

$$\text{ここに, } A = -igH/2\sigma, \phi_w = e^{i\kappa(x\cos\beta + y\sin\beta)} \quad (2)$$

$i = \sqrt{-1}$, H : 波高, $\sigma = 2\pi/T$, $\kappa = 2\pi/L$, g : 重力加速度。

散乱波の速度ポテンシャルは Green 関数を用いると次式で表わされる。

$$\phi_s = \frac{\kappa}{4\pi} \int_S f(\xi, \eta) G(x, y, \xi, \eta) dS \quad (3)$$

ここに, $f(\xi, \eta)$: 柱体断面周辺上の任意点 (ξ, η) におけるわき出しの強さ, $G(x, y, \xi, \eta)$: ラプラスの方程式, 放射条件, わき出し点での特異性を満足するグリーン関数で, ここでは $G(x, y, \xi, \eta) = i\pi H_0^{(1)}(\kappa r)$, $r = \sqrt{(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2}$, $H_0^{(1)}(\kappa r) = J_0(\kappa r) + iN_0(\kappa r)$ の形のものを用いる。

柱体壁面における境界条件式を柱体周辺の分割要素中点 (ξ_i, η_i) に適用すると

$$f_i(\xi_i, \eta_i) + \sum_{j=1}^N \left\{ \frac{1}{2\pi} f_j(\xi_j, \eta_j) \frac{\partial G}{\partial n}(\xi_i, \eta_i; \xi_j, \eta_j) \Delta S_j \right\} = -\frac{2}{\kappa} \frac{\partial \phi_w}{\partial n}(\xi_i, \eta_i) \quad (4)$$

(4)式を柱体周辺の各要素中点に適用し, 未知数 $f_i(\xi_i, \eta_i)$ に関する N 元連立一次方程式を掃出し法で解き, 離散化表示した(3)式に代入すると (ξ_i, η_i) 点における散乱波の速度ポテンシャルが求められる。求められた ϕ_s と既知の ϕ_w を圧力方程式に代入して全周辺にわたって積分すると波力成分が次式で求められる。ここに, $A_r = a \cdot b$: 矩形柱体断面積,

$$F_x = -A_r R_0(x) e^{-i\sigma t}, F_y = A_r R_0(y) e^{-i\sigma t}, A_0 = \frac{1}{2} \omega_b H A_r \frac{\tanh \kappa h}{\kappa A_r}, x_x = \sum_{i=1}^N (\phi_{wi} + \phi_{si}) \Delta \xi_i, x_y = \sum_{i=1}^N (\phi_{wi} + \phi_{si}) \Delta \eta_i \quad (5)$$

4. 理論値と実験値の比較

理論値と実験値の比較の一例として, 現地換算値で $T = 4.0 \text{ sec}$, $H = 1.0 \sim 2.5 \text{ m}$, $h = 10 \text{ m}$ の場合について最大波力の質量係数 C_m と入射角 β および最大波力の作用方向 α と β の関係を図-2 および図-3 に示す。分割要素長さは $L/8$ 以下にとった。これらの図から明らかなように, 実験値は岸向き (F_{on}, α_{on}) と沖向き (F_{off}, α_{off}) に若干の相違があり, ばらつきは見られるが, 平均的には実験値と理論値の一致は良好である。現地周期 $T = 3.0 \text{ sec}$ の場合は測定系の固有振動の影響により波力の実験値は理論値より少し大きくなったが, β による変化の傾向はよく一致した。以上の理論と実験による解析で興味あることは, 矩形断面柱体では入射角と最大波力の作用方向角が必ずしも一致しないことであり, 柱体の安定性を検討する場合には注意を要すると思われる。

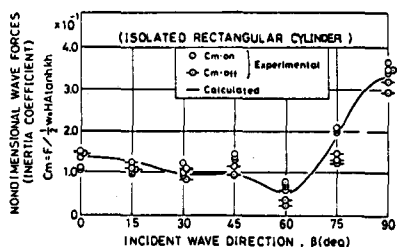


図-2. 矩形柱に働く最大波力の理論値と実験値の比較

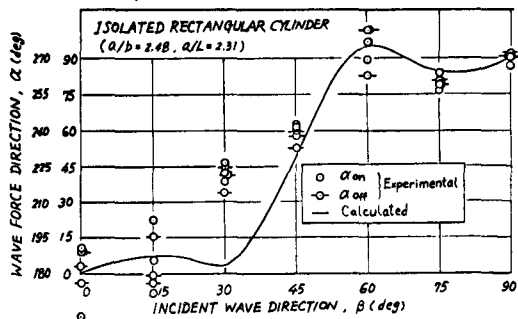


図-3. 最大波力の作用方向 α の理論値と実験値の比較

5. あとがき 本研究によって波長の $0.9 \sim 4.1$ 倍の辺長を有する大断面矩形断面柱体に働く波力が Green 関数法で良好な精度で予測可能であることが実験による比較検証で明らかになった。境界周辺長が長いとかなり大容量の計算機がいるが, 計算時間は 1 ケース CPU 9 イムで 5 sec 程度とかなり短いという利点がある。〈参考文献〉1) 嵯峨武志・他: 任意形状の建造物に作用する波の散乱波力, 320 国海技研報, 177-181, 1973 2) Mognridge, G.R. & N.H. Jamieson: Wave Forces on Square Caissons, Proc. of 15th ICCF, Honolulu, pp.2271-2289, 1976, 3) Isaacson Michael de St.G.: Vertical Cylinders of Arbitrary Section in Waves, Journal of N.P.C.O. Division, pp.309-328, 1978