

水槽試験報告書

目次

1. 概要.....	2
2. 対象船・試験状態の選定.....	2
2.1 対象船.....	2
2.2 試験状態の設定.....	2
3. 水槽試験の実施.....	2
3.1 平水中抵抗試験.....	2
3.2 波浪中抵抗試験.....	2
3.3 波浪中動揺試験.....	2
3.4 自由動揺試験.....	2
3.5 傾斜試験.....	3
4. 試験結果.....	3
4.1. 平水中抵抗試験結果.....	3
4.2. 自航要素推定.....	3
4.3. 必要馬力(BHP)推定.....	3
4.4. 波浪中抵抗試験結果.....	4
4.5. 波浪中動揺試験結果.....	4
4.6. 自由動揺試験結果.....	4
添付資料	
添付資料 1: 記号と定義.....	22
添付資料 2: MSNo.22080 Full Load の抵抗試験結果.....	25
添付資料 3: MSNo.22080 Trial の抵抗試験結果.....	26
添付資料 4: Full Load の馬力推定結果.....	27
添付資料 5: Trial の馬力推定結果.....	28
添付資料 6: Full Load 抵抗試験時の写真.....	29
添付資料 7: Trial 抵抗試験時の写真.....	36
添付資料 8: 船首付近への波浪衝撃の状況(正面向波規則波中).....	43
添付資料 9: 自由動揺試験.....	44
添付資料 10: 模型船写真.....	45

1. 概要

NPO 法人長崎海洋産業クラスター形成推進協議会様の依頼により 長崎総合科学大学曳航水槽において、洋上風力発電の作業員訓練のための Crew Transfer Vessel(以下、CTV)の平水中抵抗試験、波浪中抵抗試験、波浪中動揺試験および自由動揺試験の試験結果について報告する。

2. 対象船・試験状態の選定

対象船の諸元および試験状態について下記に示す。

2.1 対象船

対象とした CTV の実船長さ $L_{pp}=16.9\text{m}$ および縮率 9.6667 の模型長さ $L_{ppm}=1.8\text{m}$ の主要目を表 1 に示す。

2.2 試験状態の設定

水槽試験の試験状態を表 1 に示す。平水中抵抗試験は Full Load 及び Trial(42.2%DWT)の 2 状態について行った。波浪中抵抗試験、波浪中動揺試験および自由動揺試験は Full Load のみについて行った。

3. 水槽試験の実施

試験は長崎総合科学大学 曳航水槽にて実施した。模型船の平水中抵抗試験は 2023 年 2 月 15 日に、波浪中抵抗試験は 2023 年 2 月 10 日に、波浪中動揺試験および自由動揺試験は 2023 年 2 月 13 日に実施した。

3.1 平水中抵抗試験

平水中抵抗試験の試験船速を表 2 に示すように設定した。模型船速度を変えて抵抗を計測し、剰余抵抗係数を求めた。計測を行うと同時に、模型船の船首前方、真横および船尾斜め方向から模型船の船体の姿勢のビデオ撮影を行った。

3.2 波浪中抵抗試験

波浪中抵抗試験の波浪条件を表 7 に示す。船速は 6knots 相当とし、正面規則波の波長、波周期を変化させた。平水中の抵抗と比較し、抵抗増加を求める。また、上下揺れ(heave)、縦揺れ(pitch)および船首加速度の計測を行うと同時に、模型船の船首前方、真横および船尾斜め方向から船体運動のビデオ撮影を行った。

3.3 波浪中動揺試験

波浪中動揺試験の波浪条件を表 8 に示す。ISSC スペクトラムを持つ不規則波中で計測した。上下揺れ、縦揺れの計測を行うと同時に、模型船の船首前方、真横および船尾斜め方向から船体運動のビデオ撮影を行った。

3.4 自由動揺試験

自由動揺試験は縦揺れおよび横揺れの 2 方向の試験とする。添付資料 9 に示すように計測員が模型船を水面下に押し込み、拘束を解く方法で動揺させた。平水中の 0 knots で実施し縦揺れおよび横揺れ(roll)の固有周期を計測する。横揺れについては減衰率を求めた。模型船の船首前方、真横および船尾斜め方向から船体運動のビデオ撮影を行った。

3.5 傾斜試験

模型船を静水に浮かべ、甲板上の一方の舷に重量物を移動させ、船を傾けてその角度を測定し、し重心の高さを算定した。

4. 試験結果

平水中抵抗試験、波浪中抵抗試験、波浪中動揺試験および自由動揺試験の試験結果について示す。

4.1. 平水中抵抗試験結果

剰余抵抗係数 r_R を図 1 に、A.P.及び F.P.における沈下量を図 2 に示す。剰余抵抗係数 r_R は以下の式で表す。

$$r_R = R_r / (\rho \cdot V_m^2 \cdot \nabla_m^{\frac{2}{3}}) \quad (1)$$

ここで、 R_r :剰余抵抗(kg), $\rho(101.97\text{kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4)$:水の密度, V_m :模型船速(m/s),
 ∇_m :模型排水量(m^3)

検力計の容量不足ため、計測は 11knots まで実施した。11knots より低速側の CFD と水槽試験の剰余抵抗係数 r_R は一定の位相で変化しており、高い相関の結果となった。12knots より高速側は CFD を用いて水槽試験相当の剰余抵抗係数 r_R を求めるとした。

また、有効馬力の推定結果を図 3 に示す。このとき、粗度修正係数 ΔC_f は流体テクノの標準値を用いた。

4.2. 自航要素推定

自航要素(推力減少係数 $1 - t$ 、伴流係数 $1 - w$ 、プロペラ効率比 η_R)はデータベースの類似船より推定した。推定した自航要素を表 5 に示す。

4.3. 必要馬力(BHP)推定

抵抗・自航要素を用いて必要馬力(BHP)を推定した。BHPは以下の式で表す。

$$BHP = r_t \cdot (\rho \cdot V_s^3 \cdot \nabla_s^{\frac{2}{3}}) / \eta \quad (2)$$

$$r_t = C_f \cdot \frac{S}{2\nabla_m^{\frac{2}{3}}} + r_R \quad (3)$$

$$\eta = \eta_t \eta_r \frac{1 - t}{1 - w_s} \eta_p \quad (4)$$

$$1 - w_s = e_i(1 - w_m) \quad (5)$$

ここで、 r_t :全抵抗係数, $\rho(104.51\text{kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4)$:海水の密度, η :効率, C_f :摩擦抵抗係数,

V_s :船速(m/s), ∇_s :排水量(m^3), S :浸水面積(m^2), η_t :伝達効率, η_p :プロペラ効率,

e_i : 伴流尺度影響係数

主機およびプロペラ要目について表 3 および表 4 に、BHPの結果を表 6 および図 4 にそれぞれ示す。MCR85%シーマージン 15%(NOR 15%S.M.)の出力で Full Load および Trial の速力はそれぞれ 18.73knots、21.15knots となった。伴流尺度影響係数 e_i は 1.0 とした。また、実船のプロペラ効率 η_p は Gawn-Burrill チャートから求めている。

4.4. 波浪中抵抗試験結果

正面向い波規則波中の応答関数および抵抗増加係数を求めた。抵抗増加係数は以下の式で表す。

$$\sigma_{aw} = \frac{R_w - R_0}{\rho g h_a^2 (B^2/L)} \quad (6)$$

ここで、 R_w : 波浪中抵抗(kg), R_0 : 平水中抵抗(kg), $h_a = \text{波高}/2(m)$: 波振幅、 $\rho(101.97 \text{ kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4)$: 水の密度、 $g(9.8 \text{ m/s}^2)$: 重力加速度

計測結果を表 9 に示す。縦揺れ、上下揺れ、船首上下加速度および抵抗増加の応答関数を図 5、図 6、図 7 および図 8 に示す。船体運動および加速度の応答関数はフーリエ解析により求めた一次関数であり、上下揺れの振幅 Z_a を波の振幅 h_a で、縦揺れはその振幅 θ_a を波傾斜 kh_a 、船首の上下加速度の振幅 α_a は $g(h_a/L)$ で無次元化した。

船体運動に伴い、船首端の防舷材あるいは双胴間のデッキに波面が衝突した。特に、 $\lambda/L = 1.1 \sim 1.4$ の範囲で強い衝突が見られた。衝突の状況を添付資料 8 に示す。実験時の造波による波高の計測結果を図 9 に示す。 $\lambda/L = 1.4, 1.5$ 付近を除いて目標値の $\pm 10\%$ 以内となっている。波浪衝撃の度合いは波高の相違の影響を受けるため、応答関数にも影響が見られた。

4.5. 波浪中動揺試験結果

試験結果から求めた船体運動の正面向波の応答関数を表 10 に、横波の応答関数を表 11 に示す。

4.6. 自由動揺試験結果

縦揺れ試験は減衰が大きく、固有周期を求めることができなかった。横揺れ試験の自由横揺れ角の減衰曲線、減減角曲線、減減曲線、N 係数および横揺れ周期を図 10、図 11 および図 12 示す。初期傾斜は Top Deck が水面付近まで片舷を押し込んだ際の傾斜約 7.5° を採用した。減減角曲線は、減衰曲線の各振幅を読み取って揺れ角ベースにプロットした。減減曲線は減減角曲線から読み取った、 $\theta_1, \theta_2, \theta_3 \dots$ を下記に置き換える。

$$\Delta\theta_i = \theta_i - \theta_{i-1}, \quad \theta_m = (\theta_i + \theta_{i+1})/2 \quad (7)$$

減減曲線は θ_m を横軸に $\Delta\theta_i$ を縦軸にしたものになる。この減減曲線は $\Delta\theta = f(\theta_m)$ で表されるが、この関数と運動方程式の減減項の関数の形が同一であることが証明されている。すなわち、次式のような関係になる。

$$f(\dot{\theta}) = A\dot{\theta} \pm B\dot{\theta}^2 \quad \Delta\theta = a\theta_m + b\theta_m^2 \quad (8)$$

$$f(\dot{\theta}) = \pm B\dot{\theta}^2 \quad \Delta\theta = N\theta_m^2 \quad (9)$$

ここで、 a, b, N は減減係数と呼ばれる。図から $\theta_m, \Delta\theta$ とは概ね線形関係を示している。そこで(8)式の右辺第二項を無視して $b=0$ とし、減減係数 a を求めた。計算結果を表 12 に示す。

(8)式の結果と(9)式から N 係数を求めた。図 10、図 11 および図 12 の(2)減減角曲線に示すように、 N 係数は θ_m が小さいときは大きく、 θ_m が大きいと一定値に近づく。したがって、何度の N 係数かを明示する必要がある。通常は 10° や 20° で定義されるが、前述で説明したように 7.5° の値で整理した。 N 係数の結果を表 13 に示す。また、その横揺れ固有周期を表 14 に示す。

4.7. 傾斜試験結果

静水中の傾斜試験の結果およびブランコを使用した重心計測の結果と比較した。表 15 に示す。

以上

表 1 対象船主要目 (MSNo.22080)

TEST CONDITION

Client NPO法人長崎海洋産業クラスター形成推進協議会

Principal Particulars

SHIP No. or Ship Name MSNO. 22080
 Ship Kind 双胴船
 Dead Weight 10.7 DWT
 Gross Tonnage 19 GT
 Cargo Capacity - m³

Scale 1/ 9.6667
 $\sqrt{S} = 3.109$

		Ship	Model
Length between AE and FE	Lee (m)	17.400	1.8000
Length between perpendiculars	Lpp(m)	16.900	1.7483
Length at load water line	Lwl (m)	17.416	1.8016
Breadth	B (m)	6.200	0.6414
Depth	D (m)	2.250	0.2328
Design Draft	d (m)	1.040	0.1076

CONDITION

		Full Load (trim=0m)		42.2%DW(trim=0.196m)	
		100.0 %		87.6 %	
		Ship	Model	9.6666667	Model
Displacement (MLD)	∇n (m ³)	52.40	0.0580	45.90	0.0508
Displacement (MLD)	Δn (ton)	53.71	0.0595	47.05	0.0521
Displacement (MLD)	∇a (m ³)	52.40	0.0580	45.90	0.0508
Displacement (MLD)	Δa (ton)	53.71	0.0595	47.05	0.0521

		Based on B.L.		Based on B.L.	
		Ship	Model	Ship	Model
Draft (aft)	dA (m)	1.040	0.1076	1.020	0.1056
Draft (mid))	dM (m)	1.040	0.1076	0.925	0.0957
Draft(fore)	dF (m)	1.040	0.1076	0.830	0.0859
Trim	t (m)	0.000	0.0000	0.190	0.0197
	t (%)	0.000	0.0000	1.094	1.0943

Wetted Surface Area

Naked Hull	S _{HULL} (m ²)	119.00	1.2735	110.90	1.1868
Rudder	S _R (m ²)	1.40	0.0149	1.40	0.0149
Bilge Keel	S _{BK} (m ²)	0.00	0.0000	0.00	0.0000
Shaft Brackets	S _{SB} (m ²)	1.37	0.0147	1.37	0.0147
*Total Wetted Surface Area	S _{ALL} (m ²)	121.77	1.3031	113.67	1.2165

Block coeff.	Cb	0.4805		0.4738	
Prismatic coeff.	Cp	0.8159		0.8140	
Midsection area coeff.	Cm	0.5890		0.5820	
Water plane area coeff.	Cw	0.6049		0.5957	
Lcb (m) from midship,(+aft,-fore)	lcb (m)	0.640	0.0662	1.190	0.1231
Lcb (%) from midship,(+aft,-fore)	lcb (%)	3.787		7.041	

Lpp/B		2.726		2.726	
B/dA		5.962		6.076	
$\nabla a/Lpp^3*1000$		10.856		9.509	
$S_{ALL}/\nabla a^{(2/3)}$		8.696		8.867	

- ・付加物: 舵、シャフトブラケット、シャフト、ウエッジおよびスプレーストリップ
- ・乱流促進: Studs at S.S.9.5, 2mm height and 10mm intervals.

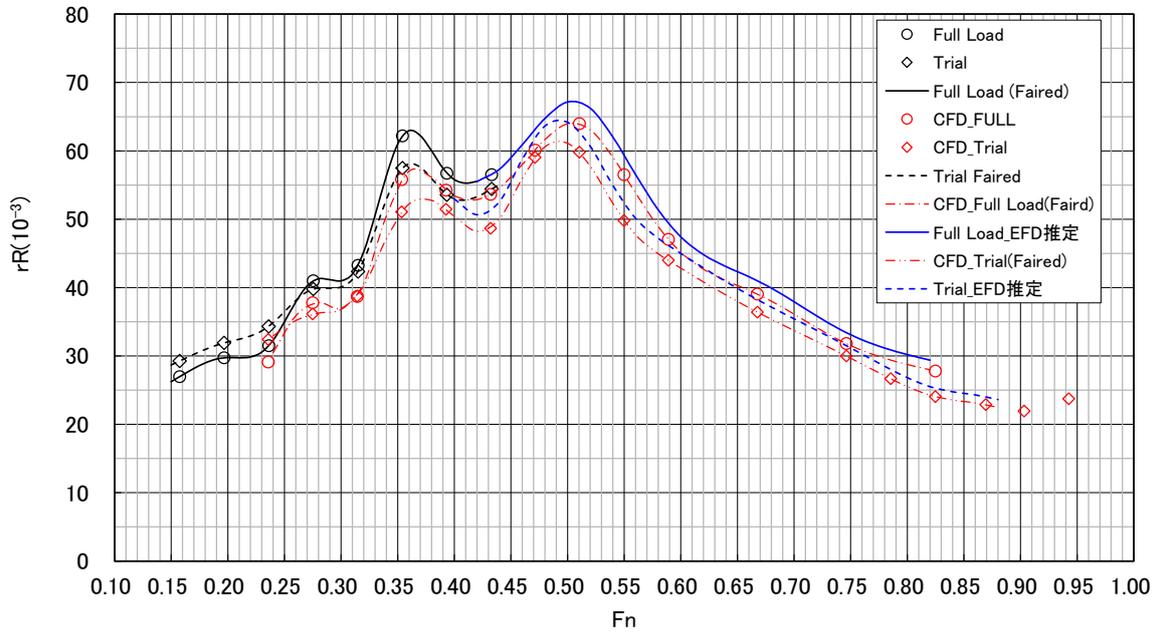


図 1 rR の試験結果

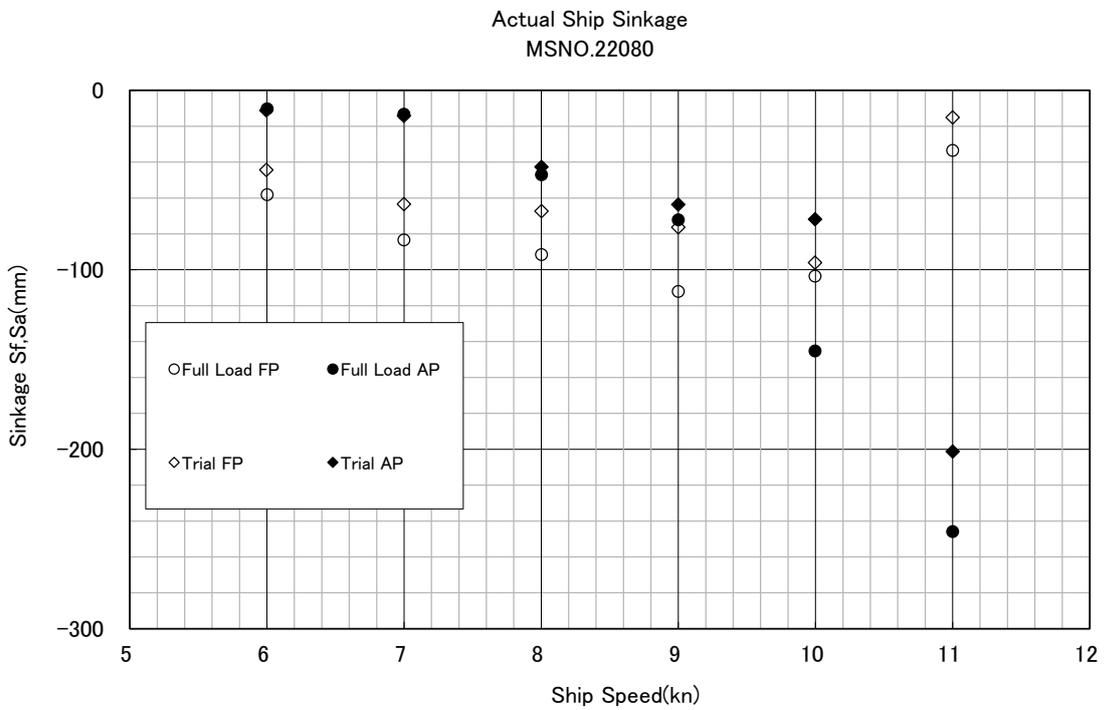


図 2 Sinkage の試験結果

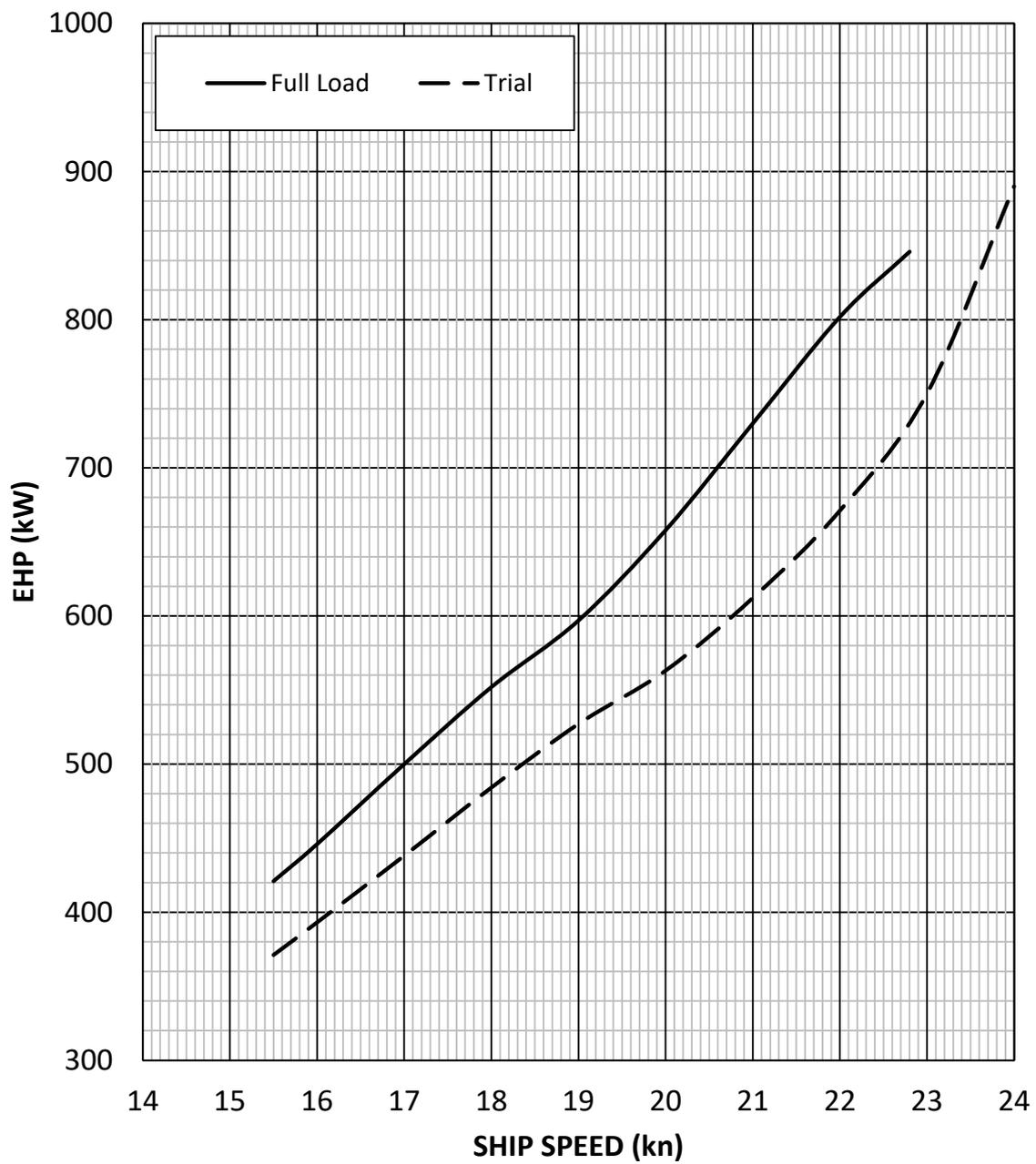


図 3 EHP の結果

表 5 自航要素

1-t	0.820
1-ws	0.820
η_r	0.980

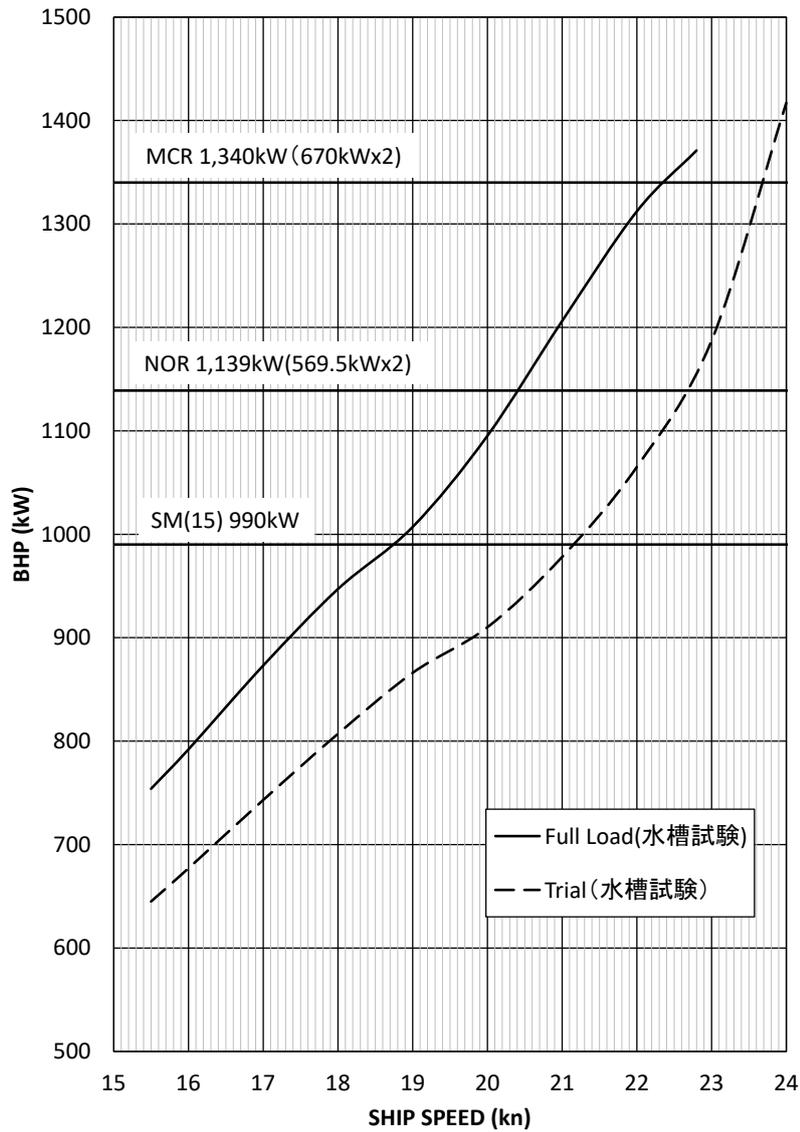
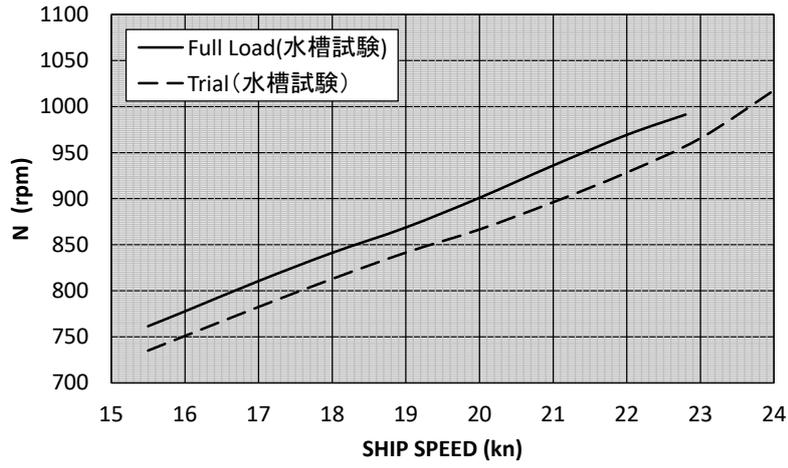


図 4 BHP の結果

表 6 速力推定結果

	MCR(1,340kW)	NOR(1,139kW)	SM15(990kW)
Full load	22.35knots	20.41knots	18.37knots
Trial	22.76knots	22.66knots	21.15knots

表 7 規則波中抵抗試験の波浪条件

NO.	λ/L	実船					模型				
		船速 Vs(knots)	喫水 d(m)	波高 H(m)	波周期 T(sec)	波長 λ (m)	船速 Vm(m/s)	喫水 d(mm)	波高 Hm(mm)	波周期 T(sec)	波長 λ m(m)
1	0.40	6.00	1.04	0.50	2.1	7.0	0.99	107.6	51.7	0.7	0.72
2	0.60	6.00	1.04	0.50	2.6	10.4	0.99	107.6	51.7	0.8	1.08
3	0.80	6.00	1.04	0.50	3.0	13.9	0.99	107.6	51.7	1.0	1.44
4	0.90	6.00	1.04	0.50	3.2	15.7	0.99	107.6	51.7	1.0	1.62
5	1.00	6.00	1.04	0.50	3.3	17.4	0.99	107.6	51.7	1.1	1.80
6	1.10	6.00	1.04	0.50	3.5	19.1	0.99	107.6	51.7	1.1	1.98
7	1.20	6.00	1.04	0.50	3.7	20.9	0.99	107.6	51.7	1.2	2.16
8	1.30	6.00	1.04	0.50	3.8	22.6	0.99	107.6	51.7	1.2	2.34
9	1.40	6.00	1.04	0.50	4.0	24.4	0.99	107.6	51.7	1.3	2.52
10	1.50	6.00	1.04	0.50	4.1	26.1	0.99	107.6	51.7	1.3	2.70
11	1.60	6.00	1.04	0.50	4.2	27.8	0.99	107.6	51.7	1.4	2.88
12	1.80	6.00	1.04	0.50	4.5	31.3	0.99	107.6	51.7	1.4	3.24
13	2.00	6.00	1.04	0.50	4.7	34.8	0.99	107.6	51.7	1.5	3.60

表 8 不規則波中の波浪条件

NO.	実船	模型	実船			模型		
	Vs(knots)	Vm(m/s)	喫水 d(m)	有義波高 H _{1/3} (m)	平均波周期 T ₀ (sec)	喫水 d(mm)	有義波高 H _{1/3} (mm)	平均波周期 T ₀ (sec)
1	0.00	0.00	1.04	0.50	4.0	107.6	51.7	1.3
2	0.00	0.00	1.04	0.50	6.0	107.6	51.7	1.9

表 9 正面向波 規則中試験結果

Exp. No.	実機船速(kn)	模型船速(m/s)	λ/L	波長(模型対応) $\lambda_{MODEL}(m)$ 目標値	実機波周期 $T_{W,SHIP}(s)$ 設定値	模型波周期 $T_{W,MODEL}(s)$ 目標値	模型波周波数 $f_{Target}(Hz)$ 目標値	造波ゲイン	出合波周期 $T_{e,MODEL}(s)$ 計測結果	出合周波数 $f_e(Hz)$	出合周波数 $\omega e(rad./s)$	実機波高(m) $H_{W,SHIP,Target}$ 目標値	模型波高(mm) $H_{W,MODEL,Target}$ 目標値	模型波振幅 $h_A(mm)$ 計測結果	$h_A/h_{A,Target}$	波振幅 $H_{A,SHIP}(m)$ 実機換算値
1	6.0	0.99	0.40	0.720	2.112	0.679	1.47	150	0.356	2.809	17.6494	0.50	51.7	22.9	0.884	0.221
2	6.0	0.99	0.60	1.080	2.586	0.832	1.20	150	0.478	2.092	13.1447	0.50	51.7	25.6	0.989	0.247
3	6.0	0.99	0.80	1.440	2.986	0.961	1.04	150	0.581	1.721	10.8107	0.50	51.7	25.6	0.988	0.247
4	6.0	0.99	0.90	1.620	3.168	1.019	0.98	150	0.632	1.582	9.9417	0.50	51.7	24.0	0.929	0.232
5	6.0	0.99	1.00	1.800	3.339	1.074	0.93	160	0.678	1.475	9.2672	0.50	51.7	27.1	1.049	0.262
6	6.0	0.99	1.10	1.980	3.502	1.126	0.89	160	0.718	1.393	8.7510	0.50	51.7	27.7	1.070	0.267
7	6.0	0.99	1.20	2.160	3.658	1.176	0.85	150	0.764	1.309	8.2241	0.50	51.7	27.3	1.056	0.264
8	6.0	0.99	1.30	2.340	3.807	1.224	0.82	150	0.804	1.244	7.8188	0.50	51.7	25.3	0.979	0.245
8	6.0	0.99	1.40	2.520	3.951	1.271	0.79	120	0.842	1.188	7.4622	0.50	51.7	19.7	0.763	0.191
10	6.0	0.99	1.50	2.700	4.089	1.315	0.76	120	0.886	1.129	7.0916	0.50	51.7	22.4	0.864	0.216
11	6.0	0.99	1.60	2.880	4.223	1.358	0.74	130	0.920	1.087	6.8295	0.50	51.7	25.6	0.989	0.247
12	6.0	0.99	1.80	3.240	4.480	1.441	0.69	130	1.008	0.992	6.2333	0.50	51.7	24.7	0.953	0.238
13	6.0	0.99	2.00	3.600	4.722	1.519	0.66	135	1.070	0.935	5.8721	0.50	51.7	25.3	0.980	0.245

Exp. No.	Pitch $\theta_A(deg.)$	$\theta_A/H_{A,SHIP}$ (deg./m)	波高 $H_{W,SHIP}(m)$ 実機換算値	Pitch $\theta_A(rad.)$	波傾斜 $K \cdot h_{A,Model}$	$\theta_A(rad.)/Kh_A$	$\theta_A(deg.)/h_A(mm)$	Heave $Z_A(mm)$	Z_A/h	加速度 α_{AFP}	$\alpha_{AFP} \cdot L_{TP}/g \cdot h_A$	$R_0(kg)$	$R_W(kg)$	$R_{AW}(kg)$	σ_{AW}
1	0.045	0.203	0.442	0.00078	0.1996	0.004	0.0020	0.5569	0.02435	0.1071	0.859542866	0.776	1.017	0.241	0.0216
2	0.118	0.479	0.495	0.00207	0.1488	0.014	0.0046	1.6581	0.064821	0.1467	1.052664294	0.776	1.052	0.276	0.0197
3	0.832	3.367	0.494	0.01452	0.1115	0.130	0.0325	3.5529	0.139002	0.4318	3.100799019	0.776	1.114	0.338	0.0243
4	1.457	6.274	0.465	0.02544	0.0932	0.273	0.0606	7.3643	0.306437	0.6482	4.95074937	0.776	1.149	0.373	0.0303
5	2.131	8.128	0.524	0.03719	0.0947	0.393	0.0786	11.5452	0.425758	0.8385	5.675661141	0.776	1.275	0.499	0.0318
6	2.556	9.558	0.535	0.04461	0.0878	0.508	0.0924	13.5297	0.489065	0.8826	5.8559114	0.776	1.271	0.495	0.0303
7	3.006	11.383	0.528	0.05247	0.0795	0.660	0.1100	15.8621	0.580536	0.9098	6.111758722	0.776	1.320	0.544	0.0341
8	3.182	13.001	0.490	0.05554	0.0680	0.817	0.1257	16.4907	0.651281	0.8761	6.350895221	0.776	1.223	0.447	0.0326
8	2.808	14.718	0.382	0.04901	0.0492	0.996	0.1423	11.6359	0.589577	0.5878	5.466662657	0.776	1.058	0.282	0.0339
10	2.987	13.820	0.432	0.05213	0.0520	1.002	0.1336	11.1219	0.497466	0.6052	4.968614238	0.776	1.057	0.281	0.0264
11	3.218	13.009	0.495	0.05616	0.0558	1.006	0.1258	13.4004	0.52366	0.5974	4.284976644	0.776	1.064	0.288	0.0206
12	2.614	10.968	0.477	0.04562	0.0478	0.954	0.1060	15.8028	0.641048	0.4001	2.979044773	0.776	0.951	0.175	0.0135
13	2.486	10.145	0.490	0.04339	0.0442	0.981	0.0981	17.7664	0.700888	0.3436	2.488023242	0.776	0.922	0.146	0.0107

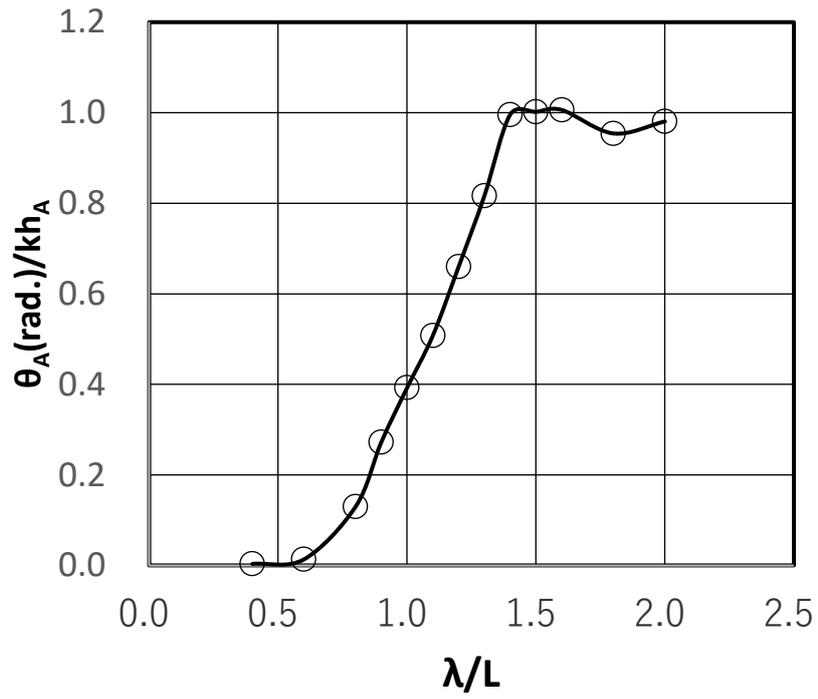


図 5 向い波中の縦運動(Pitch)

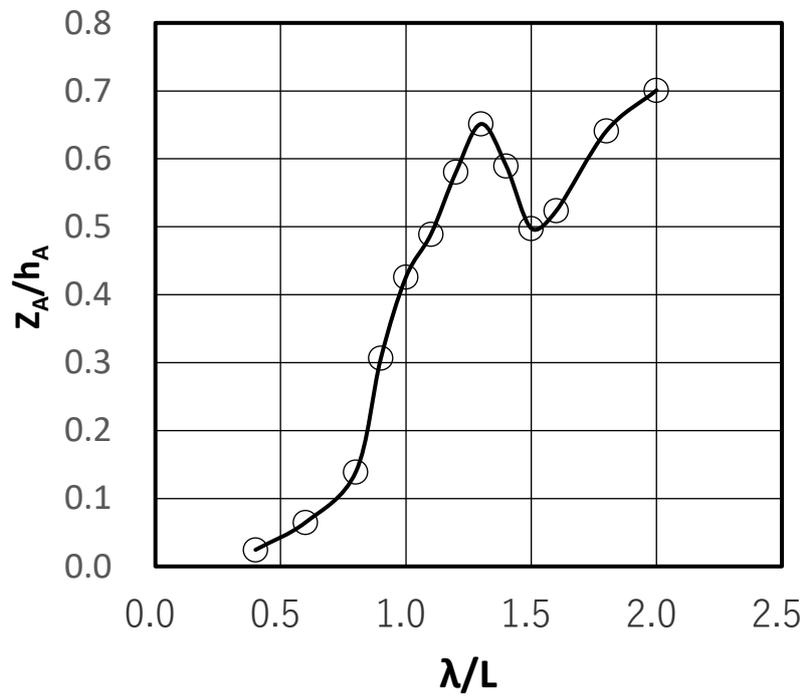


図 6 向い波中の上下運動(Heave)

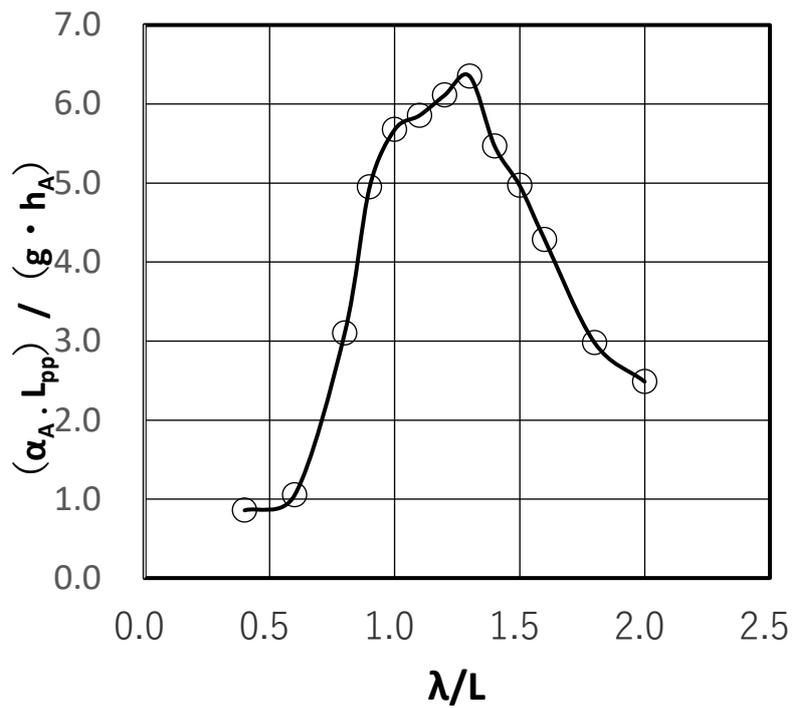


図 7 向い波中の船首(FR29)の上下加速度

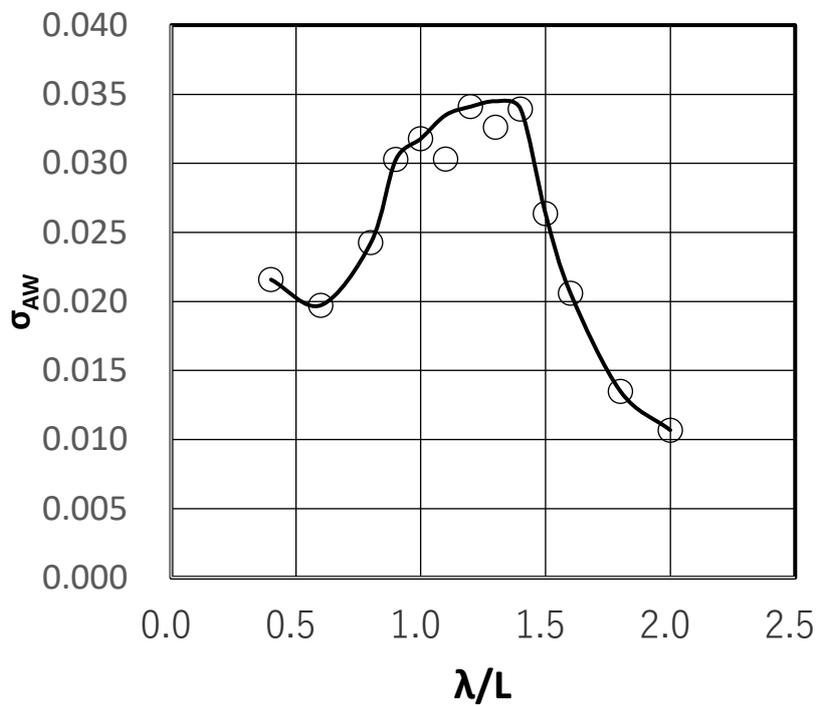


図 8 向い波中の抵抗増加係数

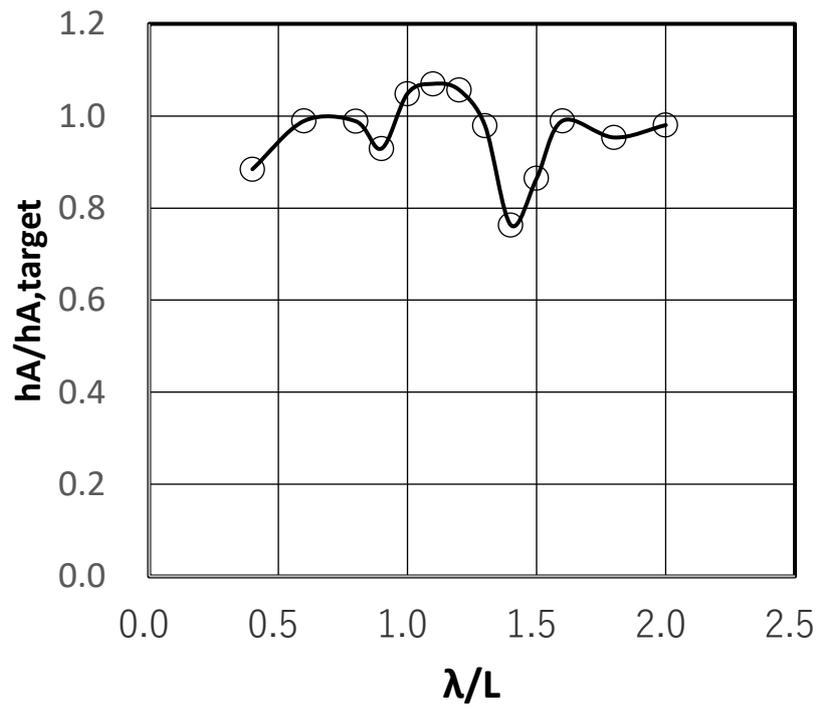


図 9 造波による波高(目標値比)

表 10 正面向波不規則中試験の結果

Exp.	船速	実機有義波高	実機平均波周期	模型有義波高	模型平均波周期	設定平均波周期	造波ゲイン	計測平均波周期	実機換算	計測有義波高 H_w	有義波高実機換算 $H_{w,ship}$
	(m/s)	(m)	(s)	(mm)	(s)	(s)		(s)	(s)	(mm)	(m)
1	0.000	0.5	4.0	51.7	1.286	1.150	280	1.267	3.940	59.92	0.579
2	0.000	0.5	6.0	51.7	1.929	1.700	260	1.921	5.974	56.48	0.546

Exp.	縦揺れ有義値	上下揺れ有義値	前後揺れ有義値	船首上下加速度有義値	$\theta_A/H_{w,ship}$	Z_A/H_w	X_A/H_w	$\alpha_A/H_{w,ship}$
	(deg.)	(mm)	(mm)	(G)				
1	2.179	16.030	16.280	0.207	3.76062	0.26752	0.27170	0.35725
2	1.578	22.960	39.890	0.120	2.88925	0.40652	0.70627	0.22008

注) $\theta_A/H_{w,ship}$ = 縦揺れ有義値/有義波高実機換算 (単位: Deg./m)

Z_A/H_w = 横揺れ有義値/計測有義波高 (無次元値)

X_A/H_w = 前後揺れ有義値/計測有義波高 (無次元値)

$\alpha_A/H_{w,ship}$ = 上下加速度有義値/有義波高実機換算 (単位: G/m)

表 11 横波不規則中試験の結果

Exp.	船速	実機有義波高	実機平均波周期	模型有義波高	模型平均波周期	設定平均波周期	造波ゲイン	計測平均波周期	実機換算	計測有義波高 H_w	有義波高実機換算 $H_{w, ship}$
	(m/s)	(m)	(s)	(mm)	(s)	(s)		(s)	(s)	(mm)	(m)
1	0.000	0.5	4.0	51.7	1.286	1.150	260.000	1.194	3.713	51.84	0.501
2	0.000	0.5	4.0	51.7	1.286	1.150	280.000	1.229	3.822	56.74	0.549
3	0.000	0.5	6.0	51.7	1.929	1.700	260.000	1.900	5.908	66.44	0.642
4	0.000	0.5	6.0	51.7	1.929	1.700	260.000	1.861	5.787	66.30	0.641

Exp.	横揺れ有義値	上下揺れ有義値	前後揺れ有義値	船首上下加速度有義値	$\phi_A/H_{w, ship}$	Z_A/H_w	$\alpha_A/H_{w, ship}$
	(deg.)	(mm)	(mm)	(G)			
1	4.119	20.27		0.110	8.21675	0.39101	0.21844
2	4.440	22.66		0.122	8.09221	0.39937	0.22272
3	3.448	31.22		0.095	5.36675	0.46990	0.14737
4	3.358	30.46		0.094	5.23770	0.45943	0.14585

注) ϕ_A/H_w = 横揺れ有義値/有義波高実機換算 (単位: Deg./m)
 α_A/H_w = 上下加速度有義値/有義波高実機換算 (単位: G/m)

Z_A/H_w = 横揺れ有義値/計測有義波高 (無次元値)

表 12 減減係数(a 係数) 計測結果

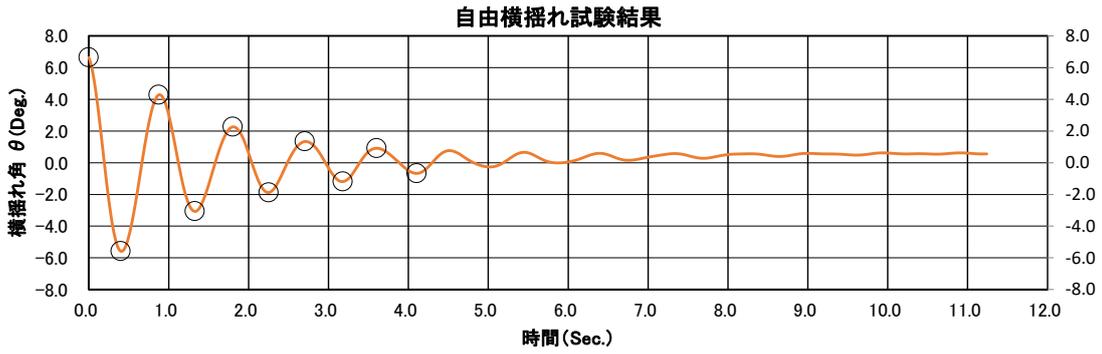
	右舷押さえ 1 回目	右舷押さえ 2回目	左舷押さえ
$a_{7.5}$	0.2520	0.2779	0.2699

表 13 減減係数(N 係数) 計測結果

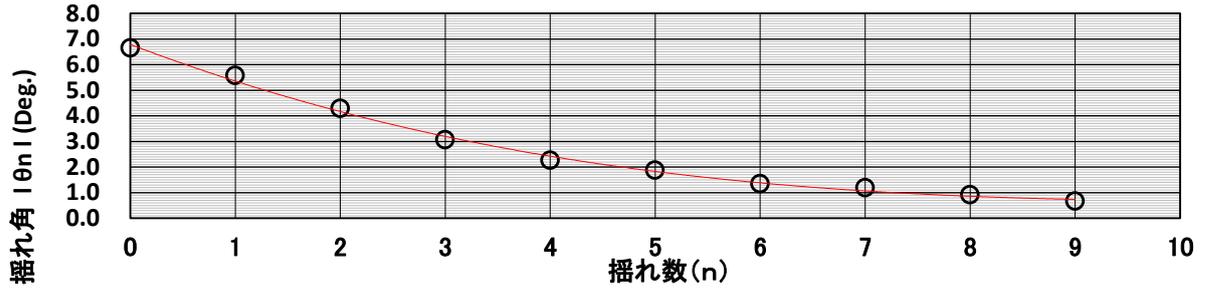
	右舷押さえ 1 回目	右舷押さえ 2回目	左舷押さえ
$N_{7.5}$	0.0336	0.0371	0.0345

表 14 横揺れ固有周期

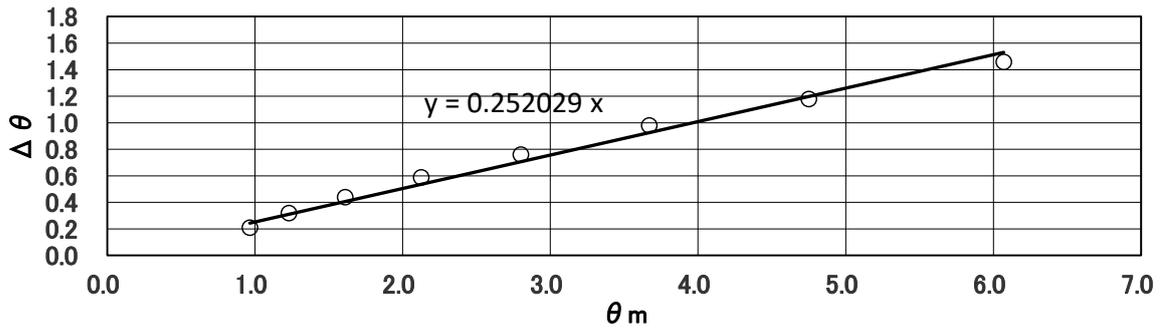
	右舷押さえ 1 回目	右舷押さえ 2回目	左舷押さえ
固有周期	0.912	0.912	0.910



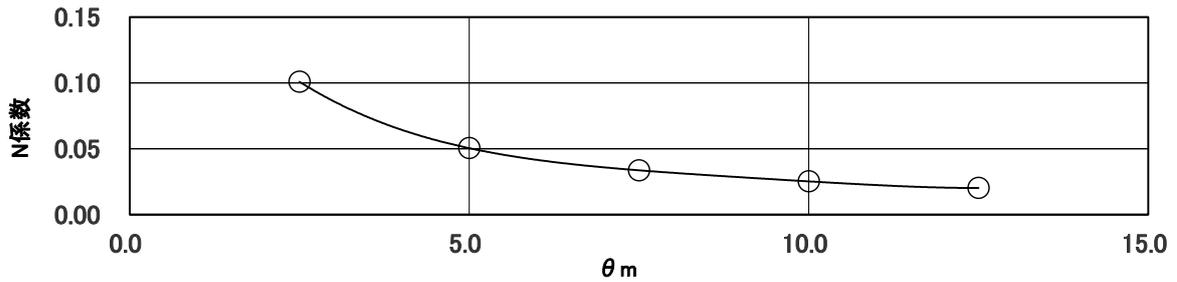
(1) 自由横揺試験の時系列(減衰曲線)



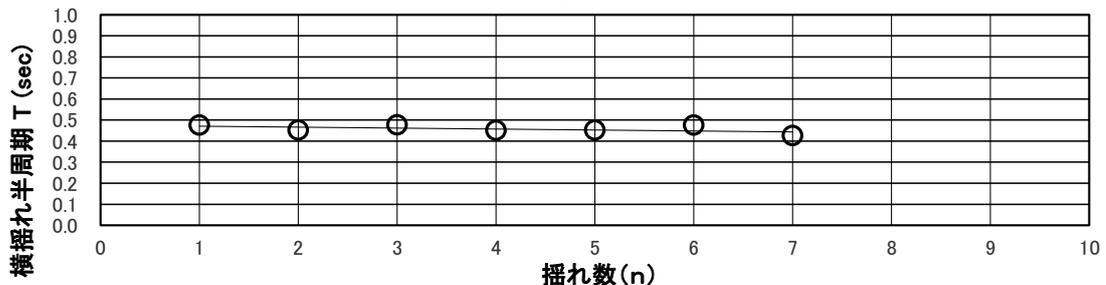
(2) 減衰角曲線



(3) 減減曲線

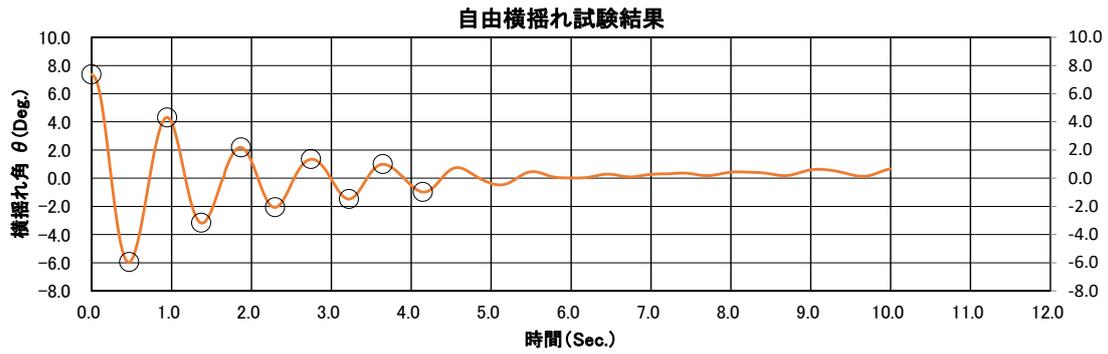


(4) N 係数

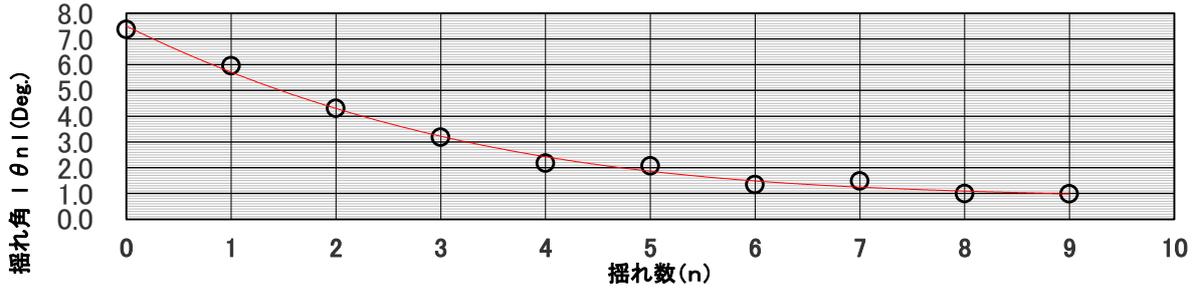


(5) 横揺れ固有周期

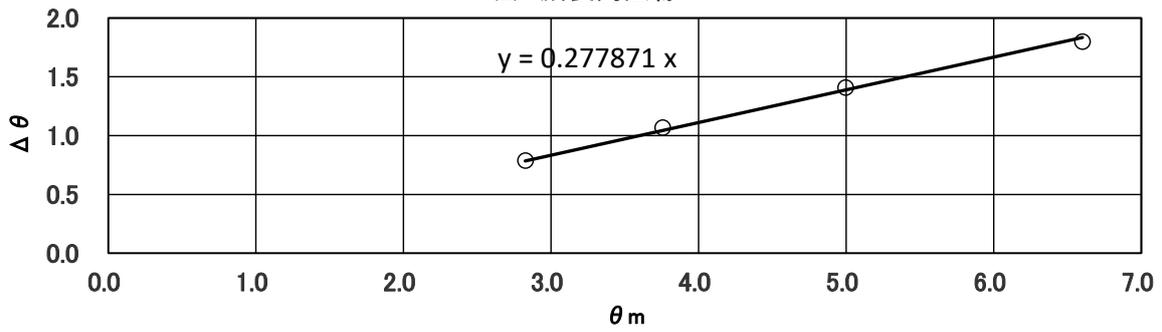
図 10 横揺れ試験の結果(右舷押さえ 1 回目)



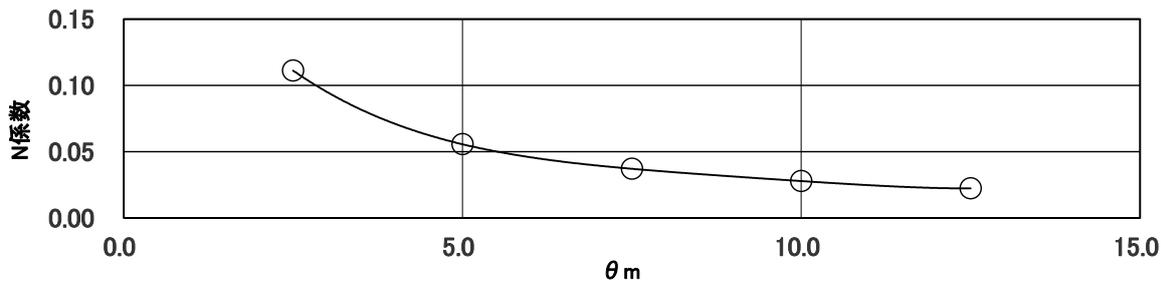
(1) 自由横揺試験の時系列(減衰曲線)



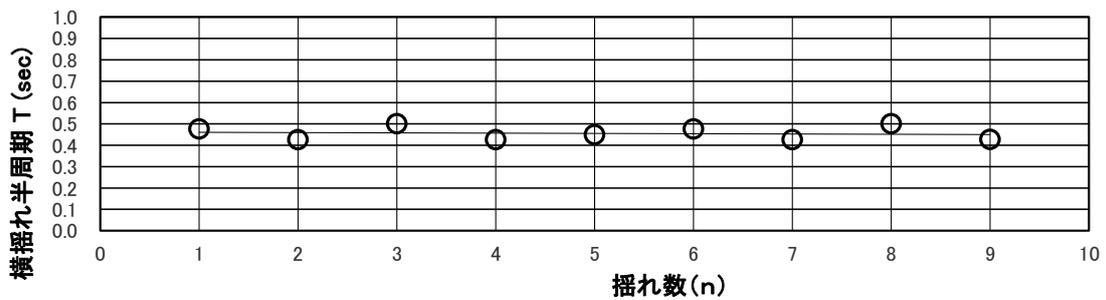
(2) 減衰角曲線



(3) 減減曲線

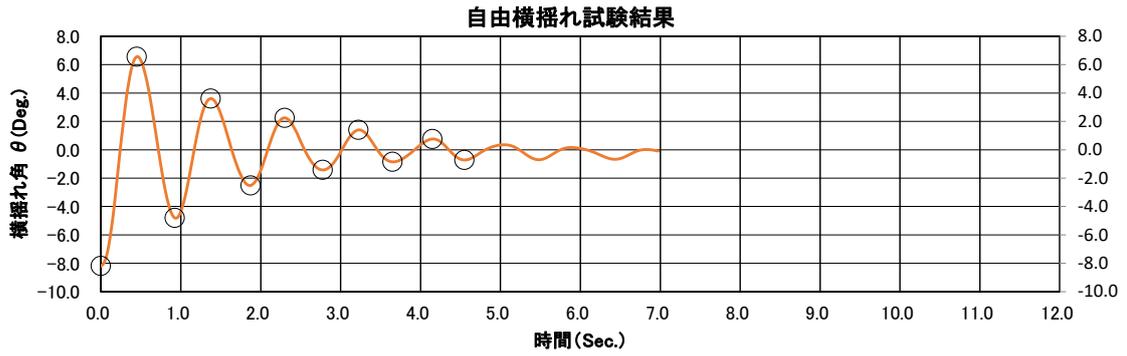


(4) N係数

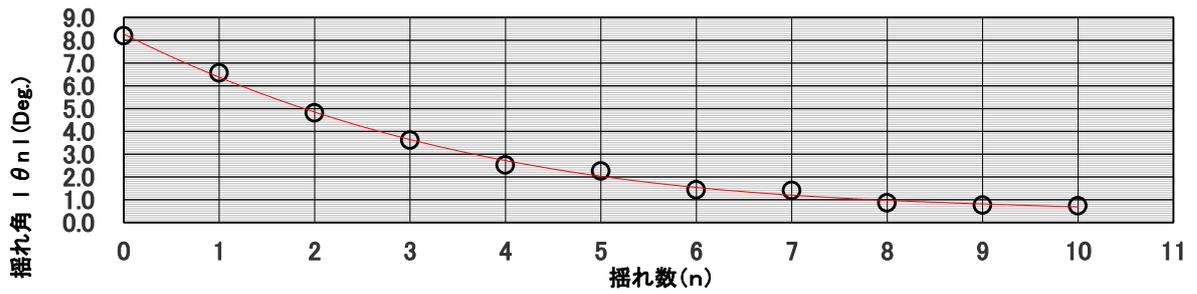


(5) 横揺れ固有周期

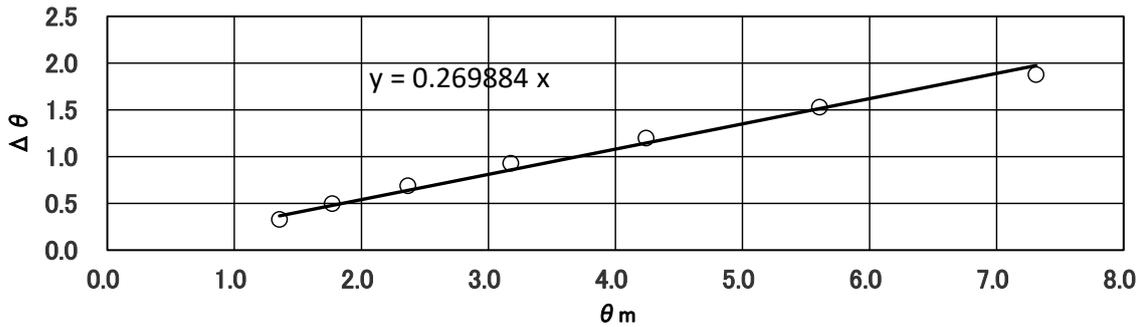
図 11 横揺れ試験の結果(右舷押さえ 2 回目)



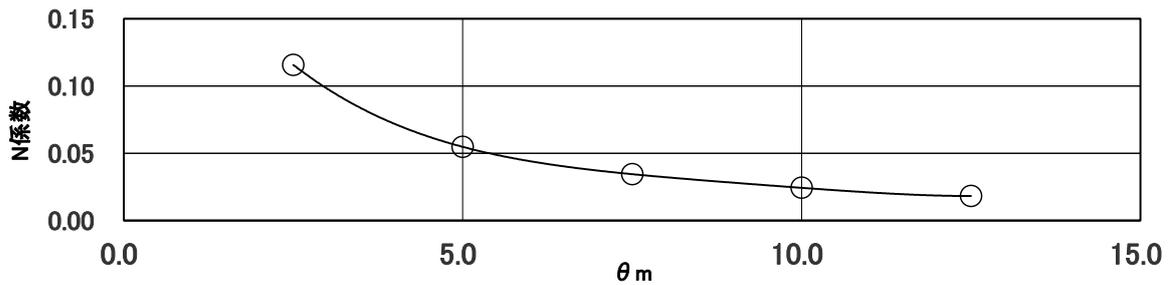
(1) 自由横揺れ試験の時系列(減衰曲線)



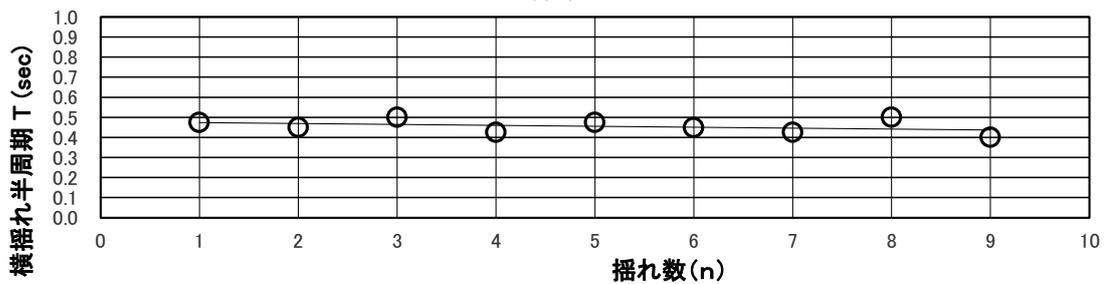
(2) 減衰角曲線



(3) 減減曲線



(4) N 係数



(5) 横揺れ固有周期

図 12 横揺れ試験の結果(左舷押さえ)

表 15 GM 計算結果

	静水中傾斜試験	ブランコによる試験
GM(m)	0.4630	0.4657

添付資料 1: 記号と定義

用語① 船体			
記号	名前	導出方法	単位 (空白は無次元)
Lpp	垂線間長		m
Lwl	水線長		m
B	船幅		m
df	船首部喫水高さ		m
dm	船体中央部喫水高さ		m
da	船尾部喫水高さ		m
∇_n	船体の排水容積		m ³
∇_a	全体の排水容積		m ³
Δ_n	船体重量		ton
Δ_a	全体の重量		ton
S0	船の浸水面積		m ²
Sr	舵の浸水面積		m ²
Sb	ビルジキールの浸水面積		m ²
S	全体の浸水面積		m ²
Am	中央断面積		m ²
Aw	水線面積		m ²
Cm	中央断面積係数	$C_m = A_m / (B \cdot d)$	
Cw	水線面積係数	$C_w = A_w / (L_{pp} \cdot B)$	
Cb	方形係数	$C_b = \nabla / (L_{pp} \cdot B \cdot d)$	
Cp	柱形係数	$C_p = \nabla / (L_{pp} \cdot A_m)$	
Cv	豎柱形係数	$C_v = \nabla / (A_w \cdot d)$	
Lcb	長さ方向の浮心位置		m
Vcb	高さ方向の浮心位置		m

用語② プロペラ			
Dp	プロペラ直径		m
R	プロペラ半径		m
E.A.R	拡張面積率		

用語③ 抵抗			
Vs	実船の速度		Knot
Vm	模型船の速度		m/sec
Va	伴流の平均速度		m/sec
ρ	水の密度	温度に依存した値	kg \cdot sec ² /m ⁴
μ	水の静粘度	温度に依存した値	kg \cdot sec/m ²
ν	水の動粘性係数	$\nu = \mu / \rho$	m ² /sec
g	重力加速度		m/sec ²
Fn	フルード数	$F_n = V / \sqrt{g \cdot L}$	
Rn	レイノルズ数	$R_n = V \cdot L / \nu$	
Rt	全抵抗		kg
Ct	全抵抗係数	$C_t = R_t / (1/2 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S)$	
rT	全抵抗係数	$rT = R_t / (\rho \cdot V^2 \cdot \nabla^{2/3})$	
Rf	摩擦抵抗		kg

Cf	摩擦抵抗係数	$Cf=Rf/(1/2 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S)$	
rF	摩擦抵抗係数	$rF= Rf/(\rho \cdot V^2 \cdot \nabla^{(2/3)})$	
Rr	剰余抵抗		kg
Cr	剰余抵抗係数	$Cr=Rr/(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S)$	
rR	剰余抵抗係数	$rR= Rr/(\rho \cdot V^2 \cdot \nabla^{(2/3)})$	
Rw	造波抵抗		kg
Cw	造波抵抗係数	$Cw=Rw/(1/2 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S)$	
rW	造波抵抗係数	$rW=Rw/(\rho \cdot V^2 \cdot \nabla^{(2/3)})$	
Rv	粘性抵抗		kg
Cv	粘性抵抗係数	$Cv=Rv/(1/2 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S)$	
rV	粘性抵抗係数	$rV= Rv/(\rho \cdot V^2 \cdot \nabla^{(2/3)})$	
K	形状係数		

摩擦抵抗係数導出式

$$Cf = 0.455 / \left(\log_{10} \frac{VLwl}{\nu} \right)^{2.58} \text{ --- Prandtl - Schlichting}$$

$$0.242 / \sqrt{Cf} = \log_{10} \left(\frac{VLwl}{\nu} \right) \text{ --- Schoenherr}$$

$$Cf = 0.075 / \left(\log_{10} \frac{VLwl}{\nu} - 2.0 \right)^2 \text{ --- ITTC1957}$$

$$Cf = 0.066 / \left(\log_{10} \frac{VLwl}{\nu} - 2.03 \right)^2 \text{ --- Hughes}$$

用語④ 自航			
n	秒あたりの回転数		rps
N	分あたりの回転数		rpm
J	前進係数	$J=Va/(n \cdot D)$	
T	プロペラスラスト		kg
Q	プロペラトルク		kg・m
Kt	スラスト係数	$Kt=T/(\rho \cdot n^2 \cdot D^4)$	
Kq	トルク係数	$Kq=Q/(\rho \cdot n^2 \cdot D^5)$	
Kq'	POT 試験から算出するトルク係数		
t	推力減算係数	$t=1-R/T$	
C1	スケール相関係数	(矢崎のチャートを使用)	
C2	プロペラ相関係数		
wm	模型の伴流係数	$wm=1-Va/Vm$	
ws	実船の伴流係数	$1-ws=(1-wm) \cdot C1 \cdot C2$	
η_t	伝達効率		
η_r	相対回転効率	$\eta_r=Kq'/Kq$	
η_p	実船のプロペラ効率		
η	推進効率	$\eta = \eta_t \cdot \eta_r \cdot \eta_p(1-t)/(1-ws)$	
EHP	有効馬力		ps or kw
DHP	伝達馬力		ps or kw
BHP	制動馬力	$BHP=EHP/\eta$	ps or kw
Cadm	アドミラルティ係数	$Cadm=(\Delta^{(2/3)} \cdot Vs)/BHP$	
SG	比重		

用語⑤ 波浪			
λ	波長		m
H_w	波高		m
C	波速度	$C = \lambda / T, \omega / k$	m/s
k	波数	$k = 2\pi / \lambda$	1/m
ha	波振幅	$h = H_w / 2$	m
T	波周期		s
f	波周波数	$f = 1/T$	Hz
ω_e	出会い波周波数	$\omega_e = 2\pi \times f_e$	rad/s
f_e	出会い波周波数		Hz
k・ha	波傾斜		
X	前後揺れ		m, mm
Y	左右揺れ		m, mm
Z	上下揺れ		m, mm
Φ	横揺れ		degree, radian
θ	縦揺れ		degree, radian
ψ	船首揺れ		degree, radian
α	上下加速度		m/s^2
σ_{aw}	抵抗増加係数	$\sigma_{aw} = (R_w - R_0) / \rho g h_a^2 (B^2 / L)$	

添付資料 2: MSNo.22080 Full Load の抵抗試験結果

Resistance Test

MSNO.	22080				
Date	2023/2/15	Cf type	Schoenherr		
W.temp.	7.8 °C	ρ	101.941	ν (10^{-6})	1.39293
λ (Lpps/Lppm)	9.6667				
CONDITION	Full Load				

	ModelShip	SHIP
No.	22080	
Lpp [m]	1.7483	16.90
Lwl [m]	1.8017	17.42
B [m]	0.6414	6.20
dF [m]	0.1076	1.040
dM [m]	0.1076	1.040
dA [m]	0.1076	1.040
lcb [m]	0.0662	0.640
∇ [m ³]	0.0580	52.4
WSA[m ²]	1.3031	121.77

L/B	2.726
B/dm	5.962
Cb	0.4809

(with Rudder & Bilgekeel & Bow Thruster)

K= 0.180

No	Velocity V(m/s)	Resistance force Rt(g)	Rynolds no. Rn(10 ⁵)	Total R. coeff CT(10 ⁻³)	Frictinal R.Coeff CF(10 ⁻³)	Residual R.coeff. CR(10 ⁻³)	Resodual R.coeff. rR(10 ⁻³)	Froude no Fn	Ship speed Vs(kn)	Wave r.coeff rW(10 ⁻³)
1	0.6620	312.8	8.563	10.745	4.544	6.201	26.963	0.1575	4.00	23.407
2	0.8270	508.4	10.697	11.191	4.353	6.838	29.733	0.1967	5.00	26.326
3	0.9930	749.7	12.844	11.447	4.204	7.244	31.495	0.2362	6.00	28.205
4	1.1580	1203.8	14.978	13.515	4.084	9.431	41.006	0.2754	7.00	37.809
5	1.3240	1622.4	17.125	13.934	3.984	9.950	43.262	0.3149	8.00	40.144
6	1.4890	2680.8	19.259	18.204	3.899	14.306	62.201	0.3542	9.00	59.149
7	1.6540	3066.1	21.393	16.874	3.825	13.049	56.736	0.3934	10.00	53.742
8	1.8200	3686.3	23.540	16.755	3.759	12.996	56.505	0.4329	11.00	53.563
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										

No	Velocity V(m/s)	Froude no Fn	Ship speed Vs(kn)	Trim %Lpp	Sinkage(Mid) %Lpp	Fore sinkage Sf(mm)	Aft sinkage Sa (mm)	ship		Trim (deg)
								Fore sinkage Sf(mm)	Aft sinkage Sa (mm)	
1	0.6620	0.1575	4.00	-0.060	-0.072	-1.79	-0.74	-17.3	-7.1	-0.035
2	0.8270	0.1967	5.00	-0.159	-0.127	-3.61	-0.82	-34.9	-7.9	-0.091
3	0.9930	0.2362	6.00	-0.283	-0.203	-6.01	-1.07	-58.1	-10.3	-0.162
4	1.1580	0.2754	7.00	-0.414	-0.286	-8.62	-1.37	-83.3	-13.3	-0.238
5	1.3240	0.3149	8.00	-0.263	-0.410	-9.47	-4.87	-91.5	-47.1	-0.151
6	1.4890	0.3542	9.00	-0.236	-0.545	-11.60	-7.46	-112.1	-72.1	-0.136
7	1.6540	0.3934	10.00	0.246	-0.736	-10.71	-15.02	-103.5	-145.2	0.141
8	1.8200	0.4329	11.00	1.257	-0.826	-3.46	-25.43	-33.5	-245.8	0.720
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										

添付資料 3: MSNo.22080 Trial の抵抗試験結果

Resistance Test

MSNO.	22080				
Date	2023/2/15	Cf type	Schoenherr		
W.temp.	7.8 °C	ρ	101.941	ν (10^{-6})	1.39293
λ (Lpps/Lppm)	9.6667				
CONDITION	Trial				

	ModelShip	SHIP
No.	22080	
Lpp [m]	1.7483	16.90
Lwl [m]	1.8017	17.42
B [m]	0.6414	6.20
dF [m]	0.0859	0.830
dM [m]	0.0957	0.925
dA [m]	0.1055	1.020
lcb [m]	0.1231	1.190
∇ [m ³]	0.0508	45.9
WSA[m ²]	1.2164	113.67

L/B	2.726
B/dm	6.703
Cb	0.4736

(with Rudder & Bilgekeel & Bow Thruster)

K=

No	Velocity V(m/s)	Resistance force Rt(g)	Rynolds no. Rn(10 ⁵)	Total R. coeff CT(10 ⁻³)	Frictinal R.Coeff CF(10 ⁻³)	Residual R.coeff. CR(10 ⁻³)	Resodual R.coeff. rR(10 ⁻³)	Froude no Fn	Ship speed Vs(kn)	Wave r.coeff rW(10 ⁻³)
1	0.6620	302.8	8.563	11.145	4.544	6.602	29.268	0.1575	4.00	29.268
2	0.8270	489.8	10.697	11.551	4.353	7.199	31.915	0.1967	5.00	31.915
3	0.9920	729.0	12.831	11.949	4.204	7.744	34.333	0.2360	6.00	34.333
4	1.1580	1085.9	14.978	13.060	4.084	8.976	39.794	0.2754	7.00	39.794
5	1.3240	1471.3	17.125	13.536	3.984	9.552	42.350	0.3149	8.00	42.350
6	1.4890	2318.9	19.259	16.869	3.899	12.970	57.502	0.3542	9.00	57.502
7	1.6540	2699.0	21.393	15.912	3.825	12.087	53.586	0.3934	10.00	53.586
8	1.8200	3293.0	23.540	16.034	3.759	12.275	54.420	0.4329	11.00	54.420
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										

No	Velocity V(m/s)	Froude no Fn	Ship speed Vs(kn)	ship						
				Trim %Lpp	Sinkage(Mid) %Lpp	Fore sinkage Sf(mm)	Aft sinkage Sa (mm)	Fore sinkage Sf(mm)	Aft sinkage Sa (mm)	Trim (deg)
1	0.6620	0.1575	4.00	-0.066	-0.060	-1.62	-0.47	-15.7	-4.5	-0.038
2	0.8270	0.1967	5.00	-0.120	-0.107	-2.92	-0.81	-28.2	-7.9	-0.069
3	0.9920	0.2360	6.00	-0.196	-0.165	-4.59	-1.16	-44.4	-11.2	-0.113
4	1.1580	0.2754	7.00	-0.291	-0.230	-6.56	-1.47	-63.4	-14.2	-0.167
5	1.3240	0.3149	8.00	-0.146	-0.325	-6.96	-4.41	-67.3	-42.6	-0.084
6	1.4890	0.3542	9.00	-0.075	-0.414	-7.89	-6.59	-76.3	-63.7	-0.043
7	1.6540	0.3934	10.00	-0.143	-0.497	-9.94	-7.43	-96.1	-71.8	-0.082
8	1.8200	0.4329	11.00	1.101	-0.640	-1.56	-20.82	-15.1	-201.3	0.631
9						11.26	-35.89			
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										

添付資料 4: Full Load の馬力推定結果

IDENTIFICATION:

SHIP: Full Load (100.0%)

PROJECT	CTV	LENGTH PP	16.900 (m)
SHIP MODEL No.		LENGTH WL	17.400 (m)
LPP	6.000 (m)	BREADTH	6.200 (m)
SCALE FACTOR	2.82	DEPTH	4.000 (m)
		DRAFT FWD	1.040 (m)
PROPELLER:		DRAFT MID	1.040 (m)
		DRAFT AFT	1.040 (m)
NUM. OF PROP.	2	WETTED S. A.	121.8 (m ²)
NUM. OF BLADES	3	DISPLACEMENT	52.4 (m ³)
BLADE SECTION	Gawn-Burrill	DISPLACEMENT	53.7 (ton)
MATERIALS	Al-Ni-Bc	CB	0.4809
DESIGN POINT	570kW(774ps)*2	FRICITION COEFFICIENT CF:	
	886.9 + 35.5 rpm	SCHOENHERR	
ACTUAL DIA.	0.900 (m)	SHAFT CENTER HEIGHT	0.990 (m)
E. A. R.	1.012	2-DIMENSIONAL ANALYSIS	
PITCH RATIO	1.070		

FRICITION COEFFICIENT CF: SCHOENHERR, SALT WATER

SHIP MODEL:

OPEN WATER CHAR.

	Fn	Rn(E+6)	Cf(E-3)	rR(E-3)	1-T	1-WM	ETA R	J	10*KT	100*KQ		
0.600	25.328	2.533	47.416	0.950	0.920	1.000	0.600	2.816	5.042			
0.650	27.439	2.502	42.325	0.950	0.920	1.000	0.650	2.516	4.535			
0.700	29.549	2.474	37.924	0.950	0.920	1.000	0.700	2.219	4.044			
0.750	31.660	2.448	33.089	0.950	0.920	1.000	0.750	1.923	3.570			
0.800	33.771	2.425	30.196	0.950	0.920	1.000	0.800	1.630	3.112			
0.850	35.881	2.403	28.177	0.950	0.920	1.000						
0.900	37.992	2.382	25.263	0.950	0.920	1.000						

SPEED ESTIMATION: (INCLUDING AIR RESISTANCE Cx=0.700, equivalent to CAA)

DHP/BHP = 0.951 DCF = 0.500E-3 ei = 1.000 C2 = 1.000

Vs	Fn	Rn(E+9)	Cf(E-3)	E. H. P.	B. H. P.	N	Cadm	Thrust	Torque
[knots]				[kW]	[kW]	[rpm]		[t]	[t-m]
15.50	0.610	0.117	2.027	421	754	761.6	51.7	2.83	0.46
16.00	0.630	0.121	2.018	446	792	777.7	54.2	2.91	0.47
17.00	0.670	0.128	2.001	500	873	810.6	58.9	3.07	0.50
18.00	0.709	0.136	1.985	552	947	841.3	64.5	3.19	0.52
19.00	0.748	0.143	1.971	597	1007	868.8	71.3	3.28	0.54
20.00	0.788	0.151	1.957	658	1095	901.0	76.5	3.43	0.56
21.00	0.827	0.158	1.944	730	1206	936.1	80.4	3.63	0.60
22.00	0.866	0.166	1.932	802	1312	969.3	85.0	3.80	0.63
22.80	0.898	0.172	1.922	846	1371	991.4	90.5	3.87	0.64

Vs[kts]	ETA	ETA P	ETA H	1-T	1-WS	ETA R	J	KT(E-1)	KQ(E-2)
15.50	0.558	0.568	1.033	0.950	0.920	1.000	0.642	2.563	4.614
16.00	0.563	0.573	1.033	0.950	0.920	1.000	0.649	2.522	4.544
17.00	0.573	0.583	1.033	0.950	0.920	1.000	0.662	2.447	4.418
18.00	0.583	0.593	1.033	0.950	0.920	1.000	0.675	2.367	4.286
19.00	0.593	0.604	1.033	0.950	0.920	1.000	0.690	2.278	4.141
20.00	0.600	0.611	1.033	0.950	0.920	1.000	0.700	2.216	4.040
21.00	0.606	0.617	1.033	0.950	0.920	1.000	0.708	2.172	3.968
22.00	0.611	0.622	1.033	0.950	0.920	1.000	0.716	2.123	3.889
22.80	0.617	0.628	1.033	0.950	0.920	1.000	0.726	2.067	3.799

	B H P	Vs	Fn	RATE OF REVS.
MCR	1340kW (1822ps)	22.35kts	0.880	979.3rpm
NOR	1139kW (1549ps)	20.41kts	0.804	915.3rpm
SM(15.0)	990kW (1347ps)	18.73kts	0.738	

添付資料 5: Trial の馬力推定結果

IDENTIFICATION:

SHIP: Trial (87.6%)

PROJECT	CTV			
SHIP MODEL No.			LENGTH PP	16.900 (m)
LPP	6.000 (m)		LENGTH WL	17.400 (m)
SCALE FACTOR	2.82		BREADTH	6.200 (m)
			DEPTH	4.000 (m)
			DRAFT FWD	0.833 (m)
PROPELLER:			DRAFT MID	0.925 (m)
			DRAFT AFT	1.017 (m)
NUM. OF PROP.	2		WETTED S. A.	113.7 (m ²)
NUM. OF BLADES	3		DISPLACEMENT	45.9 (m ³)
BLADE SECTION	Gawn-Burrill		DISPLACEMENT	47.1 (ton)
ACTUAL DIA.	0.900 (m)		SHAFT CENTER HEIGHT	0.990 (m)
E. A. R.	1.012		2-DIMENSIONAL ANALYSIS	
PITCH RATIO	1.070			

FRICITION COEFFICIENT CF: SCHOENHERR, SALT WATER

SHIP MODEL:

OPEN WATER CHAR.
FULL SCALE:

Fn	Rn (E+6)	Cf (E-3)	rR (E-3)	1-T	1-WM	ETA R	J	10*KT	100*KQ
0.600	25.328	2.533	44.995	0.950	0.920	1.000	0.600	2.816	5.042
0.650	27.439	2.502	39.883	0.950	0.920	1.000	0.650	2.516	4.535
0.700	29.549	2.474	35.424	0.950	0.920	1.000	0.700	2.219	4.044
0.750	31.660	2.448	31.160	0.950	0.920	1.000	0.750	1.923	3.570
0.800	33.771	2.425	26.813	0.950	0.920	1.000	0.800	1.630	3.112
0.850	35.881	2.403	24.520	0.950	0.920	1.000			
0.900	37.992	2.382	23.043	0.950	0.920	1.000			
0.950	40.103	2.363	25.000	0.950	0.920	1.000			

SPEED ESTIMATION: (INCLUDING AIR RESISTANCE Cx=0.700, equivalent to CAA)

DHP/BHP = 0.951 DCF = 0.500E-3 ei = 1.000 C2 = 1.000

Vs	Fn	Rn (E+9)	Cf (E-3)	E. H. P.	B. H. P.	N	Cadm	Thrust	Torque
[knots]				[kW]	[kW]	[rpm]		[t]	[t-m]
15.50	0.610	0.117	2.027	371	645	735.0	55.3	2.50	0.41
16.00	0.630	0.121	2.018	393	677	750.8	58.0	2.56	0.42
17.00	0.670	0.128	2.001	438	743	782.4	63.4	2.69	0.44
18.00	0.709	0.136	1.985	484	807	812.8	69.3	2.80	0.46
19.00	0.748	0.143	1.971	527	866	841.4	75.9	2.89	0.48
20.00	0.788	0.151	1.957	563	910	866.6	84.3	2.94	0.49
21.00	0.827	0.158	1.944	612	978	896.2	90.8	3.04	0.51
22.00	0.866	0.166	1.932	671	1065	928.5	95.8	3.18	0.53
23.00	0.906	0.173	1.920	750	1187	965.7	98.3	3.40	0.57
24.00	0.945	0.181	1.909	890	1417	1017.9	93.5	3.87	0.64

Vs [kts]	ETA	ETA P	ETA H	1-T	1-WS	ETA R	J	KT (E-1)	KQ (E-2)
15.50	0.575	0.586	1.033	0.950	0.920	1.000	0.665	2.424	4.382
16.00	0.581	0.591	1.033	0.950	0.920	1.000	0.672	2.383	4.313
17.00	0.590	0.601	1.033	0.950	0.920	1.000	0.686	2.304	4.184
18.00	0.599	0.610	1.033	0.950	0.920	1.000	0.699	2.226	4.056
19.00	0.609	0.620	1.033	0.950	0.920	1.000	0.712	2.145	3.924
20.00	0.619	0.630	1.033	0.950	0.920	1.000	0.728	2.052	3.774
21.00	0.625	0.637	1.033	0.950	0.920	1.000	0.739	1.986	3.669
22.00	0.630	0.642	1.033	0.950	0.920	1.000	0.748	1.937	3.592
23.00	0.632	0.644	1.033	0.950	0.920	1.000	0.751	1.914	3.556
24.00	0.628	0.640	1.033	0.950	0.920	1.000	0.744	1.959	3.626

	B H P	Vs	Fn	RATE OF REVS.
MCR	1340kW (1822ps)	23.76kts	0.936	1002.5rpm
NOR	1139kW (1549ps)	22.66kts	0.892	952.1rpm
SM(15.0)	990kW (1347ps)	21.15kts	0.833	

添付資料 6: Full Load 抵抗試験時の写真
※表示速度は設定船速



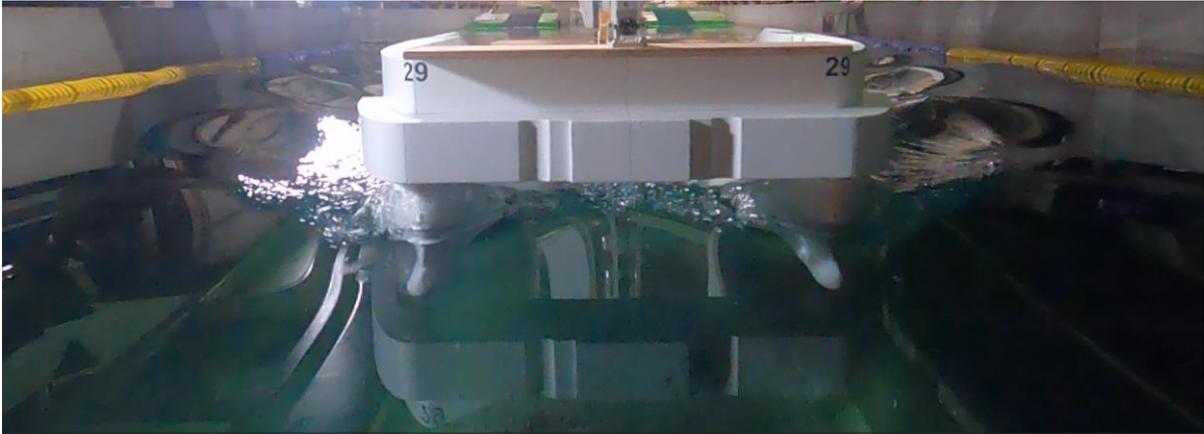
Full Load、 $V_m=0.000\text{m/s}$ 、 $F_n=0.00$ 、 $V_s=0.0\text{kn}$



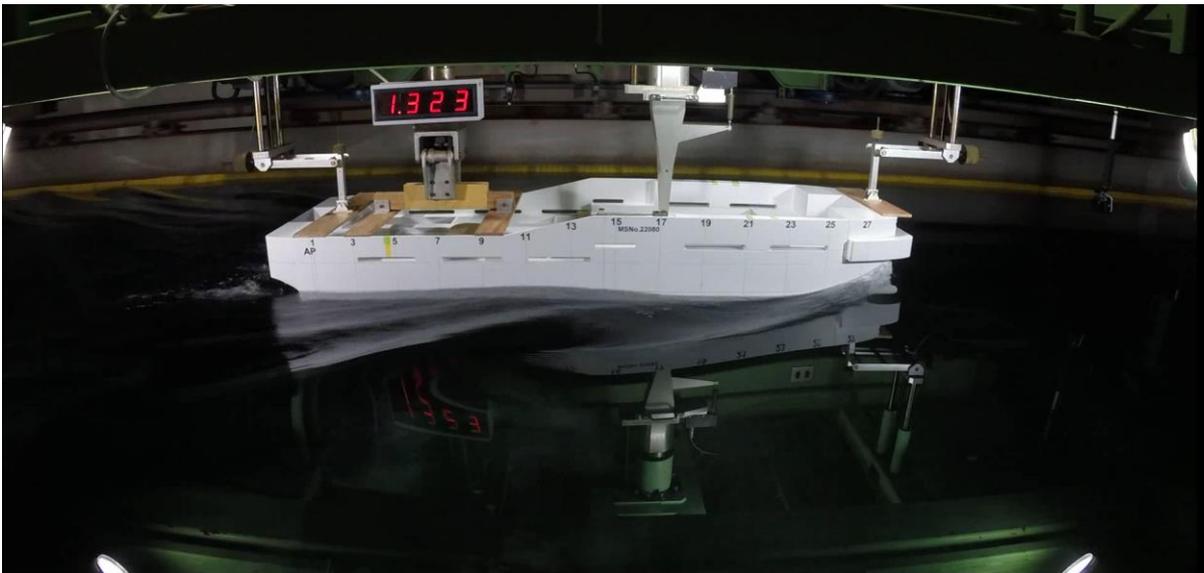
Full Load、 $V_m=0.000\text{m/s}$ 、 $F_n=0.00$ 、 $V_s=0.0\text{kn}$



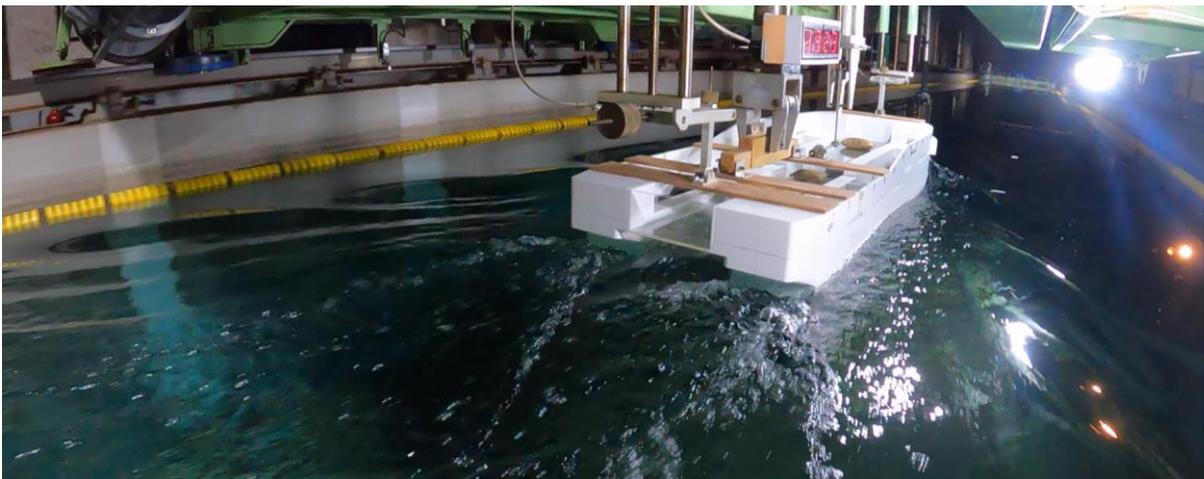
Full Load、 $V_m=0.000\text{m/s}$ 、 $F_n=0.00$ 、 $V_s=0.0\text{kn}$



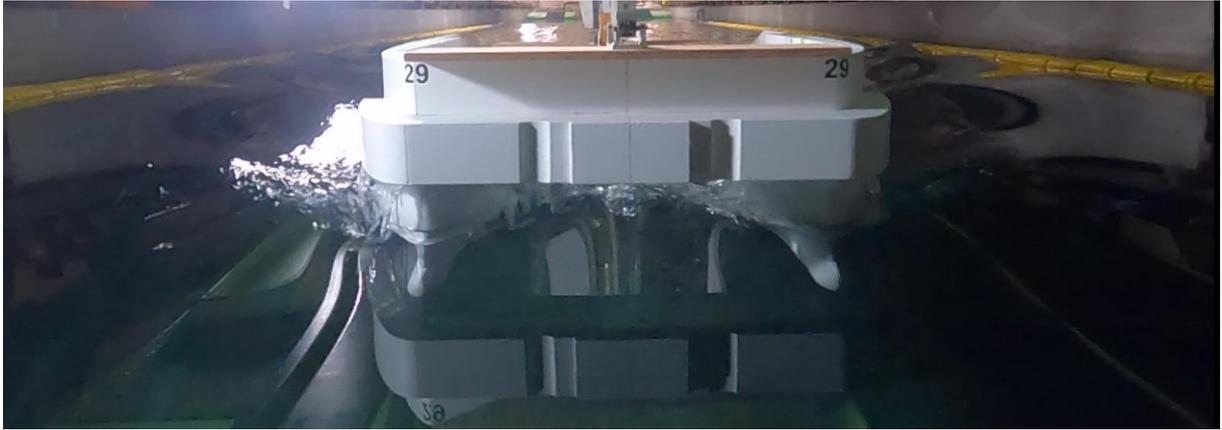
Full Load, $V_m=1.324\text{m/s}$, $F_n=0.315$, $V_s=8.0\text{kn}$



Full Load, $V_m=1.324\text{m/s}$, $F_n=0.315$, $V_s=8.0\text{kn}$



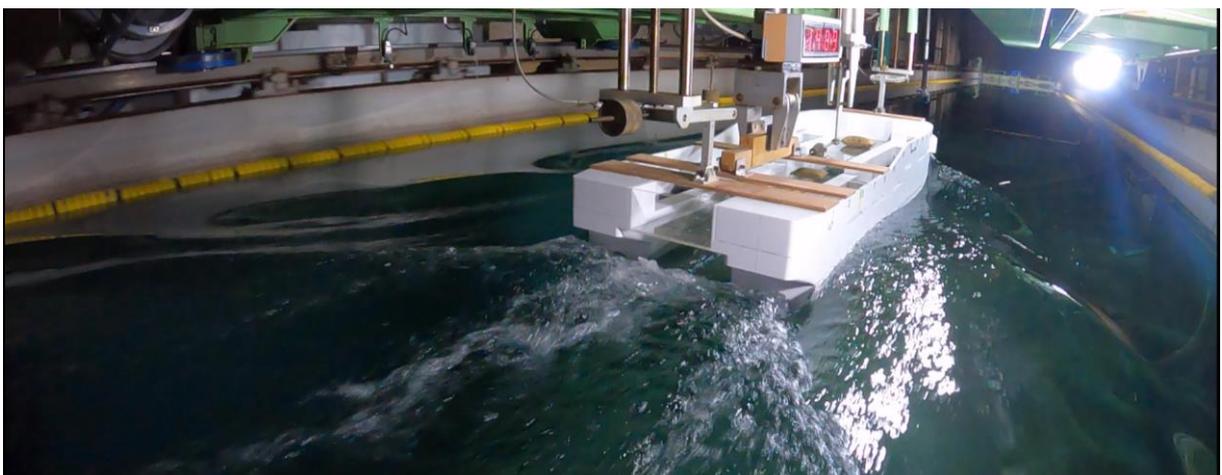
Full Load, $V_m=1.324\text{m/s}$, $F_n=0.315$, $V_s=8.0\text{kn}$



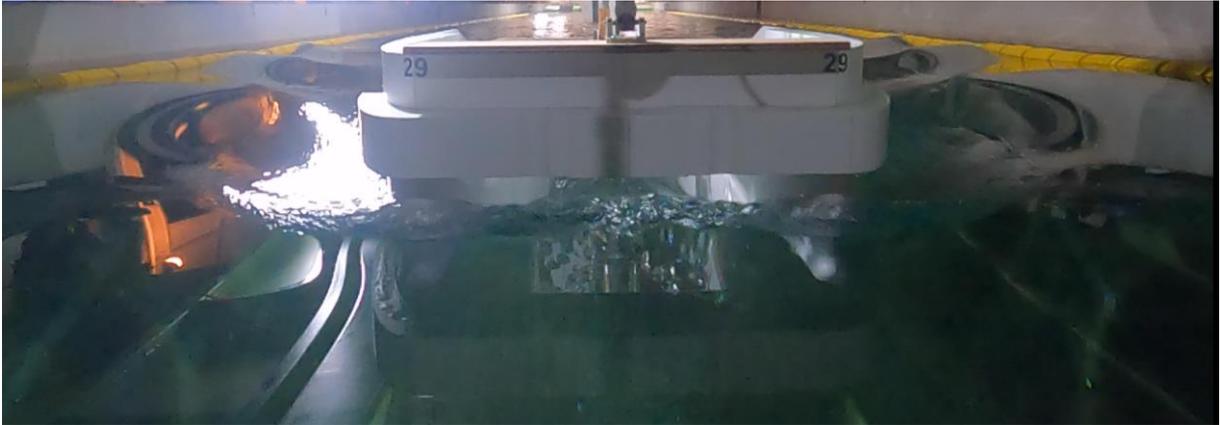
Full Load, $V_m=1.489\text{m/s}$, $F_n=0.354$, $V_s=9.0\text{kn}$



Full Load, $V_m=1.489\text{m/s}$, $F_n=0.354$, $V_s=9.0\text{kn}$



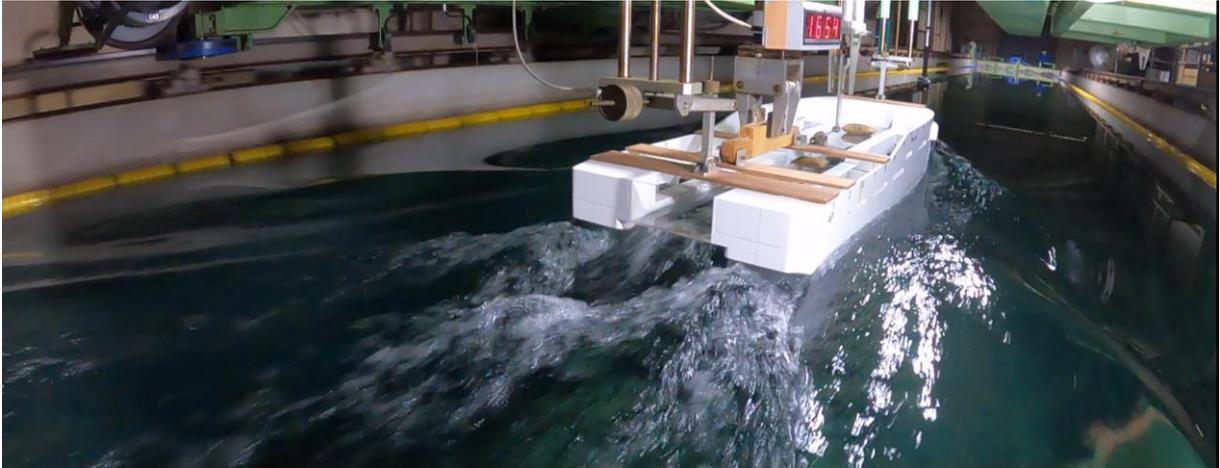
Full Load, $V_m=1.489\text{m/s}$, $F_n=0.354$, $V_s=9.0\text{kn}$



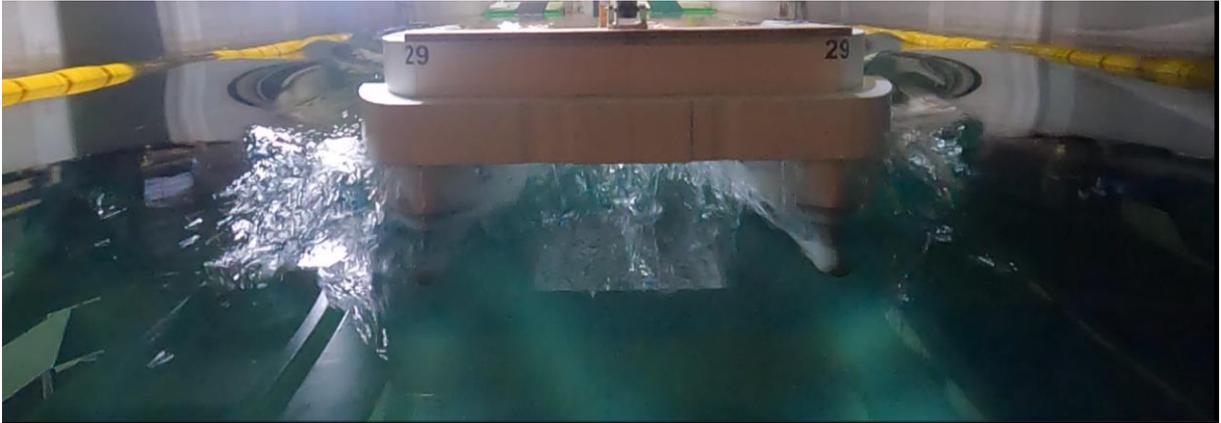
Full Load, $V_m=1.654\text{m/s}$, $F_n=0.394$, $V_s=10.0\text{kn}$



Full Load, $V_m=1.654\text{m/s}$, $F_n=0.394$, $V_s=10.0\text{kn}$



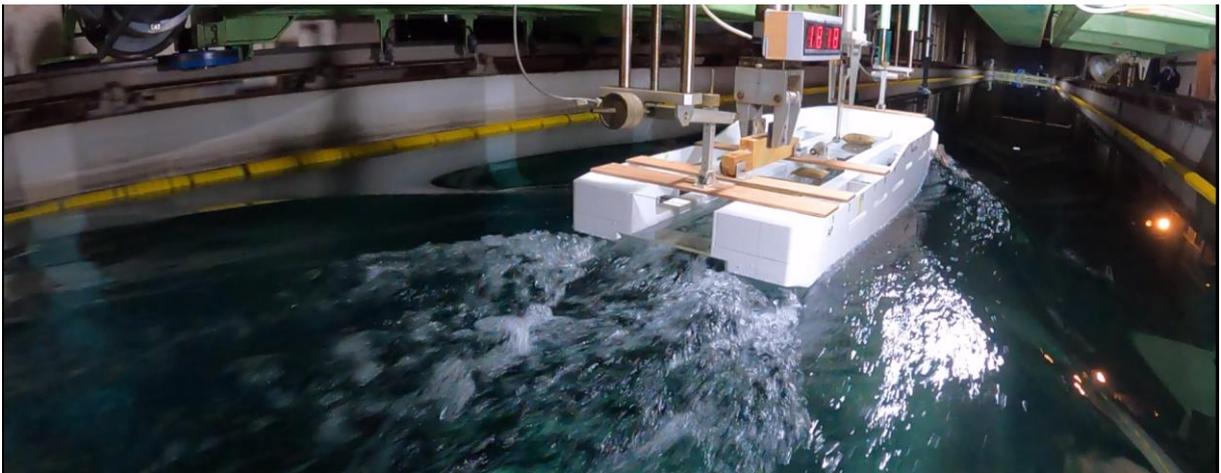
Full Load, $V_m=1.654\text{m/s}$, $F_n=0.394$, $V_s=10.0\text{kn}$



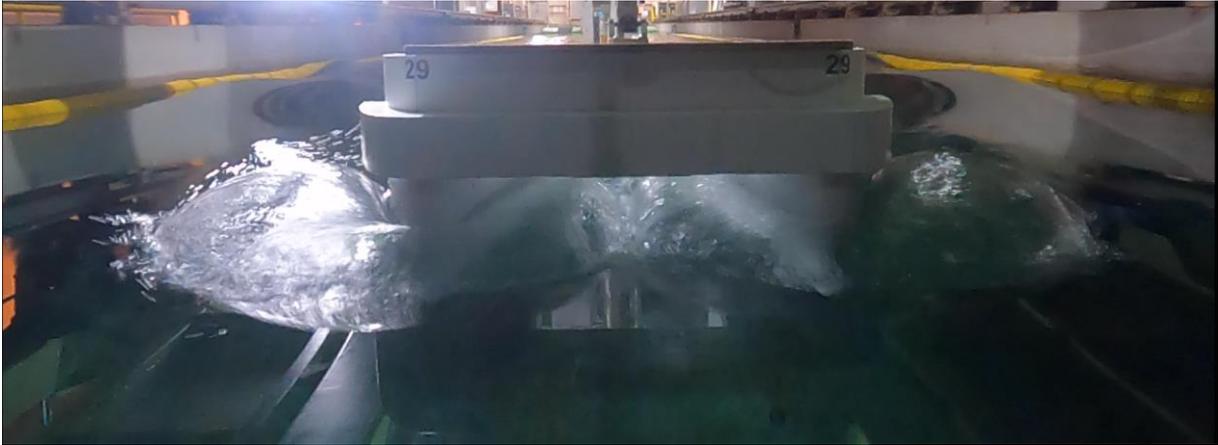
Full Load, $V_m=1.820\text{m/s}$, $F_n=0.433$, $V_s=11.0\text{kn}$



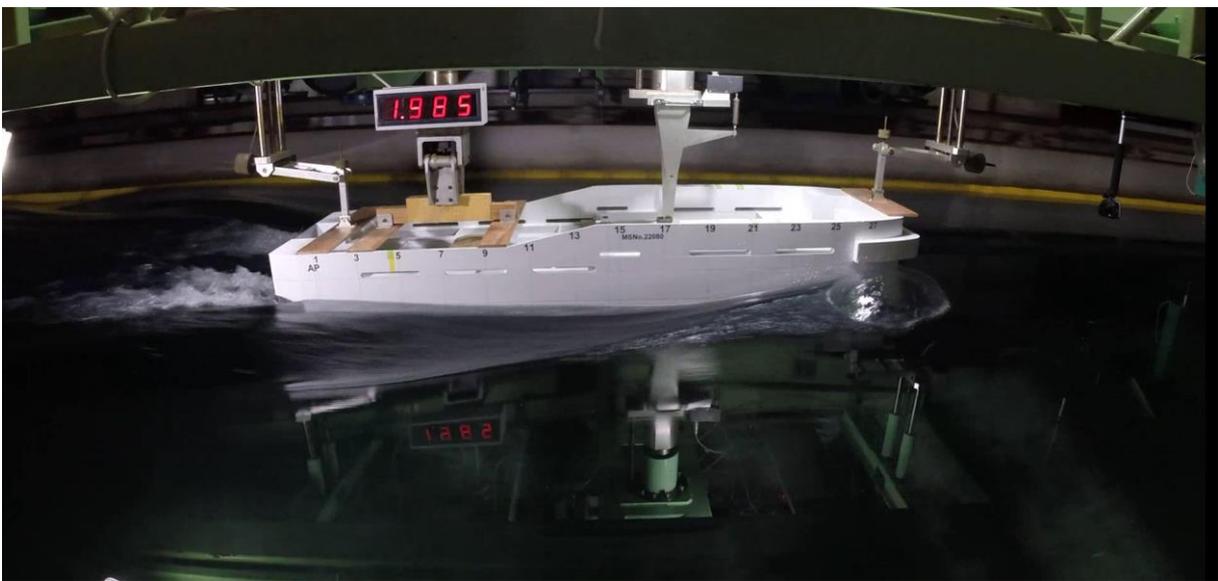
Full Load, $V_m=1.820\text{m/s}$, $F_n=0.433$, $V_s=11.0\text{kn}$



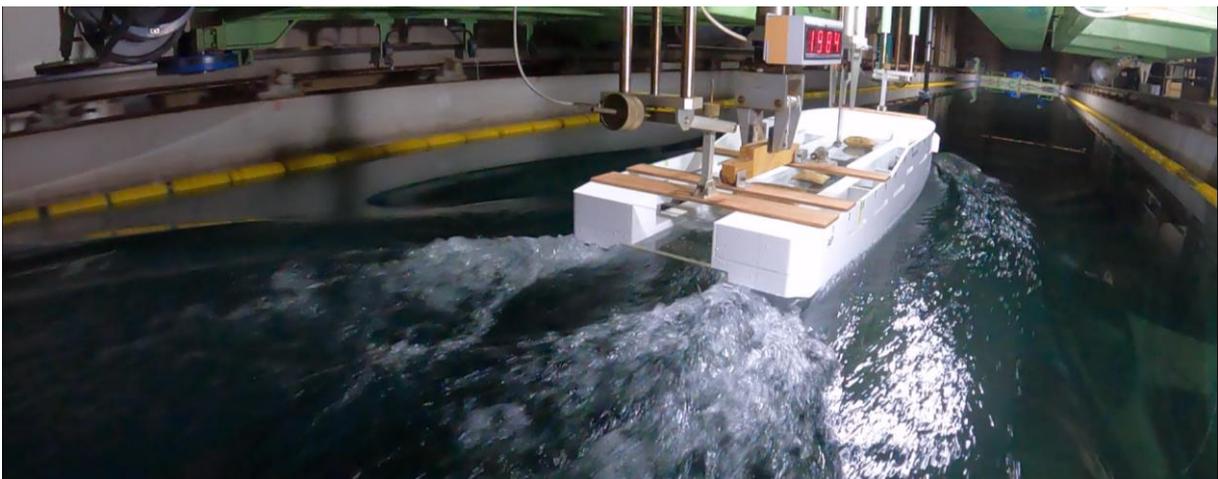
Full Load, $V_m=1.820\text{m/s}$, $F_n=0.433$, $V_s=11.0\text{kn}$



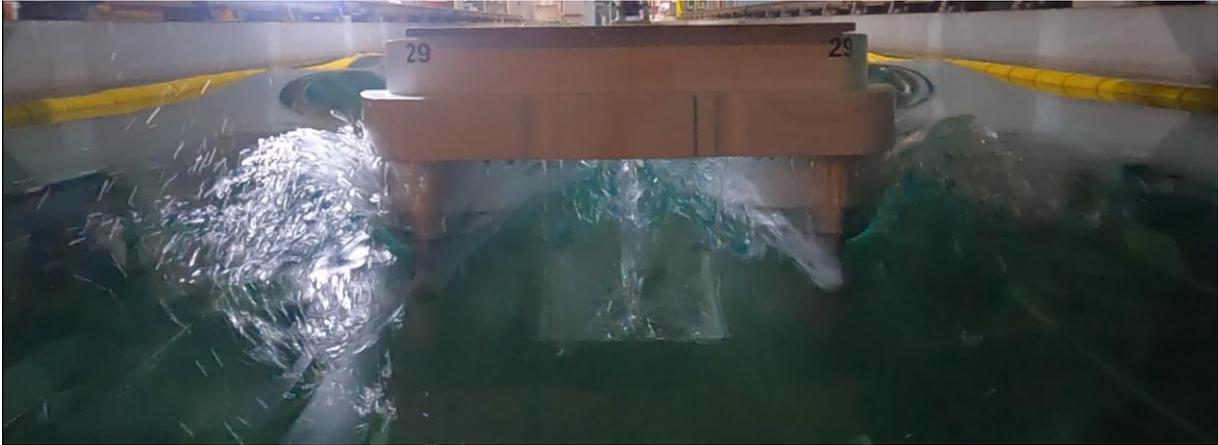
Full Load, $V_m=1.985\text{m/s}$, $F_n=0.472$, $V_s=12.0\text{kn}$



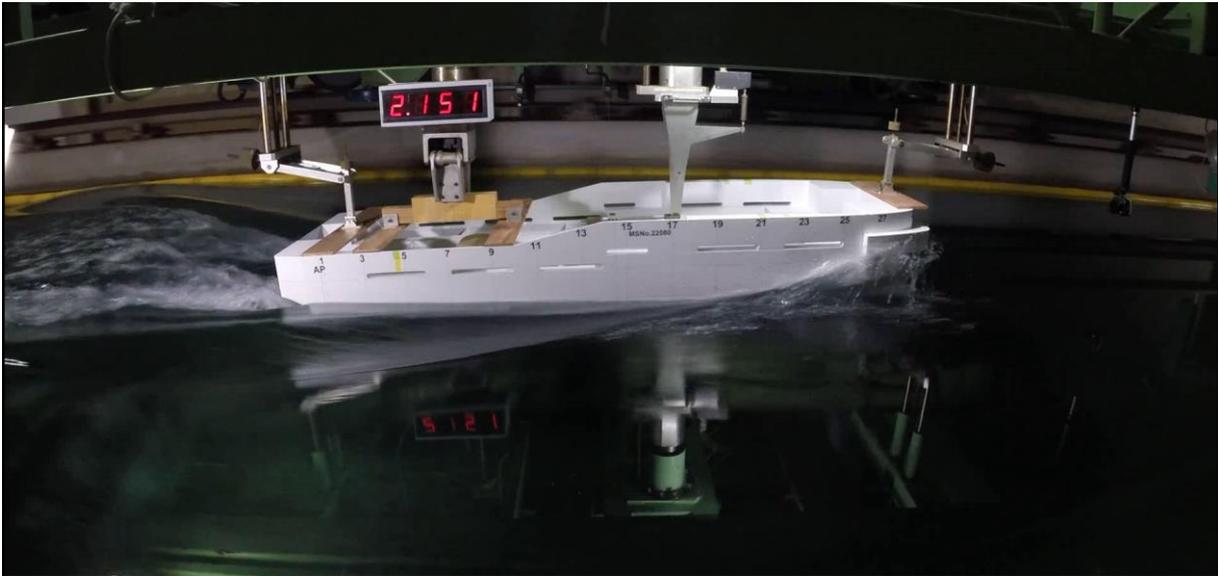
Full Load, $V_m=1.985\text{m/s}$, $F_n=0.472$, $V_s=12.0\text{kn}$



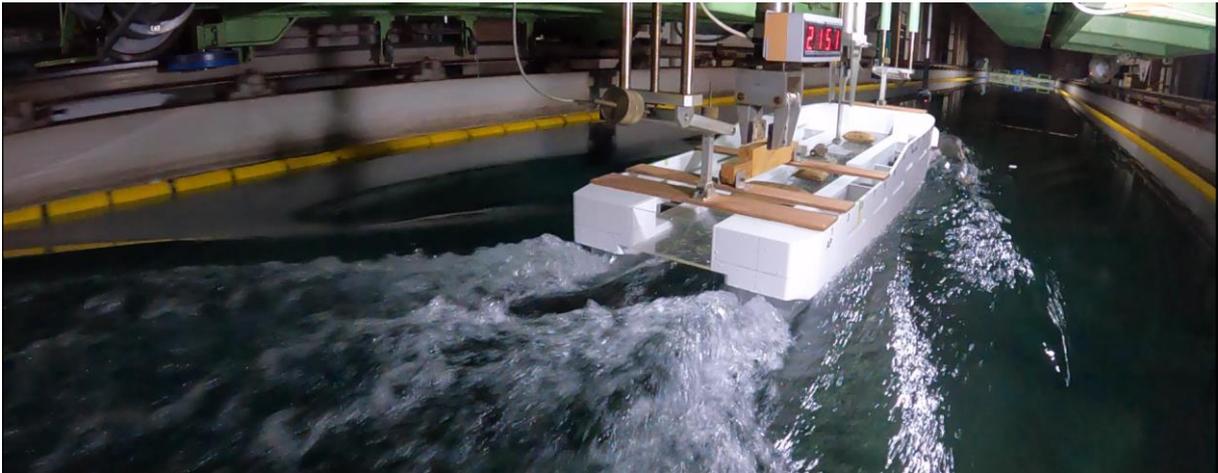
Full Load, $V_m=1.985\text{m/s}$, $F_n=0.472$, $V_s=12.0\text{kn}$



Full Load, $V_m=2.151\text{m/s}$, $F_n=0.512$, $V_s=13.0\text{kn}$

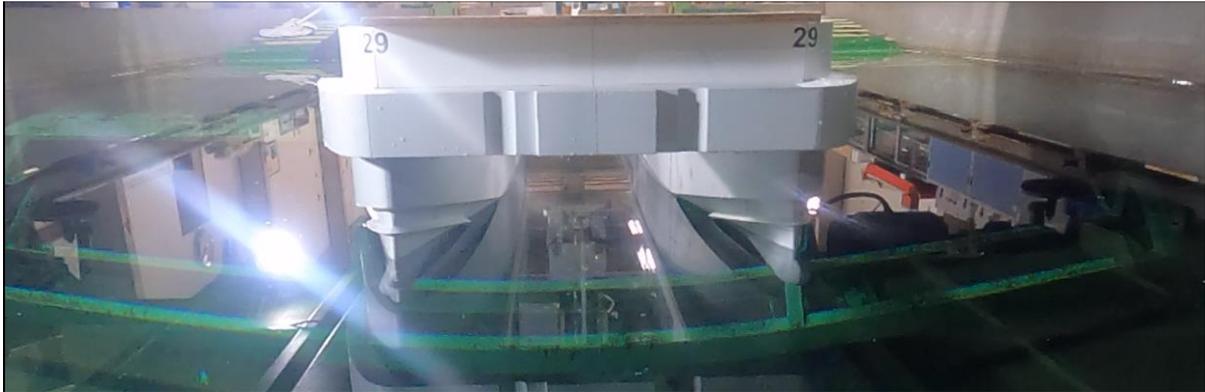


Full Load, $V_m=2.151\text{m/s}$, $F_n=0.512$, $V_s=13.0\text{kn}$

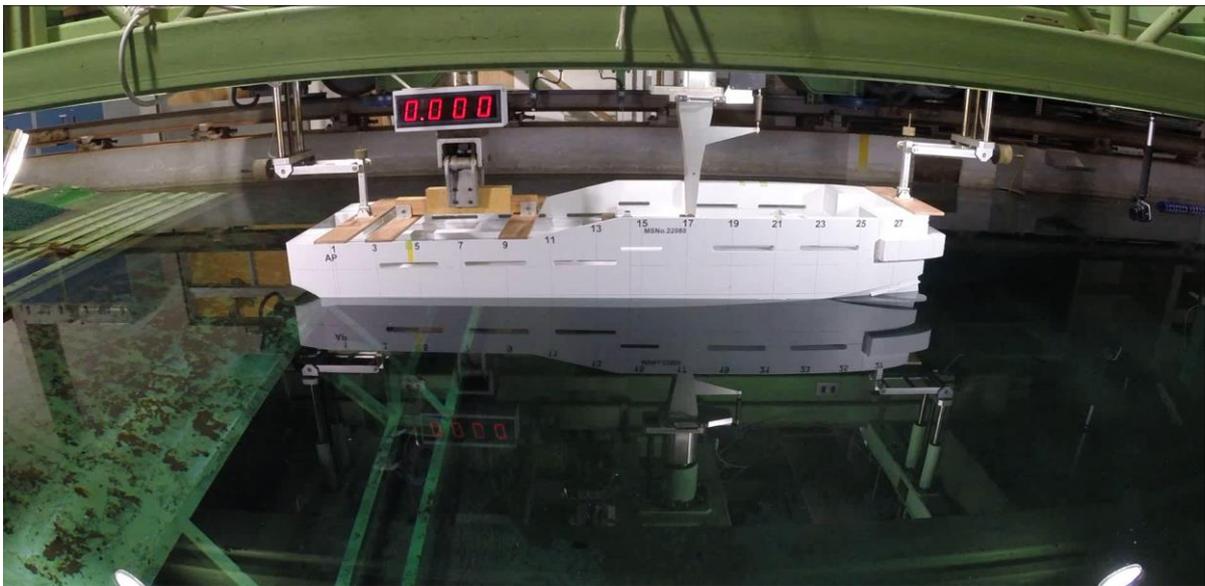


Full Load, $V_m=2.151\text{m/s}$, $F_n=0.512$, $V_s=13.0\text{kn}$

添付資料 7: Trial 抵抗試験時の写真
※表示速度は設定船速



Trial、 $V_m=0.000\text{m/s}$ 、 $F_n=0.00$ 、 $V_s=0.0\text{kn}$



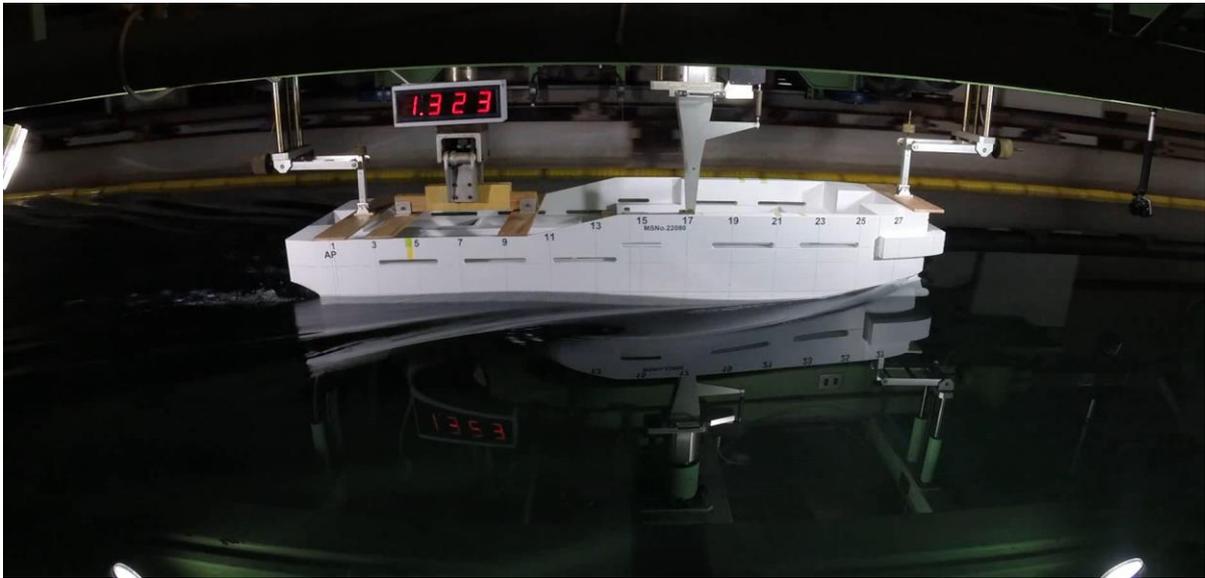
Trial、 $V_m=0.000\text{m/s}$ 、 $F_n=0.00$ 、 $V_s=0.0\text{kn}$



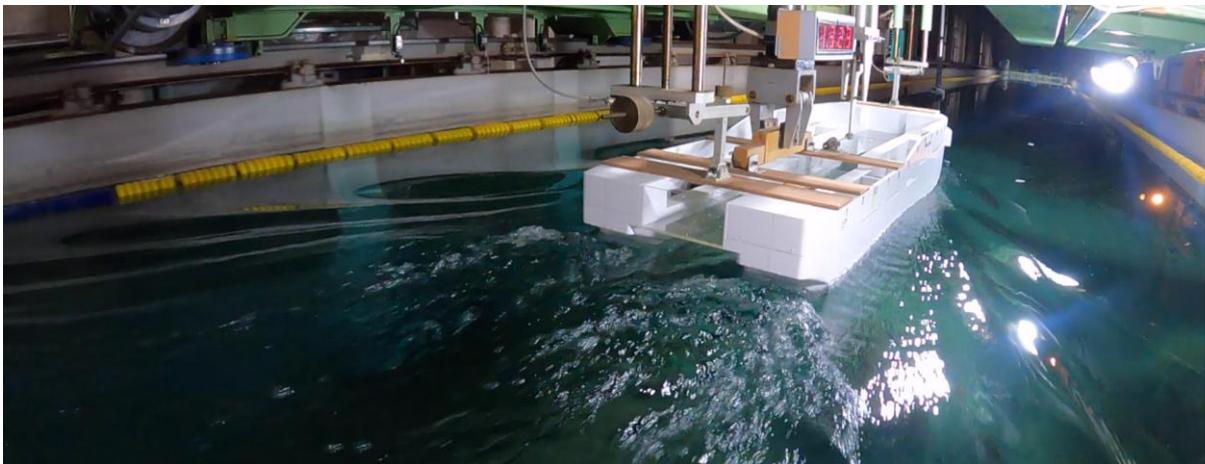
Trial、 $V_m=0.000\text{m/s}$ 、 $F_n=0.00$ 、 $V_s=0.0\text{kn}$



Trial, $V_m=1.324\text{m/s}$, $F_n=0.315$, $V_s=8.0\text{kn}$



Trial, $V_m=1.324\text{m/s}$, $F_n=0.315$, $V_s=8.0\text{kn}$



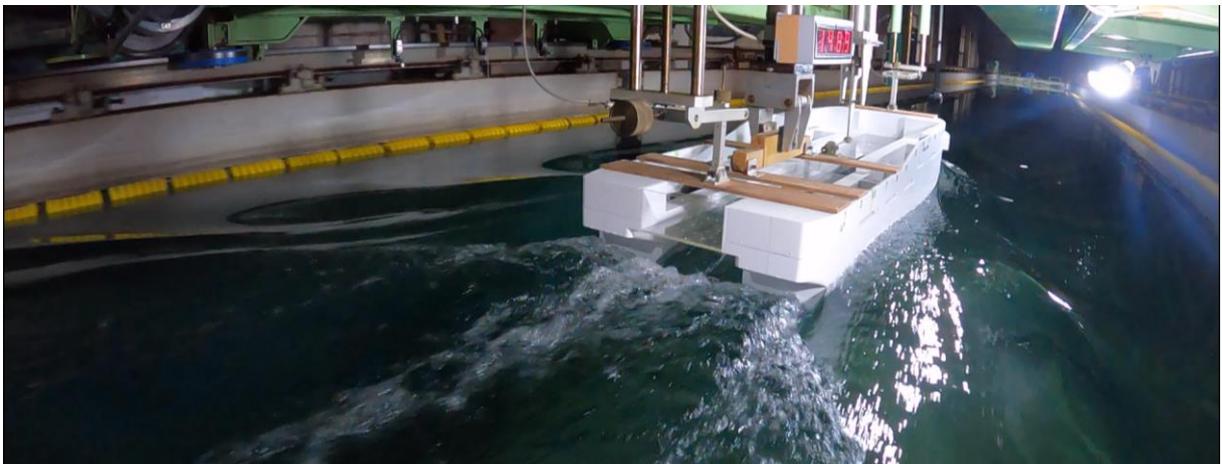
Trial, $V_m=1.324\text{m/s}$, $F_n=0.315$, $V_s=8.0\text{kn}$



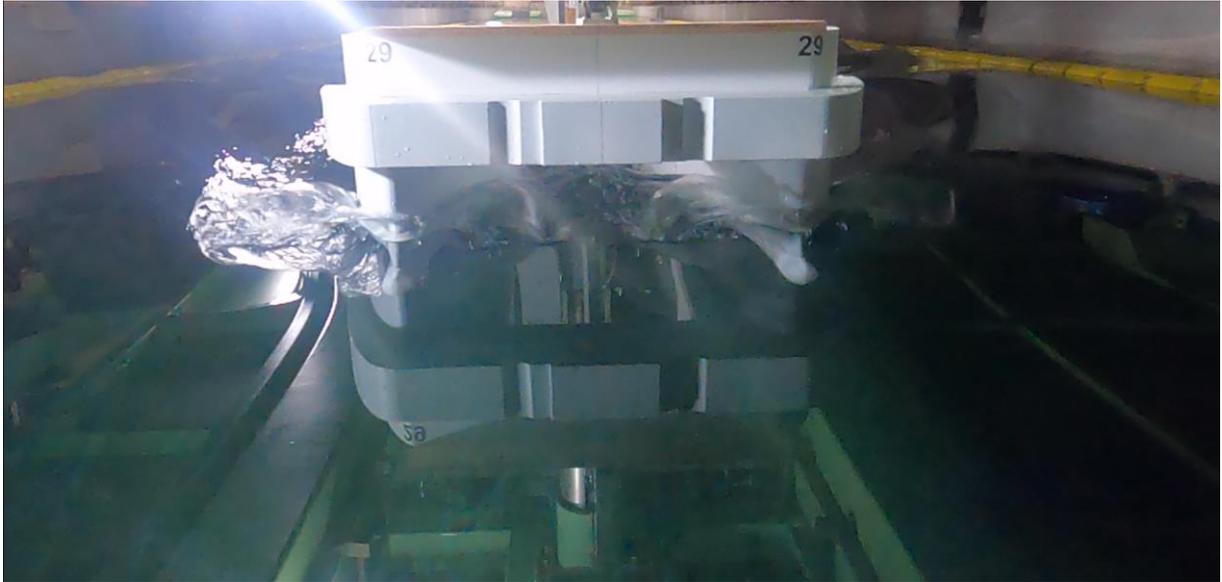
Trial、 $V_m=1.489\text{m/s}$ 、 $F_n=0.354$ 、 $V_s=9.0\text{kn}$



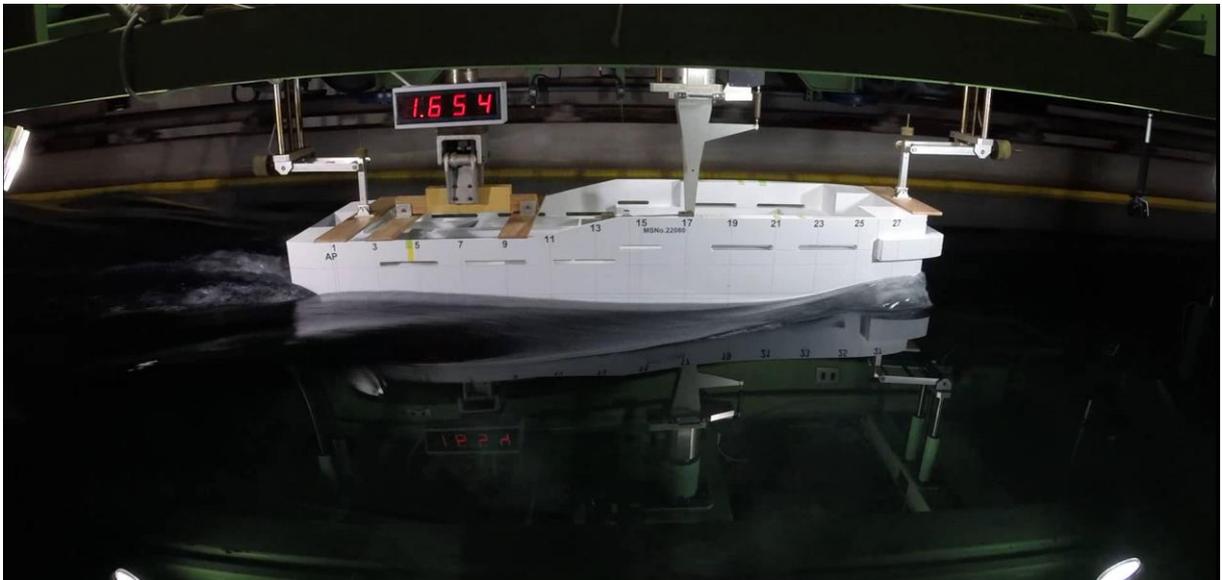
Trial、 $V_m=1.489\text{m/s}$ 、 $F_n=0.354$ 、 $V_s=9.0\text{kn}$



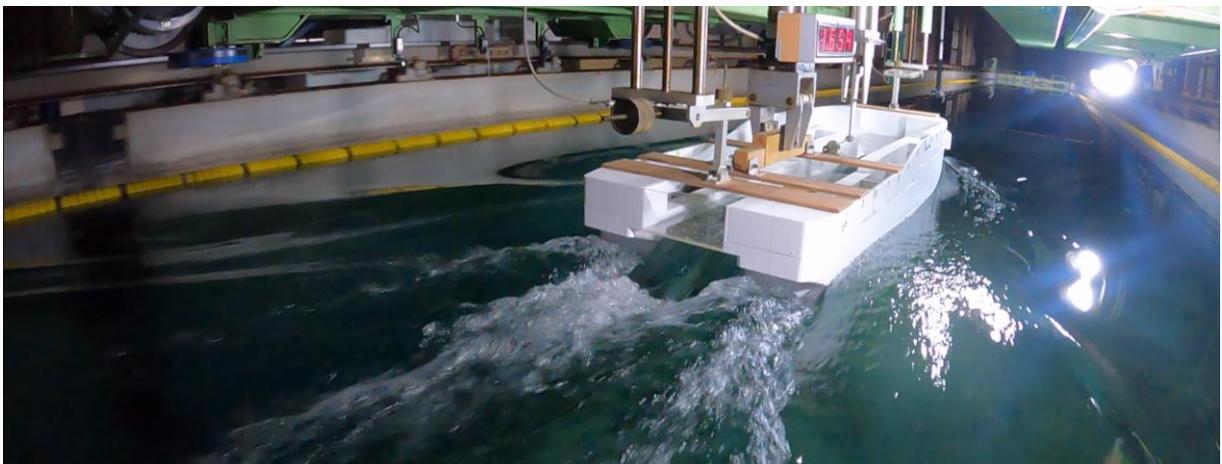
Trial、 $V_m=1.489\text{m/s}$ 、 $F_n=0.354$ 、 $V_s=9.0\text{kn}$



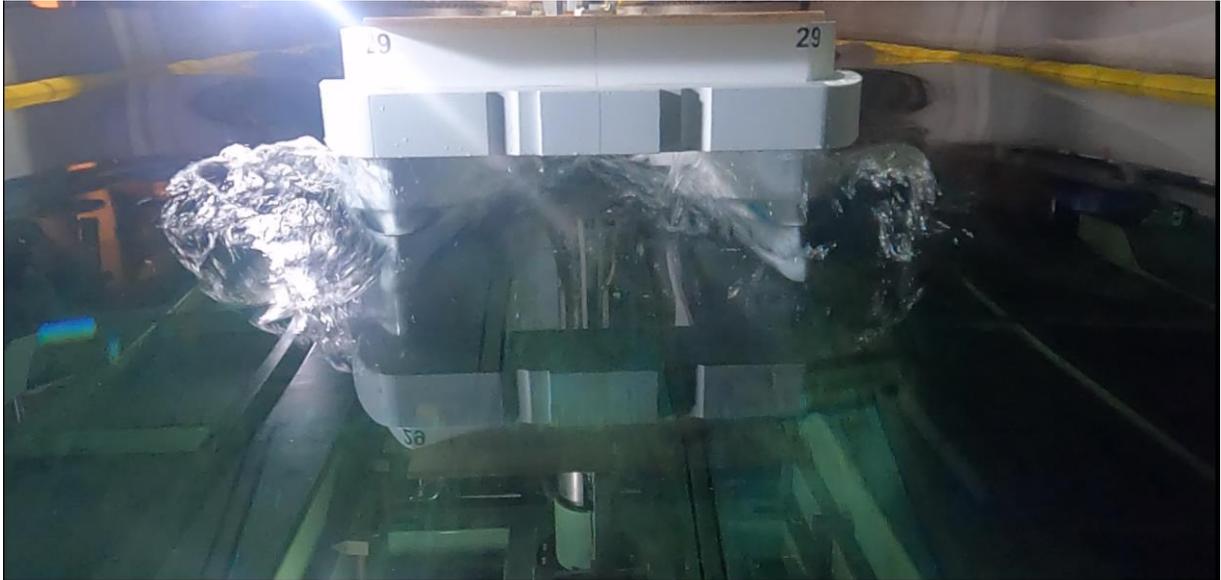
Trial, $V_m=1.654\text{m/s}$, $Fn=0.394$, $V_s=10.0\text{kn}$



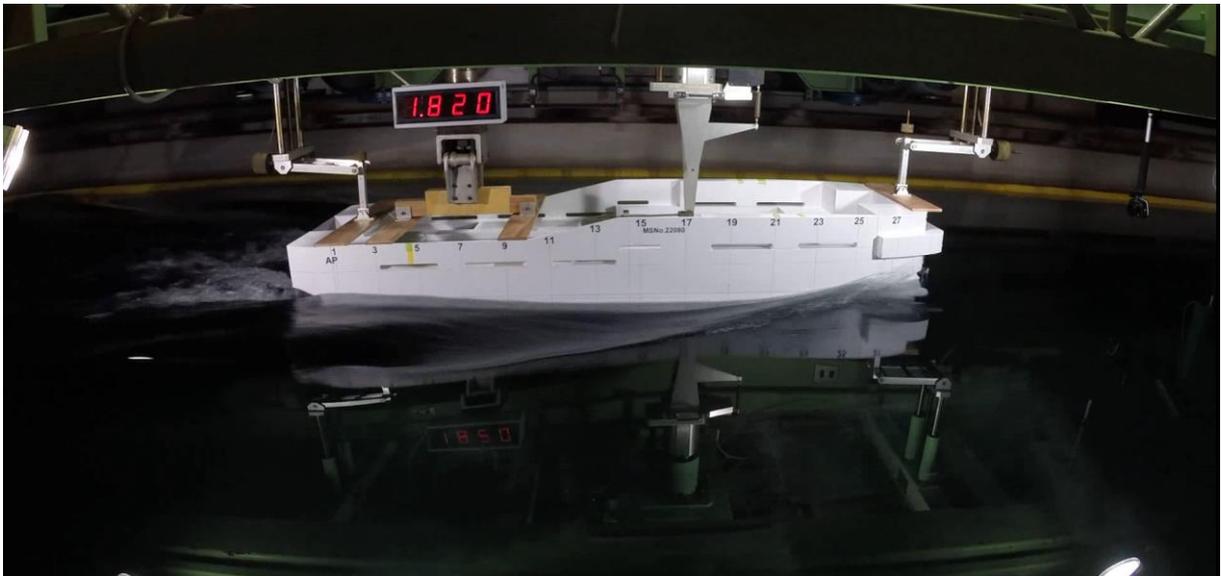
Trial, $V_m=1.654\text{m/s}$, $Fn=0.394$, $V_s=10.0\text{kn}$



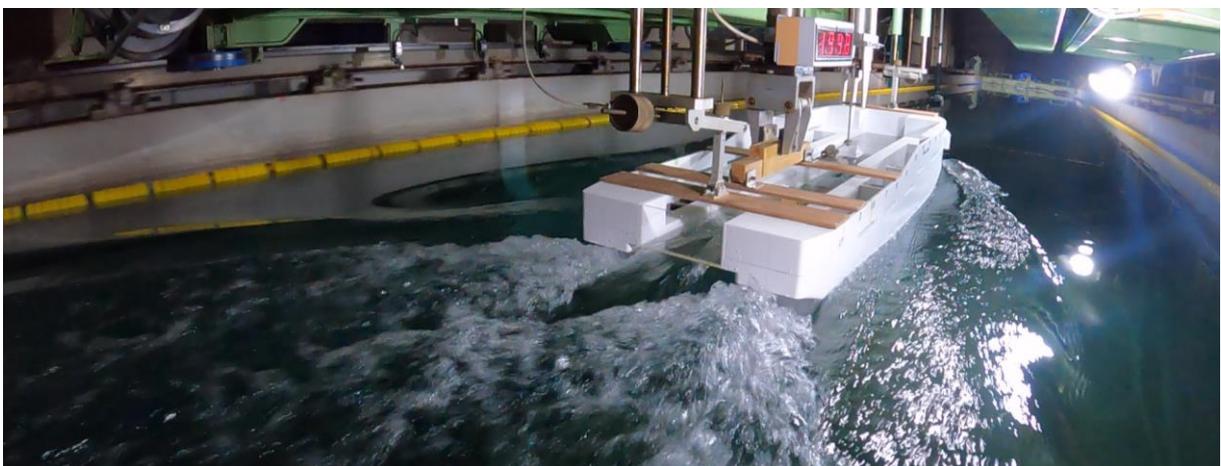
Trial, $V_m=1.654\text{m/s}$, $Fn=0.394$, $V_s=10.0\text{kn}$



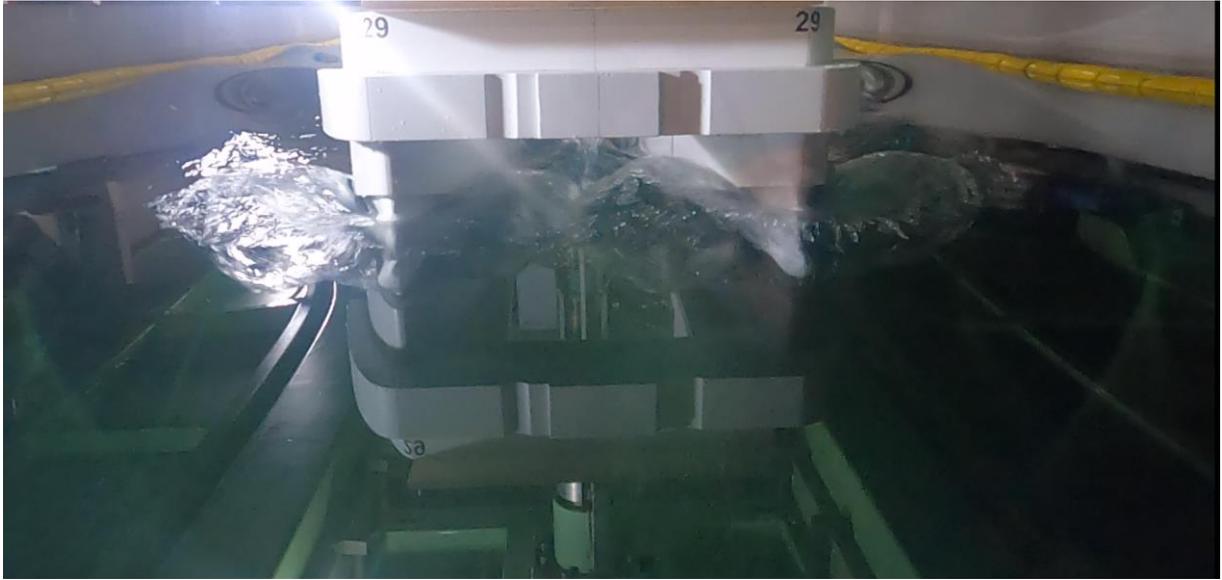
Trial, $V_m=1.820\text{m/s}$, $F_n=0.433$, $V_s=11.0\text{kn}$



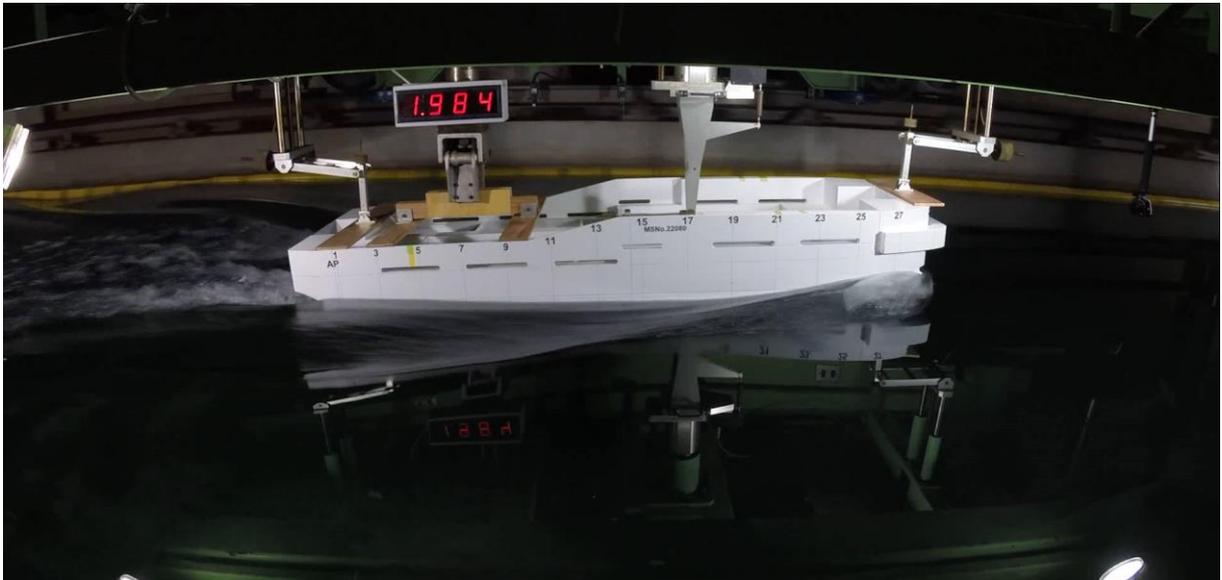
Trial, $V_m=1.820\text{m/s}$, $F_n=0.433$, $V_s=11.0\text{kn}$



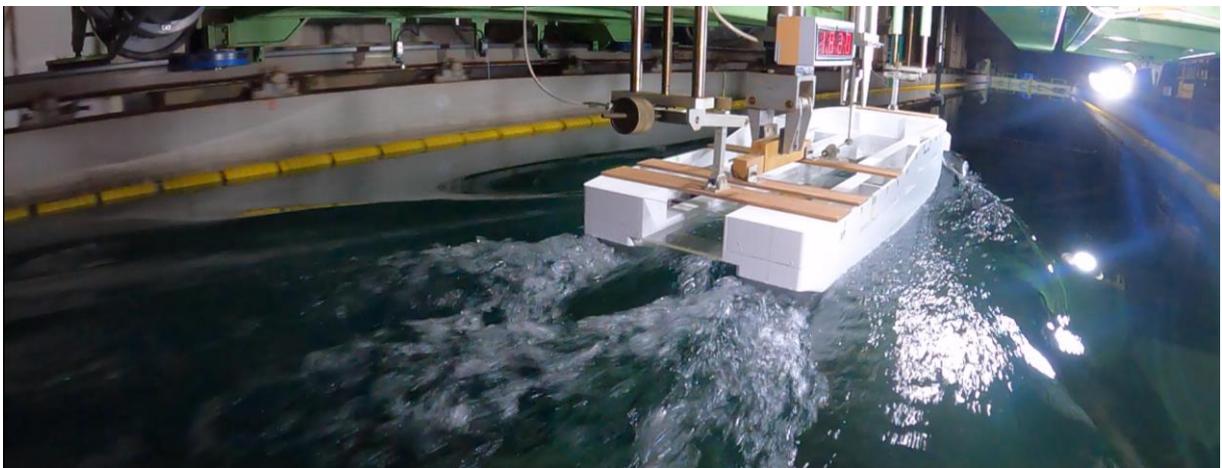
Trial, $V_m=1.820\text{m/s}$, $F_n=0.433$, $V_s=11.0\text{kn}$



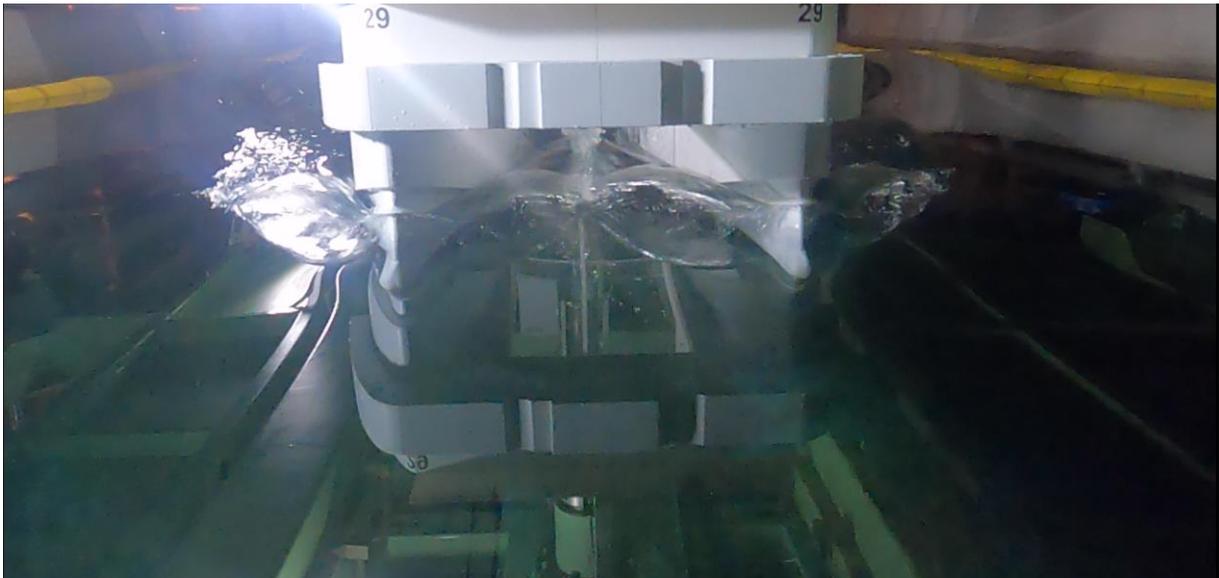
Trial, $V_m=1.985\text{m/s}$, $F_n=0.472$, $V_s=12.0\text{kn}$



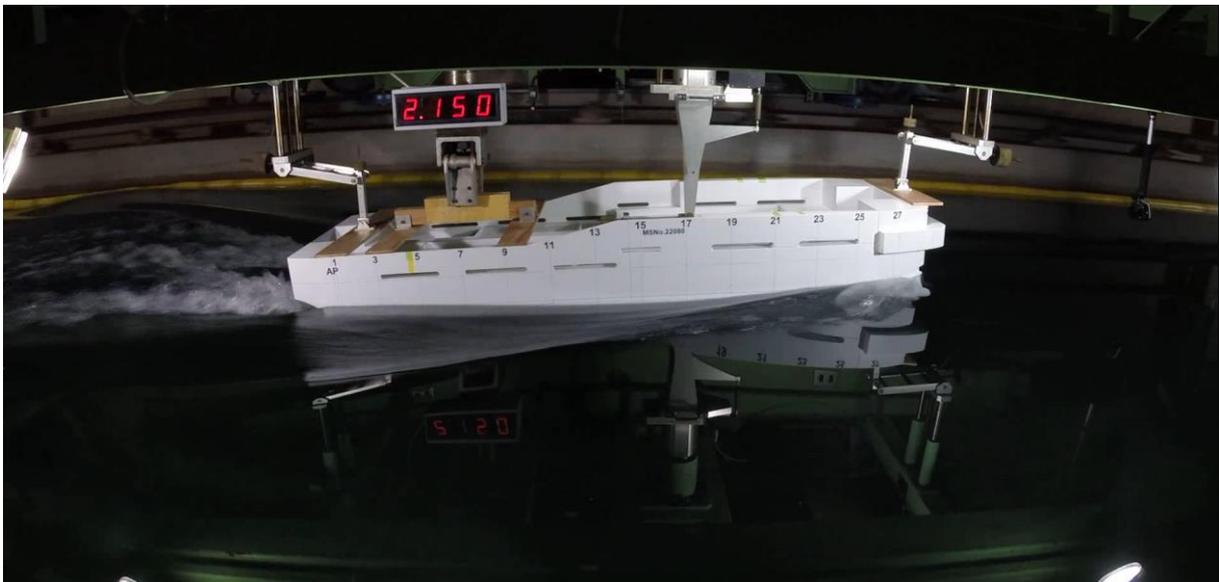
Trial, $V_m=1.985\text{m/s}$, $F_n=0.472$, $V_s=12.0\text{kn}$



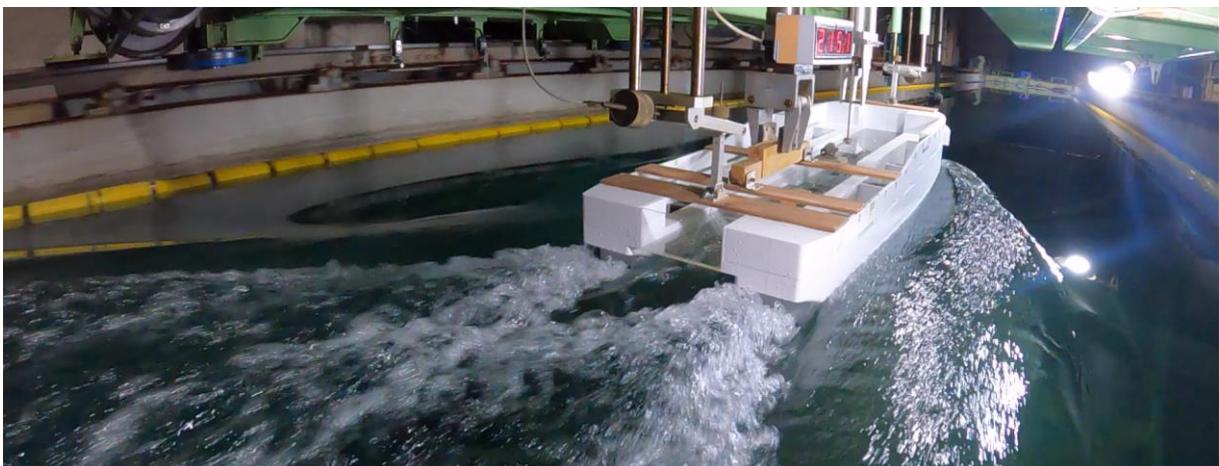
Trial, $V_m=1.985\text{m/s}$, $F_n=0.472$, $V_s=12.0\text{kn}$



Trial, $V_m=2.151\text{m/s}$, $F_n=0.512$, $V_s=13.0\text{kn}$



Trial, $V_m=2.151\text{m/s}$, $F_n=0.512$, $V_s=13.0\text{kn}$

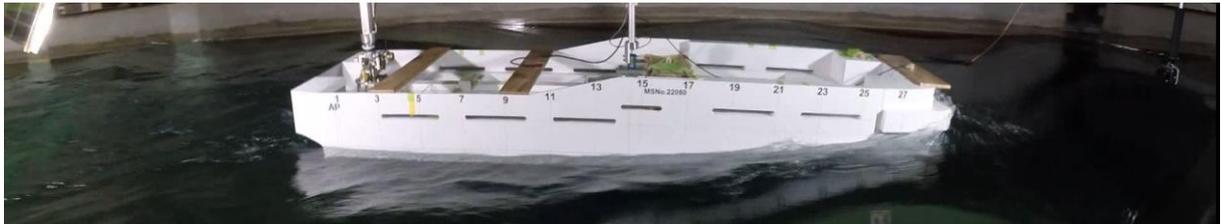


Trial, $V_m=2.151\text{m/s}$, $F_n=0.512$, $V_s=13.0\text{kn}$

添付資料 8: 船首付近への波浪衝撃の状況(正面向波規則波中)



(1) $\lambda / L = 1.0$



(2) $\lambda / L = 1.1$



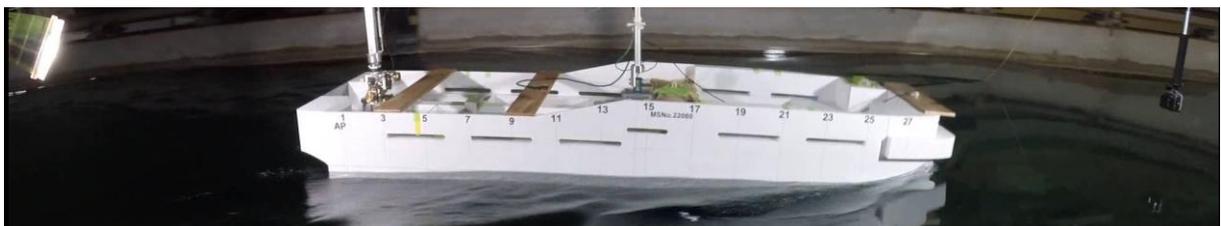
(3) $\lambda / L = 1.2$



(4) $\lambda / L = 1.3$



(5) $\lambda / L = 1.4$



(6) $\lambda / L = 1.5$

添付資料 9: 自由動揺試験

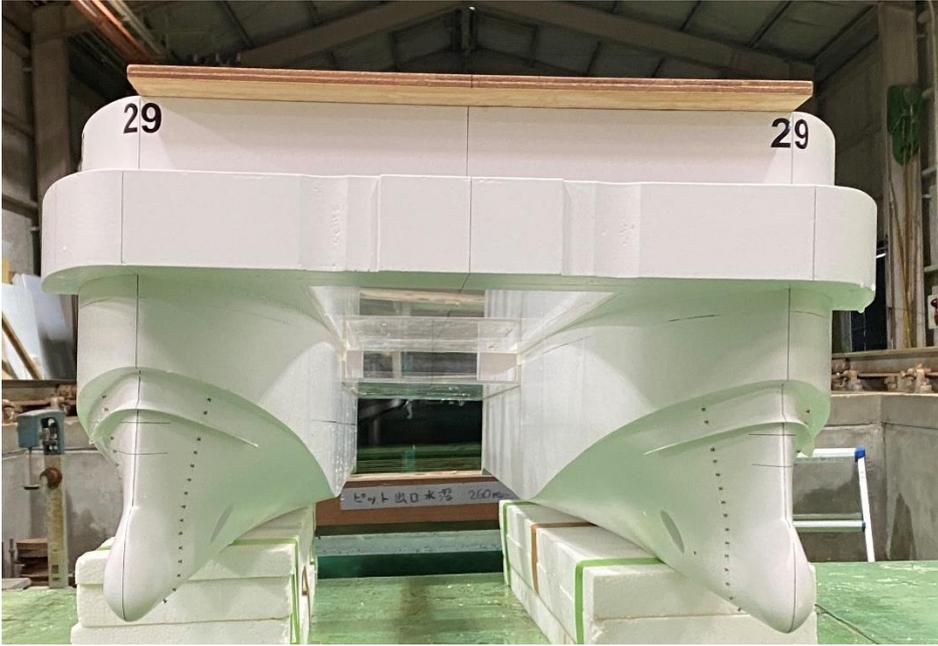


自由縦揺れ試験

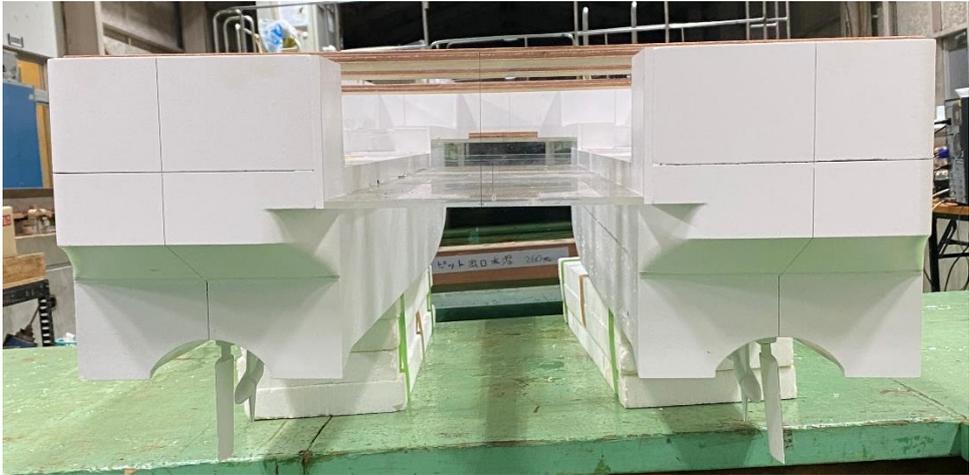


自由横揺れ試験

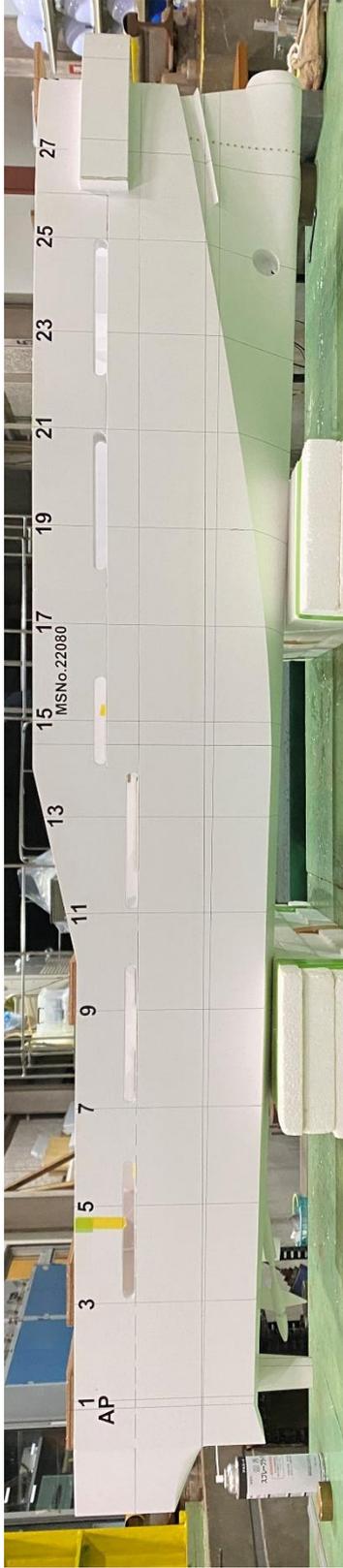
添付資料 10: 模型船写真



船首 正面



船尾 正面



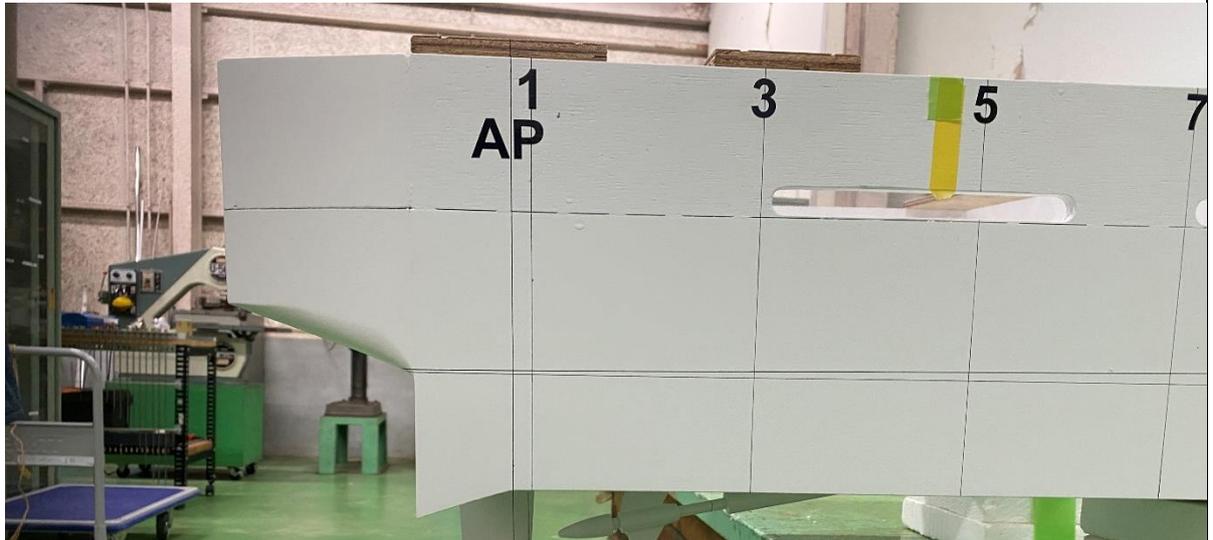
側面



船底



船首側面



船尾側面