

1. まえがき 河川の垂流速分布式としては対数式と2次曲線式がある。前者は後者より理論的根拠が厳密であることと水深にわたって積分して平均流速式も得られることから、河川の粗度はManning公式と対数式との結びつきで決定される。ところで、Boyer, M.C.¹⁾が流速測線上の2点の流速を測定することにより、粗度を推定することを対数分布式を用いて提唱してから久しい。本報告はBoyerの方法を2次曲線分布式に対しても適用できることを示すとともに、対数式の K と k_s について若干の考察を行ったものである。

2. 流速分布と粗度 粗面に対する対数の分布式と平均流速式は(1), (2)式である。

$$\frac{u}{u_*} = A_r + \frac{1}{K} \ln \frac{y}{k_s} \dots (1)$$

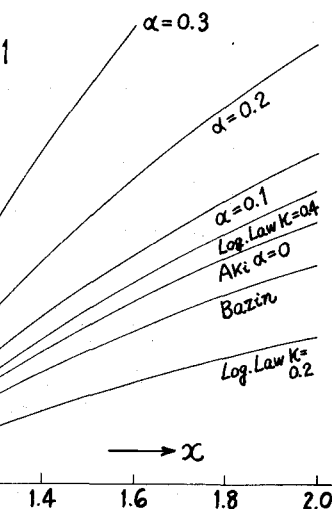
$$\frac{u_m}{u_*} = A_r - \frac{1}{K} + \frac{1}{K} \ln \frac{h}{k_s} \dots (2)$$

$$\ln \frac{h}{k_s} = \frac{1.61x - 0.22}{x - 1} - K \cdot A_r \dots (3)$$

$$\frac{u_m}{u_*} = \frac{1}{K} \cdot \frac{0.61x + 0.78}{x - 1} \dots (4)$$

$y = 0.8$ h 点の流速を $u_{0.2}$, $y = 0.2$ h 点の流速を $u_{0.8}$ とすれば、(1)式より、 $u_{0.2}/u_{0.8} = x$ と置いて、 u_* を消去すると、

となり、(3)式を(2)式に代入して、を得る。Boyerは $K = 0.4$ として、



	a	α	B
Bazin	-24	0	2.21
安芸	-20	0	1.85
		0.1	1.48
		0.2	1.11
		0.3	0.74

表-1

Manningの n と x の関係を図-1のように表示している。次に、2次曲線分布式としてBazin公式、安芸公式を対象とすれば、それらはまとめて(5)式で表わされる²⁾

$$u = u_m + a \left(\alpha - \frac{1}{3} - 2\alpha \frac{z}{h} + \frac{z^2}{h^2} \right) \sqrt{hI} \dots (5)$$

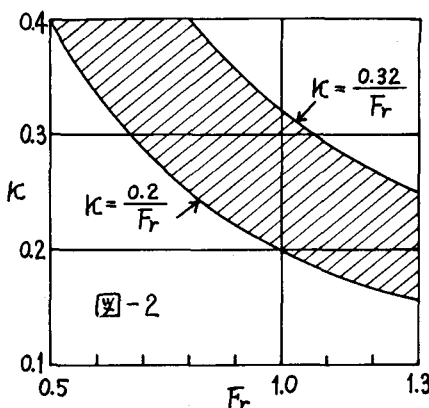
ここで、 α : 最大流速を生ずる深さの h に対する比、 $z = h - y$ 。(5)式において、平均値法の理論³⁾より、 $z = 0.2113$ h 点および $z = 0.7887$ h 点の流速をそれぞれ近似的に $u_{0.2}$, $u_{0.8}$ とすれば、

$$\frac{u_m}{u_*} = \frac{B(x+1)}{(x-1)} \dots (6)$$

$$\text{ただし、} B = a(0.5774 - 0.2887) / \sqrt{g}$$

を得る。 B の値は表-1のとうりである。 n との関係を図-1に

示した。実河川では $\alpha = 0.2$ となる確率が最も大きいことから、対数分布式は n を小さめに推定することになる。また、 u_m/u_* と x との関数関係は(4), (6)式より明らかなように直角双曲線となるから、 x が小さな値になるに従って x の微小な変化に対しても u_m/u_* の変動は大となり、 $u_{0.2}$, $u_{0.8}$ を精度よく測定する必要がある。さらに全断面の x をどのように算定すればよいか問題として残る。



3. k と k_s 福岡⁴⁾は清水のKármán定数が滑面, 粗面を問わずFroude数の増加とともに減少し, $Fr = 1.0 \sim 1.3$ で極小となることを実験によって確かめている。ここでは $Fr \leq 1.3$ に対して検討する。(4)式はその誘導過程からも明らかなように滑面に対しても成り立つ。(4)式を变形して,

$$k = \frac{0.61x + 0.78}{x - 1} \cdot \frac{\sqrt{I}}{Fr} \dots (7) \quad \text{を得る。}(7) \text{式において } x = \text{const.}$$

$I = \text{const.}$ とすれば, k は Fr に反比例する。福岡の実験値の点描には相当散らばりがあり, その境界を図-2のようにとると, 上下境界線に, (7)式から, 図-3に記入した I と x の関係式が与えられる。したがって, 点の散らばりは図-3の2曲線ではさまれ範囲の実験条件によるものと考えられる。

次に, 吉川・福岡⁵⁾は k_s の近似式として(8)式を得た。

$$\frac{k_s}{hI} = 18 Fr^{-2.25} \dots (8) \quad (8) \text{式は } 0.7 < Fr < 1.3 \text{ を除き, 実験値の平均線として与えたものである。}(3) \text{と}(4) \text{式より}(9) \text{式を得る。}$$

$$\frac{k_s}{hI} = \left\{ \frac{0.61x + 0.78}{k(x-1)} \right\}^2 \exp \left\{ \frac{1.61x - 0.22}{x-1} - k \cdot A_r \right\} Fr^{-2} \dots (9)$$

(8)式は $A_r = 8.5$, $k = 0.2$ として既往の実験値を整理して得られた近似式で点描は相当散らばりがある。(9)式の A_r , k に上記の値を用い, (8)式の直線および点を包含する x の値を試算した結果 $x = 1.31 \sim 2.00$ の範囲となり, (8)式との比較は図-4に示した。図-4で平行な実線は, 上が $k = 0.2$, $x = 1.31$, 下が $x = 2.00$ 。破線は, 上が $k = 0.4$, $x = 1.31$, 下が $x = 2.00$ である。 $k = 0.2$ の場合(4)式より $u_m/u_* = 10 \sim 26$ となる。

4. あとがき 実河川の流速測定は2点法で行われている。Boyerの方法が種々の特性をもつ河川で検証され, 実用価値が見出されたら粗度推定にとってたいへん便利である。

x を媒介として k と k_s について考えてみたが, 今後実験によって追究して行きたいと意図している。

—参考 文献—

- 1) Boyer, M.C.: Trans. A.G.U., 1954.
- 2) 春日屋 伸昌: 土木学会誌, 38-9, 1953.
- 3) 春日屋 伸昌: 新編数値表, 学献社, 1968.
- 4) 福岡 捷二: 第12回水理講演会講演集, 1968.
- 5) 吉川・福岡: 東京工大土木工学科研報, 1971.

