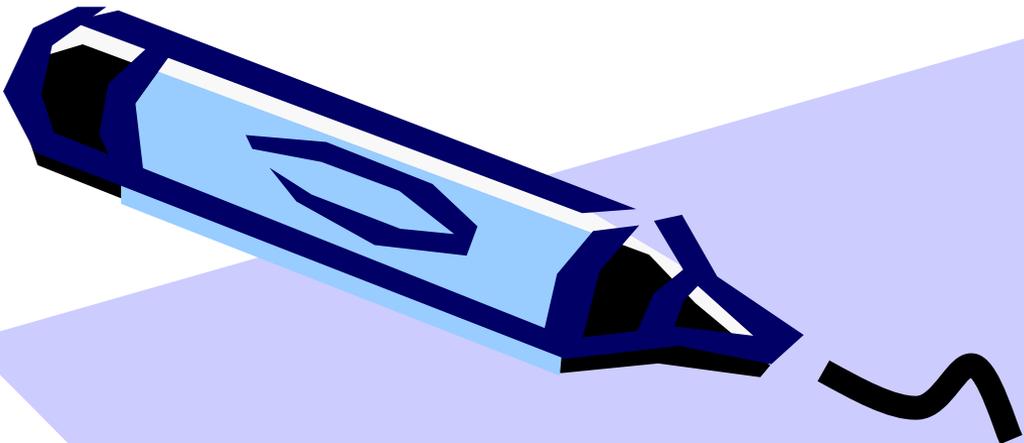


松村先生の記念講演会

2018. 3. 09

於：阪大 工学部 理工学図書館 視聴覚ホール



松村先生に教えて頂いたこと

長崎総合科学大学 工学部

工学科 船舶工学コース

堀 勉

1983(昭58)年4月～1987(昭62)年3月

造船学専攻 博士後期課程

4年間 在学

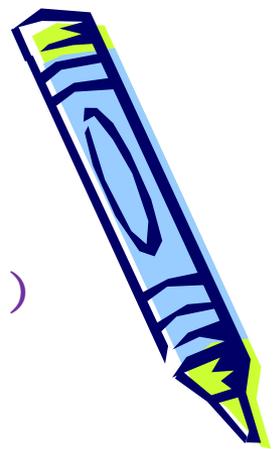


1) Doctor Course 在学

(1983 (昭58) ~ 1987 (昭62)) 4年間

- D1: 粘性流中の造波 (戸田先生の机の隣で, 丸尾先生の論文を沢山読む。)
- D2: Tulinの論文を, K.F.R.で紹介 (松村先生のご自宅で徹夜)

(An Exact Theory of Gravity Wave Generation by Moving Bodies, Its Approximation and Its Implications)



5.60.3.7

KFR 会員各位殿

3月(179回)KFR例会 帆柱の御案内

日時: 昭和60年3月22日(金)
午後2時 ~ 5時

場所: 日産造船本社 9F会議室

講演 II 15:30~17:00

講師: 堀 勉 (阪大)

An Exact Theory of Gravity Wave Generation by Moving Bodies, Its Approximation, and Its Implications
Marshall P. TULIN, HYDRONAUTICS, Incorporated
from 18th ONR(1983)

ABSTRACT
The purpose of this paper is to present an analytic theory of wave generation by moving bodies sufficiently rigorous and in such a form that reliable conclusions may be drawn regarding the nature, appearance, and importance of non-linear effects; and through which better understanding of their mechanism may be acquired.
In this theory, the two dimensional steady gravity wave problem is cast in the form of a first order linear differential equation in a complex domain leading to exact solutions. In this equation, the dependent variable is the complex function u , where u is the so-called complex velocity. The independent variable is a complex function representing a slightly slanted xy space, where τ is the complex potential. The section is $0 \leq \theta < \pi$, where θ is the local angle of the free surface, and is determined in terms of the solution through quadratic.

第179回 紀元発資料 (Mar. 22, 1985) 阪大造船大学院 No. 1
堀 勉

14th Symposium on Naval Hydrodynamics (Aug. '82)
— Office of Naval Research —

進行する物体による重力波の生成に関する厳密な理論
並びに その応用と周辺

by Marshall P. TULIN

摘要

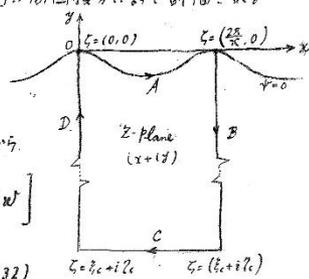
本論文の
る。その理論
で定額出来る
機構について

となり、(31)式の積分は、コーシーの定理を用いた周回積分によって評価されるであろう。

右の積分路内で、被積分函数は解析的
即ち正則だから、この周回積分の値は零となる。
尚、波の週期性のため、BとDに沿った積分
は、互いに相殺し合う。それ故に、 $G(1) \rightarrow 1$ だから。

$$\text{Im} \left[\int_0^{\phi(\lambda)} \left(\frac{T}{F} \right) d\phi \right] = - \text{Im} \left[\int_C \left(\frac{T}{F} \right) dW \right]$$

$$= - \text{Im} \left[\lim_{\epsilon \rightarrow \infty} \int_C \left(\frac{T}{G} \right) \frac{1}{F} d\phi \right] \quad (32)$$



上式の最後の積分は、(7)式で定義される T/G の表理を用いて評価されるであろう。
つまり、 G に関する週期性を週期的に w 域に適用して。

$$\frac{T}{G} = \sum_{n=1}^{\infty} i A_n e^{-cnxw} \quad (33)$$

と、フーリエ級数展開すると、(7)式より

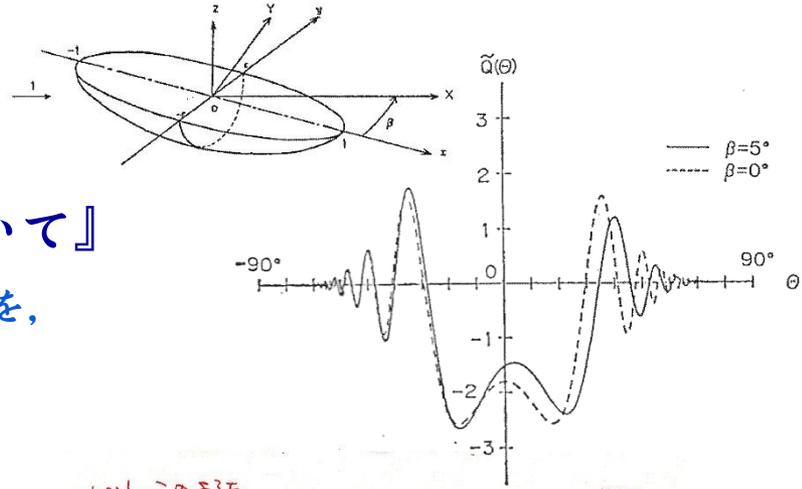


1) Doctor Course 在学

(1983 (昭58) ~ 1987 (昭62)) 4年間

学会論文『斜航する船に働く造波横力について』

- 低速造波理論に基づく、非対称な流場（振幅関数）を、半没回転楕円体に対して、漸近展開法を用いた手計算で求めた。→ 造船学会で発表



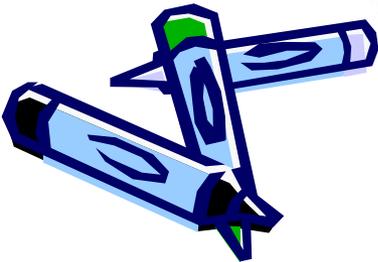
【教えて頂いたこと】

- ① 数式のそれぞれの項に、物理的な意味付けをする。

『造波による横力は、基礎流場自身+波の伝播方向による、2つの斜航影響によって発生する。』 → 結論

- ② 文章を、カット&ペーストで、練り上げる。
- ③ 論文を書くというのは、真剣勝負！

$$\begin{aligned} \tilde{H}(\theta) \underset{\substack{F_n \rightarrow 0 \\ \beta \rightarrow 0}}{\sim} & -2ie \frac{\cos^3 \theta}{\sqrt{\pi \sigma^3}} [\tilde{D}^{(0)}(\theta) \\ & + \beta \{ \tilde{D}^{(1)}(\theta) + 3 \tan \theta \tilde{D}^{(0)}(\theta) \}] \\ & \times \cos \left\{ \frac{1}{2F_n^2} \sigma \sec^2 \theta (1 - 2\beta \tan \theta) - \frac{\pi}{4} \right\} \end{aligned}$$



いし、この式を
~~たが~~ D の展開は $\epsilon=O(1)$ のときには β に関して、
 $D^{(0)}, D^{(1)}$ は ϵ と $O(1)$ と考えておくと、
 一様に展開できるとは $\epsilon \ll 1$ のとき $\epsilon \ll 1$
 $\epsilon \ll 1$ は必ずしも一般の展開ができて $\epsilon=O(\epsilon)$ の場合で
 $D^{(0)}, D^{(1)}$ は ~~それぞれ~~ **実際**

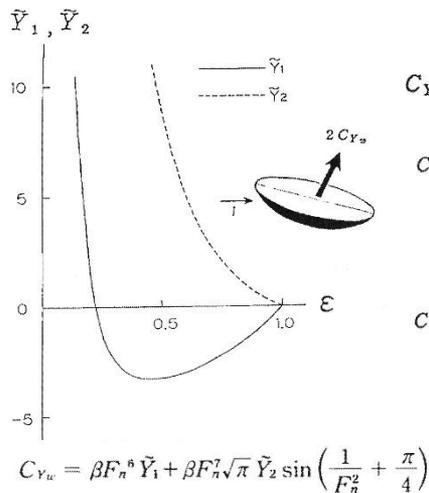
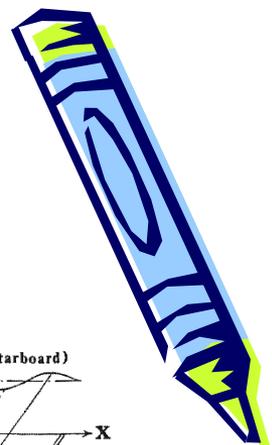
ここで、 $\epsilon \ll 1$ のとき $A_0 \sim 1, A_1 \sim 2\epsilon$ であ
 ることが知られているから、回転楕円体の場合、 $\tilde{D}^{(0)}, \tilde{D}^{(1)}$
 の細長比 ϵ に関するオーダーは、ともに $1/\epsilon^2$ であり、
~~より $\tilde{D}^{(1)}$ は $\tilde{D}^{(0)}$ の β に関する漸近展開~~
~~から、(2.0) 式の右側の \tilde{D} 関数の β に関する漸近展開~~
~~が成立するための条件 $\tilde{D} \gg \beta \tilde{D}$ が満たされるのは、~~
 ~~$\beta \ll 1$ の仮定を元端として、 ϵ は大きく、細長比 ϵ に関~~
~~して適用限界はない。~~
 D の展開は一般に β に $\beta \ll 1$ である限りは一般化可能。
 しかし、 β に $\beta \ll 1$ ではない β である限りは一般化可能。
 回転楕円体の場合と違ふ、
 となる。この楕円柱の場合、細長比 ϵ に関するオーダー
 $\epsilon=O(\epsilon)$ の場合 $\tilde{D}^{(0)}$
 は、 $\tilde{D}^{(0)}$ が $1/\epsilon^2$ であるのに対し、 $\tilde{D}^{(1)}$ は $1/\epsilon^3$ と大

1) Doctor Course 在学

(1983 (昭58) ~ 1987 (昭62)) 4年間

Doc論『斜航する船に働く造波横力に関する研究』

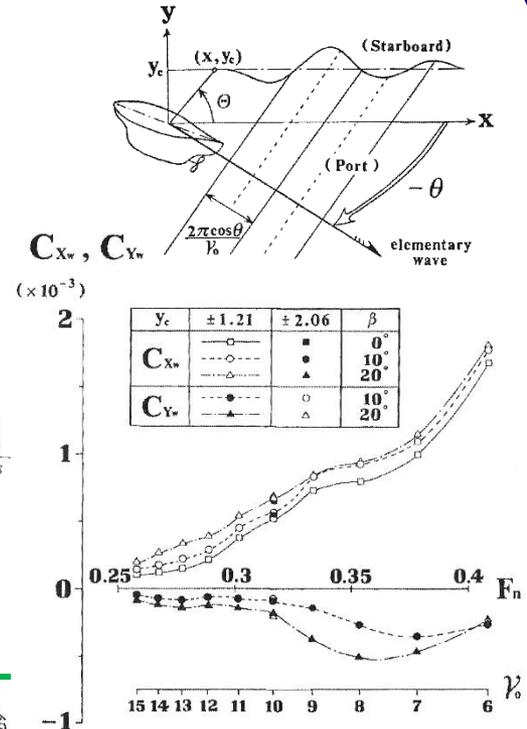
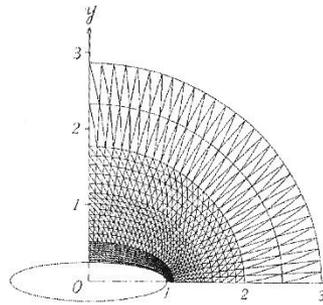
= 造船学会論文 + 数値計算 + 波形解析 + 清書



$$C_{Y_w} = C_{Y_w}^{(1)} + C_{Y_w}^{(2)}$$

$$C_{Y_w}^{(1)} = 4\beta F_n^6 \epsilon^2 \left[2 \int_0^{\pi/2} \frac{\sin\theta \cos^2\theta}{\sigma^3} \bar{D}^{(0)} \bar{D}^{(1)} d\theta + \int_0^{\pi/2} \frac{(2\sin^2\theta - \cos^2\theta) \cos\theta}{\sigma^3} (\bar{D}^{(0)})^2 d\theta \right]$$

$$C_{Y_w}^{(2)} = 2F_n^6 \epsilon^2 \left[\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{\sin\theta \cos^2\theta}{\sigma^3} (\bar{D}^{(0)})^2 \sin 2\Omega d\theta + \beta \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{\cos\theta}{\sigma^3} \{ 2\sin\theta \cos\theta \bar{D}^{(0)} \bar{D}^{(1)} + (2\sin^2\theta - \cos^2\theta) (\bar{D}^{(0)})^2 \} \sin 2\Omega d\theta \right]$$



\bar{H} の F_n, β に関する漸近解は $\bar{D}^{(0)}, \bar{D}^{(1)}$ を用いて

$$\bar{H}(\theta) \underset{\substack{F_n \rightarrow 0 \\ \beta \rightarrow 0}}{\sim} -2i\epsilon \frac{\cos^2\theta}{\sqrt{\pi}\sigma^2} \left[\bar{D}^{(0)}(\theta) + \beta \{ \bar{D}^{(0)}(\theta) + 3\tan\theta \bar{D}^{(0)} \} \right]$$

$$\times \cos \left\{ \frac{1}{2F_n^2} \sigma \sec^2\theta (1 - 2\beta \tan\theta) - \frac{\pi}{4} \right\} \quad (4.24)$$

と表される。ただし、上式の \cos 関数を β で展開すると、漸近展開の新たな非一様性を生じさせる原因となる

第7章 結論

本論文は斜航する船体に働く横力の推定問題を、三次元剝離渦による横力と造波による横力とは分離できるものとの立場から、造波に基づく横力に限定して論じた。解析には前進速度が小さいと仮定することによって低速流改理論を適用し、造波横力及び造波抵抗に対する斜航角、船速の依存性と、船型要素の影響を統一的に論じた。

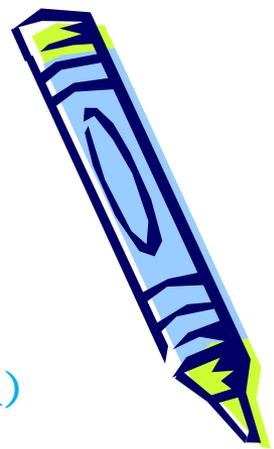
田中研の研究室旅行♪

1984 (昭59) D2の夏



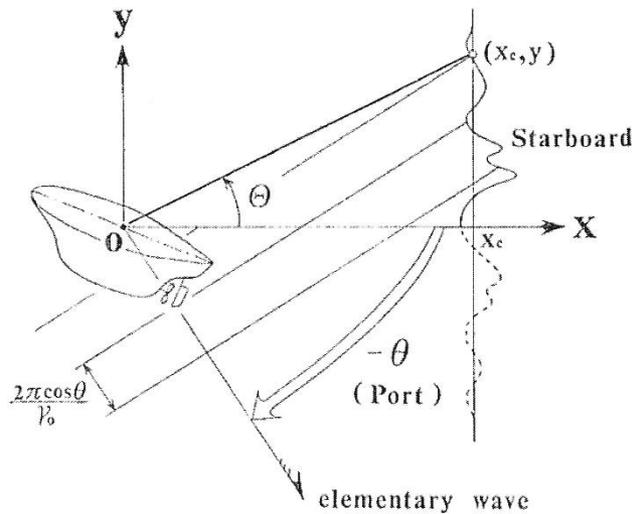
2) 九大 応力研 附属 津屋崎海洋災害実験所

(1987(昭62) ~ 1991(平3)) 4年勤務



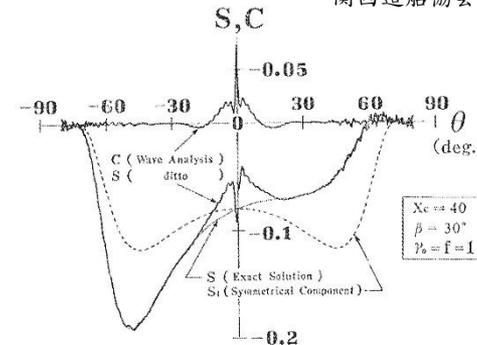
• 非対称流場における波形解析法

- 1枚の横切断波形を用いたFourier変換法の提案 (初の単著論文)



$$C(-\theta) - iS(-\theta)_{x_c \gg 1} \frac{r_0}{\pi} \sec\theta (2\sec^2\theta - 1) \\ \times e^{-ir_0 x_c \sec\theta} \cdot \int_0^\infty \zeta(x_c, y) e^{ir_0 y \tan\theta \sec\theta} dy$$

関西造船協会誌 No.212; 1989 (H1)



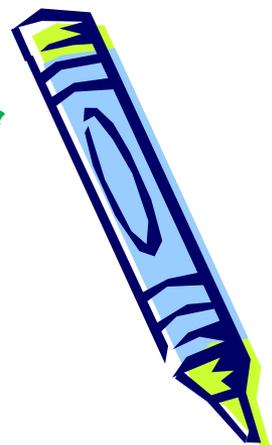
- 大楠先生 (実験所長) と呑んだときに「浮心≠圧力中心？」が酒の肴に...

• 海洋観測用の水中曳航体の開発

- 設計&実海域実験 (小寺山先生&中村(昌)先生と)
- その翼に働く振動流体力の計算&回流水槽試験 (経塚先生と)



3) 長崎総合科学大学 (1991(平3) ~ 2018(平30)) 27年勤務中

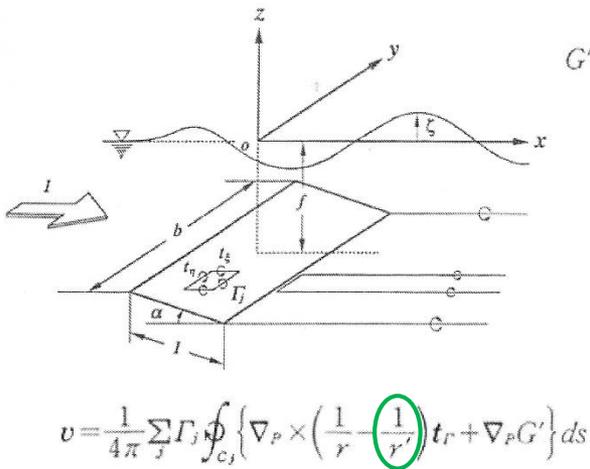


・ 情報科学センターに採用 (前半)

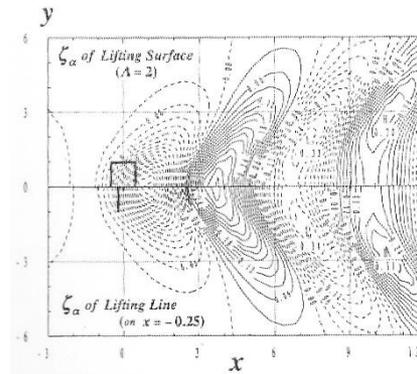
- ・ 渦輪の造波グリーン関数を作って、定常揚力面問題を解く。

水面の正鏡像 (剛壁条件) を取ると、横渦 t_η のみから波を生じ、

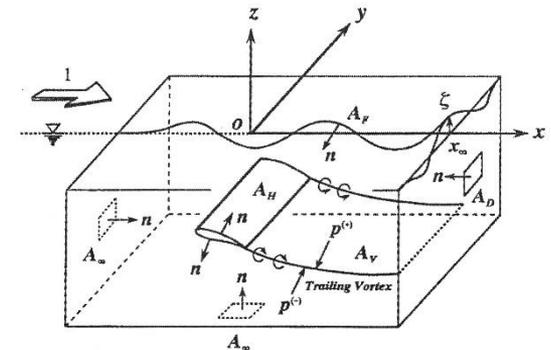
- ・ 縦渦 t_ξ (随伴渦も含む) からは、波が生じない。
- ・ 誘導抵抗と造波抵抗が、干渉しない。



$$G' = \frac{t_\eta}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \sec \theta d\theta \int_0^{\infty} \frac{e^{k(z-f) + ik(x-\sigma')}}{k - k_0 \sec^2 \theta - i\mu \sec \theta} k dk$$



造船学会論文集 Vol.175; 1944 (H6)



干渉成分

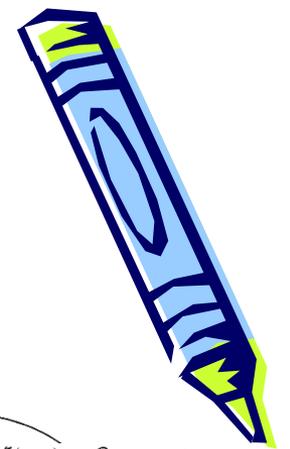
$$\begin{aligned} F_{x_2} &= \iint_{A_\alpha} \nabla_2 \cdot (\phi_w \nabla_2 \phi_r) dA \\ &= - \int_{L_v} (\phi_w^{(+)} - \phi_w^{(-)}) \frac{\partial \phi_r}{\partial z} dy + \int_{L_s} \phi_w \frac{\partial \phi_r}{\partial z} dy - \int_{L_m} \phi_w \frac{\partial \phi_r}{\partial v} d\ell \\ &= 0 \end{aligned}$$

造船学会論文集 Vol.178; 1945 (H7)

- ・ プログラミング言語: Fortran → C, C++, Pascal → HTML の講義
- ・ 附属高校: 「情報」 Word, Excel, Powerpoint の授業
→ ソロソロ Java も勉強? ...



3) 長崎総合科学大学 (1991 (平3) ~ 2018 (平30)) 27年勤務中



古巣の船舶工学科に異動 (後半)

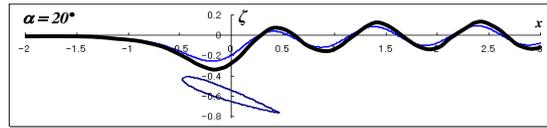
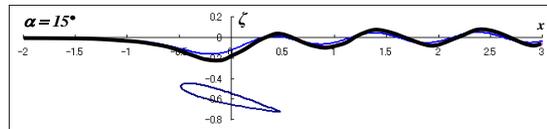
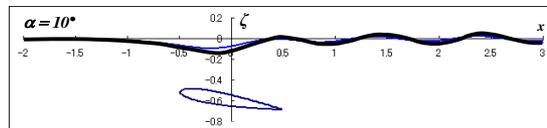
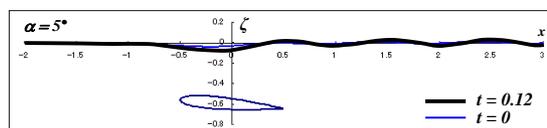
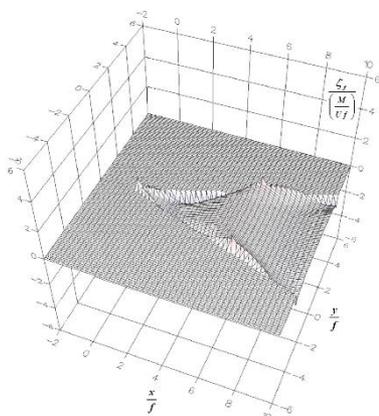
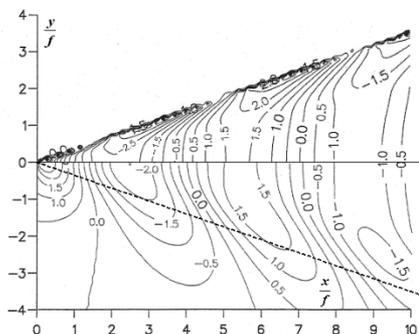
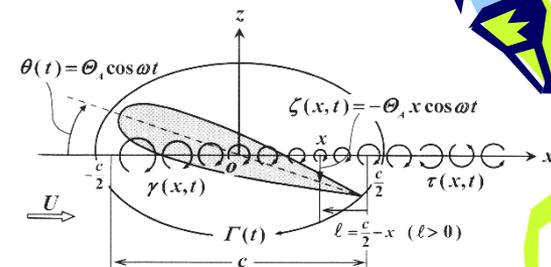
• 水中翼や Kelvin波の造波シミュレーションを、学生達と行なう。

• 高校生にも解って、アピールできる研究紹介パネルを作成!

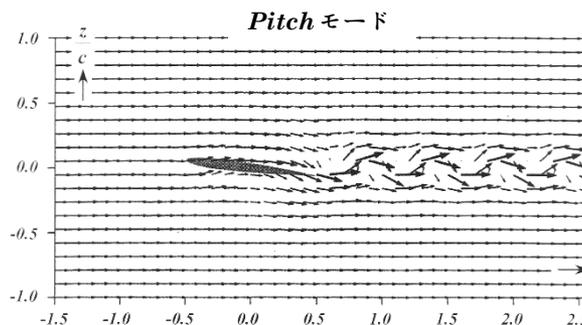
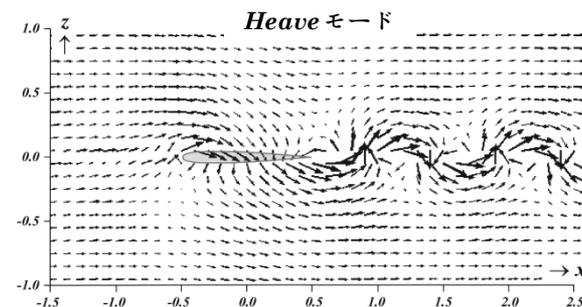
振動翼周りの流場シミュレーションを、渦層近似で実施

• 流速ベクトルの計算には、半 ∞ 区間の数値積分が必要。

→ 論文ネタにもなりそうなので、一石二鳥♪



航海学会誌 No.196 ; 2016 (H28)

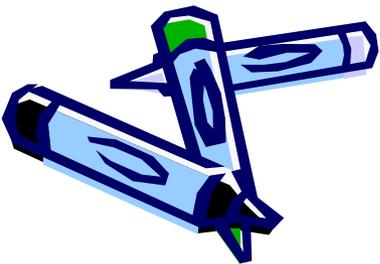
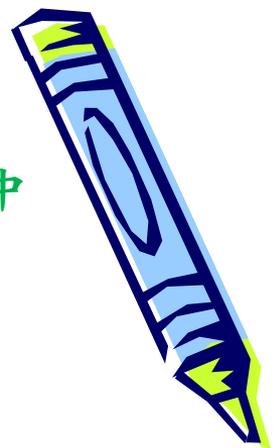


船舶海洋工学会論文集 Vol.20 ; 2014 (H26)

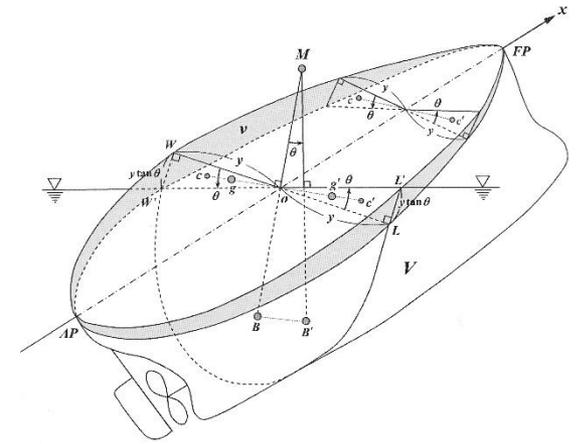
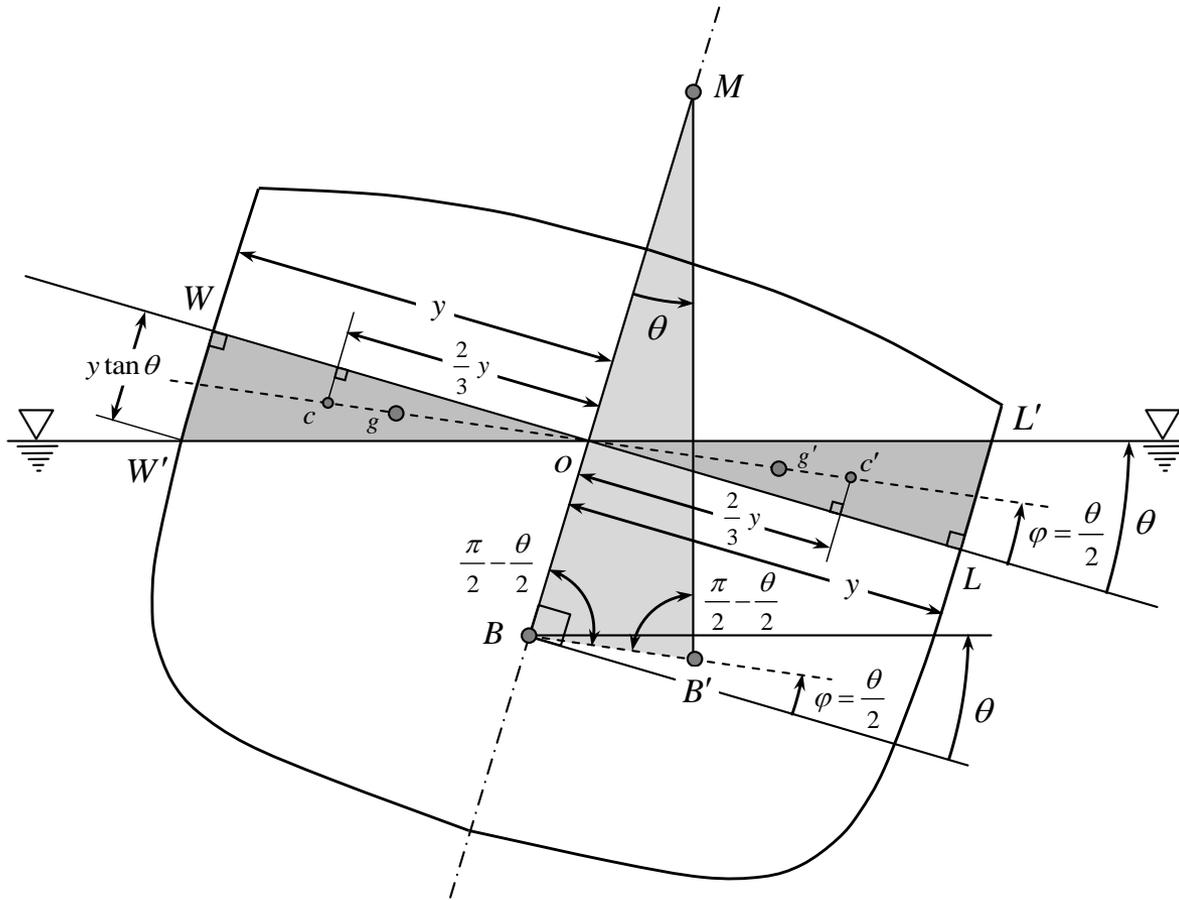
Vol.23 ; 2016 (H28)

3) 長崎総合科学大学 (1991(平3) ~ 2018(平30)) 27年勤務中

- 船舶工学科から、**工学科 船舶工学コース**に改組 (最近)
- 十数年以上、必修科目の「浮体静力学」(船舶算法)を講義してきて、
(← 流力や抵抗推進論は、林田先生がご担当)
疑問に思ってきた (学生にキチンと教えられなかった) ことを、
解決したい! 還暦も近付いてきた...
- メタセンター半径 \overline{BM} の導出過程 (木下学長 → 一色先生 → 藪下先生)
- 浮心 ≠ 圧力中心? (大楠先生との酒の席での話題)



メタセンター半径 \overline{BM} の導出過程



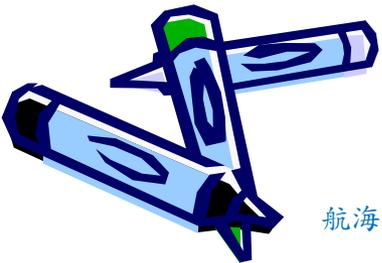
$$\begin{aligned} \varphi &= \tan^{-1}\left(\frac{1}{2} \tan \theta\right) \\ &= \frac{1}{2} \tan \theta - \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} \tan \theta\right)^3 + \dots \\ &= \frac{1}{2} \left(\theta + \frac{\theta^3}{3} + \dots\right) - \frac{1}{24} \left(\theta + \frac{\theta^3}{3} + \dots\right)^3 + \dots \\ &= \frac{\theta}{2} + \frac{\theta^3}{8} + \dots \end{aligned}$$

$$\varphi = \frac{\theta}{2}$$

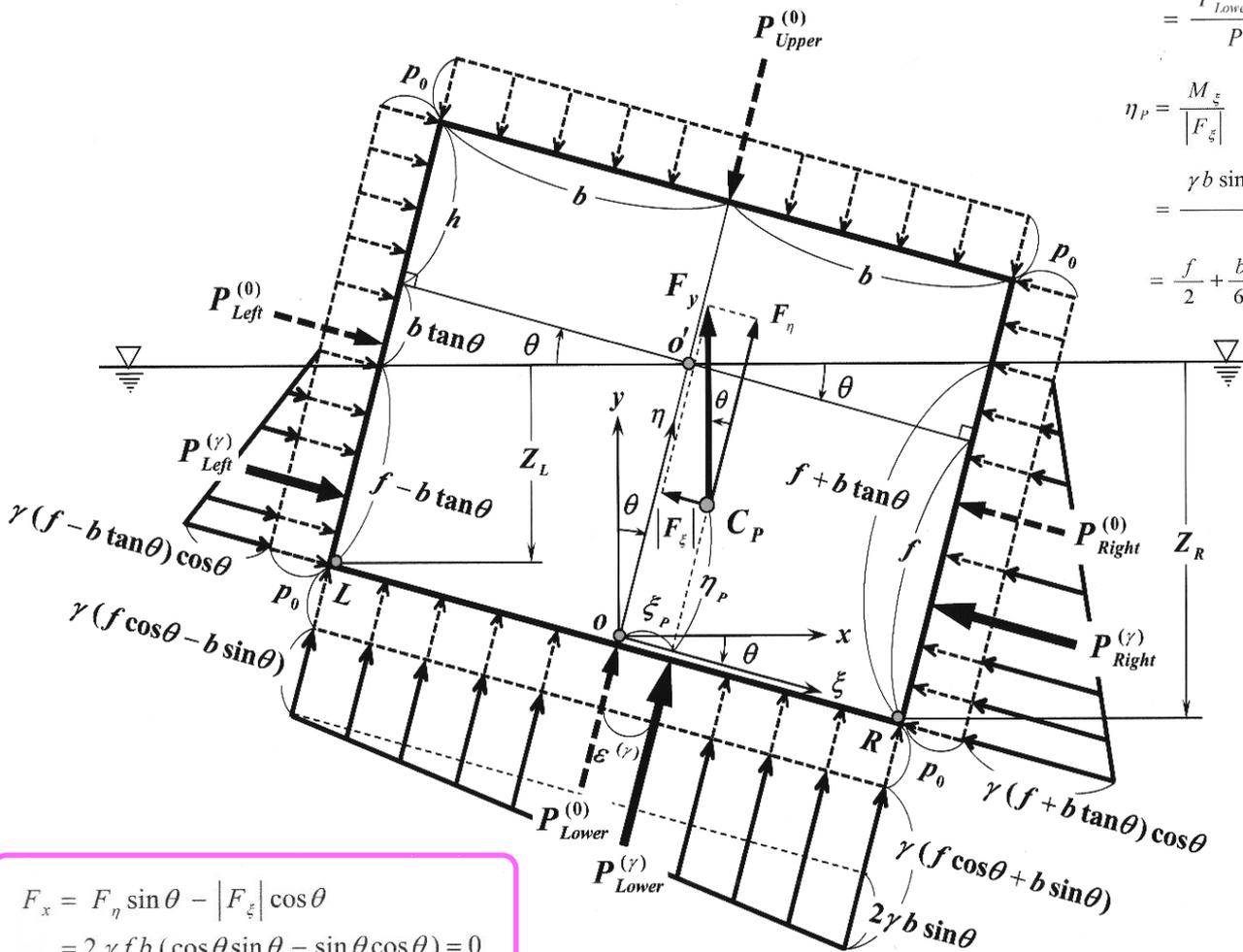
$$\angle MBB' = \angle MB'B = \frac{\pi}{2} - \frac{\theta}{2}$$

$$\overline{BM} = \overline{B'M}$$

メタセンター M を中心とする，その名に相應しい半径



「浮心=圧力中心」の証明



$$\xi_P = \frac{M_\eta}{F_\eta}$$

$$= \frac{P_{Lower}^{(\gamma)} \cdot \varepsilon^{(\gamma)}}{P_{Lower}^{(\gamma)}} = \varepsilon^{(\gamma)} = \frac{b^2}{3f} \tan \theta$$

$$\eta_P = \frac{M_\xi}{|F_\xi|}$$

$$= \frac{\gamma b \sin \theta (f^2 + \frac{b^2}{3} \tan^2 \theta)}{2 \gamma f b \sin \theta}$$

$$= \frac{f}{2} + \frac{b^2}{6f} \tan^2 \theta \dots\dots$$

横傾斜角 $\theta \rightarrow 0$

$$\xi_P = \frac{b^2}{3f} \theta + \dots$$

$$\eta_P = \frac{f}{2} + \frac{b^2}{6f} \theta^2 + \dots$$

直立状態 $\theta = 0$

$$(\xi_P, \eta_P) = \left(0, \frac{f}{2} \right)$$

$$C_P = B$$

$$F_x = F_\eta \sin \theta - |F_\xi| \cos \theta$$

$$= 2 \gamma f b (\cos \theta \sin \theta - \sin \theta \cos \theta) = 0$$

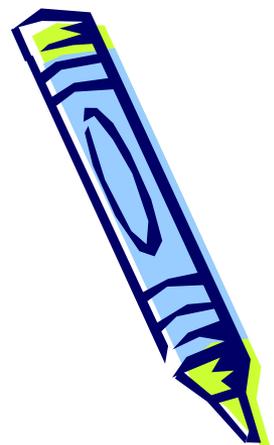
$$F_y = F_\eta \cos \theta + |F_\xi| \sin \theta$$

$$= 2 \gamma f b (\cos^2 \theta + \sin^2 \theta) = 2 \gamma f b$$

$$= \gamma \cdot (2b \cdot f)$$

$$= \gamma \cdot (\text{水面下の矩形の面積}) = \text{浮力}$$

静水圧の圧力中心 = 水面下の図心位置 (= 浮心)



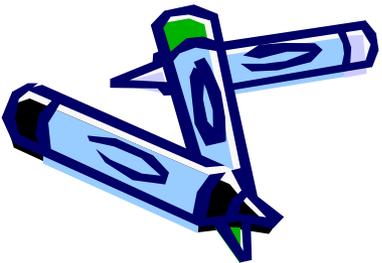
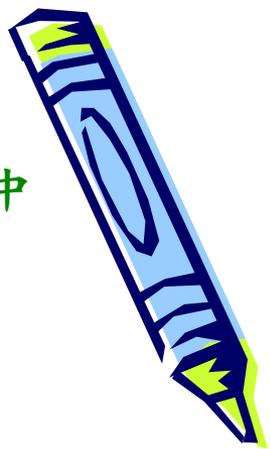
3) 長崎総合科学大学 (1991(平3) ~ 2018(平30)) 27年勤務中

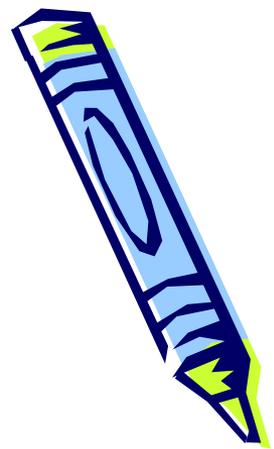
- 船舶工学科から、**工学科 船舶工学コース**に改組 (最近)
- 十数年以上、必修科目の「浮体静力学」(船舶算法)を講義してきて、疑問に思ってきた(学生にキチンと教えられなかった)ことを、解決できた♪ 次年度から、自信を持って、講義できる!

- メタセンター半径 \overline{BM} の導出過程 (浮心は、傾斜角の半角の方向に移動)
- 「浮心=圧力中心」の証明 (大楠先生との酒の席での話題の答)

→ 航海学会誌 *NAVIGATION* に公表

“ 教育(講義)と研究(論文)が、有機的に繋がったかな? ”





これからも “*Hori*は、松村先生の弟子”

と、言わせてもらって、宜しいでしょうか？...

