

目 次

第 I 編 油圧回路設計の基本

第 1 章 油圧の概要	3
1-1 機械装置における油圧の役割	3
1-2 油圧回路の内容	3
1-3 油圧制御装置	4
図 1-1 ポンプユニット	4
図 1-2 油圧ユニット	5
図 1-3 ユニット・バルブスタンド	5
図 1-4 分離取付法	6
1-4 油圧作動油の役割	6
1-5 保守管理のあり方	7
第 2 章 油圧技術の利点・欠点	8
2-1 油圧の原理上からの利点	8
2-2 制御性からの利点	8
2-3 操作性からの利点	8
2-4 構造上の利点	9
2-5 保守管理上の利点	9
2-6 油圧の欠点	10
第 3 章 油圧回路記号とその意味	11
図 1-5 油圧・空気圧機器 J I S 記号早見一覧表	12
図 1-6 記号表示の例	14
表 1-1 記号表示の基本	15
表 1-2 制御方式の基本	16
表 1-3-(1) 圧力制御弁	18
表 1-3-(2) 流量制御弁	20
表 1-3-(3) 方行制御弁	21
表 1-4 ポンプおよびモータ	24
表 1-5 シリンダ	25
表 1-6 付属機器	26

第 II 編 油圧回路設計に必要な要素

第 1 章 油圧回路設計に必要な要素	31
図 2-1 回路設計に必要な要素と順序	32

第 2 章 油圧回路の区分	37
図 2-2 回路の区分法	37
図 2-3 回路区分例	38
第 3 章 アクチュエータの種類と荷重条件の決定	39
3-1 全回路のアクチュエータの種類と数量の決定	40
表 2-1 アクチュエータ作動条件と種類の決定	40
図 2-4 アクチュエータの種類	41
3-2 荷重条件の決め方	41
図 2-5 負荷の基本形	42
表 2-2 荷重の条件	43
表 2-3 速度条件	44
第 4 章 アクチュエータの速度条件の決定	45
表 2-4 全アクチュエータをまとめた表	46
第 5 章 シーケンスチャートの作成法	47
5-1 個々のアクチュエータのサイクル図	47
図 2-6 シリンダの例	47
図 2-7 アクチュエータが動き出す時点の負荷, 圧力, 流量の変化	47
図 2-8 代表的なシリンダ応用の負荷サイクル	48
表 2-5	48
図 2-9 油圧モータにおける損失	48
図 2-10 油圧モータの代表的なトルク線図	49
図 2-11 プレス機械の例	49
図 2-12 ロータリー式圧縮成形機の例	50
5-2 複数個のアクチュエータを用いたシーケンスチャート	51
図 2-13 シーケンスチャート	51

第Ⅲ編 油圧回路の設計法

第 1 章 油圧制御回路の設計	55
1-1 油圧回路の構成	55
図 3-1 油圧回路の構成と設計順序	55
1-2 油圧回路図の書き方	57
図 3-2 専用工作機械の回路図例	58
図 3-3 専用工作機械の回路図例	60
1-3 アクチュエータの制御方式の選択	61
表 3-1 流量制御の制御方式	61

第2章	アクチュエータ制御回路の設計	62
表3-2	油圧基本回路設計順序	62
2-1	制御弁制御方式によるアクチュエータ回路設計	63
図3-4	アクチュエータ制御回路の基本	64
2-2	流量制御回路の設計	65
図3-5	荷重方向と制御方式	65
表3-3	制御弁による制御方式の流量制御の基本形	66
2-2-1	速度変化の条件と制御方式の選択	67
図3-6	シリンダのストローク間の速度変化	67
表3-4	制御弁による制御方式(シリンダ)	67
表3-5	加速減速の方法	68
2-2-2	シリンダストローク間の速度が一定の場合	69
図3-7	流量制御弁による基本回路	69
図3-8	実用回路例および説明	70
2-2-3	シリンダストローク間で速度が変わる場合	73
図3-9	実用回路例	73
図3-10	実用回路例	76
2-2-4	流量制御弁の選択	77
表3-6	流量制御の必要精度と使用機器	77
表3-7	流量調整弁使用時の回路上の考慮	77
2-2-5	流量調整弁のジャンピング防止回路	78
表3-8	速度制御の形とジャンピング防止回路	79
図3-11	ジャンピング防止回路例	80
2-2-6	カウンタバランス弁を用いた速度制御回路	81
図3-12	実用回路例	81
図3-13	垂直荷重と減速回路	82
図3-14	負荷の自走防止のための減速回路	82
2-3	圧力制御回路	82
2-3-1	圧力制御の方法の選択	82
表3-9	アクチュエータ制御のための圧力制御	83
2-3-2	リリーフ弁を用いた圧力制御回路	84
図3-15	実用回路例	84
2-3-3	減圧弁を用いた圧力制御回路	86
2-3-4	減圧弁による圧力制御の基本回路	86
図3-16	減圧弁を用いた圧力制御の基本方法	86
2-3-5	実用回路例	87
図3-17	実用回路例	87
2-4	方向制御回路	90
表3-10	方向制御の方法	90
2-4-1	制御弁による制御方法	90
表3-11	方向制御の基本	90
表3-12	3位置制御弁使用時の中立時の形と選び方	91
図3-18	実用回路例	92

2-5	シーケンス弁によるシーケンス制御	94
図3-19	シーケンス弁を用いた圧力制御回路	94
2-6	圧力保持回路	96
2-6-1	停止状態保持回路の基本	96
2-6-2	自由落下防止回路	96
図3-20	停止状態保持回路の基本	97
図3-21	自由落下防止の基本	98
図3-22	圧力保持回路実例	99
図3-23	落下防止回路実例	100
2-6-3	圧力バランス保持回路	101
図3-24	実用回路例	101
2-7	アクチュエータ同期作動回路	102
表3-13	同期方式と特長	102
表3-14	同期制御の分類	103
表3-15	同期制御と回路条件	103
表3-16	方式の違いによる同調性能の比較	104
2-7-1	一般の同期制御回路	105
図3-25	実用回路例	105
図3-26	実用回路例	106
図3-27	実用回路例	109
図3-28	分流弁を用いた同期回路	111
2-7-2	電気-油圧サーボ弁を用いた回路	112
図3-29	フィードバック制御方式	112
図3-30	独立ポンプ補正方式	113
図3-31	ブリードオフ方式	113
2-8	フィードバック制御回路	114
図3-32	電気-油圧サーボ弁を用いた機構	114
2-8-1	位置制御	114
2-8-2	速度制御	115
2-8-3	圧力制御	116
図3-33	実用回路例	116
2-8-4	電気-油圧サーボ弁使用回路採用上の注意	117
図3-34	実用回路例	117
2-9	電気制御弁による制御回路	120
2-9-1	使用例	120
図3-35	基本回路例	120
図3-36	実用回路図	122
図3-37	実用回路図	122
2-10	油圧モータ回路	127
図3-38	基本回路例	128
図3-39	基本回路例	128
2-11	アクチュエータ制御回路設計上の参考回路図	130
図3-40	回路図	130

第 3 章 各ブロック毎の制御回路	135
表 3-17 各ブロック毎の制御回路	135
図 3-41 スプール操作形式	136
第 4 章 動力発生回路の設計	137
4-1 制御方式の決定	137
表 3-18 動力発生回路	137
4-2 無負荷回路の設計	137
図 3-42 切換弁を用いた無負荷回路	138
図 3-43 圧力制御弁を用いた無負荷	139
4-3 ポンプ制御の回路実用例	140
図 3-44 実用回路例	140
4-4 圧力制御の回路実用例	142
図 3-45 実用回路例	142
4-5 予備ポンプ回路	144
図 3-46 補助ポンプ付回路	144
第 5 章 ポンプ制御方式	146
5-1 基本構成	146
表 3-19 開回路と閉回路の比較	146
図 3-47 回路図	147
5-2 開回路の実用例	150
図 3-48 回路図	150
5-3 閉回路の実用例	150
図 3-49 回路図	150
5-4 電気-油圧サーボ弁を用いた閉回路の実用例	151
図 3-50 回路図	151
第 6 章 作動油制御回路の設計	156
表 3-20 作動油制御回路	156
6-1 油温制御回路	157
図 3-51 基本回路	157
図 3-52 実用回路例	158
6-2 作動油再生装置	159
図 3-53 実用回路例	159
6-3 作動油制御システム	160
図 3-54 実用回路例	160
第 7 章 修正回路設計	161
7-1 回路修正順序	161
表 3-21 回路修正順序	161
7-2 フィルタを用いた回路設計	161
7-2-1 フィルタを用いた回路設計の基準	162

図 3-55	フィルタ回路の基本	162
7-2-2	ラインフィルタを必要とする場合	162
図 3-56	吸込み側フィルタの使い方	163
図 3-57	ラインフィルタ	164
図 3-58	作動油濾過フィルタ	165
図 3-59	実用回路例	166
7-3	アキウムレータ回路図	167
7-3-1	形式と特長	167
表 3-22	アキウムレータ	167
7-3-2	脈動・衝撃波吸収回路	168
図 3-60	回路図	168
7-3-3	アキウムレータの使い方	169
図 3-61	実用回路例	169
7-3-4	経済性回路	170
図 3-62	アクチュエータ休止時の諸特性	170
7-3-5	実用回路例	171
図 3-63	回路図	171
7-4	安全回路	173
7-4-1	油圧装置としての安全(表 3-23)	173
7-4-2	油圧回路設計時の安全対策	174
表 3-24	安全回路を設ける必要のある状態	174
図 3-64	実用回路例	175
図 3-65	ショック防止	176
図 3-66	予測出来る危険防止	178
7-4-3	正常条件に達しない状態での作動に対する危険防止	179
7-4-4	誤動作危険防止回路	179
図 3-67	実用回路例	180
7-4-5	安全を考慮した実用回路例	181
図 3-68	実用回路例	181
7-5	ショック防止回路	183
7-5-1	シリンダ側に影響する油圧的ショック	183
図 3-69	ショック発生条件	184
図 3-70	切換弁によるショック防止	186
図 3-71	回路上からのショック防止	187
7-5-2	回路内の圧抜き時のショック	188
図 3-72	回路内の圧抜き時に発生するショック	189
図 3-73	圧抜き回路例	190
図 3-74	実用回路例	192
7-6	保守管理を考慮した回路設計	197
7-6-1	フラッシングを考慮した回路	197
図 3-75	フラッシングを考慮した回路	197
7-6-2	機器の点検を考慮した回路	198
図 3-76	機器の点検を考慮した回路	198

7-6-3 作動油の点検を考慮した回路	199
図3-77 作動油の点検を考慮した回路	199
7-6-4 機器の分解点検, 交換を考慮した回路	200
図3-78 分解点検を考慮した回路	200
表3-25 取付方法と点検上の注意点	201
表3-26 配管の種類と故障発見のポイント	201
表3-27 故障部分とその原因	202
表3-28 使用条件の過酷な状態	203

第Ⅳ編 油圧回路の計算法

第1章 回路計算に必要な要素	207
表4-1 アクチュエータの条件	207
表4-2 装置に関連する条件	207
1-1 計算を必要とする項目と順序	208
表4-3 計算すべき項目	208
図4-1 回路計算の順序	209
1-2 回路計算に必要な資料	210
図4-2 粘性係数と動粘度計算図表	211
図4-3 周速度計算図表	212
図4-4 空気溜容積と圧縮機容量から圧縮機の負荷運転時間を求める	213
図4-5 シリンダ動作時の自由空気流量	214
図4-6 無次元表示	216
第2章 油圧シリンダの機能計算	217
2-1 シリンダの作用圧力	217
図4-7 シリンダ作用圧力と出力計算図表	218
図4-8 シリンダ機能	218
2-2 シリンダ必要流量の計算	219
2-3 シリンダ全ストローク時間	219
図4-9 シリンダ機能(速度)計算図表	220
第3章 油圧モータ機能計算	221
3-1 実際のトルク	221
3-2 実際の回転数	221
3-3 実際の出力	221
3-4 加度速度	221
3-5 停止までの最少回転数	222
3-6 容積効率	222
3-7 トルク効率	222
3-8 全効率	222

図 4-1 0	トルク計算図表	223
図 4-1 1	流量, 回転数計算図表	224
図 4-1 2	機械動力計算図表	225
図 4-1 3	油圧モータの回転速度計算図表	226
図 4-1 4	油圧動力計算図表	227
第 4 章	停止位置保持時間	228
4-1	計算を必要とする場合	228
4-2	計算上の考え方	228
4-3	スプール型方向制御弁でシリンダを停止する場合の微動作動	228
4-4	チェック弁を用いた回路	229
第 5 章	圧力保持回路の圧力降下量計算	230
5-1	アキウムレータを用いない回路	230
表 4-4	作動油の種類と圧縮率	230
5-2	アキウムレータを用いた回路	231
第 6 章	油圧配管の圧力損失	232
6-1	全配管圧力損失	232
6-2	直線円管の圧力損失	232
図 4-1 5	管内流速計算図表	234
図 4-1 6	流速から管摩擦係数計算図表	235
図 4-1 7	管内流速管摩擦係数計算図表	236
図 4-1 8	管内圧力損失計算図表	237
図 4-1 9	管内圧力損失計算図表	239
6-3	曲線円管部分	240
6-4	分岐円管部分	240
6-5	入口縮流部分	240
6-6	経違い管部分	240
表 4-5	曲線円管部圧力損失	241
表 4-6	分岐管の損失抵抗	242
表 4-7	入口縮流部分圧力損失	242
表 4-8	経違い管部分の損失抵抗	243
図 4-2 0	エルボ・チーズ・分岐管・出口の圧力損失計算図表	244
図 4-2 1	拡がり管・屈折管・入口の圧力損失計算図表	245
図 4-2 2	急拡大管・急縮少管による抵抗圧力損失計算図表	246
第 7 章	油圧回路の効率と圧力制御弁の設定圧力	247
7-1	回路の圧力損失	247
7-2	圧力制御弁の設定圧力の決定	247
図 4-2 3	基本回路図例	248
図 4-2 4	圧力制御弁の設定圧力決定	249

第 8 章	ポンプ容量の決定	250
8-1	ポンプの必要常用圧力	250
8-2	ポンプの必要吐出量	250
8-3	油圧ポンプの機能計算式	250
第 9 章	油圧回路の効率計算	252
9-1	回路の効率	252
9-2	全効率	252
第 10 章	電動機容量の決定	253
第 11 章	タンク容量の決定	254
11-1	タンク容量の決定	254
図 4-25	油圧装置の発熱量	254
図 4-26	放熱面積と油温	254
11-2	タンク構造上からの決定	255
11-3	ポンプ吐出量からの決定	255
11-4	タンク容量決定上の注意	255
図 4-27	ポンプ吐出量に対するタンク容量	256
第 12 章	油圧回路の油温上昇計算	257
12-1	回路の発生熱量	257
12-2	タンク表面からの放熱量	257
12-3	油温上昇計算	258
図 4-28	計算図表	259
第 13 章	応答性と作動油の圧縮性	260
13-1	作動油自身の圧縮性	260
13-2	作動油中に気泡を含んでいる場合の圧縮量	260
13-3	計算上の注意	260
図 4-29	計算図表	261
図 4-30	気泡のある油の体積弾性率計算図表	262
表 4-9	作動油の種類と溶解空気量	262
第 14 章	変速・停止時の衝撃計算	264
14-1	慣性力による衝撃計算	264
図 4-31	荷重方向	264
14-2	油撃	265
14-3	圧抜き回路の圧抜きに要する油量	266
第 15 章	冷却器の容量計算	267
15-1	クーラの選定	267
15-2	計算例	268

第 16 章	アキウムレータ容量計算	271
16-1	衝撃吸収	271
16-2	ポンプ脈動吸収	272
第 17 章	粘度単位の換算	273
17-1	動粘度 (Cst) への換算	273
図 4-3 2	粘度換算表	274
図 4-3 3	温度換算表	274
表 4-1 0	作動油の種類と比重	277
表 4-1 1	石油系作動油の温度・圧力による比重	277
図 4-3 4	作動油の油温と比重換算図表	278
図 4-3 5	比重換算表	279
表 4-1 2	作動油の種類と β 、K の値	280

第 V 編 油圧機器および要素機器

第 1 章	油圧ポンプ	285
1-1	使用目的	285
1-2	種類と適正使用	285
図 5-1	ポンプの構造図	285
表 5-1	油圧ポンプの種類	288
表 5-2	ポンプの特性比較表	289
表 5-3	使用上からの選択方法	290
表 5-4	ポンプの特長と性能	291
表 5-5	種類と適正使用	292
表 5-6	ポンプ種類と使用上の特性	292
図 5-2	アキシアルピストンポンプ	293
図 5-3	ねじポンプ	294
1-3	回路設計上の注意事項	296
図 5-4	回路設計上の注意	397
第 2 章	方向制御弁	298
2-1	方向制御弁	298
図 5-5	切換弁の構造	298
表 5-7	方向制御弁の種類	300
表 5-8	ポートおよび切換え位置の数による種類	300
表 5-9	操作上の分類	301
表 5-1 0	方向制御弁の種類	302
表 5-1 1	中立位置のポート形状と適用	303
表 5-1 2	使用上から見た選択方法	304

2-1-3	回路設計に必要な資料	307
図 5-6	$\frac{3}{8}$ 電磁切換弁圧力降下特性	307
表 5-13	切換弁の漏れ量	308
図 5-7	電磁弁のパイロット圧と切換時間の関係	308
表 5-14	交流ソレノイドの吸引力	309
表 5-15	標準ソレノイド電源電熱	309
表 5-16	口径 $\frac{3}{8}$ 電磁切換時間	309
図 5-8	電磁弁の過渡特性	310
2-1-4	回路設計上の注意事項	311
表 5-17	切換弁の種類と使用例	312
2-2	デセラレーション弁(減速弁)	313
2-2-1	種類と適正使用	313
図 5-9	逆止弁付減速弁	314
2-2-2	回路設計に必要な資料	315
表 5-18	使用上から見た選定方法	315
図 5-10	弁の流量特性	316
2-2-3	回路設計上の注意事項	317
第 3 章	圧力制御弁	318
3-1	リリーフ弁(含安全弁)	318
3-1-1	使用目的	318
表 5-19	圧力制御弁の種類	318
3-1-2	種類と適正使用	319
図 5-11	構造図	319
表 5-20	リリーフ弁の種類と特性	320
表 5-21	選定方法	320
表 5-22	ローベント形とハイベント形の比較	321
3-1-3	回路設計に必要な資料	321
図 5-12	リリーフ弁の特性	321
図 5-13	リリーフ弁のオーバーライド特性比較	323
表 5-23	流速音	324
表 5-24	圧力調整弁の安定性	324
図 5-14	流量特性	324
図 5-15	圧力平衡形リリーフ弁の流量	325
図 5-16	リリーフ弁の使用例	326
3-1-4	回路設計上の注意事項	327
3-2	減圧弁	327
3-2-1	使用目的	327
3-2-2	種類と適正使用	327
図 5-17	逆止弁付減圧弁	328
表 5-25	選択方法	328
3-2-3	回路設計に必要な資料	329
表 5-26	減圧弁のドレーン量	329

図 5-18 減圧弁の圧力	329
3-2-4 回路設計上の注意事項	330
3-3 シーケンス弁, カウンタバランス弁, アンロード弁	331
3-3-1 使用目的	331
図 5-19 圧力制御弁の使用回路例	332
3-3-2 種類と適正使用	333
表 5-27 シーケンス弁の種類と特性	333
図 5-20 圧力制御弁の構造図	333
3-3-3 回路設計に必要な資料	335
図 5-21 直動形シーケンス弁の圧力	335
図 5-22 圧力平衡形シーケンス弁の圧力	335
3-3-4 回路設計上の注意事項	336
3-4 アンローディングリリーフ弁	336
3-4-1 使用例	337
図 5-23 アンロード弁使用回路例	337
3-4-2 種類と適正使用	338
図 5-24 アンローディングリリーフ弁	338
表 5-28 アンロード弁の実用性	338
3-4-3 回路設計に必要な資料	339
図 5-25 アンローディングリリーフ弁の特性	339
3-4-4 回路設計上の注意事項	340
第 4 章 流量制御弁	341
4-1 使用目的	341
4-2 種類と適正使用	341
表 5-29 流量制御弁の種類	341
図 5-26 逆止め弁付絞り弁	342
図 5-27 逆止め弁付流量調整弁	342
表 5-30 流量制御弁の実用性	343
図 5-28 流量制御弁の使用回路例	343
4-3 回路設計に必要な資料	344
図 5-29 流量調整弁の圧力	344
表 5-31 流量調整弁の最少所要圧力差	344
図 5-30 流量調整弁の特性	344
図 5-31 絞り弁の圧力	345
4-4 回路設計上の注意事項	346
第 5 章 逆止め弁	347
5-1 使用目的	347
5-2 種類と適正使用	347
表 5-32 逆止め弁の種類	347
表 5-33 取付け上の分類	348
5-2-1 インライン形	348
5-2-2 パイロット操作形	348

図5-32	インライン・アングル形逆止め弁	349
図5-33	パイロット操作形逆止め弁	349
表5-34	使用上からみた選択方法	350
5-2-3	回路設計に必要な資料	351
表5-35	クラッキング圧力とレシーティング圧力	351
図5-34	アングル逆止め弁の圧力降下	351
図5-35	パイロット操作逆止め弁	352
図5-36	パイロット操作逆止め弁の自由流れ圧力降下特性	352
5-2-4	回路設計上の注意事項	354
図5-37	パイロット操作チェック弁の回路例	355
第6章	分流弁	356
図5-38	分流弁の構造	356
表5-36	分流弁の種類と実用性	356
表5-37	使用上からの選択方法	357
6-1	回路設計に必要な資料	358
6-2	設計上の注意事項	359
第7章	油圧シリンダ	360
7-1	使用目的	360
7-2	種類と適正使用	360
表5-38	油圧シリンダの種類	360
図5-39	シリンダの作動による分類	361
図5-40	油圧シリンダ構造図	361
図5-41	シリンダの取付方法	362
表5-10	シリンダの実用性	363
7-3	回路設計に必要な資料	364
図5-42	シリンダの許容漏れ量	364
図5-43	ピストンリングの漏れ	365
図5-44	クッションの作動原理	365
図5-45	シリンダの座屈による取付条件の分類	366
7-4	電気-油圧サーボ弁	367
図5-46	1段形サーボ弁	368
図5-47	圧力制御サーボ弁	368
図5-48	圧力制御サーボ弁のブロック線図	368
図5-49	ノズル部分の構造	369
図5-50	増幅部が噴射管方式	369
図5-51	3段形サーボ弁	370
図5-52	油研工業製品データ	372
図5-53	無負荷流量特性	373
図5-54	周波数特性	374
7-5	設計上の注意事項	377

第 8 章	揺動モータ	378
8-1	種類と特長	378
8-2	使用上の注意事項	378
図 5-55	揺動モータ特性	378
第 9 章	油圧モータ	380
9-1	使用目的	380
9-2	種類と適正使用	380
表 5-41	油圧的に使用される油圧モータの分類	380
表 5-42	モータ種類と実用性	381
表 5-43	使用上からみた選定方法	382
9-3	回路設計に必要な資料	383
図 5-56	ロールベーンモータの性能特性	383
図 5-57	歯車モータ特性	384
図 5-58	ブランジャモータ特性	385
図 5-59	ベーンモータ特性	386
9-4	回路設計上の注意事項	386
第 10 章	電気-油圧制御弁	387
10-1	電気制御式油圧弁	387
10-1-1	使用目的	387
10-1-2	種類と特長	387
10-1-3	比例式制御弁使用上の留意点	388
10-1-4	主なるメーカーの比例制御弁	389
表 5-44	使用上からみた選定基準	389
図 5-60	Y社の性能及び外観	390
図 5-61	Y社の性能及び外観	390
図 5-62	Y社の性能及び外観	390
図 5-63	T社の性能及び外観	393
図 5-64	T社の性能及び外観	393
図 5-65	M社の性能及び外観	396
図 5-66	W社の性能及び外観	397
図 5-67	F社の性能及び外観	398
第 11 章	アキウムレータ(蓄圧器)	399
11-1	使用目的	399
11-2	種類及び適正使用	399
図 5-68	アキウムレータ構造図	400
表 5-45	種類と特長	401
表 5-46	構造上による特長	402
表 5-47	アキウムレータの最大動圧力と最大容量	402
表 5-48	市販アキウムレータ容量	402
11-3	設計上の注意事項	403

第 1 2 章	油冷却器（オイルクーラ）	404
1 2 - 1	使用目的	404
1 2 - 2	種類及び適正使用	404
表 5 - 4 9	種類と特長	405
表 5 - 5 0	使用上からみた選定方法	405
図 5 - 6 9	クーラ構造図	406
1 2 - 3	選択および使用上の注意	407
1 2 - 4	容量の決定	407
第 1 3 章	加熱器（ヒータ）	408
1 3 - 1	使用目的	408
1 3 - 2	種類と適正使用	408
表 5 - 5 1	種類と実用性	408
表 5 - 5 2	使用上からみた選定方法	409
表 5 - 5 3	形式と容量	409
1 3 - 3	設計上の注意事項	410
第 1 4 章	油圧フィルタ	411
1 4 - 1	取付場所の種類	411
図 5 - 7 0	フィルタの構造図	411
表 5 - 5 4	フィルタの種類と実用性	413
1 4 - 2	エレメントの種類	414
表 5 - 5 5	濾材の種類と実用性	414
表 5 - 5 6	濾材の種類と特性	415
1 4 - 3	回路設計に必要な資料	416
表 5 - 5 7	フィルタの口径と流量-圧力降下	416
図 5 - 7 1	μ とメッシュの対照	417
図 5 - 7 2	流量と濾過抵抗の特性例	417
図 5 - 7 3	各濾過度の粘度	418
図 5 - 7 4	流量-圧力低下	418
1 4 - 4	フィルタ選択上の注意事項	419
第 1 5 章	計器類	420
1 5 - 1	油温計	420
1 5 - 1 - 1	使用目的	420
1 5 - 1 - 2	種類と適正使用	420
図 5 - 7 5	温度計の構造	420
表 5 - 5 8	種類と温度範囲	421
表 5 - 5 9	種類と特長	422
1 5 - 1 - 3	設計上の注意事項	422
1 5 - 2	圧力計	423
1 5 - 2 - 1	使用目的	423
1 5 - 2 - 2	種類と適正使用	423

図 5-76	ブルドン管式圧力計	424
表 5-60	形式, 精度による分類	425
表 5-61	種類と実用性	426
15-2-3	選択および使用上の注意	426
15-3	油面計	427
15-3-1	使用目的	427
15-3-2	種類と適正使用	427
図 5-77	構造図	428
表 5-62	種類と適用	429
表 5-63	種類と実用性	429
15-3-3	選択および使用上の注意	430
15-4	サーモスタット	430
15-4-1	使用目的	430
15-4-2	種類と適正使用	430
表 5-64	種類と実用性	430
15-5	圧カスイッチ	431
15-5-1	使用目的	431
15-5-2	種類と適正使用	431
図 5-78	ピストン式圧カスイッチ	431
表 5-65	種類と実用性	432
表 5-66	種類と適正使用	432
15-5-3	選択および使用上の注意	432
第 16 章	通気孔 (エアブリーザ)	433
16-1	使用目的	433
16-2	種類および適正使用	433
図 5-79	構造図	434
16-3	口径の選定方法	435
表 5-80	市販の容量	435
16-4	回路設計上の注意事項	435
第 17 章	参考資料	436

第Ⅵ編 油圧作動油

第 1 章	作動油の選別法	443
1-1	作動油の種類と特長	443
表 6-1	作動油の種類と特長	443
1-2	作動油の性状	444
表 6-2	作動油の一般性状と実用性	444
表 6-3	実用性状	445

表 6-4	作動油の防錆性試験結果	446
表 6-5	作動油の種類と塗料の耐油性	447
1-3	作動油の選択に必要な項目	448
表 6-6	選択に必要な項目	448
1-4	作動油選択上の留意点	449
図 6-1	粘度，温度図表	449
表 6-7	作動油の種類と一般性状	451
表 6-8	NC 作動油銘柄および性状表	452
表 6-9	作動油の種類と実用上の影響	453
表 6-10	作動油の特性と注意点	455
第 2 章	作動油の使用条件と回路設計上で考慮すべき点	456
2-1	作動油の使用限界を考慮	456
表 6-11	作動油の使用限界	456
表 6-12	工業用油圧装置の許容汚染度	456
表 6-13	水分許容量	456
2-2	使用条件を考慮	457
表 6-14	使用条件と設計上での考慮点	457
2-3	性状を考慮	458
表 6-15	作動油の性状変化による機器の故障	458
2-4	諸現象を考慮	459
表 6-16	装置の異常現象と作動油の原因	459