

目 次

第1章 油圧技術の特質と基礎事項

1.1 油圧技術の発達	2	1.5 スプール弁に働く力	16
1.2 油圧技術の特質	2	1.5.1 流体力	16
1.3 油圧機器の分類	2	1.5.2 流体固着現象	18
1.4 流体の圧力と流れ	3	1.5.3 シルティンク	19
1.4.1 圧力	3	1.6 キャピテーション	19
1.4.2 バスカルの原理	3	1.7 空気混入	20
1.4.3 連続の式	4	1.8 圧力サージ	20
1.4.4 ベルヌーイの式	5	1.9 騒音	21
1.4.5 ハーゲンポアズイユの式	5	1.9.1 基礎事項	21
1.4.6 管路の圧力損失	6	1.9.2 音響インテンシティ法	23
1.4.7 すき間流れ	7	1.9.3 油圧機器の騒音と遮音	23
1.4.8 絞りの流れ	10	1.9.4 油圧ポンプの騒音調査例	24

第2章 油圧・空気圧システム及び機器—用語及び図記号

2.1 油圧・空気圧システム及び機器—用語 (JIS B 0142:2011)	28	e) 制御及び回路に関する用語	69
a) 基本用語	29	f) アクセサリに関する用語	71
1) 一般	29	2.2 油圧・空気圧システム及び機器—図記号及び回路図	84
2) 作動流体	31	第1部：図記号 (JIS B 0125-1:2020)	
3) 流れ・流量	37	(6) 油圧機器の用例	87
4) 圧力	39	6.1 弁、バルブ	87
5) 現象・特性	44	6.1.1 制御機構	87
6) 管路	46	6.1.2 方向制御弁	89
7) その他	47	6.1.3 圧力制御弁	93
b) ポンプ、モータ及び空気圧縮機に関する用語	48	6.1.4 流量制御弁	95
1) ポンプ・空気圧縮機	48	6.1.5 チェック弁及びシャトル弁	97
2) モータ	50	6.1.6 比例方向制御弁	98
3) ポンプ及びモータの特性	52	6.1.7 比例圧力制御弁	100
c) シリンダに関する用語	53	6.1.8 比例流量制御弁	102
d) 弁、バルブに関する用語	58	6.1.9 2ポートスリップインカートリッジ弁	104
1) 制御・操作方式一般	58	6.2 ポンプ及びモータ	112
2) 制御弁	60	6.3 シリンダ	116
3) 弁体の位置	62	6.4 アクセサリ	119
4) 圧力制御弁	64	6.4.1 接続及び結合	119
5) 流量制御弁	65	6.4.2 電気機器	120
6) 方向制御弁	67	6.4.3 計測器及び表示器	121
7) 取付方式	67	6.4.4 フィルタ及びセパレータ	124

6.4.5 熱交換器	126	6.4.7 潤滑箇所	128
6.4.6 エネルギー容器 (アキュムレータ、ガス容器) ...	127	(8) 基本記号	128
		8.1 線	128

第3章 要素機器

3.1 油圧ポンプ	134	3.3.6 積層弁	218
3.1.1 総説	134	3.3.7 ねじ込み式カートリッジ弁	220
3.1.2 ギヤポンプ	136	3.3.8 ロジック弁 (スリップイン カートリッジ弁)	224
3.1.3 ベーンポンプ	142	3.4 その他の機器	226
3.1.4 ねじポンプ	145	3.4.1 アキュムレータ	226
3.1.5 アキシャルピストンポンプ	146	3.4.2 油タンク	231
3.1.6 ラジアルピストンポンプ	168	3.4.3 フィルタ	232
3.1.7 レシプロピストンポンプ	170	3.4.4 熱交換器	234
3.2 アクチュエータ	170	3.4.5 軸継手	235
3.2.1 油圧モータ	170	3.4.6 圧力計	237
3.2.2 油圧シリンダ	181	3.4.7 温度計	239
3.2.3 揺動形アクチュエータ	190	3.4.8 エアプリーザ	241
3.3 制御弁	191	3.4.9 流量計	241
3.3.1 圧力制御弁	191	3.4.10 ゴム (樹脂) ホース	244
3.3.2 方向制御弁	198	3.4.11 増圧器	246
3.3.3 流量制御弁	206	3.4.12 管継手	248
3.3.4 電気油圧サーボ弁	210		
3.3.5 比例電磁式制御弁	215		

第4章 作動油

4.1 作動油の種類と特性	252	4.2.9 生分解性	262
4.1.1 石油系作動油 (鉱物油)	252	4.3 作動油の物理化学的性質	262
4.1.2 含水系作動油	256	4.3.1 密度、比重、圧縮率	262
4.1.3 合成系作動油	257	4.3.2 粘度	264
4.1.4 生分解性作動油	258	4.3.3 比熱、熱伝導度	270
4.2 作動油の実用性能	258	4.3.4 蒸気圧、気体の溶解度	270
4.2.1 潤滑性	258	4.4 作動油の保守、管理について	270
4.2.2 引火点・燃焼点	258	4.4.1 作動油補給量の把握	270
4.2.3 流動点	260	4.4.2 劣化の把握	272
4.2.4 熱・酸化安定性	260	4.4.3 清浄度管理	272
4.2.5 金属適合性	260	4.4.4 清浄度管理の実践	277
4.2.6 エラストマ適合性	261	4.4.5 石油系作動油から 難燃性作動油への交換	278
4.2.7 消泡性・気泡分離性 (放気性) ...	261		
4.2.8 抗乳化性	261		

第5章 基本回路

5.1 アンロード回路及び 動力低減を図る回路	282	5.12 閉回路	305
5.2 圧力制御回路	285	5.13 マルチバルブ(多連弁)回路	306
5.3 速度制御回路	287	5.14 積層弁回路	306
5.4 フィルタ回路	293	5.15 空気結合回路	309
5.5 同期回路	295	5.16 サーボ弁回路	309
5.6 シーケンス回路	297	5.17 ACサーボモータによる回路	311
5.7 アクキュムレータ回路	298	5.18 負荷感応システム回路 (ロードセンシング回路)	312
5.8 増圧回路	299	5.19 ロジック弁(スリッピン カートリッジ弁)の回路	313
5.9 ロッキング回路	301	5.20 エネルギー回収回路	313
5.10 自重落下防止回路	302		
5.11 油圧モータ回路	303		

第6章 メカトロニクス

6.1 電気・電子に関する基礎事項	318	6.3.1 制御系の構成	330
6.1.1 抵抗回路	318	6.3.2 AD/DA変換	330
6.1.2 半導体素子と集積回路	319	6.3.3 サンプリング周期と サンプリング定理	332
6.1.3 演算増幅回路	321	6.3.4 制御演算	332
6.1.4 駆動回路	323	6.3.5 デジタル制御の特徴と 実装方式	334
6.2 センサ	328	6.3.6 フィードバックコントローラの 設計手法	335
6.2.1 半導体圧力センサ	328	6.3.7 線形モデルによる動特性の表現	336
6.2.2 エンコーダ	329		
6.2.3 差動変圧器	330		
6.3 アナログ制御とデジタル制御	330		

第7章 応用編

7.1 油圧システムの設計手順	342	7.2.2 回転運動の負荷と 油圧モータの選定	355
7.1.1 機械仕様の把握	342	7.2.3 油圧ポンプ軸入力及び 油圧モータ出力	356
7.1.2 作動油の選定	343	7.2.4 電動機の容量選定	356
7.1.3 油圧回路圧力の決定	344	7.2.5 ACサーボモータの容量選定	357
7.1.4 油圧回路の設計	344	7.2.6 ACサーボモータの応答時間	357
7.1.5 油圧機器の選定	346	7.2.7 管路の圧力損失及び その他の流れ	357
7.1.6 作動油清浄度の決定	346	7.2.8 作動油の圧縮量	359
7.1.7 配管サイズの決定	348	7.2.9 油タンク内の温度上昇	359
7.1.8 油タンク容量の決定	352	7.2.10 ヒータ容量	363
7.1.9 パワーユニットの設計	352	7.3 油圧システムの応用例	363
7.2 計算式	353		
7.2.1 往復運動の負荷と シリンダの選定	354		

7.3.1 NC旋盤	364	7.3.5 建設機械（油圧ショベル）	376
7.3.2 射出成形機	365	7.3.6 操舵機	379
7.3.3 圧延機	371	7.3.7 航空機	381
7.3.4 SMCプレス	373	7.3.8 遊戯機械	383

第8章 保守管理とトラブル対策

8.1 作動油の保守管理	388	8.8 比例電磁式制御弁のトラブル対策	397
8.1.1 作動油の交換基準例	388	8.9 アクチュエータの不規則な運動の 原因と対策	397
8.1.2 汚染粒子の混入限界例	389	8.10 油圧装置における振動、騒音、 共振の原因と対策	398
8.1.3 石油系作動油中の水分混入による 使用限界例	389	8.11 油圧装置における流量不足、 圧力不足の原因と対策	400
8.2 油圧装置の保守管理	389	8.12 油圧装置における 油温の異常上昇の原因と対策	400
8.3 油圧ポンプのトラブル対策	391	8.13 作動油の汚染物質の種類と 侵入経路及び対策	401
8.4 パイロット作動形リリーフ弁の トラブル対策	394		
8.5 減圧弁のトラブル対策	396		
8.6 流量調整弁のトラブル対策	396		
8.7 電磁切換弁のトラブル対策	397		

第9章 油圧機器及びシステムに関する規格類

9.1 油圧ポンプ及びモータの 取付フランジの寸法	406	9.5 銅管材料	429
9.2 油圧バルブの取付面の 形状・寸法	413	9.5.1 JIS B 2351-1油圧・空気圧用及び 一般用途用金属製管継手	429
9.3 管継手	415	9.5.2 JIS G 3452 配管用炭素鋼鋼管	434
9.3.1 くい込み式管継手の形状・ 寸法	415	9.5.3 JFPS 1006油圧配管用 精密炭素鋼鋼管	436
9.3.2 Oリングシールボートの寸法	418	9.6 Oリング	437
9.3.3 ユニファイねじ Oリングシールボートの寸法	421	9.6.1 JIS B 2401-1 Oリング-第1部： Oリング	437
9.3.4 油圧用 21MPa管フランジ	421	9.6.2 JIS B 2401-2 Oリング-第2部： ハウジングの形状・寸法	443
9.3.5 ISO 4本ボルトスプリット フランジ取付面寸法	426	9.7 関連法規	446
9.3.6 六角穴付きボルトの寸法	427	9.7.1 消防法	446
9.4 ホースアセンブリ	429	9.7.2 高圧ガス保安法	448
9.4.1 JIS B 8360 液圧用銅線及び繊維 補強ゴムホースアセンブリ	429	9.7.3 労働安全衛生法	448
9.4.2 JIS B 8362 液圧用繊維補強樹脂 ホースアセンブリ	429	9.7.4 防爆電気機器	448
9.4.3 JIS B 8363 液圧用ホース アセンブリ継手金具及び 附属金具	429	9.8 油圧 JIS一覧	452
		9.9 油圧に関する JIS一覧	457
		9.10 (一社)日本フルードパワー 工業会規格	461

第10章 単位換算表

10.1 SI単位	466	10.10 重量	478
10.2 SIとCGS系及び重力系単位の 対照表	474	10.11 トルク	478
10.3 長さ	475	10.12 圧力	479
10.4 面積	475	10.13 仕事率(工率、動力)	479
10.5 体積	475	10.14 仕事・エネルギー及び熱量	480
10.6 速度及び角速度	476	10.15 粘度	480
10.7 流量	476	10.16 動粘度	480
10.8 密度	477	10.17 熱伝達係数	481
10.9 力	477	10.18 熱伝導率	481

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	484	11.3 (一社)日本フルードパワーシステム学会 の紹介	489
11.1.1 (一社)日本フルードパワー工業会の 変遷	484	11.3.1 フルードパワーシステム 学会とは	489
11.1.2 (一社)日本フルードパワー工業会の 事業	484	11.3.2 事業内容	489
11.1.3 (一社)日本フルードパワー工業会の 組織	484	11.3.3 所在地	490
11.1.4 常設委員会の事業内容	485	11.4 主要各国のフルードパワー工業会	490
11.1.5 (一社)日本フルードパワー工業会 主要刊行物	487	11.5 海外関連規格・制定機関	492
11.2 ISO/TC131及びTC118の経緯	487	11.6 PL(製造物責任)対策	493
		11.7 油圧機器出荷高推移	498
		11.8 (一社)日本フルードパワー工業会会員 生産・販売品目一覧(油圧)	500