

II-21 流れの非定常性と植生繁茂が蛇行流路形状に及ぼす影響

徳島大学院	学生会員	○北大宅俊明
徳島大学工学部	正会員	竹林洋史
徳島大学工学部	正会員	岡部健士
徳島大学院	学生会員	竹田一貴

1. はじめに

日本の河川では、洪水流を速やかに流下させるため、河川中・下流域では、これらの堤防線形は直線的に建設されている場合が多い¹⁾。その結果、現在の河道内の物理環境は単調化している。そのため、河道内の物理環境の多様性を再生するため、河道の再蛇行化が求められている。

蛇行流路の形成機構に関する研究は非常に多く行われているが、水路実験で十分発達した蛇行流路は未だ再現されていない。この原因として、流れの非定常性と氾濫原の植生繁茂を考慮していないことが考えられる。既存の研究の水路実験結果によると、蛇行流路は、外岸の浸食量に比して内岸の土砂の堆積量が少なく、時間とともに川幅が広がり、ついには流れが分岐して網状化している²⁾。つまり、河岸の耐浸食性が蛇行の発達には重要となると考えられる。河岸の植生は、外岸の浸食を抑制することが期待される。また、内岸砂州が陸化するには、流れが非定常となる必要がある。このような背景のもと、流れの非定常性と植生繁茂が蛇行流路に与える影響を水路実験により検討する。

2. 実験内容

長さ7.5m、幅1.5m、高さ0.3mの直線矩形水路を用いた。河床勾配が1/100となるように、下流端及び上流端の河床位をそれぞれ、0.1m及び、0.175mに設定した。なお、上流端の中央に幅0.05m、深さ0.06mのスリットを設けた。初期河床条件として、水路の横断面中央に上流から下流方向に深さ0.01m、幅0.05mの流路を作成する。

また、本実験での条件は、植生の影響を考慮しない条件として、次の2つの条件で実験を行った。Case1として、流量 $1.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ の定常流。Case2として、流量 $1.33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ 及び $1.67 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ を30分毎に変化させる非定常流。また、植生を考慮した条件としてCase1、Case2と同様の水理条件でそれぞれCase3、Case4を行った。

上流端の流水口付近の河床には流水による局所掘削を抑制するために玉砂利を敷いた。なお、河床及び給砂材料は平均粒径1.125 mm、比重1.6の軽量細骨材である。給砂は、給水時、上流端から0.05m～0.1mの河床位が初期河床位を保つように行った。また、植生モデルとして水分を含むと粘性を示すカオリナイトを使用し、カオリナイトが土砂を捕捉することにより、植生により土砂が流れにくくなり効果を表現する。なお、カオリナイトは粉末状なので流体抵抗としての効果はない。

いずれの条件でも最初の30分間は流量 $1.17 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ で給水と給砂を行う。その後Case1、Case3では流量 $1.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ で定常給水、給砂を行う。Case3ではこの30分から1時間おきにカオリナイトの散布を行う。またCase2、Case4では、1周期を1時間とし、30分ごとに $1.33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ と $1.67 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ を周期的に変化させながら非定常給水、給砂を行う。Case4では、Case3と同様に、カオリナイトを散布する。この際、カオリナイトを散布するのは非定常流の低水時である、流量が $1.33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ の時である。その後は、どの条件でも同様に、30分ごとに下流端からの流砂を採取した。そして、給水、給砂、下流端からの流砂の採取を繰り返し、15時間まで続ける。その後、河床位の測定を行った。

3. 考察

3.1 蛇行振幅と蛇行周期

図-1 に蛇行流路の水際線を示す。Case1とCase2の比較ではCase1の方が発達していることがわかる。Case1では、常に $1.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ で給水されているが、Case2では $1.33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ と $1.67 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ が交互に給水されているため、 $1.33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ 給水時はほとんど流路の発達は見られず、 $1.67 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ 給水時に流路が発達するため蛇行振幅も小さくなったと考えられる。

Case3とCase4の比較では、Case3は全体的に蛇行振幅が発達している。一方、Case4では最大蛇行振幅は大きい、平均的にはCase3よりも発達していない。これは、植生を考慮していない時と同様の結果となっている。

Case1とCase3、Case2とCase4のそれぞれについて比較する。両者の違いは、カオリナイトを散布の有無である。つまり、粘性を持った地層を有しているかどうかである。今回の実験では、定常流のときではカオリナイトを散布していないCase1の方が発達した。

また、植生を考慮していないCase1、Case2に比べて、植生を考慮しているCase3、Case4の方が蛇行周期は短くなっている。これは、発達した蛇行流路の形成に近づいていると考えられる結果である。

3.2 横断形状

15時間給水後の流路について、上流端から順に湾曲部を第1カーブ、第2カーブとする時、第3カーブと第5カーブについて各Caseの横断形状の比較を行う。まず、定常流と非定常流を比較するためにCase1、Case2を比較する。定常流よりも、非定常流であるCase2の流路の方が流路の幅が狭く、流路の深さが深いという結果が得られた。

また、定常流で、植生の有無による比較を行うためにCase1、Case3を比較する。植生を考慮したCase3の方が流路の幅が小さく、流路の深さが大きいという結果が得られた。

3. おわりに

本実験では得られた結果をまとめると以下のような。(1) 定常流で給水した条件の方が、蛇行振幅が大きくなる傾向があった。(2) 定常流、非定常流の両条件で植生を考慮した条件の方が、蛇行周期が短くなる傾向があった。(3) 植生の影響を考慮した条件の方が、流路幅は狭くなり、流路の深さが深くなる傾向があった。

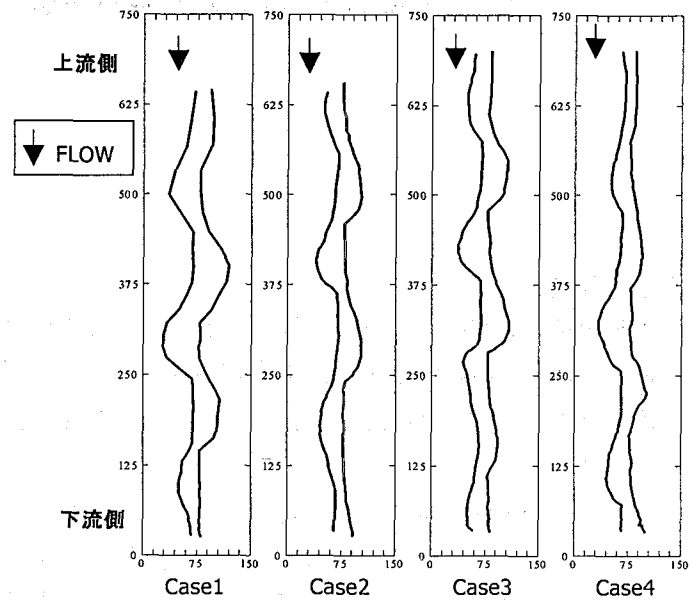


図-1 蛇行流路の水際線

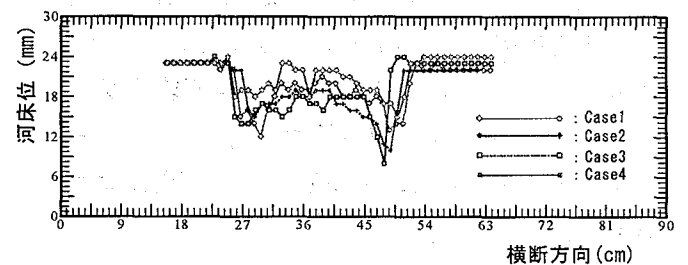


図-2 第3カーブ

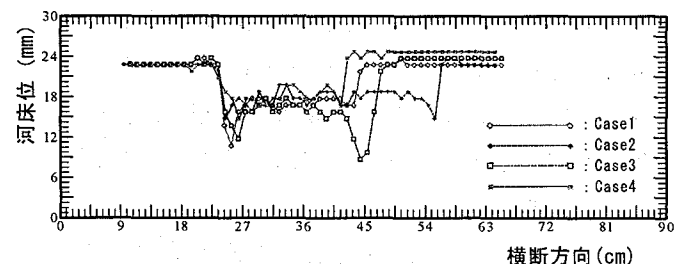


図-3 第5カーブ

¹⁾ 竹林洋史, 江頭進治: 自己形成流路の形成過程と形成水理条件, 土木学会論文集, Vol.677 No.II-55(2001)75-86.

²⁾ STANLEY A. SCHUMM, Colorado State University : RIVER MORPHOLOGY, Benchmark Papers in Geology