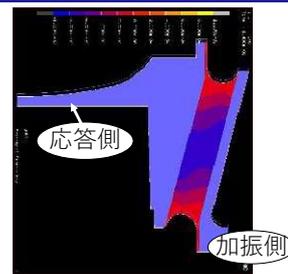
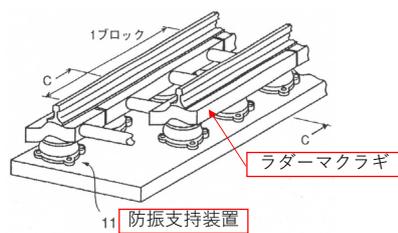


時刻歴応答解析手順

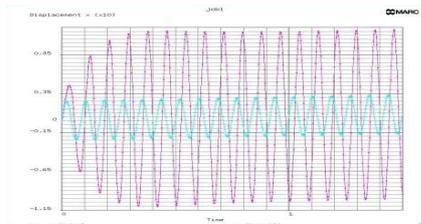
2026.3.11 寺子屋 萩本

まず固有値から

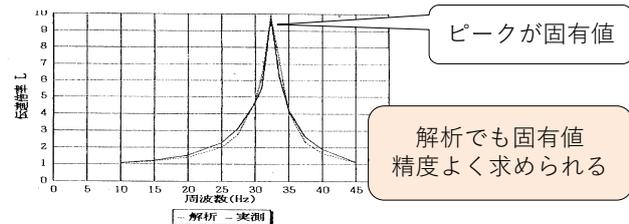
固有値とは、例：ラダー型防振ゴムの応答解析



加振側vs.応答側変位

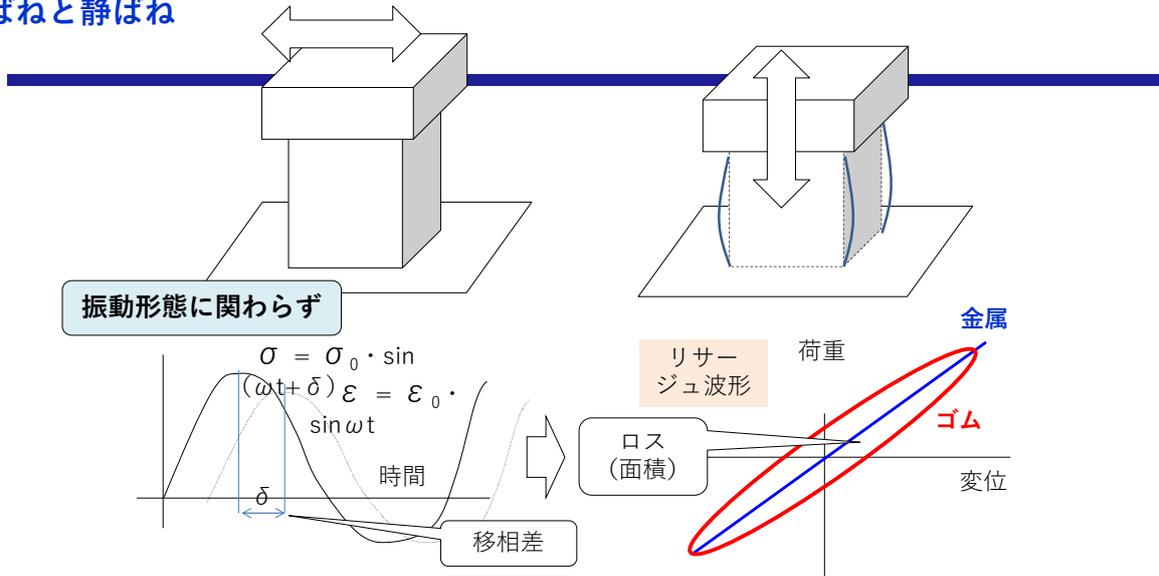


加振-応答倍率（振動特性）



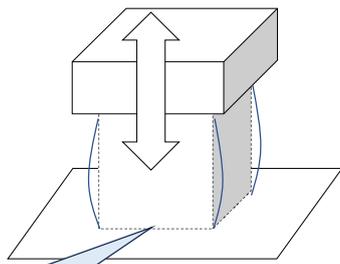
通常の固有値解析なら1つの解析、短時間で済む。時刻歴応答解析は計算コストは非常に大きくなる。

動ばねと静ばね



手計算でもFEM解析でも形状が決まれば、データベース/動解析から動ばねを求められる。

固有値は直接解析で求められない

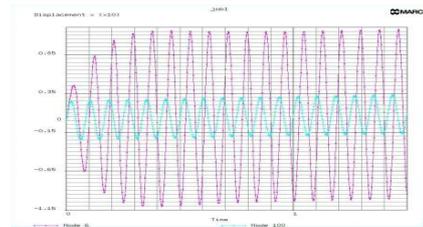


下面(加振側)に
正弦波加振

正弦波加振は、テーブルで設定してください。
変位条件に、振幅を入力、その後テーブルを設定、選択する。
テーブルは時間vs加振正弦波 (sin(v1*2*pi()*周波数

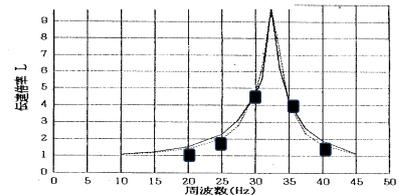
質量密度に注意
現在のバージョン(2025)はton/mm³になっている。
バージョンによっては、N・Sec²/mm⁴に注意。
※本来tonはおかしいが・・・

加振側vs.応答側変位



それぞれの周波数で、加振側と応答側の変位で倍率を求め、周波数と倍率をプロット。

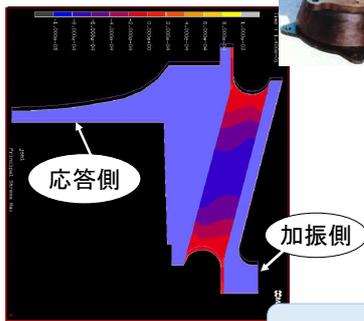
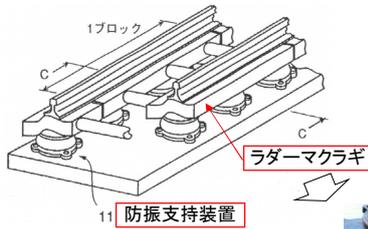
加振-応答倍率(振動特性)



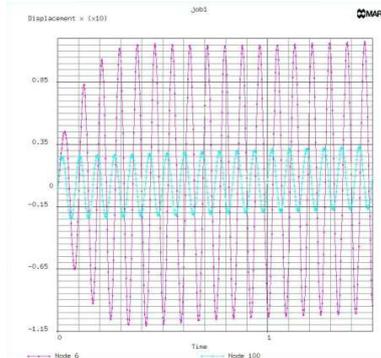
固有値は始めはわからないはずなので、10Hzごとに解析、挟み込みで推定-特定になります。

ゴムの固有値は応答解析のピークで・・・

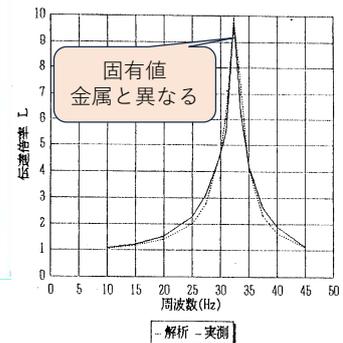
固有値は粘弾性時刻歴応答で、各周波数の応答倍率から求める。



加振側vs.応答側変位



加振-応答倍率 (振動特性)



ゴムの固有値は直接粘弾性係数を入れた固有値解析では求められない。

解析手順

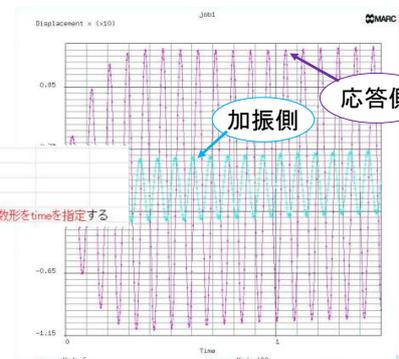
モデル作成後、また、超弾性係数は粘弾性を扱うための調整を的確にする。

- 1) 応答側、加振側、他の密度を正確に入力
注) 密度は水 $1 \text{ g/cc} \Rightarrow 1 \text{ N/mm}^3 \div 9800 \text{ mm/Sec} \Rightarrow 1.01 \text{ e-9N} \cdot \text{Sec/mm}^4$
ちなみにベンダー説明 1e-9ton/mm^3 と説明。
- 2) 初期条件 自重を30秒程度で負荷
この時底面は、上下方向高速(ゼロ変位)
- 3) 30秒後に正弦波加振を、下面に与える。
MARCでの条件式、 $A \sin(v1 \cdot \text{角振動数})$ としてテーブル機能を入力
 A を振幅とするか、メインの変位入力に振幅(例えば0.1mmなど)とする。

※少なくとも安定するまで10波、また、1波は36分割以上とすることが望ましい。

この時の加振側と応答側の変位の比を応答倍率として前頁のようにプロットしてピークを求める。ただし、ピークは狭み込みで特定する。

テーブルへの式を入力
 $A \sin(2\pi \cdot 14\pi \cdot v1)$
 A :定数
 $v1$:変数で時間
おおもとの関数形をtimeを指定する



注意) MARCでは正確に言えば、前ステップの荷重を継承するため固有値解析で自重を与える場合は注意を要する。