

目 次

はじめに

1	金属材料の特徴と歴史的役割	1
1.1	金属材料とは	3
(a)	現代の材料概観	3
(b)	金属元素とは	5
(c)	資源としての金属	6
(d)	金属材料の通性	6
(e)	金属材料の歴史	7
1.2	金属材料の分類	9
(a)	鉄鋼材料と非鉄金属材料, 軽金属と重金属	9
(b)	構造材料と機能材料	10
1.3	代表的な金属材料	10
(a)	鉄	10
(b)	アルミニウム	15
(c)	銅	16
(d)	チタン	16
(e)	その他の金属	17
2	金属材料の性質と利用例	21
2.1	力学的性質	21
(a)	力学的性質の利用例	21
(b)	強さ概観	21

(c) 弾性変形に対する強さの尺度：ヤング率， 剛性率，体積弾性率	26
(d) 塑性変形に対する強さ	26
(e) 破壊に対する強さ I：引張強さと破壊靱性	27
(f) 破壊に対する強さ II：疲労寿命，疲労強度， 疲労限	29
(g) 破壊に対する強さ III：クリープ破断強度	31
(h) 腐食と破壊	33
(i) 種々の材料のヤング率	34
(j) 種々の金属材料の降伏応力	36
(k) 種々の材料の破壊靱性	37
(l) 種々の金属材料の疲労強度	38
(m) 今後の方向	39
2.2 熱的性質	39
(a) 熱的性質の尺度：熱伝導率，比熱および 熱膨張係数	40
(b) さまざまな材料の熱的性質	44
2.3 電気的性質	45
(a) 金属材料における電気伝導のメカニズム	46
(b) 電気的性質の尺度：非抵抗と導電率	49
(c) 種々の材料の比抵抗	51
2.4 磁氣的性質	52
(a) 磁性の基礎，磁性の尺度となる量	52
(b) 磁性の起源	54
(c) 磁性の種類：強磁性，常磁性，反磁性	54
(d) 磁化曲線：透磁率，残留磁化，保磁力	55
(e) さまざまな材料の磁氣的性質	57

3	構造と性質	59
3.1	金属の結晶構造	59
	(a) 金属の結晶構造の3基本形	59
	(b) 結晶系	62
	(c) 原子半径	63
	(d) 結晶学的な面と方向, ミラー指数	63
3.2	結晶の不完全性	66
	(a) 点欠陥	67
	(b) 線欠陥	67
	(c) 面欠陥	68
3.3	金属材料の組織	68
	(a) 純金属の組織	69
	(b) 合金の組織	70
	(c) 拡散	72
	(d) 相変態	76
	(e) 平衡状態図——Fe-C系平衡状態図を読む	76
	(f) その他の状態図	83
3.4	熱処理	84
	(a) 応力除去焼きなまし	85
	(b) 均質化処理	85
	(c) 加工材の焼きなまし	86
	(d) 時効硬化処理	89
	(e) 炭素鋼の熱処理	91
3.5	転位の基本的概念と金属材料の強化機構	93
	(a) 結晶すべり変形	94
	(b) 転位の基本概念	95
	(c) 金属材料の強化方法	99

3.6	構造敏感な性質と構造不敏感な性質	106
4	創製(製造と加工)法	109
4.1	製 錬	109
(a)	予備処理	109
(b)	製錬の基本反応	110
(c)	金属製錬の実例	112
4.2	金属材料の製造工程	114
(a)	鑄 造	115
(b)	塑性加工	116
(c)	粉末冶金法	118
4.3	特殊な材料製造方法	119
(a)	急冷凝固法	119
(b)	1方向凝固	119
(c)	表面改質	121
(d)	メカニカルアロイング	123
5	金属材料の使用——信頼性の確保	127
5.1	信頼性とは	128
(a)	設計技術	128
(b)	材 料	129
(c)	加工プロセス	129
(d)	品質保証	130
5.2	破壊の力学——信頼性確保の基盤概念	131
(a)	欠陥と強度——破壊力学の必要性	131
(b)	応力集中	133
(c)	応力拡大係数 K	135
(d)	破壊靱性	136

(e)	疲労破壊	136
(f)	応力腐食破壊	137
(g)	クリープ	139
(h)	まとめ	139
5.3	非破壊検査手法	140
(a)	非破壊評価	140
(b)	非破壊検査法の分類	141
(c)	放射線透過試験	142
(d)	超音波探傷試験	142
(e)	磁粉探傷試験	145
(f)	浸透探傷試験	145
(g)	電磁誘導試験	146
(h)	アコースティック・エミッション法(AE法)	146
5.4	材料の選択の基礎	147
(a)	ヤング率と密度の関係	148
(b)	強度と密度の関係	148
(c)	破壊靱性と強度の関係	150
6	金属系高性能材料(今後の金属材料)	153
6.1	金属間化合物	153
6.2	金属基複合材料	157
(a)	複合材料の強度	157
(b)	金属基複合材料にもちいられる素材	158
(c)	製造方法	158
(d)	力学的性質	160
(e)	問題点	160
6.3	形状記憶合金, 超弾性合金	161

6.4	水素吸蔵合金	162
6.5	スマート材料	163
6.6	超塑性合金	164
6.7	スーパーメタル——超鉄鋼材料を求めて	165
6.8	ナノ材料	166
7	環境資源問題とリサイクル	169
7.1	金属資源	169
7.2	環境問題	172
7.3	リサイクルインバース マニュファクチャリングの重要性	173
	さらに勉強するために	177
	索引	181