

1. はじめに 沿岸域の海上空港案で半潜式浮体が検討されたことがある。半潜式は運動が小さいという特徴を有し、大水深用構造物として開発され多数の実機が建造されている。しかし、上下揺れの同調周期と共振値の推定はまだ正確性に欠ける面が残されている。また、浅海域での運動特性は十分に吟味されていない。そこで、昨年度に第1段階として、円筒部材で構成される半潜式模型を作成して水槽実験を実施するとともに Morison 式による運動特性の計算を試みた¹⁾。その結果、水深/浮体幅=1.6 程度の浅海域での運動は深海域での特性と概略同じであることが分かった。今年度は第2段階として同調周期の計算の精度向上を試みてみた。

2. 浮体模型と計算方法 模型は図1に示すごとくである。実験条件、すなわち計算条件は水深 0.78m と 0.40m、また、波高は約 0.03m であり、模型の横揺れの環性モーメントは $2.94 \times 10^5 \text{gf} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^2$ である。模型重心の上下揺れ(Heave)を z_G 、左右揺れ(Sway)を y_G 、横揺れ(Roll)を ϕ とする。波浪中の水平部材にはその周りに循環流が発生し、流体の付加質量を減少させるから、この現象を浮体の運動方程式に導入する。その減少付加質量係数 C_M^+ は実験式 (1) で与えられる²⁾。

$$C_M^+ = -0.19 K_c^2, \quad \text{ただし、} \quad K_c = V_m T / D \quad (1)$$

ここに、 D は円柱の直径、 T は波の周期、及び、 V_m は円柱の位置における最大水粒子速度である。

さて、浮体の構成部材をいくつかに分けてこれを要素とし、これに番号 i をつける。要素 i の質量を M_i 、その運動加速度ベクトルを $\ddot{\mathbf{X}}_i$ 、構造物の重心点からの要素までの距離ベクトルを $\mathbf{r}_i$ 、流体と要素の相対速度ベクトルを $\mathbf{V}_i$ とすると、要素に働く力とそれによる浮体重心回りのモーメントを全ての要素につき合計することにより次の運動方程式を得る。

$$\sum_i M_i \ddot{\mathbf{X}}_i = \sum_i \left[\rho \Delta_i (C_{M_i} - C_{M_i}^+) \dot{\mathbf{V}} + 0.5 \rho A_i C_{D_i} |\mathbf{V}_i| \mathbf{V}_i + \mathbf{F}_{F_i} \right], \quad (2)$$

$$\sum_i \mathbf{r}_i \times M_i \ddot{\mathbf{X}}_i = \sum_i \mathbf{r}_i \times \left[\rho \Delta_i (C_{M_i} - C_{M_i}^+) \dot{\mathbf{V}} + 0.5 \rho A_i C_{D_i} |\mathbf{V}_i| \mathbf{V}_i + \mathbf{F}_{F_i} \right] \quad (3)$$

ここに、 ρ は流体密度、 C_M は付加質量係数、 C_D は抗力係数、 A は投影面積、 $\mathbf{F}_F$ は Froude-Krylov force である。速度の2乗項から入射規則波の基本周期成分のみを採用することにより運動方程式を時間に関して線形化し、さらに運動振幅について収斂計算を実施してこれを解く。

3. 計算結果と考察 まず、循環流発生の効果を入れない場合の結果として図2, 3, 4に、順に、上下揺れ、左右揺れ、横揺れの運動振幅の実験結果と計算結果を無次元化して示した。2種類の水深の結果を合わせて載せている。 $\omega^* = (2\pi/T) \sqrt{B/g}$ で、 η_a は入射波振幅、 k は波数である。また、 g は重力加速度である。計算値は実験結果をよく説明しているといえるが、上下揺れでは固有周期での計算の同調現象がやや低周波数側にずれていることが分か

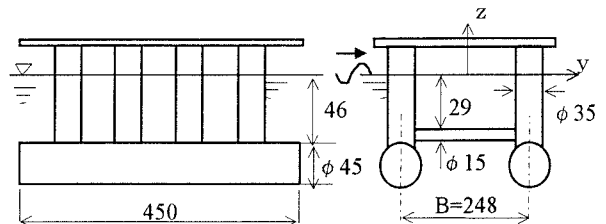


図1 半潜水浮体模型 (単位 mm)

キワード：上下揺れ、同調周期、循環流

連絡先：〒326-8558 栃木県足利市大前町 268 Tel : 0284-62-0605 (内 346) Fax : 0284-64-1061

る。そこで、循環流の効果を入れた場合の計算をして実験結果と比較してみると図5，6，7を得た。上下揺れの同調周期が実験とよく一致してくることが分かる。循環の効果は、左右揺れではほとんど現れないが、横揺れでは、上下揺れと自分自身の同調周期の付近で現れ、そのため運動計算結果が少し変わる。

4. おわりに 循環流の効果を入ると上下揺れの同調現象周期が、より正確に把握できることが分かった。次は、同調現象の最大値の推定精度を検討したい。

参考文献

1)井出、新井 他、半潜水構造物の運動特性、24 回関東支部技術研究発表会講演集、1997.3
2)新井、規則波中水平柱状部材の低 KC 数領域での質量力減少と循環流、海岸工学論文集、第 41 巻、1994,11

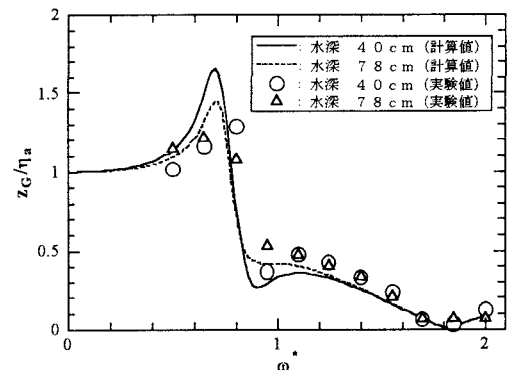


図 2 上下揺れ

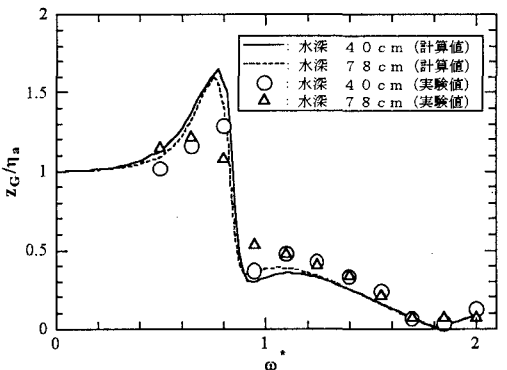


図 5 循環流効果を入れた上下揺れ

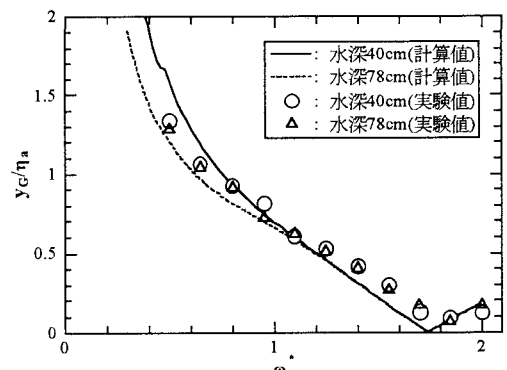


図 3 左右揺れ

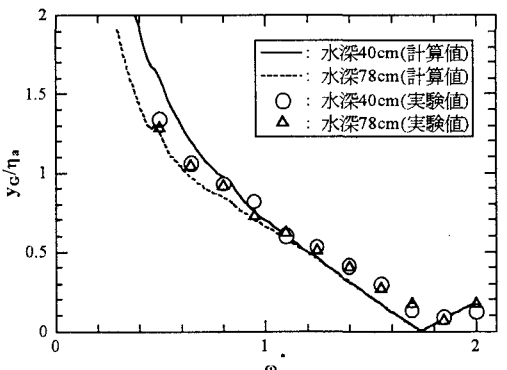


図 6 循環流効果を入れた左右揺れ

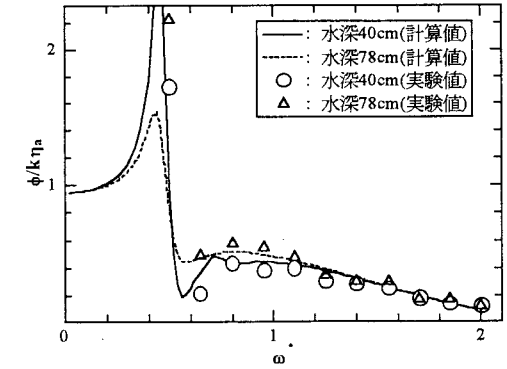


図 4 横揺れ

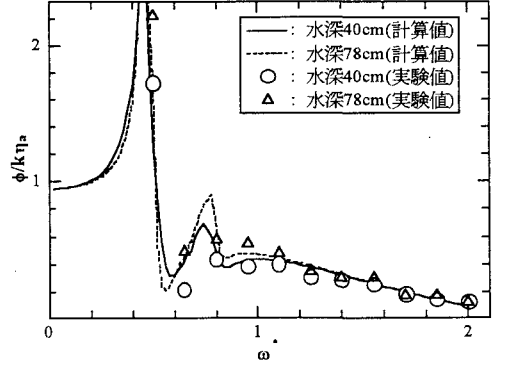


図 7 循環流効果を入れた横揺れ