2007構造力学実験

B2. 振動

担当：川島教授
TA：佐々木　智大
栗田　裕樹
レ　アンゴク

実験の流れ

- 13:20-14:30　前試問（終了）
- 14:30-14:50　実験概要説明
- 14:50-15:00　休憩
- 15:00-17:30　橋脚の製作
- 17:30-18:00　プレゼン
- 18:00-18:45　加震実験
- 18:45-19:00　後試問

目的

- 1. 木材等で製作した模型を使って，振動台実験を行い，構造物の振動特性，地震時の挙動，地震力が作用する仕組み，ダンパーの効果などについて理解する．
- 2. 振動コンテストを通じて，地震に強い構造物について考える．

基本的学習事項

- 地震力が作用する場合の運動方程式の導出とその解法．固有振動モードおよび固有周期，1次固有周期の算出方法について理解する

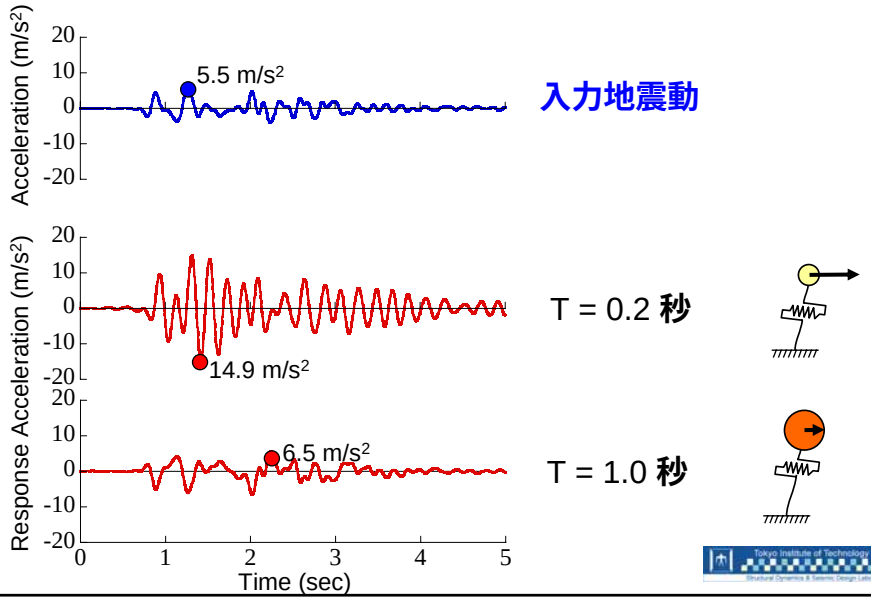
実験内容

- 実験1
  - 模型の固有周期の算出
    自由振動実験を行い，固有周期と減衰定数を算出する
- 実験2
  - 実地震波記録を用いた振動実験
    振幅を調整して加震し，その結果を用いて振動コンテストを行う

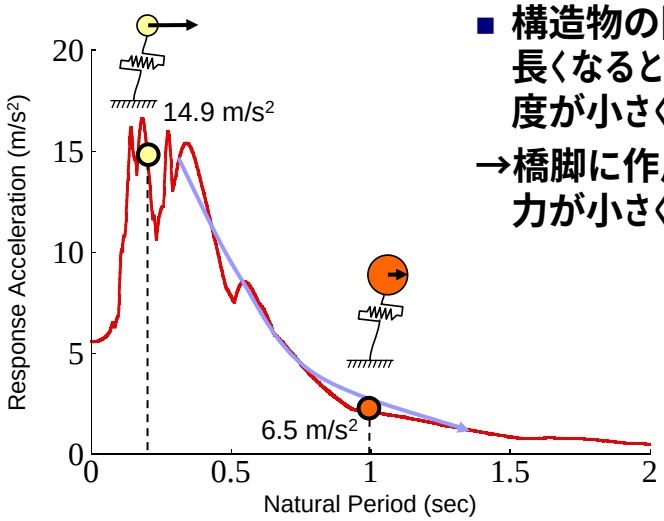
地震に強い橋を作るために

- 橋脚を強くし，大きな力が作用しても壊れないようにする
- 橋脚が大きく変形しても壊れないようにする
- 柔軟性に富む部材を追加して免震化し，作用する地震力を小さくする
- 減衰効果の高い部材を加え，作用する地震力と応答変位を小さくする
- ．．．

固有周期が異なると地震力が変化する



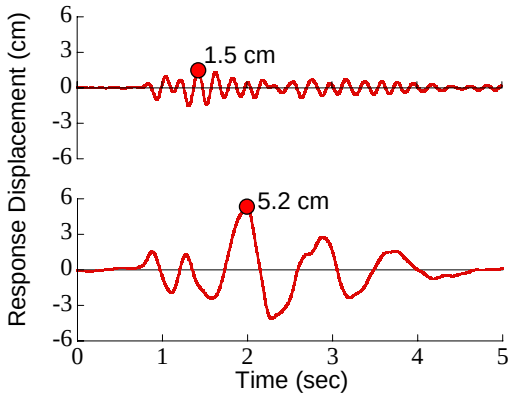
周期が長くなると地震力が小さくなる！



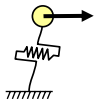
- 構造物の固有周期が長くなると，応答加速度が小さくなる

→橋脚に作用する地震力が小さくなる！

固有周期が異なると応答変位も変化する



T = 0.2 秒

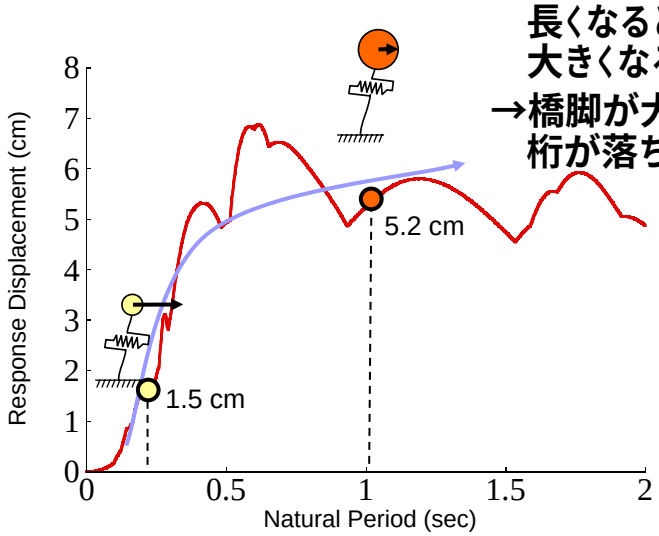


T = 1.0 秒

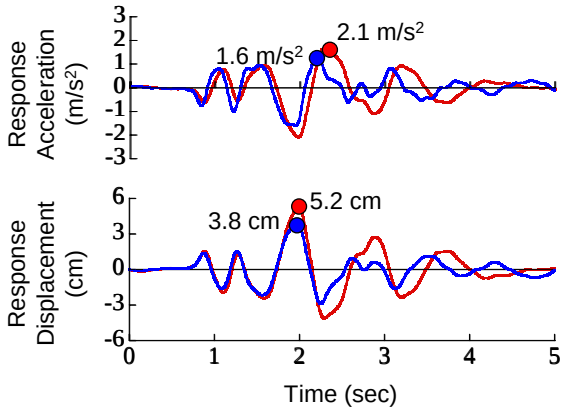
周期が長くなると応答変位が大きくなる！

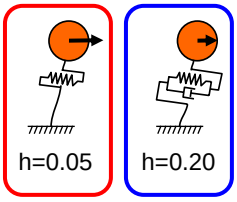
- 構造物の固有周期が長くなると，応答変位が大きくなる

→橋脚が大きく変形し，桁が落ちることも

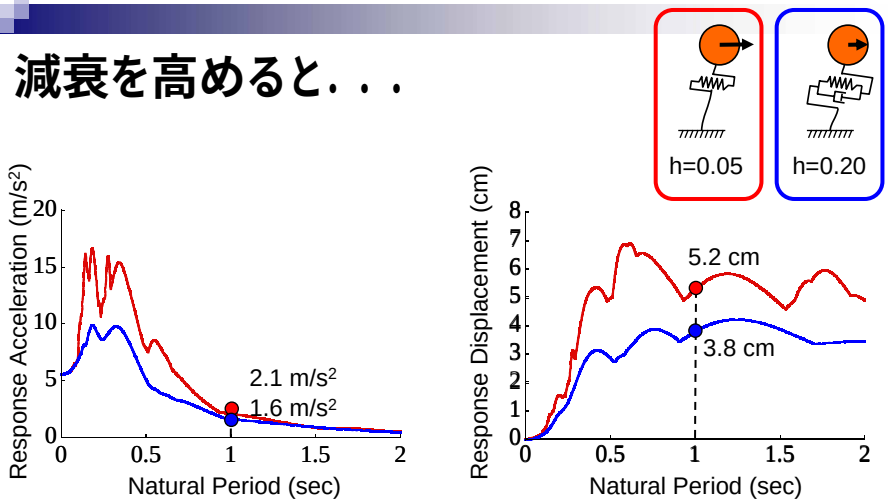


減衰を高めると．．．





減衰を高めると．．．

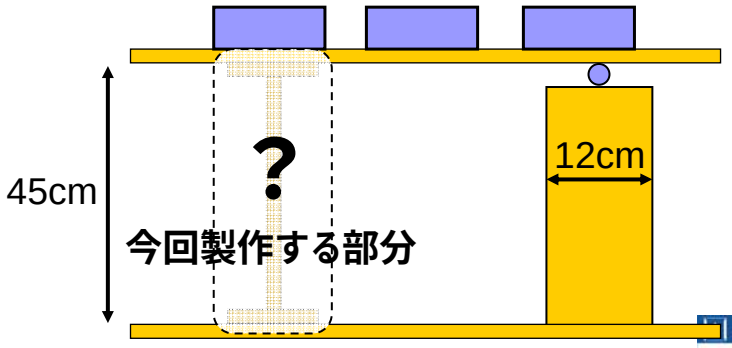


- 減衰を高めると，加速度･変位がともに小さくなる

→橋脚のダメージの軽減や過度な変形の低減

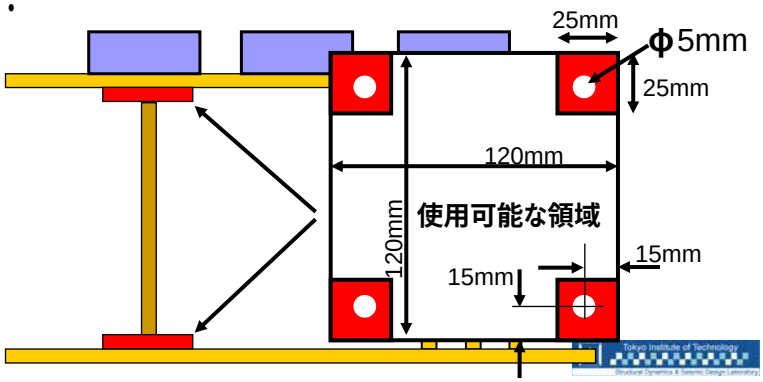
模型製作

- 12kgの重りを高さ45cmの位置で支持する橋脚模型を作製する
- 今回製作する橋脚だけが地震力を負担し，すでに用意してあるもう片方の橋脚は自重を支えるだけの構造とする



桁および基礎との接合

- 橋脚の上下には，桁および基礎との接合のために120mm×120mm×4mmの平板を用意する
- 平板の四隅には固定用のねじを通すための穴が用意してあるため，この部分を塞がないように製作すること．



使用可能な材料

- 木材 (密度0.5 g/cm^3)
  - 8 mm×8 mm×900 mm
  - 10 mm×10 mm×900 mm
  - 12 mm×12 mm×900 mm
  - 20 mm×20 mm×20 mm
- ゴム(密度1.2 g/cm^3)
  - 厚さ3 mm
- アルミ(密度2.7 g/cm^3)
  - φ7mm
  - φ10mm (中空)
- グリス

ただし重量の計算では中実であるとする

条件：

総重量180g以下に抑えること

超えてしまった場合には減点の対象となる

材料選択の例 (1)

- Case 1:
  - 木：12 mm×12 mm×900 mm×2本
  - 木：20 mm×20 mm×20 mm×10個
  - 総重量=170g

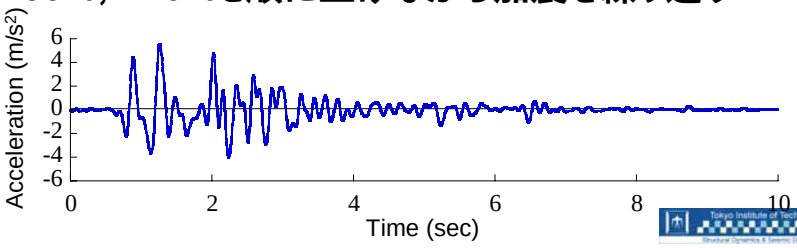
- Case 2:
  - 木：10 mm×10 mm×900 mm×1.5本
  - 木：20 mm×20 mm×20 mm×20個
  - ゴム：120mm×40mm×2mm
  - 総重量=159g

材料選択の例 (2)

- Case 3:
  - 木：8 mm×8 mm×900 mm×2本
  - 木：20 mm×20 mm×20 mm×17個
  - アルミ： φ7mm×15 mm
  - アルミ： φ10mm×15 mm
  - グリス
  - 総重量=173g

入力する地震動

- 1995年兵庫県南部地震で神戸海洋気象台にて観測された地震動のうちNS成分（南北方向）のみを使用する
- ただし，今回の実験に適するように元の波形よりも時間を縮めて入力する
- 地震動の強度を10%，20%，40%，60%，80%，100%，120%と順に上げながら加震を繰り返す



そのほかの条件

- 材料の接合には瞬間接着剤を使用する．1グループに3本支給する．4本以上使用したい場合にはTAに申し出ること．ただし，減点の対象になるため，注意すること．
- 橋脚の総重量もコンテストの評価対象となっている．なお，橋脚上下に用意する平板は総重量には含まない．
- 検討･製作は2.5時間以内にすること．製作終了時間が遅れると減点になる．

振動コンテスト

- 振動コンテストの結果は橋脚が耐えることの出来た最も大きな入力地震動の強度を元に評価される．
- 橋脚の総重量が最も少ない班から20%，15%，10%の順で加点される．なお，4位以下は全て5%とする．ただし，橋脚の総重量が180gを超えている場合には-20%とする．
- 教員・TA・学生の投票により，模型のコンセプト，美しさ（形状・施工），プレゼンも評価点として加味する．得票数の最も多かった班から20%，15%，10%の順で加点される．なお，4位以下は全て5%とする．

コンテスト結果＝入力地震動の強度（%）＋橋脚の重量による加点 -4×超過時間（分）-20×接着剤の追加本数＋デザイン点

実験前のプレゼンテーション

- 振動実験の前に模型製作で工夫したポイントを説明する．以下の項目に着目するとよい．
  - 固有周期
  - 橋脚の強度
  - 減衰特性
  - そのほかに工夫したポイント
  - 期待する地震動強度

レポート

- 加震実験前に行った自由振動実験の結果にもとづいて橋脚の固有周期および減衰定数を求め，考察する．
- 加震実験の結果をまとめ，考察する．
  - (1)どのような点を工夫したか,(2)その工夫は有効であったか,(3)作った橋脚をさらに強くするにはどう改良すればよいか,(4)その他気付いた事項などを中心にまとめる
  - 自由振動実験の結果も考察に用いること
- 実験日の2週間後の木曜日17時までに提出.
  提出先は緑が丘1号館5階513号室.

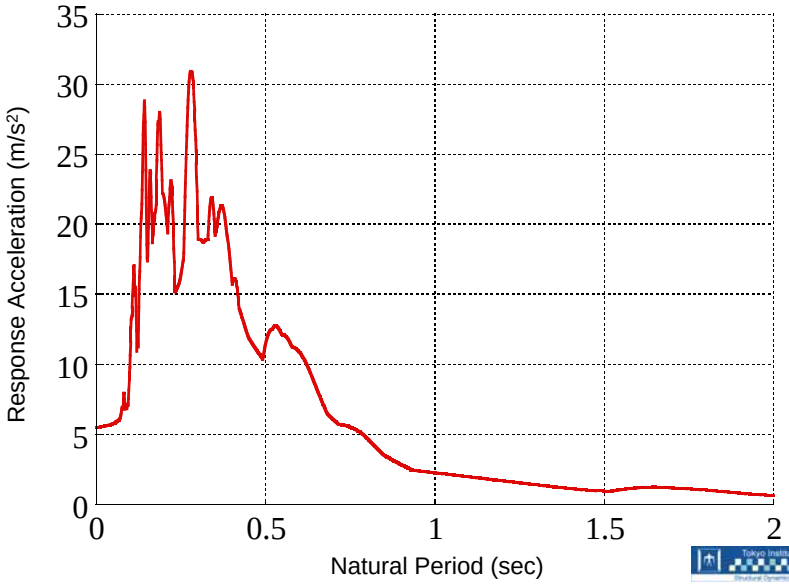
成績評価

- 出席および前諮問の成績で50点
- コンテスト結果が30点
  - 1位，2位　　30点
  - 3位，4位　　25点
  - 5位，6位　　20点
- 実験結果をまとめた個人レポートで20点
- 積極的に参加しているなど貢献度も考慮する

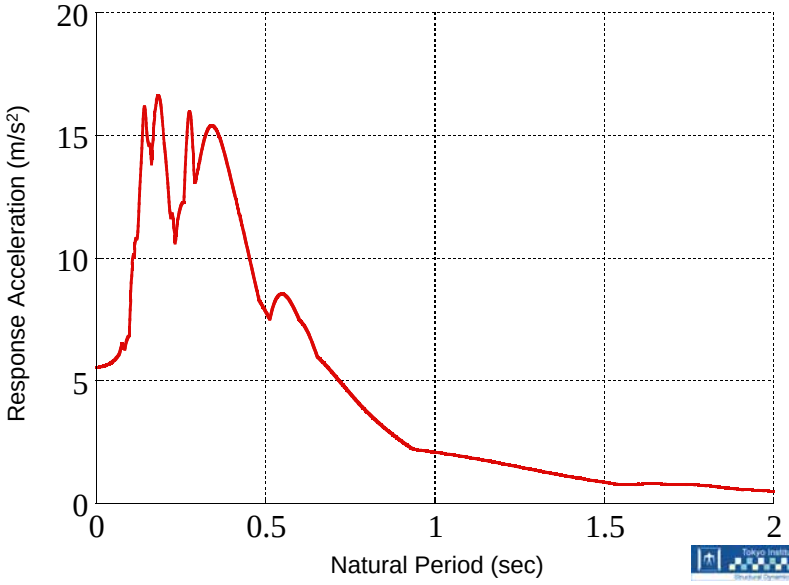
参考資料A：加速度応答スペクトル

- 1自由度系の地震応答解析を行い，横軸に固有周期を，縦軸は応答加速度の最大値をプロットしたものである．
- これらを用いることで固有周期から応答加速度の最大値を予測することができる．

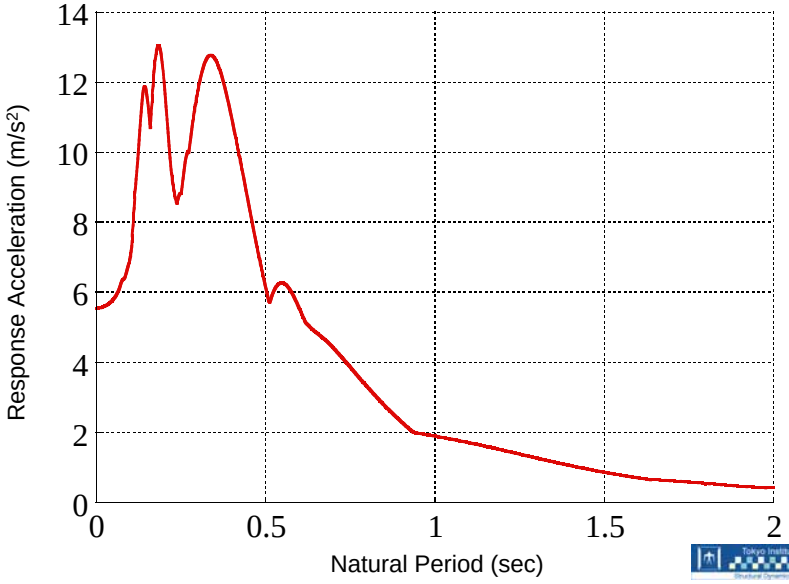
100%入力，減衰1%の場合



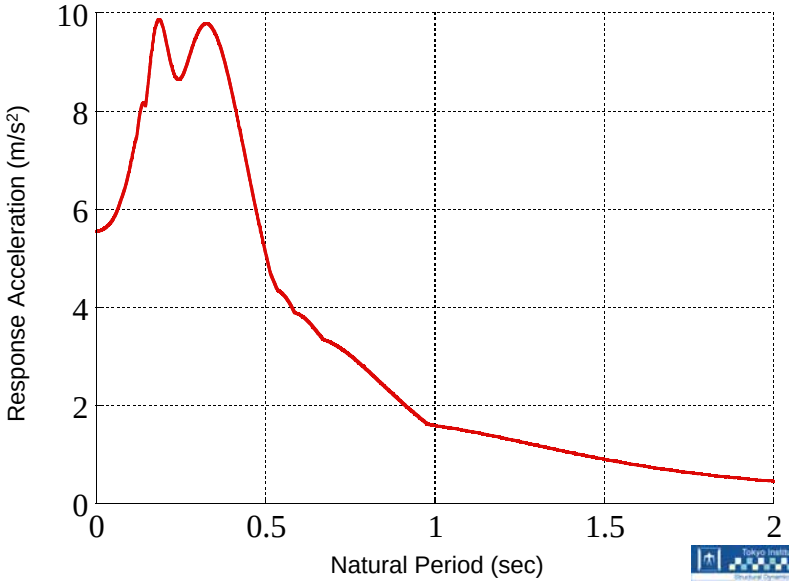
100%入力，減衰5%の場合



100%入力，減衰10%の場合



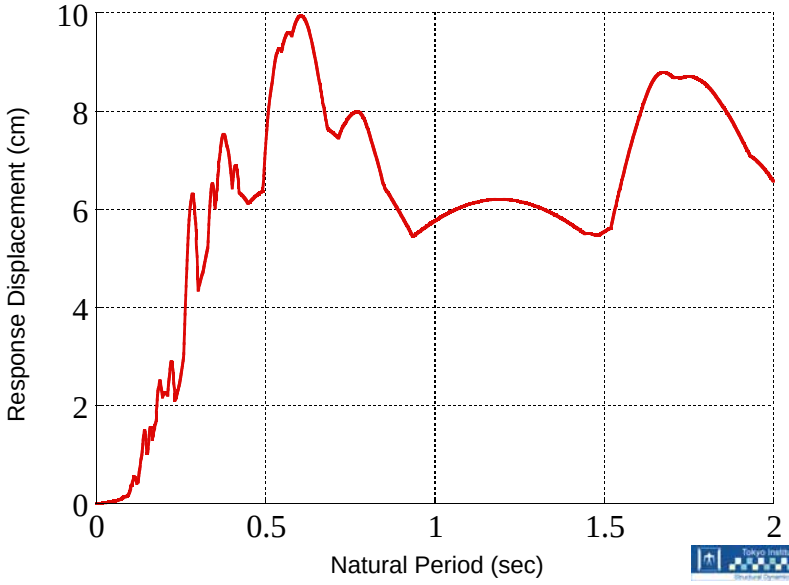
100%入力，減衰20%の場合



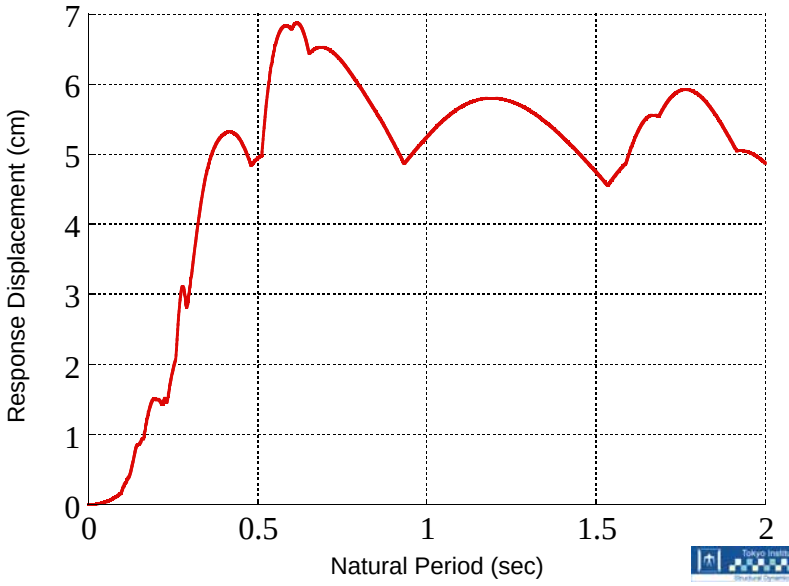
参考資料B：変位応答スペクトル

- 1自由度系の地震応答解析を行い，横軸に固有周期を，縦軸は応答変位の最大値をプロットしたものである．
- これらを用いることで固有周期から応答変位の最大値を予測することができる．

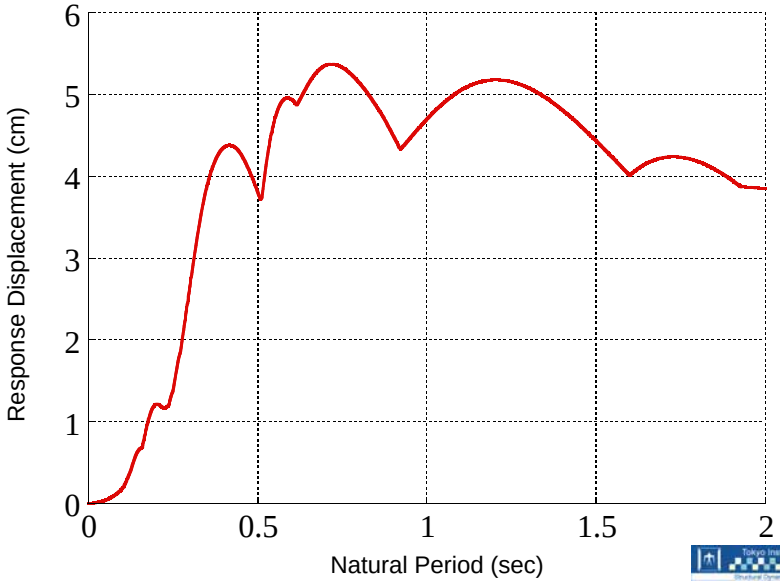
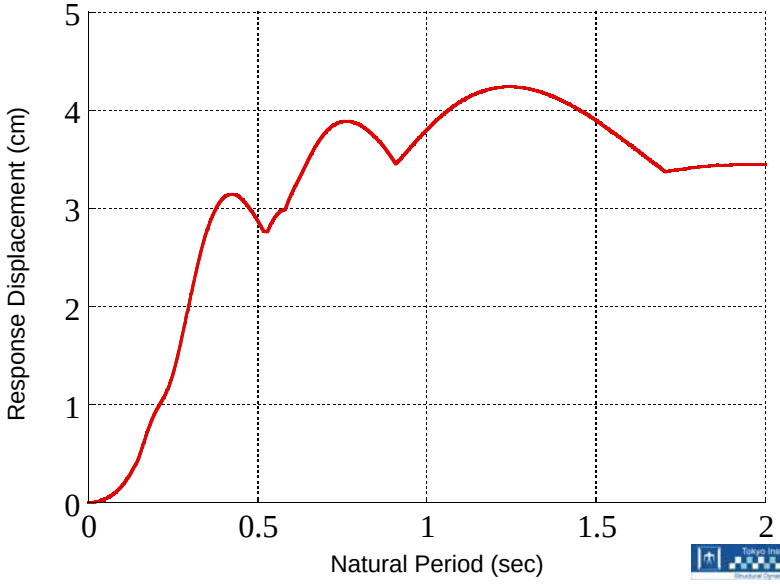
100%入力，減衰1%の場合



100%入力，減衰5%の場合



100%入力，減衰10%の場合



100%入力，減衰20%の場合