目　次

1. 概　説 1

1.1 材料力学の概念 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
1.2 荷重の分類，弾性および塑性変形の概念 ・・・・・・・・・・・・・・・2
1.3 材料力学における基本仮定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・4
1.4 内力の定め方，切断法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5
1.5 棒の基本的な変形 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
1.6 応　力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8
1.7 材料力学における量の測定単位 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9

2. 単純応力状態 12

2.1 軸引張りと軸圧縮 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・12
2.2 棒の引張り(圧縮)に対する自重の影響 ・・・・・・・・・・・・・・・18
2.3 不静定問題 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・20
2.4 熱 応 力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・24
2.5 応力集中に対する概念 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・25
2.6 せ ん 断 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・26

3. 材料の力学的特性，許容応力と安全率 35

3.1 材料の力学的特性 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・35
3.2 許容応力と安全率 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・40

4. 組合せ応力状態 43

4.1 軸引張りを受ける棒の斜断面の応力成分 ・・・・・・・・・・・・・・43
4.2 二軸引張りにおける任意の断面の応力 ・・・・・・・・・・・・・・・45
4.3 二次元応力状態 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・46
4.4* 三軸引張りにおける任意の断面の応力 ・・・・・・・・・・・・・・・49
4.5* 三次元応力状態 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・50
4.6* 主応力，モールの応力円 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・53
4.7 変位成分とひずみ成分 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・59
4.8 組合せ応力状態における応力-ひずみ関係 ・・・・・・・・・・・・・・62
4.9 弾性係数の間の関係 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・64

5. ひずみエネルギと衝撃 67

5.1 棒の引張り(圧縮)における外力と内力の仕事 ・・・・・・・・・・・67
5.2 微小変形における弾性ひずみエネルギ ・・・・・・・・・・・・・69
5.3* 仕事の相反定理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・71
5.4 カスチリアノの定理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・72
5.5 動荷重における応力とひずみ ・・・・・・・・・・・・・・・・・74

6. 平面断面の幾何学的性質 82

6.1 断面一次モーメント，図心 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・82
6.2 断面二次モーメント，断面二次極モーメント，断面相乗モーメント 84
6.3 断面二次半径，断面係数 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・88
6.4 軸の平行移動と回転に関する断面二次モーメントの変換公式 ・・・88
6.5* 慣性主軸，主断面二次モーメント ・・・・・・・・・・・・・・・91

7. 真直はりのせん断力と曲げモーメント 96

7.1 基本概念と定義 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・96
7.2 せん断力と曲げモーメント，符号規約 ・・・・・・・・・・・・・98
7.3 曲げモーメント，せん断力および分布荷重の強さの間の関係・・・100
7.4 せん断力図と曲げモーメント図・・・・・・・・・・・・・・・・101
7.5* 影響線，最大せん断力図，最大曲げモーメント図・・・・・・・・113

8. 真直はりの応力 117

8.1 断面の垂直応力と曲げモーメントの関係・・・・・・・・・・・・117
8.2 曲げによるせん断力とせん断応力の関係・・・・・・・・・・・・129
8.3* はりの横曲げにおける主応力の分布・・・・・・・・・・・・・・136
8.4* 薄肉はりの曲げ，せん断中心・・・・・・・・・・・・・・・・・138

9. 真直はりのたわみ 143

9.1 はりの曲げによるたわみとたわみ角・・・・・・・・・・・・・・143
9.2 曲げモーメントによるはりのたわみ・・・・・・・・・・・・・・144
9.3 せん断力によるはりのたわみ・・・・・・・・・・・・・・・・・162

10. 不静定はり 167

10.1 簡単な不静定はり ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・167
10.2 一端固定，他端支持はり ・・・・・・・・・・・・・・・・・・168
10.3 固定はり ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・173
10.4 連続はり ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・178

11. ねじり 186

11.1 丸軸のねじり ・・・186
11.2 丸軸と中空丸軸の強さと変形 ・・・188
11.3 伝動軸 ・・・189
11.4* 円形でない断面の軸のねじり ・・・190
11.5* プラントルの薄膜類似法 ・・・193
11.6 密巻きコイルばね ・・・196

12. 組合せ荷重 200

12.1 偏心荷重を受ける短い柱 ・・・200
12.2* 横荷重と軸荷重を受けるはり ・・・203
12.3 曲げとねじりの組合せ荷重 ・・・206

13. 曲りはり 213

13.1 曲りはりの応力とひずみ ・・・213
13.2* 曲率の変化 ・・・217
13.3 曲りはりの断面係数 ・・・217
13.4* 軸力，せん断力および曲げモーメントの関係 ・・・220
13.5* せん断力とせん断応力の関係 ・・・221
13.6* 曲りはりのたわみ ・・・223

14. 変形におけるつり合いの安定性 231

14.1 安定性の概念 ・・・231
14.2 軸圧縮を受ける長柱 ・・・232
14.3* エネルギ法による臨界応力の計算 ・・・240
14.4 柱の座屈に関する近似式 ・・・244
14.5* 弾塑性座屈 ・・・246

15. 円筒，球，回転円板および回転円筒 253

15.1 薄肉円筒と薄肉球 ・・・253
15.2 厚肉円筒 ・・・258
15.3 焼ばめ ・・・262
15.4* 厚肉球 ・・・265
15.5 回転円板 ・・・267
15.6* 回転円筒 ・・・270

16. 平板の曲げ 276

16.1 長方形板の円筒曲げ ・・・276

16.2 長方形板の2方向曲げ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・279
16.3 円板の軸対称曲げ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・280
16.4* 円板以外の薄板の横荷重による曲げ ・・・・・・・・・・・・・287

17. 応力集中 294

17.1 応力集中について ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・294
17.2 円孔のある板の引張り ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・295
17.3 切欠きのある平板 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・298
17.4 段　付　板 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・299
17.5 段付丸棒と溝付丸棒 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・300
17.6 縦溝をもつ軸のねじり ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・303
17.7 応力集中の緩和法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・304

18. 材料の強さ 308

18.1 材料の組織と強さ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・308
18.2 材料の破損および破壊に関する法則 ・・・・・・・・・・・・・312
18.3 材料の疲労破壊 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・316
18.4 疲労強度に影響する因子 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・319
18.5 実働応力に対する疲労強度 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・321
18.6 高温における変形と強さ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・322

問題解答 326

索　引 367