

画像解析手法の土石流観測への適用について

名城大学理工学部 新井宗之
 京都大学防災研究所 澤田豊明
 京都大学防災研究所 高橋 保

1. はじめに：流速場のフィールド観測において画像解析手法が用いられ良い適用が得られることが報告されている。しかしながら土石流観測における適用例はほとんどなされていないように思われる。これにはいくつかの理由があろう。それは土石流の発生・流動が突発的であり、日本の場合その多くが豪雨時の発生であるなど、観測環境も劣悪な条件下であるため、土石流観測システムがかなり整備されている必要がある。このため、システムの整備の関係から観測項目の限定とデータ収集の確実性が要求されるためであろう。従来土石流先端部の平均流下速度の測定にはワイヤーセンサーが用いられた。そしてワイヤーセンサーは映像等の記録トリガーとしても用いられている。ワイヤーセンサーの場合一度土石流が発生すると再設定に時間を要する。また連続的な流速測定は困難である。しかしながら、そこで得られる映像画像から画像解析手法による流速測定の必要性があると思われ、その適用性、有用性について検討した。

2. 画像解析手法：流速ベクトルを得る画像解析手法としては、特定なマーカーや個別粒子を追跡する粒子追跡法や画像内の任意領域の濃淡を用いて移動ベクトルを得る濃度画像解析法などがあがるが、ここでは後者のうち相関法を用いている。相関法には任意点の時系列データから相関の遅れ時間と相関の移動ベクトルを得る時空間相関法と、遅れ時間を固定した空間画像から任意領域の最適移動ベクトルを得る方法とがあるが、ここでは後者の方法を用いている¹⁾。これは Schurzwaz の不等式の関係を展開したもので、時刻 t の画像に於ける $m \times m$ 領域の画像を標準図形とし、 $t + \Delta t$ の時刻の画像の内 $m \times m$ 任意図形で最も相関の高い領域を探索し、その最大相関係数値の領域を平均移動ベクトルとするものである。二領域の相関係数 r_{ab} を得るために、離散化した次式をもちいる。

$$r_{ab} = \frac{\sum_j \sum_i \left\{ \left(\frac{a_{ij}}{\bar{a}_{ij}} - 1 \right) \left(\frac{b_{ij}}{\bar{b}_{ij}} - 1 \right) \right\}}{\sqrt{\sum_j \sum_i \left(\frac{a_{ij}}{\bar{a}_{ij}} - 1 \right)^2} \sqrt{\sum_j \sum_i \left(\frac{b_{ij}}{\bar{b}_{ij}} - 1 \right)^2}} \quad \dots\dots(1)$$

ここに、 a_{ij} は標準図形の $m \times m$ 画像領域での画素濃度値を示し、 b_{ij} は Δt 後の画像における $m \times m$ の濃度値である。 $\bar{a}_{ij}$ 、 $\bar{b}_{ij}$ はそれぞれの領域内の平均値である。この解析では Δt 後の移動ベクトルを得るために最

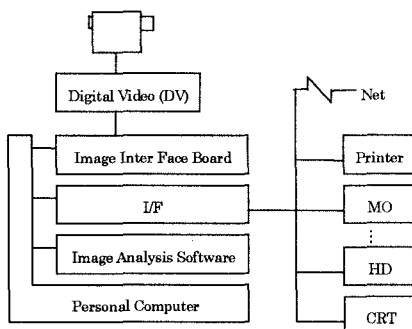


図-1

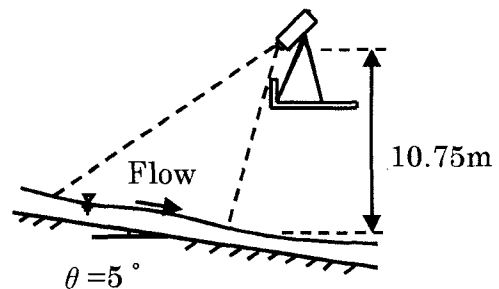


図-2

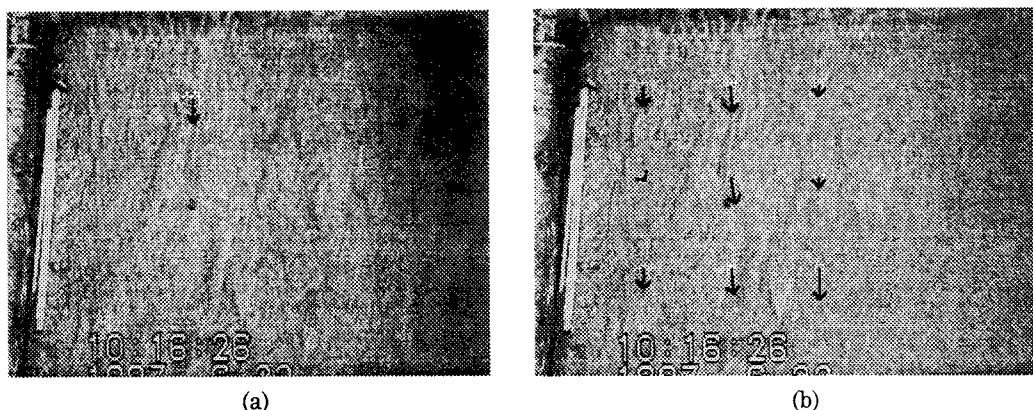


図-3

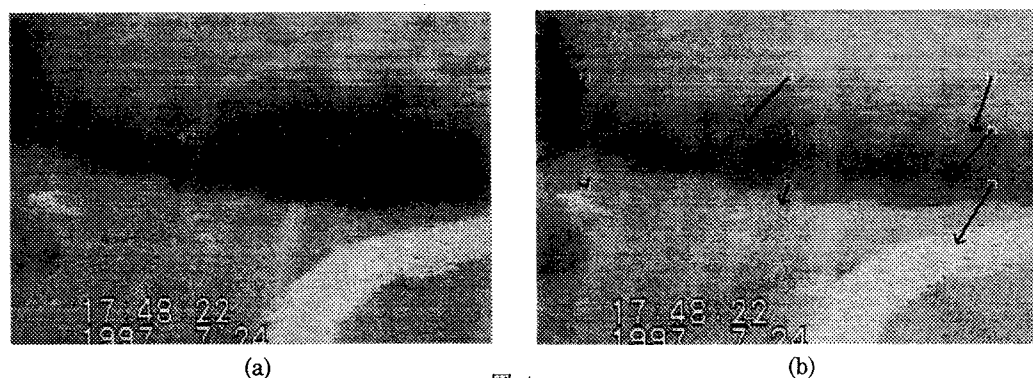


図-4

大相関係数の i 、 j 方向に隣り合う相関係数を用いて二次放物線による補正を行っている。

3. 流速観測への適用：画像解析装置の概念図を図-1に示す。デジタルビデオカメラ (DV) により映像を取り込み録画する。このビデオ映像をインターフェイスボード (フォトロン社製) により Personal Computer に画像として取り込んでいる。取り込み画像数はコンピュータのメモリによって制約されるが、 480×360 画素の 24 ビットカラー、 $\Delta t = 1/30 \text{ sec}$ で約 130 画面連続入力が可能である。

岐阜県上宝村の足洗谷における溪流での表面流速測定を行った。図-2はその概要である。水面から約 10.7m の高さから河道の流水面の流れを記録し解析に供した。VHS と DV で録画したが、画像の安定性において DV の方が非常に優れている。図-3はここで用いた画像と解析結果である。流れの右岸側に長さ 2.6m のスケールが含まれている。(a)は一点、(b)は9点の解析結果である。この解析では参照フレーム $m \times m$ を 17×17 以上で安定した結果を得ている。流速は約 2.4 m/s であるが、これは浮子による流速測定結果 2.5 m/s とほぼ等しく妥当な結果を得ている。しかし、河岸に近い所では必ずしも安定した流速が得られない。図-4は中国・雲南省の蒋家溝における土石流流速の解析結果を原画像にベクトル表示して示している。この解析における1画素あたりの実距離は、この河道の両岸に設置した観測用基準点の測量結果から推定している。土石流先端部の平均速度約 6 m/s にはほぼ対応しており、この手法の適用が可能と考えられる。謝辞：本研究を遂行するに当たり、名城大学学生 太田 和秀君、松原 健仁君の協力を得た。ここに記して謝意を表します。

参考文献 1) 藤田一郎；開水路合流部の流れの構造に関する研究、学位論文、pp.87-100、1990。