

IRON & STEEL

海を駆ける



時には人を運ぶ移動手段。また、時には物を運ぶ輸送手段として人々の生活に貢献する船。船は河や海など水の上を浮かびながら、様々なものを運んできた。日本は明治時代にヨーロッパから近代的な造船技術を学び、少しずつ実績を積み重ねた。そうして気が付けば1956年にはイギリスを抜いて世界一の造船国にまで上りつめたのである。この頃、日本の造船業は鉄鋼業とともに輸出による外貨獲得の二大産業となっていた。

地球の70%が海である限り、船という存在がこの世から姿を消すことはまずないだろう。しかし、船が飛行機や自動車に比べてスピード感で劣ることは否定できない。船にも社会のニーズに応えるための「変化」が求められている。鉄鋼業の発達とともに時代を歩んできた船。今後すがたを見せてくれる「新しい船」とは、どのようなものなのだろうか。

海上物流の変化とともに、新たに生み出される造船技術

近年のアジア諸国の経済発展に伴い、日本の造船業界に大きな変化が起こりつつある。海上輸送量の増加により、新しい船の需要が増加しているのだ。

日本の造船業は高度な技術で、これまで世界の新造船の過半数を提供してきた。今後も世界との競争に打ち勝つため、日本の造船業はどのような変化を遂げるのか。さきごろ、パシフィコ横浜で開催された『SEA JAPAN96』には、国内の造船企業だけでなく、海外からのさまざまな船舶技術の出展も多く見られた。海上物流の変化にともなって、船には今後、海洋環境の保全、安全の確保、大型化・軽量、および高速化、推進性能の向上、情報化などの課題が求められるようだ。これらの課題のひとつひとつは、船のどんな部分に、どのようにして生かされているのだろうか。



『SEA JAPAN96』では海外からも多くの出展が見られた

海洋環境を保全できる船の供給

エネルギーの消費や有害物質の排出が少ない船は、トラック輸送に比べ地球環境に好ましいとされる。このメリットから今後輸送量の増加が見込まれる船には、海洋環境を保全するためのさまざまな工夫がなされている。

貨物船や客船は万一船底に穴が開いても水の浸入を最小限に押さえるため、もともと二重底構造だった。これに対しタンカーが二重構造でなかったのは以下のような考え方が基本となっていた。重油は海水よりも軽いため、船底に穴が開いても船底の原油タンクに入ろうとする海水の圧力のほうが、流出しようとする原油の圧力よりも高い。その結果原油はタンク内に閉じ込められる。また、原油が流出しなければ浸入する海水量も少なく、船の沈没の心配も少ないというのだ。しかし実際のタンカー事故は想像以上にすさまじいものだった。座礁した船体は波に洗われて折れ、大量の油が流失する

こともしばしばあったという。こうした事故をきっかけとしてIMO（国際海事機関）では1992年、“新造船に対する二重船殻構造化などの構造規制および既存船に対する使用年齢制限と検査強化に関する規制”が審議され、MARPOL条約として採択された。これにより義務づけられた“タンカーのダブルハル（二重船殻）化”は、大手造船メーカー各社のさまざまな工夫により船体に生かされている。

人や物の安全を確保する、フェイルセーフの考え方

地球環境保全の観点から、石油に比べて有害物質（NOx、COxなど）の排出量が少ない、クリーンなエネルギー資源として脚光を浴びる天然ガス。この天然ガスを液化して輸送するLNG（液化天然ガス）船の需要が伸びている。ところがこの液化天然ガスはマイナス162℃という極低温のため、低温脆性によって貯蔵タンクが破壊するのを防がなければならない。



IMOのMARPOL条約に基づいて義務づけられたダブルハル構造のタンカー



ガラス繊維で補強した発泡ポリウレタンの防熱材と1.2mm厚のステンレス板を合わせて作られているメンブレンシート

初期のLNG船のタンクの方式のひとつはノルウェーで開発された球型のモスタイプであり、極低温に強いアルミ合金などで製造されていた。モスタイプは独立タンク方式と呼ばれ、船内に搭載された金属製の球形タンク自体が液化天然ガスの荷重に耐えられる強度を持つ形式である。タンクは船体の中のスカートと呼ばれる円筒形の支持台の上に固定され、船体とタンクの間は中空になっている。またフランスで開発された薄板メンブレンのガストランスポート方式やテクニガス方式もある。メンブレンは膜という意味で、船倉内部にファイバーグラスやバルサ材などを複合的に使った防熱壁を設け、さらにその内部に液化天然ガスの漏れを防ぐためのアルミ合金などの薄板を膜状に張り詰めた形式である。

1993年になって初めて国内で開発されたLNG船がSPB (Self supporting Prismatic type IMOtype B) 方式だった。これはモスタイプと同じ独立タンク方式だが、ニッケル銅、クロム銅、アルミニウム合金などを用いて作られたタンクの形状は球状ではなく立方形。これを船体内の二重底上に設けた補強合板製の防熱支持材（メンブレンシート）で支えている。球形タンクのモスタイプと違い、船体とタンクの間が中空でなくなる。このため搭載量が増え、タンクの高さが低くなって船の安定性が良くなるのが特長である。今回の展示でも、メンブレンシートの信頼性を高める技術が紹介された。

1990年以降、大型タンカーなどの重大海難事故が多発していることから、造船にもフェイルセーフの考え方が取り入れられようとしている。フェイルセーフとは仮にエラーをして



従来のものに比べ、2.5倍の溶接速度が可能になったメンブレンシート溶接ロボット

もすぐには事故につながらないようにする工夫のことである。造船においては先のような船体構造に対する一歩進んだ安全への思想を指す。

省エネルギーや大量輸送に貢献する、船の大型化・軽量化

ところで一度に大量の輸送を可能にし、さらにトラックに負けないスピードの実現のために、船の大型化および軽量化が求められている。

日本では1950年代になると溶接に適した銅材の開発が進む。この開発をもとに溶接技術が進歩すると、一気に船の大型化が可能となった。船の大型化は省エネルギーにとって大変効果的だ。タンカーなどの貨物船の輸送効率が上がるだけでなく、客船の場合には一度に多くの人々の移動が可能となる。また、人件費の削減、船自体の建造コストが相対的に減少するなどのメリットもある。トータルで見ても経済性向上への効果は非常に高い。

大型船の場合、現在使われている主材料は銅である。延性に富み、強靱で溶接性にすぐれた銅は、資源が豊富で安価に供給されるなどの利点も備えている。船は経済性を重視する輸送機関であるため、船体は今後も銅材がベースとなることが見込まれる。ただし、錆びにくさを求める場合にはステンレス鋼やアルミニウム合金の方が優位であり、高速化を望む場合にはやはり船体の軽量化が図れるアルミニウム合金が使用されている。船は軽くなれば燃料消費が少なくなるうえ同馬力なら当然、軽い船のほうが高速力で移動できるためだ。



アルミ製タンクの搭載で、タンカー自体の軽量化を図ったSPB方式のLNGタンカー



船体をアルミ製にして軽量化・高速化を可能にした日本初的大型高速カーフェリー



従来機に比べて大幅な振動低減と低騒音を実現した無振動コンプレッサ



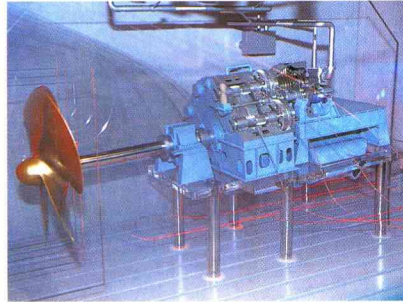
推進効率を高めるターボチャージャーの搭載が進んでいる



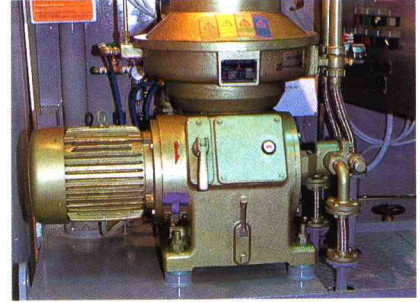
フューエルインジェクタの採用によって燃料が効率的にエンジンに供給されるため、有害物質の排出も少ない



船の中心から少し右にずらしたプロペラで、水の流れを有効にして推進効率をあげるオフセンタプロペラ



効率化が進むLNG油圧システム



燃料の浄化によって推進効率をあげ、有害物質の排出を抑えるオイルクリーナー

環境保全を考慮した、推進性能の効率向上

船の高速化のためには、船体および各種機関の軽量化のほか推進性能の向上が不可欠となる。推進性能の向上に関係する機関にはエンジン、プロペラシステムをはじめいくつもの部品がある。船の心臓部分に当たるターボチャージャーの開発、プロペラの形や位置を工夫することで推進効率そのものを上げるなどの展示があった。

また「SEA JAPAN96」の会場では低騒音を実現する無振動コンプレッサや、燃料の効率的な噴射により省エネ、有害排出ガス抑制に役立つフューエルインジェクタ、燃料を浄化するオイルクリーナーなどが見られた。

コンピュータ化される操船技術

環境や効率を考慮した船を、安全に運航するためにはすぐれた操船性が必要になる。最近では操船機器にも最先端のコンピュータを利用した、高度な機能を持つものが増えている。人の経験に頼るばかりではなく、船の性能を十分に生かせる、

信頼性の高い運航システムの開発が進んでいるのだ。現在ではとくにタンカー事故などの多くが人的要因によって引き起こされることから、座礁衝突などを未然に防ぐ先進的な運航システムの開発が急がれる。

操船の技術にも、情報化の大きな波が押し寄せている。

今回の「SEA JAPAN96」では、いくつかの課題をもとに、時代の流れに応じて着実に変化する船の姿を見ることができた。今後も船は従来の概念を越えて、新しく生まれ変わってゆくだろう。

[参考文献]

新しい船の科学（講談社）
海運・造船業の技術と経営（日本経済評論社）

[取材協力 社団法人日本造船工業会]



従来の約2倍のスピードで進む高速旅客船の開発もさかんになっている



コンピュータ化が進む操船機器