盤斜面の傾斜方向と同じ方向の場合は落石が発生するが、節理が発達していない岩盤斜面ではほとんど斜面崩壊は発生しない。特に石灰岩、石灰質頁岩等の場合は斜面崩壊が発生した例はなく、オーバーハングしている岩盤斜面も見られる。

岩盤斜面の崩壊についての問題を解決する時に、流れ盤斜面、受け盤斜面と区分したように、岩盤斜面の面方向と地質的分離面の面方向の相互関係を把握することが重要である。これらの面方向の問題を解決する時に、投影網を使用すると容易に解決できる。面方向を取り扱う投影網にはいろいろあるが、最もわかりやすい投影網には、等角投影網（ウルフ網）と等面積投影網（シュミット網）があり、さらにそれぞれに赤道儀式と極式とがある。岩盤斜面を取り扱う場合、赤道儀式等角投影網（以下「等角投影網」と言う。）と極式等面積投影網（以下「等

* 岩手大学工学部資源開発工学科 (Department of Mineral Development Engineering, Faculty of Engineering, Iwate University)

図中の数字は面方向の傾斜角に対応する大円を示す。

図-1 赤道儀式等角投影網

円 GBS=等角投影網の基円、円弧 GAS=地質的分離面
直線 AB=地質的分離面の傾斜角、直線 OA=角線
直線 GOS=地質的分離面(円弧 GAS)の頂線

図-2 等角投影網を使つての岩盤斜面の表現方法

面積投影網」と言う。)とを使用するのが便利で扱いやすい。等面積投影網は多方向の面方向をもつ地質的分離面の統計処理に、等角投影網は面方向の傾斜の相互関係を調べる時に使用することにする。

等角投影網は図-1に示すとおりで、詳細については福田(1932)¹⁾、東中(1958)²⁾、BILLINGS, M. P.(1962)³⁾を参照されたい。また、投影網の作成法については、グットマン(1976)⁷⁾を参照されたい。

岩盤斜面内の地質的分離面のように多方向の面方向が

測定される場合には、等面積投影網を利用して統計処理を施して、主たる地質的分離面を選定しなければならない。統計処理の際に使用するプロット計数小円は、緒方正度(1964)⁵⁾が改良しているので参照されたい。

2. 角 線

岩盤斜面や地質的分離面などの面方向は、等角投影網を使用した投影図では投影円内に大円として表現される。等面積投影網において求めた地質的分離面の卓越方向が、しばしば多方向にわたる場合があるので、それぞれの大円がどの地質的分離面の大円なのか判別し難いところがある。さらに、2つの地質的分離面で形成される楔状岩塊斜面である場合には、なおさら判別し難い。大円で表現される地質的分離面の面方向や楔状岩塊斜面のすべり方向を表す交差線の方法を、直線に置き換えて表現すれば、単純で直感的に判別できる。

図-2に示したように、斜面の頂線(crest) GOSの中心から垂線を、面方向を示す大円 GAS の中点に下ろすと、その直線の方法は面方向を示すことになるし、直線の長さは、角度が大きくなれば短くなるきらいはあるが、面の角度を示すと考えても差支えない。したがって、等角投影網を使用した投影図では、中心から伸びる直線は角度と方向を与えるので、角線と呼んで、大円の代りに使用することができる。

円弧 ABCD=地質的分離面 I、円弧 EFCG=地質的分離面 II 直線 OB=地質的分離面 I の角線、直線 OF=地質的分離面 II の角線、直線 OCH=2面の岩盤斜面による交差線、直線 CH=交差線の傾斜角、直線 OC=交差線の角線

図-3 等角投影網上の楔状岩塊斜面の表現方法

3. 岩盤のすべり摩擦角とその表現方法

岩盤や岩塊の間には特有のすべり摩擦角があって、そのすべり摩擦角以上の角度のある斜面では、地質的分離面が開口すると岩盤や岩塊はすべり落ちる。曾田(1971)⁹⁾によると、岩石のすべり摩擦角は平均約30°となっている。なお、筆者は以前岩盤・岩塊のすべり摩擦角を知るため、自作の傾斜機により岩石のすべり摩擦角を測定したことがある。岩塊は、北部北上山地に分布している粘板岩、チャート、凝灰岩、ホルンヘルスを用い、地層面、節理面を含む岩塊を、面が離れないようにして切り出したものを使用した。この測定では、乾燥状態で平均 $34^{\circ} \pm 2^{\circ}$ 、湿潤状態で $30^{\circ} \pm 3^{\circ}$ であった。この結果を前述の曾田の結果と比較すると、筆者の乾燥状態の値はやや大きい。それは岩石の面を研磨して平面の状態に測定したのと、自然の地層面、節理面の凹凸を保存して測定した結果との違いと考えるれる。いずれにしろ、岩盤のすべり摩擦角を30°と仮定しても、大きな問題はないと考えられるので、ここでは岩盤のすべり摩擦角を30°として取り扱う。

岩盤斜面の崩壊を解析する投影図においては、岩盤のすべり方向は多方向にわたることを考慮して、図-4のように30°を示す円(図中では ϕ -円として表示)として表現する。その半径は次式から求められる。

基円の半径を R とすると、

$$30^{\circ} \text{を示す円の半径} = R \cdot \cos 30^{\circ} / (1 + \sin 30^{\circ})$$

である。

4. 等角投影網を利用しての投影図

岩盤斜面の崩壊危険度を推測するためには、岩盤のすべり摩擦角の必要要件を表示できる投影図が必要である。そのためにトレーシングペーパーに、等角投影網と同じ大きさの円と、前述したように岩盤のすべり摩擦角に相当する半径の小円(以下 ϕ -円と言う)を書き入れた図を投影図の原図として用意しておく。投影図は等角投影網を使って記入するので、円を主体とした図になる

円 NHD SGK = 基円
円弧 HECFK = 岩盤斜面 (例: N30°W70°W)
小円 IEBFJ = ϕ -円 = 岩盤のすべり摩擦角
直線 ABCO = 地質的分離面の角線 (例: NS20°W)

図-4 流れ盤斜面と受け盤斜面と角線の関係

α = 岩盤斜面の傾斜角 (a)
 β = 地質的分離面の傾斜角

円弧 GEAFT = 岩盤斜面
直線 OACP = 地質的分離面の角線

図-5 流れ盤 I 型斜面

から、その円を投影円と呼称する。

岩盤斜面を調査して、その投影原図に、岩盤斜面の面方向は大円で、地質分離面の面方向、あるいは2つの地質的分離面で作られる交差線は角線として記入すれば(図-3を参照)、岩盤斜面の実体投影図が得られる。その投影図から一見して流れ盤斜面か、受け盤斜面か判別することができる。

5. 岩盤斜面の分類

岩盤斜面の崩壊は、岩盤の粘着力、岩盤のすべり摩擦角、岩盤斜面の面方向、地質的分離面の面方向が重要な要素と考えられる。岩盤の粘着力については、TERZAGHI (1962)⁴⁾が指摘しているように、「岩盤斜面の崩壊の直前においては、岩盤の粘着力(結合力)は0に等しくなる」ものと考えられる。地質的分離面が開口して、粘着力が0になった場合、岩盤斜面が崩壊するかどうかは、岩盤斜面の面方向と地質的分離面の面方向、地質的分離面の傾斜角と岩盤のすべり摩擦角の関係で決まってくる。前述のように、岩盤斜面の面方向は等角投影網を利用しての大円、地質的分離面の面方向は角線、岩盤すべり摩擦角は 30° を示す小円にして、それを図-4以下のように表現した投影図を作成すれば、直感的に岩盤斜面の崩壊の形が判別できる。

図-5～図-7からわかるように、流れ盤斜面について考えると、地質的分離面の面方向の傾斜角が、岩盤のすべり摩擦角より小さい場合、岩盤斜面の面方向の傾斜角より小さく、岩盤のすべり摩擦角より大きい場合、岩盤斜面の傾斜角より大きい場合の3つに分けられる。

図-4において見てみると、径HIOJKを境にして、岩盤斜面の面方向の傾斜方向と主たる地質的分離面の傾斜方向が一致する方が流れ盤斜面に相当し、それ以外は受け盤斜面となる。また、馬蹄形EDSGFB、三日月形CEBF、細長い三日月形OIHECFKJの範囲内に角線が達した場合、それぞれI型、II型、III型の斜面と名付けておく。そうすると細長い扇形部OIHDEとOJKGFにはII型斜面はないことになる。楔状岩塊斜面においても、2面からなる地質的分離面で形成される交差線の傾斜角を角線として読むことができるので全く同じと言えるので、そのように扱う。

1) 平面型流れ盤斜面

(1) 平面型流れ盤I型斜面(図-5参照)

平面型流れ盤斜面とは、岩盤斜面の面方向と層状の地質的分離面(層理面、層面節理面、板状節理面)の面方向がほぼ同じ方向をした岩盤斜面をいう。図-5の(a)のように、地質的分離面の傾斜角 β が岩盤斜面の傾斜角 α 、岩盤のすべり摩擦角 ϕ より小さい岩盤斜面を平面型流れ盤I型斜面と呼ぶことにする。この型の斜面においては、地質的分離面がすべて開口したとしても滑動を起こすことはなく、ただ、降雨時に間隙水圧が異常に高くなったり、冬期の凍結融解期に地質的分離面の間に氷の薄層、水レンズなどが挟在したり、あるいは地震時に斜面方向に水平加速度が加わった場合に、わずかに滑動を起こす程度と考えられる。

等角投影網を使った投影図から見ても、図-5の(b)に示すように、角線OPの傾斜角が岩盤斜面の傾斜角(円弧GEAFT)や、岩盤のすべり摩擦角 ϕ より小さい

図-6 流れ盤II型斜面

ことを示していて、円弧 GEFT や ϕ -円より基円の円周（傾斜角 0 を示す）に近いところまで達しているので、特別の状況下でない限り、滑落や落石は発生しないものと考えられる。

(2) 平面型流れ盤II型斜面（図-6 参照）

地質的分離面の傾斜角 β が、岩盤斜面の傾斜角 α より小さく（図-6 (a)）、岩盤のすべり摩擦角 ϕ より大きい岩盤斜面で、平面型流れ盤II型斜面と呼ぶことにする。

等角投影網を使った投影図においては、図-6 (b) のように、角線 OP は岩盤斜面の傾斜角 α より小さく岩盤のすべり摩擦角 ϕ より大きいので、地質的分離面が開くすると典型的な平面滑落型崩壊を起こす、一番危険な岩盤斜面と考えられる。この種の岩盤斜面は、傾斜角が 30° から岩盤斜面の傾斜角の角度までが滑動の可能性のある岩盤斜面であるので、角線 OP が岩盤斜面の大円に近い斜面ほど、より危険な岩盤斜面と考えられる。

(3) 平面型流れ盤III型斜面（図-7 参照）

この型の岩盤斜面は図-7 (a) に示すように、地質的分離面の傾斜角 β が急傾斜から鉛直までを示す岩盤斜面で、平面型流れ盤III型斜面と呼ぶことにする。この型の斜面は、地質的分離面が開くしても、そのすべり方向は底盤を押す方向である岩盤斜面であるので、平常状態では、崩壊は起きないと考えられる。

等角投影網を使つての投影図は、図-7 (b) に示すように、角線 OP は岩盤斜面の傾斜角 α より内に図示されていて、それより急傾斜であることを示している。地震時の水平加速度が加わった時に落石が発生すると考えられる岩盤斜面である。

(4) 楔状岩塊型流れ盤斜面（図-3 参照）

楔状岩塊型流れ盤斜面は、2つの地質的分離面によって形成された楔状岩塊からなる岩盤斜面で、岩盤斜面の面方向と2つの地質的分離面によって形成される交差線の線方向とがほぼ同じ方向を示す岩盤斜面である。投影図上では、2つの地質的分離面で形成される交差線（以下単に交差線と言う。）の方向と傾斜角とで作られる直線を角線として、平面型流れ盤斜面と同じように扱う。

交差線の傾斜角 i が、岩盤斜面の傾斜角 α 、岩盤のすべり摩擦角 ϕ より小さい岩盤斜面は、平面型流れ盤I型斜面に類似し、前述と同様の崩壊様式を示すので、流れ盤I型斜面に含めておく。

交差線の傾斜角 i が岩盤斜面の傾斜角 α より小さく、岩盤のすべり摩擦角 ϕ より大きい岩盤斜面は、平面型流れ盤II型斜面に類似し、地質的分離面が開くすると典型的な楔状岩塊が滑落型崩壊を起こす岩盤斜面で、流れ盤II型斜面に含める。投影図上では交差線を前述のとおり角線として扱う。

さらに、交差線の傾斜角 i が岩盤斜面の傾斜角 α 、岩盤のすべり摩擦角 ϕ よりも大きい岩盤斜面は、平面型流れ盤III型斜面に類似し、底面破壊あるいは斜面先切り取りの場合に滑落を起こしたり、地震時の水平加速度が加わった時とか、強風時の攪乱渦流を受けた場合に小規模の落石が発生する岩盤斜面で、流れ盤III型斜面に含める。

2) 平面型受け盤斜面

平面型受け盤斜面については、図-8、図-9、図-10のように、主たる地質的分離面（層理面）が開くとしても、その滑動方向が山側にあるので、大規模な崩壊を起こす

図-7 流れ盤III型斜面

ことはないが、交差節理のような副的な地質的分離面(以下交差節理と言う。)がある場合には、それが開口することに伴って小規模な崩壊が起こると考えられる斜面である。TERZAGHI (1962)⁴⁾が述べているように、「交差節理は一般に層面節理に垂直に近い方向に発達する」もので、交差節理は層面節理に垂直に近い方向に発達している。(交差節理はひとつの地質的分離面であるが、ここでは便宜上交差節理という。)したがって、その交差節理の傾斜角が重要であって、流れ盤斜面の場合と同じように、岩盤斜面の傾斜角と交差節理の傾斜角によって、交差節理の傾斜角が岩盤のすべり摩擦角より小

さい場合は平面型受け盤Ⅰ型斜面、すべり摩擦角より大きくて、岩盤斜面の傾斜角より小さい場合は平面型受け盤Ⅱ型斜面、岩盤斜面の傾斜角より大きい場合は平面型受け盤Ⅲ型斜面と呼ぶことにする。

(1) 平面型受け盤Ⅰ型斜面 (図-8 参照)

主たる地質的分離面(層面節理)は受け盤斜面を示しているが、それに伴っている交差節理などの地質的分離面が発達している場合、それが開口すると落石崩壊を起こす。図-8の(a)のように、交差節理の面方向の傾斜角は主たる地質的分離面(層面節理)に垂直であるから、傾斜角は $(90-\beta)$ 度になり、受け盤Ⅰ型斜面の場合は岩盤

図-8 受け盤Ⅰ型斜面

図-9 受け盤Ⅱ型斜面

のすべり摩擦角より小さいので、落石はあまり生じない。

投影図を見ると、角線は岩盤のすべり摩擦角 ϕ より投影円の円周（傾斜角0）に近いので、危険な斜面ではない。

(2) 平面型受け盤II型斜面（図-9参照）

これに属する斜面は、交差節理の面方向の傾斜角が岩盤のすべり摩擦角より大きく、岩盤斜面の傾斜角より小さい、言い換えると、角線OKの先端が岩盤斜面GEAFTより外側にあり、岩盤がすべり摩擦角を示す ϕ -円より内側にあるので、交差節理などの地質的分離面が

開口すると落石が起こりやすい斜面であることがわかる。

(3) 平面型受け盤III型斜面（図-10参照）

平面型受け盤III型斜面は、交差節理が開口しても落石が発生しない岩盤斜面で、地震時に水平加速度が加わった時とか、強風時に攪乱渦流を受けた場合、まれに落石が発生すると考えられる岩盤斜面である。

図-10(b)のように、投影斜面においても角線OKが岩盤斜面の傾斜角内にあり、比較的安定な岩盤斜面であることを示している。

図-10 受け盤III型斜面

図-11 岩盤斜面の調査位置図（注）国土地理院発行 1/50,000「大川目」図幅を使用した。

図-12 角線をを使用した岩盤斜面の表現方法 (注) 左肩の数字は表-1の調査露頭番号に対応する。

表-1 岩盤斜面の状況データ

調査露頭番号	1	2	3	4	5
岩盤斜面の走向・傾斜	N30°E80°E	N28°E78°E	N24°E80°E	N32°E66°SE	N30°E85°EW
地質的分離面の走向・傾斜	N40°WV	N12°E80°W	N63°W74°SW	N80°W74°S	N11°W62°W
岩盤斜面の形態	鉛直	受け盤Ⅲ型	受け盤Ⅲ型	流れ盤Ⅲ型	受け盤Ⅰ型
地質的分離面の頻度分布	H:106 V:95	H:9 V:8	H:39 V:11	H:19 V:27	H:51 V:40
崩壊形式	落石	安定	安定	落石	安定

調査露頭番号	6	7	8	9	10
岩盤斜面の走向・傾斜	EW86°S	N82°E68°S	N80°E72°S	N80°W80°S	N82°W66°S
地質的分離面の走向・傾斜	N17°EV	N53°WV	N41°W80°SW	N39°W78°SW	N54°W76°SW
岩盤斜面の形態	鉛直	鉛直	流れ盤Ⅲ型	流れ盤Ⅲ型	流れ盤Ⅲ型
地質的分離面の頻度分布	H:12 V:15	H:26 V:19	H:8 V:9	H:7 V:7	H:7 V:6
崩壊形式	落石	落石	落石	落石	落石

調査露頭番号	11	12	13	14	15
岩盤斜面の走向・傾斜	N76°W80°S	N50°W80°SW	N24°W79°W	N48°W78°SW	N26°E62°E
地質的分離面の走向・傾斜	N60°W54°S	N66°W51°SW	N62°W53°SW	N49°W82°SW	N20°W28°E
岩盤斜面の形態	流れ盤Ⅱ型	流れ盤Ⅱ型	流れ盤Ⅱ型	流れ盤Ⅱ型	流れ盤Ⅱ型
地質的分離面の頻度分布	H:8 V:18	H:18 V:20	H:50 V:65	H:20 V:18	H:58 V:55
崩壊形式	滑落	滑落	滑落	落石	滑落

調査露頭番号	16	17	18	19	20
岩盤斜面の走向・傾斜	N30°E78°E	N72°W58°S	N48°E80°NW	N74°E80°S	N32°W84°SW
地質的分離面の走向・傾斜	N70°W82°S	N40°W68°SW	N30°W78°SW	N12°WV	N38°W68°SW
岩盤斜面の形態	受け盤Ⅰ型	流れ盤Ⅲ型	受け盤Ⅰ型	鉛直	流れ盤Ⅱ型
地質的分離面の頻度分布	H:119 V:66	H:58 V:17	H:40 V:35	H:146 V:163	H:24 V:23
崩壊形式	落石	落石	安定	落石	滑落

調査露頭番号	21	22	23
岩盤斜面の走向・傾斜	N12°W80°W	N42°E80°SE	N36°EV
地質的分離面の走向・傾斜	N23°W62°W	N25°W58°W	N84°EV
岩盤斜面の形態	流れ盤Ⅱ型	受け盤Ⅰ型	鉛直
地質的分離面の頻度分布	H:36 V:32	H:35 V:40	H:42 V:66
崩壊形式	滑落	安定	落石

(注) 1 滑落、落石は、常時発生しているのではなく、条件が整った時に発生するという意味である。
 2 岩盤斜面・地質的分離面のそれぞれの走向・傾斜の欄の最後のVはVerticalを意味する。
 N: North, E: East
 S: South, W: West
 3 「地質的分離面の頻度分布」欄のH, Vは、Hは水平方向、Vは鉛直方向の、それぞれ1mのスケール内に計測される地質的分離面の本数である。
 H: Horizontal
 V: Vertical

(4) 楔状受け盤斜面 (図-3 参照)

主たる地質的分離面が山側に傾斜しており、副的な2つの地質的分離面(交差節理)で形成される楔状の弱線が内在した岩盤斜面である。

交差節理等の地質的分離面が、2面ともに開口する場合は比較的少ないので、安定した岩盤斜面と考えられる。

6. 久慈溪流沿いの岩盤斜面 (図-11 参照)

国道4号線から陸中海岸沿いに縦断する国道46号線に通じる国道は、岩手県内では5ルートが開通しているが、そのうちで国道261号線(岩手郡葛巻町-久慈市)は非常に危険な道路として知られている。久慈市大川目町根森

地区の久慈溪流において、1979年4月5日夜、同年11月24日朝、同年12月25日午後の3回にわたって、大崩壊が発生した。大滑落を起こした岩盤斜面は落石が多発して危険なので、トンネルに切り替えている。

図-11に岩盤斜面の露頭位置図を示し、図-12に岩盤斜面の投影図を示し、さらに、表-1に状況観察のデータを示す。

(1) 流れ盤II型斜面

表-1に見られるように、調査露頭番号11, 12, 13, 15, 20, 21がこの斜面に属し、13番地点の東隣の岩盤斜面が前述の大崩壊を起こした岩盤斜面であり、斜面下の脚部にはその時の振動余波で滑落したと考えられる大きい岩塊を含む瓦礫が積もっていた。大崩壊を起こした岩盤斜面も、一連の流れ盤斜面と推定できる。他の15番, 20番, 21番の露頭脚部には、ばら撒いたように角礫状岩塊が散らばっていた。

(2) 流れ盤III型斜面

表-1の岩盤斜面の状況データを見ると、調査露頭番号4, 8, 9, 10, 14, 17が、この岩盤斜面に属している。斜面下の脚部を観察した結果、調査露頭番号16, 17には、ある程度の落石のものと考えらる角礫状の岩塊が見られる。節理が発達しているためと考えられる。

(3) 受け盤I型斜面

表-1に示すとおり、調査露頭番号5, 16, 18, 22で、角礫状の岩塊はほとんど見られなかった。

(4) 受け盤III型斜面

表-1において調査露頭番号1, 2, 3, 6, 7, 19, 23がこの斜面に属する。斜面下脚部には、崩落したと思われる岩塊は見られなかった。本文では、地質的分離面が鉛直になっている岩盤斜面は受け盤III型に含めることにしたが、表では地質の特殊性を考慮して、岩盤斜面の形態を鉛直と表現した。

7. 結 論

(1) 以上、すべての斜面型について実証できたわけで

はないが、ここで提案した等角投影網を使った斜面型の分類により、斜面崩壊の危険度を簡易に判別する手法が有効であることの一端を示しえたと考えている。

- (2) 等角投影網を使って作成する投影図において、面方向を示す円弧の代りに角線を使うことは、投影図が単純化されて、岩盤斜面の崩壊危険性の判断が容易であり、非常に有効と考えられる。
- (3) 岩盤斜面を流れ盤I型斜面、流れ盤II型斜面、流れ盤III型斜面、受け盤I型斜面、受け盤II型斜面、受け盤III型斜面と区分し、それぞれの崩壊形式を認識することは防災上非常に有効と考えられる。
- (4) 大規模岩盤滑落を起こす岩盤斜面は、流れ盤II型斜面に限られると考えられる。この種の岩盤斜面でも崩壊前に防災処置を講じれば、安心して通行することができるであろう。

参 考 文 献

- 1) 福田 連 (1932) : 実験鉱物地質学 I, 昭晃堂 pp. 28-46
- 2) 東中秀雄 (1958) : 岩石鉱物実習, 朝倉書店, pp. 84-93
- 3) BILLINGS, M. P. (1962) : Structural Geology, 2nd edition Mordern Asia Edition, Prentice-Hall pp. 107-115
- 4) TERZAGHI, K. (1962) : Stability of Steep Slopes on Hard Unweathered Rock, Geotechnique, Vol. 12, p. 256, p. 258
- 5) 緒方正虔 (1964) : ウルフ網による地質の統計方法の改良, 応用地質, Vol. 5, No. 2, pp. 8-91
- 6) 曾田範宗 (1971) : 摩擦の話, 岩波書店, p. 72
- 7) グットマン, R. E. (1976) : 不連続性岩盤の地質工学, 森北出版, pp. 48-65

(1989年6月9日受付, 1990年1月19日受理)