

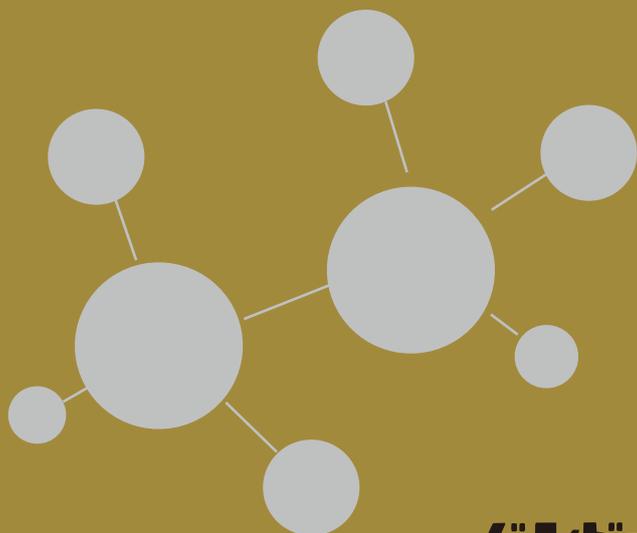
March 2017

No. 21



**BANDO TECHNICAL REPORT**

バンドーテクニカルレポート



**バンドー化学株式会社**

バンドーテクニカルレポート  
No. 21 2017年 3 月

---

目 次

巻 頭 言

「バンドーテクニカルレポート」第21号刊行に当たって ..... 1  
執行役員 畑 克彦

研究論文

C-STRETCH® 医療・福祉・介護分野の取組みについて ..... 2  
太田 雅史

C-STRETCH®を用いた歩行中の非侵襲的な呼吸数計測法の開発 ..... 6  
別所 侑亮

カーボンファイバーの垂直配向制御と放熱シートの開発 ..... 10  
向 史博／内藤 寛樹

スクーター変速機へのブロックベルト適用による伝動効率と燃費向上 ..... 17  
西垣 丈史

ストラットテンショナの開発と今後について ..... 22  
福田 耕治

固縛用張力測定装置(LASHINGBITE®)の開発 ..... 26  
浜崎 裕太

静電吸着クリーニング装置(BANDO MDEC®)の開発 ..... 30  
金子 加津寛

特許登録一覧 (2015年10月～2016年9月) ..... 37

新製品紹介

結合型細幅Vベルト「パワーエース®アラミドコンボ」の紹介 ..... 44  
難燃耐熱コンベヤベルト「FR7500」の紹介 ..... 45

TOPICS (2016.1～2016.12) ..... 47

**BANDO TECHNICAL REPORT**  
**No. 21 (March, 2017)**

---

**CONTENTS**

**FOREWORD**

On the 21<sup>th</sup> Issue of the Bando Technical Report..... 1  
Katsuhiko HATA  
Executive Officer

**REPORTS**

C-STRETCH® Challenges Medical, Welfare and Nursing Care Fields ..... 2  
Masashi OHTA

Development of Respiration Rate Measurements during walking using a sheet stretch sensor ..... 6  
Yusuke BESSHO

Vertically Aligned Method of Carbon Fiber and Development of Thermal Conductive Sheet..... 10  
Fumihiko MUKAI/Hiroki NAITO

Improvement of Transmission Efficiency and Fuel Economy by Applying A Block Belt to A Scooter Transmission.. 17  
Takeshi NISHIGAKI

About The Development of StrutTensioner and The Future ..... 22  
Kouji FUKUDA

Development of Tension Meter for Cargo Lashing LASHINGBITE® ..... 26  
Yuta HAMASAKI

Development of Micro dust Electric Cleaner by Only Electrostatic Force..... 30  
Katsuhiko KANEKO

**PATENTS** (2015.10~2016.9) ..... 37

**NEW PRODUCTS** ..... 44

**TOPICS** (2016.1~2016.12) ..... 47



## 巻頭言

### 「バンドーテクニカルレポート」第21号刊行に当たって

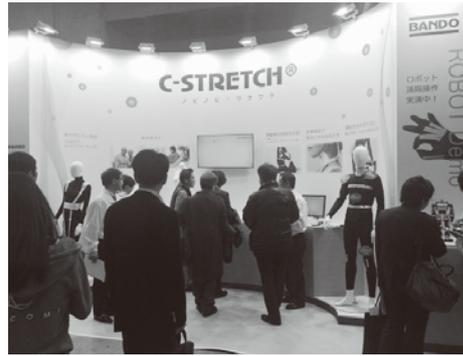
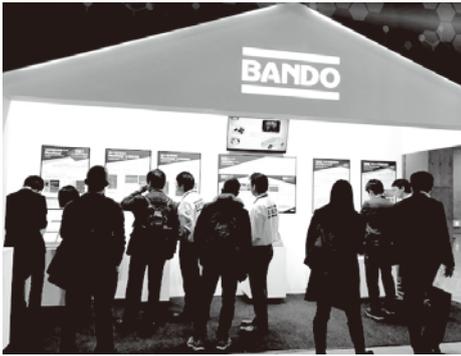
執行役員 畑 克彦

平素は当社の製品・サービスをご愛顧いただきありがとうございます。当社は2016年度に創業110周年を迎え、その記念行事の一つとしてプライベート展示会「バンドーテクノフェア2016」を10月に神戸会場および東京会場にて開催いたしました。当展示会においては、当社グループ各事業部門ならびにR&Dセンターが現在の主力製品や今後を担う開発製品および技術の展示を行いました。両会場とも大変盛況であり、販売の拡大と当社を再認識いただく絶好の機会になったと思っています。

また、2016年度は新規ビジネスを目指した開発製品のプロモーションに精力的に取り組んだ年でもありました。2013年度からスタートした当社中長期経営計画の第一ステップであるBF-1<sup>st</sup>から本格的に開発に着手した新製品がようやく形となり、市場に投入していく段階になりましたが、それに合わせて各種展示会に出展いたしました。2016年4月には第7回高機能フィルム展、9月には国際フロンティア産業メッセ2016および台湾で開催されたSEMICON Taiwan 2016、10月 国際福祉機器展2016、11月には米国サンフランシスコで開催されたID TechEX Show、12月セミコンジャパン2016および2017年1月には第3回ウェアラブルEXPOに出展しております。

これら展示会においては多数のお客様に当社展示ブースにご来場いただき、ご意見やご要望を頂戴し、今後の販売ならびに開発にとって大変な参考となりました。

バンドーテクニカルレポート第21巻には、上記展示会に出展しました新製品を中心に6製品、7論文を掲載しています。是非ともご高覧いただき、ご意見・助言をいただければ幸甚に存じます。



## Foreword

### On the 21<sup>th</sup> Issue of the Bando Technical Report

Thank for your patronage of our company's products and services.

In fiscal 2016, our company celebrated its 110th year since establishment. One commemorative event that we held was the "Bando Techno Fair 2016" that was held in Kobe and Tokyo in October. At this exhibition, each business division in the Bando Group, as well as the R&D Center, exhibited current main products and products and technology that will be developed from here on. Both venues were well attended and were perfect opportunities for sales expansion and for us to recognize anew our company.

Fiscal 2016 was a year in which vigorous efforts were made for the promotion of developing products that were the target of new business. New products that were the target of the full scale development that was undertaken from 2013 at the beginning of STEP 1 of our company's mid-to-long term management plan, BF-1, have finally taken shape, and we are at the stage of releasing those products onto the market. We exhibited those products at every kind of suitable exhibition: In April 2016, the 7th Film Tech JAPAN; in September, The International Industrial Fair 2016 and SEMICON Taiwan 2016; in October, International Home Care & Rehabilitation Exhibition 2016; the ID TechEX Show held in San Francisco in November; in December, SEMICON Japan 2016; and in January 2017, the 3rd WEARABLE EXPO.

At these exhibitions a lot of customers visited our company's exhibition booths, and we heard a lot of opinions and desires that were great references for sales and development from here on.

In this publication, the 21st Bando Technical Report, we have focused on 6 new products that were exhibited at the above-mentioned exhibitions, and 7 papers. We would be very happy to hear any opinions or suggestions that you may have when reading through this publication.

Katsuhiko Hata  
Executive Officer

## C-STRETCH® 医療・福祉・介護分野の取組みについて

### C-STRETCH® Challenges Medical, Welfare and Nursing Care Fields

太田 雅史  
Masashi OHTA

#### Abstract

Currently, Japan has entered a super aged society. The aging rate has reached 25% now, and it is expected to rise in the future. As a result, in terms of social security, it is inevitable to increase the cost of medical and welfare benefits. To the super aged society spreading globally, the workplace function efficiency and the disease prevention measure are required at the medical, welfare and nursing care sites. We use C-STRETCH®, a stretchable sensor, to challenge market development in the medical, welfare and nursing care fields.

Keywords: sensor; rehabilitation; evaluation tool

## 1. 緒 言

日本は、超高齢・人口減少社会に突入しており、団塊世代が高齢化を迎えたことを受け高齢化率は現在25%にも達している。高齢化の流れを受けて介護が必要な人は10年間で2倍にも増加していることから、今後、更なる増加が見込まれる。この急激な高齢人口の増加を受け、医療そのものが、病院・施設から地域・在宅へ、医療から介護へ体制が変化してきている。これまで多くの病院は急性期医療を行う場として提供されていたが、今後、回復期、療養期を担う場として多くの施設が提供される。これらの施設は、機能

評価や運動療法などのリハビリテーションを提供し、生涯に渡り、いかに快適な生活を維持するかが重視される。また、リハビリテーションは健常高齢者の未病に向けた取り組みとしても注目されている。

## 2. C-STRETCH®の計測原理と市場抽出

社会の変化を踏まえ、当社においても、柔軟であり、伸縮性の高い伸びセンサであるC-STRETCH®を切り口として、医療・福祉・介護分野の市場開拓に挑戦している。C-STRETCH®は図1に示すように、熱硬

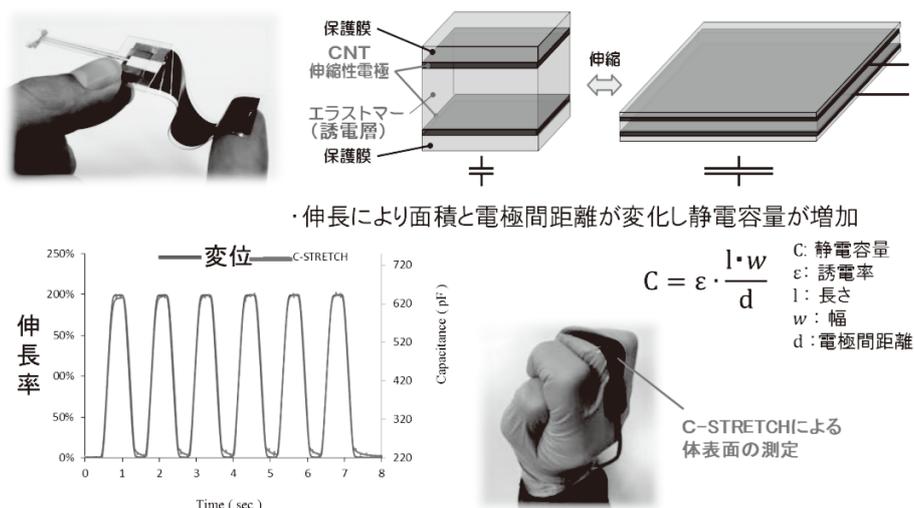


図1. C-STRETCH®の構造と特徴

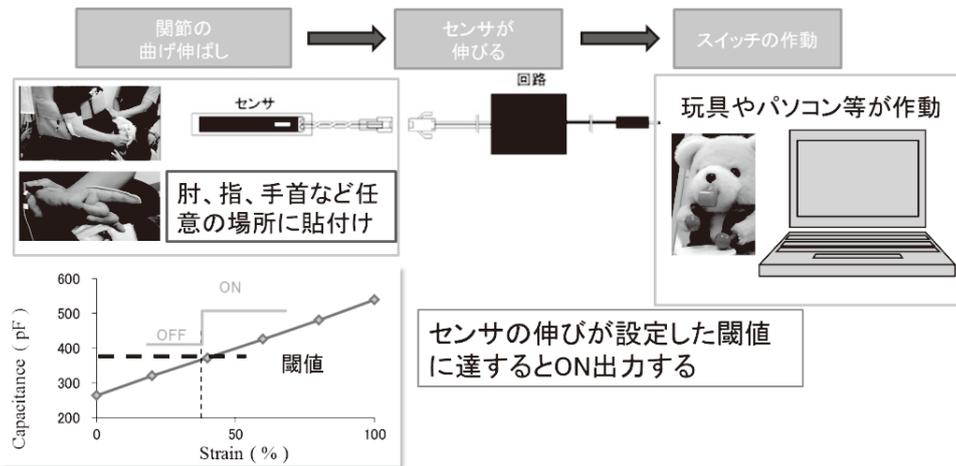


図2. 作製したコミュニケーションスイッチ

化性ポリウレタンからなる誘電層と、ナノカーボンからなる伸縮性導電層の積層体で構成されており、伸長により面積と電極間距離が変化することにより、静電容量値が増加する事を利用した伸びの計測センサである。<sup>1)</sup> 高い伸長率に対しても出力の追随性が高く、従来の製品で実現できない大変形の計測が可能である。また非常に柔らかいセンサであることから、体表面の測定に適していると考えられる。そこで、神戸大学との包括的な連携協定の枠組みを利用し、医療分野などから、臨床現場の具体的な意見を抽出し、重度障害者分野のコミュニケーション支援ツール、作業療法分野の運動機能評価ツール、理学療法分野の呼吸数評価ツール、言語聴覚分野の嚥下機能評価ツールを選定した。

### 3. 脳性麻痺患者のコミュニケーション支援ツール

現在、脳性麻痺により身体機能が低下した患者のコミュニケーションを支援するスイッチは、様々な機器があるが、麻痺や不随意運動により姿勢保持が困難であったり、スイッチまで正確なリーチングが困難であったりし、十分に機器を活用できない例が多い。そこで、C-STRETCH®を利用して図2に示すような、不随意に動いてもスイッチが身体に保持され、かつリーチングが不要であるスイッチを作製した。

このスイッチは、肘・指、手首など任意の場所に貼付け、関節の曲げ伸ばしによるセンサの伸びが、設定した閾値に達するとONするスイッチとし、このスイッチ信号により玩具やパソコン等を操作できるかの検証を重度障害者の方の協力を得て行った。検証を行った患者は、自身の意思で動かせる部分は顎のみであり、全身に不随意運動が見られたが、顎部分に貼付けたセンサにより、扇風機を動かすことに成功した。

このことは、不随意運動の大きなアテトーゼ型脳性

麻痺の患者に対しても利用しやすいスイッチであると言え、重度の運動障害を持つ対象者に対して、新たなコミュニケーションの手段を提供できるものと考えられる。

### 4. 作業療法における運動機能評価ツール

介護従事者の半数以上は腰痛を患っており、その8割近くが就労後に腰痛を経験している。腰痛の発生や慢性化は、長時間にわたって頻回に行われる腰部の屈曲運動が関わっており、予防には、この屈曲運動を介護従事者の行動を阻害することなく測定する必要がある。そこで、介護従事者の行動を阻害しない様な無線通信モジュールおよびソフトウェアの作製をおこなった。無線通信モジュールのハード構成は、センサからのアナログ入力をデジタル化し、BluetoothによるPCへの通信を確立した。またPC上でリアルタイムに表示可能なアプリケーションソフトを開発し、行動を阻害しない計測キットとして有用性を確認した。

腰の関節角度の推定には、単純な関節運動が、関節角度と伸びが比例する事を利用したモデル式を応用し、図3の写真にある様に、尾骨とL5を結ぶ線を基本軸とし、L5とL1を結ぶ線を移動軸とし、これらの線が作る角をC-STRETCH®の伸び量から推定値として算出した。この推定値と動作解析装置による実測値を比較した結果、高い相関が得られた。C-STRETCH®は、腰椎の屈曲・伸展角度を5度以内の誤差で推定しており、関節角度のリアルタイム計測や定量化ツールとしてリハビリテーション現場において、広く展開できる可能性が示唆された。この取り組みで得られた結果は、脳卒中方麻痺患者の歩行リハビリテーションにおいて、患者の歩行による伸展をセンサで検知し、正しい動作をフィードバックする装具の機構として使用が可能である。

□ “腰椎の屈曲角度” = “尾骨-L5-L1のなす角”

基本軸: 尾骨と第5腰椎棘突起(L5)を結ぶ直線  
 移動軸: L5と第1腰椎棘突起(L1)を結ぶ直線

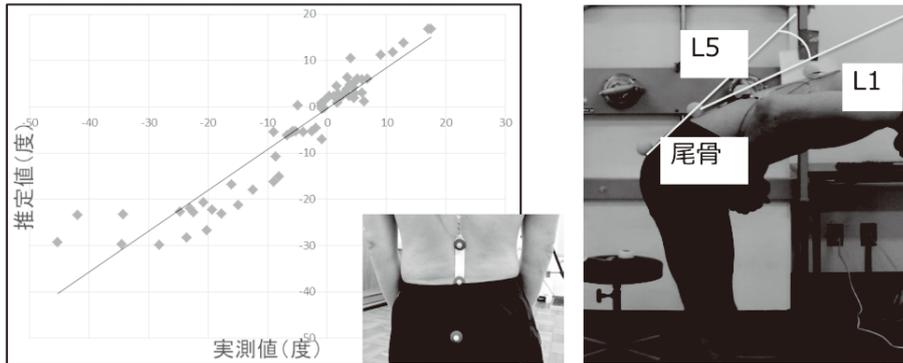


図3. 腰部の屈曲角度の推定

5. 理学療法における呼吸数評価ツール

現在、世界の死亡原因第4位はCOPDと呼ばれる慢性閉塞性肺疾患であり<sup>2)</sup>、日本での罹患数は500万人を超えている疾患である。この症例に対し、近年、運動療法が世界中で取り組まれる様になり、呼吸リハビリテーションの需要が高まっている。

呼吸数の計測は、歩行試験において運動耐容能の把握に有効であると考えられるが、簡便な測定方法が無い状態である。そこで、運動時における呼吸数計測の試みとして、目視・レスピトレース・呼気ガスマスクの3視点から安静時の呼吸に対し、高い相関を示した部位に、C-STRETCH®を貼り、運動時の呼吸計測を実施した。測定は図4に示す様に、トレッドミル上を歩行しながらエアフローメータと比較を行いながら呼吸数の抽出を行った。

得られたデータの周波数を分解し解析を行った結果、すべてのデータに共通して3つのピークを有する

ことが判明した。このデータをエアフローセンサや動画データと比較した結果、0.54Hzが呼吸、2.68Hzが歩行、1.37Hzが歩行に伴う片腕・片足の運動に由来しており、歩行と呼吸の帯域がきれいに分かれている。

呼吸に由来するピークのみを抽出すると、エアフローセンサによる波形に対し、相関の高い波形であることが確認できた。

C-STRETCH®は、腹部でほぼ正確に呼吸数を検出できており、リアルタイムの計測が可能なアルゴリズムを構築することで、運動療法時の呼吸数を定量化できる可能性が示唆された。

6. 言語聴覚分野における嚥下機能評価ツール

現在、肺炎は日本における人の死亡原因の第3位を占めており、特に85歳以上の肺炎死亡率は、若年成人の1,000倍以上にもなる。この高齢者肺炎は、誤嚥

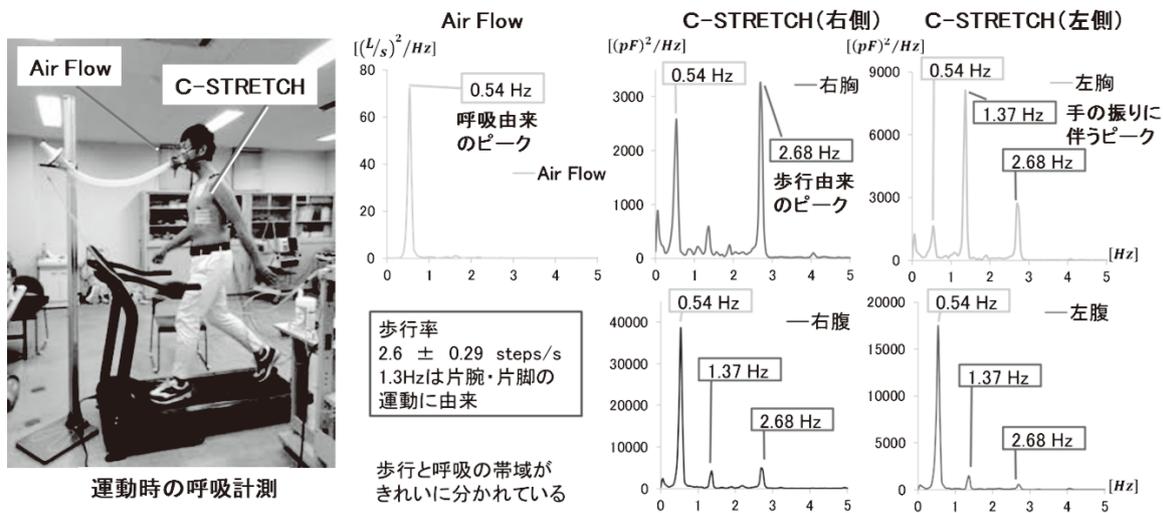


図4. 運動時における呼吸由来ピークの抽出

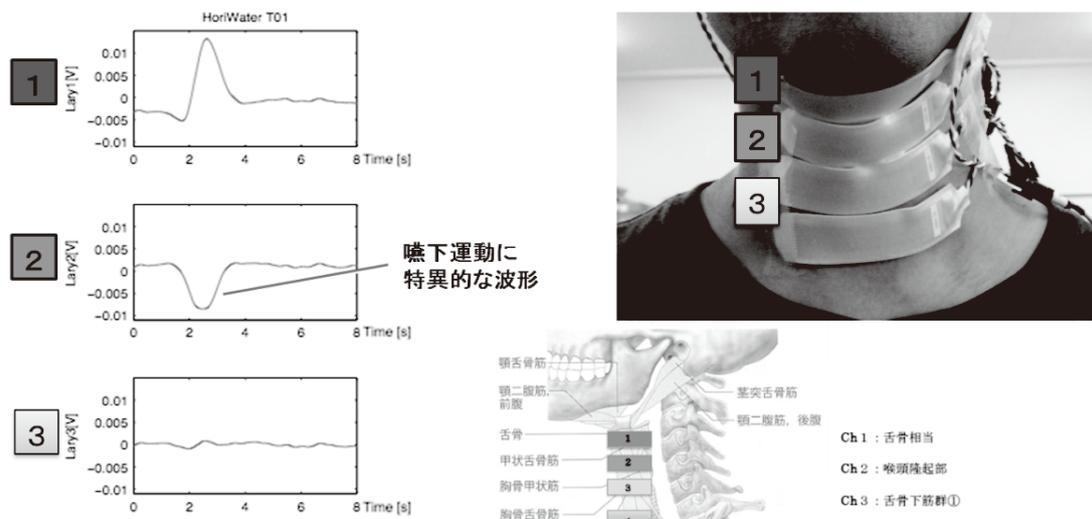


図5. 運動時における呼吸由来ピークの抽出

性肺炎が80%を占めており、食物を飲み込む際の嚥下反射の低下や、気管に食物が侵入することにより引き起こされるため、誤嚥の予防的・確かな評価が重要となっている。

嚥下障害の評価は、2つの方法があり、選別検査と呼ばれる触診検査と精密検査と呼ばれるX線検査に大別される。選別検査は、臨床で用いられやすい反面、非客観的であるという欠点があり、精密検査は、客観的な指標が得られる反面、被爆や設備が必要といった問題があることから、臨床で用いられやすく、かつ客観的な指標が可能な嚥下機能の定量化を試みた。

臨床で行われている触診部を参考に、図5に示す、舌骨相当部、喉頭隆起部、舌骨下筋群にセンサを貼り、嚥下時の出力波形を確認した所、特に喉頭隆起部において嚥下運動に特異的な波形が示された。

また、超音波診断装置との同時測定により、体内挙動との相関<sup>3)</sup>を調べた結果、得られた波形データは甲状軟骨の挙上開始から下降終了を表していることが示された。

以上の結果より、C-STRETCH<sup>®</sup>は嚥下機能を示す特徴的な波形パターンをとらえており、今後、医学的な根拠を付与することにより、簡易誤嚥検査システムやリハビリ機器として利用できる可能性が示唆された。

## 7. 結 言

今回の取り組みを通し、C-STRETCH<sup>®</sup>は、①重度の運動障害を持つ者に対し、新たなコミュニケーション手段としての利用 ②介護やリハビリテーションの現場で対象者の動きをリアルタイムに定量化する手段としての利用 ③運動療法時の呼吸数を定量化する手段としての利用 ④嚥下による波形パターンを検出する手段として簡易誤嚥検査システムやリハビリ機器とし

での利用、などの可能性が見出されており、臨床現場などで広く利用可能な測定ツールとして利用が期待できる。

## 参考文献

- 1) 中本裕之、平田一郎、大高秀夫、多田充徳、小林太、小島史男、インタラクシオン2015論文集、pp.468～469, 2015.
- 2) World Health Statistics 2008
- 3) 水野智仁、大窪慎一郎、佐藤剛介、松下真一郎、阿志賀大和、高橋裕二、山村智：医療機関、薬局、歯科衛生士、吸引な健常者における頭部の姿勢変化が嚥下時の甲状軟骨運動に与える影響－超音波装置を用いた解析－日本摂食嚥下リハビリテーション学会誌2012;276・282



太田 雅史  
Masashi OHTA  
2008年 入社  
R&Dセンター

## C-STRETCH®を用いた歩行中の非侵襲的な呼吸数計測法の開発

Development of Respiration Rate Measurements during walking using a sheet stretch sensor

別所 侑亮

Yusuke BESSHO

### Abstract

It's difficult to visually measure respiratory rate during walking, and wearing the mask is burdensome for elderly people and seriously ill patients. In this paper, we developed a respiratory rate measurement system using a stretchable strain sensor C-STRETCH® and investigated its validity.

The examination was made under two conditions: 1) standing position - sitting position - normal gait - sitting position, condition 2) walking stance - standing position. Measurement time was 6 minutes for each walk, 3 minutes at rest. Walking speed was changed at 2-6 km / h. The respiration rate was obtained using the algorithm for determining the respiratory phase from the output waveform and compared with the result obtained from the air velocity. In conclusion, the new measurement system can accurately detect respiration rate during walking.

Keywords: Stretchable Strain Sensor; Respiration Rate; Chest Motion; Abdominal

### 1. 緒 言

近年はウェアラブルデバイスによるバイタルセンシングや活動情報など人に関するセンシングデバイスの開発が盛んに行われている。当社が開発しているC-STRETCH®は、薄くて軽く、また柔軟で大きく伸び縮みできることから人体などの曲面へ装着した際にも動きの追従性に優れ、装着感の少ない身体への親和性が高い特徴と、繰り返し精度よく運動等を検出できる特徴を併せ持っている。そのため、衣服や靴のような大きな伸縮をとまなう、ストレッチャブルな装着型センシングデバイスにも活用でき、場所を選ばず計測できることが期待される。

センシングの目的・手段は様々であるが、我々は呼吸リハビリテーションにおける呼吸計測に着目している。呼吸リハビリテーションにおいて、胸郭運動は重要な観察項目であり、その挙動は呼吸の状態や呼吸機能にかかわる情報を提供することが知られている。呼吸リハビリテーションにおいて身体活動量の改善を目的とする場合、非薬物療法として運動療法が中心であり、特に、運動中の低酸素の評価が重要である<sup>1)</sup>。その評価手法である6分間歩行試験では、運動耐容能としての歩行距離に加え、労作中の経皮的酸素飽和度(SpO<sub>2</sub>)についても確認し長期酸素療法(LOT)の導入等の指標に利用されている。

一般的にSpO<sub>2</sub>は低酸素の指標となるが慢性的な呼吸器疾患をもつ患者では自覚的な呼吸苦と測定値が一

致しない事例が散見される。また、運動による酸素需要の増大に対しては換気量および呼吸数の増大で対応するため、歩行時の呼吸数を評価することで、より質の高い耐運動容能の評価ができること期待される。

歩行中の呼吸数は目視計測が難しく、マスクを使った気流計測装置の装着は高齢者や重症患者には負担が大きく、LOTによりカニューレ等をつけている場合には装着が難しいといった問題がある。また、リハビリテーションの実施場面が医療施設内から在宅場面まで広がるなか、多くの機器が整備された限定な空間での評価ではなく簡便かつ正確に胸郭運動を計測できる手法が求められており、常時モニタリングできる装着型の呼吸計測機器が適している。

したがって、我々は、C-STRETCH®を用いた歩行中の呼吸数計測に着目し、非侵襲的な運動時呼吸数計測システムを開発し妥当性を検討した。

### 2. 実 験

C-STRETCH®で構成されたバンド型デバイス2つを服の上から身体に装着し、胸部と腹部の周径変化から呼吸数を測定するシステムとした(図1)。2本の帯を第四と第十肋骨の高さに巻き、フェイスマスクを着け気流速度を計測した。呼吸数の正解データとしてフェイスマスクへ接続したスパイロメータによるFLOWのアナログ波形より呼吸数を算出し、C-STRETCH®の

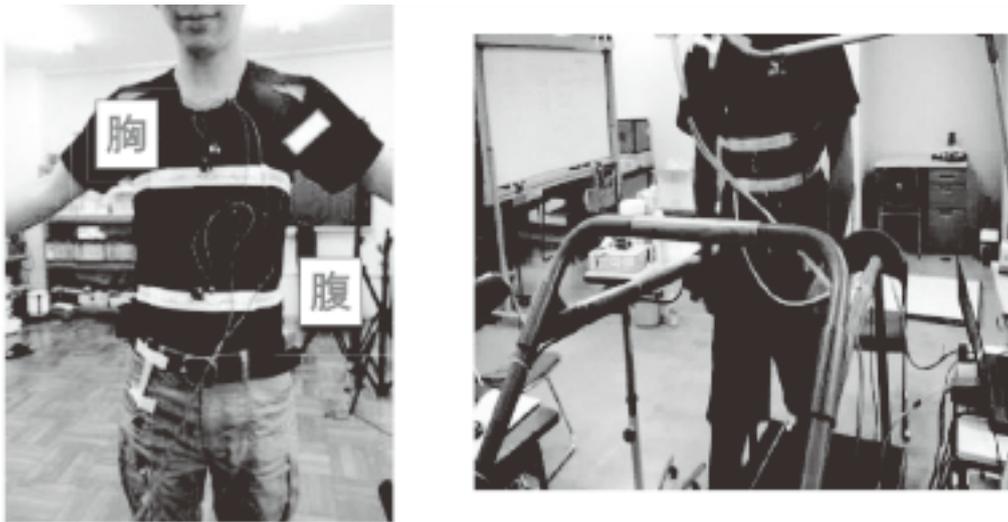


図1. C-STRETCH®バンドの装着図とトレッドミル上の歩行試験実施状況

出力波形から呼吸位相を判定するアルゴリズムを使った呼吸数と比較した。

書面で同意を得た健康成人9名（年齢 $22.3 \pm 1.41$ 、BMI  $22.0 \pm 4.4$ ）がトレッドミル上で歩行試験を行った。試験は条件1）立位—座位—通常歩行—座位、条件2）杖歩行—立位の2条件とした。計測時間は歩行を各6分、安静時各3分とし、歩行速度は2、4、6 km/hと順に変化させた。

### 3. 結果

まず、股関節前面にある大転子近傍にC-STRETCH®を装着し、胸部の呼吸信号と歩行信号の周波数解析を行った典型例を示す（図2）。安静時歩行速度を2、4、6 km/hの一定速度とした結果、呼吸の周波数帯と歩行の周波数帯が異なり、周波数分離できる。

歩行試験中には、安定した歩行による体動ノイズだけではなく不規則なノイズも含まれる。立位から座位

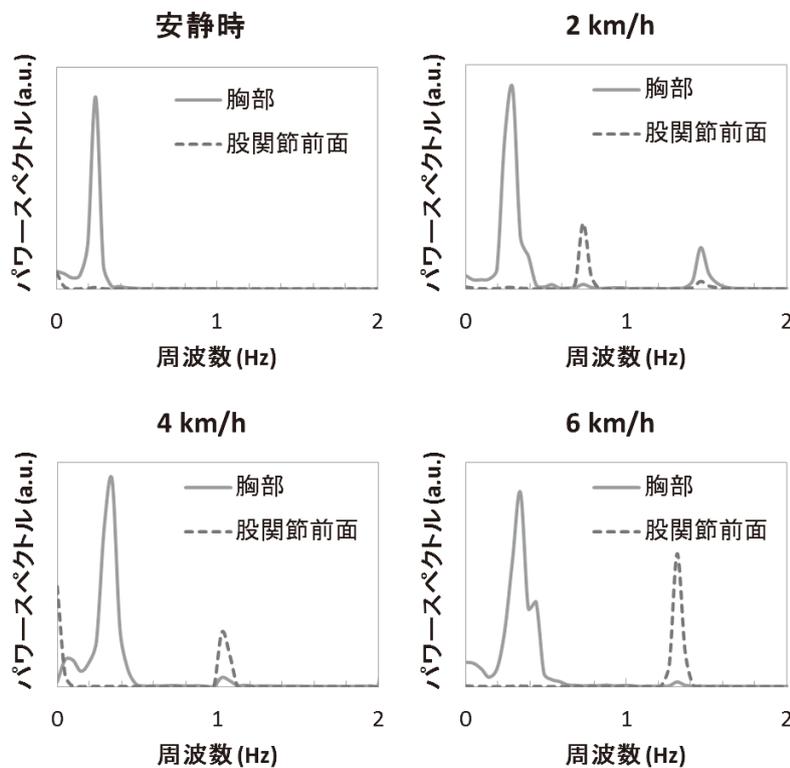


図2. 一定速度で歩行した際のセンサの周波数解析

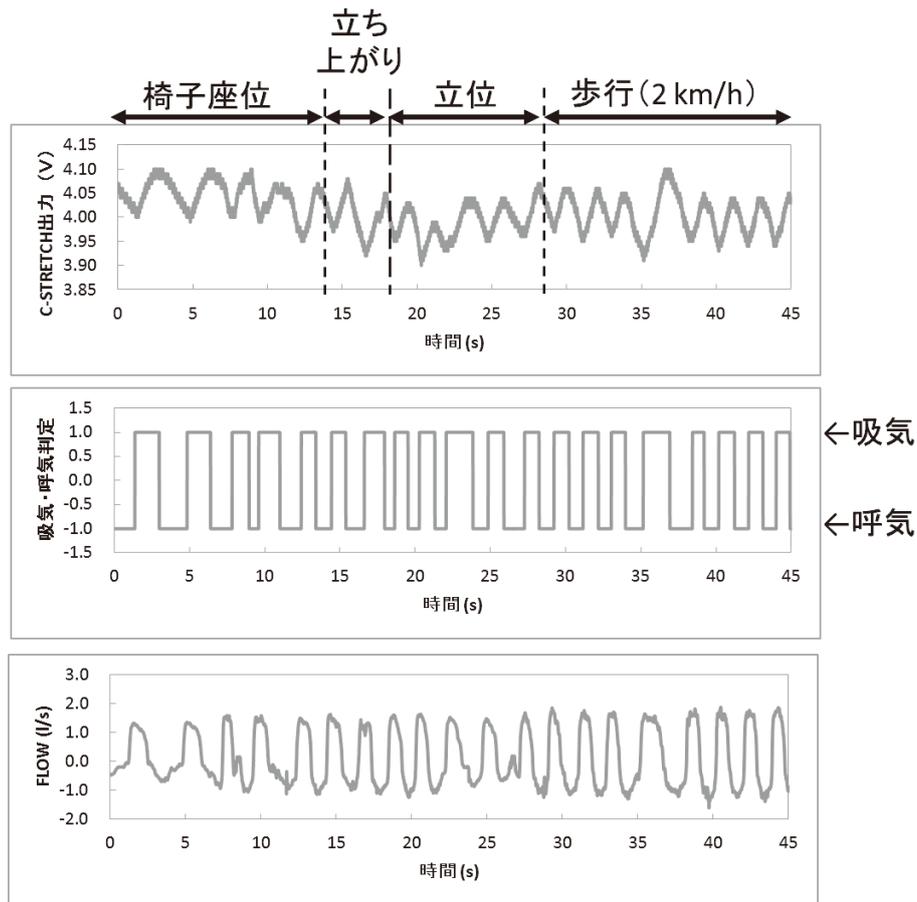


図3. 歩行時のセンサ出力と呼気・吸気判定の典型例  
(上段より、C-STRETCH出力、呼気吸気判定、FLOW)

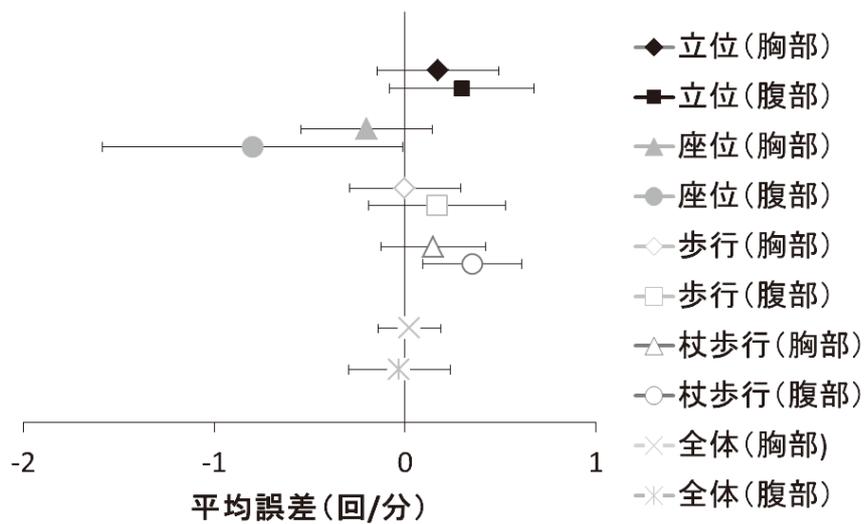


図4. 呼吸数カウント精度検証結果

への変更した際の周囲径の変化、または上肢の動きが不規則になるような杖歩行、無呼吸等が該当する。図3に座位から立ち上がり立位に変化し、更にトレッドミルを2 km/hに設定し定速運動となるまでの出力結果の典型例を示す。上段に胸部のC-STRETCH®の出力波形、およびアルゴリズムによる呼気判定、下段にフローセンサの流速を示す。アルゴリズム不規則なノイズがある状態でも、FLOWと1/4の位相差がある状態で相関が高く呼吸数を検出できている。センサデータから呼吸数を算出するアルゴリズムは、無呼吸状態などの周期的でない呼吸や外乱に対して誤検出が発生しにくい設計とした。

最後に全被験者に対して、FLOWから得られた呼吸数に対して、C-STRETCH®バンドから算出した呼吸数と比較した結果、胸部0.022回/分(95% CI [-0.14, 0.19])、腹部-0.03回/分(95% CI [-0.30 0.24])の誤差で呼吸数計測ができることが示唆された(図4)。

## 4. 結 言

C-STRETCH®を使用した歩行時の呼吸数計測システムは、歩行時の呼吸数を精度良く検出できることが示された。呼吸数に加えて呼吸の位相を定量化してバイオフィードバックに利用できれば、呼吸リハビリテーションにおける運動耐容能の評価や呼吸法の指導への利用価値がある。本報の限界として、対象者が健康な成人に限られることが挙げられる。今後は高齢者や呼吸器疾患をもつ対象などを加えて精度の検証、および、運動中の呼吸数、SpO<sub>2</sub>、脈拍等と組み合わせることで、運動耐容能評価システムへの展開を見据えて開発を進める。

本報は、当社と国立大学法人神戸大学との包括連携に基づく共同研究の成果である。

### 参考文献

- 1) 石川朗、沖侑太郎、藤本由香里：日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌, 25, 3 (2015)



別所 侑亮  
Yusuke BESSHO  
2013年 入社  
R&Dセンター

## カーボンファイバーの垂直配向制御と放熱シートの開発

### Vertically Aligned Method of Carbon Fiber and Development of Thermal Conductive Sheet

向 史博  
Fumihiro MUKAI

内藤 寛樹  
Hiroki NAITO

#### Abstract

In late years, with a technological advance and downsizing of the electronic equipment, the calorific value of electronic parts increases remarkably. It is necessary to tell cooling machine such as heat sinks, and to radiate heat to be connected in the generated heat spoiling the reliability as the movement instability of electronic parts that is the apparatus.

Thermal conductive sheet is a heat transfer material used in form to intervene between heat place and cooling unit. We oriented filler having shape anisotropy perpendicularly with the thickness direction of the seat and controlled it, and we applied to Thermal conductive sheet. As past result, we developed a conductive type using the carbon fiber and an insulation type using boron nitride.

Key Words: thermal conductive sheet; vertically aligned method of the heat transfer fillers

## 1. 緒 言

近年、電子機器の高性能化や小型化に伴い、電子部品の発熱量が著しく増大している。発生した熱は、電子部品の動作不安定つまりは機器としての信頼性を損なうことに繋がるため、ヒートシンクなどの冷却機へ伝えて放熱する必要がある。

放熱シートは、発熱源と冷却機の間を介在する形使用される伝熱部材であり、TIM (Thermal Interface Material) と呼ばれる放熱材料の1種である。発熱源や冷却機の表面には、少なからず微細な凹凸が存在するため、これらを直接組み付けると接触界面に断熱効果のある空気層を介在させることになり、熱伝導が大きく阻害される。TIMの介在は、発熱源ならびに冷却機の表面凹凸への追従により空気層の形成を抑え、接触界面の熱抵抗を下げて伝熱を効率化する働きもつ。但し、TIMの介在は熱の移動距離を長くするといった伝熱の阻害因子にもなるため、TIM製品自体の熱伝導率を向上させることが極めて重要となる。

我々は、形状異方性を有するフィラーをマトリクスゴム中でシートの厚み方向に対して垂直に配向制御する技術を放熱シートに適用し、シートの厚み方向つまりは熱の移動方向の熱伝導率を飛躍的に向上させた放熱シートの開発に取り組んでいる。これまでの成果として、軸方向に優れた熱伝導率を有するカーボンファイバーをシート厚み方向に垂直配向させた放熱シートを開発した<sup>1)</sup>。本報では、カーボンファイバー垂直配向放熱シートの詳細を述べるとともに、垂直配向制御

技術の更なる展開として、接触熱抵抗の低減がカーボンファイバー垂直配向放熱シートの柔軟化ならびに電気絶縁性を有する鱗片状粒子である窒化ホウ素を熱伝導フィラーとして用いた絶縁高熱伝導放熱シートについて紹介する。

## 2. カーボンファイバー垂直配向制御による放熱シートの高熱伝導率化

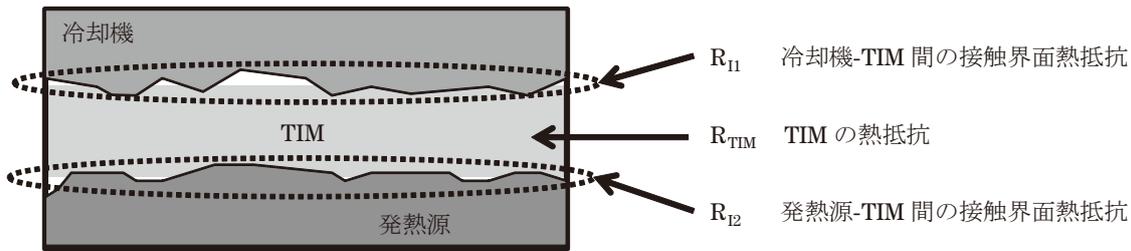
### 2-1. 放熱シートの特徴

TIMにはいくつかの製品分類があり、用途で使い分けが成されている。実際に用いる際は、どのような特性・使い勝手を重視するか考慮し、選択することが必要となる。

TIMに求められる特性は、熱をより効率的に伝達することである。具体的には、以下の要求が挙げられる。

- ・材料自体が熱を伝達しやすい (TIM自体の熱伝導率が高い)
- ・熱の移動距離が短い (TIMの厚みが薄い)
- ・被着材に良く密着し、接触界面の伝熱阻害を抑える (接触界面の熱抵抗が低い)

放熱材料の熱特性は、熱抵抗として評価される。熱抵抗は、低いほど伝熱の阻害因子がない (優れる) ことを示し、図1で示すようにTIM由来の熱抵抗と相手材との接触界面の熱抵抗の和で表される。



全体の熱抵抗  $R_{total} = R_{I1} + R_{TIM} + R_{I2}$

TIMの熱抵抗  $R_{TIM} = t / (\lambda_{TIM} \cdot A)$

$t$  : TIMの厚み、 $\lambda_{TIM}$  : TIM自体の熱伝導率、 $A$  : 接触面積

図1. TIMの熱伝導率と熱抵抗の関係

放熱グリースなどの液状TIMは、オイルや変性ポリマーなどの油脂に高熱伝導性を有する無機フィラーを充填したものである。液状であるが故に相手材の凹凸に良くなじみ、接触界面の熱抵抗を低減することが可能である。加えて、薄膜にすることが容易であり、厚みと比例するTIMの熱抵抗も抑えることができる。短所としては、発熱/冷却に伴う相手材の寸法収縮により、油脂成分が塗布部から染み出して接触熱抵抗が増加する(ポンプアウト)といった経時安定性に関する点が挙げられる。

これに対し、放熱シートなどのシート状TIMは、液状TIMと同様に高熱伝導フィラーを充填したポリマーコンパウンドを用いるが、ポリマーを架橋により繋ぎ止め、フィラーともども拘束するといった構造上の違いを持つ。ポリマーが架橋されていることにより熱収縮に対する経時安定性が良く、シート状のため取扱い易く作業性に優れる。反面、ポリマーを架橋硬化させたことに起因し、流動性を持つ液状のTIMに対して、相手材への追従性に劣り接触熱抵抗が大きくなる。

放熱シートは、放熱グリースなどの液状TIMと比べて熱抵抗面で劣る傾向にあるが、経時安定性・作業性に優るといった特徴をもつ。それだけでなく、フィラーを架橋ポリマーで拘束して任意の構造で維持できるため、フィラー構造設計の自由度が高い。熱伝導率に対しては、液状で流動する放熱グリースでは成し得ない設計を実施することが可能となる。

## 2-2. 高熱伝導率化処方

液状・シート状に限らず、TIMの熱伝導率は、充填した高熱伝導フィラーの量に依存する。フィラー充填複合材料の熱伝導率については、様々な理論式が提案されている。一例として、Bruggemanの式<sup>2)</sup>を(1)に示す。

$$1 - V_f = \left( \frac{\lambda_f - \lambda_c}{\lambda_f - \lambda_m} \right) \left( \frac{\lambda_m}{\lambda_c} \right)^{1/3} \quad (1)$$

$V_f$ はフィラーの体積分率を示し、 $\lambda_f$ 、 $\lambda_m$ 、 $\lambda_c$ はそれぞれフィラー、マトリクス樹脂、複合材料の熱伝導率を示す。図2に、(1)式より求めた複合材料の熱伝導率とフィラー体積分率の関係を示す。マトリクス樹脂の熱伝導率を $0.2\text{W/m}\cdot\text{K}$ (シリコン樹脂の熱伝導率)、フィラーの熱伝導率を $30\text{W/m}\cdot\text{K}$ (アルミナの熱伝導率)、 $1\text{W/m}\cdot\text{K}$ (溶融シリカの熱伝導率)とし、熱伝導率の異なるフィラーを用いた際の理論値をプロットした。

当然ではあるが、 $\lambda = 1\text{W/m}\cdot\text{K}$ の場合の $\lambda_c$ は、充填量が高くても低く推移する。TIMとしての必要機能を満たすためには、マトリクス樹脂と比べて十分に高い熱伝導率を有するフィラーを用いる必要がある。 $\lambda_f = 30\text{W/m}\cdot\text{K}$ の場合、 $\lambda_c$ はフィラーの体積分率(充填率)に強く依存し、体積分率が0.6を超えたあたりで急激に増加する。 $\lambda_c$ の急増は、フィラーの最密充填構造化と、それに伴うフィラー同士の相互作用(接触到

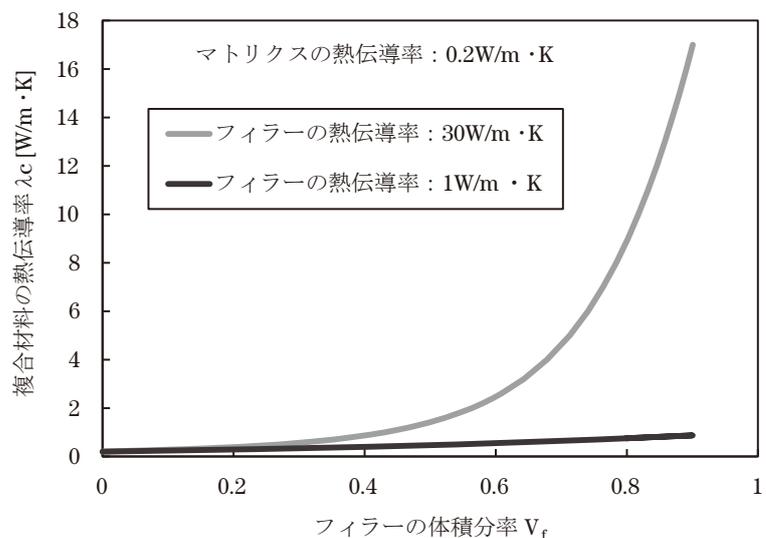


図2. 複合材料の熱伝導率とフィラー体積分率の関係

よる伝熱パスの形成)の増加を意味する。

TIMの高熱伝導化を図るためには、熱伝導率の高いフィラーを高濃度で充填する必要がある。一般に不定形フィラーと球状フィラーを比較した際、高充填が可能なのは、より緻密な構造を取ることが可能な球状フィラーである。また、フィラーの粒径が大きいほど、少ない接触点で効率的な伝熱を実現できるため、同一充填率下においては熱伝導率が高い。従って、大径の球状フィラーを多量充填することが望ましいが、単一粒子のパッキングの場合、どうしても隙間(=マトリクス樹脂)が生じるため、最密充填率に上限が生じる。この隙間を4割ほどの粒径を持つ小径フィラーで充填することで最密充填率の上限を更に引き上げることが可能である。TIMの高熱伝導化において、フィラー粒度分布の制御(2山あるいは3山化する)は、より緻密な充填構造を得る処方として広く用いられている。

本報では、フィラーの粒度分布制御を用いず、熱伝導パスを最大限に活用することで高熱伝導化を図る処方について検討した結果を示す。具体的には、放熱シートの厚み方向に貫通する伝熱パスを形成することであり、実装の際、液状TIMのように流動しない(フィラー充填構造が大きく変化しない)放熱シートでこそ有用な処方であると言える。

### 2-3. 狙いのフィラー充填構造

形状異方性を有する熱伝導フィラーが放熱シートの厚み方向に貫通・露出し、フィラーの高い熱伝導率を最大限に発揮できるフィラー充填構造を理想の構造とする。図3右に示す並列モデルは、前述の異方性熱伝導フィラーがマトリクス樹脂中で垂直配向した理想状態を近似的に表した模式図である。

近似後の並列モデルの機能特性予測式は、(2)式で表される<sup>3)</sup>。

$$\lambda_c = \lambda_f V_f + \lambda_m (1 - V_f) \quad (2)$$

上記予測式に従う場合、複合材の熱伝導率である $\lambda_c$ は、フィラーの熱伝導率ならびにフィラーの体積

分率に比例し、直線的に増加する。狙い通りのフィラー垂直配向構造を実現すれば、図2で見られたフィラー相互作用による伝熱パスの形成(最密充填に近づくにつれ起こるフィラー同士の接触)を起こすことなく、より低いフィラー体積分率での高熱伝導化が見込まれる。

### 2-4. 検討に用いた熱伝導フィラー

形状異方性を有する熱伝導フィラーとして、繊維径が8~10 $\mu\text{m}$ 前後で長軸方向の熱伝導率が600~900W/m $\cdot$ Kのカーボンファイバーを用いた。カーボンナノチューブなど極めて高い熱伝導率を有するフィラーも存在するが、繊維長が非常に短く、シート厚み方向に貫通・露出させることが困難であると考え、本検討の選定からは除外した。

放熱シートは、その用途から100 $\mu\text{m}$ 以上1000 $\mu\text{m}$ 以下のシート厚みで使用される。狙いの構造を実現するためには、少なくともカーボンファイバーの繊維長が放熱シートの設定厚みより長い必要があり、初期長さ3mmと十分に長いチョップドファイバーを熱伝導フィラーとして選択した。

図4に用いたカーボンファイバーのSEM画像(HITACHI S4800にて撮影)を示す。カーボンファイバーには熱伝導性に異方性があり、上述の高熱伝導率を発現する方向は図4右の長軸(繊維長に沿った)方向となる。

### 2-5. 作製した成型体のフィラー配向性ならびに繊維長の確認

フィラー配向性を確認するための成型体試料は、フィラーとマトリクス樹脂の混練ならびにシート成形、架橋の工程を経て作製した。図5に、混練方法およびシート成形方法を変えて作製した1cm厚さの成型体の断面図を示す(写真の上下方向が放熱シートの厚み方向)。

加工方法の差により、カーボンファイバーのシート厚み方向への垂直配向性に差異が確認された。加工方法Aでは一部マトリクス樹脂が凝集している部位(黒色部)が見られた。一方、加工方法Bにおいては

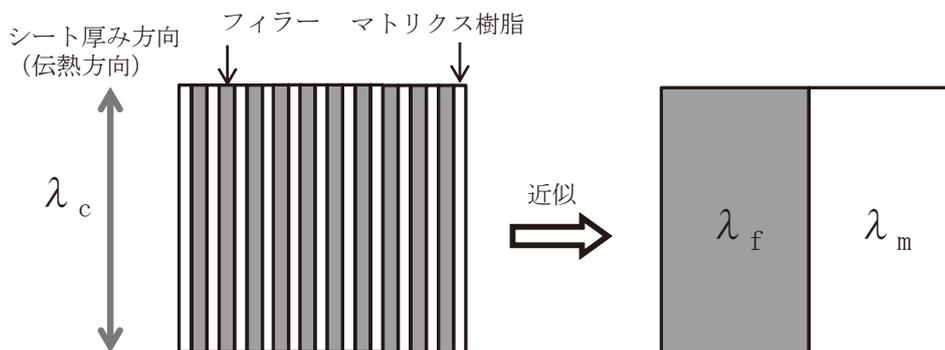


図3. 狙いとするフィラー充填構造(左)と並列モデル(右)

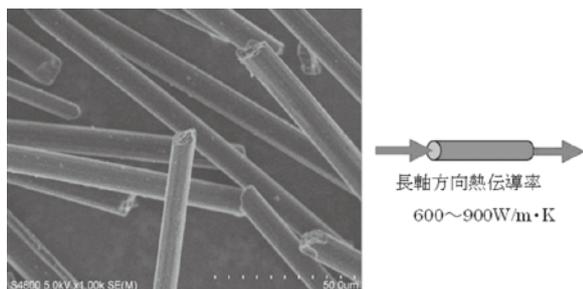


図4. カーボンファイバーのSEM画像と高熱伝導性を発現する方向

成型体内部の均一性が高く、マトリックス樹脂の凝集部位など部分的欠陥が見られない。垂直配向後の繊維長さを確認するため、ポリマーを一旦溶解・除去し、カーボンファイバーの長さを観察した（図6）。

加工方法A、Bいずれも混練時に受けるせん断力により、カーボンファイバーは破断して短くなっている

ことが確認された。初期長さ3mmに対し、加工方法Aでは200~300 $\mu$ mに破断し、加工方法Bでは更に細かく200 $\mu$ m以下の長さまで破断されていることが確認できる。

## 2-6. 放熱シート試料の作製

先の1cm厚さのカーボンファイバー垂直配向成型体より、厚さ80 $\mu$ m~1mmの放熱シート試料をスライス加工にて枚葉化し、作製した。シート枚葉化は、放熱シートの厚み方向がカーボンファイバーの垂直配向となるよう、成型体の厚さ方向と直交して実施した。放熱シート試料の一例として、加工方法Bにて作製した厚み100 $\mu$ mシートの断面ならびに表面のSEM写真を図7に示す。

図7左のシート断面写真より、カーボンファイバーがシート上面より下面まで、ほぼ垂直に配向していることが観察できる。また、図7右のシート表面より、

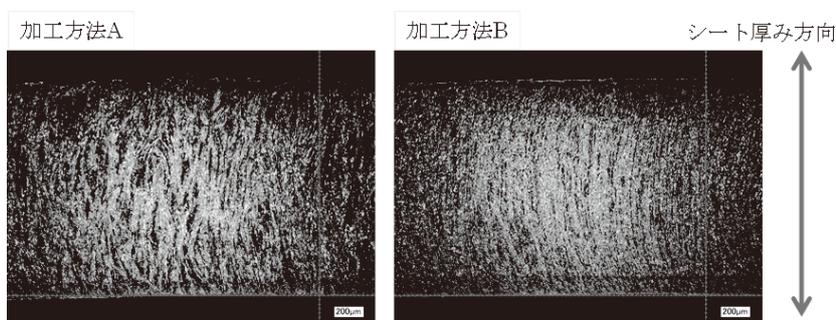


図5. 作製した放熱シート試料の断面写真

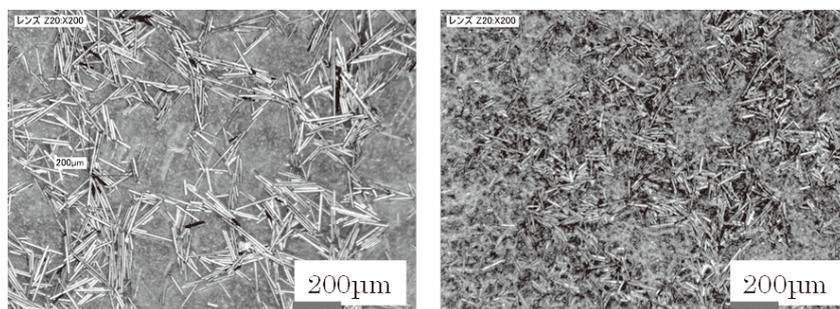


図6. ポリマー成分溶解・除去後のカーボンファイバー（左：加工方法A, 右：加工方法B）

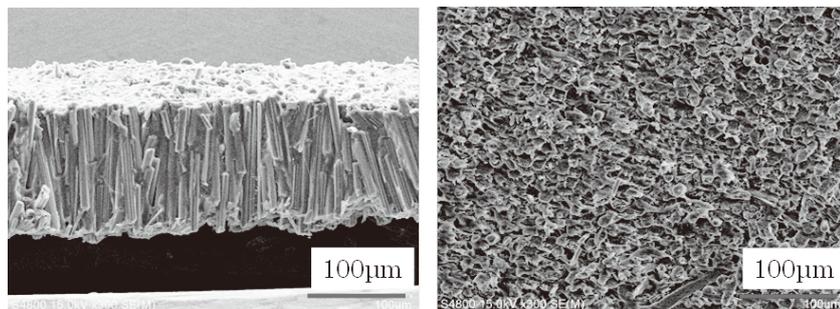


図7. 厚さ100 $\mu$ m放熱シートのSEM写真（左：シート断面, 右：シート表面）

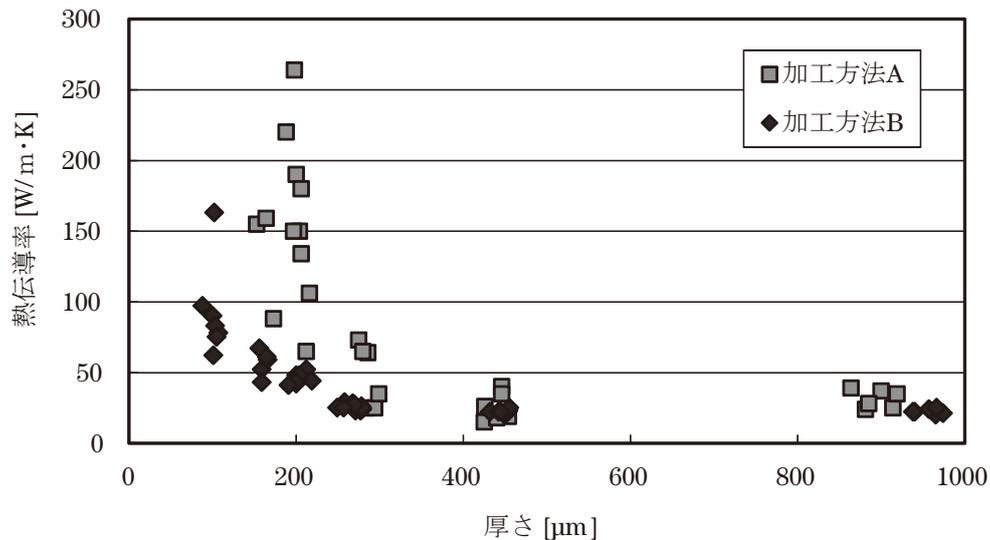


図8. 放熱シートの厚さと熱伝導率の関係

円形のカーボンファイバー断面がシート表面はほぼ全面に露出していることが観察される。図7より、カーボンファイバー垂直配向放熱シートとして、狙いとした構造が実現できていることを確認した。

2-7. カーボンファイバー垂直配向放熱シートの熱伝導率  
作製した放熱シートの熱伝導率を温度波熱分析法<sup>4)</sup>(ISO22007-3準拠、アイフェイズ社製 ai-Phase Mobile 1 $\mu$ )にて測定した。シート厚さと熱伝導率の関係を図8に示す。

加工方法Aを■、加工方法Bを◆とし、2種の加工方法の熱伝導率測定結果を合わせて表示した。図8から、加工方法に起因するシート内部のカーボンファイバーの長さの違いにより、作製した放熱シートの熱伝導率が異なることが明らかとなった。カーボンファイバーが長い加工方法Aで高い熱伝導率が確認されており、より効率的な伝熱パスが形成されていることが示唆される。

図6に示した加工法毎のカーボンファイバーの長さと同じ結果を照らし合わせると、その詳細が確認できる。加工方法A(カーボンファイバー長:200~300 $\mu$ m)ではシート厚み300 $\mu$ m前後、加工方法B(カーボンファイバー長:200 $\mu$ m以下)ではシート厚み200 $\mu$ m以下で熱伝導率の顕著な増加が現れる。カーボンファイバーの長さが放熱シートの厚さと同等以上になる場合に生じる現象と考えられ、熱伝導ファイラーがシートを貫通して表面に露出できる状態であると推察される。このことから、カーボンファイバーのような形状異方性を有する熱伝導ファイラーを用い、狙い通りの垂直配向構造が実現可能であることが明らかとなった。当技術の確立により、加工性の悪化ならびにシートの高硬化化(接触熱抵抗を悪化させる)を伴う熱伝導ファイラーの高充填化を行うことなく、放熱シートの熱伝導率を向上することが可能となった。

### 3. 形状異方性ファイラーの垂直配向制御技術の更なる展開

#### 3-1. カーボンファイバー垂直配向放熱シートの低熱抵抗化

1-1で述べたように放熱シートの熱特性向上においては、カーボンファイバー垂直配向制御で実現可能なシート自体の熱伝導率向上だけでなく、相手材に良く追従して接触熱抵抗を低減することが必要とされる。次に、シート厚み500 $\mu$ mのカーボンファイバー垂直配向放熱シートを例として挙げ、低硬化化による接触熱抵抗低減について検討した結果を述べる。

熱特性の評価指標として熱抵抗値を挙げ、測定時の接触圧力依存性を確認した。熱抵抗値の接圧依存性が低い放熱シートほど、より低い外力で相手材の表面になじむことができ、追従性に優れた材料であると判断できる。測定は、ANALYSIS TECH社のTIMテスター model1300(定常法、ASTM D5470準拠)にて実施した。

図9に、カーボンファイバー垂直配向放熱シート熱抵抗値の接触圧力依存性を示す。

◆は、ASKER C70のカーボンファイバー垂直配向放熱シートを示す。熱抵抗値の接触圧力依存性が非常に高いことが確認された。今回の測定圧力である0.1~0.6MPaでは相手材への追従性が不足し接触熱抵抗の影響が大きいため、シートが有する高熱伝導率を十分に活かしていないことが伺える。

▲は、◆に対してカーボンファイバー体積分率を低下させたASKER C40の放熱シートの評価結果である。シートの硬さが低下したことにより、同一圧力に対するシートの歪量が増し、低接触圧力側の熱抵抗値に良化が見られた。ただ、熱伝導ファイラーであるカーボンファイバーの体積比率を下げているためシート自

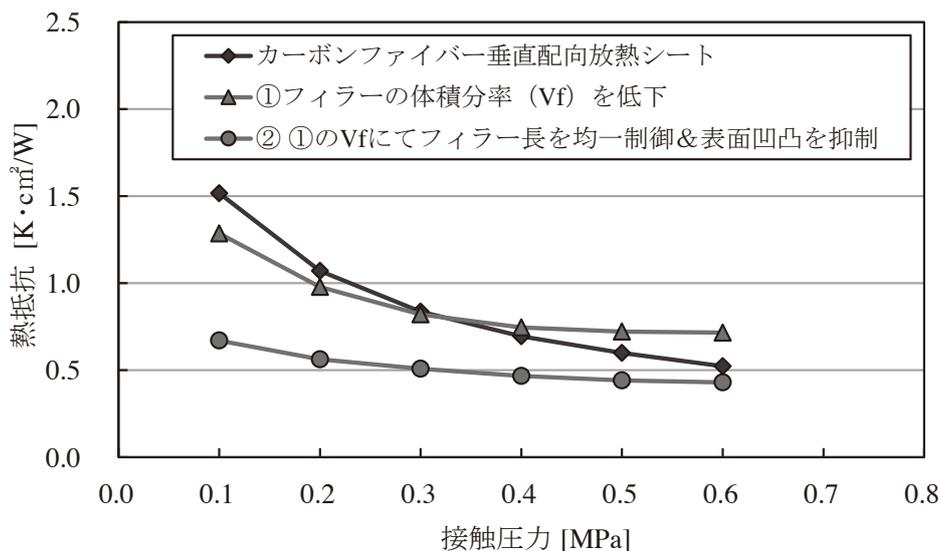


図9. カーボンファイバー垂直配向放熱シート熱抵抗値の接触圧力依存性

体の熱伝導率は低下している。これにより、高接触圧力側ではASKER C70カーボンファイバー垂直配向放熱シートに対する熱抵抗値はやや高くなり、悪化する傾向が確認された。

以上を鑑み、▲プロットと同カーボンファイバー体積分率でカーボンファイバー長さならびにシート表面状態を最適化した放熱シートを作製した。評価結果を●として示す。最適化後の放熱シート(●)もASKER C40であるが、最適化前の放熱シート(▲)に対し、熱抵抗値の接触圧力依存性が低くかつ良好な値を示すことが確認された。最適化の内容は、カーボンファイバー長さを均一に制御して高い熱伝導率を安定に得ることができる新たな加工処方を確認し適用したことならびにシート表面へのファイバー露出状態を制御して表面凹凸を抑え接触熱抵抗の更なる低減を可能としたことである。当検討により、カーボンファイバー垂直配向放熱シートの低熱抵抗化技術を確認した。

### 3-2. 電気絶縁性を有する高熱伝導放熱シート

我々の開発した配向制御技術ならびに低熱抵抗化技術は、カーボンファイバーだけでなく、形状異方性を

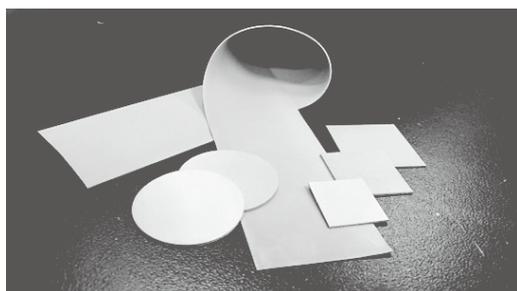


図10. 絶縁高熱伝導放熱シート

有するフィラーの大部分に適用が可能である。放熱シートに求められる付加機能として、電気絶縁性の付与が挙げられる。当項では、電気絶縁性で高熱伝導率を有しかつ形状異方性を有する窒化ホウ素を熱伝導フィラーとして適用し、新たに開発した絶縁高熱伝導放熱シート(図10)について紹介する。

図11に、絶縁高熱伝導放熱シート断面のSEM画像を示す。

図11左に示すとおり窒化ホウ素は、鱗片状でありその軸方向(フィラー軸方向)に優れた熱伝導性を有する。開発した絶縁高熱伝導放熱シートは、放熱シートの厚み方向に対し、150~200W/m·Kの熱伝導性を発現する窒化ホウ素のフィラー軸方向を垂直に配向した構造をもつ。作製した放熱シートの熱伝導率は、24W/m·Kを示し、絶縁放熱シートとしては非常に優れた性能を示した。

表1に、当社放熱シート(導電タイプ・電気絶縁タイプ)の特性を示す。

## 4. 結 言

以上、形状異方性を有する熱伝導フィラーをシートの厚み方向に配向させる技術ならびにそれを活用した放熱シートの開発について述べた。開発された高熱伝導放熱シートは、TIMとして必要とされる熱抵抗の低減を図るだけでなく、架橋ゴムをマトリクス樹脂としているため、耐熱衝撃性や耐熱性といった長期信頼性にも優れている。また、熱特性以外の機能として、電気絶縁性について触れたが、電磁波吸収性など新たな機能の付与も可能であることが確認されている。今後更なる対策が必要となる電子機器の放熱設計において、開発した放熱シートが解決手段の一つとして活用されることを期待する。

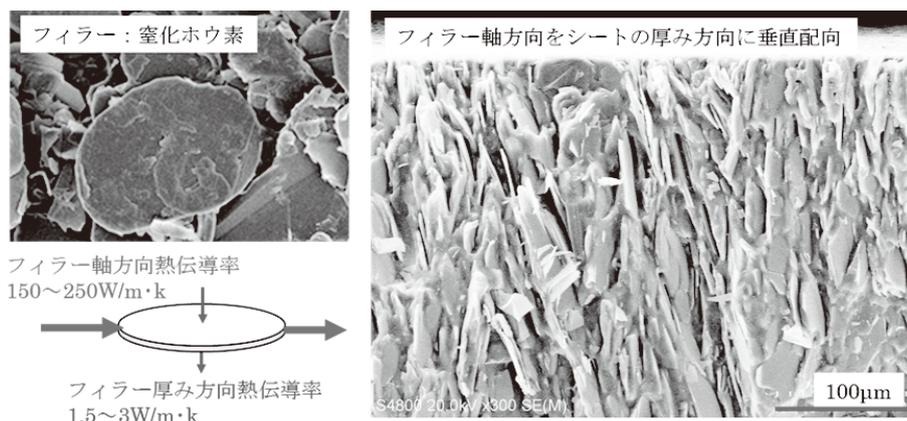


図11. 絶縁放熱シートの断面SEM写真(右)  
(左上: フィラー粒子写真, 左下: フィラーの熱伝導率)

表1. 開発した放熱シートの特性

	単 位	導電タイプ	電気絶縁タイプ (TS100シリーズ)
フィラー	—	カーボンファイバー	窒化ホウ素
厚 み	mm	0.3, 0.5	0.3, 0.5, 1.0
熱伝導率(ISO22007-3)	W/m·K	35~	11~24
硬 度	ASKER C	40~	40~90
絶縁破壊電圧	kV/mm	—	> 20
体積抵抗率	$\Omega \cdot \text{cm}$	Conductive	> $10^{13}$
難燃性(UL-94 燃焼性試験)	—	V0 相当(t 0.3mm)	V0 相当(t 0.3mm)

#### 参考文献

- 1) 内藤寛樹、三宅雅哉、迫康治、マイクロエレクトロニクスシンポジウム論文集、23, 21-24 (2013)
- 2) D. A. G. Bruggeman, Ann. Phys., 24, 639-679 (1935)
- 3) 福田博、邊吾一、末益博志、新版複合材料・技術総覧、株式会社産業技術サービスセンター、54 (2011)
- 4) 橋本壽正、森川淳子、Polyfile, 46, 34-38 (2009)



向 史博  
Fumihiko MUKAI  
2007年 入社  
R&Dセンター



内藤 寛樹  
Hiroki NAITO  
1996年 入社  
R&Dセンター

## スクーター変速機へのブロックベルト適用による伝動効率と燃費向上

### Improvement of Transmission Efficiency and Fuel Economy by Applying A Block Belt to A Scooter Transmission

西垣 丈史  
Takeshi NISHIGAKI

#### Abstract

In recent years, India and ASEAN countries are main markets for motorcycles, and it is expected that the demand for motorcycles in India and ASEAN countries will continue. Because motorcycles are closely related to their lives, convenience and fuel economy performance are required. Amid these market environments, small scooters have become popular in emerging countries, and full automatic rubber belt CVT has been adopted. In this development, we aimed at further fuel economy, and we have made a study of the application of a block belt to a scooter transmission.

Keywords: transmission; CVT; Efficiency; Fuel economy; Block belt

#### 1. 緒 言

インド、ASEAN 諸国では二輪車の販売台数は増加傾向にあり、今後においてもインド、ASEAN 諸国、またブラジルでの需要拡大は続く予測されている。二輪メーカーからは、環境に配慮した製品開発が求められ、特に高燃費性能をターゲットにした開発がトレンドになっている。当社においては、スクーター変速機にゴム変速ベルトが採用されており、高燃費性能実現のためベルト伝動効率を向上した変速ベルトの開発が求められている。

ベルト伝動におけるエネルギー損失は図1のように大別される。ゴム変速ベルトの伝動効率を向上する取り組みとして、これまで曲げ（屈曲）、また側圧変形によるエネルギー損失の低減を目的としたベルト形状の最適化がされてきた。しかしながら、曲げ剛性と側圧剛性は二律背反する関係にあり、形状設計での伝動効率向上には限界がある。そこで、曲げ性能と側圧保持性能の機能分離を実現したブロックベルトをスクーター変速機へ適用し、さらなる高燃費性能の実現に取り組んだ。

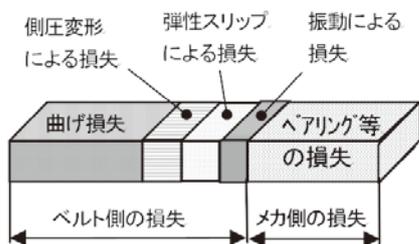


図1. ベルト伝動時のエネルギー損失

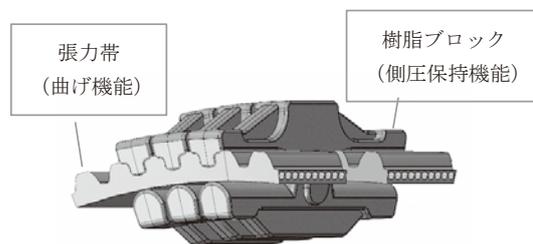


図2. ブロックベルト

表1. ベルト材料構成

	ゴムベルト	ブロックベルト
ゴム（張力帯）	CR	EPDM
コード	PET	アラミド
ブロック	—	フェノール樹脂

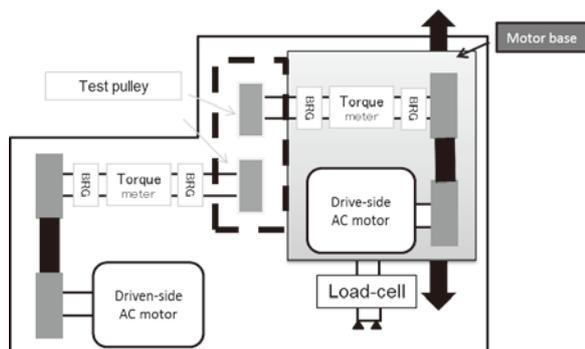


図3. 走行試験機

## 2. 試験装置及び手法

### 2-1. 実機プーリを使った伝動能力試験

図3に示す走行試験機を用いて伝動能力を測定する。伝動能力試験は表2に示す測定機器を用いて、回転数、トルク、軸荷重を測定する。試験時は、トルクを手動で徐々に上昇させ、下記に示すレシオ変化率、伝動効率を各トルクで算出した。

※レシオ変化率は、側圧変形によるベルト巻き付け径変化と、ベルトとプーリ間の相対滑りを含んだ指標である。

$$\text{レシオ変化率} = \left( 1 - \frac{N1_{\text{無負荷}}}{N2_{\text{無負荷}}} \times \frac{N2_{\text{有負荷}}}{N1_{\text{有負荷}}} \right) \times 100 [\%]$$

$$\text{伝動効率} = \left( \frac{N2}{N1} \times \frac{Tr2}{Tr1} \right) \times 100 [\%]$$

但し、N1：駆動回転数[rpm]、N2：従動回転数[rpm]、Tr1：駆動トルク[N・m]、Tr2：従動トルク[N・m]を表す。下付き文字は無負荷時、有負荷時を表す。

この伝動能力試験では、YAMAHA Cygnus（2015年

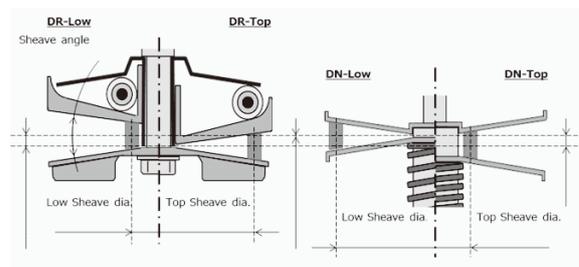


図4. プーリレイアウト

モデル) に採用されているCVTプーリを使い、スプリングとトルクカム の推力によって張力を付与する方法で試験を実施した。但し、駆動側プーリのウエイトローラーを外して、駆動プーリシーブの位置が変化しないようにして試験を実施した。

### 2-2. Lowレシオ・Topレシオ耐久試験

図3に示す走行試験機と同様の試験機を用いて、一定回転数、一定負荷を連続的に与えた際の耐久寿命を評価した。表3に試験条件を示す。但し、図3の走行試験機に対して、従動側にトルクメータは設置されておらず、駆動側のモータベースをフリーの状態にして、ベースに一定荷重を付与(DW)して耐久試験を実施した。また、テストプーリを耐熱BOXで覆い、温風をBOX内に投入することで感温下での試験を実施した。

### 2-3. シャーシダイナモ試験

図5に示すシャーシダイナモ試験機に車体(YAMAHA Cygnus)を載せて車体の車速、ローラドラムの軸トルク、また車体のイグニッションコイル信号からエンジン回転数を測定した。また車速が0→90→40→90→0 km/hとなるよう走行モードをプログラムして、加速時はスロットル開度100%、また減速時

表2. 測定項目及び測定機器

測定項目	測定器	備考
回転数	電磁ピックアップ	ピックアップギア 60 歯
トルク	非接触式トルクメータ	定格トルク 100N・m
軸力	ロードセル	最大容量 5kN

表3. Low・Top耐久試験条件

項目	Low	Top
駆動/従動 プーリピッチ径 [mm]	φ55 / φ111	φ88 / φ74
駆動回転数 [rpm]	7000	8000
駆動トルク [N・m]	20	20
ウエイト(軸力) [kgf]	100	120
耐熱BOX投入温度 [°C]	120	120

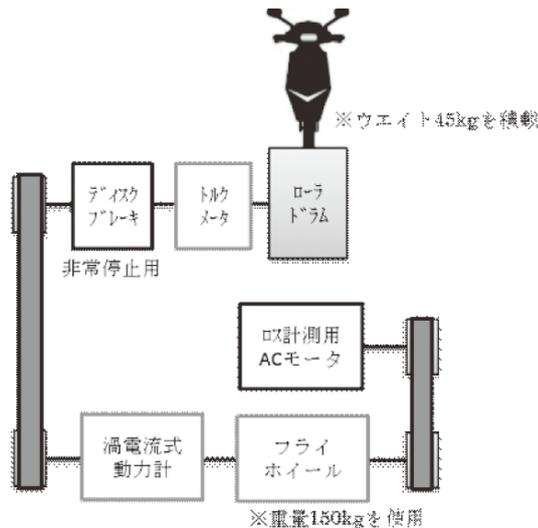


図5. シャーシダイナモ試験機

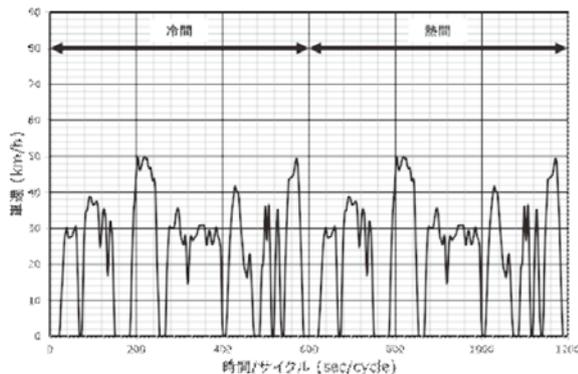


図6. WMTモードクラス1

はスロットル開度0%で変速特性を評価した。

同試験機を用いて、車体の燃費性能も測定した。燃費測定は、WMTモードクラス1(図6)に従った走行モードで評価した。但し、図5の試験機では排出ガス量の算出ができず、測定設備がないため車体のECU燃料噴射波形より噴射時間にて評価を行った。また冷間、熱間を制御する設備がないため、室温雰囲気下での試験となっている。評価バラつきをできる限りおさえるためエンジン油温を57℃から測定を開始することとした。

### 3. 試験結果及び考察

#### 3-1. 実機プーリを使った伝動能力試験結果及び考察

##### 3-1-1. 負荷特性試験結果及び考察

図7にレシオ変化率線図と図8に各トルクで発生した軸力のグラフを示す。レシオ変化率を見ると、ゴムベルト(純正スプリング)は、駆動トルク10N・mまで弾性スリップ領域を保有していることが分かる。次

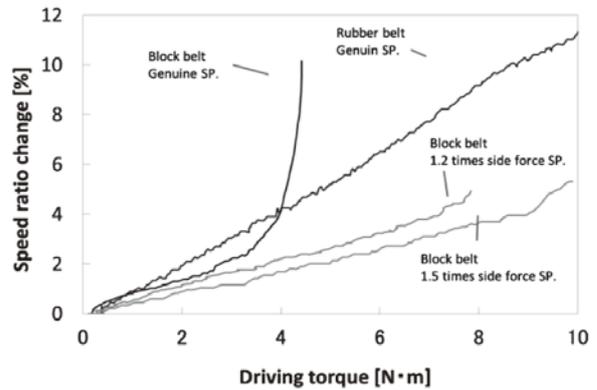


図7. レシオ変化率線図

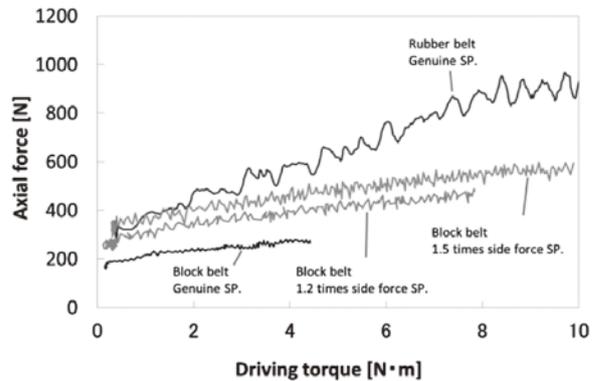


図8. 発生軸力

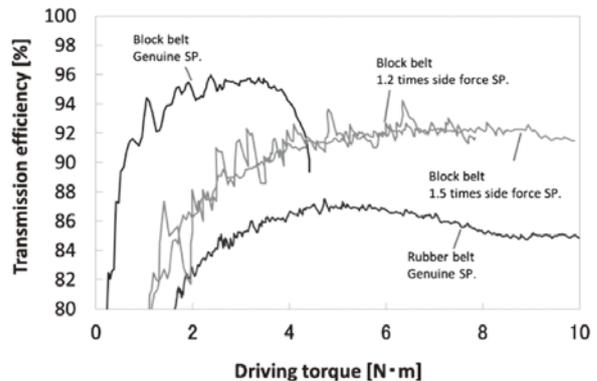


図9. 伝動効率

にブロックベルトを見ると、純正スプリングの場合、4.2N・m付近でスライディングスリップしたが、1.2倍、1.5倍とスプリング剛性を大きくして推力を大きくしていくと、8N・m、10N・mと伝達可能トルクが大きくなっていることが分かる。

さらに純正スプリングのときのゴムベルトとブロックベルトの発生軸力を比較すると、ブロックベルトでは軸力が十分に発生していない。以上のことから、ブロックベルトはゴムベルトと比較して推力から軸力への変換率が低いことが分かった。したがって、ブロックベルトをスクーター変速機に適用する場合は、推力を大きくして軸力を確保する必要がある。

ブロックベルトとゴムベルトでは摺動面の摩擦係数が大きく異なり、推力から軸力（張力）への変換率も摩擦係数が大きく影響していると考えられる。

### 3.1.2 伝動効率測定結果及び考察

伝動効率の測定結果を図9に示す。まず純正スプリングの場合に、ブロックベルトとゴムベルトを比較すると、低負荷領域では9%以上の効率向上が見られる。ブロックベルトの場合、曲げ剛性、側圧変形が非常に小さく、また表1に示すようブロックベルトでは心体にアラミドコードを使っているため、ベルト縦弾性が大きく、弾性スリップ領域でのスリップを抑制することができる。さらに、図6に示すように発生している軸力が小さくベルト張力も低くなっているため、ベルトがプーリから出入りする際の摩擦エネルギー損失も小さくなる。以上から、ブロックベルトの伝動効率は非常に良くなることが分かったが、駆動トルク4.2N・m付近から張力不足により、スライディングスリップしており、実使用を考慮すると推力を大きくして、伝達可能トルクを大きくする必要がある。

次に、スプリング剛性を変量した1.2、1.5倍推力スプリングの結果を見ると、純正スプリングに対して約4%の効率低下が見られ、張力が大きくなったことによってプーリ出入り時の摩擦エネルギー損失が大きくなったためであると考えられる。しかしながら、1.2、1.5倍推力スプリングでもゴムベルト（純正スプリング）と比較した場合には、5%以上の効率向上効果が見られ、ブロックベルトの伝動効率は非常に良いことが確認できた。

### 3-2. Lowレシオ・Topレシオ耐久試験結果及び考察

図10にLowレシオ耐久結果、図11にTopレシオ耐久結果を示す。ゴムベルトに対してブロックベルトの寿命はLow耐久で1.4倍となり、Top耐久では3.4倍の寿命向上が見られた。さらに耐久時はゴムベルトの駆動トルクが8N・mであるのに対して、ブロックベルトは20N・mで実施した際の結果であり、トルク領域が全く異なる領域でもブロックベルトの寿命は延びており、耐久性能の差は顕著である。ゴムベルトでは、Lowレシオ耐久の故障モードが側圧変形による心線-ゴム界面間のセパレーション、Topレシオ耐久では屈曲疲労によるコグ底のクラックとなるが、ブロックベ

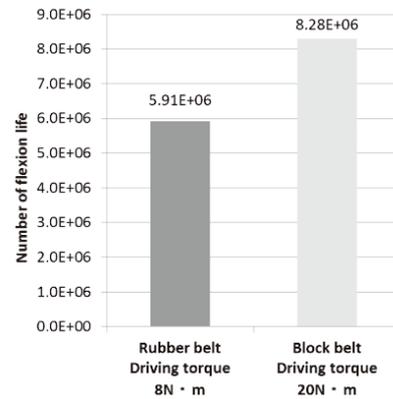


図10. Lowレシオ耐久結果

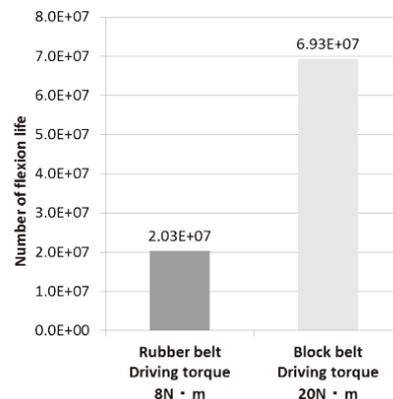


図11. Topレシオ耐久結果

ルトの場合は、ブロックで側圧を保持するため耐側圧性が向上し、また曲げ機能を分担する張力帯の屈曲性が良いことから、Lowレシオ・Topレシオともに耐久性能が向上したと考察される。

### 3-3. シャーシダイナモ試験結果

※ CVT条件を表4に示す。

#### 3-3-1. 変速特性試験結果

図12に変速特性線図を示す。車速25km/h付近から変速を開始しているが、ブロックベルトは、変速中、またTopレシオ時に若干だがエンジンを高回転側で使用しているため、燃費性能への影響が懸念される。

図13に車速0 km/hから90km/hまでの加速時間を図示する。ブロックベルトは低速から高速域まで車速

表4. CVT条件

	ゴムベルト	ブロックベルト
車体	YAMAHA Cygnus(2015年モデル)	
WR重量	純正品(9.0g)	10.0g
スプリング	純正品	1.2倍 スプリング剛性
トルクカム	純正品	

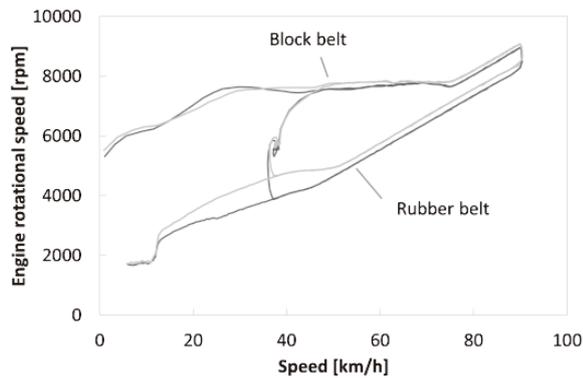


図12. 変速特性線図

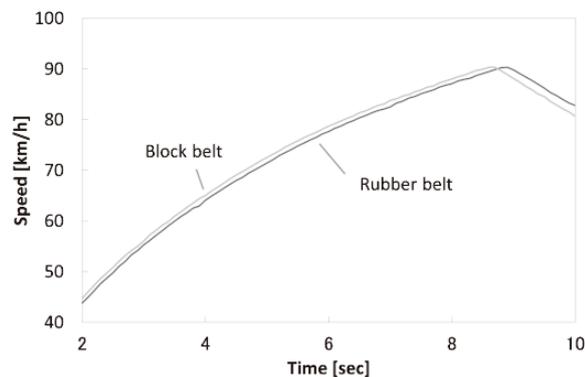


図13. 加速時間

が延び、車速90km/hまでの到達時間が早くなっている。ブロックベルトは3-1-2項で述べたように、レシオ変化率が小さいため、エンジン回転数をタイヤ側へ効率よく伝達でき、加速性がよくなったと考えられる。

### 3-3-2. 燃費試験結果

図14にWMTCモード走行時の燃料噴射時間を示す。ブロックベルトは、2.82%の燃費向上ができたが、3-1-1項で示した結果のように伝動効率試験では5%以上の効果が確認されている。図12に示すように若干だがエンジンを高回転側で使用していることが確認されており、WR、スプリング、トルクカムを最適化すれば、さらなる燃費向上が期待される。

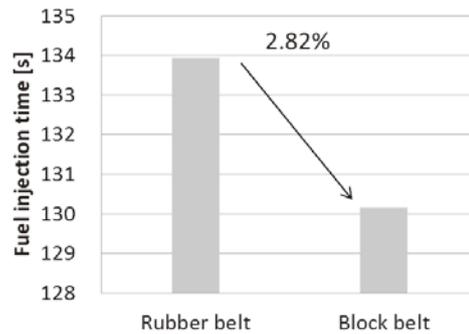


図14. 燃費効果

## 4. 結 言

スクーター変速機へのブロックベルト適合には、推力を大きくして伝動能力を確保する必要があるが、適切な推力を付与すれば実使用条件に十分適用することができる。また、伝動効率の向上幅は大きくゴムベルトでは実現できない高い領域での伝動効率を発揮することができることが分かった。

今後も環境にやさしいベルト製品を目指し、環境保全に寄与できる伝動技術の開発に注力していきたい。



西垣 文史

Takeshi NISHIGAKI

2010年 入社

R&Dセンター

# ストラットテンションの開発と今後について

## About The Development of StrutTensioner and The Future

福田 耕治  
Kouji FUKUDA

### Abstract

In the auto tensioner which gives the tension of the accessory drive belt used for the automobile engine, the auto tensioner at the time of mounting the engine has conventionally arranged the torsion coil spring at the center of the fulcrum to generate the torque for applying the tension. Since it is a cylindrical shape and requires mounting space, design freedom is low, and there are many cases where optimization can not be achieved. In this report, we will raise the mountability by applying strut type with high degree of freedom of design, and outline the establishment of optimum belt system.

Keywords: auto tensioner ; accessory drive belt ; strut type

### 1. 緒 言

近年、自動車の取り巻く環境は、燃費向上が不可欠となっており、自動車メーカーは更なる燃費向上のため、アトキンソンサイクルの適用や、直噴化、ダウンサイジング（ターボ付）化といった次世代エンジンの開発を進めている。

エンジンの補機駆動ベルトシステムにおいて、オートテンショナー方式はベルトへ安定した張力を付与する役割を担っており、固定テンショナー方式よりもベルト張力を低く設定出来る特徴も併せ持っている。ベルトの低張力化で補機駆動系のフリクションロスが低減できることで燃費を向上させることができる。ただし、従来型オートテンショナーの本体は、オートテンショナーの支点を中心に振りコイルスプリングを持たせた円柱

状となっており、エンジンへの搭載検討時にオートテンショナー配置の自由度が低く、量産エンジン流用設計（新規エンジン設計は別）などで最適化が図れないケースが多くなってきている。

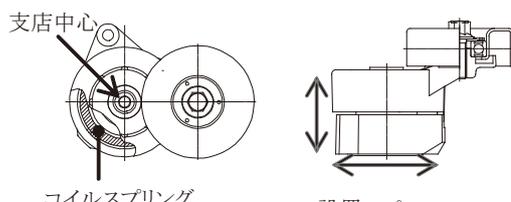
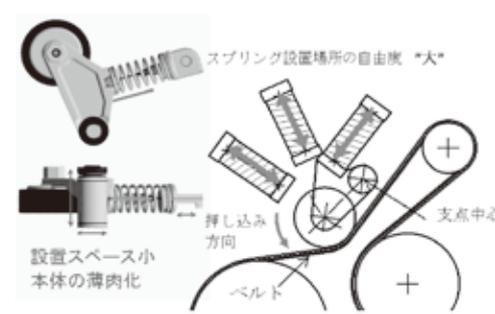
今回開発したオートテンショナーは、設計の自由度が高いストラットタイプを新たに適用することでエンジンへの搭載を可能にし、最適なベルトシステムの成立を実現した。

### 2. 本方式のスペース制約と搭載設計自由度

従来タイプとストラット対応の形状、設置スペース制約の概要を表1に示す。

従来タイプの構造は、プーリの回転中心廻りにねじ

表1. 従来タイプとの比較

	従来タイプ	ストラットタイプ
スペース制約・搭載設計自由度	 <p>支点中心外周部に振りコイルスプリングがあり、その分のスペースが必要</p>	 <p>本体がコンパクトであり、圧縮コイルスプリング配置の自由度が有る為、搭載設計自由度が高い</p>

りコイルプリングを配置するため、回転中心付近のスペースが必要となり、搭載設計自由度が低い。

一方、本方式のストラットタイプは圧縮コイルスプリングを用いるため、回転中心廻りのスペースが少なく、またスプリングの配置方向の自由度があるため、搭載設計自由度が高い。

### 3. 事例1 固定レイアウトエンジン適応

#### 3-1. 搭載の検討と結果

あるエンジンの次期開発車両への搭載開発にて、固定テンショナ方式での高い設定張力による目標燃費の未達と張力低下によるベルトスリップ異音が問題となった。これらの改善対策のためにオートテンショナ搭載検討が当社へ依頼された。

エンジンのオートテンショナ搭載スペースを図1に示すが、搭載スペース（高さ方向も奥行き）が限定されている。従来型オートテンショナは支点中心にコイルスプリングを配置する構造であるため、オートテンショナ本体搭載可能範囲（赤丸）では搭載が困難であった。

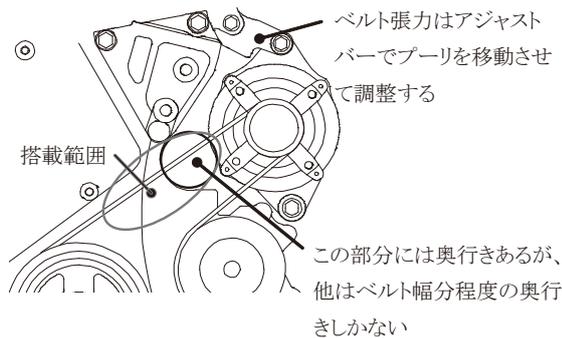


図1. 事例1での搭載範囲

従来タイプの搭載検討結果を図2に示すが、奥行きスペースのある範囲では、本体径が大きくなり、エンジンと干渉して搭載できない結果となった。

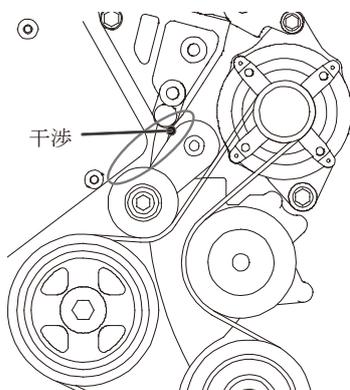


図2. 従来タイプを搭載した場合の例

そこで、支点中心位置の制約を受けることなく、設定できる圧縮スプリングを用いた、搭載設計自由度の高いストラットタイプを適用する事で搭載が可能となった（図3）。

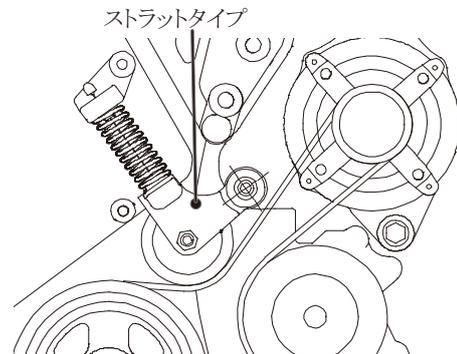


図3. ストラットタイプ搭載結果

ストラットタイプは、回転中心部のスペースが小さく、高さ方向も薄くできるため、当エンジンの搭載スペースにも搭載でき、スプリングも干渉を避けて配置することが可能となった。

#### 3-2. エンジンへの組み付け問題への対応

試作品を投入するステージに移行した際、組み付け問題が発生した。エンジンにテンショナを組み付ける際、取付穴位置のズレが生じ、組み付け時、手で押さえないといけないという問題である（図4）。

要求された低張力化を実現させる為にスプリングの線径やバネ定数を下げた仕様となった。これによってスプリングの曲がり（バックリング）により取付穴位置のズレが生じた。

ユーザーとの調整の結果、『従来型と同様に単体で取付穴のボルト締結ができ、作業性も同等水準』というハードルの高い課題となった。穴位置精度と脱着が容易という相反する要求に対して、図4に示すようなスリーブを開発した。当スリーブは繰り返し使用できるように設計し、コスト、環境への配慮も考慮した。

#### 3-3. 減衰特性のバラツキ問題への対応

いずれのテンショナもブラケットとアームを円形のプレートで締結している。

従来タイプは締結時内部の減衰機構部に外力を与える構造ではなく、減衰特性に影響を及ぼさない。ストラットタイプは円形のプレートを押し込み力で減衰機構部に圧縮力を与える構造のため、物のバラツキ（各摺動部材の表面状態・平面度など）にて減衰特性がバラつくという問題が発生した。物のバラツキに対して、加工制御方法を変更することによって、減衰特性の安定化を図った。

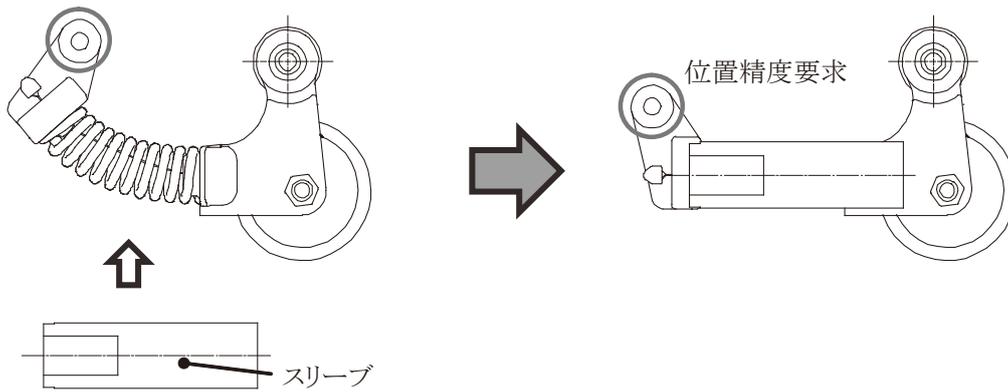


図4. スプリング曲がりによる取付穴位置ズレとスリーブ装着状況

以上3つの問題を解決する事によって、低張力化による燃費目標の達成とベルトスリップ異音問題の解消を達成した。

#### 4. 事例2 狭小エンジンへのオートテンショナ適用

燃費向上のために近年トレンドとなっているターボ化による自動車エンジンのダウンサイジングを採用することとなった。ベースとなるエンジンは従来タイプのテンショナは搭載されていたが、大幅にレイアウト変更となった。これによりオートテンショナ搭載検討が当社へ依頼された。

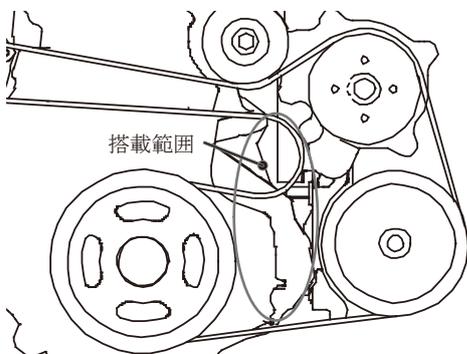


図5. 事例2の搭載範囲

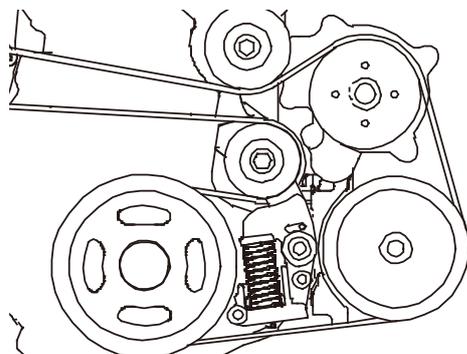


図6. ストラット搭載検討結果

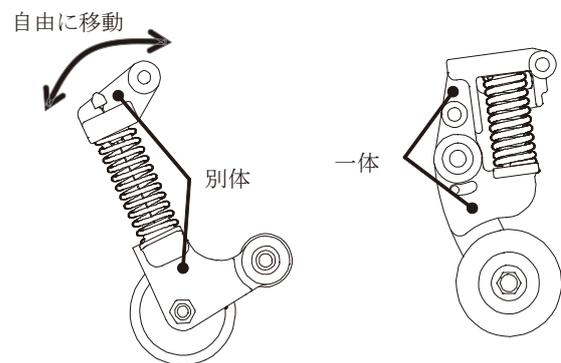


図7. 事例1と2の構造比較

##### 4-1. 搭載への検討と結果

搭載可能位置は、事例1よりも更に狭いスペースに限定され(図5)、従来型オートテンショナでは搭載が困難となった。そこで搭載設計自由度の高いストラットタイプにて開発を行い、狭小スペースに搭載可能となった(図6)。

事例1では、エンジンへの組み付け問題に対して、スリーブで対応した。事例2では、ブラケットを一体構造に変更した。一体構造とすることで、スプリングの曲がり取り付け穴位置精度に影響せず、エンジンへの取付性を向上させた(図7)。また、これにより部品点数の低減も実現した。

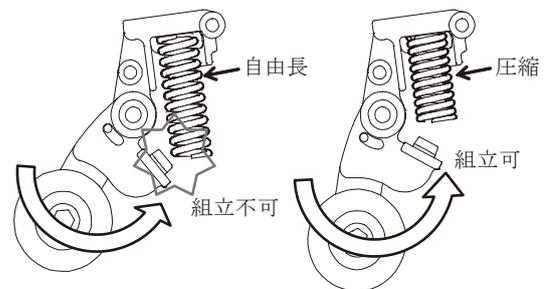


図8. 事例2スプリング組立工法

#### 4-2. 当社での組立性の問題

ブラケットの一体化によって、エンジンへの搭載性は改善したが、圧縮コイルスプリングの自由長が長い  
ため、スプリング組立が困難となった。

予め圧縮コイルスプリングを圧縮させる工法を取り  
入れ改善を図った。

## 5. 結 言

搭載設計自由度を高めたストラットタイプは、低張力化による低燃費、コンパクトエンジンなど自動車メーカーの要求に対応できた。

現在も数機種のストラットタイプの開発を行っている。事例1、事例2で発生した、エンジンへの組み付け問題、当社でのスプリング組立問題を事前検証し、低燃費軽量化といった環境へやさしいエンジン開発に貢献していきたい。



福田 耕治

Kouji FUKUDA

1991年 入社

自動車部品事業部

## 固縛用張力測定装置(LASHINGBITE®)の開発

### Development of Tension Meter for Cargo Lashing LASHINGBITE®

浜崎 裕太  
Yuta HAMASAKI

#### Abstract

LASHINGBITE® is the new lashing tension meter, which can manage the tension with digital value unlike the lashing tension meter of other companies', and it can measure the various types of belts with different manufactures and specifications. Until now, lashing work relies on operator's sense, but LASHINGBITE® makes it possible to ensure safety in lashing work and to standardize lashing work. Additionally, LASHINGBITE® can support instruction of the lashing technique.

Keywords: tension meter; cargo lashing; tension management

#### 1. 緒 言

物流業界に於いて、荷主が損害保険会社と契約し、万が一、輸送中の事故が発生した際には、損害保険会社が損害賠償金を支払ってきた。しかし、近年、輸送中の製品の事故・破損に対する損害賠償が高額になってきており、損害保険会社が固縛作業を実施した物流会社を訴え、裁判で争うケースが増えている。仮に荷物が荷崩れを起こした際、裁判の争点となるのは、物流会社による荷物の固縛(図1)が、正常な状態であったかという部分が出てくるが、荷物の固縛作業は、作業者の感覚に頼っているのが大半であるというのが現状であり、基準や記録がなく、固縛作業状態を証明できない為、結果として高額な支払いを余儀なくされるという場合がある。

こういった、物流業界の状況から、固縛作業状態を証明できるシステムを必要としており、その方法として、固縛ベルトの張力管理というニーズが出てきたことで、本報で紹介するLASHINGBITE®の活用が期待される。



図1. 荷物の固縛状態

#### 2. LASHINGBITE®の測定原理

LASHINGBITE®は、固縛用張力測定装置であって、一對のローラと、そのローラ中央に位置する、荷重センサが搭載された凸部によってベルトを挟み込み、凸部にベルトとの接触角が生じることで、ベルトの張力の合力である軸荷重を荷重センサで計測し、その値を張力値に算出する方式を採用した。その模式図を図2に示す。

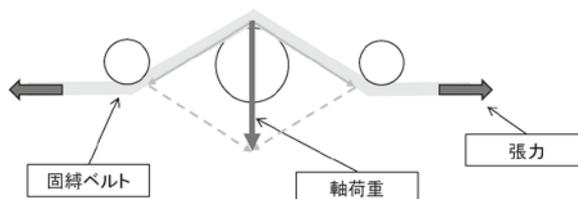


図2. LASHINGBITE®の測定原理

張力を測定する方法としては、音波や加速度センサを使用することで、ベルトの固有振動数を計測し、張力として算出する方法も考えられるが、これらの方法は原理上、張力算出時にベルトの質量やスパン長さ等の情報を必要とする。しかし、物流業界での固縛の場合、ベルト同士の重なりや、他の干渉物が存在する可能性があり(図3)、スパン長さが安定しないことや、そもそも固縛作業をしている最中にスパンの長さを測定するという行為を行うことが、作業者にとって大きな負担となることから、固有振動数を利用した測定方法は使用可能な範囲が限定された。そのため、LASHINGBITE®には、固有振動数に依存せず、ベル

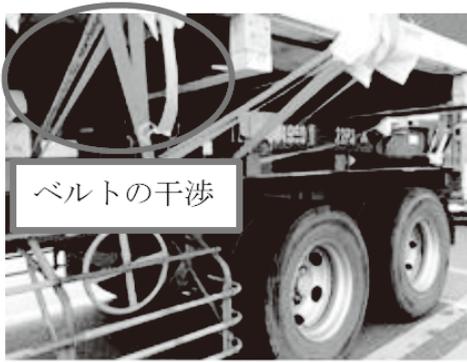


図3. 固縛時のベルト干渉

トに取付けるだけで張力を測定する事ができる本方式を採用した。

### 3. 本測定方式のメリット/デメリット

本測定方式自体は既知の技術であり、他の用途にも多く使用されているが、前述したように、ベルトの質量やスパン長さを必要とせず張力測定が可能のため、固縛ベルトの張力を測定するには非常に有効な手段である。

しかし、本測定方式にはデメリットもある。中央の凸部で張力による軸荷重を受けようとするには、凸部とベルトに、一定以上の接触角度を持つ必要があるが、この接触角度が変化すると、張力が一定であっても接触角度の変化に合わせて、軸荷重も変化してしまう。そして、それはベルトの厚みが変わることで発生する。

固縛ベルトの種類は、マイナーなものを含めると、数百種類あると言われており、その仕様は様々である。そのため、ベルトの厚さも様々であり、測定するベルトの種類が変わると、凸部とベルトの接触角度も変わってしまい、張力と軸荷重の関係が変わってしまう（図4）。更に、張力と軸荷重の変化が大きい場合、軸荷重を測定する範囲が非常に広がるため、荷重計測センサの許容範囲を大きくすると、低張力時は

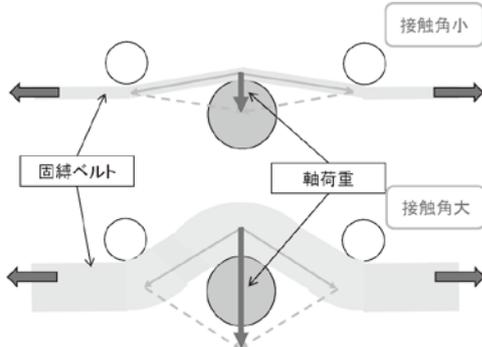


図4. 接触角度と軸荷重の関係

ノイズが大きくなり測定精度が悪化し、高張力時はセンサ許容範囲を超えてしまい測定不可となるという問題が発生する。

更に、ベルト厚みの影響を極力減らそうとするなら、凸部とベルトの接触角を180°に近づければ良いが、そのような位置関係に設定すると、張力測定が終わりベルトを取り外した際に、非常に大きな張力減少が発生してしまい、取り外し可能な張力計として使用することは困難になる。

### 4. 接触角度変化の克服と多品種ベルトへの対応

ベルト厚みの違いによる接触角度の変化に対応するには、一对のローラと凸部の位置関係をベルト種類毎に変えることで対応可能となる。例えば、ベルト厚みが薄く凸部との接触角度が小さくなる場合は、凸部の形状を大きく（又は高く）することで接触角度を大きくすることができる。また、一对のローラの間隔を広くすることでも同じ効果を得られる等、一对のローラと凸部の位置関係を変える方法はいくらか考えられる。

しかし、これらの方法では、厚みが異なるベルトに変える毎に、一对のローラと凸部の位置関係を都度変える必要が発生する。更に、それぞれのベルトに対応する位置関係に変更した上で、測定を実施したかどうかという証明が難しく、測定値の正確性が損なわれる可能性がある。そこで、これら問題を解決するため、次に挙げる構造を採用した。

図5、図6のように、従来の構造に、ベルトを挟み込む形で一对のローラBを追加した。更に、一对のローラBは凸部と位置関係が変わらない構造とし、従来からある一对のローラAは上下に可動し任意の位置で固定される構造とすることで、ベルトを一对のローラAB同士で挟み込めるようにした。この構造により、ベルトの厚みを変えた場合、ベルトを一定の荷重で挟み込むまで一对のローラAを移動すると、一对のローラAと凸部の位置関係がベルトの厚さに合せて変わる

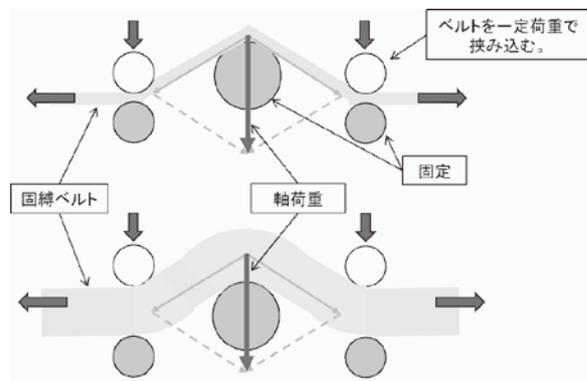


図5. 接触角度変化を抑える構造



図6. ローラの上下動

ことで、凸部とベルトの接触角度が、大きく変化しないものとなる。

結果、荷重計測センサの許容範囲を大きくする必要もなくなり、多品種のベルトを測定する際に、測定者側で一對のローラと凸部の位置関係とベルト種類の組み合わせを考えて調整する必要が無く、同一仕様の張力計1台で多品種のベルト測定可能となり、測定値の正確性も損なわれない。

## 5. 伸長によるベルト厚み変化への対応

一般的に、本方式でベルトの張力を測定する際、仮にベルトが非常に高弾性であり、伸びや圧縮に強い場合、凸部に掛かる荷重は図7のように、張力の変化に対し正比例の関係となり、直線性を持つと考えられる。しかし、実際の固縛用ベルトは、材質が樹脂や織維の織物であるため、張力変化の影響を受けやすく、更に、固縛ベルトは10,000N以上の張力で固縛する事が多くなり、張力が高くなれば、引張方向に伸び、厚さ方向に薄くなる。

しかし、本方式の場合、測定中は一對のローラと凸部の位置関係は変わらない。そのため、張力上昇によりベルト厚みが薄くなると、少なからず凸部とベルトの接触角度が小さくなっていくことで、張力変化に対する軸荷重感度が図8のように低下し、曲線性を持ち始め、高張力域では殆ど軸荷重が変化しない状態となる。

高張力域で軸荷重の感度が低下するという事は、高張力域において、ベルト自体の特性ばらつきや、張力計自体の測定ばらつき、センサのノイズ等の影響を大きく受けることになり、張力計の測定精度が著しく低下することにつながる。

そこで、これら問題を解決するため、ベルトに張力計をセッティングする際に、先述の一對のローラAと一對のローラBでベルトを挟む荷重をある一定以上の荷重とし、張力が加わる前にベルトを押し潰すように挟み込むこととした。これにより、高張力域になるとベルトが薄くなるという状態を、張力計セッティングの段階で再現している状態となり、高張力域になっても軸荷重感度が低下しにくい状態となる。図9には挟み込み荷重を変量した際の、張力と軸荷重の関係を示した。

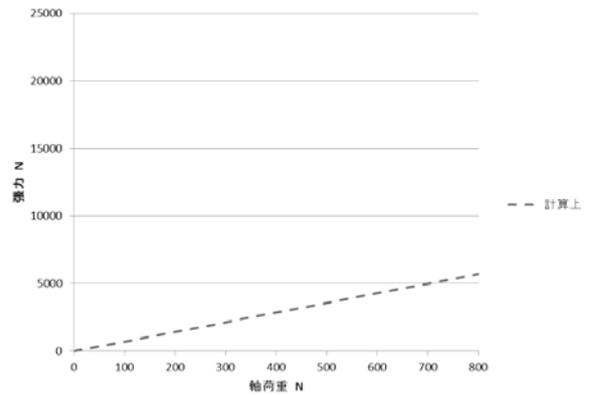


図7. 計算上の張力変化と軸荷重の関係

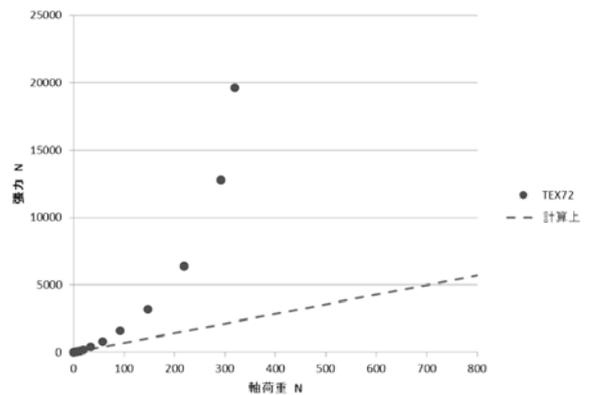


図8. ベルト厚み変化による軸荷重感度

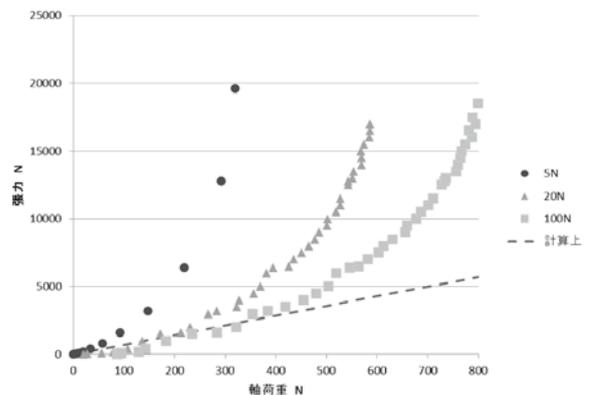


図9. 挟み込み荷重変量による張力と軸荷重

## 6. 結 言

LASHINGBITE® (図10) は、伝動ベルト等の張力測定方法とは異なり、固縛ベルトの張力測定に最適化した構造とし、更に、先行他社の固縛張力計が1メーカーの限定された数種のベルト（基本、自社販売ベルトに限定）しか測定対象としない事で測定精度を確保しているのに対し、複数メーカーおよび複数種のベルトを測定対象にしたものになっている。また、荷重センサ

で測定していることで、再現性も高く、測定データをデジタルで扱うので、データ管理を容易に行うことが可能となり、ユーザの利便性を高めた。(詳細仕様は表1)。

これまで、作業者の感覚に頼る部分が多かった固縛作業に、一つの目安となる存在がLASHINGBITE®となり、安全性の確保、作業の標準化、技術伝承等の用途として広く使用頂ける存在となるよう、今後も改良開発に注力したい。



図10. LASHINGBITE®

表1. LASHINGBITE®仕様

張力測定範囲	1,000N~19,600N
使用環境	温度-10℃~60℃、湿度80%以下、生活防水(IPX4相当)
測定対象	スチールバンド、ワイヤーを除くラッシングベルト ※但し、当社で測定可能であることを確認したものに限定
対象ベルトの幅と厚さ	幅：~75mm 厚み：0.7mm~3.5mm
荷重センサ	ロードセル
サンプリング	57Hz
表示移動平均数	64回
表示	デジタル表示
最小表示単位	1N
電源	単3形×2本
質量	約1,240g
外径寸法	194(H)×85(W)×82(D) (mm)
データ保存	本体に、測定日時/設定/測定値の保存が可能。最大100件。
データ読出し	SDカードでデータの外部読み出し可能。CSV形式。
合否判定	事前に目標値を入力すると、目標値に達した際に合図が出る。



浜崎 裕太  
Yuta HAMASAKI  
2005年 入社  
R&Dセンター

## 静電吸着クリーニング装置(BANDO MDEC®)の開発

### Development of Micro dust Electric Cleaner by Only Electrostatic Force

金子 加津寛  
Katsuhiko KANEKO

#### Abstract

In the process of manufacture of electronic parts product and the optics product, a demand to MDEC is the removal of the garbage of the size that is bigger than garbage (e.g., sebum) and  $500\mu\text{m}$  with slight adhesiveness. However, in conventional MDEC, removal performance was insufficient for these garbage removal. Conventional MDEC was an electrostatic roller method. An improved version was developed. The upgraded version was a combination of electrostatic roller and adhesion roller method. This method improved the early removal performance, but the removal performance decreased with time. We aimed at the high removal performance of garbage and big garbage with slight adhesiveness to solve this problem. In addition, we aimed at continuing maintaining high removal performance for a long time. As a result of experiment, we output a combination of electrostatic roller and electrostatic brush method. Furthermore, we optimized this method. We developed MDEC which could approximately completely remove garbage of the size that was bigger than garbage and  $500\mu\text{m}$  with slight adhesiveness. This method can maintain the long-term removal performance, too. We developed MDEC which satisfied the needs of the market.

Key Words: cleaner; micro-dust; electrostatic

## 1. 緒 言

BANDO MDEC® (Micro Dust Electric Cleaner) は 当社の固有技術である電子写真プロセスにおける帯電制御技術に基づいて開発を始めた静電吸着方式ゴミ除去装置であり、既存のゴミ除去装置で主流となっている粘着ローラ方式に比べて微細なゴミに対する高い除去性能と長期間の除去性能維持を開発コンセプトとした装置である。

この装置の仕様として「静電ローラ方式」、及び「静電ローラと粘着ローラのハイブリッド方式」を有している。

電子部品や光学製品の製造工程におけるBANDO MDEC®デモ機でのニーズ調査で、数十 $\mu\text{m}$ ～数百 $\mu\text{m}$ の微細なゴミだけでなく、 $500\mu\text{m}$ を超える数mmレベルの大きいゴミや、皮脂などの微粘着ゴミも除去したいとのニーズが多いことが改めて分かってきた。これらのゴミ除去に対して静電ローラと粘着ローラのハイブリッド方式では大きいゴミや微粘着ゴミの除去性能は市場の要求を満足したが、除去性能の維持性に関しては粘着ローラ上へのゴミ堆積により満足できる水準ではなかった。なお、静電ローラ単独方式では微細ゴミのみを対象にした一部の市場に適用できるが、その

範囲は限定的であることもわかってきた。

これを受けて、市場における対応領域の拡大を狙いとして、微細なゴミだけでなく大きいサイズのゴミや微粘着ゴミも除去でき、かつその除去性能を長時間維持することでメンテナンス性にもメリットを提供できる新仕様のBANDO MDEC®の開発に取り組んだ。

## 2. 実 験

### 2-1. 目標水準

市場ニーズを受けて目標を設定した(表1)。

### 2-2. 実験の進め方

ワーク上に吸着している大きなゴミと微粘着ゴミを物理的に動かしてワークとゴミの吸着力を低減させる方策の検討と評価を実施し、ゴミ除去に最適な仕様・構造について検討した。

### 2-3. 大きいゴミ、粘着ゴミが取れない理由の考察

ここで言う大きいゴミとはユーザーの前工程の加工(切削、抜きなど)で生じたカスであり、形状としては扁平なものが多いため(図1)、ワークとの接触面積が広くなりクーロン力による吸着力が強くなってい

表1. 完全静電MDECの目標水準

項目		目標	静電ローラ方式		静電ローラ +粘着ローラ ハイブリッド方式	
ゴミ除去性	50~150 $\mu$ mの ポリエステル粒子	95%以上	99.00%	○	データ 無し	(○)
	数十~数百 $\mu$ m の繊維	95%以上	98.30%	○	98.80%	○
	500 $\mu$ m以上の セラミックカス	95%以上	10%以下	×	99.00%	○
	皮 脂	95%以上	85%	×	データ 無し	(○)
搬 送 性	厚さ50 $\mu$ mのPETが 安定して搬送可能		搬送可能	○	搬送不可	×
耐 久 性	定期交換部品1年以上		○	○	○	○
メンテナンス性	ユニット清掃1回/直		○	○	ユーザ- NG 判定	×
	5分以内/回		3分50秒/回	○	6分1秒/回	×

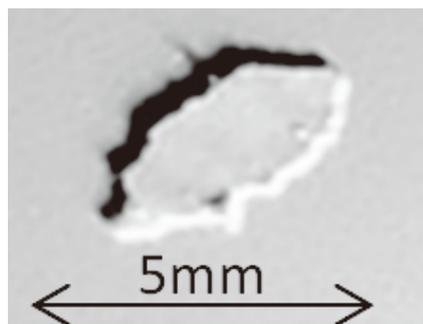


図1. セラミックカス

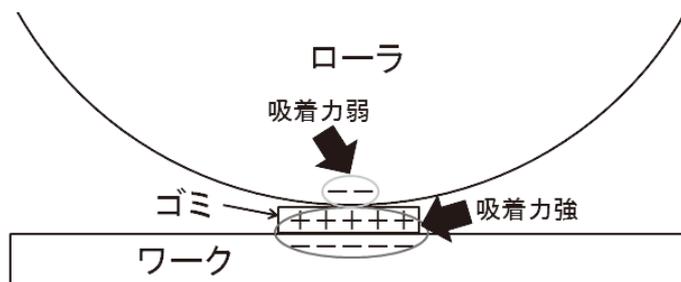


図2. 大きいゴミの吸着モデル

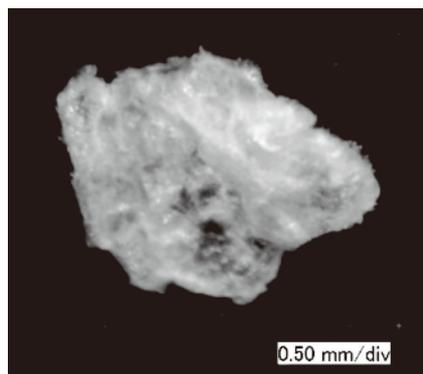


図3. 油脂

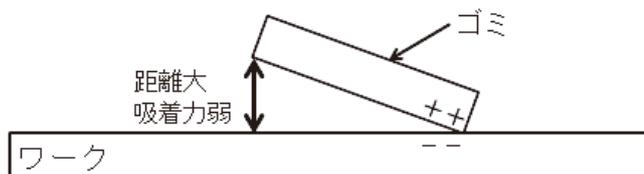


図4. 移動による吸着力低下のモデル

ると考えられる。ゴミに対してローラは断面方向から見ると点で接触しており、ワークとゴミの接触面積に比べるとかなり小さいため、ローラとゴミの間に働くクーロン力のみではゴミをワークから引き剥がす力が弱く、除去できないと考えられる (図2)。また、皮

脂のような微粘着ゴミは粘着力も作用しており、大きなゴミと同様にローラの接触面積で生じるクーロン力では除去できないと考えられる (図3)。これらのゴミを除去するためには物理的にゴミを動かして姿勢を変え、ワークとゴミの接触面積を小さくしてクーロン力や粘着力による付着力を小さい状態にする必要がある (図4)。

表2. 交流印加検討結果

Test No	1	2	3
評価条件 模式図			
判定	△	△	△

表3. ブラシ検討結果

Test No	1
評価条件 模式図	
判定	○

### 3-1-2. 静電ブラシの可能性確認

静電ブラシを直接ワークに接触させて大きなゴミを物理的アシストで動かす方策を検討した（表3）。この結果、大きいゴミであるセラミックカスは目視レベルではほぼ100%除去できた。これはブラシがゴミと接触して扁平なゴミを起き上がらせたり回転させたりして姿勢を変えられたためワークに対するクーロン力が下がり、除去しやすくなったと考えられる。一方、小さいゴミであるポリエステル粒子（粒径50～150 $\mu\text{m}$ ）の除去率は80.4%となった。これはブラシの糸と糸の間隔が75 $\mu\text{m}$ （計算値）であり、このサイズ以下のゴミがちょうど隙間に入った場合は接触できないため、除去できていないと考えられる。よって、ブラシ単独では小さいゴミの除去には適用できないが、ローラが不得意な大きい扁平なゴミに対しては除去効果が高いことが確認できた。

## 3. 結果と考察

### 3-1. ゴミ吸着力低減

#### 3-1-1. ローラへの交流電圧印加効果

まずはローラとワークの間に交流電界をかけ、ゴミを振動させる方策を検討した。交流電場においてはワーク上で大きいゴミの振動が確認できた。しかし、除去性は向上しなかった（表2の1）。また、直流と交流の重畳電圧をかけても同様にゴミの振動は確認されたが除去性は向上しなかった（表2の2）。さらに、2連のユニットの入口側ユニットに交流を印加してゴミをワーク上から動かし、出口側ユニットに直流を印加してそのゴミの除去を狙って評価を行ったがゴミ除去性は向上しなかった。これは振動させることはできても、扁平な形状のゴミの姿勢を変えワークとの吸着力を低下させるまでには至らなかったと考えられる（表2の3）。よって、ローラへの交流電圧印加は大きいゴミ除去には効果が十分でないと判断した。また、いずれの評価においても交流印加時にウレタンの収縮振動による高周波音が発生し、騒音の問題も生じたため装置への展開が難しいと判断した。

### 3-2. 静電ブラシの最適化

#### 3-2-1. ブラシ仕様の検討

摩擦帯電性の観点からゴミ除去に適した材質を選定するために、ブラシ糸材質の摩擦帯電序列を評価、確認した。なお、ブラシ糸材質の候補は継続的に入手可能な糸材質をブラシメーカーと協議した上で決定した（表4）。また、ワークおよびゴミは狙いの市場のワークやその市場で問題となっているゴミを対象とした。

ワークとワーク、ワークとブラシ、ブラシとブラシの帯電関係はそれぞれ摩擦帯電させ、それぞれの極性を表面電位計で測定した。次にゴミとワークの帯電関係はゴミをワークで挟み込んで摩擦帯電させた後、ゴミを吸引してデジタルエレクトロメーターで帯電量を測定した。これらの評価結果をまとめてワーク、ゴミ、ブラシの帯電列を図5に示した。ワークやゴミに対して逆極性にあり、帯電列の離れた位置づけのブラシが最も吸着力が高くなることから仕様A（ポリエステル）と仕様D（ポリエステル）がゴミ除去に適して

表4. ブラシ糸材質一覧

糸仕様	A	B	C	D	E
	導電性 ポリエステル	導電性 ナイロン	導電性 アクリル	導電性 ポリエステル	導電性 ポリエステル
原糸抵抗値	11~14	11.4~11.5	10~12	—	9.5~11.5
織 度	6D	6D	6D	2D	14D
密 度	70kf	70kf	52kf	120kf	73kf
パイル長(mm)	5	5	5	5	5
剛性指数	50	24	60	—	134

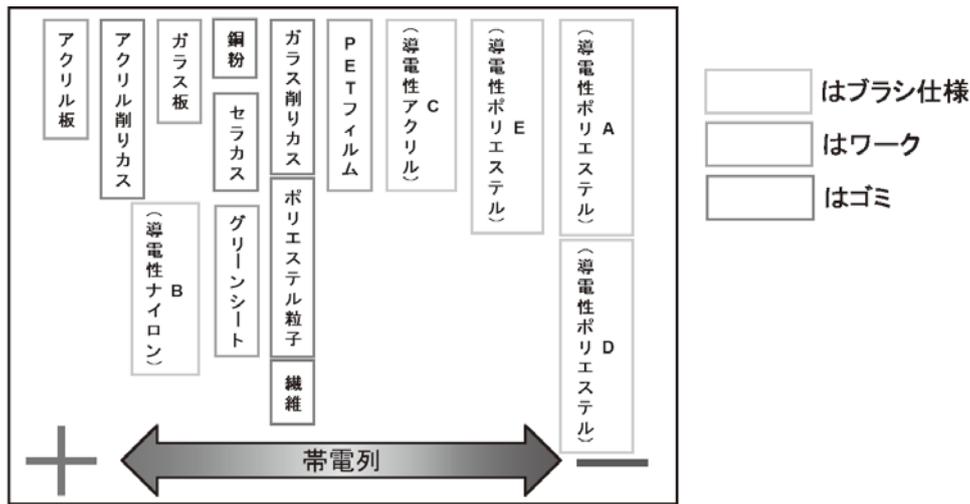


図5. ワーク、ブラシ、ゴミの帯電列

いると考えられる。この両者でセラミックカスの除去評価を実施し、上ユニットのゴミ回収ボックスへの回収率を比較すると仕様Aは86.6%に対し、仕様Dは26.7%であった。これは単なる接触帯電性は同等であっても仕様Dの織度が細く剛性が足りないために比較的大きなセラミックカスを動かすことができなかったと考えられる。ブラシは帯電性だけでなく太さ、密度、長さなどから発現される機械的因子も配慮し、ブラシ仕様を仕様Aとした。

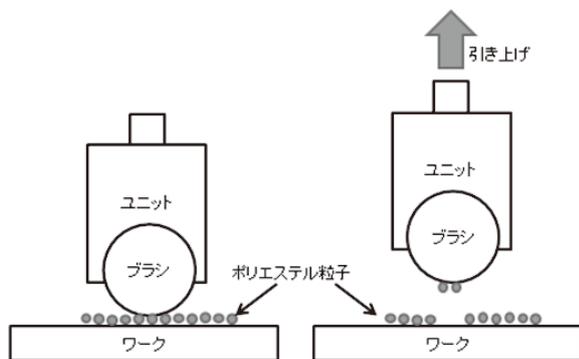


図6. ゴミ吸着への電圧印加の効果確認評価

### 3-2-2. 電圧印加の効果

既存のブラシ+バキューム方式のゴミ除去装置のブラシは単にゴミを物理的に掃いて飛ばすことが求められるが、MDECにおけるブラシはゴミを静電的に吸着して回収することが求められる。ここではブラシが静電的にゴミを吸着し、電圧をかけることで得られる電界作用によってブラシへの吸着性が高められるかを検証した。

評価方法は、ゴミを散布したワーク上にブラシへの印加電圧を0、-400Vと変量したブラシユニットを10秒間静置した後に引き上げ、ブラシに付着したゴミの状態の変化を観察した(図6)。その結果、電圧を印加するとブラシへのゴミの吸着幅が広がった(図7の

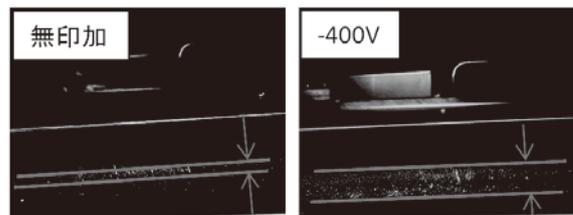


図7. 電圧印加有無のポリエステル粒子付着状態比較

矢印の間隔)。これは電圧印加によりクーロン力の及ぶ範囲が広がったためと考えられる(図8)。このことから電圧印加によりブラシでゴミを吸着できることが確認できた。

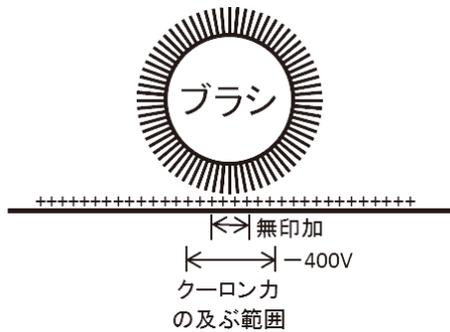


図8. 電圧とクーロン力の及ぶ範囲の関係

### 3-2-3. ブラシ回転方向の検討

ここではブラシの回転方向とゴミ除去性能の関係を把握して回転方向を決定することを目的とした。ブラシの回転方向をワーク搬送方向に対して順回転と逆回転に変量し、ゴミの除去率の差を比較した結果、順回転の場合、除去率が12.2%に対し、逆回転の場合、90.8%となった。順方向回転ではゴミをワーク上から動かすことはできるが、押し付けながら送り出すような作用しか得られず、また1回しか接触する機会が無いため、回収できないと考えられる。一方、ブラシを逆回転させてゴミに接触させる場合は、逆方向の作用によってゴミをワーク上から起き上がらせて回転させたり、押し返す方向に動かすことができるためゴミはワークへの吸着力を減らされた状態となる。その後再度ブラシに接触することで回収できると考えられる。よって、ブラシの回転方向はワーク搬送方向に対して逆回転とした(図9)。

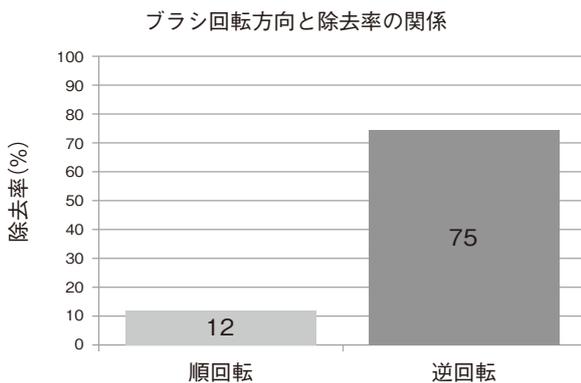


図9. ブラシ回転方向と除去性の関係

### 3-3. 装置としての最適化

#### 3-3-1. ブラシ、ローラの併用の検討—設置順の効果—

上記の検討よりブラシ単独では小さいゴミの除去性能が不足していることがわかったため、小さいゴミの

除去に実績のある静電ローラと組み合わせて検討を実施した。

併せて、静電ブラシと静電ローラの両部材がワークに接触する順序がクリーニング性能に与える影響についても評価した。まず、小さいゴミであるポリエステル粒子と繊維の除去性能については順序の影響はないことが確認された。これは静電ローラだけでもほぼ全て除去できるためと考えられる。

一方、大きなゴミであるセラミックカスについては前にブラシ、後にローラを設置した場合の除去率が97.8%であったのに対し、前にローラ、後にブラシを設置した場合は86.7%と相対的に低い除去率となった。これは前のローラでのゴミの押しつけにより強く付着したためと考えられる。よって、前にブラシ、後にローラを設置することとした(図10、図11)。

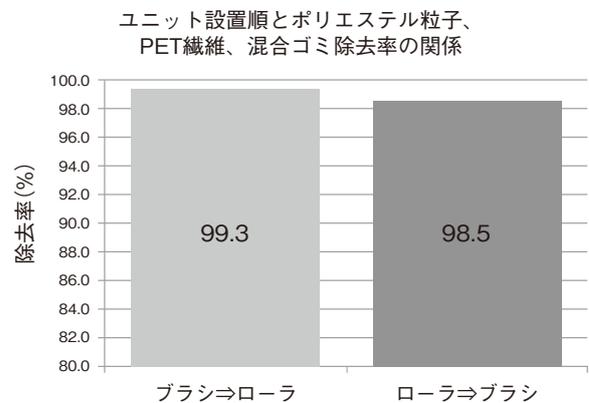


図10. 小サイズゴミ除去へのユニット設置順の影響

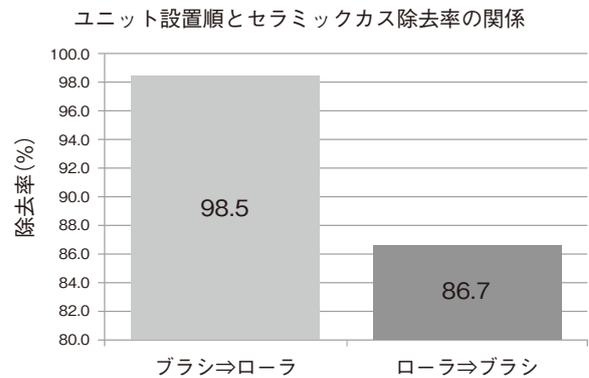


図11. 大サイズゴミ除去へのユニット設置順の影響

#### 3-3-2. ブラシの回転速度、食い込み量の効果

ブラシ回転速度、ワークへの食い込み量がゴミ除去に与える影響について検討した。まず、ブラシ回転速度について検討した。ここでブラシ回転速度/ワーク搬送速度の比率をB/Wと記載する。このB/Wを変量してセラミックカスの除去性との関係性を評価した。B/W=50% (例えばワーク搬送速度12m/minに対してブラシ回転速度6 m/min) の時、セラミックカスをワ

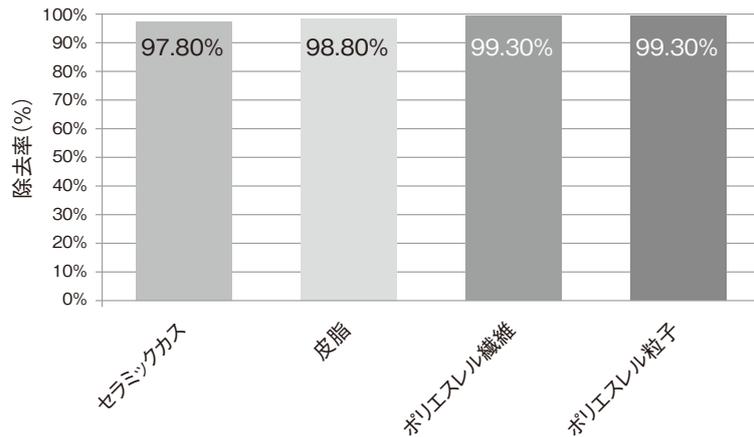


図12. ゴミの除去評価結果

ーク入口側にはじき飛ばした。また、ブラシ回転速度を3 m/minにしてB/W=25%にするとはじき飛ばしが抑えられた。一般的に大きいゴミより小さいゴミの方がはじき飛ばされやすいのでB/Wは更に下げる必要があると考えB/W=15%とした。

次にワークへのブラシ食い込み量を検討した。食い込み量を0.3mm、0.6mmと変量し、セラミックカスの除去評価を実施した。0.3mmではセラミックカスのすり抜けが発生しワーク上に残存したが、0.6mmでは除去できた。食い込み量を深くすると除去性は増加するが、深くし過ぎるとグリーンシートの種類・状態によっては擦れ傷が発生するため、食い込み量の上限はワーク毎に異なる。厚さの異なるワークへの対応を踏まえて食い込み量可変設計とした。

### 3-4. 妥当性の確認

ブラシの回転速度や高さを最適化したブラシ、ローラ併用方式MDECのゴミ除去性を総合的に確認する目的でセラミックカス(500 $\mu$ m～数mm)、皮脂(微

粘着ゴミ)、繊維(数十～数百 $\mu$ m)、ポリエステル粒子(50～150 $\mu$ m)の除去評価を実施した。その結果、いずれも97%以上除去できた(図12)。

### 3-5. デモ機における問題点および改良点

#### 3-5-1. 回収ゴミの落下再付着、ゴミ除去性の不足

セラミックやアクリルなどの大きく重いゴミを除去した時、意図しない場所にゴミが蓄積して一定量が溜まると落下し、ワークへ再付着する現象が確認された。この問題に対応するため、ユニット内のゴミの蓄積が発生した場所の下部に新たにゴミ受けを設置するなどシール性を高め、ゴミの再付着を防止する構造にした。

また、偏光板に付着した皮脂の両面除去評価で裏面の除去性が不足することがわかった。これに対し3つの方策で改良を実施した。1つめはブラシの食い込み量を増やして掻き取り能力を高めた。2つめはワーク入口の搬送ローラが上下共に金属ローラであることによって皮脂を過度に圧着させていたため、下を柔らか

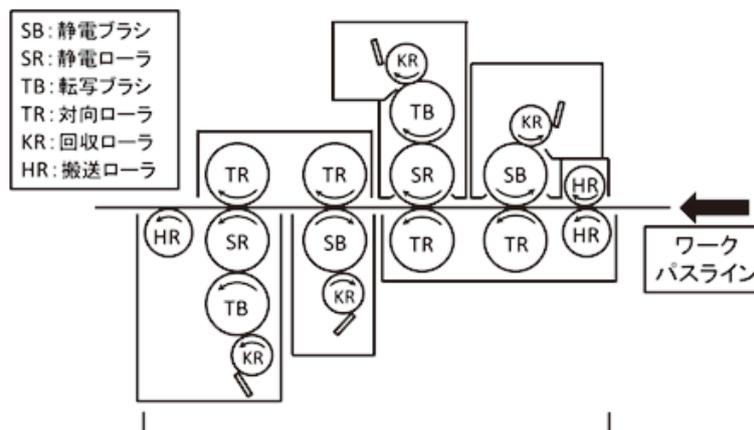


図13. 量産仕様ユニット構造

表5. 結果一覧

項 目		目 標	静電ブラシ、静電ローラ 併用方式	
ゴミ除去性能	50~150 $\mu$ mのポリエステル粒子	95%以上	99.30%	○
	数十~数百 $\mu$ mの繊維	95%以上	99.30%	○
	500 $\mu$ m以上のセラミックカス	95%以上	97.80%	○
	皮 脂	95%以上	98.80%	○
搬 送 性		厚さ50 $\mu$ mのPETが 安定して搬送可能	搬送可能	○
耐 久 性		定期交換部品1年以上	2年相当稼働可能	○
メンテナンス性		ユニット清掃1回/直	実績有	○
		5分以内/回	3分50秒	○

いウレタン製ローラ、上をウレタン製ギアに変更し、押しつぶしを低減した。3つめは静電ローラの対向ローラを金属製から軟質のウレタン製に変更してワーク通過時の皮脂の押しつぶしを低減した（図13）。

### 3-5-2. 多様なワーク、ゴミへの対応

ブラシユニットとローラユニットが一体化された構造の場合、それぞれの高さを個別に変更できず、十分なクリーニング性能を発揮できない場合があった。個々のワーク、ゴミに対してブラシは最適な食い込み量を設定する必要がある。このため量産仕様ではブラシユニット、ローラユニットを分割し、それぞれ個別に高さおよび圧力調整可能な仕様にした。

### 3-5-3. メンテナンス性の問題

各部材のシャフトの中空化による軽量化、及びシャフト構造の見直しによりユニットを分解せずにブラシとローラを取り外せる構造とした。また、ユニットを

ブラシとローラに分割してユニット単体の軽量化およびゴミ回収部の清掃を容易にした。電気配線については繰り返し脱着での断線リスクを低減するためにユニットの挿入と同時にコネクタが接続するワンタッチ構造とした。

## 4. 結 言

小さなゴミ、大きなゴミ、微粘着ゴミのいずれの除塵も可能となり、メンテナンス回数および工数の低減を両立できた（表5）。これまで改良を加えたデモ機による拡販活動の結果、インクジェット駆動用基板の製造工程でグリーンシート上のゴミ除去用として採用が決定した。

今後はグリーンシート市場での拡販と光学フィルム市場（枚葉式）やロールtoロール市場への展開を目指す。



金子 加津寛

Katsuhiko KANEKO

2004年 入社

高機能エラストマー製品事業部

**特 許 登 録 一 覧**  
(2015.10.1 ~ 2016.9.30)

特許番号	発明者	発明の名称・要約
出願 2011-085366[2011/04/07] 公開 2012-221682[2012/11/12] 登録 5932235 [2016/05/13]	岡崎 貴彦 迫 康浩	<p>〈名称〉フレキシブル導光板及びフレキシブル導光板の製造方法</p> <p>〈要約〉熱硬化性ポリウレタンからなるフレキシブル導光板であって、上記熱硬化性ポリウレタンは、ポリエーテルポリオール、ポリカプロラク톤ポリオール及びポリカーボネートポリオールから選択される少なくとも1種のポリオール成分と脂肪族ポリイソシアネート成分とを反応させてなるウレタンプレポリマーを、硬化剤と、又は、硬化剤及び上記ポリオール成分との混合物と、非アミン系触媒の存在下で熱硬化させてなる熱硬化性ポリウレタンであることを特徴とする。</p> <p>(初期から長期間に渡って光源色再現性に優れるとともに、効率良く均一に発光し、柔軟性に富み、任意の形状に曲げて使用することが可能なフレキシブル導光板を提供する。)</p>
出願 2011-211343[2011/09/27] 公開 2013- 70798[2013/04/22] 登録 5902427 [2016/03/18]	岡本 昌泰	<p>〈名称〉救急絆創膏用基材フィルム、救急絆創膏及び救急絆創膏の製造方法</p> <p>〈要約〉直鎖状低密度ポリエチレン(L-LDPE)及び低密度ポリエチレン(LDPE)を含有する樹脂組成物からなり、上記直鎖状低密度ポリエチレンと上記低密度ポリエチレンとの重量比(L-LDPE : LDPE)が、1 : 9 ~ 2 : 3であることを特徴とする救急絆創膏用基材フィルム。</p> <p>(風合いに優れ、十分な強度を有し、耐ブロッキング性に優れ、かつ、離型紙から剥離した際にカールしにくい救急絆創膏用基材フィルムを提供する。)</p>
出願 2011-240106[2011/11/01] 公開 2013-096509[2013/05/20] 登録 5869840 [2016/01/15]	高橋 弘好	<p>〈名称〉オートテンショナ</p> <p>〈要約〉固定部材と、その軸部に対して周方向に揺動可能に外嵌合されるボス部及びボス部の揺動中心に対してオフセットした位置で回転自在に軸支され、外周面でベルトに接触するプーリを有する可動部材とを設ける。ボス部と軸部との間にインサートベアリングを配置し、ボス部の周囲に二巻き以上のコイル部を有し、可動部材の揺動動作によって縮径する振りコイルバネ配置する。軸部外周と振りコイルバネ内周との間に可動部材の揺動を減衰するスプリングサポートを設ける。そして、突部(荷重伝達抑制手段)によって、振りコイルバネの一巻き目に加わる荷重をボス部に伝達するのを抑制する。</p> <p>(オートテンショナにおいて、ベルト軸荷重とスプリング荷重の合力により発生する作用点を軸受部材の軸方向中央に近付ける。)</p>
出願 2011-283001[2011/12/26] 公開 2013-133843[2013/07/08] 登録 5881409 [2016/02/12]	高橋 長 吉田 圭介 金 成振 川原 英昭	<p>〈名称〉伝動ベルト</p> <p>〈要約〉心線が埋設された接着ゴム層と、接着ゴム層のベルト内面側に積層するように設けられた圧縮ゴム層と、圧縮ゴム層を覆うように設けられたフィルム層とを備えた伝動ベルトであって、フィルム層は、発泡構造を有し、内部に繊維成分を含有している。</p> <p>(伝動面にフィルム層が設けられた伝動ベルトにおいて、耐摩耗性と耐クラック性とを両立させる。)</p>

特許番号	発明者	発明の名称・要約
出願 2012-014613[2012/01/26] 公開 2013-154969[2013/08/15] 登録 5848624 [2015/12/04]	竹原 洋平	<p>〈名称〉搬送装置用部材及び搬送ベルト</p> <p>〈要約〉バイオマス由来のポリテトラメチレンエーテルグリコールを構成成分とする熱可塑性ポリエーテル系ポリウレタンを含むウレタン樹脂組成物からなることを特徴とする搬送装置用部材。</p> <p>(バイオマス由来成分を構成成分とする熱可塑性ポリエーテル系ポリウレタンを含有するウレタン樹脂組成物からなるにもかかわらず、黄変の発生が抑制された搬送装置用部材を提供する。)</p>
出願 2012-067064[2012/03/23] 公開 2013-199949[2013/10/03] 登録 5839693 [2015/11/20]	西川 隆 西垣 丈史 坂中 宏行	<p>〈名称〉伝動ベルトの損失算出方法</p> <p>〈要約〉伝動ベルトに起因するベルト起因損失トルクを、ベルト走行速度に依存しない固有損失トルクと、ベルト走行速度に依存する依存損失トルクとに分離する。また、固有損失トルクを、所定の損失発生因子に依存しない固有損失トルクと、その損失発生因子に依存する依存損失トルクとに分離する。</p> <p>(伝動ベルトに起因した損失を因子毎に分離する。)</p>
出願 2012-085305[2012/04/04] 公開 2013-213566[2013/10/17] 登録 5948110 [2016/06/10]	香山 大輔	<p>〈名称〉オートテンシヨナ</p> <p>〈要約〉軸部を有する固定部材と、軸部に揺動可能に外嵌合されるボス部を有する揺動部材とを備えるオートテンシヨナ。揺動部材には、ボス部の揺動中心とオフセットしたアーム先端部に、ベルトに接触するプーリが回転自在に軸支され、揺動部材をプーリがベルトを押圧する方向に回動付勢する振りコイルばねを備えている。揺動部材の揺動を減衰する手段として、軸部に固定したフロントプレートと、ボス部端面との間に圧縮されて重ねられた状態で介在された複数の皿ばねを設け、少なくとも、これら皿ばね自体の間の互いの摺動抵抗によってダンピング力を発生させる。</p> <p>(オートテンシヨナにおける減衰手段のダンピング特性を正確に設計して、ダンピング力の可変調整を可能としかつ安定した高いダンピング力を付与できるようにする。)</p>
出願 2012-104653[2012/05/01] 公開 2013-230799[2013/11/14] 登録 6002429 [2016/09/09]	柳本 真人 若藤 治 谷 新太	<p>〈名称〉絶縁車輪及び絶縁車輪の製造方法</p> <p>〈要約〉金属製の内輪と、この内輪の外周面側に配設された金属製の外輪とを備え、上記内輪と上記外輪とがエラストマーからなる絶縁層を介して一体化され、かつ、内輪と外輪とが電氣的に絶縁されており、絶縁層と内輪の外周面及び外輪の内周面の少なくとも一方とが直接接していることを特徴とする絶縁車輪。</p> <p>(絶縁層にクラックが発生したり、破損が生じたりすることがない絶縁車輪を提供する。)</p>
出願 2012-084223[2012/04/02] 公開 2013-213142[2013/10/17] 登録 5897964 [2016/03/11]	岩崎 貴則	<p>〈名称〉導電性ローラとその製造方法</p> <p>〈要約〉ポリエステルポリオールと二官能イソシアネートとが含有され、且つ導電性粒子が分散されている分散液を導電性軸芯が収容されている型内に注入し、該型内で前記ポリエステルポリオールと前記二官能イソシアネートとを反応させることにより、前記導電性軸芯の周りに導電性を有するポリウレタン弾性体層を形成させる導電性ローラの製造方法であって、前記分散液を粘度が500mPa・s以上4000mPa・s以下となる液温にし、且つ、前記型の温度を同温度で前記分散液を加熱した際にTan<math>\delta</math>(損失弾性率/貯蔵弾性率)が90分以降に極大値を示す温度にして前記注入を実施することを特徴とする。</p> <p>(電気特性に優れ、且つ、電気特性の均一性に優れた導電性ローラを提供する。)</p>

特許番号	発明者	発明の名称・要約
出願 2012-132389[2012/06/11] 公開 2013-257994[2013/12/26] 登録 5988718 [2016/08/19]	加藤 秀之 大高 秀夫 野中 敬三	<p>〈名称〉トランスデューサ用可撓性シート及びトランスデューサ用可撓性シートの製造方法</p> <p>〈要約〉弾性基材及び導電性フィラーを有する導電エラストマー層と、上記導電エラストマー層の一方の面に積層され弾性基材を有する誘電エラストマー層とを備え、上記導電エラストマー層の弾性基材及び上記誘電エラストマー層の弾性基材が軟化剤を含有し、上記導電エラストマー層の弾性基材における軟化剤含有割合と上記誘電エラストマー層の弾性基材における軟化剤含有割合との差が、10質量%以下であるトランスデューサ用可撓性シート。</p> <p>(柔軟性及び安定性に優れたトランスデューサ用可撓性シートを提供する。)</p>
出願 2012-170405[2012/07/31] 公開 2014-29432[2014/02/13] 登録 5946354 [2016/06/10]	鎌田 稔	<p>〈名称〉フレキシブル導光板及びフレキシブル導光板の製造方法</p> <p>〈要約〉ポリオール成分、ポリイソシアネート成分及び硬化剤を非アミン系触媒の存在下で熱硬化させてなる熱硬化性ポリウレタンからなるフレキシブル導光板であって、上記ポリオール成分は、ポリカーボネートポリオールであり、上記ポリイソシアネート成分は、脂肪族ポリイソシアネートであり、上記熱硬化性ポリウレタンは、UV照射後に測定した波長375nm光の透過率が80%/3mm以上であることを特徴とする。</p> <p>(初期から長期間に渡って入射光色と出射光色の色差が小さく、光源色再現性に優れるとともに、効率良く均一に発光し、かつ、柔軟性に富むため任意の形状に曲げて使用することが可能であり、加えて、UV光に対する耐久性に優れたフレキシブル導光板を提供する。)</p>
出願 2012-509564[2011/03/31] 公開 WO2011/125824 [2011/10/13] 登録 5860393 [2015/12/25]	中見 正宏 中島 英貴 谷 新太	<p>〈名称〉電子写真用ブレード</p> <p>〈要約〉エッジ部分がエステル系のポリウレタンから形成され、バックアップ部分のポリウレタンがエーテル系ポリウレタンもしくはエステル系ポリウレタンから形成されるブレードであって、バックアップ部を形成するポリウレタンのJIS-A硬度が65~80であり、エッジ部を形成するポリウレタンが、(1) JIS-A硬度が76~100かつ<math>\tan \delta</math>ピーク温度が-20~-1℃、または、(2) JIS-A硬度が85~100かつ<math>\tan \delta</math>ピーク温度が-20~60℃である。</p> <p>(像担持体の皮膜の硬度上昇や印刷速度が増加しても、ブレード反転やブレード鳴きを生じないブレードを提供する。)</p>
出願 2012-176544[2012/08/08] 公開 2013-67163[2013/04/18] 登録 5986452 [2016/08/12]	中嶋 久幸	<p>〈名称〉車両用床シート、車両の床構造体、車両の床構造体の施工方法</p> <p>〈要約〉車両の床面に敷設される車両用床シートであって、長尺シート状に形成された難燃性ゴム製の床シート本体と、上記床シート本体の裏面側に厚さ50<math>\mu</math>m以上500<math>\mu</math>m未満で積層されたアクリル系粘着剤製の粘着層とを備えることを特徴とする。上記床シート本体が、難燃性ゴム組成物から形成され、この難燃性ゴム組成物が、ゴム成分及び無機系難燃剤を含有し、ゴム成分100重量部に対して無機系難燃剤が50重量部以上90重量部未満含有されると良い。上記無機系難燃剤が、水酸化アルミニウム又は/及び三酸化アンチモンであると良い。粘着層の粘着力が、20N/25mm以上100N/25mm未満であると良い。</p> <p>(敷設作業が容易に行うことができ、また剥離作業が必要な場合にはその剥離性に優れ、しかも取扱性及び耐久性の高い車両用床シートを提供する。)</p>

特許番号	発明者	発明の名称・要約
出願 2012-220907[2012/10/03] 公開 2014-74750[2014/04/24] 登録 5998001 [2016/09/02]	大西 淳	<p>〈名称〉電子写真装置用現像部材</p> <p>〈要約〉弾性層と、該弾性層の表面に摩擦によりトナーを帯電させる表面層とを備える電子写真装置用現像部材であって、前記表面層両端部であって、シールと接触する部分に、端部処理剤としてイソシアネート又は熱可塑性ウレタンで処理した端部コート層を設けた。</p> <p>(電子写真装置用現像部材のトナーシール部と接触する端部において、端部の摩耗を防止をすることによって、電子写真装置用現像部材の長寿命化を図る。)</p>
出願 2012-220908[2012/10/03] 公開 2014-74751[2014/04/24] 登録 5937481 [2016/05/20]	大西 淳	<p>〈名称〉電子写真装置用の導電性ローラ</p> <p>〈要約〉シャフトを中心軸として、ウレタン弾性層とその上に少なくとも1層を有するコート層(外層)を設けた構造からなる導電性ローラであって、該コート層は、バインダー樹脂がアクリル樹脂とアクリル・フッ素混合樹脂のブレンド物からなり、3~7<math>\mu</math>mの厚さであり、該コート層にイオン導電材とカーボンを含む。</p> <p>(長寿命現像システムに対して、所望の画像特性を満足し且つ耐刷条件においても画像特性を維持できる導電性ローラを提供する。)</p>
出願 2012-539591[2011/10/17] 公開 WO2012/053176 [2012/04/26] 登録 5829614 [2015/10/30]	尻池 寛之	<p>〈名称〉摩擦伝動ベルト</p> <p>〈要約〉ベルト本体の少なくともプリー接触部分がゴム組成物で形成されている摩擦伝動ベルトであって、ベルト本体のプリー接触部分の表面には、多数の小孔が形成されていると共に平均高さが4~40<math>\mu</math>mの多数の小突起が形成されている。</p> <p>(被水時にベルト走行した際のスリップ異音の発生及び動力伝達能力の低下を抑制する。)</p>
出願 2013-505797[2012/03/08] 公開 WO2012/127802 [2012/09/27] 登録 5940055 [2016/05/27]	國定 孝志	<p>〈名称〉ベルト取外具</p> <p>〈要約〉取外具本体とプリー係合部とを備えるベルト取外具であって、取外具本体は、ベルト載上面とベルト滑落面とそれらの間のベルト移行面とを有する。ベルト移行面は、少なくともベルト接触部の平面視における曲率半径が5~11mmである。</p> <p>(プリーに巻き掛けられた伝動ベルトを取り外す際に、伝動ベルトが損傷を受けるのを防止する。)</p>
出願 2013-129372[2013/06/20] 公開 2014-185771[2014/10/02] 登録 5863712 [2016/01/08]	川原 英昭 西垣 丈史 加藤 秀之	<p>〈名称〉自動車の補機駆動ベルト伝動装置及びそれに用いるVリブドベルト</p> <p>〈要約〉エンジンの回転数が4000rpm以上のときに、クランクシャフトプリーの外周面の回転変動率が6%以上となることがあり、且つ複数のプリーにVリブドベルトが巻き掛けられたレイアウトに、スパン長さが220mm以上の部分が存在する。Vリブドベルトは背面補強布を有する。</p> <p>(Vリブドベルトがプリーに乗り上げるのを抑制する。)</p>
出願 2013-558828[2013/07/22] 公開 WO2014/020855 [2014/02/06] 登録 5860906 [2015/12/25]	草野 隆行	<p>〈名称〉伝動ベルト及びその製造方法</p> <p>〈要約〉平プリーに巻き掛けられた際に、その平プリーに接触するゴムの凹凸面を有する伝動ベルトであって、その凹凸面は、凸部の頂面が平坦面に形成されている。</p> <p>(平プリーに巻き掛けられた際にその平プリーに接触するゴムの凹凸面の摩耗を抑制する。)</p>

特許番号	発明者	発明の名称・要約
出願 2014-504505 [2013/08/21] 公開 WO2014/034050 [2014/03/06] 登録 5870184 [2016/01/15]	白木 勇人	<p>〈名称〉エンジンのブリーザ構造</p> <p>〈要約〉シリンダヘッドカバーの天井壁からブリーザプレートを吊り状態に支持する支柱と、ブリーザ室の外壁を形成する本体壁とが下方に突出している。本体壁の下端部は、ブリーザプレートに形成された、ブローバイガスから分離されたオイルが溜まる凹溝に嵌合されている。 (高い部品寸法精度を要することなく、シリンダヘッドカバーとブリーザプレートとの気密性を高める。)</p>
出願 2013-511915 [2012/04/18] 公開 WO2012/147312 [2012/11/01] 登録 5896992 [2016/03/11]	田浦 歳和 西藤 和夫 向 史博	<p>〈名称〉研磨フィルム</p> <p>〈要約〉基材と、基材の表面上に配置されており、SiO<sub>2</sub>を含む研磨粒子とバインダー樹脂とリン化合物を含む付着防止剤とを有する研磨層と、を少なくとも有すること、を特徴とする研磨フィルム。 (不純物イオンを含む水を研磨液として用いた場合であっても、研磨後の光ファイバ本体の端面等の研磨面へSiO<sub>2</sub>を含む研磨粒子を付着させにくく、研磨面において傷(スクラッチ)や(欠損)フチカケに起因する光損失を生じにくい良好な研磨仕上げ品質を実現し得る研磨フィルムを提供する。)</p>
出願 2014-538505 [2013/09/25] 公開 WO2014/050839 [2014/04/03] 登録 5872057 [2016/01/22]	藤原 伸二	<p>〈名称〉電子写真装置用ブレード、及び、その製造方法</p> <p>〈要約〉接着剤層を介して、弾性ゴム部材が支持部材に接着された電子写真装置用ブレードであって、上記接着剤層は、ウレタン系湿気硬化型ホットメルト接着剤が硬化してなるものであり、上記支持部材の少なくとも上記接着剤層と接する部位に、蛍光X線分析にて定量分析した際に珪素含有率が6重量%以上となる、珪素化合物を含有する表面皮膜が形成されていることを特徴とする。 (支持部材と弾性ゴム部材とが接着剤層を介して強固に接着された電子写真装置用ブレードを提供する。)</p>
出願 2015-027693 [2015/02/16] 公開 2016-151431 [2016/08/22] 登録 5972413 [2016/07/22] 山九株式会社との共出願	宮田 博文 浜崎 裕太 江口 正修 四ヶ所 春樹	<p>〈名称〉挟持式張力測定装置</p> <p>〈要約〉固縛時のベルトを挟み込んで、このベルトの張力を測定する挟持式張力測定装置に、一对の回転可能な支持ローラを有するベース部と、ベース部にヒンジ部を介して折り畳み開閉自在に連結される蓋部とを設ける。この蓋部の裏側にロードセルを内蔵すると共に、一对の支持ローラの間の対向する位置に配置される押圧部を有する押圧プレートを設ける。そして、一对の支持ローラと押圧部との間にベルトを挟持した状態で保持可能に構成する。 (挟持式張力測定装置において、締め込み作業を行いながらも固縛時のベルトの張力測定ができるようにする。)</p>
出願 2015-046210 [2015/03/09] 公開 2016-165672 [2016/09/15] 登録 5848473 [2015/12/04]	阿部 勇喜 岩崎 成彰	<p>〈名称〉糊摺りロール</p> <p>〈要約〉しん材部と、上記しん材部の外周面に積層されたゴム層とを備えた糊摺りロールであって、上記ゴム層は、ポリオール成分、イソシアネート成分、架橋剤及びシリコンオイルを含有する熱硬化性ウレタン組成物の硬化物からなり、上記イソシアネート成分は、TDI及び/又はMDIであり、上記シリコンオイルは、25℃での動粘度が10~3000 mm<sup>2</sup>/sであり、上記熱硬化性ウレタン組成物における上記シリコンオイルの含有量は、ポリオール成分、イソシアネート及び架橋剤の合計量に対して、0.3~10.0重量%である。 (耐久性及び耐水性に優れるゴム組成物を備えた糊摺りロールを提供する。)</p>

特許番号	発明者	発明の名称・要約
出願 2015-535635 [2015/03/11] 公開 WO2015/146032 [2015/10/01] 登録 5839643 [2015/11/20]	大久保 貴幸 高野 泰宏 橋 博之	<p>〈名称〉 摩擦伝動ベルト及びその製造方法</p> <p>〈要約〉 ベルト本体にゴム組成物により形成されたプリー接触部分が含まれる摩擦伝動ベルトにおいて、プリー接触部分のプリー接触表面に複数の凹部が形成されている。それぞれの凹部は、複数の孔の集合体であると共に、プリー接触表面において一方に長い形状を有する。</p> <p>(摩擦伝動ベルトにおいて、耐摩耗性等を維持しながら被水時の異音を抑制する。)</p>
出願 2015-545539 [2015/04/09] 公開 WO2015/186287 [2015/12/10] 登録 5877286 [2016/01/29]	吉永 英作	<p>〈名称〉 ウェイトローラー及びその製造方法</p> <p>〈要約〉 円筒状の重量調整部材と、重量調整部材の外周面及び底面を覆い、樹脂からなるカラーとを備えたウェイトローラーであって、重量調整部材の外周面には溝、凹部及び凸部のうち少なくとも1つが形成されている。</p> <p>(安価に製造でき、重量調整部材の抜けが生じにくいウェイトローラーを提供する。)</p>
出願 2015-559363 [2015/08/05] 公開 WO2016/027671 [2016/02/25] 登録 5898821 [2016/03/11]	田浦 歳和 西藤 和夫	<p>〈名称〉 研磨フィルム</p> <p>〈要約〉 基材フィルムと、この基材フィルムの表面側に積層される研磨層とを有する研磨フィルムであって、上記研磨層が、研磨粒子とそのバインダーとを有し、上記研磨層のテーパー摩耗試験による摩耗量が10mg以上25mg以下であることを特徴とする。上記研磨層における上記研磨粒子の含有量としては、85質量%以上が好ましい。上記研磨粒子が、一次粒子径10nm以上50nm未満の第1研磨粒子と、一次粒子径50nm以上250nm未満の第2研磨粒子とを有するとよい。上記研磨層の平均厚さとしては、4<math>\mu</math>m以上15<math>\mu</math>m以下が好ましい。上記研磨粒子がシリカ粒子であるとよい。</p> <p>(高い研削力を有し、かつ研磨中の荷重条件の変動による研磨フィルムの端面不良が発生し難い研磨フィルムを提供する。)</p>
出願 2016-501261 [2015/06/02] 公開 WO2016/027392 [2016/02/25] 登録 6007353 [2016/09/16]	宮田 博文	<p>〈名称〉 Vリブベルト及びその製造方法、並びにベルト伝動装置</p> <p>〈要約〉 Vリブベルトにおいて、各々、ベルト長さ方向に延びる複数のVリブがベルト幅方向に並列するように設けられていて、複数のVリブのそれぞれは、両側面部が多孔ゴムで形成され且つ先端部が中実ゴムで形成されている。</p> <p>(Vリブベルトにおけるベルト走行時の優れた騒音発生抑制効果と共に、優れた耐屈曲疲労性を得る。)</p>
出願 2015-560952 [2015/01/29] 公開 WO2015/119030 [2015/08/13] 登録 5947471 [2016/06/10]	阿部 勇喜 岩崎 成彰 堀内 三生	<p>〈名称〉 工作機械用シール部材</p> <p>〈要約〉 支持部材、板状の弾性部材及び上記支持部材と上記弾性部材とを接合する接着剤層を備え、上記支持部材の形状は、板状体を屈曲させた形状であり、上記弾性部材は、上記支持部材の屈曲形状に沿って湾曲した状態で、上記弾性部材の表面の一部に積層された上記接着剤層を介して上記支持部材に接合されており、上記弾性部材の裏面と一の側面とがなす角部を相手材と当接するエッジ部とし、かつ、上記一の側面が切断加工により形成された面であることを特徴とする工作機械用シール部材。</p> <p>(優れたシール性を長期間に渡って確保することができるため信頼性に優れ、効率よく、かつ安価に製造することができる工作機械用シール部材を提供する。)</p>

特許番号	発明者	発明の名称・要約
出願 2016-518219[2016/03/03] 公開 WO2016/147883 [2016/09/22] 登録 5993108 [2016/08/26]	市来 智仁 神代 早紀	<p>〈名称〉発泡用樹脂組成物及び発泡成形体</p> <p>〈要約〉ポリオレフィンと、ポリ乳酸と、分子内にカルボニル基を含む変性ポリオレフィンと、層状ケイ酸塩と、フィラーとを含み、上記ポリオレフィン、ポリプロピレン及び／又はポリエチレンを含み、樹脂組成物全体に対する含有量が30重量%以上、80重量%以下であり、上記ポリ乳酸は、樹脂組成物全体に対する含有量が3重量%以上、40重量%以下であり、上記分子内にカルボニル基を含む変性ポリオレフィン、樹脂組成物全体に対する含有量が1重量%以上、20重量%以下であり、上記層状ケイ酸塩は、樹脂組成物全体に対する含有量が10重量%以上、40重量%以下であり、上記フィラーは、上記層状ケイ酸塩の密度に対して0.20g/cm<sup>3</sup>以上異なる密度を有し、樹脂組成物全体に対する含有量が0.01重量%以上、0.5重量%以下である発泡用樹脂組成物。</p> <p>(分散性及び成形性に優れた発泡用樹脂組成物を提供する。)</p>
出願 2016-536262[2016/04/28] 公開 WO2016/181857 [2016/11/17] 登録 5987135 [2016/08/12]	大西 淳 細川 祐希	<p>〈名称〉光学透明粘着シート、及び、光学透明粘着シートの製造方法、積層体、及び、タッチパネル付き表示装置</p> <p>〈要約〉熱硬化性ポリウレタン組成物の硬化物からなる光学透明粘着シートであって、上記熱硬化性ポリウレタン組成物は、ポリオール成分、ポリイソシアネート成分、及び、タッキファイヤーを含有し、上記ポリオール成分は、オレフィン骨格を有し、上記ポリイソシアネート成分は、イソシアネート基を有する脂肪族及び／又は脂環族ポリイソシアネートと、エチレンオキシドユニットを有するエーテル化合物とを反応させて得られる変性ポリイソシアネートである。</p> <p>(柔軟性に優れ、厚膜化が可能な熱硬化性ポリウレタン組成物を用いて、耐環境性に優れた光学透明粘着シートを提供する。)</p>
出願 2015-556320[2015/06/26] 公開 WO2016/006476 [2016/01/14] 登録 5921790 [2016/04/22]	田浦 歳和 西藤 和夫	<p>〈名称〉研磨フィルム</p> <p>〈要約〉基材と、その表面側に積層される研磨層とを有する研磨フィルムであって、上記研磨層が、樹脂バインダー及びこの樹脂バインダー中に分散される研磨粒子を有し、上記研磨粒子全体に対する一次粒子径70nm以上の研磨粒子の含有量が10質量%以上50質量%以下であり、上記研磨層における上記研磨粒子の含有量が84質量%以上であり、上記研磨層の押し込み硬さが370N/mm<sup>2</sup>以下であることを特徴とする。上記研磨粒子が、シリカ粒子であるとよい。上記研磨層の平均厚さとしては、4μm以上15μm以下が好ましい。</p> <p>(高い研削力を有しつつ、研磨後の光ファイバの引き込みを防止できる研磨フィルムを提供する。)</p>

## 結合型細幅Vベルト「パワーエース®アラミドコンボ」の紹介

(担当：産業資材事業部)

バンドー化学株式会社（本社：兵庫県神戸市）は、このたび、国内初となる高弾性アラミド心線を採用した結合型細幅Vベルト「パワーエース®アラミドコンボ」を開発し、平成28年12月から販売を開始しています。

### 1. 開発の背景・ねらい

当社は、昭和46年3月にVベルトの上位グレードとして細幅Vベルト「パワーエース®」、結合型の「パワースクラム®」を販売以来、さまざまな産業機械に幅広くご採用いただいております。近年、産業機械の大型化・高負荷化・コンパクト化に伴い、より寿命が長く、より高強度な伝動ベルトが求められるようになってまいりました。このような需要に応えるべく「パワースクラム®」に改良を加え、高弾性アラミド心線を採用した「パワーエース®アラミドコンボ」を開発いたしました（図1）。

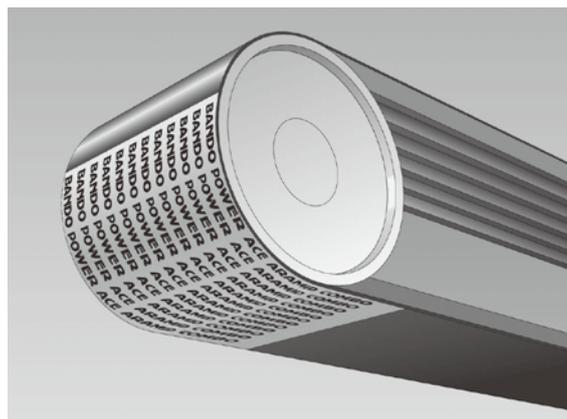


図1. パワーエース®アラミドコンボ

### 2. 製品の特長

高弾性アラミド心線を採用し、寸法安定性や耐衝撃性を向上させており、耐熱性や導電性にも優れています。

- 1) 新型タイバンド構造で、剥離に強い。
- 2) 高弾性アラミド心線を採用し、従来品に比べ50%以上破断強度が高い。
- 3) 従来品に比べ40%以上伝動容量が高い。
- 4) ARPM (RMA) に適合した導電性を有する。

※標準サイズ以外につきましても、制作可能ですので、お問い合わせください。

### 3. まとめ

産業機械の大型化・高負荷化・コンパクト化に伴い、高強度な伝動ベルトの需要が高まっており、石油、ガス、砕石、林業などの幅広い分野における販売拡大が期待される。

## 難燃耐熱コンベヤベルト「FR7500」の紹介

(担当：産業資材事業部)

バンドー化学株式会社（本社：兵庫県神戸市）は、このたび、国内初となる高温搬送用途で使用することが可能な自己消炎性を有した難燃耐熱コンベヤベルトFR7000シリーズを開発し、第1弾として、ベルト表面温度が60℃～100℃となる領域で使用できる「FR7500」を平成28年10月から販売を開始しています。

### 1. 開発の背景・ねらい

安定した連続搬送が求められるベルトコンベヤにおいて、不慮の火災によるライン停止は多大な損害を与えることとなります。特に、火災の原因となりやすい高温搬送物を運搬するラインにおいては、難燃性能を有するコンベヤベルトが求められています。当社は、従来から長年蓄積してきた配合設計技術、ベルト設計技術を活用し、難燃性能を有するコンベヤベルトとして難燃ベルト、難燃耐摩耗ベルト、難燃耐油ベルトをラインナップしてまいりました。今般、これらのラインナップ品に加えて、新たに高温搬送用途の難燃耐熱ベルトを開発いたしました（図1）。



図1. 製鉄所の焼結鉱、焼結原料、コークス搬送ライン、セメント工場の乾燥石灰石、乾燥粘土搬送ラインなど、常温より高く、火災時の延焼抑制効果が要求される用途に適用します。

### 2. 製品の特長

- ①特殊な配合処方により、難燃性と耐熱性を両立させ、さらに従来と同等の摩耗寿命（社内評価）があります。
- ②特殊配合ゴムは、熱劣化による物性の低下が小さく、ベルト表面温度が60℃～100℃となる高温搬送物を運搬可能です。
- ③さらに、JIS K 6324に規定されるバーナー燃焼試験をクリアしており、自己消炎性を有することから、コンベヤベルトの延焼抑制が期待できます。

### 3. 性能比較

JIS難燃性試験で、当社の耐熱ベルトHC513は、消炎せず最大評価時間となる60秒間燃焼し続けますが、今回新たに開発した難燃耐熱ベルトFR7500は、数秒で消炎します。また、耐熱性の指標として熱老化前後の摩耗量を比較した結果、当社の難燃ベルトFR300Jは、約2倍の摩耗量となりますが、難燃耐熱ベルトFR7500は耐熱ベルトHC513と同等で、約10%の増加に留まりました。これらの結果により、難燃耐熱ベルトFR7500はJIS難燃性を有し、耐熱性が要求される用途での使用を可能にしています（図2）。

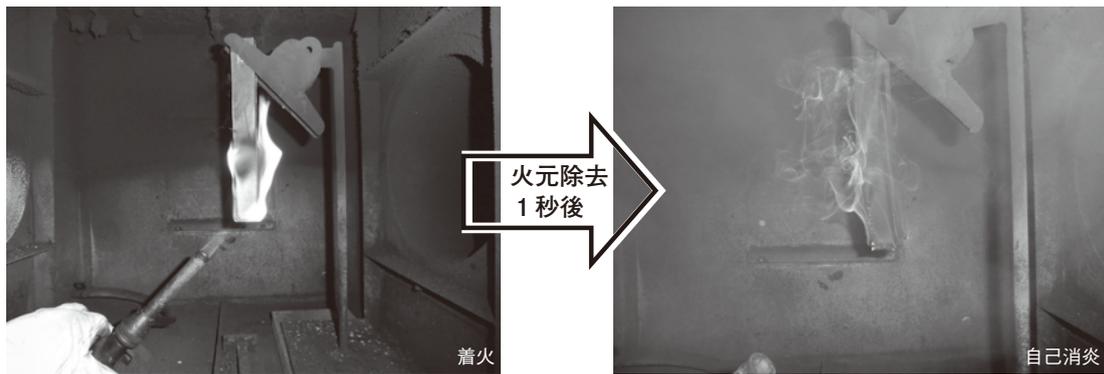


図2. FR7500難燃性評価結果(JIS K 6324:2013)

#### 4. まとめ

本製品の特長は、難燃性と耐熱性を併せ持つという点ですが、従来当社で採用しているゴムの難燃化手法を適用すると、耐熱性が著しく低下することに加え、コンベヤベルトの重要な特性である耐摩耗性も低下してしまうことがわかりました。これらの特性全てを満足させ、ベルトを難燃化することで延焼を抑制し、被害の拡大を防ぐことで安全性に貢献できると考えています。

1月

- 「第2回ウェアラブル EXPO」に出展 (東京ビッグサイト)



4月

- 「第1回 M-Tech NAGOYA」に出展 (ポートメッセなごや)



- 創業110周年記念 式典を開催

7月

- 名古屋オフィスを移転

8月

- 「CSR報告書2016」を発行



10月

- 「第19回 M-Tech KANSAI」に出展 (インテックス大阪)
- 「バンドーテクノフェア2016」を開催 (神戸、東京)
- 「Tokyo Midtown DESIGN TOUCH 2016」に協力
- 「国際福祉機器展H.C.R.2016」に出展 (東京ビッグサイト)

11月

- 「JIMTOF2016」に出展 (東京ビッグサイト)



- ベトナム新工場 建設に伴う移転・拡張を決定

2016

1

2

4

6

7

8

9

10

11

12

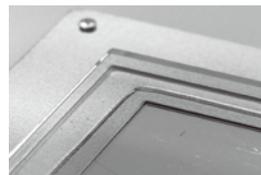
2月

- 工作機械摺動部用シールブレード「バンドーワイパーエッジ®EX (イーエックス)」を販売開始



6月

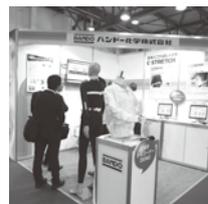
- 「FOOMA JAPAN2016」に出展 (東京ビッグサイト)
- 「監査等委員会設置会社」に移行
- 光学用透明粘着剤シート「Free Crystal®」を開発



- 「第20回 M-Tech」に出展 (東京ビッグサイト)

9月

- 「国際フロンティア産業メッセ2016」に出展 (神戸国際展示場)



- 難燃耐熱コンベヤベルト「FR7000シリーズ」を開発



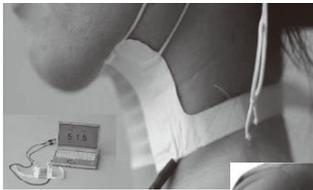
12月

- 結合型細幅Vベルト「パワーエース®アラミドコンボ」を販売開始
- 「SEMICON Japan 2016」に出展 (東京ビッグサイト)

2016.9

「国際フロンティア産業メッセ2016」に出展(神戸国際展示場)

今回の出展では、「次世代を創世する技術の結集」をテーマに「嚙下回数計測ツール」や「呼吸計測ツール」など、伸縮性ひずみセンサ「C-STRETCH®(シーストレッチ)」を用いた身体機能の計測機器を展示いたしました。当センサを医療、福祉やアパレルなどの分野で商品開発に必要な動作解析に活用できると考え、用途開発を推進しております。



嚙下回数計測ツール



呼吸計測ツール

2016.10

「Tokyo Midtown DESIGN TOUCH 2016」に協力

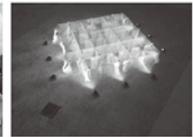
「Tokyo Midtown DESIGN TOUCH」は、「デザインを五感で楽しむ」をコンセプトに2007年から毎年開催されているイベントです。今年のマインイベントとなる脳波センサーを活用してカーテンの開閉を行う体験型の野外劇場「CURTAIN WALL THEATRE(カーテンウォールシアター)」(主催:東京ミッドタウン)の開閉部に使用されるバンコード丸ベルト#489(白色)、プーリを機材協力いたしました。



※芝生広場のメインイベント「カーテンウォールシアター」(イメージ)



※人の脳波がカーテンを動かす新感覚インスタレーション(イメージ)



※「カーテンウォールシアター」ライトアップイメージ

2016.10

「バンドーテクノフェア2016」を開催

神戸会場 2016年10月13日～14日  
(神戸国際展示場)

東京会場 2016年10月19日～20日  
(東京流通センター)

110周年記念事業として、プライベート展示会を開催しました。9年振りの開催となった当展示会には、当社グループの取引先やメディア関係者など多くのお客様にご来場いただき、グループの最新製品とともに次代を担う新製品・開発製品をご覧いただきました。



2016.11

ベトナム新工場建設に伴う移転・拡張を決定

当社は、2012年4月ベトナムにBando Manufacturing (Vietnam) Co., Ltd. を設立し、二輪車向けの伝動ベルトおよび関連製品の生産・販売を行っております。ベトナムでは、今後も二輪車市場の堅調な成長が予想され、農業機械・産業機械の市場成長やOA機器メーカーによるチャイナプラスワンの動きに伴い、伝動ベルトやクリーニングブレード等の需要拡大が見込まれるため、現工場が立地する首都ハノイ近郊の第2タンロン工業団地内に土地使用権を取得し、新工場を建設し生産体制を拡張することを決定いたしました。



完成予想図

## 国内事業所

### 本社事業所

〒650-0047 神戸市中央区港島南町4丁目6番6号  
TEL.(078)304-2923 FAX.(078)304-2983

### 東京支店

〒104-0031 東京都中央区京橋2丁目13番地10号(京橋MIDビル)  
TEL.(03)6369-2100 FAX.(03)6369-2101

### 名古屋オフィス

〒450-6315 名古屋市中村区名駅1丁目1番1号(JPタワー名古屋)  
TEL.(052)582-3251 FAX.(052)582-4681

### 大阪オフィス

〒532-0011 大阪市淀川区西中島6丁目1番1号(新大阪プライムタワー9階)  
TEL.(06)7175-7420 FAX.(06)4805-1118

### 南海工場

〒590-0526 大阪府泉南市男里5丁目20番1号  
TEL.(072)482-7711 FAX.(072)482-1173

### 和歌山工場

〒649-6111 和歌山県紀の川市桃山町最上1242番地5  
TEL.(0736)66-0999 FAX.(0736)66-2122

### 加古川工場

〒675-0198 加古川市平岡町土山字コモ池の内648  
TEL.(078)942-3232 FAX.(078)942-3389

### 足利工場

〒326-0832 栃木県足利市荒金町188番6号  
TEL.(0284)72-4121 FAX.(0284)72-4426

## 国内関係会社

### ■販売・加工サービス関係会社

バンドー・i・C・S株式会社 〒532-0011 大阪市淀川区西中島6丁目1番1号(新大阪プライムタワー)  
TEL.(06)4806-3058 FAX.(06)4806-2205  
バンドーエラストマー株式会社 〒652-0883 神戸市兵庫区明和通3丁目3番17号(バンドーグループファクトリー神戸)  
TEL.(078)652-5650 FAX.(078)652-5670  
北陸バンドー株式会社 〒930-0834 富山県富山市問屋町3丁目2番19号  
TEL.(076)451-2525 FAX.(076)451-8148  
東日本ベルト販売株式会社 〒970-8026 福島県いわき市平字愛谷町4丁目6番13号  
TEL.(0246)22-2696 FAX.(0246)21-3767  
バンドー工業用品株式会社 〒103-0004 東京都中央区東日本橋2丁目27番1号  
TEL.(03)3861-7411 FAX.(03)3866-4792  
浩洋産業株式会社 〒111-0052 東京都台東区柳橋2丁目19番6号(秀和柳橋ビル)  
TEL.(03)3865-3644 FAX.(03)3865-3603

### ■製造関係会社

福井ベルト工業株式会社 〒918-8037 福井県福井市下江守町23字山花1番地7  
TEL.(0776)36-3100 FAX.(0776)36-4038  
ピー・エル・オートテック株式会社 〒652-0883 神戸市兵庫区明和通3丁目3番17号(バンドーグループファクトリー神戸)  
TEL.(078)682-2611 FAX.(078)682-2614  
バンドー・シヨルツ株式会社 〒675-0104 兵庫県加古川市平岡町土山字コモ池の内648番地  
TEL.(078)943-3933 FAX.(078)943-4640

### ■その他サービス関係会社

バンドーレーディング株式会社 〒652-0883 神戸市兵庫区明和通3丁目3番17号(バンドーグループファクトリー神戸)  
TEL.(078)686-1295 FAX.(078)686-1298  
バンドー興産株式会社 〒652-0883 神戸市兵庫区明和通3丁目3番17号(バンドーグループファクトリー神戸)  
TEL.(078)651-5353 FAX.(078)651-5974

## 海外関係会社

### 北米地域

#### Bando USA, Inc.

(Corporate Office)  
1149 West Bryn Mawr, Itasca, Illinois 60143, U.S.A.  
TEL.1-630-773-6600 FAX.1-630-773-6912  
(Bowling Green Plant)  
2720 Pioneer Drive, Bowling Green, Kentucky 42101, U.S.A.  
TEL.1-270-842-4110 FAX.1-270-842-6139

#### Bando Belting de Mexico, S.A. de C.V.

Av. Ejercito Nacional 418 Piso 8 Miguel Hidalgo, D.F. Mexico 11560  
TEL.52-55-2581-5527 FAX.

### 欧州地域

#### Bando Belt Manufacturing (Turkey), Inc.

Gebze Organize Sanayi Bolgesi Sekerpinar Mahallesi Ihsan Dede  
Caddesi 1000. Sokak No:1018, 41435 Cayirova Kocaeli, TURKEY  
TEL.90-0262-677-1121 FAX.90-0262-677-1129

#### Bando Europe GmbH

Krefelder Strasse 671, 41066 Moenchengladbach, GERMANY  
TEL.49-2161-90104-0 FAX.49-2161-90104-50

#### Bando Iberica, S.A.

Apartado Correos 136, Poligono Industrial Sant Ermengol II, Calle Francesc Layret  
12-14, Naves 4-5, 08630 Abrera, (Barcelona), SPAIN  
TEL.34-93-7778740 FAX.34-93-7778741

### アジア地域

#### Bando Jungkong Ltd.

42, 36beon-gil, jeonwangcheondong-ro, Danwon-gu, Ansan-si, Gyeonggi-do, 15616  
KOREA 4BA 705(Shihwa Industrial Zone, Mechatronics Complex)  
TEL.82-31-432-9800 FAX.82-31-432-8198

#### Bando Korea Co., Ltd.

38, Eogokgongdan1-gil, Yongsan, Gyeongangnam-do 626-220, REPUBLIC OF KOREA  
TEL.82-55-371-9200 FAX.82-55-388-0087

#### Bando Belt (Tianjin) Co., Ltd.

No. 37 HaiTong Avenue, TEDA, Tianjin, 300457, CHINA  
TEL.86-22-6623-7077 FAX.86-22-6623-7036

#### Bando (Shanghai) Management Co., Ltd.

Floor 3, Building H, No.787, Xiehe Road, Changning District, Shanghai, CHINA 200335  
Tel:86-21-6391-7222 Fax:86-21-6330-7233

#### Bando (Shanghai) Industrial Equipment Element Co., Ltd.

No. 289, Building Kangqiao, Pudong New Area, Xiuyan Road Shanghai, CHINA 201315  
TEL.86-21-6810-1866 FAX.86-21-6810-1893

#### BL Autotec (Shanghai), Ltd.

Rm202, H. Bldg. Hongqiao Economic Zone No.787, Xiehe Road, Changning District,  
Shanghai, CHINA 200335  
TEL.86-21-6391-7222 FAX.

#### Bando Manufacturing (Dongguan) Co., Ltd.

Building ZF8, ZhenAn Industrial Park, ZhenAn Road, ChangAn Town,  
DongGuan City, GuangDong Province, CHINA  
TEL.86-769-8564-5075 FAX.86-769-8564-5081

#### Bando Siix Ltd.

Suite No10A, 9/F., Tower 2, China Hong Kong City,  
33Canton Road, Tsimshatsui, Kowloon, HONG KONG  
TEL.852-2494-4815 FAX.852-2481-0444

#### Sanwu Bando Inc.

11FL-2, No.51, Sec. 1, Min Sheng E. Road, Zhongshan District,  
Taipei, TAIWAN  
TEL.886-2-2567-8255 FAX.886-2-2511-7653

#### Philippine Belt Manufacturing Corp.

2nd Floor, Siemkang Building, 280-282 Dasmariñas Street, Binondo,  
Manila 1006, PHILIPPINES  
TEL.632-241-0794 FAX.632-241-3279

#### Bando Manufacturing (Vietnam), Ltd.

RF No.3, Thang Long II Industrial Park, Lieu Xa Commune,  
Yen My Dist., Hung Yen Province, Vietnam  
TEL.84-321-3974-986/39 FAX.84-321-3974-911

#### Bando Manufacturing (Thailand) Ltd.

47/7 Moo 4, Bangpla Road, Tambol Bankao, Amphur Muangsamsakorn,  
Samutsakorn, 74000, THAILAND  
TEL.66-3446-8410 FAX.66-3446-8415

#### Keefatt Industries, Sdn. Bhd.

No.2, Jalan Sengkang, Batu 22, Kulai 81000, Kulajaya, Johor, MALAYSIA  
Tel.F60-7-661-2888 Fax.60-7-661-2999

#### Bando (Singapore) Pte. Ltd.

3C Toh Guan Road East # 05-01, Tye Soon Building, SINGAPORE 608832  
TEL.65-6475-2233 FAX.65-6479-6261

#### P.T. Bando Indonesia

Jl. Gajah Tunggal, Kel. Pasir Jaya, Kec. Jati Uwung, Tangerang 15135, INDONESIA  
TEL.62-21-5903920 FAX.62-21-5901274

#### Bando (India) Private. Ltd.

Plot No. 255, Sector-7, Imt Manesar, Gurgaon-122050, Haryana INDIA  
TEL.91-124-4305600 FAX.91-124-4368954



---

## BANDO TECHNICAL REPORT No.21

### バンドー テクニカルレポート

平成29年3月31日発行

編集 バンドー化学株式会社 R&Dセンター・総務部

発行 バンドー化学株式会社 総務部

〒650-0047 神戸市中央区港島南町4丁6番6号

TEL.078-304-2935 FAX.078-304-2984

URL [www.bandogrp.com](http://www.bandogrp.com)

---

無断転載を禁じます



バンドーグループは環境にやさしい事業活動を推進しています