



造船設計建造技術の50年の変遷*

長谷川 和彦**

1. はじめに

造船における設計や建造技術はこの50年、大きく変わった。筆者は大学に籍を置く身であり、この稿を書くほどの知識は持ち合わせていない。しかし、この稿以降に代表的な各社によるそれぞれの技術の変遷あるいは、特定の技術の紹介があるので、ここでは、独断と偏見であることを断った上で、この50年間に設計や建造技術で起こった新しい技術の変遷を違った目線で追ってみる。

2. 筆者の経験した造船教育現場の変遷

まずは、筆者の職場である造船系の大学における教育現場の変遷を見よう。筆者が学生であった1970年代、大学における造船系の教育としてはもっとも充実していたかも知れない。各先生は造船業の著しい発展期にあって数々の共同研究や受託研究、あるいは、研究会などにおける助言やコンサルティングに忙しく東奔西走されていたように思う。

授業は、流体力学や材料力学、そして、船舶算法や造船製図（現在は多くの大学で教えられていない！）という高校まで聞いたこともなかった新しい学問分野やサイン、コサインに変わって、シンプソン積分やバテン、プラニメータと言ったなんとも言いようのない計算方法や道具、そして、新しい学問に触れた気がした時代であった。

折しも学園紛争が華やかな時代でもあり、筆者自身は安田講堂事件の翌年に教養教育を受けたので、授業はほとんどなく、学問に飢えていたといえ、大げさだが、専門教育（当時は2年生の後期から）は新鮮でやっと大学に通っていると実感できる日々であった。

その反面、現在では考えられないが、先生方は企業などとの仕事が多く、出張も多いことから、授業は

休講が続き、補講もなかったのも、今に思えば、どうやって、学んでいたのだろうかと思う。

構造力学では、チモシェンコの教科書（訳本）に触れたり、撓角撓度（とうかくとうど）法という計算機がなかった時代の巧みな計算法を学んだかと思えば、現在で言えば、自動車の自動運転技術のようなまだ黎明期の有限要素法という電子計算機（と当時は呼ばれていた！）援用法の授業を受けたのも新鮮であったし、流体力学では、これぞとばかりに、高度な数式の羅列を、理解するよりはノートするのに必死であった。

また、夏期工場実習では、真夏の盛りに、グラビティ溶接を使って、当時完成すれば世界一の大きさであったグローブティック・トーキョーのバルクヘッドの隅肉溶接をさせてもらい、バルクヘッドにチョークでサインしたときは、誇らしくもあり、学生にこんなコストさせて大丈夫だろうかと不安に感じたものであった。ちなみに、この船はその後、「喜入基地とペルシャ湾間の原油輸送に従事したが、1986年に解体された」（Wikipedia）由で、まずは、事故もなく無事その責務を終え、陰ながらほっとしているのは私だけだろうか。

話を飛ばして、現在の状況はと言うと、すでに、先生は当時からすれば、3~4代目であり、造船系以外から採用された先生も多く、当時の状況を知る先生は退職に近い。その後、造船不況に伴う学生確保の観点、そして、全国的な大学の組織改革（いわゆる大学院大学化、これは、教員定員を減らさず、学生定員を維持する方法であった）に伴い、海洋工学分野を取り込んだ学科名変更などを行い、名前からは造船系とは気づかない大学も多くなった。

それに従い、造船プロパーな授業はなくなったり、浮体静力学と呼んで一般化して、造船以外の分野へ就職する学生が急増した。大学によってかなり違うが大阪大学では造船海洋系が国交省や船級協会を含めて約三分之一、鉄鋼、自動車、機械、エンジニアリング系が約三分之一、その他が約三分之一となっている。これは、造船系が集約されたことにより近隣の造船所が減ったこと、また、求人自体も減少したことによるもの

*原稿受付 平成28年7月14日。

**正会員 大阪大学大学院(大阪府吹田市山田丘2-1)

のであり、当の学生には造船業は、我々が危惧するほど嫌われている職場ではない。

現在の大学での話題は、ご多分に漏れず、国際化、教員や研究職の候補者となる博士課程後期課程（いわゆる昔で言う博士課程）の充足率の向上、そして、教育の質の保証、さらに、教員、教育の多様化、そして、そのための入試の多様化などであろうか？この話は書き出すと切りがないので、この辺で留めることにして、そろそろ本題に入ろう。

3. 造船技術の変遷

上記 2. で出て来た太字のキーワードの多くが当時の造船設計や建造のキーワードでもある。ある企業の人からいただいたメモを参考にしてこの 50 年の変遷を語るのにふさわしい同様のキーワードをいくつかあげてみる。

3.1 溶接工法ブロック建造方式¹⁾

いわゆるブロック建造である。言うまでもなく、この 50 年で日本の造船業が独自に開発し、世界一の建造量を誇った根底にあるのが全溶接によるこの技術である。

筆者は仕事の関係でアジアの造船所を見学する機会が多いが、韓国の造船所や中国の一部の大手造船所以外では現在でも、従来の建造方式（正立一体建造方式と言うのだそう²⁾）が用いられている。

アメリカのリパティ船の脆性破壊による折損や破損事故が契機となり、各関連業界が運輸省（当時）の肝入りで造船用鋼材研究会を発足し、改良された溶接用鋼板が使われ、1960 年代の前半には完全に全溶接構造となった。

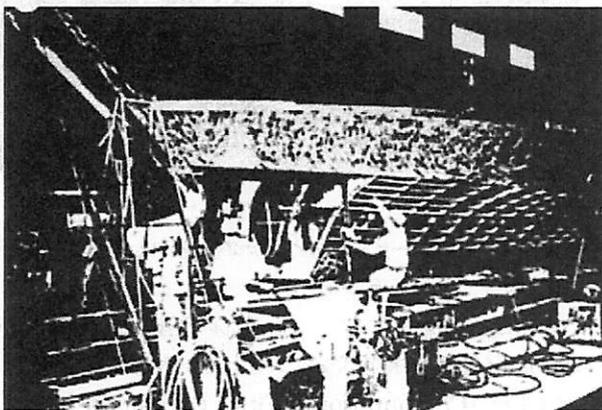


図 1 正立一体建造の例 (19GT 旅客船)²⁾

さらに、鋼船工作委員会によってブロック建造法の

導入が進められ、NC 切断やその他の品質向上技術、ゴライアスクレーンの設置などにより、ブロック建造方式が完成し、日本の造船業の飛躍的發展に寄与した。

最近では、配管などを先にブロックに取り付ける先行艦装や上部構造物のブロック搭載など、さらに、ブロック建造法は進化しつつある。

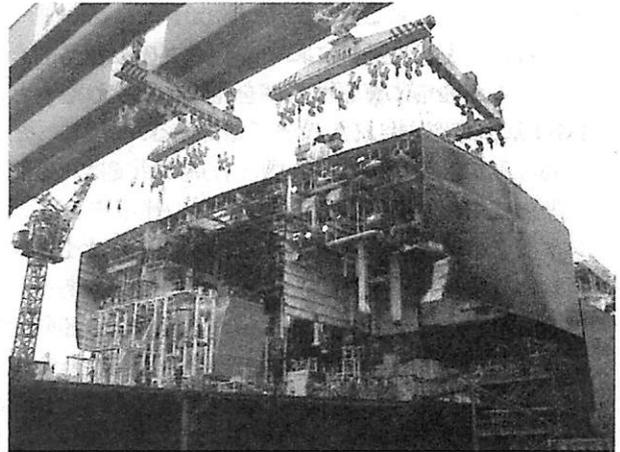


図 2 ゴライアスクレーンと搭載中の先行艦装ブロック³⁾

一方、現存するリベット船は少ないが、横浜の山下公園にある氷川丸はその代表である。意外と身近なところにリベット船やリベットと溶接の併合船などがあるかも知れない。

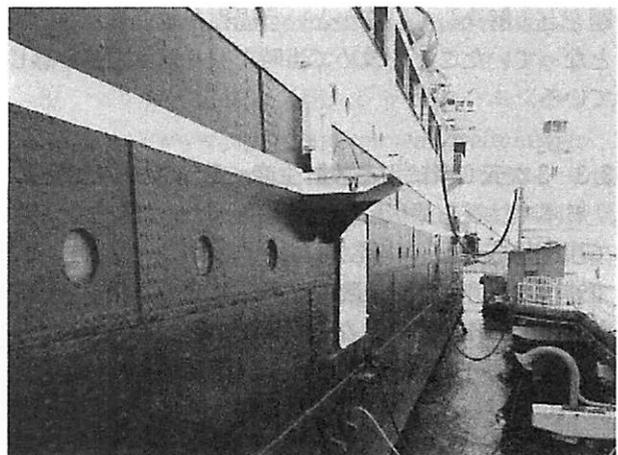


図 3 リベット船の例 (氷川丸, 横浜市)⁴⁾

3.2 JSQS⁵⁾を始めとした日本発の標準作り

日本造船学会（当時）工作法研究委員会は、昭和 39 年に日本鋼船工作法精度標準：Japanese Shipbuilding Quality Standard（以後、JSQS）を発刊しており、JSQS は造船業界における鋼船工作の精度管理において必要不可欠なものとなっている⁵⁾。

世界的には近年、国際海事機関 (IMO) において Goal Base Standard と呼ばれる国際基準を中心として建造および工作精度、塗装品質について国際的な統一標準を採用する動きがあり、JSQS においても、それに向けた改訂が行われているが、日本が世界標準に先駆けて標準を業界を挙げて作成、適用してその建造品質を保証してきたことはこの 50 年間の成果として大いに誇るべきことである。

これは、復原性基準において洞爺丸の転覆事故を契機に日本が独自に復原性基準を作成し、それをもとに IMO 基準が作成されたのと同様である。

ちなみに、筆者が学生の頃、各造船所では、船舶の大型化に対応して 50 万トンドックの建造や 100 万トンドックの建造計画まであり、大手の造船所や大学が試験水槽や角水槽の建造を次々進めた頃でもあった。こうした日本人独自のものを極める姿勢と造船研究協会 (現日本船舶技術研究協会、以後、船技協) を中心とした企業と大学が協力して分野ごとに標準化を進めたことは日本の造船業全体の発展に計り知れない成長をもたらしたと言える。

この産学協働研究システムはその後、韓国でも採用されたが、国家政策で造船から海洋へ重点がシフトしたため、造船に関しては現在でも日本がその性能向上、技術向上、革新などの点で常に進歩しつつあるのではないか。

ただし、現在、この協働研究の仕組みはなくなっており、非常に残念である。この仕組みは業界の発展のみならず、若手の技術者や教員にとっては、現実の問題をどう解決していくかという過程を知る貴重な体験となっていたことを改めて当時を振り返りながら感じている。

3.3 3次元CADによる設計生産一貫システムの構築

日本では長らく伝統的な造船製図とそれにしたがって現図作成などの作業が行われていた。それが、3.2 で述べたように NC 切断機の導入により、現尺現図や縮尺現図の作業がなくなった。その後、計算機の急速な発展によりいわゆる CAD システムへと移行した。しかしながら、日本ではそれらのシステム開発を自社で行う場合がほとんどであり、それが 3D CAD へと流れが移行した際も引きずったのではないかと筆者は思っている。現在も大手各社は独自に、また、中小、内航造船所はまとめてその開発を行っている⁹⁾。

世界的にはすでにいくつかの造船用ソフトウェア開発会社によるシステムの導入が進んでおり、今後、いつまで、独自システムの開発と維持管理を行うのか個人的には注目している。

いずれにしても、3D CAD システムは設計段階から

生産段階までを管理するシステムであり、ここ 15~20 年急速に発達し、生産効率向上に大いに寄与してきた。

そうは言っても、個別には 2D CAD システムが一部に残っていたり、今後、IoT (Internet of Thing) との連携に向け、設計・生産の現場から設計・生産・運航維持管理に至る次世代の総合設計生産運用システムに発展することは容易に想像できるので、造船業界のみならず、関連ソフトウェア開発業界の動向や他業種での導入実績を見届けたい。

4. 船型開発

船型の開発については、すでに、次稿以降に各社の取り組みが書かれていて、一部にその実例も書かれているので大きな項目のみ切り出してみる。

4.1 抵抗軽減と推進効率向上技術

船体抵抗の軽減は推進効率の向上と相まって船型開発の 2 大要素である。1973 年のオイルショックを契機に船型開発のこの 2 大要素への要求はさらに高まり、従来型のシューピースがついた船尾形状 (図 4、内航船では今でもシューピースのついた船尾形状も多く見られる) は、ほとんどがスターンバルブに大直径低回転プロペラとマリナー舵という組み合わせとなった。図 5 はマリナーシリング舵が装備された例である。

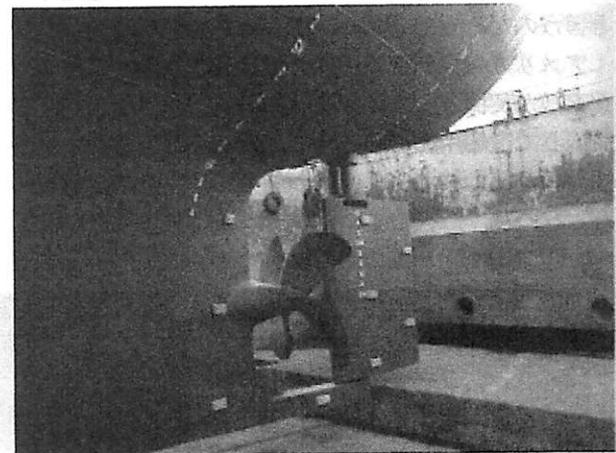


図 4 シューピースのついた内航船 (松浦造船)⁷⁾

さらに、各造船所ではそれぞれの工夫により各種の付加物などにより、推進効率の向上や、水槽試験や最近では CFD (Computational Fluid Dynamics, 計算流体力学) を使った船型の改良にも取り組んでいる。すべては紹介しきれないが、もっとも新しい取り組みのひとつとして、「空気潤滑システム」⁸⁾があり、塗料などとともに摩擦抵抗そのものを軽減する試みも行われている。

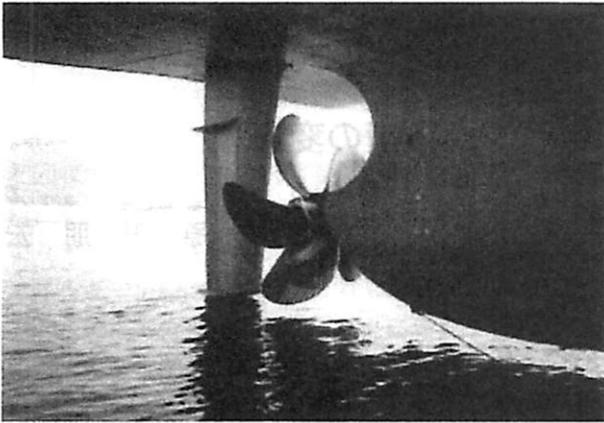


図5 マリナーリング舵(ジャパンハムワージ)⁸⁾

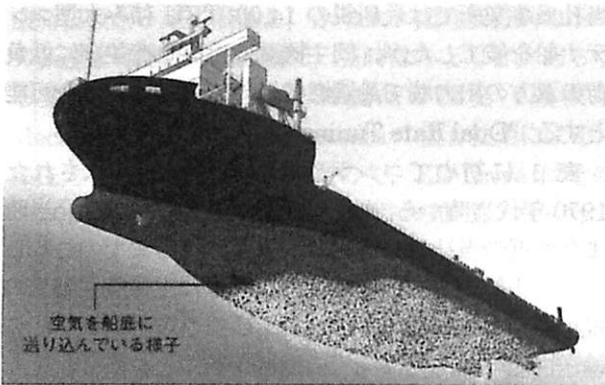


図6 空気循環システムによる摩擦抵抗軽減⁹⁾

5. おわりに

当時、いろいろな委員会や研究会で会社の枠を超えて議論してきたことが懐かしく思い出された。書き始めるとあれも書きたい、これも書かねばという気持ちになり、造船分野における技術の変遷を4ページにまとめるというのはかなり厳しいと言うことが書き終わってわかった。

ここで、述べたことがらは、今となつては当たり前かもしれないが、当時はすべて、革新的なものであり、それが船の形を変え、運航形態すら変える起爆剤となっている。今後は、CO₂のさらなる削減、EDDI (Energy Efficiency Design Index), EEOI (Energy Efficiency Operational Indicator)などに向け、機関の改良とともに、船型の改良はさらに進むものと思われる。その中で、学会の役割は論文の発表や各種の広報や啓蒙活動を通じて会員に裨益することであり、これまで、その活動を支えてきた関係各位に敬意を表す。

なお、できるだけ、特定の会社のものに偏らず、また、ホームページなどで公開された写真から適切なものを引用した。したがって、引用した写真は写真のア

ングルやコントラストから選んだものであり、他意はない。それぞれの引用先に対しては引用させていただいたことをお断りするとともに感謝申し上げる。

参考文献

- 1) 溶接工法ブロック建造方式, 戦後日本のイノベーション100選, http://koueki.jiii.or.jp/innovation100/innovation_detail.php?eid=00006&age=post-war&page=kaihatsu.
- 2) 建造方式の選択, 小型船造船技術講習, 日本中小造船工業会, <https://nippon.zaidan.info/seikabutsu/2002/00320/contents/031.htm>.
- 3) 1,200 トンゴライアスクレーンの紹介, 日本船舶海洋工学会西部支部メールマガジン, <https://www.jasnaoe.or.jp/mailnews/west/029/article02.html>.
- 4) 氷川丸, <http://www.geocities.jp/okmtryj/BusinessAndPrivateTrip/Domestic/YokohamaJun10/YokohamaJun10.html>.
- 5) JSQS が定める品質標準の現状調査研究委員会, 日本船舶海洋工学会, <https://www.jasnaoe.or.jp/research/committee/p38.html>.
- 6) 中小型, 内航造船所の3次元CADの連携・共同利用の実証, 日本船舶技術研究協会, 2013年度成果報告書, <http://www.jstra.jp/html/a04/a4b02/a4b2c01/2013-2/>.
- 7) 船尾・舵(ラダー)の様子, 松浦造船日記, <http://www.matsuzo.co.jp/old/matu/diary3.html>.
- 8) マリナーリング舵, ジャパンハムワージ, <http://www.japanham.com/service/mariner/>.
- 9) 泡のチカラでエコ「空気潤滑システム」の実証実験へ～海水抵抗を軽減, CO₂10%削減見込む～, 日本郵船, 日之出郵船, 三菱重工業, http://www.nyk.com/release/787/NE_100224.html.

著者紹介



長谷川 和彦

- ・日本マリンエンジニアリング学会 正会員, 評議員
- ・所属, 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻船舶海洋工学部門