

Feb. 2004

No. 8



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.8 2004 年 2 月

目 次

巻 頭 言

「バンドー テクニカルレポート」第 8 号刊行にあたって	1
取締役 専務執行役員 池 村 征 四 郎	

研究論文

乾式 CVT ベルト「AVANCE」の心線疲労性改良	2
大野 公睦／野中 敬三	
高トルク伝動が可能な乾式 CVT ベルトの開発	8
高橋 光彦／城戸 隆一／野中 敬三／藤井 透	
高搬送力を維持する「傾斜・加速搬送用樹脂コンベヤベルト」の開発	17
佐藤 昭光	
パップ剤用基材フィルム的设计 ー伸縮柔軟性と水性膏体接着性の研究ー	25
内藤 寛樹	
有機 EL 材料の高効率・高収率合成方法と純度管理・評価技術	30
稲田 宏	

特 許 ・ 実 用 新 案 登 録 一 覧 (2002 年 10 月 ～ 2003 年 9 月)	34
--	----

新製品紹介

「高機能ベアリングローラー」の紹介	41
「環境対応型フィルム」の紹介	43

TOPICS (2003.1 ～ 2003.11)	45
---------------------------------	----

BANDO TECHNICAL REPORT

No.8 (February, 2004)

CONTENTS

FORWARD

On the 8 th Issue of the Bando Technical Report	1
Seishiro IKEMURA	
Senior Executive Officer	
Marketing, Engineering and R&D	

REPORTS

Improving Fatigue-resistance of Aramid Cords in AVANCE, a Hybrid Belt for CVT	2
Kimichika OONO / Keizou NONAKA	
Development of a Dry Hybrid V-belt Having Higher Torque Capacity	8
Mitsuhiko TAKAHASHI / Ryuichi KIDO / Keizo NONAKA / Toru FUJII	
Development of High Grip Belt "Suitable Light Weight Conveyor Belt for Inclination & Acceleration"	17
Akimitsu SATO	
Design of Substrate Film for Cataplastm – Study of Flexibility and Adhesion with Hydrogel Plaster –	25
Hiroki NAITO	
High Yield Synthesis and Analytical Method for Organic Electroluminescent Materials	30
Hiroshi INADA	

PATENTS	34
---------------	----

NEW PRODUCTS	41
--------------------	----

TOPICS (2003.1 ~ 2003.11)	45
---------------------------------	----



巻 頭 言

「バンドー テクニカルレポート」第8号刊行にあたって

取締役 専務執行役員 池 村 征 四 郎

当テクニカルレポートも今回で、はや8号を刊行するに至りました。

振り返ってみると、この8号までに掲載された技術報告は42件にものぼります。このうち既に製品化され販売に寄与したもの、あるいは実用化を通じて製造や設計・開発の現場で活用されているものは約69%の29件です。

一見多いようにも見えますが、全社の多くの研究課題の中から、それなりの成果や効果が得られたものに限って掲載してきた背景から考えると、未だ約31%の技術が十分活用されずに埋もれている状況は、決して満足できるものではありません。研究課題の内容・研究期間の設定に際して、本当の「ニーズ」を十分に掘り下げ、把握した上で行ってきたかという点では、まだまだ不十分であると言わざるを得ません。

2006年に創業100周年を迎える当社にとっては、“常に変化しつづけてゆくこと”が、すなわち、“次の100年に繋がってゆく”との認識のもと、本当の「ニーズ」に対して、タイミングよく課題を設定し、それを解決していくことが更に望まれていると考えます。

今回は6件のレポートを掲載いたします。ぜひともご高覧いただき、皆様方の研究に少しでもお役に立てば幸いですし、またご意見やアドバイス等賜れば幸甚です。

Forward

On the 8th issue of the Bando Technical Report

I am pleased to announce the publication of the 8th edition of the Bando Technical Report.

As we look back on the editions prior to this 8th publication, the research program has produced 42 reports in total. Among them, 29 reports (or 69% of the total) have been utilized to accomplish and realize targets in the product and design stages, contributing to the sales of the company.

Whilst this appears to be a positive figure, if we consider the great number of technical projects currently being undertaken, in reality only a selected few are actually published in each edition. Much of the technological research of our engineers (31%) is not being adequately utilized which is disappointing in terms of our development activities. In other words, we are not sufficiently cultivating the needs of our customers and markets, hindering research targets and further opportunities.

As we approach the year 2006, which will be celebrated by the company's centennial anniversary, we should strive to be more flexible to current trends as well as those for the next 100 years. I believe that timely action to meet the real needs of our customers and markets is the key to success.

In this current edition we present 6 reports. We would appreciate your taking a glance at the BANDO TECHNICAL REPORT for the benefit of your research and production development. If you have any comments or advice we will be pleased to receive them.

Seishiro Ikemura
Senior Executive Officer
Marketing, Engineering and R&D

乾式 CVT ベルト「AVANCE」の心線疲労性改良

Improving Fatigue-resistance of Aramid Cords in AVANCE, a Hybrid Belt for CVT

大野 公睦^{*1}

Kimichika OONO

野中 敬三^{*1}

Keizou NONAKA

This study is concerned to fatigue of aramid cords in AVANCE, a dry-hybrid belt used in CVT units. The dry-CVT unit is currently used in compact cars with an engine of 800cc or less. In order to apply the belt to engines having a capacity larger than 1000cc, the belt must have sufficient durability at transmitted torque of 110Nm. The durability of the belt depends predominantly upon the fatigue resistance of a tension member of the belt.

First, the mechanism of fatigue process of the cords is considered from a detail observation of the fatigued belts. Then, the authors find some accelerated evaluation methods resulting in the same fatigue patterns as those observed in a fatigued belt. Finally, the optimized twist-structure of the aramid cords is determined, and the performance of the belt is evaluated. In this study the fatigue mechanism of the tension members in the dry-hybrid belt is elucidated, and a belt with excellent durability is successfully developed.

1. 緒 言

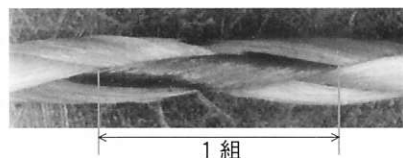
世界初の乾式 CVT ベルトとして、「AVANCE」が軽自動車用乾式 CVT に採用され、1998 年から量産されている。当ベルトは複数のブロックと一対の張力帯から構成される。張力帯とブロックは、ブロックの凸部と張力帯の凹部が物理的はめ合いで結合固定されている。補強材として高強度で軽量のアルミニウム合金がブロックの内部に挿入され、プーリとの接触面と張力帯のはめ合い部は、高強度、耐熱性、耐摩耗性に優れた熱硬化性樹脂から構成されている。張力帯はアラミド繊維からなる心線が張力帯厚み方向のほぼ真中に構成され、帆布とゴム部材で形状付与されている。

本研究で取り上げた張力帯心線には従来組紐が適用されていた。今後、「AVANCE」の量拡大を考えた場合、エンジン排気量 1000cc 以上クラスへの搭載を目指す必要があった。110N・m 以上のエンジントルクに耐えるためには、各部材の性能のレベルアップが必要であり、心線も疲労性の大幅改良が必要となり、本研究に着手することとなった。

図 1 に組紐と撚糸の構造比較写真を示した。組紐は、4 本のマルチフィラメントが組まれた（編まれた）ものであり、撚糸と比較して長さ方向に、断面が不均一な構造をしている。組紐は、この時点においては、同じ総デニール数の撚糸に比較して強度に優れ、伸びが小さく、疲労性（摩耗疲労性・・・後述）に優れ、片寄り方向性の無い糸（撚糸は S, Z 撚りで方向性有り）として「AVANCE」用心線に不可欠と考えられていた。過

組紐

（軽自動車用 CVT ベルト量産に使用）



撚糸

（一般的な伝動ベルトに使用）



図 1 組紐と撚糸の構造比較写真

去の組紐と撚糸の比較研究はコード径が太い時期に行なわれていたが、疲労性を向上するためにコード径の細径化が追及されるに至り、過去総デニール数 4000de/1 本から現在は 2400de/1 本と約半分に細径化されている。そのため組紐の疲労性改良と平行して、再び撚糸の可能性も追求することとした。

2. 実験方法

2.1 評価方法の選択

「AVANCE」用心線の疲労形態は、図 2 のように摩耗疲労とフィラメント切断疲労の両者が存在することが確認されている。この両者の疲労を部材レベルでそれぞれ独立に評価できることが理想的であった。そこで予備実験として、種々の心線疲労評価法の検討を行った結果、表 1 に示す二つの評価法が有効であるこ

^{*1} 伝動技術研究所

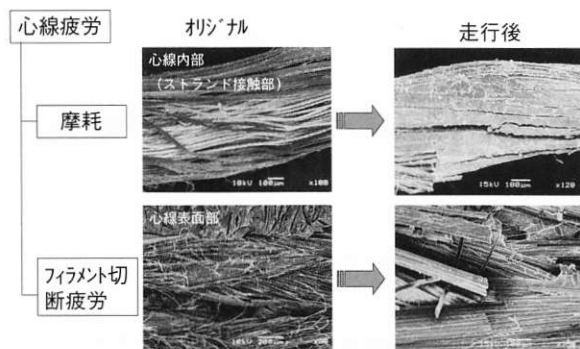
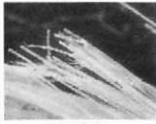


図2 ブロックベルト走行試験後の心線疲労形態

表1 心線疲労形態別評価方法

	摩耗疲労	フィラメント切断疲労	試験機
平ベルト	 試験後	 試験後	
MIT	観察されず	 試験後	

評価：一定時間試験後の強力維持率比較、観察によるメカニズムの考察

とがわかった。平ベルト評価法では、摩耗疲労が主体的に起こり、フィラメント切断疲労も生じている。MIT評価法は、低荷重で張力帯を小さなRで屈曲するため、摩耗疲労は殆どおこらず、ほぼフィラメント切断疲労のみが起こる疲労評価法として用いることが出来ることが明らかになった。以後、心線の疲労性評価はこの二つの方法で実施し、これらの両方の疲労性評価結果に優れた心線が「AVANCE」の心線疲労に対し、優れた糸であるとして研究を進めることにした。

平ベルトの実験手順としては、まず張力帯を製作し、上下のコグと帆布を切削して幅6mmの平ベルトを製作し、図3のような正曲げ、逆曲げプーリピッチ径が共に42mmの4軸レイアウト試験機に巻きかけ、軸荷重882.5N、駆動軸回転数5570rpmで 2.5×10^7 回（ベルト1回転を1回とする）屈曲走行させた。走行後のベルトは引張り試験機にて引張り強力を測定した。

MITの実験手順としては、張力帯を（研磨せず、そのまま）5mm幅とし、図4のような回転中心に1対の10mmRを備えた試験機に、Rに対し張力帯の上下表面が沿うようにセットし、100℃雰囲気下で49N/本の荷重をかけ、180°屈曲を 3.0×10^5 回（1往復を1回とする）与えた。試験後の張力帯は引張り試験機にて引張り強力を測定した。

それぞれの試験における疲労性の評価は強力維持率を求めて行った。

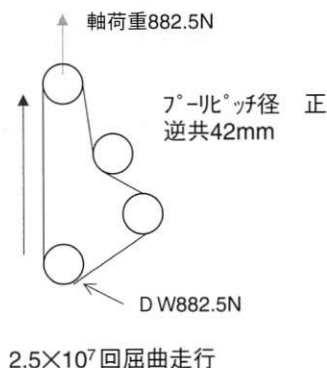


図3 平ベルト試験条件

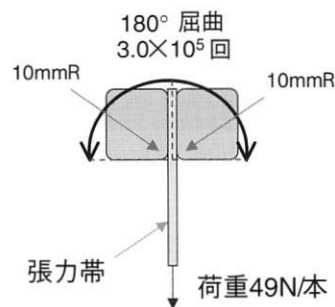


図4 MIT試験条件

$$\text{強力維持率} = \frac{\text{疲労後の心線強力}}{\text{疲労前のオリジナル心線強力}} \times 100 \quad (1)$$

注) 疲労前のオリジナル強力には、試験サンプルと同一スラブから採取したサンプルで引張り試験を行なった値を用いる。

また、疲労した心線の疲労形態観察は、張力帯から心線（心線部）を取り出し、80から100倍の走査型電子顕微鏡（日本電子（株）製）観察で行った。心線の断面写真は150倍のSEM写真を撮った。心線の外観写真は接着未処理の原糸状態を、ファイバースコープ（（株）キーエンス製）を用いて撮影した。

2.2 設計因子

図5に心線の疲労性改良方策としての設計因子を示した。別の実験で、モノフィラメント径は2.25de、接着剤（1st処理）はエポキシ樹脂を決め用いた。本報では組紐はストランド（マルチフィラメント束）の下撚り回数と組数、撚糸は下撚り回数と上撚り回数を変量した。

ここで下撚りとはストランドに直接撚り（SまたはZ方向）をかけることで、上撚りとは下撚りをかけたものを数本束ねたものに撚りをかける（本研究では下撚りと逆方向）ことである。また、組数とは、対になる2本のストランドの単位長さ（10cm）あたりの交差回数（組み回数）をいい、図1に示す部分を一組と定

心線設計因子

組紐	モノフィラメント径 (de)	2.25	1.5		
	下撚り回数(回/10cm)	0	5	10	20
	組数 (組/10cm)	25	30	35	40
	接着剤	イソシアネート系 ^注			

撚糸	下撚り回数(回/10cm)	5	10	15	
	上撚り回数(回/10cm)	12	15	18	21

注) トータル捻数は最低 2400de 必要であり、固定して行った。従って組紐は 600de/4 打、撚糸は 800de/1×3 にて上記変量を行った。

図5 心線自体の改良方策

義している。

3. 結果 および 考察

3.1 組紐の結果

図6に組紐の強力維持率の下撚り回数、組数依存性のグラフを示した。平ベルト疲労評価では、組数30組で下撚り回数を変量した結果、下撚り回数が10回/10cm以上になると強力保持率は著しく低下し、下撚り回数0回/10cm、組数35組/10cmの疲労性が最良となる結果が得られた。一方、MIT疲労評価結果では、組数の増大とともに、さらに組数40組/10cmでは下撚りを加えることで、強力維持率が増大する結果が得られた。

図7に組数を変量して平ベルト評価を実施した後の心線の疲労形態観察写真を示した。組数の増大とともに、摩耗疲労が大きくなっていること、逆にフィラメント切断箇所数（フィラメント切断疲労）は組数が小さい場合に多く認められた。このことから、組紐の平ベルト疲労における強力維持率の組数依存性を説明できる。すなわち、組数の増加は摩耗疲労を促進し、逆に組み数の増加はフィラメント切断疲労を改善する。その結果、ある組数で強力維持率が極大値を示したと考えられた。図8にそれぞれ組数25組と40組の組紐に

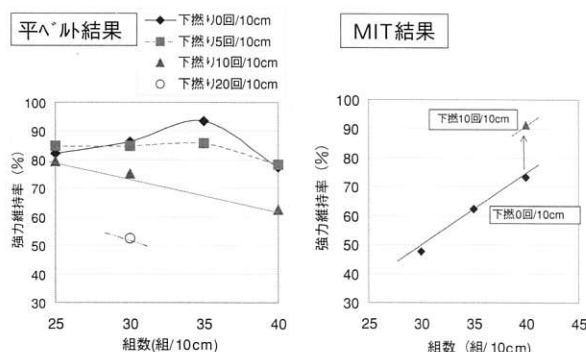


図6 強力維持率の下撚り回数、組数依存性 (600de/4打組紐)

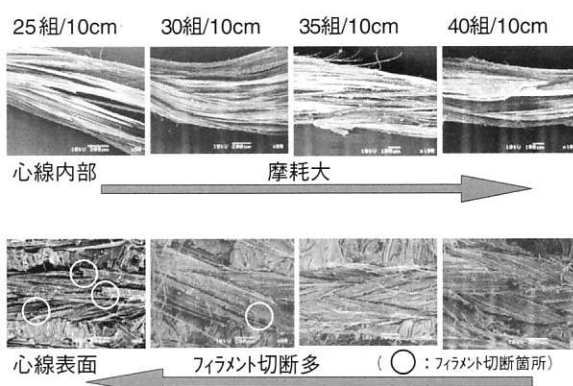


図7 平ベルト試験後の組紐疲労状態の組数依存性 (下撚り回数0固定)

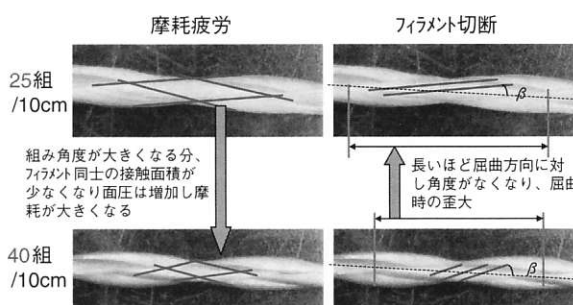


図8 組数による組紐の構造と疲労メカニズム (下撚り回数0固定)

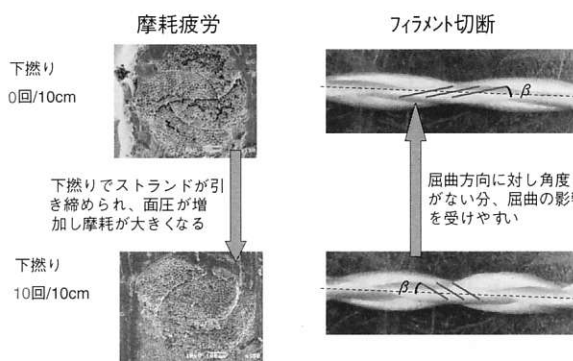


図9 下撚りによる組紐の構造と疲労メカニズム (40組/10cm固定)

ついて外観拡大写真を示した。図中の摩耗疲労側には組数によりストランド間の接触面積の差を示す線を入れた。組数の増大は組角度を大きくし、ストランド間の接触面積を小さくし、面圧を高め、摩耗疲労を促進すると考えた。フィラメント切断疲労については、心線表面に露出するモノフィラメント（単糸）の心線軸に対する角度（以下 β とする）を示す線を入れた。組数の増大により β は大きくなり、曲げに対する単糸にかかる圧縮歪量の軽減をもたらし、フィラメント切断疲労を改善することが考えられた。図9には組数40組の場合の下撚り有り無し的心線断面拡大写真と外観拡

大写真を示した。下撚りを入れることによりストランドは引き締められ、ストランド間の面圧が増加し、摩耗疲労が起こり易くなり、平ベルト疲労が低下すると考えた。一方下撚りは β を大きくし、フィラメント切断疲労を軽減すると考えられた。

以上の研究結果から下撚り無し、組数35組の組紐を最適組紐とした。

3.2 撚糸の結果

図10には撚糸の強力維持率の下撚り回数、上撚り回数依存性の結果を示した。平ベルト疲労評価では、下撚り回数を15回/10cmと大きくすると、強力維持率は低下した。また、上撚り回数を上げるほど強力維持率は増大し、21回/10cmでは強力保持率は100%となった。

一方、MITでは、組紐の場合とは逆に下撚り回数を上げると、極端に強力維持率が低下するという結果を示した。上撚り回数の増大は、組紐における組数増大と同様に、大きい程強力維持率は高くなる結果を示した。特に、下撚り回数の増加による著しい強力維持率の低下は奇異に思われた。

図11には撚糸の平ベルト疲労試験後の心線疲労形態観察写真を示した。下撚り回数固定で上撚り回数を上げた場合には、ややフィラメント切断が少ない以外ほとんど差がなく、上撚り回数を固定して下撚り回数を

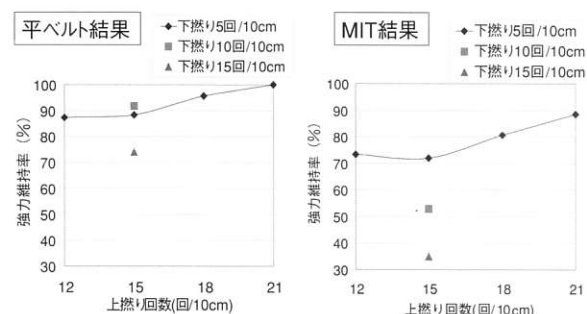


図10 下撚りによる組紐の構造と疲労メカニズム (40組/10cm固定)

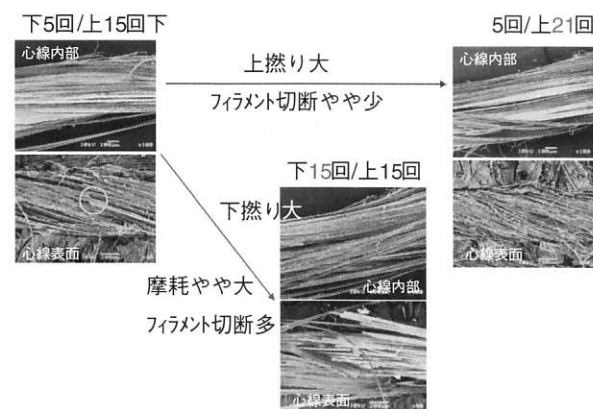


図11 平ベルト疲労試験後の撚糸の心線疲労形態

増大した場合は、摩耗疲労が若干大きくなり、フィラメント切断が極端に多くなっていることが解り、MITで下撚りを上げると極端に強力保持率が低下したことに結びつく観察結果となった。

図12には下撚り回数を変量した場合の心線断面拡大写真と外観拡大写真を示した。下撚り回数の増加は、ストランドを引き締め、ストランド間の面圧を上げ、摩耗疲労を大きくすることが考えられ、 β に対しては、組紐とは逆に小さくして、フィラメント疲労を悪くすることが考えられた。図13には下撚り回数が5回/10cmと小さい場合の上撚り回数を変えた場合の撚糸の外観写真を示した。上撚り回数15回/10cmと21回/10cmとで大きな差は無いものの、上撚り数の増大で β がやや大きくなっており、これがMIT疲労性を向上した原因と考えられた。下撚り係数が小さい場合の上撚り係数の増大は、ストランド間の密着性を高め(ストランド間の擦れを減少し)、摩耗疲労も改善するものと思われる。上撚り係数を21回/10cm以上に大きくすることで更なる疲労性の向上が可能と考えられたが、心線の伸びを大きくし、ベルトとしての長さ安定性に支障をきたすため、21回/10cmを最適点とした。

最適撚糸としては、平ベルト、MIT共に強力保持率の高い、800de/1×3、下撚り回数5回/10cm、上撚り回数21回/10cmを選択した。

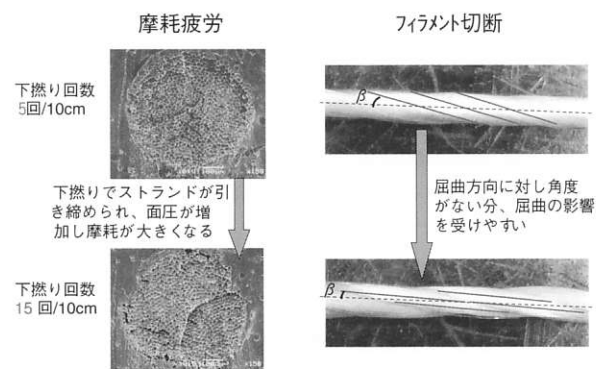


図12 下撚り回数による撚糸構造と疲労メカニズム (上撚り15回/10cm固定)

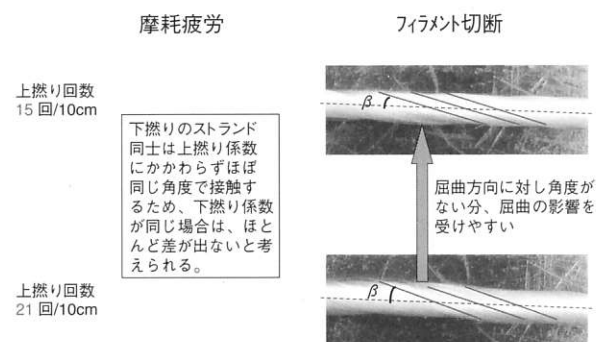


図13 上撚り回数による撚糸構造と疲労メカニズム (下撚り5回/10cm固定)

3.3 最適組紐と最適燃糸の比較

図14に最適組紐と最適燃糸の外観写真を示した。写真から最適燃糸は組紐に比較して、単糸角度（ β ）が大きく、フィラメント切断疲労に有利であること、構造的に均一（ストランド間の境界が明確でなく、長さ方向で構造が均一）であり、摩耗疲労にも有利であることが改めて認識できた。図15には β とMIT強力維持率の関係を示した。 β とフィラメント切断疲労性には相関があることがわかり、 β が同じ場合は 7° 以上の領域では燃糸は組紐よりもフィラメント切断疲労に有利であることがわかる。図16には、最適組紐と最適燃糸を多面的に比較するために、レーダーチャートを示した。最適燃糸は、最適組紐に比較して、接着処理済

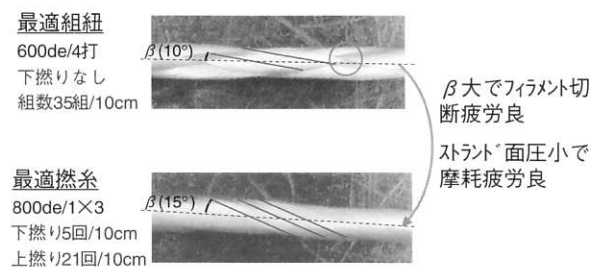


図14 最適組紐と最適燃糸の構造比較

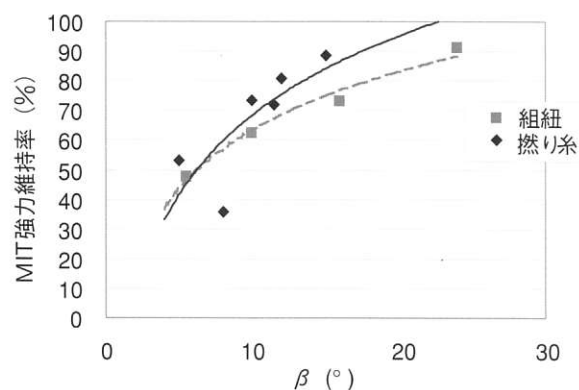


図15 β とMIT 強力維持率の関係

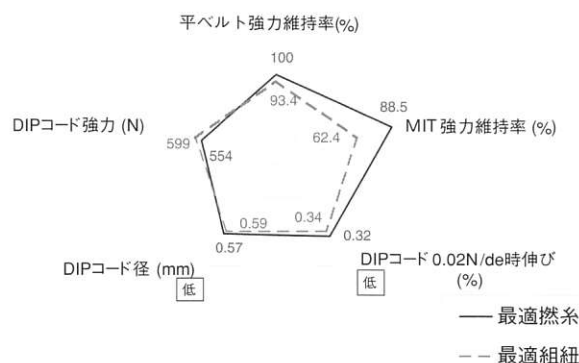


図16 最適燃り糸、最適組紐の品質—コスト比較（総デニール数2400）

みコードの強力がやや劣る以外は、全ての点で組紐より良い結果を与えた。

図17には過去に組紐と比較された燃糸と本報で得られた最適燃糸の写真を示した。過去の燃糸は、心線径も太く、かつ下燃り回数の大きな構造の燃糸であった。本研究で明らかになった疲労メカニズムから考察すると、過去検討した燃糸のストランドは、硬く引き締まり、単糸の表面露出長さも短く、摩耗疲労が悪いことが考えられ、 β も0で、フィラメント切断疲労も悪いことが容易に考えられた。

最終的に図18に示すようにブロックベルトでの確認も行っているが、一定時間走行後の強力維持率で最適燃糸は優位性を示し、目標水準を上回ることができた。

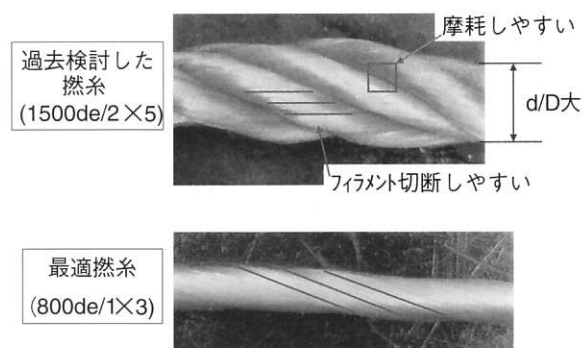


図17 過去検討した燃糸と最適燃糸の比較

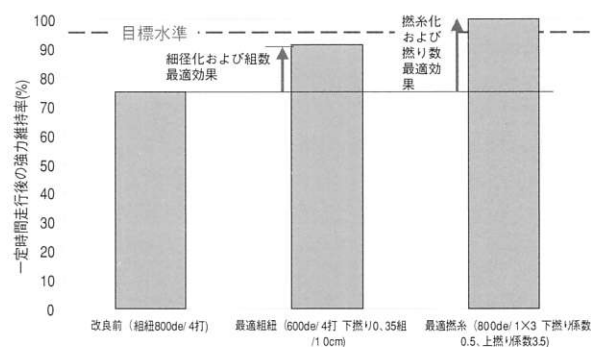


図18 心線疲労性改良のベルト走行による検証結果

4. ま と め

本研究により明らかとなった技術成果を以下に列記する。

- 1) 心線の疲労には摩耗疲労とフィラメント切断疲労の2つの形態があり、これらの疲労に影響する心線の高次構造因子が明らかとなった。

摩耗疲労はストランド間の面圧を左右する構造因子で、フィラメント切断疲労は単糸の心線長さ方向軸に対する傾斜角度（曲げの圧縮歪により挫

屈しにくい角度) 因子で説明出来るようになった。
2) 上記の高次構造因子を制御することで、組紐より疲労性に優れ、低コストの撚糸を設計できるようになった。

従来「AVANCE」用心線には絶対的に必要と思われていた組紐を覆す結果となった撚糸をアウトプットできたことは、大変衝撃的であった。結果のみによらない、原理の追求、メカニズムの探求が如何に技術の場で重要かを思い知る研究であった。



大野 公睦

Kimichika OONO
1991 年 入社
伝動技術研究所



野中 敬三

Keizou NONAKA
1973 年 入社
伝動技術研究所

Development of a Dry Hybrid V-belt Having Higher Torque Capacity

高トルク伝動が可能な乾式 CVT ベルトの開発

Mitsuhiko TAKAHASHI^{*1}

高橋 光彦

Keizou NONAKA^{*1}

野中 敬三

Ryuichi KIDO^{*2}

城戸 隆一

Toru FUJII^{*3}

藤井 透

筆者らは、エンジン排気量 1.3L クラスのエンジンに搭載可能な乾式複合 V ベルトを開発した。このタイプの初期型ベルトは、既に軽自動車用として数年前から軽自動車に採用され、省燃費と運動性能が両立する変速機として注目され、現在 8 万台以上の軽自動車が世の中で活躍している。

本研究で、排気量 1.3L クラスのエンジンに対応可能な次世代乾式 V ベルトを開発するための、新たな設計のコンセプトを考案し、トルク容量アップのベルト構造やブロック形状の革新を実現した。

1. INTRODUCTION

Public attention has been put on CVT (Continuously Variable Transmissions) using V-belts since they are promising reduction of fuel consumption for automobiles using combustion engines. V-belts for CVT are roughly divided into two types, metal pushing V-belts and hybrid V-belts.

No lubrication is necessary for CVT using hybrid V-belts. Namely, CVT using hybrid V-belts are dry. They are operated basically without oil pressure since the pulley thrusts are not as high as those for CVT using metal V-belts due to higher coefficient of friction for hybrid V-belts than that for metal V-belts.

Therefore, dry CVT are suitable for small passenger cars from a viewpoint of fuel efficiency. More than 80,000 passenger cars have been produced in the world, in which dry CVT using hybrid V-belts are installed. Based on the previous success on small cars, a dry CVT having higher capacity in power transmission is required. To achieve this demand, a more powerful dry hybrid belt should be developed, which can be installed in subcompact cars whose engine volume is as large as 1300 cm³.

2. DRY HYBRID V-BELT: AVANCE

Figure 1 shows a dry hybrid V-belt assembly. The

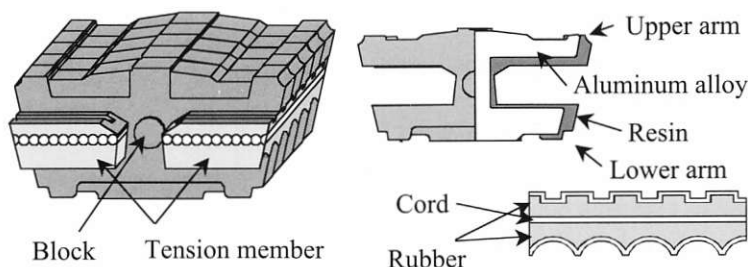


Fig. 1 Dry hybrid V-belt assembly and its components

^{*1} 伝動技術研究所

^{*2} R&D センター

^{*3} 同志社大学

hybrid belt consists of a pair of tension members and made of aluminum alloy coated with heat resistant resin. The power (i.e., torque) between two pulleys is transmitted from the driving pulley to the driven pulley due to a difference in tension between slack side and tension side of the belt. Such the combination between tension members and blocks assures the belt of higher power and longer durability than those of conventional rubber V-belts.

3. OBJECTIVE OF DEVELOPMENT

The objective of the present work is to examine a possibility to develop a hybrid V-belt for CVT used for subcompact class cars with 1,300 cm³ engines.

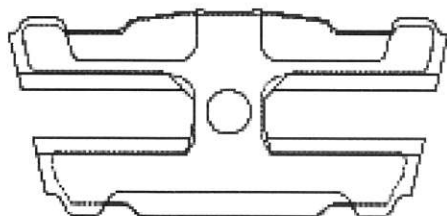


Fig. 2 Block for AV25 belt

The previously developed hybrid V-belt, AV25 (Fig. 2) whose width is 25 mm, can transmit a torque up to 70 Nm at 6,000 rpm. However, the new V-belt (designated as AV30^{†1}) must sustain a torque as high as 110 Nm to be used for subcompact cars. If 110 Nm is applied to AV25, we expect that blocks of the belt will be shortly broken. Therefore, the first step for us is to increase the strength of blocks enough to support 110 Nm not only in the lateral direction but also in the longitudinal (running) direction.

In order to increase the block strength, it is necessary to refine and optimize the block configuration as much as possible. One of ideas to increase the block strength is to proportionally enlarge the original (AV25) dimensions. In this case, however, blocks become so heavy that the belt cannot survive at high rotational speed due to an excessive centrifugal force. We tried to give arch configuration to the upper arms of the block for increasing the compressive strength in the transverse direction, but our previous trial figured out an alternative problem that the blocks did not smoothly come out from the pulley groove.

^{†1} AV30 blocks have nominal width of 30 mm.

4. FACTORS AFFECTING THE REMOVABILITY OF BLOCKS FROM THE PULLEY GROOVE

In order to reveal the factors affecting the block behavior at the exit of the pulley groove, some finite element analyses were carried out considering the slippage between the block and the pulley groove surface. Figure 3 shows the finite element model. Shell elements were used. The pulley surface was

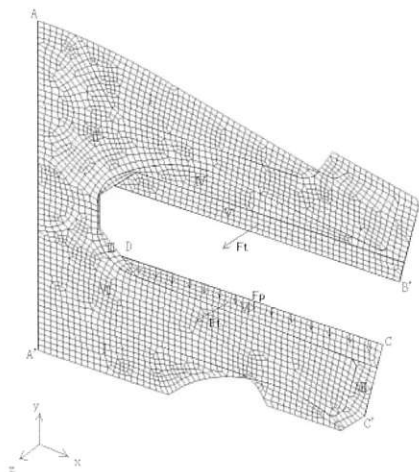
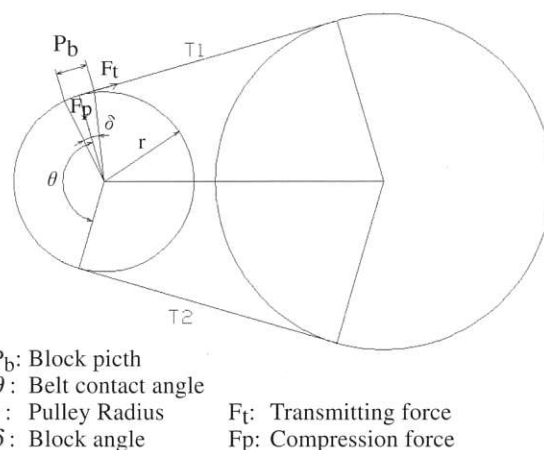


Fig. 3 Finite element model for analyzing the normal force acting on the end of block arms.

assumed rigid. Forces acting on the block, F_p and F_t , were estimated based on the classical Euler's theory for simplicity although some problems on the accuracy existed (see Fig. 4). Here, F_p is a compression force pressing the block into the pulley groove and F_t is the transmitting force in the tangential direction acting on the end of arms. In the calculation, both F_p and F_t were finally removed and the residual pressure acting in the boundary between



P_b : Block pitch
 θ : Belt contact angle
 r : Pulley Radius
 δ : Block angle
 F_t : Transmitting force
 F_p : Compression force

Fig. 4 Pulley layout

Table 1 Condition used in the FE calculation

Rotational speed of the driving pulley shaft, N_{in}	3,000 rpm
Input torque, Tr_{in}	110 Nm
Inter-axial force between two pulleys, W	5,010 N
ST (averaged transmitting force)	30.5 kN/m
Frictional coefficient, μ	0.5
F_T	324.6 N
F_p	166.3 N

the block and the pulley surface was observed as an indicator (removability) showing whether the block goes out easily or hardly from the pulley groove.

The condition in the calculation is given in Table 1. Here, the coefficient of ST is given by the following equation, which means the average transmitting force between the belt and the pulley.

$$ST = (T_1 - T_2) / L$$

L : Contact length between the belt and the pulley

T_1 : Tension side tension

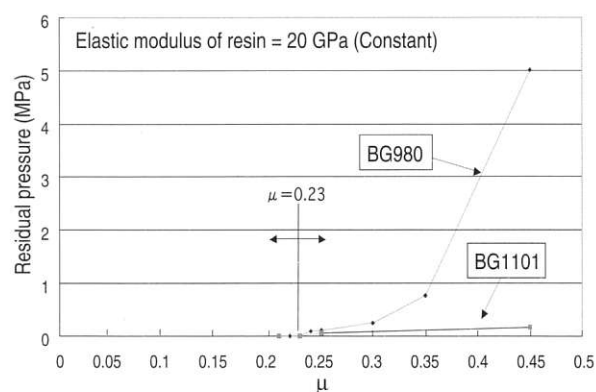
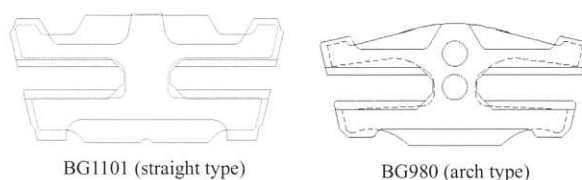
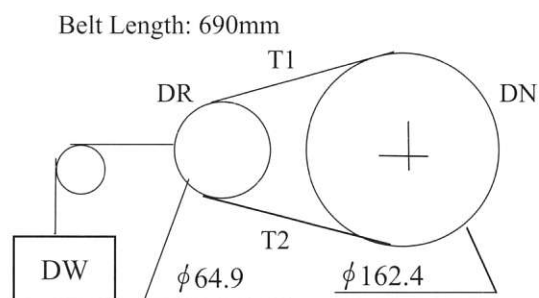
T_2 : Slack side tension

The coefficient of friction was varied as well as the elastic modulus of resin. Figure 5 shows the variation of residual pressure with respect to the coefficient of friction, μ . The residual pressure becomes zero when μ is lower than 0.23. In the case of arch configuration, BG980 (see Fig. 6), the residual pressure increases rapidly with an increase of μ while it does not significantly increase for BG1101 with an increase of friction. Table 2 shows the residual pressure variation due to the elastic modulus of resin. It is apparent that the residual pressure is less sensitive to the elastic modulus of resin^{†2} as long as

Table 2 Residual pressure acting on the top surface of the block (unit: MPa)

Elastic modulus of resin (GPa)	XG980		XG1101	
	$\mu=0.2$	$\mu=0.45$	$\mu=0.2$	$\mu=0.45$
2.5	0	5.24	0	0.20
20	0	5.02	0	0.16

^{†2} Short carbon fibers are mixed in the resin. Therefore, the elastic modulus of the resin is very high.

**Fig. 5 Variation of residual pressure with respect to the coefficient of friction****Fig. 6 Block configuration****Fig. 7 Pulley layout for measuring the removability of blocks from the pulley groove.**

the block configuration unchanged.

How easily blocks go out from the pulley groove was measured. A pulley set shown in Fig.7 was used. The belt was operated for 5 minutes at $N_{in}=2600$ rpm, $Tr_{in}=83.4$ Nm, $W=3730$ N and $ST=31.4$ kN/m. The distance between two pulleys was narrowed after the belt stopped running, and we observed whether the blocks naturally came out from the pulley or not. It was found from this observation that XG980 belt (having arch configuration) came out from the pulley groove with little resistance if its coefficient of friction was low. However, XG980 belt was not taken out from the pulley groove without hammering when the coefficient of friction was high. Such results well agree with the FEM results.

The removability of blocks was discussed from

the pulley groove nextly. It is generally believed that the coefficient of friction between the belt and the pulley must be lower than $\tan(\alpha/2)^{\dagger 3}$ so that the belt comes out naturally and smoothly from the pulley groove, where α is the V-groove angle. α for Avance is 26 degrees. In this case, the maximum coefficient of friction is 0.23, which coincides with α assumed in the FEM analysis for natural escaping. This result shows that we must keep the coefficient of friction lower than the frictional angle. It is supposed that the difference in removability between two type blocks is due to the effect of configuration at higher μ than 0.23. The upper arms of conventional type blocks is easily bent downward while they are hardly bent downward for the arch type block due to the arch effect. However, we are not necessary to worry about using the arch configuration from a viewpoint of removability as long as the coefficient of friction is appropriately determined.

5. HOW TO DEVELOP A LIGHT AND STRONG BLOCK

We explain an approach to develop a strong but light block. Failure occurred at the inside root of the upper arms under severe conditions for blocks having straight beams. Therefore, we first enlarged the corner radius of the core metal to reduce the stress occurring at the root of upper arms as can be seen in Fig. 6: BG980. We also gave a neck to the upper beams to redistribute the stress (Fig. 6: BG1101). Blocks failed due to an excessive tensile stress which was sum of tensile stresses caused by back & forth bending of the arms due to transmitting force F_t and alternative (transverse) bending due to compression force F_P acting on both edns of the block (see Fig. 8).

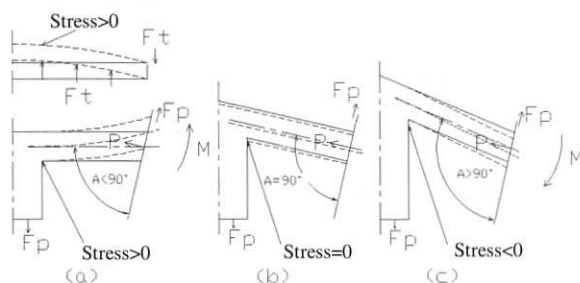


Fig. 8 Bending moments applied to the upper arm

^{†3} It is known as the frictional angle.

Our new design (XG980) was based on the arch beam configuration since little transverse bending occurred in the upper arm due to the compression force P . Namely, the arm must normally contact with the pulley groove surface. However, the FEM calculation confirmed that the stress in the XG980 block was not low enough to avoid the failure from the arm root for 1300 cm³ engines.

Therefore, an additional improvement is required. In order to reduce the stress at the upper arm root due to compression (transverse) bending, we tried to give the arched arm an over arch angle. Here, the arch angle, A is defined as the angle between the arm and the pulley groove surface. The arch angle for straight arms is lower than 90 degrees. The over arch angle greater than 90 degrees generates the compressive stress at the inside root of the upper arm since the upper arm is subjected to the upward bending. This compressive stress discounts the tensile stress occurring due to bending moments, which are caused by the transmitting force F_t and the compression force F_p .

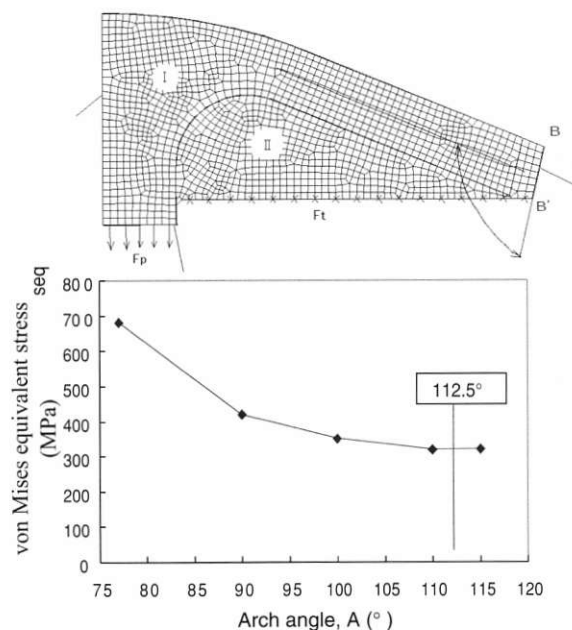


Fig. 9 Effect of arch angle on the maximum von Mises equivalent stress σ_{eq} at the upper arm

In order to assure that the above idea is effective to increase the block strength, preliminary FE analyses were conducted using a half of the upper arm model. The arch angle was varied in the calculation. Figure 9 shows the effect of arch angle on the maximum von Mises equivalent stress σ_{eq} in the upper arm. The figure shows that σ_{eq} decreases

with increasing the arch angle. It becomes almost lowest when the angle is over 110 degrees. Therefore, we chose 112.5 degrees as the appropriate arch angle for the further block design.

The detailed design for a new block was continued as the arch angle was fixed 112.5 degrees. Some gap and space are necessary to construct the belt, namely, cogged tension members are inserted into the gap between upper and lower arms. Unfortunately, the weight of blocks increases with increasing the arch angle since blocks become high. In order to avoid this problem (weight), upper arms were bent between the top and the bottom. Then, sufficient gap between upper and lower arms was assured. In addition, the center of gravity, total weight, load distribution between upper and lower arms were checked and appropriately refined.

6. SECOND GENERATION BLOCK; AV30

The final configuration and dimensions of an advanced block for high power CVT are given in Fig. 10. Due to its shape, we gave a nickname, "UFO shape" for this block. Figure 11 (c) shows the maximum principle stress contours for the AV30 block. The maximum tensile stress occurring at the upper arm root is 76 MPa. We expected the maximum tensile stress was lower than the allowable stress, $\alpha_a=80$ MPa considering long-term life. We were satisfied with the above stress. The maximum principle stress contour is given in Figure 11 (a)

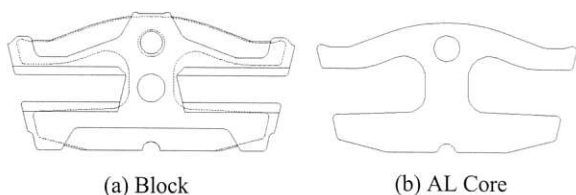


Fig. 10 Second generation block for

when only the transmitting force F_t is applied to the upper arm. In this case, the maximum tensile stress is 82 MPa, and it is slightly higher than α_a . Figure 11 (b) shows the stress contour when only the normal force F_p is applied. Compressive stress appears at the inside of the upper arm root. Therefore, the tensile stress becomes lower than α_a there. Our design concept for the advanced block is reasonable.

Figure 12 shows the relationship between the maximum tensile stress estimated from the FE calculation and the weight for each block configuration (AV25, arch type and AV30=UFO). It is obviously apparent that the UFO configuration is most superior among three configurations from a viewpoint of weight-stress ratio. For the same tensile stress level, the UFO configuration can save about 30% in weight.

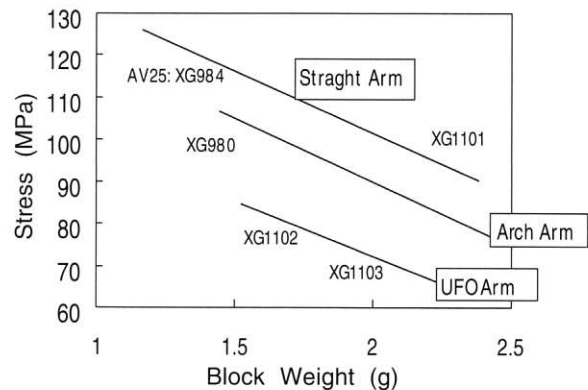


Fig.12 Relationship between the maximum tensile stress in the block and block weight

7. OTHER IMPROVEMENTS IN AV30

Additional innovations were necessary to increase the torque capacity of dry hybrid belts as well as the durability. They are refinements of the cog shape and the bottom edge configuration of H-

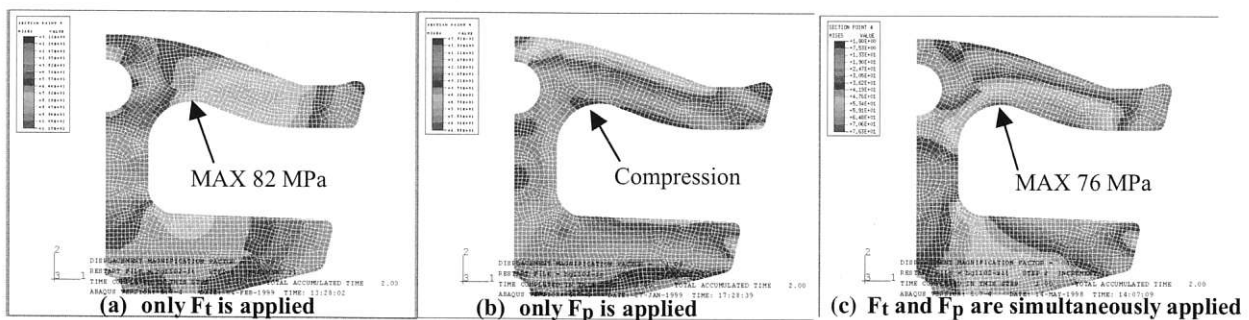


Fig. 11 Maximum von Mises stress distributions in the block

groove of the block. Figure 13 shows the side view of two blocks meshing with the tension member. The external configuration of AV25 is shown with red and dotted lines while the present AV30 is shown with black and solid lines. The cog width of the upper arm of AV 30 blocks is widen while the cog radius of the lower arm is slightly increased to simultaneously reduce the polygon effect on the belt tension and cog strain. The bottom edge configuration for AV25 was designed as considering a pair of tension members. However, we found that a tension member could be supposed a V-belt whose other pulley surface was given by the bottom edge of the block groove. The final cross-section of tension members is symmetric with respect to its center line perpendicular to the neutral plane. This symmetric V configuration makes the stress distribution uniform over its cross-section (see Fig. 14). These modifications in the belt configuration reduce the heat generation of the belt and partial wear of tension members.

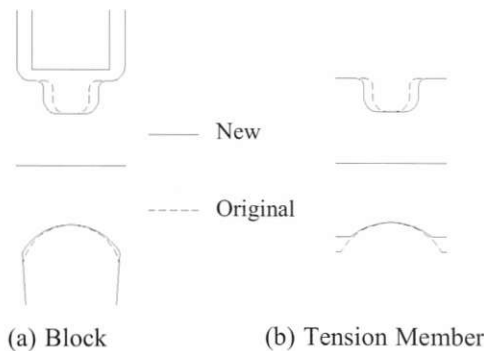


Fig. 13 Comparison of side view between two blocks

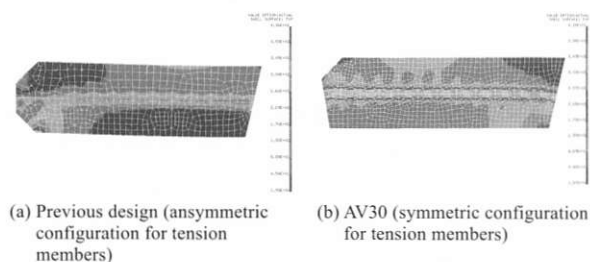


Fig.14 The variation of stress distribution with respect to the bottom edge configuration.

8. PERFORMANCE OF AV30

Some power transmitting tests were conducted to examine the performance and potential of AV30. The same resin used for AV25 was also used for AV30. The aluminum alloy cores were mechanically

fabricated. Almost the same procedure as the procedure for AV25 was applied to fabricate the tension members. Two different types of belt, XG1102 and XG1103 were fabricated as trial. XG1102 belt has UFO type blocks and V-configuration was applied to the bottom edge of H-shaped groove while the conventional cog configuration (for AV25) was used. On the other hand, the cog configuration was also altered in the case of XG1103 belt.

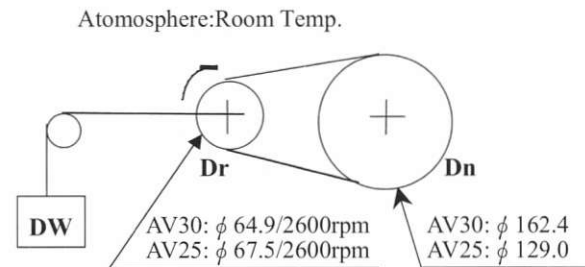


Fig.15 Pulley layout for measuring the belt performance

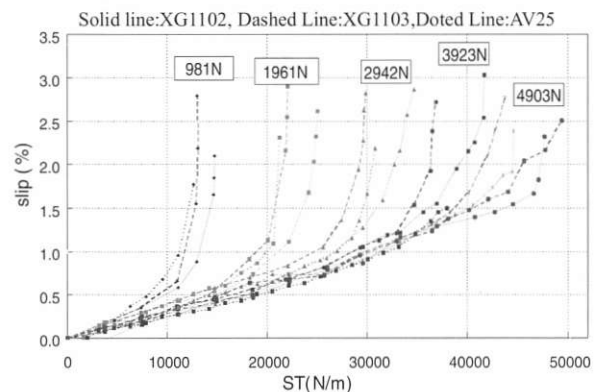


Fig.16 Relationship between ST and slip ratio under different W

First, the transmitting capacities of AV30 belts were measured using a pulley layout shown in Fig. 15. The power transmitting performance is well evaluated by using the ST-Slip ratio diagram [1]. Figure 16 shows the relationship between ST and slip ratio for different belts. The test was conducted at room temperature as altering the inter-axial force, W. In order to increase the transmitting torque, W must increase under the constant coefficient of friction. Therefore, ST would increase with increasing W. However, ST-slip ratio lines deviate from the linear line with an increase of ST. Then, sliding slip occurs and no power can be transmitted even if W is raised. Greater ST is, higher torque the belt can transmit. As can be seen in the figure, AV30 belts show better

performance than AV25. The figure also shows that the block configuration significantly affects the torque transmitting performance. We supposed for hybrid belts that the slip ratio, 1.5% is the maximum slip ratio to safely transmit the power.

Table 3 Test conditions for Low speed fatigue tests

	AV30 belt	AV25 belt
Belt length (mm)	690 (XG1102)	612
	708 (XG1103)	
Radius of driving pulley DRd (mm)	64.5	67.5
Radius of driven pulley DNd (mm)	162.5	128.5
Speed ratio between two pulleys	2.5	1.9
Rotational speed N_{in} (rpm)	2600	2600
Calculated centrifugal force (N)	50	61
Input torque Tr_{in} (Nm)	83.8	68.2
Nominal ST (KN/m)	31.4	27.5
Tension side belt tension T_1 (N)	304	275
Slack side belt tension T_2 (N)	47	71
Observed frictional coefficient μ'	0.7	0.5
Inter-axial force W (N)	333	340
Test temperature ($^{\circ}\text{C}$)	90	90

Fatigue tests at low speed were conducted at room temperature under the condition that the coefficient of ST (see eq.1) was about 32 kN/m. ST=32 kN/m is equivalent to the condition that the belt is almost subjected to 110 Nm. The same pulley layout shown in Fig.16 was used. The test conditions are given in Table 3. Preliminary tests were also conducted in advance to the fatigue tests to find the operating conditions for each belt by changing the inter-axial force, W . The maximum nominal coefficient of friction, μ' was estimated for each belt. μ' is thought to be a frictional coefficient below which power is not stably transmitted due to difficulty in removing blocks from the pulley groove. μ' of AV30 is significantly greater than that of AV25. Higher μ' requires lower inter-axial force resulting

lower thrusts for both movable pulleys. The difference in μ' between two belts might be due to the difference in block configuration between two belts, namely straight arms or arched (UFO) arms. However, the mechanism has not been clear, and further research is necessary to reveal the mechanism on the relationship between block configuration and observed coefficient of friction in detail.

The newly developed block for AV30 was unfortunately broken for 100 hours in the case of the low speed fatigue test. The failure occurred due to the breakage of either upper beam. We did not expect the block failed within 100 hours. Now, let us consider the reason for low cyclic fatigue of the block in conjunction with the fatigue test result where the block, itself was subjected to a cyclic load at 100 $^{\circ}\text{C}$ using a hydraulic fatigue machine.

Figure 17 shows Stress-Number of cycles to failure curves. In the figure, a device to apply the load to the upper arms of the block is also illustrated. The (maximum von Mises) stress occurring at the upper beam root was estimated by the FE analysis. Two blocks were tested. One was fabricated by press-cutting with polishing while the other one was produced by milling. From these S-N curves, we found that the block produced by using a milling machine had shorter fatigue life than the block produced by press-cutting. The aluminum alloy core is sensitive to surface defects under fatigue loading. The blocks were produce by milling for the trial belts. Mechanically milled metal surface may not be smooth. Therefore, we can expect to extend the fatigue life at low speed by using blocks manufactured by press-cutting with polishing. Actually, we confirmed that the AV30 belt whose block cores had been well produced with less defects survived longer than 200 hours. 200 hours life is satisfactory for dry CVT at the low speed fatigue condition.

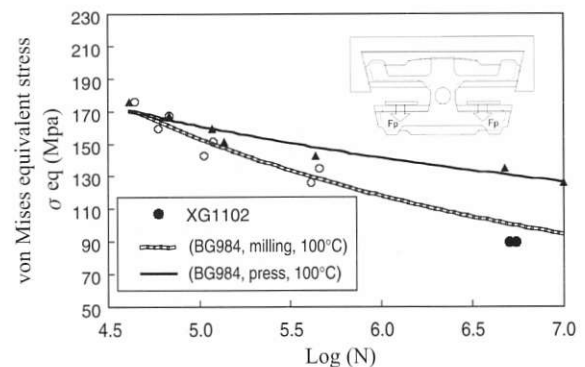


Fig.17 Stress-Number of cycles to failure curves for two blocks

High speed fatigue tests were also conducted. The test conditions are given in Table 4. In the tests, we set the inter-axial force greater than that in the case of AV25 so that the testing condition was equivalent to the condition where 110 Nm was applied to the belt. The maximum belt tension also increased due to increasing the inter-axial force. A satisfactory result for the fatigue life was obtained for AV30 as well as AV25. There exists a possibility to develop a new dry hybrid belt which can be used at 110 Nm for sub-compact cars.

Table 4 Test conditions for high speed fatigue tests

	AV30 belt	AV25 belt
Belt length (mm)	690 (XG1102)	612
	708 (XG1103)	
Radius of driving pulley DRd (mm)	165.3	126.2
Radius of driven pulley DNd (mm)	64.5	70.8
Speed ratio between two pulleys	0.35	0.54
Rotational speed N_{in} (rpm)	4040	5280
Calculated centrifugal force (N)	88.6	63.7
Input torque T_{rin} (Nm)	88.7	63.2
Nominal ST (KN/m)	13.3	10.2
Tension side belt tension T_1 (N)	1750	1400
Slack side belt tension T_2 (N)	686	403
Observed frictional coefficient, μ'	0.35	0.44
Inter-axial force W (N)	231	178
Test temperature (°C)	107	107

Fatigue tests for AV25 were suspended after 500 hours. No significant failure was reported. XG1103 failed after 507 hours due to upper arm breakage. The tension members were not significantly damaged. The fatigue test for XG1102 was suspended after 980 hours when some pieces of resin were chipped off from blocks. Figure 18 shows the temperature variation with respect to running time. Two AV30 belts show significantly lower temperature than AV25 at the early stage of fatigue although the power

transmitting condition is severe in the case of AV30 than that in the case of AV25. At steady state, the temperature in the case of AV30 is almost the same or slightly lower than the temperature in the case of AV25. Modification of the bottom edge configuration of both upper and lower arms must be effective.

A negative gap, Δr is defined by the following equation.

$$\Delta r = t_c - t_g$$

Here,

t_c : cog thickness of the tension member

t_g : gap between the upper and lower arms

If Δr is positive, blocks are strongly gripped by the tension members while negative Δr gives blocks rotating easily. Δr may also affect the fatigue of the belt. Therefore, it is necessary for us to know the variation of Δr with respect to time. Figure 19 shows the negative Δr variation with respect to running time.

At the early stage, Δr of AV25 decreases rapidly with an increase of testing time, then it becomes stable. After 200 hours, it starts to decrease quite gradually. On the other hand, both AV30 belts show greater decrease of Δr than AV25 after the first stage. Δr of XG1102 decreases more rapidly than that of XG1103. The fatigue life of XG1103 was longer than that of XG1102.

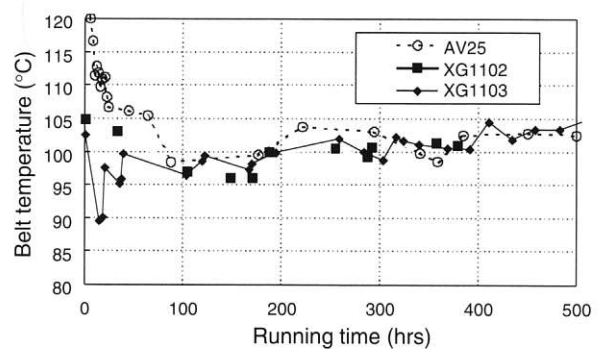


Fig.18 Belt surface temperature variation with respect to testing time

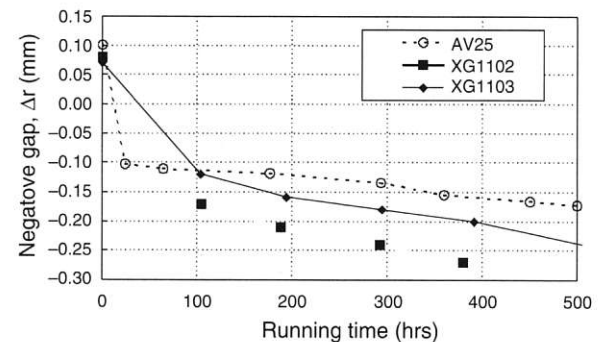


Fig.19 Negative gap Δr variation with respect to testing time

Finally, the life of tension members was discussed. Fortunately, all tension members of both AV30 belts were not broken before the fatigue tests were suspended due to block failure. We have no direct data on the fatigue life of tension members. Therefore, the residual strengths of tension members are compared with each other. The residual strength of AV25 tension members was 37% of the original strength after the belt ran for 765 hours. In the case of XG1102, the strength decreased only 57% of its original strength when the blocks failed. In the case of XG1103, the residual strength is 54%. Therefore, we may conclude that there are no problems in the tension members from a viewpoint of fatigue endurance.

9. CONCLUSION

We could show the possibility to develop a new generation hybrid V-belt, AV30 used for CVT having

higher torque capacities. Some preliminary tests confirm that AV30 can transmit 110 Nm, which is sufficient for subcompact cars with engines as large as 1300 cm³. The key for the new generation hybrid V-belt is in the block design. Arch configuration for upper arms was adopted. The bottom edges configuration of both upper and lower arms was also altered to give the edge as the alternative pulley V-surface. Such modification makes the stress in the tension members distributing uniformly.

References

- [1] Takahashi, M. et al., "Design and Development of a Dry Hybrid Belt (BANDO AVANCE) For CVT Vehicles", Proceedings of "International Congress on Continuously Variable Power Transmission (CVT '99)", 1999



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



城戸 隆一
Ryuichi KIDO
1974 年 入社
R&D センター



野中 敬三
Keizou NONAKA
1973 年 入社
伝動技術研究所

高搬送力を維持する「傾斜・加速搬送用樹脂コンベヤベルト」の開発

Development of High Grip Belt “Suitable Light Weight Conveyor Belt for Inclination & Acceleration”

佐藤 昭光^{*1}

Akimitsu SATO

This Light Weight Conveyor Belt for inclination & acceleration is in service of application for logistic market mainly. Main industry is Logistic center, Airport's material handling section and Newspaper and main carrying materials are carton box, travel luggage and newspaper. Improvement point on conventional products is a point of slippery carrying materials. All the conveyor belt of all the company has a fair grip function initially, however the grip function become low by aging, then slipping is occurred. In this theme, the mechanism of let down in gripping has been figured out, and then we tried to research and to develop a new type of conveyor belt which is not easy for slipping after aging. And finally we have developed such High grip belt.

1. 緒 言

近年、産業のグローバル化に伴い、物を運ぶ仕組み（物流システム）がめざましい進歩を遂げている。運送会社の物流センター、空港、メーカーの出荷センター、メディア（新聞・DM等）では、荷物の荷送り先を自動的に選別して搬送するシステムが普及している。

この物流システムに求められる機能として、荷物をより多く・より早く・しかも正確に搬送することが挙げられる。物流システムでは荷物の位置がコンピュータ管理されており、荷物が計算された位置にあることが必要である。この要求をコンベヤベルトに置き換えると、特に重要となるのが『ベルト上で荷物が滑らないこと』である。

物流システムに使われるコンベヤベルトの中で、最も荷滑りが起きやすいのは傾斜および加速搬送用ベルトである。従来の各社のコンベヤベルトは、初期的には高い搬送力を持つが、使用により搬送力が低下し荷滑りが起っている。よって、高搬送力を維持するベルトが必要とされている。

また、今後の物流システムは普及に伴いシステムのコンパクト化（敷地面積低減）の要求が大きくなると考えられる。この要求に応えるには、傾斜コンベヤの傾斜角度をより大きくとることと、システムの高速度を図るために加速コンベヤの加速度を大きくすることがポイントとなる。これに応えるためにはやはりコンベヤベルトの搬送力が重要であり、高搬送力を維持するベルトのニーズが従来に増して高まると考えられる。

この研究では搬送力の発現と低下のメカニズムを解明し、搬送力低下の対策について検討した。その結果、高搬送力を維持するコンベヤベルトを開発することが出来たので報告する。

2. 搬送ベルトの搬送力の発現と低下のメカニズム

2.1 搬送ベルトの搬送力発現について

ベルトの搬送力は以下の3つの摩擦抵抗により発現している。

① 凝着摩擦抵抗	ベルト表面材質と搬送物が互いに引っ張り合う時に発生する摩擦抵抗（凝着＝付着であり、粘着も凝着に含む）
② 変形損失摩擦抵抗	ベルト表面材質が搬送物によって変形する時に発生する摩擦抵抗
③ 掘り起こし摩擦抵抗	ベルトが搬送物との接触で削られるときに発生する摩擦抵抗

凹凸のあるベルトでは以下の力も加わる。

④ ベルト突起と搬送物の引掛かり	ベルトの突起が搬送物のエッジおよび凹凸と引掛かることによりベルトの搬送力が搬送物に伝わる。
------------------	---

^{*1} 運搬建設資材事業部

2.2 荷滑りの起きる要因

荷滑りが起きた事例を図1に示す。

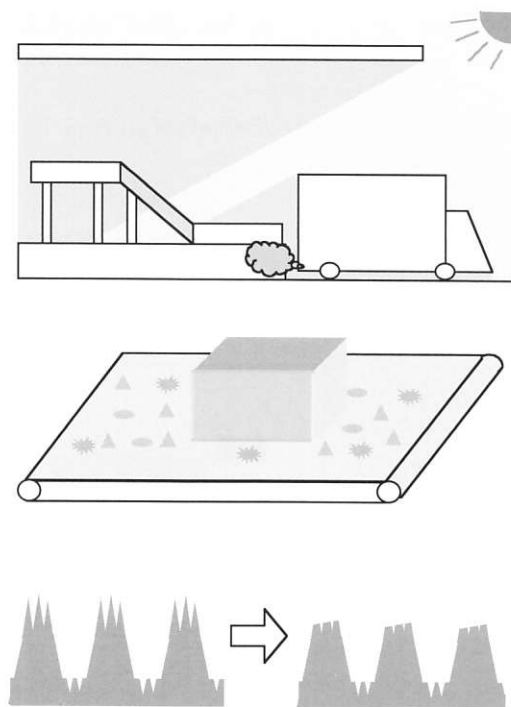


図1 荷滑りが起きた事例

ケース1 環境による刺激

- ①ベルトに日光が当る
→ベルトカバー樹脂の表面で硬化が起き、搬送力が低下する
- ②自動車等の排気粉塵がベルトにかかる
- ③屋外より埃の侵入がある

ケース2 搬送物等の汚れが付着する

- ①ダンボール、書籍、新聞紙等による紙粉の付着
- ②箱止め用粘着テープ、化粧箱によるロウの付着
- ③スーツケース艶仕上げ用ワックスの付着
- ④機械まわりによる機械油の付着
→ベルト表面汚れが起き、搬送力が低下する

ケース3 ベルトが損傷する

搬送物が重い場合や角が立っている場合に、ベルトの形状によっては先端が損傷し搬送力が低下する。

2.3 搬送ベルトの搬送力の発現と低下のメカニズム

2.2項に挙げた搬送力を低下させる要因をFT図を用いて解析した。これを2.1項と合わせ、搬送ベルトの搬送力の発現と低下のメカニズムとして図2にまとめた。

3. ベルト仕様の検討

搬送ベルトの搬送力の発現と低下のメカニズムより、高搬送力を維持するにはベルトカバー材質とベルト表面形状の改良が必要であるとの結論に達し、以下の開発を行なった。

3.1 開発の経緯

ベルトの開発にあたっては、高搬送力を維持することと、騒音の発生を抑えることの2つの課題について取組みを行なった。課題の主目的である高搬送力を維持することに加え、なぜ騒音を取り上げたかが分かりづらいと思われるため、説明を加える。

当初この開発は傾斜コンベヤのみを対象としており、ベルト速度は中低速（最大約60m/min）を適用範囲としていた。開発を進める途中段階にて、ユーザーである機械メーカーより加速コンベヤも対象として欲しいとの要求があり、傾斜コンベヤ・加速コンベヤ共に適用可能なベルトを開発することに目的を変更した。

加速コンベヤは高速（最大約170m/min）で使用されることが多い。高速で使用するベルトを設計するには、騒音防止が重要になる。この時点までの検討により、高搬送力を維持するベルトを設計するためには、ベルト表面形状に突起タイプを選択すると良いことが分かってきた。ただし、突起タイプはリターンローラと接触するときの騒音が大きく、高速で使用した場合は騒音が耳障りな水準（約80dB以上）になる問題があった。

そこで、3.3項ベルト表面形状の設計では、高搬送力の維持と騒音防止を両立する形状の検討を行なった。

3.2 ベルトカバー材質の選定

ベルトカバー材料を検討するにあたり、以下の項目を挙げ選定を行なった。

- ①低温化でも軟質であること
- ②弾力性が優れていること
- ③耐候性が良いこと
- ④その他（耐薬品性、ジョイント強度等）

数種類のポリマーを検討し、実験の結果、特殊ゴムZを選択した。特殊ゴムZを選択した理由は全ての項目に対し大きな問題点がないことである。

例えば軟質ポリウレタンは、紫外線によって表面に極薄い硬化が起り摩擦係数が大きく低下するため耐候性には問題があるが、特殊ゴムZはこういった弱点は見当たらなかった。

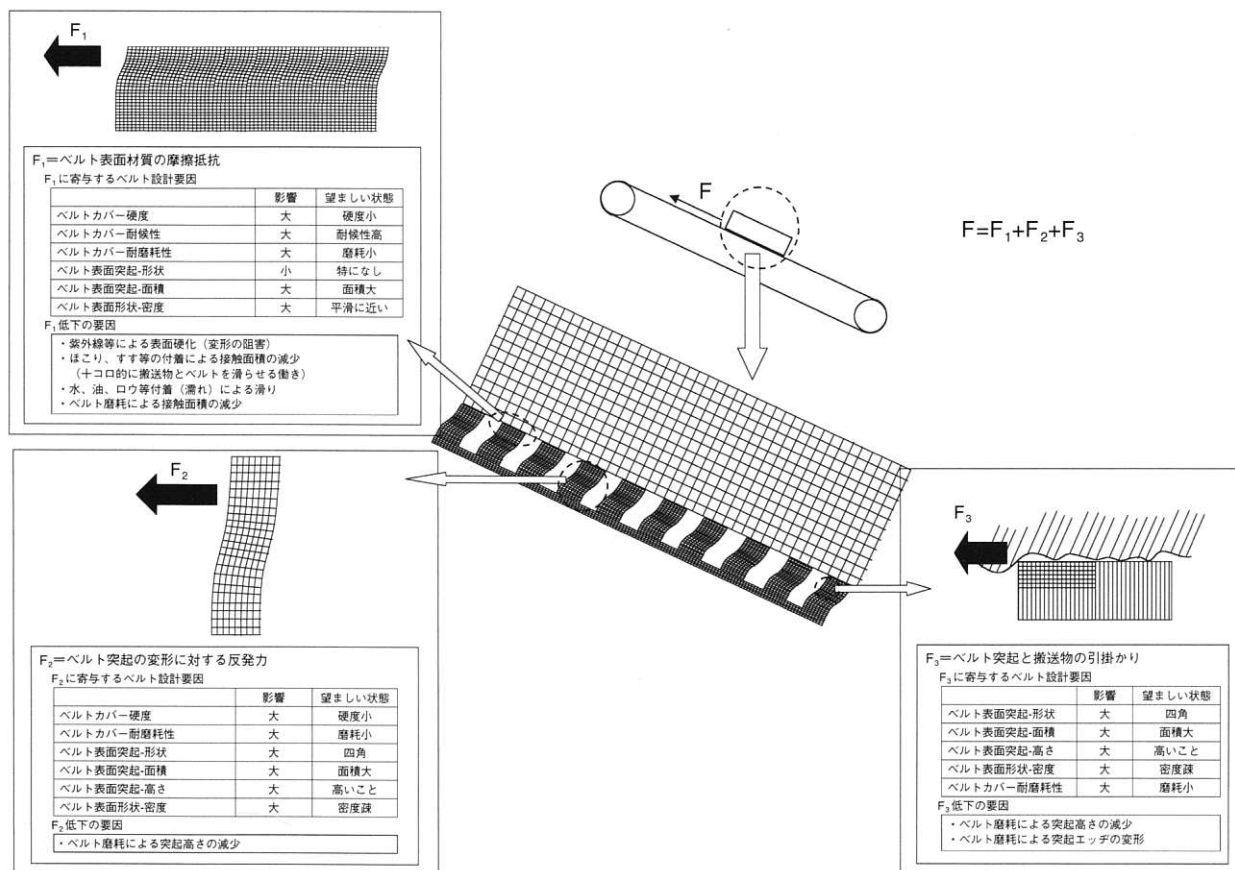


図2 傾斜コンベヤにおける傾斜搬送力Fと低下のメカニズム

特殊ゴムZの特徴を示す。

①低温化でも軟質である

溶融粘弾性のグラフを図3に示す。測定はダイナミックアナライザーRSA-IIを用いて行なった。図3より、特殊ゴムZはおおよそ-10℃までベルトカバーとして使用可能であることが読み取れる。

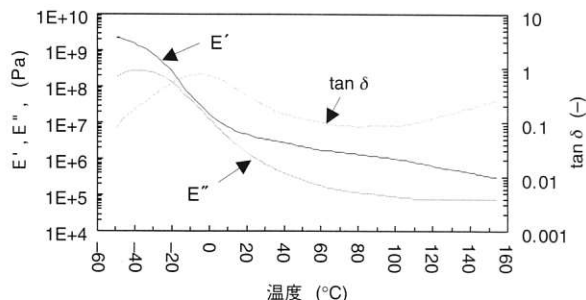


図3 特殊ゴムZの溶融粘弾性

②耐候性が良い

屋外暴露による材料の摩擦係数変化を図4に示す。測定はHEIDON10型静摩擦係数測定器を用いて行なった。図4より、特殊ゴムZは他と比較して屋外暴露による摩擦係数の低下が少なく、暴露後の数値も最も高いことが読み取れる。

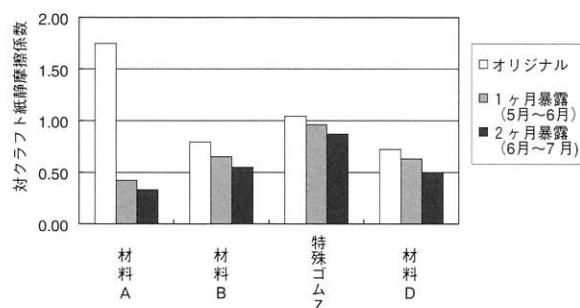


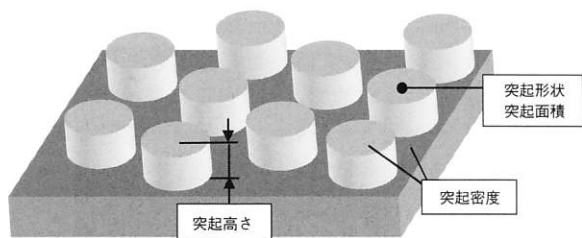
図4 屋外暴露による摩擦係数変化

3.3 ベルト表面形状の設計

3.1項で説明したように、ベルト表面形状の設計では、高搬送力の維持と騒音防止を両立する形状の検討を行なった。

予備実験により、課題の主目的である高搬送力を維持するベルトを設計するためには、ベルト表面形状に突起タイプを選択すると良いことが分かってきた。そこで、まず搬送力を維持する最適の突起形状を求めた。バンチングメタルを用いてベルト表面形状を製作し、突起の各要因の最適値を求めた。図5にモデル図を示す。

各要因の組合わせは実験計画法を用いて行なった。実験は出来上がったベルトを汚れた状態にし、搬送力を



要因記号	要因
A	形状
B	面積 (mm ²)
C	高さ (mm)
D	密度 (%)

⇒ L9 実験計画法による最適形状の検討

図5 パンチングメタルによるベルト形状検討のモデル図

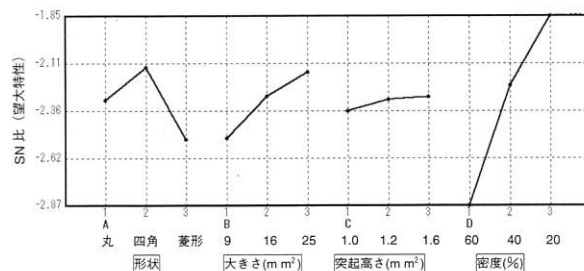
測定する方法をとった。データの解析はSN比を特性値として行なった。

実験結果を図6に示す。

次に、上記の実験結果を踏まえつつ騒音を防止するための検討を行なった。

騒音を防止する方策の1つに突起を千鳥格子に配列することが挙げられる。ただし、突起を市松模様のように配列してしまうと、突起と搬送物の引っ掛かりが大幅に減少する。

そこで、突起は少しずつずらした配列とし、縦スジと組み合わせることにより高搬送力の維持と騒音防止を両立した。



要因	SN比が高いもの	傾向
形状	四角	水平方向に搬送物を受ける形状が良い
大きさ	25mm ²	突起は大きい方が良い
突起高さ	1.6mm	突起は高い方が良い。ただし影響は小である。
密度	20%	密度は低い方が良い。密度が低いものは搬送物の引っ掛かりの効果が現われている

図6 ベルト形状検討の実験結果

その他に突起の損傷防止、汚れ付着防止等を加味してベルト形状を検討した。

設計したベルト表面形状のポイントを表1にまとめた。図7に形状を示す。

表1 ベルト表面形状のポイント

ベルト表面形状のポイント	なぜそうしたのか(概略)
① 突起高さは1.6mm	搬送力獲得(突起はより高い方が搬送力が得られる。突起の損傷防止とのバランスを取り1.6mmとした。)
② 突起の上り角度は58°	搬送力獲得(上がり角度はより大きい方が搬送力を得られる。突起の損傷防止とのバランスを取り58°とした。)
③ 突起上底をフラット形状にする	突起損傷防止(突起先端が鋭利な形状はかえって丸く削れてしまうためフラットとした。)
④ 突起上底に微細な凹凸が付いていることおよびベルト表面を艶消し仕上げ	汚れ付着防止(ホコリの付着、シールの付着等を防止する。)
⑤ ベルトの突起配列をベルト幅方向に1/5ずつずらす	騒音防止(ただし、完全な千鳥配列にするとベルト突起と搬送物の引っ掛かり力が減少してしまうため1/5ずらしとした。)
⑥ ベルト突起の進行方向の5列に対し1本の縦スジをつける	騒音防止(縦スジがより多い方が騒音はより防止されるが、ベルトが汚れた時の搬送力が低下する。実験により最適縦スジ間隔が5列に1本であるとの結論を得た。)

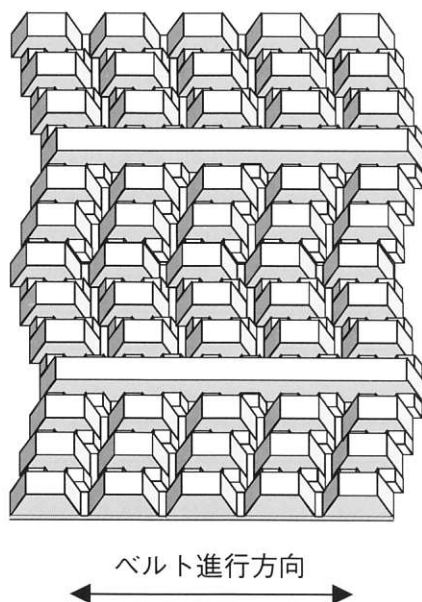


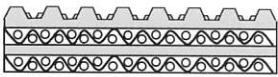
図7 設計したベルト表面形状

3.4 ベルト設計・試作

前述のベルトカバー材質とベルト表面形状を組合わせ、表2のベルトを設計・試作した。

以降この試作品を開発品と記す。

表2 開発品仕様

品名		SL-8NIGRE R8O
ベルト構造	構造図	
	カバー	特殊ゴム
	色調	グレー
	心体	ポリエステル
	プライ数	2
	帯電防止	有
ベルト総厚(mm)		3.2
許容応力(kg/cm)		8
最小プーリ径(mm)		φ 60
連続使用可能温度(℃)		-5 ~ 60

4. 開発品の評価

4.1 搬送力評価方法と結果

4.1.1 搬送力評価方法

搬送ベルトの搬送力を評価する方法を検討した。従来は搬送力の指標に HEIDON10 型等により測定した摩

擦係数を用いていた。ただし、摩擦係数は材料評価としては適しているが、摩擦係数の測定方法と実際に荷物を搬送している状態では、測定子の形状、荷重、速度などの隔たりが大きく、荷滑りの有無を判定する評価方法としては最適とは言えなかった。

そこで、図8のように傾斜コンベヤにロードセルを取り付け、荷物を運び上げる時の搬送力を測定する方法を考案した。荷物にはナイロンバック、スーツケース等の実際に運ばれる荷物を使用した。また、取り付けたベルトに汚れ等の刺激を与えることによる搬送力の変化も測定した。

(評価機解説) コンベヤ進行方向は上り。

コンベヤ上の搬送物をベルトが持ち上げる力(搬送力)をロードセルで検出しパソコンに30回データを転送する。

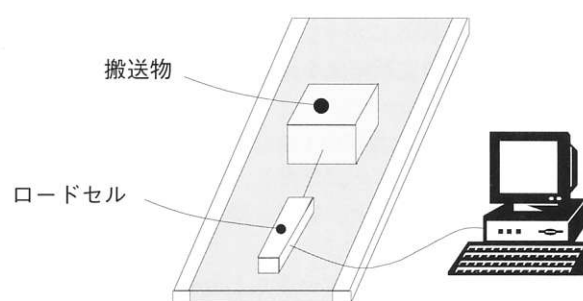


図8 搬送力評価機

4.1.2 搬送力評価結果

評価結果を図9に示す。

<グラフの見方>

30回の搬送力データを比較して全体に搬送力が高いベルトを、より荷滑りが起き難いベルトと判断する。ただし、搬送力が低くても数値が出ている場合(0kg以外の場合)は、計測中に荷滑りが起きておらず、使用可能であると判断する。数値が大きく上下しているベルトは、荷物がベルト上で跳ねている状態であり搬送力は非常に高い。

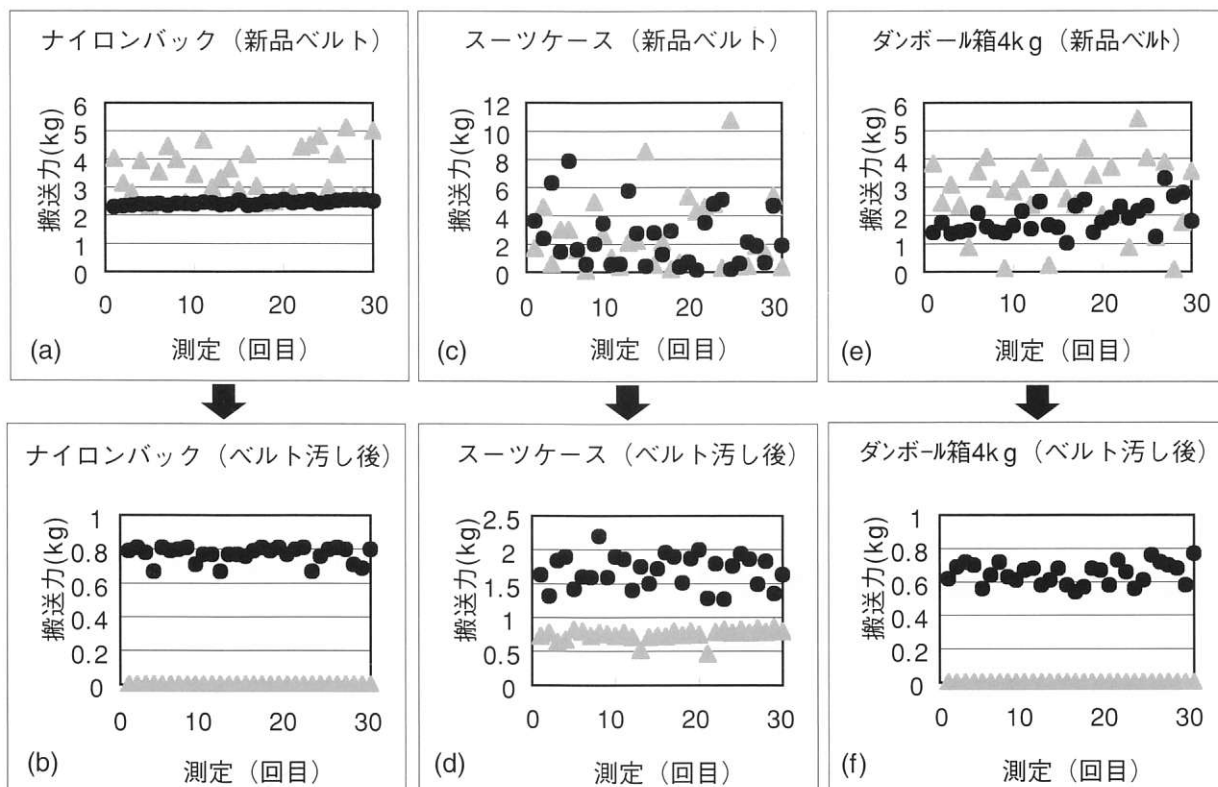
①(a)(b)ナイロンバックに対する従来品と開発品の搬送力の比較

ベルトが新品である場合は、従来品の方が高い搬送力を示した。

ベルトを汚した場合、従来品では荷滑りが起き搬送力はゼロの値を示した。開発品は搬送力の低下は起きたが荷滑りなく搬送した。

②(c)(d) スーツケースに対する従来品と開発品の搬送力の比較

ベルトが新品である場合は、両者共に荷物がベルト上で跳ねる程高い搬送力があつた。



▲＝従来品（SL-8NUG RE R1O、図10参照）、●＝開発品（SL-8NIGRE R8O）

図9 (a)～(f) 搬送力の評価

ベルトを汚した場合、両者荷滑りはない状態であった。開発品の方がより高い搬送力を示した。

- ③ (e)(f) ダンボール箱4kgに対する従来品と開発品の搬送力の比較
 ベルトが新品である場合は、従来品の方が高い搬送力を示した。
 ベルトを汚した場合、従来品では荷滑りが起き搬送力はゼロの値を示した。開発品は搬送力の低下は起きたが荷滑りなく搬送した。

以上、まとめると開発品は全ての搬送物に対し荷滑りが起きず、また従来品と比較して高い搬送力が得られる結果であった。

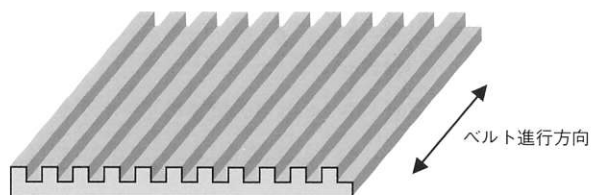


図10 従来品(SL-8NUGRE R1O)の表面形状:縦溝タイプ

4.2 騒音評価方法と結果

4.2.1 騒音測定方法

3.1 項に述べたように、高搬送力を維持するベルトを設計するためにはベルト表面形状に突起タイプを選択すると良いが、突起タイプは図11のようなリターンローラ付きコンベヤでは、リターンローラと接触するときの騒音が大きく、高速で使用した場合は騒音が耳障りな水準（約 80dB 以上）になる問題があった。

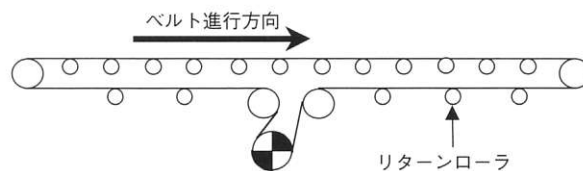


図11 リターンローラ付きコンベヤ

評価にあたり、騒音がベルト突起とリターンローラの接触により発生していることの確認実験を行なった。図12はリターンローラを1箇所だけ残したコンベヤである。このコンベヤに図13に示す従来の突起付きベルトを取付け、図14のようにリターンローラを全て外したコンベヤとの騒音の比較を行なった。(リターンローラが全てついている状態では、騒音が反響し合うため

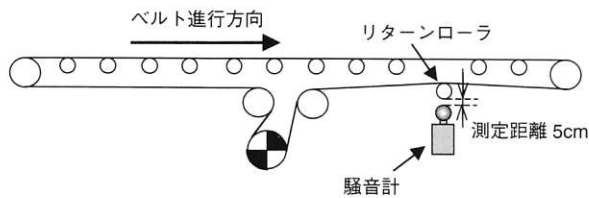


図12 リターンローラを1箇所だけ残したコンベヤ

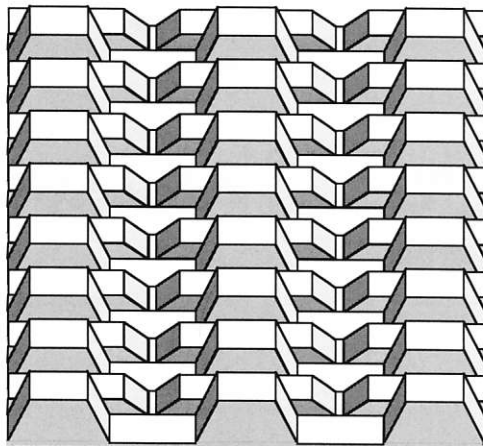


図13 従来の突起付きベルト表面

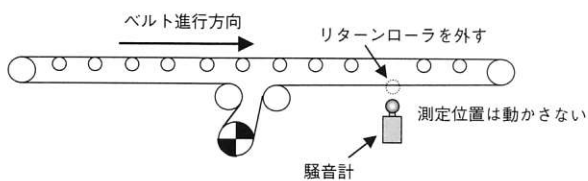


図14 リターンローラを全て外したコンベヤ

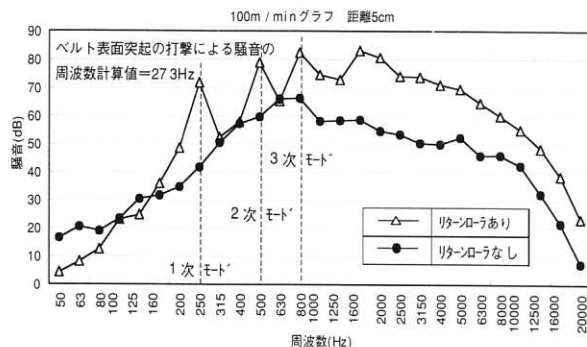


図15 リターンローラ有無の騒音比較 (1/3 オクターブ分析)

原因の特定が困難である。

その結果、図15のようにリターンローラの有無で騒音のレベルに顕著な差が見られた。また騒音の発生する周波数と、単位時間当たりに突起とリターンローラの接触する回数が一致しており、騒音がベルト突起とリターンローラの接触によるものであることが確認出来た。

したがって図12の実験を騒音測定方法とした。

4.2.2 騒音評価結果

コンベヤの速度を変更して測定したグラフを図16に示す(騒音は全騒音)。図より開発品は従来品突起ありと比べ騒音が大幅に小さく、縦溝タイプとはほぼ近い水準であることが読み取れる。縦溝タイプは加速コンベヤでの実績がありこの騒音の水準であれば問題ないと言える。なお、前述のように縦溝タイプは使用により搬送力が大きく低下する問題がある。

次に、速度140m/minでの騒音の1/3オクターブ分析結果を図17に示す。他の速度での1/3オクターブ分析結果は掲載を省略する。グラフより開発品は、従来品突起ありに見られる騒音のピーク(単位時間当たりに突起とリターンローラの接触する回数と一致する)が見られないことが読み取れる。このことからベルト表面突起とリターンローラの接触による騒音発生がほぼ抑えられたと判断出来る。

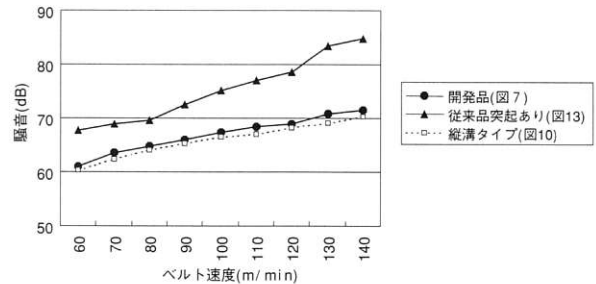


図16 騒音測定結果

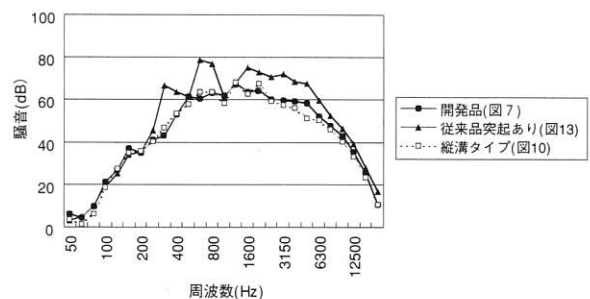


図17 コンベヤ速度140m/minでの騒音の1/3オクターブ分析結果

6. ま と め

目的とした高搬送力を維持するコンベヤベルトを開発することが出来た。

- 1) ベルトの搬送力を低下させる要因に対し、耐久性の高いベルトが出来た。

その理由として、特殊ゴムを採用したことにより耐候性に優れ、また低温時でのグリップ性が高いベルト表面性状が得られたことと、新設計のベルト表面形状によってベルトが汚れた時の搬送力の低下を抑えられたことが挙げられる。

- 2) 加速コンベヤのような高速コンベヤでも使用出来る

低騒音仕様である。

その理由として、新設計のベルト表面形状を騒音対策の形状としたことが挙げられる。

騒音対策のポイントはベルト表面突起を少しずつずらした千鳥配列としたことと、突起と縦スジを組合わせた形状としたことである。

最後に、この開発品は市場評価で傾斜コンベヤ・加速コンベヤに投入し、狙いの効果をあげることが出来た。これにより新製品として上市を行なった。商品名はミスタークライマー®である。



佐藤 昭光

Akimitsu SATO

1991 年 入社

運搬建設資材事業部

パップ剤用基材フィルムの設計 —伸縮柔軟性と水性膏体接着性の研究—

Design of Substrate Film for Cataplasms

— Study of Flexibility and Adhesion with Hydrogel Plaster —

内藤 寛樹^{*1}

Hiroki NAITO

Since the conventional substrates are made of a non-woven fabric or a fabric cataplasms, there are several problems as described below. It was ripped easily because of the thickness, the white-color was too conspicuous, and medication was easily evaporated and stank. We proposed that the material which laminated between the non-rigid polyolefin film and the melt blow non-woven fabric made from a polyester elastomer which is thin and has elasticity were suitable as substrate.

Adhesion between the substrate and the gel of this substrate has 4.6N/25mm. Furthermore the pliability of the film was 17N/150mm at 5% modulus and 46N/150mm at 50% modulus. These physical properties are equal to that of sticking plaster films. The cataplasms using this substrate is excellent mainly inconspicuousness to stuck on the skin, adhesion with hydrogel plaster and flexibility. It is hoped to use widely.

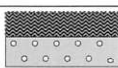
1. 緒 言

消炎鎮痛剤は、肩こり、筋肉痛、打身、捻挫の治療に手軽に使用できることから、医師の処方によるものだけでなく、家庭用常備薬として広く普及している。消炎鎮痛剤は貼付剤と塗付剤に大きく分類される。貼付剤には硬膏、プラスター、冷パップ、温パップがあり、塗付剤としては、クリーム、ゲル、軟膏、スプレー、液剤が挙げられる。

従来の消炎鎮痛剤は肩こりを訴求ポイントとした商品がメインであったことから、ユーザーは中高年層が主体であった。しかし、近年、無臭・透明タイプのプラスターや簡便なスプレータイプの製品が上市され、使用にあたっての抵抗感が薄まってきている。加えて、パーソナルコンピューターの普及などにより、若年層にも肩こりを訴えるものが増えてきたことや、健康増進のためにフィットネスを取り入れる者が増えてきていることから、消炎鎮痛剤は若年者や女性にも広く受容されるようになってきている。

表1には、消炎鎮痛剤の貼付剤のうち、プラスターとパップ剤とについて、構成と特徴とを示した。双方とも、薬剤を含有した粘着剤層と基材層とからなる粘着シートと離型紙とで構成されている。両者の相違点は粘着剤ならびに基材の種類にある。プラスターに使用されている粘着剤はSISなどの合成ゴム系であり、

表1 プラスターとパップ剤の構成材料の比較

	プラスター	パップ剤
構成		
支持体の種類	PVCフィルム (一部*1ポリエチレン布)	ポリエステル 不織布・編布
粘着剤の種類	合成ゴム系 (SIS系など) アクリル系	水性膏体 (ポリアクリル酸部分中和物の金属架橋、 カルボキシメチルセルロース、 グリコール、水等)
薬剤濃度(面積当たり)	少ない	多い
消炎鎮痛剤の種類	ローメントール、サリチル酸グリコール、インドメタシンなど	

皮膚への粘着性に優れることを特長としている。これに対し、パップ剤では含水率50%のポリアクリル酸系水性高分子ゲルが粘着剤として使用されており、貼付時に肌に与えるダメージが低いこと、清涼感を有すること、含有水分が皮膚角質層の軟化を促し薬剤の経皮吸収性を高めることなどの優れた特長を有しているが、肌への密着性に関しては合成ゴム系に劣る。

また、基材については、プラスターでは主に塩化ビニル樹脂(PVC)のフィルムが選択されており、皮膚貼付時の伸縮柔軟性、透明感、薬剤の揮散防止などの特長がある。これに対して、パップ剤ではポリエステル系の不織布あるいは編布が使用されており、伸縮柔軟性には優れているものの、その他の性能はプラスターに使用されているフィルムに劣っている。

以上のように、それぞれの構成材料の性質の相違から、おのおのの製品の特徴として、プラスターは薄く、

^{*1} 化成製品事業部

色調外観を自由に設計できるため目立ちにくい、粘着力が強く肌へのダメージが高いこと、一方、パップ剤は白く目立ち易く、厚みのため衣服の擦れにより剥がれやすいが、使用感は良く肌に優しいことがあげられる。

このように、プラスターとパップ剤とは、それぞれ長所と短所を有していることから、両方の長所を併せ持つ製品の登場が望まれていた。すなわち、粘着剤層に水性膏体、基材層にフィルムを使用したパップ剤であり、この製品は、貼付時の肌への刺激が少ないことと、薄くて目立ちにくく、薬剤の臭いも少ないことから使用していることを他人に気付かれにくいことなどの特長を有することになる。しかしながら、水性膏体とフィルムとを組み合わせた製品はこれまで販売されていない。その理由として、フィルムと水性膏体との密着性が低く、これらの界面が容易に剥離してしまうことがあげられる。そこで、水性膏体との密着性に優れたフィルム基材の開発を行った。

2. 実験方法

2.1 材料

基材フィルムとしては、熱可塑性オレフィンエラストマー組成物を用い、カレンダー成形法により厚さ60 μ mのフィルム(POフィルム)を調製して使用した。

水性膏体としては、ポリアクリル酸の部分中和物をアルミニウムにて金属架橋するタイプの膏体を、ミキサーにて混合し、ミクロンバーを用いて厚さ100 μ mにて基材に塗布した後、40 $^{\circ}$ Cで1週間熟成させてから評価に使用した。

2.2 膏体とフィルムとの密着力の評価

密着力評価に用いる試料は、支持体同士を水性膏体で貼り合わせ、ここから幅25mm、長さ150mmの試験片を打ち抜くことによって作製した。引張試験機を用い、この試験片を剥離速度300mm/分、剥離角度180 $^{\circ}$ に剥離するときの応力を測定した。各試料につき3回測定し、平均値をその試料の密着力とした。加えて、剥離状態についても観察した。

2.3 伸縮柔軟性の測定

人の皮膚は最大でも6%程度しか伸びないことが知られており、したがって関節部以外での貼付剤使用時には、6%以下という低伸長領域での伸縮柔軟性が非常に重要になる。しかしながら、このような低伸長領域での応力-ひずみ曲線は、しばしば、チャックの滑り、支持体のネッキング、初期荷重のバラツキなどがノイズとなり、正確な測定を行うことはきわめて難しい。そこで、ノイズの低減を図り、正確な測定を行うため試験片の幅を150mmとした。これによ

て、チャックの滑りや支持体のネッキングを防ぐことができ、加えて貼付剤の実際の使用状況に近い条件での測定を行うことができる。引張試験は、(株)島津製作所製オートグラフを用い、チャック間50mm、引張速度60mm/分にて行った。

また、応力緩和については、引張試験と同じ条件にて試験片を50%伸張した状態にて5分間保持したときの荷重変化を測定した。さらに、伸長回復率は、同じ条件にて試料を50%伸張した状態からすぐに戻してから2分後の寸法とはじめの寸法との比で表した。

3. 基材についての検討

3.1 基材に要求される性能

今回開発するパップ剤用基材フィルムには以下の性能が要求された。

①膏体密着性：膏体との密着性が良いこと。すなわち、剥がしたときに肌に膏体が残らず、基材と膏体との界面で剥離しないこと。

②外観・色調：肌に貼ったときに目立たないこと。

③伸縮柔軟性：皮膚の動きに追従し、肌にフィットすること。

対象とするパップ剤は、関節以外の部位(肩や腰など)に貼付することを想定しているため、基材の伸縮柔軟性の目標値は、現行プラスター用基材と同等とし、50%伸張時の応力について63N/150mm巾(横)以下とした。

次に、これらの各性能を発現させるための方策を検討した。

3.2 水性膏体の密着性向上の検討

膏体の投錨力を十分に高めるためには、膏体分子と基材分子とが共有結合などによって強固に結合するか、従来のパップ剤用の基材である不織布のように、膏体と基材とが相互に絡み合い、必要があると考えられる。具体的には、第一段階として下記の方策を検討した。

①界面の結合力を高める方法：膏体との親和性の高い親水性プライマーの検討。

②界面での絡み合いを増す方法：エンボスによるフィルム表面への凹凸の付与、または、フィルム表面に短繊維を付着させ起毛化。

図1～図4には、検討項目とその評価結果を示した。図1には、プライマータイプの支持体の構成と評価結果を示した。ポリオレフィンフィルムにポリエステル系樹脂または、ポリエステル系ポリウレタン樹脂のプライマーと比較し、変性ポリエステル樹脂(メタ

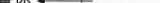


図 10 は、水性塗料の層構造を示す断面図である。図には、水性膏体、フィルム (PO)、プライマーの層が示されている。

図1 プライマータイプの検討

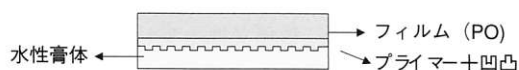
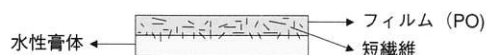
図2 プライマーの表面凹凸タイプでの検討図3 親水性プライマーへの短繊維分散タイプ

図4 フィルムへの短繊維分散タイプの検討

図5にその結果を示した。この方法を用いると、不織布への膏体含浸による投錨効果と、柔軟な不織布層により膏体と基材フィルム間でのせん断応力が集中せず、接着性が向上した。結果として皮膚への糊残りがなく、指で擦っても膏体が剥離せず、0.5N/5mm巾以上の接着強度が得られたうえ、その破壊形態も凝集破壊であり、実用上十分な膏体密着力を有することがわかった。したがって、基材については、POフィルムと不織布とのドライラミネートを基本構造として以下の検討を進めた。

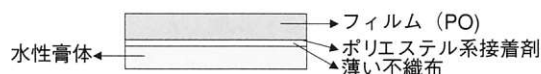
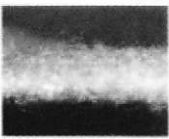
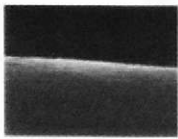
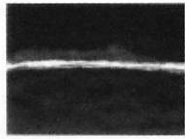


図5 フィルムと薄い不織布の複合化タイプの検討

開発の趣旨に従い、肌に貼ったときに目立たず、伸縮柔軟性を有する不織布およびフィルムを選択を行った。

表2 各不織布の特性

製法	乾式又は湿式		紡糸直結法	
タイプ	ウォーターニードル	サーマルボンド	スパンボンド	メルトブロー
断面写真				
表面写真				
組成	ポリエステル	ポリエステル	ポリエステル	ポリエステル系 エラストマー
繊維の長さ 接着方法	短繊維 絡み合い	短繊維 全面熱融着	長繊維 部分熱融着	短繊維 部分熱融着
目付量(g/m ²)	50	12	12	30
ヘイズ(%)	89	45	44	88
厚み(mm)	0.55	0.04	0.1	0.12
かさ密度 (g/cm ³)	0.09	0.3	0.12	0.25
膏体接着性	◎	△	○	○
含浸性	◎	△	◎	○
目立たなさ	×(厚いため白濁)	◎	◎	○

まず、不織布の選定について、表2に各不織布の特性を示す。不織布に対しては、目付量が小さく厚みが薄いこと、膏体が十分に含浸しうる起毛構造を有することとを両立させることが求められる。さらに、不織布が伸縮柔軟性を有するには、素材の繊維に伸縮性があり、直径が細いこと、短繊維の絡み合い構造により形成されており、繊維の接着点が少ないこと、目付量が小さいことが必要である。このことから、現在上市されているポリエステル系の不織布の中で、最も目付けが小さいタイプの作製可能であるスパンボンド不織布と、伸縮性に優れかつ目付けが小さいタイプの作製が可能であるメルトブロー不織布を選択し、それぞれそのなかでもっとも目付量の小さい12g/m²、30g/m²の評価を行った。

また、フィルムとしては、毒性などの問題がなく、使用後の廃棄に際しても問題のないポリオレフィン(PO)素材を選択したが、現在プラスター用として広く用いられているポリ塩化ビニル(PVC)のフィルムも比較として用いた。

3.4 結果および考察

図6および図7には、前項にて選定した不織布とフィルム(POフィルムおよび比較としてPVCフィルム)

をラミネートして得た構想品、ならびに現在プラスター用として当社が販売しているPVCフィルムの応力-ひずみ曲線を示した。POフィルムと不織布のラミネート構想品では、スパンボンドタイプと比較し、メルトブロータイプが優れた柔軟性を有し、なかでもPOフィルムを使用したメルトブロー不織布タイプの基材は、5%伸長領域(図6)ではプラスター用PVCフィルムと同等の伸縮柔軟性を示し、50%伸長域(図7)ではこれよりも優れていた。また、表3には、これらのフィルムについての各機能評価結果を示した。

これらの結果から、メルトブロー不織布タイプならび

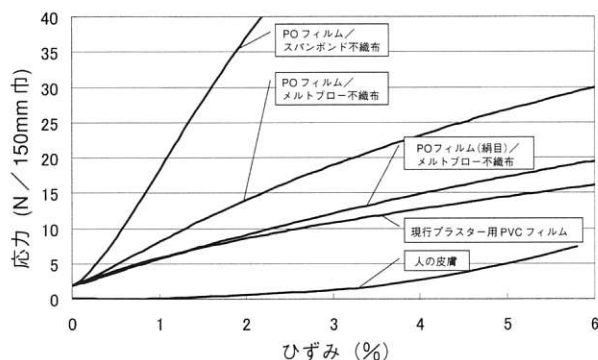


図6 フィルム／不織布 積層タイプの応力-ひずみ曲線

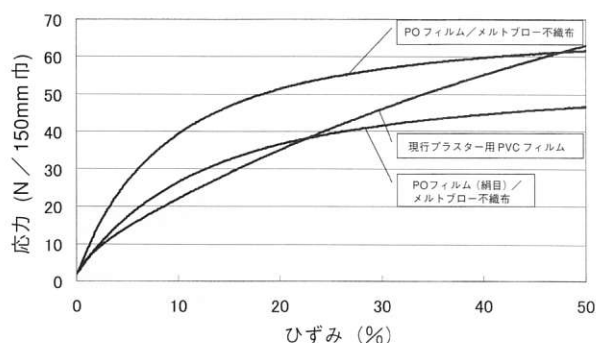


図7 フィルム／不織布 積層タイプの応力－ひずみ曲線

にスパンボンド不織布タイプのいずれについても、十分な膏体密着性、耐薬剤性を有していることが明らかになった。また、メルトブロー不織布タイプは肌に貼っても目立ちにくく、適度な伸縮柔軟性も有していた。一方、スパンボンド不織布タイプは、不織布の透明性が高いことから、色調・外観の自由度の高い基材となるが、伸縮柔軟性がやや劣っていた。したがって、パップ剤用基材としては不織布の繊維自体に伸縮性があり、部分的な繊維の接着からなるメルトブロー不織布を用いたタイプが優れていると判断した。さらに、膏体密着性も十分であり、水性パップ剤用基材として十分な性能を有することがわかった。

なお、伸縮柔軟性をさらに高めるには、伸張応力のより低いPOフィルムを用いなければならないが、PO材料では伸張応力が低いほど融点が低下する傾向があり、工業的には本構想品に用いたものよりも伸張応力の低いフィルムは使用しがたい。そこで、伸縮柔軟性

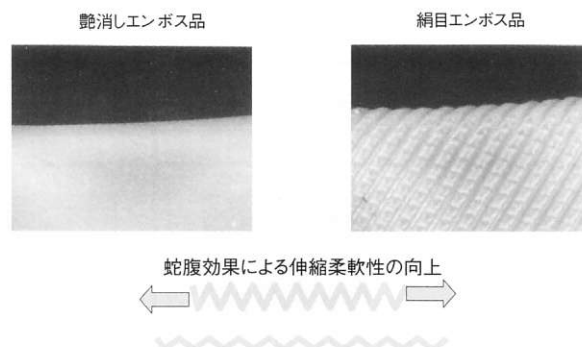


図8 エンボスによる伸縮柔軟性向上の検討

を高める手段として、フィルムに絹目意匠のような凹凸の激しいエンボス加工を施すことを試みた。図8にフィルムの外観の比較を示した。また、その応力－ひずみ曲線は図6に重ねて示した。図から、フィルムにエンボスを施すことによって低伸長領域の伸縮柔軟性がさらに向上したことがわかる。

4. 結 論

新しいパップ剤用基材を開発するにあたり、おもに水性膏体との密着性、肌に貼ったときの目立たなさ、伸縮柔軟性の三点に着目し、設計を行った。その結果、ポリエステルエラストマーを素材とする薄くて伸縮性を有するメルトブロー不織布と、軟質POフィルムをラミネートした積層品が基材として適していることが明らかになった。



内藤 寛樹

Hiroki NAITO
1996年 入社
化成品事業部

有機 EL 材料の高効率・高収率合成方法と 純度管理・評価技術

High Yield Synthesis and Analytical Method for Organic Electroluminescent Materials.

稲田 宏^{*1}

Hiroshi INADA

Referring to the starburst molecules used generally as a hole injection material of organic EL, improvement of synthetic yield using the quality control technique and the evaluation method by HPLC & DSC were described.

1. 緒 言

当社の材料研究の歴史は、16年以上昔にさかのぼることができる。当初から有機EL材料の開発を目指していたわけではない。広範囲にわたる光・電子機能材料の開発・製品化を目指していたのである。しかし、当社はもともと、エラストマー部材の加工メーカーであり、光・電子機能材料の分子設計・合成・評価の技術は、ほとんど白紙状態であった。そこで、この分野の第一人者である大阪大学の城田靖彦教授のご指導をいただき、原理原則から光・電子機能材料に対する取り組み姿勢を学んでいくこととなった。

城田教授は、これまで未開拓領域であった有機低分子アモルファス物質に対する学問的興味とともに、その応用の観点から、光・電子機能材料それ自身が、安定なアモルファス膜を形成できれば、その機能を十分

に発現できる上に、機能に対する分子設計指針をより明確にできると考えておられた。このような観点から、光・電子機能性アモルファス分子材料の開発研究が、大阪大学城田研究室で行われた¹⁾。当社はそのご指導のもと、有機材料の合成法・評価法など基礎的な領域から、電子デバイスへの応用方法などを学んでいった。

城田教授らは、スターバースト分子という新たな概念に基づいて創出した一連の物質群が、有機ELデバイス用材料として有力な候補であることを報告した^{2)~9)}。

スターバースト分子として代表的な化合物である4,4',4''-Tris[3-methylphenyl(phenyl)amino]triphenylamine (m-MTDATA)

(図1)^{2),6)}は、これまでに有機ELデバイスの正孔注入材料として、各大学各企業で用いられ、活発に研究報告がなされている。m-MTDATAは、現在では有機EL

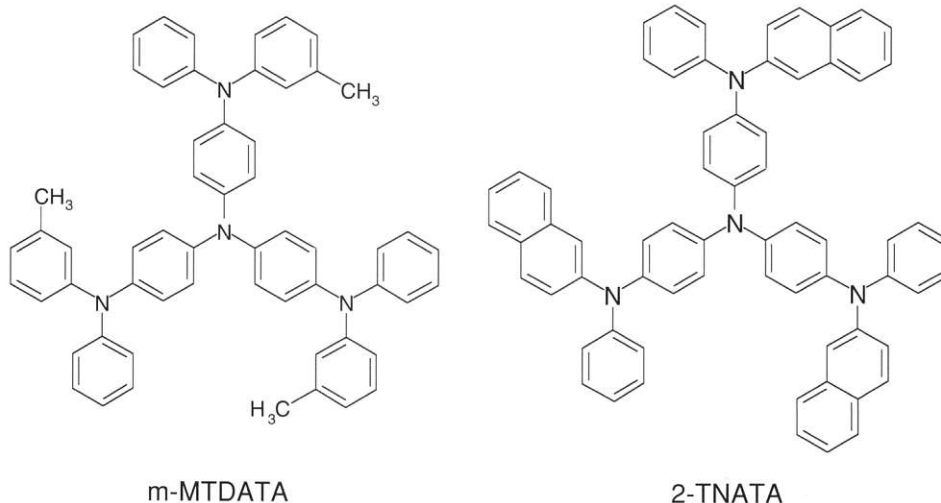


図1 正孔注入材料 m-MTDATA・2-TNATA の分子構造

^{*1} 開発事業部

素子評価のための標準的な物質といった位置付けになっている。そのため、品質の安定したm-MTDATAのサンプルをまとまった量で供給する必要が出てきた。このような背景から、当社独自の準量産的な合成/精製方法および品質の確保のための評価方法を確立しなければならなかった。本内容は、その際に当社で少量スケールから準量産にいたるまでに行った検討内容について、述べたものである。その成果を展開し、近年では、m-MTDATAの電子物性を保持し、かつ耐熱性を改善した4,4',4"-Tris[2-naphthyl(phenyl)amino]triphenylamine (2-TNATA)(図1)のサンプルも安定した品質で供給している。

2. 材 料 合 成 の ポ イ ン ト

スターバースト化合物を如何に製品化していくかという点を考慮したとき、いくつかの問題点が浮かび上がってきた。m-MTDATAをはじめとするスターバースト分子群(図2)は、アモルファス膜を形成しやすいという特長があるため、逆にいえば、再結晶という一般的な有機材料の精製方法では結晶化がうまく起こらなかったり、不純物や有機溶媒を含みやすい性質を有している。スターバースト分子はウルマン反応で合成するのであるが、特に大量に合成する場合には、その合成収率が低く、類似構造の不純物を多く含む場合があり、高収率で目的物を得られる合成法・精製法を確立していく必要があった。

2.1 ウルマン反応を用いた高効率・高収率合成法の検討

合成段階における収率の向上を目的として、反応条件・方法の検討を行い、温度・攪拌条件・反応時間・触媒系といった反応条件の精密な制御と合成に用いられる原料の純度管理を実施することで、高効率・高収率の合成方法を確立できると考えられる。

最近では、東ソー法と呼ばれる2級・3級アミンの合成法¹⁰⁾が、比較的低温で反応が進行すること、高収率であること、選択性が高いこと等の理由により着目さ

れている。しかしながら、量産時には、用いる触媒などが水分を嫌うため、かなり厳密な取り扱いが必要である。また、触媒のコストが高い、といった問題も生じてくる。このような理由から、当社では、現在もウルマン反応で各種材料の合成を行っている。ここでは、ウルマン反応の条件決定において検討した内容を紹介する。

2.2 統計的品質管理手法による合成条件の検討

一般に合成条件といわれるものには、原料の量、溶媒種および量、反応温度、攪拌条件、反応時間、触媒種および量といった数々の因子があり、それらの組み合わせにより、合成収率・合成時の不純物種といった諸結果に違いが現れてくる。当社では、前記の合成諸条件を、統計的品質管理の手法を用いて検討し、高効率・高収率の合成方法を確立している。

表1 L27 直交配列実験 因子水準表

因子 \ 水準	水準①	水準②	水準③
A：反応温度	A1	A2	A3
B：原料量	B1	B2	B3
C：触媒量	C1	C2	C3
D：溶媒量	D1	D2	D3
F：反応時間	E1	E2	E3

以下、具体的にある材料に対して、L27 直交表を用いて検討した内容を記載する。

因子として、ここでは反応温度、原料量、触媒量、溶媒量、反応時間の5因子・3水準をとったものを例として表1に示す。因子は合成諸条件の中から、その反応の中で特に影響があると思われるものを経験的に選び出す。水準についても同様である。例えば、因子の選択

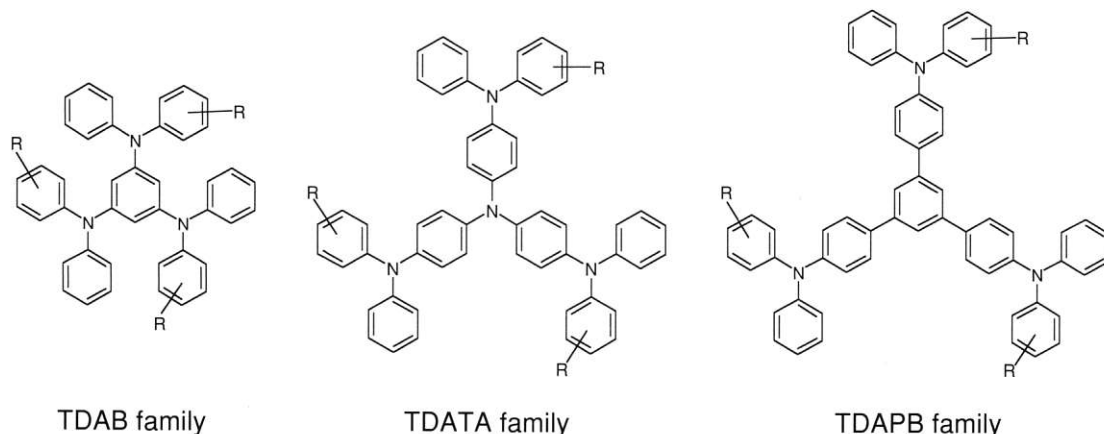


図2 スターバースト分子群

に関しては、反応がすぐに終わってしまうような系であれば、反応時間を因子に入れる必要はあまりないと考えられる。さらに、複数の原料からなる系、複数の触媒からなる系であれば、それぞれを因子としておく必要がある。溶媒についても量よりむしろ種類を因子とした方が良い。水準に関しては、最適値が経験的に分かっている場合はその近辺で条件を振り、見当がつかないときは、まず大きな範囲で水準を振って検討すべきである。

以上のような経験的に選択した諸条件および水準に対して、L27直交配列表に割付を行う（直交配列実験の詳細については、成書を参照ください）。このとき、相互作用が考えられる因子を考慮して割付を行う事が大切である。

このL27直交配列実験を行うことのメリットは、簡便に合成諸条件の収率におよぼす影響を把握できるだけでなく、通常の合成条件の変量ではわかりにくい各条件の相互作用の有無を確認できることである。

例えば、L27直交配列実験において、反応温度Aと触媒量Cが、合成の収率に対して有意であり、その相互作用A×Cが有意でなければ、合成条件としての反応温度および触媒量はそれぞれ単独で最適値を求めていけばよい。その相互作用A×Cが有意であれば、反応温度と触媒量のある組み合わせとして最適値を検討していく必要が出てくる。

この直交配列実験以外にも田口メソッドなど品質工学的手法もあり、準量産時には是非とも検討しておき、反応時に押さえ込むべきポイントを明確にし、本格的な量産に問題のないようにしておきたい。

2.3 精製方法の検討

有機化合物の精製には、一般的に抽出、ろ過、洗浄、再沈殿、再結晶、カラムクロマトグラフィー、蒸留、昇華精製といった手法がとられる。これらの手法は、目的物と取り除くべき不純物との間の溶解度・極性・蒸気圧などの物性の差を利用して行うものである。各精製操作の組み合わせおよびその順序は合成反応物ごとに異なってくる。

精製法を決めていくときには、その操作により何が取り除かれたかを高速液体クロマトグラフィー（HPLC）で確認しながら進めていくのが良い。例えば、代表的スターバースト化合物であるm-MTDATAを精製する場合、洗浄または再沈殿により、過剰の原料を取り除くことができること、再結晶もしくはカラムクロマトグラフィーにより反応副生成物を取り除くことができること、蒸留または昇華精製では、結晶中に含まれている溶媒を完全に除去できることなどを単位精製操作ごとの残渣と精製物および精製前のHPLCを見比べることにより確認することができる。

材料の特性ごとに注意すべきポイントは違ってくる

が、一般にカラムクロマトグラフィーや蒸留・昇華精製では、それらの操作により分解などによる新たな不純物が生成する場合があります、そのようなことが起こらない条件を見つけることが重要である。また、スターバースト化合物のように比較的分子量の大きい化合物では、再結晶精製物中に溶媒や低分子の不純物を含有したまま結晶化する場合があるため注意を要する。特に溶媒は、HPLCでは不純物として検出できないため、注意を要する。

当社では、反応終了後の精製過程、特に再結晶の過程においては、その精製条件を詳細に検討することで、結晶中の不純物を含まない高純度の物質を得ている。さらに当社独自の昇華精製法を開発し、現在では高純度で安定な品質のスターバースト化合物を提供できる。

3. 純度評価方法の確立

3.1 高速液体クロマトグラフィーによる純度評価

材料メーカーが、材料を製品（サンプル）として提供する時には、材料の純度を保証する必要がある。そのためには、客観的にみて純度を確認できる分析評価技術の確立が必要となってくる。有機EL素子に用いられる材料は、一般的な有機試薬よりも高純度が求められる。また、不純物の種類によって有機EL素子の特性に与える影響の程度が異なるため、不純物ごとに許容される程度が異なってくる。したがって、不純物ごとの含有量をどの評価方法で測定していくかが、ポイントとなる。有機化合物の純度分析・成分分析には、ガスクロマトグラフィーやHPLC（高速液体クロマトグラフィー）がよく用いられている。有機EL素子用材料の場合には、比較的分子量が大きいHPLCによる分析が一般的である。しかしHPLCで分析を行う場合には、用いる検出器、カラム、溶離液などの諸条件を十分に検討しておく必要がある。

特に、用いる検出器は対象とする材料・不純物を検出できるか、カラムに用いている材質が、測定対象としている材料と反応したり、特異吸着を起こすことはないか、溶離液で、析出が起こらないか、といった点は重要なポイントである。

当社では、測定する対象の材料について、複数回測定に対して、クロマトグラム上に現れるピークの面積およびリテンションタイムの変動が、変動係数（CV）で2%以内となるように分析用カラム・溶離液などのHPLC条件を設定している。

また、含まれていると想定される不純物が、用いた分析カラムに特異吸着し、クロマトグラムでは、見かけ上純度が高く見える場合がある。反応から精製の各段階で、薄層クロマトグラフィー、HPLCで取り除かれていく不純物の様子も念のため確認しておく、より信頼性の高いデータ蓄積ができる。

3.2 示差走査熱量計(DSC)による熱特性評価

有機EL材料には、その製品用途に応じた耐熱性が求められる。その熱特性評価の手段として、DSCが一般的に用いられている。蒸着膜は、通常アモルファス膜であることが多い。従って、その蒸着膜の安定性は、アモルファス状態(ガラス状態)から結晶状態への移行の仕方でおおよそその見積りができる。

DSC測定において、アモルファスガラスのガラス転移温度、結晶化温度からアモルファス状態の安定性を推測することができる。また、融点測定・融点幅測定は、材料純度を反映するので、前述のHPLCとともに確認しておきたい項目である。

ゴムやプラスチックのガラス転移温度の測定条件はJIS規格で決められているが、有機EL材料の測定条件は、目的に応じて独自に決めるほうが良い。例えば当社では、昇温速度をJIS規格の10°C/minより遅く設定している。これは、アモルファス安定性のより高い材料を評価するときには、ゆっくりと昇温したほうがより結晶化しやすくなり、良い材料と悪い材料の区別が判断しやすいと考えたためである。

測定対象となる材料の使われ方、欲しい評価データを考えて、このような独自の評価条件を組み立てていくことが、重要である。

4. 結 言

自らの手で開発した材料が、本当に有機EL用の材料として有効なのかどうかは最終的にはお客様の評価とのすりあわせが必要になる。しかし、材料メーカーが独自にできる評価方法は、ここで紹介した以外にも

数多く存在する。その中には、お客様が、気がつかない有用な情報が含まれていることもある。

目標とする機能に対して独自の評価方法を開発していくこと、評価データからできる限り多くの情報を読み取ること、などの工夫により、各社独自のノウハウが蓄積できる。有機ELディスプレイ市場の拡大に貢献できる材料を開発していくことが、これからの材料メーカーに期待されている重要なポイントである。我々も良い材料の開発を目指して、独自の設計指針、独自の評価方法を検討し、お客様に満足いただける工夫を常に心がけていきたい。

本論文は、株式会社技術情報協会より2003年9月に発刊された「有機ELディスプレイにおける高輝度・高効率・長寿命化技術」に掲載された内容を転載したものである。

5. 参 考 文 献

- 1) 城田靖彦、J.Mater.Chem., 10, 1(2000) and references cited therein
- 2) 城田靖彦他、Chem. Lett., 1989, 1145
- 3) 城田靖彦他、Chem. Lett., 1991, 1731
- 4) 城田靖彦他、Adv. Mater., 3, 549(1991)
- 5) 城田靖彦他、J. Mater. Chem., 3, 319(1993)
- 6) 城田靖彦他、Appl. Phys. Lett., 65, 807(1994)
- 7) 城田靖彦他、Adv. Mater., 6, 677(1994)
- 8) 城田靖彦他、Mol. Cryst. Liq. Cryst., 280, 331(1996)
- 9) 城田靖彦他、J. Lumin., 72-74, 985(1997)
- 10) 山本敏秀他、Tetrahedron Lett., 1998, 39, 617 など



稲田 宏

Hiroshi INADA
1988年 入社
開発事業部

特 許 ・ 実 用 新 案 登 録 一 覧
(2002.10. ～ 2003. 9.)

(日本特許)

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H04-223880[H04/08/24] 開 H06-64720[H06/03/08] 登 3384495 [2002/12/27]	野村 良一 住谷 宏	〈名称〉エンドレスベルトの生産方法および該生産方法の実施に使用するカバーゴムと心体帆布の剥離機 〈要約〉作業者に対する肉体的負担が僅かで、ベルト両端部のカバーゴムと心体帆布を効率的に剥離した後エンドレス化を行う、エンドレスベルトの生産方法および該生産方法の実施に使用するカバーゴムと心体帆布の剥離機を提供する。
願 H04-285788[H04/10/23] 開 H06-137381[H06/05/17] 登 3457017[2003/08/01]	田島 義隆 荻野 雅章 藤原 勝良	〈名称〉ベルト 〈要約〉伝動ベルト用や運搬ベルト用として好適な防かび剤を得て、ベルトのかびの発生の防止を長期間に亘り安定して図る。
願 H04-316044[H04/10/30] 開 H06-143454[H06/05/24] 登 3363186[2002/10/25]	佐藤 一男 赤松 貞彦 上田 尚秋	〈名称〉シート類の張り広げ装置 〈要約〉シート類に付与すべき摩擦制動力が小さくてすみ、段取り替えの際にも自動的に張り直しのできるシート類の張り広げ装置を提供する。
願 H05-90196[H05/04/16] 開 H06-301267[H06/10/28] 登 3440279[2003/06/20]	永瀬 貴行 吉田 裕彦	〈名称〉帯電用部材および帯電装置 〈要約〉被帯電部材の表面に傷などの影響を与えず、しかも環境安定性の優れた帯電用部材を提供する。
願 H05-87323[H05/04/14] 開 H06-299004[H06/10/25] 登 3384499[2002/12/27]	塩山 務 濱野 直樹	〈名称〉網状繊維補強ゴム組成物およびその製造法 〈要約〉高弾性率、高破断強度、耐疲労性などの高い機械的性質が要求されるゴム製品に好適に使用しうるゴム組成物およびその製造法を提供する。
願 H05-93366[H05/04/20] 開 H06-308803[H06/11/04] 登 3440281[2003/06/20]	永瀬 貴行 吉田 裕彦	〈名称〉帯電用部材および帯電装置 〈要約〉被帯電体の表面に傷などの影響を与えず、しかも環境安定性の優れた帯電用部材を提供する。
願 H05-104533[H05/04/30] 開 H06-312981[H06/11/08] 登 3455747[2003/08/01]	稲田 宏 城田 靖彦	〈名称〉4, 4', 4''-トリ(N-フェノキサジニル)トリフェニルアミン 〈要約〉常温でアモスファス状態を保持することができ、かくして、それ自体で薄膜化することができ、しかも、そのアモルファス膜が常温で安定であって、光電変換素子、サーモクロミック素子、光メモリー素子、エレクトロルミネッセンスにおける正孔輸送層のための有機化合物等として有用な新規化合物を提供する。
願 H05-133257[H05/06/03] 開 H06-348104[H06/12/22] 登 3374861[2002/11/29]	永瀬 貴行 長谷川 誠 谷 新太	〈名称〉帯電用部材および帯電装置 〈要約〉被帯電体の表面に傷などの影響を与えず、しかも環境安定性の優れた帯電用部材を提供する。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H05-249510[H05/10/05] 開 H07-101006[H07/04/18] 登 3451559[2003/07/18]	佐藤 裕喜	〈名称〉屋外用建材シート 〈要約〉耐候性を有するシート基層の下側にPVC（クラッシュベルグ柔軟温度45度から70度）からなる第一樹脂層を設けて屋外用真空成型シートを形成する。シート基層は、PVCからなる第2樹脂層の上側にアクリルフィルムからなる第3樹脂層を積層してなる。第2樹脂層を構成するPVCは、可塑剤量が17から25PHRで、シート基層に耐候性を付与する。第3樹脂層を構成するPVCは、可塑剤量が0から10PHRで、真空成形後の収縮がほとんどないことから、第3樹脂層がシート基層が真空成形後に収縮するのを抑制する。
願 H05-329418[H05/12/27] 開 H07-188490[H07/07/25] 登 3441778[2003/06/20]	藤井 公博 田中 一雄	〈名称〉印刷用シート 〈要約〉軟質ポリ塩化ビニル樹脂100重量部と可塑剤とを含むベース樹脂に対して、ハイドロタルサイト類化合物0.2～2.0重量部と、エチレン酢酸ビニル共重合樹脂1～20重量部とが配合された組成物によって印刷用シートを成形する。
願 H06-15211[H06/02/09] 開 H07-224906[H07/08/22] 登 3404104[2003/02/28]	田島 義隆 鈴木 正義 柏木 伸高	〈名称〉伝動ベルトとその製造方法及び製造装置 〈要約〉帆布層のベルト両側面のプリー溝に接触する部分では、綿布の裏側のみにかバーゴムを付着させておくようにする。
願 H06-53135[H06/02/25] 開 H07-238992[H07/09/12] 登 3449380[2003/07/11]	野田 武	〈名称〉伝動ベルトとベルトマーク印刷方法及び印刷装置 〈要約〉インクジェットプリンタとベルトを固定する手段を備えたベルト支持台と、そのベルト支持台とプリンタヘッドの相対的位置関係をベルトの長さ方向及びそのベルトの幅方向に移動させる移動装置とを備える。その印刷方法は、上記印刷装置を使用して複数回重ねて印刷する。また、伝動ベルトは上記印刷装置を使用して、上記方法によりベルトマークを表示する。
願 H06-131118[H06/05/20] 開 H07-316387[H07/12/05] 登 3440284[2003/06/20]	飯田 明 山本 徹之	〈名称〉皮膚貼付薬用支持体 〈要約〉プラスチックフィルムを用いた柔軟性及び薬物透過防止性に優れた皮膚貼付薬用支持体を提供する。ブタジエンに水素が付加されたスチレンーブタジエン共重合体35～80重量%と低密度ポリエチレン65～20重量%の混合体にて形成した厚さ20～150μmのシートか、又は、ブタジエンに水素が付加されたスチレンーブタジエン共重合体50～85重量%とポリスチレン50～15重量%の混合体にて形成した厚さ20～150μmのシートからなる皮膚貼付薬用支持体。
願 H06-156659[H06/06/14] 開 H08-1849[H08/01/09] 登 3384508[2002/12/27]	林 亨	〈名称〉化粧材用積層フィルムとその製造方法 〈要約〉紫外線を透過する透明または半透明のトップフィルムと接着面にプリントおよびエンボスを施したベースフィルム（エンボス付きプリントフィルム）とを紫外線硬化型接着剤100重量部と塩化ビニル樹脂を溶解する溶剤1.0～50重量部とを含有した紫外線硬化型接着層により積層している。
願 H06-155688[H06/07/07] 開 H08-21498[H08/01/23] 登 3393540[2003/01/31]	宮田 博文	〈名称〉オートテンショナ 〈要約〉固定部材に回転自在に支持された回動部材にテンションプリーを回動一体に設けた上で固定部材内周の摩擦面に摺接可能な摺接面を外周に有する摺動部材を回動部材に揺動自在に枢支させベルト張力が増大して回動部材が回動付勢方向と逆の方向に回動するときに上記摺動部材がドラムブレーキ機構のリーディングシューの機能を果たして回動部材の回動を減衰させるようにする。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H06-218573[H06/09/13] 開 H08-82346[H08/03/26] 登 3451561[2003/07/18]	中本 雄二 尾上 勲 野中 敬三	〈名称〉 Vリブドベルト 〈要約〉 背面駆動時の伝達能の低下防止リブ部間の各部で発生する縦裂き防止及びベルト横転防止等を図る。Vリブドベルトの接着ゴム部の背面に粘着された背面布をスダレ織物で構成する。背面布の経糸として下撚りがなく上撚りが3～10回/10cmに設定されたものを採用する。
願 H06-333194[H06/12/13] 開 H08-166749[H08/06/25] 登 3390789[2003/01/24]	迫 康浩	〈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、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。熱硬化性ウレタンエラストマーからなるブレード部材と、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、主成分である高分子量ポリオールの一部とイソシアネート化合物とを反応させたプレポリマーに、残りの高分子量ポリオールと両末端に水酸基を有する脂肪族炭化水素系ポリマーを含有する架橋剤とを混合したものを反応させて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 H07-144107[H07/05/17] 開 H08-314343[H08/11/29] 登 3474675[2003/09/19]	畑 克彦 長谷川 誠	〈名称〉 電子写真装置用クリーニングブレード 〈要約〉 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、少なくとも感光体と当接する部分をポリシラザンにより被覆したものである電子写真装置用クリーニングブレード。
願 H07-177154[H07/07/13] 開 H09-26007[H09/01/28] 登 3404185[2003/02/28]	池田英一郎 三堂 和也 中尾 敏夫	〈名称〉 ベルト伝動装置 〈要約〉 ケース内の入出力軸上に变速プーリーからなる駆動及び従動プーリーを設け、両プーリー間のベルトの緩み側スパンを、スプリングにより付勢されたテンションプーリーで押圧してベルト張力を発生させる变速機Tにおいて、スプリングの組付けの容易化を図る。ケース内外を貫通する回動軸を設け、この回動軸のケース内端部に内側アームを回動一体に固定して先端部にスプリングを係止する。回動軸のケース外端部に外側アームを回動一体に固定して先端にボルト挿通孔を設け、スプリングを収縮状態でケース内に組み付けた後、外側アームを内側アームと共に回動軸回りに回動させてそのボルト挿通孔をケース外面の係止ねじ孔へボルトにより締結し、スプリングを引張り状態に保持固定する。
願 H07-177073[H07/07/13] 開 H09-26009[H09/01/28] 登 3404184[2003/02/28]	池田英一郎 三堂 和也 中尾 敏夫	〈名称〉 プーリー式变速機 〈要約〉 リンクバーを略三角形の板材で成し、3つの頂点部分のうち2点に各回動カムに繋がる回動レバーを夫々連結させ、操作軸から延びる連結ロッドのリンクバーに対する連結位置を、リンクバーにおいて駆動プーリー側の回動レバーの接続点近くに設定する。
願 H07-294550[H07/11/13] 開 H09-138605[H09/05/27] 登 3436625[2003/06/06]	梅田 荒夫	〈名称〉 加熱定着ローラ 〈要約〉 金属パイプと、該金属パイプの内周面に配置された発熱体を備える耐熱絶縁層と、該耐熱絶縁層の内表面に装着された圧接体とから成り、該圧接体は耐熱絶縁層を金属パイプの内周方向へ押し付け固着することの特徴とする加熱定着ローラ。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H07-336363[H07/12/25] 開 H09-175617[H09/07/08] 登 3474695[2003/09/19]	藤岡 誠行	〈名称〉搬送ベルト 〈要約〉ミラブルウレタンゴムからなる搬送ベルトに対し、雨水や油等の影響を受けても摩擦係数の低下を抑えることができ、かつ低温時のベルト柔軟性を維持できるようにし、もって、屋外等で使用される自動販売機等の装置においてベルト搬送能力を安定維持できるとともに、装置自体の作動安定性の向上に寄与できるようにする。搬送ベルトを本体ゴム層及び背面ゴム層の２層構造とし、背面ゴム層を、ポリオール成分がポリエステルポリオールであるミラブルウレタンゴムをマトリックスゴムとしかつ該ゴムにフェノール短繊維が添加されていてその一部を搬送面に露出させてなる第１の組成物で構成する一方、本体ゴム層を、ポリオール成分がポリエーテルポリオールであるミラブルウレタンゴムをマトリックスゴムとする第２の組成物で構成する。
願 H08-60796[H08/03/18] 開 H09-250035[H09/09/22] 登 3464868[2003/08/22]	藤本 浩 尾上 勲 高橋 長	〈名称〉ベルト用心線及び伝動ベルト 〈要約〉ディップ処理前の生コードとしての心線２を、150°Cにおける乾熱収縮率及び乾熱時収縮応力がそれぞれ1.0%以下及び0.2g/de以下となるようにする一方、初期引張抵抗度が150～500g/deとなるようにする。
願 H09-157322[H09/06/02] 開 H10-329918[H10/12/15] 登 3425064[2003/05/02]	伊藤 健一	〈名称〉コンベアベルトのキャリアガイド 〈要約〉コンベアベルト下側に搬送方向の所定間隔で配置されているスタンドフレーム上に固定されている低摩耗性樹脂板と緩衝ゴム体からなるキャリアガイドが、低摩耗性樹脂のボルトで接合一体化されているコンベアベルトのキャリアガイド。
願 H09-198075[H09/07/24] 開 H11-34091[H11/02/09] 登 3404258[2003/02/28]	井上 貞夫 西田 健次	〈名称〉免震用等のゴム積層体の製造工程における未加硫ゴムの成形方法 〈要約〉円形の剛性板と円盤状の粘弾性ゴム層とを積層・加硫してゴム積層体を製造する工程に於いて、回転手段により回転される剛性板の上面に、紐状に押し出された未加硫ゴスを剛性板の中心部から外周縁側に向けて渦巻き状に敷き並べた後、プレス加圧して未加硫ゴム層を形成する。
願 H09-365210[H09/12/18] 開 H11-184342[H11/07/09] 登 3363364[2002/10/25]	岩崎 成彰	〈名称〉電子写真装置用ブレード 〈要約〉ブレード部材と支持部材と接合する接着剤層とからなる電子写真装置用ブレードにおいて、ブレード部材を、硬さ74～80°(JISA)のポリウレタンで形成し、このポリウレタンを、硬化触媒としてモノクロロ酢酸ナトリウム5～50ppmを添加し、硬化させて得る。
願 H10-94750[H10/04/07] 開 H11-294578[H11/10/29] 登 3464909[2003/08/22]	宮田 博文 坂本 力	〈名称〉変速機のニュートラル保持装置 〈要約〉変速プーリ機構及び遊星ギヤ機構を組み合わせてなり、出力ギヤを第１回転軸に対して一方向回転する正転状態、回転停止するニュートラル状態及び他方向に回転する逆転状態になるように切り換えて変速する変速機構を備えた無断変速機に対し、ニュートラル状態で変速操作力の増大や搭載車両の坂道停車力の低下を招くことなくニュートラル状態を安定して保持する。
願 H10-294879[H10/10/16] 開 2000-120797[2000/04/25] 登 3464922[2003/08/22]	大川 浩一 高橋 光彦	〈名称〉高負荷伝動用Vベルト 〈要約〉上側ビーム部の上下中心線と、ブロックの上側接触部の接触位置よりもプーリ中心側のプーリ溝面とのなすビーム角αを90°以上とし、上側ビーム部の根本部分に引張応力又はそれから減少した引張応力を作用させる。また、ブロックの各接触部とプーリ溝面との間の摩擦係数μを、ベルトの左右側面と上下方向の平面とのなすベルト側面角度θに対し$\mu \leq \tan \theta + 0.05$とする。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H11-143610[H11/05/24] 開 2000-337449[2000/12/05] 登 3464938[2003/08/22]	渡邊 幸二 谷 和義 黒精 美考 林 丈浩	〈名称〉伝動ベルト及びその製造方法 〈要約〉耐側圧性及び耐摩耗性に優れ、加えて、異音が発生しにくく且つ走行方向の依存性の少ない伝動ベルトを提供する。Vリブの側面から、アラミド系短繊維及び非アラミド系の合成繊維の双方を突出させる。アラミド系短繊維の突出部を、カール状に形成する。合成繊維の突出部を、その非溶融状態を保ったまま、先端に向かって末広がり状の扇形に形成する。両突出部の根元は、Vリブの側面から起立している。アラミド系短繊維の突出部は多方向に分散させる。アラミド系短繊維の突出部を、合成繊維の突出部よりも長く形成する。
願 H11-143613[H11/05/24] 開 2000-337450[2000/12/05] 登 3464939[2003/08/22]	黒精 美考 谷 和義 渡邊 幸二 林 丈浩	〈名称〉伝動ベルト及びその製造方法 〈要約〉Vリブの表面から短繊維が突出した伝動ベルトにおいて、短繊維の強度を損なうことなくその露出面積を増大させ、耐摩耗性を向上する。合成繊維の突出部を組成変形させ、先端に向かって末広がり状の扇形に形成する。合成繊維の突出部は、研削加工時に融点以下の温度までしか加熱されず、非溶融状態に維持されている。合成繊維の突出部はVリブの側面から起立し、この側面にはミクロな凹凸が形成されている。合成繊維は、20μm以上のフィラメント径を有するナイロンによって形成されている。
願 H11-145879[H11/05/26] 開 2000-334857[2000/12/05] 登 3404323[2003/02/28]	峰 正和	〈名称〉高負荷伝動用Vベルト製造装置 〈要約〉高負荷伝動用Vベルトの製造の容易化が図られる装置を提供する。多数のブロックを環状に整列させて保持するブロックガイドと、外周面に張力帯を外嵌してブロックガイド上に載置される張力帯ガイドと備える。組立部において、押込ローラを張力帯に沿って相対移動させて張力帯をブロックの嵌合部に挿入する。一側の張力帯を挿入したら、ワーク反転機構によってワークを反転させて他側の張力帯の挿入を行う。ブロックガイドに対するブロックの整列は、ブロックガイドを反転させながら、多数のブロックが上下方向に並んで収容されたブロック供給カセットからブロックを一個ずつ落下させるブロックセット部において行う。
願 H11-199995[H11/07/14] 開 2001-27870[2001/01/30] 登 3443600[2003/06/27]	谷 新太 三木 隆司 増山 剛干	〈名称〉電子写真装置用ブレード体 〈要約〉電子写真装置における感光ドラム上の不要のトナーを除去する、接着部分に応力集中するのを避け、へたり（永久歪み）及び耐剥離性の改善された電子写真用ブレードの提供。弾性ブレードの平面が長方形で断面が肉厚部と肉薄部から成り、かつ弾性ブレード体と支持体とを接着するのに適宜二液性の接着剤で接着した、弾性ブレードの圧接側の表裏両面が平行部を有し、ブレード体を圧接角度32°で圧接させ、43°で90%RH環境で保管後常温に戻したときの圧接変位量に対するへたり量が8%以下である電子写真装置用ブレード体。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H11-232785[H11/08/19] 開 2001-59548[2001/03/06] 登 3474808[2003/09/19]	城戸 隆一 高橋 光彦	〈名称〉 摩擦伝動ベルトの伝動能力評価方法及びベルト伝動装置の設計支援方法 〈要約〉 高負荷伝動用ベルトの伝動能力を評価するに当たり、プーリに対するレイアウトに依存しないベルトの伝動能力曲線が得られるようにして、ベルト伝動能力の評価及びベルト伝動装置での伝動条件の設計を容易化する。高負荷伝動用ベルトについて、ベルト単位長さ当たりのプーリへの押付力であるWD係数と、プーリへの単位巻き付き長さ当たりのベルトの有効張力であるST係数との関係式を求め、この関係式からベルトの伝達能力を評価する。このWD係数とST係数との関係式はプーリに対するレイアウトに依存しないベルト固有の伝動能力曲線となるので、ベルト伝動能力の評価、及びベルト伝動装置での伝動条件の設計を容易にできる。
願 H11-281141[H11/10/01] 開 2001-106990[2001/04/17] 登 3384552[2002/12/27]	松本 真哉 田中 一雄	〈名称〉 粘着シート用基材フィルムとその製造方法 〈要約〉 カレンダー加工による製造に際して、熱安定性に優れ、分解や変色が無く、しかも、得られたフィルムは、長期間経過後も変色が無く、ほぼ当初の色相を保持し、更にこのように得られたフィルムを基材フィルムとして用いて、これに粘着剤を塗布して粘着シートとすると、長時間経過後もその粘着剤が大幅に低下せず、ほぼ当初の粘着力を保持している粘着シートを与える基材フィルム、好ましくは、救急絆創膏を含む皮膚貼付用粘着シートのための基材フィルムとその製造方法を提供する。本発明による粘着シート用基材フィルムは、塩化ビニル系重合体100重量部に対して、数平均分子量が1500～3000の範囲のポリエステル系可塑性剤30～70重量部と重量平均分子量2000～20000のエポキシ樹脂3～20重量部と、脂肪酸カルシウム、脂肪酸亜鉛及び脂肪酸バリウムから選ばれる少なくとも1種の金属石鹸の適量と、ハイドロタルサイト0.1～1.0重量部からなり、粘着シート用基材フィルムの製造方法は、上記樹脂組成物をカレンダー加工にてフィルムにすることを特徴とする。
願 H11-275909[H11/09/29] 開 2001- 97520[2001/04/10] 登 3425105[2003/05/02]	神谷 晴男	〈名称〉 樹脂製コンベヤベルト 〈要約〉 糸解れ防止性、柔軟性並びに多量生産性のすべてを満足できるカットエッジ方式の樹脂製コンベヤベルトを提供する。少なくとも一層の芯体帆布と該芯体帆布の表面を覆うカバー樹脂層とを備えたカットエッジ方式の樹脂製コンベヤベルトにおいて、該芯体帆布の少なくとも縦糸をスバーン糸から構成したことを特徴とする。
願 2000-103442[2000/04/05] 開 2001-289284[2001/10/19] 登 3440288[2003/06/20]	林 丈浩 野口 忠彦	〈名称〉 摩擦ベルト及びそれを用いたベルト式伝動装置 〈要約〉 自動車の工場出荷時に錆止め塗装の施されたVリブドプーリに巻きかけられてトルク伝達を行うようにしたVリブドベルトにおいて、錆止め塗装が未だはげ落ちていない状態でも、ベルトとしての伝動能力を損なうことなく、スティックスリップによる異音の発生を抑えることができるようにする。ベルト本体の各リブの表面に、活性界面剤からなる界面活性層を設ける。
願 2000-183967[2000/06/20] 開 2002-6597[2002/01/09] 登 3392394[2003/01/24]	吉永 英作	〈名称〉 トナー攪拌・搬送スクリュー 〈要約〉 トナー攪拌・搬送スクリューとしての機能を維持しながら最小の体積を有するトナー攪拌・搬送スクリューを提供する。スクリューが樹脂製であって、螺旋状羽根はその長さ方向を横断する断面形状が台形状であり、この段面形状は螺旋状羽根が軸部を一周する間において変化し、他の部分よりも膨らんだ部分を複数箇所形成している。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 2000-210439[2000/07/11] 開 2001-234003[2001/08/28] 登 3442035[2003/06/20]	山口 勝也 内藤 寛樹	〈名称〉ポリエチレン樹脂のリサイクル材からなるフィルムとその製造方法 〈要約〉高密度ポリエチレン樹脂からなる管材の廃材より得られたリサイクル樹脂を基体ポリマーとするフィルムとそのカレンダー加工による製造方法を提供することにある。(A) 高密度ポリエチレン樹脂からなる管材の廃材より得られたリサイクル樹脂100～40重量%とメルトフローレートが0.08～1.5 g/10分の範囲にある高密度ポリエチレン樹脂0～60重量%とからなるリサイクル樹脂混合物100～50重量%とオレフィン系熱可塑性エラストM-0～50重量%とからなる基体ポリマー成分100重量部に(B)有機リン酸エステル化合物又は有機亜リン酸エステル化合物0.05～0.5重量部と(C)アルミニウム-カルシウム複合酸化物0.2～1.0重量部とを配合してなる樹脂組成物からなるフィルムが提供される。本発明によれば、上記樹脂組成物をカレンダー加工することによって、樹脂のロールへの粘着なしに、上記フィルムを得ることができ、このようにして得られるフィルムは、製造後も表面に粉状物質の吹き出しがない。
願 2000-239692[2000/08/08] 開 2002-55579[2002/02/20] 登 3457271[2003/08/01]	谷 新太 岩崎 成彰 増山 剛千	〈名称〉電子写真装置用ブレード体 〈要約〉高温、高湿条件の使用において優れた接着耐久性を有し、かつ、鳴きが生じ難く、クリーニング性能の優れた電子写真装置のブレード体の経済的な提供。接着剤層が、二液反応硬化型のポリウレタン接着剤からなり、硬度がWallace硬度で30～50°の柔軟性を有し、しかも20°Cにおける$\tan \delta$と50°Cにおける$\tan \delta$との比が、1.5以下で、かつ、50°Cにおける$\tan \delta$が0.15以上のものを用いて弾性ブレード部材と支持部材を接着する。
願 2000-281540[2000/09/18] 開 2002-87566[2002/03/27] 登 3449415[2003/07/11]	大田 隆史	〈名称〉突起付きベルト及びその製造方法 〈要約〉突起部材を支持部に強固に固設下突起付きベルトを提供する。ベルト背面に一体に立設された支持部と、支持部を外嵌又は挟持する一対の脚部を有し且つ支持部に固設された突起部材とを備えた突起付きベルトにおいて、支持部に貫通孔を設ける一方、突起部材に貫通孔を充塞して通じ且つ一対の脚部を連結する脚部連結部を一体に設ける。
願 2000-343999[2000/11/10] 開 2001-209236[2001/08/03] 登 3373196[2002/11/22]	永見 晴資 藤原 勝良	〈名称〉帯電部材 〈要約〉電子写真装置に好適な帯電部材の振動吸収特性を改善する。被帯電体に接触する帯電部と、該帯電部を支持する支持部とから成る帯電部材において、帯電部を、発泡倍率が2以上で、かつ発砲後の比重が0.5以上の発泡ゴムから形成する。帯電部材は、ゴムロールであってもよく、このとき支持部は、軸体であり、帯電部は、軸体の外周面上に発泡ゴム層を設け、更に該発泡ゴム層の外周面上に非発砲ゴム層を設ける。

「高機能ベアリングローラー」の紹介

(担当：バンコラン部)

ベアリングの外周にポリウレタンエラストマーを被覆したバンコランベアリングは、騒音、振動の低減、搬送物や走行レールの損傷防止に効果を発揮し、各種の搬送機構にご使用いただいております。

従来のバンコランベアリングは、負荷タイプとフリクションタイプの二種類に大別されます。負荷タイプには、ポリウレタン材質により、許容負荷レベルの異なる4つのタイプ、軽負荷、中負荷（軽負荷の約1.7倍の許容負荷）、高負荷（軽負荷の約2.7倍）、重負荷（軽負荷の約3.7倍）がありますが、それぞれ、仕分け、組立ライン等の大型搬送機構に多用されており、用途例としては、郵便物自動仕分装置、自動車組立ライン装置、空港手荷物運搬装置等があります。

フリクションタイプは、負荷タイプより低硬度のウレタンを採用しており、その高グリップ力により、紙送り、カード送り等の事務機搬送システムに用いられています。

上記タイプに加えて、このたび、バンコランベアリングの新タイプとして、①抗菌・防カビタイプ②洗浄・殺菌タイプ③帯電防止タイプの3タイプを開発いたしました。従来より上市しております、カーボンブラック添加の導電タイプと併せ、下記にご紹介いたします。

①抗菌・防カビタイプは、菌の増殖、カビの浸入を抑えます。また、②洗浄・殺菌タイプは、常時湿熱の運搬物搬送、瞬間の加熱殺菌に有効であり、食肉加工搬送、製パン搬送、水産練加工食品搬送等、各種食品搬送用途にご一ください。

③帯電防止タイプ、導電タイプは、その低い電気抵抗値から、IC、半導体、電子部品の搬送等、静電気を嫌う用途に有効と考えております。

(図1) 形状、(表1) 仕様、(表2) 寸法、(表3) 標準サイズ、(表4) 許容荷重表

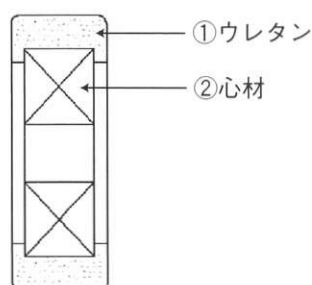
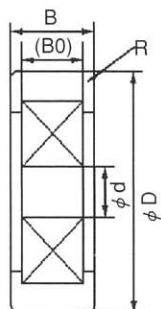


図1 形状

表1 仕様

	抗菌・防カビ	洗浄・殺菌	帯電防止	導電
硬さ(JISA)	80	80	90	95
ウレタン色	白	黄緑	緑	黒
電気抵抗値(Ω cm)	—	—	$1 \times 10^{7 \sim 9}$	$1 \times 10^{4 \sim 6}$
心材	樹脂	樹脂	金属ベアリング	金属ベアリング

表 2 寸法



サイズ	外径 D	内径 d	幅 B	幅 B0	R
B-30	30	8	11	7	1.5
B-35	35	8	11	7	1.5
B-45	45	15	15	11	1.5
B-55	55	20	18	14	1.5
B-65	65	25	19	15	1.5

表 3 標準サイズ

●印が標準サイズです。

サイズ	抗菌・防カビ	洗浄・殺菌	帯電防止	導電
B-30	●	●	●	●
B-35				●
B-45	●	●	●	●
B-55	●	●	●	●
B-65				●

表 4 許容荷重表

単位：N（ニュートン） 1N = 0.1102kgf

回転数 (rpm)	抗菌・防カビ、洗浄・殺菌			帯電防止		
	B-30	B-45	B-55	B-30	B-45	B-55
250	28	61	76	112	242	304
300	27	57	72	106	228	288
350	25	55	69	101	219	276
400	24	53	66	97	210	264
450	24	51	64	94	203	256
500	23	49	62	91	196	248
550	22	48	60	88	191	240
600	22	47	59	86	186	234

回転数 (rpm)	導電				
	B-30	B-35	B-45	B-55	B-65
250	234	321	504	635	942
300	221	304	477	602	892
350	211	290	455	574	852
400	203	279	438	552	818
450	196	269	422	533	790
500	190	261	409	516	765
550	185	254	398	502	744
600	180	247	387	489	724

上記許容荷重は常温で、偏荷重、衝撃荷重、スラスト荷重などを受けない条件下で、バンコランベアリングが損傷することなく 3000 時間走行できるラジアル荷重です。

回転数が 250rpm 未満の範囲の許容荷重は、250rpm 時の値を採用ください。

「環境対応型フィルム」の紹介

(担当：化成品事業部 技術部 設計サービスグループ)

弊社はポリ塩化ビニル樹脂のフィルムを製造販売しています。表1に、その市場と品種例を示しました。近年、ダイオキシンの問題をはじめとして、いわゆる「塩ビバッシング」が起り、一部の市場では非塩ビ製品への転換が進みつつあります。その一方、逆に塩ビ製品の良さが見直された分野もあり、「塩ビ製品での環境対応」のニーズも現れてきています。ここでは、これら一連の環境対応要求に対応した弊社の製品展開についてご紹介いたします。

表2には、塩ビフィルムを構成する各種材料に関する環境問題を列挙しました。重金属類や環境ホルモン類など、毒性の明確な化学物質を代替品に置換することだけでなく、フィルムの用途によってはフタル酸ジ-2-エチルヘキシル(DOP)の使用を控えざるを得ないこと、さらに、ダイオキシンとの直接の因果関係は否定されたものの、依然として企業ポリシーとしての脱PVCのニーズがあることがわかります。表3にこれらの関係を整理して、弊社の環境対応フィルムの設計コンセプトを示しました。ここでは、表3のうち、AタイプとBタイプについてご説明いたします。

表1 当社のフィルム製品

市 場	品種の一例
建築資材市場	木質板や鋼板の表面化粧材用シート 室内外壁装材用、床用、家具用、 住宅設備部材用、バスユニット用
医薬品・医療用具市場	救急絆創膏用、経皮薬用
装飾・表示用品市場	マーキングフィルム用(屋内／屋外) ラベル・ステッカー用、 車両装飾フィルム用
粘着テープ市場	電気絶縁テープ用、防食テープ用、 プロテクトフィルム用、 焼付塗装マスキングテープ用

表2 塩ビフィルムの構成材料と環境問題

構成材料	化学物質	環境問題	備 考
樹 脂	ポリ塩化ビニル	ダイオキシン	ゴミ焼却炉の焼却灰中から検出されたダイオキシンについて、包装容器などに使用されていた塩ビ樹脂との関係が疑われた。しかし、現在は、塩素が存在すれば燃焼条件によっては何を燃やしてもダイオキシンが発生することが明らかになっており、焼却炉の改良と燃焼条件の管理がダイオキシン抑制に有効とされている。 ただし、一部の有力企業の環境方針に塩ビ使用禁止の方針が明示されている。
可塑剤	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル(DOP)	シックハウス	旧環境庁「内分泌かく乱作用を疑われる化学物質」に指定されたが、2003年6月にこの作用は認められないと結論が出された。 しかし、生殖毒性・発生毒性については知見があり、厚労省告示267号にて、おもちゃへの使用が禁止された。 また、室内空気中化学物質問題を踏まえて建築基準法の見直しが進められているが、DOPに関してもシックハウス問題に関する検討会(厚労省)が室内濃度指針値を設定済みである。
安定剤	ノニルフェノール ビスフェノール-A	環境ホルモン	旧環境庁「内分泌かく乱作用を疑われる化学物質」に指定され、その後の検討により、この作用を有するとの結論が出された。
	鉛化合物	重金属	電気絶縁性、耐水性が良好で、電線用で推奨された時期があった。
顔 料	黄鉛(クロム酸鉛)	重金属	発色性、隠蔽性、耐候性に優れており、安価である。
	一部のアゾ系顔料	特定アミン	分解したときに毒性の高いアミン化合物を生じるアゾ系染料について、EUが使用禁止とした。

表3 環境対応への設計コンセプト

タイプ	塩ビ樹脂	DOP	その他問題物質	対象製品
A	不使用	不使用	不使用	非塩ビフィルム
B	使用	不使用	不使用	医療用途、室内環境汚染対策
C	使用	使用	不使用	コストメリット、塩ビ独特の物性

タイプA：非塩ビフィルム

塩ビフィルムは、従来おもにカレンダー法によって生産されてきましたが、塩ビ以外のフィルムでは専ら押出法による生産が行われています。カレンダー法は押出法と比較して、材料特性に対する制約は大きいものの、品種変更が容易で、多品種少量生産に向いているという特徴があります。実際、塩ビフィルムは色、硬度、表面意匠などがバラエティに富んでおり、他の材料にはない特長となっています。そのため、塩ビ代替用としての非塩ビフィルムについて、我々は、製法からくる特長も継承したものでなければならないと考え、カレンダー法によって生産する非塩ビフィルムを追及してきました。その成果として、まず、ポリエチレン、ポリプロピレン、熱可塑性オレフィンエラストマー(TPO)、エチレン-酢酸ビニル共重合体などを組み合わせ、表1に示した塩ビフィルムの各用途にあわせて設計したフィルムを開発しており、テクリアという商品名で販売を開始しています。表4には、テクリアの代表的な品種の特長を示しました。

表4 テクリアの代表的品種の特長

品種	おもな樹脂種	特長
建材化粧材用フィルム	ポリエチレン	印刷インク密着性、木質面との接着性、外観、色調と艶の安定性。
ステッカー用フィルム	ポリプロピレン	UVインク密着性、寸法安定性、打抜き加工性、色調、隠蔽性、外観、粘着加工適性。
救急絆創膏用フィルム	TPO	柔軟性(S-S曲線)、応力緩和、UVインク密着性、耐薬品性、粘着加工適性。
表示テープ用フィルム	ポリエチレン/TPO	貼付面への追従性、手切れ性、色調、隠蔽性、粘着加工適性。

タイプB：脱DOPフィルム

表5には、塩ビフィルムの特長を示しましたが、非塩ビ材料では、リーズナブルな価格でこれらの特長を網羅することは不可能であるため、環境や安全衛生に配慮しつつ、塩ビフィルムを使用するという発想も出てきています。DOPをはじめとするフタル酸エステル類は一般毒性を有することが報告されており、用途によっては使用を控えるべき材料です。弊社は、医療用フィルムについては古くからDOPを使用しないタイプを販売してきましたが、近年のシックハウス問題に配慮し、内装材用フィルムについても脱DOPタイプを開発いたしました。DOPに替えて高分子量ポリエステル可塑剤を用いたタイプと、ウレタン-塩ビポリマーアロイを用いたタイプとの2種類があります。これらのフィルムは、可塑剤が揮発したり、界面を通して他の物質へ移行することがない点で安全性が高められているうえに、表5に示した塩ビフィルムの特性はそのまま維持しております。

表5 塩ビフィルムの特長

特 長	応 用
透明性が良い	高光沢／高透明フィルム。 発色性が良い(着色フィルム)。
自由な着色	色調と隠蔽性の調節。 顔料の種類と添加量の選択。
硬質から軟質まで	可塑剤の種類と添加量の選択。
適度な応力緩和	貼付面への追従性。
印刷が容易	インクの密着性に優れる。 特別な場合を除き前処理不要。
接着が容易	高周波ウエルダー接着が可能。
自由なエンボス加工	木目／皮／布模様などの形成。 艶(鏡面～梨地面)の調整。
特殊な性能付与が可能	添加剤による特殊性能付与。 高耐候性、抗菌防黴性、 難燃性、不燃性、離型性。

1月

- トルコのイスタンブール郊外に合弁会社「BANDO KOCKAYA BELT MANUFACTURING (TURKEY), INC.」を設立 (P.46 参照)

- 確定拠出金制度(日本版401K)を導入

4月

- 子会社「中国バンドー(株)」が同「山口バンドー化工(株)」を吸収合併

6月

- 「2003 国際食品工業展 (FOOMA JAPAN 2003)」に出展 (東京ビッグサイト)

7月

- 北米子会社「BANDO (U.S.A.), INC.」が同社子会社「BANDO MANUFACTURING OF AMERICA, INC.」および「BANDO AMERICAN, INC.」を吸収合併し、「BANDO USA, INC.」に社名変更

11月

- 「バンドーテクノフェア2003」を東京・大阪にて開催 (P.46 参照)

2003

1

2

2月

- 厚生年金代行部分を返上
- 高グリップ力を長期維持する樹脂コンベヤベルト“ミスタークライマー”の販売を開始 (P.46 参照)
- トルコ合弁会社「BANDO KOCKAYA BELT MANUFACTURING (TURKEY), INC.」の生産工場建設に着工 (P.46 参照)

4

5

5月

- 「新事業推進室」「中央研究所」「営業本部製品化推進グループ」を再編し「生産技術センター」「R&Dセンター」「開発事業部」を新設
- 東海ゴム工業(株)より運搬ベルト事業に関する営業権等を2003年10月を目処に譲り受けることで基本合意

6

7

8

8月

- 「環境報告2003」を発行(当社インターネット・ホームページに掲載)

11

2003
1月

トルコに伝動ベルト生産販売拠点を設立

欧州および中近東等への伝動ベルト需要に対応すべく、「KOCKAYA HOLDING A.S.社」と合併で、「BANDO KOCKAYA BELT MANUFACTURING (TURKEY), INC.」を設立しました。伝動ベルトの世界4極（日・米・欧・亜）生産体制の確立を目指し、グローバル化を一層加速します。

事業内容：自動車用、一般産業用伝動ベルトの生産販売
資本金：約2.5百万米ドル（約3億円 1米ドル=120円）



2月

「※サンライン® “ミスタークライマー”」の販売を開始

物流システムのコンパクト化、省スペース化のニーズに応え、傾斜搬送角度アップ、高グリップ力の長期維持を可能にした新製品「サンライン® “ミスタークライマー”」の販売を開始しました。

※サンライン®は1973年にわが国で初めて販売を開始した「軽量搬送用樹脂コンベヤベルト」の当社ブランドで、その蓄積された技術開発力で、これまでにさまざまな時代のニーズに合わせた新品種を開発、現在そのラインアップは約500種以上にのぼります。



2月

トルコ合弁子会社生産工場の建設に着工

トルコのイスタンブール郊外に、2003年1月に設立した合弁子会社「BANDO KOCKAYA BELT MANUFACTURING (TURKEY), INC.」の伝動ベルト生産工場建設に、2003年末の完成をめざし着工しました。2004年1月からの生産開始により、バンドーグループの伝動ベルト世界4極（日・米・欧・亜）生産体制が確立し、グローバル化は一層加速されることとなります。



（完成予想図）

11月

「バンドーテクノフェア 2003」を開催

今回で8回目となるプライベート展示会「バンドーテクノフェア 2003」を11月12日・13日（東京：大田区産業プラザ）、11月19日・20日（大阪：マイドームおおさか）にて開催しました。

「BANDO シーズミュージアム “省エネと環境” ～ゴムとプラスチックの新ソリューション～」と題し、最新技術情報、製品を一堂に展示、多数の来場者で賑わいました。



東京会場（大田区産業プラザ）での開催風景

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
名古屋支店	名古屋市中村区名駅4丁目26番13号(ちとせビル) 〒450-0002 TEL(052) 582-3251 FAX(052) 586-4681 E-mail: nagoya@bando.co.jp
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
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
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	和歌山県那賀郡桃山町最上字亀澤 〒649-6111 TEL(0736) 66-0999 FAX(0736) 66-2152
伝動技術研究所	和歌山県那賀郡桃山町最上字亀澤 〒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

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	DONGIL BANDO CO., LTD. 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 IBERICA, S.A. Apartado Correos 130, Poligono Industrial Can Roca, Carretera Nacional II, Km 578, 08292 Esparraguera, (Barcelona) SPAIN TEL 34-93-777-8740 FAX 34-93-777-8741	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
BANDO KOCKAYA BELT MANUFACTURING (TURKEY), INC. Eski Buyukdere Caddesi, Kockaya Is Merkezi No.1, 80670 Maslak, Istanbul, TURKEY TEL 90-212-285-9151 FAX 90-212-285-9160	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

アジア地域

PHILIPPINE BELT MFG. CORP. C.P.O.Box 205, 2nd Floor, Siemkang Building, 280-282 Dasmarinas Street, Binondo, Manila 1099, PHILIPPINES TEL 63-2-241-0794 FAX 63-2-241-3279	BANDO (SINGAPORE) PTE. LTD. 3C TOH GUAN ROAD EAST #05-01 SINGAPORE 608832 TEL 65-6475-2233 FAX 65-6479-6261
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	BANDO (INDIA) PRIVATE LIMITED 26, Sector 34, EHTP, Gurgaon - 122001 (Haryana) India TEL 91-124-5034-091 FAX 91-124-5034-094
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	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) P.O.Box 10060, 2720 Pioneer Drive, Bowling Green, Kentucky 42102-4860, U.S.A. TEL 1-270-842-4110 FAX 1-270-842-6139
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 MANUFACTURING (THAILAND) LTD. 47/7 Moo 4, Soi Watbangla, Tambol Bankao, Amphur Muang, Samutsakorn, 74000, THAILAND TEL 66-3446-8422 FAX 66-3446-8415	

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
東京バンドーコンベヤ株式会社	東京都足立区東和5丁目3番10号 〒120-0003 TEL(03) 3629-9111 FAX(03) 3628-4506
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	大阪市都島区毛馬町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	神戸市兵庫区水本通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
バン ド ー 工 材 株 式 会 社	神戸市兵庫区水本通7丁目1番18号(バンドー大開ビル北館) 〒652-0802 TEL(078) 577-8541 FAX(078) 577-9925
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	神戸市兵庫区水本通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	神戸市兵庫区水本通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
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鷹巣24番地2 〒671-3212 TEL(0790) 76-3333 FAX(0790) 76-3310
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



BANDO TECHNICAL REPORT No.8

バンドー テクニカルレポート

平成 16 年 2 月 26 日発行

編 集 バンドー化学株式会社 R&Dセンター・経営企画部
発 行 バンドー化学株式会社 経営企画部
〒651-0086 神戸市中央区磯上通2丁目2番21号（三宮グランドビル）
TEL.078-232-2935 FAX.078-232-2846
URL <http://www.bando.co.jp> e-mail keieikikaku@bando.co.jp

無断転載を禁じます