

報 告

樹脂CVJブーツ シール性予測技術

古田裕二^{*1}, 田中明子^{*2}

Sealing Life Prediction Technology of TPE CVJ Boot

Yuji Furuta^{*1}, Akiko Tanaka^{*2}

要 旨

ジョイント角とクランプの挙動及び、ヘタリ量をFEAにより求め、シール性を予測する技術を確立した。

その結果、設計段階でベンチ長期ヘタリを含むシール性予測が可能となった。

Abstract

In a stage of designing a CVJ boot, analytic conditions of FEA method are established so that values calculated with the FEA method coincide with the actually measured values.

As a result, It is possible to predict a sealing life which included bench long-term heat deformation at the design stage.

*1 Yuji Furuta 機能部品事業部 機能部品技術部 CD部品技術室

*2 Akiko Tanaka 技術企画部 技術電算室

1. はじめに

CVJブーツは、駆動力をタイヤへ伝達する等速ジョイントの保護用ブーツであり、操舵、バウンド・リバウンドの動きにより圧縮・引張挙動をしながら回転するため非常に厳しい使われ方をする。

又、機能としては、グリースの保持、泥水の浸入防止の役割を果たしている。

Fig.1に使用部位、Fig.2に組付け状態を示す。

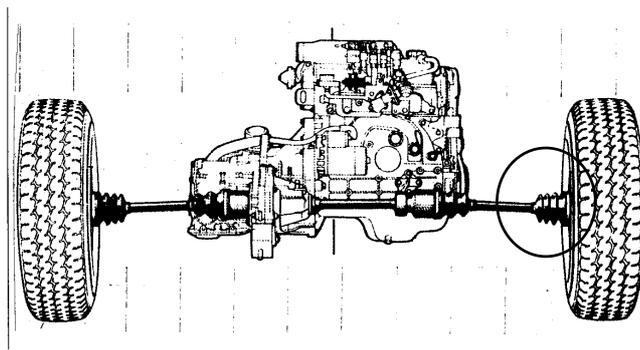


Fig. 1 Installation Part

も難しくなっている。

ブーツを樹脂化することで、①材料特性上ゴムに比べ、へタリが大きい②ゴムに比べ材料が硬く揺動時蛇腹の動きの影響をシール部が受け易い、といった特性があり新たにシール性の予測技術を確認する必要性が生じた。

ここではシール洩れ現象を解明し、FEAによりシール性予測技術を確認し、更にはシール部のへタリを考慮したシール予測を可能としたので報告する。

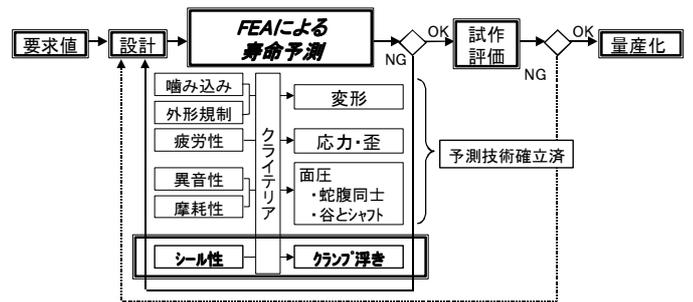


Fig. 3 Current Prediction Technology



Fig. 2 State of Assembling

2. 背景

CVJブーツの設計手法として、従来より開発期間の最適化、図面完成度の向上を目的に予測技術^{1) 2)}を確認し活用している (Fig. 3)。

しかしながら、近年軽量化、長寿命化を狙いブーツの樹脂化が進みつつある。更に現在ではジョイントの広角化ニーズが強くブーツの設計

3. シール性予測技術確立の流れ

技術確立の流れをFig. 4に示す。

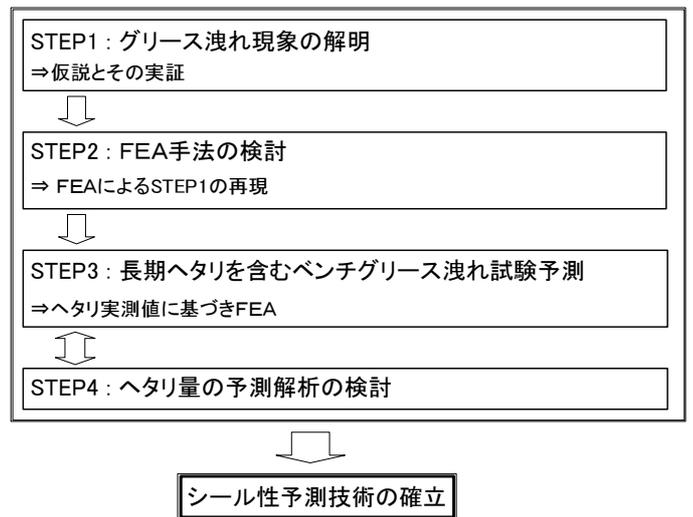


Fig. 4 Flow of Technological Establishment

4. 実施内容

4-1. STEP1: グリース洩れ現象の解明

1) 仮説

グリース洩れはC V Jブーツが屈曲運動をすることで蛇腹は引っ張り、圧縮の変形をする。

この変形により、クランプを浮き・沈みさせる力が発生。この時に発生した相手部品とブーツの隙間にグリースが浸入することにより、グリース洩れが発生する (Fig. 5)。

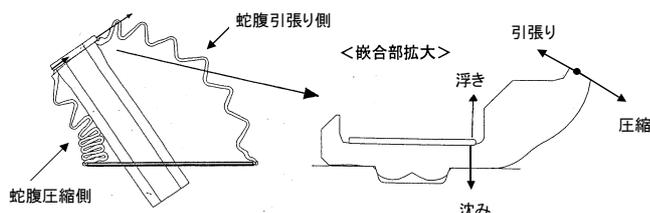


Fig.5 Movement of Clamping

2) 仮説の検証

実測によりジョイント角 (揺動) とクランプの動き (変位) の関係を調査した。その結果を Fig. 6に示す。

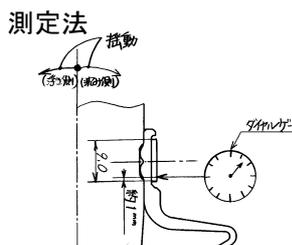
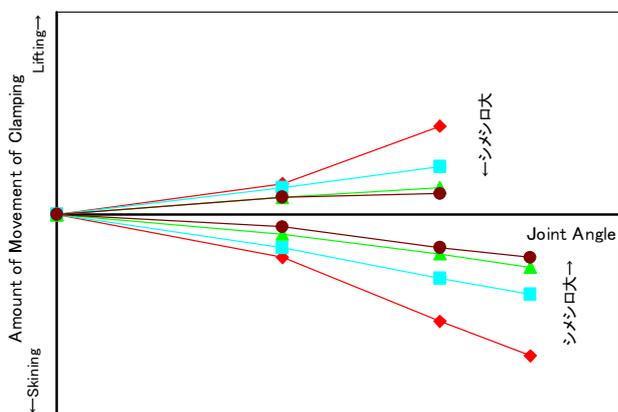


Fig. 6 Relation of Joint Angle and Movement of Clamping

結果からジョイント角が大きくなるにつれて、クランプの浮き・沈みの動きが大きくなるのがわかる。同様に、シメシロが大きい程浮き・沈みが小さい。

ここで浮きによりグリースがシール部へ侵入し、次にブーツ圧縮側でクランプが沈み込むことでシール部に入り込んだグリースが押し出される『ポンピング作用』で洩れが発生すると考えられる。

4-2. STEP2: FEA手法の検討

1) 解析モデルの選定

検討モデルを Table. 1 に示す。

Table.1 Model Selection

項目	2次元モデル	3次元モデル	擬似3次元モデル
小径部の変形	解析不可	精度良く解析可	解析可
クランプの変位	解析不可	精度良く解析可	解析可
モデル作成時間 ^間	0.75	2.5	1
解析時間 ^間	0.8	30	1
判定	△	○	◎

△:悪い、○:良い、◎:最も良い
※: 擬似3次元モデルを"1"とした時の比率

3水準のモデルを総合的に判断し擬似3次元モデルを採用することにした。

擬似3次元モデルとは、周方向に90度毎に座標を設定し、その間を補正したモデルである。

2) FEAによるクランプ挙動の確認

実際に FEA に使用した擬似3次元モデルを Fig. 7, その結果を Fig. 8 に示す。

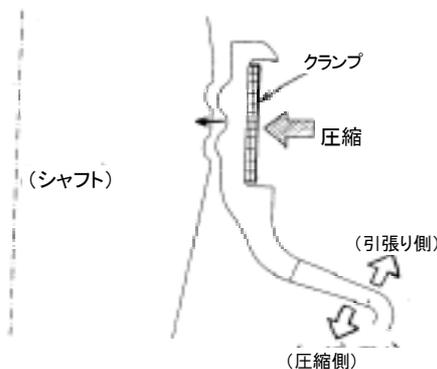


Fig. 7 Analytical Model

(変形を50倍に拡大)

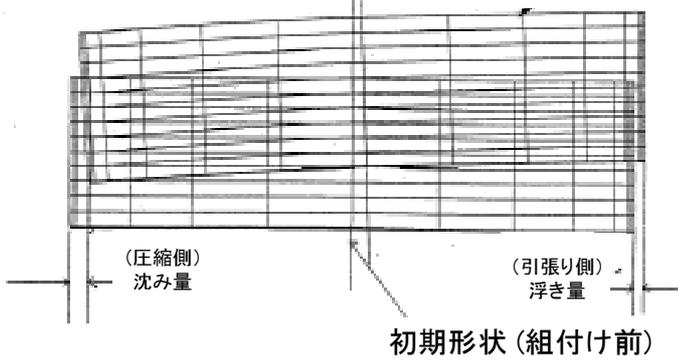


Fig.8 Movement of Clamping (FEA)

ブーツの蛇腹引張側ではクランプ端部は浮き、同時に圧縮側では沈む現象が確認でき、実際のクランプ挙動と FEA でのクランプ挙動は一致することが確認できた。

これにより FEA 解析で予測可能と判断した。

3) 実測と FEA のクランプ変位量の比較

実測のクランプ変位量と FEA 解析のクランプ変位量の関係を Fig.9 に示す。

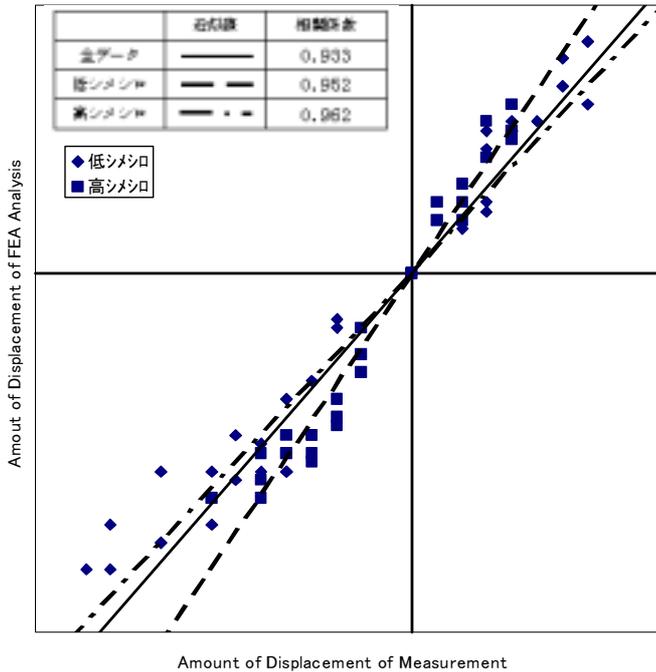


Fig.9 Relation between Measurement and FEA

結果から相関係数が 0.933 と高く実測と FEA は相関がとれていることがわかる。

このことから FEA において、ブーツ蛇腹揺動変形を考慮することでクランプの変位量予測が可能

となった。

4-3. STEP3 : 長期ヘタリを含むベンチグリース洩れ試験予測 (実測ヘタリを考慮した FEA)

1) 製品のベンチ試験

ベンチ試験の流れを Fig.10 に示す。

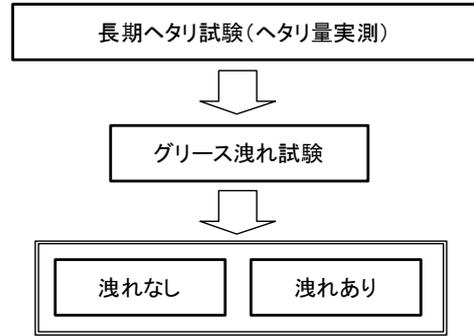


Fig.10 Flow of Bench Specification Testing

長期ヘタリ試験を実施し、その後動的グリース洩れ試験でグリース洩れの有無を確認する。

2) ヘタリ後のクランプ変位量の解析

シール性を予測するにはヘタリを考慮しなければならない。ヘタリはブーツ材料、ブーツシール形状により異なるため、個別のブーツ毎にヘタリ試験は必要となる。

ブーツ毎の長期ヘタリ試験にてヘタリ量を実測し、その結果を用いてヘタリ後の FEA での圧縮とクランプ変位量の解析を実施する。その手順を Fig.11 に示す。

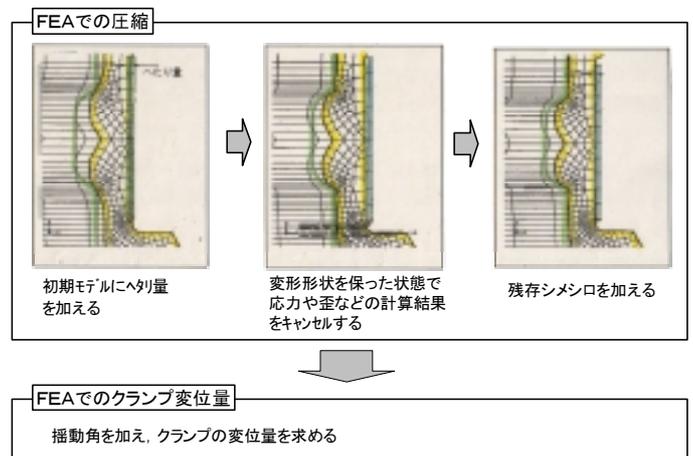


Fig.11 Procedure of Analysis

3) 解析結果とベンチグリース洩れの関係

ヘタリ後の実測シメシロと FEA によるクランプの変位量とベンチグリース洩れをプロットすると Fig. 12 となる。

これより、ヘタリ後のベンチグリース洩れ試験の洩れの予測が可能となった。

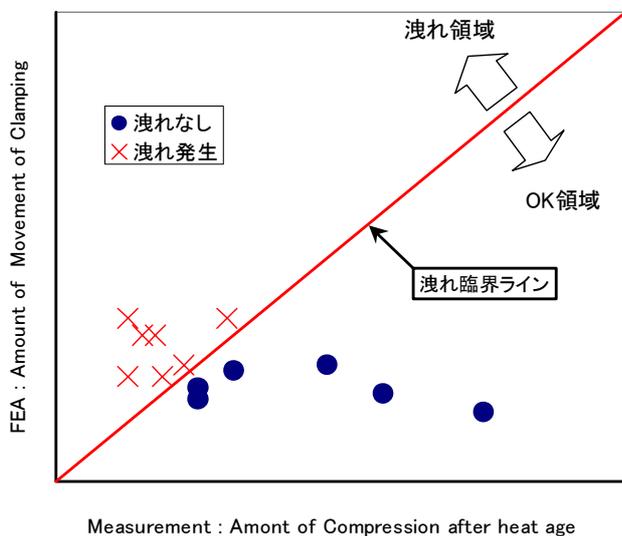


Fig. 12 Relation between Analytical Result and Bench Leakage

4-4. STEP4: ヘタリ量の予測解析の検討

1) 考え方

前記 STEP3 では実試験により、ヘタリ量を求める必要があった。このため試験に多大な期間を要するといった問題があり、一連の解析上でこのヘタリが予測できないか検討をした。

手段として材料データを解析に入力することにより、ベンチ長期ヘタリ量の予測を可能とする。

2) 解析結果

材料データを入力することでヘタリ後の実測と解析の形状は一致した。このことより、ヘタリ後の残存シメシロの予測が可能となった。

解析結果を Fig. 13 に示す。

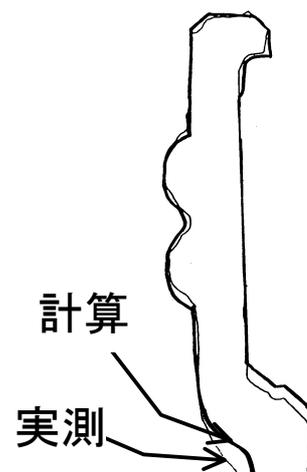


Fig. 13 Analytical Result

5. まとめ

ベンチ長期ヘタリ試験、動的シール試験を実施することなく、設計段階での予測が可能となった。

これにより、設計段階で完成度の高い形状提案ができるようになった。

参考文献

- 1) 宮本賢二 「FEA活用による設計段階におけるCVJの寿命予測と最適設計手法の確立」豊田合成技報 Vol.40 No.2(1998), p74-78
- 2) Minoru Shimizu et. "Development of Compact Thermoplastic CVJ Boot", SAE paper, No.96029, 1996, p.8-16