

# 目 次

## 第 1 章 加工方法の概要

1. 1 機械加工法とその目的	1
1. 2 種々の加工法の分類	2
1. 2. 1 加工法の分類について	2
1. 2. 2 除去加工法	2
1. 2. 3 付加加工法	5
1. 2. 4 変形加工法（成形加工）	5
1. 3 工作機械とその種類	7
1. 3. 1 工作機械について	7
1. 3. 2 工作機械の種類について	7
1. 3. 3 工作機械の運動機能について	11
1. 4 工具について	12
1. 4. 1 切削工具	12
1. 4. 2 研削工具	16
1. 4. 3 測定・検査工具	16
1. 4. 4 ジグ・取付け具	16
1. 4. 5 作業用器具	16
1. 5 切削材料（工作物材料）の被削性	17
1. 5. 1 鋼	17
1. 5. 2 鑄鋼と鑄鉄	18
1. 5. 3 非鉄金属	19
1. 6 切削油剤	19
1. 6. 1 切削油剤の作用	19
1. 6. 2 不水溶性切削油剤	20
1. 6. 3 水溶性切削油剤	20

## 第 2 章 切削理論の基本

2. 1 切削加工とは	22
2. 1. 1 切削加工とその特徴	22
2. 1. 2 切削機構	23
2. 1. 3 切れ味と切削比	23

2.1.4 2次元切削と3次元切削	25
<b>2.2 切削理論の基本</b>	<b>27</b>
2.2.1 切削機構上のせん断変形	27
2.2.2 切屑の生成	29
2.2.3 せん断角と切削速度について	31
2.2.4 せん断ひずみ・せん断角とすくい角について	32
<b>2.3 切屑形態</b>	<b>35</b>
2.3.1 流れ型切屑	35
2.3.2 せん断型切屑	36
2.3.3 き裂型切屑	36
2.3.4 むしり型切屑	37
<b>【演習問題】</b>	<b>38</b>

### 第3章 切削抵抗

<b>3.1 切削抵抗</b>	<b>40</b>
3.1.1 切削抵抗とは	40
3.1.2 バイトのすくい面の摩擦係数	41
3.1.3 工作物内部のせん断面におけるせん断応力と圧縮応力	42
3.1.4 せん断面のせん断応力について	43
<b>3.2 切削抵抗の測定法</b>	<b>44</b>
3.2.1 水晶圧電式力センサによる切削動力測定方法の特徴	45
<b>3.3 切削抵抗と諸関係</b>	<b>45</b>
3.3.1 切削速度と切削抵抗との関係	45
3.3.2 切削抵抗とノーズ半径との関係	47
3.3.3 切削面積と切削抵抗との関係	47
<b>3.4 切削動力</b>	<b>49</b>
<b>【演習問題】</b>	<b>50</b>

### 第4章 構成刃先, 切削条件, 加工精度

<b>4.1 構成刃先</b>	<b>51</b>
4.1.1 構成刃先とは	51
4.1.2 構成刃先の生成	52
4.1.3 構成刃先の発生防止方法	52
<b>4.2 切削条件の基本</b>	<b>53</b>
4.2.1 切削速度	53
4.2.2 回転数	54
4.2.3 切込量	54
4.2.4 1回転あたりの送り量	54

4. 3 加工精度 .....	57
4. 3. 1 加工精度とは .....	57
4. 3. 2 図面と仕上面粗さ (JISにおける加工の表示について) .....	57
4. 3. 3 表面性状の JIS 記号について .....	58
4. 3. 4 切削加工後の仕上面粗さ .....	58
4. 4 加工後の加工変質層と工作物表面粗さ .....	61
4. 4. 1 加工変質層とその対策 .....	61
4. 4. 2 切削速度と面粗さ .....	62

## 第 5 章 切削熱と切削シミュレーション

5. 1 切削熱 .....	63
5. 1. 1 切削熱の発生 .....	63
5. 2 切削温度の測定法 .....	66
5. 2. 1 切削温度の測定 .....	66
5. 2. 2 切屑の色で判定する方法 .....	66
5. 2. 3 热放射計による測定 .....	67
5. 3 切削熱と切削抵抗 .....	68
5. 4 切削シミュレーション .....	69
【演習問題】 .....	70

## 第 6 章 工具損傷・摩耗と工具寿命

6. 1 切削工具の損傷・摩耗 .....	72
6. 2 工具損傷（摩耗）の発生機構 .....	73
6. 2. 1 機械的作用による摩耗の機構 .....	73
6. 2. 2 物理、化学的作用による摩耗の機構 .....	73
6. 3 工具損傷（摩耗）の形態 .....	75
6. 3. 1 すくい面（クレータ）摩耗 .....	75
6. 3. 2 逃げ面（フランク）摩耗 .....	75
6. 3. 3 チッピング .....	76
6. 3. 4 溶着、付着 .....	77
6. 3. 5 境界摩耗 .....	77
6. 3. 6 熱き裂 .....	77
6. 4 工具寿命 .....	78
6. 4. 1 工具寿命の判定基準 .....	78
6. 4. 2 工具の寿命曲線 .....	79

## 第7章 旋 削

7. 1	旋盤とは	82
7. 2	旋盤の種類	83
7. 3	バイト	83
7. 3. 1	バイトとその分類	83
7. 3. 2	バイト刃先各部の名称と形状	85
7. 3. 3	バイトと材質と形状	88

## 第8章 ボール盤加工

8. 1	ボール盤とその作業	98
8. 1. 1	ボール盤とは	98
8. 1. 2	ボール盤作業の種類と特徴	98
8. 2	ボール盤の種類と特徴	99
8. 2. 1	直立ボール盤	99
8. 2. 2	卓上ボール盤	100
8. 2. 3	ラジアルボール盤	100
8. 2. 4	多軸ボール盤	100
8. 2. 5	多頭ボール盤	101
8. 2. 6	深穴ボール盤	101

## 第9章 フライス加工

9. 1	フライス加工とは	102
9. 2	フライス盤の種類と構造	103
9. 2. 1	フライス盤の種類	103
9. 2. 2	横フライス盤	103
9. 2. 3	立てフライス盤	104
9. 3	フライス加工の工具	105
9. 3. 1	正面フライス（使用機械：フライス盤、マシニングセンタ、プラノミラー）	105
9. 3. 2	エンドミル（使用機械：フライス盤、マシニングセンタ）	105
9. 3. 3	ドリル（使用機械：ボール盤、旋盤、フライス盤、マシニングセンタ）	109
9. 3. 4	リーマ（手廻し作業、ボール盤、旋盤、フライス盤、マシニングセンタ）	109
9. 3. 5	ガンドリル、ガンリーマ（使用機械：ガンドリルマシン）	109

## 第10章 研削加工

10. 1	研削加工の基礎と機械部品・金型製作	112
10. 2	研削盤とは	112

10. 3	研削盤の種類と構造	113
10. 3. 1	平面研削盤	113
10. 3. 2	円筒研削盤	114
10. 3. 3	内面研削盤	115
10. 3. 4	心なし研削盤	115
10. 4	研削砥石の選択基準	116
10. 4. 1	砥粒の選び方	116
10. 4. 2	粒度の選び方	117
10. 4. 3	結合剤の選び方	117
10. 4. 4	結合度の選び方	118
10. 4. 5	組織の選び方	119
10. 5	ダイアモンド砥石とcBN砥石	120
10. 6	光学式ならい研削加工（プロファイル研削加工）	120
10. 7	クリープフィード研削	120

## 第 11 章 齒切り盤とそのほかの工作機械

11. 1	歯切り盤の種類	123
11. 2	歯切りの形式と原理	123
11. 3	主な歯切り盤の種類と特徴	124
11. 3. 1	ホブ盤	124
11. 3. 2	歯車形削り盤（ギヤシェーパ）	125
11. 4	彫刻機	126
11. 5	心立て盤	127
11. 6	転造機	127

## 第 12 章 放電加工

12. 1	放電加工とは	129
12. 1. 1	はじめに	129
12. 1. 2	放電の種類	129
12. 1. 3	放電加工の加工原理	131
12. 1. 4	放電加工の熱解析シミュレーション	132
12. 1. 5	機械工作法の分類と放電加工	136
12. 2	形彫り放電加工の基本知識	136
12. 2. 1	形彫り放電加工機の基本構成	136
12. 2. 2	放電加工機の種類（Z軸の電極の駆動方式）	137
12. 3	形彫り放電加工の加工電源方式	138
12. 3. 1	RC（抵抗・コンデンサ）充放電回路	138
12. 3. 2	トランジスタ充放電回路	138

12. 4 形彫り放電加工の電気条件 .....	140
12. 5 形彫り放電加工の加工液 .....	140
12. 6 形彫り放電加工の加工特性の基本知識 .....	142
12. 6. 1 加工速度 .....	142
12. 6. 2 加工精度 .....	142
12. 6. 3 電極消耗比 .....	143
12. 6. 4 加工特性の選定の目安 .....	144

## 第 13 章 NC 工作機械

13. 1 NC (数値制御) とは .....	145
13. 1. 1 NC とは .....	145
13. 1. 2 NC 工作機械 .....	146
13. 1. 3 NC 工作機械とその構成 .....	146
13. 1. 4 NC 工作機械の制御方式 .....	148
13. 1. 5 サーボ機構の仕組み .....	149
13. 1. 6 NC 工作機械の特徴と種類 .....	150
13. 2 プログラミング .....	156
13. 3 座標系の指令方式 .....	158

## 第 14 章 3D ソリッド CAD/CAE/CAM/CAT/Network システム

14. 1 3D4CN システムの必要性 .....	159
14. 1. 1 技術的な背景 (コンピュータ技術, メカトロニクス技術) .....	159
14. 1. 2 社会的な背景におけるダウンサイジング化 .....	163
14. 1. 3 社会的な背景におけるネットワークによる分散化 .....	163
14. 2 従来の部品, 金型設計・製作の流れ .....	167
14. 3 3D4CN システムによる部品, 金型設計・製作の流れ .....	168
14. 3. 1 CAD (設計) .....	168
14. 3. 2 CAE (部品, 金型設計の解析) .....	171
14. 3. 3 CAM (部品, 金型加工) .....	172
14. 3. 4 CAT (製品検査) .....	173
14. 4 3D4CN システムのハードウェアと情報の流れ .....	175
14. 4. 1 ハードウェアの基本構成 .....	176
14. 4. 2 ハードウェア上の情報の流れ .....	177
14. 5 現状と今後の展望課題 .....	178
参考文献 .....	181
索引 .....	183