

2024 年 6 月 27 日 一部改正
2024 年 1 月 30 日 技術委員会 審議
2024 年 5 月 31 日 国土交通大臣 認可

回転機の試験

改正対象

鋼船規則 H 編
鋼船規則検査要領 GF, H 及び N 編

改正理由

IACS 統一規則 E13(Rev.3)では、回転機の試験について規定されており、本会は既に当該規則を本会規則に取入れている。

2022 年 5 月に IACS 統一規則 E13(Rev.3) (Corr.1)が採択され、回転機の温度上昇試験での基準値（温度上昇の上限値）は、IEC60034-1:2017 の関連する表を参照することになった。IEC60034-1:2017 での温度上昇試験の基準値は、回転機の冷却方式によって異なる一方で、弊会規則においては、この冷却方式によって、温度上昇試験の基準値は異なる。このため、IACS 統一規則 E13(Rev.3)(Corr.1)との整合性を持たせるため、温度上昇試験の基準値を冷却方式によって分ける必要性が生じている。

今般、IACS 統一規則 E13(Rev.3) (Corr.1)に基づき、関連規定を改める。

また、回転機の製造工場等での試験における規定に関して、2 台目以降の試験省略に関する表との整合性等について見直しを行う。

改正内容

- (1) 回転機の温度上昇試験の基準値を冷却方式によって分ける。
- (2) 回転機の製造工場等での試験における規定及び 2 台目以降の試験省略に関する表との整合性等を見直す。

施行及び適用

2024 年 6 月 27 日から施行

規則の節・条タイトルの末尾に付けられた
アスタリスク (*) は、その規則に対応する
要領があることを示しております。

ID: DD23-15

「回転機の試験」 新旧対照表

新		旧		備考
鋼船規則 H 編 電気設備		鋼船規則 H 編 電気設備		
2 章 電気設備及びシステム設計		2 章 電気設備及びシステム設計		
2.4 回転機		2.4 回転機		(新) のみ表記
2.4.4 温度上昇限度の修正*		2.4.4 温度上昇限度の修正*		

表 H2.3 回転機の温度上昇限度 (K)

(基準周囲温度 : 45 °C)

項	回転機の部分	耐熱クラス A	耐熱クラス E	耐熱クラス B	耐熱クラス F	耐熱クラス H
		温度 抵抗 埋込 計法 法 温度 計法	温度 抵抗 埋込 計法 法 温度 計法	温度 抵抗 埋込 計法 法 温度 計法	温度 抵抗 埋込 計法 法 温度 計法	温度 抵抗 埋込 計法 法 温度 計法
1a	出力 5,000 kW (kVA) 以上の回転機 の交流巻線	- 55 60	- - -	- 75 80	- 95 100	- 120 125
(省略)						
7	直接絶縁物に接触するか否かにか かわらず、鉄心及びその他の部分 (軸受は除く)	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				

(備考)

1. 出力が 200 kW (kVA) 以下の回転機 (*1 で示したもの) の絶縁の耐熱クラス A, E, B 及び F の巻線の抵抗を、負荷電流を切ることなく微弱な直流電流を流すことにより計測する場合は、抵抗法による温度上昇限度より 5 K 高くとることができる。

2. 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 (*2 で示したもの) を含む。

3. 間接水素冷却式回転機及び直接冷却式回転機の場合の温度上昇限度の値については、IEC60043-1:2017 の関連する表を参照すること。

UR E13 rev.2 corr.の取
入れ。
UR E13 rev.2 corr.で温
度上昇値は、IEC60043-
1:2017「relevant table」
を参照することとな
っている。
IEC60043-1:2017 の温
度上昇の限度値の表
は、間接空気冷却方式
回転機、間接水素冷却
式回転機や直接冷却
式回転機の 3 つに分
かれている。表 H2.3 は、
間接空気冷却方式回
転機を想定しており、
間接水素冷却式回転
機や直接冷却式回転
機を想定していない
ことを明記。

UR E13 rev.2 corr. の取入れ。
 UR E13 rev.2 corr. で温度上昇値は, IEC60043-1:2017 「relevant table」を参照することとなっている。
 IEC60043-1:2017 の温度上昇の限度値の表は、間接空気冷却方式回転機、間接水素冷却式回転機や直接冷却式回転機の 3 つに分かれている。表 H2.3 は、間接空気冷却方式回転機を想定しており、間接水素冷却式回転機や直接冷却式回転機を想定していないことを明記。

「回転機の試験」 新旧対照表

新	旧	備考
2.4.14 交流発電機 -3. 交流発電機の過渡電圧変動特性は、発電機が定格電圧及び定格速度で運転中に、指定限度内の電流及び力率の平衡負荷を急激に発電機に投入又は遮断した場合(2.4.15(4)参照)、定格電圧の85 %以上120 %以下でなければならない。また、その際、発電機電圧は1.5秒以内に定格電圧の±3%以内に復帰しなければならない。ただし、非常発電機の場合には5秒以内に定格電圧の±4 %以内の復帰とすることができる。 2.4.15 製造工場等における試験* 回転機については、表 H2.6 に従って次の(1)から(13)の試験を行わなければならない。また、すべての試験はIEC 60092-301:1980/AMD2:1995 に従って実施されなければならない。ただし、本会が差し支えないと認めた場合には、同一形式の2台目以降の回転機について、(5)及び(7)の試験を省略することができる。また、小容量の回転機であって同一形式の2台目以降の回転機については、(6)の試験も省略することができる。 (1) 回転機の見視検査を行わなければならない。目視検査は、実行可能な限り、技術文書(設計図面、仕様書等)に従っていることを確認しなければならない。 (2) <u>回転機については、(9)の耐電圧試験の直後に、充電部とフレーム間の絶縁抵抗を表 H2.8 に示す電圧以上の試験電圧で測定し、測定値は表 H2.8 に示す値より小であってはならない。また、この試験が行われる際の回転機の温度は、動作温度</u>	2.4.14 交流発電機 -3. 交流発電機の過渡電圧変動特性は、発電機が定格電圧及び定格速度で運転中に、指定限度内の電流及び力率の平衡負荷を急激に発電機に投入又は遮断した場合(2.4.15(2)参照)、定格電圧の85 %以上120 %以下でなければならない。また、その際、発電機電圧は1.5秒以内に定格電圧の±3%以内に復帰しなければならない。ただし、非常発電機の場合には5秒以内に定格電圧の±4 %以内の復帰とすることができる。 2.4.15 製造工場等における試験* 回転機については、表 H2.6 に従って次の(1)から(12)の試験を行わなければならない。また、すべての試験はIEC 60092-301:1980/AMD2:1995 に従って実施されなければならない。ただし、本会が差し支えないと認めた場合には、同一形式の2台目以降の回転機について、(5)及び(7)の試験を省略することができる。また、小容量の回転機であって同一形式の2台目以降の回転機については、(4)の試験も省略することができる。 (1) 回転機の見視検査を行わなければならない。目視検査は、実行可能な限り、技術文書(設計図面、仕様書等)に従っていることを確認しなければならない。 (2) <u>発電機については、電圧変動試験を行い、2.4.13-4.又は 2.4.14-2.及び-3.の規定を満足しなければならない。なお、2.4.14-3.を適用するにあたり、急変負荷の最大値に関する明確な指示がない場合は、遅れ力率0 から0.4 の間の定格電流の60 %</u>	規則 H 編 2.4.15 の記載順序変更のため 規則の見やすさを改善するため、表 H2.6 (URE13 由来)の記載順序に従って、2.4.15 の記載順序を改めた。また、URE13 との整合を取るために、新たに(11)を追加した。 (1)は変更無し 現行規則(9)を(2)に記載順序を改めた。また、文中の参照場所を改めた。

「回転機の試験」 新旧対照表

新	旧	備考
に近いものでなければならない。ただし、これが困難な場合は、計算により動作温度での絶縁抵抗値を推定してもよい。 (3) <u>回転機の巻線抵抗を測定しなければならない。巻線抵抗は、適切なブリッジ法又は電圧電流法を用いて測定及び記録されなければならない。</u> (4) <u>発電機については、電圧変動試験を行い、2.4.13-4.又は 2.4.14-2.及び-3.の規定を満足しなければならない。なお、2.4.14-3.を適用するにあたり、急変負荷の最大値に関する明確な指示がない場合は、遅れ力率 0 から 0.4 の間の定格電流の 60 % の電流を無負荷運転中の発電機に投入し、定常状態に達した後遮断するものとする。ただし、本会が差し支えないと認めた場合、同一形式の 2 台目以降の発電機の過渡電圧変動特性は、既に実施した試験結果に基づく計算値とすることができる。</u> (5) <u>実負荷法により、回転機を定格負荷、定格電圧、定格周波数及び使用定格の下で温度が一定になるまで連続運転した後各部の温度上昇を測定し、その値が、2.4.3 に規定する値を超えてはならない。(IEC 60034-1:2017 参照) ただし、本会が差し支えないと認めた場合は、別に定める試験方法により試験を行うことができる。</u>	の電流を無負荷運転中の発電機に投入し、定常状態に達した後遮断するものとする。ただし、本会が差し支えないと認めた場合、同一形式の 2 台目以降の発電機の過渡電圧変動特性は、既に実施した試験結果に基づく計算値とすることができる。 (3) <u>整流子を有する回転機は、無負荷から 50 %過負荷までのすべての負荷において、ブラシを移動することなく整流子面に有害な火花を生じてはならない。</u> (4) <u>回転機については、2.4.5 に規定する過電流又は超過トルク試験を行い、これに耐えなければならない。(IEC 60034-1:2017 参照)</u> (5) <u>同期発電機については、持続短絡電流試験を行い、2.4.6-2.の規定を満足しなければならない。ただし、次の(a)及び(b)の規定に従い、遮断器が選択遮断のために備える遅延時間を示す資料が提出される場合には、持続短絡電流試験における短絡持続時間を同遅延時間とすることができる。また、同一モデルにおいて実機との比較試験が実施され有効性が確認されている場合は、発</u>	現行規則(10)を(3)に記載順序を改めた。 現行規則(2)を(4)に記載順序を改めた。 現行規則(7)を(5)に記載順序を改めた。

「回転機の試験」 新旧対照表

新	旧	備考
(6) <u>回転機については、2.4.5 に規定する過電流又は超過トルク試験を行い、これに耐えなければならない。(IEC 60034-1:2017 参照)</u> (7) <u>同期発電機については、持続短絡電流試験を行い、2.4.6-2.の規定を満足しなければならない。ただし、次の(a)及び(b)の規定に従い、遮断器が選択遮断のために備える遅延時間を示す資料が提出される場合には、持続短絡電流試験における短絡持続時間を同遅延時間とすることができる。また、同一モデルにおいて実機との比較試験が実施され有効性が確認されている場合は、発電機及び電圧調整器のシミュレーションモデルを実機試験に代えて採用することができる。</u>	<u>電機及び電圧調整器のシミュレーションモデルを実機試験に代えて採用することができる。</u> <u>(a) 当該発電機を使用する配電システムにおける選択遮断の設定を決定する責任者に対し、十分な情報を提供するため、発電機製造者は、常用回転数で運転中に励磁された状態における突発短絡時の過渡電流特性を示す資料を提供すること。</u> <u>(b) 自動電圧調整器の影響を考慮すること。また、電圧調整器の設定値は減衰曲線とともに示されること。当該減衰曲線は、配電システムにおける選択遮断の短絡保護の設定を計算する際に利用できるものとする。なお、当該減衰曲線は実機試験に基づく必要はない。</u> (6) <u>回転機については、過速度試験を行い、2.4.7 の規定を満足しなければならない。(IEC 60034-1:2017 参照) ただし、本試験はかご形電動機には適用しない。</u> (7) <u>実負荷法により、回転機を定格負荷、定格電圧、定格周波数及び使用定格の下で温度が一定になるまで連続運転した後に各部の温度上昇を測定し、その値が、2.4.3 に規定する値を超えてはならない。(IEC 60034-1:2017 参照) ただし、本会が差し支えないと認めた場合は、別に定める試験方法により試験を行うことができる。</u>	現行規則(4)を(6)に記載順序を改めた。 現行規則(5)を(7)に記載順序を改めた。

「回転機の試験」 新旧対照表

新	旧	備考
(a) <u>当該発電機を使用する配電システムにおける選択遮断の設定を決定する責任者に対し、十分な情報を提供するため、発電機製造者は、常用回転数で運転中に励磁された状態における突発短絡時の過渡電流特性を示す資料を提供すること。</u> (b) <u>自動電圧調整器の影響を考慮すること。また、電圧調整器の設定値は減衰曲線とともに示されること。当該減衰曲線は、配電システムにおける選択遮断の短絡保護の設定を計算する際に利用できるものとする。なお、当該減衰曲線は実機試験に基づく必要はない。</u> (8) <u>回転機については、過速度試験を行い、2.4.7 の規定を満足しなければならない。(IEC 60034-1:2017 参照) ただし、本試験はかご形電動機には適用しない。</u> (9) <u>回転機については、試験の対象にならない鉄心及び巻線をフレームに接続した状態で、充電部とフレーム間に表 H2.7 に規定する商用周波数の交流電圧を 1 分間加え、これに耐えなければならない。(IEC 60034-1:2017 参照) 定格電圧が 1 kV を超える回転機については、2.17.6-4. に規定する試験を実施しなければならない。また、前(5)</u>	(8) <u>回転機については、試験の対象にならない鉄心及び巻線をフレームに接続した状態で、充電部とフレーム間に表 H2.7 に規定する商用周波数の交流電圧を 1 分間加え、これに耐えなければならない。(IEC 60034-1:2017 参照) 定格電圧が 1 kV を超える回転機については、2.17.6-4. に規定する試験を実施しなければならない。また、前(7) の温度試験を行う場合、耐電圧試験は温度試験の直後に行わなければならない。</u> (9) <u>回転機については、前(8)の耐電圧試験の直後に、充電部とフレーム間の絶縁抵抗を表 H2.8 に示す電圧以上の試験電圧で測定し、測定値は表 H2.8 に示す値より小であってはならない。また、この試験が行われる際の回転機の温度は、動作温度に近いものでなければならない。ただし、これが困難な場合は、計算により動作温度での絶縁抵</u>	現行規則(6)を(8)に記載順序を改めた。 現行規則(8)を(9)に記載順序を改めた。

「回転機の試験」 新旧対照表

新	旧	備考
の温度試験を行う場合、耐電圧試験は温度試験の直後に行わなければならない。 (10) <u>回転機の無負荷運転試験を行わなければならない。なお、電動機の場合には、定格電圧及び定格周波数で給電している間、無負荷及び定格速度で作動させるものとし、発電機の場合には、適切な手段により駆動し、定格の端子電圧を得るために励磁されるものとする。この際、異常な振動及び潤滑系に異常があってはならない。</u> (11) <u>保護等級（IP）については、IEC 60034-5:2000+AMD1:2006を参照すること。</u> (12) スリーブ軸受を有する回転機については、本会が必要と認める場合、全ての試験が終了した後に軸受部を開放し異常があってはならない。 (13) <u>整流子を有する回転機は、無負荷から 50 %過負荷までのすべての負荷において、ブラシを移動することなく整流子面に有害な火花を生じてはならない。</u>	<u>抗値を推定してもよい。</u> (10) <u>回転機の巻線抵抗を測定しなければならない。巻線抵抗は、適切なブリッジ法又は電圧電流法を用いて測定及び記録されなければならない。</u> (11) <u>回転機の無負荷運転試験を行わなければならない。なお、電動機の場合には、定格電圧及び定格周波数で給電している間、無負荷及び定格速度で作動させるものとし、発電機の場合には、適切な手段により駆動し、定格の端子電圧を得るために励磁されるものとする。この際、異常な振動及び潤滑系に異常があってはならない。</u> (12) スリーブ軸受を有する回転機については、本会が必要と認める場合、全ての試験が終了した後に軸受部を開放し異常があってはならない。 (新規)	現行規則(11)を(10)に記載順序を改めた。 UR E13(Rev.3)Corr.1 4.11 に掲げる参照規則を(11)として追加した。 (12)は変更無し 現行規則(3)を(13)に記載順序を改めた。

「回転機の試験」 新旧対照表

新		旧				備考
表 H2.6 回転機の試験						(新)のみ表記 改正規則の表 H2.6 番号 5 及び 7 において、2 台目以降に対する試験については、2.4.15 の規定より、従来から、本会が差し支えないと認めた場合のみ省略が可能であった。(詳細は検査要領 H2.4.15-1.に規定) 従って、要件の明確化のために、当該箇所に試験実施を意味する“x”を設け、その上で備考(8)を加えた。 取り扱いに変更はない。
番号	試験	発電機		電動機		
		1 台目に対する試験 ⁽¹⁾	2 台目以降に対する試験 ⁽²⁾	1 台目に対する試験 ⁽¹⁾	2 台目以降に対する試験 ⁽²⁾	
1	必要に応じて、技術文書の審査及び目視検査	x	x	x	x	
2	絶縁抵抗測定	x	x	x	x	
3	巻線抵抗測定	x	x	x	x	
4	電圧調整器の検証 ⁽⁷⁾	x	x ⁽³⁾			
5	定格負荷試験及び温度上昇測定	x	<u>x</u> ⁽⁸⁾	x	<u>x</u> ⁽⁸⁾	
6	過負荷／過電流試験	x	x ⁽⁴⁾	x	x ⁽⁴⁾	
7	持続短絡状態の検証 ⁽⁵⁾	x	<u>x</u> ⁽⁸⁾			
8	過速度試験	x	x	x ⁽⁶⁾	x ⁽⁶⁾	
9	耐電圧試験	x	x	x	x	
10	無負荷試験	x	x	x	x	
11	保護等級 (IP) の検証	x		x		
12	軸受の確認	x	x	x	x	
(備考) (1) プロトタイプの回転機か、少なくとも、初回分の回転機で実施すること。 (2) 2 台目以降に対する試験を実施した回転機の報告書には、1 台目に対する試験を実施した回転機の製造元の製造番号及び試験結果を含めること。 (3) 電圧調整器の機能試験に限る。 (4) 定格出力 100kW 以上の重要用途の回転機に限る。 (5) 持続短絡状態の検証は同期発電機にのみ適用する。 (6) かご形電動機には適用しない。 (7) 直流発電機には適用しない。 (8) 本会が差し支えないと認めた場合、同一形式の 2 台目以降の回転機については、試験を省略することがある。						

「回転機の試験」 新旧対照表

新	旧	備考
附 則		
1. この規則は，2024 年 6 月 27 日から施行する。		

「回転機の試験」 新旧対照表

新	旧	備考
鋼船規則検査要領 GF 編 低引火点燃料船 附属書 1 低引火点燃料船用の装置及び機器に関する検査要領 3 章 燃料ポンプ 3.3 材料，構造及び強度 3.3.2 構造及び据付け等 -3. サブマージド型ポンプの駆動用電動機の絶縁材料及び絶縁巻線は，使用環境に十分耐え，かつ，電動機の絶縁抵抗値は，規則 H 編 2.4.15(3)に定める値未満でないこと。	鋼船規則検査要領 GF 編 低引火点燃料船 附属書 1 低引火点燃料船用の装置及び機器に関する検査要領 3 章 燃料ポンプ 3.3 材料，構造及び強度 3.3.2 構造及び据付け等 -3. サブマージド型ポンプの駆動用電動機の絶縁材料及び絶縁巻線は，使用環境に十分耐え，かつ，電動機の絶縁抵抗値は，規則 H 編 2.4.15-10.に定める値未満でないこと。	規則 H 編 2.4.15 の記載順序変更のため (なお，元の参照する文章は，2.4.15-10.だが，2.4.15(10)の誤記)

「回転機の試験」 新旧対照表

新	旧	備考
鋼船規則検査要領 H 編 電気設備 H2 電気設備及びシステム設計 H2.4.15 製造工場等における試験 -3. 規則 H 編 2.4.15(5)において、「別に定める試験方法」とは次をいう。 -5. 規則 H 編 2.4.15(11)に定める整流試験において、直流機の整流子片とブラシの間に発生する火花の程度は、図 H2.4.15-3.に示すように 8 種類に分類し、このうち第 5 号から第 8 号の火花を有害な火花とみなす。	鋼船規則検査要領 H 編 電気設備 H2 電気設備及びシステム設計 H2.4.15 製造工場等における試験 -3. 規則 H 編 2.4.15(7)において、「別に定める試験方法」とは次をいう。 -5. 規則 H 編 2.4.15(3)に定める整流試験において、直流機の整流子片とブラシの間に発生する火花の程度は、図 H2.4.15-3.に示すように 8 種類に分類し、このうち第 5 号から第 8 号の火花を有害な火花とみなす。	規則 H 編 2.4.15 の記載 順序変更のため 規則 H 編 2.4.15 の記載 順序変更のため

「回転機の試験」 新旧対照表

新	旧	備考
鋼船規則検査要領 N 編 液化ガスばら積船 附属書 1 液化ガスばら積船用の装置及び機器 に関する検査要領 3 章 貨物ポンプ 3.3 材料，構造及び強度 3.3.2 構造及び据付け等 -3. サブマージド型ポンプの駆動用電動機の絶縁材料及び絶縁巻線は，使用環境に十分耐え，かつ，電動機の絶縁抵抗値は，規則 H 編 2.4.15(3)に定める値未満でないこと。 附 則 1. この達は，2024 年 6 月 27 日から施行する。	鋼船規則検査要領 N 編 液化ガスばら積船 附属書 1 液化ガスばら積船用の装置及び機器 に関する検査要領 3 章 貨物ポンプ 3.3 材料，構造及び強度 3.3.2 構造及び据付け等 -3. サブマージド型ポンプの駆動用電動機の絶縁材料及び絶縁巻線は，使用環境に十分耐え，かつ，電動機の絶縁抵抗値は，規則 H 編 2.4.15-10に定める値未満でないこと。	規則 H 編 2.4.15 の記載 順序変更のため (なお，元の参照する 文章は， 2.4.15-10。だ が， 2.4.15(10)の誤記)