

開講期間	配当年	単位数	科目必選区分
1・2年後期	1・2	4	選択
担当教員			
崔 琥			
添付ファイル			

講義概要	既に学習した構造力学I・II・IIIや材料力学などの静力学の知識を前提として、建築構造物の動的な特性や地震を受けるときの挙動（地震応答）について講義し、耐震設計の基礎知識を学習させる。学習対象は線形弾性系から非線形系へと、学習内容は1自由度系から多自由度系へと、また自由振動から強制振動へと段階を追う。この学習を通して、骨組構造を質点系モデルに置換し、動的な釣り合い式を誘導することをはじめとして、振動モデルに各種の地震動を入力したときの挙動（応答）を目止めることや、コンピュータ・プログラムによる地震応答解析結果の妥当性を判断できるようになる。		
授業計画	第1回	講義の位置づけ、授業概要説明および線形1自由度系の非減衰自由振動 ・建築構造に対する学問上の位置づけと建築学科カリキュラムに対する位置づけの説明 ・授業の全体的な流れの説明 ・「動的外力の概要、振動問題の分類、線形1自由度系における非減衰自由振動」の説明・計算 【授業目標】線形1自由度系における非減衰自由振動の定式化を習得（AL①、AL②） 【準備学習】構造力学IIIの不静定構造物の「反力」、「応力」、「変形」を求めるようにする。 テキストP1～6の「線形1自由度系の非減衰自由振動」が説明できるようにする。	
	第2回	構造物の固有周期 ・「線形1自由度系における非減衰自由振動」の復習 ・例題を用いた各種構造物の「固有周期」の説明・計算 【授業目標】様々な構造物の固有周期の求め方を学習（AL①、AL②） 【準備学習】テキストP6～10の「各種演習問題」が説明できるようにする。	
	第3回	線形1自由度系の減衰自由振動 ・各種構造物の「固有周期」の求め方の復習 ・「線形1自由度系における減衰自由振動」の説明・計算 【授業目標】線形1自由度系における減衰自由振動の定式化を習得（AL①、AL②） 【準備学習】テキストP10～13の「線形1自由度系の減衰自由振動」が説明できるようにする。 【課題】線形1自由度系の減衰自由振動の応用問題の計算（AL③、AL④）	
	第4回	自由振動における減衰定数hの評価 ・「線形1自由度系の自由振動」の復習 ・「自由振動における減衰定数h」の影響に関する説明 【授業目標】自由振動における減衰定数hの求め方やその大小が構造物の振動に与える影響を習得（AL①、AL②） 【準備学習】テキストP14～16の「線形1自由度系の減衰自由振動」が説明できるようにする。	
	第5回	周期外力に対する振動—強制外力による正常振動・機械振動・基礎への周期外力による正常振動 ・「自由振動における減衰定数h」の復習 ・周期外力のうち、「強制外力による正常振動・機械振動・基礎への周期外力による正常振動」の説明・計算 【授業目標】周期外力の種類および強制外力による正常振動、機械振動、基礎への周期外力による正常振動の求め方を習得（AL①、AL②） 【準備学習】テキストP16～22の「強制外力に対する正常応答・調和地動に対する正常応答」、P15～16の「振動計」、配布資料が説明できるようにする。 【課題】共振点における変位の動的応答倍率、減衰振動での変位の動的応答倍率の最大値、位相差の計算（AL③、AL④）	
	第6回	周期外力に対する振動—正常応答の性質・基礎への周期外力による過渡応答・任意外力に対する応答 ・周期外力のうち、「強制外力による正常振動・機械振動・基礎への周期外力による正常振動」の復習 ・周期外力のうち、「正常応答の性質・基礎への周期外力による過渡応答・任意外力に対する応答」の説明・計算 【授業目標】正常応答の性質、基礎への周期外力による過渡応答、任意外力に対する応答の求め方を習得（AL①、AL②） 【準備学習】テキストP23～25の「調和地動に対する過渡応答」が説明できるようにする。	
	第7回	正常振動におけるエネルギー消費・応答計算手法 ・「各種周期外力」の求め方の復習 ・「正常振動におけるエネルギー消費」の説明・計算 ・「Duhamel積分法による応答計算手法」の説明・計算 【授業目標】正常振動時のエネルギー消費の定義や求め方、Duhamel積分法による応答計算手法を習得（AL①、AL②） 【準備学習】テキストP26～31の「種々の過渡外力に対する応答」が説明できるようにする。 【課題】Duhamel積分法を用いた応答の計算、矩形パルス外力および色々な形状の外力における応答の計算（AL③、AL④）	
	第8回	応答スペクトル・スペクトル強度 ・「各種外力に対する応答」の求め方の復習 ・「応答スペクトル」の説明・計算 ・「スペクトル強度」の説明・計算 【授業目標】応答スペクトルの求め方および応答スペクトルの一般的な特徴を学習、スペクトル強度の意味を習得（AL①、AL②） 【準備学習】テキストP31～54の「地震応答スペクトル・振動とエネルギー・等価粘性減衰・複素減衰」、配布資料が説明できるようにする。	

	第9回 1質点系の非線形応答－弾塑性復元力特性 ・「1質点系の線形応答」の復習 ・「弾塑性復元力特性およびモデル」の説明 【授業目標】非線形応答を求める際に不可欠な弾塑性復元力モデルの種類とその性質を習得（AL①、AL②） 【準備学習】テキストP113～117の「弾塑性復元力特性」、配布資料が説明できるようにする。 第10回 1質点系の非線形応答－数値積分法 ・「弾塑性復元力特性」の復習 ・「各種数値積分法」の説明 【授業目標】数値積分法である直接積分法、Runge-Kutta法、中央差分法、線形加速度法、平均加速度法、Newmark-法、Wilson-法を習得（AL①、AL②） 【準備学習】テキストP97～112の「応答の数値解析」、配布資料が説明できるようにする。 【課題】①6種類の数値積分法のうち、2種類の数値積分法を選んで、Matlabで各自プログラムを作成し、振動解を計算すること。 ②提供された地震波に対し、変位、速度、加速度の応答スペクトルを求めること（プログラムはMatlabで作成すること）。 第11回 1質点系の非線形応答－減衰の考え方・弾塑性応答量と弾性応答の関係 ・「各種数値積分法」の復習 ・「減衰の考え方」の説明 ・周期の大小による「弾塑性応答量と弾性応答の関係」の説明 【授業目標】減衰の考え方および周期の大小による弾塑性応答量と弾性応答との関係を習得（AL①、AL②） 【準備学習】テキストP113～144の「弾塑性応答」、配布資料が説明できるようにする。 第12回 多質点系の線形応答－振動方程式・非減衰自由振動と固有値 ・「1質点系の線形応答および非線形応答」の復習 ・「振動方程式」の定式化 ・「非減衰自由振動と固有値」の説明・計算 【授業目標】多質点系の線形応答における振動方程式の定式化や固有値の性質および計算手法を習得（AL①、AL②） 【準備学習】テキストP55～69の「多自由度系の線形応答の振動方程式・非減衰自由振動」が説明できるようにする。 第13回 多質点系の線形応答－固有ベクトルの性質 ・多質点の線形応答の「振動方程式」と「非減衰自由振動と固有値」の復習 ・「固有ベクトルの性質」の説明 【授業目標】多質点系の線形応答における固有ベクトルの性質を習得（AL①、AL②） 【準備学習】テキストP79～82の「モーダルアナリシス」が説明できるようにする。 第14回 多質点系の線形応答－固有値問題の数値解析 ・多質点の線形応答の「固有ベクトルの性質」の復習 ・「固有値問題の数値解析」の説明・計算 【授業目標】多質点系の線形応答における固有値問題の数値解析を習得（AL①、AL②） 【準備学習】テキストP90～96の「固有値の計算」が説明できるようにする。 【課題】3質点系の振動モードと周期の計算（AL③、AL④） 第15回 多質点系の線形応答－非減衰強制振動・減衰のある自由振動・減衰のある強制振動・地震応答・最大応答の推定・数値積分法 ・多質点の線形応答の「固有値問題の数値解析」の復習 ・「非線形強制振動」の説明 ・「減衰のある自由振動」の説明 ・「減衰のある強制振動」の説明 ・「地震応答」の説明 ・「最大応答の推定」の説明 ・「数値積分法」の説明 【授業目標】多質点系の線形応答における非線形強制振動、減衰のある自由振動・強制振動、地震応答、最大応答の推定や数値積分法を習得（AL①、AL②） 【準備学習】テキストP69～78の「減衰自由振動・強制振動」、が説明できるようにする。 【課題】多質点系において1次の刺激関数、層せん断力、層剛性の比、層せん断力係数、層せん断力係数の比の計算（AL③、AL④）
授業形態	講義／演習（宿題）／プログラミング・シミュレーション（宿題）
達成目標	1. 1質点系の線形応答が理解でき、定式化できる。（基礎） 2. 1質点系の非線形応答が理解でき、定式化できる。（基礎） 3. 多質点系の線形応答が理解でき、定式化できる。（基礎） 4. 地震応答が理解できる。（応用） 5. 多質点系の非線形応答が理解できる。（応用）
評価方法・フィードバック	提出課題（70%）、授業態度（30%）の総合成績で評価する。各課題については毎回採点後返却し、結果をフィードバックする。
評価基準	秀（1～4）：90点以上、優（1～4のうち3項目）：89～80点、良（1～3）：79～70点、可（1～2）：69～60点、不可：59点以下
教科書・参考書	【教科書】柴田明德著「最新建築学シリーズ 最新耐震構造解析＜第3版＞」、森北出版、2014（英語版：Akenori Shibata「DYNAMICS ANALYSIS OF EARTHQUAKE RESISTANT STRUCTURES」、東北大学出版会） 【参考書】配布資料 志賀敏男著「構造物の振動」、共立出版 R. W. Clough and J. Penzien「Dynamics of Structures」、McGrawhill Anil. K. Chopra「Dynamics of Structures」、Prentice Hall
履修条件	構造力学I・II・III、材料力学を履修済みのこと。
履修上の注意	講義には必ず出席すること。また、動力学の基本的な知識を習得してほしい。
準備学習と課題の内容	授業計画中に記載されている「準備学習」の内容（3時間）を必ず行うこと。 授業計画中に記載されている「課題」の内容（3時間）を必ず行うこと。

ディプロマポリシーとの関連割合 (必須)	知識・理解：30%、思考・判断：20%、関心・意欲：25%、態度：15%、技能・表現：10%
-------------------------	--