

## II-13 流量が場所的に変化する流れの解析法

京都大学工学部 正員 工博 石原藤次郎  
 京都大学工学部 正員 工博 岩佐 義朗  
 建設省近畿地建 正員 工修 植村 忠嗣

流量が場所的に変化する流れの水理解析法は、応用水工学における多くの実用問題との関連において定常流の水理学的意義を一分野を占めるが、流量が一定という定常流の水理解析法とは流下距離とともに流量が増加あるいは減少するという異で、大いに異なる。もちろん、このような流れもエネルギーあるいは運動量保存則によってその力学的関係が組み立てられ、流量が場所的に減少する流れは前者の解析法、また逆に増加する流れは後者の方法によってよりよく取り扱われるといわれている。著者らも、ここ数年來、流量が場所的に変化する流れの解析法の確立に努めてきた。すなわち、理論的研究として、この流れの基礎方程式を流体力学における運動方程式から開水路流れにおける一次元エネルギーおよび運動量解析法によって整理し、その水理学的意義を明らかにするとともに従来の慣用式の各項の示す特性と比較検討した。また実験的には、浸透性水路の水理学的特徴、底格子棚による取水・合流機構、横越流びきの分流機能など、主として流量が場所的に減少する流れを取り扱い、多くの資料がえられた。ここでは、著者らの研究によって明らかになった流量が場所的に変化する流れの解析法における問題点を提示し、今後におけるこの種の問題の研究の参考としよう。

(1) 流れの解析法 この種の問題がエネルギー的解析法によって取り扱われるべきか

あるいは運動量的方法によるべきかは理論的にもまた実験的にも容易に明らかにされえない。水路の形状が簡単なときは運動量的方法の方がより單純に流れの力学的関係を扱うことは、理論的に示されるが、実験的にこれらと比較検討することは非常にむずかしい。

(2) 流れの基礎方程式 流れの流体力学的、水理学的な微視機構を除外し、この流れの一次元解析法による基礎方程式は、エネルギー的方法にせよ、また運動量的方法にせよ、いずれにしてもほぼ同様の形に表わされる。この基礎方程式のなかで最も問題となるのは、流量の増減によって生ずる項の意義である。一般に $(2\alpha\beta gQ/gA^2)$ と表わされるが、係数 $\alpha$ の挙動を知ることはこの種の問題の基本となる。従来の慣用式では

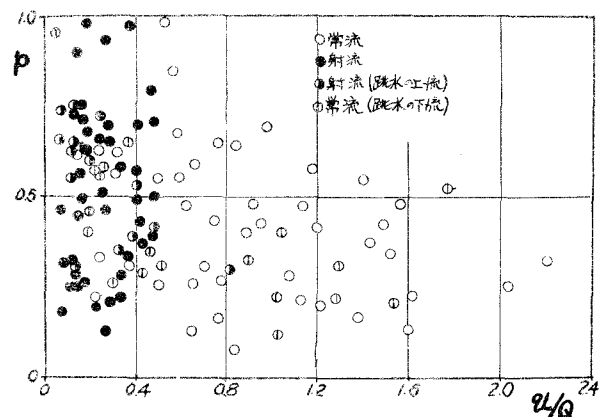


図-1 分流流量比による $p$ の変化

、エネルギー方程式において  $p = 3/4$  かつ、また運動量式において  $p = 1$  が用いられているが、これはいずれも流入水のエネルギーあるいは運動量を無視した結果である。一次元解析法的表示では、 $p$  はどのような解析によってもエネルギーあるいは運動量の輸送に作用する流入入口近傍の流速に左右され、これは両解析法において異なるが、平均流速は同じ程度のものであるが、エネルギー式では  $(5/8) = 0.625$ 、また運動量式では  $(1/2) = 0.500$  となる。図-1 は京都大学で行なった実験資料より  $p$  の値を算出したものであるが、各種の流水の状態に對して明確な  $p$  の定数を知ることはできない。しかしこれにせよ、従来の使用式より  $p$  の値は小さく、流出する水のエネルギーあるいは運動量は無視したとすることがわかる。図-2、-3、-4 は  $p = (1/2)$  と仮定して計算した水面形と実験したものとを比較した図であり、平均的にはこの値が適当であるととも知られる。

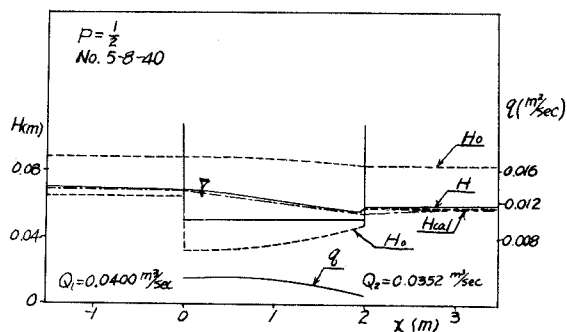


図-2 セミ射流を通る射流状態の流れ

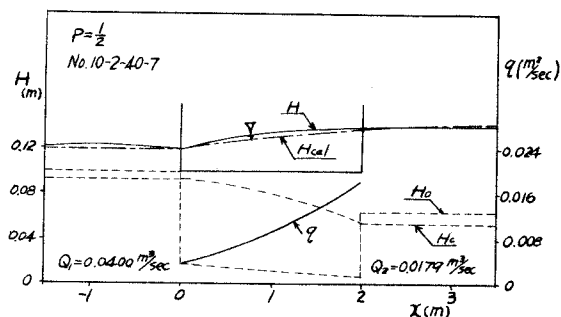


図-3 セミ射流を通る常流状態の流れ

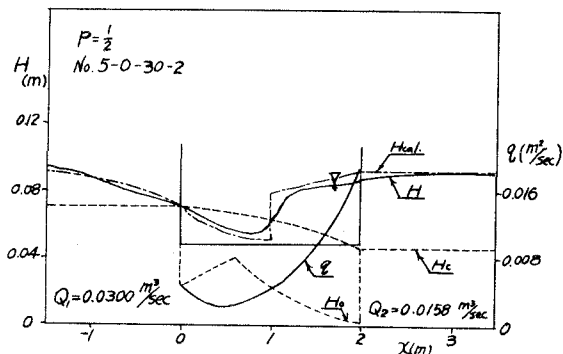


図-4 セミ射流を通る射流-跳躍-常流状態の流れ

(3) 水面形の数値計算法 流量が場所的に変化する流水の水理学的特性を明らかにすることは、結局水面形の追跡計算に外ならない。この計算法も原理的には通常の水理学における水面形計算法としての特長と方法によって行なわれるが、水路の形状は流下距離の関数、流出入量は一般に水位の関数であるから、その計算は容易になる。これらの詳細は諸書に示すが、最も簡単な場合は、一様水路において流出入量が水位の関数として与えられる場合、 $q = q(H)$ 、あるいは一様な流出入流量を目的とする一様断面水路の設計、 $q = \text{const.}$ 、 $\partial A / \partial x \neq 0$ 、この場合、水面形状は微分方程式で解析される。