

## 建築演習Ⅱ（久田担当：レポート3回目）

### 1層建物の地震応答解析・地震応答スペクトルと2層建物の自由振動

#### 課題1. 1層建物の地震応答解析

各自で様々な周期の建物モデルを設定する。周期の計算は  $T=2\pi\sqrt{(m/k)}$  であり、デフォルトの  $k=300\text{ kN/cm}=300*1000*100\text{ (N/m)}$ 、 $m=100,000\text{ (kg)}$  では  $T=0.363\text{ (秒)}$ 。 $T=0.2\text{ (秒)}$  にしたければ、 $m=k(T/2*\pi)^2=30396\text{ kg}$  などで、求まる。

入力を地震波（エルセントロ NS 波、神戸 NS 波）として、建物周期を変えて地震応答計算を行う。減衰は5%と0%として、表1のような加速度と速度の最大値を読み取る（正側、負側、絶対値）。同時に、建物周期を横軸に、縦軸を絶対応答値のグラフを作成する（加速度と速度）。

表1 様々な周期と最大応答値（エルセントロ NS 地震波：左が減衰5%、右が0%）

周期 (秒)	h=5%						h=0%					
	応答加速度(gal)			応答速度(cm/s)			応答加速度(gal)			応答速度(cm/s)		
	正側	負側	絶対値	正側	負側	絶対値	正側	負側	絶対値	正側	負側	絶対値
0.2	910	-850	910				910	-850	910			
0.4												
0.6												
0.8												
1												

表2 様々な周期と最大応答値（神戸 NS 地震波：左が減衰5%、右が0%）

図1 様々な周期と絶対最大応答値（エルセントロ NS 地震波：左が加速度、右が速度）

図2 様々な周期と絶対最大応答値（神戸 NS 地震波：左が加速度、右が速度）

#### 課題2. 地震応答スペクトル

久田研のホームページからプログラム・データを手入

<http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/Open/地震応答スペクトル/>

からプログラム・データを手入する。

地震応答スペクトルを作成するプログラム `respx.exe` を起動し、地震波形データと建物の減衰定数、出力ファイル名（拡張子を `csv` とする）を入力し、地震応答スペクトルを計算する。一般に、加速度応答スペクトルは応答波形と入力地震波を加え合わせた絶対加速度波形を用いる。一方、速度と変位の応答スペクトルは、応答波形のみの相対波形を用いる。

地震応答スペクトルの意味や建築基準法など構造設計における役割も理解すること。例えばフーリエスペクトルと加速度応答スペクトル（気象庁）

<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/kyoshin/kaisetsu/outou.htm>

参考：告示スペクトルについて（ウィキペディア：耐震基準より）

2000年（平成12年）6月1日 建築基準法及び同施行令改正

限界耐力計算法による時刻歴応答解析

建築基準法施行令第81条の2で以下のように規定されており、告示で定める性質を持つ地震波形を用いて動的に解析することが義務づけられている。

「超高層建築物の構造計算は、建築物の構造方法、振動の性状等に応じて、荷重及び外力によつて建築物の各部分に生ずる力及び変形を連続的に把握することにより、建築物が構造耐力上安全であることを確かめることができるものとして国土交通大臣が定める基準に従つた構造計算によらなければならない」

告示では地震力の大きさとして、解放工学的基盤（S波速度400m/s以上の地盤）における加速度応答スペクトル（減衰定数5%）の大きさ（告示スペクトル）が指示されている。

告示では地震力の大きさとして、解放工学的基盤（S波速度400m/s以上の地盤）における加速度応答スペクトル（減衰定数5%）の大きさ（告示スペクトル）が指示されている。

表 告示スペクトル

周期 T (s)	加速度応答スペクトル (m/s/s)	
	稀に発生する地震動 (レベル 1)	極めて稀に発生する地震動 (レベル 2)
$T < 0.16$	$(0.64 + 6T) Z$	$(3.2 + 30T) Z$
$0.16 \leq T < 0.64$	$1.6Z$	$8Z$
$0.64 \leq T$	$(1.024/T) Z$	$(5.12/T) Z$

- ・ただし、T は建築物の設計用一次固有周期 (単位: s)、Z は地震地域係数である。
- ・使用する地震波の継続時間は 60 秒以上とされている。
- ・稀に発生する地震動によって建築物の構造耐力上主要な部分が損傷を受けないこと、極めて稀に発生する地震動によって建築物が倒壊、崩壊等しないことを確認する。

### 課題 3 2 層建物の自由振動

#### プログラム・データの入手

久田研のホームページからプログラム・データ入手

<http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/Open/2-Mass/>

からプログラム・データ入手する。

プログラム: 2-Mass Simulation.exe

データ (エルセントロ地震波 NS 成分: 時間刻=0.01 秒) Elce NS.csv

データ (神戸・JMA 地震波 NS 成分: 時間刻=0.02 秒) Kobe NS.csv

データ (311 地震・工学院大新宿校舎 NS 成分: 時間刻=0.02 秒) U1F-NS-acc.csv ほか

#### 自由振動: 固有周期と固有モード形の確認、データの出力、減衰定数の計算

教科書(建築の振動 初歩から学ぶ建物の揺れ、西川孝夫ほか、朝倉書店)の例 3. 1 の剛性 ( $k_1=300 \text{ kN/cm}$ 、 $k_2=200 \text{ kN/cm}$ ) と重量 ( $W_1=W_2=980 \text{ kN}$ ;  $m_1=m_2=980 \cdot 1000 \text{ (N)} / 9.8 \text{ (cm/s}^2\text{)} = 10000 \text{ kg}$ ) を代入し、「固有周期の表示」ボタンを押し、固有周期を求める。 $T_1 \doteq 0.63 \text{ s}$ 、 $T_2 \doteq 0.26 \text{ s}$  であることを確認する。

外力選択で、初期条件の変位 (cm) を 5 と 10 の場合 (1 次モード形を励起) と、5 と -5 の場合 (2 次モード系を励起) で自由振動させ、1・2 次モード系と自由振動の様子を確認する。

出力データの保存は、「保存先の選択」から、「example.csv」などの csv 形式のファイル名で、解析終了後、「保存ボタン」より保存する。保存されたファイルは Excel で確認、グラフ化する。