

目 次

第 1 章 流体運動の基礎

1.1	流体力学と数学的準備	1
1.1.1	座標系とベクトル表示	1
1.1.2	内積と外積, 勾配, 発散, 回転	2
1.1.3	ガウスの定理, ストークスの定理	6
1.1.4	テンソル表示	8
1.1.5	複素関数	10
1.2	流れの基礎	15
1.2.1	定常流と非定常流	15
1.2.2	円柱周りの流れパターンの変化とレイノルズ数	16
1.2.3	2次元流および3次元流	17
1.2.4	流線とはく離, 遷移	18
1.2.5	内部流と外部流	19
1.3	流体運動の記述と加速度	19
1.3.1	流体の性質	19
1.3.2	運動の表示	22
1.3.3	加速度	23
1.4	運動方程式と連続の式	24
1.4.1	連続の式	24
1.4.2	運動方程式	26
1.5	流体粒子の変形と回転	27
1.5.1	変形と回転	27
1.5.2	回転流と非回転流	30
	演習課題	31

第 2 章 完全流体の運動

2.1	運動方程式とベルヌーイの定理	33
2.1.1	オイラーの運動方程式	33

2.1.2	ベルヌーイの定理	34
2.2	渦なし流れと速度ポテンシャル	35
2.2.1	渦度と渦なし流れ	35
2.2.2	速度ポテンシャル	38
2.2.3	速度ポテンシャルの例	38
2.3	流れ関数と速度ポテンシャル	41
2.3.1	流線と流れ関数	41
2.3.2	速度ポテンシャルと渦なし流れ	43
2.4	複素速度ポテンシャル	44
2.4.1	コーシー・リーマンの関係式	44
2.4.2	複素速度ポテンシャルの例	45
2.5	等角写像とブラジウスの公式	50
2.5.1	等角写像	50
2.5.2	等角写像の簡単な例	51
2.5.3	ブラジウスの第1, 第2公式	53
2.6	渦運動と翼理論	55
2.6.1	渦管と渦定理	55
2.6.2	ケルビンの循環保存則	58
2.6.3	渦糸とビオ・サバールの法則	59
2.6.4	渦層と渦列	60
2.6.5	循環のある円柱周りの流れと翼型	62
	演習課題	64

第3章 粘性流体の運動

3.1	粘性応力とそれによる力	67
3.1.1	力と応力	67
3.1.2	応力による力	68
3.2	ナビエ・ストークス方程式と解	70
3.2.1	ナビエ・ストークス方程式	70
3.2.2	厳密解の例	72
3.2.3	数値解析	76
3.3	力学的相似	78
3.3.1	代表尺度と無次元変数	78

3.3.2	力学的相似	81
3.4	層流と乱流	83
3.4.1	レイノルズ数による流れの変化	83
3.4.2	粘性せん断応力の表現	86
3.4.3	乱流の取り扱い	91
3.4.4	乱流の運動方程式	93
3.5	境界層	95
3.5.1	境界層の性質	95
3.5.2	境界層方程式と運動量積分方程式	97
3.5.3	平板上の境界層と遷移	102
3.5.4	乱流境界層とその構造	104
3.5.5	境界層のはく離と各種の効果	114
3.6	管内流れ	116
3.6.1	レイノルズ数と速度分布	116
3.6.2	円管流の圧力損失	126
3.7	自由せん断流	129
3.7.1	自由せん断流の特徴	129
3.7.2	混合層と噴流および運動量の保存	130
3.7.3	後流と物体に働く抗力	133
	演習課題	136

第4章 各種流体機械への応用

4.1	機械および環境・エネルギー系の流体機械	139
4.1.1	ポンプ	139
A.	ポンプの概要および性能	139
B.	遠心式および軸流式ポンプ	144
C.	ポンプの諸現象	152
4.1.2	水車	154
A.	水車の概要, 各種の水車	154
B.	フランス水車	156
C.	水車の諸現象	158
4.1.3	風車	159
A.	風車の概要, 風特性	159

B. 構造, 理論と特性	160
4.2 航空および化学・資源プラント系の流体機械	163
4.2.1 送風機 とブロワ	164
A. 概要, 特徴	164
B. 動力と損失	164
C. 遠心送風機	167
D. 軸流送風機	170
4.2.2 圧縮機	172
A. 概要, 特徴	172
B. 遠心式圧縮機	173
C. 軸流式圧縮機	177
4.3 船舶および輸送系の流体機械	179
4.3.1 プロペラの構造, 性能	179
A. 性能, 抵抗	179
B. 船体との相互作用	185
4.3.2 推進系の出力と効率	189
A. 各種の出力	189
B. 各種の効率	190
4.3.3 軸系の構造	190
A. 軸 系	190
B. 伝動装置	192
C. 据え付け, 整備	193
演習課題	196
演習課題解答例	199
参考文献	211
索引 (日本語, 英語)	213