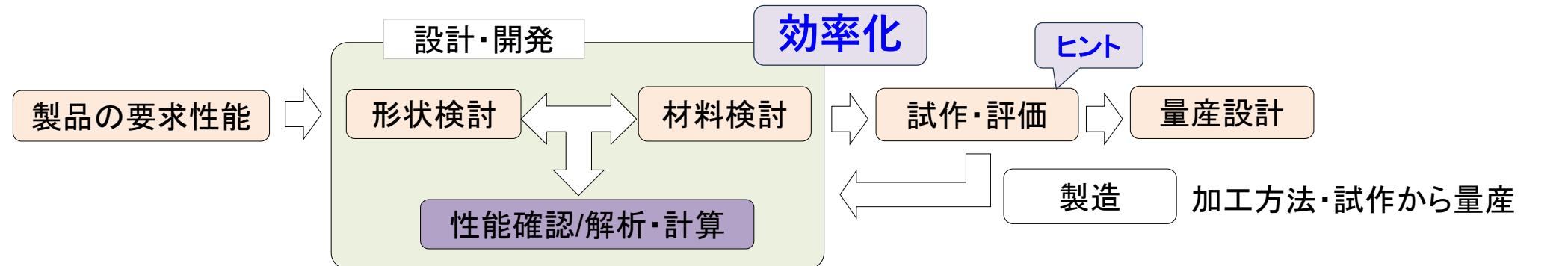


<製品の設計・開発フローでの解析の役割>

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:クロロプロレンCRゴム

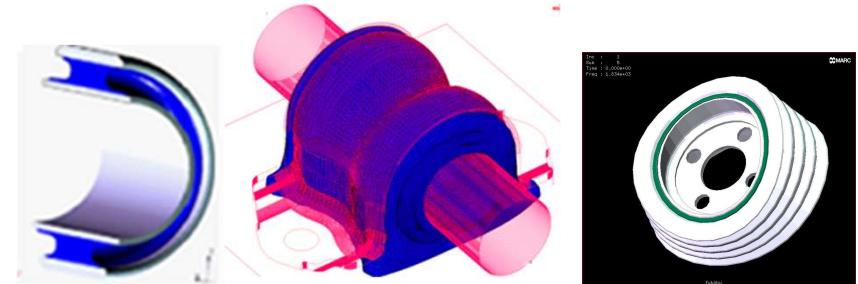
前工程 **接着工程** 金具脱脂 ⇒ 金具表面処理 ⇒ 接着剤塗布 ⇒ 加硫・加工

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、口断面カットから○へ
後工程も紹介

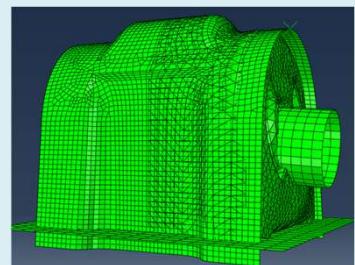


今回のサポート内容について

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

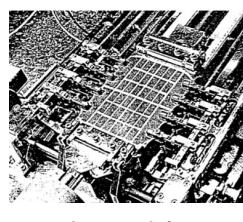
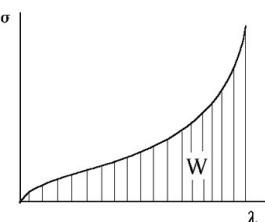
結果確認

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

①Mooney型

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

②Ogden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。

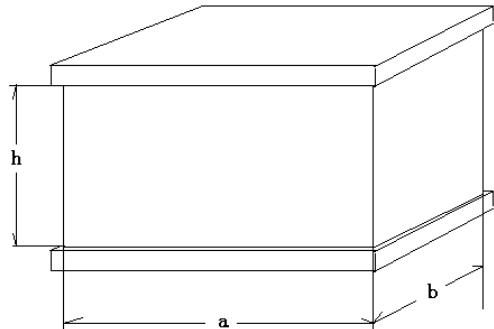
具体的の設計方法/古典的方法

角柱のバネ定数(圧縮)

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

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

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



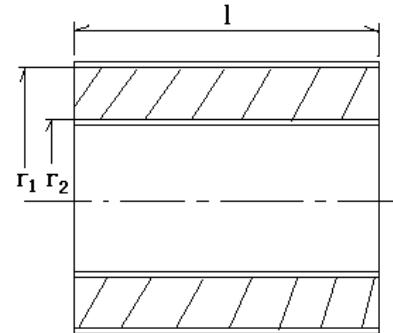
形状率が
関係

ブッシュのバネ定数 (半径)

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

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

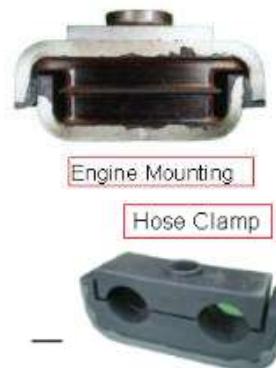
$$S = l / \{(r_1+r_2) \cdot \ln(r_2/r_1)\}$$



EXELなどで
簡単に

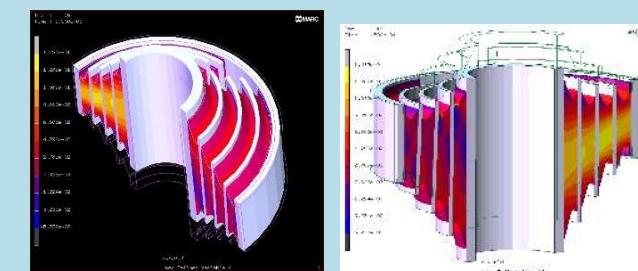
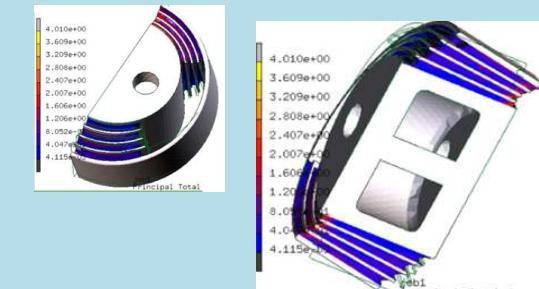
日本車両様出版・防振ゴムより

マウント形状概要

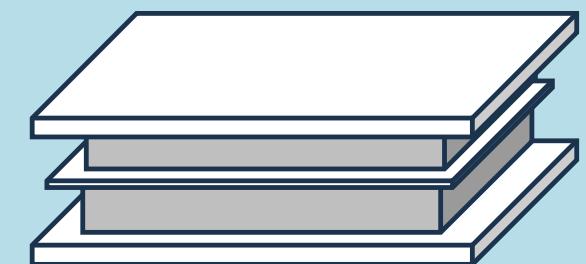
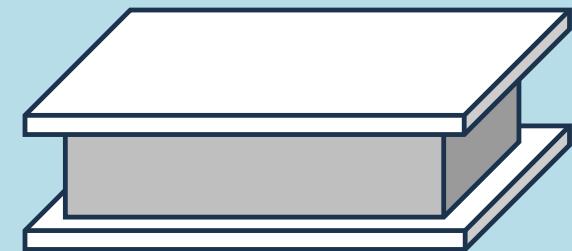
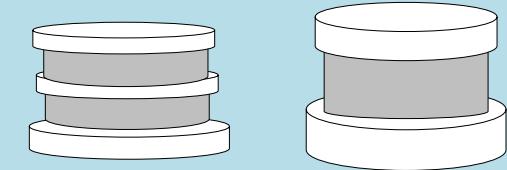


中板を入れることでばねを格段にアップ
設計はブッシュよりマウント分割がよく合う

金具が移動不可 ⇒ 残留ひずみ



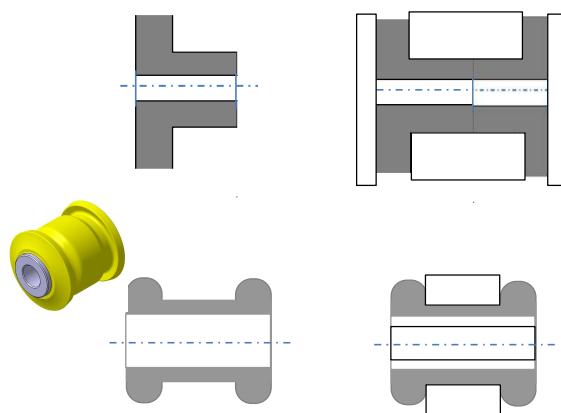
積層タイプ ⇒ ばねアップ



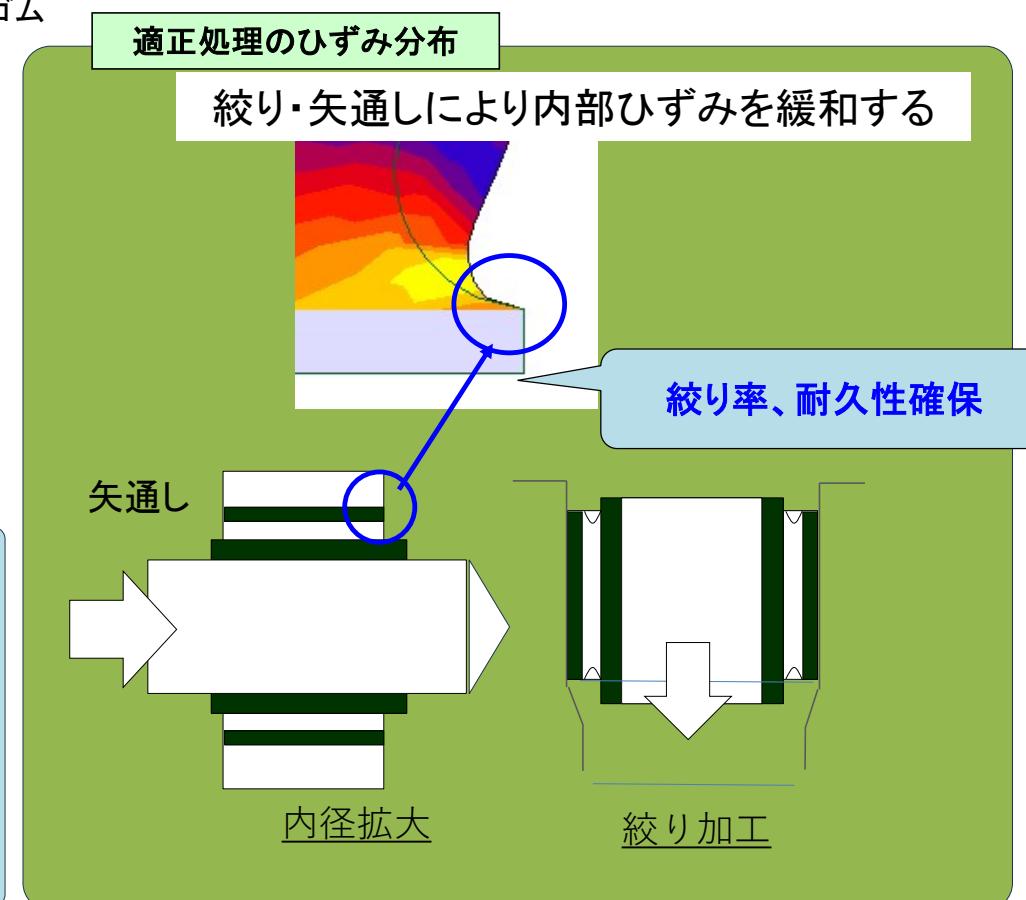
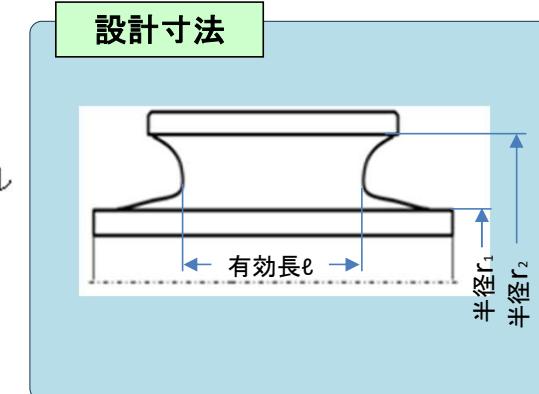
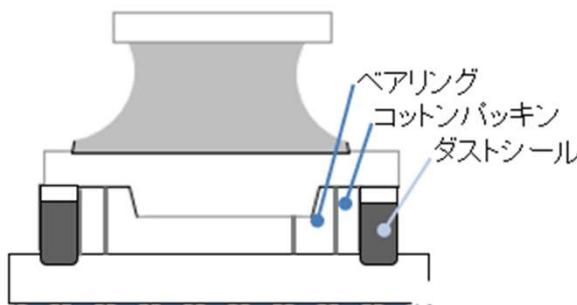
ブッシュ形状概要

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



回転機組付タイプ

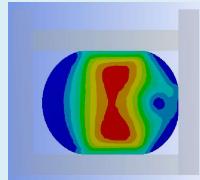


粘弾性解析でできること

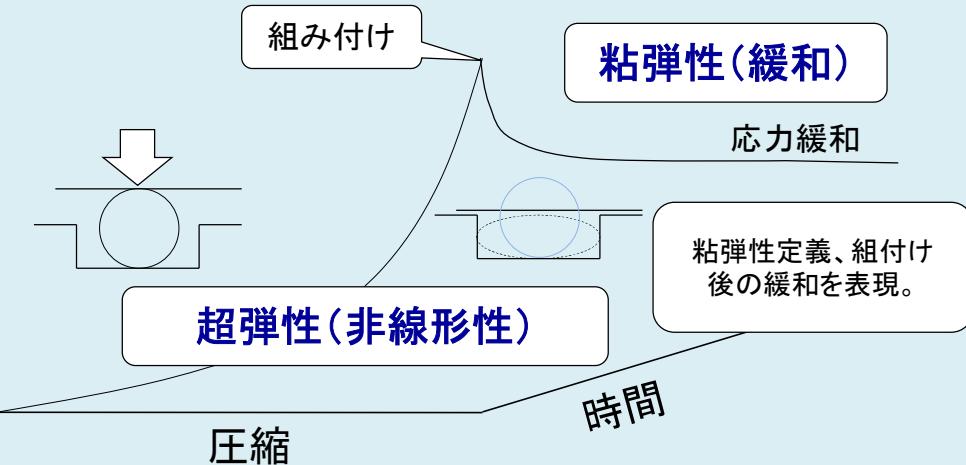
当たり前のことですがクリープ含めて同じデータで解析

[応力緩和]

シール組み付け

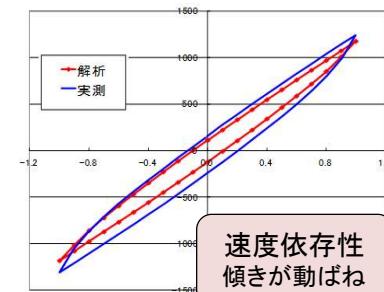
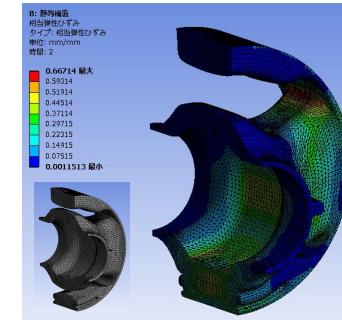


反力



[動特性]

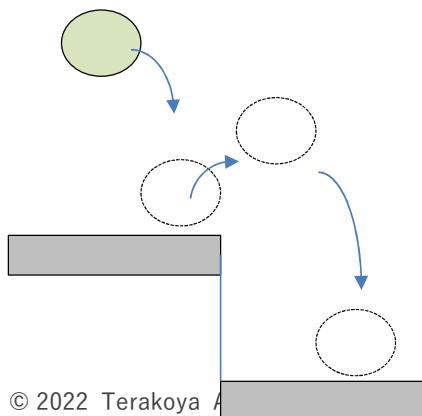
リサージュ波形／動特性予測



速度依存性
傾きが動ばね

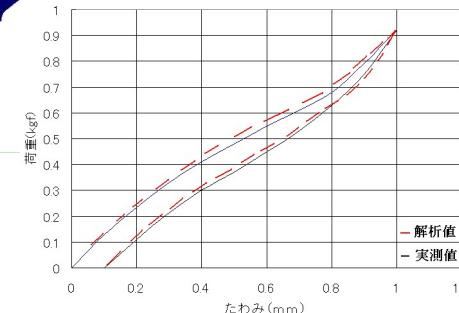
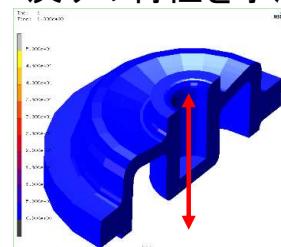
[衝撃]

ボールの落下



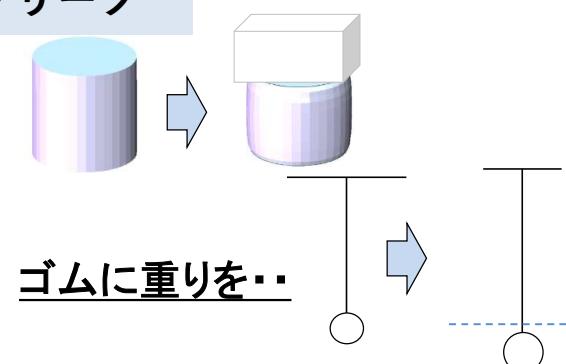
エネルギーロス

戻りの特性を予測/ヒステリシスカーブ



全て同じデータで
同等の解析可能

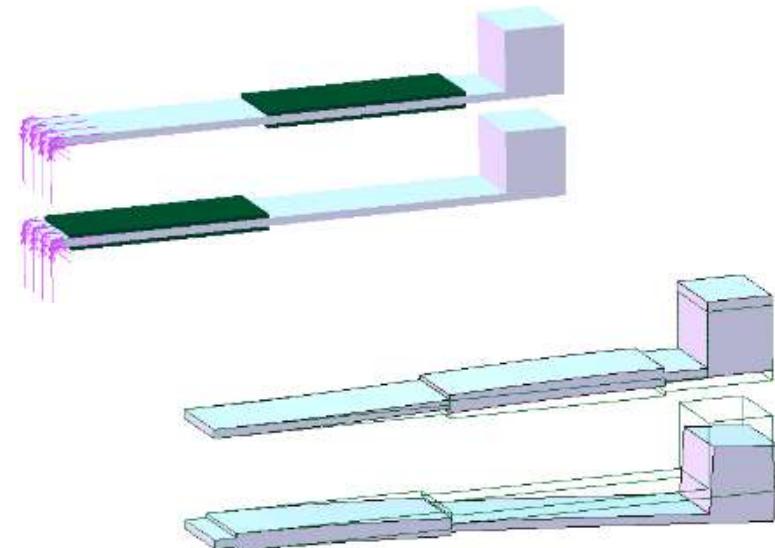
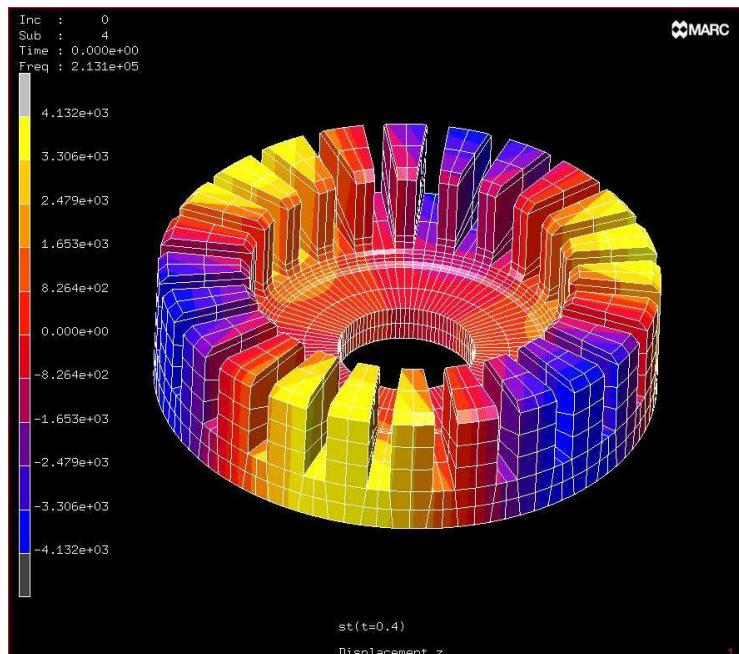
クリープ



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

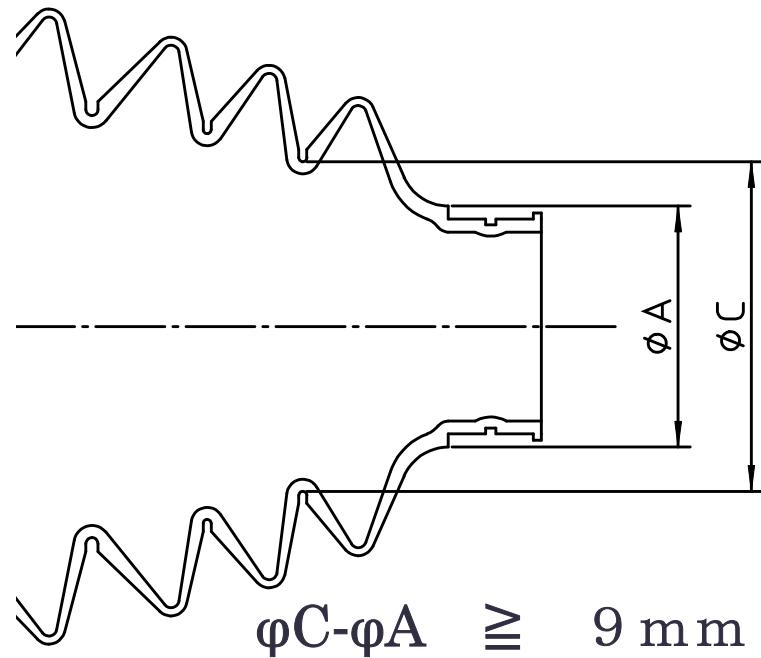
材料線形の領域

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

For New Technology Network
NTN[®]

**TECHNICAL
REVIEW**

200,000,000本 達成記念号
No.66 特集●等速ジョイント
AUGUST 1997

NTN様HPより

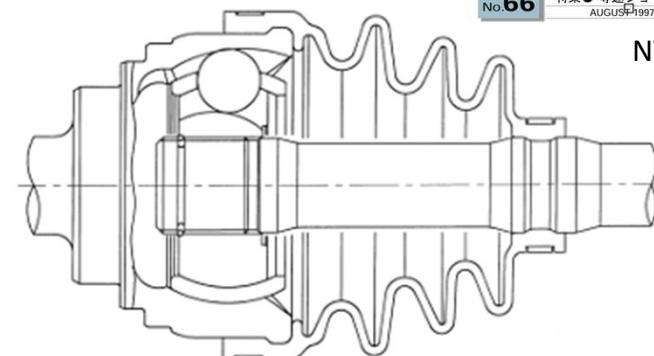
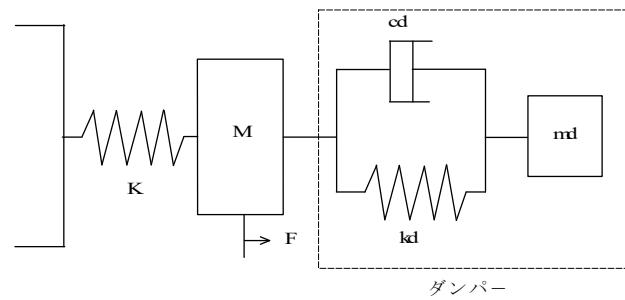
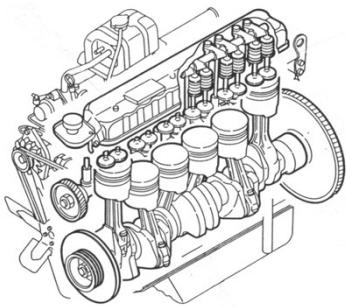


図2 CVJブーツ形状
CVJ Boot

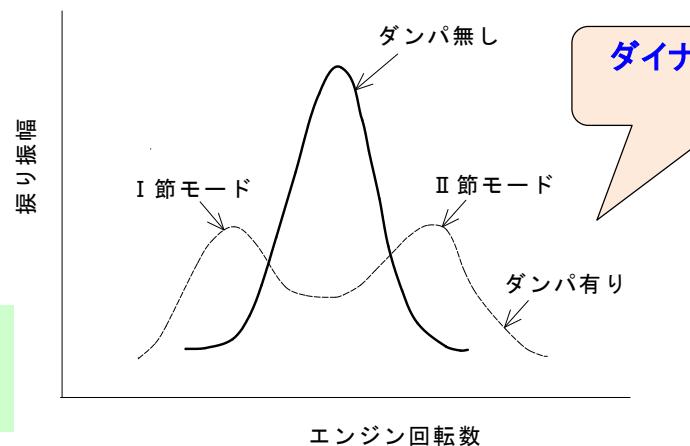
動特性

防振、制振設計の基本形態

ラバーダンパー型防振（防振型）

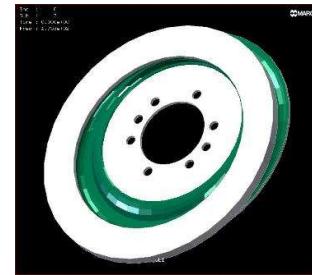


ピークにぶつけて
振動を分ける

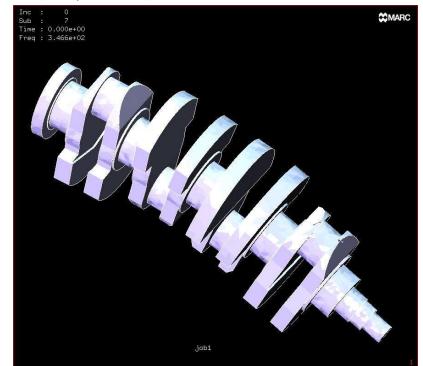


製品例

ラバーダンパー



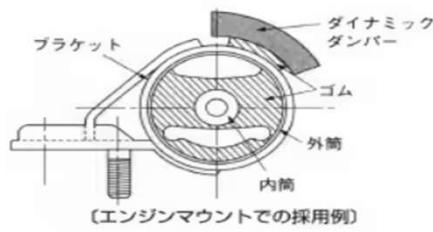
クランクシャフト



ブリーダンパー



ダイナミックダンパー



出展

[ダイナミックダンパーとは？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）



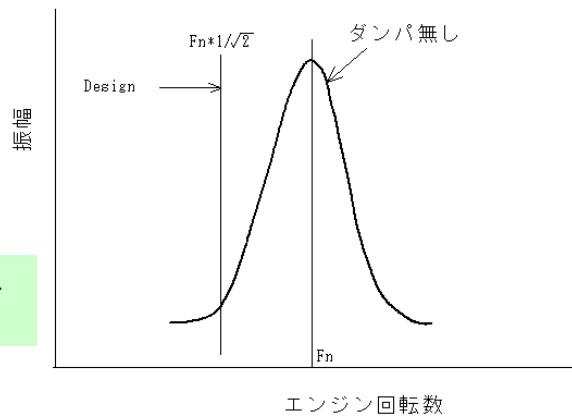
Engine Mounting



Hose Clamp

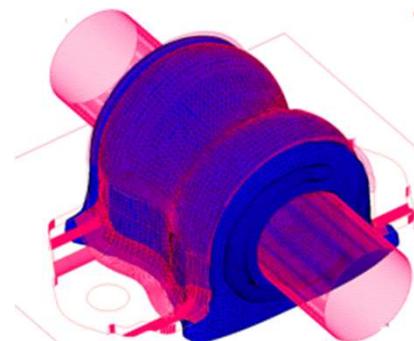


ピークからずらす



製品例

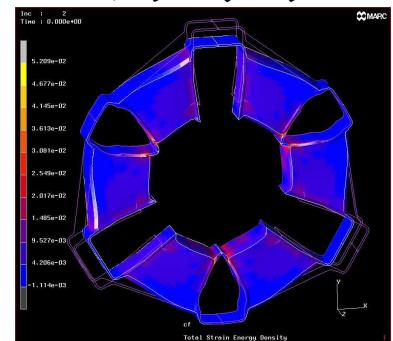
スタビライザー



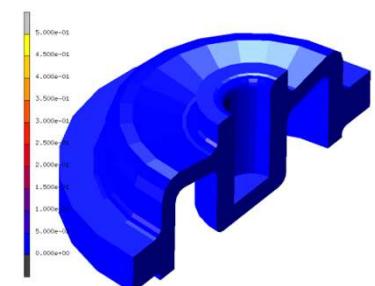
エンジンマウント



CFカップリング



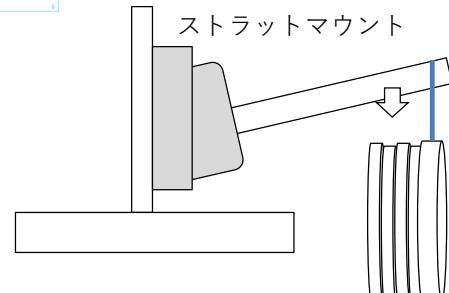
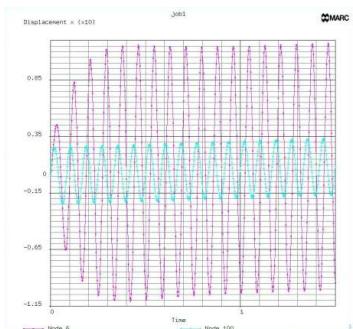
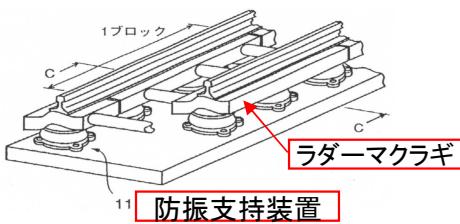
車載用CDマウント



いずれにしても固有値から設計します。

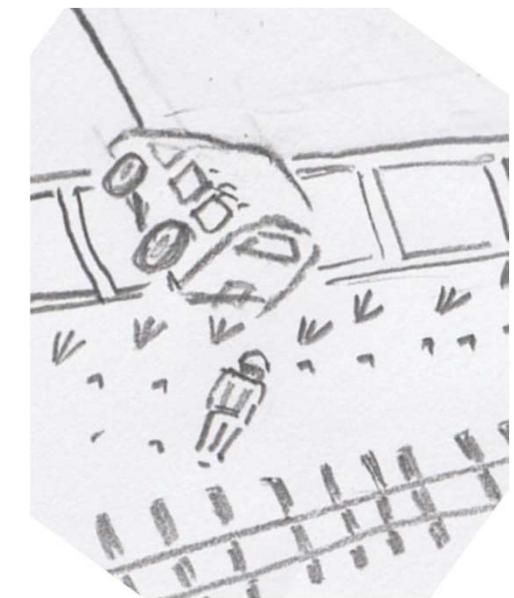
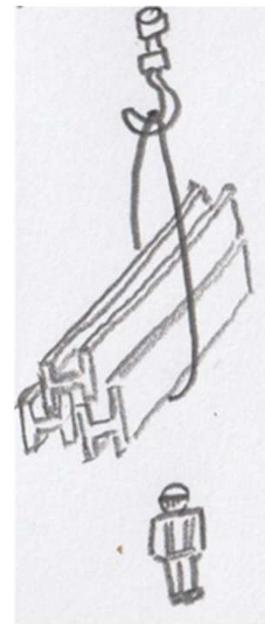
安全性について今昔

1990年ごろの実験



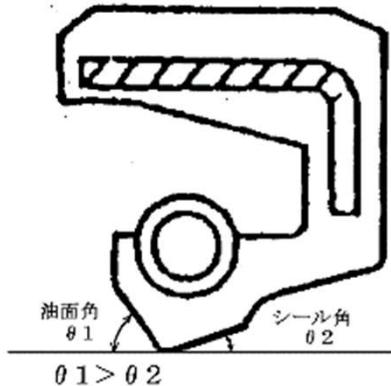
最近のニュース映像

共にクレーンの真下に

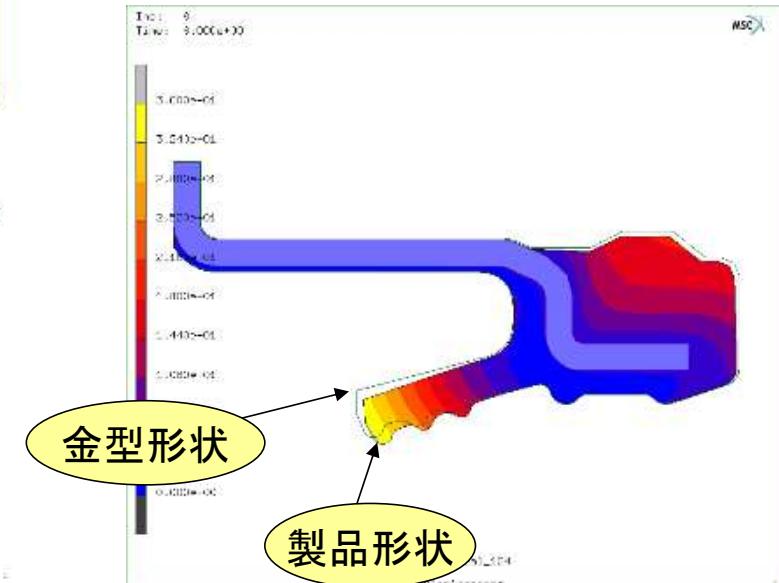
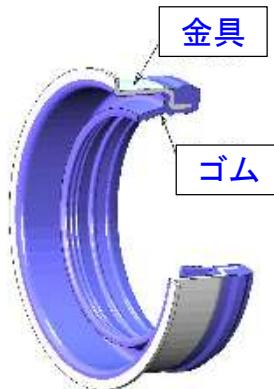
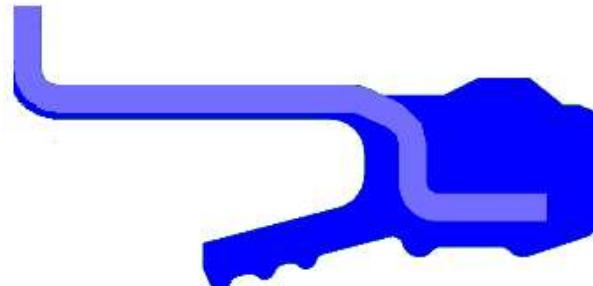


安全装備が整ってきてるのに
下水道工事で（決められた）ガス探知機を持たず
に工事現場へ侵入、数人が死亡

シール設計:過去の履歴、経験から模倣設計が主



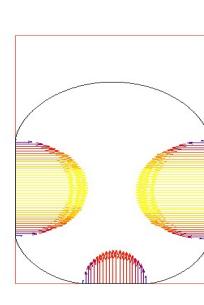
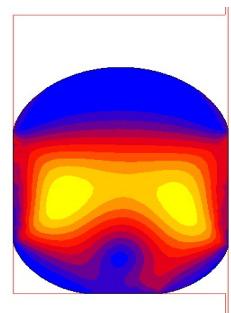
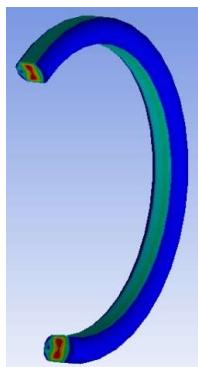
シールとは圧力分布である。
・圧力の絶対値ではない。
・面圧分布である。
分布が逆になると漏れが発生。



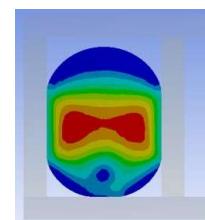
熱収縮解析での型設計から製品形状決定まで、ノウハウもしくはFEM解析で行う。
ノウハウが主流のようですが、解析で補う。

経験からの設計が難しい場合、粘弾性解析で確認する。

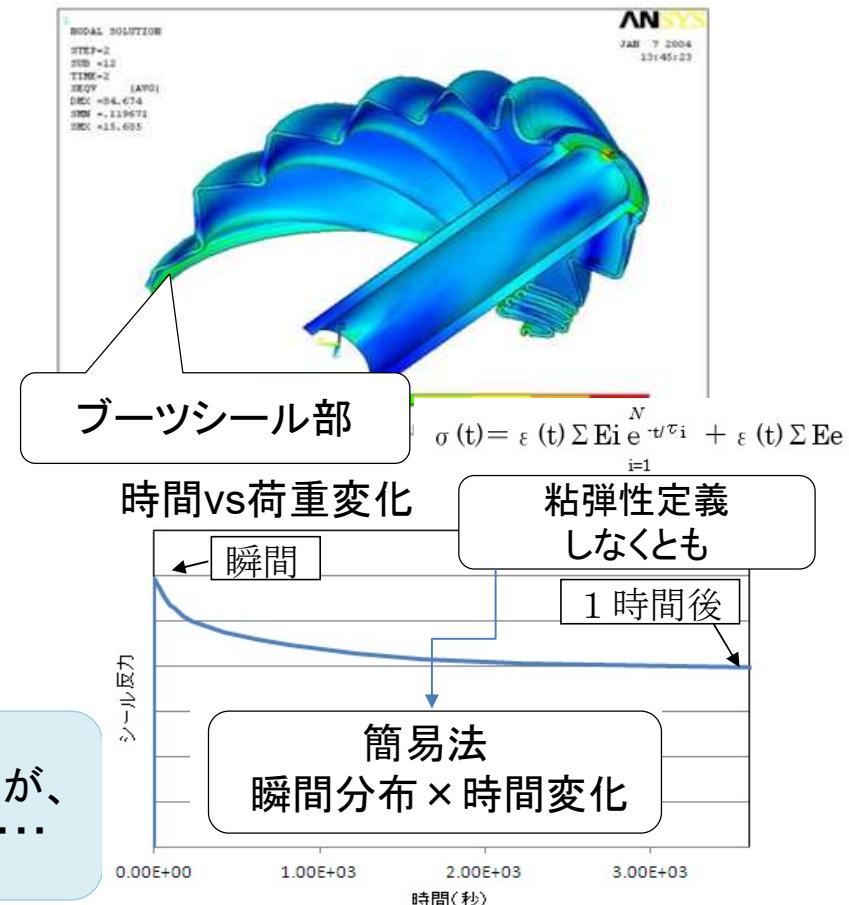
シール面圧の解析



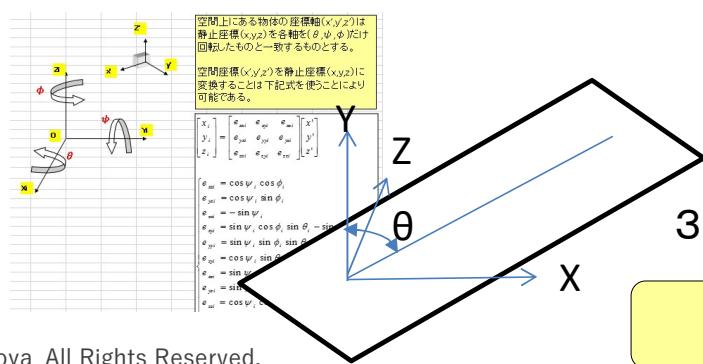
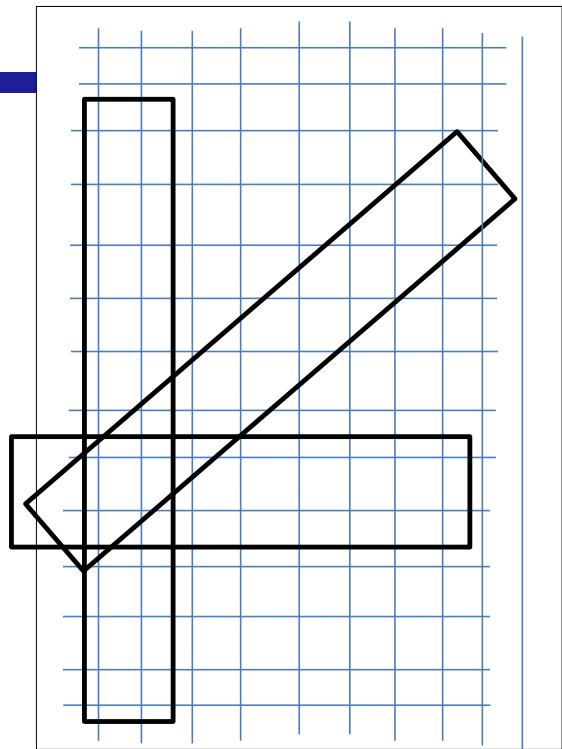
O-ringの面圧分布



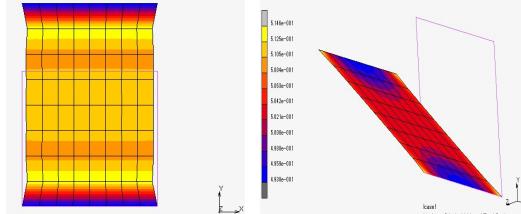
シール部は静的に大きなひずみが発生するが、
分布×時間で推定可能。/单軸試験の緩和から…



布の方向により特性が変わる(異方性)



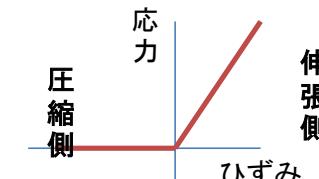
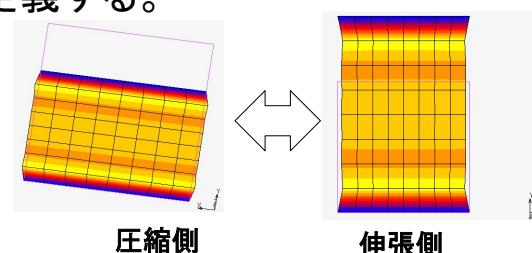
1) 基布の方向で強度も異なるため、異方性材料定義



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。