

# 課題情報シート

テーマ名 :	振動特性による実験的剛性評価に関する考察				
担当指導員名 :	黒木 宏之	実施年度 :	25 年度		
施設名 :	九州職業能力開発大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	建築科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	2	時間 :	16 単位 (288h)

## 課題制作・開発のポイント

### 【開発（制作）のポイント】

振動理論は、構造設計の中でも高度な知識が必要となるため、なかなか理解するのに苦労するものです。しかし、近年では限界耐力設計法のように本理論を応用した設計法が採用されたり、高度成長期のインフラ構造物の老朽化を診断する手法として振動データを活用する非破壊検査手法が注目されております。

そこで、本テーマでは、耐震診断手法の一つとして注目されている振動実験を通して、振動特性を活用した実験による耐震診断法を理解するとともに、建物を模擬した実験モデルやプログラムの制作などを通して、振動理論の基礎と非破壊による耐震診断法にかかる知識を身につけます。

### 【訓練（指導）のポイント】

振動理論はもともと難しい数式や理論が中心となることが多いですが、今回は、先行して実験モデルを制作することとしました。したがって、簡易な模型を制作し振動試験を実施するとともに、制作する実験モデルの共振状態が実験によって目視できる周波数となるよう材料選定や厚みそして重さなどを調節して設計したため、ものづくりのための設計・制作と試験評価のプロセスを効率よく体験できたと思います。このプロセスを経験することによって、構造設計の難しさやモデルが完成した時の達成感などを困難な課題でも試行錯誤することで解決する大切さを学んでほしいと思います。

また、ここで制作したモデルおよび教材を建築士会のセミナーやポリテクビジョン等に活用し、実際に学生に自作した振動モデルを用いて振動実演をしてもらいました。このような実演や発表の機会を通して、コンセプチュアルスキル等の向上が図られるような展開ができればと考えています。

## 課題に関する問い合わせ先

施設名 : 九州職業能力開発大学校  
住所 : 〒802-0985 福岡県北九州市小倉南区志井 1665-1  
電話番号 : 093-963-0125 (代表)  
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/fukuoka/college/>

## 課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

# 振動特性による実験的剛性評価に関する考察

九州職業能力開発大学校 専門課程 建築科

## 1. 目的

近年、欠陥住宅や欠陥マンションなどが大きな社会問題化<sup>1)</sup>している。特に瑕疵や施工不良は建物内部に潜んでいることも多く、通常の日視検査だけでは発見できないケースもある。

一般に、隠れた欠陥が具体的な不具合となって表面化するまでには時間がかかるため、欠陥が判明したときには、対応がしづらい状況となることもある。このような状況から、建造物の非破壊検査は極めて必要性が高く建物の状態を把握する方法として期待されている。

そこで本報では、非破壊検査の一つとして建物の振動特性を計測し、建造物の状態を判断する方法を検討するため、振動特性の一つである固有振動数が剛性低下により変化する点に着目し、実験模型を制作するとともに、この影響を実験的に検討した。

## 2. 実験モード解析と実験概要

### 2-1. 実験モード解析

実験モード解析とは、対象となる建造物に対して何らかの方法で加振実験を行い、加振力などの入力と応答から固有振動数などのモードパラメータを実験的に求める方法である。

### 2-2. インパルスハンマによる加振実験

固有振動数に代表される振動特性を取得する方法として、対象物に対して起振機等により強制的に加振力を与える方法や常時微動測定などさまざまな方法がある。通常これらのデータを、FFT などを用いて固有振動数を求めることとなるが、この手法では正確なデータを求めるにくいこともある。

そこで、今回はインパルスハンマを用いた実験モード解析を採用し、実験的解析手法によってより正確なデータ取得を試みる。ここに、本実験モード解析のフローを図1に示す。

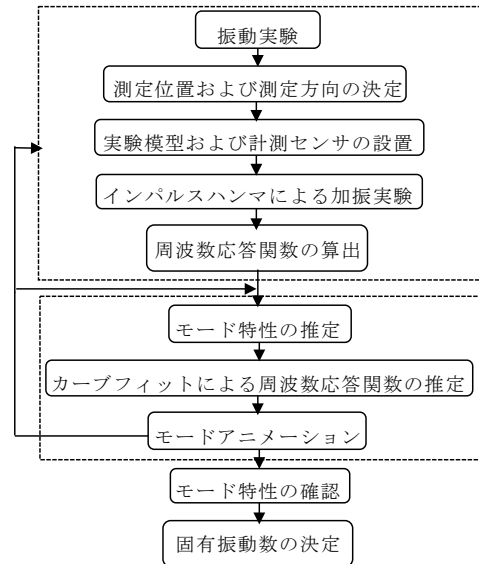


図1 実験モード解析のフロー

### 2-3. 計測方法

振動特性を計測するためには、振動時の入力および応答信号をセンサ等により計測する必要がある。振動実験により得られた測定信号に対し、FFT アナライザを用いて周波数応答関数を求め、共振時の固有振動数などを算出する。

以下、図2に計測機器の接続関係を記した構成図を示す。

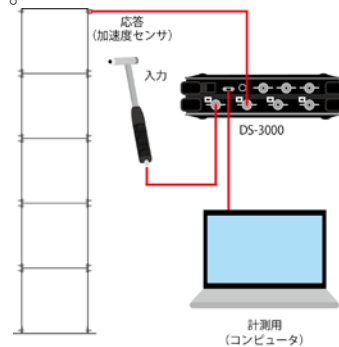


図2 機器構成図

### 2-4. 実験模型

今回の実験に使用した模型は、5階建を想定し、ステンレス製のフレームモデルとした。また、センサの設置や繰り返し実験を行うことを考えた結果、アルミより丈夫なステンレスを用

いることにした。なお、接合部には、柱と梁部分をボルト接合し、剛性の異なるモデルを作成できるよう工夫した。

### 3. 実験結果の検討と考察

#### 3-1.共振時の固有振動数に対する考察

先述したモデルを用いて、固有振動数を求めるため実験モード解析を実施した結果を図3に解析値と実験値の比較、図4に実験モード解析結果を示す。

まず、図3より解析値と実験により求められた固有振動数を比較すると低次モードにおいては比較的両者が一致しているが、高次モードになるにつれて差が大きくなっている。これは、模型のはり柱接合部をボルト締めするためのプレートがあり、剛性が正しく評価されていないためであると思われる。

続いて、図4の実験モード解析結果より周波数応答関数に対して実施したカーブフィットとコヒーレンス関数の結果を比較検討すると、共振時におけるコヒーレンス関数の結果はほぼ1.0を示している。この結果は、入力に対する応答の信頼性が高いことを示しており、実験結果も比較的良好であることを表している。

#### 3-2.剛性の違いによるモードの比較

剛性の異なるモデルを用いて固有振動数などに対する影響を検討するため、一層目に剛性の異なる柱を配置して、これらの影響を検討した。以下図5に、実験モード解析によって得られたピーク時におけるモード形を示す。

本結果に基づき、モード形において正常なものと同剛性の低いものを比較するとモード形に差異があることが確認できる。加えて、固有振動数の値を比較すると剛性の違いにより、固有振動数などの値が変化していることも確認できた。このことは、建物の状態を固有振動数などのモーダルパラメータを利用することで、剛性や建物の補強および損傷などの位置や程度を把握できる可能性を示している。一方で、精度よく固有振動数を求めるためには、実験モード解析などによって

データの信頼性を高めるか、数多くのデータを取得する必要があると考えられるとともに活用法に関しても更なる検討が必要である。

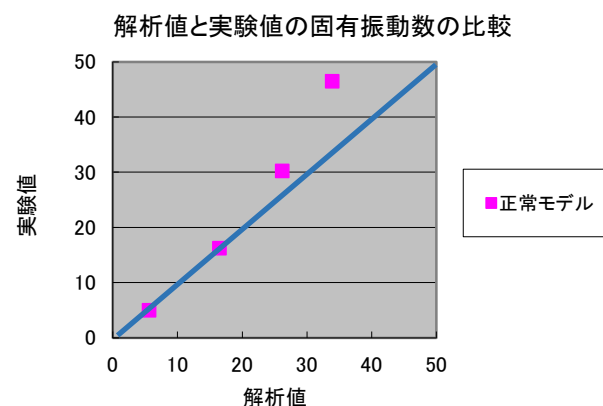


図3 解析値と実験値の固有振動数の比較

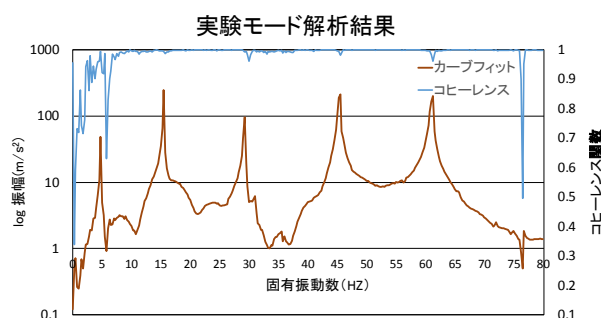


図4 実験モード解析結果

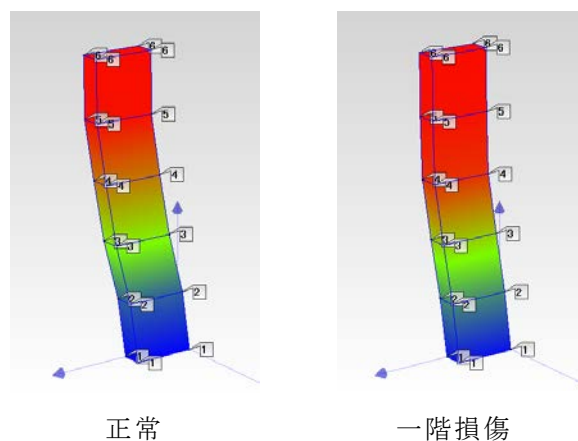


図5 剛性の違いによるモード形の比較

### 4. まとめ

構造物の状態を判断する方法を検討するため、実験モード解析により求めた振動特性を活用し検討した結果、構造物の剛性を把握するのに有効であることがわかった。

参考文献

- 1) 大崎順彦:「建築振動理論」,彰国社,pp215-253,1996

# 課題実習「テーマ設定シート」様式及び記載例

作成日： 4月 10日

科名： 建築科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		振動特性による実験的剛性評価に関する考察	
担当教員		担当学生	
○建築科 黒木宏之			
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>耐震診断手法の一つとして注目されている振動実験をテーマとし、建物の振動実験による耐震診断法を理解するとともに、建物を模擬した実験模型やプログラムの制作および教材作成を通して、振動理論の基本的な仕組みと診断法にかかる知識を身につけます。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>近年、戦後に建てられた建物や道路などに代表されるインフラ構造物の老朽化が大きな社会問題となっています。特に表面的な劣化だけでなく構造物内部に潜んでいる欠陥が問題になることも多く、通常の目視検査だけでは発見できないケースや欠陥が半明したときには、対応がしづらい状況となることもあります。このような状況から、構造物の非破壊検査は極めて必要性が高く構造物の状態を把握する方法として期待されています。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>本テーマでは、非破壊検査の一つとして建物を模擬した構造物の振動特性を計測し、構造物の状態を判断する方法を検討するため、振動特性の一つである固有振動数が剛性低下により変化する点に着目し、実験模型を制作するとともに、この影響を実験的に検討します。このため、今までに学習したことのないプログラミング知識や文献調査等を通してグループで協力し合いながら問題解決を図っていきます。また企業との共同実験も含まれるため、発表や報告に際して困難な場面に遭遇することもあるかもしれませんが、グループで協力し合いながら課題に取り組みしましょう。</p>			
No	取組目標		
①	各種構造設計手法を調査し、構造計算書の作成を行います。		
②	過去の文献や論文等を調査分析し、耐震診断法の流れを学習します。		
③	実験用試験体及び試験に必要な治具等を設計・作成します。		
④	コンピュータソフトの活用法およびプログラミング言語の使用法を理解し、自分でプログラム等を作成します。		
⑤	グループメンバーの意思疎通を図り、フォローし合いながら協力体制の構築を行います。		
⑥	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑦	問題を解決するために必要な情報を収集し、試作・分析・評価を通して合理的な手順や方法を提案します。		
⑧	報告書および論文の作成、パネル等の展示及び発表会を行います。		
⑨	実習の進捗状況や発生した問題等については、単独、グループの場合にかかわらず、担当教員へ報告します。		
⑩			