

一般社団法人 日本機械学会

2018/09/26

計算力学技術者 2 級問題集（固体力学分野）2016 年度版（第 9 版）

| P   | 項目              | 誤                                                                                   | 正                                                                                   |
|-----|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 付録V | 表 4-1<br>上 1 行  | $D = Eh/12(1-\nu^2)$                                                                | $D = Eh^3/12(1-\nu^2)$                                                              |
| 175 | 問 2-6/<br>上 8 行 | $\tau_{rs} = \frac{1}{2}(\sigma_y - \sigma_x)\sin 2\theta + \tau_{xy} \cos 2\theta$ | $\tau_{rs} = \frac{1}{2}(\sigma_y - \sigma_x)\sin 2\theta + \tau_{xy} \cos 2\theta$ |

## 計算力学技術者 2 級（固体力学分野の有限要素法解析技術者）の認定の範囲

### 認定技術者の技術レベル

本認定を取得した技術者は、基本的な固体力学の問題に対して、線形弾性の範囲において正しく有限要素法による解析の方針を作成することができ、線形弾性の有限要素法解析の内容を理解しており、さらに解析結果の信頼性を自分自身で検証することができる。よって、いずれかの信頼のおける有限要素法解析ソフトウェアを用いて適切な解析機能を選択しながら、基本的な線形弾性問題を大きく誤ることなく解けるものと期待できる。

### 主たる対象者

機械系大卒レベルの数学的、力学的知識を有し、有限要素法の初級理論を理解し、1年以上の固体力学分野の有限要素法解析実務経験があるかこれと同等な教育を受けている技術者

### 分野及びキーワード

#### 1. 計算力学のための数学の基礎

行列（マトリックス）と行列式，テイラー展開，偏微分，グリーンの公式，初期値・境界値問題，差分

#### 2. 固体力学の基礎

材料定数，単軸の応力-ひずみ関係，変位・ひずみ・応力，引張・圧縮・ねじり，モーメントの応力円，主応力，はりの曲げ，フリーボディダイアグラム，降伏，ミーゼスの相当応力（ミーゼス応力），疲労，応力集中，熱応力，材料試験，

#### 3. 熱伝導の基礎

フーリエの法則，定常熱伝導，熱伝導率，伝熱問題の境界条件

#### 4. 有限要素法の定式化

連続体の離散化，ひずみエネルギー，仮想仕事の原理，形状関数，ひずみ-変位関係，応力-ひずみ関係，剛性マトリックス，節点力ベクトル，変位ベクトル

#### 5. 有限要素法の実践

アイソパラメトリック要素，境界条件の基礎，変位境界条件（幾何学的境界条件）の処理，荷重境界条件（力学的境界条件）の処理，熱応力，残留応力，有限要素法のアルゴリズム

#### 6. 数値計算法の基礎

連立一次方程式のソルバー（直接法と反復法），数値積分，補間

#### 7. 要素テクノロジーの基礎

一次要素，二次要素・高次要素，構造要素と連続体要素，ベルヌーイ・オイラーはり要素，要素と解析精度・解析時間

#### 8. モデリングの基礎

解析目的の設定，構造のモデル化，材料のモデル化，一次元モデル（トラス，はり），二次元モデル（平面応力，平面ひずみ，一般化平面ひずみ，軸対称），

#### 9. 境界条件の使い方の基礎

変位境界条件，荷重境界条件（集中荷重，分布荷重，(体積力)），対称境界条件，剛体モード，MPC(多点拘束)

#### 10. プリポスト処理の基礎

FEM の作業手順，メッシュ作成上の一般的注意事項（要素データの検証，応力集中部，要素の特徴，自動メッシュ生成，アセンブリ），データ形式（CAD，STL，CSV），CAD に関連する知識（CAD の曲面，パラメトリック機能），出力する物理量（変位・ひずみ・応力），可視化（コンター図，ベクトル図，主応力図，描画技術）

**11. 結果の検証の基礎**

理論解との比較, 解析結果の良否の定性的評価, 単位, V&V

**12. コンピュータの基礎**

情報の基礎理論 (計算誤差, 文字コード, 整数の四則演算), ハードウェア (補助記憶装置), ソフトウェア (OS, 記憶管理, プログラム言語), システムの構成と方式 (クライアントサーバシステム), ネットワーク技術 (データ転送等)

**13. 計算力学技術者倫理**

技術者倫理, 著作権, 守秘義務, 委託業務上のトラブル

## 参考文献

### 材料力学, 弾性力学関連

初心者向けの固体力学入門書.

- 日本機械学会編, JSME テキストシリーズ 材料力学, (2007), 日本機械学会
- 日本機械学会編, JSME テキストシリーズ 演習 材料力学, (2010), 日本機械学会
- 小林・近藤, 弾性力学, 工学基礎講座, (1987), 培風館

固体力学をマスターした後に, 応用の際に必要なに応じて辞書的に用いるのに便利な書籍.

- 日本機械学会編, 材料力学ハンドブック 基礎編, (1999), 日本機械学会
- 日本機械学会編, 材料力学ハンドブック 応用編, (2008), 日本機械学会
- 日本機械学会編, 機械工学便覧 $\alpha$ 3 材料力学 (2005), 日本機械学会
- 日本機械学会編, 機械工学実用便覧 改訂第7版 (2011), 日本機械学会

### 有限要素法関連

初心者向けの有限要素法入門書, および有限要素法の基礎的な書籍.

- 三好, 有限要素法入門—改訂版, (1994), 培風館
- 日本材料学会編, 改訂・初心者のための有限要素法, (2001), 日本材料学会
- 長嶋, これだけ!有限要素法, (2015), 秀和システム
- 邵, 基礎からわかる有限要素法, (2008), 森北出版
- 菊地, 有限要素法概説 (新訂版), (1999), サイエンス社
- 矢川・吉村, 有限要素法, (1991), 培風館
- 矢川・吉村, シリーズ現代工学入門 計算固体力学, (2005), 岩波書店
- 日本計算工学会編; 竹内・樫山・寺田, 計算力学:有限要素法の基礎(第2版), (2012), 森北出版
- 高野・浅井, メカニカルシミュレーション入門, (2006), コロナ社

有限要素法をマスターした後に, 応用の際に必要なに応じて辞書的に用いるのに便利な書籍.

- 鷺津・宮本・山田・山本・川井共編, 有限要素法ハンドブック I (基礎編), II (応用編), (1981), 培風館
- Zienkiewicz, O.C. ・Taylor, R.L. (共著, 矢川・大坪・三好監訳), マトリックス有限要素法 I, II, (1996), 科学技術出版社
- 日本機械学会編, 計算力学ハンドブック I 有限要素法 構造編, Vol.1, (1998), 日本機械学会
- 日本機械学会編, 機械工学便覧 $\alpha$ 6 計算力学, (2007), 日本機械学会

### 伝熱解析関係

- 日本機械学会編, JSME テキストシリーズ 伝熱工学, (2005), 日本機械学会
- 日本機械学会編, JSME テキストシリーズ 演習 伝熱工学, (2008), 日本機械学会
- 日本機械学会編, 機械工学便覧 $\alpha$ 5 熱工学, (2006), 日本機械学会
- 日本機械学会編, 伝熱工学資料, 改訂第5版, (2009), 日本機械学会

## V & V関連

- 白鳥・越塚・吉田・中村・堀田・高野, 工学シミュレーションの品質保証とV&V, (2013), 丸善出版

## 数学, 数値計算関連

- 日本機械学会編, JSME テキストシリーズ 機械工学のための数学, (2013), 日本機械学会
- 日本機械学会編, JSME テキストシリーズ 演習機械工学のための数学, (2015), 日本機械学会
- 片岡・安田・高野・芝原, 数値解析入門, (2002), コロナ社
- 片桐・室岡・志賀, 新・数学とコンピュータシリーズ 数値計算, (1995), 東京電機大学出版局
- 長谷川・吉田・細田, 工学のための数値計算, (2008), 数理工学社
- 安田, 数値解析基礎, (2008), コロナ社

## コンピュータ関係

- 半谷・見山・長谷川, コンピュータ概論, (2008), コロナ社
- 安井・木村・辻, コンピュータ概論 基本を学ぶ, (2011), オーム社
- 白鳥他, コンピュータ概論 (未来につなぐデジタルシリーズ), (2013), 共立出版
- 寺嶋・朴・安岡・平野, はじめて学ぶコンピュータ概論 - ハードウェア・ソフトウェアの基本, (2016), コロナ社
- 栢木, イメージ&クレバー方式でよくわかる栢木先生の基本情報技術者教室, (2016), 技術評論社