

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
～異なる地質地形条件での適用の検討(その2)～

| | | | |
|---|----------------------------------|---|--|
| (一財) 建設工学研究所 兵庫県 国際航業(株) 応用地質(株) | 沖村 孝 市川 和幸 原口 勝則 ○伊藤 正美 | 神戸市立工業高等専門学校 豊岡市 応用地質(株) 応用地質(株) | 鳥居 宣之 登日 幸治 中川 涉 山内 政也 嵯峨根朋子 |
|---|----------------------------------|---|--|

1. はじめに

兵庫県では、表六甲山系を対象としてリアルタイム型のハザードマップシステム（箇所別土砂災害危険度予測システム、図-1）¹⁾を構築した。本システムは、平成24年4月より運用を開始しており、その後も実績降雨をもとに解析モデルの継続的な改良を実施している²⁾³⁾⁴⁾。本報告では、表六甲山系とは異なる地形・地質条件を有する、兵庫県の豊岡市および上郡町の行政区域全域において、表六甲山系で導入したシステムを活用するための適用性の検討について述べる。

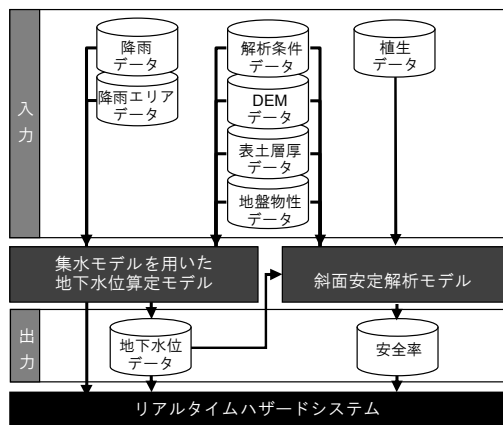


図-1 ハザードマップシステムの構成

2. 対象地域の地形地質条件とモデルの標準値

対象地域の地質および地形を図-2および表-1に整理した。対象地域である豊岡市や上郡町では表六甲山系とは異なる地形・地質条件を有している。そのため、ハザードマップシステムを構成する地下水位算定モデルおよび斜面安定解析モデルの入力項目のうち、表土層厚データならびに地盤物性データの2項目について、地質・地形条件ごとにモデル標準値の設定を行った。

表土層厚データについては、微地形区分(頂部斜面、谷壁斜面、谷底斜面)ごとおよび地質区分ごとに、斜面傾斜角との関係性を算定し、モデル標準値を設定した。地盤物性(単位体積重量、有効粘着力、有効内部摩擦角など)については、地質ごとにモデル標準値を設定した。表土層厚データ、地盤物性値データは現地調査、ボーリングデータなどの土層分布、既往資料などを基に設定しており、あわせて地形地質ごとの崩壊特性も整理した。

3. 地域特有の崩壊特性の反映

対象地域にて過去に表層崩壊が多く発生した豪雨災害を表-2に整理した。過去に発生した崩壊地は、その分布に平面的偏りが確認された。これは、前章で設定した対象となる地形地質条件ごとの崩壊特性に加えて、局所的な降雨条件、地形地質条件および土地利用形態など、地域特有の崩壊特性が影響していると考えられた。そのため、これら崩壊特性について個別に解析モデルへ組み込み、モデルの精度の向上を図った。本報告では、このうち局所的な地形・地質条件および土地利用形態のモデル化について紹介する。

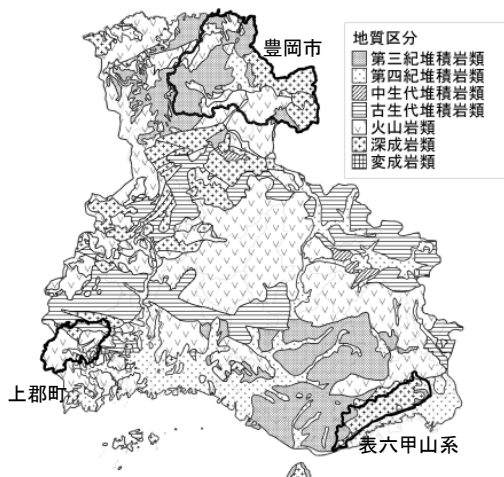


図-2 兵庫県の地質と対象地域の位置

表-1 対象地域に分布する主な地形地質条件

| 対象地域 | 主な地質 | 地形 |
|-------|-----------------------------|-----------------------|
| 表六甲山系 | 六甲花崗岩・布引花崗岩 | 急峻な山地 |
| 豊岡市 | 北但層群・矢田川層群 山陰型花崗岩類 | 急峻な山地～丘陵地 |
| 上郡町 | 相生層群・超丹波帯地層群 花崗閃緑岩・夜久野岩類 | 急峻な山地 一部に頂部小起伏面が分布 |

表-2 過去に表層崩壊が多く発生した豪雨災害

| | 気象条件 | 崩壊地条件 | |
|-----|--|--------------|---------------------------|
| | | 崩壊地数 (箇所) | 平均面積 (m ²) |
| 豊岡市 | 平成16年10月19～21日台風23号 最大時間雨量:56mm、総雨量411mm(降雨最大値) | 837 | 942.7 |
| | 昭和49年7月6～7日台風8号 最大時間雨量48mm、総雨量285.5mm | 170 | 237.5 |
| 上郡町 | 昭和51年9月8～13日台風17号 最大時間雨量34mm、総雨量780mm | 148 | 211.5 |

3.1 難透水層の影響を受けた崩壊の反映

豊岡市では、北但層群の各層序のうち、地下水を通しにくい豊岡累層の泥岩および細粒凝灰岩からなる難透水層が分布している。この難透水層の分布域周辺において崩壊地が分布していることから、難透水層によって地下水が導水され、崩壊の誘因になっていると考えられた。そのため文献資料などから凝灰岩・凝灰岩質泥岩の分布や物性値を調査し、難透水層の分布エリアの透水係数を標準値より低減させた(図-3)。また既存の地下水位算定モデルでは、各セルの地下水位は水が流れ込む方向、流れ出る方向とも一律の透水係数を適用するモデルであった。そのため、難透水層に該当するセルから隣接するセルに地下水が流れ出る方向のみ透水係数を低減させるモデルに改良した(図-4)。

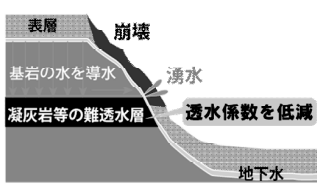


図-3 難透水層に起因する崩壊のイメージ

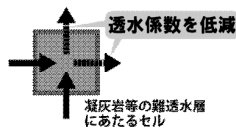


図-4 地下水が流れる方向で透水係数を変更する難透水層のイメージ

3.2 頂部小起伏面の不安定斜面の反映

上郡町では、山地に頂部小起伏面が分布しており、遷急線の周辺で崩壊地が多く分布していた。これより、遷急線周辺では、不安定な地形が影響して崩壊が発生しやすいことが考えられた。そこで現地調査および航空写真判読により、頂部小起伏面における遷急線の水平幅 40mが崩壊しやすい地形であり、過去の崩壊地が多く分布していることを把握した(図-5, 6)。調査結果より、このエリアにおいて物性値の粘着力 c を標準値から 1kN/m^2 低減した。

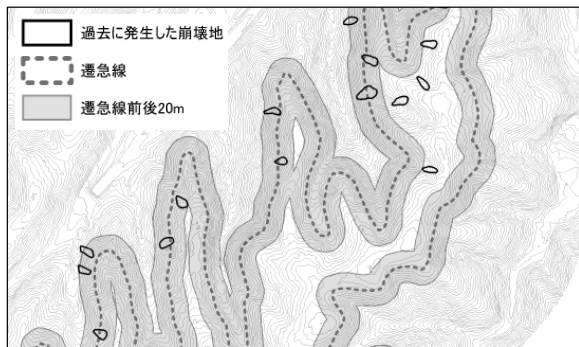


図-5 遷急線周辺における過去の崩壊地の分布状況

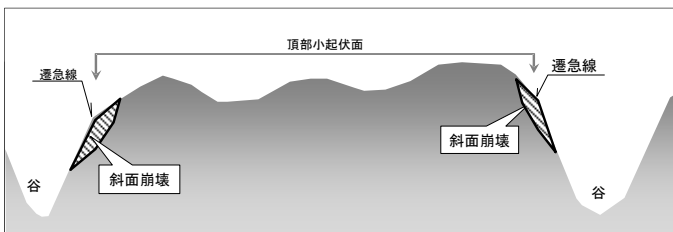


図-6 遷急線周辺における崩壊イメージ図

3.3 人家裏の切土による不安定斜面の反映

豊岡市・上郡町の両市町ともに、人家裏に切土斜面が分布していることが多く、施工によって斜面が不安定化して崩壊が発生している箇所が確認された。現地および過去の調査資料などから人家裏の切土斜面の位置や斜面状況を調査した結果、切土斜面の上部から崩壊していたため、切土斜面の上部セルの物性値の粘着力 c を標準値より 1kN/m^2 低減した。

4. 解析モデルの精度検証

対象地域にて過去に表層崩壊が多く発生した豪雨災害を対象とし、これらの地域特性を反映したモデルで再現計算を行った。再現計算には表-2に示した豪雨災害を用いた。

再現対象である実際の崩壊の発生位置とモデルの安全率が 1.0 未満となり崩壊判定が出た計算セルの位置を比較し、捕捉率といった指標などからその精度を検証した。再現計算結果を表-3に示す。豊岡市、上郡町とも、捕捉率は8割前後(表六甲山系は71.1%)、空振率は3%前後(表六甲山系は3.4%)となった。再現性からみた解析精度としては、豊岡市、上郡町の両市町とも表六甲山系より捕捉率が向上した。

表-3 対象地域の再現計算結果

| | | 適中率 | 捕捉率 | 空振率 | 見逃率 |
|-----|------------|-------|-------|------|-------|
| 豊岡市 | 平成16年台風23号 | 96.3% | 83.6% | 3.6% | 16.4% |
| 上郡町 | 昭和49年災害 | 97.6% | 79.0% | 2.4% | 21.0% |
| | 昭和51年災害 | 96.7% | 80.5% | 3.3% | 19.5% |

$$\text{適中率} = (A+D) / (A+B+C+D)$$

$$\text{捕捉率} = (A) / (A+B)$$

$$\text{空振率} = (C) / (C+D)$$

$$\text{見逃率} = (B) / (A+B)$$

| 実績 | 予測 | 発生予測 | 非発生予測 |
|-------|----|------|-------|
| 崩壊発生 | A | B | |
| 崩壊非発生 | C | D | |

5. おわりに

地形地質条件に加えて地域特有の崩壊特性を考慮した入力データを用いることにより、表六甲山系以外の地域においても土砂災害リアルタイムハザードシステムの適用の可能性があることが確認できた。今後はリアルタイムでの試験運用を開始し、実用的なシステムとなるよう検証、改良を継続する予定である。

参考文献:

- 1) 沖村ら, 土砂災害を対象としたリアルタイムハザードシステムの構築, 平成22年度砂防学会研究発表会概要集, 2010.
- 2) 沖村ら, 豪雨時における土砂災害を対象としたリアルタイムハザードシステムの試験運用, 平成23年度砂防学会研究発表会概要集, 2011.
- 3) 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~異なる地質地形条件での適用の検討~, 平成25年度砂防学会研究発表会概要集, 2013.
- 4) 沖村ら, 表層崩壊リアルタイムハザードシステムの構築に際して生じた課題と対策(4), 建設工学研究所論文報告集, 第55号, 2013.