

質問

振動試験（加振試験）の解析はできますか？

回答

応力解析の調和解析で可能です。

強制振動の周波数によって振動の形態が変化する様子を解析結果として見ることができます。（応力解析例題50を参照）

共振解析および調和解析を順番に実施することで共振周波数にフォーカスした振動解析を効率的に行うことができます。

具体的な手順は詳細資料を参照してください。

振動試験の解析手順

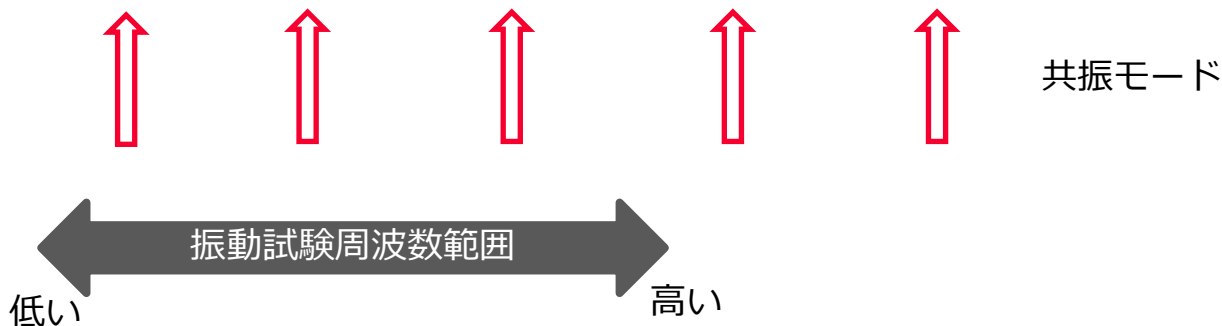
N6F1



- モデル作成
- 共振解析→共振周波数の把握
- 調和解析→振動解析のシミュレーション

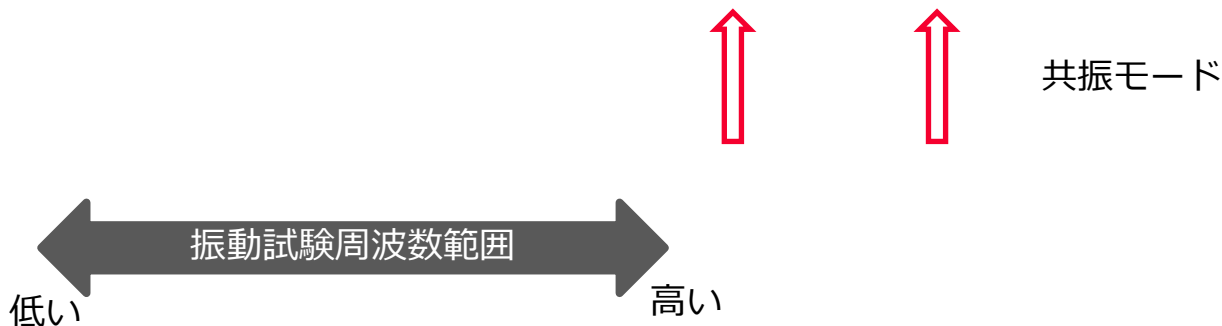
- 共振解析の変位や応力は相対値（絶対値は求められない）
- 調和解析の変位や応力は絶対値（ただし、機械的ロス設定が必須）
- 振動試験の周波数範囲に共振周波数が含まれる場合
 - その共振周波数において変位や応力が大きくなる
 - 前後で細かく周波数スイープさせてピークを逃さない
- 振動試験の周波数範囲 A に共振解析の結果の周波数範囲 B が全く含まれない場合
 - $B < A$ の場合は共振解析のモード数を変更して共振解析
 - $A < B$ の場合はさらなる共振解析は不要であり、適度に A の範囲で周波数スイープさせた調和解析を行う。

共振解析と調和解析の関係図 1



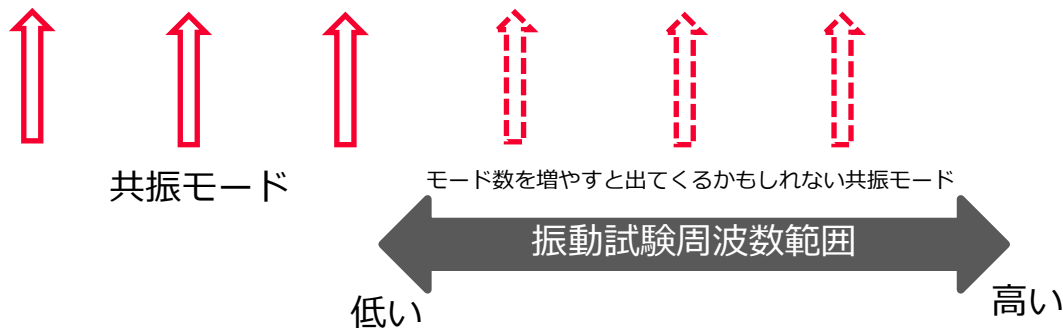
振動試験の周波数範囲の共振モードにフォーカスした調和解析を実施する
上図の場合は3つの共振モードにフォーカス

共振解析と調和解析の関係図 2



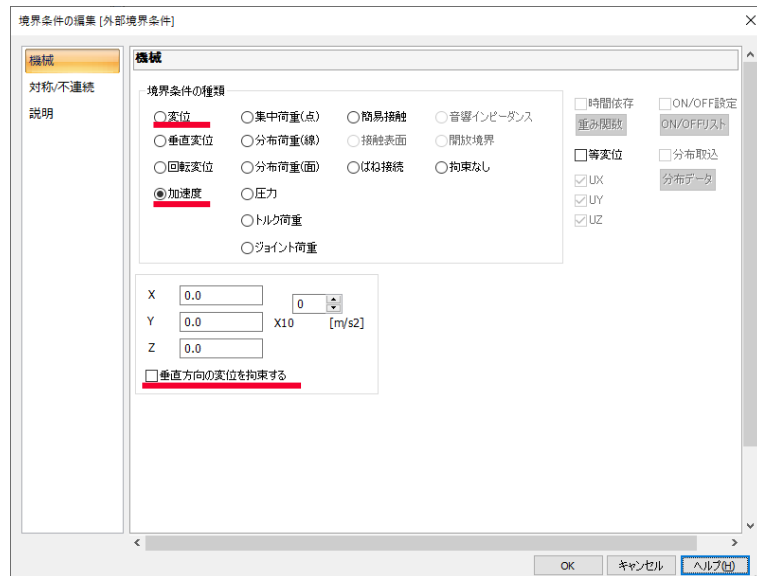
振動試験の周波数範囲の共振モードが存在しない場合、試験範囲で適度に周波数スイープさせた調和解析を実施

共振解析と調和解析の関係図 3



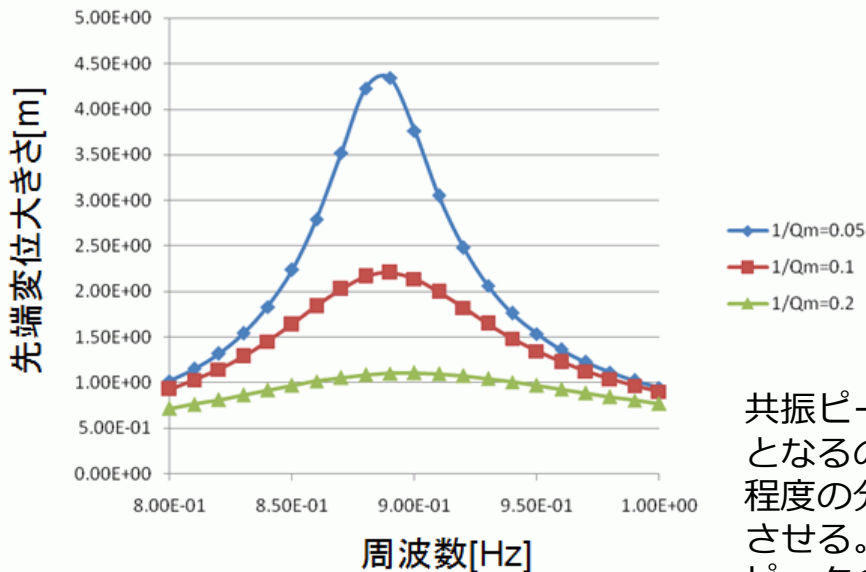
共振解析結果の共振モードの周波数が試験範囲よりも低い場合、さらにモード数を増やすと試験範囲の共振モードが得られる可能性がある。

境界条件（調和解析の振動条件設定）

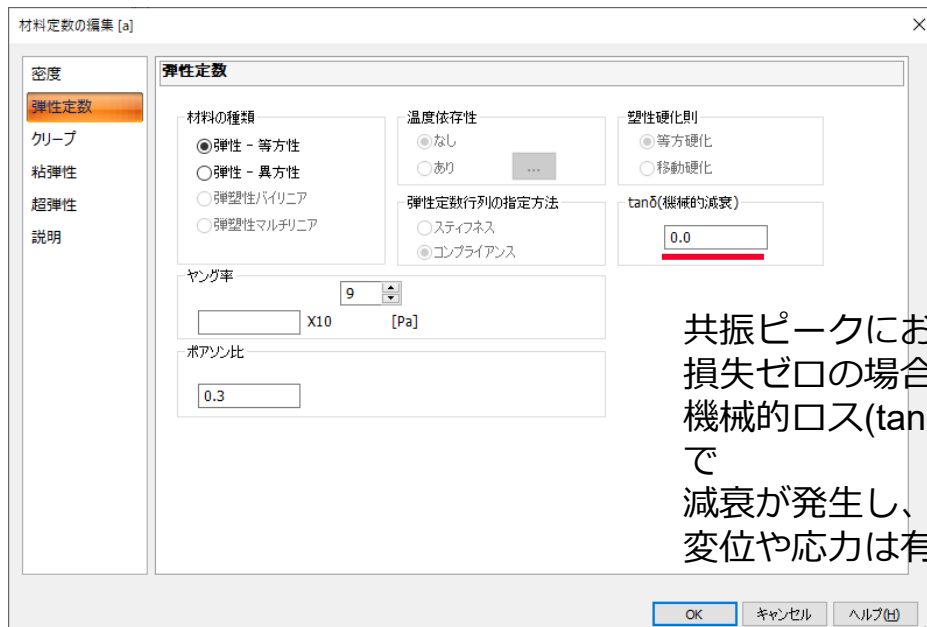


振動試験機に取り付ける
部位（面）に対して
振動振幅の場合は変位
振動加速度の場合は加速度
の境界条件を設定する

加速方向以外に変位を拘束
する場合は
「垂直方向の変位を拘束する」
オプションをチェックする。



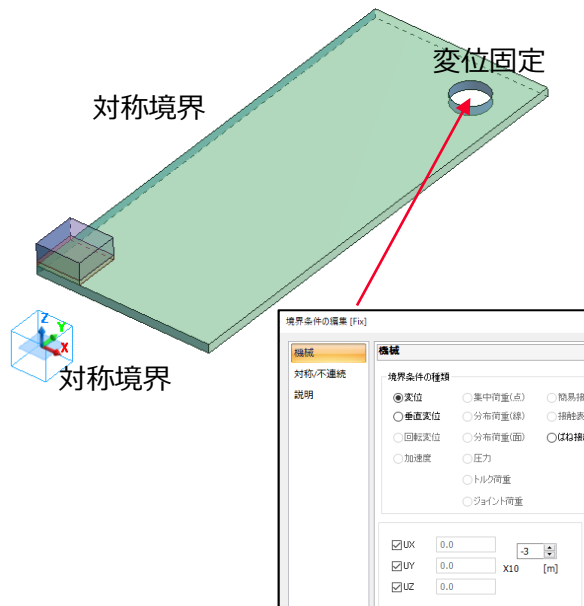
共振ピークで変位や応力は極大となるので、そのピークを逃さない程度の分解能で周波数スイープさせる。
ピークのとがり具合は $\tan\delta$ ($1/Q_m$) に依存する。



共振ピークにおける変位や応力は損失ゼロの場合は無限大となる。機械的ロス(tanδ)を設定することで減衰が発生し、共振ピークにおける変位や応力は有限値となる

以下にあらかじめ共振解析で共振周波数を求めたあと、その共振周波数における調和解析を行った解析事例を示します。

解析モデル（共振解析）

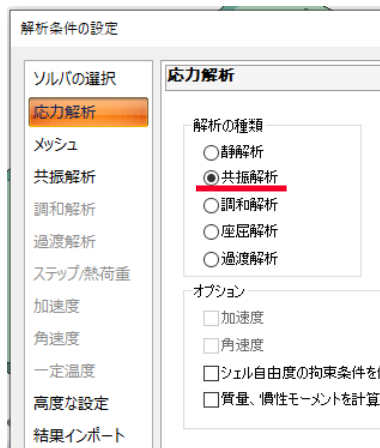


基板の中央に部品が実装された状態をイメージした1/4対称モデルです。

対称面には対称境界を設定しています。

基板の隅に空いた穴の内側に変位固定境界条件（Fix）を付与しています。

解析条件（共振解析）



共振モードでは解析で求めるモード数を変更することができます。
初期値は3です。

解析結果（共振解析）

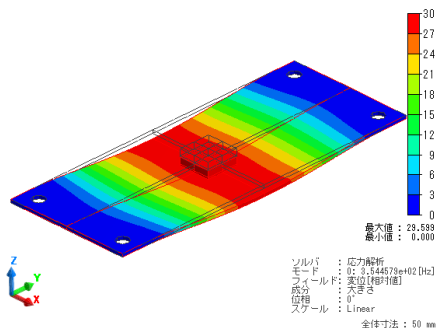
テーブル

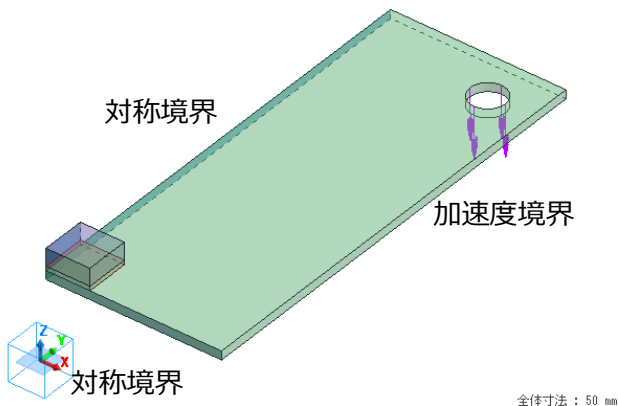
共振周波数[Hz]	収束判定	有効質量[kg]	有効質!
0: 3.544579e+02[Hz]			
1: 2.238771e+03[Hz]			
2: 2.785821e+03[Hz]			

実位相補正倍率: 0.448e-5

共振解析の結果、354.4579Hzが基本周波数であることが分かります。

振動モードの形状は変位図表示から把握できます。（変位は相対値）





基板の中央に部品が実装された状態をイメージした1/4対称モデルです。

対称面には対称境界を設定しています。

基板の隅に空いた穴の内側に加速度境界を設定しています。→次スライド参照

境界条件（加速度）

境界条件の編集 [accel]

機械

対称/不連続

説明

機械

境界条件の種類

変位 集中荷重(点) 簡易接触 音響インピーダンス

垂直変位 分布荷重(線) 接触表面 開放境界

回転変位 分布荷重(面) ばね接続 拘束なし

加速度 圧力

トルク荷重

ジョイント荷重

X

Y

Z

垂直方向の変位を拘束する

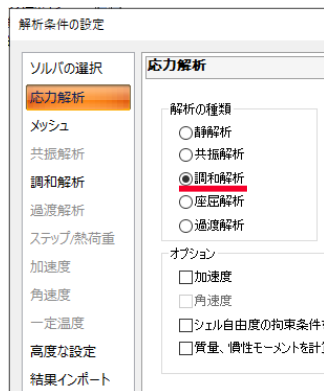
Z方向に10Gの振動加速が印加される場合を想定しています。

垂直方向変位の拘束はZ方向以外の変位を拘束する場合にチェックします。

ここではXY方向には変位が固定されている状態※を想定します。

※試験治具に固定されている状態

解析条件（調和解析）



355Hz付近の共振モードのピークを含むような周波数スイープ設定としています。

材料定数の編集 [006_ガラスエポキシ From 材料データベース *編集箇所あり]

密度

弾性定数

クリープ

粘弾性

超弾性

説明

弾性定数

材料の種類

弾性 - 等方性

弾性 - 異方性

弾塑性バイリニア

弾塑性マルチリニア

温度依存性

なし

あり

弾性定数行列の指定方法

スティフネス

コンプライアンス

塑性硬化則

等方硬化

移動硬化

tanδ(機械的減衰)

0.001

ヤング率

10

2.1 X10 [Pa]

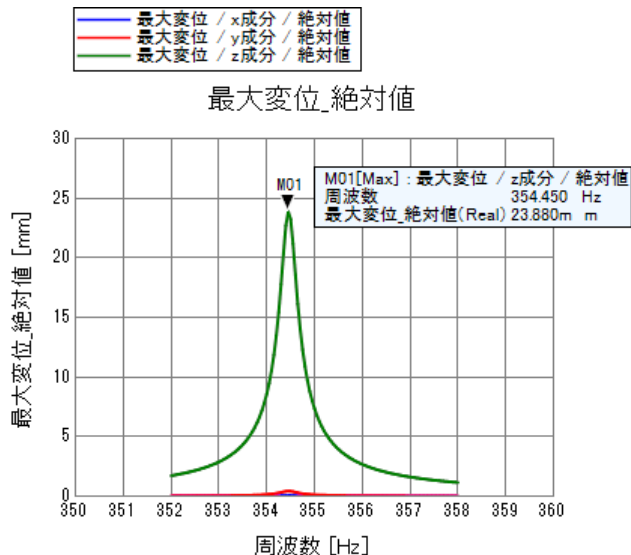
ポアソン比

0.3

調和解析で共振ピークにおける変位や応力の絶対値を算出するには材料の機械的減衰の設定が不可欠です。

ここでは仮に基板（ガラエポ）の機械的損失を0.001としています。

解析結果（調和解析）

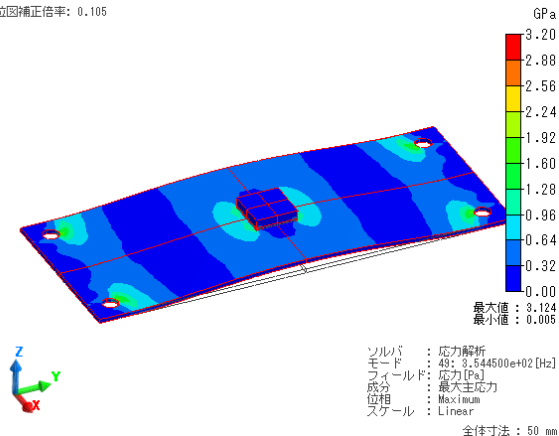


計算値テーブルの最大変位からグラフを出力しています。

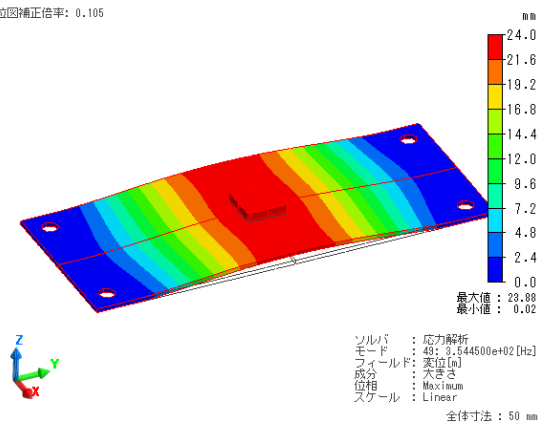
共振解析の結果とほぼ同じ周波数において最大変位のピークが見られています。

解析結果（調和解析）

変位図補正倍率: 0.105



変位図補正倍率: 0.105



共振ピークにおける最大主応力と変位の大きさの最大値を表示しています。
各フィールドの値は位相設定によって変化しますので、最大値を求める場合は
Maximumを選択します。