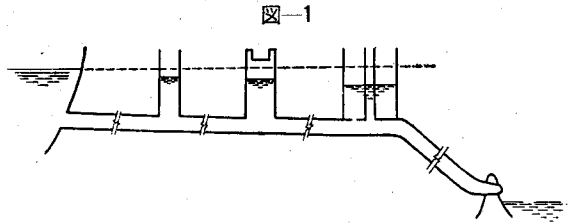


$$\left. \begin{aligned} K_L K_v / K_t &= K_z = K_o K_v^2 \\ K_R K_z / K_t &= K_v = K_\mu K_z^{3/2} = K_T K_z^{1/2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

ただし K_L, K_v, K_t, K_z, K_o は模型におけるそれぞれ水路長, 流速, 時間, 鉛直方向の寸法, 抵抗係数の各縮尺を表わし, また K_R, K_μ, K_T はそれぞれサージタンク断面積, 越流長, ポート面積を各水路断面積で除した比の値の各縮尺を表わす。式(1)において未知量は8個であり, 等号は5個であるから, 差引き3個の縮尺のみを独立に選び, 他は式(1)を満たすように定めなければならない。

上の場合の特殊の場合として差動式サージタンクが欠けるとき相似条件式は式(1)において $K_T K_z^{1/2}$ を落せばよい。またさらに越流式サージタンクをも欠く場合には式(1)において $K_\mu K_z^{3/2}$ の項を落せばよく, この結果は Gibson の式と一致する。また越流式サージタンクのみを欠くときの相似条件は式(1)と全く同一となる。

次に式(1)を満たす模型管路(内径 2 1/2", 総延長約 50 m)をつくり, 上昇並びに下降サージングの各種実験を行い, 原型におけるサージング曲線(数値積分計算によつたもの)と比較を行っているが, 曲線との一致の度合はきわめてよい。



(4-14) サイフォン模型実験における相似法則について

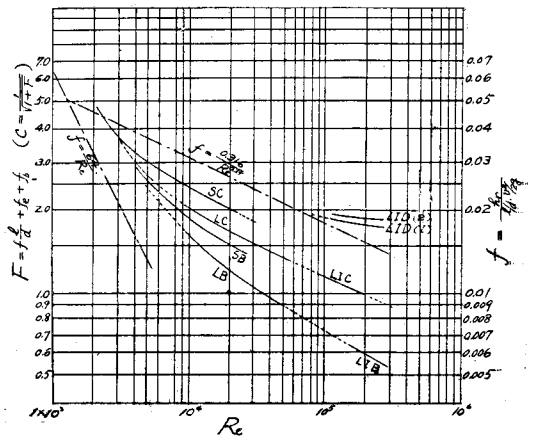
正員 北海道大学工学部 工博 大 坪 喜久太郎
正員 同 ○尾 崎 晃

サイフォン流量の相似問題に関する模型実験としては, A.H. Gibson (1931) をはじめとして多数行われている。これらは大体において l/d (ただし l はサイフォンの全長, d は最小断面の高さまたは直径) が 8~15 程度の比較的太くて短いサイフォンに関して行われたものであり, 管壁の摩擦損失よりもむしろ複雑な彎曲その他の形状による損失の方が大きい割合を占めている場合である。これに対して l/d が 25 あるいはそれ以上になると, 形状による水頭損失に較べて摩擦損失が相当大きな割合を占めるようになる。さらに また実際のサイフォンに発電用水圧管などのような比較的滑面の管を使用する場合には Gibson の報告にあるように, 縮尺比を小さく大へと次第に変えて実験してみても, 流量係数 C (ただし $C = \frac{Q}{A\sqrt{2gh}}$; ここに Q は実測せる流量, A は最小断面積, h は総落差) の値はなかなか一定値に収斂しにくい。このような場合に比較的小縮尺の模型で実験を行うための相似の考え方について次のようなことを試みた。

サイフォンの水頭損失としてはふつうに次のものを考える。すなわち流入損失 (f_e), 彎曲損失 (f_b), 及び直線部の摩擦損失 (f) で, 上記の流量係数 C をこれらによつて表わせば $C = \frac{1}{\sqrt{1+f_e+f_b+f \frac{l}{d}}}$

となる。このうち $f_e+f_b+f \frac{l}{d} = F$ とおき, レイノルズ数 Re と F との関係について直線管のときと同様に取扱つてみる。実際の工事に使用された直径 106 cm のサイフォンの流量係数を推定するための模型実験として, $d=2$ cm, 4 cm の硝子管製, 及び $d=6$ cm, 12 cm の鋼管製で相似の形を持つたサイフォンにつき, 流入口の形, 出口の形, 及び l/d 等をいろいろに変えて行つた実験の結果, Re と F との関係を対数

図-1



方眼紙に取り、これらを滑面あるいは粗面を有する直線管の場合に、同様にして得られた結果と比較した。図-1 はそれであつて図中右側には f の値、左側には F の値が記入されている。鎖線で書かれた $f = \frac{64}{Re}$ 等の線は実際はこの図のはるか下方にあるわけであるが比較を容易にするため、座標をずらせて左側の F の値と重ね合わせたものである。また SC, LC 等々の記号は例えば SC は $d=2\text{ cm}$ で入口に bell mouth を持たぬ硝子管製サイフォン、LC は同型で $d=4\text{ cm}$ のもの、LIC は同型で $d=12\text{ cm}$ の鋼管製、また SB, LB 等は入口に bell mouth を付したものの等の略号であるがくわしくは講演の際に述べる。

これにより各サイフォンの全抵抗係数 F と、直線管の抵抗係数 f との関係が明らかになる。この関係を利用することにより scale effect を除くための縮尺の限界について以前に行われていた方法よりも一層正確な判断を下すことができた。以上のことに関する一連の模型実験、及び実物サイフォンにおける観測結果について述べる。

なお本研究は文部省科学研究費の補助によつたものである。

(4-15) 水 門 の 流 量 係 数 に つ い て

正 員 早稲田大学理工学部 米 屋 秀 三

水門からの流出水は下流の水位によつて図-1 の I~IV の 4 つの状態がある。I, II の自由射流の流量についてはすでに理論的に解析されている。すなわち

$$q = C_q Z \sqrt{2gH} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$C_q = \frac{C}{\sqrt{1 + CZ/H}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに q は単位巾の流量、 C_q は流量係数、 C は縮流係数である¹⁾。そこでここでは III, IV の潜射流について解析を行つた。

図-1 において射流の最も縮流した断面を ① とし、その縮流水深を CZ とする。またその上にかぶさつた部分は死水領域とする。断面 ② と ① のエネルギーの式から

$$\frac{1}{2g} \left(\frac{q}{N} \right)^2 + H = \frac{1}{2g} \left(\frac{q}{CZ} \right)^2 + H_1$$

である。断面 ① と ③ の運動量の式から

$$\frac{H_1^2}{2} + \frac{1}{g} \frac{q^2}{CZ} = \frac{H_2^2}{2} + \frac{1}{g} \frac{q^2}{H_2}$$

である。両式から H_1 を消去して q を求めると

$$q = \frac{CZ}{\sqrt{1 - (CZ/H)^2 - 2(CZ/H_2) + 2(CZ/H_2)^2}} \times \sqrt{2g(H - H_2)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\therefore C_q = \frac{C}{\sqrt{1 - (CZ/H)^2 - 2(CZ/H_2) + 2(CZ/H_2)^2}} \times \sqrt{1 - H_2/H} \quad \dots\dots\dots (4)$$

となる。

実験は巾 30 cm の木樋に厚み 3 cm の板水門を置き、 $q = (20/30 \sim 50/30) \text{ l/sec}$ 、 $Z = (3.5 \sim 15.0) \text{ cm}$ の範囲で、I~IV の流出状態について行つた。この q , Z と実測の H とを用いて (1) 式から C_q を計算し、これを図示して H_2/Z の等値線を画くと図-2 の太鎖線となる。また実測による縮流係数は $C=0.63$ となつたので、それを用いて (2), (4) 式を画くと同図の細実線となる。

図-1

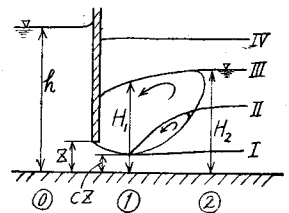
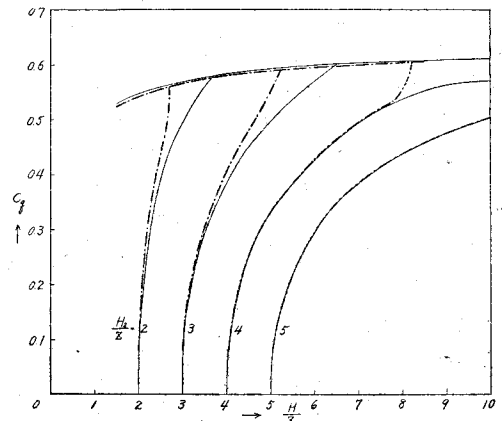


図-2



文 献

- 1) Rouse : Fluid Mechanics (1938) p. 314~315.