

目次

1章 序論		2
	A部	
2章 一般		2
3章 目標及び機能要件		4
4章 一般要件		6
	A-1部 燃料として天然ガスを使用する船舶に対する特定要件	
5章 船舶の設計及び配置		6
6章 燃料格納設備		12
7章 材料及び燃料管装置		46
8章 バンカリング		54
9章 機器への燃料の供給		56
10章 推進器及び他のガス使用機器を含む動力生成		59
11章 火災安全		61
12章 防爆		63
13章 通風		65
14章 電気設備		68
15章 制御、監視及び安全装置		69
	B-1部	
16章 製造法、工作法及び試験		74
	C-1部	
17章 操練		77
18章 作業		77
	D部	
19章 訓練		80
付録1 新型式の燃料格納設備の設計における限界状態手法の使用に関する基準		80
付録2 LNGのバンカリングに関する燃料供給証明書		85

注 IGFコード本文に記載されていない解釈等については、点線中に示す。

1 章 序論

省略

A 部

2 章 一般

2.1 適用

別段の明文の規定がない限り、この附属書は機関規則第 100 条の 2 に規定する低引火点燃料船を適用する船舶に適用する。

2.2 定義

以下に示されていない限り、定義は防火構造規則、設備規程、消防設備規則、区画規程及び機関規則に定義されるものである。

2.2.1 「事故」とは、人命の損失、人員の負傷、環境被害、資産および金銭の損失を伴う場合がある制御不可能な事象をいう。

2.2.2 「船の幅 (B)」とは、区画規程第 2 条第 12 項に規定する最高区画喫水より下方の最大型幅をいう。

2.2.3 「バンカリング」とは、船舶に常設されているタンクに液体燃料又はガス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。

2.2.4 「承認された安全形」とは、管海官庁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。

「管海官庁が適当と認める基準」とは、IEC 60079 series、Explosive atmospheres 及び IEC 60092-502:1999 Electrical Installations in Ships - Tankers - Special Features 又はこれと同等と認められる基準をいう。

2.2.5 「CNG」とは、圧縮天然ガスをいう。

2.2.6 「制御場所」とは、防火構造規則第 2 条第 22 号の制御場所及び機関制御室をいう。

2.2.7 材料の選択のための「設計温度」とは、液化ガス燃料タンクにガス燃料を積載又は移送することができる最低温度をいう。

2.2.8 「設計蒸気圧 "P₀"」とは、タンクの設計に使用されるタンク頂部での最大ゲージ圧をいう。

2.2.9 「ダブルブロックブリード弁」とは、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 の弁の組合せたものをいう。ただし、3 つの個別の弁に代えて、二方弁及び閉鎖弁から構成されるものとして差し支えない。

2.2.10 「二元燃料機関」とは、この附属書の対象となる燃料(パイロット燃料を伴うもの。)及び燃料油を使用する機関をいう。燃料油には、留出燃料及び残留燃料が含まれる場合がある。

2.2.11 「閉鎖場所」とは、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。

IEC 60092-502:1999 の定義も参照

2.2.12 「ESD」とは緊急遮断をいう。

2.2.13 「爆発」とは制御不可能な燃焼の爆燃事象をいう。

2.2.14 「爆発圧力を逃す装置」とは、容器又は閉鎖場所における爆発圧力が、当該容器又は場所の設計最大圧力以上に達することを、予め計画した通気口を開くことによって防止するために設ける手段をいう。

2.2.15 「燃料格納設備」とは、タンクの接続物を含む燃料の貯蔵のための設備をいい、一次及び二次防壁、付随する防熱材及びこれらの上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。二次防壁が船体構造の一部である場合、これを燃料貯蔵ホールスペースの周囲壁として差し支えない。

燃料タンクの周囲の区域は、次の.1から.3に従い定義する。

- .1 「燃料貯蔵ホールドスペース」とは、燃料格納設備が配置され、船体構造により閉鎖された場所をいい、タンク接続部が燃料貯蔵ホールドスペース内に設置される場合には、タンクコネクションスペースにも該当する。
- .2 「インタバリアスペース」とは、一次防壁と二次防壁の間の区域をいい、防熱材又はその他の材料によって完全に若しくはその部分が満たされている場合及び満たされていない場合がある。
- .3 「タンクコネクションスペース」とは、全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閉鎖場所内に配置するために要求される。

MSC.1/Circ.1558 統一解釈 (2.2.15.3)

- 1 開放甲板上のタンクにおけるタンクコネクションスペース及びタンクコネクションスペースの設備
 - 1.1 危険場所の制限が船舶の安全のために必要である場合又はタンク付弁、安全弁及び計装のようなガス燃料装置に関連した必須の安全設備の外部からの保護が必要である場合、当該スペースを開放甲板上のタンクにも要求することができる。
 - 1.2 タンクコネクションスペースは、気化器又は熱交換器のような設備を備え付けられる場合もある。そのような設備は、放出源の可能性のあるものと考慮されるが、発火源とはならない。

2.2.16 「積込制限値 (FL)」とは、燃料タンクに積載される液体燃料が基準温度に達した際の、当該燃料タンクの総容積に対する当該液体燃料の体積の比の最大値をいう。

2.2.17 「燃料調整室」とは、燃料を処理するためのポンプ、圧縮機又は気化器を含む区域をいう。

MSC.1/Circ.1558 統一解釈 (2.2.17)

2 燃料調整室

気化器や熱交換器などの設備が内部に備え付けられたタンクコネクションスペースは、燃料調整室とはみなされない。当該設備は、放出源の可能性のあるものと考慮されるが、発火源とはならない。

2.2.18 「ガス」とは、37.8℃における蒸気圧が 0.28MPa (絶対値)を超える流体をいう。

2.2.19 「ガス使用機器」とは、ガスを燃料として使用する船内の全ての機器をいう。

2.2.20 「ガス専焼機関」とは、ガスのみで運転可能であり、その他の種類の燃料に切り替えることができない機器をいう。

2.2.21 「危険場所」とは、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。

2.2.22 「高圧」とは、1MPa を超える最大使用圧力についていう。

2.2.23 「独立型タンク」とは、自己支持型であり、船体構造の一部を構成せず、かつ、船体強度上は不可欠ではないタンクをいう。

2.2.24 「LEL」とは、爆発下限界を示す。

2.2.25 「船の長さ(L)」とは、満喫規則第4条の長さをいう。

2.2.26 「LNG」とは、液化天然ガスをいう。

2.2.27 「充填制限値 (LL)」とは、タンクの容積に対する液体燃料の最大許容体積比をいい、当該タンクには当該体積まで充填することが認められる。

2.2.28 「低引火点燃料」とは、摂氏 60 度以下の引火点を持つガス又は液体燃料をいう。

2.2.29 「MARVS」とは、逃し弁の最大許容設定圧力をいう。

2.2.30 「MAWP」とは、装置の構成要素又はタンクにおいて認められる最大使用圧力をいう。

- 2.2.31 「メンブレンタンク」とは、防熱材を介して隣接する船体構造により支持された液密及びガス密の薄膜（メンブレン）により構成される非自己支持型のタンクをいう。
- 2.2.32 「多元燃料機関」とは、2つ以上の異なる燃料を使用することができる機関をいう。当該燃料は、互いに分離されているものとする。
- 2.2.33 「非危険場所」とは、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。
- 2.2.34 「開放甲板」とは、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。
- 2.2.35 「リスク」とは、可能性と結果の重大性とを掛け合わせたものをいう。
- 2.2.36 「基準温度」とは、圧力逃し弁の設定圧力での燃料タンク内の燃料の蒸気圧に対する温度をいう。
- 2.2.37 「二次防壁」とは、一次防壁からの液体燃料の予想されるいかなる漏洩も一時的に格納することが可能であり、かつ、船体構造の温度が安全でない水準まで低下することを防ぐように設計された燃料格納設備の外側にある耐液体性の構成要素をいう。
- 2.2.38 「半閉鎖場所」とは、屋根、防風設備及び隔壁のような構造物の存在により、自然の通気が、開放甲板で得られるものとは明らかに異なる区域で、ガスの拡散が生じないように配備されている区域をいう。
IEC 60092-502:1999 Electrical Installations in Ships - Tankers - Special Features を参照すること。
- 2.2.39 「放出源」とは、空気中に爆発性雰囲気が形成されうるようなガス、蒸気、ミスト又は液体が放出される箇所又は場所をいう。
- 2.2.40 「許容できない動力の喪失」とは、重要な補機の1つが作動しない状態になった場合に、推進機関の通常の運転状態に維持又は復帰させることができない状態をいう。
- 2.2.41 「蒸気圧」とは、特定の温度における液体の飽和蒸気の平衡圧力をいい、MPa（絶対圧）で表わす。

2.3 代替設計

- 2.3.1 この附属書には、低引火点燃料の使用に関する全ての設備及び配置に対する機能要件が含まれている。
- 2.3.2 低引火点燃料装置の燃料、設備及び配置について、次の1又は2によって差し支えない。
- 1 この附属書に規定されるものと異なるもの
 - 2 この附属書に特に規定されていない燃料を使用する設計とすること
- 当該燃料、設備及び配置は、目標及び関連する機能要件の意図に適合し、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、採用することができる。
- 2.3.3 代替設計の同等性については、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。ただし、この附属書に特に規定される艙装、材料、設備、装置、機器の部品又はその型式等に代えて、運用上の手段又は方法を採用することは認めない。

3章 目標及び機能要件

3.1 目標

この附属書の目標は、船舶並びに搭載されるガス又は低引火点燃料を使用する推進機関、補助動力機関及び他の目的の機関の設計、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る。

3.2 機能要件

天然ガスを燃料として使用する船舶については、A-1部、B-1部、C-1部の規定を満たすことによって3.2.1から3.2.18までの機能要件に適合していることとなる。

- 3.2.1 装置の安全性、確実性及び信頼性は、新規及び従来油燃料の主機及び補機と同等でなければならない。(機関規則第 100 条の 3 第 9 号、機関規則心得 100-3.0 (d) (1))
- 3.2.2 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。(機関規則第 100 条の 3 第 1 号及び第 2 号)
- 3.2.3 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動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。(機関規則第 100 条の 3 第 3 号)
- 3.2.4 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。(機関規則心得 100 条の 3 第 5 号)
- 3.2.5 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。(機関規則第 100 条の 3 第 6 号)
- 3.2.6 爆発性、可燃性又は毒性を有するガスは、意図しない滞留が生じないようにしなければならない。(機関規則第 100 条の 3 第 9 号、機関規則心得 100-3.0 (d) (2))
- 3.2.7 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。(機関規則第 6 条、第 53 条及び第 100 条の 3 第 9 号、機関規則心得 100-3.0 (d) (3))
- 3.2.8 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。(機関規則第 100 条の 3 第 9 号、機関規則心得 100-3.0 (d) (4))
- 3.2.9 燃料の供給、貯蔵及びバンカリング設備は、燃料を漏洩させることなく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。安全上の理由により必要な場合を除き、当該設備は、体止状態を含む全ての通常の使用状態においてガスを放出しないように設計しなければならない。(機関規則第 7 号及び第 9 号、機関規則心得 100-3.0 (d) (5))
- 3.2.10 ガス配管、格納設備及び圧力逃がし装置は、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。(機関規則第 100 条の 3 第 9 号、機関規則心得 100-3.0 (d) (6))
- 3.2.11 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。(機関規則第 12 条及び第 100 条の 3 第 9 号、機関規則心得 100-3.0 (d) (7))
- 3.2.12 燃料格納設備及びガス放出源を含む機関区域は、火災又は爆発により、許容できない動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。(機関規則第 100 条の 3 第 4 号)
- 3.2.13 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。(機関規則第 100 条の 3 第 9 号、機関規則心得 100-3.0 (d) (8))
- 3.2.14 固定式ガス検知装置は、関連する全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。(消防設備規則第 69 条の 3 第 1 項)
- 3.2.15 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。(消防設備規則第 69 条の 3 第 2 項、防火構造規則第 51 条第 4 項)
- 3.2.16 燃料装置及びガス使用機関の運転試験、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。(機関規則第 12 条及び第 100 条の 3 第 9 号、機関規則心得 100-3.0 (d) (9))
- 3.2.17 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並びに安全性、利用可能性、保守性及び信頼性に関する原則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。(機関規則第 100 条の 3 第 8 号)

3.2.18 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。(機関規則第100条の3第9号、機関規則心得100-3.0(d)(10))

4章 一般要件

4.1 目標

本章の目標は、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。

4.2 リスク評価

4.2.1 低引火点燃料の使用により生じる人員、環境、船体の構造強度又は保全性に対するリスクについて検証するため、リスク評価を行わなければならない。また、配置、運転及び保守に関連する危険性について、予測されうる不具合が引き起こされないよう考慮が払わなければならない。(機関規則心得100-3.0(b))

4.2.2 A-1部が適用される船舶については、5.10.5、5.12.3、6.4.1.1、6.4.15.4.7.2、8.3.1.1、13.4.1、13.7及び15.8.1.10並びに付録1中4.4及び6.8に明確に規定される場合にのみ4.2.1に規定されるリスク評価を実施することで差し支えない。

4.2.3 リスクは、承認されたリスク分析手法を用いて分析し、少なくとも機能の喪失、構成要素の損傷、火災、爆発及び感電について考慮しなければならない。この分析は可能な限りリスクを排除するものでなければならない。排除できないリスクは必要に応じて低減しなければならない。リスクの詳細及び低減手段は、文書化されていること。

承認されたリスク分析手法とは、REVISED GUIDELINES FOR FORMAL SAFETY ASSESSMENT (FSA) FOR USE IN THE IMO RULE-MAKING PROCESS (MSC-MEPC.2/Circ.12 (改正版含む)) 又は日本海事協会のリスク評価ガイドライン附属書2 ガス燃料船のリスク評価ガイドラインを参照すること

4.3 爆発影響の制限

潜在的な放出源及び発火源を含む全ての区域における爆発は、次の1から8を引き起こすものであってはならない。

二重管の燃料管は、潜在的な放出源として考慮しない。

- 1 爆発が発生した区域外の機器若しくは装置の損傷又は正常な機能の阻害
- 2 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
- 3 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
- 4 電力の供給に必要な制御場所及び配電盤室の正常な機能の阻害
- 5 救命設備又は関連する進水装置の損傷
- 6 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
- 7 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
- 8 人員の救命設備又は避難経路への接近の妨げ

A-1部 燃料として天然ガスを使用する船舶に対する特定要件

この部における「燃料」とは、液体又は気体状態にかかわらず、天然ガスをいう。

天然ガスの組成が天然ガスの供給源及び生産工程により異なることに注意すること。

5章 船舶の設計及び配置

5.1 目標

本章の目標は、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。

5.2 機能要件

5.2.1 本章の規定は、3.2.1 から 3.2.3、3.2.5、3.2.6、3.2.8、3.2.12 から 3.2.15 及び 3.2.17 の機能要件に関連する。加えて、次の規定が適用となる。

- 1 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。
- 2 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。
- 3 燃料の放出源を含む区域への交通又はその他の開口は、引火性ガス、窒息ガス又は毒性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。
- 4 燃料管は、機械的損傷に対して保護しなければならない。
- 5 推進装置及び燃料供給装置は、ガス漏洩後の安全措置により許容できない動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。
- 6 ガス又は低引火点燃料を燃料とする機関が設置される機関区域におけるガス爆発の可能性は、最小としなければならない。

5.3 一般

5.3.1 燃料貯蔵タンクは機械的損傷から保護されなければならない。

5.3.2 開放甲板上の燃料貯蔵タンク及び機器は、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。

5.3.3 燃料タンクは以下の方法により、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。

- 1 燃料タンクは、最高区画喫水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、 $B/5$ 又は 11.5m のいずれか小さい方の距離を最小距離とし、その船内側に配置されなければならない。
- 2 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。
- 3 独立型タンクの場合、保護距離(1、4 及び 5 に規定する距離)はタンク外板(燃料格納設備の一次防壁) まで計測しなければならない。メンブレンタンクの場合、保護距離はタンク防熱周囲の隔壁まで計測しなければならない。
- 4 いかなる箇所においても、燃料タンクの境界を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。

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、 2 m

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% 。

5 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、 $B/15$ 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。

6 多胴船の場合、 B の値は特別に考慮することができる。

- .7 燃料タンクは、旅客船にあつては、船首垂線から測つて 0.08L における横断面の船尾側に配置され、貨物船にあつては、衝突隔壁の船尾側に配置されなければならない。
- .8 衝突又は座礁に対し高い耐性を持つ構造の船舶にあつては、燃料タンクの配置位置の規定は、2.3 に従い特別に考慮することができる。

5.3.4 燃料タンクの配置について、前 5.3.3.1 の代替として、次の計算方法を用いて差し支えない。

.1 次に示す計算による f_{CN} の値は、旅客船の場合 0.02、貨物船の場合 0.04 より小さくなければならない。

f_{CN} の値は、燃料タンクの境界を長さ方向に投影した限定された範囲内に起こり得る衝突による損傷を想定したものであり、衝突でタンクが損傷する確率として考慮すること又は使用することはできない。燃料タンクの前方及び後方の範囲を含めた損傷を考慮した場合、実際の確率は高くなると考えられる。

.2 f_{CN} は次の式により計算される。

$$f_{CN} = f_i \times f_t \times f_v$$

この場合

「 f_i 」とは、区画規程心得附属書[1] 区画指数の計算方法 2.2 に規定する区画浸水確率 p の算式により計算する。 x_1 の値は、船尾端から燃料タンクの最後部までの距離とし、 x_2 の値は船尾端から燃料タンクの最前部の距離とする。

「 f_t 」とは、区画規程心得附属書[1] 区画指数の計算方法 2.3 に規定する係数 r の算式により計算し、燃料タンクの外側の境界を貫通する垂直方向の損傷の確率を示す値で、次の算式による。

$$f_t = 1 - r(x_1, x_2, b)$$

燃料タンクの最も外側の境界が最高区画により与えられる境界の外側となる場合、 b は 0 としなければならない。

「 f_v 」とは、区画規程心得附属書[1] 区画指数の計算方法 3.2 に規定する係数 v により計算し、損傷が燃料タンクの最低面の境界から垂直上部に拡大しないことの確率を示す値で、次の算式による。

($H-d$) が 7.8 m 以下の場合： $f_v = 1.0 - 0.8 \cdot ((H-d)/7.8)$ 。ただし、 f_v は、1 より大きい値とする必要はない。

($H-d$) が 7.8 m を超える場合： $f_v = 0.2 - (0.2 \cdot ((H-d) - 7.8)/4.7)$ 。ただし、 f_v は、0 より小さい値とする必要はない。

この場合

H ：基線から燃料タンクの最下部までの距離(m)

d ：最高区画喫水

- .3 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。
- .4 独立型タンクの場合、保護距離はタンク外板(燃料格納設備の一次防壁)まで計測しなければならない。メンプレンタンクの場合、保護距離はタンク防熱周囲の隔壁まで計測しなければならない。
- .5 いかなる箇所においても、燃料タンクの境界を次に示す距離より船側又は船尾端の外板に近づけて配置してはならない。

.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 m^3 以下の場合、0.8m
- .2 V_c が 1,000 m^3 より大きく 5,000 m^3 未満の場合、 $0.75 + V_c \times 0.2/4,000$ m
- .3 V_c が 5,000 m^3 以上 30,000 m^3 未満の場合、 $0.8 + V_c/25,000$ m
- .4 V_c が 30,000 m^3 以上の場合、2 m

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%。

- 6 複数の燃料タンクを長さ方向にオーバーラップさせずに配置する場合、5.3.4.2 に従い個々のタンク毎に f_{cn} を計算しなければならない。燃料タンク全体の配置に用いる値は、個々のタンク毎に得られた f_{cn} 全ての値の総計としなければならない。
- 7 燃料タンクの配置が船体の中心線に対して非対称となる場合、 f_{cn} の計算は右舷側及び左舷側の両方に対して行い、その評価には平均値を用いなければならない。5.3.4.5 の最小距離の規定は、両舷共に満たさなければならない。
- 8 衝突又は座礁に対し高い耐性を持つ構造の船舶の場合、燃料タンクの配置位置の規定は、2.3 に従い特別に考慮することができる。

5.3.5 完全二次防壁又は部分二次防壁が要求される燃料格納設備で燃料を運送する場合には、次の規定によらなければならない。

- 1 燃料貯蔵ホールスペースは、二重底により隔離しなければならない。
- 2 船側タンクを構成する縦通隔壁を設けなければならない。

5.4 機関区域の概念

5.4.1 ガス燃料を使用する機関が設置される機関区域におけるガス爆発の可能性を最小とするため、次のいずれかの概念の内一つを適用することができる。

MSC.1/Circ.1558 統一解釈 (5.4.1)

3 過給機前に空気と混合されるガス燃料を使用する予混合エンジンの適切な場所

過給機の前で空気と混合されたガス燃料を使用する予混合エンジンは、ESD 保護機関区域に配置されること。

1 ガス安全機関区域: 正常状態及び異常状態を含めた全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。

ガス安全機関区域は、単一の故障が当該機関区域内に燃料ガスの放出を引き起こし得るものであってはならない。

2 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。

5.5 ガス安全機関区域に関する規則

5.5.1 燃料系統は、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。

5.5.2 機関区域の囲壁の内部の全ての燃料管は、9.6 の規定に従って、ガス密の囲壁により閉囲しなければならない。

5.6 ESD 保護機関区域に関する規則

5.6.1 ESD 保護機関区域は、定期的に無人の状態であると証明された機関区域に制限されなければならない。

5.6.2 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並びに動力供給の冗長性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、少なくとも次の措置を講じなければならない。ただし、これに限定するものでない。

- .1 ガス検知器
- .2 遮断弁
- .3 冗長性
- .4 有効な通風

5.6.3 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。

- .1 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、単一の損傷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。
- .2 ガス機関が設置される区画は、当該ガス機関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。
- .3 ガス供給を自動的に遮断し、かつ、承認された安全形でない全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。

5.6.4 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動力の喪失が引き起こされないように、異なる機関区域に分けて配置しなければならない。

5.6.5 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。

5.6.6 ESD 保護機関区域の幾何学的形状は、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。

5.6.7 ESD 保護機関区域の通風装置は、13.5 の規定に従い配置されなければならない。

5.7 燃料管の配置及び保護に関する規則

5.7.1 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。

5.7.2 燃料管は、居住区域、業務区域、電気設備のある部屋及び制御場所を直接通過させてはならない。

電気設備のある部屋として、自動電話交換機室及び電気機器を有する空調ダクトトランクを含む。

5.7.3 ロールオン・ロールオフ貨物区域、閉囲された車両区域及び開放甲板上を通過する燃料管は、機械的損傷から保護しなければならない。

5.7.4 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。

5.7.5 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。

5.8 燃料調整室の設計に関する規則

燃料調整室は、タンクコネクションスペースに適用されるこの附属書の要件に従い配置及び設備される場合を除き、開放甲板上に配置しなければならない。

MSC.1/Circ.1558 統一解釈 (5.8 及び 6.2.1.1)

4 開放甲板上の燃料調整室での低温漏洩に対する保護及び危険場所の制御

4.1 燃料調整室は場所に関わらず、低温の漏洩を含む安全な配置であること。

4.2 燃料調整室の境界 (すなわち隔壁とデッキ) が適当な熱の保護を備えない限り、燃料調整室の境界の材料は、可能性のある最大の漏洩シナリオで受けることがある最も低い温度と一致している設計温度を有していること。

4.3 燃料調整室は、低温液体の漏洩の場合に、許容できない低温にさらされることから周囲の船体構造を防ぐように配置されていること。

4.4 燃料調整室は、漏洩の間に増加する最大圧力に耐えるよう設計されていること。代わりに、

安全な場所に圧力逃しベントを備え付けることができる。

5.9 ビルジ装置に関する規則

5.9.1 この附属書の対象となる燃料が存在する可能性がある場所に設けるビルジ装置は、燃料が存在する可能性がない区域のビルジ装置から分離しなければならない。

5.9.2 二次防壁が要求される燃料格納設備に燃料を積込む場合には、隣接する船体構造からホールスペース又は防熱スペースへのいかなる漏洩も処理できる適当なドレン装置を設けなければならない。ビルジ装置は、安全場所に設置されたポンプに至るものとしてはならない。また、漏洩検知の手段を設けなければならない。

5.9.3 独立型タンクタイプ A のホールスペース及びインタバリアスペースには、燃料タンクの漏洩又は破損の際に液体燃料を処理するための適切なドレン装置を設けなければならない。

5.10 ドリフトレイに関する規則

5.10.1 燃料の漏洩により船体構造に損傷を引き起こしうる場所又は流出の影響を受ける範囲の制限が必要な場所には、ドリフトレイを設けなければならない。

5.10.2 ドリフトレイは、適切な材料により製造されたものとしなければならない。

5.10.3 ドリフトレイは、液体燃料の漏洩の際に周囲の船体又は甲板構造が許容できない冷却に曝されないように、船体構造から熱的に保護しなければならない。

5.10.4 各トレイには、雨水を船側から排水できるよう、ドレン弁を設けなければならない。

5.10.5 各トレイは、リスク評価に基づく最大の流出量に対応できる十分な容量を有するものでなければならない。

5.11 閉鎖場所内の入口及び他の開口の配置に関する規則

5.11.1 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、5.12 の規定に適合するエアロックを設けなければならない。

5.11.2 燃料調整室を甲板下に配置することが認められる場合には、燃料調整室には、実行可能な限り、開放甲板から直接の独立した交通手段を設けなければならない。開放甲板からの交通手段を設けることが実行可能でない場合には、5.12 の規定に適合するエアロックを設けなければならない。

5.11.3 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。

5.11.4 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、5.12 の規定に適合するエアロックを設けなければならない。

5.11.5 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。

5.12 エアロックに関する規則

5.12.1 「エアロック」とは、1.5 m 以上 2.5 m 以下の間隔で配置された 2 つの十分なガス密性を有する戸を備えたガス密の隔壁により閉鎖された区域をいう。船舶構造規則の要件に従う場合を除き、当該戸の数居の高さは、300mm 未満としてはならない。また、当該戸は、自動閉鎖型のものとしなければならない。戸が開いた状態を保持できる設備を有してはならない。

5.12.2 エアロックには、隣接した危険場所に対して加圧状態が維持されるように機械通風装置を設けなければならない。

5.12.3 エアロックは、当該エアロックにより分離されるガス危険場所において最も重大な事象が発生した場合であっても、安全場所にいかなるガスも放出されることがないように設計しなければならない。当該事象は、4.2 の規定によるリスク分析により評価しなければならない。

- 5.12.4 エアロックは、単純な幾何学的形状を有するものとし、自由かつ容易に通行できるものとしなければならない。エアロックの床面積は、1.5m²以上としなければならない。エアロックは、倉庫等他の用途に使用してはならない。
- 5.12.5 エアロックには、2つ以上の戸が閉鎖状態でなくなった場合にエアロックの両側において警報を発する可視可聴警報装置を設けなければならない。
- 5.12.6 エアロックにより保護された非危険場所であって、甲板下の危険場所からの交通を有するものについては、危険場所が負圧状態でなくなった際に、通風状態が回復するまでの間、当該交通が制限されなければならない。また、人員が配置される場所に負圧状態の喪失及びエアロックの戸の開放を知らせる可視可聴警報を設けなければならない。
- 5.12.7 照明、火災探知装置、船内通報装置、一般警報装置等の安全のための重要な機器は承認された安全形のものとし、無通電状態としてはならない。

6章 燃料格納設備

6.1 目標

本章の目標は、人、船舶及び環境へのリスク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、ガスの貯蔵を適切に行うことである。

6.2 機能要件

本章の規定は、3.2.1、3.2.2、3.2.5及び3.2.8から3.2.17の機能要件に関連する。加えて次の要件が適用となる。

- 1 燃料格納設備は、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。

- 1 船舶の材料が許容限度より低温に曝されること。

MSC.1/Circ.1558 統一解釈 (5.8 及び 6.2.1.1)

4 開放甲板上の燃料調整室での低温漏洩に対する保護及び危険場所の制御

4.1 燃料調整室は場所に関わらず、低温の漏洩を含む安全な配置であること。

4.2 燃料調整室の境界（すなわち隔壁とデッキ）が適当な熱の保護を備えない限り、燃料調整室の境界の材料は、可能性がある最大の漏洩シナリオで受けることがある最も低い温度と一致している設計温度を有していること。

4.3 燃料調整室は、低温液体の漏洩の場合に、許容できない低温にさらされることから周囲の船体構造を防ぐように配置されていること。

4.4 燃料調整室は、漏洩の間に増加する最大圧力に耐えるよう設計されていること。代わりに、安全な場所に圧力逃しベントを備え付けることができる。

- 2 着火源のある場所への可燃性燃料の拡散
- 3 燃料及びイナート・ガスによる酸欠のリスク
- 4 招集場所、脱出経路及び救命設備への交通の制限
- 5 救命設備の有効性低下
- 2 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。
- 3 燃料格納配置は、ガス漏洩後の安全措置により許容できない動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。
- 4 燃料の貯蔵に可搬式タンクが使用される場合、燃料格納設備の設計は、本章に記載される恒久的に設置されるタンクと同等でなければならない。

6.3 一般

- 6.3.1 液体状態の天然ガスを貯蔵する場合には、MARVSは、1.0MPa以下にしなければならない。

- 6.3.2 ガス燃料タンクの MAWP は、MARVS の 90%以下にしなければならない。
- 6.3.3 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。
- 6.3.4 全てのタンク接続部、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。
- 6.3.5 タイプ C の燃料貯蔵タンクの場合を除き、燃料貯蔵タンクの配管接続部は、タンクの最高液位より上方に設けなければならない。ただし、特別の考慮が払われている場合には当該規定の緩和を認めることができる。当該規定の緩和を認める場合は、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。
- 6.3.6 タンクと第 1 の弁の間の配管であって管の不具合の際に液を放出する箇所は、6.4.15.3.1.2 の規定に従った設計基準により、タイプ C のタンクと同等の安全性を有するものとしなければならない。
- 6.3.7 タンクコネクションスペースの隔壁の材料は、起こりうる最大の漏洩シナリオにおける最低温度に対応した設計温度を有するものでなければならない。また、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。
- 6.3.8 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。
- 6.3.9 タンクの液面より下方に配管を接続する場合には、配管は、第 1 の弁まで二次防壁により保護しなければならない。
- 6.3.10 液化ガス燃料貯蔵タンクが開放甲板上に配置される場合には、同配置場所の船舶の鋼材は、タンク接続部及びその他の漏洩源からの起こりうる漏洩に対し、ドリフトレイにより保護しなければならない。ドリフトレイの材料は、貯蔵される燃料の大気圧における温度に対応した設計温度を有するものでなければならない。船舶の鋼構造の保護については、タンクの通常の使用圧力を考慮しなければならない。
- その他の漏洩源には、フランジ継手、バルブ等を含む。
- 6.3.11 液化ガス貯蔵タンクには、当該タンクを安全に空にすることができる手段を設けなければならない。
- 6.3.12 燃料貯蔵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パ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。また、船内には、これらの操作を手順に従い実施するための手順書(18.2.3)を備え、利用可能なようにしなければならない。タンク及び燃料管は、その内部に爆発性危険雰囲気形成されることを避けるため、乾燥空気により通気する前にイナート・ガスによりイナーティングされなければならない。詳細な規則は 6.10 による。
- 6.4 液化ガス燃料格納に関する規則
- 6.4.1 一般
- 6.4.1.1 4.2 に規定されるリスク評価は、船舶全体の設計に取り入れるべき追加の安全対策を導くことができるものであり、これには液化ガス燃料格納設備の評価を含めなければならない。
- 6.4.1.2 船体に固定された燃料格納設備の設計寿命は、船舶の設計寿命又は 20 年のいずれか長い方の期間未満であってはならない。
- 6.4.1.3 可搬式燃料タンクの設計寿命は 20 年未満であってはならない。
- 6.4.1.4 液化ガス燃料格納設備は北大西洋の環境条件及び対応する長期の海面状態の散布図に基づき設計されなければならない。

IACS 勧告 No.34 を参照すること。なお、北大西洋の環境条件としては波浪条件を参照する。

ただし、航路が限定されている船舶の液化ガス燃料格納設備であって環境条件の緩和を認める場合は、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。北大西洋より厳しい環境条件で運航する船舶の液化ガス燃料格納設備について、より厳しい環境条件を要求する場合がある。

6.4.1.5 液化ガス燃料格納設備は次について適切な安全に対する余裕をもって設計されなければならない。

- 1 非損傷時において、液化ガス燃料格納設備の設計寿命にわたり予想される環境状態及びそれらの環境状態に対応する積込状態（均等積込、部分積込及びいかなる中間液位における半載状態を含む）に耐えること。
- 2 荷重、構造モデル、疲労、腐食、温度影響、材料のばらつき、経年劣化及び製造誤差における不確実性に備えること。

6.4.1.6 液化ガス燃料格納設備の構造強度は崩壊モード（塑性変形、座屈及び疲労を含む。ただし、これに限らない）について評価しなければならない。各液化ガス燃料格納設備の設計において考慮すべき設計条件は6.4.15による。設計条件は主に次の3種類がある。

1 最終設計条件

液化ガス燃料格納設備の構造及びその構造要素は製造、試験及び予測される使用時において、発生する荷重に構造の健全性を損なうことなく耐えなくてはならない。設計においては、以下の荷重の適切な組合せを考慮しなければならない。

- 1 内圧
- 2 外圧
- 3 全ての荷重状態における船体運動による動的荷重
- 4 熱荷重
- 5 スロッシング荷重
- 6 船体変形による荷重
- 7 タンク及び液化ガス燃料の重量並びに支持構造近傍に働く反力
- 8 防熱材重量
- 9 タワー及びその他の取り付け物の部分に作用する荷重
- 10 試験荷重

2 疲労設計条件

液化ガス燃料格納設備の構造及びその構造要素は、繰返し荷重の蓄積により崩壊してはならない。

3 偶発設計条件

液化ガス燃料格納設備は、この附属書で扱う次に示す偶発設計条件（偶発的又は異常な事態）に対応する措置を有していなければならない。

1 衝突

液化ガス燃料格納設備は6.4.9.5.1に規定された衝突荷重を受けた場合、支持構造及びその近傍のタンク構造の変形により、タンク構造の健全性を損なわないようにしなければならない。

2 火災

液化ガス燃料格納設備は6.7.3.1に規定される火災シナリオ時の内圧の上昇に、破裂することなく耐えなければならない。

3 区画浸水時のタンクの浮力

浮き上がり防止措置は6.4.9.5.2に規定する上方向の力に対し、船体構造に危害を及ぼすような塑性変形を起こすことなく耐えなければならない。ただし、船舶からの安全な脱出に危害を及ぼさない場合、燃料格納設備の塑性変形を許容することがある。

6.4.1.7 構造強度に関する規定により要求される寸法を満たし、かつ、船舶の設計寿命にわたり保持することを確実なものとするための方法がとられなければならない。方法については材料の選定、塗装、腐食予備厚、電気防食及びイナーティングが考えられるが、これに限らない。

6.4.1.8 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.2-2.に従い、液化ガス燃料格納設備のための検査計画書が作成されていなければならない。

6.4.1.9 液化ガス燃料格納設備は検査計画書に記載されている検査において必要となる適切な交通が可能となるよう設計、製造及び設置されなければならない。液化ガス燃料格納設備及び関連した機器は使用中、検査中及び保守中において安全であるよう設計及び建造されなければならない。

6.4.2 液化ガス燃料格納安全原則

6.4.2.1 液化ガス燃料格納設備は一次防壁からのいかなる漏洩も安全に格納でき、防熱システムと共に船体構造の温度が危険な水準まで低下するのを防ぐことができる液密の完全二次防壁を設けなければならない。

6.4.2.2 ただし、6.4.2.3 から 6.4.2.5 の規定により同等な安全性を示すことができる場合は、二次防壁の大きさ、形状及び配置を軽減又は省略することができる。

6.4.2.3 液化ガス燃料格納設備が、構造の損傷が危機的な状態に発展する可能性は極めて低いが、一次防壁からの漏洩の可能性が排除できないものである場合は、部分二次防壁及び漏洩した液化ガス燃料を安全に対処、処理が可能なスモールリークプロテクションシステムを設けなければならない。(危機的な状態とは、不安定な状態まで亀裂が進展することをいう。)

この設備は次を満足しなければならない。

1 損傷が危機的な状態に発展する前にガス検知又は検査等により確実に検知できる場合、損傷の発展にかかる時間は是正措置をとるために十分長い時間であること。

2 損傷が危機的な状態に発展する前に確実に検知できない場合、発展の予測時間はタンクの寿命よりも十分長い時間であること。

6.4.2.4 独立型タンクタイプ C のような、構造の損傷及び一次防壁からの漏洩の可能性が極めて低く、無視できる液化ガス燃料格納設備にあっては、二次防壁を設ける必要はない。

6.4.2.5 完全二次防壁又は部分二次防壁が要求される独立型タンクにあっては、タンクからの漏洩した液化ガス燃料を安全に処理する措置を設けなければならない。

6.4.3 タンクタイプに関連する二次防壁

二次防壁は、6.4.15 にて規定されるタンクタイプに応じて、次表に従って設けなければならない。

基本的タンクタイプ	要求される二次防壁
メンブレン	完全二次防壁
独立型	
タイプ A	完全二次防壁
タイプ B	部分二次防壁
タイプ C	二次防壁不要

6.4.4 二次防壁の設計

二次防壁（スプレーシールドを備える場合はこれを含む）は、次に示す要件を満足するように設計しなければならない

1 特定の航路により異なった要件が適用される場合を除き、二次防壁は、6.4.12.2.6 に定める荷重頻度分布を考慮して、想定される液化ガス燃料の漏洩を 15 日間格納できるものでなければならない。

2 一次防壁の損傷を引き起こす液化ガス燃料タンク内の物理的、機械的又は運航上の事象が二次防壁の機能を損なわないこと、かつ、その逆も生じないこと。

- .3 支持構造及び船体構造への取り付け物の損傷が一次防壁及び二次防壁両方の液密性を失う結果となつてはならない。
- .4 二次防壁は、外観検査又はその他の適当な手段によって有効性を定期的に確認できるものでなければならない。
- .5 6.4.4.4 で要求される方法は、船舶検査の方法 B 編 1.14・2.2・3.において承認されていなければならない。
- .6 二次防壁は、30 度の静的横傾斜角においてもその機能要件を満足するものでなければならない。
- 6.4.5 部分二次防壁及び一次防壁スモールリークプロテクションシステム
- 6.4.5.1 6.4.2.3 の規定により認められる部分二次防壁は、スモールリークプロテクションシステムを備え、かつ、6.4.4 の全ての要件を満足しなければならない。
- スモールリークプロテクションシステムは、一次防壁の漏洩を検知する手段、漏洩した液化ガス燃料を部分二次防壁へ導くスプレーシールドのような設備及び漏洩した液を処理する手段（自然蒸発による処理も認められる）を含むものでなければならない。
- 6.4.5.2 部分二次防壁の容量は、最初の漏洩発見後、6.4.12.2.6 に定める荷重頻度分布を適用して求まる破壊の大きさに対応する、漏洩に基づいて定めなければならない。この場合において、液体の蒸発、漏洩速度、ポンプ能力及びその他の関連する要因に相応の考慮を払うことができる。
- 6.4.5.3 要求される液体漏洩検知は、液体検知器又は圧力、温度若しくはガス検知装置又はその組合せとして差し支えない。
- 6.4.5.4 漏洩液化ガス燃料を回収できる場所が明確でない形状の独立型タンクに対しても、部分二次防壁は想定される静的トリムにおいて機能要件を満足しなければならない。
- 6.4.6 支持構造の配置
- 6.4.6.1 液化ガス燃料タンクは、温度変化及び船体変形によってタンク及び船体に過大な応力が生じることなくタンクの伸縮を許容して、6.4.9.2 から 6.4.9.5. に規定する静的及び動的荷重のもとでタンク本体の移動を防止するように、船体で支持しなければならない。
- 6.4.6.2 独立型タンクには、船体の構造強度を損なうような塑性変形が生じることなく 6.4.9.5.2 に規定する荷重に耐える浮き上がり防止措置を講じなければならない。
- 6.4.6.3 支持部材及び支持構造は、6.4.9.3.3.8 から 6.4.9.5 に規定する荷重に耐えなければならない。ただし、これらの荷重は、相互に又は波浪荷重と組合せる必要はない。
- 6.4.7 関連構造及び設備
- 6.4.7.1 液化ガス燃料格納設備は、関連構造及び設備による荷重を考慮し設計されなければならない。これにはポンプタワー、液化ガス燃料ドーム、液化ガス燃料ポンプ及び管装置、ストリップングポンプ及び管装置、窒素管装置、アクセスハッチ、はしご、管貫通部、液面計測装置、独立液面警報装置、スプレーノズル並びに計装装置(圧力計、温度計及び歪ゲージ等)を含む。
- 6.4.8 防熱
- 6.4.8.1 船体を許容温度以下の温度から保護するため (6.4.13.1.1 参照) 並びにタンクへの熱流入を 6.9 に規定される圧力・温度制御装置を用いて制御できる範囲に制限するために、必要に応じて防熱を設けなければならない。
- 6.4.9 設計荷重
- 6.4.9.1 一般
- 6.4.9.1.1 本項は、6.4.10 から 6.4.12 の規定に関して考慮すべき設計荷重について規定する。これには荷重の種類(不変荷重、機能荷重、環境荷重、偶発荷重)及び荷重の説明を含む。
- 6.4.9.1.2 考慮すべき荷重の範囲はタンクの型式に応じて決定しなければならない。詳細は以下の各項による。

6.4.9.1.3 タンク、タンクの支持構造及びその他の固定設備は以下に示す荷重の適切な組合せを考慮して設計しなければならない。

6.4.9.2 不変荷重

6.4.9.2.1 重力荷重

タンク及び防熱材の重量並びにタワー及びその他の付属品に起因する荷重を考慮しなければならない。

6.4.9.2.2 不変外荷重

タンクに外側から作用する構造及び設備の重力荷重を考慮しなければならない。

6.4.9.3 機能荷重

6.4.9.3.1 タンクの使用により発生する荷重は機能荷重に分類しなければならない。

6.4.9.3.2 全ての設計条件においてタンク設備の健全性を確実なものとするために本質的な全ての機能荷重が考慮されなければならない。

6.4.9.3.3 機能荷重を決定する際、少なくとも次のうち適用できる設計基準に起因する影響を考慮しなければならない。

- (a) 内圧
- (b) 外圧
- (c) 熱荷重
- (d) 振動
- (e) 相互荷重
- (f) 建造及び配置に関連する荷重
- (g) 試験荷重
- (h) 静的横傾斜荷重
- (i) 液化ガス燃料の重量
- (j) スロッシング
- (k) 開放甲板に設置されたタンクへの風及び波の衝撃並びに青波の影響

6.4.9.3.3.1 内圧

- 1 6.4.9.3.3.1.2 を含み、全ての場合、 P_0 は MARVS 未満としてはならない。
- 2 温度制御がなく液化ガス燃料の圧力が周囲温度によってのみ定まる液化ガス燃料タンクでは、 P_0 は、以下の場合を除き 45°C での液化ガス燃料の蒸気圧(ゲージ圧) 未満としてはならない。
 - 1 航路が限定されている船舶に対して、45°C より低い温度を認める場合には、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。また、逆に 45°C より高い温度を要求することができる。
 - 2 航行時間が限定されている船舶にあっては、 P_0 を航海中の実際の圧力上昇に基づき計算し、タンクの防熱材を考慮して差し支えない。
- 3 各種タンクのタイプに応じて、6.4.15 に定める制限並びに特別の考慮を条件として、特定の場所(港又は他の場所)の動的荷重が小さい場合、 P_0 より高い蒸気圧 P_h を許容することができる。 P_0 より高い蒸気圧 P_h を許容する場合には、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。
- 4 内圧を決定するために使用される圧力は次による
 - 1 $(P_{gd})_{max}$ は最大設計加速度により想定される液圧
 - 2 $(P_{gd\ site})_{max}$ は特定場所における加速度により想定される液圧
 - 3 P_{eq} は、次の P_{eq1} 及び P_{eq2} の算式のいずれか大きい方とする。
$$P_{eq1} = P_0 + (P_{gd})_{max} \text{ (MPa)}$$
$$P_{eq2} = P_h + (P_{gd\ site})_{max} \text{ (MPa)}$$

5 内部液圧は、6.4.9.4.1.1 に示す船体運動によって液化ガス燃料の重心に加速度が加わった結果発生するものである。重力及び動的加速度を合成した影響から生じる当該内部液圧 P_{gd} の値は次式で計算されること。

$$P_{gd} = \alpha_{\beta} Z_{\beta} (\rho / (1.02 \times 10^5)) \text{ (MPa)}$$

この場合

α_{β} = 任意の方向 β における重力及び動的荷重による無次元化された加速度（すなわち、重力加速度に対する比）（図 6.4.1 を参照）

大型のタンクの場合、横方向、上下方向及び前後方向加速度を考慮した加速度楕円を用いること。

Z_{β} = 圧力を定めるべきタンク板の点から β 方向（図 6.4.2 参照）へ測った最大液頭高さ（m）。

タンクの許容全容積の一部と見なされるタンクドーム部は、タンクドームの全容積 V_d が次の算式による値を超えない場合を除き、 Z_{β} の決定に際して考慮すること。

$$V_d = V_t ((100 - FL) / FL)$$

この場合

V_t = ドーム部を除いたタンク容積

$FL = 6.8$ に規定する積込制限値

ρ = 設計温度における液化ガス燃料の最大密度 (kg/m^3)

β の方向は、 $(P_{gd})_{\max}$ 又は $(P_{gd} \text{ site})_{\max}$ が最大となる方向を考慮しなければならない。3次元の加速度成分を考慮する必要がある場合、図 6.4.1 で楕円の代わりに楕円体を用いなければならない。なお、上記の式は、満載タンクに対して適用するものとする。

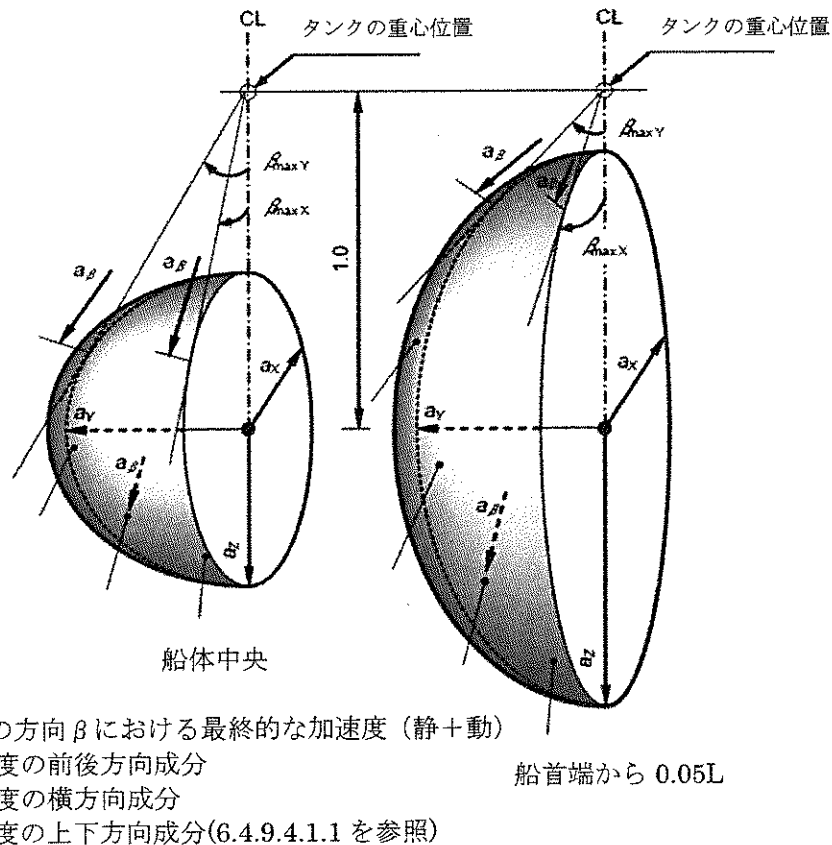


図 6.4.1 加速度楕円体

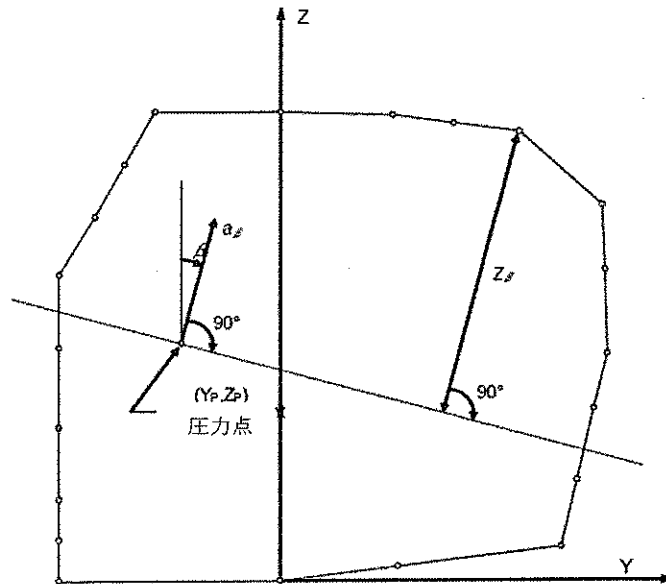


図 6.4.2 内部の水頭圧の求め方

6.4.9.3.3.2 外圧

設計外圧荷重は、タンクのいかなる箇所でも、同時に受ける最小内圧と最大外圧の差に基づいて決定されなければならない。

6.4.9.3.3.3 熱荷重

6.4.9.3.3.3.1 温度が -55°C より低い液化ガス燃料を積載する計画があるタンクの場合、クールダウン中の過渡的な熱荷重を考慮しなければならない。

6.4.9.3.3.3.2 設計上の支持構造又は附属物及び使用温度が液化ガス燃料格納設備に過大な熱応力(図 6.9.2 参照)を引き起こすおそれのある場合、定常熱荷重を考慮しなければならない。

6.4.9.3.3.4 振動

液化ガス燃料格納設備の振動による潜在的な損傷影響について考慮しなければならない。

6.4.9.3.3.5 相互荷重

液化ガス燃料格納設備と船体構造間の相互作用による荷重の静的要素並びに構造及び設備に関連する荷重を考慮しなければならない。

6.4.9.3.3.6 建造及び搭載に関連する荷重

リフティングのような建造及び搭載に関連する荷重又は状態を考慮しなければならない。

6.4.9.3.3.7 試験荷重

船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6 に規定する液化ガス燃料格納設備の圧力試験に対する荷重も考慮に入れなければならない。

6.4.9.3.3.8 静的横傾斜荷重

0 度から 30 度の範囲における最も好ましくない静的横傾斜角における荷重を考慮しなければならない。

6.4.9.3.3.9 その他の荷重

液化ガス燃料格納設備に影響を及ぼし得る、明記されていない他のいかなる荷重についても考慮しなければならない。

6.4.9.4 環境荷重

6.4.9.4.1 環境荷重は、周囲の環境が液化ガス燃料格納設備に及ぼす荷重であって、不変荷重、機能荷重及び偶発荷重に分類されないものをいう。

6.4.9.4.1.1 船体運動による荷重

動的荷重の算定には、船舶がその就航期間中に遭遇すると予想される不規則波海面における船体運動の長期分布を考慮しなければならない。この動的荷重の算定において、船舶の速度低下及び出会角の変化に起因する動的荷重の減少を考慮に入れて差し支えない。船体運動には、前後揺れ(surge)、左右揺れ(sway)、上下揺れ(heave)、横揺れ(roll)、縦揺れ(pitch)及び船首揺れ(yaw)を含める。タンクに加わる加速度は、タンク重心に次に示す加速度成分が作用するものとして算定されなければならない。

- 1 垂直方向加速度:上下揺れ、縦揺れ及び必要に応じ、横揺れ(船体基線に垂直)の運動加速度
- 2 横方向加速度:左右揺れ、船首揺れ及び横揺れの運動加速度並びに横揺れの重力成分
- 3 縦方向加速度:前後揺れ及び縦揺れの運動加速度並びに縦揺れの重力成分

船体運動による加速度を予測する方法は、危技術告示検査心得 12.0.3 (e) (IGC コード 4.28.2.1) によること。

なお、航路が限定されている船舶については、特別の考慮を払うことができる。特別の考慮を払う場合には、資料を添えて海事局検査測度課長に伺い出ること。

6.4.9.4.1.2 動的相互作用荷重

液化ガス燃料格納設備と船体構造間の相互作用による荷重の動的要素について、構造及び設備に関連する荷重を含め考慮しなければならない。

6.4.9.4.1.3 スロッシング荷重

想定される全ての液位に基づき、液化ガス燃料格納設備及び内部構成要素のスロッシング荷重を評価しなければならない。

6.4.9.4.1.4 氷雪荷重

必要に応じ、積雪及び着氷を考慮しなければならない。

6.4.9.4.1.5 氷海航行における荷重

氷海航行を意図した船舶においては、氷海航行による荷重を考慮しなければならない。

6.4.9.4.1.6 青波荷重

甲板に対する青波による荷重を考慮しなければならない。

6.4.9.4.1.7 風荷重

風により発生する荷重を考慮しなければならない。

6.4.9.5 偶発荷重

偶発荷重とは、計画外の異常な状態において、液化ガス燃料格納設備及びその支持構造に作用する荷重をいう。

6.4.9.5.1 衝突荷重

衝突荷重は、船首方向に次表における a 及び船尾方向に $a/2$ に対応する慣性力を加えた満載状態の液化ガス燃料格納設備に基づき決定しなければならない。ここで、 g は重力加速度を表す。

船の長さ (L)	設計加速度 (a)
$L > 100 \text{ m}$	$0.5g$
$60 < L \leq 100 \text{ m}$	$(2 - 3(L - 60)/80)g$
$L \leq 60 \text{ m}$	$2g$

フルード数 $Fn > 0.4$ の船舶に対しては特別な考慮を払うこと。

6.4.9.5.2 浸水による荷重

独立型タンクにあっては、浮上り防止装置並びに船体及びタンク構造の支持構造の設計において、空のタンクが完全に沈んだ場合の浮力による荷重を考慮しなければならない。

6.4.10 構造の完全性

6.4.10.1 一般

6.4.10.1.1 構造設計は、適切な安全に対する余裕をもって、関連する全ての荷重に耐える適切な能力を持つことを確実なものとしなければならない。

6.4.10.1.2 液化ガス燃料格納設備の構造の健全性は、液化ガス燃料格納設備の型式により、6.4.15の該当する規定を満足することにより示すことができる。

6.4.10.1.3 新形式の設計又は6.4.15に規定されているものから著しく異なる液化ガス燃料格納設備にあっては、6.4.16の規定を満足することにより構造の健全性を示さなければならない。

6.4.11 構造の解析

6.4.11.1 解析

6.4.11.1.1 設計解析は静力学、動力学及び材料強度について認められた原則に基づくものでなければならない。

6.4.11.1.2 簡易法又は簡易解析は、それが安全側の評価を与える場合は、荷重影響の計算に使用して差し支えない。モデルテストは理論計算との組合せ又は理論計算に代えて使用して差し支えない。理論計算が適切でない場合、模型又は実物大試験が要求されることがある。

6.4.11.1.3 動的荷重の応答の決定において、動的影響が構造の健全性に影響を与える場合は、これを考慮しなければならない。

6.4.11.2 荷重シナリオ

6.4.11.2.1 考慮すべき液化ガス燃料格納設備の各場所又は部分及び解析すべき起こり得る各損傷モードに対して、同時に起こり得る全ての関連する荷重の組合せを考慮しなければならない。

6.4.11.2.2 建造、操作、試験及び運転中の全ての段階及び状況において最も好ましくないシナリオを考慮しなければならない。

6.4.11.2.3 静的応力及び動的応力が別々に計算され、かつ、他の適当な計算方法が確立されていない場合、全応力は、次式に従って計算しなければならない。

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \sigma_{x.st} \pm \sqrt{\sum(\sigma_{x.dyn})^2} \\ \sigma_y &= \sigma_{y.st} \pm \sqrt{\sum(\sigma_{y.dyn})^2} \\ \sigma_z &= \sigma_{z.st} \pm \sqrt{\sum(\sigma_{z.dyn})^2} \\ \tau_{xy} &= \tau_{xy.st} \pm \sqrt{\sum(\tau_{xy.dyn})^2} \\ \tau_{xz} &= \tau_{xz.st} \pm \sqrt{\sum(\tau_{xz.dyn})^2} \\ \tau_{yz} &= \tau_{yz.st} \pm \sqrt{\sum(\tau_{yz.dyn})^2}\end{aligned}$$

この場合

$\sigma_{x.st}$, $\sigma_{y.st}$, $\sigma_{z.st}$, $\tau_{xy.st}$, $\tau_{xz.st}$ and $\tau_{yz.st}$: 静的応力

$\sigma_{x.dyn}$, $\sigma_{y.dyn}$, $\sigma_{z.dyn}$, $\tau_{xy.dyn}$, $\tau_{xz.dyn}$ and $\tau_{yz.dyn}$: 動的応力

各応力は加速度成分並びにたわみ及びねじれに基づく船体歪成分から別々に決定しなければならない。

6.4.12 設計条件

全ての荷重シナリオに基づく設計及び設計条件において、関連する全ての損傷モードを考慮しなければならない。設計条件は本章の前部に、荷重シナリオは 6.4.11.2 の規定で与えられる。

6.4.12.1 最終設計条件

6.4.12.1.1 構造性能は、試験、弾塑性両方の材料特性を考慮した解析、単純化された線形弾性解析又はこの附属書の規定により決定して差し支えない。

- 1 塑性変形及び座屈を考慮しなければならない。
- 2 解析は次の荷重特性値に基づくものでなければならない。

不変荷重 : 予測値

機能荷重 : 規定値

環境荷重 : 波浪荷重については、 10^8 出会頻度における最大期待値

- 3 最終強度評価のため、以下の材料特性を適用する。

- 1 R_e : 常温における規格最小降伏応力(N/mm^2)。応力-歪線図が降伏点を明確に示さない場合 0.2%耐力を適用する。

- 2 R_m : 常温における規格最小引張り強さ(N/mm^2)

例えばアルミニウム合金等で起こり得るアンダーマッチ、すなわち溶接金属の引張強度が母材の引張強度より小さいことが避けられない場合、溶接部の R_m 及び R_e は熱処理後の値を使用しなければならない。この場合、横方向の溶接部引張強度は母材の実際の降伏強度未満となってはならない。これが不可能な場合、このような材料からなる溶接構造を液化ガス燃料格納設備に組み込んではならない。

上述の機械的性質は、組立状態での溶接金属を含む材料の機械的性質の規格最小値に対応するものでなければならない。低温域での降伏応力及び引張り強さを考慮に入れる場合には、資料を添えて海事局検査測度課長に伺い出ること。

- 4 等価応力 σ_c (ミーゼス, フーバー) は、次式によって決定しなければならない。

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x\sigma_y - \sigma_x\sigma_z - \sigma_y\sigma_z + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)}$$

この場合

σ_x : X 軸方向の全直応力

σ_y : Y 軸方向の全直応力

σ_z : Z 軸方向の全直応力

τ_{xy} : XY 面の全せん断力

τ_{xz} : XZ 面の全せん断力

τ_{yz} : YZ 面の全せん断力

上述の値は 6.4.11.2.3 により計算しなければならない。

- 5 7.4 で規定される材料以外の許容応力については、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。
- 6 応力は、疲労解析、亀裂進展解析及び座屈基準によりさらに制限されることがある。

6.4.12.2 疲労設計条件

- 1 疲労設計条件とは累積繰返し荷重による設計条件をいう。
- 2 疲労解析において、疲労荷重の累積被害度は、次式に適合しなければならない。

$$\sum \frac{n_i}{N_i} + \frac{n_{Loading}}{N_{Loading}} \leq C_w$$

この場合

- n_i : タンクの寿命期間中における各応力レベルでの応力の繰返し回数
- N_i : S-N 曲線による各応力レベルでの破壊までの繰返し回数
- $n_{Loading}$: タンクの寿命期間中における積込み及び取卸しの繰返し回数で、1,000 未満としてはならない。
積込み及び取卸しの繰返しは全圧力サイクル及び全熱サイクルを含む。
- $N_{Loading}$: 積込み及び取卸しによる疲労荷重での破壊までの繰返し回数
- C_w : 最大許容累積疲労被害度

疲労損傷はタンクの設計寿命に基づくものでなければならない。ただし、 10^8 の出会頻度の波未満であってはならない。

3 必要な場合、液化ガス燃料格納設備の予測される寿命における全ての疲労荷重及びそれらの適切な組合せを考慮した疲労解析を行わなければならない。種々の充填状態について考慮しなければならない。

4 解析に使用する設計 S-N 曲線は材料及び溶接、構造詳細、製造手順及び想定される荷重状態に適用できるものでなければならない。

S-N 曲線は、最終破壊までの実験データの平均値から 2 倍の標準偏差を差し引いて求めた下限線で、97.6% 残存確率に基づいたものとする。異なる方法で導かれた S-N 曲線は 6.4.12.2.7 から 6.4.12.2.9 に規定される許容 C_w に調整しなければならない。

5 解析は以下の特性荷重の値に基づくものでなければならない。

不変荷重 : 予測値

機能荷重 : 規定値又は規定履歴

環境荷重 : 想定荷重履歴 ただし、 10^8 サイクル未満であってはならない。

疲労寿命の推定のために簡易化された動的荷重頻度分布を使用する場合、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。

6 6.4.2.3 に規定されているように、二次防壁の大きさを減じる場合、以下を決定するための疲労亀裂進展の破壊機構解析を行わなければならない。

1 6.4.12.2.7 から 6.4.12.2.9 の規定により要求される場合、構造内の亀裂伝搬経路

2 亀裂進展速度

3 亀裂がタンクの漏洩を発生させるまで進展するのに要する時間

4 厚さ方向の亀裂の大きさ及び形状

5 厚さ方向に亀裂が進展した後、検知可能な亀裂が危機的な状態に達するまでに要する時間

破壊機構は、一般的に、試験データの平均値に 2 倍の標準偏差を足し合わせた亀裂進展データに基づくものである。疲労亀裂進展解析及び破壊機構における方法は適当な基準によること。

亀裂進展解析において、非破壊検査及び目視検査の許容基準を考慮し、適用される検査方法で検知できない最も大きな初期亀裂を想定しなければならない。

6.4.12.2.7 に規定される状態における亀裂進展解析において、簡易化された 15 日間以上の荷重分布及びその負荷順序を使用して差し支えない。この荷重分布は、図 6.4.3 によって求めて差し支えない。6.4.12.2.8 及び 6.4.12.2.9 に規定されるような長期の荷重分布及びその負荷順序を使用する場合、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。

必要に応じ、6.4.12.2.7 から 6.4.12.2.9 に適合しなければならない。

7 漏洩検知により確実に検知できる損傷について :

C_w は 0.5 以下としなければならない。

特別な航海に従事する船舶に対して異なる要件を適用する場合を除き、予想される残りの破壊進展時間、すなわち漏洩の検知から危機的な状態に達するまでの時間は 15 日未満としてはならない。

8 漏洩を検知することはできないが、就航中の検査で確実に発見できる損傷について：

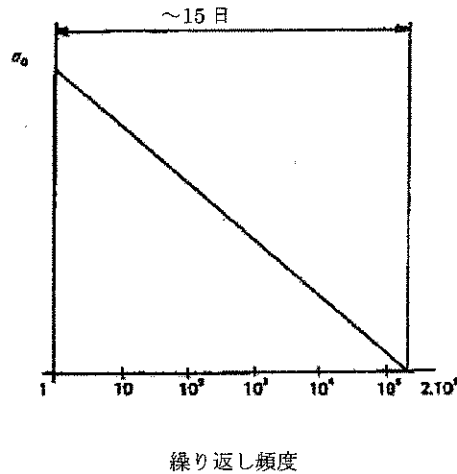
C_w は0.5以下としなければならない。

予想される残りの破壊進展時間、すなわち就航中の検査方法で発見できない最も大きな亀裂が危機的な状態に達するまでの時間は検査間隔の3倍未満としてはならない。

9 タンクにおいて、効果的な欠陥又は亀裂進展の発見ができないと思われる場所については、少なくとも、以下に示すより厳しい疲労許容基準を適用しなければならない。

C_w は0.1以下としなければならない。

予想される残りの破壊進展時間、すなわち予想される初期欠陥が危機的な状況に達するまでの時間はタンクの寿命の3倍未満としてはならない。



σ_0 ：船の一生における最大応力の期待値

繰返し頻度は対数表示： 2×10^5 を推定の一例として示す

図 6.4.3 簡易化した荷重分布

6.4.12.3 偶発設計条件

6.4.12.3.1 偶発設計条件とは発生確率が極めて低い偶発荷重を考慮した設計条件をいう。

6.4.12.3.2 解析は以下の特性荷重の値に基づくものでなければならない。

- 不変荷重 : 予測値
- 機能荷重 : 規定値
- 環境荷重 : 規定値
- 偶発荷重 : 規定値又は予測値

6.4.9.3.3.8 及び 6.4.9.5 に規定する荷重は、相互に又は波浪荷重と組合せる必要はない。

6.4.13 材料及び建造

6.4.13.1 材料

6.4.13.1.1 船体構造を構成する材料

6.4.13.1.1.1 全てのタイプのタンクに対し、船体構造に使用される鋼材の等級を決定するための伝熱計算を実施しなければならない。本計算は、次の仮定によること。

- 1 全てのタンクの一次防壁の温度は、液化ガス燃料温度に等しいものと仮定しなければならない。
- 2 前.1に加え、完全二次防壁又は部分二次防壁が要求される場合は、全てのタンクについて、当該1タンクのみ完全又は部分二次防壁の温度が、大気圧下での液化ガス燃料温度に等しいものと仮定しなければならない。

- .3 航路が限定されていない船舶に対しては、周囲温度は大気 5℃及び海水 0℃としなければならない。航路が限定されている船舶に対しては、これより高い周囲温度を認める場合には、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。これに対し、冬期により低い温度になることが予想される海域を航行する船舶に対しては、より低い周囲温度の適用を要求することができる。
 - .4 空気及び海水は静止しているものと仮定する（すなわち、強制対流に関する調整は行わない）。
 - .5 6.4.13.3.6 及び 6.4.13.3.7 に規定されるように熱及び機械的環境による経年劣化、圧縮、船体運動及びタンクの振動を要因とする船舶の寿命期間中の防熱材の特性の劣化を仮定しなければならない。
 - .6 液化ガス燃料の漏洩による蒸発蒸気の発生による冷却効果を、必要に応じて考慮しなければならない。
 - .7 ヒーティング設備が 6.4.13.1.1.4 の規定を満足する場合は、船体のヒーティング効果を 6.4.13.1.1.3 の規定に基づき考慮して差し支えない。
 - .8 6.4.13.1.1.3 の規定を除き、ヒーティング設備による効果を考慮してはならない。
 - .9 内殻と外殻を接続する構造部材の鋼材の等級は、その平均温度を用いて定めて差し支えない。
- 6.4.13.1.1.2 全ての船体構造の材料で、設計条件における計算温度が液化ガス燃料温度の影響によって 0℃より低くなるものは、表 7.5 の規定に従わなければならない。これには、液化ガス燃料タンクの支持構造、内底板、縦通隔壁板、横隔壁板、肋板、ウェブ、ストリンガー及びこれらの部材に取付けられる防撓材が含まれる。
- 6.4.13.1.1.3 材料の温度が表 7.5 に規定される材料の等級に対する最低許容温度より低くならないようにするため、構造材料に対してヒーティング設備を使用することができる。6.4.13.1.1.1 に規定する計算において、ヒーティングによる効果は次において考慮することができる。
- .1 あらゆる船体横強度部材
 - .2 6.4.13.1.1.2 に規定する船体縦強度部材。ただし、より低い周囲温度条件が要求される場合であって、大気 5℃及び海水 0℃の周囲温度状態でヒーティング設備による効果を考慮することなく、その材料に適合する温度を保持できる場合に限る。
 - .3 前.2 に代えて、液化ガス燃料タンク間の縦通隔壁は、-30℃の最低設計温度又は 6.4.13.1.1.1 に規定する計算による温度（ヒーティングを考慮したもの）よりも 30℃低い温度のうち低い方の温度に対して、材料が適切なものである場合は、ヒーティング設備による効果を考慮することができる。この場合、船体の縦強度は、当該縦通隔壁が有効な場合及びそうでない場合について、船舶構造規則又は登録船級協会の関連規則に適合しなければならない。
- 6.4.13.1.1.4 6.4.13.1.1.3 に規定されるヒーティング設備は、次の要件を満足しなければならない。
- .1 ヒーティング設備は、当該システムのいかなる部分が故障した場合にあっても、予備の設備によって理論上必要な熱量の 100%以上供給できなければならない。
 - .2 ヒーティング設備は、重要な補機として考慮しなければならない。6.4.13.1.1.3.1 の規定により設けられるシステムの少なくとも一つについては、全ての電気部品が非常用電源から供給されるものとしなければならない。
 - .3 ヒーティング設備の設計及び構造は、燃料格納設備の承認の範囲に含まれていること。
- 6.4.13.2 一次防壁及び二次防壁の材料
- 6.4.13.2.1 船体構造を構成しない一次防壁及び二次防壁の構造に使用する金属材料は、想定される設計荷重に対して適切なものとし、表 7.1、表 7.2 及び表 7.3 の規定によらなければならない。
- 6.4.13.2.2 一次防壁及び二次防壁の材料として用いられる非金属材料又は表 7.1、表 7.2 及び表 7.3 に規定されていない金属材料を、想定される設計荷重、材料特性及び使用目的に応じて、承認することができる。承認する場合は、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。

6.4.13.2.3 一次防壁又は二次防壁に、複合材料を含む非金属材料を用いる又は組み込む場合、材料が使用目的に適切であることを確認するため、必要に応じて、次に示す特性に関して試験を行わなければならない。

6.4.16 参照

- .1 液化ガス燃料との適合
- .2 時効
- .3 機械的性質
- .4 熱膨張及び収縮
- .5 摩耗
- .6 結合力
- .7 振動に対する抵抗
- .8 火災及び火炎伝播に対する抵抗
- .9 疲労破壊及び亀裂進展に対する抵抗

6.4.13.2.4 上記特性は、必要な場合、就航中に想定される最高温度と最低設計温度より 5°C 低い温度の間の範囲で試験しなければならない。ただし、-196°C より低くする必要はない。

6.4.13.2.5 一次防壁及び二次防壁に複合材料を含む非金属が用いられる場合、接合方法も上記の規定により試験を行わなければならない。

6.4.13.2.6 恒久的なイナート・ガス環境等の適切な設備により保護されている場合又は耐火防壁が設けられている場合は、一次防壁又は二次防壁に、火災及び火炎伝播に対する抵抗特性のない材料の使用を考慮することができる。

6.4.13.3 液化ガス燃料格納設備に使用される防熱材及びその他の材料

6.4.13.3.1 液化ガス燃料格納設備で使用される荷重を受ける防熱材及びその他の材料は、設計荷重に対して適切なものとしなければならない。

6.4.13.3.2 液化ガス燃料格納設備で使用される防熱材及びその他の材料については、使用目的に適することを確認するため、必要に応じて、次に示す特性を有していなければならない。

- .1 液化ガス燃料との適合
- .2 液化ガス燃料による溶解
- .2 液化ガス燃料の吸収
- .4 収縮
- .5 時効
- .6 独立気泡率
- .7 密度
- .8 機械的性質（液化ガス燃料及び他の荷重を受ける範囲において）、熱膨張及び収縮
- .9 摩耗
- .10 結合力
- .11 熱伝導率
- .12 振動に対する抵抗
- .13 火災及び火炎伝播に対する抵抗
- .14 疲労破壊及び亀裂進展に対する抵抗

液化ガス燃料タンク型式と防熱材料の特性

No.	確認項目	メンブレン タンク	独立型 タンクタイ プ A/B	独立型 タンクタイ プ C	備考	
1	液化ガス燃料との 適合性	○ ¹⁾	○ ¹⁾			
2	液化ガス燃料によ る溶解性	○ ¹⁾	○ ¹⁾			
3	液化ガス燃料の吸 収性	○ ¹⁾	○ ¹⁾			
4	収縮性	○ ¹⁾	○ ¹⁾			
5	時効性	○	○ ¹⁾	□		
6	独立気泡率	△	△	△	独立気泡材料のみ対象	
7	密度	○	○	○		
8	機械的性質	曲げ強度	○	○	○	
		圧縮強度	○			
		引張強度	○	○	○	
		せん断強度	○			
9	熱膨張性	○	○ ²⁾	○ ²⁾		
10	摩耗性	○				
11	結合力	△	△ ¹⁾	□	接着使用される材料を対 象	
12	熱伝動率	○	○	○		
13	耐振性	△	△ ¹⁾		6.4.13.3.7 も考慮を要す る。	
14	火災及び火炎に対 する抵抗性	○	○	○		
15	疲労破壊に対する 抵抗性	○				
16	亀裂進展に対する 抵抗性	△				

(備考)

- ：確認試験を行ってこの特性を確認する必要がある項目
- △：材料の種類によっては確認試験を行う必要がある項目
- ：この特性に関するデータを用意しておくのが望ましい項目

(注)

- 1) 防熱材が 6.4.5.1 の規定に定めるスプレーシールドとなる場合は、必要である。その他の
の場合では、この特性に関するデータを用意する。
- 2) 液化ガス燃料タンクの設計温度が-10℃より高い場合は、一般には不要である。
- 3) 独立型タンクの支持構造の防熱材は、メンブレンタンク及びセミメンブレンタンクの確認項目を準用する。

6.4.13.3.3 上記の特性は、必要な場合、就航中に予測される最高温度と最低設計温度より 5°C 低い温度の範囲で試験しなければならない。ただし、最低温度は、-196°Cより低くする必要はない。

6.4.13.3.4 防熱材の設けられる場所及びその環境条件に応じて、防熱材料は、火災及び火炎伝播に対する適切な抵抗特性を有するものでなければならず、また、水蒸気の侵入及び機械的損傷に対して適当に保護されなければならない。防熱材を暴露甲板又は暴露甲板上方並びにタンクカバー貫通部に設ける場合は、防熱材を防火構造規則又はこれと同等と認められる基準による耐火性を有するものとするか、低火炎伝播性を有しかつ承認されたベーパーシールを形成する材料により保護しなければならない。

6.4.13.3.5 耐火性に関して防火構造規則又はこれと同等と認められる基準を満足しない防熱材であっても、その表面が低火炎伝播性を有しかつ承認されたベーパーシールを形成する材料により保護される場合は、恒久的に不活性環境にならない燃料貯蔵ホールドスペースに使用しても差し支えない。

6.4.13.3.6 防熱材の熱伝導率に関する試験は、適切に経年劣化したサンプルで行わなければならない。

6.4.13.3.7 粉状又は粒状の防熱材を使用する場合、使用中に材料が固く詰まることを軽減する措置、並びに、必要な熱伝導率を保持し、かつ、液化ガス燃料格納設備に加わる圧力の過度の増加を妨げるための措置を講じなければならない。

6.4.14 建造過程

6.4.14.1 溶接継ぎ手の設計

6.4.14.1.1 独立型タンクのタンク板の全ての溶接継手は、完全溶込みの面内突合せ溶接としなければならない。タンク板とドームの取合部に対してのみ、溶接施工方法承認試験の結果に応じ、完全溶込み型の隅肉溶接を使用して差し支えない。ドームに設けられる小さな貫通部を除き、ノズルの溶接も、原則として完全溶込み型で設計されなければならない。

6.4.14.1.2 独立型タンクタイプ C 及び主として湾曲面で構成される独立型タンクタイプ B の液密の一次防壁の溶接継手の詳細は、次の 1 及び 2 によらなければならない

1 全ての長手方向及び周方向の継手は、両面開先又は片面開先の完全溶込み型の突合せ溶接としなければならない。完全溶込み突合せ溶接は、両面溶接又は裏当金の使用によって行われなければならない。裏当金を使用する場合、非常に小さいプロセス用圧力容器を除き、裏当金は除去しなければならない。

マンホールがない真空断熱式タンクの場合、長手方向及び周方向の継手は、上記の規定に従わなければならない。ただし、外殻の組立のための溶接継手については、裏当金付の片側溶接としてもよい。

その他の開先は、溶接施工方法承認試験の結果が良好な場合、使用することができる。双胴型タンクタイプ C の長手方向隔壁とタンク板の接合部において、完全溶け込み型の T 字継手を適用して差し支えない。

2 タンク本体とドーム及びドームと関連付属品間の継手の開先形状は、管海官庁が適当と認める基準に従って設計しなければならない。ノズル、ドーム及びその他の容器貫通物を接合する全ての溶接並びに容器又はノズルにフランジを接合する全ての溶接は完全溶込み溶接としなければならない。

「管海官庁が適当と認める基準」とは、機関規則心得附属書[4]構造等の基準の図 14 に掲げる方法又はこれと同等以上の方法とする。

6.4.14.2 接着及びその他の接合の設計

6.4.14.2.1 接着継手（又は、溶接を除くその他の方法の継手）の設計は、継手の強度特性を考慮しなければならない。

6.4.15 タンクタイプ

6.4.15.1 独立型タンクタイプ A

6.4.15.1.1 設計原則

6.4.15.1.1.1 独立型タンクタイプAは主として管海官庁の定める要件に従って古典的船舶構造解析手法を使用して設計されるタンクである。このタンクが主として平板によって構成される場合、設計蒸気圧 P_0 は、0.07MPa 未満としなければならない。

「管海官庁の定める要件に従って古典的船舶構造解析手法」とは、船舶構造規則第3章第9節ディープタンクの規定とする。

6.4.15.1.1.2 6.4.3に規定される完全二次防壁が要求される。二次防壁は、6.4.4に従って設計されなければならない。

6.4.15.1.2 構造解析

6.4.15.1.2.1 構造解析は、6.4.9.3.3.1に規定する内圧並びに支持構造、キー構造及び合理的な範囲で船体構造との相互に作用する荷重を考慮して行わなければならない。

6.4.15.1.2.2 支持構造物のようなこの附属書で規定されない構造部分については、6.4.9.2から6.4.9.5に規定する設計荷重のうち適当なもの及び支持構造近傍の船体たわみを考慮して、直接計算によって応力を求めなければならない。

6.4.15.1.2.3 タンク及び支持構造は、6.4.9.5に規定する偶発荷重に対して設計を行わなければならない。それらの荷重は、相互に又は環境荷重と組合せる必要はない。

6.4.15.1.3 最終設計条件

6.4.15.1.3.1 主として平板により構成されるタンクの一次及び二次部材(防撓材、特設肋骨、防撓桁、桁)の公称膜応力は、ニッケル鉍、炭素-マンガン鋼、オーステナイト鋼及びアルミニウム合金では $R_m/2.66$ 又は $Re/1.33$ のうちいずれか小さい方を超えてはならない。 R_m 及び Re は、6.4.12.1.1.3の規定による。ただし一次部材に関する詳細な応力計算が行われる場合、6.4.12.1.1.4で定める等価応力 σ_e は、より高い許容応力を認めることができる。この計算には、船体及び液化ガス燃料タンク底部のたわみによる船体と液化ガス燃料の相互反力の影響を含み、曲げ、せん断、軸及びねじれ変形の影響を考慮に入れなければならない。より高い許容応力を認める場合は、資料を添えて海事局検査測度課長に伺い出ること。

6.4.15.1.3.2 タンク囲壁の板厚は、少なくとも6.4.9.3.3.1に規定する内圧及び6.4.1.7に定める腐食予備厚を考慮して、船舶構造規則第3章第9節ディープタンクの規定を満足したものでなければならない。

6.4.15.1.3.3 液化ガス燃料タンク構造は座屈強度に対する検討を行わなければならない。

6.4.15.1.4 偶発設計条件

6.4.15.1.4.1 タンク及び支持構造は、6.4.9.5及び6.4.1.6.3に規定する偶発荷重及び設計条件を考慮して設計を行わなければならない。

6.4.15.1.4.2 6.4.9.5に規定する偶発荷重を受ける場合、発生する応力は、発生確率が低いことを考慮して必要に応じて修正を加えた上で、6.4.15.1.3に規定する許容基準を満足しなければならない。

6.4.15.2 独立型タンクタイプB

6.4.15.2.1 設計原則

6.4.15.2.1.1 独立型タンクタイプBは応力レベル、疲労寿命及び亀裂進展特性を求めるために、モデルテスト、精密な解析手段及び解析法を用いて設計されるタンクである。このタンクが主として平面板によって構成される場合(方形タンク)、設計蒸気圧 P_0 は、0.07MPa 未満としなければならない。

6.4.15.2.1.2 6.4.3に規定する漏洩防止設備を有する部分二次防壁を設けなければならない。小容量の漏洩防止設備は6.4.5の規定に従って設計しなければならない。

6.4.15.2.2 構造解析

6.4.15.2.2.1 次の.1から.4について、構造が適当であることを確認しなければならない。この場合、全ての動的及び静的荷重の影響を考慮しなければならない。

- 1 塑性変形
- 2 座屈
- 3 疲労破壊
- 4 亀裂進展

有限要素法又はこれと同様の方法による解析並びに破壊機構解析又はこれと同等の検討を行わなければならない。

6.4.15.2.2.2 船体構造との相互作用を含め、タンクに生じる応力レベルを算定するために、3次元解析を行わなければならない。この解析の構造モデルには、液化ガス燃料タンクその他、その支持及びキー構造並びに関連する船体構造部分も含めなければならない。

6.4.15.2.2.3 類似船による有効な資料がない場合には、不規則波中における個々の船舶の加速度及び運動の精密解析、並びにこれらの力及び運動による船体及びその液化ガス燃料タンクの応答の精密解析を行わなければならない。

6.4.15.2.3 最終設計条件

6.4.15.2.3.1 塑性変形

主として回転体によって構成される独立型タンクタイプ B の許容応力は、次に示す値を超えてはならない。

$$\sigma_m \leq f$$

$$\sigma_L \leq 1.5f$$

$$\sigma_b \leq 1.5F$$

$$\sigma_L + \sigma_b \leq 1.5F$$

$$\sigma_m + \sigma_b \leq 1.5F$$

$$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g \leq 3.0F$$

$$\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g \leq 3.0F$$

この場合

σ_m : 等価一次一般膜応力

σ_L : 等価一次局部膜応力

σ_b : 等価一次曲げ応力

σ_g : 等価二次応力

f : Rm/A 又は Re/B のうちいずれか小さい方

F : Rm/C 又は Re/D のうちいずれか小さい方

Rm 及び Re については、6.4.12.1.1.3 による。 σ_m 、 σ_L 、 σ_b 及び σ_g の応力については、6.4.15.2.3.6 の応力の分類の定義も参照すること。

A、B、C、D の値は、次表に示す値以上としなければならない。

	ニッケル鋼及び炭素-マンガン鋼	オーステナイト鋼	アルミニウム合金
A	3	3.5	4
B	2	1.6	1.5
C	3	3	3
D	1.5	1.5	1.5

設計条件を考慮の上で適当と認められる場合は、上の表中の値とは異なる値を用いることができる。異なる値を用いる場合、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。主として平板で構成される独立型タンクタイプ B については、有限要素法に適用する許容等価膜応力は次の.1 から.3 を超えてはならない。

- .1 ニッケル鋼及び炭素-マンガン鋼については、 $R_m/2$ 又は $Re/1.2$ のうちいずれか小さい方
- .2 オーステナイト鋼については、 $R_m/2.5$ 又は $Re/1.2$ のうちいずれか小さい方
- .3 アルミニウム合金については、 $R_m/2.5$ 又は $Re/1.2$ のうちいずれか小さい方

応力の局所性、応力解析方法及び設計条件を考慮の上で適当と認められる場合、上記の値とは異なる値を用いることができる。異なる値を用いる場合、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。

板部材の板厚及び防撓材の寸法は、独立型タンクタイプ A で要求されるものより小さくしてはならない。

6.4.15.2.3.2 座屈

外圧及び圧縮応力を引き起こすその他の荷重を受ける液化ガス燃料タンクの座屈強度解析は、適当と認める方法に従って行わなければならない。この方法は、必要に応じて、板の目違い、真直度又は平面度の欠如、楕円率並びに規定の弧又は弦長での真の円形からの誤差により生じる理論的な座屈応力と実際の座屈応力との差を適切に考慮したものでなければならない。

6.4.15.2.3.3 疲労設計条件

6.4.15.2.3.3.1 疲労及び亀裂進展評価を 6.4.12.2 に従い行わなければならない。許容基準は亀裂の検知性によって、6.4.12.2.7、6.4.12.2.8 又は 6.4.12.2.9 を満足しなければならない。

6.4.15.2.3.3.2 疲労解析は工作誤差を考慮しなければならない。

6.4.15.2.3.3.3 必要と認める場合には、構造要素の応力集中係数及び疲労寿命を求めるためのモデルテストを要求することができる。

6.4.15.2.3.4 偶発設計条件

6.4.15.2.3.4.1 タンク及び支持構造は、6.4.9.5 及び 6.4.1.6.3 に規定する偶発荷重及び設計条件を考慮して設計を行わなければならない。

6.4.15.2.3.4.2 6.4.9.5 に規定する偶発荷重が作用する場合、6.4.1.15.2.3 に規定する許容基準を満足しなくてはならない。ただし、許容基準は低い発現確率を考慮して適切に修正したものとす。

6.4.15.2.3.5 マーキング

圧力容器に要求されるいかなるマーキングも、過大な局部応力が生じないような方法で行われなければならない。

6.4.15.2.3.6 応力の分類

応力評価の目的のため、応力カテゴリーを以下の通りこの節において定義する。

- .1 直応力は、対象と考える断面に垂直な応力である
- .2 膜応力は、対象と考える断面の厚さ方向に一様に分布し、かつ、厚さ方向の応力の平均値に等しい直応力成分である。
- .3 曲げ応力は、対象と考える断面で膜応力を除いた後、厚さ方向に変化する応力である。
- .4 せん断応力は、対象と考える断面に沿って働く応力成分である。
- .5 一次応力は、荷重によって生ずる応力で、外部からの力及びモーメントに釣合う必要のある応力である。一次応力の基本的な特性は、自己平衡作用がないことである。降伏応力をかなり超えた一次応力は、破壊又は少なくとも大きな変形を引き起こす。
- .6 一次一般膜応力は、降伏の結果、荷重の再配分を生ずることがないように構造物に分布している一次膜応力である。

.7 一次局部膜応力は、圧力又は他の機械的荷重によって生じる膜応力及び一次応力又は不連続効果と組合わされた膜応力が、構造物の他の部分に荷重を伝達するときに過度の変形を生じさせる場合発生する。この応力は、二次応力的な性質を有するが、一次局部膜応力として分類される。この応力領域が次式を満足するとき、局部的であるとみなすことができる。

$$S_1 \leq 0.5 \sqrt{Rt} \quad \text{及び}$$

$$S_2 \geq 2.5 \sqrt{Rt}$$

この場合

S_1 : 等価応力が $1.1f$ を超える領域の子午線方向の距離

S_2 : 一次一般膜応力の許容値を超える他領域までの子午線方向の距離

R : 容器の平均半径

t : 一次一般膜応力の許容値を超えている箇所の容器の板厚

f : 一次一般膜応力の許容値

.8 二次応力は、隣接する部分の拘束又は構造物の自己拘束によって生ずる直応力又はせん断応力である。二次応力の基本的な特性は、自己平衡作用を持つことである。局部的な降伏又は僅かな変形は、この応力を生じさせる条件を満足する。

6.4.15.3 独立型タンクタイプ C

6.4.15.3.1 設計原則

6.4.15.3.1.1 独立型タンクタイプ C の設計原則は、破壊機構及び亀裂進展基準を含むように修正された圧力容器の基準に基づいている。6.4.15.3.1.2 に規定する最小設計圧力は、初期表面欠陥がタンクの寿命期間中にタンク板の板厚の半分を超える進展が起こらないように、動的応力が十分に低いことを確保することを目的としている。

6.4.15.3.1.2 設計蒸気圧は以下の値を超えてはならない。

$$P_0 = 0.2 + AC(\rho_r)^{1.5} \text{ (MPa)}$$

この場合

$$A = 0.00185 \left(\frac{\sigma_m}{\Delta\sigma_A} \right)^2$$

σ_m : 設計一次膜応力

$\Delta\sigma_A$: 許容動的膜応力 (発現確率 $Q = 10^{-8}$ レベルでの両振幅) であり、以下に等しい

55N/mm² : フェライト-バーライト、マルテンサイト及びオーステナイト鋼

25N/mm² : アルミニウム合金 (5083-0)

C : 次に示すタンクの寸法から定まるもののうち大きい値

h 、 $0.75b$ 又は 0.45ℓ

h : タンクの高さ(船の深さ方向) (m)

b : タンクの幅(船の幅方向) (m)

ℓ : タンクの長さ(船の長さ方向) (m)

ρ_r : 設計温度における液化ガス燃料の比重(清水の場合: $\rho_r = 1$)

6.4.15.3.2 タンク板厚

6.4.15.3.2.1 タンク板厚は、次の.1 から.3 を満足しなければならない。

- 1 圧力容器に関しては、6.4.15.3.2.4に従って計算される板厚は、形成後の最小値としなければならない。負の許容値は認められない。
- 2 圧力容器に関しては、成形後の腐食予備厚を含む胴板及び鏡板の最小板厚は、炭素-マンガン鋼及びニッケル鋼については5 mm、オーステナイト鋼については3 mm 及びアルミニウム合金については7 mm 未満としてはならない。
- 3 6.4.15.3.2.4による計算に使用する溶接継手効率は、0.95 としなければならない。この場合、船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-6. (4) に定める検査及び非破壊試験を行うものとする。この数値は、使用材料、継手の種類、溶接法及び荷重の種類等を考慮して、1.0 まで増加することができる。プロセス用圧力容器について、抜取りの非破壊試験を認めることができる。ただし、その非破壊試験の範囲は、使用材料、設計温度、組立て状態で材料の無延性遷移温度、溶接継手の種類及び溶接法等に応じて、船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-6. (4) の規定により定めたものより小としてはならず、かつ、継手効率は、0.85 以下の値を採用しなければならない。特別の材料について、前記の継手効率は溶接継手の機械的性質に応じて減少しなければならない。

6.4.15.3.2.2 内圧の計算の際に 6.4.9.3.3.1 に規定する設計液圧を考慮しなければならない。

6.4.15.3.2.3 圧力容器の座屈を検討するのに使用する設計外圧 P_e は、次式で与えられるもの未満としてはならない。

$$P_e = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \text{ (MPa)}$$

この場合

P_1 : 真空逃し弁の設計圧力。真空逃し弁が設けられない圧力容器については、 P_1 は特別に考慮されるが、一般に 0.025MPa 未満としてはならない。

P_2 : 圧力容器又はその一部を格納する完全に開閉された区画の圧力逃し弁の設定圧力。その他の場合には、 $P_2 = 0$

P_3 : 防熱材の重量及び収縮、腐食予備厚を含む容器の重量並びに圧力容器が受けると予想されるその他の外圧荷重による容器の圧縮作用力。これには、ドームの重量、タワー及び管装置の重量、半載状態の影響、加速度及び船体変形等が含まれる。さらに内圧若しくは外圧又は両方の局所的な影響についても考慮しなければならない。

P_4 : 圧力容器又はその一部が暴露甲板上にある場合の水頭による外圧。その他の場合には、 $P_4 = 0$

6.4.15.3.2.4 内圧に基づく構造寸法は、次に従って、計算されなければならない。

6.4.9.3.3.1 に規定する内圧を受けるフランジを含む圧力容器の受圧部の寸法及び形状は、機関規則又はこれと同等と認められる基準によらなければならない。これらの計算は、全ての条件において、認められている圧力容器の理論に基づくものでなければならない。圧力容器の受圧部の開口は、機関規則又はこれと同等と認められる基準に従って補強しなければならない。

6.4.15.3.2.5 静的及び動的荷重に対する応力解析は次の1から3に従って行われなければならない。

- 1 圧力容器の寸法は、6.4.15.3.2.1 から 6.4.15.3.2.4 及び 6.4.15.3.3 の規定により定めなければならない。
- 2 支持構造近傍及び支持構造用の容器取付け物近傍の荷重及び応力計算を実施しなければならない。6.4.9.2 から 6.4.9.5 に定める荷重は、適用可能な場合には、使用しなければならない。支持構造近傍の応力は、管海官庁が適当と認める基準によらなければならない。特別な場合、疲労解析を要求することができる。

「管海官庁が適当と認める基準」とは、使用される材料の降伏応力の 90% 又は引張り強さの 75% 未満であることとする。

- 3 必要と認めた場合には、二次応力及び熱応力について特別な考慮を払わなければならない。

6.4.15.3.3 最終設計条件

6.4.15.3.3.1 塑性変形

独立型タンクタイプ C において、許容応力は以下を超えてはならない。

$$\sigma_m \leq f$$

$$\sigma_L \leq 1.5f$$

$$\sigma_b \leq 1.5f$$

$$\sigma_L + \sigma_b \leq 1.5f$$

$$\sigma_m + \sigma_b \leq 1.5f$$

$$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g \leq 3.0f$$

$$\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g \leq 3.0f$$

この場合

σ_m : 等価一次一般膜応力

σ_L : 等価一次局部膜応力

σ_b : 等価一次曲げ応力

σ_g : 等価二次応力

f : R_m / A 又は R_e / B のうちいずれか小さい方

R_m 及び R_e については、6.4.12.1.1.3 による。 σ_m 、 σ_L 、 σ_g 及び σ_b の応力については、6.4.15.2.3.6 の応力の分類の定義も参照すること。A、B の値は、次表に示す値以上としなければならない。

	ニッケル鋼及び炭素-マンガン鋼	オーステナイト鋼	アルミニウム合金
A	3	3.5	4
B	1.5	1.5	1.5

6.4.15.3.3.2 座屈基準は、次によらなければならない。

外圧及び圧縮応力を引き起こすその他の荷重を受ける圧力容器の板厚及び形状は、一般的に受け入れられている圧力容器の座屈理論に基づく計算によるものでなければならず、かつ、板の目違い、楕円率及び規定の弧又は弦長での真の円形からの誤差により生じる理論的な座屈応力と実際の座屈応力との差を適切に考慮したものでなければならない。

6.4.15.3.4 疲労設計条件

6.4.15.3.4.1 大気圧下で液化ガス燃料の温度が -55°C 以下の独立型タンクタイプ C において、6.4.15.3.1.1 に適合しているか確認するため、タンクサイズ、タンクの形状、支持構造を考慮して、静的及び動的応力に関する追加の検討を要求することができる。

6.4.15.3.4.2 真空断熱式のタンクにおいては、支持構造の疲労強度に特別な注意を払うと共に、内殻と外殻の間の空間の検査方法について特別な検討を行うこと。

6.4.15.3.5 偶発設計条件

6.4.15.3.5.1 タンク及び支持構造は、6.4.9.5 及び 6.4.1.6.3 に規定する偶発荷重及び設計条件に対して設計を行わなければならない。

6.4.15.3.5.2 6.4.9.5 に規定する偶発荷重が作用する場合、6.4.15.3.3.1 に規定する許容基準を満足しなくてはならない。ただし、許容基準は低い発現確率を考慮して適切に修正したものとする。

6.4.15.3.6 マーキング

圧力容器に要求されるマーキングは、過大な局部応力が生じないような方法で行われなければならない。

6.4.15.4 メンブレンタンク

6.4.15.4.1 設計原則

- 6.4.15.4.1.1 メンブレン格納設備の設計原則は、熱その他による伸縮によりメンブレンの気密性及び液密性を損なう過度のリスクを生じないようなものでなければならない。
- 6.4.15.4.1.2 6.4.15.4.2.1に規定する使用中に起こりうる事象を考慮して、解析及び試験に基づく系統的な手法により、格納設備が目的とする機能を満足することを実証しなければならない。
- 6.4.15.4.1.3 6.4.3に規定する完全二次防壁を設けなければならない。二次防壁は6.4.4の規定に従って設計しなければならない。
- 6.4.15.4.1.4 設計蒸気圧 P_0 は、原則として0.025MPaを超えてはならない。ただし、船体構造寸法を必要に応じて増強し、かつ、支持防熱構造の強度が適当なものであれば、 P_0 はより大きい値とすることができるが、0.07MPa未滿としなければならない。
- 6.4.15.4.1.5 メンブレンタンクの定義は、非金属製メンブレンが使用される設計、メンブレンと防熱材が一体となる設計又はメンブレンが防熱材に組込まれるような設計について、これを除外するものではない。
- 6.4.15.4.1.6 メンブレンの厚さは、原則として10mmを超えてはならない。
- 6.4.15.4.1.7 6.11.1の規定による一次防熱スペースと二次防熱スペース全体のイナート・ガス循環は、ガス検知として有効な手段を可能にするのに十分なものでなければならない。
- 6.4.15.4.2 設計検討事項
- 6.4.15.4.2.1 メンブレンの寿命にわたり液密の損失につながる次のような潜在的な事象を評価しなければならない。潜在的な事象に以下を含むが、これらに限定するものでない。
- .1 最終設計事象
 - .1 メンブレンの引張による損傷
 - .2 防熱の圧縮崩壊
 - .3 熱劣化
 - .4 防熱材と船体構造間の取付けの喪失
 - .5 防熱材へのメンブレンの固着の喪失
 - .6 内部構造及び支持構造の健全性
 - .7 支持構造の損傷
 - .2 疲労設計事象
 - .1 船体構造との取合いを含むメンブレンの疲労
 - .2 防熱の疲労亀裂
 - .3 内部構造と支持構造の疲労
 - .4 バラストの浸入につながる船体構造の疲労亀裂
 - .3 偶発設計事象
 - .1 機械的損傷（使用中におけるタンク内の物体の落下等によるもの）
 - .2 防熱スペースの過圧
 - .3 タンクの過負圧
 - .4 内部船体構造からの浸水
- 内部の単一の事象により、両メンブレンが同時にあるいは連続的に損傷を起こしうる設計としてはならない。
- 6.4.15.4.2.2 液化ガス燃料格納設備の材料に必要な物理的性質(機械的性質、熱的性質、化学的性質等)は、6.4.15.4.1.2の規定に従って設計段階に確認しなければならない。
- 6.4.15.4.3 荷重及び荷重の組合せ

インタバリアスペースの過圧、液化ガス燃料タンク内の負圧、スロッシングの影響及び船体振動の影響及びこれらの組合せによるタンクの健全性の損失について、特別の考慮を払わなければならない。

6.4.15.4.4 構造解析

6.4.15.4.4.1 液化ガス燃料格納設備及び6.4.7に規定するような関連構造及び設備の最終強度評価及び疲労強度評価を目的とした構造解析や試験を実施しなければならない。構造解析において、液化ガス燃料格納設備に支配的な損傷モードを評価するために必要なデータを提供しなければならない。

6.4.15.4.4.2 船体構造解析は、6.4.9.3.3.1に規定する内圧を考慮しなければならない。船体変形、メンブレン及び防熱材との適合性については、特別の配慮を払わなければならない。

6.4.15.4.4.3 6.4.15.4.4.1及び6.4.15.4.4.2に示す解析は、個々の運動、加速度及び船体と液化ガス燃料格納設備の応答に基づくものでなければならない。

6.4.15.4.5 最終設計条件

6.4.15.4.5.1 使用状態における全ての重要な構成要素、サブシステム又は装置は、6.4.15.4.1.2に従い、構造的に耐え得ることを確認しなければならない。

6.4.15.4.5.2 液化ガス燃料格納設備、液化ガス燃料格納設備と船体構造との取合い及びタンク内構造の損傷モードに対する許容基準の選定においては、考慮する損傷モードに伴う結果を考慮しなければならない。

6.4.15.4.5.3 内殻の部材寸法は、6.4.9.3.3.1に規定する内圧を考慮して、船舶構造規則第3章第9節ディープタンクの規定に適合し、かつ、6.4.9.4.1.3に規定するスロッシング荷重が考慮されていること。

6.4.15.4.6 疲労設計条件

6.4.15.4.6.1 疲労解析は、継続的なモニタリングにより損傷発生を検知できないポンプタワー等のタンク内の構造並びにメンブレン及びポンプタワーの付属品に対して実施しなければならない。

6.4.15.4.6.2 疲労計算は、次の.1及び.2に応じて、6.4、12.2の規定に従って実施しなければならない。

.1 構造の健全性に対する構造要素の重要性

.2 検査実施の可否

6.4.15.4.6.3 両メンブレンに同時にあるいは連続的に損傷をもたらす亀裂が発生しないことが試験又は解析により確認できる構造要素については、 C_w は0.5以下としなければならない。

6.4.15.4.6.4 定期的な検査を実施する構造要素であって、両メンブレンに同時あるいは連続的に損傷をもたらす疲労亀裂が発生し得る構造要素については、6.4.12.2.8に規定する疲労及び破壊機構要件を満足しなければならない。

6.4.15.4.6.5 就航中の検査においてアクセスできない構造要素であって、両メンブレンに同時あるいは連続的に損傷をもたらす疲労亀裂が前兆なしに発生し得る構造要素については、6.4.12.2.9に規定する疲労及び破壊機構要件を満足しなければならない。

6.4.15.4.7 偶発設計条件

6.4.15.4.7.1 液化ガス燃料格納設備及びその支持構造は、6.4.9.5に規定する偶発荷重を考慮して設計を行わなければならない。偶発荷重は相互に又は環境荷重と組合せる必要はない。

6.4.15.4.7.2 リスク分析に基づき追加の事故シナリオを決定しなければならない。タンク内の艙装品の取付けについては、特に注意を払わなければならない。

6.4.16 新しいコンセプトに対する限界状態設計

6.4.16.1 6.4.15の規定を用いて設計することのできない新型式の燃料格納設備は、本節並びに6.4.1から6.4.14の該当規定を用いて設計しなければならない。本節によって設計される燃料格納設備は、新設計と同様に、確立された設計解に適用できる構造設計手法へのアプローチである限界状態設計の原理に基づき設計しなければならない。このより一般的な手法は、6.4.15の規定を用いて設計された既知の格納設備と同等の安全レベルを確保するものである。

6.4.16.2.1 限界状態設計は、各構造要素について 6.4.1.6 による設計条件に関連する損傷モードを評価する系統的手法である。限界状態とは、構造又は構造の一部が要件を満足しない状態と定義する。

6.4.16.2.2 各損傷モードは、一つ以上の限界状態が関連することがある。関連する全ての限界状態を考慮することにより、構造要素の最小限界荷重を得ることができる。限界状態は次の 3 つに分類する。

- .1 最終限界状態(ULS)：非損傷状態において、最大耐荷容量、場合によっては、最大ひずみ又は最大変形に相当する。
- .2 疲労限界状態(FLS)：繰返し荷重の影響による劣化に相当する。
- .3 偶発限界状態(ALS)：偶発事象に耐えることのできる構造強度に関連する。

6.4.16.3 限界状態設計の手順及び関連する設計パラメータは、付録 1 に規定する新型式の燃料格納設備の設計における限界状態設計手法の使用に関する基準 (LSD 基準) に適合しなければならない。

6.4.16.4 限界状態設計を行う場合には、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。

6.5 可搬式液化ガス燃料タンク

6.5.1 タンクの設計は、6.4.15.3 の規定に適合しなければならない。タンクの支持構造 (コンテナフレーム又はトラックシャーシ) は、用途に応じて設計しなければならない。

6.5.2 可搬式燃料タンクは、次の .1 から .3 の規定に従った専用の場所に配置しなければならない。

- .1 配置及び荷役作業に応じてタンクが機械的に保護される場所であること。
- .2 開放甲板に設置する場合、燃料の流出に対する保護及び冷却用の水噴霧装置が備えられていること。
- .3 閉鎖場所に設置する場合、当該場所はタンクコネクションスペースとして取り扱われること。

6.5.3 可搬式燃料タンクは、船内の装置に接続する際に、甲板に固定できるものでなければならない。タンクを支持及び固定する設備は、船舶の特性及びタンクの位置を考慮して想定される最大の静的及び動的傾斜並びに最大の加速度に耐えうるように設計しなければならない。

6.5.4 船舶の復原性において、可搬式燃料タンクの強度及び影響を考慮しなければならない。

6.5.5 燃料管装置への接続のために、承認されたフレキシブルホース又は十分な伸縮性が得られるように設計されたその他の適切な手段を備えなければならない。

6.5.6 恒久的でない接続部の不用意な切離し又は破裂に備え、流出する燃料の量を制限する措置を講じなければならない。

6.5.7 可搬式燃料タンクの圧力逃し装置は、固定されたベント装置に接続しなければならない。

.8 可搬式燃料タンクの制御及び監視装置は、船舶の制御及び監視装置に統合されたものでなければならない。また、可搬式燃料タンクの安全装置は、船舶の安全装置(タンク付弁の遮断装置、漏洩又はガス検知装置等) に統合されたものでなければならない。

6.5.9 点検及び整備のために、タンク接続部への安全な交通が確保されなければならない。

6.5.10 船舶の燃料管装置に接続した後に、次の .1 から .3 の要件を満足しなければならない。

- .1 6.5.6 に規定する圧力逃し装置を除き、各可搬式タンクは、いかなる場合も隔離できること。
- .2 1 つのタンクを隔離した際に、他の可搬式タンクが利用できない状態にならないこと。
- .3 タンクは、6.8 に規定される積込制限値を超えないこと。

6.6 CNG 燃料格納設備に関する規則

6.6.1 CNG の貯蔵に使用されるタンクは、管海官庁が適当と認める基準に適合するものでなければならない。

「管海官庁が適当と認める基準に適合したもの」とは、機関規則の圧力容器の基準に適合したもの又はこれと同等であると認められるものをいう。

- 6.6.2. CNG用のタンクには、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、6.7.2.7及び6.7.2.8の規定に従って配置しなければならない。
- 6.6.3 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。
- 6.6.4 閉鎖場所内のCNGの貯蔵は通常認められない。ただし、6.3.4から6.3.6に加え、次の1から3の規定を満足することを条件に閉鎖場所内への貯蔵を認めることができる。
- .1 タンクに影響を及ぼす火災の際に、タンクの圧力を下げ、タンクをイナーティングするための適切な手段が備えられていること。
 - .2 漏洩したガスの膨張により生じう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、高压ガスの放出及びその結果の凝縮に対して、CNG貯蔵タンクが収容される閉鎖場所内の全ての表面が適切に熱保護されていること。
 - .3 固定式消火装置が、CNG貯蔵タンクが収容される閉鎖場所に設けられていること。ジェット火災の消火については、特別な考慮を払わなければならない。

6.7 圧力逃し装置

6.7.1 一般

6.7.1.1 全ての燃料貯蔵タンクには、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を設けなければならない。燃料貯蔵ホールスペース、インタバリアスペース、タンクコネクションスペース及びタンクコファダムであって設計上の能力を超える圧力に遭遇するおそれのあるものについては、適当な圧力逃し装置を設けなければならない。6.9に規定する圧力制御装置は、圧力逃し装置とは別個のものでなければならない。

6.7.1.2 燃料貯蔵タンクのうち、外圧が設計圧力を超えるものには、負圧防止装置を設けなければならない。

6.7.2 液化ガス燃料タンクの圧力逃し装置

6.7.2.1 燃料が真空断熱式タンクの真空部に放出される可能性がある場合であって、タンクが甲板下に設置される場合には、当該真空部は、ベント装置に接続された圧力逃し装置により保護しなければならない。40フィートコンテナの寸法を超えない寸法のタンクについて、ガスを安全場所に放出することができない場合には、開放甲板上において直接大気に放出させる配置を認めることができる。当該配置を認める場合、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。

6.7.2.2 液化ガス燃料タンクには、少なくとも2つの圧力逃し弁（PRVs）を設けなければならない。また、故障又は漏洩の際に、当該圧力逃し弁のうち1つを切り離せるようにしなければならない。

6.7.2.3 インタバリアスペースには、圧力逃し装置を設けなければならない。メンブレン方式の場合にあつては、設計者は、インタバリアスペースの圧力逃し弁が適当な容量を有することを立証しなければならない。

インタバリアスペースの圧力逃し装置の容量は、次に掲げる事項を考慮すること。

IACS統一解釈 GC9「インタバリアスペースにおける圧力逃し装置の容量に関するガイダンス、1988」を参照すること。

IACS統一解釈 GC9

- .1 タンクに防熱が施される独立型タンクタイプAのインタバリアスペースにおける圧力逃し装置の組み合わせられた容量は、次式により決定して差し支えない。

$$Q_{sa} = 3.4 A_c \frac{\rho}{\rho_v} \sqrt{h} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

$$A_c = \frac{\pi}{4} \delta l \quad (\text{m}^2)$$

$$\delta = 0.2t \quad (\text{m})$$

Q_{sa} : 273 K 及び 1.013 bar の標準状態における最小要求排気量

A_c : 設計亀裂開口面積 (m^2)

δ : 最大亀裂開口幅 (m)

t : タンク底板板厚 (m)

l : 設計亀裂長さ (m) で、タンク底板の最大板パネルの対角長と同等とする。

h : タンク底板からの最大液頭高さ+10MARVS (m)

ρ : インタバリアスペースの逃し装置設定圧力における、液体状態での燃料密度 (kg/m^3)

ρ_v : インタバリアスペースの逃し装置設定圧力及び温度 273 K における、気体状態での燃料密度 (kg/m^3)

MARVS = 燃料タンクの逃し弁の最大許容設計圧力 (bar)

- .2 独立型タンクタイプ B のインタバリアスペースにおける圧力逃し装置の容量は、前.1 で与えられる手法に基づき決定して差し支えないが、漏洩量は 6.4.5.2 に基づき決定すること。
- .3 メンブレンタンク及びセミメンブレンタンクのインタバリアスペースにおける圧力逃し装置の容量はメンブレン/セミメンブレンタンク特有の設計に基づき評価すること。

6.7.2.4 圧力逃し弁の設定圧力は、タンクの設計蒸気圧を超えるものとしてはならない。ただし、ガスの不必要な放出を最小限とするための順次作動を可能とするため、総圧力逃し容量の 50% を超える容量をまかなうために必要となる弁以外の弁は、MARVS の 105% までの圧力に設定してよい。

6.7.2.5 圧力逃し装置に備えられる圧力逃し弁は、温度について、次の.1 から.4 の要件に適合しなければならない。

- .1 設計温度が 0°C より低い燃料タンクの圧力逃し弁は、氷結で弁が作動しなくなることを防ぐように設計及び配置しなければならない。
- .2 周囲温度による氷結の影響を考慮した圧力逃し弁の構造及び配置にしなければならない。
- .3 圧力逃し弁は融点が 925°C を超える材料で製造しなければならない。ただし、内部の部品及びシールにあっては、圧力逃し弁のフェイルセーフ機能が損なわれない場合には規定以下の融点の材料を使用することができる。
- .4 パイロット式圧力逃し弁の検出ライン及び排出ラインは、損傷を抑止するために、適切に堅牢な構造としなければならない。

6.7.2.6 燃料タンクに設置された圧力逃し弁に不具合が生じた際に、次の.1 から.3 に示す緊急隔離のための安全な手段が利用可能でなければならない。

- .1 手順はオペレーションマニュアルに記載しなければならない (18 章参照)。
- .2 液化ガス燃料タンクに設置された圧力逃し弁のうちの 1 つのみを隔離することができる手順としなければならない。また、物理的なインターロックを設けなければならない。
- .3 圧力逃し弁の切り離しは、船長の管理の下で行われるものとする。当該操作の実施については、船舶の航海日誌に記録し、当該圧力逃し弁の位置に表示するものとする。

6.7.2.7 液化ガス燃料タンクに設置される各圧力逃し弁は、次の.1 から.3 に適合するベント装置に接続されなければならない。

- .1 排出が妨げられることなく、通常、出口で垂直上方に排出する構造のものであること。
- .2 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あること。
- .3 ベント出口の高さは、通常、暴露甲板上 B/3 又は 6 m のうちのいずれか大きい方以上とし、作業区域及び歩路上 6 m 以上とすること。ただし、特別の考慮が払われている場合には、規定の高さを下回ることを認め

ることができる。規定の高さを下回ることを認める場合、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。

6.7.2.8 圧力逃し弁からの出口は、次の.1及び.2から10 m以上離れた場所に設けなければならない。

- .1 空気取入口、排気口又は居住区域、業務区域、制御場所若しくは他の非危険場所の開口
- .2 機関の排気ガス出口

6.7.2.9 他の全ての燃料ガスベント出口は、6.7.2.7及び6.7.2.8に従って配置しなければならない。また、ベント装置が接続されている区域から静水圧によるガスベント出口からの液の溢れ出しを防ぐ措置を講じなければならない。

6.7.2.10 ベント管装置には、液体が溜るおそれのある箇所にドレン抜きのための設備を設けなければならない。圧力逃し弁及び管装置は、いかなる場合にも圧力逃し弁の中又はその近くで液体が溜まることがないように配置しなければならない。

6.7.2.11 ベント出口には、異物の侵入を防止するため、13mm×13mmメッシュを超えない適当な保護金網であって、流れに悪影響を与えないものを設けなければならない。

6.7.2.12 全てのベント管装置は、装置がさらされる温度変化、流れによる力及び船体の運動によって損傷が起こらないように設計及び配置しなければならない。

6.7.2.13 圧力逃し弁は、燃料タンク最高部に接続しなければならない。また、圧力逃し弁は、6.8に規定する積込制限状態、かつ、15度の横傾斜及び0.015L（Lは2.2.25に定義されるもの）の縦傾斜がある状態で気相部となるような位置に設けなければならない。

6.7.3 圧力逃し装置の容量

6.7.3.1 圧力逃し弁の容量

6.7.3.1.1 圧力逃し弁は、液化ガス燃料タンクの圧力がMARVSの120%を超えて上昇することなく、次の.1又は.2のいずれか大きい方を排出することができる総容量を有するものとしなければならない。

- .1 液化ガス燃料タンクのイナーテイング装置の最大使用圧力が液化ガス燃料タンクのMARVSを超える場合、液化ガス燃料タンクのイナーテイング装置の最大容量
- .2 次式を用いて計算される火災にさらされた状態で蒸発する蒸気量

$$Q = FGA^{0.82} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

この場合において

Q : 273.15 (K) 及び 0.1013 MPa の標準状態の空気の最小規定排気流量

F : 液化ガス燃料タンクの種類で定まる火災露出係数

F = 1.0 : 甲板上に据え付けられた防熱されていないタンク

F = 0.5 : 防熱材を設けた甲板上のタンク（承認は、防火材の使用、防熱材の熱伝導率及び火災にさらされたときの防熱材の安定性に基づいて行われる。）

F = 0.5 : 船倉に設けられた防熱されない独立型タンク

F = 0.2 : 船倉内の防熱された独立型タンク（又は防熱された船倉内の防熱されない独立型タンク）

F = 0.1 : イナーテイングされた船倉内の防熱された独立型タンク（又はイナーテイングされ、かつ、防熱された船倉内の防熱されていない独立型タンク）

F = 0.1 : メンブレンタンク

暴露甲板から部分的に突出した独立型タンクの場合、火災露出係数は、甲板の上下の表面積に基づいて定めなければならない。

G : ガス係数

$$G = \frac{12.4}{LD} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

この場合

T : 絶対温度 K で示した噴出状態(すなわち、圧力逃し弁の設定圧力の 120%)での温度

L : 噴出状態で蒸発している物質の潜熱 (kJ/kg)

D : 比熱比(k)によって定まる係数で次式によって求める。

$$D = \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

この場合

k : 噴出状態での比熱比で、1.0 から 2.2 の間の値となる。 k が不明の場合には、 $D=0.606$ を使用する。

Z : 噴出状態でのガスの圧縮係数。不明の場合は、 $Z=1.0$ とする。

M : 液化ガス燃料の分子量

圧力逃し弁の容量を決定する際は、ガス係数を積込む各液化ガス燃料について計算し、得られた最大の値を使用しなければならない。

A : タンク外表面積(m^2) で、タンクの種類により、図 6.7.1 に示される通りとする。

MSC.1/Circ.1558 統一解釈 (6.7.3.1.1.2 及び図 6.7.1)

5 圧力逃し弁のサイズを決定するためのタンクの外側表面面積

方形タンクの場合

5.1 端が細くならないタンクの場合、 L_{min} はタンクの平底面の水平寸法の小さい方。端が細くなるタンクの場合、前方タンクに使用されているとして、 L_{min} は長さと同幅の小さい方。

5.2 タンクの平底面と格納スペースの底面との距離が $L_{min}/10$ と等しいか少ない方形タンクの場合 : $A = \text{外側表面面積} - \text{平底面表面面積}$

5.3 タンクの平底面と格納スペースの底面との距離が $L_{min}/10$ より大きい方形タンクの場合 : $A = \text{外側表面面積}$

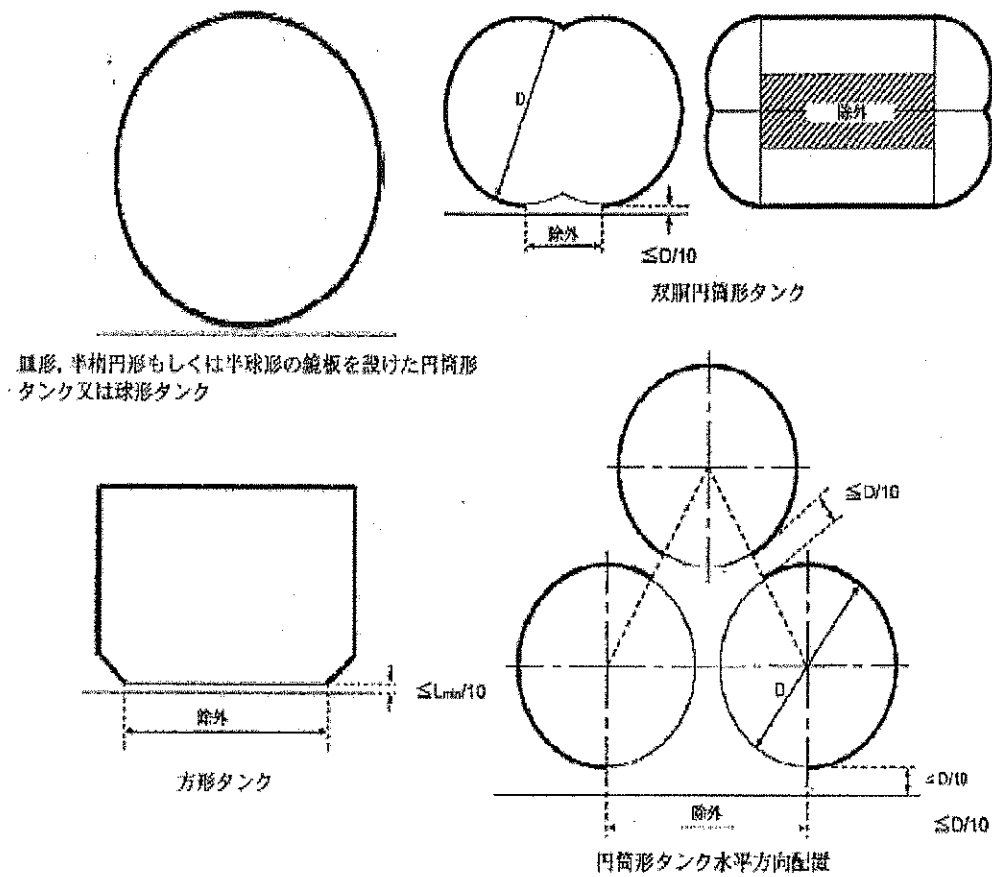


図 6.7.1

6.7.3.1.2 燃料貯蔵ホールスペース内の真空断熱式タンク及びコファダムにより、隔離され潜在的な火災による負荷を受けない、又は火災による負荷を受けない区画に囲われている燃料貯蔵ホールスペース内のタンクの場合には、次による。

圧力逃し弁の容量を火災の影響に基づき定めなければならない場合、火災露出係数は次の値に従い減じて差し支えない。

$F=0.5$ に代えて $F=0.25$

$F=0.2$ に代えて $F=0.1$

火災露出係数の最小値は $F=0.1$ とすること。

6.7.3.1.3 噴出状態における空気の質量流量の要求値は、次式による。

$$M_{\text{air}} = Q \rho_{\text{air}} \text{ (kg/s)}$$

この場合、空気密度(ρ_{air})は、273.15K かつ 0.1013 MPa の場合、1.293 kg/m³ とする。

6.7.3.2 ベント管装置の容量

6.7.3.2.1 6.7.3.1に定める容量を確保するために、ベント管装置の寸法は、圧力逃し弁の上流及び下流における圧力損失を考慮して決定しなければならない。

6.7.3.2.2 上流の圧力損失

- 1 燃料タンクから圧力逃し弁の入口までのベントラインにおける圧力降下は、6.7.3.1に従って計算された流量において弁の設定圧力の3%を超えてはならない。
- 2 パイロット検知がタンクドームから直接行われる場合には、パイロット式圧力逃し弁は、弁の入口部における圧力損失による影響を受けないものとしなければならない。

.3 フローイング方式のパイロット式圧力逃し弁の場合には、遠隔検知されるパイロットラインの圧力損失を考慮しなければならない。

6.7.3.2.3 下流の圧力損失

.1 共通のベントヘッダー及びベントマストを設置する場合には、接続された全ての圧力逃し弁からの流入を含めて計算しなければならない。

.2 圧力逃し弁の出口から大気への排出場所までのベント管(他のタンクと接続するベント管の連結部を含める。)において形成される背圧は、次の.1から.3の値を超えないこと。

- .1 非平衡形圧力逃し弁の場合: MARVS の 10 %
- .2 平衡形圧力逃し弁の場合: MARVS の 30 %
- .3 パイロット式圧力逃し弁の場合: MARVS の 50 %

ただし、代替として、圧力逃し弁の製造者によって提供された値とすることが認められる。

6.7.3.2.4 圧力逃し弁の安定した作動を確保するため、圧力逃し弁の吹下り圧力は、弁入口部における圧力損失及び定格容量における MARVS の 2%の合計以上としなければならない。

6.8 液化ガス燃料タンクの充填制限

6.8.1 液化ガス燃料タンクは、2.2.36 に定める基準温度において 98%を超えた積み付けを行ってはならない。

実際に充填される燃料の温度に応じた充填制限値は、次の式により計画されなければならない。

$$LL = FL \frac{\rho_R}{\rho_L}$$

この場合

LL : 2.2.27 に定義される充填制限値 (百分率で表示)

FL : 2.2.16 に定義される積込制限値 (百分率で表示)、98%とする。

ρ_R : 基準温度での燃料の比重

ρ_L : 充填時温度での燃料の比重

6.8.2 タンクの防熱及び設置場所が外部火災によりタンク内の燃料が加熱される可能性が著しく低い場合、特別の考慮をして基準温度から算出された値より大きい充填制限値を認めることがあるが、95%を超えてはならない。また、6.9 に従った圧力制御の二次システムが設置されている場合も考慮する。ただし、燃料使用機器のみで圧力が維持又は制御される場合、6.8.1 により算出された充填制限値を適用しなければならない。

6.9 燃料貯蔵状態の保持

6.9.1 タンク圧力及び温度制御

6.9.1.1 高温側の設計周囲温度における燃料の最高蒸気圧 (ゲージ圧) に耐えるように設計される液化ガス燃料タンクを除き、液化ガス燃料タンクの圧力及び温度は、次に掲げるいずれかの方法によって常時設計範囲内に維持されなければならない。

- .1 蒸発ガスの再液化
- .2 蒸発ガスの燃焼
- .3 蓄圧
- .4 液化ガス燃料の冷却

通常の使用圧力でタンクが満載され、かつ、船舶が停泊している状態、即ち、船内負荷用電力のみ発電している状態を想定して、採用された手段によって、タンクの圧力は、圧力逃し弁の設定圧力未満に 15 日間維持できるようにしなければならない。

6.9.1.2 燃料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。

MSC.1/Circ.1558 統一解釈 (6.9.1.1 及び 6.9.1.2)

6 安全装置の作動後の液化ガス燃料タンクの圧力及び温度の制御及び保持

液化ガス燃料タンクの圧力及び温度は、最低 15 日の期間、15.2.2 において要求される安全装置の作動の後も含め、いつでも設計範囲内に制御されていること。安全装置だけの作動は、非常事態としてみなさない。

6.9.2 システムの設計

6.9.2.1 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 及び大気 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、環境条件に応じて適当に増減しなければならない。

6.9.2.2 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。

6.9.3 再液化システム

6.9.3.1 再液化装置は、6.9.3.2 に従って設計及び計算されなければならない。この装置は、燃料をほとんど又は全く消費しない場合も蒸発ガスを処理できる十分な容量をもたなければならない。

6.9.3.2 再液化装置は、次の.1 から.4 に示すいずれかの方式としなければならない。

- .1 蒸発した燃料を圧縮し、凝縮して燃料タンクに戻す直接式
- .2 燃料又は蒸発した燃料を圧縮せずに冷媒によって冷却又は凝縮する間接式
- .3 蒸発した燃料を燃料と冷媒の熱交換器内で圧縮し、凝縮して燃料タンクに戻す組合せ式
- .4 設計上、圧力制御のための再液化装置の運転中にメタンを含む排気流を生じる場合、これらの排気ガスを合理的に実行可能な範囲で大気へ放出することのない処理方式

6.9.4 燃焼システム

6.9.4.1 蒸発ガスの燃焼は、この附属書に規定されている燃料の使用の規定に従った蒸発ガスの消費又は専用のガス燃焼ユニット(GCU) により行うことができる。燃焼装置の容量は、要求される蒸発ガスを消費するのに十分であることが検証されなければならない。これに関連して、減速運転時間及び推進又は他の用途による消費がないことを考慮しなければならない。

GCU は、次の要件又はこれと同等と認められる要件に適合するものでなければならない。

- .1 GCU は、炎を視認することができないものとし、排ガス管出口における排ガスの温度が 535°C 未満に維持されること。
- .2 GCU の配置は、IGC コード 16.3 の規定に従い、供給装置は IGC コード 16.4 の規定に従うこと。
- .3 個別の煙路を持つこと。
- .4 個別の専用強制給気装置を設けること。
- .5 燃焼室及び煙路は、ガスの滞留がないように設計されていること。
- .6 バーナは、設計負荷調整範囲内において安定した燃焼を維持できるものであること。
- .7 十分な点着火が確立され維持されない限り、ガス燃料がバーナへ供給されないように適当な装置が設けられていること。
- .8 安全に近づくことができる場所からガス燃料供給を手動で遮断できること。
- .9 バーナの消火後、イナート・ガスによりバーナへのガス供給管を自動でパージできること。
- .10 燃焼室には、ガス燃料の失火の際、再着火前に燃焼室内を自動的にパージする設備を設けること。
- .11 燃焼室のパージ装置は、手動操作が可能なものであること。

6.9.5 適合性

6.9.5.1 燃料の再液化又は冷却のために使用される冷媒又は補助剤は、接触する可能性のある燃料に適合するものでなければならない（いかなる危険な反応が起きない又は過度な腐食物を生成しない）。加えて、複数種類の冷媒又は補助剤が使用され、これらは相互に適合するものでなければならない。

6.9.6 システムの有効

6.9.6.1 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。

6.9.6.2 燃料タンクの圧力及び温度を設計範囲内に維持するために必要な熱交換器は、圧力制御のための最大必要能力の25%を超える能力を有し、かつ、外部からの援助なく船上で修理ができる場合を除いて、予備の熱交換器を備えなければならない。

6.10 燃料格納設備の環境制御

6.10.1 各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。

6.10.2 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時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。

6.10.3 雰囲気変化の監視をするため、各燃料タンクには、ガス採取端を設けなければならない。

6.10.4 燃料タンクのガスフリーに使用するイナート・ガスは、船外から供給しても差し支えない。

6.11 燃料貯蔵ホールドスペース内の環境制御（独立型タンクタイプC以外の燃料格納設備）

6.11.1 完全二次防壁又は部分二次防壁が要求される液化ガス燃料格納設備のインタバリアスペース及び燃料貯蔵ホールドスペースは、適当な乾燥イナート・ガスで不活性化できるものとし、かつ、船内のイナート・ガス発生装置又は少なくとも30日間の通常消費に十分な船内の貯蔵設備によって供給される補給ガスで不活性の状態を保つことができるものでなければならない。30日間より短い期間の容量の貯蔵設備について、船の運航条件を考慮して特別に認める場合、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。

6.11.2 6.11.1に代え、部分二次防壁が要求される場合には、6.11.1に規定される区画に乾燥空気を満たすこととして差し支えない。この場合、当該区画のうち最大の区画を不活性化するのに十分なイナート・ガスを供給するために、イナート・ガスを貯蔵するか又はイナート・ガス発生装置を設け、かつ、当該区画の形状及び関連蒸気の検知装置並びにイナート・ガス発生装置の性能は、液化ガス燃料タンクの漏洩をただちに検知し、かつ、危険な状態になる前に不活性化できるものとしなければならない。また、予想される必要量を満足する適当な品質の十分な乾燥空気を供給するための装置を設けなければならない。

6.12 独立型タンクタイプCの周囲区画の環境制御

6.12.1 液化ガス燃料タンクの周囲区画は、適当な乾燥空気で満たすことができ、かつ、船内の適当な空気乾燥装置から供給される乾燥空気によって乾燥状態を維持できるものとしなければならない。これは、表面の冷却による凝縮及び着氷が問題となる液化ガス燃料タンクにのみ適用される。

6.13 イナート・ガス

6.13.1 イナート・ガス装置に燃料蒸気が逆流することを防ぐため、次に規定する手段を設けなければならない。

6.13.2 引火性ガスの非危険場所への逆流を防ぐため、イナート・ガス供給管にはダブルブロックブリード弁を設けなければならない。これに加えて、ダブルブロックブリード弁と燃料装置との間に閉鎖可能な逆止弁を設けなければならない。これらの弁は非危険場所の外側に配置しなければならない。

6.13.3 燃料管装置への接続が恒久的でない場合、6.13.2で要求される弁に代えて、2個の逆止弁としても差し支えない。

- 6.13.4 不活性化された区画を分離でき、かつ、当該区画の圧力制御のために必要な制御装置及び逃し弁等を設けたものでなければならない。
- 6.13.5 漏洩検知装置の一部として防熱スペースに連続的にイナート・ガスを供給する場合には、各区域に供給されるガスの量を監視するための手段を備えなければならない。
- 6.14 船内でのイナート・ガス製造
- 6.14.1 イナート・ガス発生装置は、常時、酸素濃度が体積で5%を超えないイナート・ガスを発生できるものでなければならない。イナート・ガス発生装置からのイナート・ガス供給管には、連続読取り式の酸素濃度計を設け、かつ、最大酸素濃度が体積で5%に設定された警報器を当該濃度計に備えなければならない。
- 6.14.2 イナート・ガス装置には、燃料格納設備に適した圧力制御装置及び監視装置を備えなければならない。
- 6.14.3 窒素発生装置又は窒素貯蔵設備が機関室外の独立した区画に設けられる場合、当該区画には少なくとも毎時6回の換気を行うことができる独立の機械式排気通風装置を設けなければならない。また、当該区画には低酸素濃度警報を備えなければならない。
- 6.14.4 窒素管は、十分に換気された場所に配管されなければならない。当該管を閉鎖場所に配管する場合にあっては、次に.1から.3よらなければならない。
- .1 窒素管は溶接継手とすること
 - .2 弁の取付けのために必要なフランジ継手の数は最小限とすること
 - .3 できる限り短くすること

7章 材料及び燃料管装置

7.1 目標

7.1.1 本章の目標は、取扱う燃料の性質を考慮し、船舶、人員及び環境へのリスクを最小にするため、全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。

7.2 機能要件

7.2.1 本章は、3.2.1、3.2.5、3.2.6、3.2.8、3.2.9及び3.2.10の機能要件に関連する。加えて、次の要件が適用となる。

7.2.1.1 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。

7.2.1.2 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。

7.2.1.3 燃料ガスに配管内で凝縮する可能性のある比重の大きい成分が含まれる場合には、安全に液体を除去するための手段を備えなければならない。

7.2.1.4 低温用管装置は、船体の温度が船体材料の設計温度より低くならないように、必要に応じて隣接する船体構造から熱的に隔離しなければならない。

7.3 一般的な管の設計に関する規則

7.3.1 一般

7.3.1.1 燃料管及び安全で信頼性のある操作及び保守のために必要なその他の配管は、管海官庁が適当と認める基準に従って識別色で標示しなければならない。

「管海官庁が適当と認める基準」とは、EN ISO 14726:2008 Ships and marine technology - Identification colours for the content of piping systems をいう。

7.3.1.2 タンク又は燃料配管が熱的隔離により船体構造から分離される場合には、当該配管及びタンクの両方を、船体構造に電氣的に接地する措置を講じなければならない。全てのガスケット付管継手及びホース連結部は、電氣的に接地しなければならない。

7.3.1.3 液体が満たされた状態で隔離されることのある全ての管系及び構成要素には、逃し弁を設けなければならない。

7.3.1.4 低温の燃料を含む配管には、水分の凝縮を最小にする範囲で防熱を施されなければならない。

7.3.1.5 燃料供給管以外の配管及びケーブルは、発火源を形成せず、二重管又はダクトの保全性を損なわない場合に限りに、二重管又はダクト内に配置することができる。ただし、当該二重管又はダクトには、操作に必要な配管又はケーブルのみ配置する。

7.3.2 管の厚さ

7.3.2.1 管の厚さは、次式による値未満としてはならない

$$t = (t_0 + b + c) / (1 - a/100) \text{ (mm)}$$

この場合

t_0 : 理論上の厚さ

$$t_0 = PD / (2.0Ke + P) \text{ (mm)}$$

P : 7.3.3 に示す設計圧力 (MPa)

D : 外径 (mm)

K : 7.3.4 に示す許容応力 (N/mm²)

e : 継手効率で、継目無管及び承認された溶接管製造業者によって製作され、かつ、溶接部に対して適当と認める基準による非破壊試験を行い、継目無管と同等であると認められた縦方向又はらせん状溶接管にあつては 1.0 とする。その他の管に対する継手効率の値は、1.0 未満とし、製造法に応じて適当と認める基準による。

製造法に応じて適当と認める基準として、電気抵抗溶接管に対する継手効率は 0.85 とする。ただし、非破壊検査により溶接部に有害な欠陥がないことが確認されたものについては、1.0 として差し支えない。(機関規則心得附属書[4]の表 26)

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、b は、次式による。

$$b = D \cdot t_0 / 2.5r \text{ (mm)}$$

r : 平均曲げ半径 (mm)

c : 腐食予備厚 (mm)。腐食又は浸食が予想される場合、当該管の板厚は他の設計規則により要求されるものに増加しなければならない。この予備厚は、期待される管の寿命に対応するものでなければならない。

「他の設計規則により要求されるもの」とは、機関規則心得附属書[4]の表 27 のことをいう。

a : 厚さに対する負の製造公差 (%)

7.3.2.2 管の絶対的な最小厚さは、管海官庁が適当と認める基準によらなければならない。

「管海官庁が適当と認める基準」とは、ステンレス鋼については、スケジュール 10S に相当する値、ステンレス鋼以外の鋼管については、機関規則心得附属書[4]中 7 (4) (v) (二) 表 32 の他のタンクを貫通しない貨物管の欄の値とする。ただし、有効な防食措置が施されている鋼管及び腐食環境下に配管されない鋼管については、1mm を限度として減じることができる。

7.3.3 設計条件

7.3.3.1 配管、管装置及びその構成要素の設計圧力は、次の 1 から 5 のうち、最大となる値を使用しなければならない。

航路が限定されている船舶の場合、7.3.3.1.1 に示される設計条件において低温側の周囲温度を認めることができる。なおこの場合は、資料を添えて検査測度課長に伺い出ること。一方、より高温側の周囲温度が要求される場合もある。

航行時間の限定されている船舶の場合、 P_0 はタンクの防熱を考慮したうえで航行中に上昇する実際の圧力に基づいて計算することができる。the Application of amendments to gas carrier codes concerning type C tank loading limits (SIGTTO/IACS)を参照。

- 1 逃し弁から隔離されることがあり、常に蒸気のみを内蔵する装置又はその構成要素に対しては、45°Cにおける蒸気圧。この場合、当該装置内の飽和蒸気は、初期状態において装置の使用圧力及び使用温度にあると想定する。
- 2 燃料タンク及び燃料プロセス装置の MARVS
- 3 関連するポンプ又は圧縮機の排出逃し弁の設定圧力
- 4 燃料管装置の最大排出又は積込総液頭
- 5 配管系統中の逃し弁の設定圧力

7.3.3.2 配管、管装置及びその構成要素の最小設計圧力は、1.0 MPa 未満としてはならない。ただし、管端開放の管系統にあっては、0.5MPa 未満としてはならない。

7.3.4 許容応力

7.3.4.1 鋼管(ステンレス鋼管を含む。)の場合、7.3.2.1 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。

7.3.4.2 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実際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。当該付加される荷重とは、支持構造、船のたわみ、移送作業時におけるサージ液圧、弁の重量、ローディングアームの接続部における反力又は他の原因による。

7.3.4.3 鋼管以外の管の場合には、許容応力は、管海官庁が適当と認めるところによる。

「管海官庁が適当と認めるところ」とは、銅及び銅合金管の許容応力は機関規則心得附属書 [4] の表 30 に掲げる値とする。鋼管、銅及び銅合金管以外の管の許容応力については、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。

7.3.4.4 高圧燃料管装置は、十分な構造強度を有していなければならない。これを確認するために、以下の1から3の事項を考慮して、応力解析を実施しなければならない。

- 1 配管システムの重量により生じる応力
- 2 加速度による荷重(無視できない場合)
- 3 内圧並びに船体のホギング及びサギングにより生じる荷重

7.3.4.5 設計温度が-110°C以下である場合には、管装置の各支管について、加速度による荷重(無視できない場合)を含めた管装置の重量、内圧、熱収縮並びに船のホギング及びサギングにより生じる荷重による全ての応力を考慮に入れた完全な応力解析を行わなければならない。

7.3.5 配管の伸縮性

7.3.5.1 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。

7.3.6 管の組立及び継手の詳細

7.3.6.1 フランジ、弁及びその他の管取付け物は、7.3.3.1に規定される設計圧力を考慮の上、管海官庁が適当と認める基準に従うものとする。蒸気管装置に用いられるベローズ及び伸縮継手については、7.3.3.1に規定されるものよりも低い最小設計圧力を認めることができる。

「管海官庁が適当と認める基準」とは、フランジ、弁及びその他の管取付け物に関する JIS 又はこれと同等の基準をいう。

7.3.6.2 高圧燃料管装置に用いられる全ての弁及び伸縮継手は、管海官庁が適当と認める基準に従って承認を受けたものとしなければならない。

「管海官庁が適当と認める基準」とは、JIS 又はこれと同等の基準をいう。

7.3.6.3 管装置は、溶接継手により接続するものとし、フランジ継手は、最小限にしなければならない。ガスケットは、ブローアウトに備えて保護しなければならない。

7.3.6.4 管の製造及び継手の詳細については、次の.1 から.4 による。

7.3.6.4.1 フランジ無継手

.1 ルート部で完全溶込み型の突合せ溶接継手は、全ての場合に使用できる。 -10°C より低い設計温度の場合、突合せ溶接は、両面溶接とするか、突合せ両面溶接継手と同等のものとしなければならない。この場合、第1層目に裏当てリング、インサート又は内面イナーサー・ガスシールドを使用する溶接とすることができる。設計圧力が 1.0 MPa を超え、かつ、設計温度が -10°C 以下である場合には、裏当てリングを除去しなければならない。

.2 スリーブ付き差込み継手は、管海官庁が適当と認める基準に従った寸法を有するものとし、外径が 50 mm 以下であり、設計温度が -55°C 以上の計装管系及び管端開放の管系にのみ使用することができる。

「管海官庁が適当と認める基準」とは、JIS B 2316 若しくは JIS F 7810 又はこれと同等の基準をいう。

.3 ねじ込み継手は、管海官庁が適当と認める基準に従った寸法を有するものとし、外径が 25 mm 以下である付属管系及び計装管系にのみ使用することができる。

「管海官庁が適当と認める基準」とは、JIS B 0203 又はこれと同等の基準をいう。

7.3.6.4.2 フランジ継手

.1 フランジ継手のフランジは、突合せ、差込み又はソケット溶接形のものとしなければならない。

.2 管端開放の管を除き、全ての配管は、次の.1 及び.2 による。

.1 設計温度が -55°C より低い場合には、突合せ溶接形フランジのみを使用しなければならない。

.2 設計温度が -10°C より低い場合には、呼び径が 100 mm を超えるものには差込み溶接形フランジを使用してはならず、呼び径が 50 mm を超えるものにはソケット溶接形フランジを使用してはならない。

7.3.6.4.3 伸縮継手

7.3.6.1 に従ってベローズ及び伸縮継手を設ける場合には、次の.1 から.3 による。

.1 ベローズは、必要な場合、氷結から保護しなければならない。

.2 スリップ継手は、液化ガス燃料貯蔵タンク内を除き、使用してはならない。

.3 ベローズは、一般に、閉鎖場所内に設けてはならない。

7.3.6.4.4 その他の管継手

管継手は、7.3.6.4.1 から 7.3.6.4.3 の規定に従って結合されなければならない。ただし、その他の例外的な場合に代替措置を認める場合は、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。

7.4 材料に関する規則

7.4.1 金属材料

7.4.1.1 燃料格納設備及び燃料管装置の材料は、次表に定める要件に適合したものでなければならない。

表 7.1 設計温度が 0°C 以上の燃料タンク及びプロセス用圧力容器用の板、管（継目無及び溶接）⁽¹⁾、⁽²⁾
 形材及び鍛造品

化学成分及び熱処理： 炭素-マンガン鋼（細粒キルド鋼とすること） 日本工業規格「溶接構造用圧延鋼材」若しくは「圧力容器鋼板」の規格に適合するもの又はこれと同等以上のものであること。 焼ならし又は焼入れ焼戻し ⁽⁴⁾ 。		
引張及び衝撃試験要件 試験頻度：		
板	ピースごとに試験	
形材及び鍛造品	ロットごとに試験	
機械的性質： 引張特性		
	規格最小降伏応力は、 410 N/mm^2 を超えないこと ⁽⁵⁾ 。	
じん性（Vノッチシャルピー衝撃試験）：		
板	横方向試験片、最小平均吸収エネルギー値 (KV) 27J	
形材及び鍛造品	縦方向試験片、最小平均吸収エネルギー値 (KV) 41J	
試験温度	板厚 (mm)	試験温度 (°C)
	$t \leq 20$	0
	$20 < t \leq 40$ ⁽³⁾	-20

注

- (1) 縦及びスパイラル溶接管を使用する場合は、NK 鋼船規則 K 編 4 章の関連規定によること。
- (2) 管に対し、衝撃試験は要求しない。
- (3) 40mm 以上の板厚については、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。
- (4) 代替として温度制御圧延又は Thermo-Mechanical Controlled Processing (TMCP) を用いることができる。
- (5) 410 N/mm^2 を超える規格最小降伏応力を有する材料を特別に承認する場合は、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。これらの材料に対し、溶接部及び熱影響部の硬さに特に注意を払わなければならない。

表 7.2 設計温度が、0°C より低く、-55°C までの燃料タンク、プロセス用圧力容器及び二次防壁用の板、形材及び鍛造品⁽¹⁾。ただし、最大厚さ 25 mm とする⁽²⁾。

化学成分及び熱処理： 炭素-マンガン鋼（アルミニウム処理による細粒キルド鋼とすること） 化学成分（溶鋼分析）				
C	Mn	Si	S	P
0.16%以下 ⁽³⁾	0.7~1.60%	0.10~0.50%	0.025%以下	0.025%以下
任意の添加元素：合金成分及び細粒化用元素は、一般的に下記による。				

N_i	C_y	M_0	C_u	N_b
0.80%以下	0.25%以下	0.08%以下	0.35%以下	0.05%以下
V				
0.10%以下				
アルミニウムの全含有量は 0.02%以上（酸可溶性アルミニウムの場合は 0.015%以上）とする。				
焼ならし又は焼入れ焼戻し ⁽⁴⁾ 。				
引張及び衝撃試験要件				
試験頻度：				
板	ピースごとに試験			
形材及び鍛造品	ロットごとに試験			
機械的性質：				
引張特性	規格最小降伏応力は、 410 N/mm^2 を超えないこと ⁽⁵⁾			
じん性（ V ノッチシャルピー衝撃試験）：				
板	横方向試験片、最小平均吸収エネルギー値（ KJ ） $27J$			
形材及び鍛造品	縦方向試験片、最小平均吸収エネルギー値（ KJ ） $41J$			
試験温度	設計温度より 5°C 低い温度又は -20°C のうち低い方			

注

- (1) 鍛造品に対する V ノッチシャルピー衝撃試験及び化学成分の要件は、適当と認めるところによる。
- (2) 厚さが 25 mm を超える材料の V ノッチシャルピー衝撃試験は、次のように実施されなければならない。

材厚 (mm)	試験温度 ($^\circ\text{C}$)
$25 < t \leq 30$	設計温度より 10°C 低い温度又は -20°C のうち、いずれか低い方
$30 < t \leq 35$	設計温度より 15°C 低い温度又は -20°C のうち、いずれか低い方
$35 < t \leq 40$	設計温度より 20°C 低い温度

最小平均吸収エネルギー値は、試験片の寸法に応じて、表に定められた値以上としなければならない。溶接後、熱的応力除去が完全に行われるタンク及びタンクの部品の材料は、設計温度より 5°C 低い温度又は -20°C のうちいずれか低い方で試験をする。

熱的応力除去が行われる補強材及びその他の付着品の試験温度は、隣接したタンクの板の厚さに応じて要求される温度と同じでなければならない。

- (3) 設計温度が -40°C か又はこれより高い場合であって、炭素含有量を 0.18% まで増加する場合には、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。
- (4) 代替として、温度制御圧延又は TMCP を用いることができる。
- (5) 410 N/mm^2 を超える規格最小降伏応力を有する材料を特別に承認する場合は、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。これらの材料に対し、溶接部及び熱影響部の硬さに特に注意を払わなければならない。

(備考)

試験温度が -60°C 又はそれより低い材料で、その厚さが 25mm を超えるものに対し、特別に処理された鋼又は表 7.3 に従った鋼が必要である。

表 7.3 設計温度が-55℃より低く、-165℃⁽²⁾までの燃料タンク、二次防壁及びプロセス用压力容器用の板、形材及び鍛造品⁽¹⁾。ただし、最大厚さ 25 mm⁽³⁾、⁽⁴⁾とする。

最低設計温度 (°C)	化学成分 ⁽⁵⁾ 及び熱処理	衝撃試験温度 (°C)
-60	1.5%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し、焼入れ焼戻し又は TMCP ⁽⁶⁾	-65
-65	2.25%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し、焼入れ焼戻し又は TMCP ⁽⁶⁾ 、 ⁽⁷⁾	-70
-90	3.5%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し、焼入れ焼戻し又は TMCP ⁽⁶⁾ 、 ⁽⁷⁾	-95
-105	5%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し又は焼入れ焼戻し ⁽⁶⁾ 、 ⁽⁷⁾ 、 ⁽⁸⁾	-110
-165	9%ニッケル鋼 - 2 回焼ならし後焼戻し又は焼入れ焼戻し ⁽⁶⁾	-196
-165	オーステナイト系ステンレス鋼 - 例 304、304L、316、316L、321 及び 347 タイプ、固溶化処理 ⁽⁹⁾	-196
-165	アルミニウム合金 ⁽¹⁰⁾ - 例、5083 タイプ 焼なまし	要求せず
-165	オーステナイト Fe-Ni 合金 (36%ニッケル鋼) 承認された熱処理	要求せず
引張及び衝撃試験要件		
試験頻度:		
板	ピースごとに試験	
形材及び鍛造品	ロットごとに試験	
じん性 (Vノッチシャルピー衝撃試験):		
板	横方向試験片、最小平均吸収エネルギー値 (KV) 27J	
形材及び鍛造品	縦方向試験片、最小平均吸収エネルギー値 (KV) 41J	

注

- (1) 限界で使用する鍛造品の衝撃試験の規定は、適当と認めるところによる。
- (2) -165℃より低い設計温度での使用について、5083 タイプのアルミニウム合金、オーステナイト系ステンレス鋼、36%Ni 鋼及び 9%Ni 鋼は、-196℃の設計温度で使用して差し支えない。
- (3) 厚さが 25 mm を超える 1.5%Ni、2.25%Ni、3.5%Ni 及び 5%Ni 鋼については、衝撃試験を次のように実施しなければならない。

材厚 (mm)	試験温度 (°C)
25 < t ≤ 30	設計温度より 10℃低い温度
30 < t ≤ 35	設計温度より 15℃低い温度
35 < t ≤ 40	設計温度より 20℃低い温度

いかなる場合にも、試験温度は、表 7.3 に示す温度よりも高いものであってはならない。
最小平均吸収エネルギー値は、試験片の寸法に応じて、表に定められた値以上としなければならない。
厚さ 40 mm 以上の材料については、最小平均吸収エネルギー値を特に考慮しなければならない。

- (4) 厚さ 25 mm を超え 40mm までの 9%Ni 鋼にあつては、厚さ 25mm 以下の 9%Ni 鋼に対する規定を適用する。
- (5) 化学成分は、船体及び排水設備の材料の要件を定める告示又は NK 鋼船規則 K 編に定める材料についての関連規定による。
- (6) TMCP により製造された Ni 鋼は適当と認めるところによる。
- (7) さらに低い設計温度のために焼入れ焼戻し鋼を使用する場合は、資料を添えて海事局検査測度課長まで伺い出ること。
- (8) 特別な熱処理をした 5%Ni 鋼（例えば 3 回熱処理したもの）は、衝撃試験を -196℃で行う場合に限り、-165℃までの設計温度に対して使用することができる。
- (9) オーステナイト系ステンレス鋼の衝撃試験は省略することができる。

表 7.4 設計温度が 0℃より低く、-165℃⁽³⁾までの燃料及びプロセス用管装置のための管（継目無及び溶接⁽¹⁾）、鍛造品⁽²⁾及び鋳造品⁽²⁾。ただし、最大厚さ 25 mm とする。

最低設計温度 (℃)	化学成分 ⁽⁵⁾ 及び熱処理	衝撃試験	
		試験温度 (℃)	最小平均吸収エネルギー (KV) (J)
-55	炭素—マンガン鋼（細粒キルド鋼とすること） 焼ならし又は承認された方法 ⁽⁶⁾	注(4)	27
-65	2.25%ニッケル鋼 焼ならし、焼ならし後焼戻し又は焼入れ焼戻し ⁽⁶⁾	-70	34
-90	3.5%ニッケル鋼 焼ならし、焼ならし後焼戻し又は焼入れ焼戻し ⁽⁶⁾	-95	34
-165	9%ニッケル鋼 ⁽⁷⁾ 2 回焼ならし後焼戻し又は焼入れ焼戻し	-196	41
	オーステナイト系ステンレス鋼 例 304、304L、316、316L、321、347 タイプ固溶化処理 ⁽⁸⁾	-196	41
	アルミニウム合金 ⁽⁹⁾ 例、5083 タイプ 焼なまし		要求せず
引張及び衝撃試験要件 試験頻度：ロットごとに試験 じん性（Vノッチシャルピー衝撃試験）：衝撃試験 縦方向試験片			

注

- (1) 縦及びスパイラル溶接管を使用する場合は、NK 鋼船規則 K 編 4 章の関連規定によること。
- (2) 鍛造品及び鋳造品に対する要件は、適当と認めるところによる。
- (3) -165℃より低い設計温度での使用について、5083 タイプのアルミニウム合金、オーステナイト系ステンレス鋼、36%Ni 鋼及び 9%Ni 鋼は、-196℃の設計温度で使用して差し支えない。
- (4) 試験温度は、設計温度より 5℃低い温度又は -20℃のうちのいずれか低い方としなければならない。
- (5) 化学成分は、船体及び排水設備の材料の要件を定める告示又は NK 鋼船規則 K 編に定める材料についての関連規定による。
- (6) さらに低い設計温度のために焼入れ焼戻し鋼を使用する場合は、資料を添えて海事局検査測度課長

まで伺い出ること。

(7) この化学成分は、鋳造品には適当でない。

(8) オーステナイト系ステンレス鋼の衝撃試験は省略することができる。

表 7.5 6.4.13.1.1.2 により要求される船体構造用の板及び形材

船体構造の設計温度 (°C)	鋼板の等級の最大板厚 (mm)							
	A	B	D	E	AH	DH	EH	FH
0 以上 -5 以下	通常の厚さ							
-5 まで	15	25	30	50	25	45	50	50
-10 まで	×	20	25	50	20	40	50	50
-20 まで	×	×	20	50	×	30	50	50
-30 まで	×	×	×	40	×	20	40	50
-30 より低い	表 7.2 による。ただし、表 7.2 及び同表の注 (2) の厚さの制限は適用しない。							

注

×：使用してはならない鋼材の等級を示す。

鋼板の等級の最大板厚欄の記号は、次表右欄に掲げる NK 鋼船規則 K 編 3 章の規格に適合する圧延鋼材又は当該圧延鋼材と同等と認められるものをいう。

鋼板の等級の最大板厚欄の記号	NK 鋼船規則 K 編 3 章の規格に適合する圧延鋼材
A	KA
B	KB
D	KD
E	KE
AH	KA32、KA36、KA40
DH	KD32、KD36、KD40
EH	KE32、KE36、KE40
FH	KF32、KF36、KF40

7.4.1.2 燃料タンク内部の管装置を除き、融点が 925°C より低い材料は、管装置に使用してはならない。

7.4.1.3 CNG タンクについては、上記の規定に含まれない材料の使用を特別に考慮することがある。使用する場合には、資料を添えて海事局検査測度課長まで

7.4.1.4 内管に高圧ガスを含む二重管の外管又はダクトは、必要に応じて、表 7.4 に示される -55°C までの設計温度における管材料の要件に適合しなければならない。

7.4.1.5 内管に液化ガス燃料を含む二重管の外管又はダクトは、表 7.4 に示される -165°C までの設計温度における管材料の要件に適合しなければならない。

8 章 バンカリング

8.1 目標

8.1.1 本章の目標は、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設備を備えることである。

8.2 機能要件

8.2.1 本章は、3.2.1から3.2.11及び3.2.13から3.2.17の機能要件に関連する。加えて、8.2.1.1が適用となる。

8.2.1.1 貯蔵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。

8.3 バンカリングステーションに関する規則

8.3.1 一般

8.3.1.1 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配置しなければならない。バンカリングステーションが閉鎖場所又は半閉鎖場所となる場合には、リスク評価により特別の考慮を払わなければならない。

MSC.1/Circ.1558 統一解釈 (8.3.1.1)

7 閉鎖場所又は半閉鎖場所のバンカリングステーションのリスク評価により特別な考慮
特別な考慮は、少なくとも次の設計特徴を含んでいること。ただし、これに限らない。

- ・船舶の他の区域に面しての隔離
- ・船舶での危険場所計画
- ・強制通風の要件
- ・漏洩検知の要件（ガス検知及び低温検知）
- ・漏洩検知に関する安全措置（ガス検知及び低温検知）
- ・エアロックを通過して非危険場所からバンカリングステーションまでのアクセス
- ・目視又は監視カメラによるバンカリングステーションの監視

8.3.1.2 接続部及び配管は、いかなる燃料管の損傷の際にも船舶の燃料格納設備に制御不可能なガスの放出を引き起こす損傷が生じないように配置しなければならない。

8.3.1.3 流出した燃料を安全に管理することができるように措置を講じなければならない。

8.3.1.4 ポンプ吸引部及びバンカリングラインから圧力を逃がし、液体を取り除くための適切な手段を備えなければならない。液体は、液化ガス燃料タンク又は他の適切な場所に放出されること。

8.3.1.5 燃料の漏洩の際に、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ないものとしなければならない。

8.3.1.6 CNGのバンカリングステーションの場合には、低温鋼製の防壁は、漏洩した低温の噴流が周囲の船体構造に接触する可能性について考慮したものとしなければならない。

8.3.2 船舶の燃料ホース

8.3.2.1 燃料の移送に使用する液体及び蒸気用のホースは、燃料及び燃料の温度に適するものでなければならない。

8.3.2.2 タンクの圧力又はポンプ若しくは蒸気圧縮機の吐出圧力を受けるホースは、バンカリング中にホースが受ける最大圧力の5倍以上の破裂圧力に対して設計されなければならない。

8.4 マニホールドに関する規則

8.4.1 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しなければならない。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の急速切り離し機能を備えた、切離しの際に燃料が流出しない形式のものとしなければならない。それらのカップリングは、連結のために標準的な形式のものとしなければならない。

8.5 バンカリングシステムに関する規則

8.5.1 バンカリングラインには、イナート・ガスで燃料をパージするための設備を設けなければならない。

8.5.2 バンカリング装置は、貯蔵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。

- 8.5.3 各バンカリングラインには、連結部の近傍に、手動操作できる止め弁及び遠隔操作の遮断弁を直列に設けるか、手動操作及び遠隔操作の両方を行うことができる弁を設けなければならない。遠隔操作される弁は、バンカリング作業の制御位置及び他の安全な場所において操作できるものとしなければならない。
- 8.5.4 バンカリング管には、バンカリング作業の終了後に、バンカリング管内の燃料をドレン抜きするための手段を備えなければならない。
- 8.5.5 バンカリングラインは、イナーテイング及び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。ガスフリーを行わないことの影響について評価を行い、承認された場合を除き、バンカリング管は、バンカリングに使用されないときには、ガスフリーされた状態としなければならない。
- 8.5.6 複数のバンカリングラインが合流するように配置される場合には、燃料が不用意にバンカリングに使用していない側へ移送されないことを適当な隔離装置により確保しなければならない。
- 8.5.7 バンカリング元との自動及び手動の ESD 通信のため、船陸間通信(SSL)又は同等の手段を備えなければならない。
- 8.5.8 警報の作動から 8.5.3 により要求される遠隔操作される弁が完全に閉止するまでの規定時間は、船舶検査の方法 B 編 1.14-2.9-7. に従い調整されるものとする。ただし、サージ圧を考慮し、より長い時間が必要であると立証される場合は、この限りではない。

9 章 機器への燃料の供給

9.1 目標

本章の目標は、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。

9.2 機能要件

本章は 3.2.1 から 3.2.6、3.2.8 から 3.2.11 及び 3.2.13 から 3.2.17 の機能要件に関連する。加えて、次の 1 から 3 が適用となる。

- 1 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、燃料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。
- 2 機器に燃料を移送する管装置は、1 箇所の防壁の不具合の際に、船上の人員、環境及び船舶を危険にさらすような燃料の漏洩が、管装置から周囲の区域に起こることがないように設計しなければならない。
- 3 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。

9.3 燃料供給の冗長性に関する規則

- 9.3.1 単一燃料の場合には、燃料供給装置は、燃料の漏れが許容できない動力の喪失を引き起こさないように、十分な冗長性を有するものとし、燃料タンクから燃料使用機器までの範囲に亘って分離して配置しなければならない。
- 9.3.2 単一燃料の場合には、タンクの数 は 2 つ以上とし、燃料を分割して貯蔵できるようにしなければならない。当該タンクは、別個の区画に設置しなければならない。
- 9.3.3 タイプ C のタンクの場合に限り、燃料タンクの数 は 1 として差し支えない。この場合、当該タンクに対して、完全に分離した 2 つのタンクコネクションスペースを設けなければならない。

9.4 ガス供給装置の安全機能に関する規則

- 9.4.1 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。タンク付弁は、15.2.2 の規定により要求される安全装置が作動した場合に、自動操作されるものとしなければならない。

ここでいう通常の操作とは、ガスを燃料使用機器に供給中及びバンカリング作業中をいう。

- 9.4.2 各ガス使用機器又は機器群への主ガス供給ラインには、直列に手動操作の止め弁と自動操作の主ガス燃料弁を組みにして配置するか、手動操作及び自動操作の両方を行うことができる弁を配置しなければならない。当該弁は、ガス使用機器を収容する機関区域の外部の配管に設け、ガスを加熱する設備が設けられる場合はできるだけその近傍に設置しなければならない。主ガス燃料弁は、15.2.2の規定により要求される安全装置により作動された場合に、ガスの供給を自動的に遮断するものとしなければならない。
- 9.4.3 自動主ガス燃料弁は、ガス使用機器及び機関制御室（存在する場合）を収容する機関区域の内の避難経路上の安全な場所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。
- 9.4.4 各ガス使用機器には、ダブルブロックブリード弁を備えなければならない。当該弁は、次の.1又は.2に従い、15.2.2の規定により要求される安全装置が起動した場合に、これを始動条件とし、直列に配置された2つの遮断弁が自動的に閉鎖し、ブリード弁が自動的に開くように配置しなければならない。
- .1 2つの遮断弁をガス使用機器へのガス供給管に直列に配置すること。ブリード弁は、直列に配置された2つの遮断弁の間のガス燃料管の内部のガスを大気中の安全な場所に放出する管に配置すること。
 - .2 直列に配置された2つの遮断弁のうちの1つ及びブリード弁の機能は、1つの弁によりまかなうこととして差し支えない。この場合、ガス使用機器への流れが遮断され、通気が行えるような配置とすること。
- 9.4.5 当該2つの遮断弁は、フェイルクローズ型のものとし、ブリード弁はフェイルオープン型としなければならない。
- 9.4.6 当該ダブルブロックブリード弁は、通常の機関停止のためにも使用されるものとしなければならない。
- 9.4.7 主ガス燃料弁が自動的に閉鎖した場合に、ダブルブロックブリード弁より下流の全てのガス供給支管は、機関から管への逆流を考慮し、自動的に通気されるものとしなければならない。
- 9.4.8 ガス供給ラインには、機関の保守の際の安全な遮断ができるよう、各機関のダブルブロックブリード弁の上流に、手動操作の遮断弁を1つ設置しなければならない。
- 9.4.9 単一機関の場合及び複数機関のそれぞれに別個の主弁が設置されている場合には、主ガス燃料弁の機能及びダブルブロックブリード弁の機能は1つの弁によりまかなうこととして差し支えない。
- 9.4.10 ESD 保護機関区域に導かれる主ガス供給ラインの場合及び高圧ガス設備へのガス供給ラインにあっては、機関室内のガスラインの破裂を迅速に検知するための手段を備えなければならない。また、破裂が検知された場合に、弁が自動的に閉鎖するようにしなければならない。
- 一時的な負荷変動による遮断を防止するため、遮断時間は一時的な負荷変動を考慮した遅延されたものであること。
- この弁は、ガス供給ラインが機関室に導入される前に備えるか、機関室内の導入部のできるだけ近傍に配置しなければならない。なお、この弁は、別個の弁とするか、他の機能を備えたもの（主ガス燃料弁等）として差し支えない。
- 9.5 機関区域外における燃料配管に関する規則
- 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15.8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、管海官庁が当該船舶の設備等を考慮して差し支えないと認める場合には、この限りでない。
- 「管海官庁が当該船舶の設備等を考慮して差し支えないと認める場合」とは、真空二重管を設け、これを二次防壁として扱う場合をいう。この場合において、2.2.37に従うほか、真空度の低下を検知できる適当な措置が講じられていること。

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っ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、9.5.1の規定を適用する必要はない。

9.6 ガス安全機関区域内の機器への燃料供給に関する規則

9.6.1 ガス安全機関区域内の燃料管は、次の1から3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囲しなければならない。

- 1 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、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。二重管装置は、内管が高圧ガスを含むものである場合、主ガス弁が閉鎖した際に主ガス弁と機関との間の内管をイナート・ガスで自動的にパージするものとする。
- 2 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の空間には、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。
- 3 同等な安全性を確保することができるその他の手段が備えられていること。

「その他の手段」とは、真空二重管を設け、これを二次防壁として扱う手段をいう。この場合において、2.2.37に従うほか、真空度の低下を検知できる適当な措置が講じられていること。

9.6.2 ガス管及びダクトとガス燃料噴射弁との接合部は、ダクトにより完全に囲わなければならない。また、接合部は、噴射弁及びシリンダカバーの交換又は開放が容易に行うことができるものとしなければならない。また、機関本体のガス管についても、燃焼室へのガス噴射に至るまでの全ての部分においてダクトによる二重化をしなければならない。

低圧式機関にあつては、シリンダへの給気の際にガスが各シリンダの空気取入れ口に直接供給され、単一の故障により燃料ガスが当該機関区域に放出されない場合には、機関本体のガス管の二重化は除外できる。

9.7 ESD保護機関区域の機器へのガス燃料供給に関する規則

9.7.1 ガス燃料供給管装置は、当該装置の内部の圧力が1.0MPaを超えるものとしてならない。

9.7.2 ガス燃料供給ラインの設計圧力は、1.0MPa以上にしなければならない。

9.8 内管のガス漏洩に対する通風ダクト及び外管の設計に関する規則

9.8.1 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、1.0MPa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。

9.8.2 高圧燃料管の場合には、ダクトの設計圧力は、次の1又は2のうち大きい方としなければならない。

- 1 圧力上昇を含む最大圧力：破裂及び空所へのガスの流れにより生じる静圧
- 2 破裂による局所的な瞬時のピーク圧力：以下の式による臨界圧力

$$p = p_0 \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$$

p_0 : 内管の最大使用圧力

$k : C_p / C_v$: 定圧比熱と定容比熱の比

メタンの場合、 $k = 1.31$ とする。

直管の接線方向膜応力は、上記の設計圧力を条件とした場合に、引張強度を 1.5 で割った値 ($R_m/1.5$) を超えてはならない。他の全ての管装置の定格圧力は、直管の強度と同等の水準となるものとしなければならない。

代替として、上記の式によるピーク圧力に代えて、再現試験により得られるピーク圧力を使用してもよい。この場合、試験成績書を提出しなければならない。

9.8.3 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。

9.8.4 低圧ガス配管の場合には、ダクトは、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。

9.9 圧縮機及びポンプに関する規則

9.9.1 圧縮機又はポンプが隔壁又は甲板を貫通する軸により駆動される場合には、隔壁貫通部は、ガス密型のものにしなければならない。

9.9.2 圧縮機及びポンプは、使用目的に応じた適当なものとしなければならない。全ての機器及び機関には、十分な試験を行い、海洋環境での使用について適切であることを確保しなければならない。考慮すべき事項には、次の1から4を含むが、これに限らない。

.1 環境

.2 船上の振動及び加速度

.3 ピッチング、ヒービング及びローリングなどの影響

.4 ガスの組成

9.9.3 液化ガスがいかなる状況においてもガス制御部又はガス燃料が供給される機関に流入しないように措置を講じなければならない。ただし、液体状態のガスにより機関を作動させるように設計されている場合は、この限りではない。

9.9.4 圧縮機及びポンプには、機能の有効性及び信頼性のために必要な付属品及び計測装置を備えなければならない。

10 章 推進器及び他のガス使用機器を含む動力生成

10.1 目標

10.1.1 本章の目標は、機械的、電気的又は熱的エネルギーの安全で信頼性のある供給を規定することである。

10.2 機能要件

本章の規定は、3.2.1、3.2.11、3.2.13、3.2.16 及び 3.2.17 に関連する。加えて、次の1から4が適用となる。

.1 排気装置は、未燃の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。

.2 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機関の構成部品又は装置には、適当な圧力逃し装置を設けなければならない。個別の機関の設計に応じて、吸気マニホールド及び掃気スペースにこの装置の設置が要求されることがある。

設計圧力の 7 倍の耐圧試験圧力に耐えられない吸気マニホールド及び掃気スペースには、圧力逃し装置を設けること。

.3 当該爆発の排気は、人が通常いると考えられる場所から離れた場所に導かれなければならない。

4 全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。

10.3 ピストン形の内燃機関に関する規則

10.3.1 一般

10.3.1.1 排気装置には、一つのシリンダで点火不良が生じ、排気装置中の未燃ガスの発火に至った際に生じる過大な爆発圧力を防ぐために十分な容量を持つ圧力逃し装置を設けなければならない。

10.3.1.2 ピストン下部のスペースがクランクケースに直接通じる機関の場合、クランクケース内にガス燃料が蓄積する危険性に関する詳細な評価を実施し、機関の安全設計指針として考慮されなければならない。

10.3.1.3 クロスヘッド形2ストロークディーゼル機関を除き、各機関には、クランク室、サンプタンクに対し、その他の機関と独立したベント装置を設けなければならない。

10.3.1.4 ガスが潤滑油、冷却水等の補機用の媒体へ直接漏れる可能性がある場合、ガス拡散を防ぐため、機関の出口の後にガスを抜き出すための適当な手段を設けなければならない。補機用の媒体から抜き出されたガスは、大気中の安全な場所に放出しなければならない。

10.3.1.5 点火装置付きの機関にあつては、ガス燃料が供給され始める前に、各シリンダユニットにおける点火装置の正常動作が確認されなければならない。

10.3.1.6 燃焼不良又は不着火を監視、検知する手段を講じなければならない。これらが検知された場合でも、工具が発生したシリンダへのガスの供給が遮断している場合であつて、かつ、ねじり振動を考慮して一つのシリンダの減筒運転が認められる場合には、ガス運転は認められることがある。

「燃焼不良又は不着火を監視、検知する手段」とは、例えば排気温度及びノッキング発生状況を監視するセンサの設置することをいう。

10.3.1.7 本附属書において規定される燃料で始動する機関にあつては、機関監視装置により、燃料供給弁開放後において機関仕様様に定める時間内に燃焼が検知されなかった場合、燃料供給弁は自動的に閉鎖されなければならない。未燃燃料の混合気を排気装置から確実にパージするための手段を設けなければならない。

10.3.2 二元燃料機関に関する規則

10.3.2.1 ガス燃料の供給が遮断された場合は、運転が中断されることなく、燃料油のみで機関の連続運転が可能でなければならない。

10.3.2.2 ガス燃料運転と燃料油運転の切替えは、最小限の機関出力変動の下で自動的に行われなければならない。この切替えの信頼性は、試験により実証されなければならない。ガス燃料運転時に機関の運転が不安定となった場合は、機関は自動的に燃料油運転に切り替えられなければならない。ガスの遮断装置は常時手動で起動できるものでなければならない。

10.3.2.3 機関を通常停止又は緊急停止する場合、ガス燃料の供給は点火源よりも早く遮断しなければならない。各シリンダ又は機関へのガス供給を先に又は同時に閉止することなく、点火源を遮断できてはならない。

10.3.3 ガス専焼機関に関する規則

機関を通常停止又は緊急停止する場合、ガス燃料の供給は点火源よりも早く遮断しなければならない。各シリンダ又は機関へのガス供給を先に又は同時に閉止することなく、点火源を遮断できてはならない。

10.3.4 多元燃料機関に関する規則

10.3.4.1 1系統の燃料供給が遮断された場合、機関は、最小限の出力変動の下で代替燃料による継続運転が可能でなければならない。

10.3.4.2 一方の燃料による運転から別の燃料による運転への切替えは、最小限の機関出力変動の下で自動的に行われなければならない。この切替えの信頼性は、試験により実証されなければならない。特定の燃料運転時に機関の運転が不安定となった場合は、機関は自動的に別の燃料運転に切り替えられなければならない。燃料の切替えは常時手動で行うことができるようにしなければならない。

10.4 主ボイラ及び補助ボイラに関する規則

- 10.4.1 各ボイラには、専用の強制給気装置を設けなければならない。ボイラの強制給気装置は、関連の安全装置の機能が維持される場合には、緊急用に各給気装置をつなげる配置として差し支えない。
- 10.4.2 ボイラの燃焼室及び通風管は、ガス燃料が滞留しないような形状のものとしなければならない。
- 10.4.3 バーナは、全ての燃焼状態で、安定した燃焼が維持されるように設計しなければならない。
- 10.4.4 主ボイラは、ボイラの燃焼が中断されることなく、ガス燃料運転から燃料油運転に自動的に切り替えることができなければならない。
- 10.4.5 ボイラ及び燃焼装置が、ガス燃料への点火ができるよう設計されている場合を除き、ガス燃焼用ノズル及びバーナ制御装置は、ガス燃料が燃料油の確立した炎によってのみ着火されるよう構成されなければならない。
- 10.4.6 十分な着火が確立、維持されない限りガス燃料がバーナへ供給されないよう、自動的にガス燃料の供給を遮断する措置を講じなければならない。
- 10.4.7 各ガスバーナ用燃料管装置には、手動操作可能な止め弁を設けなければならない。
- 10.4.8 バーナへのガス燃料供給管には、バーナの消火後、イナート・ガスにより管内を自動的にパージするための設備を設けなければならない。
- 10.4.9 10.4.4により要求される自動燃料切替装置には、連続的な有効性を確保するため、警報装置を備えた監視装置を設けなければならない。
- 10.4.10 ボイラの燃焼室には、全ての稼働中のバーナの失火の際、再点火前に燃焼室内を自動的にパージする設備を設けなければならない。
- 10.4.11 ボイラには、手動でパージできる措置を講じなければならない。

10.5 ガスタービンに関する規則

- 10.5.1 排気装置には、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、ガス漏洩による爆発を考慮した適当な圧力逃し装置を設けなければならない。排気通風管内の圧力逃し装置は、人がいる場所から離れた安全な場所に放出するように配置しなければならない。
- 10.5.2 ガスタービンは、5.6及び9.7に定めるESDの規定に従って、ガス密の囲壁の内部に設置することができる。ただし、1.0MPaを超える圧力のガス燃料供給管は、この囲壁内であれば配置することができる。
- 10.5.3 ガス検知装置及び遮断機能は、ESD保護機関区域の規定に従わなければならない。
- 10.5.4 区画の換気は、13章に定めるESD保護機関区域の規定に従い、かつ、十分な冗長性(異なる給電回路による100%容量のファン2台)を有する配置としなければならない。
- 10.5.5 単一燃料を使用するガスタービンを除き、ガス燃料運転と燃料油運転の切替えは、最小限の機関出力変動の下で自動的に行われなければならない。この切替えは、容易かつ迅速に行われなければならない。
- 10.5.6 機関運転中に排気装置内へ未燃ガス燃料が侵入することを防止するため、ガス燃料の未燃焼につながる燃焼不良を監視、検知する措置を講じなければならない。燃焼不良をこれらが検知された場合、ガス燃料の供給を遮断しなければならない。
- 10.5.7 各タービンには、排気温度が高温になった時に、自動的に停止する装置を設けなければならない。

11章 火災安全

11.1 目標

本章の目標は、船舶の燃料として使用される天然ガスの貯蔵、調整、移送及び使用に関わる全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。

11.2 機能要件

本章の規定は、3.2.2、3.2.4、3.2.5、3.2.7、3.2.12、3.2.14、3.2.15及び3.2.17の機能要件に関連する。

11.3 防火に関する規則

11.3.1 ポンプ、圧縮機、熱交換器、気化器及び圧力容器等の燃料を処理するための機器を設置する区域は、防火構造規則の特定機関区域としなければならない。

11.3.2 開放甲板上の燃料タンクに面する居住区域、業務区域、制御場所、脱出経路及び機関区域の境界は、「A-60」級の仕切りによって保護されなければならない。また、船橋の甲板の下面まで「A-60」級の仕切りが施されなければならない。さらに、燃料タンクがバルクパッケージとみなされる場合、燃料タンクは危規則の規定に従って貨物から隔離されなければならない。危規則の積付け及び隔離の要件に従い、開放甲板上の燃料タンクは危告示別表第1の等級欄が2.1に分類される危険物として取り扱わなければならない。

11.3.3 燃料格納設備を含む区域は、特定機関区域又は火災の危険性が高い区域から隔離されなければならない。当該隔離は、「A-60」級の防熱が施されている少なくとも900mmの長さをもつコファダムによってされなければならない。燃料格納設備を含む区域と火災の危険性が低い区域との境界の防熱を決定するにあたっては、燃料格納設備を含む区域は、防火構造規則に従って特定機関区域とみなさなければならない。燃料格納設備を含む区域間の境界は、少なくとも900mmの長さをもつコファダムとするか又は「A-60」級の仕切りが施されなければならない。独立型タンクタイプCである場合にあっては、燃料貯蔵ホールドスペースはコファダムとみなして差し支えない。

CCC4/12 ANNEX 3 統一解釈 (11.3.3)

2 火災の危険性が高い区域

火災の危険性が高い区域は少なくとも次の区域を考慮に入れること。ただし、これに限るものではない。

- 1 引火点が摂氏60度よりも高い液体の貨物タンクを除いた貨物区域及び消防規則第43条第2項又は同規則第57条ただし書きの規定が適用される貨物区域を除いた貨物区域
- 2 車両甲板区域、ロールオン・ロールオフ貨物区域及び閉囲された車両区域
- 3 火災の危険の多い業務区域：調理器具のある配膳室、サウナ、塗料庫、床面積が4平方メートル以上のロッカー室及び貯蔵品室、可燃性液体を収納するための設備を有する場所並びに作業室（機関区域の一部を形成するものを除く。）（防火構造告示別表第8備考（9））
- 4 火災の危険の多い居住区域：床面積が50平方メートル以上の公室であって火災の危険性が中程度の居住区域等以外の場所、サウナ、売店、理髪室及び美容室（防火構造告示別表第1備考（8））

11.3.4 燃料貯蔵ホールドスペースにおいては、機関や火災の危険性がある機器を使用してはならない。

11.3.5 ロールオン・ロールオフ区域を通過する燃料配管の防火構造は、使用条件及び配管圧力を考慮しなければならない。

11.3.6 バンカリングステーションは、特定機関区域、居住区域、制御場所及び火災の危険性が高い区域から、「A-60」級の仕切りにより隔離されなければならない。ただし、当該ステーションが、防火告示別表第1備考（9）に規定する衛生区域等又は防火告示別表第1備考（10）に規定する火災の危険の少ない補機室等に隣接する場合は、「A-0」級とすることができる。

11.3.7 ESD保護機関区域が単一の境界により隔離されているとき、当該境界は「A-60」級の仕切りが施されなければならない。

11.4 消火主管に関する規則

11.4.1 11.5の規定により要求される水噴霧装置は、必要数の消火栓、消火ホース及び水噴霧装置を同時に使用する場合にあっては、消火ポンプが十分な容量と圧力を確保できるのであれば、消火主管装置の一部として設置して差し支えない。

11.4.2 燃料タンクを開放甲板上に設置する場合、消火主管の損傷箇所を隔離するために消火主管に遮断弁を設置しなければならない。当該遮断弁による損傷箇所の隔離により、当該箇所より下流側の消火主管への給水が止まるものであってはならない。

11.5 水噴霧装置に関する規則

11.5.1 水噴霧装置は、冷却及び防火の目的で、開放甲板上に設置された燃料貯蔵タンクの暴露部を覆うように設置しなければならない。

11.5.2 水噴霧装置は、開放甲板上の燃料貯蔵タンクに面している船楼、圧縮機室、ポンプ室、貨物制御室、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が当該タンクとの距離が10m以上離れていない場合にあつては、それらの境界も覆うように設置しなければならない。

11.5.3 水噴霧装置は、上記に規定される全域を最大水平投影面に対して 10 l/min/m^2 、かつ、垂直面に対して 4 l/min/m^2 の水量で覆うことができるものとしなければならない。

11.5.4 水噴霧主管には、損傷箇所を隔離するために、40mを超えない間隔で止め弁を設けなければならない。これに代えて、保護される区域での火災時に接近を妨げられることのない迅速に近づき得る場所に必要な制御装置が設けられる場合には、水噴霧装置を独立に操作できる2以上の区域に分割しても差し支えない。

11.5.5 水噴霧ポンプの容量は、上記に規定される保護区域において、最も水圧を必要とする区域に対して十分な水量を供給できるものとしなければならない。

11.5.6 水噴霧装置が消火主管装置の一部でない場合にあつては、止め弁を介して消火主管へ接続しなければならない。

11.5.7 水噴霧用給水ポンプの遠隔始動及び水噴霧装置内の常時閉鎖されている弁の遠隔操作のための遠隔制御装置を、保護される区域での火災時に、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。

11.5.8 ノズルは全量式のものとし、保護される区域全域にわたって有効な水量分布を確保するように配置しなければならない。

11.6 固定式粉末消火装置に関する規則

11.6.1 バンカリングステーションの燃料が漏れる可能性のある全ての箇所は、固定式粉末消火装置によって保護されなければならない。少なくとも 3.5 kg/s 以上で45秒間放出する能力を有するものでなければならない。当該装置は保護される区域の外側の安全な場所から容易に手動操作が行えるものでなければならない。

当該消火装置については、MSC.1/Circ.1315によること。

11.6.2 消防設備規則の規定により、要求される持運び式消火器に加えて、少なくとも5kgの容量を有する持運び式粉末消火器1個をバンカリングステーションの近傍に設置しなければならない。

11.7 火災探知及び警報装置に関する規則

11.7.1 消防設備規則の規定に適合する固定式火災探知警報装置を、燃料貯蔵ホールドスペース、タンクコンネクションスペースに繋がる及び当該スペースの中の通風トランク並びに火災の恐れのある全てのガス燃料システムの設置区域に備えなければならない。

11.7.2 煙探知器のみでは迅速な火災探知として十分とは認められない。

12章 防爆

12.1 目標

本章の目標は、爆発の防止及び爆発による影響を制限することにある。

12.2 機能要件

本章の機能要件は、3.2.2 から 3.2.5、3.2.7、3.2.8、3.2.12 から 3.2.14 及び 3.2.17 の機能要件に関連する。加えて次の要件が適用となる。

爆発の可能性は、次の.1 及び.2 により最小化しなければならない。

- .1 発火源の数を減らすこと。
- .2 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

12.3.1 開放甲板上及び本章で規定されないその他の区域の危険場所は、設備規程心得附属書[10]の 2. 危険場所の規定又はその他これと同等以上と認められる基準に基づいて決定されなければならない。危険場所内に設置される電気機器は危険場所の分類に対応する電気設備にしなければならない。

IEC standard 60092-502, part 4.4: Tankers carrying flammable liquefied gases を参照

12.3.2 設備規程心得附属書[10]の 3. 危険場所の電気設備の規定又はその他これと同等以上と認められる基準に従って運航上不可欠な場合を除き、危険場所には一般に電気機器及びケーブルを設けてはならない。

IEC standard 60092-502: IEC 60092-502:1999 Electrical Installations in Ships - Tankers - Special Features and IEC 60079-10-1:2008 Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres, according to the area classification を参照

12.3.3 ESD 保護機関区域に設置する電気機器は、次の.1 及び.2 を満足しなければならない。

- .1 火災探知器、炭化水素ガス検知器、火災警報装置及びガス警報装置に加え、照明設備及び通風用ファンは、1 種危険場所における安全が証明されなければならない。
- .2 ガス燃料機関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証明されていない全ての電気機器は、ガス燃料が供給される機器を収容する区画内の 2 つの検知器により 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 区域分類に関する規則

12.4.1 区域分類は、爆発性ガス雰囲気形成される可能性のある区域を分析し分類する方法である。分類の目的は、これらの区域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。

12.4.2 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、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。以下の 12.5 も確認すること。

IEC 60079-10-1:2008 Explosive atmospheres part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres を参照。また、指針及び参考例が IEC 60092-502:1999, Electrical Installations in Ships - Tankers - Special Features for tankers で記載されている。

12.4.3 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。

12.5 危険場所の区域

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がし配管又はその他のベント装置の配管、燃料を含む配管及び機器の内部を含む。

12.5.2 1 種危険場所

1 種危険場所内に設置された計器及び電気機器は、1 種危険場所に適したものであること

1 種危険場所には次の区画又は区域等を含む。

- .1 タンクコネクションスペース、燃料貯蔵ホールドスペース及びインタバリアスペース

独立型タンクタイプ C の燃料貯蔵ホールドスペースは通常 1 種危険場所として考慮しない。

- .2 13.6 に従って通風装置を備える燃料調整室

- 3 燃料タンク排気口、ガス又は蒸気の排気口、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、燃料調整室の通風排気口及び温度変化により生じる燃料タンク内圧力を調整するために少量のガス又は蒸気を放出する燃料タンク排気開口から 3m 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
- そのような場所には、例えば、ガス燃料タンクハッチ、開放甲板上のガス燃料タンクの見盛開口又は測深管及びガス蒸気排出口から 3m 以内の全ての場所。
- 4 燃料調整室の入口、燃料調整室の吸気口及び 1 種危険場所に通じるその他の開口から 1.5m 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
- 5 ガスバンカーマニホールド弁に設けられた燃料漏れ保護用コーミングの内側及びその周囲 3 m 以内であって、高さ 2.4m までの開放甲板上の区域
- 6 燃料配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)
- 7 ESD 保護機能区域は、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。
- 8 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。
- 9 タイプ C タンクを除き、燃料格納設備の外表面が暴露している場合、その外表面から 2.4m 以内の区域

12.5.3 2 種危険場所

2 種危険場所内に設置された計器及び電気機器は、2 種危険場所に適したものであること

12.5.3.1 2 種危険場所には 1 種危険場所の外側 1.5m 以内の暴露甲板上の区域又は半閉鎖場所を含む

12.5.3.2 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

13 章 通風

13.1 目標

本章の目標は、ガス燃料機関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。

13.2 機能要件

本章の規定は、3.2.2、3.2.5、3.2.8、3.2.10、3.2.12 から 3.2.14 及び 3.2.17 の機能要件に関連する。

13.3 一般

13.3.1 危険場所の通風に使用されるあらゆるダクトは、非危険場所の通風に使用されるダクトから独立させなければならない。通風装置は、船舶で使用される可能性のある全ての周囲温度及び環境条件下において作動しなければならない。

全ての環境条件については、設備規程第 177 条及び機関規則心得 11.0 によること。他の規則で特に明記される場合を除き、全ての周囲温度については次によることとし、海水温度は 32℃とする。

閉鎖区域内の場合：気温 0℃から 45℃

45℃を超える区域又は 0℃を下回る区域内の場合：計画条件による

暴露甲板上的場合：-25℃から 45℃

13.3.2 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。

13.3.3 ガス源を含む区画に使用される通風用ファンは、次の.1 から.3 に適合しなければならない。

- 1 通風用ファンは、通風区画又は通風区画と連結した区画内における蒸発ガスの発火の原因とならないものでなければならない。通風用ファン及びファンダクトが設けられる場所のファンは、次に示すような火花を発生しない構造としなければならない。
 - .1 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常電性の非金属材料を使用するもの
 - .2 羽根車及びケーシングに非鉄系材料を使用するもの
 - .3 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
 - .4 羽根車にアルミ合金又はマグネシウム合金を使用し、ケーシングに(オーステナイト系ステンレス鋼を含む)鉄系材料を使用し、ケーシングの羽根車に近い部分に、非常電性でリングとケーシング間で腐食しない適切な厚さの非鉄系材料のリングを設ける;又は
 - .5 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含む)鉄系材料の組み合わせを使用する場合は、翼端間隙を 13 mm 以上としたもの
 - .2 羽根車及びケーシング間の空隙(半径方向)は、いかなる場合も、羽根車の軸径の 0.1 倍以上でなければならない。ただし、最小空隙は 2mm とし、13mm を越える必要はない。
 - .3 固定部品又は回転部品においてアルミニウム又はマグネシウム合金と鉄系材料の組み合わせは、翼端間隙によらず、火花を発生する危険性があるものとみなして、採用してはならない。
- 13.3.4 通風装置は、ガスのいかなる蓄積も防止するため、本附属書で特に規定されている場合を除き、通風装置は十分な容量をもつ個々の独立したファンにより構成されなければならない。
- 13.3.5 閉囲された危険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。開囲された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。
- 13.3.6 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。
- 13.3.7 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。
- 13.3.8 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。
- 13.3.9 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ない。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。
- .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.1 及び.2 が要求される。
 - .1 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。
 - .2 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ない。通風装置が故障した場合には、次の.1 及び.2 による。
 - .1 常時人がいる場所に可視可聴警報を発生しなければならない。
 - .2 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、管海官庁が適当と認める基準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。
- 「管海官庁が適当と認める基準」とは、IEC 60092-502:1999 table 5 又は JIS F 8074 の表 5 をいう。
- 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は、エアロックを設けなければならない。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ない。通風装置が故障した場合には、次の.1 及び.2 による。
- .1 常時人がいる場所に可視可聴警報を発生しなければならない。

2 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、管海官庁が適当と認める基準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。

「管海官庁が適当と認める基準」とは、IEC 60092-502:1999 table 5 又は JIS F 8074 の表 5 をいう。

13.4 タンクコネクションスペースに関する規則

13.4.1 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。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。

13.4.2 タンクコネクションスペースの通風トランクには、承認され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。

13.5 機関区域に関する規則

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は、その他の全ての通風装置から独立させなければならない。

MSC.1/Circ.1558 統一解釈 (13.5.1)

8 機関区域の通風装置

機関区域の境界内に囲まれた場所（洗浄機室、作業室、工作室）は、ガス燃料使用機器を含む機関区域の必須な部分と考えられる。それゆえ、それ場所の通風装置は、機関区域の一つから独立している必要はない。

13.5.2 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。代替措置として、通常の運転状態において、毎時 15 回以上の換気容量であって、機関区域内でガス漏洩が検知された際に自動的に毎時 30 回以上の換気容量となる通風装置の配置も認められる。

13.5.3 ESD 保護機関区域の通風装置は、管海官庁が適当と認める基準に従って、高水準の通風を確保するために十分な冗長性をもたなければならない。

「管海官庁が適当と認める基準」とは、IEC 60079-10-1 又は JIS C 60079-10 をいう。

13.5.4 ESD 保護機関区域及びガス安全機関区域における二重管の通風用ファンの個数及び出力は、主配電盤若しくは非常配電盤から独立に給電されるファン又は主配電盤若しくは非常配電盤から共通の回路で給電される一群のファンが故障した際に、換気能力の総容量の 50%を下回るものであってはならない。

13.6 燃料調整室に関する規則

13.6.1 燃料調整室には、少なくとも毎時 30 回の換気容量を有する排気式の有効な機械通風装置が設置されなければならない。

13.6.2 通風用ファンの個数及び出力は、主配電盤若しくは非常配電盤から独立に給電されるファン又は主配電盤若しくは非常配電盤から共通の回路で給電される一群のファンが故障した際に、換気能力の総容量の 50%を下回るものであってはならない。

13.6.3 燃料調整室の通風装置は、ポンプ又は圧縮機を使用する間は、作動するものとしなければならない。

13.7 バンカリングステーションに関する規則

開放甲板上に配置されないバンカリングステーションは、バンカリング作業中に漏洩した蒸発燃料を確実に外部に除去するために、適切に通風されなければならない。十分な自然通風が得られない場合、8.3.1.1 で要求されるリスク評価に従って、機械式通風装置を設けなければならない。

13.8 ダクト及び二重管に関する規則

13.8.1 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、9.6.1.1 の規定を満たす機関室の二重管には適用されない。

13.8.2 ガス安全機関区域の二重管及びガスバルブユニットスペースの通風装置は、他の通風装置から独立したものとしなければならない。

MSC.1/Circ.1558 統一解釈 (13.8.2)

9 ガス安全機関区域の二重管及びガスバルブユニットスペースの通風装置

ガス安全機関区域の二重管及びガスバルブユニットスペースは、燃料供給装置の必須部分と考慮される。そのため、それらの通風装置は他の燃料供給の通風装置から独立したものとする必要はない。

13.8.3 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、水の浸入に対して保護されなければならない。

MSC.1/Circ.1558 統一解釈 (13.8.3)

10 二重管又はダクトの通風装置の吸気口

二重管又はダクトの通風装置の吸気口は、常に発火源から離れた大気中の非危険場所に配置していること。

13.8.4 二重管又はダクトの通風装置は、流速 3m/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。

14 章 電気設備

14.1 目標

本章の目標は、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 本章の規定は、3.2.1、3.2.2、3.2.4、3.2.7、3.2.8、3.2.11、3.2.13 及び 3.2.16 から 3.2.18 の機能要件に関連する。加えて、次の機能要件が適用となる。

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。

14.3 一般

14.3.1 電気設備は、設備規程第 6 編電気設備の規定又はその他これと同等以上と認められる基準に適合するものでなければならない。

IEC 60092 series standards を参照。

14.3.2 電気機器及びケーブルは、運航上不可欠な場合を除き、危険場所に設けてはならない。

14.3.3 14.3.2 の規定に従って危険場所に電気機器を設ける場合には、当該電気機器は設備規程心得附属書[10] の 3. 危険場所の電気設備の規定又はその他これと同等と認められる基準に従って選択、設置及び維持されなければならない。

IEC 発行の推奨規格、特に IEC 60092-502:1999 を参照

14.3.4 14.2 に規定される発電及び配電方式について、単一故障における故障モード及び影響分析(FMEA)を実施しなければならない。また、当該故障モード及び影響分析(FMEA) は、管海官庁が適当と認める基準に基づき文書化されなければならない。

「管海官庁が適当と認める基準」とは、IEC 60812「システムの信頼性のための分析技術」又は JIS C 5750 をいう。

- 14.3.5 危険場所における照明装置の回路は、少なくとも2系統に分離しなければならない。スイッチ及び保護装置は、全ての極又は相を遮断できるものとし、非危険場所に設置しなければならない。
- 14.3.6 電気機器ユニットの船上搭載においては、ユニット本体は、船体へ確実に接地しなければならない。
- 14.3.7 燃料タンクが低液面状態になった場合に、警報を発するとともに、低液面状態になった場合に燃料ポンプ用電動機を自動遮断するように設備しなければならない。自動遮断はポンプ吐出圧力の低下、電動機電流の低下又は低液面の検知により行うことができる。この自動遮断時には、航海船橋、継続的に人員が配置されている中央制御場所（防火構造規則第56条の中央制御場所をいう。以下同じ。）又は船上の非常用制御場所（設備規程第122条の12の非常用制御場所をいう。以下同じ。）に可視可聴警報を発しなければならない。
- 14.3.8 サブマージド形燃料ポンプ用電動機及びその給電ケーブルは、液化ガス燃料格納設備内に設置することができる。燃料ポンプ用電動機は、ガスフリー作業中に電力供給源から切り離すことができるものでなければならない。
- 14.3.9 開放甲板上の危険場所からエアロックにより保護された交通経路がある非危険場所に設置された電気設備は、承認された安全形を除き、その区域が加圧状態でなくなった時、無通電状態としなければならない。
- 14.3.10 推進、発電、操船、投揚錨、係船及び非常用消火ポンプに用いられる電気機器であってエアロックで保護される区域に設置されるものは、承認された安全形のものとしなければならない。

15章 制御、監視及び安全装置

15.1 目標

本章の目標は、本附属書の他章で対象とするガス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。

15.2 機能要件

本章の規定は、3.2.1、3.2.2、3.2.11、3.2.13 から 3.2.15、3.2.17 及び 3.2.18 の機能要件に関連する。加えて、次が適用となる。

- 1 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推進力及び動力が 9.3.1 の規定に適合するように構成されなければならない。
- 2 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。
 - 3 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 保護機関区域内の全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。
- 4 安全機能は、共通の原因による故障を通けるため、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。
- 5 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。
- 6 規則により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

15.3.1 バンカリングを含む全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。

15.3.2 独立した液化ガス燃料タンクのタンクコネクションスペースのビルジウエルには、液面計及び温度センサを設置しなければならない。ビルジウエルの高位液面時には警報を作動させなければならない。低温度検出時には安全装置を作動させなければならない。

- 15.3.3 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。
- 15.4 バンカリング及び液化ガス燃料タンクの監視に関する規則
- 15.4.1 液化ガス燃料タンクの液面指示
- 1 各液化ガス燃料タンクには、タンク使用中に常時液位が読み取れる液面指示装置を設けなければならない。この装置は、液化ガス燃料タンクの設計圧力の範囲内及び燃料を取扱う温度範囲内で作動するように設計されたものでなければならない。
 - 2 液面計測装置を1個のみ設ける場合、この装置は、タンクを空又はガスフリーにすることなく、タンクの使用中に必要な保守ができるように配置しなければならない。
 - 3 液化ガス燃料タンクの液面指示装置は、次のいずれかとすることができる。
 - 1 重量計測装置又は管内流量計を用いて燃料の量を測定する間接式装置
 - 2 放射性同位元素又は超音波を使用するような液化ガス燃料タンクを貫通しない密閉式装置
- 15.4.2 オーバフロー制御
- 1 各液化ガス燃料タンクには、他の液面指示装置とは独立して作動し、かつ、作動時に可視可聴警報を発する高位液面警報装置を設けなければならない。
 - 2 バンカリングラインに過大な液圧を与えること及び液化ガス燃料タンクが液体で充満されることを防ぐため、高位液面警報装置とは独立して作動する、遮断弁を自動的に作動させるもう1つの感知器を設けなければならない。
 - 3 液化ガス燃料タンク内の感知器の位置は、試運転前に確認可能なものでなければならない。就航後及び各入渠後、最初の燃料満載時に、液化ガス燃料タンク内の燃料液位を警報設定点まで上昇させて高位液面警報の試験を実施しなければならない。
 - 4 電気回路及び感知器を含む高位液面警報及び過充填警報の全ての構成要素は、機能試験を実施できるものでなければならない。18.4.3の規定に従い、燃料を取扱う前に装置の試験を実施しなければならない。
 - 5 オーバフロー制御装置をオーバーライドできる構成の場合、その誤作動を防止するものでなければならない。オーバーライドの作動時には、航海船橋、継続的に人員が配置されている中央制御場所又は船上の非常用制御場所において継続的に表示しなければならない。
- 15.4.3 各液化ガス燃料タンクの気相部には、直接読み取れる圧力計を設けなければならない。加えて、航海船橋、継続的に人員が配置されている中央制御場所又は船上の非常用制御場所にも遠隔で指示されなければならない。
- 15.4.4 圧力指示装置には、液化ガス燃料タンクに許容される最大圧力及び最小圧力が明確に表示されなければならない。
- 15.4.5 航海船橋に加え、継続的に人員が配置されている中央制御場所又は船上の非常用制御場所には高圧警報を設けなければならない。負圧保護が要求される場合には、低圧警報も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。
- 15.4.6 各燃料ポンプの吐出系統並びに各液体及び燃料蒸気マニホールドには、その場所で読み取ることのできる少なくとも1つの圧力指示装置を設けなければならない。
- 15.4.7 船舶のマニホールド弁と陸上へのホース連結部との間には、その場所で圧力を読み取ることのできるマニホールド用圧力指示装置を備えなければならない。
- 15.4.8 大気への開口端を有さない燃料貯蔵ホールドスペース及びインタバリアスペースには、圧力指示装置を設けなければならない。
- 15.4.9 設置される圧力指示装置の少なくとも1つは、作動圧力の全範囲を表示可能なものでなければならない。

15.4.10 燃料タンクが低液面状態になった場合に、警報を発するとともに、低液面状態になった場合に燃料ポンプ用電動機及びその給電ケーブルを電源から自動遮断するように設備しなければならない。自動遮断はポンプ吐出圧力の低下、電動機電流の低下又は低液面の検知により行うことができる。この自動遮断時には、航海船橋、継続的に人員が配置されている中央制御場所又は船上の非常用制御場所に可視可聴警報を発しなければならない。

15.4.11 真空断熱装置及び蓄圧による燃料排出ユニットを有する独立型タンクタイプ C を除き、各燃料タンクには、少なくともタンク底部、タンク中間位置及び許容される最高液位より下のタンク上部の 3 か所に燃料温度を計測し表示する装置を設けなければならない。

15.5 バンカリング制御に関する規則

15.5.1 バンカリングの制御は、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。当該場所にて、タンク圧力、タンク液位及び 15.4.11 で要求される場合にはタンク温度を監視できなければならない。8.5.3 及び 11.5.7 で要求される遠隔制御弁は、この場所から操作できなければならない。過充填警報及び自動遮断もこの場所に表示されなければならない。

15.5.2 バンカリングラインを囲むダクト内部の通風装置が停止した場合、バンカリング制御場所に可視可聴警報を発しなければならない。(15.8 参照)

15.5.3 バンカリングラインを囲むダクト内部でガスが検知された場合、バンカリング制御場所において、可視可聴警報を発するとともに非常遮断できなければならない。

15.6 ガス圧縮機の監視に関する規則

15.6.1 ガス圧縮機には、航海船橋及び機関制御室にて発する可視可聴警報を備えなければならない。この警報には、少なくともガス吸入圧低下、ガス吐出圧低下、ガス吐出圧上昇及び圧縮機の運転状態を含めなければならない。

バンカリングに使用するガス圧縮機にあっては、バンカリング制御場所においても当該警報が発せられること。

15.6.2 軸封装置及び軸受には温度監視装置を設けなければならない。この監視装置は、航海船橋又は継続的に人員が配置されている中央制御場所において、自動的に継続した可視可聴警報を発するものでなければならない。

バンカリングに使用するガス圧縮機にあっては、バンカリング制御場所においても自動的に継続した可視可聴警報が発する監視装置とすること。

15.7 ガス機関の監視に関する規則

機関規則で要求される計測装置に加えて、航海船橋、機関制御室及び操縦場所には以下の表示装置を備えなければならない。

- .1 ガス専焼機関の場合、機関の運転状態
- .2 二元燃料機関の場合、機関の運転状態及び運転モード

15.8 ガス検知に関する規則

15.8.1 次の.1 から.10 に掲げる場所には、恒久的なガス検知器を設置しなければならない。

- .1 タンクコネクションスペース
- .2 燃料配管を囲う全てのダクト
- .3 ガス配管、ガス装置又はガス使用機器を備える機関区域
- .4 圧縮機室及び燃料調整室
- .5 ダクトで囲われていない燃料配管又は燃料機器を収容するその他の閉鎖場所
- .6 タイプ C 以外の独立型タンクのインタバリアスペース及び燃料貯蔵ホールドスペースを含めて燃料ガスが滞留するおそれのある閉鎖場所及び半閉鎖場所

- .7 エアロック
 - .8 ガス加熱系統の膨脹タンク
 - .9 燃料装置を駆動する電動機室
 - .10 4.2によるリスク評価の結果、要求される場合、居住区及び機関区域の通風装置の入口
- 15.8.2 各 ESD 保護機関区域には、独立した 2 つのガス検知装置を備えなければならない。
- 15.8.3 各区域の検知器の数は、区域の大きさ、配置及び換気を考慮して決定しなければならない。
- 15.8.4 ガスが滞留する恐れのある場所及び通風装置の排気口にはガス検知器を設置しなければならない。配置を最適なものとするため、ガス拡散解析又は物理的な煙試験を実施しなければならない。
- 15.8.5 ガス検知器は、管海官庁が適当と認める基準に従って設計、設置及び試験されなければならない。
- 「管海官庁が適当と認める基準」とは、IEC 60079-29-1 又はこれと同等と認められる基準をいう。
- 15.8.6 20%LEL のガス濃度が検知された場合に可視可聴警報が発せられなければならない。2 つの検知器において 40%LEL が検知された場合には安全装置が作動しなければならない。(表 15.1 備考 1 参照)
- 15.8.7 ガス燃料機関を収容する機関区域におけるガス配管周りの通風ダクトにおいては、警報の設定点は 30%LEL とすることができる。安全装置は、2 つの検知器において 60%LEL が検知された場合に作動しなければならない。(表 15.1 備考 1 参照)
- 15.8.8 ガス検知器の可視可聴警報は、航海船橋又は継続的に人員が配置されている中央制御場所に設置しなければならない。
- 15.8.9 15.8 で要求されるガス検知は、遅れを生じない連続的なものでなければならない。
- 15.9 火災探知に関する規則
- ガス燃料機関を収容する機関区域及び燃料貯蔵ホールドスペースにおける独立型タンクを収容する区画にて火災を感知した場合に要求される安全措置は、表 15.1 による。
- 15.10 通風に関する規則
- 15.10.1 要求される通風量よりも通風量が減少した場合、航海船橋、継続的に人員が配置されている中央制御場所又は非常用制御場所に可視可聴警報を発しなければならない。
- 15.10.2 ESD 保護機関区域においては、機関室の通風装置が停止した場合、安全装置を作動させなければならない。
- 15.11 燃料供給装置の安全機能に関する規則
- 15.11.1 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。この旨を表示した注意銘板を燃料供給管の遮断弁操作場所において容易に視認できる場所に掲げなければならない。
- 15.11.2 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。この旨を表示した注意銘板を機関区域の目立つ場所に掲げなければならない。
- 15.11.3 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り下げを行ってはならない旨を表示した注意銘板を、ガス燃料機関を収容する機関区域に恒久的に掲げなければならない。
- 15.11.4 圧縮機、ポンプ及び燃料供給装置は、次の.1 から.6 に掲げる場所のうち該当するもの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。
- .1 航海船橋
 - .2 貨物制御室
 - .3 船上の非常用制御場所
 - .4 機関制御室
 - .5 火災制御場所

6 燃料調整室の出口に近接する位置

また、ガス圧縮機は、機側でも手動で非常停止できるものでなければならない。

表 15.1 機関へのガス供給装置の監視

要因	警報	タンク付弁の自動遮断 ⁶⁾	ガス燃料機関を収容する機関区域へのガス供給の自動遮断	備考
タンクコネクションスペース内で20%LELのガス検知	X			
タンクコネクションスペース内で2個の検出器 ¹⁾ で40%LELのガス検知	X	X		
燃料貯蔵ホールドスペース内で火災探知	X			
甲板下の燃料格納設備の通風トランク内の火災探知	X			
タンクコネクションスペース内のビルジウエル高液面	X			
タンクコネクションスペース内のビルジウエル低温度	X	X		
タンク及びガス燃料機関を収容する機関区域間のダクト内で20%LELのガス検知	X			
タンク及びガス燃料機関を収容する機関区域間のダクト内で2個の検出器 ¹⁾ において40%LELのガス検知	X	X ²⁾		
燃料調整室内で20%LELのガス検知	X			
燃料調整室内で2個の検出器 ¹⁾ において40%LELのガス検知	X	X ²⁾		
ガス燃料機関を収容する機関区域内のダクト内で30%LELのガス検知	X			二重管がガス燃料機関を収容する機関区域に設置される場合
ガス燃料機関を収容する機関区域内のダクト内で2個の検出器 ¹⁾ において60%LELのガス検知	X		X ³⁾	二重管がガス燃料機関を収容する機関区域に設置される場合
ガス燃料機関を収容するESD保護機関区域内で20%LELのガス検知	X			
ガス燃料機関を収容するESD保護機関区	X		X	ガス燃料機関を

域内で2個の検出器 ¹⁾ において40%LELのガス検知				収容する機関区域内の安全認定型でない電気機器は遮断されなければならない
タンク及びガス燃料機関を収容する機関区域間のダクト内の通風機能の喪失	X		X ²⁾	
ガス燃料機関を収容する機関区域内のダクト内の通風機能の喪失 ⁵⁾	X		X ³⁾	二重管がガス燃料機関を収容する機関区域に設置される場合
ガス燃料機関を収容するESD保護機関区域内の通風機能の喪失	X		X	
ガス燃料機関を収容する機関区域内の火災探知	X			
ガス供給管内のガス圧力の異常	X			
弁制御作動媒体の異常	X		X ⁴⁾	必要に応じ時間遅延
機関の自動停止(機関の故障)	X		X ⁴⁾	
手動で作動する機関の非常停止	X		X	

(備考)

- 1) 冗長性のため、互いに近接して設置された2つの独立したガス検知器が要求される。ただし、ガス検知器が自己診断型の場合には、1つのガス検知器の設置が認められる。
- 2) タンクから複数の機関にガスが供給されるとともに、各供給管が完全に分離され異なるダクト内に敷設される場合であって、かつ、マスタ弁がダクトの外側に設置される場合には、ガス又は通風機能喪失の検知により当該ダクト内供給管のマスタ弁のみを閉鎖しなければならない。
- 3) ガスが複数の機関に供給されるとともに、各供給管が完全に分離され異なるダクト内に敷設される場合であって、かつ、マスタ弁がダクトの外側及びガス燃料機関を収容する機関区域の外側に設置される場合には、ガス又は通風機能喪失の検知により当該ダクト内供給管のマスタ弁のみを閉鎖しなければならない。
- 4) ダブルブロックブリード弁のみ閉鎖する。
- 5) ダクトがイナート・ガスで保護される場合(9.6.1(1)参照)、イナート・ガスによる過圧の喪失は本表と同様の措置を講じなければならない。
- 6) 9.4.1の弁参照

弁制御作動媒体の異常として、弁作動媒体の制御系統の異常も含む。

B-1 部

この部における「燃料」とは、液体又は気体状態にかかわらず、天然ガスをいう。

16 章 製造法、工作法及び試験

16.1 一般

16.1.1 製造法、試験、検査及び成績証明書は、該当各編及び本章に示す規定によらなければならない。

16.1.2 溶接後の熱処理が規定され又は要求される場合、母材の性質は、7章の関連する表の熱処理後の状態に応じて定め、かつ、溶接部の性質は、16.3に従った熱処理後の状態において決定しなければならない。この場合、試験の規定は、管海官庁の判断で修正することがある。

16.2 一般試験要件及び試験片

16.2.1 引張試験

16.2.1.1 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.3-1.(1)によること。

16.2.1.2 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.3-1.(2)によること。

16.2.2 衝撃試験*

16.2.2.1 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.3-2.(1)によること。

16.2.2.2 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.3-2.(2)によること。

16.2.2.3 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.3-2.(3)によること。

16.2.2.4 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.3-2.(4)によること。

16.2.3 曲げ試験

16.2.3.1 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.3-3.(1)によること。

16.2.3.2 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.3-3.(2)によること。

16.2.4 破面観察及びその他の試験*

船舶検査の方法 B 編 1.14-2.3-4.によること。

16.3 燃料格納設備の材料の溶接及び非破壊試験

16.3.1 一般

船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-1.によること。

16.3.2 溶接材料

船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-2.によること。

16.3.3 燃料タンク、プロセス用圧力容器及び二次防壁の溶接施工方法承認試験*

16.3.3.1 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-3.(1)によること。

16.3.3.2 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-3.(2)によること。

16.3.3.3 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-3.(3)によること。

16.3.3.4 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-3.(4)によること。

16.3.3.5 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-3.(5)によること。

16.3.3.6 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-3.(6)によること。

16.3.4 管の溶接施工方法承認試験

船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-4 によること。

16.3.5 製品溶接確認試験

16.3.5.1 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-5.(1)によること。

16.3.5.2 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-5.(2)によること。

16.3.5.3 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-5.(3)によること。

16.3.5.4 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-5.(4)によること。

16.3.5.5 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-5.(5)によること。

16.3.6 非破壊試験

16.3.6.1 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-6.(1)によること。

16.3.6.2 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-6.(2)によること。

16.3.6.3 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-6.(3)によること。

- 16.3.6.4 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-6.(4)によること。
- 16.3.6.5 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-6.(5)によること。
- 16.3.6.6 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-6.(6)によること。
- 16.3.6.7 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.4-6.(7)によること。
- 16.4 金属材料によるその他の構造要件
 - 16.4.1 一般
 - 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.5-1.によること。
 - 16.4.2 独立型タンク
 - 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.5-2.によること。
 - 16.4.3 二次防壁
 - 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.5-3.によること。
 - 16.4.4 メンブレンタンク
 - 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.5-4.によること。
- 16.5 試験
 - 16.5.1 建造中の試験及び検査
 - 16.5.1.1 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-1.(1)によること。
 - 16.5.1.2 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-1.(2)によること。
 - 16.5.1.3 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-1.(3)によること。
 - 16.5.1.4 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-1.(4)によること。
 - 16.5.1.5 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-1.(5)によること。
 - 16.5.1.6 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-1.(6)によること。
 - 16.5.1.7 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-1.(7)によること。
 - 16.5.1.8 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-1.(8)によること。
 - 16.5.2 独立型タンクタイプ A
 - 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-2.によること。
 - 16.5.3 独立型タンクタイプ B
 - 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-3.によること。
 - 16.5.4 独立型タンクタイプ C 及びその他の圧力容器
 - 16.5.4.1 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-4.(1)によること。
 - 16.5.4.2 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-4.(2)によること。
 - 16.5.4.3 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-4.(3)によること。
 - 16.5.4.4 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-4.(4)によること。
 - 16.5.4.5 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-4.(5)によること。
 - 16.5.4.6 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-4.(6)によること。
 - 16.5.4.7 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-4.(7)によること。
 - 16.5.5 メンブレンタンク
 - 16.5.5.1 設計段階における試験
 - 16.5.5.1.1 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-5.(1)(a)によること。
 - 16.5.5.1.2 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-5.(1)(b)によること。
 - 16.5.5.2 試験
 - 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.6-5.(2)によること。

16.6 溶接、溶接後熱処理及び非破壊試験

16.6.1 一般

船舶検査の方法 B 編 1.14-2.7-1.によること。

16.6.2 溶接後熱処理

船舶検査の方法 B 編 1.14-2.7-2.によること。

16.6.3 非破壊試験

船舶検査の方法 B 編 1.14-2.7-3.によること。

16.7 試験

16.7.1 管部品のタイプテスト

船舶検査の方法 B 編 1.14-2.8-1.によること。

16.7.2 ベローズ伸縮継手

船舶検査の方法 B 編 1.14-2.8-2.によること。

16.7.3 管装置の試験

16.7.3.1 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.9-1.によること。

16.7.3.2 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.9-2.によること。

16.7.3.3 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.9-3.によること。

16.7.3.4 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.9-4.によること。

16.7.3.5 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.9-5.によること。

16.7.3.6 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.9-6.によること。

16.7.3.7 船舶検査の方法 B 編 1.14-2.9-7.によること。

C-1 部

この部における「燃料」とは、液体又は気体状態にかかわらず、メタン及び高濃度のメタンを含有する天然ガスをいう。

17 章 操練

省略

18 章 作業

18.1 目標

本章の目標は、ガス又は低引火点燃料の積込、貯蔵、運用、保守及びガス又は低引火点燃料用の装置の点検に関する操作手順を、人員、船舶及び環境に対するリスクについて最小にするものとし、当該操作手順を、液体又は気体状態の燃料の性質を考慮した上で、従来の油燃料船で実施される手順と整合させることである。

18.2 機能要件

本章は 3.2.1 から 3.2.3、3.2.9、3.2.11 及び 3.2.15 から 3.2.17 の機能要件と関連する。加えて、次の機能要件が適用となる。

- 1 本附属書の対象となる全ての船舶には、IGF コードの写し、NK 鋼船規則 GF 編又は本附属書を船上に保管しなければならない。
- 2 ガスに関連する全ての設備の保守に関する手順書及び情報を、船内で利用できるようにしなければならない。
- 3 船舶には、訓練された人員が安全に燃料のバンカリング、貯蔵及び移送のための装置を操作することができるよう、適切で詳細な燃料取扱いマニュアルを含む運用手順書を備えなければならない。
- 4 船舶には、適切な緊急手順書を船上に備えなければならない。

18.3 保守に関する規則

18.3.1 保守及び修理に関する手順書は、タンクの位置及び隣接区画に関し考慮したものとしなければならない。
(本附属書 5 章参照)

18.3.2 燃料格納設備の就航中検査、整備及び試験は、6.4.1.8 で要求される検査計画に従って実施すること。

18.3.3 当該保守に関する手順及び情報には、爆発の危険性がある場所及び区画に設置される電気機器の保守に関する情報を含まなければならない。この爆発の危険性がある場所に設置される電気設備の検査及び保守は、管海官庁が適当と認める基準に従って行われなければならない。

「管海官庁が適当と認める基準」とは、IEC 60079 17:2007 又はこれと同等と認められる基準をいう。

18.4 バンカリングオペレーションに関する規則

18.4.1 責任

18.4.1.1 バンカリングオペレーションを始める前に、受入れ船の船長又はその代理並びにバンカリング元の代表者(担当者、PIC)は次の内容を行うこと。

- 1 移送手順に関する書面による合意(冷却及び必要な場合ガスアップ並びに全ての段階における最大移送速度及び移送量を含むもの。)
- 2 緊急時に実施される対策に関する書面による合意
- 3 バンカリングの際の安全に関するチェックリストの作成及び署名

18.4.1.2 船舶の担当者は、バンカリングの完了後に供給された燃料について、バンカリング元の担当者が作成及び署名したバンカリングに関する供給証明書(少なくとも付録 2 に示す内容を含むもの。)を受け取り、署名すること。

18.4.2 制御、自動及び安全システムの概要

18.4.2.1 18.2.3 の規定により要求される燃料取扱いマニュアルには、少なくとも次の.1 から.9 を含まなければならない。

- 1 入渠から入渠までの船舶の全体的な操作(装置のクールダウン及びウォームアップ、バンカリング及び必要に応じて放出、サンプリング、イナートィング、ガスフリーを含む)
- 2 バンカリング温度、圧力制御、警報及び安全装置
- 3 燃料の最低温度、タンクの最大圧力、移送速度、積込制限値及びスロッシングによる制限を含む装置の制限、クールダウン速度、バンカリング前の燃料貯蔵タンクの最高温度
- 4 イナート・ガス装置の操作
- 5 消火及び緊急時の手順: 消火装置の操作及び保守、並びに消火剤の使用
- 6 燃料特性及び特定の燃料の安全な取扱いのために必要とされる特別な装置
- 7 固定式及び可搬式ガス検知装置の操作及び機器の保守
- 8 緊急遮断装置及び緊急放出装置(装備される場合)
- 9 漏洩、火災又は転覆を引き起こす潜在的な燃料の成層等の緊急時の対策の記述

18.4.2.2 船舶のバンカリングの制御場所及びバンカリングステーションには、燃料装置の構造図/配管及び計装図(P&ID)を恒久的に掲示しなければならない。また、当該図の複製を船上に保管しなければならない。

18.4.3 バンカリング前の確認

18.4.3.1 バンカリング操作を行う前に、少なくとも以下のものを含むバンカリング前の確認を行い、燃料補給の安全に関するチェックリストに文書として記録すること。

- 1 船陸間通信(SSL)(装備される場合)を含む全ての通信方法
- 2 固定式ガス検知装置及び火災検知装置の操作
- 3 可搬式ガス検知装置の操作

4 遠隔制御弁の操作

5 ホース及び継手の点検

18.4.3.2 船舶の担当者及びバンカリング元の担当者が相互に合意し署名した、バンカリングの安全に関するチェックリストを作成することにより、十分な確認が行われたことを文書として示さなければならない。

18.4.4 船舶とバンカリング元との通信

18.4.4.1 バンカリングを行っている間は、常時、船舶の担当者とバンカリング元の担当者との間で通信を維持すること。通信が維持できない場合、バンカリングを停止し、通信が回復するまでバンカリングを再開しないこと。

18.4.4.2 バンカリングの際に使用される通信装置は、防爆型でなければならない。

18.4.4.3 担当者はバンカリングに係わる全ての人員との直接かつ即時の通信手段を有すること。

18.4.4.4 自動 ESD への通信のために備えられるバンカリング元との船陸間通信(SSL) 又は同等の手段は、燃料が積込まれる船舶及び供給設備の ESD 装置と互換性のあるものとする。

ISO 28460、 ship-shore interface and port operations を参照

18.4.5 電気的接地

バンカリングに使用される燃料供給設備のホース、移送アーム、配管及び艀装品であって供給設備から提供されるものについては、電気的に連続であり、適切に絶縁されたものとするほか、管海官庁が適当と認める基準に従った安全なものとする。

「管海官庁が適当と認める基準」とは、API RP 2003, ISGOTT : International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals、又はこれと同等と認められる基準をいう。

18.4.6 移送のための条件

18.4.6.1 バンカリングする場所へ接近する箇所に、燃料移送中の火災安全上の注意を記載した警告標識を掲示すること。

18.4.6.2 移送作業中、バンカリングマニホールドの場所に居る人員は、必要な人員に限ること。周囲で職務に従事する又は作業する全ての人員は、適切な人身保護装具を身に着けること。移送のための所定の条件を維持できない場合には、バンカリングを停止し、要求される条件が満たされるまでバンカリングを再開しないこと。

18.4.6.3 可搬式タンクによりバンカリングが行われる場合、一体型の燃料タンク及び装置の場合の安全性と同等の安全性を確保できる手順とすること。可搬式タンクへの積み込みは、船上に搭載される前に行うものとし、燃料装置に接続する前に当該タンクを適切に固定すること。

18.4.6.4 船舶に恒久的に設置されないタンクの場合には、全ての必要なタンクシステム(配管、制御、安全装置、逃し装置等)の船舶の燃料装置への接続は「バンカリング」の一部であり、バンカリング元から出航する前に完了させること。航海中又は港内航行中は、可搬式タンクの接続及び切離しは行わないこと。

18.5 閉鎖場所への立ち入りに関する規則

18.5.1 通常の運航状態において、人員は、燃料タンク、燃料貯蔵ホールドスペース、ボイドスペース、タンクコネクションスペース又はガス又は可燃性蒸気が溜まるような他の閉鎖場所へ立ち入らないこと。ただし、それらの場所のガス含有量が固定式又は可搬式装置により測定され、十分な酸素があること及び爆発性雰囲気がないことが確認された場合は、この限りではない。

the Revised recommendations for entering enclosed spaces aboard ships (A.1050(27)) を参照

18.5.2 危険場所として指定されている場所に立ち入る人員は、当該場所に潜在的な着火源を持ち込まないこと。ただし、当該場所がガスフリーされ、かつ、その状態が維持される場合は、この限りではない。

18.6 燃料装置のイナーティング及びパーキングに関する規則

18.6.1 燃料装置のイナーティング及びパージングの主な目的は、燃料装置の配管、タンク、機器及び隣接する区域の内部、付近又は周囲における燃焼雰囲気形成を防ぐことである。

18.6.2 燃料装置のイナーティング及びパージングの手順は、ガス雰囲気を含んでいる配管又はタンクに空気が導かれなかつた及び燃料装置に隣接する囲壁又は区域内の空気にガスが導かれなかつたことを確保できるものとする。

18.7 燃料装置の上部又は近傍における高熱作業に関する規則

18.7.1 燃料タンク、燃料配管及び可燃性になりうる又は炭化水素が混合する恐れのある及び燃焼生成物として毒性の蒸気を発生させる恐れのある防熱装置の近傍における高熱作業は、それらの場所での当該作業について安全性が確保及び証明され、かつ、承認が全て得られた後にのみ実施すること。

D 部

19 章 訓練

省略

付録 1 新形式の燃料格納設備の設計における限界状態手法の使用に関する基準

1 一般

1.1 本基準の目的は、A-1 部 6.4.16 に従って、新形式の燃料格納設備の限界状態設計に対する手順及び関連する設計上のパラメータを提供することである。

1.2 それぞれの構造要素を、A-1 部 6.4.1.6 に規定する設計状態において発生し得る崩壊モードで評価する場合、限界状態設計は系統的アプローチとなる。限界状態とは、構造全体又は構造の一部が強度要件を満足しない状態をいう。

1.3 限界状態は次の 3 つのカテゴリに分類される。

- .1 最終限界状態 (ULS) : 非損傷状態において、最大荷重伝達容量又は、場合によっては、座屈及び塑性崩壊による最大歪、変形若しくは構造の不安定に対応するもの。
- .2 疲労限界状態 (FLS) : 繰返し荷重の影響による劣化に対応するもの。
- .3 偶発限界状態 (ALS) : 事故に耐えることのできる構造強度に関連するもの。

1.4 A-1 部 6.4.1 から 6.4.14 は、燃料格納設備のコンセプトに沿って適用すること。

2 設計フォーマット

2.1 本基準の設計フォーマットは荷重抵抗係数設計 (LFRD) フォーマットに基づく。荷重抵抗係数設計の基本原則は、発生し得るいかなる崩壊モードに対しても、設計荷重効果 (Ld) が設計抵抗 (Rd) を超えないことを検証することである。

$$Ld \leq Rd$$

設計荷重 (F_{dk}) は、特性荷重を、与えられた荷重条件に関連する荷重係数に乗じることで得る。

$$F_{dk} = \gamma_f \cdot F_k$$

γ_f : 荷重係数

F_k : A-1 部 6.4.9 から 6.4.12 で規定される特性荷重

設計荷重効果 (Ld) (例: 応力、歪、変位及び振動) は設計荷重から得られる最悪の荷重効果の組合せであり、以下による。

$$Ld = q(F_{d1}, F_{d2}, \dots, F_{dN})$$

q：構造解析によって得られる荷重と荷重影響の関数上の関係を表す。

設計抵抗 (Rd) は以下による。

$$R_d = R_k / (\gamma_R \cdot \gamma_C)$$

R_k：特性抵抗で、A-1 部 7 章で対象とする材料を使用する場合、規格最小降伏応力、規格最小引張強度、断面塑性抵抗及び最終座屈強度となる。ただし、これに限らない。

γ_R：抵抗係数で、以下による。

$$\gamma_R = \gamma_m \cdot \gamma_s$$

γ_m：部分抵抗係数で、材料特性（材料係数）の確率分布を考慮したもの

γ_s：部分抵抗係数で、工作精度、解析の精度を含む強度決定のための手法等、強度に関する不確定性を考慮したもの

γ_C：結果階級係数で、燃料の流出及び人の負傷に関連して起こりうる崩壊に対応する。

2.2 燃料格納設備の設計においては、発生する可能性のある崩壊を考慮すること。崩壊モードが最終限界状態、疲労限界状態又は偶発限界状態に関連する場合の崩壊を特定するために、結果の階級を表 1 に定義する。

表 1 結果階級

結果階級	定義
低	少量の燃料流出を招く崩壊
中	燃料流出及び人の負傷を招く崩壊
高	多量の燃料流出及び人の死を招く崩壊

3 要求される解析

3.1 燃料タンク並びにその支持固定装置を含む船殻構造を一体モデルとして 3 次元有限要素解析を行うこと。想定外の崩壊を防ぐため、あらゆる崩壊モードについて考慮すること。不規則波中での個々の船舶の加速度及び運動並びにこれらの力及び運動による船体及び燃料格納設備の応答を決定するための動的流体解析を行うこと。

3.2 外圧及び圧縮応力を引き起こすその他の荷重を受ける燃料タンクの座屈強度解析は適当な基準によるものとする。この解析方法は、板の非平面性、目違い、真直度、真円度及び規定の弧又は弦長での真の円形からの誤差により生じる理論的な座屈応力と実際の座屈応力との差を適切に考慮したものとする。

5.1 に従って、疲労及び亀裂伝播解析を行うこと。

4 最終限界状態 (ULS)

4.1 構造の抵抗性は試験又は弾塑性域の材料特性を考慮した全解析により導出して差し支えない。最終強度に対する安全率は荷重及び抵抗（動的荷重、圧力荷重、自重、材料強度及び座屈強度）の確率的性質の影響を考慮した部分安全係数により導出すること。

4.2 解析においては、スロッシング荷重を含む不変荷重、機能荷重及び環境荷重の適切な組合せを考慮すること。最終限界状態の評価において、表 2 の 2 つ以上の荷重の組合せに関する部分荷重係数を用いること。

表 2 部分荷重係数

荷重組合せ	不変荷重	機能荷重	環境荷重
'a'	1.1	1.1	0.7
'b'	1.0	1.0	1.3

荷重組合せ 'a' における、不変荷重及び機能荷重に対する荷重係数は、蒸気圧、燃料重量、設備の自重等といった通常、十分に管理されている及び又は規定されている燃料格納設備に適用する荷重に関連するものである。予測モデルにおける固有変動性及び不確定性が大きい場合、不変荷重及び機能荷重に対する荷重係数をより大きな値とすることがある。

- 4.3 スロッシング荷重について、推定法の信頼性により、より大きな荷重係数を要求することができる。
- 4.4 燃料格納設備の構造損傷が人の負傷や重大な燃料流出を引き起こす可能性が高いと考えられる場合、結果階級係数は $\gamma_c = 1.2$ としなければならない。リスク分析によって妥当性が示される場合、この値を減じて差し支えない。リスク分析においては船体構造を漏洩から保護し、燃料による危険性を減じる完全二次防壁又は部分二次防壁等の要素を考慮すること。ただし、これに限るものではない。一方、例えばより危険性の高い燃料又はより高圧の燃料を運搬する船舶に対して、より大きな値を要求することができる。いかなる場合も、結果階級係数は 1.0 より小さい値としないこと。
- 4.5 使用する荷重係数及び抵抗係数は、A-1 部 6.4.2.1 から 6.4.2.5 において規定する燃料格納設備と同程度の安全レベルとなるようにすること。これは既知の確立された設計を基に係数を調整することにより実施すること。
- 4.6 材料係数 γ_m は原則として材料の機械的性質の統計的分布を反映したものとすること。また、材料係数 γ_m は機械的特性の組合せとすること。A-1 部 6 章で規定する材料においては、材料係数 γ_m は以下による。
- 1.1: 管海官庁が規定する機械的特性が、一般的に機械的性質の統計的分布において 2.5% 以下の変位値を表す場合
- 1.0: 管海官庁が規定する機械的特性が、規定するよりも低い機械的特性を示す確率が極端に小さく無視できるような、十分に小さな変位値を表す場合
- 腐蝕・疲労工作精度、建造品質及び適用する解析手法の精度を考慮し、部分抵抗係数 γ_{s1} は原則として構造強度上の不確定性に基づいて導出すること。
- 4.7.1 4.8 に規定する限界状態基準による著しい塑性変形に対する設計において、部分抵抗係数 γ_{s1} は以下によること。

$$\gamma_{s1} = 0.76 \cdot \frac{B}{\kappa_1}$$

$$\gamma_{s2} = 0.76 \cdot \frac{D}{\kappa_2}$$

$$\kappa_1 = \text{Min} \left(\frac{R_m}{R_e} \cdot \frac{B}{A}; 1.0 \right)$$

$$\kappa_2 = \text{Min} \left(\frac{R_m}{R_e} \cdot \frac{D}{C}; 1.0 \right)$$

係数 A、B、C、及び D は A-1 部 6.4.15.2.3.1 による。R_m 及び R_e は A-1 部 6.4.12.1.1.3 による。

上記の部分抵抗係数は従来型の独立型タンクタイプ B のキャリブレーションによる結果である。

4.8 著しい塑性変形に対する設計

4.8.1 応力の許容基準は以下に規定する弾性応力解析による。

4.8.2 荷重が主として燃料格納設備の一部の構造の膜応答によって伝達される場合、当該構造部分は下記の限界状態基準を満足すること。

$$\sigma_m \leq f$$

$$\sigma_L \leq 1.5f$$

$$\begin{aligned}\sigma_b &\leq 1.5F \\ \sigma_L + \sigma_b &\leq 1.5F \\ \sigma_m + \sigma_b &\leq 1.5F \\ \sigma_L + \sigma_b + \sigma_g &\leq 3.0F \\ \sigma_m + \sigma_b + \sigma_g &\leq 3.0F\end{aligned}$$

σ_m : 等価一次一般膜応力
 σ_L : 等価一次局部膜応力
 σ_b : 等価一次曲げ応力
 σ_g : 等価二次応力

$$f = \frac{R_e}{\gamma_{s1} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_C}$$

$$F = \frac{R_e}{\gamma_{s2} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_C}$$

(備考)

上記に規定する応力の足し合わせは、各応力要素 (σ_x , σ_y , σ_{xy}) を合計することで実行すること。また、その後、以下の例のように計算された応力要素に基づき等価応力を算出すること。

$$\sigma_L + \sigma_b = \sqrt{(\sigma_{Lx} + \sigma_{bx})^2 - (\sigma_{Lx} + \sigma_{bx})(\sigma_{Ly} + \sigma_{by}) + (\sigma_{Ly} + \sigma_{by})^2 + 3(\sigma_{Lxy} + \sigma_{bxy})^2}$$

4.8.3 荷重が主として桁、防撓材及び板の曲げによって伝達される場合、当該燃料格納設備の部分は下記の限界状態基準を満足すること。

$$\begin{aligned}\sigma_{ms} + \sigma_{bp} &\leq 1.25F \text{ 注1, 2} \\ \sigma_{ms} + \sigma_{bp} + \sigma_{bs} &\leq 1.25F \text{ 注2} \\ \sigma_{ms} + \sigma_{bp} + \sigma_{bs} + \sigma_{bt} + \sigma_g &\leq 3.0F\end{aligned}$$

注1: 主要部材の等価断面膜応力及び等価膜応力の合計 ($\sigma_{ms} + \sigma_{bp}$) は、通常3次元有限要素解析から直接的に得られる。

注2: 設計コンセプト、構造の形状及び応力の計算方法を考慮し、係数の値 1.25 を変更することがある。

σ_{ms} : 主要構造における等価断面膜応力

σ_{bp} : 主要構造の曲げによる主要構造における等価膜応力及び2次及び3次構造における応力

σ_{bs} : 2次構造の曲げによる2次構造における断面曲げ応力及び3次構造における応力

σ_{bt} : 3次構造における断面曲げ応力

σ_g : 等価2次応力

$$F = \frac{R_e}{\gamma_{s2} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_C}$$

応力 σ_{ms} 、 σ_{bp} 、 σ_{bs} 及び σ_{bt} は 4.8.4 に規定する。

(備考)

上記に規定する応力の足し合わせは、各応力要素 (σ_x 、 σ_y 、 σ_{xy}) を合計することで実行すること。また、その後、計算された応力要素に基づき等価応力を算出すること。

板部材は管海官庁が適当と認める要件に従い設計すること。膜応力が無視できない場合、板曲げに対する膜応力の影響を適切に考慮すること。

4.8.4 断面応力の分類

直応力は対象と考える断面に垂直な応力である。

等価断面膜応力は対象と考える断面に一様に分布し、かつ応力の平均値に等しい直応力成分である。単一のシェル断面である場合、断面膜応力は 4.8.2 に規定する膜応力と等しい。断面曲げ応力は図 1 に示す曲げを受ける構造断面に線形に分布する直応力の成分である。

4.9 適用する座屈基準にて特に規定されない限り、 γ_c 、 γ_m 及び γ_{si} は座屈に対する設計においても同じものを使用すること。いかなる場合も、全体の安全レベルがこれらの係数によるものよりも小さくなることはないようにすること。

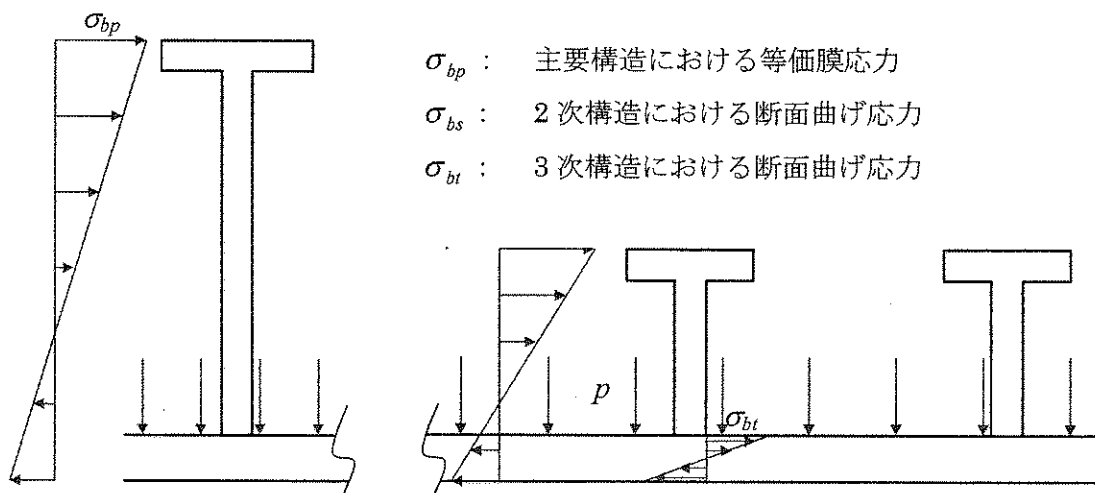


図 1 断面応力の 3 つの分類の定義

(応力 σ_{bp} 及び σ_{bs} は図中の断面に対して垂直)

5 疲労限界状態 (FLS)

5.1 A-1 部 6.4.12.2 に規定される疲労設計条件は燃料格納設備のコンセプトに沿って適用すること。疲労強度解析は A-1 部 6.4.16 及び本基準に沿って設計する燃料格納設備に要求される。

5.2 全ての荷重の分類において、FLS の荷重係数は 1.0 とすること。

5.3 結果階級係数 γ_c 及び抵抗係数 γ_R は 1.0 とすること。

5.4 疲労損傷は、A-1 部 6.4.12.2.2 から 6.4.12.2.5 により求めること。燃料格納設備に対して算定された累積疲労被害度は表 3 による値以下とすること。

表 3 最大許容累積疲労被害度

結果階級			
C_w	低	中	高
		1.0	0.5

注* 欠陥及び亀裂等の検知のし易さによって、A-1部 6.4.12.2.7 から 6.4.12.2.9)に従ってより小さい値を用いなければならない。

5.5 より低い値を要求することができる。

5.6 亀裂進展解析はA-1部 6.4.12.2.6 から 6.4.12.2.9 による。本解析は、管海官庁が適当と認めた基準による方法で行うこと。

6 偶発限界状態 (ALS)

6.1 A-1部 6.4.12.3 による偶発設計条件は燃料格納設備のコンセプトに沿って適用すること。

6.2 緩和することにより偶発シナリオに発展しない限り、損傷及び変形が許容されることを考慮し、荷重及び抵抗係数を最終限界状態と比較して緩和して差し支えない。

6.3 ALS の荷重係数は不変荷重、機能荷重及び環境荷重に対して 1.0 とすること。

6.4 A-1部 6.4.9.3.3.8 及び 6.4.9.5 に規定する荷重は、互いに又は A-1部 6.4.9.4 に規定する環境荷重と組合せる必要は無い。

6.5 抵抗係数 γ_R は原則として 1.0 とすること。

6.6 結果階級係数 γ_C は原則として 4.4 に規定したものとするが、偶発シナリオの性質を考慮し、緩和して差し支えない。

6.7 特性抵抗 R_k は原則として最終限界状態に対する係数とするが、偶発シナリオを考慮し、緩和して差し支えない。

6.8 追加の関連偶発シナリオをリスク分析に基づき決定すること。

付録2 LNG のバンカリングに関する燃料供給証明書

LNG-BUNKER DELIVERY NOTE*

LNG AS FUEL FOR

SHIP NAME: _____ IMO NO.: _____

Date of delivery:

1. LNG-Properties

Methane number **	--	
Lower calorific (heating) value	MJ/kg	
Higher calorific (heating) value	MJ/kg	
Wobbe Indices W_s / W_i	MJ/m ³	
Density	kg/m ³	
Pressure	MPa (abs)	
LNG temperature delivered	°C	
LNG temperature in storage tank(s)	°C	

Pressure in storage tank(s)	MPa (abs)	
-----------------------------	-----------	--

2. LNG-Composition

Methane, CH ₄	% (kg/kg)	
Ethane, C ₂ H ₆	% (kg/kg)	
Propane, C ₃ H ₈	% (kg/kg)	
Isobutane, i C ₄ H ₁₀	% (kg/kg)	
N-Butane, n C ₄ H ₁₀	% (kg/kg)	
Pentane, C ₅ H ₁₂	% (kg/kg)	
Hexane; C ₆ H ₁₄	% (kg/kg)	
Heptane; C ₇ H ₁₆	% (kg/kg)	
Nitrogen, N ₂	% (kg/kg)	
Sulphur, S	% (kg/kg)	
negligible<5ppm hydrogen sulphide, hydrogen, ammonia, chlorine, fluorine, water		

3. Net Total delivered: _____ t, _____ MJ _____ m³

Net Liquid delivery: _____ GJ

4. Signature(s):

Supplier Company Name, contact details: _____

Signature: _____ Place/Port _____ date: _____

Receiver: _____

* The LNG properties and composition allow the operator to act in accordance with the known properties of the gas and any operational limitations linked to that.

** Preferably above 70 and referring to the used methane number calculation method in DIN EN 16726.

This does not necessarily reflect the methane number that goes into the engine.