

線形からゴムの大変形解析のお手伝い

解析の基本/線形解析でも

気づいていないかもしれませんが...

樹脂・ゴムの大変形解析

動的粘弾性

緩和・クリープ

サポート

二軸試験等できなくても
製品から定義可能

線形解析ソフトでも
ゴムの解析はできます

解析ソフト紹介
無料～

材料データが分からない

測定手段がない

測定、定義方法

サンプルデータ
提供

解析手段がない

I 解析用無料サンプルデータ提供

豊富なデータベースから一般的配合のひずみエネルギー密度関数を提供します。
お試用、数種類でsたらむ無料で提供します。

せん断弾性率、その3倍のヤング率から
推定データを提供します。
その際の**本来の使い方、熱考慮の方法**も
資料提供します。

Mooney以外、Ogden材の提供も可能です。 残念ながら
測定データが同じであればどの式でも精度は同じです。

金具接着タイプの製品は、熱収縮解析が必用です。
より予測精度が上がります。

線熱膨張係数

ゴムは成型時、金型内で160～180℃で金具と接着して、型から取り出し
室温（製品）になるときに冷却、その時に金具に比べてゴムの収縮が大きい
ためひずみの偏りが発生します。

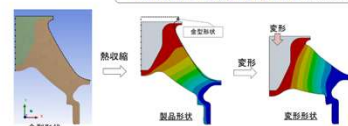
金属の線熱膨張係数 1.5e-5/deg程度、
天然ゴム 40Hs相当: 1.97e-4/deg 80Hs相当: 1.73e-4/deg 程度

表1 天然ゴムNR材のせん断弾性率とMooney係数の関係

Gs	C10	C01	C11	C20	C30
0.686	3.36059E-01	4.52803E-02	#####	#####	#####
0.735	3.55768E-01	4.54418E-02	#####	#####	#####
0.784	3.75505E-01	4.58591E-02	#####	#####	#####
1.029	4.74634E-01	5.17789E-02	#####	#####	#####
1.078	4.94549E-01	5.37285E-02	#####	#####	#####
1.372	6.14693E-01	7.07735E-02	#####	#####	#####
1.421	6.34828E-01	7.45042E-02	#####	#####	#####
1.715	7.56318E-01	1.02215E-01	#####	#####	#####
1.764	7.76683E-01	1.07719E-01	#####	#####	#####
2.107	9.20194E-01	1.53324E-01	#####	#####	#####

金具接着タイプの製品、解析フロー

15ページ説
明



製品の加工工程を考慮することは、ゴム製品のみではなくすべての製品に当てはまります。
金具形状 → (熱履歴) 熱収縮 → 変形解析 の手順を守ること、
解析による予測精度を格段に向上させることができます。

ひずみエネルギー密度関数のヒント -二軸試験ができない場合-

どうしても二軸試験ができない、□75mmサンプルが入手できない場合

手掛かりのない方へのお試し用サンプルの提供

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

Ogden式: $W = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i}{\alpha_i} (\lambda_1^{\alpha_i} + \lambda_2^{\alpha_i} + \lambda_3^{\alpha_i} - 3)$

せん断弾性率	C10	C01	C11	C20	C30
9.500	4.27702E+00	6.56858E-01	-1.39251E-01	-2.14736E-02	1.15420E+00

N/mm²

①天然ゴム (NR) [35-80Hs]

②スチレンゴム (SBR) [35-80Hs]

③ニトリルゴム (NBR) [35-80Hs]

④クロロプレンゴム (CR) [48-75Hs]

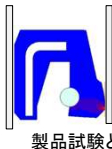
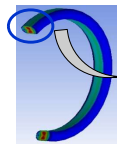
⑤エチレン・プロピレンゴム [50-80Hs]

⑥フッ素ゴム [55-80Hs]

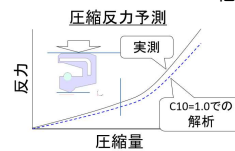
⑦シリコン [35-60Hs]

他の硬度もご相談ください。

製品しかない場合



製品試験と解析から



解析と実測との比
⇒ $C_{10} = 1.0 \times$ 係数 補正

$C_{10} + C_{01}$ 一致するものを選定
⇒ 調整 ⇒ 解析適用

解析の実用化により得られるもの

解析の基本/線形解析でも

果たして、線形解析で正解が得られていますか？

ゴム・樹脂の解析

/材料の定義

材料定義が基本です、本当に正しく定義できていますか？

ゴム・樹脂の動的解析

果たして /粘弾性定義と適用範囲

動解析の誤解、動ばね、応力緩和、クリープも同じデータで解析可能。

成型に関する解析

/予測精度は成型に起因する

加硫・成形条件で特性コントロールも可能です。

耐久性検討

解析と実験から予測データベースの構築

基本を踏まえての必ず耐久試験が必要です。

解析がうまくいかないのは勘違いが80%以上です。

解析技術

予測精度向上・勘違い

他の材料へ・熱時など

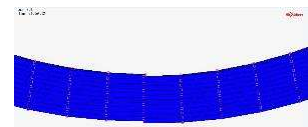
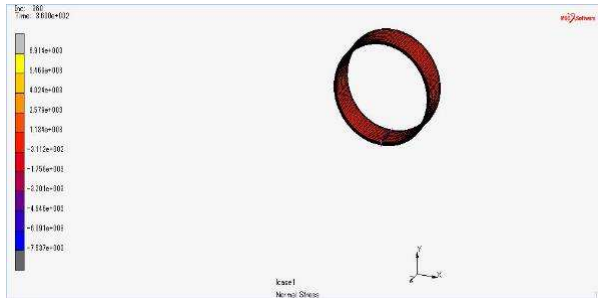
効率化・自動化により楽をする、単純ミスの回避、時短によるシステム運用費の削減（増設回避）

板の巻取り解析

3方向カップルドフ
(XYZフリー)

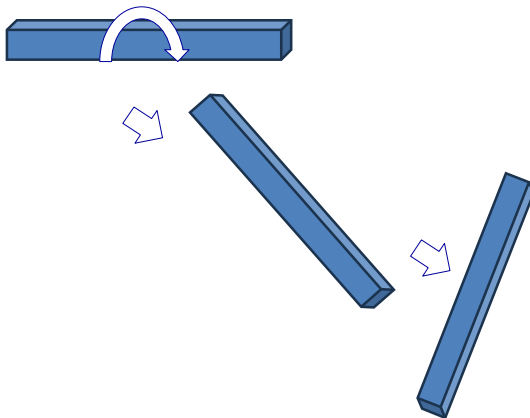
剛体-のり付け
この場で回転

サブルーチンFORCDDT
でも可(但しトルクが)



ずれない設定も可能
解析誤差⇒実際には板厚の差

回転解析(変形なし)



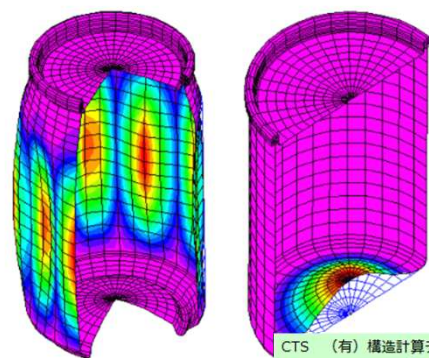
ソフトは時々こんな回転解析さえできません。

アルミ缶の座屈解析

[アルミ缶の座屈解析 \(cts-inc.co.jp\)](http://cts-inc.co.jp)

製品形状の座屈モード

円筒形状の座屈モード



CTS (有) 構造計算テクノロジー
〒436-0079 静岡県掛川市掛川50-18

果たして座屈難しい解析でしょうか。
肉厚の不均一性では・・・

新人教育からベテランの解析まで、お困りごとに対応します。

ゴムの設計、FEM解析を中心にゴム全般、製造、品質管理までのお手伝い

ゴム製品の設計から耐久性の考え方 新人教育のお手伝い

ゴムのFEM解析を中心としたお手伝い

セミナー開催・現地、Webでの対応

解析用材料定義から予測精度の向上

ゴムの疲労寿命・
耐久性予測

解析の収束性
接触・条件設定

CAD・解析の自動化/効率化



第2弾ゴムタイムス社様から発売中
アマゾンからも購入可