

目 次

第 1 章 材料のマクロな変形挙動

1.1 応力とひずみ	2
1.1.1 単軸引張変形における応力とひずみ	2
1.1.2 応力とひずみの 3 次元表記	7
1.2 弾性変形	15
1.2.1 フックの法則	15
1.2.2 弾性ひずみエネルギー	17
1.3 塑性変形と変形抵抗	18
1.3.1 塑性変形	18
1.3.2 相当応力と相当ひずみ	19
1.3.3 降伏条件	21
1.3.4 加工硬化	24
1.3.5 変形抵抗に及ぼす各種条件の効果	28
1.3.6 くびれ・座屈とその発生条件	28
1.4 クリープ変形	31
1.4.1 クリープ変形とクリープ曲線	31
1.4.2 クリープの構成則	32
演習問題	33
参考文献	34

第 2 章 結晶格子と欠陥

2.1 結晶・点欠陥	36
2.1.1 ブラベー格子	36
2.1.2 規則・不規則構造	37
2.1.3 代表的な金属の結晶構造	38
2.1.4 方位と面の表記法（ミラー指数）	38
2.2 点欠陥	40
2.2.1 点欠陥とその種類	40
2.2.2 点欠陥の濃度	41

2.2.3	点欠陥の形成	42
2.3	転位	43
2.3.1	転位の概念, 種類と特徴付け	43
2.3.2	転位の応力場とひずみエネルギー	47
2.3.3	転位の運動と転位に作用する力	52
2.3.4	転位の分解	54
2.3.5	降伏と加工硬化, 転位の増殖と蓄積	56
2.3.6	転位と材料の強化機構	61
2.4	面欠陥	64
2.4.1	結晶粒界	64
2.4.2	異相界面	72
	演習問題	74
	参考文献	74

第3章 集合組織

3.1	回復と再結晶の転位論	78
3.1.1	転位による内部エネルギー (ひずみエネルギー)	78
3.1.2	回復	78
3.1.3	再結晶	80
3.2	動的回復と動的再結晶	83
3.3	集合組織とは	83
3.3.1	種類と成因	83
3.3.2	集合組織の表示	85
3.3.3	塑性変形による方位変化	92
3.3.4	変形集合組織	94
3.3.5	再結晶集合組織	98
	演習問題	100
	参考文献	100

第4章 金属材料の塑性加工

4.1	主な実用的塑性加工法	102
4.1.1	鍛造	102
4.1.2	圧延	106
4.1.3	押出・引抜き	114
4.1.4	板成形	117
4.1.5	超塑性加工	123
4.2	加工欠陥	125

4.2.1	くびれ	125
4.2.2	座屈・しわ	125
4.2.3	折込み	126
4.2.4	表皮引込み	126
4.2.5	へこみ, 引け	127
4.2.6	割れ	127
4.3	塑性加工性の試験法	128
4.3.1	ランクフォード値 (r 値)	129
4.3.2	エリクセン試験	130
4.3.3	コニカルカップ試験	131
4.3.4	その他の成形性試験法	131
4.4	強加工法	132
4.4.1	各種強加工法の概要	132
4.4.2	強加工による結晶粒微細化	135
	演習問題	139
	参考文献	139

第5章 加工による材料の特性向上と機能発現例

5.1	鉄鋼材料	142
5.1.1	加工による強度と延性の変化	142
5.1.2	超強加工バルク材の疲労特性	144
5.1.3	超強加工バルク材の耐食性	145
5.1.4	表層超強加工	146
5.2	アルミニウム合金	146
5.2.1	強度と延性の同時向上	147
5.2.2	超塑性の出現	149
5.2.3	原子拡散の促進	149
5.3	マグネシウム合金	150
5.3.1	熱間加工による高強度・高延性化および異方性の低減	151
5.3.2	塑性加工により強化される長周期積層構造型マグネシウム合金	154
5.4	チタン基合金	156
5.4.1	チタンおよびチタン合金の基礎知識および加工熱処理の概要	156
5.4.2	純チタンおよび α 型チタン合金	158
5.4.3	$\alpha + \beta$ 型チタン合金	159
5.4.4	β 型チタン合金	161
5.5	形状記憶・超弾性合金	165
5.5.1	形状記憶・超弾性効果	166

5.5.2	実用形状記憶合金の種類と加工性	168
5.5.3	形状記憶・超弾性処理の原理	169
5.5.4	Ti-Ni の加工熱処理	170
5.5.5	集合組織形成による特性改善	170
5.6	コバルト合金	172
5.6.1	コバルト合金の結晶学	172
5.6.2	コバルト合金の転位構造	176
5.6.3	実用コバルト合金の転位拡張	177
5.6.4	コバルト合金の組織制御	179
	演習問題	185
	参考文献	186

第6章 計算科学

6.1	加工における計算科学	190
6.2	状態図計算と加工	191
6.2.1	状態図とは	191
6.2.2	計算状態図と熱力学モデル	192
6.2.3	状態図計算の材料開発への応用	193
6.3	材料組織形成計算と加工	196
6.3.1	フェーズフィールド法の概要	197
6.3.2	応用例	198
6.4	結晶塑性理論による計算	200
	演習問題	205
	参考文献	205
	演習問題解答	207
	索引	215