

養殖いけす設計のための生物が付着した部材の流水抗力について

高知 大 正 〇 木村 晴保
シ シ 泉 景 志 浩

1 まえがき

養殖いけすの構成部材であるローフ、網地および浮子には必ず生物が付着し、付着量が規定以上になると、①網地の海水の流通が阻害され、いけす内の水質が悪化する。②施設の水中重量が増大し、いけすの浮揚・維持が困難となる。③部材の体積が増大し、流水抗力が大となるため、荒天時、時には施設が破損する。など施設の維持、管理上不都合な問題が生ずる。

ここでは、これら問題点のうち、ローフおよび網地にフジツボが付着したとき、付着量と流水抗力との関係について実験し、施設を設計する上で重要なフジツボの付着したこれら部材の流水抗力の算定法について述べる。

2 ローフについて

供試体には、ローフの代りに長さ30cm、直径3.2cmと1.8cmの塩ビパイプ(A₀, B₀)と、これらにフジツボを付着させたもの(A₁~A₆, B₁~B₆)を用いた。これらの諸元はTable-1に示す。ここに平均直径とは供試体の3断面につき縦と横の長さ計62英を測定し、それらの平均値である。最大直径と最小直径はそれらの値の最大値と最小値である。

Fig.1に実験方法と、Fig.2に結果の一部を示す。Fig.2のC_Dは抗力係数で、射影面積には平均直径×長さで流速には3英での5秒間の平均流速を用いた。Reはレイノルズ数で、代表長には平均直径を用いた。

図示しなかったが、パイプのみ(A₀, B₀)のC_DはRe変化に対して Wiesse/sberger と同様な傾向を示したが、フジツボが付着したパイプのC_Dは図より分るようにReやフジツボの付着量には関係なくほぼ一定値を取る。これはフジツボが付着して表面粗度が大きくなった物体では、境界層のはく離がReに関係なく常に同じ位置で生じるためと考えられる。

3 網地について

供試体の諸元はTable-2に示す。ここに、Neta0ないしNetb0は縦×横が20cm×30cmの鉄線枠に無結節網地、NetaないしNetbを張りなく取り付けけたもの。Neta1~7はNetaに、Netb1,2はNetbにそれぞれフジツボを付着させ、上記の枠組に取り付けたものである。S₀は網地のみの射影面積で、 $S_0 = 2AD / L \sin \theta$ ----- (1)
ここに、Aは網地の全面積、その他の諸量はTable-2に示す。Sはフジツボをも含む射影面積で、具体的には太陽光線でコピー用感光紙に射影し、射影部の面積を3mm方眼を単位で読み取った。l₁は式(2)で与えられる長さの次元を持つ網地の特性量で

Table-1

	Diameter (cm)		
	average	maximum	minimum
A ₀	3.2	—	—
A ₁	4.4	5.2	3.6
A ₂	4.6	5.4	3.9
A ₃	5.5	6.9	4.5
A ₄	5.9	7.7	5.0
A ₅	7.6	8.5	6.4
A ₆	8.0	10.2	5.6
B ₀	1.8	—	—
B ₁	3.1	4.4	2.1
B ₂	3.3	4.1	2.4
B ₃	3.8	4.4	3.1
B ₄	4.4	5.1	3.6
B ₅	6.5	8.1	4.7
B ₆	6.9	8.5	4.3

A0, B0 cylinder without acorn shell
A1-6, B1-6 cylinder with acorn shell

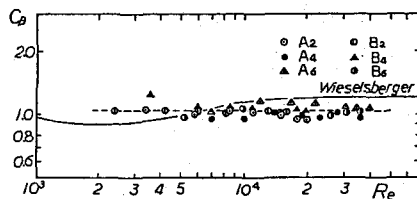


Fig.-2 Drag coefficient versus Reynolds number.

ここに λ は網地1目の面積, φ は全面積に対する射影部面積の比
流水抗力はこれら供試体と流れに直角となるよう, ロープの場合と同様 懸垂保留して実験した。

各供試体ごとの C_D はフジツボの付着の有無にかかわらず, 代表長として式(2)の λ を用いた Re には関係なく, はば一定であった。このことは, フジツボの付着したパイプと同様, 網系それ自体の表面粗度が大きいため, 境界層のはく離が同一位置で生じたものと考えることにより説明できる。

Fig. 3 は供試体ごとの C_D の平均値と Re の関係を示す。記号に付した矢印は Re の実験範囲を示す。さらに大沢のラッセル網地の結果および宮崎の実験式とも併記した。供試体間の Re 違いによる C_D の変化は宮崎のそれとよく類似している。これらのことから, 表面粗度の大きな網系からなる網地の C_D はフジツボの有無にかかわらず Re そのものの関数ではなくて, Re に含まれる網地それ自体の特性量 λ の関数であると考えられる。

Fig. 4 は λ に含まれる毎次元量 φ と C_D の関係を示す。図中, $C_D = 1/(1-\varphi)^2$ は流水抗力を算定する際, 流速として供試体の影響が及ばない上流での流速を用いる代りに, 供試体の空隙部を通過する平均流速 $u = v/(1-\varphi)$ を用い, かつそのときの抗力係数を1として計算したことに対応する。図によると φ が 0.35 以下では C_D は実験よりも破線の方がより適切と言える。 φ が1に近づくとき, すなわち網目が塞がると平板の値 2.01 に近づくことが伺われる。

以上のことから, 網地の抗力係数 C_D はフジツボの付着の有無に関係なく次式で近似できる。

$$\left. \begin{array}{ll} \varphi < 0.35 \text{ のとき} & C_D = 0.85/(1-\varphi)^2 \\ \varphi \geq 0.35 \text{ のとき} & C_D = 2.0 \end{array} \right\} \quad (3)$$

4 流水抗力の算定法

流れに直角に張れたロープおよび流れに直角に張れた網地の流水抗力 F_D は, フジツボの付着の有無にかかわらず, 実用上, 次式で算定できる。

$$F_D = \frac{w_0}{2g} C_D S U^2 \quad (4)$$

ここに, w_0 : 海水の単位体積重量

S : 射影面積

U : 流速

g : 重力加速度

C_D : 抗力係数でロープの場合 1.1, 網地の場合式(3)

なお, ここで使用したロープおよび網地の供試体は高知県水産試験場 石田善久氏の全面的な協力により得たものであり, ここに厚くお礼申し上げる次第です。

Table-2

	L (cm)	d (cm)	θ (°)	S (cm ²)	S/S ₀	h	φ
Neta 0	2.0	0.2	66.7	132.8	1.00	0.359	0.218
Neta 1	"	"	56.8	161.8	1.11	0.307	0.265
Neta 2	"	"	63.9	181.0	1.33	0.316	0.297
Neta 3	"	"	63.7	167.0	1.23	0.326	0.274
Neta 4	"	"	66.8	193.0	1.45	0.314	0.316
Neta 5	"	"	68.5	205.2	1.57	0.309	0.336
Neta 6	"	"	87.8	210.0	1.72	0.328	0.344
Neta 7	"	"	70.4	232.5	1.80	0.292	0.381
Netb 0	3.5	0.3	65.5	114.9	1.00	0.369	0.188
Netb 1	"	"	63.1	414.0	3.53	0.143	0.679
Netb 2	"	"	62.9	430.2	3.66	0.131	0.705

Neta 0, Netb 0 net without acorn shell;
Neta 1-7, Netb 1, 2 net with acorn shell;
L bar length;
d diameter of twine;
 θ angle between adjacent twines;
S projected area of net with acorn shell;
S₀ projected area of net without acorn shell;
h hydraulic mean depth of net;
 φ solidity of net=(S/total area)

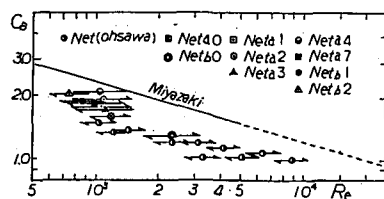


Fig.-3 Drag coefficient versus Reynolds number.

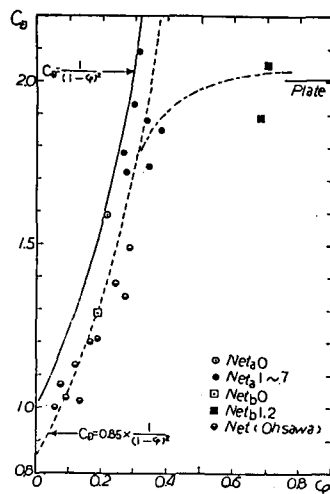


Fig.-4 Drag coefficient versus φ .