

Ⅲ-48 水中におかれた板に及ぼす波の揚圧力に関する実験

東京大学工学部 正員 堀 川 清 司
同 正員 手 賀 啓

1. 緒 論

冷却水海中取水に関する模型実験の一環として、Velocity Cap に作用する波の揚圧力についての実験を行う予定であるが、本報告は、測定装置の試作に先立って行った予備実験の概略をまとめたものである。

波力を取扱う場合、波の揚圧力を無視することは出来ないという考え方は、暹研安田博士によって既に発表されたところであり、北海道羽幌港ではケーソン防波堤での実測が行われている。我々の場合は図-1に示すような海中取水構造物に設けられた Velocity Cap に働く揚圧力を、実験的に求めようとするものである。

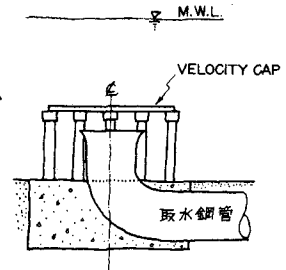


図-1

2. 理論的処理

波の運動であるところから Fr の相似則が成り立ち、Re 数の影響は無視出来るものとすれば、

$$\varphi \left(\frac{H_0}{L_0}, \frac{d}{h}, \frac{d}{L_0}, \frac{p}{\rho g H} \right) = 0$$

が得られ、故に

$$\frac{p}{\rho g H} = f \left(\frac{H_0}{L_0}, \frac{d}{h}, \frac{d}{L_0} \right) \quad (1)$$

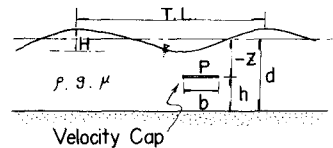


図-2

であることがわかる。ここで d/h は現地での H.W.L., M.W.L., L.W.L. の三種類をとるものとし、 $p/\rho g H$ と H_0/L_0 とを関係づけようとするものである。

一方、微小振巾波理論より

$$\frac{p}{\rho g H} = \frac{\cosh 2\pi(d+z)/L}{n \cdot \cosh 2\pi d/L} \quad (2)$$

同式が水中の圧力変化を表わし得るところから、我々の場合にも適用出来るものと考え(1)式及び(2)式との比較から、補正係数 n は

$$n = g \left(\frac{H_0}{L_0}, \frac{d}{h}, \frac{d}{L_0} \right) \quad (3)$$

によって与えられるものと推定され、 n の特性についての実験式を求めてみる。記号については図-2 参照。

3. 実験方法

実験に用いた Velocity Cap の模型は、図-3 及び写真に示すような構造で、材料は 5mm 厚のアクリル樹脂板を使用し、4本のφ6mm の真鍮棒で、水槽に固定した台にバネを介して支承させた。圧力の pick-up は、全圧力として Cap の中央の変位量を Dial gage で読みとるこ

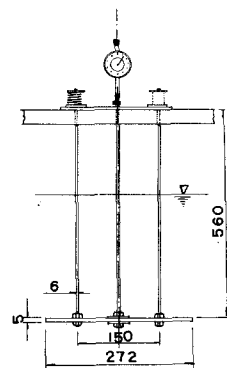
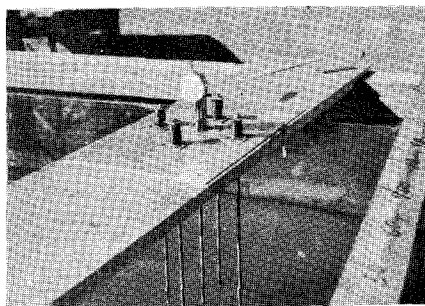


図-3

とし、圧力と変位量との関係は Calibration によってあらかじめ求めた。実験の場合何を以って揚圧力とするかで、詳細に検討した結果、静止状態から鉛直上向きの変位は、波の揚圧力で変位したものとみなし、下向きの量は現地ではパイルで支えられて下ることはいないから、実験に於ても Cap の鉛直上向きの変位量を測定することとした。この場合 Cap 自体は、現地、実験ともに撓まないものとみなす。



水位 d は他の実験との関連から前述の三種類を $\frac{n \cdot h}{d-h}$ とし、夫々について沖波の steepness 6 種類、周期 6 種類を組合せた合計 108 種類の波について各々 2 ~ 4 回の測定を行った。又使用した水槽は、全長 23m の 2 次元造波水槽で固定床一様水深とした。

4. 実験結果

図-4 は測定値から $\frac{n \cdot h}{d-h}$ を計算し、 δ_0 によって plot したもので、これを用いて実際に働く圧力を計算してみると、周期 10sec, 波高 1.0m, 水深 8m (M.W.L) とすれば、沖波に換算して $\delta_0 = 0.0063$ となり $n = 132$ であるから、

$$p = \frac{\rho g H \cosh 2\pi h/L}{n \cosh 2\pi d/L} = 0.0653 \text{ t/m}^2$$

Velocity Cap の面積は 463 m^2 であるから全圧力は 3.05 t となる。同様にして周期 12sec, 波高 3m の波については、 $\delta_0 = 0.008, n = 99$ から $p = 0.27 \text{ t/m}^2$ 故全圧力は 12.5 t であって、両者とも比較的妥当な値を示している。

実際には取水中の Cap は常に下向きの力を受けており、支持しているパイルは水分子の運動を阻止する働きをするから、より安全側にあると云える。尚図-4 に於て一様な傾向を示しながらも点がバラついていることについては、 d/L_0 によるものと考えられ、電氣的測定法を採用すれば、実験の精度は遙かに向上するものと思われる。

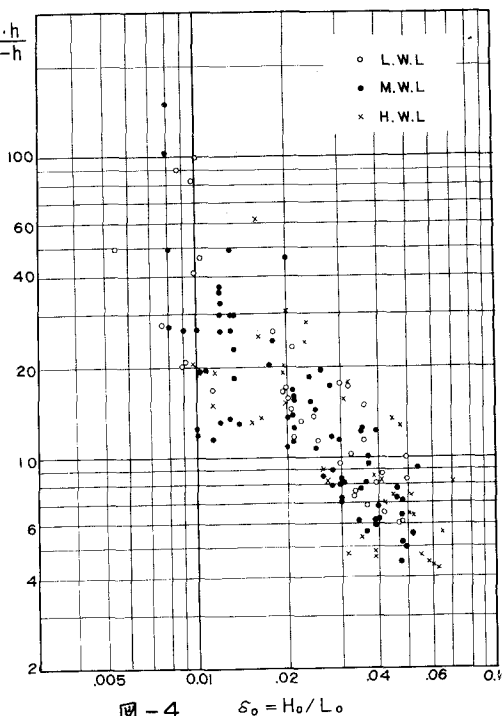


図-4 $\delta_0 = H_0/L_0$