

II-186

浅海域における半潜水型浮体の波浪中運動推定法

足利工業大学工学部 正 新井信一 足利工業大学大学院 学 飯塚智樹
 足利工業大学工学部 正 長尾昌朋 足利工業大学工学部 正 上岡充男

1. はじめに 沿岸域の海上空港案などで半潜水型浮体が検討されたことがある。半潜水型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。しかしながら、浅海域での運動特性は十分に吟味されているとはいえない。そこで、一昨年度に、円筒部材で構成される半潜水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。続いて、循環流の効果を入れることにより上下揺れの同調周期の計算値が実験値と良く一致することを報告した²⁾。ここではさらに水深を浅くした時の運動特性を調べた。

2. 実験方法と計算方法 模型は図1に示すごとくである。実験条件は、水深15cm、また、波高が約2cmと約4cmで横波状態の規則波である。模型の重心は模型底部から上68.0cmで横揺れの慣性モーメントは $3.61 \times 10^5 \text{ gf} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^2$ である。模型の運動はビデオに撮影して画像解析により求めた。模型重心の上下揺れ(Heave)振幅を z_a 、左右揺れ(Sway)振幅を y_a 、横揺れ(Roll)振幅を ϕ_a とする。

さて、浮体の構成部材をいくつか分割してこれを要素とし、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。

$$\sum_i M_i \ddot{\mathbf{X}}_i = \sum_i [\rho \Delta_i C_{Mi} \dot{\mathbf{V}} + 0.5 \rho A_i C_{Di} |\mathbf{V}_i| \mathbf{V}_i + \mathbf{F}_{Fi}] \quad (1)$$

$$\sum_i \mathbf{r}_i \times M_i \ddot{\mathbf{X}}_i = \sum_i \mathbf{r}_i \times [\rho \Delta_i C_{Mi} \dot{\mathbf{V}} + 0.5 \rho A_i C_{Di} |\mathbf{V}_i| \mathbf{V}_i + \mathbf{F}_{Fi}] \quad (2)$$

ここに、 ρ は流体密度、 C_M (=1.0) は付加質量係数、 C_D (=1.2) は抗力係数、 Δ は要素の体積、 A は要素の投影面積、 $\mathbf{F}_F$ 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. 結果と考察 図2と図3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。横軸は $\omega^* = (2\pi/T)\sqrt{B/g}$ で、 η_a は入射波振幅、 k は波数であり、 T は波周期、 g は重力加速度である。各モードとも計算値は実験結果をよく説明しているといえる。上下揺れでは波高との比でみた値が固有周波数付近では共振現象により1より大きな値を取り、波高が小さい場合の方が大きくなる。また、浅海域では深海域と異なり循環流が発生しないと思われ、運動方程式に循環流効果を入れなくても計算値と実験値の同調周期がよく一致するのだと思われる。一方、低周波数領域での計算値と実験値はずれが大きい。その理由は、浅海波の場合、波高が大

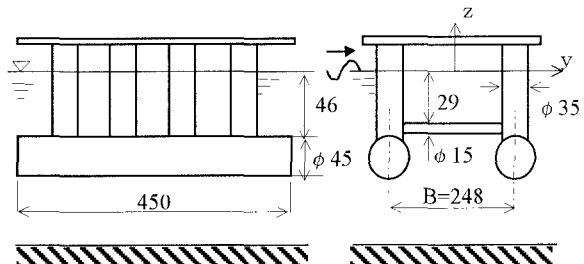


図1 半潜水浮体模型 (単位 mm)

キーワード：上下揺れ、左右揺れ、横揺れ、Morison 式、同調周期

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

きくなると波形が非正弦波に変形するため、正弦波を仮定した計算結果と一致しなくなるためと考えられる。

4. おわりに 浅海域では運動方程式に循環流効果を入れなくてもMorison 式によって上下揺れの同調現象も含めて運動を推定できることが分かった。

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)飯塚、新井、半潜車型浮体の波浪中運動推定法、25 回関東支部技術研究発表会講演集、1998.3

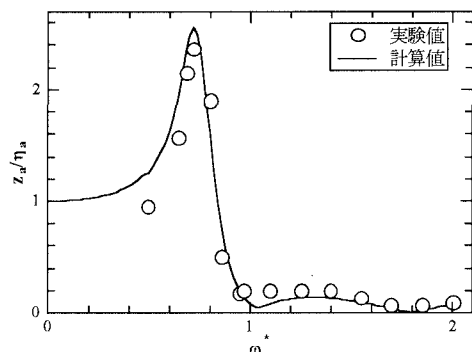


図 a 上下揺れ

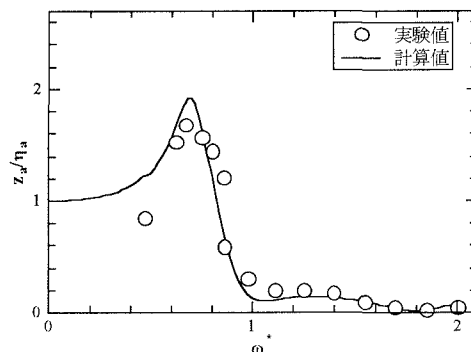


図 a 上下揺れ

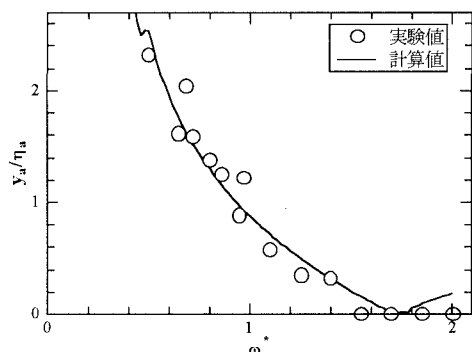


図 b 左右揺れ

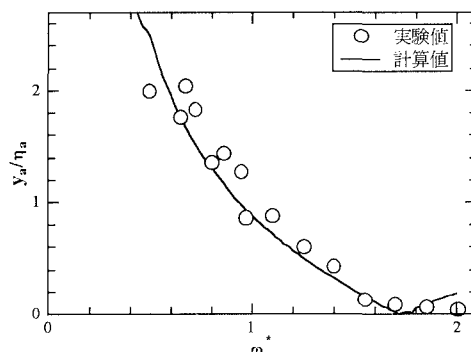


図 b 左右揺れ

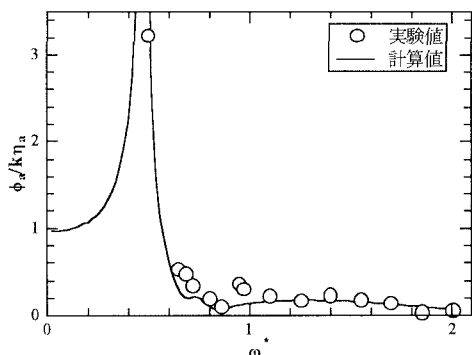


図 c 横揺れ

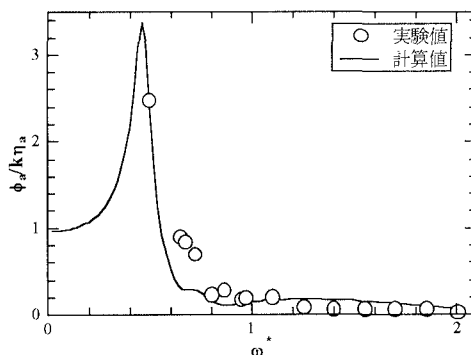


図 c 横揺れ

図 2 波高 2cm の運動の実験値と計算値

図 3 波高 4cm の運動の実験値と計算値