

桜島における CCTV カメラ画像からの流速及び流量算出の試み

国土交通省 大隅河川国道事務所（現 新潟県土木部） 岩男 忠明

国土交通省 大隅河川国道事務所 久保 世紀, 靄本 孝也

日本工営株式会社 ○倉上 健, 伊藤 隆郭, 田方 智, 古木 宏和

1. はじめに

日本では、毎年のように土砂災害が発生しており、人命や家屋への被害が頻発している。土砂災害による被害を軽減するためには、ハード対策だけではなく土砂災害の発生をいち早く検出し、避難のためのリードタイムを確保するソフト対策も重要である。

現在、ソフト対策の一つとして、CCTV (Closed Circuit Television) カメラを活用した、砂防設備監視、土石流観測、監視を行っている。CCTVカメラは、連続的で空間的な情報を高頻度で取得が可能である。一方、CCTVカメラから取得した動画からは水位・流速等の情報を直接、取得できないため、技術者の目視によって水位・流速等を読み取り、ハイドログラフの作成、ピーク流量、総流量の算出を行う必要がある。また、動画データは膨大なデータ量であるため、時間的・人的コストを要する。

そこで本研究では、土石流監視の省力化、効率化を目指し、動体検出技術であるオプティカルフローを活用して、CCTVカメラ動画から土石流の流速を検出する。

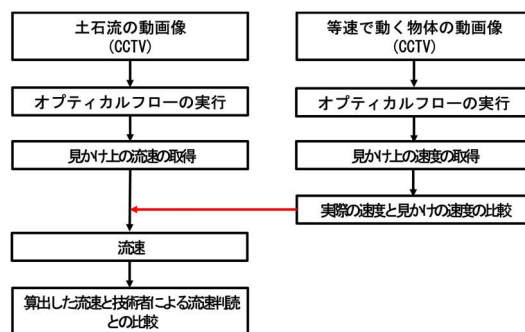


図-1 検討フロー図

2. 解析手法

2.1 オプティカルフロー

本研究では、土石流の流速の検出に動体検出技術であるオプティカルフロー¹⁾を用いた。オプティカルフローとは、連続的な画像（動画）から画像中の物体が単位時間あたりに、どの方向に、何ピクセル動いたかを測定・表示する手法である（図-2）。

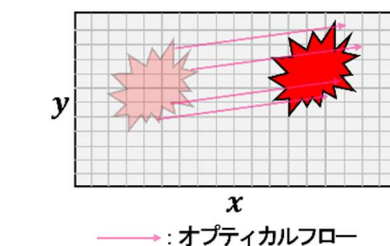
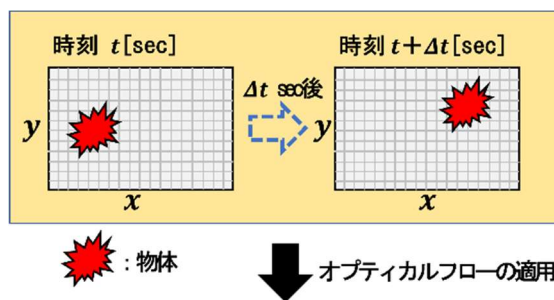


図-2 オプティカルフローの概念図

3. 使用するデータ

桜島の野尻川1号堰堤にて土石流発生時に撮影されたCCTVカメラ動画（2020年6月11日9時42分～2020年6月11日9時43分）を用いた。動体検出技術では、見かけ上の流速（ピクセル/sec）のみ取得可能である。そのため、流速検出精度の検証実験を実施した。検証実験は、10m区間を事前に設定した速度にて物体が等速で移動し、速度を測定した。同時に、CCTVカメラの撮影画角を土石流動画と同様とし、等速で移動する物体の撮影も実施した。

4. 解析結果

野尻川1号堰堤にて撮影されたCCTVカメラ動画に対して、オプティカルフローを適用した。

4.1 等速移動する物体にオプティカルフローを適用

流速検出精度の検証実験として、等速に移動する物体（人間）に対してオプティカルフローを適用し、見かけ上の速度を検出した。検証実験では、平均移動速度3.3m/s-4m/sとなるよう、10m区間を2.5-3秒で移動するよう速度を調整して、物体（人間）が移動した。また、動体検出範囲を広くとるため、赤白ポールを鉛直方向に伸ばした状態で移動した（図-3）（図-4）。検証の結果、平均移動速度3.4m/sとなり、事前に設定していた速度を検出できたため、動体とその速度を検出可能であることを確認した。

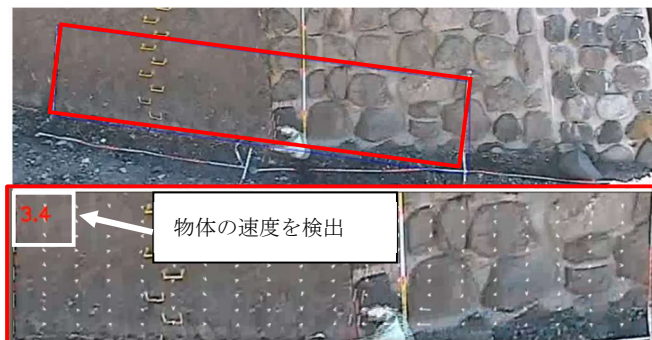


図-3 等速に移動する物体へのオプティカルフローの適用結果

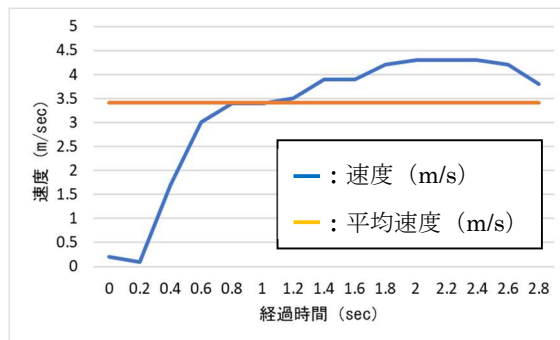


図-4 オプティカルフローによって検出した速度と平均速度

4.2 土石流動画にオプティカルフローを適用

2020年6月11日9時42分～2020年6月11日9時43分の土石流動画像に対して、オプティカルフローを適用して、動画像から土石流の流速を検出した（図-5）。技術者の目視による流速の判読と本検討で検出した流速の比較を行った（図-6）。図-6中の誤差率（%）は以下の式より算出した。

$$\text{誤差率(\%)} = 100 \times (|\text{オプティカルフローの流速算出結果} - \text{技術者の判読結果}| / \text{技術者の判読結果})$$

技術者の目視による流速の判読は、堰堤水通し天端幅を指標に算出した。技術者の判読結果と比較して、最大で30%の誤差はあるものの、土石流の流速の検出が可能である事を確認した。誤差については、土石流の波部分を誤検出して流速を過小評価している可能性が考えられる。

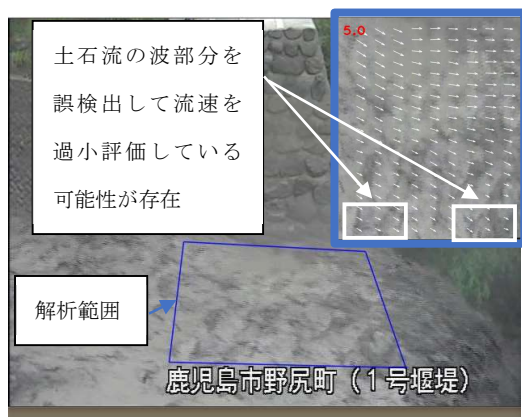


図-5 土石流動画へのオプティカルフローの適用結果

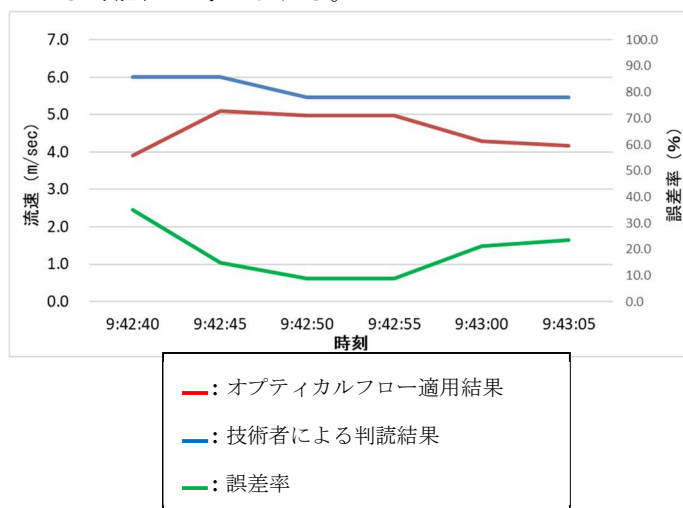


図-6 土石流動画へのオプティカルフローの適用結果と技術者の目視による流速判読結果との比較

5. 動体検出技術を用いた流量算出への展望

本検討で使用したオプティカルフローは、動体と静態の判定への応用が可能である。動体である水域部と、静態である堰堤袖部の境界部分を検出することが出来れば土石流時の水位の検出が可能であると考えられる。動画像から水位・流速・流下幅を検出できれば流量の算出も可能になると考えられる。

6. まとめ

本研究では、土石流監視の省力化、効率化を目指し、動体検出技術であるオプティカルフローを活用して、CCTVカメラ動画像から土石流の流速を検出した。流速の検証実験として、物体（人間）による等速移動を撮影および測定し、見かけ上の速度と実際の速度を比較した。

検討結果より動画像から、流速の検出が可能であり、動体検出技術であるオプティカルフローが土石流監視の省力化、効率化に寄与できる可能性が示唆された。今後は、水位・流下幅の検出、得られたデータの蓄積、流速計の観測結果との比較を行う予定である。

引用文献

1. B.K.P.Horn, B.G.Schunck Determining Optical Flow, Artificial Intelligence Vol.17 pp185-204,1981