

大阪大学工学部 学生員○中谷誠志
 大阪大学大学院 正員 小野正順
 大阪大学大学院 正員 出口一郎

1. はじめに；最近，N-S方程式を基礎式として，非線形性の強い碎波帯内の流体運動を解析する数値計算法が提案されてきている．また，柴山ら²⁾は，重複波の波圧分布に関して鉛直壁に作用する波圧の実験結果と比較してその数値計算法の適用性を検証している．本研究では非線形性の流れが卓越する板構造物を対象として，構造物周辺の流体運動，波圧，波力について実験結果との比較から数値計算法の適用性を検討した．

2. 3次元物体まわりの流れ場と作用流体力の数値計算法；3次元物体まわりの流れ場及び物体に作用する流体力の数値計算は，SOLA法¹⁾を用いて行った．基礎方程式は連続式とN-S方程式である．数値計算はN-S方程式により時間発展で各方向の流速を求め，連続式を用いて計算される発散が0に収束するまで圧力と流速が修正される．板に作用する波力は，板表面に作用する圧力を表面積で積分することにより計算される．なお，数値計算法は，底設構造物を対象とするため，振動流を仮定して解析を行っている．

3. 底設構造物まわりの流況と作用流体力特性に関する実験；実験で用いた底設構造物は，高さ $d=9.5\text{cm}$ ，幅 $b=20\text{cm}$ ，厚さ $D=0.5\text{cm}$ の単一鉛直板である．作用させた波はすべて非碎波の波であり，流況の目視観測で板頂部で剥離渦が生じない周期 $T=0.7\text{s}$ ，波高 $H=3.6\text{cm}$ の波と，7~8cm程度の径の剥離渦が生じる $T=1.6\text{s}$ ， $H=4.2\text{cm}$ の波を作用させた．水深 h は40cmと一定とした．流況の測定には，3次元超音波ドップラ流速計（SonTek社製）を用い，図-2に示す測点で測定を行った．構造物に作用する流体力の測定は，図-1に示す流体力測定装置を用いて行った．この装置は4本の板バネで上部の測定台を支えるもので，この板バネには歪みゲージが張り付けられており，波力をモーメントとして検出することができる．また，構造物前後面に作用する波圧は，図-2に示す測点で差圧計を用いて計測した．

4. 鉛直平板まわりの流況特性；図3~6に流速の位相変化についての実験結果と計算結果との比較を示す．それぞれの流速は，板頂部位置での構造物がない場合の水平流速 U_0 で無次元化されている．実験での流速測定領域が剥離領域なので，実験結果はバラツキが大きく，波形が歪んでいることがわかる．一方，計算結果に着目するとあまり大きな流速が発生しておらず，計算位置は，構造物の後流渦領域に入っていると考えられる．しかしながら，流速の測定位置を多少ずらせば2倍程度の流速が計算されており，後流渦領域の範囲あるいは剥離渦の位置が実験結果と計算結果では異なるものと考えられる．

5. 鉛直平板に作用する流体力の特性；図7~10に波圧の位相変化についての実験結果と計算結果との比較を示す．短周期の条件では定量的に一致しているが，長周期の条件では，計算結果が過小評価となっている．また，圧力の鉛直分布は長周期の条件ではほぼ鉛直方向に一樣分布となるため，振動流を仮定した計算結果と定性的には一致する．定量的な差異の原因は，数値計算において振動流を仮定したために，水面変動に対応する圧力の空間変動が無視されたことによると考えられる．図11，12に構造物に作用する波力に関して，実験結果と計算結果との比較を示す．波力の場合，板前後の波圧の位相差が大きく関係してくると思われる．そのことを考えると振動流場を仮定した計算結果は，長周期の条件で実験結果との差異が小さくなる

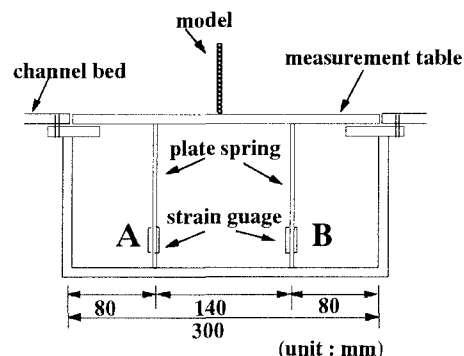


図1 流体力測定装置の模型図

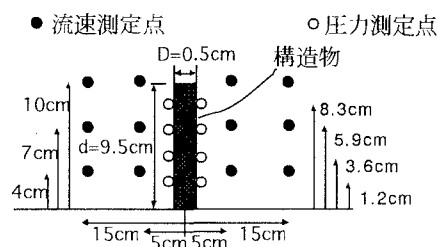


図2 圧力測定点・流速測定点

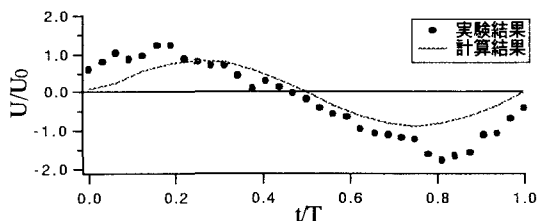


図3 鉛直板頂部付近の反射波側での
水平流速の位相変化 ($d/L_0=0.024$)

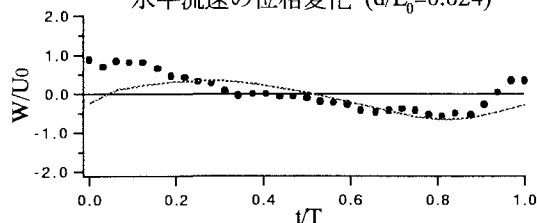


図5 鉛直板頂部付近の反射波側での
鉛直流速の位相変化 ($d/L_0=0.024$)

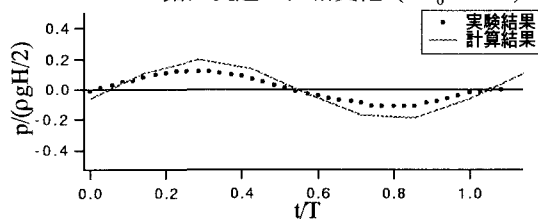


図7 反射波側での波圧の位相変化
($d/L_0=0.124$)

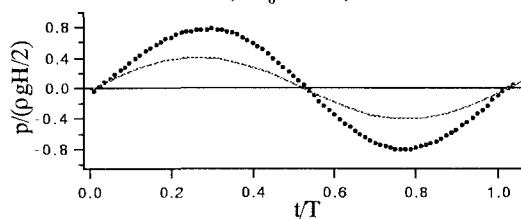


図9 反射波側での波圧の位相変化
($d/L_0=0.024$)

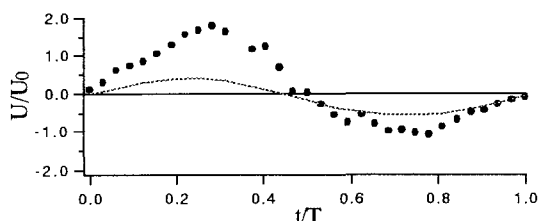


図4 鉛直板頂部付近の透過波側での
水平流速の位相変化 ($d/L_0=0.024$)

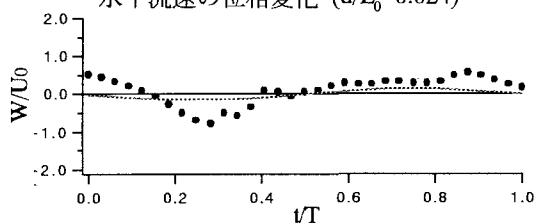


図6 鉛直板頂部付近の透過波側での
鉛直流速の位相変化 ($d/L_0=0.024$)

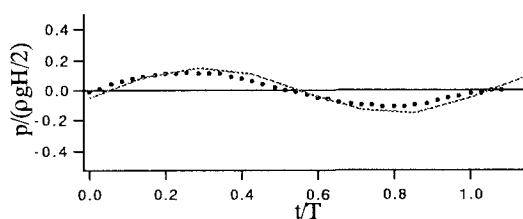


図8 透過波側での波圧の位相変化
($d/L_0=0.124$)

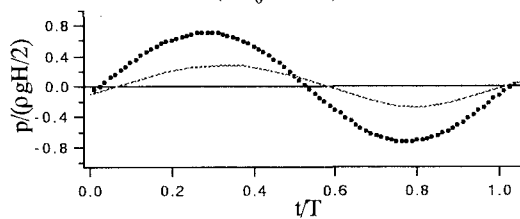


図10 透過波側での波圧の位相変化
($d/L_0=0.024$)

ことが説明できる。しかしながら、定量的には実験結果と計算結果の差異は大きく、底設構造物に対しても、波形の影響が十分大きいことがわかる。

【参考文献】1)高橋亮一 編著：コンピューターによる流体力学 <演習>，(株)構造計画研究所，1982，275p.

2)柴山知也・Nguyen The Duy・岡安章夫：乱流方程式を用いた碎波帯内流速場・圧力場の計算法の検証，海岸工学論文集 第42巻，1995，pp.21-25.

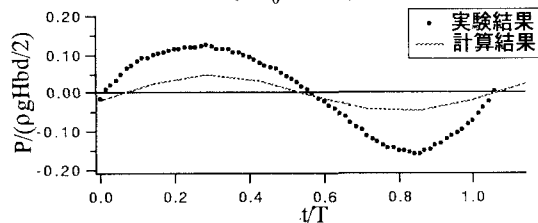


図11 波力の位相変化 ($d/L_0=0.124$)

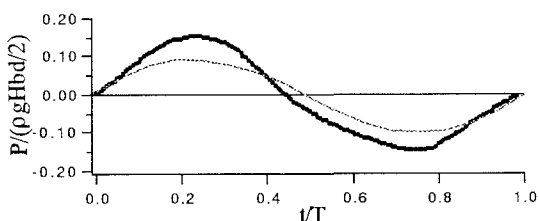


図12 波力の位相変化 ($d/L_0=0.024$)