

京都大学防災研究所 正員 上野鉄男, 宇民 正

1. はじめに 実験室において形成される砂漣と砂堆に関しては、これまで多くの実験的研究がなされてきているが、それらの区別や特徴の把握においてはあいまいな点が多い。著者らは河床波の発達過程の観察をもとにして砂漣と砂堆とは異なる流砂機構が河床波の形成を支配していることを明らかにした。^{1), 2)}

本報告は、上記の現象認識に基づいて、砂漣と砂堆の形状特性がどのような水理量によって支配されているかを明らかにしようとしたものである。

2. 砂漣と砂堆の形状特性 ここでいう形状特性とは、河床波の平均的な波長 λ と波高 H の相互関係で表示されるものとする。著者ら¹⁾は、写真観察の手法によって砂漣と砂堆の発達過程を詳細に検討し、砂漣と砂堆の発達過程をモデル化した結果、砂漣と砂堆に対してそれぞれ(1)式および(2)式のような関係があることを見出した。ここに、 $H_s = H/d_m$, $L_s = L/d_m$, d_m は平均粒径, C_1 および C_2 は定数, k は1に近い係数, α は河床波の前面の傾斜角である。実験資料から、 C_1 の値は主に80から130までの範囲に分布し、平均的には105程度となっており、 C_2 の値は20から40までの範囲に分布し、平均的には30程度であることがわかった。また、(1)式および(2)式を(3)式および(4)式のように書きかえると、 C_1 および C_2 はそれぞれ砂漣と砂堆の形状特性を表わす量と見做されるから、これらをそれぞれ砂漣の形状係数および砂堆の形状係数と呼ぶこととする。実験資料によって検討すると、それぞれの式における右辺第二項は第一項に比べて十分小さいことがわかった。このことから、波形勾配が大きくなると C_1 および C_2 は共に小さくなり、とくに C_2 は波形勾配の逆数に近い値となることがわかる。

つぎに、 C_1 および C_2 と水理条件との関係について検討を加える。図1～3は勾配 I の変化に対する砂漣の形状係数 C_1 の変化を調べたものである。図の横軸はStream powerの無次元化表示であり、著者らはこれを物動床流れの流砂機構を支配する重要な量であると位置づけている。図において、各資料のばらつきはかなり大きい、平均的な曲線を視覚的に求めて図に入れると、それらは一定の傾向を示している。図7は図1～3の結果をまとめたものである。図からStream power ReI が大きくなるほど C_1 の値は大きくなり、勾配が大きくなるほど C_2 の値は小さくなることがわかる。一方、粒径の変化に対する C_1 の変化には一定の傾向が認められなかった。

図4～6は粒径の変化に対する砂堆の形状係数 C_2 の変化を調べたものである。図8は図4～6の結果をまとめたものである。図から砂粒径が大きくなるほど C_2 の値は小さくなり、砂粒径が0.54mm程度より大きくなると C_2 の値は再び大きくなることがわかる。これは0.54mm程度の粒径のときに砂堆の波形勾配が最大となることを示している。また、粒径が0.3mmよりも大きい場合は、 ReI の増加に伴って C_2 の値は小さくなることがわかる。一方、勾配の変化に対する C_2 の変化には一定の傾向が認められなかった。

以上のように、砂漣と砂堆の形状特性はそれぞれ異なる水理量によって支配されていることが明らかとなったが、それらは(5)式および(6)式のように表わすことができる。

3. 抵抗特性との関連 図1～8と同様にして砂漣と砂堆の抵抗特性について検討を加えると、図9(砂漣)および図10(砂堆)が得られる。ここで、 U/u_{*} は流速係数である。図7と図9、図8と図10を比較すると定性的にはよい対応が認められ、 C_1 および C_2 は流れの抵抗と深い関連をもつことがわかる。

参考文献

- 1) 上野鉄男・宇民正; 土木学会論文報告集, 第318号, 1982. 2) 上野鉄男; 第25回水理講演会論文集, 1981.

$$L_s = C_1 H_s^{0.5} - k H_s / \tan \alpha \quad (\text{砂漣}) \quad (1)$$

$$L_s = C_2 H_s - k H_s \ln H_s / \tan \alpha \quad (\text{砂堆}) \quad (2)$$

$$C_1 = L_s / H_s^{0.5} + k H_s^{0.5} / \tan \alpha \quad (\text{砂漣}) \quad (3)$$

$$C_2 = L_s / H_s + k \ln H_s / \tan \alpha \quad (\text{砂堆}) \quad (4)$$

$$C_1 = F_1 (ReI, I) \quad (\text{砂漣}) \quad (5)$$

$$C_2 = F_2 (ReI, d_m) \quad (\text{砂堆}) \quad (6)$$

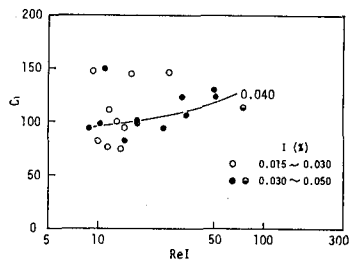


図1

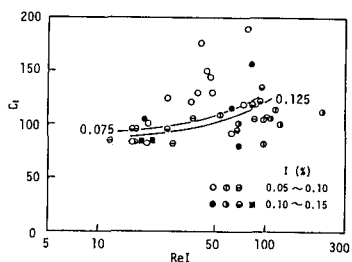


図2

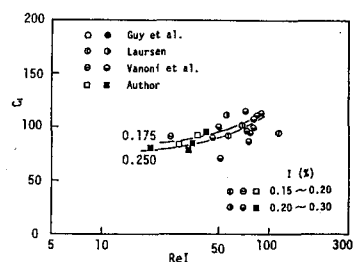


図3

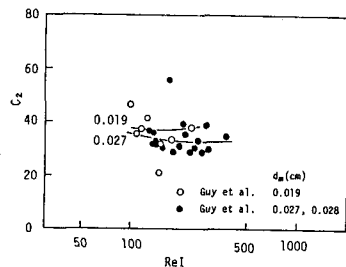


図4

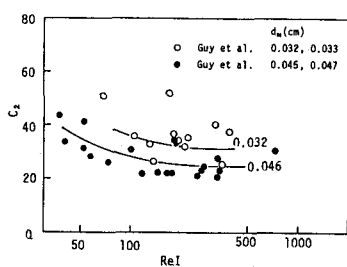


図5

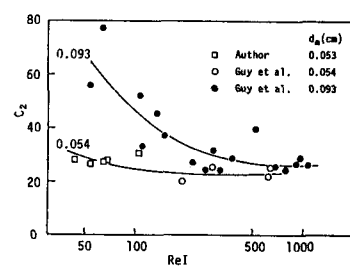


図6

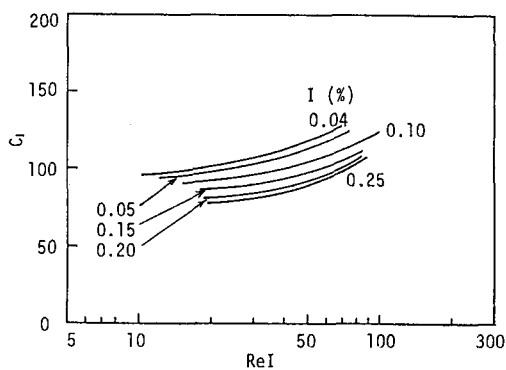


図7 砂連の形状係数 C_1 と水理条件との関係

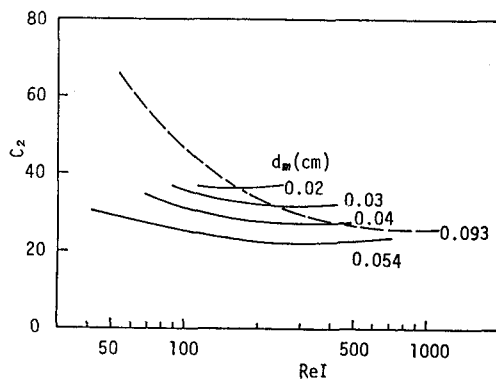


図8 砂堆の形状係数 C_2 と水理条件との関係

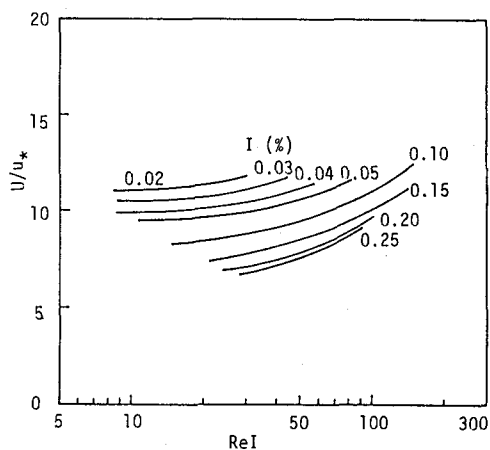


図9 砂連の抵抗特性

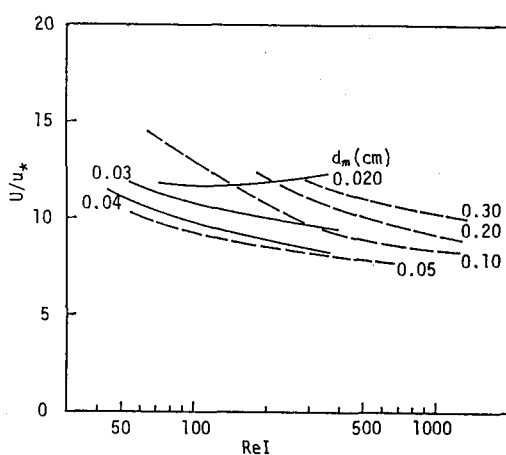


図10 砂堆の抵抗特性