

(3) 流速係数の問題とその処理方法について

建設省河川局計画課 準員 高橋幹二

要旨

南水路の平均流速公式についてはすでに多くの研究があるがこれらを自然河川の流れていくに洪水流の計算に使用する場合、その流速係数の決定に多くの問題が残されている。すなわち、これらの流速係数が実験的に求められたものであり多くの場合の河川の流れてに対してどれほどの適用性があるかということとともに、流速係数のものについてなお水理学的に不明確な点があり、また河川の流速観測の精度が充分でないことなどである。ここでは、若干の観測資料から Manning の粗度係数 n の意義と河川計画における工学的な意味での n の取扱ひについて考えてみた。

1 流速係数とその意義

- 1) Chezy 公式の流速係数
- 2) Ganguillet-Kutter 公式の流速係数
- 3) Manning 公式の粗度係数

n の値は Ganguillet-Kutter 公式の n とほとんど同じものを用いてよりとされ、河床物価のみによって定まる値として多くの実験成果が集成されている。河床砂礫の粒径との関係についても Strickler-Gankler の式等多くの研究があるが、実際に河川の流速では河床物価のみならず流れそのものの状態によっても相当大きく影響されたのではなからうか。

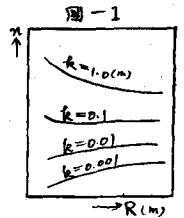
① 流速の経験分布法則から求めた n n は断面用水路の平均流速から n の値を求めると

$$n = R^{1/3} / \sqrt{g} \left\{ Ar + \frac{K}{R} \left(\ln \frac{R}{K} - 1 \right) \right\}^{1/2} \quad \dots \dots 1)$$

ここで $Ar = 8.5$, $K = 0.4$ とすると

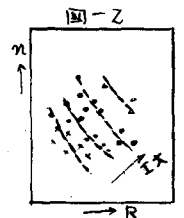
$$n = R^{1/3} / \sqrt{g} (6.0 + 5.75 \log \frac{R}{K}) \quad \dots \dots 1')$$

これから R (水深) と K (河床の平均凹凸) との関係を決めると図-1 のようになる。これは流速が限界掃流力以上になって河床砂礫が移動する場合のことを考えているが K が $0.1 \sim 0.01$ の範囲では n の変化は微小である。



② 水深との関係 同一地点でも水深の上昇によって水流の状況は変わってくる。 R と n との関係については全国約 50 の流量観測資料を検討したが、 R の増加とともに n は増加、減少、一定の明確な関係のあるものも若干あるが大部分は明確な関係は認められなかった。

③ 水面勾配との関係 河川の流れるは不斉流で同一地点の R と I (水面勾配) はある巾をもつた関係がある。図-2 は筑後川豊森宿の流量観測資料から n, R, I の関係を求めたものであり、同一水深でも水面勾配が急になると n の値が大きくなる傾向がある。他の二、三の例についても同様のことがいえるようである。



④ 河床砂礫、浮遊土砂との関係 床木と浮遊底砂、砂懸等との関係は水路実験等において種々の研究が行われており、1) 式の K のかわりに K_s

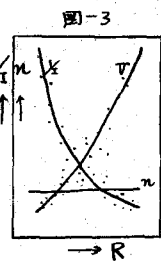
を用うべきことが提議されているが、今なお観測資料の整理と研究を要する問題である。

2. η の計算及びその検討

自然河川の η の値は流速観測資料より逆算するが、観測資料の精度を考慮した上で工学的に必要な程度の η の値を求めることが必要でありである。

(i) 横断方向における η の値の変化 一般に高水敷、低水敷に於て η の値が^{横断方向の}区別されているように、水面巾が水浅くして広く、水深の浅い場合がある区画毎に、異なる η をとるはずである。全国河川の観測資料のうち若干のものについて、一断面の横断方向における η の変化を検討した。すなわち各流速観測点線図を代表する区分断面ごとの η に相当する値を求めたが、これによると横断方向の η の変化は水深の大きい河道中央部が^{水位の移動}まわって大きい側もある。今河床物質との関係において検討する必要がある。

(ii) 観測誤差の消去 流速観測の精度は方法にもよるが一般に高い精度を望むことはできず η の逆算を行う場合は水面勾配の観測誤差^{この点で求めた} 併他の資料に比して精度が低い場合が多い。いま、河川の流れる範囲内では定流と考えてよいものとして、水深(R)、水面勾配(I)、流速(V)との関係を求める。この関係は河床勾配が比較的緩やかで河道の歪正な場合には比較的明確な関係が認められる。これらの値から η を逆算し R との関係^{この点で求めた} を求める。図-3は筑後川恵蔭店^{この点で求めた}の観測例であり、 R に応ずる η の値はほぼ一定となつており、他の観測資料では η と R との関係は種々の場合がありそれぞれの地質の地質学的な特性を示すものとも考えられる。



(iii) 不斉流であるための補正 河川の流れるはこれを瞬間的に考えても少くとも不斉定流である。ある短区間を考えた場合、この間で横断方向の流入^{この点で求めた} なく断面一様とすれば η は

$$\eta = (R^3 A / Q) \sqrt{i - (i - I) (1 - Q^2 B / g A^3)} \quad 2) \text{ 但し、} i: \text{河床勾配、} I: \text{水面勾配}$$

によつて求められる。実際はアメリカの例でもこれによつて観測資料を整理するとよい結果が得られるといわれる。

また長区間をわたつて η の値を検討するには、水位痕跡~~（観測点毎に水位痕跡を記入する）~~と不斉流による背水計算を行う。両者の水位がよく合致するならばこの η の値は妥当なものであるといえる。実際に河川計画を行う場合、計画高水位の決定等にはこの方法による検討を行うことが望ましい。

(iv) 不斉流に対する検討 不斉流に対する流速係数については種々の研究があり、決水時の C は増水時と減水時では一つグループを画き、同一の R に対して一意の C ではない。流れが定常状態に近づくにつれて C と R はある直線的な関係になるといわれた。この関係は η についても同様で、不斉流であるための補正を行おうとすれば前もつて多くの観測が必要である。しかし実際はこの補正が工学的にどの程度必要かということとそれぞれの場合約して別に検討する必要がある。

参考文献 1) 水工学の最近の進歩 (土木学会) 2) 水理学界の現況 土木学会誌 39 卷 12 号 3) 河相論 (長谷) その他土木学会誌 4) 淀川河床高水論 (米田)