

兵庫県箇所別土砂災害危険度予測システムの活用に向けた取り組み
-兵庫県下酸性火山岩類分布地域の表層崩壊機構とモデル化-

(一財) 建設工学研究所
兵庫県県土整備部土木局砂防課
(株)ダイヤコンサルタント
応用地質(株)

沖村 孝 神戸市立工業高等専門学校
石田 博彰 国際航業(株)
鏡原 聖史 応用地質(株)
北田 憲嗣 応用地質(株)

○伊藤 正美
鳥居 宣之
原口 勝則
中川 渉
嵯峨根朋子

1.はじめに

兵庫県では、リアルタイム型のハザードマップシステムである「箇所別土砂災害危険度予測システム」(以下、システム)を表六甲山系において平成 24 年4月より運用を開始している。その後も兵庫県内各地でシステムを構築し、システムの実用化に際して新たに出現した問題と対応として報告してきている¹⁾。

一方、システムの構築は各市町単位で実施しており、地形・地質的な観点から同時代の類似岩種において微妙に異なったモデル条件を採用してきた。その代表事例として中生代白亜紀の酸性火山岩類がある。

本論文では、本システムの導入地域が拡大するにあたって、酸性火山岩類における地形・地質学的特性と表層崩壊の特徴およびモデル化の検討を取りまとめ、各地域の類型化が可能か検討を行った。

2.方法

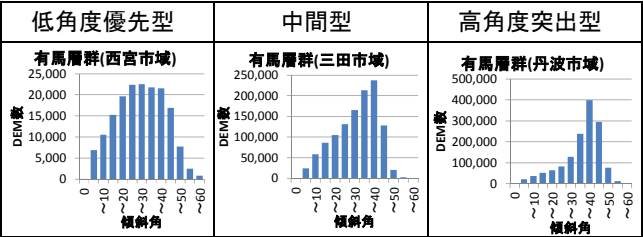
酸性火山岩類が分布するシステム運用地域を対象として、兵庫県上郡町域周辺の相生層群、豊岡市周辺の矢田川層群、丹波・篠山・三田・神戸・西宮市北部の有馬層群を対象とした。

対象地における表層崩壊機構を検討するために、地形解析、文献調査、空中写真判読および現地調査を実施した。地形解析では、対象地における 10mDEM より表層傾斜角の頻度分布を整理した。文献調査では地質に関する文献を收集整理した。また、過去に発生した土砂災害を対象に空中写真判読および現地踏査を実施した。

3. 酸性火山岩類の地形地質学的特徴

兵庫県内における酸性火山岩類はいずれも中生代白亜紀の火山岩類と考えられており、県内に広く分布し、デイサイト・流紋岩類等から構成されている。²⁾

表－1 各地域における傾斜角分布のパターン

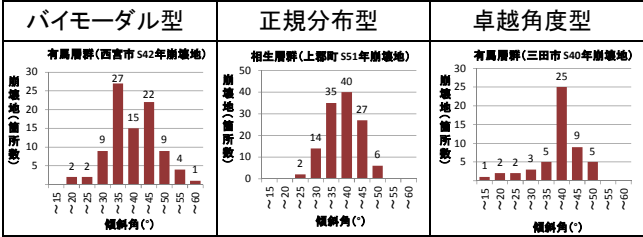


表層傾斜角の頻度分布を各地域で比較すると、ピークの角度から低角度優先型、高角度突出型、その中

間型の 3 パターンに大きく分けられた(表－1)。

4. 表層崩壊と特徴

各市町域の崩壊地の表層傾斜角の頻度分布を表－2に示した。40°～45°の高角度斜面での崩壊のほか、30°～35°低角度斜面でも崩壊が多くなる傾向がある(バイモダル型)、35°～45°の斜面傾斜角をピークとした 20°～60°までの幅広い傾斜角を有する正規分布を示している(正規分布型)、40°～45°をピークとした分布角度が限られた崩壊地(卓越角度型)の3パターンに分けられた。



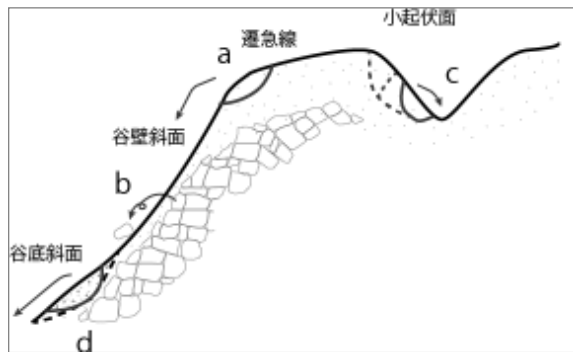
表－2 各地域における崩壊地の傾斜角分布パターン

空中写真および現地調査結果より、崩壊パターンは a～d の 4 つに区別される(図－1)。aタイプは、斜面上方の遷急線付近での崩壊である。滑落崖は数 m に及び、崩壊後の流動距離が大きく、崩壊土砂量が増大しやすい。bタイプは斜面中での崩壊である。落石崩壊のイメージであり、基質部の細粒部分が流れ出し、大きな礫部分が崩れ落ちている。このタイプには風化層が厚く、土砂状に流出するものも含まれる。cタイプは高原台地の小起伏面に発達する斜面崩壊である。高低差が小さい緩斜面での崩壊となるために小規模な崩壊となることが多い。dタイプは斜面裾部での崩壊である。崖錐部、強風化部が流水で洗い流される崩壊である。

ここまでの各地域の特性を表－3に整理した。このなかで、崩壊地の傾斜角分布がバイモダル型ならびに正規分布型である地域は、崩壊タイプ a, b, c, d のすべての崩壊タイプが分布しており、卓越角度型は b タイプの崩壊が優勢である。

中生代白亜紀の酸性火山岩類は、比較的風化に強く、露岩部や風化層が薄い場合が多い。このため、全体に斜面中の薄層や落石のパターンの崩壊 b タイプが共通して認められる。一方、a, c タイプの崩壊は、凝灰岩等碎屑岩系の風化しやすい地層に崩壊が集中している傾向がある。これは、高原面や断層・変質部等、風化が

進行しやすい箇所では斜面が不安定化し、急崖部遷急線付近では崩壊 a タイプ、緩傾斜面内では崩壊 c タイプが発生しやすいためと考えられる。



図－1 縦断図による崩壊位置毎のタイプ名称と特徴

表－3 各地域の地形地質特性

市町域	地形傾斜分布	崩壊傾斜分布	崩壊タイプ	地層名称
上 郡	中間型	正規分布型	a, b, c, d	相生層群
神 戸	中間型	正規分布型	a, b, c, d	有馬層群
三 田	中間型	卓越角度型	b	有馬層群
篠 山	中間型	卓越角度型	b	有馬層群
丹 波	高角度突出型	卓越角度型	b	有馬層群
西 宮	低角度優先型	バイモータル型	a, b, c, d	有馬層群
豊 岡	高角度突出型	卓越角度型	b	矢田川層群

以上より、崩壊タイプの特性とモデルへの設定を表－4にまとめた。酸性火山岩類では、bタイプが共通して見られ、土砂災害のリスクも大きいため、bタイプをモデル基準値として設定することにした。a, c タイプは遷急線や小起伏面といった同じ地質の中でも局所的な地形条件で発生しているため、局所的にモデルへ設定することとした。dタイプは侵食を起因としており、本システムの安定解析の機構と異なるため、システムの対象外とした。

表－4 崩壊タイプの特性とモデルへの設定

項目	崩壊タイプ			
	a	b	c	d
地形	急	急	緩	緩
崩壊規模	中	中	小	中
土砂災害リスク	大	大	小	小
モデルへの設定	局所	モデル基準値	局所	×

5. 崩壊予測のモデル化

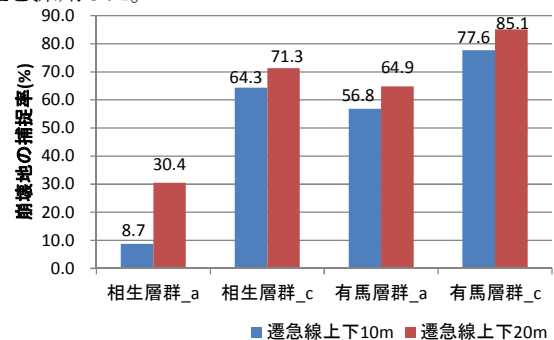
本システムの安定解析に設定するパラメータとして、プロトタイプである六甲山系に分布している花崗岩で検討された層厚や物性値を基準として、文献および現地調査から各地質の層厚や物性値を検討した。

表土層厚は、対象市町域における既往のボーリングデータおよび試験結果、兵庫県の他市町域における同種地質での調査データおよび現地調査結果を参考にして、層厚-斜面勾配の関係式(層厚式)を推定した。

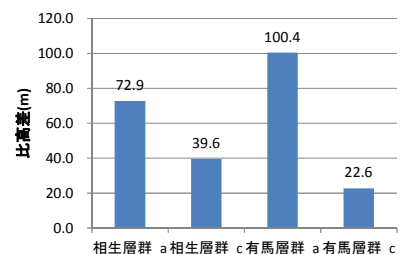
せん断強度定数(土の有効粘着力、有効内部摩擦角)については、兵庫県による検討成果やボーリングデータ、各種土質試験結果などを取りまとめた。これにより、地質区分ごとに標準的な物性値(モデル標準値)

を整理した。

前述の崩壊タイプ a, c にみられる局所的な不安定地形の設定方法については、せん断強度定数(c , ϕ)をモデル標準値から変更することとした。変更対象エリアは、地形図判読を実施し、崩壊地と遷急線の位置関係(図－2)や崩壊が発生している斜面の比高(図－3)から検討した。変更するせん断強度定数は、再現計算や逆算結果から捕捉率や空振り率が最も良好となった値を採用した。



図－2 遷急線にバッファを設定した際の崩壊地の捕捉率



図－3 崩壊が発生した斜面の比高

6. おわりに

兵庫県下酸性火山岩類分布地域において、空間的分布の異なる同時代の酸性岩類の相生層群、矢田川層群、有馬層群について崩壊機構を地形・地質特性から整理した。その結果、地盤モデル作成にあたり、地域により地形・地質特性が大きく関わってきていることが明らかとなった。モデル化に際しての留意点として、モデルのせん断強度定数の設定の根拠が明確でない部分があるので、今後の研究課題とする。

また今回の検討の中で、同じ市域でも災害によって崩壊地の傾斜角の頻度分布が異なる地域がみられた。これはそれぞれの降雨イベントの波形が異なることが一因と考えられ、今後降雨パターンによる崩壊特性の違いについても合わせて検討していく。

参考文献:

- 1) 沖村ら、土砂災害リアルタイムハザードシステムの活用に向けた取り組みー平成 26 年度に発生した土砂災害による検証ー、平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集、2015。
- 2) 吉田久昭・河田清雄、兵庫県東部、篠山・三田間における有馬層群の概要、地質調査所月報、38, 8, 427-441, 1987