

大成機工（株） 正会員 ○赤畠弘子
立命館大学理工学部 正会員 江頭進治
立命館大学理工学部 正会員 中川博次
立命館大学大学院 学生員 竹林洋史
立命館大学大学院 学生員 長谷川祐治

1.はじめに 河床材料に混合砂を用いた場合、河床波の形成とともに砂礫の分級現象が発生する。混合砂による交互砂州の形状特性と伝播特性は、一様砂によるそれに比べ、水理条件によっては大きく異なる事が明らかにされている。その原因として、砂礫の分級現象が考えられる。つまり、砂礫の分級により無次元掃流力、及び流砂量の平面分布も変化するため、形状特性と伝播特性が一様砂のそれに比べ異なってくる事が予測される。そこで本研究では、水路実験と数値解析により、砂礫の分級現象が砂州の形状特性と伝播特性に与える影響を、一様砂のそれと比較しながら検討を行う。

2.水路実験及び数値解析の概要

水路実験は幅 0.3m、長さ 14m の可変勾配直線水路を用いた。河床材料および給砂材料に用いた砂は、図 1 に示すような 2 種類の粒度構成を持ったものである。点線で表された河床材料は、粒度分布幅の狭い砂であり、ここで一様砂と呼ぶものである。実線のものは一様砂に比べて粒度分布幅の広い砂であり、ここで混合砂と呼ぶものである。一様砂も混合砂も平均粒径は 1.09mm である。表 1 に示す水理条件により水路上流端から一定の給水と給砂を行った。通水初期の流量が不安定な時間帯は、水路内に通水せず排水し、流量が安定してから水路内に通水を行った。通水中は伝播速度のみ測定し、砂州が平衡状態に達しているかを目視で確認し、通水を停止した。その後、河床位を測定するとともに、交互砂州半波長を横断方向に 6 分割、縦断方向に 10 分割し、河床材料を最大粒径程度の厚さで採取した。

数値解析の計算条件は、水路実験と同様である。流れの計算は、二次元浅水流モデルを用い、河床近傍の流速は、Engelund¹⁾と同様に流線の曲率より予測する。流砂量は、河床勾配が流砂ベクトルに与える影響を考慮した芦田・道上式を用いて算定した²⁾。粒度分布の算定は交換層の概念による平野³⁾の方法とほぼ同様の方法を用いる。

3.結果と考察

図 2 に一様砂に対する混合砂の平衡波高比を示す。図より、すべての条件で平衡波高比が 1 より小さい。つま

表 1 実験条件と計算条件

	i_b	τ_*	B/h
Case1	0.02	0.14	23.4
Case2	0.014	0.10	23.6
Case3	0.011	0.07	26.3

i_b :河床勾配, τ_* :無次元掃流力, B :水路幅, h :平均水深

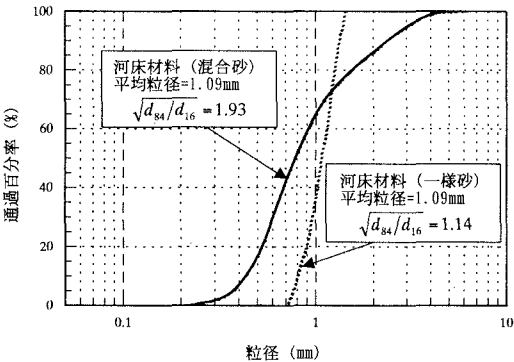


図 1 河床材料の粒度構成

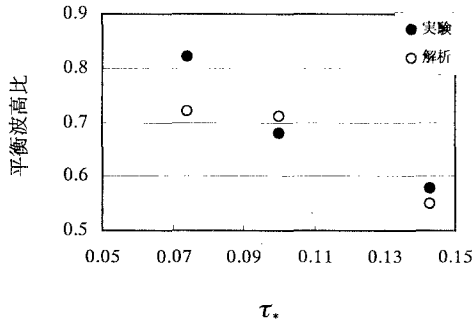


図 2 一様砂に対する混合砂の平衡波高比

り、混合砂の波高が一樣砂のそれに比べ低くなっていることが分かる。また無次元掃流力が大きくなるにつれ、その傾向が強くなっている。図3はCase2の数値解析における、一樣砂と混合砂の右岸沿いの無次元掃流力と河床形状の縦断分布である。また混合砂では平均粒径の縦断分布も併記している。図3より、砂礫の分級現象により、瀬と淵において、混合砂河床では無次元掃流力の勾配が緩やかになっており、一樣砂河床に比べ、瀬で堆積、淵で浸食が抑制されている。つまり、砂礫の分級により、混合砂河床の交互砂州の波高が一樣砂のそれより、低くなることがわかる。

図4に一樣砂に対する混合砂の平衡波長比を示す。図4より、一樣砂の波長に比べ混合砂のそれが短くなっていることがわかる。また、無次元掃流力が大きくなるにつれその傾向は強くなっている。

図5に一樣砂に対する混合砂の平衡伝播速度比を示す。図より一樣砂の伝播速度に比べ混合砂のそれが速くなっていることがわかる。また、無次元掃流力が大きくなるにつれ、その傾向は強くなっている。混合砂の伝播速度が一樣砂に比べ速い原因として次のことが考えられる。図3を見ると、混合砂河床では、砂州前縁部は細粒化し、無次元掃流力が最大であり、その直下流の淵は粗粒化しているため、無次元掃流力が最小である。このため混合砂河床では、砂州前縁部で無次元掃流力が急激に減少しており、波高が低いにも関わらず、砂州前縁部における流砂の堆積が促進され、伝播速度が速くなると考えられる。また、伝播速度が速くなることは、瀬での堆積、淵での侵食が完全に発達する前に伝播するため、上述の波高の発達抑制にも起因していると考えられる。

4.あとがき

本研究により次のことが明らかになった。(1) 混合砂による交互砂州の波高が、砂礫の分級により、一樣砂のそれよりも低くなる。また無次元掃流力が大きくなるにつれ、その傾向が強くなる。(2) 混合砂による交互砂州の伝播速度が、砂礫の分級により、一樣砂のそれよりも速くなる。また無次元掃流力が大きくなるにつれ、その傾向が強くなる。

参考文献

1) Engelund, F: Jour.of Hy. Div. ASCE, Vol.100, No. HY11 1974. 2) 芦田・江頭・劉：水工学論文集第35巻, pp.383-390, 1991 3) 平野：土木学会論文集, 207号, pp.51-60, 1972

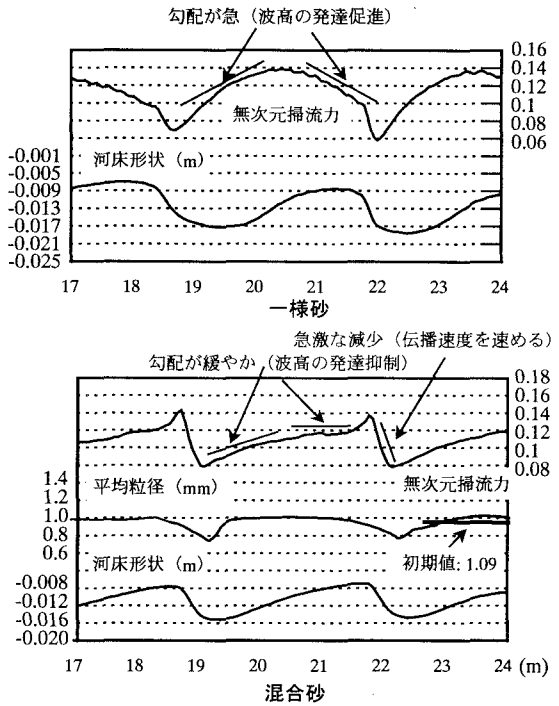


図3 混合砂における右岸沿いの無次元掃流力の縦断分布

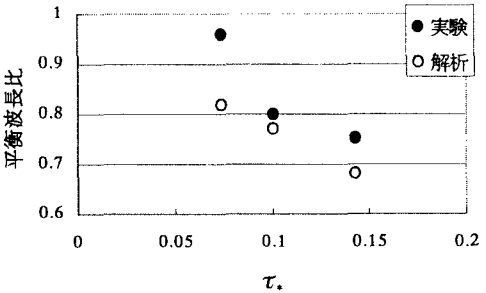


図4 一樣砂に対する混合砂の平衡波長比

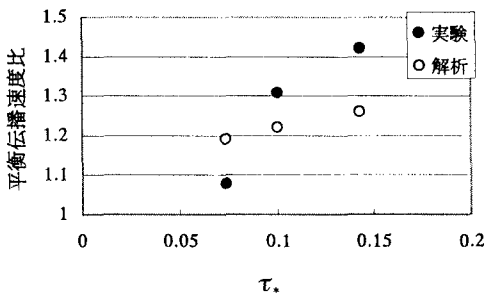


図5 一樣砂に対する混合砂の平衡伝播速度比