

砂州の形成と低水流路特性に関する基礎的研究

名古屋大学大学院 学生会員 ○ 松井 宏充

松江高専 正会員 寺本 敦子

名古屋大学大学院 正会員 辻本 哲郎

1. はじめに

沖積河川では、出水時に形成された砂州地形を基盤として平水時に瀬と淵が形成されていることが多く見られる。これまで、河道内砂州の形成に関して、波長、波高の発達過程や発生する砂州の条件などを調べる研究が大半をしめていた。しかし、近年生物生息場として瀬淵の重要性が指摘されていることを踏まえると、瀬淵の形成という視点から洪水時に形成される砂州地形と平水時にあらわれる瀬淵構造の関連について明らかにする必要がある。本研究では、洪水時から低水時の地形形成を簡単に捉え、洪水流量、低水流量の二流量のみで考える。まず、一定流量下での砂州の発達過程、平衡形状を調べ、形成された砂州に低水流量を通水し、その時にあらわれる流路の特性を示す。これにより、流況係数(低水流量/砂州形成流量)の違いによって低水流路の特性がどのように異なるかを明らかにする。

2. 一定流量時の砂州形成実験

ここでは、砂州発生条件から選定した流量を平坦河床に通水し、それぞれの流量下での砂州波高、砂州波長、砂州形態(砂州モード数など)の変化過程、平衡状態に至る時間、平衡形状を把握する。

表-1 実験条件

ケース	水路幅 (m)	流量 (l/s)	等流水深 (cm)	無次元掃流力	幅水深比	河床形態	通水時間 (min)
A	0.5	0.85	0.62	0.042	81	複列→単列	360
B	0.5	1	0.70	0.048	71	複列→単列	300
C	0.5	1.5	0.90	0.062	55	単列	300
D	0.5	2	1.07	0.073	47	単列	240

2.1 実験方法 実験は、全長 20m、幅 50cm の可変勾配水路を用いて行い、勾配を 1/100 に設定した。水路上下流部に 1m の固定床区間を設け、それ以外の区間には平均粒径が 0.88mm となる珪砂 4 号を平坦に敷き均した。実験中、水路上流から 7~15m の区間で河床高と水位の計測を行った。河床形状の測定には CCD レーザー変位センサー(KEYENCE 製)を用いて横断方向に 2.5cm、縦断方向に 8.8cm 間隔で計測した。実験条件は、表-1 のように設定し、各流量の通水時間は実験時の状況により平衡状態と判断してから 2 時間以上は継続した。

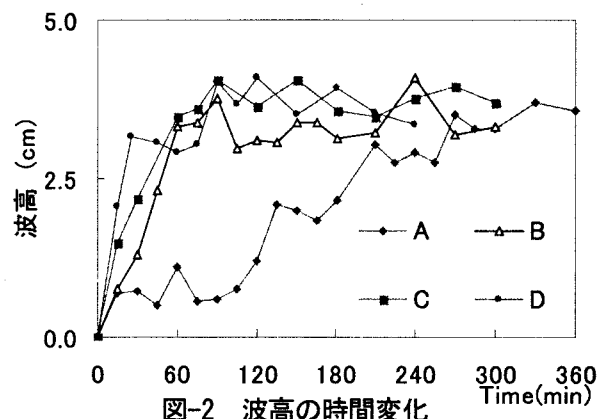
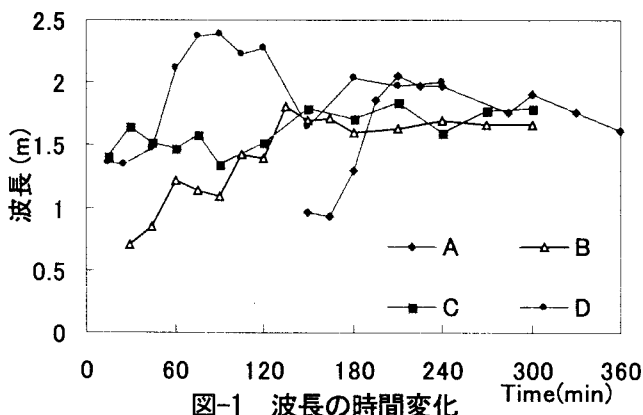
2.2 実験結果 波長と波高の時間的変化を図-1, 2 に示す。これによると、最終的に波長と波高ともに値が安定して、平衡状態へ達することがわかる。平衡状態での波長と波高の実験値と波高が平衡状態に達するまでの時間を表-2 に示す。この表と図-3 に示す池田の次元解析¹⁾により算出した波高の理論値と実験値より、平衡時の波長、波高ともに、本実験条件下では流量間で大きな差がないことがわかった。

3. 流況係数の違いによる低水流路の特性

2 章の実験より各流量で形成される砂州の平衡形状について波長、波高に大きな差はないことがわかったが、波長、波高が同じ値でも砂州の形状的特性に差がある場合、小流量を通水した時にできる流路特性は異なると考えられる。ここでは、2 章で用いた流量下で砂州を形成し、小流量を通水し、そのときにできる低水路の特徴を調べる。

表-2 平衡波長と波高の値と時間

ケース	波長 (m)	波高(cm) (実験値)	平衡時間 (min)
A	1.76	3.5	210
B	1.69	3.3	105
C	1.65	3.5	60
D	1.89	3.7	25



3.1 実験の概要 2章に示した各ケースの平衡状態の砂州上に、通水しても河床変動が起こらない小流量($Q_u = 0.15 \text{ l/s}$)を通水した。実験では、砂州一波長分を含む $X=7 \sim 13.125 \text{ m}$ の区間でポイントゲージを用いて河床高と水位の詳細な計測を行った。

3.2 低水路形状特性の違いの検討 ここでは、流量が大きく異なるケース A, D (表-1) の平衡状態の砂州に、小流量を流したケース A', D' について検討する。基盤となる砂州の河床高コンターと小流量通水時の水深コンターを図-4, 5 に示す。図-4, 5 によると、ケース A' では小流量時に砂州の前縁線に沿って流路があらわれているが、ケース D' では流路と砂州の前縁線の位置が一致せず、約 1/4 波長位相を持っていることがわかる。こうした砂州の前縁線と流路位置の関係から考えると、流路の特性も大きく異なっている可能性がある。そこで、図-4, 5 中の白線に沿った水面高さ(いずれも初期の平坦河床を基準にしている。)の変化を示した図-6 と 7 を比較すると、ケース A' では、 $X=8.0 \text{ m}$ より下流で縦断方向の河床高の変動が小さく、それに伴って水面、水深ともに変動が小さくなっているのに対し、ケース D' では河床高と水面、水深の変動が大きいことがわかる。また、ケース D' の河床の凹凸と水面高さの関係から、このケースでは明確な瀬淵が形成されていると考えられる。これらの結果から、砂州形成流量が異なると低水時の流路特性が変化すると見え、今回の実験条件下では砂州形成流量が大きくなると、瀬淵構造があらわれやすい傾向にあることがわかった。

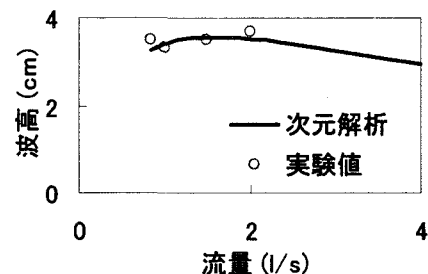


図-3 波高の実験値と次元解析の結果

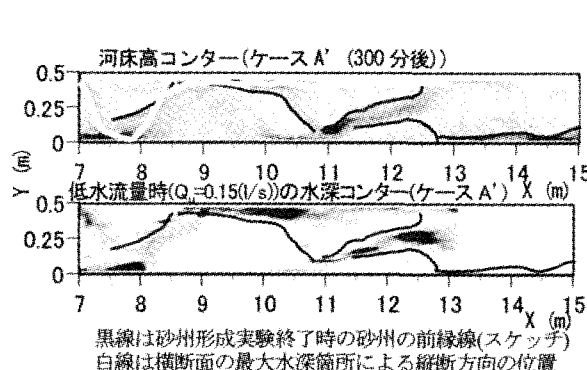


図-4 河床高コンターと低水流量時の水深コンター(ケース A')

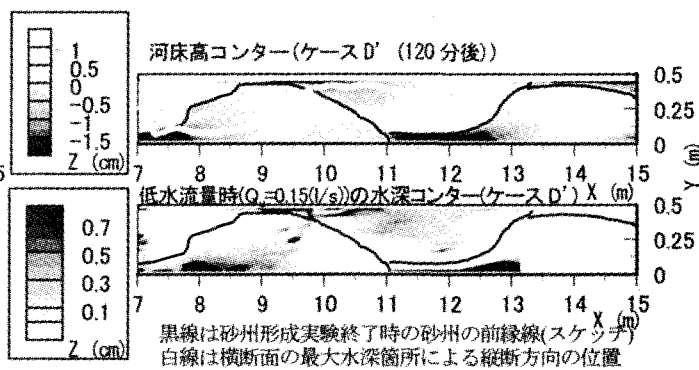


図-5 河床高コンターと低水流量時の水深コンター(ケース D')

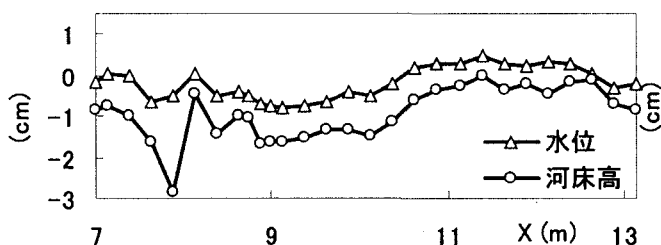


図-6 低水流路の縦断図(ケース A')

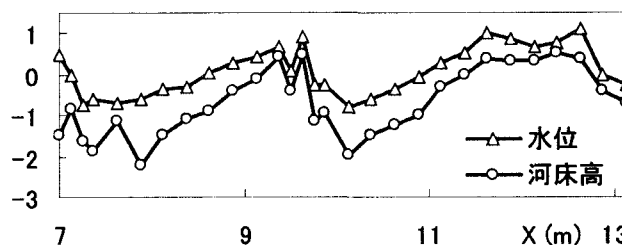


図-7 低水流路の縦断図(ケース D')

4. おわりに

今回の検討により、平水時に河道内にみられる流路は、流況係数により大きく異なる可能性があることがわかった。この結果から考えると、例えば、ダムの洪水調節により砂州地形を支配する出水の流量が減少した場合、低水時に現れる流路の瀬淵構造が変化していく可能性があると言え、この関係を明らかにしていくことは河川環境の面からも非常に重要な課題だと言える。

今後は、流況の変化が低水時の流路特性にどのような影響を与えるかという点からさらに検討を進め、一般的な議論へもつなげる予定である。

参考文献：1) 池田駿介：単列砂州の波長と波高，第27回水理講演会論文集，pp.689-695，1983年2月。