

# 船舶電気装備技術講座

(初級)

## 電気装備概論編

# は し が き

近年船舶の設備は益々近代化し、それにつれて複雑化しつつある。また、船舶の設備の殆んど全部といってよいほど電気が関連し、電気装備工事を必要とするものである。この意味において、本指導書は初めて船舶電装士を心掛けられる方々のための入門書として船とはどんなものかの概要を船体、機関、電気の3部門にわたって言及したので、これにより船舶の概念を修得されたい。

なお、本書はボートレースの交付金による日本財団の助成金を受けて作成したものである。

# 目次

|   |        |
|---|--------|
| 1 船舶の概要.....                                      | - 1 -  |
| 1.1 法規 .....                                      | - 1 -  |
| 1.1.1 国内関係法規類 .....                               | - 1 -  |
| 1.1.2 海上における人命の安全のための国際条約(SOLAS)及び各国船級協会規則類 ..    | - 2 -  |
| 1.1.3 国の検査と船級協会、日本小型船舶検査機構との関係 .....              | - 2 -  |
| 1.1.4 国内、国際規格類 .....                              | - 4 -  |
| 1.2 船舶の分類 .....                                   | - 4 -  |
| 1.2.1 船殻材料による分類 .....                             | - 4 -  |
| 1.2.2 推進動力による分類 .....                             | - 4 -  |
| 1.2.3 用途による分類 .....                               | - 5 -  |
| 1.3 航行区域、漁船の従業制限、国際航海 .....                       | - 5 -  |
| 1.3.1 航行区域 .....                                  | - 5 -  |
| 1.3.2 漁船の従業制限 .....                               | - 6 -  |
| 1.3.3 国際航海 .....                                  | - 6 -  |
| 1.4 船舶のトン数の種類 .....                               | - 6 -  |
| 1.4.1 容積トン数 .....                                 | - 6 -  |
| 1.4.2 重量トン数 .....                                 | - 7 -  |
| 1.4.3 貨物船における各種トン数の割合 .....                       | - 7 -  |
| 1.4.4 トン表示の起こり .....                              | - 7 -  |
| 1.5 復習問題(1) .....                                 | - 8 -  |
| 2 船体部の概要 .....                                    | - 9 -  |
| 2.1 船の要目 .....                                    | - 9 -  |
| 2.1.1 主要寸法(Principal dimensions) .....            | - 9 -  |
| 2.1.2 喫水(draft) .....                             | - 10 - |
| 2.1.3 乾舷(freeboard)満載喫水線の標識(load line mark) ..... | - 10 - |
| 2.2 構造のしくみ .....                                  | - 10 - |
| 2.2.1 縦の強さ .....                                  | - 10 - |
| 2.2.2 横の強さ .....                                  | - 11 - |
| 2.2.3 局部の強さ .....                                 | - 11 - |
| 2.3 船体の区分け .....                                  | - 11 - |
| 2.3.1 諸室、倉庫、通路等 .....                             | - 12 - |
| 2.3.2 隔壁、甲板等 .....                                | - 12 - |
| 2.3.3 防火構造上の仕切りと区域 .....                          | - 13 - |
| 2.4 船の断面とその説明 (貨物船の一例) .....                      | - 13 - |
| 2.5 船の推進 .....                                    | - 16 - |
| 2.5.1 スクリュープロペラ(screw propeller) .....            | - 16 - |
| 2.5.2 その他の推進器 .....                               | - 16 - |
| 2.6 船のかじ(rudder) .....                            | - 18 - |

|       |                               |        |
|-------|-------------------------------|--------|
| 2.7   | サイドスラスト(side thruster)        | - 18 - |
| 2.8   | 復習問題(2)                       | - 19 - |
| 2.9   | 設備と電気関係                       | - 19 - |
| 2.9.1 | 居住、衛生設備                       | - 19 - |
| 2.9.2 | 航海用具及び GMDSS 設備等              | - 19 - |
| 2.9.3 | 操舵設備                          | - 19 - |
| 2.9.4 | 揚錨及び係留設備                      | - 19 - |
| 2.9.5 | 荷役設備                          | - 20 - |
| 2.9.6 | 防火構造及び消防設備                    | - 20 - |
| 2.9.7 | 救命設備                          | - 20 - |
| 2.9.8 | 漁船の特殊設備                       | - 21 - |
| 2.10  | 復習問題(3)                       | - 23 - |
| 3     | 機関部概要                         | - 24 - |
| 3.1   | 主機関の出力の種類                     | - 24 - |
| 3.1.1 | 常用出力(normal output)           | - 24 - |
| 3.1.2 | 連続最大出力(max continuous output) | - 24 - |
| 3.1.3 | 過負荷出力(over load output)       | - 24 - |
| 3.1.4 | 後進出力(astern output)           | - 24 - |
| 3.1.5 | 軸出力(shaft output)             | - 24 - |
| 3.1.6 | ブレーキ出力(break output)          | - 24 - |
| 3.1.7 | 図示出力(indicated output)        | - 24 - |
| 3.1.8 | 有効出力(effective output)        | - 24 - |
| 3.1.9 | 伝達出力(delivered output)        | - 24 - |
| 3.2   | 船の速力と主機関の出力との関係               | - 24 - |
| 3.3   | 出力(kW)と PS                    | - 24 - |
| 3.4   | 主機関                           | - 25 - |
| 3.4.1 | 主機関の種類と熱効率                    | - 25 - |
| 3.4.2 | ディーゼル機関(diesel engine)        | - 26 - |
| 3.4.3 | 蒸気タービン及びボイラ                   | - 28 - |
| 3.4.4 | ガスタービン(gas turbine)           | - 31 - |
| 3.4.5 | 電気推進装置                        | - 31 - |
| 3.5   | 復習問題(4)                       | - 35 - |
| 3.6   | 機関用及び雑用補機の種類とその用途             | - 35 - |
| 3.6.1 | ディーゼル機関用補機                    | - 35 - |
| 3.6.2 | 蒸気タービン機関用補機                   | - 35 - |
| 3.6.3 | 雑用補機                          | - 36 - |
| 3.7   | 機関室電気機器配置図とその説明 (漁船の一例)       | - 36 - |
| 3.8   | 自動制御と遠隔制御                     | - 38 - |
| 3.8.1 | 自動制御の意義                       | - 38 - |
| 3.8.2 | 遠隔制御の意義                       | - 39 - |

|       |                                       |        |
|-------|---------------------------------------|--------|
| 3.8.3 | 電気・空気式ディーゼル主機関遠隔操縦装置.....             | - 39 - |
| 3.9   | 機関の無人化と自動化船.....                      | - 41 - |
| 3.9.1 | 自動化船の変遷.....                          | - 41 - |
| 3.9.2 | 機関の無人運転とその設備.....                     | - 41 - |
| 3.10  | 重要設備.....                             | - 42 - |
| 3.11  | 復習問題(5).....                          | - 42 - |
| 4     | 電気機器類.....                            | - 43 - |
| 4.1   | 船用電気機器として具備すべき条件.....                 | - 43 - |
| 4.1.1 | 定格と温度.....                            | - 43 - |
| 4.1.2 | 寸法・重量・手入れに対する考慮.....                  | - 43 - |
| 4.1.3 | 振動・衝撃に対する考慮.....                      | - 44 - |
| 4.1.4 | 動揺、傾斜に対する考慮.....                      | - 44 - |
| 4.1.5 | 騒音又は雑音に対する考慮.....                     | - 44 - |
| 4.1.6 | 絶縁、腐食に対する考慮.....                      | - 44 - |
| 4.1.7 | 周囲の影響に対する考慮.....                      | - 45 - |
| 4.2   | 電気機器類の配置.....                         | - 45 - |
| 4.3   | 電気機器.....                             | - 47 - |
| 4.3.1 | 一次電源装置.....                           | - 47 - |
| 4.3.2 | 二次電源装置.....                           | - 50 - |
| 4.3.3 | 配電盤.....                              | - 52 - |
| 4.3.4 | 交流電動機.....                            | - 53 - |
| 4.3.5 | 静止機器.....                             | - 56 - |
| 4.4   | 復習問題(6).....                          | - 56 - |
| 4.5   | 電熱器類.....                             | - 56 - |
| 4.5.1 | 加熱器.....                              | - 56 - |
| 4.5.2 | 電気レンジ(Electric range).....            | - 57 - |
| 4.5.3 | 電気オーブン(Electric oven).....            | - 57 - |
| 4.5.4 | 電気暖房器.....                            | - 57 - |
| 4.5.5 | その他の電熱器.....                          | - 57 - |
| 4.5.6 | 電気溶接機.....                            | - 57 - |
| 4.6   | 照明器具、船灯、信号灯、その他.....                  | - 57 - |
| 4.6.1 | 光源.....                               | - 57 - |
| 4.6.2 | 照明器具.....                             | - 58 - |
| 4.6.3 | 船灯.....                               | - 58 - |
| 4.6.4 | 信号灯、その他.....                          | - 59 - |
| 4.7   | 船内通信及び警報装置.....                       | - 59 - |
| 4.7.1 | 船内通信機器.....                           | - 59 - |
| 4.7.2 | 火災探知装置（詳細は船舶消防設備規則を参照のこと。）.....       | - 59 - |
| 4.8   | 計測・制御装置.....                          | - 60 - |
| 4.8.1 | 電気式ラダー・アングル・インジケータ（船舶設備規程：舵角指示器）..... | - 60 - |

|         |                              |        |
|---------|------------------------------|--------|
| 4.8.2   | 電気式プロペラ軸回転計                  | - 60 - |
| 4.8.3   | 回転方向指示器                      | - 60 - |
| 4.8.4   | 風向風速計                        | - 60 - |
| 4.8.5   | 電気抵抗式温度計                     | - 60 - |
| 4.8.6   | 熱電対式温度計                      | - 60 - |
| 4.8.7   | 流量計                          | - 60 - |
| 4.8.8   | 液面計                          | - 60 - |
| 4.8.9   | 電気式検塩計                       | - 60 - |
| 4.8.10  | スモーク インジケータ(smoke indicator) | - 60 - |
| 4.8.11  | 電気式喫水計                       | - 61 - |
| 4.9     | 航行設備                         | - 61 - |
| 4.10    | GMDSS 設備                     | - 63 - |
| 4.11    | その他の無線装置等                    | - 63 - |
| 4.12    | 防爆機器                         | - 63 - |
| 4.13    | 船用電線                         | - 63 - |
| 4.13.1  | 構造の一例                        | - 64 - |
| 4.13.2  | 導体の許容温度                      | - 64 - |
| 4.13.3  | 電線の許容電流                      | - 64 - |
| 4.13.4  | その他                          | - 64 - |
| 4.14    | 配線器具(電路器具)                   | - 64 - |
| 4.14.1  | 分電盤                          | - 65 - |
| 4.14.2  | 区電盤                          | - 65 - |
| 4.14.3  | 船外給電箱                        | - 65 - |
| 4.14.4  | スイッチ及びプラグ類                   | - 65 - |
| 4.14.5  | 遮断器                          | - 65 - |
| 4.14.6  | ヒューズ                         | - 66 - |
| 4.14.7  | 電磁接触器                        | - 66 - |
| 4.14.8  | 開閉器類                         | - 66 - |
| 4.14.9  | 船用ソケット                       | - 66 - |
| 4.14.10 | 船用小形接続箱                      | - 66 - |
| 4.14.11 | 船用小形端子及び端子盤                  | - 66 - |
| 4.14.12 | 船用電線貫通金物                     | - 67 - |
| 4.14.13 | 船用防爆灯制御スイッチ                  | - 67 - |
| 4.14.14 | 船用照明灯光度加減器                   | - 67 - |
| 4.14.15 | 船用計器照明灯光度加減器                 | - 67 - |
| 4.15    | 電気機器完成品の試験・検査                | - 68 - |
| 4.16    | その他                          | - 68 - |
| 4.17    | 復習問題(7)                      | - 68 - |
| 5       | 電気艙装設計                       | - 69 - |
| 5.1     | 設計業務                         | - 69 - |

|        |                            |         |
|--------|----------------------------|---------|
| 5.1.1  | 仕事の流れ .....                | - 69 -  |
| 5.1.2  | 基本設計と詳細設計 .....            | - 71 -  |
| 5.2    | 電気設備の設計 .....              | - 74 -  |
| 5.2.1  | 一般 .....                   | - 74 -  |
| 5.2.2  | 電源装置 .....                 | - 78 -  |
| 5.2.3  | 配電装置 .....                 | - 82 -  |
| 5.2.4  | 動力及び電熱装置 .....             | - 87 -  |
| 5.2.5  | ケーブル及びコード .....            | - 94 -  |
| 5.2.6  | 照明装置 .....                 | - 99 -  |
| 5.2.7  | 船内通信装置及び計測制御装置 .....       | - 104 - |
| 5.2.8  | 航行設備及び無線設備 .....           | - 105 - |
| 5.3    | 系統図・配置図 .....              | - 105 - |
| 5.3.1  | 系統図 .....                  | - 105 - |
| 5.3.2  | 電気機器配置図 .....              | - 109 - |
| 6      | 電気艙装工事 .....               | - 111 - |
| 6.1    | 工事心得 .....                 | - 111 - |
| 6.2    | 工事の実施 .....                | - 111 - |
| 6.2.1  | 図面調査と材料準備 .....            | - 111 - |
| 6.2.2  | 電路計画 .....                 | - 111 - |
| 6.2.3  | 位置出し（墨出し） .....            | - 111 - |
| 6.2.4  | 電路金物取付け工事 .....            | - 112 - |
| 6.2.5  | ケーブル敷設工事 .....             | - 112 - |
| 6.2.6  | 機器の取付け .....               | - 112 - |
| 6.2.7  | ケーブル導入、線端処理、接続 .....       | - 112 - |
| 6.2.8  | 接地工事 .....                 | - 112 - |
| 6.2.9  | 保護覆の取付け .....              | - 113 - |
| 7      | 船殻工事と電気艙装工事との関連 .....      | - 114 - |
| 7.1    | 一般 .....                   | - 114 - |
| 7.2    | 艙装方法 .....                 | - 114 - |
| 7.3    | 用語の説明 .....                | - 114 - |
| 7.3.1  | 電装工事 .....                 | - 114 - |
| 7.3.2  | 機関艙装 .....                 | - 114 - |
| 7.3.3  | シリーズ艙装（図 7.2 参照のこと。） ..... | - 114 - |
| 7.3.4  | ユニット艙装 .....               | - 115 - |
| 7.3.5  | ブロック艙装 .....               | - 115 - |
| 7.3.6  | 青空艙装 .....                 | - 115 - |
| 7.3.7  | 先行艙装、地上艙装 .....            | - 115 - |
| 7.3.8  | 内作と外作 .....                | - 116 - |
| 7.3.9  | 内業 .....                   | - 116 - |
| 7.3.10 | 外業 .....                   | - 116 - |

|        |                          |         |
|--------|--------------------------|---------|
| 8      | 電気機器の試運転と試験 .....        | - 117 - |
| 8.1    | 運転前の注意 .....             | - 117 - |
| 8.1.1  | 各部の掃除 .....              | - 117 - |
| 8.1.2  | 各部の点検 .....              | - 117 - |
| 8.1.3  | 回転機の注油 .....             | - 117 - |
| 8.1.4  | 絶縁抵抗測定 .....             | - 117 - |
| 8.2    | 回転機の始動運転と停止の注意 .....     | - 117 - |
| 8.2.1  | 発電機 .....                | - 117 - |
| 8.2.2  | 電動機 .....                | - 117 - |
| 8.3    | 通信機器、制御機器、航海機器等の操作 ..... | - 117 - |
| 8.4    | 鉛蓄電池 .....               | - 117 - |
| 8.4.1  | 蓄電池の充電 .....             | - 117 - |
| 8.4.2  | 蓄電池の放電 .....             | - 118 - |
| 8.4.3  | 蓄電池の取扱い注意事項 .....        | - 118 - |
| 9      | 船内試験 .....               | - 119 - |
| 9.1    | 係留中の船内試験 .....           | - 119 - |
| 9.2    | 海上運転中の船内試験 .....         | - 119 - |
| 10     | 船内保安 .....               | - 120 - |
| 10.1   | 一般安全心得 .....             | - 120 - |
| 10.2   | 火災予防 .....               | - 120 - |
| 10.3   | 電気機器の取扱い及び電気工事心得 .....   | - 120 - |
| 10.3.1 | 電気機器の取扱い心得 .....         | - 120 - |
| 10.3.2 | 電気工事上の心得 .....           | - 121 - |
| 11     | 復習問題(8) .....            | - 121 - |
| 12     | 復習問題の解答 .....            | - 122 - |