

転波列性サージの波動特性の流量変化に関する実験的検討

名城大学 学生会員 ○石川 雄規

名城大学 正会員 新井 宗之

名城大学 学生会員 仙波 学

1. はじめに:中国・雲南省の粘性土石流は多数の間欠的サージで知られているが、この現象は粘性土石流特有なものではなく、ヨーロッパアルプスでも観測されている。また、高濃度土石流としての土石流ばかりではなく、濃度の低い土砂流サージの間欠的な流れも報告されている。しかし、このような傾斜水路上の転波列性サージの波動性については、まだ不明な点が多い。本研究では、転波列性サージの流下過程における波動特性に流量変化の与える影響について実験的に検討するものである。

2. 実験方法:サージを発生させるため、図-1の実験装置を設置して実験を行う。水路長56m、水路幅10cm、水路勾配3degの亚克力製矩形水路を設置し実験した。傾斜水路において間欠的なサージ状の流れは、流れの不安定性による転波列として生成することが可能である。水路で発生した波を擬似的な土石流とし、流れる様子を観察した。実験水路で発生した流れを観測する。実験条件は表-1に示す。量は $Q=365.0\sim1634.7\text{cm}^3/\text{s}$ 、水深 $h=0.70\sim1.13\text{cm}$ である。水深は水路下流端から3.0m上流の約120秒間の変動水深の単純平均である。平均流速は $v=52.2\sim146.6\text{cm/s}$ である。平均流速 v は流量と平均水深 h および幅 $B=10\text{cm}$ の矩形断面から求めた断面平均流速である。水深変動を検討するための動画撮影は300 frames/secで、約120秒間録画し、解析した。写真-1は解析に供した画像の一例である。撮影位置は水路上流端を x とし、 $x=5.0\text{m}$, 9.0m , 13.0m , 17.0m , 22.7m , 33.0m , 43.1m , 53.0m の位置である。波速を計測するために、それぞれの位置で0.80m上流側にもう一つの撮影カメラを設置して同時に記録し、波速の解析に供している。

3. 解析方法:PIV法を用いた解析プログラムを使用し、解析を行った。粒子画像流速測定法PIV(Particle

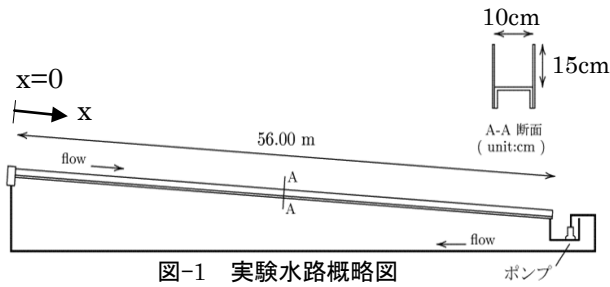


図-1 実験水路概略図

表-1 実験条件

No.	$\theta(\text{deg})$	$Q(\text{cm}^3/\text{s})$	$h(\text{cm})$	$v(\text{cm/s})$	Rem
EXP-1	3	365.0	0.70	52.2	清水
EXP-2	3	503.7	0.83	60.9	清水
EXP-3	3	883.4	1.06	83.3	清水
EXP-4	3	1089.5	1.07	101.5	清水
EXP-5	3	1475.4	1.13	130.7	清水
EXP-6	3	1634.7	1.11	146.6	清水

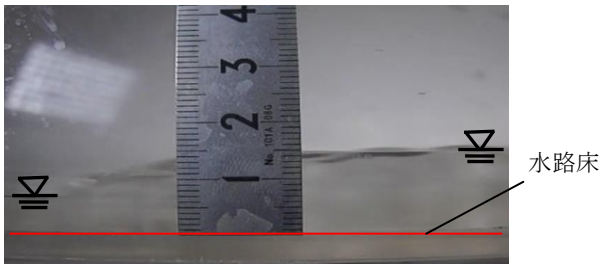


写真-1 解析画像例

Image Velocimetry)と同じ原理の2画像間を相互相関関数を用いて1画像から2画像の対応領域決める手法を用いて水面変動の解析を行っている。第1画像、第2画像それぞれの相関領域のRGBの平均である。相関係数の最大値の領域を第1画像の相関領域に対応する第2画像の領域としている。これは独自にプログラムを開発して解析に供している。過誤と思われる部分については、目視による補正を行っている。水面の色彩をはっきりさせるため、清水に着色剤を混ぜ実験の解析を行った。

4. 実験結果・考察:波速は図-2より流下に伴う変化はほとんど見られなかった。流量が多い流れほど平均波速が速いものとなった。図-5より波速分布では $x=9$ 地点で、EXP=1は1.2m/sの波が非常に多く発生した。EXP=6は1.6~2.8m/sの波が多く発生した。図-6より $x=53$ 地点ではEXP=1は1.6m/s付近が非常

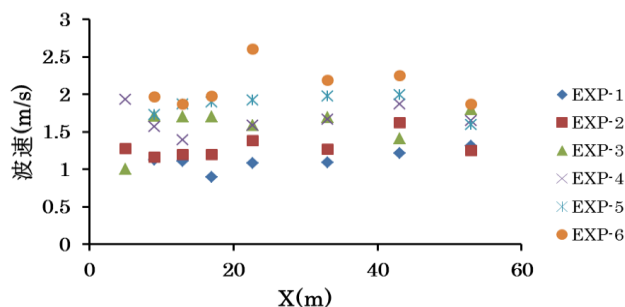


図-2 波速の流下過程変化

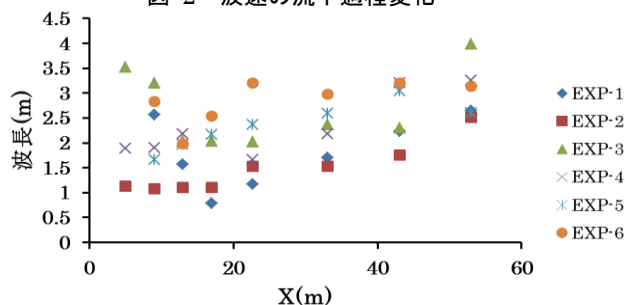


図-3 波速の流下過程変化

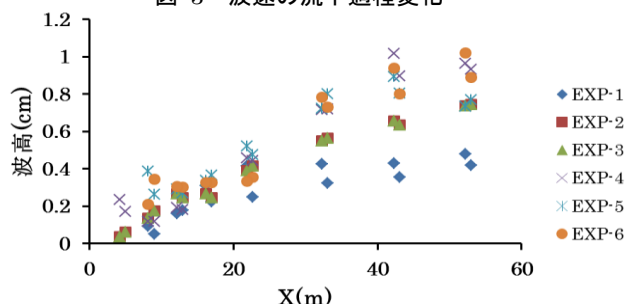
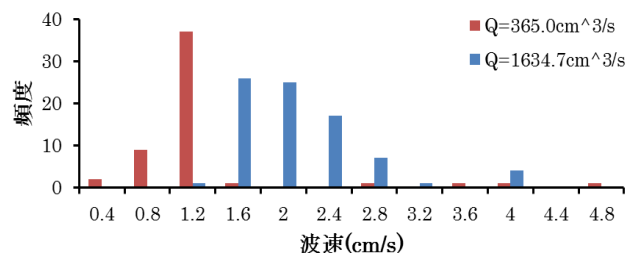
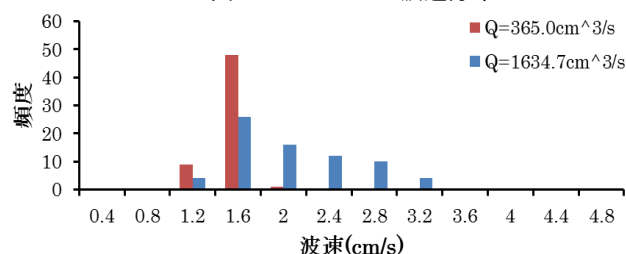
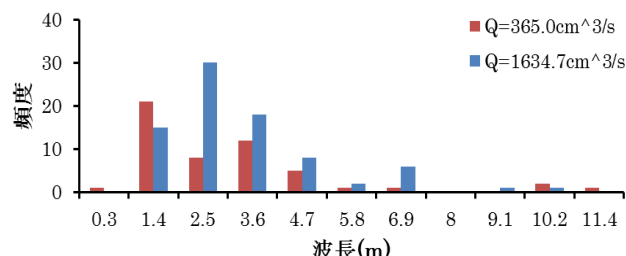
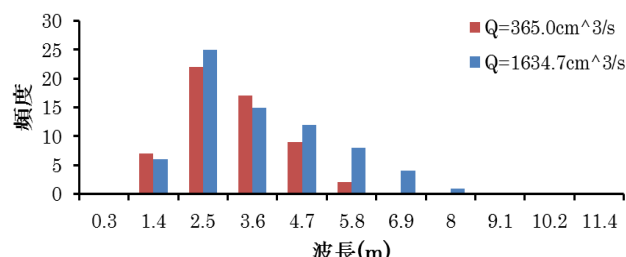
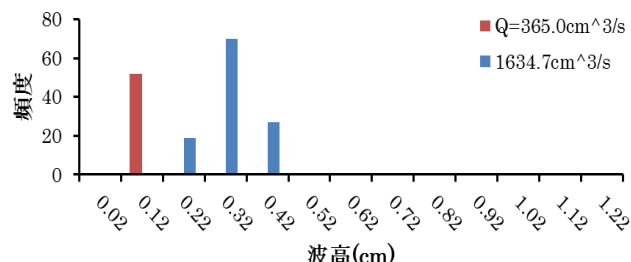
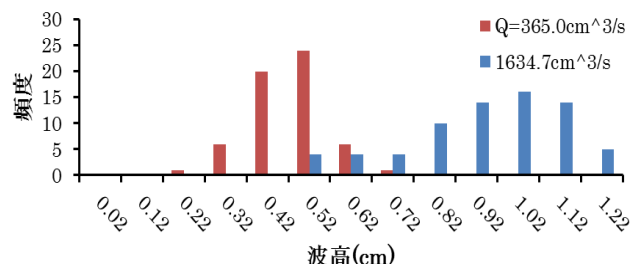


図-4 波高の流下過程変化

に多く発生した。EXP-6 は 1.2~3.6m/s の波が多く発生した。波長は図-3 より EXP-1,EXP-3,EXP-6 で上流側の波長が長く、 $x=17$ 付近にかけ短くなり、以降の流下によって再び波長が長くなる傾向が現れた。EXP-2, EXP-4,EXP-5 は流下に伴い波長が長くなっていく傾向が現れた。流量が多いほど波長が長くなる傾向が現れた。波長分布では図-7 より $x=9$ 地点で EXP-1 が 0.3~11.4m,EXP-6 が 1.4~10.2m と図-8 の $x=53$ と比べて広いものとなった。波高は図-4 より流下と共に高くなっていく傾向が現れた。流量が多いほど波高の増加傾向は強く現れた。波高分布では図-8 より $x=9$ 地点で EXP-1 が 0.12cm 付近の波高が多く発生した。EXP-6 では 0.22~0.42cm 付近の波高の波が多く発生した。図-9 より $x=53$ m では EXP-1 が 0.22~0.72cm 付近の波高が多く発生した。EXP-6 では 0.22~0.42cm 付近の波高の波が多く発生した。

謝辞:これらの実験は京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーで行った。ここに記して関係各位に謝意を表します。

図-5 $x=9$ m での波速分布図-6 $x=53$ m での波速分布図-7 $x=9$ m での波長分布図-8 $x=53$ m での波長分布図-9 $x=9$ m での波高分布図-10 $x=53$ m での波高分布