

|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                                             |         |                                                                                |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------|------|
| 鈴鹿工業高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 開講年度 | 平成31年度 (2019年度)                                                                             |         | 授業科目                                                                           | 材料力学 |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                                             |         |                                                                                |      |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0113                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      | 科目区分                                                                                        | 専門 / 必修 |                                                                                |      |
| 授業形態                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 授業                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      | 単位の種別と単位数                                                                                   | 履修単位: 1 |                                                                                |      |
| 開設学科                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 材料工学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      | 対象学年                                                                                        | 4       |                                                                                |      |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 前期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      | 週時間数                                                                                        | 2       |                                                                                |      |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 教科書：「材料力学」 PEL編集委員会監修 久池井 茂編著（実教出版），参考書：「図解・材料強さ学の学び方」川田・町田 著（オーム社），「材料力学入門」 中山 秀太郎 編（大河出版）など                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |                                                                                             |         |                                                                                |      |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 黒田 大介                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |                                                                                             |         |                                                                                |      |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                                             |         |                                                                                |      |
| 1. 荷重，熱，重力などにより生じる垂直応力，せん断応力，ひずみ，ポアソン比，安全率などに関連する値を計算できる。<br>2. 集中荷重と等分布荷重が作用する各種はりの不静定問題について，力とモーメントのつり合い，図心，断面二次モーメント，断面係数，曲げ応力，たわみ角とたわみが計算でき，SFDとBMDがかかる。<br>3. ねじり応力の作用する棒のせん断応力とねじれ角を計算できる。<br>4. 平面応力状態における主応力や主せん断応力ならびにそれらに関連する値を計算あるいはモールの応力円から求めることができる。<br>5. 各部材のひずみエネルギーを計算できる。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                                             |         |                                                                                |      |
| ルーブリック                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                                             |         |                                                                                |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 理想的な到達レベルの目安                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      | 標準的な到達レベルの目安                                                                                |         | 未到達レベルの目安                                                                      |      |
| 評価項目1                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 荷重，熱，重力などにより生じる垂直応力，せん断応力，ひずみ，ポアソン比，安全率などに関連する値を計算でき，実際の設計に<br>応用できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      | 荷重，熱，重力などにより生じる垂直応力，せん断応力，ひずみ，ポアソン比，安全率などに関連する値の計算方法を説明でき，基本的な値を計算できる。                      |         | 垂直応力，せん断応力，ひずみ，ポアソン比，安全率に関連する値の計算方法を説明できない。                                    |      |
| 評価項目2                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 集中荷重と等分布荷重が作用する各種はりの不静定問題について，力とモーメントのつり合い，図心，断面二次モーメント，断面係数，曲げ応力，たわみ角とたわみが計算でき，SFDとBMDがかかる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      | 集中荷重と等分布荷重が作用する各種はりの静定問題について，力とモーメントのつり合い，図心，断面二次モーメント，断面係数，曲げ応力，たわみ角とたわみが計算でき，SFDとBMDがかかる。 |         | 集中荷重と等分布荷重が作用する各種はりのつり合い，図心，断面二次モーメント，断面係数，曲げ応力，たわみ角とたわみが計算できない。SFDとBMDがかからない。 |      |
| 評価項目3                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ねじり応力の作用する棒のせん断応力とねじれ角を計算でき，実際の設計に<br>応用できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      | ねじり応力の作用する棒のせん断応力とねじれ角の計算方法を説明でき，基本的な値を計算できる。                                               |         | ねじり応力の作用する棒のせん断応力とねじれ角の計算方法を説明できない。                                            |      |
| 評価項目4                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 平面応力状態における主応力や主せん断応力ならびにそれらに関連する値を計算あるいはモールの応力円から求め，実際の設計に<br>応用できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      | 平面応力状態における主応力や主せん断応力ならびにそれらに関連する値，計算方法を説明でき，基本的な値を計算あるいはモールの応力円から求めることができる。                 |         | 組合せ応力の意味や平面応力状態における主応力や主せん断応力ならびにそれらに関連する値の計算方法を説明できない。                        |      |
| 評価項目5                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 各部材のひずみエネルギーを計算でき，それぞれの変位の算出に<br>応用できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      | 各部材のひずみエネルギーを計算できる。                                                                         |         | 各部材のひずみエネルギーの求め方を説明できない。                                                       |      |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                                             |         |                                                                                |      |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                                             |         |                                                                                |      |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 材料力学は機械設計に役立てるために材料の力学的性質を評価する学問である。この科目はNIMSにおいて金属材料の強度特性を専門的に評価していた教員が，その経験を活かして主に材料強度学の初歩的なことから，構造体に作用する応力，変形などの概念的基礎を説明した上で，講義形式の授業と演習を通じて構造体に作用する力学的問題を自力で解決できるようにするのが目的である。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                                                             |         |                                                                                |      |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ・ 全ての内容は, 学習・教育目標（B）＜専門＞（JABEE基準1.1(d)(2)a）に対応する。<br>・ 授業は講義形式で行う。講義中は集中して聴講する。<br>・ 「授業計画」における各週の「到達目標」はこの授業で習得する「知識・能力」に相当するものとする。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |                                                                                             |         |                                                                                |      |
| 注意点                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <到達目標の評価方法と基準>下記授業計画の「到達目標」を網羅した問題を課題、中間試験および期末試験で出題し、目標の到達度を評価する。各到達目標に関する重みは同じである。合計点の60%の得点で、目標の達成を確認できるレベルの試験を課す。<br><学業成績の評価方法および評価基準>課題を20%, 中間試験および期末試験の平均点を80%として評価する。ただし、中間試験の得点が60点に満たない場合（無断欠席の者、中間試験の得点が40点以下の者を除く）は、補講の受講やレポート提出等の後、再テストにより再度評価し、合格点の場合は先の試験の得点を60点と見なす。期末試験の再テストは行なわない。未提出の課題がある場合には、最終成績を59点とする。<br><単位修得要件>学業成績で60点以上を取得すること。<br><あらかじめ要求される基礎知識の範囲>本科目は、材料工学科第3年次までに学習した数学(三角関数, 微分, 積分など), 物理(ベクトル・モーメントの概念など), 材料強度学(応力, ひずみなど)に関する基礎知識が必要な科目である。<br><レポート等>理解を深めるため, 必要に応じて演習課題を与える。<br><備考>本科目は、材料設計学および材料強度工学（専攻科）と強く関連し、これらの科目の基礎となる科目である。 |      |                                                                                             |         |                                                                                |      |
| 授業計画                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                                             |         |                                                                                |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 週    | 授業内容                                                                                        |         | 週ごとの到達目標                                                                       |      |
| 前期                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1stQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1週   | 力学の基礎                                                                                       |         | 1. 材料力学で扱う力，モーメント，荷重と支持方法の種類，内力と応力を説明し，それらに関連する値を計算できる。                        |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2週   | 応力とひずみ                                                                                      |         | 2. 応力とひずみ，フックの法則と弾性係数，応力-ひずみ線図を説明し，それらに関連する値を計算できる。                            |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3週   | 引張と圧縮                                                                                       |         | 3. 荷重，断面などの変化する棒の引張と圧縮，重力，熱などによって生じる応力と伸びに関連する値を計算できる。                         |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4週   | ねじり                                                                                         |         | 4. 丸棒のねじり応力とねじり変形，円形断面以外のねじりに関連する値を計算できる。                                      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5週   | せん断力と曲げモーメント                                                                                |         | 5. せん断力と曲げモーメントを求め，SFDとBMDを描くことができる。                                           |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6週   | はりの応力-曲げ応力，図心と断面二次モーメント                                                                     |         | 6. はりの曲げに関する種々のパラメータを計算できる。                                                    |      |

|  |      |     |                               |                                                                   |
|--|------|-----|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|  |      | 7週  | はりの応力－加法定理，平行軸の定理             | 上記6                                                               |
|  |      | 8週  | 中間試験                          | これまでに学習した内容を説明し，諸量を求めることができる。                                     |
|  | 2ndQ | 9週  | はりのたわみ                        | 7. 種々のはりのたわみとたわみ角を求めることができる。                                      |
|  |      | 10週 | 複雑なはりの問題                      | 8. 不静定はりの問題を解くことができる。                                             |
|  |      | 11週 | 応力状態とひずみ－三次元の応力状態，平面応力と平面ひずみ  | 9. 引張やせん断方向に対して任意の角度傾いた断面に生じる応力を求めることができる。                        |
|  |      | 12週 | 応力状態とひずみ－傾斜した断面に生じる応力，モールの応力円 | 上記9                                                               |
|  |      | 13週 | モールの応力円の演習                    | 10. 引張やせん断方向に対して任意の角度傾いた断面に生じる応力について，モールの応力円を用いて求めることができる。        |
|  |      | 14週 | 組み合わせ応力                       | 11. 組み合わせ応力を受ける球殻や軸の応力や設計値を計算できる。                                 |
|  |      | 15週 | ひずみエネルギー                      | 12. 静的な荷重を受けた弾性体のひずみエネルギーを計算できる。<br>13. 衝撃荷重を受けた棒やはりの応力と変形を計算できる。 |
|  |      | 16週 |                               |                                                                   |

#### モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標

| 分類    | 分野       | 学習内容  | 学習内容の到達目標 | 到達レベル                                           | 授業週 |
|-------|----------|-------|-----------|-------------------------------------------------|-----|
| 専門的能力 | 分野別の専門工学 | 材料系分野 | 力学        | 荷重と応力、変形とひずみの関係について理解できる。                       | 4   |
|       |          |       |           | 応力-ひずみ曲線について説明できる。                              | 4   |
|       |          |       |           | フックの法則を用いて、縦弾性係数(ヤング率)、応力およびひずみを計算できる。          | 4   |
|       |          |       |           | 許容応力と安全率を説明できる。                                 | 4   |
|       |          |       |           | 荷重の方向、性質と物体の変形様式との関係について説明できる。                  | 4   |
|       |          |       |           | 引張、圧縮応力(垂直応力)とひずみ、物体の変形量を計算できる。                 | 4   |
|       |          |       |           | 縦ひずみと横ひずみを理解し、ポアソン比およびポアソン数を説明できる。              | 4   |
|       |          |       |           | せん断応力(接面応力)とせん断ひずみ(せん断角)を計算できる。                 | 4   |
|       |          |       |           | 線膨張係数の意味を理解し、熱応力を計算できる。                         | 4   |
|       |          |       |           | はりの定義や種類、はりに加わる荷重の種類を説明できる。                     | 4   |
|       |          |       |           | はりに作用する力のつりあい、せん断力および曲げモーメントを計算できる。             | 4   |
|       |          |       |           | 各種の荷重が作用するはりのせん断力図と曲げモーメント図を作成できる。              | 4   |
|       |          |       |           | 中立軸、中立面の意味を理解し、曲げモーメントによって生じる曲げ応力およびその分布を計算できる。 | 4   |
|       |          |       |           | 各種断面の図心、断面二次モーメントおよび断面係数を計算できる。                 | 4   |
|       |          |       |           | 各種のはりについて、たわみ角とたわみを計算できる。                       | 4   |
|       |          |       |           | ねじりを受ける丸棒のせん断ひずみとせん断応力を計算できる。                   | 4   |
|       |          |       |           | トルクとねじりの関係を説明できる。                               | 4   |
|       |          |       |           | 丸棒および中空丸棒について、断面二次極モーメントと極断面係数を計算できる。           | 4   |
|       |          |       |           | 軸のねじり剛性の意味を理解し、軸のねじれ角を計算できる。                    | 4   |
|       |          |       |           | 多軸応力の意味を説明できる。                                  | 4   |
|       |          |       |           | 二軸応力について、任意の斜面上に作用する応力、主応力と主せん断応力を計算できる。        | 4   |
|       |          |       |           | ひずみエネルギーを説明できる。                                 | 4   |
|       |          |       |           | 垂直応力、垂直ひずみ、縦弾性係数を用いてひずみエネルギーを計算できる。             | 4   |

#### 評価割合

|        | 試験 | 課題 | 相互評価 | 態度 | 発表 | その他 | 合計  |
|--------|----|----|------|----|----|-----|-----|
| 総合評価割合 | 80 | 20 | 0    | 0  | 0  | 0   | 100 |
| 配点     | 80 | 20 | 0    | 0  | 0  | 0   | 100 |