

波力推進による荒天中の スピード低下緩和と減揺

一色 浩
IMA, Osaka, Japan
Aug. 04, 2015 at Hiroshima Univ.
船の波力推進に関するワークショップ
isshiki@dab.hi-ho.ne.jp

内容

1. 荒天中スピード低下の概略検討結果
 - 1.1. 新たな研究目的
 - 1.2. 日立造船で実施した研究
 - 1.3. 荒天中スピード低下の概略検討結果
2. 翼の大きさ、形状、取り付けの検討
3. 風エネルギー利用の可能性
4. 波浪中抵抗増加理論と翼推力推定の見直し
5. 翼推力の合わない理由
6. 最近の研究課題(新しい数値計算法GIRMの開発)と老いの楽しさ

1. 荒天中スピード低下の概略検討結果

1.1. 新たな研究目的

これまでは波力だけで推進することを前提
⇒ 装置が巨大

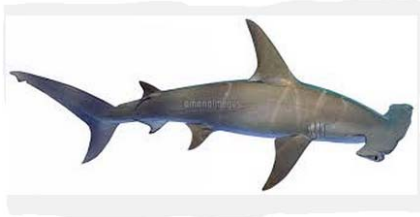
Beaufortが9～10でスピード低下を緩和するのが目的 ⇒ デバイスが驚くほど小さくなる
⇒ 翼を引き上げないでよい

- (1) 多分、風力よりも波力エネルギーの利用がよい。
- (2) スピード低下が緩和できればよい。
- (3) 向かい波を対象とする。最悪の海象を考える。

- (1) 多分、風力よりも波力エネルギーの利用がよい。
- (2) スピード低下が緩和できればよい。
- (3) 向かい波を対象とする。最悪の海象を考える。
- (4) ちょっと大き目のフィスタビライザーくらいの大きさのデバイスになるのでは。
- (5) 環境保護という観点があるので、通常の経済原則が厳しく適用されないのでは。
- (6) 今回はSR108 Container Shipで以前検討した結果をベースにして検討。
Handymax B/Cとは大分船型が違うので、ストリップ法による計算をやり直す必要あり。

(7)ただし、ストリップ法の精度は抵抗増加、翼推力ともに精度が十分でない ⇒ 見直し

(8)水中翼の浸水面積は主船体の浸水面積の2%
⇒ 平水時に引き上げる必要はなし。
⇒ シュモクザメ船首
(Hammerhead Shark Bow HSB)



シュモクザメ(Hammerhead Shark)

1.2. 日立造船で実施した研究

波力推進とは: 波のエネルギーを推進に利用する

ヤコブセンの実験の動画

BBC program on wave-powered boats

<https://www.youtube.com/watch?v=UWpxtfmpVD4>

日立造船・東海大学の実験の動画(船研角水槽)

日立造船・東海大学の海上実験の動画

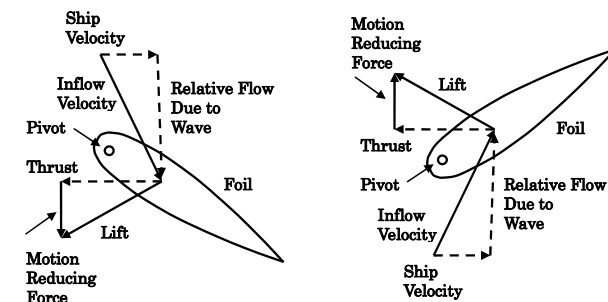


←ヤコブセンの模型船

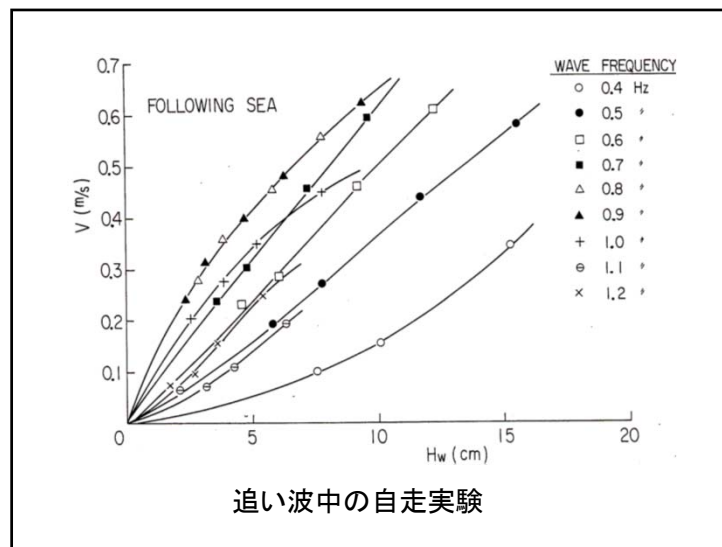
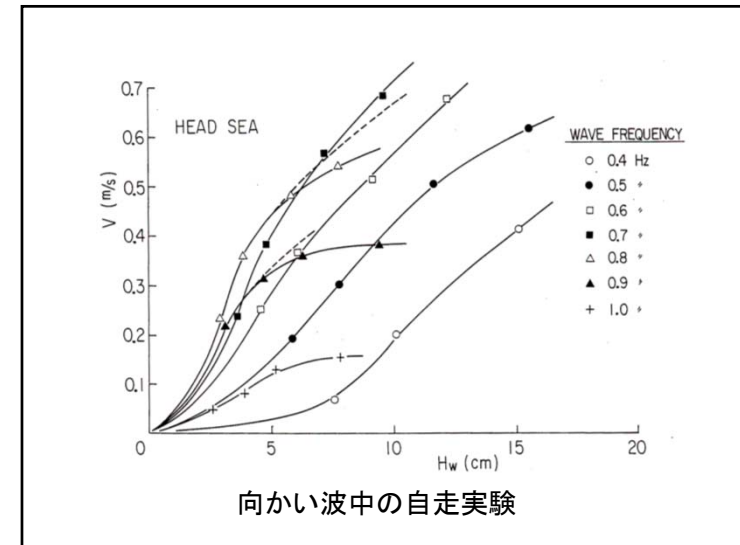
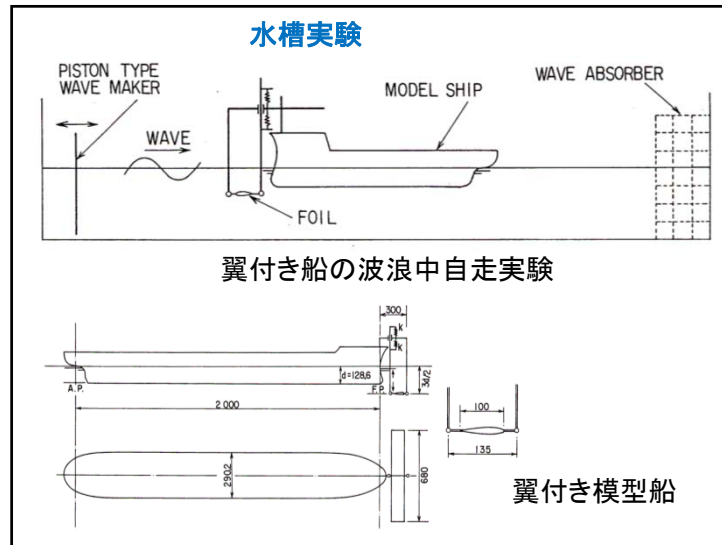
↓ヤコブセンの海上実験
(オスロフィヨルド; 6ノット)



波力推進の原理



波力推進の原理



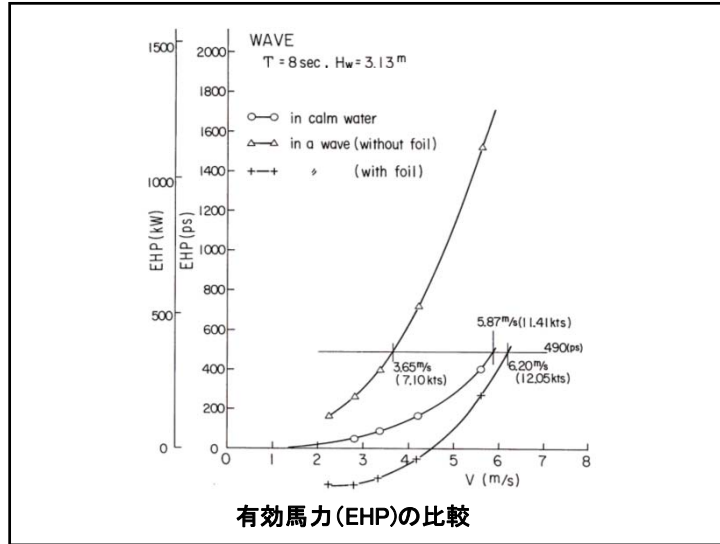
実船へ適用した場合の効果の推定

		MODEL	SHIP
SHIP	LENGTH (P.P.) (m)	2,000	80,000
	BREADTH (M.L.D.) (m)	0,290	11,608
	DEPTH (M.L.D.) (m)	0,176	7,040
	DRAFT (m)	0,129	5,144
	BLOCK COEFFICIENT	0.5658	0.5658
FOIL	SECTION OF FOIL	NACA 0015	NACA 0015
	CHORD LENGTH (m)	0,100	4,000
	SPAN LENGTH (m)	0,680	27,200
	DRAFT (IMMERSION) (m)	0,193	7,716

←対象船:コンテナ船
LXBXd=80mX11,6X7

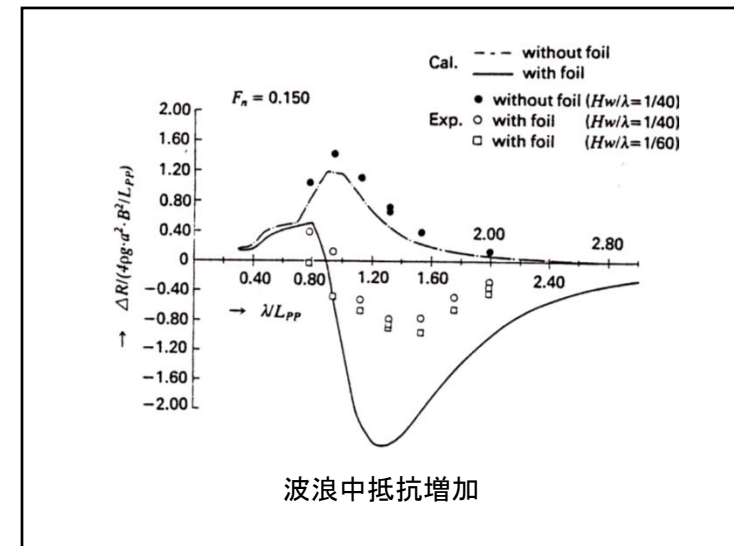
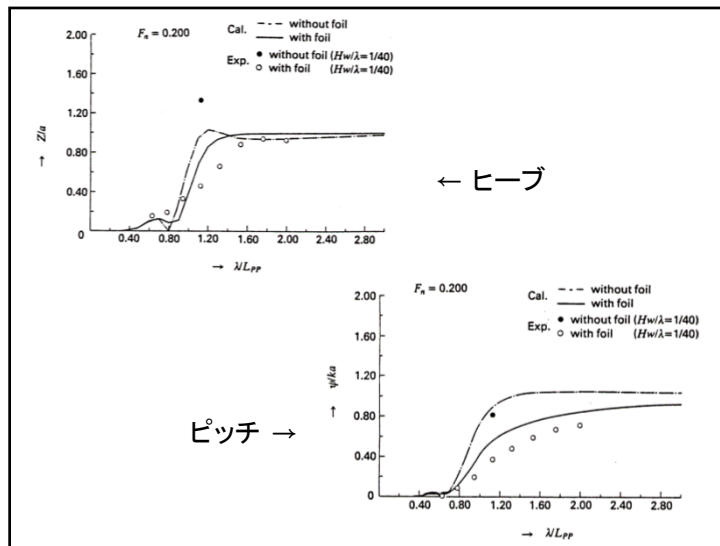
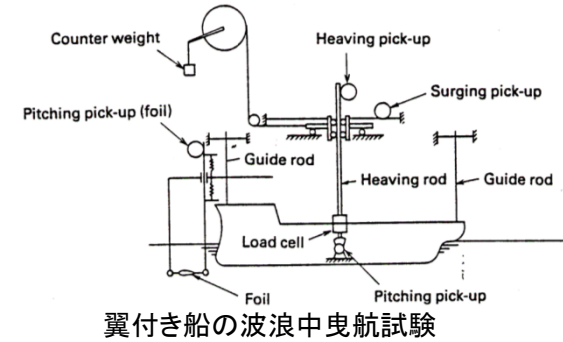
↓冬季北太平洋の波エネルギー

		wave period (sec)				
		4.0	6.0	8.0	10.0	12.0
wave power	(ps/m)	5.94	15.9	28.0	12.5	6.03
	(kw/m)	4.37	11.7	20.6	9.19	4.44



3年間の日本造船振興財団補助金研究 (日立造船・東海大学, 1987—1989)

小型模型船による実験(初年度)



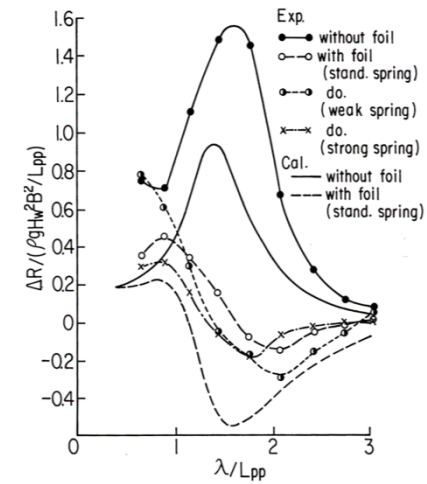
大型模型船による実験(次年度)

船体主要目

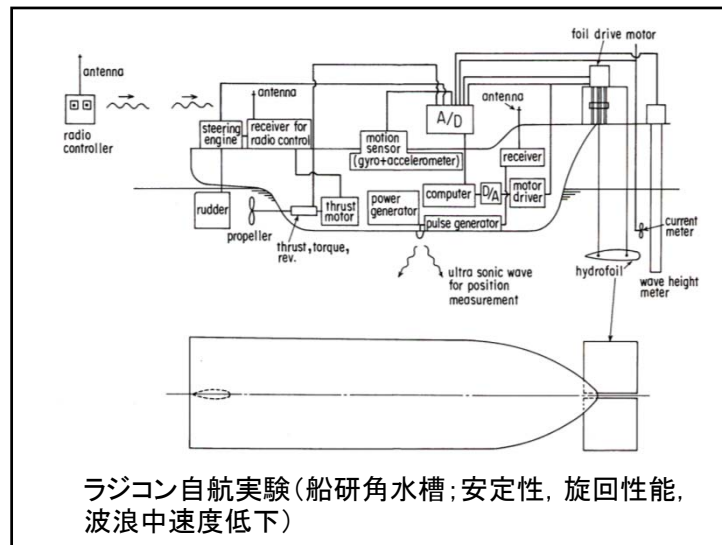
Item	Unit	Value
Length L_{pp}	m	3.5
Breadth B	m	0.847
Depth D	m	0.334
Draft d	m	0.245
Block Coeff. C_b	-	0.562
Pos. of Centrt of Gravity CG (positive toward bow)	m	-0.076
Displacement Δ	kgf	408.6
Radius of Gyration / L_{pp} (hull without foil)	-	0.3

翼主要目

Item	Unit	Value
Cross Section	-	NACA 0015
Chord Length / L_{pp}	-	1 / 15
Span / B	-	0.5 × 2
Submergence / d	-	1.5
Pivot Pt. / L_{pp} (positive before FP)	-	0.0810
Pos. of Leading Edge / Chord (positive after pivot)	-	-0.25



波浪中抵抗増加



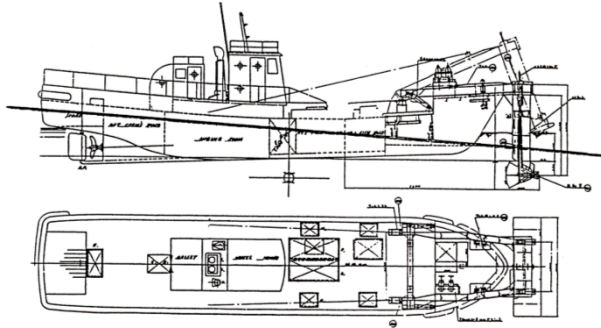
船研角水槽における実験で確認

安定性に異常なし

旋回性能に異常なし

波浪中速度低下しない

海上実験(第3年度)



東海大学漁業実習船・第2北斗
($L \times B \times d = 15.7\text{m} \times 3.8 \times 1.1$, 19.9総トン)



翼の取り付け状況 ($c \times b \times df = 1.05\text{m} \times 3.8 \times 1.65$)

実用化の上での問題点

波力推進を主推力とすると、非常に大きな水中翼を必要とする。

波の無いときに水中より引き上げねばならない。

計算の精度が低い(波浪中抵抗増加および翼の推力)

1.3. 荒天中スピード低下の概略検討結果

方針

対象船: Handymax B/C

($L=178\text{m}$; Beaufort 10)

解析船: SR108コンテナ船

($L=80\text{m}$; $T=8\text{s}$, $H_W=3.13\text{m}$)

海象を合わせる

λ/L , $H_{1/3}/L$ を合わせる $\Rightarrow T=8\text{s}$, $H_W=4.04\text{m}$

速度を求める

フルード則で速度を合わせる

Handymax B/Cと同じ船長のSR108船のBeaufort10の海象下での性能を求め、対象船の性能を求める。

1.3.1. 波エネルギーの公式

$$\zeta = -i \frac{\omega}{g} H \exp(-iKx) = A \exp(-iKx) \quad H = i \frac{g}{\omega} A$$

$$\phi(x, z) = H \exp(Kz - iKx) = i \frac{g}{\omega} A \exp(Kz - iKx)$$

$$K = \frac{\omega^2}{g} \quad \lambda = \frac{2\pi}{K} \quad \omega = \sqrt{gK} = \sqrt{\frac{2\pi g}{\lambda}} \quad \omega = \sqrt{gK} = \sqrt{\frac{2\pi g}{\lambda}}$$

$$E = PE + KE = \frac{\rho g}{4} |A|^2 + \frac{\rho g}{4} |A|^2 = \frac{\rho g}{2} |A|^2 \quad (\text{per unit area})$$

$$P = c_g E = \frac{g}{2\omega} \frac{\rho g}{2} |A|^2 = \frac{\rho g^2}{4\omega} |A|^2 = \frac{\rho g^{3/2} \lambda^{1/2}}{4(2\pi)^{1/2}} |A|^2$$

$$P_{\text{head}} = (c_g + V)E = \left(\frac{g}{2\omega} + V \right) \frac{\rho g}{2} |A|^2 = \left(\frac{\sqrt{g\lambda}}{2\sqrt{2\pi}} + V \right) \frac{\rho g}{2} |A|^2$$

1.3.2. Sea State

Beaufort	H _{1/3} (m)	T _{Wave} (s)	λ (m)	P (kNms ⁻¹)	P _{head} (kNms ⁻¹) at V=8ms ⁻¹	U _{Wind} (m/s)
6	3.0	6.69	69.82	58.964	149.369	12.35
7	4.0	7.72	92.97	120.963	281.683	15.55
8	5.5	9.05	127.8	268.095	571.956	19.0
9	7.0	10.2	162.3	489.453	981.658	22.65
10	9.0	11.5	206.3	912.216	1725.861	26.5

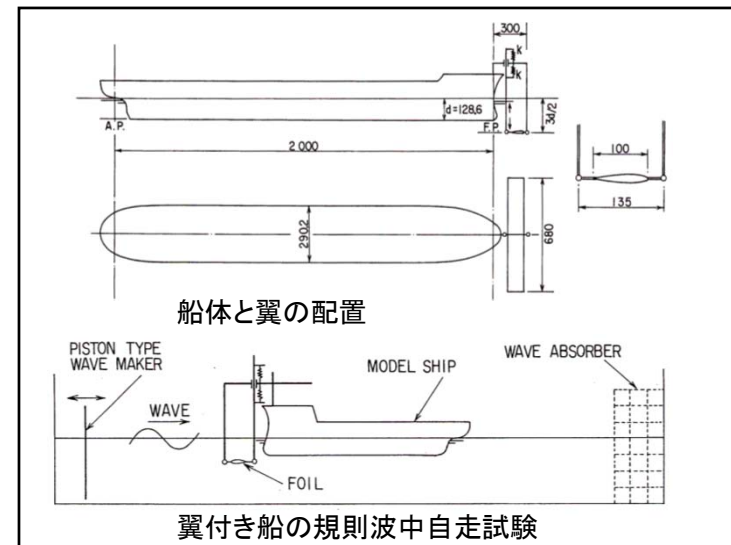
*) 1kNms⁻¹ = 0.9807kW = 1.333PS

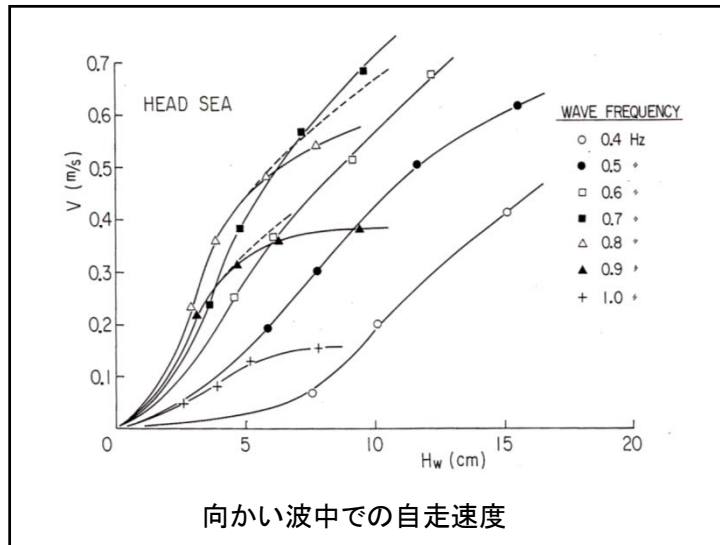
1.3.3. Results in ISOPE paper

H. Isshiki, "Wave Energy Utilization into ship Propulsion by Fins Attached to a Ship", ISOPE, Osaka, Japan (April, 1994)

		MODEL	SHIP
SHIP	LENGTH (P.P.) (m)	2.000	80.000
	BREADTH (M _L) (m)	0.290	11.608
	DEPTH (M _L) (m)	0.176	7.040
	DRAFT (m)	0.129	5.144
	BLOCK COEFFICIENT	0.5658	0.5658
FOIL	SECTION OF FOIL	NACA 0015	NACA 0015
	CHORD LENGTH (m)	0.100	4.000
	SPAN LENGTH (m)	0.680	27.200
	DRAFT (IMMERSION) (m)	0.193	7.716

解析船の船体
および翼の主
要目





$$\text{自走試験では } R_H + \Delta R = T_F \quad (A1)$$

ここで R_H : 平水中抵抗; ΔR : 波浪中抵抗増加;
 T_F : 翼の正味推力

R_H 、 ΔR を計算で、 T_F を式(A1)で求めFig. Aを作成。

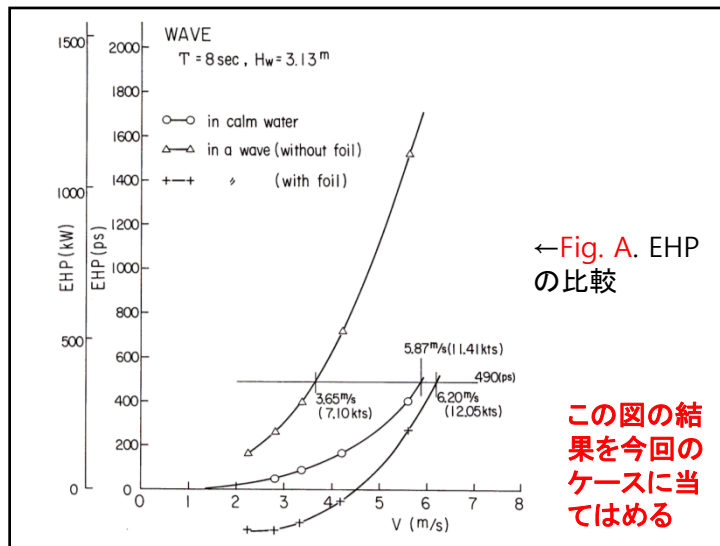
Fig. Aを使って波浪中馬力計算をする方法:

$$\begin{aligned} & \text{翼無し船波浪中EHP} - \text{翼無し船平水中EHP} \\ &= \text{翼無し船波浪中抵抗増加} \times \text{船速} V \end{aligned} \quad (A2)$$

$$\begin{aligned} & \text{翼無し船波浪中EHP} - \text{翼有り船波浪中EHP} \\ &= \text{翼の正味推力} \times \text{船速} V \end{aligned} \quad (A3)$$

Fig. Aより平水中抵抗 R_H 、波浪中抵抗増加 ΔR 、正味推力 T_F を推定し、必要馬力 T_{Ext} を求める:

$$R_H + \Delta R - T_F = T_{Ext} \quad (A4)$$



今回の対象船: Handymax B/C

3.3 荒天下における操船限界に関する研究: Handymax B/C

1/61.18 スケールモデル使用 (上部構造部付き)

	full	ballast
$L_{op}(m)$	178.0	2.9091
$B(m)$	32.26	0.5273
$D(m)$	21.14	0.3455
$d_f(m)$	11.57	5.304
$d_s(m)$	11.57	7.843
DWT (ton)	47500	
MCR(KW)	7930	
$D_p(m)$	5.51	0.09



Speed of the ship

Handymax B/C ...

$$V = 8 \text{ ms}^{-1}, \dots Fn = 8 / (9.8 \times 178)^{0.5} = 0.192,$$

SR108 ...

$$Fn = V / (9.8 \times 80)^{0.5} = 0.192 \dots V = 5.38 \text{ ms}^{-1}$$

SR108のSea Stateは波長船長比が1.25で、Handymax B/CのBeaufort 10(波長船長比が1.16)にほぼ該当。

詳しく言うと、Handymax B/C のBeaufort 10は、SR108の $H_{1/3}$ を3.13mから4.04mに、すなわち1.29倍に増加した場合に相当。

Sea stateの比較

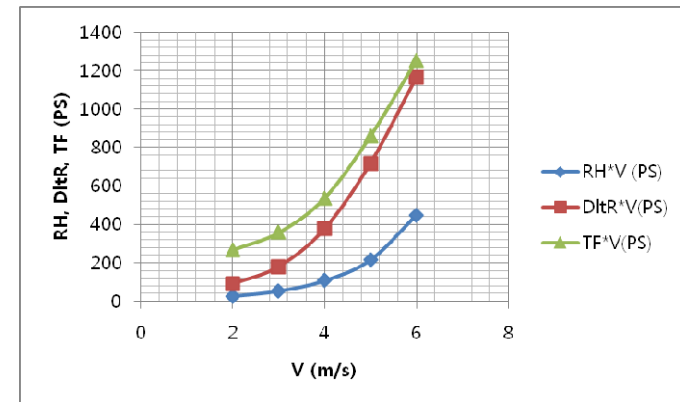
	$T(\text{s})$	$H_{1/3}(\text{m})$	$L/H_{1/3}$	$\lambda(\text{m})$	λ/L
Handymax B/C (Beaufort 9)	10.2	7.0	25.4	162	0.91
Handymax B/C (Beaufort 10) ***	11.5	9.0	19.8	206	1.16
SR108	8.0	3.13	25.6	99.8	1.25
SR108 with the wave height increased to 1.29 times	8.0	4.04	19.8	99.8	1.25

Fig. A、式(A2)、(A3)より、平水中抵抗、波浪中抵抗増加および正味推力を推定し、式(A4)で必要馬力を推定。

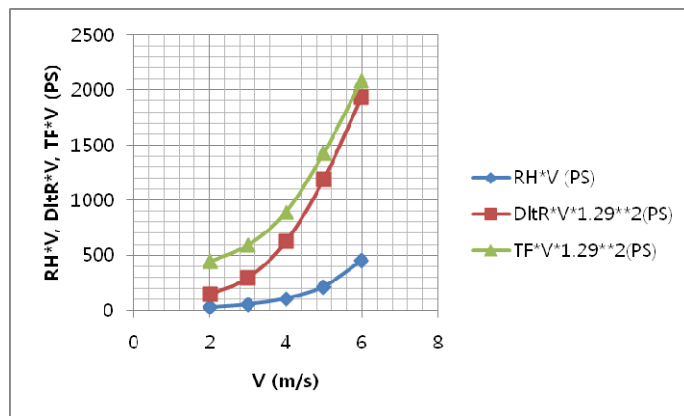
平水中抵抗、波浪中抵抗増加および正味推力(SR108)

V (m/s)	$R_H V$ (cm) (From Fig. A)	$\Delta R V$ (cm) (From Fig. A)	$T_F V$ (cm) (From Fig. A)	$R_H V$ (PS)	$\Delta R V$ (PS)	$T_F V$ (PS)	$\Delta R V \cdot 1.29^2$ (PS) (Adjust of wave height)	$T_F V \cdot 1.29^2$ (PS) (Adjust of wave height)
2	0.15	0.5	1.5	26.85	89.5	268.5	148.937	446.8109
3	0.3	1	2	53.7	179	358	297.8739	595.7478
4	0.6	2.1	3	107.4	375.9	537	625.5352	893.6217
5	1.2	4	4.8	214.8	716	859.2	1191.496	1429.795
6	2.5	6.5	7	447.5	1163.5	1253	1936.18	2085.117

*) 1000Ps=5.6cm, 1cm=179PS $T_{Fxt} V = R_H V + (\Delta R V - 1.0 \times T_F V) \times 1.29^2$



平水中抵抗 R_H 、波浪中抵抗増加 ΔR および正味推力 T_F
($T=8\text{s}$, $H_W=3.13\text{m}$)



平水中抵抗 R_H 、波浪中抵抗増加 ΔR および正味推力 T_F
 ($T=8s$, $H_W=4.04m$)

2. 翼の大きさ、形状、取り付けの検討

翼スパンのスケールアップ

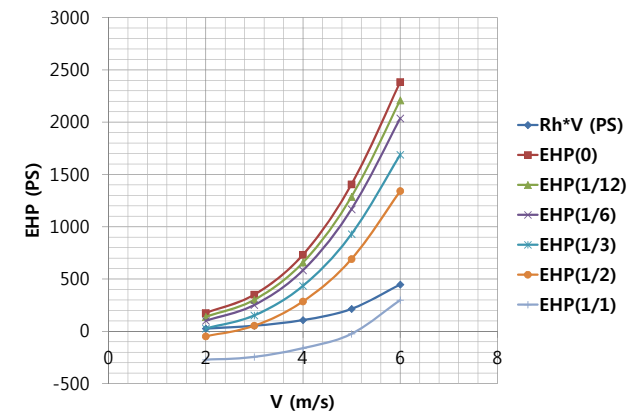
Ratio	1/12 span	1/6 span	1/3 span	1/2 span	1/1 span
SR 108	2.27m	4.53	9.07	13.6	27.2
Handymax B/C	5.05	10.08	20.18	30.26	60.52

必要馬力の推定

$$T_{Ext}V = R_H V + (\Delta R V - Ratio \times T_F V) \times 1.29^2$$

翼スパンの影響 (SR108; $T=8s$, $H_W=4.04m$)

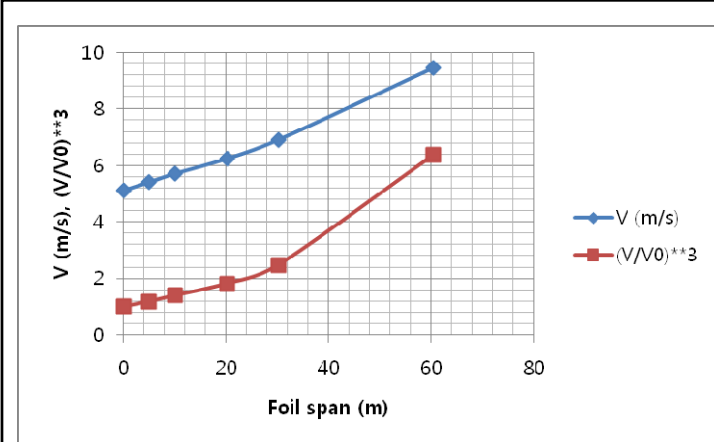
V (m/s)	$R_H V$ (PS)	EHP (0)	EHP (1/12)	EHP (1/6)	EHP (1/3)	EHP (1/2)	EHP (1/1)
2	26.85	175.787	138.5527	101.3185	26.85	-47.6185	-271.024
3	53.7	351.574	301.9283	252.2826	152.9913	53.7	-244.174
4	107.4	732.935	658.4667	583.9982	435.0613	286.1243	-160.687
5	214.8	1406.296	1287.146	1167.996	929.6974	691.3982	-23.4991
6	447.5	2383.68	2209.921	2036.161	1688.641	1341.122	298.5631



翼スパンの影響 (SR108; $T=8s$, $H_W=4.04m$)

船速に対する翼スパンの影響
(Beaufort 10 for Handymax B/C)

	0 span	1/12 span	1/6 span	1/3 span	1/2 span	1/1 span
SR 108	3.4 m/s	3.6	3.8	4.15	4.6	6.3
Handymax B/C	5.1	5.4	5.7	6.23	6.9	9.45
$(V/V_0)^3$	1	1.19	1.40	1.82	2.48	6.36



船速に対する翼スパンの影響
(Handymax B/C , Beaufort 10)

翼のサイズ(1/6翼)

船体の浸水面積 = 船側 + 船底
 $= 178\text{m} \times 11.57 \times 2 + 32.26 \times 178 = 9861\text{m}^2$

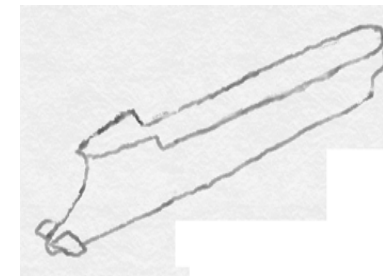
翼の浸水面積 = $10.09\text{m} \times 8.9 \times 2 =$
 $13.8\text{m} \times 6.51 \times 2 = 179.6\text{ m}^2$

面積比 = $179.6/9861 = 0.0182 \dots$ 大変小さい
 $\dots$ 平水時に水中から引き上げる必要なし

船首バルブと一体化する



Hammerhead Shark Bow (HSB)



← 新造船



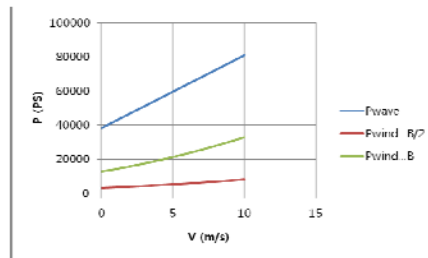
Hammerhead Shark Bow (HSB)

← 改造船

3. 波エネルギーと風エネルギーの比較

$$\text{向かい波のパワ: } P_{\text{head wave}} = B \left(\frac{\sqrt{g\lambda}}{2\sqrt{2\pi}} + V \right) \frac{\rho g}{2} |A|^2$$

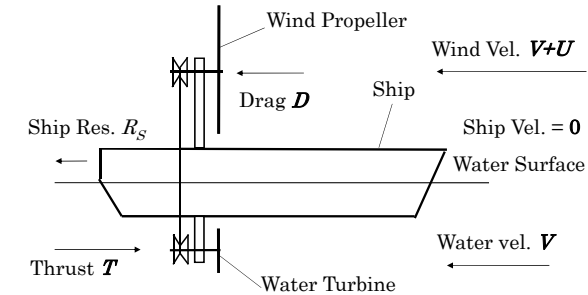
$$\text{向かい風のパワ: } P_{\text{head wind}} = \frac{\pi}{4} D_{\text{wind}}^2 \frac{\rho_{\text{air}}}{2} (U_{\text{wind}} + V)^3$$



$$\begin{aligned} \rho &= 1000 \text{ kg m}^{-3} \\ H_W^{1/3} &= 9 \text{ m} \quad \lambda = 206.3 \text{ m} \\ B &= 32.26 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{air}} &= 1.25 \text{ kg m}^{-3} \\ U_{\text{wind}} &= 26.5 \text{ m s}^{-1} \\ D_{\text{wind}} &= B/2, B \end{aligned}$$

利用可能な波パワと風のパワの比較



向かい風の中の風車付き船

力とパワのバランス:

$$T_{\text{Wat}} - D_{\text{Air}} = R_{\text{Wat}} + R_{\text{Air}} + \Delta R_{\text{Wav}}$$

$$P_{\text{Air}} + P_{\text{Eng}} = P_{\text{Wat}} + P_{\text{Loss}}$$

風車の運動量理論:

$$a_{\text{Air}} = 1 - \frac{u_{\text{Air}}}{V + U}$$

$$D_{\text{Air}} = 2\rho_{\text{Air}} (V + U - u_{\text{Air}}) u_{\text{Air}} A_{\text{Air}}$$

$$P_{\text{Air}} = 2\rho_{\text{Air}} (V + U - u_{\text{Air}}) u_{\text{Air}}^2 A_{\text{Air}} = D_{\text{Air}} u_{\text{Air}}$$

プロペラの運動量理論:

$$a_{\text{Wat}} = \frac{u_{\text{Wat}}}{V} - 1$$

$$T_{\text{Wat}} = 2\rho_{\text{Wat}} (u_{\text{Wat}} - V) u_{\text{Wat}} A_{\text{Wat}}$$

$$P_{\text{Wat}} = 2\rho_{\text{Wat}} (u_{\text{Wat}} - V) u_{\text{Wat}}^2 A_{\text{Wat}} = T_{\text{Wat}} u_{\text{Wat}}$$

水および空気の一様流中における船の抵抗

$$R_{\text{Wat}} = \frac{1}{2} \rho_{\text{Wat}} C_{D\text{Wat}} V^2 \Delta_{\text{Wat}}^{2/3}$$

$$R_{\text{Air}} = \frac{1}{2} \rho_{\text{Air}} C_{D\text{Air}} (V + U)^2 S_{\text{Air}}$$

最適条件 $a_{\text{Air}} = \frac{1}{3}$ すなわち $\frac{u_{\text{Air}}}{V + U} = 1 - a = \frac{2}{3}$ を仮定すると

$$\frac{u_{\text{Wat}}}{U} = \frac{1}{2} \frac{V}{U} + \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{V}{U} \right)^2 + \frac{\rho_{\text{Air}}}{\rho_{\text{Wat}}} \left(\frac{V}{U} + 1 - \frac{u_{\text{Air}}}{U} \right) \frac{u_{\text{Air}}}{U} \frac{A_{\text{Air}}}{A_{\text{Wat}}} + \frac{1}{4} C_{D\text{Wat}} \left(\frac{V}{U} \right)^2 \frac{\Delta_{\text{Wat}}^{2/3}}{A_{\text{Wat}}}} + \frac{1}{4} \frac{\rho_{\text{Air}}}{\rho_{\text{Wat}}} C_{D\text{Air}} \left(\frac{V}{U} + 1 \right)^2 \frac{S_{\text{Air}}}{A_{\text{Wat}}} + \frac{1}{4} \frac{\Delta R_{\text{Wav}}}{\rho_{\text{Wat}} U^2 A_{\text{Wat}}}}$$

$$\frac{-P_{\text{Eng}} + P_{\text{Loss}}}{2\rho_{\text{Wat}} U^3 A_{\text{Wat}}} = \frac{\rho_{\text{Air}}}{\rho_{\text{Wat}}} \left(\frac{V}{U} + 1 - \frac{u_{\text{Air}}}{U} \right) \left(\frac{u_{\text{Air}}}{U} \right)^2 \frac{A_{\text{Air}}}{A_{\text{Wat}}} - \left(\frac{u_{\text{Wat}}}{U} - \frac{V}{U} \right) \left(\frac{u_{\text{Wat}}}{U} \right)^2$$

SR108: $L \times B \times d = 80\text{m} \times 11.6 \times 5.144$,
 $C_b = 0.5658$, $\nabla = 2700\text{m}^3$
 $T = 8\text{s}$, $H_W^{1/3} = 4.04\text{m}$, $U = 15.6, 26.5\text{m/s}$

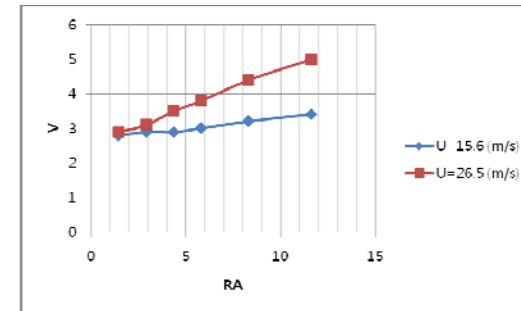
平水中抵抗: $R_H = 1.817V^2 \text{ kN}$

波浪中抵抗増加: $\Delta R_W = 6.946V^2 \text{ kN}$

風力タービンの大きさと船速

(SR108, $T = 8\text{s}$, $H_W^{1/3} = 4.04\text{m}$, $U = 15.6, 26.5\text{m/s}$)

$R_A \text{ (m)}$	1.45	2.9	4.35	5.8	8.3	11.6
$V \text{ (m/s)}$, when $U = 15.6$	2.8	2.9	2.9	3.0	3.2	3.4
$V \text{ (m/s)}$, when $U = 26.5$	2.9	3.1	3.5	3.8	4.4	5.0



風力タービンの大きさと船速

(SR108, $T = 8\text{s}$, $H_W^{1/3} = 4.04\text{m}$, $U = 15.6, 26.5\text{m/s}$)

波エネルギーの利用の方が受け入れられやすい。

波エネルギー利用の方が減揺効果という面でも有利。

4. 波浪中抵抗増加と翼推力推定見直し

Ordinary Strip Method (OSM)

... Y. Watanabe, J. Fukuda and F. Tasai

Munkの飛行船の理論を船に適用。

2次元断面間の相互影響無し。

前後の相関を無視できない場合は、正確でない。

Unified Theory (UT)

... J. N. Newman and P. Sclavounos

Slender body theoryを導入して、長手方向の相互影響を取り入れた。

断面変化が連続的であることが前提。

内部解と外部解のマッチングにより解を確定する。

Enhanced Unified Theory (EUT)

... M. Kashiwagi

長手方向の運動および波浪中抵抗増加に影響の大きな成分が反映されるように境界条件を改良。

具体的には、内部解の境界条件に法線の前後方向成分も残し、内部解を2次元境界要素法で求める。

外部解はUTと同じ。

内部解と外部解のマッチングにより解を確定する。

Super Enhanced Unified Theory (SEUT)

... H. Isshiki

断面急変部分にEUTより積極的に3次元性導入。

内部解に3次元影響を導入。

他はEUTと同じ。

Unified Theory (Newman, Slavounos, 1980)

内部解: $\varphi_j = \varphi_j^{(s)} + C_j(x)(\phi_3 + \bar{\phi}_3)$

外部解: $\varphi_j = \int_L q_j(\xi) G(x-\xi, y, z) d\xi$

内部解の遠方近似は吹き出し強さを σ_j として

$$\phi_j = \sigma_j G_{2D}, \quad \bar{\phi}_j = \bar{\sigma}_j \bar{G}_{2D}$$

外部解の吹き出し分布 q_j に関する積分方程式:

$$q_j(x) - \frac{1}{2\pi i} \left(\frac{\sigma_j}{\bar{\sigma}_j} + 1 \right) \int_L q_j(\xi) f(x-\xi) d\xi = \sigma_j(x) + U \hat{\sigma}_j(x)$$

σ_j が決まれば q_j が決まる。 q_j の精度は σ_j に左右される。したがって、 σ_j を合理的に求めねばならない。

断面積変化が連続でない細長体の特徴

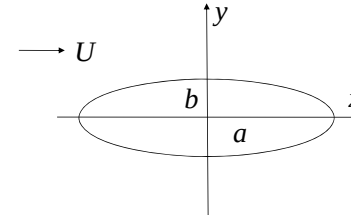


図1. 楕円柱の周りの流れ

非回転非圧縮を
仮定すると $\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} = 0$

楕円柱表面の境界条件: $un_x + vn_y = 0$

無限上下流での条件: $u = U$

(1) Solution SB: x 軸上の吹き出し分布を細長体近似で求める:

$$u_n = un_x + vn_y = U \frac{\partial w}{\partial x}$$

(2) Solution SFC: 楕円柱表面の境界条件を満足するように求める:

(3) Solution SBSFC: SBとSFCの吹き出しの混合分布

SFCでは、速度成分 u と v を以下のように仮定:

$$u(x, y) = U + \sum_{i=0}^{N-1} \alpha_i \frac{\partial}{\partial x} \ln \sqrt{(x-x_i)^2 + y^2}$$

$$v(x, y) = \sum_{i=0}^{N-1} \alpha_i \frac{\partial}{\partial y} \ln \sqrt{(x-x_i)^2 + y^2}$$

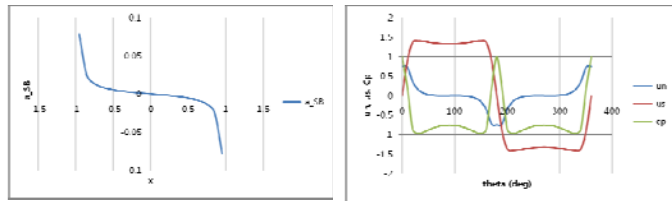
楕円柱表面の境界条件より吹き出し強さを決める

$$\left(U + \sum_{i=0}^{N-1} \alpha_i \frac{\partial}{\partial x} \ln \sqrt{(x-x_i)^2 + y^2} \right) n_x + \left(\sum_{i=0}^{N-1} \alpha_i \frac{\partial}{\partial y} \ln \sqrt{(x-x_i)^2 + y^2} \right) n_y = 0$$

以下の数値計算で使用する基本的パラメータ:

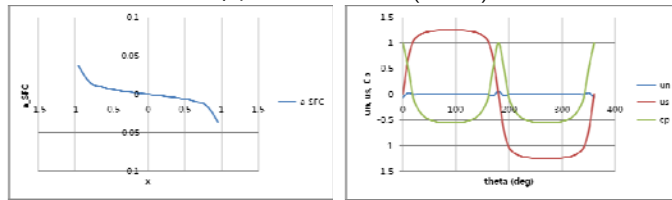
$$a=1, \quad b=0.25, \quad N=20, \quad M=72$$

M は楕円柱表面上の Collocation Point の総数



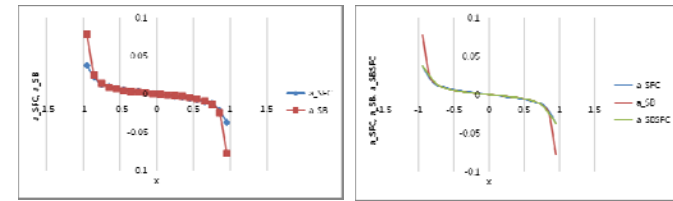
(a) Source distribution (b) U_n, U_s, C_p on the surface

図2. Solution SB (N=20)



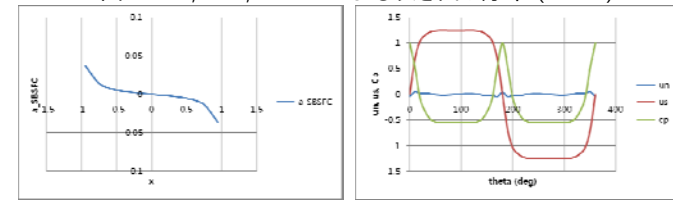
(a) Source distribution (b) U_n, U_s, C_p on the surface

図3. Solution SFC (N=20, M=72)



(a) SB and SFC (b) SFC and SBSFC

図4. SB, SFC, SBSFCによる吹き出し分布 (N=20)



(a) Source distribution (b) U_n, U_s, C_p on the surface

図5. Solution SBSFC (N=20, M=72)

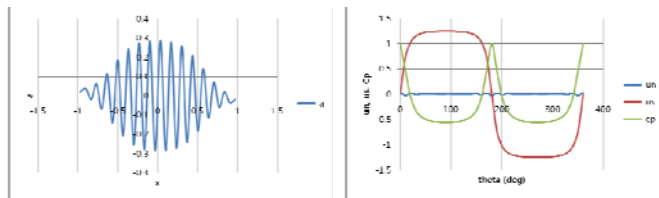
この方法をそのまま適用できない。

図6に示されるように、 N を30に変えると、吹き出し分布が大きく変化。

しかし、楕円柱表面での u_n, u_s, C_p は変化なし。

図2の吹き出し分布が二重吹き出し分布に変化。

楕円柱内部の条件を課していないから、吹き出し分布の唯一性は保障されていないと思われる。



(a) Source distribution (b) U_n, U_s, C_p on the surface

図6. Solution SFC (N=30, M=320)

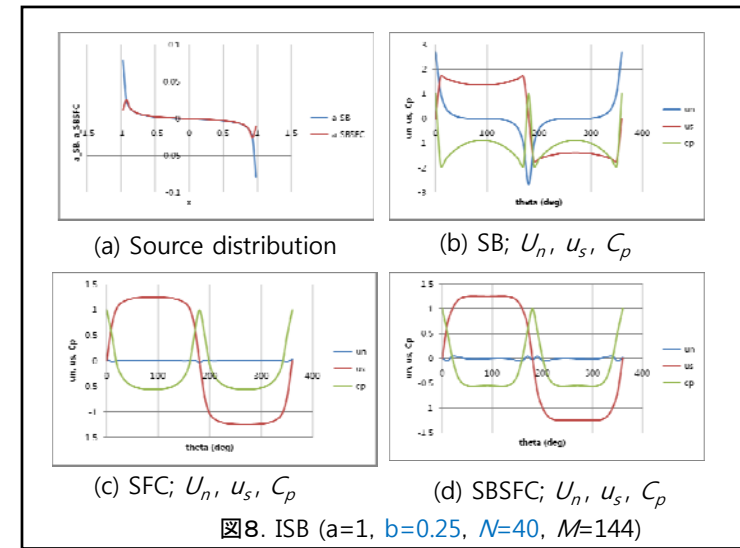
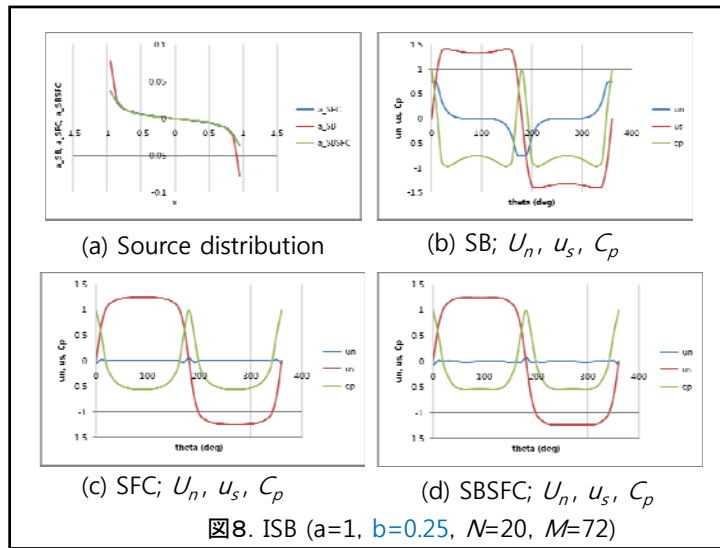
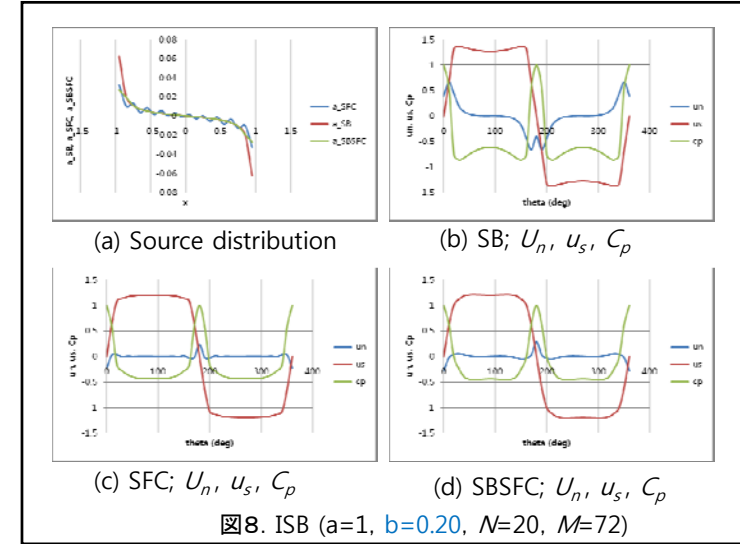
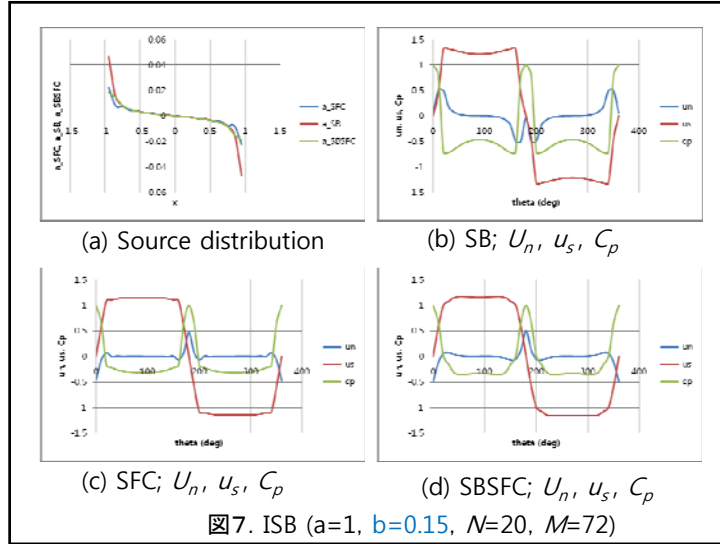
改良細長体理論 (Improved Slender Body theory (ISB))

吹き出し強さ α_i ($i=1,2,\dots,N-2$)は、Solution SBIによるものを用い、 α_0 と α_{N-1} はLSMを用いて境界条件式(2a)を満足するように決める:

$$\begin{aligned} & \left(\alpha_0 \frac{\partial}{\partial x} \ln \sqrt{(x-x_0)^2 + y^2} + \alpha_{N-1} \frac{\partial}{\partial x} \ln \sqrt{(x-x_{N-1})^2 + y^2} \right) n_x \\ & + \left(\alpha_0 \frac{\partial}{\partial y} \ln \sqrt{(x-x_0)^2 + y^2} + \alpha_{N-1} \frac{\partial}{\partial y} \ln \sqrt{(x-x_{N-1})^2 + y^2} \right) n_y \\ & = - \left(U + \sum_{i=1}^{N-2} \alpha_i \frac{\partial}{\partial x} \ln \sqrt{(x-x_i)^2 + y^2} \right) n_x - \left(\sum_{i=1}^{N-2} \alpha_i \frac{\partial}{\partial y} \ln \sqrt{(x-x_i)^2 + y^2} \right) n_y \end{aligned}$$

この解法を改良細長体理論 (ISB) と呼ぶことにする。

改善された計算結果を図7-10に示す。



5. 翼推力の合わない理由

- (1) 船体運動(ヒープ、ピッチ)の推定が不正確
- (2) 翼に働く流体力の推定が不正確
- (3) フェザリングのための復元力の評価が不正確

対策

- (1) 船体運動(ヒープ、ピッチ)の正確な計測
- (2) 翼運動(ヒープ、ピッチ、サージ)の正確な計測
- (3) 翼推力推定法の見直し(3次元影響、剥離)

6. 最近の研究課題(新しい数値計算法 GIRMの開発)と老いの楽しさ

4.1. 現在行っていること

4.1.1. 最近3年間の研究・特許

新しい数値計算法(GIRM)

微分方程式を積分方程式に変える一般理論
(不規則な格子での数値計算)

波力推進

波のエネルギーを推進に使う

浮体位置保持、風力推進車、船
海流または風の中における浮体自己位置保持
追い風中の風力推進車、船
... 超風速走行(風速よりも速く走れる)
キャパシタ発電
新型静電発電機の原理
干拓などで出来る淡水湖の水質浄化(諫早など)
潮汐エネルギーを動力とする海水交換・海水処理・海域環境改善装置
放射性廃棄物の流出防止
... 原子炉冷却汚染液流出阻止
ナノクラスタ、量子力学、相対論、宇宙
(日立造船の後輩との共同研究)

4.1.2. 今後やりたい研究

核種の変換による放射性廃棄物の処理

言語習得の理論

4.2. 現在行っていることの詳しい説明

4.2.1. 新しい数値計算法 (GIRM)

微分方程式を積分方程式に変換する一般理論

(a) 基本アイデア

目的: 不規則格子で数値解を精度よく求める

微分方程式 → 積分方程式

非定数係数、非線形 → 一般積分表示式

Generalized Integral Representation Method (GIRM)

$$\text{関数 } f(x) \text{ と } \phi(x) \text{ の関数関係: } \frac{df(x)}{dx} = \phi(x) \quad (1)$$

二つの演算:

$$f(x) \Rightarrow \phi(x): \text{順方向...forward,} \quad (2a)$$

$$f(x) \Leftarrow \phi(x): \text{逆方向...backward.} \quad (2b)$$

一般積分表示式

(Generalized Integral Representation (GIR)):

$$\begin{aligned} 0 &= \int_{-L}^L \left[\frac{df(x)}{dx} - \phi(x) \right] \tilde{G}(x, \xi) dx \\ &= \left[f(x) \tilde{G}(x, \xi) \right]_{x=-L}^{x=L} - \int_{-L}^L f(x) \frac{\partial \tilde{G}(x, \xi)}{\partial x} dx - \int_{-L}^L \phi(x) \tilde{G}(x, \xi) dx \end{aligned} \quad (3)$$

x と ξ を交換し、書き直すと、式(1)のGIRを得る:

$$\begin{aligned} &\int_{-L}^L \phi(\xi) \tilde{G}(\xi, x) d\xi \\ &= - \int_{-L}^L f(\xi) \frac{\partial \tilde{G}(\xi, x)}{\partial \xi} d\xi - f(-L) \tilde{G}(-L, x) + f(+L) \tilde{G}(+L, x) \end{aligned} \quad (5)$$

核関数 $\tilde{G}(\xi, x)$ が積分表示式の性質を決定する。

$\tilde{G}(\xi, x) = \text{regular} \Rightarrow \text{式(5)=Integral Eq. for } \phi(x)$

$\frac{\partial \tilde{G}(\xi, x)}{\partial \xi} = \text{singular} \Rightarrow \text{式(5)=Integral Eq. for } f(x)$

例えば $\tilde{G}_f(x, \xi) = \frac{1}{2} |x - \xi|$, $\frac{\partial \tilde{G}_f(x, \xi)}{\partial x} = \frac{1}{2} \text{sgn}(x - \xi)$ (6)
ならば前者

(b) 順方向解法 — 非定常2階微分方程式への応用

$$\text{Burgers Eq.: } \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} = \nu \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad \text{in } -\infty < x < +\infty, \quad t > 0 \quad (8)$$

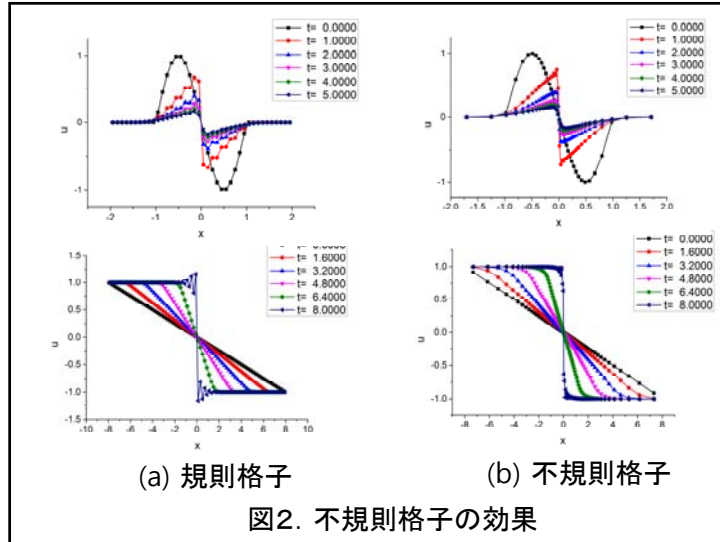
$$u(x, 0) = g(x), \quad u(\pm\infty, t) \rightarrow U_{\pm L} \quad (9a, b)$$

一般基本関数GFS:

$$\text{Harmonic GFS: } \tilde{G}_f(x, \xi) = \frac{1}{2} |x - \xi| \quad (10a)$$

$$\text{Gaussian GFS: } \tilde{G}_f(x, \xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \gamma} \exp\left(-\frac{(x - \xi)^2}{2\gamma^2}\right) \quad (10b)$$

$$\begin{aligned} \int_{-L}^{+L} \frac{\partial u(\xi, t)}{\partial t} \tilde{G}_f(\xi, x) d\xi &= \frac{1}{2} \int_{-L}^{+L} u^2(\xi, t) \frac{\partial \tilde{G}_f(\xi, x)}{\partial \xi} d\xi + \nu \int_{-L}^{+L} u(\xi, t) \frac{\partial^2 \tilde{G}_f(\xi, x)}{\partial \xi^2} d\xi \\ &+ \left[\nu \frac{\partial u(\xi, t)}{\partial \xi} \tilde{G}_f(\xi, x) - \nu u(\xi, t) \frac{\partial \tilde{G}_f(\xi, x)}{\partial \xi} + \frac{1}{2} u^2(\xi, t) \tilde{G}_f(\xi, x) \right]_{\xi=-L}^{\xi=+L} \end{aligned} \quad (12)$$



4.2.2. 水波の理論と量子力学

原子によるアルファ粒子の散乱(ラザフォード散乱)

現象を支配する方程式(波動方程式)

シュレディンガーの方程式 $\Leftrightarrow$ 水波の方程式

アルファ粒子(入射波)の原子(障害物)による散乱

$\Leftrightarrow$ 水波における入射波の障害物による散乱

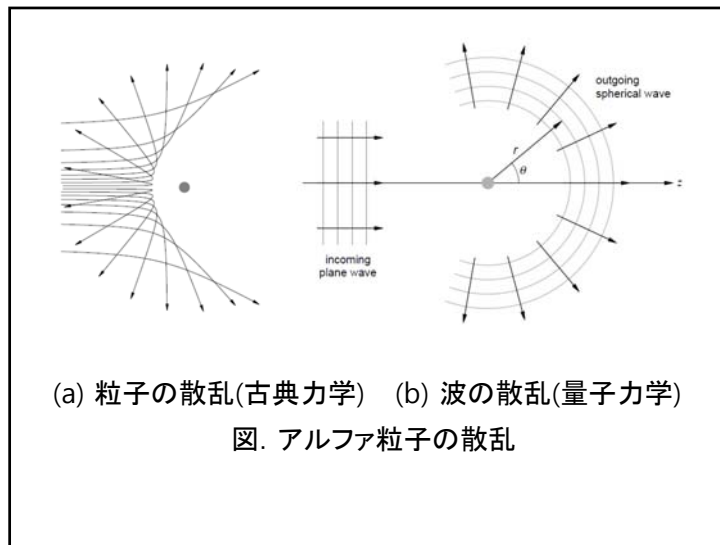
原子によるアルファ粒子の散乱(ラザフォード散乱)

古典力学でかなり解明できる。

散乱角が大きな場合は量子力学が必要

原子による電子の散乱

粒子の速度が高速になるので、相対論的量子力学が必要になる。



5. 年を取るということ

5.1. 世に言う年寄りの理想

生涯現役 ... 一度しかない人生、多様性の否定

年寄りの好むこと ... 褒めて欲しい

行動の伴わない言動は放屁に等しい

不快な臭いを撒き散らすだけ

5.2. 年取ることの意味と楽しさ

若大将・加山雄三さん(78歳)

何故幸せなのか？

生活費を稼がなくて良い

有り余る時間がある

好きなことに思い切り打ち込める

好きなことがないと大変不幸になる

5.3. 今は独りでいろんなことが出来る

パソコンの能力

一昔前の大型計算機並みの能力

パソコンを小型スパコンにすることも可能

瞬時に膨大な情報を収集できる

5.4. 頭脳の衰えと如何に対処するか？

忘れることを苦にしない

パソコンを活用する

本や論文を読むとき、自分との関連を重視する

自分との関連が無いことは理解できない、無理をしないで諦める

無条件に権威を信じない

繰り返し、繰り返し読む

手を動かしながら考える

5.5. 人間の欲望

1. 衣食住に関する欲望

2. 性欲

3. 権力欲 ... 名誉欲

4. 知識欲

「学習」が大きな喜び、生きがいを与えてくれる

インターネットのお陰で、思い掛けない学びが可能

世界的な碩学の講義が手軽に聴ける

MITやStanfordが提供するものには良いものがある

Wikipediaを活用して記憶の劣化を防げる

「自分が掛け替えの無い存在でありたい」

... 充実感の源泉

6. パソコンが開く新しい世界

世界に友を求める ... facebook

2015/07/22 13:26

Mc Lee



2015/07/23 7:08

一色 浩

我有个朋友 很好的朋友 关怀我健康 每天给我信
这个孩子真了不起! 我吃惊了 .

2015/07/23 7:11

[Mc Lee](#)

早安！一色San, 所謂:海內存知己，天涯若比鄰。
希望您健康快樂, 平安如意！

5/07/23 11:41

[一色 浩](#)

海內存知己 天涯若比鄰 望健康快樂 平安正如意

[Mc Lee](#)

2015/07/24 9:47

[Mc Lee](#)

一色San, 早安！您好！人生難得有如此好的朋友，
雖是相隔萬里之遠，但一顆關懷的心卻已佔滿心
頭！ 祝您健康平安 愉快如意 一切順心

10:42

[一色 浩](#)

李先生您好!

家狗很可愛 她每天愉快 已經十三歲 原來是野狗

11:00

[Mc Lee](#)

一色San,您好! 我相信您們很有愛心的照顧您們的
狗,牠才會如此快樂的！狗是人類最忠實的朋友，希
望您們家的狗也健康平安

6:16 [Mc Lee](#)

一色San, 能每天向遠方的您說聲早安，讓我覺得今
天又會是一個快樂的一天！天氣也越來越炎，請多
保重，也請您多補充水份！希望您天天開心、健康平
安、幸福滿滿！

6:31

[一色 浩](#)

李先生早上好!

我家狗名字叫福 我們望她帶來福

她每天過得愉快 狗的福是我家福

6:47

[Mc Lee](#)

謝謝您！我家的狗,是在外面的流浪狗，被小孩撿
回來飼養，小孩把他叫rich...呵呵

7:21

[一色 浩](#)

我家也有狗 外面有流浪 小孩撿回來 把他叫日氣

2015/07/25 7:24

[Mc Lee](#)

呵呵。寫的真好。感謝您！

我家也有狗 流浪在外頭 小孩撿回來 把他叫日氣

今年才兩歲

天天跟著我 就是要抱抱

7:40

[Mc Lee](#)

Egg Art 一場雞蛋藝術

[http://fm1.fanmore.cn/v.html?t=1973&u=53377
&channel=1&from=timeline&isappinstalled=0](http://fm1.fanmore.cn/v.html?t=1973&u=53377&channel=1&from=timeline&isappinstalled=0)

7:56

[一色 浩](#)

很有意思!

7:57

Mc Lee

8:00

一色 浩

人生有大事 那是什么事 教给我一下 就有好同志

追加 若大将・加山雄三(78歳)の夢の船

加山のエコシップ

どんな方向からもプロペラが風を受けられる柱状の風力発電機6本

軽量で高性能のソーラーパネルを搭載
石油など従来の化石燃料を使わない次世代の船

加山自ら設計図を書き、あらゆる分野の専門家や造船会社と提携して2017年の完成を目指す

全長100メートル、幅50メートル、高さ60メートル、重さ300トン、定員は40人ほどを予定

大変面白いと思うが、退屈対策は？

ガレー船のような櫓による推進力も考えるべきでは？

現代人の筋力は弱っているので、**パワーアシスト**を導入する。そのエネルギーは自然エネルギーから得る。



モンゴルの大草原