

人工礁漁場造成のための魚礁ブロックの渦流現象

細野成一 川口彰久
(本社技術本部海洋開発部)
藤沢康雄 本間義教
(本社技術本部海洋開発部)

The Phenomenon of the Wake of Fishing Banks for Artificial Fishing grounds

Seiichi Hosono Akihisa Kawaguchi
Yasuo Fujisawa Yoshinori Honma

Abstract

This report describes fishing banks deposition and the scale of fishing grounds consisting of artificial fishing banks for benthonic fishes. Especially, in selection of an individual fishing bank, it must be kept in mind that benthonic fishes are inhabiting the muddy sea-bottom. Therefore, the area of influence of water flow behind a fishing bank is very important as the food sources of the fishes may be affected. The authors accordingly conducted experiments by wind tunnel to confirm the areas of influence of flows behind fishing banks. Models were of five types of scale of 1/50. The characteristics of streamlines of the influence areas behind fishing banks were investigated by flags and smoke, and photographs were taken for a qualitative analysis.

概要

本報告では、ケガニ・カレイ等の底生魚類を対象とした人工礁漁場造成を実施するのに必要な単体構造物、魚礁配置、造成規模等について検討したものである。特に単体構造物の選定に当っては、対象魚種のケガニ・カレイが泥分を多く含む海底に餌料を求め生息するため、設置後の構造物背後の流れによる影響域が重要となる。そのため影響域の確認を風洞実験により実施した。風洞実験では、1/50モデル5タイプを作成し、モデル背後の影響域を旗による流向調査および煙による流線調査を実施し、写真撮影を行い、構造物背後の流れを定性的に解析したものである。

1. まえがき

沿岸漁場開発は、海洋生物資源の増大を図り、更に生産性の高い漁場造成を図る目的で全国各地で行なわれている。K地区の漁場造成計画では、砂分を多く含む海底に魚礁ブロックを設置し、魚礁背後の流れを乱し、底層流により運搬された泥を魚礁周辺により多く堆積させ、対象魚類の餌となる飼料生物を更に豊富に増大させるような漁場環境をつくり、より生産性の高い漁場を造成させることである。漁場造成に使用する魚礁は、魚礁背後の流れによる影響域が大きくなることが前提となり、旗による流向調査、煙による流線調査等の風洞実験を行い写真撮影の結果から定性的な解析を行った。

2. 風洞実験

実験には技術研究所所有のエッフェル型吸込み風洞を

使用した。実験は縮尺1/50の魚礁モデルを風洞内に設置し、旗による流向調査及び煙による流線調査の両面から魚礁背後の流れによる影響域の確認を行った。

2.1. 魚礁モデル

一般に底生魚類は、魚礁周辺をすみ場とするため、設置する魚礁は流況に変化を与え、魚礁背後の影響域が大きく、ある程度の高さを持ち、水平方向への広がりのある構造物で構成されるのが望ましい。本計画では大型円筒型、半球体型の魚礁を選び、図-1に示すA～E型5タイプの風洞実験を実施した。半球体型については1タイプであるが、大型円筒型は、リングおよび蓋付き、蓋付き、蓋無し、四つの円筒組合せ(IV型円筒)の場合についてそれぞれ効果調査を行った。なお以下魚礁モデルはA～E型と称する。

2.2. 実験方法

実験はA～E型の各単体の場合と、実際に魚礁を海底

に設置する際、直径25mの円に内接する正三角形になるように魚礁3個を配置し、50m間隔で造成するので単体での魚礁特性のほか群体としての特性も確認した。実験風向は図-2に示す。単体の場合大型円筒型、半球体型(A~D型)については1方向、IV型円筒(E型)は断面形状に方向性があることから2方向とした。また、群体の場合も2方向とした。風洞の仕様は全長17.5m、測定部断面幅1.8m、高さ1.2mで風速範囲は0~8.5m/secである。

2.2.1. モデル背後の流向 流向の調査は発泡スチロール製(厚1mm, 幅15mm, 長さ10mm)の旗を25個×29個で30mmピッチの等間隔に立て、単体および群体の流向を平面的に調べた。写真-1に群体配置の例を示す。

2.2.2. モデル背後の流線 流線の調査は、煙発生装

置より発生した煙をノズル(吹出し口20本, 20mmピッチ)から流し、単体の場合には水平面と鉛直面、群体の場合には水平面で調査した。なお、水平方向のノズルの高さはテーブル床面から20mmの高さである。

2.2.3. 実験風速 縮尺模型を用いての流体実験では模型を用いることによる縮尺効果や粘性効果が異なるために、実現象と相似させるための条件が必要となり、代表的な相似則にレイノルズ数(Re)がある。

Re数の効果は図-3に示すように物体に作用する荷重に影響を与え、特に円柱や球体のような曲面体では大きく影響するといわれている。このことは物体背後に形成される渦流の影響であり、例えば円柱のまわりの流れは図-4に示すようにRe数の領域によって異なった形態をとる。本実験では、類似形状をした物体相互の定性的な形状効果の調査ということで、可視化による魚礁の

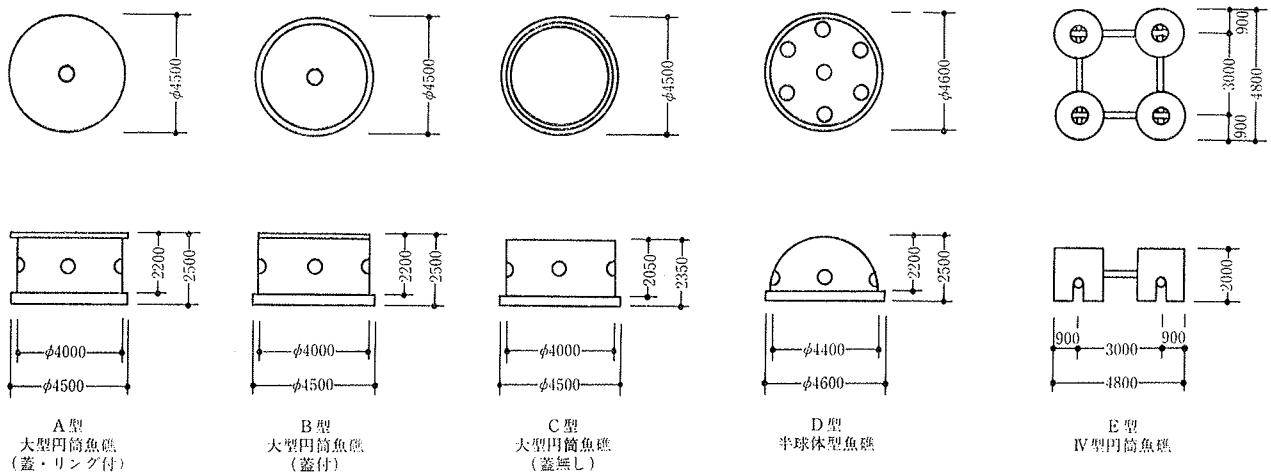


図-1 魚礁モデル

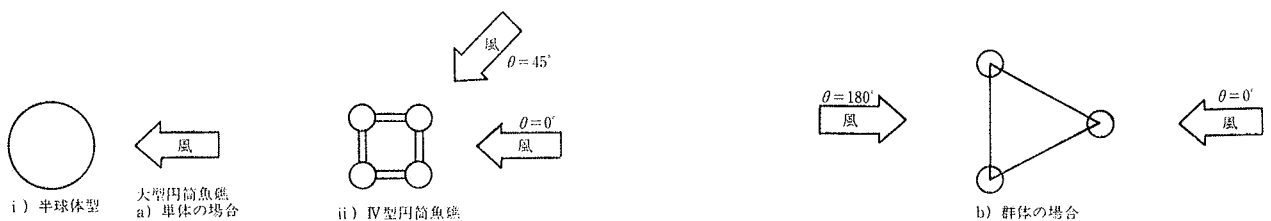
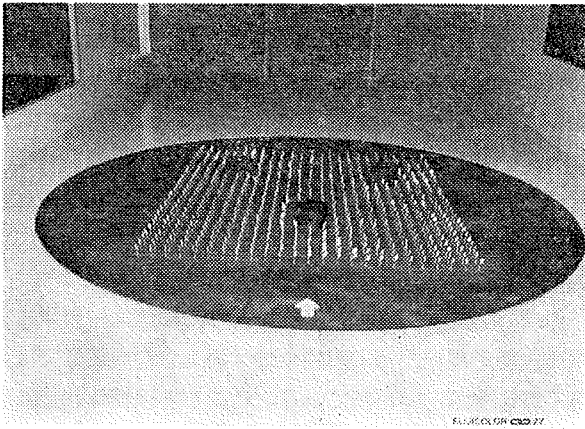
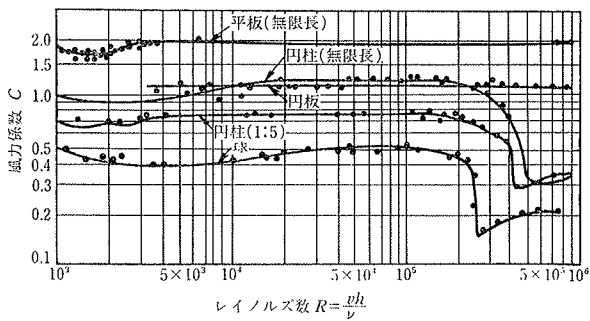


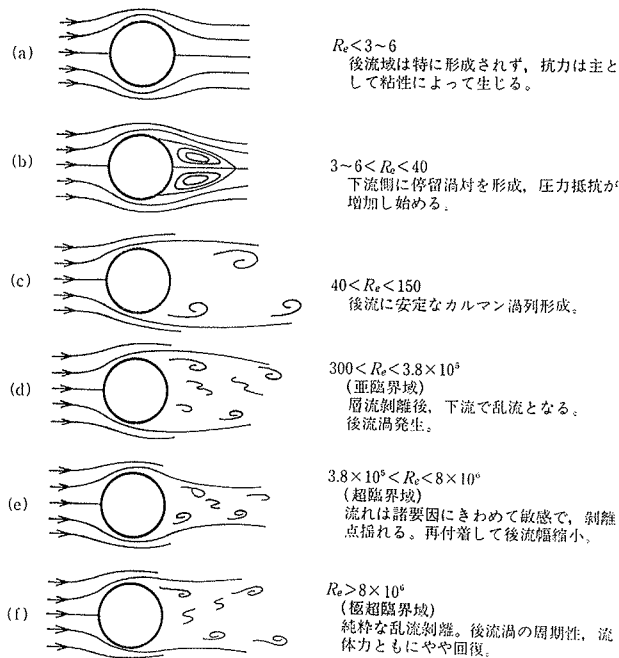
図-2 実験風向



写真—1 群体配置の例 (B型)



図—3 平板・円柱・球の風力係数C, レイノルズ数 Re との関係¹⁾



図—4 円柱のまわりの流れ²⁾

形状効果を適切に観測できるように旗と煙の風速はそれぞれ4.6 m/sec, 1.3 m/secとした。この風速は模型高さに対応するテーブル床面上50 mm高さである。実験風速からRe数を計算すると、それぞれ 2.5×10^4 , 0.72×10^4 で亜臨界域に相当する。

3. 実験結果

各魚礁モデル背後に形成される影響域は旗による流向変化および煙による流線変化の両面から調査し、結果は写真撮影並びに解析図により示した。なお、写真においては、風は右から左方向へ流れている。

3.1. 旗による流向調査

写真による調査結果を写真—2～7に示す。旗による流向調査では、流れの乱れの強弱により旗の動きが変化している。乱れが少なく風速の強いところでは一定の方向(←)を示し、乱れが生じて風向が変化すると(↗)のようにある幅をもって旗が振れる。また、魚礁背後の近接した場所では(↻)のように旗の方向が定まらず回転し、流向が非常に乱れていることを示している。本実験では定量的な測定を行っていないので量的に示すことはできないが、旗の動きの程度から影響範囲を推定した。

大型円筒魚礁 (A～C型) および半球体型 (D型) は断面直径の2～3倍の範囲で影響域を形成している。IV型円筒魚礁は単体で方向性があるため、風速が $\theta=45^\circ$ の場合断面形状が大きくなり、広い範囲に影響域が形成され、 $\theta=0^\circ$ の場合魚礁内部を通過する風速が増すため影響域は狭くなる。

群体の場合には、各魚礁モデル間の中心距離を43 cm (実際の海域の場合21.5 m) とし、魚礁間の相互干渉を調査したが、それぞれ単体の持つ影響範囲を示し、相互干渉はなかった。表—1に旗の場合の模型背後の影響範囲を示す。X方向は流れの方向で模型背後より旗に変化のないところまで測定し、Y方向は流れと直角方向の模型サイドの乱れを測定した。X方向ではA型、Y方向ではE型 ($\theta=45^\circ$) がそれぞれ影響が大きく表われた。

3.2. 煙による流線調査

写真による調査結果を写真—8～11, 解析図を図—5～8にそれぞれ示す。煙による流線調査の場合、煙の性質から一度拡散すると二度と収束しないために、風速の弱い乱れた領域を量として捕えることは難しいが、定性的には次のことが言える。

大型円筒魚礁 (A～C型) の場合、平面的には上部にリングを付けたA型が影響域が大きく、B型C型は差異がみられない。A型は特にリングによる上向きの流線が押えられて側面への回り込みが増加して、二次元的な効果がある。蓋にリングのないB型では、下から2番目の

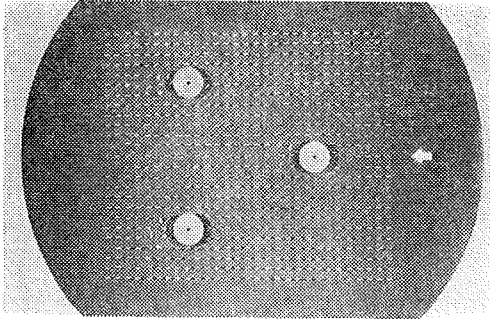


写真-2 旗による流向調査 (A型)

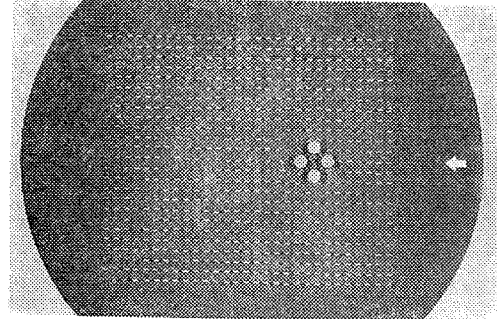


写真-7 旗による流向調査 (E型, $\theta=45^\circ$)

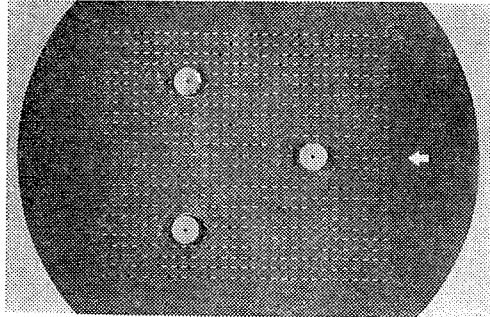


写真-3 旗による流向調査 (B型)

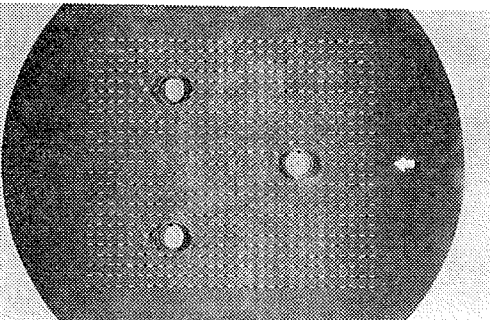


写真-4 旗による流向調査 (C型)

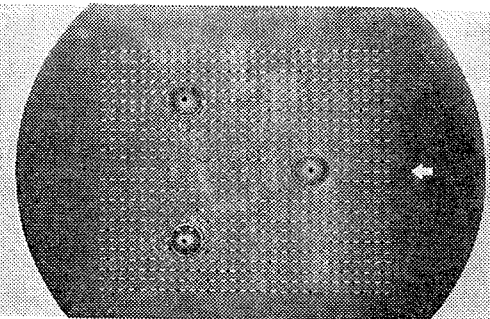


写真-5 旗による流向調査 (D型)

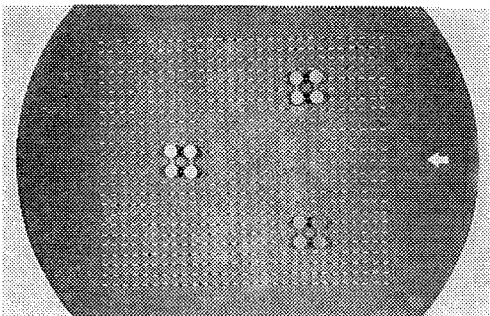


写真-6 旗による流向調査 (E型, $\theta=0^\circ$)

(単位: mm)

方向	モデル					
	A型	B型	C型	D型	E型 ($\theta=0^\circ$)	E型 ($\theta=45^\circ$)
X 方向 (流れの方向)	240	180	180	150	150	150
Y 方向 (流れと直角方向)	120	120	120	120	150	180

表-1 旗の場合の模型背後の影響域

流線(テーブル床面上 40 mm 高さ)は模型前面で上向きとなり、前縁で剥離し蓋の後方で再付着の様相を呈している。蓋のないC型では、モデル前縁で剥離した流線は拡散し、更に魚礁内部の拡乱とも重り上部への吹上げもみられる。したがってリング効果のあるA型が背後の影響は大きい。

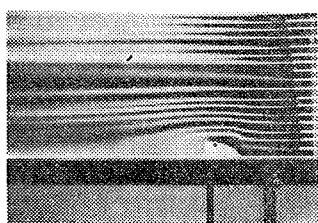
半球体型魚礁の場合、球面のため上部への吹上げは大型円筒型より大きく三次元的であり、水平面での影響範囲は狭くなっている。

IV型円筒魚礁の場合、旗による流向調査と同様風向によって影響域が異り、断面形状の大きくなる $\theta=45^\circ$ の時が影響が大きくなる。

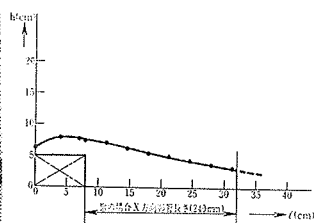
群体の場合についても旗と同様中心間距離 43 cm で相互干渉を見たが、単体として影響範囲だけを示し相互干渉の効果はみられなかった。

4. 考察

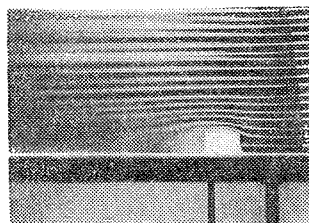
一般に類似した断面形状の魚礁であれば、見掛面積が大きい程影響範囲も増大し、魚礁としての基本的な特性も高まると考えられる。この意味からすれば、本実験結果から明らかなように半球体型魚礁より大型円筒魚礁の方が魚礁としての特性に優れている。大型円筒魚礁 3 タイプを見た場合実験結果から次のことが言える。大型円筒魚礁にリングを付けたことによる効果や蓋がない場合の効果等平面的な影響範囲については、A型のリングを付けた場合魚礁サイドの回り込みが増加し、影響域が増大することから平面的特性はA型が優れている。また、



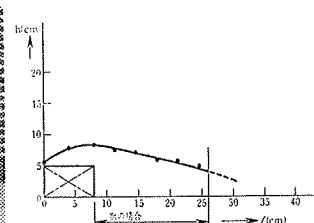
写真—8 流線調査(A型)



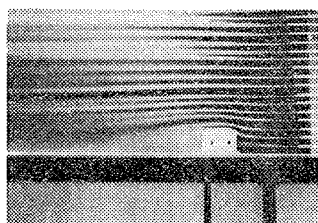
図—5 解析図 (A型)



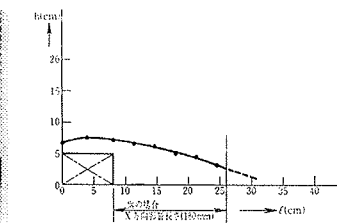
写真—10 流線調査(C型)



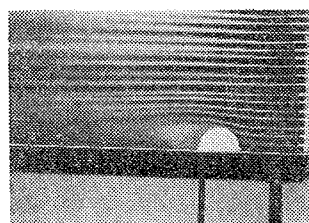
図—7 解析図 (C型)



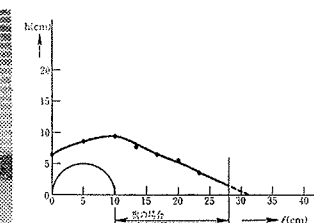
写真—9 流線調査(B型)



図—6 解析図 (B型)



写真—11 流線調査(D型)



図—8 解析図 (D型)

鉛直方向の影響範囲については蓋のないC型が魚礁内部からの吹上げがあり鉛直方向では優れているが、本造成計画では平面的な影響範囲が広いことが重要であるため、大型円筒魚礁の3タイプの中ではリング付きの魚礁が最も効果的である。その他、底生魚類を対象とした魚礁では、直接魚礁上に網を置いたため網掛りの少ない魚礁が必要とされるため、大型円筒魚礁の中では蓋付きの魚礁形状が必要となる。

IV型円筒魚礁の場合 $\theta=0^\circ$ と $\theta=45^\circ$ の流向の違いによって影響範囲にはっきりした違いがみられ、流向が $\theta=45^\circ$ の方が魚礁として効果が期待されるが、方向性があるため、より精度の高い沈設技術が必要となる。しかし、IV型円筒魚礁の場合魚礁内部の空間が大きいため、根付魚等魚礁内部を棲家とする魚類には有効であると考えられる。

群体で配置した場合、旗及び煙においても単体魚礁間の相互効果は見られず単体としての特性を示した。水深

80 m での魚礁設置は、実際海域条件が良くても等間隔に設置することは極めて難しい。そのためある範囲で密度よく設置されれば漁場造成としては効果が高いと思われる、単体としてより性能の高い魚礁による群体配置が必要である。本実験から必要な餌場造成が期待できる魚礁を選定すれば大型円筒魚礁 (A型) が魚礁効果が優れている。

参考文献

- 1) 亀井 勇：建築耐風・耐雪論，建築学大系20，彰国社
- 2) 岡内 功，他：耐風構造，丸善
- 3) 武田寿一，他：魚礁ブロックの渦流現象，大林組技術研究所報告書，(昭52. 12)
- 4) 細野成一，他：K地区人工礁漁場造成に関する調査，設計報告，大林組技術研究所報告書，(昭52. 12)