



日本財団
The Nippon Foundation

助成事業

研究資料 No. 05-05

技術基準の性能規定化促進等 に関する調査研究（SPD）

（2005年度報告書）

2006年3月

財団法人 日本船舶技術研究協会

はしがき

本報告書は、日本財団の2005年度助成事業「船舶関係諸基準に関する調査研究」の一環として、技術基準性能規定化プロジェクト（SPD）において実施した「技術基準の性能規定化促進等に関する調査研究；船用ガスタービンの設計・試験基準の検討」の成果をとりまとめたものである。なお、本調査研究は、2004年度末に解散した（社）日本造船研究協会が実施した「不具合情報の評価に関する調査研究」に引き続き、本会が実施したものである。

技術基準性能規定化プロジェクト（SPD）ステアリング・グループ 委員名簿（順不同、敬称略）

プロジェクト・マネージャー	吉識 晴夫（帝京平成大学）	
サブプロジェクト・マネージャー	千田 哲也（海上技術安全研究所）	
委 員	金子 栄喜（鉄道建設・運輸施設整備支援機構）	
	越野 隆弘（日本海事協会）	
	杉本 隆雄（川崎重工業）	
	宮地 宏（川崎重工業）	
	飯沼 秀靖（石川島播磨重工業）	
	上松 一雄（三菱重工業）	
	古川原芳明（佐渡汽船）	
	田中 暁（神戸運輸監理部）	
	岡崎 吉則（中部運輸局 三重運輸支局 鳥羽海事事務所）	
	赤堀 正志（中国運輸局 尾道海事事務所）	
	関係官庁	[安藤 昇]（海事局安全基準課安全評価室）
		今出 秀則（海事局安全基準課）
		山口 祥功（海事局安全基準課 安全評価室）
	神谷 和也（海事局検査測度課）	
事 務 局	中川 直人（日本船舶技術研究協会 IMO 担当）	
	前中 浩（日本船舶技術研究協会）	
	山下 優一（日本船舶技術研究協会）	

注：[]内は前任者を示す

目 次

1. 緒言	1
1.1 調査研究の目的及び概要	1
1.2 調査研究の実施スケジュール	2
2. 基本方針	3
3. 船用ガスタービンの設計検査について	5
3.1 現行の船舶機関規則、NK 鋼船規則、ABS 規則の比較について	5
3.2 過去に行われた設計検査の事例について	31
4. 船用ガスタービンの不具合事例について	35
4.1 ジェットフォイル搭載ガスタービンの主要事故（一覧）	36
4.2 ジェットフォイル搭載ガスタービンの主要事故（詳細）	37
5. 船用ガスタービンの設計・試験基準の検討について	40
6. 関連規則について	43
6.1 認定事業場制度の概要	43
6.2 型式承認・検定制度の概要	47
6.3 船舶検査の方法 F 編 認定物件に係る検査	47
7. 船用ガスタービンの設計基準及び検査の方法（案）について	49
7.1 船用ガスタービンの同型機関及び類似機関の定義（案）	49
7.2 船舶機関規則、同心得及び船舶検査の方法（案）	49
8. 結言	76
9. 添付資料	77
資料 1 目標指向型新造船基準 GOAL-Based new ship construction standards (GBS) MSC80/WP.8	
資料 2 航空法施行規則附属書第一 第 7 章	
資料 3 RR 第 51 回基準研究部会 高速船機関特殊基準に関する調査研究（平成 12 年度報告書）	

1. 緒言

1.1 調査研究の目的及び概要

ガスタービンは、小型軽量で高出力の得られる動力機関であり、航空機のエンジン用として発展してきた。陸上プラントでも、発電施設や、熱利用を併用するコージェネレーション用として利用が進んでいる。海上用途としては、昭和40年代前半より航空転用型の船用化が進み、高速を必要とする艦艇の推進機関として採用されてきた。

航空転用型船用ガスタービンは、蒸留油（ケロシン）を燃料とすることのほか、ディーゼル機関と比較して熱効率が低く、燃料経済性の面で劣るとされる。このことが商船の機関としては不利と考えられて、現在まで、小型軽量で高出力という特徴を必要とするホバークラフトや水中翼船等の限られた特殊船でのみ使用されてきている。

しかし、近年、燃費改善及び環境負荷低減を目指す国産の高効率船用ガスタービン（スーパーマリンガスタービン、SMGT）の開発研究が進み、スーパーエコシップ（SES）の実証船に搭載される予定となっているなど、ガスタービンの利用の検討が進められている。また、従来の推進器直接駆動のみならず発電機用原動機としてのガスタービンも現れてきており、電気推進方式の普及とともに、今後は、一般商船への船用ガスタービンの大幅な利用拡大が見込まれる状況となっている。

一方、国における船用ガスタービンに関する検査基準は、昭和59年8月、船舶機関規則全部改正時に導入された。しかし、当該規則及び関連する通達では、ガスタービンの構造・強度に関する抽象的規範のみが記載され、具体的な技術要件は規定されていない。このため、国の設計検査においては、製造者の技術資料及び実績等に基づき、一件毎に承認を行ってきた。この際、船用ガスタービンの国内利用実績が少ないことに起因する実証データ不足等から、定量的な妥当性判断基準が設定しにくかったため、常に安全側での判断を行ってきた。

このような検査の実態は、結果的に、事業者サイドにとっても検査官側にとっても負担となっていることが指摘されている。今後見込まれる船用ガスタービンの普及に対応するために、国の船舶検査体制を整備しておく必要があり、船用ガスタービンの設計・試験に係る技術基準の制定が急務となっている。

このために、本調査研究では、まず、ガスタービンに係る陸上・航空分野の規則、各国船級規則、過去に発生した不具合事例及び製造者における製品検査の実態等の調査を行った。調査結果に基づき、船用ガスタービンの設計・試験に係る技術基準案を作成した。この場合、原動機部分のみならず、多様化した周辺制御システムや想定される不具合事象も考慮することとした。なお、就航後の船用ガスタービンの整備に係る技術基準については、従前、平成12年度RR51「高速船機関特殊基準に関する調査研究」において検討されていることから、本調査研究では製造時の設計・試験に係る技術基準を中心に検討することとした。これらの結果を踏まえ、船舶機関規則、船舶機関規則心得、船舶検査の方法について、該当箇所を見直し修正案文を作成した。

1.2 調査研究の実施スケジュール

調査研究を行うために、ガスタービン製造者、使用者（運航者）、検査機関及び国、有識者等から構成される SPD ステアリング・グループを組織し、下記の日程で委員会を開催し、検討を進めた。

- ・ 2005 年 6 月 24 日：第 1 回委員会（基準案策定方針の検討）
- ・ 2005 年 9 月 20 日：第 2 回委員会（基準案の検討）
- ・ 2005 年 11 月 10 日：第 3 回委員会（基準案の作成）
- ・ 2006 年 2 月 10 日：第 4 回委員会（基準案の修正、報告書の作成）

2. 基本方針

基準案に関する調査検討を始めるにあたり、まずその基本方針の検討を行った。

まず、今後見込まれる船用ガスタービンの普及に対応するために国の船舶検査体制を整備するという本調査の目的を確認した。ディーゼル機関等の検査基準との整合性にも留意しつつ、ジェットエンジン等他分野の規制実態、これまでの事故や不具合事例及び製造現場の品質管理手法等を参考とし、合理的な基準案を策定するために以下の方針を採用した。

- (1) 技術の進展や設計の自由度を妨げないことを目的とする「基準の性能規定化」の流れに即する一方、基準の透明性確保のため、基準のユーザー（メーカー、船主）や検査官の判断が客観的かつ容易に行えるよう可能な限り具体的な要件を含むこととする。
- (2) 策定すべき基準は、物件が満たすべき要件を定める「性能基準」¹と、個別物件の当該基準への適合性を確認する方策を定める「検査基準」（認証基準）²に大別される。今回、性能基準として、構造・強度、安全装置等の要件を定めるとともに、検査基準として、製造時の試験方法等を定める。なお、就航後の検査基準（整備基準）については、平成12年度RRでの検討結果を取り入れることとする。
- (3) 船用ガスタービンの基準として、国の現行基準よりも具体的要件を含むNK鋼船規則及び多数の承認実績を有するABS規則を検討のベースとする。併せて、航空・陸上分野の基準や規格、過去の不具合事例等も参考とする。
- (4) 船用ディーゼル機関に対する基準とのバランスを失することのないよう留意する。
- (5) 本基準は、当然ながら、国産品、輸入品に対して統一的に適用できるものとする（根拠なく、国産品と輸入品との間で異なる取扱いとならないものとする。）
- (6) 検査基準においては、性能基準への適合性を示すための多様な選択肢を許容できるものとする。例えば、強度面の評価において、過去の実績、耐久試験結果、解析における安全係数の余裕度等の合理的な根拠を有するものは、同等に取扱う等。
- (7) 初号機（プロトタイプ）に対する基準と2号機以降に対する検査基準は、区別して考える。また、認定事業場で製造されるものに対する軽減措置を検討する。
- (8) 基準の策定に当たっては、製造者のノウハウ保持等のために図面やデータの提出が困難となる可能性があることを予め考慮し、本来必要な基準の範囲を狭めるような対応はしない（代替となる情報提示を含め、審査上、必要な情報は何らかの形で提出されるべきであり、情報の遺漏防止は別途措置すべきとの前提に立つ）。

¹ : 性能基準は、本来、製造時点に限らず物件の運用時に常時満たすべき基準であるが、性能の大枠は設計時点で決まるため、「設計基準」と言い換えてもほぼ等しいものとなる。船舶の機関については、船舶機関規則（省令）と同心得（通達）で規定される。

² : 検査基準は、製造時ないしその後の運用時に、物件が性能基準に適合することを確認する方法や判定基準で構成されるが、特に、製造時にオンサイトで確認する方法等は「試験基準」と称することができる。船舶の機関については、検査の方法（通達）で規定される。

【補遺】

基本方針を検討するなかで、現在、国際海事機関（IMO）等でも検討されている GBS（Goal Based Standards、目標指向型基準）方式の採用について、議論があった。その考え方の基本は、対象機器に必要とされる要件を定め、その要件に合致するかどうかは製造者がそれぞれ合理的根拠を示すことができ、検査者は示された根拠から基準への適否を判断するというものである。

具体的に、船用ガスタービンの GBS（Goal Based Standards）的要件の一例として、強度に関する項目を主体とする以下のような案が考えられる。

- 1．主要部品の高サイクル寿命（MCR 状態で最大何時間運転できるか）
- 2．主要部品の低サイクル寿命（最大発停回数）
- 3．オーバーホール間隔：5000h 又は 1 年分の就航時間（ABS の例）
- 4．使用回転数域における振動：主要な共振点がないこと
- 5．機械的応力を受ける部品（軸、継手ボルト、動翼植込み部分）の安全率：
各部品が到達する温度において、静的荷重は降伏点及び 10 万時間クリープ破壊応力に対し 1.6 以上、動的荷重は疲労強度に対し 2 以上
- 6．上記 5．において荷重として含めるもの：
熱変形、トルク及びスラスト、遠心力、振動、船体運動、据付アライメント等
- 7．使用環境：周囲温度、湿度、塩分等

なお、上記に対する検査の方法としては、ゴールを満足することを証明するために製造者が提出する資料を確認することになる。その方法は、計算の場合もあれば試験データや実績の場合もあるが、疑問点については、その都度それを説明する資料を追加していくことになる。他方、その証明が完全とは判断できない場合には、設計オーバーホール間隔の例えば 1/5 の間隔くらいからスタートして、設計の良し悪しを確認しながら徐々に延長することなども考えられる。

本案を一例として検討した結果、現状では船用ガスタービンの GBS 要件を明確に設定し、その検査の具体的手法を示すことは時期尚早であると考えられ、本調査においては採用しないこととした。しかし、船舶検査がこうした方向に向けて改訂されていくであろうことに留意して、将来の課題として検討されることが必要であると考えられる。参考資料に、IMO で検討中の船体構造基準における GBS 要件を添付する。

資料 1：目標指向型新造船基準（Goal-Based New Ship Construction Standards (GBS) MSC90/WP.8）

3．船用ガスタービンの設計検査について

3.1 現行の船舶機関規則、NK 鋼船規則、ABS 規則の比較について

船用ガスタービンに関する国の現行基準は、船舶機関規則及び船舶機関規則心得に記述されている。一方、日本海事協会（NK）の定める鋼船規則 D 編及び多数の船用ガスタービン承認実績を有する米国海事協会（ABS）規則には、より具体的要件を含む規定があることから、基準案のベースとして採用した。これらの対応する条文を比較して、表 3.1 にまとめた。表の左の欄は船舶機関規則及び同心得であり、ゴシック体が規則、明朝体が心得である。中央の欄は、日本海事協会鋼船規則 D 編からの抜粋であるが、適宜、他の規則等も記載している。右の欄は米国船級協会規則であるが、原文は英語であり記載したのは仮訳の和文である。

併せて、航空・陸上分野の基準や規格も、一部、参考とすべき内容を含んでおり、適宜参照した。巻末に、「航空法施行規則附属書第一 第 7 章」を添付する。また、関連する日本工業規格（JIS）には以下のものがある。

- ガスタービン - 受渡試験方法 JIS B 8041 (2000)
- 航空ターボジェットエンジン及びターボファンエンジン通則 JIS W 4601 (1996)
- 火力発電用語 - ガスタービン及び附属装置 JIS B 0128 (1995)

表 3.1 船舶機関規則 / NK 鋼船規則 D 編 / ABS 規則 比較について

	船舶機関規則及び同心得 <i>船舶機関規則はゴシック体、同心得は明朝体</i>	NK 鋼船規則 D 編	ABS 規則 (仮訳)
	<p>【船舶機関規則心得】</p> <p>(B) 機関規則心得において使用する用語の意義については、附属書 [1] 「用語の定義」に掲げるところによること。</p> <p>(附属書 [1] 用語の定義)</p> <p>10 機関の重要部分</p> <p>(3) ガスタービンにあつては、タービンディスク又はロータ、圧縮機のディスク、タービン及び圧縮機の羽根及びケーシング、燃焼器、タービン出力軸、軸継手並びに軸継手ボルト</p> <p>(9) その他管海官庁が指示するもの</p>	<p>【定義 (JIS B8040 抜粋)】</p> <p>熱エネルギーを機械的仕事に変換する回転機械で、1 個以上の圧縮機、作動流体を加熱する装置、1 個以上のタービン、制御装置及び必要に応じて熱交換器その他の補機から構成されるもの。発電用、機械駆動用などの原動機として用いられる。</p>	
材料	<p>第 4 条</p> <p>機関に使用する材料は、その使用目的に応じ、適正な化学成分及び機械的性質を有するものでなければならない。</p> <p>【船舶機関規則心得】</p> <p>4.0(a) 機関の重要部分に用いる材料等については、附属書 [2] 「材料の基準」によること。</p> <p>(b) 機関の重要部分に用いる材料等に附属書 [2] 「材料の基準」の規定に適合しない材料又は同附属書に規定のない材料が使用されている場合については、当該材料の化学成分、機械的性質その他の必要な事項に関する資料を添えて、海事局検査測度課長まで伺い出ること。</p> <p>(c) 特殊な流体に係わる管装置の材料について</p>	<p>4.2.1 材料</p> <p>4.2.1-1</p> <p>次に掲げるガスタービンの部品(以下、ガスタービンの主要部品という。)に用いられる材料は、K 編の規定に適合したものでなければならない。</p> <p>(1) タービンディスク(又はロータ)、動翼及び静翼</p> <p>(2) 圧縮機のディスク、動翼及び静翼</p> <p>(3) タービン及び圧縮機のケーシング</p> <p>(4) 燃焼器</p> <p>(5) タービン出力軸</p> <p>(6) 機関要部の結合ボルト</p> <p>(7) 軸継手及び継手ボルト</p> <p>(8) 12 章の 1 類又は 2 類の分類に相当するタービン付属の管、及びこれらに用いられる弁及び管取付け物</p>	<p>3.1 材料仕様書及び試験</p> <p>ガスタービンに用いられる材料は承認された設計の仕様とすること。材料の仕様書と購入品の注文書の写しを情報の提供及び審査の目的で検査員に提出すること。</p> <p>4-2-3/3.3 に示される場合を除き、下記に示す材料は検査員立ち会いの下で試験され、検査及び証明されること。材料は 2 編第 3 章の仕様又は設計について承認された仕様の要件を満足しなければならない。:</p> <p>i) 鍛造品: 圧縮機、タービンロータ、軸、継手、軸継手ボルト、重要な歯車及び小歯車。</p> <p>ii) 鋳造品: 温度が 232 (450°F) を超える場合又は上記鍛造品に代わり使用が認められた場合、圧縮機及びタービンのケーシング。</p>

<p>材 料</p>	<p>は、当該材料の化学成分、機械的性質その他の必要な事項に関する資料を添えて、海事検査測度課長まで伺い出ること。</p> <p>(d) 機関の重要部分に用いる材料以外の材料については、(a)から(c)までの規定(附属書[2] 2及び3の規定を除く。)を準用する。</p> <p>(附属書[2]材料の基準)</p> <p>2 材料試験及び検査</p> <p>機関の重要部分に用いる材料等の材料試験及び検査については、次に掲げるところによる。</p> <p>(1) 機関の重要部分に用いる材料等であって次に掲げるものに用いる材料は、材料試験を行ったものであること。ただし、(財)日本海事協会が発行する証明書であってその内容が機関規則又は(財)日本海事協会鋼船規則に適合しているもの及び外国の政府が外国において試験を行い発行する証明書であってその内容が(財)日本海事協会が発行する証明書に準じているものを有する場合であって、現物が良好なものについては、この限りでない。</p> <p>(i) 長さ 30m 以上の船舶(平水区域を航行区域とする船舶(旅客船を除く。))を除く。)及び遠洋区域又は近海区域を航行区域とする長さ 30m 未満の船舶(小型兼用船であつて漁ろうに従事しない間の航行区域が平水区域又は沿海区域であるものを除く。)に備える機関のうち次に掲げるもの</p> <p>(1) 主機並びに主要な補助機関(発電機及び第 1 種補機を駆動するものに限る。)として用いる連続最大出力 135 馬力以上の補助機関</p> <p>1)及び2) 略</p> <p>3) ガスタービンの重要部分。ただし、軸継</p>	<p>1.2 材料</p> <p>1.2.1 材料の選定</p> <p>-1. K 編の適用を受ける材料</p> <p>機関に用いる材料は、本編各章に定めるところにより K 編の規定に適合するものから、使用目的及び使用条件を考慮して選定されなければならない。</p> <p>-2. その他の材料</p> <p>本編各章に定められていない機関用材料については次の(1)又は(2)による。</p> <p>(1) 主機、推進の用に供する動力伝達装置、軸系、プロペラ、ボイラ、圧力容器及び制御装置、並びに推進補機、操船・保安補機及び操貨補機に用いる材料は、日本工業規格又は本会が適当と認める規格に適合しなければならない。</p> <p>(2) 推進補機、操船・保安補機及び操貨補機を除く補機 以下、本編において「作業用補機等」という。), 並びにこれらに付帯する動力伝達装置、軸系、管装置及び制御装置に使用する材料は、使用目的及び使用条件を考慮して選定されなければならない。</p> <p>4.2.1-2</p> <p>ガスタービンの主要部品(ただし、ボルト類、管、弁及び管取付け物は除く。))は、K 編 5.1.10 及び 6.1.10 に規定する非破壊試験を行ったものでなければならない。</p> <p>4.2.1-3</p> <p>高温部に使用される材料は、計画された性能及び寿命を維持するため、腐食、熱応力、クリープ、リラクセーションなどを考慮した適当な材質のものとしなければならない。なお、母材に耐食性材料の被覆をする場合には被覆材は剥離を生じ難く、かつ、母材の強度を損なわないものとしなければならない。</p>	<p>iii) プレート: ケーシング圧が 41.4bar (42.9kgf/cm²、600psi)を超える場合、又はケーシングの温度が 371 (700 °F)を超える場合、ケーシングのプレート。</p> <p>iv) ブレードの材料: すべてのタービンブレードの材料。</p> <p>v) 管、管取付け物及び弁: 4-6-1 の表 1 及び 4-6-1 の表 2 参照。</p> <p>3.3 代替材料及び試験</p> <p>3.3.1 代替仕様</p> <p>2 編 3 章以外の仕様によって製造される材料は、その仕様が設計に関し承認されたものであって、検査員により確認又は試験され、また、可能な限りその仕様に適合している場合に認められる。</p> <p>3.3.2 棒鋼</p> <p>2-3-8 の規定において、上記 4-2-3/3.1i)の鍛造品の代わりに使用が認められた場合、直径 305mm(12 インチ)以下の熱間圧延棒鋼を使用して差し支えない。</p> <p>3.3.3 375kW(500 馬力)以下のタービンの材料</p> <p>軸、重要な歯車、小歯車、軸継手及び継手ボルトを含む出力が 375kW(500 馬力)以下のタービンの材料については、製造者の試験報告書及び検査員立ち会いの下で行う表面検査及び硬さ試験に基づき承認される。認められた規格に基づいて製造された軸継手ボルトについては材料試験を行う必要はない。</p> <p>3.3.4 品質保証評価における承認</p> <p>4-2-3/13.3.2(b)の品質保証評価において保証されたガスタービンについては、4-2-3/3.1 で要求される材質試験は検査員の立会いの必要はなく、試験は材料</p>
----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>材 料</p>	<p>手及び軸継手ボルトにあっては、主機に用いられるものに限る。</p>	<p>D1.1.4 規定の軽減 規則 D 編 1.1.4 に掲げる機関については、他編又は別規則により規定されるものを除き、規則 D 編の一部の規定を次のとおり取扱うことができる。 (1) 発電機、推進補機及び操船・保安補機を駆動する原動機（動力伝達装置及び軸系を含む。以下同じ。）については、原動機の容量に応じて次による。 (a) 出力 100kW 未満の原動機 i) 図面の提出を省略することができる。 ii) 主要部品の材料は、JIS 規格又は本会が適当と認める規格に適合したものとすることができる。この場合、材料（弁及び管取付け物を除く。）は、原則として本会の承認を受けた製造工場で製造されたものとする。 iii) 製造工場等における試験は、製造者が行う試験に代えることができる。この場合、本会は試験成績書の提出又は提示を要求することがある。 (b) 出力 100kW 以上 375kW 未満の原動機 i) 主要部品の材料は(a) ii)の取扱いによることができる。 ii) 製造工場等における試験のうち、水圧試験については(a) iii)の取扱いによることができる。</p>	<p>試験報告書を証明するタービン製造者により行われて差し支えない。</p> <p>5.1 ロータ及び翼 ロータ、軸受、ディスク、ドラム及び翼は疲労、高温クリープ等の基準を考慮した音響工学の原理に基づいて設計されること。定格出力及び定格速度が適切であることを実証する技術的な解析とともに設計上の基準を提出すること。 設計上の基準には定格出力及び定格回転数において運転したときの最大時間である設計耐用年数を含むこと。 主要なオーバーホール間の耐用年数は、一般に 5000 時間又は船舶の 1 年間の航行時間以上としなければならない。 定格出力は予想される最も低い入口空気温度で作動するような値を取ること。この温度は 15 (59 ° F)を超えてはならない。</p> <p>推進用タービン軸及び関連する歯車に作用するねじり振動応力は、4-3-2/7.5 の評価基準に基づいて評価されること。</p> <p>13.1.1 材料試験 タービンに使用される材料は検査員立会の下で 4-2-3/3 に基づき試験されること。</p>
<p>溶 接</p>	<p>第 5 条 機関の溶接継手部は、溶接母材の種類に応じ、適正な溶接法及び溶接材料により溶接されたものでな</p>	<p>4.2.2-3 ガスタービンの主要部品を溶接構造とする場合には 11 章の規定によらなければならない。</p>	<p>13.1.2 溶接による製造 溶接による製造は資格を有する溶接工による適切な溶接施工方法及び検査員の認める溶接材料で行</p>

<p>溶接</p>	<p>なければならない。</p> <p>2 機関の溶接継手部は、当該溶接継手部の受ける応力に耐えることができる形式及び形状のものでなければならない。</p> <p>3 機関の溶接継手部は、適正な応力除去がなされたものでなければならない。</p> <p>4 ボイラ、圧力容器、管その他十分な強度を必要とする機関の溶接継手部は、船舶構造規則（平成 10 年運輸省令第十六号）第 6 条第 1 項の試験に合格した溶接工その他管海官庁が適当と認める技りょうを有する溶接工によって溶接されたものでなければならない。</p> <p>【船舶機関規則心得】</p> <p>5.0(a) 第 1 項から第 3 項までの規定は、船舶の推進に関係ある機関、ボイラ、圧力容器、管及び管継手(機械構造物であって、内圧及び過大な荷重を受けないもの並びに 2 類管(液体化学薬品ばら積船の液体化学薬品に係る管を除く。)を除く。)以外の機関には使用しない。</p> <p>5.1(a) 「適正な溶接法及び溶接材料」については、附属書[3]「溶接の基準」によること。</p> <p>5.2(a) 「形式及び形状」については、附属書[3]「溶接の基準」によること。</p> <p>5.3(a) 「適正な応力」については、附属書[3]「溶接の基準」によること。</p> <p>5.4(a) 「その他十分な強度を必要とする機関」とは、管継手、機械構造物、動力伝達装置等をいう。</p> <p>(b) 「その他管海官庁が適当と認める技りょうを有する溶接工」とは、次に掲げるものをいう。</p>	<p>うこと。 セクション 2-4-2 参照。</p>
-----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------

<p>溶接</p>	<p>(1) 日本海事協会が発行する溶接工技量証明書を有する溶接工 (2) 次に掲げる溶接工の技りょうに関する試験の方法等を定める告示に規定するM2種V級Aの技りょうを有する溶接工と同等の技能を有すると認められる者 (i) 電気事業法(昭和39年法律第170号)第46条第2項第1号の規定に基づく資源エネルギー庁長官通達(昭和50年8月21日付け50資庁9683号「溶接の方法について」)による溶接士であって、次に掲げる技能のうちのいずれかに該当する技能を有する者(溶接方法の区別がAである者に限る。) (イ) w-1又はw-2の試験材でそれぞれfv, fvo, fvh又はfvohの姿勢で行った技能 (ロ) w-3又はw-4の試験材で、r又はeの姿勢で行った技能 (ii) ボイラ及び压力容器安全規則(昭和34年2月24日号外労働省令第3号)第93条に規定する特別ボイラ溶接士又は普通溶接士であって、現に所属する事業所において過去1年以内に免許又は免許の更新を受けた者</p>		
<p>構造等</p>	<p>第6条 機関は、振動等による過大な応力が発生することのない適正な構造を有するものであり、かつ、その使用目的に応じ、適正な強度を有するものでなければならない。 2 機関は、その使用目的に応じ、適正な工作が施</p>	<p>4.2.2 構造及び据付け 4.2.2-1 ガスタービンは、使用回転数範囲内に過大な振動及びサージングなどを誘起しないものでなければならない。 4.2.2-2</p>	

<p>構造等</p>	<p>されたものでなければならない。</p> <p>3 船舶の推進のための動力を伝達する軸、軸継手及び歯車は、溶接による修理が行われていないものでなければならない。</p> <p>【船舶機関規則心得】</p> <p>6.0(a) 本条の規定は、船舶の推進に係る機関、ボイラ、圧力容器及び管装置以外の機関には適用しない。</p> <p>6.1(a) 適正な構造及び強度については、附属書[4]「構造等の基準」又は附属書[10]「小型ボイラ等の基準」によること。</p> <p>6.2(a) 適正な工作については、附属書[4]「構造等の基準」によること。</p> <p>(附属書[4]構造等の基準)</p> <p>4. ガスタービン ガスタービンの構造、強度等については、資料を添えて、海事局検査測度課長まで伺い出ること。</p>	<p>ガスタービンは、各部の熱膨張によってタービン本体に有害な変形が生じない構造としなければならない。</p> <p>4.2.2-5 ガスタービンは、熱膨張による過度の拘束を避けて据え付けなければならない。</p> <p>4.2.2-6 ガスタービンは、運転中にタービン又は圧縮機の動翼その他部品が脱落した場合であっても、周囲の人員及び機器に危険をおよぼすことのない構造及び配置としなければならない。</p>	
<p>軸の振動</p>	<p>第7条 機関の軸は、その使用回転数の範囲内において著しいねじり振動その他の有害な振動が生じないように適当な措置が講じられたものでなければならない。</p> <p>【船舶機関規則心得】</p> <p>7.0(a) 本条の規定は、船舶の推進に係る機関以外の機関には適用しない。</p> <p>(b) 軸系のねじり振動については、附属書[4]「構造等の基準」によること。</p>		
<p>第8条</p>			

<p>軸心の調整</p>	<p>船舶の推進のための動力を伝達する軸の軸心は、軸の折損、軸受の破損その他の故障が生じないように調整されたものでなければならない。</p> <p>【船舶機関規則心得】 8.0(a) 軸心の調整については、附属書[4]「構造等の基準」によること。</p>		
<p>防熱措置等</p>	<p>第9条 機関の高温部分は、火災の発生を防止し、又は取扱者に対する危険を防止するための防熱措置その他の適当な措置が講じられたものでなければならない。</p> <p>2 機関は、騒音ができる限り発生しない構造のものであり、かつ、騒音ができる限り発生しないように据え付けられたものでなければならない。</p> <p>3 人の健康に障害を与えるおそれのあるガス又は火災を発生するおそれのあるガスを発生し、又は移送する機関は、これらのガスが漏れない構造のものであり、かつ、通風の良好な場所に設けられたものでなければならない。</p> <p>4 機関は、漏油のおそれのある箇所に油受けを備え付けたものでなければならない。</p> <p>5 前項の油受は、漏油をドレンタンクに導くことができるように配管されたものでなければならない。ただし、漏油量の少ない箇所に備え付ける油受であって適当な排油装置を備え付けたものについては、この限りでない。</p> <p>6 機関は、ドレンが滞留するおそれのある箇所にドレン抜装置を備え付けたものでなければならない。</p> <p>【船舶機関規則心得】</p>	<p>1.3.1 一般要件 -1. 機関は、用途に適した設計及び構造とし、その運動部材、高温部並びにその他の危険部位には、乗組員の危険を最小限にするように適当な保護装置を設けなければならない。また、その設計は、機器の使用目的、使用条件及び船上での周囲環境に考慮を払ったものでなければならない。</p> <p>1.3.4 火災対策 -3. 火災対策については本 1.3.4 の規定に加え、R 編 4.2, 5.2 及び 5.4.1 の規定にもよらなければならない。</p>	<p>11.5 高温部 稼働中、乗組員が接触するおそれのある高温部は、適当に防護又は断熱されなければならない。表面の温度が 220 (428°F) を超え、圧力作用下又はそれ以外の状態において漏洩した燃料油、潤滑油又はその他の可燃性液体に接触する可能性のある高温部については、それらの液体に対し不浸透の不燃性物質で適当に断熱されること。油に対して不浸透性を有さない断熱材はシートメタル又は同等な不浸透性の外装で保護されること。</p>

<p>防熱措置等</p>	<p>9.1(a) 「高温部分」とは、通常人が触れて火傷を起こすおそれのある部分をいう。</p> <p>(b) 高温部分の防護については、附属書[4]「構造等の基準」によること。</p> <p>(c) 附属書[4]8(2)及び(3)の規定は、次に掲げる内燃機関には適用しない。</p> <p>(1) 略</p> <p>(2) 略</p> <p>9.2(a) 騒音については、設備規程第 115 条の 24 によること。</p> <p>9.3(a) 「通風の良好な場所」には、機械通風のある場所だけでなく、機械通風のない場所であっても機械通風のある場所程度の自然通風が可能な場所を含む。</p> <p>9.4(a) 本項の規定は、船体の一部を形成しない燃料油タンクであって容量 1 kl 以下のものについては適用しない。</p> <p>(b) 油受を備え付ける場所は、弁、コック又はこれらの取付け部等漏油のおそれのある部分のみとして差し支えない。</p> <p>(c) 引火点 61 以下の燃料油タンク(船体の一部を形成しないものに限る。)及びこし器の油受は、金網で覆われたものであること。</p> <p>9.5(a) 「適当な排油装置」とは、油受けの下部に取り付けるドレドコック等であって通常の巡視により油の回収が可能なものをいう。</p> <p>9.6(a) 「ドレン抜装置」について、附属書[5]「ドレン抜装置」によること。</p>		
	<p>第9条の2 船舶の推進に係る機関は、使用する燃料油の種類ごとに 2 以上の燃料油常用タンクを備え付けなければならない。</p>		

2 前項の燃料油常用タンクは、そのうちの1の燃料油常用タンクから燃料を供給することができなくなった場合においても、船舶の推進に係る機関に対し十分に燃料を供給することができるものでなければならない。

【船舶機関規則心得】

9-2.1(a) 略

9-2.2(a) 「十分に燃料を供給する」とは、すべての主機の連続最大出力における燃料消費量並びにすべての主要な補助機関、すべての主ボイラ及びすべての主要な補助ボイラの通常航行中の燃料消費量で8時間以上運転できるよう燃料油を供給することをいう。

(b) 1の燃料油常用タンクから2以上の主機等に燃料を供給することとしても差し支えない。この場合においても当該燃料油常用タンクは(a)の基準に適合するものであること。

(c) 次に掲げる要件に適合する船舶にあっては、当該船舶に設ける燃料油タンクを燃料油常用タンクとみなして差し支えない。

(1) ガソリン、軽油又はA重油のみを使用する船舶であること。

(2) すべての主機を連続最大出力における燃料消費量並びにすべての主要な補助機関、すべての主ボイラ及びすべての主要な補助ボイラの通常航行中の燃料消費量で8時間以上運転できるよう燃料油を供給できる燃料油タンクを2以上設けていること。

燃料油常用タンク	<p>(3) (2)に掲げる燃料油タンクの空気に海水及び雨水が当該タンクに混入しない措置が講じられているもの。</p> <p>(4) すべての主機等にドレン等の不純物を取り除いた燃料油を常に供給することができるものであること。</p>		
故障時のための措置	<p>第10条 船舶の推進に係る機関は、当該機関に故障が生じた場合においても船舶の推進力を保持し、又は速やかに回復する措置ができる限り講じられたものでなければならない。</p> <p>2 船舶の推進に係る機関は、手動によっても始動することができるものでなければならない</p> <p>【船舶機関規則心得】</p> <p>10.0(a) 「船舶の推進に係る機関」とは、附属書[1]「用語の定義」に掲げるものをいう。以下同じ。</p> <p>10.1(a) 開放が容易で、かつ、直ちに修復できるよう予備品及び工具が備え付けられている場合は、措置が講じられているものとみなす。</p> <p>(b) 省略</p> <p>10.2(a) 本項の規定は、外洋航行船(限定近海貨物船を除く。)以外の船舶には、適用しない。</p> <p>(b) デッドシップ状態となった場合において</p>		

	<p>も、手動で1の装置を起動することにより連鎖的に他の装置を起動させ、最終的に主機又は主ボイラ及び主発電機が運転状態にはいることができるための措置が講じられている船舶については、当該機関の起動は手動で行ったものとみなす。この場合において、この操作は、船内に設備された装置のみを用いて行うことができること。</p>		
<p>動揺状態等における作動</p>	<p>第11条 機関は、管海官庁の指示する範囲の動揺状態又は傾斜状態において作動することができるものでなければならない。</p> <p>【船舶機関規則心得】</p> <p>11.0(a) 本条の規定は、船舶の推進に係のある機関(荷役装置及び冷蔵設備を除く。)及び非常発電機を駆動する原動機以外の機関には適用しない。</p> <p>(b) 「管海官庁が指示する範囲」とは、次に掲げる範囲をいう。</p> <p>(1) (2)に掲げる機関以外のものにあつては、次に掲げる範囲</p> <p>(i) 15°のヒール (ii) 22.5°のローリング (iii) 7.5°のピッチング (iv) 7.5°のピッチングと15°のヒールの組合わせ (v) 7.5°のピッチングと22.5°のローリングの組合わせ</p> <p>(2) 非常発電機を駆動する原動機にあつては、次に掲げる範囲</p> <p>(i) 22.5°のヒール</p>		

<p>動揺状態等における作動</p>	<p>(ii) 10°のトリム (iii) 10°のトリムと22.5°のヒールの組み合わせ (c) 「作動する」とは、各部に損傷を起こすことなく、引き続き運転が持続され、かつ、潤滑油、内容物等が過度に漏れないことをいう。 (d) 十分な実績を有する機関(本条の規定に適合することが確認された機関と同系の機関であってその設計の延長上にあるものを含む。)については、本条に規定する状態における作動の確認を省略して差し支えない。 (e) 本条の規定に適合することが図面により確認できる機関については、本条に規定する状態における作動の確認を省略して差し支えない。</p>		
<p>操作等</p>	<p>第12条 機関は、その操作、保守及び検査が容易に、かつ、確実にできるものでなければならない。 【船舶機関規則心得】 12.0(a) 操作、保守及び検査については、附属書[6]「操作等の基準」によること。</p>		
<p>始動装置</p>	<p>第30条 ガスタービンの始動装置は、始動時において、異常な燃焼その他の障害が生じないものでなければならない。 2 電気により始動するガスタービンであつて主機として用いるものの始動装置は、予備の蓄電池を備え付けたものでなければならない。</p>	<p>4.4.3 始動装置 4.4.3-1 ガスタービンには、始動時又は始動失敗後の再始動時に異常燃焼又は点火時の障害を生じないように適切な措置を講じなければならない。 4.4.3-2 始動に圧縮空気又は蓄電池を用いる場合には、2.5.3の規定を準用する。</p>	<p>7.7.4 始動装置の安全 7.7.4 (a) 自動パーージ 点火作業を始める前に、自動パーージは、全ての始動及び再始動に対して必要である。パーージフェーズは液体又は気体燃料の蓄積物を除去するのに十分な時間とすること。 7.7.4 (b) 設定時間</p>

<p>始動装置</p>	<p>【船舶機関規則心得】 30.2 (a) 予備の蓄電池については、附属書[7]「始動装置の基準」によること。 (附属書[7]始動装置の基準) 2 始動用蓄電池 始動に蓄電池を必要とする主機である内燃機関又はガスタービンの始動装置については、次に掲げるところによる。 (1) 再充電することなく連続始動できなければならない回数(予備の蓄電池によるものを含む。)については、1(1)の規定を準用する。 (2) 予備の蓄電池は、通常使用する蓄電池と独立したものであり、かつ、その容量は、通常使用する蓄電池の容量と均整のとれたものであること。</p>	<p>D4.4 付属装置 D4.4.3 始動装置 機関を始動又は停止する場合、燃料装置、潤滑油装置、冷却装置などは適当なインタロックを設けるか、又は予定の順序に従って動作するように設計するものとする。 この動作及び順序については、次の事項に注意する。 (1) 始動前及び停止後には潤滑油ポンプを運転すること。ただし、ころがり軸受形式で潤滑油ポンプが主機駆動の場合にはこの限りでない。 (2) 点火前に十分な空気により燃焼室を換気すること。 (3) 燃料弁“開”は点火用火花に先行しないこと。 (4) 各バーナーの点火時間(主燃料弁が開いてから点火に失敗して閉じるまでの時間)は所定の時間を超えないこと。なお、所定時間内に始動しなかった場合には、始動操作を停止すること。 (5) 点火に際し、燃焼室へは燃料が過剰に供給されないこと。 (6) 燃料遮断後、異常燃焼又は点火に支障をきたすおそれのないように、燃料遮断弁とバーナーノズルとの間のドレン弁を開くなど適当な処置を講じること。 (7) 始動機は、ガス発生機の自立運転が可能になった場合、同発生機から切り離すこと。</p>	<p>始動制御システムには点火探知装置を備えること。予め設定した時間内に点火されない場合、制御システムは自動的に点火を中止し、主燃料弁を閉じパージフェーズを始めること。</p>
<p>点火装置</p>	<p>第31条 ガスタービンの点火装置は、一の点火系統が故障した場合においても、点火できるものでなければならない。</p>	<p>4.4.4 点火装置 4.4.4-1 点火装置は、互いに独立した2つ以上の系統から構成されなければならない。 4.4.4-2 電気点火装置のケーブルは、絶縁が良好であり、か</p>	

<p>点火装置</p>		<p>つ、損傷を受けるおそれのないように施設しなければならない。</p> <p>4.4.4-3 点火配電器は防爆構造とするか又は蔽囲しなければならない。また、点火装置のコイルは爆発発生ガスが対流するおそれのある場所に設けてはならない。</p>	
<p>潤滑油装置</p>	<p>第32条 主機として用いるガスタービンであつて専ら独立動力ポンプにより潤滑油が供給されるもの(重力タンクを経由して潤滑油が供給されるものを除く。)は、当該独立動力ポンプが停止した場合において、引き続き当該ガスタービンに適当な量の潤滑油を自動的に供給することができる非常用潤滑油供給装置を備え付けたものでなければならない。</p> <p>【船舶機関規則心得】 32.0 (a) 「適当な量の潤滑油」とは、当該ガスタービンの保安に必要な量の潤滑油をいう。 (b) 主機直結の潤滑油供給ポンプが備え付けられている場合は、非常用潤滑油供給装置が備え付けられているものとみなす。</p>	<p>4.4.6 潤滑油装置 4.4.6-1 主機用ガスタービンの潤滑油装置には、潤滑油供給源が故障しても燃料油の遮断から機関の停止に至るまで引続きタービンの保安に必要な量の潤滑油を自動的に送ることができる非常装置を設けなければならない。この手段として、重力タンク又は機付補助ポンプ等の装置を用いて差し支えない。</p> <p>4.4.6-2 主機用ガスタービンの潤滑油装置には、自動温度制御装置を備えなければならない。</p> <p>4.4.6-3 適当な位置に油質を調査するための取り出し弁を設けなければならない。</p> <p>4.4.6-4 潤滑油装置について、13.10 及び R 編 4.2.3 の規定にもよらなければならない。</p>	<p>7.7.3 自動温度制御装置 ガスタービンには通常稼働中、以下の系統の温度を一定に保つための自動制御装置を備えなければならない。</p> <p>i) 潤滑油 ii) 燃料油(又は温度の代わりに粘性) iii) 排気ガス</p>
<p>安全装置</p>	<p>第33条 ガスタービンは、次に掲げる場合に警報を発する装置を備え付けたものでなければならない。</p> <p>一 潤滑油供給圧力が低下した場合(強制潤滑方式のガスタービンに限る。) 二 燃料油供給圧力が低下した場合 三 ガスの温度が異常に上昇した場合</p> <p>2 ガスタービンは、次に掲げる場合に自動的に燃</p>	<p>4.3 安全装置 4.3.1 調速機及び過速度防止装置 4.3.1-1 ガスタービンには、過速度防止装置を設けなければならない。この過速度防止装置は、出力軸の回転数が連続最大回転数の115%を超えないように調整され、4.3.2-2.に掲げる機能を有するものでなければならない。</p>	<p>7.1 過速度防止装置 定格回転数が15%以上超えるのを防ぐために全ての推進用及び発電機用タービンには過速度防止装置を備えること。 クラッチなしで2段以上のタービンが同一の出力ギアと結合している場合、全てのタービンに対して、1のみの過速度防止装置の使用でよい。 これは1段以上のタービンが結合していない状態</p>

<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">安全装置</p>	<p>料の供給を遮断し、かつ、警報を発する装置を備え付けたものでなければならない。</p> <p>一 回転速度が異常に上昇した場合</p> <p>二 潤滑油供給圧力が異常に低下した場合(強制潤滑方式のガスタービンに限る。)</p> <p>三 自動始動に失敗した場合(自動始動装置を備えるガスタービンに限る。)</p> <p>四 火災が消失した場合</p> <p>五 異常な振動が生じた場合</p> <p>3 主機として用いるガスタービンに備え付ける前項の装置は、一時的にその機能を停止することができるものとする事ができる</p> <p>【船舶機関規則心得】</p> <p>33.1&2 (a) 警報については、附属書[9]「安全装置の基準」によること。</p> <p>33.2 (a) 過速度防止装置については、附属書[8]「調速機及び過速度防止装置」によること。</p> <p>33.3 (a) 本項の措置を講じる場合は、当該機能が作動している旨を明確に表示できるものとする。</p> <p>(附属書[9]安全装置の基準)</p> <p>1 警報は特記のある場合を除き可視可聴のものであること。この場合において、可聴警報及び可視警報は第96条第4号二の規定に適合するものであること。</p> <p>(附属書[8]調速機及び過速度防止装置)</p> <p>1 調速機</p> <p>(3) 主機として用いるガスタービンについては、制御用調速機の代りに過速度調速機として</p>	<p>4.3.1-2 ガスタービンには、-1.の過速度防止装置とは独立した機構の調速機を備えなければならない。この調速機は、タービンの負荷が除去されたときに過速度防止装置が作動することなく速度を制御できるものでなければならない。</p> <p>4.3.1-3 発電機を駆動するガスタービンの調速機は、H編2.4.2-1及び-2の規定に適合するものでなければならない。ただし、電気推進船の主機として用いられるガスタービンが、専ら推進用電動機に電力を供給する発電機を駆動する場合には、H編5.1.2-2の規定によること。</p> <p>【H編2.4.2-1及び-2】</p> <p>2.4 回転機</p> <p>2.4.2 調速特性</p> <p>-1. 主発電機用原動機の調速特性は、次によらなければならない。</p> <p>(1) 発電機の定格負荷を急激に遮断したとき、瞬時速度変動が定格速度の10%以下であること。なお、これにより難しい場合は、本会の適当と認めるところによる。</p> <p>(2) 発電機の定格負荷の50%を急激に加え、速度が整定した後残りの50%をさらに急激に加えたとき、瞬時速度変動が定格速度の10%以下であること。また、最終整定速度の1%以内に回復するまでの時間が5秒を超えないこと。なお、これにより難しい場合及び発電機の負荷条件が著しく異なる場合は、本会の適当と認めるところによる。</p> <p>(3) 無負荷から定格負荷までのすべての負荷において、整定速度変動は定格速度の±5%以内であ</p>	<p>における運転を妨げるものであってはならない。</p> <p>7.3 推進用ガスタービンの調速機の操作。 逆転用ギア、電力伝達装置、可変ピッチプロペラ又はこれと同様のものに結合される推進用タービンは4-2-3/7.1の過速度防止装置に加え、独立の機構の調速機を備えなければならない。この調速機は無負荷の状態において過速度防止装置が作動することなくタービンの速度を制御できるものでなければならない。</p> <p>7.5.1 調速機(2004) 操作ガバナはガスタービン駆動の推進用、船内一般用又は非常用の発電機に備え付けること。調速機は以下の制限範囲内で自動的にタービンの速度を制御することができること。</p> <p>7.5.1 (a) 以下に示す負荷で稼働中の場合、瞬時周波数変動は定格周波数の±10%以内であること。</p> <p>i) (定格出力と等しい) 発電機の最大負荷で稼働中、最大電気ステップ負荷を瞬時に除いた時； 発電機の定格出力と同等なステップ負荷が除去される場合、調速機に加えて取付けられた4.2.3/7.1に規定される過速度防止装置が起動していないのであれば、定格周波数の10%を超える一時的な変動は認められる。</p> <p>ii) 無負荷時に発電機の全負荷の50%を急激に加え、十分に速度が整定した後残りの50%をさらに加えた時。</p> <p>瞬時周波数変動が最終整定周波数の±1%以内に回復するまでの時間が5秒を超えないこと。</p>
---------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>安全装置</p>	<p>も差し支えない。</p> <p>(4) 発電機を駆動する機関には、設備規程に定める性能を有する調速機が備え付けられていること。</p> <p>2 過速度防止装置</p> <p>(4) ガスタービンに備える過速度防止装置は、回転数が連続最大回転数の 115%を超えないよう調整されたものであること</p>	<p>ること。</p> <p>-2. 非常発電機を駆動する原動機の調速特性は、次によらなければならない。</p> <p>(1) 非常時に給電される負荷の合計に相当する負荷を急激に加えた場合及び遮断した場合、それぞれ-1.(1)及び(2)に規定する速度変動を超えないこと。</p> <p>(2) 無負荷から非常時に給電される負荷の合計に相当する負荷までの負荷において、-1.(3)に規定する整定速度変動を超えないこと。</p> <p>4.3.2 非常停止装置</p> <p>4.3.2-1 ガスタービンには、その制御場所に手動操作の非常停止装置を設けなければならない。</p> <p>4.3.2-2 ガスタービンには、次の場合に自動的に燃料の供給を遮断する装置を設けなければならない。また、この遮断装置が働いた場合、制御場所に警報を発する装置を設けなければならない。</p> <p>(1) 過速度となった場合 (2) 潤滑油圧力が停止した場合 (3) 自動始動が失敗した場合 (4) 火災が喪失した場合 (5) 異常振動が生じた場合</p> <p>4.3.2-3 主機用ガスタービンには、-2の規定に加え、次の場合にも自動的に燃料の供給を遮断する装置を設けなければならない。また、この遮断装置が働いた場合、制御場所に警報を発する装置を設けなければならない。</p> <p>(1) 各ロータの軸方向の異常変位が生じた場合(ころがり軸受を採用する場合を除く。)</p>	<p>7.5.1 (b) 非常発電機を駆動するガスタービンについては、4-2-3/7.5.1(a)ii)の要件を満たすこと。しかしながら、自動的に接続される非常時の負荷の合計が非常発電機の全負荷の 50%を超える場合、非常負荷の合計は最初に適用する(入れる or かける)こと。</p> <p>7.5.1 (c) 恒久的な周波数変動は無負荷及び全負荷の間のいかなる負荷であっても定格周波数の±5%以内であること。</p> <p>7.5.2 負荷分担 並列運転の交流発電機を駆動するガスタービンは以下の調速特性を有すること。各発電機の定格負荷の総和の 20%から 100%の範囲の負荷において、各機の定格出力による比例分配の負荷と各機の負荷は次の値の小さいほうより差があってはならない。 最大の発電機の定格出力の 15%又は個々の発電機の定格出力の 25%</p> <p>7.5.3 微調整 常用の周波数において発電機定格負荷の 5%以内で負荷の調整が容易に行えるものであること。</p> <p>7.5.4 電気推進発電機用タービン 電気推進発電機を動かすガスタービンに関しては、制御装置が必要とされる場合、調速機は制御室から遠隔操作できるだけでなく機側で手動制御できる手段を講じなければならない。</p> <p>7.9 手動操作停止装置</p>
-------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

安全装置		<p>(2) タービンの入口ガス温度又は出口ガス温度が異常上昇した場合</p> <p>(3) 減速歯車装置の潤滑油圧力が低下した場合</p> <p>(4) 圧縮機の入口圧力(負圧)が異常上昇した場合(ただし、自動的に作動するバイパスドア等により入口圧力(負圧)の異常上昇を防止できる場合には省略可。)</p> <p>4.3.3 警報装置</p> <p>4.3.3-1 ガスタービンには、次の場合に警報を発する装置を設けなければならない。なお、4.3.2 の規定により遮断装置が要求されるものについては、遮断装置が働く前に作動するものでなければならない。</p> <p>(1) タービンの入り口ガス温度又は出口ガス温度が異常上昇した場合</p> <p>(2) 潤滑油圧力が低下した場合</p> <p>(3) 燃料油供給圧力が低下した場合</p> <p>(4) 異常振動が生じた場合</p> <p>4.3.3-2 主機用ガスタービンには、-1 の規定に加え、次の場合にも警報を発する装置を設けなければならない。なお、4.3.2 の規定により遮断装置が要求されるものについては、遮断装置が働く前に作動するものでなければならない。</p> <p>(1) 潤滑油こし器の出入口間の差圧が上昇した場合</p> <p>(2) 潤滑油入口温度が上昇した場合</p> <p>(3) 冷却媒体の温度が上昇した場合(中間冷却サイクル方式を採用する場合)</p> <p>(4) 軸受温度又は潤滑油出口温度が上昇した場合</p> <p>(5) 圧縮機の入口圧力(負圧)が異常上昇した場合</p>	<p>非常時に燃料を停止する手動操作停止装置はタービン制御室及びできれば集中制御室に設けなければならない。</p> <p>7.7.1 一般 ガスタービンは、運転中の故障による危険状態に対する自動安全装置及び保護装置を備えなければならない。この装置及び機器の設計は検討のために提出される故障モード及び解析結果で評価されること。</p> <p>7.7.2 自動遮断 ガスタービンは以下の場合に自動的に燃料供給を遮断する装置を設けること。</p> <p>i) 過速度</p> <p>ii) 圧縮機の入口圧力が異常上昇した場合</p> <p>iii) 潤滑油圧力が低下した場合</p> <p>iv) 減速歯車装置の潤滑油圧力が低下した場合</p> <p>v) 運転中、火炎が喪失した場合</p> <p>vi) 異常振動が生じた場合</p> <p>vii) 各ロータの軸方向の異常変位が生じた場合(ころがり軸受を採用する場合を除く)</p> <p>viii) 排気ガス温度が過度に高い場合</p> <p>7.7.5 警報及び遮断 必要な警報に関する要件及び警報時の遮断に関する要件を 4-2-3/表 1 に示す。</p>
------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>給電停止後再始動</p>	<p>第 34 条 主機として用いるガスタービンは、一時的な給電の停止により停止した場合に、再給電されることにより直ちに再始動することができる状態となるものでなければならない。</p> <p>【船舶機関規則心得】 34.0 (a) 再始動は、自動的に始動するものでなくして差し支えない。</p>	<p>4.2.2-4 主機用のガスタービンは、主電源が停止した場合にガス発生機を停止させないようにするか又は直ちに再始動できるものとしなければならない。</p>	
			<p>5.3 定格速度及び定格出力を超えた運転 短期間、定格出力及び定格速度を超えた運転が必要である場合、運転における限界、工学分析及び型式試験データとともに、運転に関する設計基準を審査のために提出すること。</p> <p>5.5 オーバーホールの間隔 製造者の推奨するオーバーホールの計画を、情報及び記録のために提出すること。計画には 4-2-3/5.1 に示される設計耐用年数が考慮されること。オーバーホールの計画は、検査のサイクル及び継続検査-Part 7 で規定されている機関の検査のサイクルとできる限り同じ時期であること。</p> <p>5.7 型式試験データ 製造者は設計を反映した型式試験データを提出すること。型式試験は、検査員又は独立機関の立会いの下で行われ、承認されること。型式試験データには少なくとも試験計画、試験中における測定値及び試験の成績を含むこと。適切に記録された実際の操作上の経験は型式検査データの代わりとしてよい。</p>

		<p>4.3.4 防音圏内の消火装置 ガスタービンのガス発生機及び高圧油管が完全に防音圏によって蔽われている場合には、内部に適当な火災探知装置及び消火装置を設けなければならない。</p>	
		<p>4.4 付属装置 4.4.1 吸気装置 吸気装置は、有害な物質及び水分が圧縮機へ進入することを最小限に抑えるように措置された構造でなければならない。また、吸気中の塩分により生じる障害を最小限に抑える措置が講じられていなければならない。必要に応じて、吸気口の氷結を防ぐ措置を講じなければならない。 4.4.2 排気装置 4.4.2-1 排ガス管の開口端は、排ガスが吸気側に侵入しないような適当な位置に配置しなければならない。 4.4.2-2 ガスタービンの廃熱を利用するボイラ又は熱交換器については、9章及び10章の規定にもよらなければならない。 4.4.2-3 排ガス装置については、2.5.2の規定にもよらなければならない。</p>	<p>11.3 吸気及び排気 吸気口は、水分の浸入を最小限に抑えるためにできるだけ高い位置に配置されるとともに、4-2-3/7.11及び4-2-3/7.13に示す整流装置、霜取り装置、氷結防止装置及び消音器を備えること。吸気ダクトはタービン製造者の推奨に従い、圧縮機吸気口における一様な圧力と速度の流れ場をガスタービンに供給するように調整すること。排気口は、一定速度で排ガスを掃気するように設計され、吸気口に排ガスの侵入を防ぐように配置されること。 7.11 吸気口フィルタ及び氷結防止 吸気口には、水及び有害な物質の侵入を最小限に抑えるために霜取り装置及びフィルタを取付けること。また、圧縮機及びタービン羽根における塩分の蓄積を防ぐように設計されること。吸気口の氷結を防ぐ措置を講じなければならない。</p>
			<p>7.13 消音器 吸気及び排気消音器は、ガスタービンシステムから1mの地点における音響出力レベルを無人の機関室で110dB、有人の機関室で90dBに制限するように設置しなければならない。</p>

		<p>4.4.5 燃料油装置</p> <p>4.4.5-1 燃料中の固形分による燃料マニホールド及び燃料ノズルのつまり及び塩分等の腐食性物質によるタービン翼等の腐食には適切な考慮が払われていなければならない。</p> <p>4.4.5-2 燃料油装置は次によらなければならない。</p> <p>(1) 通常の運転操作において、排ガス温度があらかじめ定められた範囲内にあるように、バーナーへの燃料供給量を調整できるものとする。</p> <p>(2) 燃料供給量の調整が可能なすべての運転操作範囲において、安定した火災を確保できるものとする。</p> <p>(3) 負荷の急速な変動に際し、ガス発生機を停止させないように、タービンの最低回転数を確保できるものとする。</p> <p>4.4.5-3 燃料油装置について、13.9 及び R 編 4.2.2 の規定にもよらなければならない。</p> <p>【R 編 4.2.2(6)と対応】</p> <p>(6) 高温表面の保護については次の規定に適合しなければならない。</p> <p>(a) 表面温度が 220 以上となるもので、燃料油装置の破損により飛散した油が接触するおそれのある場合には、適切に防熱しなければならない。</p> <p>(b) ポンプ、フィルタ又は加熱器から圧力によって漏出した油が高温表面と接触することを防ぐための予防措置を講じなければならない。</p>	<p>9 ガスタービンの配管装置 推進、発電及び航行の安全のためのガスタービンの操作に関する配管装置の要件がセクション 4-6-5 に規定されている。これらの配管装置は以下のものを含む。 燃料油: 4-6-5/3(特に 4-6-5/3.7 参照); 潤滑油: 4-6-5/5(特に 4-6-5/5.3 及び 4-6-5/5.5 参照); 冷却水: 4-6-5/7; 始動空気: 4-6-5/9; 排気ガス: 4-6-5/11.11</p> <p>11.1 配管及び管路の接続 ガスタービンケーシングへ配管又はダクトを接続する場合は、タービンに過大な荷重又はモーメントが伝わらないようにすること。</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>4.5 試験 4.5.1 製造工場等における試験 4.5.1-1 ガスタービン及びその付属装置については、それぞれ次に規定する圧力で水圧試験が行われなければならない。</p> <p>(1) ケーシング；計画された最高圧力の1.5倍の圧力 (2) 管装置；12.6に規定される圧力</p> <p>【D編 12.6】 12.6 試験 12.6.1 製造工場等における試験</p> <p>-1. 管装置及び補機の溶接部の試験は、本編 11 章の規定による。 -2. 1 類管及び 2 類管並びに蒸気管、給水管、圧縮空気管及び燃料油管で設計圧力が 0.35MPa を超えるものにあつては、溶接接合された付着品と共に、すべての加工後、設計圧力の 1.5 倍の圧力で水圧試験が行われなければならない。なお、この試験は造船所等において行つても差し支えない。 -3. 設計温度が 300 を超える鋼管にあつては、次の算式によって得られる圧力で水圧試験が行われなければならない。ただし、算式による圧力が設計圧力の 2 倍を超える場合は、試験圧力を 2 倍にとどめて差し支えない。また、管の屈曲部、T ピース等において過大な応力が生ずるおそれのある場合は試験圧力を設計圧力の 1.5 倍まで減じて差し支えない。なお、この試験は造船所等において行つても差し支えない。</p> $P_t = 1.5 \cdot K_{100} \cdot P/K_t$	<p>13.1.3 圧力試験 タービンケーシングは通常使用時のケーシング内の最高圧力の 1.5 倍の圧力で圧力試験が行われること。タービンのケーシングは試験圧力を均等に分配するように一時的に仕切つてもよい。水圧試験が実行できない場合、健全性及び技術を判断するための代替試験をその承認のために提出すること。インタークーラー及び熱交換器は両側で設計圧力の 1.5 倍の圧力で水圧試験を行うこと。</p> <p>【Part 4 Ch.6 Sec.2 7.3 が D 編 12.6 に対応】 7.3 水圧試験(2002) 7.3.1 設置前の管の水圧試験 製造工場で完成後、断熱及び被覆する前の I・II 類管及び重要な継手は、検査員の立会いの下、できれば設置前に以下の圧力で水圧試験を行うこと。 PH=1.5P ここで PH=試験圧力、P=設計圧力 設計圧力が 3.5bar (3.6 kgf/cm², 50 psi) を超える III 類管に使用される蒸気、ボイラ給水、圧縮空気及び燃料油管並びにそれらの重要な継手は上記に示した試験圧力 PH で水圧試験を行うこと。</p> <p>外径 15mm 未満の小径の管については、使用される用途に応じて水圧試験を免除してもよい。</p> <p>設計温度が 300 (572°F)以上の鋼管及び重要な継手に関して、試験圧力は次式で与えられるが、2P を超える必要はない。また、管の屈曲部での過度の応力を避けるために試験圧力を 1.5P まで減じても差し支えない。 いかなる場合においても、膜応力は試験温度におけ</p>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>Pt:試験圧力 (MPa) K100:100 における管材料の許容応力 (N/mm²) Kt:設計温度における管材料の許容応力 (N/mm²)</p> <p>4.5.1-2 タービン及び圧縮機の回転部にあつては、組立て後に動的釣合試験を行わなければならない。</p> <p>4.5.1-3 タービンロータにあつては、完成後に少なくとも2分間連続最大回転数の115%以上で過速度試験が行われなければならない。ただし、回転数が連続最大回転数の115%を超えることがないと本会が認めた場合は、115%を持って試験を行って差し支えない。</p> <p>4.5.1-4 ガスタービンについては、4.3の安全装置を含め、本会が適当に認める方法で工場試運転が行われなければならない。この場合、本会は始動特性及び軸の危険速度に関して、試験を要求することがある。</p> <p>D4.5.1 製造工場等における試験 機関の製造者は、陸上運転方案を本会に提出して承認を受け、これに従って陸上試運転を行うものとする。</p>	<p>る降伏応力の90%を超えないこと。</p> <p>PH=1.5P・S100/ST ここで、S100は100(212°F)における許容応力、STは設計温度における許容応力</p> <p>設置前に全ての管及び継手に関して水圧試験を行うことが不可能な場合、継ぎ目を含む残りの部分に関しては設置後に試験を行って差し支えない。設置後に水圧試験を行う場合、4-6-2/7.3.3の試験と合わせて行って差し支えない。いずれの場合も、試験手順を検査員に提出し、承認を得ること。</p> <p>13.1 工場における検査及び試験 次の工場における試験及び検査は4-2-3/1.1の承認される必要のある全てのガスタービンについて検査員立会いの下で行われること。</p> <p>13.1.4 回転機の平衡 すべての試験が終了し圧縮機及びタービン回転機は、釣合い試験機及び回転機の組み合わせられた自然周期と等しい速度で動的に釣り合っていること。</p> <p>13.1.5 陸上試運転 製造及び組立て終了後、製造者の事前に提出された試験計画に従って、各ガスタービンの陸上試運転を行うこと。試運転中、タービン速度を過速度防止装置の作動を試験するために過速度限界まで上げること。</p> <p>13.3.1 一般 4-2-4/1.1により承認される必要のあるガスタービンは次の要件を満たすこと。</p>
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			<p>i) 承認された設計であり、4-2-4/1.5 で要求される目的、計画及びデータは提出され、承認されること。</p> <p>ii) 承認された設計に従って製造中に 4-2-4/13.1 に規定される材料及び非破壊試験、圧力試験、動的釣合い試験、機能試験等は検査員の指示に従ってすべて行われること。</p> <p>13.3.2 型式承認プログラムにおける承認(2003)</p> <p>13.3.2(a) 製品の設計評価。製造者による申込みの際してタービンの各モデルは 1-1-A3/5.1 で規定されている設計上の評価がされること。このため、それぞれのタービンの型式の設計は 4-2-4/13.3.1i)に従って承認されること。当該型式試験は、承認された試験スケジュールに従って、検査員立会の下で行われること。承認されたタービンは、Products Design Assessed として ABS ウェブサイトに記載される。一度記載され、1-1-A3/5.7 で要求される証明書の更新及びアップデートされたものについては、船上で使用されるタービンの詳細について毎回提出する必要はない。</p> <p>13.3.2 (b) 多量生産タービン。製造工場における品質保証システムを運用する多量生産タービンの製造所は、1-1-A3/5.5(PQA) に規定される品質保証評価を申込みこと。</p> <p>1-1-A3/5.5(PQA)に基づく十分な評価に関して、それらの製造所で製造されたタービンは、4-2-3/13.3.1ii)に掲げる試</p>
--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>【B 編 2 章 2.3 海上試運転及び復原性試験】</p> <p>2.3.1 海上試運転</p> <p>-1. すべての船舶の登録検査では、満載状態で、かつ、穏やかな海象・気象状態及び十分深い海域で、原則として次の(1)から(10)に示す試験を行う。ただし、満載状態で海上試運転を行うことが困難な船舶にあっては、他の適当な喫水状態で行って差し支えない。</p> <p>(1) 速力試験</p> <p>(2) 後進試験</p> <p>(3) 操舵試験及び主操舵装置から予備操舵装置への切換え試験</p> <p>(4) 旋回試験。ただし、姉妹船の旋回試験の成績により十分な資料が得られる場合は、特に本会が承認したときは、各船舶毎の旋回試験を省略することができる。</p> <p>(5) 機関の作動状態、その運転中における船舶の状態について異常のないことの確認</p> <p>(6) ウィンドラスの効力試験</p>	<p>験及び検査は検査員立会いの下で行う必要ない。これらの試験及び検査は、品質管理の書類が承認された製造所によって行われること。エンジンの証明書は、設計が承認されたことの確認及び継続した品質保証システムの有効性に基づくこと。1-1-A3/5.7.1(a)参照。</p> <p>13.3.2 (c) 非多量生産ガスタービン。製造工場における品質保証方法を運用する非多量生産タービンの製造所は、1-1-A3/5.3.1(a)(AQS)又は1-1-A3/5.3.1(b)に規定される品質保証評価を申込みこと。1-1-A3/5.5(PQA)の証明書は4-1-1/表1も考慮されること。</p> <p>13.3.2 (d) 型式承認のプログラム。4-2-4/13.3.2(a)に従って承認された設計及び4-2-4/13.3.2(b)又は4-2-4/13.3.2(c)に従って承認された製造工場の品質保証システムを有する型式のタービンは型式承認品とされ、ABS ウェブサイトに掲載される。</p> <p>13.5 船内試運転 設置後に、始動、制御及び安全装置を含む各ガスタービンは、検査員の立会いの下、運転領域範囲内の速度で有害な振動による機能及び自由度を確認するために操作されること。各ガスタービンは過速度ガバナの機能を試験するために過速度限界まで速度を上げること。推進システムの逆転手段を実証し、記録すること。</p>
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>(7) 主機又は可変ピッチプロペラ，ボイラ及び発電装置の自動制御及び遠隔制御を行うための装置の作動試験</p> <p>(8) ボイラの蓄気試験</p> <p>(9) 推進軸系のねじり振動計測</p> <p>(10) その他本会が必要と認める試験</p>	<p>15 予備品</p> <p>船級要件として予備品は要求されない。各船舶の予備品の保守は船主の責任により行うこと。</p>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------

3.2 過去に行われた設計検査の事例について

これまで、具体的な要件が定められていなかった船用ガスタービンについては、個別に手順を作成して検査を実施してきた。これらの過去の設計検査は、本調査で基準案を作成するうえで貴重な先行事例である。調査の参考とするために、対象としたエンジンの要目、採用した検査手法等を表 3.2 にまとめた。

表3.2 過去に行われた船用ガスタービンの設計検査事例

	推進器用 (A丸に搭載)	推進器用 (B丸に搭載)	発電機駆動用 (C丸に搭載)
主要目	<p>型式:MFT-8 製造者:Pratt & Whitney(ガスジェネレーター) 三菱重工業(パワータービン) 連続最大出力:28,000PS 連続最大出力時の回転数: ガスジェネレーター 高圧軸:11,500rpm 低圧軸:7,000rpm パワータービン 4,728rpm 連続最大出力時の機内ガス温度及び圧力: ガスジェネレーター 入口温度 1,100</p>	<p>型式:LM-2500PZ 製造者:General Electric Company 連続最大出力:28,600kW 連続最大出力時の回転数: ガスジェネレーター 10,100rpm パワータービン 3,600rpm パワータービン制御温度: 入口温度 849 入口圧力 482.66kPa(4.92cm³) 出口温度 523 (GT吸気温度15) 使用燃料:軽油</p>	<p>型式:SMGT2 製造者:川崎重工業 連続最大出力:2,300kW 連続最大出力時の回転数: ガスジェネレーター 21,000rpm パワータービン 12,500rpm 連続最大出力時の機内ガス温度及び圧力: ガスジェネレーター 入口温度 1,150 入口圧力 8kg/cm² パワータービン 出口温度 650 出口圧力 1.08kg/cm² 使用燃料:A重油</p>
機関の重要部品の材料試験	<p>ガスジェネレーターはミルシート確認 パワータービンは検査官立会のうえ実施</p>	<p>ミルシート及びメーカーの品質管理を確認</p>	<p>検査官立会のうえ実施(立会不可能なものはミルシート及びメーカーの品質管理を確認)。</p>
溶接	<p>ダイヤフラムカップリングの溶接について溶接法承認試験、溶接施工試験を実施。 補修にTIG溶接を採用。</p>	<p>GT台板(架台)の溶接について溶接法承認試験、溶接作業者の資格認定確認実施。ミルシート及び浸透探傷検査による材料確認を実施。 ダイヤフラムカップリングは溶接部の磁粉探傷検査を実施。</p>	<p>軸流圧縮機の電子ビーム溶接、燃焼器のTIG溶接について溶接法承認試験、溶接施工試験を実施。</p>
構造(振動)	<p>ガスジェネレーターの動翼の振動解析から使用回転域に危険振動回転域がないことを確認。また、軸系をモデル化して横振動及びねじり振動を計算し、使用回転域に危険振動回転域がないことを確認</p>	<p>動翼の振動解析から使用回転域に危険振動回転域がないことを確認。 軸系については実機試験結果及び3次元モデルによる振動解析結果から使用回転域に危険振動回転域がないことを確認</p>	<p>(1)動翼については固有振動数解析及び実測と耐久運転試験結果。 (2)ロータ危険回転数については解析及び実測。 以上より、使用回転域に危険振動回転域が無いことを確認</p>
構造(強度)	<p>応力、疲労、高温クリープ等の解析結果を評価。</p>	<p>応力、疲労、高温クリープ等の解析結果を評価。 LM2500は産業用で2800万時間、船用で780万時間、LM2500+は40万時間、LM6000は490万時間以上の運転実績がある。これらの実績と解析により設計の妥当性を確認。</p>	<p>応力、疲労、高温クリープ等の解析結果を評価。</p>

	推進器用 (A丸に搭載)	推進器用 (B丸に搭載)	発電機駆動用 (C丸に搭載)
構造(非破壊試験)	パワータービンの以下の部品について実施。 (1)ダイヤフラムカップリング(2)タービンシャフト(3)タービンディスク(4)タービンケース(5)排気フレーム(6)カップリングボルト	GE社は主要な構造部品(シャフト、フレーム、翼等)を内製し、その他を外注している。外注部品についてはGE社による品質監査を行い、GE社内と同等の品質管理体制にあることを確認。最終的に、ガスタービンの回転部品の動釣り合い試験を含む組立及び確認運転を検査官立会の上で実施。	動翼、静翼、ディスク、ケーシング等の重要部品について実施。
工作	重要部品の材料検査及び完成検査を実施。		重要部品の完成時立会検査を実施。
故障時のための措置	直結補機としてガスジェネレーター用のFOポンプ、LO供給ポンプ、LO環油ポンプが、パワータービン用の独立LOポンプが設置されている。FOポンプ、LOポンプは各々2台装備され、1台故障時にも対応可能。	左右舷の機関及び機関の運転に必要な補機器類は全て独立しており、一方の故障が他方に影響を及ぼすことがないシステムとなっている。	ガスジェネレーターとパワータービンの潤滑油系統は共通のため、機付のポンプ(ガスジェネレーター用、パワータービン用)のうちどちらかのポンプが故障した場合においてもエンジン停止までの給油が可能。
動揺状態等おける作動	(1)ガスジェネレーターの動作環境は衝撃加速度を15gで評価(航空機用で評価済み) (2)ガスタービンはエンクロージャーに収納され、エンクロージャーと船体間は防振ゴムを採用。	(1)ガスジェネレーターは航空転用型であり、衝撃加速度は15Gで設計され、評価試験で確認されている。 (2)ガスタービンはエンクロージャーに収納され、エンクロージャーと船体間は防振ゴムにより動揺を吸収する。 (3)ガスタービンと減速装置はダイヤフラム・カップリングで連結して動揺を吸収する。 (4)基本構造が艦艇で実績のあるLM2500と同じであり、動揺には問題ないと判断。	ガスタービン全体について傾斜、動揺を考慮して設計。
操作等	ガスタービンの制御は下記3種類の操作盤により実施すると共に、ウォータージェットの操作機能も兼ねている。 1. 主機操作パネル;ブリッジにあり船を運行する際はこちらから操作 2. 機側操作盤;点検などで使用するが主機操作パネルとの併用も可 3. ウィング操作パネル;接岸時に使用する事ができる なお、安全装置も含む所定の確認を定期点検時に実施する。	ガスタービンの制御は機側制御装置で行うが、本船は船橋の操船卓上の遠隔操作盤により操作可能である機関室無人化船となっている。遠隔操作盤は陸上試験により操作の確認を行っている。	PLC(プログラマブル・ロジック・コントローラ)による始動、停止シーケンスを含む自動制御。 基本的な操作鈕は始動、停止、非常停止のみ。
始動装置	油圧モーターによる。	左右舷独立した油圧モーターによる。	交流電動機により補機減速機を介してガスジェネレーターを駆動。

	推進器用 (A丸に搭載)	推進器用 (B丸に搭載)	発電機駆動用 (C丸に搭載)
点火装置	燃焼器はキャニュラ方式であるため燃焼部分は分割されており(後半でリングになる)9個の燃焼筒がある。 イグナイタは3番、7番にあって、点火後は連結管を伝って他の燃焼筒に火炎が伝播する。 エキサイタは1組。油圧始動方式で、起動油はクーラで冷却する様にしているため連続始動可能になっている。	エキサイタ及びイグナイタプラグは2組装着されており、陸上試験で6回の連続始動試験により連続始動が可能であることを検査官立会のもとで確認。	各燃焼器(4缶)に対して2系統装備。
潤滑油装置	(1)ガスジェネレーター直結のLOポンプ (2)パワータービン用独立LOポンプ	ガスジェネレータ及びパワータービン共通の機付LO給油ポンプ1台と6個の独立した排油エレメントを持つ1台の機付排油ポンプを装備。 航空用と同一であり、多くの実績を持っている。	(1)ガスジェネレーター用LOポンプ(機付1台) (2)パワータービン用LOポンプ(機付1台) (3)プレポストLOポンプ(独立1台)
安全装置	(1)自動危急停止(過回転、過振動、LO圧力低下、制御油圧力低下、FO圧力低下、発生ガス高温、火炎喪失、ブラックアウト、ガバナ故障、消火装置作動等に対して作動。) (2)手動危急停止 (3)自動減速(GG8入口空気圧力低下、ウォータージェットポンプ作動油圧力低下、他舷ガスタービン停止、浮上用機関停止等に対して作動) (4)警報装置(回転数、振動、圧力、温度、電源等の異常に対して作動) 上記(1)~(4)の作動試験実施。 制御装置はCPU使用のため環境試験を実施。	(1)自動非常停止(GG/PT回転速度高高、PT回転速度過速度高高、起動渋滞、PT入口ガス温度高高、ストール、失火、LO入口圧力低低、LOタンク液位高高、FO入口温度高高、FO入口圧力低低、ラスト軸受圧力低低、火災などに対して作動) (2)手動非常停止 (3)自動減速(振動高高、VSV位置不良高高、燃料制御弁位置不良高高、圧縮機吸気差圧高高、LO入口温度高高、LO戻り温度高高、吸気デミスタ差圧高高、タービン圧力バランス異常などに対して作動) (4)警報装置(PT入口ガス温度高、振動高、PT推力)	(1)自動非常停止(過速度、LO圧力低下、始動渋滞、異常振動、排気温度偏差大、排気温度高、制御電源異常、失火、PLC異常、可変静翼偏差大) (2)手動非常停止(押釦による) (3)警報表示(LO圧力低下、FO圧力低下、フィルタ差圧高、異常振動、排気温度偏差大、排気温度高、制御弁偏差大、潤滑油タンク油面低、検出器異常一括、補機故障一括) 上記(1)~(3)の作動試験実施
給電停止後の再始動	(給電停止後の再給電された場合) 電源回復後、始動条件が整えば再始動可能 (制御装置への給電停止中の場合) 制御装置は安全な停止ができる程度に非常電源にてバックアップ (大電力のファン・モーター等設備のバックアップなし)	(給電停止後に再給電された場合) ガスタービン制御装置は特別な立上げ作業をすることなく、始動条件が揃っていれば再始動可能であり、検査官立会の上確認。 (制御装置への給電停止中の場合) 制御装置は2電源(AC100V(通常)/DC24V(非常用))により作動可能であり、検査官立会の上両電源で作動することを確認。	電源回復後、始動条件が整えば再始動可能。
陸上試運転の方法	28,000PSに対し、25、50、75、90、100、110%の負荷試験をそれぞれ10分間。 開放検査はボアスコープ及び目視による検査。	JGにより承認された「陸上試験方案」に従い、検査官立会の上で以下を確認。 起動試験、負荷試験(25%30分、50%30分、75%30分、保証点60分、100%4時間)、振動試験、騒音試験、GTパッケージ移動量計測、警報/安全装置作動試験、遠隔制御作動試験、付属装置作動試験。 開放検査はボアスコープ及び目視による検査。	JGに承認された「陸上試験方案」に従い検査官立会の上で以下を確認。 起動試験、停止試験、再起動試験、負荷試験(25%30分、50%30分、75%30分、100%3時間)、振動試験、警報安全装置作動試験、调速機性能試験。 解放検査はボアスコープ及び目視による検査。

4 . 船用ガスタービンの不具合事例について

現在までに実船に搭載されて運転されている船用ガスタービンで発生した不具合の事例は、検査すべき要点を把握するという意味からも、また過剰に詳細な規定とすることを避ける意味からも重要である。船用ガスタービンの主要事故の一覧を表 4.1 に、その詳細を表 4.2 にそれぞれまとめた。

4.1 ジェットフォイル搭載ガスタービンの主要事故（一覧）

表 4.1 船用ガスタービンの主要事故（一覧）

2005年6月24日

事故年月日	損傷箇所・内容	損傷原因	対応等		
ガスジェネ コンプレッサブレード関係					
4	1991-05-02 GG コブレッサブレード	1段ブレード 1枚先端1/6欠損、振動大	塩害ブレード腐食ピット 疲労破壊	サマルコティンク。水洗浄。	航行後、水洗浄実施1回/日
22	1999-08-13 GG コブレッサブレード	1段ブレード付根1枚折損	ブレードダブテール部のフラッキング 高サイクル疲労		
23	2000-02-28 GG コブレッサブレード	5段ブレード付根1枚折損	コブレッサのサージング？ 高サイクル疲労		
25	2001-08-15 GG コブレッサブレード	2段ブレード付根1枚折損	翼固定ピン硬度不足 高サイクル疲労	当該ピンの硬度確認	
27	2002-12-11 GG コブレッサブレード	2段ブレード付根1枚折損	TE部腐食ピット 高サイクル疲労	腐食ピットの検査	
3	1989-06-27 GG コブレッサブレード	ブレード9段5枚、10段1枚根元折損	疲労破壊、原因不明	本エンジン固有？	材料欠陥が製造時ミス
9	1993-04-11 GG コブレッサブレード等	ブレード全段(415枚)、ベーン全段損傷	異物を吸入。	整備不良	工事のミス
15	1996-07-12 GG コブレッサベーン	2段ベーン折損、破片被害拡大	原因不明、初期欠陥？		メーカーの品質管理
16	1996-08-08 GG コブレッサベーン	2段ベーン折損、破片被害拡大	原因不明、初期欠陥？		メーカーの品質管理
20	1997-09-11 GG コブレッサブレード ホイル	1段コブレッサブレード ホイル飛散	ダブテール溝端部 R 応力集中	新型ホイルに交換	
ガスジェネ タービンブレード関係					
17	1996-09-13 GG タービンブレード	2段タービンブレード #63植込部折損、破片被害	トルジョン形状異常、低サイクル疲労	製造不良部品	メーカーの品質管理
19	1997-02-22 GG タービンブレード	1段タービンブレード 1枚根元折損、破片被害	異常燃焼。部品欠陥？	燃料ノズル点検強化	
28	2003-04-10 GG タービンブレード	2段タービンブレード 1枚根元折損	高サイクル疲労。ブレードダブテール部表面に粒界侵食発生、パワータービン過速度トリップによる高応力により破壊		
29	2003-08-15 GG タービンブレード	2段タービンブレード 1枚根元折損	高サイクル疲労。PT過速度トリップ発生時にブレードとケーシング接触、高い振動応力により破壊		
30	2003-08-22 GG タービンブレード	2段タービンブレード 1枚根元折損	高サイクル疲労。PT過速度トリップ発生時にブレードとケーシング接触、高い振動応力により破壊		
31	2004-09-12 GG タービンブレード	1段タービンブレード 1枚シャフト部折損	高サイクル疲労。1段タービンベーンが局部的にバースルし、高サイクル加振。		新型ベーン(冷却性能向上)を組込む。
ガスジェネ ベアリング関係					
5	1991-07-15 GG 補機駆動軸ベアリング	アケサリドライブ エット下部軸受等損傷	ベアリング挙動に異常	駆動軸方向のガタを抑制。	メーカー品質管理不良
6	1991-09-01 GG リア側ベアリング	コブレッサNo.2軸受損傷	インナレース表面の粗度に問題	品質管理強化。	メーカー品質管理不良
7	1991-12-24 GG 下側ベアリング	スタータ及びアケサリドライブ ベアリング異常	ギヤ固定ナット緩み	ガタを抑制。	メーカー品質管理不良
8	1992-03-31 GG コブレッサドライブ	軸アバランス、14段目コブレッサドライブ段付摩擦	アバランス、振動増加。表面硬度不足。	摩擦対策、クロムメッキコティンク	
12	1993-12-24 GG 補機駆動装置	補機駆動軸用ベールベアリング損傷	ベール及びレースの表面が損傷	ガタを抑制。	メーカー品質管理不良
13	1994-03-08 GG 補機駆動装置	補機駆動軸用ベールベアリング損傷	基本寿命より早く軸受損傷	基本寿命時間で軸受交換	メーカー品質管理不良
ガスジェネ その他					
10	1993-06-15 GG 燃料系	燃料ホップ、ノズル、バルブ等燃料系統に発錆	燃料系に海水が混入し、発錆。	全分解修理	座礁事故、燃料タンク船底部破孔
11	1993-10-04 GG コブレッサ	10段ブレード弁リング破損、白煙発生	ボアットとピストンの締め付けに緩み	リングを交換し締め付け点検	作業ミス
18	1997-01-02 GG コブレッサ	ベーンASSY 4個、ブレード 48個損傷	作業ミス、ピス混入し打傷多数		工事ミス
32	2005-05-02 GG コブレッサ	白煙発生、ケーシング接合部からガス漏れ	タービンブレイマシール溶射部剥離		
パワータービン タービンブレード関係					
1	1985-09-24 PT タービンブレード	PT 4段ブレード 1枚根元より欠落	破断形態は疲労破壊（粒界腐食？）		燃焼状況？ 電子ガバナへ変更
2	1987-07-13 PT タービンブレード	PT 4段ブレード 1枚根元より欠落	破断形態は疲労破壊（粒界腐食？）		燃焼状況？ 電子ガバナへ変更
14	1996-01-21 PT タービンブレード	PT 4段ブレード 1枚端部1/3折損	ブレード 1枚疲労破壊、破片被害		
21	1998-11-21 PT タービンブレード	PT 4段ブレード 1枚先端1/2折損	異物衝突、高サイクル疲労		
24	2001-03-13 PT タービンブレード	PT 4段ブレード 1枚折損	ブレード先端がケーシングに接触、ケーシングの歪み		間隙計測（計測点増やす）
26	2002-02-14 PT タービンブレード	PT 4段ブレード 1枚折損	ブレード重量バラツキ、高サイクル疲労	0H時4段ブレードの重量計測	

4.2 ジェットフォイル搭載ガスタービンの主要事故（詳細）

表 4.2 船用ガスタービンの主要事故（詳細）

番号	船名・パワータービン/ガスジェネの別・事故発生年月 TBO・HSI・臨時整備の別	損傷部材		損傷原因	処置及び対策	使用時間及び事故発生状況	TBO整備の 関係の有無
		部材名称	損傷箇所				
1	A丸 パワータービン S60.9.24 臨時整備	パワータービン (右舷)	4段ブレード1枚根元より欠落 他の4段ブレードも翼端大 きく曲損(二次損傷)	破断形態は疲労破壊、原因は 粒界腐食の可能性はあるが、 断定出来ない	予備ロータASSYと交換 ・損傷ロータは整備工場送り ・タービン負荷装置を設置	事故までの使用時間7617時 間。ポンプ2100rpmでT/ OFF中N1高振動で自動停止	無し
2	B丸 パワータービン S62.7.13 HSI整備	パワータービン (左舷)	4段ブレード1枚根元より欠落 欠損ブレード周囲ブレード数枚 及び4段ベーンに損傷(二次損 傷)	同 上	同上 S60年みかどで粒界 腐食の可能性があることの 対策として空気取り入れ口に 水分除去フィルタ取り付け	事故までの使用時間12365時 間。ポンプ2100rpmでT/OFF 直後異常音発生N1高振動で 自動停止	無し
3	C丸 ガスジェネ H1.6.27 臨時整備	コンプレッサ (左舷)	9段ブレード5枚根元折損1枚 外れ、10段ブレード1枚根元 折損1枚外れ	(メーカー調査)折損は疲労 破壊によるものであるが、これ を引き起こした原因は不明	ガスジェネ予備機と換装 修理メーカーで損傷部修理 本エンジン固有の問題として メーカー補償工事で処理	総運転時間363時間(航行)で 発生、航行中突然自動停止。 (継続運転不能)	無し
4	D丸 ガスジェネ H3.5.2 TBO整備	コンプレッサ	1段ブレード1枚欠損(先端より 1/6)、他段ブレード全段曲損 又は擦傷。注:15mm	(ブレード表面に塩分による腐 食ピットが発生していた)破壊 ブレードは腐食ピット後縁側エッ ジ部を起点として、疲労破壊が 進展し破壊に至った。	修理メーカーにて損傷部取り 替修理。サーメタル・コーティ ング施工。(防食処置) 航行後、水洗浄実行とした (1回/日)	総運転時間:5464時間55分 事故までTBO後595時間42分 航行中異常音と共にTIT上昇し 自動停止。	有り (実施済み)
5	E丸 ガスジェネ H3.7.15 臨時整備	ガスジェネ (右舷)	補機駆動軸ボールベアリング	ベアリングが元の位置に戻る 過程に於いて何らかの理由に より動きが拘束され異常な荷重 がベアリングに作用した(推測)	駆動軸方向に動く事に問題 有る。これの防止のためベア リングを固定する。(ベアリングの 軸側及びハウジング側にロック 塗布しヘルキヤに適正なバック クラッシュをセットして固定する。	航行中N1Low Oil Press注意 灯点灯と同時にN1 Low Oil Pressにより自動停止。N1チップ も点灯。 航行時間626時間	無し
6	F丸 ガスジェネ H3.9.1 臨時整備	コンプレッサ (左舷)	リヤ側ボールベアリング	インナーレース表面の粗度に 元々問題があり、製造時の品 質管理上のミスではないかと 思われる。	メーカーの品質管理強化。 エンジン換装。	航行734.5時間で発生 起動時高振動アラーム、後N1 チップデテクタアラーム点灯の 為継続運転中止	無し
7	E丸 ガスジェネ H3.12.24 臨時整備	ガスジェネ (右舷)	スタータドライブ及びアクセサリ ドライブ側の組み合わせベア リング(下側ベアリング)	スタータドライブ側のギヤ固定 ナットの締め付けトルクが不足 しナットが緩んだものと思われる	ガスジェネ交換 メーカーに注意喚起 新造搭載機(航行時間709 時間22分)	航行中チップアラーム点灯 帰港後点検:チップデテクタ及び フィルタに多量の金属粉付着 LOに金属粉観察された	無し
8	E丸 ガスジェネ H4.3.31 臨時整備	ガスジェネ	14段目コンプレッサスプライン (雄軸)全歯数35枚(タービン トルク伝達面)に0.2mm段付 き摩耗	コンプレッサ14段目タービン部 前部シャフト側(共にスプライン 部)のアンバランス量の増加が 大きく且つスプライン部のアン バランス合成ベクトル和も大き く、このため振動が増大したと推 定。	定常運転時の振動値及びエ ンジン組立前のアンバランス 量を改正し振動低減につと める。今後供給するフィルタ エレメント3µmとしスプライン 表面硬度を上げ面圧に対す る余裕を大きくした。(改良)	TBO整備後搭載、航行190時 間24分で発生。航行開始中 又艇走中アラーム点滅。	有り (解決済み)
9	C丸 ガスジェネ H5.4.11 TBO整備	コンプレッサ (左舷)	ブレード全段損傷 ベーン全段損傷 (ブレード415枚/1020枚中)	異物を吸い込んだものと思われ る。(2月年時検査時の空気取り 入れスペースの掃除又は通常 整備の不始末と推測)	コンプレッサは修理メーカーで損 傷部修理。ホットセクション部 はA社にて分解点検し 異常の無いこと確認。	総運転時間6629時間(航行) TBO後運転時間33時間 運航終了後の点検:入口静翼 の1段翼曲損発生	無し
10	G丸 ガスタービン HSI TBO H5.6.15 臨時整備	ガスジェネ	燃料ポンプ、燃料ノズル、 燃料バルブ等燃料系全般	燃料系に海水が混入したため 発生した錆による損傷	両舷ガスジェネ換装。 修理メーカーに送り、全分解 修理。	H5.6.15座礁事故、燃料タンク 船底部破孔、タンク内浸水、 燃料系に海水が混入した。	無し
11	F丸 ガスジェネ H5.10.4 HSI整備	ガスジェネ (左舷)	10段ブリード弁	ボベットとピストンの締め付け に緩みが生じ、リングを破損 させた。	TBO時にはボベットを取りは ずしリングを交換し締め付け を点検する。エンジン換装	航行直前、煙突から多量の黒 煙を認めた。LO系統の異常が 予想されたため継続運転中止。	無し
12	D丸 ガスジェネ H5.12.24 HSI整備	補機駆動装置	補機駆動軸用ボールベアリング	ボール及びレースの表面が損傷に よりボールが円滑に回転しなくな りリテイナを止めているリベットが疲 労折損しリテイナが破断ボールが 飛び出したものと推定。	ベアリングを軸側、ハウジング側に ロックタイトを塗布してヘルキヤに 適正なバッククラッシュをセットした状 態で固定した。	航行中N1チップ警報灯が点灯し た。出港時起動したが 駆動ロータは作動するが回転上 昇せず不起動となった。	無し

番号	船名・ハワタービン/ガスジェネの別・事故発生年月 TBO・HSI・臨時整備の別	損傷部材		損傷原因	処置及び対策	使用時間及び事故発生状況	TBO整備の 関係の有無
		部材名称	損傷箇所				
13	H丸 ガスジェネ H6.3.8 TBO整備	ガスジェネ (右舷)	補機駆動軸用ボルトヘアリング	原因不明:ヘアリングの基本寿命(L10)、10000時間よりも短い時間で損傷する可能性の10%に該当する軸受けが損傷したものと考えられる。	エンジンのオーバーホール時の軸受け点検を入念に行うこととし、損傷発生の可能性をより少なくするために基本寿命(L10)時間で当該軸受けを交換するものとする。 ガスジェネ換装	航走533時間35分の短時間で発生。突然N1潤滑油圧力低下により自動停止した。	無し
14	I丸 ハワタービン H8.1.21 TBO整備	パワータービン (右舷)	4段ブレード1枚端部より1/3折損、3枚割れ、5枚打傷	ブレード1枚に疲労破壊が発生折損し破片が他のブレードに当たった。	パワータービン換装 修理メーカーにて損傷部修理(4段ブレード全69個交換)	航走開始時高振動トリップその後振動値が少し高い他、正常	無し
15	J丸 ガスジェネ H8.7.12 HSI整備	コンプレッサ (左舷)	2段ベーン折損、その破片等による二次災害を起こし、ベーン/ブレード全数取り替えとなった。	メーカー並びに修理メーカーにて調査をしたが明確な原因不明。	代替機 借用。	総運転時間2195時間1分 HSI整備後総運転時間829時間34分。航行中航走開始後高TIT注意灯点灯。	無し
16	J丸 ガスジェネ H8.8.8 臨時整備	コンプレッサ (左舷)	2段ベーン折損、その破片等による二次災害を起こし、ベーン/ブレード全数取り替えとなった。	メーカー並びに修理メーカーにて調査をしたが明確な原因不明。	代替機 借用。	総運転時間3276時間23分 HSI整備後総運転時間154時間21分。シフトのためガスタービン起動後約2分して停止した。	無し
17	D丸 ガスジェネ H8.9.13 TBO整備	コンプレッサ	第2段タービンブレードの#63が植え込み部より折損した、更に折損片がハワタービン迄ダメージを及ぼした。	セレーション形状の異常(くぼみ)により引き起こされた強度の偏当たりにより局部応力が増大しそこを起点にLCF(低サイクル疲労)により、ブレードが折損した。突発事故。	修理メーカーにてガスジェネ、ハワタービン、TBO。 ガスジェネ振動モニタ計を設置 ガスジェネ、ハワタービン換装。	総航走時間11400時間。 航走中突然自動停止となる。 再起動したが振動、異常音発生のため運航中止とした。	無し
18	K丸 ガスジェネ H9.1.2 HSI整備	コンプレッサ (左舷)	ベーンASSY空気入り口1個 ベーンASSY1.2.4.6段各1個 ブレード1段33個、11段15個	コンプレッサエアインレットバルクス内部に径5*20mmの丸ビス(打傷あり)が落ちていた。注:本事故は前回検査でガスジェネ搭載時に手落ちがあり丸ビスを残して組立てたものと推測される。	修理メーカーにて損傷部修理 ガスジェネ換装。	入港後の点検中、左舷ガスジェネのコンプレッサ1段ブレードに打傷を多数発見した。	無し
19	L丸 ガスジェネ H9.2.22 HSI整備 ハワタービン H9.2.22 TBO整備	コンプレッサ パワータービン	1段タービンブレード付根部分より1枚折損。1段ベーンの損傷(全数30枚)並びに2段、3段ブレードに細かい金属粒多数付着有り。3、4段タービンブレード86・69枚、3、4段タービンベーン6・6枚	メーカー並びに修理メーカーにて原因調査中。 異常燃焼により生じた故障。 同じ時期の製品に対する部品欠陥の疑い。ガスタービンブレード折損による二次災害。	ガスジェネ、パワータービン換装。	総航走時間2881時間 HSI整備後総航走時間1604時間。出港航走開始開始と同時に振動警報点灯ストール異常音発生。 総運転時間2445時間23分。	無し
20	J丸 ガスジェネ H9.9.11	コンプレッサ (左舷)	1段コンプレッサブレードホイールが損傷	ダブル溝端部コーナーRにおける応力集中。 ラグの両側からクラックが入ったため飛散。	代替機 借用 メーカーで改良設計。 ホイール非破壊検査頻度上げる 新型ホイールに交換	総運転時間3043時間 TBO後960時間	無し
21	M丸 ハワタービン H10.11.21	パワータービン (左舷)	4段タービンブレード1枚先端より1/2翼長で折損	異物衝突により起点発生、高サイクル疲労破壊。	ガスジェネ、パワータービン換装。	TBO後2159時間。 累計航走時間4557時間。	無し
22	N丸 ガスジェネ H11.8.13	コンプレッサ (右舷)	1段コンプレッサブレード付根より1枚折損	フレッチングが起因となり高サイクル疲労によるクラック進展。	ガスジェネ換装。	総航走時間4796時間 TBO後1031時間	無し
23	I丸 ガスジェネ H12.2.28	ガスジェネ (右舷)	5段コンプレッサブレード付根より1枚折損	サージングの可能性が最も高い。(異物の入った痕跡、材料欠陥は、なし。)	ガスジェネ換装。 未修理	総航走時間10416時間 TBO後1003時間	無し

番号	船名・パワーピン/ガスジェネの別・事故発生年月TBO・HSI・臨時整備の別	損傷部材		損傷原因	処置及び対策	使用時間及び事故発生状況	TBO整備の 関係の有無
		部材名称	損傷箇所				
24	O丸 パワータービン H13.3.13	パワータービン (左舷)	4段タービンブレード1枚折損	ブレード先端がケーシングに接触 ケーシングの歪み	ガスジェネ、パワータービン換装。 OH時4段ブレードとケーシングの隙を計測(計測点を増やす)	総航走時間8795時間 TBO後54時間	有り
25	A丸 ガスジェネ H13.8.15.	コンプレッサ (左舷)	2段コンプレッサブレード1枚 根元より折損	高サイクル疲労 起点は翼固定ピン差込溝R部 ピンの硬度不足	ガスジェネ、換装 製造番号の近いガスジェネの 当該ピンの硬度確認	総航走時間13987時間 TBO後892時間	無し
26	E丸 パワータービン H14.2.14.	パワータービン (左舷)	4段タービンブレード1枚 ダブテール上部より折損	高サイクル疲労 ブレード重量のバラツキ	ガスジェネ、パワータービン換装。 OH時4段ブレードの重量計測	総航走時間10433時間 TBO後1991時間	無し
27	P丸 ガスジェネ H14.12.11.	コンプレッサ (左舷)	2段コンプレッサブレード1枚 根元より折損	高サイクル疲労 起点はブレードTE部分にあった腐食 ピット、ブレードの共振	ガスジェネ、パワータービン換装 使用時間を考慮し腐食ピットの発生を調査する。	総航走時間20494時間 TBO後307時間	無し
28	Q丸 ガスジェネ H15.4.10	ガスジェネ (左舷)	2段タービンブレード1枚 根元より折損	高サイクル疲労 ブレードダブテール部表面に粒界侵食発生、 パワータービン過速度トリップによる高 応力により破壊	ガスジェネ、パワータービン換装	総航走時間18507時間 TBO後1771時間	無し
29	Q丸 ガスジェネ H15.8.15	ガスジェネ (右舷)	2段タービンブレード1枚 根元より折損	高サイクル疲労 パワータービン過速度トリップ時にブレードと ケーシングが接触、割れ発生、高回転域で の高い振動応力により破壊	ガスジェネ、パワータービン換装	総航走時間23704時間 TBO後341時間	無し
30	P丸 ガスジェネ H15.8.22	ガスジェネ (右舷)	2段タービンブレード1枚 根元より折損	高サイクル疲労 パワータービン過速度トリップ時にブレードと ケーシングが接触、割れ発生、高回転域で の高い振動応力により破壊	ガスジェネ、パワータービン換装	総航走時間18513時間 TBO後727時間	無し
31	M丸 ガスジェネ H16.9.12	ガスジェネ (左舷)	1段タービンブレード1枚 シャック部の冷却空気通路内側 コーナー部より折損	高サイクル疲労 1段タービンベーンが局部的にバーンスルー し、周方向の燃焼ガス流量不均一による高 サイクル加振により破壊	ガスジェネ、パワータービン換装	総航走時間15112時間 TBO後1127時間 出港後航走開始中に高TITで トリップ。再起動3回目に振動 大でトリップ	無し
32	M丸 ガスジェネ H17.5.2	ガスジェネ (左舷)	タービン・プライマリ・シールの 溶射部剥離	調査中	ガスジェネ換装	総航走時間約16350時間 TBO後約420時間。入港直前の 減速時に白煙発生。入港後の 点検で圧縮機ディフューザ付近 より漏油。ケーシング接合部より 燃焼ガス及び冷却空気の漏れ	調査中

備考の欄

×印:重大事故に該当しない。

注1:機械ガバナ。

注2:A社では、補機駆動4ベアリングは事故以降解放時100%交換している。

注3:限界値までは、メッキ対応としている。改良クロムコーティング以後減っていない。

注4:デュアルノズル(カーボンアタックではないのか。)搭載。なお、A社ではシングルノズルを使用している。

注5:同一ロット材質のものは点検注意が出され、現在は対処済み。

5．船用ガスタービンの設計・試験基準の検討について

3．に示した現行の船舶機関規則及び同心得を、NK 鋼船規則または ABS 規則を取り入れるというかたちで改訂するという方針により、主要な項目について、現行の規定の該当箇所（規定がない場合はその旨を示す）と、対応する NK 鋼船規則及び ABS 規則を整理した。改訂に当たって、既存の条文（またはその修正）で対応できるか、いずれかの船級の規定をベースとして取り入れるかあるいは新規に作成するかを検討し、得られた結論を合わせて表 5 に記述した。

表5 . 船用ガスタービンの設計・試験基準の検討事項(案)

	船舶機関規則 / 船舶機関規則心得 / 船舶検査の方法	NK鋼船規則	ABS規則	取り入れ(案)
				取り入れ先 / 取り入れ規則
ガスタービンの定義	-	JIS B8040にガスタービンの定義が規定されているが、一般常識の範囲だと考えられるので、NK規則には特に規定していない。	-	船舶検査の方法 / 用語、同型機関及び類似機関等の定義を規定
ガスタービンの重要部品	船舶機関規則心得附属書[1]10(3)	D編4.2.1-1	-	船舶機関規則心得 / 船舶機関規則心得附属書[1]10(3)
重要部品の材料試験	船舶機関規則心得附属書[2](1)	同上	3.1	船舶機関規則心得 / 船舶機関規則心得附属書[2](1)
重要部品以外の材料試験	船舶機関規則心得4.0(d)	D編規則1.2.1-2(1)により「日本工業規格又は本会が適当と認める規格に適合しなければならない。」こととなる。	-	船舶機関規則心得 / 船舶機関規則心得4.0(d)
重要部品の非破壊試験	-	D編4.2.1-2	13.3.1	船舶検査の方法 / NK鋼船規則D編4.2.1-2
高温部に使用される材料の疲労、高温クリープ等への考慮	-	D編4.2.1-3	5.1	船舶機関規則心得 / NK鋼船規則D編4.2.1-3
小型ガスタービン(375kw未満)の材料検査の方法	船舶機関規則心得附属書[2](1) ()	D編要領D1.1.4(1)(b)により「出力100kW以上375kW未満の原動機については、JIS規格又は本会が適当と認める規格に適合したものとすることができる。」となっている。	3.3.3	船舶機関規則心得 / 船舶機関規則心得附属書[2](1)()
承認された品質保証体制下で製造される量産ガスタービンの材料試験	事業の認定に関する規則	事業所承認規則	3.3.4	事業場の認定に関する規則
定格出力の評価基準	-	特に規定していない。	5.1	-
溶接施工試験及び溶接法承認試験	船舶検査の方法附属書C	D編11章	13.1.2	船舶検査の方法 / 船舶検査の方法附属書C
使用回転数範囲内での有害な振動及びサージングの回避	船舶検査の方法附属書C	D編4.2.2-1	5.1	船舶検査の方法 / 船舶検査の方法附属書C
熱膨張による有害な変形及び据付の考慮	-	D編4.2.2-2 4.2.2-5	5.1	船舶機関規則心得 / NK鋼船規則D編4.2.2-2 4.2.2-5
運転中の部品が脱落した場合の措置	-	D編4.2.2-6	-	船舶機関規則心得 / NK鋼船規則D編4.2.2-6 航空法通達
高温部の防熱措置	第9条第1項	D編1.3.1-1.及び1.3.4-3.	11.5	船舶機関規則 / 第9条第1項

		船舶機関規則 / 船舶機関規則心得 / 船舶検査の方法	NK鋼船規則	ABS規則	取り入れ(案)
					取り入れ先 / 取り入れ規則
設計強度	防音エンクロージャの要件	第9条第2項	D編4.3.4	7.13	船舶機関規則 / 第9条第2項, 船舶機関規則心得 / NK鋼船規則D編4.3.4
	始動装置の機能	第30条	D編4.3.3	7.7.4	船舶機関規則心得 / NK鋼船規則D編4.3.3
	点火装置の機能	第31条	D編4.4.4	-	船舶機関規則心得 / NK鋼船規則D編4.4.4-2
	潤滑油装置の要件	第32条	D編4.4.6-2, -3	7.7.3 9	船舶機関規則心得 / NK鋼船規則D編4.4.6-2, -3
	燃料油装置の要件	第9条の2	D編4.4.5	9	船舶機関規則 / 第9条の2
	給電停後の再始動	第34条	D編4.2.2-4	-	船舶機関規則 / 第34条
	吸排気装置の要件	-	D編4.4	7.11 11.3	船舶機関規則心得 / NK鋼船規則D編4.4.1, 4.4.2
安全装置	安全装置・警報装置	船舶機関規則心得附属書[8]	D編4.3	7.3 ~ 7.7	船舶機関規則心得 / NK鋼船規則D編4.3
試験	工場耐久試験	-	特に規定していない。	-	船舶検査の方法 / 新たに規定
	工場受渡試験	-	D編4.5	13.1.5	船舶検査の方法 / 新たに規定
	海上試運転	船舶検査の方法1.19.3	B編規則2.3.1-1(5)に, 海上試運転において機関の作動状態を確認する旨の規定がある。	13.5	船舶検査の方法 / 船舶検査の方法1.19.3
その他	認定事業場の活用(船舶検査の方法 F編)	事業の認定に関する規則第3条	事業所承認規則	-	事業の認定に関する規則第3条 船舶検査の方法 / 船舶検査の方法F編
	型式承認	-	同上	13.3.2	-

6. 関連規則について

調査検討の過程において、ガスタービンは、同型機関が相当台数製造されることから、プロトタイプを詳細に検査することで同型機関の検査の一部を省略できるとするいわゆる型式承認的な手法が適するのではないかと、との意見があった。一方、現行の船舶安全法体系下のなかに製造する事業場（一定の条件を満たした事業場）をあらかじめ認定することで、その個々の機関の製造中の検査を省略することができる認定事業場制度がある。これによると、検査のフローはすべて同様であるが、検査官立ち会いが省略できるため、工程管理が容易になるというメリットがある。適用の可否は個々のケース毎に判断されるべきものであるが、量産が進んだ場合にはこの制度の活用が可能であると考えられ、検討する基準案に導入することとした。

本報告書では、6.1 に認定事業場制度の概要をまとめる。具体的には、「船舶安全法の規定に基づく事業場の認定に関する規則」の第三条に、ガスタービンが追加（平成 16 年 12 月）されたが同規則心得で認定対象物件の範囲が規定されていないことから、本調査での検討を踏まえ、その範囲をまとめる（表 6.1 右欄の下線部分）。

また、6.3 に「船舶検査の方法 F 編 認定物件に係る検査」として、認定事業場において製造される認定物件の検査に関する具体的な方法をまとめる（6.3 下線部分）。参考のために、6.2 に船用品等で活用されている型式承認・検定制度の概要を示した。

6.1 認定事業場制度の概要

1. 製造認定事業場及び改造修理認定事業場（法第 6 条の 2）

(1) 制度の概要

船舶又は法第 2 条第 1 項に定められている物件のうち命令で定めるものの製造工事又は改造修理工事の能力が、国土交通省令で定める施設、人員、自主検査体制等に係る技術上の基準に適合することについて事業場毎に国土交通大臣が認定を行う制度。

(2) 認定の効果

認定を受けた事業場が当該認定に係る製造工事又は改造修理工事を行い、船舶の安全性を確保するための技術上の基準に適合することを確認した場合は、当該工事については、定期検査、中間検査、製造検査等が省略される。

2. 整備認定事業場（法第 6 条の 3）

(1) 制度の概要

船舶又は法第 2 条第 1 項に定められている物件のうち命令で定めるものの製造事業者が作成し、国土交通大臣の認可を受けた整備規程にしたがって整備を行う能力につき、国土交通省令で定める施設、人員、自主検査体制に係る技術上の基準に適合することについて事業場毎に国土交通大臣が認定を行う制度。

(2) 認定の効果

認定を受けた整備事業場が当該認定に係る物件等の整備（船舶の堪航性又は人命の安全の保持に影響を及ぼすおそれのないものに限る。）を行い、その整備が整備規程に従って行われたことを確認した場合は、当該認定に係る整備を行った事項については整備後 30 日以内に行われる定期検査又は中間検査が省略される。

3. 各認定事業場の比較

	製造認定事業場	改造修理認定事業場	整備認定事業場
<p>工事内容</p> <p>船舶所有者に対する メリット</p>	<p>製造工事</p> <p>定期検査、中間検査、 臨時検査等において製 造工事に係る検査の省 略 (工事中の立会検査省略)</p>	<p>大改造工事及び 大修理工事 (同 左)</p>	<p>整備</p> <p>定期検査又は中間検査に おいて整備を行った事項 に係る検査の省略 (整備後30日以内に 限る。)</p> <p>大臣の認可を受けた整 備規程が必要。</p>

表 6.1 船舶安全法の規定に基づく事業場の認定に関する規則

省令(抜粋) 最終改正(平成16年12月)	船舶検査心得(抜粋)
<p>第二章 製造工事又は改造修理工事に係る事業場の認定</p> <p>(認定)</p> <p>第三条 法第六条ノ二の認定(以下この章において「認定」という。)は、次に掲げる船舶又は物件の製造工事又は改造修理工事の能力について行う。</p> <p>一 小型船舶</p> <p>二 鋼製船体</p> <p>三 木製船体</p> <p>四 強化プラスチック製船体</p> <p>五 アルミニウム合金製船体</p> <p>六 船尾骨材</p> <p>七 かじ</p> <p>八 だ頭材及びだ心材</p> <p>九 倉口覆布の布地</p> <p>十 不燃性材料</p> <p>十一 防火戸、防火窓、防火ダンパーその他の仕切りの材料</p> <p>十二 火災の危険の少ない家具及び備品</p> <p>十三 防火戸の動力開閉装置</p> <p>十四 冷却装置の管装置の防熱材、冷却装置の防熱材の防湿用表面材及び接着剤並びに表面仕上材</p> <p>十五 鋼材</p> <p>十六 鋼材以外の金属材料</p> <p>十七 プラスチック樹脂</p> <p>十八 ガラス繊維</p> <p>十九 ゴム布</p> <p>二十 蒸気タービン</p> <p>二十一 内燃機関</p> <p>二十二 船内外機</p> <p>二十三 船外機</p> <p>二十四 ガスタービン</p> <p>二十五 ボイラ</p> <p>二十六 圧力容器(熱交換器に該当するもの及び貨物タンクを除く。)</p> <p>二十七 排気タービン過給機</p> <p>二十八 蒸気機関の循環ポンプ及び復水ポンプ</p>	<p>第2章 製造工事又は改造修理工事に係る事業場の認定</p> <p>(認定)</p> <p>3.1(a) 認定対象船舶又は物件(以下「認定物件等」という。)の範囲には、次に掲げる物件を含むものとする。</p> <p>(1) 船体 補機台、貨物倉口閉鎖装置、マスト(ポスト)、通風筒、水密戸、舷門、載貨門、舷窓、甲板排水管及び弁、隔壁支水弁及びコック(危険物運搬船の独立タンク並びにメンブレンタンク及びセミメンブレンタンクの防熱材等は含まない。)</p> <p>(2) 蒸気タービン たわみ軸、たわみ軸継手、復水装置(海水弁を含む。)、潤滑油装置、直結附属品及び減速装置並びにスラスト軸(当該蒸気タービンと一体型のものに限る。)</p> <p>(3) 内燃機関 冷却装置(海水弁を含む。)、潤滑油装置、燃料油装置(加熱装置を含み、油タンクを除く。)、直結附属品、減速装置及び逆転機並びにスラスト軸(機関本体と一体型のものに限る。)</p> <p>(4) 船内外機 冷却装置(海水弁を含む。)、潤滑油装置(油タンクを除く。))及び直結附属品(プロペラを含む。)</p> <p>(5) 船外機 冷却装置、燃料油装置(機関と別置の燃料油タンクを除く。))及び直結附属品(プロペラを含む。)</p> <p>(6) ボイラ 缶付弁、水面計、過熱器、エコノマイザー、空気予熱器並びにコンパクトボイラの燃焼及び給水装置の附属装置</p> <p>(7) 排気タービン過給機 空気冷却器(当該排気タービン過給機用のものに限る。)</p> <p>(8) プロペラ 可変ピッチプロペラ装置、シュナイダプロペラ装置及びスラスト装置</p> <p>(9) 軸系の変速装置 逆転機、弾性継手及び流体継手(当該変速装置と一体となつて使用されるものに限る。)</p> <p>(10) 電動機 制御器(電動機用のものに限る。)</p>

- 二十九 内燃機関のシリンダ、シリンダライナ、シリンダカバ、ピストン、油冷却器、水冷却器、冷却ポンプ及び潤滑油ポンプ
 - 三十 空気圧縮機（手動式のものを除く。）
 - 三十一 ボイラの給水ポンプ及び噴燃ポンプ
 - 三十二 排気タービン過給機の空気冷却器
 - 三十三 縦軸推進装置
 - 三十四 ウォータージェット推進装置
 - 三十五 プロペラ、中間軸、逆転機軸、スラスト軸、プロペラ軸及び船尾管
 - 三十六 軸系のクラッチ、逆転機、弾性継手及び変速装置
 - 三十七 弁及びコック
 - 三十八 ゴムホース
 - 三十九 弾性体のゴムエレメント
 - 四十 燃料油移送ポンプ及びビルジポンプ
 - 四十一 遠隔制御装置の制御盤及び遠隔操作装置の制御盤
 - 四十二 操だ装置
 - 四十三 膨脹式救命いかだ
 - 四十四 救命艇及び救助艇の内燃機関
 - 四十五 救助艇の船外機
 - 四十六 火せん、信号紅炎、自己点火灯、自己発煙信号、落下傘付信号、発煙浮信号及び救命索発射器
 - 四十七 消火器
 - 四十八 消火ポンプ
 - 四十九 バラストポンプ
 - 五十 船灯
 - 五十一 貨物油ポンプ
 - 五十二 油圧ポンプ及び油圧モータ
 - 五十三 発電機
 - 五十四 電動機
 - 五十五 変圧器
 - 五十六 配電盤
 - 五十七 制御器
- 2 認定は、改造又は修理の工事の別、船舶又は物件の範囲その他の事項について必要な限定をして行うことができる。

(11)ガスタービン
始動器（増速機、減速機を含む。ただし、電動機を除く。）熱交換器、燃料油装置、潤滑油装置、冷却装置（海水弁を含む。）たわみ軸、たわみ継手、スラスト軸、パワータービン出力側増速機及び減速機、直結付属品

6.2 型式承認・検定制度の概要

1．制度の概要

- (1) 同型式のものを多量に生産する物件を対象とした制度。
- (2) 小型船舶又は一定の物件（以下「物件等」という。）のプロトタイプについて、設計及び性能に関する審査を行い、当該設計及び性能が船舶の安全性を確保するための技術上の基準に適合することについて国土交通大臣が承認する制度。
- (3) 以後、型式承認を受けた製造者が製造する当該型式承認に係る物件等については、承認を受けた型式どおりに作られていることを確認するための簡易な検査（これを「検定」という）を行うことにより、その後行う検査に際し検定に合格した事項について検査を省略する。（法第6条の4第1項）

2．型式承認の審査内容

物件等の材料、構造、設備及び性能が船舶の安全性を確保するための技術上の基準に適合しているかどうか、設計及び製造能力の審査並びにプロトタイプの製品に対する試験を行う。

3．型式承認・検定の効果

- (1) 型式承認を取得した製造者が当該型式承認に係る物件等を製造し、検定に合格した場合は、その後最初に行う定期検査、中間検査、製造検査等において当該検定に合格した事項を省略する。
（法第6条の4第1項）
- (2) なお、型式承認を取得し、かつ、当該型式承認に係る物件等の製造工事の能力について法第6条の2の認定を受けた製造者が、当該物件等を製造し、かつ、製造した物件等が型式どおりであることを確認した場合は、検定に合格したものと見なす。
（法第6条の4第2項）

6.3 船舶検査の方法 F編 認定物件に係る検査

1 通則

認定事業場において製造される認定物件については、B編1.2に定める設計検査及び本編2から5までに定めるところにより検査を行う。認定事業場において修理される認定物件については、本編6から8までに定めるところにより検査を行う。

2 鋼製船体

進水前及び完成時期に総合配置及び総合形状等について完成状態を目視により検査する。

3 機関

3.1 次表に掲げる認定物件にあつては、同表の区分により、3.2及び3.3に定める検査を行う。

区分	型式	物件の名称
	大型	3678 kWを超える内燃機関
		蒸気タービン
		ガスタービン
	(略)	
	新型	受検台数が2台までの内燃機関、ガスタービン、船内外機、船外機、排気タービン過給機、縦軸推進装置、ウォータージェット推進装置、可変ピッチプロペラ、軸系のクラッチ、逆転機、弾性継手、変速装置、発電機、電動機、変圧器
	(略)	

3.2 表の区分 の認定物件にあつては、1台ごとに次の検査

3.2.1 内燃機関、蒸気タービン、ガスタービン、船内外機、船外機、排気タービン過給機、縦軸推進装置、軸系のクラッチ、逆転機、変速装置及びポンプにあつては、陸上試運転（運転後の解放検査を含む。ただし、ガスタービンについては、解放検査に代えて、ボアスコープによる内部の現状検査とすることができる）

7. 船用ガスタービンの設計基準及び検査の方法（案）について

7.1 ガスタービンの同型機関と類似型機関の定義（船舶検査の方法附属書関連）

（1）用語の定義

- 1 「圧力比」とは、圧縮機出口圧力(p2)と大気圧力(p1)の比(p2/p1)をいう。
- 2 「タービン入口温度」は、各社の定義に従ってタービン一段静翼入口温度（燃焼器出口温度）、タービン一段動翼入口温度あるいはパワータービン入口温度等を設計上「タービン入口温度」と同様に使用している場合には、その旨を明示したうえで使用して差し支えない。
- 3 「機関の主要部分」とは、機関の重要部分（圧縮機のディスク、ローター、ケーシング、静翼及び動翼、燃焼室、タービンのディスク、ローター、ケーシング、静翼及び動翼）をいう。
- 4 「機関の主要諸元」とは、ISO ベース連続最大出力（吸気／排気ロスも定義すること）、連続最大回転数、圧力比、連続最大出力時におけるタービン入口温度（- 2 に示す各社定義を許容するものとする）をいう。

（2）「同型機関」とは、次のいずれをも満たすものをいう。

- 1 機関の主要部分の寸法（圧縮機及びタービンローター各段の最外径寸法等）及び形状が原則として、同一であること。
- 2 機関の主要部分の材料が同一又は同等以上のものであること。
- 3 燃料噴射方式が同一であること。
- 4 燃料の種類（液体、気体、液体＋気体の別）が同一であること。
- 5 機関の動作サイクル（単純サイクル、再生サイクル等）が同一であること。
- 6 機関の主要諸元の差が5%以内であること。

（3）「類似型機関」とは、同型機関以外の機関であって、次のいずれをも満たすものをいう。

- 1 機関の主要部分の構造及び形状が同型機関と概ね相似であること。
- 2 機関の主要諸元の差が同型機関のいずれも10%以内であること。
- 3（2）の- 2 から - 5 までに掲げる事項。

7.2 船舶機関規則、同心得及び船舶検査の方法（案）

2. に述べた基本方針に従い、3. から6. の検討を踏まえて、船舶機関規則、船舶機関規則心得及び船舶検査の方法の改定案を作成し、事項毎に対照する形式で表7にまとめた。

表の左の欄は、船舶機関規則（省令）の該当箇所であり、改正を要するのは第33条の1カ所のみである。中央の欄は船舶機関規則心得（通達）の改定案、右の欄は船舶検査の方法の改定案である。いずれも該当箇所のみ記載しており、また、必要に応じて、関連する他の規則（NK鋼船規則等）の該当条文番号またはその条文を付記している。

「船舶検査の方法附属書 C 5-2 新型ガスタービンの陸上試験」のなかに同型機関及び類似機関の定義が必要であるが、これらは以下のように考えることにした。

表7 船舶機関規則 / 同心得 / 船舶検査の方法 (案)

下線部は改正部分

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
		<p>(B) 機関規則心得において使用する用語の意義については、附属書 [1] 「用語の定義」に掲げるところによること。</p> <p>(附属書 [1] 用語の定義)</p> <p>10 機関の重要部分</p> <p>(3) ガスタービンにあつては、タービンディスク又はローター、圧縮機のディスク、タービン及び圧縮機の羽根及びケーシング、燃焼器、タービン出力軸、軸継手並びに軸継手ボルト</p> <p>(9) その他管海官庁が指示するもの</p>	
材 料	<p>第4条 機関に使用する材料は、その使用目的に応じ、適正な化学成分及び機械的性質を有するものでなければならない。</p>	<p>4.0(a) 機関の重要部分に用いる材料等については、附属書[2]「材料の基準」によること。</p> <p>(b) 機関の重要部分に用いる材料等に附属書[2]「材料の基準」の規定に適合しない材料又は同附属書に規定のない材料が使用されている場合については、当該材料の化学成分、機械的性質その他の必要な事項に関する資料を添えて、海事局検査測度課長まで伺い出ること。</p> <p>(c) 特殊な流体に係わる管装置の材料については、当該材料の化学成分、機械的性質その他の必要な事項に関する資料を添えて、海事局検査測度課長まで伺い出ること。</p> <p>(d) 機関の重要部分に用いる材料等以外の材料については、(a)から(c)までの規定(附属書[2] 2及び3の規定を除く)を準用する</p>	

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
材 料		<p>(附属書[2]材料の基準)</p> <p>2 材料試験及び検査</p> <p>機関の重要部分に用いる材料等の材料試験及び検査については、次に掲げるところによる。</p> <p>(1) 機関の重要部分に用いる材料等であつて次に掲げるものに用いる材料は、材料試験を行ったものであること。ただし、(財)日本海事協会が発行する証明書であつてその内容が機関規則又は(財)日本海事協会鋼船規則に適合しているもの及び外国の政府又は外国の政府が認証した機関が外国において試験を行い発行する証明書であつてその内容が(財)日本海事協会が発行する証明書に準じているものを有する場合であつて、現物が良好なものについては、この限りでない。</p> <p>(i) 長さ 30m 以上の船舶(平水区域を航行区域とする船舶(旅客船を除く)を除く)及び遠洋区域又は近海区域を航行区域とする長さ 30m 未満の船舶(小型兼用船であつて漁ろうに従事しない間の航行区域が平水区域又は沿海区域であるものを除く)に備える機関のうち次に掲げるもの</p> <p>(1) 主機並びに主要な補助機関(発電機及び第 1 種補機を駆動するものに限る)として用いる連続最大出力 135 馬力以上の補助機関</p> <p>1) 及び 2) 略</p> <p>3) ガスタービンの重要部分。ただし、軸継手及び軸継手ボルトにあつては、主機に用いられるものに限る。(以下略)</p>	<p>B 編 1.4.2 材料試験</p> <p>-2. 材料試験の範囲</p> <p>材料試験は、機関規則心得附属書[2] 2 (1) に定めるところにより試験を執行すること</p>

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
		<p>(2) 非破壊検査</p> <p>(i) 第1種ボイラの圧力を受ける部分に用いる鋳鋼品は、すべての箇所について公的な資格を有する者による非破壊検査を行ったものであること。</p> <p>(ii) (i)に掲げるもののほか、(1)(i)から()までに掲げるものの重要部分に用いる材料は、必要に応じ公的な資格を有する者による非破壊検査を行ったものであること。</p> <p>(3) (1)に掲げる動力伝達装置であつて、推進用の減速歯車装置の小歯車及び歯車リムは、必要に応じ硬さ分布測定を行ったものであること。</p> <p>(4) (1)に掲げる蒸気タービンの蒸気の入口温度が400 を超える推進用一体形タービンローター(溶接構造のものを含む)は、荒削り熱処理後又はその後の適当な時期に加熱計測試験を行ったものであること。</p> <p>3 補修 (略)</p> <p>4 材料の使用制限</p> <p>(1)～(3) 略</p> <p>(4) <u>ガスタービンの高温部に使用される材料は、連続最大出力及び回転速度で運転した状態において性能及び耐久性を維持するため、腐食、熱応力、クリープ、リラクセーションなどを考慮した適当な材質のものとしなければならない。この場合において、母材に耐食性材料等の被覆をするときは被覆材は剥離を生じにくく、かつ、母材の強度を損なわないものとしなければならない。</u> 【NK 鋼船規則 D 編 4.2.1-3 参照】</p>	<p>B 編 1.4.3 工事中の検査</p> <p>-3. 非破壊検査等</p> <p>(1) 機関規則心得附属書〔2〕2(2)に規定する非破壊検査は、次によること。</p> <p>(a) 第1種ボイラの圧力を受ける部分に用いる鋳鋼品は、すべての箇所について放射線透過試験及び磁気探傷検査を行うこと。</p> <p>(b) 第1種ボイラの胴(管寄せを含む)は、長手及び周継手の全長について放射線透過試験を行うこと。</p> <p>(c) 圧力容器(第3種圧力容器を除く)は、機関規則心得附属書〔4〕6(3)(i)(ロ)の表21に定める継手効率の値に応じて放射線透過試験を行うこと。 この場合において、部分放射線透過試験の方法は、長手継手の20%以上の長さ(ただし、最小300mmとすること)及び長手継手と交差する周継手の部分について試験を行うこと。</p> <p>(d) 外径が300mm以上の一類管(常用最大圧力が2.9MPa以上又は常用最高温度が400 を超えるものは、その溶接継手について、放射線透過試験を行うこと)</p> <p>(e) <u>ガスタービンの重要部分は材質に応じて放射線試験、超音波探傷試験、磁気探傷試験、液体浸透探傷試験等いずれかの非破壊試験を行うこと(溶接構造に使用する鋳鋼品又は鍛鋼品の溶接部を含む)【NK 鋼船規則 D 編 4.2.1-2 参照】</u> (2) 及び(3) 略</p>

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
材 料		<p>(5) <u>ガスタービンの重要部分に用いる材料は低サイクル疲労及び高サイクル疲労を考慮した適当な材質のものとしなければならない。</u> 【航空法施行規則附属書第一通達第 部 第 2 章 2-3 参照】</p> <p>(6) (以下頂ずれ)</p>	
溶 接	<p>第 5 条 機関の溶接継手部は、溶接母材の種類に応じ、適正な溶接法及び溶接材料により溶接されたものでなければならない。</p> <p>2 機関の溶接継手部は、当該溶接継手部の受ける応力に耐えることができる形式及び形状のものでなければならない。</p> <p>3 機関の溶接継手部は、適正な応力除去がなされたものでなければならない。</p> <p>4 ボイラ、圧力容器、管その他十分な強度を必要とする機関の溶接継手部は、船舶構造規則（平成 10 年運輸省令第十六号）第 6 条第 1 項の試験に合格した溶接工その他管海官庁が適当と認める技りようを有する溶接工によって溶接されたものでなければならない。</p>	<p>5.0(a) 第 1 項から第 3 項までの規定は、船舶の推進に関係のある機関、ボイラ、圧力容器、管及び管継手(機械構造物であって、内圧及び過大な荷重を受けないもの並びに 2 類管(液体化学薬品ばら積船の液体化学薬品に係る管を除く)を除く)以外の機関には使用しない。</p> <p>5.1(a) 「適正な溶接法及び溶接材料」については、附属書[3]「溶接の基準」によること。</p> <p>5.2(a) 「形式及び形状」については、附属書[3]「溶接の基準」によること。</p> <p>5.3(a) 「適正な応力」については、附属書[3]「溶接の基準」によること。</p> <p>5.4(a) 「その他十分な強度を必要とする機関」とは、管継手、機械構造物、動力伝達装置等をいう。</p> <p>(b) 「その他管海官庁が適当と認める技りようを有する溶接工」とは、次に掲げる者をいう。</p> <p>(1) 日本海事協会が発行する溶接工技量証明書を有する溶接工</p> <p>(2) 次に掲げる溶接工の技りように関する試験の方法等を定める告示に規定する M 2 種 V 級 A の技りようを有する溶接工と同等の技能を有すると認められる者</p>	<p>B編 1.4.3 工事中の検査</p> <p>-2. 溶接工事</p> <p>(1) 第 1 種ボイラ、圧力容器(第 3 種圧力容器を除く)又は機関の重要部分に用いる材料等(原動機、動力伝達装置及び軸系に用いるものに限る)に係る溶接工事を行う場合は、附属書 C-3 に定めるところにより溶接法承認試験を行うこと。</p> <p>(2) 第 1 種ボイラ又は圧力容器(第 3 種圧力容器を除く)は、附属書 C-3 に定めるところにより溶接施工試験を行うこと。</p> <p>(3) 溶接工事は、設計図面どおりのビード、ピッチ、脚長を有する工事がなされていること及び割れ、アンダーカット、ブローホール等の有害な欠陥のないことを検査する。</p>

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
溶接		(i) 電気事業法(昭和39年法律第170号)第46条第2項第1号の規定に基づく資源エネルギー庁長官通達(昭和50年8月21日付け50資庁9683号「溶接の方法について」)による溶接士であつて次に掲げる技能のうちのいずれかに該当する技能を有する者(溶接方法の区別がAである者に限る) (イ) w-1又はw-2の試験材でそれぞれfv, fvo, fvh又はfvohの姿勢で行つた技能 (ロ) w-3又はw-4の試験材で、r又はeの姿勢で行つた技能 (ii) ボイラ及び圧力容器安全規則(昭和34年2月24日号外労働省令第3号)第93条に規定する特別ボイラ溶接士又は普通ボイラ溶接士であつて、現に所属する事業場において過去1年以内に免許又は免許の更新を受けた者	
構造等	第6条 機関は、振動等による過大な応力が発生することのない適正な構造を有するものであり、かつ、その使用目的に応じ、適正な強度を有するものでなければならない。 2 機関は、その使用目的に応じ、適正な工作が施されたものでなければならない。 3 船舶の推進のための動力を伝達する軸、軸継手及び歯車は、溶接による修理が行われていないものでなければならない。	6.0(a) 本条の規定は、船舶の推進に係る機関、ボイラ、圧力容器及び管装置以外の機関には適用しない。 6.1(a) 適正な構造及び強度については、附属書[4]「構造等の基準」又は附属書[10]「小型ボイラ等の基準」によること。 6.2(a) 適正な工作については、附属書[4]「構造等の基準」によること。	B編 1.4.3 工事中の検査 -1. 検査の時期 工事中の検査は、次の掲げる時期に行うこと。 (1) 主機、主要な補助機関(原動機にあつては、連続最大出力が100kW以上のものに限る)動力伝達装置(推進軸系に動力を伝達するもの、所要動力が100kW以上の発電機(非常用発電機を除く)に動力を伝達するもの及び第2種補機に動力を伝達するものに限る)

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
構造等		<p>(附属書[4]構造等の基準)</p> <p>4. ガスタービン</p> <p>ガスタービンの構造、強度等については、資料を添えて、海事局検査測度課長まで伺い出ること。</p> <p>(1) <u>ガスタービンは、各部の熱膨張によってタービン本体に有害な変形が生じない構造としなければならない。【NK 鋼船規則 D 編 4.2.2-2 参照】</u></p> <p>(2) <u>ガスタービンは、熱膨張による過度の拘束を避けて据え付けなければならない。【NK 鋼船規則 D 編 4.2.2-5 参照】</u></p> <p>(3) <u>ガスタービンは、運転中にタービン又は圧縮機の動翼が脱落した場合であっても、周囲の人員及び機器に危険をおよぼすことのない構造及び配置としなければならない。【NK 鋼船規則 D 編 4.2.2-6 及び航空法施行規則附属書第一通達第 部 2-6-1 参照】</u></p>	<p>又は推進軸系</p> <p>(a) 長さ30m 以上の船舶に備え付ける機関の重要部分(ボルトを除く)を荒削りしたとき、又は仕上がり状態で磁気探傷検査その他の探傷検査を行うとき。ただし、推進軸系の減速装置にあっては、仕上がり状態に限る。</p> <p>(b) 機関の重要部分であって、焼ばめ、圧入、溶接等の工事を行うものは、当該工事前の仕上げを行ったとき。</p> <p>(d) 上記(a)～(c)以外の機関の重要部分を仕上げたとき。ただし、解放検査の時期に検査を行うことができるものは、その時期として差し支えない。</p> <p>(e) その他、必要と認めるとき。</p> <p>B 編 1.4.4 圧力試験</p> <p>機関及び機関の部品であって圧力を受ける部分は、附属書 C-4 に定めるところにより圧力試験を行うこと。</p> <p>【附属書 C-4】</p> <p>4.1.1 原動機</p> <p>-3 ガスタービン</p> <p>ガスタービンの車室は、計画最大圧力の1.5 倍の圧力で水圧試験を行うこと。</p> <p>4.1.2 ボイラ及び圧力容器</p> <p>4.1.3 補機及び管装置</p>
軸の振動	<p>第7条</p> <p>機関の軸は、その使用回転数の範囲内において著し</p>	<p>7.0(a) 本条の規定は、船舶の推進に係のある機関</p>	<p>B 編 1.4.5 釣合い試験</p>

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
軸の振動	いねじり振動その他の有害な振動が生じないように適当な措置が講じられたものでなければならない。	以外の機関には適用しない (b) 軸系のねじり振動については、附属書[4]「構造等の基準」によること。	-1. 蒸気タービンのタービンローター、ガスタビンの回転部及び排気タービン過給機のタービンローターは、動的釣合い試験を行うこと。
軸心の調整	第8条 船舶の推進のための動力を伝達する軸の軸心は、軸の折損、軸受の破損その他の故障が生じないように調整されたものでなければならない。	8.0(a) 軸心の調整については、附属書[4]「構造等の基準」によること。	
防熱措置等	第9条 機関の高温部分は、火災の発生を防止し、又は取扱者に対する危険を防止するための防熱措置その他の適当な措置が講じられたものでなければならない。 2 機関は、騒音ができる限り発生しない構造のものであり、かつ、騒音ができる限り発生しないように据え付けられたものでなければならない。 3 人の健康に障害を与えるおそれのあるガス又は火災を発生するおそれのあるガスを発生し、又は移送する機関は、これらのガスが漏れない構造のものであり、かつ、通風の良好な場所に設けられたものでなければならない。 4 機関は、漏油のおそれのある箇所に油受を備え付けたものでなければならない。 5 前項の油受は、漏油をドレンタンクに導くことができるように配管されたものでなければならない。ただし、漏油量の少ない箇所に備え付ける油受であつて適当な排油装置を備え付けたものにつ	9.1(a) 「高温部分」とは、通常人が触れて火傷を起こすおそれのある部分をいう。 (b) 高温部分の防護については、附属書[4]「構造等基準」によること。 (c) 附属書[4]8(2)及び(3)の規定は、次に掲げる内燃機関には適用しない。 (1) 略 (2) 略 9.2(a) 騒音については、設備規程第115条の24によること。 115-24.2 機関区域内の騒音値については、 (a) 次に掲げる値を標準とする。この場合において、騒音計測方法はJIS F 0904「機関部の騒音レベル測定法」によるものとし、(1)及び(2)に掲げる騒音値は、JIS F0904に規定する機関室代表騒音レベルとする。まこの場合の「連続して配員する場合」とは機関区域無人化船及び機	

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
防熱措置等	<p>いては、この限りでない。</p> <p>6 機関は、ドレンが滞留するおそれのある箇所にドレン抜装置を備え付けたものでなければならない。</p>	<p>関区域に機関制御室(当該機関制御室の騒音値については、75dB(A)以下)を有する船舶の当該機関区域に配員する場合以外の場合をいう。</p> <p>(1) 機関区域(連続して配員する場合) 90dB(A)</p> <p>(2) 機関区域((1)に掲げる場所以外の場合) 110dB(A)</p> <p>(3) 機関制御室 75dB(A)</p> <p>(4) 工場 85dB(A)</p> <p>(5) その他の作業区域 90dB(A)</p> <p>9.3(a) 「通風の良好な場所」には、機械通風のある場所だけでなく、機械通風のない場所であっても機械通風のある場所程度の自然通風が可能な場所を含む。</p> <p>9.4(a) 本項の規定は、船体の一部を形成しない燃料油タンクであつて容量1kl以下のものについては適用しない。</p> <p>(b) 油受を備え付ける場所は、弁、コック又はこれらの取付け部等漏油のおそれのある部分のみとして差し支えない。</p> <p>(c) 引火点61以下の燃料油タンク(船体の一部を形成しないものに限る)及びこし器の油受は、金網で覆われたものであること。</p> <p>9.5(a) 「適当な排油装置」とは、油受けの下部に取り付けるドレンコック等であつて通常の巡視により油の回収が可能なものをいう。</p> <p>9.6(a) 「ドレン抜装置」については、附属書[5]「ドレン抜装置」によること。</p>	

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
燃料油常用タンク	<p>第9条の2 船舶の推進に係りのある機関は、使用する燃料油の種類ごとに2以上の燃料油常用タンクを備え付けなければならない。</p> <p>2 前項の燃料油常用タンクは、そのうちの1の燃料油常用タンクから燃料を供給することができなくなつた場合においても、船舶の推進に係りのある機関に対し十分に燃料を供給することができるものでなければならない。</p>	<p>9-2.1(a) 略</p> <p>9-2.2(a) 「十分に燃料を供給する」とは、すべての主機の連続最大出力における燃料消費量並びにすべての主要な補助機関、すべての主ボイラ及びすべての主要な補助ボイラの通常航行中の燃料消費量で8時間以上運転できるよう燃料油を供給することをいう。</p> <p>(b) 1の燃料油常用タンクから2以上の主機等に燃料を供給することとしても差し支えない。この場合においても当該燃料油常用タンクは(a)の基準に適合するものであること。</p> <p>(c) 次に掲げる要件に適合する船舶にあっては、当該船舶に設ける燃料油タンクを燃料油常用タンクとみなして差し支えない。</p> <p>(1) ガソリン、軽油又はA重油のみを使用する船舶であること。</p> <p>(2) すべての主機の連続最大出力における燃料消費量並びにすべての主要な補助機関、すべての主ボイラ及びすべての主要な補助ボイラの通常航行中の燃料消費量で8時間以上運転できるよう燃料油を供給できる燃料油タンクを2以上設けていること。</p> <p>(3) (2)に掲げる燃料油タンクの空気管に海水及び雨水が当該タンクに混入しない措置が講じられているもの。</p> <p>(4) すべての主機等にドレン等の不純物を取り除いた燃料油を常に供給することができるものであること。</p>	

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
故障時のための措置	<p>第10条 船舶の推進に係る機関は、当該機関に故障が生じた場合においても船舶の推進力を保持し、又は速やかに回復する措置ができる限り講じられたものでなければならない。</p> <p>2 船舶の推進に係る機関は、手動によつても始動することができるものでなければならない。</p>	<p>10.0(a) 「船舶の推進に係る機関」とは、附属書[1]「用語の定義」に掲げるものをいう。以下同じ。</p> <p>10.1(a) 開放が容易で、かつ、直ちに修復できるよう予備品及び工具類が備え付けられている場合は、措置が講じられているものとみなす。</p> <p>(b) 省略</p> <p>10.2(a) 本項の規定は、外洋航行船(限定近海貨物船を除く)以外の船舶には、適用しない。</p> <p>(b) デッドシップ状態となつた場合においても、手動で1の装置を始動することにより連鎖的に他の装置を起動させ、最終的に主機又は主ボイラ及び主発電機が運転状態にはいることができるための措置が講じられている船舶については、当該機関の始動は手動で行つたものとみなす。この場合において、この操作は、船内に設備された装置のみを用いて行うことができること。</p>	
	<p>第11条 機関は、管海官庁の指示する範囲の動揺状態又は傾斜状態において作動することができるものでなければならない。</p>	<p>11.0(a) 本条の規定は、船舶の推進に係る機関(荷役装置及び冷蔵設備を除く)及び非常発電機を駆動する原動機以外の機関には適用しない。</p> <p>(b) 「管海官庁が指示する範囲」とは、次に掲げる範囲をいう。</p> <p>(1) (2)に掲げる機関以外のものにあつては、次に掲げる範囲</p> <p>(i) 15°のヒール</p> <p>(ii) 22.5°のローリング</p>	

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
動揺状態等における作動		<ul style="list-style-type: none"> (iii) 7.5°のピッチング (iv) 7.5°のピッチングと15°のヒールの組み合わせ (v) 7.5°のピッチングと22.5°のローリングの組み合わせ (2) 非常発電機を駆動する原動機にあつては、次に掲げる範囲 <ul style="list-style-type: none"> (i) 22.5°のヒール (ii) 10°のトリム (iii) 10°のトリムと22.5°のヒールの組み合わせ (c) 「作動する」とは、各部に損傷を起こすことなく、引き続き運転が持続され、かつ、潤滑油、内容物等が過度に漏れないことをいう。 (d) 十分な実績を有する機関(本条の規定に適合することが確認された機関と同系の機関であつてその設計の延長上にあるものを含む)については、本条に規定する状態における作動の確認を省略して差し支えない。 (e) 本条の規定に適合することが図面により確認できる機関については、本条に規定する状態における作動の確認を省略して差し支えない。 	
操作等	<p>第12条 機関は、その操作、保守及び検査が容易に、かつ、確実にできるものでなければならない。</p>	<p>12.0(a) 操作、保守及び検査については、附属書[6]「操作等の基準」によること。</p>	

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
始動装置	<p>第30条 ガスタービンの始動装置は、始動時において、異常な燃焼その他の障害が生じないものでなければならない。</p> <p>2 電気により始動するガスタービンであつて主機として用いるものの始動装置は、予備の蓄電池を備え付けたものでなければならない。</p>	<p>第4節 ガスタービン (A) (略) (B) <u>本節の規定に適合しない装置については、必要な事項に関する資料を添えて、海事局検査測度課長まで伺い出ること。</u></p> <p>30.1(a) <u>ガスタービンを始動又は停止する場合、燃料装置、潤滑油装置、冷却装置は適当なインターロックを設けるか、又は次に掲げる事項を考慮したうえで予定の順序に従って作動するように設計すること。</u></p> <p>(1) <u>始動前及び停止後には潤滑油ポンプを運転すること。ただし、ころがり軸受形式で潤滑油ポンプが主機駆動の場合にはこの限りでない。</u></p> <p>(2) <u>点火前に十分な空気により燃焼室を換気すること。</u></p> <p>(3) <u>燃料弁“開”は点火用火花に先行しないこと。</u></p> <p>(4) <u>各バーナーの点火時間(主燃料弁が開いてから点火に失敗して閉じるまでの時間)は所定の時間を超えないこと。なお、所定時間内に始動しなかつた場合には、始動操作を停止すること。</u></p> <p>(5) <u>点火に際し、燃焼室へは燃料が過多に供給されないこと。</u></p> <p>(6) <u>燃料遮断後、異常燃焼又は点火に支障をきたすおそれのないように、燃料遮断弁とバーナーノズルとの間のドレン弁を開くなど適当な処置を講じること</u></p>	

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
		<p>(7) <u>始動機は、ガス発生機の自立運転が可能になつた場合、同発生機から切り離すこと。</u> 【NK 鋼船規則 D 編 D4.4.3 参照】 30.2 (a) 予備の蓄電池については、附属書[7]「始動装置の基準」によること。</p> <p>(附属書[7]始動装置の基準) 2 始動用蓄電池 始動に蓄電池を必要とする主機である内燃機関又はガスタービンの始動装置については、次に掲げるところによる。</p> <p>(1) 再充電することなく連続始動できなければならない回数(予備の蓄電池によるものを含む)については、1(1)の規定を準用する。</p> <p>(2) 予備の蓄電池は、通常使用する蓄電池と独立したものであり、かつ、その容量は、通常使用する蓄電池の容量と均整のとれたものであること。</p>	
点火装置	<p>第 31 条 ガスタービンの点火装置は、一の点火系統が故障した場合においても、点火できるものでなければならない。</p>	<p>31.0(a) <u>電気点火装置のケーブルは、絶縁が良好であり、かつ、損傷を受けるおそれのないように敷設しなければならない。</u> 【NK 鋼船規則 D 編 4.4.4-2 参照】 (b) <u>点火のための配電機器は防爆型とするか又は閉閉しなければならない。また、点火装置のコイルは爆発のおそれのある場所に設けてはならない。</u></p>	<p>B 編 1.6.1 防爆型の電気機器 防爆型の電気機器を承認するときは、JIS F 8009「船用防爆電気機器一般通則」又は JIS C 0903「一般用電気機器の防爆構造通則」等当該機</p>

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
点火装置		【NK 鋼船規則 D 編 4.4.4-3 参照】	器に関する JIS 規格にもとづき爆発試験、引火試験等の試験を行い、それら規格に適合していることを確認すること。ただし、附属書 A-1 に掲げる公的機関が認定又は承認したものは、確認のための前記爆発試験、引火試験等を省略して差し支えない。 承認後の検査の方法は、水圧試験(耐圧防爆型のものに限る)及び完成品について構造検査を行うこと。 なお、次の1.6.4 及び1.6.5 に該当するものは、それぞれの試験を行うこと。
潤滑油装置	第 32 条 主機として用いるガスタービンであつて専ら独立動力ポンプにより潤滑油が供給されるもの(重力タンクを經由して潤滑油が供給されるものを除く)は、当該独立動力ポンプが停止した場合において、引き続き当該ガスタービンに適当な量の潤滑油を自動的に供給することができる非常用潤滑油供給装置を備え付けたものでなければならない。	32.0 (a) 「適当な量の潤滑油」とは、当該ガスタービンの保安に必要な量の潤滑油をいう。 (b) 主機直結の潤滑油供給ポンプが備え付けられている場合は、非常用潤滑油供給装置が備え付けられているものとみなす。 (c) <u>主機として用いるガスタービンの潤滑油装置には、自動温度制御装置を備えなければならない。</u> 【NK 鋼船規則 D 編 4.4.6-2 参照】 (d) <u>適当な位置に潤滑油を採取するための弁を設けなければならない。</u> 【NK 鋼船規則 D 編 4.4.6-3 参照】	
	第 33 条 ガスタービンは、次に掲げる場合に警報を発する装置を備え付けたものでなければならない。	33.1&2 (a) 警報その他の装置については、附属書 [9] 「安全装置の基準」によること。	

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
	<p>船舶機関規則</p> <p>一 潤滑油供給圧力が低下した場合（強制潤滑方式のガスタービンに限る）</p> <p>二 燃料油供給圧力が低下した場合</p> <p>三 ガスの温度が異常に上昇した場合</p> <p>四 異常な振動が生じた場合</p> <p>2 ガスタービンは、次に掲げる場合に自動的に燃料の供給を遮断し、かつ、警報を発する装置を備え付けたものでなければならない。</p> <p>一 回転速度が異常に上昇した場合</p> <p>二 潤滑油供給圧力が異常に低下した場合（強制潤滑方式のガスタービンに限る）</p> <p>三 自動始動に失敗した場合（自動始動装置を備えるガスタービンに限る）</p> <p>四 火炎が消失した場合</p> <p>五 異常な振動が生じた場合</p> <p>3 主機として用いるガスタービンに備え付ける前項の装置は、一時的にその機能を停止することができるものとする。</p>	<p>33.1 (a) <u>第2項の規定により遮断装置が要求されるものについては、遮断装置が作動する前に警報を発する装置を備え付けたものでなければならない。（第1号、第3号及び第4号を除く）</u></p> <p>(b) <u>主機として用いるガスタービンには第1項の規定に加え、次に掲げる場合に警報を発する装置を備え付けたものでなければならない。</u></p> <p>(1) <u>潤滑油こし器の出入口間の差圧が上昇した場合</u></p> <p>(2) <u>潤滑油入口温度が上昇した場合</u></p> <p>(3) <u>冷却媒体の温度が上昇した場合（中間冷却方式を採用した場合に限る）</u></p> <p>(4) <u>軸受温度又は潤滑油出口温度が上昇した場合</u></p> <p>(5) <u>圧縮機の入口圧力が異常低下した場合</u> 【NK 鋼船規則 D 編 4.3.3-2 参照】</p> <p>33.2 (a) 調速機及び過速度防止装置については、附属書[8]「調速機及び過速度防止装置」によること。</p> <p>(b) <u>主機として用いるガスタービンには、第2項の規定に加え、次の場合に自動的に燃料の供給を遮断し、かつ、警報を発する装置を備え付けたものでなければならない。</u></p> <p>(1) <u>各ロータの軸方向の異常変位が生じた場合（ころがり軸受を採用する場合を除く。なお、スラスト軸受の異常摩耗を検出することにより、上記異常変位の検出に代えて差し支えない）</u></p>	<p>船舶検査の方法</p>

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
		<p>(2) <u>ガスの温度が異常に上昇した場合</u></p> <p>(3) <u>減速歯車装置の潤滑油圧力が低下した場合</u></p> <p>(4) <u>圧縮機の入口圧力が異常低下した場合</u> <u>(ただし、自動的に作動するバイパスドア等により入口圧力の異常低下を防止できる装置を有している場合には省略して差し支えない)</u></p> <p>【NK 鋼船規則 D 編 4.3.2-3 参照】</p> <p>33.3 (a) 本項の措置を講じる場合は、当該機能が作動している旨を明確に表示できるものとする。</p> <p>(附属書[9]安全装置の基準)</p> <p>1 警報 警報は特記のある場合を除き可視可聴のものであること。この場合において、可聴警報及び可視警報は、第 96 条第 4 号二の規定に適合するものであること。</p> <p>3 <u>ガスタービン</u></p> <p>(1) <u>防音圏内の消火装置</u> <u>ガスタービンのガス発生機及び高圧油管が防音圏内によって閉鎖されている場合には、内部に適当な火災探知装置及び消火装置を備えなければならない。</u></p> <p>【NK 鋼船規則 D 編 4.3.4 参照】</p> <p>(2) <u>吸気管装置は以下に掲げる要件に適合するものでなければならない。</u> <u>() 有害な物質及び水分が圧縮機へ進入することを最小限に抑えるように措置された構造で</u></p>	

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
		<p><u>あること。</u></p> <p>() <u>吸気中の塩分により生じる障害を最小限に抑える措置が講じられていること。</u></p> <p>() <u>必要に応じて、吸気口の氷結を防ぐ措置が講じられていること。</u></p> <p>【NK 鋼船規則 D 編 4.4.1 参照】</p> <p>(3) <u>排気管装置は以下に掲げる要件に適合するものでなければならない。</u></p> <p>() <u>排気管の開口端は、排気が吸気側に侵入しないような適当な位置に配置すること。</u></p> <p>() <u>ガスタービンからの排気の余熱を利用するボイラ又は熱交換器については、船舶機関規則第 5 章の規定にもよらなければならない。</u></p> <p>【NK 鋼船規則 D 編 4.4.2 参照】</p> <p>(4) <u>燃料油装置は以下に掲げる要件に適合するものでなければならない。</u></p> <p>() <u>燃料中の固形分による燃料マニホールド及び燃料ノズルのつまり及び塩分等の腐食性物質によるタービン翼等の腐食に対して適切な措置が講じられていること。</u></p> <p>() <u>通常の運転操作において、排ガス温度があらかじめ定められた範囲内にあるように、バーナーへの燃料供給量を調整できるものであること。</u></p> <p>() <u>燃料供給量の調整が可能なすべての運転操作範囲において、安定した火炎を確保できるものであること。</u></p>	

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
安全装置		<p>() 負荷の急速な変動に際し、ガス発生機を停止させないように、タービンの最低回転数を確保できるものであること。 【NK 鋼船規則 D 編 4.4.5 参照】</p> <p>4 ボイラ 以下項ずれ</p> <p>(附属書[8]調速機及び過速度防止装置)</p> <p>1 調速機</p> <p>(3) 主機として用いるガスタービンについては、制御用調速機の代わりに過速度調速機としても差し支えない。</p> <p>(4) <u>ガスタービンには 2 の過速度防止装置とは独立した機能を有する調速機を備え付けなければならない。当該調速機は、タービンの負荷が除去されたときに過速度防止装置が作動することなく、速度を制御できるものでなければならない。</u> 【NK 鋼船規則 D 編 4.3.1-2 参照】</p> <p>(4) 発電機を駆動する機関には、設備規程に定める性能を有する調速機が備え付けられていること。</p> <p>(5) <u>発電機を駆動する機関には、次に掲げる性能を有する調速機を備えなければならない。</u></p> <p>() 調速特性</p> <p>(1) <u>主発電機用原動機の調速特性は、次によらなければならない。</u></p> <p>1) <u>原則として発電機の定格負荷を急激に遮断したとき、瞬時速度変動が定格速度の 10%以下であること。</u></p> <p>2) <u>原則として発電機の定格負荷の 50%を</u></p>	

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
		<p><u>急激に加え、速度が整定した後残りの50%をさらに急激に加えたとき、瞬時速度変動が定格速度の10%以下であること。また、最終整定速度の1%以内に回復するまでの時間が5秒を超えないこと。</u></p> <p>3) <u>無負荷から定格負荷までのすべての負荷において、整定速度変動は定格速度の±5%以内であること。</u></p> <p>(ロ) <u>非常発電機を駆動する原動機の調速特性は、次によらなければならない。</u></p> <p>1) <u>非常時に給電される負荷の合計に相当する負荷を急激に加えた場合及び遮断した場合、それぞれ(イ) 1) 及び 2) に規定する速度変動を超えないこと。</u></p> <p>2) <u>無負荷から非常時に給電される負荷の合計に相当する負荷までの負荷において、(イ) 3) に規定する整定速度変動を超えないこと。</u></p> <p>【NK 鋼船規則D 編4.3.1-3 及び H 編2.4.2-1 及び-2 参照】</p> <p>(6) 略((5) より頂ずれ)</p> <p>2 過速度防止装置</p> <p>(4) <u>ガスタービンに備え付ける過速度防止装置は、回転数が連続最大回転数の115%を超えないように調整されたものであること。</u></p>	
	<p>第34条 主機として用いるガスタービンは、一時的な給電の停止により停止した場合に、再給電されることにより直ちに再始動することができる状態となるものでなければならない</p>	<p>34.0 (a) 再始動は、自動的に始動するものでなくて差し支えない。</p>	

船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法									
<p>(備品) 第101条 船舶には、当該船舶に備え付ける機関の種類、用途及び数量に応じ、当該機関の保守及び船舶内において行う軽微な修理に必要な予備の部品、測定器具及び工具を機関室内又は船舶内の適当な場所に備え付けなければならない。</p> <p>【船舶安全法施行規則】 (定期検査) 第24条 定期検査を受ける場合の準備は、次に掲げる準備並びに海上試運転及び復原性試験の準備とする。</p> <p>一 略 二 機関にあつては次に掲げる準備</p>	<p>(附属書[14]備品) 1 船舶の推進に係りのある機関には、次に掲げる予備の部品が備え付けられていること。 (1)～(3) 略 (4) <u>主機及び主要な補助機関として用いるガスタービンにあつては、こし器等の消耗しやすい部品</u> <u>その他管海官庁が必要と認めるもの</u> (5) 以下項ずれ 2 1(1)から(6)までに掲げる機関以外の機関の予備の部品については、資料を添えて、海事局検査測度課長まで伺い出ること。 3 船舶には、表6に掲げる測定器具及び工具が備え付けられていること。</p> <p style="text-align: center;">表6 測定器具及び工具</p> <table border="1" data-bbox="853 778 1462 1002"> <thead> <tr> <th>測定器具及び工具の種類</th> <th>航行区域</th> <th>適用</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(略)</td> <td>(略)</td> <td>(略)</td> </tr> <tr> <td>機関の保守、整備及び修理に必要な測定器具及び工具</td> <td>一式</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	測定器具及び工具の種類	航行区域	適用	(略)	(略)	(略)	機関の保守、整備及び修理に必要な測定器具及び工具	一式		<p>B編 1.4.7 陸上試運転 主機、主要な補助機関、動力伝達装置等は、次に定めるところにより陸上試運転を行うこと。</p> <p>-1. 主機及び主要な補助機関 (3) ガスタービン <u>ガスタービンの陸上試運転の方法は、検査測度課長の承認を得ること。</u></p>
測定器具及び工具の種類	航行区域	適用									
(略)	(略)	(略)									
機関の保守、整備及び修理に必要な測定器具及び工具	一式										

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
	<p>イ (略)</p> <p>ロ 材料試験、溶接施工試験、釣合い試験、歯当たり試験、すり合わせ試験、蒸気試験及び陸上試験の準備(初めて検査を受ける場合に限る)(以下略) friends 821</p>		<p>(a) <u>新型ガスタービンであって附属書C-5-2の適用を受けるものは、同附属書に定める陸上試験を行うこと。</u></p> <p>(b) (a) 以外のガスタービンは JIS B 8041 2000 又は ISO 2314 若しくはこれと同等の試験方法によって行うこと。</p> <p>B 編 1.4.8 解放検査等</p> <p>施行規則第 24 条第 2 号及び第 3 号(それぞれ第 30 条第 2 項に係るものを除く)並びに第 30 条第 1 項の規定により準備された状態で解放検査及び現状検査を行うこと。</p> <p><u>ただし、ガスタービンについては、解放検査に代えて、ボアスコープによる内部の現状検査とすることができる。</u></p> <p>なお、工事中その他の時期にこれらの検査に準ずる検査を行ったものについては、この限りでない。</p> <p>{附属書 C-5-2 新型ガスタービンの陸上試験}</p> <p>5-2.1 適用範囲</p> <p>5-2.1.1 本項は、<u>同一の事業場で製造される同型機関であって、最初に主機若しくは電気推進装置を有する船舶の推進用発電機を駆動する原動機として船舶に搭載されるもの(以下「新型ガスタービン」という)の陸上試験方法について規定する。</u></p> <p>5-2.2 定義</p> <p><u>本項における用語の定義は次の各号に定めるところによる。</u></p>

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
			<p>5-2.2.1 「圧力比」とは、<u>圧縮機出口圧力(p2)と大気圧力(p1)の比(p2/p1)をいう。</u></p> <p>5-2.2.2 「タービン入口温度」は、<u>各社の定義に従ってタービン一段静翼入口温度(燃焼器出口温度)、タービン一段動翼入口温度あるいはパワータービン入口温度等を、設計上「タービン入口温度」と同様に使用している場合には、その旨を明示したうえで使用して差し支えない。</u></p> <p>5-2.2.3 「機関の主要部分」とは、<u>機関の重要部分(圧縮機のディスク、ローター、ケーシング、静翼及び動翼、燃焼室、タービンのディスク、ローター、ケーシング、静翼及び動翼)をいう。</u></p> <p>5-2.2.4 「機関の主要諸元」とは、<u>ISOベース連続最大出力(吸気/排気ロスも定義すること)、連続最大回転数、圧力比、連続最大出力時におけるタービン入口温度(5-2.2.2に示す各社定義を許容するものとする)をいう。</u></p> <p>5-2.2.5 「同型機関」とは、<u>次のいずれをも満たすものをいう。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -1. <u>機関の主要部分の寸法(圧縮機及びタービンローター各段の最外径寸法等)及び形状が原則として、同一であること。</u> -2. <u>機関の主要部分の材料が同一又は同等以上のものであること。</u> -3. <u>燃料噴射方式が同一であること。</u> -4. <u>燃料の種類(液体、気体、液体+気体の別)が同一であること。</u>

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
			<p>-5. <u>機関の動作サイクル(単純サイクル、再生サイクル等)が同一であること。</u></p> <p>-6. <u>機関の主要諸元の差が5%以内であること。</u></p> <p>5-2.2.6 「<u>類似型機関</u>」とは、<u>同型機関以外の機関であって、次のいずれをも満たすものをいう。</u></p> <p>-1. <u>機関の主要部分の構造及び形状が同型機関と概ね相似であること。</u></p> <p>-2. <u>機関の主要諸元の差が同型機関のいずれも10%以内であること。</u></p> <p>-3. <u>5-2.2.5の -2. から-5. までに掲げる事項。</u></p> <p>5-2.3 <u>試験の種類</u> <u>試験の種類は性能試験及び耐久試験とし、各試験は次により行うこと。</u></p> <p>5-2.3.1 <u>性能試験</u> <u>JIS B 8041 2000又はISO 2314若しくはこれと同等の試験方法によって行うこと。</u></p> <p>5-2.3.2 <u>耐久試験</u></p> <p>-1. <u>一般</u></p> <p>(1) <u>ガスタービン</u>は以下の要件を満足する合計 150 時間の耐久試験を行わなければならない。</p> <p>(a) <u>製造者が規定し、管海官庁が承認した順序に従って行い、6 時間の耐久運転を 25 回行うこと。</u></p> <p>(b) <u>6 時間の耐久運転 25 回には、連続最大出力において 30 分の運転が 10 回含まれていること。</u></p> <p>(c) <u>6 時間の耐久運転 25 回には、連続</u></p>

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
			<p>最大出力において1時間30分の運転が1回含まれていること。</p> <p>-2. 始動</p> <p>(1) ガスタービンは以下の始動回数を満足する合計100回の始動試験を行わなければならない。</p> <p>(a) ガスタービン停止後2時間以上経過して行う始動 10回</p> <p>(b) 通常の始動を行う前にプレパージの間(プレパージ時間は製造者の設定した最小時間)一時停止させる不完全始動 10回</p> <p>(c) ガスタービン停止後15分以内に行う正規の再始動 10回</p> <p>(d) 残りの始動は150時間の耐久試験後に行って差し支えない。</p> <p>5-2.3.3 解放検査</p> <p>5-2.3.2の耐久試験終了後にガスタービンを解放し、機関の主要部分について検査する。</p> <p>5-2.4 耐久試験の省略</p> <p>次に掲げる場合は耐久試験の一部又は全部を省略することができる。</p> <p>5-2.4.1 本陸上試験に合格したガスタービン(5-2.3.2の耐久試験に合格したものと及び5-2.4.2により機関の主要部分の耐久性が確認されたものに限る。)の同型機関は耐久試験を省略して差し支えない。</p> <p>5-2.4.2 機関の主要部分の耐久性が次の方法により確認された場合は、検査測度課長の</p>

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
			<p>承認を得て、耐久試験を省略することができる。</p> <p>-1. <u>機関の主要部分に作用する機械的応力が応力解析又は実測値等により明らかであり、かつ、その応力値が材料の疲労限度に対し一定の安全率を有していること。</u></p> <p>-2. <u>機関の主要部分のうち機械的応力、熱応力、クリープ、リラクゼーション等が単独若しくは重畳して作用するものについて常温停止時と連続最大出力時との熱応力差に相当する応力による安全性が解析等により確認されたものであること。</u></p> <p>5-2.4. 3 <u>機関の主要部分の耐久性が上記5-2.4. 2の方法により確認されたガスタービンと同型又は類似のものであって、当該機関より連続最大出力が大きい機関が耐久試験に合格している場合には、耐久試験を省略することができる。</u></p> <p>5-2.4. 4 <u>同型機関が船舶の主機若しくは電気推進装置を有する船舶の推進用発電機を駆動する原動機として十分な実績があり、5-2.3.2の耐久試験と同等以上の耐久性を示す実運航データ等がある場合には、検査測度課長の承認を得て、耐久試験の一部又は全部を省略することができる。</u></p> <p>5-2.4. 5 <u>同型機関が船舶の主機若しくは電気推進装置を有する船舶の推進用電動機を駆動する原動機として使用されるガスタービン以外のガスタービンであっ</u></p>

	船舶機関規則	船舶機関規則心得	船舶検査の方法
			<p>て製造者としての実績が十分にあり、かつ、 <u>5-2.3.2 の耐久試験と同等以上の耐久性を示す運転試験データがある場合には、検査測度課長の承認を得て、耐久試験の一部又は全部を省略することができる。</u></p> <p><u>5-2.5 その他（報告）</u> <u>本試験方法により合格した新型ガスタービンについては、前任船舶検査官は、次の様式の報告書に試験成績書を添付して検査測度課長に報告すること。</u></p> <p>様式 <u>新型ガスタービン合格報告書</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>機関の製造者名：</u> 2. <u>製造工場名：</u> 3. <u>機関の型式：</u> 4. <u>連続最大出力：</u> 5. <u>連続最大回転数：</u> 6. <u>試験合格年月日：</u> <p>【船舶検査の方法C編 新型内燃機関の検査の方法及び航空法施行規則附属書第一通達第 部第6章6-5-2 参照】</p>

8 . 結言

船用ガスタービンの普及に対応することを目的に、製造時の設計及び試験に関する基準の改訂案文を作成するための調査研究を実施した。まず、ガスタービンに係る陸上・航空分野の規則、各国船級規則、過去に発生した不具合事例及び製造者における製品検査の実態等の調査を行った。具体的な基準案文の検討にあたっては、船級規則をベースとし、陸上・航空用ガスタービンの規則及び規格(JIS)、過去の設計承認及び検査の事例、発生した不具合事例及び製造者における製品検査の実態等を参考とした。その際、ディーゼル機関の基準との整合性、輸入品への適用可能性等を考慮した。

ガスタービンは、海外で実績を有する製品が輸入される場合も多く、国内初号機であっても必ずしも詳細な試験や検査を必要としない場合もある。また、複数機が同時に製造される場合が多く、個々のエンジンを詳細に検査するのではなく、認定事業場の制度を利用することが適当であると考えられる。さらに、精密機械であるガスタービンでは、たとえば、解放が必要な場合でも船上では実施せず代替機に換装して工場で行われる等、検査・整備の考え方や手法がディーゼル機関とは異なっている。検査基準の検討ではこうしたガスタービンの特徴を考慮したものとした。

検討の結果、第7章に記述したように、船用ガスタービンの設計基準及び検査の方法の案をまとめた。将来の検討課題としては、目標指向型新造船基準 (Goal-Based New Ship Construction Standards (GBS)) の考え方、すなわち性能要件の記述による基準の採用、及び量産が進んだ場合における型式承認制度の導入等があげられる。本調査研究における検討と、その成果である基準案が、今後の船用ガスタービンの普及、発展に寄与することを念願する

9 . 添 付 資 料

- 資料 1 目標指向型新造船基準 GOAL-Based new ship construction standards (GBS) MSC80/WP.8
- 資料 2 航空法施行規則附属書第一 第 7 章
- 資料 3 RR 第 51 回基準研究部会 高速船機関特殊基準に関する調査研究 (平成 12 年度報告書)

目標指向型新造船基準
Goal-Based new ship construction standards (GBS)
MSC80/WP.8

基本原則

1. 船舶が、その一生にわたって合致するよう要求される基準であって、幅広く、横断的にまたがる安全、環境及び保安に関する基準である。
2. 適用される要件に従い、船級協会、他の認定団体、主管庁及び IMO によって達成されるべき要件レベルである
3. 船舶の設計及び技術に関係なく、明確であって証明及び検証ができ、長きにわたって効力があって実施でき、かつ、達成可能なものである
4. 異なる解釈が生じないように、十分に規定されるものである。

第1階層（ゴール）

（全ての船種の新造船に対して適用する）

船舶は、その一生にわたり、非損傷時も規定された損傷時も、設定された運航条件と環境条件のもとで、適切に運航され、メンテナンスされる場合において、設計寿命の間、安全でかつ環境にやさしいように、設計され、建造されなければならない。

1. 「安全でかつ環境にやさしい」とは、浸水または水密性の喪失による崩壊も含む構造破壊によって引き起こされる、船舶の喪失または環境汚染のリスクを最小にするために、船舶は、適切な強度、健全性及び復原性を有していなければならない。
2. 「環境にやさしい」とは、解撤および再利用に際して、環境上、許容できる材料を使用して船舶を建造することを含む。
3. 「安全」とは、また、安全なアクセス、安全な脱出、安全な検査及び安全で適切なメンテナンスを行えるように、船体構造が配置されていることも含む。
4. 「規定された運航条件と環境条件」とは、船舶の一生にわたって運航される海域によって規定され、港、水路及び海上における貨物やバラストのオペレーションから生じる中間条件を含む条件を網羅する。
5. 「決められた設計寿命」とは、就航条件及び環境条件又は腐食環境に、船舶がさらされると想定する公称の期間であり、適切な船舶設計パラメータの選択に使用される。しかしながら、船舶の実際の就航寿命は、そのライフサイクルにわたる実際の就航状態とメンテナンス状態に依存して、より長くも短くもなり得る。

第2階層（機能要件）

（航行制限が無いオイルタンカーとバルクキャリアの新造船に対して適用）

設計

1．設計寿命

設計寿命は25年未満であってはならない。

2．環境条件

船舶は、北大西洋の長期波浪頻度ダイアグラムに基づいて、設計されなければならない。

3．構造強度

船舶は、適切な安全余裕をもって設計されなければならない。すなわち、

- ア．非損傷状態で、船舶の設計寿命の間予想される環境条件及びそれに対応した荷重条件、すなわち、船級協会指定に適應する、満載状態の均等積み、部分積み、多港積みバラスと航海条件及び荷役作業中の超過又は過負荷状態に対してネット寸法で耐えること；かつ、
- イ．荷重、構造モデリング、疲労、腐食、材料の不完全、建造作業エラー、座屈及び残存強度などのある一定の不確実を含んでいる全ての設計パラメータに対して適切であること。構造強度は、座屈、降伏及び疲労を含む、ただし、これらに限定はされない過度な変形や破損モードに対して評価されなければならない。最終強度計算は、船体の縦曲げと最終強度及び板と防撓材の最終強度を含めなければならない。船体構造部材は、区画の用途に合致したものであり、ある程度の構造の連続性を確保する設計でなければならない。船体の構造部材は、構造性を損なう積荷／荷揚げ装置による損傷を避けるために、計画されている全ての荷物の荷役の用に供することができるように設計されるべきである。

4．疲労寿命

設計疲労寿命は、船体の設計寿命未満としてはならず、2．「環境条件」に基づかなければならない。

5．残存強度

船舶は、衝突、座礁又は浸水などの規定された損傷状態において、波浪と内圧に耐える十分な強度を持つように設計されなければならない。残存強度計算では、永久的な変形と後座屈挙動を含む船体縦曲げの残存強度を考慮しなければならない。実際に予想されるシナリオが、できる限り合理的かつ実用的な観点から、検討されなければならない。

6．腐食の防止

腐食を防止するための手段は、構造強度の観点から要求されるネット寸法が、決められた設計寿命の間、維持されることを確実にするために適用されなければならない。追加手段として、これらに限定するものではないが、塗装、電極防食、impressed current system 等が含まれる。

ア．塗装寿命

塗装は、表面処理、塗装の選択、適用及びメンテナンスに関連する業界の規定に従って適用され、

維持されなければならない。塗装が要求される場所に対しては、設計塗装寿命が規定される。実際の塗装寿命は、船の実際の状態とメンテナンスに依存して、より長く又はより短くなり得る。塗装は、適用区画、材料の選択及び電極防食又は他の防食システムの適用などの機能のひとつとして選ばなければならない。

イ．腐食予備厚

腐食予備厚は、ネット寸法に付加され、規定された設計寿命に対して適切でなければならない。腐食予備厚は、水、貨物又は腐食雰囲気さらされる度合い、そして、構造が、塗装、電極防食又は別の手段による防食システムによって護られているかどうかで、決められなければならない。設計腐食速度（mm / 年）は、就航経験又は加速試験によって得られる統計資料に基づいて評価されなければならない。実際の腐食速度は、船舶の実際の状態とメンテナンスに依存して、速いかもしれないし、遅いかもしれない。

7．構造の冗長性

船舶は、いかなるひとつの構造部材の局部損傷も、他の構造要素が引き続き瞬時に崩壊して、船体構造健全性喪失・水密性喪失などに至ることが無いように冗長性をもって設計され、建造されなければならない。

8．水密性と風雨密性の健全性

船舶は、意図された就航に対して適切な水密性と風雨密性を有し、関連する船体開口部の装置が適切な強度と冗長性を有するように設計されなければならない。

9．設計の透明性

船舶は、知的財産権への適切な配慮のもと、建造時点での新造船の安全性を確認するための必要事項にアクセスでき、信頼性が高く管理可能であり、かつ、透明性をもった手順に従って設計されなければならない。

建造

10．建造手順の品質

船舶は、知的財産権を適切に配慮しながら管理され、透明性のある生産品質基準を満足するように建造されなければならない。船舶の建造品質管理手順は、材料、製造、調整、組み立て、接合、溶接手順、表面処理、塗装の特定を含むが、項目はこれらに限定されるものではない。

11. 検査

検査計画は、船種と設計を考慮して、船の建造段階のために作成されなければならない。検査計画は、当該船舶が船級協会の規則と GBS にしたがって建造されていることを確認するための一連の要件を含まなければならない。また、検査計画は、その一生にわたる検査において特別な配慮を必要とする場所を特定しなければならない。

就航中

12. メンテナンス

船舶は、メンテナンスを容易にするように設計及び建造されなければならない。特に、適切なメンテナンス行動を妨げる狭すぎるスペースを作らないように、設計及び建造されなければならない。

13. 構造のアクセス可能性

船舶は、概観検査、詳細検査及び板厚計測を容易にするために、すべての内部構造にアクセスできる適切な交通手段を提供するように、設計、建造及び装備されなければならない。

航空法関係

施行規則附属書第一 第7章

(航空機及び装備品の安全性を確保するための強度、構造及び性能についての基準)

第7章 発 動 機

7-1 一 般

7-1-1 推進動力源として航空機に装備する発動機は、予想される運用状態において、有効かつ確実に機能を果たすことを合理的に保証するように設計し、製作したものでなければならない。

7-2 試 験

7-2-1 7-1-1の保証は、次の試験によって証明されたものでなければならない。

- a 性能試験 発動機の出力特性又は推力特性を決定するための試験
- b 運転試験 起動、緩速、加速、振動、超過回転その他についての運転特性が適正であり、かつ、デトネーション、サージングその他有害な事態の際に、当該発動機が十分な余裕を有することを証明するための試験
- c 耐久試験 発動機の耐久性及び信頼性を証明するための試験
- d その他必要な試験

第 VII 部

発 動 機

第1章 一 般

1-1 適 用

この部の規定は、発動機に適用する。

1-2 一 般

⑰ 発動機は、この部の規定に適合することを証明しなければならない。

⑱ 1-2 A 耐空性を継続するための指示書

申請者は、附録Aに従って適切な「耐空性を継続するための指示書」を作成しなければならない。

1-3 発動機の航空機への装備及び運用に関する指示書

申請者は、発動機の航空機への装備及び運用に関する指示書を作成し、当局及び発動機の引渡し時に所有者となる者に、それぞれ提出できるようにしておかなければならない。この指示書には、少なくとも次の事項を含んでいなければならない。

⑲ 1-3-1 装備指示書

1-3-1-1 発動機取付金具の位置、発動機を航空機に装備する方法並びに発動機取付金具及びその支持構造部材の最大許容荷重

1-3-1-2 発動機補機、管、電線、索、ダクト及びカウリングが取り付けられる発動機接続部の位置及びこれらについての説明

1-3-1-3 全体の寸法を含む発動機の概要図面

1-3-2 運用指示書

1-3-2-1 運用限界

1-3-2-2 出力定格又は推力定格及び標準大気状態からのずれがある場合に、これを補正する方法

1-3-2-3 通常の大気状態及び限界的な大気状態において次の運用をする際に推奨される方法

a 始動

b 地上での運用

c 飛行中の運用

1-4 発動機の定格及び運転限界

1-4-1 発動機の定格及び運転限界は、この項で規定する運転状態及び事項に係る定格及び運転限界並びに発動機の安全な運転に必要なその他の事項を含まなければならない。

1-4-2 1 ピストン発動機については、次の事項に関して、定格及び運転限界を決定しなければならない。

1-4-2-1 次の定格に対する臨界高度及び海面上における馬力又はトルク、回転数、吸気圧力及び時間

a 連続最大出力定格（無過給での運用又は必要に応じ各過給方式での運用に対するもの）

b 離陸出力定格（無過給での運用又は必要に応じて各過給方式での運用に対するもの）

1-4-2-2 燃料の等級又は規格

1-4-2-3 滑油の等級又は規格

1-4-2-4 次に規定するものの温度

a シリンダー

b 滑油入口における滑油

c タービン過給機のタービン入口におけるガス

1-4-2-5 次に規定するものの圧力

a 燃料入口における燃料

b 主滑油通路における滑油

1-4-2-6 補機駆動トルク及び取付モーメント

1-4-2-7 構成部品の使用寿命

1-4-2-8 タービン過給機のタービンの回転数

1-4-3 タービン発動機については、次の事項に関して定格及び運転限界を決定しなければならない。

1-4-3-1 次の定格に対する馬力、トルク又は推力並びに回転数、ガス温度及び時間

a 連続最大出力定格又は連続最大推力定格（推力増加をした場合のもの）

b 連続最大出力定格又は連続最大推力定格（推力増加をしない場合のもの）

c 離陸出力定格又は離陸推力定格（推力増加をした場合のもの）

- ①⑦ d 離陸出力定格又は離陸推力定格 (推力増加をしない場合のもの)
- ③② e 1 発動機不作動時の30分間出力定格
- f 1 発動機不作動時の2分30秒間出力定格
- g 1 発動機不作動時の連続出力定格
- ③⑥ h 1 発動機不作動時の2分間出力定格
- i 1 発動機不作動時の30秒間出力定格
- j 補助動力装置 (APU) モードでの運転定格
- ①⑦ 1-4-3-2 燃料の名称又は規格
- 1-4-3-3 滑油の等級又は規格
- 1-4-3-4 油圧作動油の規格
- 1-4-3-5 次に規定するものの温度
- ③② a 申請者が規定した位置における滑油
- b 超音速航空機用発動機の定常状態での運転における空気取り入れ面の吸入空気 (過渡的状态において許容される超過温度及び時間を含む。)
- c 超音速航空機用発動機の油圧作動油
- ③② d 申請者が規定した位置における燃料
- e 申請者が指定した場合の発動機の外部表面
- 1-4-3-6 次に規定するものの圧力
- a 燃料入口における燃料
- ③② b 申請者が規定した位置における滑油
- c 超音速航空機用発動機の定常状態での運転における空気取り入れ面の吸入空気 (過渡的状态において許容される超過圧力及び時間を含む。)
- d 油圧作動油
- 1-4-3-7 補機駆動トルク及び取付モーメント
- 1-4-3-8 構成部品の使用寿命
- 1-4-3-9 燃料のろ過の方式
- 1-4-3-10 滑油のろ過の方式
- 1-4-3-11 空気抽出の方式
- 1-4-3-12 ロータ・ディスク及びスペーサに対して承認された起動停止の応力サイクル数
- 1-4-3-13 発動機空気取入口における空気の乱れ。
- 1-4-3-14 過渡的状态におけるロータ軸の超過回転速度及び超過回転速度の

⑰ 発生回数

1-4-3-15 過渡的状态における超過ガス温度及び超過ガス温度の発生回数

⑱ 1-4-3-16 超音速航空機に使用される発動機について、発動機ローターの風車状態での回転数

⑰ 1-5 発動機の出力定格及び推力定格の選定

1-5-1 申請者は、発動機の出力定格及び推力定格を選定しなければならない。

1-5-2 選定された定格は、同型式の全発動機にこの定格を決定するのに使用される条件の下で発生すると予想される最小の出力又は推力に対するものでなければならない。

第2章 設計及び構造：一般

2-1 適 用

この章はピストン及びタービン発動機に対する一般的な設計及び構造上の要件について規定する。

2-2 (予備)

2-3 起動-停止の繰り返し応力 (低周波疲労)

破損した場合に航空機に危険を生じさせることのある各構成部品 (ディスク、スパーサー、ハブ、コンプレッサー・シャフト、タービン・シャフト等) について、起動-停止の最大許容応力サイクル数を規定する運用限界を定めなければならない。起動-停止の応力サイクルは、飛行サイクル・プロファイル又はこれと同等の発動機使用例より成るものであって、発動機の始動、最大出力定格又は最大推力定格までの加速、減速及び停止を含むものであること。各ローターの構成部品は、温度の安定に関係なしに、同じ応力を受けるものと認められる場合を除き、各サイクルにおいて、発動機の最大出力定格又は最大推力定格での運転中及び発動機を停止した後、安定した温度に達していなければならない。

2-4 材 料

発動機に使用する材料の適切性及び耐久性は、次の規定に適合しなければならない。

2-4-1 経験又は試験に基づいて決定しなければならない。

2-4-2 設計時に設定した強度その他の特性を保証すると認められる規格に適合しなければならない。

2-5 火災防止

2-5-1 発動機の設計、構造及び使用する材料は、火災の発生及び伝播の可能性を最少にするものでなければならない。さらに、タービン発動機の設計及び構造は、構造の故障、過熱又はその他の危険な状態に至る内部火災の発生の可能性を最少にするものでなければならない。

2-5-2 2-5-3、2-5-4及び2-5-5に規定する場合を除き、可燃性流体を通す外部配管、継手及びその他の構成部品は、第2種耐火性材料以上の耐火性を有する材料で製作しなければならない。構成部品は、漏れた可燃性流体が発火するのを防止するように、保護されるか又は配置されていなければならない。

② 2-5-3 発動機の一部であって発動機に装備される可燃性流体のタンク及びその支持構造部材は、火災により第1種耐火性材料で製作していない部分に損傷が生じたとき可燃性流体の漏れを生じないものでなければ、第1種耐火性材料で製作するか又は第1種耐火性材料の覆いで覆わなければならない。ただし、容積が23.7ℓ(25クオート)未満のインテグラル滑油サンプを有するピストン発動機にあつては、滑油サンプは第1種耐火性材料で製作するか又は第1種耐火性材料の覆いで覆う必要はない。

2-5-4 超音速航空機用タービン発動機にあつては、可燃性流体を通すか又は貯蔵する外部の構成部品は、第1種耐火性材料で製作しなければならない。

2-5-5 可燃性流体が不必要に蓄積するのを防止するため、排出口及びガス抜きを設けなければならない。

2-6 耐久 性

② 2-6-1 発動機の設計及び構造は、オーバーホールを実施する間隔の間において、発動機が安全でない状態に至ることを最少にするものでなければならない。コンプレッサー及びタービンのケーシングは、ローターの羽根が破損しても、ケーシングの外部に損傷を及ぼすことのないように設計しなければならない。コンプレッサー及びタービンのケーシングの外部に損傷を及ぼすローターの羽根の破損により生じる破片のエネルギーの値及びその軌跡を規定しなければならない。

2-6-2 発動機の一部として設計されるプロペラ・ブレード・ピッチ制御系統の構成部品は、第Ⅷ部3-6Aに規定する要件に適合しなければならない。

2-7 発動機の冷却

発動機は予想されるすべての運用状態において、十分な冷却を行なうことができるように設計し及び製作しなければならない。

2-8 発動機取付部及びその構造

② 2-8-1 発動機取付装置及びそれに関連する支持構造について、最大許容制限荷

㊟ 重及び最大許容終極荷重を規定しなければならない。

2-8-2 発動機取付装置及びそれに関連する支持構造は、次の荷重に耐えることができるものでなければならない。

2-8-2-1 残留変形を生じることなく規定された制限荷重に対して

2-8-2-2 破損することなく規定された終極荷重に対して。ただし、残留変形は生じてよい。

2-9 補機取付装置

発動機は、補助駆動装置及びその取付装置に負荷がかかった状態で正常に作動しなければならない。発動機の各補機駆動装置及びその取付装置は、発動機内部の汚れ又は発動機内部からの容認できない量の漏れを防止するためにシールするための装置を有するものでなければならない。外部駆動装置のスプラインのための潤滑を必要としているか又は発動機の滑油と結合させる駆動装置及びその取付装置は、容認できない量の滑油の喪失を防止し、かつ、駆動装置接合部を覆う室の内部に外部から汚れが入らないようにシールするための装置を有するものでなければならない。発動機は、発動機の運用に必要な補機の試験、調整又は取り外しができるように設計しなければならない。

2-10 タービン、コンプレッサー、ファン及びタービン過給機のローター

2-10-1 タービン、コンプレッサー、ファン及びタービン過給機のローターは、2-10-3に規定する試験条件において十分耐えることができる強度を有しなければならない。

2-10-2 発動機の操作装置、系統及び計器の設計及び機能は、タービン、コンプレッサー、ファン及びタービン過給機のローターの構造の健全性に影響を及ぼす発動機の運転限界を運用中に超えることがないように、十分な信頼性を有するものでなければならない。

2-10-3 発動機又はタービン過給機のインテグラル・ドラム・ローター及び遠心式コンプレッサーを含む各タービン、コンプレッサー及びファンにおいて、解析又は他の適当と認められる方法により最も厳しい応力が作用すると決定されたローター部品（ブレードを除く。）は、次の条件において5分間の運転を行わなければならない。

2-10-3-1 最高運用温度（2-10-3-2、dに規定する場合を除く。）の状

態

- 2-10-3-2 次に規定する回転速度のうち、最大の回転速度の状態
- a ブレード又はブレードの重量に相当するダミーを使用して試験設備で試験する場合は、最大許容回転速度の120%の回転速度
 - b 発動機を用いて試験する場合は、最大許容回転速度の115%の回転速度
 - c 特別な燃焼装置から供給される高温ガスによりタービン過給機を駆動して試験する場合は最大許容回転速度の115%の回転速度
 - d 最大運用温度及び最大許容回転速度のときに生じる応力と等しい応力が常温において生じる回転速度の120%の回転速度
 - e 発動機の代表的な装備のうち、最も重大な影響を及ぼす構成部品又はシステムの故障により生じる最大の回転速度の105%の回転速度
 - f 定例的な飛行前点検又は通常の飛行運用において、通常検知されない構成部品又はシステムの故障と組み合せて故障が発生する発動機の代表的な装備の構成部品又はシステムの故障により生じる最大回転速度
- 上記の試験を終了した各ローターは、過回転状態に対して承認された寸度限界以内でなければならず、かつ、亀裂があってはならない。

2-10A 電気式及び電子式発動機制御系統

電気式及び電子式手段によって通常作動するすべての制御系統は、次に掲げる2-10A-1から2-10A-5までの規定に適合しなければならない。

- 2-10A-1 制御系統の概要、通常運用時及び故障時の双方の状態で作動される利用可能出力又は推力の割合（パーセント）、並びに他の制御機能による制御の範囲を、1-3に規定する指示書に記載しなければならない。
- 2-10A-2 機体から供給される電力又はデータに故障があった場合であっても、出力若しくは推力に許容できない変化が生じたり、発動機の安全な運転の継続が妨げられたりすることがないように設計し、かつ、製作しなければならない。
- 2-10A-3 制御系統の電気部品若しくは電子部品の単一の故障若しくは不具合又は発生する可能性のある不具合の組合せにより、危険な状態に陥ることのないように設計し、かつ、製作しなければならない。
- 2-10A-4 雷撃により生ずる過渡的な状態を含む環境限界を、1-3に規定する指示書に記載しなければならない。

- ③ 2-10A-5 すべての関連するソフトウェアは、許容できない出力若しくは推力の喪失又はその他の危険な状態を引き起こすようなエラーを防止するように設計され、かつ作成されなければならない。ソフトウェアの設計及び作成に用いる手法は、承認されたものでなければならない。

⑦ 2-11 計器との接続部

- 2-11-1 航空機の耐空性に係る規定により要求されるか又は発動機をその運転限界に従って運転するのに必要な動力装置計器との接続部は、誤った計器に接続できないように設計されている場合を除き、対応する計器を明確にする標識をつけなければならない。
- 2-11-2 ターボジェット発動機には、ローター系統のアンバランスを指示する指示系統用の計器との接続部を設けなければならない。
- ③ 2-11-3 1発動機不作動時の30秒間出力定格及び1発動機不作動時の2分間出力定格を申請した発動機は、次の機能を有する装置を設けなければならない。
- 2-11-3-1 発動機が、1発動機不作動時の30秒間出力及び1発動機不作動時の2分間出力のレベルにある時、当該レベルが始まった時及び間隔時間が満了した時操縦者に知らせるための警報を発すること。
- 2-11-3-2 発動機が各定格で運転されていることを明確な方法により決定すること。
- 2-11-3-3 各定格で使用したこと及び使用時間を自動的に記録すること。

第3章 設計及び構造：ピストン発動機

3-1 適 用

この章はピストン発動機に対する設計及び構造上の要求について規定する。

3-2 振 動

発動機は、そのクランク軸回転速度及び出力の正常な運用範囲にわたり、振動により発動機部品に過大な応力を生ずることなく、また、航空機構造部に過大な振動を伝えることなく機能を果たすように設計し及び製作しなければならない。

3-3 燃料系統及び吸気系統

3-3-1 発動機の燃料系統及び吸気系統は、予想される運用状態において、適正な燃料空気混合気をシリンダに供給することができるように設計し及び製作しなければならない。

3-3-2 発動機は、防除氷の方法を講ずることができるように設計し及び製作しなければならない。また、発動機の吸気通路は、着氷を起こすおそれができるだけ少ないように設計し及び製作しなければならない。

3-3-3 燃料内の異物に対し発動機の燃料系統を保護するために必要な燃料ろ過の方式及びろ過の性能を申告し、また、そのろ過装置を通過する異物が、燃料系統の機能を過度に損ずることのないことを立証しなければならない。

3-3-4 燃料空気混合気が通過する吸気系統内の通路には、航空機が正常の地上静止状態にあるとき、シリンダ液体閉塞を起こさないよう、たまった液体を自動的に排出する方法を講じなければならない。

② 3-3-5 発動機の一部として液体噴射装置を有している場合には、各液体（燃料を除く。）噴射系統及びその操作装置に関して、噴射される液体の流れが適切に制御できることを証明しなければならない。

3-4 点火系統

火花点火発動機は、各シリンダに対して2個以上の点火栓及び別個の電源を持つ2個の電気回路を備えた複式点火系統を装備するか、又は飛行中の信頼性が同等な点火系統を装備しなければならない。

3-5 滑油系統

- 3-5-1 発動機の滑油系統は、予想されるすべての運用状態において十分な機能を果たすように設計し、かつ、製作しなければならない。ウェットサンプ式発動機は、最大滑油量の半分の滑油が発動機内にある状態で、上記の規定に適合しなければならない。
- 3-5-2 発動機の滑油系統は、滑油の冷却装置を装備することができるように設計し、かつ、製作しなければならない。
- 3-5-3 発動機のクランクケースは、クランクケース内の過度の圧力から生ずる滑油の漏れを防ぐため、大気に通気しておかななければならない。

第4章 試験：ピストン発動機

4-1 適 用

この章は、ピストン発動機に対する試験について規定する。

⑩ 4-2 一 般

この章で要求される耐久試験の前には、発動機構成部品について発動機への取付けとは無関係に調整値及び機能特性を設定できる場合には、その調整値及び機能特性を設定し記録しておかなければならない。耐久試験の結果の検討に当たっては、予め設定し記録しておいた調整値及び機能特性を参しゃくするものとする。

4-3 振動試験

- ⑪ 4-3-1 発動機は緩速から申請した連続最大回転速度の110%又は申請した最大離陸回転速度の103%のうちいずれか高い回転速度までのクランク軸回転速度及び発動機出力にわたり、定常状態及び過度的状態において、クランク軸及びプロペラ軸又はその他の出力軸のねじり及び曲げ振動の特性を定めるため、振動調査を行わなければならない。この調査は、飛行機用発動機にあつては耐久試験に使用するプロペラと同型式のプロペラを、その他の発動機にあつては耐久試験に使用する負荷装置と同型式の負荷装置を使用して行わなければならない。
- ⑫ 4-3-2 クランク軸及びプロペラ軸又はその他の出力軸のねじり及び曲げ振動の応力は軸材料の耐久限界応力を超えてはならない。軸の最大応力が耐久限界より低いことを測定により証明できないときは、振動周波数及び振幅を測定し、振幅のピークにおいて生じる応力が耐久限界より低いことを証明しなければならない。この証明ができない場合には発動機を振幅のピークが生じる状態で運転し、鋼製軸にあつては10⁷回の繰り返し応力で疲労破壊を生じないことを、その他の軸にあつてはその材料の耐久限界応力以下で疲労破壊が生じないことを証明しなければならない。
- 4-3-3 各補機駆動継手及び取付部には、航空機側の用にのみ供される補機について申請者が規定した制限荷重をかけなければならない。
- ⑬ 4-3-4 4-3-1に規定する振動調査は、発動機が異常な状態においても安全に作動することを立証するため、振動に関して最も有害な影響を及ぼすシリンダーを点火していない状態においても行わなければならない。ただし、この場合には、

- ⑫ 発動機の回転速度範囲は、緩速から申請した最大離陸回転速度までとしてよく、又、4-3-2の規定は適用しなくてもよい。

⑬ 4-4 較正試験

4-4-1 発動機は、その出力特性及び4-6に規定する耐久試験の条件を定めるために必要な較正試験を行わなければならない。較正試験の結果は、発動機のクランク軸回転速度、吸気圧力、燃料空気比及び高度の全運用範囲にわたる特性を決定する基礎としなければならない。また、出力定格は、発動機の機能に必ずな補機のみを取付け、標準大気状態に基づいて決定しなければならない。

4-4-2 耐久試験終了後耐久試験を実施した発動機の出力点検を海面上の大気状態に基づいて行い、耐久試験中に生じた出力特性の変化を決定しなければならない。この要件に適合することを証明する場合、耐久試験の最後に測定した結果を用いてもよい。

4-5 デトネーション試験

発動機が、その全運用状態を通じデトネーションを起こすことなく機能を果たすことができることを試験により立証しなければならない。

4-6 耐久試験

⑭ 4-6-1 一般

発動機は、その型式及び用途により4-6-2から4-6-5までに規定する運転のうち該当する系列の運転に基づき、4-6-5-1 cに規定されている場合を除いて、合計150時間の耐久試験を行わなければならない。運転の順序は、試験をする特定の発動機について適正なものでなければならない。耐久試験中の発動機の出力及びクランク軸回転速度は、規定値の±3%以内に保たなければならない。離陸出力定格での運転中及び連続最大出力定格での運転のうち35時間以上は、1個のシリンダー温度を限界温度以上に、その他のシリンダー温度を限界温度より27℃(50°F)以上低くない温度に、滑油入口温度を限界温度の±5.5℃(±10°F)以内に維持しなければならない。プロペラ軸を装備した発動機にあっては、耐久試験において4-6に規定された該当する運転条件のもとで、発動機が耐えるよう設計された最大軸荷重を発動機に生じるようなプロペラを装備しなければならない。各補機駆動継手及び取付部には負荷をかけなければならない。離陸出力定格及び連続最大出力定格

⑰ で運転中、航空機側の用にのみ供される補機には、発動機駆動継手又は取付部に対し申請者が規定した制限荷重をかけなければならない。

4-6-2 過給機を有しない発動機及びギア駆動1速過給機付発動機

過給機を有しない発動機及びギア駆動1速過給機付発動機は、次の運転を行わなければならない。

4-6-2-1 離陸出力定格及び回転速度における運転5分と最良経済巡航最大出力又は推奨巡航最大出力における運転5分とを交互に行なう30時間運転

4-6-2-2 連続最大出力定格及び回転速度における運転1時間30分と連続最大出力定格の75%及び連続最大回転速度の91%における運転30分とを交互に行なう20時間の運転

4-6-2-3 連続最大出力定格及び回転速度における運転1時間30分と連続最大出力定格の70%及び連続最大回転速度の89%における運転30分とを交互に行なう20時間の運転

4-6-2-4 連続最大出力定格及び回転速度における運転1時間30分と連続最大出力定格の65%及び連続最大回転速度の87%における運転30分とを交互に行なう20時間の運転

4-6-2-5 連続最大出力定格及び回転速度における運転1時間30分と連続最大出力定格の60%及び連続最大回転速度の84.5%における運転30分とを交互に行なう20時間の運転

4-6-2-6 連続最大出力定格及び回転速度における運転1時間30分と連続最大出力定格の50%及び連続最大回転速度の79.5%における運転30分とを交互に行なう20時間の運転

4-6-2-7 連続最大出力定格及び回転速度における運転2時間30分と最良経済巡航最大出力又は推奨巡航最大出力における運転2時間30分とを交互に行なう20時間の運転

4-6-3 ギア駆動2速過給機付発動機

2速過給機付発動機は、次の運転を行わなければならない。この運転において、高空試験装置を用いなくて、高増速比による運転を行なう場合には、臨界高度吸気圧又はその他の指定された吸気圧力で得られる出力で行なうものとし、燃料空気混合気は、デトネーションをおさえるに十分な濃さに調整してもよい。

4-6-3-1 低増速比で離陸出力定格及び回転速度における運転5分と、最良経済巡航最大出力又は推奨巡航最大出力における運転5分とを交互に行なう30時

間の運転、ただし、高増速比において離陸定格を申告する場合は、この30時間の運転のうち15時間は高増速比で離陸臨界高度吸気圧力で得られる出力及び離陸回転速度における運転5分と、高増速比連続最大出力の70%及び高増速比連続最大回転速度の89%における運転5分とを交互に行なうものとする。

4-6-3-2 低増速比で、連続最大出力定格及び回転速度における運転5時間と、連続最大出力定格の75%及び連続最大回転速度の91%における運転30分とを交互に行なう15時間の運転

4-6-3-3 低増速比で、連続最大出力定格及び回転速度における運転1時間と、連続最大出力定格の70%及び連続最大回転速度の89%における運転30分とを交互に行なう15時間の運転

4-6-3-4 高増速比で、連続最大出力定格及び回転速度における30時間の運転

4-6-3-5 過給機の各増速比における運転5分を交互に行なう5時間の運転。この場合において最初の5分は、高増速比における連続最大回転速度及び連続最大吸気圧力の90%で得られる出力において行ない、最後の低増速比における5分の運転は、回転速度を変えずに低増速比に変換することにより得られるものでなければならない。

4-6-3-6 低増速比で、連続最大出力定格及び回転速度における運転1時間と、連続最大出力定格の65%及び連続最大回転速度の87%における運転1時間とを交互に行なう10時間の運転

4-6-3-7 低増速比で、連続最大出力定格及び回転速度における運転1時間と、連続最大出力定格の90%及び連続最大回転速度の84.5%における運転1時間とを交互に行なう10時間の運転

4-6-3-8 低増速比で、連続最大出力定格及び回転速度における運転1時間と、連続最大出力定格の50%及び連続最大回転速度の79.5%における運転1時間とを交互に行なう10時間の運転

4-6-3-9 低増速比で、連続最大出力定格及び回転速度における運転2時間と、最良経済巡航最大出力及び回転速度又は推奨巡航最大出力における運転2時間とを交互に行なう10時間の運転

4-6-3-10 低増速比で、最良経済巡航最大出力及び回転速度又は推奨巡航最大出力及び回転速度における5時間の運転

4-6-4 回転翼航空機用発動機

回転翼航空機に使用する発動機は、第Ⅴ部の規定を満足するか又は次の運転を行わなければならない。

4-6-4-1 離陸出力定格及び回転速度における運転30分と、連続最大出力定格及び回転速度における運転30分とを交互に行なう35時間の運転

4-6-4-2 連続最大出力定格及び回転速度における運転2時間30分と、連続最大出力定格の70%及び連続最大回転速度における運転2時間30分とを交互に行なう25時間の運転

4-6-4-3 連続最大出力定格及び回転速度における運転2時間30分と、連続最大出力定格の70%及び連続最大回転速度の80~90%における運転2時間30分とを交互に行なう25時間の運転

4-6-4-4 連続最大出力定格の80%及び離陸回転速度における運転2時間30分と連続最大出力定格の80%及び連続最大回転速度の80~90%における運転2時間30分とを交互に行なう25時間の運転

4-6-4-5 連続最大出力定格の80%及び離陸回転速度における運転2時間30分と、連続最大出力定格及び連続最大回転速度の110%か又は離陸出力定格及び離陸回転速度の103%のうち、いずれか大きい回転速度における運転とを交互に行なう25時間の運転

4-6-4-6 連続最大出力定格の105%及び連続最大回転速度の105%又は連続最大出力の105%をこえてはならない場合には、標準海面上での気化器入口圧の105%における15時間の運転

⑦ 4-6-5 タービン過給機付発動機

タービン過給機付発動機は、次の運転を行わなければならない。ただし、高空試験装置を使用する場合は発動機及びタービン過給機に生じる荷重及び温度が実際の高度において運転した場合と同じであるか又はより過酷であることを証明しなければならない。

4-6-5-1 飛行機に使用する発動機は、次に規定する場合を除き、4-6-2に規定する運転を行わなければならない。

a 4-6-2-1に規定する運転は、すべて海面高度圧力で行わなければならない。

b 4-6-2-2から4-6-2-7までに規定される運転のうち、連続最大出力定格での運転は、臨界高度圧力で、その他の出力での運転は、高度2,400m(8,000フィート)の圧力で行わなければならない。

- ①⑦ c 150時間の耐久運転を行ったタービン過給機は、連続最大出力定格で運転中限界タービン入口ガス温度及び限界回転速度が50時間にわたり維持された場合を除き、連続最大出力定格に対する限界タービン入口ガス温度及び限界回転速度において50時間の追加台上運転を行わなければならない。
- 4-6-5-2 回転翼航空機に使用する発動機は、次に規定する場合を除き、4-6-4に規定する運転を行わなければならない。
- a 4-6-4-1に規定する運転は、すべて臨界高度圧力で行わなければならない。
- b 4-6-4-2及び4-6-4-3に規定する運転のうち、連続最大出力定格での運転は臨界高度圧力で、その他の出力での運転は高度 2,400m(8,000フィート)の圧力で行わなければならない。
- c 4-6-4-4に規定する運転は、すべて高度 2,400m(8,000フィート)の圧力で行わなければならない。
- d 4-6-4-5に規定する運転のうち、連続最大出力定格の80%での運転は高度 2,400m(8,000フィート)の圧力で、その他の出力での運転は臨界高度圧力で行わなければならない。
- e 4-6-4-6に規定する運転は、すべて臨界高度圧力で行わなければならない。
- f 150時間の耐久運転を行ったタービン過給機は、連続最大出力定格で運転中限界タービン入口ガス温度及び限界回転速度が50時間にわたり維持された場合を除き、連続最大出力定格に対する限界タービン入口ガス温度及び限界回転速度において50時間の追加台上運転を行わなければならない。

4-7 機能試験

逆火、起動、緩速、加速超過回転速度、プロペラの機能、点火機能その他発動機の運用特性を立証するのに必要と認められるすべての機能試験を行わなければならない。また、2速以上の過給機を有する発動機にあっては、低増速比から高増速比に切換えたとき、5秒以内に高増速比連続最大出力が得られることを立証する試験を行わなければならない。

4-8 発動機構成部分試験

4-8-1 4-6に規定する耐久試験において安全性を十分に立証することのでき

ない発動機に対しては、その構成部分がすべての通常予想される飛行及び大気状態において確実に機能を果たすことを立証する追加試験を行なわなければならない。

4-8-2 温度の制御が機体側の装備によって行なわれる発動機構成部分については、その機能、信頼性及び耐久性を保証するための温度限界を定めなければならない。

4-9 分解検査

耐久試験完了後に4-9-1の規定を実施し、その場合4-9-2及び4-9-3の規定に適合しなければならない。

4-9-1 発動機は総分解しなければならない。

4-9-2 発動機への取付けとは無関係に調整値及び機能特性を設定できる構成部品は、その調整値及び機能特性が試験開始前に設定し記録しておいた限界内に維持されていなければならない。

⑤⑩ 4-9-3 発動機の構成部品は、設計仕様に適合し、発動機に組み込まれた際1-2Aにより設定された事項に基づいてその後の使用に耐えることができるものでなければならない。

4-10 試験実施についての一般

4-10-1 試験を実施する際、振動、較正、デトネーション、耐久及び機能試験においては、構造及び設計の同一な別個の発動機を使用してもよい。

ただし、耐久試験に使用する発動機は耐久試験を開始する前に較正試験を行なわなければならない。

⑤⑩ 4-10-2 発動機は試験中1-2Aに従い規定される保守及び整備の説明書に従い、保守及び小修理を行ってよい。ただし、保守のひん度が著しく多い場合、発動機不具合による停止回数が著しく多い場合又は試験実施中若しくは分解検査の結果大修理若しくは部品交換が必要と認められる場合は、発動機又はその部品について必要と認められる追加試験を行わなければならない。

4-10-3 各試験を行なうため、適正な試験設備を備えなければならない。

第5章 設計及び構造：タービン発動機

5-1 適 用

この章は、タービン発動機に対する設計及び構造上の要求について規定する。

① 5-2 応力解析

タービン発動機は、応力解析を行い、発動機のロータ、スパーサー、及びロータ軸について設計上安全面からの余裕があることを証明しなければならない。

② 5-3 振 動

発動機は、その回転速度及び出力又は推力の運用範囲にわたり、振動により発動機部品に過大な応力を生じることなく、また、航空機構造部に過大な振動を伝えることなく機能を果たすように設計し及び製作しなければならない。

③ 5-4 サージング特性及び失速特性

発動機は、1-3-2に規定する運用説明書に従って運用する場合に起動、出力又は推力の変更、出力又は推力の増大、規定された入口空気の乱れ又は入口空気の温度によって、すべての運用範囲において、フレームアウト、構造の破損若しくは超過温度を生じ又は発動機の出力若しくは推力の回復を不可能とするおそれのあるようなサージング又は失速を起こしてはならない。

④ 5-5 抽出空気系統

発動機は、1-4-3-11に掲げる運転限界として設定された空気抽出状態までのすべての状態において、推力又は出力減少以外の有害な影響を発動機に及ぼすことなく抽出空気を供給できなければならない。発動機の防氷に使用される抽出空気が制御可能な場合は、発動機の防氷系統の作動を指示する装備のための装置を設けておかななければならない。

5-6 燃料系統

5-6-1 発動機は、申請者が規定した流量及び圧力で発動機に燃料が供給される場合に、第Ⅶ部に規定されたあらゆる運用状態において適切に作動しなければならない

- ⑫ ない。燃料管制装置の調整個所のうち、発動機に取付けられた状態では調整できない個所は、固定装置により固定され、かつ、封印されるか、又は通常手で触れることのできない状態にしておかなければならない。その他のすべての調整個所は容易に手で触れることができ、その機能が明らかである場合を除き、調整に伴う機能変化を標示しておかなければならない。
- ⑬ 5-6-2 発動機の燃料入口と、燃料管制装置入口又は発動機駆動式ポジティブ・ディスプレイメント型ポンプ入口のうちいずれか発動機燃料入口に近い入口との間に、燃料ろ過器又はフィルタを設けなければならない。この場合において、燃料ろ過器又はフィルタは次の規定に適合しなければならない。
- 5-6-2-1 燃料ろ過器又はフィルタは、排出及び清掃が容易にできる位置にあり、かつ、取り外しが容易なスクリーン又はエレメントを組み込んだものでなければならない。
- 5-6-2-2 燃料ろ過器又はフィルタは、沈でん物用のたまり及び排出口を設けなければならない。ただし、燃料ろ過器又はフィルタが排出の目的で容易に取り外せる場合には排出口を設けなくてもよい。
- ⑭ 5-6-2-3 ろ過器又はフィルタは、全ての荷重状態において連結管、入口継手及び出口継手に十分な強度余裕がある場合を除き、その重量が連結管、入口継手又は出口継手により支えられることがないように取り付けなければならない。
- 5-6-2-4 発動機の燃料系統を燃料中の異物から保護するために必要な燃料のろ過方式及び性能を設定しなければならない。又、次の事項を実証しなければならない。
- a 設定したろ過装置を通過する燃料中の異物は、発動機の燃料系統の機能を損なわないものであること。
- b 燃料系統は、あらかじめ 27℃(80°F)で水分を飽和させた燃料に 3.8ℓ(1 gal)あたり 0.75cc(0.025オンス)(1ℓあたり0.2cc)の水分を加え、さらに、この燃料を運用中に遭遇すると予想される着氷に関して最も苛酷な状態に冷却しても、その流量及び圧力の範囲内のすべての状態において継続した運転ができるものであること。ただし、この規定は、承認された燃料凍結防止添加剤の有効性を実証することにより、又は燃料系統中に、最も苛酷な状態において燃料ろ過器又はその入口の燃料の温度を 0℃(32°F)を超える値に維持する燃料予熱器を有していることを示すことによって証明してもよい。
- 5-6-2-5 運転中に遭遇すると予想される最大の粒子の大きさ及び密度を有

- ⑳ する異物を含む燃料を用いた場合にあっても、ろ過装置が、承認された限界内において発動機の継続運転を確実にする能力（発動機に設定された運用限界における能力）を有していることを実証しなければならない。当該試験における発動機の運転は、次の a 又は b に掲げるいずれかにおいて最初にフィルタの閉塞の徴候が現れたときから開始して適切と認められる時間の間行わなければならない。
- a 発動機計測装置
b 発動機燃料系統に組み込まれた付加装置
- ㉑ 5-6-2-6 燃料ろ過器又はフィルタのバイパスは、集まった汚濁物がバイパスの通路に入らないように適切に配置されており、かつ、集まった汚濁物の離散が最少となるように設計され、製作されていなければならない。
- ㉒ 5-6-3 発動機の一部として液体噴射装置を有している場合には、各液体（燃料を除く。）噴射系統及びその操作装置に関して、噴射される液体の流れが適切に制御できることを証明しなければならない。
- ㉓ 5-6-4 1 発動機不作動時の30秒間出力定格を申請した発動機は、1 発動機不作動時の30秒間出力を自動的に使用可能とし、かつ、自動的に制御を行うための装置が組み込まれていなければならない。

㉔ 5-7 吸気系統の着氷

- ㉕ すべての発動機は、防水系統を有する場合にはすべての防水系統を作動させた状態で、以下の規定に適合すること。
- ㉖ 5-7-1 第Ⅲ部附録Cに規定する連続最大着氷気象状態及び断続最大着氷気象状態において、発動機の運用に悪影響を及ぼすか又は過度な出力又は推力の損失を招く発動機構成部品への着氷を起こすことなく、すべての飛行出力状態（緩速を含む。）において運用できなければならない。
- ㉗ 5-7-2 タービン発動機は、 -9°C (15°F) から -1°C (30°F) の間で 1m^3 中に平均有効直径が 20μ 以上の水滴を 0.3g 以上含む大気中において発動機防水系統に使用される空気抽出が最も不利な状態で行なわれる場合においても、当該発動機に悪い影響を与えることなく地上において30分間緩速運転が可能であって、ひき続き瞬間的操作により離陸出力又は離陸推力で運転できるものであること。なお、30分間の緩速運転の途中で承認する方法により定期的に発動機の中程度の出力又は推力へ上昇させてもよい。

⑩ 5-8 点火系統

発動機は、地上及び飛行中における起動用の点火系統を装備しなければならない。電気式点火系統にあっては、2個以上の点火栓及び2個以上の独立した2次回路を有しなければならない。ただし、燃料燃焼式推力増大系統にあっては1個の点火栓を有すれば足りる。

5-9 滑油系統

5-9-1 一般 滑油系統は、航空機の運用が予想されるすべての飛行姿勢及び大気状態において、十分な機能を果たさなければならない。

③② 5-9-2 滑油ろ過器又はフィルタ すべての発動機滑油が通過する滑油ろ過器又はフィルタを設けなければならない。又、当該滑油ろ過器又はフィルタは次の規定に適合しなければならない。

⑩ 5-9-2-1 バイパスを有するろ過器又はフィルタは、ろ過器又はフィルタのエレメントが完全に閉塞しても滑油系統の他の部分に滑油が正常な流量で流れるように製作され、かつ、装備されていなければならない。

5-9-2-2 滑油内の異物に対し、発動機の滑油系統を保護するために必要な滑油ろ過の方式及び性能を設定しなければならない。申請者は、方式及び性能を設定したろ過器はフィルタを通過する異物は発動機滑油系統の機能を過度に損なわないことを実証しなければならない。

③② 5-9-2-3 滑油ろ過器又はフィルタは5-9-2-2で設定した粒子の大きさ及び密度に関する性能の範囲外の滑油を用いても、発動機の滑油系統の機能を損なうことがないような適切な能力（発動機について設定した運用限界について）であるように設計されていなくてはならない。

5-9-2-4 滑油ろ過器又はフィルタには、これらが滑油タンクの出口に装備される場合を除き、汚染が5-9-2-3に従って設定された能力に達する前に汚染を示すための装置を有しなければならない。

5-9-2-5 フィルタのバイパスは、集まった汚染物がバイパスの通路に入らないように適切に配置し、集まった汚染物の離散が最少となるように設計され、かつ、製作されていなければならない。

5-9-2-6 バイパスを有しないろ過器又はフィルタには、滑油タンク出口の又はスカベンジ・ポンプ用のろ過器又はフィルタを除き、汚染が5-9-2-3

- ㊟ で設定された能力に達する前に、スクリーンが汚染していることを操縦士に警告する警報装置に接続するための装置を有しなければならない。
- ㊟ 5-9-2-7 ろ過器又はフィルタは、滑油の排出及び清掃が容易にできる位置にななければならない。
- 5-9-3 滑油タンク
- 5-9-3-1 滑油タンクは、タンク容積の10%以上の余積を有しなければならない。
- 5-9-3-2 滑油タンクの余積は、不用意に満たされるおそれのないものでなければならない。
- 5-9-3-3 かなりの量の滑油がたまる可能性があるくぼみのある滑油タンク注入口には、排出口を設けるための手段を講じておかななければならない。
- 5-9-3-4 滑油タンクの注入口のキャップには、滑油シールをつけなければならない。
- ㊟ 5-9-3-5 各滑油タンクの注入口には、「滑油」という文字を標示しなければならない。
- ㊟ 5-9-3-6 滑油タンクは、余積の頂部から通気し、滑油タンクのガス抜きは氷結して配管を閉塞するような水蒸気がいかなる部分にも蓄積しないように配置しなければならない。
- 5-9-3-7 滑油系統を通る滑油の流れを妨げるおそれのある異物が、滑油タンク又は滑油タンク出口に入るのを防ぐ手段を講じておかななければならない。
- 5-9-3-8 滑油系統（滑油タンクの支持構造を含む。）の外部構成部品が第1種耐火性材料である場合を除き、滑油タンクの出口に閉止弁を設けなければならない。
- 5-9-3-9 非加圧式滑油タンクは、最大運用温度で 0.35kg/cm^2 (5lb/in^2) の内圧を受けた場合にも滑油のもれを生じてはならない。また加圧式滑油タンクは、最大運用温度で 0.35kg/cm^2 (5lb/in^2) にタンクの最大運用圧力を加えた圧力以上の内圧を受けた場合にも滑油のもれを生じてはならない。
- 5-9-3-10 もれた滑油又はこぼれた滑油がタンク及び発動機の他の部分との間に蓄積してはならない。
- ㊟ 5-9-3-11 滑油タンクには、滑油油量計又は当該計器のための装置を設けなければならない。
- 5-9-3-12 プロペラ・フェザー系統が発動機の滑油を利用するものである場

- 合には、次の規定に適合しなければならない。
- a 滑油タンク以外の滑油系統のいかなる部分が故障して滑油の供給が不足した場合にあっても、フェザーに必要な量の滑油がタンク内に残るような装置を有しなければならない。
 - b 滑油タンク内に残る滑油の量は、フェザー操作を行うのに十分な量であって、かつ、フェザー・ポンプのみに使用されるものでなければならない。
 - c 沈殿物又はその他の異物がプロペラ・フェザー系統の安全な運用に影響を与えるのを防ぐための装置を設けなければならない。
- 5-9-4 滑油排出口 滑油排出口は、滑油の排出を安全に行うことができるものであって、かつ、次に掲げる規定に適合しなければならない。
- 5-9-4-1 近接しやすい場所にあること。
 - 5-9-4-2 手動で又は自動的に閉位置にロックする方法を講じること。
- ⑦ 5-9-5 滑油冷却器 滑油冷却器は、破損することなく、第Ⅶ部で要求されるすべての試験中に受けるあらゆる振動、慣性力及び滑油圧力荷重に耐えることができるものでなければならない。

5-10 油圧作動系統

油圧作動系統は、予想されるすべての運用状態において適切に作動しなければならない。フィルタ又はスクリーンは、容易に保守ができる位置にあり、かつ、タンクは、5-9の規定に適合しなければならない。

5-11 出力又は推力の応答性

発動機は、次の加速ができるように設計され、かつ、製作されていなければならない。

- 5-11-1 異なった操作に要する追加的時間が承認された場合を除き、出力レバを最小位置から最大位置まで1秒以内に操作したとき、超過温度、サージング、失速又はその他の発動機に有害な影響を生ずることなく、航空機側に許容された最大の空気抽出及び出力抽出の状態、最小出力又は推力から離陸出力定格又は離陸推力定格までの加速
- 5-11-2 最小飛行緩速出力に対応するレバ位置が決定している場合はその位置から、決定されていない場合は使用し得る離陸出力定格又は離陸推力定格の15%以下から5秒以内に離陸出力定格又は離陸推力定格の95%までの加速。この出力又は推

- ① 力の5秒応答性は、発動機を運転するために必要な空気抽出及び補機用負荷のみを使用している安定した静的状態から開始しなければならない。なおこの離陸定格は、申請者が規定するもので、推力増大を含む必要はない。

5-11A 回転の継続

理由の如何を問わず飛行中発動機を停止した後も発動機の主回転系統が回転している場合で、かつ、回転の継続を停止する装置を装備していない場合、その後の飛行の全期間中及び発動機不作動時に発生すると考えられる飛行状態において回転の継続により5-1-2-1から5-12-3に規定する状態になってはならない。

5-12 安全性解析

発動機に発生することが予想される機能不良、単一若しくは複数の不具合又は不適切な運用があっても発動機に次の事態が生じないことを、解析により証明しなければならない。

- 5-12-1 火災
- ② 5-12-2 破裂（危険な破片が発動機のケーシングを貫通するもの）
- 5-12-3 2-8-1に規定する終極荷重よりも大きい荷重の発生
- ① 5-12-4 発動機を停止させる機能が失われること。

5-13 異物の吸込み

- ② 5-13-1 発動機は、5-13-5に規定する条件のもとで1.8kg(4lb)の鳥を吸込むことにより、次の事態を生じてはならない。
 - 5-13-1-1 火災
 - 5-13-1-2 破裂（危険な破片が発動機のケーシングを貫通し飛散するもの）
 - 5-13-1-3 2-8-1に規定する終極荷重よりも大きい荷重の発生
 - 5-13-1-4 発動機を停止させる機能が失われること
- 5-13-2 発動機は、5-13-5に規定する条件のもとで、85g(3oz)又は680g(1.5lb)の鳥を吸込むことにより、次の事態を生じてはならない。
 - 5-13-2-1 25%を超える継続的な出力又は推力の低下
 - 5-13-2-2 吸込み後5分以内に発動機を停止する必要があること
 - 5-13-2-3 起りえる危険な状態に至ること
- ③ 5-13-3 発動機は、5-13-5に規定する条件のもとで、氷を吸込ませたとき、

③⑩ 626-8

第Ⅶ部 発 動 機

- ③⑥ 継続的な出力又は推力の低下を生じてはならず、又、発動機を停止させることが必要であってはならない。
- ③⑦ 5-13-4 防護装置を有する発動機にあっては、次に掲げる事項に適合していることが示される場合は、5-13-5に規定する条件のもとでの異物の吸込みに関し、5-13の規定に適合することを実証する必要はない。
- 5-13-4-1 防護装置は、異物が通り抜けない寸法のものであること
- 5-13-4-2 防護装置は異物の衝撃に耐えること
- 5-13-4-3 防護装置にとらえられた単一又は複数の異物により5-13-2及び5-13-3に規定する出力又は推力の低下の値よりも大きな、かつ、継続的な出力又は推力の低下をまねく発動機の吸入空気の流れの阻害が生じないこと
- ③⑧ 5-13-5 5-13-1、5-13-2及び5-13-3の規定は、次の条件のもとで発動機試験により証明しなければならない。

異物の種類	試験数量	異物の速度	発動機の 運転状態	吸い込みの形態
鳥 85g (3oz)の 大きさ	空気取入口面積が323 cm ² (50in ²)ごとに(端数が323 cm ² (50in ²)未満のときも323 cm ² (50in ²)とみなす)1羽として最大16羽。	代表的な航空機のリフトオフ速度	離陸	群との遭遇を模擬して迅速に連続させ、かつ、選定した最も影響を受けやすい部分をねらう。
鳥 680g (1.5lb)の 大きさ	鳥が空気取入口に入り得る場合、取入口面積のはじめの1,936 cm ² (300 in ²)について1羽。これを超えて3,871 cm ² (600 in ²)ごとに(端数が3,871 cm ² (600 in ²)未満のときも3,871 cm ² (600 in ²)とみなす)1羽を追加し、最大8羽。	代表的な航空機の初期上昇速度	離陸	群との遭遇を模擬して迅速に連続させ、かつ、最も影響を受けやすい部分をねらう。
鳥 1.8kg (4lb)の 大きさ	鳥が空気取入口に入り得る場合は1羽。	発動機がインレット・ガイド・ベ	最大巡航	最も影響を受けやすい部分をねらう。

③			ーンを有している場合は、代表的な航空機の上昇速度		
			発動機がインレット・ガイド・ペーンを有しない場合は、代表的な航空機のリフトオフ速度	離陸	最も影響を受けやすい部分をねらう。
氷	防氷システムの作動が2分遅れることにより、代表的な取入口カウリング及び発動機前面に蓄積する最大の量。又は当該大きさの発動機に対して、重量又は厚さにおいてこの氷に相当する氷の板を1個	空気吸入速度	最大巡航	-3.9°C (25°F) における連続最大着氷気象状態を模擬する。	

注：本5—13項で用いる「空気取入口」とは、発動機の前面にある発動機の入口面をいう。これには、装着されるすべてのスピナー又はノーズ・コーンの面を含むものとする。

5—13A 雨及びひょうの吸込み

5—13A—1 すべての発動機

5—13A—1—1 発動機を連続最大出力で高度 4,500m (15,000ft) 迄において代表的な航空機の乱気流時の最大真対気速度で運転中に大きなひょう（比重0.8から0.9まで）を吸込んだとき、許容できない機械的破損又は許容できない出力又は推力の低下を生じてはならず、又、発動機を停止する必要があつてはならない。ひょうの半分は空気取り入れ口表面全体を無作為に、残りの半分は最も影響を受けやすい空気取り入れ口表面部分に吸い込ませること。ひょうとの遭遇を模擬し

③ て連続的に急速にひょうを吸い込ませること。ひょうの数量及び大きさは次の規定による。

a 空気取り入れ口面積が $645\text{cm}^2(100\text{in}^2)$ 以下の発動機については、直径 $2.54\text{cm}(1\text{in})$ のひょうを1個。

b 空気取り入れ口面積が $645\text{cm}^2(100\text{in}^2)$ を超える発動機については、 $968\text{cm}^2(150\text{in}^2)$ ごとに(端数が $968\text{cm}^2(150\text{in}^2)$ 未満のときも $968\text{cm}^2(150\text{in}^2)$ とみなす。)直径 $2.54\text{cm}(1\text{in})$ 及び直径 $5.08\text{cm}(2\text{in})$ のひょうを1個ずつ。

5-13A-1-2 5-13A-1-1の規定への適合することに加えて、かつ、5-13A-2に規定される場合を除いて、発動機が付録Bに規定する標準濃度に雨及びひょうに突然遭遇したとき、設定された運用範囲内において適切と認められる運転ができることを証明しなければならない。適切と認められる運転とは、3分間の連続した雨及び30秒間の連続したひょうを吸込んだ状態において、フレームアウト、停止、連続もしくは回復できないサージもしくは失速、又は、加速及び減速の機能の喪失を起こさないことをいう。吸込み試験終了後、発動機は容認できない破損、出力の低下又はその他発動機の異常がないことを証明しなければならない。

5-13A-2 回転翼航空機用発動機

回転翼航空機用タービン発動機にあっては、5-13A-1-2に規定する要件に代えて、発動機空気流について重量で少なくとも4%の雨が空気取入口面において均一な分布で含まれている間及びその後、適切と認められる運転ができることを証明しなければならない。適切と認められる運転とは、フレームアウト、停止、連続又は回復できないサージ又は失速、もしくは、加速及び減速の機能の喪失を起こさないことをいう。吸込み試験終了後、発動機は容認できない機械的破損、出力又は推力の低下又はその他発動機の異常がないことを証明しなければならない。雨の吸込みは、次の地上静止状態において行わなければならない。

5-13A-2-1 雨を吸込まない状態で、離陸出力において安定したとき、急激に雨を吸い込ませて離陸出力で3分間。その後、

5-13A-2-2 雨を吸込んだ状態で、緩速への急減速。その後、

5-13A-2-3 雨を吸込んだ状態で、飛行状態として承認された緩速で3分間。その後、

5-13A-2-4 雨を吸込んだ状態で、離陸出力への急加速。

5-13A-3 超音速航空機用発動機

㊦ 超音速航空機用発動機にあつては、5-13A-1-1及び5-13A-1-2に規定する要件に加えて、超音速巡航速度において3個のひょうを吸込ませなければならない。これらのひょうは、最も影響を受けやすい発動機前面部分をねらわなければならない。吸込み終了後、発動機は容認できない機械的破損又は容認できない出力又は推力の低下を生じてはならず、又、発動機を停止する必要があつてはならない。ひょうの大きさは、高度 10,500m(35,000ft)での直径を 2.54cm(1in)、高度 18,000m(60,000ft)での直径を 0.64cm(0.25in)とし、この間直径は直線的に変化するものとし、最も低い超音速巡航高度に対応した直径とする。より大きなひょうを使用して同等の運動エネルギーを与える場合は、亜音速速度で行つてもよい。

5-13A-4 防護装置を有する発動機にあつては、次に掲げる事項に適合していることが示される場合は、雨及びひょうの吸込み試験において5-13A-1、5-13A-2及び5-13A-3の規定に適合することの全部又は一部を実証する必要はない。

5-13A-4-1 防護装置は、雨及びひょうが通り抜けない寸法のものであること

5-13A-4-2 防護装置は雨及びひょうの衝撃に耐えること

5-13A-4-3 防護装置にとらえられた雨及びひょうにより5-13A-1、5-13A-2及び5-13A-3に規定する容認できない破損、出力又は推力の低下又はその他発動機の異常をまねく発動機の吸入空気の流れの障害が生じないこと

㊧ 5-14 燃料燃焼式推力増大装置

燃料燃焼式推力増大装置は、排気ノズルを含めて、次の規定に適合しなければならない。

5-14-1 燃料燃焼式推力増大装置の停止装置が装備されていること。

5-14-2 作動及び停止を繰り返し行うことが可能であること。

5-14-3 運用範囲内での制御が可能であること。

5-14-4 増大装置での燃焼が行われなくなり、又は不調になった場合に増大装置が発生していた推力以上の推力を発動機が失うようなことがないこと。

5-14-5 他の発動機操作装置と調和して機能し、かつ、発動機回転速度が増大装置の作動する最低回転速度以下に低下した場合、自動的に増大装置への燃料の供給を停止する操作装置を装備すること。

第6章 試験：タービン発動機

6-1 適 用

この章は、タービン発動機に対する試験及び検査について規定する。

6-2 一 般

- ①⑦ この章で要求される耐久試験の前には、発動機構成部品について発動機への取付けとは無関係に調整値及び機能特性を設定できる場合は、その調整値及び機能特性を設定し記録しておかなければならない。耐久試験の結果の検討に当たっては、予め設定し記録しておいた調整値及び機能特性を参しゃくするものとする。

6-3 振動試験

- ③⑥ 6-3-1 発動機は、機械的又は空力的に発生する振動を受ける発動機の構成部品の振動特性が申請した運用範囲にわたり許容されることを確認するため、振動について調査しなければならない。この調査は、経験、解析及び構成部品試験の適切な組み合わせに基づき、少なくともブレード、ベーン、ロータ・ディスク、スペーサ及びロータ軸について実施しなければならない。
- 6-3-2 6-3-1の調査は、2分間以上の定格の場合には許容される最大の物理的回転速度及び修正回転速度の最小回転速度から103%まで、並びにその他の場合には超過回転速度を含め許容される最大の物理的回転速度及び修正回転速度の100%まで、申請した運用範囲の大気状態の範囲における各回転系統について、発動機出力又は推力並びに物理的回転速度及び修正回転速度の両方について実施しなければならない。調査は、要求される物理的回転速度及び修正回転速度の最大において応力のピークとなる兆候がある場合は、最大応力値となるまで実施しなければならない。ただし、その速度の2%を超える必要はない。
- 6-3-3 評価は、次により行わなければならない。
- 6-3-3-1 可変ベーン角、圧縮機抽気、補機負荷への許容誤差を含みスケジュール変更を伴う運用を行った際の振動特性への影響、申請された最も厳しい入口空気流の乱れの模様、並びに排気ダクトにおいて最も厳しい条件
- 6-3-3-2 振動の影響を受けやすい系統にフラッターの発生又は誘発の可能性のある空力学的及び航空力学的要因

- ③6 6-3-4 6-3-5に規定する場合を除き、適切な定常応力と組み合わせるとき、6-3で決定される振動特性に関連した振動応力は、材料特性に許容される偏差値についての運用状態を考慮した後に、その材料の耐久限界以下でなければならない。応力余裕の適切性は、各部品毎に評価することにより立証しなければならない。運用条件又は運用範囲の制限が必要な場合は、運用及び装備限界として設定しなければならない。
- 6-3-5 故障状態（たとえば、バランスの範囲外、ステータ・ベーン通路の部分的な閉塞又は拡大、燃料ノズルの閉塞、圧縮機のスケジュールから外れた変化など）により励起された力による振動特性への影響は試験又は解析により、若しくは過去の経験を参考として評価しなければならない。また、危険な状態とならないことを証明しなければならない。
- 6-3-6 6-3への適合は、発動機の振動特性に影響を与える各装備形態に対し実証しなければならない。これら振動の影響を全般的に調査できない場合には、評価することができる方法及び適合性を証明することができる方法を実証し、1-3で規定される装備指示書に定義しなければならない。

①7 6-4 較正試験

- 6-4-1 発動機は、その出力特性及び6-5に規定する耐久試験の条件を定めるために必要な較正試験を行わなければならない。
- 較正試験の結果は、発動機の回転速度、圧力、温度及び高度の全運用範囲にわたる特性を決定する基礎としなければならない。
- 出力定格、航空機側への空気抽出を行わず、かつ、発動機の機能に必須な補機のみを取り付けた状態では、標準大気状態に基づいて決定しなければならない。
- 6-4-2 耐久試験終了後、耐久試験を実施した発動機の出力点検を海面上の条件で行い、耐久試験中に生じた出力特性の変化を決定しなければならない。本項の要件に適合することを証明するに当たっては、耐久試験の最後に測定した結果を用いてもよい。
- ③6 6-4-3 6-4-4に規定する場合を除き、本項の要件に適合することを証明するに当たっては、測定を行う前に各状態で安定させた状態で行わなければならない。
- 6-4-4 1発動機不作動時の30秒間出力定格及び1発動機不作動時の2分間出力定格を申請した発動機は、これらの1発動機不作動時の定格に対し本項の要件に適

- ③⑥ 合することを証明するために6-5-6-1から6-5-6-8までに規定された耐久試験中に測定した結果を用いてもよい。

6-5 耐久試験

- ③② 6-5-1 一般 発動機は、当該型式及び用途により、6-5-2から6-5-7に規定するもののうち該当する一連の運転で構成されている合計150時間の耐久試験を行わなければならない。6-5-2、6-5-3、6-5-4、6-5-5又は6-5-7の規定により実施する発動機は、必要とされる150時間の耐久運転において、規定された試験の順序による6時間の耐久運転を25回行わなければならない。
- ③⑥ ③② 1発動機不作動時の30秒間出力定格及び1発動機不作動時の2分間出力定格を申請した発動機は、6-5-6に規定する追加試験を行わなければならない。試験には次の規定を適用するものとする。
- ③⑦ 6-5-1-1 運転の順序は試験を実施する当該発動機について適切なものでなければならない。
- 6-5-1-2 発動機の一部として発動機自動制御装置が装備されている場合は、自動制御装置を通常手動操作によりオーバーライドする運転又は手動操作が特定の試験運転に対して規定されている運転を除き、自動制御装置を使用して発動機を操作しなければならない。
- ③② 6-5-1-3 6-5-1-5に規定する場合を除き、出力又は推力、ガス温度、ローター軸回転速度及び限界が規定されている場合にあつては、発動機外部表面温度は試験する当該発動機の運転に関連する値の100%以上の値でなければならない。すべてのパラメーターを同時に100%以上に保てない場合は2回以上試験を行ってもよい。
- ③⑦ 6-5-1-4 運転は1-4-3に規定された規格に適合する燃料、潤滑剤及び油圧作動油を用いて行わなければならない。
- ③② 6-5-1-5 運転時間の1/5以上にわたって発動機側及び航空機側で使用する空気抽出を最大にして行わなければならない。ただし、この運転において耐久試験の有効性が損われないと認められる場合には、出力、推力又はローター軸の回転速度は試験する当該発動機の運転に関する値の100%未満であってもよい。
- 6-5-1-6 各補機駆動部及び取付部には負荷をかけなければならない。航空機側での使用のみに供される各補機には、連続最大定格出力以上又は連続最大定格推力以上の間に駆動部及び取付部に対して申請者が設定した限界負荷をかけな

- ⑫ なければならない。承認された解析により試験の有効性が立証される場合には、負荷状態の補機駆動部及び取付部の耐久試験は別個の試験設備によって実施してもよい。
- ⑬ 6-5-1-7 出力定格又は推力定格での運転中、ガス温度および滑油入口温度は、運転時間が5分以内で温度が安定しない場合を除いて、限界温度に維持しなければならない。燃料、滑油および油圧作動油の最少限界圧力における運転を1回以上行わなければならない。また燃料、滑油および油圧作動油の温度を最大限界圧力を維持するのに必要なだけ減少させ、それらの最大限界圧力における運転を1回以上行わなければならない。
- ⑭ 6-5-1-8 ローター軸の過渡的超過回転速度及びガス温度の過渡的超過温度の発生回数について制限がある場合には、限界超過回転速度又は限界超過温度において6-5-2から6-5-7までの規定で要求される回数の加速を行わなければならない。発生回数が制限されない場合は、要求される回数の1/2の加速を限界超過回転速度又は限界超過温度において行わなければならない。
- ⑮ 6-5-1-9 超音速航空機用発動機にあっては、次の追加試験を行わなければならない。
- a 出力レバは、燃料燃焼式推力増大装置の増大位置へ動かすため点火を確認する必要のある場合を除いて、推力の設定を変更するために最初の位置から最終位置まで1秒以内に操作しなければならない。
 - b 増大推力定格での運転中、油圧作動油温度は、運転時間がこの温度を安定させるほど長くない場合を除いて、限界温度に維持しなければならない。
 - c 模擬超音速運転における燃料温度および吸気温度は限界温度以上でなければならない。
 - d 耐久試験は燃料燃焼式推力増大装置、一次排気ノズル及び二次排気ノズルを装着させ、並びに可変面積式排気ノズルを1-3-2に従って設定した方法により作動させて行わなければならない。
 - e 連続最大推力及びこれに対する比で設定された推力で運転中、発動機はその推力設定での入口空気のひずみ限界で運転しなければならない。
- ⑯ 6-5-2 特定の回転翼航空機用発動機以外の発動機
発動機は、6-5-3、6-5-4又は6-5-5に規定する出力定格を申請する回転翼航空機用発動機を除き、次の運転を行わなければならない。
- 6-5-2-1 離陸及び緩速 離陸出力定格及び離陸推力定格における運転5分

と緩速出力及び推力における運転5分とを交互に行なう1時間の運転。離陸及び緩速状態における発生出力及び推力並びにそれぞれに対応するロータ回転速度及びガス温度の条件は、申請者の定める手順に従って出力制御装置を操作したとき定まるものでなければならない。

運転期間中いかなる時にも、性能を調査することができるよう、ロータ回転速度、出力及び推力は手動で制御することができなければならない。

タービン入口温度、ロータ回転速度又は軸出力を増大させる増大離陸定格をもつ発動機にあっては、離陸運転は増大定格で行なわなければならない。この場合において、著しく運用条件の過酷さを増さないような増大離陸定格をもつ発動機にあっては、適当と認められる時間、増大離陸定格で運転するものとする。

各回の運転終了後に出力の設定を変更する場合は、出力レバを6-6-2-5に規定する方法で操作しなければならない。

③ 6-5-2-2 連続最大出力（推力）定格及び離陸出力（推力）定格

a 6時間の耐久運転25回において、連続最大出力定格及び推力定格での30分の運転を15回

b 6時間の耐久運転25回において、離陸出力定格及び推力定格での30分の運転を10回

6-5-2-3 連続最大出力定格及び連続最大推力定格

連続最大出力及び推力における1時間30分の運転

6-5-2-4 段階巡航出力及び推力

連続最大回転速度から地上緩速又は最小緩速回転速度までの間で15のほぼ等しい時間間隔及び回転速度間隔に相当する出力レバ位置における合計2時間30分の運転。この場合において、定速で回転する発動機にあっては、回転速度の代りに推力及び出力を変えて行なう。また、地上緩速状態と連続最大状態との間に過度な共振が存在する場合は、段階運転に消費される総時間の50%をこえない範囲で段階運転の種類の数を変更し、過度な共振のある状態の運転時間を延長するものとする。

6-5-2-5 加速及び減速運転

緩速出力及び推力から離陸出力定格及び離陸推力定格まで、繰り返し6回の加速及び減速を行い、離陸出力レバ位置に30秒及び緩速出力レバ位置に4分30秒維持する30分の運転。この場合において、出力レバは一端より他端まで1秒以内に操作しなければならない。ただし、1回の操作で動かすことのできない操作装置

を備える場合は2秒を超えないものとする。

6-5-2-6 起動

100回の起動を行わなければならない。この場合において、25回は発動機停止後2時間以上経過してから行う起動とし、10回は申告した燃料排出再短時間直後に正規の起動を行う不完全起動とし、10回は発動機停止後15分以内に行う正規の再起動とする。残りの起動は、150時間の耐久試験完了後に行ってもよい。

㊟ 6-5-3 1 発動機不作動時の30分間出力定格を申請した回転翼航空機用発動機

1 発動機不作動時の30分間出力定格を申請した回転翼航空機用発動機については、次に掲げる6-5-3-1から6-5-3-6までの試験を行わなければならない。

6-5-3-1 離陸及び緩速

離陸出力定格における運転5分及び緩速出力における運転5分とを交互に行う1時間の運転。離陸及び緩速状態における発生出力並びに各々に対応するローター回転速度及びガス温度の状態は、製造者が設定した手順に従って出力制御装置を操作することによって定められるものでなければならない。いかなる運転期間においても、ローター回転速度及び出力は、性能を点検するためにデータをとる間、手動で制御するものであってもよい。タービン入口温度、ローター回転速度又は軸出力を増大させる増大離陸出力定格を有する発動機にあっては、離陸出力定格運転は増大出力定格で行わなければならない。各期間の運転終了後に出力の設定を変更する場合は、出力制御レバーを6-5-3-5に規定する方法で動かさなければならない。

6-5-3-2 1 発動機不作動時の30分間出力定格

1 発動機不作動時の30分間出力定格における30分の運転

6-5-3-3 連続最大出力定格

連続最大出力定格における2時間の運転

6-5-3-4 段階巡航出力

連続最大発動機回転速度から地上緩速又は最小緩速回転速度までの間において、ほぼ等しい12以上の回転速度間隔及び時間間隔に分割し、段階的に出力レバー位置を動かす2時間の運転。この場合において、一定速度で回転する発動機にあっては、回転速度の代りに出力を変化させてもよい。又、地上緩速状態から連続最大状態までの間に顕著な共振が存在する場合は、設定した間隔数を、当該時間間隔での運転に用いられる総時間の50%を超えない範囲で、共振が存在する間

の運転時間を増やすように変化させなければならない。

6-5-3-5 加速及び減速運転

緩速出力から離陸出力定格まで繰り返し6回の加速及び減速を行い、離陸出力レバー位置で30秒間及び緩速出力レバー位置で約4分30秒間保持する30分の運転。この場合において、出力レバーは、一端より他端まで1秒以内に動かさなければならない。ただし、1回の操作で動かすことのできない操作装置を有している場合は、1秒を超えてもよいが2秒を超えてはならない。

6-5-3-6 起動

100回の起動。この場合において、25回は発動機停止後2時間以上経過してから行わなければならない。少なくとも10回は、通常の起動を行う前に申請者の設定した最小燃料排出時間の間一時停止させる不完全起動でなければならない。又、少なくとも10回は発動機停止後15分以内に行う通常の再起動でなければならない。残りの回数の起動は150時間の耐久試験完了後に行ってもよい。

③⑪ 6-5-4 1 発動機不作動時の連続出力定格を申請した回転翼航空機用発動機

1 発動機不作動時の連続出力定格を申請した回転翼航空機用発動機については、次に掲げる6-5-4-1から6-5-4-7までの試験を行わなければならない。

6-5-4-1 離陸及び緩速

離陸出力定格における運転5分及び緩速出力における運転5分とを交互に行う1時間の運転。離陸及び緩速状態における発生出力並びに各々に対応するローター回転速度及びガス温度の状態は、製造者が設定した手順に従って出力制御装置を操作することによって定められるものでなければならない。いかなる運転期間においても、ローター回転速度及び出力は、性能を点検するためにデータをとる間、手動で制御するものであってもよい。タービン入口温度、ローター回転速度又は軸出力を増大させる増大離陸出力定格を有する発動機にあっては、離陸出力定格運転は増大出力定格で行わなければならない。各期間の運転終了後に出力の設定を変更する場合は、出力制御レバーを6-5-3-5に規定する方法で動かさなければならない。

6-5-4-2 連続最大出力定格及び離陸出力定格

- a 6時間の耐久運転25回において、連続最大出力定格での30分の運転を15回
- b 6時間の耐久運転25回において、離陸出力定格での30分の運転を10回

6-5-4-3 1 発動機不作動時の連続出力定格

㊦ 1 発動機不作動時の連続出力定格における1時間の運転

6-5-4-4 連続最大出力定格

連続最大出力定格における1時間の運転

6-5-4-5 段階巡航出力

連続最大発動機回転速度から地上緩速又は最小緩速回転速度までの間において、ほぼ等しい12以上の回転速度間隔及び時間間隔に分割し、段階的に出力レバー位置を動かす2時間の運転。この場合において、一定速度で回転する発動機にあっては、回転速度の代りに出力を変化させてもよい。又、地上緩速状態から連続最大状態までの間に顕著な共振が存在する場合は、設定した間隔数を、当該時間間隔での運転に用いられる総時間の50%を超えない範囲で、共振が存在する間の運転時間を増やすように変化させなければならない。

6-5-4-6 加速及び減速運転

緩速出力から離陸出力定格まで繰返し6回の加速及び減速を行い、離陸出力レバー位置で30秒間及び緩速出力レバー位置で約4分30秒間保持する30分の運転。この場合において、出力レバーは、一端より他端まで1秒以内に動かさなければならない。ただし、一回の操作で動かすことのできない操作装置を有している場合は、1秒を超えてもよいが2秒を超えてはならない。

6-5-4-7 起動

100回の起動。この場合において、25回は発動機停止後2時間以上経過してから行わなければならない。少なくとも10回は、通常の起動を行う前に申請者の設定した最小燃料排出時間の間一時停止させる不完全起動でなければならない。又、少なくとも10回は発動機停止後15分以内に行う通常の再起動でなければならない。残りの回数の起動は150時間の耐久試験完了後に行ってもよい。

6-5-5 1 発動機不作動時の2分30秒間出力定格を申請した回転翼航空機用発動機

1 発動機不作動時の2分30秒間出力定格を申請した回転翼航空機用発動機については、次に掲げる6-5-5-1及び6-5-5-2の試験を行わなければならない。

6-5-5-1 離陸、1発動機不作動時の2分30秒間出力及び緩速

離陸出力定格における運転5分と緩速出力における運転5分とを交互に行う1時間の運転。この場合、第3回目と第6回目の離陸出力定格における運転は、2分30秒間だけを離陸出力定格で行い、残りの2分30秒間は1発動機不作動時の出力定格で行わなければならない。離陸、1発動機不作動時の2分30秒間出力及び

⑫ 緩速状態における発生出力並びにそれらに対応するローター回転速度及びガス温度の状態は、製造者が設定した手順に従って出力制御装置を操作することによって定められるものでなければならない。いかなる運転期間においても、ローター回転速度及び出力は、性能を点検するためにデータをとる間、手動で制御するものであってもよい。タービン入口温度、ローター回転速度又は軸出力を増加させる増大離陸出力定格を有する発動機にあつては、離陸出力定格運転は増大出力定格で行わなければならない。各期間の運転中又は終了後に出力の設定を変更する場合は、出力制御レバーを6-5-4-6に規定する方法で動かさなければならない。

6-5-5-2 6-5-2-2から6-5-2-6まで、6-5-3-2から6-5-3-6まで又は6-5-4-2から6-5-4-7までに規定するものうち、該当する試験を行わなければならない。ただし、6時間耐久運転のうちの1回においては、6-5-2-2に規定する離陸出力試験における30分の運転、6-5-3-2に規定する1発動機不作動時の30分間出力試験における30分の運転、又は6-5-3-4に規定する1発動機不作動時の連続出力試験における1時間の運転について、各々の最後の5分間は、1発動機不作動時の2分30秒間出力で運転しなければならない。

⑬ 6-5-6 1発動機不作動時の30秒間出力定格及び1発動機不作動時の2分間出力定格を申請した回転翼航空機用発動機

1発動機不作動時の30秒間出力定格及び1発動機不作動時の2分間出力定格を申請した回転翼航空機用発動機は、6-5-2、6-5-3、6-5-4又は6-5-5で規定する試験終了後、6-11-1の規定に適合することを証明するために必要とする範囲の分解を行ってもよい。試験に使用する発動機は、耐空性を継続するための指示書に規定された消耗品を除いて、6-5-2、6-5-3、6-5-4又は6-5-5の規定により試験を行った時に用いられた同一の部品で組み立てられた発動機でなければならない。次ぎに規定する順序による4回の運転よりなる合計120分以上の運転を行わなければならない。

6-5-6-1 離陸出力 離陸出力定格における運転を3分間。

6-5-6-2 1発動機不作動時の30秒間出力 1発動機不作動時の30秒間出力定格における運転を30秒間。

6-5-6-3 1発動機不作動時の2分間出力 1発動機不作動時の2分間出力定格における運転を2分間。

③0 6-5-6-4 1 発動機不作動時の30分間出力、1 発動機不作動時の連続出力又は連続最大出力 1 発動機不作動時の30分間出力定格、1 発動機不作動時の連続出力定格又は連続最大出力定格のうち最も高い定格における運転を第1回目の運転においては65分間その他の運転においては5分間。

6-5-6-5 離陸出力定格の50%出力 離陸出力定格の50%出力における運転を1分間。

6-5-6-6 1 発動機不作動時の30秒間出力 1 発動機不作動時の30秒間出力定格における運転を30秒間。

6-5-6-7 1 発動機不作動時の2分間出力 1 発動機不作動時の2分間出力定格における運転を2分間。

6-5-6-8 緩速 緩速における運転を1分間。

6-5-7 超音速航空機用発動機

超音速航空機用発動機については、次に掲げる6-5-7-1から6-5-7-3までの試験を行わなければならない。

6-5-7-1 海面上大気状態での亜音速試験

次に規定する1時間の運転からなる合計30回の運転を行わなければならない。

- a 増大離陸推力定格における5分間の運転及びこれに続いて行う緩速推力における5分間の運転を2回
- b 離陸推力定格における5分間の運転及びこれに続いて行う離陸推力定格の15%以下の推力における5分間の運転を1回
- c 増大離陸推力定格における10分間の運転及びこれに続いて行う緩速推力における2分間の運転を1回。ただし、増大連続最大推力定格が増大離陸推力定格より低い場合は増大連続最大推力定格における10分間の運転を5回行わなければならない。
- d 増大離陸推力定格における1分間の運転及びこれに続いて行う加速時間及び減速時間を含む緩速推力における2分間の運転を6回

③0 6-5-7-2 模擬超音速試験

模擬超音速試験の運転は、最初に入口空気の温度及び圧力を亜音速状態で得られる温度及び圧力から超音速速度で得られる温度及び圧力に変化させ、その後入口空気の温度を亜音速状態で得られる温度に戻すことにより行わなければならない。次に規定する4時間の運転よりなる合計30回の運転を行わなければならない。

③⑩ 626-22

第Ⅳ部 発 動 機

- ② a 出力レバーを増大連続最大推力定格の位置にしたときの推力における30分間の運転、及びこれに続いて行う出力レバーを増大連続最大推力定格の90%の位置にしたときの推力における10分間の運転を1回。この運転の最初の5回の運転の各最後の段階では吸入空気温度を過渡的超過温度の限界温度にして行わなければならない。ただし、bからdまでに規定する運転中は繰返す必要はない。
- ② b aに規定する運転を1回、ただし、aで規定する10分間の運転に代えて出力レバーを増大連続最大推力定格の80%の位置にしたときの推力における10分間の運転を続けて行わなければならない。
- ② c aに規定する運転を1回。ただし、aで規定する10分間の運転に代えて出力レバーを増大連続最大推力定格の60%の位置にしたときの推力における10分間の運転及びその後の離陸推力定格の15%以下での10分間の運転を行わなければならない。
- d a及びbに規定する運転を1回
- ② e 25回の運転については出力レバーを増大連続最大推力定格の位置にしたときの推力における30分間の運転及びこれに続いて行う緩速推力における運転、残り5回の運転については出力レバーを増大連続最大推力定格の位置にしたときの推力における25分間の運転及びこれに続いて行う高温燃料を使用しての離陸推力定格の15%以下から離陸推力定格へ加速する5分間の亜音速での運転
- ③⑩ 6-5-7-3 起動
- ② 100回の起動を行わなければならない。この場合において、25回は発動機停止後2時間以上経過してから行わなければならない。少なくとも10回は、通常の起動を行う前に申請者が設定した燃料排出最少時間の間一時停止させる不完全起動でなければならない。又、少なくとも10回は発動機停止後15分以内に行う通常の再起動でなければならない。起動は、耐久試験実施中を含めいつの時点で行ってもよい。

6-6 超過ガス温度試験

- ③⑩ 6-6-1 発動機は、1発動機不作動時の30秒間出力定格及び1発動機不作動時の2分間出力定格時の回転速度及びガス温度の最大値を除いて、最大許容回転速度で、最大定格の定常運転限界温度より少なくとも42℃(75°F)高いガス温度で5分間運転しなければならない。この運転終了後、タービン系統は使用可能限界内でな

③⑥ ければならない。

6-6-2 1発動機不作動時の30秒間出力定格及び1発動機不作動時の2分間出力定格を申請した発動機は、限界温度制限装置を有しない場合、最大出力回転速度で、1発動機不作動時の30秒間出力定格の運転限界温度より少なくとも42℃(75°F)高いガス温度で5分間運転しなければならない。この運転終了後、発動機がタービンシステムの健全性を維持していると解析又は必要により試験によって証明できることを条件に、タービンシステムが超過温度限界を超えた損傷を示しても構わない。

6-6-3 1発動機不作動時の30秒間出力定格及び1発動機不作動時の2分間出力定格を申請した発動機は、限界温度制限装置を有する場合、最大出力回転速度で、1発動機不作動時の30秒間出力定格の運転限界温度より少なくとも20℃(35°F)高いガス温度で4分間運転しなければならない。この運転終了後、発動機がタービンシステムの健全性を維持していると解析又は必要により試験によって証明できることを条件に、タービンシステムが超過温度限界を超えた損傷を示しても構わない。

6-6-4 各試験は、別々の発動機を使用して行ってもよい。

6-7 機能試験

6-7-1 次に規定する事項を証明するために必要と認められるすべての機能試験を行わなければならない。

6-7-1-1 起動、緩速、加速、超過回転速度及び点火機能並びにプロペラを駆動する発動機にあつては、プロペラの機能。

6-7-1-2 5-11に規定する発動機の応答性に関する事項を満足すること。

6-7-1-3 次に規定する発動機負荷条件において、出力レバを最小緩速及び最小飛行緩速位置にして緩速運転が安定した時から離陸出力定格又は離陸推力定格の95%にいたるまでの出力又は推力最小応答時間

a 航空機側に使用する空気抽出及び出力抽出を行わない状態

b 航空機側に使用する最大許容空気抽出及び最大許容出力抽出を行っている状態

c 航空機が進入から着陸する間に使用すると予想される最大の空気抽出及び出力抽出に相当する抽出を行っている状態

6-7-1-4 6-7-1-3 b及びcに規定する出力抽出を行うための試験設備が無い場合は、適切な解析手法により証明してもよい。

③⑦ 6-7-2 運転試験には、発動機が設定された運転範囲内において安全な運転特性

- ② を有していることを実証するために、必要と認められるすべての試験を含めなければならない。

6-8 初回整備検査

発動機は、初回整備検査が必要とされる時期を設定するために、代表的な起動-停止の繰り返しを含む運用中に予想される発動機の運転状態を模擬した承認された運転試験を行わなければならない。この運転試験は、最終的な型式設計に合致している発動機で行わなければならない。

6-9 発動機構成部品試験

- 6-9-1 6-5に規定する耐久試験で安全性を実証することができない系統にあつては、当該構成部品が、予想されるすべての通常の飛行状態及び大気状態において確実に機能することを実証する追加試験を行わなければならない。
- ② 6-9-2 温度の制御が機体側の装備によって行なわれる発動機構成部品については、その機能、信頼性及び耐久性を保証するための温度限界を定めなければならない。
- 6-9-3 非加圧式油圧作動油タンクにあつては最高運用温度及び 0.35kg/cm^2 (5lb/in^2) の内圧を加えた時に破損又は漏えいしてはならない。また、加圧式油圧作動油タンクにあつては最高運用温度及び最大運用圧力に 0.35kg/cm^2 (5lb/in^2) 以上の圧力を加えた内圧を加えた時に破損又は漏えいしてはならない。
- 6-9-4 超音速航空機用発動機にあつては、最高運用温度及び最低運用温度での運転によって破損する可能性がある系統、安全装置及び外部構成部品は識別し、最高運用温度及び最低運用温度において、かつ、温度及びその他の運用条件が最大及び最小の運用値の間を繰り返す状態において試験を行わなければならない。

6-10 ロータ固定試験

ロータを固定する装置により回転の継続を防止する場合、発動機は6-10-1から6-10-3に規定する当該装置の25回の操作を含む試験を行わなければならない。

6-10-1 連続最大出力定格又は連続最大推力定格から発動機を停止しなければならない。

6-10-2 ロータを停止し固定する装置は、固定した状態において継続した飛行によって発生する最大トルクを受けている間は、発動機の運用指示書の規定にしたが

③ って運転しなければならない。

6-10-3 ロータの固定後、ロータは各25回の操作において5分間静止状態に保たなければならない。

6-11. 分解検査

6-11-1 6-5-2、6-5-3、6-5-4、6-5-5又は6-5-7に規定する耐久試験完了後に発動機の分解検査を行い、次の規定に適合しなければならない。

6-11-1-1 発動機の取付とは無関係に調整値及び機能特性を設定できる構成部品は、その調整値及び機能特性が試験開始前に設定及び記録しておいた限界内に維持されていなければならない。

6-11-1-2 発動機の部品は、設計仕様に適合し、発動機に組み込まれた際1-2 Aにより設定された事項に基づいてその後の使用に耐えることができるものでなければならない。

6-11-2 6-5-6に規定する耐久試験完了後に発動機の分解検査を行い、次の規定に適合しなければならない。

6-11-2-1 発動機の取付とは無関係に調整値及び機能特性を設定できる構成部品は、その調整値及び機能特性が試験開始前に設定し記録しておいた限界内に維持されていなければならない。

6-11-2-2 発動機は、その後の使用に耐えられない発動機部品又は構成部品を含み、6-11-1-2に規定した許容を超える損傷を示しても構わない。マウント、ケース、ベアリング・サポート、軸、ロータを含む発動機の構造の健全性を解析及び/又は必要により試験により証明しなければならない。

6-11-3 6-11-2の規定への適合を証明する代わりに、1発動機不作動時の30秒間出力定格及び1発動機不作動時の2分間出力定格を申請した発動機は、6-5-2、6-5-3、6-5-4又は6-5-5に規定する耐久試験完了後分解検査を行うことなく6-5-6に規定する試験を行ってもよい。この場合、発動機は、6-5-6に規定する耐久試験完了後6-11-1の規定に適合しなければならない。

④ 6-11A ブレードの閉じ込め及びローター・アンバランス試験

6-11A-1 6-11A-2の規定による場合を除き、発動機は次に規定する破損の

- ② 事態が生じたとき発動機自体で停止するものでなければ、次の事態の後少なくとも15秒間運転したとき火災の発生及び発動機の取付部の故障を生ぜず、当該損傷を発動機内部に閉じ込めておくことができることを発動機試験により実証しなければならない。
- 6-11A-1-1 発動機が最大許容回転速度で運転中、飛散した場合に最も有害な影響を及ぼすコンプレッサー・ブレード又はファン・ブレードの破損。ブレードの破損は、最も外側のうめ込み溝で発生するか又はローターとディスクの一体型ブレードにあってはブレードの少なくとも80%になる個所で発生しなければならない。
- 6-11A-1-2 発動機が最大許容回転速度で運転中、飛散した場合に最も有害な影響を及ぼすタービン・ブレードの破損。ブレードの破損は、最も外側のうめ込み溝で発生するか又はローターとディスクの一体型ブレードにあっては、ブレードの少なくとも80%になる個所で発生しなければならない。最も有害な影響を及ぼすタービン・ブレードは、タービン・ブレードの重量と、最大許容回転速度で運転しているときのケーシング温度及び圧力状態での隣接するタービン・ケーシングの強度とを考慮して決定しなければならない。
- 6-11A-2 次の規定に適合する場合は、6-11A-1-1及び6-11A-1-2に規定された発動機の試験の一部は、試験設備を用いた試験、構成品試験又は使用経験に基づいた解析によって代えてもよい。
- 6-11A-2-1 6-11A-1-1及び6-11A-1-2に規定されている試験において、ローターのアンバランスは非常に小さいことが示されること
- 6-11A-2-2 解析と当該試験が同等であることが示されること

6-12 発動機のプロペラ系統の試験

ターボプロップ発動機は、代表プロペラを装備して次の試験を行なわなければならない。この試験は耐久試験中に行なうか、又は適当と認められる方法で行なわなければならない。

- 6-12-1 25回のフェザ操作
- 6-12-2 25回の連続最大出力定格から負トルク又は負推力にする操作
- 6-12-3 25回の連続最大出力から離脱装置を自動離脱させる操作。ただし、使用中に繰り返して離脱及び結合を行なうことを目的としないものにあつては、この試験は行なわなくてもよい。

6-12-4 飛行緩速位置から最高逆ピッチまで175回及び連続最大出力で最大正規推力から最大逆推力まで25回の操作。各操作終了時にはプロペラを逆ピッチにして、申告した逆ピッチ最大回転速度及び出力で30秒間運転するものとする。

② 6-12A 補助動力装置 (APU) モードにおける発動機試験

発動機のガス・ジェネレーター部分が作動しているときプロペラの回転を停止することができ、かつ、補助動力装置モードで発動機の運転中、プロペラの回転を停止させたままにしておくプロペラ・ブレーキを装備するように設計されている発動機は、6-5の規定に加えて、次に規定する試験を行わなければならない。

6-12A-1 地上固定

発動機は、申請者が設定した発動機の回転速度、トルク、温度、空気抽出及び出力抽出の最大状態において補助動力装置モードで運転中、発動機全体に有害な影響を及ぼすことなくその機能を明確に実証できる方法で、プロペラ・ブレーキを作動させた状態での合計45時間の運転を行わなければならない。

6-12A-2 動的ブレーキ

申請者が設定した発動機の加速/減速率、回転速度、トルク及び温度の最大状態において、発動機全体に有害な影響を及ぼすことなくその機能を明確に実証できる方法で合計400回のプロペラ・ブレーキの作動-解除の繰返し運転を行わなければならない。この場合、プロペラはプロペラ・ブレーキを解除する前に停止させなければならない。

6-12A-3 プロペラ・ブレーキを作動させた状態での100回の発動機の起動及び停止

6-12A-4 6-12A-1から6-12A-3の規定により必要とされる試験は同一の発動機を使用して行わなければならない。ただし、6-5の規定によって必要とされる試験に使用する発動機と同一のものでなくてもよい。

6-12A-5 6-12A-1から6-12A-3までの規定により必要とされる試験は、6-11-1及び6-11-2の規定に適合することを証明するために必要とされる程度までの発動機の分解によって評価しなければならない。

6-13 逆推力装置の試験

6-13-1 発動機が逆推力装置を装備している場合は、これを取付けた状態で6-3から6-5及び6-7までに規定する振動、較正、耐久及び機能の各試験を行な

わなければならない。この場合において、出力レバは一端より他端まで1秒以内に動かさなければならない。ただし、1回の操作で動かすことのできない操作装置を備える場合は3秒をこえなければよい。さらに6-13-2に規定する試験を行わなければならない。この試験は耐久試験の一部として行なってもよい。

6-13-2 飛行緩速位置から最大逆推力までの175回及び最大正規推力から最大逆推力までの25回の逆推力操作。各回の逆推力操作終了後に、逆推力装置を最大逆推力にして1分間運転する。ただし、地上における制動用としての逆推力装置にあっては、最大逆推力で30秒間運転することとする。

6-14 試験実施についての一般事項

6-14-1 6-3から6-5まで及び6-7に規定する振動、較正、耐久及び機能の各試験は、同じ設計及び構造をもつ別々の発動機を使用して行なってもよい。ただし、耐久試験に使用する発動機は、耐久試験を開始する前に較正試験を行わなければならない。

② 6-14-2 発動機は試験中、1-3に規定する保守及び整備に関する装備指示書及び運用指示書に従って保守及び小修理を行ってよい。保守のひん度が著しく多い場合、発動機不具合による停止回数が著しく多い場合又は試験実施中若しくは分解検査の結果として大修理又は部品交換が必要と認められる場合は、発動機又はその部品について必要と認められる追加試験を行わなければならない。

6-14-3 各試験を行なうため、適切な試験設備を備えなければならない。

第 VII 部

附 録

附 録 A

耐空性を継続するための指示書

1 一 般

- 1-1 本附録は、第Ⅶ部本文、1-2 Aで要求される耐空性を継続するための指示書を作成するための基準を定めるものである。
- 1-2 発動機の耐空性を継続するための指示書には、すべての発動機部品に対する耐空性を継続するための指示書を含めなければならない。発動機部品について発動機部品の製造者が耐空性を継続するための指示書を提供していない場合は、発動機の耐空性を継続するための指示書には、発動機の耐空性の継続に必須な情報を含めなければならない。
- 1-3 申請者は、申請者又は発動機部品の製造者が作成した耐空性を継続するための指示書を変更する場合の手順書を提出しなければならない。

2 書 式

- 2-1 耐空性を継続するための指示書は、マニュアルの形式であって、供給するデータの量に対して適切なものでなければならない。
- 2-2 マニュアルの書式は、実用的な構成になっていなければならない。

3 内 容

耐空性を継続するための指示書は、3-1及び3-2に規定するマニュアル又は章(セクション)及び情報を含んでいなければならない。

3-1 発動機のメンテナンス・マニュアル又は章

- a 整備又は予防整備に必要な範囲の発動機の特性及びデータの説明を含む序論
- b 発動機、その構成部品、系統及び装備についての詳細な説明
- c 必要なすべての検査を伴った適切な解梱、防錆解除、受入検査、吊上げ及び補機の取付方法を含んだ取付に関する指示
- d 発動機の構成部品、系統及び装備がどのように作動するかを記述し、又、適用される特別な手順及び限界を含む、発動機及びその部品を始動、運転、試験及び停止する方法を記述した基本的な制御及び作動に関する情報
- e 給油、潤滑等を実施する個所、タンク及びリザーバーの容量、使用すべき液

体のタイプ、各種系統に適用する圧力、潤滑個所の位置、使用すべき潤滑剤、給油、潤滑等のために必要な機器に関する詳細を含んだ保守点検に関する情報。

- f 発動機の各部の整備計画に関する情報。この情報には、洗浄、検査、調整、試験及び給油を実施すべき推奨する時間間隔、検査深度、適用される摩耗限界及びこれらの時間間隔毎に実施を推奨する作業を定めなければならない。ただし、補機、計器又は装備品が非常に複雑で特殊な整備技術、試験設備又は専門知識を必要とする場合は、当該補機、計器又は装備品の製造者をこの情報提供者としてもよい。又、推奨するオーバーホール間隔及びマニュアルの「耐空性限界」の章との必要な関連についても言及しなければならない。さらに、発動機の耐空性を継続するために必要な検査の頻度及び範囲を含む検査手順を含めなければならない。
- g 起り得ると考えられる故障、それらの故障の発見方法及び修理方法を説明した不具合究明に関する情報
- h とるべき必要なすべての注意事項を含む発動機及びその部品の取卸し並びに部品の交換についての順序及び方法を説明した情報。これには、適切な地上での取扱い、梱包方法及び運送のための指示を含めなければならない。
- i 整備のために必要な工具及び設備の一覧表並びにそれらの使用方法

3-2 発動機のオーバーホール・マニュアル又は章

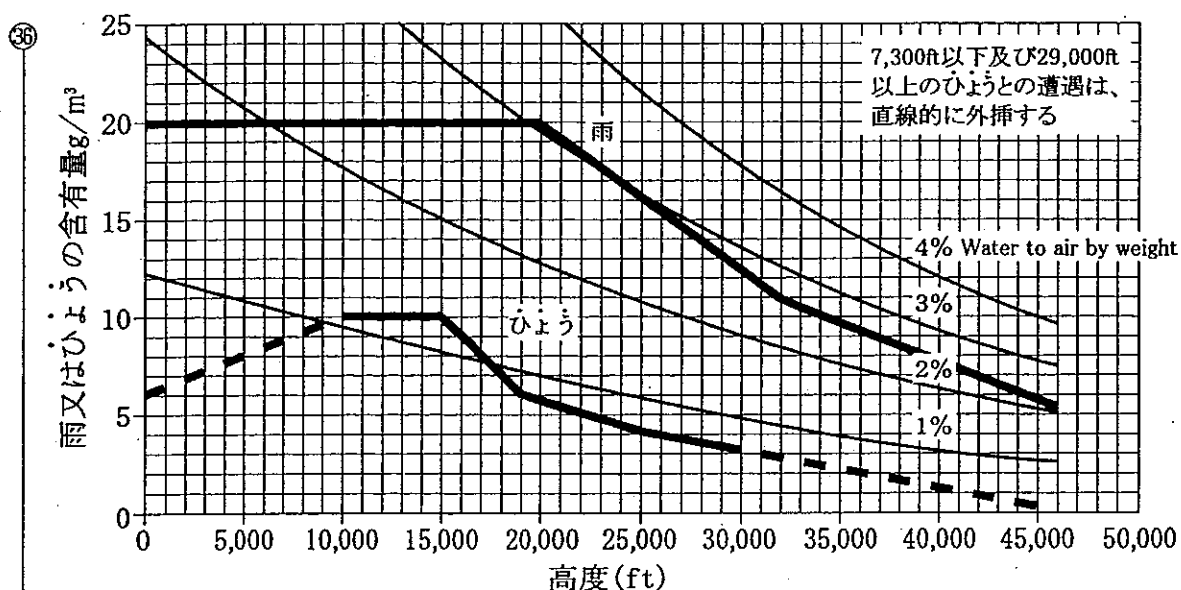
- a オーバーホールのための分解の手順及び方法を含む分解に関する情報
- b オーバーホール時に使用すべき材料及び設備並びにとるべき方法及び注意事項を含んだ洗浄及び検査の指示。これには、オーバーホール検査の方法も含めなければならない。
- c オーバーホールに関係するすべてのはめ合い及び間隔に関する詳細
- d 摩耗等により許容基準以下になった部品及び構成品の修理方法に関する詳細及びこれらの交換時期を決定するために必要な情報
- e オーバーホール時の組立ての手順及び方法
- f オーバーホール後の試験についての指示
- g 保管限界を含む保管処理についての指示
- h オーバーホールに必要な工具の一覧表

4 耐空性限界の章

② 耐空性を継続するための指示書には、当該指示書の他の部分から分離され、かつ、明瞭に識別された「耐空性限界」と題する章を含めなければならない。この章には、必須な交換時間、検査間隔及び関連する手順を規定しなければならない。耐空性を継続するための指示書が複数の書類で構成されている場合は、当該章は主要マニュアルの中に含めなければならない。又、当該章の適切な位置に、「本耐空性限界の章は航空局又は製造国政府の承認を得ている。」との旨を記載しておかなければならない。

附 録 B

③ 5—13A—1—2の要件に従って行う雨及びひょうの標準大気中の濃度は、第B1図、第B1表、第B2表、第B3表及び第B4表に雨及びひょうの大気中の濃度と粒径の分布状態として示す。通常、雨の状態を模擬するために噴霧する水、及びひょうを模擬するために氷から作成した投げ込むためのひょうによって実施する試験において試験の厳しさが減少しないことを証明することにより附録Bに規定する以外の水の粒径及びひょうの形状、粒径及び粒径の分布、又は単一の粒径又は形状の水又はひょうを使用してもよい。



第B1図 雨とひょうの遭遇例

証明のための濃度は、表B1及び表B2に示す。

高度 (m/ft)	水含有量(RWC) (g水/m ³ 空気)
0/0	20.0
6,000/20,000	20.0
7,890/26,300	15.2
9,810/32,700	10.8
11,790/39,300	7.7
13,800/46,000	5.2

各高度間の水含有量 (RWC) の値は、直線的に変化するものとする。

注：データの出典

Results of the Aerospace Industries Association (AIA)

Propulsion Committee Study, Project PC338-1, June 1990

第B1表 標準大気状態における水の濃度

高度 (m/ft)	ひょう含有量(HWC) (g水/m ³ 空気)
0/0	6.0
2,190/7,300	8.9
2,550/8,500	9.4
3,000/10,000	9.9
3,600/12,000	10.0
4,500/15,000	10.0
4,800/16,000	8.9
5,310/17,700	7.8
5,790/19,300	6.6
6,450/21,500	5.6
7,290/24,300	4.4
8,700/29,000	3.3
13,800/46,000	0.2

各高度間のひょう含有量 (HWC) の値は、直線的に変化するものとする。

注：データの出典

Results of the Aerospace Industries Association (AIA)

Propulsion Committee Study, Project PC338-1, June 1990

第B2表 標準大気状態におけるひょうの濃度

水分粒径 (mm)	総水分含有量(RWC)に占める割合 (%)
0-0.49	0
0.50-0.99	2.25
1.00-1.49	8.75
1.50-1.99	16.25
2.00-2.49	19.00
2.50-2.99	17.75
3.00-3.49	13.50
3.50-3.99	9.50
4.00-4.49	6.00
4.50-4.99	3.00
5.00-5.49	2.00
5.50-5.99	1.25
6.00-6.49	0.50
6.50-7.00	0.25
合計	100

水分の中間粒径は、2.66mm。

注：データの出典

Results of the Aerospace Industries Association (AIA)

Propulsion Committee Study, Project PC338-1, June 1990

第B3表 標準大気状態における水分粒径の分布

③

ひょうの粒径 (mm)	総ひょう含有量(RWC)に占める割合 (%)
0-4.9	0
5.0-9.9	17.00
10.0-14.9	25.00
15.0-19.9	22.50
20.0-24.9	16.00
25.0-29.9	9.75
30.0-34.9	4.75
35.0-39.9	2.50
40.0-44.9	1.50
45.0-49.9	0.75
50.0-55.0	0.25
合 計	100

ひょうの中間粒径は、16mm

注：データの出典

Results of the Aerospace Industries Association (AIA)

Propulsion Committee Study, Project PC338-1, June 1990

第B4表 標準大気状態におけるひょう粒径の分布

③

附 録 C

動力滑空機のための発動機基準

1 一 般

1-1 適用

本付録の規定は、第X部に規定する動力滑空機のスパーク式点火方式又は圧縮式点火方式発動機について適用する。

注：点火系統は単式点火であってもよいものとする。

1-2 取扱説明書

申請者は、発動機の装備、運用、保守及び整備に関する取扱説明書を作成しなければならない。

1-3 発動機の定格及び運転限界

発動機の定格及び運転限界は、本付録で規定する試験において実証された運転状態に基づいて決定しなければならない。この場合には、発動機の定格及び運転限界は、発動機の安全な運転に必要な速度、温度、圧力、燃料及び滑油に関する事項を含まなければならない。

1-4 発動機の出力定格の選定

選定された定格は、同型式の全発動機にこの定格を決定するのに使用される条件の下で発生すると予想される最小の出力に対するものでなければならない。

2 設計及び構造

2-1 材料

発動機に使用する材料の適否及び耐久性については、次のa及びbの規定に適合しなければならない。

a 経験又は試験に基づいて決定すること

b 設計時に設定した強度その他の特性を保証すると認められる規格に適合すること。

2-2 火災防止

a 発動機の設計、構造及び使用する材料は、破損、過熱又はその他の原因により、火災の発生及び伝ばのおそれができるだけ少ないものでなければならない。

b 可燃性流体を通す外部配管及び継手は、第2種耐火性材料以上の耐火性を有し

なければならない。また、それらの構成部品は、漏れた可燃性流体が発火するのを防止するように保護されるか又は配置されていなければならない。

2-3 耐久性

発動機は、所定の限界使用時間内の運転中、安全な飛行を損うおそれのないように設計し、かつ、製作しなければならない。

2-4 発動機の冷却

発動機は、動力滑空機の子想されるすべての運用状態において、十分な冷却を行うことができるよう設計し、かつ、製作しなければならない。

2-5 発動機取付部及びその構造

a 発動機取付部及びその構造部材について、最大許容荷重を規定しなければならない。

注：最大許容荷重の設定に当たっては、飛行荷重、地上荷重及び第X部3-9に規定する非常着陸荷重を考慮に入れるものとする。

b 発動機取付部及びその構造部材は、破損、不具合又は永久変形を生じることなく規定された荷重に耐えることができるものでなければならない。

2-6 補機取付部

補機駆動装置及び取付部は、補機が取り付けられた状態で発動機が正常に作動するように設計し、かつ、製作しなければならない。また、発動機は、発動機の運転に必要な補機の点検、調整又は取外しができるように設計しなければならない。

2-7 振動

発動機は、そのクランク軸回転速度及び出力の正常な運転範囲にわたり、振動により発動機部品に過大な応力を生じることなく、また、機体構造部に過大な振動を伝えることなく、機能するように設計し、かつ、製作しなければならない。

2-8 燃料系統及び吸気系統

a 発動機の燃料系統は、すべての予想される運転状態において適正な燃料と空気の混合気を燃焼室に供給することができるように設計し、かつ、製作しなければならない。

b 空気又は燃料と空気の混合気が通過する吸気系統内の通路には、着氷が起きるおそれ及び蒸気がたまるおそれができるだけ少ないように設計し、かつ、製作しなければならない。また、発動機は、防除氷の方法を講じることができるように設計し、かつ、製作しなければならない。

c 燃料内の異物に対し発動機の燃料系統を保護するために、必要な燃料ろ過の方

式及びろ過の程度を設定しなければならない。また、ろ過装置を通過する異物が燃料系統の機能を過度に損うことのないことを、3-4 aで規定する50時間の運転で証明しなければならない。

- d 燃料と空気の混合気が通過し燃料がたまる可能性のある吸気系統内の通路には、動力滑空機が通常の地上静止状態にあるとき、燃焼室内の液体閉塞を起こさないようにたまった液体を自動的に排出する方法を講じなければならない。

2-9 滑油系統

4サイクル発動機は、次のa、b及びcの規定に適合しなければならない。

- a 発動機の滑油系統は、動力滑空機の予想されるすべての運用状態において、十分に機能するように設計し、かつ、製作しなければならない。ウェットサンプル式発動機にあっては、最小の滑油量が発動機内にある状態で、この規定に適合しなければならない。この場合、最小の滑油量は、最大滑油量の半分以下でなければならない。
- b 発動機の滑油系統は、滑油の冷却装置を装備することができるように設計し、かつ、製作しなければならない。
- c 発動機のクランクケースは、クランクケース内の過度の圧力によって生じる滑油の漏れを防ぐため、大気に通気しておかななければならない。

3 試 験

3-1 振動試験

有害な振動を発生する傾向がない型式の発動機を除いて、発動機は、緩速から連続最大回転速度の110%又は最大離陸回転速度の103%のうちいずれか大きい方の回転速度までにおけるクランク軸のねじり及び曲げの特性を決定するため、振動調査を行わなければならない。当該調査は、耐久試験に使用するプロペラと同型式のプロペラを使用して行わなければならない。この場合において、発動機は、安全な運転に影響を及ぼす状態があってはならない。

注：プロペラは、絞り弁全開時又は必要とされる最大許容吸気圧の時のどちらか適切な状態で最大回転速度が得られるものを選定するものとする。

3-2 較正試験

発動機は、その出力特性及び3-4 aから3-4 cまでに規定する耐久試験の条件を決定するために、必要な較正試験を行わなければならない。当該較正試験の結果は、発動機のクランク軸回転速度、吸気圧及び燃料と空気の混合比について全運

転範囲にわたる特性を決定する基礎としなければならない。また、出力定格は、海面上の標準大気状態に基づいて決定しなければならない。

⑩ 3-3 デトネーション試験

スパーク式点火方式の発動機にあっては、発動機が、全運転範囲にわたりデトネーションを起こすことなく機能することができることを試験により証明しなければならない。

3-4 耐久試験

- a 発動機は、3-4 aに規定する運転順序で、合計50時間の耐久試験を適当なプロペラを使用して行わなければならない。
- b 発動機が疲労破壊することなく運転できることを証明するため、3-1に規定する試験の結果に基づき、特定の回転速度における追加耐久試験を必要に応じ行わなければならない。
- c 耐久試験の運転は、次の表に規定する条件の下で行わなければならない。

運転順序	運転時間(分)	運転状態
1	5	起動—緩速
2	5	離陸出力
3	5	冷却運転 (緩速)
4	5	離陸出力
5	5	冷却運転 (緩速)
6	5	離陸出力
7	5	冷却運転 (緩速)
8	15	連続最大出力の75%
9	5	冷却運転 (緩速)
10	60	連続最大出力
11	5	冷却運転—停止
計	120	

- d 耐久試験により、燃料及び滑油の消費量を決定しなければならない。

3-5 機能試験

機能試験は、逆火、起動、緩速、加速、超過回転速度及びその他の発動機の運転特性の実証を含まなければならない。

3-6 発動機構成部品試験

- a 3-4 aから3-4 cまでに規定する耐久試験において、安全性を適切に証明

⑬ することのできない発動機については、その構成部分が動力滑空機の通常予想されるすべての運用状態において、確実に機能することを証明する追加試験を行わなければならない。

b 機能、信頼性及び耐久性を保証するために、温度の制御を行う発動機構成部分については、温度限界を決定しなければならない。

3-7 分解検査

耐久試験完了後、発動機を総分解しなければならない。この場合、必須の構造部分は、破壊、亀裂又は過度の摩耗があってはならない。

3-8 発動機の調整及び部品交換

発動機は、耐久試験中、保守及び小修理を行うことができる。耐久試験中又は分解検査後、大修理又は部品交換が必要となった場合、また必須の部品交換が必要となったときは、発動機は必要と認められる追加試験を行わなければならない。

RRにおける過去の舶用ガスタービンの調査研究事例について

(第51回基準研究部会)

高速船機関特殊基準に関する調査研究

第51 基準研究部会

高速船機関特殊基準に関する調査研究

(平成12年度報告書)

平成13年3月

社団法人 日本造船研究協会

1. 緒言

近年、旅客船を中心に大型化と高速化が進展しつつあり、新たな推進機関や推進方式が出現し始めている。具体的には、欧州を中心に、ガスタービン機関が大型カーフェリー等に主機として搭載され始め、推進方式もウォータージェットポンプやポッドプロペラ等が採用され始めている。

我が国でも、平成元年からテクノスーパーライナー（TSL）の開発が進められ、ガスタービンを主機とする実海域模型船が建造され実験航行に成功した。模型船はその後改造を受け、防災船兼カーフェリーとして静岡県で定期航路に就航している。また、国内船用メーカーも、このような船用ガスタービン機関の新たな市場性に着目し、技術研究組合を結成して純国産ガスタービンの開発に着手した。このような内外の動向から、商船分野でのガスタービン機関の利用が今後急速に進むことが考えられる。

ガスタービン機関の特徴は、軽量、高出力で、航空機に見られるように簡単に予備機と交換することが可能であるため、本船自体の稼働率を落とさないという長所がある。一方、運転実績が不足しているため、我が国に技術的に確立された船用基準が存在しておらず、整備間隔等の延長も慎重にならざるを得ないため、就航後のコストが就航前に判断し難いという問題点が指摘されている。

上記の問題は、今後の我が国における高速船分野の発展とガスタービン機関の円滑な開発と利用にとって大きな障害であり、一日も早く解決しなくてはならない。このため、高速船機関特殊基準案を策定を目標に船用ガスタービン機関に対応できる技術基準に関する調査研究を実施し、もって我が国の海上輸送の健全な発展と安全確保に資することとする。

本成果が、今後、国等が船用ガスタービンの整備基準を作成する際の指針となり、
もって我が国の海上輸送の健全な発展と安全確保に資することとなれば幸いである。

船用ガスタービン機関整備基準（案）

項目	時間管理整備方式	時間管理整備方式 (モニタリング監視)	予防保全(OCM)方式	備考
定義	<p>「定期点検」とは、日毎、1ヶ月毎、3ヶ月毎、6ヶ月毎、1年毎等にガスタービン運用者が行うべき点検をいう。</p> <p>「HSI（高温部点検整備）」とは、エンジン本体部分のうち燃焼器、タービン高温部を対象とした、開放、点検、整備（必要に応じ。）をいう。</p> <p>「OH（開放点検整備）」とは、エンジン本体を対象とした、開放、点検、整備をいう。</p> <p>「モニタリング監視」とは、定期点検時のデータ及び運航中の機関諸元データを主管庁の認めた方式・期間で実施し、結果を定期的に報告・審査を受けることをいう。</p> <p>「予防保全・診断技術」とは、モニタリングデータをもとに、ガスタービン全体及び各部の状況を把握するとともに部品等の劣化状況を推測し、これに基づき適切な整備を行う技術をいう。</p>			
適用範囲	<p>本整備基準は、船舶に搭載されるガスタービンであって、船舶の推進、発電に使用されるものに適用する。</p> <p>また、本整備基準の対象部位は、圧縮機、燃焼器、高圧タービン等（出力タービンがある場合はこれを含む。）のガスタービン本体のみとし、ガスタービン本体に取り付けられている補機、別置き補機等及び推進動力伝達装置（減速機、スラスト軸等）は、本整備基準を適用しない。</p>			<p>本体に直接取付けられる補機としては、燃料ポンプ、潤滑油ポンプ、スタータ等がある。</p>
整備	<p>本整備基準により算定される期間毎に HSI 及び OH を行わなければならない。</p>		<p>左記にかかわらず、モニタリング、予防保全・診断技術等を用いることにより常に良好な状態を確保することができるガスタービンについては、当該ガスタービンの整備の状況、構造及び性能を考慮して、主管庁が認めた方法とする。</p>	
整備体制	<ul style="list-style-type: none"> ● 自社、メーカーによる整備 	<ul style="list-style-type: none"> ● 確立された整備体制（ISM相当を想定。但し、整備実施部分については、メーカーへの委任も考慮する。） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 確立された整備体制（ISM相当を想定。但し、整備実施部分については、メーカーへの委任も考慮する。） 	
エンジンサンプリング検査			<p>一定期間使用した数台のガスタービンの開放検査を行い、整備プログラムを策定する。（エンジンフレッシュホールドサンプリング検査）（但し、既に当該検査を実施している例がある場合は、一部の省略を考慮する。）</p>	
定期点検及びモニタリング監視	<ul style="list-style-type: none"> ● 定められたマニュアルに従い点検を実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 定められたマニュアルに従い点検を実施する。 ● モニタリング監視を実施する。（モニタリングの項目例は別紙1の通り。） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 定められたマニュアルに従い点検を実施する。 ● モニタリング監視を実施する。（モニタリングの項目例は別紙1の通り。） 	
整備項目	<p>機種毎に主管庁が承認する項目 (例：別紙2)</p>	<p>機種毎に主管庁が承認する項目</p>	<p>機種毎に主管庁が承認する項目</p>	

項目	時間管理整備方式	時間管理整備方式 (モニタリング監視)	予防保全(OCM)方式	備考	
整備間隔	<p>設計、使用実績をベースにしたメーカー推奨値を基に、以下の条件を考慮して決定する。</p> <p>実績： 船用機関としての実績をベースとする。 陸上、航空機、海洋構造物での実績を参考とする。(使用状況、モニタリングの有無、予防保全・診断技術の有無等を考慮して査定する。) 新規開発ガスタービンについては、類型ガスタービンの実績値を当該ガスタービンの実績値とする。ただし、類型ガスタービンとの変更箇所等を考慮し査定する。</p> <p>機関出力： 船舶の航路、吸気温度、使用条件により個別に機関出力を定め、その出力により整備間隔を定める。 大気温度により機関出力を変える設定も考慮する。</p> <p>起動停止頻度： 必要に応じ、起動停止頻度の影響を考慮する。</p> <p>船用対策 船用対策を考慮する。</p>	<p>運用実績による見直し： HSI、OH時間間隔は運用実績により見直しを行う。開放検査の結果更に連続使用可能な場合には、各部品の使用時間を考慮して、整備間隔を延長することができる。一方、連続使用不可の場合には、整備間隔を短縮する。</p>	<p>運用実績による見直し： HSI、OH時間間隔は運用実績により見直しを行う。開放検査の結果更に連続使用可能な場合には、各部品の使用時間を考慮して、前回の整備間隔の2倍を限度に、整備間隔を延長することができる。一方、連続使用不可の場合には、整備間隔を短縮する。</p>		<p>同型ガスタービンの設計データ、使用実績データをもとに整備間隔を定める。船用化対策として、耐蝕材料、耐蝕コーティング処理が考慮される。</p> <p>機関の出力は、熱負荷条件が同じであってもタービン入口温度一定の運転状態でも、外気温度によって違ってくる。</p> <p>同じ船舶を吸気温度の違う温暖海域、寒冷海域で運航する場合、必要に応じ整備間隔を変える必要がある。</p>
整備時期の延長				<p>主管庁が指定するモニタリングを実施し、定期的に結果を報告、審査し、良好な状態が確認できた場合は、整備時期を整備間隔の2倍を超えない範囲で延長することができる。</p>	

各整備方式による整備間隔の延長 (案)

整備方式		整備間隔延長スキーム
時間管理整備方式		
時間管理整備方式 (モニタリング監視)		
予防保全方式		<p>整備間隔は、各部品のライフタイムによる。</p>

各整備方式による整備間隔の延長 (案)

整備方式	整備間隔延長スキーム
<p>時間管理整備方式</p>	
<p>時間管理整備方式 (モニタリング監視)</p>	
<p>予防保全方式</p>	<p>整備間隔は、各製品のライフタイムによる。</p>

5. 結言

本調査委員会は、平成12年度の単年度事業として、高速船機関特殊基準に関する調査研究を実施した。委員会での作業は、各方面からもっとも関心の高い船用ガスタービン機関の整備基準案の作成に目標を絞って進められた。

最初に、船用ガスタービン機関の活用状況等がレビューされ、その後航空、陸上等他分野における整備基準の現状が調査された。先進的事例として特に航空機分野は予防保全整備が一般となりつつあるとのことであった。

一方、船用分野は、これまでディーゼル機関や蒸気タービン機関が一般的であるが、すでに船級規則等では、計画保全（時間管理整備）や予防保全の考え方は導入されている。しかし、それらの実績は極めて少なく、航空分野の一般化された手法をそのまま船用に流用することは、機種数や使用実態等を考慮すると必ずしも適切ではないため、最終的な船用ガスタービン整備基準案は、船用独自に以下の3つの分類を行った。

- ①時間管理整備方式
- ②時間管理整備方式（モニタリング監視）
- ③予防保全（OCM）方式

①の時間管理整備方式は、ジェットホイルをはじめとする我が国の既存ガスタービンの整備方式に相当する。この方式の問題点は、整備間隔（TBO）を過去の実績ベースのみで延長するため、機関の目標とする整備間隔に到達するまでに比較的時間を要することとなる。これに対し、②の時間管理整備方式（モニタリング監視）は①方式に加え運転パラメーター等のモニタリングを行うというもので、安全を確認しながら整備間隔の延長をスピーディーに実施できるものである。最後に③予防保全（OCM）方式は、航空分野では、大型機中心に普及が進んでいるものでモニタリングデータから故障予知診断を行い、最適な時期に整備を行うというものであるが、船用分野では将来的な目標として今後のデータ蓄積と技術開発に期待したい。

委員会では、各位から活発な意見と作業協力を得て、最終基準案が完成された。

執筆担当者

吉識 晴夫	千田 哲也	飯沼 秀靖
田中 暁	岡崎 吉則	赤堀 正志
今出 秀則	山口 祥功	神谷 和也
中川 直人		

発行者 財団法人 日本船舶技術研究協会
東京都港区西新橋 一丁目7番2号(〒105-0003)
虎ノ門高木ビル5階
電話： 03-3502-2132(総務部)
03-3502-2134(基準部)
ファックス： 03-3504-2350
ホームページ： <http://www.jstra.jp/>

本書は、日本財団の助成金を受けて作製したものです。
本書の無断転載・複写・複製を禁じます。