To-Be エンジニア試験公式テキスト

機械Ⅱ

（加工・機械要素・計測制御）

To-Be エンジニア試験企画委員会　編著

コガク

CONTENTS

目　次

1章 加工 ..... 1～52

1 切削加工（旋盤，フライス盤などの加工作業の基本） 2

1.1　旋盤加工（旋盤加工の基礎知識） 2
　1.1.1　加工技術の種類 2
　1.1.2　旋盤加工の仕組み 3
　1.1.3　工具と材料 4
　1.1.4　切削現象 5
1.2　フライス加工（フライス加工の原理） 5
　1.2.1　フライス加工の仕組み 5
　1.2.2　フライス加工の特徴 6
　1.2.3　工具と加工 6
　1.2.4　マシニングセンタ 7
1.3　研削加工（研削加工の基礎知識） 7
　1.3.1　平面研削加工 8
　1.3.2　円筒研削加工 9
　1.3.3　内面研削加工，心なし研削加工 10
　1.3.4　ラップ加工 10
1.4　工具（各種工具の基礎知識） 11
　1.4.1　工具の種類 11
　1.4.2　工具の材質 13
　1.4.3　工具の寿命 13
　1.4.4　工具の交換 14

2 塑性加工（塑性加工の加工作業と基礎知識） 15

2.1　曲げ加工（曲げ加工の専門用語） 15
　2.1.1　曲げ加工の種類 15
　2.1.2　スプリングバック 16
　2.1.3　曲げ加工力 16
　2.1.4　よい曲げ加工 17

2.2　抜き加工（抜き加工の専門用語）..... 18
2.2.1　せん断加工と打抜き加工..... 18
2.2.2　クリアランス 18
2.2.3　せん断抵抗..... 19
2.2.4　シャー角 20
2.3　絞り加工（絞り加工の基礎知識）..... 21
2.3.1　絞り加工の原理..... 21
2.3.2　ブランク 22
2.3.3　限界絞り率..... 23
2.3.4　しごき加工，張出し加工..... 23
2.4　材料と応用（塑性加工製品）..... 24
2.4.1　転造製品 25
2.4.2　押出し製品..... 25
2.4.3　曲げ製品 26
2.4.4　打抜き製品..... 26

3 特殊加工（各種特殊加工の特徴） 27

3.1　放電加工（形彫りとワイヤ放電加工の基礎知識）..... 27
3.1.1　放電加工の原理..... 27
3.1.2　形彫り放電加工..... 27
3.1.3　ワイヤ放電加工..... 28
3.1.4　加工条件，加工製品..... 29
3.2　レーザ加工（レーザ加工の専門用語）..... 30
3.2.1　レーザ加工の種類 30
3.2.2　炭酸ガス（CO_2）レーザ 30
3.2.3　ＹＡＧレーザ 30
3.2.4　応用分野 31
3.3　電子ビーム加工（電子ビーム加工の基礎知識）..... 32
3.3.1　電子ビーム加工の原理 32
3.3.2　電子ビーム加工の特徴 33
3.3.3　加工条件 33
3.3.4　加工製品 33
3.4　他の特殊加工（フォトエッチングやウォータジェット加工など）..... 34
3.4.1　特殊加工の種類..... 34
3.4.2　フォトエッチング 35
3.4.3　ウォータジェット加工 36
3.4.4　超音波加工，他 36

4 生産システム（自動生産システムの基本事項） 38

4.1　自動化システム（自動化の基本用語）..... 38
4.1.1　自動化システムの構成 38
4.1.2　工場生産設備の自動化 39

4.1.3　生産管理と品質管理 39
4.1.4　セル生産システム，他 40
4.2　NC（NC の基本知識） 41
4.2.1　NC の原理 41
4.2.2　パルス分配 42
4.2.3　位置決め制御の仕組み 43
4.2.4　NC プログラム 44
4.3　ロボット（産業用ロボットの基礎知識） 44
4.3.1　ロボットの原理 44
4.3.2　産業用ロボットの形式 45
4.3.3　産業用ロボットの制御 46
4.3.4　産業用ロボットの安全性 48
4.4　自動工具交換，他（生産工場の専門用語） 48
4.4.1　自動工具交換 48
4.4.2　自動組立と部品搬送 49
4.4.3　油圧空圧管理 50
4.4.4　空調管理 51

2章　機械要素 ..... 53～114

固定締結要素
（各要素に関する用語などの知識を問う） 54

1.1　ねじ（ねじに関する基本用語） 54
1.1.1　ねじの原理 54
1.1.2　リード，多条ねじ 55
1.1.3　ねじ山 56
1.1.4　ねじの種類と規格 56
1.2　溶接（溶接に関する基本用語） 57
1.2.1　溶接方法 58
1.2.2　溶接箇所の指定 58
1.2.3　溶接の実際 61
1.2.4　溶接した後の材料 61
1.3　リベット（熱間と冷間） 62
1.3.1　リベットの方法 63
1.3.2　リベットの材料 63
1.3.3　リベットの温度 64
1.3.4　リベットの長所と短所 64
1.4　組み付け（組み立てと調整に関する用語と作業） 65
1.4.1　締結方法 66
1.4.2　基準の考え方 66
1.4.3　測定方法 67
1.4.4　調整方法 68

2 回転要素（歯車や軸の用語と使い分け） 69

2.1　歯車（歯車に関する基本用語）..... 69
2.1.1　歯車伝動 69
2.1.2　歯車の種類 70
2.1.3　モジュール 71
2.1.4　圧力角，バックラッシ 71
2.2　軸（軸とその固定）..... 73
2.2.1　軸の種類 73
2.2.2　軸継手 74
2.2.3　クラッチ 75
2.2.4　軸への締結 76
2.3　軸受（すべり軸受と転がり軸受の比較）..... 78
2.3.1　軸受の種類 78
2.3.2　すべり軸受 79
2.3.3　ころがり軸受 79
2.3.4　軸受の取付け，メンテナンス 80
2.4　ベルト（ベルトの役割と用語）..... 80
2.4.1　巻掛け伝動 80
2.4.2　平ベルト，Vベルト 81
2.4.3　歯付きベルト，伝動設計 82
2.4.4　チェーン伝動 83

3 伝達要素（メカニズムの基本知識） 84

3.1　カム（代表的なカムの種類）..... 84
3.1.1　平面カム 84
3.1.2　立体カム 85
3.1.3　カム曲線 87
3.1.4　カムの設計 88
3.2　リンク（リンクの基本用語と役割）..... 89
3.2.1　てこクランク 89
3.2.2　両てこ，両クランク 89
3.2.3　平行リンク 90
3.2.4　ピストン・クランク 91
3.3　ボールねじ（用語と使い方）..... 91
3.3.1　ボールねじの構造 92
3.3.2　各部の名称 92
3.3.3　ボールねじの駆動 93
3.3.4　ボールねじの応用 94
3.4　位置決め（制御ループの基本方式）..... 94
3.4.1　位置決め制御 95

3.4.2　制御ループ方式 95
3.4.3　位置検出用センサ 97
3.4.4　駆動用モータ 98

4 保全管理
（機械保全に対する感覚を問う） 99

4.1　共振（共振周波数と材料の関係） 99
4.1.1　共振と固有振動数 99
4.1.2　自由振動 100
4.1.3　各要素（質量，摩擦，ばね） 100
4.1.4　制御系の安定 101
4.2　環境（機械の環境に関する基礎知識） 102
4.2.1　環境温度 103
4.2.2　雰囲気 104
4.2.3　ノイズ 104
4.2.4　劣化 105
4.3　潤滑（潤滑の基本用語と使い方） 106
4.3.1　潤滑の原理 106
4.3.2　潤滑の種類 107
4.3.3　潤滑剤 108
4.3.4　機械要素と潤滑 109
4.4　日常点検（保全に関する基本知識） 110
4.4.1　保全の考え方 111
4.4.2　安全に関する法令 111
4.4.3　故障発生率 112
4.4.4　点検と修理，診断技術 113

3章 計測制御 ..... 115～165

1 センサ
（機械システムへの応用場面を問う） 116

1.1　マイクロスイッチ（基本的な接点の動き） 116
1.1.1　設計上の注意点 116
1.1.2　マイクロスイッチ 117
1.1.3　テーブルの位置検出 117
1.1.4　実際の回路 118
1.2　光センサ（光電スイッチの基本的な動作） 118
1.2.1　光電スイッチの原理 118
1.2.2　光電スイッチの使い方 119
1.2.3　光電スイッチの応用 119
1.2.4　ロータリエンコーダ 120

1.3　磁気センサ（各種磁気センサの特徴）..... 120
1.3.1　リードスイッチ..... 121
1.3.2　磁気誘導形近接スイッチ..... 121
1.3.3　検出対象と磁気センサ..... 122
1.3.4　ホール素子..... 122
1.4　力センサ（ストレインゲージとその使い方）..... 122
1.4.1　ストレインゲージ..... 123
1.4.2　ロードセル..... 124
1.4.3　圧力スイッチ..... 124
1.4.4　圧電素子..... 125

2 アクチュエータ（機械システムの応用場面を問う，モータと負荷）..... 126

2.1　モータの種類（各種モータの基本動作）..... 126
2.1.1　DC モータ..... 126
2.1.2　AC モータ..... 128
2.1.3　同期速度..... 130
2.1.4　ステッピングモータ..... 130
2.2　モータの制御（各種制御方式）..... 131
2.2.1　DC モータの制御..... 131
2.2.2　AC モータの制御..... 131
2.2.3　ステッピングモータの制御..... 132
2.2.4　サーボ制御..... 134
2.3　負荷特性（各種機械の基本的負荷特性）..... 136
2.3.1　流体負荷..... 136
2.3.2　定トルク負荷..... 137
2.3.3　慣性の大きい負荷..... 137
2.3.4　モータと負荷..... 137
2.4　シリンダ（油空圧機器の基本知識）..... 138
2.4.1　シリンダの構造..... 138
2.4.2　推進力と後退力..... 139
2.4.3　制御弁とシリンダ..... 139
2.4.4　空気圧調整ユニット..... 139

3 コントローラ（機械システムの応用場面を問う，PLCとマイコン）..... 141

3.1　論理（基本論理の知識）..... 141
3.1.1　1 と 0..... 141
3.1.2　NOT..... 142
3.1.3　AND と NAND..... 143
3.1.4　OR と NOR..... 145
3.2　2 進数（2 進数と 10 進数の関係）..... 146

3.2.1　2 進数 146
3.2.2　2 進数と 10 進数 147
3.2.3　加算 148
3.2.4　乗算 148
3.3　入出力（入出力信号と基本機器） 149
3.3.1　入力信号の種類 149
3.3.2　入力信号線 150
3.3.3　出力信号の種類 151
3.3.4　電磁リレーの仕組み 152
3.4　コントローラの種類（各種コントローラの基礎知識） 153
3.4.1　コントローラの役割 153
3.4.2　コントローラの種類 154
3.4.3　PLC 154
3.4.4　マイコン 156

4 制御系
（制御工学に出てくる基本用語とその意味を問う） 157

4.1　制御の種類（制御の基礎知識） 157
4.1.1　制御系のブロック図 157
4.1.2　フィードバック制御 158
4.1.3　PID 制御 158
4.1.4　ロバスト制御 158
4.2　伝達関数（基本的な伝達関数） 159
4.2.1　伝達関数 159
4.2.2　積分要素 160
4.2.3　微分要素 160
4.2.4　一次遅れ 161
4.3　応答性（ボード線図とデシベル表現） 161
4.3.1　ボード線図 161
4.3.2　ゲイン 162
4.3.3　位相 163
4.3.4　デシベル［dB］ 164
4.4　各種用語（制御工学の基本用語） 164
4.4.1　ステップ入力 164
4.4.2　インパルス入力 165
4.4.3　インディシャル応答 165
4.4.4　インパルス応答 165

索　引 166

1章 加　工

1 切削加工
（旋盤，フライス盤などの加工作業の基本）

1.1　旋盤加工（旋盤加工の基礎知識）

旋盤加工は，工作物を回転して，刃物をりんごの皮むきのように用いて削り取っていく加工法です。

1.1.1　加工技術の種類

材料を加工するには，切削加工，研削加工，塑性加工，特殊加工などの方法があります。このうちで，**切削加工**は，硬い刃物で材料を削りとる方法です。

図 1.1 に２次元切削のモデルを示します。切れ刃が切削方向に直角になっている状態です。

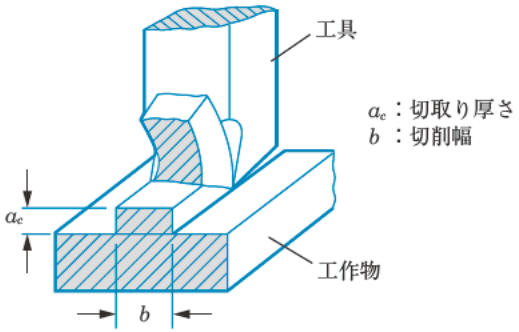

図1.1　2次元切削のモデル

実際の旋盤加工では，**図 1.2** のような３次元切削となりますが，理論解析は難しくなります。

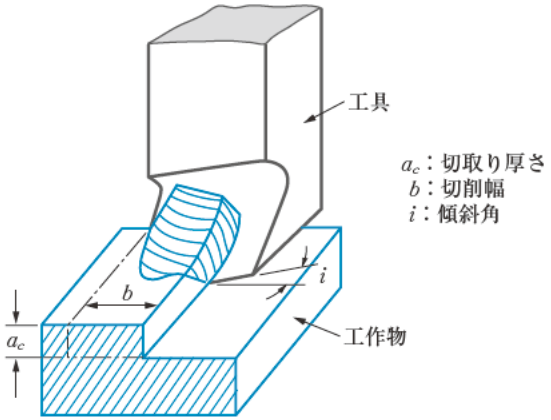

図1.2　3次元切削のモデル

1.1.2　旋盤加工の仕組み

代表的な旋盤である普通旋盤の外観を，図 1.3 に示します。

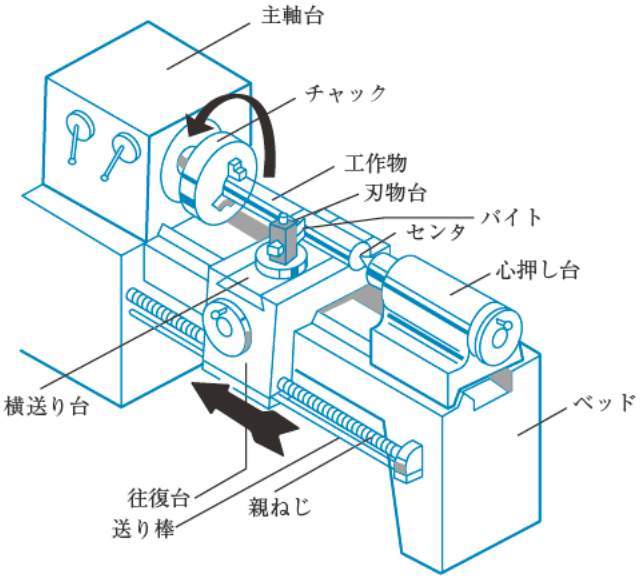

図1.3　普通旋盤

工作物をチャックに加えて回転します。工具（**バイト**）を刃物台に取り付けて，左方に送ります。

図 1.4 のようにして，工作物の皮をむくように切削加工を行います。

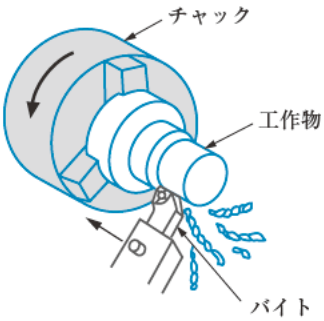

図1.4　旋盤加工

1.1.3　工具と材料

旋盤のチャックに取り付けた材料を，**図 1.5** に示すように，工具で切削加工します。

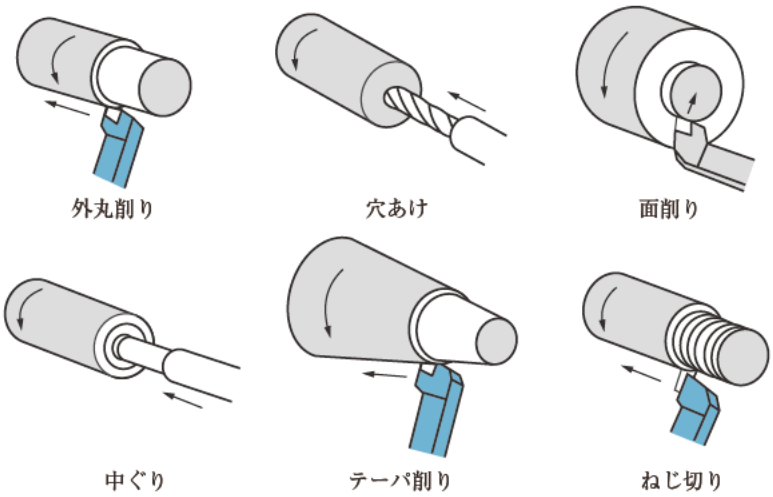

図1.5　さまざまな旋盤加工

それぞれの加工に，外丸削り，穴あけ，面削りといった呼び方がされています。

1.1.4　切削現象

切削動力の大部分は**切りくず**の生成に消費されます。切りくずの形態を分類すると，**図 1.6** のようになります。

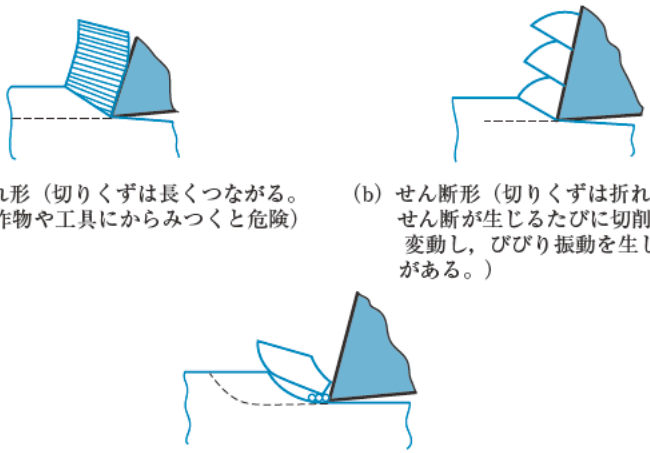

図1.6　切りくずの形態

1.2　フライス加工（フライス加工の原理）

旋盤は工作物を回転させて工具を移動する加工法ですが，工具を回転させて工作物を移動する加工法がフライス加工です。

1.2.1　フライス加工の仕組み

フライス加工では，**図 1.7** に示すように，工作物を移動させながらフライス削りを行います。このような工作機械をフライス盤といいます。