

大分工業高等専門学校		開講年度	令和03年度 (2021年度)	授業科目	固体力学
科目基礎情報					
科目番号	R03AMC112		科目区分	専門 / 選択	
授業形態	授業		単位の種別と単位数	学修単位: 2	
開設学科	専攻科機械・環境システム工学専攻		対象学年	専1	
開設期	前期		週時間数	前期:2	
教科書/教材	教科書: 園田佳臣・島田英樹, 「工学基礎 固体力学」, 共立出版/参考図書: Timoshenko, S.P. and Goodier, J.N., "Theory of Elasticity (THIRD EDITION)", McGraw-Hill Book Company; 石井 建樹・只野 裕一・加藤 準治・車谷 麻緒 (共著), 非線形CAE協会 (編集), 「例題で学ぶ連続体力学」, 森北出版; 荒井正行, 「基礎から学ぶ弾性力学」, 森北出版				
担当教員	名木野 晴暢				
到達目標					
(1) ものづくりと固体力学およびCAEの関係を理解することができる。(定期試験または課題) (2) 弾性基礎方程式(応力のつり合い方程式, ひずみ-変位の関係式, 線形弾性体の構成方程式)と境界条件式(応力の境界条件式と変位の境界条件式)を理解することができる。(定期試験または課題) (3) 弾性問題とその解の唯一性を理解することができる。(定期試験または課題) (4) 弾性問題の解析解と近似解の違いを理解することができる。(定期試験または課題) (5) 三次元弾性問題から平面ひずみ問題および平面応力問題(二次元弾性理論)を導出することができる。(定期試験または課題)					
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		
ものづくりと固体力学・CAEの関係性	ものづくりと固体力学(材料力学)およびCAEとの関係を理解でき, CAEの不確かさやモデルV&Vの概念を理解することができる。	ものづくりと固体力学(材料力学)およびCAEとの関係を理解できる。	ものづくりと固体力学(材料力学)との関係が理解できない。		
弾性基礎方程式と境界条件式	弾性基礎方程式と境界条件式を理解でき, 与えられた弾性問題の数値モデルを記述することができる。	弾性基礎方程式は理解できるが, 境界条件式を理解できない。	弾性基礎方程式と境界条件式(弾性問題)を理解できない。		
弾性問題の解の唯一性	弾性問題の解の唯一性とその証明を理解することができる。	弾性問題の解の唯一性を理解することができる。	弾性問題の解の唯一性を理解できない。		
弾性問題の解析解と近似解	弾性問題の解析解と数値解を理解でき, CAEにおけるそれぞれの解の特徴や役割を説明できる。	弾性問題の解析解と近似解を理解することができる。	弾性問題の解析解を理解できない。		
二次元弾性問題	ポテンシャル関数(応力関数)を用いた平面応力問題の解法を理解することができる。また, 基本的な応力関数を理解することができる。	三次元弾性問題から平面ひずみ問題および平面応力問題(二次元弾性理論)の弾性基礎方程式と境界条件式を導出することができる。	三次元弾性問題から平面ひずみ問題および平面応力問題(二次元弾性理論)を導出するための仮定を理解できない。		
学科の到達目標項目との関係					
学習・教育目標 (E1) JABEE 1(2)(d)(1) JABEE 1(2)(g)					
教育方法等					
概要	(授業の概要) 近年の機械・構造設計には, 設計の合理化・効率化やコストダウンを狙いとしてCAE (Computer Aided Engineering) ツールが活用されるようになりつつあり, 設計を担当する技術者には主に有限要素法の基礎知識が求められる。有限要素法の基礎となる力学理論の一つが固体力学である。固体力学は対象とする材料の力学的性質によって弾性力学, 塑性力学や粘弾性力学などに分類されるが, 専攻科では材料強度学と塑性力学の講義が開講されている。本授業では, 固体力学の最も基本となる弾性体の力学の線形理論について学ぶこととする。弾性問題は連立偏微分方程式の境界値問題に帰着するため, 解を得る上での問題点とその解決方法やCAEとの関係についても概説する。なお, 本科目は, アグリエンジニアリング教育及び災害レジリエントマインド教育の対応科目である。(AE科目)(RM科目)				
	(科目情報) 教育プログラム第3学年 ○科目 AE科目/RM科目				
授業の進め方・方法	(授業の進め方) まず, 授業を通して基礎的な知識を修得する。次に, 教科担当教員が作成した演習問題や教科書の章末問題などを解くことで理解を深める。				
	(事前学習) 授業計画を確認し, 教科書を活用して予習をしておくこと。				
注意点	(履修上の注意) (1) 本授業は, 本科で学んだ数学と物理系科目, 材料力学 (M科) および構造力学 (C科) の基礎知識を踏まえて実施する。履修にあたっては, 数学特論I・II (本科) を受講していることが望ましい。 (2) 本授業では単に問題が解けることを目的とはしていないため, 定義や基礎をきちんと身につけるように努めること。授業中にわからなくなったら積極的に質問すること。質問は歓迎する。また, こちらからも理解を促すような質問するように心掛けるので, 間違いを気にせずに自分の考えを答えること。議論を交えながら理解を深めていくことを期待する。 (3) 授業時間外の質問も歓迎する。ALH等を利用して質問にくる際には, 教科書と授業ノートを必ず持参すること。				
	(自学上の注意) (1) 授業前に予習をし, 授業後には十分な復習に努めること。 (2) 理解を深めるために, 式の導出は各自で行うこと。 (3) 演習問題を通して理解を深めること。				
評価					

(総合評価)
総合評価 = (前期期末試験の点数) × 0.7 + (課題の平均点) × 0.3

(単位修得の条件)
総合評価60点以上の成績を修めること。

(再試験について)
再試験は実施しない。単位履修計画には十分に注意されたい。

授業の属性・履修上の区分

アクティブラーニング ICT 利用 遠隔授業対応 実務経験のある教員による授業

授業計画

	週	授業内容	週ごとの到達目標
前期	1stQ	1週 ガイダンス 数理モデルと工学シミュレーション	(1) 授業計画と評価方法を理解する。 (2) 本授業で学ぶことを概説する。 (3) 数理モデルと工学シミュレーションの関係を理解することができる。
	2週	ものづくりとCAE 有限要素法 モデリング&シミュレーションのVerification and Validation (モデルV&V)	(1) ものづくりとCAEの関係を理解することができる。 (2) 有限要素法の利点と欠点を説明できる。 (3) モデリング&シミュレーションのV&Vの概念を理解することができる。
	3週	荷重に対する物体の変形 (第1章) 応力とひずみの関係 (第2章)	(1) 作用する荷重に対する物体の変形を理解することができる (第1章) (2) 材料力学 (M科), 構造力学 (C科) で学んだ応力とひずみの関係を復習する。これを理解することができる (第2章)。
	4週	弾性論の基礎 (第4章) 右手系の直交直線座標系 応力ベクトル 応力テンソル 変位ベクトル 三次元弾性体の応力のつり合い方程式	(1) 右手系の直交直線座標系を理解することができる。 (2) 応力ベクトルを理解することができる。 (3) 微小直方体の各面に作用する応力成分 (応力テンソル) を理解することができる。 (4) 三次元弾性体の応力のつり合い方程式 (平衡方程式) を導出し、これを理解することができる。
	5週	三次元弾性体の応力のつり合い方程式 (続き) Cauchyの式 主応力と主軸	(1) 方向余弦を理解することができる。 (2) Cauchyの式を理解することができる。 (3) 主応力と主軸を理解することができる。
	6週	微小変形をする三次元弾性体の変位とひずみの関係式 ひずみの適合条件式	(1) 微小変形をする三次元弾性体の変位成分と垂直ひずみの関係式を理解することができる。 (2) 微小変形をする三次元弾性体の変位成分とせん断ひずみの関係式を理解することができる。 (3) ひずみの適合条件式を理解することができる。
	7週	線形弾性体の構成方程式 等方な線形弾性体の構成方程式 弾性定数	(1) ポアソン効果を考慮したHookeの法則 (一般化したHookeの法則) を理解することができる。 (2) 等方な三次元線形弾性体の構成方程式を理解することができる。 (3) 弾性定数の意味を理解することができる。
	8週	(前期中間試験) Laméの方程式 (Navierの方程式) 変位の境界条件式	(前期中間試験は実施せず、授業を進める) (1) 3つの弾性基礎方程式からLaméの方程式 (Navierの方程式) を導出することができる。 (2) 変位の境界条件式を理解することができる。
	9週	応力の境界条件式 応力の適合条件式	(1) 応力の境界条件式を理解することができる。また、Cauchyの式との関係も理解することができる。 (2) 弾性問題が三元連立偏微分方程式の境界値問題であることを理解できる。 (3) 応力の適合条件式を紹介する。
	10週	Saint-Venantの原理 弾性問題の解の唯一性	(1) Saint-Venantの原理を理解することができる。 (2) 弾性問題の解の唯一性を理解することができる。
	11週	弾性問題の解析解と近似解	(1) 弾性問題 (偏微分方程式の境界値問題) の解析解と近似解の違いが理解できる。
	12週	二次元弾性理論 平面ひずみ問題	(1) 平面ひずみ状態と平面応力状態の違いを理解できる。 (2) 三次元弾性問題にいくつかの仮定を設けることで平面ひずみ問題の基礎方程式と境界条件式を導出することができる。
	13週	平面応力問題	(1) 三次元弾性問題にいくつかの仮定を設けることで平面応力問題の基礎方程式と境界条件式を導出することができる。
	14週	応力関数による平面応力問題の解析的解法	(1) ポテンシャル (応力関数) による平面応力問題の解法を説明する。
	15週	前期期末試験	1週から14週までの授業内容の理解度を確保するために定期試験を実施する。
	16週	前期期末試験の解説	分からなかった部分を理解することができる。また、今後同様の問題が出題されたときは、正しい考え方に基づいて解答することができる。

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
評価割合		試験	課題	合計	

総合評価割合	70	30	100
基礎的能力	20	10	30
専門的能力	50	20	70
分野横断的能力	0	0	0