

〈技術レポート〉

# 自動車部品の評価技術（シール性） —評価装置と設計技術の紹介—

自動車部品事業本部 技術開発部 シール材設計課(自動車部品テクニカルセンター駐在)  
新井正史

## 1. はじめに

ニチアスでは、さまざまな業界向けに、使用用途、使用条件に合わせたシール材群をラインナップしている。自動車用シール材製品には、金属基材にゴムをコーティングした「メタコート®」(図1)、軟質系ガスケット材である「ジョイントシート」、高温の排気管等で使用される渦巻き型ガスケット「ボルテックス®ガスケット」等がある。それぞれの製品に要求される特性は異なっているため、それぞれに応じた専用の評価機器を幅広く取りそろえて評価を行っている。

本報では、自動車用のシール材に関する評価技術を紹介する。

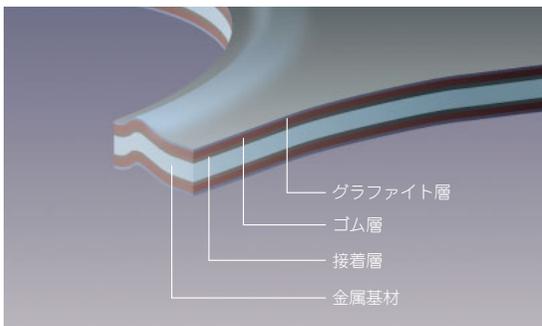


図1 メタコート断面構造図

## 2. 製品開発体制

自動車用シール材の開発は、基礎研究・素材開発を担当する「浜松研究所 研究開発部門」と、量産化・部品設計を担当する「自動車部品事業本

部 技術開発部」が連携をとりながらおこなっている。

## 3. 材料評価

ニチアス独自のシール材である「メタコート®」や「メタフォーム®」は、金属薄板に薄くゴムをコーティングし、強固に接着した製品である。それらの製品のシール性には「ゴムと金属の接着性」、「ゴムの強度」、「ゴムの表面状態」などの要素が影響しており、それぞれに対する評価技術が求められる。

これらの製品のシール性には、「圧縮復元」、「応力緩和」、「接着層の強度」といった特性や、「表面状態」や「内部構造」といった構造が影響する(図2)。

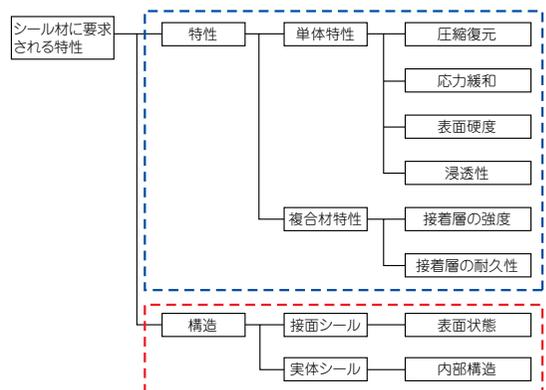


図2 シール材に要求される特性

### 3.1 機械特性評価

最新の電気機械式万能試験機を導入しており、圧縮復元、応力緩和、接着強度などの評価が可能

である。また、厚さの薄い材料でも硬度の評価が可能な超微小硬度計（写真1）を導入している。数ナノメートルの押し込み深さで測定が可能であり、100 $\mu\text{m}$ 以下の薄いゴム皮膜でも、硬度の測定が可能である。

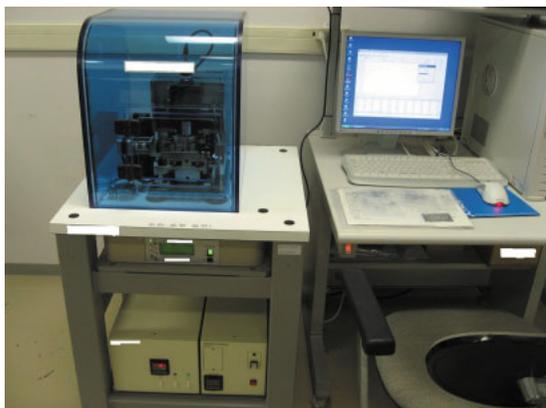


写真1 超微小硬度計

### 3.2 表面状態評価

シール性能に影響する表面の凹凸形状を測定するため、超深度カラーレーザー顕微鏡（写真2）を導入している。短波長レーザーで非接触計測することでシール材表面の数 $\mu\text{m}$ の微細な凹凸形状を三次元で計測、画像化することが可能である。



写真2 超深度カラーレーザー顕微鏡

更にマイクロ領域の観察のため、元素分析機能付フィールドエミッション型走査電子顕微鏡（写真3）がある。ナノオーダーの微細構造の観察と高分解能の組成分析が可能であり、精密な表面観察、分析が可能である。



写真3 元素分析機能付フィールドエミッション型走査電子顕微鏡

## 4. 部品機能評価

シール性の評価やシール面圧状態の確認、更には部品での耐久性の評価が要求される。

### 4.1 接面、実体シール性評価

エンジンオイル、不凍液(LLC)、燃料などと接液する部位では液体のシール性が必要とされ、吸気・排気部では気体のシール性が必要とされる。これらの評価には、リークテスターやCCDカメラを用いて実施しており、定量的かつ視覚的にシール状態の確認が可能である。

また、極微量の漏れ量を検知するため、最も分子サイズが小さいヘリウムを用いて漏れ量を検知するヘリウムリークディテクター（写真4）による、ガスの透過性評価も可能である。

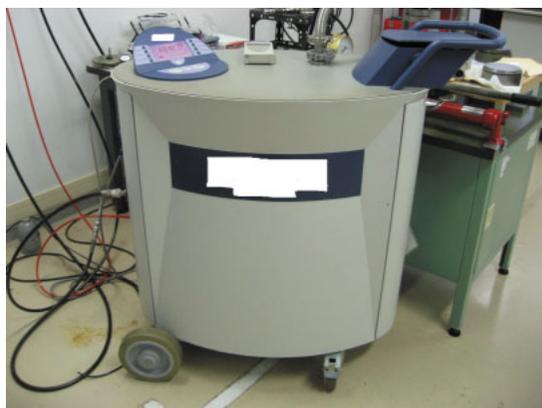
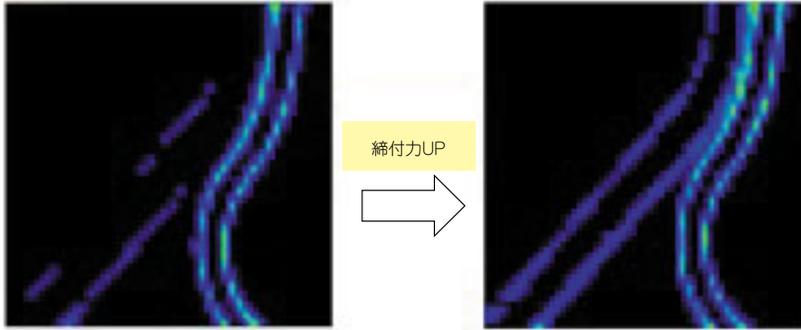


写真4 ヘリウムリークディテクター



締付力が高くなると、接触部分（光っている部分）が大きくなっていることが判る

図3 フィルム状センサーシートを用いた測定例

#### 4.2 シール面圧評価

上記のシール性評価の他に、シール面圧を確認することでシールに必要な面圧が確保できているか確認することができる。評価方法としては、(a) 感圧紙をガスケットと一緒にフランジに組み込み、使用条件で締め付け、感圧紙の発色状態からシール部の静的な面圧状態を確認する方法と、(b) 感圧紙の代わりに、フィルム状センサーシートを使用することで、動的な面圧状態の変化を評価する方法がある（図3）。

#### 4.3 耐久性評価

振動や内圧の変化によって発生するフランジの挙動により、ガスケットが摩耗や座屈といったダメージを受けることがある。これらのダメージによる耐久性への影響を確認するため、油圧疲労試験機（写真5）を用いて単体疲労試験を実施して

いる。この油圧疲労試験機は、動的アクチュエータを装備した二軸油圧サーボ試験システムであり、圧縮荷重をかけながらねじりトルクを加えるといった複雑な疲労試験も可能である。

### 5. エンジンベンチ評価

実車での使用を想定した性能評価のため、常温ベンチをはじめ、熱衝撃の評価も可能な冷熱ベンチや、燃費測定や騒音測定も可能な計測ベンチを導入している。

#### 5.1 エンジン冷熱ベンチ評価システム

エンジンオイルとLLCの温度をコントロールし、熱衝撃を与える冷熱評価が可能なベンチシステムである（写真6）。エンジンオイルは $-20^{\circ}\text{C}$ ～ $150^{\circ}\text{C}$ まで、LLCは $-35^{\circ}\text{C}$ ～ $100^{\circ}\text{C}$ まで温度制御が可能である。



写真5 油圧疲労試験機



写真6 冷熱ベンチ室写真

## 5.2 計測ベンチシステム

実車走行と同じモード運転制御が出来るため、燃費測定、排気系部品の評価が実施可能である。また、半無響室内に設置されており、エンジンの騒音測定にも対応している。

## 5.3 ベンチシステムの環境保全装置

環境への影響を考慮してディーゼルエンジンの実機評価ベンチから排出するガス中のばい煙を除去し、排気するため排ガス黒煙除去装置を導入している。

本装置は耐熱性に優れたセラミックフィルタを使用し、目詰まり防止のためにパルスジェット逆洗浄方式を採用した高温ガス乾式集塵機となっている。

## 6. 設計技術

ガスケット仕様（材質・形状）を決定するためには、設計→試作→単体機能評価→結果のフィードバック→再設計のサイクルを繰り返して、最適な形状を決定していく必要がある。そのため、ガスケットの仕様の決定には費用と時間がかかってしまう。そこで、当社では、設計の効率化のためCAE解析（Computer Aided Engineering）を活

用している。

解析ソフトには、非線形領域まで対応可能な解析ソフトを導入している。

### 6.1 CAE活用例

次の4つの仕様（図4）に対するシール面圧状態を解析した結果を図5に示す。

#### ●仕様1

冷間圧延鋼板（厚さ：0.2mm）の単体。

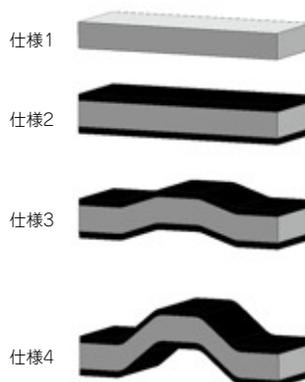


図4 ガスケット仕様（断面構造）

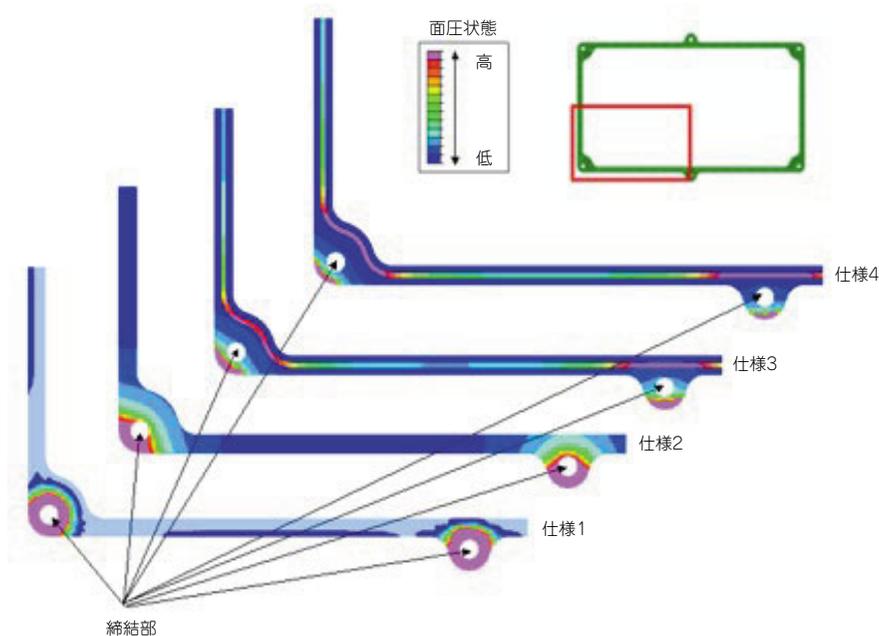


図5 解析事例

## ●仕様2

メタフォーム T/#1608 (PS-6020)

冷間圧延鋼板 (厚さ: 0.2mm) に、発泡ゴム (厚さ: 0.2mm) を両面コーティングしたガスケット。

## ●仕様3

仕様2のガスケットのシール部分に、ビード加工 (高さ0.2mm, 幅0.15mm) を施したガスケット。

## ●仕様4

仕様2のガスケットのシール部分に、ビード加工 (高さ0.4mm, 幅0.15mm) を施したガスケット。

CAE解析の結果から、仕様1は締結部近傍部しか圧力がかかっていないので、締結部の間で洩れが生じることが予想される。これに対し、仕様2は締結部の近傍部以外でも圧力がかかっており、発泡ゴムの効果による高いシール効果が期待できる。また、仕様3, 4は、ビード部への面圧の集中が確認でき、高いシール性の要求に効果的であることがわかる。

仕様4は、仕様3と比較して、高い面圧が得られており、ビード高さがシール性に影響することが分かる。

このように、CAE解析は、シール特性に影響が大きい面圧の予測に有効な方法と考えられる。

CAE解析のためにはシール材の機械特性の入

力が必要であり、特にニチアス独自のシール材である「メタコート®」や「メタフォーム®」のようなゴムと金属の複合材を使用する場合には正確な機械特性の取得が重要である。また、解析結果と実際の面圧状態の検証も必要である。

## 7. おわりに

今回紹介した自動車用シール材評価技術は、ニチアスが長年培ってきた「断つ・保つ」の技術のひとつであり、すでにさまざまな評価設備や評価技術を有している。しかしながら、今後、目まぐるしい変化が予想される自動車の進化を先取りして、シール材評価技術も進化していかなければならないと考えており、現状に満足せず、常に新しい評価技術に挑戦していく所存である。皆様からのご指導、ご鞭撻をお願いするとともに、皆様からの要望をお寄せ頂くようお願いする。

## 筆者紹介



## 新井正史

自動車部品事業本部

技術開発部

シール材設計課

(自動車部品テクニカルセンター駐在)