

MSC 決議案

附属書 9

船用天然ガスエンジンの搭載に関する暫定安全指針

海上安全委員会（Maritime Safety Committee）は、

当委員会の機能に関する「国際組織に関する協約（Convention on the International Organization）：条項 28(b)」を想起し、

海上における安全のための国際条約 1974（International Convention of Safety of Life at Sea, 1974）が、現状、ガス輸送船以外の船舶による燃料としてのガスの使用に対する規定を設けていないことに注目し、

ガス燃料船舶に対する規約の策定の必要性を認めるとともに

暫定的ではあるが船用ガスエンジンの搭載に関して監督機関に指針を示すことが急務であるとの認識から、

第 13 回バラ積み・液体・ガス貨物小委員会（Sub-Committee on bulk Liquids and Gases）の作成による暫定指針を審議した結果、

1. 「船用天然ガスエンジンの安全性に関する暫定指針」を承認し、その内容を今回の決議案の附属書として提示する。
2. IGC Code の対象となる船舶を除くガス燃料船舶にこの暫定指針を適用するよう各国政府に働きかける。
3. 加盟各国政府及び業界に対し、この暫定指針の適用に対してこれまでの経験に基づく情報、見解、コメント及び提言を提出するよう要請する。合わせてガス燃料設備に関する安全上の分析結果を提出するよう要請する。
4. ガス燃料船舶の国際安全規則（International Code of Safety for Gas-fuelled Ships: IGF Code）の策定作業の継続に同意する。

附属書

船用天然ガスエンジンの設置に関する暫定安全指針

目次

序文

第1章 通則	8
1.1 適用範囲	8
1.2 危険	8
1.3 定義	8
1.4 検査要件	11
第2章 船舶設計及びシステム設計	11
2.1 全般	11
2.2 材料に対する要件	12
2.3 区域の配置及び仕切り	12
2.3.1 区域の設定及び配置	12
2.3.2 ガスコンプレッサ室	12
2.3.3 ガス燃料エンジンを収容する機関区域	12
2.3.4 タンク室	13
2.4 入り口及びその他開口の配置	13
2.5 配管設計全般	13
2.6 システム構成	17
2.6.1 システム構成の選択肢	17
2.6.2 ガス安全機関区域	18
2.6.3 ESD保護機関区域	18
2.7 ガス機関区域内のガス供給システム	18
2.7.1 ガス安全機関区域に対するガス供給システム	18
2.7.2 ESD保護機関区域のガス供給システム	20
2.8 ガス燃料貯蔵	20
2.8.1 液化ガス貯蔵タンク	20
2.8.2 圧縮ガス貯蔵タンク	21
2.8.3 オープンデッキ上の貯蔵	21
2.8.4 密閉区域内での貯蔵	21
2.9 機関区域の外の燃料補給システム及び分配システム	23
2.9.1 燃料補給ステーション	23
2.9.2 補給システム	23
2.9.3 機関区域外側の分配システム	24
2.10 換気システム	24
2.10.1 全般	24
2.10.2 タンク室	26
2.10.3 ガス燃料エンジンを収容する機関区域	26

2.10.4	ポンプ及びコンプレッサ室	26
第3章	火災安全	27
3.1	全般	27
3.2	防火	27
3.3	消火	28
3.3.1	消防主管	28
3.3.2	散水システム	28
3.3.3	乾式粉末消火システム	29
3.4	火災検知及び警報システム	29
3.4.1	火災検知	29
3.4.2	警報及び安全措置	29
第4章	電気設備	29
4.1	全般	29
4.2	危険場所の分類	30
4.2.1	全般	30
4.3	危険場所分類の定義	31
4.3.1	0種危険場所	31
4.3.2	1種危険場所	31
4.3.3	2種危険場所	31
第5章	制御、監視、及び安全システム	32
5.1	全般	32
5.2	ガスタンクの監視	32
5.3	ガスコンプレッサの監視	32
5.4	ガスエンジンの監視	32
5.5	ガス検知	33
5.6	ガス供給システムの安全機能	33
第6章	コンプレッサ及びガスエンジン	39
6.1	ガスコンプレッサ	39
6.2	ガスエンジンの設計全般	40
6.3	2元燃料エンジンに対する要件	41
6.4	ガス専用エンジンに対する要件	41
第7章	製作、組立て及び検査	42
7.1	全般	42
7.2	ガスタンク	42
7.3	ガス配管システム	42
7.4	ダクト	44
7.5	バルブ	44
7.6	ベローズ伸縮継手	44
第8章	操作及び研修に関する要件	45
8.1	運転に関する要件	45
8.2	ガスに関する研修	45
8.2.1	研修全般	45
8.2.1.1	カテゴリAの研修	45

8.2.1.2 カテゴリB及びCの研修	46
8.3 メンテナンス	46

序文

- 1 この暫定指針は、IGC Code の対象となる船舶を除き、天然ガス燃料エンジンを搭載する船舶に対して国際標準を提示するために作成した。
- 2 この暫定指針は、天然ガスを使用する推力主機及び補機の設計及び施工に関する基準を提示することによって、従来までの石油燃料船舶の主機及び補機の新品または新品相当品と比較して、安全性及び信頼性において同等レベルの完成度を持たせることを目的とする。
- 3 この目的を達成するため、下記に示す機能要件を本暫定指針の該当箇所に具現化した。
 - .1 船体、乗員乗客、設備の安全性を損なう潜在リスクを減らすために、危険場所を実用上可能な限り最小化する。
 - .2 危険場所内に設置する設備を運航上不可欠なものに限定して最小化する。危険区画内に設置する設備はそれに見合う仕様とし、必要に応じて認定品を使用する。
 - .3 危険場所は、定常状態及び予期しうる故障状態においてもガスケットを蓄積させないものとする。
 - .4 推進力発生設備及び発電設備は、ガス燃料による主要機能が動作不能となった場合も持続航行または復旧航行が可能なものとする。
 - .5 ガス漏れの場合も、酸欠から乗客・乗員を保護するため通気設備を装備すること。
 - .6 適正な設備を設計、配置及び選定することによって、危険区域における点火源の数を最小化する。
 - .7 ガス燃料の貯蔵設備及び補給設備は、漏れや過度の圧力上昇を起こすことなくガス燃料の船内への取り込み及び貯蔵が可能なよう安全かつ適正なものとする。
 - .8 ガス配管、貯蔵タンク、圧力リリーフ装置は、各用途に適合するよう設計、製作、及び施行をおこなうこと。
 - .9 ガス燃料機関、ガス供給システム及び構成機器は、石油燃料機関と同等の安全性及び信頼性を達成するよう設計、製作、施行、運転及び保護をおこなう。
 - .10 ガス貯蔵タンク室及び機関区域は、いずれの火災または爆発によっても他の区画の機関/設備が操作不能とならないよう、計画及び配置をおこなう。
 - .11 ガス燃料制御システムは、石油燃料機関と同等の安全性及び信頼性を持たせられるよう構築する。

- .12 ガスシステムでの使用に適した認定機器及び材料を正しく選定する。
 - .13 区域に適したガス検知システムを監視・警報・非常停止などのシステムと組合せて設置する。
 - .14 ガス爆発の潜在的な被害に対する防護策を講じる。
 - .15 爆発及び危険な被害を未然に防止する。
 - .16 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る。
 - .17 ガス燃料機関の信頼性を、石油燃料機関と同等なものとする。
 - .18 ガス燃料機関の試運転、海上公試、メンテナンスは、目標とする信頼性、利用性及び安全性の確認がおこなえるものとする。
 - .19 定期もしくは不定期な点検補修作業の安全基準の詳細手順を規定する。
 - .20 安全な航行が確保されるよう、乗員の訓練及び資格認定を実施する
 - .21 システム及び構成要素の規則及び指針に対する適合性を判定するために、点検記録の作成及び提出を規定する。
- 4 本暫定指針は、燃料として天然ガスを使用する船舶の安全性について規定するものである。
- 5 天然ガス（乾き）とは、メタンを主成分として、若干のエタン及び微量のより重いハイドロカーボン（主にプロパンとブタン）を含み、通常の動作圧力及び温度では凝縮しないガスとして定義する。
- 6 ガス成分は、天然ガス源及び処理方法によって異なる場合があるが、典型的な組成（体積比）は以下の通りである。

メタン (C1)	94.0%
エタン (C2)	4.7%
プロパン (C3)	0.8%
ブタン (C4)	0.2%
窒素	0.3%
ガス密度	0.73 kg/Sm ³
液体密度	0.45 Kg/dm ³
発熱量 (低位)	49.5 MJ/kg
メタン価	83

天然ガスは、圧縮天然ガス（CNG）あるいは液化天然ガス（LNG）の形で保存及び供給することができる。

第 1 章 通則

1.1 適用範囲

- 1.1.1 この暫定指針は、燃料として天然ガスを使用する船用内燃機関（エンジン）に適用する。当該エンジンは、単一燃料（ガス）または 2 元燃料（ガス及び石油）のいずれかを使用し、ガスは気体または液体の状態で作成される。
- 1.1.2 この暫定指針は、海上における人命の安全のための国際条約（SOLAS: International Convention for the Safety of Life at Sea）1974 年版及びその修正議定書 1998 年版の該当条項の追加として適用する。
- 1.1.3 この暫定指針は新造船に適用する。既存の船舶への適用は必要と認める範囲で監督機関によって決定される。

1.2 危険

この暫定指針は、天然ガスを燃料として保存、供給、及び使用に起因する危険に対処するものである。

1.3 定義

注記：以下に他の記述がない限り SOLAS chap. II - 2 の定義に従う。

- 1.3.1 「事故」とは死亡、けが、環境被害、資産並びに金銭的な損失を伴う可能性がある制御不可能な事象をいう。
- 1.3.2 「安全認定型」とは、公認団体が公認基準¹に基づいてその安全性を認定した電気機器をいう。電気機器の安全認定は、メタンガスの種類及び基ごとに与えられる。
- 1.3.3 「CNG」とは、圧縮天然ガスをいう。
- 1.3.4 「制御ステーション」とは、SOLAS chap. II - 2 に定義された区域をいい、さらに本安全指針ではエンジン制御室も加える。
- 1.3.5 「ダブルブロック&ブリード弁」とは、各ガスエンジンの燃料供給側に設置された 3 個の自動弁を組合せたものをいう。
- 1.3.6 「2 元燃料エンジン」とは、天然ガスと石油を同時に燃焼させるか、どちらか一方だけを燃焼させることのできるエンジンをいう。

¹ IEC 60079 series : Explosive atmospheres 及び IEC 60092-502:1999 Electrical Installations in Ships – Tankers – Special Features を参照のこと

- 1.3.7 「密閉区域」とは、人工的な通気がなければ、通気が制約されて爆発性雰囲気²が自然に拡散しない区域をいう²。
- 1.3.8 「ESD」とは緊急停止をいう。
- 1.3.9 「爆発」とは制御不可能な燃焼の爆燃事象をいう。
- 1.3.10 「爆発圧リリーフ」とは、容器あるいは密閉区域の爆発圧が容器あるいは空間の設計最大圧力以上に達するのを防止するために設ける手段をいい、予め計画した通気口を開くことによって実行する。
- 1.3.11 「ガス」とは、37.8°C の温度において絶対圧力 2.8 bar を超える蒸気圧を有する流体をいう。
- 1.3.12 「危険場所」とは、電気機器の構造・設置・使用に特別な注意を必要とする量の爆発性雰囲気もしくは可燃性ガスが存在する、または存在が予測される区域をいう。

危険場所は、以下に定義するように 0 種、1 種、2 種に分類される³

- .1 「0 種」は、爆発性雰囲気あるいは可燃性ガス（引火点 60°C 以下）が連続的にあるいは長時間存在する場所をいう。
 - .2 「1 種」は、爆発性雰囲気あるいは可燃性ガス（引火点 60°C 以下）が通常の運転状態で存在しそうな場所をいう。
 - .3 「2 種」は、爆発性雰囲気あるいは可燃性気体（引火点 60°C 以下）が通常の運転状態では存在しそうになく、もし存在する場合も稀にしか起こらず、短い時間のみ存在する場所をいう。
- 1.3.13 「非危険場所」とは、一定の条件が満足されれば、危険であるとは考えられない場所、すなわちガスの安全な（gas safe）場所をいう。
- 1.3.14 「高圧配管」とは、最大作動圧力が 10 bar を超えるガス燃料配管をいう。
- 1.3.15 「IEC」とは、国際電気標準会議（International Electrotechnical Commission）を指す。
- 1.3.16 「IGC Code」とは「液化ガスのばら積み運送のための船舶建造および設備に関する国際規制」（International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk） 修正版を指す。

² IEC 60092-502: 1999 の定義も参照のこと

³ IEC 60079-10-1:2008 Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification の Sec. 2.5: Classification of areas – Explosive gas atmosphere に規定された危険場所分類も参照のこと。

- 1.3.17 「LEL」とは、爆発下限界（Lower explosive limit）のことを示す。
- 1.3.18 「LNG」とは、液化天然ガスのことを示す（1.3.22を参照）。
- 1.3.19 「メインタンク弁」とは、ガス貯蔵タンクのガス排出側において、タンクの取り出し点の極力近くに取り付けた遠隔操作弁をいう。
- 1.3.20 「MARVS」とは、ガスタンクに取り付けたリリーフ弁の最大許容設定値をいう。
- 1.3.21 「ガス燃料マスタ弁」とは、ガスエンジンを収容する機関区域の外側にあつて、各エンジンへのガス供給配管中に取り付けられた自動弁をいう。ガスヒータが設置されている場合は、極力その近くに取り付ける。
- 1.3.22 「天然ガス」とは、メタンを主成分として、若干のエタン及び微量のより重いハイドロカーボン（主にプロパンとブタン）を含み、通常の動作圧力及び温度において凝縮しないガスをいう。
- 1.3.23 「オープンデッキ」とは、両側が開口になっているデッキ、または片側が開口で、側壁あるいはデッキ上部に適宜設けた恒久的な開口によってデッキ全長に行き渡る適正な自然通気が得られるようなデッキをいう。
- 1.3.24 「機関」とは、国際海事機関（IMO）を指す。
- 1.3.25 「リスク」とは人間、環境、材料特性に対して好ましくない事象である危険を表現するものである。リスクは事故の可能性と重大さにより示される。
- 1.3.26 「公認基準」とは、監督機関が承認した適用可能な国際基準もしくは国内基準、または、ある組織が制定し管理する基準でIMOが採択した基準に適合すると同時に監督機関が承認したものをいう。
- 1.3.27 「安全管理システム」とは、ISM Code コードに登録された国際安全管理システムをいう。
- 1.3.28 「二次防壁」とは、一次防壁が壊れた場合に危険の発生を防ぐ技術手段をいう。例えば、タンクの漏れに対して周囲を保護するタンクの二次ハウジングなど。
- 1.3.29 「半密閉区域」とは、デッキあるいは隔壁のために自然の通気がオープンデッキで得られるものとは明らかに異なる区域をいう⁴。
- 1.3.30 「単一ガス燃料エンジン」とは、ガスのみで運転可能で、石油燃料に切り替えることができない推力エンジンをいう。

⁴ IEC 60092-502:1999 Electrical Installations in Ships – Tankers – Special Features も参照のこと

- 1.3.31 「SOLAS 条約」とは、「海上における人命の安全のための国際条約」(SOLAS: International Convention for the Safety of Life at Sea) の 1974 年改訂版を指す。
- 1.3.32 「放出源」とは、ガス燃料システム中の全てのバルブ、固定継手、配管パッキン、コンプレッサまたはポンプのシール部をいう。
- 1.3.33 「タンク室」とは、全てのタンク接続口とタンクバルブを含む燃料タンク周囲のガス密区域をいう。

1.4 検査要件

- 1.4.1 1988 議定書で修正された SOLAS 1974, chap. I, Part B の規定 6 または 7 に従って検査を実施し、証明書の発行を受けなければならない⁵。

第 2 章 船舶設計及びシステム設計

2.1 全般

- 2.1.1 ガス燃料エンジンという新たな概念またはこれまでと異なる概念や形態に対して、それによって生じる船体の構造強度及び全体性を脅かすリスクが解消されることを検証するため、リスク分析を実施しなければならない。ガス燃料エンジンの設置・運転・メンテナンスに関連する危険及びその結果として当然予測される故障に対し考慮を払わなければならない。
- 2.1.2 リスクは、承認を受けた実績あるリスク分析手法を用いて分析し、少なくとも機能の喪失、部材の損傷、火災、爆発、電気ショックを考慮しなければならない。リスク分析によって、可能な限りリスクが排除されることを保証しなければならない。排除できないリスクは必要程度まで軽減しなければならない。リスクの内容及び軽減手段は、操作マニュアルに明記しなければならない。
- 2.1.3 開放されたガス放出源を収容するいかなる区域においても、爆発によって以下のような事態を発生させてはならない。
- .1 爆発を起こした区域以外の別の区画を損傷させる。
 - .2 他のゾーンの正常な機能を阻害する。
 - .3 メインデッキより下の浸水あるいは継続的な浸水を起こす程度にまで船体を損傷させる。
 - .4 通常の運航状態でその場所に居る人にけがをさせる程度にまで業務区域や居住区域を損傷させる。
 - .5 制御ステーション及び必要電力を供給する配電盤室の機能を阻害する。

⁵ Revised survey guidelines under the harmonized system of survey and certification に関する決議 A.997(25) を参照のこと

- .6 救命装置あるいは関連する着水設備を損傷させる。
- .7 爆発で損傷した区域以外の消火設備の適正な機能を阻害する。
- .8 特に貨物、ガス及び燃料油を巻きこむ連鎖反応を起こす程度にまで船内の他の区域に被害を及ぼす。

2.2 材料に対する要件

- 2.2.1 ガスタンク、ガス配管、プロセス内の圧力容器、ガスと接触するその他の構成機器に使用される材料は、IGC Code chap. 6, Materials of construction に従わなければならない。CNG タンクの場合、IGC Code の規定にない材料の使用は監督機関が個別に判断してよい。
- 2.2.2 液化ガス用の配管システムの材料は、IGC Code 6.2 項に適合しなければならない。ただし開口端を有する排気管に使用する材料については、大気圧状態でのガス温度が -55°C 以上で、排気管部への液体の流入が起こりえない場合は、品質規制を緩和してよい。材料は一般的には公認基準に適合しなければならない。
- 2.2.3 融点が 925°C 未満の材料をガスタンク外部の配管に用いてはならない。ただし、低融点の材質が A-60 級の断熱材で覆われているガスタンクに取り付けてある短い配管はその限りではない。

2.3 区域の配置及び仕切り

2.3.1 区域の設定及び配置

ガス燃料を貯蔵、供給及び使用する区域は、危険場所の数と範囲が最小になるように設定及び配置しなければならない。

2.3.2 ガスコンプレッサ室

- 2.3.2.1 コンプレッサ室を設ける場合、タンク室に関する本指針の要件に適合するように設置できない場合は、乾舷デッキ上に配置しなければならない。
- 2.3.2.2 コンプレッサの駆動軸が隔壁またはデッキを貫通する場合は、その貫通部はガス密型としなければならない。

2.3.3 ガス燃料エンジンを収容する機関区域

- 2.3.3.1 ガス燃料エンジン用に複数の機関区域が必要で、これら区画が単一隔壁で仕切られる場合は、いずれの区域におけるガス爆発の影響も隣接する区域及び区域内の設備の全体性を損なうことなく封じ込めるかまたは通気されるようにしなければならない。

2.3.3.2 ガス燃料エンジン用の機関区域が ESD 保護される場合は、極力単純な幾何学形状としなければならない。

2.3.4 タンク室

2.3.4.1 出入り扉を含むタンク室の境界はガス密型としなければならない。

2.3.4.2 タンク室は A 類機関区域に隣接して配置してはならない。仕切りがコファダム方式による場合は、900 mm 以上とし A-60 級の断熱材をエンジン室側に貼り付けなければならない。

2.4 入り口及びその他開口の配置

2.4.1 ガス密型であろうとなかろうと扉を介してガス安全区域からガス危険区域へ直接立ち入ることは一般的には許可されてはならない。運転上の理由でそのような開口を必要とする場合は、IGC Code chap 3.6 (2 から 7) の要件に適合するエアロックを設置しなければならない。

2.4.2 コンプレッサ室をデッキ下に設けることが許可される場合は、実用上可能な限りオープンデッキからコンプレッサ室へ直接出入りできる独立したアクセスを確保しなければならない。デッキからの分離されたアクセスが実用的でない場合は、IGC Code chap.3.6 (2 から 7) の要件に適合するエアロックを設置しなければならない。

2.4.3 タンク室の入り口は高さ 300 mm 以上の敷居を設置しなければならない。

2.4.4 タンク室への出入りは、実用上可能な限り、オープンデッキからの独立した直接アクセスを確保しなければならない。タンク室がタンクを部分的にのみ覆う場合、タンクの周囲の部屋でタンク室への開口が設けられている部屋に対してもこの要件を適用しなければならない。デッキからの独立したアクセスが実用的でない場合は、IGC Code chap 3.6 (2 から 7) の要件に適合するエアロックを設置しなければならない。これらのアクセストラックには分離された通気を設置すること。ガスシステムの通常運転中にタンク室への許可なき立ち入りは不可能としなければならない。

2.4.5 ESD 保護機関区域への立ち入りが、船内の他の密閉区域からおこなわれる場合は、入り口には自動閉止扉を設置しなければならない。可聴可視警報を常時人が居る場所に設置し、ドアが 1 分以上連続して開いた場合には警報を作動させなければならない。代わりに自動閉止扉を 2 式直列に設置してもよい。

2.5 配管設計全般

2.5.1 この節の要件はガス配管に適用する。ガスタンク内部配管及び開口端配管に対し

て、監督官庁によるリスク評価のような個別審査の後に要件の軽減が許可される場合がある。

- 2.5.2 ガス配管は、機械的損傷から保護されなければならない。また問題となるような応力を発生させることなく熱膨張を吸収できるものでなければならない。
- 2.5.3 配管システムはフランジ接続箇所を最小限にし、溶接により接続されなければならない。ガスケットはブローアウトに対して保護されなければならない。
- 2.5.4 パイプの肉厚は以下を下回ってはならない。

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

ここで

t_0 = 理論肉厚

$t_0 = pD / (20Ke + p)$

ここで

p = 設計圧力 (bar)。2.5.5 を参照

D = 外径 (mm)

K = 許容応力 (N/mm²)。2.5.6 を参照

e = 効率係数。継目無管の場合、または溶接管認定メーカーが供給する継手方向溶接管もしくはスパイラル溶接管で、認定基準に基づく溶接部非破壊検査によって継目無管と同等とみなされる場合は $e = 1$ とする。これ以外の場合の効率係数は製造プロセスごとに監督機関が決定する。

b = 許容曲率 (mm)。 b の値は、内圧のみを考慮した曲がり部の計算応力が許容応力を超えないように選定する。そのような理由付けができない場合の b は

$$b = \frac{Dt_0}{2.5r} \quad (\text{mm})$$

ここで

r = 平均曲率半径 (mm)

さらに

c = 腐食代 (mm)。コロージョンあるいはエロージョンが予想される場合は、配管肉厚は他の設計条件に応じて増加させる。この余裕は配管の予測寿命にふさわしいものとする。

a = マイナス側の製造許容誤差 (%)

最小肉厚は公認基準に従わなければならない。

2.5.5 配管、配管システム、構成機器に対しては、必要に応じて以下に示す設計条件のうち大きい方の条件を適用する。

- .1 リリーフ弁とは切り離される可能性があり、常時蒸気のみで満たされるシステムや構成要素の場合は、システム内の初期条件がシステムの作動圧及び作動温度における飽和蒸気であると仮定した 45°C における過熱蒸気圧とする。監督機関の合意があれば (IGC Code 4.2.6.2 参照) 前後の温度としてもよい。
- .2 ガスタンク及びガス処理システムの MARVS
- .3 十分な容量を有する前提で、関連ポンプあるいはコンプレッサの吐出側リリーフ弁設定値
- .4 ガス配管システムの最大吐出ヘッドまたは負荷ヘッド
- .5 十分な容量を有する前提で、配管システムのリリーフ弁設定値、または
- .6 5 bar 以下にならない開口端を持つラインを除いて、10 bar の圧力

2.5.6 SUS を含む鋼製配管の場合、2.5.4 の強度・肉厚の式で使用する許容応力は以下の値の低い方とする

R_m/A あるいは R_e/B

ここで

R_m = 室温における最小引張強度の規定値 (N/mm²)

R_e = 室温における最小低降伏応力または 0.2%耐力の規定値 (N/mm²)

$A = 2.7$

$B = 1.8$

鉄鋼以外の材料で製造された配管の許容応力は、監督機関が決定する。

2.5.7 支持部、船体のたわみ、その他から受ける荷重の重ね合わせによる配管の損傷、破壊、過度の凹み、挫屈を防止するための機械強度上必要となる場合、2.5.4 で要求される以上に肉厚を増やさなければならない。これが非現実的、または過度の局部応力を発生させる場合は、設計変更によって荷重の低減、荷重からの保護または荷重の排除をしなければならない。

2.5.8 ガス配管システムは十分な構造強度を持たせなければならない。高圧ガス配管システムの場合、以下も考慮した応力解析をおこない、強度を確認しなければならない。

- .1 配管システムの自重による応力
- .2 加速度が大きい場合それによる荷重
- .3 船体の上反り・下反りによって発生する内部圧力及び荷重

2.5.9 フランジ、バルブ、継手などは 2.5.5 に定めた設計圧力を考慮して公認基準に適合

しなければならない。蒸気配管の伸縮管及び伸縮継手に対しては、2.5.5の規定より低い最小設計圧力が許容される場合がある。

- 2.5.10 高圧ガスシステムで使用する全てのバルブ及び伸縮継手は認定品でなければならない。
- 2.5.11 配管の直接接合（フランジを使わない接合）には、以下の接合方式が考えられる。
- .1 ルート部の完全溶込みが可能な突合せ溶接接合は、すべての用途に使用可とする。設計温度が -10°C 以下の場合の突合せ溶接は、2層盛り溶接あるいはそれ同等とする。これは裏当てリング、消耗インサート、または1層目に対するイナータガスによる裏当てによって達成される。設計圧力が 10 bar 以上、設計温度が -10°C 以下の場合には裏当てリングを除去する。
 - .2 監督機関が承認した寸法を有するスリーブ付き差込み溶接継手及びそれに伴う溶接は、外径が 50 mm 以下で設計温度が -55°C 以上の、開口端を有する配管に限って使用可とする。
 - .3 ねじ込み継手は、外径が 25 mm 以下の付属配管または計装配管に限って使用可とする。
- 2.5.12 フランジは、突合せ溶接型、差込み溶接型、ソケット溶接型を使用しなければならない。全ての配管に対して（開口端ラインを除く）以下を適用する
- .1 設計温度が -55°C 以下の場合、突合せ溶接型に限って使用可とする。
 - .2 設計温度が -10°C 以下の場合、呼び径が 100 mm を超えるものには差込み溶接型は使ってはならない。また呼び径が 50 mm を超えるものについてはソケット溶接型を使ってはならない。
- 2.5.13 上記以外の配管継手も、個別の検討結果に基づき使用を認められる場合がある。
- 2.5.14 炭素鋼、マンガン鋼、低合金鋼配管の突合せ溶接の場合、溶接後の熱処理をおこなわなければならない。肉厚 10mm 以下の配管の場合、設計温度及び設計圧力によっては監督機関によって応力除去の熱処理が免除される場合がある。
- 2.5.15 設計温度が -110°C 以下の場合、すべての分岐配管ごとの応力解析結果を提出しなければならない。この応力解析では、充満状態の配管自重（必要な場合は加速度重力も含む）、内圧、熱収縮、船体挙動によって発生するすべての荷重による応力を考慮しなければならない。 -110°C 以上の設計温度の配管に対しても、監督機関が応力解析を要求する場合がある。計算書の提出が求められない場合も含めていかなる場合でも、熱応力を考慮しなければならない。応力解析は認定基準に基づいて実施しなければならない。
- 2.5.16 ガス配管は舷側から 760 mm 以内に設置してはならない。

- 2.5.17 ガス配管は他の機関区域を通してはならない。ただしそのガス配管が機械的な損傷を受ける危険性が無視できるもので、途中で放出源が存在せず、さらにその室内にガス検知警報が設置されている場合は、二重管にすれば許可される。
- 2.5.18 窒素によるパージガス補給ライン及び供給ライン（ダブルブロック&ブリード弁がエンジン近傍に取り付いている場合は同弁まで可）を設置しなければならない。
- 2.5.19 ガス配管システムは十分な可撓性（フレキシビリティ）を持たせて設置しなければならない。必要な可撓性を持たせたことによって、予測可能なあらゆる運転環境においても配管システムの完全性を損なわないことを実証しなければならない。
- 2.5.20 ガス配管は、公認基準⁶に基づく識別塗装をしなければならない。
- 2.5.21 燃料ガス中に配管内で凝縮する可能性のある重い成分が含まれる場合は、ドレンポットを設けるか、あるいは同等の安全な液体抜き取り手段を講じなければならない。
- 2.5.22 液化したガスによって孤立する可能性がある各配管ライン及び部位にはリリーフ弁を設置しなければならない。
- 2.5.23 タンク及び配管が断熱材によって船体構造部から分離されている場合は、船体構造部とタンク及び配管の導電措置を講じなければならない。ガスケットを使った配管継手部とホース接続部も導電措置を講じなければならない。

2.6 システム構成

2.6.1 システム構成の選択肢

2.6.1.1 二通りのシステム構成が認められる。

- 1 ガス安全機関区域：正常状態・異常状態を問わずあらゆる状態においてガスの安全（gas safe）、すなわち本質ガス安全、とみなされるような機関区画に構成する。
- 2 ESD 保護機関区域：正常状態においては危険が存在しないが特定の異常状態では危険になる可能性があるような機関区域に構成する。ガスの危険性を伴う異常状態が発生した場合は、安全でない機器（点火源）と機関の緊急停止措置（ESD）を自動的に作動させる。また、この状態の間も使われるあるいは通電される機器類は安全認定品を使用する。

⁶ EN ISO 14726:2008 Ships and marine technology – Identification colours for the content of piping systems を参照のこと。

2.6.2 ガス安全機関区域

2.6.2.1 機関区域隔壁内のすべてのガス供給配管は、ガス密性の囲いによって囲まなければならない。すなわち二重管または二重ダクト構造としなければならない。

2.6.2.2 ガス供給の遮断を必要とするようなガス供給配管の漏れが発生した場合は、独立した別系統からの燃料供給を可能とする配管系統に構成しなければならない。あるいは代替としてマルチエンジン方式の場合は、エンジンあるいはエンジングループごとに燃料供給系統が独立したものが許可される。

2.6.2.3 単一燃料（ガスのみ）システムの場合、燃料貯蔵は、ほぼ大きさが等しい二個以上のタンクに分割しなければならない。各タンクは別の区画に設置しなければならない。

2.6.3 ESD保護機関区域

2.6.3.1 以下の条件を満足できれば、ガス密性の外側囲いを設けない機関区域内のガス供給配管が許容される。

- 1 推進力及び電力を発生させるエンジンは、共通の隔壁を持たない 2 つ以上の機関区域に分散して設置する。ただしその隔壁がどちらかの部屋の爆発に耐え得ることが立証されれば共通隔壁が許可される。異なる機関区域に分散するエンジン間の出力配分は、いずれかの区域への燃料供給が停止した場合も定格推進力の 40%以上と海上運航の定常の電力を維持できるものとする。焼却炉、不活性ガス発生器、油焚きボイラーは、ESD 保護機関区域に設置してはならない。
- 2 ガス機関、タンク及びバルブが設置される区域には、個々の区域の構成機器が基本的な機能を維持するために必要な最小限の設備、機器及びシステムだけが収容されるものとする。
- 3 機関区域内のガス供給ラインの圧力は 10 bar 以下でなければならない。すなわち、配管囲いの省略は、低圧システムに限って適用可能な考え方である。
- 4 5.5 及び 5.6 に示すように、ガス検知システムは、ガス供給（2 元燃料の場合は石油供給も）を自動的に遮断するとともに非防爆型機器の通電をオフにするよう構成すること。

2.6.3.2 単一燃料（ガスのみ）システムの場合、燃料貯蔵は、ほぼ大きさが等しい二個以上のタンクに分割しなければならない。各タンクは別の区画に設置しなければならない。

2.7 ガス機関区域内のガス供給システム

2.7.1 ガス安全機関区域に対するガス供給システム

2.7.1.1 密閉区域を通過するガス供給ラインは、2重管あるいは2重ダクトによって完全に囲わなければならない。この2重管あるいは2重ダクトは以下のいずれかを満足しなければならない。

- .1 ガス配管を内側のパイプにガス燃料を通す2重管構造とする。同心にある配管の間の空間はガス燃料の圧力よりも高い圧力で不活性ガスを充填する。パイプ間の不活性ガス圧低下を知らせる警報を設置すること。内側の管に高圧ガスを流す場合、ガスマスタ弁が遮断されたときは、ガスマスタ弁とエンジンの間の配管が自動的に不活性ガスでパージされるシステムに構成すること。
- .2 ガス燃料配管を換気されたパイプまたはダクト中を通し、ガス燃料配管と外側のパイプまたはダクトの間の空間を時間当たり30回以上換気する機械式負圧通気システムを備える。ガス検知による窒素の自動充填機能があれば、換気回数は時間当たり10回まで減らしてもよい。ファンモータは設置区域の防爆仕様に適合させること。換気排出口を防護スクリーンでカバーするとともに、排出場所は可燃性ガス・空気の混合体の着火の可能性がない場所を選ぶこと。

2.7.1.2 ガス配管の接合部及びガス噴射バルブへの接続部は、ダクトで完全に囲わなければならない。ただし噴射バルブ並びにシリンダカバーの交換及び/またはオーバーホールに支障がないようにダクトを取り付けなければならない。2重ダクトは、エンジン付属のガス配管及びガスがチャンバーに噴射されるまでの全経路に対して必要とされる⁷。

2.7.1.3 高圧配管の場合、ダクトの設計圧には以下の高い方の圧力を採用しなければならない。

- .1 最大ビルトアップ圧力：ダクトに流入するガスによって発生する破裂箇所近傍の静圧
- .2 破裂箇所近傍の局所的な瞬時ピーク圧力：臨界圧がこれに相当すると考え、次式で与えられる

$$P^* = P_0 \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k+1}}$$

ここで

P_0 = 内管の最大作動圧

$k = C_p/C_v$ 、定圧比熱を定容比熱で割った値

$k = 1.31$ 、CH₄の場合

⁷ 低圧エンジンのエア吸気側にガスを供給する場合、ガス検知器がエンジンの真上に設置されていれば、エア吸気配管を囲う2重ダクトは省略してもよい。

上記の圧力を受ける場合に、直管部の薄肉接線応力が引張強度を 1.5 で割った値 ($R_m/1.5$) を超えてはならない。その他の配管要素の定格圧力は、直管部の強度と同等レベルを反映したものでなければならない。

上記の式で求めたピーク圧力を使用する代案として、代表試験によって判明したピーク圧力を使用してもよい。その場合は試験報告書を提出しなければならない。

- 2.7.1.4 低圧配管の場合のダクトは、ガス配管の最大作動圧を超えない設計圧力に対応した寸法としなければならない。さらに、ガスパイプの破損の際の推定最大圧力にダクトが耐えられることを証明する耐圧試験を実施しなければならない。
- 2.7.1.5 高圧ガス配管の配置・施工は、疲労破壊を起こすことなく主エンジンの振動を吸収するために必要な可撓性を配管に持たせなければならない。この点においては、分岐配管の長さや形態が重要な要因となる。

2.7.2 ESD保護機関区域のガス供給システム

- 2.7.2.1 ガス供給システムの圧力は 10 bar を超えてはならない。
- 2.7.2.2 ガス供給ラインの設計圧力は 10 bar 以上としなければならない。

2.8 ガス燃料貯蔵

2.8.1 液化ガス貯蔵タンク

- 2.8.1.1 液化ガス用貯蔵タンクは、IGC Code chap. 4 に基づき設計した独立タンクとしなければならない。
- 2.8.1.2 タンクへの配管接続部は、通常はタンクの最高液面より上に設けなければならない。ただし監督機関の個別審査によって最高液面より低い部位での接続が許可される場合がある。
- 2.8.1.3 IGC Code chap. 8 で要求された圧力リリーフ弁を取り付けなければならない。
- 2.8.1.4 圧力リリーフ弁の排気口の高さは、露天デッキ上 B/3 または 6 m の高さの高いほう (B は船体の最大型幅: m) より高く、さらに作業区域および舷門上 6 m 以上の高さになるようにしなければならない。排気口は、通常以下のもっとも近いものから 10 m 以上離さなければならない。

- .1 居住区域、業務区域及び制御区域のエア吸気口、エア排気口、または他のガス安全区域
- .2 機関区域または炉設備からの排気口

- 2.8.1.5 液化ガス用貯蔵タンクは、標準温度において満杯の 98%を超えて充填してはならない。ここで標準温度の定義は IGC Code 15.1.4 項に示されものである。実際の充填温度に対する充填限界カーブは、IGC Code 15.1.2 項に示された式から作成しなければならない。タンクの保温あるいは設置場所から判断してタンクの内容物が外部の火気によって加熱される可能性が非常に小さい場合は、個別審査によって標準温度を使って計算した以上の充填限界が許容される場合があるが、95%を超えることはない。
- 2.8.1.6 ガス機関システムを使わずに貯蔵タンク内の液化ガスを空にする手段を準備しなければならない。
- 2.8.1.7 燃料タンクを空にする、ガスパージをおこなう、換気をするといった作業がガス配管システムを使って可能でなければならず、このための手順書を作成しなければならない。タンク及びガス配管中に爆発性の危険雰囲気が存在するのを避けるため、換気作業に先立ち、例えば窒素、CO₂ またはアルゴンを使って不活性化を実施しなければならない。
- 2.8.2 圧縮ガス貯蔵タンク
- 2.8.2.1 圧縮ガス用貯蔵タンクは監督機関の認定及び許可を受けなければならない。
- 2.8.2.2 圧縮ガス用タンクには、タンクの設計圧以下に設定され、2.8.1.4 に示す位置に排気口を設けた圧カリリーフ弁を取り付けなければならない。
- 2.8.3 オープンデッキ上の貯蔵
- 2.8.3.1 圧縮ガス、液化ガスともにオープンデッキ上での貯蔵が許可される。
- 2.8.3.2 貯蔵タンクまたはタンクバッテリーは、舷側から B/5 以上離して設置しなければならない。旅客船以外の船舶の場合は、舷側から B/5 以内でも 760 mm 以上離れていれば許可される。
- 2.8.3.3 ガス貯蔵タンクまたはタンクバッテリー及び機器は、漏れたガスが蓄積しないように十分な自然換気が保証される場所に設置しなければならない。
- 2.8.3.4 最高液面（2.8.1.2 項を参照）より下に接続口を有する液化ガスタンクは、配管接続口の損傷によって漏れる可能性がある量を収容するに十分な容量を持つ漏れ受け皿をタンクの下に取り付けなければならない。漏れ受け皿の材質は SUS 鋼とし、液化ガスが漏れた場合に船体もしくはデッキ構造体が許容範囲を超える冷却を受けないような有効な仕切りあるいは隔壁を設けなければならない。
- 2.8.4 密閉区域内での貯蔵

2.8.4.1 液化された状態のガスは、最大許容作動圧力を 10 bar として、密閉区域で貯蔵することができる。密閉区画での圧縮ガスの貯蔵及び 10 bar を超える圧力のガスタンクの設置は、通常は許容されない。しかし 2.8.4.3 項に加えて、以下の条件が満足されるのであれば、監督官庁による個別審査及び承認を経て許可される場合がある。

- .1 タンクに影響する可能性のある火災の場合に、タンクを減圧する適正な手段を有すること。
- .2 ガスの漏洩拡散によって生じる可能性がある最低温度を条件として隔壁が設計されていない限りは、高圧ガスの流出及びその結果の凝縮に対して、タンク室の全表面に適正な熱的保護が施されていること。
- .3 タンク室内に固定消火設備が設置されていること。

2.8.4.2 ガス貯蔵タンクは可能な限り中心線近くに設置しなければならない。

- .1 舷側から、 $B/5$ と 11.5 m の短い方の距離以上離すこと。
- .2 船底外板から、 $B/15$ と 2 m の短い方の距離以上離すこと。
- .3 シェル板から 760 mm 以上離すこと。

旅客船及び多胴船以外の船舶の場合は、舷側から $B/5$ 以内にタンクを置くことが許可される場合がある。

2.8.4.3 貯蔵タンク及び関連するバルブ並びに配管は、液化ガスあるいは圧縮ガスが漏れた場合に、二次防壁として機能するように設計された区域に設置しなければならない。この区域の隔壁の材料はガスタンクと同じ設計温度を有するものとし、形成される最大圧力に耐えるようにこの区域を設計しなければならない。代案として、安全な場所（マスト）に排出される圧力リリーフ換気装置を設置することもできる。この区画は、漏れを収容できる容量を待たなければならず、液化ガスあるいは圧縮ガスが漏れた場合でも周辺の船体が許容範囲を超える冷却に暴露されないよう断熱を施さなければならない。この二次防壁区画は、これらの指針の別な部分では「タンク室」と呼ばれる。タンクが 2 重構造になっていて、外側のタンクシェルが耐低温材でできている場合は、タンク室は、すべてのタンク接続部とバルブを囲うが外側のタンクシェル全体は必ずしも囲わないようなタンクの外側シェルに全長溶接されたボックスとして設計することができる。

2.8.4.4 このタンク室は、外側シェルに溶接され、タンクの配管接続口、バルブ、配管のすべてを収容する SUS 製のボックスと一体になった SUS 製の真空断熱されたタンクの外側シェルとして認められる。この場合、換気及びガス検知に対する要件はボックスに対しては適用しなければならないが、タンクの二重防壁に対しては必ずしも適用しなくてよい。

2.8.4.5 タンク室からのビルジサクションを設ける場合は、船体の他のビルジシステムと接続してはならない。

2.9 機関区域の外の燃料補給システム及び分配システム

2.9.1 燃料補給ステーション

2.9.1.1 補給ステーションは、十分な自然換気が確保できる場所に設置しなければならない。密閉あるいは半密閉された補給ステーションには特別な配慮を払わなければならない。補給ステーションは、居住区、貨物/作業デッキ及び制御ステーションとは物理的に仕切る、すなわち構造的に遮蔽しなければならない。接続部及び配管は、ガス配管の損傷によって船内ガス貯蔵タンクが損傷して制御不能なガス流出をもたらす、といったことが発生しないような配置及び構造としなければならない。

2.9.1.2 液化ガス補給接続口及び漏れを生じる可能性がある場所の下には、漏れ受け皿を設置しなければならない。漏れ受け皿は SUS 製とし、できるだけ海面近くまで延長した配管を経由して舷側越しに排出しなければならない。この配管は補給作業時に仮設するものでよい。液化ガスが漏れた場合も、周辺の船体及びデッキ構造体が許容範囲を超える冷却に暴露されてはならない。圧縮ガスの補給ステーションの場合は、噴出した低温噴流が周辺の船体構造部に衝突するのを防止するため低温鋼の遮蔽カバーを設置しなければならない。

2.9.1.3 補給作業は、補給操作に関わる安全な場所から制御可能でなければならない。同じ場所で、タンク圧とタンクレベルが監視されなければならない。過補給警報及び自動停止もこの場所で表示しなければならない。

2.9.2 補給システム

2.9.2.1 補給システムは、貯蔵タンクへ充填する間、ガスが大気中に放出されないよう配慮しなければならない。

2.9.2.2 直列配置された手動遮断弁及び遠隔操作遮断弁、または手動/遠隔操作併用弁を補給ラインごとに陸側の接続口近くに設置しなければならない。補給作業の制御場所及び/あるいは他の安全な場所でその遠隔操作弁の解除が可能でなければならない。

2.9.2.3 ガス補給ライン周囲のダクト内の換気が停止した場合は、可視可聴警報が補給制御場所で作動しなければならない。

2.9.2.4 補給ライン周囲のダクト内でガスを検知した場合は、可視可聴警報が補給制御場所で作動しなければならない。

2.9.2.5 補給完了時に補給配管から液体を抜き出す手段を設けなければならない。

2.9.2.6 補給ラインは、ガスパーズ及び不活性化が可能なように配置しなければならない。運航中に補給パイプ内にガスが残ってはならない。

2.9.3 機関区域外側の分配システム

2.9.3.1 ガス燃料配管は、居住区域、業務区域、制御ステーションを通過させてはならない。

2.9.3.2 ガスパイプが船内の密閉区域を通過する場所では、配管をダクトで囲わなければならない。このダクトは、時間当たり 30 回の換気回数で機械式の負圧換気をおこなうとともに、5.5 項に規定するガス検知システムを設置しなければならない。

2.9.3.3 ダクトの寸法は、2.7.1.3 項と 2.7.1.4 項を満足しなければならない。

2.9.3.4 ダクト換気の吸入口は、点火源から離れた外気中に設置しなければならない。

2.9.3.5 外気中に敷設するガス配管は、偶発的な機械的衝撃によって損傷されないような場所を通さなければならない。

2.9.3.6 ガスエンジンを収容する機関区域の外に敷設する高圧ガス配管は、破裂の場合の人災リスクを最小化させるように敷設及び保護しなければならない。

2.10 換気システム

2.10.1 全般

2.10.1.1 危険区域の換気ダクトは、非危険区域の換気ダクトから分離しなければならない。換気は船舶が運航されるあらゆる温度条件において機能しなければならない。電動ファンモータは、換気対象区域と同じ危険区域用として認定されていない限りは、危険区域の換気ダクト中に設置してはならない。

2.10.1.2 ガス放出源を収容する区域を対象とする換気ファンの設計は、以下を満足しなければならない。

- .1 ファン駆動モータは設置場所に見合う防爆仕様とすること。換気ファンは、換気対象の区域またはその区域に関連する換気システムにおいて蒸気点火源とならないこと。換気ファン及びファン近傍のダクトは以下のようなスパークレス構造とすること。
 - .1 静電気防止のため、インペラ及びハウジングを非金属製とする。
 - .2 インペラ及びハウジングを非鉄金属製とする。
 - .3 インペラ及びハウジングをオーステナイト系ステンレス製とする。
 - .4 インペラをアルミ合金製またはマグネシウム合金製とし、ハウジングを鉄製（オーステナイト系ステンレスも含む）とする。さらにハウジング

のインペラに近い部分に静電気防止及びリングとハウジング間のコロージョン防止のため適正な厚みの非鉄金属製リングをはめる。

- .5 インペラ及びハウジングを鉄製（オーステナイト系ステンレスも含む）として、先端の設計隙間を 13 mm 以上とする。
 - 2 インペラとケーシング間の半径隙間を、ベアリング近傍のインペラ軸径の 0.1 倍あるいは 2 mm の大きい方の隙間以上とする。ただし 13 mm 以上とする必要はない。
 - .3 アルミ合金製またはマグネシウム合金製の固定部または回転部及び鉄製の固定部または回転部の組み合わせは、先端隙間にかかわらず、スパークの危険性があると考えられ、この場所では使用してはならない。
 - .4 舷側に換気ユニットを設置する場合は、ユニット自体が船体に安全に固定されることが確実な方法を講じなければならない。
- 2.10.1.3 換気量が必要量以下に低下した場合は、常時人が居る場所で可聴可視警報を作動させなければならない。
- 2.10.1.4 いかなるガスの蓄積も防止するため、この指針で別途規定されない限り、十分な個々の能力を有する独立したファンによって換気システムを構成しなければならない。
- 2.10.1.5 密閉された危険区域用のエア吸気は、当該の吸気を実行しなければ危険が存在しない区域から取り込まなければならない。密閉された非危険区域用のエア吸気は、危険場所との境界から 1.5 m 以上離れた非危険場所から取り込まなければならない。吸気ダクトがより危険度の高い区域を通過する場合は、ガスがダクト内に侵入してこないことがダクトの機械的完全性とガス密性によって保証されない限り、この区域に対してプラス圧を持たなければならない。
- 2.10.1.6 非危険区域からの換気排出口は、危険場所の外側に設置しなければならない。
- 2.10.1.7 密閉された危険区域からの換気排出口は、当該の排出を実行しなければ換気される区域よりも危険性が同じかより低い開放場所に設置しなければならない。
- 2.10.1.8 換気プラントの必要とする容量は、通常は部屋の全容積で決まる。複雑な形状の部屋に対しては必要とする換気容量が増加する場合がある。
- 2.10.1.9 危険場所に通じる開口を有する非危険区域は、エアロックを装備するとともに外部の危険場所に対してプラス圧を保持しなければならない。プラス圧の換気は以下の要件に基づいて実行されなければならない。
- .1 最初の起動中またはプラス圧換気の喪失後は、プラス圧無しではその区画に必要とされる安全認定に適合しないすべての電気品は、以下の手順を踏んだ後に通電すること。
 - .1 パージを実行する（少なくとも 5 回の換気回数）または、区画が危険で

ないことを実測によって確認する。

- .2 区画にプラス圧を掛ける。
- .2 プラス圧換気の運転状態を監視すること。
- .3 プラス圧換気が故障した場合は
 - .1 可聴可視警報を常時人がいる場所で作動させること。
 - .2 プラス圧が瞬時に回復しない場合は、公認基準⁸に従って自動的に、すなわちシーケンシャルに電気品の接点を遮断すること。

2.10.2 タンク室

2.10.2.1 ガス貯蔵タンク室には、時間当たり 30 回以上の換気能力を有する有効な負圧型機械式強制換気システムを設置しなければならない。その他の適正な防爆手段が講じられる場合は、換気回数を減らすことができる。代替設備に対して、その等価性を安全分析によって証明しなければならない。

2.10.2.2 タンク室用の換気ダクトには、認定済みフェイルセーフ型自動防火ダンパを取り付けなければならない。

2.10.3 ガス燃料エンジンを収容する機関区域

2.10.3.1 ガス燃料エンジンを収容する機関区域用の換気装置は、他のすべての換気装置から独立させなければならない。

2.10.3.2 ESD 保護機関区画には、時間当たり 30 回以上の換気能力を有する換気装置を設置しなければならない。換気装置は、区域全体の良好な空気循環がおこなわれるとともに、特に室内に形成されたガス溜まりが確実に検知されなければならない。代案として、機関区域でガスが検知された場合に換気回数が自動的に時間あたり 30 回に増やすことを前提とするのであれば、通常の運転状態では機関区域の換気回数を時間あたり 15 回以上とする換気方式が許容される。

2.10.3.3 換気ファンの個数と出力は、主配電盤または緊急配電盤から独立回路を引いた 1 台のファン、あるいは主配電盤または緊急配電盤から共通回路を引いた 1 群のファンが停止しても、全換気能力の 50% 以上は低下させないようなものでなければならない。

2.10.4 ポンプ及びコンプレッサ室

2.10.4.1. ポンプ及びコンプレッサ室には、時間当たり 30 回以上の換気能力を有する有効な負圧型機械式換気システムを設置しなければならない。

2.10.4.2. 換気ファンの個数と出力は、主配電盤または緊急配電盤から独立回路を引いた 1 台のファン、または主配電盤または緊急配電盤から共通回路を引いた 1 群のファ

⁸ IEC 60092-502:1999 Electrical Installations in Ships – Tankers – Special Features, table 5 を参照のこと。

ンが停止しても、全換気能力の 50%以上は低下させないようなものでなければならない。

- 2.10.4.3. ポンプまたはコンプレッサの運転中は、ポンプ及びコンプレッサ室の換気システムを運転しなければならない。
- 2.10.4.4. 区域の危険場所分類が換気装置によって変わる場合は、以下を適用しなければならない。
- .1 1 回目の起動中または換気の喪失後は、換気無しの条件では危険場所分類に対応した認定に適合しない電気品は、区域のパーズ後（換気回数 5 回以上）に通電すること。
 - .2 換気装置の運転状態を監視すること。
 - .3 換気装置が故障した場合は以下を適用すること
 - .1 可視可聴警報を常時人が居る場所で作動させる。
 - .2 可及的速やかに換気装置を復旧する。
 - .3 換気設備が一定時間後も復旧できない場合は、電気設備の電源を落とす⁹。電源オフは危険場所の外で実行されるものとし、電源が許可なく再投入されないよう、例えばロックスイッチなどの防護策を講じる。

第 3 章 火災安全

3.1 全般

3.1.1 この章の要件は、SOLAS chap. II-2 の要件に追加するものである。

3.1.2 コンプレッサ室は、防火目的からは A 類機関区域とみなさなければならない。

3.2 防火

3.2.1 デッキ上に設置されるタンクまたはタンクバッテリーは、居住区、業務ステーション、貨物区域、機関区域との間を、A-60 級の断熱仕様で遮蔽しなければならない。

3.2.2 タンク室境界および隔壁デッキ下にあるそのような区域用の換気ダクトは A-60 級仕様としなければならない。ただし、部屋が、火災リスクがほとんどまたはまったくなく、空所及び補機区域、洗面所及びそれに類似する区域に隣接する場合は、断熱仕様を A-0 級に落としてもよい。

3.2.3 オープンデッキ上の Ro-Ro 区域を通過するガス配管の火災保護及び機械的保護は、用途及び配管圧力によって監督機関の個別審査を受けなければならない。オープンデッキ上の Ro-Ro 区域を通過するガス配管には、車両の衝突による損傷を防止するための保護柵あるいは車止めを設置しなければならない。

⁹ 0 種に適合する本質安全機器は電源を落とさなくてもよい。認定済み難燃性照明は別の遮断回路にしてもよい。

- 3.2.4 燃料補給ステーションは他の区域との間を A-60 級の断熱仕様で分離しなければならない。ただし火災リスクがほとんどまたはまったくないタンク、空所並びに補機区域、及び洗面所並びにそれに類似する区域との間には、断熱仕様を A-0 級に下げてもよい。
- 3.2.5 複数の機関区域が必要で、これらが 1 枚の隔壁で仕切られる場合は、その隔壁は A-60 級仕様としなければならない。
- 3.2.6 IGC Code の対象外となる船内コンプレッサ室は、耐火断熱要件として A 類機関区域とみなさなければならない。

3.3 消火

3.3.1 消防主管

- 3.3.1.1 以下に要求する散水システムは、必要数の消火栓並びに消火ホース及び散水システムを同時に使用する場合でも消火ポンプが十分な流量と圧力を確保できるのであれば、消防主管の一部とすることができる。
- 3.3.1.2 貯蔵タンクをオープンデッキ上に設置する場合は、消防主管の損傷部位を切り離すために消防主管に遮断弁を設置しなければならない。消防主管の一部分の遮断によって、水を止めた部位の上流側の消火配管を停止させてはならない。

3.3.2 散水システム

- 3.3.2.1 デッキ上のガス貯蔵タンクの冷却並びに防火用として及び露出部を覆うため散水システムを設置しなければならない。
- 3.3.2.2 散水システムは、上記全域を水平投影面に対して 10 l/min/m^2 、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。
- 3.3.2.3 損傷した部位を切り離せるように、ストップ弁を少なくとも 40 m ピッチで取り付けるか、火災の場合にも消失しそうでない安全かつ容易に近寄れる場所に取り付けた操作弁でシステムを 2 つ以上のセクションに分割しなければならない。
- 3.3.2.4 散水ポンプの流量は、上記の保護対象場所中でもっとも水圧を必要とする場所に十分な水量を供給できるものとしなければならない。
- 3.3.2.5 船内の消防主管への接続は、ストップ弁を介したものでなければならない。
- 3.3.2.6 散水装置供給ポンプの遠隔起動ボタン及びシステム中の常時閉バルブの遠隔操作ボタンを、保護対象場所の火災の場合にも消失しそうでない容易に近寄れる

場所に設置しなければならない。

- 3.3.2.7 ノズルはフルボア型の認定品とし、保護対象場所全域にわたって有効な水量分布を保証するよう配置しなければならない。
- 3.3.2.8 監督機関によるデッキ上冷却能力試験に合格した場合には、散水システムと等価なシステムの設置が認められる。

3.3.3 乾式粉末消火システム

- 3.3.3.1 燃料補給ステーション内では、漏れる可能性のあるすべての場所が恒久的に設置された乾式粉末消火設備によってカバーされなければならない。45 秒以上の間に、3.5 Kg/s 以上噴射する能力を有するものでなければならない。システムは、保護対象場所の外側の安全な場所から容易に手動放出操作がおこなえるものでなければならない。
- 3.3.3.2 容量 5 kg 以上の可搬式乾式粉末消火器を 1 個燃料補給ステーション近傍に設置しなければならない。

3.4 火災検知及び警報システム

3.4.1 火災検知

- 3.4.1.1 認定を受けた固定型火災検知システムをタンク室及びデッキ下タンク室用換気トランクに設置しなければならない。
- 3.4.1.2 煙感知器のみでは迅速な火災検知として十分と考えるてはならない。
- 3.4.1.3 火災検知システムが個別の検知器を遠隔で識別する手段を持たない場合は、検知器は独立したループに分散させなければならない。

3.4.2 警報及び安全措置

- 3.4.2.1 ガス燃料エンジン及びタンク室を収容する機関区域における火災検知の際の必要な安全措置を第 5 章の表 1 に示す。加えて、自動的に換気装置を停止させ、防火ダンパを閉としなければならない。

第 4 章 電気設備

4.1 全般

- 4.1.1 この章の規定は SOLAS chap. II-1, Part D の該当する電気要件と併せて適用しなければならない。

- 4.1.2 オープンデッキ上の危険場所及びこの章で規定されないその他の区域は、公認基準¹⁰に基づいて決定されなければならない。危険場所内に設置する電気品は同じ基準に従わなければならない。
- 4.1.3 公認基準に基づく運航上不可欠なものを除き¹¹、通常は電気品及び配線を危険場所に設置してはならない。
- 4.1.4 ESD 保護機関区域に設置する電気品は以下を満足しなければならない。
- .1 火災・ハイドロカーボン検知器及び火災・ガス警報に加えて、照明器具及び換気ファンも 1 種危険場所の安全認定品とすること。
 - .2 ガス燃料エンジンを収容する機関区域内にあって、1 種認定品でない全ての電気品は、20%LEL を超えるガス濃度がガス燃料エンジンを収容する区域内の 2 個の検出器で検出された場合は、自動的に電源を遮断すること。
- 4.1.5 可燃性のガス/液体を移送する場合、燃料供給者と船内の補給ステーションの間は均等接続としなければならない。
- 4.1.6 ケーブル貫通部はガス拡散を制約する要件を満足しなければならない。

4.2 危険場所の分類

4.2.1 全般

- 4.2.1.1 場所の分類は、爆発性雰囲気形成される可能性のある場所を分析し分類する手法である。分類の目的は、これらの場所で安全な操作が可能な電気品を選定できるようにすることである。
- 4.2.1.2 適正な電気品を選定と適切な電気設備の設計を可能とするため、危険場所は 1 種から 3 種に分類される¹²。以下の 4.3 も参照のこと。
- 4.2.1.3 区域の危険場所分類は換気設備によって変わる場合がある¹³。
- 4.2.1.4 オープンデッキ上の隣接する危険場所に通じる開口を有する区域は、プラス圧に保つことによって、危険度を減じるあるいは非危険区域にできる場合がある。そのようなプラス圧化に関する要件は 2.10 に示される。

¹⁰ IEC 60092-502, Part 4.4: Tankers carrying flammable liquefied gases 4.4 項を参照のこと。

¹¹ 機器の型式及び設置に関する要件は場所分類に応じて、IEC 60092-502:1992 Electrical Installations in Ships – Tankers – Special Features 及び IEC 60079-10-1:2008 Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of Areas – Explosive gas atmospheres に準拠すること。

¹² IEC 60079-10-1:2008 Explosive atmosphere – Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres を参照のこと、また指針及び参考例が IEC 60092-502:1999 Electrical Installations in Ships – Tankers – Special Features for tankers にある。

¹³ IEC 60092-502:1999 Electrical Installations in Ships – Tankers – Special Features for tankers の Table 1 を参照のこと。

4.2.1.5 換気ダクトは、換気対象の区域と同じ危険場所分類としなければならない。

4.3 危険場所分類の定義

4.3.1 0 種危険場所

この危険度には以下が含まれる

- 1 ガスタンク内部、ガスタンク用の圧力リリーフ配管または他のガスを含む配管並びに機器用の換気システム¹⁴

4.3.2 1 種危険場所

この危険度には以下が含まれる

- 1 タンク室
- 2 2.10.4 項に基づく換気装置を備えたガスコンプレッサ室
- 3 ガスタンク排出口、ガスまたは蒸気の排出口、バンカーマニフォールド弁、その他ガス弁、ガス配管フランジ、ガスポンプ室換気排出口及び温度変化によるガスまたは蒸気混合体の微量出入りを可能とするためのガスタンク換気口、から 3 m 以内のオープンデッキ上の場所またはデッキ上の半密閉区域¹⁵
- 4 ガスコンプレッサ・ポンプ室出入口、ガスコンプレッサ・ポンプ室換気吸気口及び 1 種区域に通じるその他の開口から、1.5 m 以内のオープンデッキ上の場所またはデッキ上の半密閉区域
- 5 ガスバンカーマニフォールド弁周辺の漏れ溜めの中及び周囲 3 m 以内でデッキ上の高さ 2.4 m より下のオープンデッキ上の場所
- 6 ガス配管が通る密閉または半密閉区域、例えばガス配管を囲うダクト、半密閉補給ステーション。及び
- 7 ESD 保護機関区域は、正常運転中は非危険場所とみなされるが、ガス漏れ発生時は 1 種危険場所に変更される

4.3.3 2 種危険場所

この危険度には以下が含まれる

- 1 1 種危険場所の開放区域または半密閉区域の周囲 1.5 m 以内の場所¹⁶

¹⁴ ガスまたは液化ガスと接触する計器及び電気機器は、0 種適合品とすること。サーモウェルに取り付ける温度計及び分離チャンバーを持たない圧力計は本質安全型 Ex-ia とすること。

¹⁵ そのような場所には、例えば、ガスタンクハッチ、オープンデッキ上のガスタンクのアレージホールまたは付深測管、及びガス蒸気排出口から 3 m 以内のすべての場所が該当する。

¹⁶ 危険場所区分に応じて IEC 60092-502:1999 Electrical Installations in Ships – Tankers – Special Features または IEC 60079-10-1:2008 Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas を参照し、本基準で特別な規定がなければそれに準じる

第5章 制御、監視、及び安全システム

5.1 全般

- 5.1.1 補給配管ごとに現場指示圧力計をストップ弁と陸側接続口の間に取り付けなければならない。
- 5.1.2 圧力計をガスポンプ排出ライン及び補給ラインに取り付けなければならない。
- 5.1.3 各タンク室内の独立した液化ガス貯蔵タンク周囲のビルジピットにはレベル計と温度計を設置しなければならない。ビルジピットの液面上昇に対して警報を作動させなければならない。温度低下検出によって自動的にメインタンク弁を閉じることとする。

5.2 ガスタンクの監視

- 5.2.1 IGC Code 13.2 及び 13.3 節に規定されるように、ガスタンクの過充填を監視し、それを防止しなければならない。
- 5.2.2 各タンクは、1 個以上の現場指示圧力計と操作場所における遠隔表示圧力計によって監視しなければならない。圧力指示メータにはタンクの許容上下限を明示しなければならない。加えて船橋上に高圧警報を設け、真空保護が必要な場合は低圧警報も設置しなければならない。警報は、安全弁の設定圧に到達する前に作動しなければならない。

5.3 ガスコンプレッサの監視

ガスコンプレッサに対しては船橋と機関室の両所に可視可聴警報を設置しなければならない。少なくとも警報は、ガス吸入圧低下、ガス吐出圧低下、ガス吐出圧上昇、コンプレッサ運転中を知らせなければならない。

5.4 ガスエンジンの監視

- 5.4.1 SOLAS Chapter II-1, Part C に従って設置する計器に加えて、航海船橋、機関制御室及び操縦台には以下の表示器を設置しなければならない。
 - .1 ガス専焼エンジンの場合、エンジン運転中
 - .2 2 元燃料エンジンの場合、エンジン運転中及び運転モード
- 5.4.2 漏れたガスがシステム媒体（潤滑油、冷却水等）中に直接混入する可能性がある補機システムは、ガス拡散を防止するため適正なガス抜き手段をエンジンからの取り出し口の後に直接取り付けなければならない。補機システム媒体から抜き出されたガスは大気へ開放された安全な場所に排出しなければならない。

5.5 ガス検知

- 5.5.1 タンク室、ガス配管廻りのすべてのダクト、ESD 保護機関区域、コンプレッサ室及びダクトで囲われていないガス配管またはその他ガス機器を収容する密閉区域に対しては、恒久的なガス検知器を設置しなければならない。ESD 保護機関区域には、区域ごとに独立したガス検知システムを 2 式設置しなければならない。
- 5.5.2 各区域の検知器の数は、当該区域の大きさ、配置、換気などを考慮して決定しなければならない。
- 5.5.3 ガスが溜りそうな場所及び/または換気排出口中には、検出装置を設置しなければならない。配備を最適なものとするため、ガス拡散解析または物理的な煙試験を実施しなければならない。
- 5.5.4 蒸気濃度が低爆発限界（LEL）の 20%に達する前に、可視可聴警報を作動させなければならない。ガス燃料エンジンを収容する機関区域内のガス配管を囲う換気ダクトの場合は、警報設定は LEL の 30%としてよい。保護システムの場合は LEL の 40%で作動させなければならない。
- 5.5.5 ガス検知装置による可視可聴警報は船橋上とエンジン制御室に設置しなければならない。
- 5.5.6 ガス配管ダクト及びガス燃料エンジンを収容する機関区域のガス検知は、遅れを生じない連続的なものでなければならない。

5.6 ガス供給システムの安全機能

- 5.6.1 各ガス貯蔵タンクには、遠隔操作が可能なタンク弁をタンク取り出し口のできるだけ近くに取り付けなければならない。
- 5.6.2 各エンジンまたはエンジン群へのガス供給主ラインには、直列に配置した手動ストップ弁と自動ガス燃料マスタ弁、または手動/自動併用操作弁を設置しなければならない。当該バルブは、ガス燃料エンジンを収容する機関区域の外側に敷設した配管途中に設置するものとし、ガスヒータが設置される場合は極力その近傍に設置しなければならない。ガス燃料マスタ弁は表 1 に示すように、ガス供給を自動的に遮断しなければならない。
- 5.6.2.1 自動ガス燃料マスタ弁は、ガス燃料エンジンを収容する機関区域内の適正な数の場所、機関区域外の適切な場所及び船橋から操作可能でなければならない。
- 5.6.3 ガスを消費する機器ごとに、ダブルブロック&ブリード弁を 1 セット設置しなけ

ればならない。当該バルブは、表 1 に示すように自動遮断が起動された場合、直列に配置された 2 個のガス燃料弁を自動的に閉じて通気弁を自動的に開くような .1 または .2 (各々図 1 のケース 1 及びケース 2 に示す) に示す配置すること。

- .1 当該バルブのうち 2 個のバルブは、ガスを消費する機器へのガス燃料配管中に直列に設置しなければならない。3 番目のバルブは、直列に設置した 2 個のバルブの間にあるガス燃料配管中のガスを大気中の安全な場所に放出する配管中に設置しなければならない。
- .2 直列に設置された両バルブのうちの一つのバルブ及び換気弁の機能は、ガス利用機器への流れを遮断して通気を開くように配置された一つのバルブに合体できる。

5.6.3.1 2 個のブロック弁は中立 - 閉型で、換気弁は中立 - 開型としなければならない。

5.6.3.2 このダブルブロック&ブリード弁は、エンジンの通常停止にも使用しなければならない。

5.6.4 ガス燃料マスタ弁が自動的に閉とされた場合、エンジンからパイプへの逆流が想定されるときには、ダブルブロック&ブリード弁より下流のすべてのガス供給枝管を通気しなければならない。

5.6.5 エンジンのメンテナンス時の安全な遮断を保証するため、ガス供給ラインにはダブルブロック&ブリード弁の上流に手動弁を設置しなければならない。

5.6.6 単一エンジン設備及び複数エンジン設備を問わず、エンジンごとに分離されてマスタ弁が設置されている場合は、ガス燃料マスタ弁とダブルブロック&ブリード弁は機能的に一体とすることができる。高圧システムの例を図 1 及び図 2 に示す。

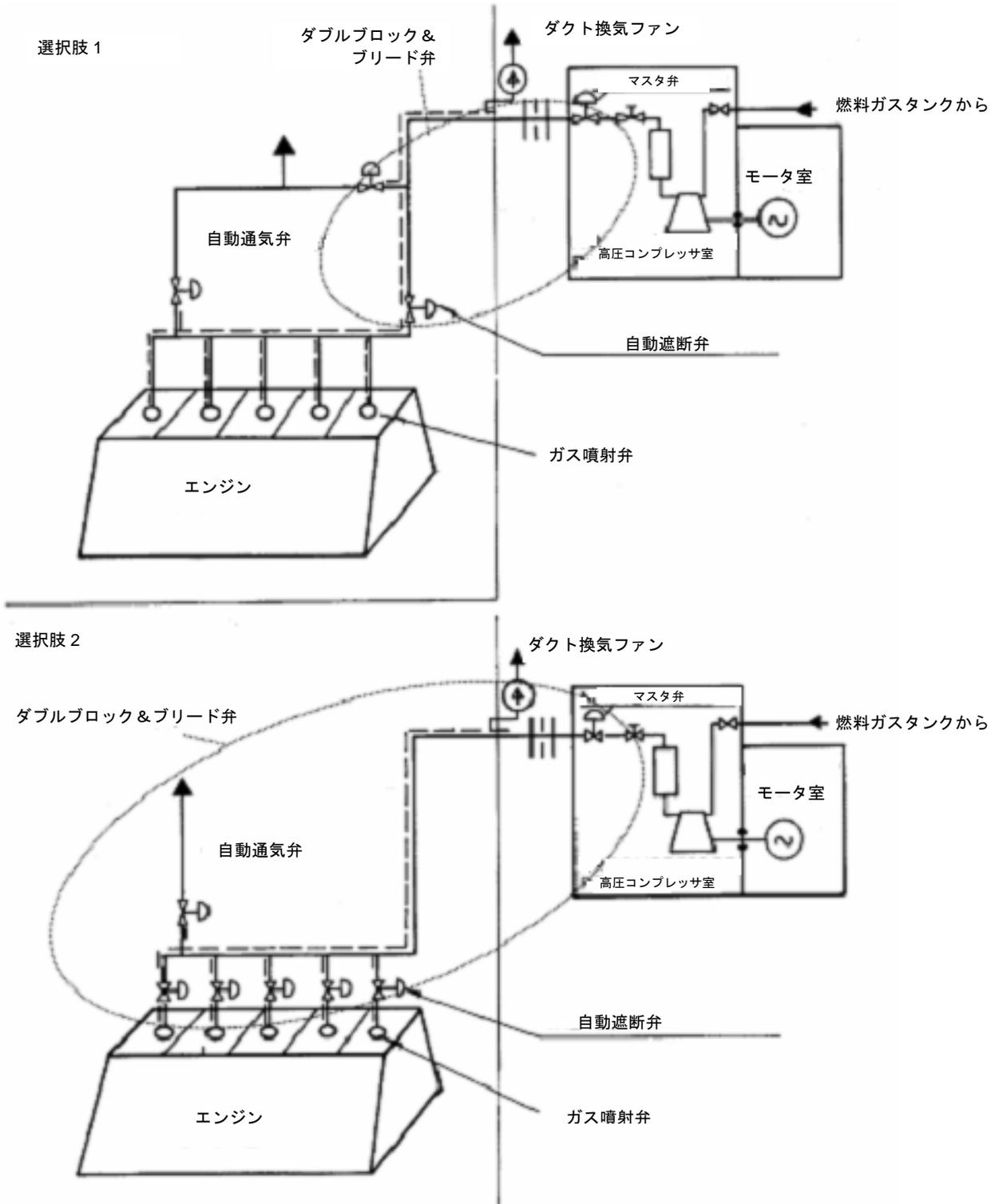


図 1 高圧システムの供給弁の配置方式 (単一エンジン、分離マスタ弁方式)

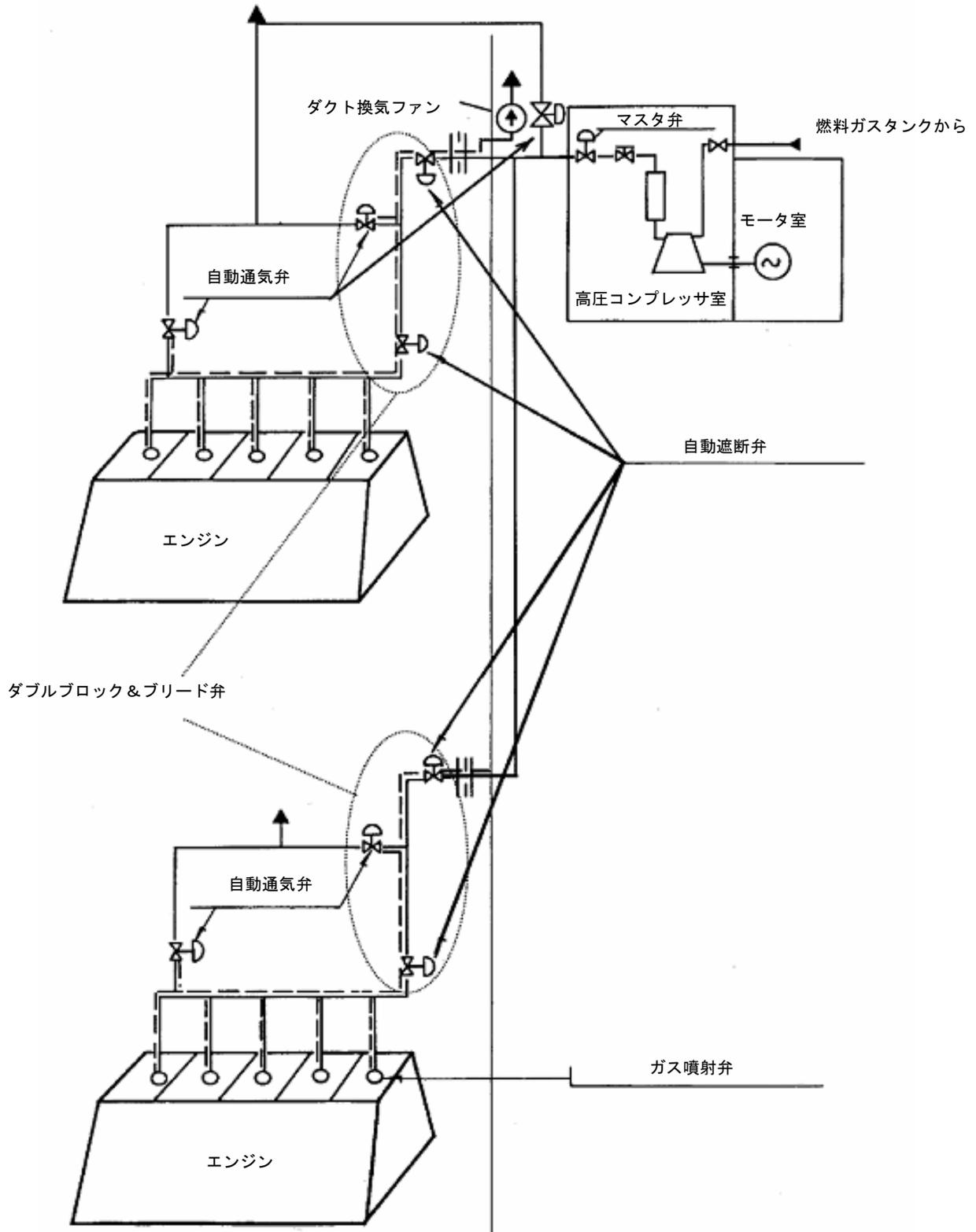


図2 高圧ラインの供給弁配置方式（複数エンジン設備）

5.6.7 単一燃料ガス燃料システムの機関区域の通気が全喪失した場合は、表 1 の指示に加えて、以下の措置のいずれかを講じなければならない。

- .1 複数の機関区域を有するガス電動推進システムの場合：別のエンジンを起動しなければならない。2 番目のエンジンをブスバーに接続後に、1 番目のエンジンを自動的に停止しなければならない。
- .2 複数の機関区域を有する直接推進システムの場合：通気装置が故障した部屋のエンジンを停止しても 40%以上の推進力を確保できる場合は、当該エンジンを手動で停止しなければならない。

ガス燃料エンジン用に機関区域が一つしかなく、ガス配管を囲う密閉ダクトのうち一つの通気が喪失した場合、別のガス供給ユニットから供給する準備が完了していれば、当該供給ラインのガス燃料マスタ弁とダブルブロック&ブリード弁を自動で閉としなければならない。

5.6.8 自動弁が作動したことによってガス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ガス供給を開いてはならない。この旨を表示した看板を、ガス供給ライン遮断弁の操作ステーションの見やすい場所に掲げなければならない。

5.6.9 ガス供給の遮断につながるガス漏れが発生した場合は、当該の漏れを探し出して処置するまでガス供給を運転させてはならない。この旨の指示したものを機関区域の目立つ場所に掲げなければならない。

5.6.10 エンジンがガスで運転中の場合には、ガス配管を損傷する危険性を意味する重量物の吊り下げをしてはならないことを表示する看板を、ガス燃料エンジンを収容する機関区域に恒久的に掲げておかななければならない。

表 1 エンジン用ガス供給システムの監視

要因	警報	メインタンク弁の自動遮断	ガス燃料エンジンを収容する機関区域へのガス供給の自動遮断	備考
タンク室内で 20%LEL を超えるガス検知	X			
タンク室内で 2 個の検知器 ¹⁾ で 40%LEL を超えるガス検知	X	X		
タンク室内で火災検知	X	X		
タンク室内ビルジピット液面上昇	X			

要因	警報	メインタンク弁の自動遮断	ガス燃料エンジンを収容する機関区域へのガス供給の自動遮断	備考
タンク室内ピルジピット温度低下	X	X		
タンク及びガス燃料エンジンを収容する機関区域間のダクト内で 20%LEL を超えるガス検知	X			
タンク及びガス燃料エンジンを収容する機関区域間のダクト内で 2 個の検知器で 40%LEL を超えるガス検知	X	X ²⁾		
コンプレッサ室内で 20%LEL を超えるガス検知	X			
コンプレッサ室内で 2 個の検出器 ¹⁾ で 40%LEL を超えるガス検知	X	X ²⁾		
ガス燃料エンジンを収容する機関区域内部のダクト内で 30%LEL を超えるガス検知	X			ガス燃料エンジンを収容する機関区域に設置された 2 重管の場合
ガス燃料エンジンを収容する機関区域間のダクト内で 2 個の検出器 ¹⁾ で 40%LEL を超えるガス検知	X		X ³⁾	ガス燃料エンジンを収容する機関区域に設置された 2 重管の場合
ガス燃料エンジンを収容する機関区域内で 20%LEL を超えるガス検知	X			ESD 保護機関区域のみにガス検知が必要
ガス燃料エンジンを収容する機関区域内で 2 個の検知器 ¹⁾ で 40%LEL を超えるガス検知	X		X	ガス燃料エンジンを収容する ESD 保護機関区域のみにガス検知が必要。ガス燃料エンジンを収容する機関区域内の安全認定型でない電気機器の通電を切ること。
タンク及びガス燃料エンジンを収容する機関区域の間のダクト内で換気の損失 ⁶⁾	X		X ^{2) 4)}	
ガス燃料エンジンを収容する機関区域内部のダクト内で換気の損失 ⁶⁾	X		X ^{3) 4)}	ガス燃料エンジンを収容する機関区域に設置された 2 重管の場合

要因	警報	メインタンク弁の自動遮断	ガス燃料エンジンを収容する機関区域へのガス供給の自動遮断	備考
ガス燃料エンジンを収容する機関区域内で換気の損失	X		X	ガス燃料エンジンを収容する ESD 保護機関区域のみ
ガス燃料エンジンを収容する機関区域内で火災検知	X		X	
ガス供給配管内で圧力異常	X		X ⁴⁾	
バルブ制御作動媒体の故障	X		X ⁵⁾	必要性を認める時間遅れ
エンジンの自動停止（エンジンの故障）			X ⁵⁾	
手動で解除したエンジンの緊急停止	X		X	
1) 冗長性を持たせるために、互いに近接して設置された 2 個の独立したガス検知器が必要とされる。ガス検知器が自己診断型の場合は、単一のガス検出器の設置が許容される。 2) タンクから複数のエンジンにガスが供給され、各供給配管が完全に分離されてこれも分離されたダクト内に敷設され、さらにマスタ弁がそれらダクトの外側に設置される場合、ガスが検知されたかまたは通気の損失が検知されたダクトに入る供給配管の途中に設置したマスタ弁のみを閉鎖する。 3) タンクから複数のエンジンにガスが供給され、各供給配管が完全に分離されてこれも分離されたダクト内に敷設され、さらにマスタ弁がそれらダクトの外側及びガス燃料エンジンを収容する機関区域の外側に設置される場合、ガスが検知されたかまたは通気の喪失が検知されたダクトに入る供給配管の途中に設置したマスタ弁のみを閉鎖する。 4) このパラメータは、単一燃料ガスエンジンの場合はガス供給の遮断の理由とならず、2 元燃料エンジンの場合のみその理由となる。 5) ダブルブロック&ブリード弁のみを閉鎖する。 6) ダクトが不活性ガスで保護される場合（2.7.1 参照）、不活性ガス加圧の喪失のときはこの表と同じ対応を講じる。				

第 6 章 コンプレッサ及びガスエンジン

6.1 ガスコンプレッサ

6.1.1 燃料ガスコンプレッサには、有効かつ信頼性の高い機能を持たせるために必要な付属品及び計装品を取り付けなければならない。

6.1.2 ガスコンプレッサ及び燃料ガス供給は、以下の場所からの手動遠隔緊急停止操作を可能としなければならない。

- .1 貨物制御室（貨物船の場合のみ）
- .2 航海船橋

- .3 エンジン制御室
- .4 消火制御ステーション

6.2 ガスエンジンの設計全般

- 6.2.1 ガスエンジン直前のガス弁は、エンジン制御システムによってまたはエンジンガス需要量に応じて制御されなければならない。

すべてのガスエンジン構成要素、ガスエンジンシステム及びガスエンジンサブシステムは以下のいずれかに沿って設計しなければならない。

- .1 起こり得るすべての状況において、いかなる爆発も排除する。
- .2 有害な影響を及ぼすことのない爆発は許容し、安全な場所に排出する。他の安全対策によって当該エンジンの停止が可能である場合を除き、この爆発事象が当該エンジンの安全な運転の支障とならないこと。

- 6.2.1.1 ガスが共通マニフォールドを介して空気との混合体で供給される場合は、十分な容量を有する火炎防止器を各シリンダヘッド手前に設置しなければならない。混合ガス吸気システムは、以下のいずれかの手段によって爆発に耐えるよう設計しなければならない。

- .1 過度の爆発圧発生防止用の爆発圧リリーフ通気。爆発圧リリーフ通気は、安全な場所に確実に排気されるよう設置する。
- .2 混合ガス吸気システムに最悪事態の爆発を封じ込む十分な強度を持たせる（設計書を提出）。

- 6.2.1.2 排気システムは、以下のいずれかの手段によって未燃混合ガスの爆発に耐えるよう設計しなければならない。

- .1 過度の爆発圧発生防止用の爆発圧リリーフ通気。爆発圧リリーフ通気は、安全な場所に確実に排気されるよう設置する。
- .2 排気システムに最悪事態の爆発を封じ込む十分な強度を持たせる（設計書を提出）。

- 6.2.1.3 ガスエンジンのクランクケースは、以下のいずれかを設置しなければならない。

- .1 十分なリリーフ面積を有する適切な型式のクランクケース爆発圧リリーフ弁。リリーフ弁はクランクスロー近傍に設置し、人を傷つける危険性を最小とする方向に確実に排気するよう設置するかまたは対策を講じなければならない。SOLAS 規則 II-1/27 及び 47.2 を参照のこと。
- .2 クランクケースに最悪事態の爆発を封じ込む十分な強度を持たせる（設計書を提出）。

- 6.2.1.4 排気システムもしくはクランクケース内の未燃混合ガスの爆発または混合ガス

吸気システム内の混合ガスの爆発が、有害な影響を及ぼすことがないことを保証しなければならない。

- 6.2.2 ガスエンジンの配管設計は、2.6の「システム構成」及び2.7の「ガス機関区域内のガス供給システム」の要件に準拠しなければならない。
- 6.2.3 混合ガスの燃焼を常に監視しなければならない。これは排気ガスまたは燃焼チャンバーの温度監視によって可能となる。
- 6.2.4 ガス燃料エンジンの排気管を他のエンジン又はシステムの排気管に接続してはならない。

6.3 2元燃料エンジンに対する要件

- 6.3.1 起動及び通常停止は石油燃料単独でおこなわなければならない。対応する石油燃料によるパイロット噴射が無い条件でガス噴射を可能とさせてはならない。各シリンダには、混合ガスの着火を確実に実行させるに十分な量のパイロット燃料が噴射されなければならない。
- 6.3.2 ガス燃料の供給が遮断された場合は、石油燃料のみでエンジンの連続運転を可能としなければならない。
- 6.3.3 ガス燃料運転への切り換えまたはガス燃料運転からの切り換えは、試験により実証済の確実に切り替え可能な出力レベルおよび条件のもとでのみ可能でなければならない。ガス燃料運転への切り換え及びガス燃料運転からの切り換えプロセス自体は自動でなければならない。全てのケースで手動介入が可能でなければならない。
- 6.3.4 通常停止のみならず緊急停止の場合にも、ガス燃料供給を石油燃料供給より先に遮断しなければならない。各シリンダまたはエンジン全体に対するガス供給遮断は、パイロット燃料の供給遮断はより先に行わなければならない。

6.4 ガス専用エンジンに対する要件

- 6.4.1 起動シーケンスは、点火システム作動後にエンジンがエンジン及び関連システムに規定される最低回転速度に達するまで燃料ガスがシリンダに吸入されないものでなければならない。
- 6.4.2 ガス供給弁を開いた後にエンジンに規定の時間内にエンジン監視システムによって点火が検出されない場合には、ガス供給弁を自動的に遮断し、起動シーケンスを終了しなければならない。いかなる未燃混合ガスも排気システムから排出されないことをなんらかの手段によって保証しなければならない。

- 6.4.3 通常停止のみならず緊急停止の場合にも、ガス燃料供給を点火よりも遅く遮断してはならない。各シリンダまたはエンジン全体に対するガス供給を先にまたは同時に閉止することなく点火を停止することを可能としてはならない。
- 6.4.4 定速エンジンの停止シーケンスは、エンジンガス供給弁をアイドル速度で閉止し、点火システムはエンジンの動きが停止するまで作動状態に維持するものでなければならない。

第7章 製作、組立て及び検査

7.1 全般

製造、試験、検査及びそれらの文書化は、公認基準及び本指針に示す個別要件に従わなければならない。

7.2 ガスタンク

溶接部の試験及びタンクの試験は、IGC Code 4.10 節及び 4.11 節に従わなければならない。

7.3 ガス配管システム

- 7.3.1 ガスタンクの内部及び外部のガス配管に対しては、以下に示す試験要件を適用すること。ただしガスタンクの内部配管及び開口端配管の場合、要件の緩和が認められる場合がある。
- 7.3.2 ガス配管に対しては溶接手順試験が必要とされ、それは IGC Code 6.3.3 項においてガスタンクに対して要求されるものと同等のものでなければならない。監督機関による特別の合意がない限り、試験の要件は以下の 7.3.3 項に適合していること。
- 7.3.3 試験要件
- .1 引張試験： 引張強度は、通常、母材固有の最小引張強度より低くてはならない。溶接金属が母材よりも引張強度が低い場合、横方向溶接引張強度が溶接金属固有の引張強度よりも低くてはならないと監督機関が要求する場合もある。いずれの場合も、破壊場所を情報として報告しなければならない。
 - .2 曲げ試験： 他に特別の規定がない限り、または監督機関によって承認されない限り、試験片厚みの 4 倍の直径を有する型に沿って 180°曲げた後にいかなる破壊も許容されない。
 - .3 シャルピーVノッチ衝撃試験： シャルピー試験は、溶接母材の規定温度で実施しなければならない。溶接部衝撃試験結果の最小平均エネルギー（E）が 27J より低くてはならない。サブサイズの試験片及び単一のエネルギー値

に対する溶接金属の要件は、IGC Code 6.1.4 項に適合していること。溶接線及び熱影響部の衝撃試験結果は、母材の横方向または縦方向のいずれかの適用される要求件に沿った最小平均エネルギー（E）で示さなければならない。サブサイズの試験片の最小平均エネルギー（E）は IGC Code 6.1.4 項を満足しなければならない。もし材料厚みが原因でフルサイズまたは標準的なサブサイズの試験片に機械加工することが不可能な場合は、試験手順及び許容基準は公認基準に従わなければならない。

肉厚が 6 mm 以下の配管の場合、衝撃試験は必要とされない。

7.3.4 溶接前及び溶接中に適用される通常の管理事項及び完了後の溶接部目視検査に加えて、以下の試験を実施しなければならない。

1. 設計温度が -10°C 以下で内径が 75 mm 以上または肉厚 10 mm 以上の配管システムの突合せ溶接継手に対しては、全個所の X 線検査を実施しなければならない。
2. 上記のような突合せ溶接接合が配管加工場において自動溶接プロセスによってなされた場合は、個別審査により X 線検査の対象範囲が漸次緩和される場合があるが、接合箇所は 10%以下にはならない。ただし欠陥が見つかった場合は、検査対象をそれまでに合格とされた溶接部も含めて 100%に戻さなければならない。品質保証手順書及び記録の裏付けによって、製造者が検査に合格する溶接部を安定して製造する能力を有すると監督機関が評価することができる場合に限り、特別な許可が与えられる。
3. その他の配管突合せ溶接部に対しては、用途、溶接姿勢、材料に応じた監督機関の指示に基づき、スポット X 線検査または他の非破壊検査を実施しなければならない。一般的には、配管突合せ溶接継手の少なくとも 10%に対して X 線検査を実施しなければならない。

ESD 保護機関区域内の高圧ガス配管及びガス供給配管の突合せ溶接接合部は、100%の X 線検査を実施しなければならない。

X線写真は公認基準¹⁷に基づいて評価しなければならない。

7.3.5 配管組立て後、すべてのガス配管に対して設計圧の 1.5 倍以上の圧力で水圧試験を実施しなければならない。ただし配管システムまたはシステム部品が完全に製作され、継手がすべて取り付けられている場合は、船内に設置する前に水圧試験を実施してもよい。船上で溶接された接合部に対しては、設計圧の 1.5 倍以上の圧力で水圧試験を実施しなければならない。水の使用が許容されない場合及びシステムの稼動前に配管を乾燥させることが不可能な場合は、代替の試験液体または試験方法を提出して承認を受けなければならない。

¹⁷ ISO 5817:2003, Arc-welded joints in steel – Guidance on quality levels for imperfections を参照し、少なくとも品質レベル B の要件を満足すること。

7.3.6 船内での組立て後、各ガス配管システムは、エア、ハロゲン化物または他の適切な媒体を使ってリークテストを実施しなければならない。

7.3.7 弁類、継手、ガスを扱う付帯機器などを含むすべてのガス配管システムは、正規運転開始前に通常の運転条件の下で試験を実施しなければならない。

7.4 ダクト

ガス配管を囲うダクトが高圧配管を収容する場合は、10 bar 以上の圧力で耐圧試験を実施しなければならない。

7.5 バルブ

-55°C 以下の作動温度で使用する各サイズ及び各型式のバルブは、次の要領でプロトタイプ試験を実施しなければならない。すなわちバルブの最低設計温度以下及び設計圧力以上で気密試験を実施しなければならない。試験中、バルブが良好に作動することが確認されなければならない。

7.6 ベローズ伸縮継手

7.6.1 ガス配管に使用するベローズ伸縮継手は、主にガスタンクの外で使われるものに対し、型式ごとに以下のプロトタイプ試験を実施しなければならない。

- .1 過圧試験：ベローズ伸縮エレメントの型式ごとに、圧縮しない状態で、設計圧力の 5 倍以上の圧力で試験を実施し、エレメントが破壊しないこと。5 分以上試験を継続すること。
- .2 耐圧試験：すべての付属品（フランジ、サポート、接合部など）を取り付けた完成伸縮継手の型式ごとに、メーカーが指定する極限の変位を与えた状態で、設計圧力の 2 倍の圧力で実施する。いかなる恒久的な変形も許容されない。試験は材料に応じた最低設計温度で実施すること。
- .3 繰り返し試験（熱伸縮）：試験は完成品の伸縮継手に対して実施し、圧力、温度、軸方向の動き、回転方向の動き、径方向の動きの条件を実際に発生する繰り返し回数以上与えて、それに耐えるものでなければならない。安全サイドであれば、常温での試験が許容される。
- .4 繰り返し疲労試験（船体の変形）：試験は完成品の伸縮継手に対して実施し、内圧をかけないで、パイプ長の変化を吸収するための継手の伸縮動作を 2×10^6 回以上繰り返す。配管の配置により船体の変形が配管に荷重を及ぼす場合に限り、この試験が必要とされる。

7.6.2 想定する使用条件に耐えうる伸縮継手の適合性を証明する一連の文書が提出されるならば、7.6.1 項に示した試験の実施が監督機関によって免除される場合がある。最大内圧が 1 bar を超える場合には、計算値と試験結果の相関を示し、用いた設計手法が正しいことを証明する詳細の試験データが文書に含まれなけれ

ばならない。

第 8 章 操作及び研修に関する要件

8.1 運転に関する要件

- 8.1.1 ガス燃料貨物船及び旅客船の運転に従事する乗員全員は、船上勤務の開始前にガス利用に伴う安全、運転、メンテナンスに関する必要な研修を受けなければならない。
- 8.1.2 加えて船内のガス関連設備の操作に直接責任を負う乗員は、特別な研修を受けなければならない。企業は、乗員が必要な知識を習得し、この知識が常に維持されることを文書で証明しなければならない。
- 8.1.3 ガスの取り扱いに関する緊急対応訓練を定期的実施しなければならない。危険及び事故を処理するための緊急対応システムは、適宜見直しを加え、結果を検証しなければならない。
- 8.1.4 研修マニュアルを策定し、研修プログラム及び実施訓練は個々の船舶及びガス設備ごとに個別に設定しなければならない。

8.2 ガスに関する研修

8.2.1 研修全般

ガス燃料船舶に関する研修は次のカテゴリに区分される。

- .1 カテゴリ A : 安全監督者基礎研修
- .2 カテゴリ B : 航海士専門研修
- .3 カテゴリ C : 機関士専門研修

8.2.1.1 カテゴリAの研修

- .1 カテゴリ A 研修は、安全監督者に対して次の事項に関する基礎知識を授けることを目標とする。燃料として使用する対象ガス、液化ガス並びに圧縮ガスの技術的特性、爆発限界、点火源、リスク低減並びに被害低減手段、通常運転時並びに緊急事態発生時に遵守を必要とする規則並びに手順、など。
- .2 安全監督者に必要な全般的な基礎研修は、受講者がガス、ガスエンジン及びガスシステムに関する予備知識を何ら持ち合わせないとの前提に立つものとする。講師には、ガス機器あるいはガスシステムのメーカーの人間または対象とするガス及び船内に設置するガスシステムに関する詳しい知識を

有する外部の専門家など数名を加えなければならない。

- .3 研修は、ガス並びにガスシステムに関する理論研修並びに実務研修、及び液化ガス並びに圧縮ガスの取り扱い時の災害防止に関する研修によって構成しなければならない。ガス火災に対する消火訓練を研修の一部として取り込み、研修は承認を受けた安全研修所で実施しなければならない。

8.2.1.2 カテゴリB及びCの研修

- .1 航海士及び機関士は、包括的な基礎研修以外にガスに関する研修を受けなければならない。カテゴリ B 及びカテゴリ C の研修は、技術的な内容によって航海士用と機関士用に分かれる。企業の研修管理者及び船長は、航海に属する内容と機関に属する内容を決定しなければならない。
- .2 実際の燃料補給作業及びガスパーズ作業に従事する一般乗員またはガスエンジンもしくはガス設備に関する業務を遂行する一般乗員もカテゴリ B 及び C の研修のすべてまたは一部を受講しなければならない。企業及び船長は、当該乗員に対する作業指示項目及び乗員の船内担当区域の分析に基づき研修内容を決定する責任を負う。
- .3 このような専門研修を担当する講師は、カテゴリ A に示される要件と同様でなければならない。
- .4 船内のすべてのガス関連システムについて、研修を行わなければならない。船舶のメンテナンスマニュアル、ガス供給システムマニュアル、爆発危険区域及び危険場所内の電気品マニュアルをこの研修課程の教材として使用しなければならない。
- .5 SMS システムの一環として、企業及び船内上級管理職チームによる本規約の見直しを定期的実施しなければならない。リスク分析を重視し、それらのリスク分析及びサブ分析の結果を、研修期間中にコース参加者に開示しなければならない。
- .6 船舶専属の乗員がガス設備の技術メンテナンスを実行する場合、この種の業務に関する研修は文書化しなければならない。
- .7 船長及び機関長は、安全監督者が船内業務に就く前に研修を終了させなければならない。この終了証書はガスに関連した研修にのみ適用されるものとし、船長/機関長及び研修参加者の両者が署名しなければならない。ガス関連研修の終了証書の発行は船舶の全体研修プログラムにおいて行うことができるが、ガスに関連する研修とみなされるものその他の研修とみなされるものとは明白に区別しなければならない。
- .8 ガスシステムに関する研修に対する要件は、年に一回以上他の船内研修に対する要件と同じ方法で評価されなければならない。研修計画は定期的に見直されなければならない。

8.3 メンテナンス

- 8.3.1 船内のガス供給システムに対して専用のメンテナンスマニュアルを作成しなければならない。

- 8.3.2 マニュアルでは、全てのガス関連設備の技術的なメンテナンス手順を規定し、それらが機器メーカーの推奨内容に適合しなければならない。ガス弁の交換及び点検の頻度及び範囲を規定しなければならない。メンテナンスを実行する有資格者についてもメンテナンス手順書で規定しなければならない。
- 8.3.3 爆発危険区域及び危険場所に設置される電気設備に対して、個別のメンテナンスマニュアルを作成しなければならない。爆発危険区域に設置される電気設備の検査及びメンテナンスは、公認基準¹⁸に従って実行されなければならない。
- 8.3.4 爆発危険区域に設置される電気設備の点検及びメンテナンスを実行する要員は、有資格者でなければならない（ICE 60079-17, 4.2 に準ずる）。

¹⁸ IEC 60079-17:2007 Explosive atmospheres-Part 17: Electrical installations inspection and maintenance を参照のこと。