

粘性土石流の表面流速の特徴

名城大学理工学部 正会員 新井宗之
 名城大学大学院 学生員○劉 雪蘭
 京都大学防災研究所 正会員 高橋 保

1.はじめに：中国雲南省蒋家溝には粘性土石流と呼ばれている土石流の流動現象がある。この現象は流動中の体積濃度が70%程度もあり2~3分程度の間隔で土石流サージとして流下し、一連の現象が5時間以上にもおよぶことが珍しくない。この流動現象は必ずしも十分明らかにされているわけではない。本研究では中国で記録されたこの土石流流動を画像解析手法(相関法)により、流れの表面流速を詳細に解析した。これらの結果から、この粘性土石流の表面流速の特徴について検討する。

2.解析方法及び結果：写真-1, 2は土石流サージの流下状況を示しているものであるが、写真上側から下側へ流下している。写真-1の場合、映像の幅はほぼ河道幅で30mある。また写真-2は同じ河道の位置を拡大して記録したもので、画像の幅は約15mである。それぞれ一連の現象のもので、写真-1は1997年7月24日17:42:27(日本時間)で、写真-2は約20分後の18:01:34の映像である。表面流速の解析にはPIV(相関法)を用いている^{1),2)}。代表的なサージとして二つのものを示している。流動面は平面として解析し、ピクセル当たりの距離は流下方向、横断方向をそれぞれ x , y とすると、写真-1の場合 $\Delta x = 0.0594m$, $\Delta y = 0.147m$ 、写真-2で $\Delta x = 0.0295m$, $\Delta y = 0.0913m$ である。また、テンプレートの領域は 15×15 ピクセルで解析した。

1) 流心部(中央部)の流速変化：図-1, 図-2はそれぞれ、流れの中央部分の流速を示したもので、横軸に時間(sec)縦軸に流速を示している。図-1(17:42:24)の流れの場合、一つのサージは約35秒間程の流れであるが、流れの初めの15秒程度はほぼ一定の流速であり、その後流速が減少してことが示されている。図-2は上で述べたように、拡大した流れを観測したもので、同じ解析用のテンプレート領域を用いていることから、図-1の場合と比べてと面積比で約1/4の大きさの面で、流速解析していることになる。この解析結果をみると、サージ先端部の約7秒程同じような流速で流れているが、その後急速に流速が減じ約10秒程一定の流速で流動し、さらに急激に流速が低下していることが示されている。このようなステップ状に流速が減少する解析結果は、他にも数例得ている。

2) 流速の横断方向の変化：図-3, 4は流速の横断方向変化を示したものである。横軸に時間(sec)縦軸に河道横断方向の位置を左岸側からの距離(m)で示している。図中の破線は流動の境界点を連らねたもので、次第に流動幅が減少していることを示している。また、図中の曲線状の鎖線は2次放物線で、流れの後半部で比較的良好に対応している。

3) 流速を横断平面分布：図-5, 6は土石流サージ表面の矩形領域の流速分布を等高線で表示したものである。領域の大きさは写真-1, 2の実線で示した領域である。図-5, 6の図はそれぞれ先端からほぼ6秒, 18秒, 30秒後の流動表面を示している。いずれの場合も、サージ先端から6秒後程度で表面流速は一様ではなく、等分布の流速が点在する状況を示している。しかし、18秒後では、流れの中心に大きな変化がないようである。

3. 考察：土石流サージの先端から末端まで、表面流速変化をみると、先端部の流速の速い部分から、流速が急速に低減し、その流速状態でしばらく流動し、その後、速度が漸減し終端となる、という特徴がみられる。写真-2 18:01:30のサージでは、それが3段階の流速変化で見られる。サージの先端部の横断方向の流速分布から、混合効果が存在する流れの構造であることが考えられる。しかし、サージ後半部の横断流速分布が放物線に近いことや表面の流速分布形から、粘性の卓越した応力構造の流れであることが考えられる。

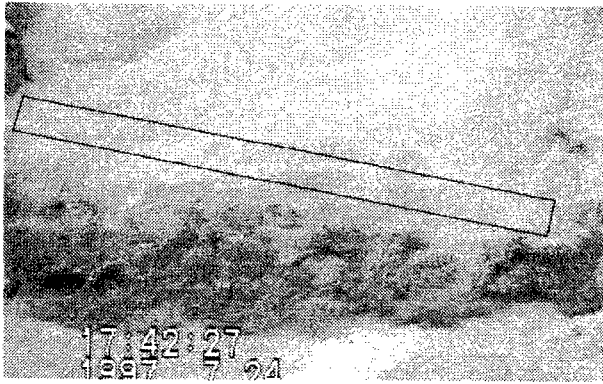


写真-1 17:42:27 のサージ

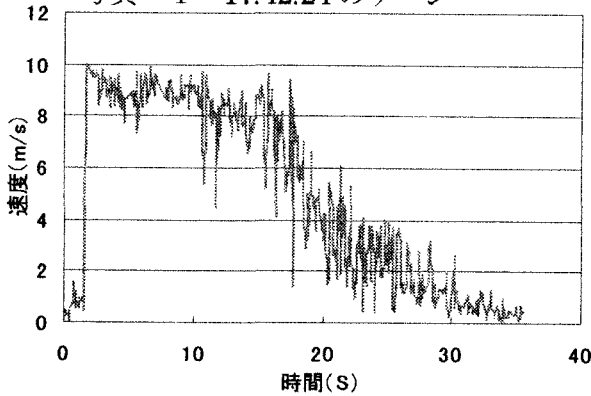


図-1 17:42:27 のサージ中心部の流速

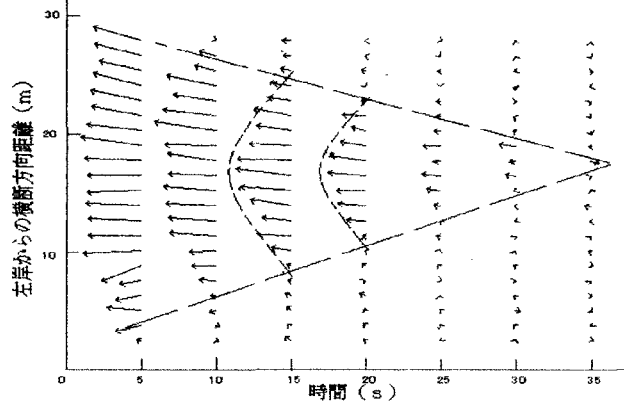


図-3 17:42:27 のサージ横断面流速

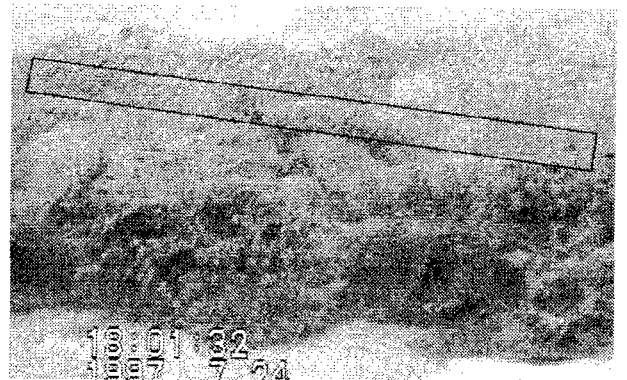


写真-2 18:01:32 のサージ

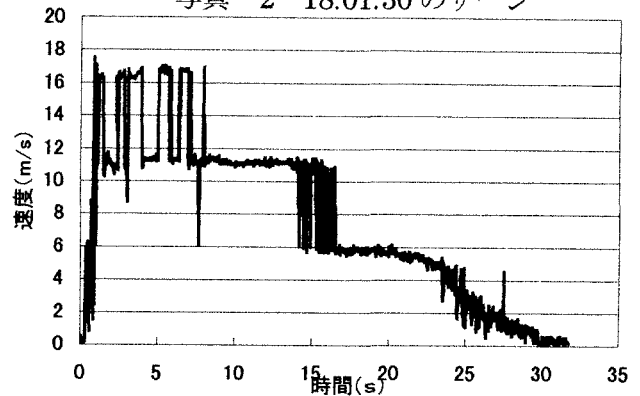


図-2 18:01:32 のサージ中心部の流速

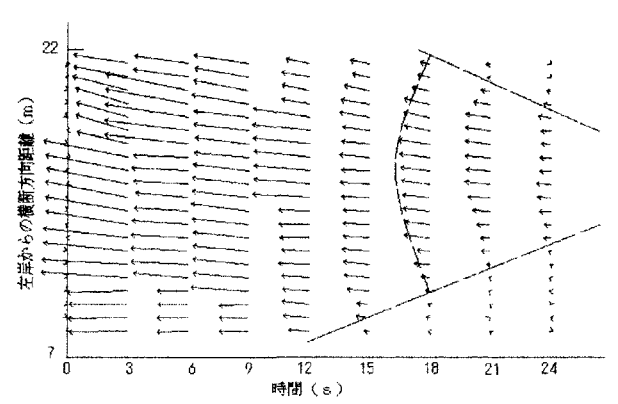


図-4 18:01:32 のサージ横断面流速

【参考文献】

- 1) ARAI, M., SAWADA, T. and TAKAHASHI, T.: An Application of Image Analysis Technique on the Velocity of Debris Flow Observation, Proc. Of 3rd International Conference on Hydro-Science and Engineering, IAHR, 1998, Reservoir. 188 pp1-9.
- 2) 新井宗之, 劉 雪蘭, 高橋 保: 粘性土石流の表面流速解析とその流動

機構の一考察, 土木学会年次

学術講演会講演概要集, II, p420-421, 1999.

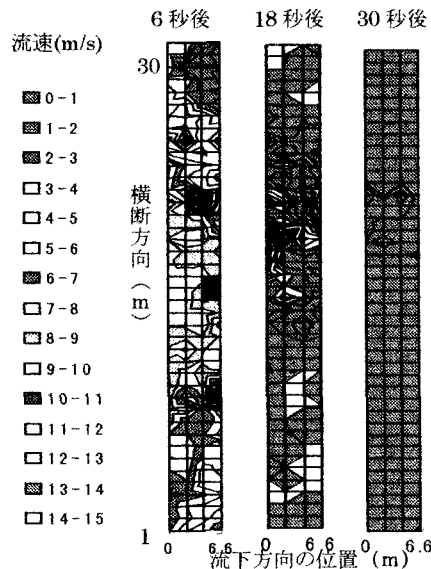


図-5 17:42:27 流速平面分布

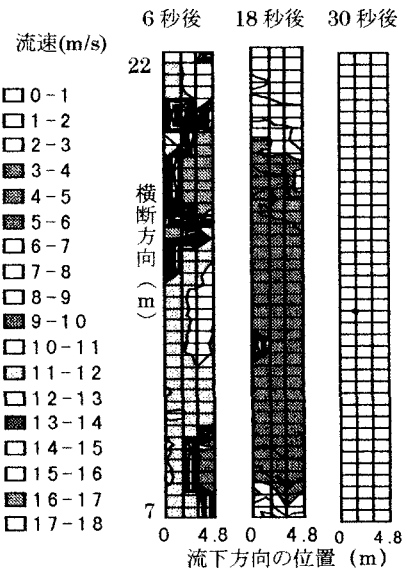


図-6 18:01:30 流速平面分布