

遊砂地における再現計算に基づく流入土石流の諸元推定

国土交通省中部地方整備局富士砂防事務所 光永 健男 大西 竜太^{※1} 高橋 麻里^{※2} 久須美 晨夫
 八千代エンジニアリング株式会社 ○目 晋一 渡邊 太樹 塚原 理美 西ヶ谷 友美

※1 現 中部地方整備局 河川部 ※2 現 沼津河川国道事務所

1. はじめに

出水時に発生する土砂移動現象については、出水前後のLP測量の差分解析により、移動土砂量の確認が行われることが多い。しかし、流入土砂の観測は、観測枡やハイドロフォンにより実施されているものの、観測設備の設置や維持管理には費用や手間がかかるため、土石流の実態把握が可能なのは限られた地点となる。

現在では、出水時の流量、土砂量及び粒度構成を入力条件として、一次元河床変動計算で土砂移動を推定することが可能であるが、反対に、既往出水時の河床変動量、移動土砂量を固定条件とし、実績との再現性の良い流量、土砂量及び粒度構成を、トライアル計算で推定することもまた可能である。本報告では、図・1に示す富士山大沢遊砂地工内の、既往出水時の地形変化量を固定条件とし、大沢遊砂地工への流入土石流の粒度構成を、トライアル(感度分析)により推定した結果について報告する。

2. 再現計算

2.1 再現対象出水

再現計算の対象出水は、LP測量によって出水前後の土砂移動に関する情報が得られる出水の中で、図・2に示すように、比較的大きな土砂移動が発生した令和3年8月出水を対象とした。

2.2 一次元河床変動計算モデル

計算に用いる河道

表-1 計算パラメータ

横断地形は、令和3年7月のLP測量成果から作成し、一次元河床変動計算は、非平衡計算モデルと、従来の平衡計算を、河床勾配と土砂濃度によって切り替える

パラメータ	記号	設定値
粗度係数	n	0.1
堆積速度係数	δd	7×10^{-4}
侵食速度係数	δe	1.0×10^{-3}
砂礫密度	σ	2.6 g/cm^3
内部摩擦核	ϕ_s	35°
堆積土砂濃度	c^*	0.6
浮遊砂の平衡土砂濃度	$C_{B \rightarrow i}$	0.025
フェーズシフト係数	α	10.0

モデルを用いた。平衡土砂濃度は水面形の勾配から土石流、土砂流、掃流それぞれの状態を考慮して設定しており、土石流～掃流までを連続して取り扱うことが可能となっている。一次元河床変動計算におけるパラメータは、表-1に示す通りとした。

2.3 土石流流量および供給土砂量

土石流流量は、令和3年8月における3波の土石流を含む期間である、13日～18日の流量を与えた。(図・3)流入土石流の量は、LP差分より算出された、岩樋地点からの流下土砂量 $252,674 \text{ m}^3$ (空隙抜き) を、8月13

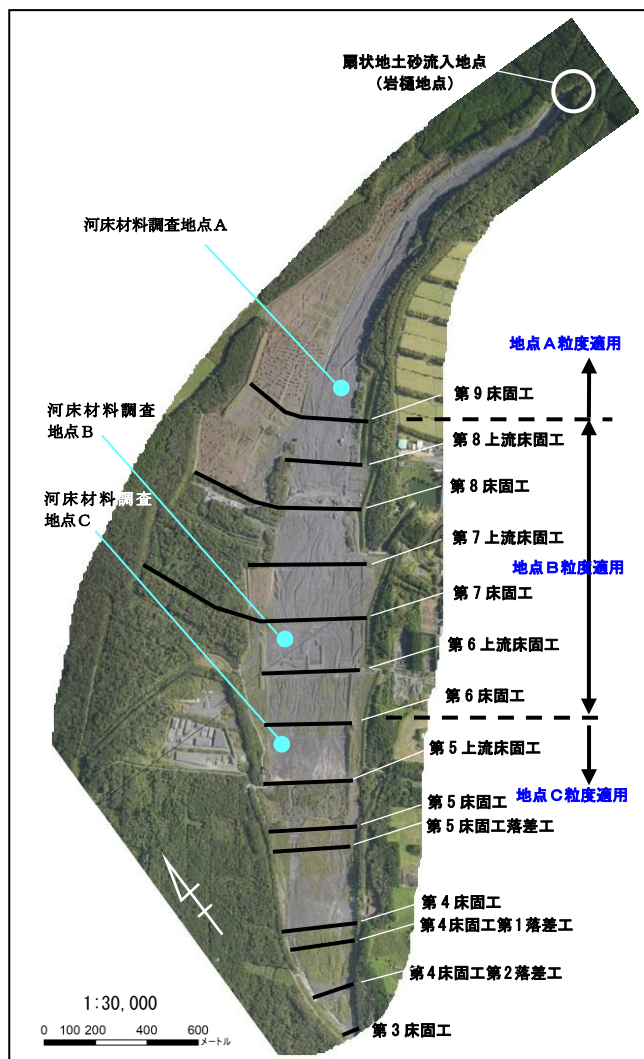


図-1 計算範囲位置図

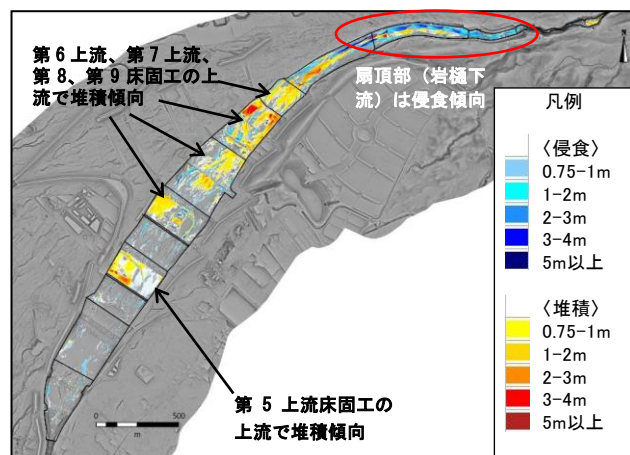


図-2 令和3年7月～8月のLP差分図

日～18日の出水時の流入土石流量と想定し、3波の土石流に配分して投入した。土石流の総流量は $1,200,882 \text{ m}^3/\text{s}$ となり、土砂濃度は21%となった。

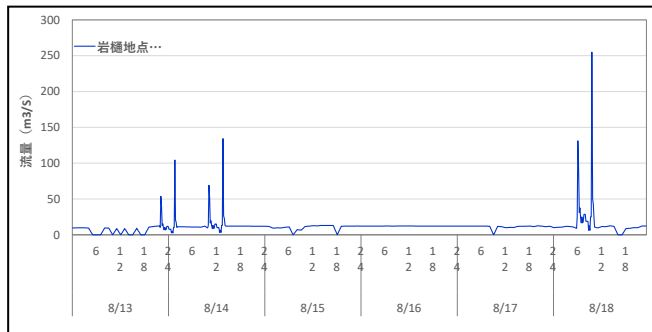


図-3 流量ハイドログラフ

2.4 河床材料、流入土石流の粒度分布

河床材料の粒度分布は、令和3年8月の出水による土砂移動の影響を取得するために実施された、河床材料調査結果を用いた。河床材料調査は図-1に示した3地点で実施されて

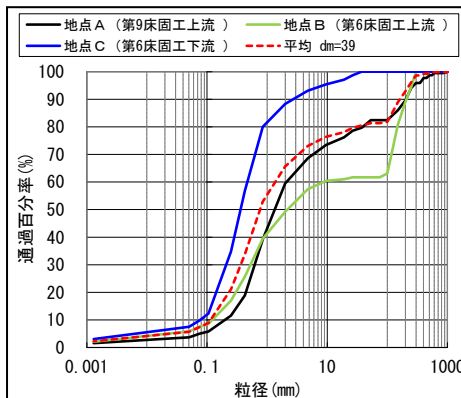


図-4 計算使用粒度分布

おり、取得位置と現地の堆積土砂の状況より、図-1に示した通りに設定した。流入土石流の粒度分布は、地点A～Cの平均値を初期値として用いるものとした。図-4に各地点および平均値の、粒径加積曲線を示す。

3. 再現計算における感度分析計算

再現計算による河床変動量を図-5に示す。再現計算においては、以下の2点の課題が生じた

- 課題①** 9号床固工上流と、下流の第4～第5床固工間で侵食、堆積傾向が逆転している
- 課題②** 下流端流出土砂量が、実績203,925m³に対し、計算では実績の6割程度(122,508m³)に留まる
- 令和3年8月出水では、岩樋地点流入土砂の48%が

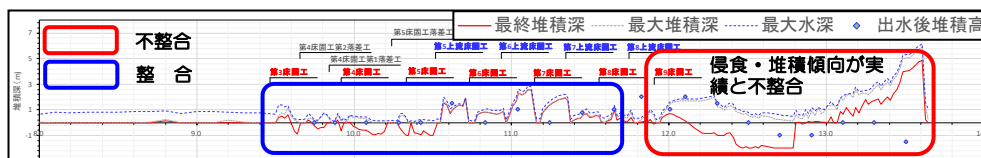


図-5 再現計算結果

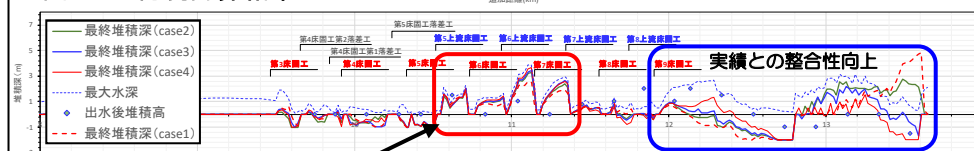


図-6 CASE2～4 感度分析結果

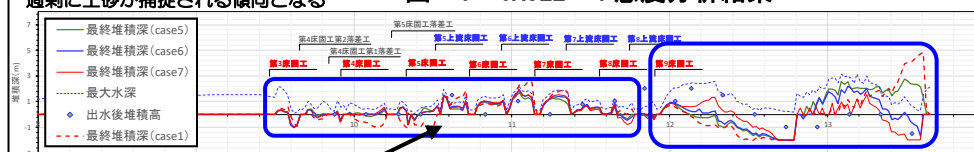


図-7 CASE5～7 感度分析結果

扇状地下流に流出し、下流河道では、流し切れない微細な土砂が河岸沿いに堆積した状況が見られた。また、第5上流床固工より下流では、河床変動が発生していないことなども勘案すると、流入土石流は細粒土砂の構成比率が高かったと考えられ、このことが、課題が生じた原因となった可能性がある。よって、表-2に示すように、流入土石流の細粒土砂の割合を増加させた感度分析CASE(2～4)を設定し、計算を実施した。

表-2 感度分析 CASE 一覧

検討 CASE	ケースの内容
CASE1	流入土石流粒径は令和3年調査の平均値 (dm=39)
CASE2	CASE1の流入土石流の粒径を、dm=20mmとなるように調整し、計算に用いる
CASE3	CASE2と同様の処理で、dm=10mmとする
CASE4	CASE2と同様の処理で、dm=5mmとする
CASE5	CASE2で、第7上流床固工を境に、堆積速度係数を、上流側 1×10^{-3} 、下流側 1×10^{-4} とした CASE
CASE6	CASE3で上記と同様の設定を行った CASE
CASE7	CASE4で上記と同様の設定を行った CASE

結果を図-6に示す。

表-3 下流端流出土砂量

結果として、課題①は改善したが、表-3に示す通り課題②は改善されなかった。これは、第5上流床固工～第7床固工における、実績を超える土砂捕捉が原因であり、供給土砂の粒度構成の変更では、解消は難しいと判断された。

よって、地形勾配や河床の粒度構成等による堆積、侵食特性の

変化を考慮し、堆積速度係数を下げた感度分析 CASE(5～7)を設定し、計算を行った。結果を図-7、表-3に示す。下流側の堆積速度係数を変化させることで、下流端流出土砂は実績の8割程度まで増加し、改善が見られた。

4. まとめ

既往出水時の河床変動実績における侵食・堆積傾向は、CASE7において概ね再現されており、流入土石流は、細粒分を多く含み、平均粒径(dm)が5mm程度

であったと想定された。以上より、土砂移動実績が存在すれば、計算によって土砂移動現象に関する実態把握も可能であると考えられる。また、計算では流入土石流の粒度構成だけでは解決が難しい課題が生じたことから、堆積速度係数の感度分析を併せて行い、実績との整合性向上を図った。このことから、感度分析による実現象の推定においては、計算パラメータが及ぼす影響についても留意して行う必要があることが示唆された。