

オペレータの保全実務 **■**

4. 監視の役割と責任	1
5. 異常発生時の対応	2
6. 緊急時の対応	3
7. 安全文化の醸成	4
8. 人的要因の分析	5
9. 人的エラーの種類	6
10. 人的エラーの発生要因	7
11. 人的エラーの防止策	8
12. 人的エラーの発生防止	9
13. 人的エラーの発生防止	10
14. 人的エラーの発生防止	11
15. 人的エラーの発生防止	12
16. 人的エラーの発生防止	13
17. 人的エラーの発生防止	14
18. 人的エラーの発生防止	15
19. 人的エラーの発生防止	16
20. 人的エラーの発生防止	17
21. 人的エラーの発生防止	18
22. 人的エラーの発生防止	19
23. 人的エラーの発生防止	20
24. 人的エラーの発生防止	21
25. 人的エラーの発生防止	22
26. 人的エラーの発生防止	23
27. 人的エラーの発生防止	24
28. 人的エラーの発生防止	25
29. 人的エラーの発生防止	26
30. 人的エラーの発生防止	27
31. 人的エラーの発生防止	28
32. 人的エラーの発生防止	29
33. 人的エラーの発生防止	30
34. 人的エラーの発生防止	31
35. 人的エラーの発生防止	32
36. 人的エラーの発生防止	33
37. 人的エラーの発生防止	34
38. 人的エラーの発生防止	35
39. 人的エラーの発生防止	36
40. 人的エラーの発生防止	37
41. 人的エラーの発生防止	38
42. 人的エラーの発生防止	39
43. 人的エラーの発生防止	40
44. 人的エラーの発生防止	41
45. 人的エラーの発生防止	42
46. 人的エラーの発生防止	43
47. 人的エラーの発生防止	44
48. 人的エラーの発生防止	45
49. 人的エラーの発生防止	46
50. 人的エラーの発生防止	47
51. 人的エラーの発生防止	48
52. 人的エラーの発生防止	49
53. 人的エラーの発生防止	50
54. 人的エラーの発生防止	51
55. 人的エラーの発生防止	52
56. 人的エラーの発生防止	53
57. 人的エラーの発生防止	54
58. 人的エラーの発生防止	55
59. 人的エラーの発生防止	56
60. 人的エラーの発生防止	57
61. 人的エラーの発生防止	58
62. 人的エラーの発生防止	59
63. 人的エラーの発生防止	60
64. 人的エラーの発生防止	61
65. 人的エラーの発生防止	62
66. 人的エラーの発生防止	63
67. 人的エラーの発生防止	64
68. 人的エラーの発生防止	65
69. 人的エラーの発生防止	66
70. 人的エラーの発生防止	67
71. 人的エラーの発生防止	68
72. 人的エラーの発生防止	69
73. 人的エラーの発生防止	70
74. 人的エラーの発生防止	71
75. 人的エラーの発生防止	72
76. 人的エラーの発生防止	73
77. 人的エラーの発生防止	74
78. 人的エラーの発生防止	75
79. 人的エラーの発生防止	76
80. 人的エラーの発生防止	77
81. 人的エラーの発生防止	78
82. 人的エラーの発生防止	79
83. 人的エラーの発生防止	80
84. 人的エラーの発生防止	81
85. 人的エラーの発生防止	82
86. 人的エラーの発生防止	83
87. 人的エラーの発生防止	84
88. 人的エラーの発生防止	85
89. 人的エラーの発生防止	86
90. 人的エラーの発生防止	87
91. 人的エラーの発生防止	88
92. 人的エラーの発生防止	89
93. 人的エラーの発生防止	90
94. 人的エラーの発生防止	91
95. 人的エラーの発生防止	92
96. 人的エラーの発生防止	93
97. 人的エラーの発生防止	94
98. 人的エラーの発生防止	95
99. 人的エラーの発生防止	96
100. 人的エラーの発生防止	97

1か月目学習(T-1)

1章 保全実務の実践

1. 保全業務とそのあり方 ————— 3
- (1) 保全とは—設備について 3
 - (2) 設備保全の重要性(意義)—設備故障の影響 6
 - (3) 保全活動の変遷—保全の歴史的過程 8
 - (4) 保全のねらい //
 - a. 故障ゼロをめざす //
 - b. 人と設備の体質改善 12 - (5) 保全業務の実際 13
 - a. 設備の現状把握 13
 - b. 日常点検, 定期点検 17
 - c. 給油点検(潤滑剤の管理) 22
 - d. 精度検査基準 23
 - (6) 設備の6大ロス 29
 - a. 設備効率を阻害する要因 29
 - b. 設備ロスの定量評価 34
 - (7) 保全活動の効果—具体的成果 39
2. 自主保全活動 ————— 44
- (1) オペレータの役割—新しい時代の保全 44
 - (2) 自主保全とは 45
 - a. 自分で守る設備 45
 - b. 自主保全活動の進め方 45
 - (3) 技能教育訓練—設備に強い人づくり 53
3. 労働安全衛生 ————— 56
- (1) 安全衛生の重要性(意義)—生産活動における安全の位置づけ 56
 - (2) 労働災害の現状 58
 - a. 労働災害統計 58
 - b. 産業別死傷状況 61
 - c. 規模別死傷状況 63
 - d. 業務上疾病発生状況 63
 - (3) 設備保全・生産活動との相互関連—安全活動の波及効果 66

2章 機械のメンテナンス

1. 機械材料の性質と種類を知ろう 71
 - (1) 機械材料 71
 - (2) 炭素鋼 72
 - (3) 合金鋼 74
 - (4) 工具鋼 75
 - (5) 特殊用途鋼 75
 - (6) 鋳鉄 76
 - (7) 銅および銅合金 78
 - (8) 軸受用合金 78
 - (9) アルミニウムおよびアルミニウム合金 81
 - (10) その他の金属材料 83
 - (11) セラミック 84
 - (12) プラスチック 84

2. 材料はなぜ破壊するか 89
 - (1) 材料の基本的強さ 89
 - a. 比例限度 90
 - b. 弾性限度 90
 - c. 降伏点 90
 - d. 破壊強さ 91
 - (2) 衝撃破壊 92
 - (3) クリープ破壊 94
 - (4) 疲労破壊 94
 - a. 引張強さ 95
 - b. 表面状況 95
 - c. 腐食疲れ 95
 - (5) 応力集中 96
 - a. 円孔の応力集中 96
 - b. フィレットの応力集中 96
 - c. 切欠きみぞの応力集中 96
 - (6) 許容応力と安全率 97

3. 機械の強度、耐久性をはかるには 99
 - (1) はりの強さ 99
 - (2) はりのたわみ 100
 - (3) 軸の強さ 104
 - (4) 危険速度 104

- (5) 腐食 106
 - a. 錆の発生 106
 - b. 雰囲気と腐食 107
 - c. 表面皮膜 108
 - d. 腐食防止策 108
 - e. 腐食の発生しやすい場所 109
- (6) 熱処理と欠陥 109
- (7) 加工表面の性状と欠陥 111
 - a. 研削割れ 111
 - b. 溶接部の欠陥 112
- (8) 破壊の原因 112

4. 締結部品とメンテナンス 117

- (1) ねじの種類と用途 117
- (2) ねじの規格 119
 - a. メートルねじ 119
 - b. ユニファイねじ 121
 - c. 台形ねじ 121
 - d. ボールねじ 121
 - e. 管用ねじ 122
- (3) ボルトとナット 124
- (4) ひっかかり率 128
- (5) ねじのゆるみ止め 129
- (6) ボルト・ナットの固着の原因と対策 132
- (7) 固着したボルト・ナットの外し方 132
- (8) ねじの締付け方法 134
- (9) ねじの破壊と防止対策 134

5. 駆動部品とメンテナンス 137

- (1) 軸 137
- (2) 軸継手 138
- (3) クラッチ 139
- (4) キー 142
- (5) スプラインとセレーション 142
- (6) 軸受 143
- (7) ころがり軸受 144
- (8) ころがり軸受の取付け 147
- (9) すべり軸受 149
- (10) 軸および軸まわりの取扱い 150
- (11) 歯車の種類と用途 151

(12) 歯車の基本	152
(13) 歯車の損傷	156
(14) ベルト・チェーン駆動	160
(15) 駆動装置の保全点検項目例	164
6. 潤滑油の選択および管理	168
(1) 漏れとその防止	168
(2) 潤滑油のはたらき	168
(3) 潤滑方法	173
(4) 潤滑油の選択	173
(5) 潤滑管理	173

オペレータの保全実務 下

- 1. 労働安全衛生法による労働者の保護の目的
- 2. 労働安全衛生法の目的
- 3. 労働安全衛生法の適用範囲
- 4. 労働安全衛生法の基本原則
- 5. 労働安全衛生法の基本方針
- 6. 労働安全衛生法の基本理念
- 7. 労働安全衛生法の基本原則
- 8. 労働安全衛生法の基本方針
- 9. 労働安全衛生法の基本理念
- 10. 労働安全衛生法の基本原則
- 11. 労働安全衛生法の基本方針
- 12. 労働安全衛生法の基本理念
- 13. 労働安全衛生法の基本原則
- 14. 労働安全衛生法の基本方針
- 15. 労働安全衛生法の基本理念
- 16. 労働安全衛生法の基本原則
- 17. 労働安全衛生法の基本方針
- 18. 労働安全衛生法の基本理念
- 19. 労働安全衛生法の基本原則
- 20. 労働安全衛生法の基本方針
- 21. 労働安全衛生法の基本理念
- 22. 労働安全衛生法の基本原則
- 23. 労働安全衛生法の基本方針
- 24. 労働安全衛生法の基本理念
- 25. 労働安全衛生法の基本原則
- 26. 労働安全衛生法の基本方針
- 27. 労働安全衛生法の基本理念
- 28. 労働安全衛生法の基本原則
- 29. 労働安全衛生法の基本方針
- 30. 労働安全衛生法の基本理念

3か月目学習(Ｔ-3)

3章 油圧・空気圧のメンテナンス

1. 油圧・空気圧のメンテナンスの基礎 ————— 3

- (1) 油圧・空気圧の特徴を比較 3
 - a. 油圧・空気圧の類似点 3
 - b. 油圧・空気圧の相違点 4
- (2) 油圧・空気圧装置の基本構成 4
 - a. 油圧装置の基本構成 4
 - b. 空気圧装置の基本構成 5
- (3) 流体力学の基礎理論とその取扱い方 6
 - a. 流体に加えた圧力はどのように伝わるか 6
 - b. 流体の流れが連続するとはどのようなことか 8
 - c. ベルヌーイの定理とはどのようなことか 8
 - d. 力を増幅するにはどのようにするか 9
 - e. 流体の流量とピストンの速度 //
 - f. 流体の測定用計器を調べよう //
- (4) 油圧・空気圧の表示記号 13

2. 油圧・空気圧機器のメンテナンス ————— 18

- (1) 油圧機器にはどのようなものがあるか 18
 - a. 油圧ポンプ 18
 - b. 油圧アクチュエータ 21
 - c. 制御弁 27
 - d. 付属機器としてタンク、フィルタなどがある 30
- (2) 油圧の基本回路とはどのようなものか 32
 - a. 無負荷回路 32
 - b. 圧力制御回路 32
 - c. 速度制御回路 32
 - d. その他の基本回路 34
 - e. 油圧サーボ機構 34
- (3) 油圧装置のメンテナンスはどのようにするか 34
 - a. 作動油の管理 34
 - b. 各油圧機器の保守 36
- (4) 空気圧縮器にはどのようなものがあるか 38
 - a. 空気圧源 38
 - b. 空気圧アクチュエータ 42

- c. 制御弁 42
 - (5) 空気圧の基本回路とはどのようなものか 46
 - a. 動力回路 (供給排出回路) 46
 - b. シリンダ操作回路 48
 - c. 速度制御回路 48
 - d. 中間位置停止回路 48
 - e. 差圧作動回路 50
 - f. 空油圧力伝達器を用いた回路 50
 - g. シーケンス制御回路 (順次動作回路) 50
 - (6) 空気圧装置のメンテナンスはどのようにするか 50
 - a. 空気圧装置の設置場所 50
 - b. 空気圧縮機 52
 - c. シリンダ 53
 - d. 圧力制御弁 (レギュレータ) 55
 - e. 速度制御弁 (スピードコントロールバルブ) 55
 - f. 方向制御弁 (方向切換弁) 55
 - g. フィルタ 56
 - h. ルブリケータ (オイラ) 56
 - i. 配管の概要 56
 - j. 配管に関する注意事項 57
-

4章 電気のメンテナンス

1. 電気の基礎 61

- (1) 電圧と電流 61
 - a. 電流 61
- (2) 直流と交流 63
 - a. 直流 63
 - b. 交流 63
 - c. 直流や交流をつくる方法 64
- (3) オームの法則 66
 - a. 電気抵抗とは何か 66
 - b. 導体の抵抗 66
 - c. 抵抗器 67
 - d. オームの法則 68
 - e. 抵抗の接続 68
 - f. 抵抗の使い方 71
- (4) 交流 73
 - a. 交流周波数 73
 - b. 交流の瞬時値・最大値・平均値・実効値 75
 - c. 交流の仕組みと電力 75
- (5) 送電 78
 - a. 配電方式 78
 - b. 送電 80
- (6) テスタの使い方 80
 - a. テスタの機能 80
 - b. 直流電圧の測定 80
 - c. 交流電圧の測定 82
 - d. 直流電流の測定 82
 - e. 抵抗の測定 82
 - f. テスタの精度 84

2. センサ 85

- (1) マイクロスイッチ・リミットスイッチ 85
 - a. 基本的な特徴 85
 - b. 選択の基準 88
 - c. 故障の原因と対策 88
- (2) 光電スイッチ 92
 - a. 基本原理 92
 - b. 光電スイッチの種類 95

- c. 光軸調整不良による動作不安定 95
 - d. 検出物体の大きさや設定不良による動作不安定 95
 - e. 取付け面による動作不安定 95
 - f. 背彫物体による反射形光電スイッチの動作不安定 96
 - g. 相互干渉による誤動作 96
 - h. 光沢物体の反射光による動作不安定 96
 - i. 太陽光をさける 96
 - j. ファイバ光電スイッチの取付け上の注意 96
- (3) 近接スイッチ 98
- a. 近接スイッチの動作原理 98
 - b. 動作領域 101
 - c. 検出距離と検出物体の大きさ 101
 - d. 検出距離と検出物体の厚さ 101
 - e. 検出距離と金属 101
 - f. 検出距離と検出物体のメッキの影響 101
 - g. 保護構造 101
 - h. 応答速度 102

3. 制御装置の構成部品 104

- (1) リレー 104
- a. 汎用リレーの構造と動作 104
 - b. 電磁開閉器の構造と動作 107
 - c. 交流リレーと直流リレー 107
 - d. リレーの電気的特性の寿命 107
 - e. 接点接触不良 109
 - f. 接点アーク対策 111
 - g. 電圧変動による故障 111
 - h. コイル断線 111
- (2) モータ式タイマ 112
- a. 動作原理 112
 - b. モータ式タイマの種類 112
 - c. タイマの接点構成 112
 - d. 接点不良 114
 - e. 動作時間の誤差 114
 - f. 時間精度を向上させるには 114
 - g. 停電対策 115
- (3) 電子式タイマ 115
- a. 動作原理 116
 - b. 種類 116
 - c. CR式タイマ動作時間不良 116

- d. デジタルタイマ誤動作 116
- e. デジタルタイマの破損 117
- f. 静電気の影響 119
- g. デジタルスイッチの接触不良 119
- (4) 電子カウンタ 119
 - a. 動作原理 119
 - b. 入力信号について 120
 - c. 動作モードの種類 121
 - d. 応答速度による誤計数 121
 - e. リセット未了 122
 - f. 高速計数時の注意 122
- (5) 温度調節器 122
 - a. 動作原理 122
 - b. 動作モード 126
 - c. フェールセーフのために 127
 - d. オーバーシュート防止 128
- (6) フロートなしスイッチ 128
 - a. 動作原理 128
 - b. フロートなしスイッチの実際 128
 - c. 電極の故障 130
 - d. モータドライブ用リレー部の故障 131
 - e. ケーブルの故障 (電極とフロートなしスイッチ間) 131
 - f. フロートなしスイッチ本体のチェック 131
- (7) シーケンスコントローラ 131
 - a. 概要 132
 - b. プログラマブルコントローラの種類 135

4. 周辺機器とノイズ対策

138

- (1) SSR 138
 - a. 動作原理 138
 - b. SSRの種類 140
 - c. 発熱の処理 140
 - d. 入力信号 140
 - e. 出力の接続 140
 - f. 並列接続 140
- (2) 安定化電源 143
 - a. 動作原理 143
 - b. スイッチング式安定化電源の特徴・種類 144
 - c. ノイズ・リップル 144
 - d. 放熱対策 144

- e. 突入電流 144
- f. 出力電圧の立上がり 146
- g. 保護機能 146
- (3) モータリレー 146
 - a. モータリレーの機能 146
 - b. モータリレーの実際 148
 - c. 力率改善用コンデンサの設置 149
 - d. モータ電流の不均衡 151
- (4) マイコン応用装置・機器類周辺のノイズ対策 151
 - a. ノイズの種類 151
 - b. AC電源ラインからのノイズ対策 152
 - c. 入力線からのノイズ対策 155
 - d. 出力線からのノイズ対策 155
 - e. 外部配線に関するノイズ対策 156
 - f. 盤内実装に関するノイズ対策 159

5章 オペレータの今後の保全

- 変わりつつある保全を考える 160
 - はじめに 160
 - 1. 予知 160
 - 2. 二重化 161
 - 3. システム効率化 162
 - 4. 自己診断 164
 - 5. フェイルセーフ 164
-

(ギリシャ文字)

大文字	小文字	よみかた	大文字	小文字	よみかた	大文字	小文字	よみかた
A	α	アルファ	I	ι	イオタ	P	ρ	ロー
B	β	ベータ	K	κ	カッパ	Σ	σ	シグマ
Γ	γ	ガンマ	Λ	λ	ラムダ	T	τ	タウ
Δ	δ	デルタ	M	μ	ミュー	Υ	υ	ユブシロン
E	ϵ	エプシロン	N	ν	ニュー	Φ	ϕ, ϕ	ファイ
Z	ζ	ジータ	Ξ	ξ	クサイ	X	χ	カイ
H	η	イータ	O	o	オミクロン	Ψ	ψ	プサイ
Θ	θ	シータ	Π	π	パイ	Ω	ω	オメガ

(接頭語)

名	称	記号	単位に乘ぜられる倍数	名	称	記号	単位に乘ぜられる倍数
テ	ラ (tera)	T	10^{12}	デ	シ (deci)	d	10^{-1}
ギ	ガ (giga)	G	10^9	セ	ンチ (centi)	c	10^{-2}
メ	ガ (mega)	M	10^6	ミ	リ (milli)	m	10^{-3}
キ	ロ (kilo)	k	10^3	マイ	クロ (micro)	μ	10^{-6}
ヘ	クト (hecto)	h	10^2	ナ	ノ (nano)	n	10^{-9}
デ	カ (deca)	D	10	ピ	コ (pico)	p	10^{-12}

(電気・磁気の単位)

量	量記号	単位を定義する式	名	称	単位記号
電	流	I	基	本 アンペア (ampere)	A
電	圧	V	$V=IR$	ボルト (volt)	V
電	気抵抗	R	$R=V/I$	オーム (ohm)	Ω
電	気量 (電荷)	Q	$Q=It$	クーロン (coulomb)	C
静	電容量	C	$C=Q/V$	ファラド (farad)	F
電	界の強さ	E	$E=V/l$	ボルト毎メートル	V/m
電	束密度	D	$D=Q/A$	クーロン毎平方メートル	C/m^2
誘	電率	ϵ	$\epsilon=D/E$	ファラド毎メートル	F/m
磁	界の強さ	H	$H=I/l$	アンペア毎メートル	A/m
磁	束	Φ	$V=\Delta\Phi/\Delta t$	ウェーバ (weber)	Wb
磁	束密度	B	$B=\Phi/A$	テスラ (tesla)	T
自己(相互)	インダクタンス	$L, (M)$	$M=\Phi/I$	ヘンリー (henry)	H
透	磁率	μ	$\mu=B/H$	ヘンリー毎メートル	H/m

* l は長さ(m) A は面積(m^2)

(接点記号)

番号	名称	図 記 号		摘 要
		a 接点	b 接点	
①	接点 (一般) または手動接点	(a)  (b) 	(a)  (b) 	
②	手動操作自動復 帰接点	(a)  (b) 	(a)  (b) 	手をはなせば復帰する接点でボタ ンスイッチ, 操作スイッチなどの 接点に用いる。
③	継電器接点また は補助スイッチ 接点	(a)  (b) 	(a)  (b) 	
④	電磁接触器接点	(a)  (b) 	(a)  (b) 	
⑤	手動復帰接点	(a)  (b) 	(a)  (b) 	人為的に復帰させるもので, 電磁 石で復帰させるものも含む。 たとえば手動復帰の熱動継電器接 点, 限時復帰式ベル継電器接点など。
⑥	限時動作接点	(a)  (b) 	(a)  (b) 	動作時に限時のある接点を表わす 必要のある場合に用いる。
⑦	限時復帰接点	(a)  (b) 	(a)  (b) 	復帰時に限時のある接点を表す必 要のある場合に用いる。