

大阪大学大学院 学生員 ○松本 忠
 大阪大学工学部 正会員 小野正順
 大阪大学工学部 正会員 出口一郎

1. はじめに 一般に小型構造物に作用する波力算定には、Morrison式が用いられている。従来、波の作用方向により波力特性があまり変化しない円柱構造物について、多くの研究がなされてきた。本研究では、作用方向により波力特性が大きく変化すると考えられる板部材を研究対象とし、鉛直板に波が入射する角度を変化させて、波の進行方向と直角方向に作用する波力について実験を行い、その結果を考察した。

2. 実験及び波浪条件 図-1に示すように、底面に垂直に設置した板を取り上げ、波は板に対して4種類($\theta = 22.5, 45.0, 67.5, 90.0$)の入射角度で作用させた。波は図に示すように左側から入射させている。板に作用する波力は流体力測定装置を用いて測定を行った。波浪条件は波高5cmと一定とし、周期は $T=0.7s \sim 1.8s$ の間で7種類変化させた。なお、水深は40cmと一定とした。

3. 実験結果 板に波を斜めに入射させた場合発生する波力は、水粒子運動方向に作用する慣性力及び抗力と、直角方向に作用する慣性力及び揚力とがある。図-2は、周期1.6秒の波を板に斜めに入射させた場合の波力の作用方向の位相変化を示す。図中に示す実線は板の位置、破線は板の直角方向を示す。図より全体的に、波力の作用方向は、板に対してほぼ直角方向であることが分かる。波を斜めに入射させた場合、板に作用する波力は慣性力が卓越していることが分かる。ただし、波の入射角度が22.5度と小さい場合、板の直角方向から外れている。これは、板に作用する抗力及び揚力が無視できなくなるためと考えられる。

つぎに、どの程度慣性力が卓越しているのか検討するために、抗力及び揚力とそれぞれの方向の慣性力の比を比較する。その結果を図-3、4に示す。図の横軸は kh ($kh=2\pi/L*HH$, HH : 水深)である。図-3より、 kh が小さいとき、つまり長周期側において、水粒子速度の増大及び渦による圧力低下から若干抗力の増大が見られるが、その比は最大で0.7以下である。また、一般に板の幅に対して頂高が大きい場合、作用する波力は抗力が卓越していることが確認されている(久保田ら、1997)。しかし、板の波に対する射影幅と頂高で比較した場合、波の入射角が小さいとき抗力の比はさほど大きくはならず、卓越するには至っていない。図-4より、入射角が小さくなるにつれ板の流れと直角方向の射影面積が大きくなることから、揚力は大きくはなるがその比は最大で0.7

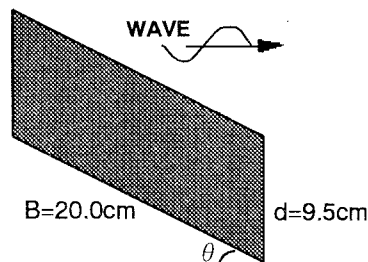


図-1 板の設置状況

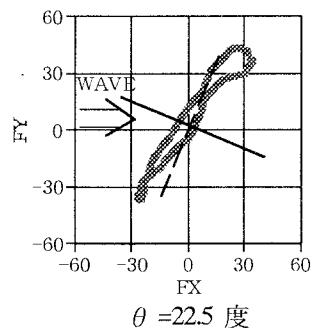
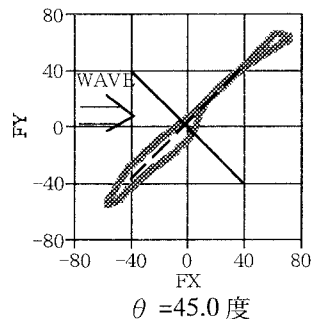
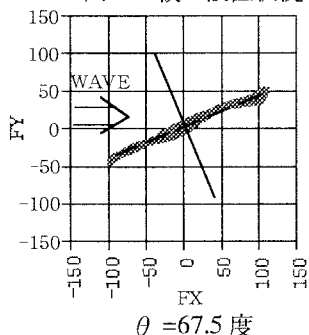


図-2 波力の作用方向

Tadasi MATSUMOTO, Ichirou DEGUCHI, Masanobu ONO

程度で、抗力同様慣性力より小さい。

4.波力算定法の提案 慣性力を算定する場合問題となるのが、慣性力係数である。図-5は、実験結果から計算した慣性力係数を示す。計算に必要な付加質量は板の波に対する射影幅を直径とする円柱を考える。図の横軸は板の波に対する射影幅と頂高との比（アスペクト比）を取る。なお、アスペクト比が0.5,1.0,1.5,2.0の点は波が直角入射時の値である。なお、アスペクト比が0.5、1.0、1.5の時の点は、実験値（久保田ら、1997）を使用している。図-5より、慣性力係数は全体的にほぼ1.0に近い値を取っている。しかし、アスペクト比が0.74（波の入射角度、22.5度）の時、この値より若干大きい値を示している。また、周期による慣性力係数の変動が大きくなっている。

この原因は、斜め入射時における付加質量の取り方に問題があると考えられる。板の射影幅を直径とする付加質量の取り方では、板端部における付加質量を考慮していないことになる。この端部における付加質量を考慮するために、板の幅と板の射影幅をそれぞれ長軸及び短軸とする楕円を考え、この楕円に頂高を乗じたものを付加質量とする。この付加質量で慣性力係数を計算し直した結果を図-6に示す。図-6より、図-5と比較して、準用値との差が無くなり、周期による変動が小さくなっている。以上のことから、付加質量を正確に評価することで、アスペクト比によらず慣性力係数は板に対して通常用いられる値（1.0）に近い値をとる。

5.まとめ 今回の研究では、単一板に作用する波力について、波の入射角度を変化させて、波力特性の変動を検討した。単一板に作用する波力は、波の入射角度によらず慣性力が卓越しており、揚力及び抗力はそれ程大きくは作用しない。また揚力及び抗力は、波力の作用方向を複雑に変動させている。そして、板に作用する慣性力は、板の波に対する射影幅を直径とする付加質量で算定することは出来ない。波を斜めに入射させた場合、付加質量は板端部における付加質量を考慮する必要がある、今後流況等と比較して、付加質量の取り方をさらに検討する必要がある。

参考文献 久保田真一・小野正順・出口一郎・松本忠（1997）：板部材で構成された底設構造物に作用する流体力に関する研究

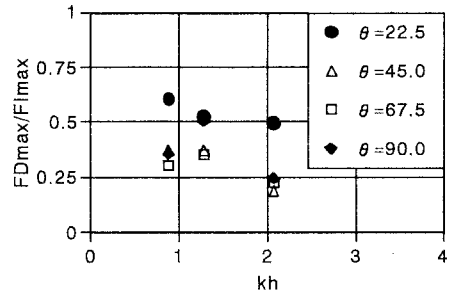


図-3 抗力と慣性力の比

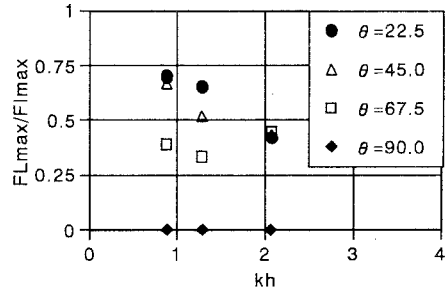


図-4 揚力と慣性力の比

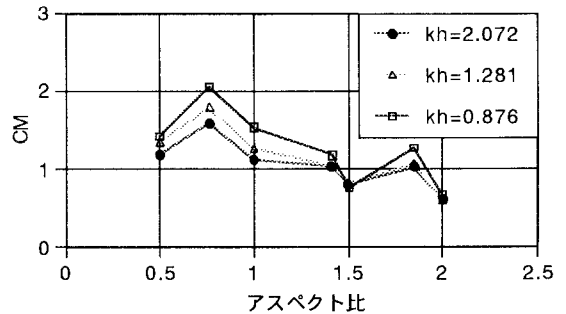


図-5 慣性力係数の比較

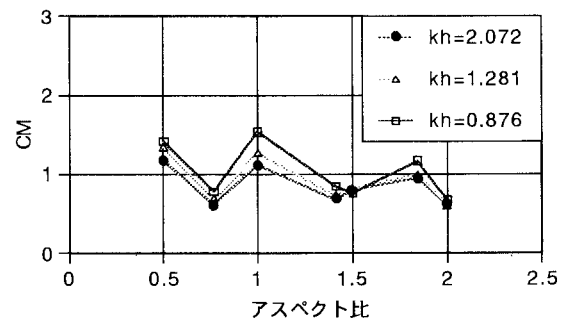


図-6 慣性力係数の比較（楕円）