

目次

鋼船規則 GF 編 低引火点燃料船	5
1章 通則	5
1.1 一般 (IGFコード 2.1 関連)	5
1.2 代替設計 (IGFコード 2.3)	6
2章 定義	7
2.1 一般	7
2.2 定義 (IGFコード 2.2 関連)	7
3章 機能要件	10
3.1 目的 (IGFコード 3.1)	10
3.2 機能要件 (IGFコード 3.2) *	10
4章 一般要件	12
4.1 目的 (IGFコード 4.1)	12
4.2 リスク評価 (IGFコード 4.2)	12
4.3 爆発の影響の制限 (IGFコード 4.3)	12
5章 船舶の設計及び配置	13
5.1 目的 (IGFコード 5.1)	13
5.2 機能要件 (IGFコード 5.2)	13
5.3 一般要件 (IGFコード 5.3)	13
5.4 機関区域の設計 (IGFコード 5.4)	15
5.5 ガス安全機関区域 (IGFコード 5.5)	15
5.6 ESD保護機関区域 (IGFコード 5.6)	15
5.7 燃料管の配置及び保護 (IGFコード 5.7)	16
5.8 燃料調整室の設計 (IGFコード 5.8) *	16
5.9 ビルジ装置 (IGFコード 5.9)	16
5.10 ドリップトレイ (IGFコード 5.10)	17
5.11 閉鎖場所の入口及びその他の開口の配置 (IGFコード 5.11)	17
5.12 エアロック (IGFコード 5.12)	17
6章 燃料格納設備	19
6.1 目的 (IGFコード 6.1)	19
6.2 機能要件 (IGFコード 6.2)	19
6.3 一般要件 (IGFコード 6.3)	19
6.4 液化ガス燃料格納設備 (IGFコード 6.4)	20
6.5 可搬式液化ガス燃料タンク (IGFコード 6.5)	38
6.6 CNG燃料格納設備 (IGFコード 6.6)	39
6.7 圧力逃し装置 (IGFコード 6.7)	39
6.8 液化ガス燃料タンクの充填制限値 (IGFコード 6.8)	43
6.9 燃料貯蔵状態の保持 (IGFコード 6.9)	43

6.10	燃料格納設備の雰囲気制御（ <i>IGF</i> コード 6.10）	44
6.11	ホールドスペース内の雰囲気制御（独立型タンクタイプ <i>C</i> 以外の燃料格納設備）（ <i>IGF</i> コード 6.11）	44
6.12	独立型タンクタイプ <i>C</i> の周囲区画の環境制御（ <i>IGF</i> コード 6.12）	44
6.13	イナートイング（ <i>IGF</i> コード 6.13）	45
6.14	船内でのイナートガス製造及び貯蔵（ <i>IGF</i> コード 6.14）	45
7章	材料及び燃料管装置	46
7.1	目的（ <i>IGF</i> コード 7.1）	46
7.2	機能要件（ <i>IGF</i> コード 7.2）	46
7.3	一般的な管の設計（ <i>IGF</i> コード 7.3）	46
7.4	材料に関する要件（ <i>IGF</i> コード 7.4 関連）	48
8章	バンカリング	56
8.1	目的（ <i>IGF</i> コード 8.1）	56
8.2	機能要件（ <i>IGF</i> コード 8.2）	56
8.3	バンカリングステーション（ <i>IGF</i> コード 8.3）	56
8.4	マニホールド（ <i>IGF</i> コード 8.4）	56
8.5	バンカリング装置（ <i>IGF</i> コード 8.5）	56
9章	機器への燃料の供給	58
9.1	目的（ <i>IGF</i> コード 9.1）	58
9.2	機能要件（ <i>IGF</i> コード 9.2）	58
9.3	燃料供給の冗長性（ <i>IGF</i> コード 9.3）	58
9.4	ガス供給装置の安全機能（ <i>IGF</i> コード 9.4）	58
9.5	機関区域の外における燃料の供給（ <i>IGF</i> コード 9.5）	59
9.6	ガス安全機関区域の燃料の供給（ <i>IGF</i> コード 9.6）	60
9.7	<i>ESD</i> 保護機関区域のガス燃料の供給（ <i>IGF</i> コード 9.7）	60
9.8	内管のガスの漏洩に対する外管及び通風ダクトの設計（ <i>IGF</i> コード 9.8）	60
9.9	圧縮機及びポンプ（ <i>IGF</i> コード 9.9）	61
10章	推進器及び他のガス使用機器を含む動力生成	62
10.1	目的（ <i>IGF</i> コード 10.1）	62
10.2	機能要件（ <i>IGF</i> コード 10.2）	62
10.3	ピストン形内燃機関（ <i>IGF</i> コード 10.3）	62
10.4	主ボイラ及び補助ボイラ（ <i>IGF</i> コード 10.4）	63
10.5	ガスタービン（ <i>IGF</i> コード 10.5）	64
11章	火災安全	65
11.1	目的（ <i>IGF</i> コード 11.1）	65
11.2	機能要件（ <i>IGF</i> コード 11.2）	65
11.3	防火（ <i>IGF</i> コード 11.3）	65
11.4	消火主管（ <i>IGF</i> コード 11.4）	65
11.5	水噴霧装置（ <i>IGF</i> コード 11.5）	66
11.6	ドライケミカル粉末消火装置（ <i>IGF</i> コード 11.6）	66
11.7	火災探知及び警報装置（ <i>IGF</i> コード 11.7）	66

11.8	燃料調整室の消火装置 (IGFコード 11.8)	66
12章	防爆	68
12.1	目的 (IGFコード 12.1)	68
12.2	機能要件 (IGFコード 12.2)	68
12.3	一般要件 (IGFコード 12.3)	68
12.4	危険場所 (IGFコード 12.4)	68
12.5	危険場所の分類 (IGFコード 12.5)	69
13章	通風装置	70
13.1	目的 (IGFコード 13.1)	70
13.2	機能要件 (IGFコード 13.2)	70
13.3	一般要件 (IGFコード 13.3)	70
13.4	タンクコネクションスペース (IGFコード 13.4)	71
13.5	機関区域 (IGFコード 13.5)	71
13.6	燃料調整室 (IGFコード 13.6)	72
13.7	バンカリングステーション (IGFコード 13.7)	72
13.8	二重管及びダクト (IGFコード 13.8)	72
14章	電気設備	73
14.1	目的 (IGFコード 14.1)	73
14.2	機能要件 (IGFコード 14.2)	73
14.3	一般要件 (IGFコード 14.3)	73
15章	制御, 監視及び安全装置	75
15.1	目的 (IGFコード 15.1)	75
15.2	機能要件 (IGFコード 15.2)	75
15.3	一般 (IGFコード 15.3)	75
15.4	バンカリング及び液化ガス燃料タンクの監視 (IGFコード 15.4)	75
15.5	バンカリングの制御 (IGFコード 15.5)	77
15.6	ガス圧縮機の監視 (IGFコード 15.6)	77
15.7	ガス燃料機関の監視 (IGFコード 15.7)	77
15.8	ガス検知 (IGFコード 15.8)	77
15.9	火災探知 (IGFコード 15.9)	78
15.10	通風装置 (IGFコード 15.10)	78
15.11	燃料供給装置の安全機能 (IGFコード 15.11)	78
16章	製造法, 工作法及び試験	82
16.1	一般 (IGFコード 16.1)	82
16.2	一般試験要件及び試験片 (IGFコード 16.2 関連)	82
16.3	燃料格納設備の材料の溶接及び非破壊試験 (IGFコード 16.3 関連)	83
16.4	金属材料によるその他の構造要件 (IGFコード 16.4)	86
16.5	試験 (IGFコード 16.5 関連)	86
16.6	溶接, 溶接後熱処理及び非破壊試験 (IGFコード 16.6)	87
16.7	試験 (IGFコード 16.7)	88

17章	作業に関する規定.....	90
17.1	目的.....	90
17.2	機能要件.....	90
17.3	燃料取扱いマニュアル及び掲示.....	90
17.4	保守に関する手順書及び情報.....	90
17.5	作業要件.....	91
附属書 1.1.3-2.	(削除)	93
附属書 1.1.3-3.	ガス燃料機関	94
1章	通則.....	94
1.1	適用.....	94
1.2	同等効力.....	94
1.3	提出図面及び資料.....	94
1.4	用語.....	95
2章	ガス燃料機関の構造及び設備.....	97
2.1	一般要件.....	97
2.2	構造及び強度.....	97
2.3	安全装置.....	98
2.4	付属設備.....	98
2.5	機関の種類ごとの設計要件.....	100
3章	制御装置、警報装置及び安全装置.....	101
3.1	一般.....	101
3.2	自動化設備規則が適用される船舶のガス燃料機関.....	101
4章	試験.....	103
4.1	使用承認.....	103
4.2	製造工場等における試験.....	103
4.3	造船所等における試験.....	103
4.4	海上試験.....	103
附属書 6.4.16	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 (IGFコード附属書)	104
1	一般.....	104
2	設計フォーマット.....	104
3	要求される解析.....	105
4	最終限界状態 (ULS)	105
5	疲労限界状態 (FLS)	107
6	偶発限界状態 (ALS)	108
7	試験.....	108

鋼船規則 GF 編 低引火点燃料船

1 章 通則

1.1 一般 (IGFコード 2.1 関連)

1.1.1 適用*

- 1. 本編の規定は、低引火点燃料を使用する船舶に適用する。ただし、次の(1)又は(2)に該当する船舶には適用しない。
- (1) 液化ガスばら積船であって、貨物を燃料として使用し、かつ、N編の規定に適合するもの
 - (2) 液化ガスばら積船であって、他の低引火点ガス燃料を使用し、かつ、当該ガス燃料用の燃料貯蔵設備及び燃料配管の設計及び配置がN編の規定に適合するもの
- 2. 前-1.にかかわらず、次の(1)又は(2)に該当する船舶にあつては、本編の規定の一部を軽減して適用することを認める場合がある。
- (1) SOLAS 条約第 II-1 章が適用されない船舶
 - (2) 船籍国政府に所有又は運用され、かつ、非商用目的にのみ使用される船舶
- 3. 天然ガス以外の低引火点燃料を使用する船舶にあつては、本編 5 章から 15 章の規定は適用しない。この場合、本編に規定される機能要件に適合していることを代替設計により立証しなければならない。

1.1.2 同等効力

本編の規定によりがたい構造、設備等であつて、本編の規定に適合するものと同等の効力があると SOLAS 条約 II-1 章第 55 規則の規定に従い認められるものに限り、本編の規定によらないことができる。

1.1.3 機器等の承認*

- 1. 天然ガスを燃料として使用する船舶にあつては、当該ガス燃料の利用を目的として備える次の(1)から(21)の装置及び機器等については、本会が別途定めるところに従い承認を得たものでなければならない。
- (1) 燃料ガス圧縮機
 - (2) 燃料ポンプ
 - (3) 燃料の加熱、蒸発又は冷却に使用される熱交換器
 - (4) 燃料格納設備、プロセス用圧力容器並びに燃料及びプロセス用管装置に設ける弁
 - (5) 燃料格納設備、プロセス用圧力容器並びに燃料及びプロセス用管装置に設ける逃し弁
 - (6) 燃料及びプロセス用管装置に設けるベローズ及び伸縮継手 (16.7.2)
 - (7) イナートガス発生装置 (窒素発生装置を含む。)、貯蔵装置及び液体窒素タンク
 - (8) 燃料格納設備及びプロセス用圧力容器並びに液体窒素タンク内の液位を計測する装置
 - (9) 燃料格納設備及びプロセス用圧力容器内の圧力を計測する装置
 - (10) 燃料格納設備及びプロセス用圧力容器内の温度を計測又は指示する装置 (6.9, 15.3 及び 15.4)
 - (11) 燃料格納設備及び燃料管装置に施される防熱材料 (6.4.8 及び 7.3.1-4.)
 - (12) 不活性化雰囲気中の酸素濃度を計測する固定式及び可搬式の酸素濃度計測装置
 - (13) 乾燥イナートガスの湿度を計測する装置 (6.3.1-12., 6.11.1 及び 6.12.1)
 - (14) 水噴霧装置 (11.5)
 - (15) ドライケミカル粉末消火装置 (11.6)
 - (16) ガス源を含む区画に使用される機械通風装置 (13.3.3)
 - (17) 燃料ホース (6.5.5 及び 8.3.2)
 - (18) 特定の目的のため一時的に船舶に搭載又は設置する取外し可能な燃料ポンプ、熱交換器及び関連管装置等
 - (19) ガス燃料ボイラ
 - (20) ガス燃焼装置 (6.9.4)
 - (21) ガス燃料機関

- 2. (削除)
- 3. 前-1.に加えて、天然ガスを燃料として使用する往復動内燃機関（以下、「ガス燃料機関」という。）及びガス燃料供給装置については、**附属書 1.1.3-3.**によらなければならない。
- 4. 天然ガス以外の低引火点燃料を使用する船舶にあつては、当該低引火点燃料の利用を目的として備える前-1.(1)から(21)の装置及び機器等は、本会が適当と認めるものでなければならない。
- 5. 多元燃料機関であるボイラ及びピストン形内燃機関並びにガスタービンは、本会が適当と認めるものでなければならない。

1.2 代替設計 (IGFコード 2.3)

1.2.1 一般*

- 1. 本編には、低引火点燃料の使用に関するすべての設備及び配置に対する機能要件が含まれている。
- 2. 低引火点燃料の装置は、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。ただし、当該燃料、設備及び配置は、本編の目的及び機能要件に適合し、関連各章に規定される安全性と同等の安全性を確保できる場合限り、採用することができる。
 - (1) 本編に規定されるものと異なるもの。
 - (2) 本編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。
- 3. 代替設計の同等性については、**1.1.2**の規定に従って立証され（ただし、本会が別に定める場合を除く。）、本会及び主管庁の承認を得なければならない。なお、本編に特に規定される艀装、材料、設備、装置、機器の付着品、機器の部品及び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られない。

2章 定義

2.1 一般

2.1.1 総則

本編における用語の定義は、特に定められるものを除き、次による。

2.2 定義 (IGFコード 2.2 関連)

2.2.1 用語*

- 1. 「事故」とは、人命の損失、人員の負傷、環境被害、資産及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. 「船の幅 (B')」とは、**C編 1編 2.3.1.2(11)**に規定する最高区画喫水より下方の最大型幅をいい、その単位は、メートル (m) とする。
- 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。
- 4. 「承認された安全形」とは、可燃性雰囲気における使用の安全性について本会が適当と認めた電気機器をいう。
- 5. 「CNG」とは、圧縮天然ガスをいう (次の-26.も参照)。
- 6. 「制御場所」とは、**R編 3.2.18**に定義する場所及び機関制御室をいう。
- 7. 材料選定のための「設計温度」とは、液化ガス燃料タンクに液化ガス燃料を積込又は移送することができる最低の温度をいう。
- 8. 「設計蒸気圧力 (P_0)」とは、タンクの設計に使用するタンク頂部の最大圧力 (ゲージ圧) をいう。
- 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2つの弁とこれらの2つの弁の間の管から圧力を逃すことを可能にする第3の弁を組合せたものをいう。ただし、3つの別個の弁に代えて、二方弁及び閉鎖弁により構成されるものとして差し支えない。
- 10. 「二元燃料機関」とは、本編の対象となる燃料 (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。
- 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。
- 12. 「ESD」とは緊急遮断をいう。
- 13. 「爆発」とは制御不可能な燃焼の爆燃事象をいう。
- 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、容器又は空間の設計最大圧力以上に達することを、あらかじ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装置をいう。
- 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中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ド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もしくはその一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、すべてのタンク接続部及びタンク付弁を囲んだ区域をいい、そのような接続物を閉鎖場所内に配置するために要求される。
- 16. 「積込制限値」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。
- 17. 「燃料調整室」とは、燃料を処理するためのポンプ、圧縮機及び／又は気化器を含む区域をいう。

- 18. 「ガス」とは、37.8℃における蒸気圧が0.28 MPa（絶対値）を超える流体をいう。
- 19. 「ガス使用機器」とは、ガスを燃料として使用する船内のすべての機器をいう。
- 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関をいう。
- 21. 本編における「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。
- 22. 「高圧」とは、1MPaを超える最大使用圧力についていう。
- 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。
- 24. 「LEL」とは、爆発下限界を示す。
- 25. 「船の長さ (L_f)」とは、A 編 2.1.3 に定める船の乾舷用長さをいう。
- 26. 「LNG」とは、液化天然ガスをいう。
- 27. 「充填制限値」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。
- 28. 「低引火点燃料」とは、R 編 4.2.1(1)により認められる引火点よりも低い引火点を持つガス又は液体燃料をいう。
- 29. 「MARVS」とは、逃し弁の最大許容設定圧力をいう。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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／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、甲板の全長にわた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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 39. 「放出源」とは、箇所又は場所であって、当該箇所又は場所から空气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うるものをいう。
- 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。（D 編 1.3.1-4.の規定による。）
- 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。
- 42. 「燃料」の定義は、次の(1)又は(2)による。
 - (1) 本編 5 章から 15 章の適用上、「燃料」とは、液化状態又はガス状態にある天然ガスをいう。この場合、天然ガスの組成が天然ガスの供給源及び処置により異なることに注意すること。
 - (2) 本編 16 章及び 17 章の適用上、「燃料」とは、液化状態又はガス状態にある天然ガスをいう。
- 43. 「IGFコード」とは、国際海事機関（以下、本編において「IMO」という。）の海上安全委員会（以下、本編において「MSC」という。）が決議 MSC.391(95)において採択したガス又は低引火点燃料を使用する船舶の安全に関する国際規則をいい、SOLAS 条約第 8 条に定める附属書第 1 章以外の附属書に適用される改正手続きに従って採択され、かつ、効力を生ずる同規則の改正を含む。
- 44. 「2024 年 1 月 1 日以降に建造される船舶」とは、次のいずれかに該当する船舶をいう。
 - (1) 2024 年 1 月 1 日以降に建造契約が行われる船舶
 - (2) 建造契約がない場合には、2024 年 7 月 1 日以降に建造開始段階にある船舶

(3) 2028年1月1日以降に引渡しが行われる船舶

3章 機能要件

3.1 目的 (IGFコード 3.1)

3.1.1 一般

本編の目的は、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／又はその他の用途の機関の設計、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 (IGFコード 3.2) *

3.2.1 装置の安全性及び信頼性

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

3.2.2 燃料に係る危険性

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

3.2.3 ガス燃料設備の設計

ガス燃料設備は、当該設備のリスク低減措置及び安全措置が許容できない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。

3.2.4 危険場所の最小化

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

3.2.5 危険場所に設置する設備

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

3.2.6 ガスの滞留

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。

3.2.7 構成要素の保護

装置の構成要素は、外部損傷から保護されなければならない。

3.2.8 危険場所における発火源

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

3.2.9 ガス燃料の供給、貯蔵及びバンカリング設備

燃料の供給、貯蔵及びバンカリング設備は、燃料を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、休止状態を含むすべ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。

3.2.10 各用途への適合

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。

3.2.11 機関、装置及び構成要素

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

3.2.12 機関区域の計画及び配置

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。

3.2.13 操作の安全性及び信頼性

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

3.2.14 固定式ガス検知装置の設置

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

3.2.15 火災検知, 防火及び消火対策

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

3.2.16 燃料装置及び低引火点燃料を使用する機関の確認

燃料装置及び低引火点燃料を使用する機関の運転試験, 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。

3.2.17 適合性の判定

技術的文書により, 装置及び構成要素について, 適用される規則, ガイドライン, 使用される設計標準並びに安全性, 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。

3.2.18 装置又は構成要素の信頼性

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

4章 一般要件

4.1 目的 (IGFコード 4.1)

4.1.1 一般

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

4.2 リスク評価 (IGFコード 4.2)

4.2.1 一般要件

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。

4.2.2 リスク評価の範囲

本編 5章から 15章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)(b), 8.3.1-1, 13.4.1, 13.7 及び 15.8.1(10)並びに附属書 6.4.16 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 リスク分析及び低減*

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、爆発及び電気ショック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、本会が適当と認めるところにより、文書化しなければならない。

4.3 爆発の影響の制限 (IGFコード 4.3)

4.3.1 一般要件*

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

- (1) 爆発が発生した区域外の機器もしくは装置の損傷又は正常な機能の阻害
- (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

5章 船舶の設計及び配置

5.1 目的 (IGFコード 5.1)

5.1.1 一般

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

5.2 機能要件 (IGFコード 5.2)

5.2.1 一般

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、5.22 が適用となる。

5.2.2 追加要件

- 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、ガスの漏洩後の安全措施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器が設置される機関区域における爆発の可能性は、最小としなければならない。

5.3 一般要件 (IGFコード 5.3)

5.3.1 燃料タンクの保護

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 燃料タンクの自然換気

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 燃料タンクの配置

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、夏期満載喫水線の位置で船側から船体中心線に直角方向に船内側に測って、 $B/5$ 又は $11.5m$ のいずれか小さい方の距離離れた位置よりも船内側に配置されなければならない。
- (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。
 - i) V_c が $1,000 m^3$ 以下の場合、 $0.8 m$
 - ii) V_c が $1,000 m^3$ より大きく $5,000 m^3$ 未満の場合、 $0.75 + V_c \times 0.2/4,000 m$

iii) V_c が $5,000 m^3$ 以上 $30,000 m^3$ 未満の場合, $0.8 + V_c/25,000 m$

iv) V_c が $30,000 m^3$ 以上の場合, $2 m$

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底外板の上面から測って, $B'/15$ 又は $2.0 m$ 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, 衝突隔壁の船尾側に配置されなければならない。
- (8) 衝突及び/又は座礁に対し高い耐性を持つ構造の船舶にあつては, 燃料タンクの配置位置の規定は, **1.2** に従い特別に考慮することができる。

5.3.4 燃料タンクの配置の代替

燃料タンクの配置について, 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} の値が, 0.04 より小さくならない。なお, 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} は次の算式による。

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

ここで,

f_l : **C 編 1 編 2.3.2.2-2** に規定する区画浸水確率 p の算式により計算する。 x_1 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 : **C 編 1 編 2.3.2.2-3** に規定する係数 r の算式により計算し, 燃料タンクの最下部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。ただし, 燃料タンクの最も外側の境界が最高区画喫水線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。

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

f_v : 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, 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, 0 より小さい値とする必要はない。

ここで

H : 基線から燃料タンクの最下部までの距離(m)

d : 最高喫水 (夏期満載喫水線)

- (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。
- (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。
 - i) V_c が $1,000 m^3$ 以下の場合, $0.8 m$
 - ii) V_c が $1,000 m^3$ より大きく $5,000 m^3$ 未満の場合, $0.75 + V_c \times 0.2/4,000 m$
 - iii) V_c が $5,000 m^3$ 以上 $30,000 m^3$ 未満の場合, $0.8 + V_c/25,000 m$
 - iv) V_c が $30,000 m^3$ 以上の場合, $2 m$

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, 前**(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} すべ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。前**(5)** の最小距離の規定は, 両舷ともに満たさなければならない。
- (8) 衝突及び/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, **1.2** に従い特別に考慮することができる。

5.3.5 燃料貯蔵ホールスペースの保護

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(1)及び(2)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 機関区域の設計 (IGFコード 5.4)**5.4.1 一般***

ガス燃料を使用する機器が設置される機関区域は、ガス爆発が発生する可能性を最小とするために、次の(1)又は(2)のいずれかとすることができる。

- (1) **ガス安全機関区域**： 正常状態及び異常状態を含めたすべての状態においてもガス安全、すなわち本質的にガス安全とみなされる配置の機関区域。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 (IGFコード 5.5)**5.5.1 ガスの放出の防止**

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 燃料管

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

5.6 ESD 保護機関区域 (IGFコード 5.6)**5.6.1 適用**

ESD 保護機関区域は、**自動化設備規則**により機関区域の無人化設備を備える船舶の該当機関区域においてのみ適用することができる。

5.6.2 保護措置

ESD 保護機関区域には、爆発及び機関区域外部の損傷に対する保護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(1)から(4)について措置を講じなければならない。

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

5.6.3 ガス供給管

機関区域内のガス供給管は、次の(1)から(3)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、単一の事故が両方の機関区域に影響を及ぼすことがないと立証される場合は、この限りではない。
- (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) 供給を自動的に遮断し、かつ、承認された安全形でないすべての電気設備及び機器を切り離す固定式ガス検知装置

を設置すること。

5.6.4 機関の配置

機関は、いかなる単一の機関区域への燃料供給が遮断された場合にも許容できない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 区画の強度

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 区画の形状

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 通風装置

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 (IGF コード 5.7)

5.7.1 船側からの距離

燃料管は、船側から 800 mm 以上離して配置しなければならない。

5.7.2 配管*

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

5.7.3 燃料管の保護区域

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

5.7.4 ESD 保護機関区域内のガス燃料管の配置

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

5.7.5 ESD 保護機関区域内のガス燃料管の保護

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

5.8 燃料調整室の設計 (IGF コード 5.8) *

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。

5.9 ビルジ装置 (IGF コード 5.9)

5.9.1 ビルジ装置の分離

本編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 ドレン装置

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ドスペース又は防熱スペースへのいかなる漏洩を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、漏洩検知装置も設けなければならない。

5.9.3 液体燃料用のドレン装置

独立型タンクタイプ A のホールドスペース及びインタパリアスペースには、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 (IGFコード 5.10)

5.10.1 設置

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 材料

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 熱的な保護

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 ドレン弁

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 リスク評価

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 閉鎖場所の入口及びその他の開口の配置 (IGFコード 5.11)

5.11.1 危険場所への交通

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 甲板下の燃料調整室への交通

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

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

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

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 (IGFコード 5.12)

5.12.1 構造

「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。C編 1編 11.3.2, 11.3.3, 14.6 及び 14.7 の規定に従う場合を除き、当該戸の敷居の高さは、300 mm 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 機械通風

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 設計

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 形状

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、 1.5 m^2 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 可視可聴警報

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 交通の制限

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 重要な機器

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 目的 (IGFコード 6.1)

6.1.1 一般

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

6.2 機能要件 (IGFコード 6.2)

6.2.1 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、6.2.2 が適用となる。

6.2.2 追加要件*

-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
- (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) 避難場所、避難経路及び人命救助設備への交通の制限
- (5) 人命救助設備の有効性低下

-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. 燃料格納設備は、ガス漏洩後の安全措施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 一般要件 (IGFコード 6.3)

6.3.1 一般*

-1. 液体状態の天然ガスを貯蔵する場合には、MARVSは、1.0 MPa以下にしなければならない。

-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。

-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。

-4. すべてのタンク接続部、付属品、フランジ、及びタンク付弁は、タンク接続部が開放甲板にある場合を除き、ガス密のタンクコネクションスペース内に設けなければならない。当該区画は、タンク接続部からの漏洩の際に漏洩した燃料を安全に収容できるものでなければならない。

-5. タイプCの燃料貯蔵タンクの場合を除き、燃料格納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、タイプCではないタンクであっても、特別の考慮が払われている場合には、本会は、接続部を最高液位より下方に設けることを認めることがある。

-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)(b)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。

-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（マスト）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。

-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。

- 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、第一の弁まで二次防壁により保護しなければならない。
- 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。
- 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。
- 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引を備え、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トングされるものとする。詳細な要件は 6.10 による。

6.4 液化ガス燃料格納設備 (IGFコード 6.4)

6.4.1 一般*

- 1. 4.2 に規定されるリスク評価は、船舶全体の設計に取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。
- 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。
- 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。
- 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。もっぱら航路を制限される船舶の液化ガス燃料格納設備について、本会は、予測される使用環境に基づき、環境条件の緩和を認める場合がある。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。(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。予想温度については、設計温度に応じて適切な材料を決定するために使用するものであり、本項の対象ではない。)
- 5. 液化ガス燃料格納設備は以下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. 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 3 種類ある。
 - (1) 最終設計条件 – 液化ガス燃料格納設備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。
 - (a) 内圧
 - (b) 外圧
 - (c) すべての荷重状態における船体運動による動的荷重
 - (d) 熱荷重
 - (e) スロッシング荷重
 - (f) 船体変形による荷重
 - (g) 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
 - (h) 防熱材重量
 - (i) タワー及びその他の取付け物の部分に作用する荷重
 - (j) 試験荷重
 - (2) 疲労設計条件 – 液化ガス燃料格納設備及びその構造要素は繰返し荷重の累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、本編で扱う以下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。

- (a) 衝突 – 液化ガス燃料格納設備は **6.4.9-5.(a)**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。
- (b) 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。
- (c) 区画浸水時のタンクの浮力 - 浮上り防止装置は **6.4.9-5.(b)**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。

-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、船の生涯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イングが考えられるが、これに限らない。

-8. 液化ガス燃料格納設備のための検査計画書を作成し、本会の承認を得なければならない。検査計画書には液化ガス燃料格納設備の一生にわたる検査、特に、液化ガス燃料格納設備の設計条件を選択する際に仮定された必要となる、すべての就航中の検査、保守及び試験において検査及び／又は確認すべき事項を明記しなければならない。検査計画書には、**6.4.12(2)(h)**又は **6.4.12(2)(i)**による重要箇所が含まなければならない。

-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 液化ガス燃料格納設備の安全原則

-1. 格納設備は一次防壁からのいかなる漏洩液を安全に格納でき、防熱システムととも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。

-2. ただし、**-3.**から**-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。

-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、不安定な状態までき裂が進展することをいう。)

この設備は次の**(1)**及び**(2)**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。
- 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つては、二次防壁を設ける必要はない。
- 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つては、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 タンク型式に応じた二次防壁

二次防壁は、**6.4.15**にて規定されるタンク型式に応じて、**表 GF6.1**に従って設けなければならない。

表 GF6.1 タンク型式と二次防壁の要件

基本的タンク型式	要求される二次防壁
メンブレン 独立型	完全二次防壁
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、次の(1)から(6)まで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)(f)に定める荷重頻度分布を考慮して、漏洩液化ガス燃料を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、本会が認めた方法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) 前(4)に規定される方法は、本会に承認されたものであって、試験方法に応じ、以下を含まなければならない。
 - (a) 液密性を損なわないような、二次防壁内の許容される欠陥の寸法及び位置の詳細
 - (b) (a)の欠陥の探知方法の精度、範囲
 - (c) 実物大の模型試験が実施できない場合、許容基準を決定するスケールファクター
 - (d) 試験の有効性に対する繰り返しの熱荷重及び機械的荷重の影響
- (6) 二次防壁は、30度の静的横傾斜角においてもその機能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*

-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のすべ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。

-2. 部分二次防壁の容量は、最初の漏洩発見後、6.4.12(2)(f)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。

-3. 要求される液体漏洩検知装置は、液体検知器又は圧力、温度も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。

-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*

-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-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。

-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.(b)に規定する荷重に耐える浮上り防止装置を設けなければならない。

-3. 支持部材及び支持構造は、6.4.9-3.(3)(h)及び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、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

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*

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*

-1. 一般

(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。

(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。

(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。

-2. 不変荷重

(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。

(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。

-3. 機能荷重

(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。

(2) すべ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すべての機能荷重が考慮されなければならない。

(3) 次の機能荷重を決定する場合は少なくとも本節の規定のうち該当する基準を考慮しなければならない。

- ・ 内圧
- ・ 外圧
- ・ 熱荷重
- ・ 振動
- ・ 相互作用荷重
- ・ 建造及び搭載に関連する荷重
- ・ 試験荷重
- ・ 静的横傾斜荷重
- ・ 液化ガス燃料重量
- ・ スロッシング
- ・ 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

(a) 内圧

- i) ii)を含み、すべての場合、 P_0 は *MARVS* 未満としてはならない。
- ii) 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) 本会は就航海域の制限のある船舶に対してより低い温度を認めることがある。また、逆により高い温度を要求することがある。
 - 2) 航海期間の制限のある船舶にあっては、 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。
- iii) 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本会の特別の考慮を条件として、港内等の動的荷重が小さい特別な場所において、 P_0 より高い蒸気圧 P_h を許容することができる。
- iv) 内圧の決定に用いる圧力は以下による。
 - 1) (P_{gd})は、最大設計加速度による動的液圧
 - 2) ($P_{gd\text{site}}$)は、部位特異の加速度による動的液圧
 - 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。

$$P_{eq1} = P_0 + (P_{gd})\max(\text{MPa})$$

$$P_{eq2} = P_h + (P_{gd\text{site}})\max(\text{MPa})$$
- v) 内部液圧は、**6.4.9-4.(1)(a)**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って、重力及び動的加速度を合成した次式で計算されること。

$$P_{gd} = a_\beta \cdot z_\beta \frac{\rho}{1.02 \times 10^5} (\text{MPa})$$

a_β : 任意の方向 β (☒ **GF6.1** 参照)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) 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 (☒ **GF6.2** 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。

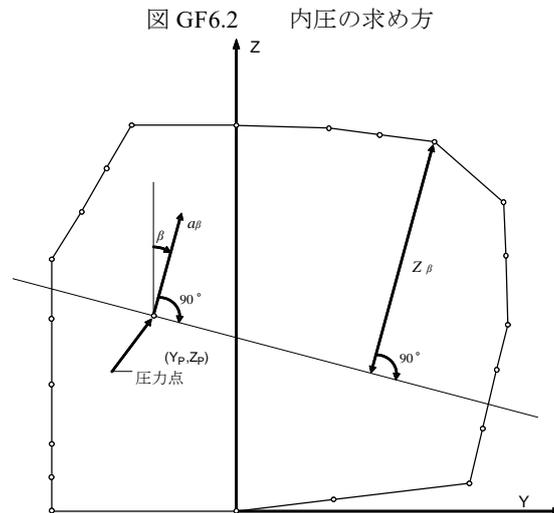
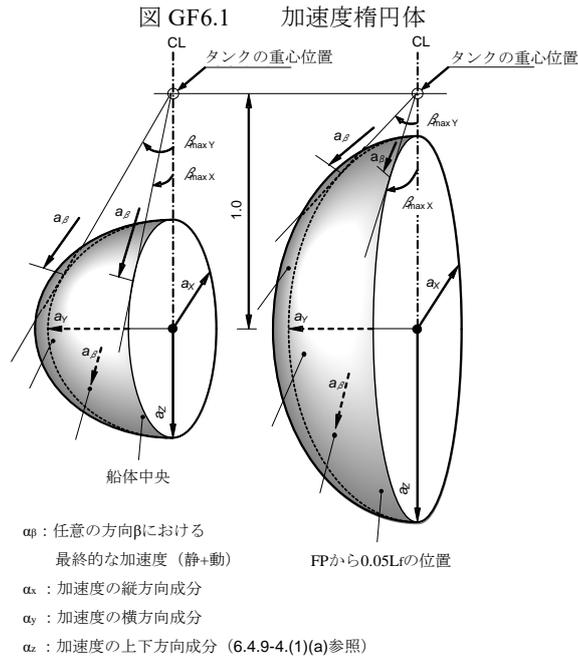
$$V_d = V_t \frac{100 - FL}{FL}$$

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、 $(P_{ga})_{max}$ 又は $(P_{ga\ site})_{max}$ 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、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。



(b) 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。

(c) 熱荷重

i) 温度が $-55^{\circ}C$ 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。

ii) 設計上の支持構造及び使用温度がタンクに過大な熱応力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。

(d) 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。

(e) 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。

(f) 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。

(g) 試験荷重

16.5 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。

(h) 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。

(i) 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。

-4. 環境荷重

(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。

(a) 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、船舶の速力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。

i) 上下方向加速度：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

ii) 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

iii) 前後方向加速度：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本会の承認を得なければならない。（加速度成分の参考式を規則 N 編 4.28.2 に示す。）なお、航路に特別な制限のある船舶については、特別の考慮を払うことができる。

(b) 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。

(c) スロッシング荷重

想定されるすべての液位に基づき、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。

(d) 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。

(e) 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。

(f) 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。

(g) 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。

-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。

(a) 衝突荷重

衝突荷重は、船首方向に表 GF6.2 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

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。

(b) 浸水による荷重

独立型タンクにあつては、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。

表 GF6.2 衝突荷重の設計加速度

船の乾舷用長さ(L_f)	設計加速度(a)
$L_f > 100m$	$0.5g$
$60 < L_f \leq 100m$	$\left(2 - \frac{3(L_f - 60)}{80}\right)g$
$L_f \leq 60m$	$2g$

6.4.10 構造の健全性

-1. 一般

- (1) 構造設計は、適切な安全に対する余裕をもって、関連するすべての荷重に耐える適切な能力を持つことを確実にものとしなければならない。
- (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。
- (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つては、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 構造解析

-1. 解析

- (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。
- (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。
- (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。

-2. 荷重シナリオ

- (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、同時に起こり得るすべての関連する荷重の組合せを考慮しなければならない。
- (2) 建造、操作、試験及び運転中のすべ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。
- (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。

$$\sigma_x = \sigma_{x.st} \pm \sqrt{\sum (\sigma_{x.dyn})^2}$$

$$\sigma_y = \sigma_{y.st} \pm \sqrt{\sum (\sigma_{y.dyn})^2}$$

$$\sigma_z = \sigma_{z.st} \pm \sqrt{\sum (\sigma_{z.dyn})^2}$$

$$\tau_{xy} = \tau_{xy.st} \pm \sqrt{\sum (\tau_{xy.dyn})^2}$$

$$\tau_{xz} = \tau_{xz.st} \pm \sqrt{\sum (\tau_{xz.dyn})^2}$$

$$\tau_{yz} = \tau_{yz.st} \pm \sqrt{\sum (\tau_{yz.dyn})^2}$$

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

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

各応力は加速度成分並びに撓み及び振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*

すべての荷重シナリオに基づく設計及び設計条件において、関連するすべ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面に、荷重シナリオは 6.4.11-2. の規定で与えられる。

(1) 最終設計条件

(a) 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本編の規定により決定して差し支えない。

- i) 塑性変形及び座屈を考慮しなければならない。
- ii) 解析は以下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：予想値

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

iii) 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。本会が特に認めた場合には、低温域での降伏応力及び引張り強さを考慮に入れることができる。

iv) 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。

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

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。

v) 7.4 で規定される材料以外の許容応力は、本会の適当と認めるところによる。

vi) 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。

(2) 疲労設計条件

(a) 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。

(b) 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。

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

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及び引揚の繰返し回数で、1,000 未満としてはならない。積込及び引揚の繰返しは全圧力サイクル及び全熱サイクルを含む。

$N_{Loading}$: 積込及び引揚による疲労荷重での破壊までの繰返し回数

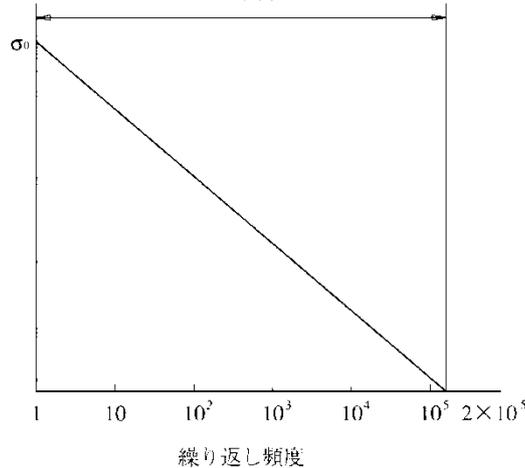
C_w : 許容累積疲労被害度

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。

(c) 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すべ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。

- (d) 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)(g)** から **6.4.12(2)(i)** に規定される許容 C_w に調整しなければならない。
- (e) 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：想定値
 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、その頻度分布は、本会の適当と認めるものでなければならない。
- (f) **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き裂進展の破壊機構解析を行わなければならない。
 i) **6.4.12(2)(g)** から **6.4.12(2)(i)** の規定により要求される場合、構造内のき裂伝播経路
 ii) き裂進展速度
 iii) き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
 iv) 厚さ方向のき裂の大きさ及び形状
 v) 厚さ方向にき裂が進展した後、検知可能なき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き裂進展データに基づくものである。疲労き裂進展解析及び破壊機構は本会の承認を得た方法でなければならない。
 き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き裂を想定しなければならない。
6.4.12(2)(g) に規定される状態におけるき裂進展解析：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、**GF6.3** によって求めて差し支えない。**6.4.12(2)(h)** 及び **6.4.12(2)(i)** に規定されるような長期の荷重分布及びその負荷順序は本会により承認されなければならない。
 必要に応じ、**6.4.12(2)(g)** から **6.4.12(2)(i)** に適合しなければならない。
- (g) 漏洩検知により確実に検知できる損傷
 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。
- (h) 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
 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き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。
- (i) タンクにおいて、効果的な欠陥又はき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、以下の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。
- (3) 偶発設計条件
- (a) 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。
- (b) 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：想定値
 機能荷重：規定値
 環境荷重：規定値
 偶発荷重：規定値又は想定値
6.4.9-3.(3)(h) 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。

図 GF6.3 簡易化した荷重分布
～15日



σ_0 : 船の一生における最大応力の期待値
繰り返し頻度は対数表示: 2×10^5 を推定の一例として示す

6.4.13 材料及び建造*

-1. 材料

(1) 船体構造を構成する材料

- (a) すべ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、次の条件によること。
- i) すべ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。
 - ii) 前 i) 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、すべ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。
 - iii) 航行区域に制限のない船舶に対しては、周囲温度は大気 5°C 及び海水 0°C としなければならない。制限のある海域を航行する船舶に対しては、これより高い周囲温度を認めることがある。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、本会はより低い周囲温度の適用を要求することがある。
 - iv) 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）。
 - v) 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時変化、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。
 - vi) 液化ガス燃料の漏えい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。
 - vii) ヒーティング設備が 6.4.13-1.(1)(c) 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)(d) の規定に基づき考慮して差し支えない。
 - viii) 6.4.13-1.(1)(c) 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。
 - ix) 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。
- (b) すべ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°C より低くなるものは、表 GF7.5 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。
- (c) 材料の温度が表 GF7.5 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)(a) 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。
- i) 船体横強度部材
 - ii) 6.4.13-1.(1)(b) 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°C 及び海水 0°C 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。
 - iii) 前 ii) に代えて、液化ガス燃料タンク間の縦通隔壁は、-30°C の最低設計温度又は 6.4.13-1.(1)(a) 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、他編の関連規定を満足しなければならない。

- (d) 前(c)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。
- i) 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。
 - ii) 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)(c)i)の規定により設けられるシステムの少なくとも 1 つについては、すべ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。
 - iii) ヒーティング設備の設計及び構造は、本会による格納設備の承認の範囲に含まなければならない。

-2. 一次及び二次防壁の材料

- (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 GF7.1、表 GF7.2 及び表 GF7.3 の規定によらなければならない。
- (2) 本会は、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 GF7.1、表 GF7.2 及び表 GF7.3 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、承認することがある。
- (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(a)から(i)までの特性に関して試験を行わなければならない(6.4.16 参照)。
 - (a) 液化ガス燃料との適合
 - (b) 時効
 - (c) 機械的性質
 - (d) 熱膨張及び収縮
 - (e) 摩耗
 - (f) 結合力
 - (g) 振動に対する抵抗
 - (h) 火災及び火炎伝播に対する抵抗
 - (i) 疲労破壊及びき裂進展に対する抵抗
- (4) 上記の特性は、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℃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℃より低くする必要はない。
- (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) 恒久的なイナー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。

-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

- (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。
- (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(a)から(n)までの特性を有していなければならない。
 - (a) 液化ガス燃料との適合
 - (b) 液化ガス燃料による溶解
 - (c) 液化ガス燃料の吸収
 - (d) 収縮
 - (e) 時効
 - (f) 独立気ほう率
 - (g) 密度
 - (h) 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
 - (i) 摩耗

- (j) 結合力
 - (k) 熱伝導率
 - (l) 振動に対する抵抗
 - (m) 火災及び火炎に対する抵抗
 - (n) 疲労破壊及びき裂進展に対する抵抗
- (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。
- (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ない。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、防熱材は適当な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。
- (5) 耐火性に関して認められた規格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を貯蔵するホールドスペースに使用しても差し支えない。
- (6) 防熱材の熱伝導率に関する試験は、適切に経年変化したサンプルについて行わなければならない。
- (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、材料が必要な熱伝導率を保持するのに十分な状態を維持し、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ぐための措置を講じなければならない。

6.4.14 建造過程*

-1. 溶接継手の設計

- (1) 独立型タンクのタンク板のすべての溶接継手は、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 T 字継手を適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。
- (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(a)及び(b)によらなければならない。
- (a) すべての長手方向及び周方向継手は、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。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。
 - (b) 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、D 編 10 章の規定によ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すべての溶接並びに容器又はノズルにフランジを接合するすべての溶接は完全溶込み溶接としなければならない。

注：マンホールがない真空断熱式タンクの場合、長手継手及び周継手は、上記の規定に従わなければならない。ただし、組立のため必要な個所については、裏当金付の片側溶接としてもよい。

-2. 接着及びその他の接合の設計

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*

-1. 独立型タンクタイプ A

(1) 設計原則

- (a) 独立型タンクタイプ A は主として規範的な船体構造強度評価と等価な評価で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。
- (b) 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。

(2) 構造解析

- (a) 構造解析は、6.4.9-3.(3)(a)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、本会の適当と認める方法で行わなければならない。

- (b) 支持構造物のような本編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撓みを考慮して、直接計算によって応力を求めなければならない。
- (c) 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。
- (3) 最終設計条件
- (a) 主として平板により構成されるタンクで、規範的な船体構造強度評価と等価な評価で求められた一次及び二次部材（防撓材、特設肋骨、防撓桁、桁）の公称膜応力は、ニッケル鋼、炭素-マンガ鋼、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 $R_e/1.33$ のうちいずれか小さい方を超えてはならない。 R_m 及び R_e は、6.4.12(1)(a)iii)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)(a)iv)で定める等価応力 σ_c は、本会が認めた場合、より高い許容応力とすることができる。この計算には、船体及び液化ガス燃料タンク底部の撓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、軸及び捩れ変形の影響を考慮に入れなければならない。
- (b) タンク囲壁の板厚は、少なくとも 6.4.9-3.(3)(a)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、C編 2-9編 6章の規定に従い定めたものでなければならない。
- (c) 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。
- (4) 偶発設計条件
- (a) 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。
- (b) 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。
- 2. 独立型タンクタイプ B
- (1) 設計原則
- (a) 独立型タンクタイプ B は応力レベル、疲労寿命及びき裂進展特性を求めするために、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、0.07 MPa 未満としなければならない。
- (b) 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。
- (2) 構造解析
- (a) 次の i) から iv) 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、すべ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。
- i) 塑性変形
- ii) 座屈
- iii) 疲労破壊
- iv) き裂進展
- 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。
- (b) 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。
- (c) 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。
- (3) 最終設計条件
- (a) 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。
- $$\sigma_m \leq f$$
- $$\sigma_L \leq 1.5f$$
- $$\sigma_b \leq 1.5F$$
- $$\sigma_L + \sigma_b \leq 1.5F$$

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

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

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

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

F : R_m/C 又は R_e/D 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)(a)iii)**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)(f)**の応力の分類の定義も参照すること。本会が、設計条件を考慮の上で適当と認めた場合は、**表 GF6.3**中の値とは異なる値を用いることができる。

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 **i)**から **iii)**を超えてはならない。

i) ニッケル鋼及び炭素-マンガン鋼については、 $R_m/2$ 又は $R_e/1.2$ のうちいずれか小さい方

ii) オーステナイト鋼については、 $R_m/2.5$ 又は $R_e/1.2$ のうちいずれか小さい方

iii) アルミニウム合金については、 $R_m/2.5$ 又は $R_e/1.2$ のうちいずれか小さい方

本会が、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た場合は、上記の値とは異なる値を用いることができる。

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。

(b) 座屈強度

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を、本会が適当と認める方法で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。

(c) 疲労設計条件

i) 疲労及びき裂進展評価を **6.4.12(2)**に従い行わなければならない。許容基準はき裂の検知性によって、**6.4.12(2)(g)**、**6.4.12(2)(h)**又は**6.4.12(2)(i)**を満足しなければならない。

ii) 疲労解析は工作誤差を考慮しなければならない。

iii) 本会は、必要と認めた場合には、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ある。

(d) 偶発設計条件

i) 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。

ii) **6.4.9-5.**に規定する偶発荷重が作用する場合、**6.4.15-2.(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。

(e) 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。

(f) 応力の分類

応力評価のため、応力カテゴリーを以下のとおり定義する。

i) 直応力は、対象と考える断面に垂直な応力である。

ii) 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。

iii) 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。

iv) 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。

v) 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。

- vi) 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。
- vii) 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。

$$S_1 \leq 0.5\sqrt{Rt} \text{ 及び}$$

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

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

- viii) 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。

表 GF6.3 A , B , C 及び D の値 (独立型タンクタイプ B)

	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

-3. 独立型タンクタイプ C

(1) 設計原則

- (a) 独立型タンクタイプ C の設計原則は、破壊機構及びき裂進展基準を含むように修正された压力容器の基準に基づいている。**6.4.15-3.(1)(b)**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。
- (b) 独立型タンクタイプ C は **D 編 10.5** の規定に適合するタンクである。このタンクは次式で与えられる値以上の設計蒸気圧 P_0 を有する。

$$P_0 = 0.2 + A \cdot C(\rho_r)^{1.5} (\text{MPa})$$

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

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)

55N/mm^2 : フェライト-パーライト, マルテンサイト及びオーステナイト鋼

25N/mm^2 : アルミニウム合金 (5083-O)

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: $\rho_r = 1$)

タンクの設計寿命が出会波数が 10^8 となる期間よりも長い場合は、 $\Delta\sigma_A$ は設計寿命に対応した同等のき裂進展を与える値となるよう修正しなければならない。

- (c) 本会がタンクの形状並びに支持構造及び取付け物の配置を考慮して必要と認めた場合、タイプ A 又はタイプ B

の規定の適用を要求することがある。

(2) タンク板厚

(a) タンク板厚は次の **i)** から **iii)** を満足しなければならない。

- i) 圧力容器に関しては、**6.4.15-3.(2)(d)**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。
- ii) 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。
- iii) **6.4.15-3.(2)(d)**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、**16.3.6-4.**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、本会は抜取りの非破壊試験を認めることがある。ただし、その非破壊試験の範囲は、使用材料、設計温度、組立て状態での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、**16.3.6-4.**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。

(b) 内圧の計算の際に **6.4.9-3.(3)(a)**に規定する設計液圧を考慮しなければならない。

(c) 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。

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

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 0.025 MPa 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閉塞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。さらに内圧も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、 $P_4 = 0$

(d) 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)(a)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、**D 編 10 章**の規定によらなければならない。これらの計算は、すべての条件において、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、**D 編 10 章**の規定に従って補強しなければならない。

(e) 静的及び動的荷重に対する応力解析は次の **i)** から **iii)** に従って行われなければならない。

- i) 圧力容器の寸法は、**6.4.15-3.(2)(a)**から **6.4.15-3.(2)(d)**及び **6.4.15-3.(3)**の規定により定めなければならない。
- ii) 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、材料の降伏応力の 90% 又は引張り強さの 75% を超えてはならない。特別な場合、本会は疲労解析を要求することがある。
- iii) 本会が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。

(3) 最終設計条件

(a) 塑性変形

独立型タンクタイプ C の許容応力は、次に示す値を超えてはならない。

$$\sigma_m \leq f$$

$$\sigma_L \leq 1.5f$$

$$\sigma_b \leq 1.5f$$

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

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

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

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

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 (表 GF6.4 参照)

R_m 及び R_e については、6.4.12(1)(a)iii)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)(f)の応力の分類の定義も参照すること。

(b) 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。

(c) 疲労設計条件

i) 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、本会は6.4.15-3.(1)(a)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ある。

ii) 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ともに、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。

(d) 偶発設計条件

i) 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。

ii) 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)(a)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。

(e) 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。

表 GF6.4 A 及び B の値 (独立型タンクタイプ C)

	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

4. メンブレンタンク

(1) 設計原則

(a) 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。

(b) 6.4.15-4.(2)(a)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。

(c) 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。

(d) 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 未満としなければならない。

(e) 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。

(f) メンブレンの厚さは、原則として 10mm を超えてはならない。

(g) 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。

(2) 設計検討事項

(a) 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。

- i) 最終強度設計に関する事象
 - 1) メンブレンの引張による損傷
 - 2) 防熱材の圧縮崩壊
 - 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構造の健全性
 - 7) 支持構造の損傷
- ii) 疲労強度設計に関する事象
 - 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
- iii) 偶発設計に関する事象
 - 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。

(b) 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)(b)**の規定に従って設計段階に確認しなければならない。

(3) 荷重及び荷重組合せ

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。

(4) 構造解析

- (a) 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。
- (b) 船体構造解析は、**6.4.9-3.(3)(a)**に規定する内圧を考慮しなければならない。船体変形とメンブレン及び防熱材との適合性並びに船体変形については、特別の配慮を払わなければならない。
- (c) **6.4.15-4.(4)(a)**及び**6.4.15-4.(4)(b)**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。

(5) 最終設計条件

- (a) 使用状態におけるすべ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)(b)**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。
- (b) 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。
- (c) 内殻の部材寸法は、**6.4.9-3.(3)(a)**に規定する内圧を考慮して、**C編1編6章**の規定に従い、かつ、**6.4.9-4.(1)(c)**に規定するスロッシング荷重に関する該当する要件に適合するよう定めたものでなければならない。

(6) 疲労設計条件

- (a) 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。
- (b) 疲労計算は、次の **i)**及び **ii)**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。
 - i) 構造の健全性に対する構造要素の重要性
 - ii) 検査実施の可否
- (c) 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き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、0.5以下としなければならない。

- (d) 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き裂が発生し得る構造要素については、**6.4.12(2)(h)**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。
- (e) 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き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)(i)**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。

(7) 偶発設計条件

- (a) 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。
- (b) リスク評価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。タンク内の艀装品の固着については、特に注意を払わなければならない。

6.4.16 新コンセプトに対する限界状態設計

-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、本節並びに本章の**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。本節による燃料格納設備は、確立された設計解並びに新設計に適用できる構造設計手法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。

-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。
- (2) 各損傷モードは、1つ以上の限界状態に関連する。関連するすべ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。
 - (a) 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対応する。
 - (b) 疲労限界状態 (FLS) : 繰り返し荷重の影響による劣化に相当する。
 - (c) 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。
- (3) 限界状態設計の手順及び関連する設計パラメータは、**附属書 6.4.16**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」に適合しなければならない。

6.5 可搬式液化ガス燃料タンク (IGFコード 6.5)

6.5.1 設計

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 配置

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、当該区画はタンクコネクションスペースとして取扱われること。

6.5.3 固定

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 強度及び復原性への考慮

可搬式燃料タンクの強度及び船舶の復原性への影響について考慮しなければならない。

6.5.5 接続の手段

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 燃料の流出の制限

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 圧力逃し装置

可搬式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。

6.5.8 制御及び監視装置

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／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 交通

タンク接続部は、点検及び整備のために、安全に交通できるものでなければならない。

6.5.10 接続

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つのタンクを分離した際に、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を超えないこと。

6.6 CNG 燃料格納設備 (IGFコード 6.6)**6.6.1 承認***

CNGの貯蔵に使用されるタンクは、本会の承認を受けたものでなければならない。

6.6.2 圧力逃し弁

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-8の規定に従って配置しなければならない。

6.6.3 タンクの減圧*

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

6.6.4 貯蔵設備の配置

閉鎖区画内には、通常、CNGを貯蔵してはならない。ただし、特別な考慮が払われ、本会の承認を得た場合は、この限りではない。6.3.1-4から6.3.1-6に加え、次の(1)から(3)の規定を満足することを条件に認められる。

- (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る最低の温度に対応するように隔壁が設計されている場合を除き、高圧ガスの放出及びその結果の凝縮に対して、閉鎖場所内のすべての表面が適切に熱的に保護されていること。
- (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 (IGFコード 6.7)**6.7.1 一般**

-1. すべ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。燃料貯蔵用のホールスペース、インタパリアスペース及びタンクコネクションスペース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。

-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*

-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。本会は、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ある。

-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。

-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。メムレン方式の場合にあっては、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。

-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。

-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構造及び配置にしなければならない。
- (3) 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センシング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. 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) 緊急隔離の手順は、オペレーションマニュアルに記載しなければならない(17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。

-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導かなければならない。

- (1) 出口で滞りなく、通常、垂直上方に排出する構造のものでなければならない。
- (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なければならない。
- (3) ベント出口の高さは、通常、暴露甲板上B/3又は6m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6m以上としなければならない。ただし、特別の考慮が払われている場合には、本会は規定の高さを下回ることを認めることがある。

-8. 圧力逃し弁からの出口は、次の(1)及び(2)から10m以上離れた場所に設けなければならない。

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

-9. 他のすべての燃料ガスベント出口は、前-7.及び-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の液圧による、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。

-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ることがないように配置しなければならない。

-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。

-12. すべ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。

-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に規定する最大許容積込制限状態、かつ、15度の横傾斜及び0.015 L_f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*

-1. 圧力逃し弁の容量

(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(a)又は(b)のいずれか大きい方を排出できる総容量を有するものとしなければならない。

- (a) 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
- (b) 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

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

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 : 液化ガス燃料の種類で定まる火災露出係数

$F = 1.0$: 甲板上に据付けられた防熱されていないタンク

$F = 0.5$: 本会によって承認された防熱材を設けた甲板上のタンク（防熱材の承認は、承認された防火材の使用、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。）

$F = 0.5$: ホールドに設けられた防熱されない独立型タンク

$F = 0.2$: ホールド内の防熱された独立型タンク又は防熱されたホールド内の防熱されていない独立型タンク

$F = 0.1$: イナーティングされたホールド内の防熱された独立型タンク又はイナーティングされ、かつ、防熱されたホールド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

開放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

$$G = \frac{12.4}{L_h D_h} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

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_h : 噴出状態で蒸発している物質の潜熱: kJ/kg

D_h : 比熱比 (k) によって定まる係数で次式によって求める。 k は噴出状態での比熱比で、1 から 2.2 の間の値となる。 k が不明の場合には、 $D_h = 0.606$ を使用する。

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

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

A : タンク外表面積 (m^2) で、タンクの種類により、[図 GF6.4](#) に示されるとおりとする。

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。

- (2) 燃料貯蔵ホールド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ドスペース内のタンクの場合には、次の **(a)** 及び **(b)** による。

(a) 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 **i)** 又は **ii)** に従い減じて差し支えない。

i) $F = 0.5$ に代えて $F = 0.25$

ii) $F = 0.2$ に代えて $F = 0.1$

(b) 火災露出係数の最小値は $F = 0.1$ 以上とすること。

- (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。

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

空気密度(ρ_{air})は、273.15 K かつ 0.1013 MPa の場合、 $1.293 kg/m^3$ とする。

-2. ベント管装置の容量

- (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。

- (2) 上流の圧力損失

(a) 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。

(b) 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。

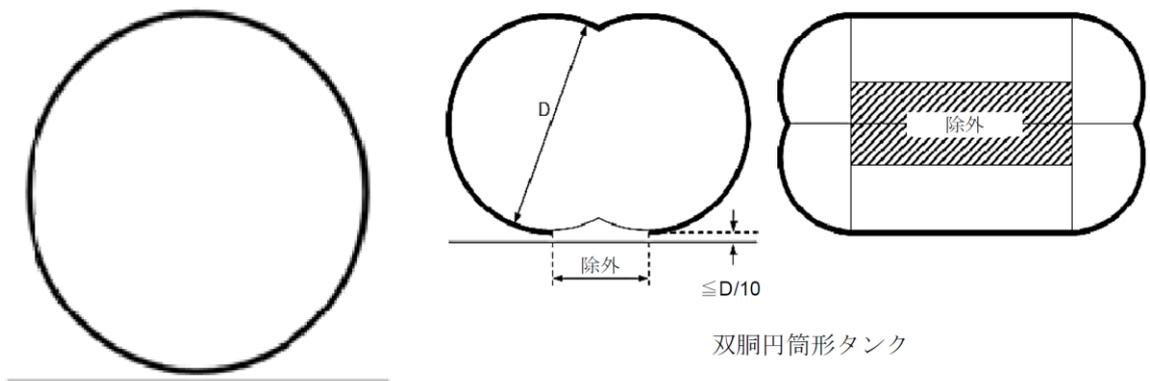
(c) フローイング方式のパイロット式圧力逃し弁の場合には、遠隔検知されるパイロットラインの圧力損失を考慮

しなければならない。

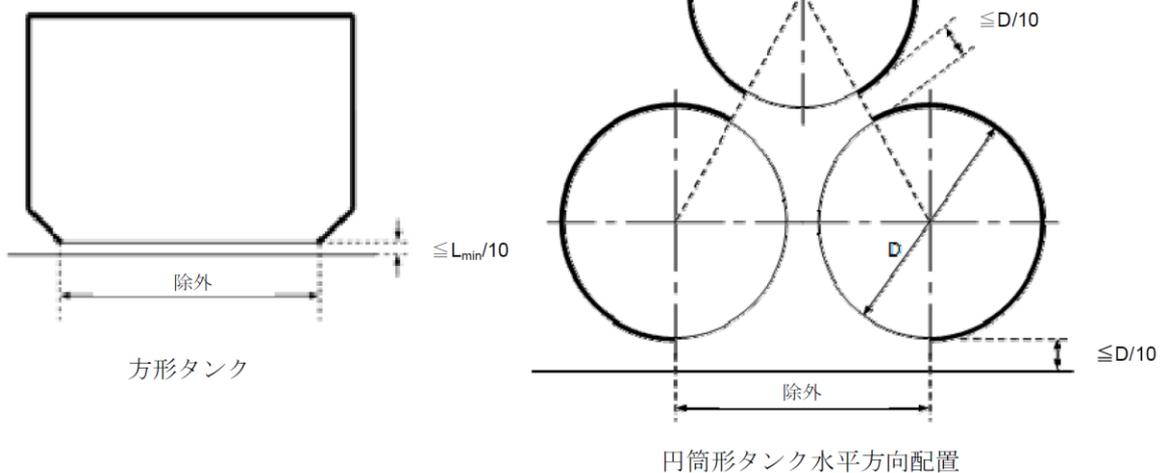
(3) 下流の圧力損失

- (a) 共通のベントヘッダ及びベントマストを設置する場合には、接続されたすべ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。
- (b) 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 i) から iii) の値を超えないこと。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。
- i) 非平衡形圧力逃し弁の場合：MARVS の 10%
 - ii) 平衡形圧力逃し弁の場合：MARVS の 30%
 - iii) パイロット式圧力逃し弁の場合：MARVS の 50%
- (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。

図 GF6.4 タンクの外表面積の求め方



皿形、半楕円形もしくは半球形の鏡板を設けた円筒形タンク又は球形タンク



6.8 液化ガス燃料タンクの充填制限値 (IGFコード 6.8)

6.8.1 充填制限値*

-1. 液化ガス燃料タンクの積込制限値 (FL) は、2.2.1-36.に定める基準温度において 98%とする。実際に充填される燃料の温度に応じた充填制限は、次の式により計画されなければならない。

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

LL (充填制限値) : 2.2.1-27.に定義する充填制限値を百分率で示した値

FL (積込制限値) : 2.2.1-16.に定義する積込制限値を百分率で示した値

ρ_R : 基準温度における燃料の比重

ρ_L : 充填時の温度における燃料の比重

-2. タンクの防熱及び設置場所を考慮して、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、本会は、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、6.8.1-1.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。

-3. 前-2.にかかわらず、2024年1月1日以降に建造される船舶にあっては、タンクの防熱及び設置場所を考慮して、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、本会は、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。ただし、95%を超えてはならない。

6.9 燃料貯蔵状態の保持 (IGFコード 6.9)

6.9.1 タンク圧力及び温度制御*

-1. 高温側の設計周囲温度における燃料の最高蒸気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、次の(1)から(4)に掲げる方法等の本会が適当と認める方法を用いて、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。

-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。

6.9.2 装置の設計

-1. 通常の使用状態に対し、高温側の設計周囲温度は、次の値としなければならない。

海水 32°C

大気 45°C

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、本会の適当と認めるところにより増減しなければならない。

-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 再液化装置

-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。

-2. 再液化装置は、次の(1)から(4)に示すいずれかの方式とすることができる。

- (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 燃焼装置

蒸発ガスの燃焼は、本編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装置 (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。

6.9.5 適合性

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。加えて、複数種類の冷媒又は補助剤が使用され、接触する可能性がある場合には、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 装置の有効性

-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。

-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 燃料格納設備の雰囲気制御 (IGFコード 6.10)

6.10.1 燃料格納設備の雰囲気制御

-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。

-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ときも燃料タンク内に引火性混合物が存在する可能性をなくすように設計されたものでなければならない。

-3. ガスフリー又はパージの経過を監視するため、各燃料タンクには、ガス採取端を設けなければならない。

-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 ホールドスペース内の雰囲気制御 (独立型タンクタイプ C 以外の燃料格納設備) (IGFコード 6.11)

6.11.1 ホールドスペース内の雰囲気制御 (独立型タンクタイプ C 以外の燃料格納設備)

-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、本会は、船の運航条件を考慮して特別に認めることがある。

-2. 前-1.に代え、部分二次防壁が要求される場合には、前-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 (IGFコード 6.12)

6.12.1 独立型タンクタイプ C の周囲区画の環境制御

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。本規定は、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 イナーティング (IGFコード 6.13)

6.13.1 イナーティング

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。

- (1) 引火性ガスのガス安全区画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。
- (2) 燃料管装置への接続が恒久的でない場合、前(1)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。
- (3) 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を設けたものでなければならない。
- (4) 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及び貯蔵 (IGFコード 6.14)

6.14.1 船内でのイナートガス製造及び貯蔵*

- 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。
- 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。
- 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。
- 4. 窒素配管は、十分に換気された場所に敷設しなければならない。当該配管を閉鎖場所に敷設する場合にあっては、窒素配管は溶接継手とし、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し、かつ、できる限り短くしなければならない。

7章 材料及び燃料管装置

7.1 目的 (IGFコード 7.1)

7.1.1 一般

本章の目的は、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、すべての運航状態において燃料の安全な取扱いを確保することである。

7.2 機能要件 (IGFコード 7.2)

7.2.1 一般

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、7.2.2 が適用となる。

7.2.2 追加要件

- 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。
- 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。
- 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。
- 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 (IGFコード 7.3)

7.3.1 一般*

- 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、本会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。
- 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。すべ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。
- 3. 液体が満たされた状態で隔離されることのあるすべ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。
- 4. 低温の燃料を含む配管には、水分の凝縮を最小とするよう、防熱を施されなければならない。
- 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わない場合に限り、二重管又はダクト内に配置することができる。ただし、二重管又はダクトには、操作に必要な配管又はケーブル以外のものは含めてはならない。

7.3.2 管の厚さ*

- 1. 管の厚さは、次式による値未満としてはならない。

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

t_0 : 理論上の厚さ

$$t_0 = PD / (2Ke + P) \text{ (mm)}$$

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、溶接部に対して本会が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、製造法に応じて本会が適当と認める基準による。

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

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

r : 平均曲げ半径 (mm)

c : 腐食予備厚 (mm) であつて、本会の適当と認める値。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。

a : 厚さに対する負の製造公差 (%)

-2. 最小厚さは、本会が適当と認める基準によらなければならない。

7.3.3 設計圧力*

-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。

(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

-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つては、0.5 MPa 未満としてはならない。

7.3.4 許容応力*

-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。

$$R_m/2.7 \text{ 又は } R_e/1.8$$

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。

-2. 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って付加される荷重による管の損傷、崩壊、過大なたわみ又は座屈を防止するために機械的強度が必要な場合、管の肉厚は、7.3.2 で要求されるものより増加させなければならない。ただし、機械的強度を増加させることが実際の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。

-3. 鋼管以外の管の場合には、許容応力は、本会の適当と認めるところによる。

-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

-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すべ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

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 管装置の製造及び継手の詳細*

-1. フランジ、弁及びその他の管取付物は、7.3.3-1.に規定される設計圧力を考慮の上、本会が適当と認める基準に従うものとする。燃料蒸気管装置に用いられるベローズ及び伸縮継手にあつては、本会は、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ある。

- 2. 高圧燃料管装置に用いられるすべての弁及び伸縮継手は、本会の承認を受けたものとする。
- 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。
- 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。

(1) フランジ無継手

- (a) ルート部で完全溶込み型の突合せ溶接継手は、すべての場合に使用できる。-10℃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ト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1.0MPaを超え、かつ、設計温度が-10℃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。
- (b) スリーブ付き差込み継手は、本会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50mm以下であり、設計温度が-55℃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。
- (c) ねじ込み継手は、本会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25mm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。

(2) フランジ継手

- (a) 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。
- (b) 管端開放の管を除き、すべての配管は、次のi)及びii)による。
 - i) 設計温度が-55℃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。
 - ii) 設計温度が-10℃より低い場合には、呼び径が100mm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50mm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。

(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(a)から(c)による。

- (a) 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。
- (b) 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。
- (c) ベローズは、一般に、閉鎖場所内に設けてはならない。

(4) その他の管継手

管継手は、前(1)から(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は、主管庁により承認された代替措置を認めることがある。

7.4 材料に関する要件 (IGFコード7.4関連)

7.4.1 金属材料*

- 1. 燃料格納設備及び燃料管装置の材料は、次の表に定める要件に適合したものでなければならない。
- (1) 表GF7.1：設計温度が0℃以上の燃料タンク又はプロセス用压力容器用の板、管（継目無及び溶接）、形材及び鍛造品
- (2) 表GF7.2：設計温度が0℃より低く-55℃までの燃料タンク、プロセス用压力容器及び二次防壁用の板、形材及び鍛造品
- (3) 表GF7.3：設計温度が-55℃より低く-165℃までの燃料タンク又はプロセス用压力容器及び二次防壁用の板、形材及び鍛造品
- (4) 表GF7.4：設計温度が0℃より低く-165℃までの燃料用及びプロセス用管装置のための管（継目無及び溶接）、鍛造品及び鋳造品
- (5) 表GF7.5：6.4.13-1.(1)(b)により要求される船体構造用の板及び形材
- (6) 設計温度が0℃以上の燃料用及びプロセス用管装置のための鋳造品については、本会の適当と認めるところによる。
- 2. 燃料タンク内部の管装置を除き、融点が925℃より低い材料は、管装置に使用してはならない。
- 3. CNGタンクについては、本会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。
- 4. 内管に高圧ガスを含む2重管の外管又はダクトは、必要に応じて、表GF7.4に示される管材料の要件に適合しなければならない。
- 5. 内管に液化ガス燃料を含む2重管の外管又はダクトは、表GF7.4に示される最低設計温度が-165℃の管材料の要件

表 GF7.2 設計温度が、0℃より低く、-55℃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： 炭素マンガング鋼（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）				
<i>C</i>	<i>M_n</i>	<i>S_i</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
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。				
<i>N_i</i>	<i>C_r</i>	<i>M₀</i>	<i>C_u</i>	<i>N_b</i>
0.80%以下	0.25%以下	0.08%以下	0.35%以下	0.05%以下
<i>V</i>	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（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	設計温度より 5℃低い温度又は-20℃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、本会の特別に定めるところによる。
(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 (℃)
25 < t ≤ 30	設計温度より 10℃低い温度又は-20℃のうち、いずれか低い方
30 < t ≤ 35	設計温度より 15℃低い温度又は-20℃のうち、いずれか低い方
35 < t ≤ 40	設計温度より 20℃低い温度
独立型タンクタイプ C 及びプロセス用圧力容器の場合	
40 < t ≤ 50	設計温度より 5℃低い温度又は-20℃のうち、いずれか低い方
50 < t	本会の特別に定めるところによる
独立型タンクタイプ C 以外の燃料タンクの場合	
40 < t ≤ 45	設計温度より 25℃低い温度
45 < t ≤ 50	設計温度より 30℃低い温度
50 < t	本会の特別に定めるところによる

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℃低い温度又は-20℃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。

厚さが 40 mm を超える場合、Vノッチシャルピー試験片は 16.2.2-2 の規定に加え、鋼材の表面から厚さの 1/2 の箇所と試験片の中心線とが一致するように採取しなければならない。ただし、K 編 3.1 及び 3.8 に規定する船体用圧延鋼材及び海洋構造物用高張力圧延鋼材は除く。

厚さが 40 mm を超え 50 mm 以下の鋼材を独立型タンクタイプ C 及びプロセス用圧力容器に適用する場合は、溶接後熱処

理を実施しなければならない。代替措置により溶接後熱処理を省略する場合は本会の承認を得なければならない。

- (3) 設計温度が -40°C か又はこれより高い場合、本会の承認を得たときは、炭素含有量を、0.18%まで増加することができる。
- (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) 本会は、 410 Nmm^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ことがある。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 25 mm を超えるものに対し、特別に処理された鋼又は表 GF73 に従った鋼が必要である。

表 GF7.3 設計温度が -55°C より低く、 -165°C ⁽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 ($^{\circ}\text{C}$)	化学成分 ⁽⁵⁾ 及び熱処理	衝撃試験温度 ($^{\circ}\text{C}$)
-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 F_e-N_i 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、本会の適当と認めるところによる。
- (2) 設計温度が -165°C より低い場合の要件は、特別に本会の承認を得なければならない。
- (3) 厚さが 25 mm を超える $1.5\%N_i$, $2.25\%N_i$, $3.5\%N_i$ 及び $5\%N_i$ 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 ($^{\circ}\text{C}$)
$25 < t \leq 30$	設計温度より 10°C 低い温度
$30 < t \leq 35$	設計温度より 15°C 低い温度
$35 < t \leq 40$	設計温度より 20°C 低い温度
$40 < t \leq 45$	設計温度より 25°C 低い温度
$45 < t \leq 50$	設計温度より 30°C 低い温度

いかなる場合にも、試験温度は、表 GF7.3 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。

厚さが 40 mm を超える場合、Vノッチシャルピー試験片は 16.2.2-2 の規定に加え、鋼材の表面から厚さの $1/2$ の箇所と試験片の中心線とが一致するように採取しなければならない。

- (4) 厚さ 25 mm を超える $9\%N_i$ 鋼、オーステナイト系ステンレス鋼及びアルミニウム合金の使用については、本会の適当と認めるところによる。
- (5) 化学成分は、本会が適当と認める基準に従ったものでなければならない。
- (6) TMCP により製造された N_i 鋼は本会の適当と認めるところによる。
- (7) 焼入れ焼戻し鋼は、特に本会の承認を得て、さらに低い設計温度に対して使用することができる。
- (8) 特別な熱処理をした $5\%N_i$ 鋼 (例えば 3 回熱処理したもの) は、衝撃試験を -196°C で行う場合に限り、本会の特別な承認

を得て-165℃までの設計温度に対して使用することができる。

(9) 衝撃試験は、本会の承認を得て省略することができる。

(10) 5083 タイプ以外のアルミニウム合金については、じん性を確認するための試験を要求することがある。

表 GF7.4 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 (°C)	化学成分 ⁽⁵⁾ 及び熱処理	衝撃試験	
		試験温度 (°C)	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の使用は，特に本会の承認を得なければならない。
- (2) 鍛造品及び鋳造品に対する要件は，本会の適当と認めるところによる。
- (3) 設計温度が，-165℃より低い場合の要件は，特別に本会の承認を得なければならない。
- (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，本会が適当と認める基準に従ったものでなければならない。
- (6) 焼入れ焼戻し鋼は，本会の承認を得て，さらに低い設計温度に対して使用することができる。
- (7) この化学成分は，鋳造品には適当でない。
- (8) 衝撃試験は，本会の承認を得て省略することができる。
- (9) 5083タイプ以外のアルミニウム合金については，じん性を確認するための試験を要求することがある。

表 GF7.5 6.4.13-1.(1)(b)の規定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)	鋼板の等級の最大厚 (mm)							
	A	B	D	E	AH	DH	EH	FH
0 以上	他編の関連規定による							
-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 GF7.2 による。ただし、表 GF7.2 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。

8章 バンカリング

8.1 目的 (IGFコード 8.1)

8.1.1 一般

本章の目的は、人員、環境及び船舶に危険を及ぼすことなく燃料の補給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 (IGFコード 8.2)

8.2.1 一般

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、8.2.2 が適用となる。

8.2.2 管装置

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 (IGFコード 8.3)

8.3.1 一般*

- 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。
- 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。
- 3. バンカリングステーションには、流出した燃料を安全に処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。
- 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手段を備えなければならない。当該手段は、液化ガス燃料タンク又は他の適切な場所に液体を放出するものとしなければならない。
- 5. バンカリングステーションは、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。
- 6. LNG のバンカリングステーションの場合には、低温に対する鋼製の防壁は、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 燃料ホース

- 1. 燃料の移送に使用する液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。
- 2. タンクの圧力又はポンプも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倍以上の圧力に対して、破裂しないように設計しなければならない。

8.4 マニホールド (IGFコード 8.4)

8.4.1 マニホールド*

バンカリングのマニホールドは、バンカリング中に外部から受ける荷重に耐えられるように設計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、標準的な形式のものとしなければならない。

8.5 バンカリング装置 (IGFコード 8.5)

8.5.1 パージ

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

8.5.2 ガスの放出の防止

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 止め弁

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／又は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 ドレン抜き

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 イナーティング及びガスフリー

バンカリングラインは、イナーティ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、燃料の補給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 バンカリングラインの隔離

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切な隔離装置により確保しなければならない。

8.5.7 船陸間通信 (SSL)

バンカリング装置には、バンカリング元と自動及び手動の ESD 通信を行うことができるよう、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 弁の閉止時間の調整

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、**16.7.3-7** 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 目的 (IGFコード 9.1)

9.1.1 一般

本章の目的は、機器への燃料の供給の安全性及び信頼性を確保することである。

9.2 機能要件 (IGFコード 9.2)

9.2.1 一般

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、9.2.2 が適用となる。

9.2.2 追加要件*

- 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、ガスの放出による影響が最小限になるように配置しなければならない。
- 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 (IGFコード 9.3)

9.3.1 冗長性

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わたって分離して配置しなければならない。

9.3.2 タンクの数

単一燃料の場合には、タンクの数には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 のタンクの場合の例外

タイプ C のタンクの場合に限り、燃料タンクの数には1として差支えない。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 (IGFコード 9.4)

9.4.1 弁の設置*

燃料タンクの入口及び出口には、タンクのできるだけ近くに弁を取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、15.2.2-2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。

9.4.2 主ガス燃料弁

各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、15.2.2-2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 主ガス燃料弁の操作

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

9.4.4 ダブルブロックブリード弁の設置

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、15.2.2-2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、ガス使用ユニット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 ダブルブロックブリード弁の遮断弁

9.4.4の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 ダブルブロックブリード弁の使用

9.4.4の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 ダブルブロックブリード弁より下流のガス供給枝管の通風

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は、主ガス燃料弁が自動的に閉鎖した場合に、機関から管への逆流を考慮し、自動的に通風されるものとしなければならない。

9.4.8 ガス供給ラインの遮断弁

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 弁の機能

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 破裂に対する保護*

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つては、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しなければならない。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 機関区域の外における燃料の供給 (IGFコード 9.5)

9.5.1 燃料管*

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。本会は、同等な安全性を確保することができる他の手段を認める場合がある。

9.5.2 燃料ガスベント管

機械的に通風される区域の内部に配置される燃料ガスベント管であつて完全溶込み溶接継手により接続されているものにあつては、9.5.1の規定を適用する必要はない。

9.5.3 代替措置

2024年1月1日以降に建造される船舶にあつては、9.5.1及び9.5.2に代えて、9.5.4から9.5.6の規定を適用しなければならない。

9.5.4 ガス状燃料管*

船内の閉鎖場所を通過するガス状燃料管は、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、同等の安全性を確保することができる他の手段を認める場合がある。

9.5.5 燃料ガスベント管

機械的に通風される区画の内部に配置される燃料ガスベント管であつて完全溶込み溶接継ぎ手により接続されている

ものによっては、9.5.4の規定は適用する必要はない。

9.5.6 液化ガス燃料管

液化ガス燃料管は、漏洩を内部に留めることができる二次的な囲壁で保護しなければならない。液化ガス燃料管が燃料調整室又はタンクコネクションスペースにある場合は、本規定を緩和することがある。15.8.1(2)に規定するガス検知器が漏洩検知に適していない場合、液化ガス燃料管周囲の二次的な囲壁に圧力又は温度、もしくはそれらの組み合わせによる監視システムによって漏洩検知できなければならない。二次的な囲壁は、燃料管から漏洩した場合の囲壁内において形成される最大圧力に耐えるものでなければならない。この目的のため、二次的な囲壁には、当該囲壁が設計圧力以上の圧力を受けることを防止するための圧力逃し装置を設置することができる。

9.6 ガス安全機関区域の燃料の供給 (IGFコード 9.6)

9.6.1 燃料管*

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鎖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、内管の内部のガス燃料の圧力より高い圧力のイナートガスで加圧されるものとすること。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こと。
- (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他の手段が備えられていること。ただし、本会の適当と認める場合に限る。

9.6.2 接合部*

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すべ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。

9.7 ESD保護機関区域のガス燃料の供給 (IGFコード 9.7)

9.7.1 内圧の制限

ガス燃料供給管装置は、当該装置の内部の圧力が1 MPaを超えるものとしてならない。

9.7.2 設計圧力

ガス燃料供給ラインの設計圧力は、1 MPa以上にしなければならない。

9.8 内管のガスの漏洩に対する外管及び通風ダクトの設計 (IGFコード 9.8)

9.8.1 外管又はダクトの設計圧力

燃料装置の外管又はダクトの設計圧力は、内管の最大使用圧力以上としなければならない。ただし、1 MPaを超える使用圧力の燃料装置にあっては、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 高圧燃料管のダクトの設計圧力

-1. 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。

-2. 直管の接線方向膜応力は、前-1.の設計圧力を条件とした場合に、引張強度を 1.5 で割った値を超えてはならない。他のすべ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。

-3. 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 強度の検証

ダクト又は管は、その安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 ダクトの寸法及び試験

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

9.9 圧縮機及びポンプ (IGF コード 9.9)

9.9.1 隔壁貫通部

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、ガス密型のものとしなければならない。

9.9.2 圧縮機及びポンプ

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。すべての装置及び機器には、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 液化ガスの流入防止

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器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器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 付属品及び計測装置

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 目的 (IGFコード 10.1)

10.1.1 一般

本章の目的は、機械的、電気的又は熱的エネルギーを安全に供給することである。

10.2 機能要件 (IGFコード 10.2)

10.2.1 一般

本章の規定は、本編 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、10.2.2 が適用となる。

10.2.2 追加要件*

- 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。
- 3. 爆発の排気を行う際は、人が通常いると考えられる場所から離れた安全な場所に放出しなければならない。
- 4. すべてのガス使用機器には独立した排気装置を設けなければならない。

10.3 ピストン形内燃機関 (IGFコード 10.3)

10.3.1 一般*

- 1. 排気装置には、1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。なお、2024年1月1日以降に建造される船舶にあっては、次によらなければならない。
 - (1) 漏洩ガスの発火による最悪状態の過圧に対応できるように設計がなされている場合又は機関の安全設計指針により妥当性が示されている場合を除き、排気装置に圧力逃し装置を設けること。
 - (2) 排気装置中に未燃ガスがある可能性について、シリンダから開放端までの装置全体を対象として詳細に評価すること。
 - (3) 前(2)にいう評価は、機関の安全設計指針に反映すること。
- 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。
- 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。
- 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。
- 5. 点火装置付きの機関にあっては、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。
- 6. 燃焼不良又は不着火を監視、検知する措置を講じなければならない。これらが検知された場合でも、不具合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って、かつ、振り振動を考慮して1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。
- 7. 本編において規定される燃料で始動する機関にあっては、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

-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。

-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。

-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

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、点火源を遮断することができてはならない。

10.3.4 多元燃料機関

-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。

-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。

表 GF10.1 ガス燃料機関

	ガス専焼		二元燃料	多元燃料
点火手段	火花	パイロット燃料	パイロット燃料	不要
主燃料	ガス	ガス	ガス又は燃料油、あるいはその両方	ガス又は液体、あるいはその両方

10.4 主ボイラ及び補助ボイラ (IGFコード 10.4)**10.4.1 強制給気装置**

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、緊急用に複数の給気装置をつなげる配置として差し支えない。

10.4.2 燃焼室

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

バーナは、すべての燃焼状態で、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 燃料の自動切替

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 点火

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ことを本会が承認した場合を除き、ガス燃焼用ノズル及びバーナ制御装置は、燃料油を燃焼することで確立した炎によって着火されるよう調整されなければならない。

10.4.6 燃料の遮断

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 弁

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 イナーティング

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 監視装置

10.4.4 に規定する自動燃料切替装置には、連続的にその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 再着火

ボイラの燃焼室には、すべ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 手動パージ

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 (IGF コード 10.5)

10.5.1 圧力逃し装置

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。通風管を含む排ガスの圧力逃し装置は、人がいる場所から離れた安全な場所に排ガスを放出するように配置しなければならない。

10.5.2 ガス密の囲壁

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、この囲壁の中に配置して差し支えない。

10.5.3 ガス検知装置及び遮断機能

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 換気

区画の換気は、本編 13 章に定める ESD 保護機関区域の規定に従わなければならない。加えて、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 燃料の自動切替

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 燃焼不良

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。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 自動停止

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 目的 (IGFコード 11.1)

11.1.1 一般

本章の目的は、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すべての装置に対する防火、火災探知及び消火について規定することである。

11.2 機能要件 (IGFコード 11.2)

11.2.1 一般

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 (IGFコード 11.3)

11.3.1 一般*

- 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、防火構造上、A 類機関区域としなければならない。
- 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」級の仕切りが施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 *IMDG* コードの規定に従って貨物から隔離されなければならない。*IMDG* コード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、*class 2.1* に分類される危険物として取扱わなければならない。
- 3. 燃料格納設備を含む区域は、A 類機関区域や火災の危険性が高い区画から、「A-60」級の防熱が施されている少なくとも 900 mm の長さをもつコファダムによって隔離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を **R 編 9 章**に従って A 類機関区域とみなさなければならない。燃料タンクが独立型タンクタイプ C である場合にあっては、当該タンクが格納されているホールドスペースをコファダムとみなして差し支えない。
 - (1) 前-3.の最終文にかかわらず、2024 年 1 月 1 日以降に建造される船舶にあっては、次の(a)及び(b)を条件に、燃料貯蔵ホールドスペースをコファダムとみなして差し支えない。
 - (a) 独立型タンクタイプ C であって、A 類機関区域又は火災の危険性が高い他の区画の直上にない。
 - (b) 独立型タンクタイプ C の外殻又はタンク接続スペースの境界と A-60 級の境界までの最小距離が 900 mm 未満でないこと。
- 4. 燃料が貯蔵されている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。
- 5. 本会は、燃料配管がロールオン・ロールオフ区域を通過して導かれる場合に、使用条件及び配管圧力を考慮して、防火構造を要求することがある。
- 6. バンカリングステーションは、A 類機関区域、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、タンク、空所並びに火災の危険性がほとんど又は全くない補機区域、洗面所及びそれに類似する区域に隣接する場合は、「A-0」級とすることができる。
- 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 (IGFコード 11.4)

11.4.1 一般

- 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

あっても、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。

-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 (IGFコード 11.5)

11.5.1 一般

-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。

-2. 前-1.に規定する水噴霧装置は、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との距離が 10 m 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。

-3. 水噴霧装置は、前-1.及び-2.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。

-4. 水噴霧主管には、損傷箇所を隔離するために、40 m 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。

-5. 水噴霧ポンプの容量は、前-1.及び-2.に規定される保護区域において、最も水压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。

-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。

-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。

-8. ノズルは本会によって承認された全量式のものとし、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 ドライケミカル粉末消火装置 (IGFコード 11.6)

11.6.1 一般

-1. 燃料の漏洩から保護するためにバンカリングステーションには、固定式ドライケミカル粉末消火装置を設置しなければならない。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。

-2. バンカリングステーションの近傍に、R 編に規定する消火設備に加え、少なくとも 5 kg の容量を有する持ち運び式粉末消火器を 1 個設置しなければならない。

11.7 火災探知及び警報装置 (IGFコード 11.7)

11.7.1 一般*

-1. R 編 29 章の規定に適合する固定式火災探知警報装置を、燃料が貯蔵されているホールドスペース、タンクコネクションスペースへの通風トランク及びタンクコネクションスペース内並びに火災のおそれのあるすべ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。

-2. 煙検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。

-3. 前-1.に規定する固定式火災探知警報装置は、本会が適当と認めるものでなければならない。

11.8 燃料調整室の消火装置 (IGFコード 11.8)

11.8.1 一般

2024 年 1 月 1 日以降に建造される船舶にあつては、ポンプ、圧縮機又はその他の潜在的な発火源を含む燃料調整室に、

規則 R 編 25 章から 27 章のいずれかの規定に適合する固定式消火装置であって、ガス火災を消火するために必要な濃度及び放出率を考慮したものを備えなければならない。

12章 防爆

12.1 目的 (IGFコード 12.1)

12.1.1 一般

本章の目的は、爆発の防止及び爆発による影響を制限することにある。

12.2 機能要件 (IGFコード 12.2)

12.2.1 一般

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、12.2.2 が適用となる。

12.2.2 追加要件

次の(1)及び(2)により爆発の可能性を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 一般要件 (IGFコード 12.3)

12.3.1 一般

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、H編4章の関連規定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H編4.2.4の規定によらなければならない。

12.3.2 電気機器及びケーブル

H編4.2.4の規定に従って、船舶の安全上及び作業上必要とする場合を除き、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。

12.3.3 ESD 保護機関区域に設置する電気機器

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) 火災及び炭化水素ガス検知器並びに火災及びガス警報装置に加え、照明器具及び通風用ファンは1種危険場所での使用が認定又は証明されたものでなければならない。
- (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承認されていないすべての電気機器は、ガス燃料が供給される機器を収容する区画内の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 危険場所 (IGFコード 12.4)

12.4.1 一般

危険場所の分類は、爆発性ガス雰囲気形成される可能性のある場所を分析し分類する手段である。分類の目的は、これらの場所で安全に使用することができる電気機器を選択できるようにすることにある。

12.4.2 危険場所の分類*

適切な電気機器の選択と適切な電気設備の設計を可能にするため、危険場所は、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。分類については、12.5の規定も確認すること。

12.4.3 通風用ダクト

通風用ダクトは、通風される場所と同一の危険場所に分類しなければならない。

12.5 危険場所の分類 (IGFコード 12.5)

12.5.1 0 種危険場所

0 種危険場所には次の区画又は区域等を含む。

- (1) 燃料タンク, 燃料タンクの圧力逃がし装置又はその他のベント装置の配管, 燃料配管及び機器の内部

12.5.2 1 種危険場所*

1 種危険場所には次の区画又は区域等を含む。

- (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
- (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 3 m 以内の球形の開放甲板上の区域又は半閉鎖場所
- (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 1.5 m 以内の球形の開放甲板上の区域又は甲板上の半閉鎖場所
- (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 2.4 m 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 保護機関区域は, 正常運転中は非危険場所とみなせるが, ガス漏れ検知時は 1 種危険場所での使用が認定又は証明された機器が要求される。
- (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 2.4 m 以内の区域

12.5.3 2 種危険場所*

2 種危険場所には次の区画又は区域等を含む。

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

13.1 目的 (IGFコード 13.1)

13.1.1 一般

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

13.2 機能要件 (IGFコード 13.2)

13.2.1 一般

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 一般要件 (IGFコード 13.3)

13.3.1 危険場所における通風*

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すべての温度及び環境条件下において作動しなければならない。

13.3.2 通風用ファンの電動機

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

13.3.3 ガス源を含む区画における通風用ファン*

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しない構造としなければならない。
 - (a) 羽根車及びケーシングのうち、いずれか一方又は両方に非常電性の非金属材料を使用するもの
 - (b) 羽根車及びケーシングに非鉄系材料を使用するもの
 - (c) 羽根車及びケーシングにオーステナイト系ステンレス鋼を使用するもの
 - (d) 羽根車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
 - (e) 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）鉄系材料の組合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 2 mm とし、13 mm 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（オーステナイト系ステンレス鋼を含む）鉄系材料の組合せは、翼端間隙によらず、火花を発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 通風装置の独立性

通風装置は、ガスのいかなる蓄積を防止するため、本編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 閉鎖された危険場所の空気取入口

危険閉鎖場所の空気取入口は、当該空気取入口がない場合に非危険場所となる区域に設置しなければならない。閉鎖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

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の排気口

閉囲された危険場所からの排気口は、その排気口が無い場合において、危険度がその場所と同一又はより低いと考えられる開放甲板上に設けなければならない。

13.3.8 通風設備の必要容量

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

13.3.9 危険場所に通じる開口がある非危険場所*

危険場所に通じる開口がある非危険場所には、エアロックを設けなければならない。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(a)及び(b)が要求される。
 - (a) パージングを継続する（少なくとも5回の換気）又は、区画が危険でないことを測定して確認する。
 - (b) 区画を加圧する。
- (2) 通風装置の運転状態は監視されなければならない。通風装置が故障した場合には、次の(a)及び(b)による。
 - (a) 常時人がいる場所に可視可聴警報を発ししなければならない。
 - (b) 直ちに加圧状態を復元できない場合、非危険場所の電気設備は、本会が適当と認める規格に基づいて自動的に又はプログラムにより遮断されなければならない。

13.3.10 閉囲された危険場所に通じる開口がある非危険場所*

閉囲された危険場所に通じる開口がある非危険場所は、エアロックを設けなければならない。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し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、本会が適当と認める規格に基づいて自動的に又はプログラムにより遮断されなければならない。

13.4 タンクコネクションスペース (IGFコード 13.4)**13.4.1 機械式強制通風装置**

タンクコネクションスペースには、排気式の有効な機械式強制通風装置を設けなければならない。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 通風トランク

タンクコネクションスペースの通風トランクには、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 (IGFコード 13.5)**13.5.1 ガス燃料使用機器が設置される機関区域の通風装置***

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

13.5.2 ESD保護機関区域の通風装置

ESD保護機関区域には、少なくとも毎時30回の換気容量を有する通風装置を設置しなければならない。通風装置は、区画全体を良好に空気循環できるものでなければならない。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、機関室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 通風装置の冗長性*

ESD保護機関区域の通風装置は、本会が適当と認める規格に従って、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。

13.5.4 通風用ファン

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、主配電盤又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又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 (IGF コード 13.6)**13.6.1 燃料調整室の通風装置**

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

通風用ファンの個数及び出力は、主配電盤又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又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 通風装置の作動

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 (IGF コード 13.7)

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えいした、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 二重管及びダクト (IGF コード 13.8)**13.8.1 燃料配管を含む二重管及びダクト**

燃料配管を含む二重管及びダクトは、少なくとも毎時 30 回の換気容量を有する有効な排気式の機械通風装置を備えなければならない。ただし、**9.6.1(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通風装置*

ガス安全機関区域の二重管及びガスパルプ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。

13.8.3 通風装置の吸気口*

二重管又はダクトの通風装置の吸気口は、発火源から離れた非危険場所に配置しなければならない。開口部には、適当なワイヤメッシュの保護具を取付け、水の浸入に対して保護されなければならない。

13.8.4 通風装置の容量

二重管又はダクトの通風装置は、流速 3 m/s が確保される場合、毎時 30 回以下の容量として差し支えない。その流速は、燃料管及びその他の構成部品が取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 目的 (IGFコード 14.1)

14.1.1 一般

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

14.2 機能要件 (IGFコード 14.2)

14.2.1 一般

本章の規定は、本編 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、14.2.2 が適用となる。

14.2.2 追加要件

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

14.3 一般要件 (IGFコード 14.3)

14.3.1 電気設備

電気設備は、H編の該当規定に適合するものでなければならない。

14.3.2 危険場所の電気設備の制限

電気機器及びケーブルは、H編 4.2.4 に適合する場合を除き、危険場所に設けてはならない。

14.3.3 危険場所における電気機器の設置要件

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、当該電気機器は規則 H編 2.16 の規定に適合する防爆形電気機器であって、かつ、承認された安全形のものでなければならない。

14.3.4 故障モード及び影響分析 (FMEA) *

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、本会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。

14.3.5 照明装置

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、すべ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 接地

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 低位液面警報*

燃料タンクが低位液面状態になった場合に警報を発生し、燃料タンクが低-低位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-低位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安全センターに可視可聴警報を発生しなければならない。

14.3.8 電動機の自動遮断

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 特定の非危険場所における電気設備

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 エアロックにより保護される区域の電気機器

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 目的 (IGFコード 15.1)

15.1.1 一般

本章の目的は、本編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 (IGFコード 15.2)

15.2.1 一般

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, **15.2.2** が適用となる。

15.2.2 追加要件*

- 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 GF15.1** 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 保護機関区域内のすべての承認された安全形でない電気機器の回路を遮断しなければならない。
- 4. 安全機能は, 共通の原因による故障を避けるため, ガス制御装置から独立した専用のガス安全装置としなければならない。これには, 電源供給及び入出力信号も含む。
- 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. 本編の規定により 2 系統以上のガス供給装置が要求される場合, 各装置には独立した専用のガス制御装置及び安全装置を設けなければならない。

15.3 一般 (IGFコード 15.3)

15.3.1 計測値の表示

バンカリングラインを含むすべてのガス燃料機器の安全な管理を確実にするために不可欠な計測値を, 機側及び遠隔で表示できる適切な計測装置を設けなければならない。

15.3.2 ビルジウエルの液面計及び温度センサ*

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 船体に恒久的に設置されないタンクの監視装置

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 (IGFコード 15.4)

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的设计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つのセンサを設けなければならない。

-3. 液化ガス燃料タンク内のセンサの位置は、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. 電気回路及びセンサを含め、高位液面警報及びオーバフィル警報のすべての構成要素は、機能試験を実施できるものでなければならない。なお、この機能試験は17.5.4.2の規定に従い、燃料を取扱う前に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安全センターにおいて継続的に表示しなければならない。

15.4.3 タンク気相部用圧力指示装置

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安全センターにも遠隔で指示されなければならない。

15.4.4 タンク許容圧力の表示

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 圧力警報

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安全センター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 燃料ポンプの吐出系統及び燃料マニホールド用圧力指示装置

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 マニホールド用圧力指示装置

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 燃料貯蔵ホールドスペース及びインタバリアスペース用圧力指示装置

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 圧力指示装置の表示

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 サブマージド型燃料ポンプ用電動機の保護装置*

燃料タンクが低液面状態になった場合に警報を発し、燃料タンクが低-低液面状態になった場合にサブマージド型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-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安全センターに可視可聴警報を発しなければならない。

15.4.11 燃料温度の計測位置

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 バンカリングの制御 (IGFコード 15.5)**15.5.1 遠隔監視及び制御**

バンカリング作業は、バンカリングステーションから離れた位置にある安全な場所から制御できなければならない。当該場所は、その場所において次の(1)から(3)に規定する監視、制御及び表示ができるものでなければならない。

- (1) 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の監視
- (2) 8.5.3 及び 11.5.1-7. で要求される遠隔制御弁の制御
- (3) オーバフィル警報及び自動遮断の表示

15.5.2 ダクト内部の通風装置の停止警報

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 ダクト内部のガス検知警報

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 (IGFコード 15.6)**15.6.1 ガス圧縮機***

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。

15.6.2 軸封装置及び軸受*

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。

15.7 ガス燃料機関の監視 (IGFコード 15.7)**15.7.1 表示装置**

D 編 で要求される計装装置に加えて、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 (IGFコード 15.8)**15.8.1 ガス検知器の配置**

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) タンク接続スペース
- (2) 燃料配管を囲うすべてのダクト
- (3) ガス配管、ガス装置又はガス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) ガス加熱系統の膨張タンク
- (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 ガス検知装置の冗長性

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 ガス検知器の数

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 ガス検知器の配置

ガスが滞留するおそ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 ガス検知器の設計、設置及び試験*

ガス検知器は、本会が適当と認める規格に従って設計、設置及び試験されなければならない。

15.8.6 警報及び安全装置の設定点

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 GF15.1, 脚注1) 参照)。

15.8.7 通風ダクトの警報及び安全装置の設定点

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 GF15.1, 脚注1) 参照)。

15.8.8 警報場所

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 ガス検知能力

本 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 (IGF コード 15.9)**15.9.1 火災探知**

ガス燃料機関を収容する機関区域及び燃料貯蔵ホールスペースにおける独立タンクを収容する区画にて火災を検知した場合に要求される安全措置は、表 GF15.1 による。

15.10 通風装置 (IGF コード 15.10)**15.10.1 警報***

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安全センターに可視可聴警報を発しなければならない。

15.10.2 安全装置

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 (IGF コード 15.11)**15.11.1 自動弁の作動**

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 燃料漏洩

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 重量物の吊下げ

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

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。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。

- (1) 航海船橋
- (2) 貨物制御室
- (3) 船上安全センター
- (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

表 GF15.1 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			
タンクコネクションスペースへの通風トランク及びタンクコネクションスペース内の火災探知	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 保護機関区域内で 2 個の検出器 ¹⁾ において 40%LEL のガス検知	X		X	ガス燃料機関を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			

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
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つて、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つて、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

16章 製造法，工作法及び試験

16.1 一般 (IGFコード 16.1)

16.1.1 一般*

- 1. 製造法，試験，検査及び成績証明書は，該当各編及び本編に示す規定によらなければならない。
- 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，本会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 (IGFコード 16.2 関連)

16.2.1 引張試験*

- 1. 引張試験は母材については K編 2章，溶接部については M編 3章の規定に従い，実施されなければならない。
- 2. 引張強さ，降伏応力及び伸びの規格値は，本会の承認を得たものでなければならない。降伏点が明らかに示される炭素-マンガン鋼及びその他の材料は，降伏比について考慮する必要がある。

16.2.2 衝撃試験*

- 1. 材料試験は，本会が特に定める場合を除き，Vノッチシャルピー衝撃試験を含むものでなければならない。Vノッチシャルピー衝撃試験の要件は，フルサイズ (10 mm×10 mm) の3個の試験片の最小平均吸収エネルギー値及び個々の試験片に対する単独の吸収エネルギー値である。Vノッチシャルピー衝撃試験片の寸法及び許容公差は，K編 2章の規定による。5 mmサイズの試験片より小さい試験片については，本会の適当と認めるところによる。サブサイズ試験片に対する最小平均値は，表 GF16.1による。

3個のうち1個の値は，規定の平均値以下であっても差し支えないが，その値が，規定の平均値の70%より小であってはならない。

表 GF16.1

Vノッチシャルピー試験片寸法	3個の試験片の最小平均値
10×10 mm	KV
10×7.5 mm	5/6KV
10×5.0 mm	2/3KV

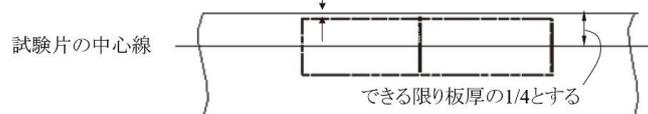
(備考)

KV：表 GF7.1 から表 GF7.4 に定める最小平均吸収エネルギー値 (J)

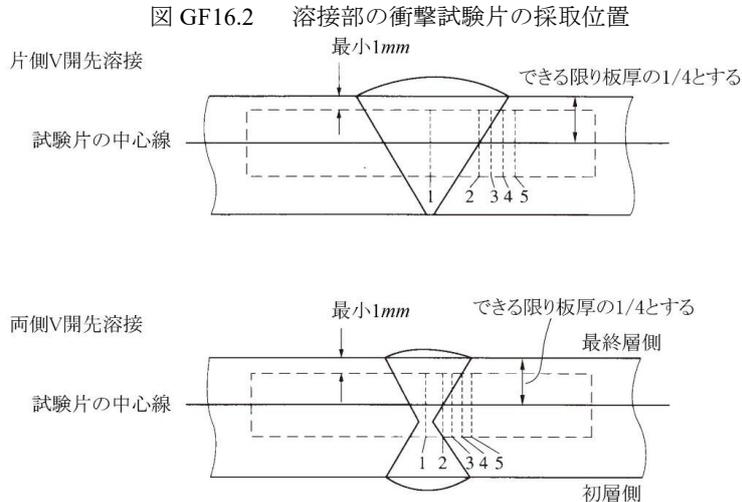
- 2. 母材の試験片は，材料の厚さに応じて可能な限り最大寸法の Vノッチシャルピー衝撃試験片を，できる限り表面と厚さの中心線間の中央に近い位置が試験片の中央となるように採取し，切欠の長さ方向が材料表面と垂直になるように機械加工しなければならない。ただし，鋼材の厚さが 40 mm 以下の場合には鋼材の表面と試験片の端面との間隔が 2 mm 以下となるように試験片を採取すること (図 GF16.1 参照)。

図 GF16.1 母材の衝撃試験片の採取位置

最大2mm (板厚40mm以下の場合)



-3. 溶接部における試験片は、材料の厚さに応じて可能な限り最大寸法の V ノッチシャルピー衝撃試験片を、できる限り表面と厚さの中心線間の中央に近い位置が試験片の中央となるように機械加工しなければならない。また、材料の表面と試験片の縁との距離は、1 mm 以上を標準とする。両面 V 開先の突合せ溶接では、溶接最終層側の表面に近い方から試験片を採取しなければならない。原則、試験片は図 GF16.2 に規定するように、溶接部の中心、境界部、境界部から 1 mm、境界部から 3 mm 及び境界部から 5 mm のそれぞれの位置から採取しなければならない。



切欠の位置

1. 溶接中心
2. 境界部
3. 境界部から 1 mm
4. 境界部から 3 mm
5. 境界部から 5 mm

-4. 3 個 1 組の吸収エネルギーの平均値が規定の平均値に満たない場合、2 個以上の試験片の値が規定の平均値より低い場合、又は 1 個の試験片の値が個々の試験片に規定される最小値より低い場合は、さらに同じ材料から 3 個の試験片を採取して再試験を行うことができ、結果は先に行った結果と併せて新しい平均値とする。この新しい平均値が規定の平均値以上の場合、合計 6 個の試験片のうち、2 個以下の試験片の値が規定の平均値より低く、かつ、1 個以下の試験片の値が個々の試験片に規定される最小値より低い場合でも、ピース又はロットを合格とすることができる。

16.2.3 曲げ試験

-1. 曲げ試験は、材料試験としては省略できるが、溶接に対する試験では要求される。試験は M 編 3 章の規定に従い実施しなければならない。

-2. 横方向試験片による曲げ試験は、本会の認めるところにより、表曲げ、裏曲げ又は側曲げとする。ただし、母材と溶接金属の強度レベルが異なる場合、この曲げ試験に代えて、縦方向試験片による曲げ試験を要求することがある。

16.2.4 破面観察及びその他の試験*

本会は、マクロ試験、ミクロ試験及び硬さ試験を要求することがある。試験は本会が適当と認めるところによる。

16.3 燃料格納設備の材料の溶接及び非破壊試験 (IGF コード 16.3 関連)

16.3.1 一般*

本節は船体内殻が二次防壁を形成する場合も含み、一次及び二次防壁に適用する。承認試験は、炭素鋼、炭素マンガ鋼、ニッケル合金鋼及びオーステナイト系ステンレス鋼に適用するが、このほかの材料の承認試験に適用しても差し支えない。ただし、本会の承認により、オーステナイト系ステンレス鋼及びアルミニウム合金の溶接に対する衝撃試験は省略してよい。また、本会が必要と認めた場合、本節に規定する以外の試験を要求することがある。

16.3.2 溶接材料

燃料タンクの溶接に使用する溶接材料は、本会が特に認めた場合を除き、M 編 6 章の規定に適合したものでなければ

ならない。溶着金属試験及び突合せ溶接継手試験は、本会の特別の承認を得た場合を除き、すべての溶接材料について行わなければならない。引張及びVノッチシャルピー衝撃試験の成績は、M編6章の規定に適合しなければならない。この場合、溶着金属の化学成分を参考資料として記録しなければならない。

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*

-1. 燃料タンク及びプロセス用圧力容器のすべての突合せ溶接について、次の-2.から-5.に従い、溶接施工方法承認試験を行わなければならない。

-2. 試験片は次の(1)から(3)に示す施工条件ごとに採取しなければならない。

- (1) 母材ごと
- (2) 溶接材料及び溶接法ごと
- (3) 溶接姿勢ごと

-3. 板の突合せ溶接の場合、圧延方向と溶接方向が平行になるように試験材を用意しなければならない。各溶接施工方法による板厚の範囲は、D編11章及びM編4章の規定によらなければならない。非破壊試験はD編11章及びM編4章の規定によらなければならない。

-4. 次の(1)から(5)に示す燃料タンク及びプロセス用圧力容器の溶接施工方法承認試験を、各試験材ごとに試験片を採取し、16.2の規定に従い行わなければならない。

- (1) 横方向引張試験
- (2) 縦方向引張試験 (M編4章の規定により要求される場合)
- (3) 横方向試験片による曲げ試験は、M編4章の規定に従い、表曲げ、裏曲げ又は側曲げとする。ただし、母材と溶接金属の強度レベルが異なる場合、この曲げ試験に代えて、縦方向試験片による曲げ試験を要求することがある。
- (4) 3個1組からなるVノッチシャルピー衝撃試験片は、図GF16.2に示すように採取しなければならない。
 - (a) 溶接の中心線
 - (b) 境界部
 - (c) 境界部から1 mm
 - (d) 境界部から3 mm
 - (e) 境界部から5 mm

(5) 本会は、マクロ試験、ミクロ試験及び硬さ試験を要求することがある。

-5. 試験は以下の要件を満足しなければならない。

(1) 引張試験：横方向引張強さは使用母材の規格最低引張強さ未満であってはならない。アルミニウム合金材等においては、アンダーマッチ（溶接金属強度が母材強度より低い場合をいう）となる場合の溶接金属強度に関する要件として、6.4.12(1)(a)iiiを参照しなければならない。溶接金属が母材より低い引張強さを有する場合、本会は継手の横引張強さを溶接金属の規格最低引張強さ以上とすることを要求することがある。いかなる場合においても破断位置は、参考資料として記録しておかなければならない。

(2) 曲げ試験：曲げ内側半径を試験片の板厚の2倍として180度曲げても外側に傷、割れ等を生じてはならないものとする。

(3) Vノッチシャルピー衝撃試験：Vノッチシャルピー衝撃試験は、溶接される母材に対する規定の温度で行わなければならない。溶接金属の衝撃試験結果のうち、最小平均吸収エネルギー値 (KV) は、27J未満であってはならない。溶接金属の要件のうち、サブサイズ試験片及び個々の最小吸収エネルギー値は、16.2.2の規定による。境界部及び熱影響部の衝撃試験結果の最小平均吸収エネルギー値 (KV) は、試験材に応じて縦又は横方向のいずれかの規格に適合しなければならない。また、サブサイズ試験片の最小平均吸収エネルギー値 (KV) は、16.2.2の規定による。材料の厚さがフルサイズ試験片にも標準サブサイズ試験片にも加工ができないようなもの場合、試験方法及び判定基準は、本会の適当と認めるところによる。

-6. 燃料タンク及びプロセス用圧力容器のすべてのすみ肉溶接について、D編11章及びM編4章に従い、溶接施工方法承認試験を行わなければならない。これらの場合、溶接材料は、十分な衝撃特性を有するものでなければならない。

-7. 二次防壁のすべての溶接について、M編4章に従い、溶接施工方法承認試験を行わなければならない。

16.3.4 管の溶接施工方法承認試験*

管の溶接施工方法承認試験は、16.3.3の燃料タンクに対する詳細の規定に準じて行わなければならない。

16.3.5 製品溶接確認試験*

-1. メンブレンタンクを除くすべての燃料タンク及びプロセス用圧力容器は、原則として突合せ溶接約50 mごと及び

各溶接姿勢ごとに製品溶接確認試験を行わなければならない。二次防壁については、一次防壁に要求されるものと同様の製品溶接確認試験を行わなければならないが、試験の数は、本会の承認を得て減ずることができる。燃料タンク又は二次防壁に対して、次の-2.から-5.に定める要件以外の試験を要求することがある。

-2. 独立型タンクタイプ A 及びタイプ B の製品溶接確認試験は、曲げ試験及び、溶接施工方法承認試験で要求される場合は、3個1組のVノッチシャルピー衝撃試験を含むものでなければならない。試験は溶接 50 m ごとに行わなければならない。Vノッチシャルピー衝撃試験片は、切欠の位置が交互に溶接中心線と熱影響部（溶接施工方法承認試験の結果において最も小さい値を示す位置）となるように採取しなければならない。オーステナイト系ステンレス鋼については、すべての切欠が溶接中心線となるようにしなければならない。

-3. 独立型タンクタイプ C 及びプロセス用圧力容器については、前-2.に規定する試験に加え、横方向引張試験が要求される。試験要件は 16.3.3-5.の規定による。

-4. 品質保証/管理 (QA/QC) システムは、材料製造者の品質マニュアル (QM) を考慮し、製品の溶接部の継続的な適合性を保証するものでなければならない。

-5. メンブレンタンクの製品溶接確認試験は、16.3.3 の規定による。

16.3.6 非破壊試験*

-1. 設計者が前提となる設計条件を満足させるために、より高度な基準の適用を明示した場合を除いて、すべての試験方法及び判定基準は、本会の適当と認めるところによる。原則として内部欠陥を検知するために放射線透過試験を実施しなければならない。本会は、放射線透過試験に代えて承認された超音波探傷試験の採用を認めることがあるが、本会が指定した箇所について、超音波探傷試験の結果を検証するために放射線透過試験による補足の検査を追加して行わなければならない。放射線透過試験及び超音波探傷試験の結果は保管されなければならない。

-2. 設計温度が-20℃より低い独立型タンクタイプ A 及び設計温度にかかわらず独立型タンクタイプ B にあつては、燃料タンクのタンク板のすべての完全溶込み突合せ溶接は、全長にわたり内部欠陥を検出するのに適した非破壊試験を行わなければならない。前-1.の規定を満たす場合、放射線透過試験の代わりに超音波探傷試験を実施して差し支えない。

-3. 防撓材並びに他の取付け物及び付着品の溶接を含むタンク構造の他の部分は、必要に応じ磁粉探傷法又は浸透探傷法によって検査しなければならない。

-4. 独立型タンクタイプ C の非破壊試験の施工範囲は、D 編 11 章の規定に従って全数又は抜取りとしなければならない。ただし、次に定める要件を下回ってはならない。

(1) 6.4.15-3.(2)(a)iii)の規定による全数非破壊試験:

放射線透過試験:

突合せ継手の 100%

表面き裂検出のための非破壊試験:

すべての溶接継手の 10%

開口周辺の補強リング、ノズル等の 100%

前-1.の規定により、放射線透過試験の一部を超音波探傷試験に代えることができる。さらに、本会は、開口周辺の補強リング、ノズル等の溶接について全数の超音波探傷試験又は内部欠陥に対する非破壊試験を要求することがある。

(2) 6.4.15-3.(2)(a)iii)の規定による抜取り非破壊試験:

放射線透過試験:

突合せ溶接継手の交差部全数及び全長の少なくとも 10%の抜取り

表面き裂検出のための非破壊試験:

開口周辺の補強リング、ノズル等の 100%

超音波探傷試験:

本会は、個々の場合に応じて要求することがある。

-5. 品質保証/管理 (QA/QC) システムは、材料製造者の品質マニュアル (QM) を考慮し、溶接部の非破壊検査の継続的な適合性を保証するものでなければならない。

-6. 管の検査は、7 章の規定に従って行わなければならない。

-7. 二次防壁は、本会の必要と認めるところにより、内部欠陥に対する非破壊検査を行わなければならない。船体の外板が二次防壁の一部となる場合、舷側厚板のすべてのバット及び船側外板のすべてのバットとシームの交差部は、放射線透過試験を行わなければならない。

-8. メンブレンタンクの場合、特別の溶接検査方法及び判定基準は、本会の適当と認めるところによる。

16.4 金属材料によるその他の構造要件 (IGFコード 16.4)

16.4.1 一般

溶接部の検査及び非破壊試験は 16.3.5 及び 16.3.6 の規定によらなければならない。設計により高度な基準又は建造許容差が要求される場合、それらを満たすものでなければならない。

16.4.2 独立型タンク*

主に回転体により構成される独立タンクタイプ C 及び B について、真円度、真の形状からの局所的な誤差、溶接継手の目違い及び板厚が異なるときのテーパのような製造及び工作法に関する許容誤差は、D 編 11 章の規定に適合しなければならない。この許容誤差は、6.4.15-2.(3)(a)及び 6.4.15-3.(3)(b)に示す座屈解析にも関連して定めなければならない。

16.4.3 二次防壁

建造中において、二次防壁の試験及び検査の要件は、本会が承認又は認めたものでなければならない。(6.4.4(5)及び 6.4.4(6)を参照すること。)

16.4.4 メンブレンタンク*

品質保証/管理 (QA/QC) システムは、溶接施工条件、設計の詳細、材料、建造、検査及び各構成要素の施工確認試験の継続的な適合性を保証するものでなければならない。これらの基準及び施工要領は、プロトタイプテスト中に開発された基準によらなければならない。

16.5 試験 (IGFコード 16.5 関連)

16.5.1 建造中の試験及び検査*

-1. すべての液化ガス燃料タンク及びプロセス用圧力容器は、タンクタイプに応じて、16.5.2 から 16.5.5 に規定する水圧又は水圧-空気圧試験を行わなければならない。

-2. すべてのタンクは、前-1.の規定による圧力試験と同時に又は別個に、漏洩試験を行わなければならない。

-3. 6.3.1-3.の規定による燃料格納設備のガス密性を確認するための試験を行わなければならない。

-4. 二次防壁の検査については、個々の場合に、防壁へのアクセス (6.4.4 参照) を考慮の上で、本会の適当と認めるところによる。

-5. 新型式の独立型タンクタイプ B 又は 6.4.16 の規定に基づき設計されたタンクが設けられる船舶では、少なくとも 1 個のプロトタイプタンク及びその支持構造には、本会は、16.5.1-1.に規定する試験において、応力レベルを確認するためのひずみゲージ又は他の適当な装置を設置することを要求することがある。タンクの形状並びに支持構造及び付属品の配置によっては独立型タンクタイプ C に対しても本会は、同様の計測装置を要求することがある。

-6. 最初に LNG 燃料を補給し、安定した温度状態に到達したとき、燃料格納設備全体としての性能が設計上のパラメータに適合することを、本会が適当と認める要件に従って確認しなければならない。設計上のパラメータを確認するために重要な構成要素及び付属品の性能についての記録は、船上に保管し、かつ、本会にいつでも提示できるようにしておかななければならない。

-7. 燃料格納設備については、最初に LNG 燃料を補給し、安定した温度状態に到達したとき又はその直後にコールドスポット検査を行わなければならない。目視検査ができない防熱材表面の検査については、本会の適当と認めるところによる。

-8. 6.4.13-1.(1)(c)及び 6.4.13-1.(1)(d)に従ってヒーティング設備を設ける場合、この設備は要求される熱出力及び熱分布についての試験をしなければならない。

16.5.2 独立型タンクタイプ A*

すべての独立型タンクタイプ A は水圧又は水圧-空気圧試験を行わなければならない。この試験はタンクに生ずる応力が設計応力に実行可能な限り近くなるようにし、かつ、タンク頂部の圧力を MARVIS 以上として行わなければならない。水圧-空気圧試験を行う場合、試験状態は、タンク及びその支持構造の動的成分を含む設計荷重 (ただし永久変形を起こす応力レベルは避けること) を実行可能な限り模擬したものでなければならない。

16.5.3 独立型タンクタイプ B

独立型タンクタイプ B は、次の水圧又は水圧-空気圧試験を行わなければならない。

- (1) 試験は独立型タンクタイプ A に対する 16.5.2 の規定によって行わなければならない。
- (2) さらに、試験状態における最大一次膜応力又は主要部材の最大曲げ応力は、試験温度で材料の降伏応力（組立て状態）の 90%を超えてはならない。計算上この応力が降伏応力の 75%を超える場合、同じシリーズの最初のタンクで歪ゲージ又は他の適当な装置を用いて前記の条件を満足することを確認しなければならない。

16.5.4 独立型タンクタイプ C 及びその他の圧力容器*

- 1. 組立完了時に各圧力容器は、タンク頂部で測った圧力が $1.5P_0$ 以上となる圧力の下で水圧試験を行わなければならないが、いかなる箇所においても計算による一次一般膜応力が試験中に、設計温度における材料の降伏応力の 90%を超えてはならない。単純な円筒形又は球形の圧力容器を除き、計算上この応力が降伏応力の 75%を超える場合、同じシリーズの最初のタンクで歪ゲージ又は他の適当な装置を用いて前記の条件を満足することを確認しなければならない。
- 2. 試験に使用する水温は、組立て状態の材料の無延性遷移温度より少なくとも 30°C 高い温度でなければならない。
- 3. 圧力は、板厚 25 mm につき 2 時間保持しなければならないが、いかなる場合も 2 時間未満としてはならない。
- 4. 液化ガス燃料用圧力容器に対して必要な場合、水圧-空気圧試験を前-1.から-3.に示す状態で行うことができる。
- 5. 使用温度に応じてより高い許容応力を用いる圧力容器の試験について、本会は、特別の考慮を払うことがある。ただし、前-1.の規定には完全に適合しなければならない。
- 6. 工事完了後、各圧力容器及びその付着品は、適当な漏洩試験を行わなければならない。この試験は前-1.又は-4.のうち該当する規定による試験と同時に行ってよい。
- 7. 液化ガス燃料用タンク以外の圧力容器の空気圧試験は、個々の場合に応じて本会が適当と認めた場合にのみ行うことができる。この試験は、圧力容器が安全に水を満たすことができないように設計されもしくは支持されているか又はこれらの容器を乾燥できず、かつ、使用中に試験用媒体の痕跡を許容できない場合にのみ認められる。

16.5.5 メンブレンタンク*

- 1. 設計段階における試験
 - (1) 6.4.15-4.(1)(b)に規定する設計段階における試験には、コーナー及び継手を含む一次及び二次防壁の一連の解析モデル及び物理モデルを含めなければならない。このモデルは、すべての積込液位において、静的、動的及び熱荷重に起因する組合せ歪に耐えることを確認するために、試験を行ったものでなければならない。これは、結果的に完全液化ガス燃料格納設備のプロトタイプモデルの建造となる。解析及び物理モデルにおいて考慮する試験条件は、液化ガス燃料格納設備が、その一生に遭遇する最も厳しい就航状態に相当するものでなければならない。6.4.4 に規定する二次防壁の定期的試験の許容基準案は、プロトタイプモデルによる試験結果に基づかなければならない。
 - (2) メンブレンの材料及びメンブレンの溶接継手又は接着継手の疲労性能は、試験により確認しなければならない。防熱材の船体構造との固着部の最終強度及び疲労強度については、解析又は試験により確認しなければならない。
- 2. 試験
 - (1) メンブレン液化ガス格納設備を設ける船舶の場合、すべてのタンク及び通常液体を積み、かつ、メンブレンを支持する隣接船体構造となるすべての区画は、本会が適当と認める水圧試験を行わなければならない。
 - (2) メンブレンを支持するすべてのホールド構造は、液化ガス格納設備を搭載する前に漏洩試験を行わなければならない。
 - (3) 通常、液体を積載しないパイプトンネル及びその他の区画は、水圧試験を行う必要はない。

16.6 溶接、溶接後熱処理及び非破壊試験 (IGF コード 16.6)

16.6.1 一般

溶接は、16.3 の規定に従って行わなければならない。

16.6.2 溶接後熱処理

溶接後熱処理は、炭素鋼、炭素-マンガン鋼及び低合金鋼鋼管のすべての突合せ継手について行わなければならない。ただし、本会が、当該管装置の設計温度及び設計圧力を考慮して 10 mm 未満の厚さの管について応力除去のための熱処理の省略を認める場合にあっては、この限りではない。

16.6.3 非破壊試験*

突合せ溶接継手にあっては、溶接施工前及び施工中の通常の管理及び完了した溶接の目視検査に加え、溶接が正しく、かつ、本章の規定に従って行われていることを確認するために、次の(1)から(4)に従った試験を行わなければならない。

- (1) 次の(a)から(e)のいずれかに該当する管装置の突合せ溶接継手に対する 100%放射線透過試験又は超音波探傷試験

- (a) 設計温度が -10°C より低い場合
 - (b) 設計圧力が 1.0 MPa を超える場合
 - (c) ESD 保護機関区域のガス燃料管
 - (d) 内径が 75 mm を超える場合
 - (e) 板厚が 10 mm を超える場合
- (2) 前(a)から(e)の管装置の突合せ溶接継手部が本会が適当と認める自動溶接により工作される場合には、放射線試験又は超音波探傷試験の範囲を適当に参酌することができる。ただし、いかなる場合においても各継手の 10%未満としてはならない。欠陥が発見された場合には、すでに認められている突合せ溶接継手部を含め、すべての突合せ溶接継手部について 100%放射線透過試験又は超音波探傷試験を行わなければならない。
- (3) 二重管で構成される燃料管の外管の突合せ継手に対する放射線透過試験又は超音波探傷試験は、10%に減ずることができる。
- (4) 前(1)から(3)に規定されるもの以外の管の突合せ溶接継手については、使用目的、設置場所及び材料に応じて、本会の適当と認めるところにより抜取りの放射線透過試験、超音波探傷試験又は他の非破壊試験を行わなければならない。一般に、管の突合せ溶接継手の少なくとも 10%について、放射線透過試験又は超音波探傷試験を行わなければならない。

16.7 試験 (IGFコード 16.7)

16.7.1 管部品のタイプテスト*

-55°C より低い温度で使用される各種の管部品は、次の(1)から(4)に規定するタイプテストを受けなければならない。

- (1) 弁は、その寸法及び型式ごとに、使用圧力及び使用温度の全範囲に渡って、弁の設計圧力までの適当な間隔の圧力で、弁座漏洩試験を受けなければならない。漏洩量は、本会が適当と認める基準に適合しなければならない。また、当該試験時に、弁が十分に作動することが確認されなければならない。
- (2) 流量又は容量は各種の弁の寸法及び型式ごとに本会が適当と認める基準により承認されなければならない。
- (3) 加圧される部品は、設計圧力の 1.5 倍以上で圧力試験を行わなければならない。
- (4) 融点が 925°C より低い材料を使用した緊急遮断弁の場合には、本会が適当と認める基準による耐火試験をタイプテストとして行わなければならない。

16.7.2 ベローズ伸縮継手

7.3.6-4.(3)(a)及び(c)の規定に従い、かつ、燃料タンクの外側の燃料管に用いられるベローズ伸縮継手に加え、本会により要求される場合には燃料タンク内に設けられるベローズ伸縮継手についても、型式ごとに次の(1)から(4)に規定するタイプテストを行わなければならない。

- (1) ベローズエレメントは、事前に圧縮せずに、軸方向を固定した状態で設計圧力の 5 倍以上の圧力で圧力試験を行い、破裂してはならない。当該試験の継続時間は、5 分未満としてはならない。
- (2) フランジ、ステー、接合部等のすべての付属品を取付けた伸縮継手は、最低設計温度、かつ、製造者が指定する最大変位状態において設計圧力の 2 倍の圧力で圧力試験を行い、永久変形を生じてはならない。
- (3) すべての付属品を取付けた伸縮継手は、圧力、温度、軸方向移動、回転方向移動及び横方向移動の状態において、少なくともその実際の使用中に加わる繰返し回数で、熱伸縮を想定した繰返し試験を行い、これに耐えなければならない。当該試験は、試験要件が少なくとも使用温度での試験と同程度に厳しいものであると認められる場合には、大気温度で行うことができる。
- (4) すべての付属品を取付けたベローズには、内圧を加えない状態で、毎秒 5 サイクルを超えない頻度で、少なくとも 2,000,000 回の船体の変形、加速度及び管の振動を想定した繰返し疲労試験を行わなければならない。ただし、当該試験は、管装置の配置により船体の変形による荷重が実際に加わる場合にのみ要求される。

16.7.3 装置の試験*

-1. 本項の要件は、燃料タンクの内部及び外部の燃料管に適用される。ただし、本会は、燃料タンク内部及び管端開放の配管については、当該要件の緩和を認めることがある。

-2. すべての燃料管は、組立て後、適当な流体で強度試験を行わなければならない。試験圧力は、液ラインの場合には設計圧力の 1.5 倍以上、蒸気ラインの場合には、最大使用圧力の 1.5 倍以上とする。管装置又は装置の一部がすべて完成し、かつ、すべての付属品が装備された場合は、船上への取付け前に当該試験を行うことができる。船内で溶接される継

手は、設計圧力の 1.5 倍以上の圧力で当該試験をしなければならない。

-3. 燃料管装置は、船内組立て後、適用される検知方法に応じた圧力で空気又は他の適当な媒体を用いて、漏洩試験を行わなければならない。

-4. 二重燃料管装置にあつては、管が破裂した際に生じうる最大の圧力に耐えうることを示すために、外側二重管又はダクトについて圧力試験を行わなければならない。

-5. 弁、取付け物及び燃料又は蒸気を取扱うための関連の設備を含むすべての管装置は、本会が適当と認める基準に従って、最初のバンカリング作業時まで通常の使用状態で試験されなければならない。

-6. 液化ガス配管の緊急遮断弁は、作動時間 30 秒以内で完全に、かつ、スムーズに閉鎖できるものでなければならない。弁の閉鎖特性及び作動特性についての情報は、船上で利用できるようにしておかなければならず、かつ、閉鎖時間は確認され、再現しうるものでなければならない。

-7. **8.5.8** 及び **15.4.2-2** に示す弁の閉鎖時間（遮断信号の発信開始から完全な弁の閉鎖までの時間）は、次に示す値以下であること。

$$\frac{3600U}{BR} \text{ (秒)}$$

U : 信号を発する液位におけるアレージ容積 (m^3)

BR : 船と陸上設備との間で合意された最大燃料補給速度 (m^3/h)

又は、5 秒のいずれか小さい方

バンカリング速度は、バンカリングホース又はアーム、関連する船舶と陸上の管装置を考慮して、弁閉鎖によって生じるサージ圧力が許容できる圧力以下になるように調節すること。

17章 作業に関する規定

17.1 目的

17.1.1 一般

本章の目的は、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。

17.2 機能要件

17.2.1 一般

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、17.2.2 が適用となる。

17.2.2 追加要件*

- 1. 本編の対象となるすべての船舶には、IGF コードの写し又は IGF コードの規定を取入れた国内法規の写しを船上に保管しなければならない。
- 2. ガスに関連する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。

17.3 燃料取扱いマニュアル及び掲示

17.3.1 燃料取扱いマニュアル*

17.2.2-3.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、イナーティング、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) 燃料の特性及び燃料を取扱うための特別な機器
- (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、火災又はロールオーバー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

17.3.2 掲示

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。

17.4 保守に関する手順書及び情報

17.4.1 一般

- 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（本編 5章 参照）。
- 2. 17.2.2-2.の規定により要求される手順書及び情報には、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。

17.5 作業要件

17.5.1 適用

本 17.5 の規定は、船級を保持するために必要な検査の対象となる要件ではないが、船舶の管理者又は操船責任者等が遵守すべき事項を示すものである。

17.5.2 検査、保守及び試験

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。

17.5.3 電気設備の点検及び保守*

爆発の危険性がある場所に設置される電気設備の点検及び保守は、本会が適当と認める基準に従って行うこと。

17.5.4 バンカリングオペレーション*

-1. 責任

- (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)は次の(a)から(c)を行うこと。
 - (a) 移送手順に関する書面による合意(冷却及び必要な場合、ガスアップ並びにすべての段階における最大移送速度及び移送量を含むもの。)
 - (b) 緊急時に実施される対策に関する書面による合意
 - (c) 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
- (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記録簿(少なくとも IGF コード附属書 18 章の附属書に示す内容を含むもの。)を受け取り、署名すること。

-2. バンカリング前の確認

- (1) バンカリングを行う前に、少なくとも次の(a)から(e)を含むバンカリング前の確認を行い、バンカリング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。
 - (a) 船陸間通信(SSL)(装備される場合)を含むすべての通信方法
 - (b) 固定式ガス検知装置及び火災検知装置の操作
 - (c) 可搬式ガス検知装置の操作
 - (d) 遠隔制御弁の操作
 - (e) ホース及び継手の点検
- (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し、十分な確認が行われたことを文書として記録すること。

-3. 船舶とバンカリング元との通信

- (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。
- (2) バンカリングの際に使用される通信装置は、本会が適当と認める基準に従ったものとする。
- (3) 担当者はバンカリングに係わるすべての人員との直接かつ即時の通信手段を有すること。
- (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。

-4. 電氣的接地

燃料補給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、電氣的に連続であり、適切に絶縁されたものとするほか、本会が適当と認める基準に従った安全なものとする。

-5. 移送のための条件

- (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。
- (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すべての人員は、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。

- (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。
- (4) 船舶に恒久的に設置されないタンクの場合には、すべ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。

17.5.5 閉鎖場所への交通*

-1. 通常の運用状態において、人員は、燃料タンク、燃料貯蔵ホールスペース、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。

-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。

17.5.6 燃料装置のイナートイング及びパージング

-1. 燃料装置のイナートイ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。

-2. 燃料装置のイナートイ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いうこと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いうことを確保できるものとする。

17.5.7 燃料装置の上部又は近傍における高熱作業*

燃料タンク及び燃料配管並びに可燃性になりうる又は炭化水素が混合するおそれのある防熱装置及び燃焼生成物として毒性の蒸気を発生させるおそ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、承認がすべて得られた後のみ実施すること。

附属書 1.1.3-2. (削除)

附属書 1.1.3-3. ガス燃料機関

1 章 通則

1.1 適用

-1. 本附属書は**規則 GF 編 1.1.3-3.**の規定に基づき、天然ガス（バイオメタンや合成メタン等のメタンを主成分とする同等の燃料を含む）を燃料として使用する往復動内燃機関及びガス燃料供給装置に適用する。これ以外の方式のガス燃料機関及びガス燃料供給装置については別途定めるものとする。

-2. 機関に供給されるガスは、ガス燃料供給装置により常に気体の状態であることを確保しなければならない。本附属書は、ガスが液体又は極低温ガスの状態で供給される機関を対象としない。

-3. 二元燃料機関、ガス専焼機関は非常用途に使用してはならない。

-4. ガス燃料機関及びガス燃料供給装置は、本附属書の規定によるほか、往復動内燃機関及びガス燃料供給装置に適用される**規則 D 編**及び**規則 GF 編**の関連規定にもよらなければならない。

-5. ガス燃料機関にあっては、以下の規定で参照される**規則 GF 編**の要件及び本会が別に定める要件を、特段の記載のない場合、船種、船舶の大きさ、航行区域にかかわらず適用するものとし、**規則 GF 編 1.1.1-2.**という軽減は適用されない。

- (1) **2.1-4.(3)**
- (2) **2.2.3-1.**
- (3) **2.2.4**
- (4) **2.4.2-5.(1)**
- (5) **2.4.2-5.(5)**
- (6) **2.4.2-5.(6)(a)**から**(c)**
- (7) **2.4.2-5.(7)(a)**
- (8) **3.1-6.**

1.2 同等効力

本附属書の規定に適合しない低圧ガス燃料機関及びガス燃料供給装置であっても、本会が本附属書の規定に適合するものと同等の効力があると認める場合には、本附属書に適合するものとみなす。

1.3 提出図面及び資料

提出すべき図面及び資料は、次のとおりとする。

- (1) 承認図面及び資料
 - (a) **規則 D 編 2.1.3-1.(1)**の規定に該当するもの
 - (b) **規則 D 編 18.1.3(1)(a)**、**(b)**及び**(e)**の規定に該当するもの
 - (c) ガス噴射弁及び同駆動装置
 - (d) ガス燃料噴射管と被覆装置
 - (e) ガス検知器配置図
 - (f) 燃焼状態監視装置
 - (g) 調速機
 - (h) ガス燃料の燃焼運転に関する機関制御系統図（監視、安全及び警報装置を含む）
 - (i) 機関とガス燃料供給管装置との接続部からのガス漏洩保護装置

- (j) ガス燃料供給管装置（弁及び管取付物の詳細を含む）及びこれからのガス漏洩に対する保護装置
 - (k) パイロット燃料油噴射装置又は点火装置
 - (l) 機付ガス燃料システムの配置図又は同等の書類
 - (m) ガス燃料管線図（要求される場合、二重壁を記入したもの）
設計圧力、使用圧力、管の寸法及び材料に関する仕様を記載すること。
 - (n) ガス噴射装置又は混合装置の部品
設計圧力、使用圧力、管の寸法及び材料に関する仕様を記載すること。
 - (o) クランク室（規則 D 編 2.4.3 で要求される場合）、吸気マニホールド及び排ガスマニホールド、機付排ガス装置の逃し弁の配置（適用される場合）
 - (p) 認定された安全形機器のリスト及び証明書の写し
 - (q) パイロット燃料油装置の配置図又は同等の書類（二元燃料機関の場合）
 - (r) パイロット燃料油装置の高圧燃料管の被覆装置の組立図（二元燃料機関の場合）
 - (s) 着火装置の配置図又は同等の書類（ガス専焼機関の場合）
 - (t) その他、機関の型式に応じ、本会が必要と認める図面及び資料
- (2) 参考図面及び資料
- (a) 規則 D 編 2.1.3-1.(2)の規定に該当するもの
 - (b) その他、本会が認める図面及び資料
- (3) 機関の検査及び試験のための図面及び資料
規則 D 編 2.1.3-1.に規定する図面及び資料のうち、検査及び試験のためのもの（規則 D 編表 D2.1(1)及び表 D2.1(2)において“○”で示すもの。）

1.4 用語

- 1. 「認定された安全形」とは、独立した国家試験機関又は認証機関により、危険場所の電気機器について認められた規格に従って認定された機器をいう。
(備考) IEC 60079 シリーズ及び IEC 60092-502:1999 を参照
- 2. 「ダブルブロックブリード弁」とは、規則 GF 編 2.2.1-9.に規定される、管に直列して配置される 2 つの弁とこれらの 2 つの弁の間の管から圧力を逃すことを可能にする第 3 の弁を組合せたものをいう。ただし、3 つの別個の弁に代えて、二方弁及び閉鎖弁により構成されるものとして差し支えない。また、規則 GF 編 9.4.4 から 9.4.6 を満足するものであること。
- 3. 「二元燃料機関」とは、燃料としての天然ガスをパイロット燃料油又は液体燃料油のどちらかと同時に燃焼させる（ガスモード）ことができ、また、液体のディーゼル燃料油のみで運転する（燃料油モード）能力も有する機関をいう。
- 4. 「圧力逃し装置」とは、ガス爆発時の特定された過圧から人及び構成部品を保護する装置をいう。当該装置は、弁、ラプチャディスク、その他適切なものとする事ができる。
- 5. 「ガス」とは、メタンを主成分とし燃料として使用される天然ガスをいい、メタンを主成分とするバイオメタンや合成メタン等を含む。
- 6. 「ガス噴射弁」とは、機関が必要とするガスの量に従って、シリンダへのガスの供給を制御する、機付の弁又は噴射装置をいう。
- 7. 「ガス燃料機関」とは、二元燃料機関、ガス専焼機関、又はこれらに類似したものをいう。
- 8. 「ガス専焼機関」とは、ガス燃料のみで運転可能であり、油燃料での運転に切り替えることが出来ない機関をいう。
- 9. 「ガス燃料管」とは、ガス又は空気及びガスの混合気を内包する管をいう。
- 10. 「高圧ガス」とは最大使用圧力が 1 MPa（ゲージ圧）を超えるガスをいう。
- 11. 「低圧ガス」とは最大使用圧力が 1 MPa（ゲージ圧）以下のガスをいう。
- 12. 「低位発熱量（LHV）」とは、水分の蒸発潜熱を除いた特定量の燃料の完全燃焼から得られる熱量をいう。
- 13. 「メタン価」とは、同じノッキング強度の基準を用いた試験に基づいて試験燃料に割り当てられる、ガス燃料のノッキングの起こりにくさの指標をいう。（純粋なメタンのメタン価を 100、純粋な水素のメタン価を 0 とする。）
- 14. 「パイロット燃料油」とは、二元燃料機関にて、ガスと空気の混合気に点火するためにシリンダ内に注入される燃料油をいう。

-15. 「予混合機関」とは、例えば過給機の前又は後で混合する等、全てのシリンダに共通のマニホールドを通してガスが空気と混合され供給される機関をいう。

-16. 「機関の安全設計指針」とは、燃料としてのガスに関する安全の基本的な考え方を記述した文書をいう。この様な燃料の種類に関連したリスクが、合理的に予測可能な異常状態、考えられる故障のシナリオのもとで、どのように制御されているか並びにそれらの制御措置が記載される。リスク分析の結果は機関の安全設計指針に反映すること。また、機関の安全設計指針には、起こり得る爆発による被害の危険の可能性についての詳細な評価を明記すること。

2章 ガス燃料機関の構造及び設備

2.1 一般要件

- 1. ガス燃料機関は、次の(1)から(3)に示す状態においても、安定した運転が持続できるものでなければならない。
 - (1) 燃料の切替時（二元燃料機関の場合）
 - (2) 急激な負荷変動時
 - (3) ガス燃焼時の最低負荷状態
- 2. ガス燃料機関は、燃焼室又は、吸気弁直前の吸気管にガス燃料を供給する際、ガス燃料管への空気の逆流を防止するため、常にガス燃料供給圧力を給気圧力よりも大としておかななければならない。
- 3. 製造者は、ガス燃料機関が許容できるガスの仕様並びに最小のメタン価及び、該当する場合は、最大のメタン価を明らかにしなければならない。
 - 4. ガスを含む又は含むことがある構成要素は次の(1)から(3)に従って設計されなければならない。
 - (1) 油燃料を使用する機関と同等の適切な安全性を確保するように、火災及び爆発のリスクを最小化すること。
 - (2) 構成要素の強度の確保、又は承認された型式の適切な圧力逃し装置の設置により、許容可能な程度の残留リスクのレベルまで、起こり得る爆発による結果を軽減させること。
選定した圧力逃し装置の構成部品の強度が最悪の爆圧に対して十分であることを、例えばリスク分析の一部として文書化すること。もしくは最悪の爆圧に対して十分であることを実証すること。
 - (3) **規則 GF 編 10.2** 及び **10.3** を参照すること。
- 5. 圧力逃し装置からの放出は、機関区域への火災の侵入を防ぐものとし、また、当該放出が人を危険にさらしたり、他の機関の構成要素又は装置を破損することがないようにすること。
- 6. 圧力逃し装置には、フレームアレスタを設置すること。

2.2 構造及び強度

2.2.1 ガス噴射弁及びその駆動装置

- 1. ガス噴射弁は、想定する使用期間内において、良好な作動特性及び耐久性を有するものでなければならない。
- 2. ガス噴射弁には、弁棒部からのガス燃料漏洩を確実に防止できるシール装置を設けなければならない。
- 3. ガス燃料弁駆動装置は、良好な作動特性及び信頼性を有するものでなければならない。

2.2.2 シリンダカバー

- 1. ガス噴射弁は、想定する使用期間内において、良好な作動特性及び耐久性を有するものでなければならない。
- 2. シリンダカバーのガス噴射弁及び燃料油噴射弁取付部は、取付部からのガス燃料及び筒内未燃ガスの漏洩を防止できる構造でなければならない。

2.2.3 クランク室

- 1. クランク室の爆発に備える逃し弁を**規則 D 編 2.4.3**に従い設置すること。また、**規則 GF 編 10.3.1-2**も参照しなければならない。**規則 D 編 2.4.3**に該当しない機関にあっては、**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 8.3**に規定するリスク分析において、当該逃し弁の要否を決定しなければならない。
- 2. クランク室には、安全に作業できるよう、イナーテイング、換気及びガス濃度測定を実施するための接続部又はその他の手段が備えられていなければならない。
- 3. クランク室に換気装置（給気式又は排気式）が備えられえる場合には、**規則 D 編 2.2.2-6.(1)**に適合しなければならない。これを示す資料は機関の安全設計指針において文書化されなければならない。

2.2.4 シリンダ内におけるガスの着火

シリンダ内におけるガスの着火については、**規則 GF 編 10.3**の規定を適用しなければならない。

2.3 安全装置

2.3.1 爆発に対する保護

- 1. **規則 D 編 2.4.2**の規定により設置されるシリンダの逃し弁には、できるだけ弁が確実に閉鎖されていることを監視する装置を設けなければならない。
- 2. ガスが共通のマニホールドを通して空気との混合状態で供給される場合、各シリンダヘッドの前にフレームアラスタを設けなければならない。

2.3.2 調速機

- 1. ガス燃料機関の調速機は、ガス燃料の運転時に加え、二元燃料機関の場合にはガス燃料と燃料油（又はパイロット燃料油）の同時燃焼及び／又は燃料油のみの燃焼のいずれの運転モードにおいても有効に作動するものでなければならない。
- 2. 前-1.の調速機は、すべての運転モードにおいて、**規則 D 編 2.4.1-1.**の規定を満足するものでなければならない。
- 3. ガス燃料を使用する二元燃料機関のガス燃料による運転は、次の**(1)**から**(3)**のいずれかの運転モードとしなければならない。
 - (1) 燃料油（パイロット燃料油）供給量を一定としたガス燃料供給量を制御する運転モード
 - (2) ガス燃料供給量を一定とし燃料油（パイロット燃料油）供給量を制御する運転モード
 - (3) ガス燃料及び燃料油のいずれの供給量も制御する運転モード

2.4 付属設備

2.4.1 給気装置及び排ガス装置

- 1. ガス燃料機関の給気装置及び排ガス装置は、**2.1-4.**に従い設計しなければならない。
- 2. 機関が単一の場合には、爆発により圧力逃し装置が作動した後でも、重要な機器の動力を維持するために十分な負荷で、機関が運転できるものとする。また、推進するための十分な動力が維持されなければならない。
- 3. 必要に応じて、機関の配置（単一又は複数）及び逃がし機構（自動閉鎖弁又はラプチャディスク）を考慮して、負荷低減について検討しなければならない。
- 4. 破裂したラプチャディスクからの排気ガスが、機関室又はその他の閉鎖区画に継続的に放出されてはならない。
- 5. 漏洩ガスへの着火による最悪の過圧状態においても耐えられるような強度を考慮した設計がなされている場合、又は機関の安全設計指針において妥当性が示されている場合を除いて、吸気マニホールド、掃気スペース及び排ガス装置には適切な圧力逃し装置を設けなければならない。吸気マニホールド、掃気スペース及び排ガス装置の過圧の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に反映すること。
- 6. 吸気マニホールド、掃気スペース及び排ガスマニホールドに備える圧力逃し装置は**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 13 章**に従い使用承認を受けること。
- 7. 圧力逃し装置の必要な合計吹出し面積及び配置は、以下を考慮しなければならない。
 - (1) 初期の圧力及びガス濃度に依存する最悪の爆発圧力
 - (2) 構成部品の容積及び形状
 - (3) 構成部品の強度
- 8. 圧力逃し装置の配置は、**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 8.3**に規定するリスク分析において決定し、機関の安全設計指針に反映しなければならない。

2.4.2 ガス燃料管

- 1. ガス燃料管には本会が認めた場合以外、管の損傷によるガス燃料突出に対し有効な被覆装置を設けなければならない。
- 2. 被覆装置として可撓管を用いる場合は、承認された形式のものでなければならない。
- 3. ガス燃料管には、イナーテイング及びガスフリーを行うための設備を設けること。
- 4. ガス燃料管（機関に付属するものに限る。）に伸縮継手を用いる場合は、本会が別に定めるところにより承認された形式のものでなければならない。
- 5. ガス燃料機関に付属するガス燃料管にあつては、次の**(1)**から**(8)**の規定にもよらなければならない。
 - (1) **規則 GF 編 7 章**のガス燃料管の要件（設計圧力、管の厚さ、材料、管装置の製造及び継手の詳細等）に従い設計す

る。

- (2) 規則 GF 編 7.3.6-4.(4)に規定するその他の管継手は、船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 9 章の要件に従った使用承認を条件に使用して差し支えない。
- (3) 管の設計圧力は次に示す規則による。
- (a) 低圧ガス燃料管： 規則 GF 編 7.3.3-1.
 - (b) 高圧ガス燃料管： 規則 GF 編 7.3.3-1.
 - (c) 低圧ガス燃料管の外管： 規則 GF 編 9.8.1
 - (d) 高圧ガス燃料管の外管： 規則 GF 編 9.8.2
 - (e) 開放端を有する管： 規則 GF 編 7.3.3-2.
- (4) 機関のガス燃料システムで使用されるフレキシブルベローズは規則 GF 編 16.7.2 の規定に基づき承認されたものでなければならない。

機関の実際の使用によりベローズが受けるサイクル数、圧力、温度、軸方向の運動、回転方向の運動及び横方向の運動は、機関の設計者により指定されること。

振動荷重による高サイクル疲労に対する耐久性は、試験によって検証するか、EJMA 又は同等な方法（10⁷サイクル以上）による計算により文書化されなければならない。ただし、規則 GF 編 16.7.2(4)に規定する船体の変形に伴う疲労試験は、機関と一体の部品であるベローズには関連しないものとする。

(5) 機関のガス管装置

燃料ガスを含む管及び機器の内部は、0 種危険場所（規則 GF 編 12.5.1 参照）とする。また、ガス燃料管と外管又はダクトとの間には、1 種危険場所（規則 GF 編 12.5.2(6)参照）とする。

(6) 「二重壁」の設置

- (a) ガス燃料機関のガス管装置は、規則 GF 編 9.6 に従い設置すること。
- (b) 二重管又はダクトの設計条件は規則 GF 編 9.8 及び 7.4.1-4.によること。
- (c) ガス燃料管と外管又はダクトとの間の通風装置の吸気口は、規則 GF 編 13.8.3 に従い配置すること。
- (d) 二重管又はダクトには、気密性の確認及び予期されるガス燃料管の破裂による最大圧力に耐えられることを確認するために、規則 D 編 12.6.1-2.から-4.に従い圧力試験を実施すること。

(7) 代替措置

- (a) 次の場合にのみ、ガス燃料管を単管とすることが認められる。
 - i) 低圧ガスで供給され、規則 GF 編 5.4.1(2)に規定される ESD 保護機関区域に設置されており、かつ、その他の関連する規則 GF 編の規定（例：規則 GF 編 5.6）に適合する機関の場合。
 - ii) 本会が別に定める規定に適合する場合。
- (b) ESD 保護機関区域において、当該区域に設置される機関の停止を引き起こす恐れのあるガスの漏洩が生じた場合であっても、重要な装置の運転及び安全装置の機能とともに、十分な推進力及び操船能力が維持されなければならない。このため、機関の安全設計指針には「二重壁」又は「代替措置」の適用を明確に記すこと。なお、維持しなければならない最小出力は、船舶の運用特性により個別に評価されるものとする。

(8) ガス噴射弁

電氣的に駆動されるガス噴射弁は認定された安全形とし、また、以下にもよること。

- (a) 弁の内部はガスを含んでいるため、0 種危険場所とすること。
- (b) (6)に従い、弁が管又はダクトの中に配置されるとき、弁の外側は 1 種危険場所とすること。
- (c) 弁が「ESD 保護機関区域」(7)を参照)の考えに従い、囲壁なしで配置される場合、当該弁が当該区域でのガスの検知により無通電状態になることを条件に、弁の外側については危険場所とする必要はない。
- (d) ただし、ガス噴射弁が、予定する危険場所での使用について承認されたものでない場合、それらが当該危険場所での使用に適していることを示す資料を提出すること。資料と分析は IEC 60079-10-1:2015 又は IEC 60092-502:1999 に基づくこと。

油圧システムにより駆動されるガス噴射弁は、油圧系統へのガスの侵入を防止するシール装置等を備えなければならない。

2.4.3 シリンダの潤滑

ガス燃料機関でシリンダ注油装置を設ける場合は、燃料油のみの運転時並びに 2.3.2-3.(1)ないし(3)に定める運転モードに応じて、アルカリ価及び注油量等の条件は適正に維持できることを標準とする。

2.5 機関の種類ごとの設計要件

2.5.1 二元燃料機関

-1. 一般

二元燃料機関のガスモードでの連続最大出力が、特にガスの組成及び質又は機関の設計により、機関の承認された連続最大出力（すなわち、燃料油モードでのもの）よりも低くなる場合には、ガスモードで得られる最大出力とそれに対応する条件は、機関の製造者により明示され、使用承認試験にて示されなければならない。

-2. 始動、切替え及び停止

- (1) 二元燃料機関は、主燃料として油燃料もしくはガス燃料及び点火用のパイロット燃料油のどちらかを使用して始動できるようにすること。当該機関は、ガスの使用から燃料油の使用への迅速な切替えが行えるものとする。燃料を切替える場合、機関は動力の供給を中断せずに、継続して運転できるものとしなければならない。
- (2) ガス燃料での運転への切替えは、試験で信頼性及び安全性を有すると実証された出力と条件においてのみ認められる。
- (3) ガス燃料での運転モードから燃料油での運転モードへの切替えを、全ての状況及び出力でできるようにしなければならない。
- (4) 各運転モードへの切替えの手順は自動的に行われるものとする。ただし、いかなる場合でも手動による解除が可能であるようにしなければならない。
- (5) 設計上ガスモードでの運転が想定されない出力又は他の運転条件の場合には、燃料油モードへの切替えが自動的に行われなければならない。
- (6) ガスの供給を停止する場合であっても、油燃料のみで継続的に運転できるものとしなければならない。

-3. パイロット燃料油の噴射機能の異常等により、当該装置が作動しない場合には、燃焼室へのガスの供給は行われないうようにすること。なお、パイロット燃料油噴射機能は、燃料油圧力及び燃焼パラメータ等により、監視されなければならない。

2.5.2 ガス専焼機関

火花点火装置が故障した場合、機関は停止すること。ただし、以下の条件を満たしている場合には、この要件は適用されない。

- (1) 故障が単一のシリンダに限られていること
- (2) 当該シリンダへのガスの供給が直ちに停止されること
- (3) リスク分析と試験により機関の安全な運転が実証されていること

2.5.3 予混合機関

吸気マニホールド、過給機、インタークーラ等は、ガス燃料供給装置の部品とみなすこと。

3章 制御装置, 警報装置及び安全装置

3.1 一般

- 1. ガス燃料機関のガス燃料による運転に関する制御装置は、**規則 D 編 18.1** ないし **18.3** 及び **18.7** の規定に準じるものとななければならない。
- 2. ガス燃料機関に供給されるガス燃料の温度及び圧力 (又は流量) は、自動的に制御されるように設備しなければならない。
- 3. 機関制御系統は安全装置から独立し、かつ、分離したものとしなければならない。
- 4. ガス噴射弁は、機関制御系統又は機関が必要とするガスの量に従って、開度が調整されるものとしなければならない。
- 5. 個々のシリンダごとに、燃焼を監視しなければならない。
- 6. 燃焼不良が個々のシリンダで検知された場合でも、**規則 GF 編 10.3.1-6.**に規定される状態でのガス運転が認められることがある。
- 7. 前-5.にかかわらず、個々のシリンダの燃焼の監視が、機関の大きさや設計上の制約により実施できない場合、シリンダ共通での燃焼の監視が認められる場合がある。
- 8. 二元燃料又はガス専焼機関の警報及び安全装置の機能については、**表 3.1** によらなければならない (二元燃料機関の場合、**表 3.1** はガスモードのみに適用される)。ただし、本会が別に定めるリスク分析により、発生するリスクが許容されるレベル以下であると確認された場合にあってはこの限りでない。なお、その場合であっても、**規則 GF 編** で要求される警報及び安全装置については設けなければならない。その他、本会が必要と認める場合には、追加の警報及び安全装置を要求することがある。

3.2 自動化設備規則が適用される船舶のガス燃料機関

自動化設備規則の適用を受ける船舶のガス燃料機関は、同**規則 3.2** 及び **3.3** 又は **4.2** の規定にもよること。

表 3.1 二元燃料機関及びガス専焼機関の警報及び安全装置の機能

パラメータ	警報	ダブルブロック ブリード弁の 自動作動	燃料油モード への自動切換 ¹⁾	機関の停止
1. ガス燃料供給ラインの異常圧力	X	X	X	X ⁵⁾
2. ガス燃料供給装置 – 故障	X	X	X	X ⁵⁾
3. パイロット燃料油噴射装置又は火花点火装置 – 故障	X	X ²⁾	X	X ²⁾⁵⁾
4. 各シリンダの排気温度 – 高	X	X ²⁾	X	X ²⁾⁵⁾
5. 各シリンダの排気温度 – 低 ³⁾	X	X ²⁾	X	X ²⁾⁵⁾
6. シリンダ圧力又は点火の異常 – 不着火、 ノッキング及び不安定燃焼を含む不具合	X	X ²⁾⁴⁾	X ⁴⁾	X ²⁾⁴⁾⁵⁾
7. クランク室のオイルミスト濃度又は軸受 の温度 ⁶⁾ – 高	X	X	-	X ⁹⁾
8. クランク室の圧力 – 高 ⁸⁾	X	X	X	-
9. 意図しない機関の停止 – すべての原因	X	X	-	-
10. ブロックブリード弁の作動制御の媒体の 不具合	X	X	X	-
11. クランクケースの換気装置の不具合 (該 当する場合)	X	X ⁷⁾	X ⁷⁾	-
12. ガス燃料供給ラインの異常温度	X	X ¹⁰⁾	X ¹⁰⁾	X ⁵⁾¹⁰⁾¹¹⁾
13. 規則 GF 編 9.6.1 に定めるガス燃料管と外 管又はダクトとの間における漏洩検知 ¹⁰⁾	X	X	X	X ⁵⁾
14. ガス燃料の燃焼制御用の油圧源及び空気 圧源の圧力低下又は電源喪失 ¹⁰⁾	X	X	X	X ⁵⁾¹¹⁾

注

- 1) ガスモードで運転している二元燃料機関のみ
- 2) ガス専焼機関にあっては、特定の故障が単一のシリンダにのみ生じた場合には、当該シリンダのみを遮断でき、かつ、そのような状態での機関の安全な操作がリスク分析により示されていることを条件に、ダブルブロックブリード弁の自動作動及び機関の停止は行わなくてもよい。
- 3) 不着火の検知に必要な場合にのみ要求される。また、各機能を作動させるための設定には、平均からの偏差を用いること。
- 4) 不具合が自動的に、機関に搭載されたシステムにより対処、修正される場合には、まずは警報装置のみを作動させることとしてよい。ただし、不具合が所定の時間が経過しても続く場合には、安全措置が作動するように設定すること。
- 5) ガス専焼機関のみ
- 6) 規則 D 編 2.4.5 の規定により要求される場合
- 7) 機関の製造者が規定する自動的な安全措置が作動しなければならない。規則 D 編 2.2.2-6 も参照。
- 8) トランクピストン形のみ。
- 9) トランクピストン形のみ。クロスヘッド形では、減速とする。規則 D 編 2.4.5 も参照
- 10) 自動化設備規則 1.1.1 の適用を受ける船舶のガス燃料機関のみ
- 11) 機関の停止に代えて自動減速として差し支えない。この場合にあっては、ダブルブロックブリード弁の自動作動は適用しない

4章 試験

4.1 使用承認

ガス燃料機関は、型式毎に機関の設計者（ライセンサー）において、[船用材料・機器等の承認及び認定要領第6編8章](#)に定めるところによりあらかじめ使用承認を受けたものとしなければならない。

4.2 製造工場等における試験

4.2.1 水圧試験

ガス燃料機関の部品及び付属機器であって、耐圧部を有するものは、[規則D編2.6.1-1.](#)及び[規則GF編16.7.3](#)の規定に準じて水圧試験を行わなければならない。

4.2.2 工場試運転

ガス燃料機関は、[規則D編2.6.1-3.](#)に規定する試験を行わなければならない。なお、試験に関する検査の実施に際して、通常の検査において得られる検査に必要な情報と同様の情報が得られると本会が認める、通常の検査方法と異なる検査方法の適用を認める場合がある。

4.3 造船所等における試験

- 1. ガス燃料機関及び関連装置の制御設備は、設備符号の種類に応じ、[規則D編18.7.3](#)又は[自動化設備規則2.2.4](#)の規定に準じて試験を行わなければならない。
- 2. [規則GF編16.7.3-3.](#)に基づきガス管装置は船内組立て後、漏洩試験を行わなければならない。
- 3. 二重管又はダクトが設置されるガス管装置の、通風装置又は他の承認された主要な装置の効果を検証する。

4.4 海上試験

- 1. ガス燃料機関及び関連装置の制御設備は、設備符号の種類に応じ、[自動化設備規則2.2.5](#)の規定に準じてガス燃料による運転の制御を確認する試験を行わなければならない。
- 2. [規則B編2.1.7-7](#)に定める海上試運転は、本会が必要と認める試験の種類に限定して、又はこれらの全部をガス燃料による運転によって行うこと。

附属書 6.4.16 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 (IGF コード附属書)

1 一般

- 1. 本基準の目的は、規則 GF 編 6.4.16 に従って、新型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。
- 2. それぞれの構造要素を、規則 GF 編 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。
- 3. 限界状態は次の3つのカテゴリーに分類される。
- (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、変形もしくは構造の不安定に対応するもの。
 - (2) 疲労限界状態 (FLS) : 繰り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。
- 4. 規則 GF 編 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

- 1. 本基準の設計フォーマットは荷重抵抗係数設計 (LRFD) 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 (L_d) が設計抵抗 (R_d) を超えないことを検証することである。

$$L_d \leq R_d$$

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 : 規則 GF 編 6.4.9 から 6.4.12 で規定される特性荷重

設計荷重効果 (L_d) (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。

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

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 (R_d) は以下による。

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R \cdot \gamma_C}$$

R_k : 特性抵抗で、規則 GF 編 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、これらに限らない。

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. 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

- 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。
- 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。
- 3. 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)

- 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。
 - 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。
- 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。

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

- 3. スロッシング荷重について、推定法の信頼性により、本会はより大きな荷重係数を要求することがある。
- 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、本会が承認する場合、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、本会はより大きな値を要求することがある。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。
- 5. 使用する荷重係数及び抵抗係数は、規則GF編6.4.2-1.から-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。
- 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。また、材料係数 γ_m は機械的特性の組合せとすること。規則GF編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: 本会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: 本会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

-7. 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_{si} 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。

(1) -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_{si} 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 は規則 GF 編 6.4.15-2.(3)(a)による。 R_m 及び R_e は規則 GF 編 6.4.12(1)(a)iii)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。

-8. 著しい塑性変形に対する設計

(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。

(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。

$$\sigma_m \leq f$$

$$\sigma_L \leq 1.5f$$

$$\sigma_b \leq 1.5F$$

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

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

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

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

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。

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

(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，当該構造部分は下記の限界状態基準を満足すること。

$$\sigma_{ms} + \sigma_{bp} \leq 1.25F$$

$$\sigma_{ms} + \sigma_{bp} + \sigma_{bs} \leq 1.25F$$

$$\sigma_{ms} + \sigma_{bp} + \sigma_{bs} + \sigma_{bt} + \sigma_g \leq 3.0F$$

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，本会は係数の値 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

応力 σ_{ms} , σ_{bp} , σ_{bs} 及び σ_{bt} は(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。

板部材は本会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) 断面応力の分類

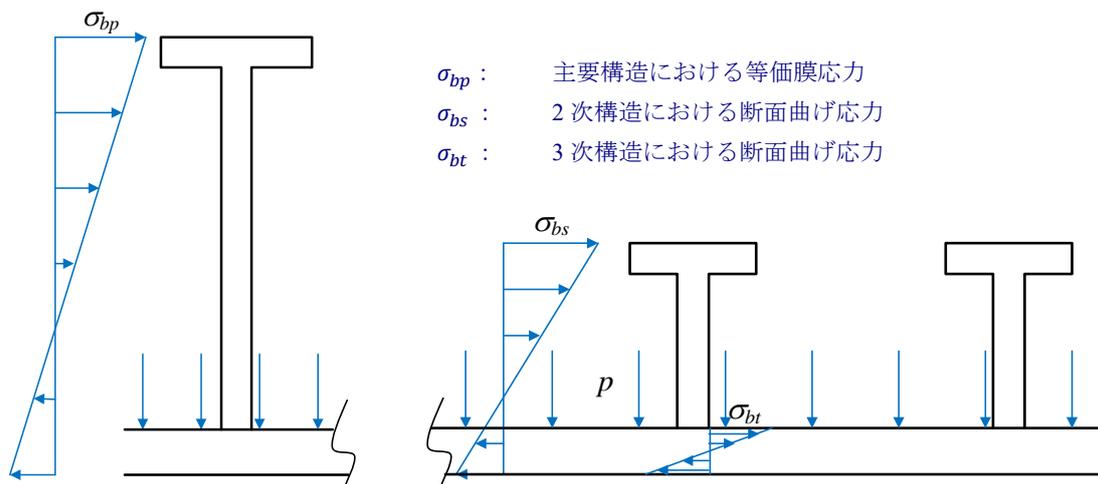
直応力は対象と考える断面に垂直な応力である。

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(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。

-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の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)

-1. 規則 GF 編 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。疲労強度解析は規則 GF 編 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。

-2. すべ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。

-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。

-4. 疲労損傷は、規則 GF 編 6.4.12(2)(b)から6.4.12(2)(e)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。

-5. 本会はより低い値を要求することがある。

-6. き裂進展解析は規則 GF 編 6.4.12(2)(f)から(i)による。本解析は、本会が適当と認めた基準による方法で行うこと。

表3 最大許容累積疲労被害度

C_w	結果階級		
	低	中	高
	1.0	0.5	0.5*

(注) *

欠陥及び亀裂等の検知のし易さによって、規則 GF 編 6.4.12(2)(g)から 6.4.12(2)(f)に従ってより小さい値を用いなければならない。

6 偶発限界状態 (ALS)

- 1. 規則 GF 編 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。
- 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。
- 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。
- 4. 規則 GF 編 6.4.9-3.(3)(h)及び 6.4.9-5.に規定する荷重は、互いに又は規則 GF 編 6.4.9-4.に規定する環境荷重と組合せる必要は無い。
- 5. 抵抗係数 γ_R は原則として1.0とすること。
- 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。
- 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。
- 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。

7 試験

本基準に従って設計された燃料格納設備は、燃料格納設備のコンセプトに応じて規則 GF 編 16.2の規定と同じ範囲で試験を行うこと。

目次

鋼船規則検査要領 GF 編 低引火点燃料船	7
GF1 通則	7
GF1.1 一般	7
GF1.2 代替設計 (IGFコード 2.3)	7
GF2 定義	8
GF2.2 定義	8
GF3 機能要件	9
GF3.2 機能要件	9
GF4 一般要件	10
GF4.2 リスク評価 (IGFコード 4.2)	10
GF4.3 爆発の影響の制限	10
GF5 船舶の設計及び配置	11
GF5.4 機関区域の設計	11
GF5.7 燃料管の配置及び保護	11
GF5.8 燃料調整室の設計	11
GF6 燃料格納設備	12
GF6.2 機能要件	12
GF6.3 一般要件	12
GF6.4 液化ガス燃料格納設備	12
GF6.6 CNG燃料格納設備	21
GF6.7 圧力逃し装置	21
GF6.8 液化ガス燃料タンクの充填制限値	22
GF6.9 燃料貯蔵状態の保持	22
GF6.14 船内でのイナートガス製造及び貯蔵	23
GF7 材料及び燃料管装置	24
GF7.3 一般的な管の設計	24
GF7.4 材料に関する要件	25
GF8 バンカリング	27
GF8.3 バンカリングステーション	27
GF8.4 マニホールド	27
GF9 機器への燃料の供給	28
GF9.2 機能要件	28
GF9.4 ガス供給装置の安全機能	28
GF9.5 機関区域の外部の燃料の供給	28
GF9.6 ガス安全機関区域の燃料の供給	28
GF10 推進器及び他のガス使用機器を含む動力生成	29
GF10.2 機能要件	29

GF10.3	ピストン形内燃機関	29
GF11	火災安全	30
GF11.3	防火	30
GF11.7	火災探知及び警報装置	30
GF12	防爆	31
GF12.4	危険場所	31
GF12.5	危険場所の分類	31
GF13	通風装置	32
GF13.3	一般要件	32
GF13.5	機関区域	32
GF13.8	二重管及びダクト	32
GF14	電気設備	33
GF14.3	一般要件	33
GF15	制御、監視及び安全装置	34
GF15.2	機能要件	34
GF15.3	一般	34
GF15.4	バンカリング及び液化ガス燃料タンクの監視	34
GF15.6	ガス圧縮機の監視	34
GF15.8	ガス検知	34
GF15.10	通風装置	34
GF16	製造法、工作法及び試験	36
GF16.1	一般	36
GF16.2	一般試験要件及び試験片	36
GF16.3	燃料格納設備の材料の溶接及び非破壊試験	36
GF16.4	金属材料によるその他の構造要件	39
GF16.5	試験	39
GF16.6	溶接、溶接後熱処理及び非破壊試験	43
GF16.7	試験	43
GF17	作業に関する規定	44
GF17.2	機能要件	44
GF17.3	燃料取扱いマニュアル及び掲示	44
GF17.5	作業要件	44
附属書 1	低引火点燃料船用の装置及び機器に関する検査要領	45
1 章	通則	45
1.1	適用	45
1.2	提出図面及び書類	45
1.3	試験	45
2 章	燃料ガス圧縮機	46
2.1	一般	46
2.2	提出図面及びその他の書類	46

2.3	材料，構造及び強度	46
2.4	安全装置	48
2.5	付属設備	48
2.6	試験・検査	48
3章	燃料ポンプ	50
3.1	一般	50
3.2	提出図面及びその他の書類	50
3.3	材料，構造及び強度	50
3.4	安全装置	51
3.5	付属設備	51
3.6	試験・検査	52
4章	熱交換器	53
4.1	一般	53
4.2	材料，構造及び強度	53
4.3	試験・検査	53
5章	弁	54
5.1	一般	54
5.2	材料，構造及び強度	54
5.3	試験及び検査	54
6章	逃し弁	56
6.1	一般	56
6.2	材料，構造及び強度等	56
6.3	吹出し量	57
6.4	試験・検査	57
7章	バローズ及び伸縮継手（燃料管装置及びプロセス管装置用）	59
7.1	一般	59
7.2	材料，構造及び強度	59
7.3	試験・検査	60
8章	イナートガス発生装置／貯蔵装置及び液体窒素タンク	62
8.1	一般	62
8.2	イナートガス発生装置（ <i>IGG</i> ）	62
8.3	イナートガス貯蔵装置	64
8.4	液体窒素タンク	64
8.5	試験・検査	65
9章	液面指示装置及び液面警報装置	66
9.1	一般	66
10章	圧力計測装置	67
10.1	一般	67
10.2	ブルドン管圧力計	67
10.3	ブルドン管圧力計以外の圧力計測装置	67

10.4	低温状態で使用する圧力計測装置.....	68
10.5	電気設備.....	68
10.6	試験・検査.....	68
11章	温度計測装置.....	69
11.1	一般.....	69
11.2	材料.....	69
11.3	温度計測用センサ.....	69
11.4	電気設備.....	69
11.5	センサ保護管.....	69
11.6	試験・検査.....	69
12章	防熱材料.....	71
12.1	一般.....	71
12.2	施工要領.....	71
12.3	試験・検査.....	71
13章	真空断熱式タンクの断熱システム.....	73
13.1	一般.....	73
13.2	提出図面及び書類.....	73
13.3	材料, 構造及び強度.....	73
13.4	試験・検査.....	74
14章	酸素濃度計測装置.....	75
14.1	一般.....	75
14.2	材料, 構造及び性能.....	75
14.3	表示及び保守点検.....	76
14.4	試験・検査.....	76
15章	湿度計測装置.....	78
15.1	一般.....	78
15.2	材料, 構造及び性能.....	78
15.3	表示及び保守点検.....	78
15.4	試験・検査.....	78
16章	固定式ドライケミカル粉末消火装置.....	79
16.1	一般.....	79
17章	水噴霧装置.....	80
17.1	一般.....	80
17.2	提出図面及びその他の書類.....	80
17.3	材料, 構造及び性能.....	80
17.4	表示等.....	80
17.5	試験・検査.....	80
19章	機械式通風装置.....	82
19.1	一般.....	82
19.2	材料, 構造及び強度.....	82

19.3	表示等.....	82
19.4	試験・検査.....	82
20章	燃料ホース.....	83
20.1	一般.....	83
20.2	提出図面及びその他の書類.....	83
20.3	材料, 構造及び強度.....	83
20.4	表示等.....	83
20.5	試験・検査.....	83
21章	取外し式燃料取扱い装置.....	85
21.1	一般.....	85
21.2	提出図面及びその他の書類.....	85
21.3	構造, 設備等.....	85
21.4	電気設備.....	86
21.5	試験・検査.....	86
21.6	保守点検.....	87
附属書 2	ガス燃料ボイラに関する検査要領.....	88
1章	通則.....	88
1.1	適用.....	88
1.2	同等効力.....	88
1.3	提出図面及び資料.....	88
2章	ボイラの構造及び設備.....	89
2.1	一般要件.....	89
2.2	構造及び配置.....	89
2.3	バーナ装置.....	89
3章	制御装置及び安全装置.....	90
3.1	制御装置.....	90
3.2	安全装置.....	90
4章	試験.....	92
4.1	プロトタイプテスト.....	92
4.2	製造工場等における試験.....	92
4.3	造船所等における試験.....	92
4.4	海上試運転.....	92
附属書 2A	ガス燃焼装置に関する検査要領.....	93
1章	通則.....	93
1.1	適用.....	93
1.2	同等効力.....	93
1.3	提出図面及び資料.....	93
2章	GCUの構造及び設備.....	94
2.1	一般要件.....	94
2.2	構造及び配置.....	94

2.3	バーナ装置	94
3章	制御装置及び安全装置	95
3.1	制御装置.....	95
3.2	安全装置及び警報装置.....	95
4章	試験・検査.....	97
4.1	プロトタイプテスト	97
4.2	製造工場等における試験	97
4.3	造船所等における試験.....	97
4.4	ガストライアル.....	97

鋼船規則検査要領 GF 編 低引火点燃料船

GF1 通則

GF1.1 一般

GF1.1.1 適用

規則 GF 編 1.1.1-1.(2)の適用上、燃料貯蔵設備及び燃料配管の設計及び配置について規則 N 編への適合性を示す資料を本会に提出すること。

GF1.1.3 機器等の承認

- 1. 規則 GF 編 1.1.3-1.にいう「本会が別途定めるところ」とは、附属書 1 及び附属書 2A 並びに規則 GF 編附属書 1.1.3-3.をいう。
- 2. 規則 GF 編 1.1.3 を適用するにあたって、規則 GF 編附属書 1.1.3-3.の取り扱いにあつては次による。
 - (1) 規則 GF 編附属書 1.1.3-3.中 1.1-5.にいう、「本会が別に定める」とは、船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 8 章 8.3(4)(i)をいう。
 - (2) 規則 GF 編附属書 1.1.3-3.中 2.4.2-4.にいう、「本会が別に定める」とは、附属書 1 をいう。
 - (3) 規則 GF 編附属書 1.1.3-3.中 2.4.2-5.(7)(a)(ii)にいう、「本会が別に定める」とは、GF9.6.2 をいう。
 - (4) 規則 GF 編附属書 1.1.3-3.中 3.1-8.にいう、「本会が別に定める」とは、船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 8 章 8.3 をいう。

GF1.2 代替設計 (IGF コード 2.3)

GF1.2.1 一般

-1. 規則 GF 編 1.2.1-3.にいう「本会が別に定める場合」とは、IMO が承認した暫定ガイドラインを適用し、代替設計の同等性の立証を省略することが主管庁に認められた場合をいう。ただし、当該暫定ガイドラインの規定が IGF コードに取入れられた場合には、当該コードの規定によらなければならない。

GF2 定義

GF2.2 定義

GF2.2.1 用語

- 1. 規則 GF 編 2.2.1-4.にいう「本会が相当と認めた電気機器」とは、次のいずれかのものをいう。
 - (1) 規則 H 編 1.2.1-4.(4)の規定により防爆形電気機器として形式試験に合格したもの又は構造上発火源となるおそれがないと認められたもの
 - (2) 本会が相当と認める試験機関又は公的機関により評価され、かつ、証明（又は登録）されたもの
- 2. 規則 GF 編 2.2.1-11.の適用上、IEC 60092-502:1999 によること。
- 3. 規則 GF 編 2.2.1-15.(3)の適用上、次の(1)及び(2)による。
 - (1) 開放甲板上のタンクについても、船舶の危険場所を制限することが安全上重要である場合には、タンクコネクションスペースが要求される場合がある。また、タンク付弁、安全弁及びその他の装置等のガス燃料装置に関連する重要な安全装置を環境から保護することが必要な場合には、タンクコネクションスペースが必要となる場合がある。
 - (2) タンクコネクションスペースには、蒸発器及び熱交換器等の機器を収容して差し支えない。なお、当該機器は、放出源になりうるものとみなすが、発火源になるとはみなさない。
- 4. 規則 GF 編 2.2.1-17.の適用上、蒸発器及び熱交換器等の機器を収容するタンクコネクションスペースは、燃料調整室とはみなさない。なお、当該機器は、放出源になりうるものとみなすが、発火源になるとはみなさない。
- 5. 規則 GF 編 2.2.1-38.の適用上、IEC 60092-502:1999 によること。

GF3 機能要件

GF3.2 機能要件

規則 GF 編 3.2 の適用上、天然ガスを燃料として使用する船舶については、規則 GF 編 5 章から規則 GF 編 17 章の規定を満たすことによって、規則 GF 編 3.2.1 から 3.2.18 までの機能要件に適合するものとする。

GF4 一般要件

GF4.2 リスク評価 (IGFコード 4.2)

GF4.2.3 リスク分析及び低減

- 1. 規則 GF 編 4.2.3 の規定の適用上, 規則 GF 編 4.2.1 に従って行ったリスク評価の結果に基づき本会が必要と認める場合には, 試験によりリスクが排除及び/又は低減されていることを確認する。
- 2. 規則 GF 編 4.2.3 にいう「承認されたリスク分析手法」については, “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)) 又は本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。

GF4.3 爆発の影響の制限

GF4.3.1 一般要件

規則 GF 編 4.3.1 の適用上, 二重管の燃料管については, 「潜在的な放出源」とはみなさない。

GF5 船舶の設計及び配置

GF5.4 機関区域の設計

GF5.4.1 一般

規則 GF 編 5.4.1 の適用上、過給機より前で空気を混合した燃料ガスを使用する予混合機関は、ESD 保護機関区域に設置すること。

GF5.7 燃料管の配置及び保護

GF5.7.2 配管

規則 GF 編 5.7.2 にいう「電気設備のある部屋」には、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。

GF5.8 燃料調整室の設計

規則 GF 編 5.8 の適用上、燃料調整室は、次の(1)から(5)による。

- (1) 燃料調整室は、設置場所にかかわらず、極低温の漏洩を安全に収容できるものとする。
- (2) 燃料調整室の境界の材料は、起こりうる最大の漏洩シナリオにおいて当該材料が曝され得る最低温度に対応した設計温度を有するものとする。ただし、当該燃料調整室の境界（隔壁及び甲板）に適当な熱的保護を施す場合には、この限りではない。
- (3) 燃料調整室には、極低温の液体が漏洩した場合に周囲の船体構造に許容されない温度低下が生じないよう措置を講じること。
- (4) 燃料調整室は、前(1)から(3)に規定する漏洩の際に生じる最大の圧力上昇に耐えうるよう設計すること。この代替として、安全な場所（マスト）へ導かれるベント装置を設け、圧力を逃すこととして差し支えない。
- (5) 開放甲板上以外に配置される燃料調整室に適用すべきタンクコネクションスペースの要件とは、次による。
 - (a) 交通の配置及び関連する危険場所
 - i) 甲板下に配置する燃料調整室が規則 GF 編 2.2.1-15.(3)に定義するタンクコネクションスペースに該当する場合を除き、同 5.11.3 に規定するボルト締めハッチに関する要件及びこれに関連して同 12.5.3(2)に規定する2種危険場所に関する要件は適用しない。
 - ii) 非危険場所である船内の閉鎖場所に通じる開口がある燃料調整室にあつては、同 5.11.2 に従ってエアロックを設けること。
 - iii) 開放甲板又は甲板上の半閉鎖場所に直接立ち入ることができる燃料調整室の交通にあつては、エアロックを設けなくて差し支えない。エアロックを設けない場合、戸の外は、同 12.5.2(4)及び 12.5.3(1)に従って危険場所に分類される。
 - (b) ビルジウエル

甲板下に配置され、液体燃料を使用する燃料調整室に限り、規則 GF 編 15.3.2 に規定するビルジウエルに関する要件を適用する。

GF6 燃料格納設備

GF6.2 機能要件

GF6.2.2 追加要件

規則 GF 編 6.2.2-1.(1)の適用上、燃料調整室は、GF5.8 による。

GF6.3 一般要件

GF6.3.1 一般

- 1. 規則 GF 編 6.3.1-5.の適用上、規則 GF 編 6.3.1-9.によるほか、配管接続部の損傷に対する安全措置を含め、個々の設計に応じ必要と考えられる措置を講じること。
- 2. 規則 GF 編 6.3.1-10.にいう「その他の漏洩源」には、フランジ継手、バルブ等を含む。
- 3. 規則 GF 編 6.3.1-10.に規定する「ドリフトレイ」の要否は、次の(1)から(3)による。
 - (1) 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、タンク接続部及びその他の漏洩源からの漏洩から当該甲板を保護するためのドリフトレイを設けること。
 - (2) 液化ガス燃料貯蔵タンクが開放甲板下に配置され、タンク接続部が開放甲板上に配置される場合には、タンク接続部及びその他の漏洩源からの漏洩から、当該甲板を保護するためのドリフトレイを設けること。
 - (3) 液化ガス燃料貯蔵タンク及びタンク接続部が甲板下に配置される場合には、すべてのタンク接続部をタンクコネクションスペース内に配置すること。この場合、ドリフトレイは要求されない。

GF6.4 液化ガス燃料格納設備

GF6.4.1 一般

- 1. GF 編 6.4.1-7.の規定の適用上、タンクの周囲にイナートリングのような環境制御がない場合の腐食予備厚は、鋼の場合、1 mm とする。
- 2. 規則 GF 編 6.4.1-7.の規定の適用上、独立型タンクタイプ C を含む圧力容器の腐食予備厚は、タンク内面に対しては、液化ガス燃料が腐食性物質である場合を除き、一般に不要である。タンク外面に対しては、タンクの周囲にイナートリングのような環境制御がない場合又は承認されたベーパーバリアを有する適当な防熱材で保護されていない場合、鋼について 1 mm 又は腐食予備厚を除いた所要厚の 1/6 のいずれか小さい方を標準とする。なお、塗料又は他の薄いコーティングは、防食方法として有効であるとはみなされない。
- 3. 規則 GF 編 6.4.1-7.の規定の適用上、防熱材で保護された液化ガス燃料タンク外面の腐食予備厚を考慮しない場合、防熱構造のベーパーバリアの気密性が確認されたものでなければならない。この気密性は、規則 GF 編 6.4.13-3.の規定に定める防熱材の試験に含めて確認すること。
- 4. 規則 GF 編 6.4.1-8.の規定にいう「液化ガス燃料格納設備のための検査計画書」に記載する検査については、本編の規定のほか、規則 B 編 3 章から 5 章に規定される低引火点燃料船の特別要件のうち、液化ガス燃料格納設備に関する検査を参照すること。

GF6.4.4 二次防壁の設計

- 1. 規則 GF 編 6.4.4 の規定の適用上、非金属材料の二次防壁は、次の(1)から(3)に定めるところによること。
 - (1) 液化ガス燃料との適合性が確認されており、大気圧における液化ガス燃料温度において必要な機械的性質を有するものとする。
 - (2) 本会が必要と認めた場合、この二次防壁が有効な性能を示すことを確認するためのモデルテストを要求することがある。
 - (3) 継手部については、施工法試験及び施工確認試験を行うこと。この試験の方案は、あらかじめ本会の承認を得たものとする。
- 2. 規則 GF 編 6.4.4(1)の規定の適用上、完全二次防壁では本会が特に必要と認めた場合を除き、「漏洩液化ガス燃料を

15日間格納できる」ことを確認するための特別な解析は、行わなくても差し支えない。

-3. 二次防壁には原則としてマンホール等を設けてはならない。

-4. **規則 GF 編 6.4.4(4)**の規定の適用上、二次防壁の検査が目視検査によらない場合の検査方法は、次の**(1)**から**(3)**に定めるところによること。

(1) 二次防壁の検査方法及び判定基準と二次防壁としての性能の関連についてモデルテスト等によりその有効性を確認すること。

(2) 二次防壁は、その必要とする性能をモデルテストで確認すること。このモデルテストは、船の一生を通じてこの二次防壁が必要な性能を維持できることを確認できるものとする。

(3) 前**(1)**及び**(2)**に関して、その有効性及び信頼性を示す十分な資料が提出され、これが適当なものとして認められた場合、このモデルテストを省略して差し支えない。

-5. **規則 GF 編 6.4.4(6)**の規定の適用上、二次防壁の範囲は、少なくとも 30 度の静横傾斜に対応する漏洩液化燃料液面を覆えるものとする。

-6. 前-5.にいう「漏洩燃料液面」とは、完全二次防壁に対しては、対象液化ガス燃料タンクの全積載量を、また、部分二次防壁に対しては、**規則 GF 編 6.4.5-2.**の規定に従って定める漏洩量に対応する液面をいう。

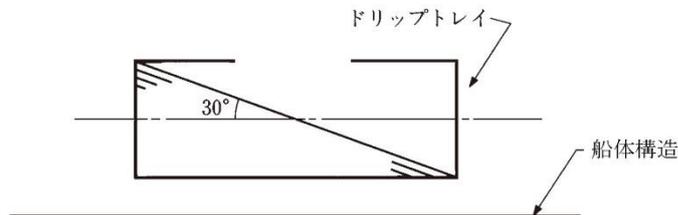
-7. 前-5.に定める二次防壁の範囲外では、**規則 GF 編 6.4.5-1.**の規定に定めるスプレーシールドによって漏洩燃料液のしぶきから船体構造を保護するか又は適当に二次防壁の範囲を拡張すること。

GF6.4.5 部分二次防壁及び1次防壁スモールリークプロテクションシステム

-1. **規則 GF 編 6.4.5-1.**の規定に定めるスプレーシールドは、スプレーシールドとしての機能を有することが試験によって確認されたものとする。

-2. **規則 GF 編 6.4.5**の規定の適用上、液化ガス燃料タンク下部の船体構造の漏洩液化ガス燃料からの保護としてドリフトレイ等を設けて二次防壁とする場合にあつては、例えば、**図 GF6.4.5**に示すように漏洩液化ガス燃料が二次防壁から溢れ出ないような配慮がなされている場合は、保護する必要はないが、このような配慮のない場合は、船体構造を防熱材等で保護すること。

図 GF6.4.5 船体構造を保護するためのドリフトレイの形状



GF6.4.6 支持構造

-1. 冷却式液化ガス燃料タンクと支持台金属部の間には、支持台を通じて船体構造部材が異常に冷却されることのないように、**規則 GF 編 6.4.8**の規定に従って適当な防熱材を設けること。

-2. **規則 GF 編 6.4.9-3.(3)(h)**及び**6.4.9-4.(1)(a)**の規定に定める荷重状態に対する支持構造の解析は、次の**(1)**及び**(2)**に示す状態を考慮したものとする。

(1) 30 度の横傾斜時における液化ガス燃料を含む液化ガス燃料タンク重量による静荷重及び波浪変動圧を含まない静的外水圧を受けた状態

(2) 液化ガス燃料を含む液化ガス燃料タンク重量に**規則 GF 編 6.4.9-4.(1)(a)**の規定に定める船体運動に起因する加速度が加わり波浪変動圧を受けた状態。この波浪変動圧は、**規則 C 編 1 編 4 章**及び**規則 C 編 2-1 編 4 章**、**2-2 編 4 章**、**2-3 編 4 章**、**2-4 編 4 章**、**2-5 編 4 章**、**2-6 編 4 章**、**2-7 編 4 章**、**2-9 編 4 章**、**2-10 編 4 章**及び**2-11 編 4 章**の規定によって差し支えない。

-3. 前-2.で示した状態に対する解析結果は、液化ガス燃料タンクの型式に応じて定めた許容応力を超えないものとする。また、座屈限界応力に対して十分な安全率を有するものとする。

GF6.4.8 防熱

-1. **規則 GF 編 6.4.8**の規定の適用上、真空断熱式タンクの断熱システムについては、**附属書 1「低引火点燃料船用の装置及び機器に関する検査要領」**に基づいて承認されたものとする。

GF6.4.9 設計荷重

- 1. 規則 GF 編 6.4.9-3.(3)(a)の規定の適用上、45°Cより高いか又は低い温度における設計蒸気圧を採用する場合、周囲温度は船舶が恒久的に航行する海域の長期的な気象データから得た最高気温とすること。
- 2. 規則 GF 編 6.4.9-3.(3)(c)i)の規定の適用上、タンク構造に過大な熱応力を発生させないようにクールダウンのための設備を設けること。
- 3. 前-2.に示す設備は、クールダウンが実績のある類似の設計の液化ガスタンクで安全性が立証されているか、または、熱応力解析を行って安全性が確認された温度降下曲線を上回らない速度で行われているものとすること。
- 4. 前-2.に示す設備は、液化ガス燃料積込時のほか、部分積載時の荒天遭遇時に、タンクに残留する液化ガス燃料のしぶきにより過大な熱応力が生じる可能性のある場合にも、クールダウンを行えるものであること。
- 5. 規則 GF 編 6.4.9-3.(3)(c)ii)の規定の適用上、液化ガス燃料タンクにおいて、クールダウン時及び液化ガス燃料の部分積載時の上下方向の温度分布及び、必要な場合、液化ガス燃料満載状態における液化ガス燃料タンク板の板厚方向の温度分布を考慮して熱応力解析を行って強度を確認すること。
- 6. 前-5.に示す以外の液化ガス燃料タンクに対して、本会は、支持構造の方式が特殊な場合には、支持構造による液化ガス燃料タンク拘束条件を考慮した液化ガス燃料タンクの熱応力解析を、また、熱膨張係数の異なる材料を用いる場合には、この影響を考慮した熱応力解析を要求することがある。
- 7. 前-5.及び-6.に示す場合であって、支持構造の方式が特殊な場合には、本会は、支持構造自身の熱応力解析を要求することがある。
- 8. 規則 GF 編 6.4.9-3.(3)(d)の規定の適用上、液化ガス燃料タンク板及び防撓桁は、プロペラ、主機等の起振源と共振して悪影響の生じない寸法のものとする。液化ガス燃料タンク板及び防撓桁の固有振動数は、燃料液に接した状態における最低値とすること。
- 9. 規則 GF 編 6.4.9-3.(3)(g)の規定の適用上、独立型タンクタイプ B 及びタイプ C の場合、規則 GF 編 16.5.3 及び 16.5.4 に規定する応力制限範囲内となるように設計すること。
- 10. 前-9.に示す形式以外の液化ガス燃料タンクにあつては、圧力試験状態における内圧分布を考慮して、それぞれのタンク形式に対して必要な解析を行い強度を確認すること。ただし、詳細な応力解析を行う場合は、前-9.に定めるところによって差し支えない。
- 11. 規則 GF 編 6.4.9-3.(3)(h)の規定の適用上、船体の損傷又は浸水による付加荷重を考慮しなくても差し支えない。
- 12. 規則 GF 編 6.4.9-4.(1)(a)でいう「航路に特別な制限のある船舶」とは、船級符号に“Coasting Service”又は“Smooth Water Service”を付記して登録される船舶をいう。この場合、航行区域における本会の適当と認める海象データに基づいて行う船体運動計算の結果によって動的荷重を定めて差し支えない。
- 13. 規則 GF 編 6.4.9-4.(1)(c)の規定の適用上、スロッシング荷重は、液化ガス燃料タンクの方式ごとに模型実験による検討を行ったものとする。船体動揺周期と液体の固有周期の同調を避けるために、これらに関する資料を本船に備えること。
- 14. 前-13.にかかわらず、 L_f が 90 m 未満の船舶で独立型タンクタイプ C にあつては、特にスロッシング荷重による液化ガス燃料タンクの構造強度について考慮する必要はないが、タンク内の液化ガス燃料管装置、液化ガス燃料ポンプ等の据付けについて、スロッシングによる衝撃圧に対して十分注意を払うこと。

GF6.4.12 設計条件

- 1. 規則 GF 編 6.4.12(1)(a)iii)の規定の適用上、9%ニッケル鋼のように溶接部の強度が母材の強度を下回る場合、 R_e 及び R_m の値は、溶接金属の機械的性質の規格値とすること。アルミニウム合金 5083-0 材及び 5083/5183 の溶接継手並びに 9%Ni 鋼については、溶接法等を勘案した上で使用状態の低温における降伏応力及び引張応力の増加を考慮して、 R_e 及び R_m の値を修正して差し支えない。
- 2. 規則 GF 編 6.4.12(2)(e)の規定の適用上、疲労荷重による応力は、原則として各種の変動応力のうち、支配的なものに対して図 GF6.4.12 に示す累積頻度曲線として求めること。
- 3. 前-2.に示す動的頻度分布を用いて規則 GF 編 6.4.15-2.(3)(c)の規定に定める疲労強度解析を行う際、使用する代表応力 (σ_i) の数は 8 点とし、 σ_i 及びその繰返し数 n_i は、一般に次式によって差し支えない。

$$\sigma_i = \frac{17 - 2i}{16} \sigma_{\max}$$

$$n_i = 0.9 \times 10^i$$

ただし、 $i=1, 2, 3, \dots, 8$

σ_{\max} : 荷重最大期待値により生じる応力

-4. 規則 GF 編 6.4.12(2)(f)の適用上、疲労き裂進展速度の算定に用いる疲労荷重は、原則として規定する航行海域の最も過酷な一定期間で起こり得る荷重の最大期待値を用いること。規則 GF 編 図 GF6.3 に示す荷重頻度分布を用いて解析を行う場合、代表応力 (σ_i) の数は、5 点として σ_i 及びその繰返し数 n_i は、次式によって差し支えない。

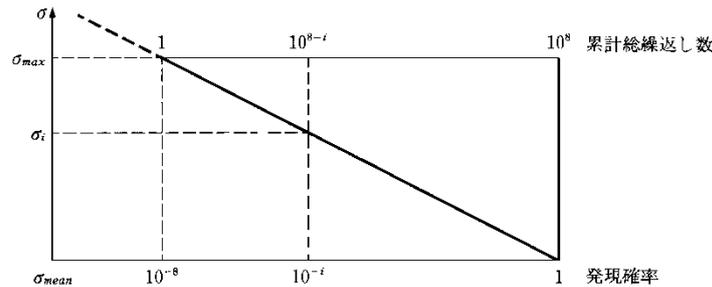
$$\sigma_i = \frac{5.5 - i}{5.3} \sigma_{\max}$$

$$n_i = 1.8 \times 10^i$$

ただし、 $i=1, 2, 3, \dots, 5$

σ_{\max} : 荷重最大期待値により生じる応力

図 GF6.4.12



GF6.4.13 材料及び建造

-1. 規則 GF 編 6.4.13-1.(1)(a)の規定の適用上、船体構造の温度を算出する場合の計算条件は、次の(1)から(4)に定めるところによること。

- (1) 計算の対象とする船の状態は、計画満載喫水で正立状態とすること。
- (2) 計算の対象とする液化ガス燃料タンクの損傷は、次の(a)から(d)に示すところによること。ただし、独立型タンクタイプ C について液化ガス燃料タンクの損傷は、考慮しなくても差し支えない。
 - (a) 液化ガス燃料タンクは、船体の横置水密隔壁間にある全ての液化ガス燃料タンクが損傷するものとする。ただし、船体の横断面が船体の縦通隔壁によって 2 つ以上の区画に分れる場合、各々の区画内の全ての液化ガス燃料タンクが損傷するものと仮定する。
 - (b) 液化ガス燃料タンクの損傷箇所は、考えられる全ての部分を想定する。
 - (c) 液化ガス燃料タンク損傷時は、単に液化ガス燃料が漏洩流出するのみとし、液化ガス燃料タンク、支持構造及び船殻等が変形又は破壊しないものと仮定すること。
 - (d) 規則 GF 編 6.4.3 の規定に従って完全二次防壁が要求されるものに対しては、液化ガス燃料の漏洩流出は、一瞬にして起こり、損傷液化ガス燃料タンク内の残液と燃料貯蔵ホールスペース内流出液位は、直ちに同一レベルに達するものと仮定する。
- (3) 計算モデルの境界条件は、次の(a)から(i)に示すところによること。
 - (a) 燃料貯蔵ホールスペースに隣接する区画の温度は、熱伝達計算によって決定するものとする。燃料貯蔵ホールスペースに隣接する区画にさらに隣接する区画の温度は、0°Cの静止気体として差し支えない。また、機関室の場合、5°Cの静止気体として差し支えない。
 - (b) 日光のふく射は、ないものと仮定する。
 - (c) 防熱材、支持構造等の燃料貯蔵ホールスペース内の構造物は、燃料液を吸収しないものと仮定する。
 - (d) 同一区画内の気体及び液体は、同一温度と仮定する。
 - (e) 液化ガス燃料タンクの損傷時において、液化ガス燃料タンク内気相部と燃料貯蔵ホールスペース内気相部の圧力は、大気圧に等しいと仮定する。
 - (f) 防熱材内部での気体移動はないものと仮定する。
 - (g) 湿分の影響はないものと仮定する。
 - (h) 液化ガス燃料タンク損傷状態においても船体は、正立状態を保つものと仮定して差し支えない。
 - (i) 塗装の影響はないものと仮定する。
- (4) 熱伝達計算の計算条件は、次の(a)から(h)に示すところによること。

- (a) 温度分布及び伝熱は定常状態として扱う。過渡状態は、考慮しなくて差し支えない。
- (b) 海水は、密度 $1,025 \text{ kg/m}^3$ 及び凝固点 -2.5°C とするほかは、清水の物性を示すものと仮定する。
- (c) 燃料液は、均一温度と仮定する。
- (d) 各種境界壁の熱伝達率は、表 GF6.4.13-1. に示す数値を用いて計算することができるが、一般に公表されている伝熱工学資料に示される実験式に基づいて計算を行っても差し支えない。この場合、ふく射による熱伝達も考慮すること。
- (e) 温度分布検討対象の物体は、一般には方向性のない均質なものと仮定する。
- (f) 骨は、フィンとして扱って差し支えない。
- (g) 検討対象の燃料貯蔵ホールドスペースの前後の燃料貯蔵ホールドスペースが同一条件下にある場合、二次元問題として扱って差し支えない。
- (h) 部材の温度は、板厚の中央の温度で表わし、個々の部材については、次の i) から iv) に示すところによる。
 - i) 板に付く小骨の温度は、板の温度と同じものとするが、小骨の深さ方向の温度分布がわかっている場合には、その温度分布の面積平均として差し支えない。
 - ii) 板又は小骨を支える大骨の温度は、ウェブについては、深さの中央における温度、また、面材については、面材の温度とする。
 - iii) 内殻と外殻を接続する部材、例えば肘板や撓板等の温度は、内殻温度と外殻温度の平均とする。
 - iv) 肘板については、肘板の面積重心における温度とする。

表 GF6.4.13-1. 各種境界壁の熱伝達率

境界壁		熱伝達率 ($W/m^2 \cdot ^\circ\text{C}$)
静止気体	↔ 船体又は液体	5.8
静止海水	↔ 船体	116.3
燃料蒸気	↔ 空気に接する船体	11.6

-2. 規則 GF 編 6.4.13-2.(2) の規定により、規則 GF 編表 GF7.3 及び表 GF7.4 に規定される材料が、同表に定められた最低設計温度より高い設計温度で使用される場合、その衝撃試験温度は、当該設計温度に応じて、規則 GF 編表 GF7.1 から表 GF7.4 の各表でその設計温度に対応する衝撃試験温度として差し支えない。例えば、設計温度が -45°C で使用される 2.25%Ni 鋼の管の場合、その衝撃試験温度は、 -50°C とし、設計温度が -61°C で使用される 3.5%Ni 鋼の板の場合、その衝撃試験温度は、 -70°C として差し支えない。

-3. 規則 GF 編 6.4.13-3.(1) の規定の適用上、独立型タンクの防熱材は、防熱構造が実際に起こり得る強制変形及び熱伸縮を受けた状態においても、防熱性能を低下させるような有害な欠陥を生じないものであること。

-4. 前-3. に定める性能は、必要に応じて-5. に示す防熱材施工法試験において確認したものとすること。

-5. 規則 GF 編 6.4.13-3.(2) の規定の適用上、次の(1)及び(2)に定める検査を行うこと。

(1) 防熱材は、附属書 1 「低引火点燃料船用の装置及び機器に関する検査要領」に基づいて承認を受けなければならない。この際に製造所における製造、貯蔵、取扱い、品質管理について定められた方法に基づき試験検査を行うものとする。

(2) 防熱施工に関する検査は、次の(a)から(c)に示す試験及び検査を行うこと。

(a) 防熱施工法試験

実績のない防熱方式及び施工方式に対して、予め本会の承認を得た方案に基づいて施工法確認のための試験を行う。この試験は、必要に応じて防熱材製造所又は造船所にて行うこと。

(b) 防熱施工確認試験

予め本会の承認を得た方案に基づき、防熱施工中の作業管理、作業環境管理及び品質管理状況を確認するための試験を行うこと。

(c) 完成検査

防熱施工後、寸法形状、外観等についてあらかじめ本会の承認を得た施工要領に基づいて検査を行うほか、規則 GF 編 16.5.1-6. の規定に定める試験においても防熱性能を確認するものとする。

-6. 規則 GF 編 6.4.13-3.(2) の規定の適用上、防熱材料の特性は、一般的には、表 GF6.4.13-2. に示すところに従って確

認するものとする。

-7. 前-6.に示すところによるほか、防熱方式によっては、本会は、追加の特性確認試験を要求することがある。

-8. 前-6.に定める防熱材特性の確認試験において、**附属書 1**「低引火点燃料船用の装置及び機器に関する検査要領」に基づいて承認された防熱材については、すでに本会により性能が確認されており、その性能がこの目的のために十分認められる場合、当該項目の試験は省略して差し支えない。

-9. 前-6.から-8.に該当しない防熱材については、次の**(1)**及び**(2)**に示すところによること。

(1) 独立タンクの支持材に用いられる防熱材については、**表 GF6.4.13-2.**のメンブレンタンクの欄を適用すること。

(2) **規則 GF 編 6.4.8**の規定に従って防熱材を設けることが要求されない液化ガス燃料タンクに設ける防熱材については、防熱方式に応じて**規則 GF 編 6.4.13-3.(2)**の規定に定める特性のうち必要な特性についての資料を本会に提出すること。

表 GF6.4.13-2. 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⁾		規則 GF 編 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	き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) 防熱材が規則 GF 編 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。

GF6.4.14 建造過程

-1. **規則 GF 編 6.4.14-1.(1)**の規定にいう「ドームに設けられる小さな貫通部」とは、*MARIS* が 0.07 MPa 以下の液化ガス燃料タンクの場合であって、ドームに比べて十分小さい通常の液化ガス燃料管又はこれと同等程度の大きさのその他の貫通部をいう。

-2. 前-1.に定める貫通部の溶接については、完全溶込み型の溶接としなくて差し支えないが、適当に開先をとったものとする。この場合、外径が 100 mm を超える貫通部については、全線に対して、外径が 100 mm 以下の貫通部については、適宜抜取りで適当な非破壊検査を行うこと。

-3. **規則 GF 編 6.4.14-1.(2)(a)**の規定にいう「非常に小さいプロセス用圧力容器」とは、工作上、裏当金の除去が困難なほど小さいプロセス用圧力容器をいう。

GF6.4.15 タンクタイプ

-1. **規則 GF 編 6.4.15-1.(2)(b)**の規定の適用上、荷重及び船体変形については、次の**(1)**から**(3)**を考慮すること。

(1) 波浪による縦曲げモーメント及び静水中縦曲げモーメントにより生じる船体変形

(2) 支持構造の方式により必要な場合、波浪による水平曲げモーメント及びねじりモーメントにより生じる船体変形

(3) **規則 GF 編 6.4.9-3.(3)(a)**の規定に定める内圧

-2. **規則 GF 編 6.4.15-1.(3)(a)**の規定にいう「規範的な船体構造強度評価と等価な評価」とは、**規則 C 編 2-9 編 6 章**に従うことをいう。

-3. **規則 GF 編 6.4.15-1.(3)(a)**の規定の適用上、一次部材に関する詳細な応力計算を行う場合の等価応力 σ_e に対する許容応力は、**表 GF6.4.15**に示すところによること。

-4. **規則 GF 編 6.4.15-1.(3)(b)**の規定の適用上、内圧による膜力又は軸力を無視できない構造にあつては、**規則 C 編 2-9 編 6 章**の規定に定める算式を適当に修正して適用すること。

表 GF6.4.15 一次等価応力に対する許容応力

フェライト鋼	オーステナイト鋼	アルミニウム合金
$0.79R_e$	$0.84R_e$	$0.79R_e$
$0.53R_m$	$0.42R_m$	$0.42R_m$

(備考)

各々の材料に対して上記値のいずれか小さい方の値とする。 R_e 及び R_m は、

規則 GF 編 6.4.12.(1)(iii)の規定に定めるところによる。

-5. **規則 GF 編 6.4.15-2.(2)**の規定の適用については、次の**(1)**から**(9)**に示すところによること。

(1) 液化ガス燃料タンクを構成する主要構造は、立体骨組構造解析又は、有限要素法等により解析されること。この場合、解析対象範囲には、船体の局部構造及び支持構造を含め、また、船体の垂直、水平曲げ及びねじりモーメントによる船体変形並びに局所的な船体変形を考慮すること。

(2) 液化ガス燃料タンクを構成する主要構造部材は、有限要素法によりその詳細部まで応力計算を行うこと。ただし、これと同等な結果が得られると認められる場合は、骨組構造解析によって差し支えない。

(3) 前**(1)**及び**(2)**において、**規則 GF 編 6.4.15-2.(2)(b)**の規定に定める船体と液化ガス燃料タンクとの相互作用力の計算に必要な各種動的荷重は、原則として**規則 GF 編 6.4.9-4.(1)(a)**、同 **6.4.12(2)**及び同 **6.4.15-2.(2)(c)**の規定に従って長期予測を行い、本会が適当と認める発現確率における最大期待値とすること。この荷重による動的応力 (σ_{dyn}) は、相互の位相差を**規則 GF 編 6.4.11-2.(3)**の規定に従って評価し、動的応力を含む全応力は、この動的応力と静的応力 (σ_{st}) を加え合わせたものとする。ただし、液化ガス燃料タンク内荷重は、**規則 GF 編 6.4.9-4.(1)(a)**、同 **6.4.12(2)**及び同 **6.4.15-2.(2)(c)**の規定により直接計算した加速度の長期予測値を用いて、**規則 GF 編 6.4.9-3.(3)(a)(v)**の規定に定める内圧として考慮して差し支えない。

(4) 液化ガス燃料タンク板及びタンク板付き防撓材の寸法は、その応力分布及び応力の形態を考慮して、本会の適当と認めるところによる。

(5) 液化ガス燃料タンク内に隔壁を設ける場合、隔壁板及び隔壁板付き防撓材の寸法は、本会の適当と認めるところによる。

(6) 液化ガス燃料タンクの強度部材は、高応力部又は応力集中部の母材及び溶接継手部について疲労強度解析を行うこと。*S-N* 曲線は、次の**(a)**から**(f)**に掲げる事項を考慮した実験により求めること。

- (a) 実験片の形状及び寸法
- (b) 応力集中と切欠き強度
- (c) 応力の形態
- (d) 平均応力
- (e) 溶接条件
- (f) 環境温度

- (7) 二次防壁の設計基準に関連し、規則 GF 編 6.4.15-2.(2)(a)の規定に定めるき裂進展解析を行い、想定した初期き裂が定期間において限界き裂長さに達しないことを確認し、この解析により得たき裂長さに基づいて液化ガス燃料漏洩量を算出すること。
- (8) 液化ガス燃料タンク板の圧縮座屈、防撓桁の横倒れ座屈、せん断座屈、倒止肘板の曲げ座屈等について、十分な強度を有することを確認すること。
- (9) 応力解析の精度は、規則 GF 編 16.5.1-5.の規定に従って、モデルタンクテストあるいは、実船の圧力試験時に応力計測を行って確認すること。

-6. 規則 GF 編 6.4.15-3.(1)の規定の適用上、液化ガス燃料タンクの内圧による寸法、形状及び開口の補強については、規則 D 編 10 章の第一種圧力容器の規定を適用すること。

-7. 規則 GF 編 6.4.15-3.(3)(a)の規定の適用上、独立型タンクタイプ C の支持構造近傍の周方向応力は次の(1)から(4)により評価すること。

- (1) サドルによって支持される炭素-マンガン鋼の水平円筒形タンクにおいて、有限要素法を用いた場合の補強構造の等価応力は次式を満足すること。

$$\sigma_e \leq \sigma_{all}$$

$$\sigma_{all} = \min(0.57R_m; 0.85R_e)$$

$$\sigma_e = \sqrt{(\sigma_n + \sigma_b)^2 + 3\tau^2}$$

σ_e : 等価応力 (N/mm²)

σ_n : 補強構造円周方向の直応力 (N/mm²)

σ_b : 補強構造円周方向の曲げ応力 (N/mm²)

τ : 補強構造のせん断応力 (N/mm²)

R_m 及び R_e は規則 GF 編 6.4.12(1)(a)iii)の定義による。

等価応力 σ_e は、補強構造の全範囲について、十分な数の荷重ケースを含めて計算すること。

- (2) 補強構造のモデル化にあたっては次の(a)及び(b)によること。
 - (a) 補強構造は関連する胴板より構成されるもので、もしある場合、ウェブ、面材及び当板を含んで、円周上の梁とみなすこと。また板の有効幅は次の i) 及び ii) によること。
 - i) 円筒形タンク外板の場合

有効幅 (mm) は桁の各側において $0.78\sqrt{rt}$ 以下。もしある場合、その距離内の当板も含めて差し支えない。

$$r = \text{円筒形タンク外板の平均半径 (mm)}$$

$$t = \text{タンク外板板厚 (mm)}$$
 - ii) ローブタンクにおける縦通隔壁の場合

有効幅 (mm) は確立された標準により決定すること。参考値として、桁の各側において $20t_b$ として差し支えない。

$$t_b = \text{隔壁板厚 (mm)}$$
 - (b) 補強構造の各側には、タンクのせん断力からの二次元せん断流理論により決定されるせん断応力による円周上の荷重が作用するものとする。
- (3) 支持構造の反力を計算する際、次の(a)及び(b)の要素を検討に含めること
 - (a) 支持材料の弾性 (木材もしくは同様材料の中間層)
 - (b) 次の i) 及び ii) によるタンクと支持構造間の接触面変化及び釣り合い反力の変化
 - i) タンクの熱収縮
 - ii) タンク及び支持材料の弾性変形

支持構造の最終荷重分布において、引張り荷重を示してはならない。

(4) 補強構造の座屈強度を検討すること。

-8. 規則 GF 編 6.4.15-3.(3)(b)の規定にいう「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」とは、JIS, ASME 等の規格に基づく計算をいう。また、設計外圧 P_e のうち、 P_4 は、液化ガス燃料タンクの配置に応じて、規則 C 編 1 編 4.4.2.7, 4.4.2.8 及び 4.9.2.2 の規定を準用して算出したものとする。

-9. 規則 GF 編 6.4.15-4.(1)(d)のただし書きの規定により、設計蒸気圧を 0.025 MPa より高い圧力とする場合、規則 GF 編 16.5.5-1.(1)で規定するモデルテストにおいてもこの蒸気圧を考慮したものとする。この場合、隣接船体構造の溶接及び構造詳細については、応力集中について特別の考慮を払うこと。

-10. 規則 GF 編 6.4.15-4.(2)(a)の規定の適用上、メンブレン及び防熱材の塑性変形及び疲労に関する検討は、規則 GF 編 6.4.9 の規定に定めるすべての静的及び動的応力並びに熱応力を考慮すること。

-11. 前-10.に示す検討は、実船に対する寸法効果、材料、工作精度のばらつき等の影響を考慮したタンク、二次防壁、防熱構造及びタンク支持構造要素を組み合わせたモデルについて疲労試験を行って確認するものとする。この試験は、規則 GF 編 16.5.5-1.(1)の規定に定める試験の一環として行うこと。

-12. 規則 GF 編 6.4.15-4.(3)の規定によるタンクの完全性の喪失についての検討は、次の(1)及び(2)に定めるところによること。

(1) インタバリアスペースの過圧及びタンク内の負圧については、メンブレンのプロトモデルに対して破裂試験等を行ってメンブレンの最終強度を確認すること。

(2) スロッシング荷重については、本会が必要と認めた場合、メンブレンのプロトモデルに対して、衝撃実験等を行ってメンブレンの耐衝撃強度を確認すること。

-13. 規則 GF 編 6.4.15-4.(4)(b)の規定の適用上、メンブレンタンクに隣接する船体構造は、規則 C 編 1 編 6 章の規定による他、必要がある場合は、メンブレンタンクの構造強度上、船体構造の応力を制限することを考慮しなければならない。メンブレン、メンブレン支持構造及び防熱材の許容応力は、材料の機械的性質、建造実績、製品仕様及び品質管理状況に応じてその都度定める。

GF6.6 CNG 燃料格納設備

GF6.6.1 承認

規則 GF 編 6.6.1 にいう「本会の承認を受けたもの」とは、規則 D 編 10 章に適合するものをいう。

GF6.6.3 タンクの減圧

規則 GF 編 6.6.3 にいう「タンクの圧力を下げる」手段とは、例えば、ベントをいう。

GF6.7 圧力逃し装置

GF6.7.2 液化ガス燃料タンクの圧力逃し装置

規則 GF 編 6.7.2-3.の適用上、圧力逃し装置の容量は、次の(1)から(3)による。

(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。

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

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

$$\delta = 0.2t \quad (m)$$

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 : 設計き裂開口面積 (m^2)

δ : 最大き裂開口幅 (m)

t : タンク底板板厚 (m)

l : 設計き裂長さ (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+10MARVIS (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、(1)で与えられる手法に基づき決定して差し支えないが、漏洩量は規則 N 編 4.7.2 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。

GF6.7.3 圧力逃し装置の容量

規則 GF 編 6.7.3-1.(1)(b)及び図 GF6.4 の適用上、方形タンクのタンク外表面積 A (m^2) は、次の(1)又は(2)により算出する。なお、次の(1)及び(2)にいう L_{min} は、テーパのないタンクの場合にはタンクの平底の水平方向（長さ又は幅）の寸法のうちいずれか小さい方、テーパのあるタンク（図 GF6.7.3-1.参照）の場合にはタンクの平底の長さ又は平均幅のうちいずれか小さい方とする。

- (1) タンクの平底とホールドスペースの底部との間の距離が $L_{min}/10$ 以下の場合
タンク外表面積からタンクの平底の表面積を差し引いたもの
- (2) タンクの平底とホールドスペースの底部との間の距離が $L_{min}/10$ より大きい場合
タンク外表面積

GF6.8 液化ガス燃料タンクの充填制限値

GF6.8.1 充填制限値

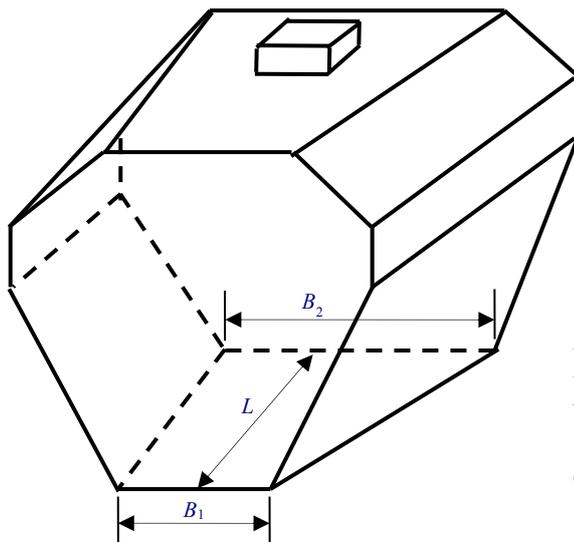
規則 GF 編 6.8.1-2.に規定する充填制限値に関する要件は、規則 GF 編 6.8.1-1.に規定する充填制限値が 95%より小さい場合にのみ適用できる。

GF6.9 燃料貯蔵状態の保持

GF6.9.1 タンク圧力及び温度制御

- 1. 規則 GF 編 6.9.1-1.の適用上、液化ガス燃料タンクの圧力及び温度が規則 GF 編 15.2.2-2.により要求される安全装置の作動後も含め少なくとも 15 日間にわたり常時設計範囲内に制御及び維持されるよう措置を講じること。
- 2. 規則 GF 編 6.9.1-2.の適用上、前-1.に規定する安全装置のみが作動した状態は、緊急事態とはみなさない。

図 GF6.7.3-1. テーパのあるタンクの例



B_1 : タンク平底のテーパ小端部の幅
 B_2 : タンク平底のテーパ大端部の幅
 L : タンク平底の長さ

タンク平底が台形の場合の当該タンクの平底の平均幅： $(B_1+B_2)/2$

GF6.14 船内でのイナートガス製造及び貯蔵**GF6.14.1 船内でのイナートガス製造及び貯蔵**

-1. **規則 GF 編 6.14.1-1.**の規定の適用上、イナートガス発生装置は、次の**(1)**から**(4)**による。

- (1) イナートガス装置に用いられる材料は、使用条件に適したものとすること。
- (2) 燃焼排ガスを使用する方式の専用のイナートガス発生装置、イナートガス貯蔵装置及び液体窒素タンクの各構成機器は、**附属書 1「低引火点燃料船用の装置及び機器に関する検査要領」**に基づいて承認されたものとすること。ただし、**規則 GF 編 6.11** 及び **6.12** の目的で備えられる燃焼排ガスを使用する方式の専用のイナートガス発生装置については、同**附属書 1**において **8.2.2-4.**, **8.2.2-8.**, **8.2.2-9.**, **8.2.2-10.**, **8.2.2-12.**及び **8.2.3-2.**の規定を適用する必要はない。
- (3) 窒素発生装置を使用する方式のイナートガス装置については、次の**(a)**によること。
 - (a) **規則 R 編 35.2.2-2.(2)**, **35.2.2-2.(4)**, **35.2.2-4.(2)**, **35.2.2-4.(3)**, **35.2.2-4.(5)(a)** (**(a)iii**から **v**)は除く。), **35.2.2-4.(5)(d)**, **35.2.4(1)(c)**, **35.2.4(1)(d)**, **35.2.4(1)(f)**, **35.2.4(1)(g)**, **35.2.4(1)(h)**, **35.2.4(1)(i)**, **35.2.4(1)(j)**, **35.2.4(2)**及び**附属書 1「低引火点燃料船用の装置及び機器に関する検査要領」 8.2.2-11.**の規定に適合すること。
- (4) ボイラの排ガスを使用する方式のイナートガス装置については、**規則 R 編 35 章**による。この場合、**規則 R 編 35 章**の規定を次のとおり適用する。
 - (a) **規則 R 編 35.2.3(1)(b)i**及び **ii**の規定に代えて、**附属書 1「低引火点燃料船用の装置及び機器に関する検査要領」 8.2.2-11.**の規定を適用して差し支えない。
 - (b) **規則 R 編 35.2.2-3.(1)(a)**から **(i)**の規定に代えて、**規則 GF 編 6.13.1** の規定を適用して差し支えない。
 - (c) **規則 R 編 35.2.2-4.(5)(c)**及び **35.2.3(2)(b)vii**の規定を適用する必要はない。
 - (d) **規則 GF 編 6.11** 及び **6.12** の目的で備えられる場合には、前**(1)**から**(3)**の規定に加えて、**規則 R 編 4.5.3-4.(2)**, **4.5.6-3.**, **11.6.3-4.**, **35.2.2-1.(2)(d)**, **35.2.2-2.(4)**, **35.2.2-3.(2)** (**(d)**を除く。), **35.2.3(1)(c)i**及び **35.2.3(1)(d)i**の規定を適用する必要はない。

GF7 材料及び燃料管装置

GF7.3 一般的な管の設計

GF7.3.1 一般

規則 GF 編 7.3.1-1.にいう「本会が適当と認める基準」とは、EN ISO 14726:2008 をいう。

GF7.3.2 管の厚さ

- 1. 規則 GF 編 7.3.2-1.の規定の適用上、厚さに対する負の製造公差は、特に定められている場合を除いて、規則 K 編 4.1.7, 4.2.7, 4.3.7, 4.4.7 及び 4.5.7 の規定による。
- 2. 規則 GF 編 7.3.2-1.の規定の適用上、腐食予備厚は、次の(1)から(3)による。
 - (1) 腐食予備厚は、メタン、プロパン、ブタン、ブタジエン及びプロピレンに対して、炭素-マンガン鋼について 0.3 mm、ステンレス鋼及びアルミニウム合金について 0 mm とする。内面に有効な防食を施した炭素-マンガン鋼については、0.15 mm として差し支えない。
 - (2) 前(1)に加え、甲板上の配置で外面に有効な防食を施されない炭素-マンガン鋼の管については、1.2 mm を加えたものとする。
 - (3) 規則 D 編表 D12.4 に規定する値。
- 3. 規則 GF 編 7.3.2-1.に規定する「製造法に応じて本会が適当と認める基準」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。
- 4. 規則 GF 編 7.3.2-2.の規定の適用上、炭素-マンガン鋼については規則 D 編表 D12.6(2)の F 欄に示す値、ステンレス鋼については、スケジュール 10S に相当する値とする。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、1 mm を限度として、本会の認める範囲でこの値を減じることができる。

GF7.3.3 設計圧力

規則 GF 編 7.3.3-1.の適用上、次の(1)及び(2)による。

- (1) 本会は就航海域の制限のある船舶に対してより低い周囲温度を認めることがある。この場合、資料を本会に提出すること。一方で、より高い温度を要求することがある。
- (2) 航海期間の制限のある船舶にあつては、 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 (SIGTTO の“Application of amendments to gas carrier codes concerning type C tank loading limits”参照)。

GF7.3.4 許容応力

- 1. 規則 GF 編 7.3.4-3.に規定する「本会が適当と認めるところ」とは、鋼管及び銅合金管の許容応力は規則 D 編表 D10.3 に掲げる値とする。鋼管、銅管及び銅合金管以外の管の許容応力については、本会に資料を提出すること。
- 2. 規則 GF 編 7.3.4-4.の適用上、応力解析の計算条件及び評価項目は、次の(1)から(5)に示すところによるものを標準とする。
 - (1) オペレーションの段階ごとに配管の温度・圧力条件が異なる場合、想定されるすべてのケースについて解析を実施するか、すべてのケースを包括する計算条件を考慮して解析を実施する。温度条件は、設計温度まで均一に冷却された状態を考慮する。なお、基準温度 (熱応力=0) は、15°C を標準とする。
 - (2) 荷重条件は、次の(a)から(i)に示すところによる。
 - (a) 内圧は、鋼船規則 GF 編 7.3.3 に規定する設計圧力を考慮する。
 - (b) 防熱材は、重量を考慮するものとするが、管の強度には全く寄与しないものとする。
 - (c) 原則として、管装置及び内部流体の自重及び船体運動の加速度による慣性力についても考慮する。
 - (d) 強制変位として、船体の許容サギング及びホギングモーメントによる変位を考慮する。ただし、船体変形の影響を受けない区画に配置される場合を除く。また、管装置が接続される燃料タンクの燃料移送中の熱収縮による強制変位及び船体構造の変形 (例えば、ラッキング変形など) による管装置支持部材を介しての強制変位についても、無視できない場合は考慮する。
 - (e) 熱荷重は、前(1)に定める条件によるものを考慮する。
 - (f) 外部荷重として、ローディングアーム等からマニホールドにかかる荷重を考慮する。これは、本会が適当と認

める規格等に示される荷重を参考にすることができる。また、燃料タンク又は管に設ける安全弁の吹出しによるスラスト荷重が無視できない場合には、これも考慮する。

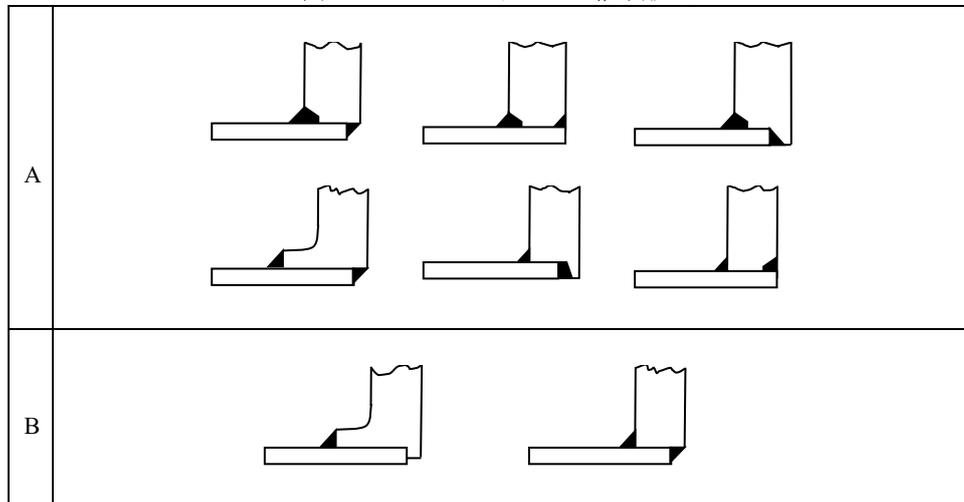
- (g) ベローズ伸縮継手を設ける場合には、内圧によって生じる変位や、スラスト荷重が生じる構造の場合はこれを考慮する。
- (h) 二重管を設ける場合には、内管と外管との間における気体の圧力が内管に及ぼす荷重を考慮する。
- (i) 配管系統を複数のモデルに分ける場合、モデルの境界は原則として完全固定とする。
- (3) 支持条件は、管装置支持部の構造、配置及び材質に応じて、本会の適当と認めるところによる。
- (4) 管装置の健全性評価として、応力及び支持部材から受ける反力について評価を行う。また、二重管において内管と外管との間に支持部材を設ける場合、当該部材から受ける反力についても評価する。ただし、モデルをシェル要素によって作成する場合等、支持部材から受ける反力の影響を管装置の応力として評価できる場合には、応力のみの評価として差し支えない。また、変位によって内管と外管とが接触しないことを確認する。
- (5) 許容応力及び反力の許容値は、計算方法及び管装置の材質に応じて、本会の適当と認めるところによる。

-3. 規則 GF 編 7.3.4-5.に規定する応力解析において標準的に考慮する事項は、前-2.に示すものとする。

GF7.3.6 管装置の製造及び継手の詳細

- 1. 規則 GF 編 7.3.6-1.に規定される「本会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物の形式及び寸法に関する JIS 又はこれと同等の基準をいう。
- 2. 規則 GF 編 7.3.6-2.に規定される「本会の承認を受けたもの」とは、JIS 又はこれと同等のものをいう。
- 3. 規則 GF 編 7.3.6-4.(1)(b)に規定される「本会が適当と認める基準」とは、JIS B 2316 もしくは JIS F 7810 又はこれと同等の基準をいう。
- 4. 規則 GF 編 7.3.6-4.(1)(c)に規定される「本会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。
- 5. 規則 GF 編 7.3.6-4.(2)の規定の適用上、フランジ継手のフランジは、その形式、製造及び試験については JIS 規格又は本会の認める規格によること。ここでいう差込み溶接形フランジとは、図 GF7.3.6-1.の A に示す形式、また、ソケット溶接形フランジの継手形式は、図 GF7.3.6-1.の B に示す形式とする。

図 GF7.3.6-1. フランジの継手形式



GF7.4 材料に関する要件

GF7.4.1 金属材料

- 1. 規則 GF 編表 GF7.1 の規定の適用上、次の(1)から(3)に示すところによること。
 - (1) 本表の脚注(1)に示す縦及びスパイラル溶接管の使用は、規則 K 編 4 章の関連規定に定めるところによる。
 - (2) 本表の脚注(1)に示す付着品については、設計圧力が 3 MPa 未満、設計温度が 0°C 以上の独立型タンクタイプ C 及びプロセス用圧力容器の付着品であって、呼び径が 100 A 未満のものについては、JIS 規格又は本会が適当と認める規格に適合したものとすることができる。
 - (3) 本表脚注(4)に示す焼ならしに対する代替としての制御圧延は、温度制御圧延又は TMCP とすることができる。ま

た、焼入れ焼もどしの代替としての制御圧延は、*TMCP* とすることができる。

-2. **規則 GF 編表 GF7.2** の脚注(4)に示す焼ならし又は焼入れ焼もどしの代替としての制御圧延は、*TMCP* とすることができる。

-3. **規則 GF 編表 GF7.3** の適用上、次の(1)から(4)に示すところによること。

- (1) 本表の脚注(2)に示す-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。
- (2) 本表の脚注(4)に示す材料に関し、厚さ 25 mm を超え 40 mm 以下の9%Ni 鋼にあつては、厚さ 25 mm 以下の9%Ni 鋼に対する規定を適用する。
- (3) 本表の脚注(5)に示す化学成分の規格値は、**規則 K 編**に定める材料について、同編の関連規定の定めるところによる。
- (4) 本表の脚注(9)に示す衝撃試験の省略は、本表に掲げるタイプのオーステナイト系ステンレス鋼について、一般的に認められる。

-4. **規則 GF 編表 GF7.4** の適用上、次の(1)から(5)に示すところによること。

- (1) 本表の脚注(1)に示す縦及びスパイラル溶接管の使用は、**規則 K 編 4章**及び**8章**の関連規定に定めるところによる。
- (2) 本表の脚注(2)に示す鍛造品及び鋳造品の規格値は、**規則 K 編**に定められているものについて、同編の関連規定に定めるところによる。
- (3) 本表の脚注(3)に示す-165℃より低い設計温度での使用に対しては、前-3.(1)に示すところによる。
- (4) 本表の脚注(5)に示す化学成分の規格値は、前-3.(3)に示すところによる。
- (5) 本表の脚注(8)に示す衝撃試験の省略は、前-3.(4)に示すところによる。

-5. **規則 GF 編 7.4.1-1.(6)**の適用上、鋳造品の規格値は、**規則 K 編**に定められているものについて、同編の関連規定に定めるところによる。

GF8 バンカリング

GF8.3 バンカリングステーション

GF8.3.1 一般

規則 GF 編 8.3.1-1.にいう「特別の考慮」には、少なくとも次の(1)から(7)を含むが、これに限らない。

- (1) 船上の他の場所からの隔離
- (2) 船舶の危険場所の配置
- (3) 強制通風に対する要件
- (4) 漏洩検知（ガス検知及び低温検知等）に対する要件
- (5) 漏洩検知（ガス検知及び低温検知等）に対する安全上の対応
- (6) 非危険場所からバンカリングステーションへのエアロックを介する交通
- (7) バンカリングステーションの監視（直接の視認又は CCTVによるもの。）

GF8.4 マニホールド

GF8.4.1 マニホールド

規則 GF 編 8.4.1 にいう「標準的な形式」とは、例えば、ISO 21593:2019 に規定するものをいう。

GF9 機器への燃料の供給

GF9.2 機能要件

GF9.2.2 追加要件

-1. 規則 GF 編 9.2.2-2., 9.6.1 及び 7.3.6-3.の適用上, ガス使用機器に燃料を移送する管装置には, 2 個の独立した防壁を備えなければならない。また, 単一の故障により一次及び二次防壁の両方を越えて, 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周囲の区域に起こる可能性があるため, シングルコモンフランジや同様の構成部品を使用しないこと。

-2. 前-1.に関わらず, シングルコモンフランジ (2 個のシール装置を備えるもの) はガス使用機器 (GCU, ボイラ, ガス制御ユニット等の機関上の構成部品を含む) との接続部には使用して差し支えない。

GF9.4 ガス供給装置の安全機能

GF9.4.1 弁の設置

規則 GF 編 9.4.1 にいう「通常操作」とは, ガス使用機器にガスが供給される場合及びバンカリングを行う場合をいう。

GF9.4.10 破裂に対する保護

規則 GF 編 9.4.10 に規定される「閉鎖」は, 過渡的な荷重の変化を考慮した時間遅延を伴うものとする。

GF9.5 機関区域の外部の燃料の供給

GF9.5.1 燃料管

規則 GF 編 9.5.1 に規定される「他の手段」として, 真空二重管を設け, これを二次防壁として扱う場合は, 規則 GF 編 2.2.1-37.に従うほか, 真空の損失を検知できる適切な措置を講じること。

GF9.5.4 ガス状燃料管

規則 GF 編 9.5.4 に規定される「他の手段」として, 真空二重管を設け, これを二次防壁として扱う場合は, 規則 GF 編 2.2.1-37.に従うほか, 真空の損失を検知できる適切な措置を講じること。

GF9.6 ガス安全機関区域の燃料の供給

GF9.6.1 燃料管

規則 GF 編 9.6.1(3)に規定される「他の手段」として, 真空二重管を設け, これを二次防壁として扱う場合は, 規則 GF 編 2.2.1-37.に従うほか, 真空の損失を検知できる適切な措置を講じること。

GF9.6.2 接合部

規則 GF 編 9.6.2 の適用上, 低圧機関にあつては, 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, 機関本体の空気取入れ管のダクトによる二重化は省略して差し支えない。

GF10 推進器及び他のガス使用機器を含む動力生成

GF10.2 機能要件

GF10.2.2 追加要件

規則 GF 編 10.2.2-2 の適用上、圧力逃し装置は排ガスを連続的に機関室又はその他の閉囲区画に逃さないものとする。

GF10.3 ピストン形内燃機関

GF10.3.1 一般

- 1. 規則 GF 編 10.3.1-1 の適用上、排気マニホールドに備える排気装置の圧力逃し装置は船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 13 章に従って承認されたものとする。
- 2. 規則 GF 編 10.3.1-6 にいう「燃焼不良又は不着火を監視、検知する措置」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を設置することをいう。

GF11 火災安全

GF11.3 防火

GF11.3.1 一般

- 1. 規則 GF 編 11.3.1-1.にいう「防火」には、脱出設備は含まない。
- 2. 規則 GF 編 11.3.1-1.の適用上、ポンプ、圧縮機等の燃料調整のための装置又はその他の発火源を含む閉鎖場所は、規則 GF 編 11.8.1 に適合すること。
- 3. 規則 GF 編 11.3.1-2.の適用上、船橋（船橋窓を含む）には「A-60」級の保全防熱性は要求されない。
- 4. 規則 GF 編 11.3.1-3.に規定する「火災の危険性が高い区画」は、少なくとも以下の区画を考慮すること。ただし、これらに限定するものではない。
 - (1) 貨物区域（ただし、引火点が 60°C を超える液体用の貨物タンク及び規則 R 編 10.7.1-2.が適用される貨物区域は除く。）
 - (2) 車両積載区域及びロールオン・ロールオフ区域
 - (3) 火災の危険性が高い業務区域：
規則 R 編 9.2.3-2.(9)及び 9.2.4-2.(9)に規定の調理室、調理器具のある配せん室、サウナ、塗料庫、ロッカ室及び貯蔵品室であって面積が 4 m² 以上のもの、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。）

GF11.7 火災探知及び警報装置

GF11.7.1 一般

規則 GF 編 11.7.1-3.でいう「本会が適当と認めるもの」とは、次の(1)から(3)のいずれかに該当するものをいう。

- (1) 船舶安全法第六条第三項（予備検査）の規定に基づく検査に合格したもの
- (2) 船舶安全法第六条の四第一項（型式承認）の規定に基づき国土交通大臣の型式承認を受け、かつ、国土交通省又は一般財団法人日本舶用品検定協会の行う検定に合格したもの
- (3) 前(1)及び(2)に掲げるものと同等の効力があると認められるもの

GF12 防爆

GF12.4 危険場所

-1. 二元燃料機関及びガス専焼機関のガス噴射弁の分類に関して、規則 GF 編 12.4 に規定する危険場所の分類に関連する規格に従ったリスク評価は、規則 GF 編 12.5 に掲げる危険場所の例示と同等のものとして適用可能な手段とする。ここで、当該規格とは、次に掲げるものをいう。

(1) IEC 60092-502

(2) IEC 60079-10-1

-2. 規則 GF 編 12.4 は、二元燃料機関及びガス専焼機関のガス噴射弁を分類する際の手法となる。追加の安全措置や前-1.にいうリスク評価が実施されない場合には、規則 GF 編 12.5 に掲げる例示による。

-3. 規則 GF 編 12.4.2 の適用に際しては、規則 H 編 4 章の該当規定にも適合すること。

GF12.5 危険場所の分類

規則 GF 編 12.5 の適用に際しては、GF12.4-1.及び-2.に留意すること。

GF12.5.2 1種危険場所

-1. 計器及び電気機器は、1種危険場所で使用できるものとする。

-2. タイプ C タンクの燃料貯蔵ホールドスペースは、通常、1種危険場所とみなされないが、詳細な危険場所の分類については、次による。

(1) すべての潜在的な漏洩源がタンクコネクションスペースにあり、かつ、いかなる危険場所へも交通を有しない燃料貯蔵ホールドスペースは、非危険場所とみなす。

(2) タンクコネクションスペースへのボルト締め交通を有する燃料貯蔵ホールドスペースは、2種危険場所とみなす。

(3) タンクコネクション等の潜在的な漏洩源が含まれる燃料貯蔵ホールドスペースは、1種危険場所とみなす。

-3. 規則 GF 編 12.5.2(3)の適用上、1種危険場所には、燃料タンクハッチ、開放甲板上の燃料タンクの見盛り開口又は測深管及びガス蒸気排出口から 3 m 以内のすべての場所を含む。

GF12.5.3 2種危険場所

計器及び電気機器は、2種危険場所で使用できるものとする。

GF13 通風装置

GF13.3 一般要件

GF13.3.1 危険場所における通風

規則 GF 編 13.3.1 において「船舶で使用される可能性のあるすべての温度及び環境条件」とは規則 D 編 1.3.1 及び規則 H 編 1.1.7 に規定される周囲条件をいう。

GF13.3.3 ガス源を含む区画における通風用ファン

規則 GF 編 13.3.3 の規定の適用上、ファンが設置されるダクトの開放甲板上の開口には、13 mm×13 mm メッシュを超えない保護金網を取付けること。

GF13.3.9 危険場所に通じる開口がある非危険場所

規則 GF 編 13.3.9(2)(b) において「本会が適当と認める規格」とは、IEC 60092-502 Table 5 又は JIS F 8074 の表 5 に規定されたものをいう。

GF13.3.10 閉鎖された危険場所に通じる開口がある非危険場所

規則 GF 編 13.3.10(2) において「本会が適当と認める規格」とは、IEC 60092-502 Table 5 又は JIS F 8074 の表 5 に規定されたものをいう。

GF13.5 機関区域

GF13.5.1 ガス燃料使用機器が設置される機関区域の通風装置

規則 GF 編 13.5.1 の適用上、清浄器室、機関室の作業場所及び貯蔵品室等の機関区域の境界の内部の閉鎖された場所は、ガス燃料を使用する機器が設置される機関区域の一部とみなし、その通風装置は、機関区域の通風装置から独立したものとする必要はない。

GF13.5.3 通風装置の冗長性

規則 GF 編 13.5.3 において「本会が適当と認める規格」とは、IEC 60079-10-1 又は JIS C 60079-10 をいう。

GF13.8 二重管及びダクト

GF13.8.2 ガス安全機関区域の通風装置

規則 GF 編 13.8.2 の適用上、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、燃料供給装置の一部とみなし、その通風装置は、他の燃料供給装置の通風装置から独立したものとする必要はない（当該燃料供給装置が気体燃料のみを含むものである場合に限る）。

GF13.8.3 通風装置の吸気口

規則 GF 編 13.8.3 の適用上、二重管又はダクトの通風のための吸気口は、常に非危険場所になる大気中の場所であって、発火源から離れた場所に配置すること。

GF14 電気設備

GF14.3 一般要件

GF14.3.4 故障モード及び影響分析

規則 GF 編 14.3.4 にいう「本会が適当と認める規格」とは、IEC 60812 又は JIS C 5750 をいう。

GF14.3.7 低位液面警報

規則 GF 編 14.3.7 に規定する警報及び自動遮断については、試験により正常に作動することを確認する。

GF15 制御, 監視及び安全装置

GF15.2 機能要件

GF15.2.2 追加要件

- 1. 規則 GF 編 15.2.2 の適用上, 規則 GF 編表 GF15.1 に規定する警報及び自動遮断については, 試験により正常に作動することを確認する。
- 2. 規則 GF 編表 GF15.1 に掲げる「弁作動媒体の異常」には, 弁作動媒体の制御系統の異常も含む。

GF15.3 一般

GF15.3.2 ビルジウエルの液面計及び温度センサ

規則 GF 編 15.3.2 に規定する「液面計」は, 単に警報を発するべき状態を示すことを目的として要求されるものであり, 例えば, 液面レベルスイッチ (フロートスイッチ) は本要件に適合するとみなされる。

GF15.4 バンカリング及び液化ガス燃料タンクの監視

GF15.4.2 オーバフロー制御

規則 GF 編 15.4.2-3.にいう「各入渠」とは, 規則 B 編 1.1.3-1.(4)(a)に規定する時期に行う船底検査をいう。

GF15.4.10 燃料ポンプ用電動機の保護装置

規則 GF 編 15.4.10 に規定する警報及び自動遮断については, 試験により正常に作動することを確認する。

GF15.6 ガス圧縮機の監視

GF15.6.1 ガス圧縮機

規則 GF 編 15.6.1 の適用上, バンカリングに使用するガス圧縮機にあつては, 規則 GF 編 15.6.1 に規定される可視可聴警報は, バンカリング制御場所においても発せられること。

GF15.6.2 軸封装置及び軸受

規則 GF 編 15.6.2 の適用上, バンカリングに使用するガス圧縮機にあつては, 軸封装置及び軸受の温度監視装置を規則 GF 編 15.6.2 に規定される可視可聴警報をバンカリング制御場所においても発するものとする。

GF15.8 ガス検知

GF15.8.5 ガス検知器の設計, 設置及び試験

- 1. 規則 GF 編 15.8.5 にいう「本会が適当と認める規格」とは, IEC 60079-29-1 又はこれと同等と認められる規格をいう。
- 2. 規則 GF 編 15.8.5 の適用上, ガス検知器については, 次のいずれかに該当するものとする。
 - (1) 船舶安全法第六条第三項 (予備検査) の規定に基づく検査に合格したもの
 - (2) 船舶安全法第六条の四第一項 (型式承認) の規定に基づき国土交通大臣の型式承認を受け, かつ, 国土交通省又は一般財団法人日本舶用品検定協会の行う検定に合格したもの

GF15.10 通風装置

GF15.10.1 警報

規則 GF 編 15.10.1 の規定の適用上, 通風装置が要求される通風量を有していることを確認する手段は, 次の(1)から(3)のいずれかとするのが認められる。ただし, これらの手段と同等と認められる手段にあつては, この限りではない。

- (1) 通風用の電動機又はファンの作動を監視するとともに、通風される区画が必要な加圧状態又は負圧状態に満たない場合に表示できること。
- (2) 通風用の電動機又はファンの作動を監視するとともに、通風による流れがあることを表示できること。
- (3) 通風の流量を監視し、要求される空気の流量が確保されていることを表示できること。

GF16 製造法，工作法及び試験

GF16.1 一般

GF16.1.1 一般

規則 GF 編 16.1.1-2.の規定の適用上，溶接後熱処理を行う場合，これが規則 GF 編 16.6.2 の規定に従って行う場合と否とにかかわらず，母材の性質は，溶接後熱処理を行った状態又は，これと同等な状態で規則 GF 編表 GF7.1 から表 GF7.4 の定めるところによるものとし，規則 GF 編 16.2 の規定に定める溶接施工方法承認試験及び製品溶接確認試験における溶接部の性質は，溶接後熱処理を行った状態で，規則 GF 編 16.3.3-5.及び，16.3.5 の規定を満足するものとする。

GF16.2 一般試験要件及び試験片

GF16.2.1 引張試験

規則 GF 編 16.2.1-2.の規定の適用上，材料の引張強さ，降伏応力及び伸びの規格値は，規則 K 編に定める材料について，同編の関連規定に定めるところによる。

GF16.2.2 衝撃試験

規則 GF 編 16.2.2-1.にいう「本会の適当と認めるところ」とは，K 編表 K4.28 備考(5)によることをいう。

GF16.2.4 破面観察及びその他の試験

規則 GF 編 16.2.4 にいう「本会の適当と認めるところ」とは，燃料タンク及びプロセス用圧力容器の溶接施工方法承認試験においては，GF16.3.3-1.(2)による。

GF16.3 燃料格納設備の材料の溶接及び非破壊試験

GF16.3.1 一般

-1. 規則 GF 編 16.3 の規定は，独立型タンク及びプロセス用圧力容器並びに管装置に対するものでメンブレンタンクについては，その構造様式に応じて，本会の適当と認めるところによる。

-2. 規則 GF 編 16.3 の規定の適用上，次の(1)及び(2)に示すところによる。

- (1) 規則 GF 編表 GF7.3 及び表 GF7.4 に掲げるタイプのオーステナイト系ステンレス鋼の溶接継手に対する衝撃試験は，一般的に省略して差し支えない。
- (2) アルミニウム合金の溶接継手に対する衝撃試験については，5083 タイプのアルミニウム合金について，一般的に省略して差し支えない。また，5083 タイプ以外のアルミニウム合金については，じん性を確認するための試験を要求することがある。

GF16.3.3 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

-1. 規則 GF 編 16.3.3-4.の規定の適用上，次の(1)及び(2)に示すところによる。

- (1) 規則 GF 編 16.3.3-4.(3)の規定のただし書きに定める母材と溶接金属の強度レベルが異なる場合に行う縦方向試験片による曲げ試験として，規則 M 編 4.2 の規定に定める縦方向曲げ試験を行うこと。
- (2) 規則 GF 編 16.3.3-4.の規定の適用上，独立型タンクタイプ C 及びプロセス用圧力容器については，規則 D 編 11 章の規定に従って，マクロ試験，ミクロ試験及び硬さ試験を行うこと。他の独立型タンクについては，規則 M 編 4 章の規定に従って，マクロ試験を行うこと。

-2. 規則 GF 編 16.3.3-5.の規定の適用上，溶接施工方法承認試験は，規則 GF 編 16.3.3-5.に規定するものを除き，規則 M 編 4 章及び D 編 11 章の該当規定によること。

-3. 規則 GF 編 16.3.3-5.(1)の規定の適用上，溶接金属が母材より低い引張強さを有する場合の継手の横引張強さは，規則 M 編 4.2.5 の規定に定めるところによること。

-4. 規則 GF 編 16.3.3-5.(2)の規定の適用上，曲げ試験は，規則 GF 編 16.3.3-5.(2)に規定するものを除き，規則 M 編 4.2.6 の規定に定めるところによること。

-5. 規則 GF 編 16.3.3-5.(3)の規定の適用上，衝撃試験の試験温度は，GF6.4.13-2.に示すところによって差し支えない。

-6. **規則 GF 編 16.3.3-7**の規定の適用上、衝撃試験の試験温度は、溶接される母材に対する規定の温度とすること。ただし、当該試験温度は、**GF6.4.13-2**に示すところによって差し支えない。

GF16.3.4 管の溶接施工方法承認試験

規則 GF 編 16.3.4の規定の適用上、管の溶接施工方法承認試験は、**規則 GF 編 16.3.3**に規定するものを除き、**規則 D 編 11 章**及び**M 編 4 章**の該当規定によること。

GF16.3.5 製品溶接確認試験

-1. 製品溶接確認試験は次の規定によること。

(1) 試験要領

(a) 製品溶接確認試験は同一の溶接法、溶接姿勢及び溶接条件の継手ごとに行う。

(b) 試験材は、原則として本体の溶接継手と同一線上にあるように取付け、本体と同時に溶接するものとする。

(2) 試験の種類

試験の種類は、**表 GF16.3.5-1**のとおりとする。ただし、タイプ A 及び B 独立型タンクの場合、引張試験は行う必要はない。

(3) 試験材

試験材の形状及び寸法は、**図 GF16.3.5-1**による。

(4) 試験片

(a) 引張試験片の形状及び寸法は、**規則 M 編表 M3.1**に規定する U2A 号又は U2B 号試験片とする。

(b) 曲げ試験片の形状及び寸法は、**規則 M 編表 M3.2**に規定する UB-1 号、UB-2 号又は B-10 号とする。なお、試験材の厚さが 12 mm 以上のものについては、表曲げ及び裏曲げ試験片に代えて側曲げ試験片として差し支えない。

(c) 衝撃試験片は、**規則 K 編表 K2.5**の U4 号試験片とする。衝撃試験は、各試験材ごとに 1 組 3 個の試験片を採取して行う。なお、試験片は、**規則 M 編図 M4.4**に示す A の位置と、B から E までのうち溶接施工方法承認試験において最小値を示した位置から交互に採取する。すなわち、ある試験材から A の位置で 1 組 3 個の試験片を採取し、次の試験材からは、B から E までのうち最小値を示した位置で 1 組 3 個の試験片を採取する。順次これを繰り返す。

(5) 引張試験

溶接継手の引張強さは母材の規格値以上とする。ただし、溶接金属が母材より低い引張強さを有する場合の継手の引張強さは、**規則 M 編 4.2.5**の規定に定めるところによること。

(6) 曲げ試験

(a) 試験片は、板厚の 2 倍に相当する内側半径をもつ押型で曲げ角度 180 度まで曲げる。

(b) 曲げ試験の結果、曲げられた外表面にいかなる方向にも長さ 3 mm を超える割れ、その他の著しい欠陥がないものとする。

(7) 衝撃試験

(a) 最小平均吸収エネルギー値は、溶接される母材に対する規定の値とすること。ただし、試験温度は、**GF6.4.13-2**に示すところによって差し支えない。

(b) 吸収エネルギー値の取扱いは、**規則 GF 編 16.3.3-5.(3)**の規定に定めるところによること。

(c) 前(b)の規定にかかわらず、独立型タンクタイプ C 及びプロセス用圧力容器の場合は、**規則 D 編 11.5.4-1.(3)(b)**の規定に定めるところによること。

-2. **規則 GF 編 16.3.5-1**の規定の適用上、二次防壁の溶接施工試験の試験片の数は、建造実績及び品質管理状況等を考慮して、同一条件の溶接施工に対しては、本会が認めるところにより減じることができる。この場合、溶接姿勢ごと及び突合せ溶接継手 200 m ごとまで減じて差し支えない。

-3. **規則 GF 編 16.3.5-5**の規定の適用上、メンブレンタンクの製品溶接確認試験については、タンクの構造方式に応じて本会の適当と認めるところによる。

-4. 再試験の取扱いについては以下の規定によること。

(1) 引張試験

規則 D 編 11.5.4-3の規定に定めるところによること。

(2) 曲げ試験

(a) **規則 M 編 4.2.12-2**の規定に定めるところによること。

- (b) 前(a)の規定にかかわらず、独立型タンクタイプ C 及びプロセス用圧力容器の場合は、規則 D 編 11.5.4-3.の規定に定めるところによること。
- (3) 衝撃試験
 - (a) 規則 GF 編 16.2.2-4.の規定に定めるところによること。
 - (b) 前(a)の規定にかかわらず、独立型タンクタイプ C 及びプロセス用圧力容器の場合は、規則 D 編 11.5.4-3.の規定に定めるところによること。

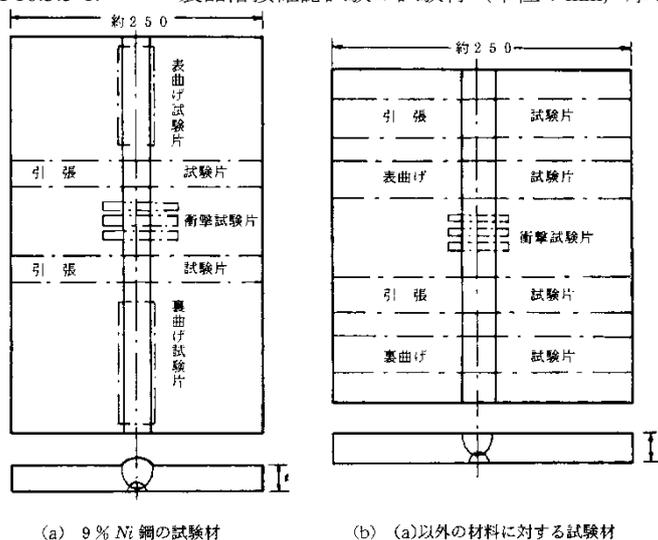
表 GF16.3.5-1. 試験の種類

材 料	試験の種類
9%Ni 鋼	引張試験、曲げ試験及び衝撃試験
オーステナイト系ステンレス鋼	引張試験及び曲げ試験
アルミニウム合金 ⁽¹⁾	引張試験及び曲げ試験
上記以外	引張試験、曲げ試験及び衝撃試験

注

- (1) 5083 タイプ以外のアルミニウム合金については、じん性を確認するための試験を要求することがある。

図 GF16.3.5-1. 製品溶接確認試験の試験材 (単位: mm, 厚さ: t)



注

- (1) タイプ A 及び B 独立型タンクの場合、引張試験は行う必要はない。

GF16.3.6 非破壊試験

-1. 規則 GF 編 16.3.6-1.の規定にいう非破壊試験の試験方法及び判定基準は、次の(1)から(4)に示すところによること。

- (1) 放射線透過試験は、規則 D 編 11.4.5 の規定を準用する。ただし、D11.4.5-2.(2)の規定は適用しない。
- (2) 超音波探傷試験は、D11.4.6-2.の規定を準用する。
- (3) 磁粉探傷試験は、D11.4.6-3.の規定を準用する。
- (4) 浸透探傷試験は、D11.4.6-4.の規定を準用する。

-2. 規則 GF 編 16.3.6-1.の規定に従って、放射線透過試験に代えて超音波探傷試験を行う場合、本会の適当と認めるところにより、少なくともその総数の 10%に相当する数の当該検査箇所に対して、放射線透過試験を行うこと。

-3. 規則 GF 編 16.3.6-2.の規定に定める独立型タンクタイプ A 及びタイプ B のタンク板の突合せ溶接継手以外の非破壊検査は、燃料タンクの重要構造部材のうち、本会が特に必要と認める高応力部等のすみ肉溶接継手については、前-1.に示す磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行うこと。また、燃料タンクの重要部材のうち、桁の面材等の突合せ溶接継手には、本会が特に必要と認める高応力部について、前-1.に示す放射線透過試験を行うこと。

-4. 規則 GF 編 16.3.6-4.(2)の規定の適用上、超音波探傷試験は、次の(1)及び(2)に定める場合に行うこと。

- (1) 放射線透過試験の結果、欠陥の検出が困難でさらに超音波探傷試験を行う必要があると判断される場合
- (2) 重要部材に対して、品質管理上、超音波探傷試験を行う必要があると判断される場合

-5. 規則 GF 編 16.3.6-7.の規定の適用上、船体構造（二重底頂板及び隔壁）が二次防壁となる場合の二重底頂板及び隔壁の突合せ溶接継手に対し、規則 M 編 8 章に規定する検査対象箇所に追加して放射線透過試験を行うこと。なお、放射線透過試験の可否基準は、規則 M 編 8 章による。

GF16.4 金属材料によるその他の構造要件

GF16.4.2 独立型タンク

-1. 規則 GF 編 16.4.2 の規定の適用上、製造及び工作に関する許容誤差は、規則 D 編 11.5.2 の規定によるほか、JIS B 8265 に定めるところによること。

GF16.4.4 メンブレンタンク

-1. 規則 GF 編 16.4.4 の規定の適用上、品質保証の方法、溶接施工条件、設計の詳細、材料の品質管理、建造方法、検査及び構成要素の施工確認試験の基準は、規則 GF 編 16.5.5-1.の規定に定めるプロトタイプテスト又は別途行う施工技術確立のためのプロトタイプテストにおいて確立され、その有効性が確認されなければならない、これらはメンブレンタンクの防熱構造を含む燃料タンク建造要領書に記載されること。

-2. 前-1.の建造要領書は、プロトタイプテストによる確認を行った後、本会の承認を得ること。

GF16.5 試験

GF16.5.1 建造中の試験及び検査

-1. 規則 GF 編 16.5.1-2.の規定の適用上、規則 GF 編 16.5.2 から 16.5.5 の規定による水圧又は水圧-空気圧試験において燃料タンクの漏洩が検査できない場合には、燃料タンクの漏洩試験を別個に行い、この試験は燃料タンクの MARVS 以上の圧力で行う気密試験とする。

-2. 規則 GF 編 16.5.1-4.の規定の適用上、少なくとも適切な方法により個々の燃料格納設備の設計に応じて要求されるガス密レベルが確保されていることを確認すること。ただし、二次防壁のガス密レベルを確認する方法として、微差圧試験を採用してはならない。接着型の二次防壁については、初回のクールダウンの実施前及び実施後にガス密レベルの確認を行ない、就航後の検査において参照するために計測された諸数値を記録すること。なお、あらかじめ承認された試験方案に記載のある許容基準を満足しない場合には、その原因を調査の上、サーモグラフィー試験、アコースティックエミッション試験等の追加の試験を行うこと。

-3. 規則 GF 編 16.5.1-5.の規定の適用上、同一造船所で建造される同一設計とみなし得る燃料タンクについて、以前に建造された燃料タンクで応力計測を行い、設計応力との良好な対応が確認されている場合は、それ以降に建造される燃料タンクについてのこの計測装置の設置を省略して差し支えない。

-4. 規則 GF 編 16.5.1-6.及び同 16.7.3-5.の規定に基づき、次の(1)及び(2)に示す試験を本会検査員立会の下に行って燃料格納設備及び燃料取扱い機器等の性能を確認すること。

(1) ガストライアル

表 GF16.5.1-1.に示す項目について、全ての工事が完了した後に、相当量の燃料液を用いて燃料格納設備、燃料取扱い機器及び計測装置の性能を確認する試験を行うこと。ただし、オペレーション上、クールダウンを行う必要が無く、また、規則 GF 編 6.9.1-1.に規定される方法により燃料の圧力・温度制御を行う必要が無い燃料タンクにおいては、燃料タンク建造者が初めて建造する燃料タンクである場合を除き、表 GF16.5.1-1.の項目 5.及び 6.に掲げる試験対象機器の性能について、製造工場または造船所において代替の媒体による作動試験等により確認することを条件に、ガストライアルの省略を認めることがある。

(2) 燃料満載試験

すべての工事が完了した後、計画した燃料を満載した状態で燃料格納設備、燃料取扱い機器及び計測装置が計画された条件を満足していることを確認するための試験を行う。ただし、本会が特に必要と認めた場合を除き、本試験は省略して差し支えない。

-5. 前-4.に定めるガストライアル及び燃料満載試験に使用する実燃料液及びガスの種類は、燃料格納、移送設備、再液化装置等の設計条件上、最も厳しい条件を再現できるものとする。また、設計温度に関する確認は、設計温度を決定する基となった燃料をできる限り設計使用温度に近い温度まで冷却した状態で再現して行うこと。

-6. 前-4.に示すガストライアル及び燃料満載試験に使用する実燃料液及びガス量は、前-4.に定める諸試験を行うのに

十分な量とすること。

-7. 前-4.(2)に示す燃料満載試験は、前-4.(1)に示すガストライアル時に同時に行っても差し支えない。

-8. 規則 GF 編 16.5.1-7.に規定する燃料タンクの隣接船体構造のコールドスポット検査は、メンブレタンク及び必要な場合、独立型タンクに対して前-4.に定めるガストライアル時に行うこと。

GF16.5.2 独立型タンクタイプ A

-1. 規則 GF 編 16.5.2 及び 16.5.3 の規定の適用上、タンクの水圧又は水圧-空気圧試験は、次の(1)及び(2)に示すところにより実際の荷重状態（静荷重+動荷重）を模擬して行うこと。

(1) 燃料タンクの試験

水頭及び空気圧で燃料の静圧、船体運動による加速度及び蒸気圧を含む内圧を模擬する水圧-空気圧試験（図 GF16.5.2-1.、図 GF16.5.2-2.及び図 GF16.5.2-3.参照）

(2) 支持構造の荷重試験

水の重量のみで燃料の重量及び船体運動による加速度により生じる荷重を模擬する水圧試験（図 GF16.5.2-4.参照）

-2. 前-1.(1)及び(2)に定める各試験は、それぞれ別個に行って差し支えない。

-3. 前-1.(2)に定める試験は、同一製造所で建造された同一型式とみなし得る燃料タンク及び支持構造の場合、本会が差し支えないと認めれば、2番目以降に建造される燃料タンク及び支持構造について試験の実施を省略できる。

GF16.5.4 独立型タンクタイプ C 及びその他の圧力容器

-1. 規則 GF 編 16.5.4-1.の規定にいう「単純な円筒形又は球形の圧力容器」とは、十分な実績のある支持構造を有する円筒形又は球形の圧力容器をいう。過大な曲げ応力を生ぜしめる支持構造や双円筒形のような特殊な形状のタンクにおいては、プロトタイプテストによる歪計測により応力状態を確認する。

-2. 規則 GF 編 16.5.4-4.の規定にいう「必要な場合」とは、燃料タンク頂板まで漲水した場合、船台又は船体構造がこの水圧荷重に耐えられない場合及び水圧試験を行うことにより設計荷重を大きく上回る過大な荷重が燃料タンクの部材又はその隣接構造にかかる想定される場合をいう。

-3. 規則 GF 編 16.5.4-6.の規定の適用上、漏洩試験は圧力容器の MARVS 以上の圧力で行う気密試験とする。

GF16.5.5 メンブレタンク

-1. 規則 GF 編 16.5.5-1.(1)の規定に定める試験は、一次防壁、防熱構造及び二次防壁を組み合わせたモデルについて行うこと。試験体及び試験方法は、タンク方式ごとにその都度検討の上定めるものとする。

-2. 規則 GF 編 16.5.5-2.(1)の規定にいう「本会が適当と認める水圧試験」とは、規則 B 編表 B2.7 第 10 項(1)の規定による水圧試験をいう。この場合、パラスタタンク、コファダム等の船体構造側から水圧を加えて差し支えない。

-3. 規則 GF 編 16.5.5-2.(2)の規定にいう「メンブレンを支持するすべてのホールド構造」の漏洩試験は、規則 B 編表 B2.7 第 10 項(1)の規定に定めるところによるほか、一般船体構造に対して適用される試験方法によって差し支えない。

表 GF16.5.1-1. ガストライアルの試験項目

項目	◎本会検査員立会 ○記録提出	主たる試験対象機器	主たる確認内容
1.ドライニング試験	○	・イナートガス発生装置	・露点 ・乾燥度の経時変化 (燃料タンク内, 燃料貯蔵ホールスペース内)
2.イナートティング試験	○	・イナートガス発生装置	・イナートガス発生装置の運転状態 ・燃料タンク内雰囲気計測
3.燃料ガスによるイナートガスパーシ試験	○	・燃料蒸発器 ・圧縮器	・燃料タンク内 O ₂ /燃料ガス温度経時変化 ・燃料ガス (又は液) 供給量 ・蒸発器性能 ・圧縮機性能
4.クールダウン試験	◎/○	・スプレーポンプ ・圧縮機 ・燃料液, ガス管系 ・燃料タンク温度計 ・スプレー管系	・燃料タンク温度降下曲線 ・燃料貯蔵ホールスペース内検/タンク防熱状況 ¹⁾ (クールダウン終了時) ・燃料タンク及び支持構造 (外観) ・燃料タンク隣接船体構造 (コールドスポット) ・燃料タンク及び支持構造の防熱材性能 (コールドスポット) ・スプレー管系の冷却状態 ・燃料液, ガス管系の冷却状態 ・スプレーポンプ性能 ・燃料消費量 ・圧縮機性能 ・燃料タンク温度/圧力 ・燃料タンク収縮量 ²⁾
5.燃料液積込試験	◎/○	・圧縮機 ・積荷関連液, ガス管系 ・液面計/温度計	・燃料タンク温度/圧力/液面 ・燃料貯蔵ホールスペース温度/圧力 ・マニホール部の燃料液, ガスの温度/圧力 ・燃料液, ガス管系の使用状態
6.燃料ポンプ作動試験	◎/○	・全燃料ポンプ	・燃料ポンプ吐出圧/電流値 ・燃料タンク液面/圧力 ・ストリップング状態
7.圧力/温度制御装置作動試験	◎/○	・制御装置の形式により異なる	・同左

(注)

- 1) 本会は, 防熱材の品質管理状況及び建造実績を考慮して省略を認めることがある。
- 2) 独立型タンクの場合のみを確認する。

図 GF16.5.2-1. 方形タンクの内圧分布の模擬

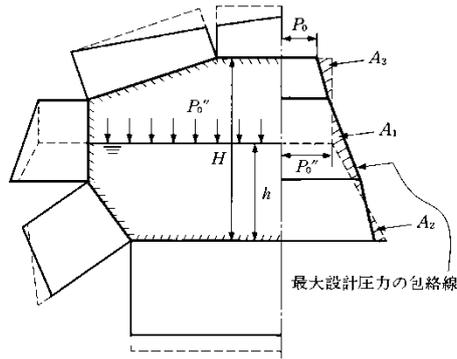


図 GF16.5.2-2. 球形タンクの内圧分布の模擬

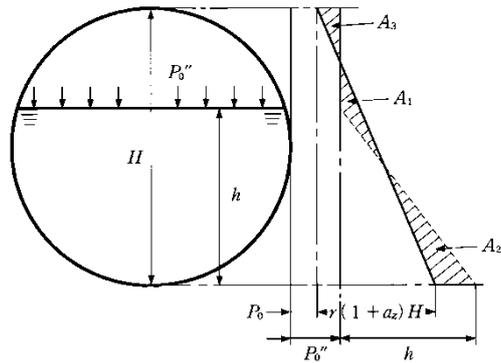


図 GF16.5.2-3. 圧力荷役状態の内圧分布の模擬

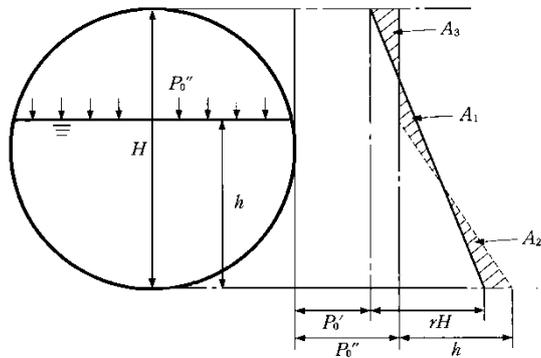
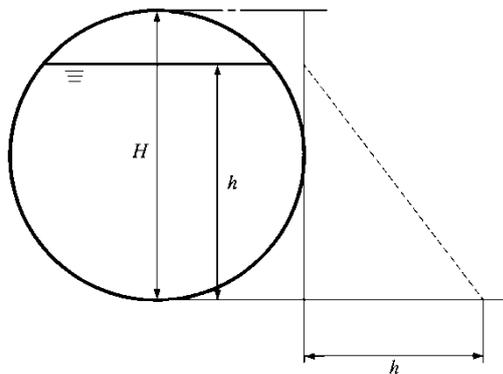


図 GF16.5.2-4. 支持構造の荷重状態の模擬



備考：
 V ：水圧 H に対する
 燃料タンク容積
 v ：水圧 h に対する燃
 料タンク容積
 $v \geq \gamma(1+a_2)V$ とす
 る。

〈[図 GF16.5.2-1](#).から[図 GF16.5.2-4](#).までの記号の説明〉

——— : 実際に遭遇すると予想される最大荷重状態

----- : 上記を可能な限り模擬した試験圧力状態 ($P_0'' > P_0$ 又は $P_0'' > P_0'$ で、かつ、可能な限り $A_2 + A_3 > A_1$ となるように P_0'' 及び h を選ぶ。)

H : タンク 深さ

h : 試験時水頭

γ : 燃料の比重

a_z : 上下方向最大加速度 (無次元)

P_0 : 通常航海時の設計蒸気圧

P_0' : 港内圧力荷役時の設計蒸気圧

P_0'' : 試験時空気圧

GF16.6 溶接，溶接後熱処理及び非破壊試験

GF16.6.3 非破壊試験

規則 GF 編 16.6.3(2)にいう「本会が適当と認める自動溶接により工作される場合」とは、管工作を行う事業所が常に安定した溶接を施工する能力を有すると見なされ、かつ、それら安定した溶接を施工するための品質保証に関する手順書及び記録書が整備されている場合をいう。

GF16.7 試験

GF16.7.1 管部品のタイプテスト

規則 GF 編 16.7.1(4)にいう「本会が適当と認める基準」とは、ISO 19921:2005 及び ISO 19922:2005 をいう。

GF16.7.3 装置の試験

規則 GF 編 16.7.3-7の適用上、機能試験により閉鎖時間を確認する。

GF17 作業に関する規定

GF17.2 機能要件

GF17.2.2 追加要件

規則 GF 編 17.2.2-3.に規定する「運用手順書」には、次の(1)及び(2)を含めること。

- (1) 規則 B 編表 B3.11 注 3 に規定する指示書及び手引書
- (2) 規則 B 編表 B3.11 注 4 に規定するログブック及び運転記録を船上に保持する旨の注記

GF17.3 燃料取扱いマニュアル及び掲示

GF17.3.1 燃料取扱いマニュアル

規則 GF 編 17.3.1(1)に規定する「燃料取扱いマニュアル」には、天然ガスを燃料として使用する船舶にあつては、次に掲げるものを含むこと。

- (1) 燃料のバンカリング、貯蔵及び移送に関する事項
- (2) 規則 GF 編 6.3.1-12.に規定する手順
- (3) 規則 GF 編 17.5.4 に規定する事項
- (4) 規則 GF 編 17.5.6-2.に規定する手順

GF17.5 作業要件

GF17.5.3 電気設備の点検及び保守

規則 GF 編 17.5.3 にいう「本会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。

GF17.5.4 バンカリングオペレーション

- 1. 規則 GF 編 17.5.4-3.(4)にいう「自動 ESD への通信のために備えられるバンカリング源との船陸間通信 (SSL) 又は同等の手段」については、ISO 28460 を参照すること。
- 2. 規則 GF 編 17.5.4-4.にいう「本会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。
- 3. 規則 GF 編 17.5.4-4.に規定する「適切に絶縁」とは、バンカリング管とバンカリング責任者が提供する設備との連結に絶縁フランジ又は非導電性ホースを使用することをいう。
- 4. 規則 GF 編 17.5.4-5.(2)に規定する「適切な人身保護装具」とは、長袖の静電気帯電防止作業服、ヘルメット、皮手袋、安全靴及び保護眼鏡をいう。

GF17.5.5 閉鎖場所への交通

規則 GF 編 17.5.5-1.の適用上、IMO 総会決議 A.1050(27)を参照すること。

GF17.5.7 燃料装置の上部又は近傍における高熱作業

規則 GF 編 17.5.7 にいう「毒性の蒸気を発生させるおそれのある防熱装置」とは、例えば、防熱材としてウレタンフォームを使用するもの等をいう。

附属書 1 低引火点燃料船用の装置及び機器に関する検査要領

1 章 通則

1.1 適用

- 1. 本検査要領は、低引火点燃料船に使用する燃料取扱い用装置及び機器等（以下本章において「装置等」という。）に関する規則 GF 編及び検査要領 GF 編の該当規定に基づき、当該装置等に適用すべき技術的要件を定める。
- 2. 本会がこの検査要領と同等以上と認める規格又は規則に従って製造され、かつ、本会が適当と認める機関により証明されている装置等については、この検査要領に規定する要件の一部又は全部の省略を認めることがある。

1.2 提出図面及び書類

規則 B 編 2.1.3 に定める提出図面及び書類に基づき、本会に提出すべき当該装置等に関する図面及びその他の書類は、次の(1)及び(2)並びに 2 章以下の規定に掲げるもののうち該当するものとする。

- (1) 承認用図面及び書類
 - (a) 要目表
 - (b) 主要構造部品の詳細図
 - (c) 主要構造部品の材料仕様
 - (d) 主要構造部品の溶接要領詳細（試験検査を含む。）
 - (e) 機付諸管線図（各種管系統図、管の材質、寸法及び使用圧力を記入したもの）
 - (f) 制御系統図（監視、安全及び警報装置を含む。）
 - (g) その他、装置等の種類に応じて本会が必要と認める図面及び書類
- (2) 参考用図面及び書類
 - (a) 外形図
 - (b) 組立断面図
 - (c) 据付要領
 - (d) 取扱説明書
 - (e) 主要構造部の強度計算書（必要と認める場合、熱応力に関する検討を含む。）
 - (f) 予備品表
 - (g) その他、装置等の種類に応じて本会が必要と認める図面及び書類

1.3 試験

- 1. 装置等の試験については、鋼船規則及び同検査要領の該当する規定によるほか、装置等の種類に応じて 2 章以降に定める試験を行うこと。
- 2. 装置等の使用条件、構造及び使用実績等を考慮して、代表的な機種について前-1.の試験に加えて、より詳細な試験を行うことを要求することがある。
- 3. 前-1.及び-2.に定める試験は、製造工場において行うこと。ただし、製造者の申し出により本会が適当と認めた場合、本船に設備したのち、この試験の一部又は全部を行うことができる。なお、製造工場等において行う試験に関する検査の実施に際して、通常の検査において得られる検査に必要な情報と同様の情報が得られると本会が認める、通常の検査方法と異なる検査方法の適用を認める場合がある。

2章 燃料ガス圧縮機

2.1 一般

2.1.1 適用

- 1. 本章の規定は、**規則 GF 編 1.1.3-1**の規定に基づき、低引火点燃料用の容積形又は遠心形ガス圧縮機に適用する。
- 2. ガス圧縮機の駆動機として使用される蒸気タービン、ガスタービン、電動機並びにこれらの動力伝達装置は、**規則 D 編**及び**H 編**の関連各章の規定によること。

2.2 提出図面及びその他の書類

2.2.1 参考用図面及び書類

- 1. **1.2(2)**に示すものに加えて、次の**(1)**から**(3)**を提出すること。
 - (1) 低温部の熱膨張/収縮に関する資料
 - (2) 配管との接続要領
 - (3) ケーシングの防熱要領
- 2. **2.3.3-7**に規定する海洋環境での使用に適切な設計であることを確認するため、製造者は**2.3.3-7.(1)**から**(4)**の事項に準拠して設計されていることを示す資料を提出すること。

2.3 材料、構造及び強度

2.3.1 一般

- 1. ガス圧縮機は、各寸法及び各型式ごとに、設計評価を行うこと。
- 2. ガス圧縮機的设计評価は、該当する場合、*API 617:2014+ERR1:2016*、*API 618:2016* 又は *API 619:2010* もしくはその他本会が適当と認める規格によることができる。

2.3.2 材料

- 1. 主要構造部に使用する材料は、使用温度、圧力等、使用条件に適したもので、かつ、耐圧部の材料は**規則 K 編**の関連各章の規定によること。
- 2. 設計温度が-55℃未満の主要構造部に使用する材料は、**規則 K 編**の関連各章及び**規則 GF 編表 GF7.4**の規定によること。
- 3. 主要構造部は、本会が必要と認める場合、**規則 K 編 5.1.10** 又は **6.1.10** に定める非破壊試験を要求することがある。
- 4. 本章に定めるガス圧縮機の主要構造部とは、一般に次の**(1)**から**(3)**に示すものをいう。
 - (1) 遠心形ガス圧縮機
 - (a) インペラ
 - (b) インデューサ
 - (c) ガイドベーン
 - (d) ケーシング
 - (e) 軸及び軸継手
 - (2) 容積形ガス圧縮機
 - (a) シリンダカバー及びシリンダライナ
 - (b) ピストン及びピストン棒/連接棒
 - (c) クランク軸及び軸継手
 - (d) 架構
 - (e) スクリュー又はギア（回転式の場合）
 - (f) ケーシング（回転式の場合）
 - (3) その他、構造方式に応じ本会が定める部分

2.3.3 構造及び据付け等

- 1. ガス圧縮機は、できる限りガス漏洩がなく、かつ、火花を発生するおそれのない構造とすること。
- 2. ガス圧縮機の低温部は、接続する常温又は高温部との温度差により有害な影響を受けないよう適切な断熱機構又は構造とすること。
- 3. ガス圧縮機の軸封部は、次の**(1)**及び**(2)**による。
 - (1) 使用温度及び圧力に対して十分なシール効果を持ち、長時間の連続運転に耐える構造であること。
 - (2) ガス圧縮機が停止したとき、ガス漏洩又は大気侵入が生じない構造であること。
- 4. ガス圧縮機は、接続する管装置の伸縮、変形及び船体変形により、過大な力を受けないよう適切な対策を講じること。
- 5. ガス圧縮機と同一区画に設置された蒸気タービンを駆動機とする場合、タービン駆動用蒸気の温度は、ボイルオフガスの自然発火温度より低い安全な温度とすること。
- 6. ガス圧縮機は、駆動機及び動力伝達装置を含め、通常の使用状態における機械的及び熱的衝撃荷重及び振動荷重に耐える設計とすること。
- 7. ガス圧縮機は、使用目的に応じた適当なものとする。すべての装置及び機器は、**規則 D 編表 D1.1** 及び**規則 H 編表 H1.2** に定める傾斜角度を考慮し、海洋環境での使用に適切な設計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) ガスの物理的及び化学的特性
- 8. ガス圧縮機の形式により低負荷時に有害なサージングが発生する可能性がある場合、リサーキュレーションラインの設置等、有効な防止対策を講じること。
- 9. リサーキュレーションにより過度の温度上昇が予想される場合、有効な防止対策を講じること。
- 10. ガス圧縮機は、開放時に容易にガスパーズが可能構造とし、かつ、適切なパーズロを設けること。

2.3.4 強度

- 1. ガス圧縮機は、次の**(1)**から**(11)**に示す圧力及び荷重の適切な組合せを考慮して設計すること。
 - (1) 使用状態における燃料最大蒸気圧
 - (2) ケーシング内
 - (3) 接続する配管及び支持装置による局部荷重
 - (4) 熱応力
 - (5) 必要に応じ、接触又は回転による衝撃・振動荷重
 - (6) 30度の静的横傾斜により生じる荷重
 - (7) 必要構造部及び付着防熱材の自重
 - (8) 回転により生じる荷重
 - (9) 往復動式ガス圧縮機にあつては、不平衡力及び機器の動揺
 - (10) 軸推力
 - (11) その他、本会が必要と認める圧力及び荷重
- 2. ガス圧縮機の耐圧部分となるケーシング及びシリンダ部の厚さは、原則として**-1.**により定まる最大内圧を用いて**規則 D 編 10.5** から **10.7** の規定により定まる値以上とすること。必要と認められた場合、本会は、直接強度計算を要求することがある。
- 3. 前**-2.**の計算に用いる許容応力は、原則として**規則 GF 編 6.4.15-3.(3)(a)**において独立型タンクタイプ C に対し要求される値を用いること。
- 4. 前**-2.**に用いる溶接継手効率及び腐食予備厚は、それぞれ**規則 D 編 10.4.2** 及び **10.4.3** に規定される値を用いること。
- 5. 回転又は往復運動を行う主要構造部の強度は、本会の適当と認めるところによること。

2.4 安全装置

2.4.1 一般

ガス圧縮機は、その形式及び使用条件に応じ安全、かつ、安定した作動を確保できるよう十分な保護装置及び監視装置を設けること。

2.4.2 監視装置及び安全装置

-1. ガス圧縮機は、**規則 GF 編**に定めるもののほか、原則として次の**(1)**から**(11)**に示す事象に対する適切な監視装置、警報装置及び安全装置を設けること。

- (1) ガスの出口温度異常上昇
- (2) 潤滑油圧力低下
- (3) 軸封装置用シール液体圧力の低下
- (4) 冷却水供給停止又は出口温度異常上昇
- (5) 制御用動力源の喪失
- (6) サージング
- (7) 軸受部のシール液体圧力の低下
- (8) 容積型ガス圧縮機の場合、連続使用禁止回転数範囲内での長時間運転
- (9) 過回転
- (10) ボイルオフガス加熱器の出口温度における異常低下
- (11) その他、作動方式に応じ本会が必要と認めるもの

-2. ガス圧縮機の駆動機は、その形式に応じ、原則として**規則 D 編 3.3, 4.3**及び**H 編 2.3**に定める安全装置を備えること。

2.4.3 非常停止装置

ガス圧縮機は、その制御場所及び機側にて操作できる非常停止装置を設けること。

2.4.4 危険速度

-1. 遠心式ガス圧縮機の危険速度は、次の**(1)**及び**(2)**に示す範囲内に存在しないこと。

- (1) 剛性軸の場合：最大使用回転数の120%以下
- (2) フレキシブル軸の場合：一次危険速度は最低使用回転数の85%以下であって、二次危険速度は最大使用回転数の120%以下

-2. 往復動式ガス圧縮機の常用回転数は、回転軸系の振り固有振動数の±10%以内に設定しないこと。

2.5 付属設備

2.5.1 潤滑油装置

-1. 強制潤滑式の軸受を有するガス圧縮機の潤滑油装置は、次の**(1)**から**(5)**による。

- (1) ガス圧縮機の起動時及び停止時に十分な給油が可能であること
- (2) 潤滑油こし器は、ガス圧縮機運転中に切替可能であること
- (3) 潤滑油は、適正温度に維持できること
- (4) 圧縮機の停止中、通常運転に必要な潤滑油量を溜めることができるタンクを設けること
- (5) 潤滑油中にガスが混入しないような構造であること。ただし、構造上ガス混入を前提に計画されているものを除く。

-2. ガス圧縮機の駆動機及び動力伝達装置の潤滑油装置は、その形式に応じ**規則 D 編 3.3.3, 4.4.6**又は**5.2.5**の規定に準じたものとする。

2.6 試験・検査

2.6.1 タイプテスト

-1. ガス圧縮機は、各寸法及び各型式ごとに、本会検査員立会の下タイプテストを行い、**船用材料・機器等の承認及び認定要領第6編2章**に定める使用承認を受けること。

-2. 前-1.に定めるタイプテストは、**2.3.1**の設計評価に適用した規格に従って試験を行うこと。また、少なくとも次の

(1)から(6)に定める試験・検査を行うこと。

- (1) 材料試験：規則 K 編 関連各章及び規則 GF 編表 GF7.4 の規定による。
- (2) 水圧又は耐圧試験：ガス圧縮機の耐圧部については、水圧試験又は空気あるいは他の適当な気体による耐圧試験を少なくとも 30 分間行うこと。試験圧力は、設計圧力の 1.5 倍（試験流体が圧縮性の場合は 1.25 倍）とする。
- (3) 運転試験及び性能試験：運転試験及び性能試験では、製造者が定める限界値を超えていないこと及び機器の性能に関するその他特性が仕様に従っていることを確認するため、次の(a)から(f)の内容を記録すること。
 - (a) 使用するガス
 - (b) 温度及び圧力
 - (c) 警報及び停止試験
 - (d) 圧力逃し装置の作動及び停止圧力
 - (e) 振動計測
 - (f) 消費電力及びガス負荷（性能試験のみ）
- (4) 振動評価：製造者は、設計に適用した適切な規格と一致する機器及び装置の振動評価基準を提出すること。ここでいう設計に適用した適切な規格とは、次の(a)から(g)をいう。ただし、振動評価基準に関するデータが利用できない場合は、通常の運転条件における振動速度の全体の二乗平均平方根（RMS）値に関して、参考として使用した基準を確認できる資料を提出すること。
 - (a) ISO 7919-3:2009/AMD 1:2017
 - (b) ISO 10816-3:2009/AMD 1:2017
 - (c) ISO 10816-7:2009
 - (d) ISO 10816-8:2014
 - (e) ISO 20816-1:2016
 - (f) ISO 20816-8:2018
 - (g) その他本会が適当と認める規格
- (5) 前(4)に規定する振動評価基準に関し、本会は疲労計算によって示される代替の上限値を認めることがある。
- (6) その他、圧縮機の型式に応じ本会が必要と認める試験・検査を行うこと。

2.6.2 製品検査

- 1. ガス圧縮機は本会検査員立会の下、製造時、次の(1)から(3)に定める試験・検査を行うこと。
 - (1) 材料試験：規則 K 編 関連各章及び規則 GF 編表 GF7.4 の規定による。
 - (2) 水圧又は耐圧試験：ガス圧縮機の耐圧部については、水圧試験又は空気あるいは他の適当な気体による耐圧試験を少なくとも 30 分間行うこと。試験圧力は、設計圧力の 1.5 倍（試験流体が圧縮性の場合は 1.25 倍）とする。
 - (3) 作動試験：完成後、設計温度に応じ、本会が適当と認める気体を用いて実施すること。
- 2. 前-1.に定める試験・検査について、製造所の要望に応じて、次の(1)から(3)に定める条件を満足することで、試験の立会を軽減することができる。
 - (1) ガス圧縮機が 2.6.1-2.に規定するタイプテストに従い承認されていること。
 - (2) 製造者が別に定める「事業所承認規則」に従い、審査を受け、承認されていること。
 - (3) 製造者の品質管理計画に、2.6.1-2.(2)及び(3)に規定する試験の実施が含まれていること並びに、上記試験の記録を保持していること。
- 3. 本船取付け後、規則 GF 編 16.7.3-3.に定める漏洩試験を行うこと。
- 4. ガス圧縮機は、本船取付け後、規則 GF 編 16.7.3-5.に定める使用試験を行うこと。

3章 燃料ポンプ

3.1 一般

3.1.1 適用

- 1. 本章の規定は、**規則 GF 編 1.1.3-1.**に基づき、うず巻式ポンプであって、サブマージド型、ディープウェル型及び甲板据付け型のポンプに適用する。
- 2. ポンプの駆動用電動機は、本章の規定によるほか、**規則 H 編**及び**規則 GF 編**の関連各章の規定によること。

3.2 提出図面及びその他の書類

3.2.1 参考用図面及び種類

- 1. **1.2(2)**に示すものに加えて、次の**(1)**及び**(2)**を提出すること。
 - (1) 低温部の熱膨張/収縮に関する資料
 - (2) サブマージド型ポンプの駆動用電動機の全定格、主要な寸法、材料（絶縁材料を含む。）及び重量を記入した組立断面図
- 2. **3.3.3-8.**に規定する海洋環境での使用に適切な設計であることを確認するため、製造者は**3.3.3-8.(1)**から**(4)**の事項に準拠して設計されていることを示す資料を提出すること。

3.3 材料、構造及び強度

3.3.1 一般

- 1. ポンプは各寸法及び各型式ごとに、設計評価を行うこと。
- 2. ポンプの設計評価は、該当する場合、*ISO 13709:2009* 及び *ISO 24490:2016* もしくはその他本会が適当と認める規格によることができる。

3.3.2 材料

- 1. 主要構造部に使用する材料は、使用温度、圧力等、使用条件に適したもので、かつ、耐圧部の材料は**規則 K 編**の関連各章の規定によること。
- 2. 設計温度が-55℃未満の主要構造部に使用する材料は、**規則 K 編**の関連各章及び**規則 GF 編表 GF7.4**の規定によること。
- 3. 必要構造部は、本会が必要と認める場合、**規則 K 編 5.1.10** 又は **6.1.10** に定める非破壊試験を要求することがある。
- 4. 本章に定めるポンプの主要構造部とは、一般に次の**(1)**から**(6)**に示すものをいう。

- (1) ケーシング（ディープウェル型の場合、燃料吐出部を含む。）
- (2) インペラ
- (3) インデューサ
- (4) 軸及び軸継手
- (5) ガイドベーン
- (6) その他、構造方式に応じ本会が指定するもの

3.3.3 構造及び据付け等

- 1. ポンプは、火花を発生するおそれのない構造とすること。
- 2. ポンプは、キャビテーション発生防止に十分な考慮が払われたものであること。
- 3. サブマージド型ポンプの駆動用電動機の絶縁材料及び絶縁巻線は、使用環境に十分耐え、かつ、電動機の絶縁抵抗値は、**規則 H 編 2.4.15(3)**に定める値未満でないこと。
- 4. 低温の燃料を取扱うポンプは、低温による熱収縮を十分考慮した構造とすること。
- 5. ディープウェル型及び甲板据付け型のポンプの軸封部は、**2.3.3-3.**の規定に準じた構造とすること。
- 6. ポンプは、接続する管装置の伸縮、変形並びに燃料タンク及び船体の変形により過大な力を受けないよう適切な対

策を講じること。

- 7. ポンプ吸込部には、必要な場合燃料の性状に応じ適切なストレーナを設置すること。
- 8. ポンプは、使用目的に応じた適当なものとする。すべての装置及び機器は、**規則 D 編表 D1.1** 及び**規則 H 編表 H1.2** に定める傾斜角度を考慮し、海洋環境での使用に適切な設計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) ガスの物理的及び化学的特性

3.3.4 強度

- 1. ポンプは、次の**(1)**から**(8)**に示す圧力及び荷重の適切な組合せを考慮して設計すること。
 - (1) 使用状態における燃料最大蒸気圧
 - (2) 燃料吐出圧
 - (3) 接続する配管及び支持装置による局部荷重
 - (4) 軸推力
 - (5) 熱応力
 - (6) 自重
 - (7) 回転により生じる荷重
 - (8) その他、本会が必要と認める圧力及び荷重
- 2. ポンプの耐圧部分の厚さは、原則として前-1.より定まる最大内圧を用いて、**規則 D 編 10.5** から **10.7** の規定により定まる値以上とすること。必要と認めた場合、本会は直接強度計算を要求することがある。
- 3. 前-2.の計算に用いる許容応力は、原則として**規則 GF 編 6.4.15-3.(3)(a)**において独立型タンクタイプ C に対し要求される値を用いること。
- 4. 前-2.に用いる溶接継手効率及び腐食予備厚は、それぞれ**規則 D 編 10.4.2** 及び **10.4.3** に規定される値を用いること。
- 5. 耐圧部分を除く軸、軸継手及びインペラ等の主要構造部の強度は、本会の適当と認めるところによること。

3.4 安全装置

3.4.1 一般

ポンプは、その形式及び使用条件に応じ、安全かつ安定した作動を確保できるよう十分な安全装置及び監視装置を設けること。

3.4.2 監視装置及び安全装置

ポンプは、**規則 GF 編** に定めるもののほか、原則として次の**(1)**から**(3)**に示す事象に対する適切な監視装置、警報装置及び安全装置を設けること。

- (1) 吐出圧力低下
- (2) 過電流及び電流値の異常低下
- (3) その他、本会が必要と認めるもの

3.5 付属設備

3.5.1 潤滑油装置

- 1. 燃料液を強制循環させて潤滑を行うポンプにあつては、潤滑用燃料液入口にフィルタを設ける等、異物混入防止に対し十分な考慮を払うこと。
- 2. 燃料液を強制循環させて潤滑を行うポンプにあつては、燃料液の粘度、温度等潤滑に関連する特性の軸受材料の適合性に十分な考慮を払うこと。

3.6 試験・検査

3.6.1 タイプテスト

-1. ポンプは本会検査員立会の下、各寸法及び各型式ごとに、タイプテストを行い、**船用材料・機器等の承認及び認定要領第6編2章**に定める使用承認を受けること。

-2. 前-1.に定めるタイプテストでは、次の(1)から(6)に定める試験・検査を行うこと。

- (1) 材料試験：**規則 K 編** 関連各章及び**規則 GF 編表 GF7.4**の規定による。
- (2) 水圧又は耐圧試験：ポンプの耐圧部分については、水圧試験又は空気あるいは他の適当な気体による耐圧試験を行うこと。試験圧力は、設計圧力の1.5倍とする。
- (3) 作動試験：設計温度に応じ、作動試験を行うこと。なお、電動サブマージドポンプの場合にあつては、設計上の使用液体又は最低使用温度以下で本会が適当と認める液体を用いて作動試験を行うこと。また、ディープウェルポンプの場合にあつては、水を用いて作動試験を行って差し支えないが、作動試験に加え、最低設計温度でスピントストを行い、軸受すき間、磨耗リング、軸封装置に異常のないことを確認すること。なお、当該スピントストは、少なくとも1つの軸受及び軸封装置を含む十分な長さの軸系にわたって行うこと。
- (4) 開放検査：前(3)の試験完了後ポンプを開放し、各部に異常のないことを確認する。
- (5) 振動評価：製造者は、機器及び装置の振動評価基準を提出すること。本会は、当該振動評価基準と設計に適用した規格を比較し、適当であることを確認する。ここでいう、設計に適用した規格とは、次の(a)から(g)をいう。
 - (a) ISO 7919-3:2009/AMD 1:2017
 - (b) ISO 10816-3:2009/AMD 1:2017
 - (c) ISO 10816-7:2009
 - (d) ISO 10816-8:2014
 - (e) ISO 20816-1:2016
 - (f) ISO 20816-8:2018
 - (g) その他本会が適当と認める規格
- (6) その他、ポンプの型式に応じ本会が必要と認める試験・検査を行うこと。

3.6.2 製品検査

-1. ポンプは本会検査員立会の下、製造時、次の(1)から(3)に定める試験・検査を行うこと。

- (1) 材料試験：**規則 K 編** 関連各章及び**規則 GF 編表 GF7.4**の規定による。
- (2) 水圧又は耐圧試験：ポンプの耐圧部分については、水圧試験又は空気あるいは他の適当な気体による耐圧試験を行うこと。試験圧力は、設計圧力の1.5倍とする。
- (3) 作動試験：設計温度に応じ、作動試験を行うこと。なお、電動サブマージドポンプの場合にあつては、設計上の使用液体又は最低使用温度以下で本会が適当と認める液体を用いて作動試験を行うこと。また、ディープウェルポンプの場合にあつては、水を用いて作動試験を行って差し支えない。

-2. 前-1.に定める試験・検査について、製造所の要望に応じて、次の(1)から(3)に定める条件を満足することで、試験の立会を軽減することができる。

- (1) ポンプが**3.6.1-2.**に規定するタイプテストに従い承認されていること。
- (2) 製造者が別に定める「**事業所承認規則**」に従い、審査を受け、承認されていること。
- (3) 製造者の品質管理計画に、**3.6.1-2.(2)**及び**(3)**に規定する試験の実施が含まれていること並びに、上記試験の記録を保持していること。

-3. 本船取付け後、**規則 GF 編 16.7.3-3.**に定める漏洩試験を行うこと。

-4. ポンプは、本船取付け後、**規則 GF 編 16.7.3-5.**に定める使用試験を行うこと。

4章 熱交換器

4.1 一般

4.1.1 適用

本章の規定は、規則 GF 編 1.1.3-1.の規定に基づき、熱交換器に適用する。

4.2 材料、構造及び強度

4.2.1 材料

- 1. 燃料液又はガスと接触する構造部分の材料は、規則 K 編の関連各章及び規則 GF 編 7.4 の規定によること。
- 2. 燃料液又はガスと接触することがない箇所の構造材料は、冷媒又は加熱媒体の種類、設計温度及び設計圧力に応じ本会の適当と認めるところによる。

4.2.2 構造及び強度

- 1. 燃料液又はガスと接触する構造部分は、設計温度及び設計圧力にかかわらず規則 D 編 10 章に定める第 1 種圧力容器及び熱交換器に関する規定に従って設計すること。
- 2. 燃料液又はガスと接触しない構造部分は、冷媒又は加熱媒体の種類、設計温度及び設計圧力に応じ、本会の適当と認めるところによる。
- 3. 設計温度が-55℃未満の熱交換器は、熱応力に対する強度について検討すること。

4.3 試験・検査

4.3.1 プロトタイプテスト

燃料液、燃料ガス又は冷媒が-55℃未満の温度で使用される熱交換器のプロトタイプは、十分な実績のある形式を除き、熱交換器の形式に応じ本会の適当と認める試験により、その性能等が良好であることを確認する。

4.3.2 製品検査

- 1. すべての熱交換器は規則 D 編 10.9 の規定に従って試験されること。
- 2. 本会が必要と認める場合、熱交換器に設計温度以下の温度条件の下で設計圧力を負荷して気密試験を行うことを要求することがある。
- 3. 熱交換器は、本船取付け後、規則 GF 編 16.7.3-5.に基づき使用試験を行うこと。

5章 弁

5.1 一般

5.1.1 適用

本章の規定は、規則 GF 編 1.1.3-1.の規定に基づき、燃料タンク、インタバリアスペース及びプロセス用压力容器に直接取付けられる弁並びに燃料及びプロセス用管装置用弁に適用する。ただし、6章に規定される逃し弁を除く。

5.2 材料、構造及び強度

- 1. 弁の主要な受圧構造部の材料は、次の(1)及び(2)によること。
 - (1) 規則 GF 編 7.4 の関連規定に適合するとともに、規則 K 編の関連規定にも適合するものとする。ただし、次の(1)から(3)に示す管装置等に使用される材料については、規則 GF 編 7.4 の要件を満足することを条件に JIS 規格又は本会が適当と認める規格に適合するものとして差し支えない。
 - (a) 設計圧力が 1 MPa 未満であって設計温度が 0°C 以上の燃料用及びプロセス用管装置に使用される弁
 - (b) 設計圧力が 3 MPa 未満、設計温度が 0°C 以上の燃料用及びプロセス用管装置であって、呼び径 100 A 未満のものに使用される弁
 - (c) 設計圧力及び設計温度にかかわらず、外径 25 mm 以下の付属管装置又は計測用管装置に使用される弁
 - (2) 前(1)の規定にかかわらず、設計温度が -55°C かもしくはこれより高い燃料タンク又は燃料用及びプロセス用管装置の圧力逃し弁から導かれる燃料液に接触することのない管端開放の管装置の弁
- 2. 弁の構造及び強度は、JIS 又は本会の適当と認める規格によること。

5.3 試験及び検査

5.3.1 タイプテスト

- 1. 設計温度が -55°C 未満の弁は、規則 GF 編 16.7.1 の規定を考慮した上、次の(1)から(9)に定める試験及び検査を行い、船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 2 章に定める使用承認を受けること。
 - (1) 材料試験：規則 K 編 関連各章及び規則 GF 編表 GF7.4 の規定による。
 - (2) 圧力試験：常温において、設計圧力の 1.5 倍の試験圧力にて行う。
 - (3) 気密試験：組立完了後、常温において、設計圧力の 1.1 倍の試験圧力にて行う。
 - (4) 漏洩量確認試験：使用圧力及び使用温度の全範囲に渡って、弁の設計圧力の 1.1 倍に至るまで、表 5.1 に示す間隔の圧力で行う。双方向の流れに対して流れを閉止することのできる弁にあっては、それぞれの方向に対し行う。弁の型式により低圧で漏れ易い傾向を有するものにあつては、さらに、設計圧力以下の圧力であつて、本会の指定する試験圧力で行う。常温試験においては、原則として漏洩がないこと。低温試験においては、本会が適当と認める漏洩量を超える漏洩がないこと。
 - (5) 低温作動試験：最低設計温度以下の温度で 20 回以上の開閉作動を行う。当該作動の終了後、漏洩量確認試験を行い、前(4)の試験結果と著しい相違のないことを確認する。本試験終了後、再度前(4)に定める常温漏洩試験を行い、漏洩がないことを確認する。
 - (6) 開放検査：前(5)の試験完了後開放し、各部に異常のないことを確認する。
 - (7) 流量又は容量の試験：本会が適当と認める規格に従い、流量又は容量を確認する。
 - (8) 火災試験：緊急遮断弁であつて、融点が 925°C 以下の材料を使用しているものにあつては、ISO 19921:2005 及び ISO 19922:2005 に従い実施する。
 - (9) その他、弁の型式に応じ本会が必要と認める試験・検査

表 5.1 漏洩量確認試験における昇圧幅

設計圧力 (MPa)	昇圧幅 ⁽¹⁾ (MPa)
2.0 以下	0.35
5.0 以下	0.75
6.4 以下	1.0
10.0 以下	2.0

(備考)

(1) 10.0 MPa を超える設計圧力の弁の昇圧幅については、本会の適当と認めるところによる。

-2. 5.2-2.に適合しない弁は、その構造及び強度に関する詳細な資料を提出し、**船用材料・機器等の承認及び認定要領 第6編2章**に定める使用承認を受けること。

5.3.2 製品検査

-1. 弁は、製造時、次の(1)から(4)に定める試験及び検査を行うこと。

(1) 材料試験：規則 K 編 関連各章及び規則 GF 編表 GF7.4 の規定による。

(2) 水圧試験：常温において、設計圧力の 1.5 倍の試験圧力で行う。ただし、独立型タンクタイプ C に直接取付けられるものにあつては、設計圧力の 2 倍の試験圧力で行う。水以外の媒体による試験を採用する場合、規則 GF 編 16.7.3-2. の規定による。

(3) 気密試験：常温において、設計圧力の 1.1 倍の試験圧力で行う。

(4) 弁座漏洩量確認試験：弁座漏洩量確認試験は、常温において、設計圧力の 1.1 倍の試験圧力で全数に対し行う。さらに、設計温度が-55℃未満の場合、弁の各寸法及び各型式ごとに少なくとも全数の 10%に対し、最低設計温度以下でかつ設計圧力の 1.1 倍の試験圧力以上で行う。この抜取試験に不合格があつたときは、試験対象となっていない弁の一部又は全部に対し最低設計温度以下での試験を要求する。

-2. 弁は、本船取付け後、規則 GF 編 16.7.3-3.及び 16.7.3-5.に定める使用試験を行う。

-3. 前-1.に定める試験及び検査について、前-1.(4)における最低設計温度以下において行う弁座漏洩量確認試験を除き、製造所が別に定める**事業所承認規則**に従い審査を受け、承認されている場合、該当する社内試験成績書の提出をもって試験の立会を軽減することができる。

6章 逃し弁

6.1 一般

6.1.1 適用

- 1. 本章の規定は、規則 GF 編 1.1.3-1.の規定に基づき、燃料格納設備、プロセス用圧力容器並びに燃料及びプロセス用管装置に設ける逃し弁（真空逃し弁を含む。）に適用する。
- 2. 特に規定されない限り、プロセス用圧力容器並びに燃料及びプロセス用管装置に設ける逃し弁は、本会が適当と認める場合、本章の規定の一部の適用を免除することがある。

6.2 材料、構造及び強度等

6.2.1 材料

- 1. 設計温度が 0°C以上の安全弁の主要構造部の材料は、規則 K 編の関連各章の規定によること。ただし、設計圧力が 3 MPa 未満であって呼び径 100 A 未満の逃し弁の主要構造部の材料は、JIS 規格又は本会が適当と認める他の規格に適合したものとする事ができる。
- 2. 設計温度が 0°C未満の逃し弁の主要構造部の材料は、設計圧力及び呼び径にかかわらず規則 K 編関連各章及び規則 GF 編表 GF7.4 の規定によること。
- 3. 前-1.及び-2.において主要構造部とは弁体の耐圧部及びその他型式に応じ本会が指定するものをいう。

6.2.2 構造等

- 1. 独立型タンクタイプ C 及びプロセス用圧力容器に設ける逃し弁は次の(1)又は(2)の形式のものとする事。これらの形式以外の逃し弁を使用する場合は、その都度本会の承認を得る必要がある。
 - (1) 高揚程式（弁のリフトが弁座口の径の 1/15 以上 1/7 未満、弁室入口及び排気口の最小通路面積は所要の弁座口の面積に対し、それぞれ 1 倍及び 2 倍以上のもの）
 - (2) 全量式（弁座口の径が、のど部の径の 1.15 倍以上、弁が開いたとき、弁座口の通路面積が、のど部の面積の 1.05 倍以上、排気口の最小通路面積は弁が開いたときの弁座口の通路の 2 倍以上のもの）
- 2. ばね式逃し弁及びその排気管の構造は、規則 D 編 9.9.3-12.及び-13.に準じるほか、JIS B8210 又は本会が適当と認める他の規格に適合するものであること。
- 3. パイロット式逃し弁の構造は、本会の適当と認めるところによること。この場合、非金属ベローズ又はメンブレンを有する構造のものにあっては、次の(1)から(3)の規定によること。
 - (1) 火災に曝されてもガスの安全な放出が可能であること。本会は必要と認める場合、火災時の作動確認試験を要求する。
 - (2) 必要と認める場合、本会の適当と認める揚弁装置を備えること。
 - (3) 非金属ベローズ又はメンブレンは、少なくとも 3 年以上の耐久性を有するものであること。
- 4. 逃し弁には、本会が適当と認める封印手段を設け、かつ、本会検査員立会の下に作動圧力が設定されると同時に、その後いかなる調整も行われていないことを容易に確認できるようにすること。

6.2.3 強度

逃し弁は、次の(1)から(7)に示す圧力及び荷重の適切な組合せを考慮して設計すること。

- (1) 逃し弁が取付けられる燃料タンク、インタバリアスペース、ホールドスペース、プロセス用圧力容器並びに燃料又はプロセス用管装置の設計圧力
- (2) 逃し弁の設定圧力
- (3) 接続配管により付加される荷重
- (4) ばね、ベローズ又はメンブレンにより付加される荷重
- (5) 弁作動時に生じ得る衝撃荷重
- (6) 熱応力
- (7) その他、本会が必要と認める圧力及び荷重

6.3 吹出し量

6.3.1 安全弁の吹出し量

逃し弁の吹出し量は次式により評価してよい。なお、種類の異なる燃料、又は混合比の異なる燃料を使用する場合には、いずれの燃料に対しても十分な容量とすること。

$$W = KCAP \sqrt{\frac{M}{ZT}}$$

W : 逃し弁の吹出量 (kg/h)

$A = \pi DL$ (cm^2 , 高揚程式の場合)

$A = \frac{\pi}{4} D_t^2$ (cm^2 , 全量式の場合)

D : 弁座口の径 (cm)

L : 弁のリフト (cm)

D_t : のど部の径 (cm)

P : タンクの MARVS の 1.2 倍の圧力 (MPa, 絶対圧力)

P' : 弁出口圧力 (MPa, 絶対圧力)

M : 流体の分子量

T : 圧力 P における流体の絶対温度 (K)

Z : 圧力 P 及び温度 T における流体ガスの圧縮係数 (不明の場合は 1 とする)

K : 次の 6.4.1 に定めるプロトタイプテストにより定められる値

C : 次式により定められる値

$$(1) \frac{P'}{P} \leq \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}} \text{ の場合}$$

$$C = 3943 \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

$$(2) \frac{P'}{P} > \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}} \text{ の場合}$$

$$C = 5584 \sqrt{\frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{P'}{P}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P'}{P}\right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}$$

ここで、 k : 圧力 P 及び温度 T における流体の比熱の比 (標準状態における値をとることができる)

6.4 試験・検査

6.4.1 プロトタイプテスト

-1. 逃し弁 (燃料及びプロセス用管装置に取付けられる設計温度が -55°C 以上の逃し弁を除く。) は、弁が必要な機能を有していることを確認するため、プロトタイプテストを行い、**船用材料・機器等の承認及び認定要領第 6 編 2 章** に定める使用承認を受けること。

-2. プロトタイプテストは、本会の承認した試験方案に基づき実施すること。試験方案は、逃し弁の型式に応じ、次の (1) から (9) に定める事項を確認する方法の詳細を定めること。ただし、十分な実績を有し、かつ、本会が適当と認めるものにあつては、このテストの一部 ((1), (3), (4) 及び (5) を除く。) を省略することができる。

- (1) 逃し弁ケーシングの強度 (設計温度における強度確認を含む。設計圧力の 2 倍以上の圧力で水圧試験を行うこと。ただし、独立型タンクタイプ C 及びプロセス用圧力容器に取付けられるものを除き、設計圧力の 1.5 倍の水圧試験として差し支えない。)
- (2) 弁体と弁座の強度 (設計温度における強度確認を含む。)
- (3) 弁座部からのガス漏洩量 (設計温度における確認を含む。)
- (4) 吹出し流量及び吹出し係数 (K 値) (6.4.2 の規定による。)
- (5) 設計温度及び設定圧力における作動 (設計温度が -55°C より低い場合。少なくとも 20 回以上作動させること。)

- (6) メンブレン及びベローズの静的強度及び疲労強度（設計温度における強度確認を含む。）
- (7) 各構造材料と燃料ガスとの適合性、並びに使用環境下での経年劣化の状況（特に非金属材料で燃料ガスに曝されるもの）
- (8) 火災時の作動試験（ただし、非金属ベローズ又はメンブレンを使用するものに限る。）
- (9) その他、逃し弁の型式に応じ本会が必要と認める事項

-3. 非金属メンブレンを使用する逃し弁にあつては、前-2.(6)、(7)及び(9)に定める試験の結果により、非金属メンブレンの新替間隔について、3年を越えて本会が承認する間隔まで延長することができる。

6.4.2 流量試験

-1. 吹出し流量及び吹出し係数を測定するための試験（以下、「流量試験」という）は、プロトタイプテスト並びにすでに承認された吹出し係数 K を増加する場合に行うこと。

-2. 流量試験の方法は、以下の方法又は本会の適当と認める方法によること。

$$(1) \frac{P_2}{P_1} \leq \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}} \text{ の場合}$$

JIS B8225「逃し弁の吹出係数測定の方法」によること。

$$(2) \frac{P_2}{P_1} > \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}} \text{ の場合}$$

使用する各口径の弁につき流量試験を行い、各々吹出係数を決定すること。

P_1 : 弁入口絶対圧力

P_2 : 弁入口絶対圧力

k : 比熱比

-3. 流量試験における流量計測は、原則としてオリフィスを使用して行い、かつ、供試逃し弁の上流側に設置すること。

-4. 試験気体は、特に定める場合を除き、空気を用い、次式に従って状態を変えるものとして取扱うことができる。

$$\gamma = \frac{P}{RT}$$

γ : 単位体積重量 (kg/m^3)

T : 絶対温度 (K)

P : 絶対圧力 (MPa)

R : 空気的气体定数 (=2.89)

-5. 流量試験により測定された吹出し係数は、試験の方法に応じて本会が定める係数（通常 0.9）を乗じることにより、

6.3 に定める K 値として設計に使用することができる。

6.4.3 製造工場における試験

-1. 個々の逃し弁は、製造後、次の(1)から(3)の試験を行うこと。

(1) 耐圧部の耐圧試験：設計圧力の 2 倍以上の圧力で水圧試験を行う。ただし、独立型タンクタイプ C 及びプロセス用圧力容器に取付けられるものを除き、設計圧力の 1.5 倍としてよい。

(2) 弁座の気密試験：逃し弁の設計圧力の直近の圧力（少なくとも設定圧力の 90%以上）にて行う。

(3) 性能試験：吹出し圧力、吹下り圧力、リフトその他の作動状態を確認する。

-2. 性能試験における吹出し圧力が、次の(1)から(3)に定める許容範囲内にあることを確認し、かつ、逃し弁は、試験終了後、本会検査員立会の下に封印されること。

(1) 設定圧力が 0 MPa 以上 0.15 MPa 未満：±10%

(2) 設定圧力が 0.15 MPa 以上 0.3 MPa 未満：±6%

(3) 設定圧力が 0.3 MPa 以上：±3%

7章 ベローズ及び伸縮継手（燃料管装置及びプロセス管装置用）

7.1 一般

7.1.1 適用

-1. 本章の規定は、**規則 GF 編 1.1.3-1.**の規定に基づき、燃料管装置及びプロセス管装置に設置するベローズ及び伸縮継手に適用する。

7.2 材料、構造及び強度

7.2.1 材料

-1. 設計温度が 0°C未満のベローズ及び伸縮継手の主要構造部の材料は、設計圧力及び呼び径にかかわらず**規則 K 編** 関連各章の規定及び**規則 GF 編表 GF7.4**の規定によること。

-2. 設計温度が 0°C以上のベローズ及び伸縮継手の主要構造部の材料は、次の**(1)**又は**(2)**に該当する場合には、**規則 GF 編表 GF7.4**の要件を満足することを条件に *JIS* 規格又は本会が適当と認める規格に適合するものとして差し支えない。

(1) 設計圧力が 3 MPa 未満、設計温度が 0°C以上の燃料用及びプロセス用管装置であって、呼び径 100 A 未満のものに使用されるもの

(2) 設計圧力及び設計温度にかかわらず、外径 25 mm 以下の付属管装置又は計測用管装置に使用されるもの

-3. 前-1.及び-2.において主要構造部とは、フランジ及びベローズをいい、コントロールリング及びガイドバーは含まれない。

-4. ベローズの材料にオーステナイトステンレス鋼を使用する場合は、低炭素鋼の使用を推奨する。オーステナイトステンレス鋼を使用する場合、溶接及び塑性加工終了後、原則として固溶化熱処理及び不動態処理を行うこと。

7.2.2 構造及び強度

-1. 燃料液用管装置に設置するベローズ及び伸縮継手の設計圧力は、1.0 MPa 未満としないこと。ただし、燃料タンク内で管端開放の燃料液用管装置に設置する場合は、この限りではないが、0.5 MPa 未満としないこと。

-2. 管端開放の燃料ガス用管装置に設置する場合は、0.5 MPa 未満としないこと。

-3. ベローズ及び伸縮継手のフランジ部の構造は、*JIS* 又は本会が適当と認める他の規格に適合したものであること。

-4. 燃料液用管装置に使用するベローズ及び伸縮継手は、ベローズ内部の乱流による振動発生のおそれがある場合、内筒を設けることを推奨する。

-5. 暴露部に使用するベローズ及び伸縮継手に外部氷結を防ぐための外筒その他の保護カバーを設けない場合には、当該ベローズ及び伸縮継手は、外面に水の滞留が起こらない形状のものとする。

-6. ベローズ及び伸縮継手の自由長は、すべての加工が終了した状態で、±1%以下の精度が確保されること。

-7. ベローズは、次の**(1)**から**(4)**に掲げる事項を検討し、十分な強度を有することを確認すること。

(1) 内圧に対するベローズの静的強度

(2) 内圧及び伸縮に対するベローズの疲労寿命及び疲労荷重の累積被害度。この場合、疲労荷重の累積被害度は次の式を満足すること。

$$\sum \frac{n_i}{N_i} + \frac{10^3}{N_j} \leq C_w$$

n_i : 船の一生（一般的に波との出合頻度は 10^8 回とする）における各歪レベルでの繰返し回数

N_i : 本会の適当と認める計算式（例えば**8.(2)**に定める式）又は $\varepsilon - N$ 曲線による各歪レベルでの破壊までの繰返し回数

N_j : 積揚荷による歪での破壊までの繰返し回数

C_w : 0.5 以下。ただし、本会は、 $\varepsilon - N$ 曲線を求めるのに使用した試験方法及びデータによっては 0.5 より高い値を認めることがあるが、1.0 を超えないこと。

(3) 振動を受ける場合、耐振動強度

(4) 内圧及び伸縮が作用したときのベローズの安定性

-8. 内圧及び伸縮が作用したときのベローズの疲労強度は、次の(1)から(3)の規定により評価してよい。

(1) 内圧及び伸縮によるベローズの軸方向表面歪を次の算式又は実測により求める。

i) 単層ベローズ及び多層ベローズ;

$$\varepsilon = \frac{1.5t\delta}{W^{0.5} \cdot H^{1.5} \cdot 2n} \quad (\text{伸縮による歪})$$

内圧による歪は、本会が適当と認める計算による。

ii) コントロールリング付ベローズ;

$$\varepsilon = 0.55 \cdot \frac{1.5t\delta}{W^{0.5} \cdot H^{1.5} \cdot 2n}$$

(ベローズがリングに密着していない時の伸縮による歪)

$$\varepsilon = 0.55 \cdot \frac{1.5t\delta}{(W - \gamma_0)^{0.5} \cdot (H - \gamma_0)^{1.5} \cdot 2n}$$

(ベローズがリングに密着している時の伸縮による歪)

$$\varepsilon = \frac{P(H - \gamma_0)^2}{200t^2E} \quad (\text{内圧による歪})$$

H : ベローズの山の高さ (mm)

t : ベローズ1枚の板厚 (mm)

P : 内圧 (N/mm²)

W : ベローズの山のピッチの1/2 (mm)

γ_0 : ベローズの山の曲率半径 (mm, 板厚中心までの寸法)

n : ベローズの山の数

δ : ベローズの軸方向換算総変位量 (mm)

E : ヤング率 (N/mm²)

(2) 前(1)により求めた歪量に基づいて、次の算式又は本会が適当と認める $\varepsilon-N$ 曲線により各歪レベルにおける疲労寿命を算定する。

$$\text{常温の場合: } N = \frac{\left(\frac{C}{2}\right)^2}{(\varepsilon_t - 0.65\varepsilon_y)^2}$$

$$\text{低温 (-162°C) の場合: } N = \frac{2.2 \times \left(\frac{C}{2}\right)^2}{(\varepsilon_t - 0.65\varepsilon'_y)^2}$$

N : 寿命 (回)

$$C = -\frac{1}{2} \log \left(\frac{100 - \phi}{100} \right)$$

ϕ : 設計温度における絞り率

ε_t : 総歪片振幅

ε_y : 常温における0.2%耐力時の歪

ε'_y : 低温 (-162°C) における0.2%耐力時の歪

(3) 前-7.(2)に従って疲労荷重の累積被害度を評価する。

-9. 振動荷重を受ける場合は、その発生応力は疲労限以下とすること。

-10. ベローズの材料にオーステナイトステンレス鋼を使用する場合は、常温状態における疲労強度をもとに設計してよい。

-11. 前-7.及び-8.に関らず、ベローズはEJMA規格又は本会が適当と認める規格に従った設計として差し支えない。

7.3 試験・検査

7.3.1 タイプテスト

ベローズ及び伸縮継手は、管端開放系及び燃料タンク内に設置されるものを除き、各形式毎に規則GF編16.7.2に定めるタイプテストを行い、船用材料・機器等の承認及び認定要領第6編2章に定める使用承認を受けること。

7.3.2 製品検査

-1. すべてのベローズ及び伸縮継手は、製造時、次に定める試験・検査を行うこと。

- (1) 材料試験：規則 GF 編表 GF7.4 及び規則 K 編 関連各章の規定による。ただし、7.2.1-2.の規定に該当する場合は、ミルシートの提示に止めてよい。
- (2) ベローズの突合せ溶接部の非破壊試験：設計温度が -10°C より低いもの及び内径が 75 mm を超えるものは溶接継手の 100% とし、その他の場合は、本会の適当と認めるところにより行うが、少なくとも 10% 以上の抜取試験とする。
- (3) 水圧試験：常温において、設計圧力の 1.5 倍の試験圧力で行う。
- (4) 気密試験：前(2)の試験終了後、設計圧力を負荷して行う。

-2. すべてのベローズ及び伸縮継手は、本船取付け後、規則 GF 編 16.7.3-3.及び-5.に定める試験を行うこと。

8章 イナートガス発生装置／貯蔵装置及び液体窒素タンク

8.1 一般

8.1.1 適用

-1. 本章の規定は、規則 GF 編 1.1.3-1.の規定に基づき、イナートガス発生装置、イナートガス貯蔵装置及び液体窒素タンクに適用する。

-2. 本章の規定は、ボイラの排気ガスを利用するイナートガス装置及び大気より窒素ガスを分離・製造する装置には適用しない。これらの装置については、別途本会が相当と認めるところによるものとする。

-3. イナートガス発生装置及び貯蔵装置を構成する空気ブロー、燃料油ポンプ、熱交換器、自動燃焼制御及び監視装置は、本章の規定によるほか、規則 D 編及び R 編の関連各章の規定にもよること。

8.1.2 定義

-1. 「イナートガス発生装置」とは、イナートガスの製造及び供給のために専ら使用される燃焼ガスを利用する機械装置をいい、空気ブロー、燃焼室、燃料油ポンプ及びバーナ、ガス冷却器/スクラバ及び自動燃焼制御並びに監視装置を含む。

-2. 「イナートガス貯蔵装置」とは、常温で窒素ガス又は他のイナートガスを貯蔵するタンク又はポンプ並びにガス放出に必要な関連の管装置及び自動制御弁等により構成される装置をいう。

-3. 「液体窒素タンク」とは、消火又はイナーティングに使用される窒素ガスを液体窒素として貯蔵するタンク並びに冷却/保冷装置、ガス放出に必要な関連の蒸発器及び自動制御弁等により構成される装置をいう。

8.2 イナートガス発生装置 (IGG)

8.2.1 装置一般

-1. イナートガス発生装置（以下、「IGG」という）は、規則 GF 編 6.14 に定める規定によるほか、本 8.2 の規定によること。

-2. IGG 及びイナートガス供給管装置は、閉囲された区画へイナートガスが侵入または漏洩しないように設計及び配置すること。

8.2.2 構造及び設備等

-1. IGG の燃焼室は、火炎との接触に十分耐え、かつ、安定な完全燃焼が可能な構造とすること。

-2. IGG の燃焼室及び関連設備は、燃焼空気供給用ブロー又はファンの吐出圧力に十分耐える構造とすること。

-3. IGG 及び関連管装置にあって、イナートガス又はそのドレンに接触する部分の材料は、燃料の種類及び燃焼排ガスの組成を考慮のうえ、十分な耐食性を有するものとする。

-4. IGG には、2 台以上の燃料油ポンプを備えること。ただし、ポンプ及びその駆動機に故障が生じたときに容易に修復できる十分な予備品を装備した場合には燃料油ポンプを 1 台とすることができる。

-5. IGG には、発生したイナートガスの成分が規定値を満足しない場合（例えば、装置の始動時）又は装置が故障した場合に対して、大気中へイナートガスを放出するための措置を講じること。

-6. IGG は、イナートガスの圧力が、イナートガスの供給される燃料格納設備に設置される圧力逃し装置の設定圧力を超えないように措置されたものであること。

-7. IGG には、燃焼室及び燃焼排ガスを有効に冷却し、かつ、燃焼排ガスの中の不純物を十分に除去できる装置を設けること。

-8. 燃焼室及び燃焼排ガスの冷却水供給ポンプは、他の用途から独立のものとし、かつ、予備の冷却水ポンプを設けること。予備ポンプは、他の使用目的のものと兼用してよい。

-9. IGG には、2 台以上の燃焼空気供給装置を備えること。ただし、装置（駆動機を含む。）に故障が生じたときに容易に修復できる十分な予備品を装備した場合には、当該装置を 1 台とすることができる。

-10. 燃焼空気供給装置のほかに、別途イナートガス送風機を設置する場合、当該送風機は、前-9.の規定に準じたものとする。

-11. イナートガス供給主管が貫通する非危険場所の最前部隔壁の位置には、**8.2.4-3**の規定に従って作動する制御弁を設けること。

-12. 燃焼バーナが1個の場合、ノズルの完備品を1個船内に保管すること。

-13. 2台以上のIGGが備えられている場合は、各装置の供給出口に止め弁を設けること。

-14. イナートガス発生装置に容積型送風機が備えられている場合は、送風機の排出側に過大な圧力が生じることを避けるために圧力逃し弁を設けること。

8.2.3 乾燥装置

-1. イナートガス中の水分除去のために設けられる冷却装置は、**規則 D 編 17 章**の規定に適合するものであること。

-2. イナートガス中の水分除去のために設けられる化学反応式乾燥装置は、少なくとも2台装備し、1台を常用、他を再生用とし、本会の適当と認める時間間隔で自動的に切り替わるものとする。

8.2.4 制御、警報及び安全システム

-1. IGGには、次の**(1)**から**(5)**に示す場合に自動的にバーナへの燃料供給を停止できる安全装置を備えること。

(1) 火炎が消失した場合

(2) 点火が失敗した場合

(3) 燃焼用空気の供給が停止した場合

(4) イナートガスが高温度になった場合

(5) **8.2.2-7**に定める冷却装置内の水位が低下した場合あるいは冷却供給圧力又は流量が異常に低下した場合

-2. IGGには、前**-1**に定めるほか、次の**(1)**から**(3)**に示す安全装置を備えること。

(1) 燃焼室内爆発防止のためのプレパージ装置

(2) 直接点火の場合には、燃料弁の「開」が点火用火花に先行することを防止する装置

(3) 自動的に直接点火を行う場合、点火時間（燃料弁が開いてから点火に失敗して閉じるまでの時間）は、10秒を超えないことを確保する装置

-3. **8.2.2-11**に定める制御弁は、次の**(1)**から**(10)**に示す場合に自動的に閉鎖するように設備されること。

(1) **8.2.2-7**に定める冷却装置への冷却水供給圧力又は流量が異常に低下した場合

(2) **8.2.2-7**に定める冷却装置内の水位が異常に上昇した場合

(3) イナートガスが高温度になった場合

(4) 燃焼用空気の供給が停止した場合

(5) イナートガス供給主管の圧力が100 mm 水柱未満となった場合

(6) イナートガス供給主管の圧力が異常に上昇した場合

(7) イナートガス中の酸素濃度が5%（容積比）を超えた場合

(8) イナートガスの露点温度があらかじめ定められた値を超えた場合

(9) 弁の駆動動力源が故障した場合

(10) その他本会が必要と認めた場合

-4. **8.2.2-7**に定める冷却水ポンプは、前**-3(2)**に定める場合に自動停止するものであること。

-5. IGGには、次の**(1)**から**(4)**に示す場合に警報を発する可視可聴警報装置を設けること。

(1) 前**-1**及び**-3**に定める場合

(2) バーナへの燃料供給圧力が低下した場合

(3) IGGの運転用動力源が喪失した場合

(4) IGGの制御用動力源が喪失した場合

-6. イナートガス装置には、すべての使用状態において適切なイナートガスを供給できる自動制御装置を備えること。

-7. **R 編 35.2.2-4**及び**35.2.3(2)**の規定を考慮し、所定の限界値に達したときにイナートガス装置及び当該装置の構成要素が自動的に遮断されるように措置を講じること。

-8. イナートガス装置は、酸素濃度が体積で5%を超えた場合に自動的に大気中へイナートガスを放出するよう設計されたものとする。

-9. イナートガスが供給されている間、次の事項を継続して指示及び恒久的に記録する装置を取付けること。

(1) 逆流防止装置の下流側におけるイナートガス主管内の圧力

(2) イナートガスの酸素濃度

-10. 指示装置及び記録装置は、荷役制御室又は機関制御室が設けられている場合には、当該制御室に取付けること。い

ずれの制御室も設けられていない場合には、当該装置は、常時乗員が配置される中央制御場所に取り付けること。

-11. 装置の設計に応じて、前-9.に規定する指示装置の動力供給に故障が生じた際に作動する可視可聴警報装置を取付けること。

-12. イナートガス装置を収容する区画の適切な場所には、2個の酸素濃度計を配置すること。当該酸素濃度計は、酸素濃度が19%を下回った場合に、当該区画の内部及び外部から可視可聴の警報を作動させるものとする。当該警報装置は、責任のある乗組員が警報を直ちに認知できる場所に配置すること。

8.2.5 試験・検査

-1. イナートガス発生装置は、船内に据付けるに先立ち、原則として製造工場を試運転を行うこと。

-2. イナートガス発生装置は、船内に据付けた後、次の(1)から(4)に定める試験を行うこと。

- (1) 気密試験
- (2) 制御、安全及び警報装置の効力試験
- (3) イナートガス発生容量確認試験
- (4) 燃焼作動試験

8.3 イナートガス貯蔵装置

8.3.1 構造及び配管等

-1. 常温、高圧にて窒素ガス又は他のイナートガスを貯蔵する装置に使用する内容積500ℓ以下の容器は、「高圧ガス保安法」又はこれと同等の規格に適合したものとすることができる。

-2. 常温、高圧にて窒素ガス又は他のイナートガスを貯蔵する装置に使用する内容積500ℓを超える容器は、規則D編10章の規定に適合したものであること。

-3. 窒素ガス又は他のイナートガスを貯蔵する装置のこれらのガス用管装置は、設計圧力に応じ、規則D編12章に定める炭酸ガスに関する規定に準じるものであること。

-4. イナートガス貯蔵装置からのイナートガス放出制御に関する装置は、イナートガス貯蔵装置の方式並びにイナーティングされるタンク又は区画の構造に応じ本会の適当と認めるところによること。

8.4 液体窒素タンク

8.4.1 構造及び材料

液体窒素を貯蔵するタンクの構造及び材料等は、次の(1)から(3)による。

- (1) 液体窒素タンクの内殻タンクの構造、強度及び試験・検査は、規則GF編6章及び16章に定める独立形タンクタイプCに関する規定に準じるものであること。
- (2) 液体窒素タンクの外殻タンクの構造、強度及び試験・検査は、内外殻タンク間のスペースの真空度及び内殻タンクの支持方法等に応じて本会の適当と認めるところによること。
- (3) 液体窒素タンクに用いる材料は、設計温度に応じ規則GF編表GF7.1から表GF7.5に適合するものであること。

8.4.2 圧力逃し弁

-1. 液体窒素タンクには、ほぼ同容量の圧力逃し弁を2個以上設けること。ただし、容積が20m³以下のタンクに設ける圧力逃し弁は1個としてよい。

-2. 前-1.に定める圧力逃し弁の設定圧力及び容量は、規則GF編6.7.2及び6.7.3の規定に準じるものであること。

8.4.3 防熱

-1. 防熱材料は、規則GF編6.4.13の規定によること。

-2. 真空ポンプ及びその他内外殻間スペースの真空度を保持するための装置の構造及び配置は、本会の適当と認めるところによること。

-3. 防熱材の一部又は全部をタンクの内殻支持構造とする場合、本会は、前-1.の規定に追加する試験等を要求することがある。

8.4.4 液体窒素の積込制限

タンクへの液体窒素の積付けは、規則GF編6.8を準用して定まる積込制限値を上回ってはならない。

8.4.5 ベーパーライザ

- 1. ベーパーライザの構造・配置は、その方式に応じ本会の適当と認めるところによること。
- 2. ベーパーライザには、気化された窒素の供給区画又はスペースの種類及び構造方式に応じ本会の認める供給窒素温度、圧力及び流量の制御装置を設けること。

8.4.6 船体の保護

万一液化窒素が漏洩した場合にタンク周辺の船体構造が低温にさらされることを防止する適当な保護手段を設けること。

8.4.7 計装

- 1. タンクには、**9章**の規定に適合する1個以上の液面計測装置を設けること。
- 2. タンクの気相部には圧力計を設けること。さらにその圧力は、原則として、継続的に人員が配置されている制御場所に指示し、かつ、高圧警報を発するようにすること。
- 3. タンク底部及び頂部付近の液温度を計測する装置を設けること。

8.4.8 低温試験等

液体窒素タンク及びその付属機器及び装置は、完成後、液体窒素を用いた低温試験を行うこと。真空断熱による防熱装置が採用されている場合には、この試験と同時に又は別個に真空断熱性能を確認する試験を行うこと。

8.5 試験・検査

8.5.1 試験・検査

イナートガス貯蔵装置は、**8.3.1-1.**及び**2.**、**8.4.1(1)**及び**(2)**並びに**8.4.8**に定めるもののほか、**8.2.5**の規定に準じて試験・検査を行うこと。

9章 液面指示装置及び液面警報装置

9.1 一般

9.1.1 適用

- 1. 燃料格納設備及びプロセス用圧力容器内の燃料液位並びに液体窒素タンク内の液位を計測する液面指示装置は、[船用材料・機器等の承認及び認定要領第7編4章](#)の規定に適合すること。
- 2. 燃料格納設備及びプロセス用圧力容器内の燃料液位の一点又はそれ以上の特定の液位のみを検知し、警報のみを発する液面警報装置は、[船用材料・機器等の承認及び認定要領第7編4章](#)の規定に準じたものとする。

10章 圧力計測装置

10.1 一般

10.1.1 適用

本章の規定は、規則 GF 編 1.1.3-1.の規定に基づき、燃料格納設備及びプロセス用圧力容器の燃料液又はガスの圧力あるいは雰囲気圧力を計測する装置に適用する。

10.2 ブルドン管圧力計

10.2.1 材料、構造及び性能

- 1. ブルドン管圧力計の燃料液又はガスに接触する可能性のある部分の材料は、燃料の性状に適するものであること。
- 2. ブルドン管圧力計の低温にさらされる部分の材料は、使用温度及びその他の使用条件に適するものであること。
- 3. ブルドン管圧力計の構造、材料、性能及び試験は、JIS B7505「ブルドン管圧力計」又は本会が適当と認める規格に適合したものであること。
- 4. ブルドン管圧力計の示度誤差は最大計測圧力（真空部を同時表示する場合は、真空部の最大圧力との和）の±1.0%以内に収まるものであること。
- 5. ブルドン管圧力計は、波浪又は他の機械的外荷重が負荷されないように設置し、必要に応じ、保護カバー等で覆うこと。

10.3 ブルドン管圧力計以外の圧力計測装置

10.3.1 材料、構造及び性能

- 1. 圧力センサ部で燃料液又はガスに接触する可能性のある部分及び低温にさらされる部分の材料は、10.2.1-1.及び-2.の規定に準じたものであること。
- 2. 圧力センサ部は、原則として次の(1)から(6)に示す試験により、良好な性能であることを確認すること。ただし、センサの型式及び設置場所等の条件により、試験の一部の省略を認めることがある。
 - (1) 示度試験：圧力を零から最大圧力まで逐次加えて最大圧力に達した後 30 分間保ち、次いで逐次圧力を減じて零にもどし、この増圧及び減圧のとき、最大圧力及び適宜 3 箇所以上の目盛において示度を読み取り、示度誤差が、最大計測圧力（真空部を同時表示する場合は、真空部の最大圧力との和）の±1.0%以内に収まることを確認する。
 - (2) 静圧試験：初めに最大圧力にしたときの示度誤差 ΔP_1 と、最大圧力の 90~100%を連続 5 時間保った後、最大圧力にしたときの示度誤差 ΔP_2 を読み取り、次の規定による。
 - (a) ΔP_1 及び ΔP_2 が前(1)に示す許容差以内であること。
 - (b) ΔP_1 と ΔP_2 の差の絶対値が前(1)に示す許容差の絶対値以下であること。
 - (c) 漏れがないこと。
 - (3) 耐衝撃試験：JIS C0912「小形電気機器の衝撃試験方法」の方法で原則として衝撃試験機を用い、50G (490 m/sec²) になるような衝撃を長さ方向を含む 2 軸方向にそれぞれ 2 回加えたのち、断線、短絡、ゆるみ等の異常がないことを確認すること。
 - (4) 耐振試験：最大圧力の約 1/2 の圧力を加えたまま、1500 回/分、約±0.3 mm の上下単弦振動を 24 時間加えた後、前(1)の示度試験に合格し、かつ、ねじ、ピンなどの緩みなど機能上の異常がないこと。また試験中の圧力表示の振幅は、許容差の絶対値の 3 倍以下とする。
 - (5) その他、センサの型式に応じ、本会が必要と認める試験
 - (6) 試験の条件は、次によること。
 - (a) 試験は、原則として JIS Z8703「試験場所の標準状態」の標準温度状態 3 級 (20±5°C) で行う。
 - (b) 零点調節装置のある圧力計の試験は、零点を調節した後に行う。
 - (c) 圧力計取付位置の関係で、圧力計に加わる圧力と、測ろうとする圧力が異なる場合は、試験のときその差だけ

を補正する。

(d) 圧力計の示度試験は、原則として基準重錘形圧力計又は基準液柱形圧力計を用いる。

(e) 真空計及び連成計の真空部の示度試験で大気圧が低いために、試験圧力が最大真空目盛の示す圧力に達しない場合には、なるべくこれに近い試験圧力で行う。

(f) 試験を行う時間が8時間を超えるものについては、8時間ごとに区分して試験することができる。

-3. ブルドン管圧力計以外の圧力計測装置の設備にも、**10.2.1-5**の規定を準用する。

10.4 低温状態で使用する圧力計測装置

10.4.1 一般

-55℃より低い温度で使用する圧力計測装置は、**10.2.1-2**及び**10.3.1-2**の試験の追加として、使用温度において最大計測圧力の約2/3の圧力を加えて、約30分放置したのち、この温度において示度試験を行い、これに合格したものであること。ただし、示度試験の最大試験圧力は、最大計測圧力の約2/3としてよい。

10.5 電気設備

10.5.1 一般

-1. 圧力計測装置に使用する電気設備は、**規則 H 編**及び**規則 GF 編**の関連各章の規定によること。

-2. 圧力計測装置の電気設備にあつては、**船用材料・機器等の承認及び認定要領第7編1章**に定める環境試験に準ずる試験を行い、これに合格したものであること。

10.6 試験・検査

10.6.1 一般

-1. 圧力計測装置は、本船搭載に先立ち、同一又は類似の機種が**10.2.1-2**又は**10.3.1-2**並びに**10.4.1**及び**10.5.1-2**に定める性能を満足する旨を示す書類を本会に提出し、本会の確認を得ること。本会が必要と認める場合、これらの性能に対し本会検査員立会の下に確認試験を要求することがある。

-2. 圧力計測装置に対する製造工場における試験、検査は、**規則 H 編**に定めるものを除き、特定の機関、団体又は製造者が行う検査に替えることができる。

11章 温度計測装置

11.1 一般

11.1.1 適用

本章の規定は、規則 GF 編 1.1.3-1.の規定に基づき、燃料格納設備及びプロセス用圧力容器の燃料液又はガス温度あるいは雰囲気温度を計測又は指示する装置に適用する。ただし、ガラス製棒状温度計を除く。

11.2 材料

11.2.1 一般

- 1. 温度計測装置の燃料液又はガスに接触する可能性のある部分の材料は、燃料の性状に適するものであること。
- 2. 温度計測装置の低温にさらされる部分の材料は、使用温度及びその他の使用条件に適するものであること。

11.3 温度計測用センサ

11.3.1 一般

- 1. 温度計測に使用する熱電対は JIS C1602 「熱電対」又は本会が適当と認める規格に適合したものであること。
- 2. 温度計測に使用する測温抵抗体は、JIS C1604 「測温抵抗体」、JIS F9703 「船用白金測温度抵抗体」又は本会が適当と認める規格に適合したものであること。
- 3. 温度計測に使用するサーミスタ測温体は、JIS C1611 「サーミスタ測温体」又は本会が適当と認める規格に適合したものであること。
- 4. 温度計測に使用する圧力式温度計は、JIS B 7549 「液体充滿圧力式指示温度計」又は本会が適当と認める規格に適合したものであること。
- 5. 前-1.から-4.に規定する方式以外の温度計測用センサは、本会が適当と認める規格の試験もしくはその作動原理及び構造等に応じ本会が必要と認める諸試験により良好な性能であることが確認されたものであること。

11.4 電気設備

11.4.1 一般

- 1. 温度計測装置に使用する電気設備は、規則 H 編及び規則 GF 編の関連各章の規定によること。
- 2. 温度計測装置の電気設備は、代表的機種に対し船用材料・機器等の承認及び認定要領第 7 編 1 章に定める環境試験に準じる試験を行い、これに合格したものであること。

11.5 センサ保護管

11.5.1 一般

- 1. 温度計測用センサを気密の保護管内に収納する場合、タンク内圧を受ける保護管の構造は、保護管に外圧として作用するタンクの最大内圧に十分耐えるものであること。
- 2. 前-1.に該当する保護管の材料は、11.2.1-1.を準用すること。
- 3. 前-1.に該当する保護管は、船の動揺及び燃料液の移動に十分耐えるように支持されること。

11.6 試験・検査

11.6.1 一般

- 1. 温度計測装置は、本船搭載に先立ち、同一又は類似の機種が 11.3 及び 11.4.1-2.に定める性能を満足する旨を示す書

類を本会に提出し、本会の確認を得ること。本会が必要と認める場合、これらの性能に対し本会検査員立会の下に確認試験を要求することがある。

- 2. 温度計測装置に対する製造工場における試験は、**規則 H 編**に定めるものを除き、特定の機関、団体又は製造者が行う検査に替えることができる。
- 3. **11.5**に規定する保護管は、製造後本会の適当と認める耐圧試験又は設置される燃料タンクの水圧試験時に取付けておくことにより異常のないことを確認すること。
- 4. **11.5**に規定する保護管の溶接部は、設置される燃料タンクに要求される非破壊試験に準じた非破壊試験を行うこと。

12章 防熱材料

12.1 一般

12.1.1 適用

- 1. 本章の規定は、規則 GF 編 1.1.3-1.又は要領 GF6.4.13-1.(I)の規定に基づき、燃料格納設備に施される防熱材料に適用する。
- 2. 燃料管装置に施す防熱材料においては、本章の規定を準用する。

12.2 施工要領

12.2.1 一般

- 1. 防熱材料の承認申請にあたっては、一般的な施工要領を付すとともに、施工時の注意事項及び検査項目等を明記すること。
- 2. 個々の船舶への適用にあたっては、各船毎に詳細な施工要領を提出し、本会の承認を得ること。

12.3 試験・検査

12.3.1 試験・検査

実際の施工方法を考慮して採取した試験片を用いて、表 12.1 に示す試験項目を確認する試験を同表に示された試験方法又は本会の認める適当な試験方法により行い、製造者が設定し保証する仕様・物理的諸性質を満足することを確認すること。

表 12.1 防熱材試験項目

試験項目	試験方法
1. 燃料との適合性	燃料に浸漬後、引張・圧縮・せん断・曲げ試験 (DIN 53428)
2. 燃料による溶解性	燃料に浸漬前後、試験片寸法及び重量の変化 (DIN 53428)
3. 燃料の吸収性	燃料に浸漬前後、試験片の重量比較又は吸水性の試験 (DIN 53428)
4. 収縮性	ISO 2796, ASTM D2126
5. 時効性	-
6. 独立気泡率	ISO 4590, ASTM D6226
7. 密度	ISO 845, ASTM D1622
8. 機械的性質 曲げ強度 圧縮強度 引張強度 せん断強度	ISO 1209, ASTM C203, ASTM D790 ASTM D695, ASTM D1621 ISO 1926, EN 1607, ASTM D638, ASTM D1623 ISO 1922, ASTM C273
9. 熱膨張性	ASTM D696, ASTM E831
10. 摩耗性	-
11. 結合力	ASTM D1623
12. 熱伝導率	ISO 8302, JIS A1412, ASTM C177, ASTM C518
13. 振動に対する抵抗性	ISO 10055
14. 火災及び火炎に対する抵抗性	JIS A9511, DIN 4102
15. 疲労破壊及びき裂進展に対する抵抗性	-

注)

防熱方式に応じて、上記試験項目のうち必要と認められるものを実施する。ただし、少なくとも 4, 6 (独立気泡材料のみ), 7, 8, 12 及び 14 の試験はすべて防熱方式に対して行うものとする。GF6.4.13-1.から-4.を参照のこと。

13章 真空断熱式タンクの断熱システム

13.1 一般

13.1.1 適用

- 1. 本章の規定は、**GF6.4.8**の規定に基づき、真空断熱式タンクに使用される真空断熱システムに適用する。
- 2. 本章の規定は、独立型タンクタイプ C の燃料タンクを内槽とした真空断熱システムであって、必要に応じて、断熱性能の向上を目的として設置される充填材又は輻射熱対策として設置される積層断熱材を用いるものを対象とする。これ以外の方式を用いた真空断熱式タンクの断熱システムについては、本会の適当と認めるところによる。
- 3. 原則として、承認は個船ごとに実施する。

13.1.2 定義

「真空断熱システム」とは、外部からの熱の侵入を防ぐためのシステムであって、一次防壁である内槽とその周囲に設置された外槽との間を真空に保つことで、主に対流による熱の伝達を抑止するものをいい、支持構造や充填材等の付属物を含む。

13.2 提出図面及び書類

13.2.1 提出図面及び書類

1.2にかかわらず、**規則 B 編 2.1.3**に定める提出図面及び書類に基づき、本会に提出すべき真空断熱システムに関する図面及びその他の書類は、次の**(1)**及び**(2)**に掲げるものとする。

(1) 承認用図面及び書類

- (a) 真空断熱仕様書（システム概要、要求真空度、定常状態での真空度の低下に関するデータ及び本会が必要と認める場合、真空度-断熱性能曲線を含む。）
- (b) 構造詳細図（主要構成要素の配置図を含む）
- (c) 主要構成要素（外槽、積層断熱材又は断熱層充填材（適用される場合）、支持構造等）の詳細（仕様、製造品質管理基準、メーカー及び型式等）
- (d) その他関連する付属物（内外槽に直接取り付けられるもの）とその配置図
- (e) 真空断熱システムに関する検査・試験方案
- (f) 真空断熱システム施工要領（施工・工作方法／手順、積層断熱材又は断熱層充填材の配置、真空引きの方法と要求値（真空度の確認方法を含む）、支持構造の設置方法、品質管理方法、接合部非破壊検査方法・基準並びに不具合時の補修要領）

(2) 参考用図面及び書類

- (a) 断熱性能計算書
- (b) 主要構成要素に関する強度計算書

13.3 材料、構造及び強度

13.3.1 材料及び溶接

- 1. 外槽の材料は**規則 K 編**の規定に適合する材料を使用すること。
- 2. 外槽の溶接は、**規則 D 編 11.2**及び**規則 M 編 4 章**の関連規定に従い、溶接施工方法について承認を受けたものとする。
- 3. 真空度に寄与しない断熱システムの構成要素（内外槽間に設置される支持構造、輻射熱対策として設置される内槽表面の積層断熱材等）については、**船用材料・機器等の承認及び認定要領**に従い認定を受けたものとする。ただし、内外槽間に充填されるパーライト、グラスウール等の充填材については、本会が特に必要と認めた場合を除き、認定を要しない。

13.3.2 構造及び強度

-1. 断熱システムの構造は、熱膨張/収縮による形状変化により、過度な応力、支持構造の機能不全、断熱性能の低下等を生じないようなものとする。

-2. 断熱システムが炎にさらされた場合に、熔融に伴う真空ブレイクや熱による性質変化に伴う変形等によって断熱システムの性能を著しく低下させる恐れのある構成要素には、炎に対する適切な防護を施すか、不燃性の材料を使用する等の対策を講じること。

13.4 試験・検査

13.4.1 試験・検査

次の(1)から(3)の試験を行うこと。

- (1) 外槽の溶接部の全線に対し、浸透探傷試験
- (2) 本会が適当と認める基準に従った外槽の気密試験及び真空度の測定
- (3) 「高圧ガス保安法」に定められた断熱性能試験又は本会が適当と認める基準に従った断熱性能試験（原則として、液体窒素等の適当な試験流体を用い、ボイルオフガス発生量を測定するものとする。）

14章 酸素濃度計測装置

14.1 一般

14.1.1 適用

本章の規定は、規則 GF 編 1.1.3-1.の規定に基づき、酸素濃度が制限値以下であることを確認する目的で使用される固定式及び可搬式の酸素濃度計測装置に適用する。

14.2 材料、構造及び性能

14.2.1 材料

計測装置の各部の材料は、耐食性のもの又は耐食処理を施したものとする。特に、燃料ガスに接触するおそれのある部分は、これらのガス雰囲気中での使用に適したものとすること。

14.2.2 構造

- 1. 計測装置は、作動状態であることが明確に判別できる表示を有すること。
- 2. 引火性ガス雰囲気中で使用されるものにあつては、必要な防爆性能を有すること。
- 3. 吸引ポンプを有するものにあつては、吸引ポンプの能力は、検知及び測定に必要な量の被検空気を吸引するのに十分なものであること。
- 4. 酸素の物性等を考慮して検知端を配置すること。
- 5. 各検知端から計測装置までは、独立な配管とすること。
- 6. 検知中の場所を表示し、警報が発せられた場合、その対象検知場所を識別しうる機能を有すること。
- 7. 1つの場所のみを監視する装置及び可搬式装置にあつては、前-5.及び-6.を適用しない。

14.2.3 濃度指示部

酸素濃度を容積比（パーセント）で表示できること。

14.2.4 警報装置

- 1. 計測装置には、酸素濃度が設定値を超えた場合、可視可聴警報を発する警報装置を備えること。
- 2. 警報設定値は、必要に応じて変更できるものであり、かつ、設定値を容易に認識しうること。
- 3. 特に要求される場合を除き、警報設定点は5%（容積比）以下とすること。
- 4. 警報装置は次の(1)から(4)による。
 - (1) 酸素濃度が警報設定値以下となつても、リセット操作をするまで警報が継続するものであること。
 - (2) 可聴警報は、一時停止できるものであること。
 - (3) 可聴警報が一時停止の状態であっても、他の検知場所の酸素濃度が警報設定値を超えた場合には再度警報を発するものであること。
 - (4) 電源の喪失、断線等計測装置に支障が生じた場合に警報を発するものであること。この際に発せられる可視警報は、前-1.の場合に発せられる警報と区別できるものであること。
- 5. 可搬式のものにあつては、警報を備えなくても差し支えないが、電池の有効性は確認できるものであること。

14.2.5 性能

- 1. 計測装置は、通常船舶において考えられる温度及び湿度の変化並びに振動、動揺の環境中においても支障なく作動するものであること。
- 2. 吸引式の計測装置にあつては、検知端と計測装置間に温度又は湿度の差が生じた場合でも、指示精度及び警報精度に著しい影響を与えないものとするか、あるいは、これら温度又は湿度の変化を補償もしくは補正する手段を備えたものであること。
- 3. 計測装置は電源投入後、迅速に検知可能な状態となるものであること。
- 4. 一般に、酸素濃度を $\pm 0.7\%$ （容積比）以内の誤差で指示しうること。ただし、5%より低い酸素濃度の検知が要求されるものにあつては、許容最大酸素濃度の $\pm 20\%$ 以内の誤差とすること。
- 5. 警報設計値の $\pm 20\%$ 以内の誤差で警報を発すること。

14.3 表示及び保守点検

14.3.1 一般

-1. 計測装置には、次の(1)から(5)に示す事項を表示すること。

- (1) 製造者名、製造年月日及び形式番号
- (2) 防爆構造の場合、その種類及び防爆性能
- (3) 計測対象及び測定可能範囲
- (4) 定格電圧及び周波数（又は使用電池の種類、個数）
- (5) 警報設定値

-2. 計測装置には、取扱説明書及び必要な場合には、温度補正等のための補正表又は補正式を備えておくこと。これらの資料は、できる限り和英併記とし、少なくとも英文で記載すること。

-3. 計測装置の性能維持に必要な定期的検査及び保守点検の詳細は、取扱説明書に明確に記載し、定期的検査及び保守点検の記録簿及び必要な試験ガス・器具等を備えること。

14.4 試験・検査

14.4.1 認定試験

可搬式酸素濃度計測装置にあつては、各型式毎に 14.4.4 に定める試験に合格すること。

14.4.2 使用承認試験

固定式酸素濃度計測装置にあつては、各型式毎に 14.4.4 に定める試験に合格すること。ただし、個別に試験する場合には、使用承認を受ける必要はない。

14.4.3 船上検査

固定式酸素濃度計測装置にあつては、すべての配管・付属品の取付け工事完了後、作動試験を行う。この際、少なくとも各吸引端から試験ガスを吸引し、警報を発することを確認すること。

14.4.4 試験基準

-1. 外観検査

構造、材料、寸法等が図面及び仕様等に合致していることを確認する。

-2. 性能試験

次の(1)から(7)の試験を行う。試験ガスの酸素濃度は、ガスクロマトグラフィ等により分析すること。

- (1) 指示精度の確認：5%の酸素濃度における指示精度が仕様書に記載された精度を満足することを確認する。
- (2) 警報精度の確認：酸素濃度を徐々に上げ、警報を発した際の酸素濃度が許容された誤差範囲内であることを確認する。警報設定点を変更できるものにあつては、5%の設定点において確認すること。
- (3) 再現性の確認：試験ガス吸入と窒素吸入を適当な間隔で繰返し、前(1)及び(2)と同様の試験を行う。可搬式のものにあつては、電源の投入、切断も含むものとする。
- (4) 応答性能の確認：試験ガスを導入し、濃度指示値が最終指示値の90%の値となるまでの時間を測定する。また、警報設定値の110%に相当する試験ガスを導入し、警報を発するまでの時間を測定する。いずれも、固定式のものにあつては30秒以内、可搬式のものにあつては20秒以内とする。
- (5) 警報装置の作動確認：警報装置の各作動要因毎に正常に作動することを確認する。
- (6) 作動開始の確認：計測装置を一度正常な作動状態とした後電源を切断し、24時間経過後再度電源を投入し、仕様書に記載された必要時間を経過したのち、前(2)の試験を行う。
- (7) 吸引ポンプの能力確認：吸引ポンプの能力が仕様を満足することを確認する。

-3. 環境試験

(1) 計測装置は、次の(a)から(d)に定める環境下で前-2.(1)及び(2)の試験を行い満足すること。なお、固定式のものにあつては、次の(b)の試験は省略してよい。

- (a) 温湿度試験
- (b) 落下試験
- (c) 振動試験
- (d) 傾斜試験

(e) 電源変動試験

(2) 各試験の標準試験方法は次による。

- (a) 温湿度試験:計測装置を恒温槽に入れ、槽内の環境を、湿度 90~95%、温度 $50 \pm 2^\circ\text{C}$ とし、8 時間放置後、湿度なりゆきそのまま温度を $-10 \pm 2^\circ\text{C}$ とし、8 時間放置する。以上を 1 サイクルとし、これを 3 回繰り返す。
- (b) 落下試験:計測装置の保護ケースを取除いた上 (ただし、ケースを取付けたまま使用するものを除く。), コンクリートの床上に厚さ 50 mm の杉板を置き 100 mm の高さからレンズ、ガラス等を有する面を除く各方向から自由落下させる。
- (c) 振動試験:計測装置を振動試験機に取付け、5~16 Hz (全振幅 2 mm) 及び 16~60 Hz (加速度 1G) の振動をそれぞれ上下、左右及び前後方向に各 30 分間 (10 分間の周期で振動数を低から高、さらに低の順に変化させるものとする。) 加える。ただし、固定式のものにあつては、JIS F8076 「船用電気設備—第 504 部：個別規定—制御及び計装」による。
- (d) 傾斜試験:JIS F8076 による。
- (e) 電源変動試験:JIS F8076 による。

-4. 防爆性能に関する試験

H2.16 による。

15章 湿度計測装置

15.1 一般

15.1.1 適用

本章の規定は、規則 GF 編 1.1.3-1.に規定する露点計として用いる湿度計測装置であって、湿度が制限値以下であることを確認する目的で使用される固定式及び可搬式のものに適用する。

15.2 材料、構造及び性能

15.2.1 材料

14.2.1 の規定による。

15.2.2 構造

14.2.2 の規定による。

15.2.3 湿度指示部

湿度を露点表示 (°C) 又はその他適当な表示方法で指示すること。露点表示以外のものにあつては、露点表示への換算表等を備えること。

15.2.4 警報装置

- 1. 電源の喪失、断線等、測定装置が正常に作動しない場合に警報もしくは、容易に識別しうる表示を発するものであること。
- 2. 湿度 (又は露点) が設定値より高くなった場合警報を発するものであること。

15.2.5 性能

- 1. 14.2.5-1.から-3.の規定による。なお、「酸素」、「酸素濃度」等を「空気 (湿度制御されたもの)」、「湿度」等と読み替える (以下同様)。
- 2. 露点表示において±5°Cに相当する誤差以内で指示し、警報を発すること。

15.3 表示及び保守点検

15.3.1 一般

14.3 の規定を準用する。

15.4 試験・検査

15.4.1 一般

14.4 の規定を準用する。

16章 固定式ドライケミカル粉末消火装置

16.1 一般

16.1.1 適用

- 1. 本章の規定は、規則 GF 編 1.1.3-1.の規定に基づき、固定式ドライケミカル粉末消火装置に適用する。
- 2. 規則 GF 編 11.6.1-1.に規定する固定式ドライケミカル粉末消火装置は、規則 GF 編 11.6.1-1.の規定に加えて、”Guidelines for the approval of fixed drychemical powder fire-extinguishing systems for the protection of ships carrying liquefied gases in bulk” (MSC.1/Circ.1315/Rev.1)の要件を準用すること。

17章 水噴霧装置

17.1 一般

17.1.1 適用

本章の規定は、規則 GF 編 1.1.3-1.の規定に基づき、水噴霧装置に適用する。

17.2 提出図面及びその他の書類

17.2.1 参考用図面及び書類

1.2(2)に示すものに加え、次の(1)及び(2)を提出すること。

- (1) ノズルの能力に関する資料
- (2) 一般的な配管，設置要領

17.3 材料，構造及び性能

17.3.1 材料

装置を構成するノズル，管，止め弁等は耐食性及び耐火性のものとする。

17.3.2 構造

水噴霧ノズルの散水角度は 120 度以下を標準とする。

17.3.3 性能

- 1. 装置の散水能力は、規則 GF 編 11.5.1 の規定を満足すること。また、必要な最低圧力は仕様書等に明記すること。
- 2. 水噴霧用に使用されるポンプの容量は、想定される使用圧力における各ノズルからの散水量をもとに定めること。

17.4 表示等

17.4.1 仕様書及び表示

仕様書又は施工要領書には、散水能力，使用圧力（最高及び最低），設置高さ（最高及び最低），設置間隔及び必要な場合噴霧方向等を明記すること。

17.5 試験・検査

17.5.1 ノズルの認定試験

-1. 塩水噴霧試験

JIS Z2371 による。ただし、十分耐食性があると認められる材料に対しては省略してもよい。

-2. 耐火試験

704℃以上の試験炉の中で 10 分間以上加熱した後、水中に投入し、異常のないことを確認する。

-3. 耐圧試験

最高使用圧力の 2 倍の圧力で 1 分間散水し、異常のないことを確認する。

-4. 散水量試験

最高及び最低使用圧力で散水させ、全散水量が仕様書どおりであることを確認する。

-5. 散水分布試験

仕様書等に記載された施工要領（最高及び最低設置高さ，噴霧方向）により，設置されたノズルに最高及び最低使用圧力を加え散水を行う。この時，仕様書に記載された散水有効平面内のすべての場所における散水量が仕様書どおりであること。

17.5.2 船上検査

すべての装備品を取付けた後、実際に噴霧させ、その有効性を確認する。必要な場合、圧力計により圧力を計測する。

19章 機械式通風装置

19.1 一般

19.1.1 適用

本章の規定は、規則 GF 編 1.1.3-1.の規定に基づき、ガス源を含む区画に使用される固定式又は可搬式機械通風装置について適用する。

19.2 材料、構造及び強度

19.2.1 材料

構成要素の材料は、耐食性のものとし、燃料蒸気に接触するおそれのある部分は、これらのガス雰囲気中での使用に適したものとすること。

19.2.2 構造及び強度

- 1. 装置は火花を発生しない構造とすること（規則 GF 編 13.3.3 参照）。
- 2. ファンの回転による振動に対して、十分な強度を有すること。
- 3. 必要な予備品を備えること。

19.3 表示等

19.3.1 表示

装置には、以下の事項に関する表示を行うこと。

- (1) 製造者名、製造日及び型式番号
- (2) 能力（風量、回転数、駆動力等）

19.4 試験・検査

19.4.1 認定試験

- 1. 外観検査
- 2. 性能試験（JIS B 8330 による）
- 3. 水圧試験

水圧等で駆動されるものにあつては、受圧部分に使用圧力の 1.5 倍の圧力で水圧試験を行う。

20章 燃料ホース

20.1 一般

20.1.1 適用

本章の規定は、規則 GF 編 1.1.3-1.の規定に基づき、燃料移送用の燃料ホースに適用する。

20.2 提出図面及びその他の書類

20.2.1 参考用図面及び書類

1.2(2)に示すものに加え、次の(1)から(4)を提出すること。

- (1) 仕様書：少なくとも次の内容を含むこと。
 - (a) ホース各部の寸法（内径，外径，板厚，ピッチ等）
 - (b) 破裂圧力及び定格最大使用圧力
 - (c) 最高及び最低使用温度
 - (d) 許容曲げ半径
 - (e) 最大製造長さ
 - (f) 材料
 - (g) 使用に適する燃料リスト
- (2) 燃料と使用材料との適合性に関する資料
- (3) 製造工程及び品質管理に関する資料
- (4) 試験，検査方案

20.3 材料，構造及び強度

20.3.1 材料

燃料ホースの材料は、使用予定燃料及び使用温度に対して適したものであること。

20.3.2 構造及び強度

- 1. ホースは、0 から定格最大使用圧力の 2 倍以上の圧力範囲での 200 回の繰返し圧力に耐え得るよう設計されていること。
- 2. ホースは、定格最大使用圧力の 5 倍以上の破裂圧力で設計されていること。
- 3. ホースの定格最大使用圧力は 1.0 MPa 以上とすること。

20.4 表示等

20.4.1 表示及び要目表

- 1. ホースには、次の(1)から(3)の事項に関する表示を行うこと。
 - (1) 製造者名，型式，製造年月日及び試験日
 - (2) 定格最大使用圧力
 - (3) 最高及び最低使用温度
- 2. 出荷時に、燃料ホースの仕様を記載した要目表をホースに添えること。

20.5 試験・検査

20.5.1 使用承認試験

- 1. ホースは、原則として型式及び口径ごとに-2.に示すプロトタイプテストを行い、船用材料・機器等の承認及び認定

要領第 6 編 2 章に定める使用承認を受けること。

-2. プロトタイプテストの方法は次の(1)から(7)によること。

- (1) 大気温度において、ホース端の装備品を完備し、0 から定格最大使用圧力の 2 倍以上の圧力範囲で 200 回の繰り返し圧力をかける。
- (2) 大気温度において、ホース端の装備品を完備し、許容曲げ半径に曲げた状態で、定格最大使用圧力の 1.5 倍以上の圧力をかける。
- (3) 最高使用温度及び最低使用温度において、ホース端の装備品を完備し、直線状態で定格最大使用圧力の 5 倍以上の圧力をかける。
- (4) 前(1)から(3)の適用上、圧力の保持時間は 5 分以上とする。
- (5) プロトタイプテスト用ホースの端部装備品を除いた長さは、許容曲げ半径の 1.5 倍程度以上とする。
- (6) 上記の試験方法によりがたい場合には、規則 GF 編 8.3.2 に適合し、かつ、本会が適当と認めた試験方法に替えることができる。

-3. プロトタイプテストに供したホースは、実際の積込/引揚に使用しないこと。

20.5.2 製品検査

使用承認を受けたホースの出荷にあたっては、本会検査員の立会の下で、次の(1)から(3)の試験及び検査を各ホースに対して行うこと。

- (1) 寸法検査：ホース各部の寸法が、図面の記載に合致すること
- (2) 外観検査：ホース各部に破損及び変形等がないこと
- (3) 耐圧試験：大気温度において定格最大使用圧力の 1.5 倍以上の圧力かつ、破裂圧力の 2/5 以下の圧力で水圧試験を行う

21章 取外し式燃料取扱い装置

21.1 一般

21.1.1 適用

- 1. 本章の規定は、特定の目的のため一時的に低引火点燃料船に搭載又は設置する取外し可能な液化ガス燃料ポンプ、熱交換器及び関連管装置等（以下、「取外し式装置」という。）に適用する。
- 2. **規則 GF 編**、**検査要領 GF 編**及び本要領の関連各章において固定式の燃料液又は蒸気用機器、管装置及び電気設備に要求されるすべての規定は、取外し式装置を構成する同様のものに対しても適用する。

21.2 提出図面及びその他の書類

21.2.1 承認図面及び書類

取外し式装置は、その搭載に先立ち、**1.2**にかかわらず、次の**(1)**から**(11)**に掲げる図面その他の書類を提出して本会の承認を得ること。

- (1) 取外し式装置の全体配置図（温度計及び圧力計等の計測装置の配置を含む。）
- (2) 燃料管線図（設計圧力、設計温度及び使用材料の規格値を含む。）
- (3) 燃料加熱器の構造図及び付着品装置図
- (4) 燃料ポンプ及び駆動機の構造図
- (5) 燃料ホースの詳細図
- (6) 機器及び燃料管の接地要領図
- (7) 電路布設要領図（ケーブル接続部詳細図を含む。）
- (8) 電路系統図
- (9) 取外し式装置の据付、運転及び取外要領書（以下、「要領書」という。）
- (10) 取外し式装置の据付詳細図
- (11) その他、本会が必要と認める図面及び資料

21.2.2 要領書

- 1. 要領書は、**21.5**に定める試験・検査の結果により必要な改廃を加えたのち最終承認を行う。
- 2. 要領書は、少なくとも次の**(1)**から**(8)**に掲げる事項に従って構成されること。

 - (1) 使用機器の要目
 - (2) 据付及び取外要領並びにチェックリスト
 - (3) 運転要領書及びチェックリスト
 - (4) 定期的保守・点検要領
 - (5) 使用機器の証明書（燃料ホースを含む。）
 - (6) 据付け、取外しに関する記録
 - (7) 運転に関する記録
 - (8) 保守・点検に関する記録

21.3 構造、設備等

21.3.1 一般

- 1. 取外し式装置を構成する機器、管装置及び電気設備の構造、設備及び配置は、装置を搭載する船舶の船齢にかかわらず、本章の適用が申請された時点において、鋼船規則中の関連各章の規定に適合すること。
- 2. 取外し式装置は、非危険場所には設置しないこと。
- 3. 取外し式装置を構成する燃料ポンプ、駆動機等の主要機器は、原則として一体型の強固な台板上に固定し、管装置を含めユニット化すること。

- 4. 取外し式装置が設置される箇所の船体構造は適切に補強し、かつ、設置用の台座を恒久的に取付けること。
- 5. 取外し式装置の台板と据付け用台座は、据付けボルトにより強固に結合すること。

21.3.2 燃料用管装置

- 1. 取外し式装置に用いる燃料ポンプ及び又は燃料加熱装置には、陸上側の燃料管装置又は燃料ホースを直接接続しないこと。
- 2. 取外し式装置に用いる燃料ポンプの吐出側は、船舶に既設の固定燃料管装置に接続し、固定のショアコネクションを使用して燃料の移送を行うことを推奨する。
- 3. 前-2.のショアコネクションを使用しない場合、取外し式装置には、**規則 N 編 5.5.3** に定める緊急遮断弁を有する専用のショアコネクション部を設けること。このショアコネクション部は、燃料ホース等の接続、取外しに際し、燃料ポンプ、緊急遮断弁等に損傷を与えることがないよう十分な考慮を払うこと。
- 4. 取外し式装置の運転時及び取外し時、燃料液が漏洩するおそれのある箇所の下部には、船体の保護及び漏洩燃料流出防止のための設備を設けること。
- 5. 取外し式装置に使用する燃料ホースは、**規則 N 編 5 章 5.7** 及び本要領 **20 章** の規定に適合したものとすること。

21.4 電気設備

21.4.1 ケーブル

- 1. 取外し式装置への給電に使用するケーブルは、次の-2.に定める場合及び鋼管、コンジット等の中に布設する場合を除き有効に支持、固定すること。
- 2. 危険場所において、やむをえず、フレキシブルケーブルを使用する場合には、前-1.の規定によるほか、次の**(1)**から**(3)**による。
 - (1) フレキシブルケーブルを使用する箇所は、できる限り短くすること。
 - (2) フレキシブルケーブルは、適切に補強された型式のものとするか又はこれと同等の保護を行うこと。
 - (3) 電気機器又はケーブル接続箱は、ケーブル出入口部においてフレキシブルケーブルに損傷を与えることのない構造とすること。
- 3. 取外し式装置用の給電ケーブルは、装置を取外している間、給電されることがないように、確実な給電遮断対策及び誤操作防止対策を講じること。
- 4. 取外し式装置を取外している間、暴露部に位置するケーブル端部は、海水及び雨水の侵入に対し、有効に保護すること。

21.5 試験・検査

21.5.1 製造中の検査

取外し式装置を構成する機器、管装置及び電気設備は、製造中において、これらの構造、材料及び工作について詳細な検査を行い、本章の規定に適合することを確認する。

21.5.2 既製装置の検査

既製の取外し式装置にあっては、初めて本会船級船に設置するに先立ち、**21.5.1** に準じる検査を行い、本章の規定に適合することを確認する。

21.5.3 設置時の検査

- 1. 取外し式装置を初めて船舶に設置する場合には、次の**(1)**から**(3)**に掲げる試験・検査を行うこと。
 - (1) 設置場所、設置方法の確認
 - (2) 実際の燃料液／ガスを用いて使用試験を行い、異常及び燃料漏洩のないことを確認すること。この場合、試験圧力及び温度等は、通常の使用状態を保持すること。
 - (3) 取外し方法及び保管場所の確認
- 2. 前-1.に定める試験・検査においては、要領書に記載された事項に不具合がないことを確認する。不具合な記載事項は、修正の上、本会検査員の追認を受けること。
- 3. **21.5.1** 又は **21.5.2** 並びに **21.5.3-1.** の試験・検査に合格した取外し式装置を同一船舶に再度設置する場合、その都度、本会検査員立会の下に前-1.に準じる試験・検査を行うこと。ただし、前-2.により最終的に承認された要領書に従い、船長

の監督，責任の下に設置，運転し，かつ，**21.2.2-2.(6)**から**(8)**に定める記録が正当に行われることを条件に，本会検査員の立会を省略することがある。

-4. **21.5.1** 又は **21.5.2** 並びに前-1.の試験・検査に合格した取外し式装置を，他の船舶に設置する場合，その都度，本会検査員立会の下に，前-1.に定める試験・検査を行うこと。ただし，当該船舶の関連構造設備を審査の上，すでに前-1.に定める試験・検査を行った船舶と認められる場合には，この限りでない。

21.5.4 定期的検査時における注意

21.5.3-3.又は-4.の規定により，本船設置時の試験・検査の実施が省略された船舶は，船舶の定期的検査の時期に取外し式装置の設置及び使用の記録を本会検査員に提示し確認を受けること。船舶及び取外し装置の現状並びに記録の結果によっては，本会検査員は，取外し式装置の使用を停止することがある。

21.6 保守点検

21.6.1 一般

- 1. 取外し式装置は，少なくとも年に1回，本船又はその他の保管施設における適切な責任者により点検されること。
- 2. 前-1.による点検の結果は，要領書に記録すること。
- 3. 取外し式装置を船上に保管する場合，保管場所は，危険場所であって適当に換気された区画とすること。

附属書 2 ガス燃料ボイラに関する検査要領

1 章 通則

1.1 適用

- 1. 本要領は、規則 GF 編 1.1.3-1.の規定に基づき、天然ガスの燃焼を行う二元燃料機関又はガス専焼機関である主ボイラ（以下、「ボイラ」という。）に適用する。
- 2. ボイラは、本要領の規定によるほか、規則 D 編及び GF 編の関連規定にもよること。
- 3. 本要領は、本会が天然ガス燃料の燃焼を認めた補助ボイラにも準用する。

1.2 同等効力

本要領の規定に適合しないボイラであっても、本会が本要領の規定に適合するものと同等の効力があると認める場合には、本要領に適合するものとみなす。

1.3 提出図面及び資料

提出すべき図面及び資料は、次のとおりとする。

- (1) 承認用図面及び資料
 - (a) 規則 D 編 9.1.3 の規定に該当するもの
 - (b) 規則 D 編 18.1.3(1)(a), (c), (e)及び(f)の規定に該当するもの
 - (c) ガス燃料バーナ装置
 - (d) ガス燃料燃焼運転に関するボイラ制御系統図（監視、安全及び警報装置を含む）
 - (e) ボイラとガス燃料供給装置との接続部からのガス漏洩保護装置
 - (f) ガス燃料調整プラント（構造、設備及び制御装置を含む）
 - (g) ガス燃料供給管装置（弁及び管取付物の詳細を含む）及びこれからのガス漏洩に対する保護装置
 - (h) ガス燃料供給システムの自動制御装置及び遠隔制御装置
 - (i) ガス燃料バーナ装置のプロトタイプテスト方案及びテスト結果
 - (j) 船内試験方案
 - (k) 海上試運転方案
 - (l) その他、ボイラの形式に応じ、本会が必要と認める図面及び資料
- (2) 参考用図面及び資料
 - (a) 取扱説明書（船内保守、点検、開放要領を含む）
 - (b) その他、本会が必要と認める図面及び資料

2章 ボイラの構造及び設備

2.1 一般要件

- 1. ボイラのバーナは、二元燃料機関又はガス専焼機関とし、二元燃料機関とする場合には、燃料油の単独燃焼（以下、「油専焼」という。）のほか、ガス燃料の単独燃焼（以下、「ガス専焼」という。）又は燃料油とガス燃料の同時燃焼（以下「混焼」という。）が安定に行われるものとする。
- 2. ボイラのバーナは、その型式に応じ、次の(1)から(5)の状態を含むすべての燃焼条件下において、安定な燃焼が確保できるもので、かつ、原則として 4.1 の規定によるプロトタイプテストに合格した型式のものとする。
- (1) 燃料の切替時（油専焼、混焼及びガス専焼のそれぞれの切替時。二元燃料機関の場合に限る。）及び燃料供給システムのイナートガスパージ時（油専焼を継続する場合）
- (2) 急激な負荷変動時
- (3) 最低負荷状態
- (4) 混焼時の最低燃料油量供給時
- (5) その他、バーナの型式に応じ本会が必要と認める条件
- 3. 二元燃料機関であるボイラは、ガス専焼から油専焼への切替えが自動的に行われる場合を除き、その運転が不安定なとき並びに港内航行中及び操船中は、混焼又は油専焼となるように措置を講じること。
- 4. 二元燃料機関であるボイラは、混焼又はガス専焼から油専焼への切替が迅速に行なえるものとする。

2.2 構造及び配置

- 1. ボイラの構造は、ガス燃料が滞留することなく、燃焼ガスが円滑に流れるものとする。また、外部にガス燃料及び燃焼ガスが漏洩しないものとする。
- 2. ボイラの構造は、炉内換気時、パージガス又は空気の滞留がなくかつ効果的に換気されるものとする。換気システムは、本会が適当と認めるものとする。
- 3. ボイラの煙路は、煙突頂部に至るまで独立とし、他の燃焼設備の煙路又は他の機器の排ガス管を接続させないこと。
- 4. 過熱器は、ガス燃料燃焼時の燃焼室出口ガス温度の上昇に関し、十分な考慮が払われたものとする。
- 5. ボイラの燃焼空気の取入れは、独立のものとし強制給気を実行するために本会が適当と認める装置を設けること。

2.3 バーナ装置

- 1. 各バーナへのガス燃料供給管には手動操作可能な遮断弁を設け、更に逆止弁及び逆火防止装置を直列に設けること。
- 2. 各バーナへのガス燃料供給管には、ガス燃料の供給が停止したとき、適当なイナートガスで自動的にパージされるように設備すること。
- 3. ガス燃料バーナは、個々に燃料油バーナの火炎によってのみ点火されるように設備すること。この場合の燃料油バーナは、ガス燃料バーナのいずれの出口においてもガス燃料を瞬時に着火させるのに十分な大きさとする。
- 4. 各バーナには、少なくとも2個の火炎検知器を備えること。ただし、自己の故障に対し、本会が適当と認める監視機能を有するものにあつては、1個とすることができる。
- 5. バーナの燃焼モードの一部分について監視することが不適切である火炎検知器が用いられる場合、当該燃焼モードの火炎検知に適する火炎検知器を、前-4.に従って別途備えること。
- 6. ガス燃料バーナは、取り外しに先立ち、確実にガス燃料の供給を停止できるように措置すること。
- 7. ガス燃料バーナは、油専焼時に焼損することがないように措置したものとする。
- 8. 燃料油バーナは、ガス専焼時に焼損することがないように措置したものとする。

3章 制御装置及び安全装置

3.1 制御装置

3.1.1 ガス燃焼制御装置

ガス燃料の燃焼に関する制御装置は、規則 D 編 18.4.1 及び 18.4.2 の規定に準じるほか、次の(1)から(5)の規定にも適合すること。

- (1) ガス燃料への点火用燃料油バーナの火炎が安定して確立するまでガス燃料がバーナへ供給されないように設備すること。ガス燃料供給開始を手動で行うものにあつては、点火用燃料油バーナの火炎が確立する前にガス燃料供給弁を開いた場合に自動的にガス燃料の供給を遮断するか、又は、同火炎が確立するまで当該ガス燃料供給弁を開くことができないように措置すること。
- (2) 燃料油とガス燃料の供給比を制御する装置は、十分な燃焼空気の供給を考慮のうえ、混焼を行うことが認められた負荷の全範囲で安定な燃焼を確保できるものとする。
- (3) ガス専焼及び混焼時の燃焼用空気供給は、燃焼可能範囲において安全な燃焼を確保できるように自動制御されるものとする。
- (4) ボイラの燃焼室は、基本バーナへの着火前及び全バーナの消火後十分な量の空気により自動的にパージできるものとする。ボイラには、本会の適当と認める手動のパージ装置を設けること。
- (5) ガス燃料供給量を制御する方式にあつては、あらかじめ試験により確認し、設定された最低ガス燃料供給量を下回ることがないことを確保できるように措置すること。

3.2 安全装置

3.2.1 ボイラの安全装置及び警報装置

-1. ボイラの安全装置及び警報装置は、規則 D 編 9.9.10 並びに 18.4.4 及び 18.4.5 の規定による他、次の(1)から(4)の規定にも適合するものとする。

- (1) ガス専焼又は混焼時に次の(a)から(g)の場合、すべてのガスバーナへのガス燃料供給を自動的に遮断し、ボイラの運転を停止させる安全装置を設けること。このための自動遮断弁は、規則 GF 編 9.4.4 に定めるダブルブロックブリード弁と兼用して差し支えない。
 - (a) 2.3-4.に規定する火炎検知器のすべてが失火信号を発したとき（この場合、火炎の消失後 4 秒以内に遮断できるものとする。）
 - (b) 低水位になったとき
 - (c) 燃焼用空気の供給が停止したとき
 - (d) ガス燃料供給圧力が低下したとき
 - (e) 規則 GF 編 9.4.4 に定めるダブルブロックブリード弁が故障したとき
 - (f) 規則 GF 編 9.4.2 に定める主ガス燃料弁が閉鎖したとき
 - (g) その他、本会が必要と認めるとき
- (2) 前(1)(d)から(f)に定める状態が生じた場合はボイラの運転停止に代えて油専焼への自動切替えとして差し支えない。
- (3) 次の(a)及び(b)に定める場合に警報を発する装置を設けること。
 - (a) ガス燃料供給圧力が低下したとき
 - (b) 2.3-4.に規定する火炎検知器 2 個のうち 1 個が失火信号を発したとき
- (4) ガス専焼又は混焼の開始及び停止に関し次の(a)及び(b)に定めるインタロック機構を設けること。
 - (a) ガス専焼又は混焼開始時、ガス燃料供給弁の開弁は、燃料油の火炎の確立が検知されたのちに行われること。
 - (b) 混焼停止又は消火時、燃料油供給弁の制御又は閉鎖は、ガス燃料供給弁の閉弁より先行しないこと。

-2. 自動化設備規則 1.1.1 の適用を受ける船舶のボイラにあつては、同規則 3.2 及び 3.3.3 並びに前-1.の規定によるほか、次の(1)から(10)に定める異常状態になったときに作動する警報装置を設けること。

- (1) ガス燃料温度異常

- (2) ガス燃料供給圧力異常
- (3) ガス燃料供給用圧縮機の異常
- (4) **規則 GF 編 9.5.1** に定めるガス燃料供給管用保護ダクトの通風装置停止又は二重管の間のイナートガス圧力低下
- (5) ガス燃料管系及びバーナのパージ用イナートガス供給圧力低下
- (6) 燃焼制御用の油圧源又は空気圧源の圧力低下あるいは電源喪失
- (7) **規則 GF 編 9.4.4** に定めるダブルブロックブリード弁の作動時
- (8) **規則 GF 編 9.4.2** に定める主ガス燃料弁の閉鎖時
- (9) **規則 GF 編** に定める検知装置の作動要因が発生した時
- (10) その他、本会が必要と認めるもの

4章 試験

4.1 プロトタイプテスト

バーナが必要な性能を有していることを実証するため、本会が承認した試験方案に基づきガス燃料を使用してプロトタイプテストを行うこと。ただし、本会が適当と認める実績を有し、その性能に関するデータが提出された場合にあっては、プロトタイプに合格したものとみなす。

4.2 製造工場等における試験

- 1. ボイラは、[規則 D 編 9.10.1](#)の規定に従って試験を行うこと。
- 2. バーナは、ガス燃料を使用して作動試験を行うこと。ただし、[4.1](#)に規定するプロトタイプテストに適合した装置と同型であるか、又は類似の装置の場合、工場における試験は、燃料油のみを用いて行うことを認めることがある。なお、試験に関する検査の実施に際して、通常の検査において得られる検査に必要な情報と同様の情報が得られると本会が認める、通常の検査方法と異なる検査方法の適用を認める場合がある。
- 3. 本会が適当と認める場合、前-2.の試験は、[4.3](#)に規定する試験に替えることができる。

4.3 造船所等における試験

- 1. ボイラは、[規則 D 編 9.10.2](#)の規定に従って試験を行うこと。
- 2. ボイラ及びガス燃料調整プラントのガス燃料の取扱いに関する機器及び装置の自動制御及び遠隔制御を行うための装置は、最初のガス燃料の積載時までにはガス燃料を用いた通常の使用状態で試験されること。
- 3. 前-2.に定める試験の一部又は全部は、[4.4](#)に規定する海上試運転時に行っても差し支えない。

4.4 海上試運転

- 1. [自動化設備規則 1.1.1](#)の適用を受ける船舶に搭載される二元燃料ボイラ及び関連装置の制御設備は、[自動化設備規則 2.2.5](#)の規定に従って燃料油による運転時の制御機能を確認すること。また、二元燃料ボイラ及びガス専焼ボイラは、[自動化設備規則 2.2.5](#)の規定に準じてガス燃料による運転時の制御機能を確認する試験を行うこと。
- 2. [規則 B 編 2.1.7-7.](#)に定める海上試運転は、二元燃料ボイラの場合に燃料油のみによる運転によって行うこと。また、二元燃料ボイラ及びガス専焼ボイラは、[規則 B 編 2.1.7-7.](#)に定める海上試運転のうち本会が必要と認める試験の種類に応じてガス専焼又は混焼による運転によって行うこと。

附属書 2A ガス燃焼装置に関する検査要領

1 章 通則

1.1 適用

- 1. 本要領は、規則 GF 編 1.1.3-1.の規定に基づき、天然ガスの燃焼を行うガス燃焼装置（以下、「GCU」という）及びガス燃料供給装置に適用する。
- 2. GCU 及びガス燃料供給装置は、本要領の規定によるほか、規則 D 編及び GF 編の関連規定にもよること。

1.2 同等効力

本要領の規定に適合しない GCU であっても、本会が本要領の規定に適合するものと同等の効力があると認める場合には、本要領に適合するものとみなす。

1.3 提出図面及び資料

提出すべき図面及び資料は、次のとおりとする。

- (1) 承認用図面及び資料
 - (a) 全体組立図
 - (b) 規則 D 編 18.1.3(1), (5)及び(6)の規定に該当するもの
 - (c) 自動制御及び遠隔制御装置（シーケンス制御、燃焼制御及び安全装置）に関する動作説明書
 - (d) GCU の自動燃焼制御装置の系統図
 - (e) ガス燃料バーナ装置
 - (f) GCU とガス燃料供給装置との接続部からのガス漏洩保護装置
 - (g) ガス燃料供給管装置（弁及び管取付物の詳細を含む）及びこれからのガス漏洩に対する保護装置
 - (h) ガス燃料供給システムの自動制御装置及び遠隔制御装置
 - (i) ガス燃料バーナ装置のプロトタイプテスト方案及びテスト結果
 - (j) 船内試験方案
 - (k) 規則 GF 編 16.5.1 に規定するガストライアルの試験方案
 - (l) その他、GCU の形式に応じ、本会が必要と認める図面及び資料
- (2) 参考用図面及び資料
 - (a) 取扱説明書（船内保守、点検、開放要領を含む）
 - (b) その他、本会が必要と認める図面及び資料

2章 GCUの構造及び設備

2.1 一般要件

- 1. 規則 GF 編 6.9.1-1.(2)に規定する蒸発ガスの燃焼による処理により燃料タンク圧力及び温度を維持する場合、次の(1)から(4)の規定を満たすこと。
 - (1) GCUは露出した炎を視認することができないものとする。
 - (2) 排ガス管出口における排ガスの温度が535℃未満に維持されること。
 - (3) GCUの配置は規則 N 編 16.3の規定に従い、供給装置は規則 N 編 16.4の規定に従うこと。
 - (4) 他の装置の排ガスを燃焼させる場合には、GCUはすべての想定される供給ガスに適合するよう設計すること。
- 2. GCUのバーナは、その型式に応じ、次の(1)から(5)の状態を含む全ての燃焼条件下において、安定な着火及び燃焼が行われるもので、かつ、原則として4.1の規定によるプロトタイプテストに合格した型式のものとする。
 - (1) 燃料の着火時及び燃料供給システムのイナータガスパージ時（助燃用の油で燃焼を継続する場合）
 - (2) 急激な負荷変動時
 - (3) 最低負荷状態
 - (4) ガスのフリーフロー燃焼時（フリーフロー燃焼を行う設計である場合）
 - (5) その他、バーナの型式に応じ本会が必要と認める条件
- 3. GCUは、着火時にガス燃焼が迅速に行なえるものとする。
- 4. GCU及びその補助装置は、規則 GF 編 6.9.6に適合したものとする。

2.2 構造及び配置

- 1. GCUの構造は、ガス燃料が滞留することなく、燃焼ガスが円滑に流れるものとする。また、外部にガス燃料及び燃焼ガスが漏洩しないものとする。
- 2. GCUの構造は、炉内換気時、パージガス又は空気の滞留がなくかつ効果的に換気されるものとする。換気システムは、本会が適当と認めるものとする。
- 3. GCUの煙路は、煙突頂部に至るまで独立とし、他の燃焼設備の煙路又は他の機器の排ガス管を接続しないこと。
- 4. GCUの燃焼空気の取り入れは、独立のものとし強制給気を実行するために、専用の強制給気装置を備えること。

2.3 バーナ装置

- 1. 各バーナは、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とする。
- 2. 各バーナへのガス燃料供給管には手動操作可能な遮断弁を設け、更に逆火防止装置を直列に設けること。
- 3. 各バーナへのガス燃料供給管は、ガス燃料の供給が停止したとき又は各バーナが失火したとき、適当なイナータガスで自動的にパージされるように設備すること。
- 4. ガス燃料バーナは、個々に燃料油バーナの火炎によってのみ点火されるように設備すること。この場合の燃料油バーナは、ガス燃料バーナの何れの出口においてもガス燃料を瞬時に着火させるのに十分な大きさとする。ただし、3.2に定める直接点火方式のガス燃料バーナにあっては、この限りでない。
- 5. 燃料油及びガス燃料を兼用するバーナには、少なくとも2個の火炎検知器を備えること。但し、自己の故障に対し、本会が適当と認める監視機能を有するものにあつては、1個とすることができる。
- 6. ガス燃料バーナは、取り外しに先立ち、確実にガス燃料の供給を停止できるように措置すること。
- 7. ガス燃料バーナは、パイロット油燃焼時に焼損することがないように措置したものとする。
- 8. 燃料油バーナは、パイロット油燃焼時に焼損することがないように措置したものとする。
- 9. 各バーナには、十分な点着火が確立され維持されない限りガス燃料が供給されないように、適当な装置を設けること。
- 10. 各燃焼装置は、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。

3章 制御装置及び安全装置

3.1 制御装置

3.1.1 ガス燃焼制御装置

ガス燃料の燃焼に関する制御装置は、「ボイラ」を「GCU」と読み替えて規則 D 編 18.4.1 及び 18.4.2 の規定を適用するほか、次の(1)から(5)の規定にも適合すること。

- (1) ガス燃料への点火用燃料油バーナにあっては、火炎が安定して確立するまでガス燃料がバーナへ供給されないように設備すること。ガス燃料供給開始を手動で行うものにあつては、点火用燃料油バーナの火炎が確立する前にガス燃料供給弁を開いた場合に自動的にガス燃料の供給を遮断するか、又は、同火炎が確立するまで当該ガス燃料供給弁を開くことができないように措置を講じること。
- (2) 燃料油とガス燃料の供給比を制御する装置は、十分な燃焼空気の供給を考慮のうえ、混焼を行うことが認められた負荷の全範囲で安定な燃焼を確保できるものとする。
- (3) ガス専焼及び混焼時の燃焼用空気供給は、燃焼可能範囲において安全な燃焼を確保できるように自動制御されるものとする。
- (4) GCU の燃焼室は、基本バーナへの着火前及び全バーナの消火後、当該燃焼室内を十分な量の空気により自動的にパージできるものとする。GCU には、本会の適当と認める手動のパージ装置を設けること。
- (5) ガス燃料供給量を制御する方式にあつては、予め試験により確認し、設定された最低ガス燃料供給量を下回ることがないことを確保できるように措置を講じること。

3.2 安全装置及び警報装置

3.2.1 GCU の安全装置及び警報装置

-1. GCU の安全装置及び警報装置は、次の(1)及び(2)の規定に適合すること。

- (1) ガス専焼又は混焼時に次の(a)から(i)に定める状態が生じた場合、全ガスバーナへのガス燃料供給を自動的に遮断し、GCU の運転を停止させる安全装置を設けること。このための自動遮断弁は、規則 GF 編 9.4.4 に定める自動ダブルブロックブリード弁と兼用して差し支えない。
 - (a) 自動点火に失敗したとき
 - (b) 2.3-5. に規定する火炎検知器のすべてが失火信号を発したとき（この場合、火炎の消失後 4 秒以内に遮断できるものとする。）
 - (c) 燃焼用又は冷却用送風機が停止したとき（待機中の送風機に自動的に切替る場合を除く。）
 - (d) ガス燃料供給圧力が低下したとき（フリーフロー燃焼時を除く。）
 - (e) 燃料油（パイロット油）供給圧力が低下したとき
 - (f) 規則 GF 編 9.4.4 に定める自動ダブルブロックブリード弁が故障したとき
 - (g) 規則 GF 編 9.4.2 に定める主ガス燃料弁が閉鎖したとき
 - (h) 排ガス管出口における排ガスの温度が高温になったとき
 - (i) その他、本会が必要と認めるとき
- (2) 次の(a)から(g)に定める場合に警報を発する装置を設けること。
 - (a) 2.3-5. に規定する火炎検知器の 1 個が失火信号を発したとき
 - (b) 燃焼用又は冷却用空気の供給が低下したとき又は送風機が停止したとき
 - (c) ガス燃料供給圧力が低下したとき（フリーフロー燃焼時を除く。）
 - (d) バーナ制御用電源が喪失したとき
 - (e) 二重管の外管又はダクトのガス検知装置の故障
 - (f) 規則 GF 編 9.5.1 に定めるガス燃料供給管用保護ダクトの通風装置が停止したとき又は二重管の間のイナートガス圧力が低下したとき
 - (g) 規則 GF 編 15.8 に定める検知装置の作動要因が発生したとき

-2. **自動化設備規則 1.1.1** の適用を受ける船舶の *GCU* にあっては、前-1.の規定によるほか、次の**(1)**及び**(2)**に定める規定に適合すること。

- (1) 次の**(a)**から**(e)**に定める異常状態になったときに作動する警報装置を設けること。
 - (a) ガス燃料温度異常
 - (b) ガス燃料供給用圧縮機の異常
 - (c) ガス燃料管系及びバーナのパージ用イナータガス供給圧力低下
 - (d) 燃焼制御用の油圧源又は空気圧源の圧力低下あるいは電源喪失
 - (e) その他、本会が必要と認めるもの
- (2) 燃焼の自動制御を行う場合に用いられる装置は、次の**(a)**から**(d)**の規定に適合すること。
 - (a) 自動燃焼制御装置については、次によること。
 - i) *GCU* の計画された処理量を得ることができるよう制御でき、かつ、安定した燃焼を確保できるものであること。
 - ii) *GCU* の燃料供給量を加減する装置は、燃料供給量の調整可能な範囲において安定した火炎を維持できるものであること。
 - iii) 圧力を検出して燃焼制御を行う *GCU* では、調整圧力の上限は安全弁の調整圧力よりも低い圧力とすること。
 - (b) 燃焼を中断する燃焼制御装置については次によるほか、計画された順序に従って動作するものでなければならない。
 - i) 点火用バーナへの着火前又は点火用バーナを有していないものにあつては、主バーナへの点火前に燃焼室及び *GCU* 出口までの煙路の容積の 4 倍以上の空気と燃焼室及び煙路を換気すること。ただし、バーナが 1 個の小型 *GCU* にあつては 30 秒以上の換気に代えて差し支えない。
 - ii) 本会が適当と認める直接点火方式(点火用火花を用いて主バーナに点火する方式)を採用する場合、燃料弁の「開」は点火用火花に先行しないこと。
 - iii) 間接点火方式(点火用バーナを用いて主バーナに点火する方式)の場合には、点火用バーナの燃料弁(以下、本編において「点火用燃料弁」という。)の「開」は着火用火花に、また、主バーナの燃料弁(以下、本編において「主燃料弁」という。)の「開」は点火用燃料弁の「開」にそれぞれ先行しないこと。
 - iv) 点火動作は計画された時間内に確実に行われるものとし、点火時間(主燃料弁が開いてから点火に失敗して閉じるまでの時間)は、直接点火方式の場合は 10 秒、間接点火方式の場合は 15 秒を超えないこと。
 - v) 主バーナへの点火は、低燃焼の状態において行うこと。
 - vi) 自動ダブルブロックブリード弁が閉じた後、当該弁とバーナノズルとの間にある燃料を燃やすために十分な換気を行うこと。
 - (c) バーナの本数制御による燃焼制御装置については、次によること。
 - i) 各バーナは計画された順序に従って点火及び消火されるものであること。なお、基本バーナの点火は手動操作により、また、基本バーナ以外のバーナの点火は呼び火によって差し支えない。
 - ii) 消火したバーナの残油は、再点火に支障がないように自動的に燃焼させること。ただし、基本バーナについては、点火用バーナが着火していない場合、*GCU* に基本バーナが装備されたまま蒸気又は空気による残油の除去を行わないこと。
 - iii) *GCU* のバーナは、主制御場所又は船橋主制御場所から点火及び消火が可能なものとする。ただし、基本バーナの点火についてはこの限りでない。
 - (d) その他の燃焼制御装置については、前**(a)**から**(c)**の該当規定によるほか、本会の適当と認めるところによる。

4章 試験・検査

4.1 プロトタイプテスト

バーナが必要な性能を有していることを実証するため、本会が承認した試験方案に基づきガス燃料を使用してプロトタイプテストを行うこと。ただし、本会が適当と認める実績を有し、その性能に関するデータが提出された場合にあっては、プロトタイプに合格したものとみなす。

4.2 製造工場等における試験

- 1. GCUの管装置及び補機の溶接部の試験は、規則D編11章及び規則GF編の関連規定によること。
- 2. GCUの補機及び管装置の製造後における試験については、規則D編12.6の規定によること。
- 3. バーナは、ガス燃料を使用して作動試験を行うこと。ただし、4.1に規定するプロトタイプテストに適合した装置と同型であるか、又は類似の装置の場合、工場における試験は、燃料油のみを用いて行うことを認めることがある。
- 4. 本会が適当と認める場合、前-3.の試験は、4.3に規定する試験に替えることができる。

4.3 造船所等における試験

- 1. GCUにあつては、船内据付後、安全装置及び警報装置の作動試験が行われなければならない。
- 2. GCU及びガス燃料調整プラントのガス燃料の取扱いに関する機器及び装置の自動制御及び遠隔制御を行うための装置は、ガス燃料を用いた通常の使用状態で試験すること。
- 3. 前-2.に定める試験の一部又は全部は、4.4に規定するガストライアル時に行っても差し支えない。

4.4 ガストライアル

- 1. 規則GF編16.5.1に規定するGCU及び関連装置の制御設備のガストライアルについては、設備符号の種類に応じ、「ボイラ」及び「主ボイラ」を「GCU」と読み替えて自動化設備規則2.2.5の該当規定を適用し、燃料油による運転時の制御機能を確認するほか、これらの規定に準じてガス燃料による運転時の制御機能を確認する試験を行うこと。
- 2. GCU及び関連装置のガストライアルについては、「海上試運転」を「ガストライアル」、「ボイラ」を「GCU」と読み替えて規則B編2.1.7-7を適用すること。当該ガストライアルは、燃料油のみによる運転によって行うほか、本会が必要と認める試験の種類に応じてガス専焼又は混焼による運転によって行われること。
- 3. 前-1.及び-2.に定める試験は、海上試運転時に行っても差し支えない。