

目 次

第 1 章 序 論 岡村 弘之

1・1	連続体力学的アプローチ	1
1・2	材料強度学における連続体力学の現代的役割	1

第 2 章 連続体の応力とひずみ 岡村 弘之

2・1	表面力と体積力	3
2・2	応 力	4
2・3	応力のつり合い方程式	5
2・4	任意の面に作用する表面力	7
2・5	応力の座標変換則	9
2・6	主 応 力	11
2・7	偏 差 応 力	14
2・8	八面体せん断応力	15
2・9	ひずみと回転	15
2・10	ひずみの座標変換則	19
2・11	主ひずみ, ひずみの不変量, 偏差ひずみ	20
2・12	適 合 条 件 式	21
2・13	ひずみエネルギーとコンプリメンタリエネルギー	25

第 3 章 構 成 方 程 式

3・1	弾性体の構成方程式	岡村 弘之 29
〔1〕	線形弾性体の構成方程式	29

[2]	等方線形弾性体の構成方程式	32
[3]	等方線形弾性体の弾性係数間の関係	34
[4]	等方線形弾性体における主応力軸と主ひずみ軸の一致	35
[5]	熱膨張を含む等方線形弾性体の構成方程式	35
[6]	非線形弾性体とひずみエネルギー密度関数	35
[7]	弾性体におけるコンプリメンタリエネルギー密度	36
3・2	降伏条件	渡辺 勝彦 38
[1]	等方性材料の降伏条件	39
[2]	異方性材料の降伏条件	41
[3]	ひずみ履歴と降伏条件	42
3・3	弾塑性体の構成方程式	渡辺 勝彦 45
[1]	ひずみ増分理論と全ひずみ理論	45
[2]	ロイスの方程式	47
[3]	ヘンキーの方程式	49
[4]	塑性ポテンシャル	50
[5]	異方性体の構成方程式	53
[6]	応力増分のひずみ増分による直接表示	54
参 考 文 献		55

第 4 章 連続体力学における基礎的事項

渡辺 勝彦

4・1	問題の定式化	57
4・2	解の一意性	59
4・3	相反定理	61
4・4	カスティアリアーノの定理	62
4・5	仮想仕事の原理	63
4・6	ポテンシャルエネルギー最小の原理	64
4・7	補仮想仕事の原理	67
4・8	コンプリメンタリエネルギー最小の原理	68
4・9	ライスナーの原理	70
4・10	ハミルトンの原理	71
4・11	最大塑性仕事の原理	72
4・12	上下界定理	74

4・13 サン・ブナンの原理	76
----------------------	----

第 5 章 弾性力学的アプローチ

岡村 弘之

5・1 二次元弾性論の基礎式	79
〔1〕 二 次 元 問 題	79
〔2〕 ひずみおよび回転	79
〔3〕 適 合 方 程 式	80
〔4〕 構 成 方 程 式	80
5・2 Airy の応力関数	81
〔1〕 重調和関数の一般形	81
〔2〕 合力および合モーメント	83
5・3 Goursat の応力関数	84
〔1〕 複素関数の微分	84
〔2〕 応 力	85
〔3〕 変位および回転	86
5・4 Westergaard の応力関数	87
〔1〕 応 力	88
〔2〕 変位および回転	88
〔3〕 合 力	88
5・5 応力関数の付加項	89
〔1〕 応力に影響を及ぼさない付加項	89
〔2〕 付加項による変位・回転	89
5・6 簡単な応力関数の例	89
〔1〕 一 様 応 力 場	90
〔2〕 集中モーメント	90
〔3〕 集中力および刃状転位	91
〔4〕 回転のくいちがい	92
5・7 応力関数の多価性	93
5・8 座 標 変 換	95
〔1〕 平 行 移 動	95
〔2〕 回 転	96
〔3〕 極 座 標	97

5・9	着力点の特異性	97
〔1〕	内点における集中力, 集中モーメント	97
〔2〕	滑らかな境界上の点に作用する集中力の特異項	98
〔3〕	半平面上の集中力	99
〔4〕	折線境界上の集中力	100
5・10	クラック先端付近の応力の特異性	100
〔1〕	応力拡大係数	102
〔2〕	Westergaard の応力関数による表示	102
〔3〕	クラック先端近傍の応力	103
〔4〕	クラック先端の変位	104
〔5〕	無限板中の直線クラック	104
5・11	折線境界の応力の特異性	105
5・12	刃 状 転 位	107
5・13	面外変形の弾性論	108
〔1〕	面外変形の応力関数	108
〔2〕	らせん転位	109
〔3〕	クラックのモードⅢ変形	109
〔4〕	無限板中の直線クラック	110
5・14	接 触 応 力	110
〔1〕	平底剛体ポンチの押付け	112
〔2〕	両側クラック材の引張り	113
〔3〕	滑らかな形状の剛体の押付け	113
〔4〕	2個の弾性体どうしの接触	114
5・15	円 形 領 域	115
〔1〕	周辺につり合った分布を受ける円板	115
〔2〕	対向2集中力を受ける円板	117
5・16	円孔のある領域	118
〔1〕	円孔の応力集中	119
〔2〕	内壁に作用する集中力	119
〔3〕	円 環 領 域	119
5・17	等角写像の応用	120
〔1〕	等 角 写 像	120
〔2〕	媒介変数による応力関数の表示	121

〔3〕 直交曲線座標系における応力成分	122
5・18 楕円孔の応力集中	123
参 考 文 献	125

第 6 章 塑性力学的アプローチ

渡辺 勝彦

6・1 棒の曲げ, ねじり	127
〔1〕 曲 げ	127
〔2〕 ね じ り	132
6・2 構造物の塑性解析	135
〔1〕 極 限 解 析	135
〔2〕 変 形 硬 化	136
〔3〕 内圧を受ける球殻	136
〔4〕 内圧を受ける円環	139
6・3 塑 性 不 安 定	141
6・4 すべり線場理論	143
〔1〕 平面ひずみ状態の基礎方程式	144
〔2〕 すべり線場の基礎方程式	145
〔3〕 すべり線場の基本的性質	148
〔4〕 境 界 値 問 題	150
〔5〕 応力および変位速度の不連続	151
〔6〕 剛体ポンチの押込みおよび両側き裂材の引張り	151
6・5 き 裂 の 力 学	152
〔1〕 き裂先端近傍の応力場	153
〔2〕 J 積 分	156
〔3〕 き裂エネルギー密度(1)(連続体モデルの場合)	159
〔4〕 き裂エネルギー密度(2)(現実的モデルによる場合)	171
〔5〕 エネルギー解放率	175
〔6〕 き裂問題における連続体力学の役割	179
参 考 文 献	182

第 7 章 数値解析的アプローチ

結城 良治

7・1 重み付き残差法と各種数値解析法	183
〔1〕 弾性境界値問題の基礎式	183
〔2〕 重み付き残差法	184
〔3〕 有限要素法	187
〔4〕 境界積分方程式	188
〔5〕 有限要素法と境界要素法との比較	190
7・2 有限要素法による弾性解析	192
〔1〕 有限要素法の解析手順	192
〔2〕 アイソパラメトリック要素	198
〔3〕 板の曲げ問題の有限要素法解析	201
〔4〕 各種変分原理と有限要素法	205
〔5〕 大規模連立方程式の解法	206
7・3 境界要素法による弾性解析	208
〔1〕 相反定理による定式化	208
〔2〕 基本解	209
〔3〕 境界上の積分方程式	210
〔4〕 応力・ひずみの計算	211
〔5〕 離散化解析	212
〔6〕 高次要素の導入	213
〔7〕 数値積分法	215
〔8〕 領域分割法と結合解法	217
7・4 材料非線形問題の数値解析法	220
〔1〕 弾塑性境界値問題の定式化	220
〔2〕 弾塑性問題の有限要素法	222
〔3〕 クリープ問題の有限要素法	225
〔4〕 まとめ	226
7・5 強度解析例	227
〔1〕 き裂の弾性解析例	227
〔2〕 き裂の弾塑性解析例	231
参 考 図 書	236

参 考 文 献	237
---------	-----

第 8 章 連続体近似アプローチ

8・1 連続体近似のあらまし	大南 正英	241
〔1〕 連続体近似とは何か		241
〔2〕 一般連続体力学の素描		242
8・2 コッセラ連続体力学と破壊力学	元家 勝彦	246
〔1〕 コッセラ連続体理論とひずみ勾配理論の素描		246
〔2〕 コッセラ連続体の応力集中効果		252
〔3〕 コッセラ弾性体の破壊じん性		256
8・3 連続分布転位論と結晶塑性	大南 正英	261
〔1〕 不完全結晶の幾何学と連続分布転位		261
〔2〕 連続分布転位の静力学		267
〔3〕 連続分布転位の動力学		274
8・4 統計連続体力学と多結晶体の弾塑性	田中喜久昭	279
〔1〕 統計連続体力学の素描		279
〔2〕 多結晶体の巨視的弾性定数		284
〔3〕 多結晶体の結晶塑性		287
〔4〕 転位相関関数		290
参 考 文 献		291
付 録 【1】 テンソル解析と記号		300
〔1〕 共変テンソルと反変テンソル		
〔2〕 計量 テン ソ ル		
〔3〕 共 変 微 分		
付 録 【2】 変形されたペッセル関数		304
付 録 【3】 グリーン関数		305
索 引		307