

## 複断面蛇行流路の非定常流れと河床変動

広島大学大学院 学生員 ○岡田 将治 三井建設(株) 正会員 藤原 昌典  
 広島大学工学部 フェロー会員 福岡 捷二 広島大学工学部 正会員 渡邊 明英

## 1. 序論

洪水流はその時間変化が緩やかであるという考えから、最大流量を与え不等流計算を行い水位や流速を求めるのが一般的である。複断面蛇行流路では洪水水位によって流れの特性が異なり<sup>1)</sup>、低水路のみを流れる単断面蛇行流路の場合と大きく異なる。しかし、複断面蛇行流路において洪水流の非定常性を伴う洪水時の流れや河床高の変化過程は十分に理解されていない。本研究では、蛇行した低水路を持つ複断面水路に洪水ハイドログラフを与え、非定常性が流れと河床変動にどのような変化を及ぼすかを明らかにすることを目的としている。

## 2. 実験方法

実験は図1に示す直線的な堤防と蛇行低水路（蛇行度  $S=1.10$ ）からなる移動床複断面蛇行水路において、図2に示すハイドログラフが流量制御装置により与えられる。実験水路のスケールを1/100とするとこのハイドログラフは、継続時間40時間、ピーク流量6000m<sup>3</sup>/secの大河川の洪水に相当する。実験は、条件の異なる4caseについて行った。各実験の初期河床形状はcase1が平坦、case2はcase1の最終河床形状、case3が実河川での洪水前の河床に相当する河床形状（外岸河床の洗掘、内岸河床の堆積）、case4はcase3と同様の初期河床にcase3とは異なる図2に示す洪水継続時間がcase3の1/2のハイドログラフを与えた場合である。測定区間は水路中央部の一波長区間とし、時々刻々と変化する流量に対し水位を5分毎、表面流速及び河床形状を40分毎に測定し、経時的な変化を調べた。

## 3. 実験結果及び考察

## 3-1 流れに及ぼす非定常性の影響

図3に縦断水位の経時変化を示す。20分～180分の間が高水敷上も水が流れる複断面蛇行流れのときである。洪水時における水位の変化量は小さく、縦断水面勾配もほぼ一定値をとっている。

図4にピーク流量時とこの流量に対応する定常流れの表面流速分布を示す。複断面蛇行流れでは、相対水深によって低水路内の流況及び河床が変化する。非定常流れにおいて低水路流れは、高水敷流れの流入による影響を顕著に受け、低水路流速の減速、ベクトルの向きの変化等が生じている。その流速分布形は、同程度の大きさの相対水深の定常流れと類似している。

このように、水位が時間的に緩やかに変化する非定常流れのそれぞれの水位における水面形や流速分布は、相対水深の対応した定常流れとほぼ同様であり、疑似定常流とみなすことができる。よってこのときの流れ及び河床変動特性は、相対水深の対応した定常流れのものと同様である。

流量変化がcase3よりも大きいcase4ではcase3よりも変化が速くなるが、そのときの特性はcase3と同様に相対水深の対応した定常流れと大きな違いが見られなかった。

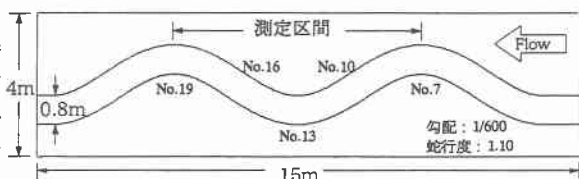


図1 実験水路平面図

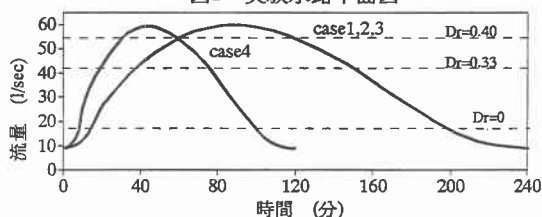


図2 設定ハイドログラフ

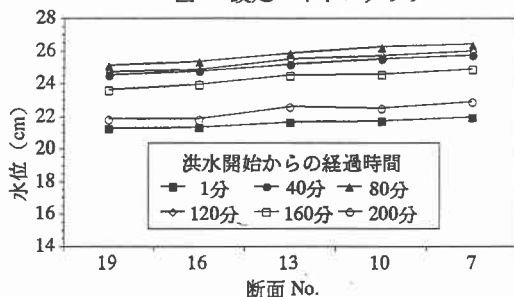


図3 縦断水位の経時変化(case3)

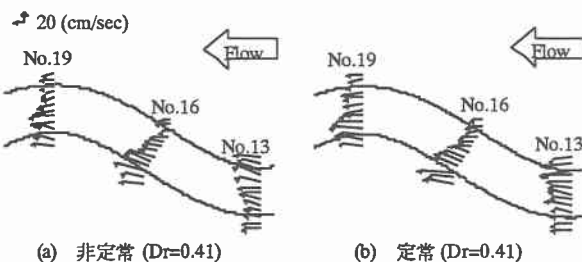


図4 60.0 (l/sec) の表面流速分布形の比較

### 3-2 河床形状に及ぼす非定常性の影響

初期状態と洪水期間中に現れた河床形状を図5に示す。(a)の初期河床形状は、外岸河床の洗掘、内岸河床の堆積となる典型的な単断面蛇行流れの河床形状である。水位が少し上昇した(b)の状態では、洪水流れは内岸側の流速が速くなる複断面的蛇行流れを呈しているが、その時間が短いために、初期状態からの河床の変化は小さい。(c)の通水120分後は $Dr=0.40$ の流れであり、複断面的蛇行流れの河床特性である蛇行部頂点付近の内岸側から内岸にかけてのライン上で洗掘、堆積が生じている。その際、蛇行部頂点の内岸で洗掘された砂は下流の水衝部(変曲断面の外岸側)に流送され深掘れを埋めている。この河床変動には複断面的蛇行流れが現れていた時間の長さが大きく影響している。流量が減じ水位が低下した(d)の状態になると高水敷上に流れが生じていても高水敷水深が小さく、低水路内の流れは遠心力が卓越する単断面的蛇行流れとなっており、洗掘域が外岸側へと移動している。その結果、変曲断面の水衝部に深掘れが生じ、(c)の時間帯に発生していた内岸の河床の洗掘域が埋め戻されつつある。case3の洪水後の河床形状は、高水位時に現れる複断面的蛇行流れによって最大曲率断面中央部が深掘れした形状となっている。

異なるハイドログラフを与えたcase4でも洗掘域及び堆積域の発生位置の変化は、case3とほぼ同様の結果を得た。しかし、case4では複断面的蛇行流れとなる時間が相対的に短いためcase3に比べ変動量が減少した。洪水直後の蛇行頂部の低水路中央に形成された洗掘域での深さは、case3の約半分の2cm程度であった。

洪水時の河床変動特性は相対水深が同じ定常流れのそれと概ね類似しているが、河床形状は水位が連続的に変化するため各時間の相対水深とそのときの継続時間の大きさにより変動位置と変動量が決まる。そして特に非定常の複断面蛇行流れでは、図6に示すように変動域の横断方向への移動幅が大きく、蛇行部頂点では洪水時の河床変動高が大きくなり、一方変動域が外岸側に固定される変曲断面では、洪水時の河床変動高が小さくなる。洪水前後の河床形状を比較すると、蛇行頂部では低水路の中央部に洗掘域が洪水の履歴として残っているに対して、変曲断面では洪水前後の河床形状が概ね一致している。

#### 4. まとめ

流れに与える洪水流の非定常性の影響は、各相対水深での定常流れではほぼ表すことが出来る。しかし、河床変動量には、非定常性による影響が現れ、ハイドログラフの形によって異なる。すなわち、非定常流れでの河床形状は相対水深によって異なる河床変動特性が重なり合って形成されており、特に最大流速発生位置の横断方向への移動が大きく、蛇行部頂点には、非定常複断面蛇行流れに特有の河床形状が現れる。

#### 参考文献

1) 福岡捷二, 渡邊明英他: 複断面蛇行流路における流砂量、河床変動の実験的研究、水工学論文集第41巻, pp.883-888, 1997

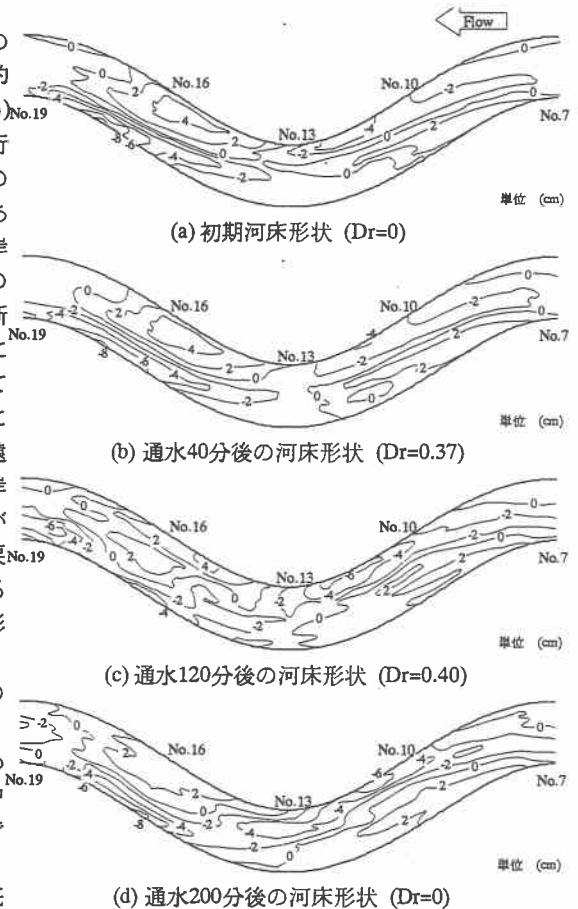


図5 河床形状の時間変化(case3)

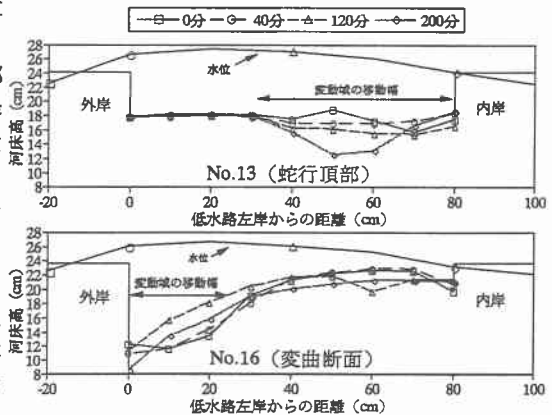


図6 横断面形状の時間変化(case3)