

有孔魚礁における抗力係数及び慣性係数の空隙率変化について

鳥取大学工学部 正会員 瀬山 明
 鳥取大学工学部 正会員 松見吉晴
 鳥取大学大学院 学生員 ○加納慎二

1. まえがき： 現在人工魚礁の設計に用いられている流体力は、従来海洋構造物において用いられてきたモリソン式によることが多い。そのモリソン式中の抗力係数 C_D 及び慣性係数 C_M は、設計指針¹⁾によると魚礁を構成する部材の形状特性の変化に関してのみ区別されているが、魚礁の空隙率変化に対しては一定値が採用されている。しかしながら、構造物に作用する流体力については構造物周辺の流れの変化に左右されるものであることから、 C_D 及び C_M を一定値に取ることは大きな疑問が生じる。さらに、魚礁のような孔を有した複雑な構造物に対するモリソン式の適用についても検討を行う必要が十分にあると考えられる。ここでは、まず抗力係数及び慣性係数に及ぼす魚礁の有孔性の影響を実験的に調べ、ついで魚礁に対するモリソン式の適用性について検討を加えた結果を報告するものである。

2. 実験概要及び解析方法： 実験に使用した水槽は、長さ29m、幅0.5m、深さ0.7mの片面ガラス張りの2次元造波水槽であり、消波工としてはステラシート被覆の勾配1/2の傾斜面を設置した。また、流体力測定装置は図-1に示すような装置を考案し使用した。この装置の構造は魚礁モデルが図中Fで示すアルミ板に固定され、さらにアルミ板に付着された角柱部材が水平板裏側のL型アングルに渡された2枚の板バネに固定されるようになっている。流体力は板バネに接着した2枚の歪ゲージより求められる。なお、この装置の固有振動数は魚礁モデル設置時で20～24Hz程度である。実験に用いた魚礁モデルは立方体型魚礁を2次元化した1辺 $a=5\text{cm}$ の角柱モデル（塩化ビニール樹脂製）であり、その有孔性については魚礁モデル各側面に設けた長方形の孔の幅 d を変化せしめることによって5種類の有孔モデル（ $d/a=0, 0.14, 0.28, 0.42, 0.56$ ）を用いた。実験条件は周期 $T=1\sim 1.8\text{sec}$ 、波高 $H=6\sim 12\text{cm}$ とし、水深はすべて40cmと一定にした。実測された流体力から C_D 及び C_M の算定には波動理論として微小振幅波動理論を適用して、全流体力から波形に対する時間位相差を利用して抗力と慣性力に分離し、次式で C_D 及び C_M を算定することにした。

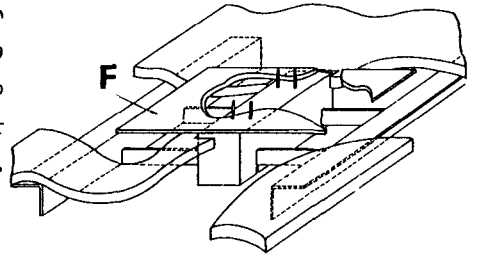


図-1 流体力測定装置

$C_D = F_{D \max} / (0.5 \rho A U_{\max}^2)$, $C_M = F_{I \max} / \{\rho V (\partial u / \partial t)_{\max}\}$
 ここに、 $F_{D \max}$, $F_{I \max}$ は抗力及び慣性力の最大値、 $U_{\max}$, $(\partial u / \partial t)_{\max}$ は主流の最大流速及び最大加速度、 A は流れの当る魚礁面の単位長さ当りの遮蔽面積、 V は魚礁の単位長さ当りの実体積である。なお、 A 及び B は図-2に示すように無孔モデルの場合が $A=a$, $V=a^2$ となり、有孔モデルの場合では $A=4a_1$, $V=4(2a_1-b)b$ で与えられる。²⁾

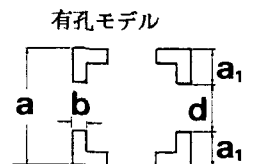
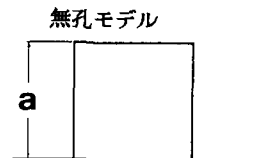
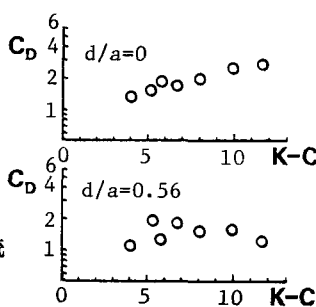
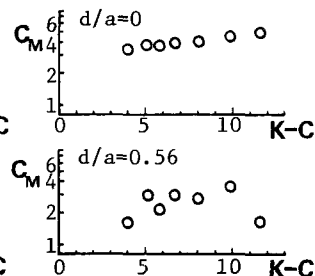


図-2 記号の説明

3. 実験結果： (A) C_D 及び C_M のK-C数変化について 図-3, 4は各 d/a における C_D 及び C_M のK-C数変化の一例を示したものである。図-3より $d/a=0$ の C_D はK-C数の増大に伴って増加する傾向を示すが、 $d/a=0.56$ の C_D はK-C数の変化に対して明確な変化傾向を示さない。一方、図-4より C_M については、 $d/a=0$ の場合はK-C数の変化に対してわずかな増加傾向を示すが、 $d/a=0.56$ では C_M の値に変動が見られる。このような結果を示したことについては、著者の1人が先の研究で明らかにした魚礁背後の流況特性より次のように考えられる。まず、 $d/a=0$ ではK-C数の増大に伴って魚礁背後に形成される後流渦が大きい

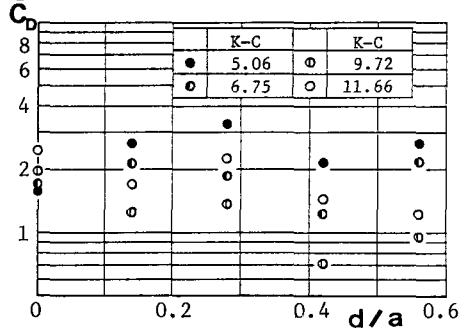
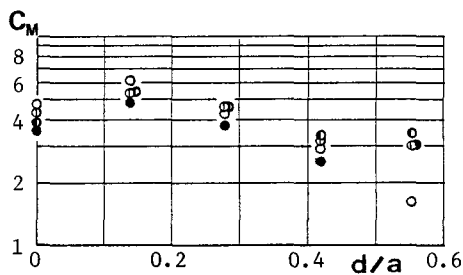
くなり、また後流渦が $K-C$ 数 <30 程度まで $K-C$ 数変化に関係なく魚礁モデル背後にtrapされることから、この場合の C_D が $K-C$ 数の増大に対して増加傾向を示す結果になったと云えよう。また、 $d/a=0.56$ の場合

はモデルに設けた孔の幅 d が広いために魚礁背後での後流渦が $K-C$ 数の小さい領域からカルマン渦列のような状態になり、 C_D が $K-C$ 数に対して一定な傾向を示したものと考えられる。一方、 C_M については、 C_M が流れの反転時における渦流の存在位置によって関係づけられることを考慮すると、 $d/a=0$ の場合は後流渦が魚礁背後にtrapされることから、 C_M が増加傾向を示したと云える。しかし、 $d/a=0.56$

図-3 C_D と $K-C$ 数の関係図-4 C_M と $K-C$ 数の関係

の場合の後流渦はカルマン渦列のように流下方向へ掃流され、 C_M に影響を及ぼす流れの反転時における渦流の存在位置が $K-C$ 数によって変動すると推測できることから、 C_M の値にばらつきが現われたものと考えられる。

(B) C_D 及び C_M の有孔性の変化について 図-5, 6は C_D 及び C_M を d/a の変化に対応して示したものである。まず、図-5より C_D についてはデータのばらつきが大きく d/a に関する明確な変化傾向は認められないが、有孔モデルにおける C_D の値は魚礁を構成する前方部材の後方部材に対する遮蔽効果により大部分無孔モデルの値より小さい値を示す。しかし、前方部材による遮蔽効果については明らかでなく、魚礁空隙部内の流況特性より遮蔽効果の定量的な影響について検討を進める必要がある。また、図-6より C_M の d/a 変化については、 $d/a=0.14$ では無孔モデルの場合に比べて大きな値を取るが、 $d/a>0.14$ では d/a の増大に伴って無孔モデルの C_M より低下することがわかる。従って、 C_D 及び C_M に関しては魚礁の空隙率を考慮して決定する必要があると云えるが、その値についてはさらに検討を要す。

図-5 C_D と d/a の関係図-6 C_M と d/a の関係

(C) 魚礁に対するモリソン式の適用性について 図-7は実測された最大流体力 F_e と上記の算定された C_D 及び C_M を用いてモリソン式より求められる最大流体力 F_M との比 F_e/F_M を各 d/a について示したものである。この図より特に $d/a \geq 0.42$ における F_e/F_M には $K-C$ 数による大きな変動が認められ、さらに F_e/F_M は d/a に関係なく1より大きい値を示し、モリソン式の魚礁への適用性に関しては問題があると指摘できる。しかし、 F_e が F_M より大きくなる原因については明らかでなく、また本実験では魚礁背後に形成される水平渦流に起因する流体力を対象としていることから、今後鉛直渦流も含めて C_D 、 C_M 及び魚礁へのモリソン式の適用性について検討を進めていかねばならない。最後に、この研究は文部省科学研究費(奨励研究)による研究の一部であることを付記しておく。

参考文献 1)日本水産資源保護協会：沿岸漁場整備開発事業構造物設計指針，昭和53年度版。

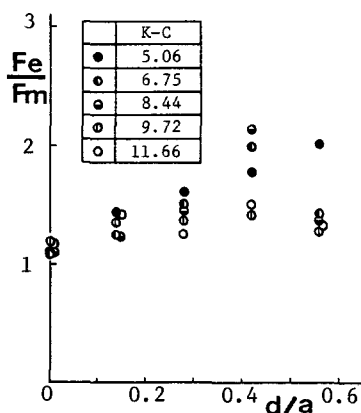


図-7 モリソン式の適用性の検討結果