

第3章 実験モード解析



第3章 実験モード解析

予習のねらい
 実験モードについての基礎知識、伝達関数(過渡応答時間)の計測と、計測データからの簡易的な振動モード形状の可視化、実験モード解析専用ソフト(ME'ScopeVES)による実験モード解析について説明する。

- 第1節 基本的な手順
- 第2節 簡易的な振動モード形状の可視化
- 第3節 ME'ScopeVESによる実験モード解析

- 【章全体のねらい】
 実験モード解析の基本手順について説明する。
- 【節全体の解説】
 1)伝達関数(周波数応答関数)から簡易的な振動モード形状の可視化方法について説明する。
 2)実験モード解析ソフト(ME'ScopeVES)を使った実験モード解析の方法について説明する。



第1節 基本的な手順

予習のポイント
 実験モード解析と実験モード解析の概要を理解する

- 3-1-1 実験モード解析と実験モード解析

- 【節全体のポイント】
 実験モード解析と実験モード解析の概要を説明する。
- 【節全体の解説】
 FFT:Fast Fourier Transform (高速フーリエ変換)、FFTアナライザの必要性、最近のFFTアナライザの動向、FFTアナライザの主な仕組みについて説明し、最近のFFTアナライザを紹介する。



共振現象と周波数応答関数(伝達関数)

<共振現象>
 ■ロボット工作機械のびり振動や様々な構造物(橋脚、建物、自動車、自転車、家電製品等)の振動、騒音の最も大きな原因の一つ
 ■あらゆる構造物は、それぞれ固有振動数(構造物固有の共振周波数)を持っている。
 ■構造物に互ひ応答振動が固有振動数と一致すると構造物は共振し、騒音を出したり、場合によっては破壊することもある。

<共振現象の解析方法>
 ■非ビュラーな解析方法が、インパルスハンマによる対象物の周波数応答関数の計測・解析
 ■インパルスハンマによる加振は、構造物を加振器に取り付ける必要もなく、計測時間も短いので、トラブルシューティングを始めとする迅速計測に適している。

<実験モード解析>
 ■周波数応答関数(伝達関数)のデータを利用して、振動を可視化
 ■構造上の弱点を夏つけ、防振、防音などの対策や設計必要に役立てることができる。

【参考】
 実験モード解析

【ポイント】

共振現象と周波数応答関数(伝達関数)

【解説】

四参照



実験モード解析

<実験モード解析とは>
 ■対象となる構造物の形状を骨格軸上に定義
 ■その各々のポイントにおける周波数応答関数(伝達関数)を測定
 ■位置とポイントの候補から、これらの構造物が共振(振動し高い周波数で振動する)した時の振動モード形を可視化

<特 長>
 ■対象全体の振動特性を把握する際に用いられている手法
 ■共振状態での対象の振動が可視化され、有効な対策を行うことができる。
 ■構造変更などのシミュレーション技術を用いることにより、試作を削減する前に対策の立案を検討することができる

【参考】
 実験モード解析

【ポイント】

実験モード解析

【解説】

四参照



実験動解析

<実験動解析 (Opening Deflection Shape)とは>

- 自動車、機械等が実際に動いている状態における運動モード形を可視化 (構造的に強い形、疲労しやすい形を検証)
- 出力番号のみからモードパラメータを測定する方法
- 運転 (実稼働) 状態の対象物から応答番号 (パワースペクトル) とクロススペクトルを計測して実験 (実稼働状態) の運動形状を可視化

<特長>

- 片側から加振できない、加振が難しい場合に適用可能
- 精巧な加振設備は不要 (通常の運転状態で計測)
- 計測対象の運動を中断する必要がない
- 計測される応答点は、対象が実際に運転 (稼働) している状態を示す

【参考】P146参照

【ポイント】

実験動解析

【解説】

四参照

<補足> 実験動解析

実験動解析は、使用する計測データの種類により、以下の2つに分類することができます。

①周波数データからの実験動解析

伝達関数を計測し、パワースペクトルとクロススペクトルから、各点の振幅および位相を計算し、アニメーションを行う

1点ごとに計測可能なので、チャンネルの設置でも計測可能

定常現象、またはデータの再現性が必要

②時間データからの実験動解析

多点同時計測を行うことにより、時間軸データから実験動解析を行う

非線形、または非定常な条件での計測が可能



実験モード解析の種類

「実験モード解析には、1自由度法のように簡単なものから、多点参照多自由度法などのように複雑な解析を行う方法もある。

簡単だからよくないということではなく、計測データの精度や解析結果に求める精度などに応じて、選択することになる。」

<1自由度法>

- 対象物に含まれる複数のモード (共振周波数) を、互いに独立な1自由度系のビークであるとの前提で、各固有モードと特性を求める方法

<多自由度法>

- 異なる固有モード間の影響を考慮しながら、複数の固有モードのモード特性を同時に決定する方法
- 単点毎の多自由度法と多点同時参照の多自由度法に分類され、両者ともさらに周波数領域法と時間領域法とに分類できる。

【参考】P147～P149参照

【ポイント】

実験モード解析の種類

【解説】

四参照

<補足> 多自由度法

多自由度法は、単点毎の多自由度法と多点同時参照の多自由度法に分類され、両者ともさらに周波数領域法と時間領域法とに分類できる。

①1点参照

加振点移動法もしくは応答点移動法のように、加振点または応答点 (センサ) を1つに固定しデータ計測し、1点参照のカーブフィット処理を行う。

②多点参照

多点の加振点または応答点 (センサ) を使用するため、計測が大規模になる傾向がある。しかし、対象物がほぼ同じモードを持つ (重複を持つ) 場合にも、多点参照カーブフィットは、1点参照よりは精度良くカーブフィットによるモードパラメータを求めることができる。



第2節 簡易的な振動モード形状の可視化

学習のポイント

解析対象にバットを選び、伝達関数(周波数応答関数)を計測し、簡易的に振動モード形状を可視化する

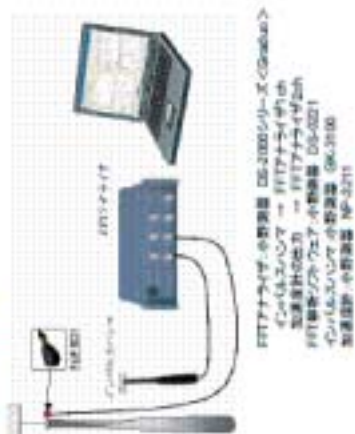
3-2-1 計測の準備

3-2-2 FFTアナライザの設定

3-2-3 周波数応答関数(伝達関数)の計測

3-2-4 簡易的な振動モード形状の作成

計測の準備



加振成振動法により計測

バットのグリッドに巻かれてい
るテープは取り除く。

FFTアナライザ: 小野測器 DE-2000シリーズ (Gnd:ca)
マイク: 小野測器 DE-100シリーズ (4ch:ca)
加振成振動法: FFTアナライザ2ch
FFTアナライザ: 小野測器 DE-2000シリーズ (Gnd:ca)
マイク: 小野測器 DE-100シリーズ (4ch:ca)
加振成振動法: FFTアナライザ2ch

図 3-2-1 計測機材

【参考】P160参照

【節全体のポイント】

解析対象にバットを選び、伝達関数(周波数応答関数)を計測し、簡易的に振動モード形状を可視化する。

【節全体の解説】

- 1) 解析対象にバットを選び、伝達関数を計測する。
- 2) 得られた伝達関数のデータからバットの振動モード形状を簡易的に作成する。
- 3) 得られた振動モード形状と打球との関係についての考察例について説明する。

【ポイント】

計測の準備

【解説】

図参照



FFTアナライザの設定(その1)

(1) センサの接続
 インパルスハンマ → チャンネル1 加速度計 → チャンネル2

(2) センサの校正
 インパルスハンマと加速度計の校正を行う。
 ここでは、使用したインパルスハンマと加速度計のデータシートから、下記のように指定する。



図3-2-2 単位、校正の設定

【中央スライド参照】

【ポイント】

FFTアナライザの設定(その1)

- 1) センサの接続
- 2) センサの校正

【解説】

図参照



FFTアナライザの設定(その2)

(3) 周波数レンジの設定
 周波数レンジは、2500Hz(2.5kHz)とする。

(4) 電圧レンジの調整
 電圧レンジを調整する。ここでは、下記のように指定した。
 カップリングと入力源(センサ)に電圧を供給する)を指定し、電圧レンジは、実際にハンマリングしながらレンジオーバーしない範囲で調整する。



図3-2-3 電圧レンジ設定

【中央スライド参照】

【ポイント】

FFTアナライザの設定(その2)

- 1) 周波数レンジの設定
- 2) 電圧レンジの調整

【解説】

図参照



FFTアナライザの設定(その3-1)

(5) トリガの設定
 下図のようにトリガの設定をする。

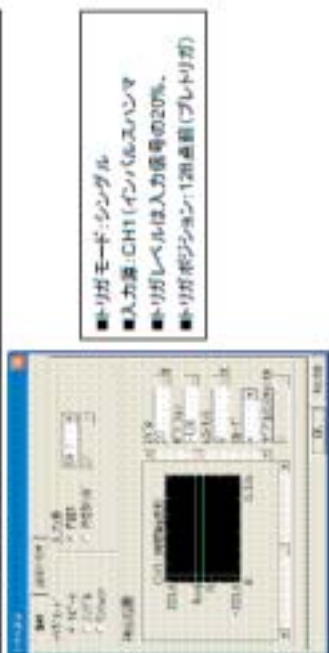


図3-2-4 トリガ設定 【中キス040102参照】

【ポイント】

FFTアナライザの設定(その3-1)
 トリガの設定

【解説】

図参照



FFTアナライザの設定(その3-2)

(5) トリガの設定 (続き)
 下図のようにトリガがかかればトリガの設定は終了

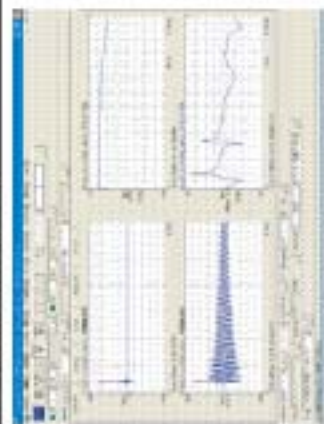


図3-2-5 時間軸運動とパワースペクトラムの例

【中キス040102参照】

【ポイント】

FFTアナライザの設定(その3-2)
 トリガの設定(続き)

【解説】

図参照



FFTアナライザの設定(その6)

(8)その他の設定
 図3-2-8に示すとおり設定する。



- サンプリング周波数
20480
- オーバーサンプリング
MAX
- AVDオートバーキヤンセル
ON

図3-2-8 サンプル条件設定画面

【中キズ0164参照】

【ポイント】

FFTアナライザの設定(その6)
 その他の設定

【解説】

図参照



周波数応答関数の計測

計測点は、図3-2-9のとおりで、センサは計測点①に設置する。

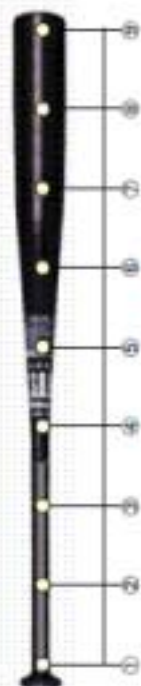


図3-2-9 ハットの計測点

ハットのグリッドマークは、取り除いていす。

【中キズ0164参照】

【ポイント】

周波数応答関数の計測

【解説】

図参照

<計測上の注意>

対象物のハットは減衰が小さいため、ハンマリングによる応答が収束する前に、次のハンマリングをしよう可能性がある。
 計測が終了した後、ハットに手を触れず、既前振動を待たしてから次のハンマリングを行う。



計測データの1例(その1)

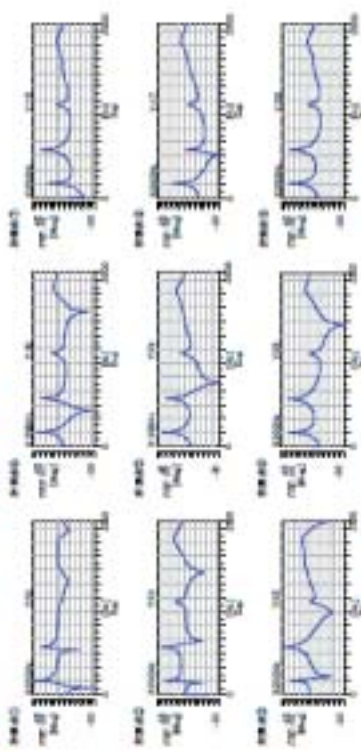


図3-2-10 パットの伝達関数測定例 (アクセルランス: m/s²)

【中キストP166参照】

【ポイント】

計測データの1例(その1)
伝達関数(アクセルランス)

【解説】

図参照



計測データの1例(その2)

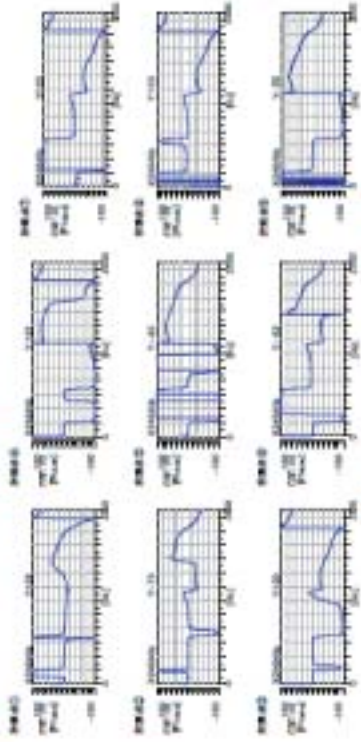


図3-2-11 パットの伝達関数測定例 (位移: mm)

【中キストP166参照】

【ポイント】

計測データの1例(その2)
伝達関数(位相)

【解説】

図参照



計測データの1例(その3):重ねがき

図3-2-10

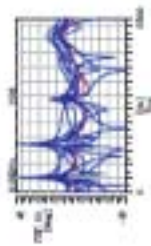


図3-2-10 パットの伝達関数変換例
(アウトルランス: $m/s^2/N$)

図3-2-11

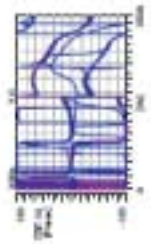


図3-2-11 パットの伝達関数測定例
(位相:度)

【参考文献】P155～P156参照

【ポイント】

計測データの1例(その3):重ねがき

【解説】

図参照



簡易的な振動モード形状の作成(その1)

(1)ゲイン及び位相データの整理
計測した振動応答関数の結果から、以下の表を作成する。

表3-2-1 計測結果の一例

計測点	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1次モード (21Hz)	40	35	33	30	30	35	25	26	35
2次モード (59Hz)	+	+	-	-	-	-	-	+	+
3次モード (134Hz)	35	20	44	35	34	38	34	11	35
4次モード (222Hz)	+	-	-	-	+	+	+	+	-
5次モード (344Hz)	11	22	9	21	15	10	15	7	13
6次モード (422Hz)	-	-	-	+	+	-	-	-	+
7次モード (511Hz)	12	24	19	19	21	15	16	16	14
8次モード (611Hz)	-	-	+	+	-	-	+	+	-

* 上段は位相関数の大きさ、下段は位相の+か-記入する。

【参考文献】P157参照

【ポイント】

簡易的な振動モード形状の作成(その1)
ゲイン及び位相データの整理

【解説】

図参照



簡易的な振動モード形状の作成(その2)

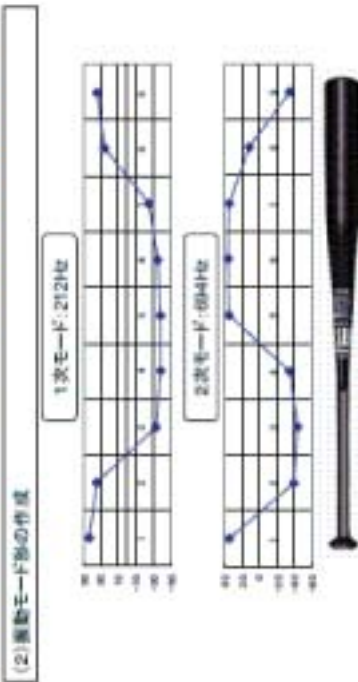


図3-2-12 表計算ソフトを使った作成例(その1)

【中々スリP156参照】

【ポイント】

簡易的な振動モード形状の作成(その2)
振動モード形の作成

【解説】
図参照



簡易的な振動モード形状の作成(その3)

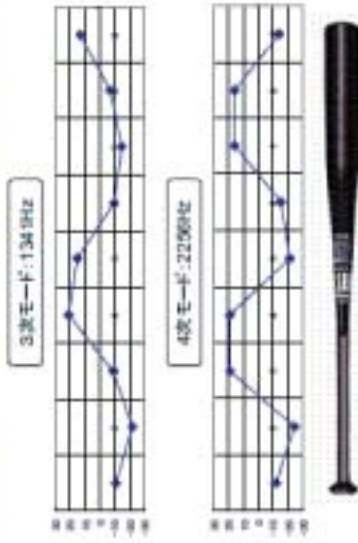


図3-2-12 表計算ソフトを使った作成例(その1)

【中々スリP156参照】

【ポイント】

簡易的な振動モード形状の作成(その3)
振動モード形の作成(続き)

【解説】
図参照



バットの振動モード形状についての一考察

打球を速くに飛ばす方法についての考察

＜考察のための仮定(仮説)＞

- 静止したボールを最も速くに飛ばすためには、バットがボールに接触(インパクト)する瞬間に、スイングによる発生した運動エネルギーを、バットが振動(ロスする)することなく、ボールに最大限伝えればよいと仮定する。
- バットを握ることによる影響(減速が大きくなる等)は、無視する。

図3-2-13 バットスイングのイメージ

【中々ス&P180参照】

【ポイント】

バットの振動モード形状についての一考察
打球を速くに飛ばす方法についての考察

【解説】

図参照



バットの振動モード形状についての一考察①

＜ホームランについての考察＞

- 前提
一般に、ホームランを打ったときには、「バットにボールが当たった感じがない」。
- 理由
1次モードでは、ややリッジ側に振動モードが位置しているが、最も運動エネルギーの大きい、1次モードの節でボールを捉らえたため、スイングのエネルギーをボールに最もよく伝えることができた。

1次モード: 21212

図3-2-12 統計算ソフトを使った作図例(その1)

【中々ス&P180参照】

【ポイント】

バットの振動モード形状についての一考察①
ホームランについての考察

【解説】

図参照



バットの振動モード形状についての考察②

＜手がしびれた場合の考察＞

- 現象
「バットの振元がボールが当たると手がしびれる。」
- 理由
振動モード別から考えると、グリップの振元付近(図3-2-12のポイント⑤)付近は、1~4次モードの強に当たり、ここを加振するとバット自体の共振が発生しやすいため、手がしびれた。



図3-2-12 表計算ソフトを使った作図例(その1)

【中々スリム100参照】

【ポイント】

バットの振動モード形状についての考察②
手がしびれた場合の考察

【解説】

図参照

その他の考察



自由支持の振動モード別には、実験結果では1次の振動モードの共振(計測点1と9)の共振が小さくなっている。これは、グリップエンドのゴム及びヘッド付近での吸着材による影響と推察される。

このように、ここで紹介した振動モード別問題による簡易実験モード解析でも、対象物の共振位置における振動モード別を明らかにすることにより、振動現象の解析に役立てることができる。

【中々スリム100参照】

【ポイント】

その他の考察

【解説】

図参照



図3-2-14 振動モード形作図用シート(その1)

対象点	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1次モード (1/16)									
2次モード (1/16)									
3次モード (1/16)									
4次モード (1/16)									

＊上段は仕差間数の大きき、下段は仕差の+か-記入します。

【参考】P160ページ

【ポイント】

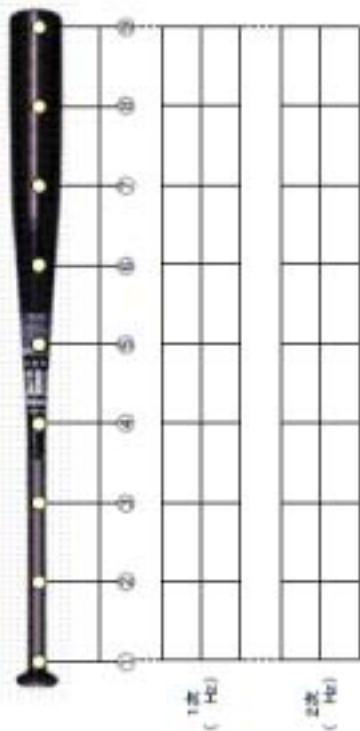
図3-2-14 振動モード形作図用シート(その1)

【解説】

図参照



図3-2-14 振動モード形作図用シート(その2-1)



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1次 (1/16)									
2次 (1/16)									

【参考】P160ページ

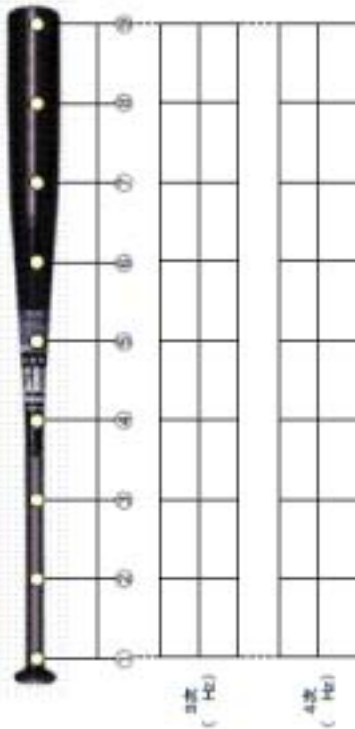
【ポイント】

図3-2-14 振動モード形作図用シート(その2-1)

【解説】

図参照

図3-2-14 振動モード形状図用シート(その2-2)



【参考】P160参照】

【ポイント】

図3-2-14 振動モード形状図用シート(その2-2)

【解説】

図参照

第3節 ME' scopeVESIによる実験モード解析

学習のポイント
実験モード解析専用ソフトを使い、DVDドライブのフレームを解析対象に選び、伝達関数(周波数応答関数)を計測し、振動モード形状を可視化する

- 3-3-1 計測の準備
- 3-3-2 実験モード解析ソフトME' scopeVESIの概要
- 3-3-3 ME' scopeVESIによる実験モード解析
- 3-3-4 形状定義(3Dモデルの作成)
- 3-3-5 計測データのインポート
- 3-3-6 自由度(DOF)の設定
- 3-3-7 測定データ列によるアニメーション
- 3-3-8 カーブフィット
- 3-3-9 振動モード毎(モードシェープ)のアニメーション

【節全体のポイント】

実験モード解析専用ソフトを使い、DVDドライブのフレームを解析対象に選び、伝達関数(周波数応答関数)を計測し、振動モード形状を可視化する。

【節全体の解説】

- 1)実験モード解析専用ソフトME' scope VESIを使用する。
- 2)解析対象にDVDドライブのフレームを選び、伝達関数を計測する。
- 3)得られた伝達関数のデータからカーブフィットを行い振動モードアニメーションをする。



はじめに

<周波数解析>

- 振動対象とする部に対して行われている手法
- 共振周波数と振動レベルを確認することができる。

<実験モード解析>

- 共振状態での対象の挙動を可視化(アニメーション化)し、適切な対策を検討しやすくする。

【参考】
【参考文献】

【ポイント】

周波数解析と実験モード解析について説明する。

【解説】
図参照

計測の準備



図3-3-1 DVDドライブのフレーム作動

<実験モード解析の目的>

DVDディスクドライブのフレームの共振周波数と振動モード形状を把握し、使用したときに発生する振動問題対策に役立てる。

【参考】
【参考文献】

【ポイント】

計測の準備

【解説】
図参照

<補足> DVDのフレーム

1)DVDフレームは鉄板のアプレス材

2) フレーム上にディスク駆動用モーター、ヘッド駆動用モーター、ヘッド移動用シャフトが組みつけられている。

3) ハンマリングにより伝達関数の計測をしたところ、フレームとモーター等のガタが少なく、麻痺の影響も小さいことが確認できた。

これは、対象物は振動の減衰が少ないことを意味する。

このため、モーターの駆動による回転振動と筐体の固有振動が近接した場合、異常振動、異音等が発生することが予想できる。



計測点の決定

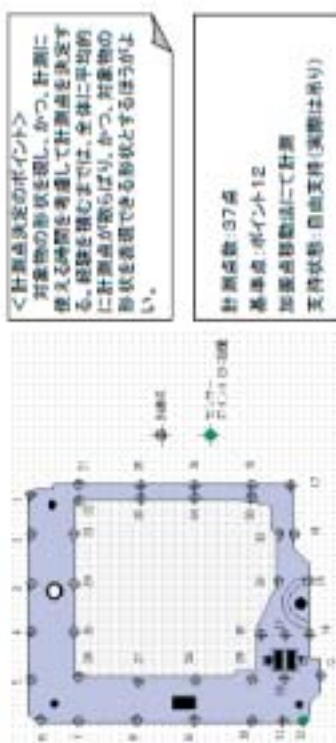


図3-3-2 計測点 (DVDフレームの裏面)

【参考】P162参照

【ポイント】
計測点の決定

【解説】
図参照

＜補足＞ 支持状態

実際の支持状態が望ましいが、今回は対象そのものの単独を解析することとし、吊りとした。

使用する器材

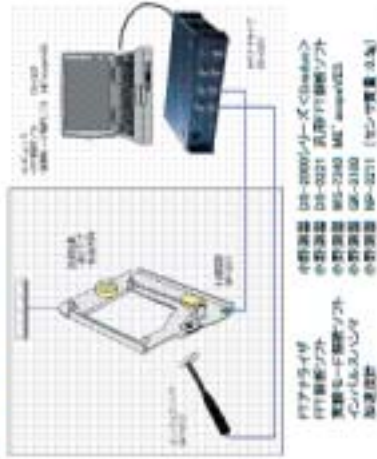


図3-3-3 実験装置の概要

【参考】P163参照

【ポイント】
使用する器材

【解説】
図参照



実験モード解析ソフトME'scopeVESの概要



図3-3-4 ME'scopeVESによる実験モード解析の例

【中キストP164参照】

【ポイント】

実験モード解析ソフトME'scopeVESの概要

【解説】

図参照

1) 実験モード解析ソフトME'scopeVES (エム イー スコープ ヴィーエス)

ME'scopeVESは、機械や構造物の振動や騒音などの動的/動的な挙動を可視化、解析ツール、3Dモデルの作成、測定データの表示、アニメーション機能を含む標準パッケージに、カーブフィットなどのモード解析オプションや構造変更オプションを組み合わせて使用する。

2) 画面の説明

<プロジェクトパネル>

プロジェクト内のデータファイルを一括管理。使用中のプロジェクト内のファイルリストが表示される。

<ストラクチャウィンドウ>

3Dのストラクチャモデルの作成、アニメーションに使用するクイックウィンドウである。

<データプロットウィンドウ>

測定データをインポートして、信号処理を行う。このデータをアニメーションソースとしても使用できる。カーブフィット機能はこのウィンドウにある。

<シェープラーブルウィンドウ>

カーブフィットを行って得られたシェープデータ(モードパラメータ)が格納される。アニメーションソースとして使用できる。



ME'scopeVESで使用される主なファイル



プロジェクトファイル	: DVD_DEMO.PPJ
ストラクチャファイル	: DVD_DEMO.STR
データプロットファイル	: DVD_DEMO.BLK
シェープラーブルファイル	: DVD_DEMO.SHIP

図3-3-5 ME'scopeVESで使用される主なファイル

【中キストP166参照】

【ポイント】

ME'scopeVESで使用される主なファイル

【解説】

図参照

<プロジェクトファイル(*.PPJ)>

1つまたは複数のストラクチャ、データプロット、シェープラーブルなどで構成される。

<ストラクチャファイル(*.STR)>

対象物の3Dモデルを形成、ポイント、ライン、三角面、四角面からなり、モードシェープを表示するときに使用する。データプロットのデータ(周波数)でのモード形状のアニメーションや、シェープラーブルのモード次数でのアニメーションを表示できる。

<データプロットファイル(*.BLK)>

例えば計測した周波数応答関数(伝達関数)のデータをインポートし、データプロットとして管理する。

<シェープラーブルファイル(*.SHIP)>

データプロットでカーブフィットした結果得られる、各共振周波数(固有振動数)の振動モード形状を保存できる。



ME' scopeVESによる実験モード解析手順

- ①対象の形状を定義したストラクチャファイルを作成
- ②測定データをインポートして、データブロックファイルを作成
- ③カーブフィット処理
 - 作成したデータブロックの周波数範囲のモード数を決める。
 - 周波数範囲のモードのモード周波数と減衰を計算する。
 - 求められた周波数及び減衰を各モードデータを計算し、シエーブファイルを作成する。
- ④アニメーション

【参考】P1166参照

【ポイント】

ME' scopeVESによる実験モード解析手順

【解説】

図参照

1)カーブフィット

伝達関数の解析式を想定し、この式中の固有振動数、減衰比、振動モードなどのモード・パラメータを適当な値にすることにより、実測された伝達関数とモデルの伝達関数とをできるだけ近似させるようにするものである。これは、モード解析において、構造物の動的応答を理論的に決定づけるとも言える。

2)実験モードパラメータ

測定データ(周波数応答関数(伝達関数))にカーブフィットして求める。モードパラメータは、測定データの周波数レンジ内のモードの周波数、減衰、レゾナンス(モードシエーブ)になる。



形状定義(その1)



図3-3-6 ME' scopeVESの作面オブジェクト一覧

【参考】P1167参照

【ポイント】

形状定義(その1)

【解説】

図参照

<注意> 計測点の選定とME' scopeVESの補間機能

ME' scopeVESには、計測データのないポイントのデータを近傍のデータから補間する機能もあるが、計測点選定の時に、計測点から作成した形状モデルが対象物の形状の特徴を表現できる、あるいは、確認した振動モード形状を表現できるように計測点を選定することが重要である。



形状定義(その2):ポイント



図3-3-7 ポイント作成(グリッドFON)

指定点番号は、計算ポイント
ト関になるように設定

【中々スリP108参照】

【ポイント】

形状定義(その2):ポイント

【解説】

図参照



形状定義(その3):ライン

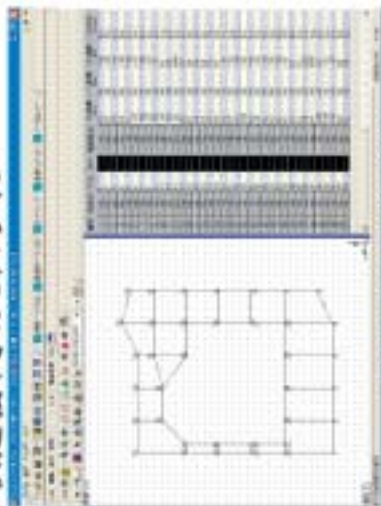


図3-3-8 ポイント作成(グリッドFON)

すべてのポイントをライン
で結ぶ。

【中々スリP108参照】

【ポイント】

形状定義(その3):ライン

【解説】

図参照



形状定義(その4): 三角形

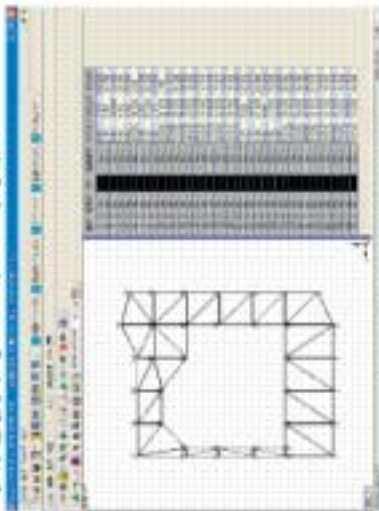


図3-3-9 三角形の面を貼った状態

【参考】P165参照

【ポイント】

形状定義(その4): 三角形

【解説】

同参照



計測データのインポート(その1)



図3-3-10 計測データのインポート画面
(インポートするデータファイルを選定した状態)

【参考】P170参照

【ポイント】

計測データのインポート(その1)

【解説】

同参照

計測したデータをMEscopeVLSにインポートする。

ファイル | インポート |

データブロックを実行すると、図3-3-10のウインドウが開く。

ファイルの場所: 計測データを保存したフォルダ[data]

ファイルの種類: [Ono Sokki Binary Format (*.DAT)]

とし、表示された計測データすべてを選択し、[開く]ボタンを押すとデータがインポートされる。



計測データのインポート(その2)



図3-3-11 自由度の設定

【中央スクリーン参照】

【ポイント】

計測データのインポート(その2)

【解説】

図参照

- 1)自由度が設定されているので、図3-3-11の画面が表示される。
- 2)ここでは、[OK]ボタンを押して次に進む。



計測データのインポート(その3)

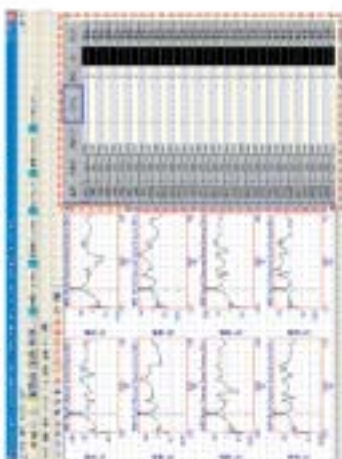


図3-3-12 取り込んだデータのストリップチャート表示

【中央スクリーン参照】

【ポイント】

計測データのインポート(その3)

【解説】

図参照

データを読み込み、ストリップチャート表示した画面である。



自由度 (DOF) の設定 (その1)



図3-3-13 自由度 (DOF) の変更

* DOF: Degree of Freedom (自由度情報) のこと。各測定センサーに対応する測定点の位置と方向の情報

【中々スライド172参照】

【ポイント】

自由度 (DOF) の設定 (その1)

【解説】

回参照

1) DOFジェネレータの表示

データプロックウィンドウのスプレッドシートのDOFのヘッダ部 (図3-3-12の青枠の部分) をダブルクリックすると、図3-3-13のDOFジェネレータが表示される。計測点の自由度 (DOF) を、ME scopesのDOFジェネレータを使い、図3-3-13のように自由度 (DOF) を定義する。

2) プリアンプDOF

基準となるセンサを設置した計測点の自由度である。

方向は、ストラクチャウィンドウで作成した対象物 (DVDドライブのフレーム) の座標方向に合わせて設定する。

3) ローピンダDOF

加振点移動法で対象物に対し同一方向でハンベリングしたため、インクリメントのチャックボックスにチェックをつける。



自由度 (DOF) の設定 (その2)

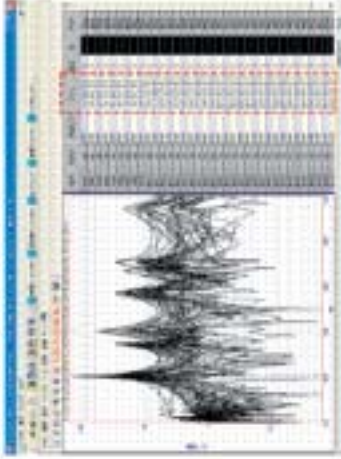


図3-3-14 取り込んだデータに自由度を設定しオーバーレイ表示

【中々スライド173参照】

【ポイント】

自由度 (DOF) の設定 (その2)

【解説】

回参照

1) 図3-3-14に自由度を設定したデータをオーバーレイ表示した画面を示す。

2) 同図の赤の破線で囲んだ部分に示すように、各計測点に対応した自由度 (DOF) が設定される。



測定データによるアニメーション(その1)



図3-3-15 動作方法

この例では、ポイント(測定点)数が37なので、DOFボタンを押して、DOFの動作が完了する。

これで、データプロックウィンドウで指定した測定数の振動モード形状及びアニメーションの表示が可能になる。



図3-3-16 DOF動作確認画面

【ポイント】

測定データによるアニメーション(その1)

【解説】

図参照

作成したストラクチャとデータプロックファイルを使い、アニメーション表示を行う。

データプロックウィンドウで、

ツール | トレースの動作

を実行する。



測定データによるアニメーション(その2)

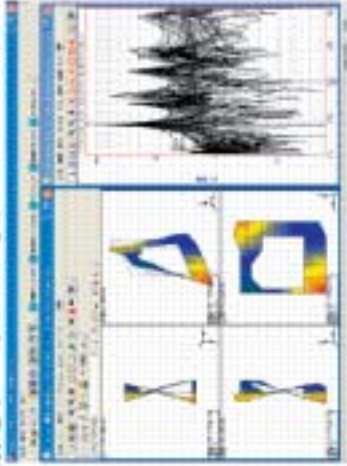


図3-3-18 測定データによる振動モード形状表示例

図3-3-17 各種カーソルの種類

左から、ラインカーソル、バンドカーソル、ピークカーソル、カーソル標準表示ボタン

【ポイント】

測定データによるアニメーション(その2)

【解説】

図参照

1)図3-3-18では、ラインカーソルを使って204Hzの振動モード形を表示している。

2)測定数の指定

各種カーソルを使用する。ME'scopeVESでは、図3-3-17に示すカーソルを使うことができる。

同図左から、ラインカーソル、バンドカーソル、ピークカーソル、カーソル値表示ボタンである。

3)ストラクチャウィンドウでの表示切り替え

同図の四面ビュー(4画面表示)の他、前面表示、トップ表示、右側表示、3Dビューとワンタッチで切り替えることができる。



カーブフィット

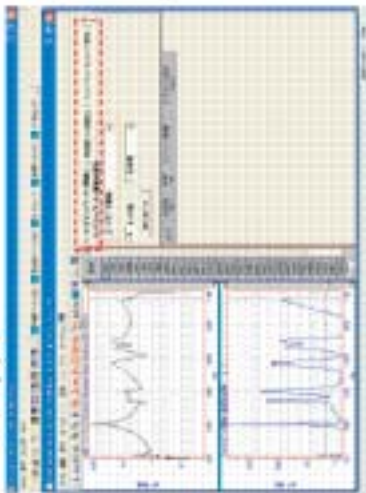


図3-3-19 カーブフィットパネル

カーブフィットを行い、モードパラメータ(モード周波数、モード減衰比、モードシエーブ)を定める。

【ポイント】

カーブフィット

カーブフィット

【解説】

図参照

1)データプロックウィンドウの

モード | モードパラメータ

を実行すると、図3-3-19)に示すようにカーブフィットパネルが開く。

2)ME'scope VESでは、同図の赤の破線部分のカーブフィットパネルの3つのタブ、

[1.モードインジケータ関数]

[2.周波数&減衰比]

[3.レンジアニュー&シエーブ保存]

を順番に操作して、カーブフィット処理を行う。



モードインジケータ関数

周波数応答関数の測定データ内(周波数レンジ内)に、いくつかのモード(共振周波数)が存在しているかを検出する。

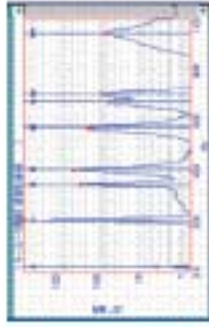


図3-3-20 カウントピークのメッセージ

3-3-21 モードインジケータのグラフウィンドウ

【ポイント】

モードインジケータ関数

モードインジケータ関数

【解説】

図参照

1)カーブフィットパネルの[1.モードインジケータ関数]タブを選択する。

ラインカーソルが表示されている場合には、

表示 | カーソル | ラインカーソル

を実行して非表示にする。

2)モードインジケータ関数の選択で、[モードピーク関数]を選択する。

3)[カウントピーク]ボタンを押すと、図3-3-20)のメッセージが出るので、測定データが加速度なので速部を選んで、[OK]ボタンを押す。

4)モード数の調整は、図3-3-21)に示すデータプロックウィンドウ左下のグラフの水平ラインカーソルで行う。

5)この水平ラインカーソルは、モードをカウントする際の閾(しきい)値である。右側のスクロールバーで高さを調整すると、カウントされるモード(赤い点が表示されているピーク)の数が変わる。閾値の下にあるモードは、カーブフィットの対象には含まれないため、カーブフィットしたいすべてのモード(ピーク)が含まれるように閾値を調整する。同図は、モード数を[9]になるように調整した例である。



周波数&減衰比

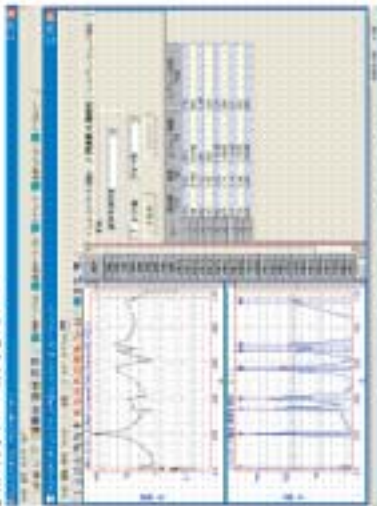


図3-3-22 周波数&減衰比計算の設定

【参考】176ページ

【ポイント】
周波数&減衰比

【解説】
四参照

1) [周波数&減衰比]タブを選択する。
ここでは、図3-3-22に示すように、直交多項式を選択し、[P&D]ボタンを押すと、周波数&減衰比計算されグラフウインドウの右下に表示される。
2) この例では、ピークが鋭いので、1度に9個のモードに対してカーブフィットを行っている。しかし、一般にノイズの多いデータなどは、できるだけ少ないモードを選択し、バンド幅を決めてカーブフィットを行う方が適切なモード周波数&減衰を求めることができる。



レジデュ-&シエーブ保存(その1)

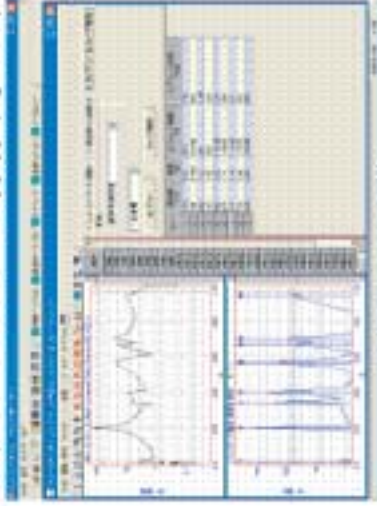


図3-3-23 レジデュの設定

【参考】177ページ

【ポイント】
レジデュ-&シエーブ保存(その1)

【解説】
四参照

1) [レジデュ-&シエーブ保存]タブを選択する。
ここでは、図3-3-23に示すように、[直交多項式法]、[一点参照]を選び、[レジデュ]ボタンを押す。
2) 図3-3-24の確認メッセージがあるので、[はい]を押すとレジデュが計算される。



レジデュ-&シェープ保存(その2)

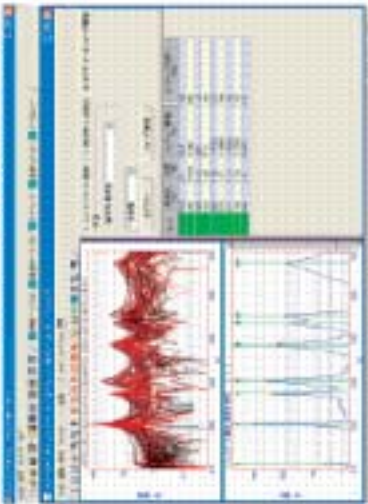


図3-3-25 レジデュの結果
(本計算点の計算データとカーブフィット結果をオーバーレイ表示)

【ポイント】

レジデュ&シェープ保存(その2)

【解説】

同参照

- 1) 図3-3-25)にレジデュの結果を示す。
- 2) これで、カーブフィットによりモードパラメータ(周波数、減衰比、モードシェープ)を求めることができた。
- 3) [シェープ保存]ボタンを押すと、図3-3-26の確認画面が出るので、[演換]ボタンを押して、レジデュの結果を保存する。
- 4) 以上で、カーブフィット処理を終了する。データプロックウィンドウのカーブフィット | 閉じる
を実行して、カーブフィット処理を終了する。



図3-3-26
シェープテーブル保存画面

【参考】



振動モード形のアニメーション(1次モード)

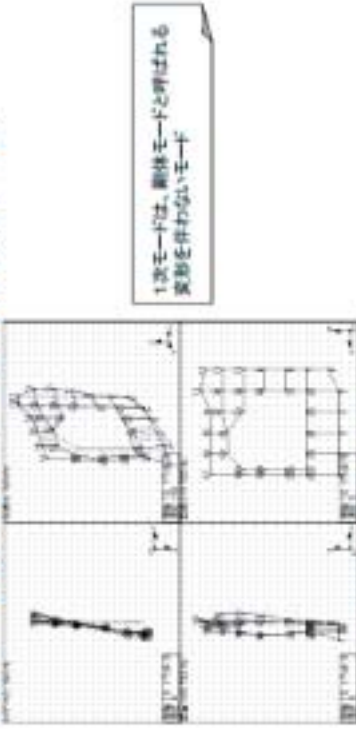


図3-3-27 1次モード(19.3Hz)

【参考】

【ポイント】

振動モード形のアニメーション(1次モード)

【解説】

同参照

1) キーボードメニューの

ツール | トレースの割付け

を実行し、表示されるダイアログボックスで、[はい]を選択する。

2) シェープウィンドウのシェープの番号をクリックすると選択された番号が緑色になる。

3) スタックウィンドウの

作図 | アニメーション

を実行すると、スタックウィンドウにアニメーションが表示される。

4) ここでは、カーブフィットの結果、9個のモードが得られたので、それぞれ1次～9次モードと呼ぶことにする。



測定データによるアニメーション(2・3次モード)

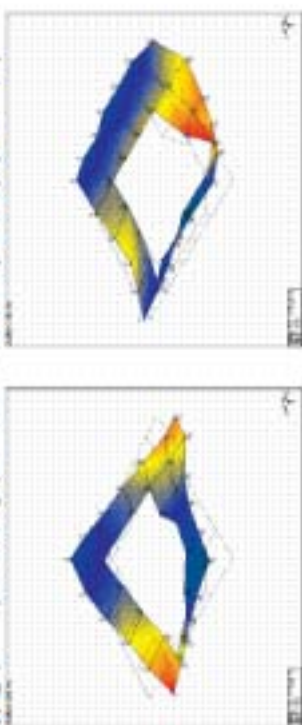


図3-3-28 2次モード(204Hz)

図3-3-29 3次モード(345Hz)

【参考】P185ページ

【ポイント】

測定データによるアニメーション(2・3次モード)

【解説】

図参照



測定データによるアニメーション(4・5次モード)

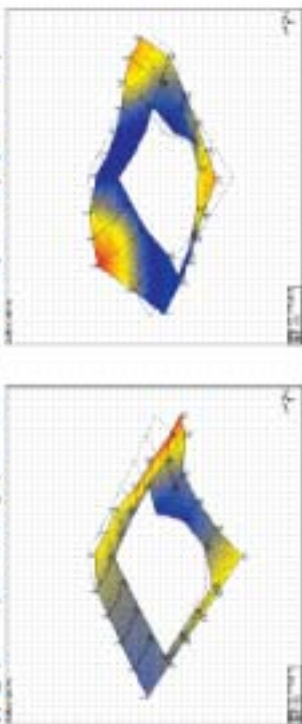


図3-3-30 4次モード(409Hz)

図3-3-31 5次モード(566Hz)

【参考】P186ページ

【ポイント】

測定データによるアニメーション(4・5次モード)

【解説】

図参照



測定データによるアニメーション(6・7次モード)

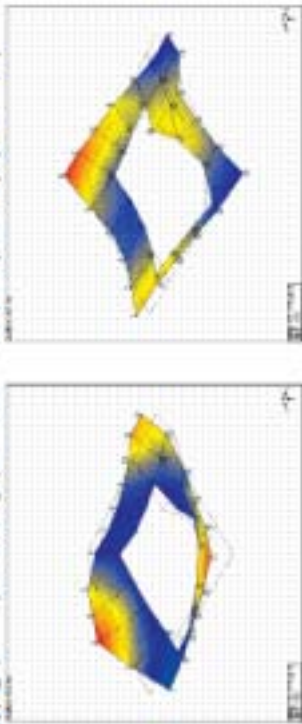


図3-3-32 6次モード(572Hz)

図3-3-33 7次モード(671Hz)

【参考】

【ポイント】

測定データによるアニメーション(6・7次モード)

【解説】

図参照
<参考>

図3-3-33の7次モードと図3-3-34の8次モードは、ほとんど同じモード形状であるが、7次モードの点30付近の振動形状が異なることを確認できる。



測定データによるアニメーション(8・9次モード)

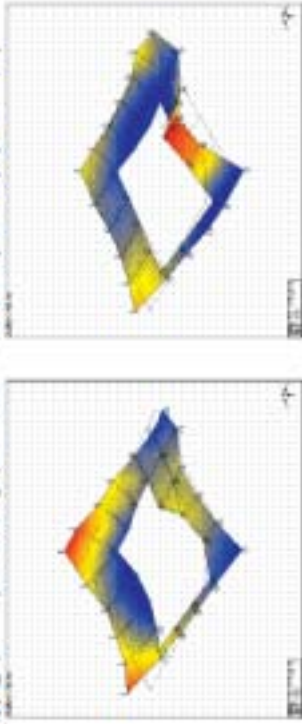


図3-3-34 8次モード(702Hz)

図3-3-35 9次モード(944Hz)

【参考】

【ポイント】

測定データによるアニメーション(8・9次モード)

【解説】

図参照
<参考>

図3-3-33の7次モードと図3-3-34の8次モードは、ほとんど同じモード形状であるが、7次モードの点30付近の振動形状が異なることを確認できる。