浮魚礁の模型と実物実験結果の検討

本多勝司・明瀬博彦・沢田貴義

(1981年12月4日受理)

Comparison Experiment between a Model and a Full Scale Artificial Floating Fish Reef

Katuji HONDA^{*1}, Hirohiko MYOSE^{*2}, and Takayoshi SAWADA^{*3}

At present, a law of similarity between a model and a full scale artificial floating fish reef does not exist. A model based on Froud's similarity law was thus designed. To estimate the angle of inclination and hydraulic resistance of artificial floating fish reef to various current velocities, experiments on the model and full scale were carried out.

The results obtained are as follows:

(1) The angle of inclination is the same tendency until the current velocity is about 60 cm/s for the model scale experiment. The angle is about 10° larger when the same experiment was carried out on a full scale.

(2) The hydraulic resistance is the same tendency when the current velocity is about 60 cm/s for the model and full scale experiments. As the values of hydraulic resistance converted from the model to the full scale are increased by about 30%, the values become almost equal to those of the full scale.

模型実験の結果からこれを実物に換算するには、模型と実物との間にはある定まった法則が成り立っていることが必要である。ところが、浮魚礁のようなものでは今のところ適当な相似則がない。そこで、ここではフルード則にのっとった模型を製作して、これを用いた模型実験の結果と実物についての観測結果とを比較検討して、模型実験より実物の様子をを知る目安を得ようとした。

実験方法

1980年10月より静岡県大井川白灯台真方位64°, 3,800m沖に設置された実物浮魚礁に各種の測定器具類を、1981年3月9日より3月30日までの21日間にわたり Fig. 1 に示す位置に取付けて自記記録させた。

模型実験では模型と実物の大きさの比 $\lambda/\lambda' = 1/20$ とし、Fig. 2 に示すフルード模型を作り、これを東水大の回流水槽で1981年8月8、9日に Fig. 3 に示す試験方法により、流速は流速計、張力は張力計、傾き角は写真撮影によりそれぞれ測定した。

実験結果

実物浮魚礁における流速計および張力計の記録の読みと求めた傾き角とを3月23~25日の場合につき Table 1 に例示し、Fig. 4 に経過時間と流速および張力の変化

Fig. 1. Schematic diagram of artificial floating fish reef. Marks (x) are position of measuring instrument.

- ①. Current meter (Andler type No. 4)
- ②. Depth meter (BS-O4)
- ③. Tension meter.

を3月22~26日の場合につき例示する。

Table 1 の傾き角 θ は流れのあまりないときの張力が 355 kg くらいと読めるので、これを余剰浮力と考えて、

^{*1} (4-10, Nishigomon 2, Kamakura, Kanagawa 248, Japan).

^{*2} ムサシ工業株式会社 (MUSASHI KOGYO Co., 2-56 Nihonbashikabuto Chuo, Tokyo 103, Japan).

^{*3} 静岡県水産試験場 (Shizuoka Prefectural Fisheries Experimental Station, 3690 Ogawashioiri, Yaizu 425, Japan).

Fig. 2. Model of artificial floating fish reef.

- ①. Float (Dia. 2.25 cm)
- ②. Frame (Dia. 0.5 cm)
- ③. Net (Twine size 0.1 cm, Mesh size 2 cm).

これと張力とから求めたものである。また、深さ計よりの傾き角 θ は、深さ計の読みを用いて幾何図形を考えて求めたものである。

模型実験における観測結果とフルー・d 則による実物換算値（実物と模型の流速をそれぞれ v' , v とすると $v' = v/22$, 実物と模型の張力をそれぞれ T' , T とすると $T' =$

Fig. 3. Test method.

- ①. Tension meter
- ②. Current meter
- ③. Current.

$= T \times 8000$) とを Table 2 に示す。なお、模型実験における網 ($d=0.1$ cm), フロート ($d=2.25$ cm), 枠 ($d=0.5$ cm), 浮魚礁 ($d=15$ cm) の Re 数はそれぞれ $10^1 \sim 10^2$, $10^2 \sim 10^4$, $10^1 \sim 10^3$, $10^2 \sim 10^4$ の範囲であった。

考 察

傾き角 θ は深さ計の位置が浮魚礁が傾いたとき下側にあるか、上側にあるかによって、幾何図形から求めてみると、張力計より求めた傾角に対して約 3° の増か減かの違いがある。Table 1 の2つの傾き角と経過時間との関係を見ると Fig. 5 に示すごとく両者で一致しているときもあるが、違いの多いところでは 10° 内外の違いがみられる。全体としてみると気象条件の穏かで流れのゆるやかなときは両者で違いが少なく、急に流れが早くなって行くときは、深さ計より求めた傾角が小さく表わ

Fig. 4. Relations between time elapsed and current velocity or max. and min. tension.

Table 1. The date and measuring values on artificial floating fish reef

Date	Current velocity v' cm/sec	Tension T			Angle of* ¹ inclination θ°	Drag F'	Depth from* ² depth meter D_m	Angle of inclination from depth meter θ°	
		Min.	Max.	Average					
'81 March									
23rd	15h	28.1	360	380	370	16.4	104	22.7	24.9
	16	29.2	370	390	380	20.9	136	22.7	24.9
	17	30.3	360	410	385	22.8	149	22.0	21.4
	18	30.9	370	400	385	22.8	149	22.0	21.4
	19	30.6	370	390	380	20.9	136	21.5	18.2
	20	30.9	370	400	385	22.8	149	22.0	21.4
	21	34.0	370	390	380	20.9	136	22.0	21.4
	22	34.5	370	390	380	20.9	136	21.5	18.2
	23	35.9	370	390	380	20.9	136	23.4	28.0
24th	0	35.9	370	390	380	20.9	136	23.6	24.4
	1	33.1	340	400	380	20.9	136	22.6	19.1
	2	29.8	360	380	370	16.4	104	21.1	15.8
	3	13.8	330	410	370	16.4	104	22.1	15.8
	4	29.5	370	440	405	28.8	195	24.6	28.4
	5	51.9	420	470	445	38.7	278	28.5	45.0
	6	57.5	420	450	435	35.3	251	27.0	40.7
	7	54.4	430	440	435	35.3	251	27.5	42.2
	8	45.5	430	450	440	36.2	260	26.5	39.1
	9	43.8	390	430	410	30.0	205	24.5	32.3
	10	39.3	370	430	406	27.4	184	23.5	28.4
	11	41.3	400	440	420	32.3	224	24.5	32.3
	12	49.7	420	440	430	34.4	243	27.2	41.3
	13	44.1	380	440	470	30.0	205	25.2	34.8
	14	46.0	410	450	430	34.4	243	26.2	38.2
	15	51.6	410	450	430	34.4	243	26.2	38.2
	16	47.1	380	440	410	30.0	205	25.2	34.8
	17	42.7	380	430	405	28.8	195	24.0	30.5
	18	42.4	380	440	410	30.0	205	25.5	35.9
	19	44.9	400	440	420	32.2	224	25.5	35.9
	20	49.9	420	440	430	34.4	243	27.1	41.0
	21	49.9	390	450	420	32.2	224	25.0	34.1
	22	41.8	380	440	410	30.0	205	24.0	30.4
	23	42.4	380	440	410	30.0	205	24.5	32.3
25th	0	41.8	390	440	415	30.5	217	25.0	34.1
	1	41.0	400	460	430	32.9	234	26.5	39.1
	2	43.2	410	450	430	34.0	241	26.5	39.1

*¹ Values calculated from the surplus buoyancy (355 kg) and the tension.*² Values calculated by the depth meter. Depth meter records were corrected by the tide table.

Fig. 5. Relation between time elapsed and angle of inclination.

○, calculated from the surplus buoyancy and the tension.

●, calculated by the depth meter.

Table 2. The measuring values on model scale experiment and the values converted into full scale

Model scale				Full scale		
Current velocity v cm/sec	Tension P kg	Angle of inclination θ°	Drag F g	Current velocity v' cm/sec	Tension P' kg	Drag F' kg
0	56	0	0	0	448	0
5	56	8	7.8	22.3	448	62
10	56	20	19.2	24.6	448	154
15	58	35	33.3	67.0	464	266
20	67	49	50.9	89.3	536	405
25	80	61	70.0	112	640	560
30	92	73	88.0	134	736	704
35	112	75	108	156	896	866
40	132	77	129	179	1,056	1,028
45	157	80	155	201	1,256	1,232
50	183	83	182	223	1,464	1,453

Fig. 6. Relation between current velocity (v') and angle of inclination (θ°). Marks are the same as in Fig. 5. Fig. 7. Relation between current velocity (v) and angle of inclination (θ°).

●, values converted from on model experiment, ○, values on full scale experiment.

れ、その後早い流れが続くときは、これに反して深さ計より求めた傾角が大きく表わされている。

上述の点や海象条件の変化などにより、この測定はばらつき易いものと考えられる。

Fig. 8. Photograph of net consist of artificial floating fish reef.

Fig. 9. Relation between v' and F' .

次に Table 1 の 2 つの傾き角 θ と観測流速 v' との関係をみると Fig. 6 のように、 θ はほぼ v' が 60 cm/sec くらいまでは比例して増すと考えてよく、その関係は $\theta = 0.7v'$ とかける。Table 2 の模型における流速 v と傾き角 θ との関係をみると Fig. 7 のように v が 30 cm/sec (実物換算 136 cm/sec) くらいまで θ は v に比例して増

し、その後は増し方が減少して一定値に近づくようになる。この図に Fig. 6 でみられた $\theta=0.7v'$ の関係より v' を模型に換算した流速 v と θ の関係をプロットすると、図からわかるように同じ流速では実物の方が傾き角かなり大きく出ている。

Fig. 8 は観測時の終了頃の浮魚礁の網の部分の写真である。浮魚礁はこの図にみられるように設置後時間のたつにつれて、かなり多くの生物が附着する。したがって、浮魚礁の浮力が減少するとともに流れより受ける抵抗も多くなり、少しの流れでも傾きが起るので上述のような結果となったと考えられる。

次いで、Table 1 の実物の流速 v' と抗力 F' との関係をみると Fig. 9 のようで、 F' は v' にはほぼ比例し $F'=kv'^n$ と表わせる。この図に Table 2 よりの模型を実物に換算した値をプロットすると v' が 60 cm/sec 以下では、ほぼ実物の測定値と同じ傾向を示し、前と同じように $F'=k'v'^n$ と表わせる。ここに k, k', n および n' は定数で次のように表わせる。すなわち

$$\text{実物測定} \quad F'=0.93v'^{1.43}$$

$$\text{模型を実物換算} \quad F'=0.70v'^{1.43}$$

となる。これより実物はフルード模型による模型実験の結果を実物換算した値の約 30% 増とすればよいと考えられる。すなわち、模型より実物を推定する一つの目安が考えられる。さらに、実用に当っては、設置される場所の気象および海象条件に対して安全性を考えて行くこ

とが必要であろう。

要 約

- 1) 浮魚礁では模型実験をするための適当な比較則がないので、フルード則による模型で模型実験をし、これと実物の計測結果とを比較検討し、模型より実物の様子を推定する目安を得る試みがなされた。
- 2) 浮魚礁は 1980 年 10 月に静岡県大井川白灯台真方位 64°, 3800 m 沖に設置され、1981 年 3 月 9 日より 3 月 30 日まで計測器類で計測した。フルード模型は 1981 年 8 月 8, 9 日に回流水槽で試験した。
- 3) 浮魚礁の流れによる傾き角は実物計測値および模型の実物換算値ともに流速 60 cm/sec 以下ではほぼ流速に比例して増加するが、実物では模型よりの換算より大きい。これは浮魚礁は設置されると、種々の生物の附着により浮力が減少し、流水抵抗が増すためと考えられる。
- 4) 浮魚礁の流れより受ける抗力は流速 60 cm/sec 以下では、実物の計算値と模型の実物換算値とは同じ傾向を示し、後者を約 30% 増にすれば、ほぼ実物計測値になることが知れた。

終りに本実験を行うにつき種々ご協力賜った静岡水試の担当者、間組技研鈴木達雄氏およびムサン工業 K K 新井健二氏の諸氏にそれぞれ深謝する。