

III-424

鉄道沿線における切取斜面の崩壊形態

(財) 鉄道総合技術研究所 ○正員 岡田勝也 正員 野口達雄
正員 杉山友康 正員 池内久満

1. まえがき

鉄道沿線斜面の降雨災害の大部分は切取斜面や盛土斜面における崩壊土量が数十 m^3 以下の小規模な崩壊である。しかし、規模は小さくとも鉄道車両の走行安全上に重大な影響を及ぼすこともあり、軽視することはできない。

これらの崩壊の多くは“表層崩壊”に属するものであるが、崩壊の形態から分類されたものは少ない。崩壊形態を分類しそれぞれの形態がどのような条件下で発生するかを知ることは、崩壊機構の解明や崩壊の予知・検知にとって重要な要素であると考えられる。そこで切取斜面の過去の崩壊事例を崩壊形態という観点から検討した。なお本研究は運輸省補助金による研究開発テーマの一環として実施した。

2. 主成分分析による崩壊形態の分類

崩壊形態の分類は写真・図面等によって人為的に分類することも可能であるが、ここでは主成分分析を用いて検討を加える。鉄道沿線で過去10年間に発生した切取斜面の災害データの中から、崩壊形態が判別できる150件を抽出し、図1に示す崩壊土量 V 、崩壊幅 B 、崩壊長 L 、最大崩壊厚 T の4つを変量とした。それぞれの変量の頻度分布、平均値と標準偏差は図2のとおりである。主成分分析の結果は次のとおりである。

	固有値	寄与率	累積寄与率
第1主成分 $Z_1 = 0.611 V + 0.387 B + 0.465 L + 0.511 T$	2.18	0.55	0.55
第2主成分 $Z_2 = -0.062 V + 0.865 B - 0.475 L - 0.147 T$	0.83	0.21	0.76
第3主成分 $Z_3 = -0.064 V + 0.238 B + 0.662 L - 0.708 T$	0.70	0.17	0.93
第4主成分 $Z_4 = -0.786 V + 0.213 B + 0.346 L + 0.464 T$	0.29	0.07	1.00

この結果、第3主成分までの累積寄与率が90%以上あり、本解析においては第3主成分までを考慮することとした。第1主成分は、全ての係数(固有ベクトル)が正であるので、崩壊の規模の大小を示すものである。第2主成分は、崩壊幅 B と崩壊長 L の係数が大きく、この係数の符号が反対であることから、平面的な形態を示している。すなわち第2主成分の値が大きい場合は横長の崩壊を示し、小さい場合は縦に長い崩壊を示すものである。第3主成分は、崩壊長 L と崩壊厚 T の係数が大きく、符号が反対であることから、断面形状を示すものである。すなわち第3主成分の値が大きい場合は浅い崩壊、小さい場合は深い崩壊を示すものと思われる。

3. 崩壊の断面形状と崩壊箇所の各種条件との関連

主成分分析の第3主成分による崩壊の断面形態と、斜面勾配、表層土の性状等の種々の条件との関連を検討した。図3に斜面勾配と崩壊

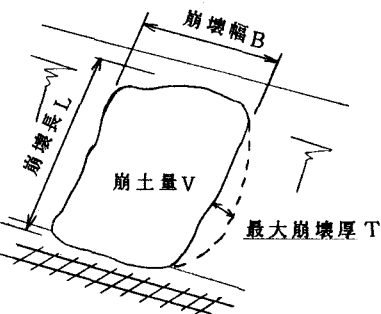


図1 主成分分析で用いた変量

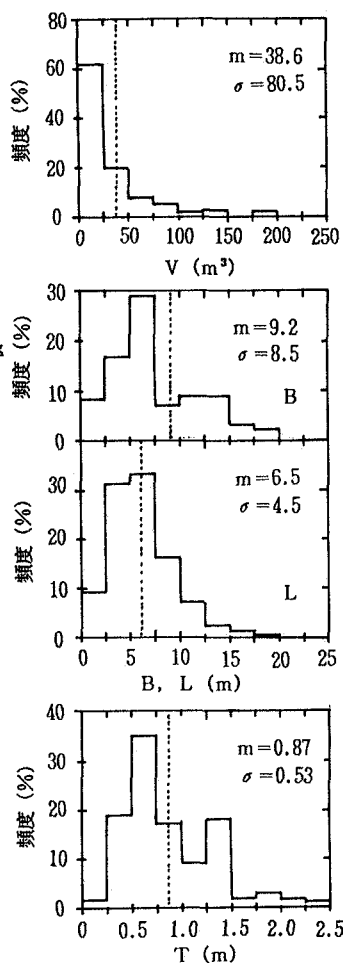


図2 各変量の頻度分布

の断面形態の関係を示す。斜面勾配が急な箇所は形態Aの浅い崩壊が多く、勾配が緩くなると形態Cの深い崩壊(なお形態Bはその中間を示す)が発生する傾向がある。

150件のデータのうち71件の災害発生箇所については簡易貫入試験による表層土の性状の確認、表層土の土質試験を行った。図4は表層土の土質と崩壊の断面形態の関係を示すが、浅い崩壊では砂質土の比率が、深い崩壊になると粘性土の比率が大きくなる傾向を示している。表1は崩壊の各断面形態における平均表層厚(簡易貫入試験値 $N_c \leq 10$ 、 $N_c \leq 20$ の両方について求めた)を示したものであるが、分類された崩壊形態にほぼ対応した傾向を示している。これから崩壊の危険箇所において、簡易な貫入試験を行えば、ある程度の崩壊深さが判断できる可能性を示している。

さらに、切取斜面の基岩の地質と断面形態の関係を示すと図5のようになる。これによれば新第三紀層や花崗岩は各形態が同じような比率で発生しているが、浅い崩壊が多い。シラスやロームでも浅い崩壊に比率が高い。しかし勾配が比較的急な斜面が多いと考えられる中・古生層、古第三紀層、変成岩では浅い崩壊が少ない結果となっている。この結果と図3から、硬岩が分布している地域でも風化の進行や崖錐堆積物の存在により、必ずしも勾配が急であるとは言えないようである。

このほか、斜面の集水面積が狭い場合には規模の大きな崩壊や深い崩壊が生じていないこと、斜面上部が水田になっている所では浅い崩壊が少ない傾向にあることなどが限られたデータではあるが得られた。

4. あとがき

過去に降雨災害を被った鉄道沿線の切取斜面に対して主成分分析を実行し崩壊形態の分類を行い、斜面勾配などとの関係について分析を試みた。斜面崩壊に強く影響する斜面の周辺環境、表層土の性状、地下水、降雨等のデータも考慮して、今後解析を深度化するとともに、このような統計的手法に加えて、実験的・理論的手法を用いて、斜面の安全性向上に寄与したい。

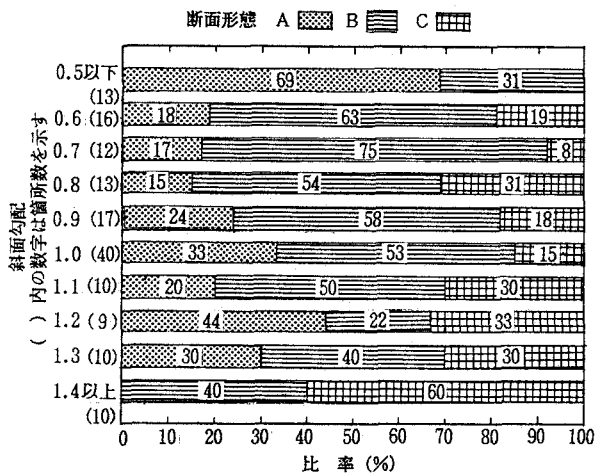


図3 斜面勾配と崩壊の断面形態の関係

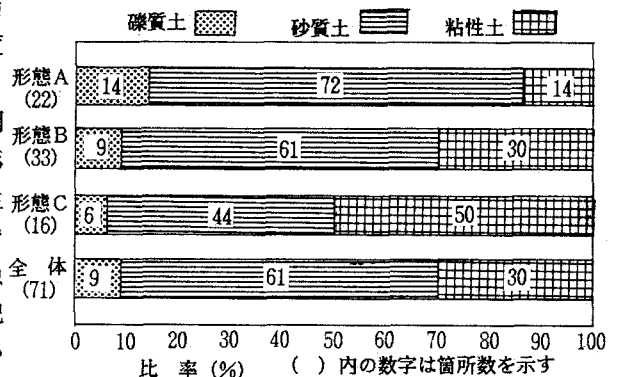


図4 表層土の土質と崩壊の断面形態の関係

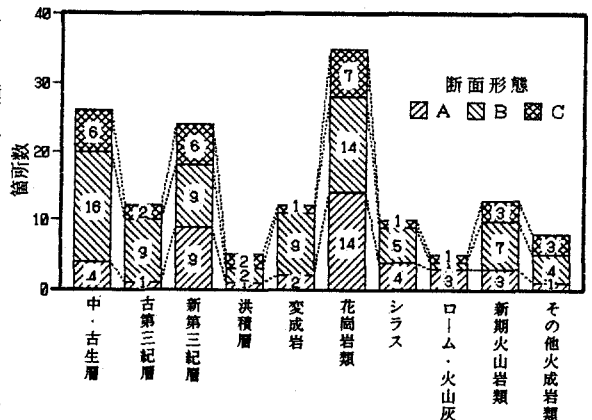


図5 基岩の地質と崩壊の断面形態の関係

表1 簡易貫入試験による表層厚さの平均値

	$N_c \leq 10$	$N_c \leq 20$
形態A	0.8 m	1.0 m
形態B	1.0 m	1.3 m
形態C	1.3 m	1.6 m