

Feb. 2006

No. 10



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.10 2006 年 2 月

目 次

巻 頭 言

「バンドーテクニカルレポート」第 10 号刊行にあたって	1
取締役 常務執行役員 福田 實	

特 別 寄 稿

V ベルト式 CVT の伝動効率について	2
同志社大学教授 藤井 透	

研 究 論 文

乾式 CVT ベルトの推力－張力変換率に影響する要因解析	13
城戸 隆一／高橋 光彦	
電子写真用高機能ブレード	19
岩崎 成彰／三木 隆司	
熱転写印刷が可能なラバーマーキングシートの開発	24
谷口 仁	
斜め織りを使用した高性能ベルトの開発	31
中本 雄二	

特 許 ・ 実 用 新 案 登 録 一 覧 (2004 年 10 月～2005 年 9 月).....	39
---	----

新製品紹介

バンドーエコキャリーのご紹介	46
国内外の主要規格に適合した	
難燃性ゴム長尺フロア材「バンドー バンライト FR」の紹介	50

TOPICS (2005.1～2005.11)	52
-------------------------------	----

BANDO TECHNICAL REPORT
No.10 (February, 2006)

CONTENTS

FORWARD

On the 10th Issue of the Bando Technical Report..... 1

Minoru FUKUDA

Director & Senior Executive Officer

Engineering, R&D and Production Engineering

SPECIAL ISSUE

Power Transmitting Efficiency of CVT Using Advanced V-belts..... 2

Toru FUJII

Professor of Doshisha University

REPORTS

A Study of Factors Affecting Conversion Ratio from
Thrust to Tension in Dry Hybrid Belt for CVT 13

Ryuichi KIDO/Mitsuhiko TAKAHASHI

Highly Functional Blade for Electrophotography..... 19

Nariaki IWASAKI/Takashi MIKI

Development of a Printable Rubber Marking Sheets for a Thermal Transfer Printer..... 24

Jin TANIGUCHI

Development of High Performance V-belt Using Diagonal Weave Fabric..... 31

Yuji NAKAMOTO

PATENTS 39

NEW PRODUCTS..... 46

TOPICS (2005.1~2005.11) 52



巻 頭 言

「バンドーテクニカルレポート」第10号刊行にあたって

取締役 常務執行役員 福 田 實

今年、当社は創業100周年を迎えます。一言で100年と言ってもその重みを表現することは簡単ではありません。私が入社して38年目ですから私以前の2世代の方々から駆伝の“たすき”を受けて第4世代へ引き継ごうとしているところです。創業以来、“技術のバンドー”を標榜し、ひたすら顧客ニーズに沿った技術開発、製品開発をしてまいりました。この間、作れば売れる時代から、高機能性・高信頼性・親社会性(“親社会性”とは環境および社会、使う人にやさしいという意味です)へと技術は移りました。しかしその一方、目新しさと手軽さをひたすら求め、やぶにらみをすれば、有っても無くてもいいような泡沫的技術、製品も垣間見られ、本当の価値選別の時代に入っています。

当社はゴム、ウレタン、プラスチック技術で、生活を豊かにする生産財を開発し、世に問うて来ました。技術は更にピュアーに、そしてミクロからナノへ、そしてこれからもずっと、質の高い価値創造を求めてまいります。

今回は5件の論文をお届けします。同志社大学工学部機械システム工学科教授、藤井 透先生に特別寄稿していただいた「Vベルト式CVTの伝動効率について」をはじめ、いずれも当社独自の技術であり、世に参考文献のあまり無い分野です。ご高覧の上、ご意見等いただけますれば幸甚に存じます。

Forward

On the 10th Issue of the Bando Technical Report

This year, Bando Chemical Industries, Ltd., is commemorating the 100th year anniversary of its foundation. To some, 100 years may simply be defined in terms of time; however, as I enter my 38th year since joining the company, I recognize the significance of receiving the baton from the two generations before me and am currently in the process of handing the baton on to the 4th generation of successors.

Since the company's inauguration, Bando has always placed emphasis on its "technology" devoting itself to meeting the needs of its customers whilst improving technological and production development.

Through the years, we have moved from an era whereby the concept of "the more you make, the more you sell" has been replaced with the concernment for "highly functional, trustworthy and socially adapt (environmentally-friendly) technology".

It appears that the existence of simple and convenient novelty products as well as bubble technology has increased in the market. Bando Chemical Industries, Ltd., has continued to manufacture products to enrich lifestyles with the use of its rubber, urethane and plastics technology. We will aim to develop more purified technology, from micro to nano and beyond.

In this current edition we present 5 reports including a special report titled "Power Transmitting Efficiency of CVT Using Advanced V-belts" which has been contributed by Professor Toru Fujii of the Mechanical Engineering and Systems Department of Doshisha University. The report details Bando's core technology and we would appreciate your taking a glance at the BTR for the benefit of your research and production development. If you have any comments or advice we would be pleased to receive them.

Minoru Fukuda
Director & Senior Executive Officer
Engineering, R&D and Production Engineering

V ベルト式 CVT の伝動効率について

Power Transmitting Efficiency of CVT Using advanced V-belts

藤井 透^{*1}

Toru FUJII

This paper primarily presents the net power transmitting efficiency of CVT using a dry hybrid V-belt at quasi-static state. Tilting of the movable pulley flange causes an additional movement of the V-belt in the pulley groove. Tilting of the flange also changes the contacting condition of the block with respect to the pulley flange remarkably. Consequently, the transmitting efficiency appreciably decreases due to frictional loss and sliding slip. If the lower arms of the block mainly sustain the pulley thrust, the maximum transmittable torque decreases while it does not decrease in the case that the upper arms mainly sustain the pulley thrust. The power transmitting efficiency is also affected by the operating temperature for the dry hybrid belt system since the thermal expansion of the tension member rubber bends both upper and lower arms, causing the lower arm contact to the pulley flange. The power loss for CVT using a metal V-belt is also reviewed based on the recent study. The similar mechanisms for power loss to dry hybrid V-belt CVT are found, namely the pulley flange deformation causes the appreciable belt penetration into the pulley groove, and a great power is lost due to belt movement into the pulley groove. For a metal V-belt CVT, belt weight is also a key for the power loss at high belt velocity.

1. は じ め に

2005 年夏にアメリカを襲ったハリケーン「カトリナ」は、観測史上まれに見る勢力を有し、ニューオリンズはじめアメリカ南部に多くの被害をもたらした。その記憶は今でも新しい。カトリナ以後も史上最大規模のハリケーンの発生が続いた。これら巨大ハリケーンの発生に地球温暖化の影響が指摘されている。地球温暖化防止の切り札として世界的な取り組みが始まった。気候変動枠組条約では炭酸ガス（CO₂）を含む温室効果ガスの大幅削減が定められた。2005 年 2 月、ロシアの条約批准により、温室効果ガスの削

減目標と手順を定めた京都議定書（COP3：1997 年）が発効した。日本は 1990 年レベルに対して 6% の削減を公約している。しかし、新聞報道によると、温室効果ガスの主たるガスである CO₂ は減少するどころか増え続けているという。加えて、中国やその他の発展途上国でのエネルギー使用の急増により、原油価格の高騰、上昇傾向は当分続きそうである。そこで、交通機関、特に自動車での燃料消費の削減は喫緊の課題である（図 1）。

直噴化・リーンバーン化、可変バルブの採用、内部摩擦の低減などにより最近のガソリンエンジンの燃費（熱効率）は極めて高くなった。しかし、常に最高の燃費が得られているわけではない。内燃エンジンの宿

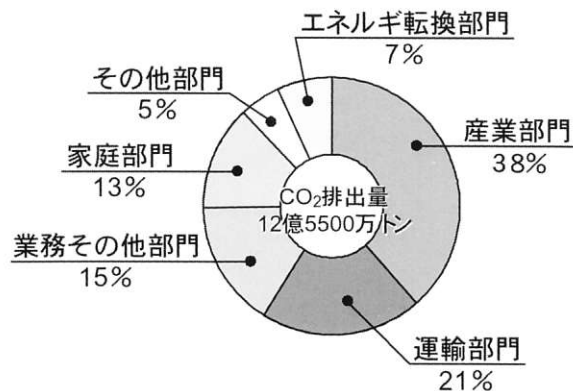


図 1 CO₂ 排出割合 (2003 年度：NEDO HP より)

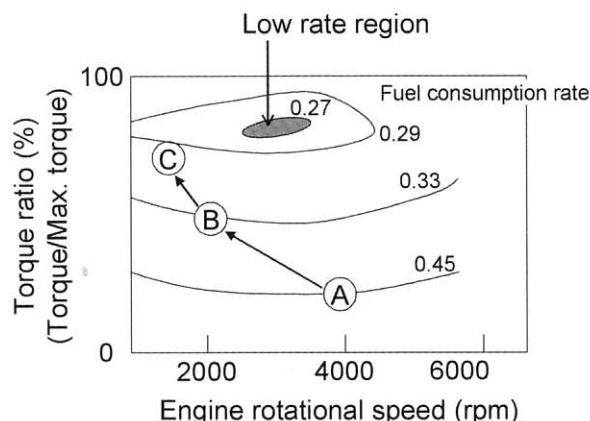


図 2 エンジンの性能曲線

^{*1} 同志社大学教授

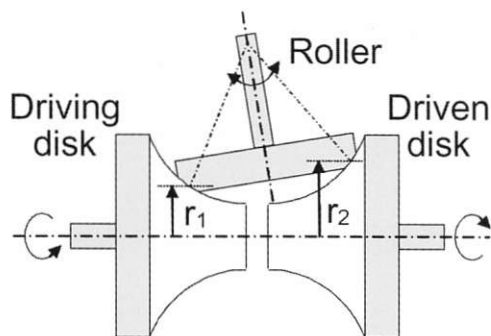


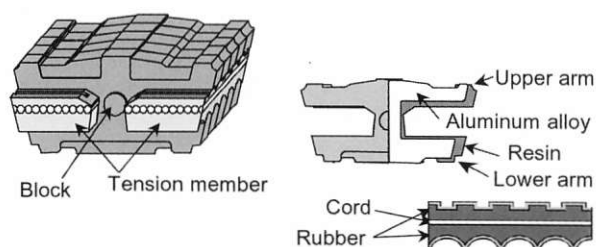
図3 トラクションドライブ式 CVT

命であるが、最高の燃費が得られる条件は限られている。すなわち回転数と負荷により、燃費は大きく変動する（図2）。変速機系を含め、いずれの負荷条件（車速）においても最高の燃費を得ようとすれば、エンジンの回転数をそれぞれの条件に応じて一定に保つ必要がある。図2の燃費特性曲線の例では、エンジン回転数を2000rpmとすることにより燃費を向上できる（A→B）。さらに、同じ車速でもエンジンを1500rpmに設定できれば、燃費は一層良くなる。しかし、有段の変速機では、車速に応じてエンジン回転数を変化させねばならず、全効率の最大化が得られる最適な回転数でエンジンを運転させることができない。そこでCVT（Continuously Variable Transmissions：無段変速機）の登場である。すなわち、CVTでは変速比を無段階に変化させることができるため、車速によらずエンジンの回転数をそのときの負荷に応じ、最適な値にきめ細かく設定できる。これにより、エンジンを含む

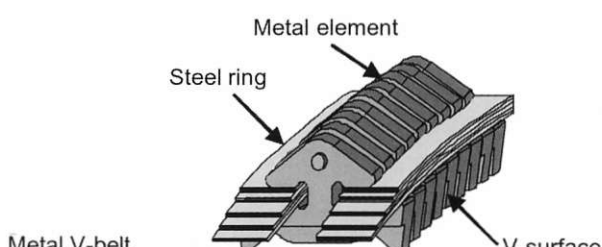
パワートレイン全体の効率を常に最大に引き出すことができる。また、CVTの変速比はコンピュータとアクチュエータにより制御されることから、AT（Automatic Transmissions）搭載車と同様なイージー・ドライブを楽しむことができる。

CVTの形式は数多い。ベルト式、トラクションドライブ式（図3）、油圧ポンプ・モータ式などが実用化されている。この中、油圧ポンプ・モータ式は建設機械、戦車、オフロードバイクなどに使われている。ベルト式とトラクションドライブ式CVTはいずれも摩擦力が動力伝達の基礎となっているが、両者の伝動メカニズムは全く異なる。トラクションドライブ式にも多数の形式があるが、乗用車用にはトロイダル式が唯一実用化されている。ベルト式にも種々の形式があるが、自動車用としては複合Vベルト（バンドー・アバンス）を用いた乾式CVTとVan Doorne社が開発した金属Vベルトを用いた湿式CVTがある（図4）。軽負荷のスクーター、スノーモービルなどにはゴムVベルトを用いた乾式CVTが主流である。いずれのVベルトを用いても、溝幅可変のプーリと組み合わせられ使用される。Vベルト式CVTでは、プーリの溝幅を油圧等により変化させ、プーリ中でのベルトのピッチ円径を変えることにより変速される。

その走りのスムーズさに加え、燃費改善効果の期待できるCVTではあるが、ユニットとしての伝動効率とコスト、サイズ&重量に主眼を置けば小・中型乗用車に用いられるCVTは主にVベルト式が主流となる。しかし、ATの多段化が進む中、CVTの伝動効率自体が悪ければ、エンジン回転数を最適化しても結果



(a) 複合Vベルトを用いた乾式 CVT



(b) 金属Vベルトを用いた CVT

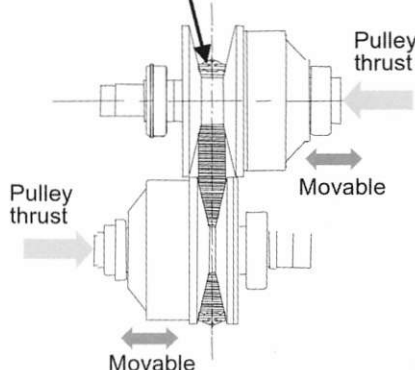


図4 Vベルト式 CVT

として燃費改善にはつながらない。

Vベルト式 CVT の（ユニットとしての）伝動効率を低下させる動力損失は三つに分けられる。すなわち、ベルト／プーリ系の動力損失、軸受け損失、そして油圧アクチュエータに関わるエネルギーロスである。この中、プーリ溝幅を可変する油圧アクチュエータに関わる動力損失は、①不要の油圧を立てない、②管内ロスを下げる、など種々の改善がなされつつある。軸受け損失にも改良の手が差し伸べられている。しかし、ベルト自体の動力損失については、これまで詳細に検討されることはなかった。そこで、本稿では複合 V ベルトを用いた乾式 CVT のベルト／プーリ系の（純粹の）動力損失を中心に、金属 V ベルトを用いた湿式 CVT の動力損失についても最近の知見を示す。

2. 乾式 CVT の動力損失

複合 V ベルトを用いた乾式 CVT は、金属ベルトを用いた湿式 CVT に比べ、ベルト／プーリ間の摩擦係数が高く、低いプーリ推力で動力伝達が可能である。プーリ推力を与えるための油圧ユニットを用いる必要がない。そのため、それらで発生する損失がなく、ユニットとしての伝動効率は良いと言われている¹⁾。乾式 CVT の伝動効率は 95% 以上にもなる²⁾。一般に、ベルト式 CVT の伝動効率は走行条件に大きく依存する³⁾。また、伝動効率はユニットとして測定される。乾式 CVT でも、測定される動力損失には軸受けなどでの損失も含まれる。著者の知る限り、ベルト／プーリ間の純粹な伝動効率が精度良く測定された報告はない。主たる動力損失がどこで発生するかなど不明な点も少なくない。

ベルト式 CVT では、その機構上、プーリボスと軸の摺動部に間隙があり、そのためプーリフランジが傾く⁴⁾。また、変速することにより二つのプーリ溝の中心もずれるミスアライメント（オフセット）が発生する⁵⁾。これらは、プーリ中でのベルト挙動に影響することは明らかで、伝動効率も少なからず影響されることは十分考えられる。乾式 CVT は潤滑による冷却がないため、運転中ベルト温度が上昇し、低温から 100℃ を超える温度範囲で使用される。ベルト素材には、金属のみならず樹脂及びゴムも使用されており、CVT には環境温度の違いによる摩擦係数や物性の変化が伴う。乾式 CVT を搭載した自動車の CVT の更なる最適制御のためには、種々の条件下における伝動効率の変化を把握することも必要である。

ベルトがプーリに対して滑ることにより伝動効率は減少する。しかし、複合 V ベルトの滑りに関して詳細に調べられた例はなく、伝動効率とその変化を詳細に把握するためには、ベルトの滑りを把握することも重要である。ここでは、ベルト／プーリ間のみの純粹

な伝動効率および滑りを測定し、CVT の変速機械要素及び雰囲気温度が伝動効率にどのように影響するかを示し、乾式 CVT の動力損失メカニズムについて述べる。

3. 試験機及び実験方法

3.1 複合 V ベルトの構造

複合 V ベルトは、耐熱・耐摩耗性樹脂とアルミ合金からなる横 H 形のブロック部と、それらをまとめる一對のゴムベルトからなる複合構造を有する（図 4 (a)）。プーリ推力はブロックにより支えられ、そのため、ゴム V ベルトに比べ、高いプーリ推力を与えることが可能である。本研究で用いられたベルトの V 角 $\beta = 26^\circ$ 、ピッチ部の幅 25mm、ベルト周長 612mm である。

3.2 CVT 準静的走行試験機

CVT 走行試験機の概略を図 5 に示す。試験装置は駆動・従動側プーリ、乾式複合 V ベルト、モータ及び負荷トルク、軸間力を一定に保つための錘より構成されている。軸間力はロードセルにより測定される。近接スイッチにより駆動側、従動側プーリ回転数 N_m 、

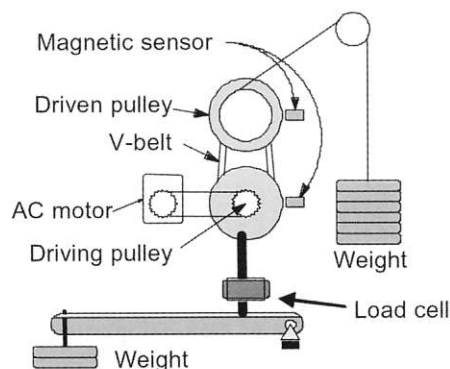


図 5 乾式 CVT 用準静的伝動試験機

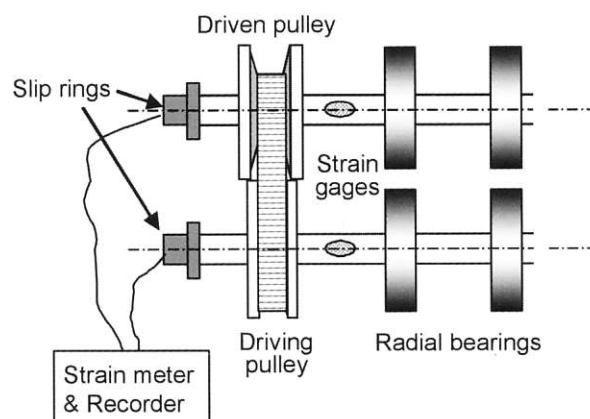


図 6 軸受け損失の影響を受けないトルク計

N_{out} を測定された。各軸に貼り付けられた 8 枚のひずみゲージにより駆動側、従動側トルク Tr_{in} 、 Tr_{out} は測定された。本試験機は測定部が片持ち梁となる。したがって、軸受け部の損失を含まないベルト／プーリ間のみの純粋な伝動トルクが測定可能である（図 6）。

3.3 試験条件

入力回転数 N_{in} は 1.8rpm（一定）とした^{†1}。速度比 i （＝従動側巻き付き半径 R_{DN} ／駆動側巻き付き半径 R_{DR} ）は 1.8、1.0、0.55 である。軸間力 F_s は 1000～2000 N と変化させた。ベルトがプーリに対して完全に滑るまで従動側プーリに錘によりトルク Tr_{out} を負荷した（0～100Nm）。

伝動効率 η 及び滑り率 s は次式より求める。ここで、 N_{out0} は無負荷時の従動側プーリの回転数である。

$$\eta = \frac{Tr_{out}N_{out}}{Tr_{in}N_{in}} \times 100 \quad (1)$$

$$s = \frac{N_{out0} - N_{out}}{N_{out}} \quad (2)$$

4. 複合 V ベルトを用いた乾式 CVT の伝動効率に及ぼす種々の要因

4.1 プーリフランジの傾斜

可動プーリでは一方のフランジが軸方向に滑らなければならないため、ボス／軸間にわずかな間隙がある。ベルトがプーリ溝に差し込まれたとき、可動側のフランジは傾く。このプーリフランジの傾きが伝動効率にどのように影響するかを明らかにするために、一体型の固定プーリと溝幅可変の可動プーリを用いて、トラクション係数 λ と伝動効率及び滑り率の関係を調べた。ここで、 λ は式（3）で与えられる無次元化された有効張力である。

$$\lambda = \frac{T_t - T_s}{T_t + T_s} = \frac{Tr_{out} \cos \alpha}{R_{DN} F_s} \quad (3)$$

試験は $F_s=1000N$ 、 $i=1.0$ の条件で行った。結果を図 7、8 にそれぞれ示す。

図 7 より、いずれのプーリでも λ の小さいところでは伝動効率は小さく、 λ の増加と共に急激に効率は増すことがわかる。 $\lambda=0.2\sim0.6$ （可動プーリ）／

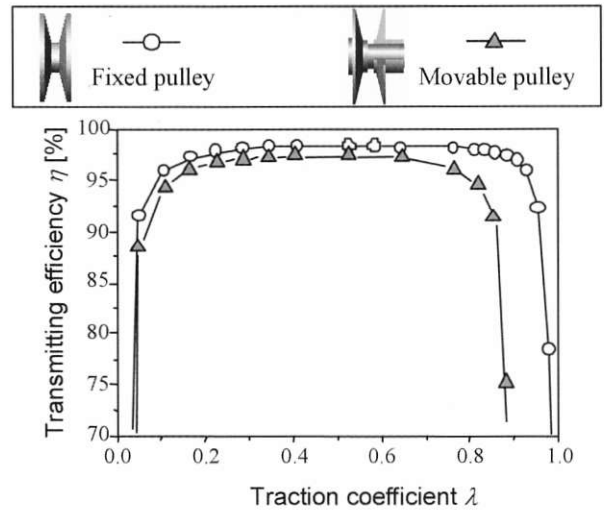


図 7 伝動効率とトラクション係数との関係（固定プーリと溝幅可変プーリの場合）

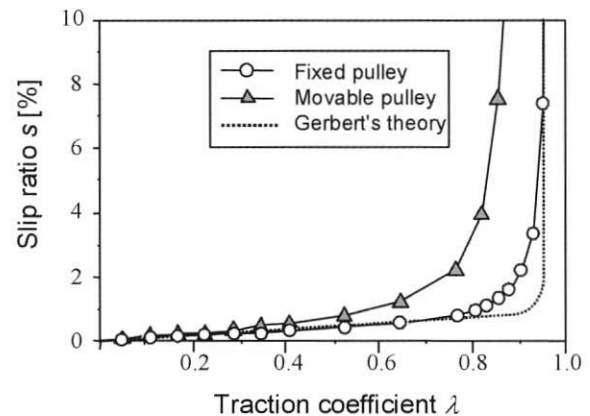


図 8 滑り率とトラクション係数との関係（固定プーリと溝幅可変プーリの場合）

0.8（固定プーリ）の間では効率は一定となり、また、最も高い。これ以上の λ では伝動効率は急激に低下し、やがて全滑りを生じて伝動不能となる。全体に、可動プーリを用いることにより伝動効率が減少することがわかる。最高効率も 1～2% ほど落ちる。また、可動プーリでは固定プーリのときよりも小さいトラクション係数で伝動不能となることがわかる。

図 8（ $\lambda-s$ ：滑り率関係）によれば、可動プーリでは $\lambda \approx 0.6$ 、固定プーリでは $\lambda \approx 0.8$ まで $\lambda-s$ 曲線はほぼ直線である（詳細に観察すれば、可動プーリの場合、 $\lambda-s$ 曲線の初期部分には折れ曲がりが見られる。 $\lambda \approx 0.25$ 辺りまでは固定プーリの場合とほぼ一致する）。直線部分の勾配は可動プーリの方が固定プーリの場合のそれよりも大きい。固定プーリの場合、低トラクション係数における滑り率は、張力帯の弾性変形に伴うプーリ接線方向の伸びと巻き付き角中の張力変化に伴うプーリ半径方向の変位（移動）を考

^{†1} 別途、2000～2500 回転で運転できる走行試験機（原理は同じ）によって試験を行なっているが、両者でほとんど差が無かったことから、準静的試験によっても効率は正確に評価できると考えられる。準静的走行試験機での試験の方が滑りやブロックの挙動が測定できるので、本報告では同試験機による結果を示した。

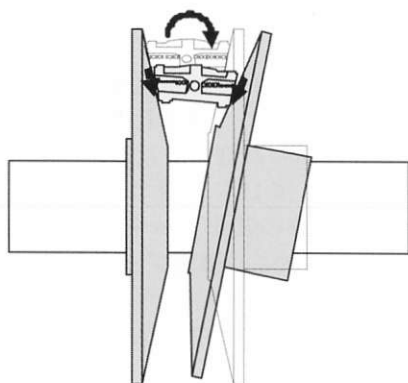


図9 可変溝幅プーリでのフランジの傾きとベルトの動きに及ぼす影響

慮した Gerbert の解析結果^{†2}とよく一致する^{†2}。トラクション係数、すなわち負荷トルクが同じ時、プーリ接線方向への張力帯の弾性変形は同じであるため、それによる滑りはどちらのプーリを用いても同じだと考えられる。しかし、可動プーリではブロックの横弾性変形だけでなく、フランジが傾くことによってもベルトは半径方向内側に剛体移動する。むしろ、剛性の高い複合 V ベルトではこれによるベルトのプーリ溝中への落ち込みは大きい。ベルトがプーリ溝に落ち込めば、ベルト巻き付き半径が減少し、巻き付き長さは短くなる。そのため、ベルトがプーリ溝中に落ち込めば、結果としてベルトは円周方向に滑ることになる。これにより可動プーリを用いると滑り率が増加したと考えられる。また、プーリフランジの傾斜によりプーリの溝幅は巻きつき角中央付近で図9のように増加する⁴⁾。プーリ溝幅の増加に伴い、半径方向内側への滑りが生じ、それによる損失も増加すると考えられる。この滑りによる損失が増加したため、可動プーリを用いた伝動効率は固定プーリを用いた場合よりも減少すると考えられる。また、このようなフランジの変形がブロック／プーリ間の局所的な滑りを増し、可動プーリでは結果としてトラクション係数 λ の小さい値で全滑りへと移行し、伝動不能となると考えられる。全滑り発生時の λ は、可動プーリでは固定プーリの15%以上も小さい。弾性滑り領域ではベルトの剛性が滑り特性を支配するが、全滑りはベルト／プーリ間の摩擦係数によって支配される。二つの伝動試験では同じベルトを用いているので、本来いずれのプーリでも全

^{†2} λ — s (滑り率) 関係が直線の領域は、平ベルトでは弾性滑り領域として知られている。その傾きはベルトの長手方向剛性によって決まる。V ベルトについても同様に、その傾きは概ねベルトの剛性によって定まるが、半径方向の沈み込みがあるため、必ずしも弾性滑りのみが支配しているわけではない。

滑りに達するときの λ は同じと想像される。しかし、両者に違いが見られたことから、フランジの傾きはベルト／プーリ間の見かけの摩擦係数を変化させる効果を持つ。乾式複合 V ベルトは複雑な構造を有する。ブロックの V 角と一致する固定プーリでは、上・下アームとゴム張力体に均等に垂直力が作用する。3者はプーリ表面に対して異なる摩擦係数を持っていると考えられるが、プーリ面に対するブロックの当たりが変われば、見かけの摩擦係数も変化することになる。図9のようにフランジが変形すれば、ブロックは主に下アームでプーリと接触する。摩擦係数の低い樹脂面との接触が増すと共に、接触面積も小さくなるので見かけの摩擦係数が減少したと考えられる。

4.2 ブロックの片当たり

「ブロックの荷重分担の変化は伝動効率および滑りにどのように影響するのか」を明らかにするため、上下アームを削ったブロックを用いて伝動試験を行った（二つとも固定プーリを使用）。図10に η — λ 関係を示す。小さいトラクション係数域では伝動効率に変化は見られず、いずれのブロックでも高い伝動効率を示す。しかし、高トラクション領域において下アーム接触の場合は早い時期に急激な効率の低下が生じる。前節でプーリフランジが傾くことによって伝動能力が減少したこと、言い換えれば低トラクション係数 λ で全滑りが生じたことからアームの下当たりが関係していることがわかる。しかし、それまでの伝動効率 η と λ の关系到アーム下当たりの影響は顕著ではない。特に、 s (滑り率) — λ 曲線において、アームの上、下当たりに関係なく、直線部分の傾きに違いは認められない（図11参照）。可動プーリを用いた場合、ブロックアームの下当たりはプーリ溝の全接触域で起

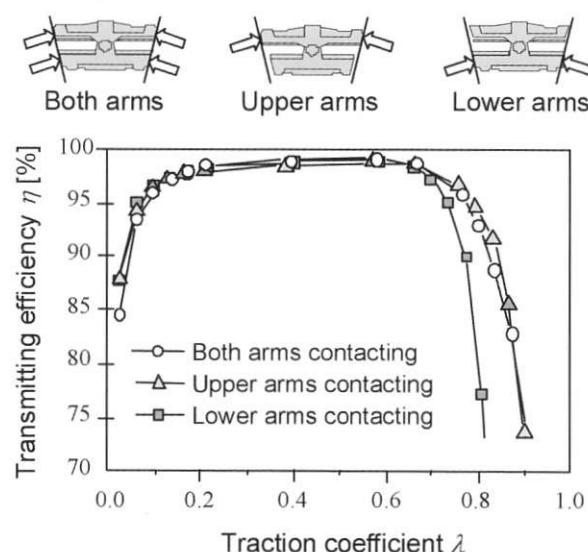


図10 効率 η —トラクション係数 λ 関係に及ぼすプーリフランジに対するブロックアームの当り

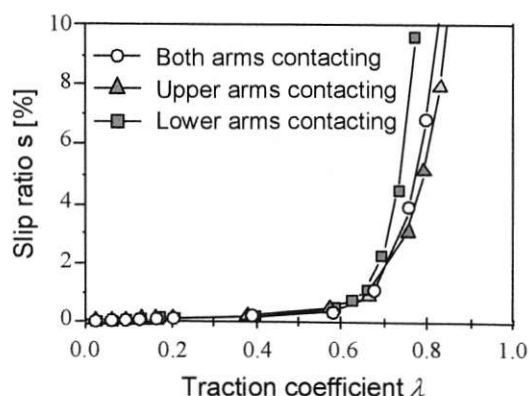


図11 滑り率—トラクション係数関係に及ぼすブロックアームの当り

こるわけではない。むしろ出・入り口では溝幅は狭まり、主として上アームが接触する状況も現れる。可動プーリによる伝動効率、能力の低下にはベルト／プーリ巻き付き全域でのブロックとプーリの接触状態、V溝角が変化することによるベルトの沈み込み、圧縮が関わっているようだ。このことが、固定プーリを用いながら人為的にブロックアームとプーリとの接触を変化させた場合のベルトの伝動特性が、正規ブロックベルトと可動プーリを用いた場合の特性と異なった理由であろうと推察している。

アームの荷重分担が変化しても、曲げによる張力帯の動力損失は変わらない。また可動プーリと正規ブロックのベルトと異なり、滑り率曲線 ($s-\lambda$) の直線部分の勾配が同じであることから、接触状態が変化しても各プーリ半径方向の変位は同じであろうと推察される。すなわち、この λ 域では半径方向の滑り損失も概ね同じと見積もられる。従って、ベルトがプーリに対して大きく滑るまで伝動効率は変わらない。

下アーム接触の場合のみ伝動能力が減少する原因としてブロックのプーリ接線方向への傾斜が考えられる。片アーム接触したベルトは、ブロックをプーリ接線方向に傾斜（回転）させながら動力を伝達すると考えられる。張力帯より上に位置する上アーム接触では、張力の変化に対してブロックは上アームを中心に傾斜・回転し、下アームは溝から外に出ようとする。したがって、ブロックの回転によって下アームがプーリと接触し、垂直抗力を分担することはない。一方、下アーム接触においては、その逆にブロックが傾斜すると上アームはプーリ溝に押し込まれるようになる。その結果、上アームとプーリは接触し、やがて垂直抗力も幾分分担することになる。これにより下アーム接触では垂直抗力が減少し、ベルト（すなわち、下アーム）が滑り易くなったと推察される。

4.3 平行ミスアライメント（オフセット）

片側フランジのみ動かして変速を行う現行の変速機

構では平行ミスアライメント（ C ：オフセット。図12参照）が必ず生じる⁷⁾。本研究で用いた CVT における C は図12より最大で約 0.8mm 程度である。しかし、使用過程においてブロックの摩耗やベルトの伸びを考えると、実用上 1mm 程度のミスアライメントが生じる可能性もある。図13に C を 0、1、2mm と変化させた時の伝動効率の変化を示す。軸間力 $F_s = 1000$ N、速度比 $i = 1.0$ とし、固定プーリを用いた。図より、 C の増加により伝動効率が減少することがわかる。特に、トラクション係数が低いほど、伝動効率の低下は大きい。

低いトラクション係数域では、ベルトの滑りも小さく、トルクに依存せず大きさが常に一定のベルト（張力帯）の曲げによるヒステリシス損失が主たる動力損失の原因であると考えられる。曲げ損失と同様に、ベルト弦部に生じる張力帯のせん断変形は、そのヒステリシス損失を生じさせるため、極端に大きいミスアライメントでは伝動効率が減少することになると考えられる。またミスアライメントにより、プーリ入口及び出口において、ブロックの左右どちらかが片当たりした状態となる。Vベルト伝動においてベルトがプーリに片当たりすると、くさび効果で得られる見かけの摩

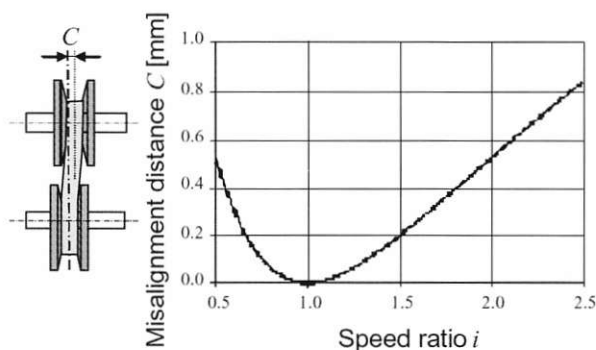


図12 ミスアライメント（オフセット）と速度比の関係

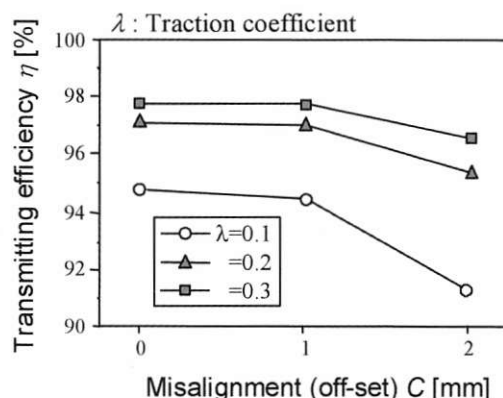


図13 トラクション係数に及ぼす平行ミスアライメント（オフセット量 C ）の影響

擦係数が減少する⁸⁾。そのことにより、低トラクション係数域では滑りが大きくなったとも考えられる。

複合 V ベルト式乾式 CVT の片側フランジのみを可動させる変速機構では平行ミスアライメント及びプーリフランジの傾斜が伴う。プーリフランジの傾斜は半径方向の滑り、ミスアライメント及びブロックの荷重分担を変化させる。先の実験より、それらは伝動効率や伝動能力を減少させることが明らかとなった。プーリフランジを軸方向に可動させるため、フランジボス／軸間に隙間を必要とする現在の変速機構を、適切な方法で改善しプーリ傾斜を抑制することができれば、半径方向のベルト滑りによる損失やブロックの倒れに起因する動力損失を減少させることができると期待される。

4.4 雰囲気温度

軸間力 $F_s = 1000\text{N}$ 、雰囲気温度を 40、70、100℃ と変化させたときのトラクション係数 λ と伝動効率

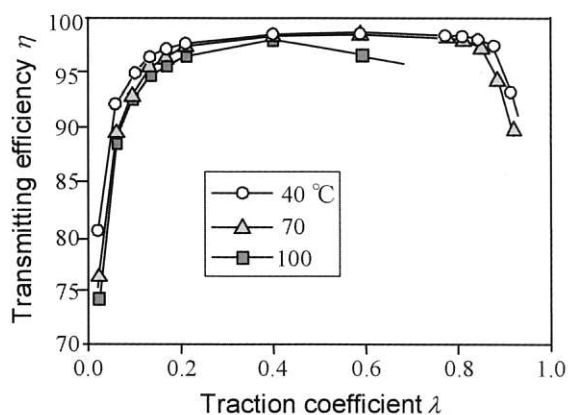


図 14 伝動効率－トラクション係数に及ぼす環境温度の影響

の変化を図 14 に示す。図より、 λ が小さい領域で 40→70→100℃ と温度が増せば、全体に効率は少し低下する様子が読み取れる。しかし、温度上昇による効率の低下はあまり顕著でない。40→70℃ では伝達不能となる λ の値がわずかに下がる。しかし、100℃ では、高 λ 域での伝動効率の低下と早期に（小さい λ で）伝達不能となることは明瞭である。図 15 はトラクション係数 λ をパラメータに、滑り率に及ぼす雰囲気温度の影響を示す。図より、（伝達トルクの大きい） λ が 0.5 以上では、滑り率に及ぼす温度の影響は明らかで、70→100℃ では、滑り率が急激に増す。 λ が大きいほど滑り率の増加は顕著となり、早く伝動不能となる様子がわかる。すなわち、雰囲気温度が高まれば複合 V ベルト式 CVT の伝動能力が低下する。そこで、そのメカニズムについて検討する。

図 16 は滑り率と効率の関係を示す。ブロックアームと張力帯間に隙間がない場合(a)、温度が増せば一様に伝動効率が減少することがわかる。温度の上昇に

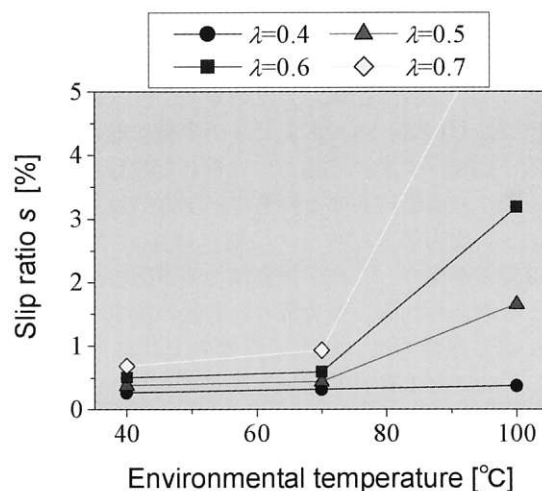
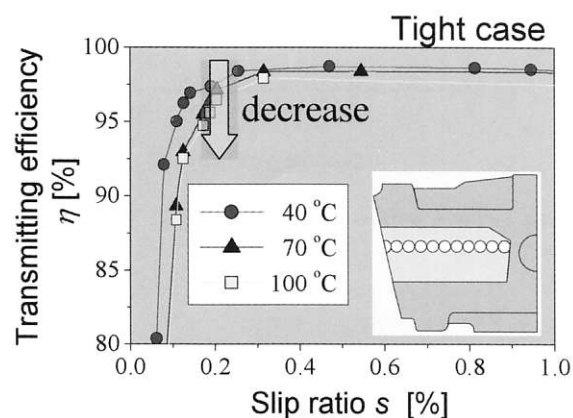
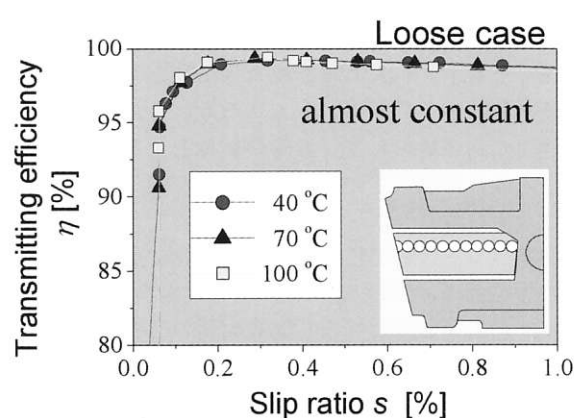


図 15 スリップ率に及ぼす試験温度の影響



(a) ブロックアームとゴム抗張帯の間に隙間がない場合



(b) ブロックアームとゴム抗張帯の間に隙間がある場合

図 16 伝動効率－スリップ率関係に及ぼす試験温度の影響

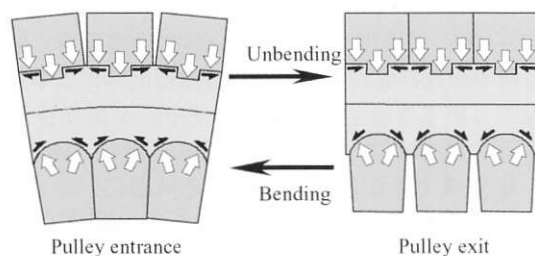


図17 ブロックの回転と摩擦（ベルトを側面から観る）

伴いベルト張力帯の曲げ剛性が減少する一方、粘性が増し、曲げヒステリシス損失が増加することから、同じ滑り率であっても温度が高くなればベルトの動力損失が増すことは理解される。しかし、ブロックと張力帯の（コグ部分）間に隙間があるベルトを用いて実験を行うと(b)、温度の増加による伝動効率の変化は見られない。したがって、温度上昇によってベルトの曲げヒステリシス損失の増加はないことがわかる。雰囲気温度の上昇に伴い、ブロック、張力帯ともに熱膨張する。しかし、張力帯の厚さ方向の熱膨張はブロックアームによって拘束される。その拘束により、張力帯はブロックからの圧縮力を受ける。プーリー入り口または出口において、ベルトをピッチ半径に巻き付ける、あるいはピッチ半径で巻きつけられた状態から伸ばされる際に、実際に曲率を持ち変形するのは張力帯のみである。張力帯とブロックの間には図17に示すような摩擦力が働き、これが損失増加の原因の一つとなることも考えられる。張力帯の熱膨張の拘束による張力帯に働く圧縮力は、雰囲気温度の上昇に伴い増加する。このことより、雰囲気温度が高くなればブロック／張力帯間の摩擦損失が増すため伝動効率が減少すると推察できる。ただ、これだけでは、雰囲気温度上昇に伴う伝動能力の低下を説明することはできない。

張力帯の熱膨張はブロックアームを上下に広げる。その結果、下アーム当たりの傾向となる（図18参照）。ブロックのV角と一致するように精度よく加工された剛な固定プーリーでは、上アームが上方に僅かに曲がっても下アームの垂直抗力分担は顕著に増す。先に議論したように、下アーム当たりになれば動力損失が増す傾向が見られる。温度の上昇とともに動力損失が増すことには、上述のメカニズムが強く関係していると考えられる。

摩擦ベルト伝動の伝動能力は、一般に摩擦係数に強く影響される。本研究で用いた乾式複合Vベルトのブロック表面樹脂とプーリー鋼表面間の摩擦係数は、温度及び湿度により変化する⁹⁾。図19に相対湿度を変化させたときの摩擦係数を示す。図より、摩擦係数は相対湿度と共に増加することがわかる。すなわち、温度上昇による相対湿度の減少が摩擦係数を減少させる。その結果、滑りが生じるトラクション係数も高温では小さくなる傾向が見られ、これによっても伝動効率が

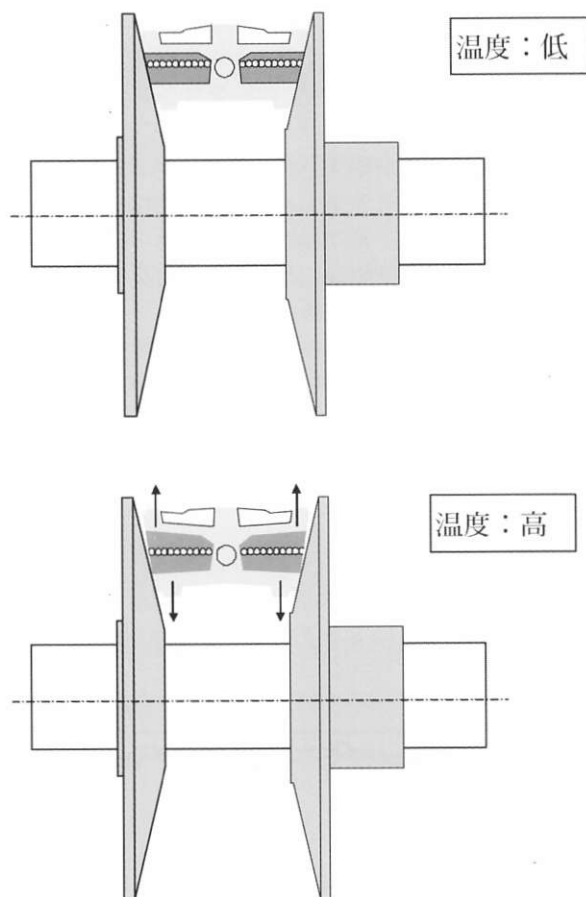


図18 張力帯の熱膨張によるブロックアームの変形とプーリー側面への片当り

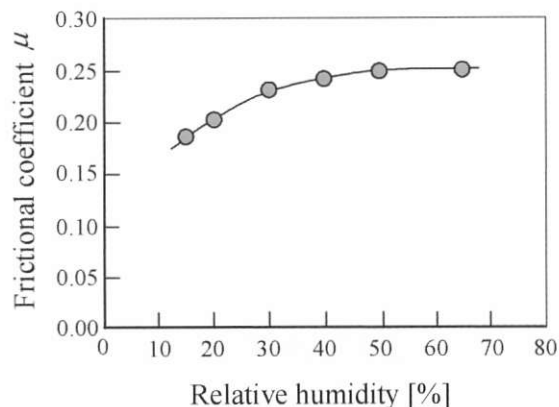


図19 ベルト／プーリー間の摩擦係数に及ぼす湿度の影響

減少する可能性も指摘できる。

5. 金属VベルトタイプCVTの動力損失

摩擦伝動ベルトでは、動力はベルト／プーリー間の摩擦によって伝えられる。摩擦力が生じるためには、ベルトはプーリー上で円周方向に滑らなければならない

(弾性滑り)。したがって、動力損失は必ず起こる。油潤滑される金属Vベルトであってもその伝動原理を同じである。しかし、金属VベルトではゴムVベルトに比べて長手(円周)方向の剛性が極めて高いため、弾性滑り量はわずかで、これによる損失は小さいはずである。しかし、複合Vベルトと同様、金属Vベルトでも、ベルトは横方向に圧縮されながらプーリのV溝中で半径方向にも移動する。その結果、弾性滑りに加えて半径方向滑りによる動力損失が加わる。プーリ変形がないとすれば、金属Vベルトではブロックの横剛性も高く、その変形によるプーリ中での半径方向の滑りも小さいと考えられるが、動力損失メカニズムについては良くわかっていない。加えて、金属Vベルトでは、高速伝動下での伝動効率 η の顕著な低下も話題となっている(ここで、 η は油圧系などでの損失を含まないベルト/プーリ間の正味伝動効率)。本稿では最近の研究結果¹⁰⁾より、金属Vベルトを用いたCVTの動力損失について以下に解説する。

6. 金属Vベルトを用いたCVTの構造と動力損失要因

図4に示すように、Van DoorneタイプのCVT用金属Vベルトは多数のスチールブロックと一對のスチールリングからなり、またリングは薄いバンドが約10枚重なり合った積層構造を有している。複合Vベルトの張力帯と同様、2対のリングはブロックの上下2つのアーム中に差し込まれるが、複合ブロック式Vベルトと異なり、ブロックは張力帯で互いにつながれてはいない。二つのプーリ間での動力は、ブロックが互いに押し合う力で伝達される。リングはブロックがプーリ溝中から飛び出ないように、また、プーリ間の弦部でブロックを拘束する役割を果たす。そのため、二つの弦部のベルトの張力差で動力が伝達される従来のVベルトと見かけの伝動機構は大きく異なる。しかし、リングがベルト形態を保持しているだけと考えれば、両者の伝動機構に根本的差異はないとも言える。ただ、リングの存在により軽負荷での動力伝達機構は通常の摩擦伝動ベルトの機構で引張り力を圧縮力に変えただけの簡単な機構ではない。また、動力損失箇所も多い。

金属VベルトタイプCVTにおいて動力損失には、様々な要因が考えられるが、以下に考え得る要因を示す。

1. エレメント間クリアランス
2. ロッキングエッジ/サドル面間オフセットによるリング/エレメント間滑り
3. リング/リング間滑り
4. 軸受け

既に述べたように、Vベルトの場合、プーリ溝からの圧力でベルトが横方向に圧縮され、その結果、ベル

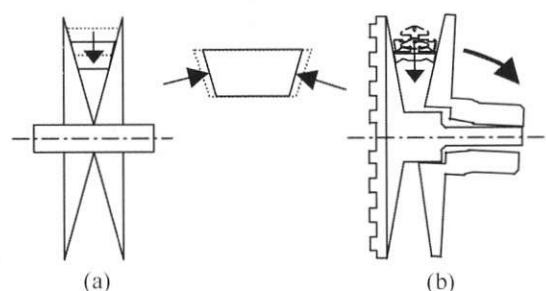


図20 (金属Vベルトを用いたCVTの) シャフト/ボス間の隙間によるプーリフランジの傾斜

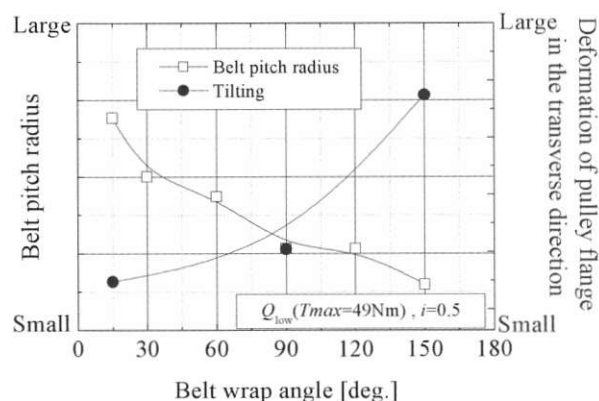


図21 金属Vベルトを用いたCVTの無負荷時の動力損失とプーリ中でのベルトの落ち込み (Q_{low} : 小径プーリ側推力, T_{max} : その推力で伝達できる最大トルク (見込み))

トがプーリ溝中に落ち込む。しかし、金属Vベルトの場合、ベルト各部の剛性は高く、エレメントの横変形によるプーリ中での半径方向の滑りも小さいと考えられる。一方、井出ら¹¹⁾は、プーリフランジの横変位を測定することによって、図20(b)に示すようにフランジがプーリ軸に対して傾くことを示した。しかし、ベルトの半径方向落ち込み量を定量的には把握していない。エレメントの変形によるベルトの半径方向の滑りに比べ、フランジが僅かでも傾けばV溝が広がり、エレメントは半径方向に大きく落ち込む。そこで品川らはプーリ入口から出口にかけてベルト巻き付き径(リング最外層の位置)の変化を測定することによって、ベルト半径方向落ち込み量を実験的に把握した。プーリ中のベルト巻き付き径およびプーリフランジの軸方向変位の測定結果を図21に示す。図の横軸はベルト巻き付き角である。見かけのベルトのプーリ接触位置を巻き付き角 0° としている。図より、複合Vベルトを用いたCVT同様、ベルトはプーリ入口から出口にかけて半径方向に大きく落ち込むことがわかる。一方、フランジはプーリ入口から出口にかけてV溝が広がるように変形し、フランジの変形とベルトの落ち込みとはよく対応している様子が示された。Vベ

ルトでは、プーリフランジの変形がベルトの半径方向落ち込みを引き起こすことがわかる。したがって、金属 V ベルトを用いた CVT でも、複合 V ベルトを用いた CVT と同様な動力損失機構があることが伺え、V ベルト式 CVT の共通の動力損失メカニズムとなっている可能性が高い。

7. 金属 V ベルトの動力損失特性

上述のように、金属 V ベルトを用いた CVT の動力損失機構の基礎では、ある程度一般の V ベルト伝動での動力損失機構と似通ったところがあることが想像される。一方、リングが張力帯とは異なる機能を持ち、低負荷には伝動メカニズム自身が異なることから¹²⁾、同ベルトを用いた CVT の無負荷時の動力損失特性を知っておくことは有意義であろうと推察される。この点に鑑み、品川らはいくらかの実験を行った。

図 22 に各速度比 i における入力回転数 N_{in} に対する動力損失 PL_0 の関係を示す。図より、いずれの速度比でも N_{in} が増すにつれ PL_0 は増加する。その結果の中、特に興味深いのは $i < 1$ において PL_0 が N_{in} に対して放物線的に増加していることである。高回転域での PL_0 の増加が顕著である。動力損失を入力回転数で比較すると、 $N_{in}-PL_0$ 関係に及ぼす速度比の影響は大きく現れる。 N_{in} が同じであれば、 $i=2.0$ でのベルト周速 V_b は最も小さい。すなわち、図 22 のように動力損失 PL_0 を入力回転数 N_{in} で評価することは適切ではない。

一般にベルトには次式で与えられる遠心張力 T_c が作用する。

$$T_c \propto mV_b^2$$

ここで、 m は単位長さ当たりのベルトの質量、 V_b はベルト周速である。金属 V ベルトの場合、遠心張力はリング張力に付加されると考えられるが、これに抗してベルトが半径方向内側に移動するのであれば、動力損失はベルト周速の二乗に比例する成分も含むことになる。一方、ベルト／プーリ間の伝動メカニズムが回転数によらず不変で、プーリ 1 回転当たりの摩擦損失が一定だとすれば、これによる時間当たりの動力損失は N_{in} に比例する。これより、動力損失 PL_0 は、回転数に依存する損失 $PL_N (\propto V_b)$ と遠心力（ベルト周速の二乗）に依存する損失 $PL_C (\propto V_b^2)$ の和：

$$PL_0 = PL_N + PL_C$$

により与えられると考えることができる。前者はプーリ中でのベルトの位置、すなわち幾何学的な条件（＝速度比）とプーリ推力によって決まるが、速度比一定下では N_{in} が増せば、滑り距離がその分増すだけで

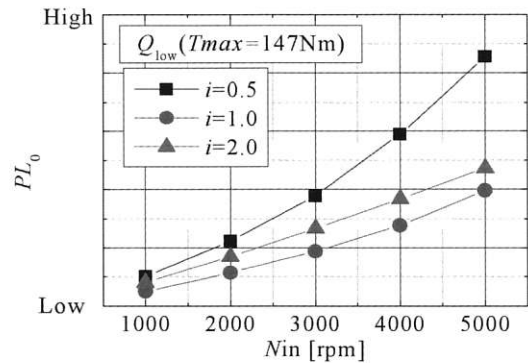


図 22 （金属 V ベルトを用いた CVT の）無負荷時の動力損失と入力側プーリ回転数

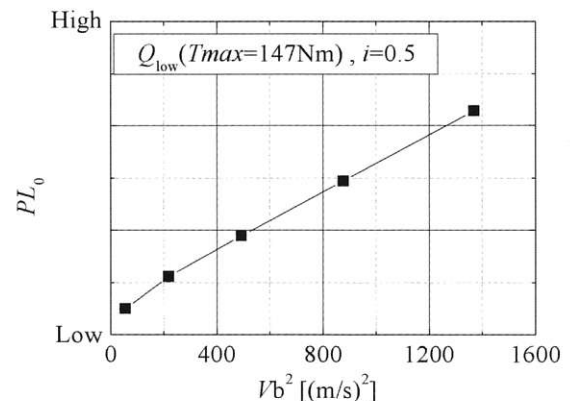


図 23 （金属 V ベルトを用いた CVT の）無負荷時の動力損失とベルト週速の自乗との関係

あり、単位時間当たりの動力損失はベルト周速（＝プーリ回転数）に比例することになる。そこで V_b^2 を横軸に PL_0 の変化を調べた。図 23 に $PL_0-V_b^2$ 関係（ $i=0.5$ ）を示す。図より、ベルト周速の極めて遅い場合を除き、 $PL_0-V_b^2$ 関係は直線で表され、動力損失に遠心力の影響の大きいことがわかる。

8. お わ り に

動力損失に、ベルトの遠心張力が大きく寄与すること、これにはベルトのプーリ中での半径方向の落ち込みも連成して影響することから、V ベルト式 CVT の更なる効率向上には、複合式 V ベルト、金属 V ベルトを問わず、

1. ベルトの軽量化。
2. ベルトのプーリ中での落ち込みを抑える。言い換えれば、プーリフランジの傾きの抑制。

が有効であると考えられる。また、動力損失を抑えるとともに伝動能力を向上させる（あるいは、低下を招かない）ためには、プーリ中でのブロックの（プーリ摩擦面との）片当たりをなくすることも重要である。加えて、プーリがプーリ溝中で落ち込むことが損失の主

たる要因のひとつであることから、言うまでもないが、プーリ推力を過大に与えないことは極めて重要である。

参 考 文 献

- 1) 西幸正明 ほか、自動車技術会学術講演前刷集、951 (1995) 113-118
- 2) M. Takahashi, et. al., Proceedings of CVT CONGRESS 99, The Netherlands (1999) 254-258
- 3) M. A. Kluger, D. R. Fussner, Proceedings of Society of Automotive Engineers (1997) 81-88
- 4) 山川敦史 ほか、自動車技術会学術講演前刷集、No.29-0 (2001) 1-4
- 5) A J Robertson and K B Tawi, Proc. Instn. Mech. Engrs., 211 Part D (1977) 121-128
- 6) G. B. Gerbert, Acta Polytechnica Scandinavica, Mechanical Engineering Series No.67, Helsinki (1972)
- 7) 山口純平 ほか、自動車技術会学術講演会前刷集、No.30-01 (2001) 11-14
- 8) ベルト伝動技術懇話会編、養賢堂 (1996) 46-48
- 9) 小林雅明、兵藤基、自動車技術会学術講演前刷集、972 (1997) 17-20
- 10) 品川佳範 ほか、自動車技術学術講演会前刷集 No.87-05(2005) 9-14
- 11) 井出徹 ほか、自動車技術学術講演会前刷集 No.8-99(1999) 21-24
- 12) T. Fujii et. al., Trans. J. of Passenger Car (SAE), 102 (1994) 1000-1009



藤井 透

Toru FUJII

同志社大学教授

乾式 CVT ベルトの推力－張力変換率に影響する要因解析

A Study of Factors Affecting Conversion Ratio from Thrust to Tension in Dry Hybrid Belt for CVT

城戸 隆一*¹

高橋 光彦*²

Ryuichi KIDO

Mitsuhiko TAKAHASHI

For the improvement in a power transmission performance of dry hybrid belt for CVT, it is very important to raise the conversion ratio from pulley thrust to belt tension. In order to do that, it is necessary to show the factors affecting the conversion ratio and to clarify the mechanism why the difference between the ratios arises. In this paper, focusing on some structural factors which are experimentally observed or supposed to affect the ratio, the mechanism is discussed by means of power transmission analysis using FEM.

1. 緒 言

自動車用変速装置で近年採用が増えている V ベルト式 CVT 用として当社が開発してきた乾式複合ベルトは、潤滑が不要という特長を持ち、主に軽自動車で用いられている。しかしながら、地球環境保護の観点から、乾式 CVT に対して、省燃費・高効率化といった性能向上の要求が最近ますます高まっている。V ベルト式 CVT では、動力伝達を行うために、ベルトに所定の張力を与える必要がある。その張力付与は、V プーリに対して、軸方向に推力を与えて、プーリに巻き付いたベルトを半径方向に押し広げることにより、行われている。その際、与えたプーリ推力に対して、ベルトに生じた張力の比率 η を推力－張力変換率と呼び、 η が大きいほど、CVT としては高効率で、省燃費にも結び付く。この η を上げるためには、 η に影響する構造的因子やその差が生じるメカニズムを明らかにする必要がある。そこで本研究では、これまで η に対する影響が、実験的に確認されている因子や推定される因子を取り上げ、乾式複合ベルト挙動のシミュレーション技術として開発済の、FEM を用いた伝動解析¹⁾により、そのメカニズムを考察した結果について報告する。

2. 乾式複合ベルトの構造及び出代

乾式複合ベルトは、図 1 に示すように、1 対の張力帯に多数の横 H 字状ブロックを嵌め込んだ複合構造を有する。張力帯は、ゴムとアラミド繊維から成り、動力伝達に必要な張力の支持という役割を担う。一

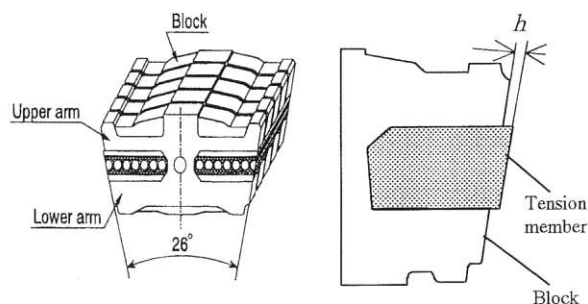


Fig.1 Dry hybrid belt assembly

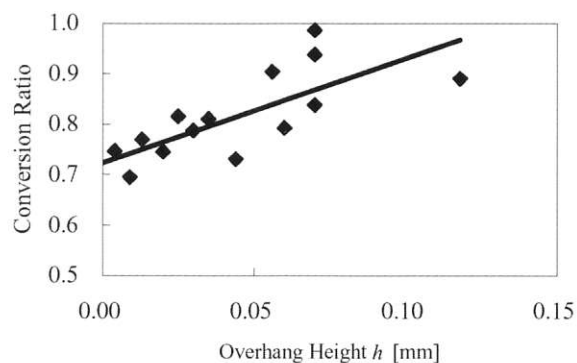


Fig.2 Experimental relation between overhang height and conversion ratio

方、ブロックは、アルミ合金製の補強材に摩擦摺動材としての樹脂が一体成型され、プーリ・ベルト間での動力の受け渡し、およびプーリ推力の支持という役割を受持つ。ここで、ベルト側面に着目すると、図示のように、張力帯側面がブロック側面より少しはみ出す構造としている。このはみ出し量 h （以下出代と呼称する）は、種々のベルト性能、中でも推力－張力変

*¹ R&D センター

*² 伝動技術研究所

換率 η に大きな影響を及ぼすことが、実験的に判明している。図2はそれを示したもので、一定の走行条件において出代を変量した時の η をプロットしたものである。実験に使用したベルトの仕様は同一ではないが、出代が大きいほど、 η が高くなることが分かる。

3. 解析方法

3.1 解析モデルと解析手順

解析に用いたモデルを図3に示す。すなわち、張力帯とブロックを8節点六面体要素、プーリを剛表面で表現し、対称性から、ベルト幅方向に関して1/2の3次元モデルとした。

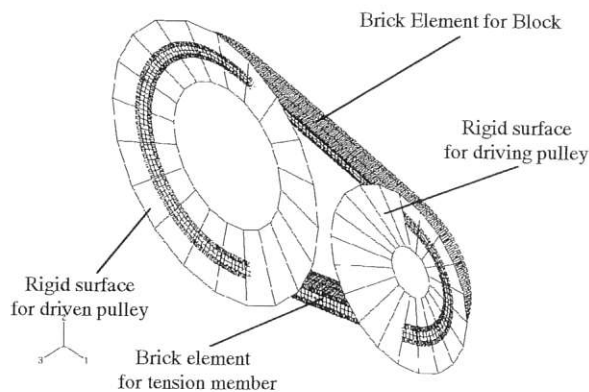


Fig.3 FE model for power transmission analysis

解析手順を図4に示す。まず、剛表面で表現した二つのプーリを水平に並べ（ここでは右を駆動側、左を従動側とする）、これを取り囲むように、環状に連なったベルトモデルを配置した（図4a）。プーリは、駆動側で全自由度、従動側で水平方向以外の自由度を

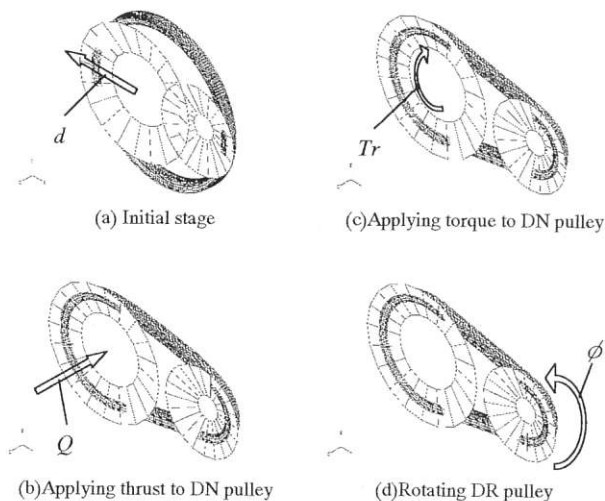


Fig.4 Analytical procedure

拘束した。この配置から、所定の軸間にするため、従動プーリに対して、左水平方向の強制変位 d を与え、その後推力 Q を与えると、二つのプーリ間にベルトが掛け渡された状態が得られた（図4b）。次に、両プーリの位置を保ったまま、従動プーリには、先にと与えた回転拘束を解除し、負荷トルク Tr を（ここでは右回りに）付与した（図4c）。この状態から、駆動プーリに Tr と反対方向（ここでは左回り）の回転角 ϕ を強制角変位で与えて、ベルトを駆動し（図4d）、定常状態になったところで、解析を打ち切った。

3.2 解析条件

表1に、駆動レイアウト条件や材料定数等解析に用いた主要入力諸元を示した。

Tab.1 Major specifications of belt and pulley

Diameter of DR pulley	70.41mm
Diameter of DN pulley	126.73mm
Distance between axes	148.5mm
Belt circular length	612mm
Loading torque	39.8Nm
Thrust	3481N
Block pitch	3mm
Belt width on pitch line	25mm
Tensile stiffness of tension member	256kN
Coefficient of friction on tension member	0.7
Coefficient of friction on block	0.2

変量因子として取り上げたのは、出代・張力帯ゴム弾性率・ブロック弾性率の三つである。出代は、前述の通り、推力-張力変換率 η に最も影響する因子であることが分かっているので取り上げた。張力帯ゴム弾性率及びブロック弾性率は出代と強く関連するため取り上げた。取り上げた因子の組合せを表2に示す。解析#3を基準にして、各因子を2水準変量した。ただし、出代については、影響が大きいことが分かっているので、3水準変量した。推力-張力変換率 η は、本来従動軸推力（ここでは3481N）で全張力（張り側張力+緩み側張力）を除いた値であり、値の大きい方が変換効率が良いという指標であるが、全張力の代わりに解析から簡便に得られる軸荷重の値で除した近似値を解析結果として採用した。また表の網掛け部は、基準の解析#3と因子水準が異なっていることを示している。

4. 解析結果

表2に各解析条件における推力-張力変換率 η の解析結果を示す。解析#2~4を比較すると、前述の実験のとおり、出代の影響が非常に大きいことが分かる。すなわち、出代を0.01から0.2mmに増すと、軸荷重は倍近く増加し、 η は約2倍になっている。また解析#1と#2の比較及び解析#3と#5の比較から、 η にとっては、ブロック弾性率は小さく、張力帯ゴム弾性率は大きい方がよいということが分かる。ただしブロック弾性率については、1/2に減じても、 η は9%しか増加しないので、倍にしたら η が35%も増加する張力帯ゴム弾性率より η に対する影響度は小さい。

Tab.2 Condition and result of analysis

#	Variable Factor			Result	
	Overhang height [mm]	Modulus of T. M. [MPa]	Modulus of block [GPa]	Shaft load [N]	Conversion ratio [-]
1	0.01	33.3	7.55	1725	0.496
2	0.01	33.3	15.10	1585	0.455
3	0.1	33.3	15.10	2412	0.693
4	0.2	33.3	15.10	3017	0.867
5	0.1	66.7	15.10	3266	0.938

5. 考 察

以上で今回取り上げた三つの変量因子が推力-張力変換率に影響を及ぼすことが分かったが、本章ではそのメカニズムについて、解析結果から考察する。

図5は、図4の解析手順の(d)で駆動プーリを回転させて定常走行状態になった時の、出代の違い（解析#2~#4）によるベルト心線部の軌道を比較したものである。図中細線・太線・破線で示した軌道が、それぞれ出代0.01、0.10、0.20mmの結果である。これらを比較して、特に顕著な点は、従動プーリ巻き付け部における心線の半径方向位置である。解析#2~#4の順、すなわち出代が大きくなるにつれて、軌道が外へ押し上げられている。逆に駆動プーリではその順に

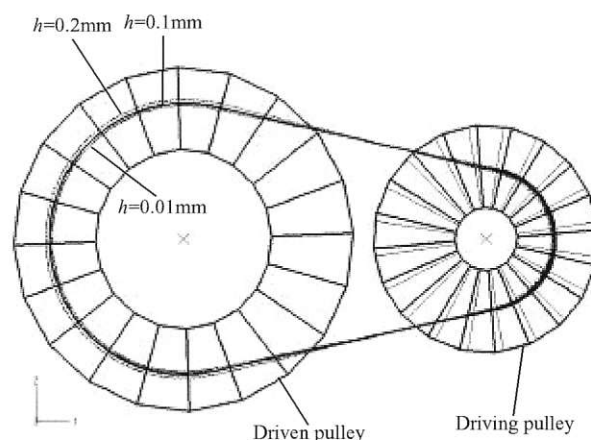


Fig.5 Comparison of belt tracks by different overhang height

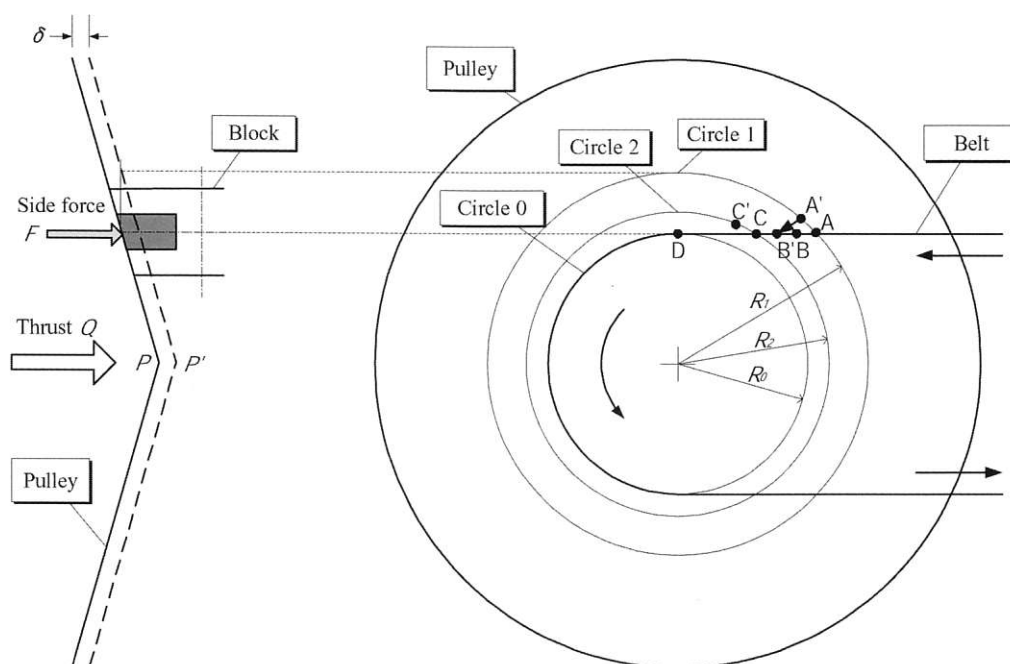


Fig.6 Mechanism why belt track is changed by pulley thrust

食い込んでいるが、従動プーリより差は小さい。また今回の解析条件では従動プーリの接触角の方が大きいので、定常走行時のベルト周長は従動プーリで軌道が外へ押し上げられているものほど大きくなる。この周長の違いは、それだけベルトが伸張されている訳であり、これが張力の違いとなって、結局推力－張力変換率に差が生じたと考えられる。

それでは何故このような差が生じたかを考察する前に、推力の作用する従動プーリでベルトの軌道が外へ押し上げられるメカニズムについて考える。図6はそのメカニズムを説明するための模式図である。図において、当初、ベルトはD点で接触し始め、円弧0に沿って巻き付いていると仮定する。ここでプーリに推力 Q が作用すると、ブロックが δ だけ圧縮され、プーリが推力方向にPからP'へ δ 変位する。その状態でベルトを駆動すると、ベルトのピッチ幅に相等するプーリ幅の位置を通る円弧1と交差するA点でベルトは接触し始める。Aで接触したブロックは、円弧1に沿って、例えばA'まで移動しようとするが、ここでは側圧がほとんど0であるため、先行するブロックBがB'へ移動するのに引きずられて、ほぼ元の軌道に戻ってしまう。さらにブロックが左方へCまで進み、Cから円弧2に沿ってC'へ移動しようとする場合、位置Aの時と同様に元の軌道に戻そうとする力が作用するが、この位置では側圧が増大しており、戻そうとする力に打ち勝つ摩擦力が作用するために、そのまま円弧2に沿って移動する。このようにして、元の円弧0よりも外側にある円弧2までベルトの軌道が広がった（押し上げられた）ことになる。

円弧0、円弧1、円弧2の半径をそれぞれ R_0 、 R_1 、 R_2 とすると、ベルトの軌道がどれだけ広がったか、つまり円弧2と円弧0の半径差 $R_2 - R_0$ が大きいほど、ベルト周長が大きくなり、つまり生起する張力が大きくなる。そこで、推力－張力変換率に差が生ずるメカニズムを考えるには、 $R_2 - R_0$ に差が生ずるメカニズムを考えればよいことになる。そのメカニズムには、以下に述べるように、ブロックの推力方向圧縮剛性（圧縮たわみ－側圧特性）が大いに関係する。

まず、ブロックの弾性率が異なる場合について考えてみる。図7はブロックの弾性率が異なる場合の圧縮たわみ－側圧特性を示している。すなわち、OA及びOBは、それぞれ弾性率が大及び小におけるモデル的な圧縮たわみ－側圧特性を表している。図6における所定の推力 Q により、ブロックに作用する側圧を F 、同じくC点における側圧を F' とする。 F が作用したとき、ブロックに生ずる圧縮たわみは、図示のように弾性率大及び小のブロックにおいて、それぞれ δ_1 及び δ_2 となる。同様に、 F' が作用したとき、ブロックに生ずる圧縮たわみは、弾性率大及び小のブロックにおいて、それぞれ δ'_1 及び δ'_2 となる。すると、図4から明らかなように、 δ_1 及び δ_2 の大きさは、円弧1

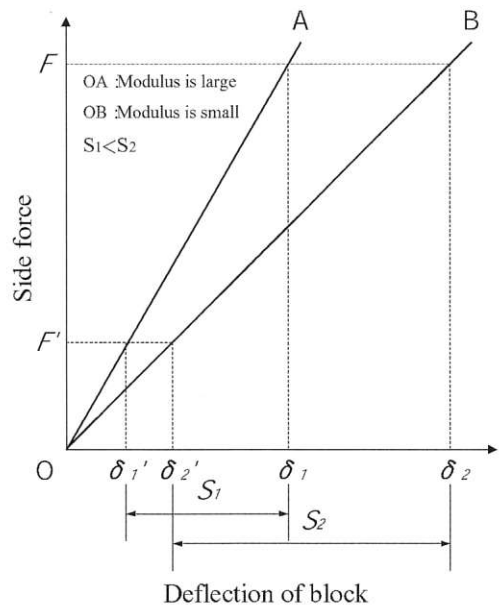


Fig.7 Mechanism why different conversion ratios arise
(1) In case of different moduli of block

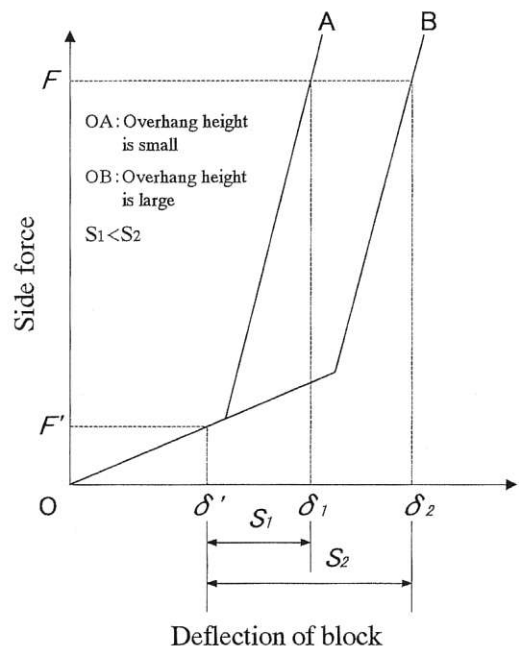


Fig.8 Mechanism why different conversion ratios arise
(2) In case of different overhang heights

と円弧0との半径差 $R_1 - R_0$ に比例する。式で表すと、

$$R_1 - R_0 \propto \delta_1, R_1 - R_0 \propto \delta_2^2 \quad (1)$$

また、 δ'_1 及び δ'_2 の大きさは、円弧1と円弧2との半径差 $R_1 - R_2$ に比例する。式で表すと、

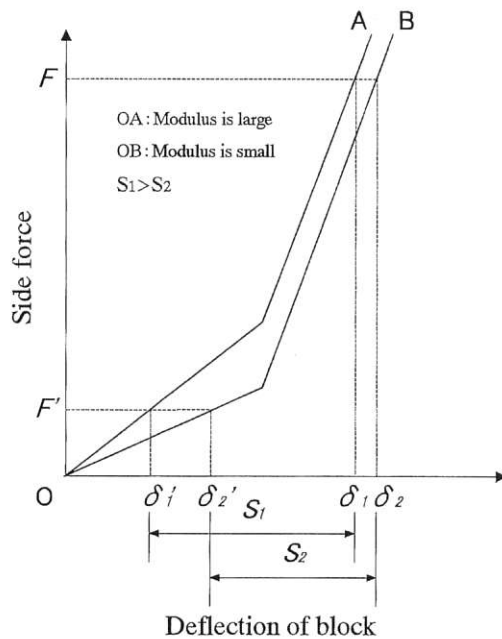


Fig.9 Mechanism why different conversion ratios arise
(3) In case of different moduli of tension member

$$R_1 - R_2 \propto \delta_1', R_1 - R_2 \propto \delta_2' \quad (2)$$

したがって、 δ_1 及び δ_2 と δ_1' 及び δ_2' との差 S_1 及び S_2 は、比例定数が同じと見なして、式(1) から式(2) を引けば、

$$\begin{aligned} R_2 - R_0 &\propto \delta_1 - \delta_1' = S_1, \\ R_2 - R_0 &\propto \delta_2 - \delta_2' = S_2 \end{aligned} \quad (3)$$

であるから、円弧 2 と円弧 0 との半径差 $R_2 - R_0$ に比例する。前述のように、 $R_2 - R_0$ が大きいほどベルトの軌道が外へ広がるから、 S_1 或いは S_2 が大きいほど、ベルト張力は増大することになる。図 5 では $S_1 < S_2$ であるから、ブロック弾性率が小のほうが、ベルト張力が大きく、すなわち推力-張力変換率がよいということになり、解析結果と一致する。

次に、解析結果で影響の大きかった出代が異なる場合及び張力帯弾性率が異なる場合について、それぞれ図 8 及び 9 に示したブロック圧縮たわみ-側圧特性で考えてみる。図 8 において、OA 及び OB はそれぞれ出代が小及び大におけるモデル的な特性を表している。図 9 の OA 及び OB はそれぞれ張力帯弾性率が大き及び小におけるモデル的な特性を表している。図 7 と同様に、 F 及び F' から生じるたわみ δ 及び δ' から、その差 S を求めると、図 8 では $S_1 < S_2$ 、図 9 では $S_1 < S_2$ が得られる。すなわち、出代が大きく、張力帯弾性率も大きい方が、推力-張力変換率がよいということになり、これも解析結果と一致する。

6. ま と め

出代・張力帯ゴム弾性率・ブロック弾性率を変量した伝動解析結果から、推力-張力変換率に差が生じるメカニズムを、次のように考察した。

- (1) 推力が加わる従動プーリでは、ベルトの軌道が外へ広がり、これがベルトを伸張させて、ベルト張力が生じる。
- (2) このとき、ベルトの軌道がどれだけ外へ広がるかは、ブロックの推力方向圧縮たわみ-側圧特性に依存し、その特性に影響を及ぼす出代・張力帯ゴム弾性率・ブロック弾性率等の大きさが変わると、生じるベルト張力の大きさが変わり、推力-張力変換率に差が生じる。

参 考 文 献

- (1) K.Hatada, K.Okubo, T.Fujii, R.Kido, M.Takahashi, An Implicit FE Analysis of Power Transmitting Mechanisms of CVT Using a Dry Hybrid V-Belt, SAE TECHNICAL PAPER 2002-01-698, pp.61-68 (2002)

〔付記〕

口頭発表：日本機械学会・伝動装置に関するシンポジウム MPT2004



城戸 隆一
Ryuichi KIDO
1974 年 入社
R&D センター



高橋 光彦
Mitsuhiro TAKAHASHI
1985 年 入社
伝動技術研究所

電子写真用高機能ブレード

Highly Functional Blade for Electrophotography

岩崎 成彰^{*1}

三木 隆司^{*1}

Nariaki IWASAKI

Takashi MIKI

In the rubber blade used for the electrophotography, pure polyurethane rubber is major because the features of polyurethane agree with the demand functions of the blade. In a bewildering change of the electrophotography technology, the needs of the functions not provided in a previous polyurethane rubber blade have occurred now. Then, a highly functional blade that gave new functions to the polyurethane rubber blade was developed. Especially, the blade given the high function such as "grinding", "low coefficient of friction" and "electroconductivity" is reported in this paper. Also, the physical properties of urethane and the manufacture process of the blade are reported from the viewpoint of the blade manufacturer.

1. はじめに

従来から電子写真で用いられるゴムブレードは純粋なポリウレタンゴムが主流である。ブリード、ブルームしないピュアな組成による優れた非汚染性、ウレタン結合の存在による優れた耐摩耗性、および相手材を大きく摩耗させない適度な弾性率が、電子写真用ブレードの要求機能に合致しているためである。¹⁾

Fig.1 に、電子写真装置内のブレード使用部位を挙げる。

現在、電子写真技術の目まぐるしい変化の中で、従来のウレタンゴムが有していない機能に対するニーズが出て来ている。そこで、ウレタンゴムブレードに新しい機能を付与した高機能ブレードを開発した。特にニーズが大きい「研磨」、「低 μ 」、「導電」の機能を付与したブレードについて紹介する。また、ブレードメーカーの観点からブレードのウレタン物性や製造方法について紹介する。

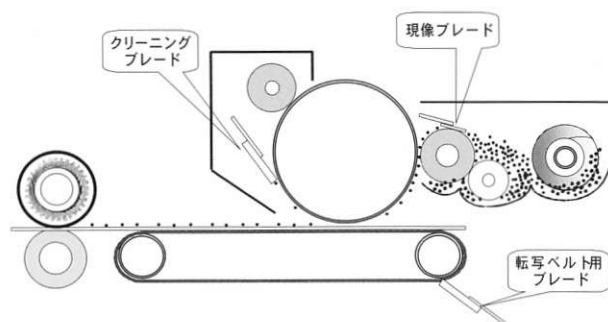


Fig.1 Installation places of rubber blade in electrophotography

^{*1} MMP 事業部

2. ブレード用ウレタンシートの製造方法

ブレード用ウレタンシートの製造方法としては、板金をインサートした金型にウレタンを注入する方法、ウレタン平板を押し出し成形する方法などがあるが、本報では、遠心成形法でのブレード用ウレタンシートの製造を主眼とする。

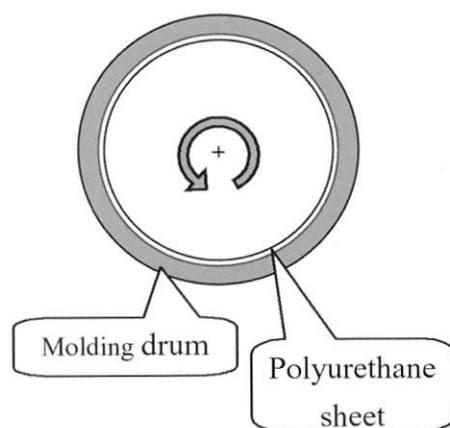


Fig.2 Schematic view of centrifugal molding drum

遠心成形では、水平軸を中心として回転する金属ドラム金型の内面に、液状のポリウレタン材料を投入し、熱硬化によりポリウレタンエラストマーを得る。Fig.2 に遠心成形ドラムの模式図を示す。この成形法による利点として、パッチ成形となるため、厚みの違い、ウレタン配合の違い、ブレード大きさの違いに柔軟に対応することができる。また、遠心力を利用しての配合剤の傾斜構造化や、注入材料を変化、分割注入しての多層ハイブリッド化が可能である。

ブレードの平板は、ウレタンシート成形後、所定の

長さ、幅にカットしてブレード用平板を得る (Fig.3)。

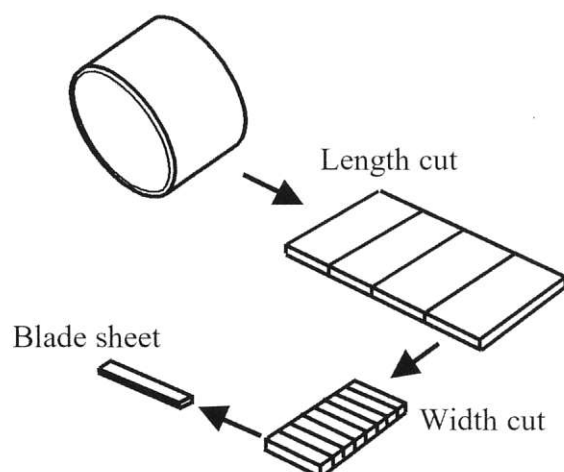


Fig.3 Process from mold to blade sheet

3. 温度依存性の低いブレード

ブレード用途のポリウレタンでは、組成上、ガラス転移温度が $-10^{\circ}\text{C} \sim +10^{\circ}\text{C}$ 付近となる。ウレタン分子の内部摩擦の指標である損失係数 ($\tan\delta$) や、反発弾性はガラス転移温度付近で大きく変化するため、ブレードの使用環境温度では、ゴム物性は大きく変化してしまう。ブレード機能として、低温時の感光体表面へのエッジ部分の追随不足によるトナークリーニング不良、および高温時の過大振動による異音発生などを防止するため、 $\tan\delta$ 値感温カーブのブロード化（結果として反発弾性感温性の低下）を進めた。実施例として、Fig.4 に $\tan\delta$ 値の温度依存性を、Fig.5 に反発弾性の温度依存性を示す。

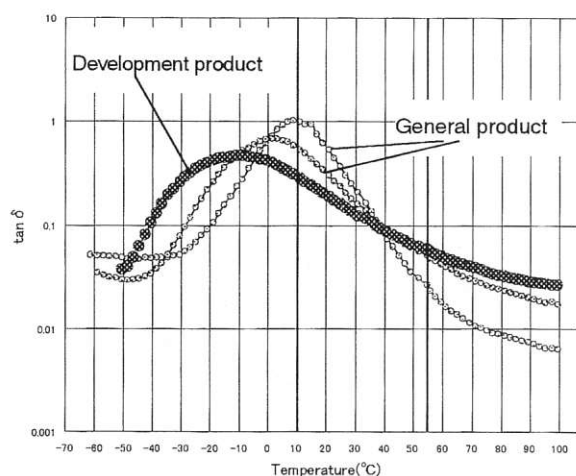


Fig.4 Temperature dependency of $\tan\delta$ in polyurethane

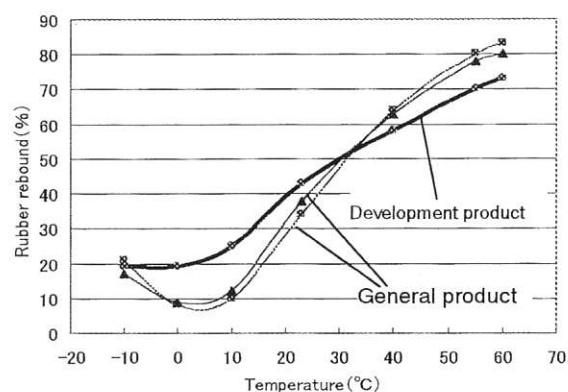


Fig5. Temperature dependency of repulsion elasticity in polyurethane

4. 研磨ブレード

4.1 目的

従来のトナークリーニングブレードのかき取り力では対処しきれない OPC 表面の欠点（静電リーク痕、トナー融着など）を早期に除去し、OPC 表面欠点の拡大を防止するものである (Fig.6)。

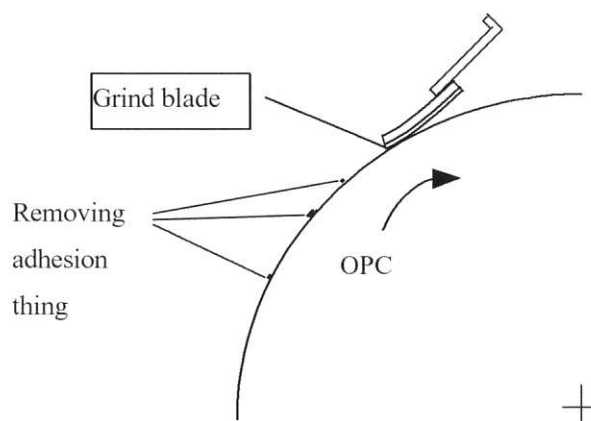


Fig.6 Schematic view of grinding blade

4.2 構造と製造技術

精密研磨に使用される研磨微粒子をポリウレタン原材料液中に均一分散し、ポリウレタンをバインダーとした硬化物を成形することにより得る。分散状態を3本ロールの練り条件で制御した上で、研磨性能が十分に発揮する様、研磨剤をポリウレタンの表面に偏在させる。偏在させる方法としては、遠心成形の遠心力を利用する。比重の高い研磨剤粒子は遠心力により回転金型の外面に偏るので、ポリウレタンの硬化速度に適応した研磨剤量を添加し、研磨剤偏りの量を制御する。

強研磨剤としては酸化セリウム、弱研磨剤としてはシリカ、酸化チタンなどが挙げられる。Fig.7に平均粒径 $2\mu\text{m}$ の酸化セリウム粒子の量を変化させて分散させたポリウレタンシートでの、粒子が片面に偏在している断面の形態を示す。研磨剤粒子の添加量を変量した場合の差が明確に確認できる。

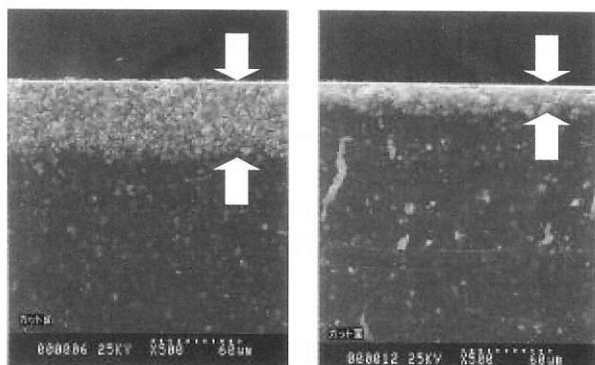


Fig.7 Uneven distribution of grinding particles in section of polyurethane sheet

なお、使用面での研磨剤粒子の偏在が大きくポリウレタンが少なくなるにつれ、研磨性は向上するが、接触部位の耐摩耗性が低下し、耐久性が低下する。研磨ブレードの設計においては、耐久性を考慮した研磨剤種、研磨剤量の選定が重要である。Fig.8に、ブレードに含有する研磨剤種類を変化させた場合の相手材（ここではポリカーボネート材質の円筒）の摩耗量変化を示す。

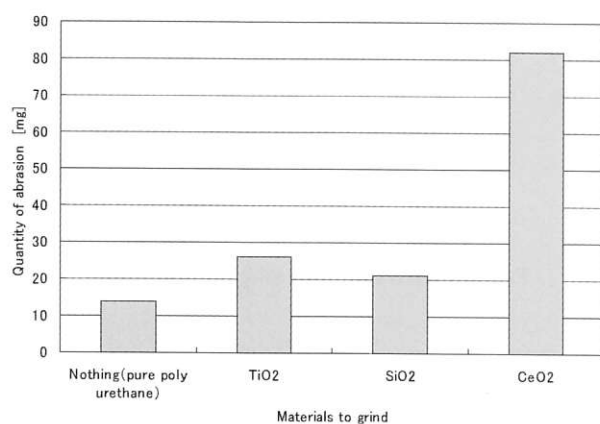


Fig.8 Comparison of abrasion amount between grinding particles of various materials

5. 低摩擦係数ブレード

5.1 低摩擦係数ブレードのニーズ

今後、要求の高いブレードが低摩擦係数（低 μ ）

ブレードである。ブレード摺擦時の低 μ 化により、異音発生防止、ビビリ振動防止、ブレードおよび相手材の耐久性アップ、および回転トルク低下によるマシン本体の簡素化など期待される利点が多いためである。

5.2 低 μ の方策および実施例

ブレードの低 μ 化の方策として、ウレタンゴムの硬さアップ、ウレタン摺擦部の表面粗さを大きくする、低 μ 化樹脂の表面コーティング、低 μ 化剤のウレタンへの含浸、およびウレタンへの低 μ 化粒子の分散などが挙げられる。²⁾

何れも、非汚染性および耐摩耗性の確保が製品性能に於ける大きな課題である。

Fig.9に示すように、ポリウレタン硬さを単純に大きくすると、ブレードエッジの μ は硬さ80（JIS-A）以上で半減する。ブレードシート全体を硬さ80（JIS-A）クラスにすると、エッジの圧接力が大きくなりすぎるため、硬いウレタン層は0.3mm程度の薄層とし、ベース層1.5mmとして低高度ウレタンを一体化

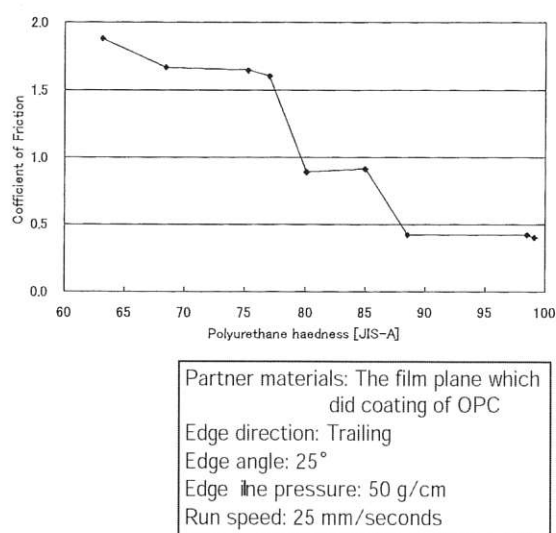


Fig.9 Relationship between polyurethane hardness and friction coefficient

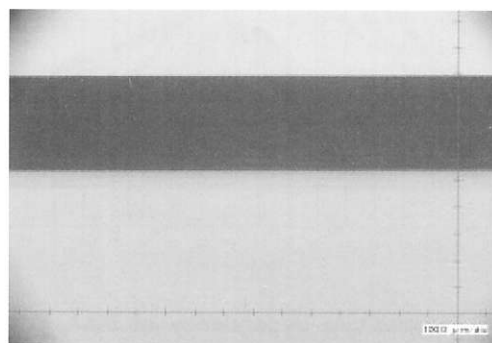


Fig.10 Section of blade with two-layer structure

した2層構造のブレードとして、圧接力の適正化、および低い永久変形を実現している。Fig.10に、2層構造ブレードの断面図を示す。写真上側に0.35mmの薄層を形成している。

他方、通常の純ポリウレタンへの後加工による低 μ 化策としては、硬さの大きい樹脂溶液コーティングや、浸漬によってウレタン内部へ含浸させる方法があり、有効な低 μ 策としている。Fig.11にこれら低 μ 化策の結果例を挙げる。

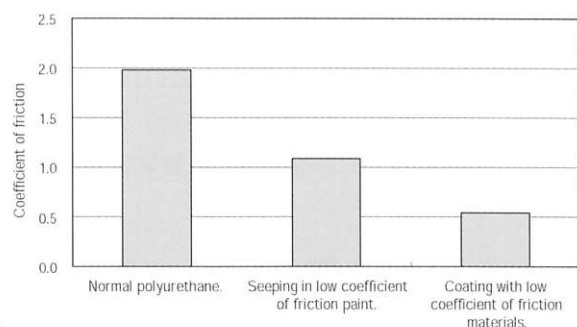


Fig.11 Result of measures to decrease coefficient of friction

6. 導電性ブレード

6.1 導電性のニーズ

導電性を付与したポリウレタンゴムのブレードであり、電気抵抗ばらつきとしては、現在、 $10^6 \sim 10^{11} \Omega$ の電気抵抗領域において、位置・表裏の差、電圧依存性、および連続通電変化において1桁以内に収まるポリウレタンを使用したものを上市している。

導電性ポリウレタンゴムを使用した弾性ローラーについては使用実績が多くあるが、導電性ブレードとしての採用事例は少ない。ブレードはローラーと比較し、相手材との常時摺擦による接触部分の摩耗、回転による搬送機能がないなどの短所があるものの、長所として、ブレードは体積、重量の面で小さく、コストダウン、コンパクト化が実現容易なパーツであるため、今後の適用が期待される。

6.2 導電性の安定化策

ここでは、導電ブレードに使用する導電性ポリウレタンゴムの電気抵抗安定性について紹介する。

ポリウレタンに導電性を付与する手段としては、カーボンブラックに代表される導電性フィラーを混練分散させた材料を用いる手法が一般的である。急激な増粘・硬化反応を伴うポリウレタンの反応においては、導電性フィラーのストラクチャーによる導電パスを確実に形成する必要がある。また、ブレードの様に薄層シートからなる素材の成形においては、成形金型

面とポリウレタン原材料との距離が短く、硬化反応が成形金型から伝導する熱に大きく影響されるため、特に、ポリウレタン硬化速度と導電性フィラーのストラクチャー生成速度のバランスに考慮し、硬化反応をマイルドにする必要がある。

しかし、 $10^8 \Omega$ 以上の電気抵抗域においては、フィラー分散系では、何れのフィラーを選択した場合でも添加量を減少させなければならないため、導電パスの形成が不安定であり、安定した抵抗を再現性良く示す導電性ブレードを得ることが難しくなる。この場合イオン導電剤を併用することで対応している。ポリウレタン用原材料への溶解性の良好なイオン導電剤を選択すれば、ごく少量の添加量であっても分子レベルでの均一分散が可能であり、安定した導電性を得ることができる。³⁾⁴⁾ 導電性フィラーとイオン導電剤の併用により導電性を調整したポリウレタンゴム $10^8 \Omega$ 品との負荷電圧変化を Fig.12に、 $10^6 \Omega$ 品の連続通電負荷における電気抵抗値の変化を Fig.13に示す。現在のところ、導電性ブレード用ポリウレタンゴムは電気抵抗安定性を得るに至っており、クリーニングのみならず、今後、現像、除電、および帯電の用途への展開に期待

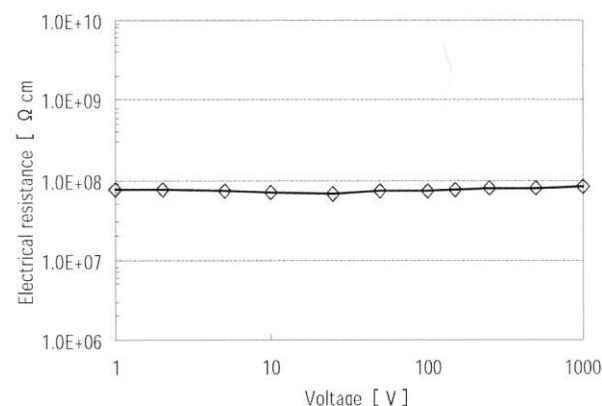


Fig.12 Relationship between voltage and electrical resistance ($10^8 \Omega$ grade sample)

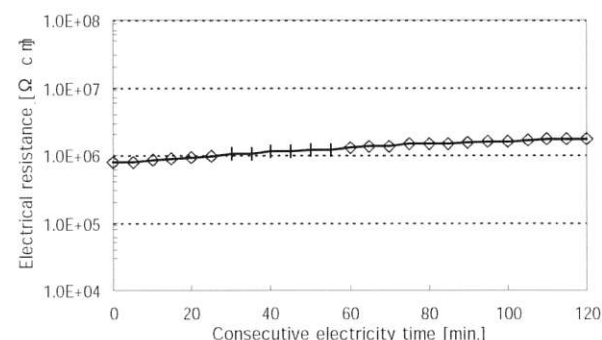


Fig.13 Relationship between consecutive electricity time and electrical resistance ($10^6 \Omega$ grade sample)

Table 1 Functions and technologies to be necessary for highly functional blade

	低 μ ブレード	研磨ブレード	導電ブレード
要求される機能	摩擦係数 耐摩耗性 耐欠け性 非汚染性 表面性・カット面精度 エラストマー強度	相手材の研磨力 耐摩耗性 分散均一性 非汚染性 表面性・カット面精度 エラストマー強度	電気抵抗の電圧依存性小 電気抵抗の経時変化小 電気抵抗の環境依存性小 非汚染性 表面性・カット面精度 エラストマー強度
必要な技術	コーティング技術 低 μ 材料の選択 硬さ設計 表面粗さ造りこみ	研磨剤種・量の選択 研磨剤の偏在化 多層シートカット技術	導電剤種・量の選択 硬化速度の制御

したい。

7. ま と め

ブレードの主目的である「トナーかき取り」機能に新たな機能を付加することにより、今後のブレードに対する細かな要求の一助となると考えている。Table1に、今回紹介した高機能ブレードの要求される機能と必要な技術についてまとめた。今後の更なる応用展開に期待する。

なお、本稿は日本画像学会 Japan Hardcopy 2005 論

文集、および第 60 回日本画像学会技術講習会要旨集に掲載した論文に加筆したものである。

参 考 文 献

- 1) 電子写真学会編：“続 電子写真技術の基礎と応用”，P302-P312(1996)
- 2) 今井嘉夫：“ポリウレタンフォーム” P33-P37(1987)
- 3) 西本淳，古屋紀幸，渡辺正義：電気化学協会第 62 回大会要旨集，3J12(1995)
- 4) 高分子，Vol.44，No.5，312(1995)



岩崎 成彰
Nariaki IWASAKI
1991 年 入社
MMP 事業部



三木 隆司
Takashi MIKI
1985 年 入社
MMP 事業部

熱転写印刷が可能なラバーマーキングシートの開発

Development of a printable rubber marking sheets for a thermal transfer printer

谷口 仁^{*1}

Jin TANIGUCHI

A high-performance printable rubber marking sheet for a device which delivered both full color thermal transfer printing and digital die-cutting has developed. The marking sheet consists of four layers, which are an ink-receptive layer, a hot-melt adhesive layer, a separator film and protect film. A polyurethane compound was selected for the ink-receptive layer, because of its superior workability of printing and cutting. Also the polyurethane compound brought faithful representations of original images. The adhesion of inks and the layer was tuned by addition of TiO₂. The tuning up the melting-temperature of the receptor and of the hot-melt adhesive is important to balance both the workability and the durability in the wash and in the dry-cleaning.

This marking sheet is sold with a brand name of "Bando Exceed Cygnus", and now it is improved upon to use with ink-jet printers.

1. 緒 言

ラバーマーキングシートは、たとえばユニフォームのチームロゴや背番号のように、衣料品などのワッペンやマーキングに用いられるホットメルト接着剤付きシートである。貼り付けたい文字や図形をカッティングマシン等を用いて切り抜いた後、熱と圧力により布地に接着させて使用する。従来、このような用途では刺繍やフェルト生地マークが用いられてきたが、これらと比べてラバーマーキングは軽く柔軟で、布地の風合いを損なわないという特長がある。しかしその一方、ラバーマーキングは基本的に単色表現しかできず、多色で使用する場合でもせいぜい数色のシートを重ね貼りする程度であり、表現できる意匠はきわめて限定されていた。

最近、衣料用マークの分野でもデザイン性と個性とが望まれるようになってきている。このため、インクジェット方式や熱転写方式など、フルカラー印刷可能な小ロット印刷方式が衣料用マークの作製に適用され始めている。その一例として、任意の図柄を家庭用のインクジェットプリンター等で印刷して、アイロンを用いて図柄を衣料に転写する転写シートがある。しかし、この方式は、シートに隠蔽性が無いため生地色の影響を受けやすく、堅牢性が低く洗濯に耐えられないなどの問題があり、実用的なものではない。

このような状況を背景として、フルカラー熱転写方式を採用した衣料マーク用プリント&カット機が上市

され、それに対応したラバーマーキングシートが開発されている。しかし、現在市販されているものは印刷・発色性が不十分なことに加えて、カッティング、カス取り、アプリケーション等の作業性もすべてが満足できるものではなく、市場からの改良要求が強い。

弊社は、現在販売しているラバーマーキングシート（EXCEED シリーズ）の技術をいかしつつ、さらなるラインアップの充実と拡販とを目的として、熱転写印刷に対応したラバーマーキングシートの開発を行い、EXCEED-CYGNUS として販売を始めた。

本報では、開発に際して重要なポイントとなったインク受容層の設計、布地との接着力の設計、セパレーターの設計について説明する。

2. EXCEED-CYGNUS について

2.1 製品構成

図1に EXCEED-CYGNUS の構造を示した。EXCEED-CYGNUS は、表面保護フィルム、インク受容層、ホットメルト接着剤層、セパレーターの4層からなっている。表面保護フィルムは保管時にインク受容層を保護するためのものであり、片面に離型処理を施したポリプロピレンフィルムを用いている。インク受容層は熱転写方式により印刷されたインクを保持する機能を有し、ホットメルト接着剤層はマークを布地に保持する機能を分担する。また、セパレーターは印刷ならびにカットの際の支持体となる。

^{*1} 化成品事業部

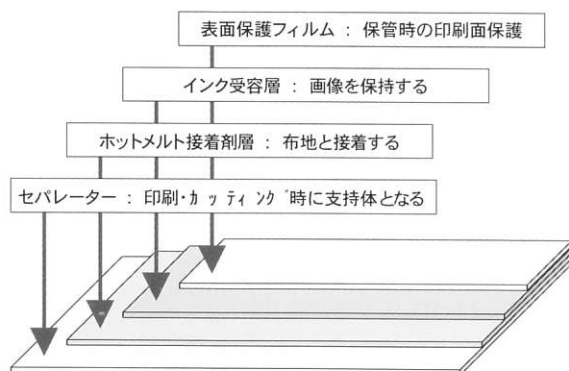


図1 EXCEED-CYGNUSの構造

2.2 使用方法

図2には、EXCEED-CYGNUSの使用法を示した。まず、表面保護フィルムを剥ぎ取り、フルカラー熱転写プリンターを用いて表皮層に印刷を行い(1)、続けて必要な形状に応じてカッティングを行う(2)。カッティングはコンピューター制御された刃がインク受容層とホットメルト接着剤層のみを切り抜いていく。こうして布地に貼り付けたい部分と不要部分とにシートが切り分けられたので、つぎに、不要部分を除去するカス取りを行う。このあと必要部分をセパレーターから剥がして布地の上において熱圧着するのだが、セパレーターから剥がしたシートはたいへん薄く扱いづらいため、アプリケーションフィルムを用いる必要がある。すなわち、印刷側面にアプリケーションフィルムを貼り付け、セパレーターを剥ぎ取る(3)。これを貼り合わせたい衣料の上に重ね、プレス機を用いて熱圧着を行い、マークを衣料に接着する(4)。さらに、アプリケーションフィルムを剥がし、

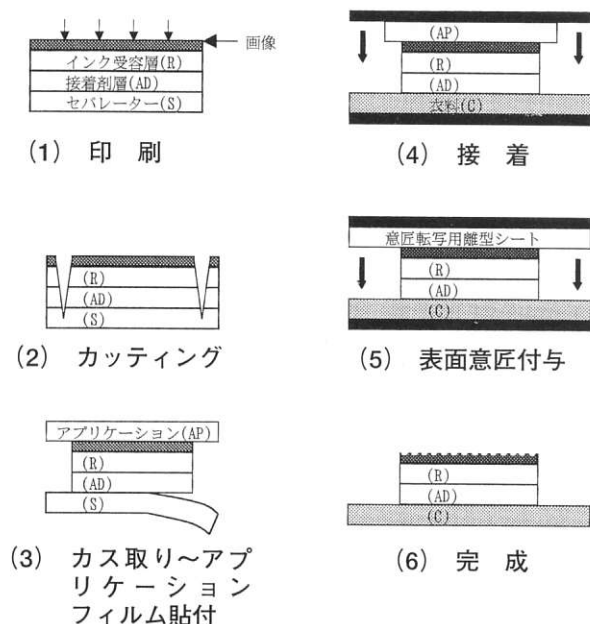


図2 EXCEED-CYGNUSの使用方法

意匠転写用離型シート（エンボスシート）をあてて熱圧着することにより、エンボスを付与し(5)、マークが完成する(6)。

3. 評価方法

3.1 印刷品質ならびに作業性

印刷品質ならびに作業性の評価は、ローランドディージー株式会社製の衣料マーク用プリント&カット機であるPC-600を用いて評価した。

図3には熱転写プリントのしくみの模式図を示した。図のように、印刷ユニットは各色のインクリボンカセットとサーマルヘッドからなり、サーマルヘッドにインクリボン載せてシート上を走査する。コンピューターからの印刷命令を受けるとサーマルヘッドが瞬間的に加熱し、インクを溶融させ、溶けたインクがインクリボンからシートに転写されることによって印刷が行われる。こうして各色ごとに印刷を行い、重ね合わせることによってフルカラー印刷が完成する。

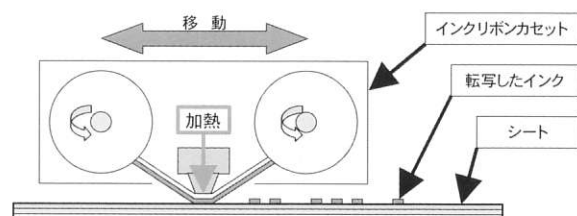


図3 熱転写プリントのしくみ

このようなプリント&カット機に対するシートの適性として、印刷性、発色性、カッティング性、カス取り性を、実際にPC-600に試作したシートを装着して印刷を行うことにより評価した。

印刷性とは、印刷の際のインクリボンの動作がスムーズに行われることをいい、シートが印刷性に劣る場合は、インクリボンがインク受容層に貼りついたり、インクリボンが切れてしまうことがある。そこまで至らなくても、ジッターが発生したり、各色の画像がずれるなどの問題が生じる。

発色性とは、印刷された画像が、データの色情報を忠実に再現していることをいう。発色性が劣ると、印刷にムラが生じて不鮮明な画像となったり、色によってインクの転写率が変化して元データとは色バランスが変化するなどの問題が生じる。

カッティング性は、インク受容層とホットメルト接着剤層のみを所望の形状に切り込むことができる性能のことである。カッティング性に劣る場合は、カット中にシートがセパレーターから剥がれたり、シワが入るなどの問題が生じる。小さな文字や鋭角な部分まで問題なくカットできなければいけない。

カス取り性は、不必要な部分をスムーズに取り除くことができる性能のことである。カス取り性に劣る

シートは、不必要な部分と一緒に必要な部分までもが剥がれてしまう頻度が高い。このため、カス取りを少しずつ、慎重に行わなければならない、マークの作製に時間がかかってしまう。

3.2 実用性能評価

前項に掲げた装置を用いて所定の印字ならびにカットを行ったシートを、綿100%のTシャツ布地に、温度140℃、圧力0.05MPaで20秒間の熱圧着することにより、実用性能評価用の試験片を作製した。

耐洗濯性は、JIS L0217の103に基づき、40℃の温水による洗濯と、脱水、乾燥を30回繰り返したときのインク密着性と布地接着性とを評価した。また、耐ドライクリーニング性は、JIS L0217の402に基づき、40℃の工業用ガソリンによる洗濯と、脱水、乾燥を5回繰り返したときのインク密着性と布地接着性とを評価した。

印刷面の摩擦堅牢度ならびに耐光性の評価は、それぞれJIS L0849、JIS L0842に従い、インク密着性を評価した。

なお、これら一連の実用性能試験において、インク密着性については目視による5段階評価を行い、4級以上を目標とした。表1に各級の判定基準を示した。

一方、耐洗濯性試験ならびに耐ドライクリーニング性試験における布地接着性は、布地の剥離の有無によって評価した。

表1 インク密着性の判定基準

等級	試験後の印刷の状態
1級	完全にインクが脱落した
2級	インクの脱落が顕著である
3級	試験後の試験片を詳細に観察するとインクの脱落が検知できる
4級	試験前後の試験片を並べて詳細に観察した場合はインクの脱落が検知できる
5級	インクの脱落が認められない

4. インク受容層の設計

4.1 ウレタン樹脂の検討

インク受容層は最終的にはマークの表面となる。このため、インク受容層には、印刷品質の高さやインク密着性だけでなく、柔軟性、強度、耐屈曲性、耐摩耗性、透湿性、耐油性などが要求される。そこで、まず一般のラバーマーキングの表面層として実績のあるポリエステル系ポリウレタンを候補材料として検討することにした。

また、第3.1項で説明したとおり、印刷の際にシートはヘッドの発熱の影響を受けるので、インク受容層

の材料選定にあたっては材料の熱的性質が重要になる。そこで、まず軟化温度の異なる種々のポリエステル系ポリウレタンをインク受容層としてシートを作製し、印刷性などの評価を行った。

図4には、インク受容層に用いたポリウレタンの軟化温度と、印刷性、発色性、インク密着性との関係を示した。ここで、インクはシアン、マゼンダ、イエロー、ブラックの各色を用いた。評価については、各色ごとの評価結果を総合して示した。

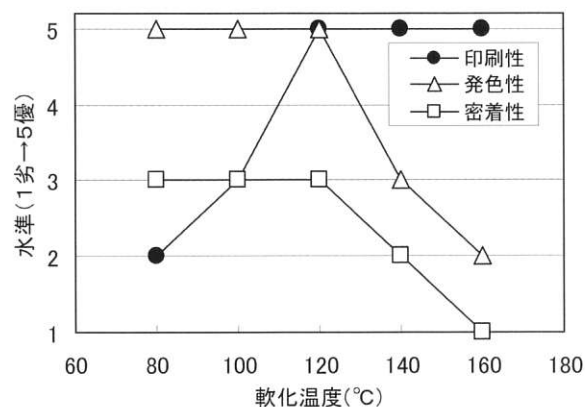


図4 インク受容層のポリウレタンの軟化温度と印刷性、発色性、インク密着性との関係

図より、印刷性については、ポリウレタンの軟化温度が120℃を下回ると劣り、120℃以上では良好な結果が得られた。一方、発色性とインク密着性については、ポリウレタンの軟化温度が120℃を上回ると劣り、120℃以下では良好な結果が得られた。すなわち、軟化温度が120℃のポリウレタンが、インク密着性は不十分であるものの、印刷性、発色性、インク密着性のバランスが取れていることが明らかになった。このような結果が得られたことについて、以下にインクリボンの溶融挙動と対比して考察した。

図5にはインクリボンの示差走査熱量分析(DSC)の結果を示した。図より、インクリボンは114℃に

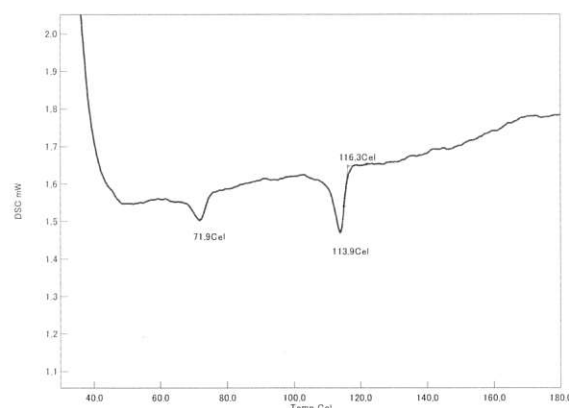


図5 インクリボンのDSC曲線

シャープな吸熱ピークを有していることから、インクの融点が114℃であることがわかった。

図6は、インク受容層のポリウレタン軟化温度とインク融点との関係について、各々の場合のインクの転写の様子について考察した模式図である。

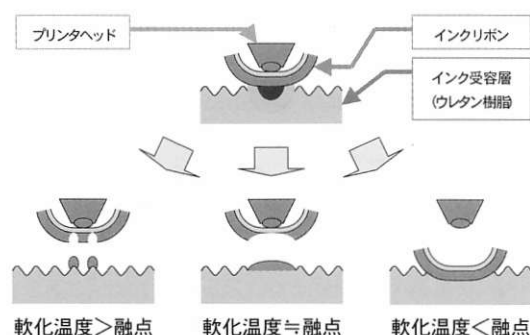


図6 インク受容層の軟化温度とインクの融点との関係とインク転写の様子

サーマルヘッドの発熱量はインクを瞬間的に溶融させるために必要十分な熱量と考えられる。すなわち、発熱量が不足するとインクの転写に問題を生じるし、その一方で発熱量が過多であると印刷動作を安定させるための放熱が困難になるうえ、消費電力が増加するため省エネルギーの観点からも問題になるからである。

まず、ポリウレタンの軟化温度がインクリボンの融点に近いときは、サーマルヘッドの発熱によってポリウレタンも表面付近が軟化し、インクとポリウレタンとが熔融状態で接触するためインク転写率すなわち発色性とインク密着性とは良好になると考えられる。これに対して、インクの融点よりもポリウレタンの軟化温度が高い場合は、ヘッドが発熱してもポリウレタンは軟化しないので、インクの密着が十分でなくなるうえ、転写率も不十分のため発色性が劣ると考えられる。一方、インクの融点よりもポリウレタンの軟化温度が低い場合は、サーマルヘッドの熱によってポリウレタンが広範囲で軟化し、インクリボンと密着してしまうため、印刷性が損なわれるものと考えられる。

4.2 樹脂系添加剤の検討

以上のように、軟化温度120℃のポリエステル系ポリウレタンを用いることによって、印刷性と発色性とのバランスの取れたインク受容層が得られることがわかった。しかしながら、インク密着性については不十分であったので、この点に関して、樹脂系添加剤による改良を試みた。

樹脂系添加剤としては、インクならびにそのビヒクルとの親和性を考慮しながら種類と添加量とを検討した。その結果、印刷性および発色性を損なわずに、インク密着性を向上させることができた。これによ

て、摩擦堅牢度、耐洗濯性、耐ドライクリーニング性などの実用性を満足するインク受容層を得ることができた。

4.3 隠蔽性の付与

ラバーマーキングは布地に貼り付けて使用するため、マークが下地色を透過してしまうと、マークの色調が不鮮明になり、望みの意匠表現ができなくなる。このため、ラバーマーキングには下地色を透過しないように隠蔽性が求められる。隠蔽性の付与手段は種々考えられるが、ここでは色調の美しさと経済性の点から、白顔料である酸化チタンをインク受容層に多量に添加することによって隠蔽性を持たせることにした。しかしながら、酸化チタンは無機系の顔料であるため、あまり大量に添加すると、インク受容層の表面が粗くなるとともに流動性が低下するため、インク密着性を損なう可能性がある。

表2には、インク受容層に対する酸化チタンの添加量と、耐洗濯性、耐ドライクリーニング性、隠蔽性との関係を示した。表より、予想通り、酸化チタンの含有量が増加するにつれて、隠蔽性が向上し、耐洗濯性および耐ドライクリーニング性が低下する傾向が認められた。そして、酸化チタンの含有率が30%のときに、十分な隠蔽性が得られるとともに、耐洗濯性および耐ドライクリーニング性も問題ない水準であることが確認できた。

表2 酸化チタンの添加量と耐洗濯性、耐ドライクリーニング性、隠蔽性との関係

酸化チタン顔料の含有比率(%)	20	25	30	45	50
耐洗濯性	○	○	○	△	×
耐ドライクリーニング性	○	○	○	○	△
隠蔽性	×	△	○	○	◎

5. ホットメルト接着剤層の設計

5.1 ホットメルト接着剤の選択

ラバーマーキングにおいては、ホットメルト接着剤層の樹脂種と貼り合わせたい布地との間には密接な関係がある。したがって、接着性や風合いなどの性能の良いホットメルト接着剤を選択するためには、どのような布地に貼り合わせて使用するかを事前に十分検討する必要がある。

当製品は、ユニフォームのロゴマークや、子供服の意匠に使用される可能性が高いと考えられるので、貼り合わせる対象の布地としては綿を想定した。そして、過去の知見に基づき、綿との接着性が良好で、風合いが優れているウレタン系のホットメルト接着剤を

選択して以下の検討を行った。

5.2 ホットメルト接着剤の軟化温度

まず、軟化温度の異なるウレタン系ホットメルト接着剤について、軟化温度と布地接着性との関係の評価した。図7にその結果を示した。ここで、布地は綿100%のTシャツ布地を用い、温度140℃、圧力0.05MPaで20秒間熱圧着することにより、接着試験片を作製した。ホットメルト接着剤層の厚さは70 μ mとした。また、接着力は試験片を幅25mmの短冊状に打ち抜き、引張り速度300mm/minにてT剥離を行うことにより測定した。

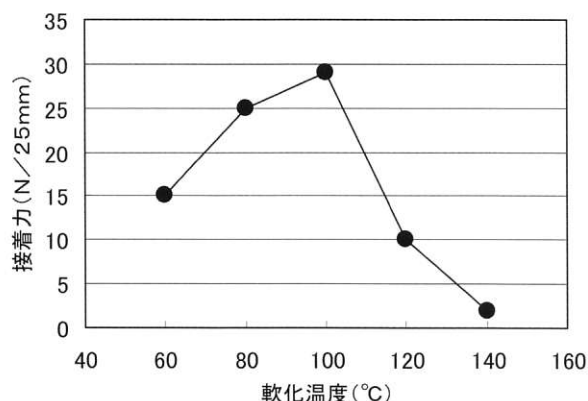


図7 ホットメルト接着剤の軟化温度と接着剤と布地との接着力との関係

図より、ホットメルト接着剤の軟化温度が60℃から100℃の間では、軟化温度が高いほうが接着力が大きくなった。一般に、軟化温度が高いほど、ホットメルト接着剤自身の凝集力が大きくなるので、布地への接着剤の浸透が十分であれば、軟化温度の高い接着剤ほど大きな接着力を得ることができる。軟化温度100℃以下のホットメルト接着剤については、140℃の接着温度において接着剤の軟化と布地への接着剤の浸透とが十分に進行したものと考えられる。

一方、ホットメルト粘着剤の軟化温度が100℃から140℃にかけては、軟化温度が高いほど接着力は低下した。このことについては、軟化温度が120℃以上の接着剤に対しては、接着温度が140℃では接着剤の軟化が不十分であったためと考えられる。

以上のことから、軟化温度100℃のポリウレタン系ホットメルト接着剤を採用することにし、つぎにホットメルト接着剤層の厚さについて検討を行った。

5.3 ホットメルト接着剤層の厚さ

図8には、ホットメルト接着剤層の厚さと布地接着力の関係を示した。ホットメルト接着剤の軟化温度は100℃である。図より、接着剤層が厚くなるほど、大きな接着力が得られることがわかった。これは、ホッ

トメルト接着剤と布地との接着力が、布地への接着剤の浸透に依存することを示している。しかしながら、ホットメルト接着剤層を厚くすると経済性に問題があるばかりでなく、ラバーマーキングを貼り付けた布地の風合いを損なったり、カッティングやカス取りに問題を生じることがある。したがって、実用上十分な布地接着力さえ確保できれば、ホットメルト接着剤層はできるだけ薄くするのが望ましいといえる。

耐洗濯性や耐ドライクリーニング性などの評価を行った結果、初期の布地接着力が18N/10mm以上であれば、問題を生じないことが確認できたので、図8に基づいてホットメルト粘着剤層の厚さを40 μ mに設定した。

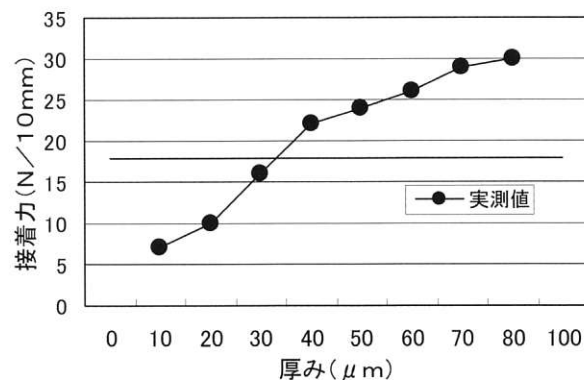


図8 ホットメルト接着剤層の厚さと布地接着力との関係

6. セパレーターの設計

6.1 セパレーターの剥離力の目標値

2.2項で述べたとおり、印刷ならびにカッティングの作業は、セパレーター上にあるインク受容層とホットメルト接着剤層に対して施される。そして、マークとして必要な部分はアプリケーションフィルムを用いてセパレーターから剥ぎ取られる。これらのことから、セパレーターとホットメルト接着剤層との密着力が、当製品の取り扱い易さに大きく影響していることがわかる。図9には、このことを模式的に示した。すなわち、まず第一に、マークの必要部分はアプリケーションフィルムによって剥ぎ取られなければならないので、セパレーターとホットメルト接着剤層との密着力は、アプリケーションフィルムとインク受容層との密着力よりも小さくなければならない。しかしながら、第二に、セパレーターとホットメルト接着剤層との密着力が小さすぎると、カッティングやカス取りの作業中にセパレーターが脱落する可能性がある。したがって、これら二つの問題が生じない範囲にセパレーターとホットメルト接着剤層との密着力を設定しなければならない。具体的には、アプリケーションフィル

ムとインク受容層との剥離力は0.15N/25mmであった。また、セパレーターとホットメルト接着剤層との剥離力が0.05N/25mm以下のときに、カッティングやカス取りの作業に支障をきたした。

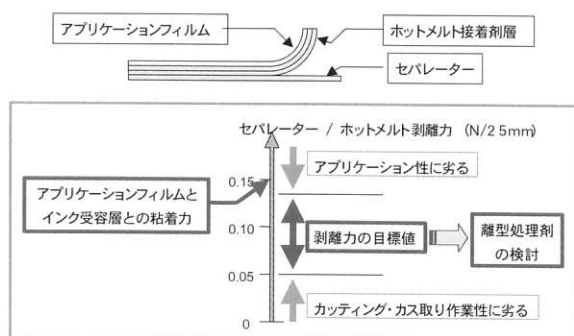


図9 セパレーターの剥離力の設計

以上のことから、セパレーターとホットメルト接着剤層との剥離力は0.05～0.15N/25mmを目標とし、これに合致するセパレーターの離型処理を探索した。

6.2 セパレーターの剥離力の設計と検証

図10には、各種の離型剤でセパレーターを処理したときのセパレーターとホットメルト接着剤層との剥離力の範囲を示した。シリコン系離型剤で処理した場合は剥離力は目標を下回り、ウレタン系離型剤で処理した場合は逆に上回った。そして、メラミン・アルキド系離型剤のなかに、目標値を満たすものがある可能性を見出せた。

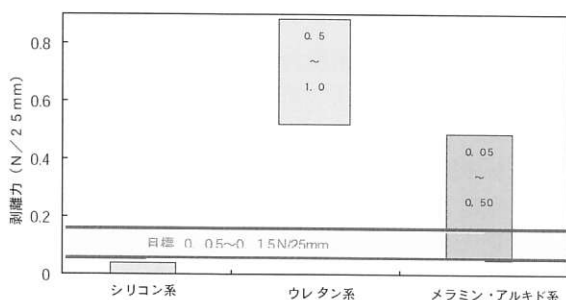


図10 セパレーターの各種離型処理とホットメルト接着剤層の剥離力との関係

図11には、種々のメラミン・アルキド系離型剤で処理したセパレーターについて、セパレーターとホットメルト接着剤層との剥離力と、作業性との関係を示した。前項で予測したとおり、剥離力が0.10N/25mmを下回ったときは、カッティング性ならびにカス取り性に問題を生じ、剥離力が0.10N/25mmを上回ったときはアプリケーション性に問題を生じた。

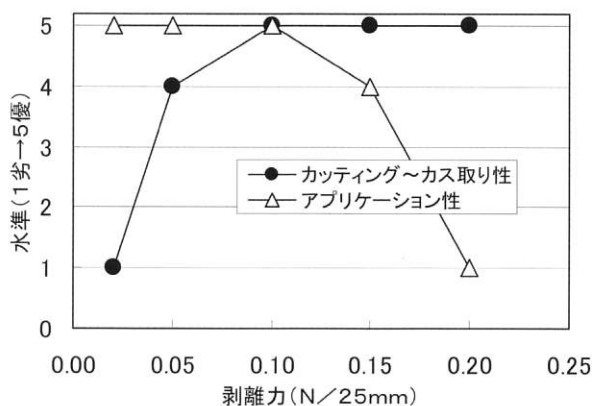


図11 セパレーターとホットメルト接着剤層との剥離力と作業性との関係

以上の結果から、ホットメルト接着剤層との剥離力が0.10N/25mmとなるメラミン・アルキド系離型剤で処理したセパレーターを採用した。

7. 総 括

以上、EXCEED-CYGNUSの要素技術について紹介した。

EXCEED-CYGNUSは、熱転写プリント&カット機に対応したラバーマーキングシートとしては、従来にはない高い水準で、印刷性と作業性とを両立させている。画質や風合いなどの基本機能だけでなく、カッティング、カス取り、アプリケーションなどの作業性にも十分配慮しているので、熟練の技術を必要としないで、容易に被着体の基布に任意の色彩表示印刷物を接着させることができる。また、インク密着性と基布接着力が高いため、洗濯やドライクリーニングにも十分耐える、実用性の高い製品に仕上がった。



谷口 仁
Jin TANIGUCHI
1997 年 入社
化成品事業部

斜め織りを使用した高性能ベルトの開発

Development of High Performance V-belt Using Diagonal Weave Fabric

中本 雄二^{*1}

Yuji NAKAMOTO

The development of a high performance V-belt with a little energy loss can be expected by using high flexibility of the diagonal weave fabric for the belt. However, the diagonal weave fabric has the problem that the wrinkle is generated easily at the calendering process. The weaving machine was improved to solve this problem, and various examinations were performed. In this paper, these results are reported.

1. 緒 言

斜め織織物のもつ高度な屈曲柔軟性を伝動ベルトに利用することにより、エネルギーロスの少ない高効率な伝動ベルトの開発が期待できる。しかしながら、斜め織織物はゴム処理加工時にシワが発生しやすい問題があった。本報告では織機の改良によりこの問題を解決するために種々の検討を行った。これらの内容について報告する。

2. ベルト伝動におけるエネルギーロスと織物の関係¹⁾

摩擦伝動ベルトは、プーリとベルトとの摩擦力によって、原動プーリから動力を受け、従動プーリに伝える仕事を行っている。ここで、動力伝達を行う際、必ずエネルギー損失が発生する。影響の大きい損失について以下に列挙する。

(1) ベルト曲げ応力損失

ベルトがプーリに巻き付く際、ベルトは中立面に対し、ベルト背部側は引張り、ベルト底部側は圧縮を受ける。つまり、ベルトを曲げる際にエネルギーを要しており、ベルトがプーリに巻き付くことでエネルギーをロスしている。

ベルト曲げ応力損失 ΔP_b は以下の式で表される。

$$\Delta P_b = \frac{EI}{R^2} v = \frac{EI}{R^2} \cdot \frac{2\pi R n}{60} = \frac{EI\pi n}{30R} \quad \dots\dots ①$$

ここで、EI：ベルト曲げ剛性、R：プーリ半径、v：ベルト速度、n：プーリ回転数を表す。ベルト曲げ剛性 EI が小さいベルトの方が、ベルト曲げ

力損失 ΔP_b は小さくなる。

(2) 軸受部の摩擦による損失

ベルト伝動を行うためにはベルトに張力を与えなければならないが、その張力により軸受部に力が掛かる。この力により軸受部には回転摩擦力が生じて動力が費やされる。

軸受部の損失の大きさは、軸受部の種類、位置、潤滑の方法などにより、かなり差があるが、軸受部の損失 ΔP_m は一般的に以下のように表される。

$$\Delta P_m = F\mu_m v = F\mu_m \cdot \frac{\pi d_m n}{60} = 0.052nF\mu_m d_m \quad \dots\dots ②$$

ここで、F：軸荷重、v：ベルト速度、n：プーリ回転数、 μ_m ：軸受部の回転摩擦係数、 d_m ：軸受部の直径を表す。

(3) ベルトの滑りによる摩擦損失

摩擦伝動ベルトが動力を伝えるとき、ベルトの弾性伸びから必然的に弾性滑りが生じる。

ベルトの滑り損失 ΔP_s は以下の式で表される。

$$\Delta P_s = \frac{Te^2}{ES} v \quad \dots\dots ③$$

ここで、Te：有効張力、E：縦弾性係数、S：断面積、v：ベルト速度を表す。

縦弾性係数 E が高いベルトの方が、ベルト滑り損失は小さくなる。

動力伝達の際の各種損失は (1)～(3) 以外に、ベルトがプーリに食い込む際の損失、ベルト振動による損失、空気抵抗による損失などがある。しかし、①ベルト曲げ応力損失および②軸受部の摩擦損失が伝動における全損失の大部分を占める。曲げ応力による損失を抑えることで、伝動における損失を小さくすることが

^{*1} 伝動技術研究所

できるため、原動機の消費動力を少なくすることができる。

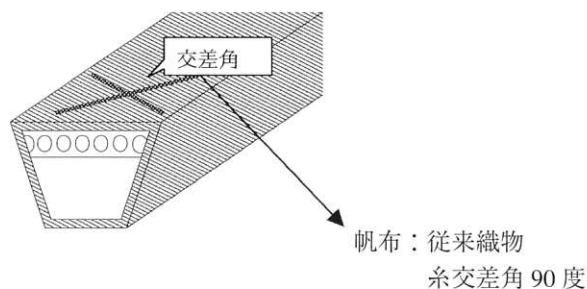


図1 摩擦伝動ベルト模式図

この曲げ応力を軽減する手段として、図1のようなベルトの場合、ベルト表面には織物が補強布として用いられている。ベルト伝動時にプーリに巻き付いた場合、織物の剛性は交差角をあげて広角度にした織物を用いることで曲げやすくなり、曲げ応力が低下する。この広角度化に斜め織物を利用する。

3. 目的と目標

斜め織物による広角度化でラップドベルトの伝動効率1%以上向上を目標として、本研究で作製した斜め織り織機を用いて実際に織物を作製しベルトを試作し、効果を把握するとともに問題点を抽出する。

4. 実験方法及び実験装置

4.1 斜め織物

図2に従来の織物と斜め織物の模式図及び表1に織物の構成を示す。

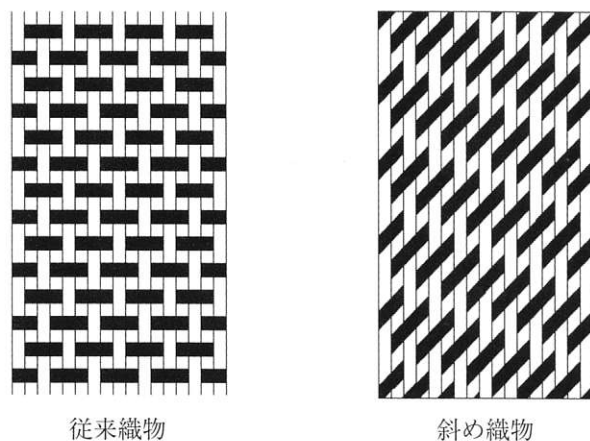


図2 織物の模式図

表1 従来織物と試作織物構成

織り		従来織り	斜め織り
材質		綿	綿
太さ	番手	20s/3	20s/3
密度	タテ 本/5cm	62	69
	ヨコ 本/5cm	73	83

4.2 ベルト及びベルト製造工程

以下に今回製造したベルト及び工程概略を示す。

製作ベルト：JIS K 6323「一般用Vベルト」に準ずる呼称B-40のベルトを製造（種類B形、長さ1016mm）

製造工程：構成材料であるゴムと心線を円筒状に成形し、その外に織物をラッピング加工することで予備成型体を作製し金型を用いて加圧、加熱により加硫を行う。この織物に、上記従来の織物と斜め織物を用いて作製したベルトでの伝動効率を測定し、エネルギーロス低減効果を把握する。

4.3 織物加工方法

ベルトに織物を用いる場合、複合体として機能を発揮するために必要な加工を以下に示す。

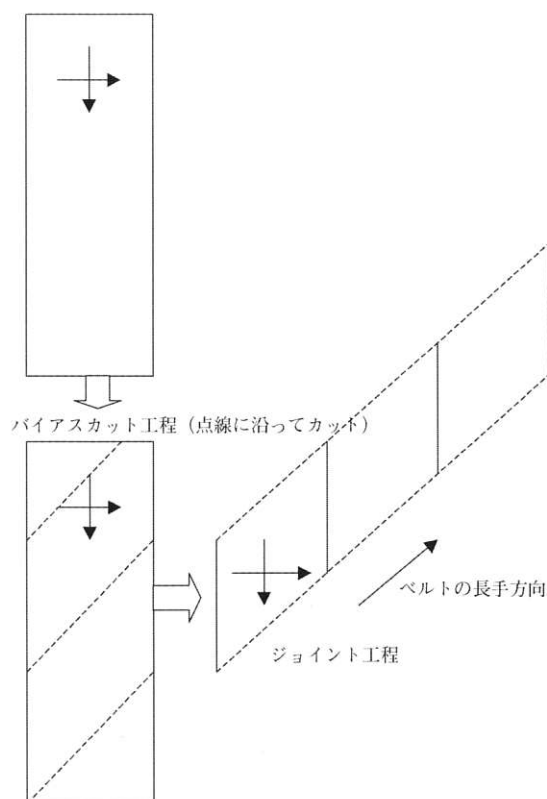


図3 織物のバイアス加工の模式図(従来の平織物)

(1) ゴム処理加工

ゴムと織物を接着させる方法として、フリクション加工を行う。これは、接着を目的として織物にゴムの練り生地を刷り込む加工で、ロール間に織物を通してながらゴムを擦り込む。

(2) 織物バイアス加工

ゴム処理された織物をベルトのゴム成形体に巻き付ける前に織物がある角度を付けてカットし張り合わせる。従来の平織物の場合は45°にカットして帆布の両端を張り合わせてジョイントする。こうすることでベルトの長手方向に対して曲げやすくなるような糸角度でベルトを作ることができる。図3に従来の織物のバイアス加工の模式図を、図4に斜め織物のバイアス加工の模式図を示す。

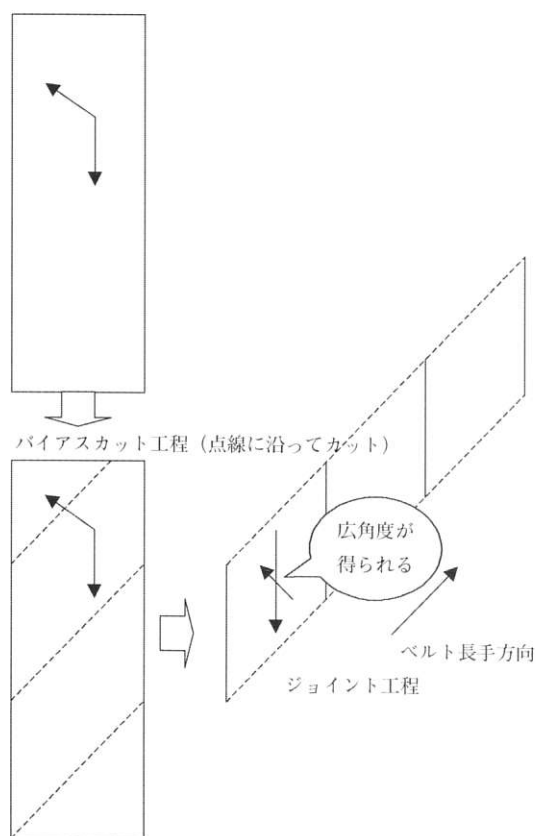


図4 織物のバイアス加工の模式図（斜め織物）

4.4 加工前後の織物評価項目

JIS L 1096「一般織物試験法」に準じ、以下の項目を測定した。

- (1) 幅
- (2) 単位面積あたりの重量
- (3) 密度
- (4) 引張強さ、伸び率

その他、斜め織物については、糸交叉角を測定した。

4.5 ベルト特性評価項目

(1) 曲げ剛性 (EI) 測定

ベルトの曲げ剛性は自然状態で円状であるベルトを2枚の平行な平板で挟み、平行板間に荷重をかけて鼓状に変形させた状態において、対向するベルト平行部で測定される平行板に垂直な心線同士の距離を元に算出した。

(2) ベルト伝動効率測定方法

ベルトの伝動効率は、2軸レイアウトにおいて入力となる原動軸での動力と負荷を作用させた出力となる従動軸での動力を測定し、その2つの動力比から計算した。

5. 実験結果

5.1 加工前後の織物特性

試作織り機により製織した斜め織物と従来の平織物の設計値およびフリクション加工前後の特性をそれぞれ表2、表3に示す。

表2 斜め織物特性

		設定値	実測値	フリクション加工後
幅	cm	115	150.2	120.3
重量	m ²	—	218.5	567.3
密度	タテ 本/5cm	69	59	76.5
	*ヨコ 本/5cm	83	59	68.6
引張強さ	タテ N/3cm	—	447	602.1
	ヨコ N/3cm	—	498	589.7
伸び率	タテ %	—	15.3	5.0
	ヨコ %	—	14.5	18.0
糸角度	°	135	113	132

表3 従来の平織物特性

		設計値	実測値	フリクション加工後
幅	cm	155	155	128.4
重量	m ²	—	277.4	571.5
密度	タテ 本/5cm	62	67	74.7
	*ヨコ 本/5cm	73	74.7	68
引張強さ	タテ N/3cm	—	544.4	601.5
	ヨコ N/3cm	—	677.2	629.8
伸び率	タテ %	—	24.7	10.7
	ヨコ %	—	15.6	24.3
糸角度	°	90	90	90

：ヨコ糸密度はヨコ糸に平行に本数を読み取った値

5.2 フリクション加工後のタテ糸密度

斜め織物の特性として、製織段階ではよこ糸を45°で飛ばすため、理論的には糸角度が135°になるはずのものが、評価段階では113°と低下していた。これは、巻物から評価用のサンプル反を採取した段階でたて糸の張力がフリーとなるため、長さ方向に縮もうとして角度が低下するものと思われる。この結果、幅が

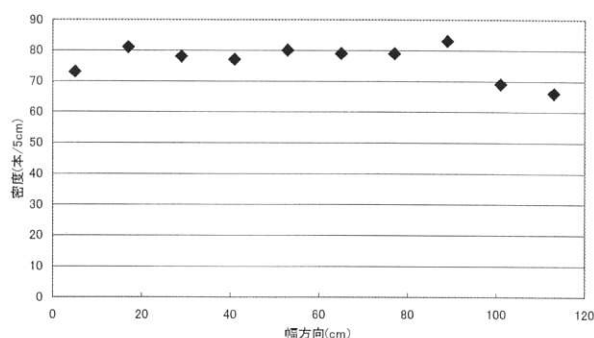


図5 タテ糸密度の幅方向の推移（斜め織物フリクション反）

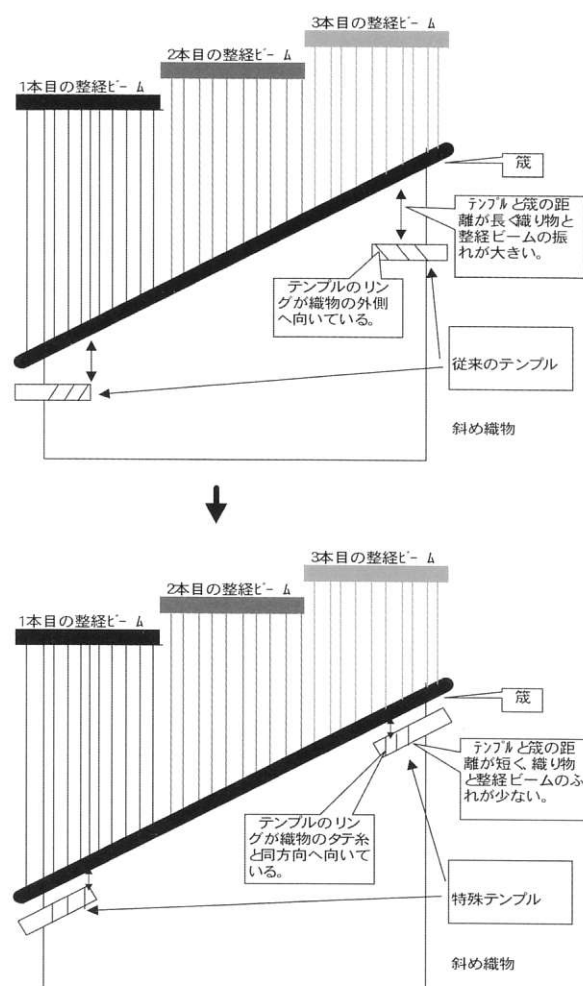


図6 従来のテンプルと斜め織り用特殊テンプルの比較

広がり、たて糸密度が低下している。引張強さ、伸び率などは特に大差は見られなかった。また、フリクション加工反の大きな問題点として、図5に示すようにタテ糸密度の幅方向のバラツキがあげられる。両端の密度が低く中心の密度が高い傾向にある。

帆布の両端の密度が少ない原因は製織時に従来のテンプルを使用しており、帆布を広げる方向にリングテンプルが作動しているためと考えられる。また、従来のテンプルはタテ糸に対して直角に配置されており斜め織り用の筵との距離が長く製織時の織物の振れや整経ビームの振れを抑えられない。これらの問題を解決するために図6に示すような特殊テンプルを作製した。この特殊テンプルは筵と平行に配置できるので筵との距離を縮めることができる。これにより製織時の織物の振れや整経ビームの振れを抑えることが可能である。リングの方向も通常のリングと異なりタテ糸に平行に作動するので帆布の広がりを抑えることができる。

また、密度のバラツキをなくすために筵の密度を変更し、密度のバラツキを平滑にする密度可変筵を考案し対策とした。

これらの対策を行った結果 図7、図8に示すように密度のバラツキは減少した。

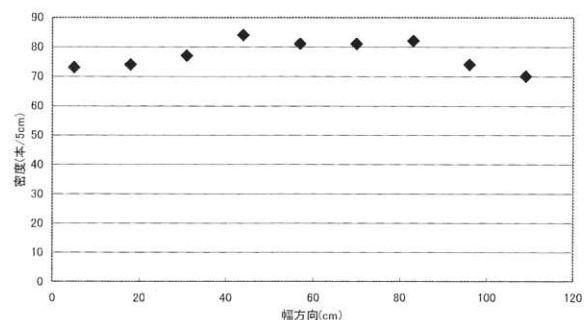


図7 タテ糸密度の幅方向の推移（斜め織物、特殊テンプル使用品、フリクション反）

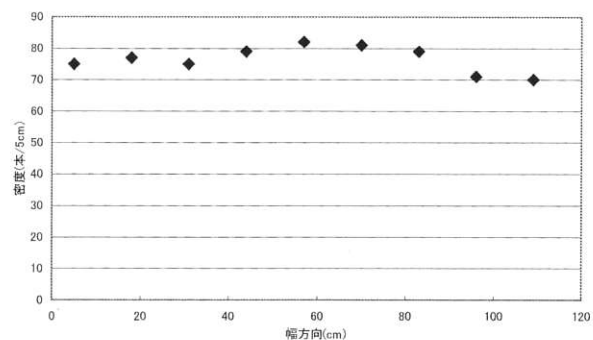


図8 タテ糸密度の幅方向の推移（斜め織物、特殊テンプル+密度可変筵使用品、フリクション反）

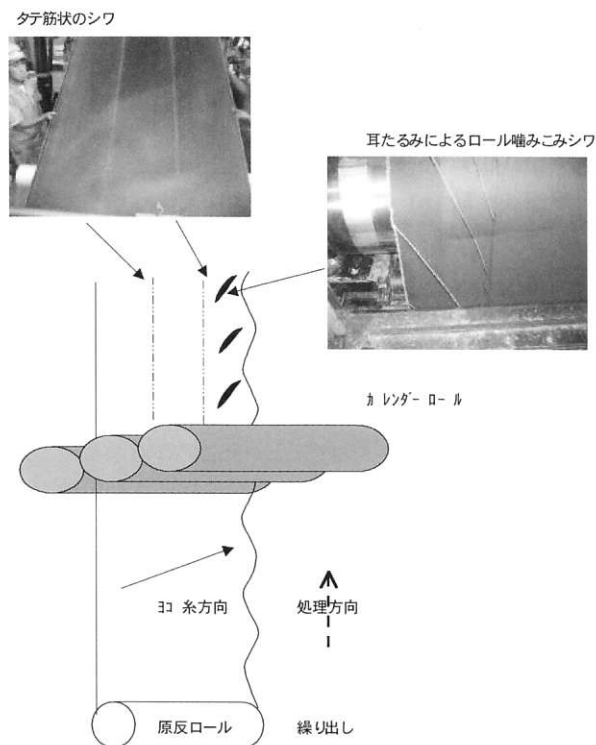


図9 フリクション加工時しわ発生の様式図

5.3 フリクション加工時のしわ発生

さらにフリクション加工時の問題点を以下に示す。従来の平織物であれば、加工時一定の張力をかけていればしわの発生はほとんど見られない。これに対し斜め織物の場合、加工時に大きなしわが発生した。しわは図9のようにタテ筋状のしわとロール噛みこみしわが発生している。

(1) タテ筋状のしわの発生原因

整経3本ビームの界面でフリクション加工時にタテ糸にそってシワが発生する。整経3本ビームの各張力が異なるため、ビーム界面で糸の張り方に差が

生じゴムの付き方が異なる。このためタテ筋状のシワが発生したものと考える。

(2) ロール噛みこみしわの発生原因

原反ロールを繰り出してカレンダーロールに向かうまでに片側の耳がたるみ、片側の耳はつった状態になる。たるみ側がカレンダーロールでフリクション加工を行う時に、たるんだ部分がロールに噛み込まれてシワが発生する。

これらのしわを改善するために原因を整理し、対策を行った（表4、5参照）。

表4 しわ対策

	しわの種類	発生原因	対策
しわ	タテ筋状しわ	整経3本ビームの張力差	整経1本ビーム化 整経ビーム界面の張力差緩和
	ロール噛みこみしわ	片側の耳のたるみ	左右の整経ビーム張力変量

表5にまとめた改善策の概要を以下に示す。

<改善策1> 整経1本ビーム化によるタテ筋改善

整経ビームを3本から1本に変更した。その様式図を図10に示す。フリクション加工時のシワは発生しなかった。ただし、整経1本ビームは織りの段階で筈と整経ビームが遠い側のタテ糸が張力不足でタテ糸がゆるみを生じ開口がうまくいかず織り難いという問題を残した。

<改善策2> 3本整経ビームの張力緩和によるタテ筋改善

図11のように整経ビームの界面の糸をいくらか交差させ、ビーム間の張力差を緩和させることによりタテ糸にそったシワをなくすことを目的として改

表5 しわ対策の実施結果

目的	対策		結果		
			タテ筋状のしわ	ロール噛みこみしわ	織り易さ
タテ筋状のしわ対策	改善策1	整経1本ビーム化	なし	なし	織り難い
	改善策2	張力差緩和	No2、3ビーム間にしわ	大	織り易い
ロール噛みこみしわ対策	改善策3	左右の整経ビーム張力変量	整経ビーム張力条件		
			No.1	No.2	No.3
			392N	588N	1177N
			373N	1079N	1814N
			373N	1059N	1863N
			小	なし	織り難い
			大	大	織り易い
			大	大	織り易い

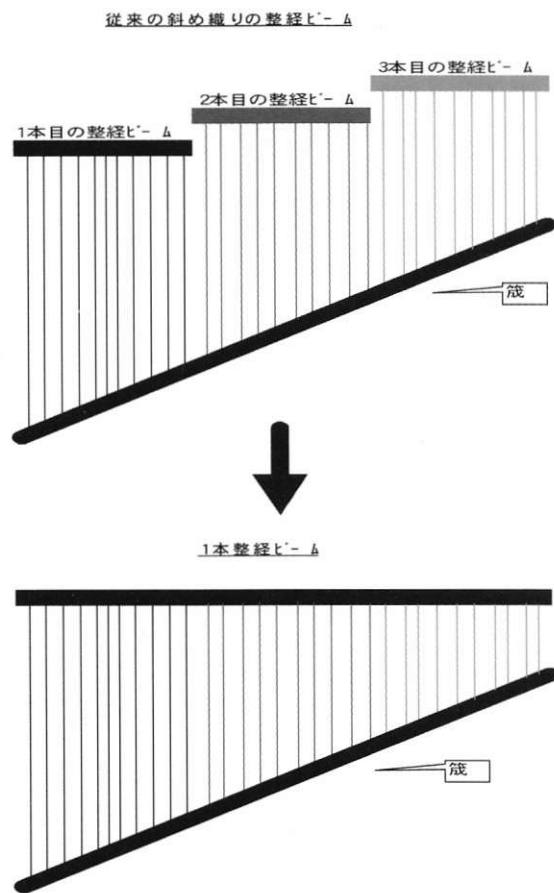


図 10 1本整経ビームの模式図

善した。No.1 ビームと No.2 間のしわはなくなったが、No.2、No.3 ビーム間のしわは残る結果となった。

<改善策 3> 3本ビーム張力変量によるロール噛み込みしわ改善

3本整経ビームの張力を変量して検討を行った。表 6 に結果を示す。整経ビームの左右の張力差が小さいほどシワが小さくなることがわかった。逆に張力差が小さいほど織り難くなった。これは 1 本目の整経ビームの張力不足でタテ糸が緩みうまく開口しないためである。

表 6 整経ビーム張力と耳たるみ、フリクション加工時しわの水準

	No.1 整 経 ビーム	No.2 整 経 ビーム	No.3 整 経 ビーム	No.3 側の帆布 耳たるみ	フリクション加工時 のしわ
試作反 1	392N	588N	1177N	小	なし
試作反 2	373N	1079N	1814N	大	大
試作反 3	373N	1059N	1863N	大	大

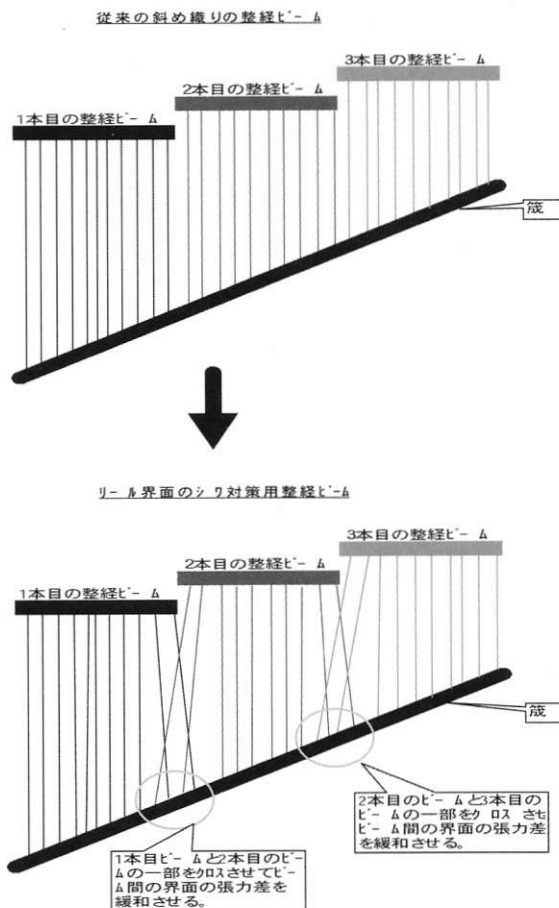


図 11 3本整経ビームの張力緩和の模式図

改善策 1～3 までを行ったが問題点を多く残した。改善策 1 はしわの改善ができたが、織り難いという問題を残した。また、改善策 2 はしわの改善はみられたが不十分である。さらにこれらの問題を解決するために、斜め織り用の特殊テンプルとこれらの改善策を組み合わせた改善策 4、改善策 5 を実施した。斜め織り用の特殊テンプルはテンプルと筈の距離が近いために、織物の振れや整経ビームの振れを抑えることができ、織りが安定する効果が期待できる（表 7 参照）。

表 7 しわ対策と斜め織り用特殊テンプル併用実施結果

目的	対 策	結 果		
		タテ筋 状のしわ	ロール噛 みこみしわ	織り易さ
しわ 対策	改善 策 4	なし	なし	織り易い
	改善 策 5	なし	なし	織り易い

表7にまとめた改善策の概要を以下に示す。

<改善策4> 整経1本ビーム化と斜め織り特殊テンプレ併用によるしわの改善

改善策1はしわの改善ができたが織り難いという問題を残していたが、斜め織り用特殊テンプレを併用した結果、問題なく織れることがわかった。これは製織時の織物の振れや整経ビームの振れが減少したためにタテ糸の開口がうまく機能するようになったと考えられる。ただし、フリクション加工時にややNo1.整経ビーム側の耳が吊るという問題が残った。

<改善策5> 3本整経ビームの張力緩和と斜め織り特殊テンプレによるしわの改善

改善策2についても同様に斜め織り用の特殊テンプレを併用した結果、タテ筋状のしわとロールの噛みこみしわが改善できた。タテ筋状のしわが改善された理由は従来のテンプレに比較して、織物の振れが少ないために、ビーム界面の張力差が助長されないものと推測する。また、ロール噛みこみしわが無くなった理由は、従来のテンプレは帆布を広げる方向に動いており、どうしても耳部が伸びた状態になりやすかったが斜め織り用の特殊テンプレを使用することで、外側への伸びが抑制され、たるみ難くなったと推測される。これらの改善を行った結果、フリクション加工時のしわの問題は改善された。

5.4 ベルト特性評価結果

(1) 曲げ剛性測定結果

改善後にフリクション加工した織物を用い製作したベルトの曲げ剛性を図12に示す。

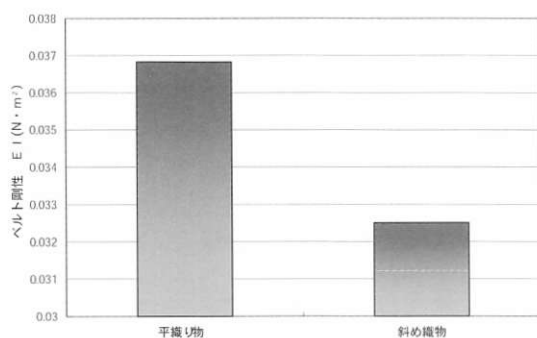


図12 ベルト曲げ剛性比較

ベルト曲げ剛性EI値は、通常の平織りベルトが最小プリー径まで屈曲した(変位量hが最小プリー径となる)ときの荷重(19.8N)で比較すると、斜め織物を使用したベルトでは約13%程度曲げ剛性が低下している。織物以外は同一材料を使用しており、この曲げ剛性の差は織物の曲げに対する柔軟性

の差によるものと考えられる。

(2) 伝動効率測定結果

ベルト伝動効率試験の結果を図13に示す。

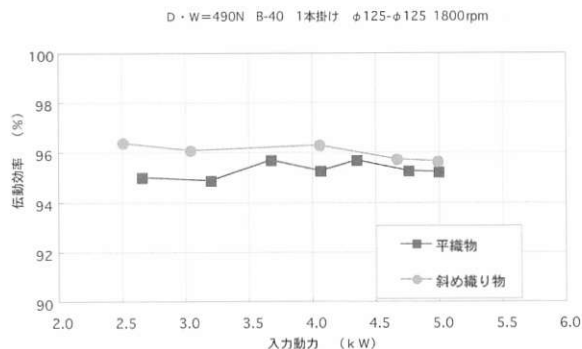


図13 伝動効率の比較

駆動モーターの入力動力を変量した際の、出力側の動力を測定した。その入力動力に対する出力動力の比を伝達効率として、動力伝達時のロス的大小を比較している。今回の結果では、多少ばらつきはあるが、斜め織物を用いたベルトの方が伝動効率において1%前後の向上が確認できた。

6. まとめ

6.1 フリクション加工工程の合理化

現状、平織り帆布を用いた織物は、たて糸とよこ糸の交差角は125°程度が限界である。今回の斜め織物であれば、既に製織段階で135°の角度をもち、高張力でフリクション加工すれば、132°前後までの角度を保持できることがわかった。これにより斜め織りのもつ能力を最大限に引き出すことが可能となった。

6.2 伝動効率の向上

従来の90°平織物と斜め織り織物を使用したベルトの伝動効率比較では、斜め織物を用いることで約1%前後の効率向上が確認できた。これは、曲げ剛性の低下が、伝動時のエネルギーロス低減に寄与したものと考える。

参考文献

- 1) ベルト伝動技術懇話会：ベルト伝動の実用設計、(株)養賢堂 (1996) P46～49

[付記]

本報告は平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「斜め織織物の開発と高性能・高機能繊維系製品の開発」で行ったものである。



中本 雄二
Yuji NAKAMOTO
1992 年 入社
伝動技術研究所

特 許 ・ 実 用 新 案 登 録 一 覧
(2004.10～2005.9)

(日本特許)

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H06-333410[H06/12/14] 開 H08-164568[H08/06/25] 登 3685828-[2005/06/10]	澤村 邦雄 伊藤 道夫	〈名称〉ローエッジVベルトのV形カット装置 〈要約〉簡易かつ正確にローエッジVベルトの側面をV形にカットする装置の提供を目的とする。ベルトを走行させるベルト走行部と、側面をV形に切削するベルト加工部と、ベルト加工部とベルトとを接近等させる往復移動機構とを配設するローエッジVベルトのV形カット装置において、直角すくい角がマイナスであり、真のすくい角がプラスであり、またフライスカッターが回転することにより刃先が形成する円錐の傾斜角がベルトの側面を切削するV形の傾斜角と同一である一対のフライスカッターを、刃先が対向するように同軸上に設けるものである。
願 H07-102329[H07/04/26] 開 H08-296631[H08/11/12] 登 3653122-[2005/03/04]	長谷川 誠 畑 克彦	〈名称〉導電性ローラ 〈要約〉ポリウレタンエラストマから成る導電性ローラの表面粘着性を改善し、かつローラの研磨作業能率を向上させる。回転軸と、その外周に低硬度導電弾性層とを同心に積層一体化して設けた導電性ローラにおいて、前記低硬度導電弾性層がポリオール成分およびイソシアネート成分の合計100重量部に対して、25℃における粘度が100,000～800,000cpsのジメチルシロキサンを0.5～10重量部含有させて反応硬化させたポリウレタンエラストマーからなることを特徴とする導電性ローラ。
願 H07-119446[H07/05/18] 開 H08-309885[H08/11/26] 登 3664768-[2005/04/08]	永瀬 貴行 山本 裕嗣 関川 弘之	〈名称〉ゴムロールの製造方法 〈要約〉発泡剤及び電気抵抗調整剤を含有する円筒状のゴムロール素材に芯金を通し、これを金型に装填し上記発泡剤を発泡させてゴムロールを得るにあたり、上記ゴムロール素材の表面の粘着を防止しながら、当該ゴムロールの電気抵抗を調整することができるようにする。上記ゴムロール素材の表面に導電性粒子をまぶしておいてから、これを金型に装填するようにする。
願 H07-131372[H07/05/30] 開 H08-324736[H08/12/10] 登 3677080-[2005/05/13]	竹内 祐二 野中 敬三 尾上 勸	〈名称〉ベルト用抗張体及びこれを用いたベルト 〈要約〉ガラスコード製ベルト用抗張体の耐水性を高める。上記ガラスコードを形成するガラス繊維材の表面に、レゾルシン・ホルマリンの初期縮合物とラテックスとを主成分とする第一被膜層又はゴム糊による第一被膜層が形成され、該ガラスコードの表面に樹脂を主成分とする第二被膜層を形成する。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H07-188600[H07/06/30] 開 H09-12145[H09/01/14] 登 3664775-[2005/04/08]	茨木 敬彦 片山 宗	〈名称〉円筒体の積載装置 〈要約〉円筒体を端部の位置を揃えて積載パレットに積載し、全体として自動化し、作業者の手作業を大きく低減する円筒体の積載装置を提供する。走行レールを、ローラコンベヤの上方よりパレット搬入位置の上方までの間に架設し、その走行レールに載架した走行手段を備える走行フレームは、その中間部に昇降シャフトを取り付け、昇降シャフトの下部に、積載アームを連結した連結管を嵌合し、その連結管と昇降シャフトの下部とを連結ピンにより摺動可能に連結し、積載アームと昇降シャフトとを引きバネにより連結し、無負荷時に積載アームと昇降シャフトが当接する方向に付勢し、昇降シャフトには積載アームの位置を検出する負荷検知スイッチを設けている。
願 H07-222564[H07/08/07] 開 H09-50220[H09/02/18] 登 3696663-[2005/07/08]	迫 康浩 明石 直樹	〈名称〉電子写真装置用クリーニングブレード 〈要約〉低温でのクリーニング性と高温での振動吸収性とに優れた高耐久性を有する電子写真装置用クリーニングブレードを提供する。ブレード部材と、支持部材と、接着剤層とからなる電子写真装置用クリーニングブレードにおいて、前記ブレード部材が、3-メチル-1,5-ペンタンジオールとポリイソシアネートとを反応させ硬化されてなるウレタンエラストマーからなるものである電子写真装置用クリーニングブレード。
願 H07-313646[H07/11/06] 開 H09-127846[H09/05/16] 登 3602898-[2004/10/01]	迫 康浩 岩崎 成彰	〈名称〉電子写真装置用ブレード体 〈要約〉当接部のエッジ精度と摩擦係数とが長期にわたって制御される電子写真装置用ブレード体を提供する。ブレード部材と、支持部材と、接着剤層とからなり、相手材と当接して用いられる電子写真装置用ブレード体において、前記ブレード部材が、ポリウレタンエラストマーからなるものであり、その少なくとも当接部が、鉛筆硬度 B~6H の被膜硬度を有する樹脂をコーティングさせたものである電子写真装置用ブレード体。
願 H07-317220[H07/11/10] 開 H09-131804[H09/05/20] 登 3633695-[2005/01/07]	納谷 政秀	〈名称〉ベルト加工装置 〈要約〉複数の工程を有するベルトの製造工程において、複数の工程を同時に遂行し、また、その各工程に自動化機器を装備することを容易にするベルト加工装置を提供する。a) 旋回可能に鉛直に立設され、ベルト掛け具として上側プーリ、テンションプーリを有する複数のベルト支持手段を備えた多角柱状のベルト装着機構と、b) ベルト装着機構を旋回させるベルト支持手段旋回機構と、c) ベルト装着機構の上部に近接して設けられ、ベルト支持手段を所定の位置に保持するとともに、ベルト支持手段に張設されたベルトを回転させるベルト回転機構と、d) ベルト回転機構の近傍に設けられたベルト加工機構とを有する。
願 H07-308827[H07/11/28] 開 H09-144019[H09/06/03] 登 3616440-[2004/11/12]	江角 勝久 阿部 幸夫	〈名称〉ケーソン滑動防止用マットおよびそのマットのケーソン底部への取付構造 〈要約〉ケーソンに開口部を設けずに取り付けることができる構造のケーソン滑動防止用マットおよびそのマットのケーソン底部への取付構造を提供する。ゴムマットの片面側に複数本のフラットバーを略平行に且つ略面一に埋設し、フラットバーの両端部周囲のゴムを切り欠いている。このゴムマットを複数枚敷きつめ、ゴムを切り欠くことによって露出したフラットバーの端部を鋼製ケーソンの底部に溶接する。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H07-327238[H07/12/15] 開 H09-164625[H09/06/24] 登 3682103-[2005/05/27]	石橋 正和 林 亨 中野 礼吉	〈名称〉表示用マーキングフィルム 〈要約〉表皮層に熱可塑性樹脂であるポリウレタン樹脂を使用する表示用マーキングフィルムにおいて、ポリウレタン樹脂本来の利点を保持しながら、ブロッキング現象が発生するのを防止する。支持フィルム層に一般ポリウレタン樹脂からなる表皮層及びポリウレタン樹脂からなるベースフィルム層を順に積層し、続いてホットメルト型接着剤層を積層してなり、上記接着剤層により衣類等の基布に熱接着される表示用マーキングフィルムに対し、その表皮層にアクリル系添加剤及びシリコン系添加剤の少なくとも一方を添加する。
願 H08-151549[H08/05/22] 開 H09-311527[H09/12/02] 登 3670762-[2005/04/22]	泉 央 古畑 知一	〈名称〉電子写真装置用ロールの製造方法 〈要約〉平滑な導電性表面皮膜層を有する電子写真装置用ロールの製造方法を提供する。支持軸の外周に低硬度弾性体を同心円状に形成した弾性ロール基体の外周面に、ベース樹脂溶液に導電性物質を分散させて得られた導電性表面皮膜用溶液を均一に塗布した後、乾燥して導電性表面皮膜層を形成させることによる電子写真装置用ロールの製造方法において、前記導電性表面皮膜用溶液は、平均分子量が1000～10000であり両末端に極性基を有するジメチルポリシロキサンを0.002～1.0重量%（固形分）含有するものである電子写真装置用ロールの製造方法。
願 H08-193963[H08/07/03] 開 H10-20733[H10/01/23] 登 3602920-[2004/10/01]	岩崎 成彰	〈名称〉電子写真装置用クリーニングブレード 〈要約〉低温でのクリーニング性に優れ、高温でビビリ音が発生せず、しかも、長期にわたり広範囲の温度条件下で安定したクリーニング性を発揮する電子写真装置用クリーニングブレードを提供する。ブレード部材は、分子量1200以下のポリオールAと、分子量4000以上のポリオールBとの混合物をポリオール成分とする熱硬化性ウレタンエラストマーからなるものであり、上記ポリオールA及び上記ポリオールBのうち少なくとも一方は、二塩基酸とエチレングリコール及び一般式(1)で表されるジオールからなるポリエステルポリオールであり、上記エチレングリコールと一般式(1)で表されるジオールとの混合比が、モル比で5:5～2:8のものである電子写真装置用クリーニングブレード。
願 H08-277150[H08/09/27] 開 H10-101822[H10/04/21] 登 3670775-[2005/04/22]	岡崎 貴彦 古川 睦久	〈名称〉傾斜機能性ポリウレタン成形体及びその製造方法 〈要約〉厚み方向への物性の傾斜的な変化が十分に大きく、安定した性能を長期に渡って発揮することができる傾斜機能性ポリウレタン成形体及びその製造方法を提供する。物性が厚み方向に傾斜的に変化していることにより傾斜的に変化した機能を有する傾斜機能性ポリウレタン成形体であって、上記傾斜機能は、ポリウレタン成形体の厚み方向に電気泳動により傾斜輸送された重合性モノマー又はポリマーに起因するものである傾斜機能性ポリウレタン成形体。
願 H08-522168[H08/01/22] 開 [H08/07/25] 登 3709472-[2005/08/19]	田島 義隆 鶴田 静明 畑井 博隆 斉藤 猛	〈名称〉伝動ベルト及びその製造方法 〈要約〉伝動ベルトの背面の上布は、縦横の糸の交叉角度がベルト長さ方向に向かって開いた鈍角になっている複数のゴム引き布片を環状に接続してなるものであり、且つ相隣る布片の接続線がいずれもベルト長さ方向に対して直角に交叉して平行になっている。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H09-204850[H09/07/30] 開 H11-52672[H11/02/26] 登 3678325-[2005/05/20]	永瀬 貴行 吉田 裕彦 厚見 忠由 長谷川 誠	〈名称〉電子写真装置用導電性ローラ 〈要約〉電子写真装置の環境変化による外径変化の少ない導電性ローラを提供する。静電潜像保持体と接触して用いられる導電性ローラにおいて、回転軸と同心に設けられる導電弾性層がポリオールとして、疎水性がポリプロピレンエーテルグリコールより大きいポリオールを50%以上含むポリオールを用いて得られるポリウレタンで形成する。疎水性がポリプロピレンエーテルグリコールより大きいポリオールは、ポリブタジエンポリオール、変成ヒマシ油ポリオール、シリコンポリオールおよび1,2ポリブチレンオキサイドポリオールから選ばれた少なくとも1種を骨格とし、末端に水酸基を有するものが好ましい。
願 H10-206514[H10/07/22] 開 2000-35032[2000/02/02] 登 3601811-[2004/10/01]	永見 晴資	〈名称〉導電性ローラ 〈要約〉振動音防止効果、導電性及び非汚染性に優れ、加工及び成形の容易な導電性ローラを提供する。円柱上の芯金と、上記芯金の周囲に同心円状に積層された導電性を有するゴム層を設けた構造からなる導電性ローラであって、上記ゴム層は、少なくとも2層からなり、上記ゴム層のうち、外層のゴム層は、少なくともエピクロルヒドリンとエチレンオキサイドとを共重合して得られるエピクロルヒドリン系共重合体、及び、結合アクリロニトリル含有量が20～50%の低分子量の液状NBRゴムからなるものである導電性ローラ。
願 H11-38720[H11/02/17] 開 2000-23878[2000/09/05] 登 3633816-[2005/01/07]	伊藤 健一 川西 義彦	〈名称〉ライニング材及び粉粒体処理装置 〈要約〉本発明は、ライニング材と容器壁内面の間に空間部が形成され、該空間部側へライニング材が弾性変形することにより粉粒体の付着を防止できる粉粒体処理装置に於いて、空間部内へ粉粒体が堆積することを防ぎ、ライニング材の弾性を確保して付着防止効果を維持でき、更に、耐久性にも優れたライニング材及び粉粒体処理装置を提供することを課題とする。容器壁内面に弾性を有するライニング材を設け、容器壁内面とライニング材との間に閉じられた空間部を形成することを主たる解決手段とする。
願 H11-234706[H11/08/20] 開 2001-59555[2001/03/06] 登 3652177-[2005/03/04]	林 和宏 加藤 章 黒精 美考	〈名称〉内燃機関用ベルト伝動システム 〈要約〉エンジンによる補機駆動時に、ベルトの初期張力を増加することなく、ベルト滑りを防止でき、且つ経時変化や環境変化等によるベルトの緩みを防止できるベルト伝動システムを提供することにある。ベルト伝動システムは、ベルト張力を調節できる第1のオートテンショナと第2のオートテンショナを有している。第1のオートテンショナは、補機モジュールのプーリに対しベルトの緩み側にアイドルプーリが配置され、第2のオートテンショナは、補機モジュールのプーリとクランクプーリとの間にアイドルプーリが配置されている。但し、第2のオートテンショナは、エンジン始動時に補機モジュールの始動トルクをクランクプーリに伝達するために必要なベルト張力が低下しないように、エンジン始動時にはアイドルプーリの位置が固定される。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 2000-272490[2000/09/08] 開 2002-81506[2002/03/22] 登 3698625-[2005/07/15]	奥野 茂樹 藤原 勝良	〈名称〉伝動ベルト 〈要約〉良好な加工性を有するエチレン-α-オレフィンエラストマーのゴム組成物によりベルト本体が形成され、走行耐久性に優れる伝動ベルトを提供する。エチレン-α-オレフィンエラストマーを原料ゴムとするゴム組成物によりベルト本体が形成された伝動ベルトであって、原料ゴムであるエチレン-α-オレフィンエラストマーとして、分子量が106以上で且つエチレン含量が65質量%以上である高分子量成分を7~12質量%含有すると共に、分子量が105以下で且つエチレン含量が60質量%以下である低分子量成分を26~60質量%含有し、且つムーニー粘度が50ML1+4（100℃）以下であるものを用いる。
願 2001-179592[2001/06/14] 開 2002-370264[2002/12/24] 登 3609756-[2004/10/22]	丸山 秀一	〈名称〉成形装置 〈要約〉フェノール樹脂に強化繊維が混入されてなる成形材料を用いてベルト式無段変速機のブロックベルトのブロックを成形する際に、シリンダ内の成形材料をヒータにより加熱しつつ、プランジャにより加圧して可塑化した後に所定の金型内に射出するようにした成形装置において、シリンダ内での成形材料の可塑化及び成形材料のシリンダからの完全排出に支障を来すことなく、射出圧力が低くて済むようにする。シリンダのノズル孔のシリンダ本体側部分の径を該シリンダ本体と同径にするとともに、ノズル孔の開口端側部分を該開口端に向かって径が漸次小さくなる断面テーパ状に形成する一方、プランジャの先端部を、該プランジャが達したときにノズル孔が閉塞されるように、先端側に向かって外径が漸次小さくなる断面テーパ状に形成する。
願 2001-176668[2001/06/12] 開 2002-70992[2002/03/08] 登 3609754-[2004/10/22]	中嶋栄二郎 坂中 宏行 佐藤 弘幸	〈名称〉ベルト伝動装置 〈要約〉高負荷伝動用Vベルトと変速プーリをなすVプーリとが組み合わされてなるベルト伝動装置において、VベルトとVプーリとの干渉時のエネルギーを低下させてベルト走行ノイズの発生を低減させる。Vプーリのベルト溝の表面粗さをRa0.5~3.0μmの範囲に設定する。
願 2001-313838[2001/10/11] 開 2003-120759[2003/04/23] 登 3686857-[2005/06/10]	城戸 隆一 梅田 栄	〈名称〉高負荷伝動用Vベルト及びそれを用いたベルト伝動装置 〈要約〉ブロックタイプの高負荷伝動用Vベルトが逆曲げ状態によりテンションプーリに巻き付けられたときに、そのプーリの入口側及び出口側で各ブロックが振りモーメントにより揺動するのを可及的に抑制して張力帯の良好な耐屈曲疲労性を確保する。各ブロックの上部を厚さが上端に向かって次第に小さくなる先細りテーパ状に設け、ブロックのピッチをp、テンションプーリのピッチ径をr（単位：mm）、テンションプーリの外径をr_0（単位：mm）としたとき、各ブロックの上端部の厚さt（単位：mm）を、$t=p(r_0+\alpha)/(r+\alpha)$、$-2\leq\alpha\leq2$（単位mm）とする。ベルトがテンションプーリに巻き付けられたときに、隣接するブロックの上端部同士を互いに接触させ、この上端部同士の接触による積極的な干渉によってブロックの揺動を抑制する。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 2001-377029[2001/12/11] 開 2003-175553[2003/06/24] 登 3705589-[2005/08/05]	金田 真明	〈名称〉ベルトスラブ成形装置 〈要約〉内金型上のベルトスラブを押圧するための外金型を複数の分割体に分割し、それら分割体を半径方向内方に移動させてベルトスラブを加圧することによりベルトスラブの成形精度を高めようとする際に、分割体間の隙間にベルトスラブの一部が入り込むことに起因するばりの発生を招かないようにする。外金型を、周方向において、断面テーパ状の摺接面を有する複数の分割型と、周方向に相隣る各両分割型間の隙間を塞ぐように設けられ、断面逆テーパ状の摺接面を有する複数の抑制型とに分割し、分割型及び抑制型を、各分割型及び抑制型間に隙間が生じないように摺接面同士を摺接させつつ半径方向内方に移動させるようにする。
願 2002-111931[2002/04/15] 開 2003-306925[2003/10/31] 登 3665038-[2005/04/08]	藤田 篤志	〈名称〉ゴム製袋体とその製造方法 〈要約〉離型シートを使用してゴム製袋体を製造するとき、特に成形作業をするときに、離型シートと未加硫の内側ゴム層との位置がずれることを防止し、内側ゴム層の厚さが均一なゴム製袋体とその製造方法を提供する。重ね合わされた未加硫の内側ゴム層の間に、内側ゴム層と離型性のある離型シートを挟み、この離型シートを粘着剤により未加硫の内側ゴム層に部分的に接着して加硫させている。
願 2002-143057[2002/05/17] 開 2003-330274[2003/11/19] 登 3642521-[2005/02/04]	見方 康範 湧川 祐一 泉 央	〈名称〉トナー帯電ローラ 〈要約〉使用環境に関らず、トナーを安定して帯電させることのできるトナー帯電ローラに好適な導電性ローラを提供する。導電性ローラは、導電性を有する軸体と、軸体の外周面に設けられる導電弾性層と、導電弾性層のさらに外周に設けられる抵抗調整層とを備え、直径が30mmの金属製ローラを14rpmで回転させつつ、軸体の両端にそれぞれ0.735Nの力をかけて金属製ローラに圧接し、高温高湿の環境で、金属製ローラとの間に1000Vの電圧を印加したときの抵抗値R1000が$5 \times 10^7 \sim 1 \times 10^9 \Omega$であり、金属製ローラとの間に500Vの電圧を印加したときの抵抗値R500と前記抵抗値R1000との比(R500/R1000)が2以下になるように設定される。
願 2002-184132[2002/06/25] 開 2004-26387[2004/01/29] 登 3705594-[2005/08/05]	岸本 義昭 森下 新治	〈名称〉ベルトコンベヤ 〈要約〉下部搬送部に続き、立上り屈曲部を経て急傾斜で立ち上がる傾斜部を有しているベルトコンベヤで、ベルトの縁部を損傷させることなく、立上り屈曲部での前記ベルトの浮き上がりを抑えることができ、且つ前記ベルトを蛇行することなく走行させることができるベルトコンベヤを提供することを目的とする。ベルトの搬送面側の両側縁部に、断面山型のガイド部材を長さ方向に連続して設け、ベルトコンベヤの立上り屈曲部の両側フレームに、ガイド部材の上面に当接するように押さえローラを取り付け、さらに、下部搬送部と傾斜部との両側のフレームに、ガイド部材の内側斜面に当接するようにガイドローラを取り付けるとともに、ベルトを挟んで反対側に、ベルトの裏面に当接するベルト支持ローラを取り付ける。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 2002-305528[2002/10/21] 開 2004-136609[2004/05/13] 登 3677265-[2005/05/13]	金田 真明 坂中 宏行	〈名称〉分割式ベルトスラブ成型型および伝動ベルト 〈要約〉外金型を周方向において等分に分割してなる複数個の分割金型を周方向に相隣る分割金型同士が接続するように半径方向内方に移動することにより内金型上のベルトスラブを所定形状に成形するようにした分割式ベルトスラブ成型型において、成形されたベルトスラブから得られる伝動ベルトの走行時に、周方向に相隣る分割金型間の各接続部によってベルトスラブ上に生じる不均一部位により発生する異音と、プーリの回転に伴う振動騒音との共振を未然に防止し、もって、ベルト走行騒音の低減に寄与する。外金型の分割金型の個数 Z を、伝動ベルトのベルトピッチ周長 L_b をプーリのプーリピッチ周長 L_p で除算して得られた値に最も近い整数 M ($\div L_b / L_p$) を除く任意の整数 ($Z \neq M$) にする。
願 2004-58632[2004/03/03] 開 2005-121205[2005/05/12] 登 3680083-[2005/05/27]	宮田 博文 西川真一郎 吉村 真志	〈名称〉伝動ベルト用プーリ及びベルト伝動装置 〈要約〉伝動ベルトの蛇行を防止する。円筒状のプーリ本体を筒状の軸部材にて回転自在に支持し、この軸部材に支持ロッドを挿入して軸部材を該軸部材と直交する枢軸周りに揺動自在に支持し、上記枢軸を、軸荷重の方向を基準としてベルト走行方向の手前側に傾倒させることにより、伝動ベルトの片寄りを生じたときに、プーリ本体を軸荷重の方向において高低差を生ずるように傾斜し且つ伝動ベルトに対して斜交いになるように回転変位させ、伝動ベルトを元に戻す力を発生させる。
願 2004-157609[2004/05/27] 開 — 登 3641482-[2005/01/28]	宮田 博文 柳 京太郎	〈名称〉ベルト伝動システム 〈要約〉アイドラプーリを自動調心プーリとし、その機能を十分に発揮させて、伝動ベルトの蛇行を防止する。アイドラプーリのプーリ本体を筒状の軸部材にて回転自在に支持するとともに、該軸部材に支持ロッドを挿入して、それらをピン（枢軸）により揺動自在に連結する。このピンを、軸部材と直交し且つ軸荷重の方向に対してプーリ本体の回転方向前側に傾倒した状態とする。これにより、平ベルトの片寄りを生じたときに、プーリ本体を軸荷重の方向において高低差を生ずるように傾斜させ、且つ平ベルトに対して斜交いになるように回転変位させて、該平ベルトの片寄りを戻すようにする。アイドラプーリと隣り合う別のプーリとの間のベルトスパンの長さをいずれも平ベルトの幅よりも大きく設定する。

バンドーエコキャリーのご紹介

(担当：運搬・建設資材事業部開発グループ)

近年、地球環境保護のために世界的な規模で種々の施策が実施されています。省エネルギーを追求し、CO₂を削減する活動もそのひとつです。

運搬建設資材事業部では、ランニングコストを低減し、環境にやさしい省エネコンベヤベルト「バンドーエコキャリー」を開発いたしました。

1. エコキャリーの特長

①省エネ（省電力）

ローラ乗り越え抵抗の低減により、コンベヤベルトの駆動モータの所要動力が低減され、消費電力が低減します。

②設備改造が不要

従来のコンベヤ設備改造の必要はありません。コンベヤベルトの交換だけで消費電力が低減します。

③安全係数

所要動力の低減により、従来品に対してコンベヤベルト心体の安全係数が大きくなり、安心してご使用になれます。

2. 省エネのメカニズム

2.1 走行抵抗の発生要因

コンベヤベルトが走行中に受ける諸抵抗の中で、一般的にコンベヤベルトがローラを乗り越える際に発生する「ローラ乗り越え抵抗」がもっとも大きな比率を占めることが判っています。

したがって、このローラ乗り越え抵抗を小さくすることがコンベヤシステム全体の抵抗を低減することになります。

■ベルトコンベヤの全抵抗
(分割計算法/ハノーバー大学)

P'	ローラの回転抵抗
Pe'	押しつけられることにより生じるたるみ抵抗（ローラ乗り換え抵抗）
Pb'	ベルトの湾曲振動により生じるたるみ抵抗
Pw'	運搬物がたるみながら通過することによる抵抗
P'''	ベルトの曲げ（折り返し）抵抗
Pv	運搬物を垂直に動かす力

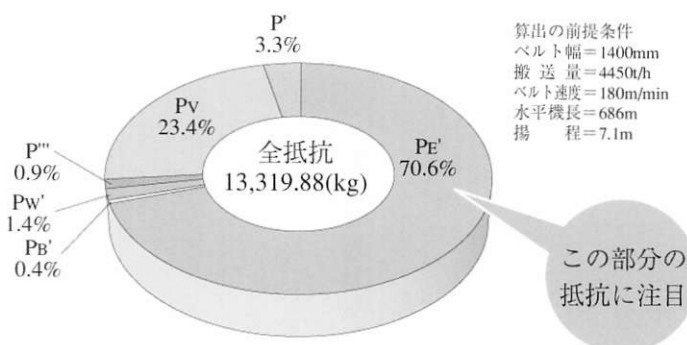


図1 走行抵抗の発生要因

2.2 ローラ乗り越え抵抗

コンベヤベルトがローラを乗り越える際に、裏カバーゴムは圧縮変形し、ローラ通過後、元の厚さに戻ります。ゴムは、粘弾性の特性により、荷重に対して変形が遅れます。この遅れにより、ローラ乗り越え前後の面圧水平成分がアンバランスとなり、抵抗が発生します。これがローラ乗り越え抵抗となります。圧縮変形に対する戻りが遅

い場合、面圧水平成分のアンバランスが大きくなり、抵抗が大きくなります。そこで、圧縮変形に対する戻りを速くしたゴムを開発しました。このゴムを裏カバーに適用することにより、面圧水平成分のアンバランスが小さくなり、抵抗を小さくすることができました。

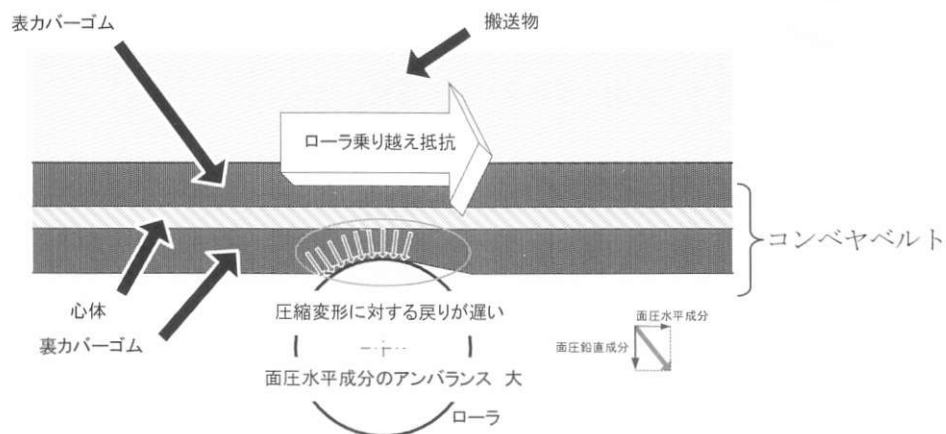


図 2.1 従来のコンベヤベルト

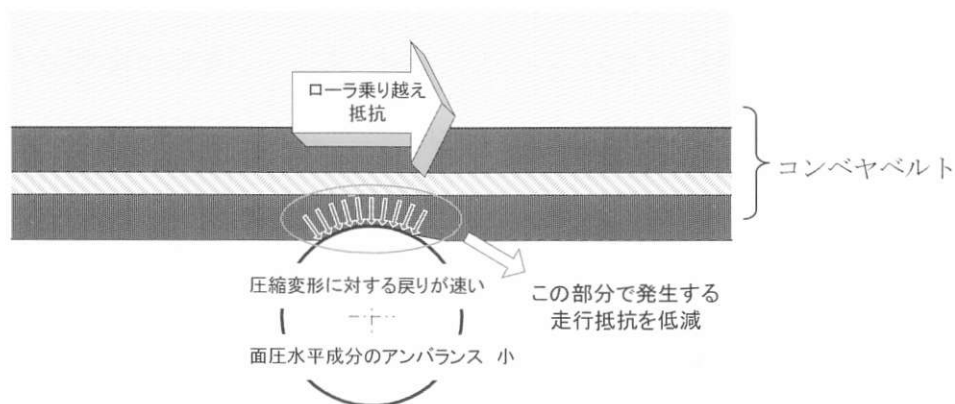


図 2.2 エコキャリー

社内走行試験の結果、弊社従来品に対して、ローラ乗り越え抵抗を 50% 低減しました。

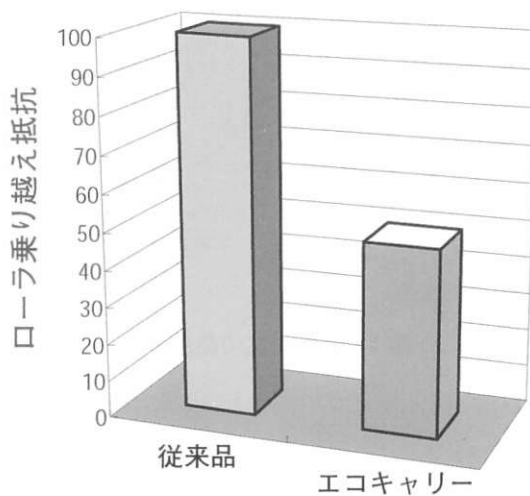


図 3 ローラ乗り越え抵抗試験結果

2.3 省エネ効果

エコキャリーは、ローラ乗り越え抵抗を低減することにより、省エネを実現していますが、全抵抗に対するローラ乗り越え抵抗の比率は使用条件によって異なります。

相対的な効果として、機長が長く、揚程が小さいラインでは、ローラ乗り越え抵抗の比率が高くなるため、大きな効果が期待できます。

使用条件の中で、機長と揚程が変化した場合の省エネ予測値をグラフに示します。

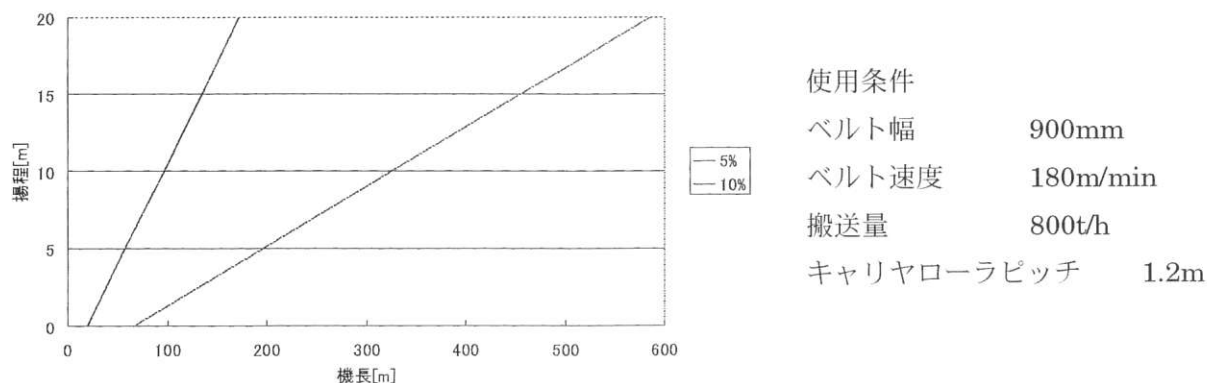


図4 機長と揚程が変化した場合の省エネ効果予測値

2.4 省エネ効果の検証

実際のラインで、取替前とエコキャリーの状態で電力測定を実施し、効果を確認しました。取替前の電力値を 100 とした場合の効果をグラフに示します。

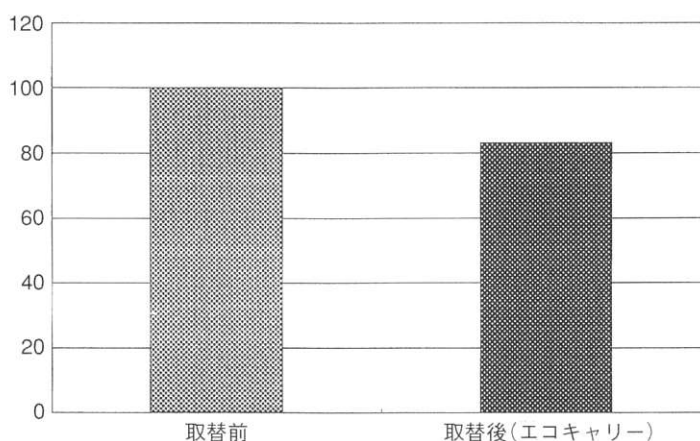


図5 省エネ効果実績

この評価は、取替前後の比較で、取替前のベルトは 20 年以上使用したベルトであり、経年変化によるゴム硬化の影響が含まれます。

新品同士の比較では 30% 程度の電力低減効果があると推定されます。

3. 納入実績

弊社エコキャリー納入実績を表 1 に示します。

表 1 エコキャリー納入実績

納入先	搬送物	ベルトスペック	強力	ベルト長	納入
A 鉱山	ボーキサイト	915×ST×9×6	ST-3400	19266m	02 年 3 月
A 鉱山	ボーキサイト	1050×ST×11×6	ST-3600	17160m	02 年 12 月
A 鉱山	ボーキサイト	1050×ST×11×6	ST-3600	17160m	04 年 3 月
N 鉱業	石灰石	900×ST×9×6	ST-3000	2240m	03 年 8 月
D 電力	石炭	1400×ST×5×5	ST-630	997m	03 年 4 月
S 製鉄	鉄鉱石	2300×ST×9×6	ST-1250	488m	03 年 4 月
S 製鉄	鉄鉱石	2300×ST×9×6	ST-1250	488m	03 年 4 月
K 製鉄	石炭	2000×ST×9×6	ST-2000	2200m	03 年 8 月
M セメント	石灰石	900×ST×8×5	ST-630	1640m	03 年 5 月
B 鉱業	石灰石	900×ST×7×5	ST-2500	6200m	05 年 5 月

4. 省エネ効果の予測

ご使用条件をご提示していただければ、省エネ効果の予測が可能ですので、弊社までお気軽にお申し付けください。

国内外の主要規格に適合した 難燃性ゴム長尺フロア材「バンドー バンライト FR」の紹介

(担当：運搬・建設資材事業部 ハイブリッドゴム技術グループ)

(開発の背景・ねらい)

当社ではこれまでゴム長尺フロア材として、IT 関連等の組立工場向けに帯電防止機能を付与した「バンライト EL」、鉄道車両向けとして「バンライト T シリーズ」(ニューヨーク、ボストン、シンガポール、台北等の地下鉄車両向けにて採用)を販売してきました。

そのような中で、平成 15 年の韓国における地下鉄車両火災で多くの人命が失われるという惨事が発生し、これを契機に地下鉄火災における鉄道車両の安全性が見直されるようになりました。海外はもとより国内においても車両床材に対する難燃要求が高まりをみせていますが、特に国内においては現在塩ビ系床材が主流であることから、燃焼ガスの毒性がより少ないゴム系にて難燃性を向上すべく開発を進めてきました。

今回開発した「バンドー バンライト FR (Fire Resistance)」は、従来のゴムフロア材の難燃性能を更に向上させ、また意匠面においても色調、模様の充実を図ることで、お客様のニーズに幅広くお応えすることが可能になりました。

(特長)

①国内外の主要規格に適合した高い難燃性

難燃床材に要求される性能(難燃・耐火特性、燃焼時の発煙性、燃焼ガスの毒性等)について国内外の主な規格に適合していますので、難燃性を必要とする車両、建築物等にご使用いただけます。

- <適合規格>
- 国土交通省鉄道局長通知(国鉄技第 124 号)
 - 国際鉄道規格(UIC Code564-2 Appendix12)
 - 旅客列車の設計及び構造に関する火災予防措置コード(BS6853)
 - フランス鉄道車両標準(NF F 16-101)
 - アメリカ防火協会規格(NFPA130) 等

表 対応規格(代表例)

評価製品 TYPE:TP-B(色調:ページュマープル)

規 格	主な評価項目	評価結果 / 規格	試験方法
■国土交通省鉄道局長通知 (国鉄技第 124 号) ■UIC Code564-2 Appendix12 (国際鉄道規格) ■旅客列車の設計及び構造に関する火災予防措置コード (BS6853) ■フランス鉄道車両標準 (NF F 16-101) ■アメリカ防火協会規格 (NFPA130)	難燃・耐火特性	難燃性適合 / 難燃性	鉄道車両用材料燃焼試験
		Class 2 適合 / Class 2	BS476-7
		Class M2 適合 / ※	NF P 92 501
		臨界放射束 0.74 / 0.5 以上	ASTM E648
		Class B1 適合 / Class B1	DIN 4102 Part14
	燃焼時の発煙性	Class A 適合 / Class A	UIC Code 564-2 Appendix12
		Dm=186 / ※	NF X 10-702
		VOS4=198.2 / ※	
	燃焼ガスの毒性	Ds 値 1.5min 13 / 100 以下 Ds 値 4.0min 64 / 200 以下	ASTM E662
		R 値 1.16 / 5.0	BS6853 annexB
		C.I.T=15.56 / ※	NF F 70-100

※NF F 16-101 においては難燃性と発煙性・毒性を総合的に評価することとなっている

規格は Category A1 に対しバンライト FR は評価結果より ClassM2/F1 となり Category A1 に適合している

②長尺での製作が可能(2006 年 1 月現在 国内唯一のゴム長尺フロア材製造メーカー)

長尺品連続成形技術を生かし、施工場所に合わせた長さでの製造が可能です。そのため長さ方向の継ぎ目が出来ず、施工面の仕上がりがきれいです。また、車両用途では車両幅に応じた製品を製作することによって、施工時の幅カットを必要とせず無駄なロスが発生させません。

③優れた耐久性

従来品に比べて耐摩耗性に優れています。またタバコの焦げ跡等が付きにくく、表面の美観を長期間損ねません。



1 月

- 「神戸テクノフェスタ」に出展



3 月

- 米国子会社「BANDO USA, INC.」の製造・販売する自動車用伝動ベルトがビッグ3の一角であるゼネラルモーターズ(GM)に採用が決定、販売を開始

4 月

- 「経営企画部」「海外事業推進室」「財務部」「人事・総務部」「情報システム部」を一本化し、新たにコーポレートスタッフ本部を新設、「購買部」を「調達部」に名称変更、「安全環境推進室」を新設
- 中国子会社「BANDO BELT(TIANJIN)CO., LTD.」の伝動ベルト一貫生産工場が完成し、量産を開始

7 月

- 伝動事業部南海工場がゴム産業界ではじめて「労働安全衛生マネジメントシステム」を認証取得
- 名古屋支店を移転



9 月

- 関連会社「DONGIL BANDO CO.,LTD.」を100%出資の子会社とし社名も「BANDO KOREA CO.,LTD.」に変更 (P.53 ご参照ください)

11 月

- 「バンドーテクノフェア 2005」を東京・大阪にて開催

2005

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

2 月

- 「バンドーテクニカルレポート No.9」を刊行
- 内部監査機能の強化を目的に「経営監査室」を新設



5 月

- サンライン®ベルト FMS (フェイマス) シリーズの販売を開始 (P.53 ご参照ください)

6 月

- 「2005 国際食品工業展 (FOOMA JAPAN 2005)」に出展 (東京ビッグサイト)
- 中国華南地区(広東省東莞市)に「BANDO MANUFACTURING (DONGGUAN) CO., LTD.」を設立

8 月

- エコキャリー F (省エネ帆布コンベヤベルト) の販売を開始

10 月

- 子会社「東日本バンドー株式会社」が関連会社「東京バンドーコンベヤ株式会社」を吸収合併
- R&D センターおよび生産技術センター移転のため、神戸市ノポートアイランド用地 (第2期) を取得
- 「環境報告書 2005」を発行 (当社インターネット・ホームページに掲載) (P.53 ご参照ください)
- 「IRC 2005 YOKOHAMA」に出展

2005.5 「サンライン®ベルトFMS(フェイマス)シリーズ」の販売を開始

軽搬送用樹脂コンベヤベルト「サンライン®ベルト」シリーズをリニューアルし、「サンライン®ベルトFMS(フェイマス)」として販売を開始いたしました。当シリーズは「判り易く、選び易く、求め易く」をコンセプトに必要な機能をフルパッケージさ



せ、F(未包装食品搬送用)、M(一般汎用品搬送用)、S(特殊条件・個別対応用)の3シリーズで構成されております。

2005.9 韓国合併会社を100%子会社化

1988年にDONGIL RUBBER BELT CO.,LTD.(本社：大韓民国)と各々50%の出資によりDONGIL BANDO CO.,LTD.を設立し、合併事業を展開してまいりましたが、2005年9月1日をもって当社100%出資の子会社としました。なお、同社社名も同日付をもってBANDO KOREA CO.,LTD.に変更いたしました。



2005.10 「環境報告書 2005」を発行

2004年度の環境保全活動への取り組み実績をまとめた「環境報告書 2005」を発行しました。今回で第5回目となる当報告は、環境会計、生産部門での取り組みはもとより、「環境」「省エネ」をキーワードに展開する製品開発活動・製品も紹介しております。

「環境報告書 2005」は当社ホームページ<www.bando.co.jp>にてご覧いただけます。

環境報告書 2005

バンダイ工業株式会社 環境部 編



国内事業所

本 社 事 務 所	神戸市中央区磯上通2丁目2番21号 (三宮グランドビル) 〒651-0086 TEL(078) 232-2923 FAX(078) 232-2847
生産技術センター	神戸市兵庫区芦原通3丁目1番6号 (R&Dセンター内) 〒652-0882 TEL(078) 681-6686 FAX(078) 681-6492
R & D セ ン タ ー	神戸市兵庫区芦原通3丁目1番6号 〒652-0882 TEL(078) 681-6681 FAX(078) 651-7997
営 業 本 部	東京都港区芝4丁目1番23号 (三田NNビル) 〒108-0014 TEL(03) 5484-9111 FAX(03) 5484-9112
企 画 開 発 部	大阪市北区梅田2丁目5番25号 (梅田阪神第一ビルディング ハービスOSAKA) 〒530-0001 TEL(06) 6345-2636 FAX(06) 6345-2677 E-mail: eihatu@bando.co.jp
東 京 支 店	東京都港区芝4丁目1番23号 (三田NNビル) 〒108-0014 TEL(03) 5484-9111 FAX(03) 5484-9112 E-mail: tokyo@bando.co.jp
直 営 営 業 部	TEL(03) 5484-9100 FAX(03) 5484-9106
A M P 営 業 部	TEL(03) 5484-9114 FAX(03) 5484-9108
M M P 営 業 部	TEL(03) 5484-9104 FAX(03) 5484-9110
流 通 営 業 部	TEL(03) 5484-9102 FAX(03) 5484-9107
名 古 屋 支 店	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 E-mail: nagoya@bando.co.jp
A M P 営 業 部	TEL(052) 582-3254 FAX(052) 586-4681
流 通 営 業 部	TEL(052) 582-3257 FAX(052) 586-4681
大 阪 支 店	大阪市北区梅田2丁目5番25号 (梅田阪神第一ビルディング ハービスOSAKA) 〒530-0001 TEL(06) 6345-2631 FAX(06) 6345-7752 E-mail: osaka@bando.co.jp
直 営 営 業 部	TEL(06) 6345-2638 FAX(06) 6345-7752
A M P 営 業 部	TEL(06) 6345-2639 FAX(06) 6345-8273
M M P 営 業 部	TEL(06) 6345-6121 FAX(06) 6345-7750
流 通 営 業 部	TEL(06) 6345-2633 FAX(06) 6345-8273
化 成 品 事 業 部	大阪市北区梅田2丁目5番25号 (梅田阪神第一ビルディング ハービスOSAKA) 〒530-0001 TEL(06) 6345-2671 FAX(06) 6345-2615 E-mail: o.kasei@bando.co.jp
販 売 部	TEL(06) 6345-2671 FAX(06) 6345-2615
開 発 事 業 部	神戸市兵庫区芦原通3丁目1番6号 (R&Dセンター内) 〒652-0882 TEL(078) 681-6681 FAX(078) 651-7997
運搬・建設資材事業部	兵庫県加古川市平岡町土山字コモ池の内648 (加古川工場内) 〒675-0104 TEL(078) 942-3232 FAX(078) 942-3389
加 古 川 工 場	兵庫県加古川市平岡町土山字コモ池の内648 〒675-0104 TEL(078) 942-3232 FAX(078) 942-3389
伝 動 事 業 部	大阪府泉南市男里5丁目20番1号 (南海工場内) 〒590-0526 TEL(0724) 82-7711 FAX(0724) 82-1173
南 海 工 場	大阪府泉南市男里5丁目20番1号 〒590-0526 TEL(0724) 82-7711 FAX(0724) 82-1173
和 歌 山 工 場	和歌山県紀の川市桃山町最上字亀澤 〒649-6111 TEL(0736) 66-0999 FAX(0736) 66-2152
伝動技術研究所	和歌山県紀の川市桃山町最上字亀澤 〒649-6111 TEL(0736) 66-1931 FAX(0736) 66-1934
M M P 事 業 部	栃木県足利市荒金町188番6 (足利工場内) 〒326-0832 TEL(0284) 72-4121 FAX(0284) 72-4426
神 戸 工 場	神戸市兵庫区明和通3丁目2番15号 〒652-0883 TEL(078) 651-6691 FAX(078) 651-8979
足 利 工 場	栃木県足利市荒金町188番6 〒326-0832 TEL(0284) 72-4121 FAX(0284) 72-4426

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 42102-4860, U.S.A.
TEL 1-270-842-4110 FAX 1-270-842-6139

欧州地域

BANDO EUROPE GmbH
Nikolaus Strasse 59, D-41169 Moenchengladbach, FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY
TEL 49-2161-90104-0 FAX 49-2161-90104-50
BANDO IBERICA, S.A.
Calle Francisco Layret, 12-14, Naves 4-5, Poligono Industrial Sant Ermengol II,
08630 Abrera, (Barcelona), SPAIN
TEL 34-93-7778740 FAX 34-93-7778741
BANDO KOCKAYA BELT MANUFACTURING (TURKEY), INC.
Ihasan Dede Cad. 1000, Sokak Gebze Organize Sanayi Bolgesi
41480 Gebze / Kocaeli, TURKEY
TEL 90-262-751-1691 FAX 90-262-751-1698

アジア地域

BANDO (SINGAPORE) PTE. LTD.
3C Toh Guan Road East #05-01 SINGAPORE 608832
TEL 65-6475-2233 FAX 65-6479-6261
BANDO KOREA CO., LTD.
869-1, Eogok-Dong, Yang San City, Gyung Sang Nam-Do, 626-220 REPUBLIC OF KOREA
TEL 82-55-371-9200 FAX 82-55-388-0087
BANDO JUNG KONG, LTD.
4Ba-705 (Shihwa Indus. Zone, Mechatronics Complex), Songgok-Dong, Ansan City,
Kyongki-Do, REPUBLIC OF KOREA
TEL 82-31-432-9800 FAX 82-31-432-8198
BANTECH KOREA CO., LTD.
#902, Hongseun B/D, 824-22 Youkasam-Dong, Kangnam-Gu, Seoul City, 135-080,
REPUBLIC OF KOREA
TEL 02-2051-9130 FAX 02-2051-9131
BANDO BELT (TIANJIN) CO., LTD.
No. 37 of HaiTong Avenue, TEDA, Tianjin 300457, CHINA
TEL 86-22-6623-7077 FAX 86-22-6623-7036

国内関係会社

■販売・加工サービス関係会社

北海道バンドー株式会社	札幌市豊平区月寒中央通2丁目2番22号 〒062-0020 TEL(011) 851-2146 FAX(011) 852-6992
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 〒970-8691 TEL(0246) 22-2696 FAX(0246) 21-3767
東日本バンドー株式会社	東京都中央区日本橋久松町11番6号 (日本橋TSビル) 〒103-0005 TEL(03) 3639-0811 FAX(03) 3639-0885
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
株 式 会 社 バ ン テ ッ ク	東京都港区芝4丁目1番23号 (三田NNビル) 〒108-0014 TEL(03) 5484-9130 FAX(03) 5484-9131
北陸バンドー販売株式会社	富山県富山市問屋町3丁目9番地 〒930-0834 TEL(0764) 51-2525 FAX(0764) 51-8148
大阪バンドーベルト販売株式会社	大阪市淀川区西中島5丁目14番5号 (新大阪イトーキ・日生ビル) 〒532-0011 TEL(06) 4806-7101 FAX(06) 4806-2201
株式会社近畿バンドー	大阪府都島区毛馬町2丁目10番1号 〒534-0001 TEL(06) 4253-3160 FAX(06) 4253-3531
バンドーエラストマー株式会社	神戸市兵庫区水木通7丁目1番18号 (バンドー大開ビル北館) 〒652-0802 TEL(078) 577-0831 FAX(078) 577-0534
中国バンドー株式会社	広島県廿日市市下平良1丁目6番11号 〒738-0023 TEL(0829) 32-1211 FAX(0829) 32-1541
九州バンドー株式会社	福岡市東区多の津1丁目4番2号 〒813-0034 TEL(092) 622-2875 FAX(092) 622-2880

■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
バンドー精機株式会社	神戸市兵庫区明和通2丁目2番15号 〒652-0883 TEL(078) 651-0512 FAX(078) 682-2601
ビー・エル・オートテック株式会社	神戸市兵庫区芦原通4丁目1番16号 〒652-0882 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	神戸市兵庫区水木通7丁目1番18号 (バンドー大開ビル北館) 〒652-0802 TEL(078) 577-6751 FAX(078) 577-9465
バンドー興産株式会社	神戸市兵庫区水木通7丁目1番18号 (バンドー大開ビル北館) 〒652-0802 TEL(078) 576-5353 FAX(078) 577-6553
バンドーコンピュータシステム株式会社	神戸市兵庫区明和通3丁目2番15号 〒652-0883 TEL(078) 652-2497 FAX(078) 652-2897
西兵庫開発株式会社 (千草カントリークラブ)	兵庫県六栗郡千種町麓東24番地2 〒671-3212 TEL(0790) 76-3333 FAX(0790) 76-3310

BANDO MANUFACTURING (SHANGHAI) CO., LTD.
Rm. B, First Floor, Block 56, No.199, Riyang North Road, Wai Gao Qiao
Free Trade Zone, Pudong District, Shanghai, CHINA 200137
TEL 86-21-5046-0161 FAX 86-21-5046-0649

BANDO MANUFACTURING (DONGGUAN) CO., LTD.
Building ZF8, ZhenAn Industrial Park, ZhenAn Road, ChangAn Town,
DongGuan City,GuangDong Province, CHINA
TEL 86-769-269-7172 FAX 86-769-269-7176

BANDO SIIX LIMITED
Room 2201-2, Shun Tak Centre, West Tower, 200 Connaught Road Central,
HONG KONG
TEL 852-2494-4815 FAX 852-2481-0444

SANWU BANDO INC.
11Fi-2, No.51, Sec.1, Min Sheng E. Road, Taipei, TAIWAN
TEL 886-2-2567-8255 FAX 886-2-2567-2710

PHILIPPINE BELT MANUFACTURING. CORP.
2nd Floor, Siemkang Building, 280-282 Dasmarinas Street, Binondo,
Manila 1099, PHILIPPINES
TEL 63-2-241-0794 FAX 63-2-241-3279

BANDO MANUFACTURING (THAILAND) LTD.
47/7 Moo 4, Soi Watbangpla, Tambol Bankao, Amphur Muang, Samutsakorn,
74000, THAILAND
TEL 66-3483-1209 FAX 66-3446-8415

KEE FATT INDUSTRIES, SDN. BHD.
No.2, Jalan Sengkang, Batu 22, Kulai 81000, Kulai, Johor, MALAYSIA
TEL 60-7-663-9661 FAX 60-7-663-9664

PENGELUARAN GETAH BANDO (MALAYSIA) SDN. BHD.
No.2, Jalan Sengkang, Batu 22, Kulai 81000, Kulai, Johor, MALAYSIA
TEL 60-7-663-5021 FAX 60-7-663-5023

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 LIMITED
26, Sector 34, EHTP, Gurgaon-122001 (Haryana) INDIA
TEL 91-124-5034-091 FAX 91-124-5034-094



BANDO TECHNICAL REPORT No.10

バンドー テクニカルレポート

平成 18 年 2 月 24 日発行

編 集 バンドー化学株式会社 R&Dセンター・コーポレートスタッフ本部 経営企画部

発 行 バンドー化学株式会社 コーポレートスタッフ本部 経営企画部

〒651-0086 神戸市中央区磯上通2丁目2-21 (三宮グランドビル)

TEL.078-232-2935 FAX.078-232-2846

URL <http://www.bando.co.jp>

無断転載を禁じます