

立命館大学理工学部 学生員○土肥雅史

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 松葉信征

1.はじめに 河道内に網状流路が形成されると、河道内の物理環境が多様化する¹⁾。そのため、網状流路の形成機構や変動特性を明らかにすることは、多様な水辺空間を創生・保全するような河川整備を行う上で有用な情報を提供できるものと考えられる。ところで、非侵食河岸を有する直線河道に形成された網状流路の形成過程や変動特性は明らかにされつつあるものの、多くが一様砂を対象としており、混合砂河床における網状流路の形成過程を明らかにするまでには至っていない。そこで、本研究では砂礫の分級に着目し、混合砂河床における網状流路の形成過程および分裂特性を水路実験により検討する。

2.実験の概要 実験に用いた水路は、長さ 14m の兩岸固定壁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の粒度分布を図 1 に示す。砂は平均粒径 1.1mm、標準偏差 1.19 のほぼ一様砂と、平均粒径 1.1mm、標準偏差 1.93 の混合砂である。実験では、初期河床形状を平坦河床とし、給水は定常的に、給砂は上流端の河床位を初期河床位に保つように行った。実験中は、流況を把握するために写真撮影と浮州のスケッチを行った。測定項目は、通水停止後の河床形状および下流端流出土砂量である。混合砂河床における実験では、河床材料の粒度分布を測定した。河床材料の粒度分布測定のための採砂は、次のように通水 12 時間後の河床で行った。測点で最大粒径程度の厚さ(=5mm)を 1 層の目安として、鉛直方向に 2 層の採砂を行っている。実験に用いた水理条件は次のようである。流量 2.5 (l/s)、水路幅 1 (m)、河床勾配 1/50、川幅水深比 146。これらの水理条件は竹林ら²⁾による網状流路の形成水理条件に含まれる。

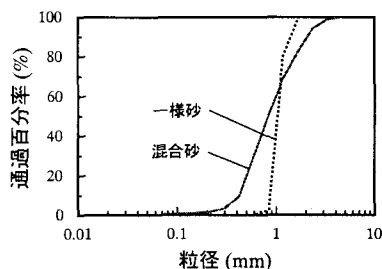


図1 砂の粒度分布

3.結果と考察 図 2 は、一様砂河床における河床形態の時間変化である。実線で囲まれた領域は浮州を示す。図に示すように、通水 5 分後で 3 列の多列砂州が形成され、通水 15 分後で複列砂州へと変化し、浮州が形成されていることがわかる。その後、浮州は形成・消滅を繰り返す。通水 1 時間後で右岸から左岸に向かう主流を有する網状流路が形成された。図 3 は、混合砂河床における河床形態の時間変化である。通水直後から粒径ごとの輸送速度の違いが明瞭で、砂州前縁の先端部で粗い砂が堆積し、前縁下流部に細かい砂という分級が発生した。通水 5 分で 3 列の多列砂州が形成され、その後、横断方向のモードが減少して、複列砂州へと変化し、最初の浮州は通水 15 分後に形成された。ここまでの河床形態の平面的な変動過程は、一様砂における河床変動と大きな違いはない。しかし、浮州が形成されるまでの時間に着目すると、混合砂河床の方が速い。これは、流路の分裂点において、粗粒砂が堆積しやすくなり、浮州の形成が速くなったと思われる。さらに、混合砂河床においては、細かい流路が多く存在していることがわかる。平均粒径から無次元掃流力を見ると、新しい流路が形成されない領域においても、河床に細粒分が存在すれば、それが輸送されるため流路が形成されるものと考えられる。

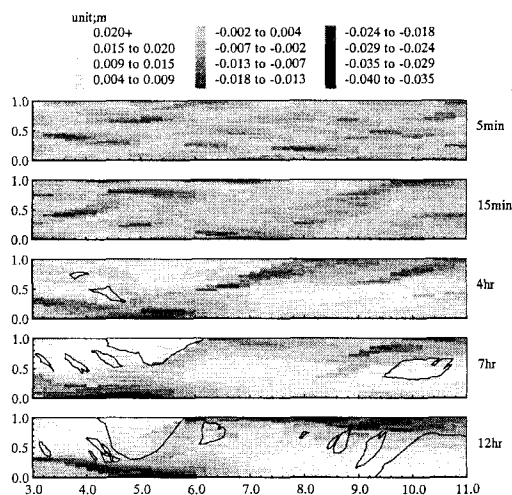


図2 河床形態の時間変化 (一様砂)

そこで、浮州と流路の河床材料に着目して、流路の分裂に及ぼす分級の影響を検討する。図 4、図 5 は、河床材料の採砂地点とその地点における河床表層の粒度分布である。図に示すように、浮州において粗粒化し、流路において細粒化していることがわかる。このことから、粗粒砂の堆積が、流れの分裂や浮州の形成を促進

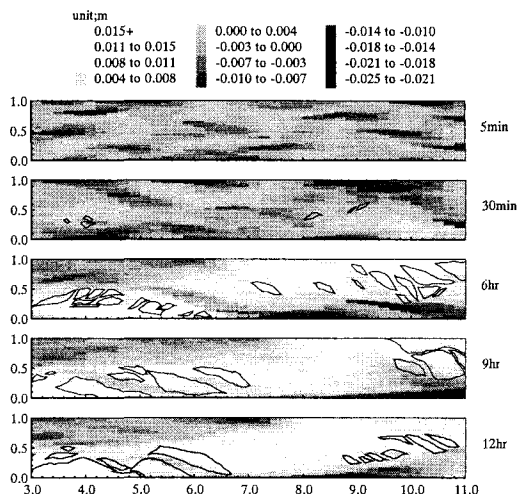


図3 河床形態の時間変化 (混合砂)

し、さらに、細粒域の砂が分裂した流れで輸送されることによって、新しい流路が形成されたためと考えられる。

以上のことから、混合砂河床では、砂礫の分級により、流路が細かく分裂し、流路が自己相似性を有していると推察される。そこで、浮州の面積に着目して、流路の自己相似性について検討する。図6は、浮州の面積と存在率の関係である。ここで、浮州の存在率とは当該面積以上の浮州を有する単位面積あたりの個数である。図中には比較のために、ベキ乗則も併記している。図に示すように、混合砂河床においても一様砂河床と同様に、ベキ乗則に従った範囲が存在していることから、流路が自己相似性を有している。混合砂河床では、一様砂河床に比べ、浮州の最大面積が小さく、 0.06m^2 以下の浮州の存在率が大きいことがわかる。つまり、混合砂河床の場合、分級が発生し、粗粒砂の堆積により浮州は容易に形成される。しかし、浮州の形成により流路が分裂すると、流れが弱い場合でも細粒砂が輸送されるため、細かい流路が多く存在し、流路の統合が一様砂河床に比べ起こりにくいと考えられる。

4. おわりに 本研究では、網状流路の形成過程と分裂特性を砂礫の分級に着目し、水路実験により検討を行った。本研究で得られた結果は次のようである。(1)混合砂河床においても一様砂河床と同様の過程で網状流路は形成される。特に、分級は浮州の形成に大きく寄与する。(2)混合砂河床では、粗粒砂の堆積が、流れの分裂や浮州の形成を促進し、さらに、細粒域の砂が分裂した流れで輸送されることによって、新しい流路が形成されやすい。(3)混合砂河床においても、浮州の存在率は、ベキ乗則に従う範囲があることから、流路は自己相似性を有している。しかし、一様砂河床に比べ、浮州の最大面積は小さく、小規模の浮州の存在率は大きくなる。

参考文献 1) 竹林・江頭・岡部：網状流路の時空間的な変動特性，水工学論文集，第46巻，pp.737-742, 2002. 2) 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.

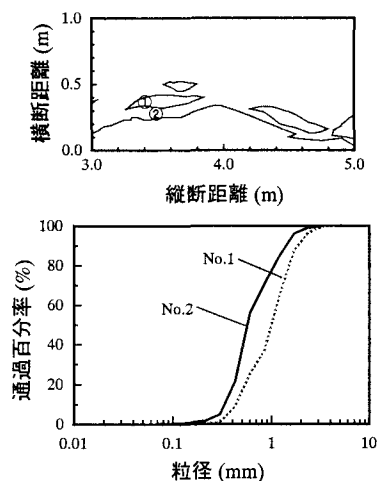


図4 河床材料の採砂地点と粒度分布

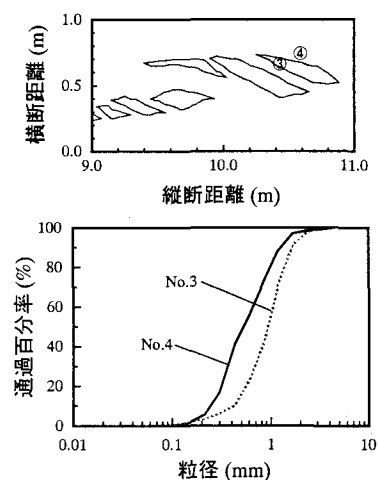


図5 河床材料の採砂地点と粒度分布

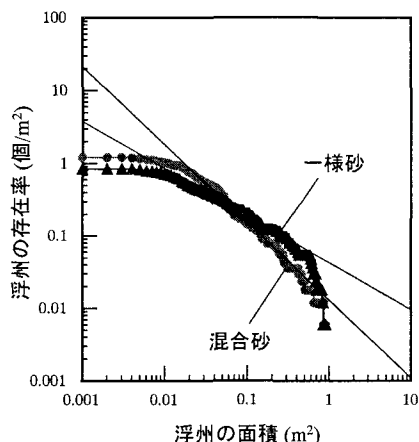


図6 浮州の面積とその面積以上の大きさを有する浮州の存在率との関係