

金沢工業大学 正 員 中川武夫

金沢工業大学 学生員。喜多吉隆

1. 緒言

蛇行系曲に関しては長い間にわたり多くの研究者により種々の研究が続けられてきたが未だ未知のままである。ところで、蛇行現象は流路境界が砂のような侵食性の材料から成り立っているか否かについては無関係に起こるといういくつかの興味ある結果が既に報告されている。たとえば、

Parker(1975) は氷上、Shepherd & Schumm(1974) は岩盤上、そして Tanner(1960), Gorycki(1973), Nakagawa(1982)及び中川・喜多(1983)は滑面上の流水蛇行現象をそれぞれ報告している。

傾斜滑面上の流氷は重力により駆動され、この流水表面の下部は滑面と接し、上側の残りの部分は空気との境をなしている。流水と滑面との間の接触面に働くせん断力は流水と空気との間の接触面に働く力よりもずっと大きいので滑面上の流水蛇行が流水と滑面との間の未だ明らかではない干渉機構に支配されていると考えるのが自然であらう。

本実験の目的は滑面上の流水内の流れの可視化、流水断面形状の測定及び流水の蛇行率(流水長/滑斜面長)の測定を通して滑面上の流水蛇行の物理機構を明らかにすることである。

2. 実験装置及び実験方法

Fig.1 に実験装置の概要図を示す。流水がその上を流れる滑面としては、長さ200 cmと幅がそれぞれ100 cmと60 cmの亚克力板を用いた。高水槽から滑面への水の供給は内径10 mmのビニール管を通して行なわれるが、このビニール管の出口端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0から90度の範囲内をほぼ10度間隔に変化させた。一方、流量に関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ると流水の蛇行形状の軌跡が不変態に変化することが明らかとなり、この状況下では流水の断面形状と蛇行率の測定は困難であるので、滑面上を流れる流量は0から流水の蛇行形状の軌跡が不変態に変化を開始するのに相当する流量までの間を適当な間隔となるように設定した。このように設定された、それぞれ傾斜角と流量の組合せごとに流水の蛇行率の測定が行なわれた。滑面の傾斜角は傾度器で測定し、流量はメスシリンダーに

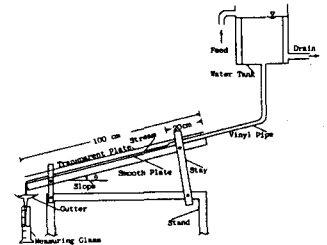


Fig.1: Schematic diagram of the experiment.

1000 cm³ の水がたまるまでに要する時間をストップ・ウォッチで測定することによりこれを求めた。滑面上の流水内の流体粒子の挙動は二種類の染料溶液(ローダミンBとメチレンブルー)により可視化された。各染料溶液はビニール管の出口から下流1 cmの流水断面内に左右に並んで滑面に対して垂直に保持された二本の注射針(長さ25 mm、外径0.55 mm、内径0.30 mm)先端からそれぞれ滑面付近の流れの中へ流出された。このようにして可視化された流水内の流体粒子の

挙動の写真を撮影を行なった。流水の右断面形状は滑面に対して垂直に保持された直径 0.1 mm の細い針を用いて、滑面の最大傾斜線方向と流水の幅方向へそれぞれ 5 mm と 1 mm 間隔で測定された。

3. 実験結果と考察

Fig.2 は安定な流水蛇行が滑面上に形成されている状況下で、ビニール管の出口直後の流水中の流線粒子の挙動を二種類の染料により可視化した写真である。この写真から明らかなことは流水内にはせん流が存在していることである。Fig.3 は前述のようにして測定された安定な流水蛇行の滑面上に投影された流水の平面形状及び各断面形状を示す。この図から、流水中に軸の軌跡と各流水断面最深部の位置の軌跡は一致しない、後者の軌跡が前者の片方を各流水断面部斜めに交互に横切っていることがわかる。

中川、菅野 (1983) によって、蛇行率がせん断数、レイバー数、フルード数及びレイノルズ数に依存していることが明らかにされた。Fig.4 は蛇行率 λ/M とせん断数 Sh をそれぞれ縦軸と横軸にプロットしたものである。図の安定領域内において蛇行率はせん断数の増加とともに増加する傾向がある。なお、蛇行率とせん断数の各断面平均値と各断面間の関係は

Fig.4 と同様であったことが明らかにされている。

参考文献

- Gorycki, M.A.(1973): Bull. Geol. Soc. Am. 84, 175.
 Nakagawa, T.(1982): Naturwissenschaften, 69, 142.
 Nakagawa, T. & Kita, Y.(1983): Proc. 27th Japanese Conf. on Hydraulics (to be published).
 Parker, G.(1975): Water Res. Re. 11, 551.
 Shepherd, R. & Schumm, S.A.(1974): Bull. Geol. Soc. Am. 85, 257.
 Tanner, W.F.(1960): J. Geophys. Re. 65, 983.

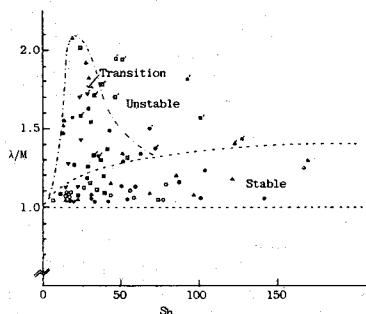


Fig.4: The sinuosity versus the shear number.

○: $\theta=1.7^\circ$, ●: $\theta=10.0^\circ$, △: $\theta=20.0^\circ$, ▲: $\theta=30.0^\circ$,
 ▽: $\theta=40.0^\circ$, ×: $\theta=50.0^\circ$, ○: $\theta=60.0^\circ$,
 ▽: $\theta=70.0^\circ$, ◐: $\theta=80.0^\circ$.

Note each of the data with <> denotes unstable meandering stream.

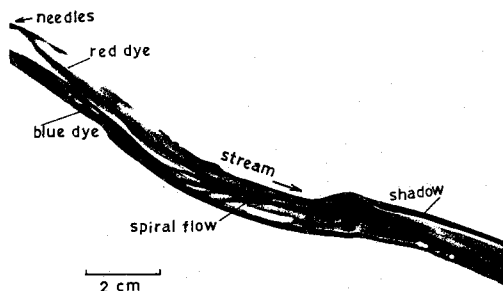


Fig.2: Spiral flow visualized with dyes in a portion of stable meandering stream. Discharge=2.67 cm³/s; Surface slope=10.0°.

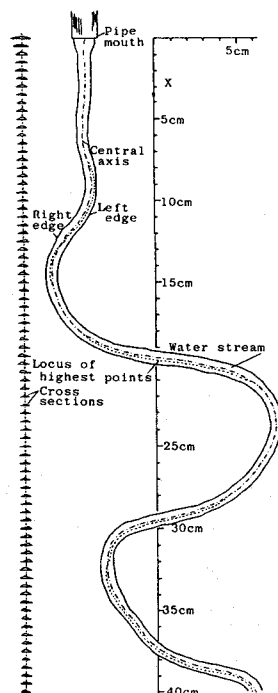


Fig.3: Cross sections of the stable meandering stream and the plan locus of the highest point of the surface. Discharge=1.71 cm³/s; Surface slope=10.0°.