

水素燃料電池船の安全ガイドライン

令和3年8月

国土交通省海事局

改 訂 履 歴

初版	2018 年 3 月
第 1 回改訂	2021 年 8 月

水素燃料電池船の安全ガイドライン

1. 通則

本ガイドラインの目的は、燃料電池を搭載した船舶並びに水素燃料を使用する推進機関、補助動力機関及び／又はその他の用途の機器の設計、構造及び運用を安全で環境に配慮したものとすることであり、本ガイドラインには必要な技術的事項を示している。

なお、一部の燃料電池を搭載した船舶等では、燃料電池で水素を使用するための燃料改質プロセスを使用している。本ガイドラインをこのような船舶に適用する場合は当該燃料改質プロセスについて追加の検討及び安全対策が必要である。

1.1 適用

本ガイドラインが適用対象とする船舶に使用される燃料電池等は、表 1.1 に示す範囲とする。

燃料電池及び水素燃料搭載に係る船体構造、推進電動機、水素燃料管装置、制御装置、電気設備は、本ガイドラインの規定による。ただし、総トン数 500 トン以上の船舶にあつては、特段の定めがない限り、国際海事機関（IMO）が定める燃料電池発電設備を利用する船舶の安全ガイドライン（Interim guidelines for the safety of ships using fuel cell power installations）（以下「暫定 FC ガイドライン」）の規定を準用する。

なお、本ガイドラインが適用となる船舶は、船舶安全法及び関係規則にも従わなければならない。

船舶に搭載する燃料電池関係機器の構成例を図 1.1 に示す。ただし、必要機器及び配置等については、この限りではない。

表 1.1 適用範囲

項目	適用範囲
電源	燃料電池と蓄電池（注 1）を組み合わせた電源供給システム
燃料電池の形式	固体高分子形燃料電池
船舶への水素供給方法	移動式水素ステーション、又は可搬式水素ボンベにより供給 （液化水素の状態での船舶への水素供給が行われる船舶については適用外とする。）
燃料タンクの設計圧力	70MPa 以下
燃料の貯蔵形態	液化水素の状態での燃料の貯蔵を行う船舶については適用外とする。
水素の使用形態	純水素（圧縮ガス）を使用（注 2）
酸素の供給方法	大気から供給

（注 1）本ガイドラインではリチウム二次電池を想定するが、他の蓄電池を使用する場合は、検査機関が同等と認めるところによる。

（注 2）燃料電池用の燃料供給設備としては、加圧式燃料タンクから水素ガスを供給する設備を対象とし、天然ガス等を改質して水素ガスを供給する設備は適用外とする。

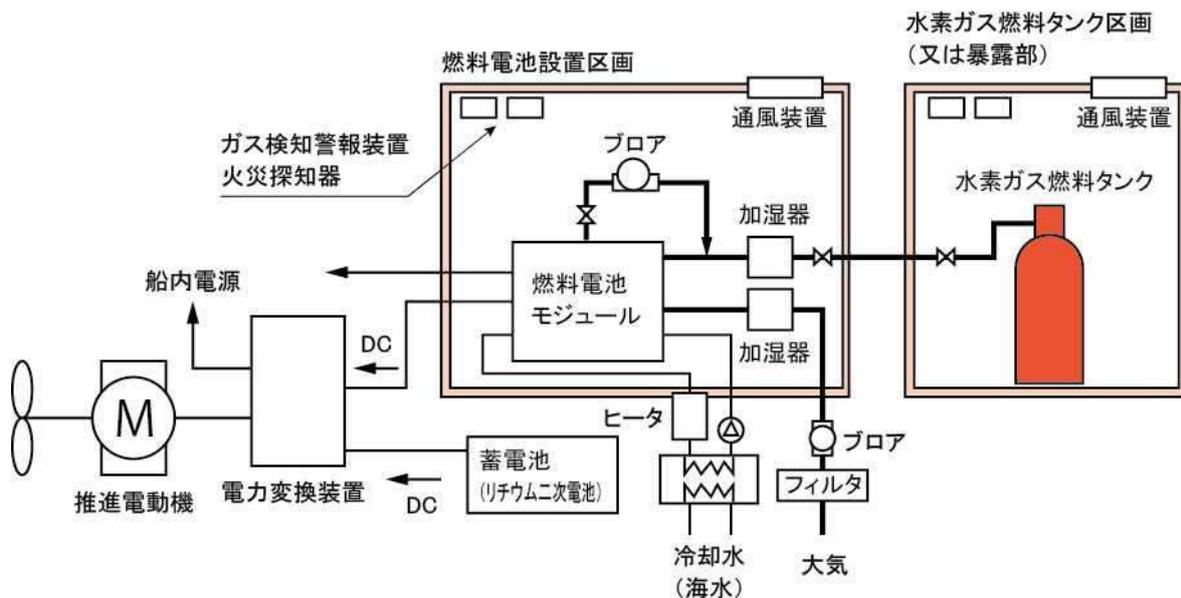


図 1.1 燃料電池に係る機器のイメージ図

1.2 同等効力

本ガイドラインの規定に一部適合しない場合であっても、検査機関が本ガイドラインの規定に適合するものと同等以上の効力があると認める場合は、これを本ガイドラインに適合するものとみなす。

1.3 代替設計

本ガイドラインに規定される燃料電池発電システムの設備及び配置は、本ガイドラインの目的及び機能要件に適合し、関連各章に規定される安全性と同等の安全性を確保できる場合に限り、代替設計を採用することができる。

代替設計の同等性については、危険性の同定（Hazard Identification：附録 1 参照）を含むリスク評価を実施し、1.2 項に従って立証され、検査機関の承認を得なければならない。

なお、本ガイドラインに特に規定される艙装、材料、設備、装置、機器の付着品、機器の部品及びその型式に代えて、原則として、運用上の手段又は方法を採用することは認められない。

※暫定 FC ガイドライン 1.5

2. 定義

本ガイドラインで用いる主な用語及び定義は次による。

(1) 燃料電池

燃料電池の燃料の化学エネルギーを電解酸化によって直接電気および熱エネルギーに変換する電源をいう。

※暫定 FC ガイドライン 1.4.1

(2) (燃料電池の) 単セル

燃料極、空気極及び電解質が一組となって構成される電池の基本構成単位。

(3) セルスタック

単セルの積層体であり、セパレータ、冷却板、出力端子などの附属品を含めたもので、燃料電池の基本構成単位。

(4) 燃料電池モジュール

所要出力を得るために一つ又は複数のセルスタック、燃料、酸化剤、排気ガス及び電力の接続部で構成されたセルスタック群。制御システム及び冷却用設備の一部並びに収納容器、換気設備など周辺機器も含めて構成する場合もある。

(5) 燃料電池発電システム

燃料又は危険な蒸気を含む可能性のあるコンポーネント群、燃料電池、および関連する管装置をいう。

※暫定 FC ガイドライン 1.4.3

(6) 燃料電池発電設備

燃料電池発電システムと、船舶に電力を供給するために必要なその他のコンポーネントおよびシステムをいう。これには、燃料電池の運転のための附帯設備を含む。

※暫定 FC ガイドライン 1.4.4

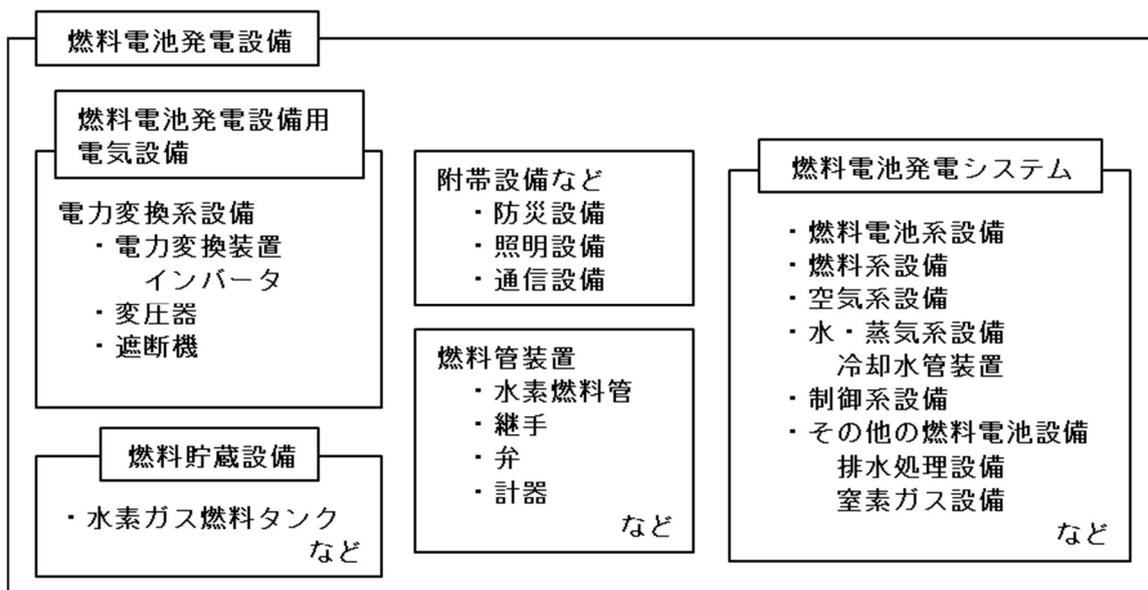


図 1.2 船舶用燃料電池発電設備の構成例

(7) 燃料電池設置区画

燃料電池発電システム又は燃料電池発電システムの一部を含む区画又は筐体をいう。

※暫定 FC ガイドライン 1.4.5

(8) 排気ガス

燃料電池のアノード側からの排気をいう。

※暫定 FC ガイドライン 1.4.6

(9) 排気空気

燃料電池のカソード側からの排気をいう。

※暫定 FC ガイドライン 1.4.7

(10) 加湿器

燃料電池モジュールに供給する水素及び酸化剤に水分を加える装置。加湿によって電解質膜を湿潤状態としイオン透過性をもたせる。

(11) 空気系設備

燃料電池発電システムで用いられる空気などの酸化剤を計量、調整、処理及び加圧する設備。燃料電池発電システムを構成する主要設備の一つ。

(12) 燃料貯蔵設備

燃料電池発電設備の燃料を貯蔵する設備で、燃料タンクともいう。本ガイドラインでは、水素燃料タンクを対象とする。

(13) 燃料管装置

燃料タンクから燃料電池モジュールに燃料を供給するための管路及び周辺装置。燃料管のほか、管継手

や弁などが含まれる。

(14) 管取付け物

管フランジ、メカニカルジョイント、パイプピース、伸縮継手、フレキシブル管継手等の管接続金物及びこし器、分離器等、管装置中に用いられる取付け物。

(15) 電力変換装置

燃料電池発電システムの出力を指定の直流又は交流電力に変換して電力を供給する装置。インバータ、制御監視装置、系統連系保護装置などから構成される。

(16) 蓄電池

充電して繰り返して使うことができる電池。本ガイドラインではリチウム二次電池を対象とする。

(17) (リチウム二次) 単電池

リチウムの酸化・還元で電気的エネルギーを供給する充電式の電池。単電池は、端子配置及び電子制御装置を備えていないため、すぐに使用できる状態にはない。単セルと呼ばれることもある。

(18) 蓄電池モジュール

直列及び／又は並列接続した単電池群。温度上昇から回路を保護するための PTC (Positive Temperature Coefficient) 素子、ヒューズなどの保護素子 (保護装置)、及び監視回路をもったものを含む。

(19) 電池パック

一つ以上の単電池又は電池モジュールを組み込んだユニット。

(20) 蓄電池システム

一つ以上の単電池、蓄電池モジュール又は電池パックを組み込んだシステム (図 1.3 参照)。単電池が使用範囲内となるように監視し制御するバッテリーマネジメントユニット (BMU) をもつ。また、電池システムは、冷却装置及び／又は加温装置をもつ場合もある。複数の電池システムがさらに大きな蓄電池システムを構成することもある。

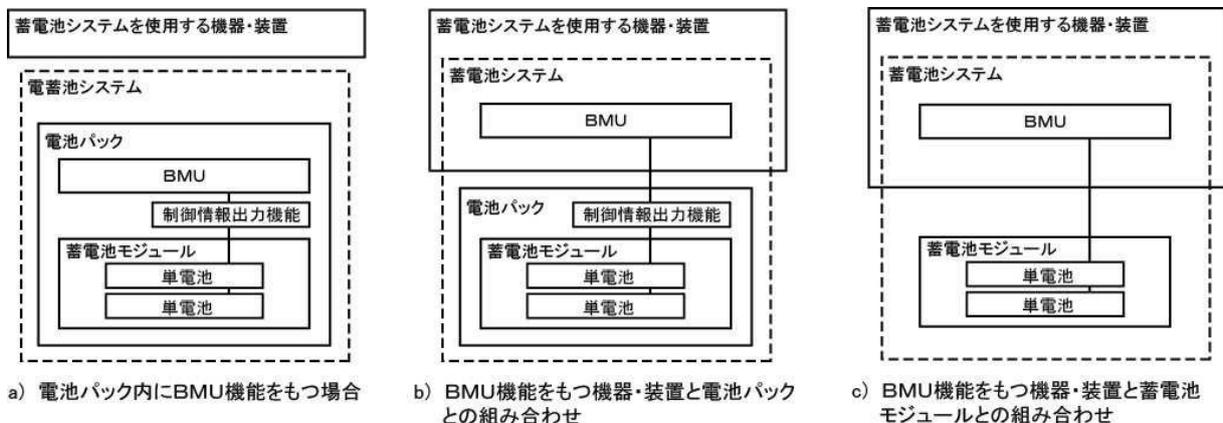


図 1.3 電池システムの構成例

(21) 蓄電池設備

蓄電池システム及び充放電システムを含む設備全体をいう (図 1.4 参照)。

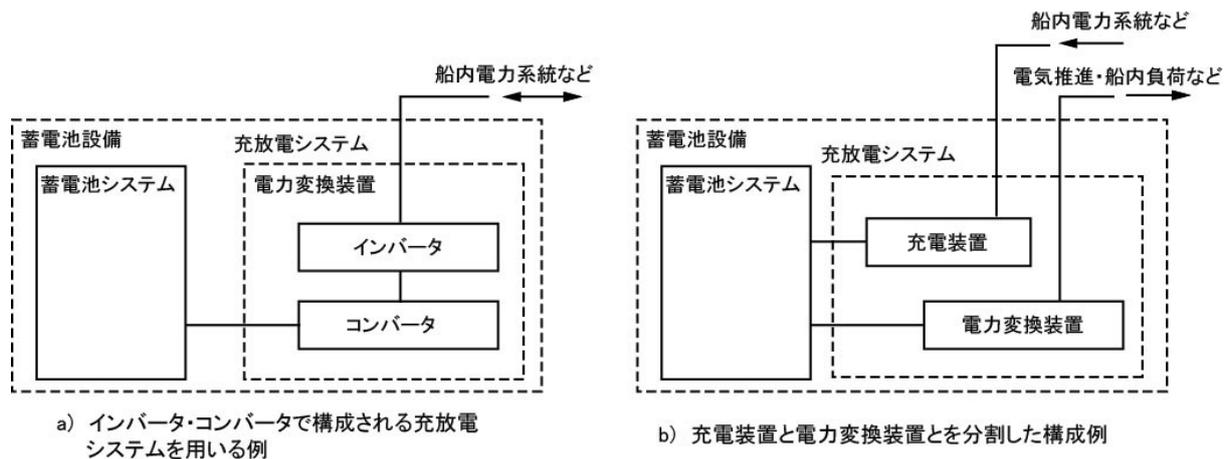


図 1.4 蓄電池設備の構成例

(22) インターロック

期待した動作を行うために、又は特定の動作を行わせないために、複数の機器の間で協調を行わせるための機器又は仕組み。【JIS B 3000「FA-用語」より】

(23) バンカリング

船舶に常設されているタンクに燃料を陸上又は浮体設備から移送すること又は可搬式タンクを燃料供給装置に接続することをいう。

※IGF コード 2.2.3

(24) 「承認された安全形」とは、検査機関が適当と認める基準において可燃性雰囲気における使用についての安全性を認められた防爆型の電気機器をいう。

※IGF コード 2.2.4

(25) ダブルブロックブリード弁

管に直列して配置される二つの弁とそれら 2 つの弁の間の管から圧力を逃すことのできる第 3 の弁を組み合わせたものをいう。ただし、3 つの個別の弁に代えて、二方弁及び閉鎖弁により構成されるものとして差し支えない。

※IGF コード 2.2.9

(26) 閉鎖場所

当該区域の内部において機械通風がない場合に、通風が制限され、かつ、爆発性雰囲気が自然に拡散しない区域をいう。

※IGF コード 2.2.11

(27) ESD (emergency shutdown)

緊急遮断をいう。

※IGF コード 2.2.12

(28) 爆発

制御不可能な燃焼の爆燃事象をいう。

※IGF コード 2.2.13

(29) 燃料格納設備

タンクの接続物を含む燃料の貯蔵のための設備をいい、付随する防熱材及びこれらに間に空間等を設ける場合はこれらを含み、かつ、これらの構成要素を支持するために必要な場合は隣接する構造も含む。

※IGF コード 2.2.15

(30) タンクコネクションスペース

すべてのタンク接続部及びタンク付弁を囲んだ区域をいい、そのような接続物を密閉区画内に配置するために要求される。

※IGF コード 2.2.15.3

(31) 危険場所

電気機器又は他の着火源となりうる機器の構造、設置及び使用に特別の注意を必要とするほどの爆発性雰囲気が存在する又は存在するおそれのある場所をいう。

※IGF コード 2.2.21

(32) LEL (the lower explosive limit)

爆発下限界を示す。

※IGF コード 2.2.24

(33) 非危険場所

機器の構造、設置及び使用に特別の注意を必要とするほどの爆発性雰囲気が存在するおそれのない場所をいう。

※IGF コード 2.2.33

(34) 開放甲板

重大な火災のリスクがない甲板であって少なくとも両端又は両側が開放されているもの又は重大な火災のリスクがない甲板であって1つの端部が開放されており、甲板の全長に亘って適当に自然通風される甲板をいう。当該自然通風は、当該構造物の側部及び隔壁端部に分配して配置された恒久的な開口を通じて行われるものとする。

※IGF コード 2.2.34

(35) 許容できない電力の喪失

本ガイドラインにおける「許容できない電力の喪失」とは、重要な機器の1つが作動しない状態になった場合に、避難の判断に必要な警報装置及び避難に必要な照明装置への電力供給を維持、又は復帰できない状態をいう。

(36) 小型船舶

総トン数 20 トン未満の小型船舶又は、総トン数 20 トン以上のものであって、スポーツ又はレクリエーションの用に供するものとして船体の長さが 24m 未満の船舶。

3. 機能要件

3.1 装置の安全性及び信頼性

装置の安全性、確実性及び信頼性は、新規及び従来の油燃料の主機及び補機と同等でなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.1、IGF コード 3.2.1

3.2 燃料に係る危険性

燃料に係る危険性は、通風装置、検知装置及び安全装置の配置及び設計により最小限に抑えなければならない。ガス漏洩又はリスク低減措置の故障が発生した場合、必要な安全措置が作動しなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.2、IGF コード 3.2.2

3.3 ガス燃料設備の設計

ガス燃料設備は、当該設備のリスク低減措置及び安全措置が許容できない電力の喪失につながらないように設計しなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.3、IGF コード 3.2.3

3.4 危険場所の最小化

危険場所は、船体、人員及び設備の安全性を損なう潜在的なリスクを減らすために、実行可能な限り最小としなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.4、IGF コード 3.2.4

3.5 危険場所に設置する設備

危険場所に設置する設備は運航上不可欠なものに限定して最小とし、かつ、適切に承認されなければな

らない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.5、IGF コード 3.2.5

3.6 ガスの滞留

燃料電池設置区画は、爆発性、可燃性、又は毒性を有するガスの意図しない滞留が生じないようにしなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.6、IGF コード 3.2.6

3.7 構成要素の保護

装置の構成要素は、外部損傷から保護されなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.7、IGF コード 3.2.7

3.8 危険場所における発火源

危険場所内の発火源は、爆発の可能性を低減するために最小としなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.8、IGF コード 3.2.8

3.9 ガス燃料の供給、貯蔵及びバンカリング設備

燃料の供給、貯蔵及びバンカリング設備は、燃料を求められる状態で船内への取込み及び貯蔵ができるように安全かつ適切なものとしなければならない。

※IGF コード 3.2.9

3.10 各用途への適合

ガス配管、格納設備及び圧力逃し装置は、各用途に適合するよう設計、製作及び施工されなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.9、IGF コード 3.2.10

3.11 機関、装置及び構成要素

機関、装置及び構成要素は、安全で信頼できる操作が確保されるよう、設計、製作、施工、運転、保持及び保護されなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.10、IGF コード 3.2.11

3.12 燃料電池設置区画の計画及び配置

燃料格納設備及びガス放出源を含む燃料電池設置区画は、火災又は爆発により、許容できない電力の喪失が発生しない又は他の区画の設備が操作不能とならないように計画及び配置されなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.11、IGF コード 3.2.12

3.13 操作の安全性及び信頼性

操作の安全性及び信頼性を確保するため、適切な制御、警報、監視及び遮断装置を設けなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.12、IGF コード 3.2.13

3.14 固定式ガス検知装置の設置

固定式ガス検知装置は、関連するすべての区域及び場所について考慮して設置しなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.13、IGF コード 3.2.14

3.15 火災検知、防火及び消火対策

懸念される危険に対して有効な火災検知、防火及び消火対策を講じなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.14、IGF コード 3.2.15

3.16 燃料装置及びガス使用機器の確認

燃料装置及び燃料電池発電システムの運転試験、海上試運転及びメンテナンスは、目標とする安全性、有効性及び信頼性の確認が行えるものとしなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.15、IGF コード 3.2.16

3.17 適合性の判定

技術的文書により、装置及び構成要素について、適用される規則、ガイドライン、使用される設計標準に適合していることを確認できるようにしなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.16、IGF コード 3.2.17

3.18 装置又は構成要素の信頼性

技術的装置又は構成要素は、単一の故障によって、危険な状態又は信頼性の低下を引き起こしてはならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.17、IGF コード 3.2.18

3.19 アクセスの確保

燃料電池設置区画は、操作、検査及び保守のために安全なアクセスが提供されなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 1.3.18

4. 一般要件

4.1 目的

本章の目的は、人員、環境又は船体に対するあらゆる有害な影響を排除又は低減するために、関連するリスクについて必要な評価が確実に実施されるようにすることである。

※IGF コード 4.1

4.2 リスク評価

4.2.1 小型船舶以外にあっては、燃料電池の使用から生じるリスクの船舶の健全性に影響を特定するため、新規又は変更された燃料電池の設計及びシステム構成について、危険性の同定（Hazard Identification：附録 1 参照）を含むリスク評価を実施すること。この場合、合理的に予見可能な故障が発生した場合、設置、運用、保守に関連するハザードを考慮する必要がある。

※暫定 FC ガイドライン 4.2.4

4.2.2 リスクは、許容可能で認知されたリスク分析技術を用いて分析されなければならない、構成部品への機械的損傷、操作上及び天候に関連した影響、電氣的障害、化学反応、毒性、燃料の自己発火、火災、爆発、短期的な停電（ブラックアウト）は、最低限考慮されなければならない。分析は、リスクが可能な限り排除されることを保証しなければならない。除去できないリスクは、必要に応じて緩和されなければならない。

※暫定 FC ガイドライン 4.2.5

4.2.3 船舶が本ガイドラインから逸脱する場合、検査機関は、申請者が提出するリスク評価等により安全性が確認されることを条件に、代替設計を認めることができる。

リスク評価を行う場合には、少なくとも以下の項目及び対策を含まなければならない。

- (a) 燃料の漏洩
- (b) 燃料電池設置区画の火災・爆発
- (c) 燃料タンクが設置される区画の火災・爆発
- (d) 蓄電池設置区画の火災・爆発
- (e) 燃料電池発電システムの故障・損傷
- (f) 電気ショック

4.3 爆発の防止

次の(a)から(h)を引き起こさないよう、潜在的な放出源及び発火源を含むすべての区域における爆発を防止するための適切な措置が施されていないなければならない。

※IGF コード 4.3

(a) 爆発が発生した区域外の機器もしくは装置の損傷又は正常な機能の阻害

※IGF コード 4.3.1

(b) 主甲板より下方の浸水又は継続的な浸水を起こす程度の船への損傷

※IGF コード 4.3.2

(c) 通常の運航状態で業務区域又は居住区域に居る人員に怪我をさせる程度の当該区域への損傷

※IGF コード 4.3.4

(d) 電力の供給に必要な機器及び配電盤の正常な機能の阻害

※IGF コード 4.3.4

(e) 救命設備又は関連する進水装置の損傷

※IGF コード 4.3.5

(f) 爆発により損傷した区域外の消火設備の正常な機能の阻害

※IGF コード 4.3.6

(g) 貨物、ガス及び燃料油等を巻き込む連鎖反応を起こす程度の船内のその他の区域への影響

※IGF コード 4.3.7

(h) 人員の救命設備又は避難経路への接近の妨げ

※IGF コード 4.3.8

5. 船舶の設計及び配置

5.1 目的

本章の目的は、動力源装置、燃料貯蔵装置、燃料供給装置及び燃料補給装置を安全な場所に設置し、適当に設備し、機械的損傷から保護することである。

※IGF コード 5.1.1

5.2 機能要件

5.2.1 一般

本章の規定は、3.1～3.3、3.5、3.6、3.8、3.12～3.15 及び 3.17 の機能要件に関連する。加えて、5.2.2 が適用となる。

※IGF コード 5.2.1

5.2.2 追加要件

(a) 燃料タンクは、船舶の安全な操作及び関連する危険性を考慮して、衝突又は座礁により損傷する可能性を最小限に抑えられるように配置しなければならない。

※IGF コード 5.2.2.1

(b) 燃料格納設備、燃料配管及びその他の燃料の放出源は、放出ガスが大気中の安全な場所に導かれるように配置しなければならない。

※IGF コード 5.2.2.2

(c) 燃料の放出源を含む区域への交通又はその他の開口は、水素ガスの流入を想定して設計されていない区域へこれらのガスが流入しないように配置しなければならない。

※IGF コード 5.2.2.3

(d) 燃料管は、機械的損傷に対して保護しなければならない。

※IGF コード 5.2.2.4

(e) 推進装置及び燃料供給装置は、ガスの漏洩後の安全措置により許容できない電力の喪失を引き起こさないように設計されなければならない。

※IGF コード 5.2.2.5

(f) 水素燃料を使用する機器が設置される機関区域における爆発の可能性は、最小としなければならない。

※IGF コード 5.2.2.6

5.3 一般要件

5.3.1 燃料タンクの保護

燃料タンクは機械的損傷から保護されなければならない。

※IGF コード 5.3.1

5.3.2 燃料タンクの自然換気

開放甲板上の燃料タンク及び機器は、放出ガスが滞留しないよう、十分な自然換気がなされるよう設置しなければならない。

※IGF コード 5.3.2

5.3.3 燃料タンクの配置

燃料タンクは以下の方法により配置することとし、衝突又は座礁による外的損傷から保護されなければならない。

※IGF コード 5.3.3

(a) 燃料タンクは、喫水線の位置で船側から船体中心線に直角方向に船内側に測って、小型船舶にあっては $B/5$ の距離、小型船舶以外にあっては $B/5$ 又は 11.5m のいずれか小さい方の距離離れた位置よりも船内側に配置されなければならない。B は船の幅であり、単位はメートル [m] である。ただし、検査機関が安全と認める場合は、適切な距離とすることができる。

※IGF コード 5.3.3.1

(b) 各燃料タンクの境界は、タンク付弁を含むタンクの長手方向、横方向及び垂直方向の最も外側としなければならない。

※IGF コード 5.3.3.2

(c) いかなる箇所においても、燃料タンクの境界を小型船舶にあっては 0.8m の距離より、小型船舶以外にあっては次に示す距離より船側及び船尾端の外板に近づけて配置してはならない。ただし、検査機関が安全と認める場合は、適切な距離とすることができる。

※IGF コード 5.3.3.4

.1 旅客船の場合： 0.8m 又は $B/10$ のいずれか大きい値。ただし、この距離は、 $B/15$ 又は 2m より大きい必要はない。

.2 貨物船の場合：

.1 V_c が $1,000\text{m}^3$ 以下の場合、 0.8m

.2 V_c が $1,000\text{m}^3$ より大きく $5,000\text{m}^3$ 未満の場合、 $0.75+V_c \times 0.2/4,000 \text{ m}$

.3 V_c が $5,000\text{m}^3$ 以上 $30,000\text{m}^3$ 未満の場合、 $0.8+V_c/25,000 \text{ m}$

.4 V_c が $30,000\text{m}^3$ 以上の場合、 2m

この場合、 V_c は 20°C において計画された燃料タンクの総容積 (タンクドーム及び付加物を含む。) の 100%

(d) 燃料タンクの最下部境界は、船体中心線における船体外板の上面から測って、小型船舶にあっては $B/15$ の距離、小型船舶以外にあっては $B/15$ 又は 2.0m のいずれか小さい方の距離を最小距離としてその上方に配置されなければならない。ただし、検査機関が安全と認める場合は、適切な距離とすることができる。

※IGF コード 5.3.3.5

(e) 多胴船の場合、B の値は特別に考慮することができる。

※IGF コード 5.3.3.6

(f) 燃料タンクは、原則として、船首隔壁よりも後方に設置しなければならない。

※IGF コード 5.3.3.7

(注記) 小型船舶安全規則第 15 条において、沿海以上の航行区域を有する小型船舶は船首より船の長さの 0.05 倍の箇所から 0.13 倍の箇所までの間に水密隔壁を設けなければならないこととされている。

(g) 衝突及び／又は座礁に対し高い耐性を持つ構造の船舶にあっては、燃料タンクの配置位置の規定は、1.2 に従い特別に考慮することができる。

※IGF コード 5.3.3.8

5.3.4 燃料タンクの配置の代替

燃料タンクの配置について、5.3.3(a)の代替として、IGF コード 5.3.4 項の計算方法を用いて差し支えない。

※IGF コード 5.3.4

5.3bis 燃料電池設置区画の設計

燃料電池設置区画の設計は、5.4 から 5.11 までの規定に代えて、暫定 FC ガイドラインの次の規定を適用することができる。

2.1 Fuel cell spaces

2.2 Arrangement and access

2.3 Atmospheric control of fuel cell spaces

※暫定 FC ガイドライン 2.1、2.2、2.3

5.4 機関区域の設計

水素燃料を使用する機器が設置される区域は、ガス爆発が発生する可能性を最小とするために、次の(a)又は(b)のいずれかとすることができる。

※IGF コード 5.4.1

(a) ガス安全機関区域

正常状態及び異常状態を含めたすべての状態においてもガス安全、すなわち本質的にガス安全とみなされる配置の機関区域。

※IGF コード 5.4.1.1

(b) ESD 保護機関区域

正常状態において非危険場所とみなされるが、特定の異常状態では危険場所になりうる配置の機関区域。

安全でない機器（発火源）及び機関は、ガスに係る危険性を伴う異常状態が発生した場合に自動的に緊急遮断されるものでなければならない。また、この状態において使用される機器又は機関は、承認された安全形でなければならない。

ESD 保護機関区域においては、単一の故障が当該区域内へのガスの放出を引き起こす場合がある。通風装置は、技術的な故障により起こり得る最大の漏洩のシナリオに対応したものとしなければならない。

ガス管の破裂又はガスケットのブローアウト等、危険ガスの集積を引き起こす故障に対しては、爆発圧力を逃す装置及び緊急遮断装置により保護されなければならない。

※IGF コード 5.4.1.2

5.5 ガス安全機関区域

5.5.1 ガスの放出の防止

ガス安全機関区域は、当該系統内における単一故障が、機関区域内へのガスの放出を引き起こすものであってはならない。

※IGF コード 5.5.1

5.5.2 燃料管

機関区域の囲壁の内部のすべての燃料管は、9.6 の規定に従って、ガス密の囲壁により閉鎖しなければならない。

※IGF コード 5.5.2

5.6 ESD 保護機関区域

5.6.1 適用

ESD 保護機関区域は、定期的に無人の状態である機関区域に制限される。

※IGF コード 5.6.1

5.6.2 保護措置

ESD 保護機関区域には、爆発及び機関区域外部の損傷に対する保護を確保するための手段を備えなければならない。このため、少なくとも次の(a)~(d)の措置を講じなければならない。

- (a) ガス検知装置
- (b) 遮断弁
- (c) 冗長性（小型船舶以外に限る）
- (d) 有効な通風装置

※IGF コード 5.6.2

(注記) 燃料電池発電システムは ESD 保護を前提としているため、従来の主機と比べて、停止しやすい状況になる。そのため、燃料電池発電システムが非常停止した場合であっても蓄電池等を利用して推進動力の供給が維持されることを推奨する。

5.6.3 ガス供給管

機関区域内のガス供給管は、次の条件を満足する場合、ガス密の外部囲壁を設けなくて差し支えない。

※IGF コード 5.6.3

(a) 小型船舶以外にあっては、推進力及び電力を発生させる機関は、共通の隔壁を有さない 2 以上の機関区域に配置すること。ただし、単一の事故が両方の機関区域に影響を及ぼすことがないと立証される場合は、この限りではない。

※IGF コード 5.6.3.1

(b) 燃料電池発電システムが設置される区画は、当該設備が機能を維持するために必要となる最小限の機器、構成要素及び装置のみを収容すること。

※IGF コード 5.6.3.2

(c) 燃料供給を自動的に遮断し、かつ、承認された安全形でないすべての電気設備及び機器を切り離す固定式ガス検知装置を設置すること。

※IGF コード 5.6.3.3

5.6.4 機関の配置

機関は、いかなる単一の機関区域への燃料供給が遮断された場合にも許容できない電力の喪失が引き起こされないようにしなければならない。

※IGF コード 5.6.4

5.6.5 区画の強度

小型船舶以外にあっては、単一の隔壁により分離された ESD 保護機関区域は、隣接する区域の保全性及び当該区域内の機器に影響を及ぼすことなく、いずれかの区域の局所的なガス爆発の影響にも耐えうる十分な強度を有するものでなければならない。

※IGF コード 5.6.5

5.6.6 区画の形状

ESD 保護機関区域は、可能な限り、単純な幾何学的構造とし、ガスの蓄積及びガスポケットの形成が最小限になるようなものとしなければならない。

※IGF コード 5.6.6

5.6.7 通風装置

ESD 保護機関区域の通風装置は、以下の要件を満たす独立した排気式機械通風装置としなければならない。また、13章の規定に従い配置されなければならない。

(a) 原則として、区画上部に排気口を有する防爆型の排気式機械通風装置としなければならない。

- (b) 小型船舶にあつては、起動時に当該通風装置の周囲に水素ガス濃度が十分に低いことを確認する措置及び高濃度な水素ガスが検知された場合に区画内の通風装置や非防爆電気機器を停止する措置を講じている場合、非防爆型の給気式機械通風装置の使用が認められる。
- (c) 他の区画へ水素ガスが流出しないような構造とする場合、かつ起動時に当該通風装置の周囲に水素ガス濃度が十分に低いことを確認する措置及び高濃度な水素ガスが検知された場合に水素ガスを安全な場所へ排出する措置を講じている場合、区画下部に供給口を有する非防爆型の給気式機械通風装置の使用が認められる。
- (d) 通風装置は、当該区画の火災時に、区画の外部から停止できるものとしなければならない。

5.7 燃料管の配置及び保護

5.7.1 船側からの距離

原則として、燃料管は、船側から 800mm 以上離して配置しなければならない。ただし、検査機関が安全と認める場合は、当該距離を短くすることができる。

※IGF コード 5.7.1

5.7.2 配管

燃料管は、制御場所、居住区域、業務区域、機関区域を直接通過させてはならない。ただし、二重管等の特別な考慮を条件に機関区域の通過が認められる。

※IGF コード 5.7.2

5.7.3 燃料管の保護区域

小型船舶以外にあつては、ロールオン・ロールオフ区域、特殊分類区域及び開放甲板上に配置される燃料管は、機械的損傷から保護しなければならない。

※IGF コード 5.7.3

5.7.34 ガス燃料管の配置

ESD 保護機関区域内のガス燃料管は、実行可能な限り、電気設備及び可燃性液体を内蔵するタンクから離さなければならない。

※IGF コード 5.7.4

5.7.45 ガス燃料管の保護

ESD 保護機関区域内のガス燃料管は、機械的損傷から保護しなければならない。

※IGF コード 5.7.5

5.8 ビルジ装置の分離

燃料電池設置区画に設けるビルジ装置は、他の区域のビルジ装置から分離しなければならない。

※IGF コード 5.9.1

5.9 閉鎖場所の入口及びその他の開口の配置

閉鎖場所の入口及びその他の開口の配置は以下の要件を満たしていなければならない。

- (a) 危険場所への交通は、非危険場所から直接立ち入ることができるものとしてはならない。運航上の理由によりそのような開口が必要な場合には、IGF コード 5.12 に定めるエアロック等の特別な措置により認められることがある。

※IGF コード 5.11.1

- (b) タンクコネクションスペースへの交通は、当該交通が開放甲板上から直接立ち入ることができる独立したものでない限り、ボルト締めハッチとしなければならない。ボルト締めハッチがある区域は、危険場所として扱われる。

※IGF コード 5.11.3

(c) ESD 保護機関区域への交通が船内の他の閉鎖場所から行われる場合、出入口には、検査機関が承認するエアロック等の措置を施さなければならない。

※IGF コード 5.11.4

5.10 イナーティングされる区画への交通

イナーティングされる区画への交通は、意図しない人員の立ち入りを防ぐような配置としなければならない。当該区画への交通が開放甲板からのものでない場合には、密封装置により、隣接区画へのイナートガスの漏洩がいかなる場合にも起こらないようにしなければならない。

※IGF コード 5.11.5

5.11 排気ガス及び排気空気

燃料電池発電システムからの排気ガスおよび排気空気は、燃料電池設置区画に設置される通風以外の通風と組み合わせてはならず、屋外の安全な場所に誘導するものとする。

※暫定 FC ガイドライン 2.6

5.12 脱出設備

脱出のための出入口は、爆風逃しの開口及びガス危険区域から十分離さなければならない。また、脱出の経路は、爆風逃しの開口から十分離れた出入口、階段及び通路により、暴露部まで通じる経路としなければならない。

6. 燃料格納設備

6.1 目的

本章の目的は、人、船舶及び環境への危険性を従来の石油燃料を使用する船舶と同等のレベルまで最小化するために、水素ガスの貯蔵を適切に行うことである。

※IGF コード 6.1

6.2 機能要件

6.2.1 一般

本章の規定は、3.1、3.2、3.5 及び 3.8～3.17 の機能要件に関連する。加えて、6.2.2 が適用となる。

※IGF コード 6.2

6.2.2 追加要件

(a) 燃料格納設備は、燃料タンク又はその接続部からの漏洩により船舶、乗員乗客及び環境が危険にさらされることのないように設計されなければならない。回避すべき潜在的な危険は以下を含む。

※IGF コード 6.2.1

- i) 着火源のある場所への水素ガスの拡散
- ii) 水素ガス及びイナートガスによる酸欠のリスク
- iii) 避難場所、避難経路及び人命救助設備への交通の制限
- iv) 人命救助設備の有効性低下

(b) 燃料タンクの圧力及び温度は、燃料格納設備の設計範囲及び燃料の運送要件の範囲に保持されなければならない。

※IGF コード 6.2.2

(c) 燃料格納設備は、ガス漏洩後の安全措置により許容できない電力の喪失を引き起こさないように設計されなければならない。

※IGF コード 6.2.3

(d) 燃料の貯蔵に可搬式燃料タンクが使用される場合、原則として、燃料格納設備の設計は、恒久的に設置される燃料タンクと同等でなければならない。

※IGF コード 6.2.4

6.3 一般要件

燃料タンクは以下の要件を満たしていなければならない。

(a) 燃料タンクの最大使用圧力（MAWP、the maximum allowable working pressure）は、逃し弁の最大許容設定圧力（MARVS、the maximum allowable relief valve setting）の90%以下にしなければならない。

※IGF コード 6.3.2

(b) 甲板下に配置される燃料格納設備は、隣接する区域に対して、ガス密としなければならない。

※IGF コード 6.3.3

(c) すべてのタンク接続部、付属品、フランジ、及びタンク付弁は、タンク接続部が開放甲板にある場合を除き、ガス密のタンクコネクションスペース内に設けなければならない。当該区画は、タンク接続部からの漏洩の際に漏洩した燃料を安全に収容できるものでなければならない。

※IGF コード 6.3.4

(d) タンクコネクションスペースは、当該漏洩の際の最大の圧力上昇に耐えうるよう設計しなければならない。この代替として、安全な場所（ベントポスト等）へ導かれるベント装置を設け、圧力を逃がすこととして差し支えない。

※IGF コード 6.3.7

(e) タンクコネクションスペース内の起こりうる最大の漏洩は、詳細な設計、検知及び遮断装置に基づき決定したものとしなければならない。

※IGF コード 6.3.8

(f) 燃料タンク及び燃料管装置は、当該タンク及び管装置を空にすること並びにバージ及び通気することができるものとしなければならない。

※IGF コード 6.3.12

6.4 燃料格納設備

6.4.1 承認

船上に恒久的に設置される燃料タンクは、船舶安全法及び関連規則に基づいて製造及び検査されたものでなければならない。可搬式燃料タンクであって、陸上設備で燃料補給される高圧タンクにあっては、高圧ガス保安法及び関連規則についても考慮しなければならない。

※IGF コード 6.6.1

6.4.2 圧力逃し弁

燃料タンクには、タンクの設計圧力未満の圧力に設定された圧力逃し弁を設けなければならない。

また、圧力逃し弁からの排出口は、6.5の規定に従って配置しなければならない。ただし、火災発生時を除いてタンクの設計圧力を超えることが想定されない燃料タンクにおいては、本要件を緩和することができる。

(注記) 6.6(d)の温度条件における圧力で設計されている温度制御等を施していない圧縮水素ガスの燃料タンクについては、火災発生時を除いてタンクの設計圧力を超えることが想定されない燃料タンクに該当する。

※IGF コード 6.6.2

6.4.3 タンクの減圧

タンクには、タンクに影響を及ぼす火災の際にタンクの圧力を下げることができる適切な手段を設けなければならない。

※IGF コード 6.6.3

6.4.4 貯蔵設備の配置

閉鎖場所内には、通常、燃料タンクを貯蔵してはならない。ただし、特別な考慮が払われ、検査機関の承認を得た場合は、6.3に加え、次の規定を満足することを条件に認められる。

※IGFコード 6.6.4

- (a) 小型船舶以外にあっては、タンクに影響を及ぼす火災の際に、タンクの圧力を下げ、タンクをイナーテイングするための適切な手段が備えられていること。
- (b) 漏洩したガスの膨張により生じる最低の温度に対応するように隔壁が設計されている場合を除き、高圧ガスの放出及びその結果の凝縮に対して、閉鎖場所内のすべての表面が適切に熱的に保護されていること。
- (c) 固定式消火装置が、燃料タンクが収容される閉鎖場所又は当該場所の周囲の火災の危険性の高い場所等に設けられていること。ただし、小型船舶にあっては、燃料タンクが収容される閉鎖場所の周囲の火災の危険性の高い場所等に、当該場所等からの延焼を防止するために有効な消火設備（自動拡散型消火器等）を備えることとして差し支えない。

6.5 圧力逃し装置

燃料タンクに圧力逃がし装置を設ける場合には、燃料格納設備の設計及び貯蔵する燃料に適した圧力逃し装置としなければならない。

当該圧力逃し弁からの排出口は、次の(a)から(c)に適合するベント装置に導かなければならない。

- (a) 出口で滞りなく、通常、垂直上方に排出する構造のものでなければならない。
- (b) ベント装置に水や雪が入る可能性を最小限にするように配置されたものでなければならない。
- (c) ベント出口の高さは、暴露甲板上の適切な高さ以上とし、作業区域及び歩路上の適切な高さ以上としなければならない。

また、当該圧力逃し弁からの出口は、次の(d)及び(e)から適切な距離以上離れた場所に設けなければならない。

- (d) 空気取入口、排気口並びに居住区域、業務区域、制御場所又は他の非危険場所の開口
- (e) 機関の排気ガス出口

※IGFコード 6.7.1、6.7.2.7、6.7.2.8

6.6 燃料貯蔵状態の保持及び装置の設計

燃料タンクの圧力及び温度を適切な状態に保持するため、燃料タンクは以下の(a)から(f)の要件を満たしていなければならない。

- (a) 燃料タンクを暴露部に設置する場合は、直射日光により容器内圧が上昇することを防止する措置を講じなければならない。
- (b) 燃料タンクは、塩害及び振動に耐えられるものであり、原則として、タンクの温度を 40°C以下に維持しなければならない。ただし、水素燃料の充填時を除く。
- (c) 水素ガスの放出によるタンク圧力の制御は、緊急事態を除いて認められない。
- (d) 通常の使用状態に対し、高温側の設計周囲温度は、海水 32°C、大気 45°Cとしなければならない。特に暑い海域又は寒い海域で使用する場合、この設計温度は、検査機関の適当と認めるところにより増減しなければならない。
- (e) 装置は、燃料を大気へ放出することなく設計条件内で圧力を制御できるような容量をもたなければならない。
- (f) 装置及びその補助装置は、動的機械の構成要素又は制御装置の構成要素に単一の故障が生じた場合においても、他の設備又は装置によって、燃料タンクの圧力及び温度を維持できるものでなければならない。

※IGFコード 6.9.1

6.7 燃料格納設備の雰囲気制御

燃料タンクの安全な保守・点検を行うため、燃料タンクは以下の(a)から(c)の要件を満たしていなければならない。

(a) 燃料タンクが安全にガスフリーされ、かつ、ガスフリー状態から燃料を安全に積み込むことができるよう管装置を設けなければならない。当該装置は、雰囲気を変化させた後にガス又は空気の滞留する可能性を最小限にするような配置としなければならない。

※IGF コード 6.10.1

(b) 当該管装置は、中間段階として不活性媒体を使用することによって、雰囲気を変化させる間のいかなるときも燃料タンク内に引火性混合物が存在する可能性をなくすように設計されたものでなければならない。

※IGF コード 6.10.2

(c) ガスフリー又はパージの経過を監視するため、各燃料タンクには、採取端を設けなければならない。

※IGF コード 6.10.3

(d) タンクのガスフリーに使用するイナートガスは、船外から供給することができる。

※IGF コード 6.10.4

7. 材料及び燃料管装置

7.1 目的

本章の目的は、水素の性質を考慮し、船舶、人員及び環境へのリスクを最小にするため、すべての運航状態において燃料の安全な取扱いを確保することである。

※IGF コード 6.10.4

7.2 機能要件

7.2.1 一般

本章の規定は、3.1、3.5、3.6、3.8、3.9 及び 3.10 の機能要件に関連する。加えて、7.2.2 が適用となる。

※IGF コード 7.2.1

7.2.2 追加要件

(a) 燃料管は、燃料の温度変化により生じる熱伸縮を過大な応力が発生することなく吸収できるようにしなければならない。

※IGF コード 7.2.1.1

(b) 配管、管装置及びその構成要素並びに燃料タンクには、熱伸縮及びタンクと船体構造の相対変位による過大な応力から保護するための措置を講じなければならない。

※IGF コード 7.2.1.2

7.3 一般的な管の設計

7.3.1 一般

燃料管装置は、以下の要件を満たしていなければならない。

(a) 燃料管装置は、管装置の自重、船体変形及び振動を考慮し、有効に支持されなければならない。燃料管は、原則として、機械的損傷から保護するための措置を講じなければならない。

(b) 燃料管装置には、各設計圧力に応じた圧力計を適切な箇所に設けなければならない。

(c) 燃料管装置には、管、弁及び管取付け物及び燃料電池を保護するため、管の最高使用圧力以下に設定された圧力逃し弁を設けなければならない。なお、圧力逃し弁から大気へ開放される管の開口端は、安全な場所に導かなければならない。

- (d) 燃料管にフレキシブルホースを使用する場合は、ホース内面の非金属材料の水素に対する適合性に関する資料又は使用実績表を検査機関に提出しなければならない。
- (e) 燃料管は、原則金属もしくは金属被覆であることとする。ただし、検査機関は配置等を考慮した上で斟酌することができる。
- (f) 燃料管装置は識別可能なようにマーキングを行う。

7.3.2 管の厚さ

設計圧力が 1MPa 以上の燃料管の最小厚さ t (mm) は、次の計算式によらなければならない。

$$t = \frac{t_0 + b + c}{1 - a/100}$$

ここで t_0 は理論上の厚さであり、次式による。

$$t_0 = \frac{PD}{2Ke + P}$$

ここに、

P : 設計圧力(MPa)

D : 外径(mm)

K : ステンレス鋼管を含む鋼製の管の許容応力は、次に示す値のうち、小さい方の値とする。

$R_m / 2.7$ 、又は $R_e / 1.8$

R_m : 常温における規格最小引張強さ(N/mm²)

R_e : 常温における規格最小降伏応力(N/mm²)。降伏応力が応力・歪線図に明確に示されていない場合、0.2%耐力を適用する。

e : 継手効率で、継目無管及び検査機関が適当と認める非破壊検査を行い、継目無管と同等であると認められる縦方向又はらせん状溶接管にあっては 1.0 とする。

b : 曲げ加工に対する予備厚(mm)。 b の値は、内圧のみによる曲げ部の計算上の応力が許容応力を超えないように選定しなければならない。そのような確認が得られない場合の b の値は次式による。

$$b = \frac{Dt_0}{2.5r}$$

ここに、

r : 平均曲げ半径(mm)

c : 腐食予備厚(mm)であり、ステンレス鋼管の場合は 0 とする。

a : 厚さに対する負の製造公差(%)

※IGF コード 7.3.2

7.3.3 設計圧力

配管、管装置及びその構成要素の設計圧力は、燃料タンクの MARVS 及び配管系統中の逃し弁の設定圧力のうち最大となる値を使用しなければならない。

※IGF コード 7.3.3

7.3.4 許容応力

燃料管装置の強度は次の(a)から(b)の要件を満たしていなければならない。

(a) 鋼管（ステンレス鋼管を含む。）の場合、7.3.2 に規定する強度厚さの算式における許容応力は、次に示す値のうち、いずれか小さい方の値とする。

$R_m / 2.7$ 又は $R_e / 1.8$

R_m : 常温における規格最小引張り強さ (N/mm²)

R_e : 常温における規格最小降伏応力 (N/mm²)。降伏応力が、応力-歪線図に明確に示されていない場合、0.2%耐力を適用する。

※IGF コード 7.3.4.1

(b) 支持構造、船のたわみ又は他の原因によって付加される荷重による管の損傷、崩壊、過大なたわみ又は座屈を防止するために機械的強度が必要な場合、管の肉厚は、7.3.2 で要求されるものより増加させなければならない。ただし、機械的強度を増加させることが实际的でない又は過大な局部応力が発生する場合、このような荷重は、他の設計方法によって減少させるか、防止又は排除しなければならない。

※IGF コード 7.3.4.2

7.3.5 管の伸縮性

燃料管は、疲労の危険性を考慮して、実際の使用状態における管装置の保全性を維持するために必要な伸縮性を持たせるように配置及び設置しなければならない。

※IGF コード 7.3.5.1

7.3.6 管装置の製造及び継手の詳細

燃料管装置は、以下の要件を満たしていなければならない。

※IGF コード 7.3.6

(a) 燃料管装置に使用する弁及び管取付け物は、検査機関が適当と認める規格によるか、又は、検査機関が適当と認める試験に合格したものでなければならない。

(b) 燃料管装置の管相互の継手は、必要最小限に留め、検査機関が特に認めた場合を除き、完全溶込型の突合せ溶接継手としなければならない。ただし、設計圧力が 1 MPa 未満の小口径管については、検査機関が適当と認めるねじ込み継手又はねじ接合継手とすることができる。

(注記) 自動車業界ではねじ接合継手（ねじで締め付ける構造の継手で、継手の気密がねじ以外の接触面で保たれる構造のもの）を採用している部分もあり、高圧水素ガスのシール性を確保した継手も市販されている。設計圧力が 1 MPa 以上であっても、検査機関が適当と認める場合はこのねじ接合継手の使用も可能である。

(c) 検査機関が特に認めた箇所に使用する溶接継手以外の管継手は、検査機関が適当と認める試験又は解析により、その構造強度が確認されたものでなければならない。

※IGF コード 7.3.6.2

(d) 原則として、燃料管装置にフランジ継手を使用してはならない。

※IGF コード 7.3.6.3

(注記) 溶接後も耐水素性が確認されている材料として、ミルメーカーが特殊な高圧水素用ステンレス鋼を開発しており、最近水素ステーションで使用されている。

7.4 材料に関する要件

7.4.1 燃料タンク、燃料管等の水素に接触する部分の材料は、水素との適合性(漏洩、腐食及び水素脆化)のある材料を使用しなければならない。

(注記)35MPa 又は 70MPa といった高圧の圧縮水素自動車燃料装置用容器に適合性のある材料としては、ステンレス鋼 SUS316L 及びアルミニウム A6061T6 が基準化されている。

7.4.2 燃料電池システム内の材料は、意図された用途に適したものとし、一般に認められた基準に準拠したものとする。

※暫定 FC ガイドライン 2.4.1

7.4.3 燃料電池システム内での可燃性物質の使用は最小限に抑えること。

※暫定 FC ガイドライン 2.4.2

8. バンカリング

8.1 目的

本章の目的は、人員、環境及び船舶に危険を及ぼすことなくバンカリングを行うために適切なシステムを提供することである。

※IGF コード 8.1.1

8.2 機能要件

8.2.1 一般

本章の規定は、3.1～3.11 及び 3.13～3.17 の機能要件に関連する。加えて、8.2.2 が適用となる。

※IGF コード 8.2.1

8.2.2 追加要件

燃料タンクへ燃料を移送するための管装置は、当該管装置からの漏洩が人員、環境又は船舶に危険を及ぼすことがないように設計しなければならない。

※IGF コード 8.2.1

8.3 バンカリングステーション

8.3.1 一般

(a) バンカリングステーションは、自然通風が十分に行われる開放甲板上に設置されなければならない。閉囲又は半閉囲されたバンカリングステーションは、リスク評価にて特別に考慮されなければならない。

※IGF コード 8.3.1.1

(b) バンカリングラインから圧力を逃し、燃料を取り除く手段を設けなければならない。

※IGF コード 8.3.1.3

(c) 燃料の漏洩時に、周囲の船体又は甲板構造が許容できない冷却にさらされてはならない。バンカリングステーションには、漏洩した低温噴流が周囲の船体構造に接触する可能性がある場合、低温鋼製防壁について考慮しなければならない。

※IGF コード 8.3.1.5

8.3.2 船陸間燃料移送ホース

船陸間のバンカリングに使用されるホースは、燃料に適合した材料とし、補給される燃料の圧力、温度に対して十分に耐え得るものとしなければならない。

8.4 マニホールド

バンカリングのマニホールドは、バンカリング中に外部から受ける荷重に耐えられるように設計されなければならない。また、バンカリングステーションの連結部は、ドライブレイクアウェイカップリング又は自己密封型の緊急離脱機構を有するカップリングとするなど、切り離し時における外部への漏洩に配慮しなければならない。

※IGF コード 8.4.1

8.5 バンカリング装置

(a) バンカリング装置は、燃料タンクへの積込み中にガスが大気に放出されないものとしなければならない。

※IGF コード 8.5.2

(b) 各バンカリングラインには、船陸間燃料移送ホース連結部の近傍に手動の止め弁及び遠隔操作の遮断弁を直列に設けるか、又は手動及び遠隔操作兼用の弁を設けなければならない。遠隔操作弁は、バンカリング作業の制御位置又はほかの安全な位置にて操作できなければならない。

※IGF コード 8.5.3

(c) バンカリングラインは、ガスフリーを行うことができるものとしなければならない。

※IGF コード 8.5.5

(d) 複数のバンカリングラインが合流するような配管の場合、燃料が不用意に別の管系統に移送されないように適切に隔離しなければならない。

※IGF コード 8.5.6

(e) バンカリング装置には、自動及び手動の緊急遮断の手段を備えなければならない。

※IGF コード 8.5.7

8.6 注意銘板

船舶への水素補給接続口には注意銘板を設け、次の項目を明示し、充填作業者が容易に視認可能なものとしなければならない。

(a) ガス種

(b) 充填圧力

(c) 充填可能期限

9. 機器への燃料の供給

9.1 目的

本章の目的は、機器への燃料の供給の安全性及び信頼性を確保することである。

※IGF コード 9.1

9.2 機能要件

9.2.1 一般

本章の規定は、3.1～3.6、3.8～3.11 及び 3.13～3.17 の機能要件に関連する。加えて、9.2.2 が適用となる。

※IGF コード 9.2

9.2.2 追加要件

(a) 燃料供給装置は、操作及び点検のために安全に近づくことができ、かつ、水素ガスの放出による影響が最小限になるように配置しなければならない。

※IGF コード 9.2.1

(b) 機関区域外の燃料ラインは、漏洩の際に、人員が負傷するリスク及び船舶の損傷の危険性が最小になるように設置及び保護しなければならない。

※IGF コード 9.2.3

9.3 燃料供給装置の配置

蓄電池又はディーゼルエンジン発電機を持たない船舶における燃料供給装置は、他の手段により燃料の漏れが許容できない電力の喪失を引き起こさないように、燃料タンクから燃料使用機器までの範囲に亘って冗長性を確保すること。

(注記) 燃料の漏れによる推進動力の喪失が、人的被害を与える可能性がある船舶においては、燃料供給設備の分離や複数の燃料タンクの設置など、十分な冗長性を有することが望ましい。

※IGF コード 9.3

9.4 ガス供給装置の安全機能

9.4.1 弁の設置

燃料タンクの入口及び出口には、タンクのできるだけ近くに弁を取り付けなければならない。通常の操作において使用する必要がある弁であって近づくことができないものは、遠隔で操作できるものとしなければならない。

※IGF コード 9.4.1

9.4.2 主ガス燃料弁

燃料タンクには、配管との連結部に手動の止め弁を設けなければならない。

※IGF コード 9.4.2

9.4.3 主ガス燃料弁の操作

自動主ガス燃料弁は避難経路上の安全な場所である、ガス使用機器を収容する機関区域の内部、機関制御場所（存在する場合）及び当該機関区域の外部に加え、船橋から操作できるものとしなければならない。

※IGF コード 9.4.3

9.4.4 緊急遮断機能（ダブルブロックブリード弁の設置）

燃料管装置は、以下の要件を満たす緊急遮断機能を有していなければならない。

※IGF コード 9.4.4

- (a) 緊急遮断機能は少なくとも二重の自動遮断弁及び 1 つの放出弁で構成されていなければならない。これらの遮断弁は、表 15.1 及び表 15.2 で要求される条件に従い、安全装置が起動された場合、自動で閉鎖するものでなければならない。
- (b) 前(a)に規定する二重の遮断弁の 1 つは、燃料タンクに隣接した自動遮断弁でなければならない。甲板下に燃料タンクを設置する場合、本項の自動遮断弁は当該区画内に設置しなければならない。
- (c) 前(a)に規定する二重の遮断弁の 1 つは、燃料電池設置区画内の燃料電池に隣接した自動遮断弁でなければならない。
- (d) 前(a)に規定する二重の遮断弁の間には、放出弁を設け、閉鎖となった二重の遮断弁の間に残留している水素ガスを安全な場所に放出できるようにしなければならない。この放出弁は、表 15.1 及び表 15.2 で要求される条件に従い、安全装置が起動された場合、自動で開放するものでなければならない。ただし、放出弁が、暴露部にあつて、非常時に近寄れる場所にある場合には手動開放弁とすることができる。
- (e) 前(d)の手動開放弁とする場合、船上に保管される安全運航対策マニュアル内に緊急遮断機能動作時に手動で当該放出弁を操作する必要がある旨を記載し、当該放出弁には注意銘板を設けるとともに、緊急遮断時以外に誤動作されることを防止する措置を講じなければならない。

9.5 機関区域の外における燃料の供給

9.5.1 船内の閉鎖場所を通過する燃料管は、二次的な囲壁により保護しなければならない。当該囲壁は、通風ダクト又は二重管装置とすることができる。ダクト又は二重管装置には、1 時間あたり 30 回の換気を行うことができる排気式の機械通風装置及び 15.6 の規定により要求されるガス検知装置を設けなければならない。ただし、小型船舶にあつては、起動時に当該通風装置の周囲に水素ガス濃度が十分に低いことを確認する措置及び高濃度な水素ガスが検知された場合に区画内の通風装置や非防爆電気機器を停止する措置を講じている場合、非防爆型の給気式機械通風装置の使用が認められる。また、検査機関は、同等な安全性を確保することができる他の手段を認めることができる。

※IGF コード 9.5.1

9.5.2 機械的に通風される区域の内部に配置される燃料ガスの通気管であつて完全溶込み溶接継手により接続されているものにあつては、前項の規定を適用する必要はない。

※IGF コード 9.5.2

9.6 ガス安全機関区域の燃料の供給

ガス安全機関区域内の燃料管は、次の(a)から(c)のいずれかを満足する二重管又はダクトにより完全に閉鎖しなければならない。

※IGF コード 9.6.1

- (a) ガス燃料を含む管を内管とする二重管装置とすること。当該二重管装置は、内管と外管の間が、内管の内部のガス燃料の圧力より高い圧力のイナートガスで加圧されるものとする。また、内管と外管の間のイナートガスの圧力の低下を検知及び指示する適当な警報装置を設けること。

※IGF コード 9.6.1.1

(b) ガス燃料管を換気される管又はダクトの内部に配置すること。ガス燃料管と外管又はダクトとの間には、少なくとも毎時 30 回の換気を行うことができる容量の排気式機械通風装置を備えること。ただし、当該換気回数は、漏洩ガスを検知した際にガス燃料管と外管又はダクトの間に自動的に窒素ガスが充填されるよう設備する場合には、毎時 10 回まで減じることができる。当該排気式通風装置の送風機の原動機は、設置される場所において要求される防爆の要件に適合したものとすること。当該排気式通風装置の排気口には、保護金網を設けること。また、当該排気口は、可燃性ガス混合気への着火が起こらない場所に配置すること。ただし、小型船舶にあつては、起動時に当該通風装置の周囲に水素ガス濃度が十分に低いことを確認する措置及び高濃度な水素ガスが検知された場合に外管又はダクトに備えられた通風装置や非防爆電気機器を停止する措置を講じている場合、非防爆型の給気式機械通風装置の使用が認められる。

(注記) ガス燃料管と外管又はダクトの間は危険場所、周囲のガス安全機関区域は非危険場所に該当するが、ただし書きの緩和要件を適用し給気式機械通風装置を使用する場合において、これらの関係に対して 13.3.9 に要求される非危険場所を危険場所より高い圧力に維持する措置及び 13.3.10 に要求される危険場所を非危険場所に対して負圧状態に保持する措置は要求されない。

※IGF コード 9.6.1.2

(c) 同等な安全性を確保することができる他の手段が備えられていること。ただし、検査機関の適当と認める場合に限る。

※IGF コード 9.6.1.3

9.7 ESD 保護機関区域のガス燃料の供給

ガス燃料供給管装置は、当該装置の内部の圧力が 1 MPa を超えるものとしてならない。また、ガス燃料供給ラインの設計圧力は、1 MPa 以上にしなければならない。

※IGF コード 9.7.1

9.8 内管のガスの漏洩に対する外管及び通風ダクトの設計

9.8.1 外管又はダクトの設計圧力

燃料装置の外管又はダクトの設計圧力は、内管の最大使用圧力以上としなければならない。ただし、1MPa を超える使用圧力の燃料装置にあつては、外管又はダクトの設計圧力は、内管との間の空所における最大圧力（破裂による局所的な瞬時のピーク圧力及び通風装置の配置を考慮した圧力上昇を含む。）以上としなければならない。

※IGF コード 9.8.1

9.8.2 高圧燃料管のダクトの設計圧力

高圧燃料管の場合には、ダクトの設計圧力は、圧力上昇を含む最大圧力（破裂及び空所へのガスの流により生じる静圧）又は破裂による局所的な瞬時のピーク圧力のうち大きい方としなければならない。再現試験により得られるピーク圧力を使用してもよい。

※IGF コード 9.8.2

9.8.3 強度の検証

ダクト又は管は、その保全性を実証するため、計算により強度を検証しなければならない。計算の代替として、再現試験により強度を検証することができる。

※IGF コード 9.8.3

9.8.4 ダクトの寸法及び試験

低圧ガス配管の場合には、ダクトの寸法は、燃料管の最大使用圧力を下回らない設計圧力を用いて決定しなければならない。ダクトは、燃料管の破裂の際に予想される最大の圧力に耐えられることを示すために、圧力試験を行わなければならない。

※IGF コード 9.8.4

10. 燃料の使用及びエネルギー供給

10.1 目的

本章の目的は、機械的、電氣的又は熱的エネルギーを安全に供給することである。

※IGF コード 10.1

10.2 機能要件

本章の規定は、3.1、3.11、3.13、3.16 及び 3.17 の機能要件に関連する。加えて、10.2.2 が適用となる。

※IGF コード 10.2

10.2.2 追加要件

(a) 排気装置は、ガス燃料の蓄積を防ぐように調整されなければならない。

※IGF コード 10.2.1

(b) 漏洩ガスの発火による最悪状態の過圧に耐えられるように強度設計がなされている場合を除き、引火性ガスと空気の混合気が含まれるか、あるいは、含まれる可能性のある装置には、適当な圧力逃し装置を設けなければならない。

※IGF コード 10.2.2

(c) 爆発の排気を行う際は、人が通常いると考えられる場所から離れた安全な場所に放出しなければならない。

※IGF コード 10.2.3

(d) すべてのガス使用機器には独立した排気装置を設けなければならない。

※IGF コード 10.2.4

10.3 燃料電池発電システム

燃料電池発電システムは、検査機関が認める燃料電池発電システムに関する国内基準又は国際基準・国際規格に適合したものであり、船舶での使用に関する以下の要件を満たしていなければならない。

(a) 燃料電池発電システムは、船舶特有の事象（動揺・衝撃・振動・塩害等）を考慮した設計とし、船体に配置、固定しなければならない。検査機関が要求する場合、その実績や関連資料等を提出しなければならない。

(b) 燃料電池発電システムの冷却水装置であって、セルスタック内部を流れる冷却水に絶縁が要求される場合、イオン交換器等により冷却水の電気伝導度を管理しなければならない。海水から精製された冷却水等をセルスタック内部に流すような冷却水装置にあつては、燃料電池に悪影響を及ぼさないための適切な措置を講じなければならない。

(c) 前(b)の規定による冷却水管装置が燃料電池設置区画外に設置される場合は、燃料電池モジュールの損傷により水素ガスが冷却水管内に漏洩し、燃料電池設置区画外へ悪影響を及ぼすことを防止するため、漏洩検知、空気抜き等の圧力調整装置及び漏洩した水素ガスを適切に放出する措置を講じなければならない。燃料電池モジュールに損傷が生じても、水素ガスが冷却水管内に漏洩しえないことを確認できる場合は、この限りでない。

(d) 燃料電池の空気極側から排出される水及び水蒸気は、適切に処理されなければならない。

(e) 燃料電池の燃料極側からの余剰水素ガスは、ガス濃度が可燃範囲にならないように十分希釈をした後、水素ガスが着火する危険性がない場所に排出しなければならない。

(f) 燃料電池の燃料極側からのドレンは、適切に処理されなければならない。

(g) 推進システムとして燃料電池を使用する場合、転舵、前後進、緊急停止等を含むすべての操船状態及び荒天時を含むすべての航海状態における負荷変動に速やかに追従できる能力を有するものでなければな

らない。この性能を実現するために、蓄電池等の燃料電池以外の電源と組み合わせて使用して差し支えない。

- (h) 推進システム以外の給電システムについては、船内負荷変動に追従できる能力を有していなければならない。
- (i) 燃料電池発電システムに接続する電線又はケーブルの材料は、JIS C 3410「船用電線」又はこれと同等以上の効力をもつものでなければならない。上記に依り難い場合は、検査機関の認めるところによる。

10.4 蓄電池設備

蓄電池設備は、検査機関が認める燃料電池発電システムに関する国内基準又は国際基準・国際規格に適合したものであり、船舶での使用に関する以下の要件を満足しなければならない。

- (a) 蓄電池設備は、燃料タンクが設置される区画、燃料電池設置区画、制御場所、居住区域、業務区域、機関区域以外の独立した専用の区画（本ガイドライン内では蓄電池設置区画と呼ぶ）に設置しなければならない。ただし、蓄電池モジュールを専用の爆風逃がしを設けた密閉箱の中に格納する場合は、機関室内に設置しても差し支えない。
- (b) 蓄電池設置区画には、蓄電池の爆発による圧力で船体外板及び隔壁が損傷することを防止するため、爆発圧力を区画外に逃がすことができる装置を設けなければならない。蓄電池モジュールを前(a)の密閉箱の中に格納する場合には、すべての密閉箱に十分な大きさの自然通風装置を設けることによって爆発圧力を逃がす装置とみなすことができる。この通風装置の排出口は、ルーバ等の波の打ち込み防止装置を備え、乗員・旅客が直接爆風に曝されることがないように考慮した上で燃料タンクからできるだけ離れた暴露部に配置しなければならない。
- (c) バッテリーマネジメントユニット（BMU）は、次の機能 i)～iv)を有するものでなければならない。
 - i) 単電池単位で温度及び電圧の監視を行い、警報を発する機能を有すること。
 - ii) 単電池電圧の監視データに基づき、過放電、過充電を防止する保護機能を有すること。
 - iii) 故障を検出した場合は充電を停止すること。
 - iv) 単電池、電池パック又はモジュール単位で電池間の充電不均衡を補正する機能を設けること。
- (d) 主推進内燃機関を有さず、蓄電池設備を主発電装置として使用する場合は次の要件 i)及び ii)に適合するものでなければならない。
 - i) 従事する航路、航行時間、停泊時の充電時間等が確定していること。
 - ii) 蓄電池は、船舶の航行時間、経年劣化等を考慮し、十分な容量を有するものであること。
- (e) 蓄電池設置区画には、蓄電池の特性を考慮した効果的な消防設備を設けなければならない。また、蓄電池設置区画が、燃料電池設置区画又は燃料タンクが設置される区画に隣接している場合及び 100kWh 以上の蓄電池を設置する場合には火災探知器を備えなければならない。

11. 火災安全

11.1 目的

本章の目的は、船舶の燃料として使用される水素ガスの貯蔵、調整、移送及び使用に関わるすべての装置に対する防火、火災探知及び消火について規定することである。

本章の規定に代えて、暫定 FC ガイドラインの次の規定を適用することができる。

- 3.1 General provisions on fire and explosion safety
- 3.2 Fire and explosion protection
- 3.3 Fire extinguishing
- 3.4 Fire dampers

※IGF コード 11.2・暫定 FC ガイドライン第 3 章

11.2 機能要件

本章の規定は、3.2、3.4、3.5、3.12、3.14、3.15 及び 3.17 の機能要件に関連する。

※IGF コード 11.2

11.3 防火

水素燃料を使用する機器を設置する区域は、火災発生から退船までの時間を確保するのに十分な防火対策を施していなければならない。ただし、適切な保護により発火のリスクが少ないと判断される場合、防火対策は緩和される。

内燃機関が設置される機関室及びリチウムイオン電池が設置される区画での火災の可能性が高いため、その上方、又は隣接する場所に水素燃料を使用する機器又は水素燃料タンクを設置する場合、検査機関が定める適切な防火構造、又は 11.4 に定める散水装置を設置しなければならない。

11.4 散水装置

外部火災から燃料タンクを保護するため、甲板上に設置する燃料タンクは、以下の(a)から(d)の要件を満足する散水装置を設置しなければならない。ただし、検査機関は、旅客人数及び火災発生時の救助体制等を踏まえて本要件を緩和することがある。

※IGF コード 11.5

(a) 散水装置は、冷却及び防火の目的で、開放甲板上に設置された燃料タンクの暴露部を覆うように設置しなければならない。

※IGF コード 11.5.1

(b) 前(a)に規定する散水装置は、開放甲板上の燃料タンクに面している船楼、バンカリングを制御する場所、バンカリングステーション及び他の通常人がいる甲板室の境界も覆うように設置しなければならない。

※IGF コード 11.5.4

(c) 散水装置は、前(a)及び(b)に規定されている全域を覆うように十分な水量としなければならない。

※IGF コード 11.5.5

(d) 散水ポンプの遠隔始動及び関連する弁の遠隔操作を行うための制御装置は、火災時であっても接近を妨げられることのない、迅速に近づき得る場所に設置しなければならない。

※IGF コード 11.5.7

11.6 消火装置

(a) 通常要求される消火装置に加え、少なくとも 5 kg の容量を有する 1 個の持ち運び式粉末消火器をバンカリングステーションの近傍に配置しなければならない。

(b) 燃料電池設置区画には、他の区画に延焼しないようにするため、有効な消火設備を設けなければならない。

11.7 火災探知及び警報装置

燃料電池設置区画及び燃料タンクが設置される区画の周囲の火災の危険性の高い場所等には、防爆構造の火災探知器（熱式、紫外線式、煙式、光電式等）を設置しなければならない。また、当該火災探知器の作動状況を監視しなければならない。火災探知器の可視可聴警報を船舶の制御場所に設けなければならない。ただし、小型船舶にあっては、燃料タンクが設置される区画の周囲の火災の危険性の高い場所等に、当該場所等の火災時に有効な自動拡散型消火器を備える場合は、本要件によって要求される燃料タンクが設置される区画の周囲の火災の危険性の高い場所等への火災探知器の設置を省略して差し支えない。

12. 防爆

12.1 目的

本章の目的は、爆発の防止及び爆発による影響を制限することにある。

※IGF コード 12.1

12.2 機能要件

12.2.1 一般

本章の規定は、3.2～3.5、3.7、3.8、3.12～3.14 及び 3.17 の機能要件に関連する。加えて、12.2.2 が適用となる。

※IGF コード 12.2

12.2.2 追加要件

次の(a)及び(b)により爆発の可能性を最小化しなければならない。

※IGF コード 12.2

(a) 発火源の数を減らすこと。

(b) 引火性混合気が形成される可能性を減じること。

12.3 一般要件

ESD 保護機関区域に設置する電気機器は次の(a)及び(b)を満足しなければならない。

※IGF コード 12.3.3

(a) 火災及び水素ガス検知器並びに火災及びガス警報装置に加え、照明器具及び通風用ファンは、1 種危険場所での使用が認定又は証明されたものでなければならない

(b) 燃料電池発電システムを収容する機関区域内にあって、1 種危険場所での使用が承認されていないすべての電気機器は、ガス燃料が供給される機器を収容する区画内のガス検知器により 40%LEL を越えるガス濃度を検知した場合、自動的に遮断されなければならない。

12.4 危険場所

12.4.1 一般

危険場所の分類は、爆発性ガス雰囲気形成される可能性のある場所を分析し分類する手段である。

分類の目的は、これらの場所で安全に使用することができる電気機器を選択できるようにすることにある。

水素漏洩が想定される周辺（燃料タンクが設置される区画及び燃料電池設置区画の排気口、安全弁開口部、未反応ガスの排出口等）には、発火源を設けてはならない。ただし、水素防爆機器は、発火源とみなされない。

(注記) 揚錨機(ウィンドラス)など、チェーンの金属接触による火花が発生する可能性がある場合はそれを考慮しなければならない。

※IGF コード 12.4.1

12.4.2 危険場所の分類

適切な電気機器の選択と適切な電気設備の設計を可能にするため、危険場所は、12.5 の規定に従って 0 種危険場所、1 種危険場所及び 2 種危険場所に分類される。

なお、以下に規定される危険場所の範囲は、適切な数値シミュレーション、又は再現試験により得られた結果によって、緩和されることがある。

※IGF コード 12.4.2・暫定 FC ガイドライン 4.2.1

12.4.3 通風用ダクト

通風用ダクトは、通風される場所と同一の危険場所に分類しなければならない。

※IGF コード 12.4.3

12.5 危険場所の分類

12.5.1 0種危険場所

0種危険場所には、燃料タンク、燃料タンクの圧力逃し装置又はその他のベント装置の配管、燃料管及び機器の内部を含む。

※IGFコード 12.5.1・暫定 FC ガイドライン 4.2.2.1

12.5.2 1種危険場所

1種危険場所には次の区画又は区域等を含む。

※IGFコード 12.5.2

(a) タンクコネクションスペース及び燃料タンクが設置される区画

※IGFコード 12.5.2.1

(b) 燃料タンク排気口、ガスの排気口、バンカーマニホールド弁、その他の燃料弁、燃料管フランジの通風排気口及び少量のガスを放出する燃料タンク排気開口から 3 m 以内の球形の開放甲板上の区域又は半閉鎖場所

※IGFコード 12.5.2.3・暫定 FC ガイドライン 4.2.2.2

(c) 燃料電池の排気空気及び排気ガス出口

※IGFコード 12.5.2・暫定 FC ガイドライン 4.2.2.3

(d) 1種危険場所に通じるその他の開口から 1.5 m 以内の球形の開放甲板上の区域又は甲板上の半閉鎖場所

※IGFコード 12.5.2・暫定 FC ガイドライン 4.2.2.4

(e) 燃料電池設置区画

※暫定 FC ガイドライン 4.2.2.6

(f) 燃料管が取り付けられる閉鎖又は半閉鎖場所（例えば、燃料管を囲うダクト、半閉鎖バンカリングステーション）

※IGFコード 12.5.2.6

(g) ESD 保護機関区域は、正常運転中は非危険場所とみなせるが、ガス漏れ検知時は 1種危険場所での使用が認定又は証明された機器が要求される。

※IGFコード 12.5.2.7

(h) エアロックにより保護される区画は、正常運転中は非危険場所とみなせるが、保護された区画と危険場所との差圧が喪失した場合に使用される機器は、1種危険場所での使用が認定又は証明された機器が要求される。

※IGFコード 12.5.2.8

12.5.3 2種危険場所

2種危険場所には次の区画又は区域等を含む。

※IGFコード 12.5.3

(a) 1種危険場所の外側 1.5 m 以内の暴露甲板上の区域又は半閉鎖場所

※IGFコード 12.5.3.1

(b) タンクコネクションスペースに通じるボルト締めハッチを有する区域

※IGFコード 12.5.3.2

(c) エアロック

※暫定 FC ガイドライン 4.2.2.8

12.5.4 通風用ダクトは、通風区域と同じ危険場所の分類とする。

※暫定 FC ガイドライン 4.2.3

13. 通風装置

13.1 目的

本章の目的は、水素燃料機器及び設備の安全な操作のため要求される通風装置に関する要件を与えるものである。

※IGF コード 13.1

13.2 機能要件

本章の規定は、3.2、3.5、3.8、3.10、3.12～3.14 及び 3.17 の機能要件に関連する。

※IGF コード 13.2

13.3 一般要件

13.3.1 危険場所における通風

通風装置は他の区画の通風装置から独立していなければならない。ただし、同一の目的であり、かつすべての区画から必要十分な流量が確保できる場合、通風装置を共通で使用することが認められる。

※IGF コード 13.3.1

13.3.2 通風用ファンの電動機

電動機が通風される区画と同一の危険場所に対して承認されている場合を除いて、危険場所の通風用ダクトの内部に通風用ファンの電動機を設けてはならない。

※IGF コード 13.3.2

13.3.3 ガス源を含む区画における通風用ファン

通風装置は、発火の危険性がない無火花構造とし、以下の(a)～(d)のいずれかの要件を満たさなければならない。

※IGF コード 13.3.3

- (a) 羽根車及びケーシングのうち、いずれか一方又は両方に非帯電性の非金属材料を使用するもの。
- (b) 羽根車及びケーシングに非鉄金属材料を使用するもの。
- (c) 羽根車及びケーシングにオーステナイト系ステンレス鋼を使用するもの。
- (d) 羽根車及びケーシングに鉄系材料を使用し、かつ翼端間隙を 13 mm 以上としたもの。ただし、アルミニウム又はマグネシウム合金と鉄系材料との組み合わせは、翼端間隙に拘らず、火花を発する危険性があるものとみなして、これらの場所に用いてはならない。

13.3.4 通風装置の排出口

通風装置の排出口は、排出されたガスが発火する危険性がない場所に配置しなければならない。また、当該排出口には、13 mm メッシュを超えない保護金網を備えなければならない。

※IGF コード 13.3.4

13.3.5 閉囲された危険場所の空気取入口

区画の給気口は、当該区画の排気口から可能な限り離れた場所に設け、区画内を十分に換気できるように考慮されていなければならない。

危険閉鎖場所の空気取入口は、当該空気取入口がない場合に非危険場所となる区域に設置しなければならない。閉囲非危険場所の空気取入口は、危険場所の境界から少なくとも 1.5 m 離れた非危険場所に設置しなければならない。空気取入ダクトがより危険性の高い危険場所を通過する場合、ダクトはガス密とし、通過する区画に対して加圧されなければならない。ただし、小型船舶にあっては、危険閉鎖場所の空気取入口は、危険度が当該危険場所と同一又はより低いと考えられる開放甲板上に設けることができる。また、当該空気取入口から取り入れる空気中の水素ガス濃度が十分に低いことを確認する措置及び高濃度な水素ガスが検知された場合に当該区画内の通風装置や非防爆電気機器を停止する措置を講じ、かつ、当該空気

取入口がない場合に当該空気取入口を設置する場所を危険場所に分類する要因となっている開口を可能な限り当該空気取入口より上方に配置する場合、危険度が当該危険場所より高い危険場所に空気取入口を設けることができる。なお、検査機関は、同等な安全性を確保することができる他の手段を認めることができる。

※IGF コード 13.3.5

13.3.6 非危険場所からの排気口

非危険場所からの排気口は、非危険場所に設けなければならない。

※IGF コード 13.3.6

13.3.7 閉囲された危険場所の排気口

閉囲された危険場所からの排気口は、その排気口が無い場合において、危険度がその場所と同一又はより低いと考えられる開放甲板上に設けなければならない。ただし、小型船舶にあつては、当該排気口から空気が逆流した場合の空気中の水素濃度が十分に低いことを確認する措置及び高濃度な水素ガスが検知された場合に当該場所の通風装置や非防爆電気機器を停止する措置を講じ、かつ、当該排気口がない場合に当該場所の危険度を上昇させる要因となっている開口を可能な限り当該排気口より上方に配置する場合、危険度が当該危険場所より高い危険場所に排気口を設けることができる。なお、検査機関は、同等な安全性を確保することができる他の手段を認めることができる。

※IGF コード 13.3.7

13.3.8 通風設備の必要容量

通風設備の必要容量は、通常、区画の総容積に基づき決定される。複雑な形状の区画については、通風容量の増加が要求されることがある。

※IGF コード 13.3.8

13.3.9 危険場所に通じる開口がある非危険場所

危険場所に通じる開口がある非危険場所には、エアロックを設けなければならず、また、危険場所よりも高い圧力を維持しなければならない。加圧のための通風装置は以下の要件に従い設備しなければならない。ただし、小型船舶にあつては、非危険場所を危険場所よりも高い圧力に維持することに加えて、当該開口から当非危険場所に逆流する空気中の水素濃度が十分に低いことを確認する措置及び高濃度な水素ガスが検知された場合に当該危険場所の機器への水素供給を遮断する措置を講じ、かつ、当該非危険場所の他の開口や非防爆電気機器を当該開口より可能な限り下方に配置する場合、エアロックの設置を省略することができる。

※IGF コード 13.3.9

(1) 初期始動の間又は加圧状態が維持できなくなった後には、その区画内に設置された承認された安全形でない電気設備に給電する前に、次の(a)及び(b)が要求される。

(a) パージングを継続する（少なくとも 5 回の換気）又は、区画が危険でないことを測定して確認する。

(b) 区画を加圧する。

(2) 通風装置の運転状態は監視されなければならず、通風装置が故障した場合には、次の(a)及び(b)による。

(a) 常時人がいる場所に可視可聴警報を発しなければならない。

(b) 直ちに加圧状態を復元できない場合、非危険場所の電気設備は、検査機関が適当と認める規格に基づいて自動的に又はプログラムにより遮断されなければならない。

13.3.10 閉囲された危険場所に通じる開口がある非危険場所

閉囲された危険場所に通じる開口がある非危険場所は、エアロックを設けなければならず、かつ、危険場所は非危険場所に対して負圧状態を保持しなければならない。危険場所の排気式通風装置の運転状態は監視されなければならず、通風装置が故障した場合には、次の(a)及び(b)による。ただし、小型船舶にあつては、危険場所を非危険場所に対して負圧状態を保持することに加えて、当該開口から当該非危険場所に逆流する空気中の水素濃度が十分に低いことを確認する措置及び高濃度な水素ガスが検知された場合に当該危険場所の機器への水素供給を遮断する措置を講じ、かつ、当該非危険場所の他の開口や非防爆電気機

器を当該開口より可能な限り下方に配置する場合、エアロックの設置を省略することができる。

※IGF コード 13.3.10

- (a) 常時人がいる場所に可視可聴警報を発しなければならない。
- (b) 直ちに負圧状態を復元できない場合、非危険場所の電気設備は、検査機関が適当と認める規格に基づいて自動的に又はプログラムにより遮断されなければならない。

13.4 タンクコネクションスペース

13.4.1 機械式強制通風装置

タンクコネクションスペースには、排気式の有効な機械式強制通風装置を設けなければならない。ただし、小型船舶にあつては、起動時に当該通風装置の周囲に水素ガス濃度が十分に低いことを確認する措置並びに高濃度な水素ガスが検知された場合に区画内の通風装置や非防爆電気機器を停止する措置又は区画内の機器への水素供給を区画内の水素濃度が爆発下限界濃度に達することのないように遮断する措置を講じている場合、非防爆型の給気式機械通風装置の使用が認められる。

この通風装置は、毎時 30 回以上の換気ができる容量をもたなければならない。爆発を保護するための他の適当な措置が講じられている場合には、換気能力を減らしても差し支えない。この場合、リスク評価によって同等性を検証しなければならない。

※IGF コード 13.4.1

13.4.2 通風トランク

タンクコネクションスペースの通風トランクには、検査機関が適切と認めたフェイルセーフ型の自動ダンパを設けなければならない。

※IGF コード 13.4.2

13.5 機関区域

13.5.1 ガス燃料使用機器が設置される機関区域の通風装置

ガス燃料使用機器が設置される機関区域の通風装置は、原則として、その他のすべての通風装置から独立させなければならない。

※IGF コード 13.5.1

13.5.2 ESD 保護機関区域の通風装置

ESD 保護機関区域には、少なくとも毎時 30 回の換気容量を有する通風装置を設置しなければならない。通風装置は、区画全体を良好に空気循環できるものでなければならず、特に区画内における、いかなるガスポケットの形成も検知できるようにしなければならない。また、燃料電池及び区画内の水素防爆型の電気設備以外の機器を起動する前に区画内を 5 回以上の換気をするように、インターロック機能により保護しなければならない。

※IGF コード 13.2

13.5.3 通風装置の配置

ESD 保護機関区域の通風装置は、通風装置の故障により許容できない電力の喪失が引き起こされないよう配置しなければならない。

13.6 二重管及びダクト

13.6.1 燃料配管を含む二重管及びダクト

燃料配管を含む二重管及びダクトは、少なくとも毎時 30 回の換気容量を有する有効な排気式の機械通風装置を備えなければならない。ただし、9.6(a)の規定を満たす機関室の二重管には適用されない。ただし、小型船舶にあつては、起動時に当該通風装置の周囲に水素ガス濃度が十分に低いことを確認する措置並びに高濃度な水素ガスが検知された場合にダクトに備えられた通風装置や非防爆電気機器を停止する措置又は燃料配管への水素供給をダクト内の水素濃度が爆発下限界濃度に達することのないように遮断する措置

を講じている場合、非防爆型の給気式機械通風装置の使用が認められる。

※IGF コード 13.8.1

13.6.2 ガス安全機関区域の通風装置

ガス安全機関区域の二重管の通風装置は、原則として、他の通風装置から独立したものとしなければならない。

※IGF コード 13.8.2

13.6.3 通風装置の吸気口

二重管又はダクトの通風装置の吸気口は、発火源から離れた非危険場所に配置しなければならない。

開口部には、適当なワイヤメッシュの保護具を取り付けるとともに、水の浸入に対して保護されなければならない。

※IGF コード 13.8.3

13.6.4 通風装置の容量

二重管又はダクトの通風装置は、流速 3 m/s が確保される場合、毎時 30 回以下の容量として差し支えない。その流速は、燃料管及びその他の構成部品が取り付けられたダクトに対して、計算されなければならない。

※IGF コード 13.8.4

14. 電気設備

14.1 目的

本章の目的は、電気設備について、可燃性雰囲気における発火のリスクを最小化することである。

14.2 機能要件

14.2.1 一般

本章の規定は、3.1、3.2、3.4、3.7、3.8、3.11、3.13 及び 3.16～3.18 の機能要件に関連する。加えて、14.2.2 が適用となる。

※IGF コード 14.2

14.2.2 追加要件

発電及び配電方式並びにこれらに関連する制御装置は、単一の故障によって燃料タンクの圧力及び船体構造部の温度を通常の動作範囲内に維持する機能を喪失しないように設計されなければならない。

※IGF コード 14.2

14.3 危険場所における電気機器の設置要件

燃料タンクが設置される区画及び燃料電池設置区画内の電気設備は、原則として、水素防爆型としなければならない。ただし、燃料電池発電システムの運用に必要な電気機器であって、区画内の水素濃度が表 15.1 に示す制限値までに電力供給が自動で停止する措置が講じられる場合、水素防爆型ではない電気機器の使用が認められる。

(注記) 水素防爆型の電気機器とは、IEC 60079 シリーズ又は JIS C 60079 におけるグループ IIC、温度等級 T1～T6 を満たす機器である。

(注記) 厚生労働省の電気機械器具防爆構造規格に関連する通達（平成 27 年 8 月 31 日）においては、定格電圧等の最大値が次の表の各区分の値以下である電気機械器具は、可燃性ガスが爆発の危険のある濃度に達するおそれのある箇所において使用しても点火源・着火源となるおそれのないものであり、当該規則が適用されないこととされている。ただし、当該電気機械器具を他の電気機械器具に接続することにより、当該電気機械器具の回路の定格電圧等が次の表の各区分の値を超えるおそれのあるときは、この限りでないと明記されている。

区分	値
定格電圧	1.5 ボルト
定格電流	0.1 アンペア
定格電力	25 ミリワット

15. 制御、監視及び安全装置

15.1 目的

本章の目的は、本編の他章で対象とする水素燃料設備の有効で安全な運転を支える制御、監視及び安全装置に関する要件を与えることである。

本章の規定に代えて、暫定 FC ガイドラインの次の規定を適用することができる。

5.1 General provisions on control, monitoring and safety systems

5.2 Gas or vapour detection

5.3 Liquid detection

5.4 Ventilation performance

5.5 Bilge wells

5.6 Emergency shutdown push buttons

5.7 Fuel supply remote emergency stop

5.8 Actions of the alarm system and safety system

5.9 Alarms

5.10 Safety actions

※IGF コード 15.1・暫定 FC ガイドライン第 15 章

15.2 機能要件

15.2.1 追加要件

本章の規定は、3.1、3.2、3.11、3.13～3.15、3.17 及び 3.18 の機能要件に関連する。加えて、15.2.2 が適用となる。

※IGF コード 15.2

15.2.2 追加要件

- (a) ガス燃料設備の制御、監視及び安全装置は、単一故障において残存する電力が 9.3 の規定に適合するように構成されなければならない。
- (b) ガス安全装置は、表 15.1 に示すシステムの故障又は急激に手動操作の介入に進展するような故障の状態に至った際に、ガス供給装置を自動的に遮断するものでなければならない。
- (c) ESD 保護機関区域においては、ガス漏洩時、安全装置によりガスの供給を遮断するとともに、ESD 保護機関区域内のすべての承認された安全形でない電気機器の回路を遮断しなければならない。
- (d) 安全機能は、共通の原因による故障を避けるため、ガス制御装置から独立した専用のガス安全装置としなければならない。これには、電源供給及び入出力信号も含む。
- (e) 機側の計測器を含む安全装置は、ガス検知器の不具合、センサ回路の断線等による誤った停止を防ぐものとしなければならない。
- (f) 本ガイドラインの規定により 2 系統以上のガス供給装置が要求される場合、各装置には独立した専用のガス制御装置及び安全装置を設けなければならない。

15.3 一般

パンカリングラインを含むすべてのガス燃料機器の安全な管理を確実にするために不可欠な計測値を、

機側及び遠隔で表示できる適切な計測装置を設けなければならない。

監視装置は、船体に恒久的に設置されないタンクであっても、恒久的に設置されるタンクと同様に設けなければならない。

※IGF コード 15.3.1

15.4 バンカリング及び燃料タンクの監視

※IGF コード 15.4

- (a) 燃料タンクには、直接読み取れる圧力計を設けなければならない。
- (b) 圧力指示装置には、燃料タンクに許容される最大圧力が明確に表示されなければならない。
- (c) 継続的に人員が配置されている場所にはバンカリング時の高圧警報を設けなければならない。警報装置は、安全弁の設定圧力に達する前に作動しなければならない。

15.5 バンカリングの制御

バンカリング作業は、バンカリングステーションから離れた位置にある安全な場所から制御できなければならない。当該場所は、その場所において次の(a)から(c)に規定する監視、制御及び表示ができるものでなければならない。

- (a) タンク圧力の監視
- (b) 8.5(b)に規定される遠隔操作弁の制御
- (c) 各種警報及び自動遮断の表示

※IGF コード 15.5

15.6 ガス検知

燃料タンクが設置される区画及び燃料電池設置区画には、以下の要件を満たす固定式ガス検知警報装置を設置し、連続的に区画内の水素の漏洩を監視しなければならない。

※IGF コード 15.8

また、表 15.1 及び表 15.2 に従って水素燃料管装置、燃料電池発電システム及び蓄電池設備の安全性に係る警報及び安全装置を備えなければならない。

- (a) ガス検知警報装置は固定式の水素防爆型とし、水素ガスを検知対象としているか、又は同等性を有していなければならない。
- (b) ガス検知警報装置は、通風装置の配置を考慮して適当な位置に設置されなければならない。
- (c) ガス検知警報装置は通常監視時の自己点検機能を有する場合を除き、冗長性をもたせるために、互いに近接した2個のガス検知警報装置を設けなければならない。
- (d) ガス検知警報装置の可視可聴警報を船舶の制御場所及び検知警報装置の設置区画に設けなければならない。ただし、検査機関が適当と認める場合はこの限りではない。
- (e) 拡散式、吸引式ガス検知警報装置に関わらず、検知、緊急遮断に至るタイムラグが過大とならないように配慮しなければならない。

表 15.1 燃料電池設置区画及び燃料タンクが設置される区画の警報及び遮断

項目	警報 1)	遮断弁の自動閉鎖 2)	備考
水素漏洩、燃料電池発電システムの異常、燃料電池区画の火災、燃料タンクが設置される区画の火災			
水素燃料供給圧力異常（高圧及び低圧）	X		

燃料電池設置区画、燃料タンクが設置される区画のいずれかで 20%LEL を超えるガス検知	X		20%LEL の調整が困難である場合は省略して差し支えない。
燃料電池設置区画、燃料タンクが設置される区画いずれかの区画において、40%LEL を超えるガス検知	X	X	電力供給自動停止 3) 常監視時の自己点検機能を有する検知器の場合、1 個の検知、それ以外の場合は、2 個の検知の場合。
燃料電池設置区画、燃料タンクが設置される区画いずれかのガス検知警報装置の異常	X		ただし、通常監視時の自己点検機能を有する場合に限る。
燃料電池設置区画、燃料タンクが設置される区画いずれかの通風装置の異常	X	X	電力供給自動停止 3)
燃料電池発電システムの冷却水（圧力、温度もしくは流量）異常	X		
燃料電池発電システムの冷却水管への水素漏洩検知又は冷却水高圧力	X	X	10.3(d)項が適用される場合
燃料電池発電システムへの電力供給停止	X	X	
燃料電池設置区画もしくは燃料タンクが設置される区画の火災検知	X	X	

注 1) 船舶の制御場所で確認できる可視可聴警報。可聴警報については、火災、水素漏洩及びその他がそれぞれ区別できること。

注 2) 9.4.4 項に規定する二重の遮断弁の自動閉鎖

注 3) 燃料電池設置区画への電力供給自動停止（水素防爆型の機器を除く）

表 15.2 蓄電池設置区画の警報及び遮断

項目	警報 1)	蓄電池システムの自動停止	水素の遮断弁の自動閉鎖 2)	備考
蓄電池設備の異常、蓄電池設置区画の火災				
蓄電池の温度・電圧・電流異常	X	X		
電力変換器（インバータ、コンバータ等）異常	X			充放電停止
蓄電池設置区画の火災検知 3)	X	X	X	

注 1) 船舶の制御場所で確認できる可視可聴警報。可聴警報については、火災、水素漏洩及びその他の警報がそれぞれ区別できること。

注 2) 9.4.4 項に規定する二重の遮断弁の自動閉鎖

注 3) 燃料電池設置区画又は燃料タンクが設置される区画に隣接している場合及び 100kWh 以上の蓄電池を設置する場合に火災検知を備えることが要求される。

15.7 火災探知

火災探知器が作動した場合、船舶の制御場所に警報を発する機能および燃料電池発電システムを自動的に停止させる機能を有していなければならない（表 15.1 及び表 15.2）。

※IGF コード 15.9

15.8 通風装置

(a) 燃料タンクが設置される区画及び燃料電池設置区画に設置される通風装置は、正常な運転状態であることを確認するための機能を有していなければならない。

※IGF コード 15.10.1

(注記) 当該機能としては、羽根車の回転速度を監視するセンサの設置などがある。

(b) 燃料タンクが設置される区画及び燃料電池設置区画に設置された通風装置の異常が確認された場合、船舶の制御場所に警報を発する機能および燃料電池発電システムを自動的に停止させる機能を有していなければならない。

※IGF コード 15.10.2

15.9 燃料供給装置の安全機能

(a) 自動弁の作動により燃料の供給が遮断された場合、遮断の原因を究明し、必要な予防措置を講じるまで燃料の供給を再開してはならない。

※IGF コード 15.11.1

(b) 燃料供給の遮断につながる燃料漏洩が発生した場合、当該漏洩箇所を特定し処置を講じるまで、燃料の供給を再開してはならない。

※IGF コード 15.11.2

(c) 機関がガス燃料で運転中の場合には燃料配管を損傷する危険性のある重量物の吊下げを行ってはならない。

※IGF コード 15.11.3

(d) 燃料供給装置は、航海船橋(操舵席)及び機関室(機側)から手動で遠隔操作により非常停止できるものでなければならない。

※IGF コード 15.11.4