

# 目 次

## 第1章 空気圧技術の特質と基礎事項

1.1 空気圧技術の発達	2	1.4.13 オリフィスを通る亜音速流れと チョーク流れ	15
1.2 空気圧技術の特質	2	1.4.14 空気圧容器への充填と放出	17
1.3 空気圧技術の発展のために	3	1.4.15 管路の圧力損失	25
1.4 基礎理論	4	1.4.16 空気量の表示	27
1.4.1 大気組成と圧力	4	1.5 基礎事項	28
1.4.2 空気圧における圧力表示	5	1.5.1 標準参考空気	28
1.4.3 空気質量	6	1.5.2 音速コンダクタンスと臨界圧力比 による流量特性表示	29
1.4.4 空気の粘性	6	1.5.3 各種流量特性試験方法の特性値の 換算	43
1.4.5 湿り空気	6	1.5.4 空気の質	46
1.4.6 空気の状態式と状態表示	7	1.5.5 シール	47
1.4.7 空気の比熱	8	1.5.6 圧縮機潤滑油	58
1.4.8 空気の状態変化	8	1.5.7 潤滑油	62
1.4.9 連続の法則	12	1.5.8 騒音	69
1.4.10 非圧縮性流体のエネルギー式	12		
1.4.11 圧縮性流体のエネルギー式	13		
1.4.12 臨界圧力	14		

## 第2章 空気圧用語及び図記号 (付電気用図記号)

2.1 空気圧及び油圧用語	80	2.7.1 一般	165
2.1.1 基本用語	80	2.7.2 真空発生器	167
2.1.2 ポンプ、モータ及び空気圧縮機に 関する用語	98	2.7.3 吸着機器	170
2.1.3 シリンダに関する用語	101	2.7.4 その他	172
2.1.4 弁、バルブに関する用語	108	2.8 空気圧用図記号	173
2.1.5 制御及び回路に関する用語	121	2.8.1 基本図記号	173
2.1.6 アクセサリーに関する用語	123	2.8.2 図記号の組合せ見本	182
2.2 空気圧シリンダ磁気近接スイッチ用語	138	2.8.3 空気圧機器図記号の用例	183
2.3 産業用ショックアブソーバ用語	141	2.8.4 計装用記号	199
2.4 空気圧用コンタミネーション用語	147	2.8.5 油圧ショックアブソーバ図記号	200
2.5 エアドライヤ用語	150	2.9 電気用図記号	202
2.6 空気圧-圧力スイッチ(センサ)用語	162	2.9.1 図記号要素	202
2.6.1 基本	162	2.9.2 基礎受動部品	203
2.6.2 性能・特性	163	2.9.3 半導体及び電子管	203
2.7 空気圧-吸着搬送用真空システム及び 機器用語	165	2.9.4 電気エネルギーの発生及び変換	204
		2.9.5 開閉装置、制御装置及び保護装置	205
		2.9.6 計器、ランプ及び信号装置	207

## 第3章 機器と要素

3.1 空気圧源	210	3.5 流量制御弁	268
3.1.1 空気圧縮機とその周辺機器	210	3.5.1 絞り弁	268
3.1.2 レシーバ及びサージタンク	216	3.5.2 速度制御弁	268
3.2 調質機器	216	3.5.3 排気絞り弁	271
3.2.1 エアドライヤ	216	3.5.4 急速排気弁	271
3.2.2 空気圧フィルタ	219	3.6 比例制御弁	272
3.2.3 ルブリケータ	225	3.6.1 比例制御弁の制御機構	272
3.2.4 ユニット及び関連機器	228	3.6.2 比例制御弁の特性	276
3.3 制御弁	230	3.6.3 比例制御弁の用途例	278
3.3.1 圧力制御弁	230	3.7 空気圧サーボ弁 (ポジションナ付シリンダ)	280
3.4 方向制御弁	237	3.7.1 構造及び動作説明	280
3.4.1 操作方式による分類	237	3.7.2 仕様及び特性	281
3.4.2 弁構造による分類	239	3.8 アクチュエータ	281
3.4.3 シール方式による分類	240	3.8.1 空気圧シリンダ	281
3.4.4 ポート数による分類	241	3.8.2 揺動形アクチュエータ	297
3.4.5 配管ポートの位置による分類	241	3.8.3 エアモータ	302
3.4.6 電磁弁への電気結線方法	242	3.8.4 シリンダ用スイッチ	305
3.4.7 ソレノイド	243	3.9 その他の要素機器	314
3.4.8 2ポート電磁弁	247	3.9.1 油空圧複合機器	314
3.4.9 3ポート電磁弁	248	3.9.2 緩衝器(ショックアブソーバ)	319
3.4.10 4・5ポート電磁弁	249	3.9.3 消音器、排気用オイルミストフイ ルタ	323
3.4.11 マニホールド	251	3.9.4 全空気圧制御機器	327
3.4.12 選定上の基準と注意事項	254	3.9.5 圧力表示器(圧力計)	330
3.4.13 ISO規格対応電磁弁	255	3.9.6 圧力スイッチ(センサ)	330
3.4.14 電磁弁の特性	255	3.9.7 真空システム機器	333
3.4.15 手動弁、ベダル(足踏弁)	259	3.9.8 グリッパ(ハンド)	338
3.4.16 機械操作弁	260	3.9.9 配管	344
3.4.17 空気圧操作弁	261	3.9.10 管継手	348
3.4.18 その他の方向制御弁	261	3.9.11 特殊環境用機器	355
3.4.19 シリアル伝送機器	264		

## 第4章 空気圧回路

4.1 基本回路	366	4.2.1 空気圧シリンダ駆動の電気制御回 路	379
4.1.1 供給・排気回路	366	4.3 応用回路	383
4.1.2 駆動回路	367	4.3.1 増圧回路	383
4.1.2 速度制御回路	370	4.3.2 衝撃回路	383
4.1.3 力・トルクの制御	372	4.3.3 同期回路	385
4.1.4 位置・角度制御 (中間停止制御)	375	4.3.4 テンション回路	385
4.1.5 論理回路	376	4.3.5 バランス回路	387
4.2 電気空気圧制御回路	379	4.3.6 クッション回路	388

4.3.7	省エネルギー回路	389	4.3.9	飛出し防止回路	391
4.3.8	発振回路	390	4.3.10	真空制御回路	392

## 第5章 空気圧システム設計

5.1	仕様の把握	396		作動	407
5.2	アクチュエータの選定	401	5.5.4	空気圧モータサイズ	407
5.3	回路圧力の決定	404	5.5.5	配管サイズの決定手順	408
5.4	サイクルタイムの決定	405	5.6	制御方式の決定	408
5.5	機器及び配管サイズの決定	406	5.7	空気圧回路の設計	409
5.5.1	アクチュエータサイズ	406	5.8	圧縮空気清浄度レベルの決定	410
5.5.2	定常速度	407	5.9	空気圧源の設計	410
5.5.3	往復動アクチュエータの				

## 第6章 計算式と例題

6.1	空気量	414		定常(平衡)速度	435
6.1.1	空気量と実際の体積	414	6.7.2	メータアウト制御シリンダの 作動時間	436
6.1.2	空気の質量と密度	415	6.7.3	メータアウト制御シリンダ 作動時間の配管補正	437
6.2	空気の状態変化	415	6.7.4	単動シリンダの速度と 作動時間	438
6.2.1	ボイル・シャルルの法則	415	6.8	空気圧シリンダの エアクッション	439
6.2.2	代表的な状態変化	416	6.8.1	吸入エネルギー	439
6.3	空気の流速	418	6.8.2	エアクッション可能な負荷の 速度とクッション時間	440
6.3.1	配管の流速	418	6.9	アクチュエータの空気消費量	442
6.3.2	エアブローノズル出口流速	418	6.9.1	空気圧シリンダ	442
6.4	空気の流量	419	6.9.2	揺動形アクチュエータ	442
6.4.1	流量係数の換算	419	6.9.3	エアモータ	443
6.4.2	機器の流量	420	6.10	サージタンク	443
6.4.3	配管の流量	421	6.10.1	充填時間	443
6.4.4	空気圧配管の管摩擦係数	422	6.10.2	放出時間	444
6.4.5	音速コンダクタンス・臨界圧力比 の合成	423	6.10.3	タンク容積	445
6.5	空気圧の仕事	426	6.10.4	容積(往復)式圧縮機の圧力脈動 吸入タンク	445
6.5.1	仕事	426	6.11	ピストンロッド	446
6.5.2	1サイクルの動力	427	6.11.1	ピストンロッド許容横荷重	446
6.5.3	空気ばねの緩衝エネルギー	429	6.11.2	横荷重によるピストンロッドの たわみ	447
6.5.4	空気ばねのばね定数	430	6.11.3	ピストンロッドの座屈荷重	447
6.5.5	エクセルギー	431	6.12	負荷の運動による シリンダ負荷変化	449
6.6	空気圧アクチュエータの 出力と負荷	432			
6.6.1	理論出力	432			
6.6.2	静圧出力	433			
6.6.3	動出力(動特性)	433			
6.7	空気圧シリンダの速度	435			
6.7.1	メータアウト制御シリンダの				

6.12.1 傾斜して動く負荷	449	6.13.1 回路中のドレン	450
6.12.2 揺動負荷	449	6.13.2 エアブロー中のドレン	452
6.13 ドレン発生量	450		

## 第7章 保安全管理とトラブル対策

7.1 保安全管理	456	7.2.6 速度制御弁	479
7.1.1 保安全管理	456	7.2.7 電磁弁	480
7.1.2 予防保全	460	7.2.8 空気圧シリンダ	482
7.1.3 ドレンの発生原因と対策	462	7.2.9 揺動形アクチュエータ	485
7.1.4 流量不足対策	464	7.2.10 エアモータ	486
7.1.5 凍結対策	466	7.2.11 油空圧複合機器	486
7.1.6 潤滑管理	467	7.2.12 磁気近接スイッチ	487
7.1.7 配管施工	470	7.2.13 真空機器	488
7.2 トラブル対策	473	7.2.14 圧力スイッチ	490
7.2.1 空気圧縮機	473	7.2.15 緩衝器(ショックアブソーバ)	490
7.2.2 冷凍式エアドライヤ	475	7.2.16 グリッパ(ハンド)	492
7.2.3 空気圧フィルタ	476	7.2.17 消音器	492
7.2.4 ルブリケータ	477	7.2.18 ブッシュイン継手	493
7.2.5 圧力制御弁	478		

## 第8章 空気圧に関する法規類及び工業規格

8.1 法規	496	保護等級(IPコード)	516
8.1.1 高圧ガス保安法	496	8.2.9 電気防爆に関する 法規及び規格	520
8.1.2 労働安全衛生法施行令	496	8.3 (一社)日本フルードパワー工業会規格 (空気圧)	520
8.1.3 環境基本法	498	8.3.1 一覧	520
8.2 JIS規格	500	8.3.2 空気圧機器の空気漏れ試験基準	521
8.2.1 空気圧関係JIS一覧	500	8.3.3 空気圧機器及びシステムの汚染管 理指針	524
8.2.2 空気圧システム通則	509	8.3.4 空気圧シリンダの選定及び 使用の指針抜粋	527
8.2.3 空気圧機器の信頼性試験規格	509	8.3.5 空気圧用シールの一般取扱い基準	534
8.2.4 管用テーパねじ	509		
8.2.5 管用平行ねじ	513		
8.2.6 タービン油	515		
8.2.7 電気絶縁熱的耐久性評価及び 呼び方	516		
8.2.8 電気機械器具の外郭による			

## 第9章 空気圧システムの安全確保

9.1 空気圧システムの安全	544	9.1.3 製造物責任法と安全	544
9.1.1 ISOにおける安全の定義	544	9.1.4 災害と責任の所在	545
9.1.2 空気圧機器及びシステムの安全に 関する規格	544	9.2 用語	546
		9.3 PL法での警告表示の意味	547

9.4	製品への表示	548	9.9	安全確保の事例	555
9.5	空気圧機器及びシステムの 安全ガイドブック	548	9.9.1	危険の種類	555
9.6	安全規格制定の経緯/ 国際標準化の背景	550	9.9.2	エネルギー源からの確実な遮断 (残圧対策含む)	556
9.6.1	安全の規格制定の動向	551	9.10	CEマーキング及びRoHS指令	560
9.7	国際安全規格	553	9.11	ブローノズル・機器の騒音・ 安全基準について	561
9.7.1	機械安全ISO 12100	553	9.11.1	新：EU機械指令について	562
9.7.2	空気圧システム通則ISO 4414の 位置付け	554	9.11.2	従来からあるブローノズルの 騒音・安全基準について	562
9.8	JISとISO/IECとの関係	554			

## 第10章 単位と定数

10.1	SI単位	566	10.12	圧力	578
10.2	SIとCGS系及び重力系単位の 対照表	573	10.13	仕事率(工率、動力)	578
10.3	長さ	574	10.14	仕事・エネルギー及び熱量	579
10.4	面積	574	10.15	粘度	579
10.5	体積	574	10.16	動粘度	579
10.6	速度及び角速度	575	10.17	熱伝達係数	580
10.7	流量	575	10.18	熱伝導率	580
10.8	密度	576	10.19	空気に関する物理定数	581
10.9	力	576	10.19.1	気体としての特性値	581
10.10	質量	577	10.19.2	臨界点(気・液共存限界温度) における特性値	581
10.11	トルク	577			

## 第11章 (一社)日本フルードパワー工業会関連事項

11.1	(一社)日本フルードパワー工業会の 変遷、事業、組織及び常設委員会の 事業内容	584	11.3	(一社)日本フルードパワーシステム 学会の紹介	590
11.1.1	(一社)日本フルードパワー工業会 の変遷	584	11.3.1	フルードパワーシステム学会 とは	590
11.1.2	(一社)日本フルードパワー工業会 の事業	584	11.3.2	事業内容	593
11.1.3	(一社)日本フルードパワー工業会 の組織	585	11.3.3	所在地	594
11.1.4	(一社)日本フルードパワー工業会 の事業内容	586	11.4	主要各国のフルードパワー工業会 名称	594
11.1.5	(一社)日本フルードパワー工業会 主要刊行物	588	11.5	海外関連規格・制定機関	596
11.2	ISO/TC131及びTC118の 経緯	590	11.6	海外関連規格認定・検査機関	597
			11.7	PL(製造物責任)対策	598
			11.8	統計資料	600
			11.9	(一社)日本フルードパワー工業会会員 生産・販売品目一覧	602