

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = 0$$

及び、底面 $y = -d$ で $v = -\frac{\partial \phi}{\partial y} = 0$ 、壁面 $x = 0$ で $u = -\frac{\partial \phi}{\partial x} = 0$ を満たすことは明らかである。

計算の結果によると波形は

$$y = \frac{1}{4} k A^2 \coth kd + A \sin \sigma t \cos kx + \left[\frac{k A^2 \tanh kd}{4} \left(1 + \frac{1}{2 \tanh^2 kd} \right) + k A^2 \tanh kd \left\{ \frac{1}{8 \sinh^2 kd} - \frac{1}{4} - \frac{3}{2 \sinh 2 kd (2 \tanh kd - \tanh 2 kd)} \right\} \cos 2 \sigma t \right] + \dots$$

となる。ただし A は重複波の半波高であり、 σ は

$$\sigma^2 = g k \tanh kd \left(1 - \frac{1}{4} k^2 A^2 + \dots \right)$$

から定められる。

重複波の砕波限界を求めるため筆者は、W.G. Penney & A.T. Price の用いた深水重複波の砕波条件を一般化

$$\text{して、} \frac{\partial v}{\partial t} + g \tanh^2 kd = 0$$

を計算し $k A \coth kd = 0.592$

を得た。 d を水深 H を用いて書き直すと

$$k A = \frac{\sqrt{\coth^2 k H + 0.350 \operatorname{cosech}^2 k H} - \coth k H}{0.296 \operatorname{cosech}^2 k H}$$

となり、これから得られる結果は、F. Suquet & A. Wallet の実測値ときわめてよく一致する。

(4-12) 地下水面の非定常運動に関する数値解法の考案

正員 東京大学工学部 工博 内 田 茂 男

施工のための急速水抜き、給水のための揚水、発電のための湖面低下、川の水位変動等にもない隣接土中に地下水面の非定常運動が起る。これは法面の安定や利水量または速度の限界を知るために、重要な課題であると考えられる。流れを垂直方向に一樣と仮定すると、水平に近い地下水面の運動に対して、熱伝導に似通った次のような偏微分方程式を得る。地下水面の厚さを h 、時間を t 、座標を x, y とすると

$$\frac{\partial h^2}{\partial t} = h \left(\frac{\partial^2 h^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h^2}{\partial y^2} \right)$$

これは右辺の係数 h が常数でないために、非線形微分方程式となる。これを等価積分表示式によつて、数値的に積分してゆく方法を考えたので、その概略を述べる。

(4-13) サージタンク模型実験の相似律

正員 中央大学工学部 工博 林 泰 造

准員 同 寺 中 啓 一 郎

同 寺 島 美 穂 人

サージタンクの模型実験の相似律については従来最も簡単な単働式の場合についてのみ Gibson (Proc. Inst. Civ. Eng. 1924~25) 等により研究が行われたが、他のこれより複雑な形式のサージタンクまたは2つ以上のサージタンクの存在する場合については未だ十分な研究は行われていないように思われたので、ここにこの相似律の問題について理論的並びに実験的研究を行つた。

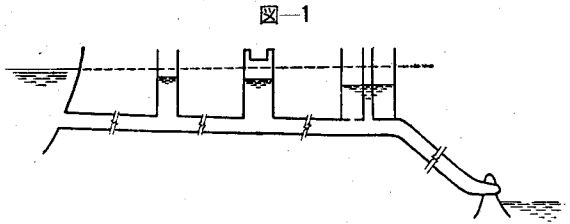
一般的な場合の一例として図-1のような単働式、越流式並びに差働式の各サージタンクをあわせ持つ系について考える。この場合につき理論的考察の結果、模型実験の相似律としては次の式を満たすように模型の各縮尺を定めればよいことがわかる。

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

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

