

船の科学館 資料ガイド9

オイルタンカー

O I L T A N K E R



付録

DVD

日本人の誇り
出光丸

オイルタンカーを知っていますか？

現在、石油はエネルギー源として、また化学工業原料としてもっとも重要な資源です。しかし、世界第3位の石油消費国の日本では、産出する石油は極めて少なく（年間消費量約2億4千万キロリッターのうち、わずか45万キロリッター程度）、需要の約99.8%を中東地域などから輸入しています。中東地域で産出される原油は、アラビア海からインド洋、そしてマラッカ海峡を通り、さらに南シナ海へと続く約6,500マイル（約12,000km）のオイルロードと呼ばれる海路を、25万トンから30万トン級のマラッカ・マックス（マラッカ海峡を安全に航行できる最大船型）のオイルタンカーで運ばれてきます。このように、日本にとって重要な資源である石油を安定供給するために日夜活躍しているオイルタンカーの歴史と構造について、本書で探ってみることにしましょう。

Welcome!

CONTENTS

第1章 はじめに	3
第2章 オイルタンカーの変遷と社会的背景	
① オイルタンカーの登場	4
② 戦前日本のタンカーの発展	
-1945年まで-	6
③ 戦後復興とタンカーの大型化	
-1945年から1960年代中頃まで-	12
④ スーパータンカー時代の到来	
-1960年代中頃から1973年まで-	22
⑤ 石油危機による混乱と再編	
-1973年から現在-	25

第3章 大型オイルタンカーの建造と技術開発

① ブロック建造法	27
② 鋼材と溶接技術	27
③ 経済船型	29
④ 省工ネ船	29
⑤ オイルタンカー諸装置の自動化、遠隔操作	30

第4章 オイルタンカーの構造と諸装置

① 貨物油タンクの構造と配置	31
② オイルタンカーの荷役装置	33
③ 貨物油タンクの洗浄装置	35
④ 貨物油タンクの安全装置	36

ご協力いただいた機関(順不同、敬称略)

- 株式会社H-I
- 株式会社アイ・エイチ・アイマリンユナイテッド
- 出光興産株式会社
- 出光タンカー株式会社
- 川崎重工株式会社
- 株式会社川崎造船
- 三井造船株式会社
- 三菱重工株式会社長崎造船所
- 株式会社新来島どつく
- 新日本石油タンカー株式会社
- 株式会社中北製作所
- 株式会社カシワテック
- 株式会社エクセノヤマミズ

執筆者

第1,3,4章 元綱数道(元石川島播磨重工業顧問)

第2章 畑野 勇(東京大学客員共同研究員)

イラスト作画

谷井建三

第1章

はじめに

近代オイルタンカーの元祖である“グリュックアウフ”（約3,500重量トン）が明治19年（1886）に英国で竣工してから今年で約120年余りになりますが、この間膨大な量のオイルタンカーが建造されました。船の大きさも、19世紀に建造されたオイルタンカーは1万重量トン以下でしたが、次第に大きくなり第二次大戦の終わりには約2万重量トン程度になりました。大戦後は石油の需要が急拡大したのに伴い、オイルタンカーも大量に建造されました。また大きさも急速に大型化して、昭和55年（1980）前後には50万重量トン以上となり、船の長さも東京タワーの高さ以上という巨大なものになりました。しかし、現在は経済事情の変化により、約30万トン前後の船が建造されています。

大型オイルタンカーの短期建造を可能にした技術や省エネ等の技術は膨大で、そのすべてを述べるのは難しいので概要

を解説するのに留めました。詳しいことを知りたい方は巻末に列挙されている参考文献をご参照下さい。

原油は、火災や爆発を起こすと本船や周辺に重大な災害を及ぼします。また沿岸や航行中に油が流出すると、沿岸地域の海洋は汚染され大変な損害を被ります。このためオイルタンカーは、これらの事故を防止するような構造になっており、また諸装置が装備されています。オイルタンカーは、一見すると簡単な鋼鉄の箱船のように思われがちですが、本書をご覧くださいれば意外に複雑であることがお分かりいただけると思います。

オイルタンカーは、初期のころは原油の他に灯油、重油等の石油製品を同じ船で運んでいましたが、石油化学が発展するに従って各種の石油製品は、専用の船で運ばれるようになりました。石油製品は、製品別にプロダクトキャリア、ケミカルキャリアと呼ばれる船で運ばれ、一般にオイルタンカーは原油を運ぶ船のことをいうようになりました。

オイルタンカーの大きさは、一般に重量

トン（または載貨重量）で表示されます。重量トンは満載喫水線一杯まで船を沈めたとき、搭載可能な重量をトン数で表したものです。しかし、重量トンの数値＝搭載できる原油の重量（トン）ではなく、この数値から搭載している燃料、水、食糧、乗組員、船具や備品等の重量（トン）を差し引いた数値が、実際に船に搭載できる原油の重量（トン）となります。

また総トン数で船の大きさを表示することもあります。以前は、船の内容積を100立方フィートに付き1トンとして総トン数を表示していましたが、昭和44年（1969）に総トン数に関する国際条約が制定され、我が国では、昭和55年（1980）から船の内容積にある係数を掛けて表す国際基準方式に改正されました。

本書では第2章でオイルタンカーの歴史、第3章で建造技術、第4章で構造と諸装置についてご紹介します。また、“出光丸”（209,302重量トン）のDVDが添付されているのでご覧になれば本書の内容がより一層ご理解いただけると思います。



第2章

オイルタンカーの変遷と社会的背景

① オイルタンカーの登場

オイルタンカーの歴史は19世紀の後半、近代石油産業の成立の時代にさかのぼることができます。

石油は古くから、薬や塗装、舗装や殺虫、そして火器などの用途に利用されていましたが、1840年代から50年代にかけて石油の精製法が確立されると、それまで灯火に使用されていた鯨などの動物の油や植物油に代わって、原油から精製された灯油が使用され始めました。さらに1859年(安政6)にアメリカのペンシルヴァニア州タイタスヴィルで、機械式掘削法による井戸の掘削が成功し、石油の大量産出が可能となったことによって石油生産ラッシュが起こり、全米に多くの油井と精油所が建設されました。

アメリカで生産されるこれらの石油は、国内の需要を満たした後はフィラデルフィア港から、イギリスをはじめとするヨーロッパへ輸出されるようになりました。

大西洋を横断した最初の石油輸送は、1861年(文久元)の帆船“エリザベス・ワッツ”(224トン)によるフィラデルフィアからロンドンへの3,000バレルの石油運搬です。このときの輸送方法は、木製の樽

(バレル)に詰めた灯油を船艙せんそうに何段も積み重ねるといものでしたが、やがてこの“バレル”が石油の量を示す単位となり、現在でも使用されています(ちなみに1バレルは約42USガロン=159リットルとなります)。その後もヨーロッパ地域における灯油の需要は増え続け、3年後の1864年(元治元)には18万バレルの石油が大西洋を横断して輸送されています。

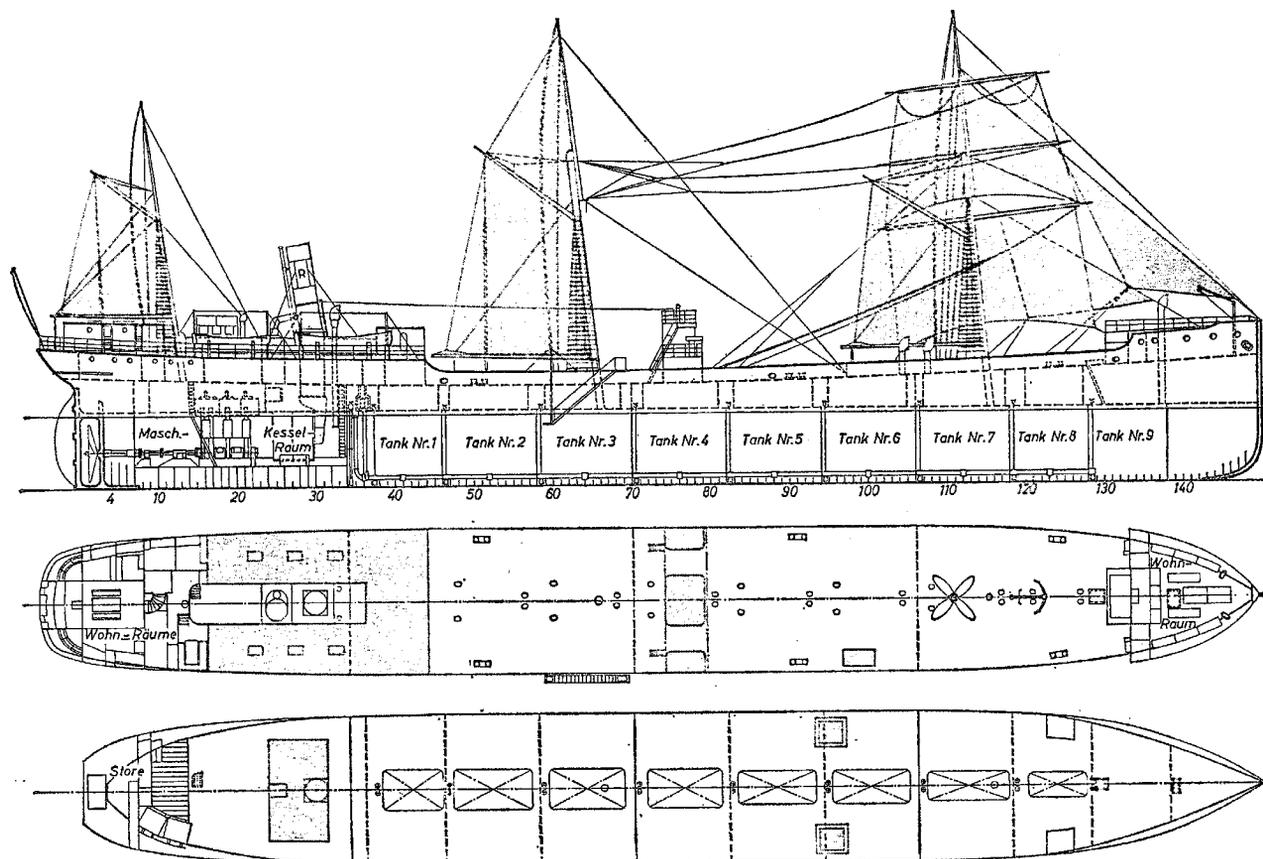
当初の樽詰めによる輸送方法では、船艙内で無駄な容積をとり不経済であるだけでなく、樽の破損による石油の漏洩や引火の危険があったため、石油への需要が増えるにしたがって、輸送の方法にも工夫がこらされるようになりました。灯油をブリキ缶に詰めて2個ずつ木箱に入れて輸送する方法や、船艙内に鉄製のタンクを多数設置し、これに灯油を注入して輸送する方法などが開発されましたが、後者の方法を採用して1869年(明治2)に建造された“チャールズ”(794トン)は、12トンから30トンの石油を専用に積む59個の鉄製タンクを船内に設置し、配管設備と荷役ポンプを装備した画期的な船でした。しかし航海中のタンクの維持装置が不完全でタンクが揺れ、船内が油浸しになるなどの欠点があり、同種の方式の船が普及することはありませんでした。

その後も輸送方法についての試行錯誤は続き、1870年代には船の外板から

適当なスペースを設けて内部にタンクを設備するという、いわゆる“二重船殻構造”の船が石油輸送の主役となります。またこの時期ロシアでは、1871年(明治4)にカスピ海に面したバクーで大量の石油産出に成功しました。その後バクー油田の産出量は次第に増加し、1880年代には産油地から黒海に面したバツームまで鉄道が建設されます。このころにはアメリカでも内陸部の産油地からフィラデルフィアまでパイプラインが敷設され、ヨーロッパの需要を満たす石油を米ロ両国が競いあうようにして生産するようになりました。

当時のアメリカでは産油量のおよそ半分が国内で消費され、残り半分をヨーロッパ諸国などに輸出していましたが、1889年(明治22)には年間輸出力が1,300万バレルに達しています。またこの当時のロシアの年間輸出力は400万バレルとまだ少なかったものの、10年後の1899年(明治32)にはアメリカの年間輸出力1,700万バレルに対してロシアが900万バレルと追い上げを見せています。そのような競争のもと、建造されるオイルタンカーも次第に大型化が進んでゆきます。

蒸気機関の発達によって、オイルタンカーも1870年代半ばから蒸気機関を備えるようになりましたが、なおも船殻構造は二重のまま、船体外板とタンクの間数十センチの空間を設けていました。こ



油槽船“グリユックアウフ”配置図

出典：エルンスト・ヒーケ「ウィルヘルム・アントン・リーデマン」1963年。本図は「脇村義太郎著作集第5巻」349ページで引用されている図を再引。

の方法は運搬容積の点で不経済であるばかりか、外板とタンクの間がガスが滞留しやすく安全性にも問題があり、また腐蝕が進行してメンテナンスが困難となるなどの課題がありました。これらの難点を解決する方法が各国で研究された結果、船体外板をタンク壁とした初のオイル

タンカー“グリユックアウフ”が1886年（明治19）にイギリスのアムストロング・ミッチェル造船所において完成しました。

“グリユックアウフ”は総トン数2,300トン、長さ91.6メートル、航海速力10ノット、蒸気機関と3本のマストを持ち、中央部には船橋があります。船艙は船体の中心

線に設置した中央縦通隔壁と横隔壁（しょうおうじょうつうかくへき よこかくへき）とによってそれぞれのタンクに区画され、ここに石油が直接注入されて輸送されます。タンク最後部の空所（コファダムといいます）を隔ててポンプ室があり、油の出入れはこのポンプによって行われます。またガスの滞留を防ぐために機関室以外は

二重底が取り除かれています。また船体中央部（一番肥えている部分）を油の積載スペースとして有効に利用するため、機関室が船尾に配置されています。この配置は、煙突から吐き出される火の粉が上甲板に落下し、火災が発生するのを防ぐ効果もありました。

“グリュックアウフ”に備わっていたこれらの構造（船体を直接石油タンクとして使用し、機関室を船尾に配置し、荷役用のポンプを装備する方法）は、今日のタンカーにも受け継がれているため、同船は近代オイルタンカーの元祖といわれています。また“グリュックアウフ”は、船級協会において“Petroleum Steamer（石油汽船）”として登録された最初の船でもあり、当時からオイルタンカーとして高い評価を受けたため、姉妹船や同類船の発注が相次ぎ、1889年（明治22）までの3年間に同じアームストロング造船所だけで20隻以上、他の造船所でも30隻以上が次々と建造されました。それらの新造船はアメリカかロシアのいずれかの港で石油を積載し、ヨーロッパ地域ではもっぱら、ロンドン・ハンブルク・ブレーメン・ロッテルダム・アムステルダム・アントワープ・トリエステなどの各港に寄港して石油を陸揚げしていました。

これより後、タンカーの大型化と石油会社の世界進出を柱とする、近代オイルタンカーの時代が始まります。

②戦前日本のタンカーの発展

—1945年まで—

“グリュックアウフ”の登場以降、構造が同一でサイズが大型のタンカーが続々と建造され、1900年（明治33）の時点で世界の遠洋オイルタンカーは109隻・50万重量トン（1隻平均で4,900重量トン）を数えるに至ります。そして、当時世界有数の産油国だったアメリカでは、スタンダード・オイルとシェル・トランスポートの二つの石油会社が互いに競争を繰り広げていました。日本の石油消費の増大と国産タンカー建造の開始には、この両社の激しい競争が背景にあります。

さきに見たように、1890年代はロシア産の石油が大量に海外に輸出され始めていました。シェル・トランスポート社の創始者であるマークス・サミュエルは、このロシア産の石油に注目し、これを極東に大量に輸送することで新市場の開拓に乗り出します。そのときサミュエルが着目したのが、1869年（明治2）に開通したスエズ運河の存在でした。その当時、スエズ運河はイギリス・フランスの管理下であり、またタンカーの通行は危険として認められていませんでしたが、彼はねばり強く当局に働きかけ、1892年（明治25）にスエズ運河のタンカー通過の許可を得るとその年に、極東向けオイルタンカーの第一船“ミュレックス”（5,000重量トン）をイギリスのウイリアム・グレイ造船所で竣工

させました。

“ミュレックス”は黒海のパツーム港でロシア産灯油を積載し、スエズ運河経由でシンガポールへと向かいました。これをきっかけとして、1892年（明治25）から15年間でスエズ運河を通過して極東に向かった石油タンカーは50隻以上・延べ450航海、輸送された石油は約200万トンに達しました。そして1893年（明治26）には、“ミュレックス”の姉妹船としてシェル・トランスポート社が同じ造船所で建造させた“コンチ”が、スエズ運河を経由してロシア産の灯油を日本に陸揚げしました。これが、日本が本格的に石油を海外から輸入した初めてのケースです。

日本では明治初期から、それまでのあんどん（燃料として菜種油を使用します）に代わる照明のランプ用の燃料として石油が若干量輸入されていましたが、日本国内で石油の産出がほとんどなかったので、帆船のオイルタンカーによって箱詰灯油が若干量アメリカから輸入されていました。そのルートは、フィラデルフィアから遠く大西洋を経由して喜望峰をまわってインド洋を通り、半年がかりで運搬するというものでした。それが先の明治26年（1893）のシェル社による日本での本格的な石油輸入開始以降、その翌年にライバルのスタンダード・オイル社が横浜に支店を開設し、当時開発されつつあったカリフォルニア産の石油を販売して対抗す



“紀洋丸” 10,820重量トン 三菱長崎造船所 明治43年(1910)竣工

(進水記念カラー絵はがき)

るとともに、国内でも新潟などで本格的な石油開発が開始されます。

日本のオイルタンカー所有と建造は、このような石油需要・消費の高まりという背景のもと、明治38年(1905)に実業家の浅野総一郎が南北石油株式会社を設立して外国原油の輸入精製に乗り出したことに端を発します。彼は神奈川県保土が谷に製油所を建設し、カリフォルニア石油3社と契約した輸入石油を自社船で輸送するため、明治41年(1908)年にはタンカー“相洋丸”と“武洋丸”(いずれも7,000重量トン)をイギリスのアームストロング社で建造させるとともに、三菱長崎造船所には国産タンカー“紀洋丸”を発注

しました。

日本で最初に建造されたタンカーは、明治40年(1907)に新潟鉄工所と大阪鉄工所でそれぞれ建造された鋼鉄帆船“興国丸”(94総トン)と“虎丸”(531総トン)の2隻ですが、浅野がその翌年に発注した“紀洋丸”は10,820重量トン、垂線間長143.2メートル、速力14.2ノットに達する、世界でも当時最大級のタンカーでした。

また“相洋丸”・“武洋丸”は日本の船主が所有する最初の本格的な外航オイルタンカーで、当時イギリスではタンカーでも石炭を燃料としていたのに対して、両船とも油焚装置を備えているなど、先進的な技術の導入をはかっていた。

しかし結局、浅野の南北石油事業計画は内外の情勢により実現を見ず、浅野は保土が谷の精油所を明治45年(1912)に閉鎖、南北石油は宝田石油に合併され、“相洋丸”と“武洋丸”はのち大正6年(1917)にイギリス海軍に売却されました。また“紀洋丸”は建造中に貨客船に改造され、竣工後は南米航路に就航して移民船として活動しましたが、のち大正10年(1921)にもとのオイルタンカーに復帰し、日本-北米間の石油輸送に従事しました。

この19世紀末から20世紀初頭にかけては、アメリカやロシアの他にベネズエラ、メキシコ、蘭印(オランダ領東インド、現

在のインドネシアを指します)、中東などで新たな油田が発見されました。ロシアのバクー油田は、ロシア革命以降に海外輸出量が激減したものの、アメリカで新たに大油田が発見されたため、石油の供給量自体は増加しました。

一方石油の需要は、電灯の普及によって灯油の需要は減少したものの、燃料にガソリンを使用する自動車や航空機の出現、また船舶の機関燃料が石炭から重油に移行する等によって、大幅に増大しました。これに伴って世界のオイルタンカーの船腹量せんぷくりょうも増加し、大正2年(1913)の114万総トンに対して、大正10年

(1921)には441万総トン、そして第二次世界大戦勃発直前の昭和14年(1939)には1,144万総トンと著しく増大しました。ただし船の大きさに関しては、19世紀における最大の船が約8,000重量トンであったのに対し、20世紀初頭から第二次大戦終結までの時期で最大の船は23,000重量トン程度にとどまりました。これは、石油輸送の主な航路が米国-欧州間と比較的短距離であったため、あまり大きな船を必要としなかったこと(中東での大規模な石油産出は第二次大戦後のことです)、また大型のオイルタンカーを設計・建造する技術的条件がまだ備わってい

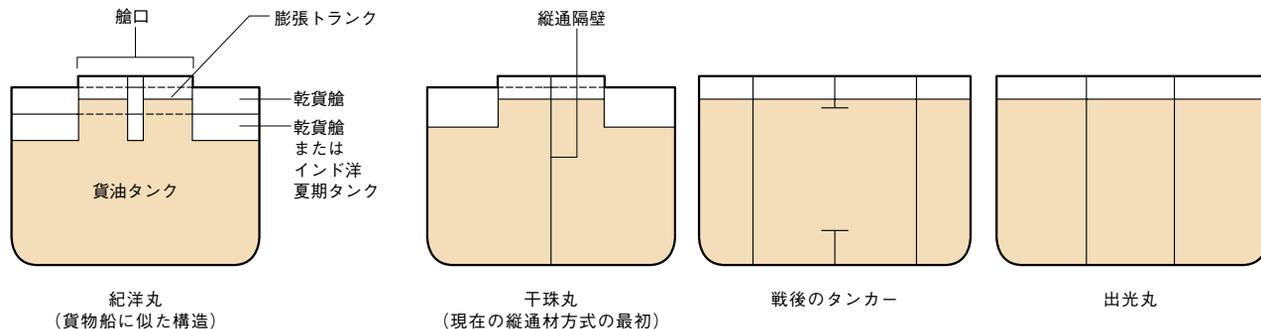
なかったことが理由にあげられます。

他方で船の速力については明治33年(1900)建造のオイルタンカーが平均で約9ノット、第二次大戦の時期で14～16ノット程度でした(ただし後述するように、戦前の日本で建造されたオイルタンカーは、これよりはるかに高速でした)。また主機関について、蒸気レシプロ機関のほかディーゼル機関あるいは蒸気タービンが使用されるようになりました。

さきに述べたように、日本では最初の外航オイルタンカーは活躍の場が与えられませんでした。このような石油需給の状況や建造量の増大の影響のもと、



“干珠丸” 8,904重量トン 播磨造船所 大正11年(1922)竣工



タンカーの断面比較

出典：「日本の技術100年 造船・鉄道」筑摩書房(図の内容を一部改変)

第一次大戦後の国内原油精製業の開始と海軍需要の拡大とを直接のきっかけとして、世界的水準に達するオイルタンカーの建造・整備の道がひらかれました。

まず海外における油田開発ブームの結果、原油増産や価格の低下が生じたことによって、日本でも輸入原油の精製を主体とした近代石油産業発足の機運が生まれ、大正10年(1921)から同14年(1925)の間に鈴木商店系の旭石油・小倉石油・日本石油(大正10年に宝田石油と合併)が相ついで製油所を建設して活動を開始しました。

また日本海軍は、大正10年(1921)に山口県徳山の海軍煉炭所を徳山燃料廠と改めて石油精製に着手し、あわせてこの時期から昭和初年までに、第一線にある艦艇をすべて石炭から重油のみで航行するように改装しました。

このようなオイルタンカーへの需要の高まりを背景として、大正10年(1921)には

それまで貨客船として活動していた“紀洋丸”がオイルタンカーとして運航され、同年に神戸製鋼所播磨造船工場(現在、IHIアイテック相生工場)で“橘丸”・“満珠丸”・“干珠丸”(いずれも約9,000重量トン、蒸気レシプロ機関1基、速力9ノット)が進水し、これら3隻のうち“橘丸”と“満珠丸”がこの年に、また“干珠丸”が翌11年にそれぞれ竣工しました。

これら3隻のオイルタンカーは船体構造として、日本初のイッシュアウド式を採用しました。イッシュアウド式とは、明治39年(1906)にイギリスのイッシュアウド氏によって開発された、上甲板や外板に取付ける肋骨を船体の縦方向に取付ける縦通材方式です。船体の縦強度が増加し、鋼材の使用量が減る利点があるため、この縦通材を取付ける方式がオイルタンカーの標準的な構造になりました。

なおタンカーは多量の液体を運搬するため、液体の表面(自由表面)が大きくな

ると航行中にその影響を受けて船の復原性が悪化することになります。上図に見るように、“紀洋丸”では船艙の口の近くの膨張トランク(高温で石油が膨張するケースに備えて設置されますが、液体の自由表面の大きさを減らすという利点もあります)の部分まで石油を満載していましたが、“干珠丸”ははじめ3隻のオイルタンカーで縦通隔壁を設置し、航海中に石油が横方向に動揺するのを防ぐようになりました。現在のタンカーでは縦通隔壁を2列使用しているものが多くあります。

“橘丸”・“満珠丸”・“干珠丸”はいずれも海軍燃料油の輸送に従事しました。さらに海軍は軍需用燃料の輸送用船腹の確保を目的として、大正年間に15隻、合計で約20万排水トンの特務艦(海軍給油艦)を建造しました。この結果、戦前の日本では海軍が最大の石油需要者となり、かつ軍用油を輸送する民間のタンカーに対しては政府の補助優遇措置

が講じられるようになりました。たとえば大正15年(1926)の時点で日本の原油輸入量は71万トンで、そのうち36.55万トン(51.5%)が海軍用となっています。

第一次世界大戦の終結以降、日本経済は大正9年(1920)から昭和6年(1931)にかけて戦後恐慌・震災恐慌・金融恐慌などをはじめとする深刻な不況にしばしば陥りましたが、石油市場だけは軍需の拡大や燃料消費の変化(石炭から石油へ)などによって需要は増加の一途をたどり、オイルタンカー船腹も増大しました。前記“紀洋丸”・“橘丸”・“満珠丸”・“干珠丸”の4隻のほか、大正15年(1926)には小倉石油が外国より“光洋丸”

(10,127重量トン)を購入し、昭和2年(1927)から翌3年(1928)にかけて、海軍の燃料油の輸入業務を行っていた三菱商事が“さんべどろ丸”・“さんぢゑご丸”・“さんるいす丸”の3隻(いずれも約10,000重量トンクラス)を建造し、北米と日本間の石油輸送に投入しました。

さらに昭和3年(1928)から6年(1931)にかけて、日本タンカーによる“昭洋丸”・“瑞洋丸”(いずれも10,000重量トン級)と“永洋丸”・“帝洋丸”(いずれも12,000～13,000重量トン級)の計4隻をはじめとして近代的な外洋タンカーが次々と竣工し、昭和6年(1931)の末における日本の民間所有オイルタンカーは全15隻(計16

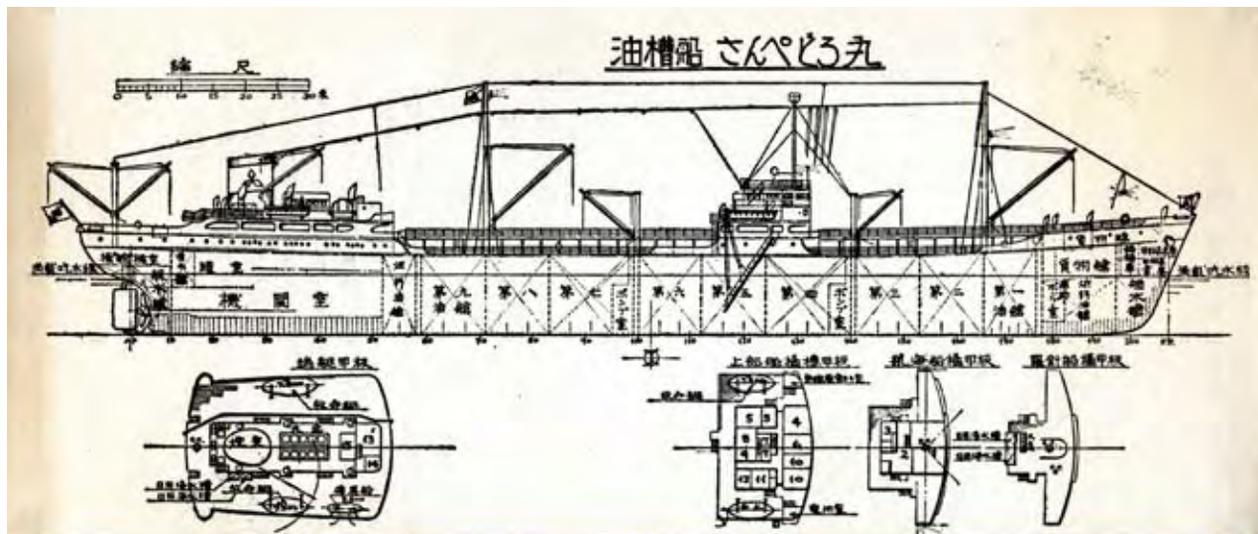
万重量トン)、輸送能力は日本-北米間航路で85万トン(昭和元年(1926)の時点の約5倍)に達しました。

これらのタンカーのうち、“さんべどろ丸”型オイルタンカーは、日本で初めてディーゼル機関を装備した航洋オイルタンカーで、近代的なオイルタンカーのさががけとなった船です。

また“帝洋丸”は3,600馬力のディーゼル機関を2基搭載し、最大速度17.5ノットという高速力を発揮し、昭和10年代に多数建造された高速オイルタンカーのさががけといえるものでした。また昭和6年(1931)に建造された“富士山丸”(12,701重量トン)も、最大速度18.8ノットを達成し



“さんべどろ丸” 10,638重量トン 三菱長崎造船所 昭和2年(1927)竣工



“さんぺどろ丸”一般配置図

た高速船でした。そしてこの船は、それまでのオイルタンカーが縦通隔壁を船の中心線に沿って1列配置していたのに対し、現代の大型オイルタンカーに多く見られるような2列配置になっていました。

昭和10年代には、日本海軍の艦隊に随伴して軍艦に給油する作業に支障が生じないようにするため、さらに高速かつ大型のオイルタンカーが、海軍や政府の保護によって続々と建造されました。たとえば昭和13年(1938)から15年(1940)までに日本で竣工した12隻の大型オイルタンカーについて見ると、すべての船が13,000重量トン以上、また最高速度は2隻(14.1ノット・15ノットが各1隻)を除いてすべてが19ノットを超える高速船となってい

ます。なかでも昭和14年(1939)に建造された“黒潮丸”(14,960重量トン)は、満載時の最大速度20.7ノットという、世界にも類をみない高速船でした。

昭和16年(1941)の太平洋戦争開戦後は、戦局に応じて戦時標準型のオイルタンカーや貨物船の大量建造が開始されましたが、このうち航洋型のオイルタンカーとしては“1TL型”(15,600重量トン、蒸気タービン、15ノット)が20隻、“2TL型”(16,600重量トン、蒸気タービン、13ノット)が25隻、“3TL型”(15,070重量トン、蒸気タービン、16ノット)が3隻と、3種類・計48隻が建造されました。

昭和16年(1941)12月の開戦時に、日本の民間オイルタンカーの船腹は48隻、

総計で約63万重量トンにのぼっていました。これらはすべて軍用に徴用され、その後、上記TL型をはじめ貨物船からの改装分も含めて合計150万重量トン以上のオイルタンカーが建造されましたが、そのほとんどが戦場で撃沈されてしまいました。日本の敗戦時に残っていた7,000重量トン以上の大型オイルタンカーは14隻・23万4,000重量トンにすぎず、このうち行動可能な航洋オイルタンカーはわずか1隻、“さんぺどろ丸”の同型船である“さんちえご丸”だけであったといわれています。

戦前日本のオイルタンカー建造・整備において、軍需が大きな割合を占めていたことは、昭和10年代前半におけるオイルタンカーの隆盛に大いに寄与しました

が、その反面で太平洋戦争開戦以降は、戦闘の過程でそれらオイルタンカーがほとんど失われる理由ともなったのです。

③戦後復興とタンカーの大型化 —1945年から1960年代中頃まで—

敗戦と陸海軍の解体によって戦後初期の日本造船業は、それまで需要の大半を占めていた軍需が消滅したオイルタンカーをはじめとして、船舶建造の再開がまったく望めない状況にありました。戦後の日本に必要な石油は、当初米軍が軍用のオイルタンカーを使って供給していました。

当時の政府は、戦争によって壊滅的な打撃を被った海運界の再建策として、政府の融資によって必要船舶を建造させる方式を採用しました。昭和22年(1947)にこれを担当する組織として船舶公団が発足し、4次にわたる貨物船建造計画(いわゆる計画造船)が、87億円の財政資金と54億円の民間資金が投入されて実施に移されました。昭和24年(1949)の第4次までの計画造船で建造された新船は87隻、17万3208総トンで、戦前の水準(1941年の建造実績:23万総トン)を大きく下回っていましたが、ここに日本の造船業は復活の足がかりを得ます。

また占領当初は、約5,000総トン以上・速力15ノット以上の船舶は、事実上建造を禁止されていましたが、昭和24年

(1949)になるとこれらの制約も貨物船7,000総トン・油送船12,000総トン、速力15ノット程度にまで緩和され、翌25年(1950)以降に制限が撤廃されると、国内船としては初めてとなる航洋大型オイルタンカー“隆邦丸”(14,699重量トン)が建造されました。

さて昭和23年(1948)ごろになると、国内産業が急速に復興を開始し、日本に必要な石油をアメリカの軍用オイルタンカーだけで供給することが困難になりました。そこで日本の需要はすべて日本船でまかなうことになり、残されたオイルタンカーを整備して中東の石油を日本に輸送することになりました。そして昭和23年(1948)8月に“橋立丸”が横浜を出港、バーレーンに到着して重油10万バレルを積載し、10月に尾道に帰着したことを皮切りに、“さんちゑご丸”をはじめとする各種オイルタンカーがバーレーン-日本間の石油輸送に就航しました。これが、戦後に航洋航海に日本船が復帰した最初のケースとなります。

一方、欧州の造船所は新造船の受注過多のため新規の受注に応じられない状態になり始め、昭和22年(1947)の中頃には、日本に欧州各国より新造船注文の引き合いが多く寄せられました。一方造船各社は早くから海外船主向けの輸出船の受注に努力してきました。日本の建造船の納期が外国よりも早かったこと

や、対ドル円為替レートが安かった結果、昭和23年(1948)にノルウェーの捕鯨船を受注したのに続き、その翌年にデンマークとノルウェーの船主から18,000重量トン型のオイルタンカーを各1隻受注しました。

昭和25年(1950)に勃発した朝鮮戦争をきっかけとして、戦後の日本は徐々に復興し、経済は戦前の水準に回復するに至ります。それまで戦後日本経済は、GHQ(連合国軍最高司令官総司令部)による昭和23年(1948)の経済安定9原則の発表、翌24年(1949)のドッジGHQ顧問によるその実施(いわゆる「ドッジ・ライン」)、またそれと同時に定められた単一為替レート(1ドル=360円)によって、深刻な不況に直面していました。ところが朝鮮戦争によってアメリカ軍の作戦資材や復興用資材の対日需要(いわゆる「特需」)が急増し、造船界においても造船需要や船舶修理工事の増大が求められました。

この「特需」ブームは、翌昭和26年(1951)の休戦会談開始によって沈静化しましたが、造船業については昭和24年(1949)から27年(1952)まで続いた第5次～第8次計画造船による政府の保護もあり操業の上昇が続き、さらに昭和26年(1951)から翌27年(1952)にかけて、日本造船業者に海外からのタンカーの引合いが多く寄せられ、タンカー建造ブームがおこりました。

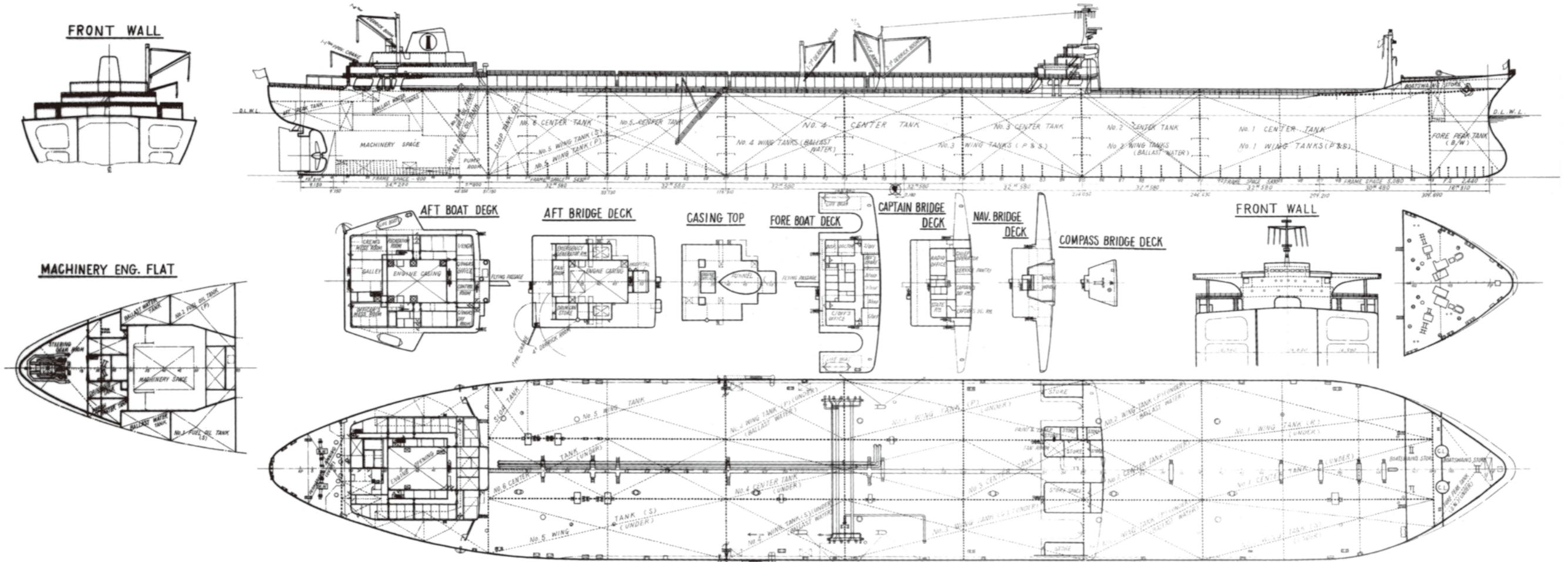
昭和28年(1953)の朝鮮戦争休戦を

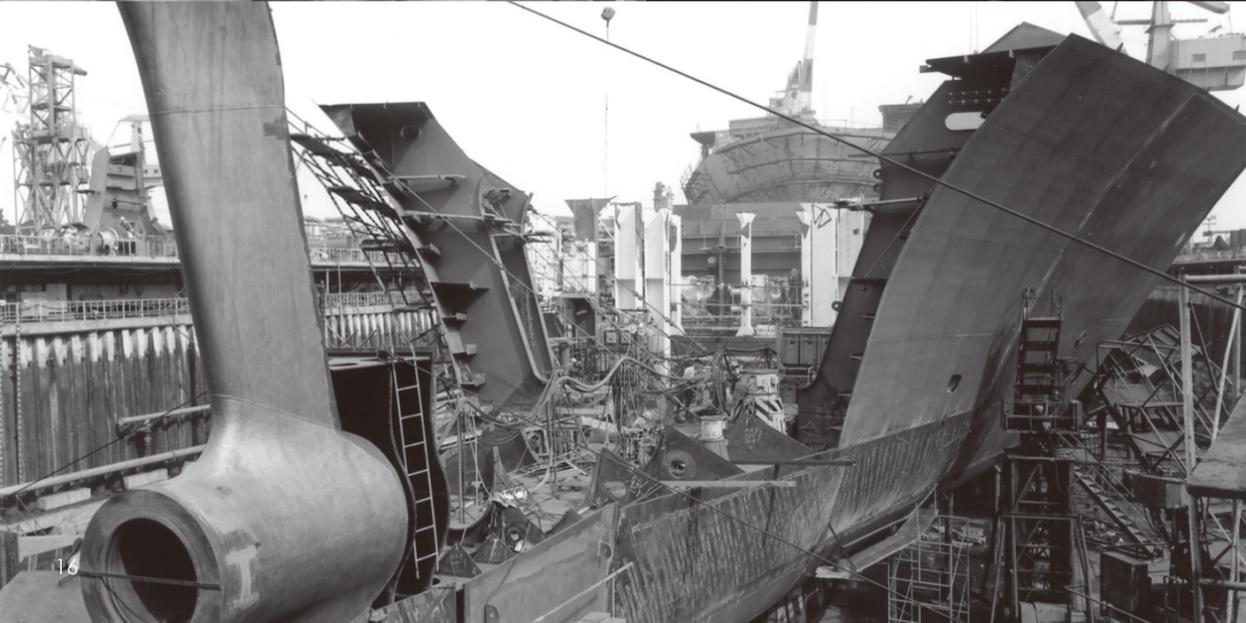
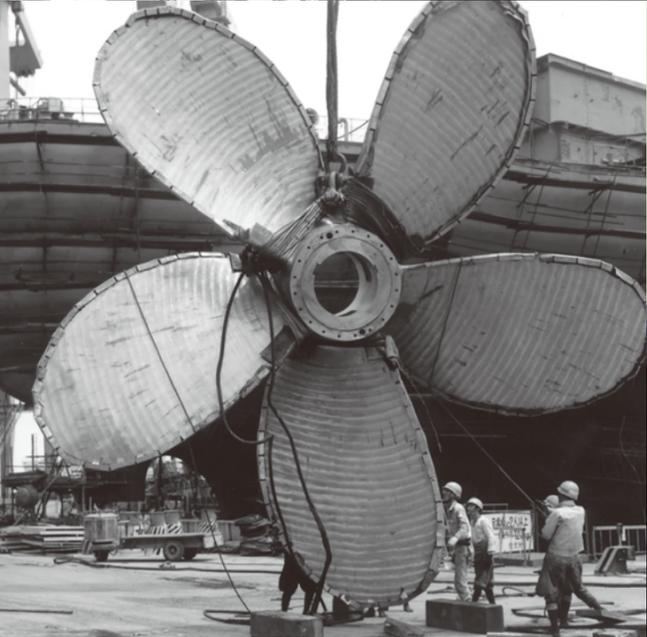
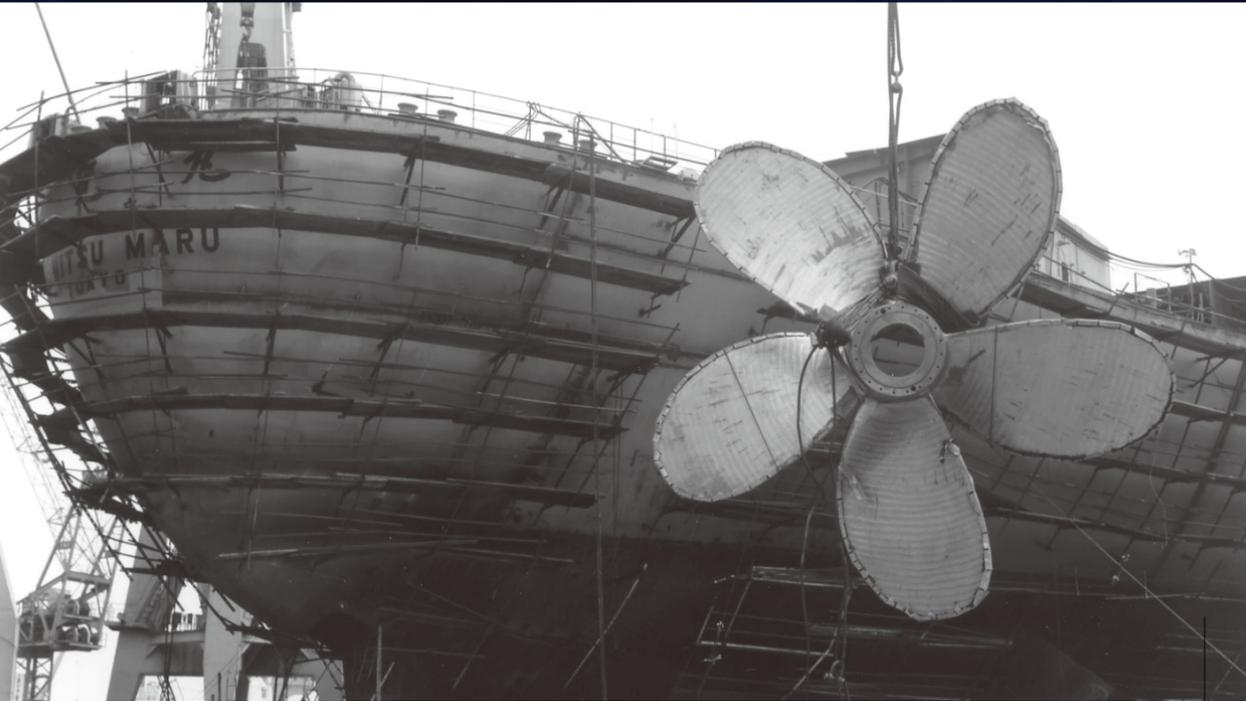


IDEMITSU MARU

出光丸

“出光丸”一般配置图 昭和41年(1966)竣工

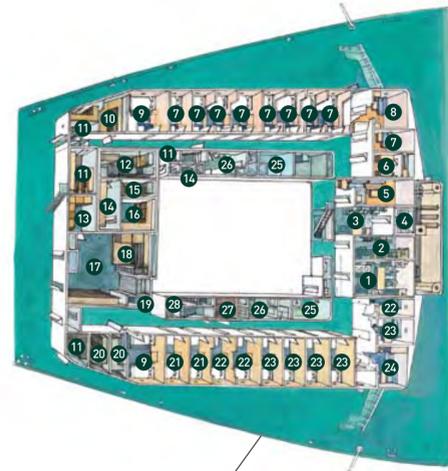




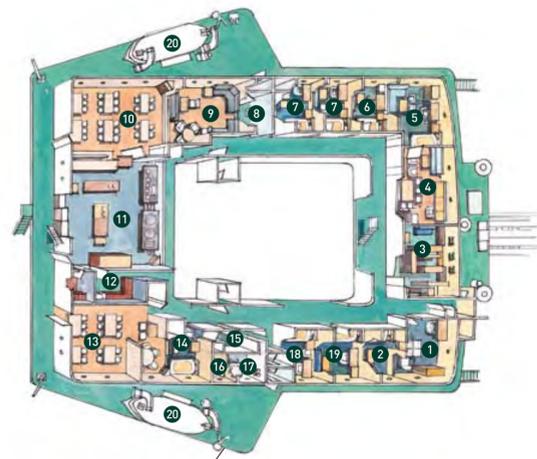
“出光丸”内部精密解剖図

IDEMITSU MARU

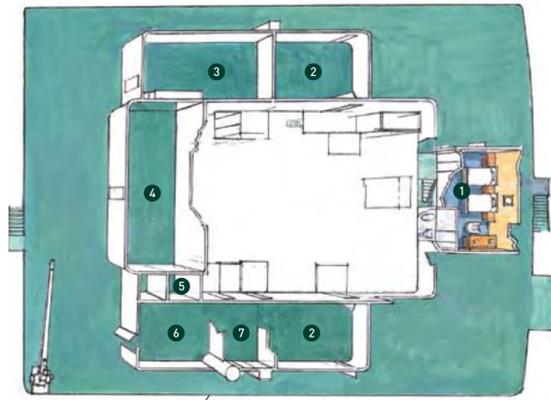
要目 全長342.00m 幅(型)49.80m 深(型)23.20m 載貨重量209,302t



後部上甲板
AFT UPPER DECK



後部端艇甲板
AFT BOAT DECK



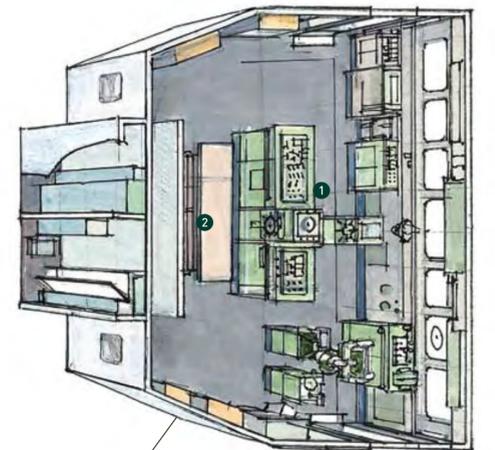
後部船橋甲板
AFT BRIDGE DECK



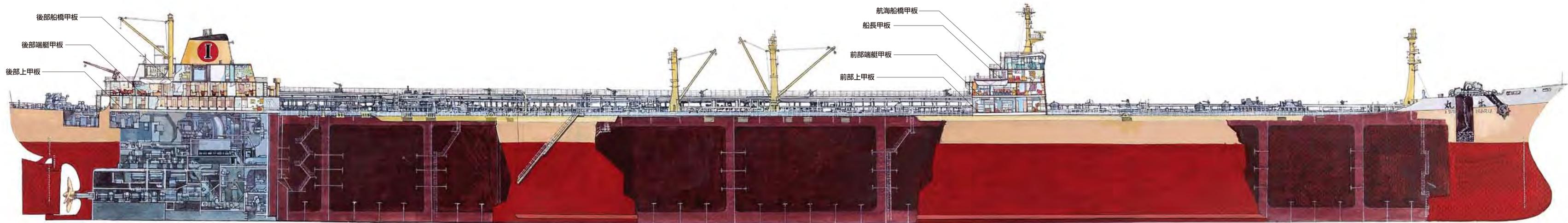
前部端艇甲板
FORE BOAT DECK



船長甲板
CAPT BRIDGE DECK



航海船橋甲板
NAV BRIDGE DECK



作画：谷井建三 (©MUSEUM OF MARITIME SCIENCE 2009)

後部上甲板 AFT UPPER DECK

- | | | | |
|----------------|---------|---------|-----------|
| ① リモコン用油圧ポンプ室 | ⑧ 甲板長室 | ⑮ 肉冷凍庫 | ⑳ 機関部員室 |
| ② 機関室とのパイプ通路 | ⑨ 予備室 | ⑯ 魚冷凍庫 | ㉑ 操機員室 |
| ③ 洗濯室 | ⑩ 司厨部倉庫 | ⑰ ジム | ㉒ 操機長室 |
| ④ 乾燥室 | ⑪ 甲板部倉庫 | ⑱ 乾物庫 | ㉓ バスルーム |
| ⑤ 図書室 | ⑫ 野菜庫 | ⑲ 米倉庫 | ㉔ 1等機関士室 |
| ⑥ 機関部の油汚れ衣服更衣室 | ⑬ 常温保存庫 | ㉕ 機関部倉庫 | ㉖ 3等機関士室 |
| ⑦ 甲板手室 | ⑭ ロビー | ㉖ コック室 | ㉗ リネンロッカー |
| | | | ㉘ 甲板部員更衣室 |

後部端艇甲板 AFT BOAT DECK

- | | | |
|----------|---------------|-----------|
| ① 機関長室 | ⑧ 洗面所 | ⑮ トイレ |
| ② 機関長寝室 | ⑨ レクリエーションルーム | ⑯ 救命艇用備品室 |
| ③ 制御室 | ⑩ 部員食堂 | ⑰ バスルーム |
| ④ 機関長事務室 | ⑪ 厨房 | ⑱ 司厨長室 |
| ⑤ 1等機関士室 | ⑫ 士官食堂配膳室 | ⑲ 2等機関士室 |
| ⑥ 3等機関士室 | ⑬ 士官食堂 | ⑳ 士官倉庫 |
| ⑦ 機関士予備室 | ⑭ ボーイ室 | ㉑ 救命艇 |

後部船橋甲板 AFT BRIDGE DECK

- | | |
|-------------|----------|
| ① 医務室 | ⑧ 強圧送風機室 |
| ② 非常用発電機室 | ⑨ 空調機室 |
| ③ エレベーター機械室 | ⑩ ドラム缶倉庫 |
| ④ 甲板部倉庫 | |

前部端艇甲板 FORE BOAT DECK

- | | |
|----------|-----------|
| ① 1等航海士室 | ⑧ 診察室 |
| ② 3等航海士室 | ⑨ ジャイロ室 |
| ③ 2等通信士室 | ⑩ トイレ |
| ④ 3等通信士室 | ⑪ バスルーム |
| ⑤ 航海士予備室 | ⑫ 甲板部倉庫 |
| ⑥ 2等航海士室 | ⑬ リネンロッカー |
| ⑦ 船医室 | ⑭ 火災制御室 |

船長甲板 CAPT BRIDGE DECK

- | | |
|----------|-----------|
| ① 船長室 | ⑧ 洗面所 |
| ② 船長寝室 | ⑨ ロッカー |
| ③ 通信長室 | ⑩ 操舵手ロッカー |
| ④ 船長事務室 | |
| ⑤ 無線室 | |
| ⑥ バッテリー室 | |
| ⑦ 貴賓室 | |

航海船橋甲板 NAV BRIDGE DECK

- | |
|-----------|
| ① 操舵室 |
| ② チャートルーム |



境に世界の経済は沈滞期に入り、日本経済も不況に陥りましたが、朝鮮戦争後にアメリカが石油の輸入国になり、かわって中東諸国が最大の石油輸出国となったことで石油輸送が激増したことを背景として、その翌々年には世界的な好況を迎えました。

この好況のもとで日本の造船業も飛躍的な発展を遂げ、輸出船の建造量は年々増加するとともに船型も大型化してゆきました。中近東から石油消費国までのオイルタンカーによる輸送距離が増大し、経済的な運航をはかるため船型が戦前の2万重量トンの水準から次第に大きくなり、当時スエズ運河が通行可能な4万3,000重量トン程度まで大型化されました。たとえば昭和30年(1955)に建造された“ビードル”の大きさは45,833重量トンに及んでいます。そしてその翌昭和31年(1956)に、日本の造船業は進水量で175万総トン、世界の造船シェアで26%を占め、イギリスを抜いて世界第一位の座についたのです。

日本の造船が世界一にまで急伸した背景には、この時期の大型オイルタンカー建造ブームが挙げられます。経済性から見て、大型オイルタンカーが有利であることは、たとえば2隻の小型オイルタンカーと、1隻の大型オイルタンカーとの運航費を比べた場合に明らかとなります。まず建造費について考えてみると、大型

船でも小型船でもレーダーをはじめとして、その装備において全く共通なものが相当数あります。さらに、1隻の大型船が必要とする機関の馬力数は、2隻の小型船の所要馬力数の合計よりずっと少なく済み、また大馬力の機関1基の建造費は、2基の小型馬力機関よりも相当安くなります。船体構造においても大型船は非常に安く済み、運航費を比較すれば大型船の利益は、より大となります。乗組員の人件費も大型船1隻の方が少なくなり、燃料費も必要馬力の相対的な少なさから、30%以上少なくなると計算できます。このような考えに基づき、1950年代に建造されたオイルタンカーの大きさは年々増大の一途をたどってゆきました。

昭和31年(1956)には、エジプトがスエズ運河の国有化を宣言したことに端を発してイスラエルとの間で戦闘が起り、いわゆる「スエズ動乱」^{ぼっぼつ}が勃発しました。同年11月にはスエズ運河の船舶航行が停止したため、スエズ運河を経由せず喜望峰を迂回しても採算が見込める大型オイルタンカーの建造が盛んとなり、10万重量トン級のタンカーが多数建造されはじめました。そしてそのとき、世界の多くの船主が選定した発注先が日本造船業だったのです。

では、日本の造船業はなぜ、世界中から多くのタンカーの注文を受けるようになったのでしょうか。それは昭和31年

(1956)ごろまでに合理化を進め、コスト低減と工期短縮を実現した長い努力が実を結んだものでした。

かつて第二次大戦中に、日本の造船業は戦時標準型のオイルタンカーや輸送船を数多く建造し、その過程で溶接工法やブロック建造方式を取り入れたりしましたが、工業水準全体の低さや資材の不足等が理由で、完成した船はきわめて性能の低いものでした。それと対照的にアメリカでは、大戦中に戦時標準型の“T2型タンカー”(16,600重量トン、電気推進、速力14～15ノット)が建造されましたが、船体構造に溶接を全面的に使用し、工期短縮の工法を研究した結果、短期間で481隻という建造実績をあげるに至りました。

実際にアメリカで就役した“T2型タンカー”は、船体に使用した鋼材の破損で相当数が運行不能の状態になり(なかには停泊中に、船体中央から真っ二つに折れた例もあります)、多くの関係者が研究した結果、温度が低い所では鋼材が脆く^{ぜいせい}なって破損すること(鋼材の脆性^{はかい}破壊)が原因と判明し、学者や鋼材メーカーの研究によって脆性破壊を起こしにくい材料の開発が行われました。

アメリカが“T2型タンカー”の建造で研究開発を行った鋼材、溶接、工法等は、第二次大戦後の大型オイルタンカーの大量建造で大いに活用されましたが、その

技術を日本造船業は大々的に導入しました。さらに、生産現場の造船所においても溶接工作法やブロック建造方式などにおいて、独自の改良を加えてすぐれた技術を確立したのです。その最も有名な例は、アメリカの大手船主兼造船業者ラドヴィッグが旧呉海軍工廠の大型船建造設備を借用して、昭和26年(1951)に発足させた米ナショナル・バルク・キャリアーズ(NBC)呉造船部(のち石川島播磨重工業と合併して現在IHIMU)の活動です。

NBC呉造船部は、戦時中のアメリカにおいて採用された船舶大量建造の技術を導入して、やがて世界最大規模のタンカーと鉱石船の大量建造によって、日本国内のみならず世界の造船工業をリードする存在となりました。そのとき、同社の副所長兼技術部長であった真藤恒(1910-2003)が生産技術の導入・向上・公開を主導しました。彼は太平洋戦争中に播磨造船所から海軍へ出向して商船の大量建造実施にかかわり、戦艦“大和”の建造を担当した海軍造船官から工数管理をはじめとする生産管理の技法を綿密に指導され、戦後はその知識と経験を基盤としてアメリカ式の大量生産技術を導入し発展させたのです。そしてその成果を日本国内の造船所に公開し、生産性を大幅に向上させることによって、日本の造船業を急速に発展させる道をはひらきました。

このように日本の造船業は戦時中の蓄積を基盤として、冷戦の進行を背景としたアメリカの対日重工業規制策の放棄、また資金面での優遇措置を伴った「計画造船」政策の実施、アメリカからの生産技術の導入という条件の下で合理化の努力を進めた結果、昭和31年(1956)に建造量が世界一となり、その後長年にわたってシェア世界一を維持し続けました。

日本経済は昭和31年(1956)から翌32年(1957)において、「神武景気」とよばれる大規模な好況時代を迎え、造船業も急速に発展しました。昭和32年(1957)のスエズ運河再開によって輸出船ブームは沈静化し、昭和33年(1958)の「なべ底不況」を経て、昭和34年(1959)から昭和36年(1961)のいわゆる「岩戸景気」の時期においても造船業は船腹過剰による不況を脱しきれずにいましたが、昭和37年(1962)頃から一転して輸出船の大量受注の時代を迎えます。世界の経済は大量・安価な石油の供給に支えられて発展を遂げ、さらに産業界での技術革新によって大量の石油需要が生まれました。これがいわゆる「第2次造船ブーム」で、かつての昭和31年(1956)の頃の「第1次造船ブーム」をはるかにしのぐ空前の規模となりました。またこれ以降、世界の進水高に対する日本のシェアも増え続け、昭和43年(1968)には50%を越えて昭和45年(1970)には進水高1,000万総ト

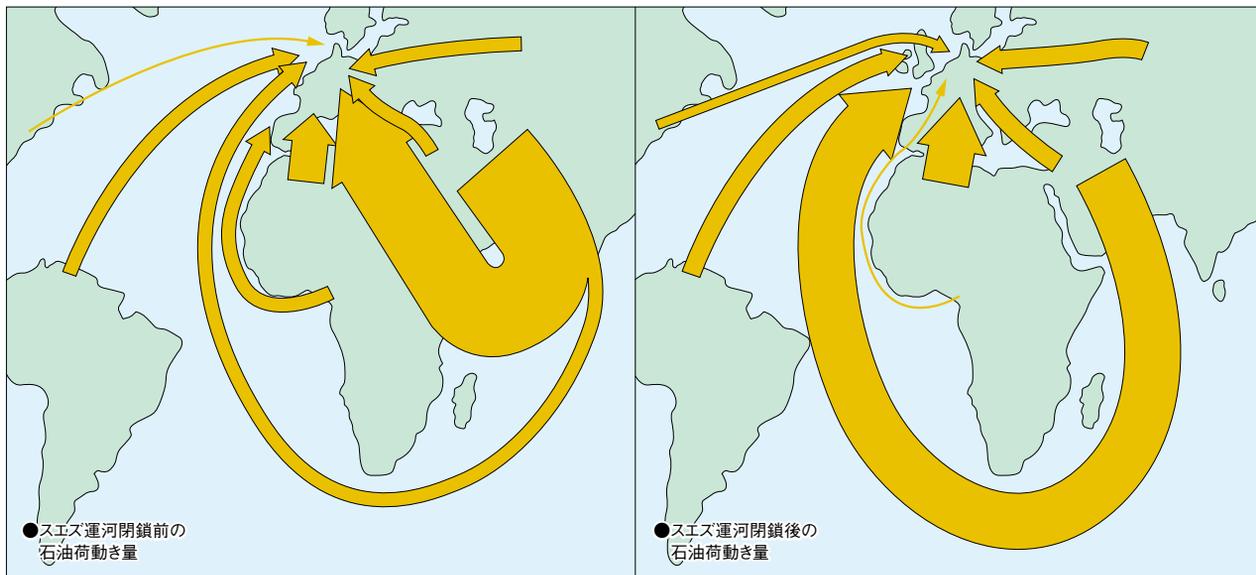
ンを超えるに至ります。

④ スーパータンカー時代の到来 —1960年代中頃から1973年まで—

1960年代に入ると、世界のオイルタンカーはさらに大型化が進行します。なかでも、昭和42年(1967)に第3次中東戦争が勃発し、スエズ運河が再び閉鎖されると、中東からヨーロッパやアメリカに向けて輸送される石油はすべて、喜望峰回りのオイルタンカーに頼らざるを得なくなります。

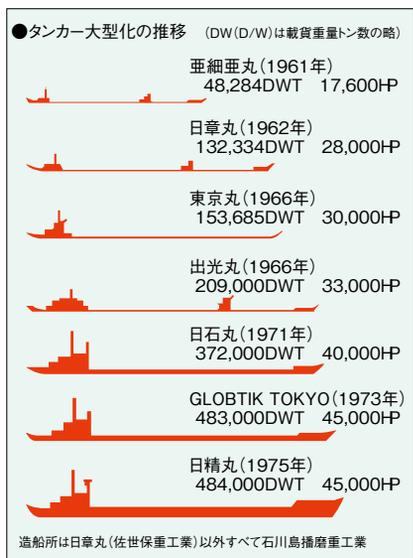
右頁の上の図は、昭和42年(1967)6月に勃発した第3次中東戦争前後の石油荷動きの変化を示すもので、図の左は同年2～3月の、また右はスエズ閉鎖後の7～9月の石油海上荷動き量をあらわします。スエズ運河閉鎖以前は、西ヨーロッパ向け石油の大部分は中東地区からのスエズ運河経由タンカー輸送であり、北アフリカ産原油がそれに次いでいました。スエズ運河閉鎖後は、東地中海へのパイプライン輸送、南米産や北アフリカ産の原油も増加しましたが、依然として中東産の原油が大量に輸入され、喜望峰を経由して大西洋を北上するための巨大オイルタンカーが必要とされました。

当時、スエズ運河を通航する最大の船型は65,000重量トンでしたが、運河が再開されたのは8年後の1975年(昭和50)だったため、その間に喜望峰回りを

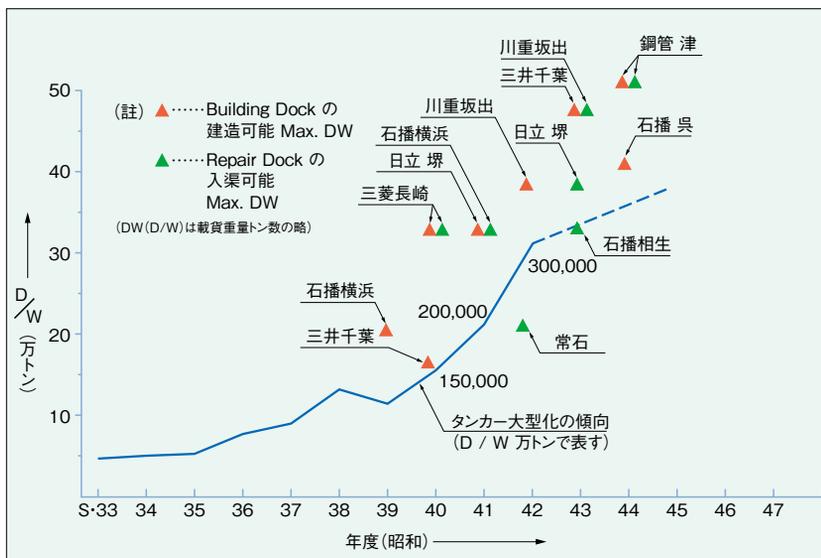


石油荷動きの変化

出典：「日本の技術100年 造船・鉄道」筑摩書房



タンカー大型化図表 出典：「日本の技術100年 造船・鉄道」筑摩書房



タンカー大型化の傾向

出典：「昭和造船史 第2巻」より



“日章丸” 132,334重量トン 佐世保重工 昭和37年(1962)竣工



“東京丸” 153,685重量トン 石播横浜工場 昭和41年(1966)竣工

写真: IHI

常用航路とする、可能な限り大きな船型のオイルタンカーの建造が進行し、重量トンが20万トンを越すVLCC (Very Large Crude Carrier)、30万トンを越すULCC (Ultra Large Crude Carrier)が出現しました。

このVLCC・ULCCの新造船は、昭和43年(1968)から10年間に712隻を数えましたが、そのうち395隻(55.5パーセント)が日本での建造でした。前頁下図の左にみるように1960年代の後半頃から、注文されるオイルタンカーの船型は急激に大型化しましたが、これに先立って日本の造船各社は、輸出船の受注が増え始めた昭和37年(1962)頃から、船台の拡張や新工場建設に動き出していました。大手の造船所は3万～10万総トンクラスの建造ドックの新設に着手しましたが、その後に好景気が持続したこともあって昭和45年(1970)頃までにいずれもVLCC・ULCC、あるいはそれ以上(最大50万総トン)のオイルタンカー建造ドックを保有するという、造船業始まって以来の急激な設備拡張を進めました(前頁下図右のグラフを参照)。

これらの国内造船所では、昭和37年(1962)に当時世界最大であったオイルタンカー“日章丸”(132,334重量トン)が佐世保重工業で竣工したのをはじめてとして、昭和41年(1966)には“東京丸”(153,685重量トン)が、また初のVLCCと

して“出光丸”^{いでみつまる}（209,302重量トン）が、昭和46年（1971）には初のULCCである“日石丸”^{にっせいまる}（372,698重量トン）がそれぞれ石川島播磨重工業で建造されました。また輸出船についても、昭和43年（1968）にULCCとして“ユニバース・アイルランド”（326,585重量トン）と“ユニバース・クエイト”（332,093重量トン）とが建造されています。

⑤ 石油危機による混乱と再編 —1973年から現在—

昭和48年（1973）の石油危機によって中東の原油価格の大幅な上昇と産出量削減が生じると、オイルタンカーの新造船発注は激減し、契約済の大型船は船型を小さくするか、契約の解消を迫られました。しかし、石油危機発生前に発注された超大型船の多くは、そのまま建造が進められました。

昭和50年（1975）には、日本国内で最大のオイルタンカー“日精丸”^{にっせいまる}（484,337重量トン）が建造されました。“日精丸”は主要寸法が全長379メートル、幅62.0メートル、深さ36.0メートル、吃水28.0メートルで、45,000馬力蒸気タービン1基を主機関として航海速力14.7ノットが可能です。東京タワー（高さ333メートル）より46メートルも長い“日精丸”^{にっせいまる}が、いかに巨大な船であるか想像していただけるでしょう。

その後、50万重量トン以上のオイルタンカーが日本で3隻、フランスで2隻建造



“出光丸” 209,302重量トン 石播横浜工場 昭和41年(1966)竣工

写真：IHI



“日石丸” 372,698重量トン 石播呉工場 昭和46年(1971)竣工

写真：IHI



“ユニバース・アイルランド” 326,585重量トン 石播横浜工場 昭和43年(1968)竣工



“日精丸” 484,337重量トン 石播呉工場 昭和50年(1975)竣工

写真：IHI



“シーワイズ・ジャイアント” 422,039重量トン 住重追浜造船所 昭和54年(1979)竣工

されましたが、その最大の船は昭和54年(1979)に日本で建造され、翌年に船体を延長した“シーワイズ・ジャイアント”で、竣工時が422,039重量トン、船体延長後は564,763重量トンに達し、全長458.45m、全幅68.8mという巨大さを誇りました。なおこの船は1989年(平成元)に“ハッピー・ジャイアント”、また1991年(平成3)に“ヤーレ・ヴァイキング”と改名され、2004年(平成16)以降はノルウェー船籍の“ノック・ネヴィス”と改名され浮体式海洋石油・ガス貯蔵積出設備として使用されています。

石油危機発生以降はオイルタンカーの大型化の流れは止まり、これ以降はマレー半島とインドネシアのスマトラ島の間にあるマラッカ海峡を航行可能な23～30万重量トンの船型のオイルタンカーが数多く建造されています。

また石油危機を契機として、各造船所による省エネルギー(燃料消費量の低減)船の開発への取組みが開始されました。主な開発項目としては、造船各社が省エネ対策に取り組んだ結果、昭和60年(1985)ごろに竣工した大型のオイルタンカーの燃料消費量は、石油危機発生当時に建造されたオイルタンカーのそれに比べて、半分以下に減少しています。造船業界は、省エネ船の建造にあたって様々な工夫をこらしていますが、その詳細は第3章をご参照下さい。

第3章

大型オイルタンカーの
建造と技術開発

①ブロック建造法

第二次大戦後大型オイルタンカーの需要が次第に高まってきました。この需要に応えるためには、短期間に大量のオイルタンカーを建造することが必要になってきました。これを可能にするため戦前の**鉚接**(びようせつリベット)を主にした構造から、溶接を大幅に取り入れた構造に変革し、ブロック工法によって船体を組み立てる建造法を開発することが急務になりました。ブロック建造法とは、第二次大戦中戦時標準船を短期間で大量に建造するために開発された建造法で、船体をいくつかのブロックに区分けし、一つ一つのブロックを作業が安全で確実な地上で組み立て、出来上がったブロックをクレーンで吊り上げ、船台上の他のブロックに溶接で接合していく建造法です。溶接によるブロック建造法では、従来の**鉚接**(びようせつリベット)による建造法が部材のすべてを船台上で組み上げるのと異なって、作業の容易な地上でかなりの部分が組み上がっているので建造期間が大幅に短くできます。また**鉚接**(びようせつリベット)のように継ぎ手箇所つぎての鋼板を重ねる必要がないので、使用する鋼材の量をかなり減らすことができました。



ブロック建造

写真：IHJ

ところで米国の船会社ナショナル・バルク・キャリアーズ(略してNBC)は、呉の旧海軍工廠こうしゅうの設備を昭和26年(1951)から9年間日本政府から借り受け、自社用に大型のオイルタンカーやバルクキャリアーの建造を始めました。NBCでは溶接によるブロック建造法を活用して、日本の造船各社がまだ建造していない大型船を次々に竣工させ、昭和34年(1959)には10万重量トン以上の“ユニバース・アポロ”(106,400重量トン)を建造しました。このことは、日本の各造船所に大きな刺激を与えました。各造船所の懸命な努力によって溶接の使用率は年々向上し、昭和24年(1949)の約50%に対し昭和30年(1955)には約90%になり、**鉚接**(びようせつ箇所)は上甲板と外板の継ぎ手などを残すのみ

になりました。昭和40年(1965)ごろには、各社ともほぼ100%になりました。なお、「溶接の使用率」とは、鋼板の接合部分の合計長のうち、何%が溶接で接合されているのかを示す数値です。

オイルタンカーの船体の内部には、ポンプや配管等が装備されています。これらの機器類を船体に取り付ける工事を**艦装**(せう工事)といいますが、ブロック建造の場合、機器類をあらかじめブロックの中に据え付けておくと、艦装工事の期間を大幅に短縮させることが可能となります。

②鋼材と溶接技術

溶接によるブロック建造が安全、確実なものであるためには使用される鋼材が溶接に適しており、また米国の戦時標準

船“T2型タンカー”（第2章参照）のように脆性破壊を起こさないことが必要です。脆性破壊とは、鋼材が温度の低いところではガラス板のように脆く割れる現象で、“T2型タンカー”の場合、港で停泊中に脆性破壊で船体が折れた例がありました。この問題を解決するため、世界各国で研究が進められてきましたが、昭和34年（1959）には溶接船に使用する鋼材の規格が世界的に統一されました。これにより世界の造船所で建造される溶接船は、同じ規格の鋼材を使用することになり、脆性破壊で損傷する心配がなくなりました。

溶接によるブロック建造法の効率を向上させるには、溶接技術の向上を図るとともに溶接しやすい鋼材の開発が必要です。日本では鉄鋼業界がこの問題に取り組む、建造の効率化や建造期間を短

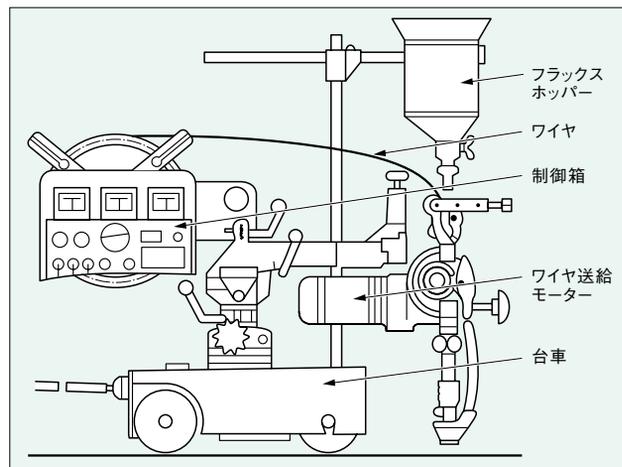
くすることに大きく貢献しました。

この他溶接によるブロック建造を効率よく進めるため、手溶接に替わる自動溶接機がいろいろ開発されてきました。最初に自動化されたのは、下向きの板継ぎで各造船所に広く導入され、建造効率の向上が図られました。導入当初の自動下向きの溶接機は、板継ぎの箇所を上下両面から溶接する必要がありました。このため片面を溶接した後、板をひっくり返す必要があり、溶接作業を大きく阻害しました。この問題を解決するため、片面からの溶接で済む片面自動溶接機が開発され、昭和40年（1965）ごろに実用化されました。

ブロックとブロックを船台上の足場で手溶接で接合するのは、作業効率も悪く危険な作業でした。そのためブロックの

継ぎ手部分を、立て向きに自動溶接する溶接機が開発されました。

船体構造を構成する鋼板には、骨材が多数取り付けられています。骨材は、比較的狭い間隔で鋼板に直角に取り付けられていますから、取り付け部分の溶接は膨大な量になります。これを効率よく行うため、半自動のグラビティー溶接が開発されました。この溶接法は、溶接線に沿ったガイドレールに装備されたホルダーに溶接棒を取り付け、溶接を開始するとあとは溶接棒が消耗していき、ホルダーが重力（英語でグラビティー）で落下し溶接作業が自動的に行われます。この溶接法は器具が安くで簡便で、一人で多数の器具を操作できるので多くの造船所で使用されました。以上の他にも、数多くの新型溶接機が開発されてきました。



自動溶接機

出典：国立科学博物館産業技術史資料



突合せ自動溶接

写真：IHI



グラビティー溶接



線状加熱法(ぎょう鉄)

写真：IHI

写真：新来島どっく

溶接でブロック建造を行う場合、一枚一枚の鋼板は精度のよい形状であることが重要です。このため鋼板を設計図通りに正確に切断する、自動のガス切断機が開発されました。

船体の船首尾部分は、複雑な形状の曲面です。この曲面を図面通りに仕上げるために線状加熱法（ぎょう鉄）という方法が開発されました。鋼板をある線方向に部分的にガスバーナーで加熱し、水で冷却すると板は歪んで曲がります。この作業を繰り返して目的の形状に仕上げます。この方法は熟練技能者の勘と経験に頼る作業となりますが、簡単な設備で複雑な曲面を自由に加工できるので各造船所で採用されてきました。

③経済船型

船の建造コストを大幅に引き下げる手段として、「経済船型」または「ずんぐり船型」と呼ばれる船型が開発されました。オイルタンカーの船長/船幅の値は、経済船型が出現する以前は7以上にしていました。長さを短くして7以下にすると馬力が増えて不経済になると思われていたからです。長さを短くすると重量トンが減るのでこれを補うため喫水や船幅を増やして調節する必要がありますが、その際、船の肥り具合を少し痩せさせると必要な馬力も速力もあまり変わらないことがわかりました。この船型では、長さが短くなり船体に使用する鋼材が大幅に減り建造コストがその分安くなるので「経済船型」と、また長さが短くなるので「ずんぐり船型」とも呼ばれました。

「ずんぐり船型」の第1船は昭和36年(1961)に建造された“^{あしあまる}垂細垂丸” (48,284重量トン)で、船長/船幅の値は6.72でした。少し前に建造されたオイルタンカーではほぼ同じ重量トンの船(船長/船幅は7)と比較すると、長さが8メートルも短くなり鋼材の量が約13%節約できました。しかも馬力、速力はほとんど同じです。「ずんぐり船型」は、船主や造船所に広く受け入れられ次々に建造されました。船長/船幅はその後の建造船ではどんどん小さくなり、昭和55年(1980)ごろには5～5.5ぐらいになりました。

④省エネ船

石油危機を契機に各造船所は、省エネ船（燃料消費量を従来より大幅に低減させた船）の開発に熱心に取り組みまし

た。開発項目はいろいろありますが、主なものを紹介すると次のようになります。

推進性能のよい船型を開発するには水槽試験を何回も繰り返しますが、この他に高度に進歩した数値流体力学を活用して、コンピューター計算で推進性能のよい船型やプロペラの開発ができるようになりました。この水槽試験とコンピューター計算の二つを組み合わせることにより、より一層推進性能のよい船型が短期間で開発されています。また船尾の周辺にいろいろな形の付加物を取り付けて、2～5%の推進効率の向上が計られました。

省エネには船体の重量を減らすことが重要ですが、船体構造力学が進歩して船体構造の応力（構造物が外力を受けたときに、構造物の内部に生じる抵抗力）の分布が精密にコンピューターで計算できるようになり、鋼材重量の節減が計られました。また普通の鋼材より高い張力に耐えられる高張力鋼を広範囲に採用することにより、船体重量の大幅な軽減が可能となりました。

オイルタンカーの主機関は蒸気タービンかディーゼル機関でしたが、ディーゼル機関の馬力当たりの燃料消費量は飛躍的に減少し、最近新造されるオイルタンカーの主機関は、すべてディーゼル機関になり蒸気タービンは姿を消しました。

このように省エネ対策に取り組んだ結



“亜細亜丸” 48,284重量トン 石播相生工場 昭和36年(1961)竣工

写真：IHI



“金華山丸” 9,800重量トン 三井玉野造船所 昭和36年(1961)竣工

写真：三井造船

果、昭和60年(1985)ごろに竣工した大型のオイルタンカーの燃料消費量は、石油危機が起こったところに建造されたオイルタンカーに比べて50%以上も削減されました。

省エネは、大気汚染対策と並んで現在も造船業界が力を入れて取り組んでい

る重要な課題です。

⑤ オイルタンカー諸装置の自動化、遠隔操作

第二次世界大戦後、船の建造量が増大するのに伴って乗組員の数が不足するようになりました。またオイルタンカー



“大和川丸” 51,509重量トン 川重神戸工場 昭和38年(1963)竣工

写真：川崎造船



“剛邦丸” 47,248重量トン 播磨造船所 昭和33年(1958)竣工

写真：IHJ

の大型化によって、バルブ等の操作が人力では困難になってきました。この問題を解決するため、機関室内機器の自動化や貨物油バルブ等の遠隔操作装置が開発されました。

世界で最初に自動化（主として機関部関係）された船は、昭和36年（1961）に

建造された貨物船“金華山丸”（9,800重量トン）です。“金華山丸”の就航実績が良好であったので、自動化、遠隔操作装置を装備したオイルタンカーも建造されました。昭和38年（1963）に建造された“泰光山丸”（69,530重量トン）、“大和川丸”（51,509重量トン）等で主機関を船

橋から遠隔操縦する装置、機関室内機器の自動化、貨物油の荷役装置の遠隔操作装置などが装備されました。

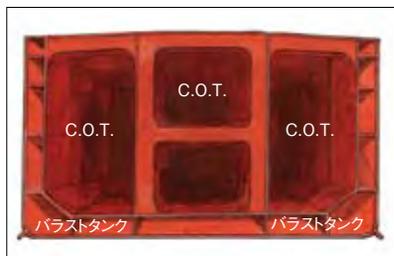
自動化、遠隔操作の開発が進展すると乗組員の労力は大幅に省力化され、人数の削減が可能となりました。例えば昭和33年（1958）に建造された“剛邦丸”（47,248重量トン）の乗組員（旅客を除く）の合計人数は64人でしたが、昭和50年（1975）に建造された“日精丸”（484,337重量トン）の乗組員（予備、旅客を除く）の合計人数は34人でした。船の大きさは10倍以上ですが、乗組員の数は約半分で船の運航が可能になったことが分かります。

第4章

オイルタンカーの構造と諸装置

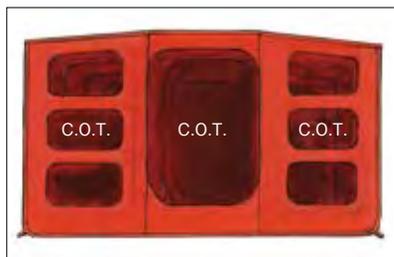
① 貨物油タンクの構造と配置

オイルタンカーの貨物油区画は、平成5年（1993）7月6日以降に契約した5,000重量トン以上の船に対し、国際規則によってダブルハル（二重船殻構造）にすることが義務付けられています。ダブルハルとは次頁の図に示すように船側外板や船底外板の部分を二重構造にすることです。それまでのオイルタンカーは、貨物油が船側外板や船底外板に直に接する



ダブルハル

イラスト：谷井建三



シングルハル

イラスト：谷井建三

シングルハル構造でした。

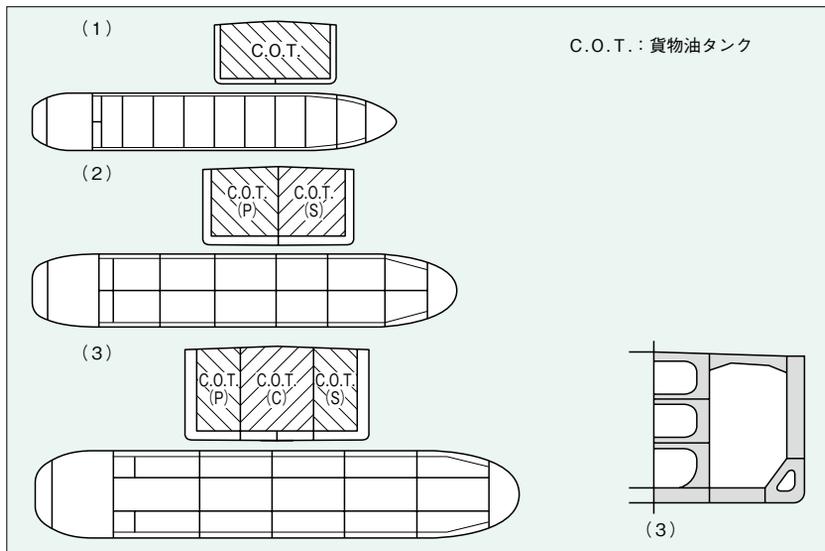
ダブルハルが規則で要求されるようになった理由は、座礁や衝突によって大型オイルタンカーが相次いで大量の油を流出する事故を起こしたことが原因です。昭和42年（1967）3月に大型のオイルタンカー“トリー・キャニオン”（118,285重量トン）が英国南西部海岸の浅瀬に座礁し、壊れた貨物油タンクから大量の原油が流れ出しました。搭載原油のほとんどが流出し、英国南西部とフランス北部海岸に大きな被害を与えました。その後も10万重量トン以上の大型オイルタンカーの衝突や座礁による船体破損で貨物油が大量に流出する事故が相次いで起こりましたが、ダブルハル構造が要求される

直接の契機となったのが、米国エクソン社のVLCC“エクソン・バルディス”（214,861重量トン）の事故です。平成元年（1989）3月同船がアラスカの原油を満載してロサンゼルスに向けて航行中、アラスカのプリンス・ウィリアム湾で座礁しました。座礁により11個の貨物油タンクのうち8個のタンクが破損し原油約4万トンが流出しました。この流出により、2,400キロメートルの海岸が汚染され、米国における海岸の油汚染事故では最大の被害となりました。

日本でもオイルタンカーの油流出事故で、海岸の大規模汚染を経験しています。平成9年（1997）1月ロシアのオイルタンカー“ナホトカ”（20,000重量トン）が、重油19,000キロリッターを搭載して島根県隠岐島の沖合を航行中に船体が折れて積荷の重油約6,240キロリッターが流出しました。流出した油は島根県から秋田県に及ぶ日本海の海岸を汚染し、油を除去するのに大変な労力を必要としたことは憶えておられる方も多いと思います。

シングルハル構造のオイルタンカーも、個々の貨物油タンクの容量や専用のバラストタンクの容量、配置について規則で規定されていましたが、これらの流出事故を防げなかったためダブルハルが要求されることになりました。

船側^{せんそく}や船底のダブルハル部分は、海水バラストを張るタンクとして使用されま



タンク配置図

出典：「日本造船学会誌773号」一部修正

す。規則では、二重船側や二重船底に張った海水バラストだけでバラスト航海（貨物油を搭載しない状態の航海）ができるように所定の喫水が確保されていることが必要とされます。

ダブルハルオイルタンカーの貨物油タンクの配置は船の大きさによって、前頁下の図に示すようにほぼ3つの様式に分類できます。

(1)の構造は10万重量トン以下の船に適用される構造で、貨物油タンクに縦通隔壁を設けず横隔壁のみで貨物油タンクを区分けする方式です。この方式では上甲板以外に構造部材が露出してないので、貨物油タンクの内面の洗浄（③貨物油タンクの洗浄装置参照）が容易になる利点がありますが、船体運動と貨物油の液面の運動が同調して船体に過大な力が生じる可能性があります。これを防止するため液面の動きを緩やかにする制水隔壁（縦通隔壁の所々に穴をあけた構造）を船体中心線上に設けます。

10万重量トンを超え20万重量トン以下の船の場合は(2)の構造が適用されます。この方式では船体中心線上に1条の縦通隔壁を設け、これと横隔壁で貨物油タンクを区分けします。

VLCCの場合には(3)の構造が適用されます。この場合には縦通隔壁が2条になります。貨物油タンクの構造を支持する内部材を配置する方式には、図のよ



VLCCの船橋から見た上甲板の配管

うに中央のタンクに配置する場合と、従来のオイルタンカーと同じように両ウイングタンクに配置する場合があります。それぞれ一長一短があり、いずれが優れているか断定できません。

縦通隔壁と横隔壁によって区分けされた個々の貨物油タンクの容量は、規則によって大きさを制限されるので、貨物油タンクの配置は、規則を満足するように決める必要があります。

ダブルハル構造で最も注意すべき点は、貨物油タンクから船側タンクや船底タンクに貨物油が漏れることです。貨物油が漏れると、バラストタンクの中に危険なガスが充満し爆発や火災の危険が生じ

ます。これを避けるため、貨物油タンクとダブルハルの境界にある構造物の応力計算を精密に行い、また溶接作業を慎重に行ってクラック（亀裂）の発生が起きないようにすることが重要です。

②オイルタンカーの荷役装置

オイルタンカーは、原油の産出地に到着すると貨物油タンクに原油を積み込みます。原油は、陸上の貯油タンクから陸上の送油ポンプで貨物油タンクに送り込まれます。原油を満載して揚荷地の港に到着すると、船内の貨物油ポンプで陸上の受け入れタンクに積み荷の原油を送油します。上甲板のほぼ中央の両舷に

本船の貨物油パイプと陸上の送油パイプとを連結する貨物油パイプの集合管が設けられています。この場所をローディングステーションと呼んでいます。荷役が終了して空荷の状態になると、バラスタタンクに海水バラストを張り積み地に向かいます。これをバラスタ航海といいます。このようにオイルタンカーは、航海の半分が空荷となります。

オイルタンカーは、一般に2, 3種類の異なった原油を同時に積み分けができるように貨物油タンクの配置や大きさ、貨物油パイプの系統などが決められます。貨物油ポンプは、船の大きさや積み付ける貨物油の種類に応じて2～4台設けます。

貨物油ポンプは、一般に蒸気タービン駆動ですが、貨物油タンクと機関室の間に設けたポンプ室に設置します。貨物油ポンプの大きさは、VLCCの場合で揚荷

時間が約24時間になるように決めます。揚荷作業が終わりに近づくと、貨物油パイプの吸引口からガスを吸い込んでポンプの吸引能力が下がり、能率が大幅に低下します。このため大口径の貨物油パイプとは別に、小口径の貨物油パイプを設け荷役の最終段階で貨物油を浚う作業（浚油またはストリップングといえます）を行います。この小口径の浚い専用のパイプを、浚油パイプといいます。しかし最近のオイルタンカーは、荷役の効率を高めるため大型の貨物油ポンプで浚油作業ができるように自動浚油装置を設ける場合があります。自動浚油装置にはいろいろな種類がありますが、作動原理は貨物油ポンプの手前にガス分離器を設け、荷役作業が最終段階に入って貨物油パイプがガスを吸い込むと、分離器の中でガスを分離します。分離したガス

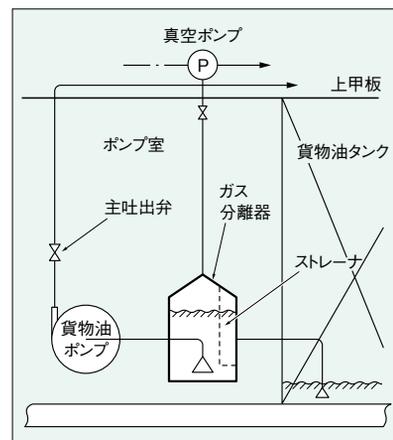
は、上部の真空ポンプで吸引して排出します。貨物油ポンプの出口に設けた主吐出弁は、ガス分離器内の貨物油の液面の高さに連動して自動的に開度を調節し、貨物油ポンプが常に貨物油だけを吸引するようになっています。

貨物油パイプの開閉や貨物油ポンプ等の制御は、居住区画に設けた荷役制御室から遠隔制御されます。制御室の内部に制御盤等が配置されます。制御盤には貨物油パイプの系統図、遠隔制御弁の切り換えスイッチ、遠隔制御弁の開度指示計、各貨物油タンクの液面レベルの指示計、貨物油ポンプの回転数制御スイッチ、自動浚油装置の遠隔制御、喫水の遠隔指示装置等が組み込まれています。また貨物油パイプに装備される弁は、油圧によって駆動されるので、油圧ポンプ等を組み込んで油圧を発生さ



VLCCのローディングステーション

写真: IHI



自動浚油装置概念図 出典:『商船設計の基礎知識』成山堂



貨物油及びバラストの遠隔制御盤

写真：中北製作所



油圧駆動バルブ

写真：中北製作所

せる油圧パワーユニットを、荷役制御室の近くに設置します。

③ 貨物油タンクの洗浄装置

オイルタンカーの揚荷が終わると、貨物油タンクに設置した洗浄装置を使用して貨物油タンクの壁面や構造物に付着した油やスラッジ（ヘッドロ状の沈殿物）などを洗い流します。洗浄方式には、原油を使用する原油洗浄方式と海水を使用する海水洗浄方式とがあります。

原油洗浄は、揚荷中に原油の一部を貨物油ポンプと洗浄機によって貨物油タンクの壁面や内部構造物に高圧力で噴射し、付着した油やスラッジを洗い流す洗浄方式です。洗浄機は、固定式で原油を噴射したとき貨物油タンク内の構造

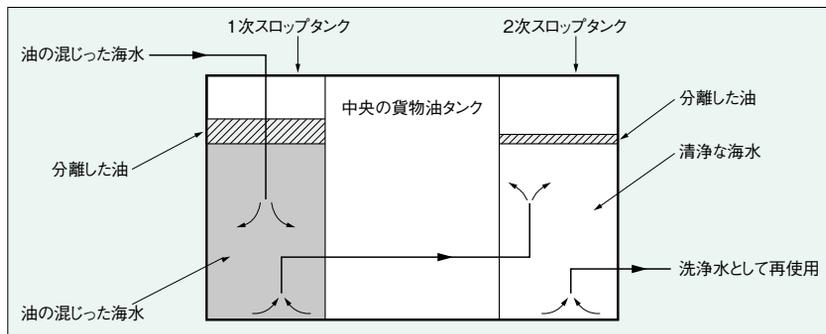
物で遮蔽される面積ができるだけ少なくなるように何台も配置されます。原油洗浄は、英語でCrude Oil Washingというので略してCOW(カウ)とも呼ばれます。

洗い落された油やスラッジは、貨物の原油と一緒に荷揚げされます。原油はスラッジを溶かす性質があるので、原油洗浄によって貨物油タンクに溜るスラッジが大幅に減少し、その分貨物油の積載量が増える利点があります。またバラスト航海中に荒天に遭遇し、止むを得ず貨物油タンクに海水バラストを張る場合や修理、点検のためドックに入る前には貨物油タンクを入念に海水で洗浄します。原油洗浄で貨物油タンクを洗浄しておけば、スラッジ等が大幅に減少しているので洗浄した海水に混じる油分をかなり減



固定式洗浄機

写真：エクセノヤマミズ



スロップタンクの働き



ターレットノズル

写真：カシワテック

らすことができます。従って原油洗浄は、海洋の油濁防止の点からも望ましい方式といえます。

海水洗浄機は原油洗浄機と同じものを使用します。海水洗浄の場合には海水を使用するので、洗浄後の海水中には油分が大量に含まれています。これを直接船外に排出することはできないので、海水を繰り返して使用するクローズド方式

となります。まず貨物油タンクの船尾側の左右に、スロップタンクと呼ばれる小タンクを設置します。海水をスロップタンクに張り、貨物油ポンプで片方のスロップタンクから海水を吸引して洗浄機から高圧海水を噴射して貨物油タンクを洗浄します。洗浄後の海水は、反対舷のスロップタンクに導かれ比重差によって油と海水を分離した後、海水は元のスロップタンクに戻

され洗浄水として再使用します。スロップタンクに溜まった油はそのままにしておき、積地ではスロップタンクにも原油を搭載するので原油と一緒に荷揚げされます。

海水バラストや洗浄海水を船外に放出するときは、油排出監視制御装置によって海水中の油分濃度が規制値を超えないように監視制御します。

④ 貨物油タンクの安全装置

積荷の原油にはメタン、プロパン等の揮発性のガスが気化せずに溶け込んだ状態になっています。航海中これらのガスが少しずつ気化し貨物油タンクの上部の空間に溜まってきます。火災や静電気等によってガスに引火し爆発を起こすと乗組員や船に大きな被害を及ぼすので、これに備えてオイルタンカーには次のような安全装置が設けられています。

(a) 泡消火装置

泡消火装置は、油の火災の消火に適しているのでオイルタンカーの上甲板の消火設備に使用されます。泡の原液は、動物性のタンパク質を加水分解したものに防腐剤、安定剤を加えたもので居住区画に設けられた泡タンク室に置かれます。貨物油タンクに火災が起こると消防ポンプやバラストポンプから海水と泡原液を消防管に送り、上甲板のところどころに設置されたターレットノズルから放出します。

混合液はノズルから放出されるとき空気を吸い込んで泡となり、上甲板を厚い泡の層で覆って空気の供給を遮断し消火します。

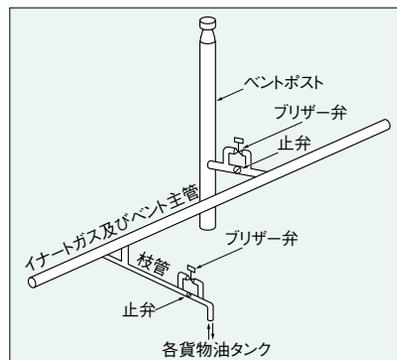
(b) ベント管装置とイナートガス装置

オイルタンカーの荷役時に貨物油タンクの内部圧力が高まったり下がりにすぎたりすると船体構造が破損します。また航海中貨物油から発生するガスや大気の大気温度変化によって貨物油タンクの内部圧力が変化し、場合によっては船体構造が破損することがあります。

ベント管装置は、貨物油タンク内部の圧力のある範囲内に保って船体構造の破損を防止する装置です。各貨物油タンクには独立ベント管を設け適当な高さまで導くか、またはいくつかの貨物油タンクのベント管を一本に集合させて上甲板のベントポストに導きます。貨物油タンクの圧力が高まると、ベントポストから大気中

にガスを逃がし、またタンクの圧力が下がりにすぎるとベントポストから外気を吸い込みます。ベント管にはブリザー弁が設けられ貨物油タンクの内部圧力が許容値以内であれば弁が閉じて貨物油タンクが密閉され、圧力が許容値以上または許容値以下になると開くようになっています。

オイルタンカーには、貨物油タンク内の爆発事故を防止するためイナートガスの発生装置が設けられています。この装置は、20,000重量トン以上のオイルタンカーに装備することが義務付けられています。イナートガスとは、窒素のように静電気などで火花が散っても爆発したり燃えたりしない不活性ガスのことです。貨物油タンクの上部空間は、爆発の危険があるガスが充満していますが、イナートガスを注入することにより、この空間の酸素濃度を約10%以下にしてやれば爆発を防ぐことができます。一般のオイルタンカーでは、ボイラーの排気ガスをイナートガスとして使用します。ディーゼル機関の排気ガスは、酸素の濃度が高いのでイナートガスには使用できません。排気ガスは冷却、脱硫、除塵してから送風機でイナートガス主管を通して各貨物油タンクに送り込まれます。イナートガスの酸素の濃度（容積%）は5%以下になるように制御されます。



集中ベント管 出典：『商船設計の基礎知識』成山堂

参考文献

- 日本造船学会編『昭和造船史 第1巻・第2巻』原書房 1973年、1977年
- 日本タンカー協会『日本タンカー 50年の歩み』1980年
- 『日本造船工業会30年史』1980年
- 『脇村義太郎著作集 第5巻 綿業・国際通商・油槽船』日本経営史研究所、1981年
- タンカー研究会『石油と液化ガスの海上輸送』成山堂、1992年
- 日本造船学会編『日本造船技術百年史』1997年
- 佐久間武・小野純朗編『ビジュアル版日本の技術100年 第3巻 造船 鉄道』筑摩書房、1987年
- 吉識恒夫著『造船技術の追展』成山堂、平成19年(2007)
- 造船テキスト研究会著『商船設計の基礎知識』成山堂、平成18年(2006)
- 中島喜之・笹島洋著『二重船殻タンカーの構造設計について』日本造船学会誌 773号、平成5年(1993)11月

船の科学館インフォメーション



展示公開中の実験機関

重要科学技術史資料 三菱3UECディーゼル実験機関



実験機関完成を祝って記念撮影

写真：三菱長崎造船所

昭和28年(1953)に三菱重工長崎造船所で製造された、わが国初の排気過給機付き三菱3UECディーゼル実験機関が、重要科学技術資料(愛称:未来技術遺産)に登録されました。この制度は、国立科学博物館が「科学技術の発達史上重要な成果を示し、次世代に継承していく上で重要な意義を持つ科学技術史資料」を、選定・登録しているものです。

71歳を迎えた 南極観測船“宗谷”

昭和13年(1937)2月16日長崎県の川南工業香焼島造船所で、後に“宗谷”となるソ連通商代表部発注の107番船“ボロチャエブツ”が進水しました。以来同船は色々な業務を無事に成し遂げてきましたが、中でも6回に亘り南極観測支援業務に活躍したことは、多くの方の記憶に残っていることと思います。



係留保存・公開中の“宗谷”



進水式を迎えた“ボロチャエブツ”



◆交通のご案内

〈新交通〉「ゆりかもめ」新橋駅より(16分)・豊洲駅より(14分)
船の科学館駅 下車

〈 車 〉 首都高速道路湾岸線、臨海副都心・有明ランプ
首都高速11号線、台場ランプ
臨港道路(レインボーブリッジ下層)お台場より

◆開館時間

10時～17時

◆休館日

- 毎週月曜日(月曜日が祝日の場合は火曜日)
但し、春・夏・冬休み及びゴールデンウィーク期間は除く。
- 年末年始(12/28～1/1)

◆駐車料金

〈団体バス〉1,000円

〈乗 用 車〉1時間 300円(以降30分 100円)



日本財団
助成事業

船の科学館

MUSEUM OF MARITIME SCIENCE

船の科学館 資料ガイド9
オイルタンカー

平成21年3月30日発行

編集・発行：(財)日本海事科学振興財団 船の科学館

〒135-8587 東京都品川区東八潮3番1号

TEL：03(5500)1111

URL <http://www.funenokagakukan.or.jp>

印刷：大日本印刷株式会社



© MUSEUM OF MARITIME SCIENCE 2009