

目 次

材料学シリーズ刊行にあたって
「最適材料の選択と活用」によせて

はじめに	iii
本書の構成	v
第 1 章 材料の使用に際しての問題	1
1.1 材料と事故	1
1.1.1 産業革命期の蒸気機関の開発	1
1.1.2 事故から始まる技術進歩	2
1.1.3 事故の原因	4
1.1.4 疲労に関わる事故	5
1.1.5 腐食に関わる事故	13
1.1.6 クリープに関わる事故	15
1.1.7 事故の克服を求めて	17
1.2 材料と環境問題	18
1.2.1 はじめに	18
1.2.2 地球環境の状況	19
1.2.3 地球環境問題に対する社会の対応	23
1 章参考文献	27
第 2 章 材料の選択・活用での要求事項	31
2.1 機械設計と材料	31
2.1.1 はじめに	31
2.1.2 ASME (米国機械学会) の設立の経緯	31

2.1.3	製品設計のための規格基準	37
2.1.4	規格・基準の国際標準化	39
2.1.5	わが国における規格・基準の国際標準化の取り組み	40
2.2	環境を考慮した材料	43
2.2.1	はじめに	43
2.2.2	環境負荷の評価	43
2.2.3	地球環境を考慮したものづくり	45
2.2.4	材料のエコマテリアル化	45
2.2.5	環境負荷低減を目指す材料開発の方向	47
2.2.6	地球環境配慮社会と今後の技術開発	51
2	章参考文献	52

第3章 機器・プラントのための材料の開発, 選択と活用 55

3.1	火力発電用ボイラの発達と材料開発	55
3.1.1	火力発電プラントの高温・高圧化	55
3.1.2	ボイラ形式の変遷	57
3.1.3	海外の状況	59
3.1.4	耐熱鋼の開発	61
3.2	火力発電用タービンの開発と材料	63
3.3	ガスタービンの開発と材料	65
3.4	高経年プラントの対策	67
3.4.1	高経年プラントの増加	67
3.4.2	溶接部のクリープ割れ	69
3.4.3	損傷・欠陥対策	69
3	章参考文献	71

第4章 材料の強度特性を決める基本的な因子 73

4.1	はじめに	73
4.2	塑性変形のメカニズム	73
4.2.1	引張荷重下での応力・ひずみ関係	73

4.2.2	変形のメカニズム	75
4.3	変形に影響する因子	78
4.4	材料の破壊メカニズム	79
4.4.1	破壊の形態	79
4.4.2	延性破壊	80
4.4.3	脆性破壊	82
4.5	時間に依存する材料強度特性	83
4.5.1	クリープ強度のメカニズム	83
4.5.2	疲労強度のメカニズム	87
4	章参考文献	91

第5章 耐熱鋼のクリープ強度 93

5.1	はじめに	93
5.2	耐熱金属材料のクリープ特性	94
5.2.1	高温クリープ特性と寿命予測	94
5.2.2	クリープ変形挙動の表示	99
5.2.3	クリープ破断寿命の影響因子	100
5.2.4	クリープ破壊機構	102
5.2.5	高Crフェライト系耐熱鋼の長時間クリープ破断強度の低下	103
5.2.6	超長時間のクリープ破断強度	105
5.3	長時間クリープ試験データ取得の必要性	107
5.4	データ取得活動の動向	108
5.4.1	世界の状況	108
5.4.2	欧州における新たな展開および国際協力	109
5.5	NIMSクリープデータシート作成計画と現在までの経緯	110
5.5.1	作成計画	110
5.5.2	NIMSクリープデータシートの出版と今後の計画	110
5.5.3	インターネットを通じての公開	112
5.6	グローバル化する社会の中でのクリープ試験データの取得	112
5	章参考文献	114

第 6 章 機械構造材料の疲労強度 117

6.1 基本的な疲労強度特性	117
6.1.1 疲労試験	117
6.1.2 平均応力の影響	119
6.1.3 残留応力の影響	121
6.1.4 切欠きの影響	121
6.2 基準参照としての疲労データ	122
6.2.1 NIMS 疲労データシートプロジェクトの開始	122
6.2.2 疲労限度と引張強さとの関係	124
6.2.3 NIMS 疲労データシートの現状	127
6.3 長寿命疲労	127
6.4 低サイクル疲労	131
6.5 疲労の破壊様式	133
6 章参考文献	136

第 7 章 工業材料の特性 137

7.1 実機に使用される構造材料の特性	137
7.2 材料特性の時間に依存する変化	138
7.3 材料強度のばらつきの取り扱い	141
7.3.1 強度のばらつき	141
7.3.2 クリープ強度のばらつきの取り扱い	142
7.3.3 疲労強度のばらつきの取り扱い	143
7.4 材料の安全な使い方	145
7.4.1 材料強度と外力のばらつき	145
7.4.2 安全率の考え方	146
7.5 材料特性を取得するための材料試験	147
7.5.1 材料試験法	147
7.5.2 国際標準	148
7.5.3 トレーサビリティ	149

7 章参考文献	151
---------	-----

第 8 章 荷重による構造部材のレスポンス 153

8.1 構造部材の損傷と破壊	153
8.2 破壊の力学	154
8.2.1 破壊力学の重要性	154
8.2.2 線形弾性破壊力学	154
8.2.3 弾塑性破壊力学	157
8.3 クリープにおけるき裂進展	159
8.4 疲労におけるき裂進展	162
8.5 損傷の許容と維持基準	166
8.5.1 構造物の損傷	166
8.5.2 設計における損傷の許容	167
8.5.3 維持基準	167
8 章参考文献	170

第 9 章 材料の選択と使用のための情報の活用 173

9.1 はじめに	173
9.2 材料情報の現状	174
9.2.1 構造材料データベースの現状	174
9.2.2 NIMS 物質・材料データベースの状況	175
9.2.3 材料データベースが抱える課題	177
9.3 海外の材料データベースの状況	178
9.4 材料情報収集と活用に関する取り組み	180
9.5 材料情報の活用	181
9.5.1 事故に関連した材料情報の共有	181
9.5.2 材料開発・材料使用に関連した材料情報の共有と活用	182
9.5.3 ものづくりに活用される材料情報	184
9.6 材料情報の活用性の向上	185
9.7 まとめ	185

9章参考文献	186
第10章 リスク社会における材料の選択と活用	187
10.1 はじめに	187
10.2 リスクベース工学の創造	188
10.2.1 リスクベースの視点での材料研究の必要性	188
10.2.2 設計および保守管理での新しい潮流と リスクベース工学の構築	191
10.3 リスクベース工学の必要性	192
10.4 リスクマネジメント	194
10.5 リスクベース材料工学における今後の課題	196
10.5.1 材料リスク情報プラットフォーム開発研究	196
10.5.2 今後の材料信頼性研究のあり方	197
10.5.3 安全な社会構築のための材料工学の役割	198
10.6 ま と め	199
10章参考文献	201
欧字先頭語索引	203
和文索引	205