

(Ⅲ-8) 波起し装置に関する基礎的研究 (その1)

京都大学 工学部 正員 野 田 英 明

波に関する実験施設は、わが国および諸外国においても数多く製作され、波起し装置もその構造や型式は各種のものが考案され利用されてきた。しかしいろんな波起し機にはそれぞれ特徴があり、実験波の特性や実験の目的に応じて選択、使用されてきたが、その選択方法や波起し機の特徴については1、2の研究があるのみで、いまだ疑問とするところが多い。たとえば、波起し機の型式がことなつても起された波の運動が同じであれば、たとえ実験施設がことなつていても、実験目的が同じ場合には、それらの実験結果を直接比較検討することができる。しかし波起し機がことなる場合に起された波の特性がことなると、これを無視して結果を比較検討することは危険であると考えられる。このような点から、著者はいろんな型式の波起し機によつて起された波が水理学的にどのような特性をもつかを、現在実用に供されている主な波起し機、特にフラッター式、ピストン式、ブランジャー式および気圧式などについて検討しようとするものである。

まず一例として、フラッター式の波起し機について考察を進めよう。フラッター式の波起し機の運動は波の進行方向、水底にX軸、鉛直上方、波起し機の平均位置を通るようにY軸をとると、

$$X = \xi(y) \sin kt \quad \dots \dots \dots (1)$$

となる。ここで $k = 2\pi/T$ であり、この波起し機の運動により起される波は F. Biessel によれば微小振巾波理論を用いて、ポテンシャル関数 $\phi(x, y, t)$ で表わされ、

$$\phi = -\frac{k}{m_0} C_0 \cosh m_0 y \sin(kt - m_0 x)$$

$$- \sum_{n=1}^{\infty} C_n \frac{k}{m_n} \cos m_n y e^{-m_n x} \cos kt \quad \dots \dots \dots (2)$$

となる。ここで m_0 および m_n はそれぞれ $k^2 = m_0 \tanh m_0 h$ および $k^2 = -m_n g \tanh m_n h$ をといてその正の値をとればよい。常数 C_0 および C_n はそれぞれ

$$C_0 = 2 m_0 \frac{\int_0^h \xi(\alpha) \cosh m_0 \alpha d\alpha}{\sinh m_0 h \cosh m_0 h + m_0 h} \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$\zeta_n = 2m_n \frac{\int_0^h \xi(\alpha) \cos m_n \alpha d\alpha}{\sin m_n h \cos m_n h + m_n h} \quad (3)'$$

となる。したがって(2)式から水粒速度のx方向およびy方向の成分、水粒子の変位および波の振巾などが求められる。いまフラッター式波起し機による波の振巾を求めるために波起し機の静水面における最大変位を ℓ とすると、

$$\xi(y) = (\ell/h)y \quad (4)$$

となる。ここでhは水深であり、yは水底から鉛直上向きに取る。(4)式を(2)、(3)式に代入し簡単な計算により波の振巾 $H/2$ は

$$H/2 = K\ell \quad (5)$$

となり、ここで、

$$K = 2 \frac{\sinh m_0 h (1 - \cosh m_0 h + m_0 h \sinh m_0 h)}{m_0 h \sinh m_0 h \cosh m_0 h + m_0 h} \quad (6)$$

となる。

実験は長さ2.4 m、巾0.5および高さ1.0 mの両面ガラス張水路の一端に金網の消波装置を取り付け、約4 mはなれたところに図-1に示す構造の波起し機を取り付けた。また他端には木製の傾斜部を設けその勾配を $1/10$ とし、水深は60 cmと一定にして実験を行なった。なおフラッター式波起し機の運動は図-1に示す諸元から

$$x = \ell_1 \left[\sqrt{(\ell_2/\ell_1)^2 - (\cos \omega t - 1)^2} - (\ell_2/\ell_1) + \sin kt \right]$$

となるが、 $\ell_2 \gg \ell_1$ の場合には $x \approx \ell_1 \sin kt$ となり静水面においては ℓ_1 と ℓ の関係から $x \approx \ell \sin kt$ となり(1)式と同じ運動になる。なお波起し機には $1/4$ HPのモータを取り付け ℓ_1 は0~20 cmまで変えられるようにし、周期は無段変速機により0.60 sec~2.50 secまで変えられる。さらに波の諸特性は電気抵抗式波高計を用い、ペン書オシログラフに、水深60 cmの一定部および傾斜部は碎波点まで1 m間隔に波形を求めた。(5)式において $\ell = 9$ cm ($\ell_1 = 1.5$ cm)と一定にし、波起し機の周期をかえた場合の k と L/h の関係を求めたのが図-2で、実線は理論値、点は $x = 0.50$ mにおける著者の実験値をしめしている。この図から K の実験値は理論値よりもかなり小さく、さらに L/h (h —一定の場合は周期)が変わると波高が変化することを、理論により波高より実験による波高の方が小さいことをしめしている。また $x = 1.0$ mでは k の値はさらに小さくなっている。上のことは反射の影響、波起し機の前後の水密性の影響などによるものであろう。なお水粒子の運動、波起し機

相互の比較などについては講演時に述べる。

最後に本研究において終始御指導を賜った石原藤次郎教授に深く感謝の意を表する。

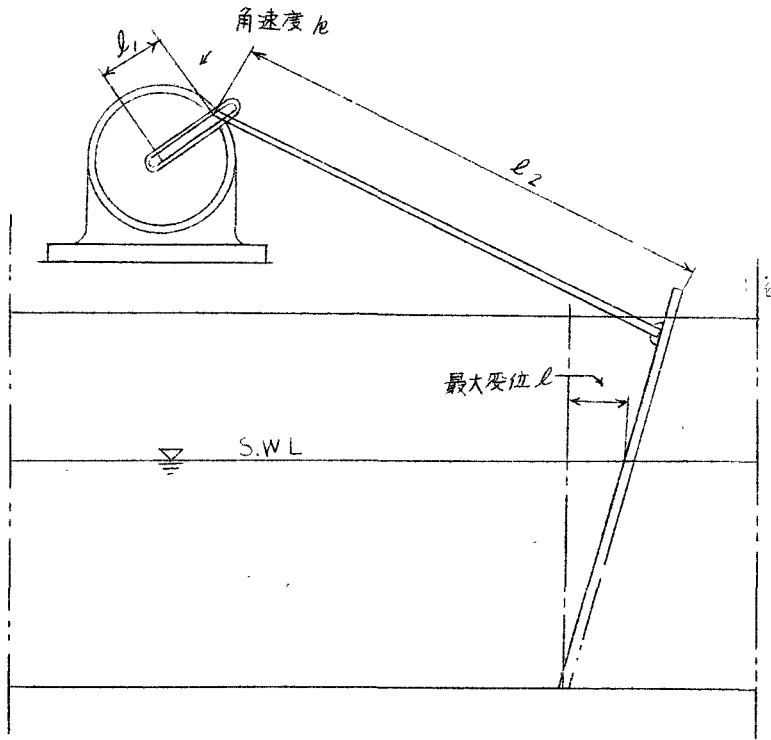


図 - 1

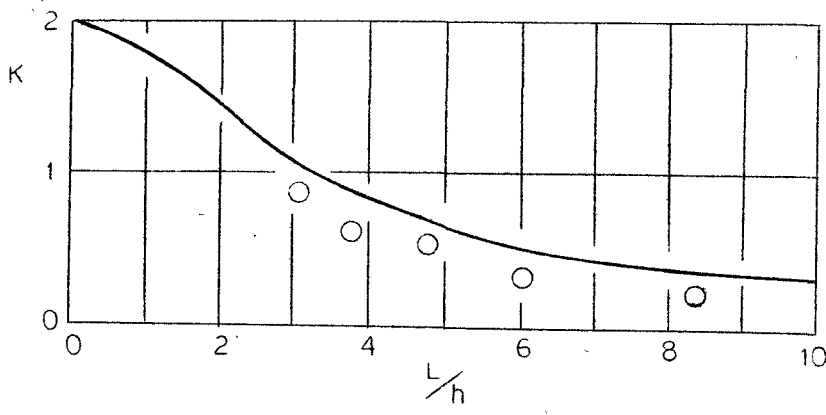


図 - 2