

Ⅱ 巻 機器編

● 目次

第1章 圧縮機

1.1 概要	[長友繁美]	1
1.2 往復圧縮機		2
1.2.1 概要		2
1.2.2 動作原理と特徴		2
1.2.3 往復圧縮機の構造		3
1.2.4 性能特性		7
1.2.5 容量制御		8
1.2.6 選定・使用上の注意		9
1.3 ロータリ圧縮機		10
1.3.1 概要		10
1.3.2 動作原理と特徴		11
1.3.3 ロータリ圧縮機の構造		11
1.3.4 性能特性		13
1.3.5 容量制御		15
1.3.6 選定・使用上の注意		16
1.4 スクロール圧縮機	[東條健司]	17
1.4.1 概要		17
1.4.2 構造と動作原理		17
1.4.3 圧縮機構		19
1.4.4 スクロール圧縮機の特徴		21
1.4.5 選定・使用上の注意		23
1.5 二軸スクリュウ圧縮機	[中井裕教]	23
1.5.1 概要		23
1.5.2 二軸スクリュウ圧縮機の構造		24
1.5.3 動作原理と特徴		24
1.5.4 歯形と幾何特性		24
1.5.5 性能特性		26
1.5.6 容量制御		28
1.5.7 騒音と振動		29
1.5.8 選定・使用上の注意		29
1.6 一軸スクリュウ圧縮機	[後藤 望]	30
1.6.1 概要		30
1.6.2 動作原理と特徴		30
1.6.3 一軸スクリュウ圧縮機の構造		31
1.6.4 性能特性		32
1.6.5 容量制御		33
1.6.6 選定・使用上の注意		33
1.7 遠心圧縮機	[齋藤昭三]	34
1.7.1 概要		34
1.7.2 動作原理と特徴		34
1.7.3 構造		36
1.7.4 性能特性		38
1.7.5 容量制御		39
1.7.6 選定・使用上の注意		40
1.8 特殊圧縮機	[西川 弘]	40
1.8.1 振動式圧縮機		40
1.8.2 ヘリカル式圧縮機		41

1.8.3 プースタ		42
1.8.4 フリーピストン形圧縮機		42
1.8.5 無給油式圧縮機		43
1.9 潤滑油とその取扱い	[川口泰宏]	44
1.9.1 緒言		44
1.9.2 冷凍機油に必要な特性		44
1.9.3 冷凍機油の種類と用途		45
1.9.4 冷凍機油の評価項目と意義		47
1.9.5 冷凍機油の規格		48
1.9.6 HFC冷媒への移行における課題		48
1.9.7 冷凍機油の管理、取扱い		50

第2章 熱交換器

2.1 概要	[千秋隆雄]	53
2.2 空気冷却器・空気加熱器	[吉光 隆]	53
2.2.1 空気冷却器		53
2.2.2 空気加熱器		58
2.3 全熱交換器	[岡野浩志]	59
2.3.1 概要		59
2.3.2 全熱交換器の構造		60
2.3.3 全熱交換器の性能		60
2.3.4 選定・使用上の注意		61
2.4 凝縮器		62
2.4.1 概要	[千秋隆雄]	62
2.4.2 水冷凝縮器	[武本豪雄]	64
2.4.3 空冷凝縮器	[千秋隆雄]	66
2.4.4 蒸発式凝縮器		68
2.5 蒸発器		69
2.5.1 概要	[中山 進]	69
2.5.2 液冷却器	[武本豪雄]	71
2.5.3 空気冷却器	[中山 進]	73
2.5.4 滴液式冷却器	[武本豪雄]	73
2.5.5 液循環冷却器		74
2.5.6 除霜	[中山 進]	75
2.6 その他の熱交換器		76
2.6.1 中間冷却器		76
2.6.2 液ガス熱交換器		76
2.6.3 カスケードコンデンサ		77

第3章 付属機器

3.1 冷媒配管系付属機器	[桑野貢三]	79
3.1.1 油分離器		79
3.1.2 油だめ器		80
3.1.3 油回収器		81
3.1.4 油冷却器		82
3.1.5 液分離器		82
3.1.6 ストレーナ		83
3.1.7 ドライヤ		85
3.2 受液器		86

●目次

3・2・1 高压受液器	86
3・2・2 低压受液器	87
3・3 不凝縮ガス分離器	87
3・4 その他の機器	88
3・4・1 集中器	88
3・4・2 冷媒液ポンプ	89
3・4・3 クランクケースヒータ	89
3・5 冷媒の乾燥剤	[阿部正之] 89
3・5・1 冷媒の乾燥	89
3・5・2 冷媒用乾燥剤の種類	90
3・5・3 乾燥剤のタイプの選定	90
3・5・4 乾燥剤の水分吸着特性	92
3・5・5 ドライヤの設置方法	92

第4章 自動制御機器

4・1 冷媒の流量制御	93
4・1・1 自動膨張弁	[三浦信一郎] 93
4・1・2 定圧膨張弁	93
4・1・3 温度自動膨張弁	94
4・1・4 電子膨張弁	98
4・1・5 キャピラリーチューブ	[古田卓司] 100
4・1・6 ディストリビュータ	101
4・1・7 フロートコントロール	[坂野和雄] 102
4・2 冷媒流路の閉止と切換	105
4・2・1 電磁弁	[中島重利] 105
4・2・2 電動弁	107
4・2・3 逆止弁	107
4・2・4 三方切換弁	107
4・2・5 四方切換弁	[森田紀幸] 109
4・3 冷媒の圧力制御	111
4・3・1 圧力調整弁	[坂野和雄] 111
4・3・2 圧力スイッチ	[興津 匠] 117
4・3・3 圧力センサ	121
4・3・4 ファンスピードコントローラ	122
4・4 温湿度の制御	[小堺 紳] 123
4・4・1 温度スイッチ	124
4・4・2 湿度スイッチ	125
4・5 冷却水制御	129
4・5・1 冷却水の制御弁	[今井正幸] 129
4・5・2 断水スイッチ	[小堺 紳] 131
4・5・3 フローススイッチ	131
4・5・4 フローセンサ	133
4・6 自動制御装置の計画	[土井和典] 134
4・6・1 自動制御の意義	134
4・6・2 自動制御の方法	134
4・6・3 シーケンス制御	134
4・6・4 フィードバック制御	135
4・6・5 制御動作の適用と制御要素	137
4・6・6 機器における制御の基本例	137
4・6・7 自動制御用語	139

第5章 駆動機器・インバータ

5・1 概要	[尾崎永一] 141
5・2 電気機器	[高田茂生] 142
5・2・1 電動機	142
5・2・2 変圧器	144
5・2・3 コンデンサ	145
5・2・4 開閉装置	145
5・2・5 配線	147
5・2・6 保護装置, 保安機器	148
5・2・7 マイコン制御	149
5・2・8 操作盤	150
5・3 インバータ	151
5・3・1 インバータの構成	151
5・3・2 誘導電動機駆動	155
5・3・3 永久磁石同期電動機(ブラシレスDCモータ)駆動	156
5・4 原動機	158
5・4・1 概要	[村上亘可] 158
5・4・2 ガソリンエンジン	160
5・4・3 ディーゼルエンジン	161
5・4・4 ガスエンジン	163
5・4・5 ガスタービン	[米澤克夫] 165
5・4・6 スターリングエンジン	[香川 澄] 168

第6章 ポンプ

6・1 概説	[村井幸夫] 171
6・1・1 ポンプの種類	171
6・1・2 ポンプの仕様	173
6・1・3 吐出し量と口径	173
6・1・4 全揚程と実揚程	173
6・1・5 電動機とポンプ回転速度	174
6・1・6 軸動力とポンプ効率	174
6・1・7 ポンプ関連JIS規格	174
6・2 遠心ポンプ	174
6・2・1 揚水原理	174
6・2・2 構造・材料	174
6・3 ポンプの特性	176
6・3・1 特性曲線	176
6・3・2 吸込み性能	177
6・3・3 水温上昇	177
6・3・4 騒音	178
6・3・5 回転速度変化による特性曲線の変化	178
6・3・6 インバータ制御運転	178
6・3・7 連合運転による合成特性曲線	179
6・4 選定・使用上の注意	179
6・4・1 選定上の注意	179
6・4・2 使用上の注意	179

第7章 送風機

7・1 概要	[齋藤 透] 181
7・1・1 送風機の種類	181

●目次

7・1・2	管路抵抗と送風機の性能	182
7・1・3	風量・風圧・動力・効率	184
7・2	各種送風機	185
7・2・1	構造と形式	185
7・2・2	送風機の種類	185
7・3	特性	187
7・3・1	性能曲線	187
7・3・2	性能換算	187
7・3・3	風量制御特性	188
7・3・4	連合運転	191
7・4	送風機の選定	192
7・4・1	風量	192
7・4・2	風圧	192
7・4・3	出力	192
7・4・4	番手(大きさ)の選定	192

第8章 遠心冷凍機

8・1	概要	[齋藤昭三] 193
8・2	種類と構造	194
8・2・1	冷凍サイクルによる分類	195
8・2・2	加熱源による分類ほか	198
8・2・3	その他の特徴による分類	200
8・3	蒸発器と凝縮器ほか	200
8・3・1	蒸発器	200
8・3・2	凝縮器	201
8・3・3	減圧装置	201
8・3・4	冷媒圧力逃がし装置	201
8・4	制御機器	201
8・4・1	保安装置	202
8・4・2	運転制御機器	202
8・5	圧縮機駆動装置用駆動盤	202
8・6	抽気装置	203
8・7	使用冷媒	204
8・7・1	使用冷媒と環境問題	204
8・7・2	冷媒回収とリサイクル	204
8・8	作動特性	205
8・8・1	起動特性	205
8・8・2	システムとしての運転点	205
8・8・3	容量制御と作動特性	207
8・9	選定・使用上の注意	207
8・9・1	冷媒による選定上の注意	207
8・9・2	選定上の注意	208
8・9・3	使用上の注意	210

第9章 吸収式冷凍機

9・1	概要	[吉川光雄] 213
9・1・1	吸収冷凍技術の変遷	213
9・1・2	吸収式冷凍機の特徴	213
9・1・3	吸収式冷凍機の種類	213
9・1・4	最新の動向	214
9・2	作動原理と基本サイクル	214

9・2・1	吸収剤	214
9・2・2	一重効用サイクルの作動原理	215
9・2・3	二重効用サイクルの作動原理	216
9・3	一重効用吸収冷凍機	217
9・3・1	構造	217
9・3・2	容量制御	217
9・4	二重効用吸収冷凍機	218
9・4・1	構造	218
9・4・2	容量制御	218
9・4・3	高効率化	219
9・4・4	大容量化	219
9・5	吸収冷温水機	219
9・5・1	燃焼設備	219
9・5・2	構造	220
9・5・3	高効率化	221
9・5・4	特殊仕様冷温水機	221
9・6	吸収ヒートポンプ	222
9・6・1	第一種吸収ヒートポンプ	222
9・6・2	第二種吸収ヒートポンプ	222
9・7	アンモニア吸収冷凍機	223
9・7・1	概要	223
9・7・2	基本サイクル	223
9・7・3	構成と外観	223
9・8	組み合わせシステム	224
9・8・1	コージェネレーション排熱利用システム	224
9・8・2	排熱投入形ガス吸収冷温水機	224
9・9	吸収空調システム	225
9・9・1	システム製品	225
9・9・2	ガス吸収式個別空調システム	225
9・9・3	ガス吸収式大温度差システム	225
9・10	吸収式冷凍機の作動特性	226
9・10・1	起動・停止と負荷追従	226
9・10・2	部分負荷特性	226
9・10・3	冷水と冷凍能力	227
9・10・4	冷却水と冷凍能力	227
9・10・5	蒸気供給圧力と冷凍能力	228
9・11	選定・設置・使用上の注意	228
9・11・1	選定上の注意	228
9・11・2	設置上の注意	228
9・11・3	使用上の注意	229

第10章 容積冷凍機

10・1	概要	[杉山邦生] 231
10・2	コンデンシングユニット	233
10・2・1	概要	233
10・2・2	種類と構造	233
10・2・3	運転制御と保安装置	237
10・2・4	容量制御	237
10・2・5	選定・使用上の注意	238
10・2・6	据付け上の注意	238
10・3	ウォータリングユニット	239

●目次

10・3・1	概要	239
10・3・2	種類と構造	239
10・3・3	運転制御と保安装置	244
10・3・4	容量制御	245
10・3・5	選定・使用上の注意	245
10・3・6	据付け上の注意	246
第11章 空調機器		
11・1	概要	[尾崎永一] 247
11・1・1	個別式空気調和機	247
11・1・2	中央式空気調和機	248
11・2	ルームエアコンディショナ	[中山雅弘] 248
11・2・1	概要	248
11・2・2	ルームエアコンディショナの種類	248
11・2・3	ルームエアコンディショナの構造	249
11・2・4	機能・性能	250
11・2・5	選定・使用上の注意	251
11・3	店舗用パッケージエアコンディショナ	[尾崎永一] 252
11・3・1	概要	252
11・3・2	種類	252
11・3・3	構造	253
11・3・4	性能・機能	255
11・3・5	選定・使用上の注意	256
11・4	ビル用パッケージエアコンディショナ	257
11・4・1	概要	257
11・4・2	種類	257
11・4・3	構造	257
11・4・4	性能・機能	257
11・4・5	選定・使用上の注意	259
11・5	設備用パッケージエアコンディショナ	260
11・5・1	概要	260
11・5・2	種類	260
11・5・3	構造	261
11・5・4	性能・機能	261
11・5・5	選定・使用上の注意	262
11・6	エアハンドリングユニット	[兼松伸行] 263
11・6・1	概要	263
11・6・2	エアハンドリングユニットの種類	263
11・6・3	エアハンドリングユニットの構造	265
11・6・4	エアハンドリングユニットの機能・性能	265
11・6・5	選定・使用上の注意	266
11・7	ファンコイルユニット	[大川内幸訓] 267
11・7・1	概要	267
11・7・2	ファンコイルユニットの動向	268
11・8	選定・据付・使用上の注意および保守点検	[尾崎永一] 268
11・8・1	選定	268
11・8・2	据付上の注意	268
11・8・3	使用上の注意	269
11・8・4	保守点検	269

第12章 冷凍冷蔵機器

12・1	ショーケース	[海沼秀和] 271
12・1・1	概要	271
12・1・2	ショーケースの種類	271
12・1・3	ショーケースの構造	273
12・1・4	ショーケースの機能・性能	275
12・1・5	選定・使用上の注意	276
12・2	業務用冷蔵庫	[倉谷忠志] 276
12・2・1	概要	276
12・2・2	業務用冷蔵庫の種類	276
12・2・3	業務用冷蔵庫の構造	278
12・2・4	機能・性能	279
12・2・5	選定・使用上の注意	279
12・3	家庭用冷蔵庫	[山田 宏] 280
12・3・1	概況	280
12・3・2	家庭用冷蔵庫の種類	281
12・3・3	家庭用冷蔵庫の構造	283
12・3・4	機能・性能	286
12・3・5	選定、取扱い上の注意	287
12・4	ブラインクーラ	[山田一男] 287
12・4・1	概要	287
12・4・2	ブラインクーラの種類	287
12・4・3	ブラインクーラの構造	288
12・4・4	機能・性能	289
12・4・5	選定・使用上の注意	289
12・5	ウォータクーラ	[川田将嗣] 289
12・5・1	概要	289
12・5・2	ウォータクーラの種類	289
12・5・3	ウォータクーラの構造	290
12・5・4	機能・性能	291
12・5・5	選定・使用上の注意	291
12・6	飲料ディスペンサ	292
12・6・1	概要	[山下直之] 292
12・6・2	飲料ディスペンサの種類	292
12・6・3	飲料ディスペンサの構造	292
12・6・4	機能・性能	[石田省吾] 294
12・6・5	選定・使用上の注意	294
12・7	自動販売機	[中原常行] 295
12・7・1	概要	295
12・7・2	自動販売機の種類・構造・機能・性能	295
12・7・3	IT対応	297
12・8	コールドロールボックス	[関口 隆] 298
12・8・1	概要	298
12・8・2	コールドロールボックスの種類	298
12・8・3	コールドロールボックスの構造	298
12・8・4	機能・性能	300
12・8・5	選定・使用上の注意	300

第13章 暖房・給湯機器

13・1	ボイラ・温水機	[森川峰秋] 301
------	---------	------------

●目次

13・1・1 概要	301	14・6・4 選定・使用上の注意	370		
13・1・2 種類とその構造	301	第15章 超・極低温冷凍機			
13・1・3 主要機器	304	15・1 液化・冷凍の熱力学と原理	[伊藤猛宏] 373		
13・1・4 選定, 使用上の注意	306	15・1・1 液化・冷凍の要素過程	373		
13・2 給湯機・温水機	308	15・1・2 冷凍の基本概念	374		
13・2・1 ガス給湯器	[平野竜哉] 308	15・2 極低温冷凍機	375		
13・2・2 石油給湯機	[尾立義彦] 310	15・2・1 概要	[松原洋一] 375		
13・2・3 ヒートポンプ給湯機	312	15・2・2 クロードサイクル冷凍機	[金田知士] 376		
13・2・3 (a) 概要	[新聞康博] 312	15・2・3 ブレイトンサイクル冷凍機	380		
13・2・3 (b) 家庭用ヒートポンプ給湯機	[小山 清] 313	15・2・4 ギフォードマクマホンサイクル冷凍機	[藤本修二] 381		
13・2・3 (c) 業務用ヒートポンプ給湯機	[新聞康博] 314	15・2・5 スターリング冷凍機	[平塚善勝] 383		
13・2・4 電気温水器	[高橋光孝] 315	15・2・6 パルス管冷凍機	[藤本修二] 385		
13・2・5 太陽熱温水器	[浅井俊二] 318	15・2・7 カスケードサイクル冷凍機	[湯澤治郎] 387		
13・3 温風暖房機	[任田保満] 321	15・2・8 磁気冷凍機	[沼澤健則] 390		
13・3・1 種類	321	15・2・9 極低温システム	[上岡泰晴] 393		
13・3・2 構造	322	15・3 各種ガスの液化と貯蔵	396		
13・3・3 暖房能力・熱効率	325	15・3・1 LNGに関するプロセス	[三吉道則] 396		
13・3・4 設置および使用上の注意	326	15・3・2 空気の液化と分離	[辰巳高司, 橋本秀之] 402		
13・4 床暖房機	[奥山哲夫] 326	15・3・3 水素の液化と低温装置	[大平勝秀] 406		
13・4・1 概要	326	15・4 特殊な極低温技術	[奥田雄一] 408		
13・4・2 床暖房方式の選定方法	326	15・4・1 ^3He の液化と ^3He 蒸発冷凍機	409		
13・4・3 温水式床暖房機	326	15・4・2 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 混合液	409		
13・4・4 電気式床暖房機	327	15・4・3 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 希釈冷凍機	409		
第14章 その他の関連機器				15・4・4 断熱消磁法	410
14・1 冷却塔	[國近成信] 329	第16章 特殊冷凍機			
14・1・1 種類とその構造	329	16・1 エンジン駆動冷凍機・ヒートポンプ	[佐藤 浩] 413		
14・1・2 冷却塔の理論	332	16・1・1 概要	413		
14・1・3 冷却塔の特性と性能	334	16・1・2 動作原理と特徴	413		
14・1・4 冷却塔の性能試験方法	334	16・1・3 エンジン駆動冷凍機の構造	414		
14・1・5 選定方法	335	16・1・4 エンジン駆動冷凍機の性能	416		
14・1・6 白煙防止対策装置付冷却塔	336	16・1・5 選定・使用上の注意	416		
14・1・7 使用上の注意	338	16・2 電子冷凍機	418		
14・2 加湿器	342	16・2・1 概要	[大西徹夫] 418		
14・2・1 業務用加湿器	[寺沢達二] 342	16・2・2 動作原理と特徴	419		
14・2・2 家庭用加湿器	[渡辺 勲] 344	16・2・3 産業用電子冷凍機	420		
14・3 除湿機	[河合満嗣] 345	16・2・4 民生用電子冷凍機	[木戸長生] 422		
14・3・1 業務用除湿機	345	16・3 吸着冷凍機	[岩瀬和之] 424		
14・3・2 家庭用除湿機	350	16・3・1 概要	424		
14・4 空気清浄機	351	16・3・2 動作原理	424		
14・4・1 業務用空気清浄機	[高橋保治] 351	16・3・3 吸着冷凍機の構造	424		
14・4・2 家庭用空気清浄機	[志賀 彰] 357	16・3・4 吸着冷凍機の性能	424		
14・5 換気扇	[横家尚士] 360	16・3・5 吸着冷凍機の特徴	425		
14・5・1 概要	360	16・3・6 市場の適用範囲	425		
14・5・2 種類と構造	360	16・3・7 現状機器仕様	426		
14・5・3 性能と特性	361	第17章 圧縮機・冷凍空調装置の性能試験と計測機器			
14・5・4 選定・使用上の注意	361	17・1 圧縮機および冷凍空調装置の性能試験	[長友繁美] 427		
14・6 氷蓄熱装置	[山畑 敦] 364	17・1・1 性能測定の基本	427		
14・6・1 概要	364	17・1・2 試験規格	427		
14・6・2 原理と種類・構造	364				
14・6・3 性能と特性	369				

●目次

17・1・3	評価のための試験装置	428	18・6	ブライン配管	475			
17・1・4	圧縮機の性能試験	428	18・6・1	ブライン冷凍装置の現状	475			
17・1・5	コンデンシングユニットの性能試験	431	18・6・2	ブライン配管の設計と施工	476			
17・1・6	一般冷凍装置の性能試験	432	18・7	水配管	[三浦邦夫] 477			
17・1・7	空調装置の性能試験	433	18・7・1	水配管システムの分類	477			
17・2	計測機器	[榎本寿彦] 436	18・7・2	水配管の摩擦損失線図と管径決定法	478			
17・2・1	測定	436	18・7・3	膨張水槽と加圧方法	480			
17・2・2	温度	437	18・7・4	ポンプの揚程と選定図表	482			
17・2・3	圧力	439	18・7・5	ポンプ-配管系の運転特性	484			
17・2・4	湿度	440	18・7・6	配管材料と施工法	485			
17・2・5	濃度	442	18・8	蒸気配管	[石沢敏彦] 487			
17・2・6	流量および流速	444	18・8・1	概要	487			
第18章 設備施工						18・8・2	蒸気配管系の管径決定	487
18・1	機械室の構成と機器配置	[菊池知由] 449	18・8・3	付属機器	489			
18・1・1	機械室の設置	449	18・8・4	蒸気配管の施工法	491			
18・1・2	機器配置	449	18・9	ダクト	492			
18・1・3	設備の安全	449	18・9・1	概要	492			
18・2	基礎と据付け	450	18・9・2	動圧と静圧	492			
18・2・1	基礎の種類	450	18・9・3	ダクトの抵抗	494			
18・2・2	コンクリート基礎	450	18・9・4	ダクトの設計法	495			
18・2・3	防振基礎	453	18・9・5	ダクトの施工法	499			
18・2・4	機械の据付け一般	455	18・9・6	室内空気分布	501			
18・2・5	遠心冷凍機・スクリーウ冷凍機の据付け	456	18・9・7	吹出し口	502			
18・2・6	冷却塔の据付け	456	18・9・8	吸込み口	504			
18・2・7	ポンプの据付け	456	18・10	燃料供給設備	505			
18・3	管路の設計	[石沢敏彦] 456	18・10・1	都市ガス	[灰野和成] 505			
18・3・1	概要	456	18・10・2	石油	[斉藤直秀] 509			
18・3・2	管路の設計手順	456	18・10・3	LPG	[清原栄二] 513			
18・3・3	管路の圧力損失	458	18・11	通風装置	[石沢敏彦] 519			
18・4	アンモニア冷媒配管	[赤星信次郎] 458	18・11・1	概要	519			
18・4・1	アンモニア冷凍装置の現状	458	18・11・2	煙突高さに関する法令	520			
18・4・2	アンモニア冷媒配管の設計と施工	459	18・11・3	煙突煙道の設計法	520			
18・4・3	アンモニア充填量の低減法	463	18・12	電気設備	[小川 隆] 522			
18・4・4	アンモニア除害設備	464	18・12・1	電気設備の概要	522			
18・5	フルオロカーボン冷媒配管	464	18・12・2	配電設備の概要	522			
18・5・1	フルオロカーボン冷凍装置の現状	464	18・12・3	電気室の構成	524			
18・5・2	フロン回収破壊法・PRTR法	465	18・12・4	機械室の照明	525			
18・5・3	代替冷媒と冷凍機油	465	18・12・5	電気設備の防爆構造	526			
18・5・4	フルオロカーボン冷媒配管の設計と施工	465	索引	529				