

転波列性土石流サージの波動特性に関する実験的研究

名城大学 正会員 新井宗之
 名城大学 学生会員 久野浩太
 名城大学 学生会員 石川雄規

1. はじめに

中国・雲南省の蔣家溝で観測される粘性土石流と呼ばれる土石流は、多数のサージ状の流下現象として知られている。日本では鹿児島県桜島の野尻川、長谷川等で観測されている。また、オーストリア西部の山間域で転波列性土石流サージの流下が観測されている。これらの間欠的なサージは流れの不安定性によると考えられ、転波列としての生成条件が適合する。しかし、この波動の流下特性はまだ十分に明らかにされていない。本研究では固体粒子を含有する流れにおける転波列性サージの波動特性を実験的に明らかにすることを目的としている。

2. 実験方法・実験条件

実験水路概略図を図1に示す。水路は長さ56m、幅10cm、深さ10cmの矩形断面水路で、透明硬質アクリル製である。水路は、鋼製の梁上に設置し、鋼製の単管で支保されている。流水は、水路下流端の水槽内に、ボルテックス型のポンプを設置し、固体粒子と水の混合を水路上流端へ流送して水路に供給するもので、循環式的水路である。流水ポンプをインバータで制御し、流量をコントロールしている。実験は、表1に示すように、清水及び2種類の固体粒子を含有した流れで行った。流量 Q は 811~1927 cm^3/s 、平均水深 h は 0.86~1.73cm、断面平均流速 v は 0.80~1.11m/s、固体粒子の体積濃度 C は 0~0.23 である。水路勾配 θ は $\theta=3\text{deg}$ である。使用した固体粒子はポリプロピレン粒子と石炭粉粒子で、ポリプロピレン粒子は、長径 2.97mm、短径 2.14mm、長さ 2.97mm の円柱状の形状で名目直径 d は $d_{50}=2.9\text{mm}$ 、粒子密度 $\sigma=1.06\text{g}/\text{cm}^3$ 、石炭粉粒子は、中央粒径 $d_{50}=0.67\text{mm}$ 、粒子密度は $\sigma=1.41\text{g}/\text{cm}^3$ である。流量及び固体粒子の測定は、水路下流端で計量升による方法で計測している。平均水深は、水路下流端から 2m 上流の位置における約 120 秒間の水深変動の単純平均である。断面平均流速は、流量及び平均水深から求めた値である。水深の測定は、水路上流端から、22、24、32、34、42、44、52、54m の位置で行い、2m 間隔を一つの組、例えば 22m と 24m を一つの組で計測し、その水深変動の位相差から波の波速等を求めている。図2に実験結果の一例を示している。横軸に固定点での時間、縦軸に水面の位置を示し水深の時系列を示している。図に示されているように、間欠的に水深の急激な変化を生じる流れで、転波列性のサージを示している。

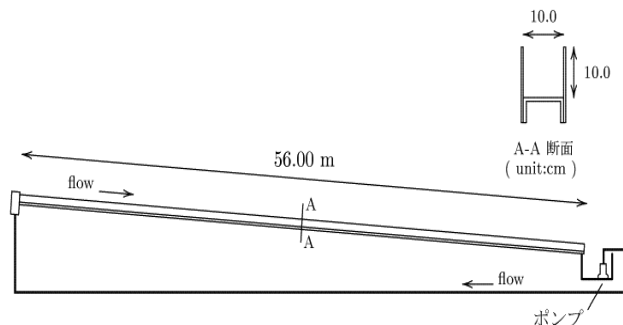


図 1 実験装置概念図

表 1 実験条件

No.	θ (Deg)	$Q(\text{cm}^3/\text{s})$	$h(\text{cm})$	$v(\text{cm}/\text{s})$	C	Rem
EXP-1	3.0	811	0.86	94.9	0	清水
EXP-2	3.0	969	1.18	81.6	0.227	ポリプロピレン
EXP-3	3.0	1927	1.73	111.1	0.115	石炭粉
EXP-4	3.0	1211	1.52	79.7	0.124	石炭粉

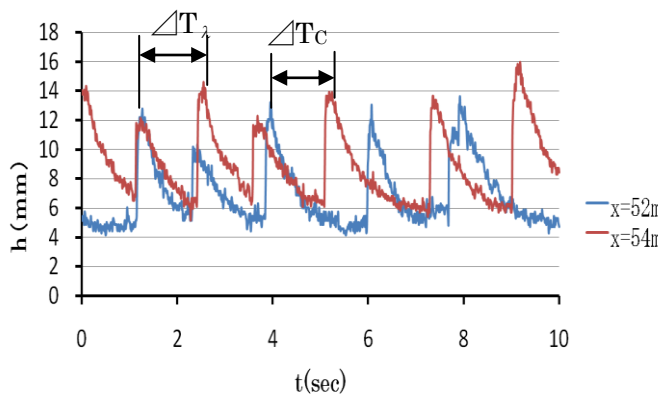


図 2 水深の時系列変化例

キーワード 土石流、転波列、波動、勾配

連絡先 〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学 052-832-1151

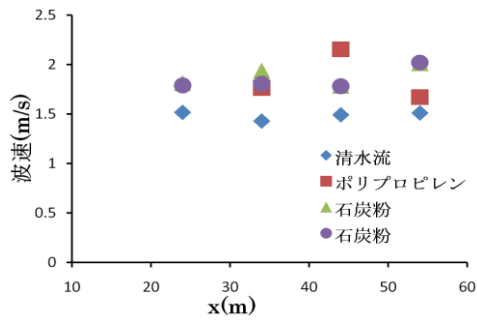


図 3 平均波速

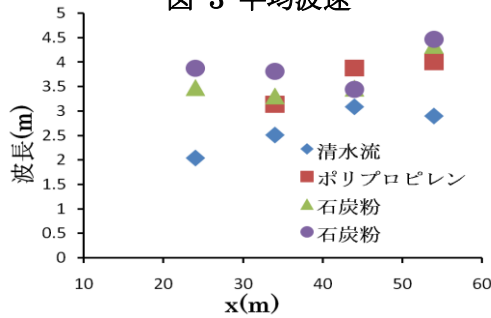


図 4 波速分布

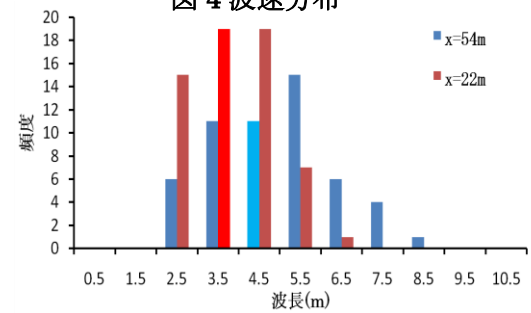


図 5 平均波長

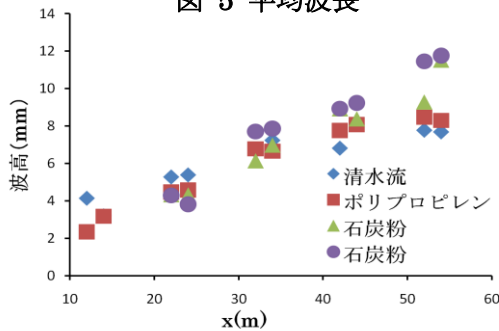


図 6 波長分布

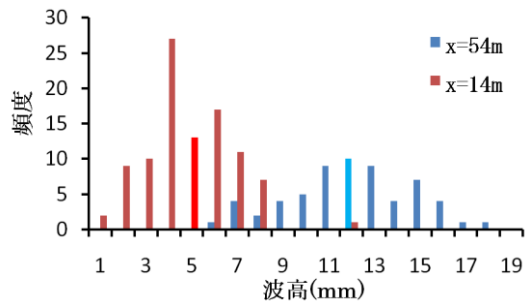


図 7 平均波高

図 8 波高分布(14m,54m)

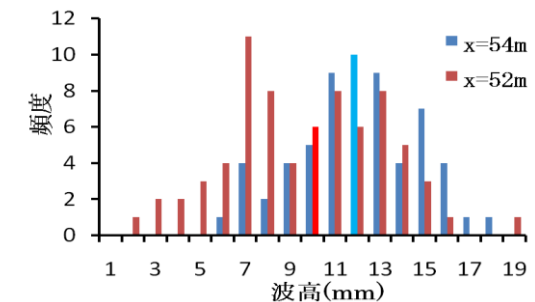
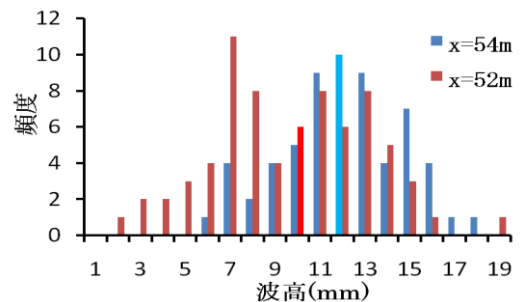


図 9 波高分布(52m,54m)



3. 実験結果及び考察

図 3 は平均波速の流下過程における変化を示したもので、清水及び固体粒子を含む流れで、水路の 22m から 54m の区間で大きく変化しないことを示している。図 4 は約 120 秒間に生成したサージの波速頻度分布を表したものである。水路上流端から 22m と 54m の位置での結果がそれぞれ赤色、青色で示している。22m の位置で広い波速分布を示しており、54m の位置でもあまり変わらない。図 5 は平均波長の流下過程における変化を示している。この結果による

と、平均波長も、流下とともにあまり変化しない傾向を示している。図 6 はその波長の頻度分布を示している。波長も 22m の位置で広い波長分布を示しており、56m 位置でそれは若干さらに広がっている。図 7 は平均波高の流下過程における変化を示したもので流下とともに平衡な波高になる場合と増加する傾向となることを示している。図 8 は波高の頻度分布で非常に広い波高分布を示している。図 9 は下流端に近い位置での波高の頻度分布の図であるが、広い波高の分布を示すと同時に比較的短い区間でも変化することを示している。

4. まとめ

水路長、56mの矩形断面水路を用い、固体粒子を含有する転波列性サージの波動特性に関する実験を行った。実験結果によると、平均波速、平均波長はともにあまり変化しないが、波高は流下過程で平衡状態となる距離が含有粒子により異なる結果となった。また、それぞれの特性に広い分布を有することが示された。