

To-Be メンテナンス技術試験公式テキスト

I

- ① メンテナンスの基礎
- ② 電気部品と電気回路
- ③ 材料と機械



To-Be メンテナンス技術試験企画委員会 編著

コガク



目次

1 メンテナンスの基礎..... 1~86

第1章 保全と安全.....2

1.1 保全管理.....	2
1.1.1 保全管理の効果.....	2
1.2 温度管理と雰囲気.....	4
1.2.1 環境温度.....	4
1.2.2 温度補正.....	5
1.2.3 雰囲気.....	7
1.2.4 清浄空気.....	10
1.3 保全のポイント.....	11
1.3.1 メンテナンスから見た稼働管理.....	11
1.3.2 アイドリングタイム.....	11
1.3.3 共振.....	13
1.4 安全の考え方.....	15
1.4.1 安全の確保.....	15
1.4.2 電気の安全.....	15

第2章 品質..... 19

2.1 品質とは.....	19
2.1.1 管理技法.....	19
2.1.2 品質とコスト・数量.....	20
2.1.3 品質管理の歴史.....	20
2.1.4 品質管理.....	22
2.2 品質とQCの考え方.....	23
2.2.1 機能と品質.....	23
2.2.2 品質のいろいろ.....	24
2.2.3 QCの考え方.....	25
2.3 改善と問題解決.....	30

2.3.1	改善とは	30
2.3.2	問題とは	31
2.3.3	問題解決	32
2.4	統計的考え方	34
2.4.1	母集団とサンプル	34
2.4.2	サンプリング	35
2.4.3	データの種類	36

第3章 品質管理..... 37

3.1	QCの手法.....	37
3.1.1	QC七つ道具とは	37
3.1.2	七つ道具の使い方	39
3.2	チェックシートとパレート図.....	40
3.2.1	チェックシート	40
3.2.2	パレート図	41
3.3	ヒストグラムと管理図	43
3.3.1	ヒストグラム	43
3.3.2	管理図	44
3.3.3	ヒストグラムと管理図の違い.....	45
3.4	特性要因図、散布図と層別.....	46
3.4.1	特性要因図	46
3.4.2	散布図	48
3.4.3	層別.....	49

第4章 工場のインフラ..... 50

4.1	電気の源	50
4.1.1	電気エネルギー	50
4.1.2	工場内電気設備	51
4.1.3	電気の種類	52
4.1.4	電力.....	54
4.2	機器の電気.....	55
4.2.1	導線自体の抵抗.....	55
4.2.2	電気機器の直流電源.....	57
4.2.3	変圧器	59
4.2.4	スイッチ	62
4.3	工場の空気圧	63
4.3.1	エアアクチュエータ	63
4.3.2	エアシリンダ	67

4.3.3	空気圧機器	70
4.4	機器の油圧	73
4.4.1	油圧の仕組み	73
4.4.2	油圧機器	77
4.4.3	油圧制御弁とアクセサリ	81

2 電気部品と電気回路 87~164

第1章 電気部品とその故障 88

1.1	交流と直流	88
1.1.1	交流	88
1.1.2	直流	89
1.2	電圧と電流	90
1.2.1	電圧	90
1.2.2	電流	93
1.3	抵抗とオームの法則	94
1.3.1	導体と絶縁体	94
1.3.2	抵抗	94
1.3.3	オームの法則	97
1.4	電力と電力量	99
1.4.1	電力	99
1.4.2	電力量	99

第2章 電気回路のメンテナンス 101

2.1	測定器の使い方 (1)	101
2.1.1	テスタ	101
2.1.2	直流電圧の測定	102
2.1.3	交流電圧の測定	104
2.2	測定器の使い方 (2)	105
2.2.1	配線チェッカ	105
2.2.2	検電器	106
2.2.3	クランプメータ	108
2.3	回路の故障発見	109
2.3.1	電圧測定	109
2.3.2	導通 (抵抗) 測定	111
2.4	機械制御の回路点検	115

2.4.1	制御盤内の回路点検	115
2.4.2	フローチャートによる故障発見	117
第3章 メンテナンスの電気測定		119
3.1	機械的トラブルと電氣的トラブル	119
3.1.1	トラブルとメンテナンス	119
3.1.2	測定の必要性	123
3.2	電気部品の役割	126
3.2.1	抵抗の使い方	126
3.2.2	コンデンサの使い方	128
3.2.3	スイッチとリレー	132
3.3	測定器	136
3.3.1	アナログテスタ	136
3.3.2	デジタルテスタ	140
3.3.3	オシロスコープ	145
3.4	各種測定器	149
3.4.1	照度計	149
3.4.2	騒音計	151
第4章 テスタとオシロスコープ		152
4.1	アナログテスタの使い方	152
4.1.1	直流電圧の測定	152
4.1.2	直流電流の測定	153
4.1.3	抵抗の測定	154
4.1.4	導通チェック	156
4.1.5	交流電圧の測定	156
4.2	デジタルテスタの使い方	157
4.2.1	直流電圧の測定	157
4.2.2	直流電流の測定	158
4.2.3	抵抗の測定	158
4.3	電気測定の応用	159
4.3.1	ダイオードチェック	159
4.3.2	静電容量測定	160
4.3.3	電磁リレーの故障診断	160
4.4	オシロスコープの使い方	162
4.4.1	アナログオシロスコープ	162
4.4.2	デジタルオシロスコープ	163

3 材料と機械..... 165~245

第1章 保全のための材料工学	166
1.1 破損の形態.....	166
1.1.1 破損の分類.....	166
1.1.2 延性破壊.....	168
1.1.3 脆性（ぜいせい）破壊.....	171
1.1.4 疲れ破壊（疲労破壊）.....	173
1.1.5 クリープ破壊.....	175
1.2 破面の観察.....	176
1.2.1 破面観察の基礎.....	176
1.3 破損を支配する因子.....	180
1.3.1 部品形状の影響.....	180
1.3.2 材料の影響.....	181
1.4 損傷の事例.....	183
1.4.1 初期損傷.....	183
1.4.2 磨耗.....	185
1.4.3 腐食.....	186
第2章 保全のための機械力学	188
2.1 トラブルの原因究明.....	188
2.1.1 破損事例の分類.....	188
2.1.2 欠陥の検出.....	192
2.2 トラブルの対策.....	195
2.2.1 破損事例の分類.....	195
2.2.2 安全率.....	196
2.3 機械システムの信頼性.....	197
2.3.1 フェールセーフ.....	197
2.3.2 機械の寿命.....	199
2.4 機械システムの保全.....	203
2.4.1 保全のサイクル.....	203
2.4.2 最適保全計画.....	204
第3章 機械要素とメンテナンス	206
3.1 リベット，溶接，ねじ.....	206
3.1.1 リベット.....	206

3.1.2	溶接.....	207
3.1.3	ねじ.....	208
3.2	歯車, 軸.....	210
3.2.1	歯車.....	210
3.2.2	軸.....	213
3.3	軸受.....	216
3.3.1	軸受の種類.....	216
3.3.2	滑り軸受.....	216
3.3.3	転がり軸受.....	218
3.4	据付, アライメント.....	220
3.4.1	据付.....	220
3.4.2	アライメント.....	221
第4章	機構とメンテナンス.....	222
4.1	機械とその役割.....	222
4.1.1	運動の伝達.....	222
4.1.2	カム機構.....	225
4.1.3	リンク機構.....	228
4.2	機械のメンテナンスポイント.....	230
4.2.1	機構は機械要素の集合体.....	230
4.2.2	デザイン.....	230
4.2.3	稼働管理.....	231
4.2.4	機構の共振.....	233
4.3	メカトロニクスの精度.....	235
4.3.1	精度について.....	235
4.3.2	はめあい.....	237
4.3.3	メカニズムの精度.....	237
4.3.4	エレクトロニクスの精度.....	240
4.4	位置決め.....	241
4.4.1	位置決め精度.....	241
4.4.2	繰返し位置決め精度.....	242
4.4.3	ロストモーション.....	242
4.4.4	バックラッシュ.....	243
4.4.5	潤滑剤とその性質.....	244
索引	246

1

メンテナンスの基礎



第1章 保全と安全

1.1 保全管理

1.1.1 保全管理の効果

一般の機械設備では運転開始後、時間の経過とともに故障発生率は図1_1.1に示すように変化する。

この曲線をバスタブカーブという。浴槽に似ているためである。

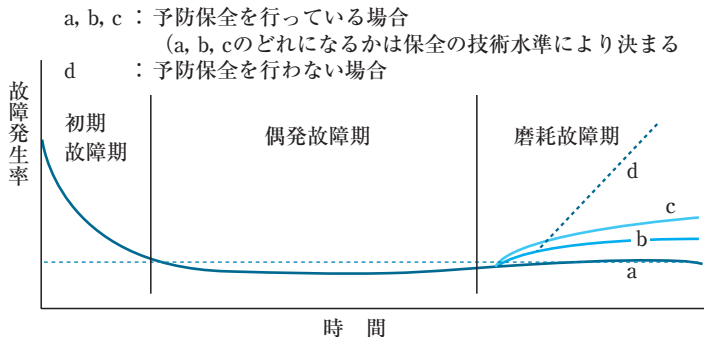


図1_1.1 設備の典型的故障発生率

初期故障期には、設計不良や製作不良により故障が多発するが、改善が行われたり、要素がなじんだりして故障発生率はだんだん低下してくる。

初期故障期には潤滑剤の不良、漏れ、フラッシング不良、軸受などの選定ミスといった潤滑関係の問題点が発生しがちである。

偶発故障期は故障の発生が偶発的であり、故障が発生してから発見される例が多い。

ねじのゆるみや製造当初から存在した微細な欠陥などが原因となり疲労破壊に至る場合が多いので、大事に至る前に修理することが必要である。

磨耗故障期には部品の磨耗劣化による故障が多くなる。

しかし、普通の予防保全を行っていれば、図 1_1.1 の a のように故障発生率を低く抑えることができ、寿命を全うすることができる。

表 1_1.1 は保安全管理の一例として、特に潤滑管理に力を入れたときの経済効果の算定結果である。その効果が莫大であることがわかる。

表1_1.1 潤滑管理の経済効果の算定結果

項 目	効果比率%	効 果
摩擦の減少によるエネルギー消費量の節減	5.5	不要な摩擦により、エネルギーの1/3はむだに消費されるがその25%は回収できる。
潤滑関係の作業に従事する労働力の軽減	2.0	自動給油装置や集中潤滑装置などの採用や潤滑剤取扱法の改良により労働時間は減少する。
潤滑剤消費量の節減	2.0	設計、潤滑法、潤滑剤保管方法の改善や品種の統合、ろ過による寿命の増大などにより消費量は約20%減少する。
補修費の節約	44.7	設計や材質などの改善により部品の寿命の延長やそれに伴う取替え費用の減少などにより補修費は約20%減少する。
故障による機会損失の減少	22.3	故障は潤滑の改善により減少するが、故障による生産停止に基づく機会損失は工場により異なる。生産量が大きい工場では莫大な値になるが、予備機を有すればあまり関係ない。
稼働率、機械効率の向上による設備投資額の節約	4.1	正しい設計、正しい潤滑剤の使用と管理により故障は減少し、稼働率は向上し、機械の能力を標準仕様以上に向上させることも可能となり、設備投資は1%節約できる。
設備の耐用寿命の増大による投資金額の節約	19.4	磨耗・腐食の軽減により耐用寿命は10%増大する。このうち50%は旧式化するため廃棄されるが、残り50%は投資の節約に貢献する。
計	100	

たとえば、レントゲンのような医療診断技術によって、人間の寿命は著しく延びた。さらに、CT、MRI および PET と技術は進歩している。

最近の生産は無人数化され、また一貫した流れ作業方式をとりつつあるので、1箇所を止めて故障診断をすると大きな損失になる。

したがって、そのような設備では運転しながら故障診断をする技術が望まれている。いわゆるリアルタイムの診断技術である。

実際に、超音波を利用したボルト軸力の測定、低周波および高周波振動法による軸受および歯車装置の検査などが実用化されている。

1.2 温度管理と雰囲気

1.2.1 環境温度

1960年代は日本のどこの工場へ行っても、空調のきいた生産現場などにめったに遭遇しなかった。したがって、夏は一日中暑いまま、冬は寒いままであった。

厳冬には朝の立ち上がり時も昼も夕も、0℃付近の環境で稼働した。人間にとっては寒くて決して心地よい環境ではなかったが、一日中一定温度という安定な環境であった。

冷え込んだ朝の始業少し前に、回転部や摺動部のある機械は、ゆっくり空運転させて、本稼働前のウォーミングアップを図ったものである。これは対偶間の適度な昇温によって、円滑な動きになることを目的とした。

適度な昇温による適度なはめ合せ寸法にすると、潤滑油の適度な粘度による極圧分散と摩擦力と熱の分散を期待した。そして、始業時間とともに高速運転が実施された。

ところが、1980年以降の近代的生産現場に、かつての古典的現場にはなかったトラブルが頻発するようになった。その原因は、温度による影響である。

始業時に5℃前後であった現場の温度は、空調機の作動とともに急上昇し、30分後に10℃、40分で15℃、1時間後に25℃にもなってしまう(図 1_1.2)。

1時間で20℃の温度差である。

生産設備もワークも、この急上昇に追従するのにはある程度の時間を要する。

そして室温と同一線上に並ぶには、各機械要素側もワーク側も大きさ、密度、密閉、開放等の**熱容量**の違いによって、a～dのさまざまな温度上昇線図を描く(図 1_1.3)。

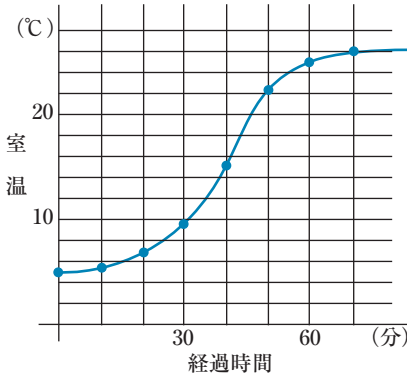


図1.1.2 空調動作後の室温の変化

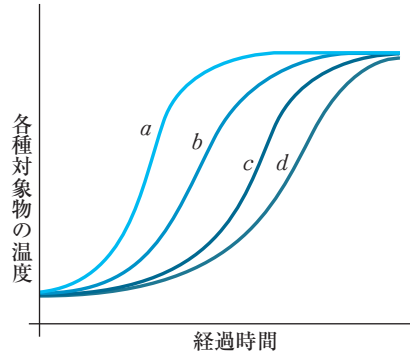


図1.1.3 熱容量別温度上昇線図の例

作業する機械もワークも測定器も、適正な品質保証がたいへん難しくなってしまう。

そこで、オペレータは始業時に合せ調整をしてから、30分後に再び合せを行い、さらに30分後に三度目の同調を実施しなければならない。

1.2.2 温度補正

測定、検査機器だけの問題であれば、事は簡単である。

温度によるドリフト分をあらかじめ分析しておけば、一日の補正係数、年間の補正係数を算出することによって、目的とする値を実現することができる。

しかし、今日の温度トラブルは、測定器側よりも、ワーク自身によるものが大きく、ワークの流れに追従した測温補正対策の重要性を認識する必要がある。

全温度範囲を連続的に補正できるようにするのが理想ではあるが、そのためのソフトウェアが容易ではない場合が多い。

そこで、温度範囲を段階的にいくつかのグループに分けて考えると、比較的簡単なソフトウェア設計で、実用上十分対応できるものになる。

たとえば、冬の一番低温の時期にその現場の気温が5°Cで、夏の盛りで