目　　次

日本語版への序文 ……iii
訳者序文 ……iv
原著者序文 ……vi

第Ⅰ部　マトリックスと線形代数

第1章　マトリックスの基礎概念 …… *3*

1.1　はじめに …… *3*
1.2　マトリックスの初歩的知識 …… *3*
1.3　特別なマトリックス …… *5*
1.4　マトリックスの同等性，加法およびスカラー乗 …… *8*
1.5　マトリックス間の乗法 …… *10*
1.6　逆マトリックス …… *16*
1.7　マトリックスの分割 …… *18*
1.8　マトリックスのトレースと行列式 …… *21*
参考文献 …… *25*

第2章　マトリックスとベクトル空間 …… *26*

2.1　はじめに …… *26*
2.2　ベクトル空間，部分空間，ベクトルの張る空間 …… *26*
2.3　1次変換のマトリックス表示 …… *34*
2.4　基底の変更 …… *39*
2.5　変分法的定式化のマトリックス表示 …… *42*
2.6　対称マトリックス A に対する固有値問題 $\mathbf{Av} = \lambda\mathbf{v}$ …… *51*
2.7　Rayleigh(レーリー)商と固有値の最大最小性 …… *67*
2.8　ベクトルとマトリックスのノルム …… *75*
参考文献 …… *81*

第II部　有限要素法

第3章　有限要素法の定式化……85

3.1　はじめに……85
3.2　仮想変位の原理を用いた有限要素法の定式化……97
3.2.1　平面応力解析における変位変換マトリックスと
ひずみ-変位変換マトリックス……98
3.2.2　一般的定式化……102
3.2.3　構造特性と荷重の集中化……111
3.2.4　一般的定式化の特殊化……113
3.2.5　単調収束のための条件……117
3.3　一般化座標を用いた有限要素モデルの誘導……122
3.3.1　一般的誘導法と特定の例……123
3.3.2　空間的等方性……136
参考文献……137

第4章　アイソパラメトリック有限要素のマトリックスの定式化と計算……141

4.1　はじめに……141
4.2　棒要素の剛性マトリックスのアイソパラメトリック的誘導……142
4.3　一般のアイソパラメトリック法の定式化……144
4.3.1　局所座標系におけるアイソパラメトリック有限要素
マトリックスの定式化……145
4.3.2　全体座標系における要素マトリックス……161
4.4　収束に関する考察……163
4.5　関連する要素族……166
4.6　数値積分……170
4.7　アイソパラメトリック要素の計算の実行に関する考察……183
4.8　アイソパラメトリック有限要素に対する計算機プログラム実行例……187
参考文献……191

第5章　有限要素法の変分法的定式化……194

5.1　はじめに……194
5.2　構造力学の問題に対する変分法的定式化……195
5.3　Ritz解法……198

5.4　場の問題の定式化-伝熱問題の解析に対する例……207
5.5　非適合法，混合法，ハイブリッド法等の有限要素法；
　　差分法と差分エネルギー法 ……212
参 考 文 献 ……223

第6章　有限要素法のインプリメンテーション ……227

6.1　はじめに ……227
6.2　構造のマトリックスの計算に対するプログラムの組織化 ……229
　6.2.1　節点および要素に関する情報の読み込み ……229
　6.2.2　要素剛性，質量，等価節点荷重の計算 ……233
　6.2.3　構造のマトリックスの組み立て ……233
6.3　要素応力の計算 ……239
6.4　プログラム例 STAP……239
　6.4.1　計算機プログラム STAP のデータ入力……241
　6.4.2　プログラム STAP のリスト……248
参 考 文 献 ……263

第III部　有限要素平衡方程式の解法

第7章　静的解析における平衡方程式の解法 ……267

7.1　はじめに ……267
7.2　Gauss の消去法に基づくアルゴリズムを利用した直接解法……268
　7.2.1　Gauss の消去法序論 ……269
　7.2.2　Gauss の消去解法 ……275
　7.2.3　Gauss の消去法の計算機インプリメンテーション ……278
　7.2.4　Cholesky 分解法，静的縮小法，部分構造法，ウェイブフロント法 ……288
　7.2.5　対称な非正定値係数マトリックスを有する方程式の解法 ……301
7.3　直交マトリックスを用いた直接解法 ……316
　7.3.1　Givens の分解法……317
　7.3.2　Householder の分解法 ……322
7.4　Gauss-Seidel の反復解法 ……327
7.5　解の誤差 ……330
参 考 文 献 ……341

第8章　動的解析における平衡方程式の解法 ……345

8.1　はじめに ……345

8.2　直接積分法 ……346
8.2.1　中心差分スキーム ……347
8.2.2　Houbolt 法 ……353
8.2.3　Wilson の θ 法 ……357
8.2.4　Newmark 法 ……360
8.3　モード重ね合わせ法 ……364
8.3.1　モード基準一般化変位への基底の変更 ……365
8.3.2　減衰を無視した解析 ……370
8.3.3　減衰を考慮した解析 ……378
参考文献 ……384

第9章　直接積分法の解析 ……387

9.1　はじめに ……387
9.2　直接積分近似作用素と荷重作用素 ……389
9.2.1　中心差分法 ……390
9.2.2　Houbolt 法 ……390
9.2.3　Wilson の θ 法 ……391
9.2.4　Newmark 法 ……392
9.3　安定性の解析 ……393
9.4　精度解析 ……398
参考文献 ……404

第10章　固有値問題の解法に対する準備 ……407

10.1　はじめに ……407
10.2　固有系の解法に使用する基本的事実 ……410
10.2.1　固有ベクトルの性質 ……410
10.2.2　固有値問題 $\mathbf{K}\boldsymbol{\phi} = \lambda\mathbf{M}\boldsymbol{\phi}$ とその随伴拘束問題の特性多項式 ……417
10.2.3　シフトの利用 ……424
10.2.4　零質量の影響 ……426
10.2.5　一般化固有値問題 $\mathbf{K}\boldsymbol{\phi} = \lambda\mathbf{M}\boldsymbol{\phi}$ の標準形への変換 ……428
10.3　近似的な解法技術 ……436
10.3.1　静的縮小法 ……437
10.3.2　Rayleigh-Ritz 解析 ……445
10.3.3　部分構造モード合成法 ……456
10.4　解の誤差 ……460
参考文献 ……468

第 11 章　固有値問題の解法 ……470

11.1　はじめに……470
11.2　ベクトル反復法……473
11.2.1　逆反復法……474
11.2.2　前進反復法……483
11.2.3　ベクトル反復法におけるシフト……486
11.2.4　Rayleigh 商反復法 ……492
11.2.5　マトリックスの縮小と Gram-Schmidt の直交化……495
11.2.6　ベクトル反復法に関する若干の実際的考察……498
11.3　変　換　法……500
11.3.1　Jacobi 法 ……502
11.3.2　一般化 Jacobi 法 ……510
11.3.3　Householder-QR-逆反復解法 ……520
11.4　多項式反復技法……534
11.4.1　陽的多項式反復法……534
11.4.2　陰的多項式反復法……536
11.5　Sturm 列の性質に基づく方法 ……540
参考文献 ……544

第 12 章　大規模固有値問題の解法 ……547

12.1　はじめに……547
12.2　行列式探索法……548
12.2.1　予備的考察……549
12.2.2　解法アルゴリズム……550
12.2.3　行列式探索解法に関する最終的注意……552
12.3　サブスペース法……556
12.3.1　予備的考察……558
12.3.2　部分空間反復……562
12.3.3　出発反復ベクトル……565
12.3.4　収　　束……568
12.3.5　サブスペース法に関する最終的注意……572
12.4　解法の選択……583
参考文献 ……586

索　　引 ……589