

機械工学概論〈第2版〉

目次

1章 機械工学

1・1 近代産業と機械	1	1・6 単位系	5
1・2 機械の定義	1	1・7 工学単位と SI 単位	6
1・3 機械の種類	2	1. 力あるいは重量	6
1. 原動機	2	2. 圧力	7
2. 作業機械	2	3. 仕事あるいは熱量	7
1・4 機械工学	3	4. 仕事率, 動力	7
1・5 機械工学と純粋理学	4		

2章 機械材料

2・1 機械材料	9	2・4 鋳鉄	19
2・2 構造用鋼	10	1. 鋳鉄とその特性	19
1. 炭素鋼(普通鋼)	10	2. 球状黒鉛鋳鉄	19
2. 合金鋼	11	2・5 耐食材料	20
3. 高張力鋼	12	1. 耐食材料の特性	20
4. 鋼の熱処理	13	2. ステンレス鋼の耐食性	21
5. マルテンサイト	14	2・6 耐熱材料	21
6. 鋼の焼入れ性	14	1. 耐熱材料の選定	21
7. 強度増加機構	15	2. 高温強度	22
8. 転位	16	3. 高温強化機構	23
9. 切欠きじん性	16	2・7 構造用非鉄合金	23
2・3 工具用材料	17	1. 非鉄合金とその特性	23
1. 工具用材料の選定	17	2. 析出と時効硬化	24
2. 耐摩耗性	18	2・8 非金属材料	25
3. 高温かたさ	18	1. セラミックス	25
4. 変形と寸法変化	18	2. プラスチック	26

3章 材料の力学

3・1 材料の力学について	29	3・2 応力, ひずみ, 弾性係数	29
---------------	----	-------------------	----

- 1. 引張りまたは圧縮 30
- 2. せん断 30
- 3. 流体圧力 31
- 4. 弾性係数間の関係 31
- 3・3 熱応力 33
- 3・4 はりの曲げ 33
 - 1. せん断力と曲げモーメント 33
 - 2. 曲げ応力 35
 - 3. 断面形の選定 37
 - 4. はりのたわみ 37
- 3・5 丸棒のねじり 39
- 3・6 内圧を受ける円筒 42
 - 1. 薄肉円筒 42
 - 2. 厚肉円筒 43
- 3・7 回転円板 44

4章 機械の力学

- 4・1 機械の力学 55
- 4・2 往復機械の力学 55
 - 1. ピストン・クランク機構の力学 55
 - 2. はずみ車の力学 59
- 4・3 回転機械の力学 60
 - 1. 不つりあいとつりあい良さ 60
 - 2. つりあい試験機 62
 - 3. 危険速度 63
- 4・4 機械の振動 63
 - 1. 機械の振動 63
 - 2. 自由振動 64

5章 機械の設計

- 5・1 機械設計の意義 73
- 5・2 信頼性における基礎事項 73
 - 1. 機械部品にかかる荷重 73
 - 2. 応力集中 74
 - 3. 作業条件と材料強度 75
 - (1) 材料の疲れ 75
 - (2) 高温および低温状態 76

- 1. 回転円輪 44
- 2. 回転円板 44
- 3. 穴がない円板 45
- 4. 円周応力の平均値 46
- 3・8 引張り 47
 - 1. 材料の延性と引張りによる変形 47
 - 2. 真応力と公称応力 48
 - 3. 斜応力 49
- 3・9 軟鋼の降伏 50
 - 1. 引張りまたは圧縮による降伏 50
 - 2. はりの曲げによる降伏 52
- 3・10 回転円板の破壊強度 52

- 3. 強制振動 66
- 4・5 騒音 67
 - 1. 音圧と音圧レベル 67
 - 2. 音の大きさとやかましさの感覚 67
 - 3. 騒音の防止 68
- 4・6 自動制御 68
 - 1. 自動制御の原理 68
 - 2. 自動制御装置の特性（油圧ならい旋盤について） 69
 - (1) 周波数応答 71
 - (2) 過渡応答 71

- 2. 各種の投影図法 83
- 3. 正視図法（JIS規格による正式の機械製図） 84
 - (1) 外観図形の表示法（図面の読み方） 85

- (2) 断面図示法（内部構造の読み方） 86
- (3) その他の図示法 87
- (4) 略図法（標準機械要素部品の製図） 87

6章 機械要素

- 6・1 機械要素の分類 89
- 6・2 結合部品要素 91
 - 1. ねじ（引張り力に対する結合） 92
 - (1) ねじの基本 92
 - (2) ねじの種類 94
 - 2. キー、リベット（せん断力に対する結合） 95
 - (1) キー 95
 - (2) リベット 95
 - 3. その他の結合要素（生産的な結合） 96
- 6・3 動力の伝達要素 97
 - 1. 伝達要素の分類 97
 - 2. 軸、軸継手、リンク、カム（剛体媒介節による運動伝達） 99
 - (1) 軸および軸継手 99
 - (2) リンク・カム装置 101
 - 3. 摩擦車および歯車（ころがりおよびすべり接触による運動伝達） 103

- 4. 巻掛け伝動装置（屈とう媒介節による運動伝達） 106
- 5. 油圧シリンダ、油圧回転モータ、流体継手（流体質媒介節による運動伝達） 108
- 6・4 運動制御要素 110
 - 1. エネルギーの蓄積・放出 110
 - (1) エネルギー蓄積の形式 110
 - (2) ばね 111
 - 2. ブレーキ、緩衝器、ダンパ（運動エネルギーの吸収・放散） 113
 - (1) ブレーキ 113
 - (2) 緩衝器、ダンパ 114
- 6・5 流体伝導、潤滑要素 116
 - 1. 管、管継手 116
 - 2. 弁類 117
 - 3. 圧力容器 118
 - 4. 機械案内面と潤滑 120
 - (1) すべり案内面 120
 - (2) ころがり案内面 122
 - (3) 潤滑油 123

7章 機械の製作

- 7・1 機械の製作分類とその意義 125
- 7・2 鑄造 127
- 7・3 溶接 129
- 7・4 塑性加工 131
 - 1. 塑性の基礎 131
 - 2. 熱間成形（鍛造） 132
 - 3. 冷間成形（プレス加工） 134
 - (1) せん断加工 135

- (2) 曲げ加工および絞り加工 136
- (3) 特殊成形（単一型・高エネルギー成形） 137
- 7・5 除去加工（切削加工、エネルギー除去加工） 139
 - 1. 切削加工（刃物による切削） 139
 - 2. 研削・と粒加工（といし、と粒による切削） 143

- (1) といしによる研削・・・143
- (2) と粒による加工・・・144
- 3. エネルギー加工(放電加工, 電解加工)・・・145
- 4. 品質管理と限界ゲージ方式 146

8章 流れの力学

- 8-1 流体・・・149
 - 1. 流体とはどんなものか・・・149
 - 2. 流体の物質的性質・・・149
 - (1) 密度と比重・・・149
 - (2) 粘性・・・149
 - (3) 動粘度・・・150
 - (4) 圧縮性・・・150
 - 3. 流体の力学・・・151
 - 4. 流体の力学と工学との関係 151
- 8-2 完全流体の力学・・・152
 - 1. 完全流体の力学(静水力学) 152
 - (1) 深さと圧力・・・152
 - (2) マノメータ・・・152
 - (3) 全圧力と圧力中心・・・153
 - 2. 完全流体の流れ(動水力学) 154
 - (1) 連続の式・・・154
 - (2) 流体のもつエネルギー・・・155
- (3) ベルヌーイの式(運動方程式)・・・155
- (4) 運動量の法則・・・156
 - 3. 応用例・・・157
 - (1) ピトー管・・・157
 - (2) 自由うず巻き流れ・・・157
- 8-3 粘性流体の流れ・・・158
 - 1. ベルヌーイの修正式・・・158
 - 2. 相似法則・・・159
 - 3. 管路の流れとレイノルズ数 159
 - 4. 層流と乱流・・・160
 - 5. 円管内の層流・・・160
 - 6. 円管内の乱流・・・162
 - 7. 管路におけるその他の損失 162
- 8-4 水撃作用・・・163
- 8-5 圧縮性流体の流れ・・・165

9章 流体のエネルギー変換

- 9-1 流体のエネルギー変換・・・167
 - 1. 流体機械・・・167
 - 2. 流体機械におけるエネルギー変換・・・167
 - 3. 気体機械におけるエネルギー変換・・・168
- 9-2 ターボ機械一般・・・169
 - 1. ターボ機械の概要・・・169
 - (1) 半径流形・・・169
 - (2) 軸流形・・・169
 - (3) 衝撃形・・・170
 - 2. ターボ機械の理論・・・170
 - (1) ターボ機械が流体に与えた仕事率または動力・・・170
- (2) 運動量の法則によるターボ機械の理論・・・170
- 3. 軸流機と翼理論・・・172
- 9-3 ポンプ, 送風機, 圧縮機・・・173
 - 1. ポンプの揚程と効率・・・174
 - 2. うず巻きポンプ・・・174
 - 3. 軸流ポンプ・・・176
 - 4. 容積形ポンプ・・・177
 - (1) 往復ポンプ・・・177
 - (2) 回転ポンプ・・・177
 - 5. 圧縮機および送風機・・・178
- 9-4 水車, 流体モータ・・・178
 - 1. 水車・・・178
 - 2. 流体モータ・・・179

- 9-5 流体伝動装置・・・180

10章 熱の力学

- 10-1 熱の力学の意義・・・181
- 10-2 熱力学・・・181
 - 1. 状態式・・・181
 - 2. 熱力学の第一法則・・・182
 - 3. 完全ガスの内部エネルギーとエンタルピ・・・182
 - 4. 完全ガスの諸可逆過程・・・183
 - 5. カルノーサイクル・・・184
 - 6. 逆カルノーサイクル・・・185
 - 7. 熱力学の第二法則・・・185
 - 8. エントロピ・・・186
 - 9. 諸線図上のサイクルの表示 186
- 10-3 ガスの流動・・・187
 - 1. 断熱膨張の基礎式・・・187
 - 2. ノズルからの噴出・・・188
 - 3. 直衝撃波・・・188
- 10-4 熱エネルギーの移動・・・189
 - 1. 熱移動について・・・189
 - 2. 熱伝導・・・189
- (1) 非発熱定常熱伝導の物理的相似・・・190
- (2) 内部発熱のあるときの定常熱伝導例・・・190
- (3) 一次元非定常熱伝導例・・・191
- 3. 対流熱伝達・・・191
 - (1) 熱伝達率について・・・191
 - (2) 強制対流熱伝達・・・191
 - (3) 自然対流熱伝達・・・192
 - (4) 沸騰熱伝達・・・192
 - (5) 凝縮熱伝達・・・192
- 10-5 ふく射熱伝達・・・193
- 10-6 熱通過・・・194
 - 1. 熱通過率・・・194
 - 2. フィン付き伝熱面・・・194
 - 3. 熱交換器・・・195
- 10-7 物質伝達・・・195
- 10-8 ヒートパイプ・・・195

11章 熱エネルギーの変換

- 11-1 熱エネルギーの変換について 197
- 11-2 熱機関について・・・197
 - 1. 熱機関の位置・・・197
 - 2. 熱機関の主要素・・・198
 - 3. 作動流体・・・198
 - 4. エネルギー発生源・・・199
 - (1) 燃焼による発熱・・・199
 - (2) 核分裂による発熱・・・199
 - (3) 核融合による発熱・・・200
 - 5. 吸熱部および排熱部・・・200
 - 6. 出力変換部(エキスパンダ) 200
- 11-3 内燃機関・・・203
 - 1. 内燃機関について・・・203
 - 2. オットーサイクル機関・・・203
- (1) 作動原理・・・203
- (2) オットーサイクル・・・203
- (3) 機関の出力・・・204
- 3. ディーゼルサイクル機関・・・204
- 4. その他の内燃機関・・・205
- 11-4 蒸気タービン機関・・・206
 - 1. 蒸気タービン機関のサイクル・・・206
 - 2. 蒸気タービンの原理・・・207
 - 3. ボイラとコンデンサ・・・208
- 11-5 ガスタービン機関・・・209
 - 1. 開放ガスタービン機関・・・209
 - 2. ガス・蒸気タービン複合サイクル機関・・・209

3. ジェット機関	210	5. 燃料電池	213
11・6 ロケット機関	210	11・9 各種の代替エネルギー機関	213
11・7 原子力機関	211	1. 太陽熱機関	213
1. 原子力の構成	211	2. 地熱と海洋熱機関	214
2. 各種原子炉系	211	3. 排熱フロンタービン機関	214
11・8 各種の直接発電機関	212	4. スターリング エンジン	214
1. MHD 機関	212	5. 濃度差エネルギー機関 (塩 水エンジン)	215
2. 熱電子発電	212	11・10 冷凍サイクル	215
3. 熱電発電	213		
4. 光電発電	213		

索引