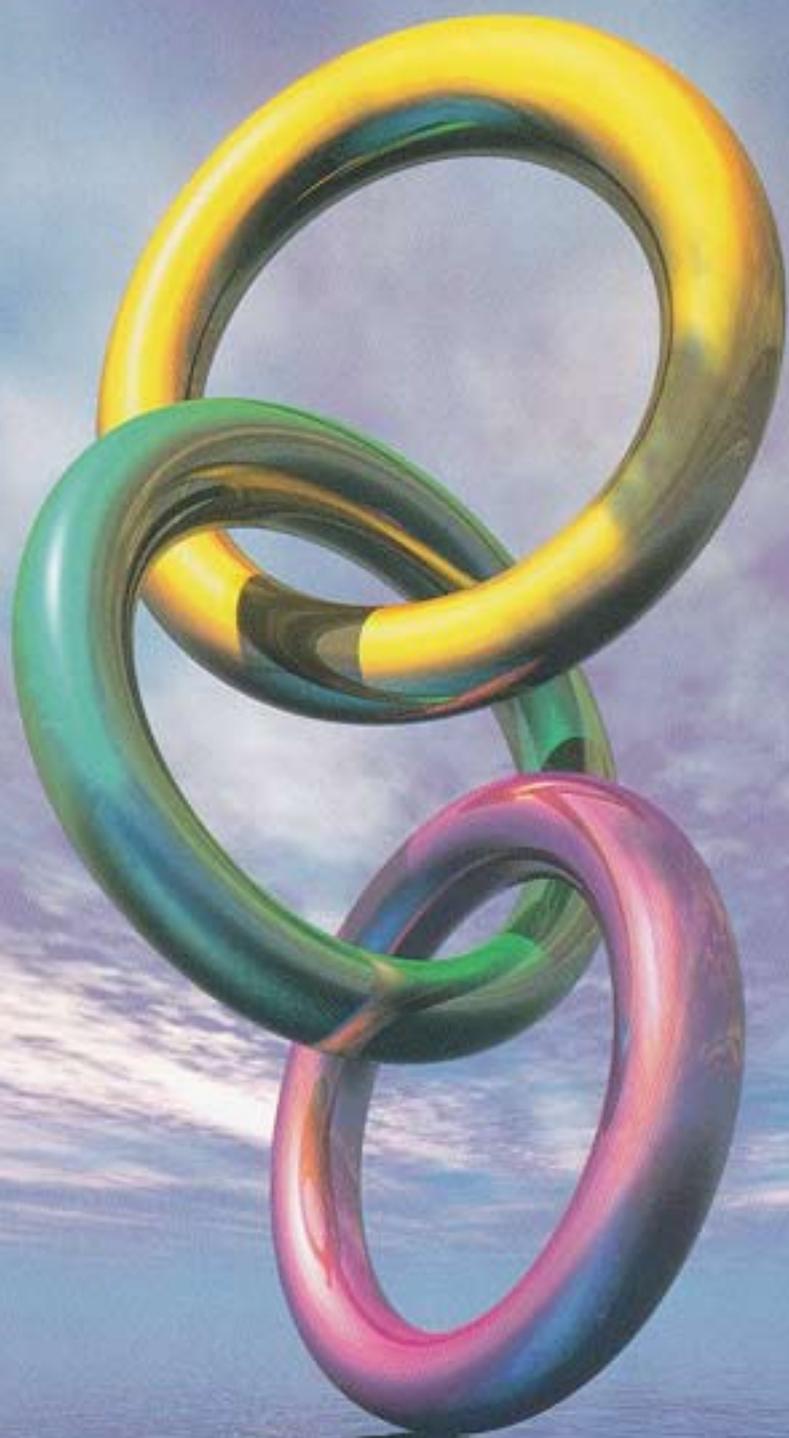


NO.6
2002年2月

BANDO TECHNICAL REPORT

バンドー テクニカルレポート (BTR)



バンドー化学株式会社

バンダー テクニカルレポート (BTR)
No.6 2002年2月

目 次

巻 頭 言

「バンダー テクニカルレポート」第6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

天然ゴム系積層ゴム支承の座屈時における内部銅板の特性 2
古田 智基/荒木 伸介/大田 一平/古川 豊

正規化伝動能力(NPTA)のゴムVベルトへの適用 8
高橋 光彦/城戸 隆一/野中 敬三/藤井 透

画像特性(ジッタ)向上のための新歯形歯付ベルトの開発 15
柳 京太郎/落合 政喜/城戸 隆一/川原 英昭

磁気粘性流体の開発と評価 23
荒木 伸介/高橋 弘好/畑 克彦/外村 卓也

粘着力の経時変化を改良した絆創膏用フィルムの設計 32
松本 真哉

技術資料

ブレード用ホルダーのクロムフリー化 36
名川 進

有機EL材料の開発 42
稲田 宏

特許・実用新案登録一覧 (2000年9月～2001年9月) 45

新製品紹介

世界初ハイブリッド車搭載を果たしたサーペンタインベルトと
オートテンショナの紹介 53

トピックス

ハイブリッドシステムにサーペンタインドライブベルト、オートテンショナが採用 55
「テクノピア2001大阪」に出展 55
「環境報告2001」を発行 56
「バンダーテクノフェア2001」を開催 56

BANDO TECHNICAL REPORT (BTR)
No.6 (February, 2002)

CONTENTS

FORWARD

On the 6 th Issue of the Bando Technical Report	1
Seishiro IKEMURA Senior Executive Officer Marketing, Engineering and R&D	

REPORTS

Buckling of Rubber Bearings for Seismic Isolated Structures	2
Tomoki FURUTA / Shinsuke ARAKI / Ippei OHTA / Yutaka FURUKAWA	
Normalized Power Transmission Ability for Conventional Rubber Type V-Belts	8
Mitsuhiko TAKAHASHI / Ryuichi KIDO / Keizo NONAKA / Toru FUJII	
Development of Toothed Belt with New Tooth Profile for Improvement of Jitters in Printed Images	15
Kyotaro YANAGI / Masaki OCHIAI / Ryuichi KIDO / Hideaki KAWAHARA	
Development and Evaluation of Magnetorheological Fluid	23
Shinsuke ARAKI / Hiroyoshi TAKAHASHI / Katsuhiko HATA / Takuya TOMURA	
Design of PVC Film with Acrylics Polymer Adhesion Agent for Adhesive Bandages	32
Shinya MATSUMOTO	

TECHNICAL LETTERS

Chrome-Free Blade Holder	36
Susumu NAGAWA	
Development of Hole Injection Materials for Organic EL Device	42
Hiroshi INADA	

PATENTS	45
----------------------	----

NEW PRODUCTS	53
---------------------------	----

TOPICS	55
---------------------	----



巻頭言

「バンドー テクニカルレポート」第6号刊行にあたって

取締役 専務執行役員 池村 征四郎

2001年はIT不況や、アメリカにおける同時多発テロ等、まさに激動の年でした。しかし、このような時だからこそ我々は21世紀のためにも、新しい技術開発によって、世界的な問題（環境問題や人口問題等）の解決に立ち向かわなければなりません。

当社は2006年に創立100周年を迎えます。そしてこの100周年に向かって何をなすべきか、どのようになっているべきかという経営ビジョン「グループ・ビジョン21」(GV21)と長期経営目標「MISSION100」を策定し、この目標に向かって全社一丸となって進んでいます。特に我々はメーカーとして物づくりの原点に立ち、新しい技術や研究開発によって、お客様の課題解決に役立つことが100周年への発展につながるものと信じています。

今回も5件のレポートを掲載いたしました。これらの製品のみならず研究過程における技術も参考にさせていただければ幸いです。今後とも新技術、新製品の開発に取り組んでまいりますので、ご指導、ご鞭撻のほど何卒宜しくお願い申し上げます。

Forward

On the 6th Issue of the Bando Technical Report

The year 2001 was indeed a turbulent one, what with the recession in the IT industry, and the tragic events in the U.S. However, it is in these times when we are pressed to resolve global problems, such as environmental and population issues, by the development of new technology for the 21st century.

Bando Chemical Industries will be celebrating the 100th anniversary of its founding in 2006. We have prepared “Mission 100,” a new vision outlining what we should do, and how Bando should look approaching our centenary. We have been working hard to fulfill this mission with the concerted effort of all the companies in the Bando group. In particular, as a manufacturer, we should be instrumental in meeting customer needs through new technology, and research and development while keeping the basic concept of manufacturing in mind. This we believe will lead the way to our centenary.

This issue features numerous reports. I would like to invite your attention not only to the products featured in this issue, but also to the various technologies underlying their development. We are determined to continue to develop new technologies and products. We would welcome any comments you may have.

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

天然ゴム系積層ゴム支承の座屈時における 内部鋼板の特性

Buckling of Rubber Bearings for Seismic Isolated Structures

古田 智基*¹ 荒木 伸介*² 大田 一平*¹ 古川 豊*¹
Tomoki FURUTA Shinsuke ARAKI Ippei OHTA Yutaka FURUKAWA

In Japan, seismic isolated structures have been especially popular after Hyogo-ken Nanbu Earthquake (Hanshin Earthquake) in 1995. And the performance of rubber bearings has been improved dramatically. The characteristics of rubber bearings, however, involve the many unknown factors such as a mechanism at an ultimate stage. In case of design of themselves, experimental results are commonly used. For example, the results of regression analysis of test data are utilized for the design of buckling point, surface pressure, temperature and strain dependence for shear stiffness. Especially for buckling behavior, it is very important to estimate the precise point for more safety.

In this paper, a prediction method of buckling point is proposed by considering the relationship between the stress of interlayer steel plate and shear strain of interlayer rubber. In this prediction method, it is considered that the buckling of rubber bearings is caused by the yield of steel plate around the center hole. To verify the method, finite element analysis (FEA) is carried out for whole the rubber bearing for several cases. From the results of FEA, it is also recognized that the yield of steel plate around center hole causes the buckling of rubber bearing. Stress of steel plate in case of large hole is higher than that in case of small hole. It is also confirmed that the buckling point predicted by proposed method show a good agreement with the load decreasing point of previous experimental results.

1. 緒 言

1995年の兵庫県南部地震以降免震工法を採用する建物が急増しており、積層ゴム支承の性能は飛躍的に向上している。しかし、未だにメカニズムが解明されていない特性が多く、実験結果による回帰式を用いてその特性を評価している。例えば、水平荷重（変形）時に水平荷重が低下する座屈点の予測（図1）、鉛直力（面圧）が高くなった場合に水平剛性が低下する面圧依存性の評価、ゴムのせん断ひずみが増加するに連れて水平剛性が低下するひずみ依存性の評価、温度変化により水平剛性が変化する温度依存性の評価等がある。特に、積層ゴム支承の座屈は、精度良く予測しないと危険側の設計となる可能性が非常に高く、座屈点の精度よい予測手法の開発が急がれている。

そこで、本研究は座屈時に積層ゴム支承の内部鋼板に発生する応力とゴムのせん断ひずみの関係から、座屈（荷重低下）点の予測を試みた。すなわち、積層ゴム支承の座屈発生の主要因を、積層体中央部における中心孔近傍の内部鋼板の座屈（降伏）と仮定して座屈

点の予測を試みた。さらに、内部鋼板の応力分布及び変形、ならびに座屈点を有限要素解析（FEA）により推定した。

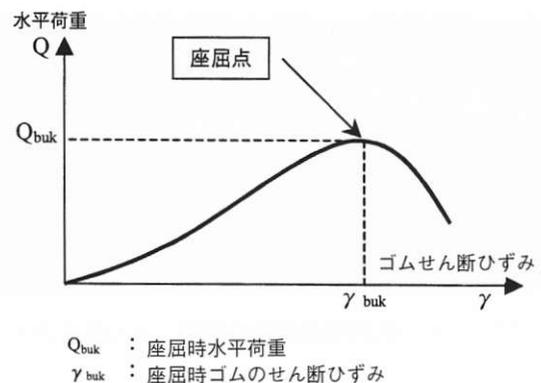


図1 座屈点

2. 内部鋼板応力とせん断ひずみの関係

2.1 荷重低下の要因

支承の荷重低下の要因は、力の釣合いが保てなくなる場合と、内部鋼板が降伏（座屈）する場合の2種類考えられる。まず力の釣合いが保てなくなる場合に関し

*¹ 運搬建設資材事業部

*² 中央研究所

ては、支承にはせん断力と鉛直圧縮力（面圧）が同時に作用するため、図2の⇔印に示した圧縮ストラットを形成していると考えられる。力の釣合いを考えた場合、水平変形量 δ が支承の外形Dを超える（ $\delta/D > 1.0$ ）と鉛直荷重を支持する機構が無くなり、荷重低下を起こすと考えられるが、実際の限界性能試験では $\delta/D > 1.0$ の変形量においても、荷重低下することなく破断破壊に至る場合がある。これは、図2に示した圧縮側の積層ゴム端部が局部の高圧縮力を受けることにより変形（膨張）し（図中破線部分）、受圧面積が増すことにより荷重を支持していると推測できる。さらに水平変形を進めると、圧縮ストラットが形成できなくなり、荷重低下が発生する。通常は、荷重低下が発生する以前にゴムの破断破壊に至る。

次いで内部鋼板が降伏（座屈）する場合に関しては、図2において示した圧縮ストラットにより、積層体中央部の中心孔近傍が非常に高い圧縮力を受ける。先述した力の不釣合いが生じる応力状態に至る以前に、この中心孔近傍の鋼板の降伏（座屈）による荷重低下が考えられる。この中心孔近傍の鋼板座屈現象は、座屈した試験体の中心孔の写真から確認できる（図3及び図4参照）。

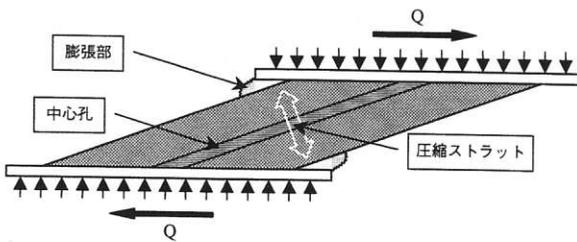


図2 圧縮ストラット

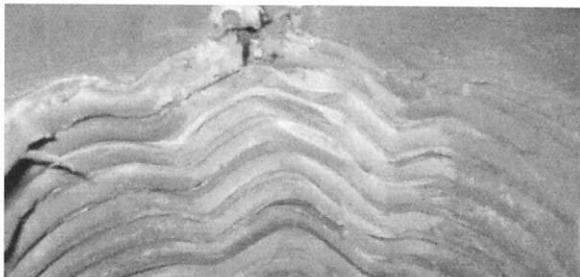


図3 中心孔近傍の鋼板の変形（せん断方向）

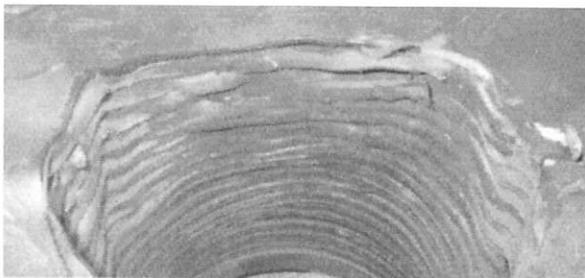


図4 中心孔近傍の鋼板の変形（せん断直交方向）

2.2 内部鋼板応力の算出方法

図5に示した黒塗り部分の鋼板の重なり部分（有効実受圧面積 A_0 ）に着目し、座屈が発生した時の A_0 部分における応力 σ_{A0} を(1)式に示すVon-Misesの応力式により算出する。(1)式は、 A_0 部分で全ての鉛直圧縮力（面圧）と面積分のせん断力の両者を負担すると仮定し、支承の鋼板厚 t_s に対するゴム厚 t_r の比 t_r/t_s を乗している。なお、せん断力 Q は、純せん断式（水平剛性： Kh ）¹⁾より算出する。

$$\sigma_{A0} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + (\sigma_1 - \sigma_2)^2}{2}} \cdot (t_r/t_s) \quad (1)$$

ここで、

$$\sigma_1 = \frac{1}{2} \left(\sigma_N + \sqrt{\sigma_N^2 + 4\tau^2} \right) \quad (2)$$

$$\sigma_2 = \frac{1}{2} \left(\sigma_N - \sqrt{\sigma_N^2 + 4\tau^2} \right) \quad (3)$$

- σ_{A0} : 有効実受圧面積 A_0 部分の応力度
- σ_N : 有効実受圧面積 A_0 部分の圧縮応力度
($=P/A_0$, P : 鉛直圧縮力)
- τ : 有効実受圧面積 A_0 部分のせん断応力度
($=Q/A$, Q : せん断力, A : 有効面積)

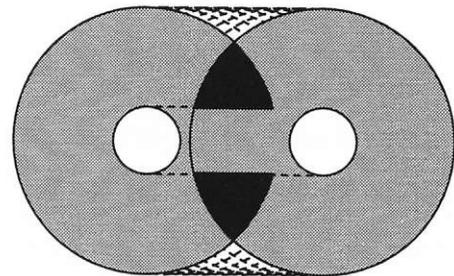


図5 有効実受圧面積 A_0

2.3 せん断ひずみと内部鋼板応力の関係

これまでの性能確認試験より、載荷時において座屈（負勾配）が生じた試験体7体（②, ③, ④, ⑤×2, ⑥, ⑦）、および座屈は発生していないが荷重維持の状態の試験体1体（①）、ならびにゴムの破断破壊に至る試験体（⑧）の A_0 部分の応力 σ_{A0} とせん断ひずみ γ との関係を図6に示す。

図6中にプロットした●印は座屈が発生した時点を示し、▲印は荷重増加がなくなった時点を示している。

図6より、座屈に対して劣位形状の2次形状係数 S_2 が4.0以下（①, ②, ⑤, ⑥, ⑦）及び S_2 が4.5程度で高面圧（③, ④）の試験体は、せん断ひずみ γ が320%近

座屈ポイント ($\sigma \times (t_r/t_s) - \gamma$ 関係)

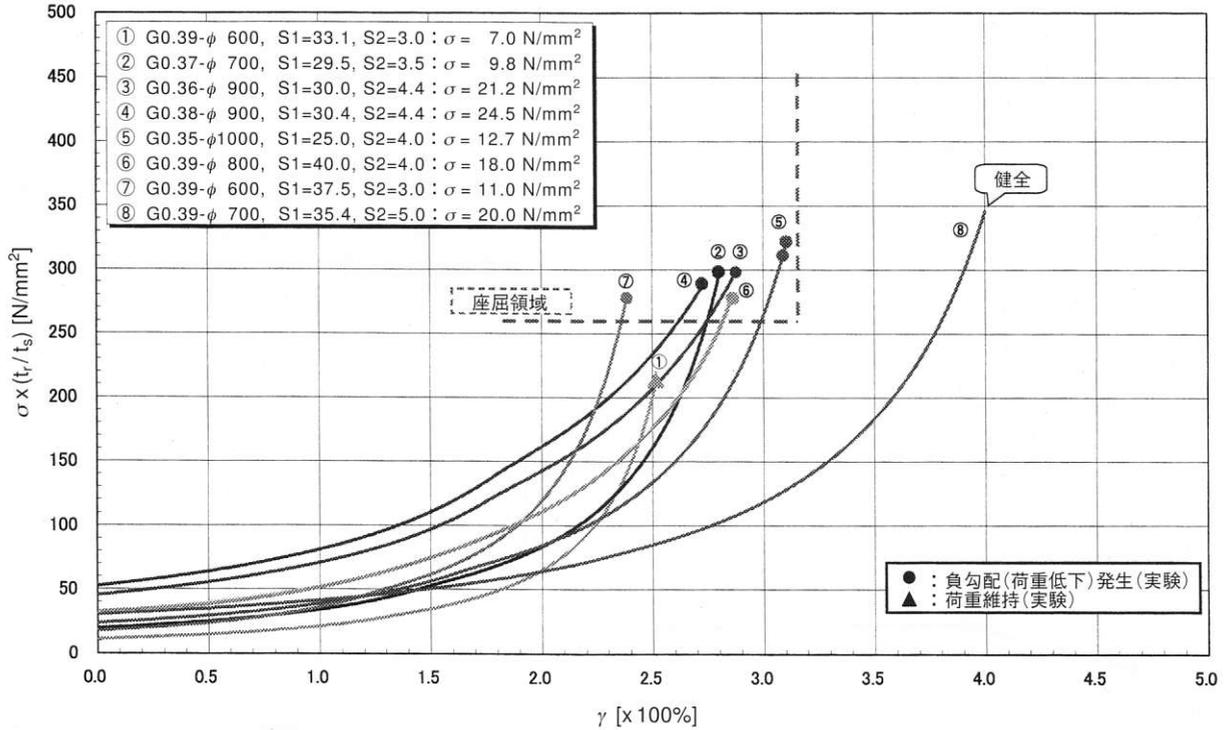


図6 鋼板応力 σ_{A0} とせん断ひずみ γ の関係

傍以前のせん断変形で、 A_0 部分の応力が 270 N/mm^2 以上となる辺りにおいて座屈が発生していることが確認できる。

また、座屈に対して優れた形状 ($S_2 \geq 5.0$) の⑧は、同せん断ひずみ γ 時における A_0 部分の応力 σ_{A0} が、他の試験体と比較して非常に低いことが分かる。

2.4 座屈発生点の予測

座屈 (負勾配) の発生する主要因を、積層体中央部の中心孔近傍の内部鋼板の座屈 (降伏) と仮定した場合、図6中に示した破線部 ($\gamma \leq 320\%$, $\sigma_{A0} \geq 270 \text{ N/mm}^2$) が座屈領域となると推測できる。

ここで、せん断ひずみ γ が 320% 近傍以降のせん断変形では、ゴムのハードニングにより内部鋼板に作用する面圧による応力が減少するため、座屈は発生しにくくなると考えている。以上より、座屈 (負勾配) 点の一予測案として、(4)式を提案する。

$$\sigma_{A0} \geq \sigma_{sa} = 270 \text{ N/mm}^2 \quad (\gamma < 320\%) \quad (4)$$

σ_{sa} : 内部鋼板の引張強さ (SPHC): 270 N/mm^2 以上

3. 有限要素解析 (FEA)

3.1 モデル化

3.1.1 ゴム材料

ゴム材料は、ひずみエネルギー密度関数 W を用いてモデル化する。本解析では、(5)式に示すゴム材料モデルに圧縮性を考慮した3次の多項式を使用する。

$$W = \sum_{i+j=1}^3 C_{ij} (\bar{I}_1 - 3)^i (\bar{I}_2 - 3)^j + \frac{1}{D_1} (J_{el} - 1)^{2i} \quad (5)$$

ここで、

\bar{I}_1 : 偏差ひずみの第1不変量 = $\bar{\lambda}_1^2 + \bar{\lambda}_2^2 + \bar{\lambda}_3^2$

\bar{I}_2 : 偏差ひずみの第2不変量 = $\bar{\lambda}_1^{(-2)} + \bar{\lambda}_2^{(-2)} + \bar{\lambda}_3^{(-2)}$

$\bar{\lambda}_i$: 偏差伸長比 = $J^{-1/3} \lambda_i$

J : 体積比

J_{el} : 機械的な弾性体積比

また、 C_{ij} 及び D_1 の材料定数を表1に示す。表1に示した材料定数は、せん断弾性係数 $G = 0.4 \text{ N/mm}^2$ の天然ゴムを対象としており、材料定数を求めるために JIS K6251 の3号試験片を用いた単純引張試験、及び平面 $220 \times 15 \text{ mm}$ 長方形、厚さ 1 mm の試験片を用いた純せん断試験を行っており、各々の試験により得られた応力-ひずみ関係のデータに基づいた最小2乗法により

算出している。

表1 ゴムの材料定数

C_{10}	C_{01}	C_{20}	C_{11}	C_{02}
3.67×10^{-2}	1.92×10^{-2}	6.55×10^{-4}	1.09×10^{-3}	7.96×10^{-4}
C_{30}	C_{21}	C_{12}	C_{03}	D_1
-2.08×10^{-7}	0	0	1.07×10^{-6}	5.70×10^{-3}

3.1.2 内部鋼板

内部鋼板は弾塑性体とし、ヤング係数 $E = 210,000 \text{ N/mm}^2$ 、ポアソン比 $\nu = 0.3$ とした。ここに、解析で使用した内部鋼板のモデルを図7に示す。ひずみ $\epsilon = 2\%$ で完全降伏するとした²⁾。

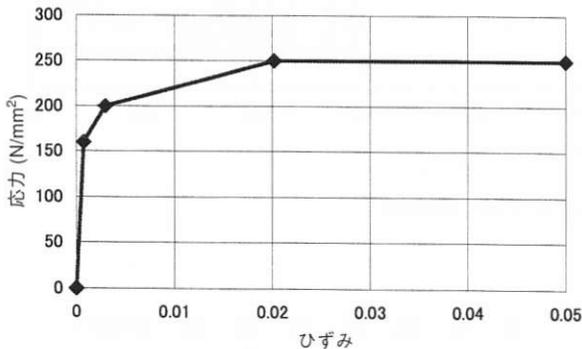


図7 内部鋼板の材料モデル

3.1.3 境界条件

フランジの下面を完全拘束した。フランジの上面は鉛直と水平方向のみ変位が出来ると定義した。又、回転の自由度は与えていないのでせん断変形時も、フランジの上下面平行は保持される (図8)。

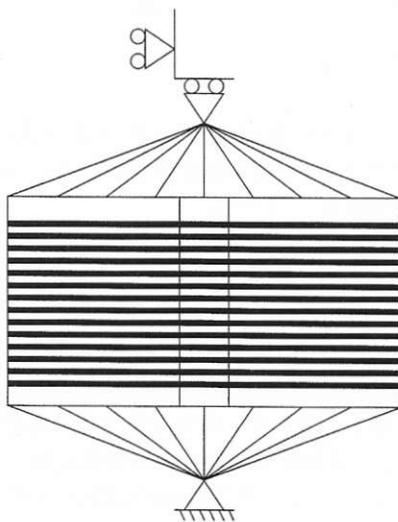


図8 解析モデルの境界条件

3.2 解析

解析の対象とした支承は、表2に示す座屈(負勾配)が生じた外径 $\phi = 700 \text{ mm}$ のNo.1試験体(図6中②)と、同外径でゴムの破断破壊に至ったNo.2試験体(図6中⑧)の2体である。

No.1試験体の解析モデルを図9に示す。メッシュは半径方向9分割、円周方向6分割、ゴム層及び内部鋼板は厚さ方向に2分割している。使用した要素は、8節点六面体要素である。解析は、設定面圧 $\sigma = 10 \text{ N/mm}^2$ を加えた状態からせん断変形を単調に与えた。

表2 支承の形状

No.	外径 mm	内径 mm	ゴム厚 mm	積層数	ゴム総厚 mm	鋼板厚 mm	S_1	S_2
1	700	110	5.0	40	200.0	2.5	29.5	3.50
2	700	35	4.7	30	141.0	3.1	35.4	4.96

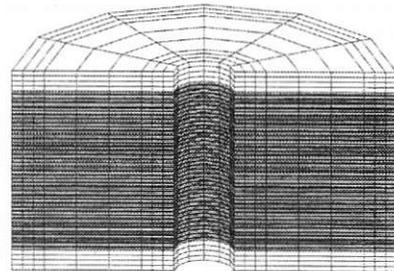
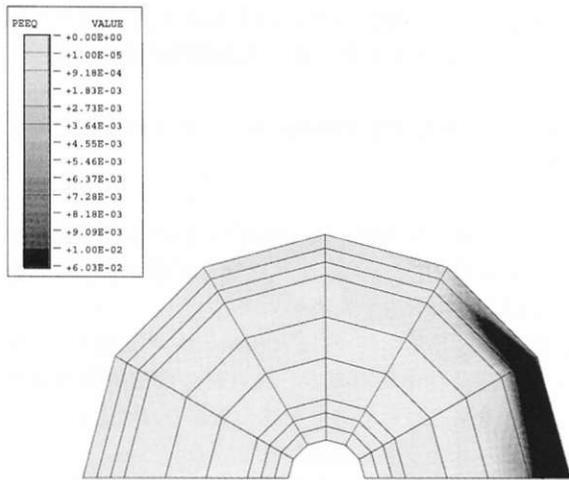


図9 積層ゴムの解析メッシュ

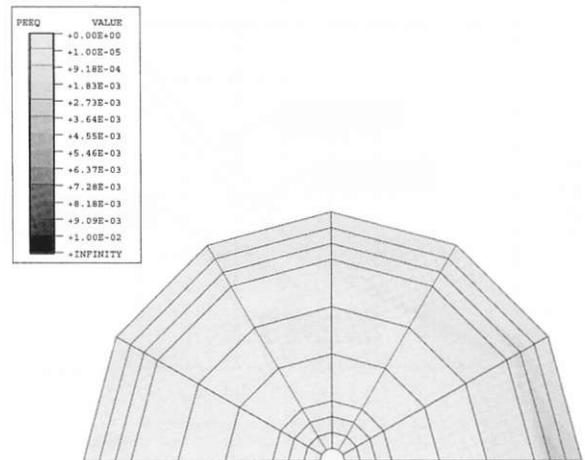
No.1及びNo.2試験体のせん断ひずみ $\gamma = 300\%$ 変形時における最上部と中央部の内部鋼板の相当塑性ひずみ分布を、図10及び図11に各々示す。同面圧($\sigma = 10 \text{ N/mm}^2$)、同せん断ひずみ($\gamma = 300\%$)下における内部鋼板の応力状態が異なることが確認できる。すなわち、座屈に対して劣位な形状のNo.1は、最上部においては端部のひずみ量が、中央部においては中心孔近傍のひずみ量が多いのに対して、座屈に対して優位な形状のNo.2は全体的にひずみ量が少ない。図4で示した内部鋼板の応力と整合した結果となっている。

No.1及びNo.2試験体の内部鋼板の変形状態を、図12及び図13に各々示す。最上・下部における端部及び中央部における中心孔近傍の鋼板の変形が、No.2と比較してNo.1の方が大きいことが分かる。さらに、No.1の積層ゴムモデルの変形状態を図14に示す。図2で示した圧縮ストラットの形成が確認できる。

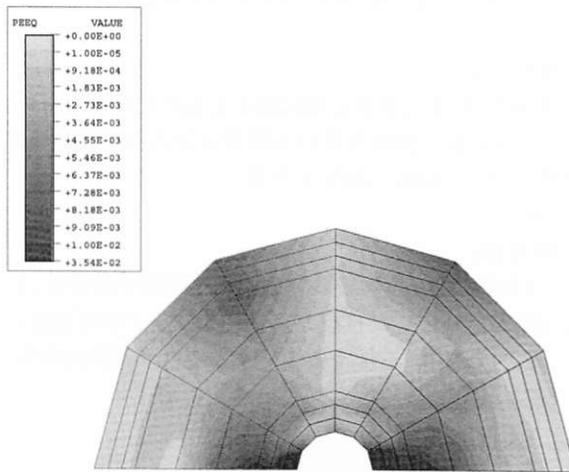
最後に、解析によるNo.1、No.2のせん断応力-せん断ひずみ関係に、座屈(負勾配)が発生したNo.1およびゴム破断破壊に至ったNo.2の実験結果をプロットしたものを図15に示す。解析と実験による座屈点がほぼ一致していることが確認できる。



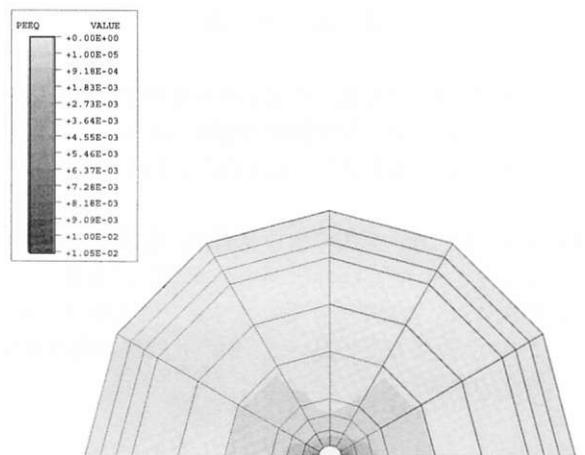
(最上部)



(最上部)



(中央部)



(中央部)

図 10 No.1の相当塑性ひずみ分布

図 11 No.2の相当塑性ひずみ分布

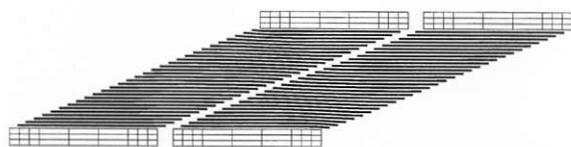


図 12 No.1の鋼板の変形状態

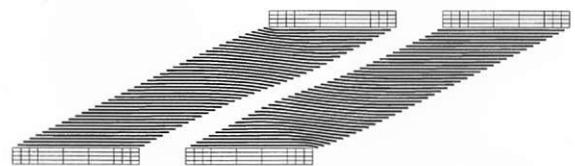


図 13 No.2の鋼板の変形状態

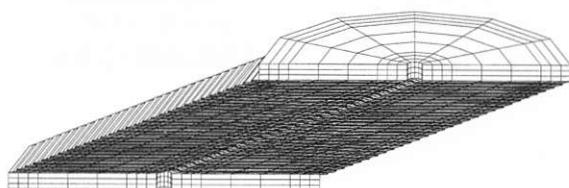


図 14 No.1の積層ゴムモデルの変形状態

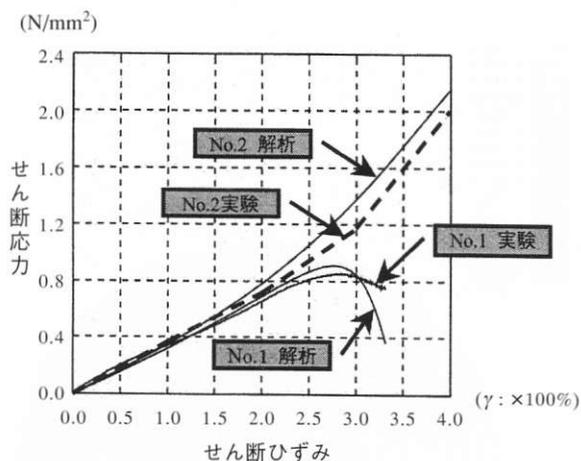


図 15 せん断応力-せん断ひずみ関係

4. ま と め

支承の座屈（負勾配）の発生を、積層体中央部の中心孔近傍の内部鋼板の座屈（降伏）と仮定して、座屈点の予測を試み、以下のことを確認した。

- 1) 座屈（負勾配）発生は、積層体中央部の中心孔近傍の内部鋼板の座屈（降伏）による。
- 2) 座屈に対して劣位な形状の支承は、せん断ひずみ γ が320%近傍以下において、中心孔近傍の内部鋼板の応力が高い。

- 3) 座屈に対して優位な形状の支承は、同せん断ひずみ γ 時における中心孔近傍の内部鋼板の応力が低い。

さらに、本有限要素解析により、以下のことを確認した。

- 4) 同せん断ひずみ時（ $\gamma = 300\%$ ）における内部鋼板のひずみ量（応力）は、座屈に対して劣位形状の支承では非常に大きい（高い）。
- 5) 同せん断ひずみ時（ $\gamma = 300\%$ ）における最上・下部の端部及び中央部の中心孔近傍の内部鋼板の変形は、座屈に対して劣位形状の支承では大きい。
- 6) 圧縮ストラットが形成されている。
- 7) 解析による座屈点は実験結果とほぼ一致する。

今後は、更に内部鋼板のひずみ（応力）分布の照査を行い、座屈（負勾配）発生メカニズムを検討したい。

[付記]

本報告は、下記報告に補足修正を加えたものである。

（口頭発表：2001年度日本建築学会大会学術講演梗概集，637～640，（2001年9月））

[引用文献]

- 1) 日本建築学会：免震構造設計指針2001年改定版，32
- 2) 高山，多田他：「積層ゴムアイソレータ中間鋼板の設計（その3）」日本建築学会大会学術講演梗概集，773～774，（1994年9月）



古田 智基

Tomoki FURUTA
2000年入社
運搬建設資材事業部



荒木 伸介

Shinsuke ARAKI
1995年入社
中央研究所



大田 一平

Ippei OHTA
1998年入社
運搬建設資材事業部



古川 豊

Yutaka FURUKAWA
1970年入社
運搬建設資材事業部

Normalized Power Transmission Ability for Conventional Rubber Type V-Belts

正規化伝動能力 (NPTA) のゴム V ベルトへの適用

Mitsuhiko TAKAHASHI*¹

高橋 光彦

Ryuichi KIDO*²

城戸 隆一

Keizo NONAKA*¹

野中 敬三

Toru FUJII*³

藤井 透

筆者らは、自動車用の乾式 CVT に搭載可能な高負荷伝動ベルトとして乾式複合 V ベルトを開発した。このベルトを用いた乾式 CVT は、数年前より軽自動車に搭載され、省燃費と運転性能が両立する変速機として注目を集めている。この乾式複合 V ベルトは、1 対の張力帯と複数のブロックを物理的に結合した構造を特徴とする V ベルトである。ブロックは、高強度 Al 合金製の補強材の回りに摩擦摺動材を一体成形した横 H 型の構造をしており、プーリからの側圧によるベルトの変形を防止する役割をする。一方、張力帯は動力伝達に必要な張力を伝達する役割をする。ベルトが持つこの 2 つの機能を各パーツで分担 (機能分離) することで、従来のベルトに比べて飛躍的に伝動性能を向上させることができた。

このベルトの伝動特性は、正規化伝動能力 (NPTA) で示される。ここで、正規化伝動能力とは、ベルトのレイアウト (速比、プーリ径) に依存しないベルト固有の特性として、著者らが提案した伝動能力指標であり、任意のレイアウトで駆動される CVT ベルトでは、不可欠の指標と考えられる。本報では、この正規化伝動能力が一般のゴム V ベルトでも適応できるかについて検討した。上述の乾式複合 V ベルトも摩擦ベルトと考えられるため、同じ指標が適用できると考えられるからである。

1. INTRODUCTION

The Authors have developed dry hybrid V-belts for heavy-duty use in automobile CVT units. Newly developed dry CVTs using hybrid V-belt have now been commercially available. The world market recognizes the technological innovation of the new CVT system that bring both an excellent fuel consumption and driving maneuverability.

As shown in Fig.1, the hybrid belt has a structure with a pair of tension members inserted in many H-

shaped blocks. The core of the blocks is high strength aluminum alloy supporting a high transverse load from pulleys. The core aluminum alloy is covered with phenol resin giving the blocks a proper frictional coefficient and abrasion resistance. The tension member has a function to transmit power from a driving pulley to a driven pulley. The hybrid structure with such functions of the blocks and tension members assures excellent transmission ability. The components of the dry hybrid V-belt are tabulated in Table 1.

Table 1 Parts and Component of "The dry hybrid belt"

Parts	Feature	Quantity	Component (Material)
Blocks	Endures lateral pressure	204 pieces	① Reinforcing metal component (Aluminum alloy)
			② Friction component (Short fiber reinforced phenol resin)
Tension Members	Transmit tension	A pair	③ Super-strong cords (Aramid)
			④ High heat-resistant rubber (Hydride NBR composite)
			⑤ High-reinforced Canvas (Nylon)

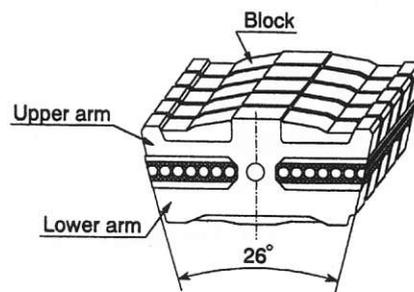


Fig.1 A Dry Hybrid V-Belt Assembly

*1 伝動技術研究所

*2 中央研究所

*3 同志社大学工学部

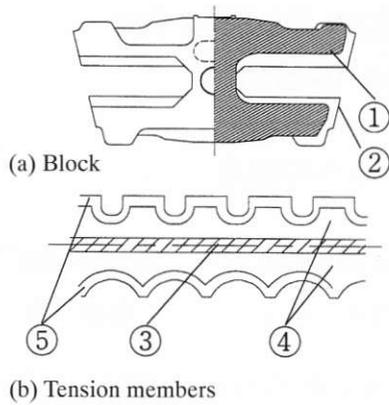


Fig.2 Structure of "AVANCE"

The power transmission characteristics of the belt can be expressed in terms of "normalized power transmission ability". The normalized power transmission ability, (shortly, NPTA) is a parameter firstly introduced by the authors¹⁾.

NPTA is uniquely determined for a given hybrid belt. It is independent of the belt layout (which is determined by pulley diameters). When the belt for a CVT unit is designed, the NPTA is indispensable to predict the performance and optimize the operating condition such as shaft load and pulley thrusts at an arbitrary layout.

In this paper, the concept of NPTA is applied to conventional rubber V-belt.

2. POWER TRANSMISSION ABILITY OF A DRY HYBRID BELT

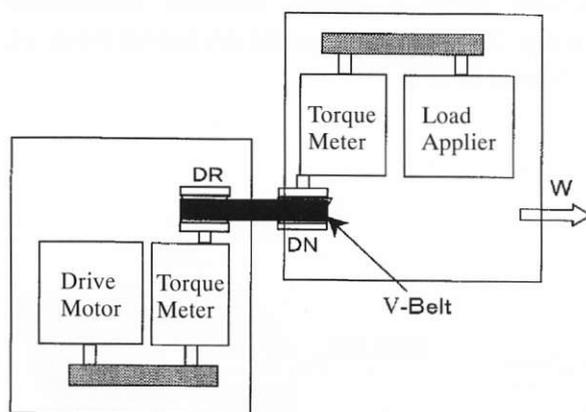
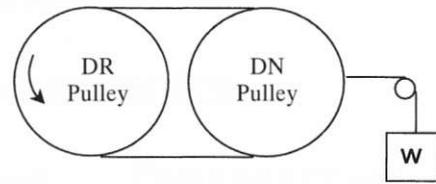


Fig.3 Test Equipment Layout

2.1 Experiment

The relationship between transmitted torque and slip ratio is measured at various shaft loads and speed ratios by a testing machine schematically shown in

Fig. 3. The belt layout and test condition are shown in Fig 4.



- (a) Low Ratio
Dr: ϕ 68 mm/2600rpm Dn: ϕ 129 mm
 - (b) Mid Ratio
Dr: ϕ 68.5 mm/2600rpm Dn: ϕ 98.5 mm
 - (c) Hi Ratio
Dr: ϕ 129 mm/2600rpm Dn: ϕ 68 mm
- Belt length: 612 mm
Shaft load (W): 981N, 1961N, 2942N, 3923N

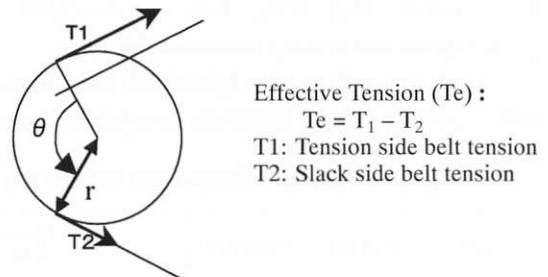
Fig.4 Test Condition

2.2 Result

The applied torque load was converted to a ST factor by Equation (1),

$$ST = T_e / r\theta = \frac{T_r / r}{r\theta} = \frac{T_r}{r^2\theta} \quad (1)$$

where T_r is the applied torque, r is the belt pitch radius, and θ is the angle of contact arc of the pulley in Fig.5. (T_r/r) is an effective tension T_e , $r\theta$ is the contact length of the belt in the pulley. Therefore, the ST factor given by the above equation represents the effective belt tension per unit contact length. The ST factors is determined for both the driving pulley and the driven pulley at each speed ratio.



Effective Tension (T_e):
 $T_e = T_1 - T_2$
 T1: Tension side belt tension
 T2: Slack side belt tension

Fig.5 Transmission Status on DR Pulley

In Figs. 6, 7 and 8, the ST factors as a function of shaft load, W , are shown at the low, middle and high-speed ratios, respectively. ST factors calculated for the smaller pulleys are always greater than those at larger pulleys. Therefore ST factors at smaller pulleys are plotted in Figs. 6, 7 and 8. By comparing these figures with each other, it is clear that ST factor at a given shaft load and slip ratio varies due to speed ratio. For instance, at $W=4000$ N and 2% slip, ST are

about 35, 30, 25 kN/m at low, at high and middle speed ratios respectively.

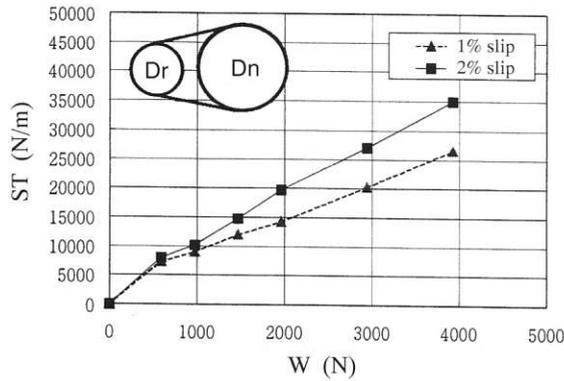


Fig.6 Transmission ability at Low Ratio

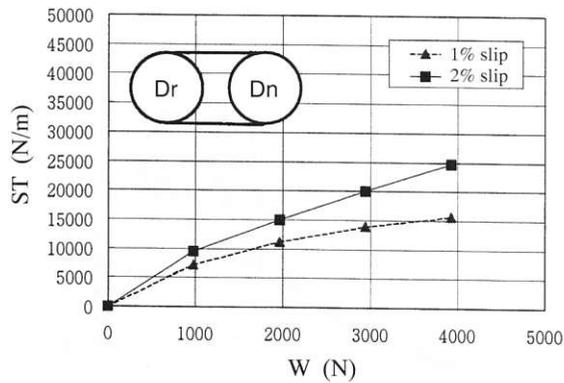


Fig.7 Transmission ability at Middle Ratio

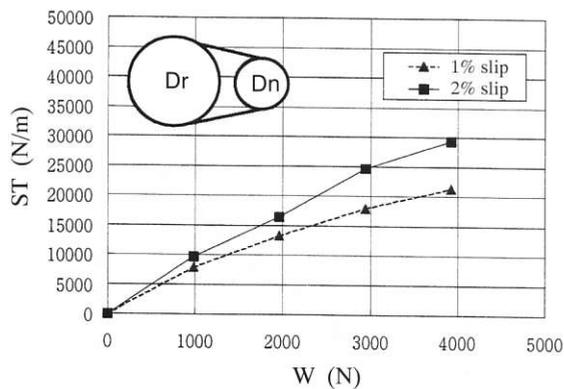


Fig.8 Transmission ability at High Ratio

In order to show power transmission ability is independent of the speed ratio, NPTA is introduced, which is define as follows.

First, the shaft load W is converted to WD by Equation (2),

$$WD = \frac{T_1 + T_2}{D} \quad (2)$$

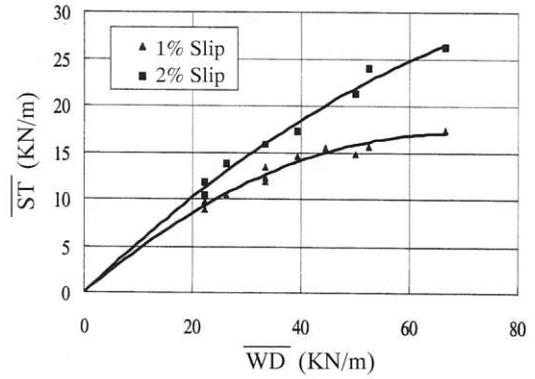


Fig.9 Normalized Transmission ability

where D is the diameter of a pulley. The WD values are calculated for both driving and driven pulleys, and the averaged WD value is calculated by Equation (3),

$$\begin{aligned} \overline{WD} &= \frac{1}{2} \left(\frac{T_1 + T_2}{D_1} + \frac{T_1 + T_2}{D_2} \right) \\ &= \frac{(D_1 + D_2)(T_1 + T_2)}{2D_1D_2} \end{aligned} \quad (3)$$

where D_1 is the diameter of the driving pulley, and D_2 is that of the driven pulley.

Similarly, ST factor is also calculated for both driving and driven pulley by Equation (1), and the averaged ST factor was calculated by Equation (4),

$$\overline{ST} = \frac{1}{2} (ST_{DR} + ST_{DN}) \quad (4)$$

where, ST_{DR} is ST calculated using the contact length on the driving pulley, while ST_{DN} is ST calculated using the contact length on the driven pulley.

All the data in Figs. 6, 7 and 8 are replotted in Fig. 9 in terms of ST factor and WD value. From this figure (NPTA), the power transmission characteristics at a given slip ratio are uniquely determined and are independent of belt layout (pulley diameter and speed ratio). Technologically, the averaged (normalized) WD value can be regarded as averaged pressure acting between pulleys and belt, and the averaged (normalized) ST factor is the frictional force acting on the belt in the pulley groove under the pressure above mentioned.

Therefore, the concept of NPTA may be applicable to general V-belts to evaluate the frictional power transmission characteristics of a given belt without considering the pulley layout.

3. POWER TRANSMISSION ABILITY OF A CONVENTIONAL RUBBER V-BELT

3.1 Experiment

An attempt is made to apply the concept of NPTA to some conventional rubber V-belts. Two types of rubber V-belts, single- and double-cogged V-belts manufactured by Bando Chemical Industries, Ltd are used, which are illustrated in Fig. 10. The testing apparatus previously used (Fig.3) is also used in this study. The layout and test conditions are shown in Fig. 11. In order to simplify the calculation for \overline{WD} in Equation (5), and keep accuracy in the measurement, the speed ratio was fixed at 1 in the test although the pulley diameter was altered.

$$\overline{WD} = \frac{(T_1 + T_2)}{D} = \frac{W}{D} \quad (5)$$

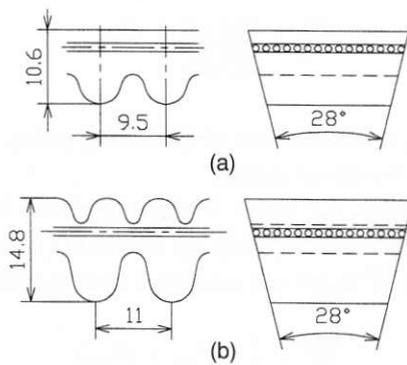
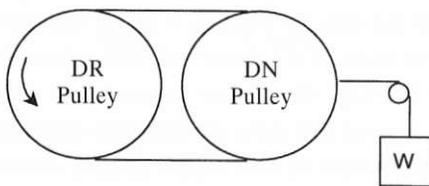


Fig.10 Structure of Rubber V-belt
(a) Single-cogged V-belt, (b) Double-cogged V-belt



Condition 1

Dr: ϕ 68.6 mm/2600rpm Dn: ϕ 68.6 mm

Condition 2

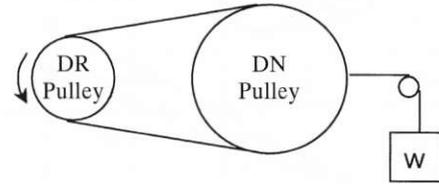
Dr: ϕ 105.8 mm/2600rpm Dn: ϕ 105.8 mm

Belt length: 718 mm

Shaft load (W): 588N,785N,981N,1177N,1373N

Fig.11 Layout and Test Condition 1, 2

In order to examine whether NPTA is independent of the speed ratio or not, some tests are conducted using double-cogged V-belts under the test condition 3 shown in Fig.12.



Dr: ϕ 68.6 mm/2600rpm Dn: ϕ 105.8 mm
Belt Type: Double cogged, length: 718 mm
Shaft load (W): 588N,785N,981N,1177N,1373N

Fig.12 Test Condition 3

3.2 Result

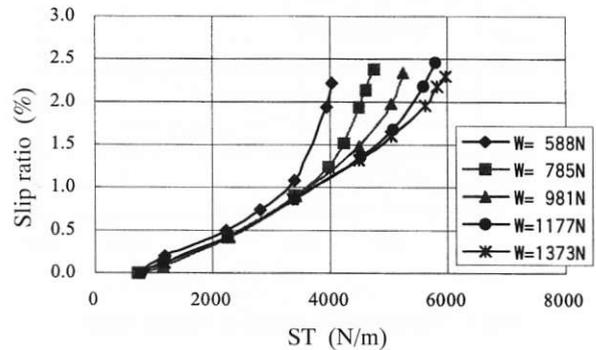


Fig.13 ST Line Diagram at Pulley Diameter of 105.8 mm in the Single-cogged V-belt

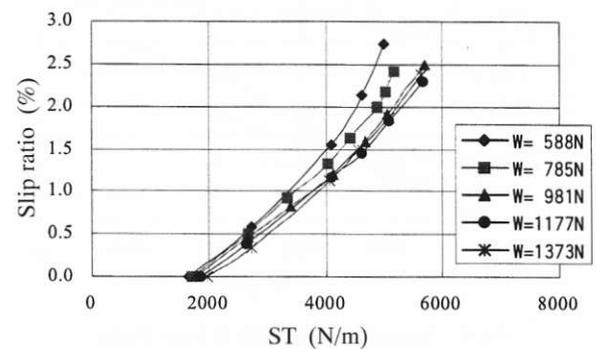


Fig.14 ST Line Diagram at Pulley Diameter of 68.6 mm in the Single-cogged V-belt

ST diagrams for single-cogged V-belt at pulley diameters of 105.8 and 68.6 mm are shown in Fig. 13 and 14 respectively. From these figure, it is found that the ST diagram is independent of the pulley diameter. Then \overline{WD} and ST were calculated in the

same manner as dry hybrid V-belt.

NPTA curves for the Single- and Double-cogged V-belts are shown in Figs. 15 and 16 respectively.

It is clear in these figures that that normalized curve at each slip ratio is independent of pulley diameter as is the case using the hybrid belts.

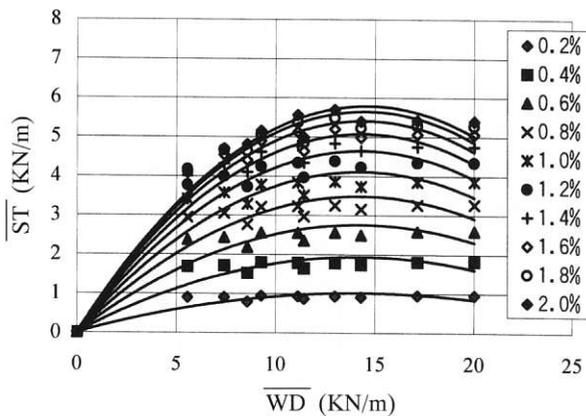


Fig.15 Normalized Transmission Ability for Single-cogged V-belt at various slip ratios

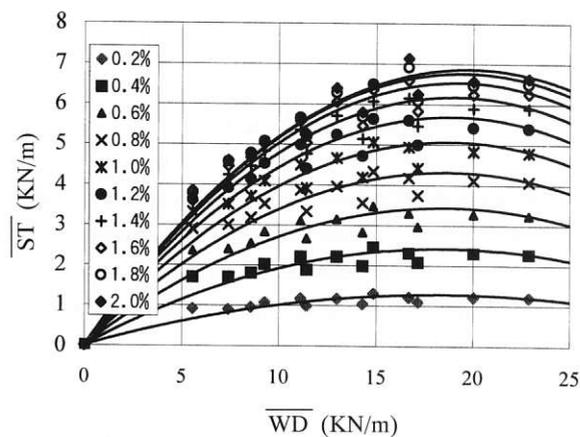


Fig.16 Normalized Transmission Ability for Double-cogged V-belt at various slip ratios

Next, NPTA at a low ratio (Fig.12) for the double-cogged V-belt was evaluated. The plotted points in Fig. 17 are the experimental results at 1.4% slip ratio. The line in the figure is the corresponding normalized curve obtained above at the speed ratio of one. The line and points agreed well. Therefore, it can be concluded that the normalized scheme is applicable to conventional rubber V-belt.

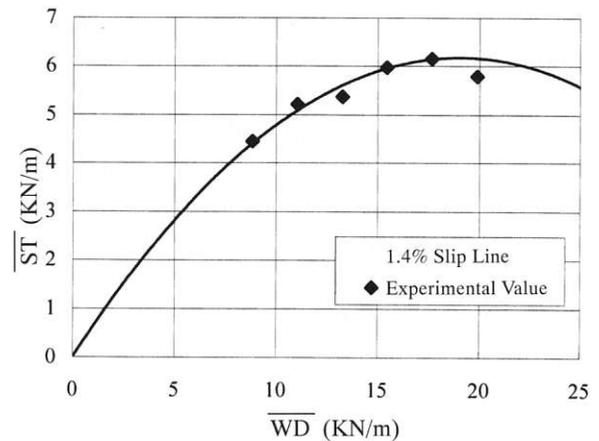


Fig.17 Normalized Transmission Ability for Double-cogged V-belt

4. DISCUSSION

In the previous sessions, it was demonstrated that the concept of normalized power transmission ability(NPTA) is applicable to conventional frictional V-belts. In Fig. 18, NPTA for the tested 3 types of V-belts are compared at 1.4% slip. It can be realized that the dry hybrid belt has an excellent power transmission ability in comparison to the conventional rubber V-belts. The transmission ability of double-cogged V-belt is higher than that of single-cogged V-belt.

One significant characteristic of the rubber V-belt is that the normalized \overline{ST} factor yields at higher \overline{WD} values. This phenomenon is observed mainly for the smaller diameter of the pulleys (68.6mm). This may be due to the buckling of the rubber belts as discussed below. The smaller pulley diameter makes the contact length of the belt to the pulleys shorter.

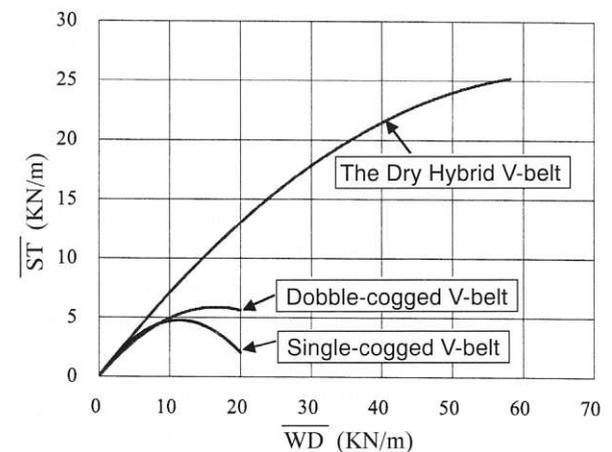


Fig.18 The Comparison of Normalized Transmission Ability for Belt Types at 1.4% Slip Line

Consequently, the averaged pressure acting on the side of the belt from the pulleys (the normalized \overline{WD} value) becomes excessively high for the rubber belt, which leads to buckling of the belt in transverse direction as shown in Fig. 19. The buckling breaks the uniformity of tension distribution in the cords in the tension members. On the other hand, the hybrid belt has many blocks that resist the lateral pressure without any buckling occurring.

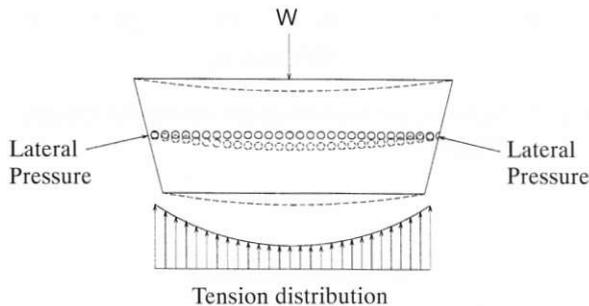


Fig.19 Rubber Belt's Buckling Deformation Due to Lateral Pressure

As mentioned earlier, NPTA is determined uniquely for a given belt independently of the belt layout. Therefore, once NPTA is determined for a given belt, the power transmission characteristics at an arbitrary layout can be predicted. The procedure is outlined as follows.

First, a required input torque, layout and slip ratio is chosen depending upon the application of the belt. From Equations (1) and (4), the torque is converted to a normalized \overline{ST} factor. Then, the normalized \overline{WD} value to transmit the \overline{ST} factor is determined in the normalized power transmission ability line at a designated slip ratio. Finally, the appropriate shaft load W can be calculated by Equation (6),

$$W \doteq T_1 + T_2 = 2 \times \frac{D_1 D_2}{D_1 + D_2} \times \overline{WD} \quad (6)$$

In this way, the desired shaft load can be easily determined for any belt layouts. This is the main reason why the concept of normalized scheme is indispensable for the design of transmission belt.

Finally, consider the relation between normalized \overline{ST} factor and normalized \overline{WD} . As mentioned earlier, the normalized \overline{WD} value can be regarded as averaged pressure acting between pulleys and belt, and the normalized \overline{ST} factor is the frictional force acting under the above pressure (Fig. 20). Therefore the relation between the parameters can be expressed

in Equation (7),

$$\overline{ST} = \mu' \times \overline{WD} \quad (7)$$

where μ' is an apparent frictional coefficient that depends on friction coefficient between belt and pulley, wedge angle of V-pulley, transverse rigidity of the belt, etc. In Fig. 18, the tangential slope at a given \overline{WD} value is the apparent friction coefficient. The slope seems to decrease as the \overline{WD} value increases. This phenomenon may be related to the lateral deformation of the belt, but the mechanism is unknown at this point.

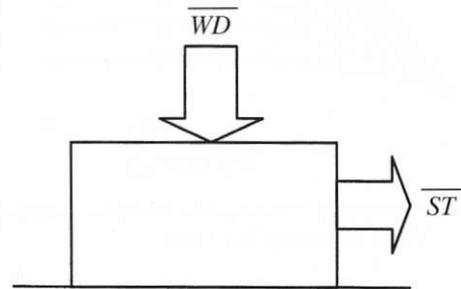


Fig.20 Simple Model for Relationship \overline{WD} and \overline{ST}

5. CONCLUSION

1. The normalized power transmission ability is independent of belt layout such as pulley diameter and speed ratio. This normalized scheme is also applicable to general frictional rubber V-belts as well as the dry hybrid belts.
2. It is demonstrated that the dry hybrid belt can transmit the normalized \overline{ST} factor more than five times greater than that of conventional rubber V-belts.
3. Once the normalized power transmission characteristic are obtained for a given belt, the optimum shaft load to transmit a designated input torque can be easily estimated for arbitrary belt layout.

[付記]

□答発表：The ASME International Conference on Motion and Power Transmissions in 2001 Fukuoka

[引用文献]

- 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", 1999



高橋 光彦
Mitsuhiko TAKAHASHI
1985年入社
伝動技術研究所



城戸 隆一
Ryuichi KIDO
1974年入社
中央研究所



野中 敬三
Keizou NONAKA
1973年入社
伝動技術研究所

画像特性（ジッタ）向上のための新歯形歯付ベルトの開発

Development of Toothed Belt with New Tooth Profile for Improvement of Jitters in Printed Images

柳 京太郎*¹ 落合 政喜*² 城戸 隆一*³ 川原 英昭*¹
 Kyotaro YANAGI Masaki OCHIAI Ryuichi KIDO Hideaki KAWAHARA

Toothed belt is used for driving a carriage of ink-jet printer. As the resolution of printed images has become higher, the jitters in the images caused by the small fluctuation of velocity in the belt have been the matter with the printers. To improve the jitters, some dynamic analyses by using finite element method (FEM) were carried out. As a result of the analyses, it was found that one of the factors of velocity fluctuation in the belt is impact force between belt tooth and pulley groove. In order to reduce this impact force, optimizing the pressure angle of belt tooth and taking into account the interference between belt tooth and pulley groove, the authors designed a new egg-shaped tooth profile formed from two continuing arcs. By adopting this tooth profile, the rate of velocity fluctuation in the belt and the jitters in the images are improved by 43% and 45% respectively. In addition, the following techniques were established in the process of this development. One is a technique of measuring velocity fluctuation in the belt by using laser Doppler velocimeter. The other technique is to analyze the jitters by digitizing the density of the images using a scanner and software for image processing.

1. 緒 言

1997年～2000年はプリンター業界、特にインクジェット系の業界では画像の改善の動きが激しくなり、当初360dpi(dpiはdots per inch)であった印字精度が、2000年には1440dpiを越え、画質も写真にきわめて近いものへと変わってきた。

それに伴いプリンターメーカーでは、キャリッジのインクノズルの小径化やモーターの改善、紙送り精度など印字制御の改善を進めていった。しかし、精度が上がるに従って画像に周期的な濃淡による縞模様(ジッタ)の発生が顕著になり写真に近い画像を目指すインクジェットプリンターメーカーにとって改善しなければならない課題となった。このジッタは、印字をしながら移動するキャリッジの速度が周期的に変動することで発生し、これはキャリッジの駆動に使用されるベルトに起因するものであった。ベルトメーカーとしてもこれは何としても改善しなければならない課題であった。

画質には罫線のずれ、横縞模様、色ずれ、全体的に大きな縦縞模様および小さな縦縞模様などがある。図1にイメージ図と対策を示す。

これら画質の中でジッタは歯付ベルトの噛み合いにより発生するベルト速度変動が大きな要因と思われる、

キャリッジ駆動に使用される歯付ベルトの歯形の改善に取り組んだ。

歯形改善の取り組みに際し、問題となる項目が2つあった。1つは、ベルトが動いているときの速度(変動)をどうやって測定するか、測定した速度変動にはプーリーの偏心やモーター自身の速度変動とベルト自体に起因する変動が含まれ、それをどうやって判別するかといった、ベルト速度変動測定及び解析方法であった。もう1つは、ベルトの改善によって画像が改善された事をどうやって判断するかである。これまで、プリンターメーカーで判別するしかなく、見る人、見る場所、その時の天気と言った環境に大きく左右され、ベルトメーカーでの判別はできないと言われていた。

この度、ベルト速度変動測定・解析方法の確立、画像精度(ジッタ)の判定方法の確立により改良歯形の開発ができたのでその内容について報告する。

	どんな画像か(例)	ユーザ要求 重要度	対 策
1. 縦縞ずれ		○	メカ側: 打ち出しスタート点の補正をプログラムすることにより解決。
2. 横縞模様		○	メカ側: 紙送り精度の向上。
3. 色ズレ		○	メカ側: ノズルと噴射タイミングの研究。
4. 大うねり (大きい縦縞模様)		○	メカ側: ノズル間隔を狭くすることで改善。 ベルト側: ベルト一周中の心線PLD精度を上げる必要がある。
5. ジッター (小さい縦縞模様)		◎	メカ側: ①モータの回転変動低減、 ②フレームの振動低減。 ベルト側: ①ベルト速度変動の低減。

図1 画質

*¹ 伝動技術研究所

*² 伝動事業部

*³ 中央研究所

2. ベルト速度変動評価方法

2.1 評価機

評価には実機を使用するのが最もよいと考えられるが、変量実験などが行えないため、プーリやベルト張り荷重の変量が行えるよう台上機を製作した。プリンターの写真を図2に、台上評価機を図3に、台上評価のイメージを図4に示す。

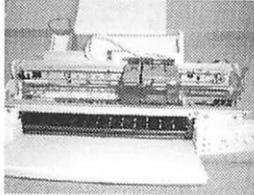


図2 実機プリンター

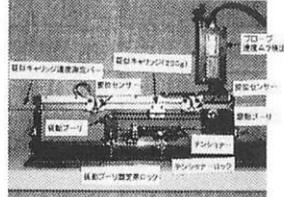


図3 台上評価機

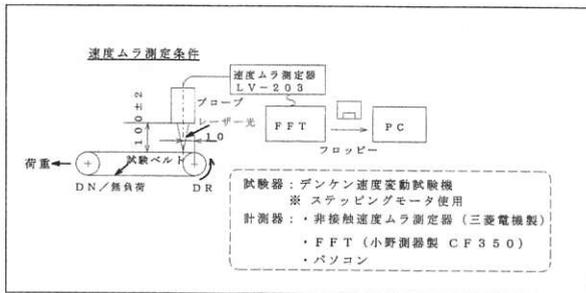


図4 速度変動測定方法

試験機の駆動は実機プリンターにステッピングモーター（現在はDCモータ）を取り付けて行った。ベルトテンション機構としては棒状のバネ計（プッシュタイプ）を用い、荷重の変量（9.8～98N）が可能のように設計した。

ベルト速度（変動）の測定にはレーザードップラによる非接触型の速度ムラ測定機（測定速度範囲：最大1000mm/min）を使用した。測定はベルト背面とし、測定位置は図4に示す。試験機の仕様は、実機と同様に往復できるものとしたが、ベルトの挙動の測定また、実機においても安定走行時の挙動評価であることを前提に、ベルト開発に当たっての評価は一方回転にて実施した。

2.2 測定と解析

測定1：速度変動の測定と解析

2.1の測定器により測定したベルト速度は、FFTにて速度偏差（図5）に変換後、そのジッタより歯付ベルト1ピッチ内の速度差の幅（最大値-最小値）を算出し、グラフ化した（図6）。これにより1歯ピッチ毎の速度差の変動状態、プーリ1回転でのベルト速度差の変動状態及びベルト1本中の速度変動状態を検出することができる。

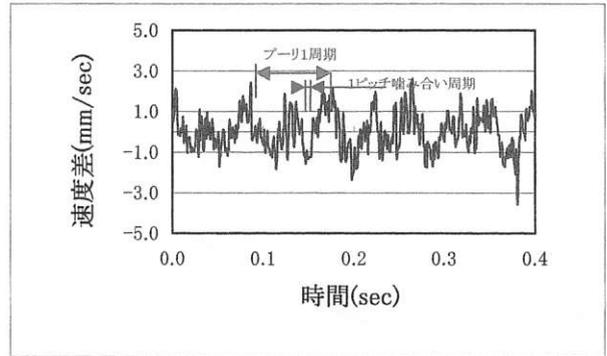


図5 速度差

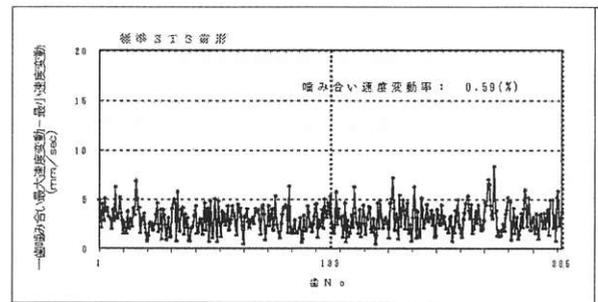


図6 ベルト1周中の噛み合い速度変動

測定2：速度変動の周波数分析

測定1の速度差のジッタをFFTにて周波数分析を行い、噛み合い周波数とdBV値の関係をグラフ化した（図7）。

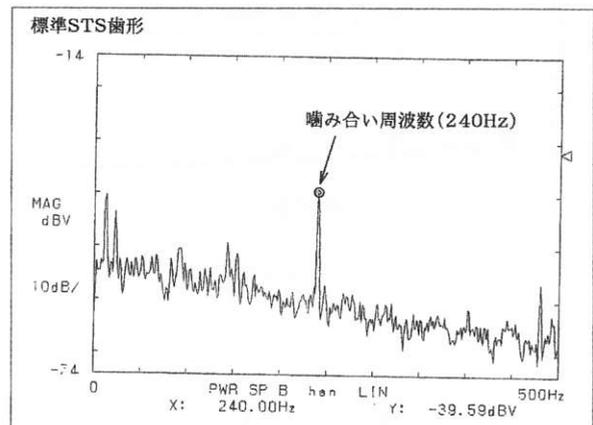


図7 周波数分析結果

噛み合い周波数でのピーク値（dBV）が明確に見られ、速度変動が噛み合い周期に大きく支配されていることが確認できる。

$$(\text{噛み合い周波数(Hz)}) = \text{回転数} \times \text{歯数} / 60$$

また、当たりテストにおいて、測定1でのベルト1周中の噛み合い速度変動と測定2での周波数分析結果

とを比較すると、図8に示すような相関性が見られた。しかし、ベルトの速度変動が小さくなると、測定1による解析では判別性が悪くなることがわかった。

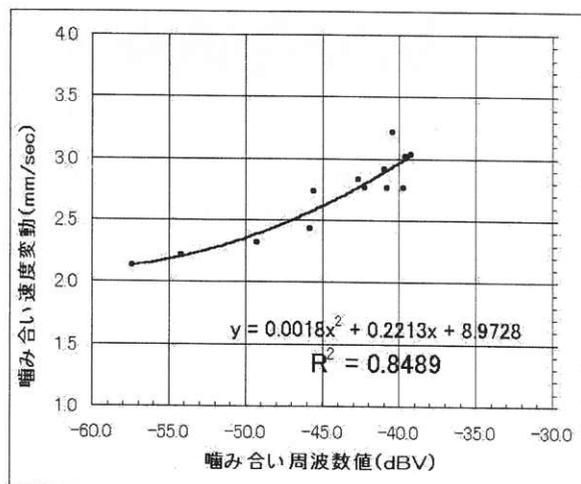


図8 速度変動値と周波数分析値の相関性

この結果より、測定ジッタの解析は周波数分析を行い、噛み合い周波数の値で改善効果の判定を行うこととした。

測定3： 速度変動率の測定と解析

次に、速度変動の表し方を一般的にするため、レーザードップラ速度ムラ測定機を用いて、速度変動率を計測後、FFTにて周波数分析を行い、周波数 (Hz) と速度変動率 (%) の関係をグラフにした (図9)。

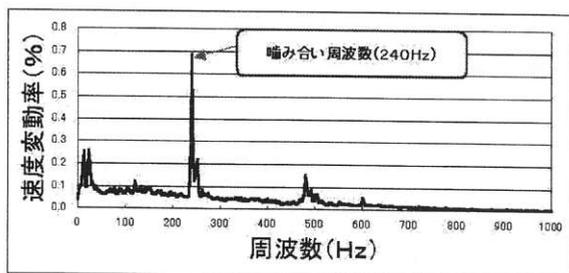


図9 速度変動率

プリンターメーカーにおいても速度変動を速度変動率で表しており、結果の整合も確認できたことから、この測定解析による噛み合い周波数での速度変動率の値を、ベルトの速度変動率と表すこととした。

3. 画像評価方法

3.1 従来の画質評価方法

画質の判定については、プリンターメーカーでは特定の画像を打ち出し、それを判定者が目視で画像の善し悪し、ジッタの有無を判断する。また、マイクロデンシトメーターでドット間隔を測定し、ドット精度の判定を行い評価すると言う手段も取られていた。

目視の判定を、ベルトメーカーで実施しても信憑性がなく、しかも数値化ができず、ベルトの改善効果が掴みにくいという問題があった。

3.2 マイクロデンシトメータによる評価方法

まずマイクロデンシトメータによる画質の評価を試みた。

しかしながら、マイクロデンシトメータの測定は、スリット幅 $5\mu\text{m}$ 、高さ $12.5\mu\text{m}$ と非常に狭い範囲での測定点を狙うため大変難しく、また、ステージ移動速度が $250\mu\text{m}/\text{sec}$ と遅いため測定時間がかかりすぎる。また、白黒のパルス測定となりジッタの解析には向かないと判断した。

3.3 スキャナー方式による画像解析¹⁾

スキャナーによる画像の入力の場合、画像幅方向 (印字方向) は光学的であり、ジッタを高精度で取り込めること、また取り込んだ画像を、グレー化処理した後、市販の画像解析ソフトを使用して濃度画像解析によりジッタの測定、数値化ができると考え、検討を行った。

画像解析であるから、解析するための画像を作る必要がある。

- ① 打ち出す画像は単一色 (灰色がよい) で塗りつぶした画像を作る。
- ② ①の画像を打ち出すプリンターについては、各 (インクジェット) プリンターメーカーの最高グレード機種について評価を行い、最も画質が良い 1440dpi のプリンターを選定した (ジッタは割愛する)。キャリッジを駆動するベルトの駆動プリーについては取り替えが自由にできるように加工をした。
- ③ スキャナーによる画像の取り込みによる、スキャナー自体の速度ムラについては、プリンター印字

プリンター印字方向

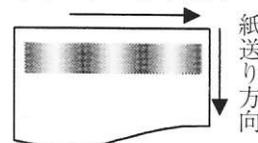


図10 画像処理

方向へのスキャンは光学的な読みとりであるため、この研究で懸念されるジッタの発生は問題とならない。また紙送り方向のジッタについては今回対象としていないため問題とならない。

画像を処理するにあたり、スキャナーの取り込み解像度としてはベルト噛み合いピッチの $1/10$ 以下となる

取り込みの dpi 値を 360dpi（噛み合いピッチは 1mm 前後を想定）とした。図 11 に画像解析精度のグラフを示す。

また、取り込み精度と噛み合い周波数における濃度検出精度を図 12 に示す。

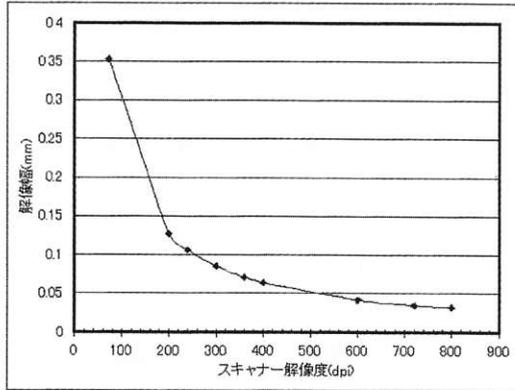


図 11 画像解析精度

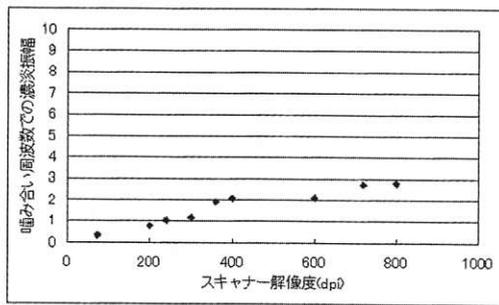


図 12 濃度検出精度

④ 解析を行う画像は、まずグレー化処理を行い、縦 10mm、横 150mm の断面について濃度数値化計測を行う。計測の画像例を図 13 に、濃度計測例のグラフを図 14 に示す。

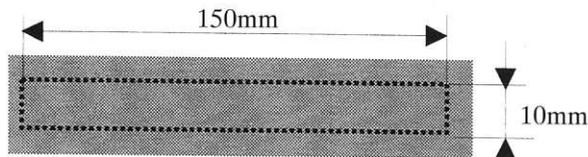


図 13 計測画像例

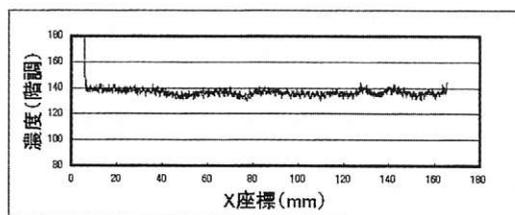


図 14 濃度計測例

この濃度計測データ（360dpiで150mmの濃度ジッタ数は1998個）より連続した1024個のデータをフーリエ解析し、空間周波数に対する濃度振幅を求めた。計算例を図 15 に示す。

⑤データ幅 × r 81.09							
項目番号	① X座標	② Y座標	③ 濃度	④ k	複素フーリエ係数	⑥ 空間周波数	⑦ 濃度振幅
10	5.761178	17.89789	157	0	242.303014087681-781.329748092141i	0.07918422	0.0123313
11	5.895273	17.89789	158	1	84.055850502959+53.82086285098946i	0.23752251	0.0389927
12	5.935561	17.89789	155	2	107.1712191651-228.823487883344i	0.15838844	0.02466247
13	6.018748	17.89789	157	3	-313.808526802022-112.25753581698i	0.31877681	0.04824844
14	6.097935	17.89789	156	4	117.370141182746-30.468297998532i	0.39897108	0.06185617
15	6.177149	17.89789	156	5	-153.491042284651+97.8058852943311i	0.4751853	0.07388741
16	6.258343	17.89789	151	6	24.5489975433077-1.8190633345581i	0.52432852	0.08631884
17	6.339537	17.89789	148	7	68.918112419208-14.794451611514i	0.63395741	0.09846881
18	6.414723	17.89789	149	8	175.645572638348-84.3222008182158i	0.71274788	0.11098111
19	6.483928	17.89789	152	9	-18.99542273964489+46.1827353547486i	0.78194217	0.12331235
20	6.573212	17.89789	151	10	530.339268490505-24.291124142158i	0.87113028	0.13284289
21	6.652318	17.89789	148	11	276.288249812716-165.52324324242i	0.9503308	0.14797481
22	6.731508	17.89789	146	12	-151.555620522966-148.388955010641i	1.02324837	0.16030805
23	6.810703	17.89789	151	13	204.292727043845-185.74133905316i	1.08719203	0.17263729
24	6.889893	17.89789	150	14	30.5021148773395-71.76194761878i	1.18791328	0.18489852
25	6.969091	17.89789	155	15	-217.642511480097-24.845159238456i	1.26710747	0.19729976
26	7.048289	17.89789	158	16	-84.0379179740275-138.883631139667i	1.34620168	0.20963099
27	7.127478	17.89789	159	17	85.245368943588+46.848400133235i	1.42549591	0.22198222
28	7.206674	17.89789	158	18	38.2835211004123-15.0713084107842i	1.50468012	0.23429348
29	7.285868	17.89789	155	19	-72.8908205467889-21.8750282048527i	1.58338433	0.24662489
30	7.365062	17.89789	154	20			1.6747572

図 15 画像処理ジッタ解析表

- ① は画像解析による計測位置 (X)
- ② は画像解析による計測位置 (Y) (解析には用いない)
- ③ 解析濃度ジッタ
- ④ 高速フーリエ変換による複素フーリエ係数
- ⑤ 解析部分の総長さ (=データ間幅×1024)
- ⑥ 空間周波数(line/mm)=(k/⑤)
- ⑦ 濃度振幅 (= 2 × IMABS (④)/⑤)

フーリエ変換値は複素数のため、この絶対値を算出し、またこの値は片側振幅なので2倍している。空間周波数と濃度振幅のグラフを図 16 に示す。

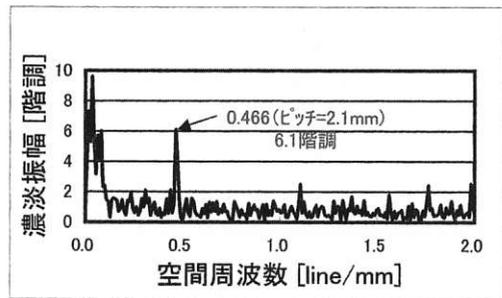


図 16 画像解析結果

ここで、ベルトピッチ周期に相当する空間周波数でピークが出ている。図 16 では空間周波数 0.488 (噛み合いピッチ 2.1mm) にピークがあり、噛み合い周期に応じてジッタが発生していることになる。

この画像解析方法により画像のジッタを数値化することができた。

4. 新歯形の開発

4.1 ベルト速度変動要因

歯付ベルトの速度変動の大きな原因については、予備調査より①、②が、その後のFEM解析で③の要因がわかった。

- ① 歯付ベルトとプーリの噛み合い時の多角形運動によりベルト駆動のためのプーリ回転半径が変化する(図17)。
- ② 歯付ベルトがプーリと噛み合う際に干渉する(図18)。
- ③ 歯付ベルトがプーリと噛み合い力の授受の瞬間に衝撃力が加わる(図19)。

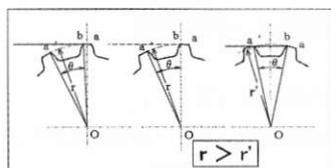


図17 多角形運動

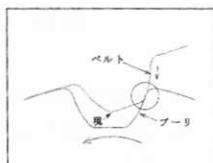


図18 干渉

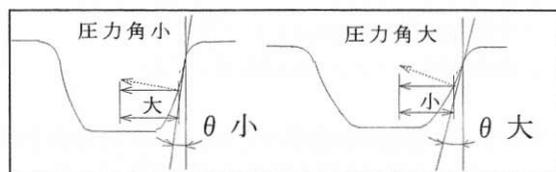


図19 衝撃力

図19 衝撃力

ここで、多角形運動については現行STS歯形にはその対策が盛り込まれており、さらに改善するためには歯の噛み合いピッチを小さくすればよい。よって、ここでは取り扱っていない。

噛み合い干渉の改善を新歯形で行った。歯形因子水準の検討にはFEM解析を用いることにした。

これは、効果を明確にするため各因子変量の結果にノイズを含まないようにし、またベルト、プーリの製作及び評価に対する効率を上げるためである。

4.2 FEM解析

FEM解析はABAQUSを用い、従来のベルトの荷重分担計算を利用した。ただし、従来の解析方法は静的な荷重分担を算出するもので、本研究の解析には動的な挙動を考慮することで時間軸に対する荷重分担変動及びベルト速度変動を計算できるようにした。

FEM解析モデルを図20に、速度変動解析例を図21に示す。

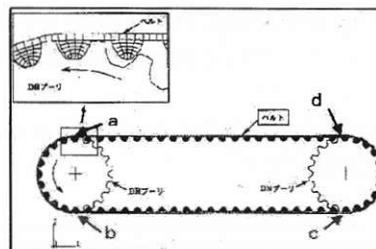


図20 FEM解析モデル

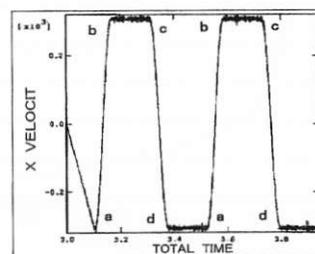


図21 FEM速度変動解析例

速度変動の比較ジッタは、実機キャリッジが高画質印字の際、ベルトゆるみ側で駆動されることから、図20に示すb-c間のFEM解析値を活用した。

4.3 FEM解析有効性の検証

今回、動的時間軸を含むFEM解析を行うに当たり、解析が有効であるかを検証した。検証にはできるだけノイズが入らないようにプーリの外形を变量することで、干渉及び衝撃による速度変動を検出できるように実験を行った。

ベルトはS2M(2mmピッチベルト)、プーリはS2Mの20歯とし、外径を標準外径に対し-0.16、0、+0.04、+0.08、+0.16mm変量した。

結果を図22に示す。

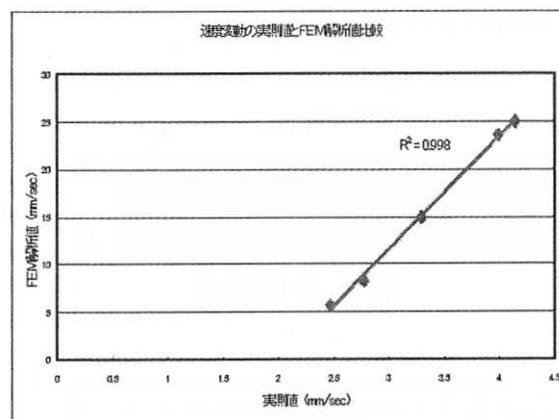


図22 速度変動の実測値とFEM解析値の相関

実測値と解析値の相関性は非常に高く、FEM解析での因子水準評価は可能と判断した。

4.4 歯形状の検討

FEM解析による当たり試験の結果、噛み合い時の衝撃を軽減するためには、歯形状の圧力角の変量が効果的であり、噛み合い干渉に関しては歯先円弧形状が有効であることがわかった。よって基本形状は、図23に示す様に、圧力角を規定する半径 R_1 と、歯先干渉を防ぐ歯先円弧半径 R_2 の2つの円弧で形成される卵形の形状とした。

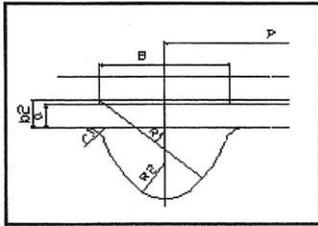


図23 新歯形基本形状案

次に圧力角(α)を決定するために、図24に示す現行STS歯形で、圧力面を形成する半径 R とその支点位置 a を変量した解析を行った。

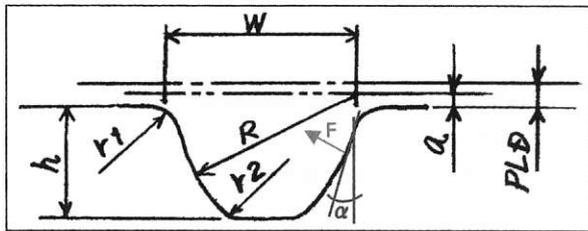


図24 圧力角検証

衝撃力は、FEM解析により算出される最大圧力面応力のベルト進行方向への分力で、衝撃力 $=F \cdot \cos\alpha$ で求める。圧力角は圧力面を形成する半径と歯元アールの半径 r_1 との交点の接線角である。

FEM解析結果では、圧力角を大きくしていくと衝撃力は低下していく。しかし、ベルトの速度変動に対しては最適な圧力角があることがわかる。これは、圧力角を大きくしていくと衝撃力が低下するため、速度変動への影響がなくなっていくが、圧力角が大きくなり過ぎると今度はベルト歯部がプリー歯溝にスムーズに噛み合わなくなるため、速度変動が大きくなるためと考えられる。

圧力角を変量し解析した衝撃力の結果を図25に、速度変動を図26に示す。

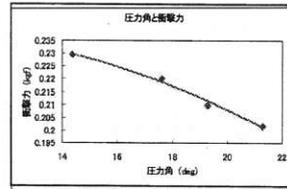


図25 衝撃力

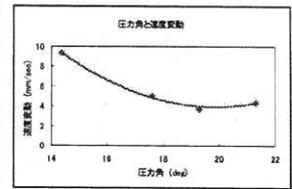


図26 速度変動

以上のFEM解析より得られた圧力角(α)の最適値19.3degによって図23に示す新歯形の寸法を、

- 圧力面形成の半径 $R_1 = 1.325\text{mm}$ 、
- R_1 の基点位置 $b_2 = 0.304\text{mm}$ 、
- 歯先部円弧半径 $R_2 = 0.39\text{mm}$ 、

とし、その他の寸法については現行STSとの互換を持たせるため現行と同一とした。

5. 検証実験

5.1 検証条件(台上試験機による実験)

圧力角変量によるベルト速度変動検証実験及び新歯形ベルトの噛み合い干渉確認を台上評価機にて行った。

結果はFEM解析と同様に圧力角を大きくすると速度変動は低下して、圧力角 $\alpha = 19.3\text{deg}$ が最も良く、現行STSに比べ速度変動は約30%改善できる結果となった。グラフを図27に示す。

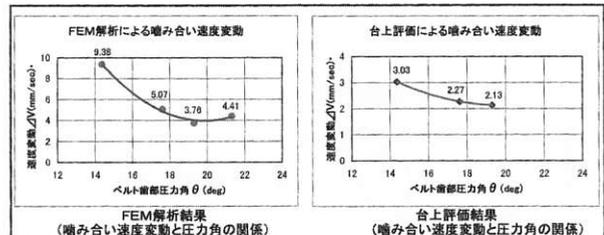


図27 圧力角変量による速度変動比較

図27 圧力角変量による速度変動比較

また、新歯形状ベルト($\alpha = 19.3\text{deg}$)で噛み合い周波数における速度変動率を見ると、従来STSの速度変動率0.69%に対し、新歯形状ベルト(STE)の速度変動率は0.39%と改善されている。

この噛み合い変動率の比較を図28に示す。

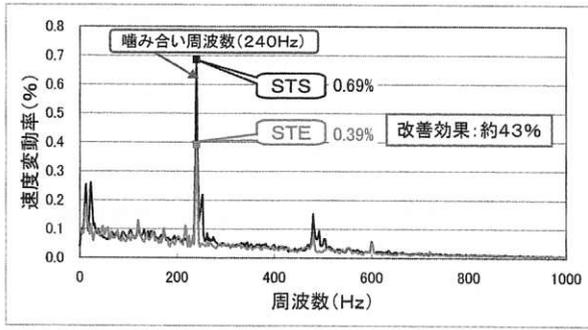


図28 台上での噛み合い変動率比較

5.2 実験検証(実機による実験)

新歯形ベルトによる画質改善検証は、実機に台上評価で用いたベルト、プーリを取り付けて検証を行った。実機に新歯形状ベルト (STE 歯ピッチ 2.1mm) を取り付け、画像解析用の画像を打ち出すと同時にベルト速度変動率を測定した。そのときのベルト速度変動結果を図29に、画像解析結果を図30に示す。

現行 STS ベルト速度変動率は0.42%、新歯形状ベルト (STE) の速度変動率は0.20%となり、STEベルトの速度変動率が約1/2に低下していることがわかる。

また画質 (ジッタ) については、問題となる噛み合い周期に相当する空間周波数 (0.466) で濃度振幅が、現行 STS では2.2と他の周波数領域よりも高いのに対し、新歯形 (STE) は1.2と他の周波数領域と同じ水準 (噛み合い周期のジッタがほとんど認められない) の改善効果が得られた。

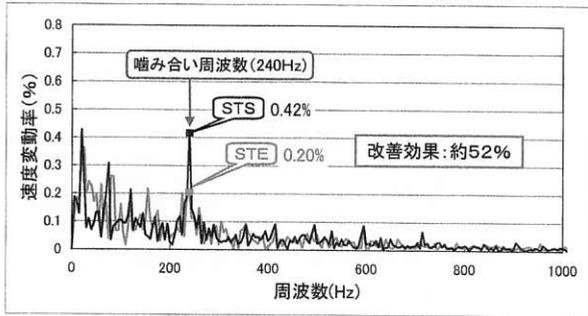


図29 実機ベルト噛み合い速度変動率比較

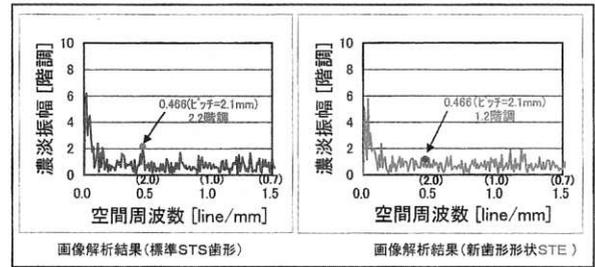


図30 画質解析比較

6. 結論

本新歯形ベルトの開発において、これまではほとんど検討されていなかった以下の知見が得られた。

1. ベルト自体の速度変動の測定方法が明確になった。
2. 画質 (ジッタ) の判定についても、スキャナーによる画像を取り込みで、画質 (ジッタ) を濃度 (階調度) として数値化し、解析 (フーリエ解析) により判定できるようになった。これにより従来目視で感覚的に判定されていた画質 (ジッタ) が、誰もが同じ土俵で正確に判断できるようになった。
3. 歯形の開発については、動的FEM解析を開発手法として取り入れることにより、従来できなかった経時的に変化するベルト荷重分担変動及びベルト速度変動の理論解析ができ、正確に短時間で判断を行えるようになった。

今回の開発で、新歯形歯付きベルトにおいてベルト速度変動率は従来 STS ベルトの約1/2に、それに伴い画質 (ジッタ) も1/2に改善でき大きな成果が得られた。

[引用文献]

- 1) 小山富夫、張維明、梶川研二、片野圭二：日本機械学会シンポジウム講演論文集、940-58、(1994)、313-316



柳 京太郎
Kyotaro YANAGI
1972年 入社
伝動技術研究所



落合 政喜
Masaki OCHIAI
1977年 入社
伝動事業部



城戸 隆一
Ryuichi KIDO
1974年 入社
中央研究所



川原 英昭
Hideaki KAWAHARA
1985年 入社
伝動技術研究所

磁気粘性流体の開発と評価

Development and Evaluation of Magnetorheological Fluid

荒木 伸介* 高橋 弘好* 畑 克彦* 外村 卓也*
 Shinsuke ARAKI Hiroyoshi TAKAHASHI Katsuhiko HATA Takuya TOMURA

Magnetorheological Fluid (MRF) is a suspension, which consists of carrier fluid and many magnetic particles dispersed in the fluid, and has a property that its flow resistance increases with added magnetic fields. Utilizing this property, some applications of MRF to mechanical components such as damper and clutch have been attempted. None of these attempts has succeeded, however, because of a problem that the magnetic particles in MRF are so easy to settle down that the uniformity in MRF is difficult to be maintained. Paying attention to improvement on stability by preventing the settlement of the particles, the authors have developed two types of new MRF named #104 and #224. As a result of evaluating the characteristics of the developed MRF, the followings are found;

- (1) Each type of the developed MRF has same stability as commercial one or more.
- (2) Under the present condition of shearing test, damping force increases to 15 or 25 times.

1. 緒 言

近年、磁場強度にตอบสนองしてその粘度が変化する流体、磁気粘性流体 (MRF, Magnetorheological Fluid) が注目されている。MRFとは、液体中に磁性粒子を分散させ、磁場の印加に応じて粘度が上昇する液体であり、1948年 J. Rainbowにより初めて報告されている¹⁾。この特性の発生メカニズムは、磁場を印加することにより、磁性粒子が分極して液中で鎖状のクラスタを形成するためであり、逆に磁場の印加をやめれば、粒子のクラスタ構造が崩れ、元の状態に戻ると説明されている(図1)。

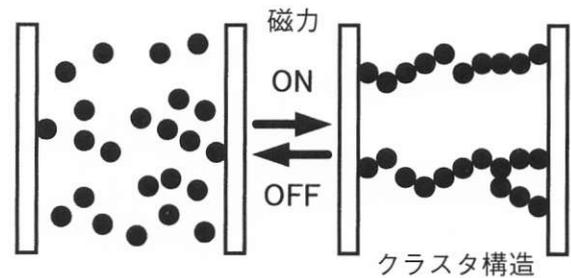


図1 MRFの機構原理

一方、良く似た特性を持つ液体として、磁性流体 (Ferro fluid)や磁場の代わりに電場で同様な挙動を示す電気粘性流体 (ER fluid) などが知られている。これらの相違点について表1に示す。

表1 Comparison between MRF, Ferro fluid and ER fluid

	MRF	Ferro fluid	ER fluid
Particulate Material	Iron	Ferrites	Polymer, Ceramics
Particle Size	0.1 ~ 10 μm	2 ~ 10 nm	0.1 ~ 10 μm
Suspending Fluids	Nonpolar oils, Polar liquids	Oils, Water	Oils
Density (kg/m ³)	3 ~ 5	1 ~ 2	1 ~ 2
Off Viscosity (MPa)	100 ~ 1000	2 ~ 500	50 ~ 1000
Required Field	~ 3kOe	~ 1kOe	~ 3kV/mm
Field-Induced Changes	$\tau_y(B) \sim 100kPa$	$\Delta \eta(B)/\eta(0) \sim 2$	$\tau_y(B) \sim 5kPa$
Device Excitation	Electromagnets	Permanent magnets	High Voltage

* 中央研究所

このうち磁性流体とMRFのもっとも大きな違いは、磁性粒子の粒径である。この差により次のような特徴を有する。①同じ磁力で発生する力はMRFが優れる。②分散媒との比重の違いから、MRFは分散質が沈み、均一性を維持しにくい。このためMRFを用いて各社ダンパ、クラッチ等大きな力が加わる分野での検討を実施している²⁾一方で、沈降安定性についての改良ニーズも高い。そこで本報では、当社開発品である#104、#224について、その特性を評価する指標として経時安定性および可変減衰特性を選択し、測定、検討を行った結果を示す。

2. MRF の 組 成

MRFは磁性粒子(分散質)、分散媒、分散剤からなる(図2)。各組成の概略、要求特性を列挙する。

- 磁性粒子(分散質): 磁性粒子は直径1~10 μm の真球状の純鉄を用いる。これ以外に、鉄-コバルト合金や、鉄-ニッケル合金を用いた例もある。
- 分散媒: 磁性粒子を分散させる媒体で、シリコンオイル、ケロシン、合成油等が一般に用いられている。要求特性は、耐環境安定性、不燃性、温度安定性、低粘度特性等である。
- 分散剤: 分散媒中に磁性粒子を均一分散させる。要求特性は、磁性粒子がお互いに固着することを防ぐ凝集安定性と、磁性粒子が時間と共に沈殿することを防ぐ沈降安定性である。

今回評価を行った#104と#224はこれらの種類と配合を変えたものである。例えば分散媒は、#104ではシリコンオイル系、#224では炭化水素系である。

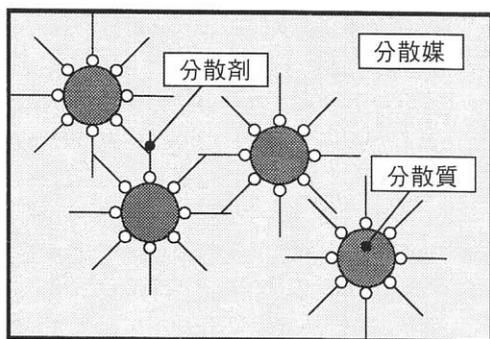


図2 MRFの内部構造模式図

3. 特 性 評 価 方 法

MRFの物性評価方法として、MRFの均質さの経時安定性をあらわす「沈降安定性」と、可変減衰特性をあらわす「せん断特性」を採用した。これらの方法について説明する。

3.1 沈降安定性

2章でMRFの組成を示したが、端的に言うと、MRFとは「細かな鉄の粒を混ぜた油」である。鉄は油に対し比重が大きいため、自然に放置すると沈降してしまい、MRFとしての機能を失う可能性がある。そのため長期間にわたり、安定した特性を得られることが、MRFの特性として必要となる。この度合いを測定する方法として採用した方法が、沈降安定性である。これは一定量(約20cc)をとったMRFをメスシリンダに入れ静置、一定時間毎の沈降後体積を測定し、算出する方法である(図3)。

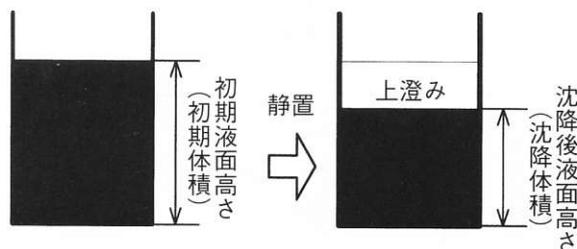


図3 沈降安定性測定法

ここで、沈降安定度を

$$\text{沈降安定度}(\%) = \frac{\text{一定時間静置における沈降後体積}(\text{ml})}{\text{初期体積}(\text{ml})} \times 100$$

として定義した。この指標では、数字が100%に近いほど沈降しないことを表す。図4には試験中の図を示す。この図では、下向き矢印が初期液面高さを示しており、上向き矢印が沈降後液面高さを示している。

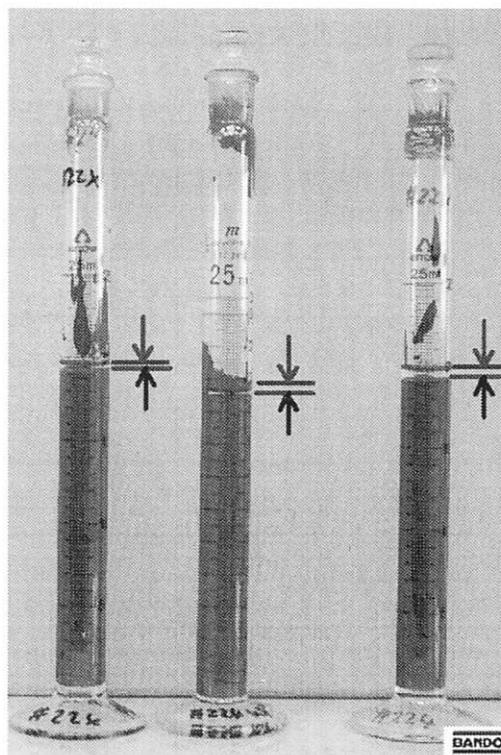


図4 沈降安定性測定状態(#224を576時間放置後)

3.2 せん断特性

3.2.1 粘度

物質定数の一つである粘度は、油圧装置等で液体を使用する場合、非常に重要な評価項目の一つである。本項で示すせん断特性試験結果から、MRFの流体モデル化について検討した。

基本的な流体モデルであるニュートン流体は、粘性のために生じるせん断応力が流れの場における速度勾配に正比例する液体であり、図5の様な流れを示す。この時粘度は次の式の η で表される。

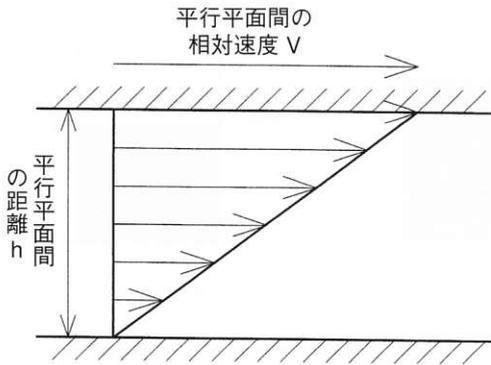


図5 ニュートン流体の粘性

$$\text{せん断応力} = \eta \times \frac{\text{平行平面壁の相対速度}}{\text{平行平面間の距離}}$$

この（平行平面壁の相対速度／平行平面間の距離）をずり速度、あるいはせん断速度と呼ぶ。つまり、この式は、せん断速度とせん断応力が一次の比例関係にあり、その直線の傾きが粘度であることを示している（図6）。

ニュートン流体では説明できない複雑な流れ挙動を示す流体を、広く「非ニュートン流体」と呼ぶ。多くの高分子流体、乳濁液、懸濁液等がこれである。非ニュートン流体の場合、様々なものがあり、複雑になるが、一般的にはせん断速度とせん断応力の関係がニュートン流体と異なり、一次式以外で表される。表2に非ニュートン流体を分類する。なお図6に擬塑性流体、ダイタラント流体、塑性流体、およびビンガム流体についてもモデルを併記する。

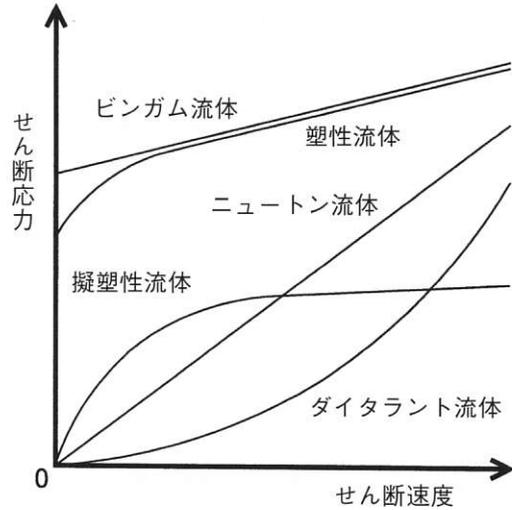


図6 流動曲線³⁾

3.2.2 せん断試験

MRFの適用としては、磁力により粘度が可変であることを利用し、可変減衰装置への応用を検討している。そのため磁力と粘度の関係は、非常に重要な特性である。この測定をせん断振動型試験機で実施する。図7にその外観図を示す。磁極面が平行になるようにした電磁石の磁極間に配置した薄い箱状の容器にMRFを入れ、その容器内に挿入した平板（せん断板）を、油圧シリンダを用いて、容器壁に対し平行に動かすことで、流体をせん断変形させる装置である。この機構は前章で説明した粘度の定義にそっているもので、磁力、加振条件（周波数、振幅）、および平板にかかる反力から、磁力-粘度関係を見ることが出来る。

このような測定時によく起きる問題として、せん断板がMRF内を往復振動する際に、稜線部でMRFをかき分ける効果が大きく出てしまい、粘度が精度良く測れないことが考えられる。今回これを防ぐために、せん断板の面積を、電磁石の磁極面より充分大きくした。これにより、せん断板を最大に振動させても磁極面から外れることがない（図8）ので、稜線の影響が小さくなる事を期待している。また容器、せん断板ともに交換可能であるので、液の厚みの変更等も可能である。

実験としては、三角波加振実験を行い、振動数0.1～2Hz、振幅2～10mm、印加電流0～12Aの範囲で変量を行った。なお、12Aでは約0.2Tの磁力がかかっている。

表2 非ニュートン流体の分類

名称	特徴	例
擬塑性流体	見かけの粘度が、せん断速度が大きいほど減少する。	高分子流体
ダイタラント流体	見かけの粘度が、せん断速度が大きいほど増加する。	砂と水の混合物
塑性流体	せん断応力がある降伏値を超えたとき初めて流動を生じる流体。ビンガム流体と非ビンガム流体に大別される。	粘度泥しょう、グリース

※他に、時間依存流体、シクソトロピー流体、レオペクシー流体、粘弾性流体等もある。

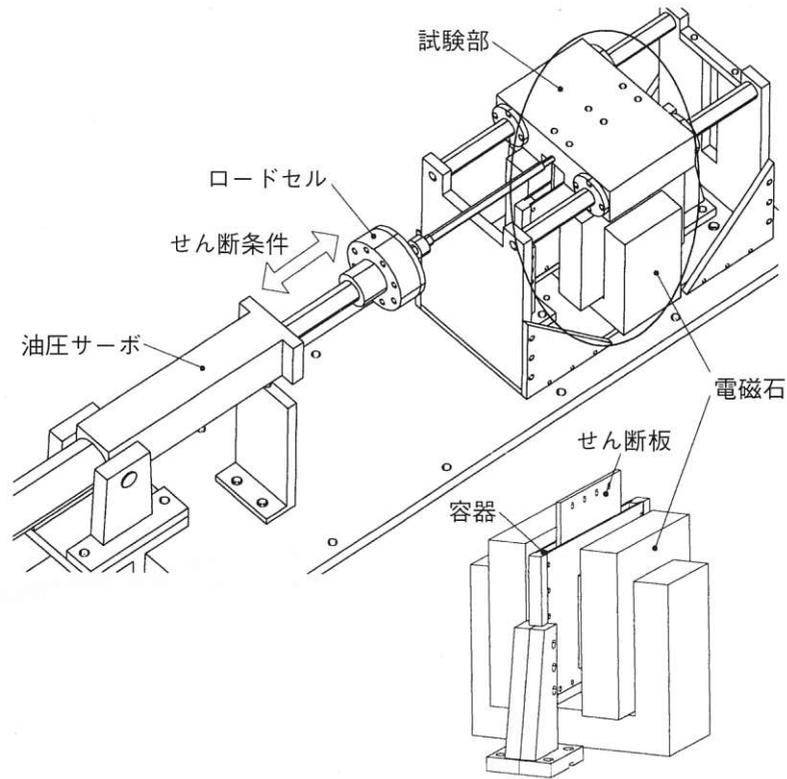


図7 せん断振動流型試験機

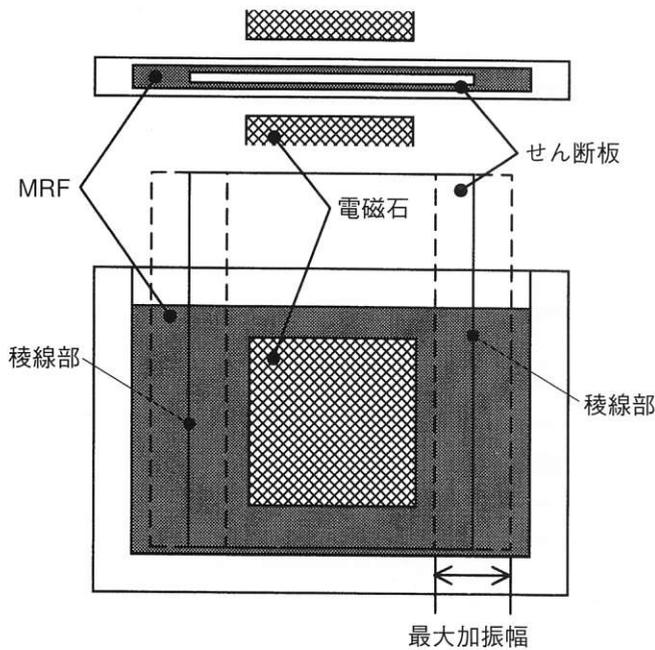


図8 電磁石とせん断板の位置関係

表3にせん断試験機のスペックを示す。

表3 せん断振動流型試験機のスペック

油圧シリンダ	ストローク	± 100mm
	最大荷重	± 10kN
電磁石	磁極間	20mm
	磁極面積	100 × 100mm
	最大磁力	0.25T(15A印加時)
加振部 (交換化)	容器形状	200 × 150 × 10mm
	加振板形状	150 × 150 × 5mm
	液幅	2.5mm(片側)

4. 結果と考察

4.1 #104の沈降安定性

図9に、#104の沈降安定性の結果について示す。なお比較対照として、市販品A,Bも併記し、それらとの特性比較を考察する。いずれも1000min程度まではほとんど沈降せず安定した状態であるが、市販品Aは1000min以降、急激な沈降が見られた。市販品B、およ

び#104では1000min以降も安定しており、測定終了時(約36000min≒25日)においても96%以上であり、#104は市販品の中でも優れたレベルの物と同等の沈降安定性があることが明らかになった。

4.2 #104のせん断特性

図10に、#104の周波数0.2Hz、振幅10mm条件下で印加電流を0～12Aまで変量させたせん断試験時の履歴ループを重ねて示す。試験機設計の際に危惧された、せん断板がMRF中を振動する際の稜線部での抵抗増加

については、0A時にほとんどループに面積が無いことから、問題無いレベルであると考えられる。

まず、ループ全体から明確になることは、印加電流値の増加に伴って、その減衰力は大きくなっていることである。すなわち、印加電流値を変化させることで、せん断応力を可変させることができた。印加電流値12Aの場合の減衰力は、0A時の約24倍であった。

一般に運動方程式は次の式で表される。

$$F = f + kx + cx + m\ddot{x}$$

この時物体に働く各力の定数項として、 f : 摩擦力、

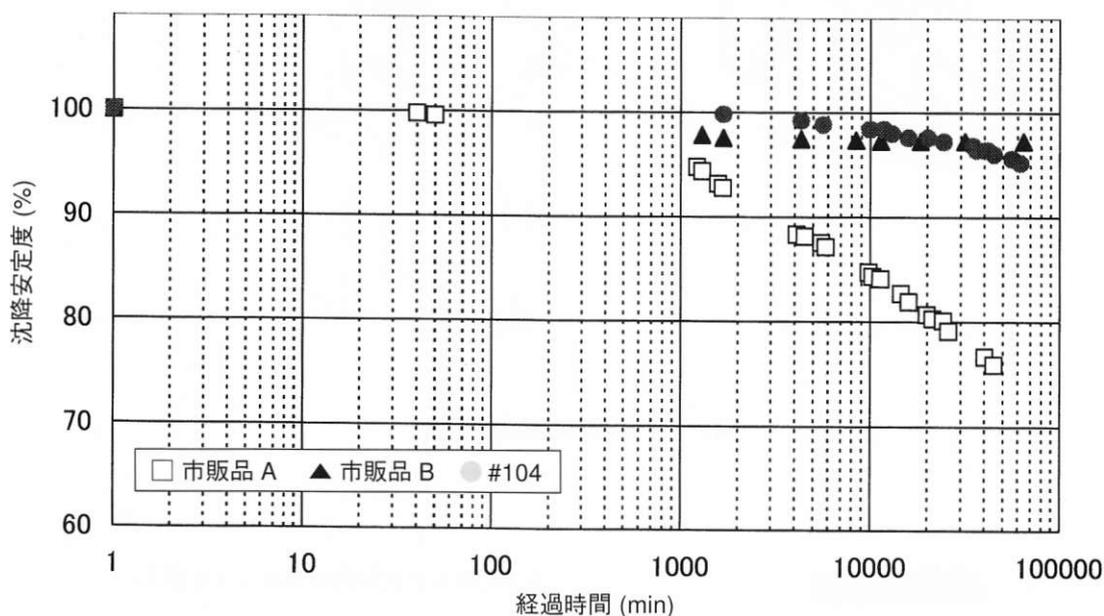


図9 MRFの沈降安定性1

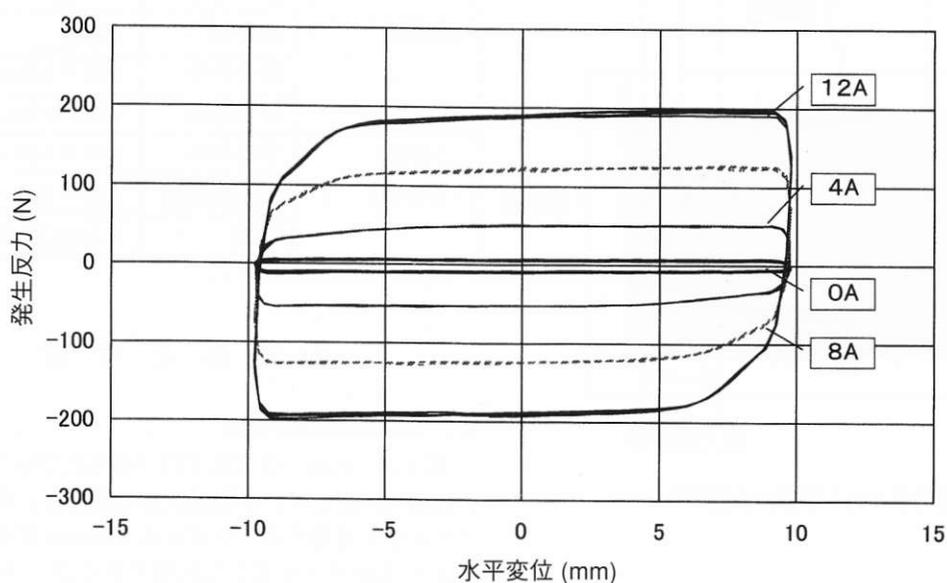


図10 #104の履歴ループ(振動0.2Hz、振幅10mm)

k :ばね定数、 c :減衰定数、 m :質量が考えられる。

最も大きく現れているのは摩擦減衰である。ループの形からは上面下面がわずかに傾きを持っているのでばね成分があり、丸みを帯びているのでわずかに粘性減衰成分があることを示しているが、もっとも効果が大きいのは、非常に四角いループなので、摩擦減衰であると考えられる。

図11に、せん断型試験機で様々な振幅、周波数、電流値を変量させた測定結果を、せん断速度とせん断応力の関係にプロットしたものを示す。これは図6の流動曲線そのものである。

詳細に検討すると、0Aの時には0を通る直線、すなわちニュートン流体と考えられる。電流値を上げるにつれ、ニュートン流体では説明が出来なくなり、塑性流体となっていることがわかる。また各電流値でのグラフのせん断速度10以上の傾きはほとんど変化が無

い。このことから磁力が印加されてもMRFの粘度は一定であることがわかる。

逆にせん断速度10までの非線形部分、あるいは近似的にビンガム流体とみなした際のY切片がMRFの電流値に対する特性変化を表していることがわかる(図12)。

4.3 #224の沈降特性

図13に、#224の沈降安定性の結果について示す。なお比較対照として、#104の結果も重ね書きし、それとの特性比較を考察する。#104は、前章までの検討で沈降安定性は市販品レベル、せん断特性も十分なレベルであることが明確になったが、沈降安定性についても一段階高いものをという要求が出てきた。そこでこれにこたえるために、#224が開発された。図13は図9より縦軸をより細かく見ている。これを見ると#104は、沈降安定性は高いが、測定終了時点(約36000min ≒ 25

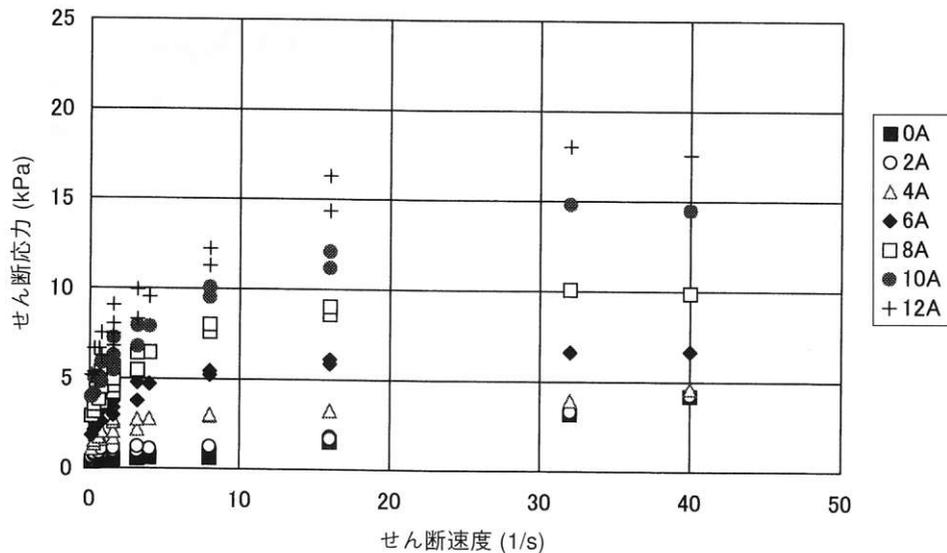


図11 #104のせん断速度とせん断応力の関係

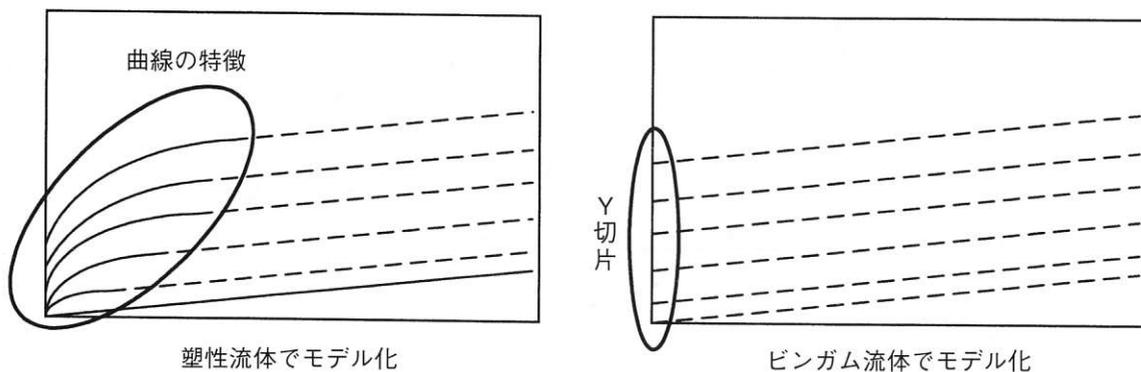


図12 #104の磁力印可による粘性変化の模式図

日)ではまだ沈降が進んでいることがわかる。このことは、数年といった長期保存の際にMRFの機能が損なわれるほど、多量に沈降する可能性が高いことを示している。

それに対し、#224は、測定開始初期に一旦沈降が進み、その後は4000min 辺りからほぼ沈降しなくなり、15000min 辺りで#104を逆転している。#224は、#104と異なり、測定終了時点(約36000min ≒ 25日)では沈降がまったく進行していないため、長期保存時も沈降はこれ以上進行しないと予想される。

4.4 #224のせん断特性

図14に、#224のせん断試験時の履歴ループを示す。代表して周波数0.2Hz、振幅10mm条件下で印加電流を

0～12Aまで変量させた結果を重ねて示す。

#104と同様に、印加電流値を変化させることで、発生応力を可変させることができた。印加電流値12Aの場合の減衰力は、0A時の約15倍であった。履歴ループの形状も#104と非常に似ており、この試験機でのMRFの減衰機構としては、①微小なばね成分、②微小な粘性減衰成分、③大きな摩擦減衰成分が働いたと考えられる。

図15に、#224の流動曲線を示す。これも#104と同様に、0Aの時には0を通る直線すなわちニュートン流体と考えられる。以降電流値を上げるにつれ、近似直線が0を通らなくなり、ニュートン流体では説明が出来なくなる。この時#104は塑性流体とも考えられたが、#224では低いせん断速度から、ほぼ直線で近似出来る

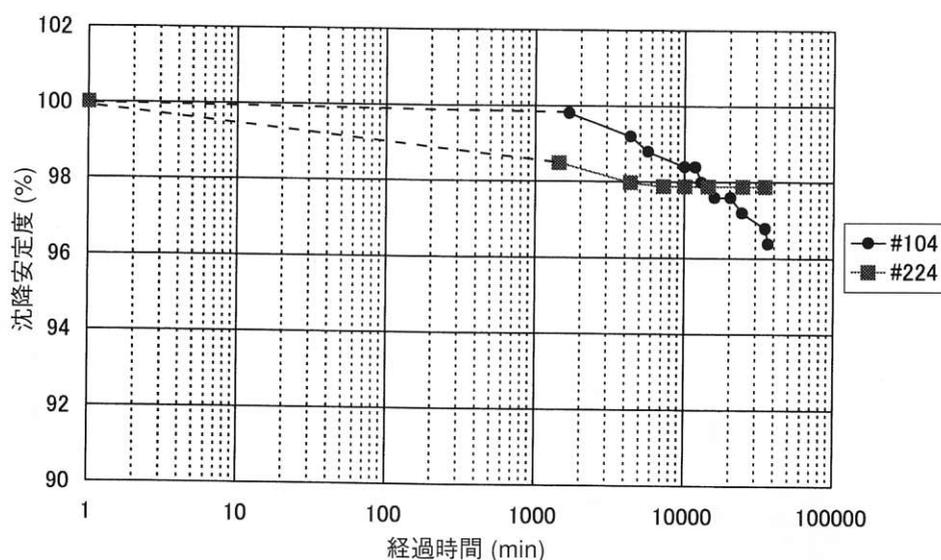


図13 MRFの沈降安定性2

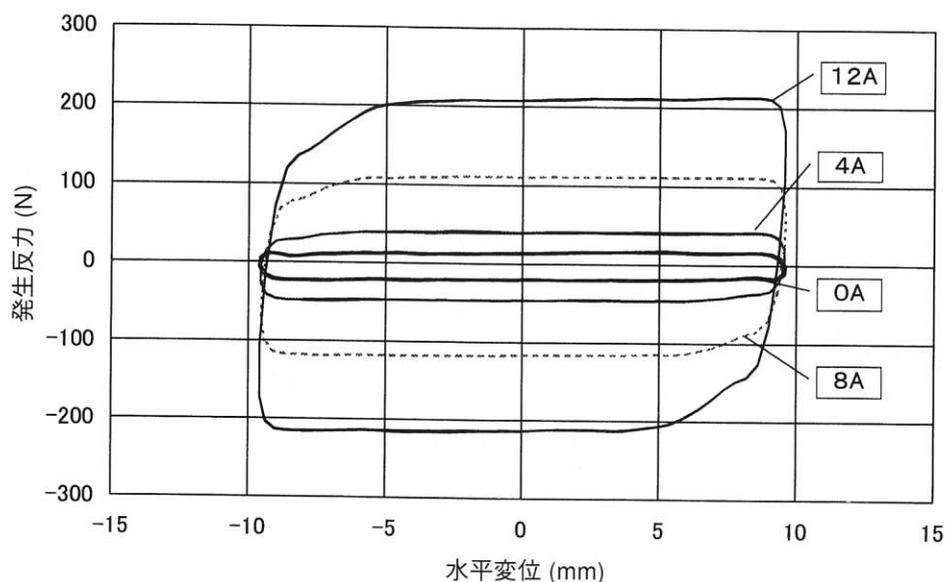


図14 #224の履歴ループ(振動0.2Hz、振幅10mm)

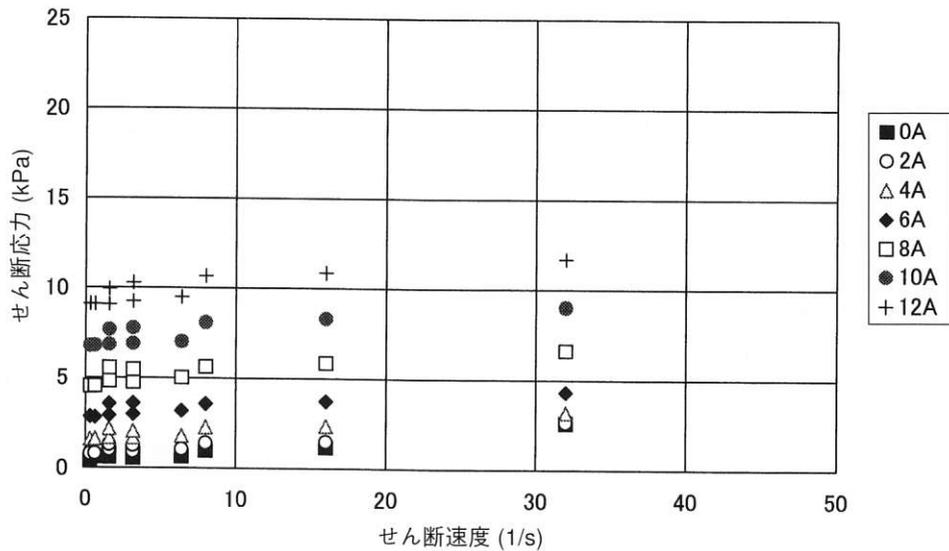


図 15 #224 のせん断速度とせん断応力の関係

ので、ビンガム流体と考えてよい。この結果から、#114 ではせん断速度初期の非線形挙動、あるいは近似的にビンガム流体とみなした際のY切片がMRFの電流値に対する特性変化を表していると予想したが、後者のY切片で検討するほうが容易であり、適当であると考えられる(図16)。

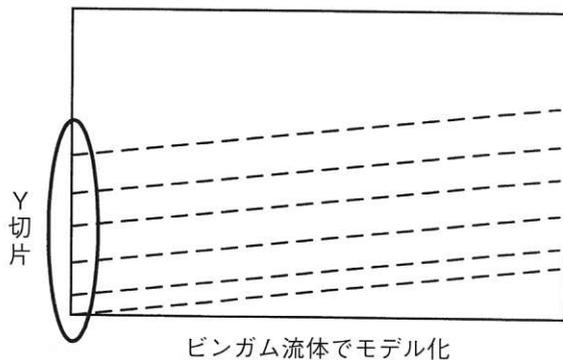


図 16 #224 の磁力印可による粘性変化の模式図

4.5 減衰エネルギー

せん断特性について、二者を比較する。比較は減衰特性を表す場合に用いられる減衰エネルギーを用いる。この減衰エネルギーは、各条件下での履歴カーブの1周辺りの面積で、1周辺りに減衰力により消費するエネルギーである。図17に、周波数0.2Hz、振幅10mmの試験条件下の0Aと12Aの減衰エネルギーを比較示す。二者共、0A時の減衰エネルギーはほぼ同じと考えてよいが、12Aでは#104が約12000Nmm、#224は約8000Nmmとなり、#104の方が1.5倍ほど大きいことがわかる。

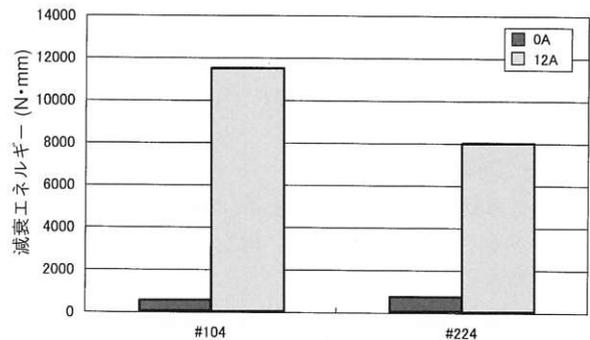


図 17 減衰エネルギー比較

4.6 特性比較

これまでに示した各測定結果から、#104と#224に以下のような特徴が見られ、使用条件により使い分けをする必要があることが明確になった。

#104：沈降安定性は#224に対し劣るが、磁力印加時の減衰力変化が大きい。

#224：磁力印加時の減衰力変化は#104に対し劣るが、沈降安定性に優れる。

4.7 今後に残された課題

今後に残された課題として、次の点があげられる。

① 沈降安定性のさらなる向上

#104から#224へと沈降安定性は向上した。しかし、例えば免震装置への適用を考えた場合、数十年といったスパンで特性が維持されることが必要である。これに耐えうる安定性の向上が目標である。

② 温度依存性の把握

#104、#224の温度依存性は未評価である。溶媒の特性から、温度依存性が高いことは十分予想できる。現行品測定を実施し、現状を知る必要がある。

③ 疲労寿命の把握

温度依存性と同様に、寿命に関するデータもまだない。MRFの特性は溶質である鉄に起因している。しかしこの鉄は粒子状をしているため、流動中に粒子同士がぶつかり、摩滅していくことは十分予想できる。この時に特性がどう変化するかは、知っておくべき項目である。

5. 結 言

磁性粘性流体を二品種（#104、#224）開発し、その特性把握のため下記の2つの評価方法を選択し、測定した結果以下のことが明らかとなった。

1) 「沈降安定性」

- いずれも市販品同等以上の沈降安定性を持つことが分かった。
- #104は、高い沈降安定性を持つが、測定中に完全に沈降が止まらなかったため、最終的にはもう少し低くなると考えられる。
- #224は、#104より高い沈降安定性を持ち、かつ測定中に完全に沈降が停止したと考えられるので、長時間放置後もMRFとしての特性は維持出来ていると考えられる。

2) 「せん断特性」

- せん断特性を測定した結果、0Aと12A時を比較すると、#104で約25倍、#224で約15倍減衰力が大きくなった。
- MRFの減衰モデルとしては、摩擦減衰効果が多くを占め、粘性減衰効果はわずかである。
- MRFの流体モデルとしては、ビンガム流体が適当である。せん断速度—せん断応力グラフにおける傾きはMRF液自身固有の粘度であり、磁力印加による特性変化はY切片の値で表せることが分かった。

[引用文献]

- 1) Rainbow, J.: AIEE Trans., 67, 1308 (1948).
- 2) 例えば、袖山、砂子田、藤谷、曾田、岩田：高知能建築構造システムに関する日米共同構造実験研究（その14）2kN級、20kN級MRダンパの開発、日本建築学会大会、2000.9.
- 3) 富田幸雄：水力学—流れ現象の基礎と構造—、実教出版、1982

[付記]

本報告は、下記報告内容に大幅に補足修正を加えたものである。

口頭発表：2001年度日本建築学会大会学術講演梗概集、239-240、2001年9月



荒木 伸介
Shinsuke ARAKI
1995年入社
中央研究所



高橋 弘好
Hiroyoshi TAKAHASHI
1994年入社
中央研究所



畑 克彦
Katsuhiko HATA
1985年入社
中央研究所



外村 卓也
Takuya TOMURA
1999年入社
中央研究所

粘着力の経時変化を改良した絆創膏用フィルムの設計

Design of PVC Film with Acrylics Polymer Adhesion Agent for Adhesive Bandages

松本 真哉*

Shinya MATSUMOTO

The adhesive strength of adhesion agent of PVC adhesive bandages on which an acrylic polymer adhesion agent is applied deteriorates gradually with an interval of time.

In this investigation, the cause of the deterioration of adhesive strength was clarified. Based on the investigation, the combination of a PVC film was changed for the betterment of the deterioration. The deterioration of adhesive strength was caused by the loss of a tack due to (1) shift of the low molecular weight epoxy compound contained in a PVC film to the adhesion agent layer, (2) the reaction between the epoxy compound and the acrylic acid unit contained in the adhesion agent, and (3) the hardening of an adhesion agent. For the betterment of the adhesion strength, three kinds of combination systems of PVC film having no additional low molecular weight epoxy compound were proposed. They are a) an increase of fatty acid metal salt, b) an addition of a phosphate compound, and c) a use of a polymer epoxy compound. Any one of these systems were proved to be able to control the change of adhesive strength with an interval of time and PVC films can be practically used as the base for adhesive bandages.

1. 緒 言

ジョンソン&ジョンソン社のバンドエイドをはじめとする救急絆創膏は、手軽に使用できることから家庭用常備品として広く普及している。現在では、同社以外にも多数のメーカーが当市場に参入してきており、市場規模は年間約 120 億円といわれている。

図 1 には、救急絆創膏の構成の概略を示した。救急絆創膏は、基材層および粘着剤層からなる粘着シートと、ガーゼ、離型紙から構成されている。ここで、基材層には塩化ビニル樹脂 (PVC)、オレフィン樹脂、ウレタン樹脂含浸不織布などが用いられるが、そのなかでも、PVC 基材は、肌貼り付けたときの感触（柔軟性、巻き締め感など）が特に優れているうえ、コストパフォーマンスが高いことから、ほとんどの救急絆創膏に PVC 基材が用いられている。弊社は、救急絆創膏用 PVC フィルムを生産しており、粘着加工を行うメーカーに販売している。

一方、救急絆創膏の粘着剤には肌への適度な密着性が要求されることから、粘着力をコントロールしやすく、粘着力の経時変化が少なく、耐水性の高い粘着剤が必要とされてきた。このため、これまではおもに天然ゴム系の粘着剤が用いられてきた。しかしながら、近年、天然ゴムによるアレルギー発症が問題視されるようになってきており、これを受けて、2001 年 1 月 1 日出荷分から、天然ゴム系粘着剤を用いた医療用具には

そのことを表示するよう義務付ける旨の通達が厚生労働省から出されている。このことにより、救急絆創膏メーカーは、デメリット表示をしながら天然ゴム系の粘着剤を使いつづけるか、新たな粘着剤を開発するかの二者択一を迫られることになった。

ここで、大半の救急絆創膏メーカーは、後者、すなわち新たな粘着剤の開発を選択し、主にアクリル系粘着剤への転換が図られた。しかしながら、PVC 基材にアクリル系粘着剤を塗布すると、粘着力が時間とともに徐々に低下してしまうという現象が確認された。このため、アクリル系粘着剤の粘着力の経時変化を起ささない PVC 基材の開発が急務となった。

本報告では、PVC 基材にアクリル系粘着剤を塗布したときの粘着力の経時変化の原因を追求し、その対策としての PVC 基材の配合設計について述べた。

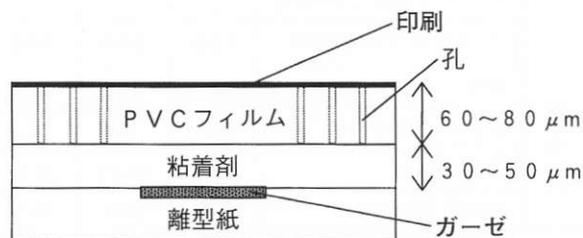


図 1 救急絆創膏の構成

* 化成品事業部

2. 実験方法

2.1 材料

PVC基材は、PVCに種々の添加剤を加えた組成物（配合は表1参照）をカレンダー成形することにより、厚さ70 μ mのフィルムを調製して使用した。

アクリル系粘着剤については、モデル物質として、アクリル酸-2-エチルヘキシル100重量部に対して酢酸ビニル40重量部ならびにアクリル酸5重量部を加えて、酢酸エチル中で重合して得られた共重合体を使用した。

2.2 粘着力の測定

粘着力の測定は、JIS Z 0237に準じ、被着体としてステンレス板を用い、サンプルサイズ19mm幅×150mm長さ、剥離速度300mm/min、剥離角度180度にて行った。各試料につき5回測定し、その平均値を粘着力とした。

2.3 PVC基材の耐熱性の評価

PVC基材の耐熱性はロール耐熱試験ならびにプラスト耐熱試験により行った。

ロール耐熱試験は、180℃に温調した2軸テストロールに各々の配合物を所定量供給し、所定時間材料をロールに巻き付けながら配合物の挙動、すなわち滑性、プレートアウト、色差を観察した。滑性は、シートをロールから剥がすときの剥がれやすさで、時間とともに値が大きくなるほど熱劣化が進んでいると判断される。プレートアウトとは、ロール面の汚れであり、時間とともに汚れが酷くなる場合は熱劣化が進んでいる

と判断される。また、ロール耐熱試験前後の色差が大きいほど熱劣化が進んでいると判断される。

プラスト耐熱試験は、東洋精機製ラボプラストミルを用い、所定の温度、ローター回転数にて各々の配合物を混練したときに、配合物が分解するまでに要する時間を求めるものである。分解点はトルクならびに材料温度が上昇し始める時点とした。

2.4 PVC基材の物性の評価

PVC基材の引張試験は、引張試験機を用い、サンプルサイズ19mm×180mm、チャック間距離100mm、標線間距離50mm、ヘッドスピード300mm/minにて測定し、各々の測定項目のn=3の平均値を算出した。

艶の測定はグロスメーターを用いた。

3. 経時粘着力低下の原因

3.1 絆創膏用PVC基材の配合設計上の制約

絆創膏用基材フィルムには、下記の機能が要求され、配合設計上の制約となる。

- ・ 安全衛生性 …… 厚生労働省告示 20 試験に合格すること。
- ・ 柔軟性 …… 肌の動きに柔軟に追従しつつ、適度に応力緩和すること。
- ・ 粘着適性 …… 粘着剤の性能を損なわないこと。粘着剤が剥がれないこと。
- ・ 印刷適性 …… グラビア印刷や UV 印刷が可能であること。
- ・ 打ち抜き加工裁断性 …… 所定形状の打ち抜き裁断

表1 試験配合ならびに耐熱性の評価結果

	配合名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
配合	PVC	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	ハイドロタルサイト	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	脂肪酸金属塩	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	エポキシ化大豆油	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	亜リン酸エステル	—	—	—	—	0.2	0.3	0.5	—	—	—
	高分子エポキシ化合物	—	—	—	—	—	—	—	1.5	2.0	2.5
	ポリエステル可塑剤	51.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0
耐熱性	滑性	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	プレートアウト	無	無	無	無	有(微)	有(微)	有(微)	有(微)	有(微)	有(微)
	変色 (ΔE)	8.22	11.71	6.3	4.9	2.0	1.0	0.9	5.6	3.8	3.9
	分解時間 (min)	17.8	14.0	16.5	17.6	17.5	17.5	17.4	17.5	19.0	20.0

配合量 : PVC 100重量部に対する添加部数(phr)にて示した。

ロール耐熱性 : 滑性 数字が大きいほどロールから剥がれやすい。

プレートアウト ロール面の汚れの有無にて表記した。

変色 色差 ΔE にて示した。値が大きいほど変色が著しい。

プラスト耐熱性 : 分解時間 数字が大きいほど耐熱性に優れる。

加工や穴あけ加工が可能であること。

これらの必要性能に鑑み、弊社の絆創膏用PVC基材については、次のことを配合設計上の制約としている。

- ① 安定剤は最も安全性が高いと考えられるカルシウム-亜鉛系を用いる。
- ② 柔軟性の付与は、可塑剤を多量に添加することによって行うが、安全性ならびに粘着適性に配慮して、高分子量ポリエステル系化合物を用いる。

表1のA配合には、現行の絆創膏用PVC基材の配合を示した。ここで、ハイドロタルサイト、脂肪酸金属塩(カルシウム塩および亜鉛塩)、エポキシ化大豆油は、PVCに耐熱性を付与し、フィルム成形中のPVCの分解を抑制するための安定剤である。

3.2 経時粘着力低下とその原因

図2には、表1に記したA配合によるPVC基材を用いたときの粘着力の経時変化を示した。ここで、粘着力は粘着加工直後の値を100%とする保持率で表記した。また、試料の保管条件は、60℃×30%RH(高温環境)と40℃×75%RH(高温高湿環境)との2種類を選択した。

高温環境では28日目、高温高湿環境では14日目までに粘着力の保持率は40%まで低下した。保持率が低下した試料を観察したところ、粘着剤層が硬くなり、タック(粘着性)が失われていることがわかった。参考のため、PVC基材ではなくポリエステル(PET)フィルムに粘着剤を塗布して同様の環境に置いた場合には、このような粘着剤の変化は観察されなかった。

このことから、経時粘着力の低下は、PVC基材層に含まれる物質が時間とともに粘着剤層に移行し、粘着剤の架橋を引き起こすことによって、粘着剤が徐々に硬化し、タックを失った結果として生じたものと考えられた。粘着剤の架橋成分としてはアクリル酸ユニットが考えられる。一方、PVC基材層から粘着剤層に移行する物質としては、低分子量の液体であるエポキシ化大豆油が唯一予想される。すなわち、経時粘着力の低下は、粘着剤中のアクリル酸ユニットがエポキシ化大豆油と架橋反応を起こしたことによるものと推定した。

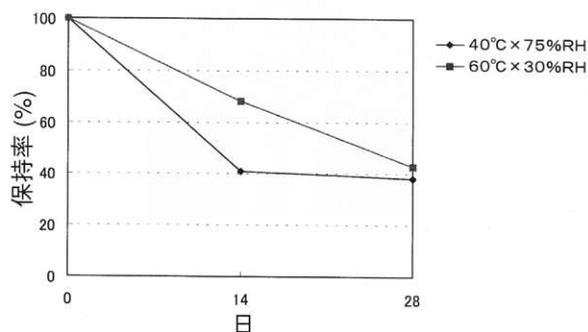


図2 A配合フィルムの粘着力保持率の経時変化

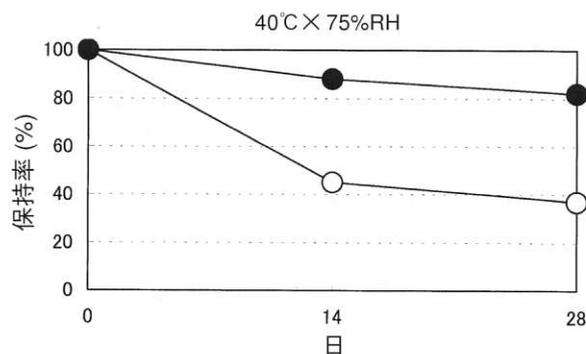


図3 エポキシ化大豆油の有無による粘着力保持率の経時変化

- : A配合(エポキシ化大豆油添加)
- : B配合(エポキシ化大豆油無添加)

そこで、つぎにエポキシ化大豆油を除いた配合(表1のB配合)にてPVC基材を作製し、粘着力の経時変化を測定した。図3には、高温高湿環境での測定結果を示した。エポキシ化大豆油を添加したA配合では先に述べた通り、粘着力の保持率は、14日目までに約40%まで低下するが、エポキシ化大豆油を添加しないB配合では、28日経過後も80%以上の保持率を維持した。この水準であれば、実用上問題はないと判断することができる。

図3により、経時粘着力の低下は、PVC基材中のエポキシ化大豆油が粘着剤層へ移行することによって起こるという前述の推定が正しいことが明らかになった。しかし、B配合は耐熱性が不足しており、フィルムの成形中に変色や分解を起こしやすく、実用的ではない。そこでつぎに、エポキシ化大豆油を用いなくとも耐熱性に優れ、成形中に問題を生じない配合処方検討を行った。

4. PVC基材の配合設計

4.1 配合設計の考え方

PVCは加工温度において脱塩酸を起こし、これが連鎖的に進行することによって変色や黒化分解を生じる。PVCに耐熱性を付与し、このような分解を抑える目的で添加される物質がいわゆる安定剤である。安定剤の機能は、塩酸を捕捉し、PVCの分解が連鎖的に進行するのを妨害することにある。このような機能を有する物質としては、脂肪酸金属塩、ハイドロタルサイト、亜リン酸エステル、エポキシ化合物などが知られている。ここでは、粘着剤に悪影響を及ぼさないために、エポキシ化大豆油のような低分子量エポキシ化合物を使用せずに配合設計を行う必要がある。具体的には下記の3通りの方策を検討した。

- ① 従来から用いている脂肪酸金属塩とハイドロタルサイトを増量する。
- ② 脂肪酸金属塩とハイドロタルサイトに加え、亜リ

ン酸エステルを併用する。

- ③ 脂肪酸金属塩とヒドロタルサイトに加え、粘着剤層へ移行しにくいエポキシ樹脂、すなわち高分子エポキシ化合物を併用する。

4.2 配合設計の検討結果

表1のC～Jの配合には、それぞれ上記①、②、③の考え方に基づく検討配合とその評価結果とを示した。表1に示した現行配合（A配合）およびこれからエポキシ化大豆油を除いた配合（B配合）と比較して、①～③のいずれの手段によっても、ロール耐熱の変色が抑えられ、プラスト耐熱性の分解時間が延長されており、PVCの耐熱性が改良されたことがわかった。しかし、②の系では、亜リン酸エステルの添加により変色がA配合よりも抑えられたが、0.2phrの添加で十分効果が現れており、それ以上添加しても更なる改良は認められなかった。一方、③の系では、高分子エポキシ化合物の添加によって、プラスト耐熱性の分解時間が延長されることが判明した。添加量は2.0phrで十分実用に耐えることがわかった。

表2には、①～③のそれぞれの系から選択した実用配合について、フィルムの物性値を示した。いずれの項目とも、救急絆創膏としての実用上十分な性能を有している。また、図4には、これらのフィルムを基材として用いたときの粘着力の経時変化を示した。高温高湿環境で28日を経過しても、保持率は80%以上を維持しており、実用上十分な性能が得られたことがわかった。

表2 改良配合フィルムの基本物性

配合名		D	E	I
50% モジュラス (N/19mm)	縦	12.7	12.7	13.2
	横	10.8	10.8	11.3
破断強度 (N/19mm)	縦	37.9	38.2	37.3
	横	30.4	33.3	32.4
伸び (%)	縦	304	303	299
	横	307	320	325
加熱収縮率 (%) (120℃×10min)	縦	7.7	6.2	5.5
	横	-1.3	-1.5	-1.0
加熱後艶(グロス) (150℃×5min)	絞面	21.3	20.4	23.8
	ゴム面	8.9	11.3	11.5

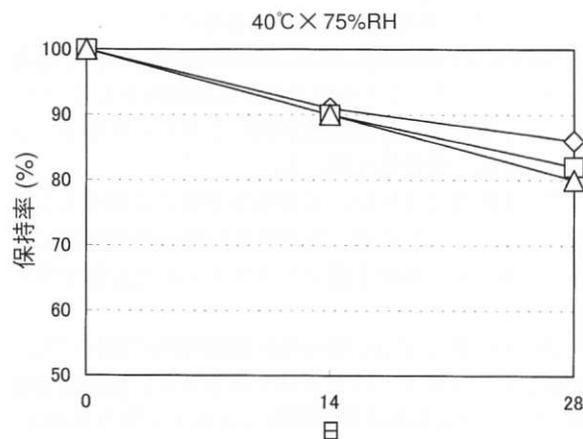


図4 改良配合フィルムの粘着力保持率の経時変化

- ◇：配合D
- ：配合E
- △：配合I

5. 結 論

絆創膏用PVC基材にアクリル系粘着剤を塗布したときに、粘着剤の粘着力が時間とともに失われる現象について、原因追求を行い、PVC基材の配合設計の見直しにより対策を行った。

その結果以下のことがわかった

- 1) 粘着力が失われる現象は、PVC基材中に含まれる低分子量エポキシ化合物が粘着剤層に移行し、粘着剤に含まれるアクリル酸ユニットと反応することによって、粘着剤が硬化することによるものであることがわかった。
- 2) その対策として、低分子量エポキシ化合物を添加しない配合系を3種類設計した。そのいずれにおいても、粘着力の経時変化が抑制されること、ならびに救急絆創膏用基材として実用上十分な性能を有することを確認した。



松本 真哉

Shinya MATSUMOTO
1986年 入社
化成事業部

ブレード用ホルダーのクロムフリー化

Chrome-Free Blade Holder

名川 進*

Susumu NAGAWA

1. 緒 言

1.1 ホルダーの構成

一般にブレード用ホルダーとして、使用されるホルダー材料は、電気亜鉛メッキ鋼板が多くをしめる。この鋼板は、基本的に図1のような構成をとり、亜鉛メッキは、鉄を錆から保護する最も汎用的な防食法である。これは、表面の亜鉛が錆びることによって鉄の錆びを防止しているが、このままでは、亜鉛の錆び（白錆び）が容易に発生し、著しい耐食性向上には結びつかない。そこで従来から、亜鉛メッキの表面にクロメート（6価クロム）処理が施されている。

亜鉛メッキ単独の皮膜では、SST（塩水噴霧試験）で1時間以内に白錆びを生じ、メッキ厚さ5 μ mでも30～40時間で亜鉛メッキ層は腐食して溶出し、赤錆びが発生する。一方クロメート処理を施すと、白錆び発生は200時間程度までに改善されたという報告もある¹⁾。

クロメートの特徴は、その皮膜が自己修復性を持っていることにある。これは、クロメート皮膜中に微量なクロメート処理液が残留（一種のゲル状）しているからで、ひっかき傷などでクロメート皮膜が多少破壊しても、残留液がにじみでて、もう一度皮膜を再生し、耐食性を維持すると言われている¹⁾。

クロメート表面上にはさらに、鋼板の使用用途に

じて、樹脂皮膜などのコーティングが施される場合もある。

1.2 クロムフリー化の背景と目的

前項で述べたように、耐食性や経済性の面で優れるクロメートは、その使用に環境対策が必要なこと、また、PRTR（環境汚染物質排出・移動登録制度）対象物質に6価クロム化合物が含まれていることで、各鋼板メーカーもクロムフリー化処理技術の実現をめざしている。

特に近年、環境の保護、並びに、環境負荷低減を目的とした製品開発が活発化する中で、顧客のグリーン調達・グリーン購入に基づき、ブレード用ホルダーのクロムフリー化の具体的な要求があり、これらに対応した新しいブレードの開発が必要となってきた。

さらに、ブレードの重要特性であるホルダーとウレタンゴムの接着力を確保するため、接着工程において、ホルダー表面に接着前処理剤（プライマー）を使用する場合がある。このプライマー成分には、PRTR第一種有害性物質が含まれている場合があり、環境汚染の予防に基づき、使用量を削減する必要も出てきた。

以上を背景として、環境負荷低減を目的とした、クロムフリー、かつプライマーレスのホルダーの開発を行ったものである。

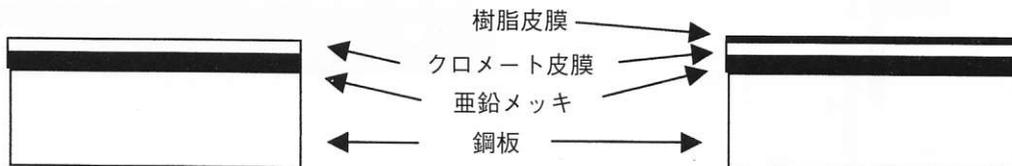


図1 電気亜鉛メッキ鋼板一般構成図

* MMP 事業部

1.3 ブレード製品について

ブレードは、弾性ブレード（ウレタンゴム部）と支持板金（ホルダー）が接着剤により固定された構造体であり、複写機、プリンター等の内部に組み込まれ、感光体、ベルト、ローラーのクリーニングブレードや、現像部におけるトナーの薄層化や、帯電及び粉煙防止用ブレードとして使用される。代表的なクリーニングブレードの構成と使われ方を図2に示す。

1.4 開発のポイント

鋼板におけるクロメート層への期待性能は、優れた防食性（クロムの自己修復機能）であり、クロムフリー化においてこの特性を確保する必要がある。また、接着剤との接着性はプライマーレスで満足させる必要があると同時に、ブレードホルダーとしての潤滑性・耐指紋性・加工性・剛性なども、従来当社が推奨使用していた神戸製鋼所製コーベジック J 2 材と同等以上であることが要求される。これらの要求を達成するために下記のようなステップで検討を行った。

- ① 第一ステップ 市販のクロムフリー鋼板から、接着性、調達性及びコストを加味した鋼板のスクリーニング
- ② 第二ステップ 第一ステップで選定した鋼板について、品質工学的手法による接着最適条件の設定
- ③ 神戸製鋼所との共同開発内容
第一及び第二ステップで得た知見を基にした共同開発

2. ブレード用ホルダーに要求される重要特性

クロムフリー鋼板の開発にあたり下記の事項を重要特性として、検討を行った。

- 1) 接着性… プライマーレスで、現行使用している接着剤と現行同等以上の接着性を維持すること。

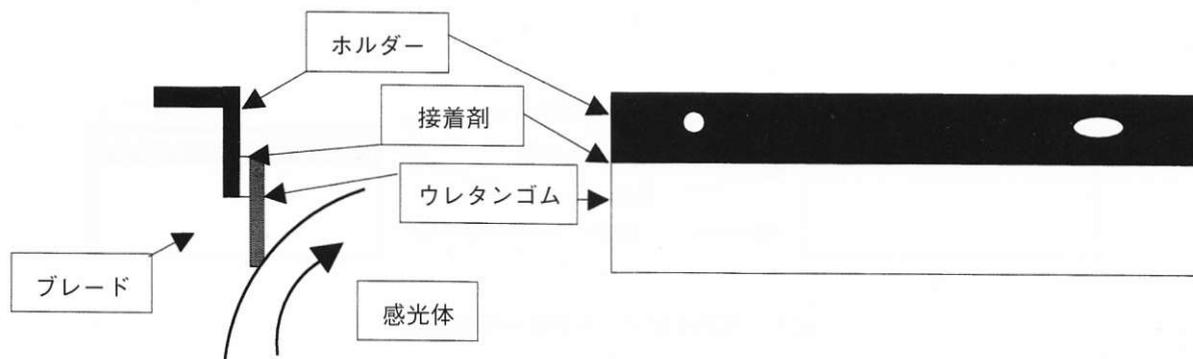


図2 ブレードの使われ方と一般形状概略図

- 2) 加工性… 曲げ精度・平面度・バリなど現行使用鋼材と同等以上であること。鋼板変更による金型調整が不要であること。
- 3) 耐食性… 現行使用鋼材と同等以上であること。
- 4) 安全性… クロム（6価・3価）フリーであること。
- 5) 耐溶剤性… 現行脱脂条件において、劣化しないこと。
- 6) 調達性… 国内・海外いずれにおいても同一仕様品が調達できること。

その他、防食性・導電性・潤滑性・耐指紋性・塗装性なども合わせて確認することとした。

3. 実験方法

3.1 第一ステップ

市販で入手可能なクロムフリー鋼板（5社・6種類）を入手し、各接着剤（ α 種・ β 種）との接着力を一次・二次（保管性）評価までを行い、調達性・コストについても考慮した上で、3種類に絞り込むこととした。

また、各鋼板の表面皮膜定性分析を顕微FT-IR及び熱分解GC/MSを用いて分析した。

実験内容を表1に示す。

表1 実験内容

鋼板種	接着剤種	接着加工条件 接着評価条件
コーベジック J 2 (現行)	α 種 β 種	一定
神戸製鋼所製 GX		
神戸製鋼所製 GX改		
A社製		
B社製		
C社製		
D社製		

3.2 第二ステップ

第一ステップで選定した3種類のクロムフリー鋼板について、品質工学のパラメータ設計を用いて、外乱(保管環境等)因子に対してロバストネス性のある接着最適条件を見出すことを目的としてL18実験を実施した。因子とその水準を表2に示す。

3.3 神戸製鋼所との共同開発内容

市販の神戸製鋼所製グリーンコートGXの表面皮膜樹脂はポリエチレン系であり、これまでの結果から、接着剤として α 種を用いた場合、殆ど接着しなかった。従って、表面皮膜をウレタン系に変更(GX改)して、第2ステップまで評価を行ったが、接着力については現行使用のJ2材に及ばない結果であった。そのため、皮膜について樹脂材料系検討及び添加剤追添の検討を実施した。

4. 結果と考察

4.1 第一ステップ

接着力一次評価では、現行のJ2材の接着力には及ばないものの、神戸製鋼所製グリーンコートGX改を含めA社品・B社品の3種が接着力を維持していた。ただし、二次評価では、特に接着剤 α 種との相性が悪く改良の余地があることが判明した(表3参照)。また、3種類の鋼板は、厚み、海外での調達性、コストの面で同等であった。

さらに、各鋼板の表面皮膜定性分析結果から、上記3種類の鋼板の表面皮膜は、全てウレタン系樹脂皮膜(J2材も含む)であり、他の鋼板のそれはポリエチレン系樹脂皮膜であった。すなわち、接着性は鋼板の皮膜系列により層別できることが判明した。

以上の結果より、次ステップへのクロムフリー鋼板の候補として、GX改・A社品・B社品の3種類を選定した。

表2 因子とその水準

制御因子	水準1	水準2	水準3
A: プライマー	あり	なし	—
B: 鋼板種	GX改	A社品	B社品
C: 接着剤種	α 種	β 種	γ 種
D: 接着方法	方法1	方法2	方法3
E: 接着条件(1)	条件1	条件2	条件3
F: 接着条件(2)	条件1	条件2	条件3
G: 接着条件(3)	条件1	条件2	条件3
H: 接着方法(2)	方法1	方法2	方法3
誤差因子			
I: 保管環境	環境1	環境2	—

これらの因子をL18直交表に割付け、実験を行った。

表3 接着性評価結果

鋼板種	樹脂皮膜種	α 種との接着性	β 種との接着性
コーベジックJ2	ウレタン系	現行品	現行品
神戸製鋼所製GX	ポリエチレン系	×/×	△/×
神戸製鋼所製GX改	ウレタン系	△/×	○/△
A社製	ウレタン系	△/×	○/△
B社製	ウレタン系	△/×	△/△
C社製	ポリエチレン系	×/×	×/×
D社製	ポリエチレン系	×/×	△/×

・表中、○/△は、一次評価/二次評価で記載。
 ・○…現行品同等レベル △…現行品以下 ×…ほとんど接着しない

4.2 第二ステップ

L18実験から得られた結果より、S/N比を算出した。結果を図3に示す。

図3より、取り上げた因子の中で、接着力に対するプライマーの効果は極めて大きく、接着加工条件は他の因子に比べ効果の小さいことが判明した。また、各クロムフリー鋼板と接着剤β種との相性は良好であるが、接着剤α種との相性は、鋼板表面の皮膜凝集剥離(皮膜間での剥離)の発生により極めて悪いことも判明した。

この傾向は、現在使用しているJ2材でも同様に見られる。従って、α種を接着剤として用いる場合は、接着力が低く不安定となるため、使用時にプライマーの併用が避けられない。

これらの知見をもとに、第一ステップ時より、サンプル改良対応を行ってきた神戸製鋼所と本格的にクロムフリー鋼板の開発を着手するに至った。

4.3 神戸製鋼所との共同開発内容

4.3.1 皮膜樹脂材料系の検討

鋼板表面の樹脂材料系がB1系ウレタン(サンプル

名: BX1)、B2系ウレタン(BX2)、B3系ウレタン(BX3)の3サンプルを作成し、接着剤α種及びβ種と組み合わせる接着評価を行った。

皮膜樹脂材料系では、B3系ウレタン(BX3)が各接着剤に対して良好であり、二次評価結果もGX改と比較して向上しているため、皮膜のベース樹脂材料系をこの系に決定した。(表4参照)しかし、BX3でもα種を接着剤として用いた場合、J2材には及ばず、また、剥離部を観察した所、鋼板表面の皮膜凝集剥離であり、皮膜の凝集力が弱いことが推定された。従って、次の改良方法として皮膜の凝集力を向上させるため、樹脂への添加剤追添の効果を確認することとした。

4.3.2 皮膜樹脂への添加剤追添の検討

以下の添加剤について樹脂への添加量を変量して、接着性の向上を検討した。

- ・添加剤A…皮膜と亜鉛メッキ層、及び皮膜と接着剤の接着力強化用。
- ・添加剤B…皮膜の凝集力強化用。

添加量は、B3系ウレタン樹脂層に占める割合とし、それぞれの添加剤量を多い・少ないの2水準で組み合わせる接着力を確認した。接着剤はα種とβ種を使用

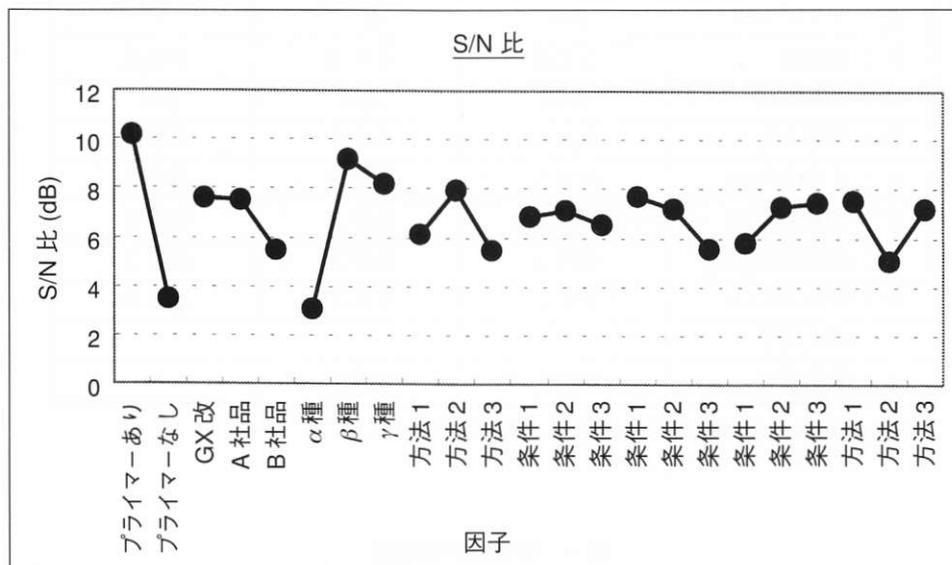


図3 S/N比

表4 接着性評価結果

サンプル名	α種との接着性	β種との接着性
ブランク (GX改)	△/×	○/△
BX1	×/×	△/△
BX2	×/×	△/△
BX3	△/△	○/△

・表中、○/△は、一次評価/二次評価で記載。
 ・○…現行品同等レベル △…現行品以下 ×…ほとんど接着しない

した（サンプル名：B X 4～B X 7）。

その結果を表5に示す。

添加剤A配合量：多い、添加剤B配合量：多い（サンプル名：B X 7）の水準が接着力は最も高く、J 2材と同等以上の接着力が得られた。

しかし、この添加量でも接着剤としてα種を用いた場合、剥離部は皮膜凝集剥離であるが、

- ① 接着性は一次・二次評価とも現行品同等水準に向上（皮膜凝集力向上）したこと、
 - ② これ以上の添加剤増量は、化学的に皮膜の凝集力が低下する可能性があること、
- から、この添加量を最適量として配合を決定した。

また、決定した鋼板仕様（B X 7）で、初期5ロットに対して、接着性の再現及びロット間のバラツキ把握を行い、問題ないことを確認した。

4.3.3 クロムフリー鋼板（B X 7）の特性

開発したクロムフリー鋼板（B X 7）の特性を下記にまとめた。

- ① 接着性… プライマーレスで、現行使用している接着

剤と現行同等以上の接着性を維持。

- ② 加工性… 曲げ精度・平面度・バリなど現行使用鋼材と同等。
鋼板変更による金型調整が不要。
- ③ 耐食性… 現行使用鋼材と同等。
- ④ 安全性… クロム（6価・3価）フリー。
- ⑤ 耐溶剤性… 現行脱脂条件において劣化なし。
- ⑥ 調達性… 国内・海外いずれにおいても同一仕様品が調達可能。

また、防食性・導電性・潤滑性・耐指紋性・塗装性の評価結果を表6に示した。

5. ま と め

クロムフリー化とプライマーレス化を達成できるブレード用ホルダーとして、総合的に性能を満足していると判断されるB X 7を神戸製鋼所におけるバンドー化学オリジナルグレードとして、表7の通り登録するに至った。

表5 接着性評価結果

〈接着剤：α種〉

添加剤A \ 添加剤B	多い	少ない
	多い	○/○ (B X 7)
少ない	△/△ (B X 5)	△/△ (B X 4)

〈接着剤：β種〉

添加剤A \ 添加剤B	多い	少ない
	多い	◎/◎ (B X 7)
少ない	○/○ (B X 5)	○/△ (B X 4)

- ・ 表中、○/△は、一次評価/二次評価で記載。
- ・ ◎…現行品同等以上のレベル ○…現行品同等
△…現行品以下 ×…ほとんど接着しない

表6 B X 7の特性評価結果

No.	評価項目	B X 7	コーベジック J 2	備考	
1)	防食性	≒ 0 %	≒ 0 %	100hrs 白錆び発生率	
2)	導電性	20 ~ 200 Ω	20 ~ 200Ω	皮膜抵抗値	
3)	潤滑性	0.08	0.08	動摩擦係数	
4)	耐指紋性	≤ 1	≤ 1	≤ 3で指紋はほとんど目立たない	
5)	塗装性	一次	100%	100%	上段：碁盤目 下段：碁盤目エリクセン
		二次	100%	100%	上段：碁盤目 下段：碁盤目エリクセン

表7 鋼板仕様概要

名称	コーベジックグリーンコートGX-BX ZINKOBELLA GREENCOTE GX-BX
メーカー	株式会社 神戸製鋼所
JIS記号	SECC
概略仕様	クロムフリー電気亜鉛めっき鋼板
備考	グリーンコートGX-BXは、神戸製鋼所クロムフリー鋼板グリーンコートGXをベースに、ブレードの重要特性である接着力アップの改良を行ったバンドー向け特殊グレード。
鋼板諸特性	グリーンコートGX-BXはJIS記号SECCに属し、機械的特性は、従来から使用しているSECC-Cと変化なし。

開発したクロムフリー鋼板（GX-BX）の構成は以下の通りである。

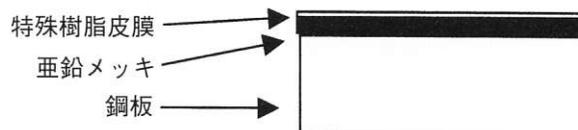


図4 開発したクロムフリー鋼板の構成

[付記]

本内容については、神戸製鋼所殿と特許を共同出願中である。

[引用文献]

- 1) 松本啓介:「進展する各六価クロム対策」(有)トリテクノ技術資料



名川 進

Susumu NAGAWA
1991年 入社
MMP事業部

有機 EL 材料の開発

Development of Hole Injection Materials for Organic EL Device

稲田 宏*

Hiroshi INADA

1. はじめに

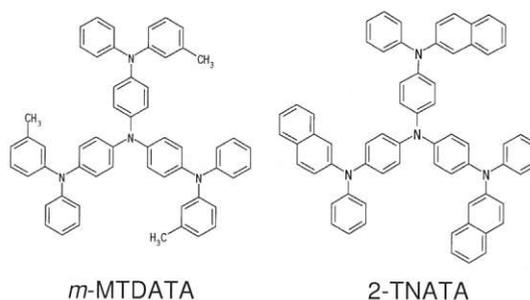
当社の研究の歴史は、16年以上昔にさかのぼることができる。当初から有機EL材料の開発を目指していたわけではない。広範囲にわたる光・電子機能材料の開発・製品化を目指していたのである。もともと当社では、複写機・プリンター関係のエラストマー部品（例えば、クリーニングブレードや導電性ローラーなど）を開発生産してきた。その歴史の中で、有機感光体の開発を志したことがあり、その中で、キーとなる正孔輸送材料（CTM）に独自性を持つことが、差別化の重要なポイントと考え、機能性材料の有機合成の分野に入っていくこととなった。

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-methylphenylphenylamino)triphenylamine(*m*-MTDATA)(図1)^{2),6)}は、これまで有機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

図1 正孔注入材料 *m*-MTDATA・2-TNATA の分子構造

有機EL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。

2. 開発のポイント

当社では、この材料を如何に製品化していくかという点に特に力を入れてきた。*m*-MTDATAをはじめとするスターバースト分子群(図2)は、ウルマン反応で合成するのであるが、スターバースト化合物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。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。そこで、当社では、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た。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が得られた。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体制が整っている。

* 中央研究所

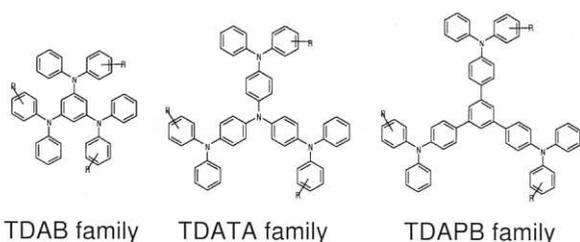


図2 スターバースト分子群

同時に当社で力を入れたことは、純度の評価技術の確立である。有機ELデバイス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。現在当社では、評価用有機EL素子を作製して、エネルギー効率、クーロン効率などを測定することにより材料を評価し、HPLC（高速液体クロマトグラフィー）による分離分析の結果より、必要純度を設定している。

3. 現在の状況

m-MTDATAは、非常に優れたアモルファス安定性を示し、ITO表面の凹凸をカバーする能力がある。これにより、突然のリークによる有機EL素子の故障というモードをなくすことができた。また、蒸着速度にかかわらずきれいな膜を形成できるため、デバイス製造において蒸着条件にロバスト性を持たせることができる。当然のことながら、正孔注入特性も優れており、キャリアバランス、駆動電圧低減の観点から有用な材料として各方面から評価されている。しかしながら、そのガラス転移温度は75℃であり、電子デバイスに必要な耐熱性を考慮すると、実用上では若干の問題があった。その点を改良した材料が、4,4',4''-Tris(2-naphtylphenyl-amino)triphenylamine (2-TNATA)(図1)である⁹⁾。この材料は、*m*-MTDATAと同程度のアモルファス安定性と電子特性を有し、ガラス転移温度を110℃に向上させたものである。

現在、有機ELデバイス開発メーカーにその用途に応じて*m*-MTDATAと2-TNATAの2種を正孔注入材料として提供し、評価をいただいている。

4. 今後の展開

現在、有機EL素子の耐熱性をさらに向上させ、高効率化に寄与する材料の開発に注力するとともに、安定した品質の材料をユーザー各社にお届けできるように

品質管理の向上と、純度などの評価技術の向上を行っている。

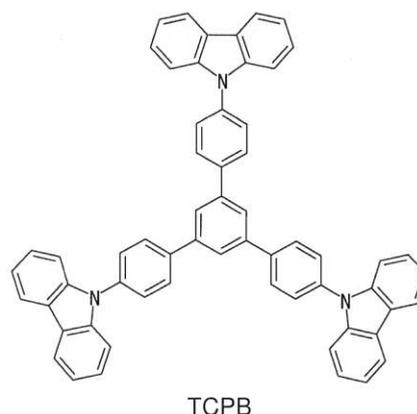


図3 三重項ホスト材料TCPBの分子構造

また、最近では、スターバースト化合物の一つである1,3,5-Tris(4-N-carbazolylphenyl)benzene(TCPB)(図3)を三重項ホスト材料として用いると効率・寿命の点で有用であるとの報告があり¹⁰⁾、スターバースト化合物が正孔注入材料だけでなく様々な電子機能材料として、活用できることが示された。今後、アモルファス分子材料—スターバースト化合物は、まだ発見されていない様々な機能を発現し、光・電子機能材料の重要な一角を占めることになりそうである。

当社としても、ユーザー各社の要望を受け止めて、改良を進めていくとともに、アモルファス分子材料という観点から、信頼性(純度)・製膜性・耐熱性・電子特性という電子デバイスに求められるさまざまな機能を満足する材料を提案できるようなメーカーを目指していきたい。

[付記]

本稿は、(株)工業調査会発行の電子材料2001年12月号に掲載された

[引用文献]

- 1) Y.Shirota, *J.Mater.Chem.*, **10**, 1(2000) and references cited therein
- 2) Y.Shirota, *et. al.*, *Chem. Lett.*, **1989**, 1145
- 3) Y.Shirota, *et. al.*, *Chem. Lett.*, **1991**, 1731
- 4) Y.Shirota, *et. al.*, *Adv. Mater.*, **3**, 549(1991)
- 5) Y.Shirota, *et. al.*, *J. Mater. Chem.*, **3**, 319(1993)
- 6) Y.Shirota, *et. al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **65**, 807(1994)
- 7) Y.Shirota, *et. al.*, *Adv. Mater.*, **6**, 677(1994)
- 8) Y.Shirota, *et. al.*, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **280**, 331(1996)
- 9) Y.Shirota, *et. al.*, *J. Lumin.*, **72-74**, 985(1997)
- 10) 佐藤佳晴、有機分子バイオエレクトロニクス分科会第9回講習会、17-22(2001)



稲田 宏

Hiroshi INADA
1988年 入社
中央研究所

特許・実用新案登録一覧

(2000. 9. ～ 2001. 9.)

(日本特許)

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H09-68222[H09/03/21] 開 H10-259855[H10/09/29] 登 3120053[2000/10/13]	宝蔵寺昌彦 田中 克典 梅宮 正稔 吉嶋 登 竹中実千博 納谷 政秀 春重 直久 長井 正一	<p>〈名称〉 伝動ベルト成形用金型への帆布挿入方法</p> <p>〈要約〉 油圧シリンダ手段によって第一のフレームを倒伏動作させ、前記金型を、軸線を鉛直方向とする第一の位置から、軸線を水平方向とする第2の位置に移動させる。それから、第2のフレームを回転動作させ、金型を、前記第2の位置から、水平面内で所定角度回転した第3の位置に移動させ、その状態即ち、金型が側方に向けられた状態で帆布の挿入を行なう。</p>
願 H03-294463[H03/11/11] 開 H05-133440[H05/05/28] 登 3122197[2000/10/20]	原 浩一郎 川原 英昭	<p>〈名称〉 伝動ベルト用ポリウレタン組成物及びそれを用いた伝動ベルト</p> <p>〈要約〉 ベルト用ポリウレタン組成物として、炭素数13以上的高级脂肪酸と炭素数8以上的高级アルコールとで構成される液状及び粉末状的高级脂肪酸エステルを混合したものを添加物とし、架橋剤の活性水素基とウレタンプレポリマーのイソシアネート基とのモル数比率を0.97-1.1とする。</p>
願 H03-300945[H03/11/18] 開 H05-138761[H05/06/08] 登 3122200[2000/10/20]	金田 真明 佐藤 一男 宝蔵寺昌彦	<p>〈名称〉 タイミングマークの転写装置及び転写方法</p> <p>〈要約〉 ベルト成形帯を主動ロール及び従動ロールに巻き掛ける。ベルトの歯部が板状部材の凹凸部に係合する状態で、転写熱部材でタイミングマークシート及びベルト成形帯を板状部材に対して押圧しマークを転写する。サイズ検出手段でベルト成形帯のサイズを検出。検出サイズと予め設定されたサイズとが一致することを確認して転写熱部材を作動させる。</p>
願 H04-18957[H04/02/04] 開 H05-214165[H05/08/24] 登 3124097[2000/10/27]	井上 貞夫	<p>〈名称〉 免震装置</p> <p>〈要約〉 天然ゴム100重量部に、軟化点333K-373Kのクマロン樹脂15-45重量部を配合した免震ゴム用高減衰ゴム組成物。ヒステリシスロス、伸び、実用温度域での弾性率の温度依存性及び引っ張り強さ等の特性がバランスよく保たれる。</p>
願 H03-293181[H03/11/08] 開 H05-134515[H05/05/28] 登 3124340[2000/10/27]	吉田 裕彦 山口 清隆 山口 勝也	<p>〈名称〉 帯電体</p> <p>〈要約〉 弾性体マトリックスポリマー中に導電性物質を分散させた半導電性弾性体層を有する帯電体であって、導電性物質の分散安定剤として分子内に導電性物質と化学的な相互作用を有する物質を用いた。</p>
願 H08- 80244[H08/04/02] 開 H09-269260[H09/10/14] 登 3124484[2000/10/27]	池野 隆 本多 祐一 清井 正則	<p>〈名称〉 樹脂材料の計量方法及び計量装置</p> <p>〈要約〉 定容量ポットと、このポット内に樹脂材料を未可塑性の状態で見積する充填部と、この充填部によりポット内に充填される樹脂材料の充填圧を検出する圧力センサと、この圧力センサにより検出された充填圧が所定値に達したときにポット内への充填が停止されるように充填部の作動を制御する制御部とを備える。</p>

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H03-320231[H03/12/04] 開 H05-156086[H05/06/22] 登 3129798[2000/11/17]	橋 博之	<p>〈名称〉 歯付ベルト</p> <p>〈要約〉 エチレン性不飽和ニトリル-共役ジエン系共重合体からなる水素化ゴム 100重量部、不飽和カルボン酸金属塩 10-100重量部、有機過酸化化物 0.2-10重量部および硫黄成分 0.4-1.0重量部を含有し、硫黄成分がモル数に換算して有機過酸化化物よりも多く含有した加硫性ゴム組成物で背ゴム層及び歯付層を構成、歯布を水添の接着ゴムで歯付層に接着する。</p>
願 H09-17987[H09/01/31] 開 H09-309157[H09/12/02] 登 3131167[2000/11/17]	田中 通生 坂本 修	<p>〈名称〉 歯付ベルトの製造方法及びその製造方法に使用する帆布位置決め装置</p> <p>〈要約〉 柔軟性を有する位置決め紐の一端を形成用金型の一端側に固定し、他端側を引っ張って位置決め紐に張力を与え、この緊張状態の位置決め紐で伸縮性帆布のジョイント部を押しえ付けて歯部成形用凹溝に位置決めする。次いで、心体コードをスパイラル状に巻き付けた後、位置決め紐の張力を解除して歯部成形用凹溝から取り除く。その後未加硫ゴムシートを心体コードの上から巻き付ける。</p>
願 H08-138947[H08/05/31] 開 H09-317796[H09/12/09] 登 3133255[2000/11/24]	宮田 博文	<p>〈名称〉 一方クラッチ</p> <p>〈要約〉 外周に円形状の摩擦面を有する平プーリと、この平プーリにその摩擦面の中心線回りに相対回転可能に組み付けられていて、該摩擦面の半径方向外方に位置する外周に円弧状の摩擦面を有するVプーリとこれらプーリの両摩擦面間に巻き掛けられたエンドレスの平ベルトと、この平ベルトの両プーリ間の一方のスパンに初張力を付与する板ばねとを用いて一方クラッチを構成する。</p>
願 H09-107806[H09/04/24] 開 H10-297115[H10/11/10] 登 3135860[2000/12/01]	新居 俊男 松井 文雄 光畑 孝典	<p>〈名称〉 熱転写受像紙及びその製造方法</p> <p>〈要約〉 熱転写し得る染料又はインクの層を有する熱転写シートを加熱したとき、その染料又はインクを受容する樹脂からなる受容層を基紙上に有する熱転写受像紙において、上記樹脂成分を含む粉体塗料組成物の塗膜からなる受容層が上記基紙の両面に設けられている熱転写受像シートが提供される。</p>
願 H09-108742[H09/04/25] 開 H10-297117[H10/11/10] 登 3135861[2000/12/01]	新居 俊男 光畑 孝典 松井 文雄	<p>〈名称〉 熱転写受像シート用の白色粉体塗料組成物及び熱転写受像シート</p> <p>〈要約〉 単一の工程によって、基材上にインクシートとの離型性を備えた樹脂層を受容層として形成して、熱転写受像シートを与えることができ、しかも、保存において黄変しない白色粉体塗料組成物を提供する。</p>
願 H03-224601[H03/08/09] 開 H05-42615[H05/02/23] 登 3137685[2000/12/08]	宝蔵寺昌彦 山本 裕嗣	<p>〈名称〉 無端ゴムベルトの加硫装置と加硫方法</p> <p>〈要約〉 チェーンにより搬送されるチャック台上に着脱自在且つ回転自在に支持され、未加硫のゴムベルト素材を巻き付けて成形するための円筒状の加硫ドラムと、加硫ドラムを中心に対向して配設され、その周面の相対向する部位を円弧状に取り巻いて押圧可能な一対の無端の加圧バンドとを備える。そして、加硫ドラムの外周面を内部から加熱するとともに、加硫ドラムに対し各加圧バンドを相対向して押圧した状態で、各加圧バンドをそれぞれ同期されて所定方向に回転させる。</p>
願 H05-192279[H05/08/03] 開 H07-42794[H07/02/10] 登 3148780[2001/01/12]	渡辺 勝喜 枝 實 間 佳孝	<p>〈名称〉 歯付ベルト及びそれを用いた伝動機構</p> <p>〈要約〉 ベルト高さ寸法に対するベルト幅寸法の比が0.6から1.2の範囲に設定される場合に、抗張体を背ゴム部のベルト長さ方向の全ての部位に1から3本の完全なベルト幅方向の断面形状が確保されている状態に埋設し、背ゴム部ないし歯部をショア硬さが85以上95以下の範囲に設定されたポリウレタン樹脂で構成する。</p>

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H08-323126[H08/12/03] 開 H10-156917[H10/06/16] 登 3150293[2001/01/19]	永見 晴資 藤原 勝良	<p>〈名称〉 ゴムロールの製造方法</p> <p>〈要約〉 軸体の外周面上に発泡ゴム層を設け、さらに該発泡ゴム層の外周面上に非発泡ゴム層を設けて成るゴムロールにおいて、非発泡ゴム層のスコッチタイムを発泡ゴム層のスコッチタイムより短く設定して、ゴム層を発泡成形しゴムロールを製造する。非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なる帯電部材において帯電部を発泡倍率が2以上でかつ発泡後の比重が0.5以上の発泡ゴムから形成する。</p>
願 H07-338401[H07/12/26] 開 H09-174999[H09/07/08] 登 3150598[2001/01/19]	佐藤 裕喜	<p>〈名称〉 水性インク用フィルム</p> <p>〈要約〉 ベースフィルムの表面に水性インクを吸収するインク吸収層が重ねられていて該インク吸収層が、上記ベースフィルムと接着可能な樹脂100重量部に、炭酸カルシウムが30～500重量部配合されてなるものである。</p>
願 H01-263611[H01/10/09] 開 H03-124607[H03/05/28] 登 3152914[2001/01/26]	寺山 義英	<p>〈名称〉 コンベヤベルト</p> <p>〈要約〉 帯状に配列した抗張力芯体の裏面側に裏ゴム層を、さらに表面または表裏面には接着層を介して補強布を積層しさらにその上にカバーゴム層を一体的に積層してなるコンベヤベルトにおいて、補強布は、ベルト長さ方向に沿う経糸が太さ840d/1以上、経糸の引張強さ100kgf/cm以上の抗張力ナイロン糸で構成され、かつ温度条件180℃～210℃、張力0.04～0.18/dでの熱処理により、補強布の経糸に沿った方向の熱収縮率が150℃、30分加熱直後において1.5～2.0%とされ、経糸に沿った方向の熱収縮率が抗張力芯体と同一化されているナイロン補強布であることを特徴とするコンベヤベルト。</p>
願 H09-71899[H09/03/25] 開 H10-264267[H10/10/06] 登 3153145[2001/01/26]	宝蔵寺昌彦 田中 克典 長井 正一 梅宮 正稔 吉嶋 登 竹中実千博 納谷 政秀 春重 直久	<p>〈名称〉 帆布挿入治具及びそれをを用いた帆布挿入装置</p> <p>〈要約〉 帆布挿入治具の拡張部を、収縮状態として、該帆布挿入治具の円筒状筥の周囲に帆布を挿入する。拡張部を拡張して、その拡張状態で、治具を金型の一端部に係合させ、その後、治具を再び収縮状態として、帆布を帆布挿入治具上から金型上へ移動させる。この状態で、円筒状筥上から金型上への帆布の移動を行なう。</p>
願 H07-98418[H07/04/24] 開 H08-292694[H08/11/05] 登 3154292[2001/02/02]	迫 康浩 藤原 良則	<p>〈名称〉 電子写真装置用ブレード体</p> <p>〈要約〉 本発明による電子写真装置用ブレード体は、ブレード部材を支持体に接着してなり、ブレード部材がポリオール成分とポリイソシアネート成分とのを反応させてなるポリウレタンエラストマーからなると共に、上記ポリオール成分の少なくとも一部が分子の両末端に活性水素を有する反応性基をもつポリシロキサンからなる。</p>
願 H05-84287[H05/04/12] 開 H06-301278[H06/10/28] 登 3154861[2001/02/02]	迫 康浩 武居 正史	<p>〈名称〉 現像機用ローラ及びその製造方法</p> <p>〈要約〉 現像機用ローラの帯電特性、低摩擦係数、低歪化を、ローラ表面に新たに外層を設けることなく一層構造で実現し、高い生産性でしかも割安に提供する。</p>

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H03-338754[H03/12/20] 開 H05-173361[H05/07/13] 登 3155043[2001/02/02]	室伏 克己 細田 喜一 永瀬 貴行	<p>〈名称〉近赤外線消色トナーの製造方法</p> <p>〈要約〉近赤外線吸収性染料とこの分解温度よりも30℃以上低い軟化点を有する結着用樹脂と、この樹脂の軟化点以上でかつ近赤外線吸収染料の分解温度よりも10℃以上低い温度で加熱、熔融混練り後、熔融混練り物に軟化点が結着用樹脂の軟化点よりも10℃以上高くかつ近赤外線吸収染料の分解温度よりも低い結着用樹脂を添加して短時間で、加熱、熔融混練りする。</p>
願 H03-328223[H03/11/16] 開 H05-138760[H05/06/08] 登 3157230[2001/02/09]	森下 義夫	<p>〈名称〉伝動ベルトの成形用マンドレル</p> <p>〈要約〉マンドレルでは、成形しようとする伝動ベルトの内周長に対応させるべく、半径方向位置の調整を可能にして複数の拡径片が回転軸の周囲に配置されている。回転軸の軸心から各片外面までの半径方向寸法が異なる段部を各拡径片に設けた。</p>
願 H05-39478[H05/02/02] 開 H06-230710[H06/08/19] 登 3157327[2001/02/09]	三田 浩	<p>〈名称〉クリーニングブレードの製造方法</p> <p>〈要約〉支持金具へのブレード本体の接着や切断を簡単かつ正確に行えて生産効率等の改善に寄与するクリーニングブレードの製造方法を提供する。</p>
願 H02-278680[H02/10/16] 開 H04-153116[H04/05/26] 登 3157517[2001/02/09]	山口 勝也 野中 敬三	<p>〈名称〉平ベルト及び平ベルト駆動装置</p> <p>〈要約〉適度な剛性と可撓性を維持しながらベルト厚みを増大しうる手段を講ずることにより、ベルトの走行特性を改善するとともに、簡易な構成でベルトの蛇行を防止しうる平ベルト駆動装置を提供する。</p>
願 H04-106592[H04/04/24] 開 H05-149395[H05/06/15] 登 3160062[2001/02/16]	見方 康範 上月 陸三 岡本 眞和 三橋 浩	<p>〈名称〉ベルト駆動装置</p> <p>〈要約〉3本のローラに感光ベルトを掛け渡す。第3ローラの軸端部に偏動検出部材を配設し、感光ベルトが偏動して接触すると、偏動検出部材の回転トルクを利用して第3ローラの一方の軸端部を変位させることで初期偏動を解消する。第2ローラと第3ローラとの量軸端部間にテンションアームを架設し、一方のテンションアームに軸端部の変位方向に向かって延びる長孔を形成する。</p>
願 H09-86771[H09/04/04] 開 H10-277282[H10/10/20] 登 3164531[2001/03/02]	東口 正二 古川 邦雄 野口 重則 田中 通生	<p>〈名称〉ベルト用帆布の縫製方法及び縫製装置</p> <p>〈要約〉自動送り機構を有するミシンによりベルト用の筒状帆布を縫製するに当たり、比較的簡単な機構を設けることによって、人に頼らずに多品種に亘り自動送りを行うことができ、しかも縫製皺はできず、かつ真っすぐに縫製できるようにする。</p>
願 H11-205661[H11/07/21] 開 2001-32090[2001/02/06] 登 3164568[2001/03/02]	清井 正則 廣田 紀之 佐藤 弘幸	<p>〈名称〉乾式無段変速機用樹脂ブロック補強材の自動洗浄接着処理装置</p> <p>〈要約〉搬送側とリターン側を周回する無端状のベルトと、前記ベルトの走行経路中に設けられ、且つ曲状走行路のベルト進入側に前記ベルトを押圧して前記曲状走行路の内側において、前記案内部材の押圧部が、曲状走行路の内周面の内側に位置するように配置されていることを特徴とする。</p>
願 H04-17405[H04/02/03] 開 H05-213931[H05/08/24] 登 3167395[2001/03/09]	城田 靖彦 中野 英之 上田 英美 石川 涉 稲田 宏	<p>〈名称〉1,3,5-トリリス[フエニル(2-チエニル)アミノ]ベンゼン</p> <p>〈要約〉常温でアモルファス状態を保持でき、それ自体で薄膜化することができ、光電変換素子、サーモクロミック素子、光メモリー素子等として有用な新規化合物を提供する。</p>

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H09-73420[H09/03/26] 開 H10-264265[H10/10/06] 登 3172117[2001/03/23]	梅宮 正稔 納谷 政秀 春重 直久 吉嶋 登 長井 正一 田中 克典 竹中実千博 宝蔵寺昌彦	〈名称〉円筒状ゴムシートの製造方法およびその装置 〈要約〉未加硫のゴムシートを変形させず、過不足なく無円筒状金型に巻き付け、また、比較的薄いゴムシートであっても作業中に皺を生じることがない円筒状ゴムシートの製造方法及びその装置を提供する。
願 H04-271508[H04/10/09] 開 H06-123354[H06/05/06] 登 3172282[2001/03/23]	宮田 博文	〈名称〉プーリ式変速装置 〈要約〉互いに平行な1対の回転軸上にそれぞれ設けられた変速プーリと、両プーリ間に巻き掛けられたベルトとを備えたプーリ式変速装置に対し、ワイヤを利用して両プーリの可動シーブを互いに連動させ、変速装置の小形化、軽量化及びコストダウン化を図る。
願 H09-250205[H09/09/16] 開 H11- 80501[H11/03/26] 登 3172476[2001/03/23]	佐藤 弘幸 野中 敬三	〈名称〉フェノール樹脂成形材料及びこれを用いた樹脂摺動部材 〈要約〉フェノール樹脂100重量部に対して結晶構造がオニオン構造の炭素短繊維が25～120重量部、三次元方向に展開した形状を有する針状単結晶体からなるテトラポット型酸化亜鉛ウイスカが3～60重量部添加されたフェノール樹脂成形材料でブロックVベルトのブロックのプーリと摺接する摺接部を成形する。
願 H04-26576[H04/02/13] 開 H05-223119[H05/08/31] 登 3173521[2001/03/30]	武居 正史 迫 康浩	〈名称〉導電性ウレタンローラー 〈要約〉表面に接着剤をスパイラル状に塗布した金属製の軸体を有する導電性ウレタンローラー軸体への接着剤の塗布作業が容易で、ウレタン層と軸体との接着力が高く、導電性が良好である。
願 H04-161077[H04/06/19] 開 H06-1860[H06/01/11] 登 3173527[2001/03/30]	大野 公睦 野中 敬三	〈名称〉芳香族ポリアミド繊維と水素化ニトリルゴム配合物との接着方法 〈要約〉高温下でも強度低下を起こさず良好な接着力を保持することができる芳香族ポリアミド繊維と水素化ニトリルゴム配合物との接着方法を提供する。
願 H04-253325[H04/09/24] 開 H06-109076[H06/04/19] 登 3173884[2001/03/30]	藤原 章憲 木本 完治	〈名称〉ベルト 〈要約〉帆布のジョイント部を原因とする亀裂や異音の発生を防止する。
願 H03-235405[H03/08/21] 開 H05- 50443[H05/03/02] 登 3179152[2001/04/13]	梶 晋一 畑井 博隆 森下 義夫	〈名称〉無端ゴムベルトの加硫装置 〈要約〉上端部に開閉蓋を有し密封可能な加硫容器と、この加硫容器内に挿入される金型を備えている。金型の外周面に形成された未加硫のゴムベルト成形体の周囲に被装されるゴムスリーブの長さは、被装した状態でゴムスリーブの両端が金型の上下面よりやや突出するように、金型の高さよりもやや長くしている。加硫容器内の下端部に台座を設けるとともに、冷却ジャケットを構成する。
願 H05-62074[H05/03/22] 開 H06-220447[H06/08/09] 登 3179234[2001/04/13]	今井 邦男 脇本 健夫 城田 靖彦 稲田 宏 古畑 知一	〈名称〉有機エレクトロルミネッセンス素子 〈要約〉陽極、有機化合物からなる正孔輸送層、有機化合物からなる発光層及び陰極が順に積層された有機エレクトロルミネッセンス素子であって、正孔輸送層がトリスフェノチアジニルトリフェニルアミン誘導体又はトリスフェノキサジニルトリフェニルアミン誘導体であることを特徴とする。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H03-48270[H03/03/13] 開 H05-10394[H05/01/19] 登 3179790[2001/04/13]	山口 勝也 野中 敬三 谷本 貞雄 中野 嘉久	<p>〈名称〉電子写真装置用無端平ベルト</p> <p>〈要約〉外側樹脂フィルム層、内側樹脂フィルム層からなる積層ベルトである。内側樹脂フィルム層のベルト周方向における引張弾性率は、外側樹脂フィルム層のベルト周方向の引張弾性率よりも大きく設定。外側樹脂フィルム層は内側よりも伸びやすく、ベルトは屈曲性が良いのでフィルム層間に無理な力が作用せず、層間の剥離が防止される。</p>
願 H03-109079[H03/05/14] 開 H04-337338[H04/11/25] 登 3179795[2001/04/13]	梅田 荒夫 塩山 務 荻野 雅章	<p>〈名称〉不連続繊維補強ゴム組成物</p> <p>〈要約〉マトリックスゴム100重量部当たり5-80重量部の短繊維が混入分散されてなるマトリックスゴムがエチレン・プロピレンゴム100重量部当たり20-50重量部の天然ゴムが混合してなるエラストマー及びその他の配合剤からなることを特徴とする。</p>
願 H09-256955[H09/09/22] 開 H11-9428[H11/04/09] 登 3187003[2001/05/11]	大野 公睦	<p>〈名称〉歯付ベルト</p> <p>〈要約〉歯付ベルトのベルト本体の歯ゴム部側に被着させる歯布のベルト幅方向に延びる経糸のインチ当たりのトータルデニールを8000~13000デニールにする。歯布のベルト長手方向の破断伸びを110~170%にする。歯布の織り組織を綾織りにする。歯布をRF液に浸漬して接着処理する。</p>
願 H10-335163[H10/11/26] 開 2000-161429[2000/06/16] 登 3187018[2001/05/11]	松川 浩和 松岡 宏 大田 一平	<p>〈名称〉免震装置</p> <p>〈要約〉上板及び下板間に、上板を下板に対して支持するように複数の樹脂板と金属板とが上下方向に交互に積層されてなる支持体を設け、この支持体の各金属板と該金属板の上側及び下側の少なくとも一方に隣接する樹脂板とを相対的に水平方向に摺動し得るように構成し、樹脂板と金属板とが相対的に水平方向に摺動することで上板が下板に対して相対的に水平移動したとき伸びる円筒状のゴム部材により上板及び下板の外周部同士を弾性的に接続する。</p>
願 H04-320661[H04/11/30] 開 H06-166022[H06/06/14] 登 3188538[2001/05/11]	小川 仁志 田島 義隆 端野 清治	<p>〈名称〉混練りゴム用薬品の調合装置</p> <p>〈要約〉混練りゴム用の各少量薬品を練り分の所定配合量に基づいてそれぞれ計量して配合薬品容器に収容し、該配合薬品容器を混練りラインに搬出する際に、混練りラインに所定の配合薬品を確実に搬出して混練りゴムの不良発生を防止することができ、しかも少量薬品の調合サイクルを混練りサイクルに連動させて全ラインの自動化が図れるようにする。</p>
願 H05-61697[H05/03/22] 開 H06-280950[H06/10/07] 登 3192811[2001/05/25]	西田 健次 福田 耕治	<p>〈名称〉テンショナー</p> <p>〈要約〉摺動時の寸法変化が少なく、しかも耐摩耗性が長期にわたって安定している制動体を有するテンショナーを提供する。</p>
願 H09-359071[H09/12/26] 開 H11-190223[H11/07/13] 登 3195287[2001/06/01]	加藤 章 左右木高広 神谷 勝 黒精 美考 明石 貴光	<p>〈名称〉内燃機関用ベルト伝動システム</p> <p>〈要約〉オートテンションと始動用電動機を最適な位置に入れることにより、エンジン始動と補機駆動とを1本のベルトにより良好に行うことのできる内燃機関用ベルト伝動システムを提供する。</p>

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H08-75040[H08/03/29] 開 H09-262911[H09/10/07] 登 3195533[2001/06/01]	馬場 敏郎 松本 憲嗣	<p>〈名称〉伝動ベルト成形装置</p> <p>〈要約〉従動ロール、伝動ベルト成形シートの進入側にたわみ規制手段を配設する。たわみの規制手段が、伝動ベルト成形シートがたわむのを規制して従動ロールに巻き込まれるのを防止する。伝動ベルト成形シートにおいて、心体コードが巻き付けられた部分と、まだ巻き付けられていない部分とは周速が異なる傾向にあるが、複数のロール部材によってたわみを規制するようにしているので、その周速差は各ロール部材が独立に回転することで吸収する。</p>
願 H04-235491[H04/09/03] 開 H06-82356[H06/03/22] 登 3195829[2001/06/01]	田島 義隆 浦林 康久	<p>〈名称〉発泡率測定方法</p> <p>〈要約〉練りゴムの比重と共に加硫発泡後における発泡ゴム製品の比重も浮沈法によってそれぞれ計測可能となし、これら両比重に基づいて発泡ゴム製品の発泡率を迅速に測定可能とする。この場合の発泡ゴム製品の比重を計測するために比重1.0未満で且つ互いに異なる比重の油性液を所定の比率で混合する。</p>
願 H05-147564[H05/06/18] 開 H07-4484[H07/01/10] 登 3195860[2001/06/01]	松本 英樹 染田 厚 木山 清春	<p>〈名称〉オートテンションの取付装置</p> <p>〈要約〉オートテンションを固定体に取付ける際に、締結ボルトを用いることなく容易に取付けられるようにする。</p>
願 H05-248978[H05/10/05] 開 H07-103297[H07/04/18] 登 3195867[2001/06/01]	木村 公計 松本 英樹	<p>〈名称〉オートテンション</p> <p>〈要約〉アーム部のロックを確実に回避しつつ、大きいダンピング力を発生し得るオートテンションを提供する。</p>
願 H05-250848[H05/10/06] 開 H05-250848[H07/04/18] 登 3195868[2001/06/01]	宮田 博文 池田英一郎 赤星 吉浩 古川 豊	<p>〈名称〉変速プーリ</p> <p>〈要約〉ベルトを内面から押圧可能な位置にテンションプーリを配置し、かつその軸心方向端面の傾斜角度を変速プーリのプーリ溝における側面の断面角度に一致させる。</p>
願 H07-185313[H07/07/21] 開 H09-32900[H09/02/04] 登 3195892[2001/06/01]	宮田 博文	<p>〈名称〉ベルト式変速装置</p> <p>〈要約〉変速プーリのベルト溝における固定シープ側側面の傾斜角度θよりも小さくする。また、定速プーリに対し変速プーリと反対側にテンションプーリを定速プーリと接離方向に移動可能に配置し、このテンションプーリを定速プーリから離隔する方向にテンションスプリングで付勢する。</p>
願 H08-80236[H08/04/02] 開 H09-272614[H09/10/21] 登 3195902[2001/06/01]	中村 彰二	<p>〈名称〉搬送装置</p> <p>〈要約〉断面円形状をなす搬送管の内径が300mmであり、かつ搬送ベルトの各カバーゴムの厚さが3mmである場合に、各カバーゴムの硬さを$35^{\circ} \leq H_s \leq 50^{\circ}$とすることで、搬送ベルトの剛性を、搬送ベルトが搬送管の内部底面上に載置された状態でその内部底面に十分に沿った断面円弧状に弾性変形するように低く設定する。</p>
願 H04-272595[H04/10/12] 開 H06-124123[H06/05/06] 登 3199868[2001/06/15]	三橋 浩 上月 陸三	<p>〈名称〉ベルト駆動装置</p> <p>〈要約〉平ベルトの一部が所定の挟持力で挟持されたベルト駆動装置に対し、該ベルト駆動装置全体の大型化を来すことなく、安定した平ベルトの走行状態を得る。</p>

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願 H05-104532[H05/04/30] 開 H06-312979[H06/11/08] 登 3210481[2001/07/13]	城田 靖彦 稲田 宏	<名称> 1, 3, 5-トリリス(4-(N-カルバゾリル)フェニル)ベンゼン誘導体 <要約> 常温でアモルファス状態を保持することができ、170度以上のガラス転移点を有し、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極めて安定であって、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素子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ことにある。
願 H09-305307[H09/11/07] 登 H11-141621[H11/05/25] 登 3212928[2001/07/19]	田島 義隆	<名称> 伝動用ベルト <要約> ケーブルコードが埋設された接着ゴム層の上面側及び底面側にそれぞれオーバコード層及びアンダーコード層が設けられ、アンダーコード層の底面側に底ゴム層が設けられたラップドタイプのVベルトにおいて、オーバーコード層、アンダーコード層及び底ゴム層を、製造工程の未加硫の状態でありサイクルの粉体ゴムが混入されたゴム組成物により構成粉体ゴムに含有させる短繊維は幅方向に配向させる。
願 H10-348469[H10/12/08] 開 2000-176807[2000/06/27] 登 3212956[2001/07/19]	峰 正和 金田 真明 廣田 紀之	<名称> 樹脂成形品のばり取り方法及び装置 <要約> 積層状態のブロックを外周部の一部を露出させて積層方向に移動可能に案内支持する第1ガイド部と、この第1ガイド部上の各ブロックの外周部の露出部分のばりを除去する1対の第1回転ブロックの外周部の露出部分のばりを除去する1対の第1回転ブラシと、第1ガイド部に接続して設けられ、各ブロックを外周部の第1回転ブラシによるばりの除去が行われない部分を露出させて積層方向に移動可能に案内支持する第2ガイド部と、この第2ガイド部上の各ブロックの外周部の露出部分のばりを除去する1対の第2回転ブラシと、各ブロックの外周部のばりが第1及び第2回転ブラシにより順次除去されるように積層状態のブロックを第1及び第2ガイド部上で積層方向に移動させる移動機構とを備える。
願 H05-59784[H05/03/19] 開 H06-270388[H06/09/27] 登 3214946[2001/07/27]	宝蔵寺昌彦	<名称> タイミングマークプリント装置 <要約> プリントテープを必要な長さだけスムーズに巻き取ることができ、かつプリント時の伸びが発生せず、鮮明にプリントすることを可能とする。
願 H08-327382[H08/12/06] 開 H10-169749[H10/06/26] 登 3217285[2001/08/03]	宮田 博文 西川真一郎	<名称> 車両用無断変速機及びそれを用いた芝刈り用トラクタ <要約> 他方の伝達経路を、ギヤ伝動機構の場合のようなケーシングが不要であるベルト伝動機構で構成し、さらに、遊星ギヤ機構のケーシングの上下に、ベルト変動機構の両伝動プーリ及び伝動ベルトを配置する。
願 H03-255721[H03/09/06] 開 H05-64815[H05/03/19] 登 3223982[2001/08/24]	梶 晋一 畑井 博隆	<名称> ゴムスリーブの被装装置 <要約> 加硫成形用金型の外周面に形成された円筒状のゴム成形品の周囲にゴムスリーブを被装するための装置で、縮径状態でゴムスリーブ内に挿入可能で、円周方向に間隔をあけて配置され半径方向に拡縮可能な8組の開閉脚を備えた拡径縮径機構が、水平方向に移動可能な移動台にシリンダ装置を介して取付けられている。

世界初ハイブリッド車搭載を果たしたサーペンタインベルトと オートテンショナの紹介

(担当：伝動事業部 伝動技術研究所 ベルト開発グループ)

1997年トヨタ自動車(株)様においてガソリンエンジンと電機モータを組み合わせたハイブリッドシステムが開発され、環境に優しいEco自動車として市場に投入されました。その後、更なる新システムとして車両の停車時にエンジンを自動停止(アイドルストップ)すると共に、発進時にはモータで車両を走行させながらエンジンを再始動するシステム(ベルト駆動によるエンジンスターツシステム)を開発し、このシステムに当社のサーペンタインドライブベルト(商品名:リブエース)とオートテンショナが、2001年世界で初めてトヨタ自動車(株)様の「エスティマ」・「クラウン」に搭載されました。

この新ハイブリッドシステムの開発の目的は、環境に優しいEco車とすることであり下記を達成しております。

1. 低燃費の実現: エスティマ: 18 km/L クラウン: 13 km/L
2. 排出ガス大幅低減: エスティマ: 75%低減 クラウン: 25%低減 (平成12年基準排出ガス)

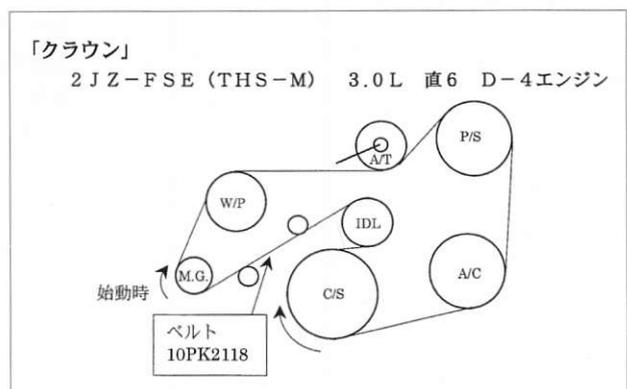
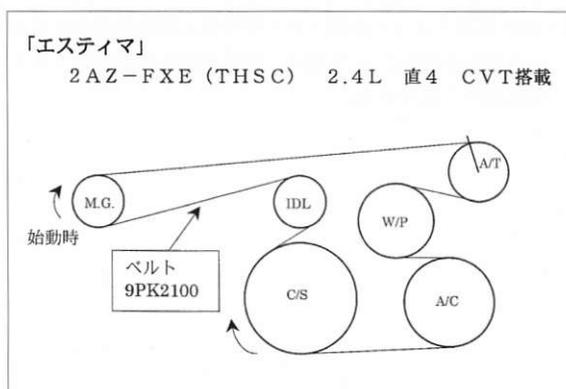
特に「エスティマ」は、THSC(トヨタ・ハイブリッド・システム-CVT)と呼ばれ、超低燃費・超低排出ガスを実現しています。また「クラウン」は、THS-M(トヨタ・マイルド・ハイブリッド・システム)と呼ばれています。このハイブリッドシステムには、モータと発電機の機能を併せ持った、モータ/ジェネレータMGを搭載しており、特に「クラウン」は36Vのバッテリーの開発も行なわれ、モータ/ジェネレータに電力を供給しています。

当社では今回の新ハイブリッドシステム(エンジンスターツシステム)に対し、FEADシステム(サーペンタインドライブベルト及びオートテンショナによる補機駆動システム)を適用・採用することで実現可能としました。

<新ハイブリッドシステムレイアウト>

今回トヨタ自動車(株)様が開発された新ハイブリッドシステムの補機駆動レイアウトを示します。「エスティマ」・「クラウン」共にベルト駆動式であり、ベルト1本で補機を駆動するサーペンタイン駆動方式となっております。

- ・ M.G. (モータジェネレータ) : エンジン始動時の駆動プーリ
- ・ C/S (クランクプーリ) : エンジン始動後の駆動プーリ
- ・ A/C (エアコンディショナープーリ)
- ・ W/P (ウォーターポンププーリ)
- ・ P/S (パワステアリングプーリ)
- ・ I D L (アイドラプーリ)
- ・ A/T (オートテンショナ)



<サーペンタインドライブベルトの特徴>

今回開発のベルトは、自動車用で使用されているPK型のVリブドベルトですがエンジン始動時MG（モータジェネレータ）が小径化かつ負荷トルクにより、ベルト張力が高くなるため心線を従来のポリエステルよりアラミドにし、ゴムには非ハロゲンのEPDMポリマーを適用した多リブベルトを採用しております。

「エスティマ」・「クラウン」それぞれ9PK・10PKとしております。

Vリブドベルト仕様

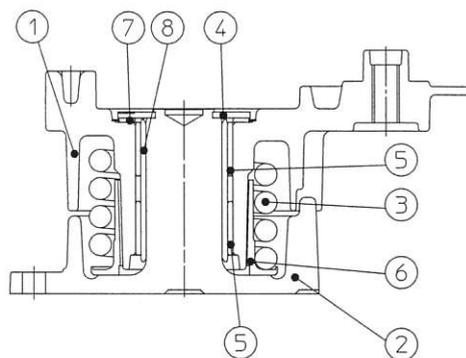
Specification		RG1482	RG1700	RT2700
		Concept		
		CR標準仕様	EPDM標準仕様	開発仕様
1. Dimension	h 厚み	4.3 (mm)	4.3 (mm)	4.0 (mm)
	hr リブ高さ	2.0 (mm)	2.0 (mm)	2.0 (mm)
	ro ライドアウト	2.4 (mm)	2.4 (mm)	2.1 (mm)
2. Materials		① 上帆布	綿・ポリエステル帆布	綿・ポリエステル帆布
		② 接着ゴム	CRゴム	EPDMゴム
		③ 心線	ポリエステル	ポリエステル
		④ リブゴム	短繊維入りCRゴム	短繊維入りEPDMゴム

<オートテンショナの特徴>

この新ハイブリッドシステムは、エンジンストップ・スタートシステムとなっていることよりエンジンスタート時はMG（モータジェネレータ）が駆動プーリとなるため、オートテンショナの配置をMGに対し緩み側に配置しております。但しエンジン始動後は、C/S（クランクプーリ）に対し従来の最緩み側とはならず、張り側に配置されることで、従来オートテンショナに対し高トルクが必要となります。

この高トルクにより摺動面での面圧が高くなり、従来の樹脂材では摩耗の問題が懸念される為、樹脂材をSPCC材に銅系焼結層と樹脂層（樹脂+固形潤滑材）を配したブッシュに変更し設計・開発いたしました。

番号 No.	部品名称 PARTS NAME	材質 MATERIAL SPECIFICATION	個数 QTY.
①	アーム ARM	ADC12	1
②	スピンドル/ブラケット SPINDLE/BACKET	FCD450+硝酸亜鉛皮膜処理（黒または灰色）	1
③	スプリング SPRING	SAE J157 CHROMIUM SILOCON ALLOY+塗装（黒）	1
④	フロントプレート FRONT PLATE	SPCC+塗装（黒）	1
⑤	ブッシュ BUSH	SPCC+銅系焼結層+樹脂層（樹脂+固形潤滑剤）	2
⑥	スプリングサポート SPRING SUPPORT	NYLON4/6+固形潤滑剤+繊維強化	1
⑦	スラストワッシャー THRUST WASHER	NYLON4/6+固形潤滑剤+繊維強化	1
⑧	スリーブ SLEEVE	STKM13A+無電解ニッケルメッキ	1

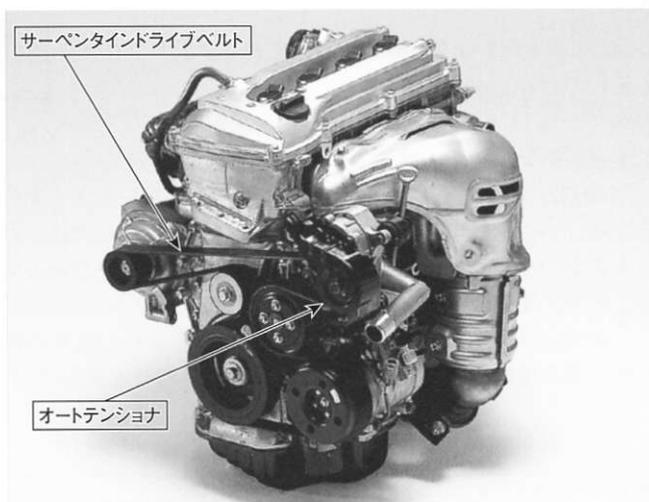


上記サーペンタインドライブベルト及びオートテンショナシステムにより、新ハイブリッドシステム（エンジンストップ・スタート）に対し適用実現できました。また、このハイブリッドシステムは、今後自動車メーカーで検討され拡大展開が見込まれます。よって、更なる最適なFEADシステムの開発を目指します。

ハイブリッドシステムにサーペンタインドライブベルト、オートテンショナが採用

(2001年6月・8月)

6月にトヨタ自動車株式会社様より発売の「4WDミニバンエスティマハイブリッド」、8月に発売の「クラウン3.0リットルロイヤルサルーン[マイルドハイブリッド]」に搭載されておりますエンジンの補機駆動部に当社のサーペンタインドライブベルト、オートテンショナが採用されました。ベルトだけではなく伝動システムとして開発、評価できる技術力が認められたものです。



●「4WD ミニバンエスティマハイブリッド」に搭載されている2.4リットルガソリンエンジン

「テクノピア2001大阪」に出展

(2001年7月)

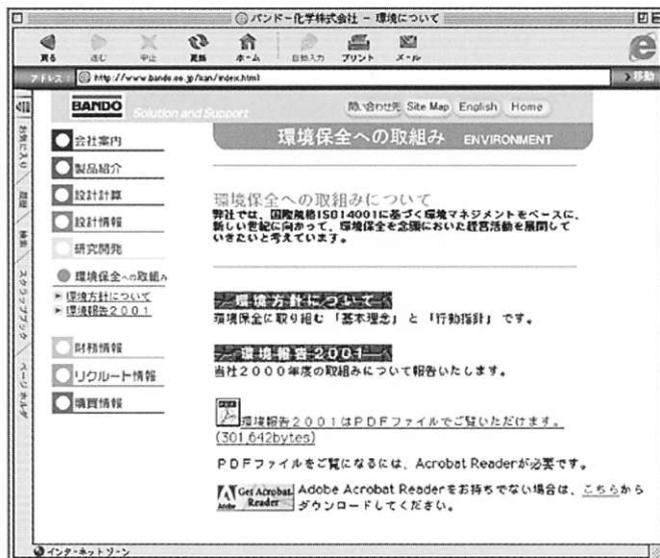
7月25日から28日までインテックス大阪で開催されたFA技術と機械要素・機能要素に関するFA機器が集まる展示会「テクノピア2001大阪」に出展しました。運搬関連製品からは軽搬送分野向けサンライン、伝動関連製品からは一般産業分野向け省エネレド、マルチメディア関連製品からは入力出力機器分野向け歯付ベルトSTEなどを紹介し、来場者の高い関心を集めました。



「環境報告2001」を発行

(2001年8月)

2000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2001」を発行しました。主な内容は(1)『環境方針』(2)『製品開発における環境保全と汚染予防への取り組み』(3)『生産部門の環境保全と汚染防止への取り組み』などです。詳細は、当社ホームページに掲載しています。

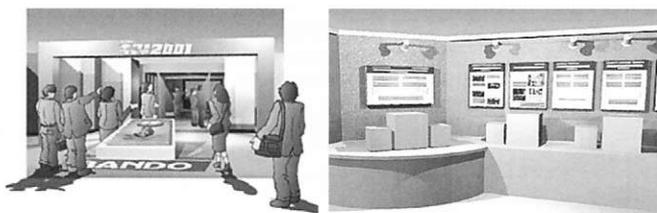


● ホームページアドレス <http://www.bando.co.jp/kan/index.html>

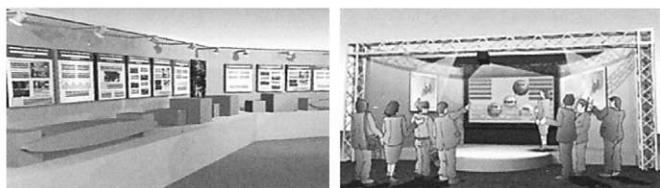
「バンドーテクノフェア2001」を開催

(2001年11月)

今年度で7回目となる「バンドーテクノフェア」を11月14日・15日(大阪:ATCホール)、11月21日・22日(東京:大田区産業プラザ)に開催しました。今回は『ニーズをカタチにするチカラ』をテーマに、当社の製品づくりを支える技術を幅広く展示しました。



BANDO テクノフェア2001



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
中央研究所	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 E-mail: chuken@bando.co.jp
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
直需営業部	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
直需営業部	TEL (052) 582-3256 FAX (052) 586-4681
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
直需営業部	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 E-mail: o.kasei@bando.co.jp
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2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2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

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

アジア地域

PHILIPPINE BELT MFG. CORP.
C.P.O.Box 205, 2nd Floor, Siamkang Building, 280-282
Dasmarinas Street, Binondo, Manila 1099, PHILIPPINES
TEL 63-2-241-0794 FAX 63-2-241-3279

KEE FATT INDUSTRIES, SDN. BHD.
22m/s, Jalan Air Hitam, 81000 Kulai, Johor, MALAYSIA
TEL 60-7-663-9661 FAX 60-7-663-9664

BANDO (SINGAPORE) PTE. LTD.
64 Toh Guan Road
#05-01 Singapore 608832
TEL 65-6475-2233 FAX 65-6479-6261

SANWU BANDO INC.
11F1-2, No. 51, Sec.1, Min Sheng E. Road, Taipei, TAIWAN
TEL 886-2-2567-8255 FAX 886-2-2567-2710

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

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
東北バンドー販売株式会社	仙台市若林区若林5丁目8番38号 〒984-0826 TEL (022) 286-8111 FAX (022) 285-5873
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
株式会社バンドー東販	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
パ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
株式会社パンテック	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
バンドー神奈川販売株式会社	神奈川県高座郡寒川町田端1516番地1 〒253-0114 TEL (0467) 74-3555 FAX (0467) 74-5553
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	大阪府淀川区西中島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
山口バンドー化工株式会社	山口県徳山市大字久米字弥平1032番地16 〒745-0801 TEL (0834) 25-3773 FAX (0834) 25-3810
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
九州バンドー化工株式会社	福岡県直方市須崎町7番33号 〒822-0024 TEL (0949) 22-0630 FAX (0949) 24-1195

■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3丁目2番15号 〒652-0883 TEL (078) 651-0512 FAX (078) 682-2601
ピー・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
バンドー食産株式会社	神戸市兵庫区明和通3丁目2番15号 〒652-0883 TEL (078) 681-3700 FAX (078) 681-1140
西兵庫開発株式会社 (千草カントリークラブ)	兵庫県宍粟郡千種町鷹巣24番地2 〒671-3212 TEL (0790) 76-3333 FAX (0790) 76-3310
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
バンドーコンピューターシステム株式会社	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
株式会社トゥモロー	神戸市中央区磯上通7丁目1番2号(北野ビル) 〒651-0086 TEL (078) 242-2608 FAX (078) 242-2609

BANDO TECHNICAL REPORT (BTR) No.6

バンドー テクニカルレポート

平成 14 年 2 月 26 日発行

編 集 バンドー化学株式会社 中央研究所・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2-21(三宮グランドビル)
TEL.078-232-2935 FAX.078-232-2846
keieikikaku@bando.co.jp

無断転載を禁じます



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