

II—34 造波装置に関する基礎的研究(その2)

京都大学工学部 正員 野田 英明

海岸工学上の諸問題を解析する一つの方法として、近年、模型実験がさかん利用されている。しかし波動現象に関する諸問題を模型実験によって解析する場合には、造波装置の特性も十分に解明しておかなければならない。一般に工学的な計算には微小振巾波理論を用いることができるが、実際の模型実験では、微小振巾波理論に合致した波が起立しているかどうかは、非常に疑問である。著者は昭和36年度土木学会関西支部講演会において、フラツター式波起し機の特性について若干の実験的考察を行なったが、その後、さらに実験をかさね、さらに検討を加えた。

この研究に用いた実験装置は長さ24m、巾0.5m、および高さ1.0mの両面ガラス張水路の一端に金網の波起し装置を取り付け、これより約4mはなれたところに水槽がヒンジになったフラツター式波起し機を取り付けた。また他端には木製の傾斜部をもうけ、その勾配を $1/6$ とし、水深は60cmと一定にして、実験を行なった。なお波起し機には $1/4$ HPのモーターを取り付け、腕の長さは0~20cmまで変えることによって波高を調節し、周期は無段変速機により0.6~2.5秒の間を連続的に変えることができる装置とした。なお波起し機によって起された波の特性を知るには、従来から行なわれてきたように、水面の変化、波速および水粒子の運動などを、電気抵抗式波高計およびストロボ・フラツシユなどを用いて実測した。

一般に、水槽にヒンジを持つフラツター式波起し機の波はBiésselによると

$$H = 2k\ell \quad (1)$$

で表わされる。ここで、 H は波高、 ℓ は静水面における波起し機の最大変位であり、 k は水深に関する定数で、

$$k = \frac{\sinh(2\pi\ell/L) \{1 - \cosh(2\pi\ell/L) + (2\pi\ell/L) \sinh(2\pi\ell/L)\}}{(2\pi\ell/L) \{ \sinh(2\pi\ell/L) \cdot \cosh(2\pi\ell/L) + (2\pi\ell/L) \}} \quad (2)$$

である。ここで、 ℓ は水深であり、 L は波長である。

1. 波高に関する実験結果

いま、波起し機の平均位置を原点に、波の進行方向に x 軸をとった場合、 $x=4.0m$ における波高と周期との関係も、 ℓ をパラメーターとして示したのが図-1である。ここで、実験はBiésselの理論曲線であるが、実験値の方がやや小さくなっている。さらに、周期 T が1秒より小さくなると、波高は急激に小さくなっている。この現象はJohnson、およびBiésselの実験結果にもその傾向がみられる。この原因について若干の考察を行なってみよう。

実験中、波起し機付近で碎波が現れるようになると、波形はpermanent typeではなくなり、波高は急激に小さくなるのがみられた。図-2はその一例で、ある点における水面の時間的な変化とあらわしたものである。したがって波起し機付近で碎波が現れる条件として、 $x=0$ 点における水粒子の水平方向の最大速度が波速に等しくなると仮定して、その限界を求め

ると、簡単な計算により

$$H = \frac{gT^2}{2\pi^2} \left(\tanh \frac{\pi h}{L} \right)^2$$

となる。ここで、 g は重力加速度である。図-1のハツチの部分 $H \geq \frac{gT^2}{2\pi^2} \left(\tanh \frac{\pi h}{L} \right)^2$ の範囲をしめすもので、この部分では permanent type の波が起り得ないことになるが、実験値はこの値よりかなり大きくなっている。この点については、今後さらに詳細に検討するつもりである。

2. 波形に関する実験結果

Biesel が理論的に求めた波形は正弦波形であるが、実験結果においてはほとんど

と正弦波形はみられない。一般に波形勾配 H/L が大きくなると実験値と理論値との相違が顕著になってくる。この点については講演時に詳細に述べるつもりであるが、いま一つの便法として波高 H と静水面より上の部分の水面上昇高 H_u との比の百分率と H/L との関係とを求めると、図-3のようである。ここで、実線は佐藤博士の求めた有限波高の波による H_u/H の値で、

$$\frac{H_u}{H} \times 100 (\%) = 50 \left\{ 1 + \frac{H}{L} \coth \frac{2\pi h}{L} \right\}$$

図-2

で表わされる。この図からわかるように、フラッター式波起し機の波は佐藤の式とかなりよく一致すると考えられ、 $H/L = 0.01 \sim 0.02$ 付近においてはかなり正弦波形に近いことがわかるが、 H/L が0.02以上になると、波頂が steep になり、波谷が flat になるのがみられる。

なお、現在実験的にさらに詳細に検討を加えているが、その内容については講演時に述べるつもりである。

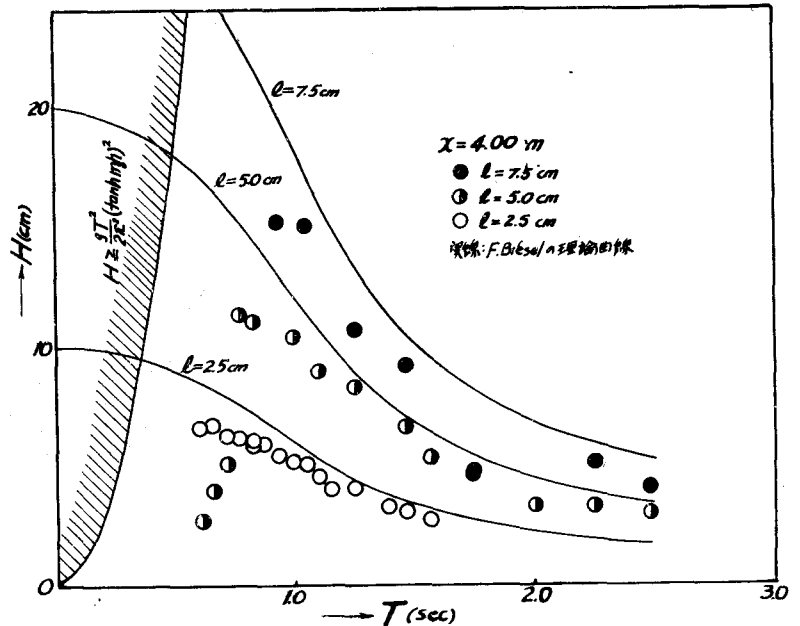


図-1

Wavy line
T = 0.60 sec
X = 12.00 m
h = 5.00 cm

Wavy line
T = 0.60 sec
X = 6.00 m
h = 5.00 cm

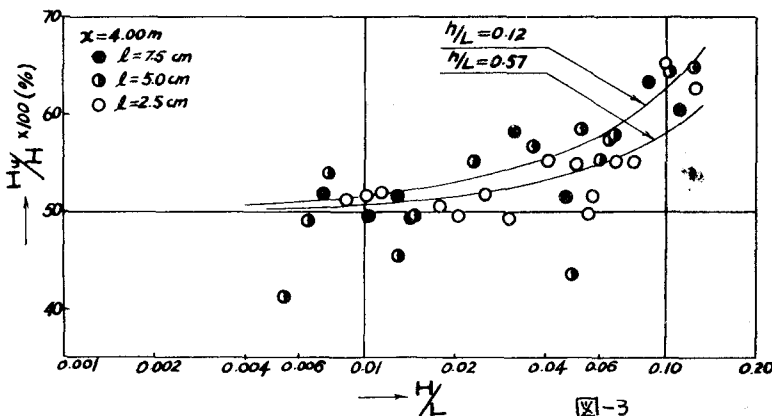


図-3