

徳島大学 正 員 杉尾 隆三郎
 徳島大学 正 員 岡部 健士
 徳島大学 学生員 熊野 憲治

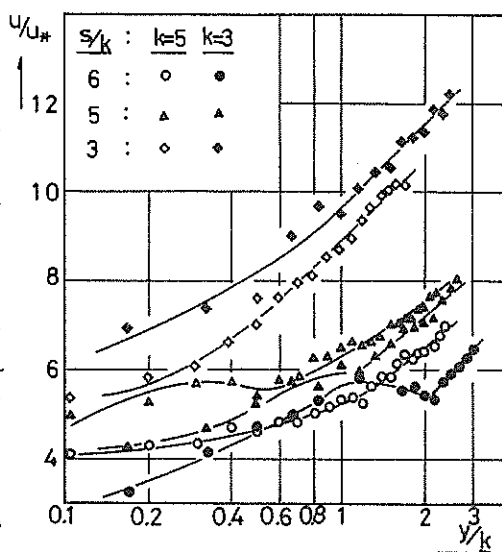
1. 概 説 河床に存在する凹凸は河道が流水に対してなす主な抵抗要因の一つであり、抵抗則を論ずる場合決して無視できないものである。しかし、現象が重力場の乱流境界層中のものであるから、それを理論的に解析することは、河床付近の乱流構造がほとんど解明されていない現状では極めて困難である。これまで、着者は、粗度という最も単純な2次元河床モデルを用いて実験し、その幾何学的特性と各種の水理量との関連を経験的に把握しようと努めてきており、前年度の講演でもその一部を報告した。一連の実験の特色は、用いた粗度要素の断面が従来実施されたものより遙かに大きいという点にある。また、実験された流れの水深は粗度のたかだか5倍程度であることから、得られた結果は主として“inner law”に相当するものである。本報告では、流速分布図の特性、摩擦抵抗係数(friction factor)および粗度の抗力係数に関する実験結果を報告する。

2. 実 験 実験に使用した水路は、長さ12.4m、幅0.6m、深さ0.4mの可変こう配矩形水路であり、5°角および3°角のラワン材が粗度要素として用いられた。水深および鉛直流速分布の測定に並行して粗度要素上下流面の静圧を測定し、抗力係数を求めるための資料とした。これまでに実施された実験範囲を表-1に示す。ここに、相対粗度間隔とは粗度の設置間隔(s)と粗高(k)で除した値(s/k)である。なお、この欄の【】印は前回の報告においても紹介された実験範囲である。

粗度の断面	相対粗度間隔(s/k)	水路床こう配	流 量
5cm×5cm	【2】、3、【4】、5、6、 7、【8】、【12】、【16】	1/100、1/200、1/400	6 種
3cm×3cm	同 上	同 上	6 種(一部5種)

(表-1)
実験の範囲

3. 流速分布図について。一般に、粗面近傍の流速分布図は、いわゆる対数型流速分布図とは異質な形状を示し、後者は粗面からある距離遠ざかった領域において見出される。これは、壁面近傍では粗度要素から発生する後流(wake)の効果が乱れの統計的な構造に依存するレイノルズ応力の効果を卓越するからである。本実験では、著しく誇張された流速分布の異質性が観測された。その数例を図-1に示す。図の縦距は摩擦速度(u_{*})によって無次元化された流速(u/u_{*})であり、横距は粗度頂面から計った流速測定点の高さ(y)と粗高との比の対数である。ほとんど全ての流速分布図に、①速度こう配が緩やかで下に凸なる曲線的な部分と ②前者に比して速度こう配が大きい直線的な部分という性質を異にする2領域が見出され、両者の境界には明らかに上に凸なる部分が存在する場合も多い。①は測点が後流の中にあることを示し、②はそれが自由



(図-1) 流速分布図の例

乱流の中にあることを示していると解釈できるであろう。また、異なる2領域の境界は水路床より栈高の1.5～2.5倍くらい上方に存在し、相対栈間隔の相違によって若干変化する。

4. 摩擦抵抗係数(f)について。

開水路における f は、平均流速(V_m)と摩擦速度(u_*)とを用いて算出される。すなわち、 $f = 8(u_*/V_m)^2$ 。

この種の資料の整理においては水深基面の選び方が問題となるが、未だに適切な方法を得ていないので、本稿では $S/k = 2$ の場合を除いて専ら水路床から水面までの距離を有効水深としている。なお、 u_* の計算に用いる径深はEinsteinが提案した側壁の影響を考慮した径深(R_h)である。前回の報告において、 $S/k \geq 8$ の場合、 f は R_h/k のみの関数であり、両者の関係は式(1)で近似できる。

$$f = 7.95 \times 10^{-2.375(R_h/k)} \quad (1)$$

しかし、 $S/k = 4$ の流れでは、この関係が成立しなくなる。⁹と述べた。図-2は、上記の回帰式が成立する相対栈間隔の限界を調べたものである。本図によれば、 $S/k \approx 5$ が限界である。これと推定すれば、栈相互の間隔が栈高の5倍より小さくなると、個々の栈の流水に対する独立性が失われるということである。

5. 抗力係数について。

大きな粗度要素を有する流れの全抵抗のほとんど全ては要素の形状抵抗によって生み出される。これに着目して、粗度要素の抗力と流水の内部応力とを結びつけ、流速分布資料を参考にしながら数値計算しようとする試みが一部に見られる。そこで、栈の抗力係数が栈高や配置間隔などによっていかに変化するかを調べるために、栈粗度要素の抗力を実測した。図-3は、栈頂面の高さの流速および栈高を基準にしたレイノルズ数(N_{hk})と抗力係数(C_{Dk})との関係をプロットしたものである。描点のバラツキをより少なくすれば、 C_{Dk} の特性を把握することも可能になるであろう。

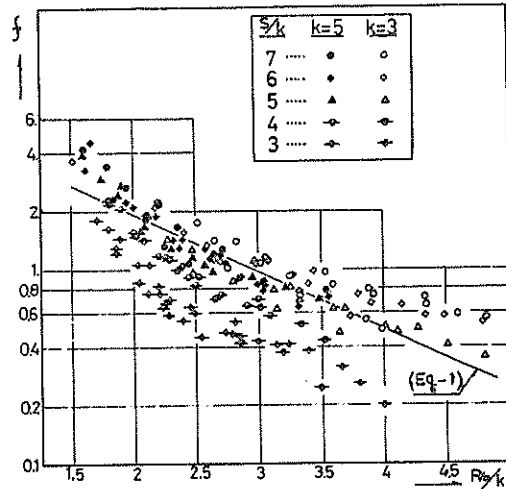
6. あとがき。

栈粗度実験を得られたいくつかの成果を記述した。

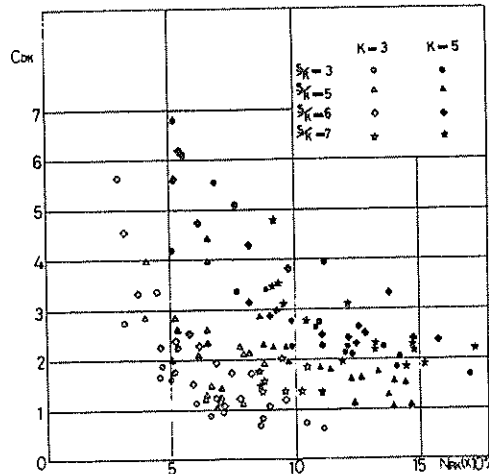
しかし、これらは流れの定性的な性質を示しているにすぎない。今後の研究においては、これらを基礎にして定量的な抵抗法則を得るよう努力したい。

(参考文献)

- 1) 岡部・杉尾・端野：大型栈粗度上の流れに関する一考察；中四国互研 昭和48年度学術講演会講演概要。
- 2) 杉尾裕三郎：移動床の抵抗法則；水工学シリーズ，71-A-5，PP. 1～8。
- 3) 足立 昭平：流水抵抗と安定河道；水工水理学，昭和47年，6月，PP. 237～249。
- 4) H. M. Morris：Trans. A. S. C. E.，1955，Vol. 120，PP. 373～398。



(図-2) 抵抗係数 f と相対径深 R_h/k との関係



(図-3) 抗力係数 C_{Dk} の実測結果