

魚礁に対する有孔性の効果

大阪大学工学部

正員 榎木 亨

大阪大学工学部

正員 ○松見吉晴

1. まえがき：人工魚礁を海底に設置した場合、魚礁背後に発生発達する後流渦が集魚機能に著しい効果をもたらしているであろうことが水産関係の研究者によって指摘されている。しかしながら後流渦の実態については従来の不等流中の不透過障害物に対する研究成果を適用するにとどまり、振動流中とくに有孔性を有する構造物に関しては十分な解明が行なわれていない。そこで本研究は魚礁背後に発生発達する後流渦領域に関して、魚礁の形状および空隙率の変化によってどのような影響をもたらすかを実験的に明らかにした。さらに榎木後野が既に半月柱モデル魚礁に対して発表した計算手法を用い、 $K-C$ 数の小さい領域での無孔角柱モデルについて計算した結果を実験によって検証したものである。

2. 実験装置および方法：本研究は波浪あるいは潮流によって引きおこされる振動流を対象としていることより、実験はU字管振動流発生装置を用いて行なった。実験に使用した魚礁モデルは図-1に示すようなモルタル製の半月柱および塩化ビニール樹脂製の角柱2次元モデルである。なお角柱モデルについては魚礁に設けた孔による魚礁背後の流況変化すなわち有孔性の効果を検討するため、無孔タイプとモデルの各側面に長方形の孔(図-1中の $X=7, 10, 14, 18, 21, 24, 28\text{mm}$)を設けた有孔タイプ7種類を使用し、半月柱モデルについては無孔タイプモデルのみを使用した。魚礁モデル周辺の流況は水素気泡列を用いて可視化し、16mmシネカメラで撮影した。また流体条件は $K-C$ 数($U\sqrt{T}/D$) $=6.73\sim 36.0$ 、Reynolds数(UD/ν) $=3\times 10^3\sim 28.9\times 10^3$ の範囲において種々変化せしめて行なった。ここに D は構造物の代表長さで、半月柱モデルの場合図-1(A)の $D=2a$ 、角柱モデルの場合図-1(B)の $D=2a$ である。

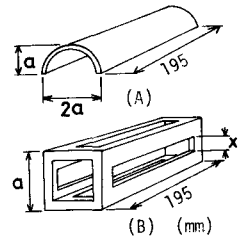
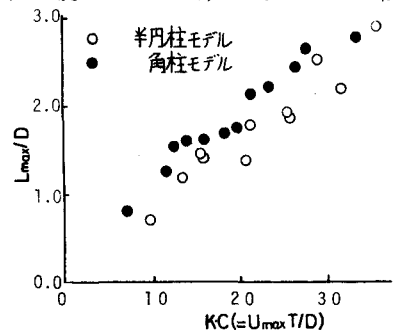


図-1 魚礁モデル

3. 実験結果：まず最初に本研究で着目している魚礁背後に形成される後流渦領域の代表長として、魚礁モデル後端から後流渦領域後端までの長さ(以下後流長と称す)を選びそれと後流渦の形状・発達に密接な関係があると指摘されている $K-C$ 数について検討することにする。

(a) 半月柱モデルと角柱モデルの差異：図-2は形状変化に伴う後流長変化を明らかにするため、無孔の半月柱、角柱モデルに対する $L_{\max}/D$ と $K-C$ 数の関係を示したものである。同図より両者とも $L_{\max}/D$ の値は $K-C$ 数の増加に伴ってほぼ直線的に増大する傾向は同じであるが、一般的に無孔半月柱の方が同じ $K-C$ 数に対して小さい値を示している。この場合 $K-C$ 数中の D として同じ構造物の底部

図-2 $L_{\max}/D$ と $K-C$ 数の関係

Toru Sawaragi and YOSHIHARU MATSUMI

からの高さをとっていることから両者の差異は剝離点位置の変化によるものと考えられる。すなわち角柱の剝離点はモデル隅角部に固定されるのに対し、半円柱のそれはK-C数および時間位相の変化によって移動することに起因するためと考えられるが、実験的には明確な実証づけはできなかった。

b) モデルの空隙率変化に伴う後流長の変化：図-3は有孔モデル各ケースの後流長 L_{max} と無孔モデルの後流長 L_{max0} の比 L_{max}/L_{max0} と空隙率の関係にK-C数をパラメータに示したものである。図中の $\times$ は図-1に示すように有孔幅であり α は面積空隙率を示す。同図よりK-C数に関係なく L_{max}/L_{max0} の値は $\alpha/0.28$ では $\alpha/0.28$ の増加に伴い徐々に増大し、 $\alpha/0.28=0.28$ で L_{max} の極値をとる。さらに $\alpha/0.28 > 0.28$ の領域では L_{max}/L_{max0} の値は $\alpha/0.28$ の増加に伴い減少していく。このことは $\alpha/0.28$ の値が増加するに伴い有孔モデルが細長い4本の角柱部材より構成される構造物となり、各部材によってのみ生じる後流渦となるためと考えられる。このような後流渦のパターンは後流長と密接な関係にあることが認められるが、これについては第35回

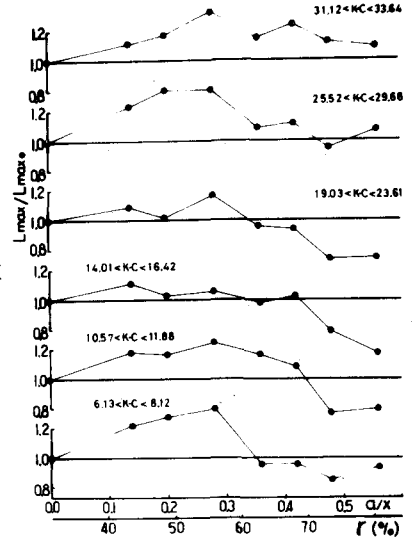


図-3 L_{max}/L_{max0} と $\alpha/0.28$ の関係

年次講演会で発表する予定である。
c) 数値シミュレーションの適用について：著者の1人は先に半円柱無孔モデルによる後流渦の数値シミュレーションモデルを渦系モデルを用いて提案したが、ここでは無孔角柱モデルの数値シミュレーション結果の妥当性について検討する。図-4および図-5は後流長が最大になる時間位相でのK-C数の異なる後流渦の計算結果を示したもので同図中にその実験結果も同時に示してある。なお図中の矢印は各点の流速ベクトルを表わし、米印は計算で求めた渦系の位置を示す。両図より渦系はK-C数が大きい図-5の方が若干後方まで掃き出されて後流長が少し増加していることがわかる。また計算結果と実験結果の後流渦領域の形状は定性的に一致しており十分に数値計算で後流渦をシミュレート可能と考えられるが、後流長については完全な推算とはいえない。最後にこの研究は「財団法人鹿島学術振興財団研究助成金」によることを付記し謝意を表す。〈参考文献〉1) 榎本・後野：流況変化の数値シミュレーション：第26回海講

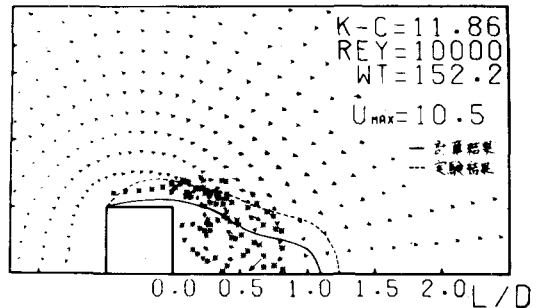


図-4 無孔角柱モデル (K-C 数=11.86)

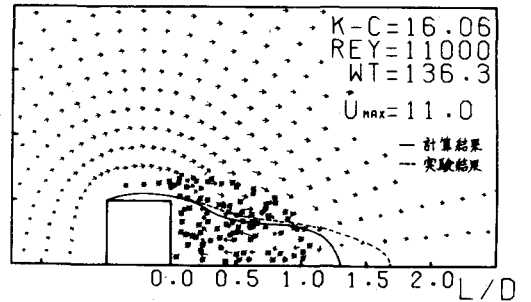


図-5 無孔角柱モデル (K-C 数=16.06)