

III-324 数量化法による転石型落石の危険度評価の試み

山梨大学工学部 正 村上 幸利

1. はじめに 限定された予算の中で、落石防止工を効果的に進めるには、危険性の高い落石斜面から順次施工することが望ましいが、そのためには、落石発生危険度を数量的に評価する手法の確立が不可欠である。従来、転石型落石の発生危険度を評価する方法として、過去の落石事例から統計的手法によって関連因子を見出し、経験則などを踏まえて、これにある基準値を定めて採点を行い、危険度を判定する「採点法」^{1), 2), 3)}と、落石の発生機構や運動形態を力学的にとらえて、その解析から危険度を定量的に評価しようと試みる方法とがある。ここでは、転石型落石は数多くの因子が複雑に絡み合って発生する自然現象であることを考慮し、数量化法（Ⅱ類）を用いて、落石発生に大きく関係する素因を抽出した結果、ならびにそれに基づく評点から落石の危険度評価を試みた結果について報告する。

2. 調査 転石型落石の発生に関与する素因として、表-1に示すような14種の因子を設定し、これらについて調査を行った。調査の対象斜面としては、転石型落石が発生しやすい二次堆積ローム斜面とまさ斜面に限定し、それぞれ12ヶ所、7ヶ所の斜面に存在する転石（約70個）または斜面から既に落下した転石（約20個）に注目しながら調査を進めた。

3. 解析結果 数量化法Ⅱ類によって、統計的解析を行った。その分析結果は表-2のとおりである。レンジの大きい因子から順次並べたが、それによる

表-1 調査の対象とした素因

斜面に関する因子	老化度、高さ、勾配 表面の肌状況、湧水状況 縦断形状、横断形状 土の強度、植生状況 転石付近の勾配
転石に関する因子	岩質、大きさ 形状 根入れ角（根入れ深さ）

表-2 分析結果

ローム斜面		まさ斜面	
要因	レンジ	要因	レンジ
根入れ角(60°未満他3区分)	0.069	縦断形状(直線型他2区分)	0.339
転石岩質(安山岩他3区分)	0.040	根入れ角(60°未満他3区分)	0.279
転石付近勾配(40°未満他2区分)	0.030	転石付近勾配(40°未満他2区分)	0.190
横断形状(直線型他2区分)	0.023	転石の大きさ(直径10cm未満 他2区分)	0.186
土の強度(3区分)	0.019	岩質(花崗岩他2区分)	0.181
斜面高さ(5m未満他2区分)	0.019	・	・
・	・	・	・

と、影響度の大きいものは、ローム斜面とまさ斜面で一部異なっている。なお、因子間の相関行列は表-3のようになっている。

4. 考察 転石型落石の力学的解析では、転石の根入れ角、転石の大きさと単位体積重量、斜面勾配、斜面を構成する土の強度が素因として扱われている。それと比較すると、次のような対応が認められる。

力学的解析で扱う素因	根入れ角	転石の大きさと単位体積重量	斜面勾配	土の強度
	↑	↑	↑	↑
	↓	↓	↓	↓
統計分析結果でレンジの大きい因子	根入れ角	転石の大きさ	転石付近の斜面勾配	土の強度、岩質

対応の付かない因子として、横断形状と斜面高さ（ローム斜面）、縦断形状（まさ斜面）があるが、これらは降雨等の誘因との関連性が高い因子として上位に表れているものと解釈される。したがって、力学的解析で一般に取り上げられる上記の因子（素因）は、ほぼ妥当なものであると判断できよう。

5. 危険度判定の試み 前述の調査結果および数量化法による分析から得られた斜面判別図は、図-1のようである。この判別図に対して、他のローム斜面で実施した調査結果を当ててみた。実際に落石の発生を確認した8個の転石について、その評点を判別図上に示すと、図-2のようになった。これをみると、8個の落石転石のうち4個までが微妙な位置にプロットされる結果となった。調査した転石の個数が少ないこともあるが、精度的にはまだまだ不十分さが認められる。実用化に向けては、様々な点で改善の余地が残されているが、基本的には将来への可能性はあるものとする。改善点としては、因子のランクづけの吟味、調査での測定精度の向上などが挙げられよう。

参考文献 1)池田和彦・小橋澄治：地形・地質からみた落石の傾向と発生予測、施工技術、第6巻、第8号、1973。2)高速道路調査会：落石防護施設の設置に関する調査研究報告書、1974。3)箭内寛治：落石の調査と対策、地質と調査、第33号、1987。

表-3 相関行列 ローム斜面

要因	斜面高	斜面勾配	土の強度	転石付近勾配	根入れ角
斜面高	1	-0.063	0.202	-0.309	0.026
斜面勾配		1	0.578	0.648	0.098
土の強度			1	0.399	0.210
転石付近勾配				1	0.235
根入れ角					1

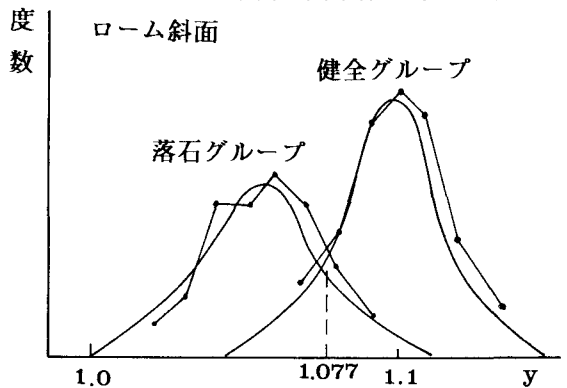


図-1 斜面判別図

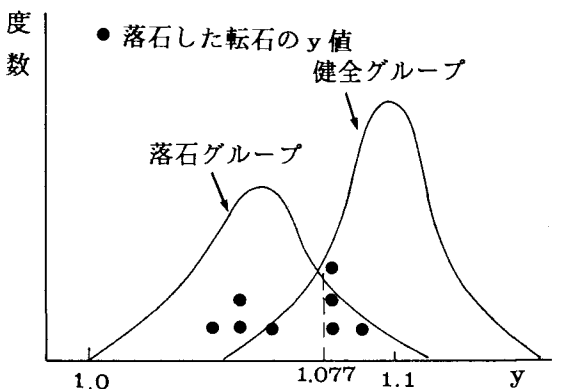


図-2 適用例