

II-144 二次元河床波と三次元河床波の抵抗係数について

法政大学工学部 正会員 西谷 隆亘  
法政大学工学部 正会員 牧野 立平

1. はじめに

本稿は、移動床の流れが砂礫堆とそれより規模の小さい河床形態との共存する際、抵抗係数にどのように影響を与えているか平均水深、砂粒径、レイノルズ数、水面勾配等の水理量を整理して検討を行ったものである。著者らは以前に、実験データに基づいて Manning および Shueji 公式の平均流速について検討した。また、二次元河床波は水深が大きくなれば抵抗係数も大きくなる傾向があり、三次元河床波は水深が大きくなれば二次元河床波とは逆に抵抗係数は小さくなる傾向になると報告しているが<sup>1)</sup>、今回はそれがより明確になるようにパラメータをかえて整理しなおしたものである。

2. 実験

実験の概要は参考文献<sup>1) 2) 3)</sup>を参照されたい。実験水理量と計算によって得られた水面勾配  $I$  をパラメータに抵抗係数  $1/\sqrt{f}$  と平均流速  $V_m$  に関して整理したものが図-1に、パラメータに平均水深  $H_m$  をとり抵抗係数  $1/\sqrt{f}$  とレイノルズ数  $Re$  に関してプロットしたのが図-2に、抵抗係数 ( $1/\sqrt{f}$ ) と平均水深と砂粒径の比 ( $H_m/d_m$ ) を三次元河床波のみプロットしたものを図-3に、同じく二次元河床波のみをプロットしたものが図-4である。

3. 考察

以下に各図の検討結果を示す。

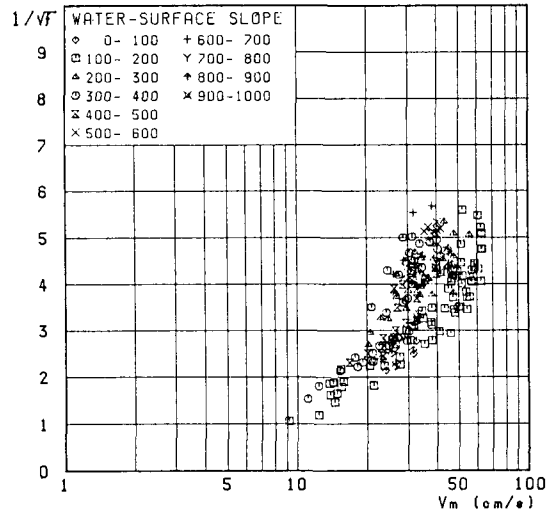


図-1 勾配  $1/I$  をパラメータにとった  $1/\sqrt{f}$  と  $V_m$  の関係

(1) 図-1: 水面勾配  $I$  をパラメータに抵抗係数 ( $1/\sqrt{f}$ ) と平均流速 ( $V_m$ ) の関係: データの精度を見るための図である。流速の大きい方ではデータはやや広がりを見せているが、直線的にプロットされ  $V/U_* = (8/f)^{1/2}$  の式がほぼ満足されていることがわかる。

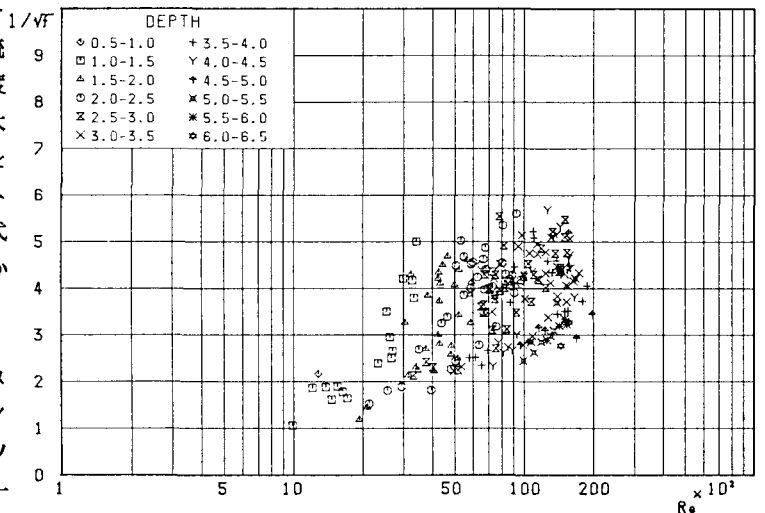


図-2 水深  $H_m$  をパラメータにとった  $1/\sqrt{f}$  と  $Re$  の関係

(2) 図-2: 平均水深  $H_m$  をパラメータに抵抗係数 ( $1/\sqrt{f}$ ) とレイノルズ数 ( $Re$ ) の関係: レイノルズ数 10,000 までの範囲では同一水深のグループは右上がりの分布

をしており、つまり同一のレイノルズ数ではグラフの上  
 に行くほど水深は小さい傾向にある。10,000以上では  
 水深の変化は群はなさず混在している様に見えるけれ  
 ども注意して見ると、右下がりの傾向が伺える。これは  
 流れの規模が増してくるにつれて流れ自体による抵抗  
 増加を示しているものであろう。

形態別の分布をみるとレイノルズ数10,000を境にし  
 て二次元波と三次元波に分かれてプロットされてる。

(3) 図-3:三次元河床波の抵抗係数 $1/\sqrt{f}$ と平均水深  
 と砂粒径の比( $H_m/d_m$ )の関係:この図にプロット  
 されている形態は、砂漣I,砂漣II,単列砂礫堆+砂漣II  
 で、三次元河床波である。河床波の規模によらず水深の  
 増加に伴い抵抗係数が減少傾向な右上がりになってい  
 る。これは三次元河床波においては河床形態の抵抗が  
 水深が増していくにつれて、小さくなること示されて  
 いるのであるが、今少し形態別のデータを増やし検討す  
 る必要がある。

(4) 図-4:二次元河床波の抵抗係数 $1/\sqrt{f}$ と平均水深  
 と砂粒径の比( $H_m/d_m$ )の関係:平均水深の増加に  
 従って、三次元河床波は勢力が弱まり、抵抗係数は大き  
 くなる。そうして三次元の河床波の背の上に共存して  
 いた直線的な砂漣Iが、水路床一面に形成される。この  
 状態での抵抗係数の増加は、流れが横断方向に広がる  
 河床波のクレストの影響を受けて抵抗も相当大きくなっ  
 ているものと思われる。

#### 4. おわりに

二次元河床波と三次元河床波の抵抗係数は、レイノル  
 ズ数10,000程度を境に相違がある。水深の比較的薄い  
 流れで形成される二次元の河床波と縦渦、並列螺旋流の  
 卓越した流れで形成される三次元河床では流れの性質  
 が異なっているようである。つまり流れの構造の違い  
 により、形成される河床形態がある程度定まるのではない  
 かと思われるが、今の段階では明確なことは言えな  
 い。

今後流れの構造の違いと河床形態との関連を把握するためには、移動床上の流速分布や流向等の流れに関す  
 るデータが必要である。

#### 【参考文献】

- 1) 拙著:砂漣形成時の抵抗係数について,第14回関東支部技術研究発表会講演概要集,pp.91-92,1987
- 2) 拙著:砂漣形成時のマンギングの粗度係数について,土木学会第41回年次学術講演会,第II部門,pp.483-484,1986
- 3) 拙著:河床波の分類と形成過程に関する実験的研究,法政大学工学部研究集報第22号,pp.139-156,1986

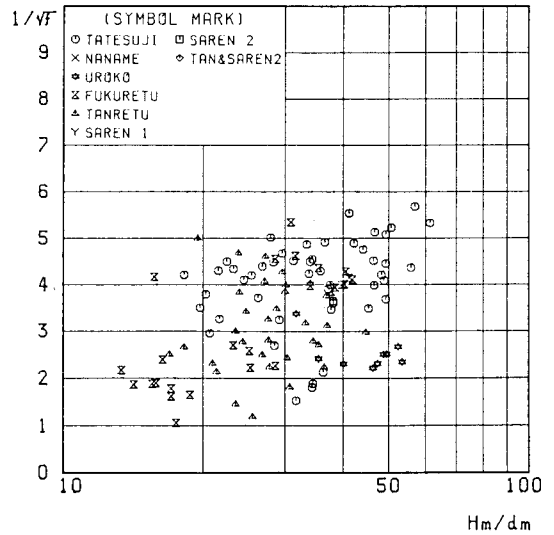


図-3  $1/\sqrt{f}$ と $H_m/d_m$ の関係(三次元河床波)

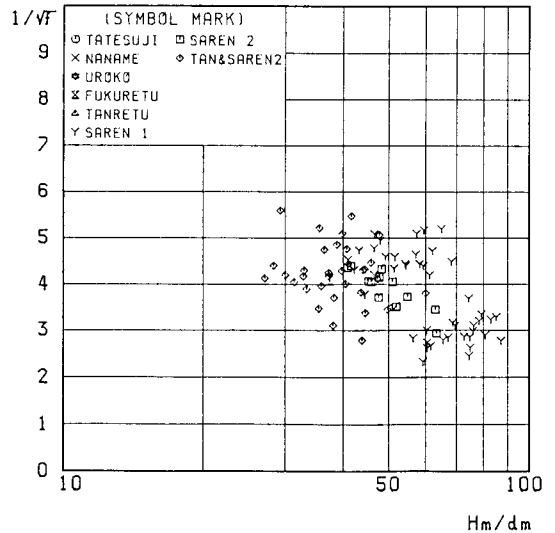


図-4  $1/\sqrt{f}$ と $H_m/d_m$ の関係(二次元河床波)