

「日本造船発展期の船型共同研究」といくつかの設計事例

Kシニア・海友フォーラム 岡本 洋（元・川重）

I. 序章

1. はじめに

本稿では、戦後から主として石油ショックの時代頃までの船型設計の発展の時期をとりあげる。その中で、造船各社が互いに競走の激しいこの分野では、世界的に見てもかなり特異と思われるわが国の船型設計共同研究の概要を紹介すると共に、その背景、効用・問題点なども考えてみたい。この時代、船型については大型化とか、高速船の登場とか造船をめぐる環境が大きく変わり又、造船世界のリーダーも英国から日本へと移り変わったが、ここでは、船型設計の発展のこれら背景についても触れるつもりである。

2. 船型開発への関わりのはじめ

筆者は昭和23年(1948)に川崎重工に入社、造船設計部に籍をおいた。最初は計算係に配属され、所謂「船舶算法」関連の仕事が中心であった。その中の主要な仕事に「線図」作成、海上試運転の速力関連の諸計測・同報告書類の作成があった。「船型設計」の分野に係わり始めたのはこの時からである。当時、神戸港のシンボル、大きなガントリークレーン船台に乗っていたのは漁船や小型の貨物船であったに過ぎない。造船を取り巻く環境は終戦後の混乱、戦時賠償問題などの不確定要素いっぱいであった。ところが2年後の昭和25年(1950)の朝鮮戦争の勃発により、事態は大きく転換してゆく。この年昭和25年(1950)6月には、川重でわが国最初の輸出(ノールウェイ向け)油送船「Fernmanor号」DW18,385tonが竣工している。この船について、駆け出しの筆者の関与は殆ど無く、船型設計は戦前の技術が踏襲されたもので、傾斜船首、バルブなし船首、比較的V型船首Frame形状をもった船型であった。この船の主要目は、(Lなどの単位は特記以外はmシステム、以下同じ)

Fernmanor号 Lpp=180.51, L/B=8.36, Cb=0.77, MCR 7,000BHP, Vservice=13.75 K

続いてその3年後、昭和28年(1953)5月輸出油槽船「Alliance号」DW20,708tonを竣工させたが、この船の計画段階から船型設計に深く関わるようになった。

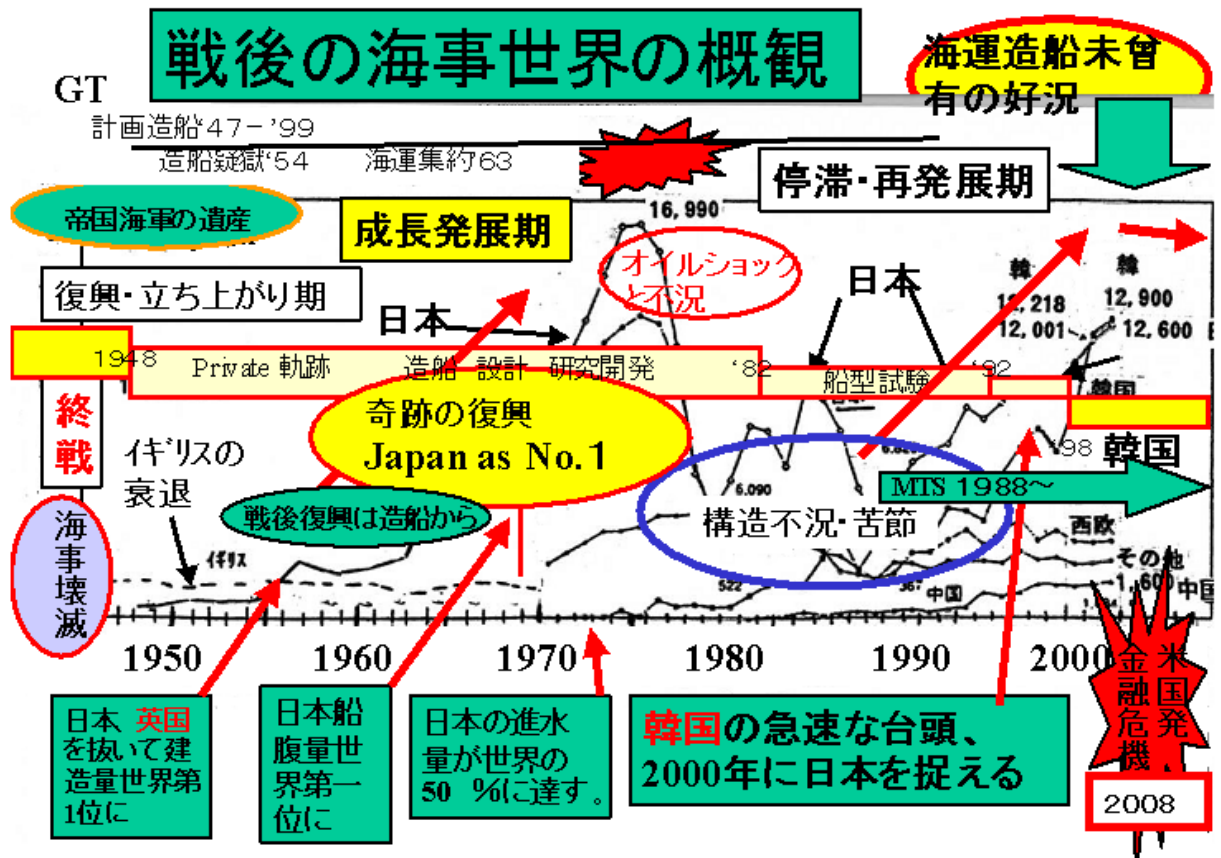
Alliance号 Lpp=178.88, L/B=8.13, Cb=0.77, MCR 8,000BHP, Vsev. =14.50 K

この船は要目こそ前者と余り変わらないが、高橋菊夫(東大船7)設計部長の設計コンセプトのもと、主機配置、鋼材使用料など設計の総合的見地からタンカー船型設計の独自性を追及したもので、その中の船型設計、水槽試験などを担当することになった。当時民間会社としては、目白水槽(当時は運輸技術研究所、以下運研)で初めてとされるシリーズテストが計画され、目白に長期出張を命じられた。この成果の一部は、造船学会に「大型単螺旋船船型の設計について」として発表されている。文献[1]

著者は菅四郎(運研部長)、高橋菊夫(川重、前出)、土田陽(運研課長?)、平野美木(川重、課長?)であり、残念ながら筆者の名前は勿論先手なので載っていないが、上司の指導の下に海外文献の渉猟と多数の試行錯誤による線図作成と関連部門との調整、目白での原寸模型線図の作成などの経験は、まさに船型設計の入門を果たしたような自信が芽生えたものであった。

以後、タンカーは10万トンDW、20万トン、40万トンと大型化し、タンカー以外ではコナテナ船からPCC、高速フェリー、LNG船、と新しい船種が建造されるようになった。これら全て船型の開発を担当してきた。その間、造船研究協会共同研究の多くのSR部会にも参画、一時はその流力関係のテーマを選択調整する調査部会の纏め役も担当した。特定の国内造船所との船型関係共同研究、更にはNSMB(現MARIN)における国際共同研究にも参画した。

爾来半世紀、明石船型研究所の立ち上げに参画した後、同研究所に 10 年、新来島ドック顧問 6 年、船型開発関連に係わって来た。上の第 1 図は戦後の造船半世紀の海事推移概観に重ねて筆者の履歴の節目を示す。ここに示される画期的な日本造船界の発展には、船型開発も大いに貢献しているものと言えよう。



第 1 図 戦後の海事世界の概観 と筆者の private 軌跡 2008.11 岡本 洋 文献[2]
 図中に示す建造量 GT は千トン単位

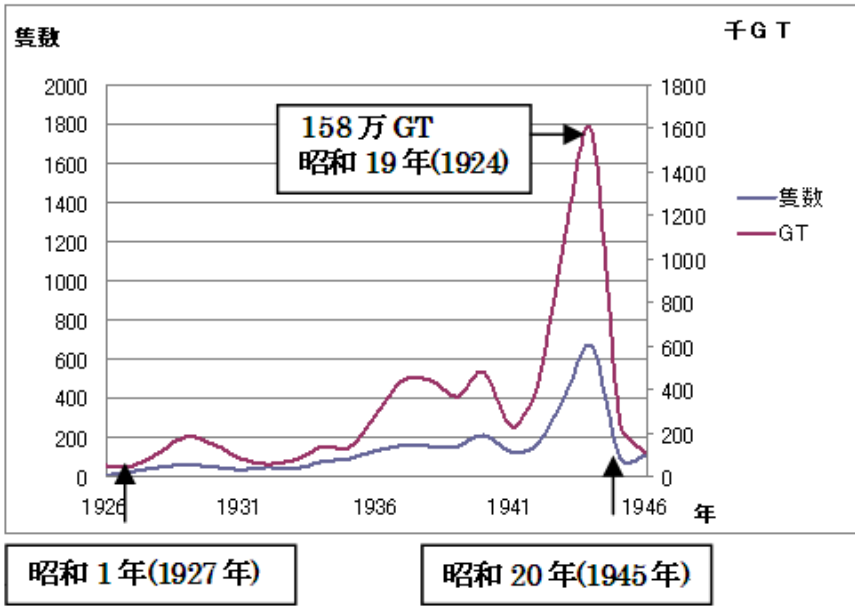
——さて、当シンポジウム主題の下で、「共同研究」について述べる前に、その背景を理解するために、当時の日本・世界の造船業界の置かれた環境、船型設計資料の状況について触れることにする。

3. 戦前から戦後へ。復興の夜明け前

我が国の造船は、崩壊した敗戦後の僅か 11 年、昭和 36 年(1956)には産業革命来世界の造船界に君臨した英国の建造量をぬいて世界トップに立ち、その後約半世紀にわたり世界の 50% に迫るセヤーをキープし続けてきた。この急発展を果たす昭和初期から戦後の出発点の状態はどうであったのか、見ておく必要がある。

次頁の第 2 図はそれを示している。太平洋戦争をはさむ昭和の初めから戦後まで、1~21 年間の我が国商船建造実績を示す。終戦後の 21 年には年間僅か 10 万 GT の状態の壊滅状態となっている。戦後はここから復興することになる。現在わが国が約 1 千 2 百万 GT/年を建造していることを考えるとまさにゼロからの奇跡的な復興で、まさに爆発といえるかも知れない。

第 2 図は戦後船型試験所長(運研)から船舶局長に転出した山縣先生の戦後、雑誌「船舶」への投稿であるが、先生はその中でこの惨めな戦後の状態から、日本造船の将来に悲観的な意見をのべられている。それは、戦争による我が国造船所の被害は壊滅的ではなかったにしても、日本の工業力復興を抑えるこむ GHQ の当時の方針と共に、主要造船所設備が戦時賠償に指定されたことなどを考慮しての当然のご意見であったであろう。然し、現実には全く正反対の躍進となった。常に希望をもって取り組まねばならない、という歴史の教訓であろうか。



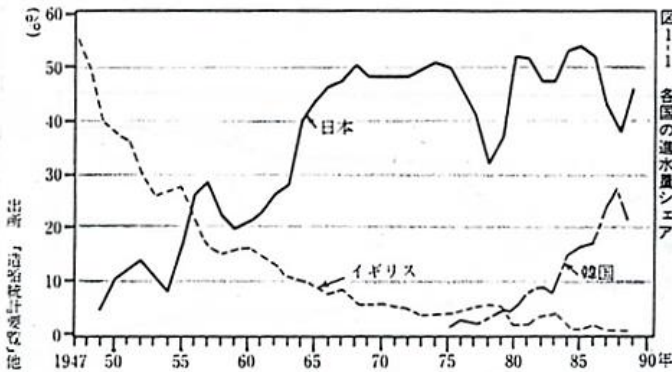
第2図 昭和1～21年の我が国造船実績↑→

第1表 造船建造実績 (100 総噸以上の)

年度(昭和)	隻数	總噸	
		年	間
1926(1)	7	52,362	
1927(2)	31	52,523	
1928(3)	48	111,977	
1929(4)	63	184,672	
1930(5)	49	148,382	
1931(6)	32	81,771	
1932(7)	46	56,084	
1933(8)	39	75,907	
1934(9)	78	141,856	
1935(10)	94	132,365	
1936(11)	133	293,285	
1937(12)	160	444,959	
1938(13)	155	443,459	
1939(14)	155	367,129	
1940(15)	210	482,583	
1941(16)	124	228,080	
1942(17)	172	424,790	
1943(18)	424	1,126,040	
1944(19)	665	1,579,610	
1945(20)4~7月	61	168,690	
8~3月	30	80,670	
合計	91	249,360	
1946(21)	113	107,760	

4. 造船の戦後復興 文献[3]

4.1 英国の凋落と日本の興隆の対比

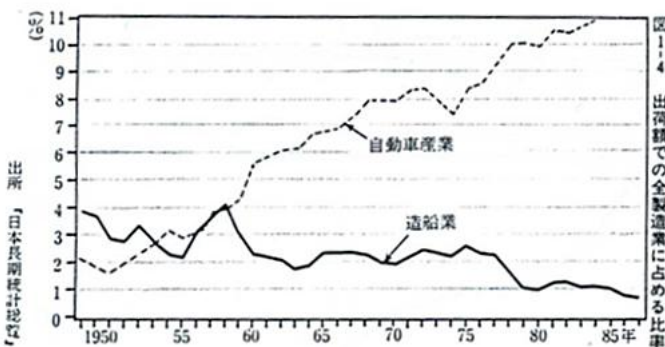


世界の造船リーダー国であった英国造船は長期にわたり世界セーヤ60%に近い圧倒的な実績を続けてきたが、然し、第二次世界大戦の終了と共に急速に衰退を続け、21世紀の現在は世界の統計にも乗らない程度に崩壊した。第3図から世界のリーダー交代の様子を見ることが出来る。

第3図 日英韓の進水量推移

日英のクロスポイントが1956年で、それ以後も英の凋落はとどまる所が無いのに比して日本の興隆は継続する。これは、我が国では建造量の増大と共に技術開発の好循環が進んだものとおもわれる。戦後のこのような造船の発展は戦後日本の外貨獲得の救世主としてなったのだが、その後の経過を次に見る。

4.2 国内自動車産業との対比



1058年(昭和33年)までは、造船は輸出産業のリーダーであった。然し、以後は、残念ながらその座を自動車にゆずっている。

第4図 自動車産業との対比 (日本国内)

5. 船型共同研究とその背景

5.1 戦後造船界の状況 —— 建造量の増大と船型の大型化

先に見てきたように我が国の新造船建造量が英国を抜いて世界第一位になつたのは、昭和31年(1956年)であったが、所得倍増計画(池田内閣)に支えられて昭和34~36年の岩戸景気と石油消費量の増大ににり、我が国の Oil Tanker の大型化の兆候が既に現れていた。日章丸(13万 DW、当時世界最大)の竣工は昭和37年であった。

以後急激にタンカーの大型化は着実に進み、昭和40年初頭の40万 DW、50万 DWへと進んでゆく。これは運行費のスケール・メリットを追求することによる当然の趨勢であるが、船型設計の立場からすると従来の研究結果・データは使えず新しい設計の度ごとに新規の開発設計を要求される状態であった。文献[4]

5.2 従来の設計資料、参考文献 —— テキストブック、水槽試験資料など。

- 1) 山縣チャート、テイラーチャート (文献[5]) —— この時期までの従来のタンカーの船型は $L/B > 7, C_b < 0.8$ であり、それを越えて、 $L/B < 7, C_b > 0.8$ の領域は「もはや船ではない」と言われていたと、横尾幸一氏が戦後英国留学時の回想として紹介している(文献[6])。このように山縣チャート(文献[7])の抵抗篇)における標準船の $L/B = 7.14$ で $C_b < 0.8$ であるし、テイラー・チャートは元来軍艦が対象であることもあって、同様である。あとで触れるように戦後の造船発展期のタンカー船型の一つの特徴は $L/B < 7, C_b > 0.8$ (以後、ずんぐり船型) に象徴される。

2) 海外のテキストブック、水槽試験資料

代表的なものとして、英国の Baker、米国の SNAME 編集の「基本造船学」、戦後のものとしてはオランダで纏められた文献[8]などが利用されたとおもわれる。この時期には、米国の Series 57, Series 60 も内容が豊富で盛んに利用された。また、同じく Saunders の「Hydrodynamics in Ship Design」文献[9]は戦後ご出版の大部の教科書で、バルバスバウに関する解説も可なり多いがずんぐり船型などを含め具体的な資料には乏しい。

一方、具体的に市場の要求するものは、急速にずんぐり度をましていった。そしてもう一つの要素がバルバスバウへの指向であった。

3) バルバスバウへの指向—Mariner Type Ship (文献[10]) の出現など

既にこの研究? はフルードに遡る。下ってテイラーの教科書にも取り上げられている。そして多く軍艦に採用された実例はあるし、わが帝国海軍の最後の戦艦「大和」にも採用されているのはよく知られていた。然し、従来、商船に採用されたものはあまりなかったといえる。米国の Maritime Administration は戦後の米国海運の世界戦略?の一環として、1951年初頭、35隻の新鋭貨物船の建造を契約。ほぼ、1954年(昭和29)までに建造を終了させた。タンカー船型ではないが、戦後の船型設計者の目で見たととき、当時としては刺激的な設計内容であった。その一つは高速化、もう一つはバルバスバウ 4%

(AFP/ Amidship 以下 f)の採用である。ここに、**Mariner Type Ship の船型要目** は、

$L \times B \times d \times C_b = 158.496 \times 23.16 \times 8.23 \times 0.612$ 、V 航海=20K、F=0.261、f=4%
線図も公表されている。

5.3 試験水槽の状況—我が国と世界の状況、国内造船所の共同研究へ。

- 1) 日本の試験水槽——世界の船型試験水槽の建設は、W.Froude の 1871 年の 85.m を最初とするが、我が国では日露戦争(1904—5 年)のわずか 3 年後の明治 31 年(1908 年)に三菱・長崎(122m)、帝国海軍(125m)とそれぞれが共にこの年に建設された。三菱造船のこのような早期の水槽建設は敬服に値する先進的なものだったが、その他国内では、大学などは別として一般用の水槽建設は約 20 年の後となる昭和 2 年(1927 年)に当事の逓信省管船局・船舶試験所に第 1 水槽(190m)、つづいて昭和 16 年(1941 年)に第 2 水槽(190m)が建設された。昭和 2 年からの試験水槽の所属は逓信省管船局・船舶試験所第 1 部を経て、戦後、他の研究機関と統合して運輸技術研究所・船舶推進部となった(以下運研。又は目白水槽)。
- 2) Over Flow 戦後の急増する船型試験の依頼は、三菱重工を除き国内の全造船所からこの目白水槽に集中する状況となる。川重の場合は、目白水槽の over flow 分は、NSMB(Netherland Ship Model Basin, オランダ)に依頼することが多かった。それ以外にも、英(NPL, National Physical Laboratory など)、

ノルウエイ(トロントハイム工科大学連携水槽)、スウェーデン(国立水槽 SSPA,ゲーテボルグ)などにも船主の都合で依頼することも度々と言う状態であった。他社も大体同様であったかもしれない。第 3 図に示すように、世界の半分近くに達しようとする日本に三菱以外に依頼できる水槽が目白の 1 箇所と言うのは本来無理であったろう。

約 25 年後に川重も自社水槽を当時の日立造船と共用(現在は川重独自水槽)で持つことになるが、この当時の国内の多くの造船所よりの水槽試験の集中による満杯状態に、運研の調整もあり、類似の試験を希望する造船所が共同で、目白水槽を利用するようになった。

各造船所は建造船の性能確認試験にとどまらず、肥大船、高速船の設計資料の不備をカバーするシリーズ・テストを計画するようになっていたからである。

6. 造船所の共同研究へ——タンカー、ライナー船型

6.1 **UT シリーズ**(運研タンカー・シリーズ)——さきに記した川重の昭和 25 年(1950)竣工の 1.8 万 DW

タンカーのテスト、翌昭和 26 年(1951)から昭和 27 年(1952)にいたるまでに日立造船、播磨造船のテスト、さらに昭和 29 年(1954)からは、三井造船、日立造船、川崎重工によるタンカー船型に関する Cb,L/B 影響などを含むシリーズ・テストが行われその模型試験隻数は 35 隻に達した(SR200-6 報告書)。これが UT シリーズである。三菱重工は自社水槽で独自に試験活動を行い、この研究を含め目白水槽における造船所による共同研究には参加していない。UT シリーズがから発展して、次に述べる SR41 部会へと発展してゆく(第 5 図)。

6.2 高速貨物船の船型研究、

昭和 30 年代、高速貨物船の水槽試験を目白に依頼していたのは川重と三菱 3 造船所分割時代(昭和 25~39 年)の三菱・横浜(社名は東日本重工、昭和 27 年から三菱日本重工)であった(文献[6])というが、くれない丸の実船試験、昭 36 年(1961)に先立つ 4 年の昭和 32 年(1957)に、川重が目白で行った 1.4 万 DW 高速貨物船のバルブサイズ試験結果、更にくれない丸実験の 3 年あとに三菱・横浜が行った Cp カーブ・シリーズ結果が運研講演会に発表されている。

これらから、昭和年 40 年(1965)に高速船研究委員会(Liner Committee)が発足した。メンバー会社は造船 7 社(石播、住重、川重、佐世保、日鋼、日立、三井)で、これに運研推進性能部(横尾幸一他)、技セ(矢崎氏他)、東大(乾先生、梶谷先生)であった。以後取り上げる造船所の共同研のメンバー 7 社とは、この広い意味でこの組織をあらわすものとする。

7. (社)日本造船研究協会の設立—昭和 27 年 6 月。以下造研。

7.1 来歴 今まで見てきたように、戦後の造船復興が進み建造技術に関する構造関係を含めた造船所各分野の研究を効率的にすすめようとする機運が高まっていた。このような背景から、昭和 27 年 6 月に民間における造船関係技術の共同研究の中核体として造船、海運および造船関連工業各界の諸団体、諸会社を会員として造研が設立された。一社では出来ないような研究を国内各関係機関が協力して効率的に推進しようとするものである。研究関係では、研究協委員会の下に、調査部会。その下部に研究実行組織として研究部会(SR 部会)がおかれた。このほかに船型の大型化につれて経済性は向上するにしても、安全確立のための諸基準が未確立との見地と、IMO 対策のために、基準委員会が設けられ、RR 部会が各種もうけられた。

7.2 組織と事業費—昭和 55 年造船研究協会概要より

- ・会長—昭和 55 年時点で、三井造船 1 人、三菱重工 4 人、石播 1 人。夫々社長、会長、相談役職者。会費総額—5 億円。
- ・事業費—4 億 21 百万円の収入内訳 = 日本船舶振興会 73.9 %、造船各社(造工) 7.3 %、科学技術庁 4.3 %、その他。支出内訳 = 研究部会 67.3 %、基準部会内訳 = 31.6 % その他。
- ・改組—1952 年より 53 年継続の後、2005 年に新たな組織として(財)日本船舶技術研究協会(JSTRA)となる。標準協会、船舶解撤と統一されたが、造研の基本理念の研究開発は新組織にも引き継がれている。www.jstra.jp 参照。

7.3 研究部会

発足後最初の研究部会 SR 1 は、「日聖丸実船試験成績と模型試験成績との対比研究」昭和 27 年(1952)6 月~28 年 10 月。委員長 菅四郎、幹事 土田陽、委員 青山貞一郎、

伊藤達郎、乾崇夫、岡田正次郎、蒲田利喜蔵、木下昌雄、志波久光、中村彰一、谷口 中、原田秀雄、山県昌夫。日聖丸は、1951年に日鋼・鶴見で完成した $L_{pp}=128m$, $C_b=0.72$, $V=13.4K$, $DW=9,914 t$ の貨物船。大先輩の名が連なり、まさに戦後の船型関係の組織的な研究の始まりといえる。以後毎年プロペラ性能などを含む船型関係そのた構造、溶接、機関など約 5~6 件が平行して活発に進められた。28 年後昭和 55 時点で約 210 部会が行われている。2005 年に新たな組織として(財)日本船舶技術研究協会(JSTRA)となった時点の総計は SR は 255 件。本稿では、その前半期間の中で肥大船、高速船の船型開発の関連部会をとりあげる。

II. 共同研究

船型開発に関する共同研究の概要を昭和 55 年ころまでについてとりあげる。

船型に関する、SR共同研究と造船各社間の共同研究 1/3

年度	SR 研究部会	造船所の共同研究	年度	SR 研究部会	造船所の共同研究
29 以前		連研「運研タンカーシリーズ 昭和 29 年 (UT シリーズ)」から DW: 3 万トン程度	34	SR 41	
30	昭和 29 年 ~ 39 年	UT シリーズ	35		SR45 高速船
31			36		MPC (マンモス・タンカー推進研究会) 運研、造船 2 社
32			37		
33	SR 41 「肥大船の運動性能」 ~5 万トン程度 2.0 m 程度		38	SR 61 「高経済性船舶の運動性能」 DW: 7~8 万トン程度 L: 240 m 程度	MPC
			39	SR 61	BS (バルブ付肥大船研究会) 船研、造船 5 社 BS 6080

船型開発を広義に解釈すれば、抵抗・推進、運動性能、操縦、プロペラなどが含まれるがここでは肥大船、高速船の抵抗推進、それも前半部を主に取り上げている。下に示す第 5 図は SR および造船所の研究の項目と実行年度の線表である。以下昭和を S, 平成を H。

←第 5 図の 1/3

S.29 年以前~S.33 年、
S.34 年~S.39 年。

MPC は Manmoth Tanker Performace Committee. で、主として模型/実船のコリレーションを祖度の面から研究。佐世保、石播、阪大 (笹島)、広大 (仲渡)。

SR共同研究と造船各社間の共同研究 2/3

年度	SR 研究部会	造船所の共同研究	年度	SR 研究部会	造船所の共同研究
40	SR 61	FTC (肥大タンカー研究会) 船研、造船 5 社後に 7 社	45	SR 107	RR 2 LITAC
41	SR 98 SR 302 「巨大船の運動性能」 DW: 20 万トン程度 L: 300 m 程度	FTC S39~43	46	RR 1	PRC LINEC
42	SR 304 「50 万トンタンカー式設計」	LCライナー船型 S40~44	47		RC 「推進性能研究会」 船研、技せ、造船 7 社
43	SR 98 S41~43	統合して LITAC に	48		LSP 「船型自動試験不安定現象と船尾形状研究会」 技せ、造船 3 社
44	SR 107		49		P R C LSP
44	SR 107 RR 1 RR 2 「船舶の速 「巨大船」 計画及びの海上試験 転方策」 馬力推定法 運動面への精度向上」の密構	LITAC 「ライナー・タンカー研究会」 船研、技せ、東大、造船 7 社	50	SR 159 「新経済船型開発のための船尾まわりの流場研究」	

←第 5 図の 2/3

S.40 年~S.44 年、
S.45 年~S.50 年。

SR共同研究 と 造船各社間の共同研究 3/3

年度	SR 研究部会	造船所の共同研究
	SR 159	
51		LSP
52	SR174 「馬力削減を目的とした1軸中置船の船型形式の開発」 DWT: 4~6万トン程度 L: 210m程度	
53	SR 174	PRC IINEC
54	SR200-6 「肥厚船の推進性能に関する研究のとりまとめ」 SR200-5	船研、技セ 造船6社
55	SR200-10 「SR174 研究成果のとりまとめ」	PRC 終了 昭和62年

日本造船研究協会報告書第94号の表1を加筆編集した。

肥大タンカー船型設計、ライナー船型設計関連のものを示した。SR研究部会は日本造船研究協会。造船所の共同研究とは、目白水槽を利用する国内造船所、単独もしくは複数社が船研・技セと共同で行ったシリーズ試験研究(三菱を除く大手造船所)。ここでは、肥大タンカー及び、ライナー船型設計関連のものを示した。LITACは昭和46年に再度、タンカー船型対象のPRCと、ライナー対象で東大を中心にソフト開発を指向するLINECに分かれ、三菱も参加。

←第5図の3/3
S.51年~S.55年、
以下略

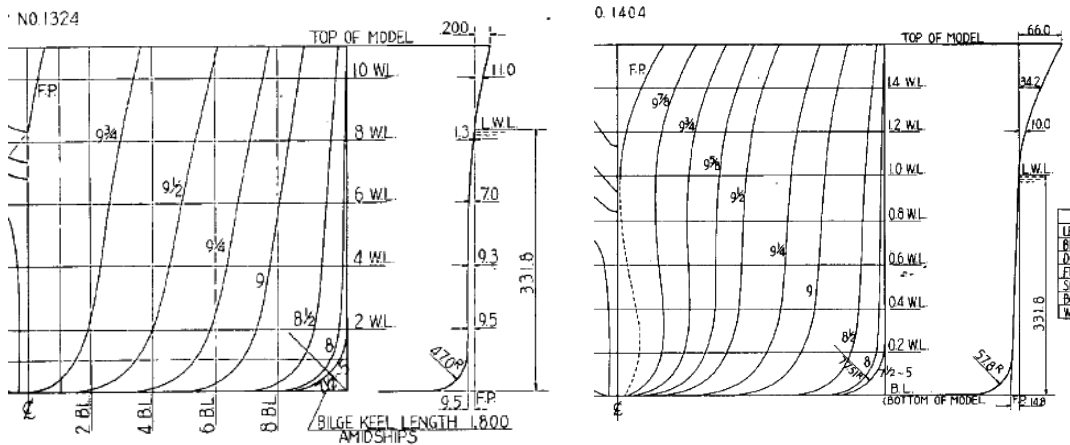
以下にも続くが 略。造船研究協会概要、及び 同協会報告書第94号参照

8. 年度と研究題目と概要

文献 11)、SR200-6 に概要がまとめられている。また SR の報告書は、日本船舶技術研究協会の web 上でべて pdf 化されたものを見ることができる。SR 研究一覧とかく部会からそれぞれにアクセスできる。<http://www.jstra.jp/html/a04/a4b02/a4b1c02/> ここでは概要のみを記す。

シリーズの名称・肥大船一名称、 主要目、 シリーズ内容、 メンバー等

- 8.1 UT シリーズ (運研タンカーシリーズ) L=190m, 3.2 万 DWT 船型、Cb=0.78、L/B 影響などを含む、三井・日立・川重。
- 8.2 BS6080(バルブシリーズ) Cb=0.80、0.82。L/B=6.0、石播、浦賀、川重、呉、日鋼。
- 8.3 FTC(Full Tanker Committee)、PRC(Propulsion Research Committee)
平行部の影響、B/D の影響、バラスト状態の抵抗試験、2 軸船の B/D の影響、Frame Line、バルブ
- 8.4 SR41 超大型船の運航性能に関する研究 L=220m, 5.0 万 DWT 船型、
バルブなし普通船首(目白水槽) —▽/L3 比シリーズ、Fr.Line, Cp カーブ、lcb[∧](Cb=0.80, 0.82)、
バルブ付船首(三菱長崎水槽) —▽/L3 比シリーズ、Cp カーブ、lcb[∧](Cb=0.80, 0.82)、
(直立 Stem. で 4%程度 of 小型バルブ) L/B=7.0~7.6, 母型=7.34 Cb=0.80、0.82、Fr.Line, Cp カーブ、
1 軸、2 軸船の推進性能比較 (Cb=0.80, 0.82)、波浪中。
この外、標準試運転要領とエベレスト丸、鶴那丸他の試運転解析、操縦性模型試験等。



第6図 SR41 船型 ↑6-1・船首バルブなし ↑6-2 船首バルブ付

8.5 SR 61 高経済性船舶の運航性能に関する研究 S38.4～41.3

L=240m,30,000BHP 1 軸船 No Bulb 船型, Cb=0.80, L/B=6.0, B/d=2.76, lcb=-1.5 %
 を原型。静水中抵抗・自航試験。Cb=0.78,0.80,0.82, L/B=5.5,5.75,6.0 の組み合わせ。
 Cb シリーズ 0.78,0.80,0.82,0.84。lcb シリーズ。2 軸船の Cb シリーズ、1 と 2 軸比較。
 このほかにも波浪中、流線、標準試運転成績の解析。更に旋回・操縦性。

8.6 「肥大船型におけるバルバスバウの効果」について、この時期までに重ねられてきた船型試験から得られた成果は初歩的なものであったといをざるを得ない。満載では若干改善があるが、バラストでは肥大船の Frouse 数範囲 0.2 前後以下では抵抗が増加しているものが多い等のために、バルブ採用決め手にはならない。関係者が多く、試験計画が細切れの感は否めない。主要目の影響をみる資料としてはある程度の利用価値はあるであろう。

8.7 SR 98 巨大船の運航性能に関する研究 S.41.4 ～44.3——突出バルブ、理論計算。

ここでは、系統試験とともに船型改良が行われた。このほかにも速力試運転成績の収集も行われた。系統試験はここでも Cb シリーズ、バルブ影響。2 軸船の Cb, L/B シリーが行われている。

・**バルブ影響**は今までのようにバルブは満載で良く、50%▽では良くないと評価されているのは、従来のものと大差はない。ここでの前進は船首形状の改善による馬力節減の研究である。この研究において、初めて突出バルブが現れる。「突出バルブによって、バラスト状態における改善が著しいことが知られてきた。」として、理論計算と水槽試験の両面から実施された。因みに、

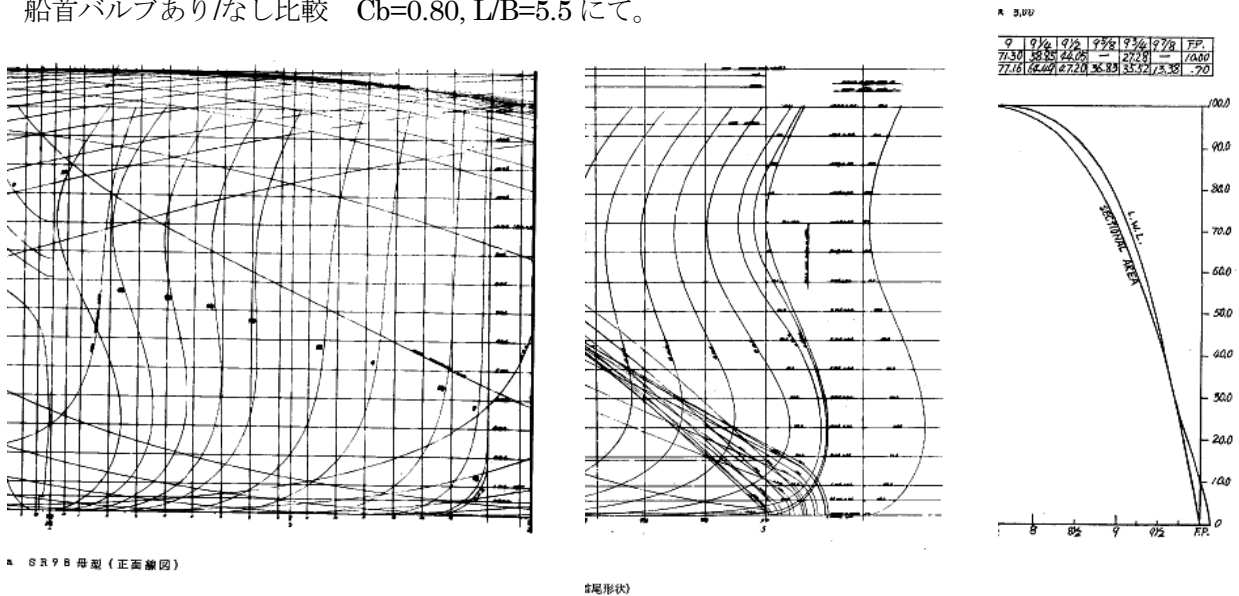
・**筆者の論文** 筆者もこの SR98 の委員であったのだが、この研究の始まる丁度 1 月前に突出バルブによる大幅馬力改善を確立して既に実船採用を終え、成果を文献[11]に発表していた。別項で紹介する。

・**1 軸船の系統試験**—— 母型がはじめて突出型バルブ f=10%となる。

Cp カーブ Cb=0.80, L/B=5.5, B/d=3.06, lcb=-2.5%。 Cb シリーズ 0.78,0.80,0.82,0.84。

・**2 軸船の系統試験**——Cb シリーズ L/B=5.5 で、Cb=0.80,0.82,.84

船首バルブあり/なし比較 Cb=0.80, L/B=5.5 にて。



第 7 図 SR98 母型 前半部線図と Cp カーブ前半

ようやく、かなり肥大船の船首形状に近くなってきた。この部会の委員として東大からは乾、田古里量先生がメンバーに参加されている。

・**理論計算**——主船体の変更自由度がないためにバルブ部分とフェリング部に着目。「計算は流線追跡、数式表示、Secondary Flow について実施し、2m モデルによる回流水槽による予備的な流線観測。2.8m モデルで抵抗試験実施」と報告書にある。詳細略。

7 隻の試運転解析では、 ΔC_f はシェンヘルの式を使用したとき $-0.11 \sim -0.40 \times 10^{-3}$ 程度、 $(1-w_s)/(1-w_m)=1.25$ 程度、などの結論がつけられている。

8.8 SR45 超高速船の系統的模型試験(運航性能に関する研究) S.35.4~38.9

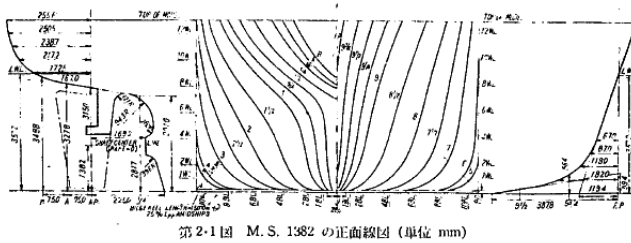
L=150m, 15,000DWT, Vservice=21~22K, 22,000 23,000 BHP の高速貨物船を想定した船型で、多分に Mariner 船型を連想させる計画である。

Mariner 船型	1951~54 年就航	Lpp=158.5m, Vserv.=20 K
SR45	1960~63 年	Lpp=150.0m, Vserv.=20~21 K
くれない丸	1961 年就航	Lpp=80.0m, Vserv.=18.0 K
山梨丸	1962 年就航	Lpp=150.0m, Vserv.=19.54 K
山城丸	1963 年就航	Lpp=150.5m, Vserv.=20 K
ふらんす丸	1967 年就航	Lpp=156.0m, Vserv.=19.8 K

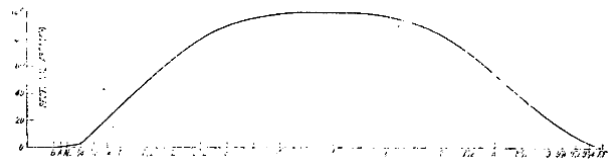
左に Mariner に続く年代の 高速、貨物船を対比した。

くれない丸はこの範疇より外れるが、従来のわが国のこの種のライナーボートの船速はこれより一段低いもの

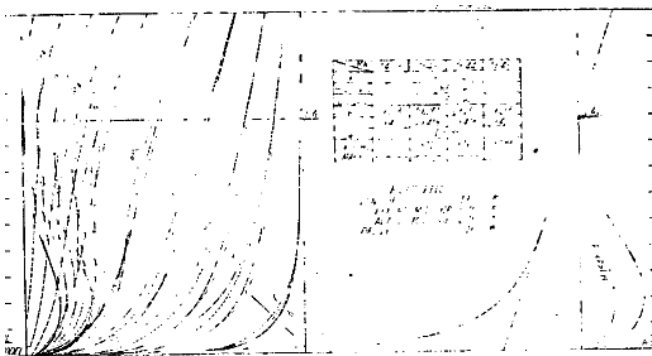
- 主査は、木下昌雄氏であるが、幹事には、谷口 中、横尾幸一などの各氏と委員には乾先生の名もあがっている。
- シリーズ・テストの種類 母型 : L/B = 7.0, B/d = 2.4 。
 - Cb シリーズ Cb=0.55~0.65、
 - L/B シリーズ L/B=6.5~8.0
 - lcb シリーズ lcb = + 0.7~+2.5 %、
 - Cp シリーズ Cp=0.632~0.653、
 - Cm シリーズ Cm の bilge circle 半径 r=1.896~ 3.368m
 - Cp カーブシリーズ 原型+肩張り・肩落ち、
 - Fr 形状シリーズ M、U、V 型
 - Bulbous Bow シリーズ数種 at L/B = 7.0, B/d = 2.4, Cb=0.625,
- その他の研究
 - 波形分析を適用した Cp カーブシリーズ。
 - 波浪中系統試験
 - 操縦性模型試験
 - 標準試運転 山利丸(日立)、山梨丸(三菱横浜)、りっちもんど丸(三菱長崎、データ提供)
 - 推進性能算出用設計図表の作成。(後に A4 版 97 頁ハードカバー本として完成)



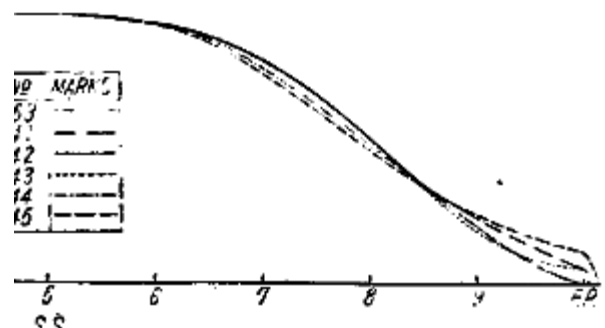
第 8.1 図 SR45 母型・線図



第 8.2 図 SR45 母型・Cp カーブ



第 9.1 図 SR45 バルブシリーズ Body, Stem



第 9.2 図 SR45 バルブシリーズ Cp カーブ

バルブ・シリーズの抵抗試験結果では、皮肉にも設計点に近い F=0.25 付近でカーブはクロスしている。1/2 载荷では F=0.26 までは f=0 が rr が低くて良く、 F=0.26~0.29 は f=6 % F>0.29 は f=12 %が良いというほぼ常識的な結果である。ここでは、バルブサイズに応じて、第 9.2 図に見るように Cp カーブの肩の形が変化していることに留意する必要がある。

9. 系統試験全般について

造船所・SR を含めて、実に多数の数の船型試験が精力的に続けられていることである。系統試験はその性質上主要目などの傾向を数量的につかみ、設計資料として利用するのが第一の目的であるから、データそのものが成果ということが出来る。研究のあるべき姿として、その成果からその先に掘り下げて更により良い船型を求めるというアプローチが望まれるが、多数のメンバーによる共同研究では、一定の限界がある事を認めざるをえない。

Ⅲ.幾つかの関連する事例

10.肥大船への突出バルブの採用

10DW 万トン・タンカー”Golar Nor”は川重・神戸工場で昭和 39 年 11 月(1964)起工、翌 40 年 3 月進水、昭和 40 年 7 月(1965)に竣工した。この当時でも肥大タンカーにバルブは採用されてはいたが概ね突出のない小型のものであった。本船では、初めて突出型のバルブを採用し、予期の成果をえる事ができた。その設計の由来を翌年、文献[12]に紹介した。その後、国内でも主流になるこの種のバルブとしてはさきがけであつたであろう。来歴の要点を紹介する。

10.1 本船の主要目

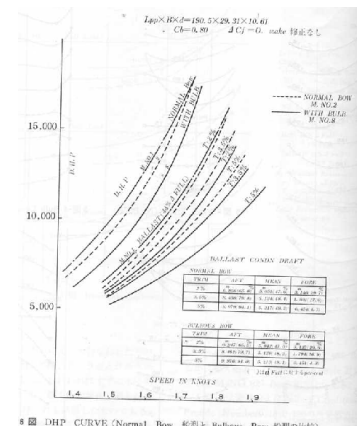
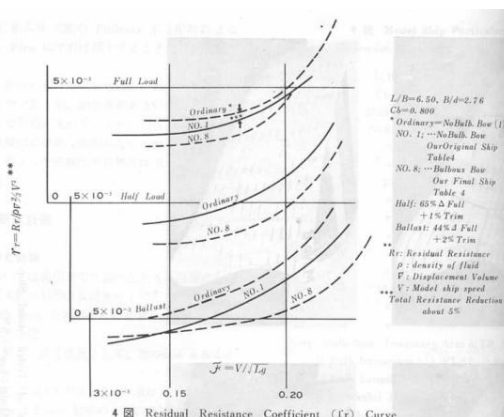
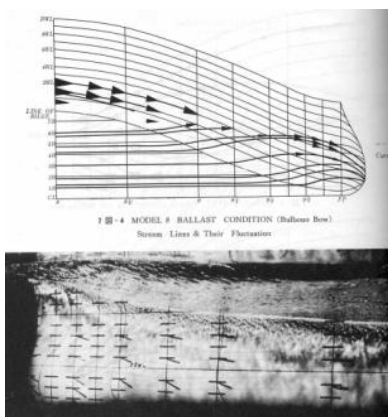
”Golar Nor”号 $L_{pp}=245.00$, $L/B=6.13$, $C_b=0.81$, $MCR24,000SHP$, $V_{serv.}=15.9 K$, $F=0.16$



第 10 図 ”Golar Nor”号の進水時、航走時航空写真

10.2 模型試験

明石船型を造るまえの時代のことで、すべての試験は目白水槽でおこなつた。流線観測は自作装置を持ち込み当方でおこなつた。模型の要目は $L/B=6.00$, $C_b=0.80$ としている。



第 11 図 1/3 流線観測

2/3 rr カーブ

3/3 DHP カーブ

このシリーズの模型は木製で、バルブサイズは(0,7.5,15%)、バルブ長さは0.35~2.56%まで7種類、lcbは1.5, 2.5, 3.5%の組み合わせの計12隻。試験結果は、第11図2/3、3/3に示すように満載・バラスト状態ともバルブ・サイズ7.5%、突出長さ1.84%のN0.8模型がDHPが最小。所要のDHPを設計点(満載F=0.18、バラストF=0.195)でみると、原型(バルブなし)に比して満載で18.2%、バラストで15.5%の減少という好結果がえられている。

従来のバラストで寧ろ抵抗が増加するバルブ船型にくらべこの突出型バルブ船型では、バラスト状態において船首バルブ後部からビルジ部の整流効果が抵抗の減少に貢献していると考えられる。第11図1/3に示す流線観測の結果はそれを裏付けていることを確認した。これにより社内、船主に自信ある提案が可能となった。

1 1. 山城丸のデビュー

くれない丸の実船試験の翌年、日本郵船むけの高速貨物船山梨丸が1962年に三菱・横浜で、翌1963年に三菱・長崎で山城丸が竣工した。この両船はほとんど同じGT、サービス・スピードであるのも関わらず山城丸は山梨丸の17,500BHPから4,500HPも少ない13,000BHPを実現したとしてその画期息優秀性が喧伝された。同様な要目の川重建造のふらんす丸も併記して要目対比の概要を下に示す。

	<u>L x B x d x Cb</u>	<u>BHP x RPM</u>	<u>満載航海</u>	<u>船主/造船所</u>	<u>進水年月</u>
山城丸	150.0 x 23.00 x 9.342 x 0.561,	13,000 x 124,	19.54 K,	郵船/三菱長崎、	1963.11
山梨丸	150.0 x 20.80 x 9.075 x 0.626,	17,500 x 115,	19.7 K,	郵船/三菱横浜、	1962.10
フランス丸	156.0 x 22.60 x 9.60 x 0.583,	13,200 x 121,	19.8 K,	川汽/川重、	1967.2
	<u>排水量 t</u>	<u>L/B</u>	<u>B/d</u>	<u>Bulb %</u>	
山城丸	19,593.5	6.52	2.46	6	BHP は、at MCR
山梨丸	18,543.6	7.21	2.29	0	
フランス丸	20,351	6.34	2.35	6?	

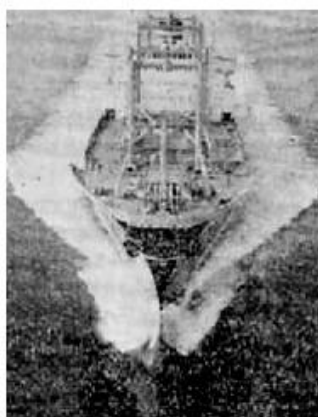
第12図 山梨丸、山城丸、ふらんす丸要目比較

これを船型要目の相違から見ると、山城丸の違いは L/B を小さくして船幅を広げることにより Cb を0.561,まで小さくし、更に6%のバルバスバウをつけたことにある。三菱・長崎によると約100隻に及ぶ水槽試験によりこの船型を確立したと説明している。この船型のデビューは船型設計の中で十分に評価すべきこととおもう。とは言え、その内容について、率直に言って、色々意見もあるのも事実である。乾先生の波なし船型の理論が大いに参考と刺激になったのも事実であろうが、100隻という数字には先生も異論のべられておられる。1967年2月にほぼ山城丸に近い要目の川汽向けの高速貨物船ふらんす丸を竣工させたが、ほぼ山城丸と同等の性能を得ることができた。機会を見て色々意見を述べてみたい。

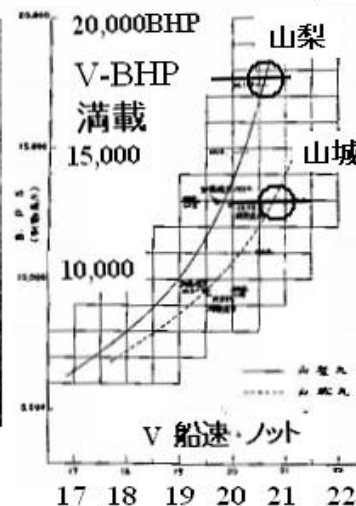
山梨丸、山城丸試運転時の写真とBHPカーブ比較



山梨丸



山城丸



←第13図

12.バルバスバウ 乾特許

乾先生の波なし船型の成果は特許が申請され、外国を含め日本で特許が成立登録された。またエクソン社のエンジニアリング開発部門が出願しドイツで成立した特許がある(これをエッツ特許とする)。

乾	バルブ	特許	出願	昭 35. 2.1	公告	昭 36.9.19	登録	39.2.11
Esso	バルブ	〃	〃	昭 38.10.15	〃	昭 40.9.30	ドイツ特許	1203165

ともに特許期限は切れているが、乾特許がエッツ特許をおさえる意味での貢献があったことと、当時のこの問題の状況は記録に残しておくべきではないかと考えられる。

IV.結び

13.戦後の日本造船の急拡大——壊滅に近いまでに崩壊し、GHQ の再び立ち上がれない状態にしておこうとする政策のもとから奇跡の復興を遂げた日本造船。船型設計技術もまた大きく発展してきた。その中における共同研究を中心に取上げてきた。先ずはその膨大な量の研究を実行しつづけたエネルギーに感心させられる。やはり、次々に押し寄せる船型の大型化、経済性追求のための設計的要求など、忙しい中に技術者の情熱をかき立てる命題が現れた時代だったように思われる。

14.反省——共同研究についてみると、はたして効果的な研究が行われたのか、考えさせられる。内容的に見ると試験内容が次第にパターン化してきていなかったか。系統試験としてはもっと広い視野で取り組むべきであったように思われる。またテスト結果の分析・整理も十分であったと反省させられる。

15.船型学は学問か——「船型学」を最初にネーミングされたのは、その著者である山県先生である。

昭和 21 年 1 月号の雑誌「船舶」の座談会の司会者として、先生自身がその様に反省とともに、問題を投げかけておられる。現在は実験船型学であって、理論船型学のバックボーンがあまりに希薄だ、と発言されている。その後約 10 数年、乾先生の波なし船型論理の発展を契機にしたように日本の理論船型学は世界をリードし続けたと思う。

ここに紹介した共同研究には乾先生をはじめ多くの先生の参加を頂いているが、理論と実際の融合を更に進める必要があるように思われる。

16. 筆者経歴

岡本 洋 (おかもと ひろし)

1).1927 年(昭和 2)、岡山県倉敷市出身。現在のサノヤス水島造船所に近い呼松港で少年時代を過す。常に身近に水郷、漁港、遠浅の海、川船、漁船、機帆船、等のように「水と船」という環境があった。

1945 年(昭和 20) 旧制大阪工業専門学校造船科入学。終戦は堺市中百舌鳥で迎える。

1973 年(昭和 48) 工学博士 東京大学。

1948 年(昭和 23) 川崎業重工株式会社入社、造船設計部計算係配属。以後基本設計、性能担当。建造船の Hydrostatic 関連に始まり、速力試験、線図、水槽試験、操縦性、などを経て性能全般担当。

1966 年(昭和 41) 基本設計部性能班長。建造船のプロペラ設計を含め船型設計の統括担当。新船型の開発と調査研究が大きなウエイトをしめた。当時、造船設計で、性能班の様な組織は、恐らく国内最初の組織。

1982 年(昭和 57) (株)明石船型研究所 取締役を経て、顧問、1992 年(平成 4) 退職。

1992 年(昭和 67) (株)新来島どっく(船型研究所) 顧問、1998 年(平成 10) 退職。



- 2).担当した多くの船型設計の中で、本講演に関連深いものとしては、
- ①本文中で紹介した 2 万 DW トン・タンカーの開発と、10 万 DW トン・タンカー Golar Nor (S.NO.1050.)の船型開発。後者では、社長賞を受賞。
 - ②さんふらわ(S.NO.1158)の開発——1172 年竣工の我が国最初の高速度カーフェリー。東大で船型改良した。L=170.0m,V=24K,F≐0.30。「さんふらわ※※」として今もその名を冠したフェリーが走りつづけるが、その初代の船で第 3,4 船は、立ち上げたばかりで川重が指導していた新来島どつく大西工場で建造。
 - ③第十とよた丸(S.NO.1142). 1170 年竣工、日本最初の PCC。本件も社長賞を受賞。
 - ④エッソカナダ向け 11 万 DW トン・タンカー Imperial Ottwa (S.NO.1081). 1167 年竣工。船主よりエッソ・バルブの採用を要求されて、之を拒否。ハンブルグ水槽で当社設計バルブ付船型と比較試験の上、彼らより優れた当社設計船型を採用した。
——など等、当時は次々が新船型であったので全てが挑戦であった。
- 3).共同研究——①造船所、および SR：本文のこの項に示した BS6080 の当初から PRC の終わりまで代表として、また 66 多くの SR も委員として参画した。②NSMB における大型タンカーの国際共同研究にも、明石船型が出来るまで参画した。コックムス、AP モーター、アトランチック、フェロルメ、石油メジャー、AB,Lloyd,Bv,etc 三井、三菱も一時参加。③川重と B+V 社(独・ハンブルグ)とで、コンテナ船の共同研究をハンブルグ水槽を利用しておこなった。
- 4).造船学会水槽委員会元委員(第 1 部会 および 第 2 部会)
- 5)現在 当学会 K シニア 海友フォーラム 会長
海上交通システム研究会 監事。(海運・造船の産官学メンバー、事務局は神戸大)。

以上

記号：フルード数 $F = V / \sqrt{Lg}$ 、
バルバスバウ記号 l (エル) = FP よりのバルブ突出量 / L_{pp} 、
 f (エフ) = バルブ断面積 at FP / Midship Area

参考文献

- [1] 「大型単螺旋船油槽船型設計について」菅四郎、高橋菊夫計、土田陽、平野美木。
造船学会論文集第 31 号 昭和 31 年 6 月
- [2] 「海事分野の発達史—主として戦後の「技術と経営のマクロトレンドを考える」岡本 洋
海上交通システム研究会・第 100 回例会 2008.11.21 Matrix No.64 Feb.1,2009
- [3] 「大府大、シニア・セミナー 船にまつわる四方山話—産業、歴史、文化をさぐる」 全 12 回
岡本 洋。第 5 回・日本造船産業の活躍 より。
- [4] 「創業 10 周年記念報告書—活動の歩み」(株)明石船型研究所昭和 58 年 11 月。非公開。
- [5] 造船設計便覧 p.327.剰余抵抗の項、 関西造船協会 昭和 35 年 12 月。
- [6] 「船型試験をめぐって」その 1~15。横尾幸一 船の科学 1984 年~85 年
- [7] 「船型試験法」山縣昌夫 共立社 昭和 12 年(1937 年)
「船型学(上巻)抵抗篇」山縣昌夫 天然社 昭和 16 年(1931 年)
「船型学推進篇」山縣昌夫 天然社 1952 年
- [8] 「Fundamentals of Ship Resistance and Propulsion」 Part A, Resistance: By A.J.Lap, Part B: Propulsion: J.D.Van Manen. International Shipbuilding Progress.の連載記事を東大、阪大、九大の造船学科教材として許可を得て複写印刷したもの。学術図書印刷 昭和 33 年?
- [9] 「Hydrodynamics in Ship Design」 Vol.1、2、3. by Harold E. Saunders. SNAME 1957.
Vol.1. 648 頁、Vol.2. 980 頁、Vol.3. 507 頁。
- [10] 「Design of The Mariner Type Ship」 by V.L.Russo and E.K.Sullivan. SNAME Transaction
Vol.61 1953
- [11] SR200 第 200 研究部会「造研が実施した研究成果の有効な利用法に関する調査」第 6 分科会 SR200-6
「肥厚船の抵抗・推進性能に関する研究の展望」造船研究協会報告第 94 号昭和 56 年 3 月。
SR200-6 報告書 <http://www.jstra.jp/html/PDF/SR200-6.pdf>
- [12] 「肥大船の船型改良研究」岡本 洋、川崎技報第 28 号昭和 41 年(1966) 3 月。

その他

「よりよい性能を求めて」岡本 洋、山野唯夫、岩崎泰典。

関西造船協会「らん」第15号 平成4年4月。創立80周年記念特集/造船技術の変遷。

「水槽試験の変遷—設計との関係について」岡本 洋。

関西造船協会創立90周年記念出版「航跡」平成14年3月

「Design Chart for The Propulsive Performance of High Speed Cargo Liners」

The 45th Research Committee, The Ship Building Research Association of Japan. 1964.

SR 45 部会の成果を纏めた英文ハードカバー A4 版全 97 頁。序言:木下昌夫委員長。

Design Chart Sub-Committee Chairman 横尾幸一、Secretary:豊田昭三、

Member:藤井斉、伊井英男、松島 shoechi、並松正明、岡本 洋、須藤彰一、高橋 takazo、
富田哲治郎、渡辺恭二、山本 kunio、山崎芳嗣。

「Speed and Power of Ships」 by Taylor,D.W., Washington, 1910,1933,1943.

「A Reanalysis of the Original Test Data for the Taylor Standard Series」 by Morton Garter
1954.Naval Dept. The David W. Taylor Model Basin.Report 806.

SR 研究一覧と報告書 日本船舶技術研究協会 home page

<http://www.jstra.jp/html/a04/a4b02/> SR1～SR803 の報告書を pdf で閲覧可能。

SR41 「超大型船の運行性能に関する研究」 日本造船研究協会報告 第31号

昭和35年11月 <http://www.jstra.jp/html/PDF/SR41.pdf>

「Ship Design,Resistance and Screw Propulsion」 by G.S.Baker.Liverpool.1933.

「社団法人 日本造船研究協会 概要」 例えば 1986年版

Todd Series 57. SNAME 1951

A Proposed New Basis for the Design of Single Screw Merchant Ship Forms and Standard Series Lines,
by Dr.F.H.Yodd and Captain F.X.Forest.

Todd Series 60. SNAME 1953.

Some Further Experiments on Single-Screw Merchant Ship Forms—Series 60. by Dr.F.H.Todd.
SNAME 1954. Propulsion Experiments on Single-Screw Merchant Ship Forms —Series 60.

以上