

混合粒径に起因する固定河床の凹凸と抵抗係数との関係

立命館大学工学部 正真 大同淳之

1 はしがき 河床が混合粒径で構成され、粒径 D と水深 h との比、 h/D が比較的小さい場合の抵抗を求める場合、1)、抵抗の表現に有効な代表径の決定法、2)、現地で精度良く測定できる量から1)の代表径への変換法、が問題になる。後者について説明と補足すると、現地において2次元的あるいは3次元的な量を精度良く測定することは困難で、現地で容易に精度良く測定できる量と1)とを結びつけなくては、実際には応用されないだろう。

本文は、現地で容易に精度良く測定できるものとして、河床面に縦断方向におかれた測線が、れきと切る弦の長さの分布より、右に示す手続きにより、河床に露出する面積とその突起高さを求め、こうして求めた突起高さ K と、この上を流れる流れの相対粗度 k_s との比較を行ない、河床の幾何学的高さの表現法としては有用であることと示したものである。

2. 混合砂れき面の突起高さの算定

1) 弦長の分布より露出面の面積分布の算定

弦長より河床に露出する球の面積分布は、Penel らの方法による。この方法は、空間中に種々な直径 D の球が含まれていて、この空間と任意の面で切ったとき、切り口に生じる円の、任意の面積 σ の数は、その直径と R とすると、 $R \leq D$ のそれぞれの球の数に σ の生じる確率 p を乗じて求める。この結果は、単位体積中の種々の大きさの球の数 $[N_{vo}]$ 、単位面積中の種々の大きさの円の数 $[N_{ao}]$ 、確率 p と $[p]$ とそれぞれ行列表示すると、

$$[N_{ao}] = [N_{vo}] \cdot [p] \quad (1)$$

と表される。この表之方は、切口の弦と円の面積の關係、 $[N_{vo}] = [N_{ao}] [t]^{-1} / \{(\pi/4) (\Delta \lambda)^2\}$ に拡張される。ここに入は弦長と表れる。これによつて弦の測定より、露出面の粒径の露出面積分布が計算できる。

水路にはば連続した粒径で、 $D_{max} = 10\text{cm}$ 、 $D_{mean} = 7\text{mm}$ の対数正規分布とする混合砂とし、通水して適当に Armour Coat を形成させ、水路床中心部と縦断測量した1例と図1に示す。突起の最高部と結んだ線から1cm毎に凹凸と測定すると、平均高さ1.05cm、標準偏差0.6cmと示す。この床面は、Armour Coat が十分に発達していないので、床面の露出砂の面積分布と砂局内の粒径分布とは直接関係しない。この床面に測線を設け、弦長の分布と求め、露出面の面積分布を上式によつて、

Atsuyuki DAIDO

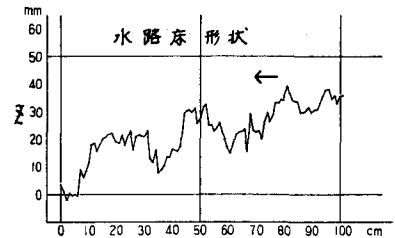
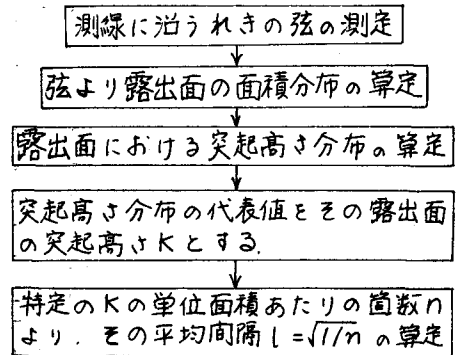


図1 実験における水路床の縦断形

求めた。弦の測定は、精度上底面と手真にとり手真上で測定した。計算値と実測値の比較と図2に示す。弦から面積の推定が有効であることが分る。

ii) 露出面積上の突起高さの算定

(1)式は、特定の面積 δ の直径と R とするとき $R \leq D$ のそれぞれの粒径の数に確率と掛けて加えたものであるから、計算の過程で、 δ と構成する各粒径の大きさと数が求められる。したがって切り口上の突起高さとその量的分布が得られる。さきの実験資料について求めた結果は図3に示す。

iii) 代表突起高さとその平均間隔の算定

抵抗の表現に有効な粗度高さに図3の値のどれを採用するかを規定する基準はないので、ここでは50%に相当する高さをよみとり、これとその δ における突起高さとする。この突起が河床面上に生じる平均間隔は、計算の過程で各粒径の単位面積中に占める箇数が求められることから、平均間隔 l は $l = \sqrt{1/n}$ として求められる。こうして求めた突起高さ K の単位面積中に占める割合と K と l の関係は図4および図5に示される。 K の代表値の採択基準は抵抗則との関係から決める必要がある。

3. 抵抗則との比較

図1の床面上に、床面の凹凸を乱さない範囲で種々の条件で通水し、流速を求めた。測定された U_m/U_* と、

$$U_m/U_* = 6.0 + 5.75 \log(R/k_s)$$

として、相当粗度 k_s を求めると図6の値を得た。 U_m/U_* の値によ、 k_s は異なり、 U_m/U_* の小さいときは k_s の値が図4の K の最大値に等しい。図4の K と図6の k_s を結びつけるためには、着者の²⁾赤原によ、 K の流体抵抗を求めて k_s に変換することが必要であることを示す。

参考文献 1) 諏訪：定常形態学 p.200 岩波 1977

2) 大同：第25回水理講演会論文集 pp.99-104, 1981

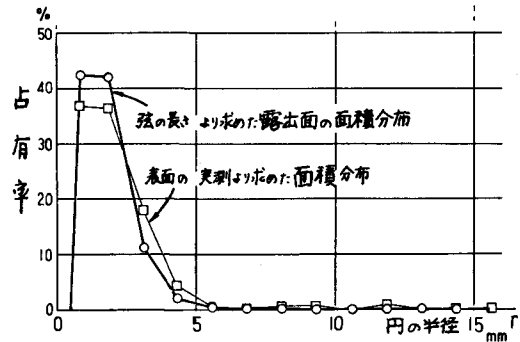


図2 露出面の粒子の面積分布

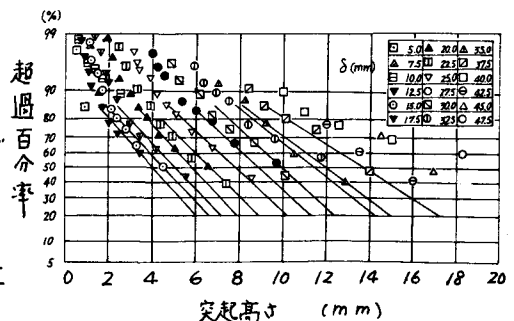


図3 各露出面の突起高さの分布

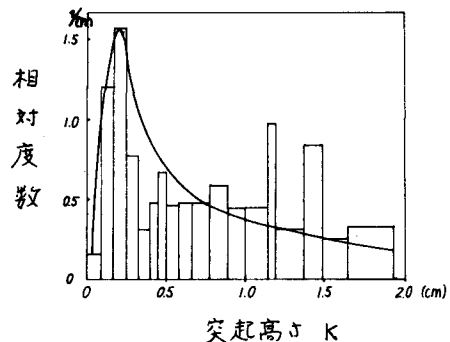


図4 各突起高さが露出面の占有率

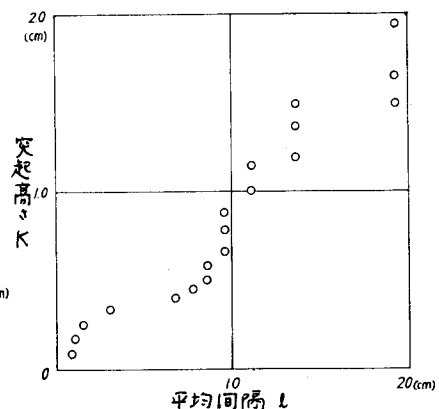


図5 突起高さKとその平均間隔l

図6. 図1の水路床面上の流の相当粗度 k_s

