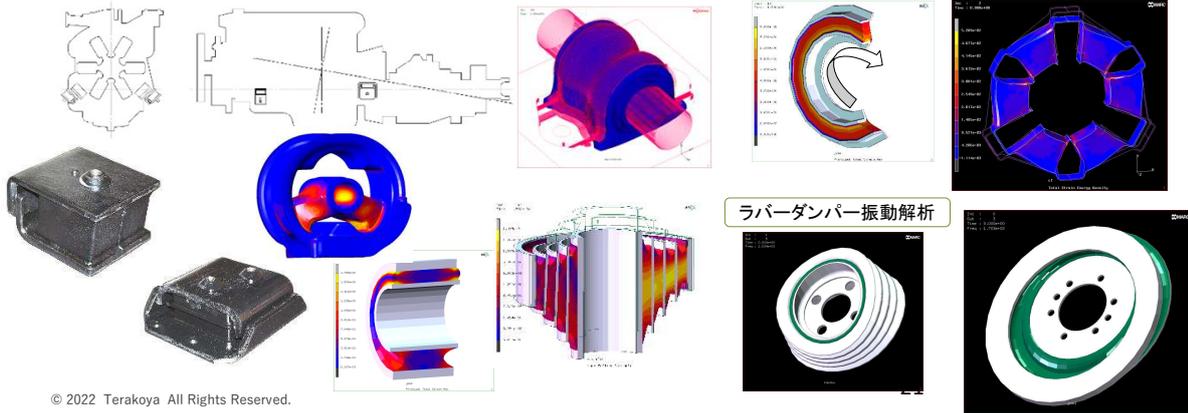
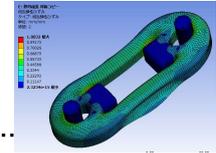


防振ゴムの設計

必ずしも順番ではない

1. 形状の検討 → 取り付けスペース etc...
2. 仕様の検討 → 耐油性、へたり性、耐熱性 etc...
3. 特性の検討 → 減衰、バネ定数、固有振動数 etc...

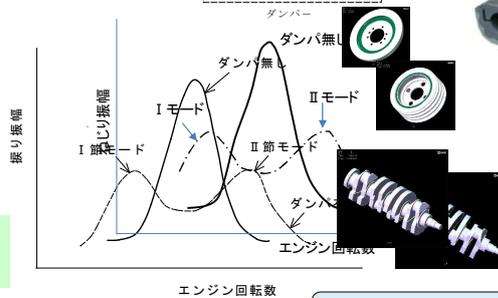
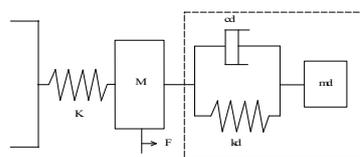
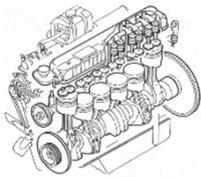


© 2022 Terakoya All Rights Reserved.

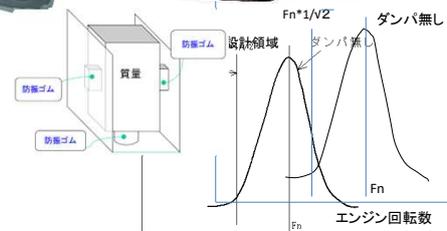
①防振ゴム設計 ばね計算とFEM解析での設計

《防振、制振設計の基本形態》

- ラバーダンパー型防振（防振型）
- エンジンマウント型防振（制振型）



ピークにぶつけて
振動を分ける



いずれも固有値から設計します。

© 2022 Terakoya All Rights Reserved.

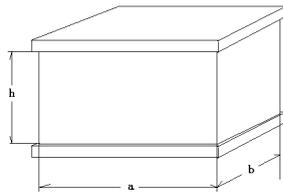
具体的設計方法/古典的方法

角柱のバネ定数(圧縮)

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

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

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



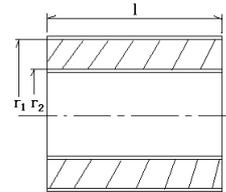
形状率が
関係

ブッシュのバネ定数 (半径)

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

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

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



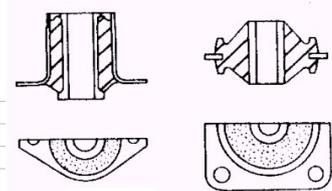
EXCELなどで
簡単に

日本車両様出版・防振ゴムより

基本製品の設計

古典的手法による設計法

- ブッシュのばね定数



BUSHタイプ防振ゴムのばね定数計算シート

1 寸法を入力してください

内径(半径)	30.0 mm
外径(半径)	40.0 mm
長さ	10.0 mm
剪断弾性率	10.0
絞り率	5.00 %

3~20%

伸張側に弱い。よって、プリセットを
与えて伸張ひずみを小さくする。

絞り率、耐久性確保

形状率 0.50

2 補正係数

半径方向	1.00
軸方向	1.00
ねじり方向	1.00
こじり方向	1.00

ばね定数 (計算結果)

半径方向	699.3 Kg/cm
軸方向	147.8 Kg/cm
ねじり方向	40.7 Kg/cm/deg
こじり方向	1.0 Kg/cm/deg

ブッシュは0.2~3以上も

具体的な設計 1

古典的手法による設計法

- 角型マウントのばね定数
- 円形マウントのばね定数

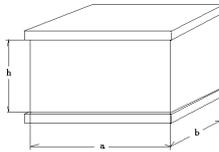
角形マウントばね計算検討

寸法

縦 A (cm)	10.00
横 B (cm)	8.50
高さ H (cm)	8.00
せん断弾性率 G (N/cm ²)	88.00
傾斜角度 deg (deg)	60.00

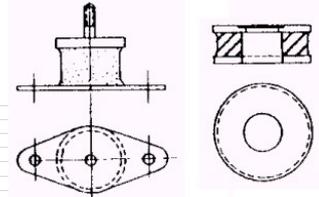
ばね定数 (計算結果)

圧縮方向K _p (N/cm)	3536.03
せん断縦方向K _{sa} (N/cm)	954.13
せん断横方向K _{sb} (N/cm)	955.21
こじり方向K _r (N・cm/deg)	514.03
上下傾斜方向K _{dega} (N/cm)	1599.60
左右傾斜方向K _{degb} (N/cm)	2890.555854



円形マウントばね計算検討書

1 寸法を入力してください	
内径 (直径)	12.0 mm
外径 (直径)	14.0 mm
高さ	2.3 mm
せん断弾性率	16.0
傾斜角度	0.0 deg
形状率[S]	0.2173913
2 補正係数	
圧縮方向	1.00
せん断方向	1.00
こじり方向	1.00
ねじり方向	1.00
傾斜方向	1.00



ばね定数 (計算結果)	
圧縮方向	86.07 Kg/fcm
せん断方向	16.77 Kg/fcm
こじり方向	0.19 Kg/fcm/deg
ねじり方向	Kg/fcm/deg
傾斜方向	86.07 Kg/fcm

マウントはほぼ1.0近い

内容の要約/肝

防振ゴムのばね定数 (設計式)

$$k = G \cdot F \cdot D$$

G : ゴムのせん断弾性率

F : 形状によって決まる係数

D : ゴム部の寸法を代表する変数

このFが特徴である。

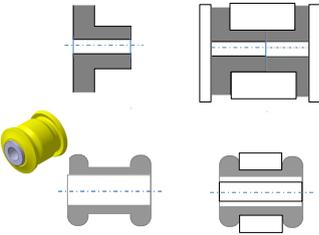
いずれにしても後の絞り工程での剛性補正も実施。

ばね定数は、剛性と形状から決まる。
しかし、
この式・・・形状率、再度形状効果を掛ける。

ブッシュ形状概要

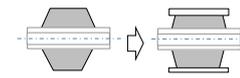
ブッシュタイプ防振ゴム／使われ方でマウントにもカップリングにも
ダイナミックダンパーもブッシュ型もある

総圧入タイプ

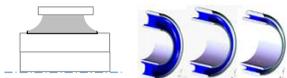


金属 ゴム

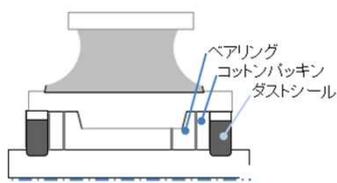
内筒接着タイプ



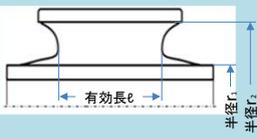
内外筒接着タイプ



回転機組付タイプ



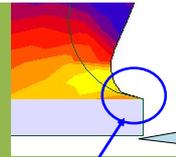
設計寸法



© 2022 Terakoya All Rights Reserved.

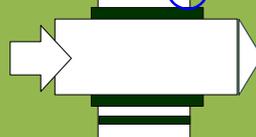
適正処理のひずみ分布

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

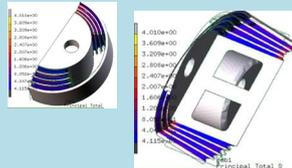
マウント形状概要

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

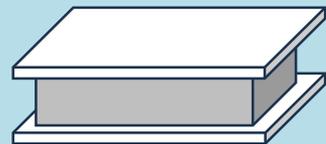
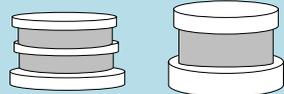
金具が移動不可⇒残留ひずみ



エアードンパー WFタイプ



積層タイプ⇒ばねアップ



© 2022 Terakoya All Rights Reserved.

実際の設計

実際の設計

一般的には小型プッシュ

1寸法を入力してください

内径(半径)	30.0 mm
外径(半径)	40.0 mm
長さ	10.0 mm
剪断弾性率	10.0
絞り率	5.00 %
形状率	0.50

結果

バネ定数 (計算結果)	
半径方向	699.3 Kgf/cm
軸方向	147.8 Kgf/cm
ねじり方向	40.7 Kgf-cm/deg
こじり方向	1.0 Kgf-cm/deg

既存製品の実測

半径方向 980kgf/cm であり、補正係数は 1.4 となる。
軸方向 185kgf/cm であり、補正係数は 1.25 となる。

新規製品の設計



内径(半径) 32mm
外形(半径) 38mm
長さ 16mm とすると、形状率は1.33
半径方向(予測)
補正係数を同じ 1.4 として 4900kgf/cm
軸方向 補正係数を 1.25 とすると 630kgf/cm となる。

大型プッシュは、

1寸法を入力してください

内径(半径)	75.0 mm
外径(半径)	95.0 mm
長さ	80.0 mm
剪断弾性率	10.0
絞り率	5.00 %

形状率は2.0程度で、
小型プッシュと大きく異なる。
計算結果は、

バネ定数 (計算結果)	
半径方向	21133.4 Kgf/cm
軸方向	1878.9 Kgf/cm
ねじり方向	2362.0 Kgf-cm/deg
こじり方向	1966.2 Kgf-cm/deg

となるが、大型プッシュの
補正係数を考慮する必要がある。

ゴム厚が薄くなると補正係数は大きくなり、計算値とは合い難い。
形状の大小でも・・・、ばねが大きくなると測定時の課題もある。(後述)

