

神戸大学都市安全研究センター 正会員 沖村 孝
 神戸大学都市安全研究センター 正会員 鳥居 宣之
 神戸大学工学部 ○学生員 萩原 貞宏

1. はじめに

我が国の道路整備は多様化し増大する交通需要に対処するため大幅に進展してきたが、国土の4分3を占める山岳・丘陵地帯、広範囲に分布する脆弱な地質、台風や前線の活動に伴う豪雨、冬季間の豪雪さらに地震の多発地帯という我が国の自然条件は道路の防災上極めて厳しいものがある¹⁾。建設省では、全国の国道を対象にして、概ね5年に一度道路防災総点検と称して道路交通を支えているのり面、擁壁、橋梁等の点検を行っている²⁾。しかし、そのうち道路のり面に関する点検では多種多様な崩壊メカニズムに対して同一の手法で評価しており、危険度評価が現場技術者の判断に任されているのが実状である。また、斜面の崩壊危険度と道路への影響の評価が明確に区分されていないと考えられる。そこで本報では、道路のり面に関する点検手法に関して崩壊メカニズムを考慮した斜面の崩壊危険度評価、道路への影響の評価を分けた危険度評価手法を提案する。図-1に危険度評価手法の手順を示す。斜面ごとに発生すると考えられる崩壊メカニズムを想定し、該当する崩壊メカニズムがあれば、そのメカニズムについての斜面の崩壊危険度評価を行う。斜面の崩壊危険度は個々の崩壊メカニズムごとに力学モデルを定義し、力の釣り合い式より算定する安全率をもって評価する。続いて崩壊した場合の道路への影響の評価を行う。さらに、その結果を安全、カルデ対応、要対策工の3ランク分けて整理し今後の対応を決める。

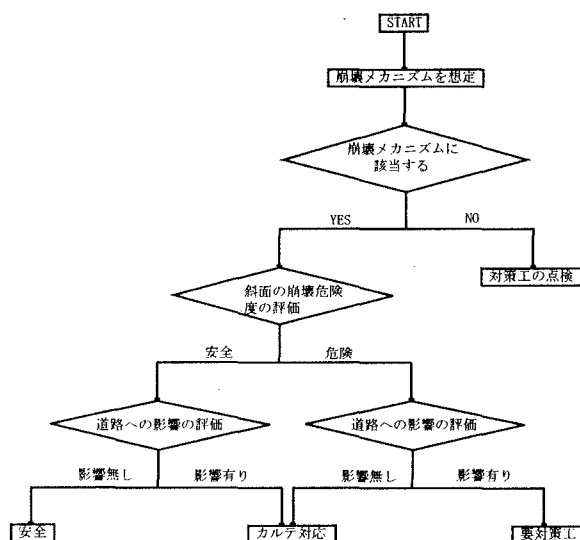


図-1 危険度評価の手順

2. 各崩壊メカニズムについて

本報では、崩壊メカニズムとして5つのメカニズムを定義している。第1に節理・層理等の発達した岩体から岩塊の剥離・落下、あるいは岩の硬軟互層において、軟らかい部分が浸食され、残った硬い部分が剥離・落下する崩壊形態を「落石型崩壊」と称する。力学モデルとしては「オーバーハング型」、「抜け落ち型」が考えられる。第2に浮き石が周囲土塊の軟弱化、あるいは振動などの外的作用等によってバランスを失い回転を伴いながら落下する崩壊形態を「転落型崩壊」と称する。力学モデルとしては「回転型」と「滑動型」が考えられる。一例として、図-2に転落型崩壊の力学モデルを示す。

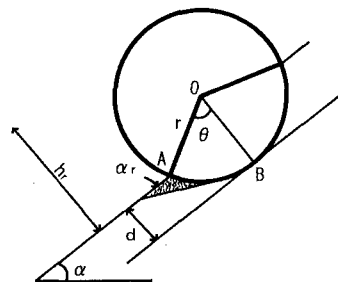


図-2 転落型崩壊の力学モデル

第3に斜面に堆積した表土層が、雨等の影響を受けてせん断強さの減少、せん断応力の増加を受けてすべりを発生する崩壊形態を「平面すべり型崩壊」と称する。崩壊深に対して崩壊長が長いモデルとし、力学モデルとしては無限長斜面安定解析式を用いる。第4に平面すべり型崩壊に比べて崩壊長に対する崩

Takasi OKIMURA, Nobuyuki TORII, Sadahiro HAGIWARA

壊深が大きい崩壊形態を「円弧すべり型崩壊」と称する。力学モデルとしては、簡便法による円弧すべりの安全率算定式を用いる。第5に柱状、ブロック状の岩塊が前面に倒れ込む崩壊形態を「転倒型崩壊」と称する。転倒型崩壊は力の釣り合いからは安全率が算定できないので、フックら³⁾が提案する階段基盤上に生じるトップリングの極限平行解析モデルを用いる。ブロックが安定を保つのに必要となる内部摩擦角 ϕ を極限内部摩擦角 ϕ_L とし、それを現場で計測された ϕ と比べることにより安定性を判断する。

3. 道路への影響の評価について

道路への影響の評価は、崩壊物が岩石の場合と土砂の場合に分けて考える。まず、崩壊物が岩石の場合は、防護工に与えるエネルギーを算定し、防護工の可能吸収エネルギーと比較する。また、運動の範囲を算定すると水平方向には最大45°の広がりを持ち、また、斜面鉛直方向には最大2mの跳躍をする⁴⁾。その運動範囲と防護工の大きさを比較する。次に崩壊物が土砂の場合は、まず、崩土の到達距離を崩壊高から森脇⁵⁾の式より評価し崩壊場所と道路との距離を比較する。さらに、崩土が防護工に与える衝撃圧を仲野ら⁶⁾の式より評価し防護工の耐衝撃圧と比較する。

4. 斜面の崩壊危険度評価の Sensitivity 解析

斜面の崩壊危険度として力の釣り合い式より安全率を算定するが、その安全率を算定する際のパラメーターの重要度を評価するために Sensitivity 解析を行う。Sensitivity 解析は感度分析とも呼ばれ安全率の式のように多くの変数からなる多価関数において、ある一つの変数の影響を調べるために、各変数にある基準値を与え、その基準値を中心にして各変数が微小変化するときの安全率の変化を求めるものである。基準値としては任意に設定した値を用いる。ここでは一例として転落型崩壊の Sensitivity 解析結果を図-3、4に示す。この結果を見ると回転型の安全率に影響を及ぼすパラメーターは順に h_r , r , α となる。次に滑動型の安全率に影響を及ぼすパラメーターは順に α , ϕ , r , h_r , ϕ , c , γ_{rt} , γ_{st} となる。

5. まとめ

本報では、崩壊メカニズムとして5つの崩壊形態を考えそれにより斜面の崩壊危険度評価、道路への影響の評価を行う手法を提案した。また、Sensitivity 解析を行い、現場で採取されるパラメーターの重要度も評価することができた。今後は、現場調査により崩壊メカニズムが現場で適用可能かどうか、また、それと平行してエネルギーや衝撃圧等のパラメーターを安全対策に活かせるよう考えていきたい。

【参考文献】

- 1) 社団法人日本道路協会：落石対策便覧，社団法人日本道路協会，1. p, 1983.
- 2) 財団法人道路保全技術センター：平成8年度道路防災総点検要領〔豪雨・豪雪等〕，財団法人道路保全技術センター，1. p, 1996.
- 3) E. フック，J. W ブレイ（小野寺透，吉中龍之進共訳）：岩盤斜面工学，朝倉書店，pp. 187-198, 1979.
- 4) 社団法人日本道路協会：落石対策便覧，社団法人日本道路協会，pp. 8-27, 1983.
- 5) 森脇寛：崩土の到達距離予測，地すべり，vol. 24, No. 2, pp. 331-440, 1987.
- 6) 仲野公章，左近則男：砂質崩土の衝撃力に関する実験，新砂防，vol. 39, No. 1, pp. 17-23, 1986.

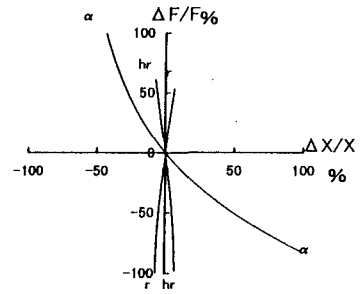


図-3 回転型の Sensitivity 解析結果

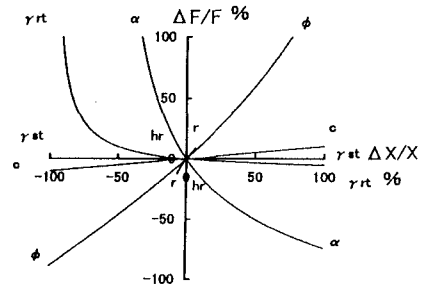


図-4 滑動型の Sensitivity 解析結果