

# 船型学 50年 (9)

— 局所非線形 —

乾 崇 夫  
東京大学名誉教授  
日本造船技術センター顧問



## 8月号の訂正

8月号はこれまでで一番ミスが少なかった。次の3点はいずれも著者の校正ミスか原稿ミスで、これがなければミスなしで済んだところ。

- p. 56 左 下から9行目: , や田古里さん… → や, 田古里さん…
- p. 58 左 上から20行目: “half-body-concept” → “half-body concept” (-とる)
- p. 61 右 写真8・4: 船首形状 → 船首形状

## 論文リストについて

3月号の拙稿でおことわりしたように、前回(8月号)までで玉川学園学術教育研究所所報第12号(昭62・12)所載の拙稿「研究は世代を超えて — 船型学を例に」<sup>242)</sup>の末尾別表A(船型研究室関係)の分割転載がおわった。そこで今回は同じく船型研究室関係のその後約3年間(1987・10~1990・12)の分を載せた。233)から289)まで、計57編あり、2頁ではおさまらず3頁になった。なお毎号本文末尾に添えてある参考文献は、このリスト以外のもので混同のないようお願いする。

## 船型学の教科書について

拙稿の初回(正月号)に船型学の教科書現代版の必要性について触れた。必要性の最大の理由は、前回のテーマである「波なし船型」ないしは“half-body concept”と関係がある。というのは、従来「船の造波抵抗と速力との関係には、必ずハンプ・ホローがあり、船型設計は必ずホロー速度をネラウベシ」が、船型学のイロハであり、設計者の金科玉条であった。これが根本からひっくり返ってしまったのである。つまり、ハンプ・ホローを気にする必要はなく、LとVとの関係は相互に独立でなんの拘束も受けない、というのが今日の船型学の常識である。それは何故かという、ハンプ・ホローの現象は船首波・船尾波が共に存在すること(共存)を前提とし

ている — というよりも、フルード数の如何にかかわらず両者は常に共存するものと決めてかかっている。万一、そのうちのどちらか一方が任意の速度( $F_n < 0.35$ )でゼロ(工学的な意味で)になれば、この前提は崩れる。そして、そのことが現実には可能であることは既に前号に見た通りなのである。

## 局所非線形

本号の副題は「局所非線形」で、そのポイントは「線形理論の落とし穴」となっているが、紙面の都合で実用上重要と思われる“バルブなし波なし船型”に話題を絞ることにする。船型条件に二重模型近似を用い、自由表面条件を線形化するとき、船から十分離れたところでは一樣流に比し、船による攪乱速度は十分小さく無視できるが、船の近傍ではその影響が残る。このため一度できた波は後方への伝播の過程で一樣流とは異なる複雑な流場を伝播することになる。ところが線形化によって、それが一切無視され、あたかも船がない一樣流を伝播しているようなことになる。これが「局所非線形」であり、また「線形理論の落とし穴」でもある。なお船の造る波のなかには本質的に非線形な波があるが、これについては次回の「新しい流れ」に譲ることにする。このような局所非線形影響をしらべるには当然のことながら船のごく近傍(ただし境界層の外側)での流場計測が必要となる。後述の高次船型M21についてそれを実施したのが北沢孝宗君(昭46卒)の修士論文<sup>89)</sup>であり、また単純船型M8について局部流を考慮して船首波紋を求めたのが岡村英邦君(昭45卒)の修士論文<sup>93)</sup>である。その概要は第3回ヴァインブルーム記念講演<sup>142)</sup>にも紹介したが、ここでは省略する。

## 単純船型と高次船型

4月号(正しい船型条件)や8月号(波なし船型)で

船の科学

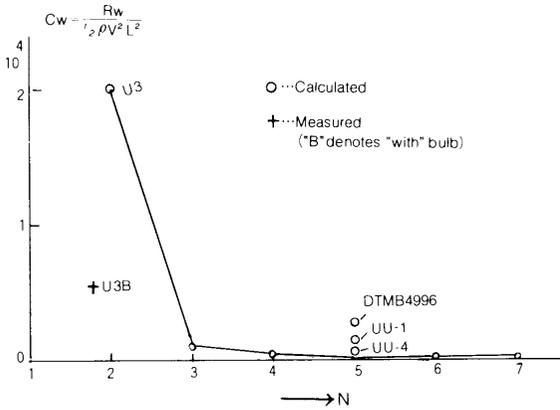


図9・1 次数Nと最小造波抵抗

繰り返し述べたように、フルード数0.35以下では船型（とくに船首尾端での）の微分特性が造波に利いてくる。前号では単純船型に大形バルブを組合せた“波なし船型”について述べたが、以下、バルブなしでも主船体自身の内部干渉を利用して“波なし”が実現しうることを示す。図9・1～9・3は単純船型と高次船型の相違点を、最小造波抵抗値・振幅関数・吹出し分布で比較したものである。Half-body conceptにもとづき、長さLと排水容積 $\nabla$ 一定の条件下で、設計速度に対する最小造波抵抗を与える吹出し分布は、分布関数の次数N（項数）によって変化し、特にN=2とN=3以上とで $C_w$ の値がヒトケタも違ってくる。これは直感ではなかなか読めないところで、筆者にも驚きであった。発見者はDr. P. C. Pienで、米国テイラー水槽（DTMB）から1年間（1961～1962）NSFのPost-Doctral Fellowshipで東大水槽に留学中、DTMBのコンピュータを使って出てきた結果である。（当時東大水槽では前にも述べたように、やっとカシオのリレー計算機を購入したところであった）。ここで言葉についてお断りすると、単純船型は文字通り“simple”で船首尾端の近傍から発生する素成波のタマゴが互に強め合う（タシ算的）船型。これに対し、高次船型は図9・3にみるように吹出し分布が船首尾端から船中央にかけて、ひとつの極大値のほか、いまひとつの極小値をもつ。このためには次数は少なくともN=3以上でなければならない。このことから、“高次”船型と呼ぶことにした。（当初しばらくの間は、“単純”に対する“複雑”と呼んでいたが、語呂が悪いのと、タシ算ではなくヒキ算の作用による自己内部干渉という高次レベルでの“波なし”船型であることも含めてのことである。）ヒキ算的作用の根元は、吹出し分布（図9・3）のS. S. 9/2あたりの極小値の存在（水線形状ではswan-

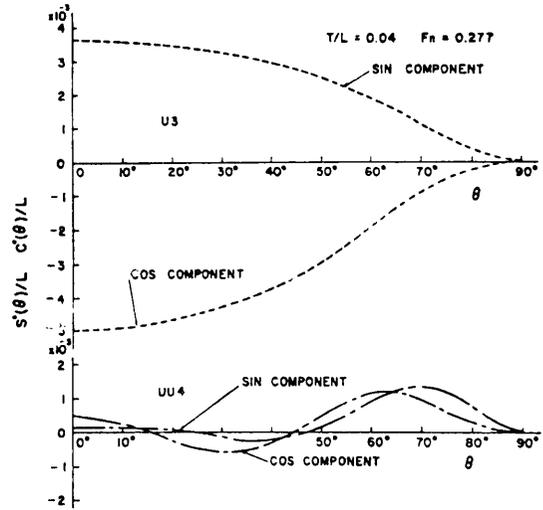


図9・2 単純船型と高次船型（振幅関数）

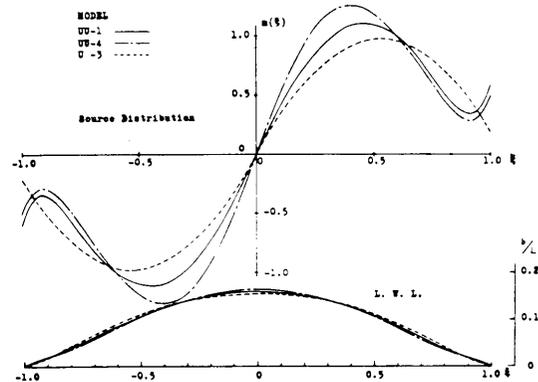


図9・3 単純船型と高次船型（吹出し分布）

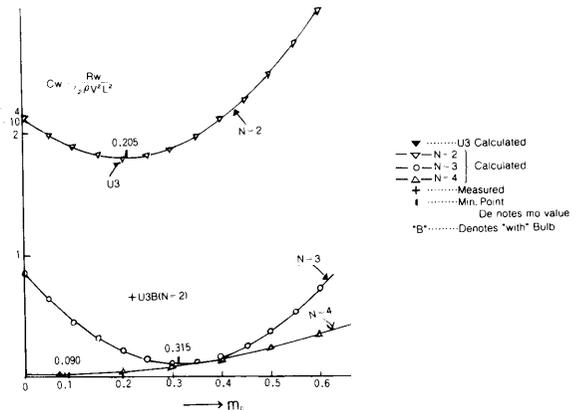


図9・4 船首端吹出し分布強さ $m_0$ と最小造波抵抗

neckに対応)にあり、ヒキ算の効果は振幅関数(図9・2)にあきらかである。

図9・4は船首尾端での吹出し強さ $m_0$ と最小造波抵

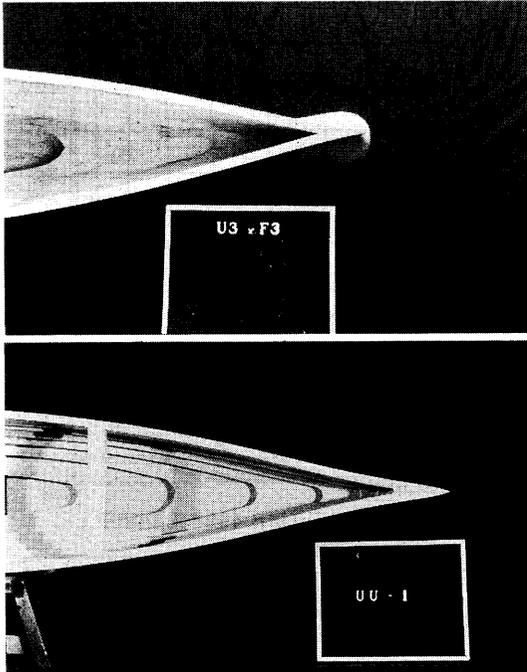


写真 9・1 単純船型と高次船型(船首端部)  
 (上) 単純船型(バルブ付) U3×F3  
 (下) 高次船型 UU1

抗値との関係を示す。図9・1にも示したが、前号に述べた“青函連絡船シリーズ”の理論船型S3のもとになったのがU3であって、これは1次と2次の2項(N=2)からなり、そのなかで、偶然にも最適分布にほとんど一致した。これは前記Dr. Pienの計算で判ったことであるが、これも一寸した驚きであった。写真9・1は単純船型U3と高次船型UU1との船首水線形状の比較で、後者にはF.P.から9/2にけるswan-neckが見られる。写真9・2はU3とUU4の波紋比較であって、波紋パターンが全く異なり、特に後者でヨコ波成分が少ない(図9・2参照)。

### 単純船型と局所非線形

さてここで、局所非線形影響が単純船型と高次船型でどのような形で利いてくるかを考える。前者については前回の図8・3、8・4でC-201について示したように、船首波の起点が約0.06Lだけ前進し、かつ波紋の拡がり角が片側で約4.5°大きくなっていて、マクロ的な修正が可能であった。つまり単純船型の場合においてこそ、波紋解析が極めて有効な補正手段を与えてくれる。

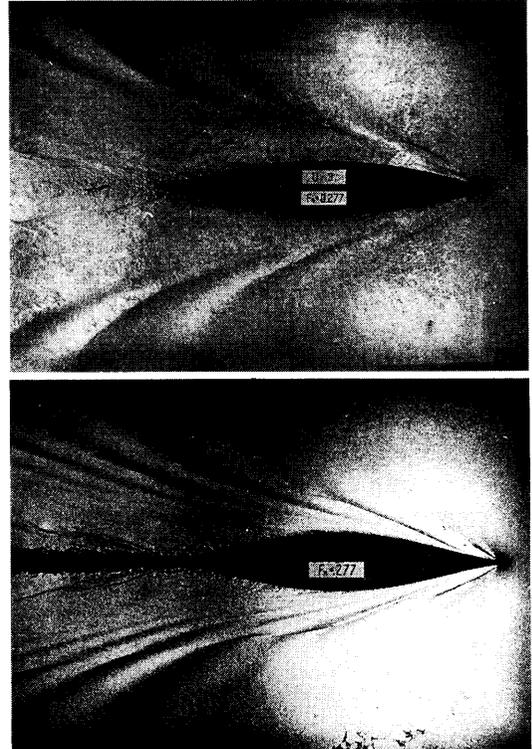


写真 9・2 単純船型と高次船型(波紋)  $F_n = 0.277$   
 (上) 単純船型(バルブなし) U3  
 (下) 高次船型 UU4

### 高次船型と局所非線形

しかるに、高次船型では波紋が複雑すぎて単純船型の場合のように簡単には行かない。高次船型はもともと船首端からS.S. 9あたりまでの各点から発生する変成波のタマゴ同志の内部干渉をネラっているのであるが、そこに局所流の影響が加わった場合、元来が微妙な造波干渉のメカニズムが狂ってくる。そこで単純船型のようにマクロ的修正は利かなくなる。ただ、そのような誤差が含まれている、その割には“波消し”効果はかなりの線まで実現されていることは、さきに掲げた波紋写真(写真9・2)でもみた通りであり、造波抵抗実測値も、後述のDTMB4996の結果(図9・7)のように、設計速力に対するズレ( $F_n$ 数で約0.02)はあるにしても、かなりよい線まで行っている。

### DTMB 4996

高次船型の考え方を船型設計に応用する場合、いまひとつの問題点として平底影響がある。単純船型をベースにした“波なし船型”では、主船体がInuidのような非平

船の科学

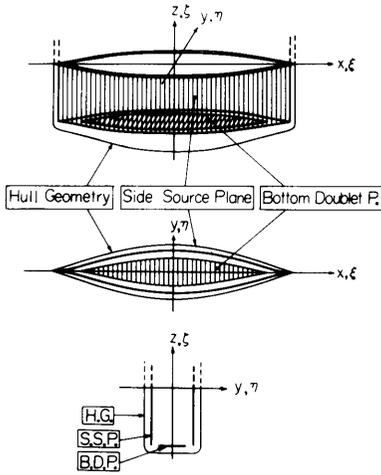


図 9・5 Pienoid分布面

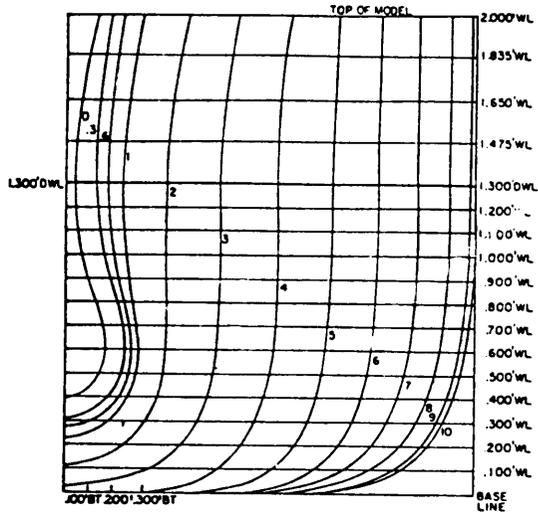


図 9・6 DTMB 4996 正面線図

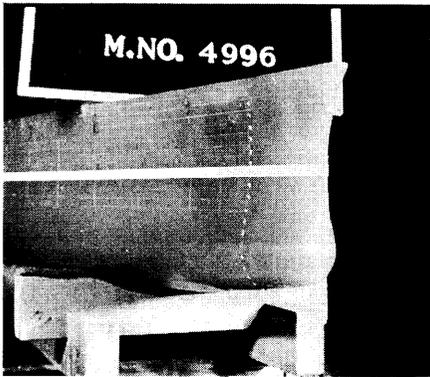


写真 9・3 DTMB 4996 (L = 2 m)

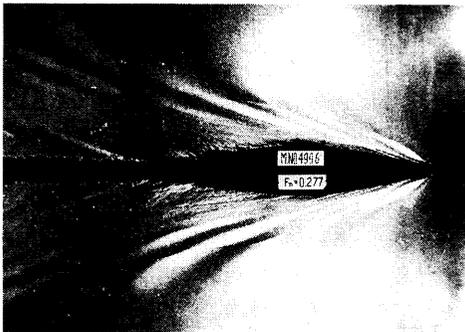


写真 9・4 DTMB 4996の波紋 ( $F_n = 0.277$ )

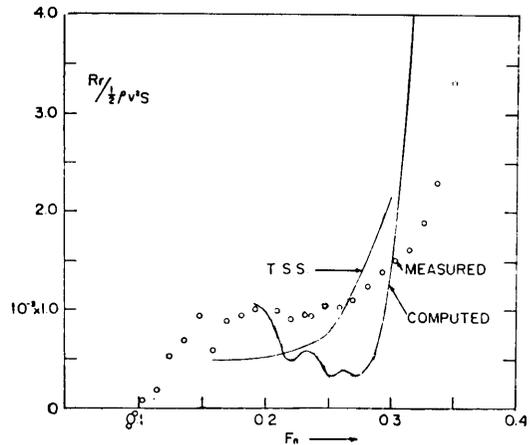


図 9・7 DTMB 4996の造波抵抗曲線 (L = 2 m)

底型から出発しても、もともと単純で比較的大きな波を造っているのだから、中央部でのキールの垂れ下がり部分をカットして平底化した場合の主船体の波の変形量は小さく、またその波形差（主として前方への位相のズレ）は波紋解析で把握できる。ところが、高次船型では微妙な内部干渉を目一杯に利かせているから、平底化

の影響は無視できない。なおこの平底化の影響については、山口真裕君（昭和41卒）の学位論文<sup>84), 87)</sup>がある。前述の Dr. P. C. Pienは東大からDTMBに戻ると直ぐこの問題を手がけて、その結果を1962年秋のSNAMEでの筆者の招待論文<sup>57)</sup>への討論として発表した。平底をうるために特異点分布は図9・5にみるように中心線面に対し外側に湾曲したoff-centralなside-sourceと平底を実現させるためのbottom-doublet, さらにF. P. には補助バルブを表わすvertical-line doubletとから成る。図9・6はかくしてえられた（流線追跡法）船型の正面線図、写真9・3は横国大で追試された2 m模型である（模型番号は正しくはDTMB 4946であるが、横国大での追試のさい誤って4996になってしまった。従ってここでは後者を採用した）。この手法による平底船

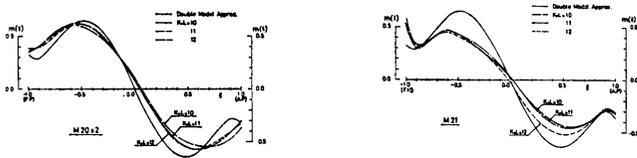


図 9・8 船側波形に等価な吹き出し分布  
(左) M20 (右) M21

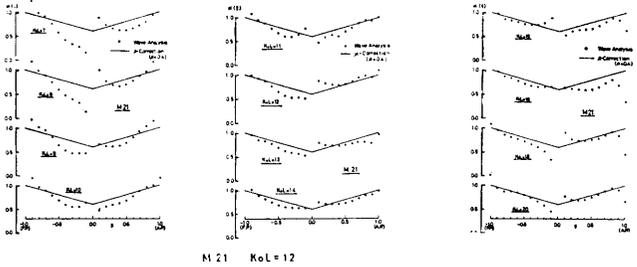


図 9・9  $m(\xi)/\bar{m}(\xi)$

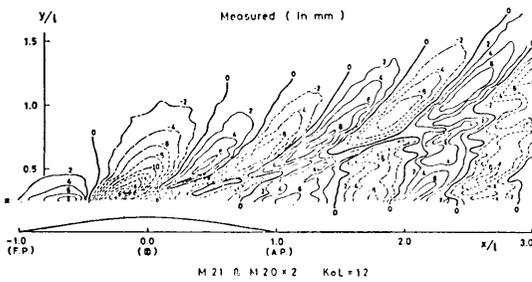


図 9・10 M21の実測波紋

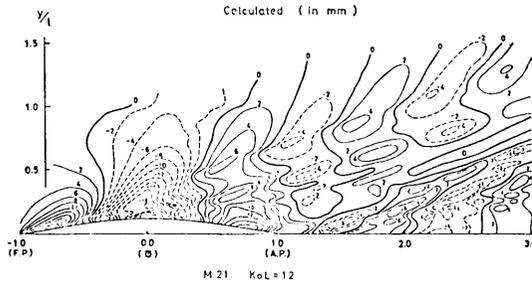


図 9・11 M21の計測波紋(1)  
(船型に等価な吹き出し分布)

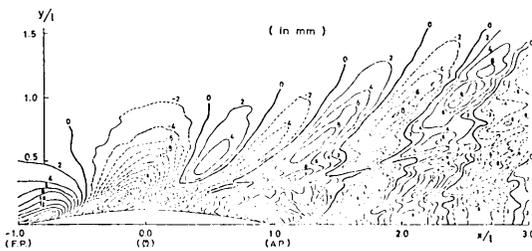


図 9・12 M21の計測波紋(2)  
(波形に等価な吹き出し分布)

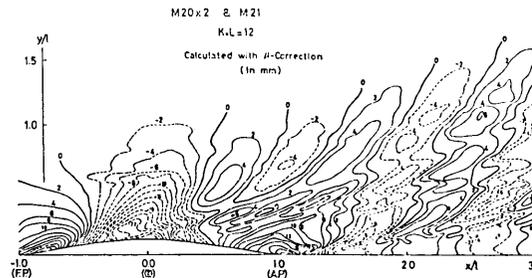


図 9・13 M21の計測波紋(3)  
( $\mu$ 修正,  $\mu = 0.4$ )

船の科学

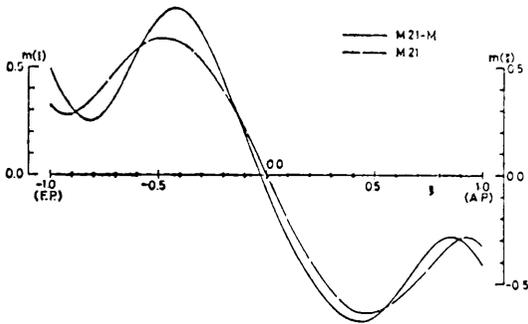


図9・14 再最適化船型M21-Mの吹出し分布

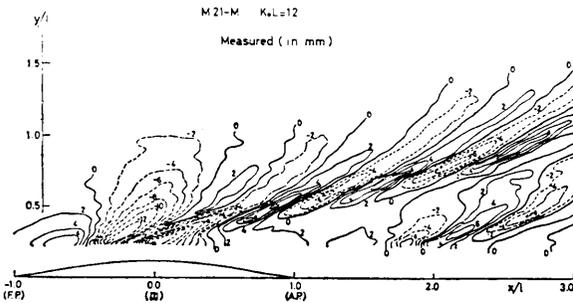


図9・16 再最適化船型M21-Mの実測波紋

型をヴァインブルームに従ってPienoidといている。写真9・4は同模型を借りて東大水槽で求めた波紋写真、図9・7は横国大での抵抗試験の結果である。図中のT.S.S.はテイラーのStandard Series中 $C_p$ の近い値のものを比較に示した。理論と実験との間には前述のようなクイチガイがあるが、性能としては従来のレベルを抜いている。Dr. Pienから直接聞いた話であるが、DTMBでの抵抗試験にたまたま立会ったDr. Schoenherrが、「こんな波の少ない船型は初めてだ」と感心したそうである。

高次船型への修正アプローチ

高次船型に対する局所非線形影響をまともに取扱うことはムツカシイので、船側波形を含めた波形解析から、“波に等価”な吹出し分布 $m(\xi)$ を求め、(二重模型近似の立場で)“船型に等価”な吹出し $\bar{m}(\xi)$ との相異が局所非線形に対する修正量に相当すると考える。これをInuidについて実際にしらべたのが茂里一紘君(昭42卒)の学位論文<sup>83),85),88)</sup>である。供試模型はM20・M21で両者の“船型に等価”な吹出し分布 $\bar{m}(\xi)$ は $\xi$ の1, 3, 5乗の3項( $N=3$ )からなり、かつ強さは1:2の関係になっている。図9・8は両船型に対する“波に等価”な吹出し分布 $m$

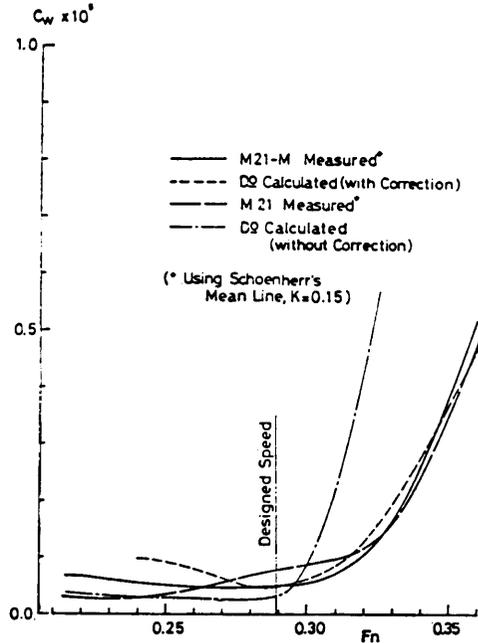


図9・15 再最適化船型M21-Mの造波抵抗曲線

( $\xi$ )を $K_0L(=1/F_n^2)=10, 11, 12(K_0L=12, F_n=0.289$ が設計点)について比較したものでM21ではS.S. 7½あたりで $m(\xi)$ が大きく落ち込んでいる。図9・9はM21について $m(\xi)/\bar{m}(\xi)$ を $K_0L$ の3群に分けて示した。図中の斜実線はいわゆる $\mu$ -修正<sup>75),82)</sup>で次式で与えられる。

$$\alpha(\xi) = m(\xi)/\bar{m}(\xi) = 1 - \mu(1 - |\xi|), \quad (\mu = 0.4), \quad (9 \cdot 1)$$

(9・1)式は船幅比 $B/L$ が大きくなるほど船中央付近の造波効果が弱められるらしい、という経験的推測にもとづいた全くのempirical correction factorであるが、低速では大体合っているようである。図9・10はM21の実測波紋、図9・11~9・13は同計算波紋で、図9・11は“船型に等価”な吹出し $\bar{m}(\xi)$ から求めたもので一番実測から離れている。図9・12は“波に等価”な吹出し $m(\xi)$ から求めたもので、もっとも実測に近く、最後の図9・13は $\mu$ -修正によるもので、両者の中間にある。図9・14以下は上でえられた $\alpha(\xi)$ を用い、最適化をやり直した再最適化船型M21-Mについての結果で、図9・14は $\bar{m}(\xi)$ 、図9・15は造波抵抗曲線、図9・16は実測波紋で、もとのM21に比し造波レベルは一段と改良されている。

この手法はLINECや造研SR138などで試用され、ある程度の成果はえられたが、あと一步のところまで足踏みしている。

- 233) H. Miyata, T. Ura, T. Kinoshita, Y. Toi, T. Fukazawa, H. Yoshinari, H. Yamaguchi :  
これからの船舶・海洋研究と学会、  
日本造船学会誌、700号 (1987年10月)、  
63-69.
- 234) H. Miyata : Computational hydrodynamics—  
The state of art and the future,  
大韓造船学会秋季研究発表会特別講演、仁荷  
大学校 (1987年11月)、1-12.
- 235) N. Baba, A. Masuko and M. Nagahama :  
ナビエ・ストークス方程式の差分解法に  
おける数値誤差について、  
船舶数値流体力学フォーラム (1987年12月)、  
9-18.
- 236) H. Miyata : Computational water wave  
dynamics — The state of art,  
船舶数値流体力学フォーラム (1987年12月)、  
48-57.
- 237) T. Kawashima and H. Kajitani :  
Rankine source法における船体表面条件の  
影響、  
船舶数値流体力学フォーラム (1987年12月)、  
81-88.
- 238) A. Masuko, N. Baba, M. Nagahama and M.  
Takai :  
4階微分の散逸モデルが粘性流計算に与える  
影響、  
第1回数値流体力学シンポジウム講演論文集  
(1987年12月)、191-194.
- 239) N. Baba and H. Miyata :  
NS方程式の3つの形の大規模渦流場に及  
ぼす影響、  
第1回数値流体力学シンポジウム講演論文集  
(1987年12月)、195-198.
- 240) H. Miyata, M. Zhu and T. Sato :  
船体まわり流れの差分シミュレーション、  
第1回数値流体力学シンポジウム講演論文集  
(1987年12月)、311-314.
- 241) H. Kajitani :  
ITTC技術委員会の活動と世界の研究の動向、  
(その1) 抵抗と流れの研究動向、  
日本造船学会誌 702号 (1987年12月)、2-6.
- 242) T. Inui :  
研究は世代を超えて — 船型学を例に、  
玉川学園学術教育研究所所報 12 (1987年  
12月)、17-47.
- 243) H. Kajitani : A wandering in some ship  
resistance components and flow,  
Schiffstechnik 34-3 (1987), 105-131.
- 244) H. Kajitani : Difficulty of identification  
of measurement results,  
Proc. 18th Inter. Towing Tank Conference,  
Kobe Vol.2 (1987), 321-323.
- 245) H. Miyata and N. Baba :  
粘性流計算における誤差の評価と WISDAM 法の  
応用例、  
第3回生産技術研究所 NST シンポジウム講演  
梗概集 (1988年2月)、13-20.
- 246) H. Miyata, M. Katsumata, Y.G. Lee and H.  
Kajitani : A finite-difference simulation  
method for strongly interacting two-layer  
flow,  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 163 (June 1988),  
1-16.
- 247) H. Miyata, G.M. Khalil, Y.G. Lee and M.  
Kanai : An experimental study of the non-  
linear wave forces on horizontal cylinders,  
J. Kansai Soc. Nav. Archit. Jpn. 209 (June  
1988), 11-23.
- 248) H. Kajitani, H. Tanaka, S. Ogiwara and T.  
Kawashima : Similitude and dissimilitude of  
flow and resistance observed in tank experi-  
ments on scaling ship models,  
Inter. Sympo. on Scale Modeling, Tokyo (July  
1988), 79-86.
- 249) N. Baba and H. Miyata : Numerical study of  
the 3D separating flow about obstacles with  
sharp corners,  
Proc. 11th Conf. on Numerical Method in Fluid  
Dynamics, Virginia (July 1988), 126-130.
- 250) T. Inui, H. Kajitani and H. Miyata : Nonlinear  
free-surface waves and computational hydro-  
dynamics—Trends of ten years research at the  
Tokyo University Tank,  
75th Anniversary HSWA International Symposium,  
Hamburg (Sept. 1988), 1-39.  
Schiffstechnik 36-1 (Marz 1989), 3-21.
- 251) H. Miyata : Vortex shedding beneath the free-  
surface,  
Computational Mechanics 3-4 (1988), 217-228.
- 252) H. Miyata :  
ハイドロfoil・カタマランの特徴と可能性、

船の科学

第14回造船学会夏季講座 新しい造船学テキスト  
(1988年9月), 175-180.

253) H. Miyata :

超高速船と流体力学的形状システム設計、  
日本造船学会誌 711 (1988年9月), 49-52.

254) N. Baba :

粘性流計算における数値誤差と保存性、  
日本造船学会誌 712 (1988年10月), 9-16.

255) H. Miyata :

高速船の流体力学的システム形状、  
第16回舟艇技術講演会講演要旨集 (1988年  
10月), 27-34.

256) H. Miyata, Y. Tsuchiya and M. Kanai : New  
conceptual design of hydrofoil catamarans,  
Inter. High-performance Vehicle Conf.,  
Shanghai (Nov. 1988), IV 1-23.

257) H. Miyata, Y. Tsuchiya, N. Uotani, H.  
Nakayama and H. Kajitani : Development of  
a new-type hydrofoil catamaran (2nd report :  
Design of a system with flaps and motion  
properties),  
新型双胴水中翼船の開発 (第2報 : フラップ付  
船型の計画と運動性能)、  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 164 (Dec. 1988),  
95-104.

258) Y. G. Lee and H. Miyata :  
矩形格子系における粘性流のシミュレーション、  
第2回数値流体力学シンポジウム講演論文集  
(1988年12月), 247-250.

259) H. Miyata and M. Katsumata :  
三次元砕波シミュレーション — 二層流の  
差分計算法、  
第2回数値流体力学シンポジウム講演論文集  
(1988年12月), 555-558.

260) Y. G. Lee, H. Miyata and H. Kajitani :  
Some applications of the TUMMAC method to  
3D water-wave problems,  
J. Soc. Nav. Archit. Korea 25-4 (Dec. 1988),  
13-27.

261) H. Miyata :  
進行物体まわりの流れ、  
コンピュータロール 26 (1989年3月), 91-98.

262) H. Miyata :  
高速船の流体力学的システム形状、  
舟艇協会会報 22 (1989年3月), 24-31.

263) T. Inui :  
船のコブ (バルブ) の話、  
向陵 31-1 (1989年4月), 1-15.

264) H. Kajitani and T. Kawashima : Ships flow and  
resistance under sinkage and trim effects,  
Proc. Int. Sympo. on Ship Resist. and Powering  
Performance, Shanghai (April 1989), 1-7.

265) Y. Maekawa, K. Kawasumi and H. Miyata : A method  
of optimizing hull-forms by use of the finite-  
difference technique TUMMAC-IV,  
Proc. Int. Sympo. on Ship Resist. and Powering  
Performance, Shanghai (April 1989), 70-77.

266) H. Miyata and T. Kawano : Numerical simulation  
of the pseudo-physical transition to a turbulent  
flow on a suddenly decelerated flat-plate with  
and without riblets,  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 165 (June 1989), 17-28.

267) N. Baba, H. Miyata, H. Kajitani, M. Kanai, T.  
Yamada and Y. Takahashi : The mechanics of  
separated flows about cylinders (1st report :  
Flow visualization and hot-film-anemometry  
measurement),  
柱体からの剥離流の機構 (第1報 : 可視化実験  
と熱膜流速計による解析)、  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 165 (June 1989),  
29-41.

268) H. Miyata : Development of a new-type hydro-  
foil catamaran,  
Journal of Ship Research 33-2 (June 1989),  
135-144.

269) H. Miyata :  
高速艇の流体力学的設計について、  
高速艇研究特別委員会シンポジウム「高速艇と  
性能」テキスト (1989年6月), 289-292.

270) Y. Himeno and N. Baba : A review on laminar-  
turbulent transition and structure of wall  
turbulence,  
壁乱流の初生と構造、  
推進性能研究委員会第3回シンポジウム「船体  
まわりの流れと流体力」テキスト (1989年7月),  
93-136.

271) H. Miyata and T. Kawano : Pseudo-physical  
transition to turbulence on a suddenly stopped  
flat-plate,  
Numerical Methods in Fluid Dynamics II,  
Proc. Inter. Sympo. Computational Fluid  
Dynamics - Nagoya, Nagoya (Aug. 1989), 686-690.

- 272) M. Zhu, H. Miyata and H. Kajitani : Finite-difference simulation of wave and viscous flows about a ship of arbitrary configuration, Proc. 5th Inter. Conf. on Numerical Ship Hydrodynamics, Part 1, Hiroshima (Sept. 1989), 83-96.
- 273) T. Inui : 船型学の歩み、  
学士会午餐会・夕食会講演特集号  
(1989年10月), 25-40.
- 274) H. Miyata, Y. Tsuchiya, K. Kuroki and K. Yoshizawa : Development of a new-type hydrofoil catamaran (3rd report : Design of a large-scale system and its hydrodynamical properties),  
新型双胴水中翼船の開発(第3報:大型船型の計画と流体力学的性能)、  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 166 (Dec. 1989), 49-55.
- 275) H. Miyata : Simulation of fluid motion — Engineering applications of finite-difference method,  
流体運動のシミュレーション — 差分法の工学的応用について、  
シミュレーション 8-4 (1989年12月), 218-224.
- 276) H. Miyata : シンセシスによる船舶開発、  
日本造船学会誌 729 (1990年3月), 172-178.
- 277) H. Miyata : 設計演習 1989 — アブストラクト、  
日本造船学会誌 731 (1990年5月), 40-45.
- 278) Y.G. Lee and H. Miyata : A finite-difference simulation method for 2D flows about bodies of arbitrary configuration,  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 167 (June 1990), 1-8.
- 279) M. Zhu, H. Miyata and H. Kajitani : A finite-volume method for the unsteady flow about a ship in generalized coordinate systems,  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 167 (June 1990), 9-15.
- 280) Y. Yamada and H. Miyata : A finite-difference method for a separating flow past a body of arbitrary geometry in rectangular coordinate systems,  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 167 (June 1990), 17-24.
- 281) H. Miyata, N. Shikazono and M. Kanai : Forces on a circular cylinder advancing steadily beneath the free-surface,  
Ocean Engineering 17-1/2 (1990), 81-104.
- 282) Y.G. Lee, S.W. Hong, K.C. Cho and H. Miyata : Finite-difference simulation of vortex motions around a horizontal cylinder in waves,  
1st Pacific/Asia Offshore Mechanics Symposium, Seoul (June 1990)
- 283) H. Miyata, M. Kanai, N. Yoshiyasu and Y. Furuno : Diffraction waves about an advancing wedge model in deep water,  
Journal of Ship Research 34-2 (June 1990), 105-122.
- 284) H. Miyata : Engineering application of computational fluid dynamics — The state of art,  
Journal of Hydrodynamics (China) Ser. B, 2-1 (1990), 1-11.
- 285) H. Miyata and Y.G. Lee : Vortex motions about a horizontal cylinder in waves,  
Ocean Engineering 17-3 (1990), 279-305.
- 286) H. Miyata : 双胴型高速船の性能比較、  
第18回舟艇技術講演会講演要旨集 (1990年10月), 17-28.
- 287) H. Miyata, Y. Tsuchiya, A. Kanai and T. Manabe : Development of a new-type hydrofoil catamaran (4th report : Hydrofoil interactions and hydrodynamical properties of a 4000-ton type ship),  
新型双胴水中翼船の開発(第4報:翼列干渉と4000トン型の流体力学的性能)、  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 168 (Dec. 1990), 1-7.
- 288) K. Matsunaga and H. Miyata : Computation of the flow around a ground vehicle, 矩形格子系による車体まわり流れの計算、  
第4回数値流体力学シンポジウム講演論文集 (1990年12月), 101-104.
- 289) N. Ogawa and H. Miyata : Structure of three-dimensional vortical flows past bodies of revolution with conical afterbodies, 回転体からの三次元渦の計算、  
第4回数値流体力学シンポジウム講演論文集 (1990年12月), 511-514.