

目 次

| | | |
|----------------------|---------|-----|
| 序 | 川 井 忠 彦 | i |
| はじめに | | iii |
| 第1章 有限要素法の基本的考え方 | | 1 |
| 1.1 有限要素法の簡単な例題(I) | | 1 |
| 1.1.1 基礎方程式 | | 1 |
| 1.1.2 重みつき残差方程式 | | 2 |
| 1.1.3 補間関数と重み関数 | | 4 |
| 1.1.4 有限要素方程式 | | 6 |
| 1.1.5 全体方程式 | | 7 |
| 1.1.6 特別な場合の考察 | | 9 |
| 1.1.7 有限要素法の基本的な考え方 | | 11 |
| 1.2 有限要素法の簡単な例題(II) | | 12 |
| 1.2.1 基礎方程式 | | 12 |
| 1.2.2 重みつき残差方程式 | | 13 |
| 1.2.3 補間関数と重み関数 | | 14 |
| 1.2.4 有限要素方程式 | | 17 |
| 1.2.5 解法の考察 | | 20 |
| 1.3 有限要素法の簡単な例題(III) | | 22 |
| 1.3.1 有限要素方程式 | | 22 |
| 1.3.2 全体系への重ね合わせ | | 24 |
| 1.3.3 有限要素法の特徴 | | 27 |
| 第2章 ポテンシャル流れの解析 | | 33 |
| 2.1 ポテンシャル流れの解析 | | 33 |
| 2.1.1 ポテンシャル流れ | | 33 |
| 2.1.2 重みつき残差方程式 | | 35 |
| 2.1.3 補間関数と重み関数 | | 39 |
| 2.1.4 有限要素方程式 | | 41 |
| 2.1.5 有限要素方程式の具体的計算 | | 45 |
| 2.1.6 全体系への重ね合わせ | | 47 |
| 2.2 ポテンシャル流れのプログラム | | 53 |

| | | |
|------------|--------------------|------------|
| 2.2.1 | 機械的構成法 | 53 |
| 2.2.2 | フローチャートとインプット・データ | 55 |
| 2.2.3 | プログラムの説明 | 58 |
| 第3章 | 遅い定常粘性流れの解析 | 71 |
| 3.1 | 流速と圧力を未知数とする方法 | 71 |
| 3.1.1 | 遅い定常流れの基礎方程式 | 71 |
| 3.1.2 | 重みつき残差方程式 | 73 |
| 3.1.3 | 有限要素方程式 | 77 |
| 3.1.4 | 面積座標 | 80 |
| 3.1.5 | 補間関数 | 83 |
| 3.1.6 | 有限要素方程式の具体的計算 | 86 |
| 3.1.7 | 混合補間法を用いる理由 | 91 |
| 3.2 | 流れ関数を未知数とする解法 | 97 |
| 3.2.1 | 流れ関数の導入 | 97 |
| 3.2.2 | 重みつき残差方程式 | 98 |
| 3.2.3 | 有限要素方程式 | 99 |
| 3.2.4 | 有限要素方程式の具体的計算 | 101 |
| 3.3 | 遅い定常粘性流れのプログラム | 104 |
| 3.3.1 | 流速と圧力による解法のプログラム | 104 |
| 3.3.2 | 試験的例題(I) | 117 |
| 3.3.3 | 流れ関数による解法のプログラム | 124 |
| 3.3.4 | 試験的例題(II) | 138 |
| 第4章 | 拡散の解析 | 141 |
| 4.1 | 物質拡散の解析 | 141 |
| 4.1.1 | 物質拡散の基礎方程式 | 142 |
| 4.1.2 | 重みつき残差方程式 | 144 |
| 4.1.3 | 有限要素方程式 | 147 |
| 4.1.4 | 有限要素方程式の具体的計算 | 149 |
| 4.1.5 | 時間積分 | 151 |
| 4.2 | 物質拡散解析のプログラム | 156 |
| 4.2.1 | 物質拡散解析プログラム | 156 |
| 4.2.2 | 試験的例題 | 164 |
| 4.3 | 時間積分の安定性 | 169 |

| | | |
|-------|--------------------|-----|
| 4.3.1 | 一次元方程式の安定性 | 169 |
| 4.3.2 | 準陽的オイラー法の安定性 | 172 |
| 4.3.3 | 陰的解法の安定性 | 174 |
| 4.3.4 | 陽的解法の安定性 | 176 |
| 4.3.5 | 拡散項を含む場合の安定性 | 180 |
| 4.3.6 | 高次補間関数による安定性 | 182 |
| 4.4 | 上流型有限要素法 | 184 |
| 4.4.1 | 定常拡散解析における上流型有限要素法 | 184 |
| 4.4.2 | 非定常拡散における上流型有限要素解析 | 188 |
| 第5章 | 定常粘性流れの解析 | 193 |
| 5.1 | 粘性流れの基礎方程式 | 193 |
| 5.1.1 | 層流流れの基礎方程式 | 193 |
| 5.1.2 | 乱流流れの基礎方程式 | 197 |
| 5.2 | 定常粘性流れの解析 | 200 |
| 5.2.1 | 直接法による有限要素方程式 | 200 |
| 5.2.2 | 有限要素方程式の具体的計算 | 203 |
| 5.2.3 | ニュートン-ラプソン法 | 209 |
| 5.2.4 | ペナルティ関数法 | 212 |
| 第6章 | 非定常粘性流れの解析 | 217 |
| 6.1 | 音速法による解析 | 217 |
| 6.1.1 | 線形非定常流れの基礎方程式 | 217 |
| 6.1.2 | 重みつき残差方程式 | 220 |
| 6.1.3 | 有限要素方程式 | 222 |
| 6.1.4 | 時間積分 | 225 |
| 6.2 | 非線形非定常粘性流れの解析 | 228 |
| 6.2.1 | 非定常粘性流れの有限要素方程式 | 228 |
| 6.2.2 | 直接法による有限要素解析 | 232 |
| 6.2.3 | 音速法による有限要素解析 | 236 |
| 6.2.4 | ペナルティ関数法による有限要素解析 | 242 |
| 6.2.5 | その他の有限要素解析 | 246 |
| 第7章 | 解析例題 | 249 |
| 7.1 | 拡散解析 | 249 |

| | |
|------------------------------|-----|
| 7.2 定常流解析 | 252 |
| 7.2.1 機械系内の流れ | 252 |
| 7.2.2 トンネル抗口よりの排気ガスの拡散 | 256 |
| 7.3 非定常解析 | 261 |
| 7.3.1 壁面を遡上する孤立波の解析 | 261 |
| 7.3.2 流路中に置かれた角柱まわりの流れ | 265 |
| 参考文献 | 273 |
| 付録 添字記法と総和規約 | 281 |
| 1 添字記法と総和規約の説明 | 281 |
| 1.1 添字記法 | 281 |
| 1.2 総和規約 | 282 |
| 1.3 微分に関する表記法 | 284 |
| 2 添字記法によるポテンシャル流れの解析 | 286 |
| 2.1 基礎方程式と重みつき残差方程式 | 286 |
| 2.2 補間関数と有限要素方程式 | 287 |
| 2.3 添字記法とプログラミング | 289 |
| 索引 | 291 |