

# 実験モード解析

## 直線フィット法による実験モード解析の高精度化

### 目的

機械構造物の振動特性を把握する技術として、対象物の振動試験から固有振動数、減衰、モード形状で表されるモード特性を同定する実験モード解析が広く運用されている。

本研究では、周波数応答関数の実部と虚部の連立を利用した直線フィット法(本研究室で開発された1自由度法)を基礎として、従来より同定が難しい近接モードを有する振動系を対象に高精度なモード同定を可能とする手法を提案する。

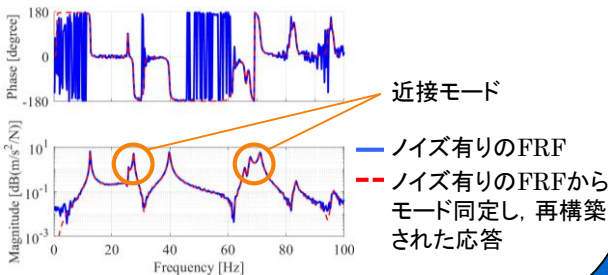
### 手順・方法(ポイントとなる点)

直線フィット法は、周波数応答関数の非線形項のパラメータである固有振動数と減衰を線形領域で同定できる。

この方法に、適切な関数で近似した対象外モード成分を考慮することで、近接モードを有する振動系を、より高精度にモード同定できる1自由度法を提案する。また、モード分離法と呼ばれる多自由度法に適用することで、一貫して線形領域でのパラメータ同定を可能とする多自由度法を提案する。

### 現状・今後

1自由度法、多自由度法の両法において、高精度にモード同定できることを数値例により把握した。今後は実験データへの適用性を検証する。



周波数応答関数のカーブフィットの結果

## 支持条件や形状加工がモード特性に及ぼす影響

### 目的

対象物を自由支持した場合のモード特性を得るためには、着目する振動モードの節の位置で支持したり、非常に柔らかい部材で支持したりする必要がある。そこで簡便に自由支持状態のモード特性を得るための手法を開発する。

また実際の製品で用いられる部材は複雑な形状に加工されているが、その状態のモード特性と、形状加工前の部材のモード特性の関係を把握する手法を開発する。

### 手順・方法(ポイントとなる点)

支持条件の影響: 動特性が既知の部材によって支持された対象物の実験モード解析を行う。その際、支持特性を含めた支配方程式に基づく同定手法を開発する。

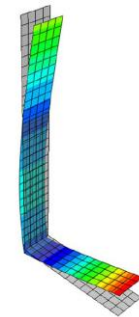
形状加工の影響: 加工の前後で実験モード解析を行って振動数と減衰特性の関係式を同定し、両者の関係から形状加工の影響を検討する。

### 現状・今後

支持条件の影響: はり構造物を対象として、様々な部材で支持した場合のモード特性を実験的に求めている。また支持特性を考慮した実験モード解析法を開発中である。

形状加工の影響: はり構造物を対象として、加工の前後で実験モード解析を行って振動数と減衰特性の関係式を同定した。

これまではL型加工を対象としていたが、今後は異なる加工形状で検討を行う。



L型に形状加工されたはりの有限要素解析

# 同定・逆問題、診断・健全性評価

## 機械・構造物に作用する励振力の同定

### 目的

機械や構造物の動的設計や診断を行う場合、対象物に作用している外力を同定する必要がある。従来の研究は、外力作用位置が既知の場合に、外力と応答の間の周波数応答関数を構築することを基本としている。本研究室では、外力作用位置が明確でない場合に適用できる手法をいくつか構築している。(a) センサーの数に応じて同定できる外力の数を定める手法、(b) 対象物に作用する分布力をセンサーと同じ数の未知数で近似する手法、(c) 質量が既知の重りを付加して独立な方程式を増やして同定問題を解く方法である。

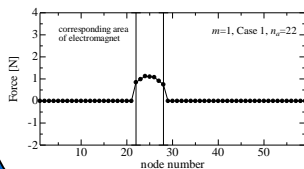
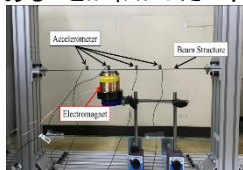
### 手順・方法(ポイントとなる点)

方法(b)を用いて、複数の加振力が作用する場合の同定を行う。また不規則外力が作用する場合を想定し、パワースペクトルを用いた外力同定を行う。

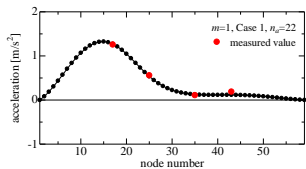
### 現状・今後

方法(b)によって複数外力の同定ができた。また数値例によって、不規則外力の同定が可能であることがわかった。今後は層状構造物を対象として、実験で検証する。

右図: 実験装置  
(両端弾性支持はりを電磁石で非接触加振する)



外力の同定結果



再構築された応答

## 層状構造物の健全性評価

### 目的

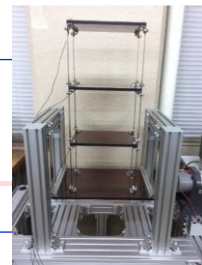
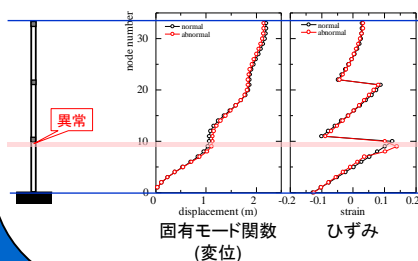
構造物の健全性評価(SHM: Structural Health Monitoring)は、持続可能社会の実現のために非常に重要な技術である。本研究では、層状構造物のどこかの階層の外壁、あるいは外壁と床との結合部に何らかの異常が生じた場合に、異常が発生した階層を特定する方法を提案する。

### 手順・方法(ポイントとなる点)

実際の層状構造物の外壁は床面で回転自由度が拘束されているため、特定の階層で発生した異常による変化がその階層に局所化し、他の階層に伝わらないことを利用する。そのため、初めに、各階層の外壁で正常時にひずみがほぼ0になる位置を特定し、その位置でひずみを常時測定する。特定の階層で異常が発生すると、もともとはほぼ0であったその階層のひずみのみが有意な値を持つようになり、異常が発生した階層を特定することが可能であると思われる。

### 現状・今後

数値シミュレーションと実験によって、提案手法の有効性が確認できた。今後は測定された周波数応答関数や、不規則外力の同定を援用した、層状構造物の健全性評価手法の確立を進める。



三層構造物