

## まえがき

自然界および人工的なさまざまな環境において、ある目的を達成するための構造物を安全性、経済性を考慮に入れて実現させるためには、その振動特性についての事前の検討が必要不可欠である。振動に起因する構造物の事故や失敗に直面するたびに、その問題解決のため実に多くのエンジニアがこれまで悪戦苦闘してきた。今後も新たに創造されるであろう各種構造物の振動問題に的確に対処するためには、基礎的構造要素あるいは構造物についての振動特性の理解が肝要である。

薄板や薄肉殻構造は、自動車、電車、飛行機、ロケット、宇宙機、船舶のような輸送機の構造部材として広く用いられている。最近では、それらの高速化や低燃費化に伴う軽量化の要求により、構造不安定問題や振動問題の解決が求められている。

構造物の振動特性について勉強しようとする、まず「機械力学」や「振動工学」の教科書で、1自由度系と2自由度系について学習する。それらに関する教科書は数多く出版されている。ところが、さらに弦、棒、梁といった1次元弾性構造、膜や板の2次元弾性構造、そして機械、建築、航空宇宙などの実際の領域で広く用いられている殻（シェル）の3次元弾性構造の振動について勉強しようとする、一部が「機械力学」や「振動工学」の教科書に記されているが、それらがまとめて書かれている教科書は残念ながらほとんどない。もちろん個別のテーマに関する仔細な専門書は存在するが、それらを集集、解読し、必要な事項を的確に抽出することは容易ではない。

そこで本書は、3次元構造までの構造物の振動特性について勉強しようとする、機械工学、航空宇宙工学、海洋工学、建築・土木工学などの学部学生と大学院生を対象に、できるだけ項目を絞り、わかりやすく書かれたものである。

著者らの長年の講義の経験から、学生が不得意とする項目については、丁寧に説明するとともに、演習問題を多く設け、巻末に解答を付した。さらに詳しい勉強のために、各章末に参考書や文献を示した。また、技術英語の習得を促進するため、一部英語の演習問題を設定するとともに、重要な用語については英語での表記も行

った。

第1章～第4章では振動の基礎と集中質量系の振動について述べ、第5章～第7章では1次元、2次元、3次元弾性構造部材の振動特性について述べた。すなわち、

第1章では、列車や船舶、宇宙機、建築構造物などで発生する振動とその制御例について紹介する。

第2章では、振動の分類、ニュートンの運動方程式とダランベールの原理を用いた力のつり合いによる運動方程式の誘導、そして振動の表現について述べる。

第3章では、1自由度系の振動について、非減衰と減衰系、自由振動と強制振動系、並進運動と回転運動系、外力または外変位が作用する系について述べる。また、力のつり合いを用いないエネルギー法による運動方程式の誘導、衝撃力が作用する系でのラプラス変換を用いた解法についても述べる。

第4章では、2自由度系の振動について、第3章と同様な分類で述べる。一般的に連成する運動方程式を非連成化する方法、ダイナミックダンパ、ラグランジュの運動方程式、運動方程式の静連成と動連成、剛体モードなどについて述べる。

第5章では、1次元弾性構造である弦の横振動、棒の縦・ねじり振動、梁の曲げ振動について述べる。梁の振動では、軸力、弾性床、せん断変形と回転慣性の影響を考慮した場合についても述べた。

第6章では、2次元弾性構造である矩形または円形の膜や平板の振動について述べる。

第7章では、3次元弾性構造の振動を扱うため一般殻の「ひずみ-変位」の関係式を述べ、続いて円筒殻、円錐殻、球殻、トーラスの式を示す。また、最も広く用いられている円筒殻の曲げ振動について、Donnellの式とLoveまたはFlüggeの式を用いた場合を詳しく紹介する。

最後に、本書の執筆に当たり、多くの教科書や専門書を参考にさせていただいた。各著者に厚くお礼申し上げます。

2016年8月

著者