

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

粘性土石流の流動機構について高橋らにはバグノルドの粘性領域での理論を発展し、いろいろな現地での調査、観測および実験を行った上解明を続けている。一方、新井ら¹⁾は画像解析の相関法を用いて中国雲南省蔣家溝に発生した粘性土石流の現象を解析、その流動機構について検討している。サージ表面の中心部流速変化と横断方向の流速分布などの解析結果から、一つのサージ流れは先端から後続部へ乱流構造から粘性流体構造へ遷移していると考えられることを示してきている。しかしながら、さらに粘性土石流の流動の構造を明らかにするため、本研究では粘性土石流の表面に現れる粗粒子の挙動明らかにし、その流動構造について検討している。

2. 解析

本研究は1997年7月24日に記録された中国雲南省蔣家溝に発生した土石流の画像を用いて、画像解析の相関法を使って表面流速解析をしている。図-1は先端水深約1.5mサージの後続部における流れの様子を示している。表面に礫と思われるものが認められ。図中白い四角形領域(60×60ピクセル)に、その部分で2値化手法を使って礫のようすを示している。礫の部分の画像濃度は周囲の流体の画像濃度より深い。ため、選択領域内の画像濃度しきい値より小さい部分は白くなって、礫の部分だけ(しきい値より大きい部分)が強調されている。強調された礫の長径は1ピクセル当りx方向の距離によって、実際の大きさを推算できる。



図-1 表面の粗粒子

3. 結果と考察

以上の解析手法を使って、表面に現れている粗粒子の挙動を観測領域内で追跡し、幾つかの流動パターンが見られた：

1) 巨大礫の移動

図-1に示された粒子は長径約2.8mである。観測領域内での粒子は図-2に示されたような動きを示した。先端速度約9m/sサージの後続部で速度が逓減して12秒間流れて停止した。後続の先端速度約10m/sサージで流れの中にとりこまれ見えなくなるが、4秒後右岸近くで表面に現れ、岸壁の堆積物を超えて2秒後再び流れの中に見えなくなる。しかし、さらに1.6秒後、画面の左下部に再び表面に現れ、その後は画面外で追跡不能となった。はじめのサージでの表面速度ベクトル分布を図-3のように示す。礫の位置も示したが、粒子と周りの流速に差が存在していることが見られる。このことから、サージ先端部で、巨礫が浮沈する構造のあることが示されている。

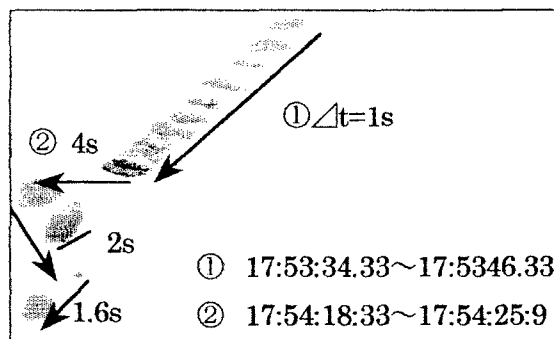


図-2 粒子の軌跡

2) 表面粒子の回転

図-4に示したの粒子を追跡し、時間間隔0.5秒の軌跡を図-5のAのように示す。粒子の大きさは長径約1mである。粒子はこの画面の一番上から出現し、画面下流端まで到達している。粒子は表面で回転しながら、流下することが認められた。また、この粒子の流速変化は図-6のように示された。粒子は観測領域内に6m/sを少し変動しながら流下している。さらに、粒子が流下中の表面流速の速度ベクトル分布は図-7のようである。部分的に流速の速い領域がある。

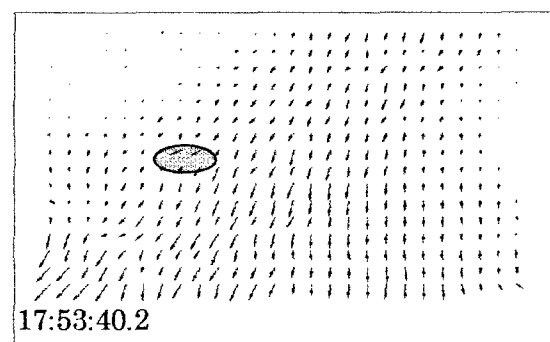


図-3 速度ベクトル分布

3) 粒子の浮沈

図-4に示した粒子Aの付近で、粒子Aと同じ大きさ程度の粒子が他にも現れている。図-5に示すように、粒子BとCは約0.5秒、1秒間ほど表面に現れた後沈降している。

4) 粒子の停止

図-8に示された規模の小さい流れ中で、水面に礫と思われる粒子は長径約0.25mである。図-9は、この礫と思われるものの1秒間隔の移動軌跡を示したものである。これは、次第に移動距離が小さくなっていることがわかる。図-10は、この礫の速度の時間変化を表しているもので、次第に流速が小さくなり、ほぼ停

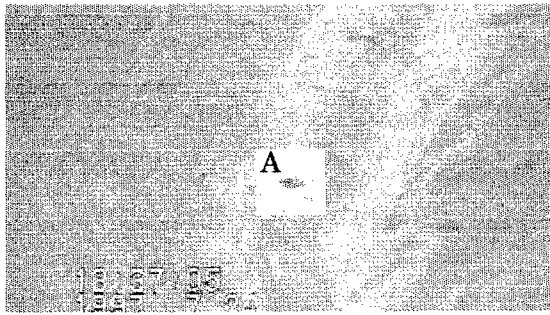


図-4 表面の粗粒子



図-8 表面の粗粒子

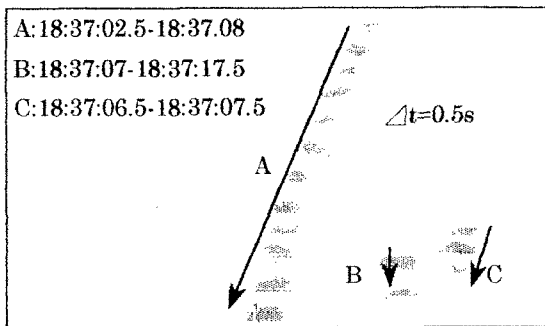


図-5 粒子の軌跡

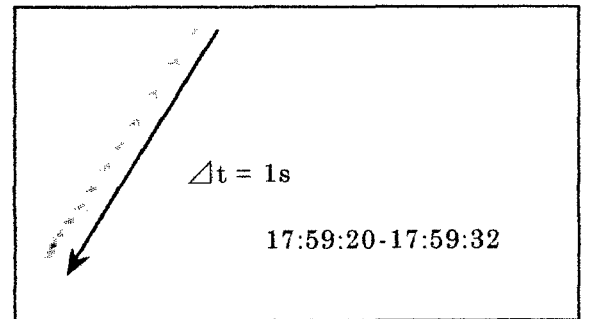


図-9 粒子の軌跡

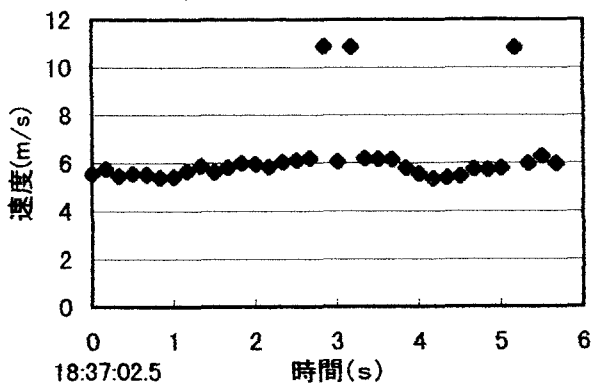


図-6 A粒子の速度変化

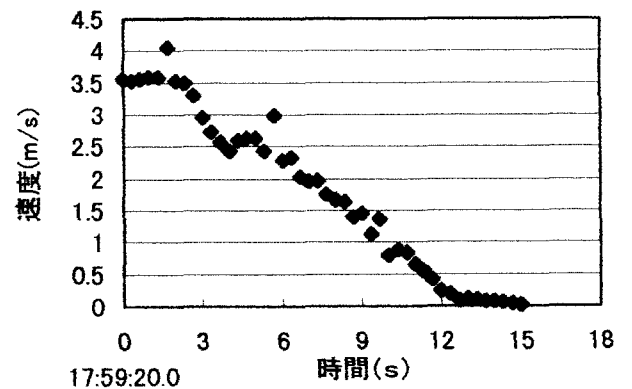


図-10 粒子の速度変化

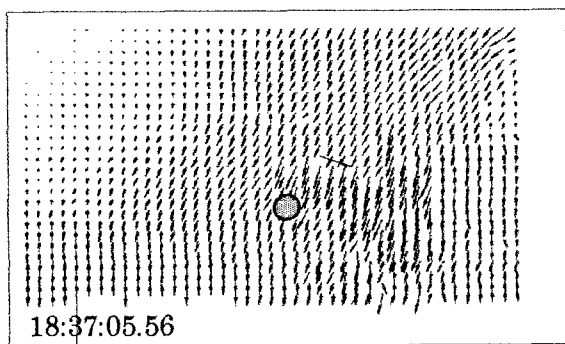


図-7 速度ベクトル分布

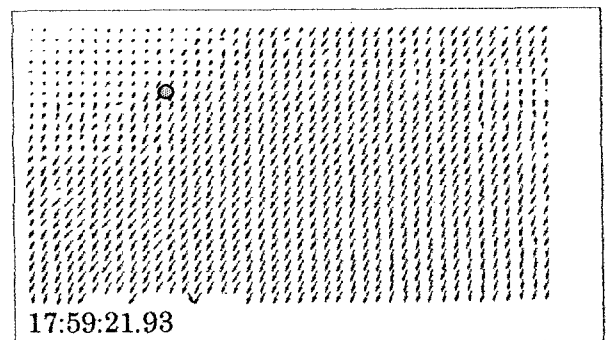


図-11 速度ベクトル分布

止したことを示している。図-11 は表面速度ベクトル分布を示している。粒子周りの速度はほぼ一様に流れている。粒子がほぼ停止する場合、周囲の流体とほぼ同様な流動となっている。

4. 結語

以上の解析結果より、流れの表面に出現した粒子の挙動を解析すると、粒子径が 1m 程度以上もの礫がサージの先端部で浮沈する流れの構造のあることが示された。また、表面近傍で粒子が回転することも認められ、せん流的なものがこの流れでは存在しないことが示されている。

【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.