



(解説)

## カットパイルを用いたシール材の特徴と事例

### <ネオパイル®>

三和テクノ株式会社 研究開発室 小坂圭亮 阿部勇喜（弁理士）



#### 1. はじめに

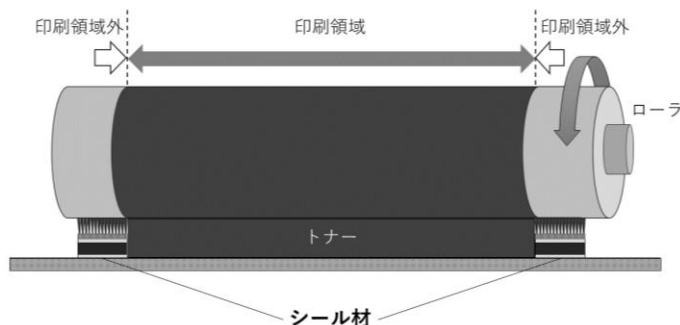
オフィスで使用されるプリンターに装着されている現像・感光体ユニットには、トナーの漏れを防止するためのシール材が使用されている（第1図）。トナーが印刷領域から外部に漏れ出してプリンター内部や紙に付着すると、印刷物を汚すという問題が発生する。

三和テクノは、従来ゴムや不織布が使用されていたプリンターのシール材市場に、独自のパイルを使用したシール材（以下、パイルシール材と略す。）を提案し、新規市場を獲得した。パイルシール材は、ゴムや不織布製のシール材に比べて、シール性に優れていたためである。パイルとは、基布となる編物・織物にパイル糸を編みこみ（織りこみ）、繊維を立ち上がらせるように加工した生地のことである（写真1）。ループ状に繊維を立ち上がらせた生地のことをループパイルといい、ループの先端をカットしたものをカットパイルという。カットパイルは、表面に繊維の先端が向いた構造をしているため、ふわっと柔らかく肌触りの良い質感が得られる。そのため、パイルは主に衣料品用途として使用されてきた。このパイルを、全く異なるシール材の分野に応用した背景には、当社が元々製造していたマット製品から着想を得たことがある。

常識にとらわれずに“シール”という機能を真剣に研究し、独自のパイルシール材という特許製品を利益の柱とすると共に、顧客に好評を頂いている。

#### 2. 本製品の概要、特徴、素材

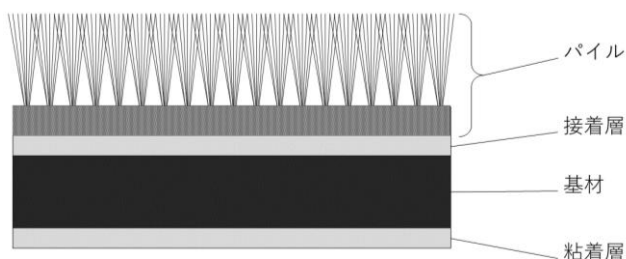
パイルシール材の基本的な構成は、表層のパイル、中間の接着層、下層の基材からなる（第2図）。基材の下に、貼付用の粘着層を設ける場合もある。これらの部材を貼り合わせ、所定の形状に打抜くことでパイルシール材に加工する。接着層・粘着層は、粘着テープ等で構成される。基材は、ゴムスポンジ等の弾性体や金属、樹脂等を選択できる。パイルに使用する繊維の材質としては、ポリエステル、ナイロン、アクリル、フッ素等の合成樹脂（プラスチック）が多用される。また、材質だけではなくパイル糸の太さや長さ、密度も制御可能である。幅広い繊維種の中から、求められる機能に合わせた選択と組み合わせが可能であるため、開発の自由度は非常に高い。



第1図 トナーのシール材



写真1 カットパイル



第2図 パイルシール材の構造

パイルに使用する繊維の材質としては、ポリエステル、ナイロン、アクリル、フッ素等の合成樹脂（プラスチック）が多用される。また、材質だけではなくパイル糸の太さや長さ、密度も制御可能である。幅広い繊維種の中から、求められる機能に合わせた選択と組み合わせが可能であるため、開発の自由度は非常に高い。

### 3. パイルシール材の特長

三和テクノのパイルシール材は、「ネオパイル」という商標を登録している。ネオパイルには、4つの特長がある。

#### 3-1 カットパイル先端の点接触による低い摺動抵抗

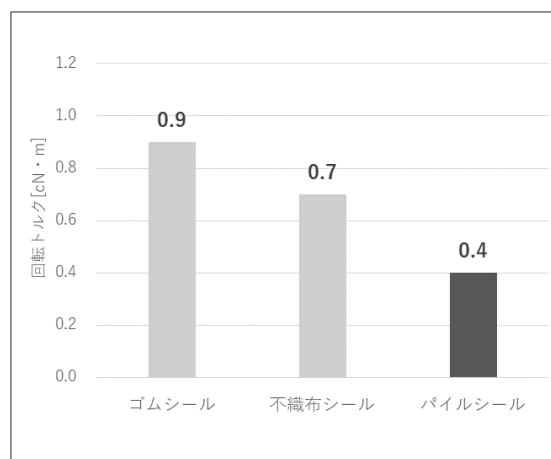
シール材において、低い摺動抵抗を実現する手法には、①潤滑剤塗布、②低摩擦抵抗素材の使用、③接触面積縮小があげられる。従来のゴムや不織布製のシール材は、手法①、②を用いて摺動抵抗低減の試みが行われてきた。ただし、手法③については、ゴムは表面が摺動部材に対して面接触し、不織布は繊維の側面が摺動部材に対して線接触するため、これ以上接触面積を小さくすることは困難であった。

	ゴムシール	不織布シール	パイルシール
摺動部材との接触状態	摺動部材 ↓ 接触面	摺動部材	摺動部材
接触面(模式図)			
接触状態	面接触	線接触	点接触

第3図 摺動部材との接触状態

一方パイルシール材は、表面に繊維の先端が向いた構造をしている。そのため、パイルシール材を摺動部材に当接させると、パイルシール材の表面は摺動部材に対して点接触することになる(第3図)。

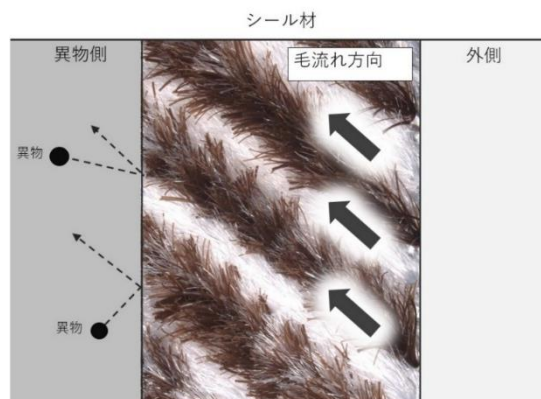
これにより、ゴムや不織布製のシール材よりも圧倒的に接触面積を小さくすることが可能である。実際に、ベアリングユニットにゴム・不織布・パイルの3種類のシール材を取りつけて、回転トルクを測定した。結果は、ゴム・不織布製のシール材に比べて、パイルシール材の回転トルクの値は約半分であり、低い摺動抵抗を示した(第4図)。



第4図 シール材の回転トルク (ゴム・不織布・パイル)

#### 3-2 パイル表面の毛流れの制御によるシール性向上

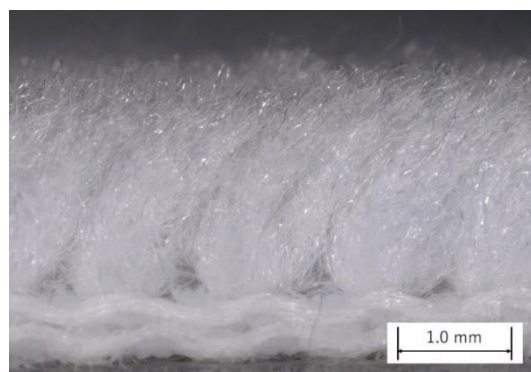
パイルシール材表面の繊維1本1本は、無作為な方向に向いているのではなく、ある一方向に繊維の流れ(毛流れ)をつけている。この毛流れが、シール性に大きな影響を与える。すなわち、異物が侵入してくる方向に対して繊維の先端が向くように毛流れを制御すると、異物が侵入してきた際、パイルの毛流れによって異物には反対方向に押し返される力が働くため、シール性が向上する(第5図)。



第5図 毛流れによる異物を押し返す効果

#### 3-3 高い繊維密度による微粒子のシール

パイルシール材を構成する繊維は、繊維径 5~30 $\mu$ m 程度であり、単位面積 (1.0 mm<sup>2</sup>) あたりの繊維本数は、1,000 本以上となり、非常に高密度である(第6図)。この高い繊維密度によって、トナーのような粒径約 5 $\mu$ m 程度の微粒子でさえも、確実にシールすることが可能となる。



第6図 高い繊維密度

#### 3-4 繊維の抜け対策

パイルシール材の懸念点として、使用に伴いパイル糸を構成している繊維が抜けてくる現象が想定される。この繊維の抜け対策として、以下三つを施している(第7図)。

### ① 熱融着糸でパイル糸を基布に接着

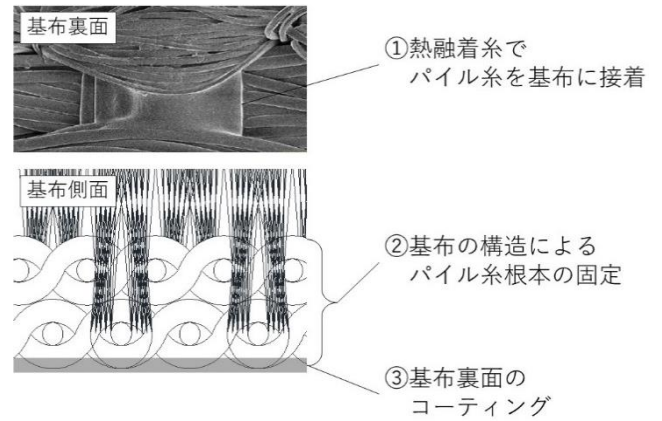
基布に使用する糸の一部に、一定温度で溶ける熱融着糸を使用している。熱を加えることにより熱融着糸が溶け、基布とパイル糸の根元が接着されることによって、繊維の抜けを防止する。

### ② 基布の構造によるパイル糸根本の固定

基布を二重構造にする織り方(二重一越)により、パイル糸の根元を基布の糸によって締めつけて固定している。

### ③ 基布裏面のコーティング

基布裏面にプラスチックをコーティングすることにより、パイル糸の根元を固定している。



第7図 三つの繊維の抜け対策

## 4. 期待される適用例と効果

### 4-1 第4の柱確立に向けて

現在、パイルシール材を新規市場に展開する試みを進めている。三和テクノには、自動車部品、マット、プリンター用シール材という3つの事業の柱があるが、これらに続く第4の柱となる主力製品の開発を目指している。第4の柱の候補として、①工作機械、②ベアリング、③ロボット分野を検討している(第8図)。

#### ① 工作機械分野

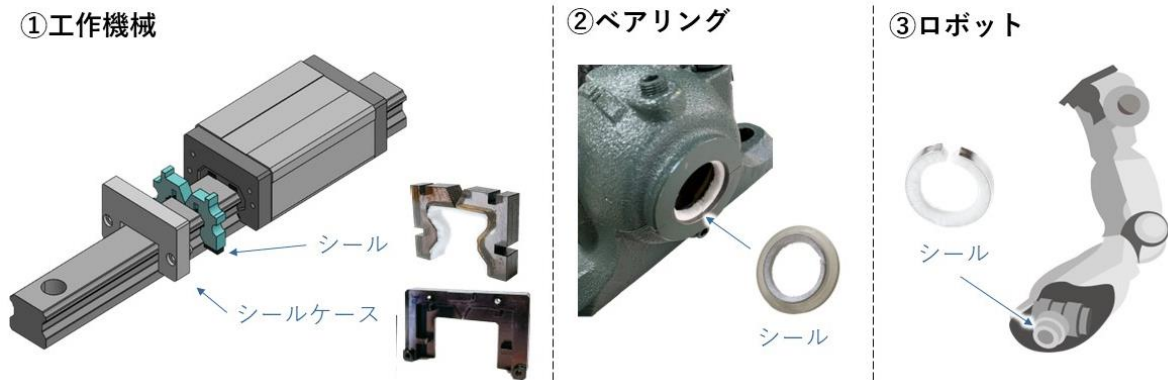
切削加工時に発生する切粉からリニアガイドやボールねじ等の内部を保護する目的で、ゴム製シール材が使用されることが多い。しかし、ゴム製シール材は、クーラント(切削液)によりゴムが膨潤し破壊されることや、シール材が摺動部と面接触するため摺動抵抗が高く、発熱も大きいという問題がある。一方、パイルを構成する繊維の材質はプラスチックであるため、ゴムに比べて膨潤の程度は極めて小さい。また、摺動部に対して表面のパイルは点接触するため、摺動抵抗も低くなり、発熱も低く抑えることが可能である。

#### ② ベアリング分野

従来、接触型のゴム製シール材と、ラビリンス構造等を持たせた非接触型のシール材が使用されている。しかし、ゴム製シール材では①同様、摺動抵抗が高く、またラビリンス構造では、非接触であるため不完全なシールになるという問題があった。ここにパイルシール材を適用すれば、低摺動抵抗で且つ確実なシールが可能と考えられる。

#### ③ ロボット分野

例えばロボット関節のような、可動部を保護するシール材としての用途が考えられる。パイルは、装置外部からの異物の侵入を防ぐと同時に、装置内部からの潤滑剤の漏れや飛散を防ぐことも可能であるため、クリーンロボットの分野においてニーズがあると考えている。



第8図 工作機械、ベアリング、ロボット分野向けのパイルシール材

## 4-2 技術的な課題

パイルシール材は、独自の魅力的な機能を持っているものの、採用に向けては技術的な課題も残されている。例えば、液体が飛散するようなウェットな環境でのシール性があげられる。プリンター向けのシール材は、液体が触れないドライな環境において使用され、トナー粒子（ドライな異物）のシールが可能である。一方で、工作機械向けに使用されるシール材は、水やクーラントがかかるウェットな環境で使用されるため、ドライな異物だけではなく、ウェットな異物に対するシール性も求められる。パイル材は、繊維どうしが密につまっているものの、繊維間には隙間が存在する。そのため、従来はパイルシール材でウェットな異物をシールすることは不可能と考えられていた。しかし、繊維種の選択やパイルの表面処理により、ウェットな異物に対するシール性をある程度担保できる可能性があることがわかった。

そもそも、ウェットな異物のシールに関しては、パイル材には従来のゴム製シール材にないメリットも存在する。ゴム製シール材では、摺動によるスティックスリップ現象が発生すると、ウェットな異物のシール性が急激に悪化するという問題があった。一方で、パイルシール材では、繊維1本単位の微小領域においてはスティックスリップ現象が発生するが、繊維先端が摺動部材とやわらかく且つ高密度で点接触するため、摺動面にはウェットな異物が漏れだす程度の隙間は生じない。このパイル材の優位性を活かしながら、ウェットな異物に対するシール性向上を目的として、三和テクノでは鋭意検討中である。

また、第4の柱候補の顧客への提案もすでに行っている。今まで全く検討していなかったパイルシール材を提案したところ、パイルシール材最大の特長である低い摺動抵抗に強い関心を示され、定期的に打合せの場を設けることとなった。このことから、顧客の強いニーズをとらえた提案であったことが伺える。現在は、NDA 契約を締結して、採用に向けた積極的な検討を進めている。

## 5. おわりに

三和テクノは、1965年設立の資本金9000万円、従業員250名程度の中小企業である。中小企業の得意とする機動力を活かして、第4の柱を早期に確立させるべく研究開発室が中心に活動を行っている。第4の柱の調査を進める中で、各候補について大きなニーズがあることも明らかになってきた。パイル材には我々が気づいていない潜在的なメリットが多くあると考えている。第4の柱の候補以外にも研究開発テーマは多くあり、常識にとらわれない研究開発を活発に進めている。今後も、独自の特許技術を活かしたシール製品を開発し、シール材トップ企業を目指す。

## 筆者紹介

- |            |                             |
|------------|-----------------------------|
| ■三和テクノ株式会社 | 研究開発室                       |
| 小坂圭亮       | keisuke.osaka@t-sanwa.co.jp |
| ■三和テクノ株式会社 | 研究開発室 室長補佐                  |
| 阿部勇喜（弁理士）  | yuki.abe@t-sanwa.co.jp      |

兵庫県神戸市長田区荻藻通 7-4-27

TEL : 078-381-7910

FAX : 078-651-7780