

# 既存盛土を崩壊させる降雨規模と氾濫範囲の検討

株式会社パスコ ○坂田 剛・香西武蔵・原田駿介・川上誠博・富安蓮

## 1. 背景

岩手県では、令和5年度から新たな「土砂災害が発生するおそれのある箇所」において基礎調査を実施し、土砂災害警戒区域の指定を進めている。岩手県内の滝沢市にある流域面積0.65k m<sup>2</sup>のA沢では令和5年度に基礎調査が実施され、土砂災害警戒区域の設定がされた。その後住民説明会が実施され、基準地点の上流に盛土が存在することが指摘された。

そこで本研究では、このような情報提供を踏まえ、基準地点上流部に存在する盛土を崩壊させる降雨規模と氾濫範囲を流出解析と二次元氾濫計算により検討することを目的とする。

## 2. 研究方法

### 2.1 盛土量の算出

航空レーザ測量成果の差分解析により、存在する盛土量を算出した。差分解析には、盛土が平成24～25年ごろに造成されたと推定されるため、盛土造成前の成果は、平成23年に国土地理院で作成された成果を使用した。盛土造成後の成果は、令和5年に滝沢市で撮影された航空レーザ測量成果を使用した。

それぞれの航空レーザ測量成果から1mメッシュのDEM(ラスターデータ)を作成し、ArcGISProのラスター演算を用いて標高差分の解析を行った。盛土が造成されたと推定される範囲の堆積高さに堆積範囲の面積を乗じることで盛土量を算出した。

### 2.2 流出解析

基準となる降雨波形は、気象庁の雨量観測所「滝沢」で2007年9月17日に観測した既往最大日雨量とした(図1)。また、既往研究<sup>1)</sup>では気象庁の雨量観測所「滝沢」の過去の観測データを用いて岩井法やTHOMASプロット等での複数の確率規模で日雨量が求められている。上記既往研究では<sup>1)</sup>、各確率規模でTHOMASプロットでの算出値が最大となっているため、THOMASプロットでの100年超過規模の日雨量(270.1mm)と200年超過規模の日雨量(308.3mm)を流出解析時の降雨波形の作成に用いた。流出解析には、基準となる降雨波形を日雨量が100年超過規模(1.46倍)と200年超過規模(1.68倍)となるように一律引き伸ばした2パターンの降雨波形を用いた。

流出解析には、星・山岡<sup>2)</sup>の一般化貯留関数法を用いた。一般化貯留関数法は下記の方程式を解くものである。

$$s_h = k_1 q_h^{p_1} + k_2 \frac{d}{dt_s} (q_h^{p_2}) \quad (1)$$

$$\frac{ds_h}{dt_s} = r_h - q_h \quad (2)$$

ここで  $s_h$  は貯留高[mm/hr]、 $q_h$  は流出高[mm/hr]、 $r_h$  は雨量強度[mm/hr]、 $t_s$  は時間[hr]である。 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $p_1$ 、 $p_2$  はパラメータであり、マニング型の表面流を想定すると星・山岡<sup>2)</sup>で導出されている関係式より、 $k_1$ 、 $k_2$  は以下の式で表される。

$$k_1 = 4.593(\epsilon/\beta)^{0.6} (n/\sqrt{i})^{0.6} A^{0.6(1-\gamma)} \quad (3)$$

$$k_2 = 2.56K_2 k_1^2 \bar{r}_h^{0.2-p_2} \quad (4)$$

ここで、 $\epsilon$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  は定数であり、星・山岡<sup>2)</sup>で

は角屋・福島<sup>3)</sup>によって与えられている平均値を参考にして設定されており、本研究でも同様の値を用いた。 $n$  は等価粗度、 $i$  は斜面勾配である。 $(n/\sqrt{i})^{0.6}$  の値は、角屋・福島<sup>3)</sup>によって示された値の上限である1.4とした。 $A$  は流域面積であり0.65k m<sup>2</sup>を用いた。 $K_2$  はモデルパラメータであり、これと $p_2$ は星・山岡<sup>2)</sup>での設定値を参考にそれぞれ0.1、0.45とした。 $\bar{r}_h$  は平均雨量強度[mm/hr]であり、設定した日雨量を24時間で除して設定値とした。表1に流出解析で用いたパラメータを示す。

設定したパラメータを用いた流出高 $q_h$ を求めてこれに流域面積を乗じることで基準地点でのハイドログラフを求め、二次元氾濫計算に用いる入力ハイドログラフとした。

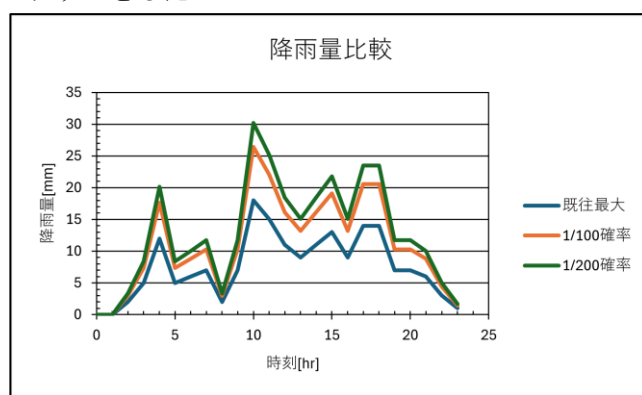


図1 降雨波形の比較図

表1 流出解析の設定パラメータ一覧

パラメータ	値	備考
$p_1$	0.6,1.0	2パターン設定
$p_2$	0.45	固定
$k_1$	3.56	固定
$k_2$	1.71,1.77	2パターン設定
$\epsilon$	0.6	固定
$\beta$	1.35	固定
$(n/\sqrt{i})^{0.6}$	1.4	固定
$A$	0.65	固定
$\gamma$	0.6	固定
$K_2$	0.1	固定
$\bar{r}_h$	11.3,12.8	2パターン設定 (1/100確率規模,1/200確率規模)

### 2.3 二次元氾濫計算

二次元氾濫計算には、汎用型土石流シミュレーターのHyperKANAKO<sup>4)</sup>を用いた。地形データには、令和5年度に岩手県で作成した砂防基盤図のTINデータを使用した。一次元の計算区間は盛土を概ね包含する範囲とし、計算点間隔は5mとした。一次元の計算区間では、盛土が降雨により侵食され、流動化する現象を想定した。航空レーザ測量成果の差分解析で算出した盛土量が侵食可能土砂量となるように一次元の計算区間での侵食可能深と河道幅を設定した。二次元の計算区間は盛土の直下流から下流の保全対象を含む範囲とし、計算のメッシュ間隔は10mに設定した。計算に用いたパラメータは土砂災害警戒区域の設定に用いた値との整合性と現地調査結果を考慮して表2のように設定した。流出解析で求めた複数の入力ハイドロ

グラフをもとに一次元計算区間の上流端から水のみを供給し、二次元氾濫計算を複数ケース行い、最大流動深と最大堆積深を求めた。

表 2 二次元氾濫計算に用いたパラメータ諸元

パラメータ	値	単位
砂礫の密度	2.6	1,000kg/m <sup>3</sup>
水の密度	1.2	1,000kg/m <sup>3</sup>
堆積土砂の内部摩擦角	35	°
堆積土砂の容積土砂濃度	0.6	-
マンングの粗度係数	0.1	-
侵食速度係数	0.0007	-
堆積速度係数	0.05	-
粒径	0.2(単一粒径)	m

### 3. 研究結果

#### 3.1 盛土量の算出結果

図 2 に盛土量の算出結果を示した。図の赤色で着色した領域が堆積した範囲、青色で着色した領域が侵食した範囲を示している。差分解析の結果、推定した盛土の範囲は青線で図示した領域となり、算出された盛土量は 108,790 m<sup>3</sup> となった。

#### 3.2 流出解析の結果

図 3 に流出解析から求めた 1/100 確率規模の降雨から作成したハイドログラフの一例を示した。ハイドログラフのピーク流量は 3.8 m<sup>3</sup>/s となり、総流量は 169,550 m<sup>3</sup> となった。

#### 3.3 二次元氾濫計算の結果

図 4 に図 3 のハイドログラフを用いて二次元氾濫計算を行った最大堆積深の結果を色分けして示した。計算の結果堆積深は最大で 2.9m となった。

図 4 には砂防基盤図で図化した建物をピンク色の線で示した。堆積深は基準地点より上流の河道内にほとんど堆積し、基準地点付近の建物には一部堆積しているが、谷出口より下流の建物周辺には堆積していない。最大堆積深の計算結果は、どの検討ケースでも同様の傾向を示した。このことから、既存盛土が 1/100 確率規模または 1/200 確率規模の降雨で一部崩壊(流出)したとしても堆積土砂は建物に影響しないことが示唆される。一方で最大流動深はどの検討ケースでも最大 2m 程度となり、下流まで氾濫範囲が広がる結果となったため、薄い土砂濃度で泥水が下流まで影響することは示唆される。

### 4. まとめ

本研究では、基準地点上流に存在する既存盛土の土砂量を航空レーザ差分解析により算出し、盛土量を 108,790 m<sup>3</sup> と推定した。また、1/100 確率規模の降雨と 1/200 確率規模の降雨を対象として一般化貯留関数法により基準地点のハイドログラフを作成し、二次元氾濫計算の入力ハイドログラフとした。

二次元氾濫計算の結果から、計算に用いた降雨規模からは盛土が崩壊した場合の堆積土砂が下流の保全対象には影響しないことが示唆された。一方で氾濫範囲には下流の保全対象も含まれる結果となった。

今回は一般化貯留関数法による流出解析しか試みていないため、他の流出解析手法との比較検討等を含めて、より詳細な検討を行うことが今後の課題となる。

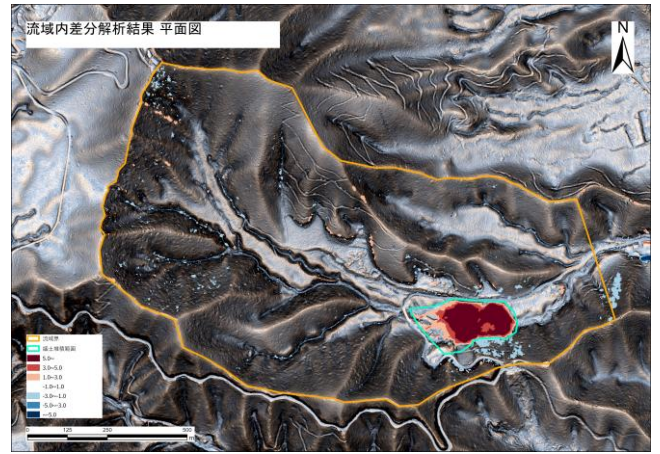


図 2 盛土量の算出結果図

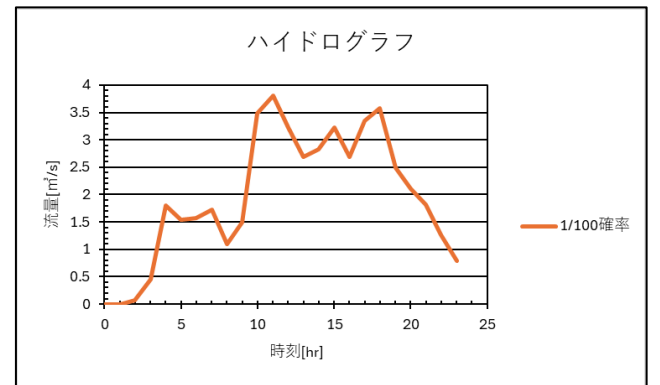


図 3 流出解析より求めたハイドログラフの一例

(1/100 確率規模)

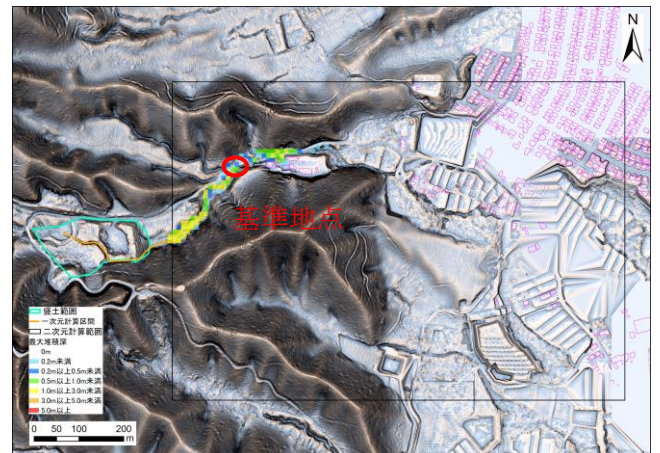


図 4 二次元氾濫計算の最大堆積深

(1/100 確率規模)

#### <参考文献>

- 1) 岩手県県土整備部河川課：岩手県確率日雨量解析報告書，2025
- 2) 星 清・山岡 勲：雨水流法と貯留関数法との相互関係，第 26 回水理講演会論文集，p273-278，1982
- 3) 角屋 睦・福島 晟：中小河川の洪水到達時間，京都大学防災研究所年報，第 19 号 B-2，p143-152，1976
- 4) 堀内 成郎・岩浪 英二・中谷 加奈・里深 好文・水山 高久：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，Vol64，No6，P25-31，2012