

# 目 次

## 第 1 章 序 論 田村 今男

- 1.1 材料についての二つの課題..... 1
- 1.2 本書の構成..... 2

## 第 2 章 結晶の理想強度 吉永日出男

- 2.1 原子間に働く力..... 7
  - 〔1〕イオン結合..... 8
  - 〔2〕共有結合.....10
  - 〔3〕金属結合.....11
- 2.2 弾性的性質と原子間力.....13
- 2.3 理想強度.....15
  - 〔1〕理想へき開強度.....16
  - 〔2〕理想せん断強度.....17
- 2.4 結晶構造.....18
  - 〔1〕空間格子.....18
  - 〔2〕ミラー指数.....22

## 第 3 章 応力集中とクラック 吉永日出男

- 3.1 応力集中.....25
- 3.2 ぜい性体におけるクラック.....27
- 3.3 クラックと塑性変形.....32

3.4 クラックの形成機構	34
参 考 文 献	41

## 第 4 章 結晶の塑性変形

吉永日出男

4.1 塑性変形	43
〔1〕 応力-ひずみ曲線	43
〔2〕 塑性変形機構	45
〔3〕 ステレオ投影法	48
〔4〕 臨界せん断応力の法則	49
〔5〕 塑性変形の幾何学	50
4.2 転位	52
〔1〕 転位の幾何学的特性	53
〔2〕 転位の保存運動と非保存運動	55
〔3〕 転位の弾性的性質	56
4.3 すべり変形の転位論	61
〔1〕 転位の運動と塑性ひずみとの関係	62
〔2〕 転位の増殖	63
〔3〕 応力と転位に働く力	65
〔4〕 転位の運動に対する抵抗	68
4.4 双晶変形の転位論	76
4.5 多結晶体における粒界の影響	79
〔1〕 多結晶の強度	79
〔2〕 粒界の性質	82
参 考 文 献	84

## 第 5 章 金属における原子の移動—拡散—

宮崎 亨

5.1 結晶格子中における原子の拡散機構	85
〔1〕 侵入型原子の拡散	85
〔2〕 置換型原子の拡散	86
5.2 拡散係数	88
〔1〕 自己拡散と化学拡散	88

〔2〕 濃度こう配による拡散	89
〔3〕 相互拡散に対する熱力学的因子の影響	92
5・3 拡散形態と温度依存性	94
5・4 金属材料の諸性質に対する拡散の役割	96
〔1〕 回復, 再結晶	96
〔2〕 高温クリープ変形	98
参 考 文 献	99

## 第 6 章 合金の相変態と組織

宮崎 亨

6・1 平衡状態図	101
〔1〕 固溶態の自由エネルギー	101
〔2〕 自由エネルギー曲線と平衡状態図	103
〔3〕 相律と二元系状態図における基本的な反応	103
6・2 時効にともなう組織変化とその理論的背景	107
〔1〕 時効にともなう組織変化	107
〔2〕 過飽和固溶体の相分解についての理論	109
〔3〕 析出物の粗大化過程	114
〔4〕 時効にともなう構造変化の実例	116
〔5〕 析出物の形状	117
6・3 マルテンサイト変態	121
〔1〕 マルテンサイト変態の特徴	121
〔2〕 マルテンサイト変態についての自由エネルギーの考察	122
〔3〕 マルテンサイトの結晶学	123
〔4〕 マルテンサイトの内部構造と組織	125
〔5〕 熱弾性型マルテンサイトと形状記憶	127
参 考 文 献	128

## 第 7 章 金属材料の強化法

松浦 圭助

7・1 加工硬化—転位による強化	129
〔1〕 加工硬化曲線	129
〔2〕 加工硬化と転位組織	130

〔3〕 転位密度と変形応力	132
〔4〕 加工硬化の要因	132
〔5〕 加工硬化曲線の解釈	136
7・2 粒界による強化	137
〔1〕 粒界強化の原因	137
〔2〕 多結晶と単結晶の変形応力の関係	138
〔3〕 多結晶体の強度と結晶粒度	139
7・3 固 溶 体 硬 化	141
〔1〕 固溶体硬化の特徴	141
〔2〕 固溶体硬化の原因（転位と溶質原子との相互作用）	144
〔3〕 固溶体硬化の機構	147
〔4〕 高温における固溶体硬化	152
7・4 析出硬化と分散強化	155
〔1〕 析出硬化型合金と分散強化型合金	155
〔2〕 析出硬化-分散強化の機構	158
〔3〕 整合ひずみ場と転位との相互作用	160
〔4〕 規則相粒子による硬化	163
〔5〕 オロワンのバイパス過程と加工硬化	164
7・5 織 維 強 化	167
〔1〕 繊維強化材の作製法	168
〔2〕 繊維強化の機構	169
〔3〕 繊維強化複合材の特色	176
参 考 文 献	176

## 第 8 章 鋼 の 熱 処 理

田村 今男  
牧 正志

8・1 鋼の平衡状態における変態と組織	179
〔1〕 Fe-C 系平衡状態図	179
〔2〕 標 準 組 織	182
〔3〕 Fe-C 系状態図に及ぼす合金元素の影響	184
8・2 変態に及ぼす冷却速度の影響	185
8・3 過冷オーステナイトの等温変態	188
〔1〕 等温変態の特徴と等温変態線図	188

〔2〕 等温変態線図に及ぼす諸因子の影響	192
8.4 オーステナイトの連続冷却変態	194
8.5 変態生成物の組織と機械的性質	196
〔1〕 フェライト・パーライト組織鋼の機械的性質	196
〔2〕 パーライト鋼の機械的性質	197
〔3〕 ベイナイトの機械的性質	198
〔4〕 マルテンサイトの組織と機械的性質	199
8.6 鋼の各種熱処理	201
〔1〕 焼 な ま し	201
〔2〕 焼 な ら し	203
〔3〕 焼 入 れ	203
〔4〕 焼 も ど し	207
〔5〕 加工熱処理	213
8.7 表面硬化	214
〔1〕 浸 炭	214
〔2〕 窒 化	215
〔3〕 表面焼入れ	216
〔4〕 ショットピーニング	217

## 第9章 環境と強度

9.1 クリープ	松浦 圭助	219
〔1〕 クリープ曲線と三つの段階		219
〔2〕 低温クリープ		221
〔3〕 高温クリープ(累乗則クリープ)		221
〔4〕 拡散クリープ		223
〔5〕 変形機構領域図		224
9.2 疲 勞	宮崎 亨	225
〔1〕 変形がすべりによる場合		226
〔2〕 双晶変形が関与する場合		227
9.3 水素ぜい化	浅野 滋	229
〔1〕 水素ぜい化の現象的特徴		230
〔2〕 水素の拡散挙動		231

〔3〕 応力-ひずみ曲線の変化	232
〔4〕 水素せい化の機構	234
9・4 応力腐食割れ	辻川 茂男 235
〔1〕 軟質金属の応力腐食割れ	236
〔2〕 TR 機構—純銅の希薄アンモニア環境応力腐食割れ	237
〔3〕 APC 機構—オーステナイトステンレス鋼の塩化物応力腐食割れ	239
参 考 文 献	244
索 引	249