

| 科 目 名   | 学年 | 期別・授業形態・単位数   | 教 員 名 篠原 正浩<br>研 究 室 A棟3階 (A-305)<br>内線電話 8939<br>e-mail: sinohara@maizuru-ct.ac.jp  |
|---|----|---|--|
| 弾塑性力学<br>Theory of<br>Elasticity and Plasticity   | 1  | 前期・講義・2単位   | 授業 (30 時間) + 自己学習 (60 時間) = 標準 90 時間の学習時間  |
|   |    |   | 科目到達レベル: <input type="checkbox"/> 1. 知識・記憶 <input type="checkbox"/> 2. 理解 <input type="checkbox"/> 3. 適用 <input type="checkbox"/> 4. 分析 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 評価 <input type="checkbox"/> 6. 創造 |
|   |    |   |  |
| <b>【授業目的】</b>   |    |   |  |
| <p>1. 応力テンソルとひずみテンソルの概念, 弾性力学の基礎方程式, 応力関数, 仮想仕事の原理などについて理解する。</p> <p>2. 線形破壊力学の基礎概念を理解し, 原子レベルから塑性変形, 格子欠陥, 転位論の基礎概念を理解する。</p> <p>3. 弾塑性問題の概念, Von Mises, Tresca の降伏条件を理解する。</p>  |    |   |  |
| <b>【Course Objectives】</b>  |    |   |  |
| The objectives of this course are   |    |   |  |
| <p>1. to understand the concepts of stress tensors and strain tensors, basic equations on theory of elasticity, stress function, and the principle of virtual work.</p> <p>2. to understand the fundamental concepts of linear fracture mechanics, as well as fundamental concepts of plastic deformation, lattice defects and dislocation theory at the atomic level.</p> <p>3. to understand the concepts of elastic-plastic problem, the yield conditions of Von Mises and Tresca.</p> |    |   |  |
| <b>【到達目標】</b>   |    |   |  |
| <p>1. 応力場をテンソル表示し, マトリックス演算ができること。</p> <p>2. 応力関数を用いた応力・ひずみ解析ができること。</p> <p>3. き裂先端の応力場, 応力拡大係数の計算ができること。</p> <p>4. 金属の降伏現象, 加工硬化, バウンシガー効果などを転位論的に説明できること。</p> <p>5. 薄肉, 厚肉円筒問題を Von Mises や Tresca の降伏条件で計算できること。</p>   |    |   |  |
| <b>【学習・教育到達目標】</b>  |    |   |  |
| (B) 専門分野の基礎知識を修得し, それを実際の技術の問題に応用することができる。  |    |   |  |
| <b>【キーワード】</b>  |    | <b>【授業時間】</b>   |  |
| 弾性力学, 塑性力学, 応力テンソル, 破壊力学, 転位論, 降伏条件<br>Elasticity, plasticity, stress tensor, fracture mechanics, dislocation theory, yield condition   |    | 2 時間 (90 分) × 15 週 = 30 時間 (22.5 時間)  |  |
| <b>【授業方法】</b>   |    | <b>【学習方法】</b>   |  |
| 講義を中心に授業を進める。基本概念や考え方を教科書や配布プリントを使って詳細に説明する。また, 基礎的な計算例題を示した後, 演習問題で計算能力がつくようにする。宿題として計算演習を与え, レポートとして提出させる。  |    | <p>1. シラバスなどで予習し, 疑問点をはっきりさせて授業に臨む。</p> <p>2. 弾塑性力学の理解を深め, 応用力を養うために毎回の授業において 4 時間程度の自己学習が必要な演習課題等を与える。自己学習の成果はレポートとして次回の授業時に提出する。</p>          |  |
| <b>【履修上の注意】</b>   |    | <b>【科目の位置付け】</b>  |  |
| 授業での学習と授業外での自己学習で成り立つものである。   |    | <p>1. 先行して履修すべき科目<br/>構造力学または材料力学, 微分方程式<br/>微分積分, 線形代数, ベクトル解析</p> <p>2. 後で履修する関連科目<br/>応用構造工学, 材料強度学</p> <p>3. 同時に履修する関連科目<br/>材料科学, 流体力学</p> |  |
| <b>【定期試験の実施方法】</b>  |    |   |  |
| 定期試験を行う。試験時間は 110 分とする。持込は電卓のみとする。  |    |   |  |
| <b>【成績の評価方法・評価基準】</b>   |    |   |  |
| 定期試験の成績 (80%) および自己学習としての課題提出物 (20%) により判断して評価する。到達目標に掲げる各項目の理解度を評価基準とする。   |    |   |  |

**【教科書・教材等】**

教科書：吉田総仁著 「弾塑性力学の基礎」 (共立出版)

教材：必要に応じて資料を配付する。

**【参考書・参照 URL 等】****【授業計画】**

| 週            | 内 容  | 到達目標 | 教科書参照ページ |
|--------------|--|------|----------|
| 第1週          | シラバス内容の説明, 力学的基礎および数学的準備                     |      | 1~14     |
| 第2週          | 材料力学と弾性力学                                    | 1    | 15~30    |
| 第3週          | 応力テンソルとひずみテンソル                               | 1    | 31~44    |
| 第4週          | 弾性力学の基礎方程式                                   | 1, 2 | 45~52    |
| 第5週          | 二次元弾性問題                                      | 2    | 52~59    |
| 第6週          | ひずみエネルギーと仮想仕事の原理                             | 2    | 75~83    |
| 第7週          | 最小ポテンシャルエネルギー原理                              | 2    | 83~88    |
| 第8週          | 線形破壊力学の基礎 (楕円孔の応力集中とき裂先端の応力場)                | 3    | 106~107  |
| 第9週          | 線形破壊力学の基礎 (複素応力関数, 応力拡大係数, 破壊靱性値)            | 3    | 107~110  |
| 第10週         | 塑性力学の基礎 (公称応力と真応力, 公称ひずみと真ひずみ)               | 4    | 111~114  |
| 第11週         | stress-strain 曲線, n 乗硬化則, バウシinger 効果, 数式モデル | 4    | 114~119  |
| 第12週         | 塑性変形の微視的メカニズムと連続体モデル                         | 4    | 119~123  |
| 第13週         | 弾塑性問題 (繊維強化複合材料の引張, 3 本棒トラス, はりの曲げ)          | 4    | 124~133  |
| 第14週         | 降伏条件の一般的表現 (降伏関数, 降伏条件, 偏差応力とその不変量)          | 5    | 139~141  |
| 第15週         | 降伏条件の具体形 (Von Mises および Tresca の降伏条件, 降伏曲面)  | 5    | 142~146  |
| ★定期試験        |  |      |          |
| 定期試験返却・到達度確認 |  |      |          |

**【学生へのメッセージ】**

技術者の設計ミスや応力計算ミスにより, 機械・大型構造物が破壊・倒壊し死傷者が出る事例は未だに存在する。機械制御システム工学コースの卒業生は即戦力技術者として扱われるのでその社会的責任は重い。その意味で, 本授業で行う弾塑性力学計算や破壊の概念はこの分野の技術者にとっては重要な基礎学力と心得てほしい。計算能力も充分でない学生に安易に単位を与え卒業させることは, 社会的責任からできない。学生諸君も自分自身のために上記のことをよく認識し, 真剣に取り組んでもらいたい。