

日本電機工業会規格

JEM 1440

船用低圧軸駆動発電装置

Low voltage shaft driven generating system in ships

1988年(昭和63年)12月5日 制定

2017年(平成xx年)xx月x日 改正(第3回)



一般社団法人日本電機工業会

D  
R  
A  
F  
T

白 紙

## 目 次

	ページ
序文	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 用語及び定義	2
4 使用条件	5
4.1 一般事項	5
4.2 温度及び湿度	5
4.3 船体の傾斜角度	5
4.4 据付方向	5
4.5 船体の振動・衝撃	5
4.6 冷却空気中の油分及び塩分	5
5 システム構成	6
5.1 構成	6
5.2 軸発電機	6
5.3 制御盤	7
5.4 同期調相機	7
5.5 システムの始動及び運転	7
6 定格	7
6.1 定格電圧	7
6.2 定格周波数	7
6.3 定格力率	7
6.4 定格の種類	7
6.5 相数	7
7 性能	7
7.1 周波数変動特性	7
7.2 電圧変動特性	7
7.3 短絡電流供給能力	8
7.4 過負荷耐力	8
7.5 周波数及び電圧の変動範囲	8
7.6 温度上昇限度	8
7.7 耐電圧	11
7.8 絶縁抵抗	11
7.9 総合高調波ひずみ率(THD)	11
7.10 効率保証値の裕度	11
7.11 振動	11
7.12 騒音	11

7.13 保護	11
7.14 軸電流	12
8 構造	12
8.1 一般	12
8.2 形式	12
8.3 外被	13
8.4 通風方式	13
8.5 回転方向	13
8.6 軸	13
8.7 軸受	14
8.8 絶縁	14
8.9 スリップリング	14
8.10 スペースヒータ	14
8.11 端子及び端子箱	14
8.12 水冷式熱交換器	16
8.13 寸法の許容差	16
8.14 緩み止め	18
8.15 分解及び組立てに対する考慮	18
8.16 防食処理	18
8.17 塗装	18
8.18 材料及び部品	18
9 励磁装置	19
9.1 軸発電機用励磁装置	19
9.2 同期調相機用励磁装置	20
10 試験及び検査	20
10.1 一般	20
10.2 試験及び検査の種類	20
10.3 工場試験及び検査	21
10.4 船内試験及び検査	25
11 表示	26
11.1 一般事項	26
11.2 軸発電機及び同期調相機	26
11.3 制御盤	27
12 予備品及び特殊工具	27
12.1 予備品数	27
12.2 特殊工具	28
12.3 予備品表及び予備品箱	28
13 提出図書	28
13.1 用紙の大きさ, 文字及び単位記号	28
13.2 納入図書	28

13.3 完成図書 ..... 29

解説 ..... 31

D  
R  
A  
F  
T

## まえがき

この規格は、船舶電機技術特別専門委員会及び標準化委員会の審議を経て、総合技術政策委員会が改正した日本電機工業会規格である。

これによって、JEM 1440 : 2001は改正され、この規格に置き換えられた。

この規格は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

この規格の一部が、特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願に抵触する可能性があることに注意を喚起する。一般社団法人日本電機工業会は、このような特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願にかかわる確認について、責任をもたない。

---

日本電機工業会規格は、少なくとも5年を経過する日までに総合技術政策委員会の審議に付され、速やかに、確認、改正又は廃止されます。

## 船用低圧軸駆動発電装置

## Low voltage shaft driven generating system in ships

## 序文

この規格は、船に装備する軸駆動発電装置の要求事項をまとめたものであり、これを適用することによって、船に適した製品が製作できることを目的としている。

## 1 適用範囲

この規格は、船の推進軸を駆動する内燃機関の回転力を利用した交流発電機(以下、軸発電機という。)の電力を他励式変換装置によって定周波・定電圧の交流電力に変換し、船内へ電力を供給する船用軸駆動発電装置(以下、軸発電装置という。)及び附属機器について規定する。

## 2 引用規格

次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版を適用する。

JEM 1241	回転電気機械用スペースヒータ
JEM 1270	船用電気機器の予備品表様式
JEM 1271	船用電気機器の予備品箱
JEM 1272	船用電線貫通金物の適合基準
JEM 1274	船用低圧交流発電機
JEM 1282	船用電気機器の銘板
JEM 1284	船用制御器具番号
JEM 1286	船用交流電動機用始動器及び制御器
JEM 1288	船用交流配電盤
JEM 1338	船用電気機器の電線導入口と端子間の最小寸法
JEM 1345	船用電気器具及び導体の配置と色別
JIS B 1301	キー及びキー溝
JIS B 1513	ころがり軸受の呼び番号
JIS C 2805	銅線用裸圧着端子
JIS C 4034-5	回転電気機械 — 第5部：外被構造による保護方式の分類
JIS C 4034-6	回転電気機械 — 第6部：冷却方式による分類
JIS F 8801	船用電線貫通金物一箱用
JIS P 0138	紙加工仕上寸法
JIS Z 8202-0~13	量及び単位
JIS Z 8721	色の表示方法—三属性による表示
JEC-2200	変圧器
JEC-2210	リアクトル

### 3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語の定義は、次による。

#### 3.1

##### システム出力

軸発電装置から母線に供給する電力(図1の $P_1 \sim P_2$ )。

システム出力と軸発電機回転速度との関係は、図1参照。

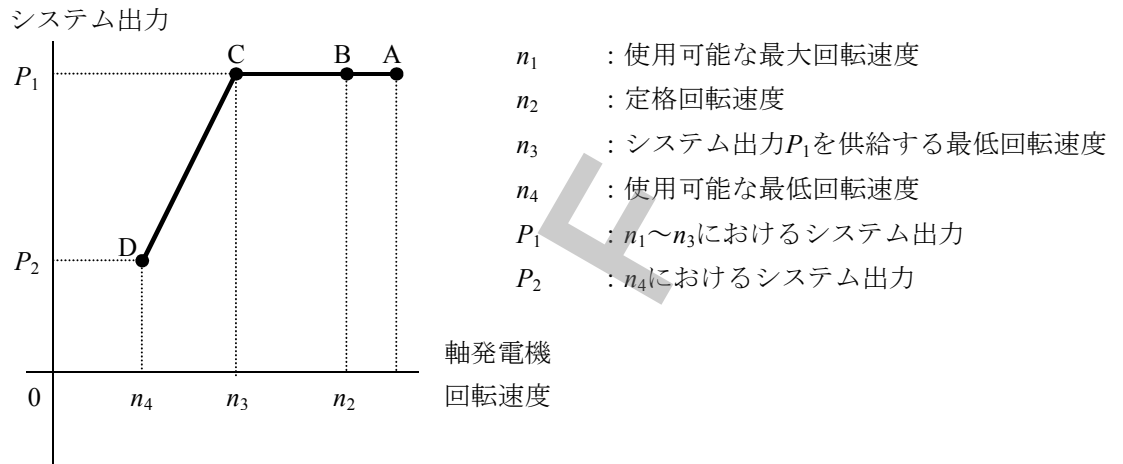


図1—システム出力—軸発電機回転速度

#### 3.2

##### システム効率

定格回転速度における、軸発電機駆動入力に対するシステム出力の比。特に指定がない場合は、定格出力時のシステム出力のときの比。百分率で表す。

#### 3.3

##### 定格出力

システム出力から軸発電装置に供給される電力分(冷却ファン、励磁用など)を差し引いた、船内負荷用として供給可能な定出力領域の電力。

#### 3.4

##### 定格効率

定格回転速度における、軸発電機駆動入力に対する定格出力の比。百分率で表す。

#### 3.5

##### 定出力領域

システム出力が一定である領域。図1のA—C間。

#### 3.6

##### 低減出力領域

システム出力が回転速度に応じて変化する領域。図1のC—D間。



## 3.7

## 定格出力回転速度

定格出力を供給する軸発電機の回転速度。図1の $n_1 \sim n_3$ 間。

## 3.8

## 冷媒温度

温度上昇を規定するときの基準となる冷却媒体(冷媒ともいう。)の温度。

## a) 一次冷媒

発電機の内部の部分に接触し、そこから熱を取り去る冷媒。

## b) 二次冷媒

熱交換器などによって一次冷媒から熱を取り去る冷媒。

## 3.9

## 構造

構造を示す用語の定義は、次による。

## a) IP22

指などが機内の回転部分又は導電部分に触れないようにした構造で、直径が12 mmを超える固形異物が侵入しないよう保護されており、かつ、鉛直から15度以内の方向に落下する水滴によって有害な影響を受けない構造。

## b) IP44

工具、電線など直径が1.0 mmを超える固形異物が侵入しないよう保護されており、かつ、いかなる方向からの水の飛まつを受けても有害な影響を受けない構造。

## c) IC01

一次冷媒が、発電機の入口及び出口において直ちに周囲の媒体につながる形式(図2参照)。

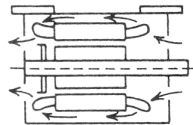


図2—IC01の例

## d) IC11

一次冷媒が、入口側の通風管又は風道によって発電機から離れた場所から取り入れられ、出口においては直ちに周囲に排出される形式(図3参照)。

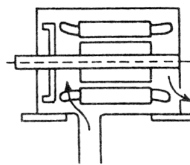


図3—IC11の例

## e) IC21

一次冷媒が、入口においては、直ちに周囲から取り入れられ、出口においては、通風管又は風道を経て発電機から離れた場所に排出される形式(図4参照)。

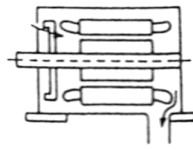


図4-IC21の例

## f) IC31

一次冷媒が、通風管又は風道によって発電機から離れた場所から取り入れられ、発電機から離れた場所に排出される形式(図5参照)。

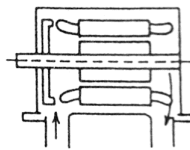


図5-IC31の例

## g) IC411

一次冷媒は発電機の中に密閉されていて、熱は、外被を通じ、二次冷媒で外被表面を介して冷却する形式。冷媒は、回転子自身の作用によって又は回転子若しくは軸に直接取り付けられたファンなどの作用によって送流される(図6参照)。

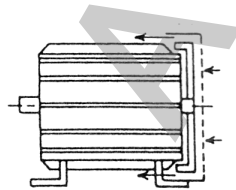


図6-IC411の例

## h) IC611

一次冷媒の通路は外部に対して閉鎖されており、その熱交換器内で二次冷媒である周囲の媒体に伝わる形式(図7参照)。

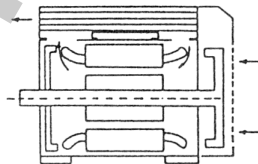


図7-IC611の例

## i) IC81W

一次冷媒の通路は外部に対し閉鎖されており、その熱は、熱交換器内で二次冷媒である非周囲媒体に伝わる形式(図8参照)。

### 例 水冷式熱交換器を搭載した発電機

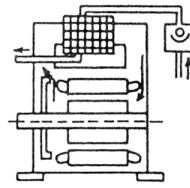


図8-IC81Wの例

## 4 使用条件

### 4.1 一般事項

軸発電装置は、特に指定がある場合を除き、4.2～4.6の船内条件の下で支障なくその性能を保持できなければならない。

### 4.2 温度及び湿度

温度及び湿度は、次による。

- a) 周囲温度の範囲は、0～45℃とする。
- b) 冷媒温度の上限は、冷媒が空気の場合は45℃、二次冷媒として水を使用する場合は、循環空気を冷却する熱交換器の入口水温で36℃とする。
- c) 湿度は、a)の温度で相対湿度95%以下とする。

### 4.3 船体の傾斜角度

船体の傾斜角度は、表1による。

表1-船体の傾斜角度

単位 度

左右方向 <sup>a)</sup>		前後方向 <sup>a)</sup>	
静的傾斜 (横傾斜)	動的傾斜 (ローリング)	静的傾斜 (縦傾斜)	動的傾斜 (ピッチング)
15	22.5	5 <sup>b)</sup>	7.5
<p>注<sup>a)</sup> 左右方向及び前後方向の傾斜は、同時に起こることを考慮する。</p> <p><sup>b)</sup> 船の長さLが100 mを超える船舶の場合は、次式による値として差し支えない。</p> <p><math>\theta = 500/L</math></p> <p><math>\theta</math> : 傾斜角度 (度)</p> <p>L : 計画最大満載喫水線における船首材の前面から、舵柱のある船舶ではその後面まで、また、舵柱のない船舶では舵頭材の中心までの距離 (m)</p>			

### 4.4 据付方向

軸発電機及び同期調相機の据付方向は、通常、その軸を船首尾線に平行とする。

### 4.5 船体の振動・衝撃

通常の状態における振動及び衝撃。

### 4.6 冷却空気中の油分及び塩分

僅少のタービン油、ディーゼル油などの油蒸気及び油、並びに海水飛まつを含む冷却空気。

5 システム構成

5.1 構成

標準的なシステム構成を図9に示す。軸発電装置は、軸発電機、制御盤（他励式変換装置）及び同期調相機によって構成する。

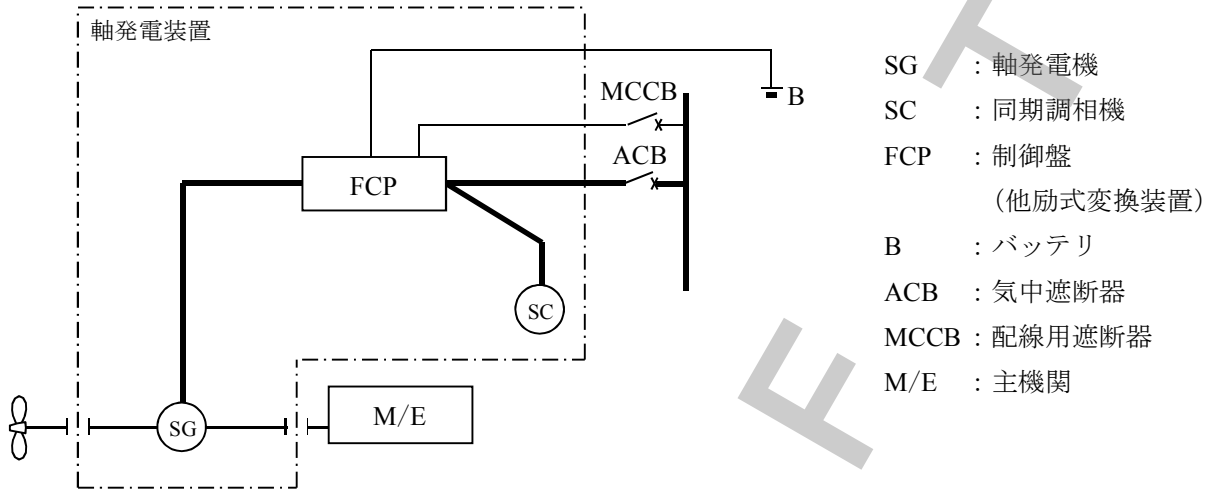


図9—システム構成

5.2 軸発電機

軸発電機は、速度変動がある主機軸の回転エネルギーを交流電力に変換し、交流電力を他励式変換装置に供給する。

軸発電機の結合方式の例を図10に示す。

<p>直結形</p>	<p>プロペラ 軸発電機 主機関</p> <p>主機関とプロペラとの間の主機軸（中間軸）の一部を軸発電機の軸とした方式。</p> <p>a) 中間軸直結形</p>	<p>プロペラ 主機関 軸発電機</p> <p>主機関のプロペラと反対側のクランク軸端に軸発電機の回転子を直結した方式。固定子は、主機関のクランクケースにオーバハンクされる。</p> <p>b) オーバハンク形</p>
<p>増速形</p>	<p>プロペラ 増速機 主機関</p> <p>主機軸（中間軸）に装備された増速機に直結して駆動される方式。</p> <p>c) 中間軸増速形</p>	<p>プロペラ 主機関</p> <p>主機のクランクケース内に装備されたPTO (Power Take Off) 軸に直結して駆動される方式。</p> <p>d) PTO形</p>

図10—軸発電機の結合方式の例

### 5.3 制御盤

制御盤（他励式変換装置）は、周波数変動がある交流電力を周波数に無関係な直流電力に変換し、直流電力を他励式インバータによって交流電力に再変換する。また、軸発電機の電圧制御によって同期調相機の手動速度制御を行い、出力周波数の制御を行う。

システムの制御に必要な交流電力及び直流電力は、船内電源から供給する。

### 5.4 同期調相機

同期調相機は、他励式インバータが転流するために必要な無効電力の供給、船内負荷に必要な無効電力の供給、負荷側短絡時の短絡持続電流の供給、システムの手動電圧波形の形成、及び高調波を吸収することによるシステムの手動電圧波形ひずみの抑制を行う。同期調相機の仕様については、JEM 1274による。

船内の他の電源装置と並行運転する場合で、他の電源装置を同期調相機として使用するときは、注文主との協定による。

### 5.5 システムの始動及び運転

システムは、運転条件が確立した後に同期調相機を始動し、無負荷定格電圧及び定格周波数運転の状態になる。

同期調相機の始動方式には、始動電動機又は軸発電機の電力で自己始動する方式があり、いずれの方式を採用するかは、注文主との協定による。

## 6 定格

### 6.1 定格電圧

定格電圧は、交流450 Vとする。

### 6.2 定格周波数

定格周波数は、60 Hzとする。

### 6.3 定格力率

定格力率は、0.8(遅れ)とする。

### 6.4 定格の種類

定格の種類は、連続定格とする。

### 6.5 相数

相数は、三相3線式とする。

## 7 性能

### 7.1 周波数変動特性

軸発電装置の負荷変動による周波数変動特性は、特に指定がない限り、次による。

- a) 定格負荷を急激に遮断したとき、瞬時周波数変動は、定格周波数の10 %以下とする。
- b) 定格負荷の50 %を急激に加え、周波数を整定した後、残りの50 %を更に急激に加えたとき、瞬時周波数変動は、定格周波数の10 %以下とする。また、最終整定周波数の1%以内に回復するまでの時間は、5秒を超えない。
- c) 無負荷から定格負荷までの全ての負荷において、整定周波数変動は、定格周波数の5 %以下とする。

### 7.2 電圧変動特性

電圧変動特性は、主機関及び軸発電装置の特性を含む総合特性とする。

### 7.2.1 総合電圧変動特性

10.3.4 a)によって試験したとき、定格力率の下で、無負荷と全負荷との間において軸発電装置の負荷を漸次変動させた場合の定常電圧は、定格電圧より $\pm 2.5\%$ を超える変動があってはならない。

### 7.2.2 最大電圧降下特性

10.3.4 c)によって試験したとき、最大電圧降下特性は表2のいずれかによる。ただし、この箇条において規定するのは、軸発電装置の特性だけとし、主機関の速度特性は、考慮しない。

表2—最大電圧降下特性

項目	発電設備 <sup>a)</sup> の要求事項	投入負荷	最大電圧降下率	復帰時間 <sup>b)</sup>
1	始動容量 <sup>c)</sup> が発電設備の定格容量 <sup>a)</sup> の35%以下で急速な電圧回復を必要としない場合	定格電流 <sup>d)</sup> の35%(力率0.4以下)に相当する負荷(286%インピーダンス)	15%以内	1.5秒以内
2	始動容量 <sup>c)</sup> が発電設備の定格容量 <sup>a)</sup> の35%を超え60%以下の場合	定格電流 <sup>d)</sup> の60%(力率0.4以下)に相当する負荷(167%インピーダンス)	15%以内	1秒以内
3	始動容量 <sup>c)</sup> が発電設備の定格容量 <sup>a)</sup> の60%を超え80%以下の場合	定格電流 <sup>d)</sup> の80%(力率0.4以下)に相当する負荷(125%インピーダンス)	15%以内	0.6秒以内
4	始動始動 <sup>c)</sup> が発電設備の定格容量 <sup>a)</sup> の80%を超える場合又は同じ発電設備から給電を受けている負荷にとって、0.6秒以下の電圧回復時間が要求される場合	注文主との協定による。	注文主との協定による。	

注<sup>a)</sup> 発電設備の定格容量は、電動機を始動するときに運転する発電機の定格出力の総和。  
<sup>b)</sup> 復帰時間は、最終の定常電圧の $-3\%$ 以内に復帰するまでの時間。  
<sup>c)</sup> 始動容量は、最大容量の電動機又は同時始動する一群の電動機容量の総和。  
<sup>d)</sup> 定格電流は、電動機を始動するときに運転される発電機定格出力電流の総和。

### 7.3 短絡電流供給能力

軸発電装置は、遮断器の保護協調に支障がない場合を除き、軸発電装置の定格電流の3倍以上の電流を2秒間持続できなければならない。

### 7.4 過負荷耐力

軸発電装置は、定格出力の110%で2分間耐えなければならない。

### 7.5 周波数及び電圧の変動範囲

軸発電装置は、表3に規定する周波数及び電圧の変動範囲内において使用したとき、実用上支障があってはならない。また、制御装置は、電圧が定格値の90~106%に変化したとき、支障があってはならない。

表3—周波数及び電圧の変動範囲

項目	変化幅 <sup>a)</sup>	運転状態
軸発電装置の周波数変化	$\pm 5\%$	定格出力, 定格力率, 定格電圧
軸発電装置の電圧変化	$\pm 5\%$	定格出力, 定格力率, 定格周波数
軸発電装置の電圧及び周波数の同時変化	両変化百分率の絶対値の和が5%以内	定格出力, 定格力率

注<sup>a)</sup> 定格値に対する百分率で示す。

### 7.6 温度上昇限度

#### 7.6.1 軸発電機及び同期調相機の温度上昇限度

軸発電機及び同期調相機各部の温度上昇は、10.3.1及び10.3.2によって試験したとき、表4に規定する値を超えてはならない。

表4—回転機の温度上昇限度

冷媒温度 : 45℃ 単位 K

項	回転機の部分	耐熱クラス									
		130(B)			155(F)			180(H)			
		温度計法	抵抗法	埋込温度計法	温度計法	抵抗法	埋込温度計法	温度計法	抵抗法	埋込温度計法	
1a	出力5 000 kW(kVA)以上の回転機の交流巻線	—	75	80	—	95	100	—	120	125	
1b	出力が200 kW(kVA)を超え、5 000 kW(kVA)未満の回転機の交流巻線	—	75	85	—	100	105	—	120	125	
1c	出力が200 kW(kVA)以下の回転機の交流巻線	—	75	—	—	100	—	—	120	—	
2a	スロット内に埋込まれた直流励磁巻線を持つ円筒形回転子の同期機(誘導同期電動機を除く。)の界磁巻線	—	85	—	—	105	—	—	130	—	
2b	回転機の低抵抗界磁巻線	75	75	—	95	95	—	120	120	—	
2c	回転機の露出した裸の又はワニス処理された単層巻線	85	85	—	105	105	—	130	130	—	
3	恒久的に短絡される巻線	機械的に支障なく、かつ、付近の絶縁物に損傷を与えない温度									
4	ブラシを含む整流子及びスリップリング	機械的に支障なく、かつ、付近の絶縁物に損傷を与えない温度 ブラシと整流子スリップリングの組合せが十分に作動できる温度									
5	直接絶縁物に接触するか否かに関わらず、鉄心、及び軸受を除くその他の部分	機械的に支障なく、かつ、付近の絶縁物に損傷を与えない温度									
6	軸受	滑り	表面で測定するときは35 K、メタルに温度計を埋め込んで測定するときは40 Kとする。ただし、強制給油の場合は、冷媒温度に関係なく、給油温度を基準とする。								
		転がり	表面で測定を行い、その値は35 Kとする。ただし、耐熱性の良好な潤滑剤を使用する場合は、50 Kとする。								
注記1 下部層巻線がそれぞれ循環一次冷媒と接触する場合の多層巻線は2cに含む。											
注記2 回転機の同一部分に対して、数種の温度測定法が与えてあるが、これは同一部分の温度を二つ以上の方法(例えば、温度計法と抵抗法)で測定することを意味しない。											
注記3 絶縁の耐熱クラスは、該当する項の部分の絶縁の種類を意味する。例えば、4項の耐熱クラスBといえ、スリップリングの耐熱クラスがBであることを意味し、巻線の耐熱クラスがBであることを意味しない。											

## 7.6.2 冷媒温度

冷媒温度は、次による。なお、a)～c)の冷却形式はJIS C 4034-6による。

- a) IC01, IC21, IC411, 及びIC611の場合は、機器に近接した周囲の空気温度で、45℃とする。
- b) IC11及びIC31の場合は、一次冷却空気の機器への入口における温度で、45℃とする。
- c) IC81Wの場合は、二次冷媒の熱交換器の入口における水の温度で、36℃とする。

### 7.6.3 温度上昇限度の補正

温度上昇限度の補正は、次による。

- 冷媒温度が45℃を超える場合には、温度上昇限度は、表4の値からその差だけ低減する。
- 冷媒温度が45℃以下の場合には、温度上昇限度は、表4の値からその差だけ高くできる。ただし、冷媒温度を40℃未満としてはならない。
- 水冷式熱交換器形の発電機の温度上昇は、熱交換器入口における冷却水の温度が36℃以下のときは、冷却水温を基準として温度上昇を算定してよい。この場合の温度上昇限度は、表4の値から9 K高くできる。  
なお、冷却水温度の下限は、32℃とし、温度上昇限度は、その差分だけ高くできる。

### 7.6.4 制御盤の温度上昇限度

制御盤の温度上昇限度は、10.3.3 e)によって試験したとき、表5に規定する値を超えてはならない。

表5—制御盤の温度上昇限度

冷媒温度：45℃ 単位 K

品名及び部品			温度上昇限度
コイル	耐熱クラス	105(A)	45
		120(E)	60
		130(B)	75
		155(F)	95
		180(H)	120
接触子	塊状	銅又は銅合金	40
		銀又は銀合金	70
	成層状	銅又は銅合金	25
外部ケーブル接続用端子			45
金属抵抗器	埋込形のもの		245
	埋込形以外 のもの	連続使用のもの	295
		断続使用のもの	345
	排気(排気口より約25 mm上で)		170
整流器 <sup>a)</sup>	シリコン		105
	サイリスタ		80
温度上昇限度は、温度計法による。			
注 <sup>a)</sup> 整流器の温度上昇限度は、接合部温度上昇を示す。			

なお、リアクトル及び変圧器の温度上昇限度は、10.3.3 e)によって試験したとき、表6に規定する値を超えてはならない。

また、整流器の温度上昇限度が適合するかどうかの確認は、半導体素子の冷却フィン、ケース、冷媒等の温度上昇の計測による。ただし、冷却フィン、ケース、冷媒などの温度上昇値によって、接合部の温度が、最高許容(定格接合)温度を超えるおそれがないように、あらかじめ半導体デバイス製造業者が指定するものを選定する。



表6—リアクトル及び変圧器の温度上昇限度

冷媒温度：45℃ 単位 K

部分	測定法	温度上昇限度		
		耐熱クラス 130(B)	耐熱クラス 155(F)	耐熱クラス 180(H)
巻線	抵抗法	75	95	120
鉄心表面	温度計法	近接絶縁物を損傷しない温度		

### 7.7 耐電圧

軸発電機，同期調相機及び制御盤は，それぞれ10.3.1，10.3.2及び10.3.3 b)によって試験したとき，これに耐えなければならない。

### 7.8 絶縁抵抗

軸発電機，同期調相機及び制御盤は，それぞれ10.3.1，10.3.2及び10.3.3 c)によって試験したとき，1 MΩ以上でなければならない。

### 7.9 総合高調波ひずみ率(THD)

10.3.4 f)及び10.4 g)によって試験したとき，軸発電装置の給電端(気中遮断器と交流リアクトルとの間)の電圧は，なるべく正弦波に近いものとし，電圧波形の総合高調波ひずみ率(THD)は，8%以下でなければならない。

### 7.10 効率保証値の裕度

軸発電装置のシステム効率の保証値( $\eta$ )の裕度は， $-0.10 (100-\eta)\%$ とする。

### 7.11 振動

製造工場において軸発電機及び同期調相機の振動を10.3.1及び10.3.2によって測定したとき，軸受箱上部の片振幅は，1/100 mmを超えてはならない。

なお，ここでいう軸発電機は，両軸受のものだけに限定する。

### 7.12 騒音

製造工場において軸発電機及び同期調相機の騒音を，10.3.1及び10.3.2によって測定したとき，騒音の平均値は，100 dB (A特性)以下でなければならない。

### 7.13 保護

10.4 d)に従って保護回路を試験したとき，正常に動作することを確認する。

保護の例を，表7に示す。

表7ー保護の例

	項目	アラーム	トリップ
軸発電機	冷却ファンモータ異常	○	○ (設定時限後)
	電機子巻線温度上昇	○	—
	回転速度異常低下	○ <sup>a)</sup>	○ <sup>b)</sup>
	ベアリング温度上昇	○	—
同期調相機	電機子巻線温度上昇	○	—
	始動用モータ異常	○	—
制御装置	過電流	○	○ (レベルによる)
	周波数異常	○	○
	直流回路過電圧	○	○
	サイリスタヒューズ溶断	○	○
	サイリスタ冷却風量異常	○	○
	電源異常	○	○
	始動失敗	○	○
注記 “○” は、異常時などに対してアラームを発報及び/又はトリップすることを示す。 注 <sup>a)</sup> 図1の回転速度 $n_3$ 以下のとき。 注 <sup>b)</sup> 図1の回転速度 $n_4$ 以下のとき。			

#### 7.14 軸電流

回転機の軸と軸受との間に有害な循環電流を生じるおそれがある場合には、これを防止する方法を講じなければならない。

## 8 構造

### 8.1 一般

軸発電機及び同期調相機の構造は、8.2～8.18による。ただし、制御盤の電氣的構造は、JEM 1286及びJEM 1288による。

### 8.2 形式

#### 8.2.1 軸発電機の形式

中間軸直結形及びオーバハング形は、いずれの場合も横軸形とする。

形式は、次による。ただし、中間軸増速形及びPTO形の形式は、JEM 1274による。また、a)～d)の保護形式はJIS C 4034-5による。

- a) 外被の保護 IP22又はIP44とする。ただし、IP22であっても、中間軸の下部の構造は、IP44とする。
- b) 冷却方式 IC11又はIC81Wとする。
- c) 界磁の形状 突極形とする。
- d) 励磁方式 静止形とする。

#### 8.2.2 制御盤の形式

制御盤は、通常、垂直自立デッドフロント形とする。形式は、次による。

- a) 外被の保護 IP22とする。
- b) 冷却方式 強制通風とする。

#### 8.2.3 同期調相機の形式

同期調相機の形式は、JEM 1274による。

### 8.3 外被

#### 8.3.1 軸発電機の外被

中間軸直結形及びオーバハング形は、機械的に堅ろうであるとともに、容易に保守点検が行える構造とする。外被は、次による。ただし、中間軸増速形及びPTO形の外被は、JEM 1274による。

- a) スリップリング及びブラシは、容易に保守点検が行えるものとする。
- b) つり金具を設ける。この金具は、十分な強度のものとする。  
なお、軸発電機のつり上げ要領については、注文主との協定による。
- c) ドレン抜きを設ける。
- d) オーバハング形の直結側の軸貫通部には、主機のクランクシャフト軸室のオイルミストが発電機内部に浸入しないようなシールドを設ける。シールドの手配は、注文主との協定による。

#### 8.3.2 制御盤の外被

制御盤の外被は、次による。

- a) 前面及び背面には絶縁性の手すりを設ける。
- b) 構造及び器具の配置は、点検、保守及び部品の取替えが容易にできるものとする。
- c) 必要に応じて、ふれ止め金具を設ける。
- d) 制御盤には、十分な強度をもつつり金具を設ける。

#### 8.3.3 同期調相機の外被

同期調相機の外被は、JEM 1274による。

### 8.4 通風方式

#### 8.4.1 軸発電機の通風

軸発電機の通風は、次による。

- a) **入口管通風形** 冷却用送風機を軸発電機上部又は別置きに設け、他力通風を行う。送風機の吸込口には、必要により異物混入防止のためフィルタを装備する。
- b) **水冷式熱交換器形** 熱交換器は、通常、軸発電機の上部に設け、熱交換器が結露した場合にも軸発電機内部に悪影響を与えない構造とする。

一次冷媒は、熱交換器に装備される冷却用送風機によって他力通風を行う。

#### 8.4.2 制御盤の通風

制御盤の通風は、冷却用送風機を制御盤内に設け、制御盤の前面又は背面から吸入し、上部に排出する。その他の通風方式については、注文主との協定による。

#### 8.4.3 同期調相機の通風

同期調相機の通風は、JEM 1274による。

### 8.5 回転方向

軸発電機の回転方向は、特に指定がない場合は、主軸によって直接駆動する中間軸直結形及びオーバハング形の場合は、船のプロペラ側から主機を見て時計方向とする。増速形の場合は、主軸回転方向を前者と同じ時計式回転方向とするが、増速機の段数によって回転方向は異なるので、注文主との協定による。

同期調相機の回転方向は、特に指定がない場合は、回転励磁機又はスリップリング側から見て時計方向とする。

### 8.6 軸

軸発電機及び同期調相機の軸は、8.18及び船級規則に規定する材料を使用する。ただし、中間軸形の場合は、注文主との協定による。

## 8.7 軸受

### 8.7.1 軸発電機の軸受

中間軸直結形及びオーバハング形の軸受は、次による。ただし、中間軸増速形及びPTO形の軸受は、JEM 1274による。

- a) 中間軸直結形の軸受は、通常、主軸用軸受を使用する。
- b) オーバハング形の軸受は、通常、設けない。軸受を設ける場合には、注文主との協定による。

### 8.7.2 同期調相機の軸受

同期調相機の軸受は、JEM 1274による。

## 8.8 絶縁

### 8.8.1 絶縁の耐熱クラス

軸発電機、同期調相機及び制御盤の耐熱クラスは、105(A)、120(E)、130(B)、155(F)又は180(H)とする。

### 8.8.2 絶縁処理

軸発電機及び同期調相機の巻線は、耐湿性、耐油性及び耐塩性をもつ絶縁処理を施す。

## 8.9 スリップリング

スリップリングは、JEM 1274による。

## 8.10 スペースヒータ

軸発電装置には、停止中の吸湿を防ぐため、必要に応じてスペースヒータを装備する。ヒータは、JEM 1241に規定する構造とし、その電圧は、単相110 V又は220 Vとする。

なお、ヒータの容量は、軸発電装置が停止中に吸湿しないだけの温度まで高めるのに十分なもので、かつ、連続通電した場合でも、巻線及び鉄心を過熱しないようにする。ヒータは、保守点検に便利で、かつ、巻線及び器具を局部過熱するおそれがない位置に取り付ける。ヒータ配線のうち、ヒータによって高温にさらされる部分は、耐熱電線を使用する。

## 8.11 端子及び端子箱

### 8.11.1 端子

回転機の外部ケーブル接続用端子は、端子箱内に設ける。ただし、励磁装置箱を回転機上部に搭載する場合は、励磁装置箱を端子箱と兼用してよい。

端子の種類は、JIS C 2805の規定による。端子は、非吸湿性及び難燃性の絶縁板上に固定するか又は絶縁物で支持する<sup>1)</sup>。

注<sup>1)</sup> 絶縁物で支持するとは、端子を導体上に取り付け、この導体を絶縁物で支持した構造をいう。

制御盤の外部ケーブル引込みは、JEM 1338の規定による。

### 8.11.2 端子箱

回転機の端子箱は、IP44で、かつ、容易に保守点検可能な構造とすると共に外部ケーブル導入用の電線貫通金物(JIS F 8801に規定するA形)を設ける。ただし、励磁装置箱を端子箱と兼用する場合は、この箱は、IP22としてよい。

### 8.11.3 端子及び電線貫通金物の適用

使用ケーブルに対する端子及び電線貫通金物は、JIS C 2805及びJEM 1272による。

### 8.11.4 端子箱取付位置

回転機の端子箱は、通常、上部又は側部に設ける。

### 8.11.5 端子の配列及び色別

端子の配列及び色別は、次による。

- a) 回転機の端子の配列は、表8による。制御盤の端子、母線及び接続導体の配列及び色別は、JEM 1345の規定による。

表8—端子の配列

配置	区分	
	交流の場合	直流の場合
左右のとき(左から右へ)	U, V, Wの 順とする。	J(+), K(-)の 順とする。
上下のとき(上から下へ)		
遠近のとき(近い方から遠い方へ)		

端子の配置及び端子記号の表示は、端子板の正面に向かって見る方向とする(図11参照)。

端子板が水平の場合など、正面が特定できない場合は、電線導入口の方向から端子板の正面に向かって見る方向とする。(図12参照)。

端子の配置が、左右、上下、遠近の組合せとなった場合は、図12のとおりとする。ただし、やむを得ない場合は、“左右”、“上下”、“遠近”の順に優先して配置を決定する。

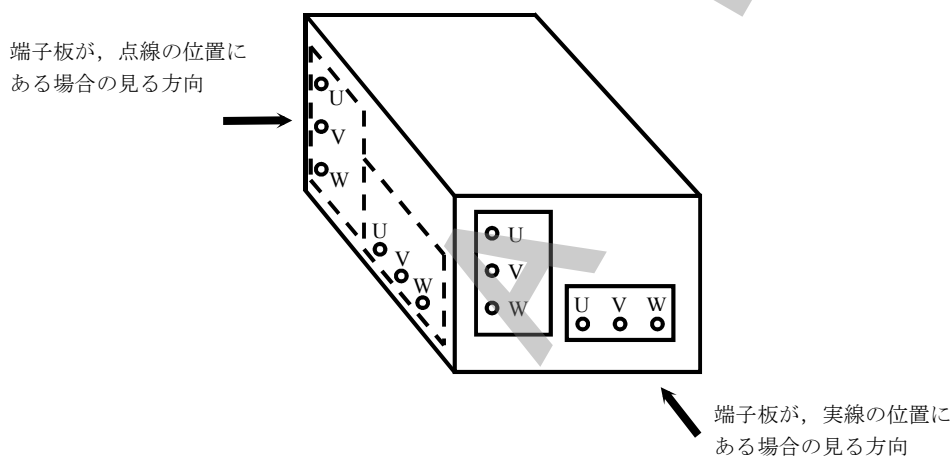


図11—端子の配置及び端子記号の表示(例1)

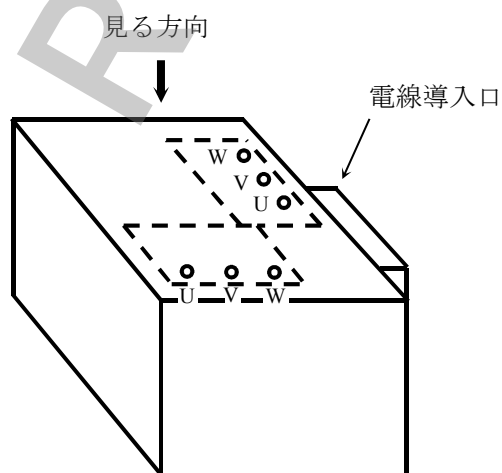


図12—端子の配置及び端子記号の表示(例2)

- b) 特に指定がない限り、色別は、U, V及びWに対してそれぞれ赤, 白及び青, 並びに J及びKに対してそ

れぞれ赤及び青とする。

### 8.11.6 電線導入口と端子間の最小寸法

電線導入口と端子との間の最小寸法は、JEM 1338の規定による。

## 8.12 水冷式熱交換器

熱交換器は、二次冷媒に海水又は清水を使用し、熱交換器の所要水量及び水頭については、注文主との協定による。

熱交換器は、10.3.1及び10.3.2によって試験したとき、各部に漏えい、変形などの異常があってはならない。また、熱交換器は、上部をつり上げることによって取り外せる構造とする。やむを得ず側方に引き抜く場合には、その方向は、注文主との協定による。

### 8.12.1 冷却管

冷却管は、耐食性の材料を使用した漏えい検知溝付き二重管とする。また、直管を使用し、熱交換器として回転機に装備したままで、管内の清掃ができるように配置する。さらに、冷却管は、管外部にたまったじんあいを圧縮空気ですることができる構造とする。

材質は、注文主との協定による。

### 8.12.2 水室

水室には、冷却水管接続のためにフランジ座を設ける。水室の材質は、鋳鉄又は板金構造とし、内面は、エポキシ樹脂などでコーティング又はネオプレンゴムなどでライニングする。また、電食防止用電極を装備する場合は、容易に取替えできる位置に設置する。

## 8.13 寸法の許容差

### 8.13.1 外形寸法

回転機の外形寸法の許容差は、表9による。

表9—外形寸法の許容差

外形寸法		許容差
100以下		±3.0
100を超え	200以下	±4.0
200を超え	400以下	±6.0
400を超え	800以下	±8.0
800を超え	1 600以下	±10.0
1 600を超え	3 150以下	±14.0
3 150を超え	4 000以下	±20.0
4 000を超え	5 000以下	±25.0

単位 mm

### 8.13.2 取付寸法

回転機取付脚の穴中心間、及びフレーム中心から軸端までの寸法の許容差は、それぞれ表10及び表11による。

表10一穴中心間寸法の許容差

単位 mm	
取付ボルトの呼び寸法	許容差
M 10	± 1.5
M 12	± 2.2
M 16	± 3.0
M 20	± 3.0
M 24	± 4.0
M 30	± 5.0
M 36	± 5.5
M 48	± 6.0

表11一フレーム中心から軸端までの寸法の許容差

単位 mm	
フレーム中心から軸端までの寸法	許容差
1 000未満	±2.0
1 000以上	±2.5

### 8.13.3 回転機取付脚の平面度

定盤上で据付状態の脚の隙間は、0.1 mm以下でなければならない。

### 8.13.4 軸中心高さ

回転機の取付面から回転軸の中心までの寸法の許容差は、表12による。

表12一取付面から回転軸中心までの寸法の許容差

単位 mm	
取付面から回転軸中心までの寸法	許容差
250以下	0
	-0.5
250を超えるもの	0
	-1.0

### 8.13.5 軸端及びキー溝

軸端長さの許容差は、表13による。

キー溝の幅、深さ及び底部の面取り部の寸法とそれらの寸法の許容差は、JIS B 1301による。

表13一軸端長さの許容差

単位 mm	
呼び寸法	許容差
250以下	± 0.5
250超	± 1.0

### 8.13.6 エアギャップ

回転子円周上、等間隔の3点以上を計測したとき、その平均値の許容差は、指定寸法に対し±15 %以内とする。また、測定値の個々の値は、最大、最小の差が平均値の20 %以内とする。

なお、直接測定が困難な回転機の場合は、間接測定によって判定してもよい。

### 8.13.7 エンドプレ

発電機軸受のエンドプレは、次による。

#### a) 発電機に滑り軸受を使用

- 1) 原動機との直結作業を容易にするため、軸と軸受箱との据付時の相対位置を、明らかにする方法を講じる。
- 2) スラストを受けない軸受の場合、基準位置から±1 mm以内外れて直結されたときにも、支障なく運転できるように適切なエンドプレを設ける。
- 3) スラストを受ける軸受の場合、基準位置からの外れは、±0.5 mm以内とする。

#### b) 発電機に転がり軸受を使用

転がり軸受のエンドプレは、0.7 mm以下とする。ただし、C3隙間(JIS B 1513)の場合を除く。

### 8.13.8 軸端部及びカップリングの振れ

軸端部及びカップリングの振れは、表14による。

表14—軸端部及びカップリングの振れ

部分		振れ
軸端部		0.03以下
カップリング外周, 端面及びインロー部	軸とカップリングが一体のもの カップリング焼ばめ圧入のもの	0.05以下
ダイヤルゲージを、軸端又はカップリング端面近くに固定し、軸を軽く一回転したときの読みの最大値と最小値の差を測定値とする。		

単位 mm

### 8.13.9 スリップリングの振れ

スリップリングの外周の振れは、0.05mm以下とする。ただし、中間軸直結形及びオーバハング形の場合は、注文主との協定による。

### 8.14 緩み止め

全てのねじ又はボルトの締付部は、振動によって緩むことがないように有効な緩み止めを施す。特に、回転部については、割ピン、舌付座金又はこれらと同等の方法で緩み止めを施さなければならない。

### 8.15 分解及び組立てに対する考慮

軸発電装置及び附属機器で修理、点検、調整などに関係ある部分は、可能な限り特殊工具を使用することなく、容易に分解又は組立てができる構造とする。修理、調整などのために分解することがある部分には、他と混同することがないように識別符号を付けるとともに、特性及びつり合いなどに影響がある部分には、合印を刻印する。さらに、固定子と回転子との関係位置を指定するのに適切な方法を講じる。

### 8.16 防食処理

ボルト、ナット、ピン、ねじ、スタッド、ばねなどの小部品は、性能を損なわない範囲で耐食性金属を使用するか、又は適切な防食処理を施す。

### 8.17 塗装

金属部分は、下地処理を十分施したうえ、仕上げ塗装を行う。その色は、JIS Z 8721に規定する表示で7.5BG7/2とする。

内面の塗装は、製造業者の標準による。

### 8.18 材料及び部品

軸発電装置及び附属機器に使用する材料及び部品は、該当する材料及び部品のJISによる。



なお、JISに規定がない材料及び部品は、箇条4に規定する使用条件の下で、長時間の使用に耐える良質なものをを用いる。

材料及び部品は、入手困難な特殊品をできる限り使用しない。

## 9 励磁装置

### 9.1 軸発電機用励磁装置

#### 9.1.1 容量

軸発電機用励磁装置は、軸発電機の出力特性を満足しなければならない。

#### 9.1.2 構造

構造は、次による。

- a) 変圧器、整流器、電圧調整装置などは、軸発電機本体に組み込むか、配電盤及び制御盤内に装備するか、又はIP22若しくは据付場所に適した外被構造の箱に収納する。
- b) 整流器は、半導体整流器を使用し、軸発電機の突発短絡に十分耐え得る機械的及び電氣的強度をもたなければならない。回転整流器は、10.3.1 b)に規定する過速度耐力を満足するとともに、保守点検に容易な位置に配置する。

#### 9.1.3 温度上昇限度

励磁装置の温度上昇は、10.3.1 d)によって試験したとき、表15に規定する値を超えてはならない。

表15—励磁装置の温度上昇限度

冷媒温度：45℃ 単位 K

品名及び部品		温度上昇限度	
コイル	耐熱クラス	120(E)	60
		130(B)	75
		155(F)	95
		180(H)	120
接触子	塊状	銅又は銅合金	40
		銀又は銀合金	70
	成層状	銅又は銅合金	25
外部ケーブル接続用端子		45	
金属抵抗器	埋込形のもの		245
	埋込形以外 のもの	連続使用のもの	295
		断続使用のもの	345
排気(排気口より約25 mm上で)		170	
整流器 <sup>a)</sup>	シリコン	105	
	サイリスタ	80	
温度上昇限度は、温度計法による。			
注 <sup>a)</sup> 整流器の温度上昇限度は、接合部温度上昇を示す。			

#### 9.1.4 耐電圧

10.3.1 d)によって試験したとき、これに耐えなければならない。

#### 9.1.5 絶縁抵抗

10.3.1 d)によって試験したとき、異常があってはならない。

## 9.2 同期調相機用励磁装置

### 9.2.1 容量

10.3.2によって試験したとき、励磁装置は、システム出力の定格電流の3倍以上の短絡電流を2秒間持続できなければならない。ただし、遮断器との保護協調に支障がない場合は、この限りではない。

### 9.2.2 構造

構造は、次による。

- a) 変圧器、変流器、リアクトル、整流器、自動電圧調整装置などは、同期調相機本体に組み込むか、配電盤・制御盤内に装備するか、又はIP22若しくは据付場所に適した外被構造の箱に収納する。
- b) 変圧器、変流器及びリアクトル調整タップには、明瞭に記号を付け、かつ、各相各段のタップは平衡させ、有害な不平衡を生じさせない。
- c) 変流器は、同期調相機の線間又は三相突発短絡に耐え得る機械的及び電氣的強度をもつとともに、短絡電流を制限するため、飽和特性をもたせるか又はこれに代わる有効な処置を講じる。
- d) 整流器は、半導体整流器を使用し、発電装置の突発短絡後、2秒以上耐え得る機械的及び電氣的強度をもたなければならない。回転整流器の場合、更に10.3.2に規定する過速度耐力を満足するとともに、保守点検が容易な位置に配置する。

### 9.2.3 性能

励磁装置は、7.2に規定する電圧変動特性を満足しなければならない。

### 9.2.4 温度上昇限度

励磁装置の温度上昇は、10.3.2によって試験したとき、表15に規定する値を超えてはならない。

### 9.2.5 耐電圧

励磁装置は、10.3.2によって試験したとき、これに耐えなければならない。

### 9.2.6 絶縁抵抗

励磁装置は、10.3.2によって試験したとき、異常があつてはならない。

## 10 試験及び検査

### 10.1 一般

試験及び検査の一般事項は、次による。

- a) 組立完了品について10.3及び10.4に規定する方法で実施し、いずれもこの規格を満足しなければならない。
- b) 軸発電機及び同期調相機の単体試験を実施する場合、励磁装置は、各機固有のものを使用する。ただし、やむを得ない場合は、性能上、支障がない範囲で他のものを使用できる。
- c) 工場における立会検査は、通常、行わない。
- d) 軸発電装置のシステム構成、構成部品、容量、軸系への組込形式(例えば、中間軸直結形、オーバハング形)などによって、工場試験が困難な場合は、注文主との協定による。

### 10.2 試験及び検査の種類

#### 10.2.1 工場試験及び検査

製造業者は、10.3に規定する単体試験及び組合せ試験を実施し、いずれもこの規格を満足しなければならない。

工場試験及び検査の試験の分類は、次による。

- a) 軸発電機単体試験

- b) 同期調相機単体試験
- c) 制御盤単体試験
- d) 組合せ試験

#### 10.2.2 船内試験及び検査

船内試験及び検査は、次による。

- a) 10.2.1の工場試験に合格した製品について実機組合せ試験を船内で実施する場合は、10.4に規定する試験実施区分の範囲内で、注文主との協定によって実施する。
- b) 10.1 d)に該当する試験及び検査は、注文主との協定によって実施する。

#### 10.3 工場試験及び検査

##### 10.3.1 軸発電機単体試験

軸発電機単体試験は、通常、表16に規定する試験の実施区分について実施する。実施方法は、次のa)~d)のほか、JEM 1274の9.1(発電機の単体試験及び励磁装置との組合せ試験)を適用する。

- a) 他力通風を採用した場合の温度試験は、送風機を定格回転数で回転し、軸発電機の定格負荷状態における機器の各部の温度上昇について行う。
- b) 過速度試験は、軸発電機を無負荷で規定する過速度で2分間運転する。規定する過速度の値は、主機関の種類及び常用回転数を考慮し、注文主との協定によって決定する。
- c) 中間軸直結形で注文者から支給した軸材の検査は、注文主との協定による。
- d) 励磁装置の試験は、JEM 1274の9.2(励磁装置の試験)による。

##### 10.3.2 同期調相機単体試験

同期調相機単体試験は、通常、表16に規定する試験の実施区分について実施する。実施方法は、JEM 1274の9.1(発電機の単体試験及び励磁装置との組合せ試験)を適用する。

励磁装置の試験は、JEM 1274の9.2(励磁装置の試験)を適用する。

表16－試験の実施区分

試験及び検査	軸発電機		同期調相機	
	製造業者が実施する社内試験		製造業者が実施する社内試験	
	代表機試験	個別試験	代表機試験	個別試験
a) 構造検査 <sup>a)</sup>	○	○	○	○
b) 抵抗測定	○	○	○	○
c) 無負荷飽和特性試験	○	○	○	○
d) 固定損測定	○	○	○	○
e) 短絡特性試験	○	—	○	○
f) 短絡損測定	○	—	○	○
g) 温度試験 <sup>a)</sup>	○	—	○	—
h) 総合電圧変動特性試験 <sup>a)</sup>	—	—	○	○
i) 過電流耐力試験 <sup>a)</sup>	○	—	○	—
j) 耐電圧試験 <sup>a)</sup>	○	○	○	○
k) 絶縁抵抗試験 <sup>a)</sup>	○	○	○	○
l) 効率算定	○	—	○	—
m) 過速度試験	○	○	○	△
n) 総合高調波ひずみ率試験	—	—	○	—
o) 振動試験	○	○	○	○
p) スペースヒータ試験	○	—	○	—
q) 熱交換器試験	○	○	○	○
r) 軸材検査	○	○	○	△
s) 最大電圧降下特性試験 <sup>a)</sup>	—	—	○	—
t) 突発短絡特性試験 <sup>a)</sup>	—	—	○	—
u) 騒音試験	○	—	○	—
v) 励磁装置容量試験	○	—	○	—
立会試験を行う場合は、a), j), k), m)及びo)の試験・検査について実施する。 △印の記号を付けたものは、発電機として使用する場合について実施する。 注 <sup>a)</sup> 励磁装置についても同時に実施する。				

## 10.3.3 制御盤単体試験

制御盤単体試験は、通常、表17に規定する試験の実施区分について実施する。試験は、a)～f)に規定する方法で実施する。

表17－試験の実施区分

試験及び検査	製造業者が実施する社内試験	
	代表機試験	個別試験
a) 構造検査	○	○
b) 耐電圧試験	○	○
c) 絶縁抵抗試験	○	○
d) シーケンス試験 <sup>a)</sup>	○	○
e) 温度試験	○	—
f) 保護回路試験	○	○
立会試験が行われる場合は、原則として個別試験について実施する。 d)～f)は、組合せ試験時に実施してもよい。 注 <sup>a)</sup> 同期調相機の始動装置についても実施する。		

- a) **構造検査** 主要寸法, 材質, 構造, 部品の機械的動作, 銘板, 塗装などについて箇条7及び箇条10の規定を満足するかどうかを検査する。

なお, 必要に応じて耐振性などに注意しなければならない。

- b) **耐電圧試験** 全ての主回路の導電部を接続したものとフレームとの間, 及び異極充電部間に商用周波数のなるべく正弦波形に近い表18に規定する試験電圧を1分間加える。

なお, このとき, 計器, 電子機器及び補助器具を取り外してもよい。

表18—試験電圧

単位 V	
定格電圧	試験電圧
60以下	500
60超過	1 000+2倍の定格電圧 ただし, 最小1 500

- c) **絶縁抵抗試験** 耐電圧試験終了後, 全ての導電部を接続したものとフレームとの間, 及び異極導電部間の絶縁抵抗を, 直流500 Vの絶縁抵抗計で測定する。

なお, このとき, 電子機器類は取り外してもよい。

- d) **シーケンス試験** 操作回路に定格電圧を印加し, 各回路のシーケンスについて, それぞれの条件で規定どおり動作するかどうかを確認する。

なお, 計器, 保護装置などの目盛試験, 動作試験なども行う。

- e) **温度試験** 制御盤の温度試験は, 規定電流又は定格電圧の下で各部の温度が一定になったと認められるまで継続し, 温度上昇値を求める。交流リアクトル, 直流リアクトル, 変圧器などの主回路部品について温度試験を実施する必要がある場合は, JEC-2210及びJEC-2200の規定を適用する。

なお, 同一形式の制御盤については, 試験を省略できる。

ここで, 同一形式の制御盤とは, 同じ製造工場で, 同じ方法によって製造したもので, 次の条件に適合するものをいう。

- 1) 制御盤の外形寸法, 内容積及び通風方法がほぼ同じでなければならない。
  - 2) 主回路部品(ダイオード整流スタック, サイリスタ整流スタック, サイリスタ変換スタック, 交流リアクトル, 直流リアクトルなど)の形式及び定格が等しく, かつ, 母線及び接続導体の寸法, 配置及び接続部の構造がほぼ同じでなければならない。
  - 3) 母線及び接続導体の負荷電流が, 試験を省略しようとする制御盤と, 同一形式の制御盤とでほぼ等しいか又はそれ以下でなければならない。
  - 4) 主回路部品[2]に同じ], 変成器, 継電器, ヒューズ, 抵抗器など発熱源となる各種盤内取付器具の配置が試験を省略しようとする制御盤と, 同一形式の制御盤とでほぼ同じで, それらの消費電力の合計がほぼ等しいか又はそれ以下でなければならない。
  - 5) 操作回路及び計装回路を除き, 端子の構造及び配置がほぼ同じでなければならない。
- f) **保護回路試験** 7.13の規定による保護装置, 継電器などの関連動作, 表示動作及び警報動作を模擬信号によって試験し, 正常に動作することを確認する。

なお, 主回路の整流素子保護ヒューズの動作試験は, 実際に溶断させず, その検出装置の動作を試験する。

#### 10.3.4 組合せ試験

組合せ試験は, 回転機及び制御盤の単体試験終了後, 任意の周囲温度で表19に規定する試験の実施区分に

ついて実施する。実施方法は、次のa)～g)に規定する方法で実施する。

表19—組合せ試験の実施区分

試験及び検査	製造業者が実施する社内試験
a) 出力特性試験	○
b) 周波数変動特性試験	○
c) 電圧変動特性試験	○
d) シーケンス試験 <sup>a)</sup>	○
e) 保護回路試験	○
f) 出力電圧波形測定	○
g) 軸電圧測定	○
立会試験を行う場合は、a)～e)について実施する。 軸電圧測定は、中間軸直結形など軸電圧対策を必要とする方式について実施する。 注 <sup>a)</sup> 同期調相機の始動装置についても実施する。	

a) **出力特性試験** できる限り定格力率に近い力率の下で、回転速度 $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ 及び $n_4$ の4点において、各点における規定した負荷を定格負荷から無負荷、無負荷から定格負荷に漸変し、端子電圧、負荷電流及び周波数を測定する。この場合、発電機は、全負荷連続使用状態に近い温度とする。

なお、回転速度 $n_1$ の点における試験は、注文主との協定によって省略できる。また、試験設備に制約があるなど、やむを得ない理由でこの規定に従って試験することが困難な場合は、注文主との協定による。

b) **周波数変動特性試験** 軸発電装置を定格周波数で無負荷運転中に7.1で規定する負荷を急激に加え、かつ、定格負荷運転中に定格負荷を急激に遮断し、その周波数変動特性をオシログラムによって求める。

なお、使用する負荷は、リアクトル、三相かご形誘導電動機及び水抵抗を使用し、その容量は、その都度協議する。また、試験設備に制約があるなど、やむを得ない理由でこの規定に従って試験することが困難な場合は、注文主との協定による。

c) **電圧変動特性試験** 軸発電装置を定格周波数で無負荷運転中に7.2.2 表2の項目1、2又は3で規定する負荷を瞬時に加え、そのときの電圧変動特性をオシログラムによって求める。

なお、使用する負荷は、リアクトル、三相かご形誘導電動機及び水抵抗を使用し、その容量は、その都度、協議して決定する。また、試験設備に制約があるなど、やむを得ない理由でこの規定に従って試験することが困難な場合は、注文主との協定による。

d) **シーケンス試験** 操作回路に定格電圧を印加し、組合せ特性に応じた条件で規定どおり動作するかどうかを確認する。

なお、計器、保護装置なども規定どおりの関連動作を行うかどうかを確認する。

e) **保護回路試験** 7.13に規定する保護装置、継電器などの組合せ特性に応じた条件で関連動作、表示動作及び警報動作を試験し、正常に動作することを確認する。

f) **出力電圧波形測定** 回転速度 $n_2$ の下で定格負荷運転を行い、出力電圧波形及びTHDを測定する。測定する周波数範囲は、定格周波数から第100次高調波までの全ての成分とする。THDは、直接測定するか、又は個々の高調波成分の測定値から、次の式で算出する。

$$\text{THD} = \sqrt{\sum_{n=2}^{100} u_n^2}$$

ここに、 $u_n$ ：線間の端子電圧の基本波成分に対する $n$ 次高調波成分の割合(%)

なお、試験設備その他やむを得ない理由でこの規定に従って試験することが困難な場合は、注文主との協定による。

g) **軸電圧測定** 回転速度 $n_2$ の下で定格負荷運転を行い、軸電圧を測定する。

なお、試験設備に制約があるなど、やむを得ない理由でこの規定に従って試験することが困難な場合は、注文主との協定による。

#### 10.4 船内試験及び検査

船内試験は、表20に規定する試験実施区分の範囲内で注文主との協議を行い、これを実施する。実施方法は、次のa)～g)に規定する方法で実施する。

表20— 船内試験の実施区分

試験及び検査	船内で実施する試験
a) エアギャップ測定	○
b) 絶縁抵抗測定	○
c) 出力特性試験	○
d) 保護回路試験	○
e) シーケンス試験 <sup>a)</sup>	○
f) 並行運転試験	○
g) 出力電圧波形測定	○
<p>立会試験が行われる場合は、c)、d)及びf)についてだけ実施する。</p> <p>エアギャップ測定は、船内で再組立を必要とする中間軸形など、これを必要とする方式についてだけ実施する。</p> <p>注<sup>a)</sup> 同期調相機の始動装置についても実施する。</p>	

a) **エアギャップ測定** エアギャップを計測する。

b) **絶縁抵抗測定** 実機運転を行う前に実施する。

c) **出力特性試験** できる限り定格力率に近い力率の下で、次に規定した範囲における出力電圧と負荷電流との関係を測定する。

- 1) 回転速度 $n_2$ において、負荷を最小の負荷から最大の負荷へ、続けて最大の負荷から最小の負荷へ漸変させて行う。
- 2) 最大の負荷状態において、回転速度を $n_2$ から $n_3$ へ、続けて $n_3$ から $n_2$ へ漸変させて行う。
- 3) 回転速度 $n_4$ において、出力が $P_2$ で安定に運転できることを確認する。船内の設備容量に制約があるなど、やむを得ない理由でこの規定に従って試験することが困難な場合は、注文主との協定による。

なお、負荷は、実負荷及び水抵抗を使用し、その容量は、その都度、協議によって決定する。

d) **保護回路試験** 7.13に規定する保護装置、継電器などの動作を実機の組合せによってその関連性を試験する。この場合、船内の他の設備、試験に支障を及ぼすときは、検出器による動作確認だけにとどめるかどうかは、注文主との協定による。

e) **シーケンス試験** 船内の実機と組合せ試験を実施し、その関連動作が指定したとおりに動作することを確認する。その実施方法、手順などは、軸発電システムの方式に応じて、注文主との協定による。

f) **並行運転試験** 船内の他の電源装置と組合せ試験を実施し、並行運転における関連動作、電力の分担性能、切換運転における関連動作などが指定したとおりに動作することを確認する。その実施方法及び手順は、船内電源システムの方式に応じて、注文主との協定による。

- g) **出力電圧波形測定** できる限り規定した負荷に近い船内負荷の下で運転を行い、出力電圧波形及びTHDを計測する。

なお、測定時に設備に制約があるなど、やむを得ない理由でこの規定に従って試験することが困難な場合は、注文主との協定による。

## 11 表示

### 11.1 一般事項

11.2及び11.3の事項を記載した耐食性材料の英文銘板を、見やすい箇所に取り付ける。また、これは、JEM 1282の規定を適用する。

### 11.2 軸発電機及び同期調相機

#### 11.2.1 主銘板

主銘板は、次による。

なお、軸発電機の場合、d), e), g), i), j)及びk)は、使用範囲を記載する。

- a) 名称
- b) 形式(製造業者が指定した形式名)
- c) 相数
- d) 定格出力(kVA)<sup>1)</sup>
- e) 定格力率<sup>1)</sup>
- f) 定格の種類(連続定格の場合は省略してもよい。)
- g) 定格周波数(Hz)<sup>1)</sup>
- h) 極数
- i) 定格回転速度( $\text{min}^{-1}$ )
- j) 定格電圧(V)<sup>1)</sup>
- k) 定格電流(A)<sup>1)</sup>
- l) 励磁電圧(励磁装置の定格電圧)(V)
- m) 界磁電流[定格状態における界磁電流(設計値又は実測値)](A)
- n) 冷媒温度の限度( $^{\circ}\text{C}$ )
- o) 耐熱クラス(電機子巻線及び界磁巻線の耐熱クラスが異なる場合には両方を記載する。)
- p) 準拠規格(NK, JEM規格番号などを記載する。)
- q) 質量(kg)(中間軸直結形の場合は軸質量を除く。)
- r) スペースヒータの容量(W)及び電圧(V)(別銘板としてもよい。)
- s) 製造番号又は機器番号
- t) 製造年
- u) 製造業者名又はその略号

注<sup>1)</sup> 各単体の定格値を記載する。

#### 11.2.2 回転方向銘板

指定する回転方向を矢印で表示する。

#### 11.2.3 番号銘板

該当する回転機が2台以上ある場合、JEM 1282に規定する番号銘板を取り付ける。



#### 11.2.4 用途銘板

注文主から特に指定があった場合には、JEM 1282に規定する銘板を取り付ける。

#### 11.2.5 附属機器の銘板

附属機器には、それぞれ、名称、形式、定格事項などを記載した銘板を取り付ける。

### 11.3 制御盤

#### 11.3.1 主銘板

主銘板は、次による。

- a) 名称
- b) 形式(製造業者が指定する形式名)
- c) 相数
- d) 定格出力(kVA又はkW)
- e) 定格力率
- f) 定格周波数(Hz)
- g) 定格電圧(V)
- h) 定格電流(A)
- i) 冷媒温度の限度(°C)
- j) 準拠規格(NK, JEM規格番号などを記す。)
- k) 質量(kg)
- l) 製造番号又は機器番号
- m) 製造年
- n) 製造業者名又はその略号

#### 11.3.2 その他の銘板

その他の銘板は、次による。

- a) **盤名称銘板** 分割された盤ごとに付ける銘板で、盤名称(例えば、インバータ盤、リアクトル盤など)を記載する。
- b) **器具銘板** 表示灯、操作スイッチ、ヒューズなどに付ける銘板で、用途を記載する。  
なお、操作スイッチ用銘板には切換位置を、ヒューズ銘板にはヒューズの定格電流値を併せて記載する。
- c) **端子銘板** 外部ケーブル接続用端子に付ける銘板で、接続回路符号、端子記号及び行先を記載する。  
なお、主回路で行先が明確なものは、行先の記載を省略してもよい。

#### 11.3.3 器具番号の表示

盤内装備の補助継電器、変圧器などの各機器には、接続図に表したものと同一器具番号を表示する。

器具番号は、JEM 1284の規定を適用する。

## 12 予備品及び特殊工具

### 12.1 予備品数

予備品の供給数量は、軸発電機及び同期調相機については表21、制御盤については表22による。

表21—軸発電機及び同期調相機に対する予備品数量(1船分)

予備品	数量	摘要
軸受又は軸受裏金	4軸受又はその端数ごとに1個	オイルリングを含む。
ブラシ保持器	10個又はその端数ごとに1個	—
ブラシ保持器用スプリング	4個又はその端数ごとに1個	—
ブラシ	常用数と同数	—

表22—制御盤に対する予備品数量(1船分)

予備品	数量	摘要
ヒューズ(非再用形のもの)	常用数と同数	各種20個を超える必要はない。
ヒューズ(再用形のもの)	10個につき1個	各種10個を超える必要はない。
同上用エレメント	常用数と同数	—
接触片(火花の出るもの)	常用数と同数	各種10個を超える必要はない。
スプリング	常用数と同数	各種10個を超える必要はない。
電圧コイル	各種1個	—
抵抗素子	各種1個	—
表示灯のグローブ	同種10個又はその端数ごとに1個	—
表示灯の電球	常用数と同数	—
<p>小形の要素で、内部の部品交換が面倒であり実際的でないもの、例えば、電磁接触器の接触片、小形スイッチのスプリングなどについては、完備品をもって予備品とすることができる。その場合は、同種10個又はその端数ごとに1個とする。</p>		

## 12.2 特殊工具

分解手入れなどのため、特殊な工具を必要とする場合には、必要な工具それぞれ1個を供給する。

## 12.3 予備品表及び予備品箱

予備品、用具類の表及び箱は、JEM 1270及びJEM 1271による。

## 13 提出図書

### 13.1 用紙の大きさ、文字及び単位記号

用紙の大きさ、文字及び単位記号は、次による。

- 用紙の大きさ JIS P 0138に規定するA列4判とするか、又はA列4判に折りたたむ。
- 文字 英文
- 単位 JIS Z 8202に規定する計量単位による。

### 13.2 納入図書

契約後、次の図書を注文主に提出する。

なお、これらは、工事用図面にも含む。

#### a) 軸発電装置

- システム構成(系統図、出力特性など)
- 制御フロー図
- 保護回路要目
- 短絡電流計算書
- THD計算書

## b) 軸発電機及び同期調相機

- 1) 外形図(電線及び電線貫通金物の形番号, 端子の種類, 回転方向, 計画質量, その他必要事項を記載したもの。)
- 2) 軸寸法図<sup>2)</sup>
- 3) 結線図(交流励磁機を含む, 内部接続及び端子記号を示すもの。)
- 4) 組立断面図(軸受構造図を含む。)<sup>2)</sup>
- 5) 端子箱詳細図
- 6) スペースヒータの取付図<sup>2)</sup>
- 7) 熱交換器外形図
- 8) 励磁装置又は自動電圧調整器外形図及び結線図<sup>2)</sup>
- 9) 電気式埋込温度計装置外形図及び結線図<sup>2)</sup>
- 10) 予備品表及び特殊工具表
- 11) 定数の計画値<sup>2)</sup>
- 12) 計画特性曲線(三相短絡特性曲線など)<sup>2)</sup>

注<sup>2)</sup> 特に要求があった場合だけとし, その都度, 注文主との協定による。

## c) 制御盤

- 1) 銘板表
- 2) 外形図(計画質量, ケーブル引込方向, 据付寸法, 分割点, その他必要事項を記載したもの。)
- 3) 接続図(端子配列図, その他必要事項を記載したもの。)
- 4) 予備品表及び特殊工具表

## 13.3 完成図書

現品納入後に, 注文主に次の図書を提出する。

- a) 納入図書(13.2)に規定する図書
- b) 試験成績表
- c) 必要に応じて, 検査合格証明書
- d) 取扱説明書

## 参考文献

- JEM 1273 船用低圧乾式変圧器
- JIS C 4003 電気絶縁－熱的耐久性評価及び呼び方
- JIS C 60050-551 電気技術用語－第551部：パワーエレクトロニクス
- IEC 60034-5 Rotating electrical machines－Part5：Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code)－Classification
- IEC 60034-6 Rotating electrical machines－Part6：Methods of cooling (IC code)
- IEC 60092-101 Electrical installations in ships－Part101：Definitions and general requirements
- IEC 61000-2-4 Electromagnetic compatibility (EMC)－Part2－4：Environment-compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances
- JEC-6147 電気絶縁システムの耐熱クラスおよび熱的耐久性評価
- JEC-2130 同期機
- NK 日本海事協会

CCS	China Classification Society
BV	Bureau Veritas
ABS	American Bureau of Shipping
LR	Lloyd's Register
CR	CR Classification Society
KR	Korean Register of Shipping
DNV GL	

D  
R  
A  
F  
T

JEM 1440 : 2017

## 船用低圧軸駆動発電装置

### 解説

この解説は、本体に規定・記載した事柄及びこれらに関連した事柄を説明するもので、規格の一部ではない。

#### 1 制定・改正の趣旨及び経緯

##### 1.1 制定の趣旨及び経緯

軸発電装置は、省エネルギー、省人化など船舶の近代化に高く評価され、電源装置として広く用いられていた。このような背景から、この規格は、“他励インバータ式軸発電装置”として1988年に制定された。

この規格は、船用一般を対象として取引の要求事項を示したものであり、法規及び船級規則で規程がある場合はそれを優先し、法規、規則などに記載がない事項は、この規格によることを想定している。また、法規、規則及びこの規格で特に規定していない事項は、必要に応じて関連規格を準用することを想定している。

##### 1.2 前回までの改正の経緯

制定から10年以上が経過し、軸発電装置の製作実績、船級規則の改正、使用者の要望などから、2001年10月に第2回改正を行った。

##### 1.3 今回（2017年）改正の趣旨

前回の改正から、10年以上が経過し、IEC 60034-5、IEC 60034-6及び船級規則の改正に合わせて第3回改正を行った。

#### 2 主な改正点

今回の主な改正点は、以下のとおりである。

- a) 規格名称に“低圧”を追加した。
- b) 用語及び定義に冷媒及び外被の保護形式を追加した。
- c) 耐熱クラスの表現をJEC-6147に準じて見直した。
- d) 電圧波形くるい率を総合高調波ひずみ率(THD)に改めた。
- e) 制御盤の耐電圧試験の電圧を改めた。

#### 3 各構成要素の内容

##### 3.1 用語及び定義(箇条3)

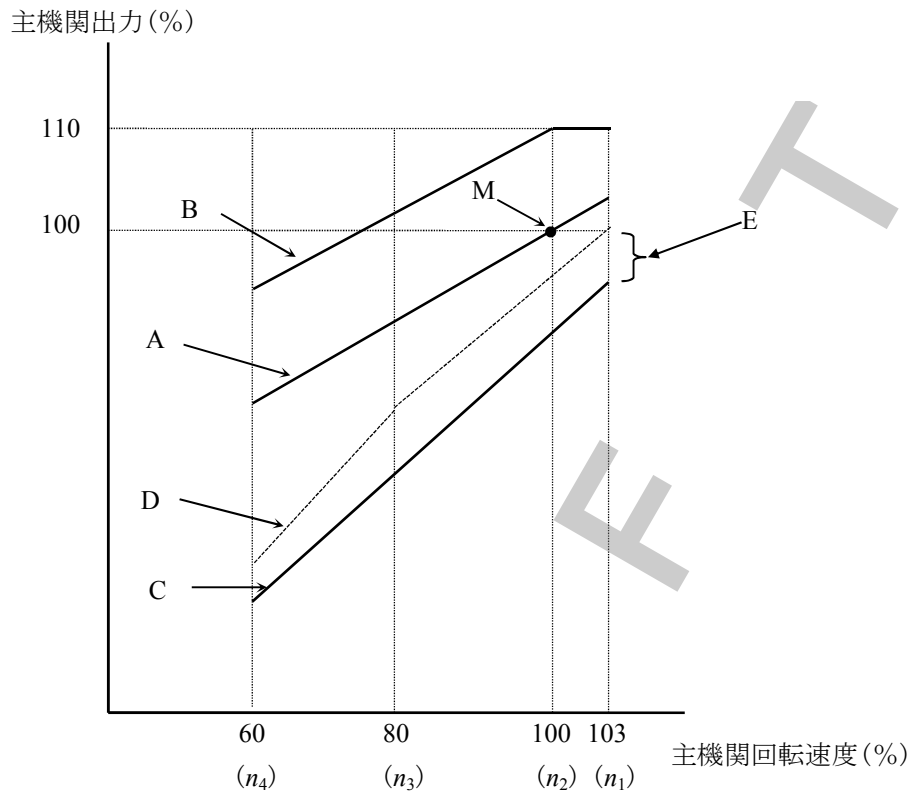
###### 3.1.1 システム効率(3.2)

システム効率は、海外製造業者との効率の評価基準の統一、燃費計算、電力量計の取付位置などの観点から定義した。

###### 3.1.2 定出力領域(3.5)及び軸発電機の定格出力回転速度(3.7)

主機関出力、軸発電機入力及びプロペラの推進入力と回転速度との間に、解説図1の関係がある。M点を一般に連続最大出力(MCR)と呼び、このときの回転速度を軸発電機入力回転速度の $n_2$ に相当させる。また、主機関の110%出力時の主機関回転速度は $n_2$ の103%に相当し、この回転速度を $n_1$ と決める

軸発電装置は、 $n_3$  ( $n_2$ の80%速度)  $\sim n_1$ の間で定出力運転を行う。



- |                   |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
| A : 主機関最大出力特性曲線   | $n_1$ : 使用可能な最大回転速度              |
| B : 主機関過負荷出力特性曲線  | $n_2$ : 定格回転速度                   |
| C : 推進入力曲線        | $n_3$ : システム出力 $P_1$ を供給する最低回転速度 |
| D : 軸発電機入力+推進入力曲線 | $n_4$ : 使用可能な最低回転速度              |
| E : 軸発電機入力        |                                  |
| M : 連続最大出力 (MCR)  |                                  |

解説図1—主機関出力—主機関回転速度

### 3.1.3 低減出力領域 (3.6)

図1の下限点 $P_2$ は、定出力領域で決定した軸発電機の体格を超えない範囲で決定し、解説図1の $n_3 \sim n_4$ がこれに対応する。

## 3.2 使用条件 (箇条4)

### 3.2.1 温度及び湿度 [4.2 b)]

二次冷媒として水を使用する場合の入口水温を、JEM 1274に合わせて $32^{\circ}\text{C}$ から $36^{\circ}\text{C}$ に変更した。

### 3.2.2 船体の傾斜角度 (4.3)

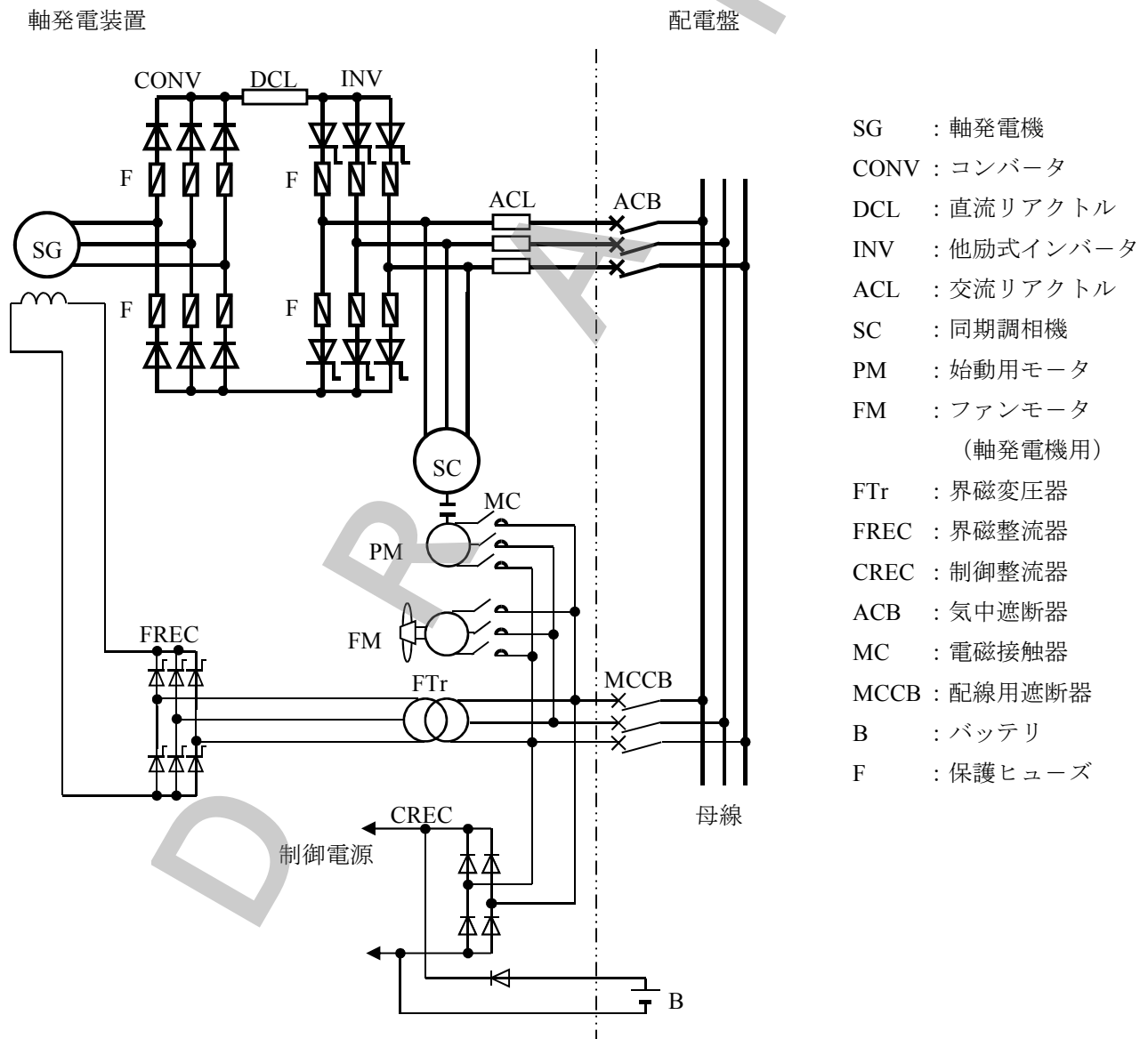
NK鋼船規則に合わせ、表1の注<sup>b)</sup>を追加した。

## 3.3 システム構成 (箇条5)

冷媒と外被の保護形式について、JEM 1274に合わせて追加した。

### 3.3.1 構成 (5.1)

本体のシステム構成は、軸発電機、制御盤及び同期調相機からなる。解説図2[システム図(例)]に標準的な構成を示す。また、ACB及びMCCBの定格については、注文主との協定が必要である。



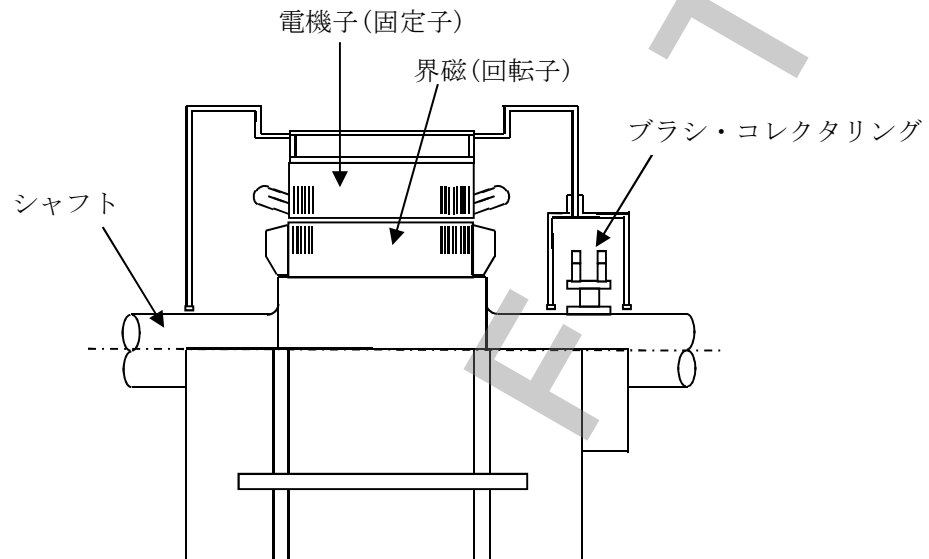
解説図2-システム図(例)

### 3.3.2 軸発電機(5.2)

軸発電機の結合方式は、実績の多いものを標準として示した。

### 3.3.3 中間軸直結形(5.2)

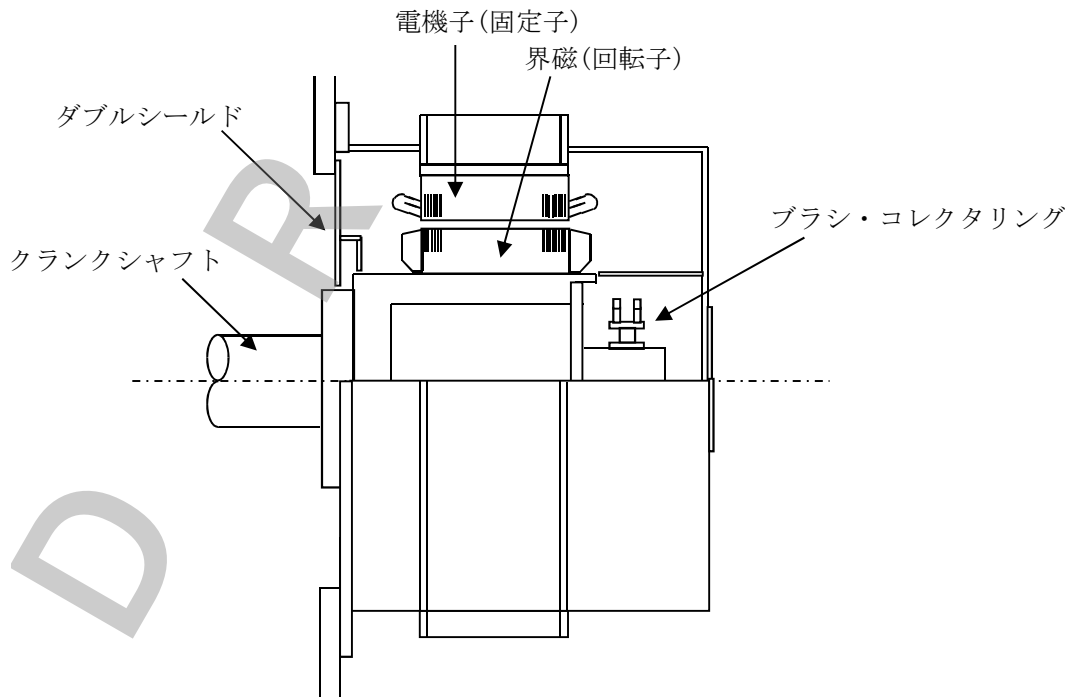
中間軸部のスペースを利用して**解説図3**のように中間軸の一部を発電機軸とした結合方式である。界磁取付部の軸径を多少太くして、界磁磁極を固定するものである。



解説図3—中間軸直結形

### 3.3.4 オーバハンク形(5.2)

**解説図4**のように、発電機の固定子は、主機関のクランクケースにボルトで固定し、回転子は主機クランク軸端にボルトで固定し、回転子の全荷重が主機関の第一ベアリングにオーバハンク形式にて支持された結合方式である。



解説図 4—オーバハンク形



### 3.3.5 中間軸増速形(5.2)及びPTO形(5.2)

これらの形式の軸発電機は、一般の交流発電機と同様な構造であるが、回転速度が変化することによるベアリングの潤滑及び冷却ファンについては、特殊な考慮が必要である。

## 3.4 性能(箇条7)

### 3.4.1 周波数変動特性(7.1)

軸発電装置の負荷変動による周波数特性は、同期調相機の慣性モーメントの値、軸発電装置の周波数制御系の応答性[a]軸発電機の電圧調整、b)コンバータの電圧制御、c)インバータの電圧制御]などの機能による。一般のディーゼル発電装置と比較した場合、前者はディーゼル機関及び発電機の回転部の慣性モーメントに相当し、後者はディーゼル機関のガバナの応答性に相当する。

### 3.4.2 短絡電流供給能力(7.3)

軸発電装置の持続短絡電流は、同期調相機から供給し、その供給能力は、同期調相機の体格による。同期調相機は、これを考慮して短絡比及び慣性モーメントの値を設定した。

### 3.4.3 軸発電機及び同期調相機の温度上昇限度(7.6.1)

表4を、JEM 1274に合わせて変更した。また、耐熱クラスの表現を、JIS C 4003に合わせて見直した。

### 3.4.4 冷媒温度[7.6.2 c)]

二次冷媒の熱交換器入口の温度を、JEM 1274に合わせて36°Cとした。

### 3.4.5 温度上昇限度の補正(7.6.3)

水冷式熱交換器形の場合に、冷却水の温度を32°Cから36°Cに変更したことに伴い、表5の値より高くできる温度上昇を13 Kから9 Kに変更した。

### 3.4.6 制御盤の温度上昇限度(7.6.4)

表5をJEM 1274に合わせて変更した。また、表6をJEM 1273に合わせて変更した。半導体整流素子接合部の最高許容温度は、製造業者の指定に従った。

### 3.4.7 総合高調波ひずみ率(THD)(7.9)

JIS C 60050-551に合わせ、電圧波形ひずみ率を総合高調波ひずみ率(THD)に変更した。

軸発電装置の出力電流は、インバータから供給されるため、高調波電流が含まれる。第2回改正でTHDを8%以下に変更した。そのとき、造船所へのアンケートを実施した結果では、5%~15%とまちまちであり、また、THDが15%での実績においても他の機器への影響はほとんど報告されていなかった。しかし、高調波エミッションの規格は厳しくなる方向にあることを考慮して改正されたものである。

今回の改正では、THDは旧規格どおり8%以下のままとした。その根拠は次のとおりである。IEC 60092-101のCommittee Draft for Vote (投票用委員会原案) 4.8.2.1において、THDはIEC 61000-2-4に規定するクラス2(8%以下)と規定している。各船級規則におけるTHDは、次の値で規定している。

なお、加算する次数について、IEC 61000-2-4では50次までとされているが、この規格ではJEC-2130及びJEM 1274との整合を取り、100次としている。

CCS : 5%以下

NK : 5%以下 ただし、半導体電力変換装置が接続される電力系統において、電気機器の安全な運転が確保される場合は8%以下

BV : 5%以下 ただし、半導体電力変換装置が接続される電力系統において、第15次までの各次数のひずみ率が5%を超えず、100次までに1%に減少する場合は10%以下

ABS, DNV GL, LR, CR, KR : 8%以下

### 3.5 構造(箇条8)

#### 3.5.1 回転方向(8.5)

増速形軸発電機の回転方向は、増速機の構成が単段又は多段増速のものがあるため、その都度、注文主との協定によることとした。

#### 3.5.2 端子及び端子箱(8.11)

表現をJEM 1274に合わせた。

### 3.6 試験及び検査(箇条10)

#### 3.6.1 工場試験及び検査(10.3)

“表16—試験の実施区分” n)電圧波形くわい率試験を、総合高調波ひずみ率試験に変更した。

#### 3.6.2 工場試験及び検査[10.3.1 a), 10.3.3 e)]

他励式インバータを用いた軸発電装置においては、等価逆相電流分が軸発電機及び同期調相機のダンパ巻線、交流及び直流リアクトル、変圧器などの巻線の温度上昇に影響を及ぼすので、注意が必要である。

なお、その影響度は、システムの構成及び規模によって、図1の回転速度  $n_3$  又は  $n_4$  側に現われ、また、その温度差も設計内容に従って若干の温度差を生じることがある。

#### 3.6.3 同期調相機単体試験(10.3.2)

始動電動機によって始動される方式の場合の温度上昇試験は、始動完了後に始動電動機を切り離れた後に温度上昇を確認する規定があったが、試験時の始動方法は、試験設備によって異なるため、削除した。

#### 3.6.4 制御盤単体試験(10.3.3)

a) 耐電圧試験[10.3.3 b)] 表18(試験電圧)をNK鋼船規則、JEM 1286及びJEM 1288に合わせて修正した。

b) 温度試験[10.3.3 e)] 同一形式の制御盤の温度試験は、NK鋼船規則、JEM 1286及びJEM 1288に準拠し、これを省略できることとした。

#### 3.6.5 組合せ試験(10.3.4)

a) 出力特性試験[10.3.4 a)] 出力特性試験時、特に回転速度  $n_3$  から  $n_4$  までの間で過渡的に電流脈動現象が発生することがある。脈動の周期及び大きさは、基本原理上、軸発電機の周波数と母線側の周波数との差によって、かつ、直流リアクトルの有限値に応じて決まる電流リップルの合成値によってその値が決まり、実用機では、定格電圧の15%程度の値である。

電流脈動現象は、システム稼動時に問題となるような現象ではないが、立会時、誤解を生じ、原理説明などを要した事例が多いので、特に解説に記載している。

b) 周波数変動特性試験[10.3.4 b)] 及び電圧変動特性試験[10.3.4 c)] 別の項目として規定したが、試験の実施方法としては10.3.4 a)に、又は10.3.4 b)及びc)に同時にデータ採取する方法で実施している場合が多い。

c) 出力電圧波形測定[10.3.4 f)] 電圧波形ひずみ率をTHDに改めるとともに、算出方法を明記した。THDは、負荷の大きさと力率によって大きく変化するので、工場試験時と船内試験時の値は、異なる場合が多い。特に、船内試験において水抵抗を使用するとひずみ率が大きくなる場合が多いので、注意が必要である。