

# FEM解析結果からゴム製品の耐久性判断について

寺子屋/CAE解援隊

URL <https://terakoya2018.com>

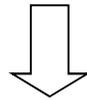
連絡先 [hagi@terakoya2018.com](mailto:hagi@terakoya2018.com)

080-2230-8785

# 耐久性の見方 その1:金属材料

金属の疲労寿命は金属材料の種類により、

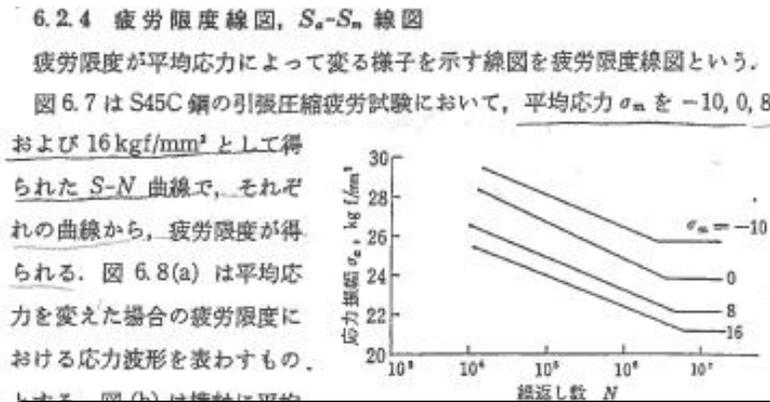
- ①ミゼス応力説 ②せん断能力説 ③最大主応力説 など  
それぞれ相応の指標があります。



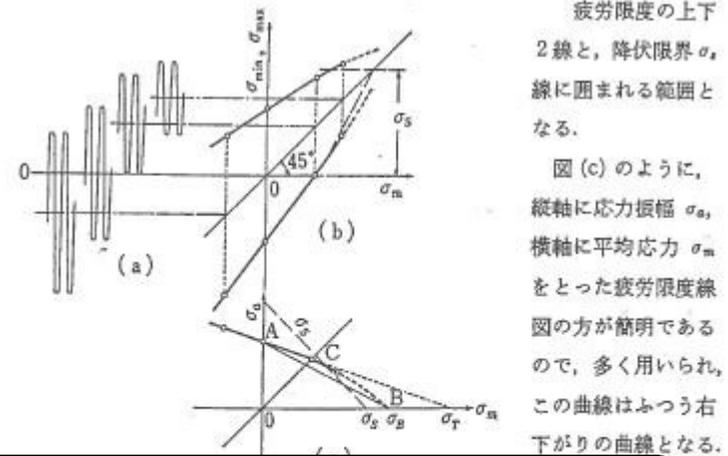
## 実際の指標

### 1.スミス線図

応力振幅vs回数



### 2.疲労限度線図 ⇒ グッドマン線図



その他、モール円応力での評価など単純に最大主応力としての伸張応力での評価はしていない。

の代わりに  $\sigma_a$  をとり、両振り疲労限度と結んだ直線 AB を Goodmann 線

# 耐久性の見方 その1:ゴムの耐久性(文献)

・県立大学山下先生 2軸試験による疲労寿命の研究

・豊田合成殿の論文 日本ゴム協会誌(第66巻, 第4号, 1993) 防振ゴム材料の耐久性評価

参考となる文献は上記2件以外に探せていない。

## 内容の一部紹介／豊田合成殿

### I. 目的

エンジンの振動・騒音低減のため使用される自動車用防振ゴムの、低バネ定数、高耐久寿命化が要求されている。よって特性及び耐久性を把握することが急務である。そこで短時間にゴム材の耐久寿命を精度良く評価する方法を提案する。

### II. 方法

#### 1. ゴム部品の耐久疲労性

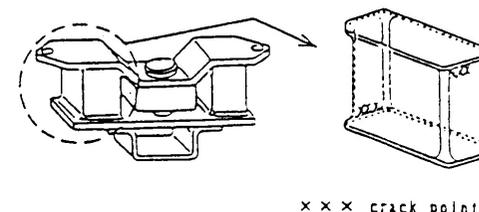
製品台上ベンチ試験(図1) 繰り返し定荷重振動

(分担荷重1、2、3±1Wで加振周波数3Hz)

→亀裂の発生部分はFEM結果と一致(図3)

→疲労寿命と最大引張りひずみは反比例の関係(図2)

⇒FEM解析による最大引張りひずみを変数とする



文献

# 耐久性の見方 その1:ゴムの耐久性(文献)

内容の一部紹介／豊田合成殿

## 2.テストピース形状設計

### A.基本形状設計

非円筒型ゴム(図4)ー金具とゴムを加硫接着

### B.ひずみ分布と最大ひずみ解析(ABAQUS)

FEM によるTPの軸方向引張り・圧縮解析

→中央に最大ひずみ発生(図5)

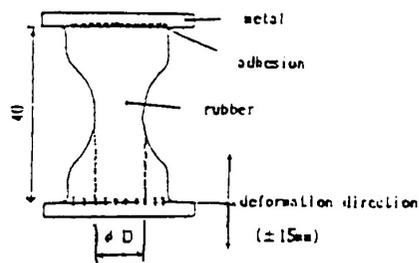


図4 TP形状

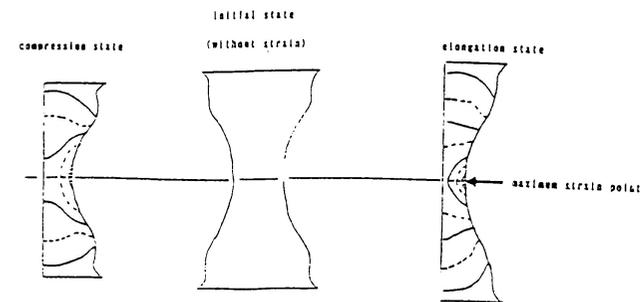
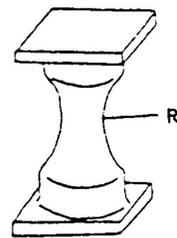


図5 解析でのひずみ分布

伸張ひずみの解析値と耐久回数のデータベースを構築。  
→エンジンマウントの耐久回数の予測を試みている。

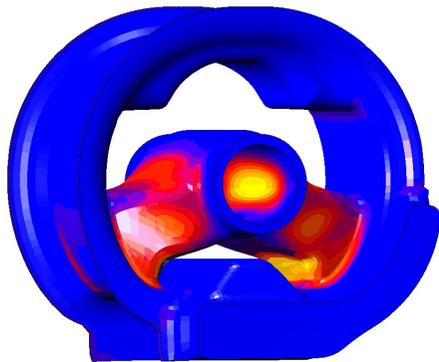
## 耐久性予測の現状

単純に上下方向の変形時の亀裂の発生について考える。

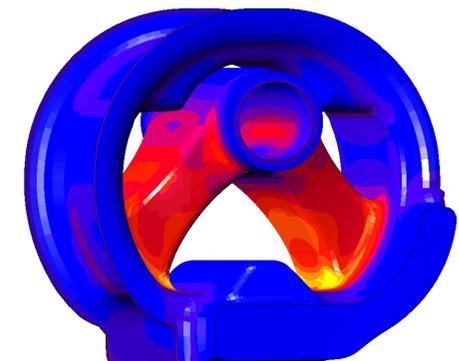
1. 亀裂の方向は、伸張変形時の最大主ひずみの方向と直行する。
2. 圧縮変形時も非常に大きな、最小主ひずみの値が発生している。

この方向は伸張時の最大主ひずみの方向と一致する。

3. 金属の疲労も圧縮/伸張側の振幅の大きさを指標としている。



圧縮時の変形状態



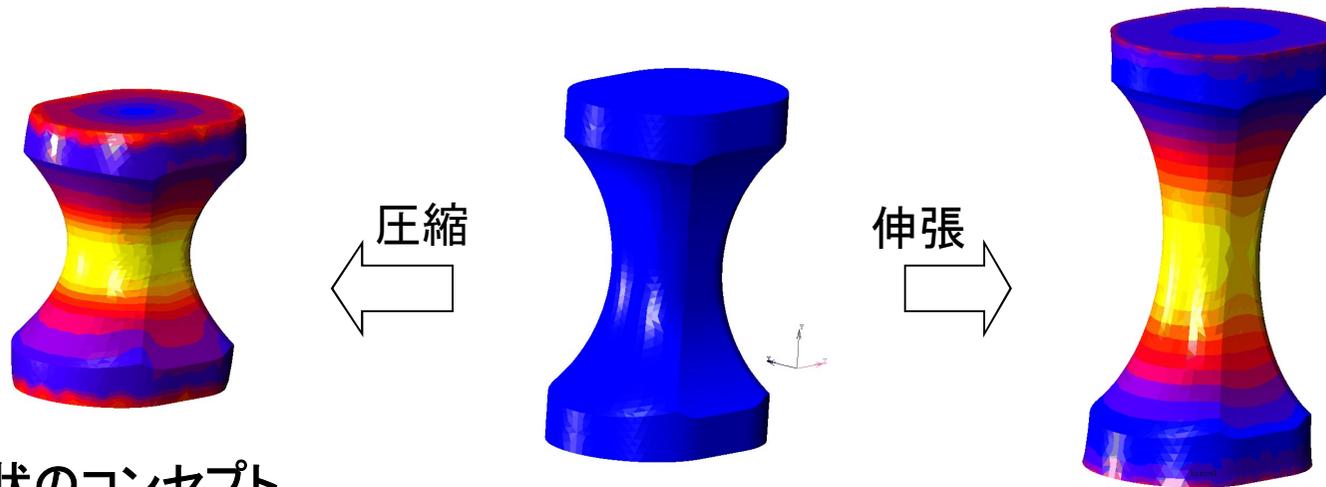
伸張時の変形状態

伸張変形時の最大主ひずみの指標で良いのか、過去のデータから検証する。

## 耐久性指標の検討

### 豊田合成殿の文献を再現した結果

疲労寿命を予測するための、ひずみ $\varepsilon$ -耐久回数 $N$ を実験できるTPを作成  
社内データとして検証可能なものがないため他社データ(公開、ISO9001準拠データ)。



### TP形状のコンセプト

- ・断面形状は楕円形状として、ひずみ集中部位を円周上に分散させない。
- ・ひずみの集中部位は、成型時の型割のパーティングライン上に存在しないような金型構造とする。

圧縮-伸張側の条件にて耐久試験を実施。解析によるひずみ値と回数による $\varepsilon$ - $N$ 線図を作成した。 **ゴムはひずみで評価し、応力で評価してはいけない。**

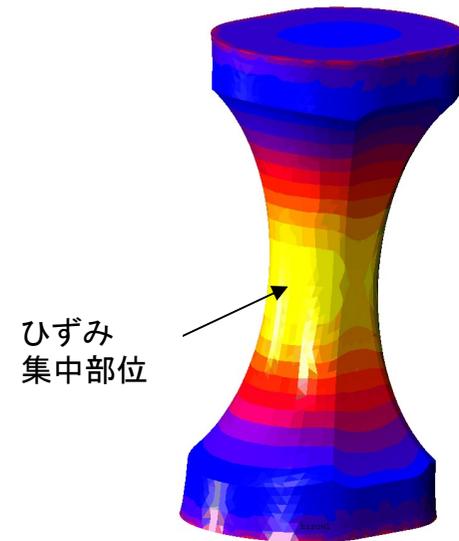
## 耐久性指標の検討

### 豊田合成殿の文献を再現した結果

類似の試験を行い、得られた知見は

1. 振幅の大きいほうが、耐久性が劣る。
2. 最大振幅を同じとした2つのTPで、伸張側のみの条件と、圧縮を加えた条件では、圧縮を加えた条件のTPは耐久性が格段に劣る。
3. 振幅を同じとした2つのTPで、伸張側のみの条件と圧縮側を加えた条件では、圧縮側を加えた条件のTPは耐久性が格段に劣る。

※但し、最大振幅の差が小さいときに限られる。



絵を加えて1～3の条件を説明する。

寺子屋

<https://terakoya2018.com/>

CAE 解 援 隊

<http://www.kaientai2008.com/>