

Supported by  日本 THE NIPPON
財団 FOUNDATION

船 舶 電 気 装 備 工 事
ハ ン ド ブ ッ ク
設 計 編

令和2年3月

一般社団法人 日本船舶電装協会

まえがき

昨今、船舶に対してデジタルイゼーションを利用した技術の応用への期待が高まっています。今後予想される船員不足への対応策として自動運航船による船員への負荷の低減、その自動運航システムを成り立たせるための電気推進技術、また船内各機器のメンテナンスについては、従来から行われていた運転時間のみに依存する開放間隔ではなく、機器に各種センサーを設置することで、各種の情報を得て分析し、各機器の開放時期を決定する状態監視技術、さらにこれらの自動運航船や陸上からの状態監視を行うには欠かせないサイバーセキュリティ対策等、今後船舶に対しては今以上の電気電子技術が要求されるものと予想されます。

このような状況下で、一般社団法人 日本船舶電装協会においては、「船舶電気装備工事ハンドブック（設計編）」第2版を、平成19年及び平成20年度事業として総見直しを行い平成21年に刊行しましたが、刊行より10年以上経過し現状の電気電子技術、関連法規、船級規則及び関連規格に、齟齬が見られ始めてきていたため、平成30年度及び31年度事業として全面改訂を実施し第3版として今回刊行致しました。

本ハンドブックが、今後の新技术を搭載した船舶の電装設計を担う設計者の向上の一助となることを期待します。

刊行にあたっては、日本財団からの助成を頂いたことに多大の感謝を申し上げるとともに、執筆及び編集作業に尽力をいただきました委員及び関係者の皆様、事務局である日本船舶電装協会の皆様に、厚くお礼申し上げます。

令和2年3月

一般社団法人 日本船舶電装協会
船舶電気装備工事ハンドブック（設計編）作成委員会
委員長 中山 公平

船舶電気装備工事ハンドブック（設計編）

作成委員会委員名簿

（順不同 敬称略）

委員長	中山	公平	一般財団法人	日本海事協会
委員	木船	弘康	国立大学法人	東京海洋大学 准教授
〃	吉田	孝一	一般社団法人	日本電機工業会
〃	土屋	岳彦	独立行政法人	鉄道建設・運輸施設整備支援機構
〃	岡村	淳		〃
〃	岡井	功		日本小型船舶検査機構
〃	萩原	正久		住友重機械マリンエンジニアリング株式会社
〃	大隣	樹人		三井 E&S 造船株式会社
〃	信國	伸介		ジャパンマリンユナイテッド株式会社
〃	高柳	雅行		大洋電機株式会社
〃	竹浪	政人		古野電気株式会社
〃	飯作	晃男		三信船舶電具株式会社
〃	安陪	幸里		BEMAC 株式会社

関係官庁

〃	清水	武史	国土交通省	海事局
〃	花光	政和	海上保安庁	装備技術部
〃	溝部	隆一	水産庁	増殖推進部
〃	千原	光輝		〃

事務局

〃	和田	昌雄	一般社団法人	日本船舶電装協会
〃	三浦	敏昭		〃
〃	白井	精一		〃
〃	深堀	英夫		〃
〃	玉井	章		〃
〃	穴原	啓一		〃
〃	安納	律雄		〃
〃	勝又	隆二		〃

目 次

第1章 電装設計一般	1
1.1 設計業務	1
1.1.1 仕事の流れ	1
1.1.2 基本設計と詳細設計	4
1.1.3 主要目表	5
1.1.4 要目一覧表	5
1.1.5 メーカーリスト	7
1.1.6 電気部仕様書	7
1.1.7 内航タンカーの電気部仕様書の一例	8
1.2 船舶関係法規、船級規則及び規格	28
1.2.1 船舶安全法の体系	28
1.2.2 船舶安全法及び関係法令の用語	31
1.2.3 船舶に関する条約等	37
1.2.4 船級協会の規則	38
1.2.5 国内・外の関連規格等	39
1.3 電気設備の設計	40
1.3.1 一般的要求性能	40
1.3.2 電気機器の外被の保護形式とその試験方法	45
1.3.3 電気絶縁の耐熱クラス	51
1.3.4 電気機器の絶縁抵抗及び耐電圧	59
1.3.5 電気機器の温度上昇限度	63
1.3.6 回転機の過負荷耐力及び過速度耐力	69
1.3.7 回転機の使用及び定格	70
第2章 電源装置	73
2.1 概要	73
2.2 船舶の電気方式	73
2.2.1 交・直流式の変遷及び特徴	73
2.2.2 直流式	74
2.2.3 交流式	74
2.3 発電機	74
2.3.1 発電機の形式	74
2.3.2 交流発電機	75
2.3.3 配電計画	84
2.3.4 発電機の容量と台数	84
2.3.5 電力調査表	86
2.3.6 主機駆動発電機（軸発電機）	91
2.4 変圧器	98
2.4.1 種類と構造	99
2.4.2 単巻変圧器	103

2.4.3	低圧変圧器（440V系）と高圧変圧器（6600V系）の違いについて	103
2.5	蓄電池	103
2.5.1	一般給電用蓄電池	104
2.5.2	無線用蓄電池	104
2.5.3	蓄電池の容量計算と台数	104
2.5.4	蓄電池の寸法と性能	109
2.6	非常電源	111
2.6.1	非常電源の種類	111
2.6.2	臨時の非常電源	111
2.6.3	給電対象設備及び給電時間	111
第3章	配電方式	117
3.1	配電方式	117
3.1.1	配電方式の種類	117
3.1.2	重要負荷への給電方式	118
3.1.3	非常電源給電方式	121
3.1.4	絶縁監視装置	122
3.2	配電盤	122
3.2.1	主配電盤	122
3.2.2	充放電盤	124
3.2.3	非常配電盤	127
3.2.4	保護装置の選定・適用	127
3.3	配線器具	148
3.3.1	区電盤及び分電箱	148
3.3.2	船外給電箱	148
3.3.3	停泊中の陸上電力利用システム	149
3.3.4	その他の配電機器	150
3.4	短絡電流	151
3.4.1	IEC方式	151
3.4.2	簡易計算法	166
3.4.3	短絡電流計算例	166
第4章	動力装置及び電熱装置	171
4.1	概要	171
4.2	電動機及び始動器	171
4.2.1	電動機	171
4.2.2	電動機の始動方法	173
4.2.3	電動機の始動方法の選定	180
4.2.4	電動機始動方法の検討例	185
4.2.5	電動機の制動法	187
4.2.6	始動器	189
4.3	電気推進システム	193
4.3.1	電気推進システムの概要	193
4.3.2	電気推進システム駆動方式	193

4.3.3	高調波対策	198
4.4	電熱装置	198
4.4.1	機関室用加熱器	198
4.4.2	厨房用設備	198
第5章	ケーブルの選定	199
5.1	ケーブルの選定	199
5.1.1	絶縁体種別の選定	201
5.1.2	保護被覆種別の選定	202
5.1.3	光ファイバケーブル	202
5.1.4	高圧ケーブル	203
5.1.5	ノンハロゲン耐延焼性船用電線（船用軽量電線）	204
5.1.6	その他のケーブル	206
5.2	ケーブル類の許容電流	206
5.3	ケーブルの短絡容量	207
5.4	配電回路の電圧降下率	210
5.5	ケーブルサイズの決定法	213
第6章	照明装置、船灯及び信号灯	215
6.1	概説	215
6.2	照明の基礎	215
6.3	灯数決定法	221
6.4	投光照明	222
6.5	船灯の種類と性能	224
6.6	防爆灯	236
6.7	信号灯及び標識灯	236
6.8	集魚灯	238
6.9	非常標識、非常照明装置、蓄電池一体型非常照明装置	238
6.10	表示灯	239
6.11	電球型蛍光灯	239
第7章	船内通信・計測・警報装置及び自動制御装置	241
7.1	船内通信・警報装置	241
7.1.1	エンジンテレグラフ	241
7.1.2	舵角指示器	241
7.1.3	電話装置	242
7.1.4	ベル、ブザー、ホーンなどの音響信号装置	244
7.1.5	汽笛	245
7.1.6	船内指令装置	246
7.1.7	警報装置	247
7.1.8	監視用テレビジョン	252
7.2	計測・制御装置	254
7.2.1	温度計	254
7.2.2	流量計	254

7.2.3	液面計	254
7.2.4	回転計	255
7.2.5	その他の計測・制御装置	255
7.2.6	論理制御回路の基本要素	256
7.3	自動制御及び遠隔制御装置	257
7.3.1	一般	257
7.3.2	周囲条件	258
7.3.3	電源システム	265
7.3.4	システム的设计	267
7.3.5	発電装置の自動・遠隔制御	269
7.4	自動制御装置などの装備機器	272
7.4.1	発電機操縦装置	272
7.4.2	機関部補機制御及び監視	273
7.4.3	ディーゼル主機操縦装置	275
7.5	機関部監視警報システム	277
7.5.1	集中制御室の監視警報システム	277
7.5.2	機関士居住区の警報システム	284
7.6	機関部重要機器の安全システム	285
7.7	自動制御装置の監視・警報装置	287
7.7.1	監視装置	288
7.7.2	データロガー	290
7.7.3	ボイスアラーム	292
第8章 航法装置及び無線装置		293
8.1	概説	293
8.2	航法設備	293
8.2.1	磁気コンパス(Standard Magnetic Compass)	295
8.2.2	ジャイロコンパス(Gyro Compass)	296
8.2.3	GPS コンパス	297
8.2.4	船首方位伝達装置(THD : Transmitting Heading Device)	297
8.2.5	自動操舵装置 (Heading Controller) (オートパイロット)	297
8.2.6	回頭角速度計(Turn Rate Indicator)	297
8.2.7	コースレコーダ(Course Recorder)	298
8.2.8	航跡自画器	298
8.2.9	船内時計	298
8.2.10	風向風速計 (Anemometer)	298
8.2.11	音響測深機 (ESD : Echo Sounding Device) 及び魚群探知機	298
8.2.12	船速距離計 (速力航程計 Speed and Distance Measuring Device)	298
8.2.13	ソナー(Sonar)	299
8.2.14	無線方位測定機 (方向探知器) (Radio Direction Finder)	300
8.2.15	衛星航法装置 (GPS 受信機 : Global Positioning System)	300
8.2.16	航海用レーダー (Marine Radar)	300
8.2.17	電子プロットイング装置(EPA : Electronic Plotting Aids)	301
8.2.18	自動物標追跡装置 (ATA : Automatic tracking Aids)	302

8.2.19	自動衝突予防援助装置 (ARPA : Automatic Radar Plotting Aids)	302
8.2.20	電子海図情報表示装置 (ECDIS : Electronic Chart Display and Information System)	302
8.2.21	船舶自動識別装置 (AIS : Automatic Identification System)	303
8.2.22	航海情報記録装置 (VDR : Voyage Data Recorder)	304
8.2.23	ワンマン・ブリッジ・コントロール・システム	304
8.2.24	船橋航海当直警報装置 (BNWAS : Bridge Navigational Watch Alarm System)	306
8.2.25	船舶保安警報装置 (SSAS : Ship Security Alert System)	307
8.2.26	船舶長距離識別追跡装置 (LRIT : Long Range Identification and Tracking)	307
8.3	GMDSS 設備	308
8.3.1	ナブテックス受信機 (NAVTEX : Navigation Telex)	308
8.3.2	インマルサット装置 (衛星通信装置)	308
8.3.3	インマルサット高機能グループ呼出受信機 (EGC : Enhanced Group Calling)	309
8.3.4	VHF 無線電話装置 (国際 VHF)	309
8.3.5	VHF デジタル選択呼出装置(DSC : Digital Selective Calling)	310
8.3.6	VHF デジタル選択呼出聴守装置(DSC 聴守装置)	310
8.3.7	MF/HF 無線電話	310
8.3.8	MF/HF デジタル選択呼出装置	311
8.3.9	MF/HF デジタル選択呼出聴取装置	311
8.3.10	狭帯域直接印刷電信装置 (NBDP : Narrow Band Direct Printing System)	311
8.3.11	双方向無線電話装置 (双方向 VHF)	311
8.3.12	極軌道衛星利用非常用位置指示無線標識装置 (衛星 EPIRB : Satellite Emergency Position -Indicating Radio Beacon)	311
8.3.13	レーダートランスポンダー (SART : Search and Rescue Radar Transponder)	311
8.3.14	VSAT 装置	312
8.3.15	イリジウム移動衛星通信システム	312
8.4	その他の無線装置等	312
8.4.1	模写電送装置 (ファックス FAX : Facsimile)	312
8.4.2	NTT 船舶電話	313
8.4.3	船上通信装置	313
8.4.4	テレビ放送受信装置	313
第9章	電路系統図作成要領	315
9.1	概要	315
9.2	ケーブルの選定	315
9.3	主電路系統図	318
9.3.1	発電機回路	319
9.3.2	船外給電回路	319
9.3.3	変圧器回路	319

9.3.4	動力回路	319
9.3.5	制御回路	319
9.3.6	低圧給電回路	319
9.4	照明電灯電路系統図	320
9.4.1	照明灯回路	320
9.4.2	航海灯回路	322
9.4.3	信号灯回路	324
9.5	船内通信装置、航海計器及び無線装置電路系統図	324
9.6	機関部計装制御装置電路系統図	325
9.6.1	制御機器一覧表	325
9.6.2	電源回路	325
9.6.3	発電機関制御系統回路	325
9.6.4	主機制御系統回路	326
9.6.5	温度計回路	326
9.6.6	温度、圧力警報回路	326
9.6.7	タンクその他の警報回路	326
9.6.8	運転表示回路	326
第 10 章	電気機器配置図作成要領	327
10.1	概要	327
10.2	側面図	329
10.3	動力電源装置機器配置図	329
10.4	照明装置配置図	329
10.5	通信装置・航海装置及び無線装置配置図	330
10.6	機関部計測制御装置配置図	330
〔附録〕		
附録 1	国際単位系 (SI)	331
附録 2	ケーブルの許容電流	339
附録 3	補機器の名称と英文略称	342
附録 4	交流電動機の定格一覧	344
附録 5	MCCB の選定例	348
附録 6	各種計算式	350
附録 7	船舶設備規程 (航海用具 属具表) (抜粋)	358
附録 8	漁船特殊規程 (航海用具 別表) (抜粋)	363
附録 9	電気関係規格一覧	365
附録 10	結線図シンボル表	372
附録 11	船用電気器具の警告表示	378