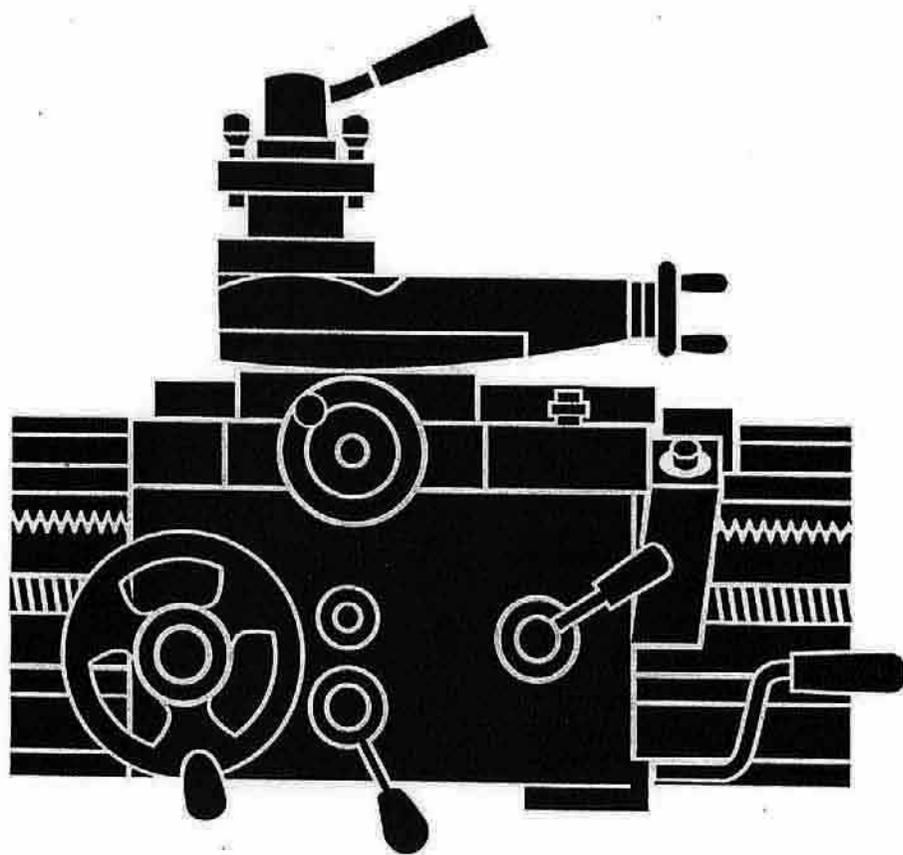


認定職業訓練

1・2級技能士コース

# 機械加工科

(専門編)



機械加工科 教材の編成

テキスト	レポート	章 立 て
専 門 編	① 1か月目 (T1)	1章 工作機械加工一般(1) 2章 工作機械加工一般(2)
	② 2か月目 (T2)	3章 旋盤加工法
一 般 編	③ 3か月目 (T3)	4章 品質管理 5章 電気一般 6章 安全衛生管理
	④ 4か月目 (T4)	7章 機械構成要素 8章 潤滑及び給油
	⑤ 5か月目 (T5)	9章 機械工作法 10章 材料一般
	⑥ 6か月目 (T6)	11章 力学及び材料力学 12章 製 図

まえがき —学習をすすめるに当たって—

現代の機械工場の製造現場では、科学技術がめざましく発展してきたことゆえに、NC工作機械はもちろんマシニングセンタ、ロボット、専用機械など高度化された機械設備が配置され、高精度な製品が次々と能率よく生産されています。

このような機械設備に対応し、より良い製品をつくっていくためには、工作機械を中心として、機械工作法・材料・機械製図・工作測定などの基礎的な知識をよく理解して身につけなければなりません。

この講座は、技能検定試験の基準細目に準じた1・2級技能士コース「機械加工科」学科試験の知識が習得できることを目標としています。技能検定「機械加工科」は、工作機械を扱う上で習得すべき基礎的な知識を幅広く問う内容となっているため、技能検定にチャレンジすることによって、「1級技能士」「2級技能士」の資格を得ることができると同時に、必要とされる幅広い基礎知識を習得することができます。

またテキストは、技能検定にチャレンジされる方が自学自習しやすいように、次のような方針のもとに編集しました。

- 1) 実際の現場で使用されている機械・工具などについては、それらの種類・構造・取扱いなどをわかりやすい図で簡単に説明した。
- 2) 理論的に説明すべき項目は特にいいいな説明を心がけた。
- 3) 技能検定で問われる重要ポイントをわかりやすく取り上げた。
- 4) 各章のまとめには、専門科目より深く理解できるように、過去に国家試験で出題された問題や新たに作成した問題を付記し、またその問題の解答・解説をつけた。

本講座で学ばれることによって、国家技能検定1・2級技能士を取得し、学んだ知識をもとにさらに良いものづくりに励まれることを祈念しております。

JTEX 日本技能教育開発センター  
編集部

1章 工作機械加工一般(1) ..... 1-1

1.1 工作機械の種類及び用途 1-3

1.1.1 工作機械一般 1-3

- (1) 工作機械の分類 1-3
- (2) 工作機械の備えるべき条件 1-3
- (3) 工作機械の自動化 1-4
- (4) 各種テーパ 1-5
- (5) 仕上げ面の表面粗さと加工精度 1-7
- (6) 工作機械の総合的な精度 1-10
- (7) 工作機械の動力伝達方式 1-11

1.1.2 旋盤 1-12

- (1) 旋盤の構造 1-12
- (2) 旋盤の種類 1-14

1.1.3 フライス盤 1-17

- (1) フライス盤の種類 1-17

1.1.4 ボール盤 1-21

- (1) 直立ボール盤 1-22
- (2) 卓上ボール盤 1-22
- (3) ラジアルボール盤 1-23
- (4) 多軸・多頭ボール盤 1-23
- (5) 深穴ボール盤 1-24

1.1.5 中ぐり盤 1-24

- (1) 横中ぐり盤 1-24
- (2) 床上形 1-25
- (3) プレーナ形 1-25
- (4) ジグ中ぐり盤 1-26
- (5) 形削り盤 1-26
- (6) 平削り盤 1-28
- (7) 立て形削り盤 1-29

1.1.6 フローチ盤 1-30

1.1.7 金切り盤 1-31

- (1) のこ盤の種類 1-31
- (2) のこ刃 1-32

- 1. 1.8 研削盤 1-33
    - (1) 筒研削盤 1-34
    - (2) 万能研削盤 1-35
    - (3) 平面研削盤 1-35
    - (4) 曲面研削盤 1-36
    - (5) 凸なし研削盤 1-38
    - (6) 7グ研削盤 1-39
    - (7) その他の研削盤 1-39
  - 1. 1.9 歯切り盤 1-40
    - (1) 成形法による歯切り 1-40
    - (2) 成形法による歯切り 1-41
  - 1. 1.10 歯車研削盤 1-43
  - 1. 1.11 歯車仕上げ盤 1-44
    - (1) 歯車ラップ 1-44
    - (2) 歯車シェーピング盤 1-44
  - 1. 1.12 ラップ盤 1-45
  - 1. 1.13 ホーニング盤 1-46
  - 1. 1.14 超仕上げ盤 1-46
  - 1. 1.15 パフ盤 1-47
  - 1. 1.16 放電加工機 1-48
    - (1) 放電加工機 1-48
    - (2) ワイヤカット放電加工機 1-50
  - 1. 1.17 電解加工機
    - (1) 電解加工 1-50
    - (2) 電解研削 1-51
  - 1. 1.18 電子ビーム加工機 1-52
  - 1. 1.19 レーザ加工機 1-53
- 1.2 数値制御工作機械 1-55
- 1. 2.1 数値制御 1-56
    - (1) 三次元の表し方 1-56
    - (2) NCとコンピュータの違い 1-56
    - (3) NC工作機械の特徴 1-57
  - 1. 2.2 送りのしくみと制御 1-58
    - (1) 工作機械の案内面 1-58

- (2) リニアガイド 1-59
  - (3) 送りとサーボ機構のしくみ 1-60
  - (4) オープンループ方式 1-60
  - (5) グロースドループ方式 1-62
1. 2.3 送りのメカニズム 1-63
- (1) 回転数の検出 1-63
  - (2) ボールねじ 1-64
  - (3) ピッチ誤差の補正 1-65
  - (4) 設定単位 1-66
  - (5) バックラッシュ補正 1-66
  - (6) リニアモータ 1-66
1. 2.4 同時制御 1-67
- (1) パルスの出力 1-67
  - (2) 同期したパルス 1-67
  - (3) 各種の補間 1-69
1. 2.5 座標軸の定義 1-71
- (1) 図面と機械動作 1-71
  - (2) 座標軸と運動の記号 1-73
1. 2.6 プログラムと機械の動作 1-74
- (1) プログラミング 1-76
  - (2) サンプルプログラムの動作 1-76
  - (3) NCの機能 1-77
  - (4) プログラムの方式 1-81
  - (5) 固定サイクル 1-82
  - (6) サブプログラム 1-82
  - (7) NCマクロ 1-84
  - (8) 異なる機械でのプログラム 1-84
1. 2.7 フライス系NC工作機械 1-85
- (1) NCフライス盤 1-85
  - (2) マシニングセンタ (MC) 1-85
  - (3) 立形と横形の違い 1-86
  - (4) 自動工具交換装置 (ATC) 1-87
  - (5) 自動許測・自動心だし 1-91
  - (6) 五面加工機 1-91
  - (7) 五軸同時制御機械 1-92

### 1. 2.8 旋盤の種類 1-93

- (1) IC旋盤 1-93
- (2) ホーニングセンタ 1-95

### 1. 2.9 各種の研削盤 1-97

- (1) 平面研削盤 1-97
- (2) 筒研削盤 1-98
- (3) その他の研削盤 1-98

### 1. 2.10 特殊なNC加工 1-101

## 1.3 研削工具と研削砥石の種類と用途 1-102

### 1.3.1 バイトの種類 1-102

- (1) バイトの種類 1-102
- (2) 刃先形状 1-103
- (3) 作け刃バイト 1-104

### 1.3.2 ドリル 1-111

- (1) ツイストドリル 1-111
- (2) その他のドリル 1-112
- (3) ドリルの材料 1-113

### 1.3.3 フライス 1-113

- (1) 正面フライス 1-114
- (2) エンドミル 1-115
- (3) その他のフライス 1-116

### 1.3.4 研削砥石 1-118

- (1) 砥石の3要素 1-118
- (2) 最高使用周速度 1-121
- (3) 研削砥石の取り扱い上の注意 1-122
- (4) 砥石の種類と形状及び砥石の表示 1-122

### 1.3.5 切削作用と研削作用 1-124

- (1) 刃物の切削作用 1-124
- (2) 砥粒の研削作用 1-124

## 1.4 切削油剤の種類及び用途 1-125

### 1.4.1 切削油剤の機能と必要条件 1-125

- (1) 切削油剤の必要条件 1-125
- (2) 切削油剤の効果と具備条件 1-126

### 1.4.2 切削油剤の機能 1-126

- (1) 摩擦箇所と潤滑 1-126
- (2) 油性向上剤 1-127
- (3) 極圧添加剤 1-127
- (4) 冷却作用 1-127
- (5) 熱衝撃 1-128
- (6) 潤滑作用 1-129
- (7) 反溶着作用 1-131

### 1.4.3 切削油剤の種類及び用途 1-132

- (1) 不水溶性切削油剤 1-133
- (2) 水溶性切削油剤 1-133
- (3) その他の切削油剤 1-135

### 1.4.4 切削油剤の選択 1-136

- (1) 切削の場合 1-136
- (2) 研作の場合 1-137

### 1.4.5 切削油剤の取り扱い 1-137

- (1) 切削油剤の使い方 1-137
- (2) 老化の防止 1-138
- (3) 衛生管理 1-138
- (4) 切りくずのろ過 1-139
- (5) 切りくずの除去と搬出 1-141
- (6) 廃油・廃液処理 1-142

## 1章付録 操作表示記号 1-143

[章末問題] 1-154

2 工作機械加工一般(2) ..... 2-1

2.1 ジグ, 取付け具 2-3

2.1.1 ジグ, 取付け具一般 2-3

(1) 目的と分類 2-3

(2) 検討すべき事項 2-6

2.1.2 凡用取付け具 2-6

(1) 旋盤用 2-6

(2) ボール盤, フライス盤, マシニングセンタ (MC) 用取付け具 2-10

2.1.3 工作物の取り付けと調整 2-14

(1) 工作物の平行出し 2-14

(2) 位置決め 2-15

2.1.4 ジグ, 取付け具の材料 2-18

2.1.5 ジグ, 取付け具の具備すべき条件 2-18

(1) ジグ製作の原則 2-18

(2) 旋盤用 2-19

(3) ボール盤, フライス盤, マシニングセンタ (MC) 用 2-20

(4) マシニングセンタ (MC) 用 2-24

(5) ユニット構成用工作機械 2-26

2.2 工作と測定 2-28

2.2.1 測定と検査 2-28

(1) 直接測定, 比較測定, 間接測定 2-29

(2) 単位系 2-30

(3) 測定誤差 2-30

(4) 測定器の感度と精度 2-31

(5) 測定値の表し方 2-31

(6) 測定に影響する諸条件 2-32

(7) アップの法則 2-34

2.2.2 長さの測定 2-35

(1) 標準尺 2-35

(2) スケール 2-35

(3) パス 2-35

(4) ノギス 2-36

(5) デプスゲージ 2-38

(6) ハイトゲージ 2-39

(7) マイクロメータ 2-39

2.2.3 比較測定器 2-42

(1) ダイアルゲージ 2-42

(2) てこ式ダイアルゲージの種類と構造 2-46

(3) シリンダゲージ 2-47

(4) レーザ干渉測長期 2-48

(5) 空気マイクロメータ 2-48

(6) 電機マイクロメータの種類と構造 2-49

2.2.4 ブロックゲージ 2-50

2.2.5 その他の長さ測定器 2-53

(1) 測長期 2-53

2.2.6 ゲージ 2-53

(1) 標準ゲージ 2-53

(2) 限界ゲージ 2-55

2.2.7 角度の測定 2-58

(1) 角度の単位 2-58

(2) 角度の基準 2-58

(3) 角度の測定 2-61

(4) ユニバーサル・ベベルプロトラクタ 2-61

(5) サインバー 2-61

(6) 水準器 2-62

(7) オートコリメータ 2-64

(8) 直角定規と円筒スコヤ 2-65

(9) テーパーの測定 2-65

2.2.8 輪郭の測定 2-67

(1) 輪郭ゲージ 2-67

(2) 輪郭投影機 2-68

(3) 測定顕微鏡 2-68

2.2.9 表面粗さの測定 2-69

(1) 表面粗さ 2-69

(2) 粗さの測定方法 2-70

(3) 粗さの表示 2-70

(4) 表面性状パラメータ 2-71

- (5) 表面性状の図示法 2-74
- (6) 干渉法 2-75
- 2.2.10 形状及び位置の精度の測定 2-76
  - (1) 平面度及び真直度の測定 2-76
  - (2) 基準による測定 2-77
  - (3) 波の干渉 2-78
  - (4) 真円度及び円筒度の測定 2-79
  - (5) P精度の測定 2-80
  - (6) 同心度の測定 2-80
  - (7) 平行度 2-80
  - (8) 三次元測定器 2-81
- 2.2.11 ねじの測定 2-82
  - (1) ねじの測定要素 2-82
  - (2) ねじゲージによる検査 2-84
  - (3) おねじの機械的測定 2-85
  - (4) 三針法 2-86
  - (5) めねじの測定 2-86
- 2.3 油圧装置 2-87
  - 2.3.1 油圧の概要 2-87
    - (1) 油圧とは 2-87
    - (2) 油圧の特徴 2-88
  - 2.3.2 油圧に関する流体の基礎 2-89
    - (1) 密度 2-89
    - (2) 粘度 2-89
    - (3) 圧縮性 2-90
    - (4) 粘度指数 2-90
    - (5) 圧力 2-91
    - (6) バスカルの原理 2-91
    - (7) 連続の式 2-92
    - (8) ベルヌーイの定理 2-93
    - (9) 層流と乱流 2-93
    - (10) エネルギー損失 2-94
    - (11) 油圧特有の現象 2-96
  - 2.3.3 油圧で使用される油 2-96

- (1) 油圧（作動油）の機能と必要な性質 2-96
- (2) 油圧油の種類 2-97
- (3) 油圧油の添加剤 2-97
- 2.3.4 油圧機器 2-98
  - (1) 油圧ポンプ 2-98
  - (2) 油圧アクチュエータ 2-101
  - (3) 油圧制御弁 2-103
  - (4) 圧力制御弁 2-103
  - (5) 流量制御弁 2-107
  - (6) 方向制御弁 2-108
  - (7) 油圧付属機器 2-110
- 2.3.5 油圧基本回路 2-113
  - (1) 圧力制御回路 2-113
  - (2) 速度制御回路 2-114
  - (3) 方向制御回路 2-117
  - (4) その他の回路 2-117
- 2.3.6 油圧シーケンス制御回路と論理式
  - (1) AND回路 2-118
  - (2) OR回路 2-118
  - (3) NOT回路 2-119
  - (4) NOR回路 2-119
  - (5) NAND回路 2-119
  - (6) 順序回路、シーケンス回路 2-120
- 2.3.7 油圧図記号 2-121
- [章末問題] 2-126

## 1章 工作機械加工一般 (1)

### —学習のはじめに—

機械加工量は切削・研削を中心とします。工場で行われる加工には、丸物といわれる円筒形を加工する旋盤加工、小穴加工、中穴加工を中心とするボール盤加工、平面を中心とした加工、箱物などの加工をするフライス盤加工が作業の多くを占めます。また、この他各種形状を加工するさまざまな機械も多く使われます。これらの機械をどのように使い分けていくかが機械加工するうえで重要なこととなります。

最近の加工では、NCが主流なことから、工作物、工具、プログラムが用意されると自動的に加工ができますが、材料の加工特性、加工の効率化や加工精度の確保には、工作物の取り付けや工具の選択、作業手順がポイントとなります。また、機械に対する力のかかり方や、工具の作用の仕方を、理解することも重要となります。

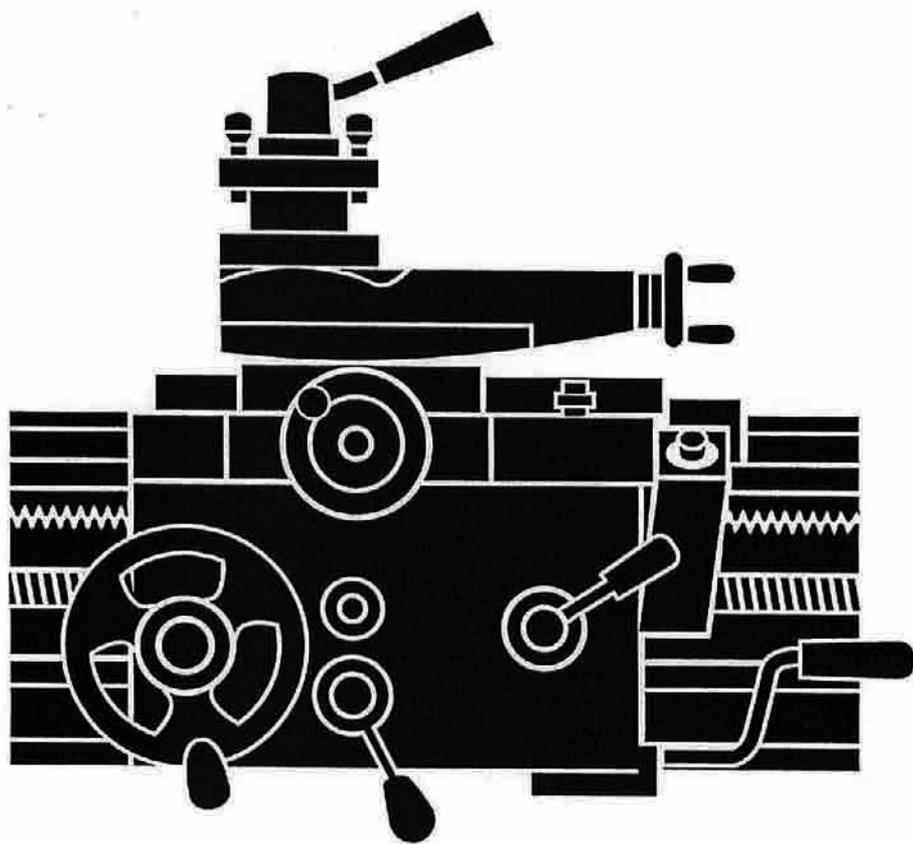
本章では、工作機械の種類や構造、加工や機械の特性について学習します。

認定職業訓練

1・2級技能士コース

# 機械加工科Ⅱ

(専門編)



機械加工料 教材の編成

テキスト	レポート	章 立 て
専 門 編	① 1 か月目 (T 1)	1章 工作機械加工一般 (1) 2章 工作機械加工一般 (2)
	② 2 か月目 (T 2)	3章 旋盤加工法
一 般 編	③ 3 か月目 (T 3)	4章 品質管理 5章 電気一般 6章 安全衛生管理
	④ 4 か月目 (T 4)	7章 機械構成要素 8章 潤滑及び給油
	⑤ 5 か月目 (T 5)	9章 機械工作法 10章 材料一般
	⑥ 6 か月目 (T 6)	11章 力学及び材料力学 12章 製 図

3章 旋盤加工法 ..... 3-1

3.1 旋盤の構造と種類 3-3

3.1.1 旋盤の構造 3-3

- (1) 主軸台 3-4
- (2) 心押し台 3-6
- (3) 往復台 3-6
- (4) ベッド 3-7

3.1.2 旋盤の大きさの表示 3-7

3.1.3 旋盤の種類とその用途 3-7

- (1) 普通旋盤 3-7
- (2) 正面旋盤 3-9
- (3) 立て旋盤 3-9
- (4) タレット旋盤 3-10
- (5) 自動旋盤 3-10

(6) NC旋盤 3-11

(7) 複合旋盤 3-12

3.1.4 主な旋盤加工 3-13

- (1) 円筒削り 3-13
- (2) テーパー削り 3-14
- (3) ねじ切り 3-17
- (4) 長尺物の加工 3-25

3.1.5 数値制御旋盤 3-29

- (1) 制御軸 (座標軸) の方向 3-29
- (2) 機械原点 3-30
- (3) 座標系設定 3-30
- (4) ノーズ半径 (R) 補正 3-34
- (5) プログラミング例 3-36
- (6) その他の機能 3-52

3.1.6 旋盤の精度検査と運転検査 3-53

- (1) 工作機械の試験および検査方法 3-53
- (2) 旋盤の試験および検査方法 3-54

3.1.7 旋盤に使用されるジグ, 取付け具 3-66

- (1) 工作物の取付け用ジグ 3-66

- 3.1.8 切削工具の取り付け 3-72
- 3.2 切削工具材料の特徴と加工条件 3-75
  - 3.2.1 切削工具の摩耗 3-75
    - (1) 工具摩耗の原因 3-75
    - (2) 工具摩耗形態 3-77
  - 3.2.2 工具寿命と切削速度 3-79
    - (1) 工具寿命の判定 3-79
    - (2) 寿命曲線と寿命方程式 3-80
    - (3) 最適切削速度 3-81
  - 3.2.3 切削工具材料の特性と選択 3-82
    - (1) 切削工具材料の特性と種類 3-82
    - (2) 超硬合金工具 3-83
    - (3) コーティング超硬合金 3-87
    - (4) 超微粒子超硬合金 3-88
    - (5) サーメット 3-88
    - (6) セラミック 3-89
    - (7) 超高压焼結工具 3-90
    - (8) 高速度工具鋼 (ハイス) 3-90
    - (9) コーティングハイスと粉末ハイス 3-92
  - 3.2.4 工作物の被削性 3-92
    - (1) 被削性評価の方法 3-92
    - (2) 被削性に与える要因と該当材料 3-93
    - (3) 鋼の被削性 3-93
    - (4) ステンレス鋼の被削性 3-95
    - (5) 鋳鉄の被削性 3-95
    - (6) 銅およびその合金の被削性 3-96
    - (7) アルミニウムおよびその合金の被削性 3-97
- 3.3 旋盤用切削工具の種類と用途 3-98
  - 3.3.1 バイト 3-98
    - (1) バイトの構造 3-98
    - (2) バイトの諸角 3-100
    - (3) バイトの種類 3-104
    - (4) 高速度工具鋼付刃バイト 3-105

- (5) スローアウェイバイト 3-107
- 3.3.2 ドリル 3-110
  - (1) センタ穴ドリル 3-110
  - (2) ドリル 3-111
- 3.3.3 リーマ 3-113
- 3.3.4 タップとダイス 3-115
  - (1) タップ 3-115
  - (2) ダイス 3-117
- 3.3.5 チェーザ 3-119
- 3.3.6 ローレット 3-120
- 3.4 切削加工 3-121
  - 3.4.1 加工法の分類と切削加工 3-121
  - 3.4.2 切削形態と切削条件 3-122
  - 3.4.3 切削機構と切りくず生成 3-125
  - 3.4.4 切りくずの処理 3-127
  - 3.4.5 切削抵抗 3-130
  - 3.4.6 構成刃先 3-134
  - 3.4.7 切削温度と切削速度 3-136
  - 3.4.8 仕上げ面の粗さ 3-138
    - (1) 表面粗さの定義 3-138
    - (2) 切削加工における仕上げ面 3-139
- [章末問題] 3-142

### 3章 旋盤加工法

—学習のはじめに—

旋盤は多くの工作機械の中で最も多用されている、実績のある工作機械です。旋盤による加工を旋盤加工、または、旋盤作業と呼びます。旋盤加工では主軸に工作物を取り付けて回転させ、これに固定した工具を当てて切削を行い、円筒状の部品を製作します。したがって、工作物を回転させて切削するという意味で、旋盤加工を「旋削」と呼ぶこともあります。

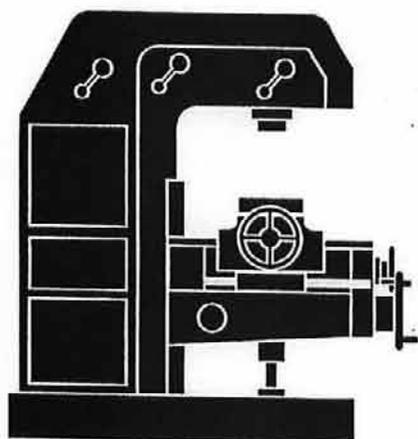
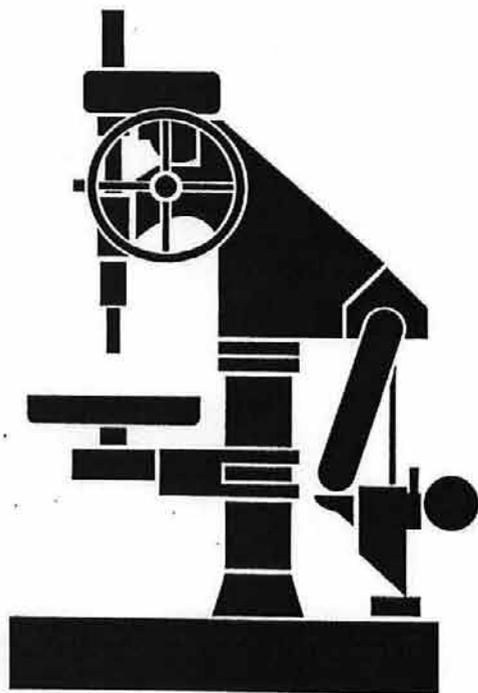
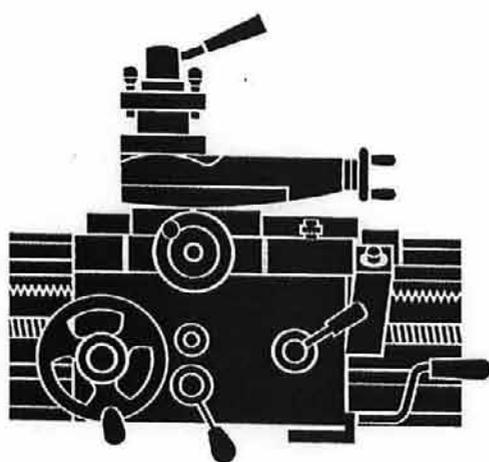
本章では工作機械の原点である旋盤の構造や種類を理解することから始まり、工具の使い方や各種加工方法、さらにはこれらの基本となる切削加工技術について学びます。

認定職業訓練

1・2級技能士コース

# 機械加工科 Ⅲ

(一般編)



機械加工科 教材の編成

テキスト	レポート	章 立 て
専 門 編	①	1 か月目 (T1) 1章 工作機械加工一般(1) 2章 工作機械加工一般(2)
	②	2 か月目 (T2) 3章 旋盤加工法
一 般 編	③	3 か月目 (T3) 4章 品質管理 5章 電気一般 6章 安全衛生管理
	④	4 か月目 (T4) 7章 機械構成要素 8章 潤滑及び給油
	⑤	5 か月目 (T5) 9章 機械工作法 10章 材料一般
	⑥	6 か月目 (T6) 11章 力学及び材料力学 12章 製 図

もくじ

4章 品質管理 .....4-1

4.1 品質管理の基本 4-3

4.1.1 品質管理とは 4-3

- (1) 品質管理の定義 4-3
- (2) よい品質とは 4-4
- (3) 管理とは 4-4

4.1.2 作業標準 4-5

- (1) バラツキの要因 4-5
- (2) 作業標準 4-5
- (3) 規格・標準類 4-6

4.1.3 職場の活性化と小集団活動 4-7

- (1) 小集団活動とは 4-7
- (2) 職制活動テーマと小集団活動の関連 4-7

4.2 品質管理の手法 4-8

4.2.1 品質管理(QC)的仕事の進め方 4-8

4.2.2 QC七つ道具 4-8

- (1) QC七つ道具でデータを取り、データに事実を語らせる 4-8
- (2) QC七つ道具の種類 4-10

4.2.3 QC七つ道具の実際 4-10

- (1) グラフ 4-10
- (2) バレート図 4-13
- (3) 特性要因図 4-14
- (4) ヒストグラム 4-16
- (5) チェックシート 4-20
- (6) 散布図 4-22
- (7) 層 別 4-25
- (8) 管理図 4-27

4.2.3 サンプル・データと母集団 4-35

- (1) サンプル・データ 4-35
- (2) 母集団とサンプルの関係 4-35

#### 4.3 検査 4-37

##### 4.3.1 検査の基本 4-37

- 0) 検査とは 4-37
- 1) 検査の分類 4-37
- 2) 全数検査と抜取検査の比較 4-38

##### 4.3.2 抜取検査 4-40

- (1) 抜取検査の分類 4-40
- (2) 抜取検査を行う場合の条件 4-41
- (3) 抜取検査の考え方 4-42
- (4) 抜取検査の型 4-44

##### 4.3.3 官能検査 4-45

- (1) 官能検査とは 4-45
- (2) 官能検査の必要性 4-45
- (3) 検査員の選定 4-47
- (4) 判断基準の標準化 4-47

[瑣末問題] 4-48

#### 5章 電気一般 .....5-1

##### 5.1 電流と電圧 5-3

###### 5.1.1 物質のもつ電荷 5-3

###### 5.1.2 電流 5-3

###### 5.1.3 電圧 5-4

###### 5.1.4 電位と電位差 5-5

###### 5.1.5 電流・電圧・抵抗の単位 5-5

##### 5.2 抵抗の取扱い 5-6

###### 5.2.1 オームの法則 5-6

###### 5.2.2 抵抗率 5-6

###### 5.2.3 抵抗の接続と合成抵抗 5-10

- (1) 直列接続の合成抵抗 5-10
- (2) 並列接続の合成抵抗 5-12
- (3) 直並列接続の合成抵抗 5-13

###### 5.2.4 抵抗による電圧の分圧 5-14

###### 5.2.5 抵抗による電流の分流 5-15

##### 5.3 電力と電力量 5-17

###### 5.3.1 電力 5-17

###### 5.3.2 電力量 5-17

###### 5.3.3 ジュール熱 5-18

##### 5.4 ブリッジ回路と抵抗 5-20

###### 5.4.1 ブリッジ回路 5-20

###### 5.4.2 温度による抵抗の変化 5-21

###### 5.4.3 絶縁抵抗および接地抵抗 5-21

- (1) 絶縁抵抗 5-21
- (2) 接地抵抗 5-22

##### 5.5 磁気と静電気 5-23

###### 5.5.1 電流による磁界(磁力線) 5-23

- (1) 直線状の電流のつくる磁界 5-23
- (2) コイルの電流がつくる磁界 5-23

###### 5.5.2 電磁力 5-24

###### 5.5.3 電磁誘導作用 5-26

- (1) レンツの法則 5-26
- (2) フレミングの右手の法則 5-26

###### 5.5.4 変圧器 5-27

- (1) 相互誘導作用 5-27
- (2) 変圧器の原理 5-27

###### 5.5.5 静電気 5-28

- (1) 静電誘導作用 5-28
- (2) 静電容量 5-28

###### 5.5.6 コンデンサの接続 5-29

- (1) 直列接続 5-29
- (2) 並列接続 5-29

##### 5.6 直流機 5-31

###### 5.6.1 直流発電機 5-31

- (1) 直流発電機の原理 5-31
  - (2) 直流発電機の構造 5-31
  - 5.2 直流電動機 5-32
  - (1) 直流電動機の原理 5-32
  - (2) 直流電動機の種類 5-33
  - (3) 直流電動機の世界制御 5-34
- 5.7 単相交流 5-36
- 5.7.1 正弦波交流の発生 5-36
  - 5.7.2 正弦波交流の瞬時値 5-36
  - 5.7.3 正弦波交流の大きさ 5-38
    - (1) 瞬時値 5-38
    - (2) 平均値 5-39
    - (3) 実効値 5-40
  - 5.7.4 交流の周期と周波数 5-42
  - 5.7.5 交流の電力 5-44
  - 5.7.6 力率 5-45
  - 5.7.7 送電損失とその低減策 5-47
- 5.8 整流 5-49
- 5.8.1 半波整流回路 5-49
  - 5.8.2 全波整流回路 5-50
- 5.9 三相交流 5-52
- 5.9.1 三相交流回路 5-52
    - (1) 三角 ( $\Delta$ :デルタ) 結線 5-52
    - (2) 星形 ( $\gamma$ ) 結線 5-53
  - 5.9.2 三相交流電力 5-53
    - (1)  $\Delta$ 回路 5-53
    - (2)  $\gamma$ 回路 5-54
- 5.10 電動機 5-55
- 5.10.1 各種電動機の種類 5-55
  - 5.10.2 三相誘導電動機 5-55
    - (1) 回転の原理 5-55

- (2) 回転磁界の発生 (2極の場合) 5-56
  - (3) 三相誘導電動機の構造 5-57
  - (4) 三相誘導電動機の回転速度 5-58
  - (5) 三相誘導電動機の始動方法 5-59
  - (6) 三相誘導電動機の回転方向 5-62
  - (7) 三相誘導電動機の回転速度制御 5-63
- 5.10.3 パルスモータ (ステッピングモータ) 5-66
- (1) パルスモータとは 5-66
  - (2) パルスモータの用途 5-66
- 5.10.4 サーボ機構 5-66
- (1) サーボモータ 5-66
  - (2) 電気方式による分類 5-66
- 5.11 主回路保護用電気機器 5-67
- 5.11.1 主回路と制御回路 5-67
  - 5.11.2 ヒューズ 5-68
  - 5.11.3 手動開閉器 5-69
    - (1) ナイフスイッチ 5-69
    - (2) 配線用遮断器 5-70
    - (3) 漏電遮断器 5-71
  - 5.11.4 電磁接触器, サーマルリレー, 電磁開閉器 5-72
    - (1) 電磁接触器 5-72
    - (2) サーマルリレー (熱動形過電流継電器) 5-73
    - (3) 電磁開閉器 5-73
    - (4) 開閉器に共通する事項 5-74
- 5.12 制御用電気機器 5-75
- 5.12.1 継電器 (リレー) 5-75
  - 5.12.2 タイマ 5-76
    - (1) アナログ式タイマ 5-77
    - (2) デジタル式タイマ 5-77
  - 5.12.3 ソレノイド 5-78
- 5.13 自動制御 5-80
- 5.13.1 自動制御の種類 5-80

( 4 ) シーケンス制御 5-80

( 5 ) フィードバック制御 5-80

5.1.2 シーケンス制御回路に使う接点の種類 5-81

( 1 ) a 接点 (NO) 5-81

( 2 ) b 接点 (NC) 5-81

( 3 ) c 接点 (COM) 5-81

( 4 ) 接点の図記号 5-81

5.1.3 シーケンス制御の基本回路 5-82

( 1 ) ON 回路 5-82

( 2 ) OFF 回路 5-82

( 3 ) AND 回路 (直列回路) 5-82

( 4 ) OR 回路 (並列回路) 5-83

( 5 ) NOT 回路 (反転回路) 5-83

( 6 ) 自己保持回路 (セルフホールド回路) 5-84

( 7 ) インタロック回路 (相互鎖錠回路) 5-85

[ 章 題 ] 5-88

## 6 章 安全衛生管理 .....6-1

### 6.1 安全衛生管理の基本 6-3

#### 6.1.1 安全衛生管理組織 6-3

( 1 ) 総括安全衛生管理者 6-3

( 2 ) 安全管理者 6-4

( 3 ) 衛生管理者 6-4

( 4 ) 産業医 6-5

( 5 ) 安全委員会、衛生委員会 6-5

#### 6.1.2 安全衛生管理計画 6-6

( 1 ) 安全衛生管理計画 6-6

( 2 ) 安全作業標準 6-6

( 3 ) 作業標準の作成 6-7

( 4 ) 作業標準の運用 6-8

#### 6.1.3 労働安全衛生法関係法令に係る安全衛生点検 6-9

( 1 ) 安全衛生点検 6-9

( 2 ) 安全衛生点検表の作成 6-9

( 3 ) 機械設備の点検 6-10

( 4 ) 安全衛生点検の対象と着眼点 6-13

( 5 ) 安全衛生点検による効果 6-13

#### 6.1.4 安全衛生教育 6-14

( 1 ) 安全衛生教育の種類 6-14

( 2 ) 安全衛生教育の内容 6-14

### 6.2 災害の発生とその防止 6-17

#### 6.2.1 災害の発生原因 6-17

#### 6.2.2 災害統計 6-19

( 1 ) 労働災害における傷害の種類 6-19

( 2 ) 災害率の算定式 6-19

#### 6.2.3 機械による危険の防止 6-20

( 1 ) 作動部分上の突起物等の防護措置 6-20

( 2 ) 原動機、回転軸等による危険の防止 6-20

( 3 ) ベルトの切断による危険の防止 6-20

( 4 ) 動力しゃ断装置 6-21

( 5 ) 加工物、切削くず等飛来による危険の防止 6-21

( 6 ) 本質安全装置 (フルブーフとフェールセーフ) 6-21

#### 6.2.4 機械設備管理上の安全措置 6-22

( 1 ) 規格に適合しない機械等の使用禁止 6-22

( 2 ) 安全装置に対する作業者の遵守事項 6-22

( 3 ) 運転開始の合図 6-22

( 4 ) そうじ等の場合の運転停止 6-22

( 5 ) 年少者及び妊産婦の就業制限 6-23

( 6 ) 電気機械器具等の点検補修 6-23

( 7 ) 機械間の通路 6-23

( 8 ) 作業床の設置 6-23

( 9 ) 作業者の服装 6-23

( 10 ) 設備計画の届出 6-24

### 6.3 安全衛生管理の各論 6-25

#### 6.3.1 工作機械の安全 6-25

( 1 ) 一般的な工作機械の安全 6-25

( 2 ) 各種工作機械の安全 6-25

- 6.3.2 プレスの安全 6-26
  - (1) プレスの安全対策 6-27
  - (2) プレスの安全装置 6-27
- 6.3.3 研削盤の安全 6-28
- 6.3.4 手工具および動力工具の安全 6-29
  - h) 手工具の安全 6-29
  - h) 動力工具の安全 6-31
- 6.3.4 電気による危険の防止 6-32
  - h) 電撃の危険性と安全限界 6-32
  - h) 安全電圧 6-34
- 6.3.5 電気機械器具の安全 6-34
  - h) 電気機械器具の囲い 6-34
  - h) 漏電による感電の防止 6-35
- 6.4 安全衛生管理に係わる事項 6-36
  - 6.4.1 燃焼と爆発 6-36
    - (1) 用語の意義 6-36
    - (2) 燃焼(爆発)の3要素 6-37
    - (3) 爆発 6-37
  - 6.4.2 荷役作業における危険の防止 6-40
    - (1) 荷役作業の基本的事項 6-40
    - (2) 人力運搬 6-40
    - (3) クレーン 6-41
    - (4) 玉掛け 6-42
    - (5) 玉掛けワイヤロープの吊り角度による張力の増加 6-43
  - 6.4.3 作業環境 6-45
    - (1) 作業環境管理 6-45
    - (2) 気積および換気 6-46
    - (3) 有機溶剤中毒の予防 6-47
    - (4) 採光・照明 6-48
    - (5) 温度および湿度 6-49
  - 6.4.4 ガス溶接・溶断作業 6-50
    - (1) アセチレンおよび酸素ボンベ 6-50
    - (2) 溶接および溶断作業と火災爆発防止 6-50
    - (3) 保護具 6-50

- (4) ゴムホームの取扱い 6-50
- 6.4.5 消防 6-52
  - (1) 一般的事項 6-52
  - (2) 消火器具の設置基準 6-54
  - (3) 消火器の種類と性能 6-55
- 6.4.6 整理・整頓・清掃・清潔の保持 6-56
- 6.4.7 健康の保持・増進 6-56
- 【章末問題】 6-58

さくいん

## 4章 品質管理

### —学習のはじめに—

品質管理とは、最も経済的な、最も役に立つ、しかもお客が満足して買ってくれる品質の製品を企画・開発し、設計し、生産し、販売し、サービスするということです。

品質管理を進めるうえで大切なことは、「事実に基づいて判断し、行動する」ことです。この事実をだれにでもわかる共通の言葉で表したものがデータです。

私たちが取り扱うデータには計量値と計数値がありますが、それを単に見るだけでは、どのような意味をもっているのかは判断できません。しかし、統計的手法やQC手法を活用すると、データの意味が読み取れ、それによつて的確な処置がとれたり、また判断することができます。

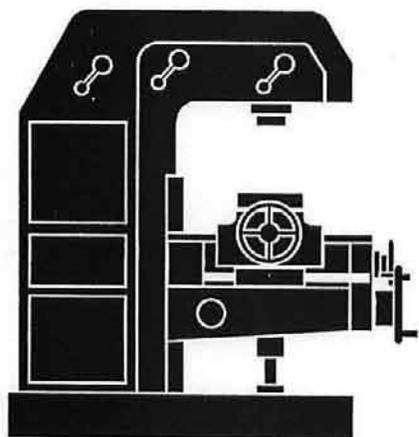
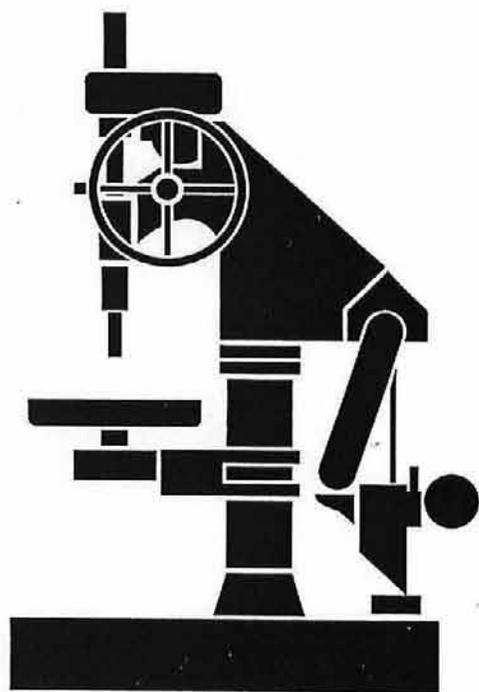
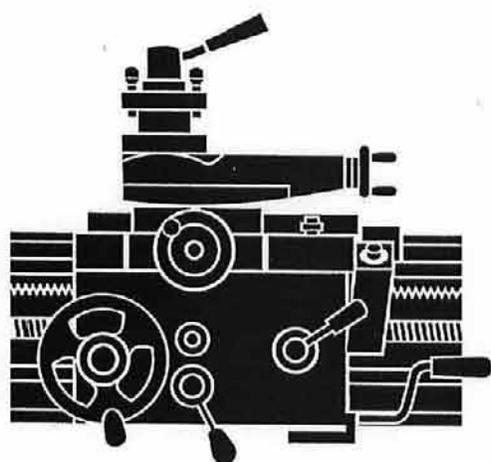
ここでは、品質管理の考え方と、グラフ・パレート図・ヒストグラム・チェックシート・散布図・層別・管理図などのQC手法の使い方について学習します。

認定職業訓練

1・2級技能士コース

# 機械加工科 4

(一般編)



機械加工科 教材の編成

テキスト	レポート	章 立 て
専 門 編	①	1 か月目 (T1) 1章 工作機械加工一般 (1) 2章 工作機械加工一般 (2)
	②	2 か月目 (T2) 3章 旋盤加工法
一 般 編	③	3 か月目 (T3) 4章 品質管理 5章 電気一般 6章 安全衛生管理
	④	4 か月目 (T4) 7章 機械構成要素 8章 潤滑及び給油
	⑤	5 か月目 (T5) 9章 機械工作法 10章 材料一般
	⑥	6 か月目 (T6) 11章 力学及び材料力学 12章 製 図

もくじ

7章 機械構成要素 .....7-1

7.1 ねじ 7-3

- 7.1.1 ねじの基礎 7-3
  - (1) ねじとは 7-3
  - (2) ねじ各部の名称 7-3
- 7.1.2 ねじの種類・形状及び用途 7-5
  - (1) ねじの種類・形状及び用途 7-5
  - (2) ねじの基本規格 7-7

7.2 ボルト・ナット、座金 7-11

- 7.2.1 ボルト・ナット 7-11
  - (1) ボルト 7-11
  - (2) ナット 7-14
  - (3) 止めねじ 7-14
- 7.2.2 座金 7-15
- 7.2.3 ボルトによる締結の保全 7-16
  - (1) ねじのはめあいの長さ 7-16
  - (2) ナットのゆるみ止め 7-16
  - (3) ボルト・ナットの固着の原因と対策 7-20
  - (4) 固着したボルト・ナットの外し方 7-20
  - (5) ねじの締付け方法 7-21
  - (6) ねじの破壊と防止対策 7-23

7.3 リベット継手 7-25

- 7.3.1 リベット 7-25
  - (1) リベットの種類 7-25
  - (2) リベットの長さ 7-25
  - (3) リベット締めとコーキン 7-26
- 7.3.2 リベット継手の種類 7-26
- 7.3.3 リベット継手の強さ 7-27
  - (1) リベットのせん断 7-28
  - (2) リベット穴の間の板の関係 7-28
  - (3) リベット継手の効率 7-28

## 7.4 軸と軸接手 7-30

### 7.4.1 軸とその種類 7-30

(1) 作用する力による分類 7-30

(2) 形状による分類 7-30

### 7.4.2 軸の安全 7-31

(1) 変形 7-31

(2) 軸径 7-31

(3) 危険速度 7-32

(4) 軸および軸まわりの取り扱い 7-32

### 7.4.3 軸継手 7-33

(1) 固定軸継手 7-33

(2) たわみ軸継手 7-34

(3) 伸縮軸継手 7-35

(4) 自在軸継手 7-35

### 7.4.4 クラッチ 7-35

(1) 摩擦クラッチ 7-35

(2) かみあいクラッチ 7-36

## 7.5 軸受 7-37

### 7.5.1 軸受とジャーナル 7-37

(1) ジャーナルの種類 7-37

(2) 軸受の種類 7-37

### 7.5.2 滑り軸受 7-38

(1) ラジアル軸受 7-38

(2) スラスト軸受 7-40

### 7.5.3 転がり軸受 7-40

(1) 転がり軸受の種類 7-41

(2) 転がり軸受の取付け 7-43

(3) 転がり軸受の回転数の限界 7-44

### 7.5.4 密封装置(シール) 7-45

(1) 非接触シール 7-46

(2) メカニカルシール 7-46

(3) オイルシール 7-47

(4) パッキン 7-47

(5) Oリング 7-48

(6) ガスケット 7-48

## 7.6 キー・ピン・コッタ・スプライン 7-51

### 7.6.1 キー 7-51

(1) 沈みキー 7-51

(2) 接線キー 7-51

(3) 半月キー 7-51

### 7.6.2 ピン 7-52

7.6.3 コッタ 7-53

7.6.4 スプライン 7-54

## 7.7 歯車 7-55

### 7.7.1 歯車とは 7-55

### 7.7.2 歯車の種類 7-55

(1) 2軸が互いに平行である歯車 7-56

(2) 2軸が一点で交わる歯車 7-57

(3) 2軸が平行でなく交わりもしない歯車 7-57

### 7.7.3 歯車の歯形 7-58

### 7.7.4 歯車各部の名称 7-60

(1) ピッチ円直径とピッチ 7-60

(2) モジュール 7-61

(3) 歯先円と歯底円 7-61

(4) 歯末のたけと歯元のたけ 7-62

(5) 歯厚と歯幅 7-62

(6) 圧力角 7-63

### 7.7.5 歯車の保全 7-63

(1) かみあい率 7-63

(2) バックラッシ 7-63

(3) 歯形の修正 7-64

(4) 転移平歯車 7-64

### 7.7.6 歯車列 7-65

## 7.8 巻掛け伝動 7-67

### 7.8.1 ベルト 7-67

- (1) 平ベルト伝動 7-67
- (2) タイミングベルト伝動 7-69
- (3) Vベルト伝動 7-70
- 7.8.2 チェーン伝動 7-71

#### 7.9 摩擦伝動装置・無段変則装置 7-72

- 7.9.1 摩擦伝動装置 7-72
  - (1) 円筒摩擦車 7-72
  - (2) 円すい摩擦車 7-73
- 7.9.2 無段変則装置 7-74
  - (1) 摩擦車による無段変速装置 7-74
  - (2) Vベルトによる無段変速機 7-74
  - (3) リングコーンによる無段変速機 7-76
  - (4) トルクコンバータによる無段変速 7-76

#### 7.10 リンクとカム 7-77

- 7.10.1 リンク機構 7-77
  - (1) てこクランク機構 7-77
  - (2) 両クランク機構 7-78
  - (3) 両てこ機構 7-79
  - (4) 倍力装置 7-79
- 7.10.2 スライダクランク機構 7-80
  - (1) 往復スライダクランク機構 7-81
  - (2) 揺動スライダクランク機構 7-81
  - (3) 回りスライダクランク機構 7-82
- 7.10.3 カム 7-83
  - (1) カムの種類 7-83
  - (2) カム線図とカムの形状 7-85

#### 7.11 管と管継手 7-86

- 7.11.1 管 7-86
  - (1) 管の種類 7-86
- 7.11.2 管継手 7-87
  - (1) ねじ込み式管継手 7-87
  - (2) フランジ式管継手 7-89

- (3) 伸縮管継手 7-89
- 7.11.3 配管の保全 7-90

#### 7.12 バルブとコック 7-92

- 7.12.1 バルブ (弁) 7-92
  - (1) 玉形弁・アングル弁 7-92
  - (2) 仕切弁 7-93
  - (3) バタフライ弁 7-93
  - (4) 逆止め弁 7-94
  - (5) 逃し弁 7-94
- 7.12.2 コック 7-95

#### 7.13 ばね・ブレーキ 7-96

- 7.13.1 ばね 7-96
  - (1) ばねとは 7-96
  - (2) ばねの種類 7-96
  - (3) ばねの用途 7-96
  - (4) ばねの材料 7-96
  - (5) トーションバー 7-98
- 7.13.2 ブレーキ 7-98
  - (1) ブレーキとは 7-98
  - (2) ブロックブレーキ 7-99
  - (3) ドラムブレーキ 7-100
  - (4) ディスクブレーキ 7-101
  - (5) 帯ブレーキ 7-101
  - (6) 電磁ブレーキ 7-101

[章末問題] 7-102

8章 潤滑及び給油 .....8-1

8.1 潤滑 8-3

8.1.1 潤滑の目的 8-3

8.1.2 潤滑の機構 8-4

- (1) 滑り軸受の潤滑 8-4
- (2) 転がり軸受の潤滑 8-5
- (3) 潤滑とその効果 8-5

8.2 潤滑剤 8-6

8.2.1 潤滑剤の分類 8-6

- (1) 添加剤 8-7
- (2) 潤滑油の性状 8-8

8.2.2 潤滑油の種類 8-11

- (1) 鉱物油（石油系） 8-11
- (2) 動物油系，植物油系 8-12
- (3) 混成潤滑油 8-13
- (4) 潤滑油の選定 8-13

8.3 グリース 8-14

8.3.1 グリースの用語 8-14

8.3.2 グリース潤滑の特徴と種類 8-15

- (1) 特徴 8-15
- (2) 種類 8-16

8.3.3 グリースの充填量および補給量 8-19

8.4 給油法の分類 8-20

8.4.1 潤滑油の給油法 8-21

- (1) 全損式給油法 8-21
- (2) 反復式（回収循環式）給油法 8-24

8.4.2 グリース潤滑 8-26

8.5 潤滑管理 8-28

8.5.1 潤滑管理とは 8-28

(1) 潤滑管理の進め方 8-28

(2) 潤滑管理の適正給油 8-31

8.5.2 潤滑箇所の点検と保全 8-31

- (1) 潤滑油の劣化の原因と更油 8-31
- (2) 劣化の防止対策 8-32
- (3) 潤滑油の浄化 8-33

〔章末問題〕 8-34

さくいん

## 7章 機械構成要素

### —学習のはじめに—

家庭においては自動車や電化製品、産業においては工作機械や産業用ロボットなどの各種生産機械など、私たちの周りには、いろいろな機械があります。これら機械は、機能に適した数多くの部品が使用され、機能を満足するように構成されています。どのような機械にも共通して使われる部品を総称して機械要素、あるいは機械構成要素といいます。

主な機械要素としては、締結要素（ボルト・ナット、リベットなど）、軸・軸受要素（軸・軸継手・軸受、キーなど）、伝動要素（歯車・プーリなど）、運動変換要素（リンク・カムなど）、配管関係要素（管・管継手・バルブなど）、制動・緩衝関係要素（ばね・ブレーキ）などの要素があります。

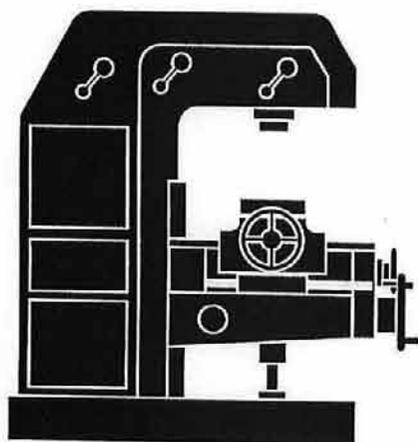
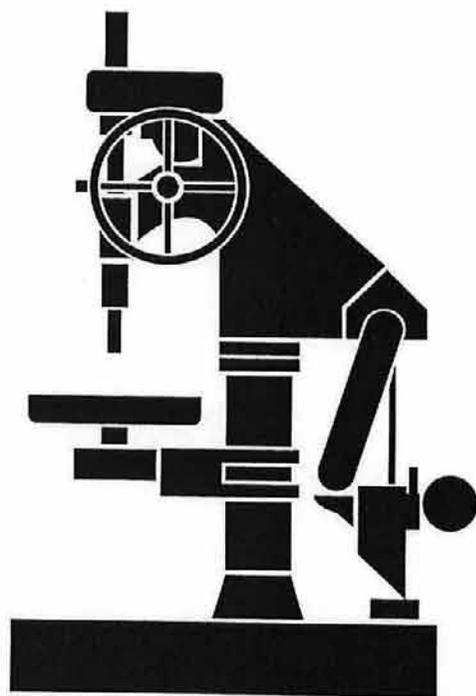
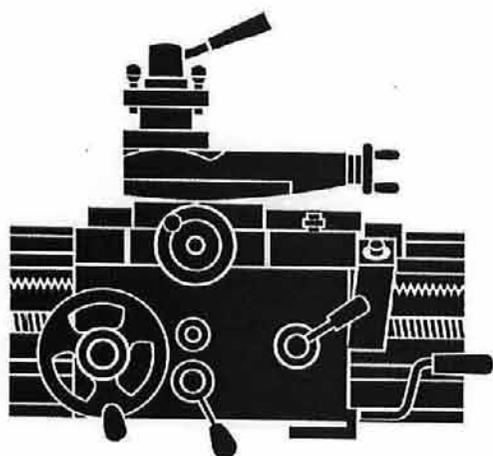
ここでは、各種機械要素の種類・形状・用途および保全について学習します。

認定職業訓練

1・2級技能士コース

# 機械加工科 Ⅴ

(一般編)



機械加工科 教材の編成

テキスト		レポート	章 立 て
専 門 編	①	1 か月目 (T1)	1章 工作機械加工一般 (1) 2章 工作機械加工一般 (2)
	②	2 か月目 (T2)	3章 旋盤加工法
一 般 編	③	3 か月目 (T3)	4章 品質管理 5章 電気一般 6章 安全衛生管理
	④	4 か月目 (T4)	7章 機械構成要素 8章 潤滑及び給油
	⑤	5 か月目 (T5)	9章 機械工作法 10章 材料一般
	⑥	6 か月目 (T6)	11章 力学及び材料力学 12章 製 図

9章 機械工作法 .....9-1

9.1 鑄造 9-3

9.1.1 鑄造の基礎 9-3

(1) 鑄造の特徴 9-3

(2) 模型 9-3

9.1.2 砂型鑄造 9-5

(1) 原理 9-5

(2) 特徴 9-6

(3) 用途 9-7

9.1.3 CO<sub>2</sub>プロセス 9-7

9.1.4 シェルモールド法 9-7

(1) 原理 9-7

(2) 特徴 9-8

(3) 用途 9-8

9.1.5 インベストメント鑄造法 9-9

(1) 原理 9-9

(2) 特徴 9-9

(3) 用途 9-10

9.1.6 ダイカスト法 9-10

9.1.7 遠心鑄造法 9-10

9.2 塑性加工 9-11

9.2.1 塑性加工の基礎 9-11

9.2.2 鍛造 9-11

(1) 型鍛造 9-11

(2) 鍛造用材料 9-12

9.2.3 せん断・打抜き加工 9-12

9.2.4 深絞り加工 9-13

9.2.5 曲げ加工 9-14

9.2.6 フォーミング 9-14

9.2.7 スタンピング 9-15

9.2.8 スピニング 9-16

9.2.9 転造 9-16

9.2.10 プレス 9-17

### 9.3 溶接 9-19

9.3.1 溶接の基礎 9-19

9.3.2 酸素・アセチレン溶接 (ガス溶接) 9-19

9.3.3 アーク溶接 9-20

9.3.4 抵抗溶接 9-23

9.3.5 溶接部に生じる欠陥 9-24

### 9.4 特殊加工 9-26

9.4.1 特殊加工の基礎 9-26

9.4.2 放電加工 9-27

(1) 形彫り放電加工 9-27

(2) ワイヤ放電加工 9-27

9.4.3 電子ビーム加工 9-28

9.4.4 プラズマ加工 9-28

9.4.5 レーザ加工 9-28

9.4.6 電解加工 9-29

9.4.7 電解研削 9-29

9.4.8 電解研摩 9-29

9.4.9 化学研摩 9-29

9.4.10 ホトエッチング 9-30

### 9.5 表面処理 9-31

9.5.1 前処理 9-31

(1) 洗浄 9-31

(2) 研摩 9-32

9.5.2 本処理 9-32

(1) 表面硬化法 9-32

(2) 金属被膜処理 9-32

(3) 化成処理 9-33

### 9.6 仕上げ作業 9-34

9.6.1 けがき作業 9-34

9.6.2 やすり作業 9-36

9.6.3 穴あけ作業 9-37

9.6.4 ねじ立て 9-38

(1) タップ 9-38

(2) タップハンドル 9-38

(3) 下穴の大きさ 9-39

(4) ダイス 9-39

(5) ダイスハンドル 9-39

(6) ダイス作業の要領 9-40

9.6.5 リーマ 9-40

(1) リーマの種類 9-40

(2) 作業条件 9-41

9.6.6 きさげ 9-41

(1) きさげの種類 9-41

(2) 平面のきさげ仕上げ 9-41

(3) 三枚合わせ法 9-42

[章末問題] 9-43

10章 材料一般 ..... 10-1

10.1 鉄鉱石から鉄鋼まで 10-3

- 10.1.1 鉄鋼の製法 10-3
- 10.1.2 製鉄所の各種設備 10-5
- 10.1.3 温度と結晶の構造 10-6
- 10.1.4 鉄鋼の性質 10-7
  - (1) 熱膨張係数 10-7
  - (2) 熱伝導率 10-7
  - (3) 電気抵抗率 10-8
  - (4) 結晶粒度と諸特性 10-8
  - (5) 硬さと引張強さ 10-9
- 10.1.5 鉄-炭素系平衡状態図 10-10
- 10.1.6 炭素鋼の熱処理 10-12
  - (1) 焼なましおよび焼ならし 10-12
  - (2) 焼入れ 10-13
  - (3) 焼戻し 10-15
- 10.1.7 鋼の表面熱処理法 10-16
  - (1) 表面焼入れ 10-17
  - (2) 浸炭および浸炭窒化 10-20
  - (3) 窒化および窒化関連処理 10-21
  - (4) その他の熱拡散処理 10-23

10.2 鉄鋼材料の種類と用途 10-25

- 10.2.1 鉄鋼材料とは 10-25
- 10.2.2 圧延鋼材、鋼板および線材 10-26
  - (1) 圧延鋼材 10-26
  - (2) 熱間圧延軟鋼板 10-27
  - (3) 冷間圧延鋼板 10-27
  - (4) 線材 10-28
- 10.2.3 機械構造用鋼 10-29
  - (1) 機械構造用炭素鋼 10-30
  - (2) 機械構造用合金鋼 10-30
  - (3) 焼入性を保証した構造用鋼 10-32

10.2.4 工具鋼 10-33

- (1) 冷間成形用工具鋼 10-33
- (2) 熱間成形用工具鋼 10-34
- (3) 高速度工具鋼 10-35

10.2.5 特殊用途鋼 10-36

- (1) ステンレス鋼 10-36
- (2) 耐熱鋼 10-37
- (3) ばね鋼 10-38
- (4) 軸受鋼 10-38
- (5) 快削鋼 10-38

10.2.6 鑄鉄 10-39

- (1) ねずみ鑄鉄 10-39
- (2) 球状黒鉛鑄鉄 10-40
- (3) 可鍛鑄鉄 10-41
- (4) その他の鑄鉄 10-42

10.2.7 鑄鋼 10-43

- (1) 炭素鋼鑄鋼品 10-43
- (2) 溶接構造用鑄鋼品 10-43
- (3) 構造用高張力炭素鋼および低合金鋼鑄鋼品 10-43
- (4) ステンレス鋼鑄鋼品 10-44
- (5) 耐熱鋼鑄鋼品 10-44
- (6) 高マンガン鋼鑄鋼品 10-44
- (7) 高温高圧用鑄鋼品および低温高圧用鑄鋼品 10-45

10.3 非鉄金属材料の種類と用途 10-46

10.3.1 アルミニウムとその合金 10-46

- (1) 展伸用アルミニウムおよびその合金 10-46
- (2) 鑄物用アルミニウム合金 10-48

10.3.2 銅とその合金 10-50

- (1) 展伸用銅およびその合金 10-50
- (2) 鑄物用銅およびその合金 10-53

10.3.3 チタンとその合金 10-55

- (1) 展伸用チタンおよびその合金 10-55
- (2) 鑄物用チタンおよびその合金 10-56

10.3.4 その他の非鉄金属とその合金 10-56

- (1) マグネシウム合金 10-56
- (2) 亜鉛合金 10-56
- (3) すずおよび鉛合金 10-57
- (4) ニッケルとその合金 10-57

#### 10.4 非金属材料 10-59

- 10.4.1 プラスチック 10-59
  - (1) プラスチックの特徴 10-59
  - (2) 熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂 10-60
  - (3) プラスチックの特性 10-62
- 10.4.2 セラミックス 10-62
  - (1) 酸化物系セラミックス 10-63
  - (2) 非酸化物系セラミックス 10-63
- 10.4.3 ゴム 10-64

#### 10.5 複合・機能材料 10-65

- 10.5.1 繊維強化材料 10-65
- 10.5.2 機能材料 10-66
  - (1) 形状記憶合金 10-66
  - (2) 非晶質合金 10-66
  - (3) 制振合金 10-66

#### 10.6 表面処理 10-67

- 10.6.1 表面処理の分類と役割 10-67
- 10.6.2 塗装 10-68
  - (1) 塗装法 10-68
  - (2) 塗料 10-70
- 10.6.3 湿式めっき 10-71
  - (1) 湿式めっきの分類と原理 10-71
  - (2) 電気めっき 10-72
  - (3) 化学めっき 10-73
- 10.6.4 溶射 10-74
  - (1) 溶射法の分類と原理 10-74
  - (2) 溶射材料 10-76
  - (3) 溶射の種類 10-77

#### 10.6.5 気相めっき 10-78

- (1) 物理蒸着 (PVD) 10-78
- (2) 化学蒸着 (CVD) 10-80
- (3) PVD, CVD によって生成されている硬質膜 10-81

#### 10.7 金属材料試験 10-83

- 10.7.1 引張試験 10-83
  - (1) 応力-ひずみ線図 10-84
  - (2) 材料の機械的性質 10-85
- 10.7.2 衝撃試験 10-86
- 10.7.3 硬さ試験 10-87

#### 10.8 非破壊検査 10-89

- 10.8.1 放射線透過試験 10-89
- 10.8.2 超音波探傷試験 10-90
  - (1) 垂直法 10-91
  - (2) 斜角法 10-91
  - (3) 水浸法 10-91
- 10.8.3 磁粉探傷試験 10-92
- 10.8.4 浸透探傷試験 10-93
- [章末問題] 10-94

さくいん

## 9章 機械工作法

### 学習のはじめに

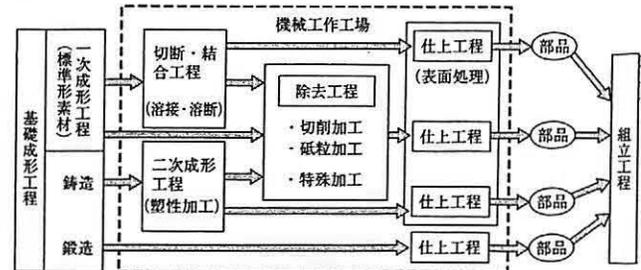
機械工作法とは、材料の持っている性質を利用して、所要の形状・寸法に加工する技術をいいます。

機械製造の立場から工程別に工作法を分類すると、図のようになります。

すなわち、それらは、①成形工程に用いる工作法、②切断・結合工程に用いる工作法、③除去工程に用いる工作法、そして④仕上工程に用いる工作法となります。

次に、工作法をその原理や用途から分類すると、①鋳造、②塑性加工、③溶接・溶断、④切削加工、⑤砥粒加工、⑥特殊加工、⑦表面処理などになります。

本章では、これに仕上工程や組立工程に用いられる手仕上げを加えました。機械工作法の基礎・基本となる事柄を取り上げましたので、切削加工の周辺知識として理解していただければ幸いです。



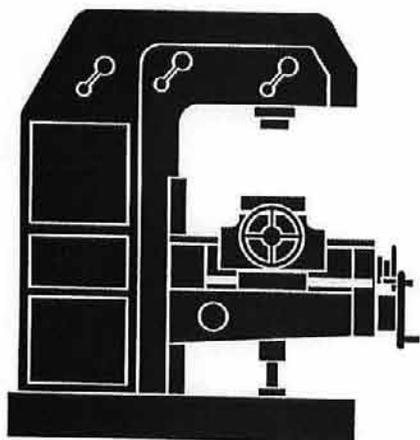
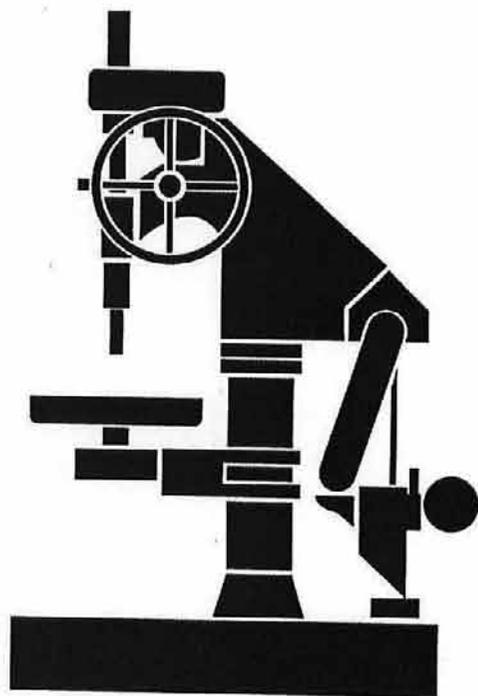
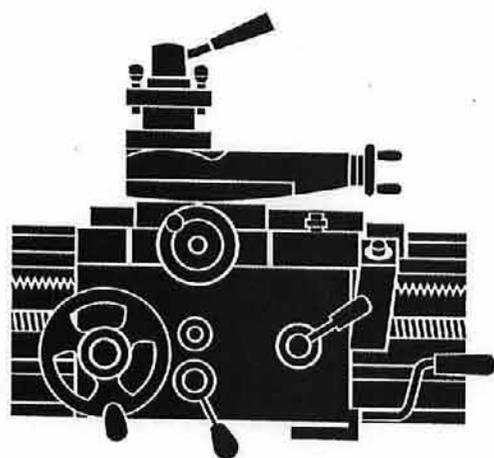
●図 機械製造の流れ

認定職業訓練

1・2級技能士コース

# 機械加工科 6

(一般編)



機械加工科 教材の編成

テキスト		レポート	章 立 て
専 門 編	①	1 か月目 (T1)	1章 工作機械加工一般 (1) 2章 工作機械加工一般 (2)
	②	2 か月目 (T2)	3章 旋盤加工法
一 般 編	③	3 か月目 (T3)	4章 品質管理 5章 電気一般 6章 安全衛生管理
	④	4 か月目 (T4)	7章 機械構成要素 8章 潤滑及び給油
	⑤	5 か月目 (T5)	9章 機械工作法 10章 材料一般
	⑥	6 か月目 (T6)	11章 力学及び材料力学 12章 製 図

11章 力学及び材料力学 ..... 11-1

11.1 速度および加速度 11-3

11.1.1 速度 11-3

(1) 速さ 11-3

(2) 平均の速さと瞬間の速さ 11-4

(3) 速度 11-5

11.1.2 加速度 11-7

11.1.3 落下の運動 11-10

(1) 重力の加速度 11-10

(2) 静止状態からの自由落下 11-10

11.2 力 11-11

11.2.1 力の表し方 11-11

11.2.2 力の合成と分解 11-11

(1) 力の合成 11-11

(2) 力の分解 11-12

11.2.3 力のモーメント 11-12

11.2.4 力のつりあい 11-13

(1) 1点に働く力のつりあい 11-13

(2) 平行力のつりあい 11-15

11.3 仕事とエネルギー 11-16

11.3.1 仕事と動力 11-16

(1) 仕事 11-16

(2) 動力 (仕事率) 11-17

11.3.2 エネルギー 11-18

(1) 重力による位置エネルギー 11-18

(2) ばねにたくわえられるエネルギー 11-18

(3) 運動エネルギー 11-19

11.3.3 てこと滑車 11-21

(1) てこ 11-21

(2) 滑車 11-22

11.4 回転運動と周期 11-25

11.4.1 回転運動 11-25

11.4.2 周期 11-26

11.5 荷重と応力 11-27

11.5.1 荷重 11-27

(1) 作用の仕方による荷重の分類 11-27

(2) 荷重の加わり方による荷重の分類 11-28

11.5.2 応力 11-29

(1) 応力とは 11-29

(2) 垂直応力 11-31

(3) せん断応力 11-31

11.5.3 ひずみ 11-32

(1) ひずみとは 11-32

(2) 縦ひずみ 11-32

(3) 横ひずみ 11-34

(4) せん断ひずみ 11-34

11.6 応力とひずみの関係 11-37

11.6.1 応力-ひずみ線図 11-37

11.6.2 工業的な引張特性 11-39

(1) 降伏点 11-39

(2) 耐力 11-39

(3) 引張強さ 11-40

(4) 伸び 11-40

(5) 絞り 11-41

11.6.3 弾性係数 11-42

(1) 縦弾性係数 11-42

(2) 横弾性係数 11-44

(3) ポアソン比 11-45

11.7 許容応力と安全率 11-47

11.7.1 許容応力 11-47

11.7.2 安全率 11-48

11.8 軸のねじり強さとこわさ 11-50

11.8.1 軸のねじり 11-50

(1) ねじり現象 11-50

(2) ねじりモーメントと極断面係数 11-51

11.8.2 軸のねじり強さ 11-52

(1) 丸軸(充実円)の計算 11-52

(2) 丸軸(中空円)の計算 11-52

11.8.3 軸のねじりこわさ(剛性) 11-55

11.9 はりの曲げとせん弾力 11-57

11.9.1 はりの種類と荷重 11-57

(1) はりの種類 11-57

(2) はりに作用する荷重 11-58

(3) 支点の反力 11-58

(4) はりのせん断力 11-61

(5) はりの曲げモーメント 11-63

11.9.2 両端支持ばりのせん断力図と曲げモーメント図 11-64

[章末問題] 11-68

12章 製図 ..... 12-1

12.1 製図基礎 (図面を読むには) 12-3

12.1.1 製図規格 12-4

12.1.2 投影法と投影図 12-4

- (1) 投影法 12-4
- (2) 投影図 12-5

12.1.3 等角図とキャビネット図 12-10

- (1) 等角図 12-10
- (2) キャビネット図 12-10

12.1.4 製図用紙と図面 12-11

- (1) 図面の大きさおよび輪郭 12-11
- (2) 表題欄 12-12

12.1.5 尺度 12-13

12.2 図面に用いる線の種類と用法 12-14

12.2.1 線の種類 12-14

- (1) 断続形式による種類 12-14
- (2) 太さによる種類 12-14
- (3) 線の種類による呼び方 12-14

12.2.2 線の用法 12-16

- (1) 線の種類による用法 12-16
- (2) 重なる線の優先順位 12-16
- (3) 線の間隔 12-16

12.3 図形の表し方 12-20

12.3.1 図形の表し方の基本 12-20

- (1) 主投影図の選び方 12-20
- (2) 主投影図を補足する他の投影図 12-20
- (3) 部分投影図 12-21
- (4) 局部投影図 12-22
- (5) 部分拡大図 12-22
- (6) 回転投影図 12-23
- (7) 補助投影図 12-23

12.3.2 図形の省略 12-25

- (1) 対称図形の省略 12-25
- (2) 繰返し図形の省略 12-26
- (3) 中間部分の省略 12-26

12.3.3 特殊な図示方法 12-27

- (1) 平面部分 12-27
- (2) 展開図示 12-27
- (3) 加工・処理範囲の限定 12-28
- (4) 加工部の表示 12-28
- (5) 加工の前または後の図示 12-29

12.3.4 断面図示 12-30

- (1) 断面図の種類と表し方 12-30
- (2) 断面の表示 12-33
- (3) 断面図示しないもの 12-34

12.4 寸法の記入法 12-35

12.4.1 寸法の単位と角度の表し方 12-35

12.4.2 寸法の表示の仕方 12-35

- (1) 寸法線・寸法補助線の描き方 12-35
- (2) 寸法数値の記入方法 12-40

12.5 寸法補助記号の使い方 12-41

12.5.1 寸法補助記号 12-41

12.5.2 寸法補助記号の使い方 12-41

- (1) 直径の表し方 12-41
- (2) 半径の表し方 12-42
- (3) 球の直径または半径の表し方 12-42
- (4) 正方形の辺の表し方 12-43
- (5) 厚さの表し方 12-43
- (6) 曲線と弦・円弧の長さの表し方 12-43
- (7) 面取りの表し方 12-44
- (8) 穴の表し方 12-44

12.6 表面性状の図示法 12-46

12.6.1 表面性状 12-46

- 12.6.2 表面性状パラメータ 12-47
- 12.6.3 高さ方向のパラメータ 12-47
  - (1) 輪郭曲線の算術平均高さの求め方 12-47
  - (2) 輪郭曲線の最大高さ粗さの求め方 12-48
- 12.6.4 横方向のパラメータ 12-49
  - (1) 輪郭曲線要素の平均長さの求め方 12-49
  - (2) 負荷長さ率の求め方 12-49
- 12.6.5 粗さの参考表示 12-50
- 12.6.6 表面性状の図示方法 12-51
  - (1) 除去加工の図示記号 12-51
  - (2) 表面性状の図示記号の構成 12-51
- 12.6.7 粗さ曲線の基準長さおよび評価長さの基準値 12-53
- 12.6.8 許容限界値の指示 12-54
  - (1) 16%ルール 12-54
  - (2) 最大値ルール 12-54
- 12.6.9 加工方法と筋目方向の指示 12-55
- 12.7 寸法公差とはめあい 12-56
  - 12.7.1 寸法公差 12-56
  - 12.7.2 普通公差 12-57
  - 12.7.3 はめあい 12-58
- 12.8 幾何公差の図示方法と材料記号 12-64
  - 12.8.1 幾何公差の種類とその図記号 12-64
  - 12.8.2 幾何公差の示し方 12-64
  - 12.8.3 材料記号 12-68
    - (1) 材料記号の構成 12-68
    - (2) 特別な材料記号 12-70
- 12.9 ねじの製図 12-74
  - 12.9.1 ねじの表し方 12-74
    - (1) ねじの呼び 12-74
    - (2) ねじの等級 12-74
    - (3) ねじ山の巻き方向 12-75
  - 12.9.2 ねじの図示法 12-78

- 12.9.3 ねじの表し方の記入例 12-79
- 12.10 歯車の製図 12-81
  - 12.10.1 図示法 12-81
  - 12.10.2 寸法と要目表 12-83
- 12.11 溶接記号 12-85
  - 12.11.1 溶接継手の種類 12-85
  - 12.11.2 溶接記号 12-86
  - 12.11.3 溶接記号の記入の仕方 12-87
    - (1) 説明線 12-88
    - (2) 基本記号の記載方法 12-88
    - (3) 補助記号などの記載方法 12-89
- 12.12 接続図と電気用図記号 12-92
  - 12.12.1 接続図の種類 12-92
  - 12.12.2 電気用図記号 12-92
- [章末問題] 12-95

さくいん

## 11章 力学及び材料力学

### 学習のはじめに

すべての機械は、外部から仕事をさせるためのエネルギーを受けて運動し、外部に力を加えて有効な仕事をします。

したがって、機械は目的に応じた運動を行うための機構となっていることと、運動をしても破壊しない抵抗力の大きな材料で構成されていなければなりません。

機械について理解するには、力や運動などの機構と、機械各部を構成している材料の強さや変形についての力学を知る必要があります。

ここでは、力の合成と分解、運動、仕事とエネルギー、および材料力学の基礎である荷重の種類、応力とひずみ、軸のねじりなどについて学習します。