

バンドーテクニカルレポート  
No. 20 2016年 3 月

目 次

巻 頭 言

「バンドーテクニカルレポート」第20号刊行に当たって ..... 1  
執行役員 畑 克彦

研究論文

LED用低温焼成金属接合材料の開発 ..... 2  
松居 美紀

超厚膜光学用透明粘着剤の光学特性制御技術開発 ..... 6  
中根 聡一郎／細川 祐希

伸縮性ひずみセンサC-STRETCH®の開発 ..... 9  
大高 秀夫

長距離スチールコンベヤベルトのジョイント方式の開発 ..... 14  
堀内 恵

ポリウレタンシンクロベルト(非汚染タイプ)の開発 ..... 22  
進藤 昌宏

自動二輪車用加飾フィルムの開発 ..... 26  
中嶋 勇太

技術資料

車載ディスプレイ向け光学用透明粘着剤 ..... 33  
奥野 雄三

特許登録一覽(2014年10月～2015年9月) ..... 38

新製品紹介

環境にやさしい樹脂製ベルト 欧州委員会規則に適合した軽搬送用ベルト「サンライン®ベルト」の紹介 ..... 42

高負荷対応の歯付ベルト「Ceptor®-X(セプターテン)」の紹介 ..... 43

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)」の紹介 ..... 45

TOPICS (2015.1～2015.12) ..... 47

**BANDO TECHNICAL REPORT**  
**No. 20 (March, 2016)**

---

**CONTENTS**

**FOREWORD**

On the 20<sup>th</sup> Issue of the Bando Technical Report..... 1  
Katsuhiko HATA  
Executive Officer

**REPORTS**

Development of Die-attach Materials having Low Sintering Temperature for Power LED Packages ..... 2  
Miki MATSUI

Enhanced Optical Properties of Thick-layered Optically Clear Adhesive ..... 6  
Soichiro NAKANE / Yuki HOSOKAWA

Development of Stretchable Strain Sensor C-STRETCH® ..... 9  
Hideo OHTAKA

Development of Joint Type for Long Distance Steel Conveyor Belt ..... 14  
Megumi HORIUCHIO

Development of Polyurethane Synchronous Belts (non-polluting type) ..... 22  
Masahiro SHINDO

The Development of The Decorative Films for Motorcycles ..... 26  
Yuta NAKAJIMA

**TECHNICAL LETTER**

Optically Clear Adhesive for In-vehicle Displays ..... 33  
Yuzo OKUNO

**PATENTS** (2014.10~2015.9) ..... 38

**NEW PRODUCTS** ..... 42

**TOPICS** (2015.1~2015.12) ..... 47



## 巻頭言

### 「バンドーテクニカルレポート」第20号刊行に当たって

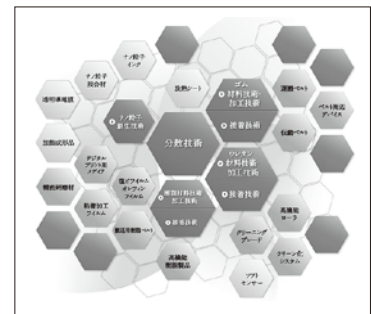
執行役員 畑 克彦

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。2015年度に当社ウェブサイトを一刷新し、コア技術を解説する項を設けました。界面制御を中心とする分散技術をコア技術の核として位置付け、これに基づきゴム、ウレタンや樹脂に関する材料技術・加工技術・接着技術とナノ粒子創生技術を深耕・拡大し、さらにこれら技術を活用して既存製品を改良し、新製品を創り出してしていくことを示しています。

ゴム、樹脂の場合は、ゴムや樹脂等のポリマー中に各種機能フィラーや配合薬品が分散しているのに対して、ナノ粒子の場合は、水や有機溶剤等の液体中にナノ粒子が分散しています。分散媒としてポリマーと液体との違いや分散質としてのフィラーとナノ粒子との違いはありますが、分散媒と分散質との界面であるゴムとフィラーとの界面、樹脂とフィラーとの界面および液体とナノ粒子との界面に着目すると同じ技術で取り扱うことが可能であり、その技術でゴム、樹脂やナノ粒子の主特性を制御することが出来ます。すなわち、当社が従来から保有するゴム、エラストマーや樹脂の配合・加工を中心とした各種技術も新たに獲得したナノ粒子創生技術においても、それらの技術の特徴、バンドーらしさを発現させているのは分散技術であって、当社の従来製品ならびに新製品も、分散技術を核としたコア技術とそれを発展させた技術に基づいています。

バンドーテクニカルレポート第20巻においては、4つの新製品に関する論文を掲載していますが、いずれも上記したコア技術に基づくもので、樹脂材料技術を活用した加飾フィルム、エラストマー材料技術を活用した Free Crystal® 光学用透明粘着剤、ナノ粒子創生技術を活用した FlowMetal® 低温焼成金属接合材、エラストマー材料技術およびナノ粒子創生技術を活用した伸縮性ひずみセンサー C-STRETCH® となります。今後とも、現ビジネスの拡大ならびに新規ビジネスの開拓に向けて、コア技術の深耕と拡大を推進すると共に、それに基づいた新製品開発に取り組んでまいります。

今回のバンドーテクニカルレポートにおいては、上記しました4つの新製品と長距離スチールコンベヤベルト、非汚染ポリウレタンシンクロベルトについて掲載していますが、是非ともご覧いただき、ご意見・助言をいただければ幸甚に存じます。



## Foreword

### On the 20<sup>th</sup> Issue of the Bando Technical Report

Thank you for your patronage of Bando products and services.

In 2015, Bando renewed its homepage with a section dedicated to our core technology. Dispersion technology, focused on interface control, is the nucleus of our core technology, from which we deepen and expand our materials, process and adhesive technologies in rubber, urethanes and resins, as well as our nanoparticle creation technology. We make use of these technologies to improve existing products and create new products.

Filler with various functions and compound chemicals are dispersed in rubber and resin polymers; water and organic solvents are dispersed in nanoparticles. The materials may differ, but the dispersion principles are similar. The interface between rubber and filler is between a dispersion medium and a dispersoid, and it is possible to use the same technology when focused on the interfaces between resins and fillers, and nanoparticles and liquids. We can control the main characteristics of rubber, resin and nanoparticles with these technologies. Our proprietary compounding and process technologies for rubber, elastomers and resins are a feature of our new nanoparticle creation technology. Bando's dispersion expertise is featured in our existing and new products, based on these core technologies.

Papers related to four new products are published in this Bando Technical Report No. 20, based on our core technologies: decorative film – utilizing resin technology; Free Crystal® - transparent optical pressure-sensitive adhesive utilizing elastomer technology; FlowMetal® - low-temperature sintering metal binding material utilizing nanoparticle creation technology; and C-STRETCH® - elastic strain sensors utilizing elastomer and nanoparticle creation technologies. These papers are examples of how we are working to expand core technologies to expand current business and create new business. Also included in this issue are papers on long-span steel cord conveyor belts, and non-contaminant polyurethane synchronous belts.

Thank you for your attention. We would welcome your comments.

Katsuhiko Hata  
Executive Officer

# LED用低温焼成金属接合材料の開発

## Development of Die-attach Materials Having Low Sintering Temperature for Power LED Packages

松居 美紀

Miki MATSUI

Abstract:

Although silver nanoparticles (AgNPs) can be sintered at low temperatures than bulk silver due to the size effect, they show the high melting point as bulk silver once they are sintered. For die-attach materials, AgNPs can be used at low sintering temperatures and show high reliability, especially thermal durability. Utilizing our dispersion technology derived from rubber and elastomer compounding technology, we developed a die-attach paste for LED packages. The newly developed paste can be sintered at 150 °C and be applied for flip-chip type LEDs because the paste hardly generate overflow beyond the chip edges.

Keywords:

die-attach material; light emitting diode; low-temperature sinterable; Ag nanoparticles; minimized-overflow; Hansen solubility parameter; semiconductor device; high reliability

### 1. 緒 言

近年急速に電球・蛍光灯からの置き換えが進んでいる LED 照明であるが、その内部に用いられている LED パッケージは、図1のような構造が一般的である。照明用途では、より明るい光量を得るために大電流を投入できるハイパワー LED と呼ばれるものが多く使われているが、LED 素子の発熱が大きくなり素子周辺は高温になる。このためハイパワー LED 素子を基板に接合する際には融点が高く 280°C を超える金すず (AuSn) はんだが一般的に使われている。はんだでは材料の融解と凝固を利用して接合するため、接合温度をはんだの融点より高く設定する必要がある。従って、必然的に接合温度が高くなり使用部材が制約されるほか、金を含むためコストが高くなる。

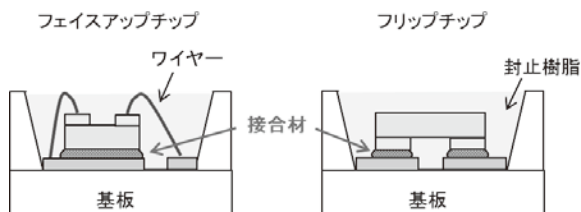


Figure 1. Typical LED packages of face-up chip type (left) and flip-chip type (right).

当社ではコア技術である「分散技術」「ナノ粒子創生技術」を応用して、一般的には背反する特性である

分散安定性と低温焼結性を両立させた金属ナノ粒子を開発しており、FlowMetal® シリーズとして製品化している。開発当初から進めているプリントエレクトロニクス市場への展開に加えて、半導体素子を接合するための焼結型接合材の開発も進めている。

金属ナノ粒子は、金属をナノメートル (nm) オーダーまで小さくすることでバルク金属にはない特性を示す。焼結型接合材への適用を考える際の重要な特性として、元来の融点よりはるかに低い温度で焼結することが挙げられる。そして一旦焼結した後はバルク金属同等の融点に戻るため、優れた耐熱性や熱特性を示す。即ち、従来からあるはんだでは不可能な、低い接合温度と高い耐熱性の両立が実現できる<sup>1)</sup>。

本論では、FlowMetal® の新しいラインナップとして開発を進めている低温焼成可能な LED 用銀ナノ粒子接合材について述べる。

### 2. 実 験

#### 2-1. 目標水準

LED 用接合材に求められる機能は、LED 素子と基板を機械的・熱的・電氣的に接合することである。加えて、本開発においては近年市場の要求が増えている、裏面にカソード、アノードの両電極を有するフリップチップタイプにも適用できることを目指して、接合部分における材料のはみ出しが非常に少ないことも目標

の一つとして挙げた。

フリップチップ LED は表面に電極と基板を接続するワイヤーを持たず、光束がワイヤーに遮られないためハイパワー LED に適していることが大きな特徴であるが、裏面の電極が微小な間隔で隣り合っているために、接合材がはみ出すとショートなどの不具合を招きやすい (図1 右)。

従来から接合材として用いられている金すずはんだでは、接合時は熔融金属となるため表面張力が非常に高く、はみ出しにくい性質を有している。一方、焼結型接合材 FlowMetal<sup>®</sup> は銀ナノ粒子と有機溶媒で構成されており、その表面張力は有機溶媒同等の低い値しか示さず、容易にチップからはみ出して濡れ広がってしまう (図2)。そのため、はんだのように材料固有の物性に頼ることはできず、はみ出しを少なくするための材料設計が必要となる。

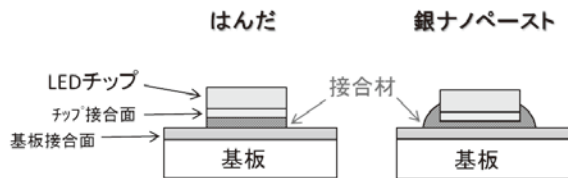


Figure 2. Cross-sectional views from the point of view of “overflow” beyond the edges of LED chips. On heating, since solder melts and shows high surface force, it hardly overflows. On the other hand, silver nanoparticles paste has organic solvent with low surface force and it often overflows.

また、焼成温度に関しては、200℃以上で焼成可能な銀ナノ粒子接合材配合が既にあるが、本開発ではさらに低温である150℃を焼成温度の目標とした。150℃での焼成が可能になると、部材の汎用性がさらに高く

なり、高温では変色してしまうような耐熱性の低い樹脂製基板等の部材も選択することができる。従って、本製品の使用可能範囲を広げることができ、多くのLED メーカーへ強くアピールできる材料となる。その他、接合材として要求される一般的特性も含めて、表1に本研究の代表的な目標水準を掲げた。

## 2-2. 設計因子

ナノ粒子は、凝集してナノ粒子の効果が損なわれることを防ぐためにナノサイズの銀粒子の周りに分散剤が吸着しており、さらにそれが溶媒中に分散したコロイド状態で存在している。

銀ナノ粒子を用いた製品設計においては、粒子自身のサイズや形状だけでなく、粒子表面に存在する分散剤、周囲に存在する溶媒や添加剤など様々な因子が設計項目として挙げられる。即ち、ナノ粒子製品は単一組成の化学品ではなく、多くの要素が高次元に絡み合った製品と言える。設計因子と製品品質の関係の要点を表したものが図3である、設計因子としては、粒子、分散剤、溶媒の3つに大別でき、これらが相互に関わって最終品質を決める。

接合材のはみ出しを少なくするためには、粘度をある範囲まで低くすることが有効であることが過去の検討から分かっていた。粘度を低くするためには溶媒を多量に添加する必要があるが、それに伴ってボイド率の増加やシェア強度の低下など焼成後の特性が悪化する傾向となるため、溶媒添加量はできる限り少なくすることが望ましい。また、ナノ粒子の粒径は比表面積に影響するので、粒径によっても必要となる有機分量は大きく変動する。そのため上述した粒子、分散剤、溶媒が重要な設計因子であるが、本論においては、分散剤と溶媒の設計を中心に述べる。

Table 1. Target level of die-attach material for flip-chip type LED usage.

	評価項目	目標品質
ペースト特性	塗布性および粘度 (レオメーターによるせん断粘度測定)	10 ~ 20 Pa・s
	安定性 1 シェルフライフ：冷蔵下での保存可能期間	3 months
	安定性 2 ポットライフ：室温下での使用可能時間	8 hours
接合体特性	接合条件 (熱風循環炉)	150℃ 90min
	シェア強度	> 30 MPa
	ボイド率 = (ボイド面積) / (チップ面積)	< 5 %
	はみ出し率 = (はみ出し面積) / (チップ面積)	< 1 %
	ヒートサイクル試験 (- 40/100℃)	1000 cycles



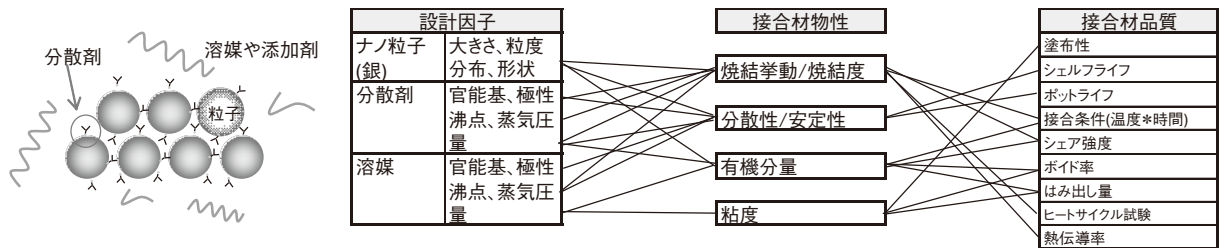


Figure 3 Designing and decisive factors of silver nanoparticle paste for LED usage.

### 3. 結果と考察

#### 3-1. 分散剤と溶媒の設計

150℃の焼成温度を実現するためには焼成過程中に接合材に含まれる有機物を全て揮発させる必要があるため、用いる材料の沸点や分解温度が高すぎると実現できない。しかしながら、低沸点材料を用いると室温下でも成分が徐々に揮発するため、シェルフライフの目標を満たすことができない。

試みとして既存の高温焼成配合を 150℃で焼成してみると銀ナノ粒子の焼結が不十分であった。分析の結果、含んでいる有機分量が多く、また分解温度の高い分散剤や高沸点溶剤を比較的多く含んでいたため、200℃未満では焼成時間を多少長く取っても十分に焼結しないことが分かった。そこでまず分散剤の見直しを行い、分解温度や沸点が比較的低い材料のみを用い、さらに有機分の総量を少なくできるようにナノ粒子を再設計することで 150℃焼成可能な銀ナノ粒子を作製できた。そしてポイド率を低く抑えられるように溶媒も見直した。

#### 3-2. 評価と改良

上記の検討によって得られた接合材で接合体特性の評価を行ったところ、150℃×90 分の焼成で目標とした 30MPa 以上のシア強度が得られ (図4)、ポイド率も平均3%であることが確認できた (図5)。そして接合部の長期信頼性試験として実施したヒートサイクル試験(-40/100℃)では1000サイクル経過後もシア強度が維持できており目標を達成した。

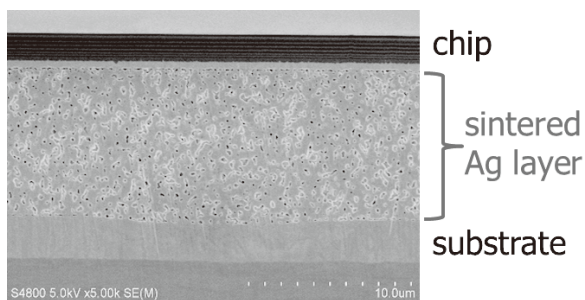


Figure 4. Cross-sectional SEM image of a LED chip die-attached on a lead frame with the developed silver nanoparticles paste.

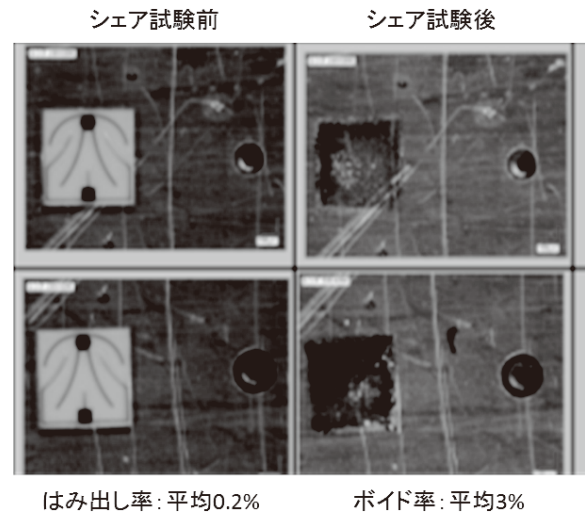


Figure 5. Optical microscope photos of pastes printed with a die-bonder and LED chips mounted on the pastes. Before shear strength test (left side of each photo) and after test (right side of each photo).

一方、ペースト特性についての評価では、ポットライフが目標よりはるかに短い2時間程度しかなく、経時的に増粘することによって塗布径が増大することが判明した (図6)。原因調査の結果、ある程度高沸点の溶剤を用いているにも関わらず、溶媒が揮発する速度が予想以上に速いことが分かった。この現象を考察するためにハンセン溶解度パラメーター (HSP)<sup>2)</sup>を参考とした。これは、古くから知られているHildebrandのSP値をさらに3成分(分散項、極性項、水素結合項)に分けて3次元空間にプロットすることで材料の相溶性を考えるやり方である。この方法を基に溶媒を見てみると、分散剤のHSPから3次的に離れた位置になることが分かった。従って、この溶媒は粒子に吸着している分散剤との相溶性が悪いため、沸点や蒸気圧から予測される以上に揮発しやすくなっているのではないかと考えた。そこで分散剤のHSPに近づけるように溶媒を再設計し、新たな改良配合を作製した。

この改良配合のペースト特性を先の検討と同様に実施したところ、目標とするポットライフ8時間を達成できた (図6)。そして、この配合が目標とする粘度範囲に調整可能であることも確認した。

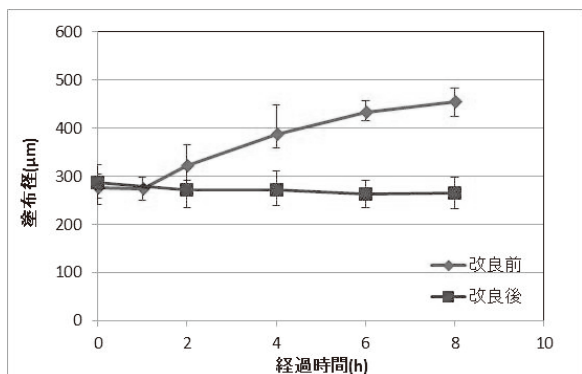


Figure 6.  
Temporal variation of diameter printed on a lead frame with a die-bonder.

#### 4. ま と め

本論では、銀ナノ粒子材料の設計因子である粒子、分散剤、溶媒の全てを新たに設計し、さらに HSP の考え方を取り入れたナノ粒子配合設計技術により、こ

れまで達成できていなかった 150℃焼成可能な LED 用接合材を開発した事例について述べた。フェイスアップチップタイプへの適用はもちろん、幅広い粘度範囲への調整が可能であり接合材のはみ出し量が少なくできるため、フリップチップタイプへの適用も可能と考えている。

本開発品は既に一部の顧客において評価が始まっている。さらに応用展開として、LED 素子よりもサイズが大きく信頼性試験もより厳しくなるパワーデバイス用に特化したラインナップも現在開発中である。

#### 参考文献

- 1) 武居正史：バンドーテクニカルレポート, 19, 2 (2015). References
- 2) C. M. Hansen: Hansen Solubility Parameters A user's handbook, Second Edition, CRC Press, Chapter1 (2007)



松居 美紀  
Miki MATSUI  
2011年 入社  
R&Dセンター

## 超厚膜光学用透明粘着剤の光学特性制御技術開発

### Enhanced Optical Properties of Thick-layered Optically Clear Adhesive

中根 聡一郎  
Soichiro NAKANE

細川 祐希  
Yuki HOSOKAWA

The widespread application of touch panels are accompanied by diversification of needs for optically clear adhesive (OCA). In particular, in-vehicle displays require thick-layered OCA for improvement of legibility or laminating curved displays. In this paper, excellent optical properties of our thick-layered OCA “Free Crystal®” are given, which are acquired by control of hydrophilicity. Our OCA which has sufficient mechanical property and better durability is in preparation for industrials.

Keywords: optically clear adhesive (OCA); optical properties; hydrophilicity; touch panel

#### 1. 緒 言

タッチパネルを有するディスプレイ製品の各部材の貼合に用いられる光学用透明粘着剤 OCA (Optically Clear Adhesive) は、タッチパネルの用途拡大に伴いニーズの多様化が進んでいる。特に車載用途においては視認性改善や曲面ディスプレイなどの異形貼合、耐衝撃性などの観点でOCAの厚膜化が求められている。当社の光学用エラストマーシート製品 Free Crystal®は硬さと厚みの幅広い制御が可能であり、厚膜OCAとして有用である。これまでにFree Crystal®粘着タイプとして0.1～2.0 mmの様々な厚みに対応できるOCAを開発してきた。

OCAに求められる特性としては、透明性や非変色性といった光学特性のほか、粘着性やリワーク性、段差追従性といった力学特性、さらには耐熱性や耐湿熱性などの信頼性が挙げられるが、当社独自の材料技術によりいずれも満足することができた。中でも300 μmを超える超厚膜OCAでは光学特性制御が難しかったものの、材料の親水性制御と相溶化技術により優れた光学特性が得られることが分かった。検討の結果、温度85℃/湿度85%の厳しい高温高湿環境下で1000時間の湿熱負荷を与えてもヘイズ(濁度)0.5%以下の高い透明性を維持するに至ったため、その内容を報告する。

#### 2. 超厚膜OCAの光学特性制御技術

##### 2-1. 光学的耐湿熱性の向上

代表的な光学特性であるヘイズは「試料を通過する透過光のうち、前方散乱によって入射光から2.5°以上それた透過光の百分率」のことで(図1)、試料の透明性の指標となる。高い透明性が求められるOCAの評価にもヘイズ測定は用いられており、OCAは低ヘイズ(=高透明)であることが必須である<sup>1)</sup>。

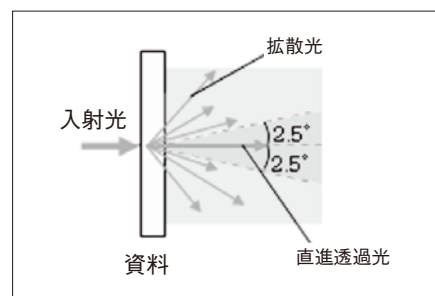


図1. ヘイズ測定のイメージ<sup>2)</sup>

OCAの透明性はさまざまな環境下において維持される必要があり、中でも高温高湿環境で透明性を損なわないこと、すなわち光学的耐湿熱性を有することが望まれている。一般的なOCAでは高温高湿環境下で湿熱負荷を与えた際に白く濁り高ヘイズとなる、いわゆる白化の現象が問題になる。高温高湿環境負荷でのOCAの白化はOCAに取り込まれた水分が原因であることが分かっており<sup>3)</sup>、OCAの光学的耐湿熱性を確保し白化を防ぐためには、一般にOCAの親水性と疎水



性の設計が重要と言われている。すなわち、外気から侵入した水分がOCA内部で凝集し、微小な水滴（白濁）を生じて透明性を損なうことを防ぐため、OCAを親水化もしくは疎水化する。OCAを親水化した場合、外気から侵入してくる水分をOCAに適度に受け入れさせて凝集を防ぐことができる一方、OCAを疎水化した場合は、水分の侵入を阻止できると考えられている<sup>1)</sup>。

当社における厚膜OCA開発においても当初から親水性を付与し、耐湿熱性を持たせていたが、超厚膜にあたる1mm厚OCAの評価において耐湿熱性が不十分であることが分かった。図2にOCA開発品Aの85℃85%環境下における曝露時間とヘイズの関係を示した。300μm厚OCAのヘイズが高温高湿1000時間の環境曝露を経ても0.5%以下を維持したのに対し、1mm厚OCAでは曝露時間に伴うヘイズの増加が見られ初期の透明性を保てなかった。この結果から、超厚膜OCAでは従来よりも高度な親疎水性設計が必要であることが分かった。

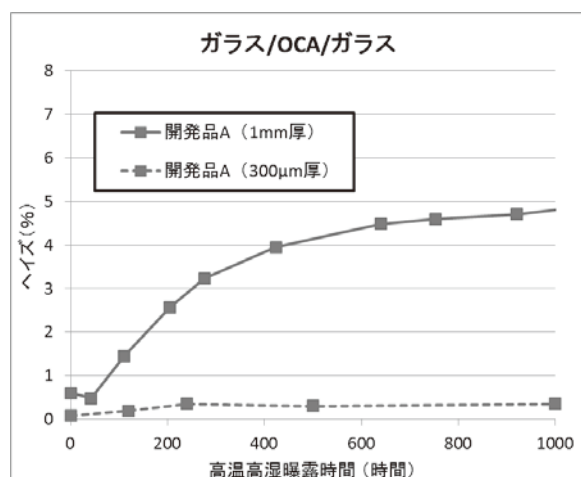


図2. 厚みによる耐湿熱性の違い

そこで超厚膜OCAの光学的耐湿熱性を確保するため、親水性を詳細に検討した。OCAに導入する親水性成分を変量することで、開発品Aと親水性の異なる開発品B、C、Dを得た。厚みを1mmとした各開発品の耐湿熱性を評価した結果、開発品Aに比べて大きく親水化した開発品B、および大きく疎水化した開発品Dで高温高湿の短時間曝露による急激なヘイズ増加が見られた(図3)。一方、開発品Cではヘイズ増加の抑制傾向が得られた。この結果は、超厚膜OCAの耐湿熱性を確保するためには、これまで一般的に考えられてきた単純な親水化・疎水化という方法では不十分で、親疎水性のバランスを高度に保つ必要があるということを示している。

開発品Cの親疎水性バランスをさらに調整した開発品Eは、図4に示すように1000時間の高温高湿環境

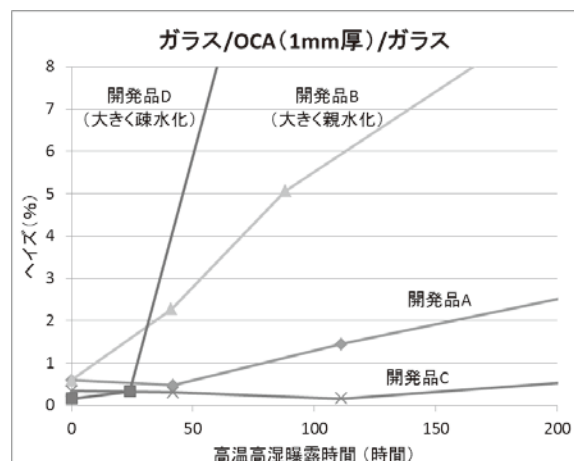


図3. OCAの親水性による耐湿熱性の違い

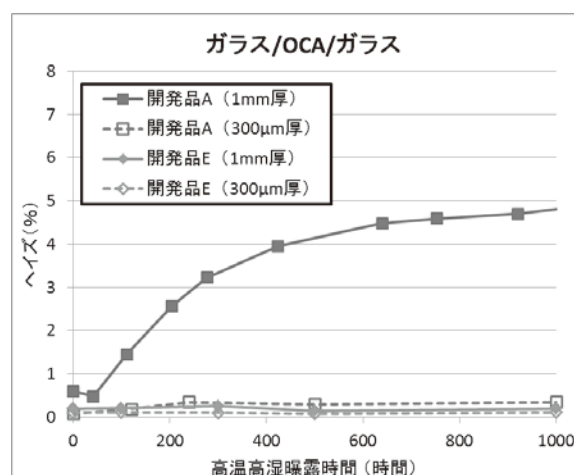


図4. 厚みの異なる開発品の耐湿熱性

曝露後も0.5%以下のヘイズを維持し、高い耐湿熱性を持つことが分かった。300μm厚OCAでは開発品A、Eともにヘイズの悪化はほとんど見られなかったことから(図4)、開発品Eのような高度な親疎水性バランスを要するのは、直接外気に曝される面積の大きい超厚膜OCAに特有と予想している。

## 2-2. 初期光学特性の安定化

当社のOCAは複数の構成材料を混合・攪拌することで成型している。これまで述べたように親疎水性バランスをとる目的で親水性成分を導入し優れた耐湿熱性を得ることができたが、各構成材料の相溶性は良好とは言えないため、相溶化技術を適用することで初期光学特性を確保している。図5にOCAのヘイズ測定値の平均値と最大・最小値を示した。測定原理上、ヘイズの値はOCAが厚いほど低く抑えるのが難しく、相溶化技術を適用するまでは1mmの超厚膜OCAのヘイズにバラつきがあったが、相溶化技術により安定して低いヘイズが得られるようになった。攪拌時間と

ヘイズの関係を示した図6からも分かるように、相溶化技術は光学特性の安定化に効果を発揮していると言える。

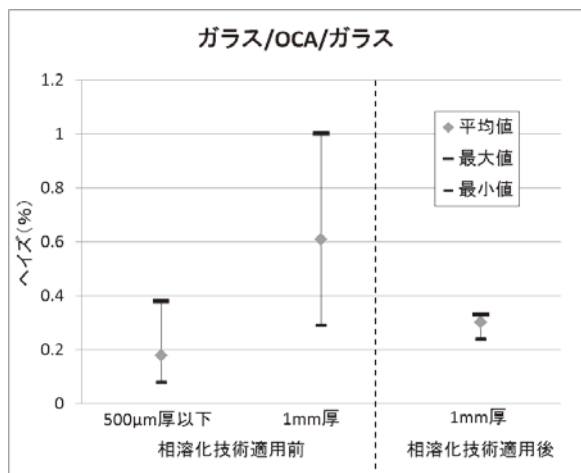


図5. ヘイズのバラつき (環境負荷なし)

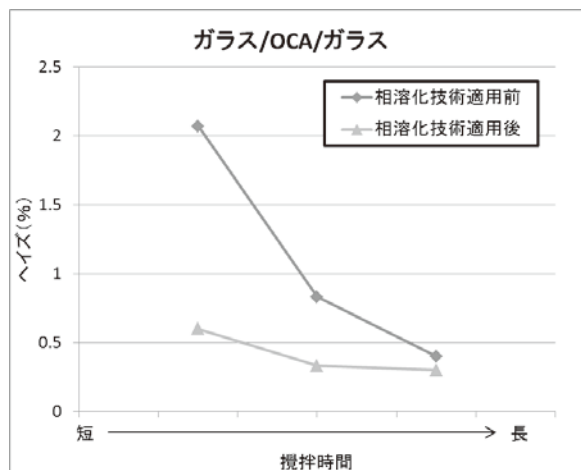


図6. 攪拌時間とヘイズの関係

### 3. まとめ

以上、超厚膜OCA「Free Crystal®」の光学特性制御技術の開発について述べた。特に親疎水性の高度なバランスを設計することで、超厚膜OCAの光学的耐湿熱性を確保することができた。また、相溶化技術を適用することで、親疎水性バランスを安定して成立させることもできた。開発品Eは光学特性に優れるだけでなく粘着性や耐熱性などの力学特性・信頼性も要求を満たしており、現在量産準備中である。相溶化技術についてのより詳細な研究も並行して進めており、当社がこれまで培ってきた材料技術を組み合わせることで更なる高機能化製品および機能複合化製品を展開していきたい。

#### 参考文献

- 1) 中谷健司: 接着の技術, 115, 1 (2014)
- 2) 日本分光(株)HP: 透過光、反射光の拡散性の評価: <https://www.jasco.co.jp/jpn/technique/topics/solar2.html>
- 3) Chen Yixin et al. : Proceeding of the International Symposium on the Physical & Failure Analysis of Integrated Circuits, 21, 131 (2014)



中根 聡一郎  
Soichiro NAKANE  
2011年 入社  
R&Dセンター



細川 祐希  
Yuki HOSOKAWA  
2012年 入社  
R&Dセンター

# 伸縮性ひずみセンサ C-STRETCH® の開発

## Development of Stretchable Strain Sensor C-STRETCH®

大高 秀夫

Hideo OHTAKA

### Abstract

Conventionally, in order to measure the distortion of the rigid, such as metal, the strain gauges are widely used. The strain measurement of the flexible object, and a wide dynamic range (for example 100% or more) strain sensor are required. Flexible strain sensor is expected to realize a variety of technologies. For example, measurement applications, human interface, smart wear, skin-motion monitoring, and robotic skin.

We have developed a C-STRETCH®, used the compounding techniques elastomer and elastic conductive materials. This sensor is wide dynamic range (up to 200% elongation), very soft, very thin film, high responsiveness, and excellent measurement accuracy.

Keywords: stretchable strain sensor; elastomer; conductive material

### 1. はじめに

近年、ウェアラブルデバイスとしてバイタル情報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。センシングする手段は様々あるが、スマートフォンのように加速度センサや角速度センサから動作やバイタルを解析する手法、カメラ等による光学的な情報から体全体の動作を解析する手法が代表的である。ウェアラブルデバイスもスマート端末を軸として Google Glass や Apple Watch のように、魅力的なアプリとセットで提供することで一般消費者は受け入れやすいものとなっている。

現在製品化されている上記のデバイスで使用されているセンサは、加速度センサのようなチップ部品、感圧センサや圧電素子のようなフィルム部品で構成されている。メガネや腕時計のように普段から身に付けられている人との親和性が高いデバイスに組み込むことで何気ないセンシングを実現している。一方、フレキシブルなウェアラブルデバイスも製品化され始めている。例えば導電素材（導電性高分子コートした導電糸）を電極として織り込むことで心電を計測するウェア製品 “hitoe”（東レ）<sup>1)</sup> などが挙げられる。

本報で紹介する C-STRETCH® は、非常に薄く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、後述するように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ことから、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活用できるものとして期待される。

### 2. C-STRETCH® の計測原理と基礎特性

C-STRETCH® は静電容量式のひずみセンサであり、面方向の伸張変形（面積変化）を検知するセンサである。センサ構造の模式図を図 1 に示す。柔軟で弾性変形するエラストマー（絶縁層）と、伸張変形に追従可能な伸縮電極層（導電層）が交互に積層された構造で、電気的には並行平板コンデンサ構造になっている。

構造はコンデンサであるため静電容量は式 1 で示される。

$$C = \varepsilon \cdot \frac{S}{d} \cong \text{const} \cdot S^2 \dots\dots\dots \text{式 1}$$

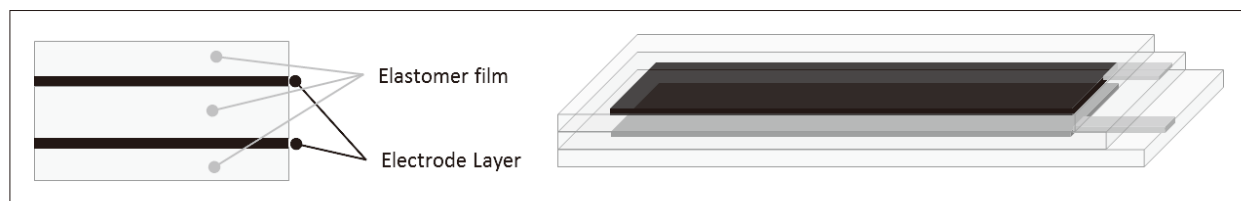


図 1. 構造の模式図（左：断面図、右：斜視図）

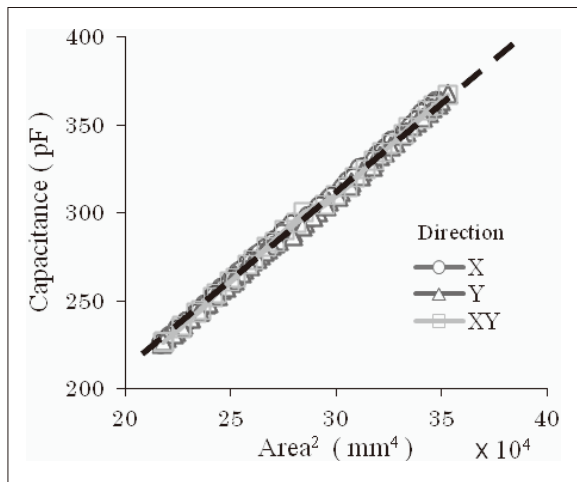


図2 検知部面積と静電容量の関係  
および伸長方向の比較

センサ静電容量Cは、電極で挟まれたエラストマー層（誘電層）の誘電率 $\epsilon$ 、厚みd（電極間距離）、対抗する電極の面積Sにより決まる。エラストマーのポアソン比は0.5に近く、体積一定と見なすことが出来る。また比誘電率は材料固有の値であり伸長による変化も小さいため、式をまとめると、静電容量は面積の2乗に比例する関係となる。すなわちC-STRETCH®は電極面積の変化を検知するセンサである。実験的に確認した結果を図2に示す。

検知部面積はビジョンセンサ（COGNEX EZ-140）を用いて計測し、面積の2乗に比例していることが確認された。C-STRETCH®は異方性の無い検出原理であるため、X方向、Y方向の区別なく、さらには、検知部の局所的な変形であっても、面積の2乗に比例することを確認している。<sup>2)</sup>

センサの両端を挟持して1軸方向に伸長させた場合は、センサ検知部の長さを計測できるセンサとなる。長さ方向にn倍伸長した時の静電容量をC'とすると、元の長さlに対して伸長後の長さは $l' = n \cdot l$ と

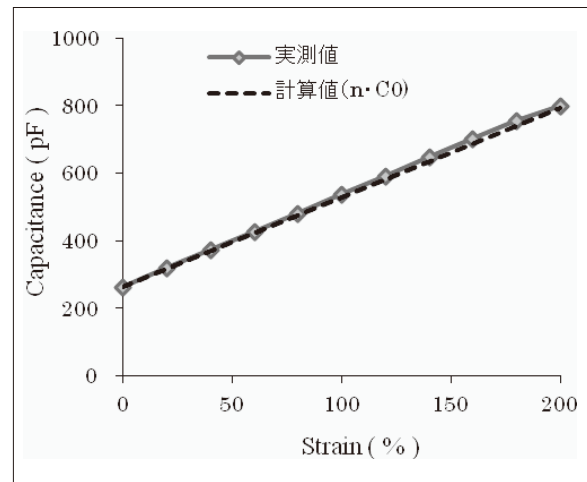


図3 1軸伸長率と静電容量の関係

なり、幅wと厚みdは、エラストマーの体積が一定であるために、それぞれ $w' = w/\sqrt{n}$ 、 $d' = d/\sqrt{n}$ となる。誘電率は材料の固有値、面積は製造条件から既知であるため、式2で示されるように、静電容量は伸長前の静電容量 $C_0$ に対してn倍になる。実験的に確認した結果を図3に示す。

$$C' = \epsilon \cdot \frac{l' \cdot w'}{d'} = \epsilon \cdot \frac{l \cdot w}{d} = n \cdot C_0 \dots\dots\dots \text{式2}$$

以上の結果から、上式の固有値（誘電率、検知部面積、厚み）となる。製造条件を適切に管理することで、面積や長さの絶対値を計測できるポテンシャルを持ったセンサである。

### 3. 他方式との対比

伸縮性ひずみセンサ（ストレッチセンサ）はまだ製品例が少ないが、計測原理として静電容量式と抵抗式がある。抵抗式では、導電フィラーを充填した

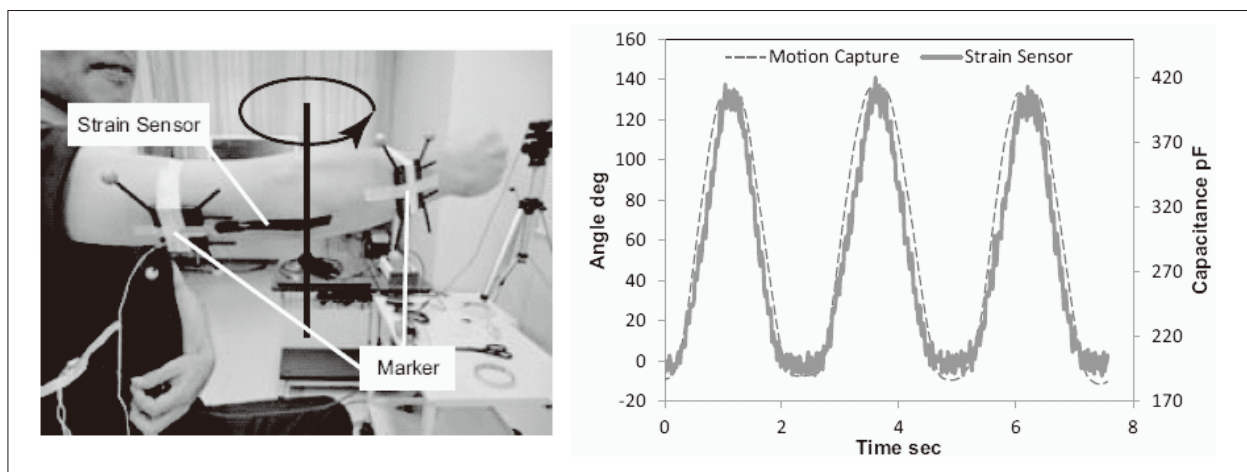


図4 肘関節角度の計測の様子と計測結果



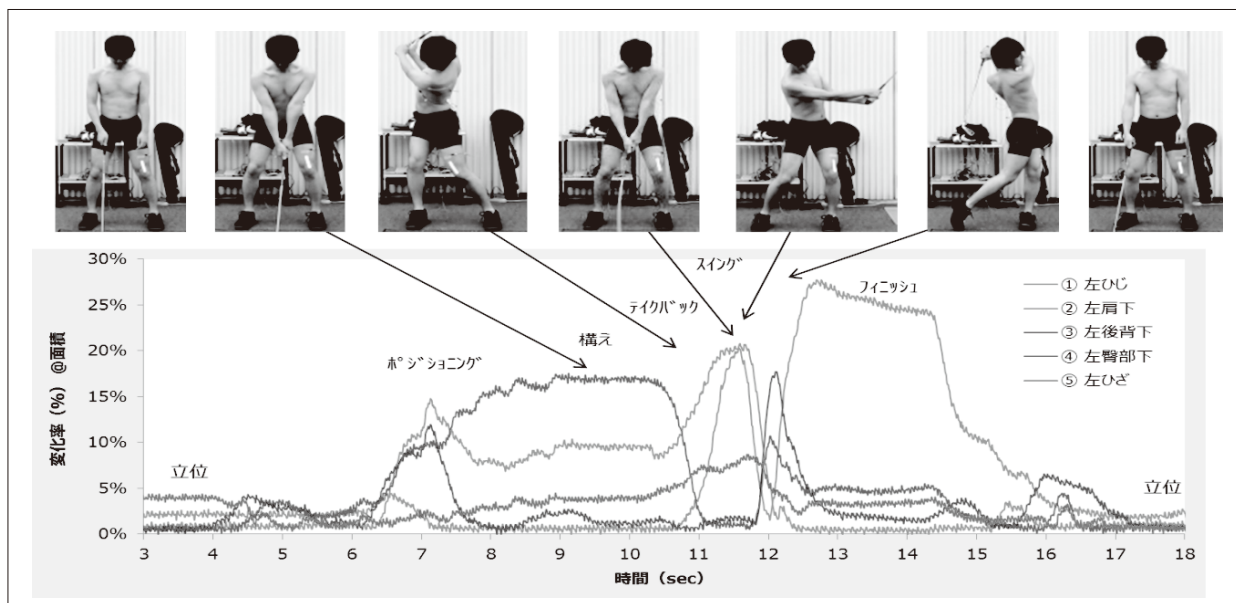


図5 身体各部へセンサ貼付してゴルフスイングフォームの計測

ポリマー材料や、CNT配向膜<sup>3)</sup>などが報告されている。これらは、この導電材料の配合設計や加工条件の工夫によって、伸長に対する出力変化の線形性や、計測感度、繰り返し精度、応答性のような電気的特性のみならず、柔軟性や伸縮性のような物理特性にも影響する。1つの導電材料で多くのパラメータを設計・制御する必要があり、高度な技術と品質管理が要求される。換言すると高度な精度や物理特性の要求に対しての自由度が低い。これに対して、静電容量式であるC-STRETCH<sup>®</sup>では、センサ出力が式1に示すように明確であり、エラストマーの形状因子を適切に制御、導電層は静電容量に対して十分な導電性を有していれば良い。また伸長によって多少の抵抗変化をしたとしても出力に影響しない設計が容易であることから、高精度の検出を実現でき、設計の自由度の高い方式である。

#### 4. 応用の利用例

C-STRETCH<sup>®</sup>の計測用途の一例として、肘関節の回転角度の測定を挙げる<sup>4)</sup>。被験者の肘関節にまたがるようにセンサを貼り付けた。肘の曲げ伸ばし運動によりセンサが伸縮することを利用し、関節角度を計測するためのモデル立てを行った例である。比較対象としては、モーションキャプチャを使用し、マーカの3次元座標情報から関節角度を算出した。図4に示したモーションキャプチャで算出した角度(点線)とC-STRETCHの静電容量(実線)の変化が一致している。よって、2点でキャリブレーション(例えば0℃と90度)を行うことで、C-STRETCH<sup>®</sup>の出力結果から関節角度を推定することが可能である。

他の応用例を代表図にて以下に紹介する。図5は関節等の身体5箇所にセンサを貼付し、ゴルフスイングにおける各所の動きを計測した結果である。動きの大きさや速さと、動きのリズムなどの情報が得られ、例

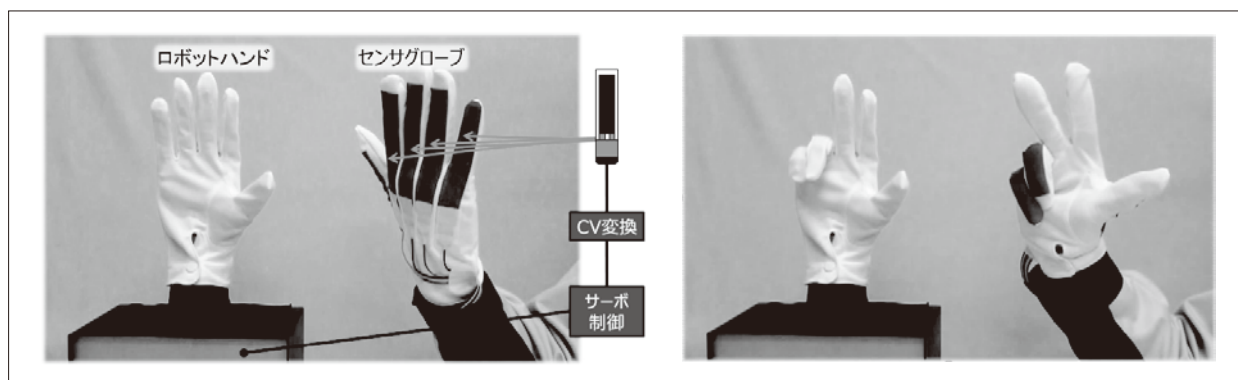


図6 手袋にセンサ貼付したセンサグローブにてロボットハンドを操作



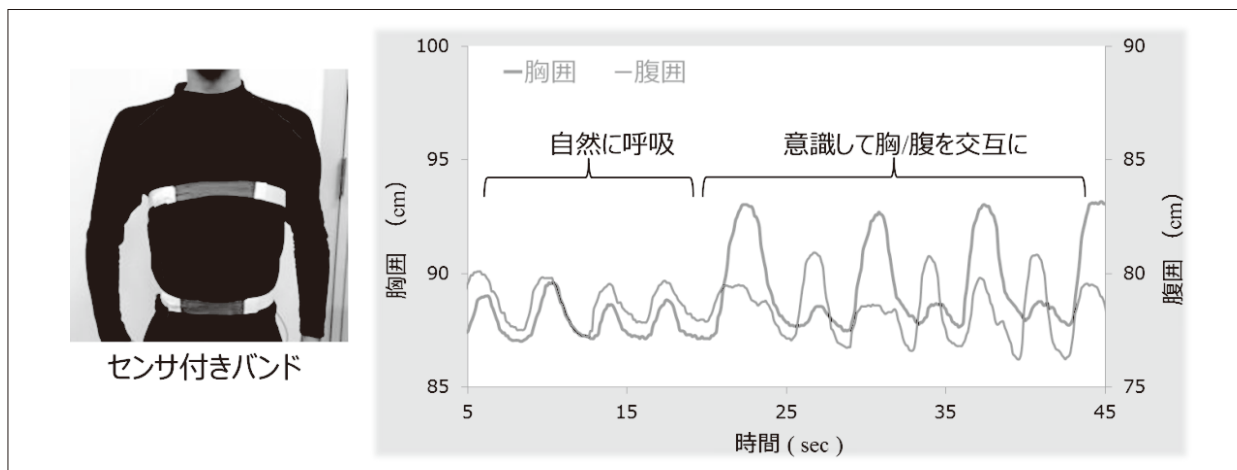


図7 センサ付きバンドを装着して呼吸による胸囲と腹囲の変化を計測

えば正しいスイングフォームへと導くティーチングデバイスへの応用が考えられる。

図6は、センサ貼付したグローブにて5指の屈曲状態を検出し、同じ動きをロボットハンドで再現するデモンストレーションを行ったものである。センサの出力変化でロボットハンドのサーボモータをコントロールしている。ロボットの遠隔操作や、ゲーム・玩具でのコントローラ、バーチャル空間での操作インターフェースなどの応用が考えられる。

図7は、胸部および腹部を一周するバンドにセンサを貼付し、呼吸による胸囲および腹囲の変化を計測した結果である。呼吸数、呼吸の大きさ、胸郭運動パターン等の情報が得られる。呼吸数モニタなどへの応用が考えられる。

#### 4. おわりに

C-STRETCH®は、従来の歪みゲージでは設置困難であった自由な曲面への設置が可能であり、柔軟物のような大きな歪みの計測が可能である。柔軟で大変

形できるというこれまでにない特徴を持ち、精度にも優れるセンサであり、広い産業分野で適用し得るポテンシャルを持ったセンサであると期待している。C-STRETCH®を新製品の研究開発のために評価いただけるように、センサ素子、トランスミッター、専用ソフトウェア等の一式をセット（図8）にしたキット販売を行っている。

あらゆる柔軟物に組み付けることで、大変形のひずみゲージ、スイッチ、インターフェースとして利用でき、例えば、アパレル製品や、クッション等の柔軟な製品の設計のためのひずみ評価ツールとして、身体に装着して活動量や運動フォーム等の運動情報を取得するウェアラブルセンサとして、呼吸や体動などの生体情報を検出するウェアラブルデバイスとして、ゲームや玩具等を操作するインターフェースとしてなど、さまざまなアプリケーションが考えられる。アパレル分野、医療福祉分野、リハビリテーション分野、アミューズメント分野、ロボット分野など広い産業分野で使用して頂けるよう、今後も改良開発にさらなる注力していく。



図8 C-STRETCH®キット BT01

表1 C-STRETCH®キット 仕様

センサ素子	検知サイズ	W10×L50(mm) W10×L30(mm)
	伸長レンジ	0~100% ※1軸伸長
トランスミッタ	チャンネル数	4ch
	サンプリング	10Hz(10msec) ※無線モード
	バッテリー	単4型乾電池×1本
	連続駆動時間	約10時間
ソフトウェア	出力	デジタル: 無線(Bluetooth), 約10m アナログ: 0~3V
	寸法	W75×D50×H30(mm)
	機能	波形グラフ表示、CSVデータ保存
付属品	対応OS	Windows 7 / 8.1
	入力ケーブル	2m×4本組 ※センサとトランスミッタの接続
	出力ケーブル	2m ※アナログ出力時に使用

参考文献

- 1) <http://www.hitoe-toray.com/>
- 2) Hiroyuki; Nakamoto; Hideo Ootaka; Mitsunori Tada; Ichiro Hirata; Futoshi Kobayashi : IEEE Sensors Journal. 04/2015; pp. 2212-2218.
- 3) Le Cai; Li Song; Pingshan Luan; Qiang Zhang; Nan Zhang; Qingping Gao; Duan Zhao; Xiao Zhang; Miu Tu; Freng Yang; Wenbin Zhou; Qingxia Fan; Jun Luo; Weiya Zhou; Pulickel M Ajayan; Sishen Xie : Scientific Reports. 2013 Oct 25;3: pp.3048.
- 4) 中本裕之、平田一郎、大高秀夫、多田充徳、小林太、小島史男、インタラクシヨン2015論文集、pp.468 ~ 469, 2015



大高 秀夫  
Hideo OHTAKA  
2011年 入社  
R&Dセンター

## 長距離スチールコンベヤベルトのジョイント方式の開発

### Development of Joint Type for Long Distance Steel Conveyor Belt

堀内 恵

Megumi HORIUCHI

#### Abstract

In the world of the conveyor belt market, long-distance transportation is advanced. Conventionally, the safety factor has been designed with seven or more, in recent years has been reduce to 4.5 safety factor. For the problem with steel cord conveyor belts used in conditions of low safety factor is the durability of the joint, it was decided to this development. Stress analysis of a joint by the FEM, by the durability evaluation of a small sample by the bench test, we examined the method for designing a joint having sufficient durability under the conditions of low safety factor.

Eventually to take the continuous running test stipulated in DIN 22110-3, by adding more than 10,000 times the tension of the safety factor 4.5, it was confirmed that the joint is not broken.

Joint is to establish a minimum Step length of the design method of sufficient durability under the conditions of the safety factor 4.5, entry into the low safety factor of long-distance steel cord conveyor belt market has become possible. In addition, the adaptation to a low safety factor a further, in order to achieve the simplification of joint construction, was also established two new joint structures.

Keywords: steel cord conveyor belt; 4.5 safety factor; joint; DIN22101-3; FEM

#### 1. 緒 言

活発な資源開発を背景に、世界のコンベヤベルト市場ではラインの長機長化が進んでいる。従来、このような市場で使用されるスチールコードコンベヤベルト（以下STコンベヤベルト）は、最大張力に対する安全係数（以下Sf）を7以上とすることで強度設計されてきたが、近年では、Sfの設計値を4.5まで低減しベルト強度を低下させる要求が高まってきた。ベルト強度を低下させることは、価格低減、軽量化による使用時の所要動力低減、1ロールあたりの巻取り可能長さ増による現地でのジョイント（詳細は3章参照）施工回数の低減など、顧客メリットが多いことから、長機長のコンベヤラインを有す海外市場では、このことが必須の要求事項とされることも多い。

低Sfの条件下で使用されるSTコンベヤベルトで問題となるのは、ジョイント部の耐久性であるため、この特性を向上させる開発に取り組むこととした。

#### 2. 開発目標

STコンベヤベルトのジョイント部の耐久性の評価方法としてはDIN 22110-3（詳細は4章参照）があ

り、ドイツのHannover大学にて受験することができる。近年の顧客の要求水準より、本試験方法にて、Sf = 4.5に相当する張力を繰り返し10,000回以上付加しながら連続走行しても破壊しないジョイント部の設計理論、施工手法を確立することを開発目標とした。

尚、対象とするベルト強度については、長距離コンベヤ市場でのベルト仕様の調査結果より、最大をST-3150とし、これより低強度のST-2100を含む2水準で受験することとした（表1）。

表1. 受験ベルトのSTコード仕様

	コード径	コードピッチ
ST-2100	φ5.8 <sub>mm</sub>	P14.2 <sub>mm</sub>
ST-3150	φ6.7 <sub>mm</sub>	P14.0 <sub>mm</sub>

#### 3. STコンベヤベルトの基本構造

STコンベヤベルトは、張力体として内部に等間隔にスチールコードを配列し、これを上下側より接着ゴムを介したカバーゴムシートで保護したコンベヤベルトである。ベルト強度はスチールコードの径と幅方向の埋設ピッチによって設計される。簡略図を図1に示す。

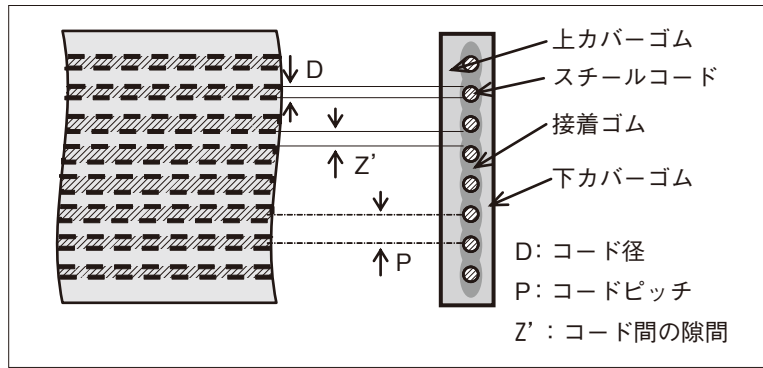


図1. スチールコードコンベヤベルトの構造

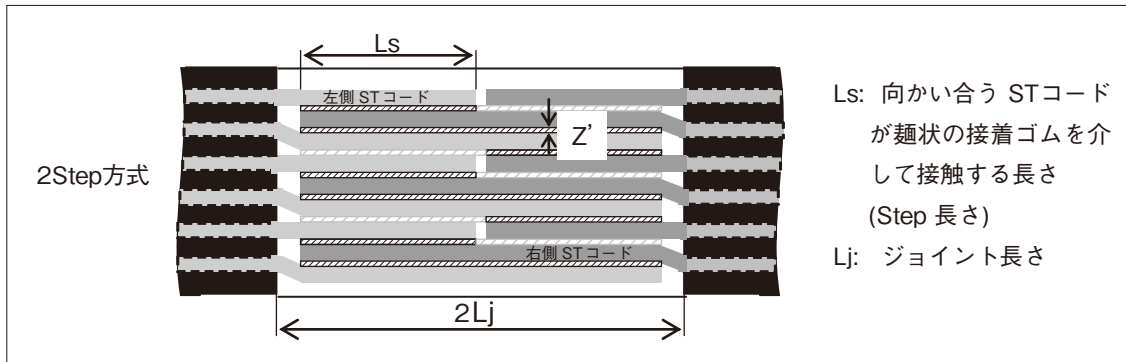


図2. ジョイント構造の一例 (2Step方式)

前述したジョイントとは、ベルトを長尺化もしくは最終的には輪状にするために、2本のコンベヤベルトの端部を繋ぎ合わせることを言う。エンドレスと称することもある。ジョイント部構造の一例を図2に示す。施工手順としては、両ベルト内より剥ぎ出したSTコードの間に麵状の接着ゴムを介しながら交互に配置し、上下両側より接着ゴムシートとカバーゴムシートを積層した成形体を熱加硫する。従ってSTベルトのジョイント部強度は、向かい合うSTコードの間に介した接着ゴム(斜線部)とSTコードの間のせん断接着力の総和によって得られる。

#### 4. STコンベヤベルト耐久性の評価方法 (DIN 22110-3)

この規格に記載された試験機仕様の概要を図3に、

試験中にベルトに変動させながら付加する張力条件を図4に示す。

本規格では、試験中に与える最大張力(以下 $F_0$ とする)を4水準以上変量し、図5に示すような疲労曲線を得ることが要求されている。従って各 $F_0$ の条件下で、ジョイント部が破壊に至った張力変動回数(以下、 $N_d$ )を測定することが必要となる。基本的に、試験は $N_d$ が約10,000回に至った時点で終了となる(図5の×はジョイント部が破壊に至り $N_d$ が明確なもの、○⇒はジョイント部が破壊に至っておらず、実際の $N_d$ は更に高いことを意味する)。変量する4水準の $F_0$ のうち、少なくとも3水準は、 $N_d$ が10,000回以内にジョイント部が破壊する値を選定しなければならない。

これに合わせ顧客の要求では、指定された $S_f$ に相当する $F_0$ の張力下で、 $N_d$ が10,000回以上までジョイント部が破壊しないことを要求される場合が多い。

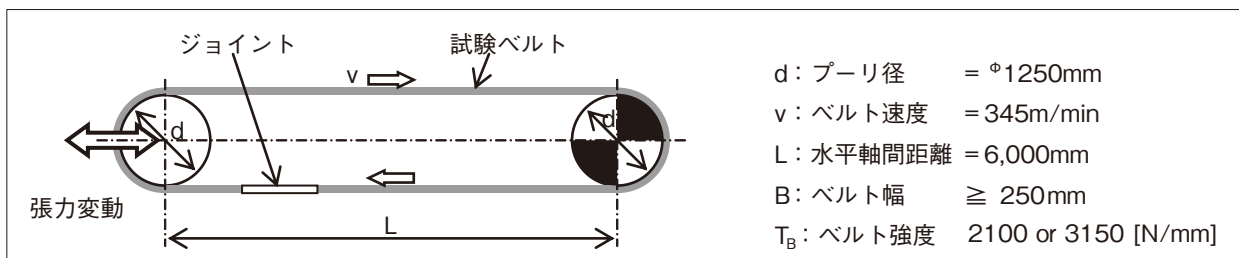


図3. STコンベヤベルト耐久性 走行試験機

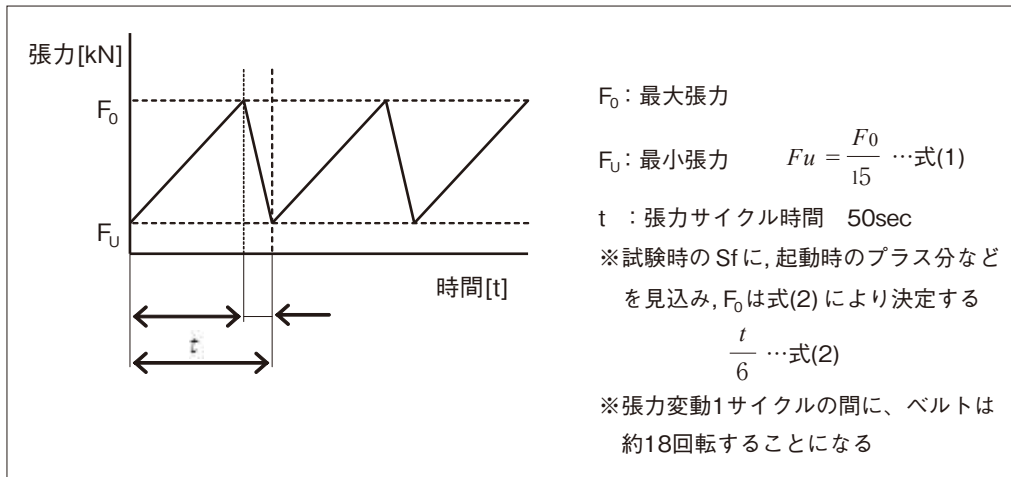


図4. 耐久性評価時に付加する変動張力条件

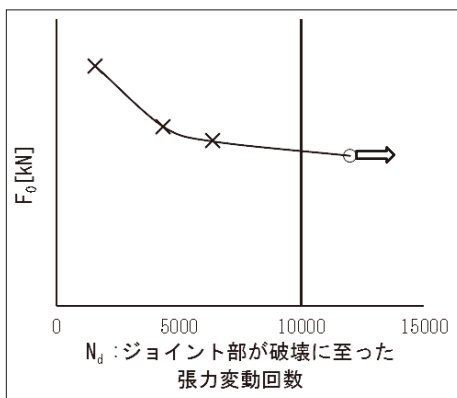


図5. 耐久性評価試験で要求される試験結果例

過去、従来のジョイント設計方式に従った2 Step方式のLsで施工したST-2100ベルトで、複数回のDIN 22110-3 走行試験を受験したが、いずれもNdが10,000回未満でジョイント部が破壊に至った。表2に一例を示す。最初に、これらのベルトの破壊状況を観察することにより、低Sf下におけるジョイント部の故障モードと、その発生原因を推定した。

その結果、試験後のベルトは、ジョイント部の多くの箇所でSTコードの抜け（STコードに接着していたゴムが切れ、コードが移動していくこと）が発生している事が分かったので、ジョイント部全体のせん断接着力の不足が破壊の要因と推定し、対策を検討する事

表2. ST-2100過去受験の荷重条件,及び結果

No.	ベルト強度	$F_0$ [kN]	Sf	Nd
0-1	ST-2100	269	4.5	10000回未満でコード抜け

## 5. 研究内容

### 5-1. 研究の流れ

研究内容の全体の流れを図6に示す。

### 5-2. DIN 22110-3 走行試験における破壊原因の推定 (過去の不合格ベルトの観察)

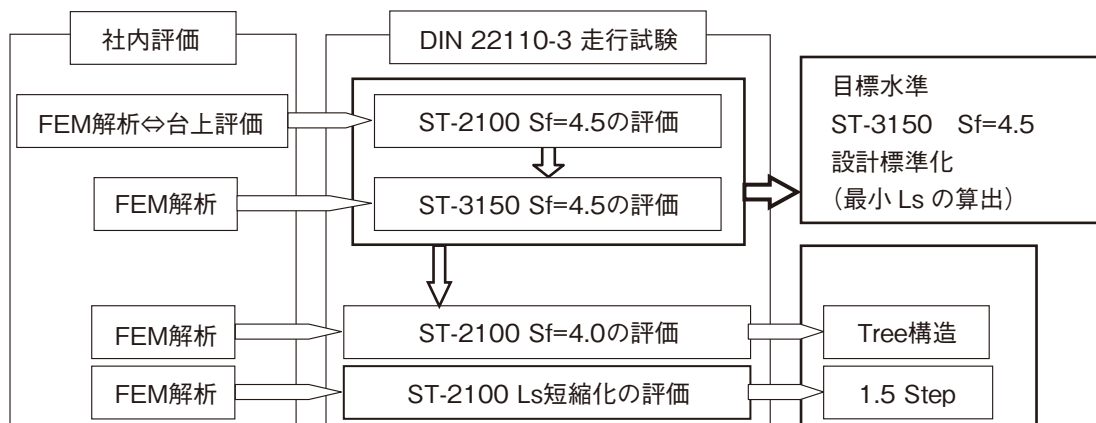


図6. 本研究全体の流れ



とした。

### 5-3. ST-2100/Sf = 4.5 に対する FEM 解析

#### 5-3-1. 解析目的

5-2項で破壊原因と推定したジョイント部全体のせん断接着力不足の対策を検討するため、 $L_s$ 増加によるジョイント部に発生する応力低減の効果をFEM解析により検討することとした。

#### 5-3-2. 解析方法

解析は、エンドレスをモデル化したベルトを固定したプーリに巻きつけた。その後ベルトに規定張力を負荷しつつ、エンドレスがプーリ上を通過するようにベルト全体を移動させた。過去の知見より、解析対象モデルの破壊有無の判定にはMises応力の最大値が有効と推定し、 $L_s$ を変量し、各 $L_s$ のジョイント部の全長がプーリ上を通過する間に発生するミーゼス応力の最大値（以下 $\sigma_{mm}$ ）を求めた。

#### 5-3-3. 解析結果

出力結果例を図7に、 $R_{L_s}$ と $R_{\sigma_{mm}}$ の関係を図8に示す。なお、 $R_{L_s}$ はST-2100での従来設計長さを1とした相対値、同様に $R_{\sigma_{mm}}$ は従来設計の $R_{L_s}=1$ で発生する $\sigma_{mm}$ を1とした相対値である。4.2項に記載した過去に不合格となったベルトの使用条件を図8に×で示す。この時の $L_s$ を延長することで、 $\sigma_{mm}$ は低減できると考えられる。しかし $R_{L_s}=1.8$ までは $R_{\sigma_{mm}}$ を低減できるが、これを超えると、低減効果は殆どなくなると推定した。

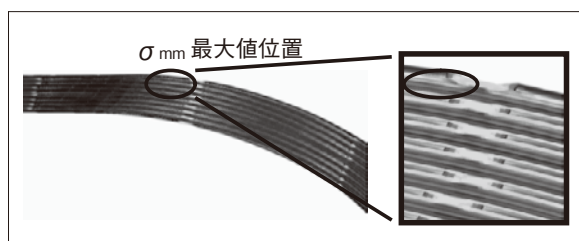


図7.  $\sigma_{mm}$ 出力結果例

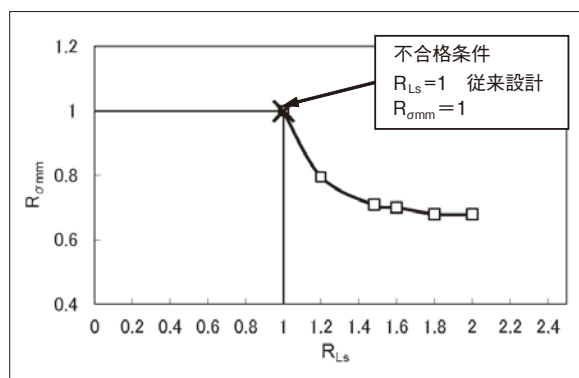


図8.  $R_{L_s}$ と $R_{\sigma_{mm}}$ の関係 (ST-2100)

### 5-4. ST-2100/Sf = 4.5 に対する台上試験

#### 5-4-1. 評価目的

FEM解析によって、 $L_s$ に対する $\sigma_{mm}$ は算出したが、この値とDIN 22110-3評価で得られるNdとの関係は明確にできていない。そこで、小型試験片での繰り返し引張試験を実施し、 $\sigma_{mm}$ とSTコード抜け発生までの繰り返し引張回数（以下 $N_p$ とする）の関係を検討することとした。

#### 5-4-2. 評価方法と結果

STコード引抜試験用としてJIS K 6369 スチールコードコンベヤゴムベルトで定められた図9に記載の試験片を用いて、各引張荷重での $N_p$ を測定した。尚、同規格では、 $\phi 5mm$ のSTコード径に対しては、引抜部の長さを100mmと指定しているが、本試験では、50、100、150mmの3水準に変量したサンプルについての試験を実施した。

5-2項に記載した過去のDIN 22110-3の試験結果、及び5-3-3項に記載したFEM解析による $\sigma_{mm}$ 算出結果より、 $R_{\sigma_{mm}}=1$ の条件下では、十分な耐久性を有さないと考えられるため、試験片に付加させる応力は、 $R_{\sigma_{mm}}=1$ を挟む3水準とし、試験片にこれらの応力を発生させるに要する試験時の引張力をFEM解析により算出した。試験条件を表3、台上試験の結果を図10に示す。

図10より、 $\sigma_{mm}$ が同等であれば、引抜部長さが長

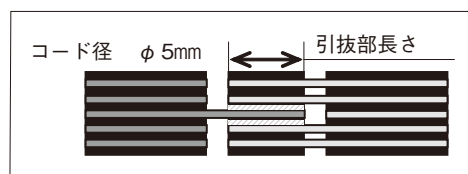


図9. 台上試験用試験片

表3. 試験条件

引抜部長さ [mm]	$R_{\sigma_{mm}}$
50, 100, 150	0.9, 1.4, 2.3

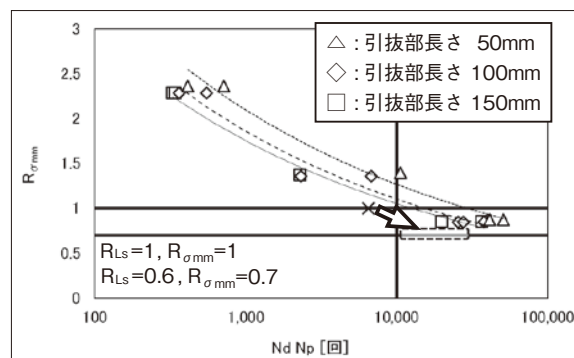


図10. 台上試験結果

表 4. ST-2100再受験の荷重条件、及び結果

No.	ベルト強度	F <sub>0</sub> [kN]	Sf	Nd
1-1	ST-2100	269	4.5	10000回保持
1-2		290	4.2	10000回保持
1-3		304	4.0	10000回保持(コード破断)
1-4		330	3.7	10000回以下でコード破断
1-5		345	3.5	10000回以下でコード破断

いほど、N<sub>p</sub>が低減することが判るのでL<sub>s</sub>が長くなるDIN 22110-3 走行試験では、Ndが更に低減すると考えられる。同図上に、5-2項に記載した同試験で不合格となった条件をプロットすると×の位置となることから同様のことが確認できる。従ってこの段階では、5-3-3項FEM解析の算出結果より、RL<sub>s</sub>=1.6することで、σ<sub>mm</sub>を低減できることは推定できたものの、これに対するNdの推定は広範囲とせざるを得ず、およそ点線で示した楕円範囲内と推定した。Nd=10,000回に対する耐久性としては、いくらか過剰な設計とも考えられるが、RL<sub>s</sub>=1.6のL<sub>s</sub>でDIN22110-3を受験することとした。

#### 5-5. ST-2100/Sf = 4.5 DIN 22110-3 受験

過去の受験で不合格となったジョイントと同構造で、5-4項で決定したRL<sub>s</sub>=1.6でジョイントしたベルト5本で、DIN 22110-3 走行試験を受験した。目標水準としているSf=4.5でNd=10,000回の耐久性を有することを確認するとともに、4項 図5で示した疲労曲線を得るために、F<sub>0</sub>を5水準で変量させた。試験条件、試験結果を表4に示す。

表4より得られる疲労曲線を、図11に示す。

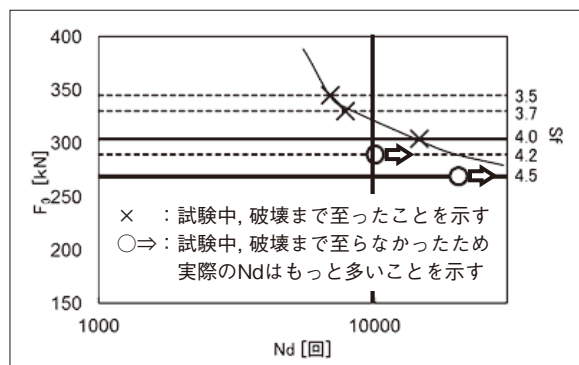


図 11. ST-2100 疲労曲線

ST-2100ではL<sub>s</sub>を延長することで、Sf=4.5の条件下で、Nd=10,000回以上の耐久性を有することが確認できた。但し、Nd=10,000回の耐久性という視点で見ると、このジョイント構造では、Sf=4.0、4.2にまで適用できている。よって、この構造はSf=4.5に対しては過剰な設計であったと言える。

一方、Sf=4.0より厳しい条件で試験されたベルトでは、故障モードが異なっていた。片側のSTコード変曲区間でSTコードが切断しており、またその切断形態は、一発破断と疲労破断とに2分されていた。これについての対策は、後の6項で検討している。

#### 5-6. ST-3150/Sf = 4.5 に対する FEM 解析

ST-2100の受験結果より、耐久性の有無をσ<sub>mm</sub>によって判定できそうな目処がたったため、同様のFEM解析をST-3150に対しても実施した。ST-2100におけるRL<sub>s</sub>とRσ<sub>mm</sub>の関係を示した図8に、ST-3150の解析結果を重ねて表示したものを図12に示す。ST-2100での解析結果と同様、RL<sub>s</sub>が短い範囲では、この延長に伴いRσ<sub>mm</sub>は低減するが、RL<sub>s</sub>>1.8ではほぼ低減効果が無い結果となった。

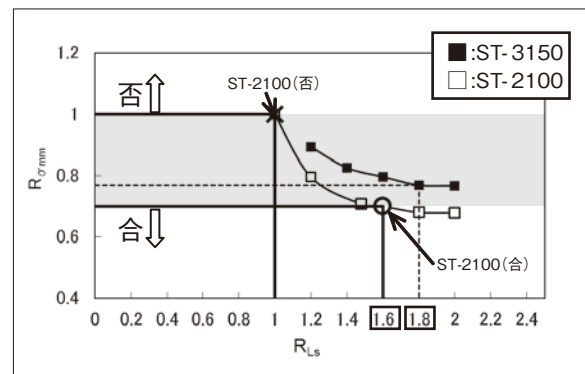


図 12. RL<sub>s</sub>とRσ<sub>mm</sub>の関係 (ST-2100, ST-3150)

一方、これまでのST-2100の受験結果を踏まえ、Rσ<sub>mm</sub>によりNd=10,000回に対する耐久性の合否を検討すると、Rσ<sub>mm</sub>=1以上では不合格、Rσ<sub>mm</sub>=0.70以下で合格となることは予測できるが、ST-3150におけるL<sub>s</sub>の変量に伴うσ<sub>mm</sub>の変動範囲は、全て図12のグレーゾーン範囲にあるため、合否を予測できない。Nd=10,000回の耐久性合否に対するσ<sub>mm</sub>の境界値は、この範囲内にあると考えられるため、この範囲を絞り込むために、ST-3150では、RL<sub>s</sub>=1.2、RL<sub>s</sub>=1.8の2水準で受験することとした。

#### 5-7. ST-3150/Sf=4.5 DIN 22110-3 受験

5-6項に基づき受験したST-3150のジョイント仕

表5. ST-3150 受験条件及び結果

No.	$R_{Ls}$	$F_0$ [kN]	Sf	Nd
2-1	1.8	269	4.5	10,000回保持
2-2	1.2			10,000回未満で破壊

様、試験条件、試験結果を表5に示す。

表5より、No.2-1のジョイント構造ではSf=4.5の条件下でNd=10,000回の耐久性を有し、No.2-2では十分な耐久性を有しないことが確認できたので、この条件に対する合否境界値の範囲を絞り込むことができた。

### 5-8. Sf = 4.5 における Ls の設計標準

5-7項の受験での合否判定結果により、図12の $R_{Ls}$ と $R\sigma$ mmの関係を示した曲線上に、ST-3150の合否を○、×で追記したものを図13に示す。DIN 22110-3のSf=4.5の評価における、Nd=10,000回の耐久性合否に対する $R\sigma$ mmの境界値は、0.78と判断し、同図中にこの線も示した。5-5項でST-2100、 $R_{Ls}=1.6$ では過剰だったと推定したが、図13からも $R_{Ls}=1.3$ でも合格出来たと推定できる。

これらの考え方を拡張し、ST-2100、ST-3150以外の品種でも $Ls$ を变量したFEM解析から $\sigma$ mmを求める事で、最適な $Ls$ が推定出来ると考え検討した結果、最終的にFEM解析をしなくとも、様々なベルト仕様でSf=4.5に適應できるジョイント長さを設定する設計技術が確立できた。

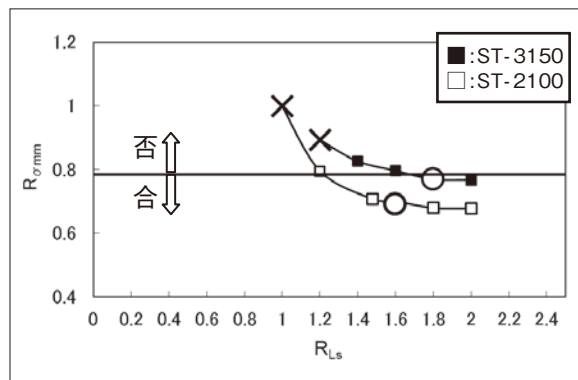


図13. ST-2100, ST-3150 FEM解析結果及びDIN22110-3 走行試験結果のまとめ

## 6. 更なる改良の検討

更なる改良として、次の2つの課題に取り組んだ。

- (1) 「Sf=4.0適用ジョイントの開発」：課題開始当初の目標、「DIN 22110-3のSf=4.5の条件下でNdが10,000回以上となるジョイント部の設計理論、施工手法を確立する」に対しては前項

までで達成することが出来た。しかし、DIN 22110-3の測定を依頼したドイツのHannover大学を訪問し聞き取り調査した際に、Sf=4.0が最高水準であるとの情報を得た。(これ以下ではベルト本体部分の疲労限界も越えるとのこと。)そこで、究極の技術力を獲得するためには、「DIN 22110-3のSf=4.0の条件下で同様の性能を得る」ための更なる開発が必要であると考えた。

- (2) 「Ls短縮」：実際のSTコンベヤベルトのジョイント施工は、使用設備内の通常、人が入らないような隙間等の狭く、劣悪な環境下で、複雑な手順に従い手作業で実施される。またベルトが高強度になるほど $Ls$ が長くなるため長時間を要す。このため、数本から十数本のベルトをジョイントする長機長STコンベヤベルトでは、 $Ls$ 短縮化のニーズがあるが、今回確立された設計技術ではこれを考慮できていない。このため「性能を維持した $Ls$ 短縮」についても開発が必要と考えた。

これらについて取り組んだ結果を以下に示す。

### 6-1. 改良案の概要

「Sf=4.0適用ジョイントの開発」については、5-8項までの $Ls$ の設計に加え、5-5項で示したSTコード変曲区間のSTコード破断対策を打てば良いと考えた。5-5項のSf=4.0試験後ベルト観察結果より、現状のジョイントでは、2 Stepの場合、STコード変曲区間のSTコードの角度がSTコードの長短で異なり、各々で破断モードが異なることが判ったので、STコード変曲区間の全てのSTコードを等角度にし、コードの応力のバラつきを少なくした改良仕様1（以下、Tree構造）を考案した。

「性能を維持した $Ls$ 短縮」については、次のように考えた。ジョイント部の強度は、「ジョイント内のせん断部の総長さ」や、Z'の大きさと相関がある。そこで、2 Step内の長いSTコードの割合を増やすことでジョイント内のせん断部の総長さを長く出来る改良仕様2（以下、1.5 Step）と、せん断変形に寄与する領域のZ'だけを大きくした前述のTree構造を考案した。

それぞれのジョイント構造の概略を図14に示す。従来構造に対し、(a) Tree構造 (b) 1.5Step共、向かい合うSTコード間でせん断力をうける斜線部領域が

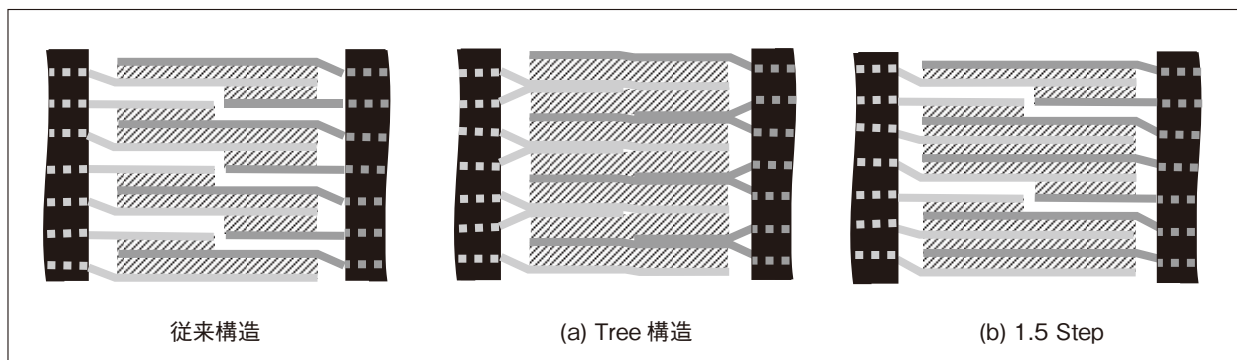


図 14. 新たに開発したジョイント構造概略(特許出願済み)

表 7. DIN 22110-3 走行評価結果

No		構造	$R_{Ls}$	Sf	Nd
	従来の設計	従来	1.0	7.0	—
1-1	Sf = 4.5 の水準 (表4の抜粋)	従来	1.6	4.5	10,000回保持
1-3				4.0	10,000回未満で破壊
3-1	改良仕様	1.5 Step	1.2	4.5	10,000回保持
3-2		Tree	1.0	4.5	10,000回保持
3-3		Tree	1.6	4.0	10,000回保持

広がっていることが判る。また従来構造では、STコード変曲区間のSTコードの曲がり方が2種見られるが、(a) Tree構造では方向が違うが全て等角度になっていることが判る。

今回得られた $L_s$ 値と、FEM解析による事前評価の結果、Sf = 4.5に合格するために従来構造では、 $R_{Ls}$  = 1.3必要であったものが、1.5 Stepでは $R_{Ls}$  = 1.2、Tree構造は、 $R_{Ls}$  = 1.0で合格できると推定した。さらにSf = 4.0に合格するにはTree構造で、 $R_{Ls}$  = 1.6必要と推定した。

## 6-2. 改良効果の確認

推定した疲労性能を確認するため、ST-2100のベルトで前述の2方式、3形状のジョイントを施工し、DIN 22110-3を受験した。表7に改良仕様ベルト3形状の仕様とその評価結果を示す。参考に従来の設計での仕様と、5-5項の評価結果も併記する。走行試験の結果、新ジョイント構造は、いずれも10,000回にて破壊せず、推定した性能を達成出来ることを確認した。

## 7 まとめ

- Sf = 4.5でDIN 22110-3走行試験に合格するジョイント設計技術が確立できた。
- 業界最高水準と推定されるSf = 4.0のジョイント技術を獲得できた。

- 従来方式に近い $L_s$ でも、低安全率下で耐久性を有す新たなジョイント構造を見出した。

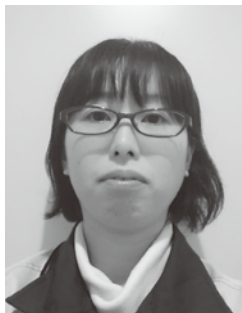
本技術開発の成果の一例として、従来、必要要件を回答できないため、応札出来なかった海外のA石炭鉱山での長距離スチールコードの案件に、実際に応札出来た例を紹介する。本案件の顧客要求の抜粋を表8に示す。ベルト仕様と最大張力から、Sf = 4.8の低安全率仕様ベルトが要求されていることが判る。またこの入札書類には、ジョイントの動的疲労特性を回答する項目があったが、ほぼ同等仕様のDIN 22110-3の試験結果を持っていたため、書類を完成、応札することが出来た。

表 8. 顧客要求 (抜粋)

機長	13,100m
ベルト強力	2,200N/mm
ベルト幅	1,100mm
最大張力	483 N/mm
Sf	4.8

参考文献:

- 1) DIN221103-1 (1991-05) TESTING METHODS  
FOR CONVEYOR BELT JOINTS - PART 3:  
DETERMINATION OF TIME STRENGTH FOR  
CONVEYOR BELT JOINTS (DYNAMICAL  
TESTING METHOD)
- 2) JIS K 6369 :2007 スチールコードゴムコンベヤベルト



堀内 恵

Megumi HORIUCHI

2009年 入社  
産業資材事業部



## ポリウレタンシンクロベルト(非汚染タイプ)の開発

### Development of Polyurethane Synchronous Belts (non-polluting type)

進藤 昌宏

Masahiro SHINDO

#### Abstract

Polyurethane synchronous belts are used in office automation equipment, precision tools, and automatic banking terminals that require high accurate and smooth synchronous rotation. In recent years, these belts are required to use in a clean environment and a vacuum environment. However, a problem that the plasticizer contained in the belt pollutes the device by volatilization. In view of the above, we examined polyurethane compound newly and developed a new polyurethane belts not containing plasticizer.

Keywords: polyurethane; synchronous belt; non-polluting

#### 1. 諸 言

OA機器などの精密機器やその他自動化機器の動力伝達部品としてベルトが使用されており、装置の動きをより高精度に制御することが求められている。また、動きを制御するためにセンサーが多用されているが、摩耗粉の付着による誤作動を避けるためセンサー周辺に使用される部品は良好な耐摩耗性が求められる。

熱硬化性ポリウレタンは主剤と硬化剤からなる液状材料を金型キャビティ内に注入し硬化・成型するため、精度良く成形品の寸法を作り込むことが可能である。当社のポリウレタンシンクロベルト(図1)も2~3mmピッチの一般的な精密歯付ベルトのみならず、精度の高い成型性を活かしたバックラッシュレスの三角歯型のシンクロベルト(TNタイプ)や最少約0.7mmの小ピッチシンクロベルトの量産実績がある。また、ポリウレタンは主剤と硬化剤の選択によって幅広く物性を制御することが可能であり、他のエラストマーと比較しても優れた耐摩耗性を有する。よって、ポリウレタンシンクロベルトは、高精度でスムーズな回転を得ることのできる同期伝動用途として主にOA機器や精密機械、自動化機器に多く使用されている。また、シンクロベルトは一つの軸から別の軸へ動力を伝える伝動用途のみならず、ベルトの動きを利用した搬送用途としても利用されている。搬送用途はベルト背面で硬貨や紙幣などの軽量物を搬送する用途が多く見られる。近年では搬送用途のみならず、特殊な用途展開も検討されており、例えば、クリーン環境での使用や真空環境下での使用などが挙げられる。そのた

め、伝動ベルトとしての特性だけではなく、ベルト背面の摩擦係数を高くすることや、搬送物への汚染が無いこと、ベルトからアウトガスが発生しないことといった特性が求められている。

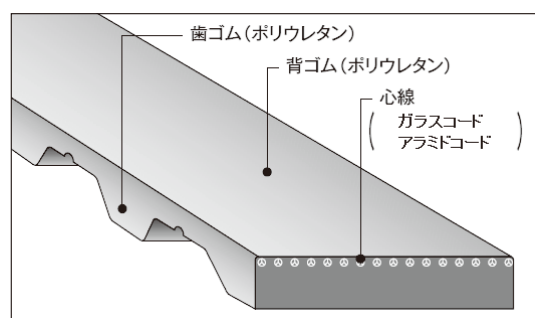


図1. ポリウレタンシンクロベルト

一方、当社で製造しているポリウレタンベルトは、ベルト本体を構成している熱硬化性ポリウレタンに硬さの調整や低温柔軟性の付与、およびベルト表面の潤滑性や耐久性を向上させる目的で可塑剤を添加している。しかしながら、この可塑剤が揮発してアウトガスになるため可塑剤を含有するベルトは高温や減圧環境下での使用には適さない。また、搬送用途として可塑剤は搬送物が滑る原因にもなり得る。実際に気密性の高い装置内や真空環境下で当社ポリウレタンベルトの使用を検討されたが、ベルトに添加している可塑剤が揮発して装置内を汚染した事例も確認されている。

上述した要求に対応するため、新規にポリウレタン配合を検討し、非汚染性の新しいポリウレタンシンクロベルトを開発した。

## 2. 設計内容

### 2-1. 目標品質

従来のポリウレタンベルトでの問題点であるブリード、アウトガスの解決を第一の目標とした。その他、ポリウレタン部材の特性として硬さ、破断強度、破断伸び、引裂強度、及びベルト性能として走行寿命や耐摩耗性は、当社で実績のある硬さ80度の軽負荷搬送用途のポリウレタン部材、ポリウレタンベルト（以下、従来品と記す）と同等であることとした。

### 2-2. 配合設計

シンクロベルトが走行する際に加わるストレスに耐えるため、ベルト用ポリウレタンにはセグメント化ポリウレタンが一般的に使用される。セグメント化ポリウレタンはポリオールとジイソシアネートからなるプレポリマーと低分子量の架橋剤（鎖延長剤）を基本としたポリウレタンである。また前記の通り、当社シンクロベルト用ポリウレタン配合には可塑剤を添加しており、ブリードやアウトガスの原因となっている。そこで、本開発においては、ブリードやアウトガスの原因物質である可塑剤等を使用しないこととした。但し、可塑剤を用いないと低温での柔軟性や耐摩耗性の悪化が懸念される。また、年々環境規制が厳しくなる中で、材料の規制も厳しくなっており、環境面を考慮した材料の選定が必要である。

そこで、ポリウレタン配合の組成を全面的に見直し、環境規制に配慮した材料構成でポリウレタン配合を設計し、ポリウレタン部材の特性やベルト性能の検討を実施した

## 3. 検討結果と考察

### 3-1. ベルトの加工条件

主剤と硬化剤を混合した混合液は重合および架橋反応の進行に伴い増粘し、液体から固体へ変化するが、ベルト形状の金型キャビティ内に混合液を充填するた

めには液状を保たなければならない。一方、金型内に充填された混合液は定められた時間内で硬化させ、金型から成形品を取り出すために速やかに反応することが求められる

ポリウレタン配合の組成を変更した結果、従来の反応促進剤では液温や添加量を調整しても、混合液の増粘速度と成形品の硬化速度の両立ができないことがわかった。そこで、新たな反応促進剤を選定することで、狙いとする反応特性を有する配合をアウトプットすることができた。

### 3-2. ポリウレタンの物性評価

硬さ、引張試験、引裂試験、動的粘弾性試験の測定結果を表1に示す。表に示す通り、開発配合にて作製したポリウレタンは目標水準と同等かそれ以上の特性値を示した。これはイソシアネート種及びハードセグメント濃度を変更することで、従来品のポリウレタンに近いハードセグメントの凝集及びミクロ相分離構造を形成できた結果と考えられる。また、低温柔軟性の指標となる  $\tan \delta$  ピーク温度も目標水準と同等の結果が得られた。

### 3-3. ベルトの機能性評価

#### 3-3-1. ベルトの走行寿命及び摩耗特性評価

歯形S2M状でガラスコード仕様のポリウレタンベルトを開発配合にて作製し、従来品との比較評価を行った。ベルトの評価項目は、走行寿命として負荷耐久試験による歯欠け寿命と、摩耗特性として無負荷の条件で120時間走行させたベルトの走行前後の重量減少率とした。比較評価した結果、開発品の走行寿命は従来品の約4倍、重量減少率は従来品と同等の結果であった。

以上の結果より、現段階において軽負荷の伝動用途や搬送用途には適用できる可能性が高いベルトが得られたと判断している。今後寿命評価を始めとした耐久評価を重ね、実使用時の信頼性を証明するデータを充実させなければならない。

表1. ウレタン物性一覧表

項目	単位	目標水準	開発配合
硬さ	HsA	80	82
$\tan \delta$ ピーク温度	°C	-25以下	-27
100%モジュラス	% (※)	100	96
300%モジュラス		100	151
破断強度		100	148
破断伸び		100	86
引裂強度		100	127

(※) 目標水準を100%とした時の結果値を記載

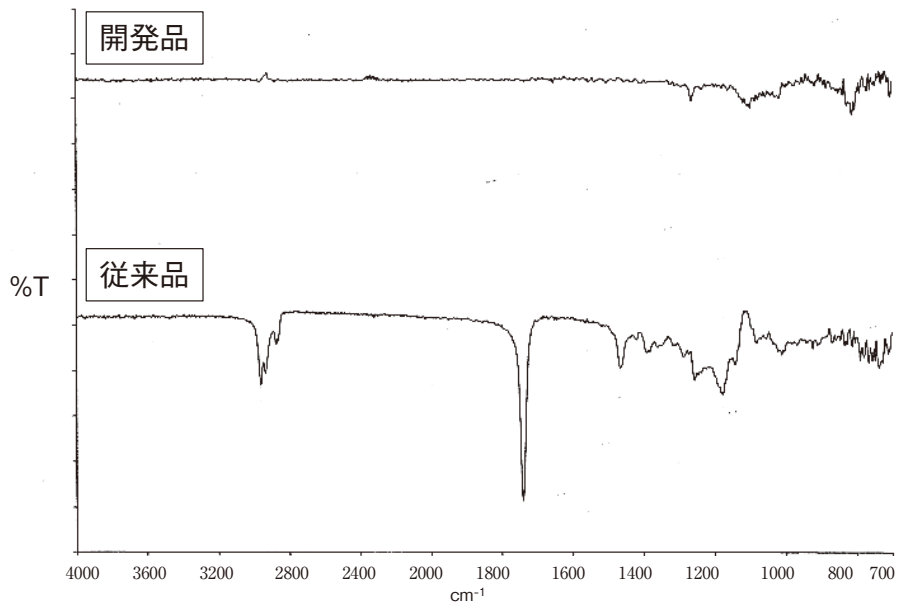


図2. ベルト背面転写物IRスペクトル

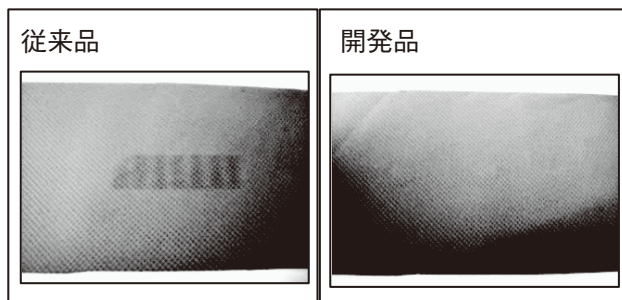


図3. ベルト背面押し付けによるブリード確認結果

た時のベルトの重量減少率（保持率）を測定した。従来品は温度が100℃近辺に到達したところからベルト重量が減少していき、経過時間が長くなるほど重量が減少していく結果に対し、開発品は180℃で60分経過してもほとんど重量変化が無いことが確認できた。従来品は100℃以上ではベルトから可塑剤が揮発していくため重量が減少したが、開発品は100℃以上でも重量の減少が見られないことからアウトガスの発生を抑制することができたと判断している。実際に問題となった真空環境下で使用する用途において、今回開発したベルトを評価頂いたところ、装置内の汚染は無くなり、問題無く使用できることが確認できた。

### 3-3-2. ベルトのブリード評価

可塑剤等のブリードについては、フーリエ変換赤外分光光度計（FT-IR）でIRゲルマニウムクリスタルにベルト背面を押し付け、転写される転写物の測定を行った。結果を図2に示す。従来品からは可塑剤を反映する吸収スペクトルが検出されたが、開発品からは明らかな成分は検出されないことを確認した。

また、ベルト背面を油取り紙に押し付けた時のブリード有無を確認した結果を図3に示す。従来品からはブリードした跡が見られたが、開発品からはブリードが無いことを確認した。

### 3-3-3. アウトガス評価

アウトガスについては、熱重量測定（TGA）で加熱によるベルトの重量変化率の比較評価を行った。結果を図4に示す。評価は2℃/minで常温から180℃まで加熱し、60分間180℃でホールドし

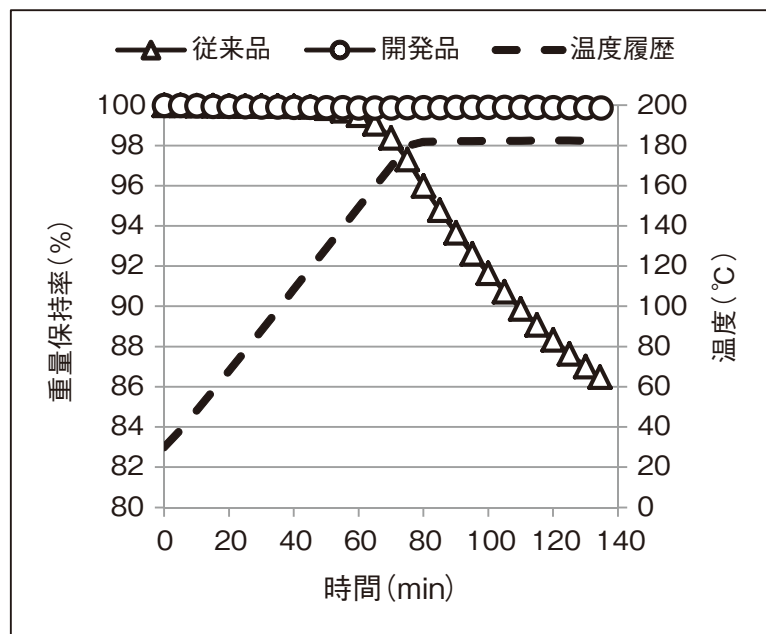


図4. 加熱によるベルト重量減少率推移グラフ

### 3-3-4. ベルト背面摩擦係数評価

背面搬送用途を想定した参考データとして、ベルト背面の摩擦係数を測定した。なお、研磨粉や付着物を除去するためにベルトを有機溶剤で洗浄し、十分に乾燥させてから洗浄前後の摩擦係数をポータブル摩擦計（新東科学社製ミューズ94i-II）を用いて測定した。

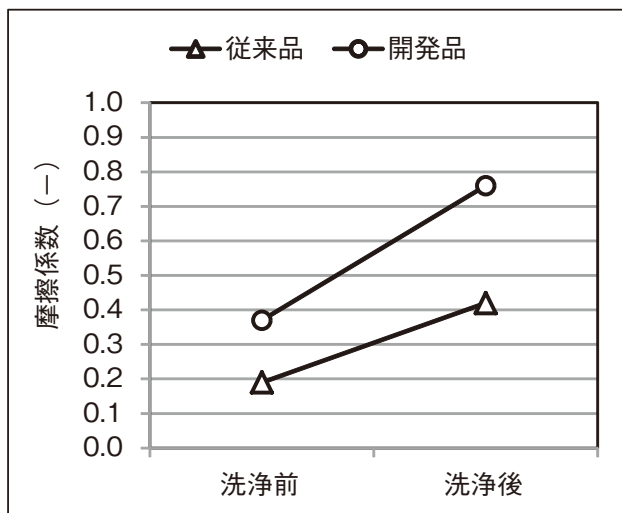


図5. 洗浄前後のベルト背面摩擦係数

結果を図5に示す。開発品は従来品よりも洗浄前後ともに高い摩擦係数であることが確認できた。従来品はウレタン内部に可塑剤を含むため、表面を有機溶剤で洗浄してもベルト表面に可塑剤がブリードして摩擦係数が低くなるが、開発品は可塑剤を含まないため従来品と比較して摩擦係数が高くなり、搬送物がより滑り難くなると考える。

## 4. 結 論

本報では、ポリウレタンシンクロベルトの用途の多様化に対応できる新たなポリウレタンシンクロベルトの検討結果について報告した。本研究を通じてアウトガスを発生せず搬送物を汚染しない、環境負荷低減仕様のポリウレタン配合を獲得することができた。この配合によるベルトは現有の金型で生産可能なため、所有している総ての歯形状のベルトに適用することができる。可塑剤の揮発やアウトガスの発生が問題となる伝動用途や環境への展開、また、搬送用途への一層の深耕、とりわけ半導体製造関係や食品関係といった非汚染性が強く要求される市場への参入を目指し、今後も研究を継続する計画である。



進藤 昌宏

Masahiro SHINDO

2006年 入社

R&Dセンター

## 自動二輪車用加飾フィルムの開発

### The Development of The Decorative Films for Motorcycles

中嶋 勇太  
Yuta NAKAJIMA

#### Abstract

Decoration technology is an important technology improving appearance and giving luxury to products while utilizing the advantages of plastics. In the past it was used rather limitedly for special-grade or high-quality products. However, the market of decorative products is expected to grow since they are being accepted to general-purpose products as staple items and an alternative of existing coating products.

In this report, we introduce the application of our decorative films to motorcycles. It was achieved with improvement of gasoline resistance and optimization of decorative molding process as well as a development of a pressure-sensitive adhesive having sufficient adhesive performance at molding temperature and high cohesive force at elevated temperatures in use.

Key Words: TOM; Overlay; decoration; PVC; Film

#### 1. 緒 言

プラスチック成形品は各種特性に優れ、成形の容易性、軽量性にも優れており、基礎素材として重要な位置を占めているが、一方で通常の一次成形品のままでは、安っぽく見える、冷たい感じがする等の問題もある。加飾技術はプラスチックの長所を生かしつつ、見栄えや高級感を向上させ、消費者の感性に即した製品にする手段として、プラスチック成形品での重要技術の一つに位置付けられている。

これまでに様々なメーカーからフィルムや成形方法での加飾製品が提案・上市されており、印刷、塗装、真空蒸着、着色等で加飾したフィルムを用いて、フィルムを成形品表面に貼り合せ・転写させる成形方法はモバイル機器、通信機器、自動車内装品などで需要が拡大している。とくに成形品に後からフィルム貼り合せ・転写させるオーバーレイ成形が注目されており、TOM成形（三次元加飾成形法、TOM=Three dimension Overlay Method）を中心に適用範囲が拡大している。加飾製品の市場規模は、2014年度には約1000億円が見込まれており、従来の特別グレードや高級仕様など限定的な製品向けといった位置付けから、塗装など既存仕様代替や汎用製品といった定番製品へ展開していくとみられており、生産量も多くなることから、一層の市場拡大が期待されている。

当社では「加飾フィルムとそれを用いた加飾成形品」を次代の柱となる新製品・新事業に位置付け、最

重要課題として取り組んでいる。2013年には、小型TOM成形技術を用い、これにインクジェット印刷技術を組み合わせることによって加飾スマートフォンカバーを開発し上市している。

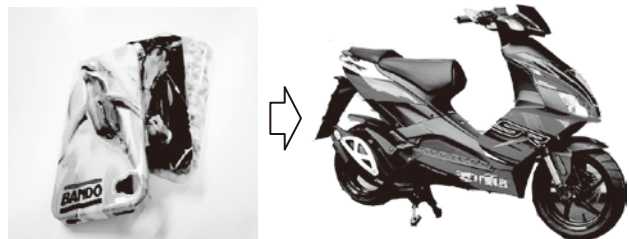


図1. 当社加飾製品の遷移

ところで、現在自動二輪車メーカーでは、フロントモールやサイドカバー等の樹脂製外装部品について、従来の塗装から加飾フィルムへの移行を本格的に検討している。本用途への加飾フィルムの適用においては、耐候性、耐熱性、耐ガソリン性など自動二輪車用途特有の要求特性を満たすと共に、大型かつ曲面・複雑な形状を有する成形基材への成形加工性、魅力ある意匠を兼ね備えさせる必要がある。本報告では自動二輪車用加飾フィルムのフィルム設計および、粘接着剤設計について検討した結果を紹介する。



## 2. 加飾成形について

射出成形によるインモールド成形と二次加工に分類される。インモールド成形はさらにフィルムを成形品に残すインモールドラミネーション (FIML) と意匠面のみを成形品に転写するインモールド転写 (IMT) に分類される。成形品にあとから貼合、転写させる二次加工としては、オーバーレイ成形、ホットスタンプ、高圧法、水圧転写法がある。

### 2-1. 加飾成形法 (TOM) について

TOM成形とは、布施真空㈱開発の三次元加飾成形

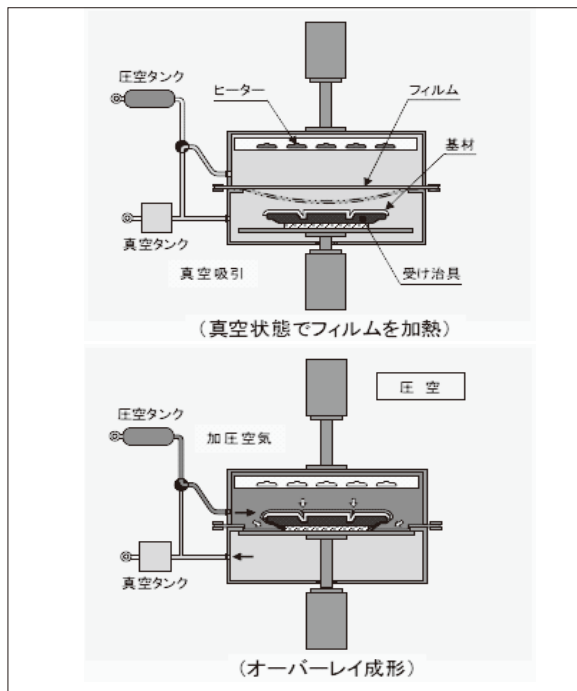


図2. TOM成形プロセス

法のことで、真空・圧空成形技術を応用したフィルム貼り合わせ方法(オーバーレイ成形)の一つである。図2にTOM成形プロセスを示す<sup>1) 2)</sup>。チャンバー下部に成形基材を置き、真空下でホットメルト系接着剤付きの加飾フィルムを赤外線ヒーターで加熱する。一定温度に到達後、大気圧解放→圧空によって加飾フィルムを成形基材に押しつけて貼り合わせる。フィルムの表面凹凸パターンを高保持率で残せる、成形基材がプラスチックに限定されない(金属、木材など)、端末裏面までフィルム巻き込みができる等の特長を有する。

### 2-2. 加飾フィルムについて

TOM成形等の真空・圧空成形において、熱成形によって優れた成形品を得るには温度変化に伴う素材の諸性質の変化を把握しておく必要がある。図3に三浦が作成した加飾フィルムの加熱温度による抗張力と最大伸び率との変化の概略を示す<sup>2)</sup>。

素材によってパターンは異なるが、熱成形において

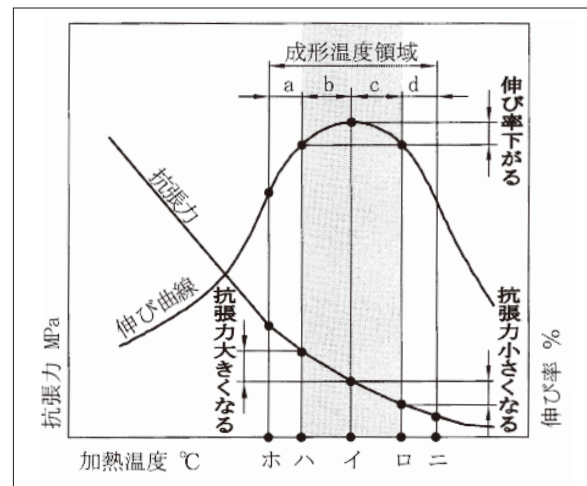


図3. 加飾フィルムの引張物性 (温度特性)

表1. 加飾成形方法の比較

要求機能			機能の重要度	要求水準	評価			
1次	2次	3次			TOM	真空成形	IML	ダイレクト印刷
加工に耐える	基材への成形性を有する	スムーズに加工できる	3	複数個の成形ができる	○	○	×	○
			4	大サイズの成形ができる	○	△	△	○
			4	小サイズの成形ができる	○	○	○	△
			5	様々な形状に加工できる	○	△	×	×
美観がある	基材に美観を有する	平滑性	3	表面凹凸なきこと	○	○	△	×
		意匠を有する	4	光沢度コントロール	○	○	△	△
			5	テクスチャー意匠表現	○	△	△	×
		色安定性	3	色ムラなきこと	○	○	△	○
		端部仕上	5	端部仕上げで印刷出来ていること	○	○	△	△
デザイン形状安定性	3	基材表面部と側面部にズレがないこと	○	△	×	△		

※評価：○最適⇔△一部可⇔×不適

は抗張力と伸びがバランスし、加工に適した展延性を示す中温領域（図3のbおよびc）において真空・圧空成形を行うことが一般的となっている。ポリ塩化ビニル（以下PVC）フィルムに置き換えた場合、一般的な成形温度は80℃から120℃の範囲で調整される。80℃以下では抗張力が高いため、成形時に三次元形状凹凸への追従性が悪くなり、シワ入り・浮き等の成形不良が発生する。120℃以上ではエンボス意匠の消失変形現象（エンボス流れ）や、抗張力が著しく低下することで、基材端部での巻き込み不足やフィルム破れ等の問題が発生する。このため、PVCフィルムに用いるホットメルト系接着剤はこの温度域で十分に軟化して接着力を発現するものを選択する必要がある。

図4に、当社加飾フィルムの断面構成を示す。PVCを中心とした意匠付与フィルム、粘接着剤層、セパレーターで構成される。フィルム意匠は顔料による材料着色（練り込み）だけでなく、フィルム積層（多層化）、凹凸柄や精密柄等のエンボス形状、印刷、金属蒸着等があり、これらを組み合わせた意匠も可能である。



図4. 加飾フィルムの断面構成(左)と精密柄エンボスPVCフィルム(右)

### 3. 目標品質・水準

表2には、自動二輪車用途での加飾フィルムおよび加飾フィルム成形品の目標品質のうち特に重要なものを示した。

表2. 機能展開表（一部抜粋）と目標品質

1次	2次	3次	目標品質・水準
フィルム加飾の加工性を有する	成形加工性を有する（TOM成形）	成形基材への追従性を有する	【成形加工性】成形基材への追従性に問題なきこと 【伸び率 80℃】 ≥300 %
		意匠を保持する	【成形加工性】成形後に著しい意匠変化なきこと
自動二輪車部品の使用に耐える	使用環境に耐える	使用時に剥がれない	【接着力】 ≥30N /25mm
		熱に耐える	【耐熱性 80℃×96H】 膨れ、剥離、割れ及び色調の著しい変化なきこと 【接着力 80℃】 ≥10N /25mm
		大気曝露に耐える	【促進耐候性（SWOM※1000H）】 膨れ、剥離、割れ及び色調の著しい変化なきこと
	薬品への耐性を有する	ガソリン（又はガソール）に耐える	【耐ガソリン性（20min 浸漬）】 剥がれ、浮きなど著しい外観変化なきこと
		酸、アルカリに耐える	【耐酸・アルカリ性】著しい外観変化なきこと

※SWOM: サンシャインウェザーメーター

自動二輪車用部品は様々な使用環境が想定されており、自動二輪車の各メーカーではガソリンやオイル、酸・アルカリ等への耐薬品性、常温だけでなく80℃環境下でも浮き・剥がれが生じない耐熱性（接着力）等を規格項目の一つに設けている。スマートフォン向けに開発された当社従来仕様の加飾フィルムでは、耐ガソリン性や80℃における耐熱性を満足することができず、成形基材端部での浮き・剥がれが発生することが明らかとなっている。また自動二輪車用部品は大型かつ曲面・複雑な形状を有する成形基材の場合もあるため、これに対応する成形加工性が必要になる。以上を踏まえ、自動二輪車用途への対応（耐ガソリン性、耐熱性等）とTOM成形加工性、魅力ある意匠を両立させるためフィルムおよび粘接着剤設計を実施した。

## 4. 設計内容

### 4-1. PVC フィルム設計

樹脂とガソリンを構成する分子はその極性が近い時に、結びつきやすく、その際樹脂は劣化を受けやすいたことが知られている。これは樹脂の周りをガソリンが取り囲み、溶媒和の形をなして強く結びつくことで膨潤や溶解を発生するためである。PVCは酸やアルカリ、水、アルコール等の極性溶液にはよく耐えるが、反対に非極性の有機溶剤（ガソリン、ベンゼン等）には侵される等、比較的高い極性を有しているにも拘らず、非極性ポリマーであるポリエチレンやポリスチレン等に近い傾向を示すことが経験的に知られている。

まずは耐ガソリン性向上の方策検討のため、PVCフィルムを構成する原材料単体での耐ガソリン性評価を実施した（表3）。

表3. 配合原材料の耐ガソリン性の評価結果

原材料	FuelC+エタノール混合液 (試験用燃料油)	備考	
PVC樹脂 (平均重合度)	800 1050 1300	変化なし 変化なし 変化なし	PVC自体は影響を受けていない
フタル酸エステル系可塑剤 (分子量)	DOP:391 DINP:419	ただちに混合～均一化 ただちに混合～均一化	分子量が低くなるほど、粘度低下や混合等の影響を受けやすい
アジピン酸ポリエステル系可塑剤 (平均分子量)	1200 2600 3000	粘度低下～混合 経時で一部混合 経時で一部混合	添加量多く、影響大 (15~30phr)
加工助剤(高分子量アクリル等)		経時で一部混合	添加量少なく、影響小
無機充填材(SiO <sub>2</sub> 、CaCO <sub>3</sub> 等)		変化なし	

表4. PVC/ポリエステル系可塑剤による加飾フィルムでの耐ガソリン性とTOM成形加工性の評価結果 (悪1⇔5良)

可塑剤		耐ガソリン性※1 (FuelC、20min 浸漬)	TOM 成形 加工性※2	備考
分子量	添加量			
1200	25phr	2	5	
2600	15phr	5	4	未成形箇所あり (浮き)
	20phr	5	5	
	25phr	5	5	
	30phr	5	5	
35phr	3	3	フィルム破れ	
3000	25phr	5	4	未成形箇所あり (浮き)

※1 FuelC (トルエン：2,2,4-トリメチルペンタン：無水エタノール=2：2：1，体積比)，20分間浸漬  
 ※2 自動二輪車用部品へのTOM成形，加飾フィルムの最大伸長率は約300%

可塑剤		耐ガソリン性 (FuelC+エタノール混合液、20min浸漬)	TOM成形性 (ABS、自動二輪車用部品)
分子量	添加量		
1200	25phr	判定基準2(変形大) 	凹み部への追従性有り 
	25phr	判定基準5(変形なし) 	凹み部への追従性有り 
2600	25phr	判定基準5(変形なし) 	凹み部への追従性無し 
	15phr	判定基準5(変形なし) 	凹み部への追従性無し 

PVCや無機充填剤等はガソリンによる影響を受けていないのに対して、フタル酸エステル系の低分子量可塑剤はガソリンとただちに混合して均一化した。PVC中の可塑剤がガソリンへ溶解されることで、フィルムの物性変化(固く・脆くなる)や膨潤・変形等が懸念される。これに対して、アジピン酸ポリエステル系可塑剤では、分子量が大きく、添加量が少なくなるほど、ガソリンとの混合・溶解が抑制された。このことから、ガソリンによる影響度合は可塑剤の分子量や添加量に依存することが判明した。一方で可塑剤の分子量が大きく、添加量が少なくなるとフィルムカレンダー成膜性やTOM成形加工性、フィルム外観の悪化等が懸念される。そこでPVC/アジピン酸ポリエステル系可塑剤の配合系において、可塑剤の分子量と添加量での耐ガソリン性や加工性の最適範囲を検討した(表4)。

その結果、数平均分子量(Mn)が2600で添加量が20から30重量部(phr, per hundred resin)の場合に耐ガソリン性と加工性とを両立させられることがわかった。このPVCフィルムの引張物性を図5に示す。

以前の検討において、PVCフィルムの抗張力が

15MPa以上では凹凸形状への追従性が悪く、3MPa以下では端部の破れを発生することがわかっている。また成形温度120℃以上ではエンボス形状の保持性が低下しやすいことも判っている。最大伸び率の目標値は、複雑な形状や高さのある自動二輪車用部品を想定し、最大300%の伸長率と設定しているが、設計したPVCフィルムは抗張力と最大伸び率が最適範囲内にあることを確認している。

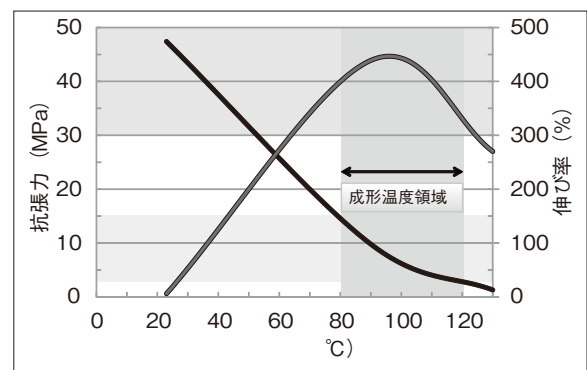


図5. 設計した加飾フィルムの引張物性(温度特性)

#### 4-2. 粘着剤設計

図6に示す汎用のアクリル系粘着剤を用いた加飾フィルムは、常温(23℃)下でも成形基材に貼り付き、接着力を発現するが、使用環境が40℃を超えると粘着剤の凝集力低下により接着力が極端に低下する。このためフィルムの温度低下がしやすい基材端部への貼り付き等の成形加工自体は問題ないが、80℃環境下の耐熱性評価において基材端部からのフィルム浮き・剥がれ等の不具合が発生し、要求品質を満足しない。

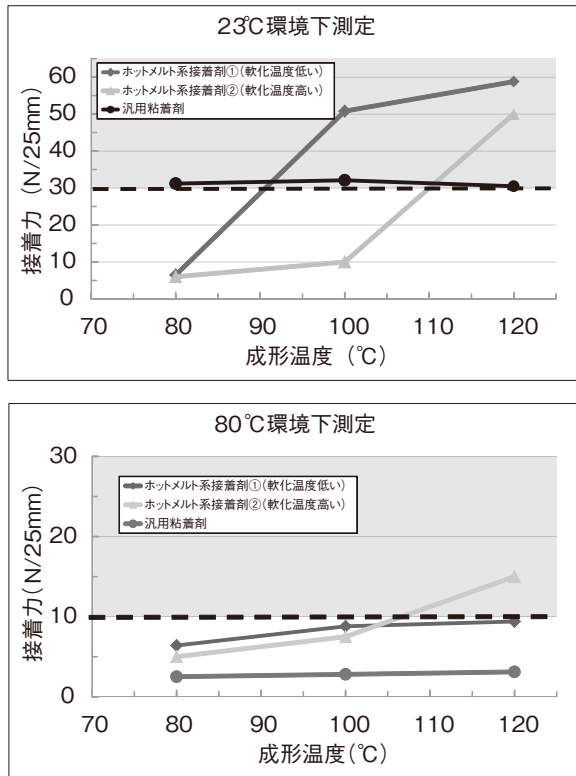


図6. 加飾成形時の成形温度と接着力との関係 (23℃および80℃環境下での接着力測定)

またホットメルト系接着剤においては、軟化温度が高い仕様は130℃以上など成形温度が高い場合には耐熱性評価の80℃環境下でも接着力を維持できるが、基材端部の貼り付き等で想定される100℃未満の成形温度では成形基材へ十分に貼り付かず、接着力を発現しない。一方、軟化温度が低い仕様は100℃程度の成形温度でも成形基材に貼り付くが、耐熱性評価の80℃環境下では接着力の維持が難しくなり、基材端部からのフィルム浮き・剥がれ等の不具合が発生する。このため、100℃程度の成形温度領域で成形基材へ貼り付き、接着力を発現しつつ、耐熱性評価の80℃環境下でも接着力を維持できる、相反する関係を兼ね備えなければならない。一般的な加飾フィルムには成形温度100℃以上で接着力を発現するホットメルト系接着剤が多く使用されており、スマートフォンカバー向けに開発された当社従来仕様のホットメルト系接着剤では、成形温度100℃で接着力を発現させようとする

と、80℃環境下の耐熱性評価では凝集力低下により接着力が維持できなくなる。また基材端部では成形時にフィルムが大きく伸長されて貼り付いており、このフィルムの残存歪みが耐熱性評価時に元の形状に戻ろうとする力(フィルム加熱収縮)が掛かり、より剥がれやすくなる。上記理由より、図7に示される貯蔵弾性率の温度特性イメージのような、成形温度80℃から120℃の温度範囲で接着力を発現でき、耐熱性評価の80℃環境下でも接着力を維持する機能が必要になる。

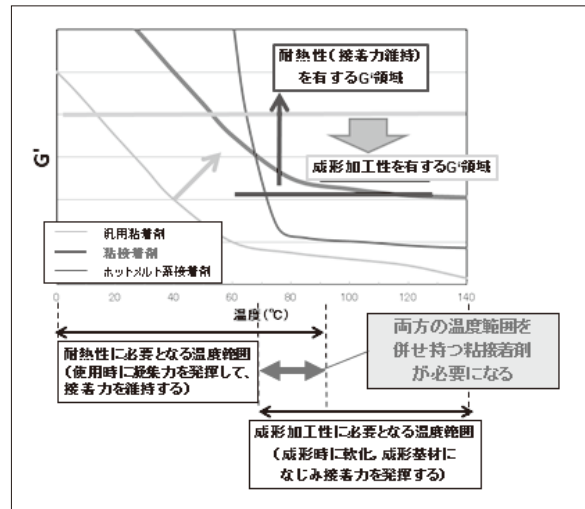


図7. 狙いとする粘着剤の粘弾性特性イメージ

図7の粘着剤について、設計自由度が比較的高く、汎用性の高いアクリル系粘着剤をベースにして、粘着剤層の設計を試みた。アクリル系粘着剤は透明性・耐候性・耐熱性・耐油性に優れ、モノマー種や粘着付与剤等の様々な組み合わせにより、粘着物性をコントロールできる特徴がある。図8には、自動二輪車用加飾フィルムの粘着剤層に必要な機能、①成形加工時に粘着剤層が軟化して成形基材になじんで接着特性を発揮する、②使用時に粘着剤層が凝集力を発揮して接着力を維持するに對して、配合材料別の方策と効果を示す。このうち、重要度が高い、主剤と添加剤の検討について以下に説明する。まずアクリル系粘着剤において、モノマー種や粘着付与剤の様々な組み合わせにより、用途に応じた粘着物性をコントロールできる設計が可能であることに着目した。アクリル系粘着剤は常温下で接着機能を発現させるため、通常ガラス転移温度 ( $T_g$ , Glass transition temperature) の低いポリマーを生成するモノマーを主成分に使用する。表5にアクリル系粘着剤の主成分となるモノマーとガラス転移温度との関係を示す<sup>3)</sup>。一般的にはアクリル酸ブチル(BA)とアクリル酸2-エチルヘキシル(2-EHA)等を組み合わせ使用されるが、これ以外にもアクリル酸エステルではアルコール部の炭素数が4から9、メタアクリル酸エステルではアルコール部の炭素数が10から12のアルキルエステルが用いられる。



- ・透明性・耐候性・耐熱性・耐油性に優れる。
- ・モノマー種や粘着付与剤(タックファイヤ)等の様々な組み合わせにより、粘着物性をコントロールできる。



- ①成形時にメルティングして、成形基材になじんで接着特性を発揮
- ②使用時に凝集力を発揮して、接着力を保持する

配合材料		方策	効果	重要度	
				①	②
主剤	モノマー 組合せ	中~高TGの主モノマー をブレンド	高温で幅広い温 度域で接着力発現	◎	○
	分子量	高分子量化	凝集力UP	△	○
	官能基	カルボキシル基	凝集力UP	△	○
添加剤		低分子量のアクリル樹脂	凝集力UP	○	◎
硬化剤		エポキシ系硬化剤	耐熱性UP	△	○

※重要度、◎:高、○:中、△:低

図8. アクリル系粘着剤の特長と方策

表5. アクリル系粘着剤の主モノマーとガラス転移温度

主モノマー			Tg (°C)
アクリル酸メチル	methyl acrylate	$\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_3$	10
アクリル酸エチル	ethyl acrylate	$\text{CH}_2=\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$	-22
アクリル酸ブチル	butyl acrylate	$\text{CH}_2=\text{CHCOOC}_2\text{H}_9$	-54
アクリル酸2-エチルヘキシル	2-ethylhexyl acrylate	$\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}_4\text{H}_9$	-70

表6. 粘接着剤の評価結果

アクリル酸エステル 共重合体		重量 分子量 Mw	Tg (°C)	接着力 (N/25mm) 80°C貼付		Cross cut※ 80°C×24H後
				23°C測定	80°C測定	
汎用	BA・2-EHA系+ イソシアネート系硬化剤	600000	-50	23	8.5	5mm
開発	MA・BA系+ エポキシ系硬化剤	1000000	-30°C	42	15.2	0.2mm

※ABS板に貼り付けた加飾フィルムへ十字切れ込みを入れ、80°C×24H放置後に目開き量を測定する

汎用粘着剤のように広範囲の成形温度域で接着力を発現しつつ、かつホットメルト系接着剤のように高温域の環境下でも高い凝集力を維持することを目的に、粘接着剤のガラス転移温度を高める検討を行った。具体的には100°Cの成形加工性と80°Cにおける耐熱性を両立させるため、粘接着剤の分子構造(1次構造)を構成するアクリル酸エステルにアクリル酸メチル(MA)、アクリル酸エチル(EA)の使用と、併せて粘接着剤の高分子量化や耐熱性に優れるエポキシ系硬化剤の使用を検討した。各組成の粘接着剤について、JIS-Z0237準拠の接着特性結果を表6に示す。

開発品の粘接着剤は80°C貼り付けでの接着力が15.2N/25mmまで向上し、耐熱性と凝集力の評価指標

となるクロスカット試験も0.2mmと良好な状態であった。以上より、①粘接着剤の主成分となるアクリル酸エステルへのよりガラス転移温度が高い成分の導入、②粘接着剤の高分子量化、③エポキシ系硬化剤の使用により、100°Cでの成形加工時に基材との接着力を発現させると共に80°Cにおける接着力を向上させることができた。

## 5. まとめ

得られたフィルムの特性を目標水準とともに表7にまとめる。耐ガンソリン性、TOM成形加工性、耐熱性



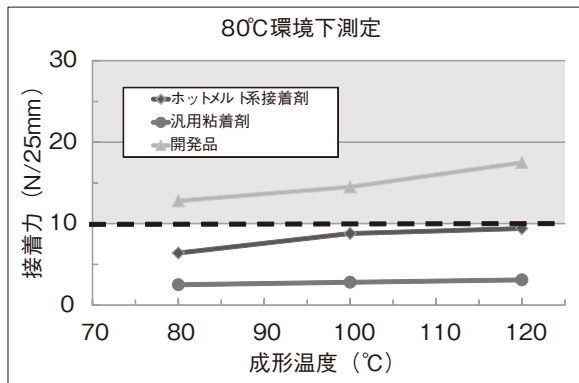
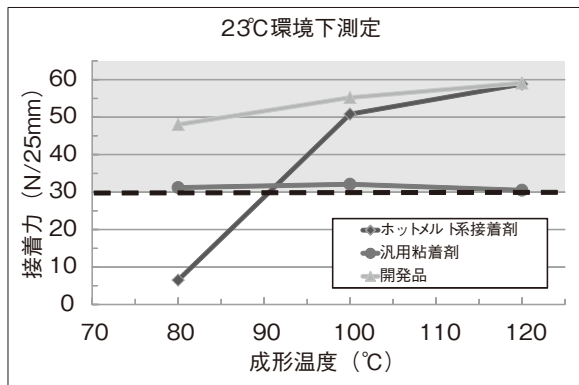


図9. 開発品における加飾成形時の成形温度と接着力との関係 (23°Cおよび80°C環境下での接着力測定)

等を考慮し自動二輪車向け加飾フィルムの開発に取り組んだ結果、適用可能なフィルムおよび粘接着剤配合を獲得することができた。

今回開発したフィルムおよび粘接着剤配合をベースにして、塗装代替だけでなく金属光沢調、凹凸形状や立体感等の付加価値の高い様々な意匠を有する加飾フィルムを開発していく。また加飾フィルムと組み合わせる周辺技術、貼りマーク（ステッカー）代替の印刷技術や印刷柄を部品形状に対応させる歪み補正技術、フィルムトリミングの時間短縮等についても検討も進めていく。これらを通じて、自動二輪車用途を含む車両用途を中心に事業化へと繋げていく予定である。

#### 参考文献

- 1) 榊井捷平:電子ジャーナルセミナー「プラスチック加飾技術の最新動向と今後の展望」配布資料
- 2) 三浦高行:色材協会誌, Vol.79 (2006) No. 12 p561-566
- 3) 日本粘着テープ工業会粘着ハンドブック編集委員会編.:粘着ハンドブック (第3版), 日本粘着テープ工業会, p26-41

表7. 開発品の達成水準

目標品質	目標水準	開発品評価結果
成形加工性	成形基材への追従性や意匠に問題なきこと	追従性、意匠共に良好
接着力 23°C測定	≥30N/25mm	55.2N/25mm
接着力 80°C測定	≥10N/25mm	14.5N/25mm
耐熱性 80°C×96H	膨れ、剥離、色調の著しい変化なきこと	著しい変化なし
促進耐候性 (SWOM1000H)	膨れ、剥離、割れ色調の著しい変化なきこと	著しい変化なし
耐ガソリン性	剥がれ、浮きなど著しい外観変化なきこと	著しい変化なし
耐酸・アルカリ性	著しい外観変化なきこと	



中嶋 勇太

Yuta NAKAJIMA

2003年 入社

高機能エラストマー製品事業部

## 車載ディスプレイ向け光学用透明粘着剤

### Optically Clear Adhesive for In-vehicle Displays

奥野 雄三  
Yuzo OKUNO

#### Abstract

The spread of smartphone and tablet PC has revitalized Electrostatic capacitive touch panel market rapidly. As for the touch panel for vehicle installation, the resistive touch panel is mainstream, but the demand of the electrostatic capacitive touch panel increases to improve operability now. Optically clear adhesive (OCA) is used for electrostatic capacitive touch panel by all means, but various characteristics are required for vehicle installation. Here, I explain OCA for the vehicle installation that we developed.

Keyword: Electrostatic capacitive touch panel; Optically clear adhesive(OCA); in-vehicle displays

#### 1. 緒 言

スマートフォンやタブレットPCの登場に伴い、これまで使われてきた抵抗膜式タッチパネルに代わり、静電容量式タッチパネルが急速に普及した。静電容量式タッチパネルの登場の背景には、カバーガラス-タッチセンサー-LCDを貼り合わせるために必要不可欠である光学用透明粘着剤(OCA)の存在が大きく関係している。

一方、車載向けディスプレイの市場も、以下の要因を背景に拡大傾向にある。<sup>1)</sup>

①米国市場において、後方視認用のバックカメラを義務付ける法案KT法が施行され、2014年までに4.5t以下の全ての車両にモニタリング用途での車載カメラの取付け義務化。

②世界的に車載コネクティビリティ（スマートフォン等のモバイル端末との連携技術）が普及。

本論では、この市場で拡大が期待される車載用OCAについて述べる。

#### 2. 車載用OCAに求められる性能

車載用部材には、一般産業機器用途よりも厳しい環境評価をクリアする必要がある。従って、車載用OCAは優れた光学特性や接着力などの基本性能だけでなく、耐熱性、耐湿熱性、耐光性（紫外線）、耐熱衝撃、耐腐食性、リワーク性、偏光板保護、耐振動・衝撃などの高い性能が求められる。操作性の良い静電容量式タッチパネルが車載用ディスプレイへの普

及が遅れているのはこのためでもある。

#### 3. 車載用超厚膜OCAのニーズ

OCAはカバーガラスにタッチした時の微弱電流をタッチセンサーに伝えることを目的に使用されてきたが、最近ではタッチセンサーの有無とは関係なく、視認性改善を目的に使われるケースが増えてきている（図1）。<sup>2)</sup>

車載用OCAは、車内に設置されるためスマートフォンやタブレットPCの様な薄膜化の要求は少ない。特に、静電気防止目的やバックライトユニットを固定するためのフレームとしてベゼルを有するものもあるが、ここで使われるOCAは500 $\mu$ m以上の超厚膜のものとなる。さらに、車内の意匠性向上の観点から、数年後には曲面ディスプレイが登場するとされている。この場合OCAが厚膜であるほど各部材の歪みを吸収しやすくなるため、さらに厚膜化の要求が高まっている。すなわち、超厚膜OCAは次世代ディスプレイの登場に必要な部材であると言える。

#### 4. Free Crystal®の性能について

##### 4-1. Free Crystal® について

Free Crystal®は、当社が開発した高い透明性且つ柔軟性を持った無色透明シートである。主に、フレキシブル導光板などの光学用途に使われている（図2）。この度、OCA用に更なる柔軟性及び接着性を付与し

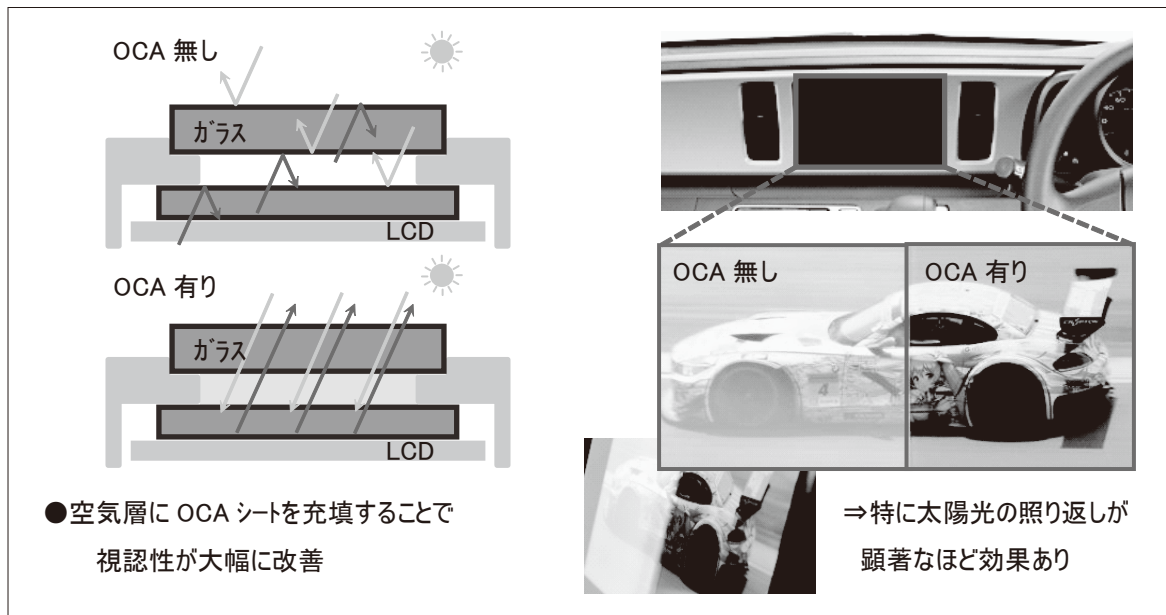


図1. OCAによる視認性改善



図2. Free Crystal®(フレキシブル導光シート)

た粘着タイプをラインナップに加えた。

#### 4-2. 超厚膜 OCA

一般的にアクリル系などのOCAは、樹脂を溶剤に希釈し、コーターを用いてコーティングされている。OCAの厚膜化は高粘度の希釈液を用いてコーティングことになるが、乾燥炉内で均一に溶剤を揮発させることが難しく、また残留溶剤を完全に除去するためには乾燥炉内の滞留時間を非常に長くする必要がある。

たとえばコンマコーターで1mmのロールギャップを通過させた場合のwet状態の厚みは約1mmあるが、炉内で溶剤が揮発した後のdry状態の膜厚はロールギャップの1/5程度となってしまふ(図3)。そのため、アクリル系を代表する溶剤系OCAは、厚膜化が難しくMAX 350μmが限界となる。

一方、当社が車載用に開発したOCA (Free Crystal®)

は、非溶剤系の樹脂を用いて成形されるため、成形時のwet状態と成形後のdry状態の厚みにほとんど変化が無く、1mm以上の超厚膜化が可能となる。当社独自製法が可能とする2mm以上の超厚膜OCAは、世界で唯一となる。

#### 4-3. Free Crystal®の優れた環境特性

車載に用いられる部材は、厳しい環境基準をクリアする必要がある、当然車載用OCAもこれに該当する。特に①高温環境(HT)：95℃×1,000hr、②高温高湿環境(HTHH)：85℃/85%×1,000hr、③耐紫外線(UV)：波長300~400×1,000hrはOCAの様なエラストマーには非常に厳しい環境である。一般的にHTは黄変・白化、HTHHは白化、UVは黄変を引き起こし、光学性能が大きく悪化する傾向にある。白化については濁度(Haze)、黄変については黄変度(YI)で検出できる。

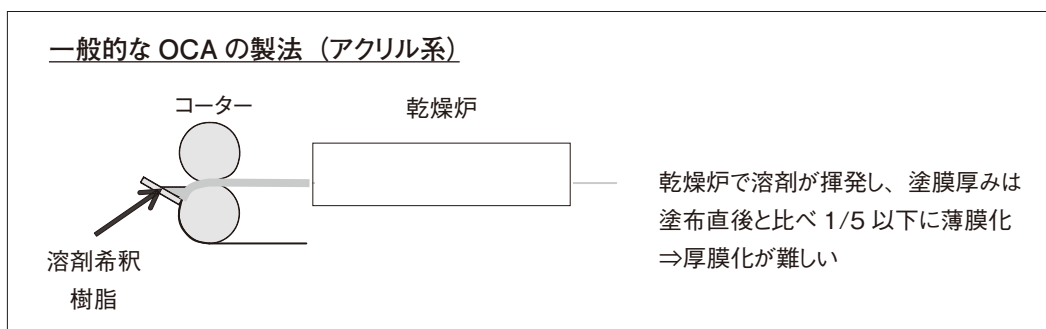


図3. 一般的なOCAの製造方法

表1. 環境評価後の光学特性 (濁度)

	HTHH 85°C/85%	HT 95°C	UV波長 300~400nm
初期	0.10	0.10	0.10
1,000Hr後	0.11	0.13	0.10

Hz : 厚み 300 μm

	HTHH 85°C/85%	HT 95°C	UV波長 300~400nm
初期	0.20	0.20	0.20
1,000Hr後	0.20	0.23	0.27

Hz : 厚み 1,000 μm

表2. 環境評価後の光学特性 (黄変度)

	HTHH 85°C/85%	HT 95°C	UV波長 300~400nm
初期	0.40	0.40	0.40
1,000Hr後	0.43	0.43	0.42

Hz : 厚み 300 μm

	HTHH 85°C/85%	HT 95°C	UV波長 300~400nm
初期	0.49	0.49	0.49
1,000Hr後	0.76	0.65	0.56

Hz : 厚み 1,000 μm

表1に上記①~③の各環境×1,000hr後のHazeを測定した結果を示す。特にHTHH環境では図4のシリコンOCAやアクリルOCAの様に著しい白化を引き起こしやすいが、Free Crystal®は環境投入前の光学性能からほとんど劣化していないことが判る。同じく表2に①~③の各環境×1,000hr後のYIを測定した結果を示す。特にUV環境では図5のように黄変しやすいが、Free Crystal®は黄変にも強いことが判る。

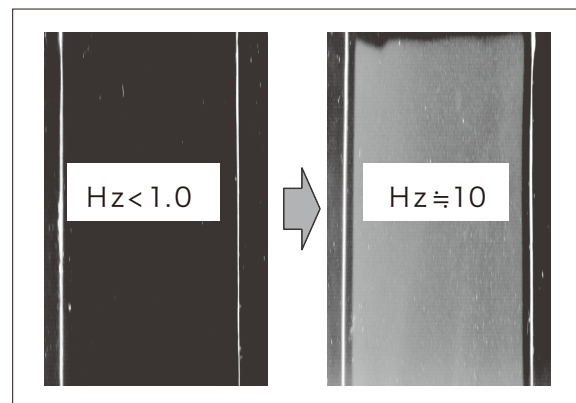


図4. HTHH評価後の白化 (シリコン系OCA)

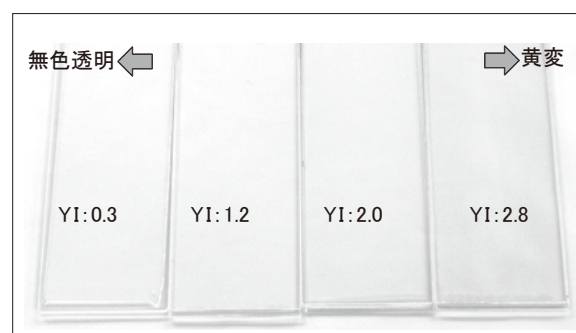


図5. UV評価後の黄変

#### 4-4. Free Crystal®の硬度制御

図6に示すようにFree Crystal®は幅広い硬さの制御が可能であり、一般的なアクリル系OCAよりも超低硬度領域をカバーできる。OCAを超低硬度化することにより、貼合時の気泡消失や加飾印刷部の段差吸収が有利になるだけでなく、図7に示すような熱衝撃に対しても優れた追従性を発揮できる。特に樹脂板とガラスとの組み合わせは熱膨張率の違いから急速な温度変化に弱く、低温領域で剥離しやすいが、OCAを超低硬度化且つT<sub>g</sub> (ガラス転移温度)を-40°C以下にすることにより、-40°C~100°Cの温度変化にも追従可能となる。

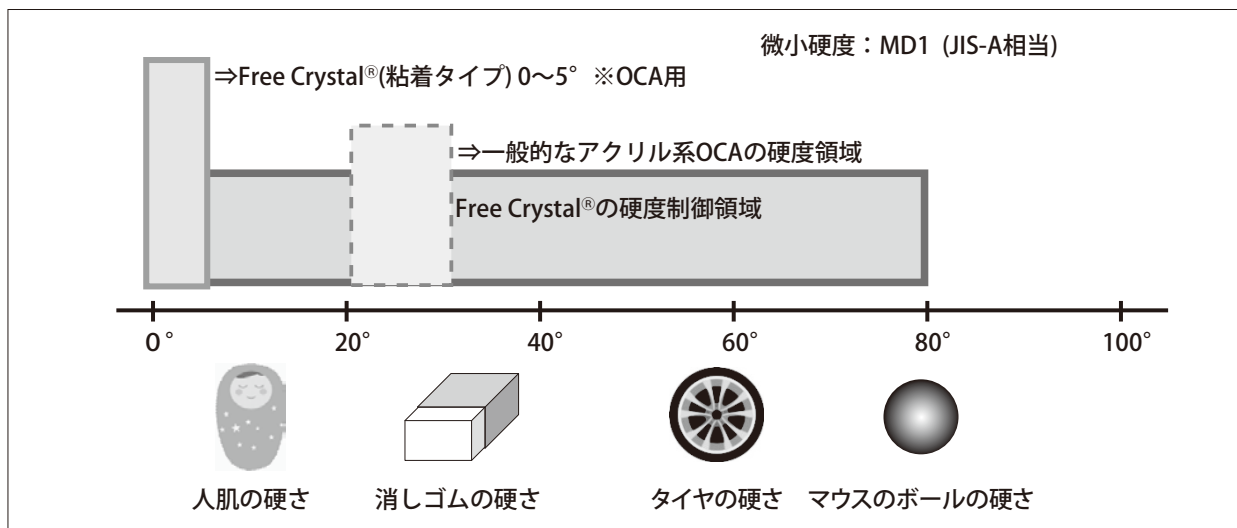


図6. Free Crystal®の硬度制御

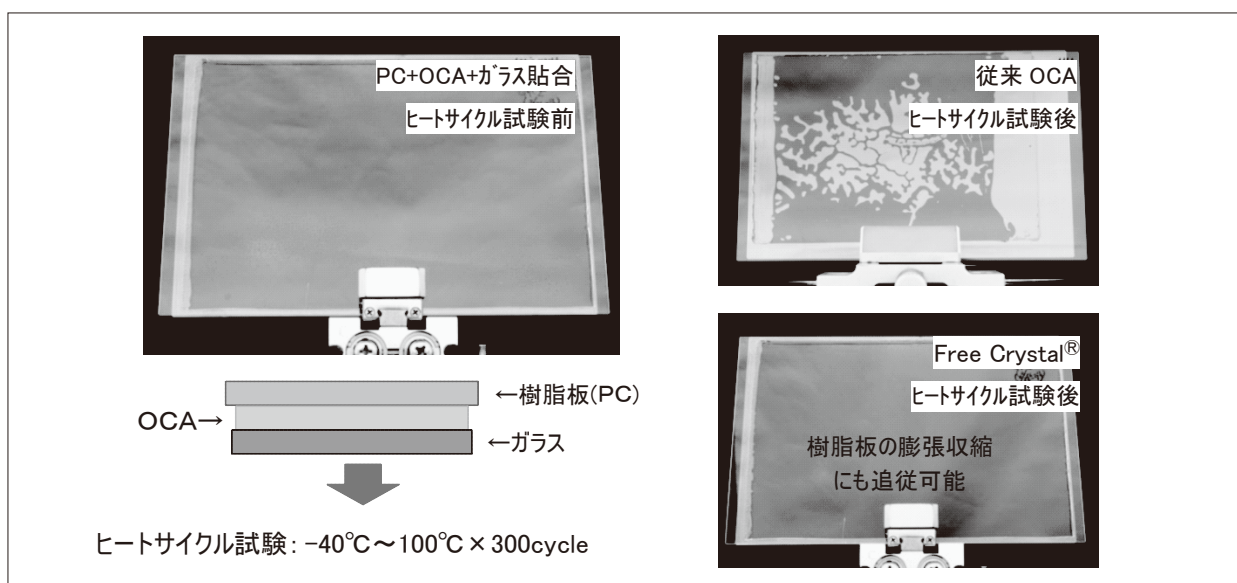


図7. 樹脂板 vs ガラス貼合によるヒートサイクル試験

表3. Free Crystal®とシリコン系及びアクリル系OCAの性能比較

		Free Crystal	シリコン系	アクリル系
光学特性	常温	○	○	○
	高温	○	○	○
	高温/高湿	○	△	×
	UV	○	○	○
接着力		○	×	○
リワーク性・糊残り		○	○	△
柔軟性		○	○	△
耐腐食性		○	△	△
厚膜化		○	○	×



## 5. 結 言

本論では、この度車載用OCAをターゲットに開発したFree Crystal<sup>®</sup>について述べた。表3にFree Crystal<sup>®</sup>とアクリルOCA及びシリコンOCAの特性をまとめた。Free Crystal<sup>®</sup>は、アクリル系やシリコン系OCAよりも優れた耐環境特性を有しており、厳しい車載規格

にも適合する。また、当社独自の非溶剤系樹脂成型技術による超厚膜化や超低硬度化により、曲面ディスプレイなどの次世代ディスプレイにも対応できる。

### 参考文献

- 1) NPDディスプレイサーチ調査レポート 2014/5/23
- 2) HIS Electronics & Media レポート  
タッチパネル用OCA/OCR需要と技術分析



奥野 雄三

Yuzo OKUNO

1999年 入社

R&D センター

**特 許 登 録 一 覧**  
(2014.10.1 ~ 2015.9.30)

特許番号	発明者	発明の名称・要約
出願 2010-072888[2010/03/26] 公開 2011-202778[2011/10/13] 登録 5773573 [2015/07/10]	藤中 正俊	<p>〈名称〉オートテンショナ、その可動部材の製造方法</p> <p>〈要約〉オートテンショナの可動部材を樹脂材料として軽量化を図りつつ、プーリの支持強度を確保して、ミスアライメント角度の増大を抑制する。</p> <p>可動部材は、繊維を配合した合成樹脂からなる可動部材本体表面の少なくとも一部に、熱可塑性の繊維強化樹脂からなる複数のシート状の補強材が積層されて一体的に貼着されたものとする。</p>
出願 2010-072888[2010/03/26] 公開 2011-202778[2011/10/13] 登録 5773573 [2015/07/10]	古田 智基	<p>〈名称〉筋交いダンパー構造</p> <p>〈要約〉ゴムと金属製のプラグを併用することによって、残留変形の発生を抑制した上で、減衰性能を高める。</p> <p>筋交い材の下端部に、中板の上端部が複数の固定具にて固定されている。この中板の下端部の表裏面にそれぞれシート状ゴムの一面側（内面側）が接着剤を用いる接着または加硫接着されている。そして、各シート状ゴムの他面側（外面側）それぞれに、筋交い端部の側板の第1の部分が接着されている。側板の第1の部分は、シート状ゴムを介して中板を挟みそれらを積層してなる積層構造を形成しており、この積層構造を金属製のプラグが貫通して設けられている。</p>
出願 2010-256889[2010/11/17] 公開 2012-108303[2012/06/07] 登録 5649922 [2014/11/21]	永見 晴資 三田 浩	<p>〈名称〉電子写真装置用導電性エラストマー部材</p> <p>〈要約〉フッ素樹脂によって表面層を形成させつつも電気抵抗値の安定した電子写真装置用導電性エラストマー部材を提供する。</p> <p>フッ素樹脂が用いられてなる表面層の内側に弾性体層を有し、該弾性体層が黒鉛とカーボンブラックとエラストマーとを含有するエラストマー組成物で形成されている電子写真装置用導電性エラストマー部材であって、前記表面層には黒鉛が4質量%以上20質量%以下含有されており、該表面層に含有されている前記黒鉛の平均粒子径が8<math>\mu</math>m以下であることを特徴としている。</p>
出願 2011-058388[2011/03/16] 公開 2012-192630[2012/10/11] 登録 5801072 [2015/09/04]	高野 泰宏 橘 博之	<p>〈名称〉発泡歯車</p> <p>〈要約〉超臨界流体を発泡剤とした発泡成形技術を用いて射出成形により成形した発泡歯車であって、高い寸法精度を備えるとともに、高強度の発泡歯車を提供する。</p> <p>少なくとも熱可塑性樹脂を含有する樹脂組成物に超臨界流体を溶解させ、射出成形して得た発泡歯車であって、上記熱可塑性樹脂のSP値は、16~29であり、上記発泡歯車は、その発泡倍率が1.05以下であり、かつ、発泡セル径が20<math>\mu</math>m以下であることを特徴とする発泡歯車。</p>

特許番号	発明者	発明の名称・要約
出願 2010-534670[2009/10/06] 公開 WO2010/047051 [2010/04/29] 登録 5704752 [2015/03/06]	中嶋栄二郎 奥野 茂樹	<p>〈名称〉 摩擦伝動ベルト</p> <p>〈要約〉 引張や曲げの力を受けてもクラックやセパレーションの発生が起これにくい、耐久性に優れた摩擦伝動ベルトを提供する。</p> <p>摩擦伝動ベルトは、ベルト幅方向にピッチを有する螺旋を形成するように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設けられたプリー接触部たる圧縮ゴム層と、接触ゴム層のベルト内面側に設けられたベルト背面部たる背面ゴム層と、を有する。接触ゴム層を形成するゴム組成物の背面ゴム層を形成するゴム組成物に対する、ベルト長さ方向における JIS K 6251 に準じて雰囲気温度25℃の下で測定される10%伸び時の引張応力の比が1.77以上である。</p>
出願 2011-124406[2011/06/02] 公開 2012-252145[2012/12/20] 登録 5712057 [2015/03/13]	大西 淳	<p>〈名称〉 導電性弾性体の製造方法、及び、電子写真装置用ローラー</p> <p>〈要約〉 熱硬化性ポリウレタンを用いながらも生産効率に優れた導電性弾性体の製造方法を提供し、ひいては製造容易な電子写真装置用ローラーを提供する。</p> <p>熱硬化性ポリウレタンに導電剤を分散させた分散液を作製し、該分散液を硬化させて導電性弾性体を作製する導電性弾性体の製造方法であって、前記導電剤として、pH7.5以上、DBP吸収量50ml/100g以下、揮発分1.1質量%以下のカーボンブラックと樹脂被覆カーボンブラックとを用いることを特徴とする導電性弾性体の製造方法など。</p>
出願 2011-209652[2011/09/26] 公開 登録 5792012 [2015/08/14]	星野真理子 谷口 仁	<p>〈名称〉 マーキングフィルム用積層体、及び、衣料用マーキングフィルム</p> <p>〈要約〉 伸縮復元性及び印刷性に優れ、溶剤系顔料インクを用いて印刷層を形成した際に、洗濯時及びドライクリーニング時に色落ちがないとともに、フィルムの剥がれや破損がなく風合いが劣化しないマーキングフィルムを提供することがきるため、衣料用マーキングフィルムに極めて好適なマーキングフィルム用積層体を提供する。</p> <p>塩化ビニル系樹脂組成物からなる基材と上記基材の片側に積層された接着剤層とを備えたマーキングフィルム用積層体であって、上記塩化ビニル系樹脂組成物は、平均重合度1000~1500のポリ塩化ビニル樹脂と、分子量1000~3000のポリエステル系可塑剤とを含み、上記ポリエステル系可塑剤の配合量は、上記ポリ塩化ビニル樹脂100重量部に対して、30~60重量部であり、溶剤系顔料インクを用いて印刷される衣料用マーキングフィルムに用いられることを特徴とする。</p>
出願 2011-220171[2011/10/04] 公開 2013-079684[2013/05/02] 登録 5779470 [2015/07/17]	梅田 栄	<p>〈名称〉 ベルト交換用治具</p> <p>〈要約〉 ベルトテンションの周囲の部品レイアウトに左右されずに、アーム部材に確実に装着でき且つアーム部材を確実に揺動可能なベルト交換用治具を提供する。</p> <p>アーム部材の先端側部分に装着される治具本体部と、治具本体部に着脱自在に取り付けられる操作レバーとを備える。そして、治具本体部に対する操作レバーのアイドルプリーの回転軸心回りの取付角度を調整可能にした。</p>

特許番号	発明者	発明の名称・要約
出願 2011-239366[2011/10/31] 公開 2013-096491[2013/05/20] 登録 5809930 [2015/09/18]	宮田 博文 國定 孝志	<p>〈名称〉ベルト組付装置</p> <p>〈要約〉ベルト組付装置を簡単な構造で操作性のよいものとする。</p> <p>正面視で従動側プーリの外径と概略同じ外径の円弧状外周面を有するベルト引っ掛け部の回転中心を組付用駆動モータの回転軸に連結し、嵌合部をベルト引っ掛け部と同心に結合する。この嵌合部を従動側プーリの内周面に嵌め込んで、回り止め機構により、この内周面に密着させて回転一体とする。</p>
出願 2012-035151[2012/02/21] 公開 2013-170225[2013/09/02] 登録 5721181 [2015/04/03]	鈴木 秀明	<p>〈名称〉塩化ビニル系樹脂フィルム、及び、塩化ビニル系樹脂フィルムの製造方法</p> <p>〈要約〉異物欠点がなく、外観に優れた塩化ビニル系樹脂フィルムを提供する。</p> <p>塩化ビニル系樹脂組成物がロール加工工程を経て製膜された塩化ビニル系樹脂フィルムであって、上記塩化ビニル系樹脂組成物は、少なくとも塩化ビニル系樹脂、及び、アニオン系界面活性剤からなる帯電防止剤を含有し、上記帯電防止剤の含有量が、上記塩化ビニル系樹脂100重量部に対して0.1～1重量部であることを特徴とする。</p>
出願 2011-169667[2011/08/02] 公開 2012- 52225[2012/03/15] 登録 5791146 [2015/08/14]	武居 正史 山田 充 渡辺 智文	<p>〈名称〉コロイド分散液</p> <p>〈要約〉無機粒子と、無機粒子の表面の少なくとも一部に付着している有機物（分散剤）と、分散媒と、を含むコロイド分散液において、分散媒の最適な組合せによって分散性に優れたコロイド分散液を提供する。</p> <p>無機粒子と、前記無機粒子の表面の少なくとも一部に付着しているアミン及びカルボン酸を含む有機物と、炭化水素及びアルコールを含み、前記炭化水素及び前記アルコールのうちの少なくとも一方が環状化合物である分散媒と、を含むこと、を特徴とするコロイド分散液。</p>
出願 2012-520331[2011/05/17] 公開 WO2011/158586 [2011/12/22] 登録 5695044 [2015/02/13]	山田 智之 橘 博之 中村 交成 野口 忠彦	<p>〈名称〉伝動ベルト</p> <p>〈要約〉環境に優しい伝動ベルトを提供する。</p> <p>架橋ゴムによって形成されている伝動ベルトであって、全質量の80%以上が石油外資源からなり、前記架橋ゴムのベースゴムが天然ゴムであることを特徴とする。</p>
出願 2012-269122[2012/12/10] 公開 2013-050216[2013/03/14] 登録 5669814 [2014/12/26]	中本 雄二	<p>〈名称〉伝動ベルト</p> <p>〈要約〉補強布に含有させる摩耗改質材が少量としつつ耐摩耗性を向上させる。</p> <p>伝動ベルトは、ベルト本体のプーリ接触面が補強布で被覆されている。補強布は、布本体のプーリ接触側表面に粒状の摩耗改質材を含む表面ゴム層が設けられていると共に、表面ゴム層に含まれる摩耗改質材の布本体の糸間への埋没を規制する埋没規制手段が構成されている。</p>
出願 2013-195883[2013/09/20] 公開 2013-253704[2013/12/19] 登録 5714677 [2015/03/20]	松川 浩和 尻池 寛之	<p>〈名称〉Vリブベルト</p> <p>〈要約〉被水時のスリップの発生ならびに異音の発生を抑制させ得るVリブベルトを提供する。</p> <p>ベルト長手方向に延在するリブが複数条形成されているリブ形成面を有し、該リブ形成面をプーリーに当接させて用いられるVリブベルトであって、ベルト駆動時にプーリーと当接しない非接触領域を形成して、被水時に前記非接触領域に水を流入させ得るように、前記リブ形成面には凹入箇所が設けられていることを特徴とする。</p>

特許番号	発明者	発明の名称・要約
出願 2013-269788[2013/12/26] 公開 2014-111990[2014/06/19] 登録 5627153 [2014/10/10]	草野 隆行	〈名称〉伝動ベルト及びその製造方法 〈要約〉平プーリに巻き掛けられた際にその平プーリに接触するゴムの凹凸面の摩耗を抑制する。 伝動ベルトは、平プーリに巻き掛けられた際に、その平プーリに接触するゴムの凹凸面を有する。その凹凸面は、織布又は編布の表面と同一の形態に形成されており、凸部の頂面が平坦面に形成されている。
出願 2014-084633[2014/04/16] 公開 2015-202480[2015/11/16] 登録 5707522 [2015/03/06]	岩崎 成彰 阿部 勇喜 堀内 三生	〈名称〉糊摺りロール 〈要約〉耐久性に優れ、使用時に膨張しにくく、かつ、保管時に変色しづらい糊摺りロールを提供する。 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及び架橋剤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であることを特徴とする。
出願 2014-544284[2014/02/13] 公開 WO2014/147948 [2014/09/25] 登録 5727683 [2015/04/10]	金 成振 川原 英昭 高橋 長	〈名称〉摩擦伝動ベルト 〈要約〉摩擦伝動ベルトにおいて、被水時等の異音を抑制する。 ゴム組成物により形成されたベルト本体がプーリに巻き掛けられて動力を伝達する摩擦伝達ベルトであって、ベルト本体における少なくともプーリ接触側の表面は、編布である補強布によって被覆されている。補強布は、表側を外に向けてプーリ接触側の表面を被覆している。
出願 2015-512951[2014/11/11] 公開 WO2015/193934 [2015/12/23] 登録 5750561 [2015/05/22]	小林 正吾	〈名称〉伝動ベルト及びそれを備えたベルト伝動装置 〈要約〉伝動ベルトは、ゴム製のベルト本体に心線が埋設されている。心線は、各々、繊度1000～1250dtexのバラ系アラミド繊維束を、撚り係数を1200～1350として一方向に下撚りした4本の下撚り糸を有し、それらの4本の下撚り糸を、撚り係数を900～1100として下撚りとは逆方向に上撚りした総繊度4000～5000dtexの諸撚り糸で構成されている。



## 環境にやさしい樹脂製ベルト 欧州委員会規則に適合した軽搬送用ベルト「サンライン®ベルト」の紹介

(担当：産業資材事業部)

欧州委員会規則(EU) No.10/2011 (別名「プラスチック施工規則」(PIM))\*に適合した軽搬送用ベルト「サンライン®ベルト」を開発し、平成27年11月初旬から販売を開始しています。

※ EUでは、製品の製造に使用できるモノマーおよび添加物を Annex Iの Union listに一覧列挙し、使用上の条件および制限を設けています。

Union listに掲載されている物質で、制限事項に適合する場合は、食品に接触するプラスチック素材および製品の製造に使用できること、また、第6条で Union listに含まれていない物質でも一定の条件のもとでは使用可能となるものが規定されています。

※ サンライン®ベルトは、食品や物流分野で幅広く使用されている樹脂製軽搬送用ベルトの当社ブランド名です。

### 1. 開発の背景・ねらい

欧州連合(EU)では、食品と接触する材料および製品によって、健康被害を引き起こさない、食品の味、見た目、臭い、舌触りなどを許容できないレベルまで変化させないことが規定されています。さらにプラスチック(樹脂)製品を対象とした規則として、「プラスチック施工規則」(PIM)が制定されています。

「プラスチック施工規則」(PIM)では、プラスチック(樹脂)製品の製造に使用して良い原材料や添加剤などがリスト化されており、食品の種類や使用環境によって、溶出試験方法や移行量制限が定められています。

このようななか、当社の軽搬送用ベルト「サンライン®ベルト」は、食品業界(食品搬送、食品機械向け)を中心に、幅広く使用されており、今後、さらなる需要拡大が期待される欧州連合(EU)に輸入される未包装食品の搬送や食品機械に使用される製品として、欧州委員会規則に適合した仕様を開発いたしました(図1)。



図1. 欧州委員会規則に適合したサンライン®ベルト

### 2. 製品の特長

1) 欧州委員会規則(EU) No.10/2011 (別名「プラスチック施工規則」(PIM))に適合しています。

2) 色調は、青色と白色の2種類をラインアップしています。

※ 今後、ベルト表面の滑り性や剥離性などの機能を付与した仕様を順次開発していく予定です。

### 3. まとめ

今後、さらなる需要拡大が見込まれるEUに輸出される未包装食品の搬送や食品機械に使用される製品として、これら規則に対応したラインアップに追加し、食品関連の軽搬送用ベルトのさらなる拡販を目指してまいります。

## 高負荷対応の歯付ベルト「Ceptor®-X (セプターテン)」の紹介

(担当：産業資材事業部)

様々な産業機械（医療機器・ロボット・射出成型機・プレス機械・印刷機械・運搬搬送機器等）の同期伝動に最適なシンクロベルト®「Ceptor®シリーズ」の最上級グレードとして、高トルク伝動を実現した高負荷対応の歯付ベルト「Ceptor®-X (セプターテン)」を開発し、平成27年11月1日から販売を開始しています。

※ シンクロベルト®は、歯車・チェーン・ベルト等の特長を結合した同期伝動に適した歯付ベルトの当社ブランド名です。

### 1. 開発の背景・ねらい

近年、産業機械の高出力化・高性能化の要求に伴い、高トルク、低速回転、位置精度の使用条件に適用した歯付ベルトに対するニーズが高まっています。このようななか、当社は長年蓄積してきたベルト伝動に関する技術を活用し、高剛性、高弾性の構成部材により、高トルク伝動を実現した高負荷対応の歯付ベルト「Ceptor®-X (セプターテン)」を開発しました。中型の「S8Mタイプ」、大型の「S14Mタイプ」を市場に投入し、お客様がさらに幅広い使用条件で、ご採用いただけるようにいたしました（図1）

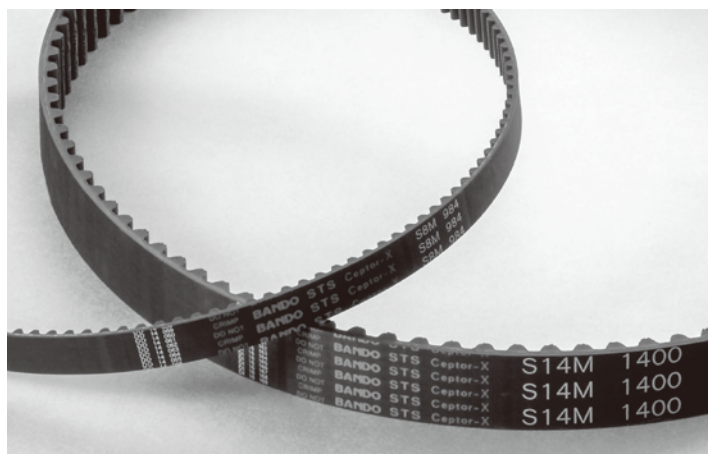


図1. Ceptor-X S8Mタイプ、S14Mタイプ

### 2. 製品の特長

- ①高剛性、高弾性の構成部材を使用することで、高トルク伝動を実現。（伝動容量:約35%向上）
- ②伝動容量UPにより、狭いベルト幅で使用できるため、低騒音化を実現。（騒音:約12%低減）
- ③従来品に比べ、狭いベルト幅や小プーリ径で使用できるため、コンパクトな設計が可能。
- ④歯部の変形が少ないため、急停止・急加速時や負荷変動による歯飛びを防止するとともに、高い位置決め精度を実現。
- ⑤S8Mタイプ、S14Mタイプの標準プーリが使用でき、汎用性が高い（図2、図3）

ベルト呼び長さ	ピッチ周長さ (mm)	歯数
Ceptor-X S8M 480	480.00	60
Ceptor-X S8M 496	496.00	62
Ceptor-X S8M 512	512.00	64
Ceptor-X S8M 520	520.00	65
Ceptor-X S8M 528	528.00	66
Ceptor-X S8M 560	560.00	70
Ceptor-X S8M 584	584.00	73
Ceptor-X S8M 600	600.00	75
Ceptor-X S8M 632	632.00	79
Ceptor-X S8M 640	640.00	80
Ceptor-X S8M 656	656.00	82
Ceptor-X S8M 672	672.00	84
Ceptor-X S8M 680	680.00	85
Ceptor-X S8M 712	712.00	89
Ceptor-X S8M 720	720.00	90
Ceptor-X S8M 728	728.00	91
Ceptor-X S8M 760	760.00	95
Ceptor-X S8M 800	800.00	100
Ceptor-X S8M 824	824.00	103
Ceptor-X S8M 840	840.00	105
Ceptor-X S8M 848	848.00	106
Ceptor-X S8M 880	880.00	110
Ceptor-X S8M 888	888.00	111
Ceptor-X S8M 896	896.00	112
Ceptor-X S8M 920	920.00	115
Ceptor-X S8M 944	944.00	118
Ceptor-X S8M 960	960.00	120
Ceptor-X S8M 976	976.00	122
Ceptor-X S8M 984	984.00	123
Ceptor-X S8M1000	1000.00	125

ベルト呼び長さ	ピッチ周長さ (mm)	歯数
Ceptor-X S8M1032	1032.00	129
Ceptor-X S8M1040	1040.00	130
Ceptor-X S8M1056	1056.00	132
Ceptor-X S8M1096	1096.00	137
Ceptor-X S8M1120	1120.00	140
Ceptor-X S8M1136	1136.00	142
Ceptor-X S8M1152	1152.00	144
Ceptor-X S8M1160	1160.00	145
Ceptor-X S8M1184	1184.00	148
Ceptor-X S8M1192	1192.00	149
Ceptor-X S8M1200	1200.00	150
Ceptor-X S8M1216	1216.00	152
Ceptor-X S8M1224	1224.00	153
Ceptor-X S8M1240	1240.00	155
Ceptor-X S8M1248	1248.00	156
Ceptor-X S8M1272	1272.00	159
Ceptor-X S8M1280	1280.00	160
Ceptor-X S8M1296	1296.00	162
Ceptor-X S8M1312	1312.00	164
Ceptor-X S8M1344	1344.00	168
Ceptor-X S8M1352	1352.00	169
Ceptor-X S8M1384	1384.00	173
Ceptor-X S8M1392	1392.00	174
Ceptor-X S8M1400	1400.00	175
Ceptor-X S8M1424	1424.00	178
Ceptor-X S8M1440	1440.00	180
Ceptor-X S8M1480	1480.00	185
Ceptor-X S8M1520	1520.00	190
Ceptor-X S8M1552	1552.00	194
Ceptor-X S8M1600	1600.00	200

ベルト呼び長さ	ピッチ周長さ (mm)	歯数
Ceptor-X S8M1648	1648.00	206
Ceptor-X S8M1680	1680.00	210
Ceptor-X S8M1728	1728.00	216
Ceptor-X S8M1760	1760.00	220
Ceptor-X S8M1776	1776.00	222
Ceptor-X S8M1800	1800.00	225
Ceptor-X S8M1808	1808.00	226
Ceptor-X S8M1856	1856.00	232
Ceptor-X S8M1880	1880.00	235
Ceptor-X S8M1952	1952.00	244
Ceptor-X S8M2000	2000.00	250
Ceptor-X S8M2040	2040.00	255
Ceptor-X S8M2120	2120.00	265
Ceptor-X S8M2160	2160.00	270
Ceptor-X S8M2240	2240.00	280
Ceptor-X S8M2304	2304.00	288
Ceptor-X S8M2400	2400.00	300
Ceptor-X S8M2496	2496.00	312
Ceptor-X S8M2560	2560.00	320
Ceptor-X S8M2600	2600.00	325
Ceptor-X S8M2800	2800.00	350
Ceptor-X S8M2880	2880.00	360
Ceptor-X S8M2944	2944.00	368
Ceptor-X S8M3200	3200.00	400
Ceptor-X S8M3600	3600.00	450
Ceptor-X S8M3720	3720.00	465
Ceptor-X S8M3904	3904.00	488
Ceptor-X S8M4400	4400.00	550

図2. Ceptor-X S8Mタイプ ベルト長さ

ベルト呼び長さ	ピッチ周長さ (mm)	歯数
Ceptor-X S14M1008	1008.00	72
Ceptor-X S14M1120	1120.00	80
Ceptor-X S14M1190	1190.00	85
Ceptor-X S14M1246	1246.00	89
Ceptor-X S14M1400	1400.00	100
Ceptor-X S14M1540	1540.00	110
Ceptor-X S14M1610	1610.00	115
Ceptor-X S14M1652	1652.00	118
Ceptor-X S14M1778	1778.00	127
Ceptor-X S14M1806	1806.00	129
Ceptor-X S14M1890	1890.00	135

ベルト呼び長さ	ピッチ周長さ (mm)	歯数
Ceptor-X S14M1904	1904.00	136
Ceptor-X S14M1960	1960.00	140
Ceptor-X S14M2002	2002.00	143
Ceptor-X S14M2100	2100.00	150
Ceptor-X S14M2240	2240.00	160
Ceptor-X S14M2310	2310.00	165
Ceptor-X S14M2380	2380.00	170
Ceptor-X S14M2450	2450.00	175
Ceptor-X S14M2506	2506.00	179
Ceptor-X S14M2590	2590.00	185
Ceptor-X S14M2660	2660.00	190

ベルト呼び長さ	ピッチ周長さ (mm)	歯数
Ceptor-X S14M2800	2800.00	200
Ceptor-X S14M3150	3150.00	225
Ceptor-X S14M3248	3248.00	232
Ceptor-X S14M3500	3500.00	250
Ceptor-X S14M3556	3556.00	254
Ceptor-X S14M3850	3850.00	275
Ceptor-X S14M4004	4004.00	286
Ceptor-X S14M4060	4060.00	290
Ceptor-X S14M4326	4326.00	309
Ceptor-X S14M4508	4508.00	322
Ceptor-X S14M5012	5012.00	358

図3. Ceptor-X S14Mタイプ ベルト長さ

### 3. まとめ

これらの高トルク伝動を実現した高負荷対応の歯付ベルトを品揃えすることによって、国内外における需要を喚起につながり、さらなる販売拡大が期待される。

## 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)」の紹介

(担当：産業資材事業部)

当社は、工作機械における摺動部のシール材として最適なシールブレード「バンドーワイパーエッジ®EX」を開発し、平成28年2月1日から販売を開始いたしました。

### 1. 開発の背景・ねらい

近年、工作機械のハイスピード化・高性能化に加え、それに使用するクーラント（潤滑剤）の多様化に伴い、摺動部に使用されるシールブレードへのニーズが高まっています。新製品「バンドーワイパーエッジ®EX」は、当社が長年蓄積してきたOA機器用ポリウレタン製クリーニングブレードに関する技術を活用し、シール部に特殊ポリウレタンを用いることにより、耐クーラント・膨潤性、耐高速摺動性、耐摩耗性に優れたシールブレードです。従来はシール部にNBR・H-NBR等のゴムを使用し、鋼板と金型を用いて一体加硫成形するものが主流ですが、当製品はシール材を鋼板と接着するため、お客さまが機械を設計する際の自由度が高く、用途や使用部位に応じ、様々な形状の製品を提供することができます（図1）。

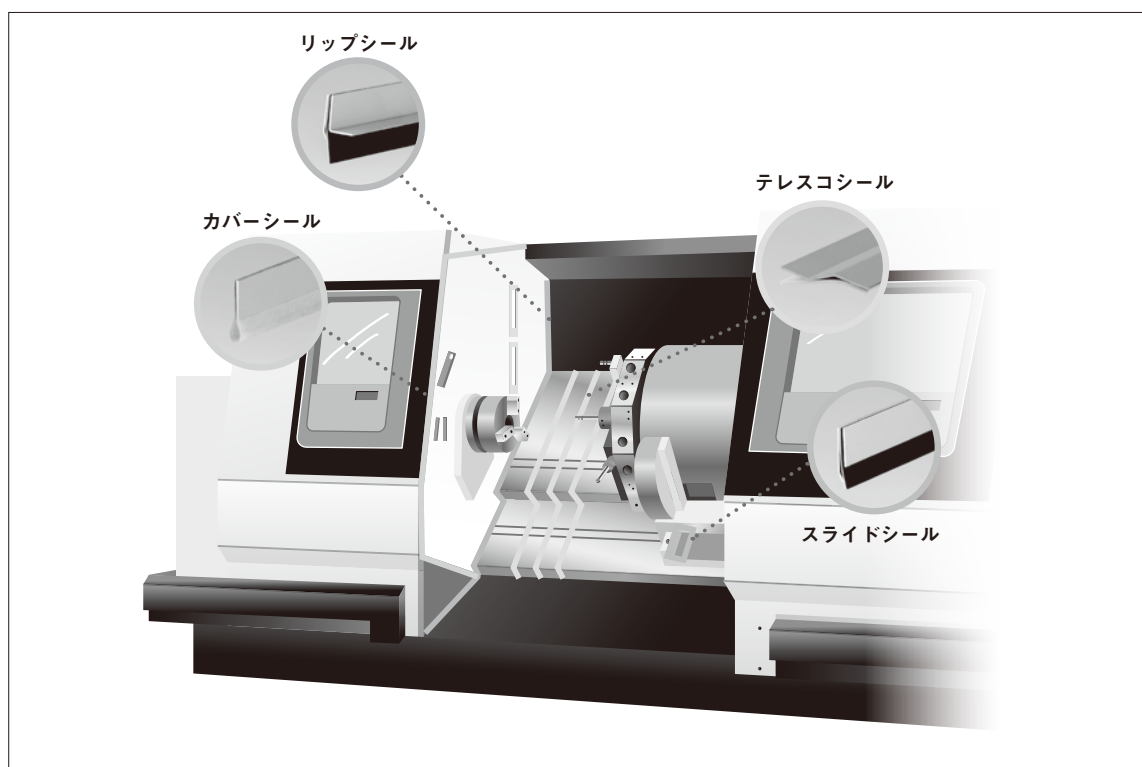


図1. 様々な形状が制作可能な「バンドーワイパーエッジ®EX」

## 2. 製品の特長

### 1. 耐クーラント・膨潤性

特殊ポリウレタンを使用しており、従来のNBR、耐クーラント仕様とされるH-NBRと比較して膨潤しにくいいため、様々なクーラントにも安定した品質を維持できます。

### 2. 耐高速摺動性

摺動面に摩擦抵抗の低い材料を一体として含有させることで、摺動面の摩擦抵抗を大きく減少させることができます。これにより、工作機械のハイスピード化にも安定した品質を維持できます。

### 3. 耐摩耗性

ポリウレタンの持つ優れた耐摩耗性を備えていますので、従来のゴム製シールブレードと比較して寿命は大きくアップします。

### 4. 設計の自由度

シール材を鋼板と接着するため、使用するシール部材・鋼板設計の自由度が高く、お客様の幅広い使用条件に対応できます。

## 3. まとめ

従来のゴム製シールブレードに加え、ポリウレタン製シールブレードを品揃えすることで、より多くのお客様に幅広い使用条件でお使いいただけるため、バンドーワイパーエッジ®のさらなる販売拡大を目指してまいります。



4月

- 連結子会社であるビー・エル・オートテック株式会社が新世代重可搬クイックチェンジQUICK-CANGE GIGA を販売開始
- 「第6回 高機能フィルム展」に出展(東京ビッグサイト)



- 東京支店を移転
- 当社ホームページを全面リニューアル

7月

- 全く新しい伸縮性ひずみセンサ C-STRETCH®(シーストレッチ)を開発



- 南海工場「無災害記録370万時間」を達成

9月

- 業界初！荷崩れを防ぎ、輸送の信頼性を高める輸送貨物の固縛ベルト用張力計を開発

11月

- 「メッセナゴヤ2015」に出展(ポートメッセなごや)
- 「第4回鉄道技術展」に出展(幕張メッセ)

12月

- 海外連結子会社(マレーシア)の解散および清算ならびに自動車用ワイパーブレードラバー生産業務集約について

2015

4

5

7

8

9

10

11

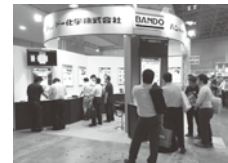
12

5月

- クールビズを実施



- ベルト製品の生産ライン刷新に着手
- 「M-Tech2015」に出展(東京ビッグサイト)



8月

- サイン&ディスプレイショウ2015」に出展(東京ビッグサイト)
- 「CSR報告書2015」を発行



10月

- 「JAPAN PACK 2015(2015 国際包装機械展)」に出展(東京ビッグサイト)
- 「M-Tech KANSAI 2015」に出展(インテックス大阪)
- 高負荷対応の歯付ベルト「Ceptor®-X (セプターテン) S8Mタイプ、S14Mタイプ」を開発
- 環境にやさしい樹脂製ベルト 欧州委員会規則に適合した軽搬送用ベルト「サンライン®ベルト」を開発
- メキシコにて新会社の事業開始



2015.4

連結子会社であるピー・エル・オートテック株式会社が新世代重可搬クイックチェンジ QUICK-CANGE GIGA を販売開始

QUICK-CANGE GIGAは、従来品に比べ約2倍となる国内最大級の700kgを可搬でき、350kg、400kg、500kg、700kgなどの重可搬ロボット用のロボットハンドや治工器具を自動交換するツールチェンジャとして、使用することができます。新たなラインアップを追加することによって、ロボット関連製品のさらなる販売拡大に取り組んでまいります。



2015.4 当社ホームページを全面リニューアル

今回のリニューアルでは、皆様がより見やすく、より快適にご利用できるホームページを目指し、デザイン・構成を一新いたしました。当ホームページを通して、当社の様々な活動を、ステークホルダーの皆様にお届けしてまいります。また、サイト開設後もさらに利用しやすいサイトに改善を重ねていきますので、引き続きよろしくお願ひ申し上げます。



2015.5 ベルト製品の生産ライン刷新に着手

ベルト製品の高品質化に向けて、国内2工場の生産ライン刷新に着手しました。加古川工場（兵庫県加古川市）では、海外を中心に需要が拡大しているコンベヤベルトの生産ラインを総額20億円かけて刷新いたします。また、OA機器などに組み込まれるポリウレタン製の精密ベルトなどを生産する足利工場（栃木県足利市）では、高精度化に対応した生産ラインを2億円かけて導入いたします。



加古川工場

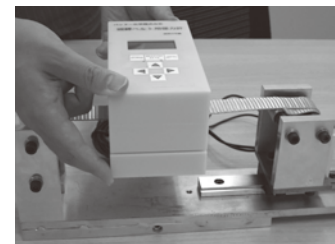


足利工場

2015.9 業界初!荷崩れを防ぎ、輸送の信頼性を高める「輸送貨物の固縛ベルト用張力計」を開発

当社は、長年の事業活動で培った伝動ベルトの張力を適正に管理・測定する技術を活用し、大手物流会社の山九株式会社（本社：東京都中央区）と共同で、業界初となる輸送貨物の「固縛ベルト用張力計」を開発いたしました（特許出願済：特願 2015-27693）。今回開発した張力計の導入により、高い精度で固縛用ベルトの張力を数値管理でき、輸送貨物の荷崩れの原因の一つである張力不足を防ぎ、輸送の信頼性が向上いたします。

今後、山九株式会社の物流拠点で、評価、検討を重ね、2016年10月から販売開始を目指してまいります。



## 国内事業所

### 本社事業所

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

### 東京支店

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

### 名古屋オフィス

名古屋市中村区名駅3丁目25番3号(大橋ビルディング) 〒450-0002  
TEL (052) 582-3251 FAX (052) 586-4681

### 大阪オフィス

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) 〒532-0011  
TEL (06) 7175-7420 FAX (06) 4805-1118

### 南海工場

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

### 和歌山工場

和歌山県紀の川市桃山町最上1242番地5 〒649-6111  
TEL (0736) 66-0999 FAX (0736) 66-2152

### 加古川工場

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

### 足利工場

栃木県足利市荒金町188番6号 〒326-0832  
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

バンドー福島販売株式会社 福島県いわき市平字愛谷町4丁目6番地13 〒970-8026  
TEL (0246) 22-2696 FAX (0246) 21-3767  
東日本バンドー株式会社 東京都中央区築地2丁目3番4号(築地第一長岡ビル) 〒104-0045  
TEL (03) 3544-8111 FAX (03) 3544-8118  
バン工業用品株式会社 東京都中央区東日本橋2丁目27番1号 〒103-0004  
TEL (03) 3861-7411 FAX (03) 3866-4792  
浩洋産業株式会社 東京都台東区柳橋2丁目19番6号(秀和柳橋ビル) 〒111-0052  
TEL (03) 3865-3644 FAX (03) 3865-3603  
北陸バンドー株式会社 富山県富山市問屋町3丁目2番19号 〒930-0834  
TEL (076) 451-2525 FAX (076) 451-8148  
西日本バンドー株式会社 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) 〒532-0011  
TEL (06) 4806-3058 FAX (06) 4806-2205  
バンドーエラストマー株式会社 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) 〒652-0883  
TEL (078) 652-5650 FAX (078) 652-5670

### ■製造関係会社

福井ベルト工業株式会社 福井県福井市下江守町23字山花1番地7 〒918-8037  
TEL (0776) 36-3100 FAX (0776) 36-4038  
ピー・エル・オートテック株式会社 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) 〒652-0883  
TEL (078) 682-2611 FAX (078) 682-2614  
バンドー・ショルツ株式会社 兵庫県加古川市平岡町土山字コモ池の内648番地 〒675-0104  
TEL (078) 943-3933 FAX (078) 943-4640

### ■その他サービス関係会社

バンドートレーディング株式会社 神戸市中央区港島南町4丁目6番6号 〒650-0047  
TEL (078) 304-2251 FAX (078) 304-2254  
バンドー興産株式会社 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) 〒652-0883  
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 42102, 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

### 欧州地域

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

Gebze Organize Sanayi Boigesi Sekerpinar Mahallesi Ihasan 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.

730-4, Songgok-Dong, Danwon-ku, Ansan City, Kyongki-Do, REPUBLIC OF KOREA  
(4BA-705 Shihwa Indus. Zone, Mechatronics Complex)  
TEL 82-31-432-9800 FAX 82-31-432-8198

#### Bando Korea Co., Ltd.

626-220, 869-1, Eogok-Dong, Yang San City, Gyung Sang Nam-Do, REPUBLIC OF KOREA  
TEL 82-55-371-9200 FAX 82-55-388-0087

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

37 HaiTong Avenue, TEDA, Tianjin, 300457, CHINA  
TEL 86-22-6623-7077 FAX 86-22-6623-7036

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

Rm. B, First Floor, Block 56, No.199, Ruying North Road, Wai Gao Qiao  
Free Trade Zone, Pudong District, Shanghai, CHINA 200131  
TEL 86-21-5046-0161 FAX 86-21-5046-0649

#### 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) Co., Ltd.

Rm202, H.Bldg. Hongqiao Economic Zone No.787 Xiehe  
Road, Changning District, Shanghai, China  
TEL 86-21-62181166 FAX 86-21-5237-5172

#### 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 No.5B, 15/F., Tower 6, China Hong Kong City,  
33 Canton 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 Dasmarinas Street, Binondo,  
Manila 1006, PHILIPPINES  
TEL 63-2-241-0794 FAX 63-2-241-3279

#### Bando Manufacturing (Vietnam) Ltd.

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

#### Bando Manufacturing (Thailand) Ltd.

47/7 Moo 4, Soi Watbangpla, Tambol Bankao, Amphur Muang, Samutsakom,  
74000, THAILAND  
TEL 66-3446-8422 FAX 66-3446-8415

#### Pengeluaran Getah Bando (Malaysia) Sdn. Bhd.

No.2, Jalan Sengkang, Batu 22, Kulai 81000, Kulaijaya, Johor, MALAYSIA  
TEL 60-7-663-5021 FAX 60-7-663-5023

#### Kee Fatt Industries, Sdn. Bhd.

No.2, Jalan Sengkang, Batu 22, Kulai 81000, Kulaijaya, Johor, MALAYSIA  
TEL 60-7-663-9661 FAX 60-7-663-9664

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

3C Toh Guan Road East #05-01 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) Pvt. Ltd.

Plot No.255, Sector-7, Imt Manesar, Gurgaon-122050, Haryana INDIA  
TEL 91-124-4368951 FAX 91-124-4368954

2016年4月1日現在