

有効な囲い又は遮蔽板を備えている場合、に改めた。

(2) D13.9.1-1.

UR F35.2.3.2 を参考に、燃料油タンク内の燃料油を引火点の下 10℃を超えて加熱する場合の特別措置について、燃料油タンク空気管によりペーパーが冷却されるべき温度を、従来の「引火点より 10℃低い温度」から「60℃(日本籍船は 61℃)以下の温度」に改めた。また、空気管開口部が発火源から 3m

以上離れている場合には本規定の対象から外すこととした。

さらに、上述の通り「10℃低い温度」を改めたため、設計段階で (1) から (4) の要件を満足すれば、従来の (2) で要求していた空気管への温度センサ及び警報の設置は不要と判断し、これを削除した。

(3) D13.9.7-1.

規則の改正に伴う参照個所の整合を図った。

30. 鋼船規則 D 編における改正点の解説 (上部舵頭材の所要径計算関連)

1. はじめに

2001 年 7 月 18 日付規則第 39 号 (日本籍船舶用) 及び同年 4 月 10 日付 Rule No.4 (外国籍船舶用) により、鋼船規則 D 編の上部舵頭材の所要径計算に係わる規定の一部が改正された。以下にその内容を解説する。

2. 改正の背景

上部舵頭材の所要径が主操舵装置に対し 120mm、補助操舵装置に対し 230mm を超える場合には、当該装置を動力駆動にするよう SOLAS II-1/29.3.3 及び 29.4.3 で規定され、さらに、上部舵頭材の径が 230mm を超える場合にはこれらの動力装置に対し代替動力源を設けるよう SOLAS II-1/29.14 で規定されている。これらについては鋼船規則 D 編 15 章において同様に規定されている。また、D 編 22 章では船級符号に *Smooth Water Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶の補助操舵装置の省略の判定に上部舵頭材の所要径を使用している。

これらの所要径については C 編 3 章 3.5.1 を引用しているが、今回 IACS UI SC153 において SOLAS の条文解釈として、動力駆動及び代替動力源が要求されるかどうかを判定

するために上部舵頭材の所要径を計算するに当たってはトルクベースで決定されるように、C 編 3.5.1 の算式中の材料係数の値として、高張力鋼を使用する場合には軟鋼の降伏強さ 235N/mm² (材料係数 $K_s=1$) を使用して計算することが合意された。

今回、同解釈を参考にして必要な改正を行うこととした。

3. 改正の内容

鋼船規則 D 編

15 章 操舵装置

15.2 操舵装置の性能及び配置

15.2.2 種操舵装置の能力

(2) の上部舵頭材の所要径に制限を設けるカッコ書き中に高張力鋼を使用する場合には材料係数 $K_s=1$ として計算するよう規定した。なお、主操舵装置にのみ記述を行ったが、同カッコ書き中「以下、同じ」とあるので、所要径計算に関する規定 (15.2.3 補助操舵装置の能力及び 15.2.6 代替動力源) 全てに適用される。

22.2.2 船級符号に *Smooth Water Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶

15.2.2 で行った改正と同様である。

31. 鋼船規則 D 編、同検査要領、高速船規則並びに冷蔵設備規則及び同検査要領における改正点の解説 (規制冷媒及び代替冷媒への対応関連)

1. はじめに

2001 年 7 月 18 日付規則第 39 号、50 号及び 43 号及び達第 41 号及び 44 号 (日本籍船舶用) 並びに 2001 年 4 月 10 日付 Rule No.4、No.15 及び No.8 及び Notice No.14 及び No.17 (外国籍船舶用) により、鋼船規則 D 編及び同検査要領、高速船規則並びに冷蔵設備規則及び同検査要領の冷凍装置に関する規定の一部が改正された。以下に改正され

た規則及び検査要領について解説する。

2. 改正の背景

2.1 規制冷媒と代替冷媒に関する対応

旧鋼船規則等に規定されていた冷媒のうち、CFC (Chloro Fluoro Carbon) 系冷媒である R12 (CCl_2F_2) 及び R502 ($\text{R22/R115 (48.4/51.2 wt \%)} \text{CHClF}_2 / \text{CClF}_2\text{CF}_3$) については、オゾン層破壊係数が高いことから、ウィーン条約モン

トリオール議定書により規制対象となり、1996年からその生産が停止されている。

また、HCFC (Hydro Chloro Fluoro Carbon) 系冷媒である R22 (CHClF_2) についても同様に、同議定書により1996年から2020年にかけて段階的に生産を停止する削減スケジュールとなっている。これらの規制の動向を踏まえ、米国冷凍空調工業会、日本冷凍空調工業会を中心に規制冷媒に代わる HFC (Hydro Fluoro Carbon) 系代替冷媒に関する研究がなされており、有力代替冷媒の候補がまとめられている。

今般、これらの国内外の基準を参考に、規制冷媒と代替冷媒への対応として関連規定を見直すこととした。

(1) ウィーン条約モントリオール議定書によるオゾン層破壊物質の規制について

国際的な協調の下でオゾン層保護問題に対処することを目的として、1985年に「オゾン層の保護のためのウィーン条約」、1987年には同条約に基づき具体的規制措置を定めた「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」が採択されている。その後、オゾン層に関する化学的

知見の蓄積に伴い締約国間で更なる規制強化の必要性が議論され、1990年(ロンドン改正)、1992年(コペンハーゲン改正)及び1995年(ウィーン調整)の計3回にわたり同議定書の改正・調整が行われている。ウィーン条約モントリオール議定書に基づくオゾン層破壊物質の規制措置の推移を表1に、また、1995年のウィーン調整による先進国に係わる HCFC の議定書上の規制措置を図1に示す。

(2) フルオロカーボン及び冷媒番号について

フルオロカーボン (Fluoro Carbon) とは、フッ素系化合物の中のフッ化ハロゲン炭化水素系化合物をいい、即ち、メタン (CH_4) やエタン (C_2H_6) の持つ水素原子の一部又は全部をフッ素や塩素等のハロゲン元素に置き換えた物質をいう。なお、“フロン”は日本独自の呼称であり、また“フレオン”は米国デュポン社の登録商品名である。

冷媒として使用されるフルオロカーボンは、表2に示すように3種類に大別することができるが、一般的にはRを付しR12 (CFC-12のこと)、R22 (HCFC-22のこと)のように冷媒番号で呼ばれる。冷媒番号は、基本的に物質の分子構造を示すものであり、メタン系にあってはR12やR22

表1 ウィーン条約モントリオール議定書に基づく規制措置の推移

物 質	物質数	当初の議定書 (1987年)	ロンドン改正 (1990年)	コペンハーゲン改正 (1992年)	ウィーン調整 (1995年)
CFC (注1)	5	1998～50%以下	2000～全廃	1996～全廃	同左
特定ハロン (注2)	3	1992～100%以下	2000～全廃	1994～全廃	(全廃済み)
その他のCFC (注3)	10	—	2000～全廃	1996～全廃	同左
四塩化炭素	1	—	2000～全廃	1996～全廃	同左
トリクロロエタン	1	—	2005～全廃	1996～全廃	同左
HCFC (注4)	34	—	—	2030～全廃	2020～全廃
HBFC	34	—	—	1996～全廃	同左
臭化メチル	1	—	—	1995～100%以下	2010～全廃

注1：CFC-11, CFC-12, CFC-113, CFC-114 及び CFC-115

注2：ハロン 1211, ハロン 1301 及びハロン 2402

注3：CFC-13, CFC-111, CFC-112, CFC-211, CFC-212, CFC-213, CFC-214, CFC-215, CFC-216 及び CFC-217

注4：HCFC-22, HCFC-141b, HCFC-142b, HCFC-225 等

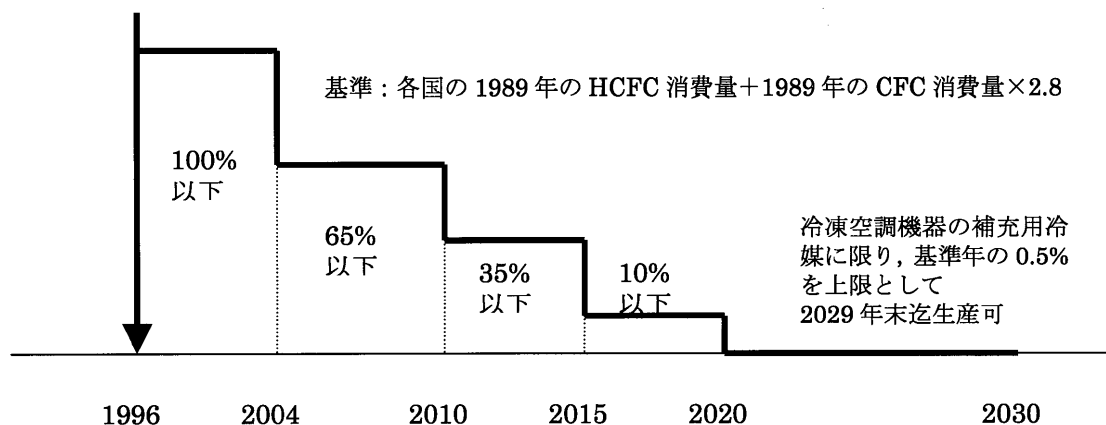


図1 先進国に係わる HCFC の議定書上の規制措置

表2 冷媒として使用されるフルオロカーボンの種類

種類	冷媒番号	備考
CFC (Chloro Fluoro Carbon)	R12, R502 等	オゾン層破壊能力が高い
HCFC (Hydro Chloro Fluoro Carbon)	R22, R225 等	CFC に比べ 1/10 ~ 1/50 程度のオゾン層破壊能力を有する
HFC (Hydro Fluoro Carbon)	R134a, R407C 等	オゾン層を破壊しない

のように2桁の数で表し、エタン系は100番台、プロパン系は200番台、ブタン系は300番台となる。これを化学式表示と合わせて示すと以下になる。

化学式表示： $C_aH_bCl_cF_d$

$$2a + 2 = b + c + d$$

記号表示：R-○○○

第1桁 = a - 1 (炭素の原子数 - 1)

第2桁 = b + 1 (水素の原子数 + 1)

第3桁 = d (フッ素の原子数)

メタン系が2桁の数で表されるのは、第1桁の数字が0となるためである。従って、R22は化学式 $CHClF_2$ を示すことになる。

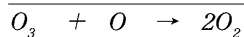
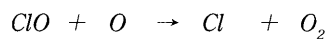
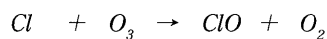
また、複数の冷媒を混合して開発された混合冷媒の冷媒番号については、ASHRAE (米国暖房冷凍空調学会) のASHRAE 34委員会にて定められており (表3参照)、また、国際規格であるISO 817においても同じ冷媒番号が使用されている。混合冷媒のうち、非共沸混合冷媒には400番台、共沸混合冷媒には500番台の番号が用いられる。

また、600番台は有機化合物、700番台は無機化合物となっている。700番台の下2桁は当該物質の分子量で表されており、従って、アンモニア (NH_3) はR717となる。

(3) オゾン層破壊について

表2に示したとおり、CFC及びHCFCはオゾン層を破壊する物質であるが、これは分子内に塩素原子を有するためである。(HFCは塩素原子を有しないため、オゾン層を破壊しない。) また、臭素原子を含むハロンも同様にオゾン層を破壊する。

CFCは、自然界中に放出されると分解されずに対流圏に滞留し徐々に成層圏に到達し、そこで太陽からの強い紫外線により分解され、塩素原子を放出する。放出された塩素原子は以下の反応式によりオゾンと連鎖的に反応してオゾンを分解することになる。



なお、HCFCについては、分子内に水素原子を有するため、水素原子と大気中の水酸基との反応によりその大部分は対流圏で分解するが、一部は未分解のまま成層圏に到達することになる。このためHCFCはCFCに比べ1/10 ~ 1/50程度にオゾン層を破壊することになる。

オゾン層が破壊されると、これまでオゾン層により吸収

されていた有害紫外線が地表に多く到達することになり、生態系の変化等の悪影響が生じるといわれている。

(4) 有力代替冷媒の候補

オゾン層破壊物質であるCFC系冷媒及びHCFC系冷媒に代わる代替冷媒の評価については、国内外で種々検討されてきた。国際的な動向としては、1992年から1997年にかけて、米国冷凍空調工業会の主導による代替冷媒評価のための国際共同研究体 (Alternative Refrigerants Evaluation Program) による研究が実施されており、日本においても日本冷凍空調工業会がこれに参加した。同研究では、R22の代替冷媒を中心とする代替品候補の評価を行っており、代替冷媒HFCを使用するに当たっての技術的な方向付けを行っている。表4に同研究における用途別の有力代替冷媒候補を示す。

表4 用途別の有力代替冷媒候補

用途	規制冷媒	代替冷媒
遠心式冷凍機	R11	R123, R245ca
カーエアコン	R12	R134a
電気冷蔵庫	R12	R134a, R600a (イソブタン)
	R502	R22, R134a
パッケージエアコン	R22	R407C
ルームエアコン	R22	R410A
低温冷凍機	R502	R22, R404A, R507A

(5) 規制冷媒及び代替冷媒に関する改正の概要

以上 (1) から (4) に述べた背景の下、鋼船規則等に規定される冷媒について以下のとおり対処することとした。

- ・CFC系冷媒であるR12及びR502を削除し、関連規定を改める。
- ・HCFC系冷媒であるR22については、当面使用が許されるため、引き続き規則中に残す。
- ・HFC系冷媒である以下の冷媒を追加し、関連規定を改める。

R134a: CH_2FCF_3

R404A: R125/R143a/R134a (44/52/4 wt %)

CHF_2CF_3 / CH_3CF_3 / CH_2FCF_3

R407C: R32/R125/R134a (23/25/52 wt %) CH_2F_2 / CHF_2CF_3 / CH_2FCF_3

R410A: R32/R125 (50/50 wt %) CH_2F_2 / CHF_2CF_3

R507A: R125/R143a (50/50 wt %) CHF_2CF_3 / CH_3CF_3

表3 ASHRAE Standard 34 による冷媒番号 (非共沸混合冷媒及び共沸混合冷媒)

冷媒番号	混合冷媒の成分	混合比率	安全性クラス*2	代替対象冷媒
# 400				
R400	CFC-12 / CFC-114			
R401A	HCFC-22 / HFC-152a / HCFC-124	53 / 13 / 34	A1 / A1	
R401B	同上	61 / 11 / 28	A1 / A1	
R401C	同上	33 / 15 / 52	A1 / A1	
R402A	HFC-125 / HC-290 / HCFC-22	60 / 2 / 38	A1 / A1	
R402B	同上	38 / 2 / 60	A1 / A1	
R403A	HC-290 / HCFC-22 / FC-218	5 / 75 / 20	A1 / A1	
R403B	同上	5 / 56 / 39	A1 / A1	
R404A *1	HFC-125 / HFC-143a / HFC-134a	44 / 52 / 4	A1 / A1	R502
R405A	HCFC-22 / HFC-152a / HCFC-142b / FC-C-318	45 / 7 / 5.5 / 42.5	A1 / A1	
R406A	HCFC-22 / HC-600a / HCFC-142b	55 / 4 / 41	A1 / A2	
R407A	HFC-32 / HFC-125 / HFC-134a	20 / 40 / 40	A1 / A1	R502
R407B	同上	10 / 70 / 20	A1 / A1	R502
R407C	同上	23 / 25 / 52	A1 / A1	HCFC22
R407D	同上	15 / 15 / 70	A1 / A1	HCFC22
R408A	HFC-125 / HFC-143a / HCFC-22	7 / 46 / 47	A1 / A1	
R409A	HCFC-22 / HCFC-124 / HCFC-142b	60 / 25 / 15	A1 / A1	
R409B	同上	65 / 25 / 10	A1 / A1	
R410A	HFC-32 / HFC-125	50 / 50	A1 / A1	HCFC22
R410B	同上	45 / 55	A1 / A1	HCFC22
R411A	HC-1270 / HCFC-22 / HFC-152a	1.5 / 87.5 / 11.0	A1 / A2	
R411B	同上	3 / 94 / 3	A1 / A2	
R412A	HCFC-22 / FC-218 / HFC-142b	75 / 5 / 25	A1 / A2	
R413A	FC-218 / HFC-134a / HC-600a	9 / 88 / 3	A1 / A2	
# 500				
R500	CFC-12 / HFC-152a	73.8 / 26.2	A1	
R501	HCFC-22 / CFC-12	75 / 25	A1	
R502	HCFC-22 / CFC-115	48.8 / 51.2	A1	
R503	HFC-23 / CFC-13	40.1 / 59.9		
R504	HFC-32 / CFC-115	48.2 / 51.8		
R505	CFC-12 / HCFC-31	78 / 22		
R506	HCFC-31 / CFC-114	55.1 / 44.9		
R507A	HFC-125 / HFC-114	50 / 50	A1	R502
R508A	HFC-23 / FC-116	39 / 61	A1	
R508B	同上	46 / 54	A1 / A1	
R509A	HCFC-22 / FC-218	44 / 56	A1	

(備考)

*1 : はHFC系冷媒

*2 : 安全性クラスについては以下のとおり。

燃焼性	毒 性		燃焼性判定基準
	低毒性	高毒性	ASTM E 681-85
強燃性	A3	B3	燃焼下限 $\leq 0.10 \text{ kg/m}^3$ 燃焼熱 $\geq 19,000 \text{ kJ/kg}$ at 101 kPa
弱燃性	A2	B2	燃焼下限 $> 0.10 \text{ kg/m}^3$ 燃焼熱 $< 19,000 \text{ kJ/kg}$ at 101 kPa
不燃性	A1	B1	燃焼下限なし at 101 kPa
許容濃度 ppm TLV - TWA	> 400	≤ 400	

なお、表3中、A1/A1のように2種類記されているものについては下記を意味する。

前者：組成誤差を含む標準組成に対する安全性評価

後者：冷凍機器運転の worst case において変化した冷媒組成に対する安全性評価

なお、HFC 系代替冷媒の特性等については、末尾の付録 1 を参照されたい。

2.2 冷媒の設計圧力に関する対応

旧鋼船規則等における冷媒設備の設計圧力は、低压側で 40℃、高压側で 50℃における冷媒の飽和蒸気圧力として規定されていた。設計圧力は、圧力容器及び配管の肉厚、使用材料及び各部の構造並びに完成後の耐圧・気密試験圧力の決定に際して基準となる。今回、代替冷媒を新規に追加したことに伴い、設計圧力値についても見直すこととした。

(1) 設計圧力の考え方

冷蔵設備規則 1.2 (5) に規定されているとおり、“設計圧力とは製造者が計画した最高圧力”であり、冷凍装置の通常の運転状態又は停止状態において、冷媒設備に生じる最高圧力（＝考え得る常用の使用状態において生じる圧力のうち最高値）のことである。

また、蒸気圧縮式冷凍サイクルの基本的な模式図は図 2 のとおりであり、高压側及び低压側に分けて考える必要がある。

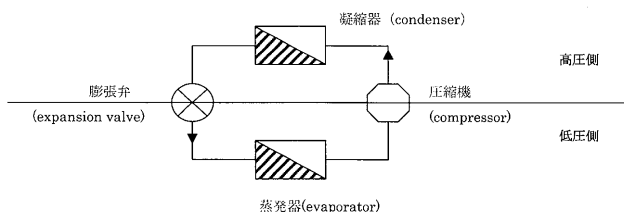


図 2 蒸気圧縮式冷凍サイクルの基本的な模式図

高压側については、冷媒ガスの凝縮温度に対応する飽和蒸気圧力を考える。この圧力は、冷媒ガスの種類、冷却水（冷却空気）の温度と流量、凝縮器の冷却表面積、冷凍負荷等の諸要素に支配される。

低压側については、冷媒ガスの蒸発温度に対応する飽和蒸気圧力を考える。この圧力は、冷媒ガスの種類、被冷却物の種類、その温度と流量、蒸発器の冷却表面積、冷凍負荷等の諸要素に支配される。しかし、低压側の場合、冷凍装置の停止中、周囲温度の影響のため蒸発器部分の温度上昇による圧力の上昇があることから、考え得る最も高い周囲温度における圧力を考慮する必要がある。

なお、主に陸上用を想定した冷凍保安規則関係基準では、高压側及び低压側の設計圧力について以下のように規定されている。

・ 高压側の設計圧力

次のうち最も高い圧力以上の圧力とする。

- (i) 通常の運転状態中に予想される当該冷媒ガスの最高使用圧力
- (ii) 停止中に予想される最高温度により生じる当該冷媒ガスの圧力
- (iii) 当該冷媒ガスの 43℃の飽和圧力（非共沸混合冷媒ガスにあっては、43℃の気液平衡状態の液圧力）

なお、一般的には、凝縮温度（ T_c ）を次のように想定し、それぞれ基準凝縮温度における飽和蒸気圧力を考えるものとされている。

水冷	: $T_c = 43^\circ\text{C}$ （クーリングタワー使用）
水冷	: $T_c = 43^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C} \rightarrow 50^\circ\text{C}$ （節水型）
空冷	: $T_c = 55^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C} \rightarrow 60^\circ\text{C}$
ヒートポンプ	: $T_c = 55^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C} \rightarrow 60^\circ\text{C}$
車両積載	: $T_c = 60^\circ\text{C} \sim 65^\circ\text{C} \rightarrow 65^\circ\text{C}$

・ 低压側の設計圧力

次のうち最も高い圧力以上の圧力とする。

- (i) 通常の運転状態中に予想される当該冷媒ガスの最高使用圧力
- (ii) 停止中に予想される最高温度により生じる当該冷媒ガスの圧力
- (iii) 当該冷媒ガスの 38℃の飽和圧力（非共沸混合冷媒ガスにあっては、38℃の気液平衡状態の液圧力）

なお、一般的には、真夏の停止中の平衡圧力を想定し、その温度は、33℃（周囲温度）+ 5℃（夏の気温上昇分）= 38℃における飽和蒸気圧力を考えるものとされている。

(2) 旧 NK 規則及び他船級協会規則における設計圧力について

旧 NK 規則において、各冷媒の設計圧力の値については、1979 年から高压側で 50℃、低压側で 40℃を想定した各冷媒の飽和蒸気圧力としていた。

旧 NK 規則及び 2000 年における他船級協会規則による冷凍装置の設計圧力値を表 5 に示す

(a) 低压側の設計圧力

前述したとおり、低压側の設計圧力の値は、冷媒設備の停止中（停止中における温度上昇による周囲温度まで至る平衡温度）に想定される周囲温度の最高値における各冷媒の飽和蒸気圧力となる。船舶の閉閉区画内において想定する周囲温度は、IACS UR M40（機関）及び UR E13（電気設備）において 0℃～45℃と定められていることから、LRS、ABS 及び DNV と同様に（LR は低压側で 46℃を想定している。）45℃を想定温度とする。

(b) 高压側の設計圧力

前述したとおり、高压側の設計圧力の値は、凝縮器における冷媒の凝縮温度に対する飽和蒸気圧力となる。想定する凝縮温度は、冷凍システムの設計等の諸要素（特に冷却方式）に支配されるため、一律に規定することは難しい。LRS の規則は、以下のとおりであり、各圧力は 46℃におけるものとしている。

・ $P_{dh} = 1.11 P_b$, $P_b = 1.11 P_a$ で、

ここで、 P_{dh} : 高压側の設計圧力

P_b : コンプレッサの許容最高圧力

P_a : コンデンサの使用圧力

即ち、46℃における冷媒の飽和蒸気圧力（＝低压側にお

表5 旧NK規則及び他船級協会規則による冷凍装置の設計圧力 (単位 MPa)

冷媒	旧NK			ABS (2000)			LRS (2000)			DNV (2000)		
	低圧側	高圧側	高/低	低圧側	高圧側	高/低	低圧側	高圧側	高/低	低圧側	高圧側	高/低
想定温度	40℃	50℃	比	45℃	55℃	比	46℃	*1	比	45℃*2	55℃*2	比
R12	0.9	1.15	1.278	—	—	—	—	—	—	—	—	—
R22	1.5	1.9	1.267	1.71	2.05	1.199	1.67	2.06	1.234	1.5	2.2	1.467
R502	1.6	2.0	1.250	—	—	—	—	—	—	—	—	—
R717	1.5	2.0	1.333	1.79	2.24	1.251	1.72	2.12	1.233	1.5	2.2	1.467
R134a	—	—	—	1.05	1.37	1.305	1.09	1.34	1.229	1.1	1.4	1.273
R404A	—	—	—	1.98	2.5	1.263	2.03	2.50	1.232	—	—	—
R407A	—	—	—	1.98	2.52	1.273	—	—	—	—	—	—
R407B	—	—	—	2.09	2.65	1.268	—	—	—	—	—	—
R407C	—	—	—	1.88	2.39	1.271	1.90	2.35	1.237	—	—	—
R410A	—	—	—	2.59	3.28	1.266	—	—	—	—	—	—
R410B	—	—	—	2.57	3.25	1.265	2.68	3.30	1.231	—	—	—
R507	—	—	—	1.99	2.54	1.276	—	—	—	—	—	—

(備考)

*1: LRS 規則における高圧側の基準は、46℃における飽和蒸気圧力 (低圧側の値) に $1.11 \times 1.11 = 1.231$ を乗じた値とするよう規定している。

*2: DNV 規定においては、規定に掲げる冷媒以外の冷媒を使用する場合の設計圧力は、高圧側で 55℃、低圧側で 45℃とするよう規定されている。

ける設計圧力) に $1.11 \times 1.11 = 1.2321$ を乗じた値とするよう規定している。

なお、熱量及び仕事量に関して以下のような関係があり、蒸発器と凝縮器における熱量の比 (蒸発器によって吸収する熱量 (= 冷凍効果) と凝縮器において冷却される熱量の比) は、一般的には 1:1.25 で設計するものされている。

凝縮器において冷却される熱量 (高圧側) =

蒸発器によって吸収する熱量 (低圧側) + 圧縮機の仕事量
つまり、通常の運転状況下では、高圧側においては、低圧側より、圧縮機の仕事量分だけ高圧・高温になるわけで、一般的にはその熱量比を 1:1.25 で設計するということであり、表5においても、高圧側及び低圧側の設計圧力の比は、約 1.2 ~ 1.5 の値となっている。

(3) 設計圧力に関する改正の概要

以上 (1) 及び (2) に述べた背景の下、鋼船規則等に規定される設計圧力について以下のように対処することとした。

- ・低圧側の設計圧力は、45℃ (想定する周囲最高温度) を基準とした各冷媒の飽和蒸気圧力とする。
- ・高圧側の設計圧力は、一般に広く認められており、かつ、従来からの手法でもある低圧側の設計圧力に対する圧力比を考慮し、これを温度に換算して低圧側の基準温度 + 10℃とするという実践的手法を踏襲して、55℃を基準とした各冷媒の飽和蒸気圧力とする。
- ・上記に係わらず、船用冷凍装置の冷媒として現在まで主流である R22 については、その実績を考慮し、従来の設計圧力の値を採用する。

3. 改正の内容

3.1 鋼船規則 D 編 17 章及び同検査要領 D17

(1) 鋼船規則 D 編 17 章

旧鋼船規則 D 編 17 章の表題「冷蔵装置」を「冷凍装置及び雪囲気制御設備」に改めた。これは、「冷蔵装置」のような定義の曖昧な造語を廃し、章の適用を受けるものを正確に示すためである。

17.1 一般

17.1.1 適用

-1.において、旧規則に規定されていた R12 及び R502 を削除し、R134a, R404A, R407C, R410A 及び R507A を新たに追加するとともに、本章の適用範囲を明確化した。

17.2 冷凍装置の設計

17.2.1 一般

表 D17.1 に、-1.で規定される各冷媒の設計圧力の値を定めた。R22 については従来の設計圧力の値を採用しており、それ以外の冷媒については、低圧側で 45℃、高圧側で 55℃を基準とした冷媒の飽和蒸気圧力として、冷凍保安規則関係基準等を参考にその値を定めた。参考として表6に関連団体及び冷媒メーカーの各冷媒の飽和蒸気圧力を示す。

(2) において、表 D17.1 に掲げる冷媒に使用する管は、3 類管に分類する旨規定した。鋼船規則 D 編表 D12.1 に各流体に使用する管の分類が規定されているが、冷媒管については規定されておらず、IACS UR P2 においても同様に冷媒管は適用対象外となっている。従って、鋼船規則 D 編 12.1.3-2 における「表 D12.1 に規定されていない流体に使用する管の分類については、その流体の性状及び使用条件に

よって、その都度定めるところによる」との規定に基づき、冷媒管の分類についてその性状及び使用条件を考慮して定めたものである。従来からの R22 並びに旧規則で規定されていた R12 及び R502 でも 3 類管に分類されていたが、新規に追加した冷媒についても同様のフルオロカーボン系冷媒であること、設計圧力の値は若干高い値となるものもあるが、実際に使用する際の working pressure は設計圧力値の半分程度の値であること等を考慮したことによる。なお、国土交通省の規定においても同様に冷媒管は 2 類管（NK の 3 類管相当）に分類されている。

旧規則 17.2.1 (3) では、規則に掲げる冷媒以外の冷媒を使用する場合の管の分類について規定されていたが、このような規則に掲げる冷媒以外の冷媒を使用する冷凍装置については、管の分類だけではなく、その他全てについて 17.1.1-1 の規定によることになるため、(3) を削除した。

17.2.3 材料

-1.を「冷凍装置に用いる材料は、冷媒の種類、設計圧力、最低使用温度などの条件に応じて適当なものとしなければならない。」と改めた。旧規則ではこの主文の後、「主要な部分に用いられる材料はそれぞれ K 編の規定に適合するもの又はこれらと同等以上のものでなければならない。」と規定されていたがこれを削除したものである。冷凍装置の主要な部分とは、管装置及び压力容器が該当することになるが、これに代えて 2.及び 3.を新たに規定して管及び压力容器の分類と使用材料との関係の明確化を図った。なお、これに伴い、旧規則の 2.及び 3.をそれぞれ 4.及び 5.に改めた。

-2.では、一次冷媒管、弁および管取付け物に使用する材料について、17.2.1 (2) の規定による管の分類に応じ、規則 D 編 12.1.4 から 12.1.6 の規定によらなければならない旨規定

した。

-3.では、压力容器に使用する材料について 10.1.3 の規定による压力容器の分類に応じ、使用材料は 10.2 の規定によらなければならない旨規定した。

表 D17.2 において、「JIS G 5501 の 1 ～ 3 種」、「JIS G 5501 の 4 ～ 6 種」及び「JIS G 5702, G5703, G5704」をそれぞれ「規格最低引張強さが 200 N/mm² 以下のねずみ鋳鉄品」、「それ以外のねずみ鋳鉄品」及び「可鍛鋳鉄品」に改めた。JIS G 5501 はねずみ鋳鉄品、JIS G 5502 は球状黒鉛鋳鉄品、JIS G 5705 は可鍛鋳鉄品に関する規格である。

17.2.4 圧力逃し装置

-2.において、旧規則中の「この場合、本会が指定するガスにあっては大気へ放出してはならない」を削除した。本会が指定するガスとは旧鋼船規則検査要領 D17.2.4 において R12 となっていたが、今回の改正により R12 が削除されたため、当該規定も削除したものである。

(2) 鋼船規則検査要領 D 編 D17

D17 の表題を規則に合わせ、「冷凍装置及び雰囲気制御設備」に改めた。

D17.1 一般

D17.1.1 適用

-2.において、規則 17.1.1-1.の改正に合わせ、規制冷媒の削除及び代替冷媒の追加に関して必要な改正を行った。

-5.において、アンモニア冷凍装置の設計圧力を高压側で 2.3 MPa、低压側で 1.8 MPa に改めた。これは、規則 17.2.1 表 D17.1 の部分で述べたとおり、高压側で 55℃、低压側で 45℃のアンモニアの飽和蒸気圧力としたためである。

また、規則 17.2.4-2.の改正に伴い、旧鋼船規則検査要領 D17.2 の規定を削除した。

表 6 関連団体及び冷媒メーカーの各冷媒の飽和蒸気圧力値（単位 MPa）

冷 媒	冷凍保安規則関係基準*1		日本冷凍空調学会*2		A 社*3		B 社*3	
	45℃	55℃	45℃	55℃	45℃	55℃	45℃	55℃
R22	—	2.2	1.74	2.18	1.73	2.18	1.73*5	2.18*6
R717	—	2.3	1.78	2.31	—	—	—	—
R134a	—	1.39	1.09*4	1.39*6	1.09*4	1.39*6	1.06*5	1.39*6
R404A	—	2.49	1.96*5	2.48*7	1.95*5	2.48*7	1.95*5	2.49*6
R407C	—	2.38	1.87*5	2.38*7	1.88*5	2.39*7	1.87*5	2.38*6
R410A	—	3.33	2.63*5	3.33*7	2.64*5	3.34*7	2.63*5	3.33*6
R507C	—	2.53	2.02*5	2.57*7	—	—	2.01*5	2.54*6

（備考）

*1：冷凍保安規則関係基準欄の R22 及び R717 以外については、高压ガス保安協会、日本冷凍協会（現、日本冷凍空調学会）、日本フルオロカーボン協会及び日本冷凍空調工業会において 1996 年に統一した業界標準値。

*2：日本冷凍空調学会の値については、同学会発行の「HFC 系統純冷媒及び混合冷媒の熱力学性質」からの引用。

*3：A 社及び B 社の値（日本冷凍空調学会の値も同様）は実験データによる絶対圧をゲージ圧に変換したもの。
ゲージ圧 (MPa) = 絶対圧 (MPa) - 0.1013

*4：44.85℃及び 45.85℃の値から平均して算出した 45℃の値。

*5：44℃及び 46℃の値から平均して算出した 45℃の値。

*6：54.85℃及び 55.85℃の値から平均して算出した 55℃の値。

*7：54℃及び 56℃の値から平均して算出した 55℃の値。

3.2 高速船規則 9 編 11 章

11.1 一般

11.1.1 適用

規制冷媒の削除及び代替冷媒の追加に伴い、主文を鋼船規則 D 編 17 章 17.1.1-1. に合わせ改めた。

3.3 冷蔵設備規則及び同検査要領

(1) 冷蔵設備規則

1 章 通則

1.1 一般

1.1.1 適用

-2.において、規制冷媒の削除及び代替冷媒の追加と共に、適用範囲の明確化を図るよう必要な改正を行った。

1.2 定義

(5)を「設計圧力」とは、製造者が計画した最高圧力をいい、少なくとも表 1.1 の値としなければならない。」と改めた。旧規則ではこの主文の後、「1.1.1-2.に掲げる冷媒以外の設計圧力の下限値は、その都度定めるが、高压側では 50℃、低压側では 40℃における冷媒の飽和蒸気圧未満の圧力としないこと。」と規定されていたが、これを削除したものである。これは、1.1.1-2.に掲げる冷媒以外の冷媒を使用する冷凍装置については、設計圧力だけではなく、その他全てについて 1.1.1-2.の規定によることとしたためである。

表 1.1 を鋼船規則 D 編及び同検査要領の改正と同様に改めた。

2 章 検査

2.3 登録を維持するための検査

2.3.1 定期検査

(16) (e) において、新たに追加したフルオロカーボン系冷媒についても、従来のフルオロカーボン系冷媒 (R22 並びに旧規則に規定されていた R12 及び R502) と同様にレシーバの圧力試験の省略を認めることとした。これは、フルオロカーボンとしての金属に対する腐食度等の性状 (付録 1 参照) が、新たに追加したものと同様のものと殆ど変わらないことによる。

フルオロカーボンは水分がなければ金属に対する腐食性は殆どないが、水分が混入すると加水分解して酸ができ、油を劣化してスラッジを生じることになる。このため、水分対策として規則 3.2.6 において乾燥器の設置が要求されている。ただし、例外的にマグネシウム及びアルミニウム合金 (2%以上のマグネシウムを含むアルミニウム合金) に対しては、フルオロカーボン系冷媒中にわずかの水分があっても腐食を起こすことになるため、規則 3.1.3-2.においてこのような材料は使用してはならない旨規定している。

また、(16) (f) も (e) と同じく、新たに追加したフルオロカーボン系冷媒について、従来のフルオロカーボン系冷媒と同様の規定とした。ただし、旧規則では、アンモニアについても圧力試験の省略ができる記載になっていたが、toxic media として使用される圧力容器は第一種圧力容器に

分類され、更にフルオロカーボンと異なり腐食性も高く応力腐食割れ等についても注意が必要であることから、鋼船規則 B 編 5 章においても定期検査時に圧力試験等が要求されており、実際には圧力試験の省略は認められなかったことから、当該規定においてアンモニアについては圧力試験の省略が認められないように改めた。

3 章 冷凍装置

3.1 一般

3.1.1 一般要件

-4.において、フルオロカーボン系冷媒に使用する管の分類を鋼船規則 D 編 12.1.3 に定める 3 類管に分類するよう規定した。これは、鋼船規則 D 編 17 章の改正と同様であり、理由等については鋼船規則 D 編の改正部分を参照されたい。

-5.において、フルオロカーボン系冷媒を使用する圧力容器の分類は、規則 1.2 (5) に規定される各冷媒の設計圧力に応じて、鋼船規則 D 編 10.1.3 の規定による旨規定した。これも、鋼船規則 D 編 17 章の改正と同様であり、理由等については鋼船規則 D 編の改正部分を参照されたい。

-6.は、旧規則-5.と同じ規定である。

3.1.3 材料及び溶接

-1.の一部を改め、-2.及び-3.を新たに追加した。これは、鋼船規則 D 編 17.2.3 の改正と同様であり、理由等については鋼船規則 D 編の改正部分を参照されたい。

-4.から-7.は、それぞれ旧規則-2.から-5.と同じ規定である。

表 3.1 において、「JIS G 5501 の 1～3 種」、「JIS G 5501 の 4～6 種」及び「JIS G 5702, G5703, G5704」をそれぞれ「規格最低引張強さが 200 N/mm² 以下のねずみ鉄品」、「それ以外のねずみ鉄品」及び「可鍛鉄品」に改めた。これも鋼船規則 D 編 17 章表 D17.2 と同様の内容の改正である。

3.2.3 冷媒用圧力容器

旧規則と内容的には同じであるが、参照する鋼船規則 D 編の項番号等を明確にした。

3.2.6 乾燥器

規制冷媒の削除及び代替冷媒の追加以外は、旧規則と同様の規定である。フルオロカーボン系冷媒については、加水分解による油の劣化等、水分対策が必要であると考えられることから、新規に追加した冷媒についても同様に乾燥器の設置を要求した。

3.2.9 管装置

旧規則と内容的には同じであるが、参照する鋼船規則 D 編の項番号等を明確にした。

3.2.10 圧力逃し装置

-1.において、旧規則中の「ただし、本会が指定する冷媒にあつては冷媒系の低压側に導かなければならない。」を削除した。本会が指定する冷媒とは旧検査要領 3.2.10 において R12 となっていたが、今回の改正により R12 が削除されたため、当該規定も削除したものである。

(2) 冷蔵設備規則検査要領

1 章 通則

1.1 一般

1.1.1 適用

-1.において、使用してはならない冷媒を (1) から (5) として規定した。(1) は旧検査要領と同じ規定である。(2) から (4) については、過去に冷媒として使用実績のあるものを示したもので、表 1 に示したウィーン条約モントリオール議定書により、既に生産が停止されている規制対象物質である。また、(5) は同条約によるその他の規制冷媒及び冷媒として適当でないものを対象とするものである。

3 章 冷凍装置

3.1 一般

3.1.3 材料及び溶接

旧検査要領中の-2.を削除した。1992 年 6 月 23 日付け冷蔵設備規則の一部改正前において、フルオロカーボン系冷媒の管の分類は 2 類管とされていたものの使用材料については、K 編の規定に適合するもの又はこれと同等以上のものでなければならない旨規定されていた。この両者の規定の下、鋼船規則検査要領 D 編 D1.1.4 (7) の規定に整合するよう旧検査要領-2.において、100A 以上の管、弁及び管取付け物は K 編の規定に適合した材料とするよう定められていた。1992 年 6 月 23 日付け冷蔵設備規則の一部改正によりフルオロカーボン系冷媒の管の分類は 3 類管となっており、また、今回の改正により管の分類と使用材料について規則 3.1.3-2.にて明確化していることから、鋼船規則 D 編の関連規定との整合を図ったものである。

また、規則 3.2.10 の改正に伴い、旧検査要領 3.2.10 を削

除した。

付録 1 HFC 系代替冷媒の特性等

(1) 一般的特性

付表 1 に HFC 系代替冷媒の一般的な特性を示す。

(2) 金属に対する影響

HFC は、大気中で分解しやすく比較的短寿命であるが、大気の影響を受けない密閉系においては極めて安定である。付表 2 に金属共存下の 175℃×14 日間の条件におけるフルオロカーボンの熱安定性及び金属に対する影響を示す。冷凍空調機器を構成する一般材料 (SS-400, Cu, Al) への影響が認められず、また酸の発生も認められない結果となっている。

(3) 潤滑油との相溶性

冷凍機油は圧縮機の摺動部に供される潤滑油であり潤滑油としての要求特性に加え、冷媒との共存環境下、冷媒に対する安定性も要求される。圧縮機内で冷凍機油と冷媒が分離した場合、潤滑不良等を引き起こす恐れがあるため、基本的に冷凍機油は液冷媒との相溶性が要求される。従来 CFC 及び HCFC 系冷媒にあっては、冷凍機油として鉱油又はアルキルベンゼンが使用されていたが、HFC 系冷媒はこれらの冷凍機油と相溶しないため、POE (ポリオールエステル)、PVE (ポリビニルエーテル) 等の合成油の使用が検討されている。付表 3 に HFC 系冷媒に対する各種冷凍機油の特性の概略を示す。

(4) エラストマーに対する影響

シール材として使用される合成ゴム等のエラストマーに対する冷媒及び潤滑油の適合性試験の結果を付表 4 に示す。

(5) HFC と地球温暖化問題

(a) 地球温暖化に対する影響

付表 1 HFC 系代替冷媒の一般的な特性

	HFC 純粋冷媒				HFC 混合冷媒				(参考)	
	R32	R125	R134a	R143a	R404A	R407C	R410A	R507A	R22	R502
冷媒成分	—	—	—	—	R125/143a/134a	R32/125/134a	R32/125	R125/143a	—	R22/115
冷媒組成 [wt %]	—	—	—	—	44/52/4	23/25/52	50/50	50/50	—	48.8/51.2
混合形態*1	—	—	—	—	擬似共沸	非共沸	擬似共沸	共沸	—	共沸
標準沸点 [℃] (101.325 kPa)	-51.7	-48.1	-26.1	-47.2	-46.6	-43.8	-51.6	-47.1	-40.8	-45.3
臨界温度 [℃]	78.1	66.2	101.1	72.9	72.4	87.3	72.5	71.1	96.1	82.2
大気中寿命 [年]	5.6	32.6	14.6	48.3	—	—	—	—	13.3	—
オゾン層破壊係数*2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.055	0.334
地球温暖化係数*3	650	2800	1300	3800	3260	1530	1730	3	1700	5600

*1：混合成分間の沸点の温度差により、共沸混合冷媒、擬似共沸混合冷媒、非共沸混合冷媒の 3 種類に分類される。

(1) 共沸混合冷媒

気相と液相で組成が変化しないものであり、あたかも単一冷媒のような挙動を示す。

(2) 擬似共沸混合冷媒

厳密には、共沸混合冷媒ではないが、気相と液相で組成変化が少なく共沸混合冷媒に近い相変化挙動を示す。

(3) 非共沸混合冷媒

気相と液相で組成が大きく異なるものであり、蒸発・凝縮を繰り返す冷凍・空調機器においてはその取り扱いに注意が必要となる。

*2：1995 年の IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) による CFC-11 を 1 とした値。

*3：1995 年の IPCC による CO₂ を 1 とした値。(100 年間の積算値)

付図1に各冷媒の地球温暖化に影響を与える割合を示す。この図における値は、1995年のIPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 報告によるもので、大気中に放出された単位重量の当該物質が地球温暖化に与える影響を、CO₂を1とした相対値(100年間の積算値)で示したものである。一般にこの値はGWP (Global Warming Potential) と呼ばれる。

付図1から、オゾン層を破壊するCFCやHCFC系冷媒の代替冷媒として開発されたHFCも少なからず地球温暖化に影響を及ぼすことが分かる。ただし、前述したとおりこの図は当該物質が大気に放出した場合の値であることに注意が必要である。

冷凍機器に使用される冷媒は、通常、密閉系で使用されるため、機器に異常がない限り大気に放出されることは殆どない。また、温暖化への影響は、冷凍機器自体を運転するためのエネルギー消費量も当然関係してくることから、温

暖化に対する評価方法の一つとしてTEWI (Total Equivalent Warming Impact 総等価温暖化影響) という概念が提案されている。TEWIは、温室効果ガスの直接的な温暖化効果とそれらのガスを使用した機器の稼働時のエネルギー消費により発生するCO₂の間接的な温暖化効果の和により、総合的に温暖化影響を評価するものである。TEWIの計算式は以下のとおりである。

TEWI = 直接影響 + 間接影響

直接影響 = $GWP \times L \times N + GWP \times M \times (1 - \alpha)$

間接影響 = $N \times E \times \beta$

GWP : 1 kg 当たりのCO₂基準の温暖化係数 (kg)

L : 機器からの年間漏れ量 (kg/年)

N : 機器の運転年数 (年)

M : 機器への冷媒充填量 (kg)

付表2 フルオロカーボンの熱安定性及び金属に対する影響

項 目	金属腐食度 (mg/dm ² /day)			外観		
	SS400	Cu	Al	SS400	Cu	Al
R32	<1	<1	<1	変化なし	変化なし	変化なし
R125	<1	<1	<1	変化なし	変化なし	変化なし
R134a	<5	<5	<5	変化なし	変化なし	変化なし
R143a	<1	<1	<1	変化なし	変化なし	変化なし
R404A	<1	<1	<1	変化なし	変化なし	変化なし
R407C	<1	<1	<1	変化なし	変化なし	変化なし
R410A	<1	<1	<1	変化なし	変化なし	変化なし
R507A	<1	<1	<1	変化なし	変化なし	変化なし
R22	<5	<5	<5	変化なし	変化なし	変化なし

試験条件

試験容器 : SUS 316 製耐圧容器 内容積 200 ml

冷媒封入量 : 100 g

金属 : SS-400, Cu, Al (同時共存)

温度×期間 : 175℃×14日間

付表3 HFC系冷媒に対する各種冷凍機油の特性の概略

油の種類	POE *1	PAG *2	PC *3	PVE *4, PPE *5	鉱油	AB *6
相溶性	○	○	○	○	×	×
化学安定性	○	○	○	○	○	○
加水分解安定性	△	○	△	○	○	○
熱安定性	○	○	○	○	○	○
酸化安定性	○	△	○	△	○	○
潤滑性	○	○	○	○	○	○
電気絶縁性	○	△	○	○	○	○
抗吸湿性	△	△	△	△	○	○

○ : 良い、△ : 劣る、× : 悪い

*1 : ポリオールエステル

*2 : ポリアルキレングリコール

*3 : ポリカーボネート

*4 : ポリビニルエーテル

*5 : ポリフェニルエーテル

*6 : アルキルベンゼン

付表 4 各種エラストマーに対する冷媒及び潤滑油の適合性試験の結果

(重量変化率[%]/体積変化率[%])

		NBR * 1	H-NBR * 2	EPDM * 3	CR * 4	PTFE * 5	ナイロン 66
HFC	R404A	1 / 0	3 / 2	2 / 2	1 / 6	3 / 0	-1 / 0
	R404A / POE	-4 / 7	5 / 4	-4 / -6	0 / -3	4 / 8	1 / 0
	R407C	2 / 1	12 / 10	1 / 1	1 / 1	2 / 2	-1 / -1
	R407C / POE	2 / 1	5 / 4	-8 / -11	0 / -2	2 / 3	-1 / -1
	R410A, B	-1 / -1	9 / 9	2 / 1	0 / 4	2 / 5	-1 / -1
	R410A, B / POE	2 / 4	13 / 14	-8 / -9	0 / 1	2 / 5	0 / 0
	R507A	4 / 4	2 / 0	2 / 1	1 / 2	3 / 0	-1 / 0
	R507A / POE	0 / 1	0 / -2	-8 / -10	-1 / -2	3 / 8	0 / 0
参考	R22	59 / 63	135 / 140	14 / 17	5 / 6	2 / 2	-1 / -6
	R22 / 鉱油	24 / 33	24 / 28	59 / 70	24 / 42	3 / 3	2 / 1
	R502	-2 / 23	4 / 11	-3 / 0	-2 / 14	4 / 1	1 / 0
	R502 / 鉱油	7 / 16	20 / 18	79 / 118	17 / 41	4 / 8	1 / 0
	R502 / アルキルベンゼン	2 / -1	15 / 12	41 / 66	7 / 12	4 / 7	1 / 0

試験条件：50℃×5日間、HFC系冷媒については、冷凍機油としてPOE（ポリオールエステル、粘度グレードVG32）を使用。

* 1：アクリロニトリルブタジエンゴム

* 2：水素化アクリロニトリルブタジエンゴム

* 3：エチレンプロピレンゴム（エチレンとプロピレンのゴム状共重合体をEPMといい、重合体と側鎖に不飽和基を持たせたものをEPDMという。）

* 4：クロロプレンゴム

* 5：ポリテトラフルオロエチレン

 α : 機器廃棄時の冷媒回収率

E : 機器の年間エネルギー消費量 (kWh/年)

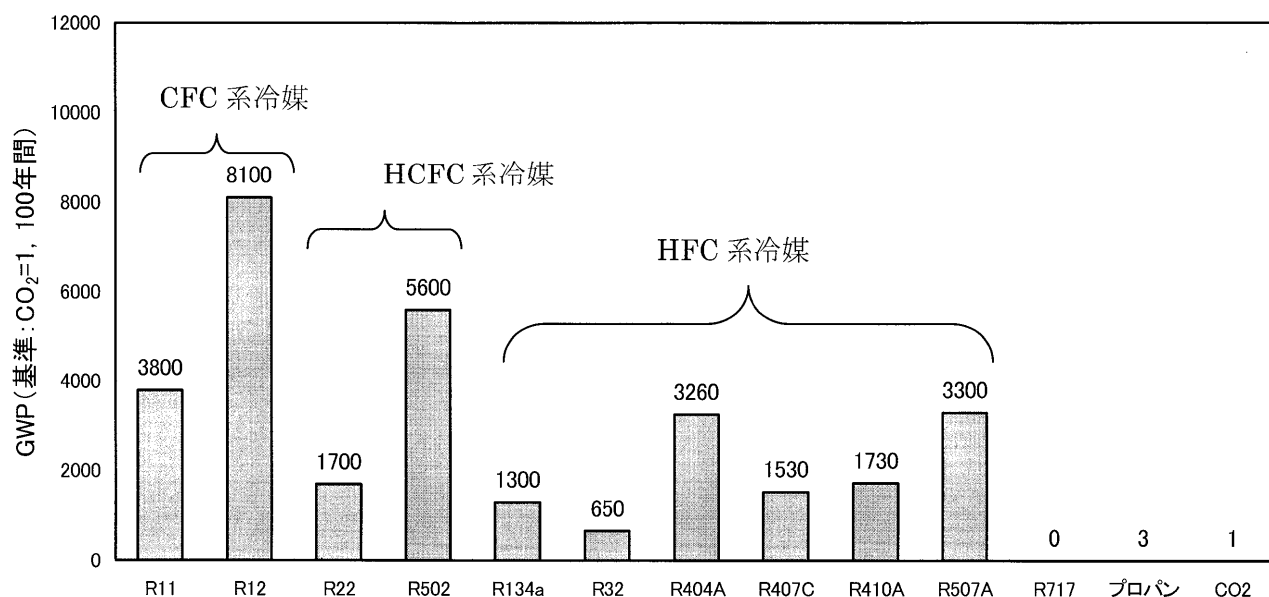
 β : 1kWhの発電に要するCO₂発生量 (kg)

(b) 地球温暖化に対する規制

地球温暖化に対する国際的な規制としては、1997年12月に開催された気候変動枠組条約第3回締約国会議（COP₃：地球温暖化防止京都会議）において、京都議定書が採択されている。解説2.1（1）で述べたオゾン層保護のためのモントリオール議定書と地球温暖化防止のための京都議定書の概略を付表5に示す。

オゾン層保護に関する規制と地球温暖化防止に関する規制とでその内容は大きく異なっている。即ち、オゾン層破壊物質に代わる代替物質については、HFC等が既に開発されていることから、少しでもオゾン層を破壊する物質については生産全廃という規制内容となっており、各物質毎に削減スケジュールが決められている。（解説2.1（1）の表1参照。）

一方、温室効果ガスの代替物質に関して、CO₂、CH₄、N₂Oの代替は不可能であり、冷媒として使用されるHFCについても冷凍空調機器全般に広範囲にわたり使用可能な代替物質は見つかっていない。従って、規制内容は、物質自体の全廃ではなく、物質自体の生産・使用は認めた上での



付図 1 各冷媒の地球温暖化に影響を与える割合

付表5 モントリオール議定書と京都議定書の概略

	オゾン層保護	地球温暖化防止
国際条約	ウィーン条約 (1985.3)	気候変動枠組条約 (1992.5)
規制の設定	モントリオール議定書 (1987.9)	京都議定書 (1997.12)
対 象	オゾン層破壊物質 (CFC, HCFC 等)	温室効果ガス 6 種 CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFC, PFC ^{*1} , SF ₆
規制内容	生産の全廃 (代替物質あり)	排出の抑制 (代替物質なし)
スケジュール	各物質について、削減スケジュールが決められている。	2008 年～2012 年の年平均の規制対象である 6 ガス全体の排出量が、先進国全体で、1990 年の基準年に比べ 5.2 % ^{*2} 削減する。 (HFC, PFC, SF ₆ は 1995 年を基準とする。)
具体的な方法及び緩和措置等	特になし	・先進国間での排出権取引及び共同実施を認める。 ・総排出量から森林等の吸収分を差し引くネット方式の採用 ・排出量が削減目標を下回った場合は、その差を次期以降の目標期間中の割当量に加えることができる。(バンキング)
議定書の発効	1989.1 発効済み	未発効 (発効要件：55 ヶ国以上の批准とそれらの批准国の CO ₂ 排出量が、全締約国のその 55 % 以上。)

*1 : Perfluoro Carbon (フルオロカーボンのうち、全ての水素原子がフッ素に置き換えられたもの)

*2 : 各国で削減目標の割り振りが決められている。日本は 6 % 減、米国は 7 % 減、EU は 8 % 減となっている。

排出抑制ということになっている。

このような規制の下、冷媒の排出を抑制するために、冷媒の製造工程、出荷時の充填工程等における漏洩防止対策、廃棄された冷凍空調機器からの冷媒の回収・再利用・破壊及び冷媒充填量の削減技術等の検討・開発がなされている。

参考文献

- 1) 冷凍保安規則及び同関係基準
- 2) “冷蔵設備技術の動向” '99 ClassNK 技術セミナー資料

- 3) “HFC 系冷媒使用機器の施工・サービス技術”、日本冷凍空調工業会資料
- 4) 上田、“オゾン層保護に対する日本の施策”、冷凍、Vol 72 No. 835 (1997) 日本冷凍空調学会
- 5) 高市、“代替冷媒 HFC の動向”、冷凍、Vol 72 No. 835 (1997) 日本冷凍空調学会
- 6) 矢嶋、“国内外における代替フロン排出規制の動向”、高圧ガス、Vol 36 No. 3 (1999) 高圧ガス保安協会

32. 鋼船規則 D 編並びに同検査要領 D 編、N 編及び S 編における改正点の解説 (イナータガス装置関連)

1. はじめに

2002 年 2 月 20 日付規則第 3 号及び達第 2 号(日本籍船舶用)並びに 2001 年 4 月 10 日付 Rule No.4 及び Notice No.14 (外国籍船舶用)により、鋼船規則 D 編並びに同検査要領 D 編、N 編及び S 編のイナータガス装置関連に関する規定の一部が改正された。以下に、改正された検査要領について解説する。

2. 改正の背景

1981 年の SOLAS 改正において II-2 章第 60 及び第 62 規

則により、20,000DWT 以上のタンカー又は原油洗浄装置を持つタンカーの貨物タンクの保護を目的として固定式イナータガス装置の設置及び性能要件が規定され、本会においても、鋼船規則 R 編及び D 編に当該装置の要件が規定されている。これらの規定において、イナータガス供給源は、船内のボイラ又は専用の燃焼排ガス発生装置(以下、それぞれ「IGS」、「IGG」という。)が想定されている。

近年、中空繊維、半透過性膜^{注1}又は吸着性材料^{注2}の束に圧縮空気を通過させて、大気から酸素を分離し、高濃度の窒素を生成する窒素発生装置(以下、「N2」という。)をイナー

注1 「中空繊維、半透過性膜」:中空の化学繊維等。気体の膜透過性速度の違いにより、空気を高濃度窒素ガスと高濃度酸素ガスとに分離する。

注2 「吸着性材料」:特殊活性炭等。ガス分子径の違いにより、空気中の酸素を選択的に吸着性材料の細孔に吸着させ、高濃度窒素ガスを取り出す。