

粘性土石流サージの規模による流動特性に関する考察

名城大学大学院 学生員 ○劉 雪蘭

名城大学理工学部 正会員 新井宗之

1.はじめに： 現在、土石流の流動機構において、卓越する応力項がどのようなものになるのかは必ずしも十分明らかなではない。実際の流動機構を解明するため、フィールドでの流下現象を観測および解析しなければならない。本研究では、画像解析手法(PIV 法)を用いて、中国で観測された粘性土石流と呼ばれている土石流の流動状況を解析する。今まで、土石流サージの表面流速の特徴について検討した¹⁾。ここでは土石流サージの規模により、流速変化の遷移過程を解析し、土石流の流動特性について検討する。

2. 解析： 解析対象は 1997 年 7 月 24 日に中国雲南省蔣家溝で記録された粘性土石流である。この土石流はほぼ 5 時間で間欠的に流下した。河道全長は約 13.9km であり、観測の場所は河道の中流部において、発生現地から約 6km のところである。

記録画像の 1 ピクセル当たりの x 、 y 方向の距離を画像前処理によって計算し得られた。相関法(PIV)を用いて、流動面を平面として解析し、解析のテンプレートは 15×15 ピクセルを用いている。ところで、相関法の解析座標は画像の x 、 y 方向として用いている。写真は少し傾斜して撮られたため、写真-1 を示したように、解析結果は流れ方向(Y)と横断方向(X)の座標に変更された。

3. 考察： 記録の映像より、この土石流記録からの最初 1 時間程に、約 25 回のサージが観測地点を通過した。そのうち、同じ倍率で 11 回のサージを解析し、倍率を拡大した画像で 9 回のサージを記録した。倍率より小さいサージの流心部の流速は大きな変動が見られる¹⁾。解像度の高い映像を例として、写真-1~2 のように示している。写真-1~2 は観測場所で土石流第 1 波のサージを通過約 30 分後、1 時間後の規模の小さい流れと規模の大きい二つのサージ先端部を示しているものである。図-1~図-2 はこれらのサージに対応している流れのほぼ流心部で流下方向流速と横断方向流速であり、オイラー的な表面流速の時間変化を示し、横軸は時間(sec)、縦軸は速度(m/s)と表している。図-3~図-4 は写真-2 中に四角形で示された約 30×30 ピクセルの領域での平均流速の時間変化を示している。

図-2 を示したように、規模の大きいサージでは、水深大きく、流速も速い先端部では外部擾乱によって、平面から見ると流れ方向と垂直の横断方向に速度である、また、二つの方向とも流速変動が強い。図-4 を示したような平均流速を考察して、流速は先端の少し後で最大流速を生ずる。これらの流速の変動から、乱流構造を有していることが分かる。また、水深の小さい、流速が相対的に遅い後続部では、流心部で横断方向流速はほぼゼロとなることが分かる。図-2 は 4 秒程流れ方向の流速がほぼ一定し流れることが示している。図-4 では平均流速が直線的な逓減しているを表している。層流と考えると、これと表面流速の分布形の解析結果が一致している¹⁾。サージの先端から後続への乱流から層流遷移の過程はレイノルズ数により規定されるものと考えられる。先端からの擾乱は、後続部において、物理的な動粘性係数が一様と考えると、レイノルズ数減少とともに減少している。後続で粘性項が卓越する一種の粘性流体としての流れである。規模の小さいサージはこの遷移過程が短いと見られて、最大粒径は小さいとみなすと、粒子と粒子衝突による擾乱は小さいと考えられる。最末端の流速では、流下方向の速度は直線的に逓減して、流動幅も逓減して行くことから¹⁾、それはサージ通過後、河床に新しいの堆積層に粘着力や降伏応力など支配的な流れと考えられる。図-1 と図-2 とも 5 m/s の速度から次第に流速が減少しほぼ停止するまで、15 秒程の時間を要することから、河床勾配もあまり変更してないように考えられる。

キーワード：粘性土石流、画像解析、表面流速、流動特性

連絡先：〒468-8502 愛知県名古屋市中白区塩釜口 1-501 Tel : 052-832-1151 Fax : 052-832-1178

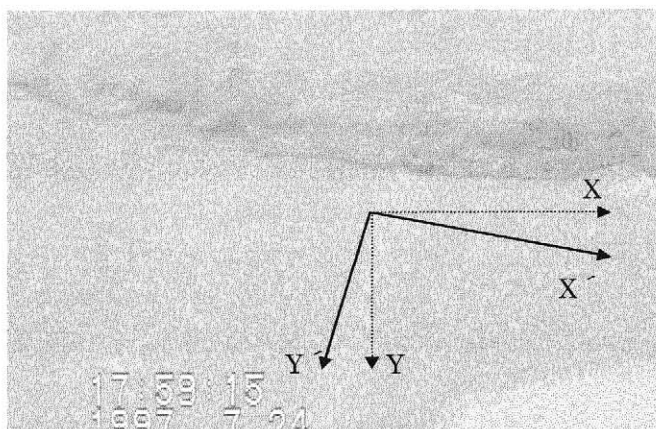


写真-1 17:59:15 のサージ



写真-2 18:34:07 のサージ

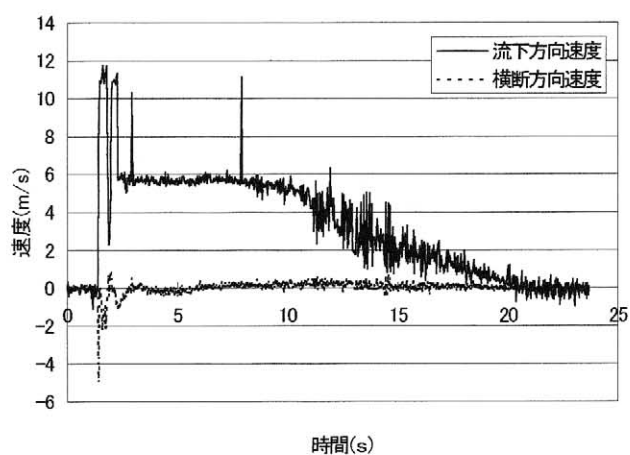


図-1 17:59:15 のサージ流心部流速変化

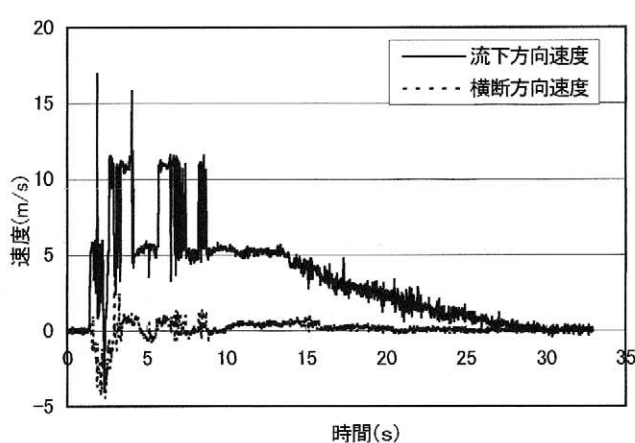


図-2 18:34:07 のサージ流心部流速変化

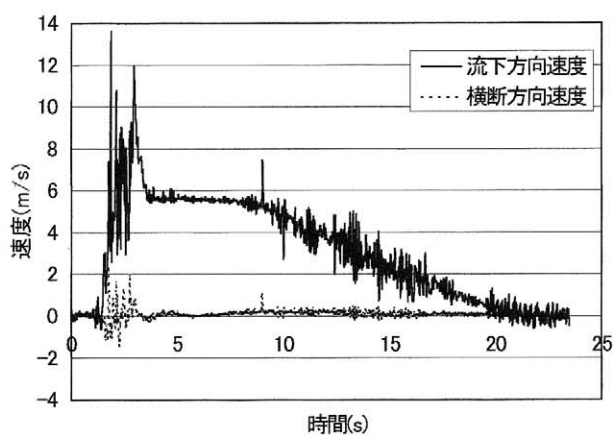


図-3 17:59:15 のサージ流心領域平均流速変化

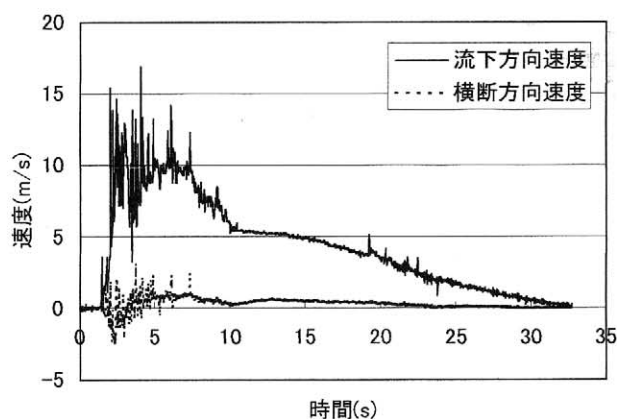


図-4 18:34:07 のサージ流心領域平均流速変化

4. まとめ： 本研究では、規模の大きいサージと規模の小さいサージの流動変動を検討した、ほかの数例の解析結果より、粘性土石流サージの表面流速は先端から最末端へ逓減していることがわかった、最大流速は先端部の少し後ろに現している。また、解析結果から見ると、先端流速は矩形波のように変動していることが見られるが、それがどのようなことに起因するのか今後検討したい。

【参考文献】

- 1) 新井宗之、劉雪蘭、高橋保：粘性土石流の表面流速解析による流動機構の考察、水工学論文集、第44巻、2000年2月、pp693-698.