

大阪大学工学部 ○出口一郎
 大阪産業大学工学部 榎木 亨
 釜山水産大学海洋学部 金 憲泰

1. まえがき

入射波の波長に比べて代表長が小さい小型構造物に作用する波力を算定する場合は、通常モリソン式が用いられる。円柱、板等の単純な構造物については、モリソン式中の流体力係数（慣性力及び抗力係数）についてはすでに数多くの研究が行われており、それらに作用する波力も精度よく推定することが出来る。しかし、例えば魚礁に代表されるように、単純な部材を組み合わせにより複雑な構造物が構成される場合が多い。

魚礁に作用する流体力の算定は、魚礁を構成する個々の各部材の流体力係数をしかるべき方法で推定し、各部材に作用する流体力を個別に算定し、それらを足しあわせることという方法で行われている。しかしこのような方法で算定された流体力は、必ずしも魚礁全体に作用する流体力の測定結果とは一致せず、いくつかの被災例も報告されている。また、流体力係数とそれらの基準断面積及び基準体積についても、統一的な見解が示されていない。

本研究では、このような部材で構成された複雑な構造物に作用する流体力の特性を明らかにし、その推定方法を検討する第1歩として、2つの部材（2枚の板）で構成された構造物に作用する流体力を取り上げ、単一部材（1枚の板）に作用する流体力と比較することによって複数部材で構成された構造物に作用する流体力の特性について実験的な検討を加えることを目的としている。

2. 流体力測定に関する実験

2次元造波水槽内に波力測定台を設置し、その上に鉛直板を設置して板に作用する流体力を測定した。図-1、2に実験水槽と波力測定台の概略を示す。波力測定台は、4本の板バネに支持された厚さ8mm、1辺の長さ30cmの防水ベニア及びそれを収納するケースから構成されており、これを2次元水槽内の水平床内にはめ込む形で設置されている。

その上に設置された構造物に作用する波力をモーメントとして取り出す装置である。キャリブレーションの結果、測定台上での力の作用高さに関わらず、構造物に作用する水平力を精度よく取り出すことが出来ることが明らかにされた。

構造物としては、厚さ3mm、高さ $R=10\text{cm}$ 、幅 $B=20\text{cm}$ の塩化ビニール板を単一部材とし、それを適当な間隔 I で2つ設置したものと、その上部を幅が無視できる部材で剛接したものを用いた。それぞれのスケッチを図-3に示す。

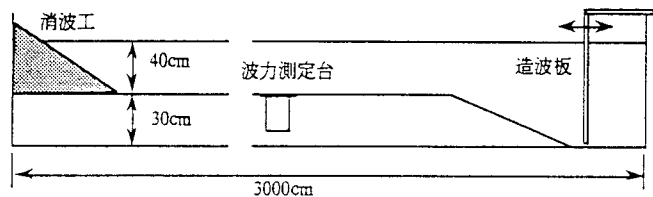


図-1 実験水槽概略

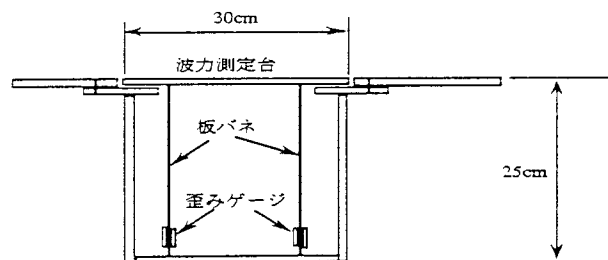


図-2 波力測定台

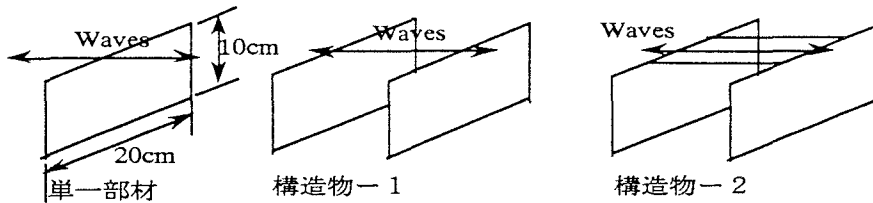


図-3 板部材と2枚の板によって構成された構造物

実験条件は、水深 ($h=45\text{cm}$) 及び波高 ($H=4.5\text{cm}-6\text{cm}$) はほぼ一定とし、周期 T を3種 ($0.75\text{s}, 1.0\text{s}, 1.25\text{s}$) 変化させ、それぞれの作用波力の測定を行った。

測定された波力は、時間間隔 0.02s で離散化し、測定台自身に作用する圧力勾配による水平力の補正を行った後、構造物全体としての流体力係数、最大波力の特性等についての検討を行った。なお、流体力係数の計算は、測定された水位変動から求められる構造物頂部の位置における水平方向水粒子速度を用い、最小2乗法によって算定した。

3. 構造物に作用する最大波力について

平板に作用する流体力については、一般に慣性力が卓越することが知られている。単体部材に作用する流体力の測定結果においてもいずれの場合も慣性力が卓越し、慣性力係数は、 $0.75 \sim 1.1$ の値を示し、最大波力 F_{max} と慣性力の最大値 F_{imax} の比はほぼ1となる。図-4は、このような部材を2つ設置した場合に作用する波力の最大値 F_{max} と、単体部材の最大値の比を示したものである。横軸は2枚の板の設置間隔の無次元量 (l/L ; 入射波長) である。図より最大波力比は、必ずしも2にはならず、特に周期の短い場合には無次元設置間隔に関わらず1.5以下の値を示し、周期が1s以上の場合は2以上の値を示す。

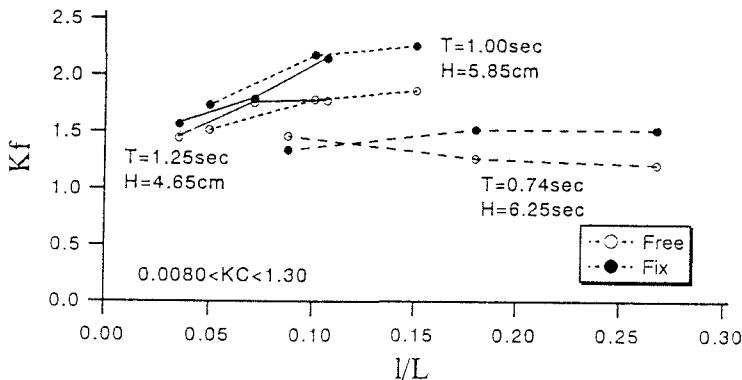


図-4 2部材構造物と単一部材に作用する最大波力比

以上の結果から、慣性力が卓越する部材で構成される構造物に作用する波力は必ずしも各部材に作用する波力の和では表されないことが分かる。この原因については、設置間隔によって付加質量に対する基準体積が変化すること、慣性力卓越領域から抗力卓越領域へと変化する可能性があること、等が考えられる。そこで、後者の可能性について検討するために、全ての実験ケースについて測定された流体力の中で抗力と慣性力の最大値の比を算出したところ、無次元設置間隔が小さくなれば（周期が長くなれば）その値は大きくなるが、高々0.77程度であり、最大波力は慣性力によって決定される領域であることが分かった。この時、構造物全体に対して基準体積を定義し、慣性力係数を計算すると単一構造物の場合同様 $0.7 \sim 1.0$ の値となる。従って部材に作用する流体力の和として全体波力を算定するよりも構造物全体の付加質量と慣性力係数を用いて推定の方がより簡単にある程度の精度で波力の推定が出来るものと考えられるが、その詳細については、講演時に詳述する。なお、本研究を行うにあたり、赤井知司君の協力を得た。ここに謝意を表する。