

E:\DATA\●☆最近のデータ解析マニュアル
周波数応答解析の実用化-定義方法230224.pptx

周波数応答解析の実用化

2023.2.24 寺子屋 萩本

周波数応答解析でのモデル及び材料定義

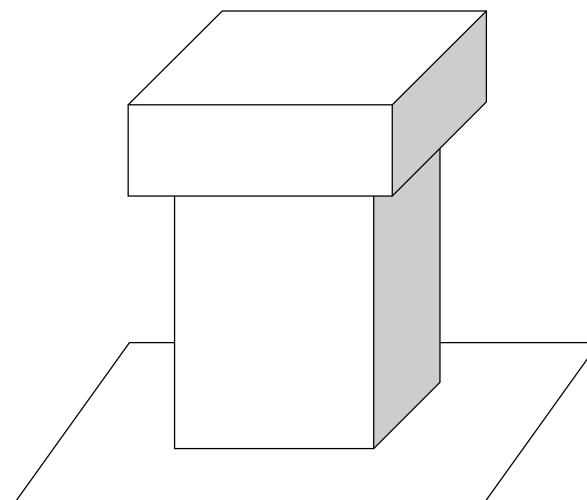
動的バネ定数の基本部

固有値は次の式で定義される

$$Fn = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

- 1 バネを小さくすると、固有値が小さくなる。
- 2 質量を大きくなると固有値が小さくなる。
実用的には、減衰を大きくすると
固有値も応答倍率も小さくなる。

今回のモデルは下記のように定義し、固有値解析を実施。
金属(鉄)とゴム部はネオフックC10=1.0として計算した。



結果

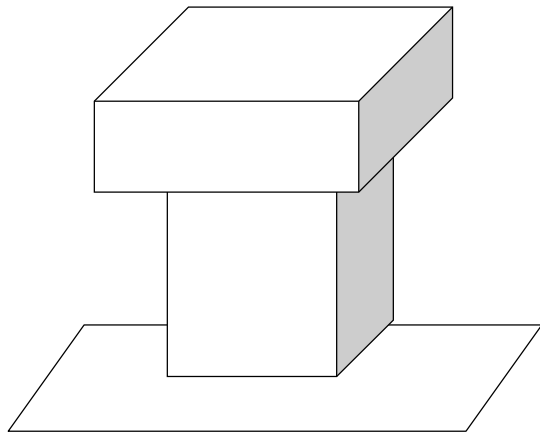
ねじり 134Hz

抉り 140Hz

圧縮(上下) 1次:485Hz 2次:1977Hz

調和応答解析の定義方法

基本モデル



材料剛性(静解析及び時刻歴応答解析)

静特性や時刻歴応答解析を行う場合、超弾性データのみで解析を行う場合と粘弾性データを加えて緩和、ダンピングを考慮する場合剛性低下が発生する。

荷重並びに反力

超弾性解析結果、
超弾性(Mooney、Ogdenなど)

>

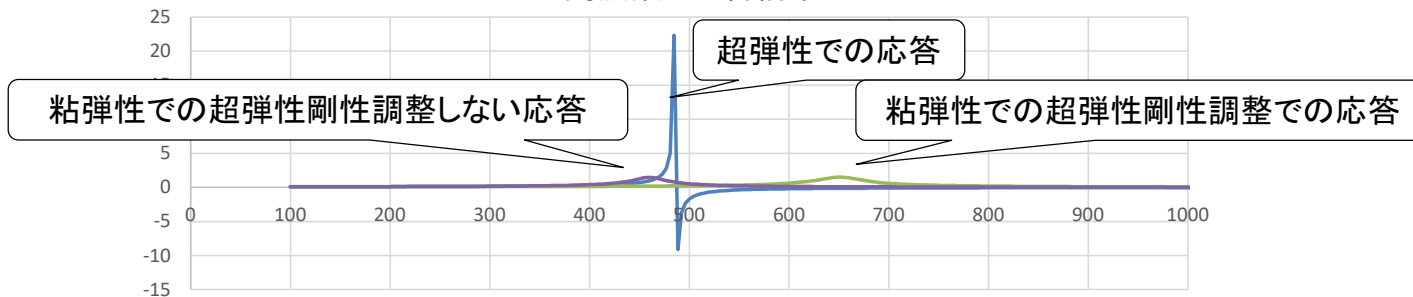
粘弾性解析は、
超弾性(Mooney、Ogdenなど)
+ 粘弾性緩和係数(Proney級数)

その為、粘弾性解析を行う場合は同等の剛性を示すよう、次ページからの調整が必要。

固有値解析の場合の粘弾性係数は無視される。

同様に、調和応答解析時の緩和係数(Viscemoon)は同様に無視されることが判明

周波数vs応答倍率



結論

調和応答解析を行う場合、粘弾性解析時の剛性(超弾性係数)の調整は不要。
(これまでのφ関数同様)ダンピング係数のみ引き継がれると考える。
また、ダンピングが大きくなるにつれて低周波数側にシフトし、理論会と同様になる。

粘弾性解析の基本構成

粘弾性解析は、

超弾性 (Mooney、Ogdenなど) + **粘弾性緩和係数** (Proney級数) で定義します。

実際の解析 **超弾性定義** + **粘弾性定義**



一般的にMooney、Ogdenが使われます。

Mooney式 $W = C_{10} (I_1 - 3) + C_{01} (I_2 - 3) + C_{11} (I_1 - 3) (I_2 - 3) + C_{20} (I_1 - 3)^2 + C_{30} (I_1 - 3)^3$

Ogden式 $W = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i}{\alpha_i} (\lambda_1^{\alpha_i} + \lambda_2^{\alpha_i} + \lambda_3^{\alpha_i} - 1)$

粘弾性定義



Proney級数

$$\sigma(t) = \varepsilon(t) \sum_{i=1}^N E_i e^{-t/\tau_i} + \varepsilon(t) E_e$$

定義例

Viscelmoon/(viscelogd)

1	8
0.05000	1.0000e-10
0.35000	1.0000e-08
0.30000	1.0000e-07
0.20000	1.0000e-05
0.02000	1.0000e-01
0.03000	1.0000e+01
.....

緩和剛性 (E_i) 緩和時間 (τ)

個別に定義しますが、残念ながら、

それぞれの **超弾性係数** + **粘弾性係数** では正しい解析できません。

簡易粘弾性データ定義方法

ここに粘弾性データを加えると

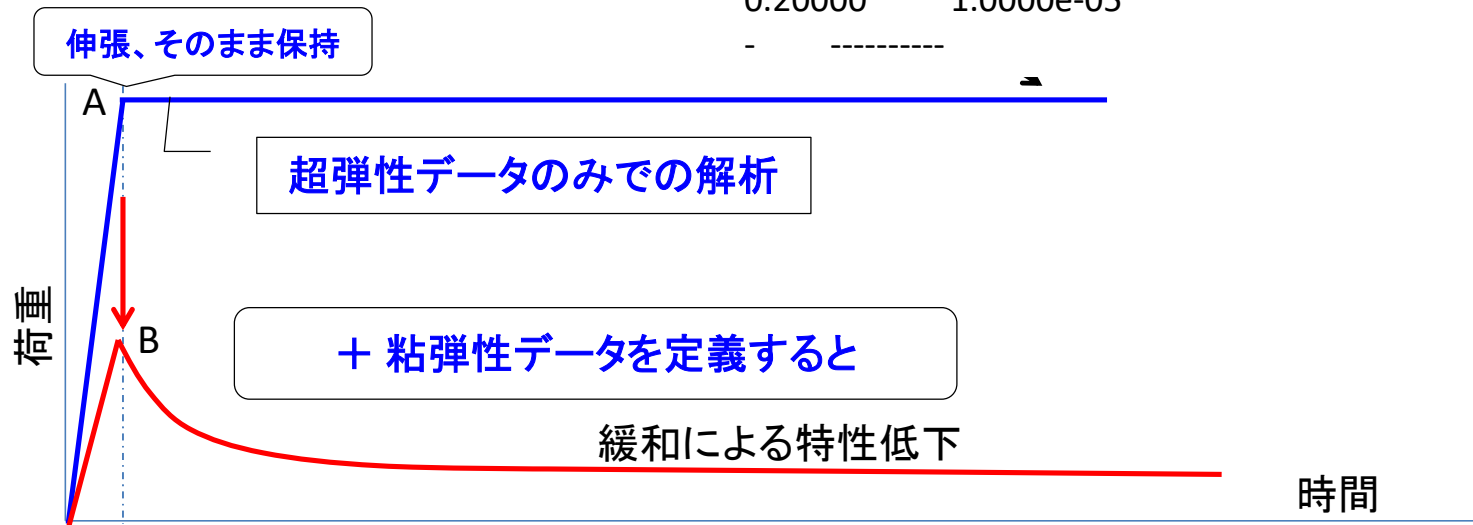
超弾性定義(剛性) + 粘弾性定義(緩和)

超弾性データ

単位: N/mm ²				
C10	C01	C11	C20	C30
5.6571E-01	-2.0063E-01	1.2288E-01	-1.4594E-01	2.9926E-03

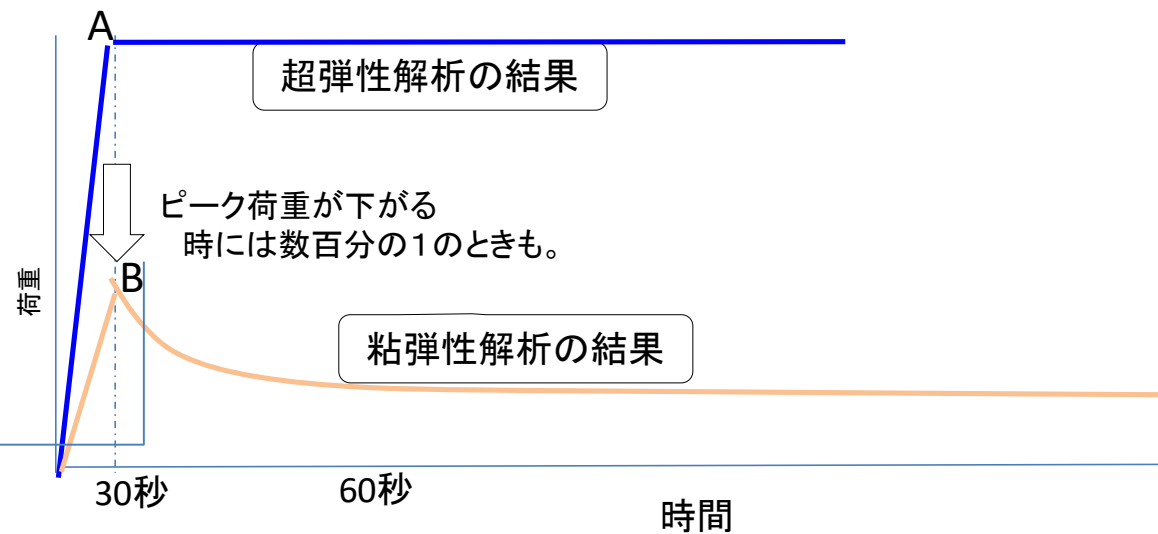
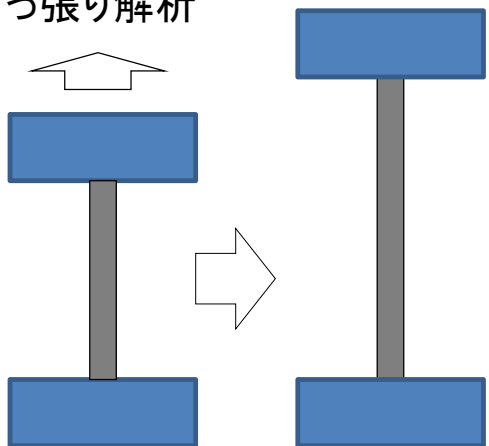
粘弾性データ

1	8
0.05000	1.0000e-10
0.35000	1.0000e-08
0.30000	1.0000e-07
0.20000	1.0000e-05
-	-----

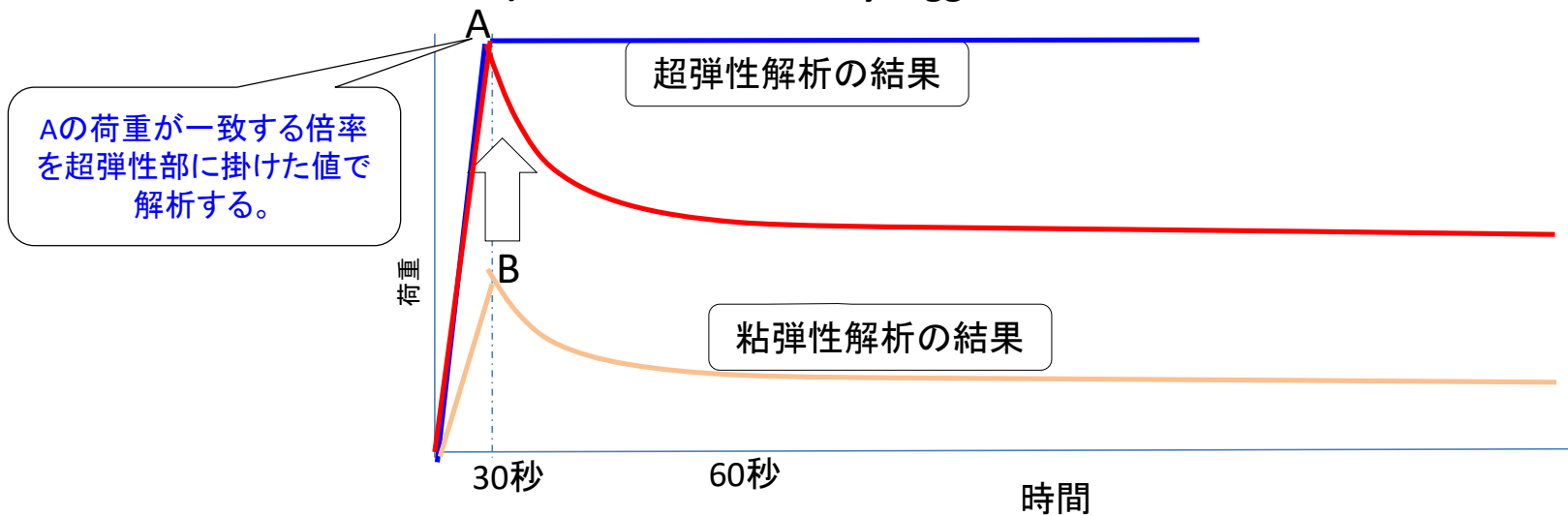


時間依存映画ないため、ピーク荷重を保つ。

例) 引っ張り解析



2) 倍率 (A/B) を超弾性部 (Mooney, Oggden 係数) に乗じて解析実施



重要な補正
超弾性定義の補正

粘弾性解析

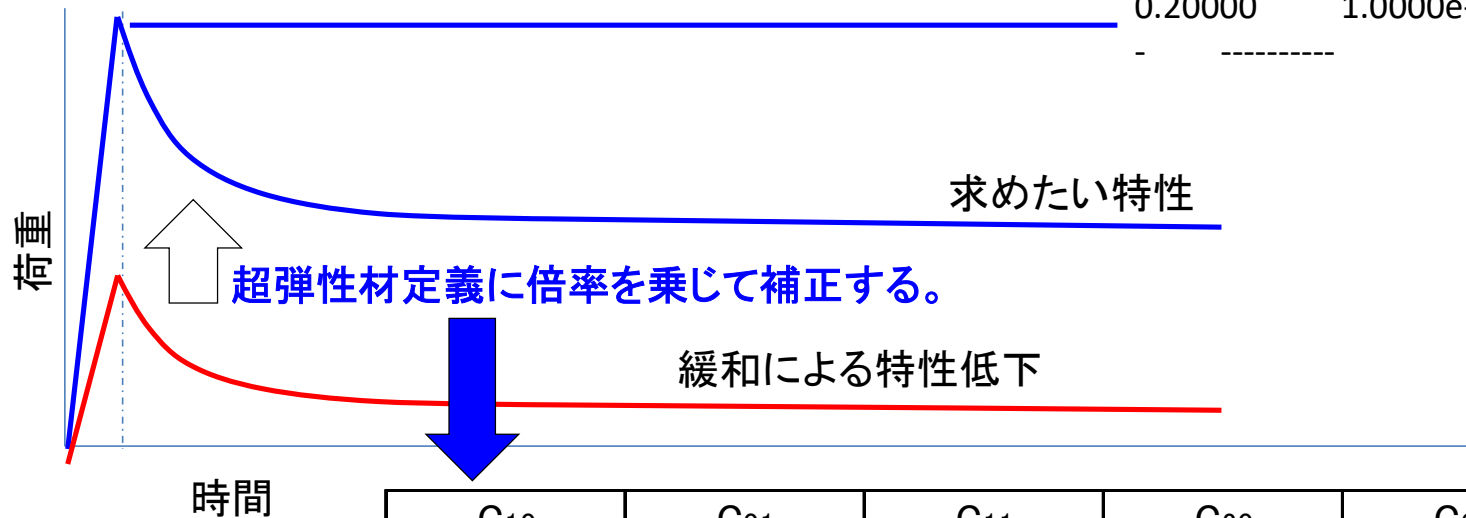
超弾性定義(剛性) + 粘弾性定義(緩和)

C10	C01	C11	C20	C30
5.6571E-01	-2.0063E-01	1.2288E-01	-1.4594E-01	2.9926E-03

単位: N/mm²

Viscelmoon/(viscelogd)

1	8
0.05000	1.0000e-10
0.35000	1.0000e-08
0.30000	1.0000e-07
0.20000	1.0000e-05
-	-----



超弾性材定義に倍率を乗じて補正する。

緩和による特性低下

C10	C01	C11	C20	C30
1.8867E+01	1.9666E+00	5.5673E+01	-2.7837E+01	9.2183E-02

粘弾性低下分を補正することで速度依存も表現

粘弾性定義すると緩和により十分小さい荷重になるため、超弾性=ゼロ秒後の大きな値が必要(数百倍)

簡易粘弾性データ定義方法

