

53 比較的広い河道をもつ扇状地における土石流の流下シミュレーション計算手法

大日本コンサルタント(株) ○松村恭一

建設省土木研究所 石川芳治 草野慎一 前田昭浩

1. はじめに

これまで数値シミュレーションによる土石流再現計算が数多く行われてきており、想定氾濫区域を得るための有効な手段となっている。これらのほとんどは、溪床勾配が急な山地溪流から急に溪床勾配の緩い扇状地に土石流が流下して氾濫する場合を対象としている。ここでは勾配の急な山地から流出してきた土石流が、比較的広い河道を有し勾配が徐々に緩くなる扇状地上を土石流となって流下する場合の再現計算を行ったものであり、このような場合の計算条件の設定手法について検討したものである。

2. 計算対象となる土石流・土石流

再現計算の対象とする土石流は図2に示すA川で発生したものである。上流部で発生した土石流は河床勾配5°以下となる扇状地部に達した後も、一部に巨礫を含む土石流となって河道内を流下し、ほとんど溢水せず海域に到達した(流出土砂量約70,000m³、扇頂部における推定土石流ピーク流量約100m³/s.)。

3. 計算条件

計算において以下に示す条件を用いた。

- 1) 地形条件：メッシュの大きさは一辺25mであり、計算対象範囲は2.75km×4.10km(110×164メッシュ)である。基本的には河幅が30m前後であるので、1メッシュを河幅と考えて計算したが、河幅が約40m程度の河口部を2列のメッシュ(河幅50m)で表現した場合もあり、これをここでは「拡幅区間」とよぶ。
- 2) 土石流ハイドログラフ：図1に示す3タイプで、いずれも全供給土砂量は約70,000m³である。

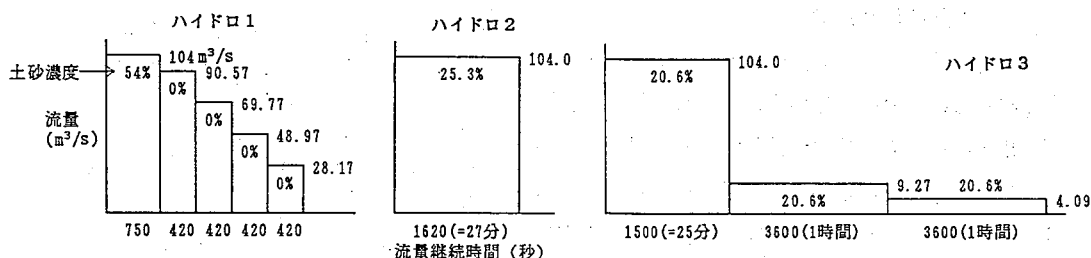


図1 計算で用いたハイドログラフ

- 3) 土砂濃度式：基礎方程式(運動量方程式、水・土砂の連続式)は水山らに準じた。土砂濃度式には水山の土砂流の式及びブラウン式を用いた。前者については高橋の土石流土砂濃度式となめらかにつながるように式中の係数を変化させ、土砂濃度の上限は54%とした(堆積土砂の間隙率を60%としてその90%)。また下流河道への土砂輸送能力を変化させるために、土砂濃度式の乗数 α として2~9倍を用いた。

$$Cd = \alpha \times \frac{18.16 \tan^2 \theta}{1 + 18.16 \tan^2 \theta} \quad (\text{水山の土砂流の式, } d=1.0\text{mmの場})$$

$$q_B / u_* d = \alpha \times 10 \tau_*^2 \quad (\text{ブラウン式})$$

ここに、 Cd ：土砂流土砂濃度 q_B ：単位幅、単位時間流砂量(m³/m・sec)

u_* ：摩擦速度(m/s) d ：平均粒径(m) τ_* ：無次元表示掃流力

- 4) 土砂濃度式の境界勾配(3°~0°、1°刻み)

3)の土砂濃度式の使い分けは河床勾配によったが、その境界となる勾配を3~0°で変化させた。

5)平均粒径(1.0mmを基本に一部0.6mm及び0.2mmで計算を行った)

4. 計算結果

境界勾配及び土砂濃度式の乗数を変化させ土砂輸送能力を変化させた場合の土砂流の最終氾濫範囲を図2にまとめた。図2より以下の結果が得られた。

- ①いずれのケースも河床勾配変化点付近で氾濫を開始するが、特に3°地点は氾濫を開始しやすい、また3°以下の勾配変化点で氾濫が開始されると氾濫域も大きくなる。
- ②土砂濃度式乗数(α)を大きくすると、上流域での氾濫は抑えられ、下流域での氾濫が増大する。
- ③境界勾配を下げると土砂堆積の中心が下流に移る傾向にある。

次に下流河道を河口から1.5km(e)及び2.4km(f)の区間拡幅(50m)した場合の計算結果の例を図3に示す。図3において河道を拡幅すると河床勾配3°付近における氾濫開始を抑えられるが、河口付近へより多くの土砂が供給され、そこでの氾濫が助長される結果となった。粒径を小さくしても河口部での土砂輸送能力に大きな変化を与えられず、逆に河口部での氾濫を大きくさせる結果となった。またハイドログラフの違いによる氾濫箇所・範囲の変化はわずかであった。

5. まとめ

今回比較的広い河道を持つ緩勾配の扇状地上における土砂流の流下シミュレーションの計算手法の検討を行った。これまでの多くの再現計算対象であった土石流が急勾配の山地溪流から緩勾配の扇状地に流下する場合は過去の計算実績も多く、氾濫開始点、氾濫範囲等が高い精度で再現できるようになってきている。しかし今回のように緩勾配の扇状地上の比較的広い河道を土石流(土砂流)が流下する場合、前述の溪流とは異なる計算条件を用いる必要があると考えられる。今後も検討事例を増やして現地の実態に適合するような計算条件の設定手法を開発していきたい。

参考：松村・石川・宮本、ハイドログラフ対応型土石流氾濫シミュレーションの開発、平成3年度砂防学会研究発表会概要集

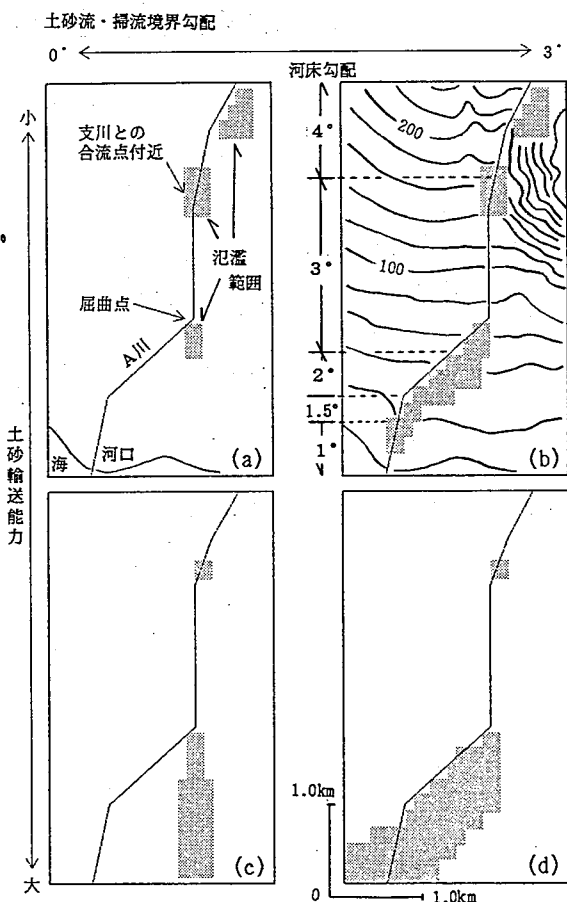


図2 土砂輸送能力と土砂流・掃流境界勾配を変化させた場合の氾濫範囲の変化
(b)に示した等高線間隔は20m

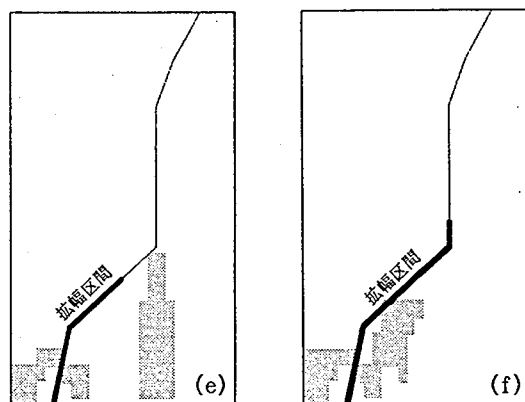


図3 河口から1.5km上流まで拡幅した場合(左)
河口から2.4km上流まで拡幅した場合(右)