

## 目 次

### 1. 序 論

|     |             |    |
|-----|-------------|----|
| 1.1 | 流体力学と水力学の進歩 | 1  |
| 1.2 | 流体の諸性質及び定義  | 3  |
| 例 題 |             | 17 |

### 2. 流 体 静 力 学

|     |                  |    |
|-----|------------------|----|
| 2.1 | ま え が き          | 19 |
| 2.2 | 圧力とオイラーの平衡方程式    | 19 |
| 2.3 | マノメータ            | 24 |
| 2.4 | ブルドン圧力計とアネロイド気圧計 | 27 |
| 2.5 | 回転容器内の液体         | 28 |
| 2.6 | 容器壁に及ぼす流体力       | 28 |
| 2.7 | 浮力と浮揚体の安定        | 33 |
| 例 題 |                  | 34 |

### 3. 流体運動の基礎方程式

|     |             |    |
|-----|-------------|----|
| 3.1 | ま え が き     | 38 |
| 3.2 | 層 流 と 乱 流   | 38 |
| 3.3 | 定常流と非定常流    | 39 |
| 3.4 | 流線, 流跡線, 流脈 | 40 |
| 3.5 | 流糸, 流管, 流面  | 44 |
| 3.6 | 連 続 の 式     | 44 |

|      |                    |    |
|------|--------------------|----|
| 3.7  | オイラーの運動方程式         | 46 |
| 3.8  | ベルヌーイの式 (エネルギー方程式) | 49 |
| 3.9  | う ず 度              | 51 |
| 3.10 | 自由うず (ポテンシャルうず)    | 52 |
| 3.11 | 強 制 う ず            | 53 |
| 3.12 | 循 環                | 54 |
| 3.13 | ベルヌーイの式の応用         | 57 |
| 例 題  |                    | 62 |

#### 4. 運動量の法則

|     |                      |    |
|-----|----------------------|----|
| 4.1 | ま え が き              | 66 |
| 4.2 | 運動量方程式               | 66 |
| 4.3 | 非定常流における運動量の法則       | 69 |
| 4.4 | 運動方程式より運動量方程式の誘導     | 70 |
| 4.5 | 運動量の法則の応用            | 71 |
| 4.6 | 角運動量 (運動量のモーメント) の法則 | 77 |
| 4.7 | 角運動量の法則の応用           | 78 |
| 例 題 |                      | 79 |

#### 5. 粘性とエネルギー損失

|     |                       |     |
|-----|-----------------------|-----|
| 5.1 | 平行平板の間の層流             | 83  |
| 5.2 | 円管における層流とハーゲン・ポアズイユの式 | 85  |
| 5.3 | 二重円管における流れ            | 88  |
| 5.4 | レイノルズの相似法則            | 89  |
| 5.5 | 層 流 と 乱 流             | 91  |
| 5.6 | 円管における流れ              | 92  |
| 5.7 | 運動エネルギー修正係数           | 106 |
| 5.8 | 実在流体に対するベルヌーイの式の修正    | 107 |

|     |             |     |
|-----|-------------|-----|
| 5.9 | 円管以外の管の摩擦係数 | 108 |
| 例 題 |             | 110 |

#### 6. 管 路 抵 抗

|     |               |     |
|-----|---------------|-----|
| 6.1 | 流体圧送に必要な圧力    | 114 |
| 6.2 | 管の断面積の変化による損失 | 115 |
| 6.3 | 流れの方向変化による損失  | 119 |
| 6.4 | 分岐及び合流による損失   | 121 |
| 6.5 | 管の出口における損失    | 122 |
| 6.6 | 直列又は並列管路の計算   | 123 |
| 6.7 | 多孔管における分岐, 合流 | 124 |
| 6.8 | 管路網の計算        | 124 |
| 例 題 |               | 125 |

#### 7. 物体のまわりの流れ

|     |                 |     |
|-----|-----------------|-----|
| 7.1 | ま え が き         | 130 |
| 7.2 | 円柱のまわりのポテンシャル流れ | 130 |
| 7.3 | 円柱のまわりの実在流体の流れ  | 133 |
| 7.4 | 物体の全抗力          | 136 |
| 7.5 | 翼の揚力と抗力         | 137 |
| 7.6 | 翼のまわりの循環        | 139 |
| 例 題 |                 | 140 |

#### 8. 開水路の流れ

|     |                |     |
|-----|----------------|-----|
| 8.1 | ま え が き        | 143 |
| 8.2 | 摩擦が無視できる開水路の流れ | 144 |
| 8.3 | 水門を通る流れ        | 146 |
| 8.4 | 層 流 の 場 合      | 147 |

|     |          |     |
|-----|----------|-----|
| 8.5 | 乱流の場合    | 149 |
| 8.6 | 一様流れの場合  | 149 |
| 8.7 | 非一様流れの場合 | 150 |
| 8.8 | 跳ね水      | 152 |
| 8.9 | 開水路の流量計測 | 153 |
| 例   | 題        | 154 |

## 9. 圧縮性流体の流れ

|     |                         |     |
|-----|-------------------------|-----|
| 9.1 | 気体の定常流                  | 157 |
| 9.2 | 気体における弱い圧力波の伝ば          | 160 |
| 9.3 | 超音速と強い圧力波               | 161 |
| 9.4 | 断面が変化する流路における等エントロピ流れ   | 162 |
| 9.5 | 基準状態                    | 166 |
| 9.6 | 一次元定常流れにおける亜音速流と超音速流の相違 | 167 |
| 9.7 | ノズルにおける圧縮流れ             | 169 |
| 9.8 | 垂直衝撃波                   | 171 |
| 9.9 | 衝撃波と浅底水槽の流れの相似          | 174 |
| 例   | 題                       | 175 |

## 10. 次元解析と相似法則

|      |             |     |
|------|-------------|-----|
| 10.1 | まえがき        | 179 |
| 10.2 | 次元の同次性と無次元数 | 180 |
| 10.3 | 次元と単位       | 180 |
| 10.4 | $\pi$ 定理    | 181 |
| 10.5 | 無次元パラメータ    | 185 |
| 例    | 題           | 187 |

## 11. 模型試験

|      |            |     |
|------|------------|-----|
| 11.1 | まえがき       | 191 |
| 11.2 | 幾何学的相似     | 191 |
| 11.3 | 運動学的相似     | 192 |
| 11.4 | 力学的相似      | 192 |
| 11.5 | 流体機械の模型試験  | 193 |
| 11.6 | 圧縮性流体の相似法則 | 195 |
| 11.7 | 模型試験の問題点   | 195 |
| 11.8 | ガス圧縮機の性能換算 | 196 |
| 例    | 題          | 197 |
| 索    | 引          | 201 |