

滑面上の流水蛇行

金沢工業大学 正員 中川武夫

金沢工業大学 学生員 〇大原和俊

金沢工業大学 学生員 高沢 守

1. 緒言

滑面上の流水蛇行現象は流体力学上の興味深い問題を包含している。¹⁻³⁾ たとえば、滑面を流れる水と空気との間の自由接触面及び流水、空気として滑面との異なる相がお互いに共有する接触線の存在によりこの現象は特有な流体力学的不安定を示す。さらに、滑面上の流水軌跡はある条件下で不安定な蛇行形状を示し、この形状全体が河川の蛇行と同様に滑面最大傾斜線に沿う方向へ徐々に移動する二ことが知られている。

滑面上の流水運動は個々の流体粒子に働く重力の滑面に沿う成分により駆動される。また、流水と滑面との接触面に働くせん断力は流水と空気との接触面に働くそれよりずっと大きいのが特徴である。したがって、滑面上の流水蛇行は原理的には流水に働く表面張力、流水表面と滑面とがなす接触角のヒステリシスとして流水と滑面との接触面に働くせん断力によって引き起こされるものと考えられる。

本研究の主な目的は流水蛇行率（流水長／滑斜面長）の流量及び滑面傾斜角に対する依存性を明らかにすることである。

2. 実験

Fig.1 に実験装置の概要を示す。流水がその上を流れる滑面としての長さ及び幅がそれぞれ 100 cm と 60 cm のアクリル板を用いた。高水槽から滑面への水の供給は内径 5 mm のビニール管内を通じで行なわれるがこのビニール管の出口は図示したように滑面上端からその表面中に線に沿って 20 cm 下の位置に固定されている。滑面の傾斜角は零度付近から 85 度の範囲内で 5 度間隔づつ逐次変えられた。一方、流量に關しては予備実験の結果、各設定滑面傾斜角について流量が一変以上となった流水蛇行形状の軌跡が不安定に変化したことが明らかとなったので、流量は 0 からこの蛇行形状が不安定な変化を開始するのに相当する間隔で適當な間隔となるように設定した。このように設定された傾斜角と流量のそれぞれを組合せごとに流水蛇行率の測定が行なわれた。

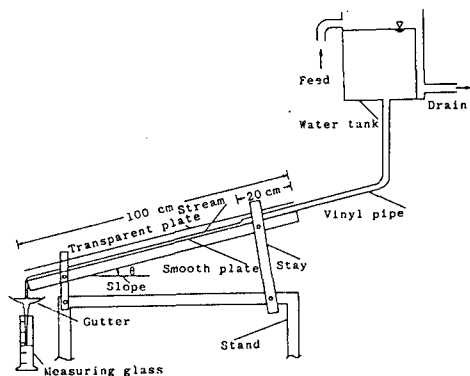


Fig.1 Schematic diagram of the experiment

3. 実験結果及び考察

Fig.2 の流水蛇行率が流量及び滑面傾斜角にどのように依存するかを示す。まず、傾斜角が

一定の場合には、蛇行率は流量の増加に伴って増加する。一方、流量が一定の場合には、蛇行率は傾斜角の増加に伴って増加する。

Fig.2 には同時に内径 $d=10\text{ mm}$ のビニール管を給水用に使った場合に得られた実験値に対する最適適合線(Best fit lines)も参考のために示されている。この図から流水蛇行率の流量と傾斜角に対する依存性は給水用ビニール管の内径にもそれほど影響を受けないことがわかった。

本実験により、滑面上の流水現象は不安定な流水蛇行が形成された場合、安定な流水蛇行が形成された場合として流水が水滴化して各水滴が滑面最大傾斜線方向にほぼ等間隔で

なるように一列に並んで滑面上を滑り落ちる場合の三種類が流量と滑面傾斜角の二つに依存して起るということが明らかになった。Fig.3 は横軸に滑面傾斜角、縦軸に流量をとってこのような三種類の滑面上の流水現象を実験的に領域を分けた図である。この図には同時に内径 $d=10\text{ mm}$ のビニール管を給水用に使った場合に得られた不安定な流水蛇行と安定な流水蛇行との境界値を示されている。

Fig.3 から不安定な流水蛇行と安定な流水蛇行が形成された領域を分離する流量は傾斜角の増加に伴って指数関数的に減少するということがわかった。また、滑面上に安定な流水蛇行と水滴化が形成された領域を分離する流量は傾斜角の増加に伴って中々減少するということもわかった。

なお、不安定な流水蛇行と安定な流水蛇行が形成された領域を分離する流量は給水用ビニール管の内径にはほとんど影響を受けないことが Fig.3 によっても示唆されている。

4. 参考文献

- 1) Gorycki, M.A. 1973 Hydraulic drag: a meander-initiating mechanism, Geol. Soc. Am. Bull. 84, 175-186.
- 2) Nakagawa, T. 1982 On role of discharge in sinuosity of stream, Naturwissenschaften, 69, 142.
- 3) Tanner, W.F. 1960 Helicoidal flow, a possible cause of meandering, J. Geophys. Res. 65, 993-995.

4) 中川 武夫 1984 滑面上の流水蛇行 その2 第28回水理講演会論文集

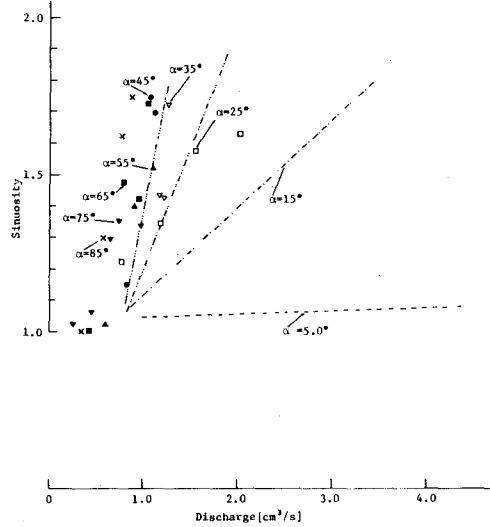


Fig.2 Sinuosity vs. discharge

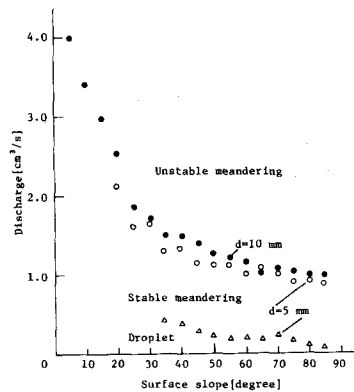


Fig.3 Discharge vs. surface slope