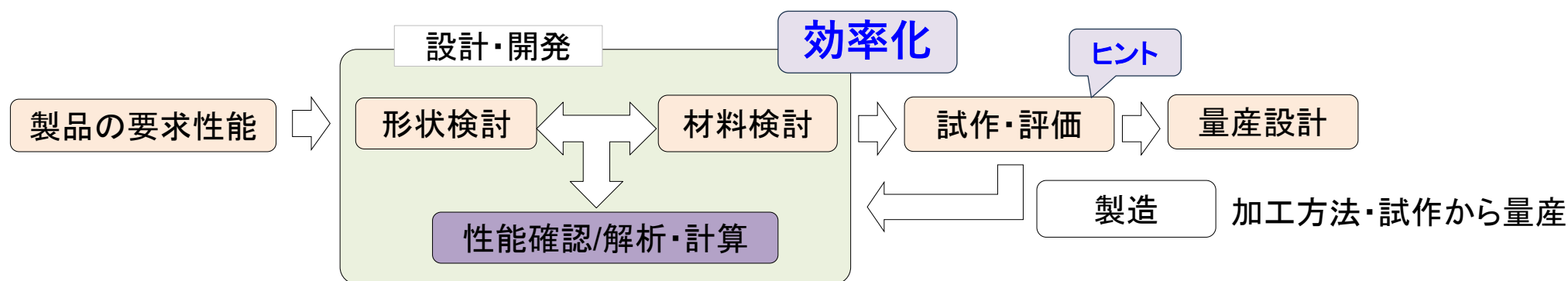


< 製品の設計・開発フローでの解析の役割 >

ゴム製品開発～加工まで



材料検討

配合開発・加工・耐久性検討

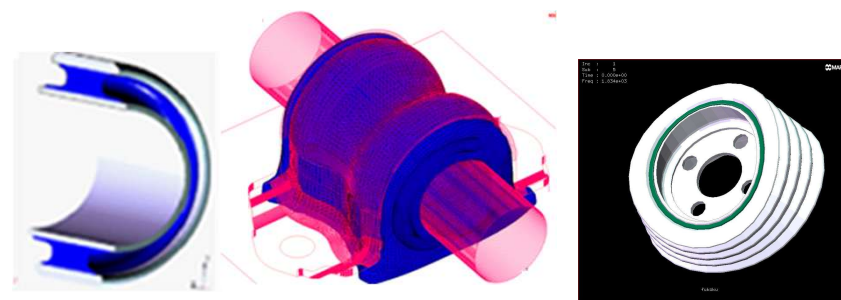
防振ゴムは一般的に大きいので天然ゴムNRが多い。

耐油: ニトリルNBRゴム 耐熱: エチレンEPゴム 耐候: クロロプレンCRゴム

前工程 接着工程 金具脱脂 ⇒ 金具表面処理 ⇒ 接着剤塗布 ⇒ 加硫・加工

後工程 仕上工程 バリ取り、注入行カット、絞り、矢通し

後処理 防錆加工(オイル、表面処理) 摩擦低減、カットなど
※カット: ラジエターパッキンは、□断面カットから○へ
後工程も紹介

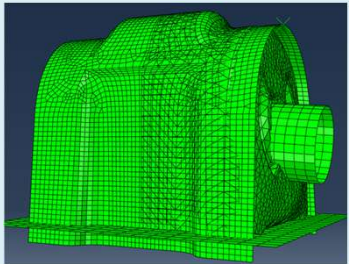


今回のサポート内容について

実用化

解析モデル化

現在の解析状況



条件設定

材料定義

解析方法

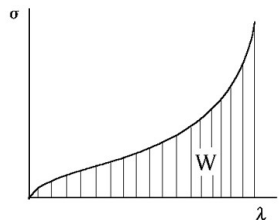
結果確認

改善

解析用材料定義

ゴムの超弾性体定義

基本式 $W = W(I_1, I_2, I_3)$ 伸張比 $\lambda = 1 + \varepsilon$ として二軸試験から定義



二軸試験概要

① Mooney型

$$W = \sum C_{ij} (I_1 - 3)^i (I_2 - 3)^j$$

② Ogden型

$$W = \sum \frac{\mu_i}{\alpha_i} (\lambda_1^{\alpha_i} + \lambda_2^{\alpha_i} + \lambda_3^{\alpha_i} - 3)$$

解析方法の確立

Step1 解析方法の診断

材料、解析設定、現状の確認

Step2 解析方法の確立

次ページに示すような、ゴム独特の解析予測精度の向上を適用する。

Step3 標準化、解析収束性の改善

社内基準、標準的な解析方法の確立したものを社内展開方法等お手伝い

材料定義は精度アップに直結しますが、
解析方法を共に改善しないと、
十分ではありません。

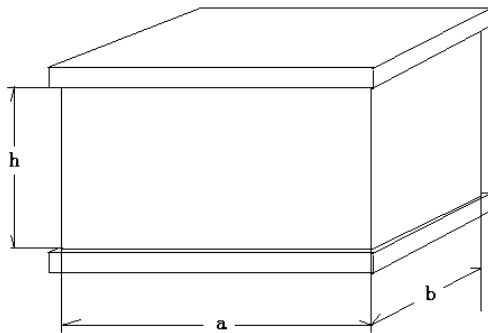
具体的設計方法/古典的方法

角柱のバネ定数(圧縮)

$$k = E \cdot \pi r^2 / h$$

$$E/G = 3 + 6.508S^2$$

$$S = ab / \{2(a+b)h\}$$



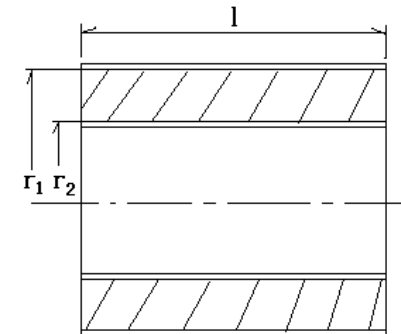
形状率が
関係

ブッシュのバネ定数 (半径)

$$k = \pi (E+G)l / \ln(r_2/r_1)$$

$$E/G = 4 + 3.290S^2$$

$$S = l / \{(r_1 + r_2) \cdot \ln(r_2/r_1)\}$$



EXCELなどで
簡単に

日本車両様出版・防振ゴムより

マウント形状概要



Engine Mounting



Hose Clamp

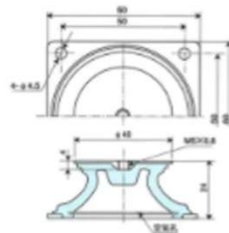
V形防振ゴム KC



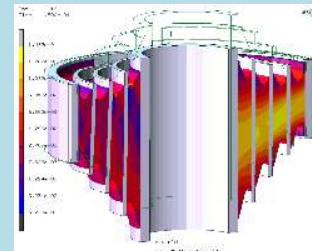
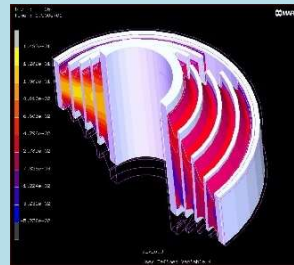
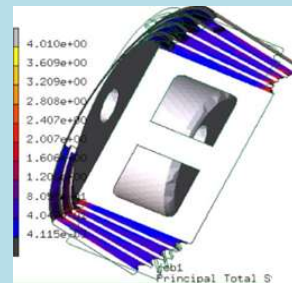
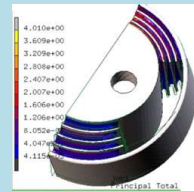
中板を入れることでばねを格段にアップ
設計はブッシュよりマウント分割がよく合う



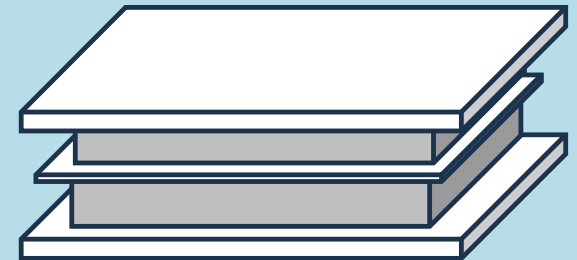
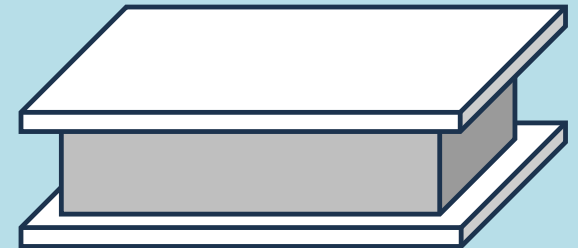
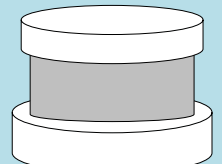
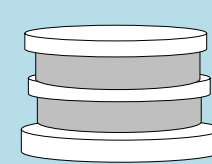
エアダンパー WFタイプ



金具が移動不可 ⇒ 残留ひずみ



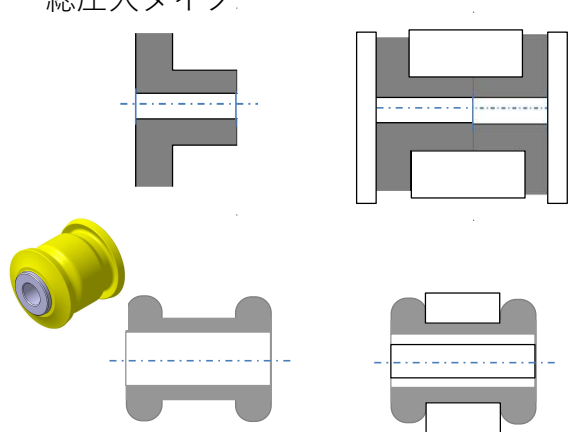
積層タイプ⇒ばねアップ



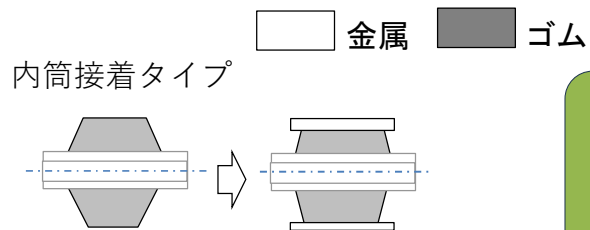
ブッシュ形状概要

ブッシュタイプ防振ゴム／使われ方でマウントにもカップリングにも
ダイナミックダンパーもブッシュ型もある

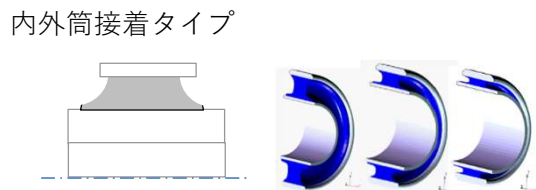
総圧入タイプ



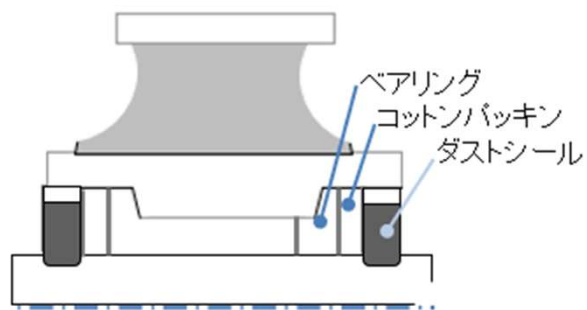
内筒接着タイプ



内外筒接着タイプ



回転機組付タイプ

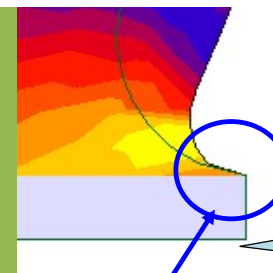


設計寸法



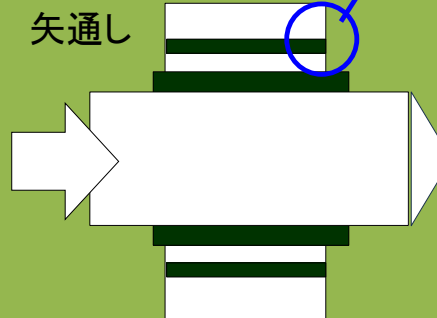
適正処理のひずみ分布

絞り・矢通しにより内部ひずみを緩和する



絞り率、耐久性確保

矢通し



内径拡大

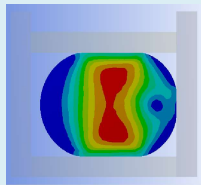
絞り加工

粘弾性解析でできること

当たり前のことですがクリープ含めて同じデータで解析

[応力緩和]

シール組み付け



反力

組み付け

粘弾性(緩和)

応力緩和

超弾性(非線形性)

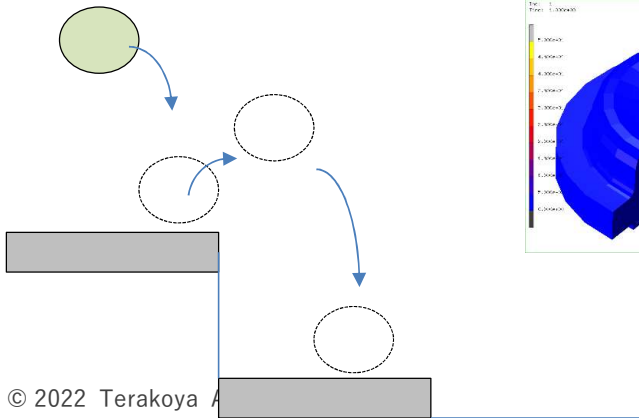
粘弾性定義、組付け後の緩和を表現。

圧縮

時間

[衝撃]

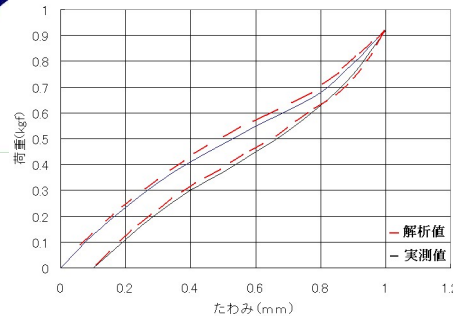
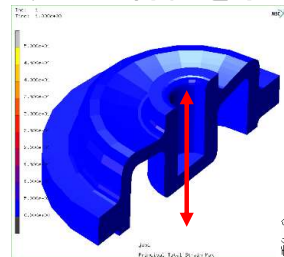
ボールの落下



© 2022 Terakoya A

エネルギーロス

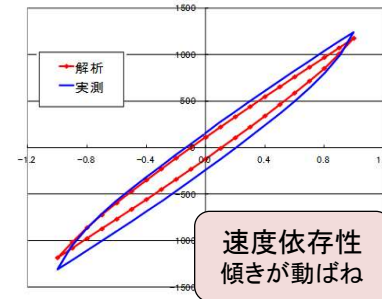
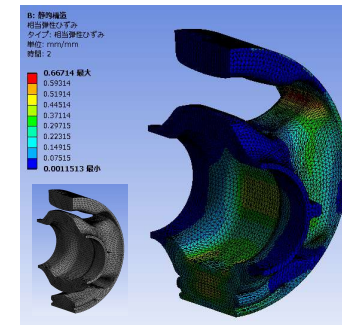
戻りの特性を予測/ヒステリシスカー



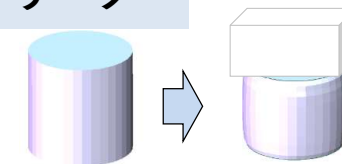
全て同じデータで
同等の解析可能

[動特性]

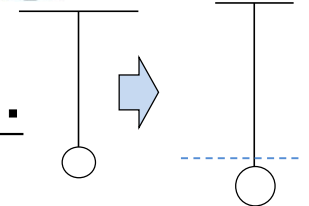
リサージュ波形／動特性予測



クリープ

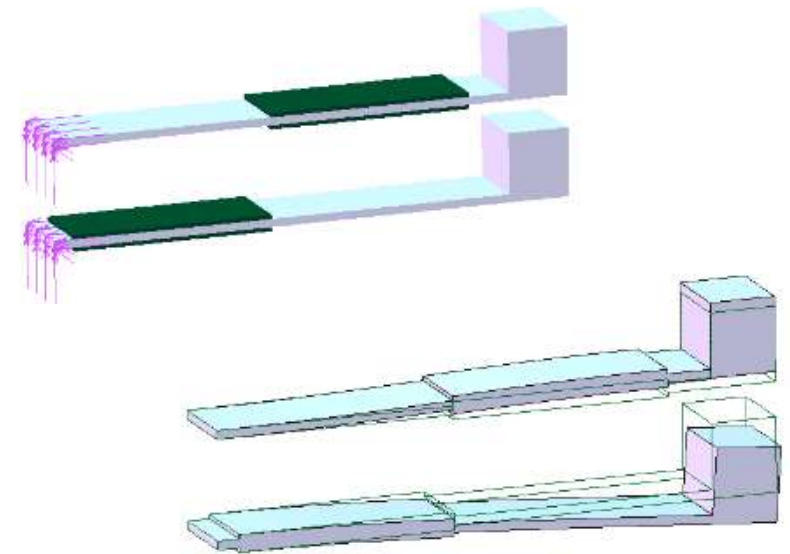
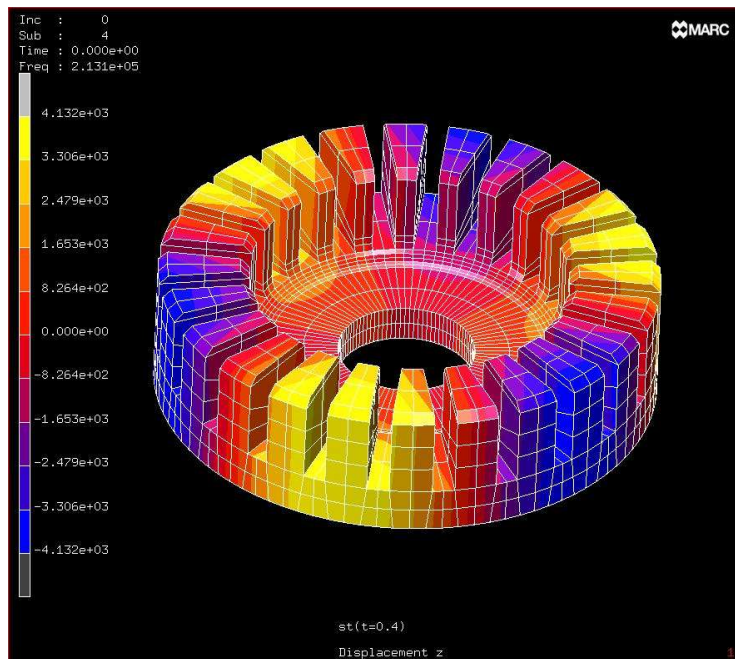


ゴムに重りを...



解析例

超音波モーター用部品（セラミック）
の固有値解析



圧電素子の解析
携帯電話の振動など

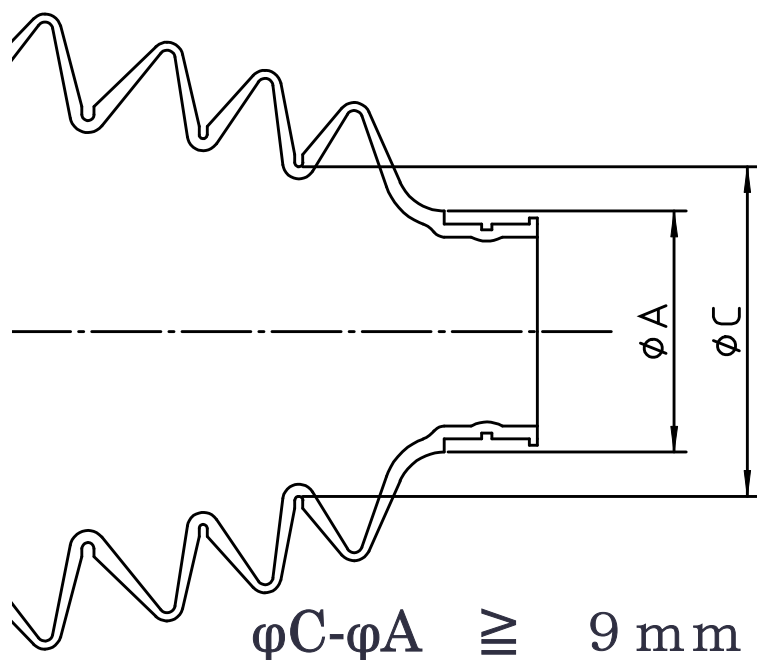
材料線形の領域

樹脂ブーツ設計基準

手順・・・最小谷径（第1谷）の設定

最小谷径（第1谷）設定

・パリソンのスウェルによるピンチ発生防止として、下記寸法を考慮する。



NTN_TechnicalReview_66.pdf



NTN様HPより

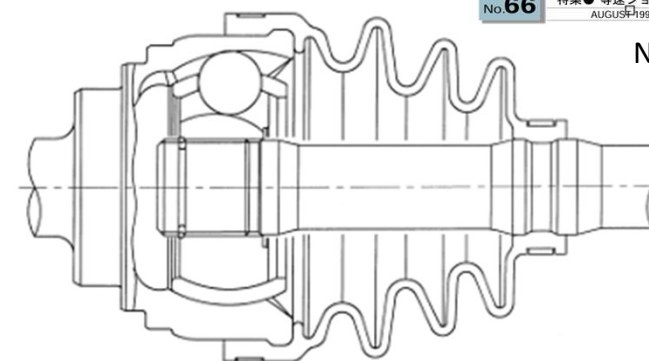
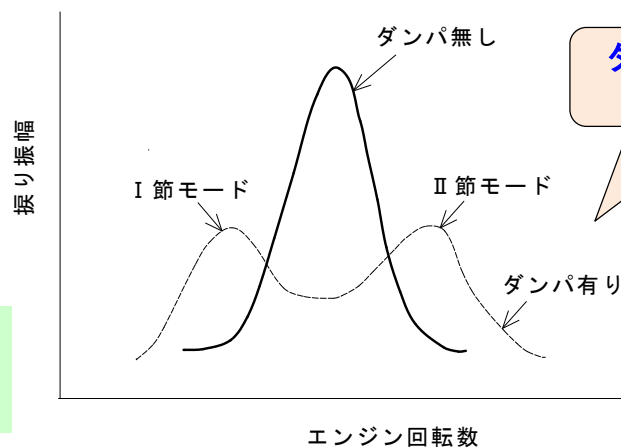
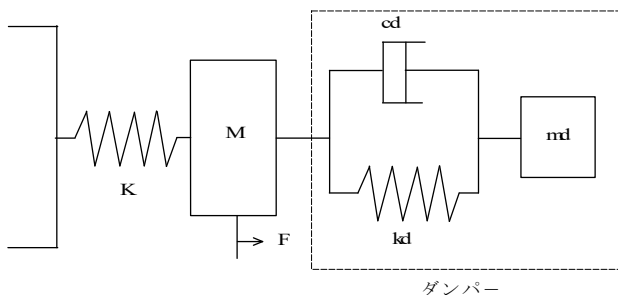
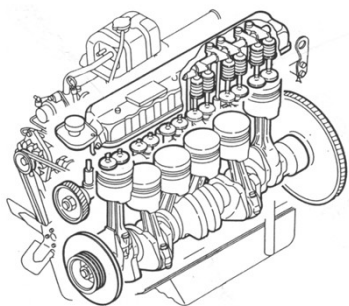


図2 CVJブーツ形状
CVJ Boot

動特性

防振、制振設計の基本形態

ラバーダンパー型防振（防振型）



ピークにぶつけて
振動を分ける

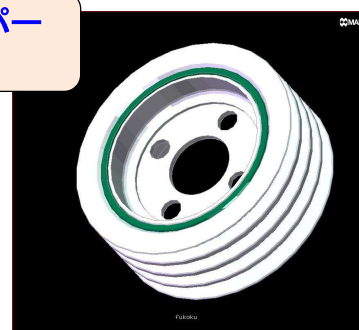
ダイナミックダンパー 分類

製品例

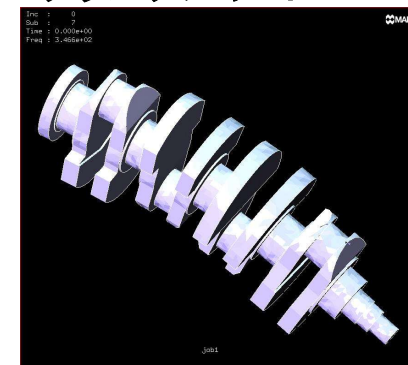
ラバーダンパー



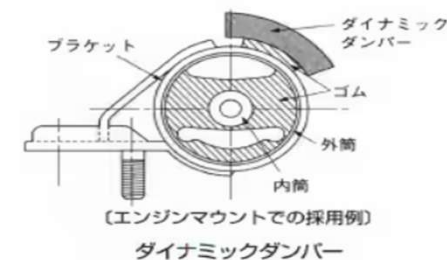
プーリーダンパー



クランクシャフト



ダイナミックダンパー

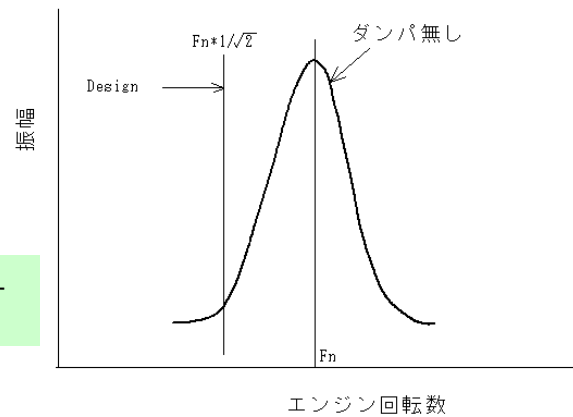


[出展](#)
[ダイナミックダンパーとは何？わかりやすく解説 Weblio辞書](#)

動特性

防振、制振設計の基本形態

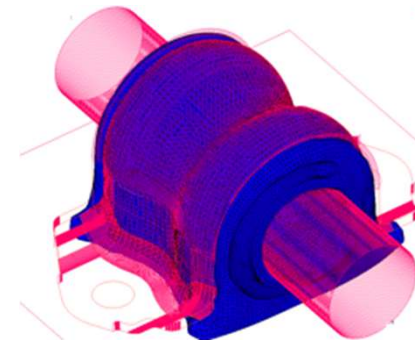
エンジンマウント型防振（制震型）



ピークからずらす

製品例

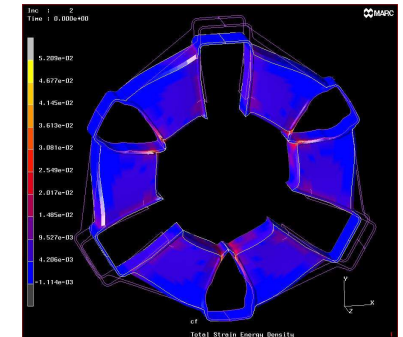
スタビライザー



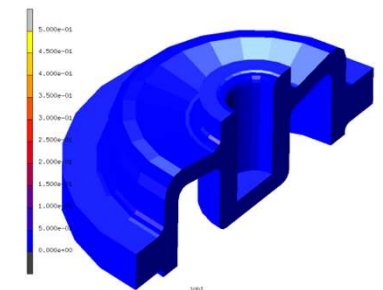
エンジンマウント



CFカップリング



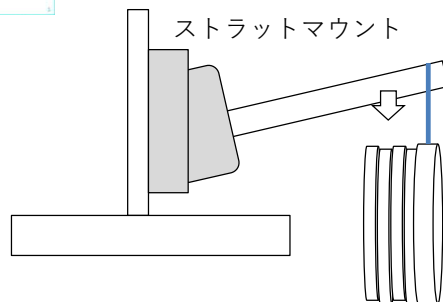
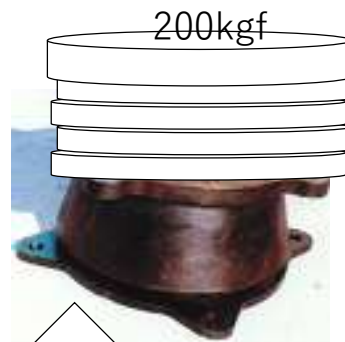
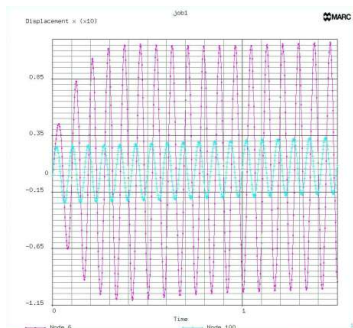
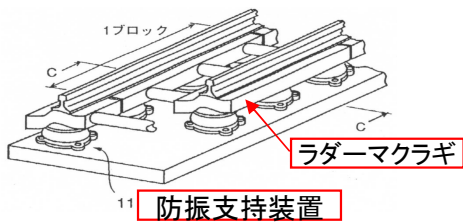
車載用CDマウント



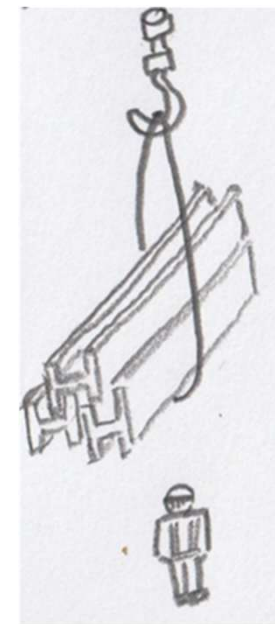
いずれにしても固有値から設計します。

安全性について今昔

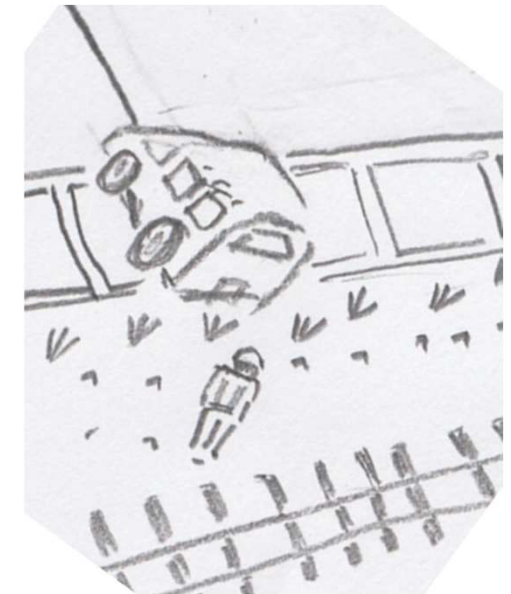
1990年ごろの実験



最近のニュース映像



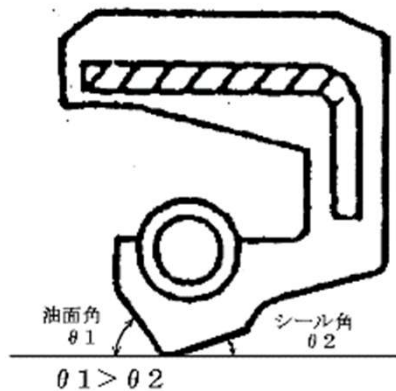
共にクレーンの真下に



安全装備が整ってきているのに

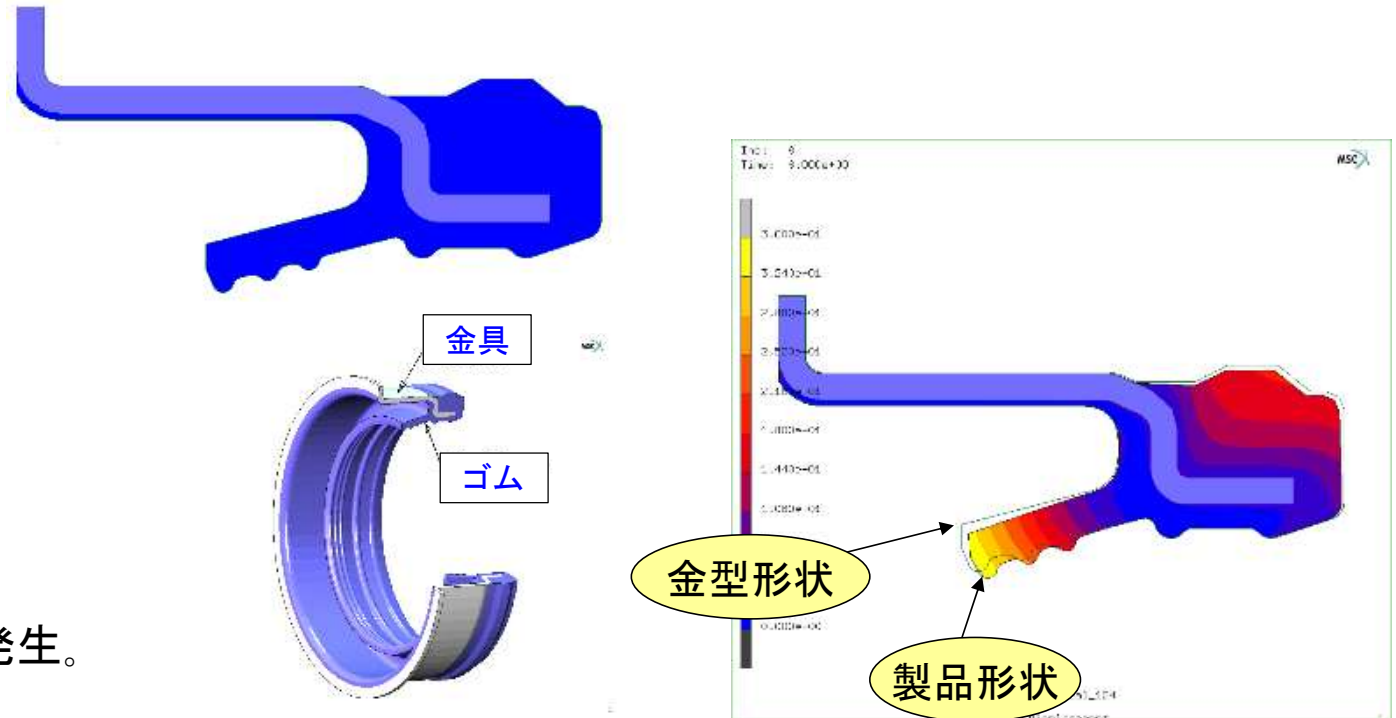
下水道工事で（決められた）ガス探知機を持たずに工事現場へ侵入、数人が死亡

シール設計:過去の履歴、経験から模倣設計が主



シールとは圧力分布である。

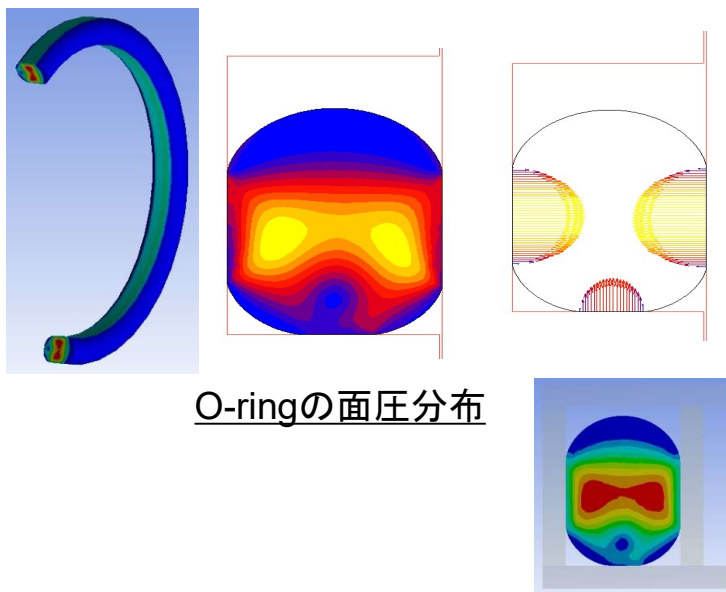
- ・圧力の絶対値ではない。
 - ・面圧分布である。
- 分布が逆になると漏れが発生。



熱収縮解析での型設計から製品形状決定まで、ノウハウもしくはFEM解析で行う。
ノウハウが主流のようですが、解析で補う。

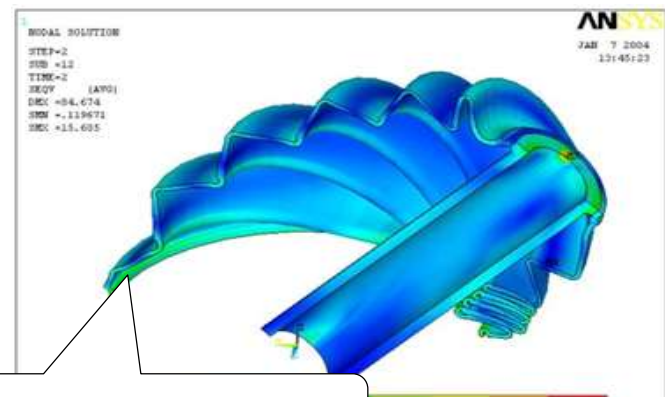
経験からの設計が難しい場合、粘弾性解析で確認する。

シール面圧の解析



O-ringの面圧分布

シール部は静的に大きなひずみが発生するが、
分布×時間で推定可能。/単軸試験の緩和から...

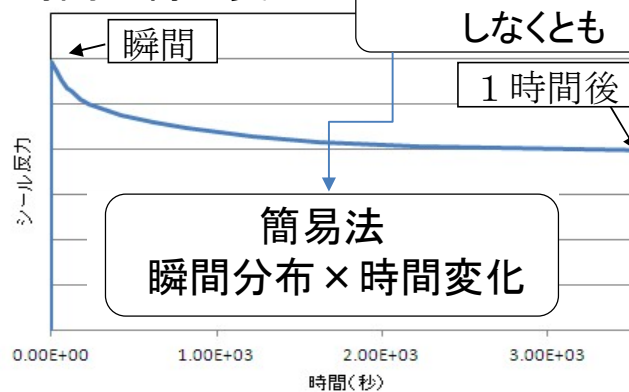


ブーツシール部

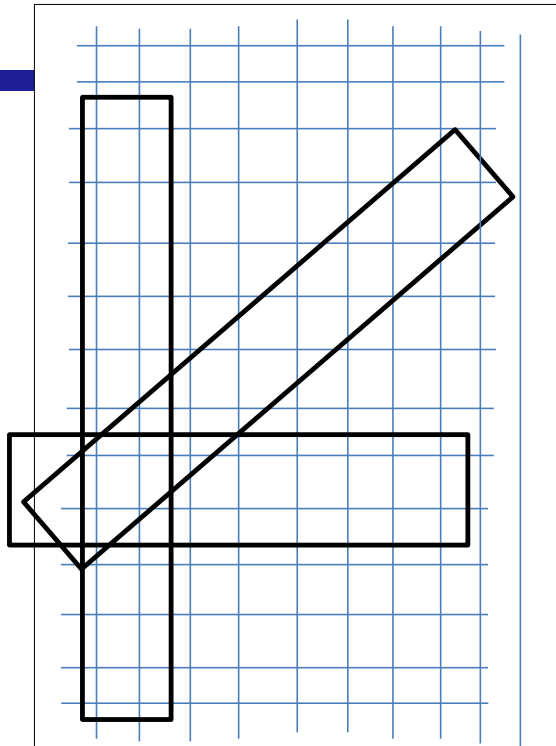
$$\sigma(t) = \varepsilon(t) \sum_{i=1}^N E_i e^{-\psi_i t} + \varepsilon(t) \sum E_e$$

時間vs荷重変化

粘弾性定義
しなくとも

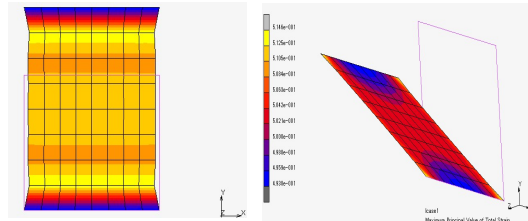


布の方向により特性が変わる(異方性)

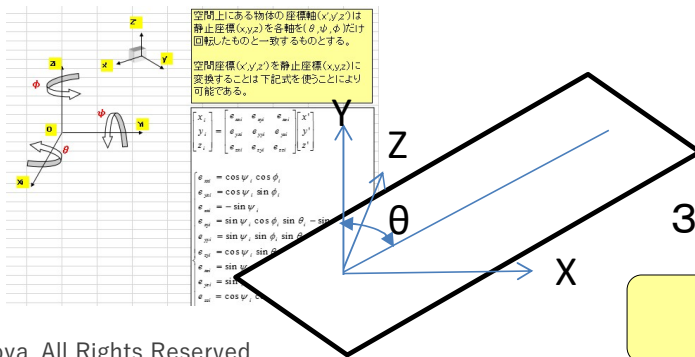
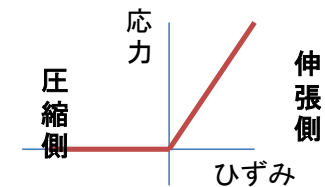
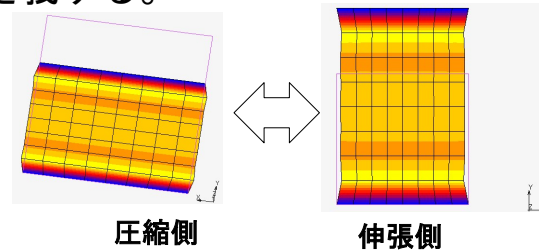


1) 基布の方向で強度も異なるため、異方性材料定義

MARCでの入力例



2) いかなる方向でも解析が可能ないように材料定数を定義する。



3) モデルの主軸変更定義が必要になる。

これらの定義可能な技術力を有しております。

ただし、ソフトの限界があります。