

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
 神戸大学大学院 学生員 萩原 貞宏
 神戸大学工学部 学生員 ○吉田 正樹

1. はじめに

前報¹⁾では、道路のり面の点検手法として図-1に示すように崩壊メカニズムを考慮した危険度評価手法を提案している。この手法では、道路のり面の危険度評価を斜面の危険度評価と道路への影響の評価とに分けて行っている。具体的には、5つの崩壊メカニズム（落石型崩壊、転石型崩壊、平面すべり型崩壊、円弧すべり型崩壊、転倒型崩壊）に応じた力学モデルを定義し、力のつり合い式より算定する安全率を指標として斜面の危険度を評価し、落石・崩土の流下範囲、運動エネルギーを算定し、概設対策工の効果を評価することにより道路への影響を評価している。この手法をある道路のり面を対象として行ったところ、落石型、ならびに転石型の崩壊メカニズムにおいて、想定した岩塊の形状が実際の岩塊の形状と合致していなかったり、また道路への影響の評価では、斜面の勾配変化、斜面の凹凸が考慮できていないという問題点が生じた。そこで本報では、これらの問題点を、斜面の危険度評価においては、新たな形状を考慮した力学モデルを提案し、道路への影響の評価は、落石の運動を確率的に取り扱うことのできるモンテカルロシミュレーションを用いることにより、防護柵の高さ、可能吸収エネルギーと比較することで道路の影響の評価を行う。

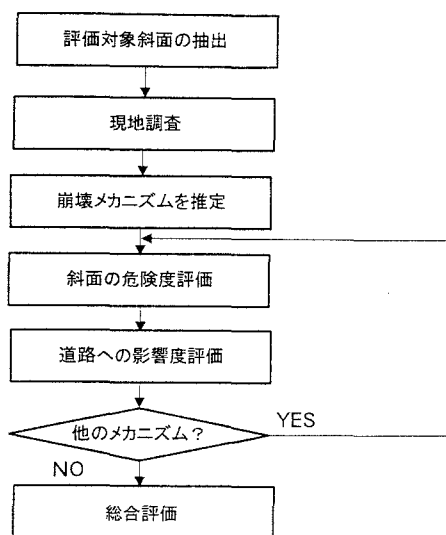


図-1 危険度評価の手順

2. 落石型・転石型崩壊の崩壊メカニズムについて

前報では、落石型崩壊のメカニズムとしてオーバーハング型、抜け落ち型の2つを、転石型崩壊のメカニズムとして滑動型、回転型の2つを定義している。ある道路のり面を対象として危険度を評価したところ、上述した理由から安全率を正しく評価できないかった。そこで本報では新たに、形状を考慮した力学モデルを定義する。

（ここでは一例として転石型崩壊の滑動型を紹介する）

前報では、浮き石を円柱と仮定していたが、本報では図-2に示す形状を角柱とした力学モデルを定義する。滑動を起こそうとする力 P_L 、それを防ごうとする力 Q_L の比較を算定する。滑動を起こそうとする力は、

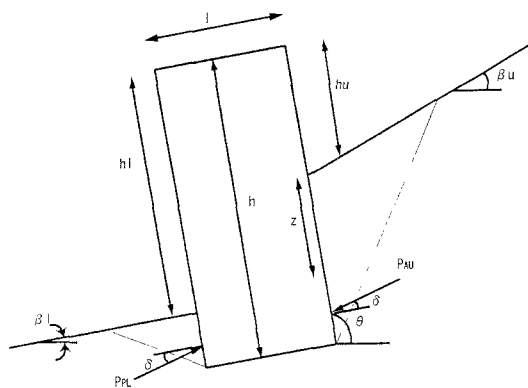


図-2 転石型崩壊の力学モデル(滑動)

$$P_r = W \cos(180 - \theta) + P_{AU} \cos \delta \quad (1)$$

滑動を防ごうとする力は、

$$Q_r = \{W \sin(180 - \theta) + P_{AU} \sin \delta - P_{PL} \sin \delta\} \cdot \tan \phi + P_{PL} \cos \delta + cl \quad (2)$$

安全率は、

$$F = P_r / Q_r \quad (3)$$

と表せる。ここで、 c ：粘着力 (kPa)、 ϕ ：内部摩擦角 ($^{\circ}$)、 δ ：岩塊の摩擦角 ($^{\circ}$)

P_{AU} ：岩塊上部の主働土圧 (kPa)、 P_{PL} ：岩塊下部の受働土圧 (kPa)

ある道路のり面で適用させた結果、安全率が1.04という結果を得た。また、どのパラメータが安全率に大きな影響を及ぼすかを明らかにするために、sensitivity 解析を行った結果、安全率に大きな影響を及ぼすパラメータは根入れ長さと岩塊の傾きであることがわかった。

3. 道路への影響の評価について

道路への影響の評価として、跳躍量、落石エネルギーの算定は、斜面の勾配変化や凹凸を考慮するため、本報では、右城²⁾により提案されている落石運動のシミュレーションを用いる。この手法では、運動定数をモンテカルロ法により確率的に扱っている。跳躍量は、対策工高さと比較することによって評価し、落石エネルギーは、各斜面の対策工の可能吸収エネルギーと比較することによって評価する。また、落石の平面の広がり、最大 45° の広がりをもつとし、落石が広がる範囲に対策工が設置されているか否かで評価する。あるのり面における道路への影響の評価を行った結果、落石の広がりでは24mであった。また、跳躍量は0.2m、落石エネルギーは53kJであると算定された。図-3に落石シミュレーションの結果を示す。この図より落石が防護柵を越えないことがわかる。こののり面では、防護柵長さ192m、防護柵高さ4m、可能吸収エネルギー95kJの対策工が備わっており、この斜面では道路への影響は少ないと考えられる。

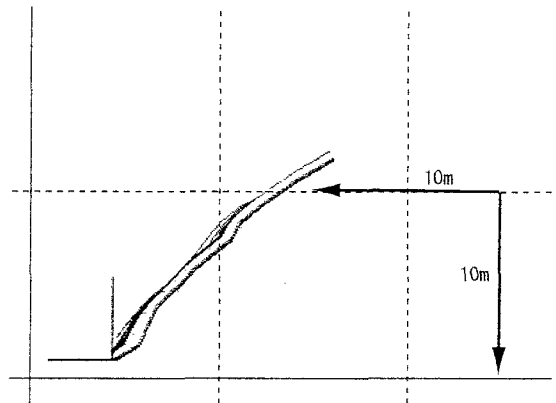


図-3 モンテカルロシミュレーションの軌跡図

5. まとめ

本報では、筆者らが提案している崩壊メカニズムに加え、新たに浮き石をブロック状と考えた転石型崩壊メカニズムを提案した。そして、実際の斜面に適用した結果、形状にあった危険度評価が行えることがわかった。また、sensitivity 解析より、転石型崩壊の安全率に及ぼすパラメータは、根入れ長さ、岩塊の傾きであることがわかった。道路への影響の評価は、モンテカルロシミュレーションを用いることにより、斜面の凹凸、勾配変化を考慮に入れた跳躍量、落石エネルギーを算定することができた。今後、sensitivity で明らかになったパラメータを把握する方法や、斜面の形状を考慮した平面の広がりを算定する方法を考えていきたい。

【参考文献】

- 1) 沖村孝, 鳥居宣之, 萩原貞宏: 崩壊メカニズムを考慮した道路のり面の危険度評価手法について, 平成12年度関西支部年次学術講演概要集, III-51, 2000.
- 2) 右城猛: 剛性擁壁の合理的な土圧評価法と落石の運動に関する研究, 愛媛大学学位論文, pp. 146-334, 1997.