

研究简报

方形网目的网片与水流平行时的流体阻力系数研究

A STUDY ON THE DRAG COEFFICIENTS OF SQUARE MESH NETTING PARALLELING TO A WATER FLOW

孙满昌

Sun Man-chang

(上海水产大学工程技术学院, 200090)

(College of Engineering Technology, SFU, 200090)

关键词 方形网目, 网片, 阻力系数**KEYWORDS** square mesh, mesh netting, drag of flow

为了合理利用及有效地保护渔业资源, 各国渔业科学工作者近年来着重研究了渔具的选择性, 改革了网具结构, 尤其对渔业资源影响较大的拖网等渔具更为重视, 投入了大量的人力和物力进行了深入研究, 并取得了一定的成效。在拖网选择性研究中发现采用方形网目的网片制成的网囊其选择性明显好于菱形网目的网囊[陈俊德等, 1991; Robertson, 1983], 对保护渔业资源较为有利。因此, 目前一些国家已开始应用于生产。随着管理型渔业的发展, 其方形网目的网片将会得到进一步的推广和应用。以前对菱形网目的网片的流体力学特性研究较多[宫崎芳夫, 1964], 而对方形网目的网片的流体力学特性研究却甚少。当网片与水流平行时, 方形网目的目脚与水流夹角同菱形网目不一样, 因此流体阻力特性也会不同, 如果用菱形网目的网片阻力系数直接应用在方形网目的网片上, 会产生一定误差, 对设计渔具不利。本研究利用流线形框架[松田、王尔光, 1987]测定了与水流平行时的流体阻力系数和摩擦系数。其研究结果可以为今后设计选择性网具时提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 实验设备

本实验于1991年4月在日本东京水产大学大型回流水槽进行, 观察段长度为7m, 宽1.45m, 常用水深1.2m, 流速20—130cm/s, 实验时的水温15—20℃。

1995-12-29收到。

1.2 实验材料与方法

为了与菱形网目的网片作比较,本次试验用的网片材料、菱形网片的实验数据以及数据处理方法均与[王尔光,松田,1988]基本相同,网片的网线直径为0.38—1.19mm,目脚长度为4.02—30.5mm,详见表1。

表1 实验用材料的特性

Tab. 1 Characteristics of the netting used in the experiment

网片编号	网线直径 (D—mm)	目脚长度 (L—mm)	D/L 值	网片疏密度 (a)	材料	C _d 值	C _f 值
101	0.42	11.60	0.0362	0.0712	PA	0.3161	0.0267
102	1.16	30.50	0.0380	0.0747	PA	0.3126	0.0241
103	1.19	19.33	0.0616	0.1193	PA	0.2643	0.0315
104	0.38	5.86	0.0648	0.1254	PA	0.2815	0.0343
105	0.48	6.25	0.0768	0.1577	PA	0.2460	0.0371
106	0.42	5.30	0.0792	0.1522	PA	0.2697	0.0401
107	0.95	11.95	0.0795	0.1527	PA	0.2430	0.0373
108	0.48	6.02	0.0797	0.1534	PA	0.2301	0.0359
109	1.60	19.60	0.0816	0.1566	PA	0.2366	0.0390
110	0.47	5.63	0.0835	0.1643	PA	0.2574	0.0412
111	1.19	13.20	0.0902	0.1722	PA	0.2209	0.0389
112	1.07	11.60	0.0922	0.1760	PA	0.2294	0.0404
113	0.47	5.10	0.0922	0.1759	PA	0.2299	0.0371
114	0.38	4.02	0.0945	0.1794	PA	0.2260	0.0389
115	0.59	6.15	0.0959	0.1826	PA	0.2205	0.0403
116	0.70	5.92	0.1182	0.2225	PA	0.1958	0.0459
117	0.80	5.90	0.1356	0.2528	PA	0.1890	0.0478
118	0.70	16.00	0.0438	0.0856	PE	0.2987	0.0270

实验时将待测的方形网目的网片安装于长100cm,宽50cm的流线形框架里,网片始终与水流平行。通过三分力天平测定不同流速下的阻力。流速仪安装于框架的上流50cm,水深50cm处。实验数据通过转换器直接进入计算机。网片的目脚长度和网线直径都是在湿态下测得。图1为实验测试系统。

1.3 基本计算式

实验数据处理所采用的基本公式如下:

$$C_D = \frac{2R}{\rho a S V^2}, \quad C_f = \frac{2R}{\rho S V^2}, \quad \alpha = \frac{D}{L} \left(2 - \frac{D}{L}\right)$$

以上式中, C_D ——网片的阻力系数;

C_f ——网片的摩擦系数;

R ——网片阻力(N);

S ——网片缩结面积(m²);

V ——流速(m/sec);

ρ ——水的密度(kg/m³);

D ——网线直径(mm);

L ——网片目脚长度(mm);

α ——网片的疏密度,即网片的线面积与缩结面积之比。

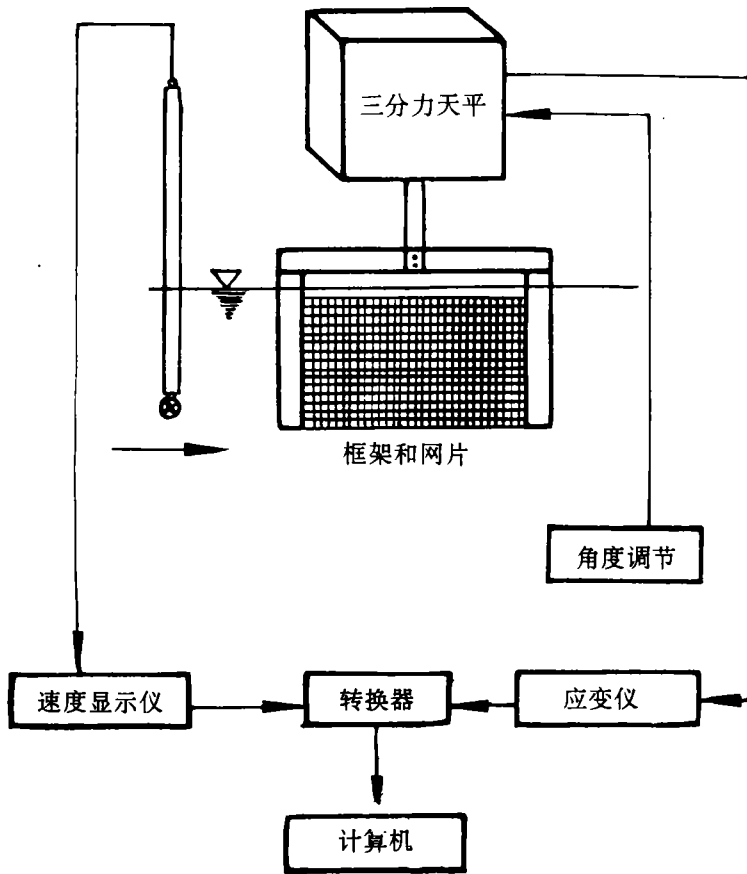


图1 实验测试系统

Fig.1 Schematic diagram of measuring system

2 实验结果

2.1 阻力系数 C_D 与雷诺数 R_d 的关系

雷诺数 $R_d = \frac{Dv}{\nu}$, 式中 ν 为水动粘性系数。由实验所得, 阻力系数随雷诺数 R_d 的增加略为变小, 但变化不大, C_D 与 R_d 成 $-0.237 \sim -0.016$ 指数关系, 其平均值为 -0.134 , 此值比菱形网片 (-0.08) 小, 因此, R_d 对方形网目的阻力系数影响比菱形网目要大。

2.2 摩擦系数 C_f 与 R_L 的关系

以与流向平行的网片长度作为特性长度 (L), 计算雷诺数 $R_L = \frac{Lv}{\nu}$, 本次试验 L 为 100 厘米。从试验可知, 随着 R_L 值的增加, C_f 值几乎没有变化, C_f 与 R_L 成 $-0.206 \sim -0.028$ 指数关系, 平均值为 -0.147 , 此值也比菱形网目网片 (-0.073) 小。

2.3 阻力系数 C_D , 摩擦系数 C_f 与 α 的关系

方形网目网片的阻力系数 C_D , 随 α 的增加而下降, 而摩擦系数 C_f 值却上升。 α 值的变化主要是网线粗度和网目目脚长的变化, 即网线粗度, 目脚长度对阻力系数影响较大。从试验可知, 当网线直径一定 ($0.42 -$

0.49mm)时,阻力系数 C_D 随目脚长度增加而增加,而摩擦系数 C_f 却减小,这是由于线表面积减小之缘故。当目脚长度(5.8—6.15mm)一定时,网线越粗则 C_D 越小而 C_f 越大。

2.4 阻力系数 C_D 、摩擦系数 C_f 与 D/L 的关系

从试验结果来看, C_D 值随着 D/L 的增加而减小,经统计 $C_D=0.12+0.086(L/D)$ 。摩擦系数 C_f 随 D/L 的增加而增加,经统计 $C_f=0.0172+0.24D/L$ 。

3 分析与讨论

(1)将本次实验结果绘成图2,纵轴为 C_f ,横轴为 $\sqrt{D/L \cdot \tan\varphi}$, φ 为缩结角。图中虚线为[王尔光、松田, 1988]得出的菱形网目网片的经验公式,实线为本次试验得出的方形网目的经验公式。对于方形网目来讲 $\varphi=45^\circ$,则 $\tan\varphi=1$,摩擦系数经验公式为 $C_f=0.13\sqrt{D/L}$ 。由于 $C_D=C_f/\alpha=C_f/D/L(2-D/L)$,所以计算阻力系数的经验公式为 $C_D=0.13L/D/(2-D/L)$ 。

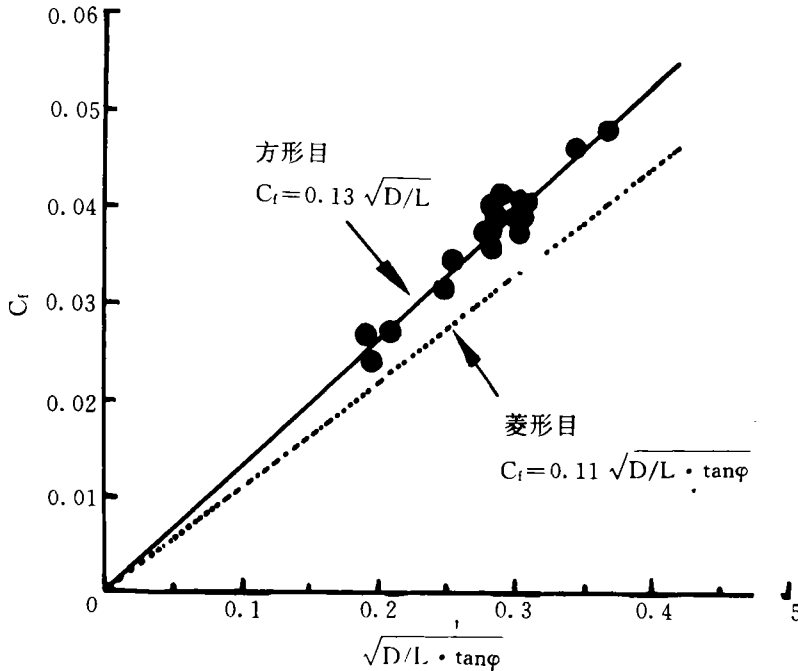


图2 摩擦系数 C_f 与 $\sqrt{D/L \cdot \tan\varphi}$ 的关系

Fig. 2 Relation between the friction drag coefficient C_f and $\sqrt{D/L \cdot \tan\varphi}$

为此在计算方形网目的网片阻力时,建议采用以上经验公式。本次试验限于材料种类,没能做更多的试验,因此有些问题有待以后进一步研究。

(2)从以上试验结果表明,方形网目的网片阻力系数变化规律基本上与菱形网目一致。但经统计其阻力系数、摩擦系数分别比菱形网目大20%和16%,其原因作者认为有以下几点。首先由于本次试验主要测定与水流平行时的阻力系数和摩擦系数,在这种情况下,方形网目的目脚始终与水流成垂直或平行状态,而菱形网目的目脚却成45°,根据流体力学原理,垂直时的阻力系数大于成一定角度时阻力系数。例如对圆柱体来讲,垂直时的阻力系数为1.2,而成45°时为0.41,由此产生方形网目的阻力系数大于菱形网目的结果。其次,方形网目

的网片是由普通网片剪裁而成,装在框架上的四边都是全单脚,这样在水流作用下,结节所产生的涡流对目脚产生较大的影响,因而造成了网片的系数增加。另外,我们也曾测定了对流垂直时的方形网目的阻力系数,结果发现基本同菱形网目一致,由此可见,方形网目 C_D 、 C_i 值增加是由于目脚对流角度不同而引起的。

本次试验得到了日本东京水产大学松田皎教授、胡夫祥博士的帮助,在此表示谢意。

参 考 文 献

- [1] 王爾光·松田 皎,1988。流綫形枠による流れに平行な網地の抵抗の測定。
- [2] 松田 皎·王爾光,1987。流綫形枠による流れに平行な網地の抵抗測定法。
- [3] 陳俊徳ら,1991。屋外長水路での曳網模型による角目袋網の網目選擇性の比較。日本水産學會, 57(7):1313-1319。
- [4] 宮崎芳夫,1964。網地の流體抵抗に関する基礎的研究。東京水産大學學報, 50(2):79-88。
- [5] Robertson, J. H. B., 1983. Square mesh codend selectivity experiment on whiting (*Merlangius merlangus*(L)) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*(L)). ICES. CM, 1983, B; 25, Fish capture committee, 1-14.