

立命館大学理工学部 学生員 ○松葉 信征
立命館大学理工学部 正会員 江頭 進治
徳島大学工学部 正会員 竹林 洋史
立命館大学大学院 学生員 岩城 大祐

1.はじめに 日本の多くの河川は、自己形成流路を有している。このような河川には、瀬と淵が形成され、植生が繁茂するなど生物が生息しやすい水辺空間が創造されている。しかし一方で、河岸に水衝部を形成し、局所洗掘を発生する。また、植生の森林化によって洪水疎通能力が低下するなど治水上の問題を併せ持つ。このことから、治水機能を保持しつつ、多様な水辺空間を保全・創生する川づくりを進める上で自己形成流路の形状特性の把握が必要である。ところで、自己形成流路は川幅水深比の大きい複列砂州の発生水理条件で形成されやすいことが竹林ら¹⁾によって示されている。そこで本研究では、川幅水深比が異なる二つの条件を対象として実験および数値解析を行い、自己形成流路の形状特性に及ぼす川幅水深比の影響を検討する。

2.実験方法と数値解析法 実験に用いた水路は、水路長 15m の直線矩形断面水路である。河床材料および給砂に用いた砂は、平均粒径 1.1mm のほぼ一様砂である。初期河床形状は平坦床とし、上流から定常的に給水するとともに、上流域の初期河床位を保つように給砂を行った。河床形状を測定し、流況を把握するためスケッチと写真撮影も併せて行った。数値解析は、実験と同様の場を想定し、上流から定常的に給水・給砂する条件で計算した。流れの支配方程式に二次元浅水流モデルを適用し、流砂量式に芦田らの式²⁾を用いた。また、水深が河床材料の平均粒径よりも小さくなると、浮州と判定した。実験および数値解析に用いた水理条件を表1に示す。初期等流水深を一定にし、水路幅を変えることで川幅水深比を大きくした。これらの条件は、村本・藤田³⁾の中規模河床形態の形成領域区分図によると複列砂州の形成条件である。

表1 実験および数値解析に用いた水理条件

	流量 (l/s)	水路勾配	水路幅 (m)	川幅水深比	無次元掃流力
Case1	0.79	1/100	0.4	62	0.04
Case2	1.90	1/100	1.0	155	0.04

3.結果と考察 まず、自己形成流路の形成過程について述べる。図1は、Case1の実験における河床位の時間変化である。実線で囲まれた領域は、浮州を表している。通水10～15分の間で複列砂州が形成され、時間とともに横断方向のモードが減少し、通水後30分程度で交互砂州に変化した。通水後約2時間で浮州が現れた。その後、浮州は発達し、通水後12時間では、ほぼ1本の流れを有する自己形成流路が形成された。図2は、Case1の数値解析における河床位の時間変化である。数値解析においても初期に複列砂州が形成された後、交互砂州に変化し、浮州が現れ、1本の流れを有する自己形成流路が形成された。図3は、Case2の実験における河床位の時間変化である。実線で囲まれた領域は、浮州を表している。通水後30分で3列の多列砂州が形成され、時間とともに横断方向のモードが減少し、通水後1時間で複列砂州に変化した。そして、複列砂州の河床形態のまま浮州が現れた。その後、流路の分岐や合流、消滅を繰り返し、通水後約8時間で、いくつかの小さい流路とともに、1本の

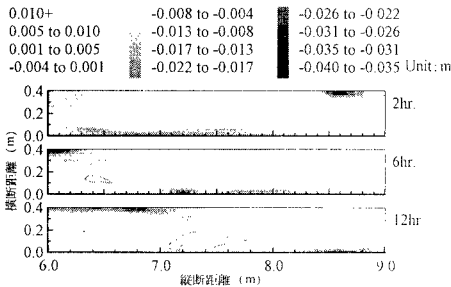


図1 河床位の時間変化 (Case1 実験)

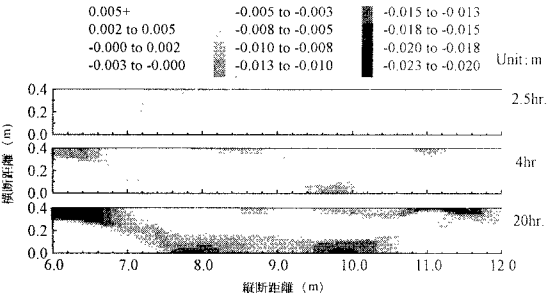


図2 河床位の時間変化 (Case1 数値解析)

側岸から側岸へと蛇行する自己形成流路が形成された。ここで、河床位のデータは測定されていないが、12 時間以降では、上流域で 2 本の流れを有する自己形成流路となった。図 4 は、Case2 の数値解析における河床位の時間変化である。数値解析においても、同様の形成過程で自己形成流路が形成された。このように、複列砂州の形成条件で実験および数値解析を行うと、最終河床形態として複列砂州ではなく、自己形成流路が形成された。自己形成流路の形成過程には、初期段階で多列を含む複列砂州が形成され、時間とともに横断方向のモードが減少した後、浮州が現れ、自己形成流路が形成される共通性が見られた。Case2 では、交互砂州が現れずに 1 本の流れを有する自己形成流路が形成された。このことは、自己形成流路は交互砂州とは別の河床形態であることを示唆するものである。

次に、自己形成流路の形状特性値の一つである波長について述べる。図 5 は、Case1 および Case2 の数値解析における側岸水衝部位置の時間変化である。半波長の測定開始を右岸水衝部とする場合と、左岸水衝部とする場合とでは半波長の値が異なる。この結果は、波長の空間的相違を示している。また、図 3 に示すように 11 時間以降では、右岸水衝部位置はほぼ 9m 付近に定まっているが、その上流側の左岸水衝部は 11 時間後では 6.7m 付近に、12 時間後では流れの分岐により、6m および 7m 付近に、14 時間後には再び流れが 1 本化し、水衝部は 6m 付近のみとなっている。このように、水路を斜めに横断する流れの間欠的な変動により、自己形成流路の波長は時間的・空間的に異なる。こうした変動は、Case1 でも確認されている。発達した交互砂州の波長は、空間的・時間的にほぼ一定であるのに対し、自己形成流路の波長は空間的に異なっており、両者に大きな違いがあることが分かる。

4.おわりに 初期平坦河床上に定常的に給水・給砂を与える条件における自己形成流路の形成過程と形状特性について、川幅水深比に着目して検討を行った。本研究で得られた結果は次のようである。(1) 複

列砂州の形成条件で実験および数値解析を行うと、最終河床形態は複列砂州とはならず、自己形成流路が形成された。(2) 川幅水深比が大きくなることにより流路の本数は増加するが、川幅水深比が小さい条件と同様に、側岸から側岸へと蛇行する自己形成流路が形成された。(3) 自己形成流路の波長は、空間的に異なる。

参考文献 1) 竹林・江頭・中川：直線水路における自己形成流路の形成条件と形成機構，水工学論文集，第 44 巻，pp.771-776，2000。 2) 芦田・江頭・劉：蛇行流路における流砂の分級および河床変動に関する数値解析，水工学論文集，第 35 巻，pp.383-390，1991。 3) 村本・藤田：中規模河床形態の分類と形成条件，第 22 回水理講演会論文集，pp.275-282，1978。

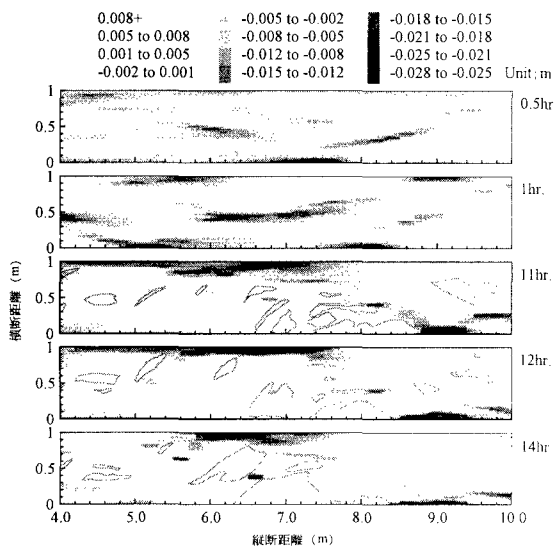


図 3 河床位の時間変化 (Case2 実験)

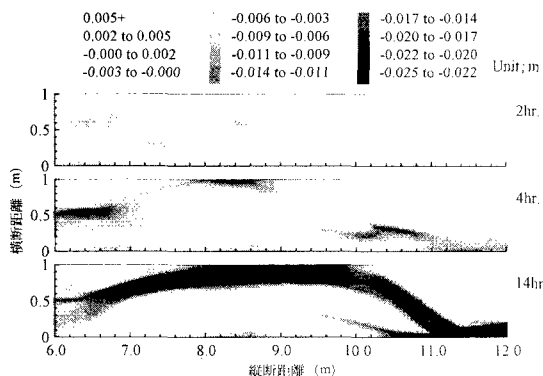


図 4 河床位の時間変化 (Case2 数値解析)

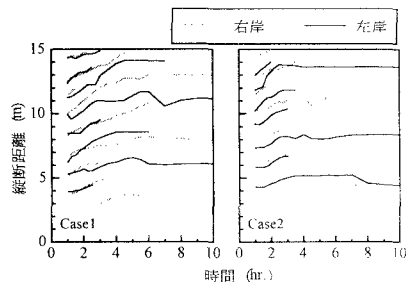


図 5 側岸水衝部位置の時間変化 (Case1, Case2 数値解析)