

II-203 河川の粗度推定について

北見工業大学工学部 正会員 内島 邦秀

1. まえがき

第30回及び31回年次学術講演会において、水深の2割、8割の点の流速の比 α という変量を流速分布及び平均流速の対数式に導入して、河川粗度推定に関する従来の実験式等について考察してきたが、今回は、試算による粗度推定法を得たので、それを報告する。

2. 基本式とその背景

対数の流速分布式と平均流速式は(1)、(2)式であり、 $u_{0.2}/u_{0.8} = \alpha$ とし、 $u_m/u_* = Fr/\sqrt{I}$ を考慮して、(3)～(5)を得る²⁾

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

$$\frac{u_m}{u_*} = \frac{0.61\alpha + 0.78}{K(\alpha - 1)} \dots (3) \quad \frac{k_s}{hI} = A Fr^{-2} \dots (4)$$

$$\frac{k_s}{d_m} = A \left(\frac{d_m}{hI} \right)^{-1} Fr^{-2} \dots (4')$$

$$A = \left\{ \frac{0.61\alpha + 0.78}{K(\alpha - 1)} \right\}^2 \exp \left(K A_r - \frac{1.61\alpha - 0.22}{\alpha - 1} \right) \dots (5)$$

以下、 $A_r = 8.5$, $K = 0.4$ と仮定する。また、本研究では、 $0.1 \leq Fr \leq 2.0$, $8 \leq u_m/u_* \leq 25$ (即ち、 $1.54 \geq \alpha \geq 1.15$, $29.0 \geq A \geq 0.3$) の範囲を対象としている。(4)式を図示したのが図-1であり、補助式として(6)式をグラフ上より定めた。

$$\frac{k_s}{hI} = B Fr^{-3.52} \dots (6) \quad \left| \begin{array}{l} (6) \text{式は吉川等, 岸の実験式} \\ \text{と類似の式であり, } B = f(\alpha) \end{array} \right.$$

と考えられる。(3)式、(4)式及び(6)式を用いて、

$$I = B^{\frac{25}{19}} \left\{ \frac{0.4(\alpha - 1)}{0.61\alpha + 0.78} \right\}^{\frac{88}{19}} \exp \left\{ \frac{25}{19} \left(\frac{1.61\alpha - 0.22}{\alpha - 1} - 3.4 \right) \right\} \dots (7)$$

を得る。(7)式の I - α - B の関係を図示したのが図-2である。

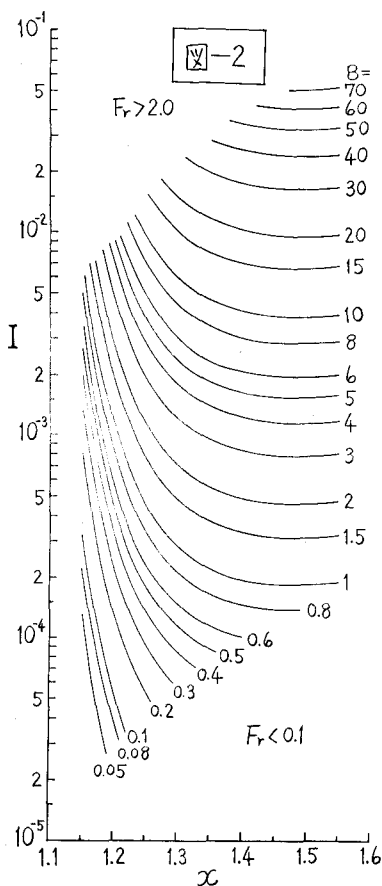
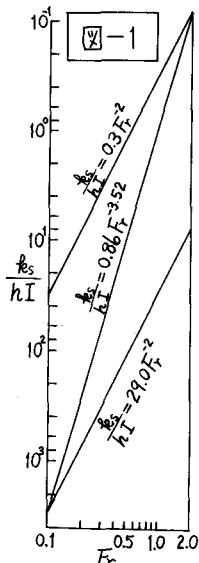
また、(6)式を(2)式に代入して、

$$5 \ln \left(\frac{u_m}{u_*} \right) - \left(\frac{u_m}{u_*} \right) = -6.0 + 2.5 \ln B - 3.8 \ln Fr \dots (8)$$

$$(4) \text{式と}(6) \text{式より, } A = B Fr^{-1.52} \dots (9)$$

を得る。(8)式及び(9)式の関係を図-3に表示した。図-3からも明らかなように、 B 及び Fr に無関係の式として(10)が成立する。

$$\frac{u_m}{u_*} = A = 12.25 \dots (10) \quad \left| \begin{array}{l} (10) \text{式の背景は, } (4) \text{式と} \\ \text{芦田の実験式とを対比させた場} \end{array} \right.$$



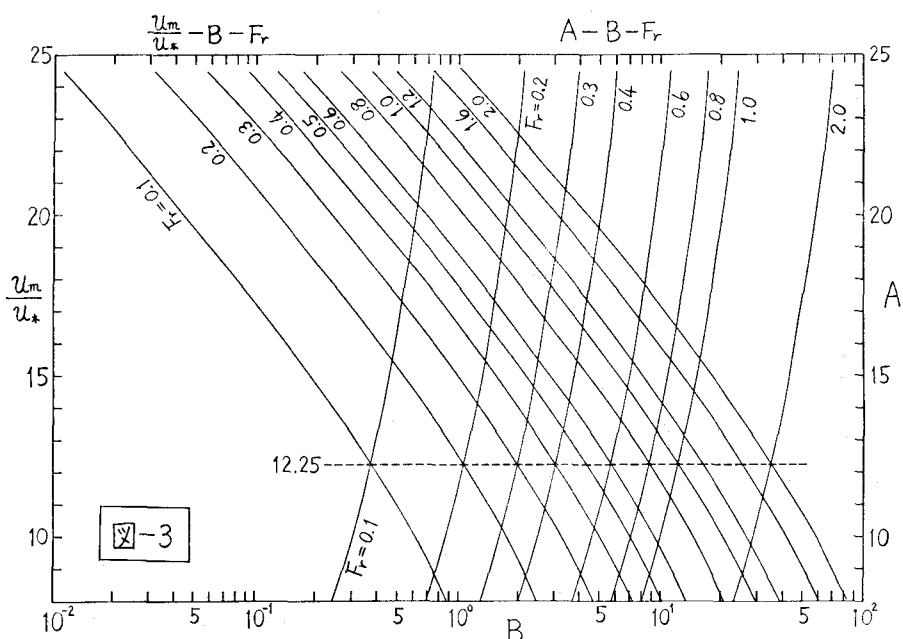
合, $A = f(\alpha_*)$
 $dm/(hI)$ となり,²⁾

$$f(\alpha_*) = 12.25 / \left(\frac{dm}{hI} \right) \dots (11)$$

という関係式が得られ, (11) 式は土屋・馬場⁴⁾による実河川のデータの $f(\alpha_*) - dm/(hI)$ 図と比較すると平均して一致することである。

また, $u_* = \sqrt{gRI}$ を考慮すると, Chézy 係数 $C =$

38.4 となり, 実河川の場合 ($C = 30 \sim 50$) の中間的な値となることである。



3. 試算による粗度推定法

Manning の粗度係数 n は (12) 式により求められる。

$$n = \frac{R^{1/6}}{\sqrt{g} u_m/u_*} \dots (12)$$

以上の諸式を用いての粗度推定の試算方法を順を追って述べてみる。

- ①: 実測値 I , h (または R) を与える。
- ②: $u_m/u_* = Fr/\sqrt{I}$ より, 実測値 I を用いて (10) 式より Fr を求める。
- ③: 図-3 の $u_m/u_* - B - Fr$ の関係図を用いて, ②で求めた Fr 値をとり, B を仮定して u_m/u_* を定める。
- ④: 実測値 I と ③ で仮定した B を用いて, 図-2 より α を求め, (3) 式より u_m/u_* を算出する。
- ⑤: ③ の u_m/u_* と ④ の u_m/u_* が一致するまで B の仮定を繰り返す。
- ⑥: ⑤ で一致した u_m/u_* と実測値 h (または R) を用いて (12) 式より n を算出する。

この方法を用いて, 各種文献の例題により, 他の推定法と比較した結果, u_m/u_* が多少大きめに推定された。また, 2, 3 の実河川の実測値での検討でも同様な結

果が得られた。この原因は実河川の流速分布が対数式より2次曲線式の方が比較的適合度が良いためと思われる。したがって, (3) 式を2次曲線式から誘導される式¹⁾に置きかえることに修正することが可能である。計算値と実測値との比較は講演時に述べるつもりである。

参考文献

- 1) 内島: 河川の垂直流速分布と粗度, 30 回年講, 1975 年。
- 2) 〃: 河川の粗度推定に関する一考察, 31 回年講, 1976 年。
- 3) 岸: 移動床流れの抵抗則, 26 回年講研究討論会資料, 1971 年。
- 4) 土屋・馬場: 河川の粗度係数推定法に関する考察, 16 回水理講演会講演集, 1972 年。