

広島大学工学部 正員 工修 名倉宏之

五洋建設 桐原重司

広島大学大学院 学生員 楠 孝純

水門底面形状、流出量特性に及ぼす影響を調べるため、さきに図-1に示されるような傾斜底水門の縮流係数について理論的考察をなした¹⁾。その結果縮流係数は水門の厚さがある程度以上になると底面傾斜角と同じ傾斜角をもち傾斜水門の値に近しくなることをわかった。このことは流出量特性が縮流係数によって大きく支配されることから理論的には流量係数について60程度のことがいえるが、本研究ではこれを種々の模型を用いて実験的に検討した。その結果を若干、簡単にまとめて報告するものである。

1. 傾斜底水門の流量係数

傾斜底水門の流量係数 C は一般の場合と同様に

$$C = Q / B \cdot a \cdot \sqrt{2g h_1} \quad (1)$$

とあらわされる。ここに Q : 流出量 a : ゲート開度 B : 水路幅 h_1 : 上流水深である。この流量係数 C は Lager²⁾ や Henry³⁾ の用いた仮定を用いると近似的に h_1 のようなあらわされる。

$$C = \frac{\mu}{\sqrt{1 - (\mu a / h_1)^2}} \sqrt{1 - h_2 / h_1} \quad (2)$$

ただし、自由流出の場合には

$$h_2 = \mu a \quad (3)$$

であり、せきり流出の場合には

$$h_2 = a \times \frac{K^2 \pm \sqrt{K^4 + 4A[A(h/a)^2 - (h/a)K^2]}}{2A} \quad (4)$$

となる。ここで $K = 1/\sqrt{1 - (\mu a / h_1)^2}$, $A = 1/4\mu(1 - \mu a / h_2)$ である。以下の考察において流量係数の実験値は式(1)を、理論値は式(2)を用いて計算される値である。

2. 実験装置および方法

実験は幅40cm、深さ60cm、長さ10mのアクリライト製水平直線水路を用い、ゲート開度 a を60mm固定しておこなった。水深測定は水門上流側はポイントゲージを用いておこなった。せきり流出時、下流水深は水面振動が激しい場合は水路底面の圧力を測定して求めた。実験に用いた傾斜底水門はアクリライト製であり、底面傾斜角 δ は 30° , 45° および 60° の3種類で、その底面傾斜角について d/a が1.0, 2.0, および4.0の3種類のものを利用した。そのほかには $\delta = 30^\circ$ で、 $d/a = 1.0$ の場合には上流側、鉛直板と底面傾斜板との交点に半径が1.73cmの丸みをつけたものを用いた。また傾斜水門の実験値は同一水路において、水門と2厚さ5mmのステンレス板を用いて得た値である。

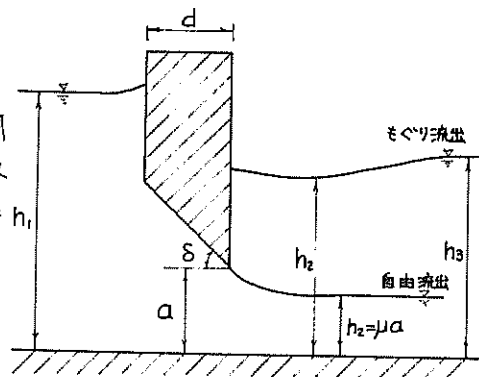


図-1 傾斜底水門流出図

3. 実験結果とその考察

1) 自由流出時の流量係数

図-2, 図-3, および 図-4 はそれぞれ底面傾斜角 δ が 30° , 45° および 60° の場合の自由流出時の流量係数を示しているが、これらの図から明らかなように $\delta = 30^\circ$ で $d/a = 1.0$ の場合で流みをつけていらい、場合を除くと、底面傾斜角が同じ傾斜水門の流量係数は d/a の大小にかかわらず、ほぼ同一の値となり、その値は傾斜水門の流量係数の実験値とほとんど同一である。

$\delta = 30^\circ$ で $d/a = 1.0$ の場合で流みをつけていらいの場合には他の実験値にくらべてかなり大きな値を示しているが、これは流出機構が他の場合と異なり上流側鉛直板と底面傾斜板との交点において流線がはくりし、底面において大きなはくり領域を形成し縮流効果を減少させるためと考えられる。こうした場合に水門底面において大きなはくり領域が存在する場合は流出量特性がかなり変化するが、その影響が小さい場合には傾斜水門、自由流出時の流量係数は同じ底面傾斜角をもつ傾斜水門の値とほぼ同一であると考えてよいことがわかる。なおこれらの図中の実験は縮流係数の理論値を用いて式(2)より計算された流量係数であり水門の厚さにはほとんど影響されないことはわかったが、実験値とは大きな差が認められる。これは式(2)が近似式でありその仮定に問題があるほか、自由流出時の縮流係数には重力が大きく影響するが、理論値にはこの点を考慮してはいないためと考えられる。

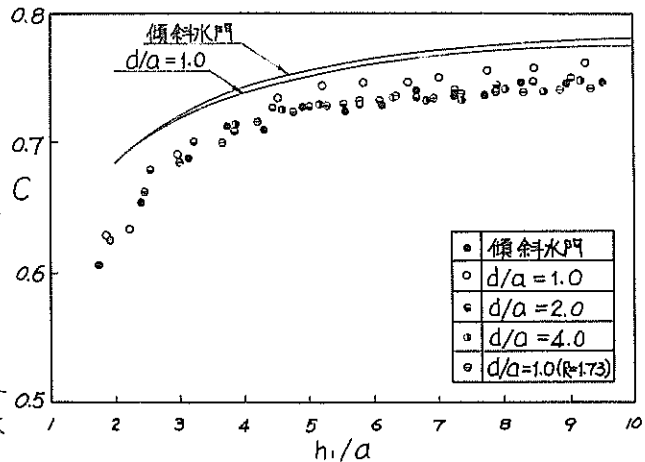


図-2 流量係数 (自由流出 $\delta = 30^\circ$)

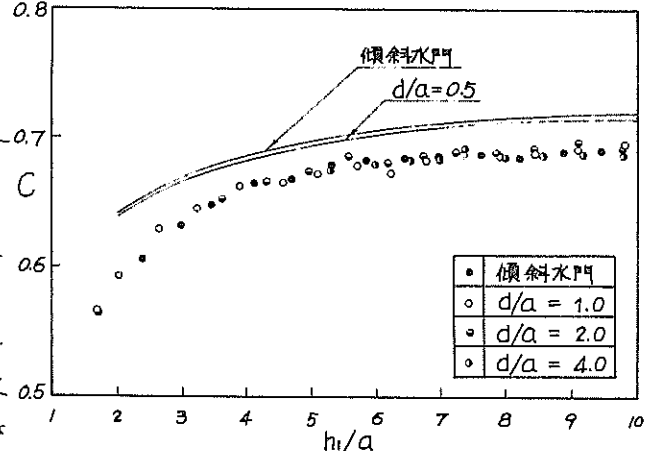


図-3 流量係数 (自由流出 $\delta = 45^\circ$)

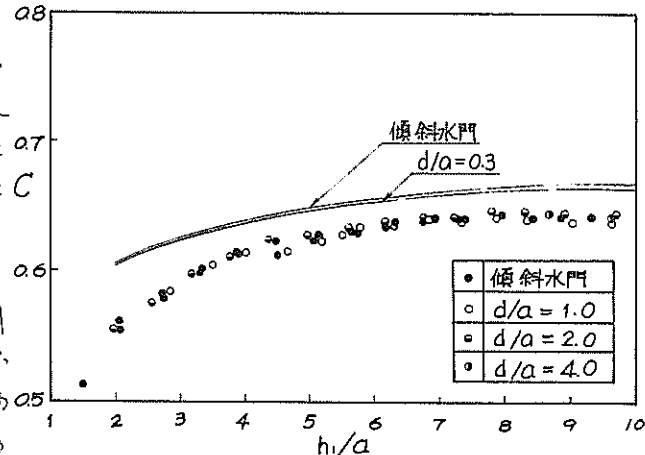


図-4 流量係数 (自由流出 $\delta = 60^\circ$)

2) もぐり流出時の流量係数

図-5、図-6 および図-7 はそれぞれ底面傾斜角 δ が 30° 、 45° および 60° の場合、もぐり流出時の流量係数、実験値と理論値を比較したものである。理論値を式(2)より求める場合に仮想的な縮流係数として用いた値を用いることが問題になるが、自由流出時の流量係数が永門の厚さにはほとんど関係しないが、たゞ、おまけもぐり流出時の流量係数を式(2)、式(3)および式(4)を用いて求める場合には自由流理論値によって得られる縮流係数の値を用いることが自由流出時に比べてかなり妥当と考えられること¹⁾が、ここでは傾斜永門と同じ底面傾斜角をもつ傾斜永門の縮流係数¹⁾を用いた。これらの図からわかるように d/a を変化させておこなった実験の結果からは傾斜永門の厚さの影響による流量係数の変化はほとんど認められず、またいずれの底面傾斜角の場合にも実験値は理論値よりも、とくは傾向が認められる。この減少の程度を調べる一つの目安として理論値に対する実験値の割合の平均値を求めると、底面傾斜角が 30° 、 45° および 60° の場合についてそれぞれ 0.959 、 0.958 および 0.970 である。このように実験値が理論値にくらべて減少する原因としては、種々考えられるが、式(2)に於いて考慮されていない永門直下流の縮流断面に至るまでの領域において渦の発生にともなうエネルギー損失は大きな要素と考えられる。図-8 は上に求めた平均値を傾斜永門の場合と比較したものである。この図では自由流出時の場合と同様にもぐり流出時の場合も傾斜永門の流量係数とほぼ同じになると考えてよいであろう。

以上、底面傾斜角が 30° 以上の場合について考察したが、それ以下の場合には講演時に述べる。

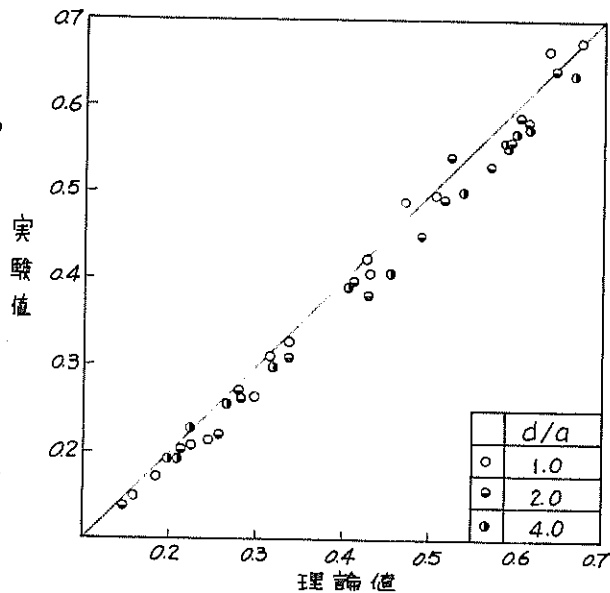


図-5 流量係数 (もぐり流出 $\delta=30^\circ$)

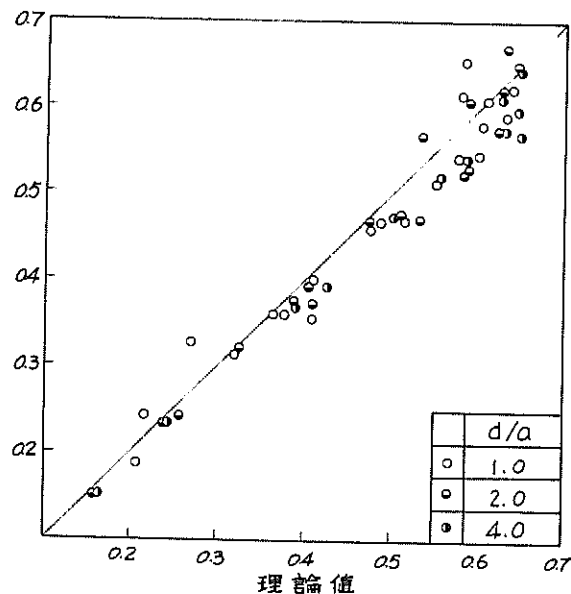


図-6 流量係数 (もぐり流出 $\delta=45^\circ$)

最後にこのような研究をすすめるにあたりつねに御指導を賜り、特に吉田佐義朗教授、適切な御助言を賜り、左金丸昭治教授、実験および資料整理に御助力下さり、左渡辺英正君、沖野道明君に深く感謝します。

参考文献

- 1) 名倉宏之, 桐原至司: 傾斜底水門, 流出機構 (水門底に於ける離床現象をともなう場合), 土木学会, 四支部学術講演会講演概要, 昭和45年7月
- 2) Jager, C.: Engineering Fluid Mechanics, Blackie Son, 1961
- 3) Henry, H. R.: Diffusion of Submerged Jets. Proc. ASCE, Sept. 1949
- 4) Iwasa, Y. and H. Kago: Hydraulic Performances of a Vertical Gate to Effluxes, Memoirs of the Faculty of Engineering, Kyoto Univ. vol. 20, Part 2, Apr. 1968

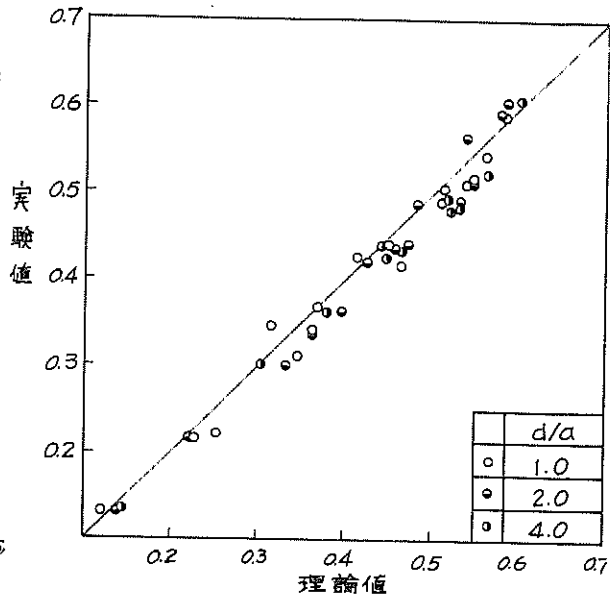


図-7 流量係数 (もりり流出 $\delta=60^\circ$)

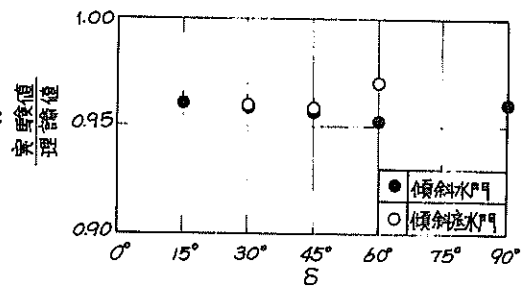


図-8 流量係数 (実験値/理論値)