

粘性土石流の間欠性の発生における河床形状の影響について

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 山谷 浩司
 京都大学防災研究所 正会員 高橋 保

1.はじめに：土石流には中国で観測される土石流には粘性土石流と呼ばれる容積濃度 70%以上の高濃度で流下し、しかも間欠的に 100 波以上のサージとして流下する現象が観測されている。このような間欠的な土石流の発生原因としていくつかのことが考えられている。一つは河道堆積土砂が降伏応力を有し、それを上回る水深となった時、流動層が増大し、土石流化して流下するという考えである。また側岸ガリから河道上へ土砂流入があり、河道上の一部を堰止め、その天然ダム崩壊により土石流化して流下する考え。さらに河道の地形変化等によって流れの擾乱が発達し、流下する等が考えられる。ここでは雲南省東川市蒋家溝の観測において土石流が段落部を流下した高濃度の流れがサージとして発生し、流下する現象が認められてことから、本研究では、粘性土石流の間欠的な流下に河床形状がどのように影響を及ぼすのかを明らかにすることを目的として、粘性土石流の流下過程における河床形状の影響に関して実験及び数値計算で検討した。

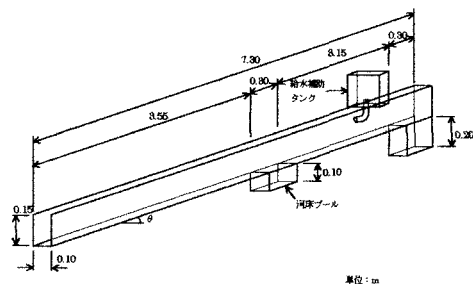


図-1 実験水路図 (河床プール有)

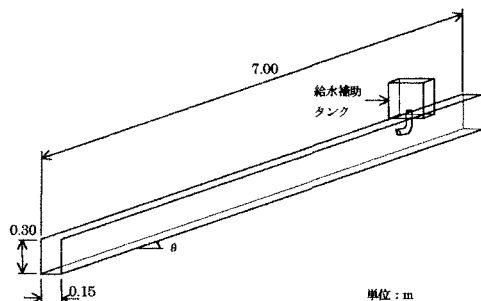


図-2 実験水路図 (平坦河床)

2.実験の概要：実験水路は図-1のような水路長 7.30m、幅 10 cm、深さ 15 cm、水路上端に幅 10 cm、深さ 20 cm、長さ 30 cmの制水槽を有し、上流端より 3.15mの位置に幅 10 cm、深さ 10 cm、長さ 30 cmのプールを設けたアクリル製水路と、図-2のような水路長 7 m、幅約 15 cm、深さ 30 cmの平坦河床の水路も用いました。実験条件は水路勾配を約 3° 、 5° 、 7°

に変化させた。実験方法は、定常流の流れにプール上流側の小タンクから給水し、プール上流側でハイドログラフを変化させ、水路下流端でのハイドログラフの変化を測定した。定常流は清水と濃度約 1% ($d_{50}=0.34$ mm)の泥流を流下させた。

3.数値計算：流れの運動方程式及び連続方程式は漸変流近似をした次式の一次元方程式を用いた。数値計算は中央差分、スタッガート格子、式中の移流項においては一次精度の風上差分を用いた。従来、粘性土石流は流れの中に降伏応力を有するビンガム流体と考えられていたが、著者らの中国での土石流観測や他の実験的な検討から、後続の支配的な流れは一種の粘性流体であると考えられる。このため、式中の底面摩擦応力は降伏応力を無視でき、主に流量フラックスの流下過程の変化を見ることを目的として実験を清水で行っていることから、対数則を用い、相当粗度は実験からマニングの粗度係数 $n=0.017$ に相当する値を用いた。

4.考察：図-3 は定常流に清水を用い、平坦河床での実験結果を示したものである。図中の(a), (b), (c)はそれぞれ水路勾配を 3.66° 、 5.07° 、 7.02° と変化させた結果である。下流側のピーク値が上流側のピーク値より若干小さいかほぼ同程度の値となっている。図-4 は定常流に清水を用い、河床プールでの実験結

キーワード：粘性土石流、土石流、実験、発達過程

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

果である。図中の(a), (b), (c)はそれぞれ水路勾配を 3.66° , 5.56° , 7.31° と変化させた結果である。下流側のピーク値が上流側のピーク値より若干 大きいほぼ同程度の値となっている。図-4 は定常流に濃度約 1%の泥流を用い、水路勾配 3.63° , 5.56° , 7.31° を変化させた結果である。下流側のピーク値が

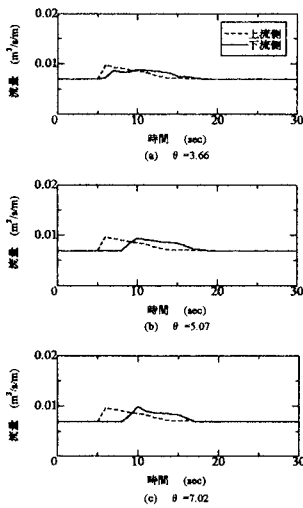


図-3 ハイドログラフ (清水)
平坦河床

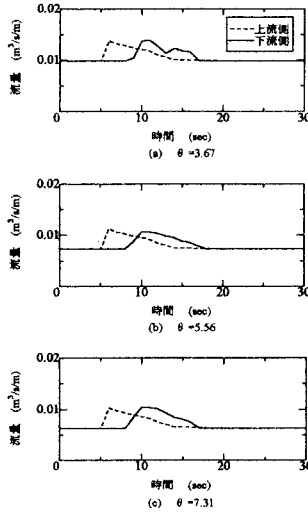


図-4 ハイドログラフ (清水)
河床プール

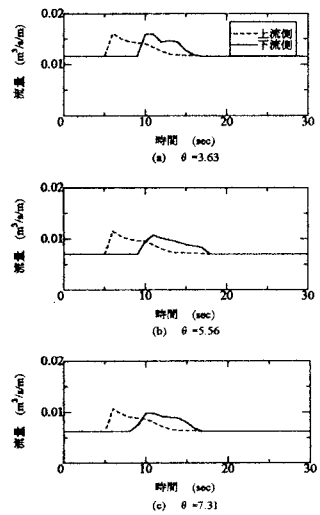


図-5 ハイドログラフ (泥水)
河床プール

上流側のピーク値より若干小さいかほぼ同じ値となっている。図-6 は水路実験とほぼ同じ条件での数値計算結果である。ただし、基底流量は $0.002\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ としている。図中には、プール上流側のハイドログラフ及び下流側のハイドログラフが示されており、水路勾配

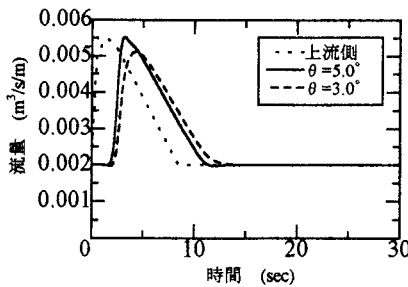


図-6 数値計算結果

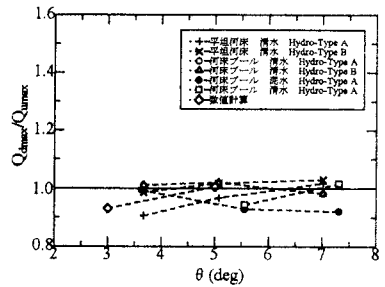


図-7 ピーク流量

の変化による結果が示されている。水路勾配 $\theta = 3^\circ$ の場合、下流側のピーク値は上流側ハイドログラフよりも小さくなっているものの、 $\theta = 5^\circ$ の場合には、下流側でのハイドログラフのピーク値 Q_{dmax} は上流側のハイドログラフのピーク値 Q_{ymax} とほぼ同じかわずかに大きな値となっている。図-7 は、 Q_{dmax}/Q_{ymax} を示したもので、平坦河床においてはほぼ 1 を越えないものの、河床プールで、清水を用いた場合は 1 に近い値とっていることが認められる。また河床プールで、泥流の場合は、勾配が 3° において 1 に近い値をとっているが、勾配が急になるとそれが減少していく傾向にある。このことから清水の場合プールの存在により、それより上流側の擾乱が下流側でさほど減衰せず、ほぼ同じかわずかに増大することを示している。

5.まとめ：以上より、河床形状変形とそれ以下の河床勾配によって流れに生じた擾乱が保たれるかまたは発達することが清水を用いた水路実験及び数値計算から示された。しかし、わずかな土砂を含有した泥水の場合水路勾配の増加とともにピーク流量がより減少する傾向が得られたが、その理由についてさらに検討したい。