

徳島大学 学生員 ○穴吹 一彦
 同 正員 岡部 健士
 同 正員 杉尾 捨三郎

1. まえがき

一樣砂の浮遊砂に関する見識の多くは、混合砂に関する計算にもそのまま利用される。また、非平衡状態にある浮遊砂の解析における路床条件として、平衡状態に対するものが準用される。これらは観念的には肯首できるが、その妥当性を十分に裏付けるには至っていない。著者らは、浮遊砂に帰因する河床変動に関する研究の一環として、上記の事項を見直す実験を行なった。本報では、路床近傍の浮遊砂に着目した2、3の考察を行う。

2. 実験概要

実験には、中心線の直径が1.4m、幅6.0cm、深さ12cmの円形回転式水路を用いた¹⁾。実験内容は2種に大別できる。1つは、流水が路床の細砂を巻き上げて作った平衡な浮遊砂の濃度およびその沈降分析を行うもので、他方は、はじめ高濃度の平衡状態を巻き上げによって作り、つづいて、流速を定常値に急減し、濃度と沈降速度分布の変化を追跡するものである。本報では、前者を浮上実験、後者を堆積実験と呼ぶ²⁾。試験砂の沈降速度分布は、図-1のとうりである。なお、砂レンの発生を防ぐため、路床には球形の骨材(φ5~7mm)を張りつけた。

3. 実験結果と考察

(1) 浮上実験 : 図-2は、路床近傍濃度と、路床上1.5cmの高さでの流速の関係を示す。図中()内の数値は乱れのR.M.S.である。さて、一般に、混合砂の沈降速度別の路床濃度 C_{bi} は、一樣砂に対する濃度特性関数 $f(\omega_i/u_*')$ と、路床構成材料において ω_i なる沈降速度を有する粒子の割合 ΔF_i の積で表わされる。

$$C_{bi} = \Delta F_i \cdot f(\omega_i/u_*') \quad ; \quad u_*' = \text{摩擦速度} \quad (1)$$

上式は、浮遊砂を沈降分析し、 ω_i に対応する砂量の割合 ΔF_i を求めたとき、

$$\Delta F_i / \Delta F_i \propto f(\omega_i/u_*') \quad (2)$$

となることを意味している。 ω_i のインターバルを一定値0.025cm/sとして、(2)式の関係調べたのが図-3である。図中の曲線は、Lane-Kalinskeおよび道上が提案した $f(\omega/u_*')$ の曲線も、実験値とは別の座標で示したものである。なお、実験における摩擦速度も、流速、乱れ、および浮遊砂の最大沈降速度から推定すると、0.5~1.5cm/sの範囲であり、たとえば $\omega_i=0.1\text{cm/s}$ は、 $\omega_i/u_*' = 0.07 \sim 0.2$ に相当すると考えられる。

各実験ケースの描点群は、 ω_i の増加につれて変化率が漸増する傾向を有し、 u_*' がより大であろうと予想される実験ケースのものほど、平均分配が小さい。また、Lane-Kalinskeおよび道上の曲線²⁾と比較すると、描点群の傾向は、後者の曲線が示すものに極めて類似しており、前者とは平均的な傾向が一致するのかわかる。以上のことから、いわゆるBed-loadとしての浮遊砂に対しては、(2)式が成立すると言えよう。

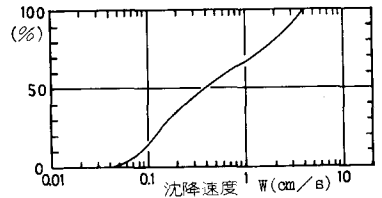


図-1 試験砂の粒度分布

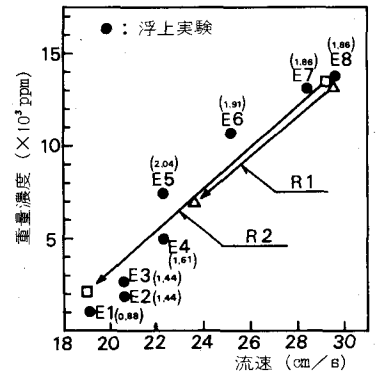


図-2 実験における濃度と流速

(2) 堆積実験 : はじめの流速をほぼ一致させ、減速後の流速を2種に変えて堆積実験を行った。(R1およびR2)両者の始めと終りの平衡状態における流速と濃度も図-2に示している。

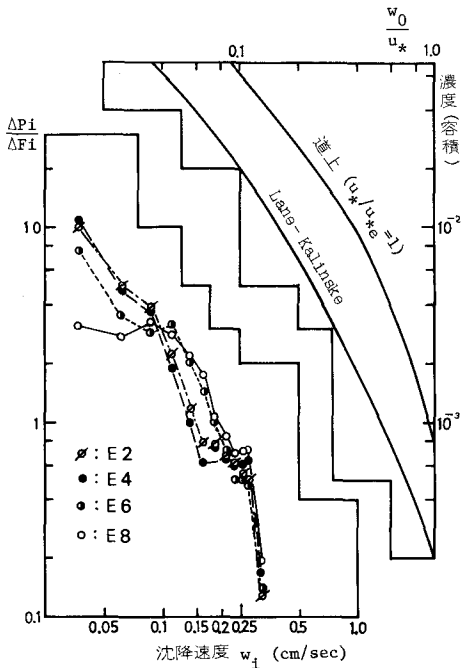


図-3 浮上実験における沈降速度分布

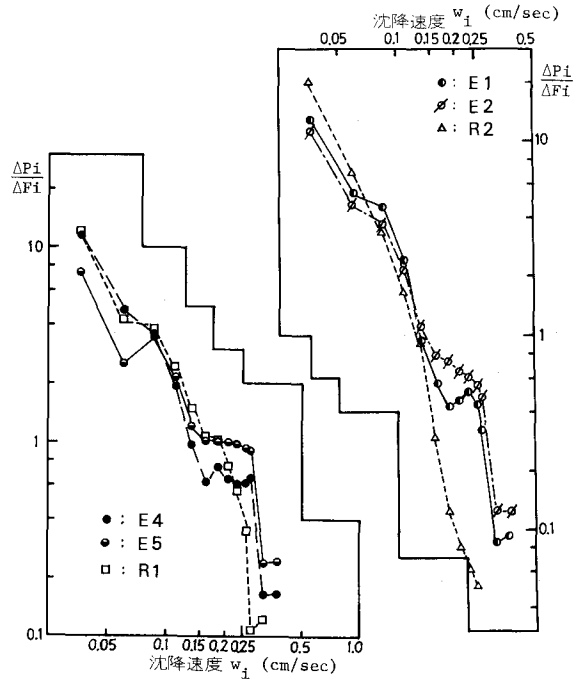


図-4 堆積後の平衡状態における沈降速度分布

而実験の終了時の平衡状態における浮遊砂について、図-3と同様な図を描き、濃度と流速の大きさが類似した浮上実験のものに対比したのが図-4である。平衡状態の作り方が逆になると、沈降速度分布の様相が異なるのがわかる。すなわち、堆積実験で生じた平衡状態では、他におけるより沈降速度が小なる方向に片寄るといふ傾向が現れている。これは、路床と流水相互の粒子交換のあり方が、洗掘中と堆積中では若干異なることを示唆しているとも思われるので、今後さらに詳しく検討してみる必要がある。

減速後の濃度変化に関しては、(i)平衡状態における路床条件が、非平衡状態において成立するか、(ii)沈降速度別の濃度変化に相似性があるか——なる2点が興味深い。図-5は、実験R2の資料を用いて、 $w_i = 0.15 \sim 0.275 \text{ cm/s}$ なる範囲の沈降速度別の路床濃度変化を面対数紙上に描いたものである。ここに、 C_{si} および C_{ei} は、始めと終りの平衡濃度で、濃度をこのように無次元化することは、路床条件に C_{ei} を導入することとほぼ同じ意味を持つ。図-5において、各折線が互いにほぼ平行であり、さらに、その間隔がかなり一様であることが注目される。これより、時間軸をそれぞれの沈降速度と適当な長さのスケールで無次元化（たとえば、水深 h を用いて、 h/w_i など）したとき、全描点が一つの傾向線上に集まること予想される。本実験に用いられた円形水路の拡散特性を表現する適切な式が見出せなかったので、今一つ詰めを欠く議論ではあるが、上記(i)、(ii)の間に對し、肯定する結果が出たと思われる。

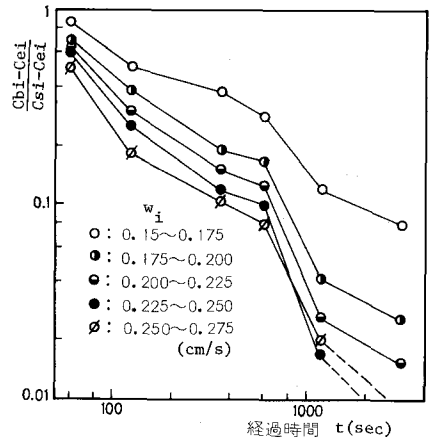


図-5 沈降速度別濃度の時間変化

- (参考文献) 1) 岡部・杉尾・曾我: 非平衡状態にある浮遊砂に関する実験的考察, 第32回年講, S 52年.
2) 道上: 流砂と河床変動に関する基礎的研究, 京大学位论文, S 47年.