

不規則な河道の抵抗係数

立命館大学 正 員○大同 淳之

1. はしがき

峡谷状の河川の抵抗係数は、河床の粗さによる抵抗、側壁の影響および断面形状の急変による形状抵抗からなる。これらの抵抗は、互いに関係しあうものであるが、そのような取扱いは困難であるので、本文では、これらが線形形で表現されると考えて、取扱ひ法を考察した。

2. 峡谷状河道の抵抗係数の実例

Fig.1~Fig.2は、木津川の縦断面図で、洪水痕跡に合致する粗度係数 n を求めた結果を縦断面図に混入した。この粗度係数は、はしがきに述べたように、河床の粗さによる抵抗、側壁の効果および形状抵抗の和である。

3. 不規則な岩からなる河道の抵抗係数

著者の実験によると、Fig.3の突起高さ分布をもつ河床の粗度係数を、分布形は等しく、高さは $1/100$ の大きさの模型粗度について実験によって粗度係数を測定した。これを相似則に従って、Fr数、勾配を原型と一致させ、かつ

$$nr = Rr^{2/3} Xr^{-1/2}$$

を用いて、原型の河床の粗度係数を求め、端整な区間の実測値と比較して、現型の値に近いことを見出した。さらに、このような大きさが分布するときの水理学的代表径 d_e は、大きいほうの岩より突起した岩の後流の面積をも含めて積算したとき、積算面積が、河床面積の50%に相当する粒径が有効と判断された(Fig.4)。

4. 流水断面の側壁および底面領域の分割

河床面と側壁とが、粗度が著しく異なるとき、流水断面を分割しそれぞれの領域に応じた粗度を与える必要がある。自然河道は、台形断面に近い。そこで、側壁、底面領域の分割線では、それぞれの境界面からの位置で定まる流速が等しいという、足立の考え方を準用して、底面と側壁との分割を行った。その結果は、Fig.5の記号に従って、次式ようになる。

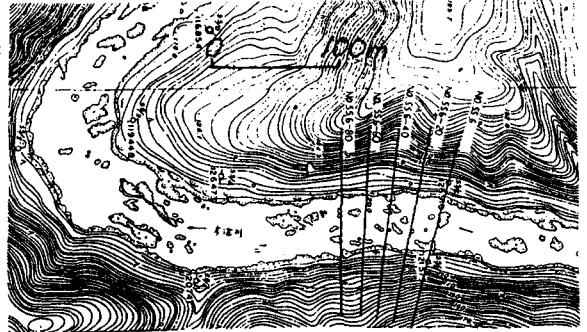


Fig.1 木津川平面図 (No.55付近)

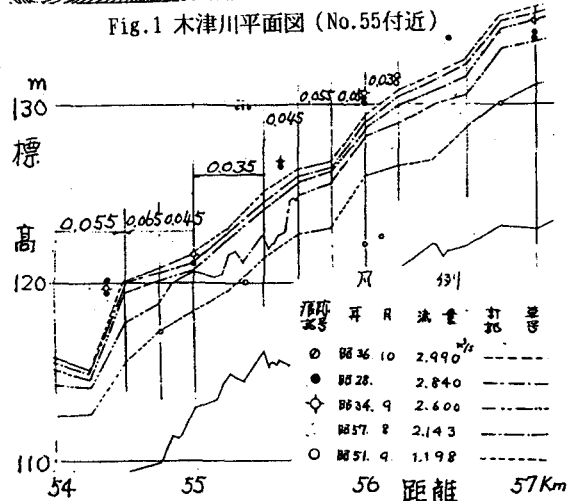


Fig.2 水面形とそのときの粗度係数

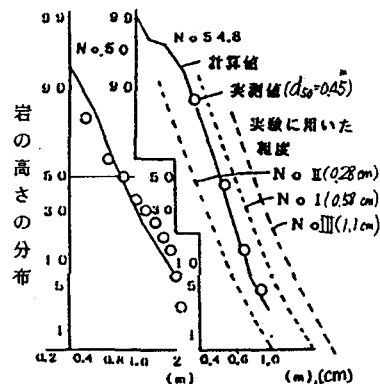


Fig.3 実際の岩の突起高さの分布と実験に用いた石の大きさ

$x_0 < 2/B$ のとき

$$A_1 = \frac{H}{2} (B + H \tan \theta - \frac{2(M_1 H)^a}{M_2 \cos \theta} \frac{1}{a+1}) \quad A_2 = \frac{(M_1 H)^a H}{M_2 \cos \theta} \quad (1)$$

$$R_1 = H \{ 1 + \frac{H}{B} \tan \theta - \frac{(M_1 H)^a}{M_2 (B/2) \cos \theta} \frac{1}{a+1} \} \quad R_2 = \frac{(M_1 H)^a}{M_2 (a+1)} \quad (2)$$

$z_0 < H$ のとき

$$A_1 = \frac{B z_0}{2} (1 - \frac{1}{a+1}) (1 + \frac{z_0}{B} \tan \theta) \quad (3)$$

$$A_2 = \frac{B H}{2} \{ (1 - \frac{z_0}{H}) + \frac{1}{a+1} \frac{z_0}{H} + \frac{z_0}{H} (1 + \frac{2}{a+1} + \frac{H^2}{z_0^2}) \tan \theta \}$$

$$R_1 = z_0 (1 - \frac{1}{a+1}) (1 + \frac{z_0}{B} \tan \theta) \quad (4)$$

$$R_2 = \frac{\cos \theta B z_0}{H} \{ \frac{1}{2} (\frac{H}{z_0} - \frac{1}{a+1}) + \frac{1}{2} (\frac{a+3}{a+1} + \frac{H^2}{z_0^2}) \tan \theta \}$$

a が満たされなければならない条件は、

$$x \leq \frac{2}{B} \text{ のとき} \quad a^2 = \frac{\frac{2 z_0}{B \cos \theta} \{ 1 - \frac{1}{a+1} \frac{(M_1 H)^a}{M_2 \cos \theta} \frac{2}{B} + \frac{H}{B} \tan \theta \}}{(M_1 H)^a / (M_2 (a+1))} \quad (5)$$

$$z_0 < H \text{ のとき} \quad a^2 = \frac{\frac{2 z_0}{B \cos \theta} (1 - \frac{(M_1 z_0)^a}{M_2 \cos \theta} \frac{2}{a+1} \frac{1}{B} + \frac{z_0^2}{B} \tan \theta)}{\frac{z_0}{H} \{ \frac{(M_1 z_0)^a}{M_2 \cos \theta} \frac{2}{a+1} \frac{1}{B} - \frac{z_0}{B} \tan \theta - 1 \} + 1 + \frac{H}{B} \tan \theta} \quad (6)$$

となる。境界線上のせん断応力は、

$$u_{x1} = \sqrt{g I z}, \quad u_{x2} = \sqrt{g I y} \quad (7)$$

成立すると仮定する。Ghosh の測定したせん断応力分布と比較すると、細部については、ずれがあるが傾向としては一致しており、近似値として、自然河道の断面分割には使えると考える。

5. 断面の急拡に伴う形状損失

これについては、管路と同様に局所の損失水頭 h_f で表す方法、または運動量の補正係数 α で処理する方法とが提案されている。ここでは、前者で、その効果を導入することにした。

6. むすび

これらを合成して、粗度係数を算定して、さきの計算値との比較は講演時に報告する。

- | | |
|--------------------------------|-------------------|
| 1) 大同、粗く、分布の大きい岩からなる河道の抵抗係数 | 土木水工学論文集 第34巻 '90 |
| 2) 大同、模型水路幅が流砂量に及ぼす影響 | 第31回水理講演会論文集 '87 |
| 3) 橋本、保津峡上流部水理模型実験報告書 | 土木研究所資料 2316 昭和60 |
| 4) 芦田、開水路断面急拡部における水理に関する研究 (I) | 土木研究所報告 101号 昭和33 |

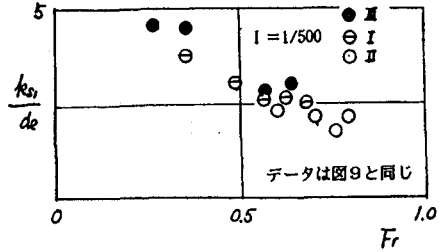


Fig.4 ks/de と Fr の関係

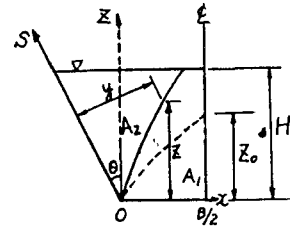


Fig.5 記号

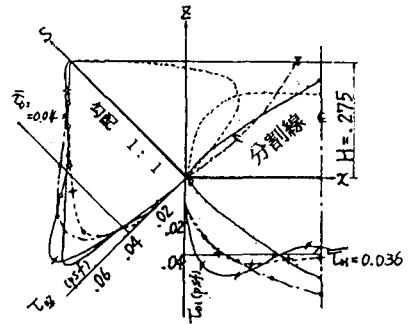


Fig.6 台形断面形水路のせん断力測定値との比較