簡易計測機器を用いた 堆積土砂量推定手法の検討

砂防管理区域内における土石流流出土砂量の速報値推定のために

キーワード:砂防事業,土石流災害,堆積土砂量,簡易的計測

九州国土保全コンサルタント技術部 菊地 瑛彦・岡野 和行・鳥田 英司

はじめに

土石流災害対応の初動段階では、国交省や都道府県な どが被災状況の把握を行います。この時、下流に堆積し た土砂量の推定が災害規模の評価や応急対策検討の基礎 資料として重要であり、速やかな算出が求められます。

正確な土砂量は、現地調査や航空レーザ測量等の計測 から算出が必要となりますが、発災後も悪天候が続き、 これら調査が実施できないことが多く、さしあたり仮の 概算値の推定を求められることが多いのが現状です。

そこで、悪天候下でも立入可能な安全な場所から、携 帯型レーザ測距機や監視カメラ画像を基に、概算の堆積 土砂量を推定する簡易的な手法を提案しました。本業務 では、手法の有効性検討の足掛かりとして、砂防指定地 内の床固工堆砂域を計測範囲案として設定し、提案した 手法を用いて直近数年に堆砂域に堆積した土砂量の算出 を行い、各手法で計測結果の比較を行いました。本稿では、 手法の概要と条件、計測結果について報告します。

検討対象地域

本業務で検討対象としたのは、長崎県島原市、島原半 島の中央に位置する雲仙普賢岳山麓の水無川流域の赤松 谷川床固工9号~11号区間(長崎河川国道事務所 雲 仙砂防センター管内)です。この区間は2~3年おきに 土石流が発生しており、定期的に土砂の移動および堆積 が確認できる場所です。加えて、周辺の高台から本区間 がよく見えること、遠方の監視カメラ(CCTVカメラ) からも本区間の確認が可能であることから、計測手法の 提案・比較・検討を行うのに適した場所と判断しました。



図1 検討範囲位置図

簡易推定手法の概要

本業務では、手法の安全性・簡易性・経済性を踏まえ、 表1の3手法を発注者に提案しました。いずれの手法に おいても、まず今回(令和2年)の対象範囲内の地盤高 をレーザ測距儀を用いて計測・算出し、土石流発生前の LP データ (平成 29 年) での同一箇所の地盤高との標高 差を求めました。その標高差に対象区間面積(メッシュ 面積)を掛けた値を堆積土砂量としました。

また、精度検証用として、UAV による地形計測を合 わせて実施し、対象範囲の写真撮影を行った後、SfM 解 析(空撮写真から三次元点群データを得る自動作成手法) で三次元点群モデルを作成し、既往標高データとの標高 差に対象範囲面積を掛けて、対象範囲の堆積土砂量を算 出しました。計測概要を表1と図2~6に示します。

表1 簡易計測手法(案)

No.	手法名	手法の概要	1 堆砂域あたりの 計測数、区分数	使用機材
1	平均断面法	今回(現地計測)と前回(LPデータ)の河道内堆積土砂の断面積の 差を求め、延長をかけて土砂堆積量算出。	計測断面数:3	・携帯型レーザー距離計
2	メッシュ法	メッシュ区分図を基に、前回と今回の各メッシュ内の最大標高の差に 各メッシュ面積をかけて、合算の上、土砂堆積量を算出	メッシュ区分数:9	・携帯型レーザー距離計 ・三脚
3	CCTV法	今回と前回撮影したCCTVカメラを用いて周辺地物をもとに対象範囲の土砂堆積高の差を目視計測し、面積をかけて土砂堆積量を算出	計測地物数:2~3	・既設CCTVカメラ

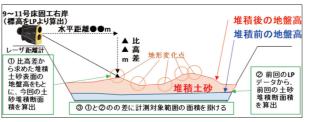


図2 平均断面法計測概要

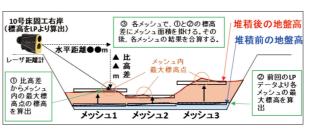


図3 メッシュ法計測概要

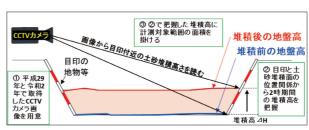


図4 CCTV法計測概要(緑枠は具体的な手順)

計測狀況 計測対象堆砂域 平均断面 測定位置

図5 平均断面法計測位置(赤点)



図6 メッシュおよびCCTV法計測位置(赤点)

計測結果

簡易計測手法3案の堆積土砂量推定結果について、検 証値と比較しました。右の表 2 は、検証値と各手法の計 測結果から算出した直近3年間の推定堆積土砂量値を比 較したものです。表3は各手法の作業に要した時間です。

表2から、平均断面法および CCTV 法で算出した堆 積土砂量は、メッシュ法と比べて各堆砂域における乖離 が大きい結果となりました。これは、広域な空間で、縦 断及び横断方向の地形変化が大きい床固工堆砂域のよう な箇所では、2~3測線で堆積量を代表させることは難 しかったためと考えられます。また、表3から、災害発 生後の緊急的な状況では、平均断面法は作業時間の面か らも適した方法ではありませんでした。今回の試行では、 計測結果および作業に要する時間を考慮すると、②のメッ シュ法が最適な簡易計測手法であるという結果でした。

表2 土砂量推定結果(検証値に最も近い値を青字)

床固工名	比較検証値 (UAV写真計 測で算出した 堆積土砂量) (m³)	①平均断面法 で算出した 堆積土砂量 (m³)	②メッシュ法 で算出した 堆積土砂量 (m³)	③CCTV法 で算出した 堆積土砂量 (m³)
11号	547	4,137	1,731	2,428
10号 4,6	4,081	2,250	4,352	6,540
9 号	4,984	4,297	5,245	4,325
合計	9,612	10,684	11,328	13,293

表3 作業に要した時間(短時間のものを青字)

作業	①平均断面法	②メッシュ法	③CCTV法
現地作業	3:30	1:30	0:20
内業	1:00	0:30	0:20
合計	4:30	2:00	0:30

※①②は雲仙砂防管理センター発着を想定した作業時間 ※作業員は2名1班を想定

おわりに

本業務では、見通し等の計測条件が良い区間で、土石 流発生後の悪天候下でも、発生現場に近づくことなく、

て、他地域での災害発生箇所での有効性の検討に加えて、 堆積土砂の量や、計測機器の違い、個人差など、異なる

簡易的、そして安全に計測ができる手法を提案および有 条件下での比較検証や手法の有効性の検討を行い、より 効性検討を行いました。今後は今回上げた3手法につい 精度の高い計測手法を提案してまいります。