

II-12

水平床上に設置された鉛直水門の流出機構について

京都大学工学部 正員 工博 岩佐義朗
京都大学大学院 学生員 ○名合宏之

この研究は、各種水門による流出機構の解明に関する水理学的研究の第一歩として、流出をおこなう水理構造物の形状をもっとも単純なモデルに置きかえた例として、水平床上に設置された鉛直水門からの自由流出、とくに、その縮流係数について、実験結果をもとにして、若干の考察をおこなったものである。

1 縮流係数と開度との関係

著者らは、巾 20cm 、深さ 20cm 、全長 450cm 、水門上流側水路長 200cm の直線水路を用い、開度 a を 2.00 、 4.00 および 6.00cm に変化させて実験をおこない、縮流係数 μ について図-2 のような結果をえた。図中×印は Smetana¹⁾ が開度約 4.00cm でおこなってえた実験値である。従来、縮流係数 μ に関する Müller, Pajer, Knapp などの研究では、 μ は q/H_0 によって一義的に定まるとされ、それぞれ理論曲線が与えられているが、それらのうち、重力の影響も考慮した Pajer²⁾ の理論曲線と、著者らの実験結果とを比較してみると、図に示すように、実験値はすべて理論値より大きく、また、 q/H_0 が同じ場合でも、開度 a によって変化する。理論値との差は、開度 a が小さくなるほど、また、フルード数が小さくなるほど大きくなる。この場合、フルード数は縮流断面での値を示している。また、 q/H_0 が小さくなる、すなわち、フルード数が大きくなると、各実験値

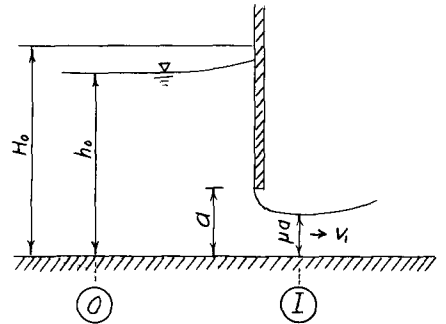


図-1 流出一般図

はある一定の値に収束する傾向がみられるが、その値は、Smetana の実験値をも考慮すると、理論値の $q/H_0=0$ における値 $\mu=0.611$ よりかなり上方に存在するようである。

このように縮流係数 μ が、同じ q/H_0 に対しても、 a の値によって大きく変動すること、また、理論曲線よりも大きな値をとる原因などについては、Pajer の理論では考慮されていない、水門前面に生ずる渦や、壁面および底面での摩擦など、種々の流体力学的影響が考

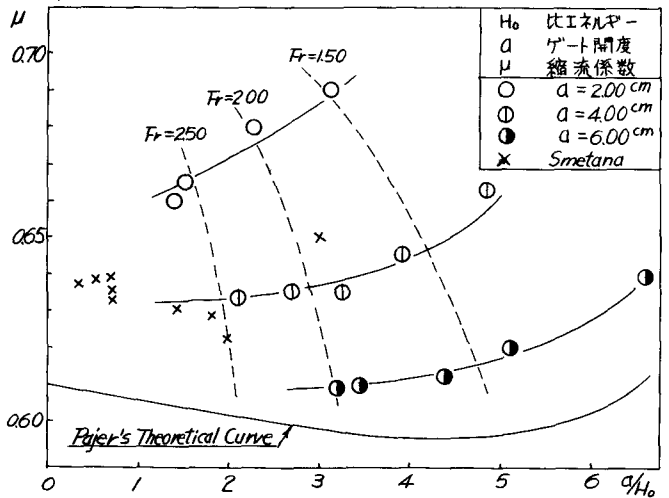


図-2 縮流係数 μ と q/H_0 の関係

られるが、今後、これらの点について研究していく必要があると思われる。

2 縮流係数が流量係数におよぼす影響

上述のような縮流係数の変動が流量係数にどのような影響をおよぼすかをしらべるため流量係数として、Henry³⁾の用いている式、すなわち、

$$Q = C_1 A \sqrt{2gh_0} \quad , \quad A: \text{流出口断面積} \quad (1)$$

$$C_1 = \mu / \sqrt{1 + \mu^2 g/h_0} \quad (2)$$

を使用し、実験より求めた μ を用いて、流量係数 C_1 を整理すると図-3に示すようになる。

図中、Henryの実験曲線は、流量と上流側水深を用いて、

$$C_1' = Q / A \sqrt{2gh_0} \quad (3)$$

より求められたものである。図にみられるように、式(2)によって求めた流量係数と、Henryの実験曲線との差は無視されないほど大きなものであり、また、 h_0/a によって一義的に定まる量ではないことがわかる。このことは、式(2)が h_0 が一定でも a によって変動する値 μ を含んでいるためと考えられる。

式(2)は、断面0と断面Iの間におけるエネルギー損失を無視して、近似的に導かれた式であるが、いま、この断面間のエネルギー損失を、 $h_L = k \cdot V^2/2g$ 、という形で導入し、式(1)の流量係数を求めると

$$C_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + k/1 - (\mu^2 g/h_0)^2}} \frac{\mu}{\sqrt{1 + \mu^2 g/h_0}} \quad (4)$$

となる。これが式(3)の C_1' にひとしいと考えられる。Henryはこの C_2 を実験により一つの曲線としてあらわしているが、著者らの実験結果も、式(3)によって整理すると図-4に示すようになる。この図より、 h_0/a が小さい範囲では、 C_2 は開度 a によって変動し、 h_0/a が大きくなるにしたがい、ある一定の曲線に近づくことがわかる。このことは h_0/a が小さい場合には、開度 a の変化による μ の変動が大きく、 h_0/a が大きくなると、 μ が一定の値に収束するという傾向が C_2 にも影響をおよぼすものと考えられる。以上のように縮流係数が流量係数におよぼす影響は大きく、流量係数も、Henryのように h_0/a の一義的な関数としてあらわしえないことがわかる。

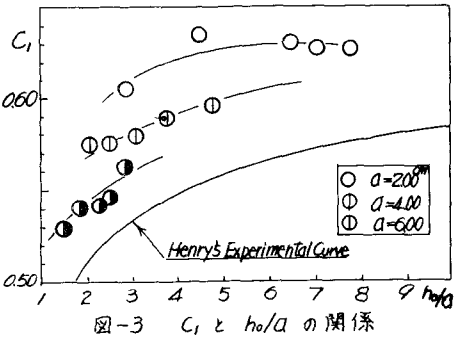


図-3 C_1 と h_0/a の関係

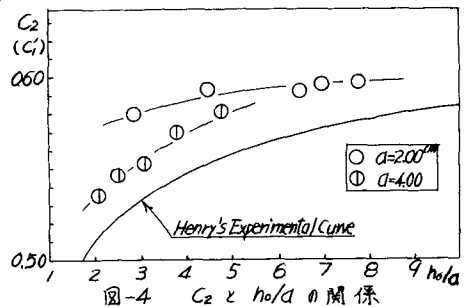


図-4 C_2 と h_0/a の関係

参考文献

- 1) Smetana, J., Versuche über den freien und gestauten Wechselsprung.
Mitteilungen der hydrologischen und hydrotechnischen Versuchsanstalten in Prag (1937)
- 2) Pajer, G., Über den Strömungsvorgang an einer umströmten scharfkantigen Planschütze ZAMM. Ht5 (1937)
- 3) Henry, H.R., Characteristics of sluice gate discharge.
Proc. of A.S.C.E. (1949)