

目次

	頁
I 変分問題	
【1】 変分問題	1
【2】 オイラー方程式（オイラー・ラグランジュ方程式）	2
(1) 1変数（1次元）の場合	
(2) 1変数（1次元）の場合の汎関数の例	
(3) 付加条件付き変分問題	
(4) 2変数（2次元）の場合	
【3】 リッツの方法（直接法）	8
(1) 1変数（1次元）の場合	
(2) リッツの方法の適用例（1変数の場合）	
II 有限要素法	
【4】 有限要素法の原理	11
(1) 1次元の場合の節点，要素，区分的試行関数	
(2) 1次元の場合の計算例	
(補足) 上の例で節点において厳密解と一致する理由	
(3) 1次元要素の形状関数	
【5】 2次元ラプラス方程式の解法	18
(1) 2次元の場合の節点，要素，区分的試行関数	
(2) 2次元ラプラス方程式のリッツの方法による有限要素法の定式化	
【6】 2次元要素の形状関数とアイソパラメトリック要素	20
(1) 2次元要素の形状関数	
(2) アイソパラメトリック要素	
(補足1) 2次元要素の形状関数のグラフ	
(補足2) アイソパラメトリック2次元要素	
【7】 ガウス積分による要素内積分	27
(1) ラグランジュの補間多項式	
(2) ル・ジャンドル多項式	
(3) ガウス・ルジャンドル積分	
(4) 要素内積分	
【8】 プログラムの作成	33
(1) 計算モデル	
(2) プログラムの構成	
(3) 各サブルーチンの説明	

Ⅲ ガラーキン法による有限要素法

【9】 重み付き残差法としてのガラーキン法	38
(1) 残差法	
(2) 重み付き残差法	
(3) 最小2乗法	
(4) ガラーキン法	
(補足) リッツの方法でノイマン型境界条件を取り込む方法	
【10】 ガラーキン法による有限要素法	44
(1) ノイマン型境界条件の境界積分の計算	
(2) ノイマン型境界条件の境界積分のプログラムの説明	
(3) 一般化されたポアソン方程式	
(補足) リッツの方法でノイマン型, 混合型境界条件を取り込む方法	

付録

【付録1】 懸垂線 (微分方程式による解法)	53
【付録2】 2階微分を含む積分汎関数のオイラー方程式	57
(1) 1次元の場合	
(2) 2次元の場合	
【付録3】 2次元のグリーンの定理	63
(補足) 2次元, 3次元での定積分と部分積分	
【付録4】 懸垂線 (有限要素法による解法)	67
(1) リッツの方法による定式化	
(2) ニュートン・ラフソン法	
(3) ヤコビ行列の成分の計算	
(4) リッツの方法による有限要素法プログラムの説明 (2次要素)	
(5) 計算結果	
(6) ガラーキン法による有限要素法	
(補足) リッツの方法による有限要素法プログラム (2次要素)	
【付録5】 3角形要素・面積座標	85
(1) 3角形要素内部の点 $\mathbf{x}(x, y)$ の表現	
(2) L_1, L_2, L_3 の意味	
(3) 形状関数	
(4) 3角形要素 (面積座標)	
(5) ヤコビアン	
(6) 要素内積分	
(補足1) 積分公式	
(補足2) クラメールの公式	

	頁
【付録6】 応力解析（2次元平面応力）	92
(1) 2次元平面応力問題	
(2) ガラーキン法による定式化	
【付録7】 熱伝導と流れの解析（連続の式）	97
(1) 熱伝導方程式	
(2) 境界条件	
(3) ガラーキン法による定式化（2次元）	
(4) 連続の式と拡散方程式	
(5) 上流化について	
【付録8】 2次元ラプラス方程式の有限要素法解析プログラム	104
(1) 計算モデル1（平行版コンデンサ）	
(2) 計算モデル2（ノイマン型境界条件）	