

降雨流出解析モデルを用いた斜面崩壊予測と土石流シミュレーション

いであ株式会社 ○樋田祥久, 加藤陽平

1. はじめに

近年、我が国では防府市 (H21)、伊豆大島 (H25)、南木曾町 (H26)、広島市 (H26) など土砂災害が頻発している。土砂災害が発生する要因としては、地形が急峻であること、マサ土 (風化花崗岩) や火山噴出物などの脆弱な地質が多いこと、そして気候変動による極端な雨量の増大・頻発化が挙げられる。また、宅地開発が山麓斜面まで進展し、土砂災害への対策が完了していない地域に住宅があることも、被害の増大に繋がっていると考えられる。

一方、避難体制の強化や人命を守る効果的な施設整備を検討する上では、斜面崩壊の発生や土石流の堆積域を精度よく一連で予測する技術の確立が急務となっている。このような背景を踏まえ、山地の地形、地質情報、及び降雨分布から斜面崩壊の発生箇所と発生時刻、土石流の堆積域を一連で予測する手法について検討した。



写真-1 山麓斜面に近接する宅地と土砂災害 (広島市八木西地区)

2. 予測手法の概要

斜面崩壊 (表層崩壊) の予測は、降雨流出解析モデルで算定した地下水位を用いて、土木研究所が提案している従来の手法¹⁾に基づき、斜面毎の崩壊発生の有無と発生時刻を予測できる手法とした。

降雨流出解析モデルは、観測流量によりモデルの精度検証を行い、モデルの妥当性が確認された地質パラメータを設定する²⁾。降雨を与条件として斜面の安全率 F_s を算定し、斜面崩壊を予測する。ここで、斜面崩壊の発生は斜面の安全率 F_s で評価し、 F_s が 1 未満の場合に斜面崩壊が発生するものとした。

土石流の堆積域は、上記で予測された斜面崩壊箇所と発生時刻を与条件として土石流シミュレーション (Hyper KANAKO³⁾) を用いて予測する。

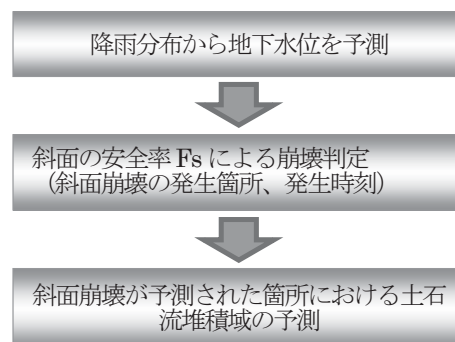


図1 本手法のフロー

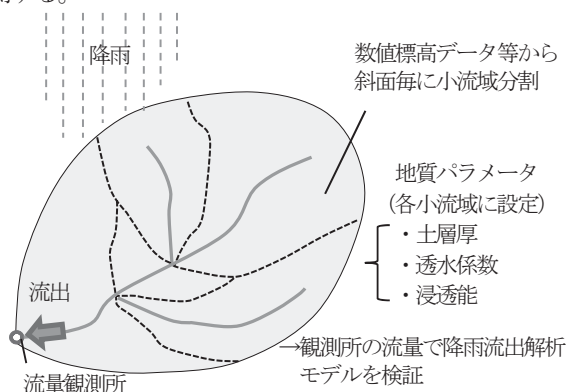


図2 流出解析のイメージ図

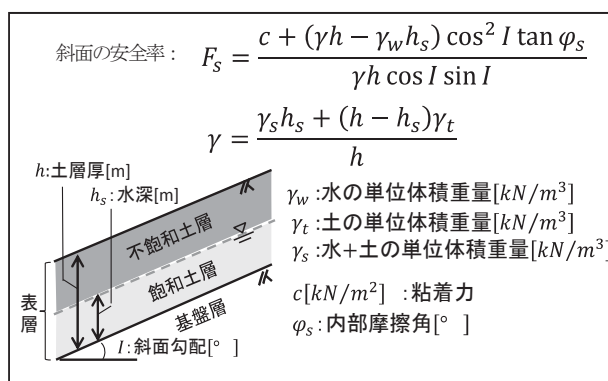


図3 斜面の安全率 F_s の算定式と地下水位のモデル図

3. 平成 26 年 8 月豪雨による広島土砂災害の再現計算

本手法の再現精度を確認するため、平成 26 年 8 月に発生した広島市内 (太田川流域の一部) の斜面崩壊の発生と八木地区を対象とした土石流シミュレーションを行った。

3.1 降雨流出解析モデルの再現計算

広島市 (太田川流域の一部) を対象として降雨流出解析を行い、流量の再現精度を確認した。検証期間は、災害年にあたる

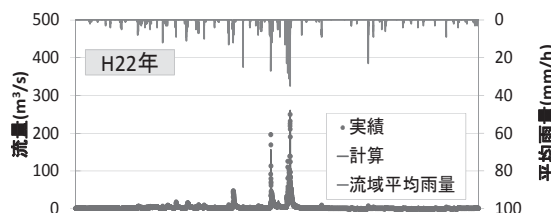


図4 流量再現結果 (H22 新川橋観測所)

H26年の観測データは欠測のためH22年～H25年とした。例としてH22年の新川橋観測所における流量再現結果を示す(図4)。計算流量は実績流量を概ね再現できている。

3.2 斜面崩壊の発生箇所の再現

構築した降雨流出解析モデルにより災害時の斜面の安全率 F_s を算定し、崩壊発生箇所の調査結果⁴⁾と比較した。ここで、粘着力 c は0と仮定した。解析時間内の F_s の最小値の分布と現地調査の斜面崩壊箇所を図5に示す。 F_s の分布と現地調査の斜面崩壊箇所を比較すると、現地調査結果は予測された崩壊斜面 ($F_s < 1$) と概ね一致している。

3.3 土石流堆積域の再現計算

広島土砂災害で最も大きな被害が発生した八木三丁目において、土石流堆積域の再現計算を実施した。再現対象とする土石流の堆積域は、平成26年広島豪雨災害合同緊急調査団による調査結果を用いた⁵⁾。

土石流再現計算における土石流の発生時刻は、3.2で解析した八木三丁目上流の崩壊斜面①②③の崩壊発生時刻とした(図6)。また、土石流の土砂量は災害後の航空写真(H26.11撮影)から崩壊面積をペーロケにより計測し、崩壊深(1mと仮定)をかけることで算定した。なお、土石流の土砂濃度は0.4とした。図7に示すように、土石流の計算結果(堆砂域)は概ね現地調査結果を再現できている。



図5 斜面崩壊の発生箇所と斜面の安全率 F_s

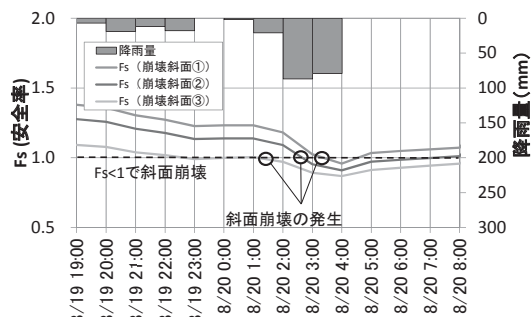


図6 斜面崩壊の発生時刻(計算結果)

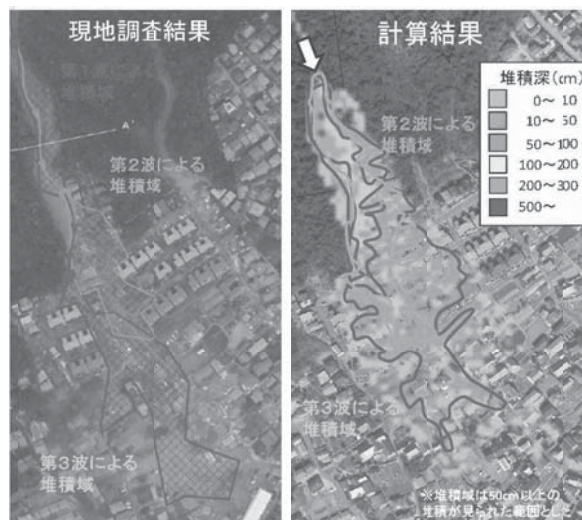


図7 土石流堆積域(左:現地調査結果、右:計算結果)

4. おわりに

本予測手法は、降雨分布から斜面崩壊の発生箇所や発生時刻、土石流の堆積域を一連で予測でき、人命を守る効果的な施設配置計画等、より合理的な施設計画・設計の検討に期待される。本検討における再現計算では粘着力や崩壊土砂量などを仮定した。今後、予測計算を行うにあたっては計算条件の妥当性検証が重要である。

参考文献

- 1) 表層崩壊に起因する土石流の発生危険度評価マニュアル(案)(土木研究所資料 平成21年1月)
- 2) 加藤陽平, 檜谷治: 透過型砂防堰堤を有する流域の土砂流出予測法, 水工学論文集, 第58巻, I_1063-I_1068, 2014.
- 3) 堀内ほか(2012), LPデータを活用した土石流シミュレーションシステム「Hyper KANAKO」の開発, 砂防学会誌, Vol.64, No.6, pp.25-31
- 4) 京都大学防災研究所 地盤災害研究部門 山地災害環境研究分野 解析データ(2014/8/30)
- 5) 平成26年広島豪雨災害合同緊急調査団 調査報告書(平成26年10月)