II－129　複断面水路の抵抗に関する考察

日本大学工学部　正員 ○藤 田　豊
日本大学工学部　正員　安 田　禎 輔

1．まえがき

複断面水路の流量を正しく推定することは，河川計画あるいは防災上たいへん重要な問題である．実際は十分な裏付けもなく慣例に従い，便宜的に従来よりの断面分割法や合成粗度係数法（ 井田法，Einstein法，etc.）などに頼っているのが現状である．

これらの計算法による計算流量は一般に実測値よりも若干大き目な値となるが，河川改修計画などは一般に計算値によって行なわれるので，防災上ははなはだ危険側の計画を行なわれることになる．

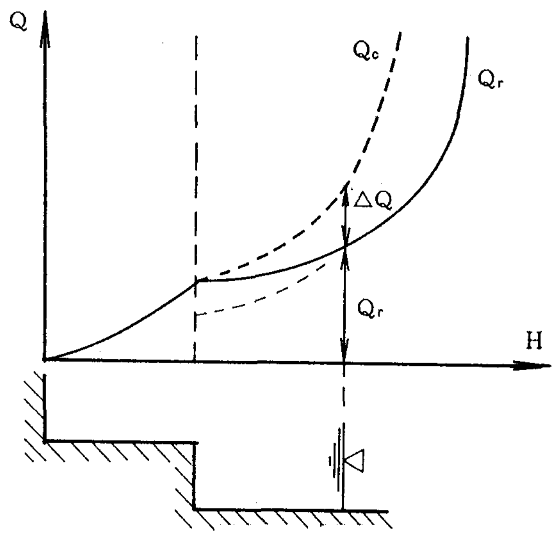
抵抗係数や粗度係数は，壁面の粗さのみでなく，断面形状や現象規模などの影響も大いに受けることは，容易に考えられるが，河川の流れのような Reynolds 数の大きな粗面乱流域においては，一般に壁面の粗さのみによるものとみなされて取扱われているのが現状である．

最近，複断面水路に関する研究も再認識され，それらの研究も多々みかけるが，これらの多くは二次流や内部応力に関する微視的な研究や，可視化の研究などであり，平均的取扱いによる研究は少ない．河川計画上これらの成果も無視できないが，むしろ実際面では平均的な水理量（水位，流量，流速，etc.）の方がより知りたいものである．

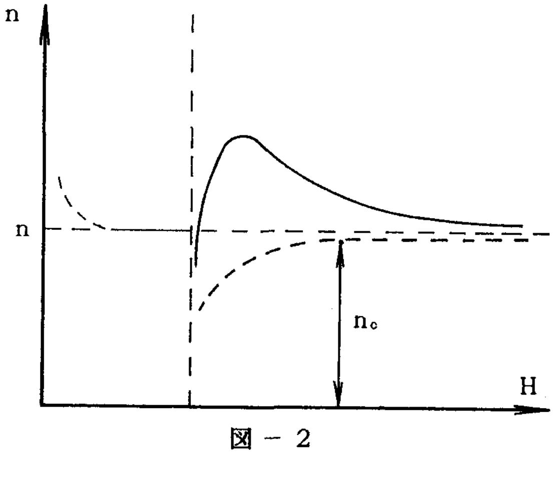
平均的取扱いによる研究もないわけではないが，従来からの粗度係数の考え方から脱却することができず，合成粗度係数が断面形状によって大きく変化している測定結果を得ていながら素直に認めようとせず，分割面付近に生じる大規模な渦の混合作用による抵抗が分割面に働くとして処理しようとしている．

もともと Manningや Darcy-Weisbach などの式は，断面全体に対する平均的取扱いによる式であり定義である．すなわち，内部の複雑な現象に関するものではなく，あくまでも平均的取扱に対するものであり，内部の水理量のトータルの全断面に対する平均量として取扱われるべきものである．したがって，これらの平均量とある一断面の内部応力とを関連付けようとする試みには，若干無理が生じるようである．

本報においては，以上のことがらを踏まえ，実際的見地から平均的取扱いによって複断面水路の抵抗に関する２，３の考察を試みる．なお本研究は安田の昭和63年度日本大学学術研究助成金によるものである．



図－１

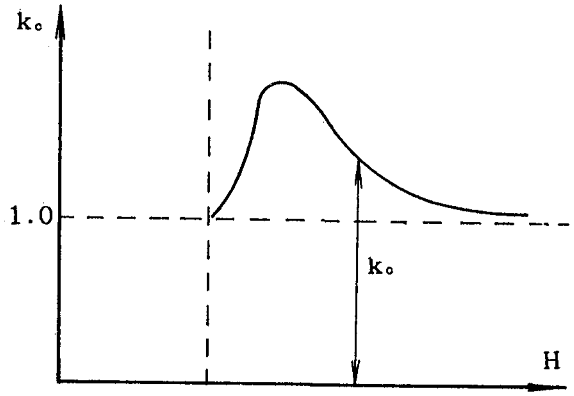


図－２

2．理論的考察

複断面水路の流量計算を単純に全断面法で計算すると，水位が低水位から高水位に移るところで潤辺が急増するために，高水時の流量の方が低水時の値よりも小さくなるという実際と矛盾した結果が生じる．この矛盾を解決するために断面分割法が考えられるが，これは全く便宜的な方法である．

なぜならば一般的に実験の結果，断面分割法による流量は実測値よりも大き目な値となるからであり，この事実に関しては他にも幾っもの報告がある．また従来の合成抵抗法は結果的に断面分割法の流量と等しくなるように，抵抗係数あるいは粗度係数を定めることを目的としてしまっているので，一見理論的に見えるけれどもこれもまた合理的であるとはいいがたい．



図－3

図－1，2，3は，以上の各流量と粗度係数などに関する模式図であり，図－1は水位Hと各流量との関係であり，図－2はこれらの流量に対する合成粗度係数ｎとHとの関係であり，図－3は断面分割法から求めた合成粗度係数n_cから実際の粗度係数n_rを求める際の補正係数k_cとHとの関係を模式図で示したものである．

図－1において，実線は測定値 Q_r，太い破線は断面分割による計算流量Q_c細い破線は単純な一断面法による流量であり，この図はこれらの流量の大小関係を示したものである．

図－2における実線はQ_rに対する合成粗度係数n_rであり，太い破線はQ_cに対する合成粗度係数n_cである．ここで，n_cは

$$\boxed{n_c = AR^{2/3} / \Sigma (1/n_i) A_i R_i^{2/3}} \quad \cdots\cdots (1)$$

によって計算できる．

図－3は補正係数k_cとHとの関係であり，ここで $\Delta Q = Q_c - Q_r$ とおけば，本式と（1）式とより修正合成粗度係数

$$\boxed{n_r = k_c \cdot n_c} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

$$\boxed{k_c = 1 / (1 - \Delta Q / Q_c)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

が得られる．したがって実験係数として図表，図－3を求めておけば，従来より精度の高い流量を算出することができる．