

人工魚礁による流況変化について

中野工業大学 土木工学科 正員 高田 彰
中野工業大学大学院 学生員 大野 陽男

1. まえがき

漁業専管水域の設定が世界的なすう勢にある中で、我が国の水産業は沿岸漁業に重点を置かざるを得なくなって来ている。そのため、とくに、最近、国家的事業として養殖漁業が注目されるようになり、人工魚礁の開発が盛んになって来ている。人工魚礁の効果は物体の周りの流況として、これまでの流体力学的な種々の研究成果を応用することによって推測できる面の多いことも事実であるが、以外に、人工魚礁に関する流体力学的な研究が少ないことが付く。著者の知る範囲では、黒木・佐藤・尾崎(1964)、中村(1974)の研究があるのみで、種々の問題点が残されている。

魚礁の機能は、主に魚類の増殖を行う集合効果と幼稚仔の培養、中間育成および成魚の育成を行う増殖効果であろう。そのためには、魚礁の材料、構造、配置および施工などについては、流体力学的、水産学および土木工学的など、種々の立場から検討されなければならない。

本研究は、人工魚礁の一種として、かまぼこ型魚礁(ただし、不透過性の場合)を対象とし、流れと波動のある海底に置かれない場合に、人工魚礁周辺の局所流(とくに、流体力学的陰影、渦流、流速、流向)を実験的に調べたものである。

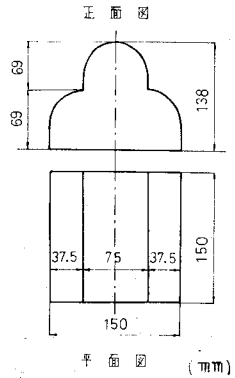


図-1 かまぼこ型魚礁

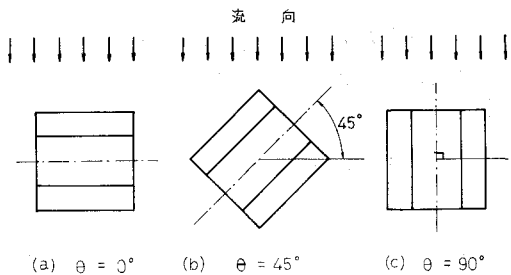
2. 研究方法

(1) かまぼこ型魚礁およびその配置

実験の対象とした、かまぼこ型魚礁(大型魚礁)は図-1のように示され、模型縮尺は1/40である。流れに対する人工魚礁の配置は、単体魚礁として図-2に示されるように、 $\theta = 0^\circ$ 、 45° および 90° の3種類とする。

(2) 流れの中の人工魚礁に関する実験

幅0.98 m、深さ0.4 m、長さ17 mのコンクリート水路と幅0.3 m、深さ0.52 m、長さ20 mのガラス覆り水槽を用いた。潮流の流速を1ノット(1852 m/hr, 0.514 m/sec)前後を対象としているので、模型流速は8.1 cm/sec前後となる。実験では、平均流速 $\bar{V} = 8 \sim 15$ cm/secとしたので、レイノルズ数 $Re = (8 \sim 15) \times 15 / 0.01 = (1.1 \sim 2.1) \times 10^4$ 、フルード数 $Fr = \bar{V} / \sqrt{gR} = 0.043 \sim 0.085$ である。実験項目は魚礁周辺の流速分布と流体力学的陰影を着色液の流出で測定する。



(a) $\theta = 0^\circ$ (b) $\theta = 45^\circ$ (c) $\theta = 90^\circ$

図-2 流れによる魚礁の配置

(3) 波動中の魚礁の実験

一様水深32 cmの造波水路に設置(図-2(a))

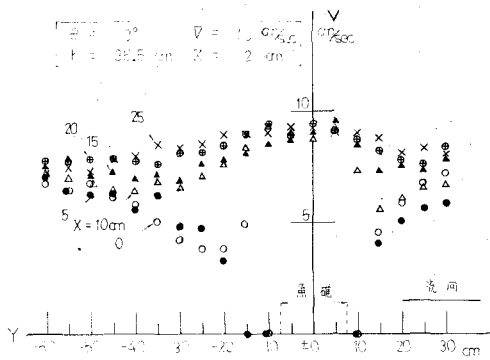
の配置)と木魚礁について、周期 $T = 1.6 \text{ sec}$ 、波高 $H = 7.7 \text{ cm}$ の規則波を作用させて、波鉤におよぼす魚礁の影響範囲を着色液の流況より測定する。

3. 実験結果とその考察

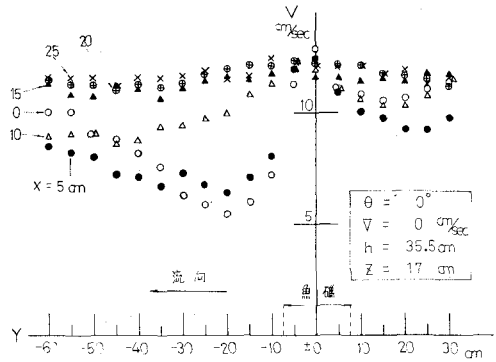
3-1 流木と魚礁

(1) 魚礁付近の流速分布

魚礁の稜線が流木に直角に設置された図-2(a)の場合の流速分布は図-3(a), (b) および(c) に示される。図-(a)は海底上 2 cm ($Z = 2 \text{ cm}$)の流木方向 (θ 方向)の流速分布を流木に横断方向 ($X = 0 \sim 25 \text{ cm}$)をパラメーターとして表わしたものであり、図-(b)は $Z = 17 \text{ cm}$ (魚礁天端上 3.2 cm) 水平面の流速分布を示す。

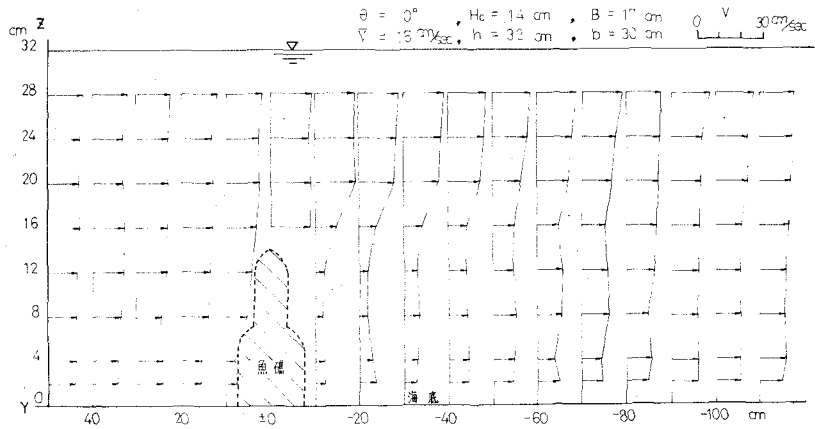


(a) 流木方向の流速分布 ($Z = 2 \text{ cm}$)



(b) 流木方向の流速分布 ($Z = 17 \text{ cm}$)

これらより、 $Z = 2 \text{ cm}$ においては $X = 0 \text{ cm}, 5 \text{ cm}$ の流速が魚礁前後で急激に減少するのに対し、 $Z = 17 \text{ cm}$ では逆に急激に増加していることがわかる。このことは魚礁下端(海底面)より魚礁天端(向)局所的な湧昇流の存在を示すものであり、海底近きの流速量が海水が局所的な湧昇流によつて(巻き



(c) 水深方向の流速分布

図-3 $\theta = 0^\circ$ の魚礁周辺の流速分布

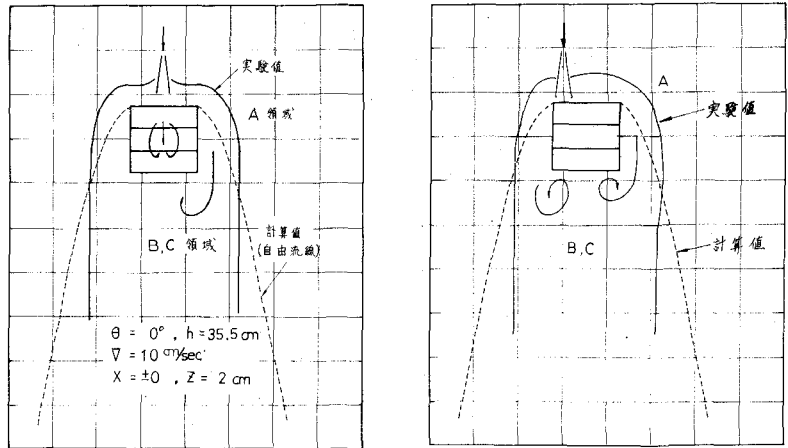
上げられるので魚礁の奇異として望ましい現象といえる。また、 $X = 10 \text{ cm}, 15 \text{ cm}$ は魚礁の側端付近であるが、流速が縮流となり、流速が増加し、若いことがわかる。図-(c)は、魚礁中心線上 ($X = \pm$

0 cm) の水深方向 ($Z = 2 \sim 28$ cm) の流速分布を示すが、魚礁前部および背後の流速分布の減少傾向と、魚礁天端付近の流速分布が増加傾向にある様子がよくわかる。魚礁の影響ががなり背後までおよび (実験では 80 cm 位まで) ことが、よくわかる。流速分布におよぼす魚礁の影響範囲を定量的に調べることは今後の課題であるが、構造物の周辺の局所流に関する研究、例えば、岩佐・分本・名谷 (1975)、永井・倉田 (1971)、藤本 (1960) および本間・安芸 (1967) など研究成果を応用することによってがなりの部分解決されるように思われる。いずれにせよ、魚礁周辺に流速の遅延が存在することは魚の生態学的に一種の刺激となり、集魚効果を高めるのではないかと考えられる。

(2) 魚礁付近の渦流と流体力学的陰影

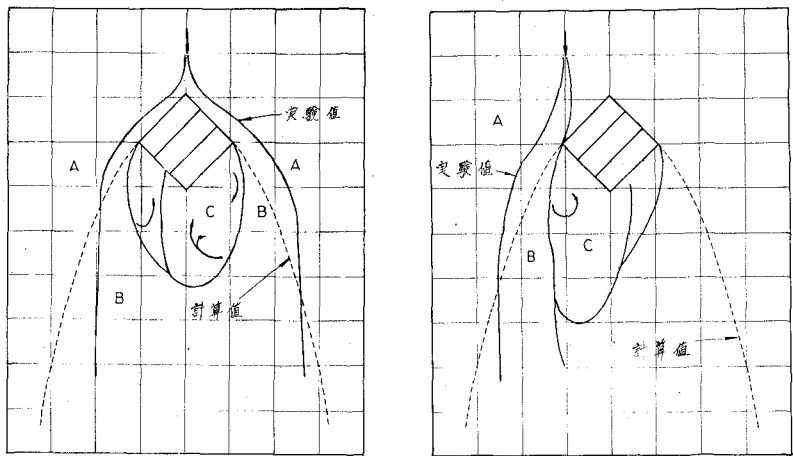
魚礁周辺の流速分布の他に、渦流と流体力学的陰影の存在は、魚の栄養源を供給することおよび魚の生態にとって重要な要素であり、それらを調べることは魚礁の効果を議論する上で意義ある事と云えよう。

図-4, 5 および 6 は海底面上 2 cm ($Z = 2$ cm) の渦流および流体力学的陰影を細いガラス管 (L 字管をした口径 1 mm) より過マンガン酸カリ溶液を流出して測定したものであり、図-4(a), (b) は図-2(a) について、図-5(a), (b) は図-2(b) について、図-6(a), (b) は図-2(c) についての結果を示す。これらの図中の A 領域は魚礁の影響がおよばない領域 (一般流と區別出来ない状態着色液がほとんど乱れず下に流まで長く流れて行く領域)、B, C 領域は魚礁



(a) $X = \pm 0$ cm, $Z = 2$ cm
(Y = 20 cm)
(b) $X = -10.6$ cm, $Z = 2$ cm
(Y = 20 cm)

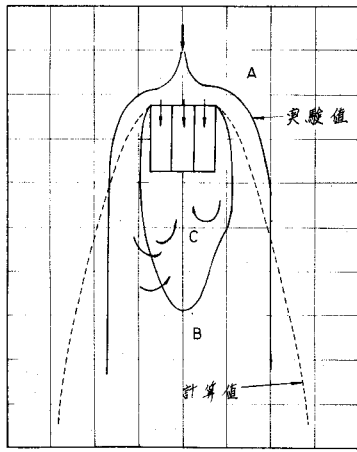
図-4 $\theta = 0^\circ$ の魚礁の渦流と流体力学的陰影



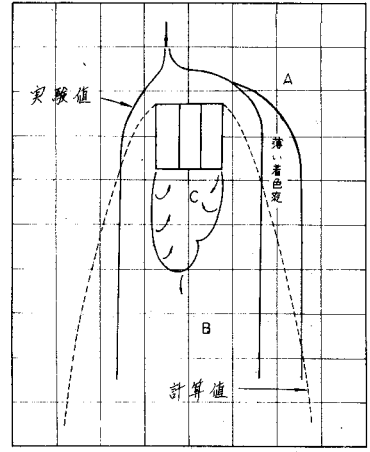
(a) $X = \pm 0$ cm, $Z = 2$ cm
(Y = 20 cm)
(b) $X = -10.6$ cm, $Z = 2$ cm
(Y = 20 cm)

図-5 $\theta = 45^\circ$ の魚礁の渦流と流体力学的陰影

Kによる影響が大きい領域を示し、B領域は流木が乱されていることが認められるが、流木は下流に向いている状態の領域、C領域は流速が0又は逆流している領域（ガラス管から出た着色液が出た所で止まっているが、又は逆以上流を向いて流木している領域）を示す。なお、この判別法は、黒木・佐藤・尾崎（1964）の方法によるものであり、図中の点線は理論的に求



(a) $X = \pm 0 \text{ cm}$, $Z = 2 \text{ cm}$
($Y = 20 \text{ cm}$)



(b) $X = -10.6 \text{ cm}$, $Z = 2 \text{ cm}$
($Y = 20 \text{ cm}$)

図-6 $\theta = 90^\circ$ の魚礁の渦流と流体力学的陰影

むる自由流線（例えば藤本（1960）の著書など）の計算値を示す。これより図-2(b)の配置が他の2の配置よりも渦流および流体力学的陰影が大きいたことがわかる。また、計算値の自由流線と比較して、魚礁前部、側端付近では実験値の方がやや広いが下流に行くにしたがい計算値より狭くなる傾向があることがわかる。魚礁付近の渦流および流体力学的陰影の定量的な研究は今後の研究課題であるが、構造物周辺の局所流に関する研究、例えば、黒木・佐藤・尾崎（1964）、今本・藤井（1975）、吉川・杉本・芦田（1955）、中民（1974, 1976）、中川・鈴木（1974）、中村（1974）および構造物の耐風性に関するシンポジウム（第1回（1972）～4回（1976））などの文献を応用することによりかなりの部分が解決できるように考えらる。

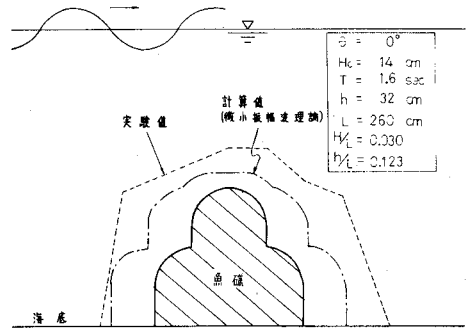


図-7 魚礁による波影の影響範囲

3-2 波と魚礁

波中に魚礁があると波動運動が拘束されて、魚礁付近に渦流を生ずるが、図-7はその影響範囲を調べた結果を示す。なお、計算値（微小振幅波理論の波動距離）と比較してある。これより、実験値は計算値よりもやや影響範囲は広いことがわかる。定量的には今後の研究を待たねばならない。

4. あとがき

魚礁の流体力学的な効果をさらに検討するため、魚礁の形状、配置、フルード数、レイノルズ数および波の条件などを変化させて今後も実験を継続する予定である。

謝辞：この研究を行うにあたり卒業研究学生、田中和世・仙田隆晴両君の助力を得た。