

ビジュアルアプローチ

# 材料力学

石田 良平・秋田 剛 共著

森北出版株式会社

身近な家具や家電製品から超高層ビルや原子力発電所にいたるまで、私たちが利用するさまざまな構造物はそれらが機能を完全に果たすよう適切な構造設計に基づいてつくられている。構造設計における材料力学の役割は、運用中の構造物内部の部材に作用する力を想定して部材の変形状態や破損の可能性を把握して、材料強度に基づいて部材の寸法などを決めることである。

材料力学の講義にはかなり苦戦している。学生に十分な理解が得られていないようなのだ。なぜなのだろうか。考えられることは、

- (1) 材料力学と一般力学の力の表示の仕方の違い
- (2) 作用・反作用の法則(ニュートンの第三法則)を忘れている

あたりのように思える。とくに、作用・反作用の法則は、力がつり合っている状態での外力どうしや外力と内力の間の静力学的つり合いを考えるうえで重要であるとともに、材料力学の基本になっているので、力の表示の違いも絡んで、この段階でつまづくと力のつり合いの式を立てることができないことになる。

そこで、本書では、材料力学の初学者ならびに材料力学をなんとなく理解しているつもりの技術者を対象に、次のような特徴を備えたものとして執筆した。

- (1) カラー版であること—扱う対象物を三次元的に表現することでより実物をイメージできる。外国の材料力学関係の教科書では当たり前になっている。
- (2) 作用・反作用の法則をつねに意識していること—外力どうし、外力と内力との静力学的なつり合いの考え方の基礎になるので、必要と思われる箇所で説明を加えた。
- (3) 構造物を単純な構造要素に分解する考え方を早い段階で導入したこと—棒やはりなどの各構造要素と構造全体との関係が希薄にならないように配慮した。
- (4) 「正の応力」「負の応力」という表現をできるだけ用いたこと—材料力学の学習の初期段階で「引張」「圧縮」の概念を入れてしまうと、せん断応力の正負や応力が場の関数であるという概念が出てきたときに混乱しかねないと考えたからである。

ただ、材料力学で扱われるいくつかの内容、たとえば、「曲りはり」「平板」といった内容を除外した。これらの内容は数学的にかなり難しいことが主な理由であるが、本書の内容を理解すれば独学できるはずである。その代わりに、マトリックス構造解析入門の章を加え、専門書とは異なる視点で説明を試みた。

最後に、「材力これで委員会」(構成メンバー:磯野隆章君, 江藤 力君, 辻 和樹君(50音順))がいろいろと考えてくれてディスカッションにも参加してくれたことに感謝する。また、私たちの遅い脱稿を(時には鞭を横に置き、時には共に議論し、時には著者らをカンヅメにし)辛抱強く待っていただいた森北出版(株)編集部の石田昇司氏、加藤義之氏に謝意を表する次第である。

2010年12月

著 者

## 第1章 静力学の基本事項

- 1.1 力のベクトルとモーメント
- 1.2 静力学的なつり合い条件
- 1.3 系の設定とつり合い条件

## 第2章 応力とひずみ

- 2.1 物体の内力
  - 2.2 応力
  - 2.3 ひずみ
  - 2.4 応力とひずみの関係式
  - 2.5 材料の基本的な性質
  - 2.6 許容応力と安全率
- 演習問題

## 第3章 軸力を受ける棒の問題

- 3.1 一様な棒の応力・ひずみと伸び
  - 3.2 棒の不静定問題
  - 3.3 熱応力
  - 3.4 簡単なトラス
- 演習問題

## 第4章 真直はりの力学

- 4.1 曲げ応力と曲げモーメント
  - 4.2 せん断応力とせん断力
  - 4.3 せん断力, 曲げモーメントと外力
- 演習問題

## 第5章 せん断力線図と曲げモーメント線図

- 5.1 はりの支持条件
  - 5.2 基本的な例題
  - 5.3 片持ちはり固定モーメント
- 演習問題

## 第6章 はりのたわみと不静定はり

- 6.1 たわみ曲線の微分方程式とその解法
  - 6.2 不静定はり
- 演習問題

## 第7章 ねじり

- 7.1 丸棒のねじり
  - 7.2 横断面が円形でない棒のねじり
- 演習問題

## 第8章 主応力

- 8.1 応力の表現と正負
  - 8.2 二次元主応力
  - 8.3 三次元主応力
- 演習問題

## 第9章 ひずみエネルギーとその応用

- 9.1 ひずみエネルギー
- 9.2 衝撃荷重

- 9.3 カステリャノの定理
- 演習問題

## 第10章 弾性破損

- 10.1 種々の弾性破損説
- 演習問題

## 第11章 長柱の座屈

- 11.1 オイラーの座屈荷重
  - 11.2 偏心荷重を受ける長柱の座屈
  - 11.3 座屈に関する実験式
- 演習問題

## 第12章 マトリックス構造解析入門

- 12.1 基本的な手順と用語
  - 12.2 平面トラス
  - 12.3 はりの解析
- 演習問題

付録 A 図心と断面二次モーメント

付録 B はりの境界条件

演習問題解答

さくいん