

## 技術情報

### 船よもやま話 (その2)

日本船舶電装協会 (指導技師: 荒木義和)

#### はじめに

前回7月号では、まずは「船」の概念と最近の動向の話をしましたが、今回からは、船舶建造についての話に入りたい。具体的には、「船舶システムの計画から公式海上運転(公試と呼称)・引渡しまでの流れ」、「船舶に関する法律、規則および条約の概要」、「船舶電気システムの具体的な分類と要点」、「その他」及び「艦艇建造」までを数回に分けて、紹介したいと考えている。

#### 1. 船舶システムの計画から公試・引渡しまでの流れ

大見出し的に言えば、次の流れとなろう…仕事(工程)の流れを番号順に示す。

(1) 営業経由で、船主からの希望船種(又は造船所からの売り込み船種)の仕様の提案、(2) 船主と造船所間で仕様の主要目ではほぼ合意、(3) 船主と造船所間で契約及び技術交渉を実施後、正式に契約成立(建造仕様書の確定)…**ここまでは、基本設計が主務** →(4) 詳細設計への引継ぎ、(5) 詳細設計(生産設計を含めて)の開始(6) 資材発注、(7) 現業への配図、(8) 主要鋼材・大型機器の入荷、(9) 船殻・組立て工事、(10) 陸上でのブロック艤装工事、(11) 船台へのブロック搭載、(12) 進水(船主を迎え、進水式を挙げる)、(13) 本格的な船内や外部の艤装工事、(14) 艤装工事がほぼ完了、(15) 船内発電機運転開始、(16) 係留運転(主機関でプロペラを回転)、(17) 入渠(公試運転前の船底等の確認)、(18) 予行運転(公試運転前の各種調整・確認)、(19) 公試運転(各種試験データの公式記録)、(20) 入渠(公試運転後のファイナルドック)、(21) 最終点検・改正工事・追加工事等々、(22) 完成 → 船主への引渡し式後、処女航海へ出航 **Von Voyage!**

#### 2. 船舶に関する法律、規則、規格及び条約の概要

##### (1) 適用法規、規則、規格

造船所及び関連電装会社に勤務する人達(特に、設計分野の人達)にとって、ぜひ常識として知っておかねばならないことは、まずは船舶の建造に必要な法規、規則、規格の内容である。

なぜならば、船舶は、乗組員や旅客の尊い生命財産のみならず、大切な貨物を預って海上輸送をする任務を持ち、出発港から目的港にいたるまで、長い航海中の安全を確実に確保・保証するためにも、船舶の建造造船所はいろいろと規制をうけつつ、各種の法規、規則、規格を忠実に守って、完全な工事を施工する義務がある。もとより、船舶の種類、航行区域、トン数等によって、その船舶に適用される法規、規則、規格の内容は、それぞれ異なり又その船舶を船級協会の船級原簿に登録する場合は、当該船級協会の規則に適合し、その検査に合格することも必要である…要は、安全を確保するためである。

##### (2) 国内関係法規類

1) 船舶法…日本の国籍、総トン数、その他登録に関する事項及び船舶の航行に関する行政上の権利及び義務を定めた法律、2) 船舶のトン数の測度に関する法律、3) 船舶安全法…海上における人命の安全を確保するための船舶の構造設備、検査の執行及び危険物の運送等航行上の危険防止について規制した基本的な法律、4) 船舶安全法施行規則…船舶安全法の一般運用、検査の手続き等に関する法律、5) 船舶設備規程…船舶に施設する設備に対する規程、小型船舶以外の船舶の電気関係に対する基準は、これに規程されている。6) 船舶消防設備規則…船舶に施設する消防設備に対する規則、7) 船舶防火設備規則…船舶の防火に関する設備に対する規則、8) 船舶救命設備規則…船舶の救命設備に対する規則、9) 船舶機関規則…船舶の機関関係設備に対する規則、10) 船舶区画規程…国際航海に従事する旅客船の航行の安全のための水密区画及び設備に対する規則、11) 漁船特殊規則…漁船についての主として従業制限に対する規則、12) 漁船特殊規程…漁船についての施設すべき事項の特例規程、13) 小型船舶安全規則…小型船舶に施設する設備に対する規則、14) 小型漁船安全規則…小型漁船に施設す

る設備に対する規則、15) 海上衝突予防法… 海上に於ける船舶の衝突を予防し、船舶交通の安全のための法律、16) 海上衝突予防法施行規則…海上衝突予防法により施設する設備に対する規則

### (3) 船舶に関する国際条約

国際的なものとして、国連の各常設専門機関で審議され、採択された条約で、船舶の電気・通信に係るものを次表に示す。

条 約 の 名 称	内 容 の 概 要
SOLAS 条約 (International Convention for the Safety of Life at Sea : 海上における人命安全のための国際条約)	第II-1章 C部 (機関及び電気設備) 第II-2章 構造-防火並びに火災探知及び消火 第III章 救命設備、第IV章 無線通信、第V章 航行の安全
COLREG 条約 (Convention on the International for the Preventing Collision at Sea : 海上における衝突予防のための国際規則に関する条約)	Part C 灯火及び形象物 Part D 音響信号及び発光信号
SAR 条約 (International Convention on Maritime Search And Rescue : 海上における捜索及び救助に関する国際条約)	全世界的な海難救助体制の創設を目的とした条約 (第VI章 船位通報制度)
STCW 条約 (International Convention on Standards of Training Certification and Watchkeeping of Seafares : 船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約)	船員の技術向上により、海難防止等に役立てることを目的とした条約
インマルサット条約 (Convention on International Maritime Satellite Organization)	無線周波数及び衛星軌道の能率的かつ公平な使用に適した施設を提供することを規定した条約
国際電気通信連合条約 (Convention of the International Telecommunication Union)	国際電気通信連合憲章に基づき、比較的改正される可能性のある ITU の活動について規定している。
IMO 条約 (Convention on the International Maritime Organization : 国際海事機関)	IMO の組織についての基本的な事項を規定している。

### (4) 船舶に関する船級協会

我が国に国籍を有する船舶は、船舶安全法に基づき、国の検査をうけなければならないが、船舶安全法第8条に基づき、日本海事協会 (通称、NK と呼称) が**旅客船を除く船舶**の船体、機関、排水設備、操舵・操船及び揚錨の設備、救命及び消防の設備、居住設備、航海用具、衛生設備、危険物その他の特殊貨物の積附設備、電気設備、荷役その他の作業の設備、満載喫水線の指定に関する事項について、国に代行して船舶検査業務を実施してよいことになっている。

また、諸外国においても、このような船級協会が存在しているが、世界的にも代表的な船級協会を次表に示す。

	略 称	正 式 名 称	国 名	本部の場所	創 設 年
1	ABS	American Bureau of Shipping	米 国	New York	1862
2	BV	Bureau Veritas	フランス	Paris	1828
3	CCS	China Classification Society	中 国	Beijing	1956
4	DNV	Det Norske Veritas	ノルウェー	Hovik	1865
5	GL	Germanischer Lloyd	ドイツ	Humburg	1867
6	KR	Korean Register of Shipping	韓 国	Seoul	1960
7	LR	Lloyd' s Register of Shipping	英 国	London	1760
8	NK	日本海事協会	日 本	Tokyo	1899
9	PRS	PolSKI Register Statkow	ポーランド	Gdansk	1936
10	RS	Russian Register of Shipping	ロシア	Sankt-Petersburg	1932
11	RINa	Registro Italiano Navale	イタリア	Genova	1861

注：本表の船級協会は、IACS (International Association of Classification Societies : 船級協会連合) の

メンバーである。このほか、CR (China Cooperation Register of Shipping : 台湾) などがある。

### (5) 船舶電気関係の国内規格・標準及び国際規格

1) 国内規格・標準等を次表に示す。

略 称	正 式 名 称	内 容	事 務 局
JIS	日本工業規格	工業標準化法に基づいて、産業経済省内の日本工業標準調査会が調査審議し、政府が制定する国家規格	工業技術標準部 頒布：日本規格協会 (日本船舶技術研究協会：JISF 規格集)

略称	正式名称	内容	事務局
JEC	電気学会電気規格調査会 標準規格	電気学会に設置されている電気規格調査会によ って審議し、制定される団体規格	電気学会
JEM	日本電機工業会 標準規格	日本電機工業会の技術委員会で審議し、制定さ れる団体規格	日本電機工業会
JEC	日本電線工業会 標準規格	日本電線工業会が審議し、制定する団体規格	日本電線工業会
JSTRA	日本船舶技術研究協会 標準規格	日本船舶技術研究協会が審議し、制定する団体 規格	日本船舶技術研究協会
NDS	防衛庁規格	防衛庁が制定する規格	防衛技術本部 頒布：防衛装備工業会
SBA	日本電池工業会	日本電池工業会が審議し、制定する団体規格	日本電池工業会

## 2) 国際規格・標準等を次表に示す。

呼称	制定機関等	備考
IMO 決議	国際海事機関 (International Maritime Organization)	IMO で決定した決議と勧告、特に総会勧告と 海上安全委員会勧告はよく参照される。
IEC 規格	国際電気標準会議 (International Electrotechnical Commission)	電気・電子機器についての世界的標準を規定 している機関
ISO 規格	国際標準化機構 (International Standard Organization)	世界的な標準規格を規定している機関 (電気関係以外)
IHO 標準	国際水路機関 (International Hydrographic Organization)	海図の最大限の仕様の統一を図ることを目 的としている機関で、電子海図の基準作りにも 大きな役割を果たしている。
ITU-R 決議・勧告	国際電気通信連合 (International Telecommunication Union)	ITU-R で決定した決議と勧告。全体的によく 参照する。
RR	国際電気通信条約附属書 (無線通信規則: Radio Regulation)	周波数の割当てを初めとする、無線通信を円 滑に行なうための規則を規定したもの。

## (6) 船舶電気関係の外国規格

略称	制定機関等	備考
MIL 規格	Military Specification and Standard	米軍の使用する装備品、軍用品について 定めた規格
UL	米国保険研究所 (Underwriters' Laboratories)	USCG 適用船舶では、UL 認定品の使用が 必要
IEEE	米国電気電子学会 (The Institute of Electrical and Electronics Engineers)	IEEE Std 45 が特に関連 (Recommended Practice for Electric Installation on Ship board)
NEMA	米国電気製造事業者連合会 (National Electrical Manufacturers Association)	
NMEA	米国船用電子機器連合会 (National Maritime, Electronics Association)	航法や通信等の機器のインターフェースの手 順・条件を規定
IES	米国照明技術協会 (Illumination Engineering Society)	
ANSI	米国規格協会 (American National Standards Institute)	1981 年設立、米国内の標準化の最高機 関。ISO の国際事務局
RTCM	Radio Technical Commission Maritime Services	海上無線に関する技術的な基準を定め ている米国内の機関とその規格
BS	英国国家規格 (British Standards Institute)	
IEE	英国電気工業会 (The Institute of Electric Engineers)	Regulation for the Electrical and Electronics
DIN	ドイツ国家規格 (Deutsche Normenausschuss)	Equipment of Ships Deutsches Institut
CAS	カナダ国家規格 (Canadian Standards Association)	
ECES	欧州電気標準委員会 (European Committee for Electrotechnical Standardization)	1973 年設立、欧州共通規格の作成を目 的としている。CENELEC と同義

### 3. 船舶電気システムの具体的な分類とその要点

#### (1) 船舶における環境条件

船舶という厳しい環境に設置される電気機器に対して、いろいろの制約があるが、その中で、特に、「周囲条件」と「電源条件」について、下記に示す。

- 1) **基準周囲温度**… NK 鋼船規則及び IEC の基準周囲温度の限度は、次表のとおりで、特に、高圧ボイラーの上部付近の高温となる場所あるいは冷凍機の低温場所などでは考慮を払う必要がある。

NK 鋼船規則	IEC (規格番号)
すべての電気設備に適用する周囲温度の標準は、次の各項によらなければならない。 ①海水温度：32℃ ②閉区区域内の空気温度：0～45℃ ③暴露甲板上の空気温度：-25～45℃ ④45℃を超える区域又は0℃を下回る区域：計画条件による。	周囲の空気又は冷却水の温度は、次による。 ①一次冷却水：30℃ (60092-101：1980) ②機械室の回転機の周囲空気温度：50℃ (92-101：1980) ③ケーブルの周囲温度：45℃ (60092-352：1979) ④制御・計装機器の周囲空気温度： 一般 +5～55℃ 暴露甲板 -25～55℃ (60092-504：1994) ⑤認定済防爆形機器の周囲空気温度：50℃ (60092-502：1994)

- 2) **基準湿度**… 電気機器は、上記“1) 基準周囲温度”における相対湿度 95%においても十分な絶縁抵抗をもち、使用上、支障がないように構造や材料及び絶縁処理に考慮を払うことが重要である。

電気機器の基本は、先ずは、所定の絶縁を確保することであり、もし、この絶縁状態が悪いと、必ず、電気システムや電気機器に思わぬ不具合が生じて、場合によっては船舶の航行が持続できないほどの事故を招く要因にもなりうる。

なお、IEC 規格では、制御・計装機器に対して、次のように規定している、即ち、

ア) 40℃以下での相対湿度……100%      イ) 40℃超過での相対湿度…… 70%

- 3) **動揺及び傾斜**… 電気機器は、船体に取付けた状態のもとで、船体が次表に示す角度で動揺又は傾斜しても、各部に異常を生じたり誤動作をしないことが規定されている。

動揺及び傾斜角度

	設備の種類	縦傾斜	縦揺れ	横傾斜	横揺れ
船舶設備規程	一般電気機器	10度	—	15度	22.5度
	非常電源等	10度	—	22.5度	22.5度
NK 鋼船規則	一般電気機器	5度	7.5度	15度	22.5度
	非常電源等	10度	10度	22.5度	22.5度

なお、船舶設備規程第 175 条で、発電機や電動機等の回転機器は、原則として、船体前後方向に回転軸を平行に設置することが求められている。

- 4) **電源条件**… NK 鋼船規則では、電気設備への「供給電圧」と「電圧及び周波数の変動」についての基準を次表 (NK 鋼船規則 H 編 2.1.2) に規定している。

機器名	電圧 (V)	
	交流	直流
発電機、動力装置、固定配線の調理器、電熱器	500	500
電灯、居室内の電熱器、そのほかの上記以外のもの	250	250
電気推進設備	15,000	1,500
高圧電気設備の規定に適合する交流発電機及び交流動力装置	15,000	—

標準電源周波数は、NK 鋼船規則では、60 [Hz] であるが、船舶設備規程では、「商用周波数」とのみ規程されている。

変動の種類	変動	
	定常時	過渡時
電圧	+6%、-10%	±20% (1.5秒)
周波数	±5%	±10% (5秒)

左表の数値 (時間は除く) は、定格値に対する百分率で示す。

NK 鋼船規則では、非常電源装置が蓄電池の場合、蓄電池の公称電圧の ±12% 以内 (公称電圧が 24V の場合、約 27V～21V) に電圧を維持することと規定されているが、電気機器の許容電圧変動

についての規定はない。

ここで一服して、船舶の呼称の中で、「VLCC」と「ULCC」について簡単に解説しておきたい。

最近の海事関連の新聞や情報誌では、どこそこの造船所が「VLCC」を数隻受注したという景気のよい記事が散見されるが、その「VLCC」とは何かというと、なかなか「大きさの基準及び国内や世界での建造実績等」を知らないむきもあるので、参考までに解説する、即ち、

**「VLCC」及び「ULCC」とは、それぞれ「Very large crude carrier」及び「Ultra Large Crude Carrier」の略称であるが、これらの基準が不明確なので、日本造船工業会のアドバイスによると、過去及び最近の建造実績からも、一般には「VLCCは、20万DWT以上40万DWT未満」、また「ULCCは、40万DWT以上」と理解してもよいと思うのである。**

因みに、実例としての実績船の概略船体寸法は、次のとおりであり、いかに超巨大な船かを想像してみてください。

\*30万DWT VLCC : L(全長)・344m×B(幅)・57m×D(深さ)・30m

\*48万DWT ULCC : L・379m×B・62m×D・36m

\*56万DWT ULCC : L・458m×B・69m×D・30m… 本船は、国内の某造船所で昭和52年に竣工し、**ギネスブックにも登録**されたが、イラン-イラク戦争当時、ペルシャ湾でミサイル被弾・破損し、廃船となった、いわば悲運のULCCであった。筆者は、本船の基本設計に参画したが、やはり、造船所勤務での記憶に残る一大プロジェクトであったことを懐かしく思い浮かべているところである。因みに、主機関はスチームタービンで出力は36,780kW(50,000PS)であり、主発電機は船用では当時としては450V電源方式採用では国内最大のスチームタービン駆動で出力は3500kVA(2800kW)であった。

「VLCCとULCC」の建造実績(日本造船工業会集計・平成16年12月現在)を参考までに以下に示す。

\*VLCC : 世界中で約450隻(内220隻が日本建造)

今年度中には、最近の世界的なVLCCの建造ブームを反映し世界中で500隻を超えるものと予測される。

\*ULCC : 世界中で約30隻(内17隻が日本建造)

最近は、この「ULCC」という言葉をあまり耳にすることがなくなったのも事実であるし、今後は、稀にしか建造されないと予測される。

## (2) 絶縁抵抗についての基本知識

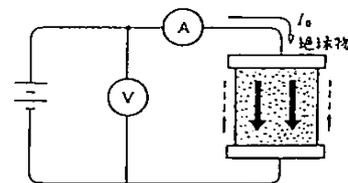
### 1) 絶縁抵抗とは

絶縁物に電極をとりつけ、直流電圧を印加したときに、絶縁物を通して流れる電流で、その時加えた電圧を割った値を絶縁抵抗という。

絶縁物を流れる電流には、絶縁物の中を流れる電流と表面を流れる電流があり、絶縁物の中を流れる電流による抵抗を体積抵抗といい、表面を流れる電流による抵抗を表面抵抗という。

### 2) 絶縁抵抗測定の目的

船舶の電気機器、電路などで絶縁物の劣化や損傷などをきたすと、漏れ電流が流れ、過大になると、発熱による火災事故や絶縁破壊(直流電解作用による)による機器の損傷、人畜に対する感電事故を引き起こす。従って、常にこれらの絶縁状態を知り、その良否の判定を行ない、災害、事故を未然に防



-----> 表面漏れ電流

—————> 体積漏れ電流

$$\text{絶縁抵抗} = \frac{V}{I} \text{ (M}\Omega\text{)}$$

がねばならない。

この試験は、直流電圧を部品の絶縁部分又はその表面を通じて加えたときに起こる漏れ電流に対する抵抗値を測定するものである。絶縁材料は、電氣的に高抵抗であり、電流は流れ難いものであるが、温度、湿度又は絶縁材料のおかれている状態によって漏れ電流が流れる。

一般に、内部に流れる電流による抵抗（体積抵抗）と表面に流れる電流による抵抗（表面抵抗）があり、この両者を総称して絶縁抵抗という。絶縁抵抗試験は、両者（体積抵抗と表面抵抗）を組合わされたものを、絶縁抵抗計で計測し、絶縁抵抗（単位は、メガオーム・ $M\Omega = 10^6\Omega$ ）の良否を判定する。

要は、新造及び修理後、通電し、電気機器の動作試験に入る前には、必ず、機器や電路の絶縁試験をして、絶縁状態が良いことを確認することが船舶電気艙装工事に携わる作業者の基本である。

### (3) 船舶の接地の意義（大切さ）…詳細は、当協会誌「船舶電装・4月号」を参照のこと。

船舶では、推進機関及びその関連補機器、発電機、配電システム、通信システム、航海システム、無線システム等が限られた空間で互いに近接した状態で設置されている。

即ち、各システム相互間で、陸上の場合に比べ、電氣的な影響を受け易い環境となっているので、実際の接地計画は、慎重な検討が必要である。

#### 1) 船舶の接地に対する規則…我が国を含め各国の規則でも、一般的に安全電圧以上の電圧の機器の金属外被及びケーブルの金属被覆を接地することを規定している。

**安全電圧 (Safety voltage)** は、各国の規則により多少異なるが、従来から「IEC規格 60092-101」では、“直流では、導体間又は導体とアース間 **50V 以下**”、“交流では、導体間又は導体とアース間 **50V (実効値) 以下**”、と定められている。

各規則類における共通のものとしては、「電気機器の接地」、「ケーブルの金属被覆の接地」、「一般金属部の接地（特に、FRP 船の関連では、静電気や電磁誘導等によって帯電するおそれのある金属製の構造物などの接地を要求している。）」、「避雷針の確実な接地（非導電材製のマスト又はマストトップを備えた船舶には、避雷針の装備を要求し、避雷導体の断面積や避雷針と接地部との間の抵抗値も規定されている。）」が挙げられる。

#### 2) 船舶の接地の目的…電気機器やケーブルの金属被覆の接地は、絶縁部の絶縁破壊や誘導漏えいなどによる外部金属部の電位上昇が、人体に危険を及ぼしたり、火災の原因となるのを防止し、かつ、誘導ノイズや輻射ノイズなども防止するものである。

船舶には、船体材質により、鋼船、アルミ船、FRP (Fiberglass Reinforced Plastics) 船、木船等

の種類があり、接地の目的とするところは同じであるが、特に、FRP 船は、船体自体が不良導体であり静電気の防止やノイズの防止などに注意した接地が必要となる。

船舶での接地の不具合は、時として、重要な推進用機器や航海計器の故障、火災や人身事故を誘発して、大洋での航海そのものの続行が危険にさらされる重大事故につながる要因となる可能性がある。

### (4) 船用電線

船用電線は、NK を含め世界のほとんどの船級協会が認定している「JISC-3410:99 (船用電線)」を（原則として）使用する。

この船用電線は、「IEC60332-1 (耐炎性) と IEC60332-3 (耐延焼性)」にほぼ完全に適合するように 1999 年 3 月に規格改正されたもので、従来のものから導体の公称断面積等の仕様が大幅に変更されたものである。

### (5) 動力関係

電気システムの根幹となる動力システムは、大別すると、「発電」、「変電圧」、「配電」及び「非常電源」の 4 つに区分されると考えてよい。

#### 1) 発電…船内のあらゆる負荷への電力供給源である発電機が、人間に喩えれば、正に心臓である。

**発電機の決定**…発電機の容量と台数の決定は、「電力調査表」により、船舶の稼動状態（通常航

## 海

時、出入港時、荷役時、停泊時)を想定して、各稼動状態時の需要電力や負荷変動の兼合いを十分に考慮しながら慎重に行う。

① 条件により、若干の相違はあるが、一般的な規程・規則として、船舶設備規程(第183条の2)によると、外洋航行船、旅客船、国際航海に従事する総トン数500トン以上の漁船及び機関区域無人化船では、少なくとも2台以上の発電機(1台は予備)を装備し、航海中に1台の発電機に故障が生じて、予備発電機を運転し、船の推進、人命の安全に必要な補機器を運転できることが要求されている。NK鋼船規則(H編3.2.1)でも、原則、同様の内容である。

なお、最近の主機により(ギヤを介して)駆動される軸発電機の場合も、電力の連続性という原則からは、前記と同じ思想である。

② 発電機及び原動機は、定格を越えないで、定格出力の10~15%程度の余裕を保って運転されるのが一般的であり、効率も良い。

③ 原動機出力の根拠となる発電機の入力(原動機からみて)の計算条件の一つである力率(PF: power factor)は、一般的には総合負荷力率は経験・実績的にも「0.8前後」となるので、特殊な場合を除き、PF=0.8で設計しておけば、問題はない。

なお、負荷(推進機システムや大型機械等の)にシリコン等の半導体を使用した大電力変換装置を必要とするものがある場合は、総合力率が0.7以下の場合も考えられるので、そのような時は、発電機の定格力率を0.7以下とするか(この場合、発電機の容量増につながる)、力率改善コンデンサー等を付加するか(この場合、発電機の容量は不変)の対応策が必要となる場合もあるので、基本設計時の発電機と負荷のバランス(技術面及び就航後の保守管理を含めたコスト面)を考慮した的確な判断が重要となる。

2) 発電システム…昔から現在にわたり、一般商船、特殊船舶(客船も含む)、護衛艦等で一般的に採用されている発電システムは、次のとおりである。

① ディーゼル機関駆動方式: このシステムが、多分、全船舶用の95%近くを占めていると思われる。大きな理由は、実績・技術的にも最も信頼性が高く、システムも単純で、配置的にも冗長性がある。

② スチームタービン駆動方式: 昭和40年代から50年代初期くらいまでのVLCC(20万DWT以上の超巨大タンカーの略称・Very Large Crude Carrier)は、主機関や荷油ポンプがスチームタービン駆動、即ち、大型のボイラを装備していたので、主発電機もスチームタービン駆動が常識であった。

その他、同時期の浚渫船の浚渫ポンプや護衛艦の主発電機も同じくスチームタービン駆動であった。なお、VLCC用も含め予備発電機は、昔も今もディーゼル駆動が定番である。

昭和50年代後半くらいから、一部の護衛艦を除き上記の主機関も省燃費の観点からディーゼル機関が主流となり、必然的に、主発電機もディーゼル駆動へと移行していった。

③ ガスタービン駆動方式: 一般商船や特殊船舶の主機関は、ディーゼル機関が主流となり、ガスタービンを主機関とするものは、実験的なものや特殊な用途の船舶及び海上自衛隊の護衛艦に限られて採用されている程度である。

特に、昭和57年度以降のコンピュータを多用し情報処理等々システム化された高性能の護衛艦用主機関及び主発電機は、「小型大馬力(余剰スペースの確保が可能)で、暖機運転が不要(推進行動に制約がない)及び振動や騒音の低減化等」の特徴を生かすべくガスタービンが主力機関となっていった所以と考えられる。

ガスタービン機関は、船舶にとって、前述のように採用したい魅力がある特徴があるが、主に省燃費という採算上の理由で、ここしばらくは、護衛艦、特殊船舶(豪華客船や調査船等)等に採用されるくらいが精一杯と予測される。

一方、地球温暖化対策や省エネルギー対策の一環として、「排熱再生サイクルシステム」の研究が鋭意進みつつあるが、その研究成果を基に、まずは陸上システムに採用されて、その有効性が立証されれば、つづいて一般船舶の推進システム及び発電システムへの採用の可能性が期待される。

④ 船舶用の主機関として使用される「ディーゼルエンジン」と「ガスタービン」の比較調査（筆者自身が、平成17年4月に調査）をしたので、参考までに下表に示す。

なお、表中の数値は、製造メーカーにより、かつ、その時代の技術進歩により異なることもあると予想するが、現時点における両エンジンの大枠としての比較上のイメージは十分に理解してもらえる筈である。

比較項目	機関出力	ディーゼル	ガスタービン
概略重量 (トン)	10,000PS (7,360kW)	約220トン	約12トン：ディーゼルの5.5%
	20,000PS (14,720kW)	約350トン	約20トン：ディーゼルの5.7%
	30,000PS (20,080kW)	約850トン	約25トン：ディーゼルの2.9%
概略燃費 (1分間の燃料 消費量:kg/分)	10,000PS (7,360kW)	約20 kg/分	約35 kg/分：ディーゼルの175%
	20,000PS (14,720kW)	約40 kg/分	約70 kg/分：ディーゼルの175%
	30,000PS (20,080kW)	約60 kg/分	約100 kg/分・ディーゼルの167%
概略容積比	10,000PS (7,360kW)	100として	ディーゼルの約10%
	20,000PS (14,720kW)	100として	ディーゼルの約10%
	30,000PS (20,080kW)	100として	ディーゼルの約10%
燃料の種類	—	C重油	軽油・A重油

## あとがき

今回は、具体的に「船舶建造の流れ」、「船舶に関する法令等」及び「船舶建造船舶電気システムの具体的な分類とその要点の一部」をメモしたが、次回（来年1月号）は、その続きを紹介したい。

今回の内容の中、普段、皆さんがあまり気にしていないが、実は船舶設計をする上で、重要な拠りどころであると同時に、時として大きな制約も受ける各種の「規程・規則・規格・標準・国際条約等々」を記載しているので、この機会に「こんなものもあるのか！」を認識していただければ幸である。

実際に、船舶建造という一つのプロジェクトを成し遂げるためには、いろいろの法規・規則・技術等々の積み上げはもとより、船体部・機関部・電気部の密なる連携があってこそ成就できるものであるということを再認識してもらいたいと切に希望するものである。

(つづく…)