

金沢大学工学部
○石川工業高等専門学校
建設省湯沢砂防工事事務所

正員 高瀬信忠
同 布本 博
星 道宣

1. はじめに

信濃川水系魚野川支川の登川流域は図-1に示すとおりであるが、群馬県と新潟県を二分する朝日岳(標高1945m)より発する流域面積93.32km²、流路延長18.5km、平均河床勾配 $\frac{1}{58}$ の急流河川である。この流域は乱流土砂流により幾度かの水害を受け、これまでも大水害は9回も記録されているようである。現在のところ流路工によって乱流侵食地帯を整流させて安定河道にする計画が建設省湯沢砂防工事事務所において進められている。これに先だち河川の水利特性、特に粗度係数の検討が必要となり数少ない資料よりいろんな角度から検討を試みたものである。検討区間は魚野川との合流点より8.4km上流の蟹沢堰堤までで48年11月に測量された縦横断面図と粒度分析の資料に基づいて検討を行なった。この区間の平均河床勾配は $\frac{1}{58}$ である。河口より3.7km上流(い松沢付近)で合流する支川一之沢があるが、計画高水流量は600m³/sで合流後は800m³/sで流下する。図-2は河口より0.4km、3.4km地点の横断面を矩形断面と仮定し等流水深 H_0 、限界水深 H_c と流量の関係を見たものである。0.4km地点の粗度係数を0.038以下とみれば流れは射流となり、3.4km地点では粗度係数が0.045とみても射流状態であることから考えて、この河川の下流部のごく一部を除いてすべて射流で流下しているものと思われる。したがって、背水計算は上流部より行ない粗度係数は上流部は0.038、下流部は0.035として計算を進めた。



図-1

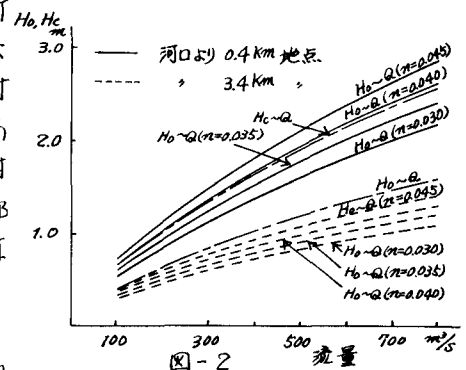


図-2

2. 河床変動について

図-3は昭和41年の河床を基準として昭和42年、昭和43年、昭和48年の河床変動をみたものである。上流部の変動は僅かであるが、下流部の変動が大きく低下の傾向がみられる。次に平衡河床を求めるのに次式を用いた。

$$\Delta Z = I_0 \left\{ \left(\frac{a}{b_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right\} \cdot \Delta x + \frac{4H_0}{7} \cdot \frac{\Delta a}{b_0} \left\{ \frac{1 + \frac{3}{4} \frac{Q^2}{g b_0^3 H_0^3} \left(\frac{a}{b_0} \right)^{\frac{2}{3}}}{\left(-\frac{a}{b_0} \right)^{\frac{2}{3}}} \right\} \quad (1)$$

ここに、 ΔZ ：河床高の差、 I ：河床勾配、 a ：河幅、 Δx ：流れ方向の距離、 H ：水深、 Q ：流量、赤字0は基準

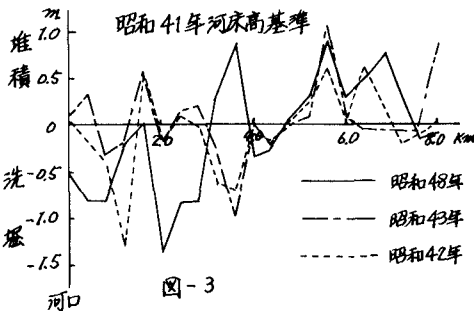


図-3

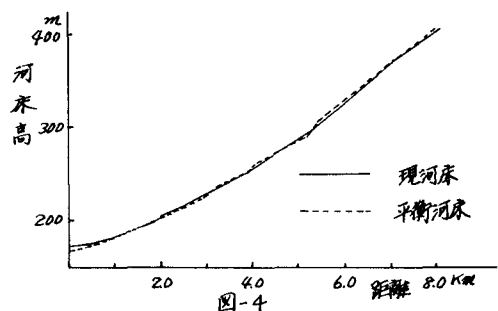


図-4

地点の値を示す。現河床高と(1)式より得られた平衡河床高は図-4に示すとおりで、これより上流部では僅かながら堆積、下流部においては若干低下の傾向があるように思われる。

3. 粗変係数の検討

マンニング公式と対数公式より粗変係数は
$$\eta = \frac{R^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{g}} \frac{1}{\frac{U_*}{u_*}} = \frac{R^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{g}} \frac{1}{(6.0 + 5.75 \log_{10} \frac{R}{k_s})} \quad (2)$$
 (2)式で与えられる。Rは径深、 k_s は相当粗変、 u は平均流速、 u_* は摩擦速度である。相当粗変を求めると石原・岩垣・末石の式、芦田の方法、細井の式より求め、これを(2)式に代入して η を算出したもの、同時にマンニングの式より逆算して求めた η も図-5に示されている。芦田の方法による η は全区間について大きな変動はなく平均値は0.0323で、他の式による値は距離に比例して大きくなっているので区間を3つに分けて0~3.0kmを下流部、3.0~6.0kmを中流部、6.0~8.4kmを上流

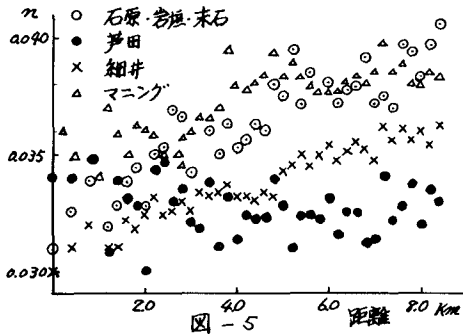


図-5

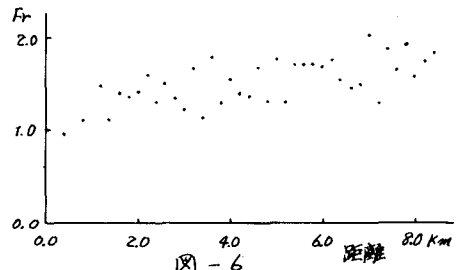
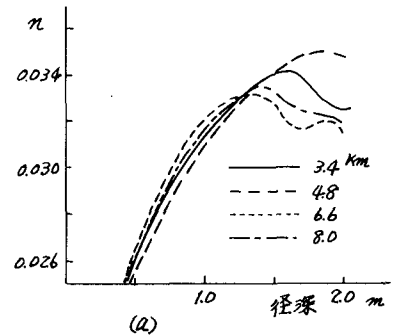
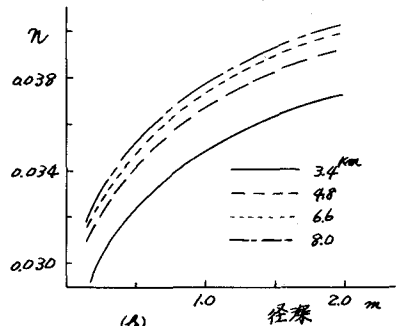


図-6

部と考えた。細井式では下流部は0.0320、中流部は0.0339、上流部は0.0355となっている。同様に石原・岩垣・末石の式では0.0340, 0.0364, 0.0381, となっており、マンニング公式の逆算では0.0358, 0.0378, 0.0389, となる。河床の粒径は上流部へゆく程大きくなっていることから η の値も当然上流へゆく程大きくなるものと思われる。また河床砂礫の大きさからみて細井式の値は小さすぎるようにも思われるが、細井の式、石原・岩垣・末石の式、マンニング公式の逆算によって求めた η の平均値は下流部では0.0339、中流部では0.0360、上流部は0.0373となる。細井の式はフルード数1.0に対し提案された式であり、登川はフルード数1.0以上の射流状態と考えられるので細井式の η の値を除いて平均すれば0.0349, 0.0371, 0.0382となる。次に各横断面を矩形と仮定してフルード数をみたのが図-6であるが、これより河口部は常流とみられるけれども0.8kmより上流側ではフルード数が1.5前後の完全な射流状態で流下しているものと思われる。図-7は径深と粗変係数の関係をみたものであるが、(a)は芦田の方法、(b)は石原・岩垣・末石の式によるもので(a)ではRが1.2m位まで同じように変化するが、それ以上では変動が著しくなっている。(b)ではほぼ一様な曲線となりRの増大、すなわち流量の増大に伴って η は大きくなる傾向がある。



(a)



(b)

図-7

4. おわりに

河川の粗変係数を求める幾つかの式が現在のところ提案されているが、 η は不明確な要素を多く含んでいるため0.030~0.040の広い範囲に分布した。しかし、河川の状況等を考慮し下流、中流、上流部に分けて考えれば下流部では0.035、中流部では0.037、上流部では0.038位が妥当のように思われる。