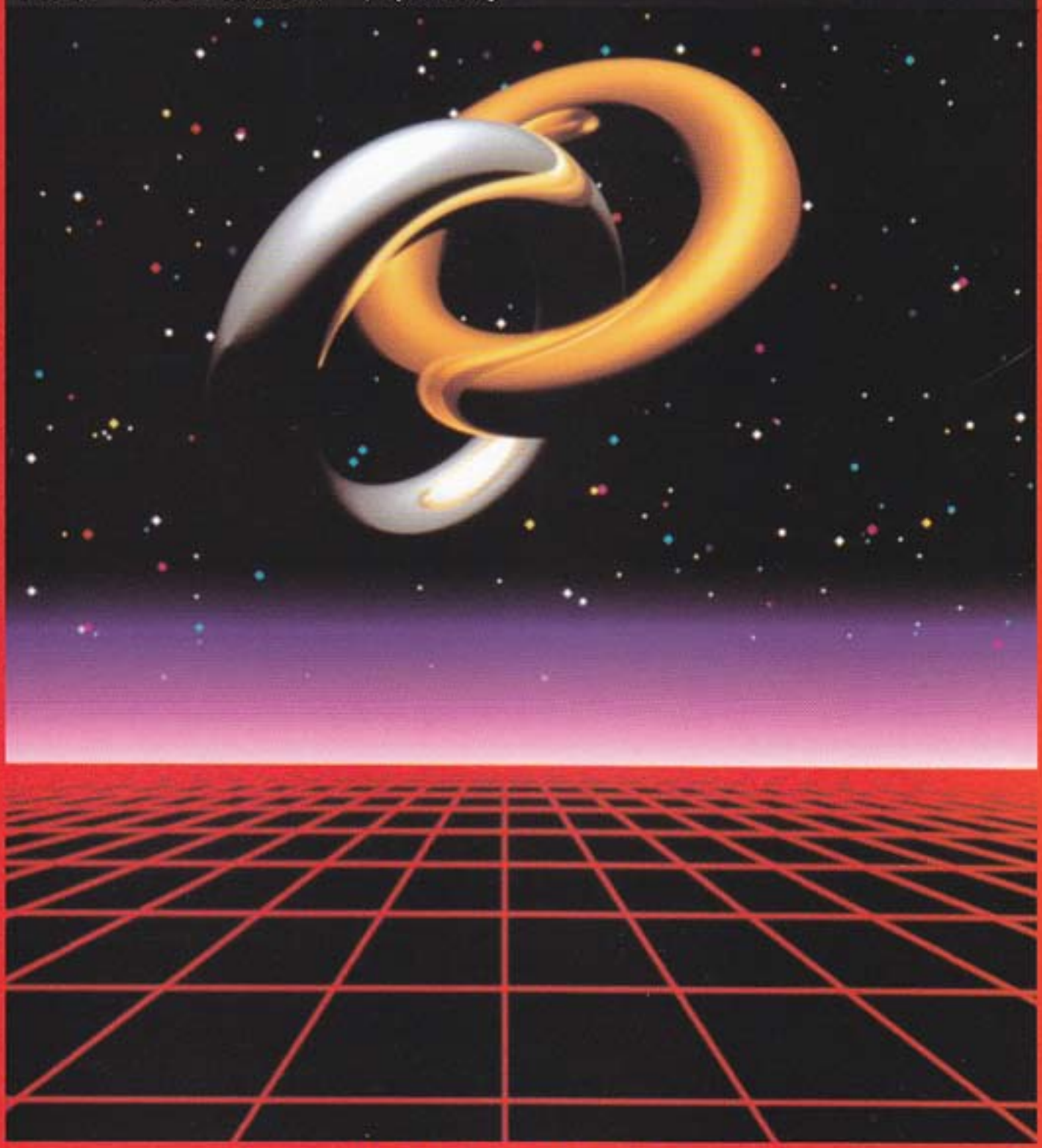
NO.2
1998年2月

BANDO TECHNICAL REPORT

バンドー テクニカルレポート(B.T.R.)



バンドー化学株式会社

BANDO TECHNICAL REPORT（B.T.R.）
No.2 1998年2月

目　　次

巻　頭　言

「バンドー テクニカルレポート」第2号刊行にあたって ……1
常務取締役 中央研究所長 池 村　征 四 郎

研 究 論 文

オートテンショナの疲労強度設計基準の確立 ……2
永谷　修一

光・電子機能性アモルファス分子材料の創製 ……9
稲田　宏

有限要素法による歯付ベルトの歯部耐久寿命評価 ……19
草野　隆行／城戸　隆一／藤井　透

超撥水布マーキングフィルム用接着剤の開発 ……25
石橋　正和／高橋　佳子

球晶の大きさを傾斜させたポリウレタンエラストマーの合成と物性 ……32
岡崎　貴彦／古川　睦久／横山　哲夫

鉛入り積層免震ゴムを用いた免震構造物の兵庫県南部地震波による応答シミュレーション ……38
三沢　弘／高橋　弘好／松岡　宏／曽賀部　潔／　佐藤　美洋

特許・実用新案登録一覧 ……43

最近の新製品アレコレ

消色トナー『STELNA』（ペーパー・リサイクル・システム）（P.R.S.）（担当：中央研究所） ……55
電子写真装置用新規定着ローラ(EFR)について（担当：中央研究所）……57
OA・精密機器用STSベルト(クリーン歯付ベルトSTS 2M、3M)（担当：伝動事業部・伝動技術研究所）……59
バンドートルクカプラー（BTC）（担当：伝動事業部・伝動システム開発部） ……61
バンコランSTS UGタイプ（担当：伝動事業部・足利生産部）……63
三次元中空曲管－ダクトエアインテーク（担当：MMP事業部・技術部）……64
（エンプラー体成形 自動車スーパーチャージャー吸気ダクト）
熱接着型マーキングシート「バンドーエクシードシリーズ」（担当：化成品事業部・企画管理部）……65

トピックス ……67

足利テクニカルセンターの竣工について
バンドーテクノフェア'97の開催結果について
ISO9001認証の全事業部・全工場主要製品の取得完了について

当社の概要 ……70

会社概要，国内事業所
主な製品開発の歴史
国内関係会社（30社）・海外関係会社（11ヵ国14社）

BANDO TECHNICAL REPORT (B.T.R.)
No.2 (February, 1998)

CONTENTS

Message to Readers ····· 1
Seishiro Ikemura, Managing Director
& General Manager of Central Research and Laboratory

REPORTS

Establishment of Design Criteria for Fatigue Strength of Auto-tensioners ····· 2
Shuichi NAGAYA

Creation of Photo- and Electro-active Amorphous Molecular Materials ····· 9
Hiroshi INADA

Fatigue Life Evaluation of Toothed Belts Based on FE Analysis ····· 19
Takayuki KUSANO／Ryuichi KIDO／Toru FUJII

Designing of Adhesives for Marking Films Applied to Super-water-repellent Textiles ····· 25
Masakazu ISHIBASHI／Yoshiko TAKAHASHI

Synthesis and Properties of Polyurethane
Elastomer Graded Spherulite Size ····· 32
Takahiko OKAZAKI／Mutsuhisa FURUKAWA／Tetsuo YOKOYAMA

Response Simulation of Earthquake Isolation Buildings
with Lead Rubber Hysteretic Bearings Caused by
Seismic Waves of the Southern Hyogo-prefecture Earthquake ····· 38
Hiroshi MISAWA／Hiroyoshi TAKAHASHI／Hiroshi MATSUOKA
Kiyoshi SOGABE／Yoshihiro SATOH

PATENTS ····· 43

NEW PRODUCTS ····· 55

TOPICS ····· 67

OUTLINE OF BANDO ····· 70

巻頭言

「バンドー テクニカルレポート」第2号刊行にあたって

常務取締役 中央研究所長 池村 征四郎

平素は、当社に対し格別のご支援、お引立てを賜り心から厚くお礼申上げます。

昨年2月、当レポート第1号を創刊以来、一年が経過いたしました。昨年は、わが国における金融関係の混乱やアジア諸国の為替変動など激動の年でした。このような厳しい経済場環境の中でも、業績のよい企業とよくない企業の二極化がますます鮮明になってきたように思われます。

当社は研究開発体制の整備や研究開発のスピードアップは勿論のこと、技術そのものにオリジナリテイがあり、お客様にとり魅力のある製品開発を行うことを重視いたしております。そしてこれからも、市場環境の変化を敏感に嗅ぎとり－例えば地球環境に貢献できる省エネルギーや資源リサイクル等－新しい技術に挑戦し続けることが、私達の使命と考えております。

今回の第2号においても、この様な考え方のもとに、当社の研究や技術開発をどのように進めてきたかの一端を掲載いたし、発表の場とさせていただきました。皆様方の忌憚のないご意見等賜れば幸いです。

今後とも、新しい技術や新しい製品の研究開発に努力いたす所存ですので、引き続きご指導ご支援の程、お願い申しあげます。

Managing Director's Message

Dear Readers,

First and foremost, I would like to extend my warmest greetings to everyone, and thank you for your loyal support.

About one year has passed since the inaugural Bando Technical Report. Many events have occurred in this brief interlude. The economic malaise afflicting many Asian countries due to the instability of exchange rate. The Japanese economy experienced difficulties in 1997, and faces continued domestic financial uncertainty in the future. In this sort of challenging environment, the differences between truly superlative companies, and mere ordinary ones become quite apparent. We believe that the key to being included in the former group lies in a company's ability to timely recognize changing customers' needs, and incorporate these new ideas into original products brought to market.

We at Bando Chemical Industries, Ltd. place great emphasis on the importance of supporting systems of research and development as well as quickly promoting new research and development. We ensure that this technology remains attractive to our customers by meeting their needs. We believe it is our mission to be receptive to market forces, and continue to push and expand the boundaries of emerging technology. This must be done in a framework that maximizes new developments in energy economizing and resource recycling, to better preserve and respect the environment we all share.

Based on these policies, we have collected information and presented it in our 1998 Bando Technical Report. Your candid opinions and／or suggestions regarding any of the articles in this issue would be more than welcome at any time. We sincerely hope that you will be able to continue to extend the spirit of cooperation exhibited in the past that has helped make Bando what it is today. Thank you for your continued support.

Sincerely,

S. Ikemura, Managing Director & General Manager of Central Research and Laboratory

オートテンショナの疲労強度設計基準の確立

Establishment of Design Criteria for Fatigue Strength of Auto-tensioners

永谷　修一*

Shuichi NAGAYA

In the actions of advance design verification for automotive accessory drive system with belt and auto-tensioners, computational procedures of evaluation for steady-state vibrations of belt drive systems and for material strength of auto-tensioners using finite element analysis (FEA) have been developed.
In this paper, design criteria for fatigue strength of auto-tensioners were introduced to the evaluation for material strength. The strength criteria were determined by comparing the results of fatigue tests of laboratory test pieces and actual products with the results of FEA corresponding to the fatigue tests.

1. 緒　　言

補機ベルトとオートテンショナのシステム製品において、製品開発の設計段階で不具合を抽出して、台上評価・実車評価に反映することにより、開発期間の短縮と設計の質の向上を狙いとした事前設計検証活動を行っている。この活動の一つとして、コンピュータ支援設計（以下CAE）による部材強度評価を製品設計に活用するためには、試作品製作によって製品強度を評価してきた従来のやり方を、有限要素法（以下FEM）解析を用いて得られた結果より強度評価を行い、最終段階で試作品による製品評価を行うという設計行為に変えていく必要がある。このようなFEM解析を用いる上で、得られた結果に対する強度評価・寿命評価の基準となる部材の強度データベース、特にオートテンショナの部材として重要なアルミダイカストの強度評価基準を整備することが重要となってくる。

一般にアルミダイカストは、溶湯を高速・高圧で金型に圧入し、急速凝固を行うため、成分の一部は強制固溶し、その組織は微細化する。したがって、単純な形状の試験片と複雑な形状である実際の製品、いわゆる実体とでは湯流れ状態に大きな差が生じるので、試験片による強度算出値はダイガストの実体の強さを示していないと考えられている[1]。

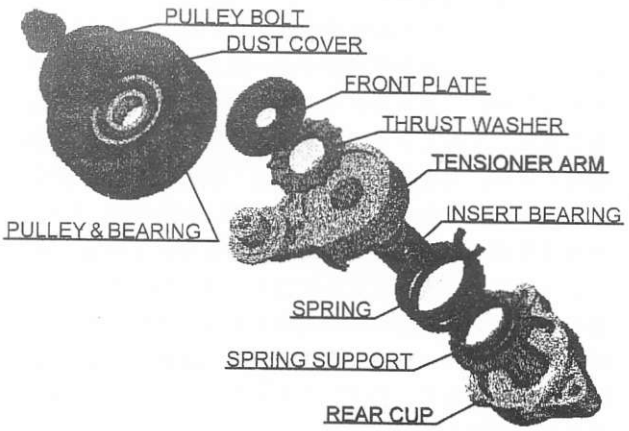
しかしながら、オートテンショナの形状・構造はあまり複雑でないため、最大応力の発生部位は変化することがなく、製品肉厚もほぼ均一で、構造条件としてこの最大応力発生部位に湯流れを悪くするような湯口を設けないことから、試験片と実体製品の差はほとんど無視できる範囲であると考えられる。

以上のことを考慮して、本研究では、FEM解析によるオートテンショナの疲労強度基準を決定するため、実際の製品と同等の製造条件で作られた試験片による疲労強度評価と、製品による実体疲労強度評価および対応するFEM解析を行い、それらを比較して、オートテンショナに用いるべき強度基準の種類と水準を検討した。

2. 疲労試験方法

2. 1　オートテンショナ疲労強度設計基準の推定方法

オートテンショナの部品構成を図1に示す。この製品は、ベルトに一定の張力を与える緊張機構とベルトの振動を抑制させる減衰機構を有することを特徴とし、多軸による補機ベルト駆動系を1本のベルトで伝動させること（いわゆるサーペンタインシステム）を可能とする。また、ベルトの張力を一定に保ち、ベルト伸びや長さ公差を吸収することができるため、ベルト組付けの容易化や適正なベルトの張力設定が可能となり、



＊ 伝動事業部

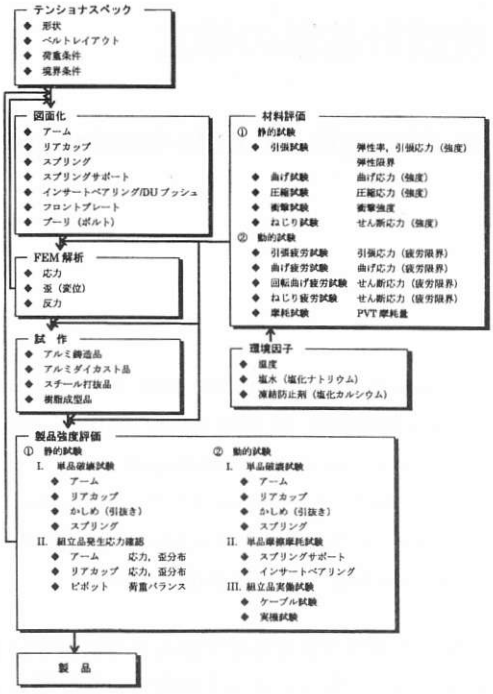


図 2 強度設計フロー

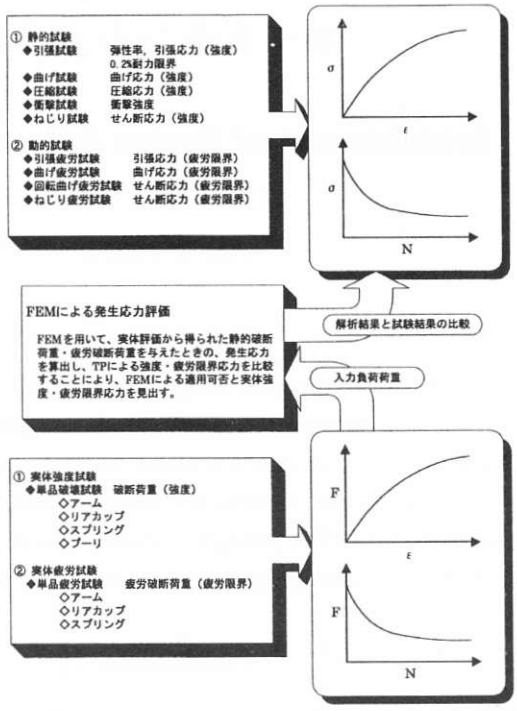


図 3 FEM解析の強度基準の推定

表 1 対象製品の製法

鋳造方法	普通ダイカスト法（HP法）
合　金	ADC12

表 2 化 学 成 分

材　質	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Sn	Al
成　分	1.94	9.94	0.15	0.42	0.72	0.26	0.06	0.01	Bal
JIS規格	1.5～3.5	9.5～12.0	0.3以下	1.0以下	1.3以下	0.5以下	0.5以下	0.3以下	Bal

単位成分（%）

メンテナンスフリー化・ベルトの高寿命化を図ることができる。

CAEによる強度評価の中でもアルミダイカスト部品がオートテンショナの強度設計として特に重要であり、図2に示す部品の強度設計フローによる設計の可否を決めるために、アルミダイカストの疲労強度基準が必要である。アルミダイカストは、一般に試験片と実体製品とでは、大きさ・表面の粗さ・表面処理など多くの条件が同一でなく、実体の方が常に条件が悪いため、材料強度は試験片に比べて劣ると考えられている。また、ダイカスト製品は実体評価を主体に検討され、公知の基準が十分でないのが現状である。文献では金属材料疲労データベース[2)]等があるが、試験片の製造履歴が十分ではなく、必ずしもオートテンショナに適用できるとは限らない。

そこでオートテンショナのアルミダイカストによる強度設計基準の推定方法として、試験片評価によって得られた疲労限界応力と、実体評価によって得られた疲労破断荷重を測定し、実体評価による破断応力をFEM解析により算出し、試験片評価と比較してFEM解析に適用する強度基準の推定を行った。上記、FEM解析に適用する強度基準の推定方法を表した関連図を図3に示す。

2. 2 対象材料

本強度基準の推定を行った材料は、アルミダイカストのADC12合金であり、製法、材質および成分を表1、表2に示す。

2. 3 部材試験片による疲労試験方法

アルミダイカスト（ADC12）材料の疲労強さを求める試験方法として、以下に示すような、JISで規定された標準的な方法を用いた。

2. 3. 1 回転曲げ疲労試験

目的）普通ダイカスト法により射出成形した試験片で回転曲げ試験を行い、S-N特性から回転曲げ疲労強度を求める。

試験方法）

試験形状：円柱ダンベル
繰り返し速度：60Hz
“JISZ2273　金属材料の疲れ試験方法通則”
“JISZ2274　金属材料の回転曲げ疲れ試験方法”

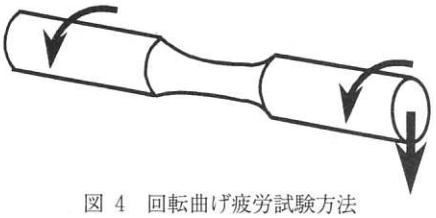


図 4　回転曲げ疲労試験方法

2．3．2　両振りねじり疲労試験

目的）普通ダイカスト法により射出成形した試験片で両振りねじり試験を行い、S-N特性からせん断疲労強度を求める。

試験方法）
試験形状：円柱ダンベル
繰り返し速度：60Hz
最大最小応力比：R＝1.0
“JISZ2273 金属材料の疲れ試験方法通則”

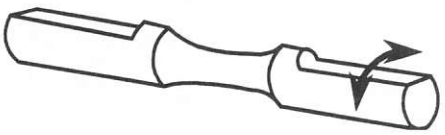


図 5　ねじり疲労試験方法

2．3．3　片振り曲げ疲労試験

目的）普通ダイカスト法により射出成形した試験片で片振り曲げ試験を行い、S-N特性から曲げ疲労強度を求める。

試験方法）
試験形状：平面ダンベル
繰り返し速度：60Hz
最大最小応力比：R＝0.1
“JISZ2273 金属材料の疲れ試験方法通則”
“JISZ2275 金属平板の平面曲げ疲れ試験方法”

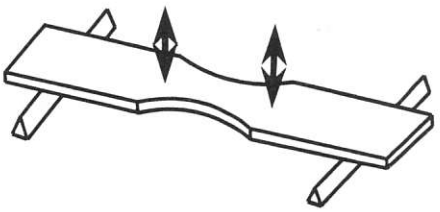


図 6　曲げ疲労試験方法

2．4　実体疲労試験方法

オートテンショナ金属部品の強度低下に関して、図7の設計のＦＭＥＡ表より致命度の高い故障要因であるリアカップの破損を製品強度評価の重要項目として選定し、強度性能を確認した。

設計のFMEA
車種/エンジン名：・・・
部品/システム名称：オートテンショナ

部品名称	故障モード	故障の原因	現状 発生率	現状 重要度	現状 発見率	現状 R.P.N	評価方法 単品耐久評価 ケーブルテスト	単品耐久評価 プーリD.W.テスト	単品耐久評価 プッシュアウトテスト	システム耐久評価 エンジン台上テスト	システム耐久評価 実車テスト	構造面の有無 設計	構造面の有無 FEM解析	構造面の有無 実験検証
アーム	アーム部破壊、変形	アーム強度不足	1	10	2	20	◎			○	○	○	○	○
		アーム部形状不良	3	10	4	120	◎			○	○		○	
		アーム部構造欠陥	5	10	4	200	◎			○	○			
		…												
リアカップ	スピンドル部破壊、変形	スピンドル部強度不足	3	10	2	20	◎		○	○	○	○	○	○
		スピンドル部形状不良	3	10	4	120	◎		○	○	○		○	
		スピンドル部構造欠陥	5	10	4	200	◎		○	○	○			
		…												
スプリングサポート	スプリングサポート破壊、変形	スプリングサポート強度不足	1	7	2	14	◎			○	○	○	○	
		スプリングサポート形状不良	3	7	4	84	◎			○	○		○	
		スプリングサポート構造欠陥	3	7	4	84	◎			○	○			
		…												
インサートベアリング	インサートベアリング破壊、変形	インサートベアリング強度不足	1	10	2	20	◎			○	○	○	○	
		インサートベアリング形状不良	3	10	4	120	◎			○	○		○	
		インサートベアリング構造欠陥	3	10	4	120	◎			○	○			
		…												
スプリング	スプリング破壊、へたり	スプリング強度不足	1	10	2	20	◎			◎	○	○	○	
		スプリング形状不良	3	10	4	120	◎			◎	○		○	
		スプリング構造欠陥	3	10	4	120	◎			◎	○			
		…												
プーリ	プーリ破壊、変形	プーリ強度不足	1	10	2	20		◎		○	○	○	○	○
		プーリ形状不良	3	10	4	120		◎		○	○		○	
		プーリ構造欠陥	3	10	4	120		◎		○	○			
		…												

図 7　設計のFMEA

実験方法は、図8に示すオートテンショナの内力バランスから求められるプーリ軸力Ｆｈ（HLF）とスプリングサポートを押し付ける力Ｆｓ（SRF）との合力Ｆｒ（Resultant Force）の中心（Centroid）に作用する力を荷重条件として、実製品に生じる刺激を近似した片振り疲労試験を行った。

図9に試験装置の概要を示す。この装置は、油圧サーボ試験機を用いて一端の荷重検出を行うロードセル側に試験片（リアカップ）を取り付け、他端の繰り返し振幅を加えるアクチュエータ側に試験片に力を加える治具を取り付けた構成である。

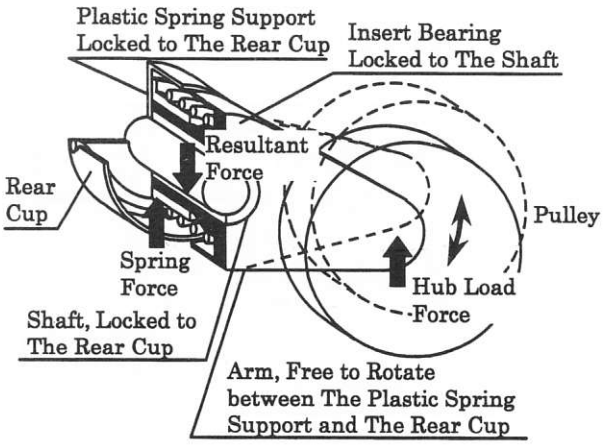


図 8　内力バランス

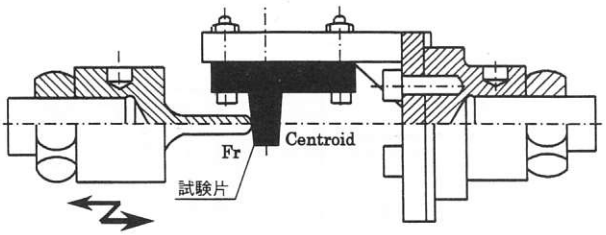


図 9　実体試験方法

3.　試験結果

3．1　部材試験片による疲労試験の結果

アルミダイカスト（ADC12）材料の疲労強度試験から、図10、11に示すS-N特性が得られた。ただし図の縦軸は、一般に用いる応力振幅ではなく、回転曲げ疲労試験から得られた疲労限度を基準としたときの応力比である。

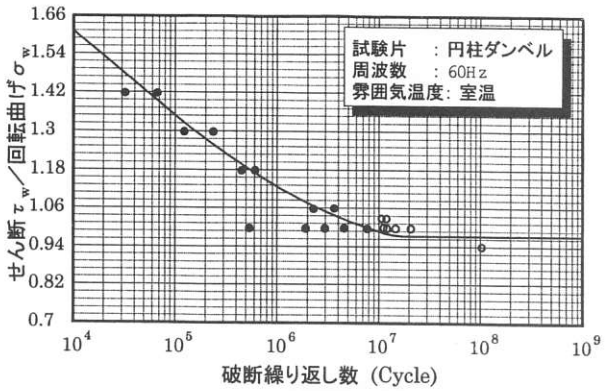


図 10　ねじり疲労試験結果

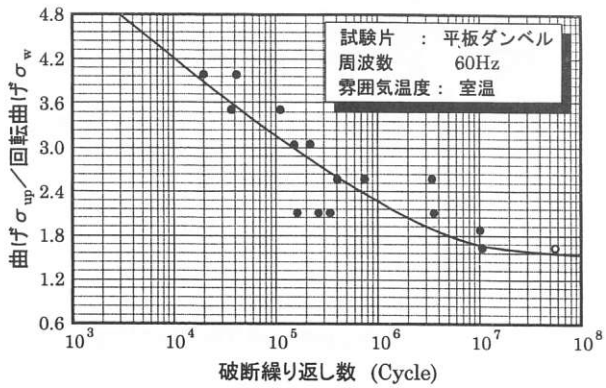


図 11　曲げ疲労試験結果

疲労強度の推定は、ADC12材料は伸びが２％程度と少なく明瞭な降伏現象が顕著に現れない。また曲げ強度が引張強度よりも約２倍大きいという一般の鋳鉄と同様な脆性材料の特徴を持つことから、疲労限は顕著に見られないため、10^7回疲労応力を疲労限度とした[3]。

この脆性材料の特徴は、今回行ったねじり疲労試験の破断状態においても、破断面が軸に対し45度の角度で破断していることからもうなずける。図４、５、６に示す疲労試験において、これら各試験項目に対する疲労限度の高い順番は、通常、回転曲げ疲労強度＞曲げ疲労強度＞せん断疲労強度の順になる。しかしながら、今回の試験結果では回転曲げ疲労強度が低い結果になっている。これは、S-N特性の各破断繰り返し数時の応力差が小さく疲労限の応力が各試験とも顕著に現れなかったためであると考えられる。

3．2　実体疲労強度試験の結果

オートテンショナ　リアカップの実体疲労強度試験から図12の疲労特性が得られた。この疲労特性から実体疲労強度を推定した結果を表３に示す。

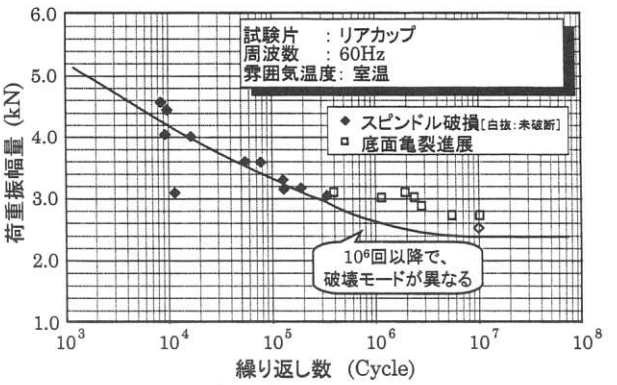


図 12　実体疲労試験結果

表 3　オートテンショナ　リアカップ実体強度

部品箇所	強度基準値（10^7回）
アーム支持軸	2.2kN

疲労形態を見るため、静的破断と疲労破断時の、破断品と破断面を図13に示す。疲労破断面は顕著なストライエーションが観察され、脆性材料の特徴を顕著に表した破壊開始点を起点に、放射状に亀裂が進展している様子を示している。しかしながら、今回の実体強度試験において、図12の疲労特性の10^6回以上の領域では、図13に示すようなプレート面から割れる破壊進展が見られた。この破壊開始点は、スプリングを取り付ける回転規制部位の鋭角な、亀裂に弱い部分から発生した。

ここで異なる破壊モードが含まれ、疲労限度荷重の分離が困難であった。このことから疲労曲線は、図12に示す疲労特性の10^5回までのアーム支持軸の破断による応力を外挿し、10^7回の疲労強度を想定した。

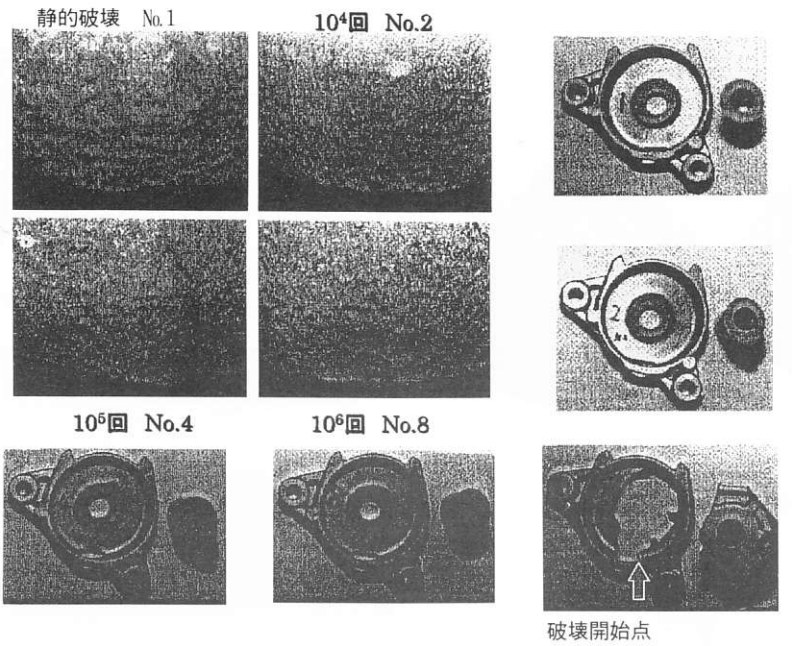


図 13　実体疲労試験　破断面写真

4. FEM解析に用いる疲労強度設計基準の推定

形状因子を含んだ実体による疲労試験結果をもとに、各繰り返し疲労時の破断部位の応力値をFEM解析により算出し、そこから得られるS-N特性と材料試験によるS-N特性との比較を行うことにより、FEM解析によるオートテンショナの強度を推定した。

実体疲労試験から得られる結果は、スピンドルの破断荷重であり、この荷重に対する破断部位の応力値をFEM解析により求め、この値によるS-N特性と標準試験片によるS-N特性との合致度および相関性を比較し、適用可否を判断した。

FEM解析に用いる解析モデルは、解析対象の形状範囲・要素種・要素分割数・自由度等の離散化により、モデルの作り方によっては解析精度が異なるため、オートテンショナの部材強度評価に用いるモデル作成条件を適用して、メッシュ生成を行った。

解析方法は、実体強度試験と同様に、合力の中心（Centroid）に集中荷重を加えて計算を行った。拘束条件は、リアカップ下面を完全拘束した条件と、実験状態からリアカップの下面の浮き上がり状態を再現した、幾何学的非線形性を一部考慮した部分構造法による条件との２つを用いた。部分構造法とは、計算処理効率を向上させるため、非線形性のある部分（要素）だけを非線形計算し、他の部分は線形計算を行う手法である。

線形解析（リアカップ下面完全拘束）と非線形解析（部分構造法）の2条件による解析結果を、図14～図17に示す。

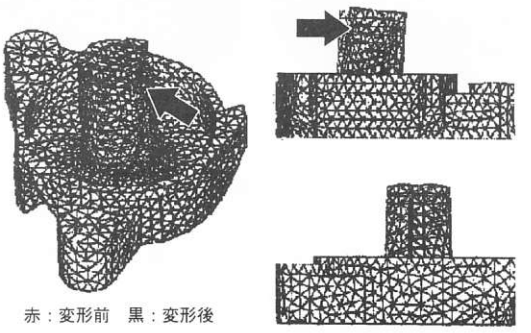


図 14　線形解析　変形図

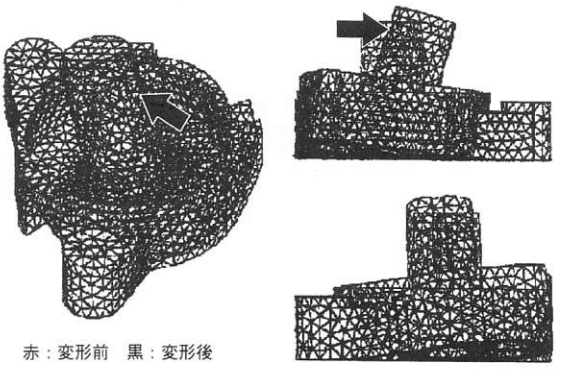


図 15　非線形解析　変形図

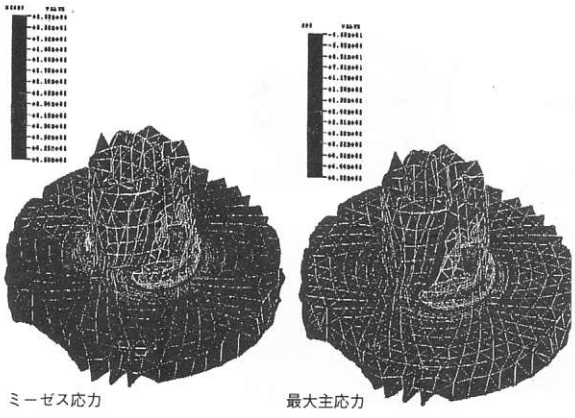


図 16　線形解析　応力分布図

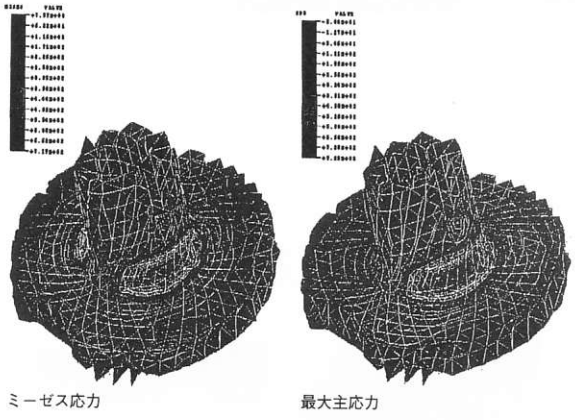


図 17　非線形解析　応力分布図

応力分布図は、応力集中が見られるスピンドルの根元付近のみを表示している。スピンドルの根元の破断は曲げ応力が支配的であるため、試験片で行った曲げ疲労試験結果と相関があることから、各破断荷重を加えたときのFEM解析の最大応力値を比較した。また、スピンドルに発生する曲げ応力の関係式を式(1)に、そのパラメータを図18に示す。図19に曲げ応力 σ_r の試験結果、解析結果および式(1)から得られた結果を、比較のため一緒に示す。

$\sigma_r = M_r / I_r$

$M_r(N \cdot mm)$：スピンドル曲げモーメント　(1)

I_r：スピンドル断面係数

$M_r = F_r \times Y_c$

$Y_c(mm)$：スピンドル根元から*Centroid*までの高さ　(2)

$$I_r = \pi \times \{(D_s/2)^4 - [(D_s/2) - t_s]^4\} \Big/ [4 \times (D_s/2)]$$

$D_s\ (mm)$：スピンドル外径　(3)

$t_s\ (mm)$　：スピンドル肉厚

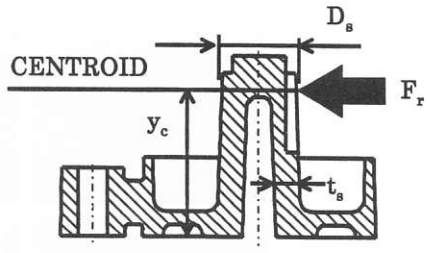


図 18　スピンドル曲げ応力

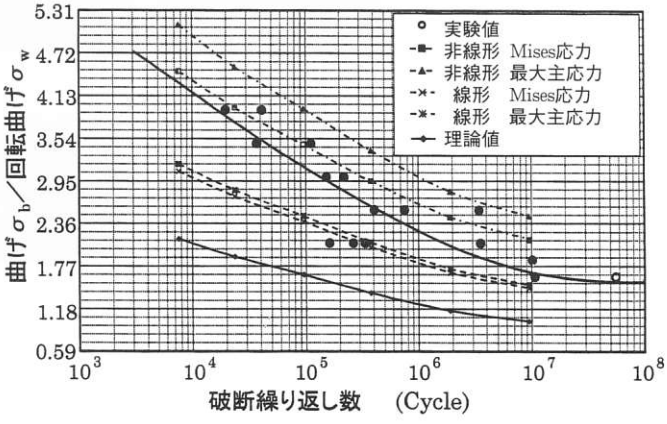


図 19　曲げ試験、FEM解析、理論式の結果比較

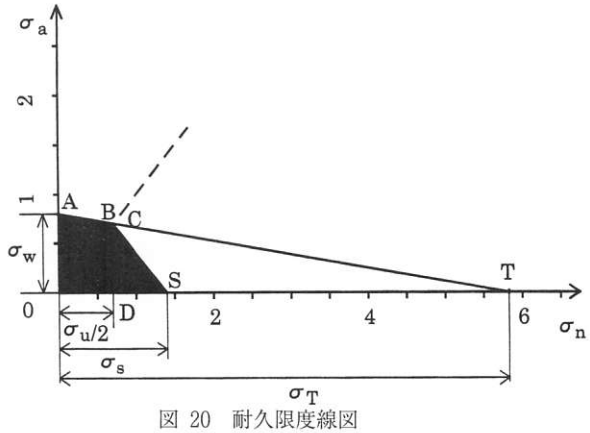


図 20　耐久限度線図

図より二つの解析結果を比べると、実験結果に対して、S-N特性の勾配は非線形による部分構造法を用いた解析の方が近似できている。その理由としては、大きな荷重を加えるほどリアカップの浮き上がりによる非線形性が強くなることが挙げられる。

しかしながら、定量的には合致していない。これは境界条件が、底面部の接触抵抗を考慮していないため、変形しやすくなっていることが考えられる。また、実験から求めた疲労応力は公称応力であるのに対し、数値解析では真応力で表していることから、変形が大きくなると真応力では変形時の歪量を考慮しない公称応力に対し、大きくなるためと思われる。

部材強度評価に適用している単品およびアセンブリでの解析方法では、下面の変形を拘束しているため、

大変形領域では誤差が大きいが、疲労限付近の微小変形領域では非線形性が無視できるので、試験片による応力値とよく一致している。理論値は、線形近似と同様であるため、線形解析と同傾向を示すが、定量的にはFEM解析よりも低い値を示す。その理由としては、応力集中部分の形状を理論式では離散化して、均一に応力が発生するものとし近似したことが挙げられる。

本試験結果から判断すると、疲労に関する強度評価においては試験片から求めた強度基準が線形解析手法に適用できると考えられる。しかし、初期破断の評価については幾何学的非線形性を考慮した方が合致性は向上する。

また、実際の製品においては、最大最小応力比（＝最小応力／最大応力）R＝0の片振り振幅状態よりも、平均応力下での両振り振幅状態で用いられることが多い。疲労強度における応力振幅は平均応力によって変わり、平均応力が高くなると応力振幅は下がることから、応力比の変化を考慮した耐久限度線図を求めた。耐久限度線図を、図20に示す。この線図を用いることにより、製品に生じている応力が線図の斜線内にあるかどうか見極めることで、通常製品使用時の平均負荷と負荷振幅を考慮した製品強度評価を行うことができる。

5. 結　　言

1）オートテンショナに用いるアルミダイカスト（ADC12）の強度基準を設定するため、実際の製品と同等の製造条件で作られた試験片による強度評価と、製品による実体強度評価を行い材料強度基準を整備することができた。

2）材料強度試験の結果と実体強度試験の結果をFEM解析結果を用いて比較検討し、オートテンショナの設計基準として適用できることを確認した。

3）事前設計検証活動のための設計フローに材料強度基準とFEM解析手法を組み込み、オートテンショナの適正化設計の水準を向上させることができた。

事前設計検証活動とは言っても、今回の研究だけでは製造劣化・腐食劣化・市場回収品の評価等未評価の項目がまだまだ多く残されており、現状はそのスタート地点に立ったところである。今後ともユーザとの協調連携による社内外の事前設計検証活動は必要であり、継続的に実施していきたいと考える。

［引用文献］

1)アルミニウム鋳物技術委員会:〝アルミニウム合金鋳物の実体強さ〟、軽金属協会、p.157.

2)田中　道七,〝金属材料疲労強度データ集〟、日本材料学会、(1982), p.305.

〝金属材料疲労強度データ集〟、日本材料学会、(1992), p.633.

3)平　修二,〝現代　材料力学〟、オーム社、(1970), p.273.

永谷　修一
Shuichi NAGAYA
1990年入社
伝動事業部
伝動システム開発部　主任

光・電子機能性アモルファス分子材料の創製

Creation of Photo- and Electro-active Amorphous Molecular Materials

稲田　宏*

Hiroshi INADA

For the purpose of developing photo- and electro-active amorphous molecular materials, three novel families of starburst molecules, i.e., TDAB family, TDATA family, TDAPB family, have been synthesized, and their molecular and glass-forming properties have been investigated. The starburst molecules are found to form stable amorphous glasses. The several starburst molecules exhibit unique polymorphism in addition to forming glasses; they take different crystalline forms depending upon the history of heat treatment.
The solid-state properties of the amorphous glasses of the starburst molecules and their application to organic electroluminescent devices have also been investigated. The starburst molecules are found to function as excellent charge-transport materials for use in organic electroluminescent devices.

1. 緒　　言

アモルファス物質は、優れた成形加工性、透明性、等方性、均一性などの特徴を有しており、近年、新しい機能材料として注目を集めている。無機材料については、アモルファスシリコン（a-Si）やアモルファスセレン（a-Se）など、すでに実用化されているものもある。一方、有機アモルファス材料については、機能性高分子や、低分子機能物質を樹脂バインダーに分散させた高分子複合材料が知られている。これに対し、低分子系アモルファス材料については、低分子系有機化合物が一般に容易に結晶化するため、これまでほとんど研究が行われていなかった。

室温以上で安定なガラスを容易に形成する有機低分子系物質群を開発することができれば、これらはそれ自身で製膜が可能であり、さらにこれらに光・電子機能を付与することができれば、樹脂分散系に比べて分子ならびに分子集合体の持つ機能をより有効に引き出すことができるとともに、アモルファス状態の特徴を生かした新規な光・電子デバイスの作製が可能になると考えられ、高分子と同様なガラス転移現象を示す新規な一群の機能性有機材料（これをアモルファス分子材料と呼ぶ）となることが期待される。

また、アモルファス分子材料は、上述のような材料開発の観点からのみならず、基礎科学の立場からも興味深く、分子構造とガラス形成能との相関、ガラスの微視的構造、ガラス状態からの緩和、ガラス状態における物性、物性・機能の動的制御など、新しい物質系として分子性ガラスを研究対象とする有機固体化学の新しい学問領域が拓かれると考えられる。

このような観点から、本研究では、室温以上で安定なガラスを容易に形成する光・電子機能性アモルファス分子材料の創製を目的として、分子の形状からstarburst分子と名付けた一連の新規なπ電子系化合物群を設計・合成し、それらのガラス形成能、ガラス状態からの緩和過程、ガラス状態の物性、および機能材料への応用について検討を行った。

本論文では、新規π電子系starburst 分子群の設計・合成とそれらの分子特性、ガラス形成能と分子構造との相関、ガラスからの緩和過程ならびにポリモルフィズムについて検討を行った。さらに、ガラス状態における電子物性の一つとして電荷輸送について検討するとともに、アモルファス分子材料の有機エレクトロルミネッセンス（EL）素子への応用について検討した。ここではそれらの要約を述べるにとどめ、詳細については個々の報文[1)~10)]に譲ることにする。

2. 新規π電子系starburst分子の設計・合成とそれらの分子特性

2. 1　π電子系starburst分子の設計・合成

室温以上で安定なガラスを容易に形成する光・電子機能性アモルファス分子材料の創製を目指して、結晶化を抑える観点から非平面構造であること、光・電子機能を付与する観点からπ電子系であること、を分子設計指針として、分子の形状からstarburst分子と名付けた以下に示す三系列の新規なπ電子系分子群を設計・合成した。

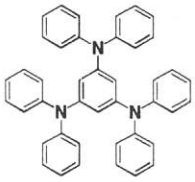
2. 2　π電子系starburst分子の分子特性

創出した新規π電子系starburst分子群について、電子吸収スペクトル、発光スペクトルおよび陽極酸化

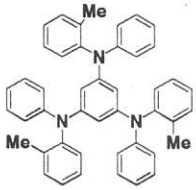
＊ 中央研究所

創出したπ電子系 starburst 分子群

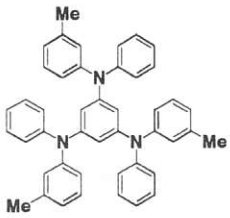
1 TDAB family



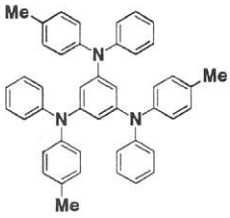
TDAB



***o*-MTDAB**

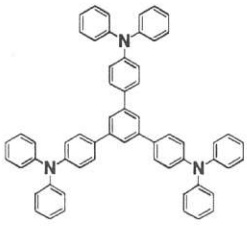


***m*-MTDAB**

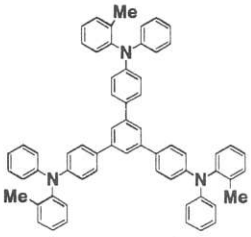


***p*-MTDAB**

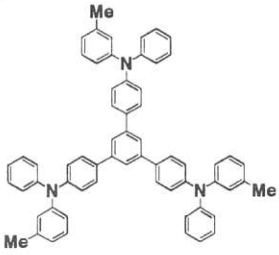
2 TDAPB family



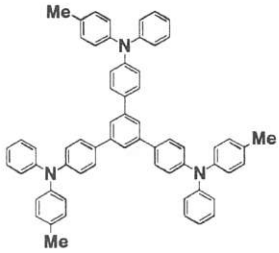
TDAPB



***o*-MTDAPB**

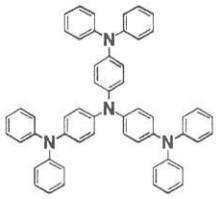


***m*-MTDAPB**

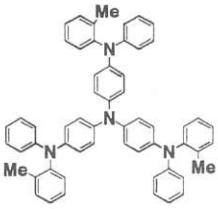


***p*-MTDAPB**

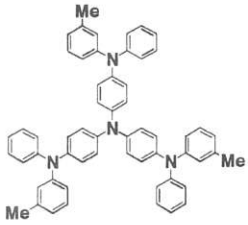
3 TDATA family



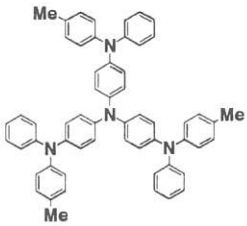
TDATA



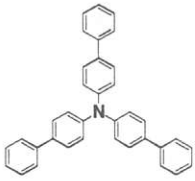
***o*-MTDATA**



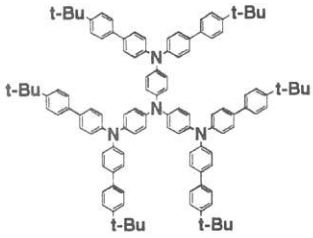
***m*-MTDATA**



***p*-MTDATA**



TBA



t-Bu-TBATA

過程の検討を行った。

創出した新規π電子系starburst分子群の電子吸収スペクトルおよび発光スペクトルを表1に示す。図1および図2に、*m*-MTDAPBおよび*m*-MTDATAの電子吸収スペクトルならびに蛍光スペクトルを、それぞれの中心骨格であるトリフェニルベンゼン、トリフェニルアミンの吸収および蛍光スペクトルとともに示す。

m-MTDAPBおよび *m*-MTDATAは、トリフェニルベンゼンおよびトリフェニルアミンよりも長波長側に吸収帯を示し、それらの蛍光もトリフェニルベンゼンおよびトリフェニルアミンに比べて長波長側に位置している。

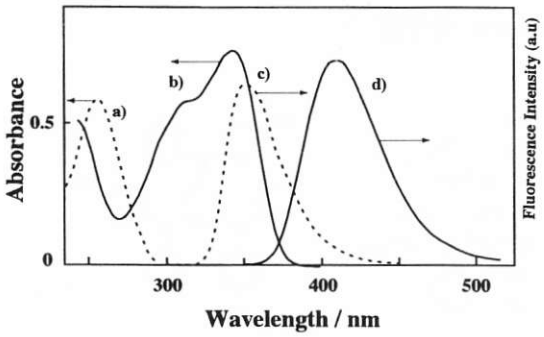


図 1 Electronic absorption spectra of a) TPB and b) *m*-MTDAPB and fluorescence spectra of c) TPB and d) *m*-MTDAPB. Concentration were 1.00×10^{-5}, 9.91×10^{-6} mol dm^{-3} for TPB, and *m*-MTDAPB, respectively.

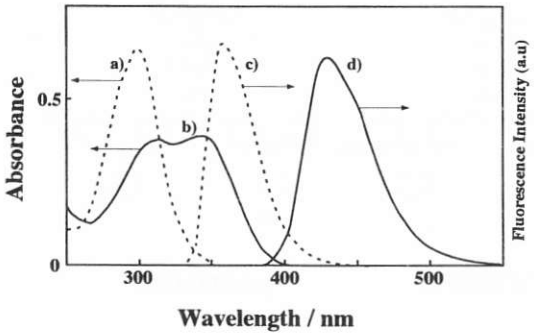


図 2 Electronic absorption spectra of a) TPA and b) *m*-MTDATA and fluorescence spectra of c) TPA and d) *m*-MTDATA. Concentration were 1.99×10^{-5}, 5.0×10^{-6} mol dm^{-3} for TPA, and *m*-MTDATA, respectively.

これらの結果から、TDAPBおよびTDATA系starburst分子は、非平面構造を有するにもかかわらずπ電子が分子全体にわたって共役していることが示唆される。

つぎに、starburst分子群の酸化還元過程をサイクリックボルタメトリーから検討した。

TDAB系starburst分子群の酸化還元過程は、測定した掃引速度の範囲ではいずれも不可逆であった。

TDAPB系starburst分子群については、TDAPB、*o*-および*m*-MTDAPBの酸化過程は不可逆であるのに対し、*p*-MTDAPBは可逆な酸化過程を示した。このことは、TDAPB、*o*-および*m*-MTDAPBのラジカルカチオンのカップリング反応がジフェニルアミン骨格の*p*-位で起こっていることを示唆している。

トリフェニルアミンの酸化過程が不可逆であるのに対し、TDATA系starburst分子群の酸化過程はいずれも可逆であった。これは、TDATA系starburst分子のラジカルカチオンが、トリフェニルアミンに比べて、分子全体に非局在化することにより、ラジカルカチオン同士のカップリング反応が妨げられるためであると考えられる。TDATA、*o*-および*m*-MTDATAは、2電子酸化、*p*-MTDATAは3電子酸化まで可逆性を示し（図3）、TDATA familyはマルチレドックス系として興味深い。

表 1 Spectroscopic data for starburst molecules.

	λemax / nm	log ε	λfmax / nm	Φf	λpmax / nm
TDAB	301	4.8			
o-MTDAB	298	4.9			
m-MTDAB	301	4.9			
p-MTDAB	300	4.9			
TDAPB	238,340	4.7,4.9	405	0.60	434,455,482,514
o-MTDAPB	237,336	4.7,5.0	396	0.63	443,482,514
m-MTDAPB	238,342	4.7,4.9	408	0.62	435,485,516
p-MTDAPB	238,343	4.7,4.9	412	0.57	443,486,517
TDATA	311,341	4.6,4.6	426	0.03	474,499
o-MTDATA	343	4.8	427		
m-MTDATA	314,342	4.7,4.7	427	0.05	475,500
p-MTDATA	305,341	4.9,4.9	426		
t-Bu-TBATA	248,353	4.9,5.1	465	0.18	443,492,522
TBA	246,345	4.6,4.7	408	0.50	485,520

λemax; electronic absorption maxima, logε; absorption coefficient, λfmax; fluorescence maxima, Φf; fluorescence quantum efficiency, λpmax; phosphorescence maxima

表2にstarburst分子群の酸化還元電位をまとめる。TDATA系starburst分子群は、著しく低い酸化電位で特徴づけられ、強い電子供与性を有する。

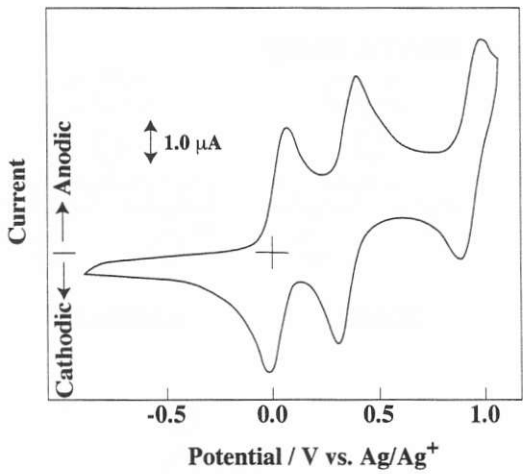


図 3 Cyclic voltammogram of *p*-MTDATA

3. 新規π電子系starburst分子のガラス形成能 ―分子構造との相関―

3. 1 π電子系starburst分子のガラス形成能

トリフェニルアミンおよびトリフェニルベンゼンは、融液を液体窒素で急冷してもただちに結晶化し、ガラスを形成しないの対し、本研究で創出したπ電子系starburst分子群は、TDABを除いて、いずれも安定なアモルファスガラスを容易に形成することが、示差走査熱量測定（DSC）、X線回折測定（XRD）ならびに偏光顕微鏡観察により確認された。

m-MTDATAのDSC曲線を図4に示す。再結晶によ

表 2 Oxidation potentials of starburst molecules

	$E_{1/2}$/V vs Ag/Ag^+		
TDAB	0.57[a]		
o-MTDAB	0.55[a]		
m-MTDAB	0.55[a]		
p-MTDAB	0.50[a]		
TDAPB	0.67[a]		
o-MTDAPB	0.72[a]		
m-MTDAPB	0.66[a]		
p-MTDAPB	0.64		
TDATA	0.11	0.40*	
o-MTDATA	0.05	0.40*	
m-MTDATA	0.06	0.38*	
p-MTDATA	0.04	0.36*	0.96**
t-Bu-TBATA	0.09	0.39*	
TBA	0.61		

a ;irreversible, $E_{p/2}$. *; E^{ox2}. **; E^{ox3}
scan rate; 100mV s^{-1}

り得られた多結晶試料を昇温すると、203℃に融解に基づく吸熱ピークが観測され、等方性液体となる。この等方性液体を室温で放冷すると、過冷却液体を経て容易にアモルファスガラスを生成する。このガラス試料を再び昇温すると、ガラス転移現象が75℃に見られ、過冷却液体となる。さらに昇温すると、160℃付近に結晶化に基づく発熱ピークが観測され、溶液からの再結晶で得られる結晶と同じ結晶が生成し、これは203℃で融解して等方性液体となる。

m-MTDATAのX線回折パターンを図5に示す。溶液からの再結晶で得られた多結晶試料およびガラスを昇温して得られた結晶は、同一の鋭いピークを示すのに対して、融液を冷却して得られた試料についてはブロードなハローのみが観測され、アモルファスであることが確認できる。

TDATA系starburst分子群については、TDATAおよび*p*-MTDATAの場合は溶融試料を液体窒素で急冷する必要があるが、*o*-および*m*-MTDATAは、その溶融状態の試料を室温で放冷するだけで容易にガラスを形成することがわかった。TDAB系starburst分子群については、TDABはその溶融状態の試料を液体窒素で急冷してもただちに結晶化してしまうのに対し、そのメチル誘導体は、その溶融状態の試料を液体窒素で急冷（*p*-MTDAB）あるいは室温で放冷（*o*-および*m*-MTDAB）することにより、容易にガラスを形成する。これらの結果は、メチル基の導入が、ガラス形成能に大きな影響を与えていることを示している。フェニル基の*o*-、*m*-、*p*-位にメチル基を導入すると、分子のとりうるコンフォメーションの数が増加し、分子の再配列が妨げられ、その結果、結晶化速度が抑えられガラスを形成しやすくなると考えられる。このように、置換基の導入により非平面分子の対称性を下げることは、

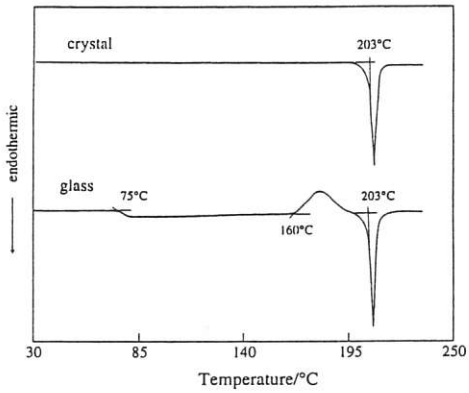


図 4 DSC curves of *m*-MTDATA. Heating rate : 5℃ min^{-1}

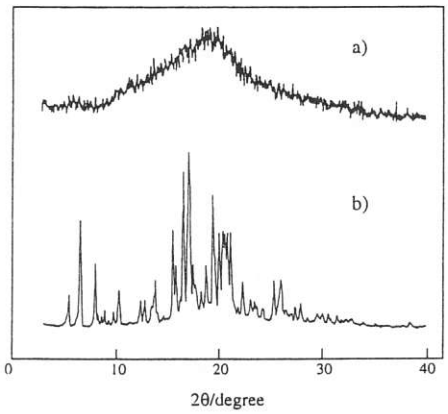


図 5 X-Ray diffraction patterns of *m*-MTDATA ; a) amorphous glass ; b) crystal

表 3 Glass-transition temperatures, crystallization temperatures, and melting points, and enthalpy and entropy changes for starburst molecules

	Tg(°C)	Tc(°C)	-ΔH(kJ mol^{-1})	Tm(°C)	ΔH(kJ mol^{-1})	ΔSm(J $K^{-1}mol^{-1}$)
TDAB**	a)			257	62.6	117.3
o-MTDAB**	46	129	23.1	156	24.1	56.2
m-MTDAB**	49	88	37.4	183	63.9	140.1
p-MTDAB**	58	88	32.4	188 210	47.4	98.1
TDAPB	121	196	50.0	269	58.3	107.5
o-MTDAPB	109	154	21.7	279	39.8	72.1
m-MTDAPB	105	167	19.0	231	28.9	57.3
p-MTDAPB	110	–	–	243	55.7	107.9
TDATA	89	126	32.2	255	46.2	87.5
o-MTDATA*	76	157	12.7	198	15.9	33.7
m-MTDATA	75	160	38.4	203	42.4	89.0
p-MTDATA	80	130 187 213	30.9 9.5 4.7	265	63.1	117.5
t-Bu-TBATA	203	271	60.5	330,347 365	– – 79.3	124.3
TBA	76	117	34.4	260	48.2	90.4

Heating rate; 5°C/min, *;1°C/min, **; 10°C/min
a); no glass formation

アモルファス分子材料創製のための重要な分子設計指針となる。

表3に、本研究で創出したstarburst分子群のガラス転移温度（Tg）、結晶化温度（Tc）、融解温度（Tm）および結晶化と融解のエンタルピー変化（ΔH）およ

びエントロピー変化（ΔS）を示す。

ガラスの安定性は分子構造に依存する。TBAのガラスは、室温で放置すると数時間で結晶化が進行し、TDAB系starburst分子群のガラスは、数ヶ月で結晶化が進行する。これに対し、TDAPB系ならびにTDATA系starburst分子群のガラスは、室温で極めて安定であり、とくに、*m*-MTDATAのガラスは、合成して9年以上経過しているが、室温では全く結晶化は認められていない。

3. 2　ガラス形成能と分子構造との相関

ガラス形成能と分子構造との相関について知見を得るために、TBA およびTDATAについて単結晶を育成し、それらのX線結晶構造解析を行った。TBAの分子構造を図6に示す。中心のトリフェニルアミン部分はプロペラ状構造を有しており、A、C、Eで示したベンゼン環と窒素原子に結合した三つの炭素原子からなる平面との間の二面角は、それぞれ45.7、56.8、38.4°（A-C、C-E、E-A間の二面角はそれぞれ85.0、82.6、69.0°）である。ビフェニルは結晶中で平面構造をとるのに対し、TBAのビフェニル骨格部分はいずれもねじれた構造をとっており、A-B、C-D、E-F間の二面角は、それぞれ27.0、40.1、39.8°である。

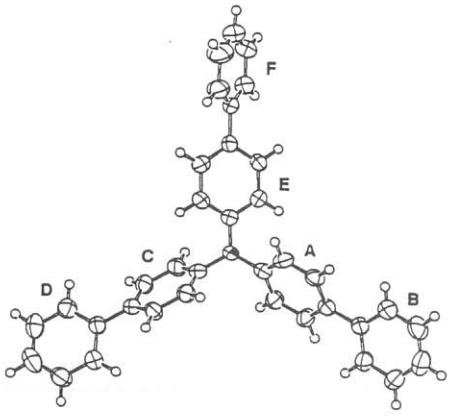


図 6　Molecular structure of TBA

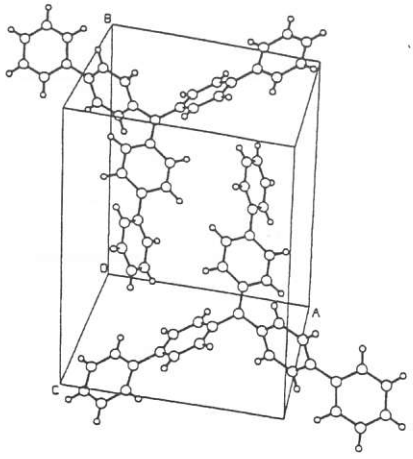


図 7　Crystal structure of TBA

図7にTBA の結晶構造を示す。ユニットセル中にTBAが二分子存在し、それらは対称心で関係付けられている。これらの分子間には極端に短い原子間接触はなく、TBA分子は結晶中で分子間反発を避けるように配列している。

つぎに、TDATA の分子構造を図8に示す。分子内に存在する四つのトリフェニルアミン部分は、いずれもプロペラ状構造を有している。同一の窒素原子に結合した三つの炭素原子から形成される平面と、同じ窒素に結合したベンゼン環の平面との間の角度は32～55°であり、分子は非平面構造をとっている。図9にTDATAの結晶構造を示す。ユニットセル中にTDATAは4分子存在し、TBAと同様、互いに分子間反発を避けるように配列している。

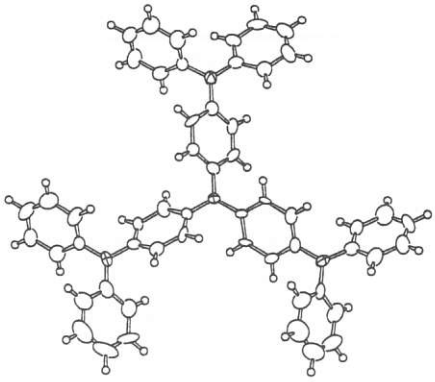


図 8　Molecular structure of TDATA

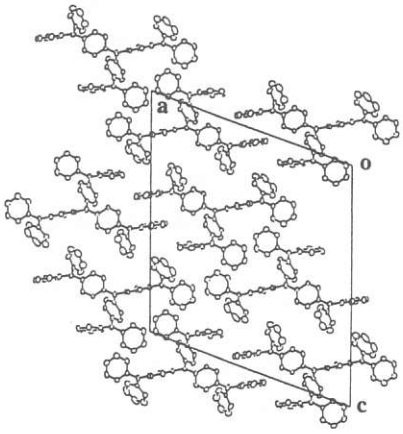


図 9　Crystal structure of TDATA

TBAやTDATAで示されるように、創出したstarburst分子群は、非平面構造を有するとともに、C-CおよびC-N単結合まわりで自由回転でき、ほぼ等しいconformational energyを有する複数のconformerが存在すると考えられる。これらのことが、starburst分子群のガラス形成に関連していると考えられる。

3. 3　分子構造とガラス転移温度との相関

分子構造とガラス転移温度（Tg）との相関に着目すると、TDATA、*o*-、*m*-、および*p*-MTDATAのTgは75～89℃であるが、tert-ブチルビフェニル基を含むt-Bu-TBATAは、極めて高いTg（203℃）を有している。これは、剛直なビフェニル骨格の導入により分子運動が抑制されたため、Tgが上昇したと考えられる。フェノチアジン骨格やカルバゾール骨格の導入も著しくTgを上昇させることを我々で見いだしている。以上のことから、分子の剛直性を増すことは、Tg向上のための重要な分子設計指針となる。

4. ガラスからの緩和過程ーポリモルフィズム

ガラス状態は、熱力学的に非平衡状態であり、時間とともに熱力学的平衡状態へ緩和する。分子性ガラスにおける緩和の様相を明らかにすることは、興味ある重要な研究課題である。

創出した新規π電子共役系starburst分子群は、安定なガラスを容易に形成するとともに、Tg以上に加熱すると結晶化し、二つあるいは三つの異なる結晶形態をとるポリモルフィズムを示すことを見いだした。また、ポリモルフィズムが、π電子系starburst分子群に一般的に認められる現象であることを明らかにした。

ポリモルフィズムの例を*p*-MTDABについて示す。図10に、*p*-MTDABのDSC曲線を示す。

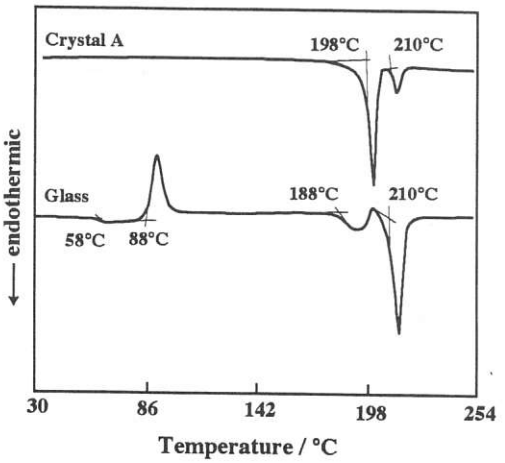


図 10　DSC curves of *p*-MTDAB, Heating rate, 10℃min^{-1}

溶液からの再結晶で得られた結晶Aを加熱していくと、198℃で融解した後、直ちに結晶化して結晶Bを生成し、この結晶Bは、210℃で融解して等方性液体となる。等方性液体を液体窒素で急冷すると、過冷却液体状態を経てガラスが生成する。このアモルファスガラスを昇温すると、ガラス転移現象が58℃に見られ、過冷却液体となる。さらに昇温すると88℃で結晶化して結晶Cを生成する。結晶Cが188℃で融解するとただちに結晶Bが生成し、これは210℃で融解する。このように、*p*-MTDABは、ガラスを生成するのみならず三つの結晶形態をとることが見いだされた。

p-MTDABの相転移挙動についてさらに詳しい知見を得るために、昇温速度を変化させてDSC測定を行った。図11に、昇温速度を変化させたときの*p*-MTDABのDSCカーブを示す。昇温速度が遅いときは、結晶Aおよび結晶Cの融解に基づく吸熱ピークは、結晶Bの生成に基づく発熱ピークと重なるため小さくなる。同時に、結晶Bの生成に基づく発熱ピークも小さくなる。一方、昇温速度を速くしていくと、結晶Bの生成が完結する前に結晶Bの融点に達するため、結晶Bの融解に基づく吸熱ピークは小さくなる。

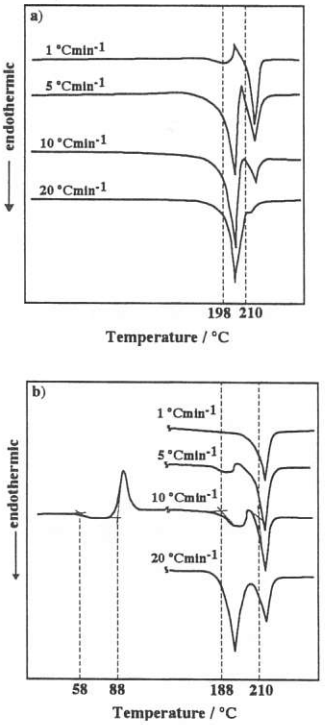


図 11　DSC curves of *p*-MTDAB measured at different heating rates : a) crystalline sample (crystal A), obtained by recrystallization, is heated ; b) amorphous glassy sample, obtained by cooling the melt with liquid nitrogen, is heated.

粉末X線回折測定により、溶液からの再結晶により得られた結晶Aと熱処理により得られた結晶Bのピークパターンは異なっており、それらが異なる結晶形態であることがわかった。ガラス試料の熱処理によって得られた結晶Cは、結晶Aとよく似た回折パターンを示し、結晶Aと結晶Cは類似の結晶構造を有していると思われる。*p*-MTDABのモルフォロジー変化を図12に示す。また、自由エネルギーー温度曲線を図13に示す。

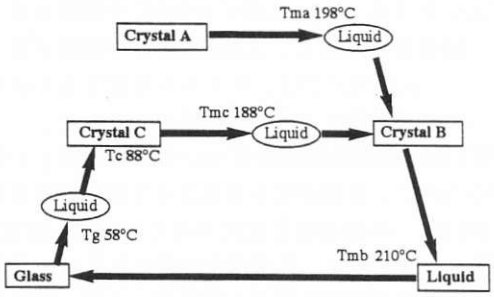


図 12　Morphological changes for *p*-MTDAB

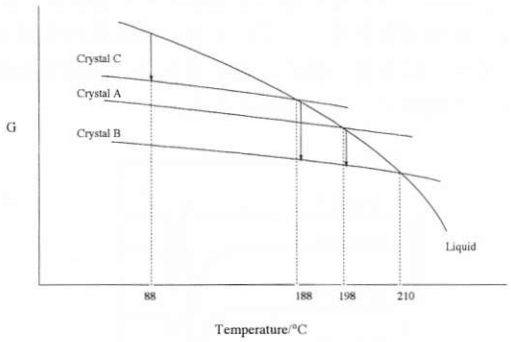


図 13　Schematic free energy-temperature curves for *p*-MTDAB

このように、多くのπ電子系starburst分子群は、いくつかの結晶形態をとるポリモルフィズムを示し、ガラスからの昇温過程において、準安定な結晶の生成を経て最終的に最も融点の高い結晶へ転移していくことがわかった。

5.　アモルファス分子材料の電子物性および有機エレクトロルミネッセンス素子への応用

5. 1　電荷輸送

アモルファス有機固体における電荷輸送は、基礎、応用両面から興味がもたれ、活発な研究が行われてきた。これまで主に研究対象となってきた系は、高分子系あるいは低分子電荷輸送物質を高分子バインダー中に分散させた複合系である。しかし、高分子複合系に関する最近の研究の結果、高分子バインダーの種類によりドリフト移動度が2桁近く変化し、従来不活性と考えられてきたバインダーが電荷輸送に大きな影響をおよぼすことが明らかとなった。従って、高分子バインダーの影響を取り除き、物質固有の電荷輸送特性を評価するためには、低分子系電荷輸送物質単独のガラス状態における電荷輸送過程の研究が望まれる。しかしながら、室温以上で安定なガラスを形成する有機低分子化合物がこれまでほとんど知られていなかったため、このような研究はほとんど行われていなかった。

本研究では、創出したアモルファス分子材料のなかで*m*-MTDAPBおよびTBAをとりあげ、それらのガラス状態における電荷輸送について検討した。

m-MTDAPBおよびTBAガラスのホールドリフト移動度は、電場強度2.0x10^5 Vcm^{-1}、温度21℃および20℃において、それぞれ1.6×10^{-5} cm^{2}V^{-1}s^{-1}および1.5×10^{-4} cm^{2}V^{-1}s^{-1}と求められた。

TBAについて、ドリフト移動度の温度および電場強度依存性について検討し、得られた結果を非晶固体系について提案されているGillの経験式（eq.1）ならびにBässlerらのdisorder model（eq.2）にしたがって解析した。その結果、ドリフト移動度の電場強度依存性は、電場強度の½次に比例し、温度依存性に関しては、測定温度範囲でどちらのモデルも適用できることがわかった。得られたパラメーターを表4、5に示す。

$$\mu = \mu_0 \exp\left[-\left(\frac{E_0 - \beta_{PF} E^{1/2}}{kT_{eff}}\right)\right] \quad (1)$$

$$T_{eff}^{-1} = T^{-1} - T_0^{-1}$$

$$\mu = \mu_0 \exp\left[-\left(\frac{2}{3}\hat{\sigma}\right)^2\right] \exp\left[C(\hat{\sigma}^2 - \Sigma^2)E^{1/2}\right] \quad (2)$$

$$\hat{\sigma} = \frac{\sigma}{kT}$$

表 4　Hole transport parameters based on eq. 1

E_0／eV	T_0／K	μ_0／cm^{2}V^{-1}s^{-1}	β_{PF}
0.25	450	1.4x10^{-3}	2.2x10^{-4}

表 5　Hole transport parameters based on eq. 2

μ_0／cm^{2}V^{-1}s^{-1}	σ (eV)	Σ	C／(cm／V)
3.5×10^{-3}	0.079	1.4	4.1×10^{-4}

m-MTDAPBおよびTBAのガラスにおけるホールドリフト移動度は、アモルファスポリマー、例えばpoly-(*N*-vinylcarbazole）に比べて、2桁から3桁大きい値を示し、また、50wt％樹脂分散系と比較して、約1桁高い値を示す。

5. 2　有機エレクトロルミネッセンス素子への応用

有機エレクトロルミネッセンス（ＥＬ）素子は、面発光、低電圧駆動、多色表示が可能、大面積化、薄膜化が容易などの特徴を持ち、大型フルカラーフラットパネルディスプレイへの応用の観点から注目を集めている。有機EL素子の構造は、一層あるいは多層の有機薄膜を二つの異なった電極で挟んだものである。一般に、発光層のみからなる単層型素子よりも、発光層と電荷輸送層（正孔輸送層あるいは電子輸送層）を組み合わせた二層型素子の方が電極からのキャリア注入のエネルギー障壁が減少し、優れた特性を示す。従って、高性能有機EL素子の開発のためには、発光材料だけでなく、優れた正孔あるいは電子輸送材料の開発が求められる。

有機EL素子の実用化のためには、発光効率の向上

および耐久性の向上が重要な研究課題であり、特に素子の駆動寿命は、有機EL素子における最大の問題点である。素子劣化の原因は、仕事関数の小さな金属電極（Mg、Alなど）の劣化、ピンホールによる有機薄膜の絶縁破壊、ジュール熱の発生による有機層の結晶化や溶解などのモルフォロジー変化があげられる。従って、キャリア注入のエネルギー障壁の観点から、適切な電子特性（イオン化ポテンシャルおよび電子親和力）を有するとともにピンホールのない良質のアモルファス膜を形成し、モルフォロジー安定性と耐熱性に優れる材料の開発が求められている。

これまで有機EL素子においては、tris（8-quinolinolate）aluminium（Alq_3）および*N,N'*-bis（3-methylphenyl）－*N,N'*－diphenyl－[1,1'－biphenyl]－4,4'-diamine（TPD）が、それぞれ優れた緑色発光材料および正孔輸送材料として最もよく用いられてきた。正孔輸送材料としてのTPD は、Alq_3との組み合わせにおいて優れた電子特性（固相イオン化ポテンシャルIPs-5.5eV）を有しているが、耐熱性に乏しく、また、結晶化しやすい。

本研究で創出したアモルファス分子材料は、真空蒸着によって均一で良質の薄膜を形成するとともに、良好な熱安定性とモルフォロジー安定性を示し、有機EL素子の優れた正孔輸送材料となることが期待される。本研究では、熱安定性、耐久性に優れる有機EL素子の開発を目指して、starburst分子*m*-MTDATAおよび*m*-MTDAPBを正孔輸送層に用いた有機EL素子を作製し、その特性を検討した。*m*-MTDATAおよび*m*-MTDAPBは、いずれも容易に安定なガラスを形成し、それらのガラス転移温度は、それぞれ75、105℃である。また、これらのstarburst分子、とくに*m*-MTDATAのアモルファス薄膜は結晶化を起こさず、非常に安定である。*m*-MTDATAは非常に低い固相イオン化ポテンシャル（IPs=5.1eV）を有していることで特徴づけられる。*m*-MTDAPBのIPsは、約5.7eVであり、TPDの代替として用いることができる。

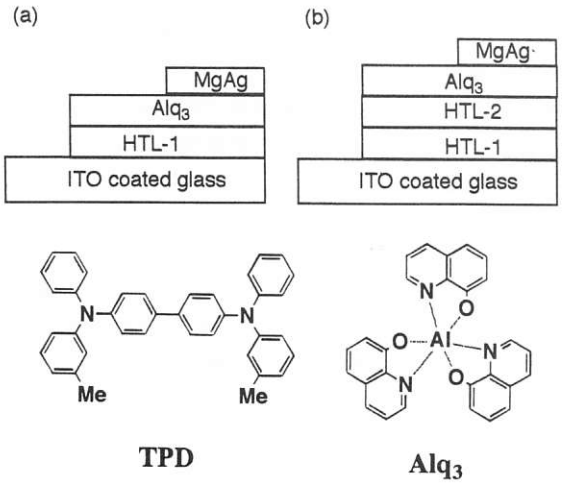


図 14　Schematic side view of EL devices

まず、*m*-MTDAPBを正孔輸送層に用い発光層としてAlq_3を用いた二層型有機EL素子（図14(a)）を作製し、従来の研究で用いられているTPDを正孔輸送層に用いた二層型有機EL素子と比較検討した。また、発光効率ならびに耐久性の向上を目指して、イオン化ポテンシャルの異なる正孔輸送層を積層した新しい多層型有機EL素子を提案し、正孔輸送層として*m*-MTDATAとTPDあるいは*m*-MTDAPBを積層し、発光層としてAlq_3を用いた新しいタイプの多層型有機EL素子（図14(b)）を作製し、それらの特性を検討した。

二層型および多層型有機EL素子はいずれも、ITO電極側に正の電圧を印加したときに緑色に発光した。ELスペクトルはAlq_3の蛍光スペクトルと一致し、EL発光は、Alq_3の励起一重項状態からの蛍光であることが示された。

正孔輸送層として*m*-MTDAPBまたはTPDを用いた二層型有機EL素子の特性を表6にまとめる。TPDを正孔輸送層として用いた素子は、素子駆動中に容易にリーク電流が発生し、また、60℃以上で発光しなくなるのに対し、*m*-MTDAPBを用いた場合はそのようなことは起こらず、耐熱性に優れる。

正孔輸送層として、イオン化ポテンシャル（IP）の異なる二種類のstarburst分子をIPの低い順に積層（*m*-MTDATA／TPD、*m*-MTDATA／*m*-MTDAPB）し、発光層にAlq_3を用いた新規多層型有機EL素子の特性を図15、表7に示す。

表 6　Performance characteristics of the organic EL devices consisting of a single hole-transport layer

material for HTL	Driving voltage (V)[a]	Current density (mA cm^{-2})[a]	Luminous efficiency (lm W^{-1})[a]	Maximum luminance (cd m^{-2})
TPD[b]	6.3	9.0	1.6	17300 (17V)
m-MTDAPB[c]	9.2	8.1	1.2	16600 (17V)

[a] At a luminance of 300 cd m^{-2}.
[b] ITO/TPD(600Å)/Alq3(500Å)/MgAg.
[c] ITO/*m*-MTDAPB(450Å)/Alq3(500Å)/MgAg

表 7　Performance characteristics of the multilayered organic EL devices consisting of a double hole-transport layer. HTL1 : *m*-MTDATA

material for HTL	Driving voltage (V)[a]	Current density (mA cm^{-2})[a]	Luminous efficiency (lm W^{-1})[a]	Maximum luminance (cd m^{-2})
TPD	5.4	7.1	2.3	21900 (15V)
m-MTDAPB	7.3	6.8	1.9	16900 (16V)

[a] At a luminance of 300 cd m^{-2}.
[b] ITO/*m*-MTDATA(800Å)/TPD(100Å)/Alq3(500Å)/MgAg.
[c] ITO/*m*-MTDATA(300Å)/*m*-MTDAPB(200Å)/Alq3(500Å)/MgAg

新規多層型有機EL素子は、単層の正孔輸送層からなる素子に比べて発光効率が向上している。図18に示すように、TPD単層を正孔輸送層に用いた素子は、ITOからTPDへのエネルギー障壁が大きくITO電極からのホール注入が起こりにくいのに対し、ITO／*m*-MTDATA（800Å）／TPD（100Å）／Alq_3（500Å）／MgAg多層型素子では、*m*-MTDATAがITOとTPDとの間のIPを有しているため、ITO-*m*-MTDATA間のエネルギー障壁および*m*-MTDATA-TPDエネルギー障壁が、ITOとTPDとの間のエネルギー障壁に比べて小さくなり、段階的にホール注入され、ITOからAlq_3へのホール注入が効率よく起こると考えられる。

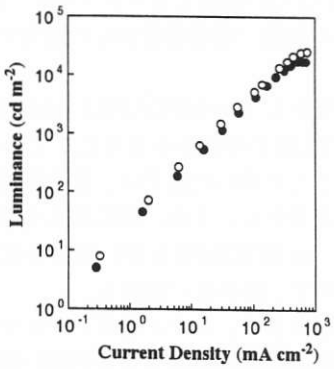


図 15 Luminance-injected current density characteristics for the EL devices
●:ITO/TPD(600Å)/Alq_3(500Å)/MgAg
○:ITO/MTDATA(800Å)/TPD(100Å)/Alq_3(500Å)/MgAg

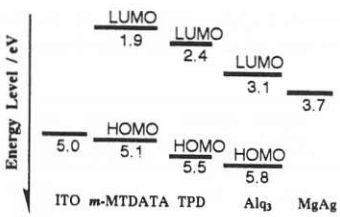


図 16 Energy levels of electrodes and organic materials

二層型素子ITO／TPD／Alq_3／MgAgならびに正孔輸送層を二層積層した多層型素子ITO／*m*-MTDATA／TPD／Alq_3／MgAgの一定電流密度下における輝度の経時変化を図17に示す。

これらの素子の耐久性を比較したとき、300cdm^{-2}の初期輝度で連続駆動したときの半減期は、TPDを正孔輸送層に用いた素子ではたかだか150時間であるのに対して、*m*-MTDATAおよびTPDの積層膜をホール輸送層に用いた素子では300時間であった。また、TPD単層を正孔輸送層に用いた素子とは異なり、*m*-MTDATAを積層した素子では、リーク電流の発生は認められず、10,000時間以上の連続発光が可能であった。本研究の結果は、有機EL素子の耐久性に関する最初の報告で当時駆動寿命の最高水準であった。

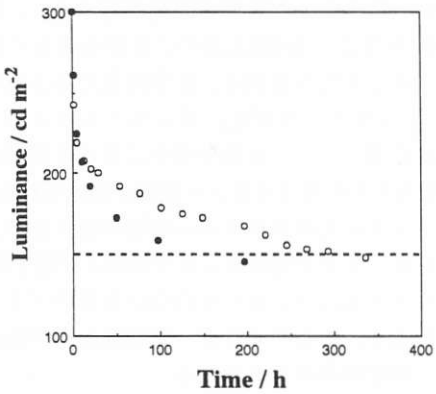


図 17 Luminance vs. operation time
●:ITO/TPD(600Å)/Alq_3(500Å)/MgAg
○:ITO/*m*-MTDATA(800Å)/TPD(100Å)/Alq_3(500Å)/MgAg

耐久性に優れることは、*m*-MTDATAが良質の安定なアモルファス膜を形成するとともに、ITO電極との密着性が良好であることに基づくと考えられる。

以上、本研究においては、有機EL素子用材料開発に関して「π電子系starburst 分子」という材料設計の新しい概念を提出するとともに、イオン化ポテンシャルの異なる正孔輸送層を積層した新しいタイプの多層型有機EL素子を提案し、素子の発光効率および耐久性が向上することを明らかにした。本報告の後に、多くの研究者が、多層型の素子構造を採用し、また、*m*-MTDATAを正孔輸送剤として用いて、有機EL素子の耐久性、発光効率の改善を達成しつつある。

6. 総　　括

本研究を要約すると以下のとおりである。

(1)アモルファス分子材料の創製を目指して、starburst と名づけた新規な三系列のπ電子系有機分子群（TDATA系、TDAB系、TDAPB系）を設計・合成し、それらの分子特性を明らかにした。

(2)創出したπ電子系starburst 分子群は、TDABを除いて融液を液体窒素で急冷あるいは室温空気中で放冷することにより、透明で安定なガラスを容易に形成することを見いだした。また、メチル基の導入によりガラス形成能が向上すること、および剛直なビフェニル基の導入によりガラス移転温度が向上することを明らかにし、アモルファス分子材料創製のための分子設計指針を得た。

(3)合成したstarburst 分子が、ガラスを形成するだけでなく、複数の結晶形態を有するポリモルフィズムを示すことを見いだし、ポリモルフィズムがπ電子系starburst分子に一般的に認められる現象であることを示すとともに、熱力学的非平衡状態であるガラスからの緩和の様相を明らかにした。

(4)ガラス状態固有の固体物性を明らかにする観点から、TBAならびに*m*-MTDAPB単独のガラス状態におけるホールドリフト移動度を測定し、創出したアモルファ

ス分子材料における電荷輸送過程を検討した。

さらに、有機EL素子用材料開発に関して「π電子系starburst分子」という材料設計の新しい概念を提出し、従来の有機EL素子の最大の問題点であった耐久性、耐熱性が顕著に向上することを明らかにした。また、イオン化ポテンシャルの異なる正孔輸送層を積層した新しいタイプの多層型有機EL素子を提案し、素子の発光効率が向上することを明らかにした。

本論文の作成にあたっては大阪大学大学院工学研究科物質化学専攻の城田靖彦教授のご指導ならびに城田研究室の諸兄諸氏のご協力を賜ったことを付記し、感謝の意を表します。

［付記］

本論文は筆者が大阪大学大学院工学研究科物質化学専攻に留学し、城田靖彦教授ご指導の下に行った研究をまとめて博士論文としたものの要旨である。

［参考論文］

1)W. Ishikawa, H. Inada, H. Nakano and Y. Shirota, Chem. Lett., **1991**, 1731.

2)W. Ishikawa, H. Inada, H. Nakano and Y. Shirota, Mol. Cryst. Liq. Cryst., **211**, 431(1992).

3)W. Ishikawa, H. Inada, H. Nakano and Y. Shirota, J. Phys. D:Appl. Phys., **26**, B94(1993).

4)H. Inada and. Y. Shirota, J. Mater. Chem., **3**, 319(1993).

5)H.Inada, K. Onishi, S. Nomura, A Higuchi, H. Nakano and Y. Shirota , J. Mater. Chem., **4**,171(1994).

6)Y. Shirota, Y. Kuwabara, H. Inada, T. Wakimoto, H. Nakada, Y. Yonemoto, S. Kawami and K. Imai, Appl. Phys. Lett., **65**, 15(1994).

7)H. Inada and Y. Shirota, Mol. Cryst. Liq. Cryst., **280**, 331(1996) .

8)A. Higuchi, H. Inada, T. Kobata, and Y. Shirota, Adv. Mater., **3**, 549(1991).

9)A. Higuchi, K. Ohnishi, S. Nomura, H. Inada, and Y. Shirota, J. Mater. Crem. **2**, 1109(1992).

10)Y. Shirota, Y. Kuwabara, D. Okuda, R. Okuda, H. Ogawa, H. Inada, T. Wakimoto, H. Nakada, Y. Yonemoto, S. Kawami, and K. Imai, J. Lumin.,**72-74**, 985(1997).

稲田　宏
Hiroshi INADA
1988年入社
中央研究所
製品開発部　係長(工学博士)

有限要素法による歯付ベルトの歯部耐久寿命評価

Fatigue Life Evaluation of Toothed Belts Based on FE Analysis

草野　隆行*1　　城戸　隆一*2　　藤井　透*3

Takayuki KUSANO　　Ryuichi KIDO　　Toru FUJII

A new parameter was proposed to evaluate the fatigue life of toothed belts. The parameter is the frictional work spent on the belt tooth surface for driving and driven pulleys. It can be estimated only with the 2D finite element model of the belts previously developed by the authors. As well as the frictional work, an alternative parameter, maximum tooth load (widely used in the literature) was also used to evaluate the fatigue life of toothed belts. In order to prove the effectiveness of the present parameter, fatigue tests were conducted using S8M belts at a constant power. The test results show that the maximum tooth load can explain the fatigue degradation of the toothed belts to some extent while the proposed parameter, the frictional work can evaluate the fatigue life of the belt due to wear of the belt facing fabric more appropriately than the maximum tooth load.

1. まえがき

歯付ベルトは、近年、自動車用エンジンのカム軸駆動に多く用いられ、その重要性から、性能や耐久性の向上が強く要求されるようになってきた。図1に示すように、心線、歯ゴム、帆布、背ゴムから構成される歯付ベルトの疲労損傷モードには、①歯元（歯部付根）のクラック、②歯面（圧力面）（歯元も含む）の帆布摩耗、③心線の破断、④背ゴムのクラック等がある。この内①に対しては、②が促進要因になることも多く、最終的には歯部が大部分あるいは全く欠損するという歯欠けに至る。様々な使用条件下でどの疲労損傷モードがいつ発現するかは、駆動系のレイアウトとベルト／プーリ間の動力伝達（伝動）状態に影響される。特に歯欠けについては伝動状態の影響が大きい。したがって、歯付ベルトの歯部耐久性を適切に評価するためには、ベルト／プーリ間の伝達力の分布、つまり荷重分担を精度良く把握する必要がある。

歯付ベルトの荷重分担は、ベルトやプーリに特別な細工を施すことにより、実測することも可能である。しかし、プーリレイアウトや張力条件が変わる毎に実験を行う必要があり、その手間と労力は大きい。そのために、荷重分担を解析的に予測する努力もなされている[1)~3)]が、摩擦の仮定に問題があったり、簡単なモデルを用いていることもあって、精度のよい結果が得られているとは言えない。この点に着目した著者らは、先に、有限要素法を用いた歯付ベルトの伝動解析モデルを開発し、非常に精度良く荷重分担が解析できるこ

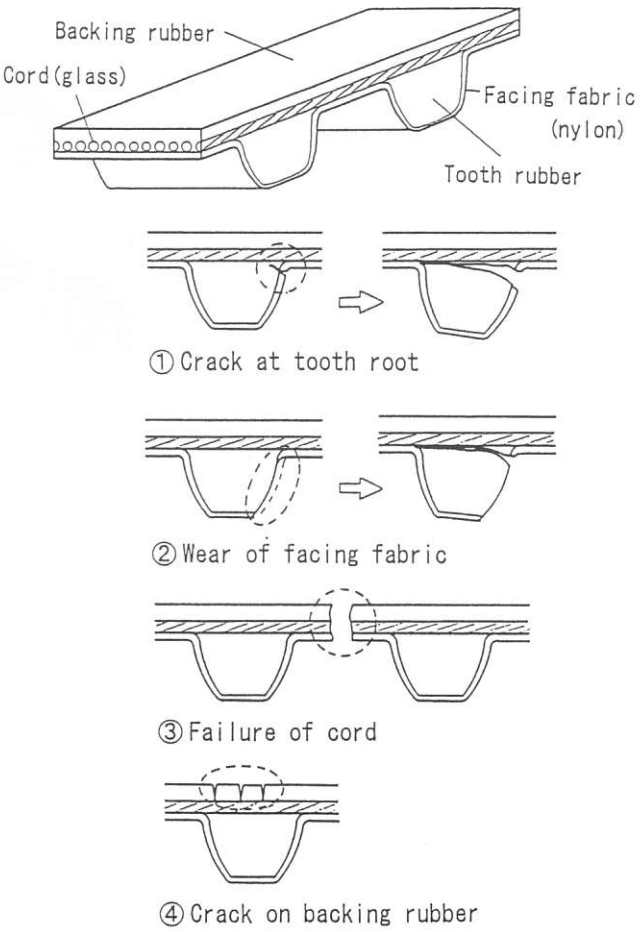


図1　歯付ベルトの構造と疲労損傷モード

*1 伝動技術研究所
*2 中央研究所
*3 同志社大学工学部

とを示した[4)~6)]。本研究はその数値解析で得られた荷重分担が歯付ベルトの歯部耐久性の評価に応用可能かどうかを検討したものである。すなわち、ベルトの耐久試験を実際に行い、試験条件に対応した解析モデルから得られる荷重分担等の出力結果を用いて、試験結果が整理できるかどうかを調べた。

歯付ベルトの歯部耐久性に関してはこれまで報告された研究がいくつかある。多くの場合、歯欠けに至るまでの繰り返し数を疲労寿命として横（N）軸に、負荷トルクまたは実測された最大歯荷重を縦（S）軸にとり、このS-N曲線で歯付ベルトの寿命を評価している[7)]。著者らの知る限り、疲労破壊のもう一つの代表的損傷モードである歯部帆布摩耗に関しての報告例は見当たらない。そこで、S軸にとる評価パラメータとして、解析から得られる最大歯荷重のみならず、摩耗に関係する別の解析パラメータも検討に加えた。

2. ベルト歯部耐久試験

2. 1 評価ベルトおよび耐久試験装置

図2にベルト耐久走行試験機の概略を示す。図の左側が駆動軸、右が従動軸である。駆動軸は水平方向に可動で、ベルトに任意の初張力を与えて、位置が固定できる。従動軸は直流モータと結ばれ、これを発動機として用いることにより、任意の負荷が付与できる。試験ベルトを掛ける部分は、保温箱で覆われ、雰囲気温度を変えることが可能である。試験に用いたプーリは鋼製（S45C）で、歯数は駆動側24および従動側48である。駆動プーリの巻き付け角度を180度とするために、ベルトを背面から押し付ける外径52mmのアイドラプーリを従動プーリの近くに設けた。

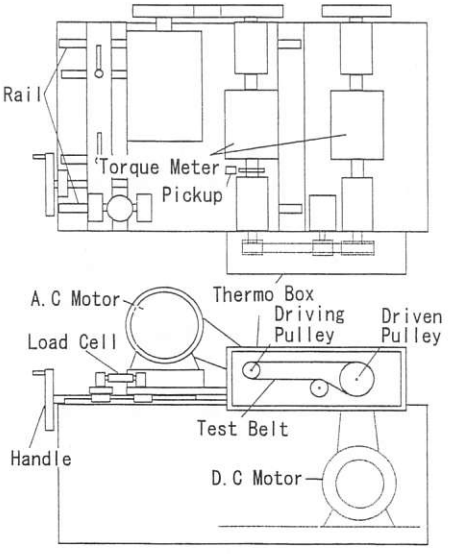


図2　ベルト耐久走行試験機概略図

試験ベルトには、心線がガラス繊維、背ゴムと歯ゴムがH-NBR、帆布がナイロン織布で構成された幅10mmのS8M形（8mmピッチ円弧歯形）歯付ベルトを用いた。

2. 2 試験条件と試験方法

歯部耐久試験は、駆動軸回転数:6000rpm、雰囲気温度：100℃、初張力：196Nの条件で行った。変量因子は従動軸負荷トルクT_rおよび駆動プーリ上の噛み合いピッチ差Δpの二つで、それぞれT_r=(22.05, 24.5,26.95, 29.4Nm）の4水準、およびΔp=(0,-0.017mm）の2水準で変量した。ここで、Δpは無張力時の(ベルト歯ピッチ長)−(プーリ歯ピッチ長）の値とする。Δpは、外径がわずかに異なる2種類の駆動プーリを取り替えることにより、変化させた。

本耐久試験では、歯部側面帆布が摩耗し、ゴムが露出したときのベルト周回数を帆布摩耗寿命:Wear Lifeとした。また、帆布摩耗の有無にかかわらず、目視により歯ゴム歯元にクラックが認められるときは、そこまでの周回数を歯元クラック寿命：Crack Lifeとした。いずれの寿命でも、その時点で歯欠けには至っておらず、まだ同期伝動は可能である。しかし、本報では、帆布摩耗あるいは歯元クラックのどちらかが先に、上記で定義した寿命に達した時点を歯部耐久寿命:Tooth Lifeと見なした。

耐久試験実施中、試験機を断続的に停止させ、ベルトの損傷状況を観察し、それぞれの寿命を判定した。

3. 有限要素解析

3. 1 有限要素モデルおよび解析の手順

以上で述べた耐久試験条件における荷重分担を予測するための有限要素モデルの主要部分を図3に、全体図を図4に示す。ベルトのモデル化には、心線部に2節点梁要素、心線下部のゴム／帆布層および歯部に四角形4節点平面要素を用いた。背ゴムは、伝動に寄与しないので、省略した。プーリは、剛体と見なし、外形状のみを剛体面でモデル化した。このプーリと接触する可能性のあるベルト歯面には、プーリとの接触／摩擦／剥離が考慮できるインターフェイス要素（図3中のBottom①～③、Side①～⑫、Top①②）を設けた。摩擦係数の値は0.3で一定とした。

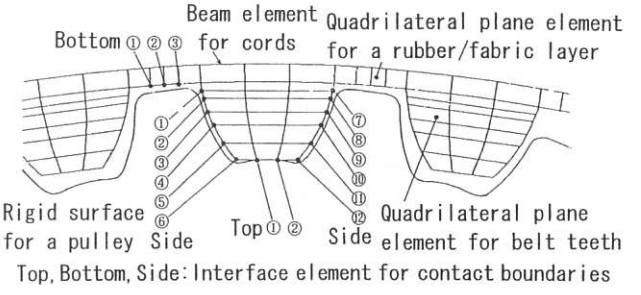
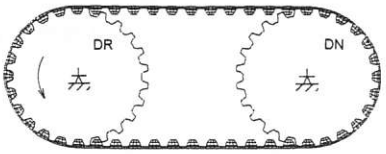


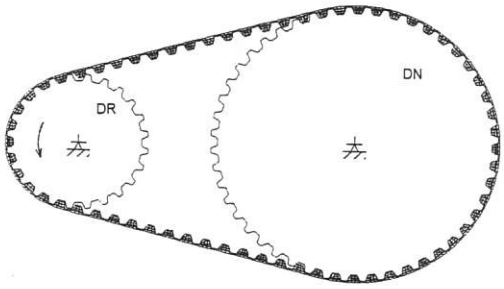
図3　S8M形歯付ベルト有限要素モデル主要部

ところで、著者らが開発してきた歯付ベルトの伝動モデルは、現時点でプーリが2個以内に制限されるため、アイドラプーリが入った試験レイアウトをそのままモデル化できない。そこで、図4(a)、(b)に示すような異なる二つの伝動モデルを用いて、試験レイアウトに対応させた。すなわち、(a)は、駆動および従動プーリとも24歯としたモデルで、駆動側の噛み合い歯数を試験レイアウトに合わせた駆動側解析用モデルである。(b)は、プーリの歯数を駆動側24、従動側48にして、従動側の噛み合い歯数を合わせた従動側解析用モデルである。



DR:Driving pulley
DN:Driven pulley

(a)For driving pulley side



(b)For driven pulley side

図4　歯付ベルト有限要素モデル全体図

解析手順はこれまでと同様である[5]。はじめに、輪状のベルトの内側にプーリを初期配置した。つぎに、ベルトを張る方向に従動プーリを移動させ、初張力に対応する軸荷重を与えた。第3段階では、その位置で軸間距離を固定し、従動軸に負荷トルクを与えた。その状態から定常走行状態になるまで駆動軸を強制回転させて、解析を終了した。

3. 2　耐久寿命評価パラメータ

(1)最大歯荷重　図5に示すように、S8M形ベルトに作用する伝達力は、ベルト歯の歯先に作用する摩擦力（図5のTop）、同じく歯底に作用する摩擦力（同図 Bottom）、歯面に作用する歯荷重（同図 Side）の三つに分けられる。これらのうち、ベルト歯の損傷には歯荷重が最も影響すると考えられる。これまでも、歯欠けを疲労破損モードとする寿命評価指標として、この歯荷重がよく用いられてきた。

図6に荷重分担解析結果の一例（T_r=24.5Nm)を示す。図は噛み合い始めから噛み合い終わりにかけての各伝達力の分布を示している。歯荷重に注目すると、駆動側では噛み合い始め付近で最大となり、噛み合い終わりにかけて徐々に減少する。一方、従動側では噛み合い始めから終わりにかけて増加する。このような

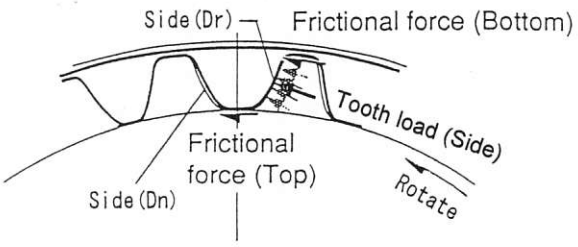


図5　ベルト／プーリ間に作用する伝達力

分布形態は、ピッチ差が正か、または負であっても、絶対値が小さい場合によく観察される[5]。駆動側と従動側の最大歯荷重を比較すると、噛み合い歯数が小さいこともあって、駆動側の方が大きい。したがって、この場合、駆動プーリ上での最大歯荷重を寿命評価の尺度に用いる。

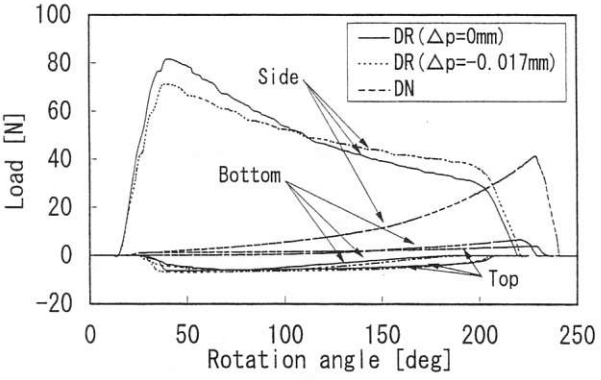


図6　荷重分担

(2)摩擦滑り仕事　接触物体が垂直力を受けながら相手面上を滑るとき、その物体は摩耗する。このとき、摩耗量（体積）Vは、摩擦係数μ、垂直力N、摩擦距離（滑り量）Lに比例し、硬度H、破壊強度σ、破壊伸びεに反比例することが報告されている[8]。これを式で表すと、つぎのようになる。

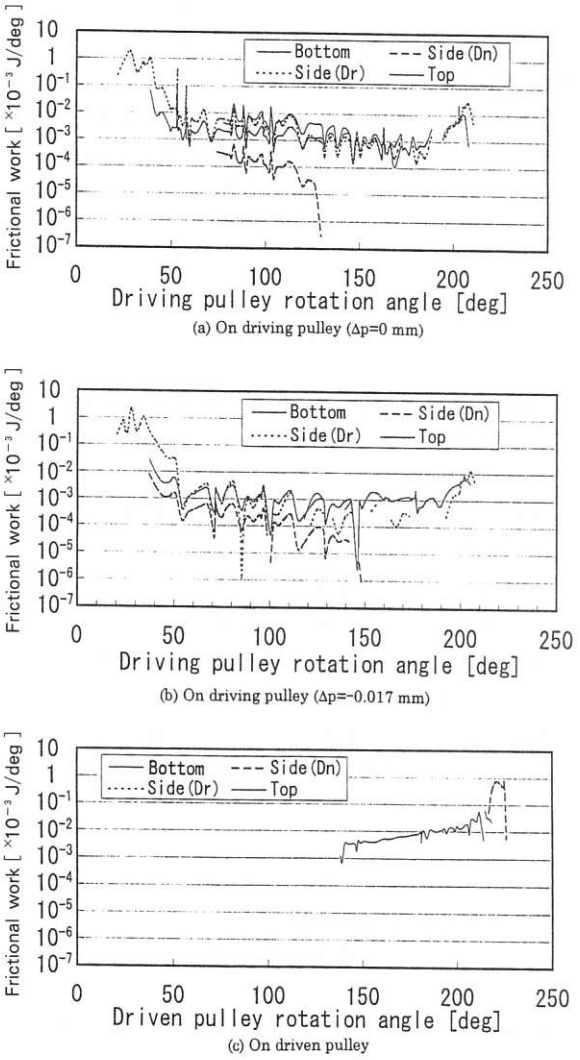
$$V \propto (\mu NL / H\sigma\varepsilon)$$

ここで、上式右辺の分子μNLに注目すると、これは摩擦滑り仕事Wそのものであり、ほとんどが熱や音となって失われる。しかし、その一部が材料の破壊（摩耗もその現象の一つ）に寄与すると考えられる。今回の試験では、ベルトとプーリの材質を変えていないので、上式の分母の値は一定となり、摩耗量VはWに比例することになる。そこで、摩擦滑り仕事Wを摩耗に関する寿命因子として採用した。

お互いに噛み合っている歯付ベルトの歯面とプーリ間では、両者の相対滑りの有無に応じて、滑りおよび固着の二つの摩擦状態が混在している。当然ながら摩擦滑り仕事は、ベルト／プーリ間に相対滑りが発生したとき、つまり滑り状態のときに生じる。この摩擦滑り仕事は、実験的に求めることは難しいが、本有限要素解析では求めることができる。すなわち、繰り返し計算過程において、プーリを微少角度回転させながら、

インターフェイス要素の摩擦力とその要素構成節点の座標変化から算出される相対滑り量とを掛け合わせて、微小区間内の摩擦滑り仕事を算出した。これを適当な区間まで累積すると、目的の摩擦滑り仕事量が求まる。

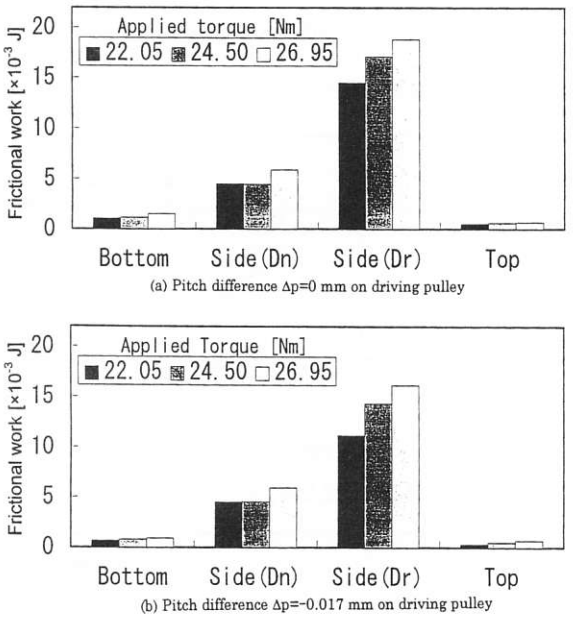
図7は、ベルト1歯に着目し、プーリとの噛み合い始めから噛み合い終りにかけて生ずる摩擦滑り仕事の履歴を調べたものである。同図は負荷トルクが24.5Nmにおける計算例で、(a)および(b)は、それぞれ、ピッチ差Δp=0および-0.017mmにおける駆動プーリ上の結果、(c)は従動プーリ上の結果である。縦軸はプーリが単位角度回転する間に生ずる摩擦滑り仕事を対数軸上に表し、ベルト歯の部位（歯底：Bottom、従動面：Side（Dn）、駆動面：Side（Dr）、歯先：Top ）毎に集計して示した。ここで「従動面」および「駆動面」は、二つある歯面を区別するために用いた呼称で、図5に示すように、ベルト走行方向を向いた歯面を従動面、反対の面を駆動面とする。ピッチ差が大きくない通常の噛み合いの場合、従動プーリとは従動面、駆動プーリとは駆動面と接触する。駆動側の結果（図7(a)(b)）を見ると、いずれも噛み合い始めにおける駆動面の摩擦滑り仕事が他を圧倒して大きく、残りの部分は、無視できるほど小さいことがわかる。これは、駆動プーリにおいては、大部分、噛み合い始めに駆動面で摩耗現象が生じることを示唆している。また最近問題になることが多い歯付ベルトの騒音に関して、その発生箇所が駆動プーリとの噛み合い始めであるという事実とも関連があると思われる。他方、従動側（同図(c)）では、噛み合い終わり付近の従動面の摩擦滑り仕事が大きく、従動プーリでの摩耗は噛み合い終わりで発生していると言える。



(a) On driving pulley (Δp=0 mm)
(b) On driving pulley (Δp=-0.017 mm)
(c) On driven pulley

図7　摩擦滑り仕事履歴

以上述べた摩擦滑り仕事の履歴から、ベルトが1周する間に、ベルト1歯の接触面に発生する摩擦滑り仕事の累積値を求め、各部位毎に集計した結果を図8に示す。図の(a)および(b)は、それぞれ駆動側ピッチ差がΔp=0および-0.017mmの結果である。図は、ピッチ差に関わらず、同様な傾向を示している。すなわち、当然の結果であるが、負荷トルクが大きいほど摩擦滑り仕事の累積値が増加している。また各部位毎の比較では、駆動面が断然大きく、次いで従動面、歯底、歯先の順に小さい。特に後の二つは非常に小さい。従動面より駆動面の方で摩擦滑り仕事が大きくなったのは、図6の荷重分担を見ても分かるように、駆動側噛み合い始めの歯荷重の値がかなり大きいことによると考えられる。したがって、今回、摩耗寿命に対する評価には、図に示す駆動面の摩擦滑り仕事累積値を用いた。



(a) Pitch difference Δp=0 mm on driving pulley
(b) Pitch difference Δp=-0.017 mm on driving pulley

図8　摩擦滑り仕事累積値

4. 結果および考察

4.1 試験結果

今回の耐久試験では、帆布摩耗の疲労破損モードが先に現れるか、歯元クラックと帆布摩耗の二つのモー

ドがほぼ同時に現れるかのどちらかであり、歯元クラックのみの破損モードは見られなかった。また、帆布摩耗は駆動面と従動面の両方に生じていたが、寿命と判定するゴム露出は駆動面側だけに出ていた。これは摩擦滑り仕事が従動面より駆動面の方で大きいという図8の解析結果と符号している。なお、2．2で述べた方法に従って帆布摩耗寿命と判断したベルトについて、そのまま耐久試験を続行すると、試験再開後まもなく歯元クラックを生じた。これより、帆布が摩耗すると、歯部の強度が低下し、歯元クラックが生じやすくなることが確かめられた。

図9は、縦軸（S軸）に従動軸負荷トルク、横軸（N軸）に耐久寿命をとって、耐久試験結果を示したものである。これは伝動ベルトの耐久性能を表すときによく用いられる表示方法である。図を見ると、データのバラツキが相当あり、一つの直線でS-N特性を表示し難いことが分かる。図示したように、ピッチ差に

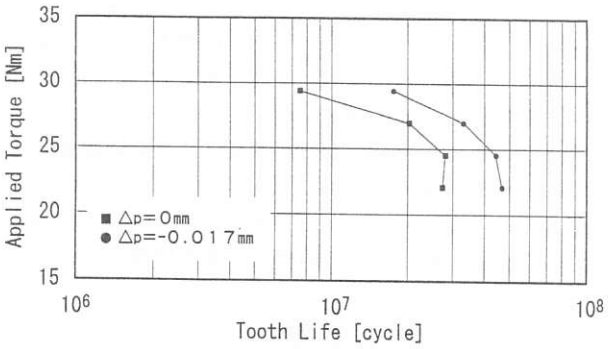


図9　負荷トルクと歯部耐久寿命の関係

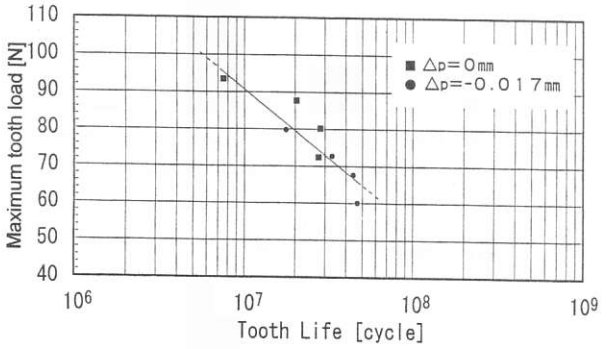


図10　最大歯荷重と歯部耐久寿命の関係

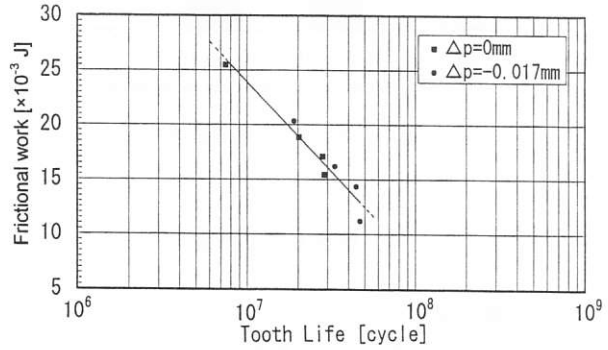


図11　摩擦滑り仕事と摩耗寿命の関係

よって二つの特性に分かれてしまう。その理由は次のように考えられる。すなわち、これまでの研究で、ピッチ差が荷重分担に大きな影響を及ぼすことが明らかになっている。したがって、同じ負荷トルクでもピッチ差が異なれば、荷重分担が変わり、結局、歯損傷に直接関係する歯荷重が変わるからである。このように負荷トルクをS軸にとる方法では、ベルトの耐久性を評価する上で、一般性がない。

4．2　最大歯荷重および摩擦滑り仕事と耐久寿命

図10は、図9の負荷トルクの代わりに、有限要素解析結果より求めた最大歯荷重をS軸にとって、歯部耐久寿命との関係を見たものである。図9と異なり、S-N特性はピッチ差に関係なくほぼ1本の直線に乗っている。両者の相関係数rを計算すると、r＝0.90となり、歯部耐久寿命を評価する上で、最大歯荷重が有力なパラメータの一つであることが再確認できた。

次に図11は、本解析結果より求めた駆動面摩擦滑り仕事をS軸にとり、耐久寿命との関係を示したものである。この場合もピッチ差に関係なく、S-N特性は1本の直線で表され、しかも図10よりもデータのバラツキは小さいようである。ちなみに相関係数を求めると、r＝0.97となり、これを裏付けている。このように摩擦滑り仕事の方が高い相関係数になったのは、耐久試験でのベルトの破損モードがほとんど帆布摩耗であったからと考えられる。したがって、今回の試験結果に対しては、最大歯荷重よりも摩擦滑り仕事の方が、歯付ベルトの歯部耐久性評価に有効なパラメータになっている。

5．おわりに

S8M形歯付ベルトについて、耐久走行試験を実施し、試験条件に対応する有限要素伝動解析から求められる解析パラメータを用いて、歯元クラックおよび帆布摩耗に対する歯部耐久寿命を行った結果、以下のことが分かった。

(1)最大歯荷重および摩擦滑り仕事のいずれも、歯部耐久寿命評価に対して有効なパラメータである。

(2)帆布摩耗という破損モードが優勢な試験条件では、摩擦滑り仕事の方が寿命評価に適している。

(3)摩擦滑り仕事は、駆動プーリ上では噛み合い始めで、従動プーリ上では噛み合い終りで大部分が生じている。

［付記］
（口答発表：1995年自動車技術春季学術講演会、1995年5月17日）
（発表誌：自動車技術論文集、27, 159　(1996)）

［引用文献］

1)網島　貞男、藤井　透，日本機械学会論文集、42, 2233 (1976).
2)G.Gerbert, H.Jonsson, U.Persson, G.Stensson,

ASME Paper, 77-DET-100 (1977).
3)小山　富夫　ほか, 日本機械学会論文集（第3部）、**44**, 312 (1978).
4)城戸　隆一、網島　貞男、藤井　透, 自動車技術会論文集、**24**, 113 (1993).
5)R.Kido, T.Kusano, T.Fujii, SAE Paper, 940690, 23 (1994).
6)城戸　隆一、草野　隆行、藤井　透, 自動車技術会学術講演会前刷集、**942**, 109 (1994).
7)藤井　透　ほか, 自動車技術会学術講演会前刷集、**924**, 85 (1992).
8)S.B.Ratner, I.I.Farberova, O.V. Rayukevich, Abrasion of Rubber, Maclaren, London, (1967), p.145.

草野　隆行
Takashi KUSANO
1992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
研究部　課長(工学博士)

超撥水布マーキングフィルム用接着剤の開発

Designing of Adhesives for Marking Films Applied to Super-water-repellent Textiles

石橋　正和*1　　高橋　佳子*2

Masakazu ISHIBASHI　　Yoshiko TAKAHASHI

Super-water-repellent textiles have been used widely for raincoats and sporting outfits such as those for skiing, fishing and golfing, etc. In most of the products the textiles must be bonded together with marking films. A marking film (product name "EXCEED") designed especially for the super-water-repellent textiles consists of two layers ; one is a PUR film layer, the other an adhesive resin layer. Urethane-modified polyester was chosen for the adhesive layer on the basis of peeling tests. In this paper stickiness and cohesive strengths of the adhesive were proposed to be the decisive factors for the successful bonding of the adhesive layer and the textile. It was demonstrated that glass transition temperature, stored modulus, and penetrating thickness of the adhesive layer were important parameters for its design. The penetrating thickness was affected mainly by the opening size of the textile. Considerations are also taken for the case of the cutting process and washability in dry-cleaning agents.

1．緒　言

マーキングフィルムは、背面を粘着剤やホットメルト接着剤で処理された樹脂フィルムで、文字をはじめとする様々なデザインを切り抜いて被着体に貼り付けて使用する。もともとは、屋内外の看板や案内標識、ステッカー、車両等の装飾など、従来は塗装によって行われていた作業の簡略化を目的として開発されたものであるが、作業が手軽なうえマークの品質が安定していることや、さらには発色の良さ、耐久性などが着目され、様々な用途への応用展開がはかられている。

衣料用マーキングフィルムシステムもそのひとつであり、従来は刺繍やフェルト生地の縫い付けによって行われていた作業に代わるものである。衣料用マーキングフィルムは、最近ではユニフォームをはじめとする衣料デザインにおいて必要不可欠なものになりつつある。しかしながら、その一方で、ゴアテックス®をはじめとする超撥水布に対しては接着力が十分でないために、これまでは適用できなかった。超撥水布はスキーウェア、ヨットパーカー、ウインドブレーカーなどに広く使用されており、また、これらの衣料はデザイン的にもマーキングフィルムの特長を生かせる分野であることから、超撥水布に適用可能なマーキングフィルムの上市が待たれていた。

当社は、1997年1月に他社に先駆けて超撥水布用マーキングフィルム（商品名　EXCEED DYNAMICS）を上市した。ここでは、超撥水布用マーキングフィルムの開発のキーマテリアルである粘着剤について、検討した内容の一部を紹介する。

2．接着剤の設計方針

2．1　マーキングフィルムの特性と使用方法

図1には、衣料用マーキングフィルムの使用方法を示した。衣料用マーキングの原反は、基材と表皮材とホットメルト接着剤との3層からなる。ここで、基材は、カッティングから貼付までの工程での取り扱いを考慮して付加されており、最終的には取り除かれる。基材としては一般的に工程紙やポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムが用いられている。また、表皮材としては種々の樹脂材料が使用されるが、衣料用途としての風合や耐久性の観点からポリウレタンが特に適している。

原反は、まずカッティングマシーンにより必要な文字やデザインをカッティングされる。このカッティングは、接着剤層と表皮層とに対するもので、基材はカッティングされない。これに続いて、不要な部分を取り除いた後、温度と圧力とを加えて布地に貼り付ける。貼付条件は布地やマーキングフィルムの材質に応じて調整する必要があるが、一般的には温度は130℃前後、圧力は約1MPaで行われる。放冷後、基材を取り除き、マーキングが完了する。

マーキングフィルムに必要な特性としては、耐久性と布地に対する接着力とがまず第一に求められる。これに加えて、衣料用については貼り付けたときの風合

＊1　化成品事業部
＊2　中央研究所

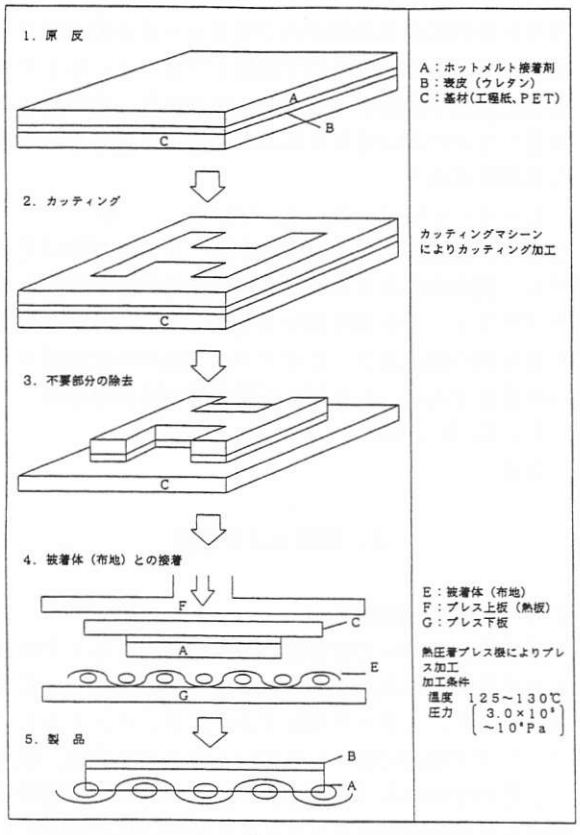


図 1 熱接着マーキングシステム

も重要であり、柔軟さやしなやかさが必要である。また、接着剤が必要以上に布地に浸透して拡がり、マークの周囲を汚染することがあってはならない。さらに、カッティング加工の際にカット済みの接着剤がブロッキング（カット面で接着剤が再融着すること）を起こすと、不要部分の除去が困難になり、作業性を低下させたり、カット刃を汚して刃の寿命を縮めたりするうえ、マークの品質を損なうおそれもあるので注意する必要がある。

2. 2 接着剤に求められる性能

マーキングフィルム用接着剤に求められる性能は、大略以下のように整理される。

1）熱プレス加工により布に接着すること。プレス条件は布地により様々であるが、標準的には、温度130℃前後、圧力約1MPaである。

2）布地に接着すること。常態での接着力が高いだけでなく、接着力の耐久性、耐水性、耐ドライクリーニング性があること。なお、万が一剥離したときに表皮材のみがはがれ、接着剤が布地上に残るのを防ぐため、いかなる環境下においても表皮材と接着剤との接着力が布地と接着剤との接着力を上回っていること。

3）布地の風合を損なわないため、布地に貼り付けた後の接着剤が適度な柔軟性を有すること。

4）マークを貼り付けた周囲の布地を接着剤で汚さないため、ならびにカッティング加工の際にカット済みの接着剤がブロッキングを起こすのを防ぐために、常温では流動しないこと。

3．実験方法

3. 1 試　料

接着剤の構成材料であるベースポリマーおよび粘着付与剤は市販のものをそのまま用いた。また、表皮材として難黄変性ポリウレタン樹脂、基材にはポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムを用いた。マーキングフィルムは、まずはじめに基材の上にウレタン樹脂の溶液を塗布、乾燥して表皮材層を形成し、続けて接着剤溶液を塗布、乾燥して接着剤層を付加することによって作製した。

超撥水布は、市販されているスキーウエア、スポーツ用レインウエア、テントなどのアウトドア用品に用いられている撥水布のうち「超撥水」の表示のあった15種類を選定して評価に用いた。

3. 2 超撥水布の評価

撥水度は、「JIS L 1092 はっ水試験（スプレー試験）」に準拠した。

布上の水の接触角は、共和界面化学㈱製のCAA型接触角計を用いて測定した。

摩擦係数とその平均偏差、ならびに表面粗さ（凹凸の平均偏差）はKESシステムを用いて測定した。ここで、試験片の寸法は20cm×3.5cmとし、接触子には0.5mm径のピアノ線を用いた。試験片と接触子とが接触していない状態での共振周波数は30Hz以上、バネ定数は0.245N／mm、試験速度は0.1cm／secとした。また、接触子と試験片との圧着荷重は、摩擦係数測定の場合は0.49N 、表面粗さ測定の場合は0.10Nとした。

平均摩擦係数（MIU）、摩擦係数の平均偏差（MMD）、表面粗さ（SMD：単位μm）は、試料表面での接触子の座標x[cm]、接触子の移動距離X[cm]、座標xにおける摩擦力を圧着荷重で除した値μ[－]、μの平均値$\bar{\mu}$[－]、座標xにおける試料の厚さT[μm]、Tの平均値$\bar{T}$[μm]を用いてそれぞれ下式で表すことができる。

$$\mathrm{MIU}=\frac{1}{X}\int_0^x \mu dx \qquad (1)$$

$$\mathrm{MMD}=\frac{1}{X}\int_0^x |\mu-\bar{\mu}|dx \qquad (2)$$

$$\mathrm{SMD}=\frac{1}{X}\int_0^x |T-\bar{T}|dx \qquad (3)$$

圧縮エネルギーの測定は同じくKESシステムにより測定した。ここで、試験片の寸法は20cm×3.5cm、圧縮面積は2cm²とした。圧縮量は初期荷重49Paから最大荷重4,900Paまで変化させ、この過程の圧縮速度ならびに回復速度は20μm／secとした。

圧縮エネルギー（WC：単位J／cm²）は、除圧過程において回復するエネルギー（WC'）と等しいとき、

下式によって求められる。

$$WC = WC' = \int_{Tm}^{To} P'dT \qquad (4)$$

ここで、P'[Pa] は除圧過程における試験片厚さがT[cm] のときの圧力、To、Tmはそれぞれ初期荷重と最大荷重とにおける試験片の厚さである。

3. 3　ベースポリマーの評価

キャピラリーレオメーターの測定はロタンド社製キャピログラフRH-7を用い、キャピラリーの直径1㎜、長さ10㎜、温度125±2℃で測定した。

溶融動的粘弾性の温度変化の測定は、レオメトリックス社製のダイナミックアナライザーを用いて、振幅角度2度、周波数10Hzのせん断変形にて測定した。

ガラス転移温度の測定は、セイコー電子工業㈱製の示差走査熱量形（DSC）を用いて行った。

3. 4　接着力の評価

接着試験片は、3. 1 にしたがって作製したマーキングフィルム試験片と撥水布とを温度125℃、プレス圧力49kPaにて20秒間のプレスを2回繰り返すことによって作製した。接着後、基材をはがしてから接着力を測定した。接着力の測定は、試験片の幅を20㎜とし、雰囲気温度23℃、剥離速度200㎜／minのT剥離試験により行った。

また、耐ドライクリーニング性は、試験片を石油ターペンに1時間浸漬後、湿潤したままの試験片を用いて、上述の接着試験を行うことにより評価した。

3. 5　接着剤層の厚さの推定

布地には織り目があるため、接着剤層は、織り目の凹凸を埋めるために必要十分な厚さが必要である。

このための接着剤層厚さの推定は下記により行った。まず、撥水布と軟質ポリ塩化ビニル（PVC）とを重ね合わせ、熱プレスを行うことにより、撥水布の凹凸をPVCに転写した。こうして得られた撥水布の凹凸が転写されたPVCの表面粗さのプロフィールを表面粗さ計を用いて測定し、凹凸の下限値とプロフィールとで囲まれた領域を測定チャートから切り抜き、その重さを秤量して次の式に代入することによって撥水布の凹部の体積を求めた。

$$E = (D_1 \times A / C + D_2 \times B / C) / 2 \qquad (5)$$

ここで、Eは撥水布の凹部の体積、AおよびBはそれぞれ、撥水布のある方向とそれに直角の方向の表面粗さプロフィールを切り抜いた重さ、D_1、D_2はそれぞれ各方向の測定長さ、Cはチャート紙の単位面積あたりの重さである。したがって接着層の必要厚さは

$$F = E / D_1 / D_2 \qquad (6)$$

となる。

4．結果および考察

4. 1　超撥水布の評価

接着設計において被着体の性質を把握することはきわめて重要である。そこで、まず、市販されているスキーウエア、スポーツ用レインウエア、テントなどのアウトドア用品に用いられている撥水布を調査、収集し、そのなかから「超撥水」の表示のあった15種類を選定して超撥水布のキャラクタリゼーションを行った。ここでは接着設計においてとくに重要となる表面の濡れ性、表面の凹凸、織り目の粗密に着目し、これらの代用特性として3. 2 項に示した評価を行った。

表1には、布地のキャラクタリゼーションの結果を示した。表より、一口に「超撥水」と称しても、その内容は様々であることがわかる。たとえば、濡れ性の指標として選択した撥水度と水の接触角とに着目する

表 1　超撥水布の布地特性の評価結果

布地番号	濡れ性		表面特性			空隙度	接着性*	備考
	撥水度（%）	水の接触角（度）	平均摩擦係数	摩擦係数の平均偏差	表面粗さの平均偏差	圧縮エネルギー（×10⁻⁴J/cm²）		
1	80	139	2.24	1.41	2.89	0.082	○	ゴールドウィン紫ウインドブレーカ
2	95−100	115	1.61	1.13	2.94	0.095	○	ゴアテックス紫スキーウエア
3	100	150	3.71	3.59	12.73	0.058	×	ゴアテックス黒スキーウエア
4	70	129	1.83	2.34	8.49	0.126	○	HA桃ウインドブレーカ
5	90	131	1.24	2.30	11.35	0.054	○	
6	95−100	135	2.34	1.47	2.12	0.025	○	
7	100	157	2.78	1.41	5.49	0.054	×	ゴアテックス緑スキーウエア
8	100	135	1.85	1.34	4.46	0.078	×	ゴアテックス青スキーズボン
9	100	74	1.17	1.81	4.42	0.063	○	
10	100	107	1.30	1.55	4.12	0.079	○	
11	100	114	1.37	4.11	8.09	0.051	○	
12	100	138	1.86	3.28	2.75	0.012	×	ゴアテックス黒スキーズボン
13	70	126	−	−	−	0.113	○	
14	100	74	8.41	8.80	0.81	−	○	
15	100	120	2.35	0.99	2.58	0.053	×	アイソフィックス 青ウインドブレーカ

接着性:一般布地用マーキングフィルムの接着力

と、撥水度はほとんどの布地で100％という値が得られたが、水の接触角は74度から157度とかなり幅広く分布し、加えて両特性の間には相関関係が認められなかった。これは、撥水度が、地面に対して垂直に保持した布地にスプレーで水を吹きつけたときの水滴の転落のしやすさを測定しており、布地に対する水滴の付着しやすさを反映した指標であるのに対して、水の接触角が布地上に置いて平衡状態に達した水滴の形状を測定しており、布地に付着した水の布地との親和性に加えて浸透性をも反映した指標になっているためと考えられる。

ところで、一般の布地用マーキングフィルムをこれらの超撥水布に適用して接着性を評価したところ、布地番号3、7、8、12、15という、他の布地と比較して水との接着角が高いものが接着性に問題があることがわかった。そこで、以下の実験ではこれら5種類の布地を被着体として使用し、接着剤の配合設計を行った。

4．2　接着力の発現機構

接着のメカニズムは、一般に、化学的相互作用に基づく化学的結合と、物体の絡み合いや接合面積の広さに基づく物理的結合に区別される。ここで、超撥水布に対するマーキングフィルムの接着においては、超撥水布の表面がパーフロロカーボン化合物やアルコキシシラン類で表面処理されており、不活性かつ低極性となっていることから、化学的結合による接着は期待し難い。そこで、物理的結合を最大限に利用せざるを得ない。このためには、接着剤としては、布地を濡らすことができることを前提として、接着過程において布地中への浸透がよく、接着剤と布地との絡み合いが期待できるものでなければならない。

このことを確認するため、まず通常の熱プレスの場合と真空熱プレスの場合とについて、接着剤として飽和ポリエステル樹脂Aを単体で用いたときの、布地No.7との接着力の測定を行った。布地中への接着剤の浸透が良好な場合に高接着力が得られるならば、真空熱プレスのほうがより高い接着力が得られるはずである。

その結果、得られた接着力は熱プレスの場合7.93N／cm、真空熱プレスの場合9.02N／cmと、若干ではあるが、予想通り真空熱プレスのほうが高い接着力が得られた。図2には、各試験片の断面のSEM写真を示したが、接着剤の浸透状態の違いはSEM写真では明らかにできなかった。この接着力およびSEM写真については後ほど改めて考察する。

なお、接着剤としては、接着過程での布地への浸透だけでなく、常温で接着剤自身の凝集力がある程度以上であるものでなければ必要な接着強度は得られない。このような観点から、まずベースポリマーの粘弾性的性質を測定し、これと接着力との関係付けを試みた。

4．3　ベースポリマーの選定

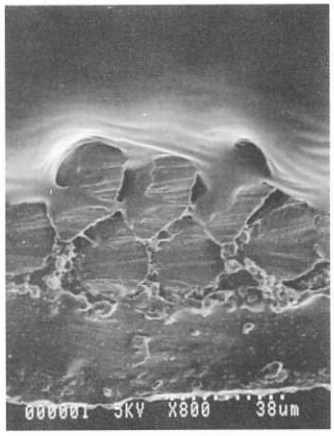
ベースポリマーとして、まず4種類の飽和ポリエステル系樹脂（A～D）を用い、ベースポリマー単独での接着力を測定した。

接着力の測定結果を示す前に、表2には各樹脂のガラス転移温度の測定結果、図3にはキャピラリーレオメーターの測定結果、図4には溶融動的粘弾性の貯蔵弾性率成分の測定結果を示した。

表 2　樹脂のガラス転移温度

樹　脂	ガラス転移温度（℃）
A	−17.09
B	1.27
C	9.82
D	1.54

熱プレス（接着力:7.93N／cm）



真空熱プレス（接着力:9.02N／cm）

図 2　接着試験片の断面のSEM写真（800倍）

キャピラリーレオメーターの結果によると、125℃すなわち接着温度におけるせん断粘度は、樹脂Cのみが高く、他はほぼ同じ水準であった。先にも述べたとおり、樹脂の布地中への浸透性が高い、すなわち樹脂の粘度が低いほど接着力が高くなることが予想されるので、樹脂Cは他に比べて接着力が劣ることが予想される。

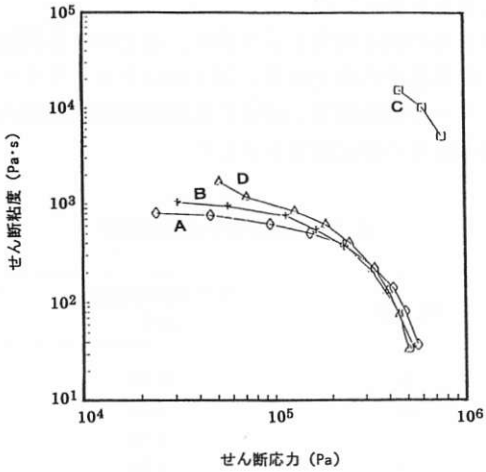


図 3　キャピラリーレオメーターによる
各樹脂の粘度曲線

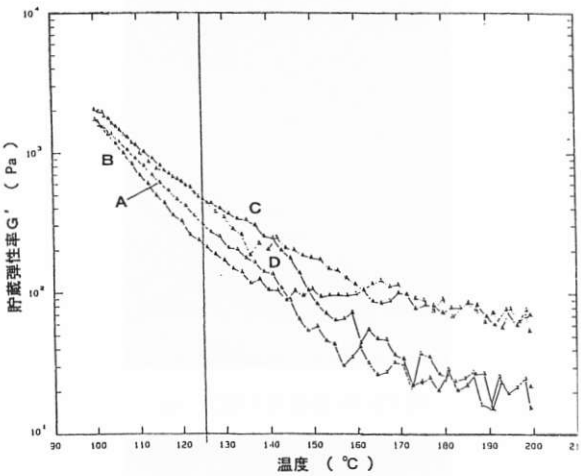


図 4　各種樹脂の温度と貯蔵弾性率との関係

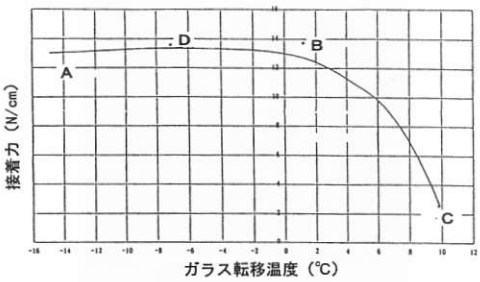


図 5　各樹脂のガラス転移温度と
撥水布(No.7)の接着性との関係

貯蔵弾性率については、値が小さいほど、プレス時の圧力によって樹脂が布地の凹凸に良くなじみ、布目中へ浸透する効果が高くなると考えられる。貯蔵弾性率の温度依存性の測定結果（図４）から、樹脂Ａならびに樹脂Ｂは温度上昇にともなう貯蔵弾性率の低下が著しく、接着温度における貯蔵弾性率が樹脂Ｃ、樹脂Ｄと比較して小さいことから、接着には有利と考えられる。

図５には、各樹脂の布地No7との接着力を各樹脂のガラス転移温度と関係づけて図示した。ガラス転移温度は、樹脂Ａが最も低く－17.09℃、最も高い樹脂はＣで9.82℃であった。ガラス転移温度が高すぎると、着用時の温度によっては接着剤層がガラス質になり、風合を損なうとともに、応力集中による接着破壊を起こしやすくなる。一方、ガラス転移温度が低すぎると、接着剤層は常温でも粘着流動性を示すようになるので、所望の接着強度が得られず、またブロッキングを起こしやすくなることが予想される。

図５によると、樹脂Ｃを除く３種類の樹脂について約12N／cmの接着力がえられた。ここで、樹脂Ｃの接着力が他の樹脂よりも劣ることは、図３ならびに図４にて予想したとおりである。このことから、樹脂の布目中への浸透の良否が接着力を大きく左右することが明らかとなった。

ところで、図２においては熱プレスの場合と真空プレスの場合とについて、接着力には差がみられたが断面のSEM写真には明瞭な違いがみられないことを示した。このときの樹脂は、図５において比較的高い接着力を示した樹脂Ａを用いているが、その接着力は真空熱プレスの場合でさえ9.02N／cmしかなく、布地用マーキングフィルムの接着力としては十分とはいえない水準である。また、SEM写真によると、樹脂は布地の表面近傍のみを濡らしているにすぎず、布目の内部まで入り込んでいるとは言い難い。したがって、今回選定した樹脂の範囲では布目中への接着剤の浸透は十分でないといえる。このことはまた、より浸透性の高い樹脂を見出すことにより、今得られている以上の接着性能が得られることを示唆している。

さて、樹脂の浸透性をより高める手段としては、樹脂のガラス転移温度を下げること、樹脂の分子量を下げること、粘着付与剤をはじめとする樹脂特性改質剤を添加すること、などが考えられる。

このうち、樹脂のガラス温度を下げることについては、飽和熱可塑性ポリエステルの範疇では、樹脂Ａ以上にガラス転移温度を下げようとすると、疎水性の高いプレポリマーを用いることになり、ドライクリーニング用溶剤により容易に膨潤するようになる。このため、接着力の耐ドライクリーニング性が著しく損なわれることになり、望ましくない。

また、樹脂の分子量を下げることは樹脂の凝集力を低下させることになる。超撥水性マーキングフィルムの接着システムにおいては、樹脂自身の凝集力と、布目中に浸透した樹脂と布地との絡み合いによって接着力を発現しようとしているので、樹脂の分子量を下げて樹脂の凝集力を低下させることは望ましくない。

以上のことから、今以上の浸透力を得る手段としては、粘着付与剤などの添加を検討することとした。

表３には、各種粘着付与剤を添加した樹脂の撥水生地との接着力を示した。ここで、樹脂Ｅは粘着付与剤

表 3　粘着付与剤を添加した樹脂の撥水布に対する接着力

樹脂種	粘着付与剤種	添加量（%）	接着力（N／cm）		耐ドライクリーニング性	
			布地 7	布地12	布地 7	布地12
A	スチレン－マレイン酸樹脂	5	7.2	－	0	－
E	スチレン－マレイン酸樹脂	5	7.6	8.8	5	5
E	スチレン－マレイン酸樹脂	10	12.6	12.6	5	5
E	スチレン－マレイン酸樹脂	20	9.1	5.8	5	3
E	スチレン－マレイン酸樹脂	30	7.4	6.2	3	1
E	シクロヘキサノンホルマリン樹脂	10	12.1	－	1	－
E	水酸基含有脂環族飽和炭化樹脂	10	10.1	－	1	－
E	なし	－	9.0	8.4	3	3

との相性を考慮してあらたに選定した飽和ポリエステル樹脂で、動的粘弾性やキャピラリーレオメーターの挙動は樹脂Aに類似している。表より、樹脂Eにスチレン－マレイン酸樹脂系粘着付与剤を10重量％添加した場合に最も高い接着力が得られ、耐ドライクリーニング性も5回以上の石油ターペンへの浸漬に耐えることがわかった。

4．4　接着剤層の必要厚さの決定

撥水布には織り目があり、接着剤はその凹凸を埋めるために十分な量が必要である。したがって、接着剤層の必要厚さは、布地の凹凸から算出することができる。そこで、3．5に示した方法により、布地に凹凸の平均体積を算出し、それをもとに布地ごとに必要な接着剤層厚さを推定した。

その結果を表4に示した。接着剤層の必要厚さは布地によって異なっていたが、今回用いた布地では41.7～72.5μm の範囲にあった。

表 4　各々の布地ごとの接着剤層の必要厚さの推定

布地番号	接着層厚さ（μm）	備　　考
1	67.7	ゴールドウィン 紫 ウインドブレーカ
2	66.9	ゴアテックス 紫 スキーウエア
3	72.5	ゴアテックス 黒 スキーウエア
4	63.7	HA 桃 ウインドブレーカ
7	63.5	ゴアテックス 緑 スキーウエア
8	69.1	ゴアテックス 青 スキーズボン
12	72.5	ゴアテックス 黒 スキーズボン
15	41.7	アイソフィックス 青 ウインドブレーカ

4．5　決定仕様の接着性能

以上述べてきたように超撥水生地用マーキングフィルムの接着剤の配合設計を行ってきた。表5には、最終的に採用した接着剤処方に関して、接着試験の結果を示した。表に示したとおり、いずれの撥水布に対しても十分な接着力を示し、また耐ドライクリーニング性も良好であった。

表 5　超撥水布用マーキングフィルムの接着力

布地	接着力（N／cm）	耐ドライクリーニング性	備　　考
3	17.2	○	ゴアテックス 黒 スキーウエア
7	12.3	○	ゴアテックス 緑 スキーウエア
8	11.2	○	ゴアテックス 青 スキーズボン
12	10.9	○	ゴアテックス 黒 スキーズボン
15	13.8	○	アイソフィックス 青 ウインドブレーカ

耐ドライクリーニング性は5回以上の耐ドライクリーニング試験に耐えたものを合格とした。

5．結　　論

超撥水布用マーキングフィルムの接着剤を設計した。設計に際しては、超撥水布とマーキングフィルムの接着システム上の制約、接着剤と布地との絡み合いを重視し、布目中への浸透性の高さを樹脂選定の着眼点とした。この指標として、キャピラリーレオメーターの粘度曲線や溶融動的粘弾性の貯蔵弾性率の温度依存性の測定が有効であることを明らかにした。

超撥水布用マーキングフィルムの接着剤としては特定の飽和ポリエステル樹脂とスチレン－マレイン酸樹脂系粘着付与剤との混合物が、接着力ならびに耐ドライクリーニング性の点で優れていることを明らかにした。

6．謝　　辞

ＫＥＳシステムをはじめとする布地の評価、ならびに得られた測定値の解析に関しましては、神戸芸術工科大学工業デザイン学科の中保治郎教授のご懇篤なご指導、ご援助を賜わりました。ここに記して感謝の意を表します。

石橋　正和
Masakazu ISHIBASHI
1991年入社
化成品事業部
技術部

高橋　佳子
Yoshiko TAKAHASHI
1991年入社
中央研究所
製品開発部

Synthesis and Properties of Polyurethane Elastomer Graded Spherulite Size

球晶の大きさを傾斜させたポリウレタンエラストマーの合成と物性

Takahiko OKAZAKI*1 Mutsuhisa FURUKAWA*2 Tetsuo YOKOYAMA*3

岡崎　貴彦　　古川　睦久　　横山　哲夫

ABSTRACT : Poly (oxytetramethylene) glycol (PTMG) -4, 4′-diphenylmethane diisocyanate (MDI)-based polyurethane elastomer (PUE) was prepared by a mold with a temperature gradient. Effect of the temperature gradient on morphologies and mechanical properties was studied by DSC, polarizing microscopy, tensile test, micro-hardness test, friction test, and DIN abrasion test. The prepared PUE had graded super-structures. Spherulite sizes of the PUE depended significantly on the temperature gradient. Spherulite of PUE in contact with the mold at low temperature was significantly smaller and more dense than that contacting the mold at high temperature. Micro-hardness of the PUE linearly increased from low temperature mold side to the high temperature mold side. Friction coefficient of the surface in contact with the low temperature mold plate became more lowered compared to the surface in contact with the high temperature mold plate. Abrasion resistance of the surface in contact with the low temperature mold plate evaluated by DIN abrasion test was better than that at the high temperature mold plate.

温度勾配を与えた金型を用いてポリ（オキシテトラメチレン）グリコール（PTMG）－4,4′-ジフェニルメタンジイソシアナート（MDI）系ポリウレタンエラストマー（PUE）を成型し、この温度勾配がPUE のモルホロジーと力学物性に与える影響についてDSC 、偏光顕微鏡観察、引張試験、マイクロ硬度測定、摩擦試験、DIN 摩耗試験により検討した。得られたPUEのモルホロジーは温度勾配に著しく影響を受け、ハードセグメントの球晶が低温成型両側では小さく密な構造を、高温成型面側では大きく空疎な構造を示す傾斜した高次構造を有した。マイクロ硬度は２㎜厚の試料において、低温成型面側から高温成型面側へと直線的に約20°上昇した。摩擦係数は低温成型面側において高温成型面側より低くなり、DIN摩耗試験によって評価した耐摩耗性は低温成型面側においてより高くなった。

INTRODUCTION

Polyurethane elastomers (PUEs) have excellent mechanical properties compared with general purpose elastomers. These characteristics are utilized in a wide variety of industrial produsts, which are industrial parts, building materials, sporting goods, daily necessities, and medical equipment. These properties are strongly dependent on chemical structures and super-structures of PUEs.[1)~5)] The super-structures of PUEs are varied with raw materials, recipes, preparation conditions, molding conditions, and so on. Therefore, control of morphology of PUEs is required to obtain high performance PUEs.

In recent years, investigations of multicomponent polymers with graded micro-domain structures have been conducted. Okinaka *et al.*[6),7)] studied binary polymer mixtures, poly (2-chlorostyrene) / poly (vinyl methyl ether), undergoing phase separation induced by a temperature gradient. By phase-contrast optical microscopy and digital image analysis, the mixture exhibits inhomogeneous structures with different characteristics length scales, indicating that the temperature gradient affects the thermodynamic instabilities of the mixtures. Kano *et al.*[8)] designed gradient polymer materials made by acrylate adhesive / fluorocopolymer blends and analyzed gradient structure by depth profiling using PAS-FTIR and TEM observation. Composition exponentially varied in the vicinity of surface, while that in the internal region was nearly constant. However, structures and mechanical properties of functionally gradient elastomers have not been studied in spite of important research to improve

*1 Central Research & Laboratory, Bando Chemical Industries, Ltd.,
*2 Department of Materials Science and Engineering, Faculty of Engineering, Nagasaki University,
*3 Nagasaki University,

mechanical properties and develop novel functional materials.

In this study, polyether-based PUE with graded microdomain structures was prepared by use of a mold with temperature gradient. The spherulite sizes, morphology and mechanical properties of PUE sheets sliced were studied by DSC, polarizing microscopy, tensile, dynamic viscoelastic, micro-hardness, friction, and abrasion tests.

EXPERIMENTAL

Preparation of PUEs

PUEs were prepared from poly (oxytetramethylene) glycol (PTMG: $\overline{M_n}$=2000, Sanyo Chemical Industries), 4, 4'- diphenylmethane diisocyanate (MDI : Nippon Polyurethane Industries), and a mixture of 1, 4-butanediol and trimethylol propane (75/25wt%) as a chain extender by a prepolymer method. Prepolymers were prepared from PTMG and MDI([NCO] / [OH]=3.30)at 70℃ for about 3 hours under nitrogen atmosphere. The prepolymer and chain extender ([NCO]/[OH]=1.05)were well-mixed for 90s and the viscous reaction product was poured into a mold constructed by spacer of 2mm thickness and two aluminum plates, heated at 30℃ and 150℃, respectively. When casting was initiated, the temperatures of the mold plates transformed to 70℃ and 120℃, respectively. The viscous product was cured for 1.5 hours at

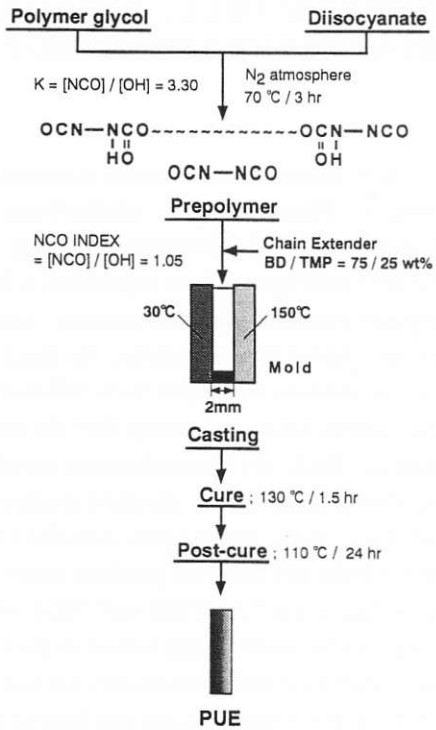


Figure 1 Synthetic scheme of PUE with graded micro-domain structures.

130℃. After this period, a sheet of 2mm thickness was demolded, then the sheet was post-cured at 110℃ for 24 hours under air atmosphere. PUE obtained is designated as PTMG-PUE(A). Synthetic scheme of PUE is shown in Figure 1. Another PUE as a control sample was prepared by use of a mold at 130℃ and designated as PTMG-PUE(B).

Slicing of PUE Sheets

PUE of 2mm thickness was sliced up to five pieces (about 0.4mm thickness) by a splitting machine (Fortuna-Werke Maschinenfabrik AG, Model NAF-470-D, Germany). These sheets obtained are used in the following tests.

Measurement of Gel Fraction

Gel fraction was measured by weighing method after equilibrium swelling in benzene and *N, N*-dimethyl acetamide (DMA) at 60℃.[9]

Thermal Analysis

Thermograms of the PUEs were recorded with the aid of DSC (Seiko Instruments Inc. DSC-210) at heating rate of 20℃min^{-1} from -140℃ to 280℃ under nitrogen atmosphere.

Observation of Micro-Domain Structures

Micro-domain structures were observed by using a polarizing microscope (Nikon, OPTIPHOT2-POL, Japan) equipped with a heating stage (LINKAM, TH-600PM). A sensitive color plate (530nm) was used for birefringence analysis.

Tensile Test

Tensile test was carried out by use of Instron tensile tester (Instron, MODEL 1175), with a cross-head speed of 200mm min^{-1}at ambient temperature. Specimens were punched out by a DIN-53504-S3A dumbbell cutter from the sliced PUE sheets.

Dynamic Viscoelastic Test

Dynamic viscoelastic test was performed with a Rheometrics, SOLID ANALYZER RSA Ⅱ, with frequency of 10Hz (62.8rads^{-1}), 0.1% of strain at heating rate of 2℃min^{-1} from-150℃ to 240℃ under nitrogen atmosphere.

Micro-Hardness Test

Changes of hardness due to temperature gradient were measured for each 100 μm of cross section from one surface to the other surface by use of micro-

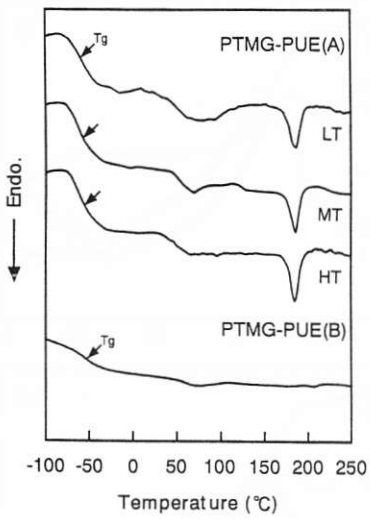


Figure 2 Effect of temperature gradient on DSC thermograms of each part PTMG-PUE (A)and PTMG-PUE(B).

durometer (Asker, MD-1, Japan) based on JIS K 6253.

Friction Test

Friction coefficient for polished aluminum plate mounted 25° to specimen was measured at ambient temperature with a Heidon Surface Property Tester Type 14DR (SHINTO Scientific, Japan). 100g of normal load and 100mm min^{-1} of sliding velocity were used as testing condition.

Abrasion Test

Abrasion resistance was evaluated at ambient temperature by means of DIN abrasion tester (KARL FRANK GMBH, 564C, Germany) in accordance with JIS K 6264 and DIN 53516. A 1 kg of normal load, 40m of abrasion distance, and alumina # 60 as an abrasive were used as testing condition. Test surface of the specimens was slightly ground in advance to obtain the surface of same condition.

Table 1 Thermal properties of PTMG-PUE(A) and PTMG-PUE(B)

Sample	Tg ℃	ΔTg ℃	Tm_H ℃
PTMG-PUE(A) LT	−60.1	24.3	189.6
PTMG-PUE(A) MT	−58.6	24.6	188.0
PTMG-PUE(A) HT	−57.5	25.0	186.8
PTMG-PUE(B) Control	−56.2	38.0	−

RESULTS

Appearance of PTMG-PUE (A) prepared by a mold with temperature gradient was white opaque, while PTMG-PUE (B) as control was white translucent. The gel fraction of the PTMG-PUE (A) at low temperature mold side (LT) was 98.4% and that at high temperature mold side (HT) 99.3%. Degree of swelling of PTMG-PUE (A) was approximately constant within 3.3-3.4. These of PTMG-PUE (B) are 99.9% and 2.8.

Figure 2 shows DSC thermograms of the each part of PTMG-PUE (A) and PTMG-PUE (B). The sample obtained from middle part of PTMG-PUE (A) is abbreviated as MT. Glass transition temperature (Tg), width of glass transition range (ΔTg), and melting temperature of hard segment domain (Tm_H) are shown in Table 1. Tg in PTMG-PUE (A) elevated from -60.1℃ at the LT to -57.5℃ at the HT. Intensity of small endothermic peak at about 70℃ in PTMG-PUE (A) decreased with approach to HT. Temperature of sharp endothermic peak at about 190℃, assigned to melting of hard segments domain, slightly

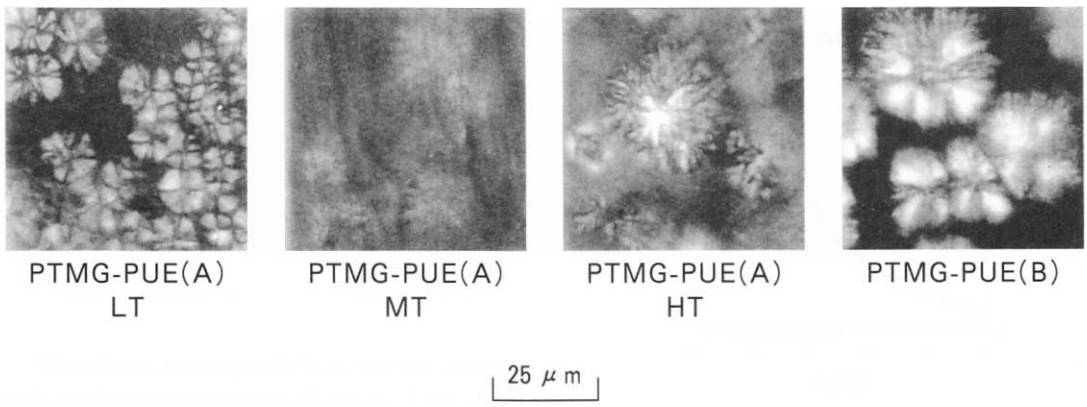


Figure 3 Polarizing micrographs of each part in PTMG-PUE(A)and PTMG-PUE(B)

lowered with approach to HT.

Figure 3 shows polarizing micrographs taken at each part in PTMG-PUE (A) and PTMG-PUE (B). PTMG-PUE (A) in contact with low temperature mold had many small "negative spherulites" with well-defined Maltese cross. However, the structure of the spherulites of the PTMG-PUE (A) in contact with high temperature mold turns into loose spherulites, so-called sheaf-like. The number of the spherulites gradually decreased from the LT to the HT, and size became gradually greater toward HT. All sliced specimens had spherulites, which disappeared at about 190 ℃ corresponding to melting temperature of hard segment domain. These results suggest that these spherulites are due to the aggregation and orientation of hard segments.

Stress-strain curves of the specimens which were sliced off from three different parts in PTMG-PUE (A) and PTMG-PUE (B) are shown in Figure 4. Curves of samples at any parts revealed a similar tendency, although tensile strength and elongation at break were remarkably increased with the LT to the HT.

Figure 5 shows temperature dependence of the dynamic viscoelastic behavior of each sample sliced from PTMG-PUE (A). The main relaxation peak of tan δ in the sample at LT, MT, and HT was observed at about -20℃. Remarkable difference of height and width in this peak was not observed. Storage modulus (E′) of rubbery plateau decreased in the following order, LT sample>MT sample>HT sample. The maximum temperature at which values of storage modulus of the specimen at the LT is constant in rubbery region as a mesurement of the limit of thermal stability is

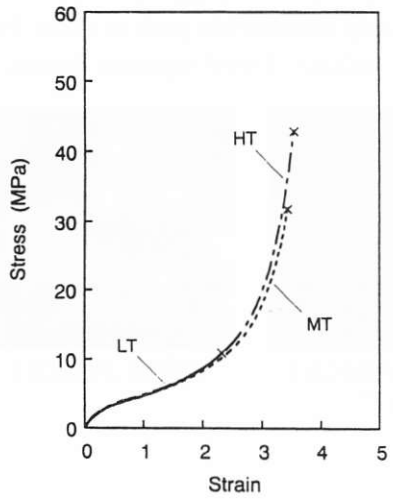


Figure 4 Effect of temperature gradient on stress-strain curves of each part in PTMG-PUE(A)

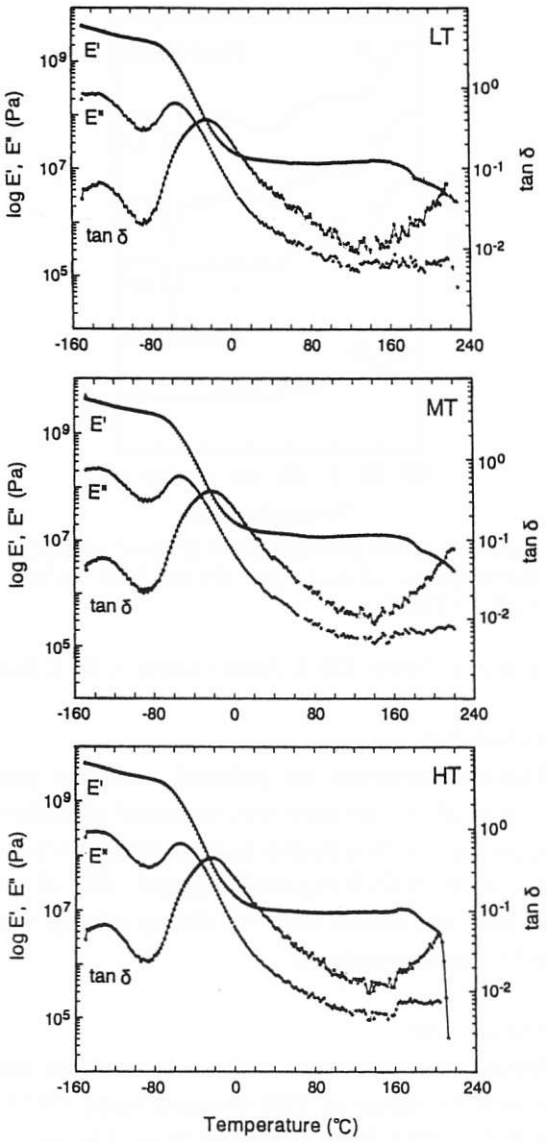


Figure 5 Effect of temperature gradient on dynamic viscoelastic behavior of each part in PTMG-PUE(A)

Table 2 Friction and abrasion characteristics of PTMG-PUE(A)

Sample	Friction coefficient	Abrasion volume mm³
PTMG-PUE(A) LT	0.79	55.3
PTMG-PUE(A) MT	0.84	62.7
PTMG-PUE(B) Control	1.25	73.9

higher than that of the specimen at the HT.

Figure 6 shows the temperature gradient dependence of micro-hardness for PTMG-PUE(A) and PTMG-PUE (B). Micro-hardness of PTMG-PUE (A)

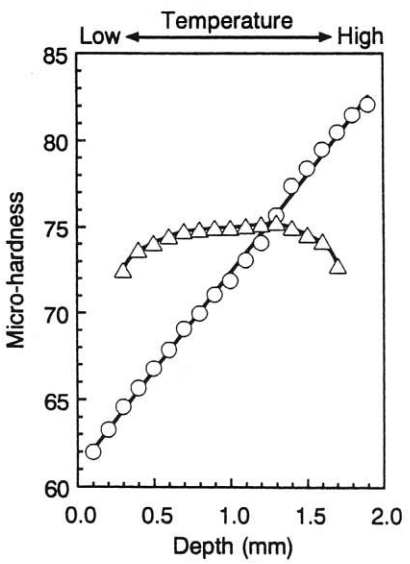


Figure 6 Temperature gradient dependence of micro-hardness for PTMG-PUE(A)and PTMG-PUE(B):○, PTMG-PUE(A);△,PTMG-PUE(B)

significantly increased from LT to HT, while those of PTMG-PUE (B) are approximately constant at about 75. Difference in micro-hardness between the LT specimen and the HT specimen was approximately 20 in PTMG-PUE (A).

Friction coefficient and abrasion resistance evaluated by DIN abrasion tester in each mold side are summarized in Table 2. The LT specimen revealed lower friction coefficient compared to the HT specimen. Abrasion resistance of the LT sample was better than those of the HT specimen.

DISCUSSION

As can be seen from Figure 2 and Table 1, Tg elevated and ΔTg spread from LT to HT. T_{mH} gradually fell from the LT to the HT in PTMG-PUE (A). These results suggest that hard and soft segment domains exist in a more pure state in LT, namely micro phase separation of hard and soft segment proceeds from the HT to the LT. In Figure 2, small endothermic peak at about 70℃ is due to structural irregularities of short range order, that is, melting of micro-crystallites of hard segment scattered in soft segment matrix.

On polarizing micrographs taken at each part in PTMG-PUE (A) (Figure 3), the structure, number, and size of the spherulites of hard segments varied from the LT to the HT. These continuous changes which depend on the temperature gradient are explained on the basis of compatibility between hard and soft segments, mobility of segments, and reaction rate of urethane linkage formation. Since the compatibility of hard and soft segment decreases compared with that at high molding temperature, nucleation and nuclear growth of the spherulites occur by depositing hard segments from melt, but spherulites do not grow largely since the mobility of segments is lower by lower mold temperature. Spherulites in the HT greatly grow through higher mobility of segment. Hard segments are not possible to condense and spherulites become loose and twiggy since formation of spherulite competes with polymerization, i.e., formation of urethane linkages. The authors previously reported the effects of molding temperature varied between 110℃ and 150℃ on morphology of PTMG-PUE.[5] In PTMG-PUE (A), the spherulites of specimen at the LT had clear structure compared with those of PTMG-PUE molded at 110℃, 130℃, and 150℃, but structure and size of the spherulites of the specimen at the HT were similar to those of the spherulites molded at 110℃. This is due to drop of temperature in the high temperature mold plate initially set up at 150℃.

The specimen at HT of PTMG-PUE (A) as shown in Figure 5 had the lowest E′ values over the rubbery plateau region and maximum temperature below which values of storage modulus are constant was the lowest. These results are understandable from those of polarizing micrographs and DSC thermograms as follows. The polyurethane of the HT has tendency to phase mixing of hard and soft segments and, consequently, decreased intermolecular cohesive forces compared to those of the other samples.

Micro-hardness of PTMG-PUE (A) changed about 20 linearly at only 2mm width, whereas those in PTMG-PUE (B) are nearly constant. These results suggest that functionally graded PUE can be obtained by a mold with temperature gradient without complicated changes of formulation and addition of another constituents.

It is apparent from Table 2 that friction coefficient is lowered in LT relative to HT. This is based on decrease in frictional force which resistance of surface deformation by running of the slider (polished aluminum plate) due to increase in micro-phase separation. Abrasion volume evaluated by DIN abrasion test was found to be reduced in the LT. Thus high abrasion resistance is revealed in PUE with spherulites which exhibit Maltese cross, i.e., in which phase separation remarkably proceeds. These results indicate that phase separation contributes to reinforced filler effect of hard segments.

CONCLUSION

Functionally graded PUE was prepared by a mold with a temperature gradient. Size and structure of spherulites and mechanical properties of the PUE have graded. PUE at the low temperature mold side exhibited greater micro-phase separation than that at the high temperature mold side, and mechanical properties changed continuously with variation of micro-domain structure. This preparation method of functionally graded PUE has the advantage that special additives and devices are not required. Further regulation of temperature gradient is possible the synthesis of novel high performance PUEs which can be utilized in building materials, industrial parts, etc.

〔付記〕
〔発表誌：Polymer Journal, **29**, 617(1997)〕

REFERENCES

1. C. Hepburn, "Polyurethane Elastomers," Applied Science Publishers Ltd., Barking, Essex, England, 1982.
2. M. Furukawa and T. Yokoyama, J. Adhesive Soc. Jpn., **28**, 501(1992).
3. A. Shibata and M. Furukawa, Jpn. J. Polym. Sci. Technol., **52**, 567(1995).
4. T. Okazaki, M. Furukawa, and T. Yokoyama, J. Soc. Rubber Industry, Jpn., **68**, 417(1995).
5. T. Okazaki, M. Furukawa, and T. Yokoyama, Jpn. J. Polym. Sci. Technol., **53(3)**, 184(1996).
6. Q. Tran-Cong, H. Nakano, J. Okinaka, and R. Kawakubo, Polymer, **35**, 1242(1994).
7. J. Okinaka and Q. Tran-Cong, Physica D, **84**, 23(1995).
8. Y. Kano, S. Akiyama, and S. Kobayashi, Polym. Prepr., Jpn., **44(4)**, 527(1995).
9. M, Furukawa and T. Yokoyama, J. Soc. Rubber Industry, Jpn., **55**, 763(1982).

岡崎　貴彦
Takahiko OKAZAKI
1991年入社
中央研究所
研究部(工学博士)

Response Simulation of Earthquake Isolation Buildings with Lead Rubber Hysteretic Bearings Caused by Seismic Waves of the Southern Hyogo-prefecture Earthquake

鉛入り積層免震ゴムを用いた免震構造物の兵庫県南部地震波による応答シミュレーション

Hiroshi MISAWA*1 Hiroyoshi TAKAHASHI*2 Hiroshi MATSUOKA*3
三沢　弘　　高橋　弘好　　松岡　宏

Kiyoshi SOGABE*4 Yoshihiro SATOH*4
曽我部　潔　　佐藤　美洋

免震構造物の動的応答を予測するために種々の方法が提案されてきている。等価せん断剛性を用いた多質点モデルによる解析が応答シミュレーションとして最も一般的に使われている[1]。この方法は水平方向の応答を予測するには十分であるが、垂直方向の解析には適切ではない。1995年１月に発生した兵庫県南部地震は水平・垂直の両方向に揺れをもたらした。このような地震波に対する解析には、２方向を考慮したより実用的なモデルが必要であると考える。本報では、６自由度系を用いて２つの方向の入力を取り扱うことができる新しい応答シミュレーション手法を紹介する。線形な振動系のシミュレーション手法では、等価な質量・慣性モーメント・剛性・減衰を有する６自由度系を用いることが一般的であるが[2]、新しい解析法は免震構造物の等価な質量・慣性モーメントに鉛入り積層ゴム（ＬＲＢ）の遺伝的な履歴特性を有するモデルから成っている[3]。このモデルを実際の小規模地震に適用し、結果を検証すると共に兵庫県南部地震波にてシミュレーションを実施した結果を報告する。

1. INTRODUCTION

In order to predict dynamic response of earthquake isolation buildings, various models have been presented. An analysis using a multi-mass model with equivalent shear stiffness is very commonly used for the response simulation[1]. It is good enough to estimate the response in horizontal direction, but it is not adequate for the analysis in vertical direction.

The Southern Hyogo-prefecture Earthquake in 1995 gave severe tremor on the earth in both horizontal and vertical directions. An analysis for such waves requires more practical model in two directions.

We present a new response simulation method that can deal with the input in two directions by using six degree of freedom (6DOF) system in this paper. It is common to use, in the simulation method of linear vibration system, 6DOF system with equivalent mass, moments of inertia, stiffness and damping[2]. Our new method, however, consists of equivalent mass, moments of inertia of earthquake isolation building and hereditary characteristics models of lead rubber hysteretic bearings (LRB)[3]. Simulation was carried out based on this method.

*1 伝動事業部
*2 中央研究所
*3 建設資材事業部
*4 上智大学理工学部機械工業科

2. ANALYSIS METHOD

An earthquake isolation building with LRB is assumed to be 6DOF rigid body in this analysis. Restoring forces and moments are induced by displacements in both translation and rotation.

2. 1 Equation of motion

An analytical model of an earthquake isolation building of 6DOF is shown in Fig.1(a). Fig.1(b) shows the schematic of the LRB[4]. The equations of motion of the model with respect to the relative coordinates system x, y, z can be written as follows:

$$m\ddot{x} = -F_x - m\alpha_{gx} \quad (1)$$
$$m\ddot{y} = -F_y - m\alpha_{gy} \quad (2)$$
$$m\ddot{z} = -F_z - m\alpha_{gz} \quad (3)$$
$$I_{xx}\ddot{\theta}_x + I_{xy}\ddot{\theta}_y + I_{xz}\ddot{\theta}_z = M_x \quad (4)$$
$$I_{yx}\ddot{\theta}_x + I_{yy}\ddot{\theta}_y + I_{yz}\ddot{\theta}_z = M_Y \quad (5)$$
$$I_{zx}\ddot{\theta}_x + I_{zy}\ddot{\theta}_y + I_{zz}\ddot{\theta}_z = M_Z \quad (6)$$

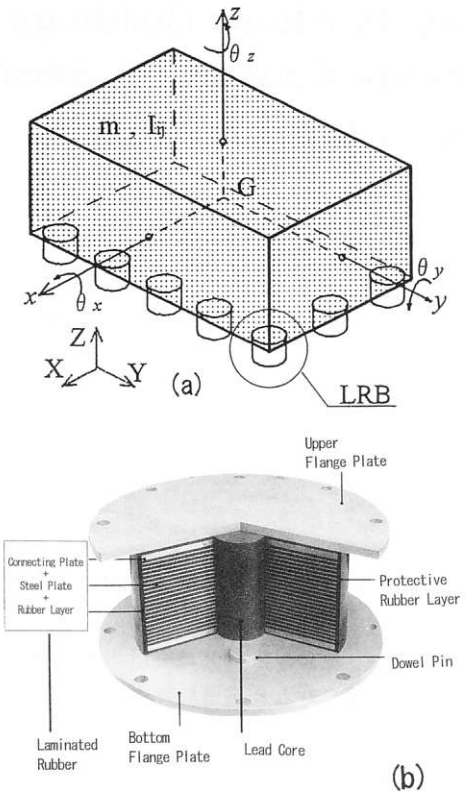


Figure 1 Analytical model of an earthquake isolaion building and the schematic of LRB

where m and I_{ij} ($ij=x,y,z$) denote mass and moments of inertia of the building respectively, and α_{gi} ($i=x,y,z$) seismic acceleration in x,y,z direction, and F_i total restoring forces of the LRB and M_i total restoring moments of the LRB in each rotational direction θ_x, θ_y, θ_z.

2. 2 LRB modeling

Static load-displacement curves are shown in Fig.2(a). The stiffness and damping are apparently dependent on the amplitude. Therefore, we assumed the LRB characteristics to be hereditary model of visco-elasto-plasticity as shown in Fig.3. Slider elements of f_i ($i=1,2,3$) in Fig.3 shows Coulomb friction force for plasticity.

Calculation of the restoring force in this method can be done numerically, whose flow is shown in Fig.4. When appropriate parameters are selected, the load-displacement curve can be obtained as shown in Fig.2(b). The results are very close to the experimental results in the range where displacement is large. Although calculated hysteresis damping is slightly smaller within small displacement range, it would not be serious problem for the estimation of response to large seismic waves.

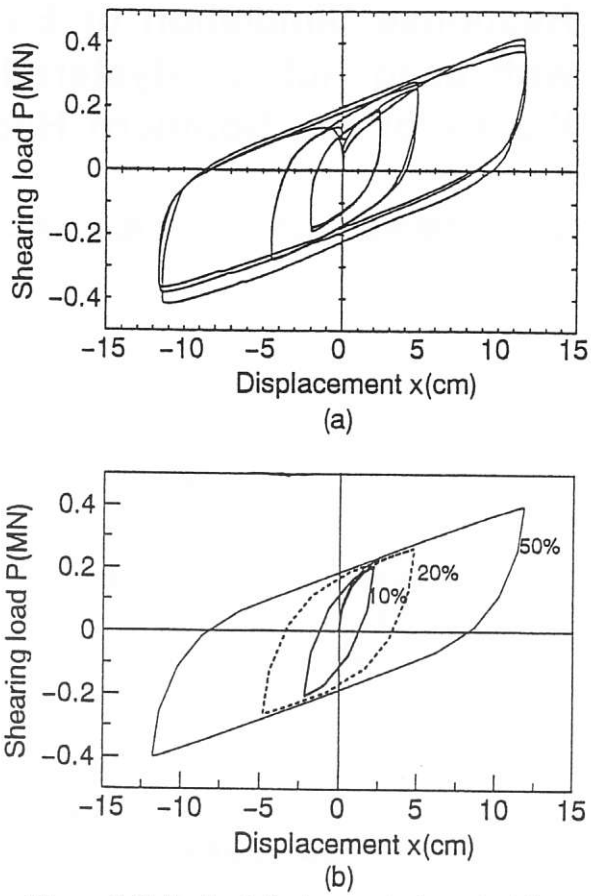


Figure 2 Static load-displacement characteristics of LRB

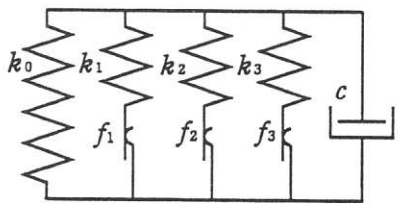


Figure 3 Hereditary characteristics model of visco-elasto-plasticity

3. RESPONSE SIMULATION

We apply the present method to an actual earthquake isolation building with LRB located in Fujisawa city in Kanagawa Prefecture, Japan. The building, 5 stories of RC structure, is mounted by 35 LRBs of 5 kinds, whose total mass is approximately 7500000kg, height 22m, length 36m, width 30m and total floor area approximately 4800m².

3. 1 Verification

We carried out a simulation to the input of the earthquake on March 18, 1988. Comparisons of the simulation results with the observed data is shown in Fig.5. The results show good agreements as shown in

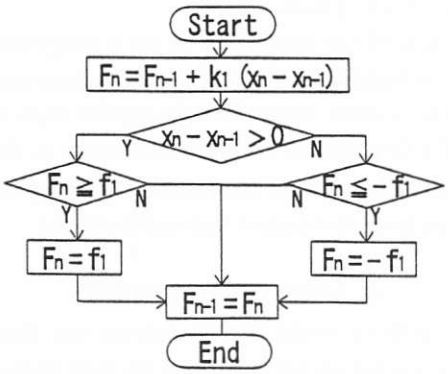


Figure 4 Flowchart of numerical approach

Fig.5(b) and (c). The maximum amplitude in horizontal direction of the simulation is slightly larger than that of the observed data. We think it is due to the underestimated LRB hysteresis damping as mentioned in the previous section. But we think the greater the displacement, the closer the LRB models to the actual ones.

3. 2 Response simulation to the Southern Hyogo-prefecture Earthquake

We tried a simulation to the same building by using the seismic waves observed in the Southern Hyogo-prefecture Earthquake of January 17, 1995. The seismic waves were provided by Japan Meteorological Agency. The simulation results are shown in Fig.6. It is found that the earthquake isolation system of LRB is effective in horizontal direction. The maximum seismic acceleration was reduced from 818gal to 308gal at the center of gravity of the building. Nominal shear strain of LRB grew up to 50%. It is also found that isolation effect is not good in vertical direction.

Moreover, the rotational acceleration was also calculated. It seems that the wave contains the component of the natural period of the rocking motion which lasts longer than the translational motion.

4. DISCUSSION

We carried out a simulation to the resiliently supported rigid body by using 6DOF system in order to consider a coupling vibration mode, but the results were not remarkable in this case. The main reason is thought to be the symmetricity of the building model, i. e., principal inertia axes of this model are almost coincident with the orthogonal coordinates axes across the center of gravity. But when we design earthquake isolation buildings of complicated structures and shapes, the effect on non-symmetricity would be more dominant. In this case our simulation method will be

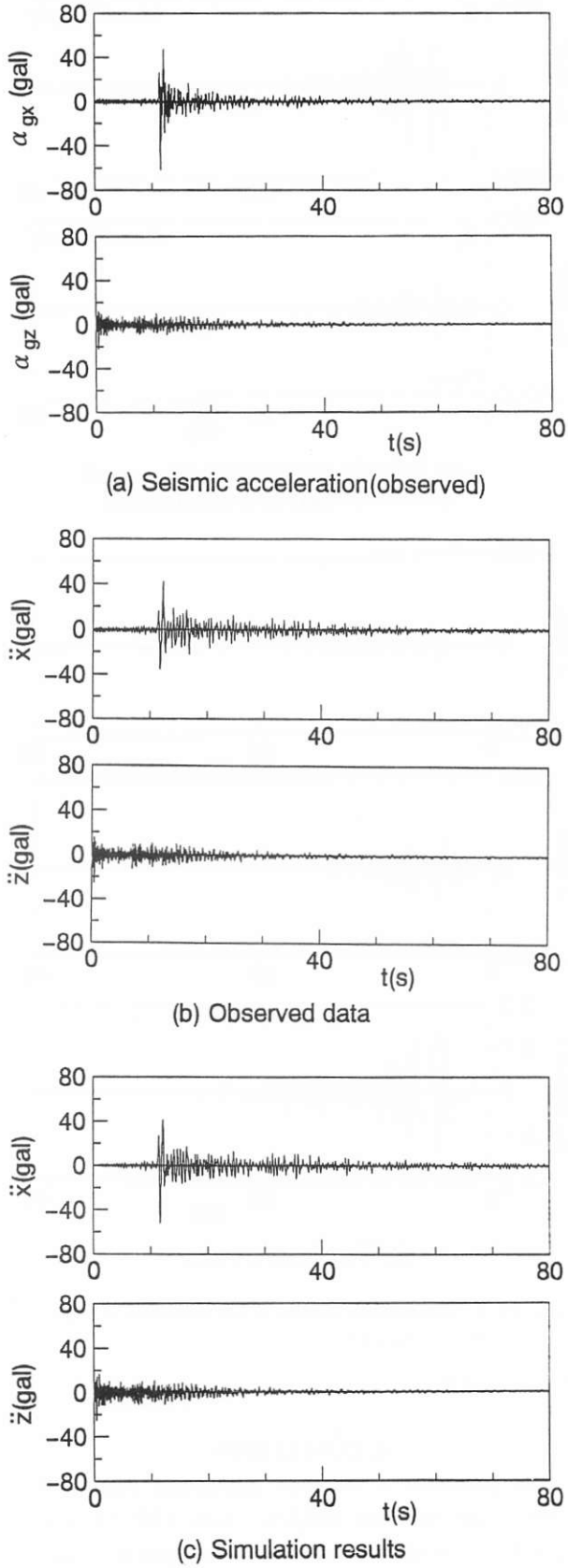


Figure 5 Comparison of the simulation results with the observed data

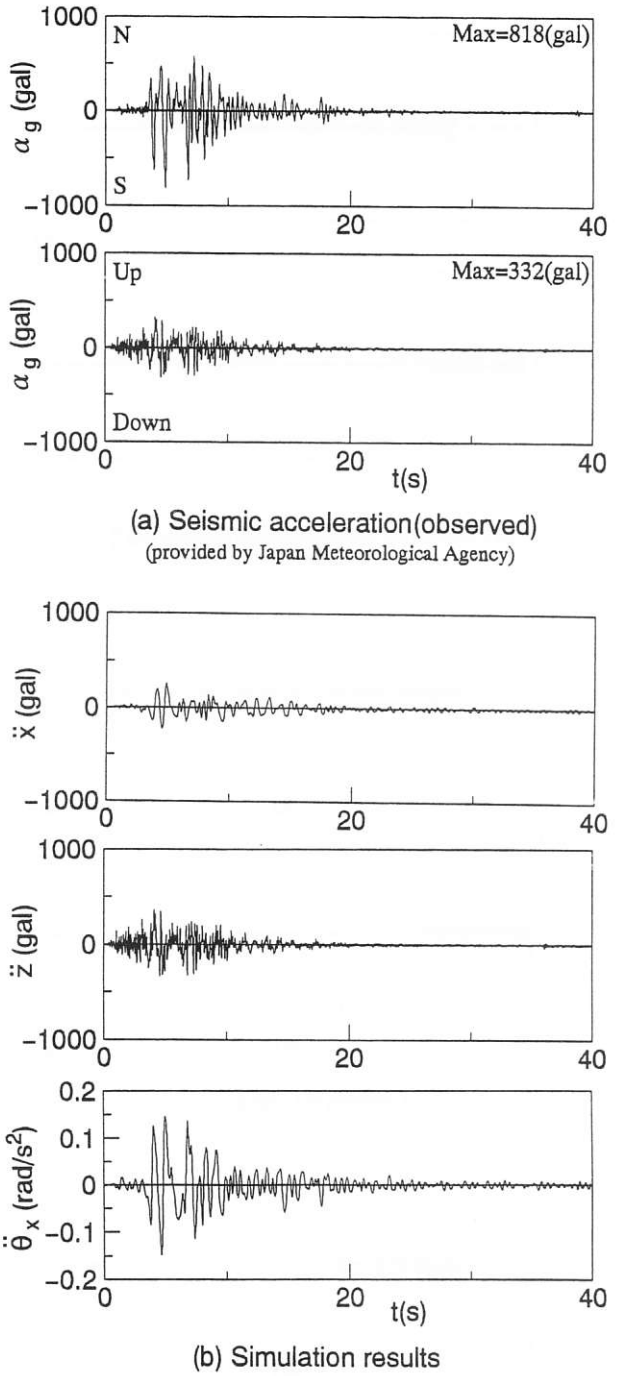


Figure 6 Simulation results to the Southern Hyogo-prefecture Earthquake

more helpful.

5. CONCLUSION

We presented a response simulation method to earthquake isolation buildings with LRB by using 6DOF system that can deal with the input in horizontal and vertical directions at the same time.

LRB modeling was also carried out for the simulation. The load-displacement curves of the model gave a good agreement with the actual LRB characteristics of visco-elasto-plasticity.

We applied the simulation to an actual earthquake isolation building to verify.The verification was made by small seismic waves, but the results were reasonable. Finally, we also tried the simulation to the same building to the input of the Southern Hyogo-prefecture Earthquake and obtained reasonable results.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to express our thanks to Oiles Corporation for providing us with valuable information and data.

[付記]

[口答発表] The Society of Rubber Industry, Japan International Rubber Conference 1995 KOBE (IRC 95 KOBE)

7. REFERENCE

1) Architectural Institute of Japan, Recommendation for the design of base isolated buildings, (1993).

2) Harris, C. M. & Crede, C. E., Shock and vibration handbook (2nd edition), (1976).

3) Sawaragi, Y. & Sugai, N. Material testing, Vol.2, No.8, 347, (1953).

4) Oiles Corporation, Oiles general catalogue of earthquake isolation and vibration damping, (1995).

三沢　弘
Hiroshi MISAWA
1977年入社
伝動事業部
伝動システム開発部長

高橋　弘好
Hiroyoshi TAKAHASHI
1994年入社
中央研究所
研究部

松岡　宏
Hiroshi MATSUOKA
1970年入社
建設資材事業部
技術部長

特許・実用新案登録一覧

(1996. 10.～1997. 9.)

（日本特許）

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願01-079394(H01.03.29) 開02-256068(H02.10.16) 登2119816(H08.12.20)	山城　二郎 永見　晴資 三木　隆司 内野　光広	〈名称〉静電潜像現像用トナーおよびその製造方法 〈要約〉ラジカル重合性単量体油相の水相での懸濁重合によって得た実質的に真球状の重合体粒子を異形化して、径3～30μm、厚み1～15μmであって、平均厚み／平均径にて定義される偏平度が0.5以下である円盤状の形状を有することを特徴とする静電潜像現像用トナー。
願01-285484(H01.10.31) 開02-198766(H02.08.07) 登2122334(H08.12.20)	中垣　利男	〈名称〉研削装置の研削量制御装置 〈要約〉従来の駆動モータを用いて電気的に制御する装置に比べて製造コストが安く、また電気的な外乱の影響を受けず精度が高く、更に研削後における被研削物の最終的な厚みの変更が簡単に行える、研削装置の研削量制御装置。
願02-043639(H02.02.22) 開03-244530(H03.10.31) 登2124478(H08.12.20)	大塚由紀夫 三神　義之 八田　泰典 福田　徹夫	〈名称〉発泡ゴムシートの製造方法およびその装置 〈要約〉網状ワイヤコンベヤベルト上に載置した状態で加熱することでゴムシート材料の一部がワイヤコンベヤベルトの網状開口内に垂れ下がって固形化するに十分な粘度と加硫速度とをもつ未加硫・未発泡ゴムシート材料を、ベルト上位回走面上に繰り出し、ベルト上に載置したゴムシートをベルトと共に往復反転させながら加熱して多数の膨脹部を形成する。
願02-129480(H02.05.18) 開04-023891(H04.01.28) 登2126316(H09.01.28)	西田　健次 松本　憲明	〈名称〉複写機等の無給油軸受け 〈要約〉金属粉15－35容積％、シリコーンオイル5－20容積％、残留容積％が自己潤滑性樹脂からなる。
願02-154626(H02.06.13) 開04-045009(H04.02.14) 登2633375(H09.04.25)	高橋　光彦	〈名称〉搬送ローラ 〈要約〉被搬送物に接触して搬送する搬送ローラで、軸部材と、軸部材の周囲に装着された短繊維含有層とを有し、短繊維含有層は短繊維が半径方向に配向されており、短繊維の一部が研磨によりローラ表面より突出している。
願02-258497(H02.09.25) 開04-133928(H04.05.07) 登2641609(H09.05.02)	三橋　浩 高橋　光彦 結城　慎也 中野　嘉久	〈名称〉ベルト駆動装置 〈要約〉平ベルトに蛇行が発生すると、この平ベルトの走行運動力によってローラ部材の軸端部を所定方向に変位させて逆方向の蛇行成分を発生させるようにした。
願02-262283(H02.09.28) 開03-205470(H03.09.06) 登2126856(H09.02.10)	黒田　秀雄 谷口　正雄	〈名称〉感圧接着性シート 〈要約〉紫外線照射により接着力を低減し得る感圧接着性シートは、可塑剤を含有し、かつ紫外線を透過させ得るポリ塩化ビニル又は塩化ビニルの共重合体からなる基材樹脂シート上に、弾性重合体と紫外線架橋アクリル酸エステルと重合開始剤と粘着付与材とを含有する感圧接着剤の層が、上記可塑剤及び紫外線架橋性アクリル酸エステルを透過させず紫外線を透過する変化アクリル樹脂からなる。
願03-005553(H03.01.22) 開04-323143(H04.11.12) 登2103110(H08.10.22)	谷本　貞雄 山口　勝也 中野　嘉久	〈名称〉平ベルト駆動用ローラおよび平ベルト駆動装置 〈要約〉平ベルトを駆動するローラの表面部に多数の短繊維を混入し、ローラの軸方向に略配向させるとともに、短繊維の一部をローラ表面から露出させる。露出した短繊維のグリップで平ベルトが駆動され、摩擦係数の低減、摩擦特性の温度、湿度変化に対する安定性が得られる。短繊維を軸方向および周方向に対して一定の傾きを有するように配向することもできる。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願03-054942(H03.03.19) 開05-099290(H05.04.20) 登2620418(H09.03.11)	宮田　博文	〈名称〉変速装置 〈要約〉両カム機構で、伝動トルクの作用で駆動側回転軸と駆動プーリの可動シーブとを相対回転させ、可動シーブを固定シーブに接近させる機構を設け、この推力により駆動側発生推力を低減して、従動側発生推力との差を小さくし、操作力を低減する。
願03-068419(H03.04.01) 開05-309731(H05.11.22) 登2123722(H08.12.20)	林　亨 佐藤　祐喜 荒木　孝 岡田　良雄	〈名称〉内部にエンボス模様を有する連続した積層シートの製造方法 〈要約〉透明ないし半透明の塩化ビニル樹脂からなるトップシートと塩化ビニル樹脂からなるベースシートとが熱ラミネートされており、ベースシートがその接合部にエンボス模様を有する連続した積層シートの製造方法。
願03-100088(H03.05.01) 開04-331844(H04.11.19) 登2132234(H09.09.19)	川原　英昭	〈名称〉タイミングベルトおよびベルト伝動装置 〈要約〉タイミングプーリの設計ピッチラインディファレンス（ＰＬＤ）に対しベルトのＰＬＤを10－20％高くし、かつプーリの設計ピッチに対しベルトのピッチを0.02－0.15％大きくする。
願03-137953(H03.06.10) 開04-366045(H04.12.17) 登2132316(H09.09.26)	荻野　雅章 林　丈浩	〈名称〉伝動ベルト 〈要約〉Ｖリブドベルトは短繊維を所定量配合してなるゴム組成物の加硫物を構成部材とする伝動ベルトである。短繊維はアラミド繊維で構成。アラミド繊維による補強効果で、ゴム中の短繊維量を多くする必要がなくなるので、弾性率が高まりゴムの疲労寿命が改善される。アラミド繊維の一部をナイロン繊維で置換することで摩擦係数が安定する。
願03-156814(H03.06.27) 開05-010443(H05.01.19) 登2620425（H09.03.11）	松本　英樹	〈名称〉ベルト式無段変速機の変速操作装置 〈要約〉可変プーリの可動シーブを円筒カムを有するカム機構で駆動するようにした変速装置に対し、円筒カムのカム面に接触するローラを回転軸を支持するための軸受けで直接支持する。または円筒カムは軸受けに固定しローラは可動シーブのボス部上に回転可能に配置したローラ取付部材で支持する。
願03-216180(H03.08.01) 開06-254860(H06.09.13) 登2645930(H09.05.09)	八田　泰典 青野　信良	〈名称〉クリーニングブレード用金型とその開閉装置 〈要約〉クリーニングブレードの製造ラインの自動化を図るのに好適な金型およびその金型内の中型の開閉装置の提供。両端に把持部を突設した一対の中型部材を開放するための装置は、一方の把持部に当設可能なストッパー部材をシリンダ装置を介して上下動自在に備えている。また他方の把持部を狭持可能な一対の狭持部材を、シリンダ装置を介して設離自在に配備する。
願03-246817(H03.08.31) 開05-060522(H05.03.09) 登2126940(H09.02.10)	福井　定信	〈名称〉クリーニングブレードの稜線検査装置 〈要約〉クリーニングブレードの稜線に自身の平滑面を所定の圧力で接触させる検査用ブロック、稜線と平滑面との接触部をはさんで対向する投光器および受光器、投光器・受光器の組とブレードとの間に稜線方向の相対移動をもたらす手段、および受光器による受光の強さを知らせる報知手段を主体に構成。
願03-285646(H03.10.04) 開05-096552(H05.10.20) 登2106554(H08.11.06)	宝蔵寺昌彦 山本　裕嗣	〈名称〉無端ゴムベルトの加硫装置 〈要約〉金型を狭めるように一対のガイドローラが、それぞれ装置本体上に略中央屈曲部で回動自在に支承された「く」の字状リンク部材の先端に回動自在に軸支されている。スライドベース上にテンションローラが回動自在に配設され、リンク部材の先端のガイドローラを位置決めするためのガイド溝が「ハ」の字状に開設されてる。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願03-264854(H03.10.14) 開05-106696(H05.04.27) 登2693668(H09.09.05)	城戸　隆一	〈名称〉歯付ベルトおよびそれを用いた歯付ベルト伝動装置 〈要約〉歯付プーリに噛合している状態での歯付ベルトのプーリピッチＰｐとのピッチ誤差△Ｐを、ベルトピッチＰがＰｐよりも小さいマイナス側とし、ベルトピッチを定義する基準張力Ｔｏ、張り側張力Ｔ１、緩み側張力Ｔ２、ベルト引っ張り剛性ＥＡとして、その範囲をＰ・(Ｔｏ－Ｔ２)／ＥＡ≧△Ｐ≧Ｐ・(Ｔｏ－Ｔ１)／ＥＡの範囲とする。
願03-312047(H03.11.27) 開05-150697(H05.04.27) 登2587337(H08.12.05)	藤原　良則 青野　信良 川崎　武巳 東　　篤	〈名称〉電子写真複写機用クリーニング・ブレードの製造方法 〈要約〉ポリイソシアネートと分子量1000－30000の高分子量ポリオールとから調整したイソシアネート基含量８－20％のウレタン擬プレポリマーに分子量1000－3000の高分子量ポリオールと分子量60－250の低分子量ポリオールとからなる硬化剤を水酸基／イソシアネート基当量比0.8－0.9として混合攪拌後、またはしつつ予め加熱した型内に注入して弾性体を得る。
願04-043611(H04.02.28) 開05-240328(H05.09.17) 登2599859(H09.01.09)	池田英一郎 古川　　豊	〈名称〉鋼板製プーリ 〈要約〉シーブの中心孔と軸またはスリーブの外周との間に間隔を設けておいて、この間隔により溶接時の歪みを吸収し、溶接のままで回転時のシーブのプーリ溝面の振れ量が所定範囲以下になるようにする。
願04-064687(H04.03.23) 開05-262919(H05.10.12) 登2584931(H08.11.21)	市谷　理恵 橘　　博之 笠田　満盛	〈名称〉短繊維補強ゴム組生物およびそれを用いた伝動ベルト 〈要約〉表面接着処理が施された有機短繊維と、表面接着処理が施されていない有機短繊維とを補強材として混入する。これらの全繊維量に対する混入割合を前者の20－80％にする。
願04-071004(H04.03.27) 開05-272595(H05.10.19) 登2114341(H08.12.06)	野中　敬三 橘　　博之	〈名称〉高負荷用伝動ベルト 〈要約〉短繊維が混入された保形ゴム層の内部に心線が埋設された一対の張力帯と両張力帯にベルト長手方向に並んで取付けられた多数のブロックとからなる高負荷用伝動ベルトにおいて、各張力帯の保形ゴム層を不飽和カルボン酸金属塩および有機過酸化物が添加された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をマトリックスとして構成する。
願04-107548(H04.04.27) 開06-001972(H06.01.11) 登2117971(H08.12.06)	大西　敏博 野口　公信	〈名称〉有機エレクトロルミネッセンス素子 〈要約〉少なくとも一方が透明である一対の電極間に発光材料層および一般式１～３のＮ、Ｎ、Ｎ－トリフェニルアミン誘導体を用いた正孔輸送層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子。
願04-121555(H04.05.14) 開06-041875(H06.02.15) 登2566704(H08.10.03)	林　　亨	〈名称〉レザークロス 〈要約〉表面の凹凸をなくして汚れ難くするとともに接着剤層への混入物質によって見栄えを向上させる。基布の片面に光輝性材を含有する接着剤を形成する。接着剤層を介して透明または半透明なシート状物を基布に貼り合わせる。シート状物を貼り合わせ後に鏡面処理する。
願04-125275(H04.05.19) 開06-041328(H06.02.15) 登2573897(H08.10.24)	佐藤　裕喜	〈名称〉化粧板用真空プレス成形用塩化ビニル系樹脂フィルム 〈要約〉塩化ビニル系重合体100 重量部について、(a)可塑剤０から20重量部、および(b)メタクリル酸メチル－アクリル酸アルキル共重合体、α－メチルスチレン－アクリロニトリル共重合体またはメタクリル酸メチル－マレイミド共重合体であるアクリル系共重合体３から30重量部とを含有することを特徴とする。
願04-125276(H04.05.19) 開05-321158(H05.12.07) 登2591700(H08.12.19)	佐藤　弘幸	〈名称〉塩化ビニル系樹脂発泡レザーの製造方法 〈要約〉塩化ビニル系重合体と可塑剤と発泡剤と共に、有機過酸化物やアゾビス化合物のようなラジカル開始剤を含む組成物を基材に積層し、常圧発泡させる。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願04-153551(H04.06.12) 開05-339426(H05.12.21) 登2637876(H09.04.25)	橘　博之	〈名称〉加硫性ゴム組成物 〈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、2）不飽和カルボン酸金属塩：10から100重量部、3）有機過酸化物：0.2から10重量部、4）硫黄成分：0.4から1.0重量部を含有し、かつ硫黄成分をモル数に換算して有機過酸化物よりも多く含有する加硫性ゴム組成物。
願04-157075(H04.06.16) 開06-043792(H06.02.18) 登2631935(H09.04.25)	迫　康浩	〈名称〉電子写真装置用クリーニング・ローラ 〈要約〉長期にわたって安定して感光体の表面の残留トナーを除去することができる補助的なクリーニング・ローラを提供する。
願04-157077(H04.06.16) 開06-043738(H06.02.18) 登2578707(H08.11.07)	迫　康浩	〈名称〉電子写真装置用現像ブレード 〈要約〉ウレタンプレポリマーをアミノ基／イソシアネート基モル比が1.0から1.2となるように末端アミノ基を有する架橋剤にて架橋させ、架橋剤の一部を未反応のまま、得られるポリウレタンエラストマー中に残存させる。ウレタンプレポリマーに予めシランカップリング剤を配合すれば、トナーの帯電特性に一層すぐれる現像ブレードを得ることができる。
願04-229187(H04.08.04) 開06-059607(H06.03.04) 登2600045(H09.01.29)	吉嶋　登 三田　浩 是常　義信	〈名称〉クリーニングブレードの製造方法 〈要約〉複写機などの各種機器に取り付けた状態でのブレードの寸法精度が向上し、また寸法精度にバラツキがなく、さらにホルダーに対するブレードの本体の接着が容易で、作業工程も増えず、生産効率が高く、低コスト化が図れるクリーニングブレードの製造方法を提供する。
願04-345060(H04.10.20) 開06-129420(H06.05.10) 登2630322(H09.04.25)	畑　克彦	〈名称〉ウレタンローラ 〈要約〉金属製回転軸あるいはベアリングなどの芯金外周にウレタンエラストマーを外装してなるウレタンローラにおいて、ウレタンエラストマーが、熱可塑性エラストマーと、イソシアネート基を２個以上有するイソシアネート化合物よりなり、イソシアネート化合物の添加により飛躍的な接着力向上を達成する。
願04-353029(H04.12.10) 開06-171057(H06.06.21) 登2579877(H08.11.07)	林　亨 中野　礼吉	〈名称〉積層シートとその製造方法 〈要約〉中間製品であるシートは、ＵＶ硬化接着剤の層の片面に、透明または半透明のＰＶＣシートを接合し、他の面には、凹凸模様を付けてその表面に感熱接着剤であるプライマーの被膜を形成したものである。
願05-024411(H05.02.12) 開06-234193(H06.08.23) 登2109177(H08.11.21)	林　亨 佐藤　裕喜 嶋崎　幸雄 石橋　正和	〈名称〉霜降り意匠を有する艶消しシート 〈要約〉表面に絞模様を有するトップシートを着色ベースシート上に積層する。艶消し樹脂を用いた透明のマトリックスに異色の樹脂製着色ビーズを混入してトップシートをシート出しする。
願05-070911(H05.03.04) 開06-255067(H06.09.13) 登2579879(H08.11.07)	林　亨	〈名称〉積層シートとその製造方法 〈要約〉硬さについての制約を受けないうえ、紫外線の透過性に関わるシートの色彩や材質・耐候性等についての制約を受けることもなく構成できる積層シートと、その製造方法とを提供する。
願05-051811(H05.03.12) 開06-262730(H06.09.20) 登2101095(H08.10.22)	塘　数雄 木村　律雄 西　秀男	〈名称〉布地付接着剤シート 〈要約〉加硫ゴム製品の製造に使用される布地付接着剤シートとして、加硫ゴムとの接着性等の特性の優れた布地付接着剤シートを提供する。
願05-111298(H05.05.13) 開06-324406(H06.11.25) 登2647332(H09.05.09)	佐藤　昭光	〈名称〉難燃性原稿送りベルト 〈要約〉カバー樹脂層と心体帆布からなる原稿送りベルトであって、少なくともカバー樹脂層がリン酸系塩素化合物を有している。
願05-147398(H05.06.18) 開07-003167(H07.01.06) 登2624442(H09.04.11)	西田　健次 福田　耕治	〈名称〉含油樹脂組成物の製造方法 〈要約〉樹脂本来の物性が損なわれることなく、安定した摺動性を有する耐熱性に優れた含油樹脂組成物を提供する。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願05-192122(H05.08.03) 開07-041127(H07.02.10) 登2612143(H09.02.27)	内村　之衛	〈名称〉搬送用ベルト 〈要約〉織物からなる心体のベルト長手方向に延びる緯糸の糸本体に導電性をその一部を露出した状態で埋設する。経糸には導電糸を用いない。心体を経糸と緯糸との交織により袋織りして構成する。
願05-250865(H05.10.06) 開07-103311(H07.04.18) 登2665445(H09.06.20)	宮田　博文 赤星　吉浩 池田英一郎	〈名称〉無段変速装置 〈要約〉変速プーリ等の保守および点検作業を容易に行える構造にする。
願05-250864(H05.10.06) 開07-103310(H07.04.18) 登2665444(H09.06.20)	宮田　博文 赤星　吉浩 池田英一郎	〈名称〉無段変速装置 〈要約〉遊星ギヤ機構の部品数を少なくすると共に、構造を簡素にして軸方向長さを小さくし、省スペース化を図る。
願05-250861(H05.10.06) 開07-103302(H07.04.18) 登2675517(H09.07.18)	宮田　博文 赤星　吉浩 池田英一郎	〈名称〉変速プーリ 〈要約〉回転軸にスリーブを回動可能に外嵌合し、このスリーブ上に、固定シーブを軸方向に相対移動不能でかつ相体回動不能に、また可動シーブを軸方向に相対移動可能でかつ相対回動不能に、またそれぞれ嵌合する。
願05-250847(H05.10.06) 開07-103309(H07.04.18) 登2665443(H09.06.20)	宮田　博文 赤星　吉浩 池田英一郎	〈名称〉無段変速装置 〈要約〉変速プーリ機構および遊星ギヤ機構を組み合わせた無段変速装置に対しプーリ機構のベルトに大きな駆動動力がかかる頻度を低くしてその負担を軽減しつつ、正逆転機構を要することなく正逆転状態が容易に得られるようにする。
願05-250846(H05.10.06) 開07-103300(H07.04.18) 登2583733(H08.11.21)	宮田　博文 赤星　吉浩 池田英一郎	〈名称〉無段変速装置 〈要約〉回転軸に配設された変速プーリ機構と遊星ギヤ機構を組み合わせた無段変速装置の両変速プーリ間に巻掛けられたベルトの張側スパンと緩み側スパンとが入れ替わるのに応じて自動的に緩み側スパンを押圧できるようにし、もって、無段変速装置のコンパクト化が図れるようにする。
願05-250842(H05.10.06) 開07-103299(H07.04.18) 登2583732(H08.11.21)	宮田　博文 赤星　吉浩 池田英一郎	〈名称〉無段変速装置 〈要約〉変速プーリ機構および遊星ギヤ機構を組み合わせた無段変速装置に対しそのコンパクト化、部品点数の低減、コストダウンを図る。
願05-250835(H05.10.06) 開07-103298(H07.04.18) 登2583731(H08.11.21)	宮田　博文 赤星　吉浩 池田英一郎	〈名称〉無段変速装置 〈要約〉変速プーリ機構および遊星ギヤ機構を組み合わせた無段変速装置に対しトルクカム機構を簡略にしつつ正逆転状態でトルクカム効果を得るようにする。
願05-294875(H05.11.25) 開07-144805(H07.06.06) 登2572196(H08.10.24)	田島　義隆 野口　重則	〈名称〉ゴムシートのジョイント方法およびその装置 〈要約〉カッター手段の寿命が長く、第一および第二の未加硫ゴムシートを十分なジョイント強度でもって接合する。 先端が0.7～1.0㎜程度切断されている押さえ刃によって、揃えられかつクランプされた未加硫ゴムシートの端縁部をまず圧接ジョイントする。それから、切り刃によって、圧接ジョイントされた部分をカットする。
願06-024676(H06.01.10) 開07-126598(H07.05.16) 登2645975(H09.05.09)	黒田　秀雄 谷口　正雄	〈名称〉感圧接着剤組成物 〈要約〉弾性重合体100重量部に対して紫外線架橋性アクリル酸エステル15～200重量部と粘着付与剤10～200重量部とポリイソシアネート１～100重量部と無水シリカ粉末１～30重量部とを重合開始剤と共に含有することを特徴とする紫外線照射によって接着力を低減し得る感圧接着剤組成物。
願06-074700(H06.04.13) 開07-276516(H07.10.24) 登2592779(H08.12.19)	中原　正貴 黒田　秀雄 田中　一雄	〈名称〉剥離用粘着シートのための基材フィルムおよびその製造方法 〈要約〉塩化ビニル系樹脂からなり、尿素化合物とハイドロタルサイトとをそれぞれ所定量含有する剥離用粘着シートのための基材フィルム。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願06-120718(H06.05.09) 開07-301974(H07.11.14) 登2640084(H09.05.02)	迫　康浩 泉　央	〈名称〉電子写真装置用ローラの製造方法 〈要約〉電子写真装置用導電性ローラ表面に設けられる導電性皮膜のいわゆる「ゆず肌」状の欠陥の発生がなく、しかも感光体の汚染や導電性ローラとしての特性を損なうことのない電子写真用ローラの製造方法を提供する。
願06-108080(H06.05.23) 開07-316511(H07.12.05) 登2613020(H09.02.27)	中野　礼吉 木村　順一 塘　数雄	〈名称〉熱転写マーキングシート 〈要約〉衣類等の被着体に趣きの変わったマークや絵柄等を転写する。ポリエチレンテレフタレート系フィルム状物（ＰＥＴ層）の片面に透明ウレタン層およびホットメルト接着剤層を順次積層する。
願06-118739(H06.05.31) 開07-324139(H07.12.12) 登2665660(H08.10.03)	藤本　浩 大野　公睦	〈名称〉繊維補強弾性体およびそれを用いた伝動ベルト 〈要約〉ゴムポリマー成分として塩素含有量が15～35重量％硫黄含有量が0.5～2.5重量％になるように配合されたクロロスルフォン化ポリオレフィンをポリエステル繊維で補強する。この際ポリエステル繊維を２種類の接着剤で処理する。
願06-145328(H06.06.04) 開07-334059(H07.12.22) 登2665651(H09.06.27)	藤原　良則 青野　信良 谷　新太	〈名称〉ブレード用金属製ホルダー 〈要約〉ホルダーは有機潤滑皮膜鋼板を用いて形成されており、この有機潤滑皮膜鋼板は、鋼板の上に電気亜鉛メッキとクロメート皮膜を施した従来の表面処理鋼板において、クロメート皮膜上にさらに有機潤滑皮膜層を形成した重層構造の厚み１から２ミリの板材である。
願06-150451(H06.06.07) 開07-334060(H07.12.22) 登2645980(H09.05.09)	藤原　良則 重近　裕一 谷口登志治 谷　新太	〈名称〉クリーニングブレードとその製造方法および製造装置 〈要約〉熱硬化型ポリウレタンの原料成分であるポリウレタンポリマーの液状物と架橋剤の液状物とを混合攪拌し、それらの混合物を成形ドラムの断面凹状の金型内に吐出したのち、成形ドラムの外周面に圧接され、ドラムと同期するエンドレスベルトを介して加熱、加圧して一定幅で帯状のブレード成形物を連続して成形し、ブレード成形物を冷却したのち、一定長さごとに切断する。
願06-132146(H06.06.14) 開08-004858(H08.01.12) 登2682803(H09.08.08)	宮田　博文	〈名称〉オートテンショナ 〈要約〉固定プーリ部材の軸部に円筒部において回動自在に支持されかつ円筒部の外周側にテンションプーリが回転自在に支持された回動部材を、該テンシヨンプーリがベルトを押圧する方向に捩りコイルばねにより回動付勢する一方回動部材に回転不能に設けられた移動プーリ部材の摩擦面と固定プーリ部材の摩擦面との間にエンドレスの平ベルトを巻掛ける。
願06-132134(H06.06.14) 開08-004857(H08.01.12) 登2682802(H09.08.08)	宮田　博文	〈名称〉オートテンショナ 〈要約〉固定プーリ部材に回動自在に支持されかつテンションプーリが回転自在に設けられたレバー部材を、該テンションプーリがベルトを押圧する方向に捩りコイルばねにより回動付勢する一方、レバー部材に回転不能に設けられた移動プーリ部材の摩擦面と固定プーリ部材の摩擦面との間にエンドレスの平ベルトを巻掛ける。
願06-132121(H06.06.14) 開08-004856(H08.01.12) 登2682801(H09.08.08)	宮田　博文	〈名称〉オートテンショナ 〈要約〉固定部材に回動自在に偏心支持された偏心筒体に、張力変換部材を偏心させて回動自在に設け、固定部材の円弧状の摩擦面と張力変換部材の円弧状の摩擦面との間にエンドレスのベルトを巻掛け、初期張力付与ばねにより張力変換部材を外方に付勢してベルトに初期張力を与える。
願06-132119(H06.06.14) 開08-004855(H08.01.12) 登2620515(H09.03.11)	宮田　博文	〈名称〉オートテンショナ 〈要約〉固定プーリに回動自在に支持されたレバー部材に、移動プーリを偏心させて回動自在に設け、固定プーリの円周状の摩擦面と移動プーリの円周状の摩擦面との間にエンドレスのベルトを巻掛け、初期張力付与ばねにより移動プーリを外方に付勢してベルトに初期張力を与える。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願06-132113(H06.06.14) 開08-004854(H08.01.12) 登2682800(H09.08.08)	宮田　博文	〈名称〉減衰装置 〈要約〉固定プーリ部材に回動自在に支持されたレバー部材に、移動プーリ部材を回転不能に設け、固定プーリ部材の円周状の摩擦面と移動プーリ部材の円周状の摩擦面との間にエンドレスの平ベルトを巻掛け、かつ該平ベルトの一方のスパンを押圧機構部で押圧する。
願06-132110(H06.06.14) 開08-004853(H08.01.12) 登2620514(H09.03.11)	宮田　博文	〈名称〉減衰装置 〈要約〉固定プーリ部材に回動自在に支持されたレバー部材に、移動プーリ部材を偏心させて回動自在に設け、固定プーリ部材の円周状の摩擦面と移動プーリ部材の円周状の摩擦面との間にエンドレスのベルトを巻掛け、初期張力付与ばねにより移動プーリ部材を外方に付勢してベルトに初期張力を与える。
願06-186259(H06.07.16) 開08-026434(H08.01.30) 登2584419(H08.11.21)	米田　　龍	〈名称〉食品搬送用桟付きベルト 〈要約〉ベルト本体の裏面に硬さ50～75度（ＪＩＳ－Ａ）であり可塑剤を含有しない非晶質ポリウレタンを主体とする桟を取り付けている。また上記非晶質ポリウレタンのビカット軟化点を60～100 ℃とすることにより桟とベルト本体との接着力を向上している。
願06-247220(H06.09.14) 開08-087216(H08.04.02) 登2652142(H09.05.23)	畑　　克彦	〈名称〉電子写真装置用クリーニングブレード 〈要約〉熱硬化性ウレタンエラストマーからなるブレード部材と支持部材と接着剤層からなる電子写真装置用クリーニングブレードにおいて前記ブレード部材成形時に使用する金型とブレード部材との離型剤が、モンタン酸エステルであり、前記ブレード部材の前記接着剤層との接着面が、前記金型と接した面の一部であり前記接着剤層がダイマー酸ベースの化合物からなるブレード。
願07-038070(H07.02.27) 開08-229942(H08.09.10) 登2690867(H09.08.29)	松本　憲明	〈名称〉ガスアシストインジェクション成形用樹脂組成物 〈要約〉以下の配合を有する50～85重量％の樹脂部と残部が以下の配合の補強材からなる樹脂組成物である。樹脂部は、芳香族ポリアミド単独、ＰＰＳ単独もしくはこれらの混合物またはこれらのアロイ化物をＡとし、液晶ポリマーⅡ型の芳香族ポリエステルをＢとした場合に、Ａ：Ｂの重量比率が５：１～１：５の範囲内で混合またはアロイ化したものである。
願07-060659(H07.03.20) 開08-260451(H08.10.08) 登2659697(H09.06.06)	岸本　隆之	〈名称〉ドレーン材 〈要約〉互いに対抗する２枚の不織布の間に平板状基板の両面に長手方向に略平行な多数の突状リブを一体的に形成した芯材を介装し各リブと基板に囲まれた多数の通水路を有している。基板の両面に形成した突状リブの表裏に切り欠きを設けている。
願08-112304(H08.05.07) 開08-259910(H08.10.08) 登2618356(H09.03.11)	黒田　秀雄 谷口　正雄	〈名称〉感圧接着性シート 〈要約〉紫外線を照射しないときは強い接着力を有し、これに紫外線を照射することにより、接着力を著しく低下させることができる感圧接着性シートを提供する。
願04-108233(S57.03.16) 開05-132586(H05.05.28) 登2131320(H09.08.08)	土岐　三郎	〈名称〉伝動ベルト 〈要約〉本発明による低摩擦摺動面を有する伝動ベルトは、ゴム100 重量部についてシリコン油からなる滑性化剤１から10重量部が多孔性粒子に吸着されて、ゴムに配合されたゴム組成物の加硫ゴムからなり、シリコン油が長期にわたって実質的に一定した小さい速度でベルト表面にブリーディングする。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願60-007839(S60.01.18) 開61-167736(S61.07.29) 登2130556(H09.07.04)	尾上　勧 山口　陸幸	〈名称〉動力伝動用ベルト 〈要約〉単糸を下撚り角度87～93度で下撚り糸を複数本集めて下撚り方向と逆方向で上撚り係数が400～1,600で上撚りしたものを抗張体として用いることにより、ベルト幅方向の捩れを抑制する。
願60-067325(S60.03.29) 開61-228135(S61.10.11) 登2106602(H08.11.06)	宮田　博文	〈名称〉エンジン用補機のベルト伝動装置 〈要約〉駆動軸側の角速度低下時のみベルトからプーリ軸またはプーリ軸からベルトへの回転伝達を選択的に遮断することにより、角速度微小変動に起因するベルトの耐用寿命の短縮化を防止する。
願60-196545(S60.09.04) 開62-054779(S62.03.10) 登2125599(H09.01.13)	黒田　秀雄 谷口　正雄	〈名称〉感圧接着性シート 〈要約〉弾性重合体、紫外線架橋性アクリル酸エステル、重合開始剤、ポリイソシアネートおよび無水シリカ粉末を主成分として含有させて得られる。紫外線照射によって接着力を低減し得る感圧接着剤組成物。
願61-181642(S61.07.31) 開63-035891(S63.02.16) 登2106473(H08.11.06)	佐藤　弘幸	〈名称〉合成皮革の製造方法 〈要約〉発泡剤に代えて熱膨脹性マイクロカプセルを含む発泡性樹脂組成物を用い、これを加熱発泡させることにより、乾式法によって軽量で柔軟な発泡層をもつ合成皮革を得る。
願61-187535(S61.08.08) 開63-043987(S63.02.25) 登2127950(H09.04.04)	黒田　秀雄 谷口　正雄	〈名称〉感圧接着性シート 〈要約〉紫外線透過可能な基材樹脂シート上に、特定の感圧接着剤の層を形成させ、紫外線照射により接着力が低減し、被着体に糊残りしない標記シート。
願61-267307(S61.11.10) 開63-309678(S63.12.16) 登2106481(H08.11.06)	佐藤　弘幸	〈名称〉合成皮革の製造方法 〈要約〉基布上に樹脂発泡層と表皮層とを積層した合成皮革において該発泡層を小さい径のセル上層と大きい径のセル下層とで形成して、表面に小じわの発生する軽量柔軟な天然皮革に類似の合成皮革をつくる。
願62-053474(S62.03.09) 開63-218414(S63.09.12) 登2651670(H09.05.23)	糸数　勇治 西平　公一	〈名称〉耐熱性コンベヤベルト 〈要約〉亜鉛メッキスチールコードを心体とする耐熱性エチレン・プロピレンゴムコンベヤベルトにおいて、特定のエチレン・ポリプロピレンゴム組成物を接着ゴムに使用することにより、耐熱老化性を向上する。
願62-080804(S62.03.31) 開63-249785(S63.10.17) 登2106491(H08.11.06)	佐藤　弘幸 時枝　淳次	〈名称〉合成皮革の製造方法 〈要約〉基布としての起毛布上に機械的に発泡させた樹脂配合物を塗布し、次いで該起毛布の下から強制的に吸引し、樹脂を硬化し、樹脂発泡層を形成して、軽量、柔軟な層間強度に優れた合成皮革をつくる。
願62-080805(S62.03.31) 開63-249787(S63.10.17) 登2106492(H08.11.06)	佐藤　弘幸 時枝　淳次	〈名称〉合成皮革の製造方法 〈要約〉起毛布上にウレタン樹脂接着剤と特定のマイクロカプセルを含む混合物を含浸させた後、加熱し、起毛を含む発泡層を形成し、該カプセルを該層中に接着固定して、軽量で大きい層間強度を持つ標記皮革をつくる。
願62-080806(S62.03.31) 開63-245440(S63.10.12) 登2106493(H08.11.06)	藤井　公博 水野　明	〈名称〉光崩壊性樹脂フィルム 〈要約〉特定重合度の塩化ビニル、複数の（メタ）アクリロイル基を有する光反応性化合物、ジエン共重合体および遷移金属化合物を含有させて得られる、光で自然に崩壊し、接木テープ等に好適な樹脂フィルム。
願62-080807(S62.03.31) 開63-245441(S63.10.12) 登2106494(H08.11.06)	藤井　公博 水野　明	〈名称〉光崩壊性樹脂フィルム 〈要約〉特定重合度の塩化ビニル（共重合体）と、複数の（メタ）アクリロイル基を有する光反応性化合物と、充填剤とを含有させて得られる、光で自然に容易に崩壊し、接木テープ等に好適な樹脂フィルム。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願62-080809(S62.03.31) 開63-245456(S63.10.12) 登2126848(H09.02.10)	田中　一雄 藤井　公博	〈名称〉エチレン－塩化ビニル共重合体からなるバンクマークのない半硬質フィルムの製造方法 〈要約〉エチレン－塩化ビニル共重合体に、可塑剤と特定の改質剤および／または加工助剤を配合することにより、ローラ加工性に優れ、カレンダー加工によってバンクマークのないフィルムを得ることのできる樹脂組成物の形成を図る。
願62-216096(S62.08.28) 開63-183848(S63.07.29) 登2101136(H08.10.22)	藤井　公博	〈名称〉着氷防止フィルム 〈要約〉塩化ビニル系樹脂フィルムの表面に、特定物質からなるバリヤー層を介して、シリコン処理をすることにより、耐久性及び柔軟性にすぐれた着氷防止フィルムを得る。
願62-246574(S62.09.30) 開64-087937(S64.04.03) 登2128214(H09.04.18)	荻野　雅章 和田　法明	〈名称〉耐熱性歯付きベルト 〈要約〉背ゴムおよび歯ゴムが水素化ニトリルゴムのパーオキサイド架橋系ゴム組成物からなると共に、底帆布が水素化ニトリルゴムの含イオウ架橋系ゴム組成物にて架橋接着される。
願62-246575(S62.09.30) 開64-090244(S64.04.06) 登2639944(H09.05.02)	田中　一雄	〈名称〉バンクマークのない化粧材用半硬質塩化ビニル系樹脂フィルムの製造方法 〈要約〉本発明によるフィルムを製造するためのエチレン－塩化ビニル共重合体樹脂組成物は、エチレン含量0.5重量％以上、平均重合度700以上のエチレン－塩化ビニル共重合に対して平均重合度700～2,000のポリ塩化ビニルを0.01～100重量％含有する塩化ビニル樹脂混合物100重量部、可塑剤５～35重量部およびアクリル系加工助剤0.1～10重量部を含有する。
願63-038238(S63.02.20) 開01-213502(H01.08.28) 登2582278(H08.11.21)	八幡　利行	〈名称〉クリーニングブレードの稜線検査装置 〈要約〉弾性体のエッジ部の稜線に接触可能に圧電加速度検出器を介して支持された触針と、針を移動させる装置とを備え、針を稜線に一定圧で接触させ、移動時の接触圧変動を圧電型加速度検出器を介して電圧信号に変換し、その信号があらかじめ設定した基準電圧信号値と比較して絶対値が高いか低いかで２極化して稜線の良否を検査する。
願63-050883(S63.03.03) 開01-224353(H01.09.07) 登2651691(H09.05.23)	松井　洋介 古畑　知一	〈名称〉新規な芳香族アミン化合物（ならびにこれを用いた光電変換素子およびエレクトロクロミック表示素子） 〈要約〉従来の有機半導体における問題を解決するためになされたものであって、イオン化電位が低く、非ドーピング状態にて低抵抗であると共に、それ自体でバインダーを用いずに薄膜化することができる有機半導体として有用な新規な芳香族アミン化合物を提供する。
願63-072870(S63.03.25) 開01-244637(H01.09.29) 登2645849(H09.05.09)	黒田　秀雄 河内　審平	〈名称〉半導体ウエハ固定用マウントテーブルおよび半導体ウエハのダイシング方法 〈要約〉半導体ウエハを設置しこのウエハを粘着シートに接着固定する際に基台として用いられるマウントテーブルにおいて、その表面にシリコンゴム層が設けられていることを特徴とする。当該ウエハをダイシングフィルムに接着固定しウエハをダイシング後紫外線を照射して、ダイシングフィルムの接着力を低減させた後、ダイスを取り上げることを特徴とする。
願63-154039(S63.06.22) 開01-319578(H01.12.25) 登2613627(H09.02.27)	井上　貞夫	〈名称〉ミラブルウレタンエラストマーとゴムとの接着方法およびその積層物 〈要約〉ミラブルウレタンエラストマーとゴムとの接着方法は、有機過酸化物を架橋剤とて含むミラブルウレタンエラストマーと未加硫ゴムの接着において、ＥＰＤＭまたはＥＰＭを主体とするゴムに、有機過酸化物および炭素－炭素不飽和結合を２個以上有する（メタ）アクリレート化合物を含有する未加硫ゴムを両者間に介在させて加硫接着させることを特徴とする。

特許番号	発明者	発明の名称・要約
願63-262339(S63.10.17) 開02-003724(H02.01.09) 登2604443(H09.01.29)	黒精　美考	〈名称〉伝動ベルトおよびその製造方法 〈要約〉伸長部と、圧縮部と、この両部間に埋設されたベルト長手方向の抗張体とを有するベルト本体の少なくとも伸長部上面が帆布層で覆われた伝動ベルトにおいて、上記帆布層は伸縮性帆布とこの帆布の片面にのみ設けられたゴム層とからなり、このゴム層ベルト本体側に位置し上記帆布がベルト外表面に露出していることを特徴とする伝動ベルトおよびその伝動ベルトの製造方法。
願63-287348(S63.11.14) 開02-138039(H02.05.28) 登2652562(H09.05.23)	土岐　三郎 西岡　総到	〈名称〉紙送り重送防止用ゴム部材 〈要約〉天然ゴムおよび合成ゴムを主成分とする組成物に、アスペクト比10以上の短繊維が、前記ゴム成分100 部に対し2～50部混合され、該短繊維の一部を表面に露出させて板状またはローラ状に形成することを特徴とする紙送り重送防止用ゴム部材。
願63-297034(S63.11.24) 開02-142877(H02.05.31) 登2587280(H08.12.05)	田中　一雄	〈名称〉ポリ塩化ビニル系樹脂粘着フィルム 〈要約〉塩化ビニル系重合体100重量部について、液状可塑剤を10～45重量部とハイドロタルサイト類化合物を0.1～5重量部含有する塩化ビニル系樹脂からなるフィルムにアクリル系粘着剤層を設けてなる半硬質ポリ塩化ビニル系樹脂粘着フィルム。

（日本実用新案）

実案番号	考案者	考案の名称・要約
願02-037446(H02.04.06) 開03-127850(H03.12.24) 登2522302(H08.10.04)	高橋　　長	〈名称〉ベルト 〈要約〉抗張体を埋設したベルト本体の表面にゴム付帆布からなる帆布層を設ける。その上に短繊維を表面に対して垂直方向に配向せしめて混入したトップゴム層を設ける。
願02-038427(H02.04.09) 開03-129468(H03.12.26) 登2541235(H09.04.25)	矢谷　靖信	〈名称〉捺印装置 〈要約〉一端に薄いワッシャー状磁性体を同軸状に配置したボビンコイルと、同一側の一端にインク吸蔵可能な捺印部材が取付られ、他端に鍔状をなすステータリングを一体に形成したプランジャとからなり、プランジャを消磁時には、ステータリング側方向へ付勢する付勢部材を備えた捺印装置で、プランジャに捺印部材のインク吸蔵に連通する貫通孔を軸方向に貫設する。
願02-040554(H02.04.16) 開04-001228(H04.01.08) 登2520773(H08.10.04)	岸本　隆之	〈名称〉地盤改良用ドレーン材 〈要約〉長尺板の両面に、リブ状の仕切り板を長尺基板の長さ方向に沿って複数一体形成されたポリエチレンまたはポリプロピレン等の低融点樹脂成形板の仕切り板先端表面を接着基面としてその包絡表面にポリエステル繊維を芯として外面をポリエチレンで被覆した繊維よりなる不織布を熱溶着する。
願02-098159(H02.09.18) 開04-056243(H04.05.14) 登2529695(H08.12.20)	林　　丈浩	〈名称〉Vリブドベルト 〈要約〉抗張体層を有するベルト基帯の下部に、複数の突条が配設されてなり、該各突条が、左右の側面部と底面部とを有するVリブドベルトを前提とし、各突条の側面部のみ研削により形成された面となる構成とする。

実案番号	考案者	考案の名称・要約
願02-098160(H02.09.18) 開04-056239(H04.05.14) 登2530182(H08.12.20)	林　丈浩 福田　実	〈名称〉動力伝動ベルト 〈要約〉帆布層間に位置する接着のためのゴム層を短繊維混入ゴム層とすることによって、摩擦係数のむらを少なくしたものである。
願02-104141(H02.10.02) 開04-060946(H04.05.26) 登2534808(H09.02.13)	中野　嘉久 野中　敬三 吉田　裕彦	〈名称〉ベルト駆動装置 〈要約〉平ベルトに蛇行が発生すると、その変位によって平ベルトと接触する蛇行検出部材を備えるようにすると共に、この平ベルトの接触による運動力の伝達を確実に行えるようにする。
願02-104142(H02.10.02) 開04-060915(H04.05.26) 登2538375(H09.03.07)	野中　敬三 中野　嘉久 三橋　浩	〈名称〉ベルト駆動装置 〈要約〉平ベルトに蛇行が発生すると、その蛇行変位によって平ベルトと接触する蛇行検出部材を備えるようにすると共に、この蛇行検出部材が潤滑性を有するようにした。
願02-104143(H02.10.02) 開04-060916(H04.05.26) 登2538376(H09.03.07)	中野　嘉久	〈名称〉ベルト駆動装置 〈要約〉平ベルトに蛇行が発生すると、その蛇行変位によって平ベルトと接触する蛇行検出部材を備えるようにした。
願02-124895(H02.11.26) 開04-079811(H04.07.13) 登2529653(H08.12.20)	神谷　晴男	〈名称〉搬送用ベルト 〈要約〉熱可塑性ポリウレタンをカバー材とする樹脂ベルトのカバー材表面に、固形物中のバインダー成分として10%以上のカバー材と同質の熱可塑性ウレタンを含むインキにより必要なマーキングが施され、該マーキング面を覆ってカバー材表面に透明のポリウレタンフィルムが積層一体化されてなることを特徴とする。
願02-405970(H02.12.27) 開04-092029(H04.08.11) 登2143261(H08.11.13)	西平　公一 伊藤　健一 寺山　義英	〈名称〉密封ゴム袋体 〈要約〉本体内が二室に仕切られた密封ゴム袋体で、中仕切り用ゴムシートの表裏両面に片面が剥離処理面とされたシートが該剥離処理面が前記密封ゴム袋体の外面を構成するゴム製シートの内面に対面するよう一体的に接着されて構成され、この剥離処理面により製造時の積層ゴムシートの接着を防止し内部空気室を形成。
願03-011653(H03.02.08) 開06-008291(H06.02.01) 登2520805(H08.10.04)	小合瀬　晃 瀬河　良二 平野　孝二	〈名称〉コンベヤベルトの梱包用具とメガネ巻きコンベヤベルト 〈要約〉巻取りドラムの両側に半径方向に張り出す円形板を固設した一対のボビンを備え、長尺のコンベヤベルトを各ボビンにほぼ同回数ずつ巻き付けてメガネ状にした状態で梱包するための梱包用具。各ボビンの中心部に、回転用シャフトの嵌挿口を開設し、嵌挿口の周縁部と円形板の外周縁部とに外向きの環状鍔の先端部を対向するようにそれぞれ断面L字状に屈曲させる。
願03-019457(H03.03.28) 開04-088754(H04.07.31) 登2554014(H09.07.18)	長谷部兼輝	〈名称〉プーリ式変速装置 〈要約〉一対の可変プーリからなる変速プーリと、プーリ間に巻掛けられるベルトの緩み側スパンをテンションプーリにより押圧付勢してベルトに張力を付与するテンション機構とを備えたプーリ式変速装置において、テンションプーリの幅をベルト背面の幅以下の寸法にするとともに、テンションプーリを変速に伴うベルトの移動に追従して軸方向に移動させるようにした。
願03-029433(H03.04.01) 開04-117866(H04.10.21) 登2540410(H09.04.18)	村上　昌義 神谷　晴男	〈名称〉樹脂ベルト用Vガイド貼付機 〈要約〉一定速度で直線移動可能とされた台車と、該台車に支持され、台車下面の基面の一定箇所に向け熱風を噴出する加熱ジェットノズルと、該加熱ジェットノズルの吹き付け面に向け樹脂ベルト用Vガイドの貼り付け面を対面させて反転供給し、かつ該樹脂ベルト用Vガイドを基面方向へ押し圧するガイドプーリとから構成される。
願03-022720(H03.04.08) 開05-003692(H05.01.19) 登2535858(H09.02.21)	坂中　宏行	〈名称〉高負荷伝動用Vベルト 〈要約〉各ブロック内に埋設される補強部材の上側ビーム部を中央部から両端部に向かって下方に曲げて、補強部材の嵌合溝上部ないし奥部に対応するビーム根元部分を応力集中緩和のために曲面に形成する。補強部材の上側ビーム部中央に開口を貫通形成する。

実案番号	考案者	考案の名称・要約
願03-032079(H03.05.09) 開04-126270(H04.11.17) 登2552452(H09.07.04)	高橋　長 黒精　美孝	〈名称〉ベルト用マーク紙 〈要約〉ベルト用マーク紙は、ベルト背面にマークをプリントするために用いる。マーク紙の両側端部は規則的または無規則的な波形形状に形成される。波形形状であることで、マークがプリントされたベルトは、背面掛けされる場合、マークのプリント部分（段差部）が段階的に接触することになり、干渉音が低減される。
願03-057159(H03.06.25) 開05-003344(H05.01.19) 登2538433(H09.04.04)	伊藤　健一	〈名称〉ゴム製袋体の口金取付部の補強構造 〈要約〉金属製筒体よりなる口金が、その周囲をロート状に形成したゴム引き補強用帆布でくるまれてゴム製袋体を構成する表裏ゴムシート間に挟まれ、全体が一体的に接着されて構成され、厚さの薄いゴム引き帆布を補強材とし使用することにより厚さの変化部分をなくし補強効果を増強および厚さの段状変化部をなくす。
願03-056929(H03.07.22) 開05-008101(H05.02.05) 登2545490(H09.05.02)	中野　嘉久 三橋　浩 永谷　修一 野中　敬三	〈名称〉ベルト駆動装置 〈要約〉第３ローラの軸端部に偏動検出部材を配設し、偏動検出部材の乗り上げ面に短繊維を突設して転写ベルトと乗り上げ面とを直接接触させないようにし、摩擦係数を一定値にして、安定した偏動修正動作を行わせながら転写ベルトの保護を図る。
願03-060851(H03.08.01) 開05-012819(H05.02.19) 登2545494(H09.05.02)	永谷　修一 三橋　浩 中野　嘉久 野中　敬三	〈名称〉ベルト駆動装置 〈要約〉３本のローラに転写ベルトを走行可能に掛け渡す。第３ローラの軸端部に偏動検出部材を配設し、転写ベルトが偏動して偏動検出部材に接触することによって発生する偏動検出部材の回転トルクにより第３ローラの軸端部を変位させて転写ベルトに逆方向の偏動成分を発生させて初期偏動を解消する。第３ローラの軸端部を、ローラ端部支持部材の長孔に挿通させて支持する。
願03-062791(H03.08.08) 開05-014046(H05.02.23) 登2525504(H08.11.07)	野中　敬三 中野　嘉久	〈名称〉ベルト駆動装置 〈要約〉初期偏動を与える手段として、転写ベルトにおける偏動検出部材が配設されてる側の端縁部の全周に補強帯を貼着する。ベルト張力により、補強帯が貼着されている側の転写ベルトの延びを抑制し、転写ベルトの両端部の周長さを異ならせることで、転写ベルトに初期偏動を行わせる。
願03-079882(H03.09.05) 開05-026320(H05.04.06) 登2523422(H08.10.22)	宝蔵寺昌彦 山本　裕嗣	〈名称〉無端ゴムベルトの加硫装置 〈要約〉駆動ローラの後方に相互に噛合する一対の歯車が回転自在に軸支され、各歯車の回転軸に一体回転可能に等長のアームの基端が取着される。各アームの先端に取着したテンションローラをガイドローラと駆動ローラの間の加圧バンドにそれぞれ当接させ、コイルスプリングにより各アームのテンションローラを加圧バンド側に付勢している。
願03-091446(H03.10.11) 開05-035230(H05.05.14) 登2542266(H09.04.25)	宝蔵寺昌彦 山本　裕嗣	〈名称〉ゴムベルトの加硫装置 〈要約〉ゴムベルトを巻き掛けて加熱する回転式加硫ドラムと、その上のゴムベルトに対し表面に接触して循環しながら加圧する加圧バンドとを備える加硫装置であるが、加圧バンドとして心体を含み、ゴムベルトに接する側の表面に軟質・耐熱性のゴム層を有する平形ベルトを使用する。
願04-011024(H04.02.03) 開05-064112(H05.08.24) 登2546596(H09.05.16)	若田　卓哉 寺山　義英	〈名称〉コンベヤベルト 〈要約〉アラミド繊維の撚糸からなる帆布又はスダレ織物を抗張体とし、抗張体の上面又は上下面に、中間ゴム層を介して、経緯糸各々一本の太さが4,200tex－42,000dtex、かつ経糸と緯糸の伸びが共に25％以上で経糸緯糸の伸びの差が７％以下の補強布が積層され、補強布表面にカバーゴム層が一体的に積層され中間ゴム層の弾性率をカバーゴムより低くする。
願04-011025(H04.02.03) 開05-062588(H05.08.20) 登2558848(H09.09.12)	高木　康夫	〈名称〉湿熱加硫用ライナークロス 〈要約〉ライナークロスの巾方向に沿った緯糸がレーヨン製マルチフィラメント、未加硫ゴムシートと接触しない両巾縁部分の長さ方向に沿った経糸が綿糸、それ以外の中央帯部分の経糸がレーヨン製マルチフィラメントとされ、綿糸の太さがレーヨン製マルチフィラメントの太さと同等－70％の太さとされて構成され両耳部分の構成維持により耳裂断を防ぐ。
願05-075358(H05.12.28) 開07-040132(H07.07.18) 登2538591(H09.04.04)	森本　章司	〈名称〉箱の組立装置 〈要約〉左右一対のベース板と各ベース板の上方に配備される前後一対のガイド部材と接着材の噴射ノズルを内向きに備え、各ベース板上の外側縁付近に沿って前後方向に往復移動する接着材塗布手段と左右方向に進退自在に装着される箱の内層端面の押し込み、部材とベース板上に相対向して設けられ、それぞれ独立して前後方向に進退する一対の押圧手段と回転軸を中心にして内方に水平旋回する。

消色トナー『STELNA』
ペーパー・リサイクル・システム（P.R.S.）

（担当：中央研究所）

オフィスから出る紙ゴミの量は年間300万トンとも400万トンとも言われますが、その半分以上はコピー用紙とコンピュータ用紙が占めています。通常、これらの紙ゴミは廃棄されるのが一般的であり、産業廃棄物として焼却、埋め立て等の処理が施されます。近年、地球温暖化などの問題から森林資源の保護や環境保全の立場から紙の回収、再生などのリサイクルが活発に進められていますが、回収方法や、コスト等の問題によりあまり普及していないのが実情です。〔図1，2〕

オフィスの書類のうち、保管が必要と思われるのは約30％に過ぎず、そのほかはいずれ廃棄される運命にあると言われています。これらをリサイクルすればオフィスの紙ゴミを大幅に低減することが可能です。〔図3〕

当社のトナー製造技術をベースに開発した消色トナー『STELNA』は、光によって消色する特殊な染料を使用しており、このトナーを用いて印刷した文字や画像は容易に消去することが可能です。このトナーと画像を消去する消色機を用いた『ペーパー・リサイクル・システム』では、オフィス内での紙のリサイクルが可能となり、オフィスから出る紙ゴミの低減が容易に可能となります。

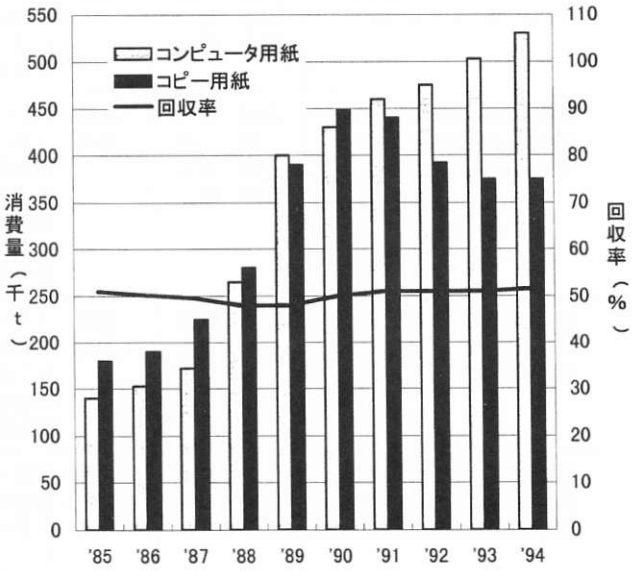


図1　急増するオフィス用紙

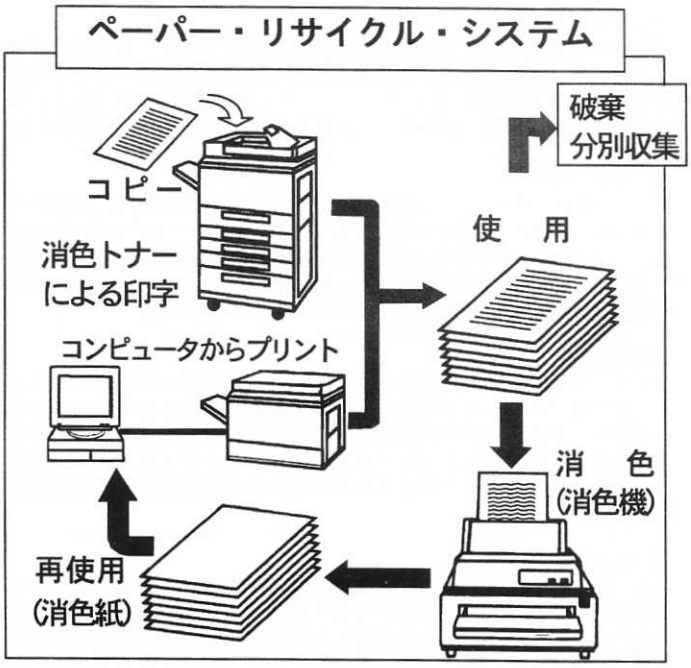


図2　ペーパー・リサイクル・システムの概略

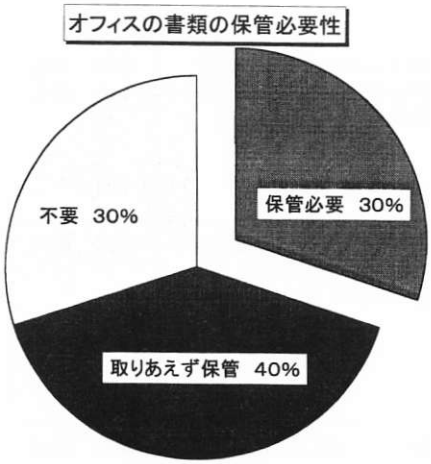
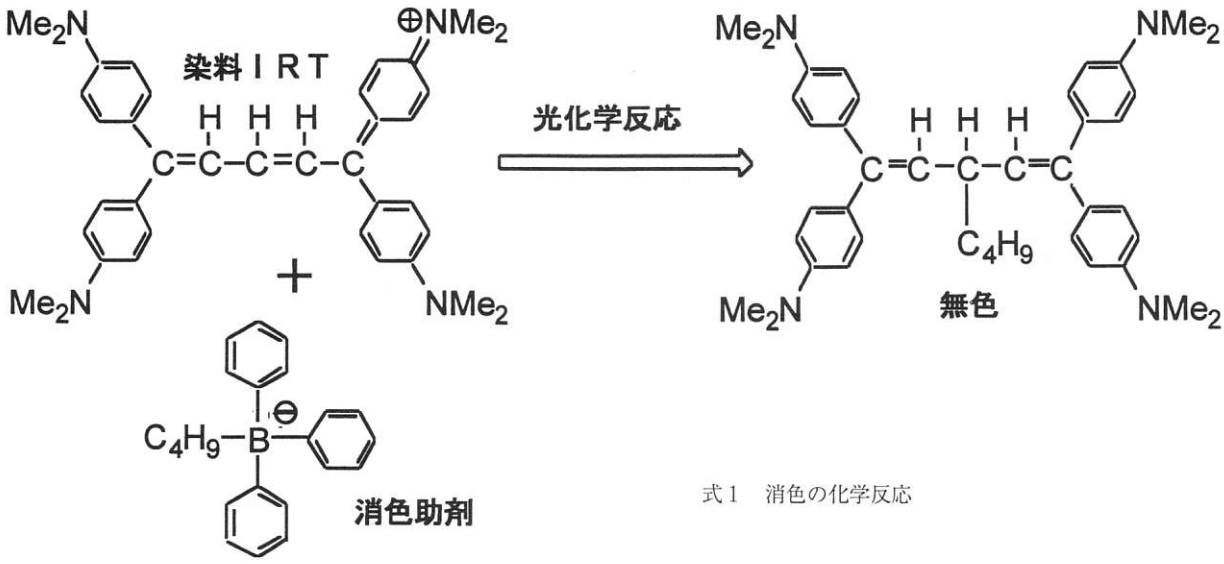


図3　リサイクルシステムのモニター結果

消色性染料IRTは、光を照射することにより消色助剤と光化学反応を起こします。それにより、IRTの共鳴構造が壊され発色しなくなります(式１)。反応は不可逆であるため、一度消色すれば容易に発色することはありません。

消色性染料IRTの吸収スペクトルは、図４に示すように可視領域の吸収によりこの染料は青色を呈します。この染料は近赤外光を吸収し、そのエネルギーによって消色助剤と光化学反応を起こします。通常の蛍光灯にはこの近赤外光があまり含まれていないため、オフィスのような室内では光化学反応が起こりにくく、そのため机の上に置いておいた文書が退色して見えなくなってしまうというようなことはありません。

消色トナーを用いて印刷した画像は消色機にかけることによって消色することができます。消色機ではハロゲンランプによって光照射しているだけなので、それほど大きなエネルギーを必要としません。ペーパー・リサイクル・システムの場合の使用エネルギーは5kcal／A4です。普通紙の約¼、再生紙の約½のエネルギーですみます。〔図５〕



式１　消色の化学反応

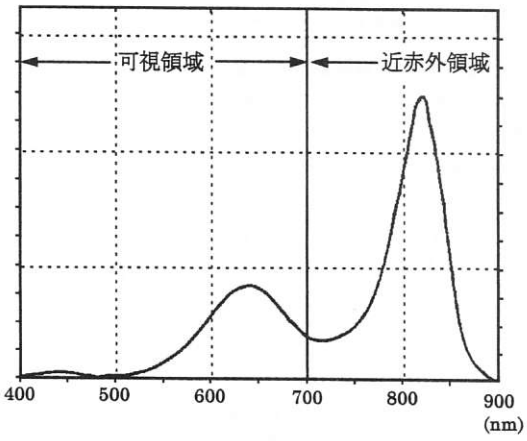


図４　染料IRTの吸収スペクトル

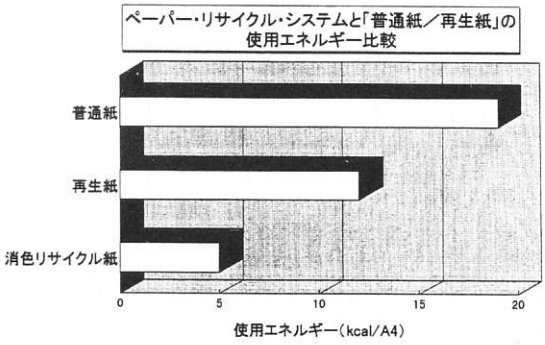


図５　ペーパー・リサイクルシステムと製紙との使用エネルギーの比較

電子写真装置用新規定着ローラ（EFR）について

（担当：中央研究所）

現在、地球温暖化防止などの環境保護やエネルギー資源の有効活用の観点から、さまざまな分野でエネルギーの効率的の利用が求められています。電子写真方式による複写機やプリンターなどにおいても、省エネルギーは開発のコンセプトのひとつとして重視されています。これらの機器では、消費電力量の大半は定着器が占めておりますので、定着器のエネルギー利用効率を高めることが、機器全体の省エネルギーに直結します。そこで、当社は、従来にない「新しい定着ローラ」を提案します。

当社が提案する「定着ローラ:EFR（Ecology Fuser Roller)」は、従来用いられてきたハロゲンランプヒーターに替えてフィルムヒーターを採用しています。このことにより、以下に示す特長を得ることができます。

〔特長１〕ウオームアップ時間が短くなります。

EFRは、ハロゲンランプ方式と比較して熱効率が良いので、ウオームアップの所要時間が約20％短縮されます。加えて、ハロゲンランプで問題となる突入電流をほとんど生じないため、大電力化が可能になり、これによってさらにウオームアップ時間が短くなります。

〔特長２〕予熱の必要がありません。

上述の通り、EFRはウオームアップ時間を顕著に短縮することができますので、フライング制御を併用することにより、予熱を行う必要がなくなります。

〔特長３〕消費電力量を低減することができます。

EFRでは、ファーストプリントのための消費電力が、ハロゲンランプ方式の80％以下になります。さらに、スタンバイ時の予熱が不要となりますので、この点でも省エネルギー効果を期待できます。

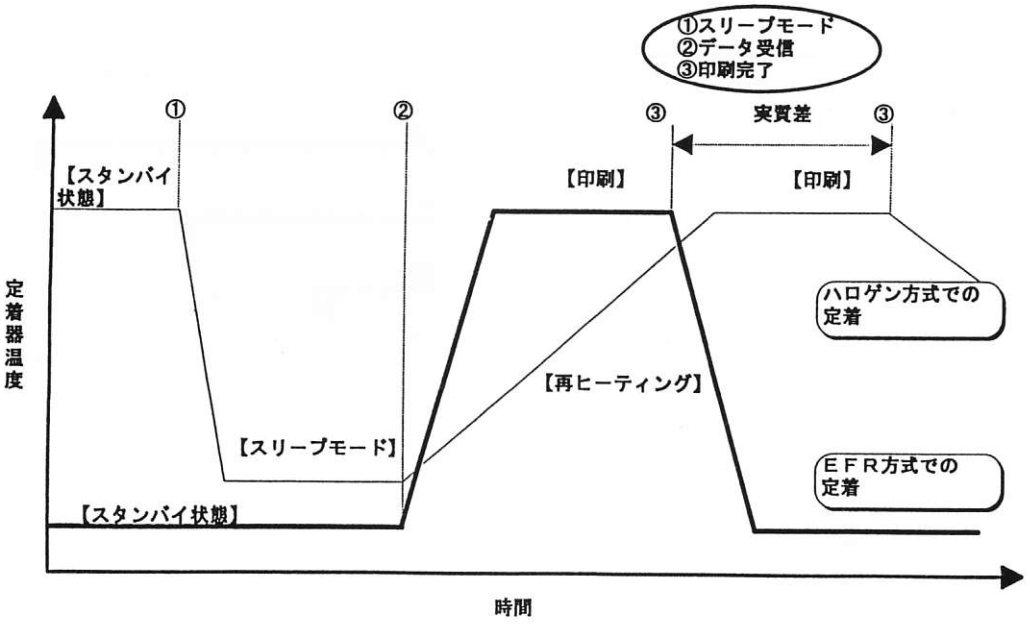
〔特長４〕表面温度分布の細かな制御が可能です。

フィルムヒーターの発熱回路パターンは設計自由度が高く、所望の発熱量分布を得ることができます。

EFRは、発熱体のみをハロゲンランプからフィルムヒーターに変更したものであり、ローラの材質や表面離型処理は従来のものをそのまま利用することができます。したがって、従来ハロゲンランプ加熱方式を採用していたほとんどの領域（プリント速度、定着ローラ寸法、寿命）で、そのまま使用することができます。

EFRは、現在、中央研究所製品開発部で開発中です。

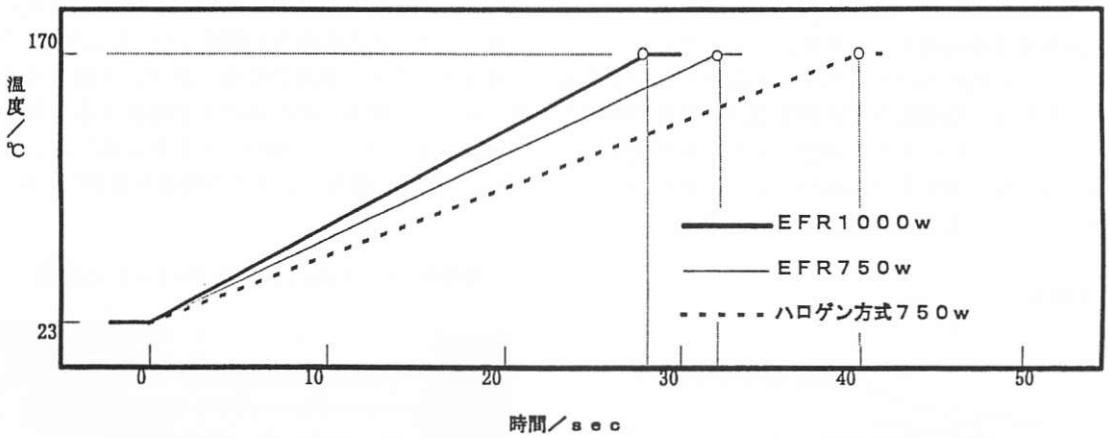
■クイックスタートのイメージ図

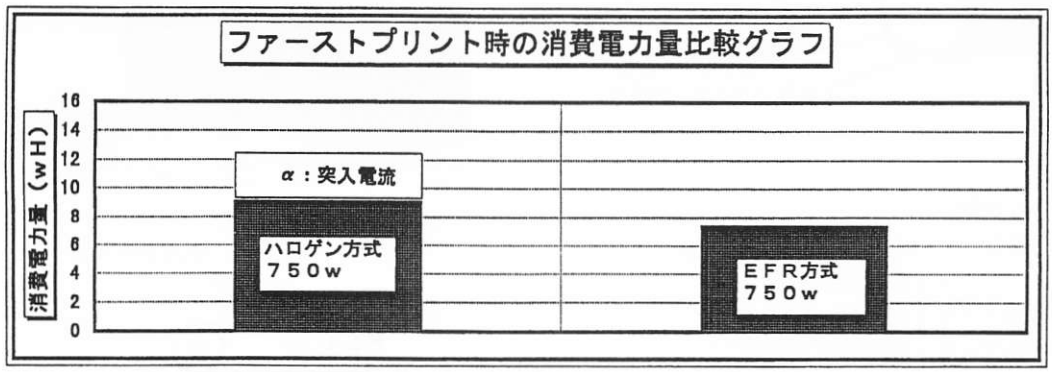


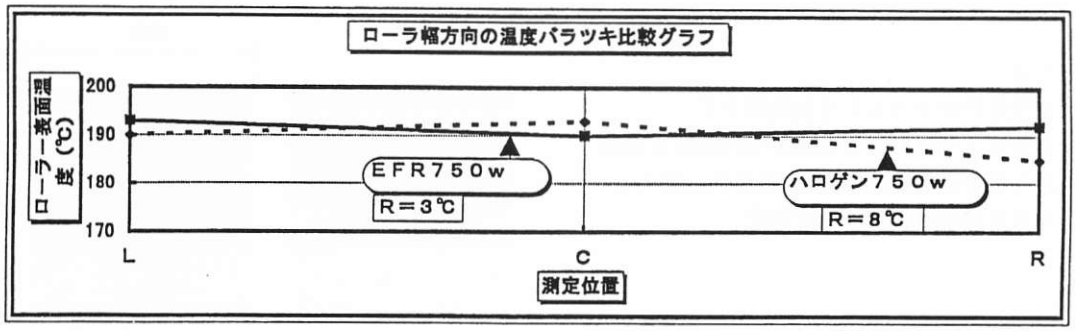
■項目別比較一覧表

	プリント速度 (ppm)	定格電力量 (w)	突入電流 (A)	ウオームアップタイム (Sec)	短縮度合 (%)
ハロゲン方式 φ25×256L×2t	16	750	80	40	—
EFR φ25×256L×2t	16	750	7	32	20
EFR φ25×256L×2t	16	1,000	8.5	28	30

■ウオームアップタイム比較グラフ







OA・精密機器用STSベルト
（クリーン歯付ベルトSTS 2M、3M）

（担当：伝動事業部・伝動技術研究所）

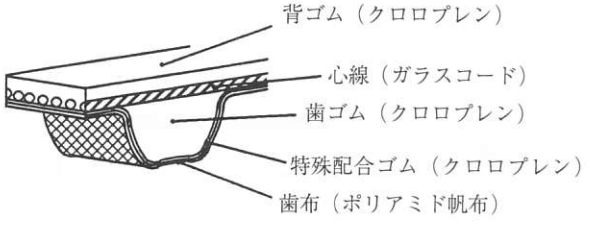
コピー機、プリンター等のOA機器には小歯ピッチの歯付ベルトが多く使用され、紙送りやキャリッジ駆動用として重要な部品となっています。OA・精密機器分野での当精密ベルトに求められる特性は、低騒音性、柔軟性(低ロストルク性)、クリーン性(ゴム落ち防止性)がありました。これまでは精密ベルトの体系を標準仕様から柔軟仕様（V仕様）にすることで低騒音性、柔軟性には対応してきましたが、クリーン性については不十分でした。最近特にクリーン性の要求が強くなり'97年度はクリーン歯付ベルトSTS 2M、3Mの開発、上市を実現いたしました。

これまで使用されていた標準仕様および柔軟仕様の歯付ベルトは歯部帆布表面にゴム（黒色）層があったため使用すると歯面のゴムが摩耗し、細かい粉となって飛散しておりました。この飛散したゴム粉は機構部周辺を汚すばかりでなく、機械の精度、特に光学部品の感度を狂わせる原因となっておりました。近年、特にカラー化、高画質化からOA・精密市場からの『ゴム落ちが無いベルト』の要求を満足するために、現行ベルトの機能・性能を保持し、歯面よりゴム層の除去を技術的に可能にしたことで開発されたのがクリーン歯付ベルトSTS 2M、3Mです。

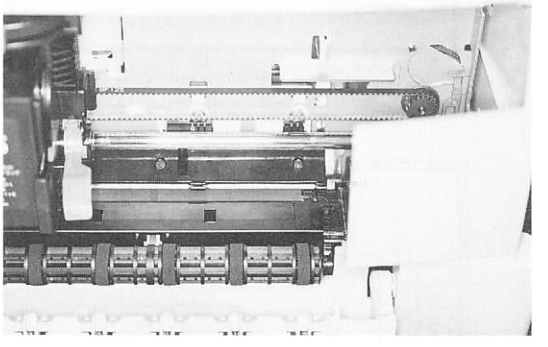
形状・寸法は標準仕様・柔軟仕様と同一であり、現在使用中のベルトと置き換えて使用ができます。従来の歯付ベルトの歯布は接着処理をした帆布にゴムをすり込み、ゴムが帆布に入り込み接着力を確保していましたが、クリーン歯付ベルトでは帆布へのゴムのすり込みをしないで接着力を確保するため、帆布の片面（歯ゴムと接着する面）に高接着性を有する特殊配合ゴム層を設け、接着力を得ると共に歯ゴムの帆布へのしみだしを防止することを可能といたしました。これにより、歯付ベルトの歯布表面にゴム(黒色)が無いクリーン歯付ベルトが完成しました。

当社は今後、他の歯型形状の歯付ベルト（MXL等）また小歯ピッチ（1.5M等）にもこの技術を展開しOA・精密機器用歯付ベルトの充実に注力してまいります。

ベルト断面



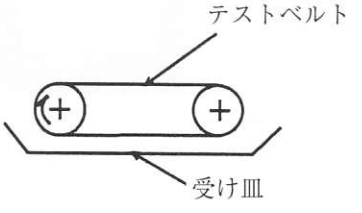
使用例（インクジェットプリンターキャリッジ駆動）



ゴム落ち試験

試験条件

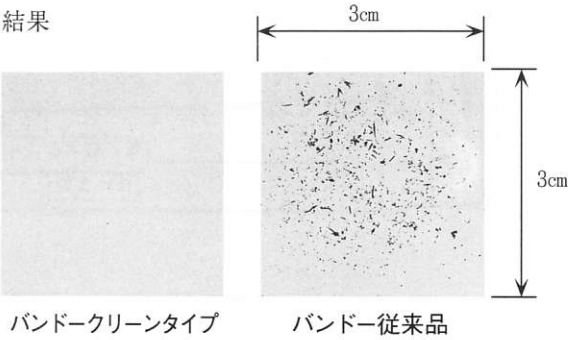
- ベ　ル　ト：60S3M486
- 駆動プーリ：20S3M／1000rpm
- 従動プーリ：20S3M／無負荷
- 軸　荷　器：4.0kgf（固定荷器）



試験方法

- 上記条件にてベルトを24時間走行
- 走行により落ちたゴム粉を受け皿にて回収
- 落ちたゴム粉を3cm角の白紙枠内に集める
- 写真を撮り目視にて量を判定

結果



バンドークリーンタイプ　　バンドー従来品

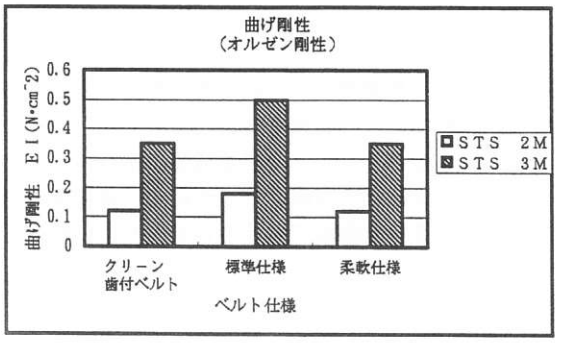
曲げ剛性測定

試 験 機：オルゼン試験機

曲げ角度：50deg

ベ ル ト：S2M　4㎜幅

　　S3M　6㎜幅



ロストルク測定

試験機

駆動プーリ歯数：20歯

従動プーリ歯数：20歯

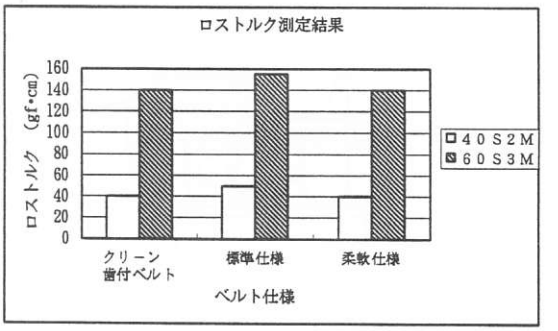
軸荷器：適正張り

測定器：微小トルク計

ベルト

S2M：40S2M260

S3M：60S3M486



騒音測定

試験機

駆動プーリ歯数：20歯

従動プーリ歯数：20歯

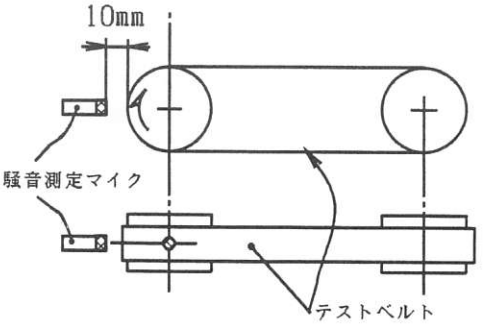
軸荷器：適正張り

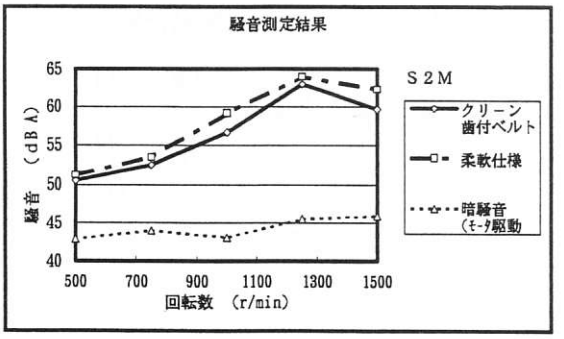
測定器：

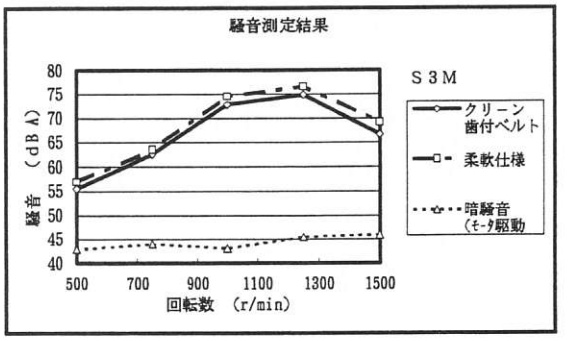
ベルト

S2M：40S2M260

S2M：60S3M486







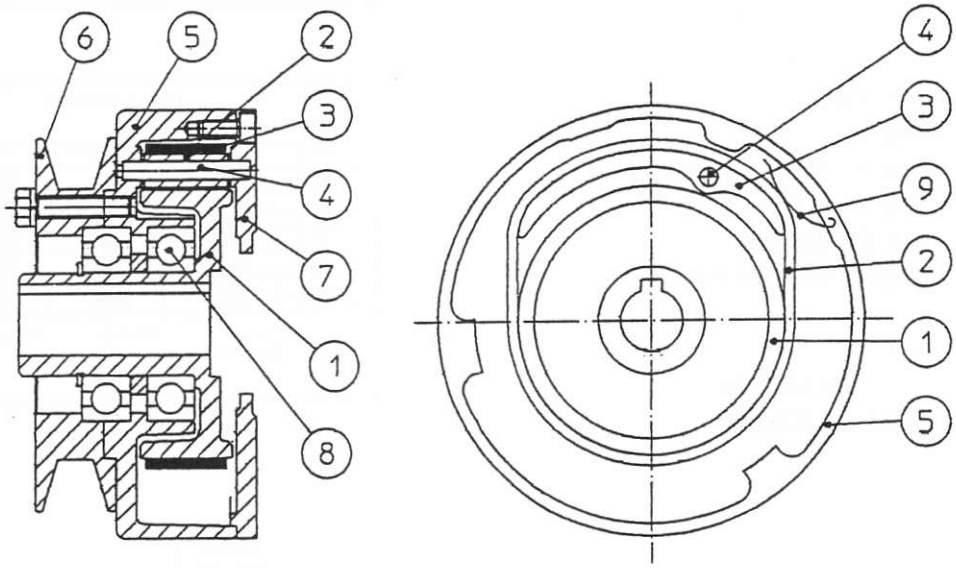
バンドートルクカプラー（BTC）

（担当：伝動事業部・伝動システム開発部）

1．概　要

現在、自動車、農業機械、一般産業用等で非常に数多くの金属式一方向クラッチが使用されていますが、当社の長年培った伝動ベルトの技術を応用し、ベルト式の一方向クラッチ［商品名　バンドートルクカプラー(略称ＢＴＣ)］の商品化をしました。トルクの伝達機構に平ベルトを使用しているため、変動荷重や衝動荷重に強いという特徴があります。また、金属式一方向クラッチに比べ高精度の部品を使用する必要がなく、安価で取り扱いも簡単です。

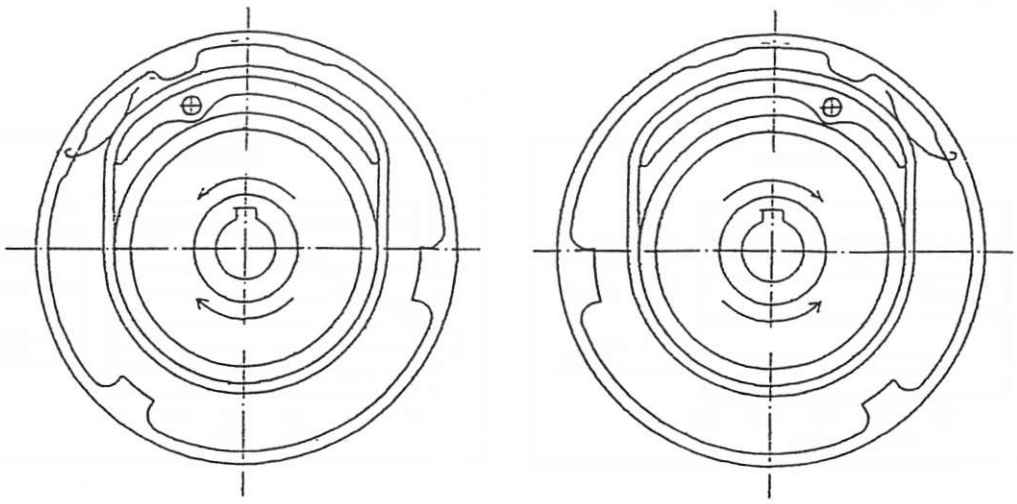
下図に示す主要構成部品で構成されており、伝動ベルト②は空転倒で摩擦係数の安定している平ベルトを使用しています。



①ガイドホイール　⑥Ｖプーリ
②伝動ベルト　⑦カバー
③揺動プレート　⑧ボールベアリング
④ニードルローラ　⑨板ばね
⑤クラッチケース

2．トルクの伝達方向

揺動プレートの取り付け方向を変えることによって、トルクの伝達方向を変えることができます。



3．性　能

3－1．駆動トルク

最大駆動トルク　　49Nm（6.0kgf･m）

常用トルク　　19.6Nm（2.0kgf･m）

3－2．空転トルク

0.69Nm（0.07kgf･m）以下

3－3．走行時間

500時間以上（常用負荷時）

4．BTCの特長

(1)トルクの伝達に伝動ベルトを使用していますので、トルクの立ち上がりがスムースで、変動荷重や衝撃荷重に耐えます。

(2)標準プーリと同様に、軸にキーで取り付けが可能であり、軸側の加工に焼き入れ、研磨等の高精度な加工を必要としません。

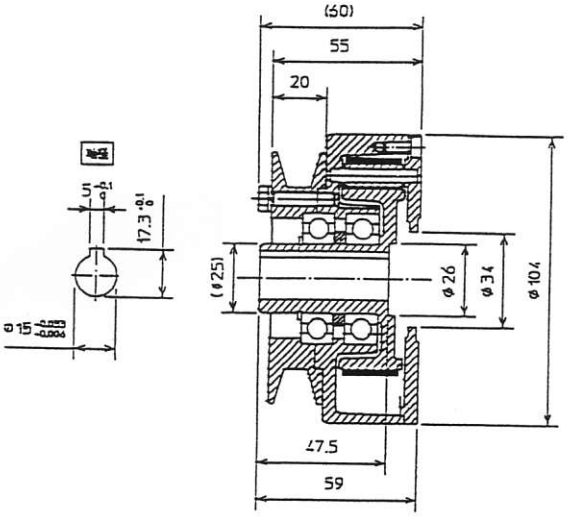
(3)一方向クラッチ部にVプーリをボルト止めした構造になっていますので、Vプーリの径やベルト型の変更、シンクロプーリ等への変更が容易に可能です。

5．型　式

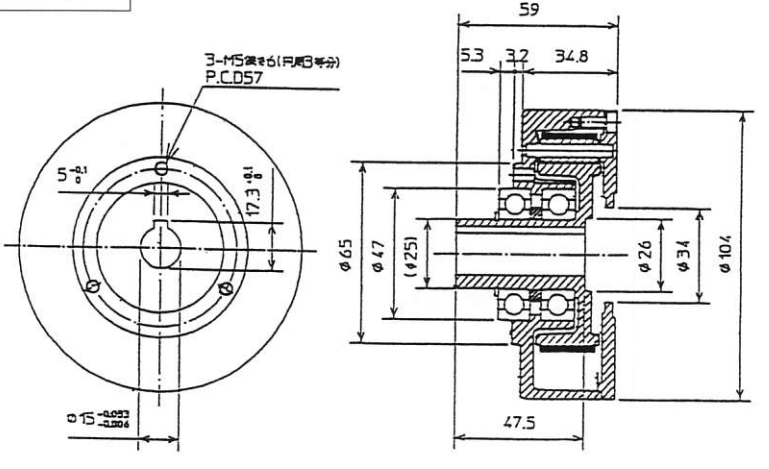
BTCには、クラッチ単体タイプとプーリー体タイプがあり、クラッチ単体タイプでは、ユーザー殿にて、Vプーリやシンクロプーリ等を自由に取り付けることができます。

BTC－05－1型の寸法を下図に示します。

プーリー体タイプ



クラッチ単体タイプ



バンコラン STS UG タイプ

（担当：伝動事業部・足利生産部）

当社はわが国ポリウレタンベルトの先駆者として、OA機器・精密機械・自動化機器用にポリウレタンとアラミド繊維を組み合わせて、高精度でスムーズな回転と位置決め精度も高く、ゴム落ちの少ないS2M・S3Mタイプを開発しましたが、近年OA関連市場よりさらにコンパクトで軸間固定でも温湿度等の環境が変化してもベルトの寸法安定性に優れるベルトの要求が出てきました。

従来のポリウレタンベルトに使用されているアラミド繊維では、環境変化や吸湿による寸法変化が最大で約0.2％発生し、軸荷重が大きくなり、モーター消費電力アップ・軸受荷重の増加により軸受の早期破損等の不具合いが発生し、ＯＡ機器用のベルトとしては致命的な欠点でした。そこで、当社ではこの問題を克服すべく寸法安定性に優れるガラス繊維に着目し、製品開発を進めてきました。

これまで、ガラス繊維を心線としたポリウレタンベルトの製品開発については、世界の各社でも過去にも数回トライしましたが、製品化できませんでした。

今回ガラス繊維とポリウレタンとの接着方法の開発により、世界に先駆けてガラス繊維を用いた注型ウレタンベルトの製品化に成功しました。この開発により、従来のアラミド繊維の寸法安定性に比較して1／10の寸法安定性を実現しました。したがって、今回開発しましたUGタイプは、OA機器等の軽負荷分野には最適と考えます。

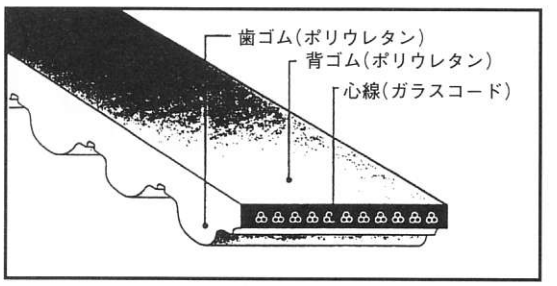
今回確立しましたSTS UGタイプの技術を他タイプへ展開し、さらにOA市場への参入を注力を図って参ります。

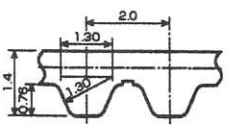
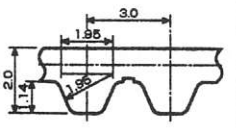
■特　長

1．温・湿度変化に対し、寸法（長さ）安定性に優れています。
　結果として、軸荷重、スキップトルク、ロストルクの安定性に優れています。
2．ゴム落ちがほとんどなくクリーン性に優れています。
3．柔軟性に優れています。

■構　造

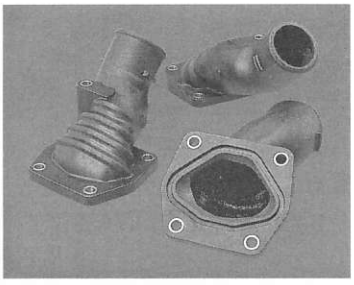
バンコランSTS（ポリウレタン）



ベルト形	寸法(mm)	ベルト表示方法
S2M	 PLD 0.254	60 S2M 200 U G ガラスコード仕様 ポリウレタン ベルトピッチ周長さ(200mm) ベルト形(S2M形) ベルト呼び幅(6mm)
S3M	 PLD 0.381	100 S3M 300 U G ガラスコード仕様 ポリウレタン ベルトピッチ周長さ(300mm) ベルト形(S3M形) ベルト呼び幅(10mm)

三次元中空曲管ーダクトエアインテーク
（エンプラー体成形 自動車スーパーチャージャー吸気ダクト）

（担当：MMP事業部・技術部）



熱可塑性樹脂は、その成形の容易さから様々な用途に用いられております。近年、別表に示す通り多様な中空構造体成形技術が開発され、更なる用途展開が期待されております。下表中、ブロー成形を除き、すべて射出成形法を基本としておりますが、各成形法に一長一短があり、対象製品に応じた使い分けが行われています。

ガスアシスト射出成形（以降、GAIとする）は、およそ10年前に日本国内での展開が始まりましたが、当社においては、平成３年度よりGAIの基礎研究を進めてまいりました。もともとGAIは通常の射出成形でしばしば問題となるヒケ、反り、変形の防止に有効な成形法として注目されておりました。これは低圧で成形できるため、成形品中に残留歪みを残さないことによります。さらに、ガスは製品中の肉厚部に回り込むため、製品形状に係わらず均等な肉厚となることもヒケ、反りの防止に寄与しています。当社では導入当初からこのガスの通り道に出来る中空部に着目し、GAIを中空構造体の成形法として実用化する事を目指してきました。特に、自動車エンジンルーム環境下、機械的強度の求められる部品を開発ターゲットとしてきました。

一般的に、熱可塑性樹脂の強度を向上させるにはガラスやカーボンの短繊維を配合しますが、通常のGAIではこの短繊維が中空部の機能を大きく損ないます。すなわち、GAIが低圧成形であるが故に、これら短繊維が中空部表面に浮き出て、中空部表面がざらざらに粗れるという問題であります。また、開発ターゲット部品に使用される樹脂の内のいくつかは、そのままでは全く中空成形に適さないことも明らかになりました。さらに、通常の金型設計では、中空長さ／径の比率が３を切るような大口径の中空成形も不可能でありました。

これらの諸問題を解決することにより、当社独自の技術を獲得することが出来ました。また、GAIによる中空機能部品として世界で初めての量産化に成功し、富士重工業㈱のスーパーチャージャー用エアインテークダウトにご採用いただきました。併せて、本製品の新規性が海外でも認められ、米国のSPI'97において輸送機器部門賞を受賞する栄誉を賜りました。（SPIは、全米の樹脂関連産業を統轄する団体で、樹脂業界の世界三大展示会のひとつであるNPEを主催する。本年は、25周年の記念大会でもあった。）SPI における受賞は、我が国の企業としては史上二社目であります。

今後とも、自動専用樹脂機能部品の開発に注力してまいりますなかで、本成形方法の更なる技術改良により、同技術の用途開発に努める所存でございます。

熱可塑性樹脂による中空構造体成形方法一覧

概　要 ＼ 名　称	ブロー成形	溶融中子法	融着接合法	型内接合法	ガスアシスト射出成形	当社改良ガスアシスト射出成形
１．材質選択の自由度						
1-1. 高耐熱材料	×*1	○	△*5	△*5	△*8	○
1-2. 強化材料	×*1	◎	△*5	△*5	△*8	○
1-3. 汎用樹脂	△*1	×*3	○	○	△*8	○
２．形状設計の自由度						
2-1. 大口径中空構造	○	○	◎	◎	×	○
2-2. 肉厚制御	○	△*4	◎	◎	×	×
2-3. 中空部リブ構造設置	△*2	△*2	○*6	○*6	×	×
2-4. 中空部面粗度（強化材料使用時）	ー*1	◎	◎	◎	×	○
2-5. 非開口形状（後加工無しの場合）	×	×	○	○	△	△
2-6. 全体形状の自由度	×	○	○	○	○	○
３．製造コスト						
3-1. 初期設備投資	○	×	○	△	○	○
3-2. 金型代	◎	×	△	×	○	○
3-3. 製造経費	○	×	○～△	○～△	○～△	○～△
４．中空部の長期信頼性	○	○	△*7	△*7	○	○

注記　融着法には、振動融着、超音波融着の２方法が実用化されている。

*1. ブロー用に特別に調製された材料のみ適用できる。工程の制約から、構造体を対象とした材料（耐熱・高強度材料）は極めて少ない。

*2. 原理的には可能であるが、実用化された例はほとんどない。

*3. 中子を高温のオイルバス中で回収する工程があり、低融点の材料は適用できない。

*4. 成形中に樹脂射出圧力により、金型内で中子の変形、倒れを生じるため、実用的にはmmオーダーの制御が限界である。

*5. 一般に高融点、高充填材料ほど接合が難しくなる。また、超音波融着法では、接合部の水分量が融着強度を大きく左右する。

*6. 基本的には通常の射出成形と同じ問題。すなわち肉厚の急激な変化によるヒケ、変形の問題を考慮する必要がある。

*7. 特に、接合部の設計に制約を受ける比較的小さな構造体においては、環境（例　常時正圧負荷のかかるヒートサイクル環境）によっては、常に破壊の懸念がある。

*8. ガスアシスト射出成形は基本的にはどんな材料でも適用可能であるが、中空成形に適した材料は限られる。

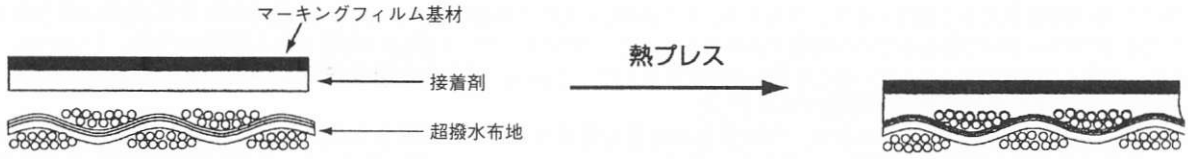
熱接着型マーキングシート
（バンドーエクシードシリーズ）

（担当：化成品事業部・企画管理部）

スポーツウエアにこだわりを持つように、背番号や所属クラブ名などのマーキング素材にも関心を持ち始めたアスリートが増えてきました。

従来、この用途のためには、刺繍、プリント、転写シート、フェルトなどが使用されてきましたが、小ロットで短納期要求、専門技術者不足、スポーツウエアの進化（素材、意匠）と共に新たな素材への要求が高まりました。そして市場に登場したのがいわゆるラバーマーキング（ゴムのように伸縮性のあるマーキングシート）で、これはＪリーグのユニホームに採用されて急激に需要を伸ばしてきております。

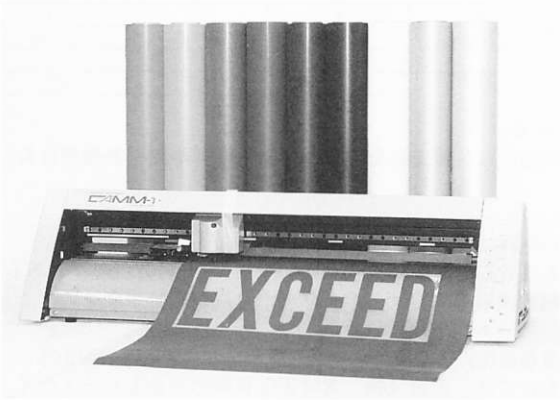
バンドーエクシードは、当社が開発した熱接着型マーキングシートの総称で、カッティングマシンで文字・図柄等を切り抜き、熱プレス機で各種の布地に容易に貼りつける事ができますので、スポーツウエア、作業ユニホーム等の衣料やカバン、袋物等にマーク・番号・図柄を表示するのに最適な素材です。



バンドーエクシードは、布地の種類・マークの質感に対応して、バラエティ豊かに５タイプの仕様を準備しました。ウエアとウエア素材は日進月歩で進化しております。その進化に対応して、今後さらに研究開発をすすめ、新たなタイプの新製品を上市してまいります。

エクシードシリーズ	パブリック	20色	一般布地用
	リベロ	11	昇華染料布地用
	ダイナミックス	10	撥水布地用（新製品）
	ローヤル	12	フロッキー調
	アーバン		表示・宣伝幕用

防水ウエアへのマーキング素材［ダイナミックス］がついに誕生しました。
待ち望まれていた、超撥水布地用マーキング新素材が、10色揃って誕生しました。
ビステやブレーカーなどの防水、撥水スポーツウエアへの熱接着マーキングはこれまで困難とされていました。
バンドー化学の先進テクノロジーにより開発された、［ダイナミックス］は、この課題をクリアして撥水度80％以上の超撥水布地へのマーキングの可能性を広げました。
ウエアの進化に負けない、マーキング素材の最先端です。



熱接着型マーキングシート（エクシード）見本とカッティングプロッターによるカット例

エクシードを各種ユニフォームに貼合せた使用例

■仕様と特長

バンドーエクシードシリーズは、用途に合わせた5仕様が揃っております。
いずれも特長のある特殊樹脂系表皮とホットメルト接着剤より構成され、軽くてソフトな感触を有しています。

仕　　様	特　　長	用　　途
パブリック (PUBLIC) 一般布地用	○一般の布地に加熱圧着で強固に接着します。 ○多彩な意匠（色調）を有します（全20色）	ゲームウエア、作業ユニフォームのネーム、背番号、会社ロゴマーク等
リベロ (LIBERO) 昇華染料移行防止	○昇華染料布地に貼りつけても、染料がマークに移行せず、マークの持つ色彩を保持します。 ○多彩な意匠（色調）を有します（全11色）	ゲームウエア、作業ユニフォームのネーム、背番号、会社ロゴマーク等
ダイナミックス (DYNAMICS) 撥水布地用	○撥水処理布地に低温で強固に接着します。 ○多彩な意匠（色調）を有します（全10色）	スキーウエア、ジャケット、ウインドブレーカー等撥水衣料への表示
ローヤル (ROYAL) フロッキー調	○植毛のもつ繊細な立体感を表現します。 ○ソフトな手触り感を有しています。 ○多彩な意匠（色調）を有します（全12色）	各種ユニフォームへのネーム 会社ロゴマーク等
アーバン (URBAN) 表示・宣伝幕仕様	○目にやさしい表面ツヤ（ツヤ消し）で宣伝効果が引き立ちます。 ○広告・宣伝に有効な多彩な色調が可能です。	イベントや百貨店等表示用の懸垂幕、横断幕、のぼり等

バンドーカッティングシステム
(BANDO Cutting System)

バンドーカッティングシステムは、自在な文字・図柄等の意匠を作成してEXCEED等のマーキングフィルムをカットするシステムとして開発しました。

■システム構成　バンドーカッティングシステムは、入力装置、データ作成装置、出力装置より構成されています。

入力装置（スキャナー、ソフト）

データ作成装置（パソコン、データーソフト）

出力装置（カッティングプロッタ）

■特　長

1. 誰にでも使える簡単操作のウインドウズソフトを搭載しました。
   編集画面のツールボックスから使いたい機能のアイコンを選ぶだけの簡単操作を実現しました。
2. 高度な作図機能をもっています。
   続き文字、文字カット、自由変形などの編集機能や扇形同心円、多角形入力などの作図機能を導入。
3. 豊富な書体とデータを標準搭載しています。
   スポーツ英数70書体、その他の和文5書体英数30書体、春夏秋冬イラスト1200種、すぐ使えるブクトサインとタイトル600種を標準搭載。
4. 贅沢なハード構成になっています。
   最大610㎜幅のシートから50㎜の小さな端材まで活用でき、カッター圧も自由に設計できるプロッターと高速プロセッサ搭載パソコンの贅沢なシステム。

足利テクニカルセンターの竣工について

1996年（平成８年）11月より足利工場内（栃木県足利市）にて建設を進めてきました、当社の「足利テクニカルセンター」が完成し、雀部社長、関係役員をはじめ、建設業者、地元代表者など多数の参加をえて1997年（平成９年）４月17日同センターにて竣工式が盛大に行われました。

工場に併設した研究所としては、伝動技術研究所（和歌山工場に併設）に次いで２ヵ所目になります。

現在、足利工場では、OA、AV、FA、精密機器用のポリウレタン製小型精密伝動ベルト、ポリウレタン製ブレード、高機能ローラ、エンジニアリングプラスチック製の精密部品を製造しています。

足利テクニカルセンターの完成により、今後大きな発展が見込まれるマルチメディア関連分野への対応を的確におこなうべく、工場内に分散していた研究開発要員や機器を集約して、各製品、技術の連携を図り伝動事業部、ＭＭＰ事業部（マルチメディア・情報通信関連機器用部品）の関連製品の応用研究や改良開発、および今後の新製品、新技術開発の効率的な研究体制が整備されることになりました。

例えば、同センター内に置く評価試験室では、製品形状の寸法精度の測定、素材、製品の静的物性、動的物性の評価、配合、混合設計技術に活用する既存の機器を集結させるとともに、新たな研究開発機器の調達を実施します。

■足利テクニカルセンターの概要

所在地：栃木県足利市荒金町186-6　足利工場内
電　話：代表　0284-72-4121・FAX 0284-72-7852
建築面積：鉄骨２階建て、総建築面積1,964㎡
内部の状況：１階－ロビー兼展示室（足利工場と会社の概要、製品の展示）
評価試験室（各種の分析、解析装置、試験機、測定機器等の研究設備）
事務所、応接室、会議室
２階－工場長室、事務所（100人収容可能）、会議室
総建築費用：約５億円
（今回、足利テクニカルセンターの建設以外に足利工場の将来の従業員増員をも考慮し厚生施設の整備も実施しました。）

バンドーテクノフェア'97の開催結果について

1989年（平成元年）に制定した2000年度を目指した長期ビジョン「チャレンジ21」の目標のひとつである新製品、新技術開発を促進させるため、当社はそれらの開発状況と成果をお得意様等外部へ公開すべく、昨年11月13日～15日HARUMIドーム21（関東会場）と11月20日～22日神戸国際展示場1号館（関西会場）において、「バンドーテクノフェア'97」を開催し、合計2,600余名の方々が来場されました。

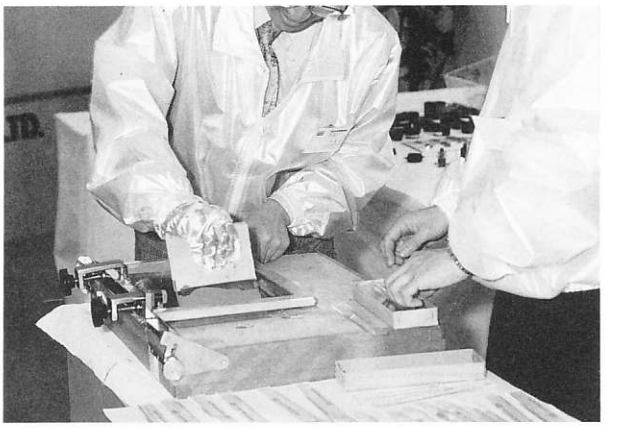
関東会場:HARUMIドーム21
入口広場に移動展示車・1号車・2号車勢揃い。

関西会場:神戸国際展示場・1号館。

当フェアは当社が「開発元年」と定めた1989年を第1回として、以降2年毎に開催致し、今回で5回目となりました。

「人々と環境に役立つ技術開発へチャレンジ」を基本コンセプトとして、マルチメディア・精密機器、FA、自動車・農業機械、土木・建築および一般産業の5つの分野で、合計約100点の展示品を出展しました。

主な出展品は以下の通りですが、来場者の多くはデモンストレーション機器や説明員の解説に熱心に耳を傾け、来場者アンケートでも満足したと回答した方々が両会場とも96%以上でした。



マルチメディア・精密機器分野:スキージーの実演は人気を得ました。

〔マルチメディア・精密機器分野〕

デジタルプリント用メディア各種、ブレード異音防止技術、高機能ローラ、印刷用スキージー、転写ベルト蛇行防止システム、精密機器用ベルト速度ムラ測定技術、シトロンフィルム、EL素子正孔輸送剤ほか。

〔FA分野〕

サンライン抗菌用ベルト、サンライン耳ほつれ対策ベルト、サンラインストランドベルト、ベルコーナ新型(234度曲送システム)、サンライン蛇行防止装置、ロボット部品、導電ベアリング、エンプラ製フレキシブルスクリュー、エンプラ製エアツール部品ほか。

FA分野:「ベルコーナ」・「急傾斜サンライン」等のサンラインベルトとシステム。

〔自動車・農業機械分野〕

変速システム各種、オートテンショナ、大型自動車用ローエッジベルト、小型自動車用リブエース、ダクトエアインテーク、ウェイトローラほか。

〔土木・建築分野〕

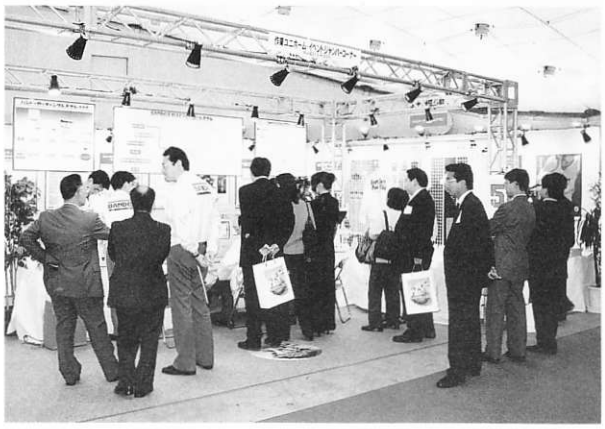
大型免震ゴム、断振マット、ラテラルドレーン材、ニューケミカルボードFX型、シルトフェンス浮体、サクセスラバー、弾性レール締結装置、静電防止ゴムシート、オレフィン等化粧フィルム、サイディング用フィルム、ガラス化粧用フィルム、コンクリート壁面化粧用レザーほか。

〔一般産業分野〕

イージーリリースベルト、インパクトバーAR、ノンスピル、特殊伝動ベルト各種、エクシード各種、エクシードカッティングシステム、絆創膏用フィルム、化粧用フェイスパックフィルム、短繊維強化ゴムほか。

自動車・農業機械分野:展示品を見学する来場者。

土木・建築分野:大型免震装置を見学する来場者。



一般産業分野:「エクシード」の実演は人気がありました。

来場者で賑わう関西会場の商談・休憩エリア。
周辺には書画、絵画、写真等の文化コーナーを設置しました。

〔中央研究所〕

研究開発の重点方向につき各種展示。

なお、今回5回目の当フェアの節目行事として、会期を従来の両会場各2日間から3日間とし、インターネットの設置、全国で活躍中の移動展示車2台の展示、写真コンテストの実施や会社案内書や会社案内VTRを一新するとともに、更に海外コーナーや歴史コーナー等を拡充しました。

なお、1999年秋には6回目の「バンドーテクノフェア'99」を開催すべく既に準備に着手いたしております。

ISO9001認証の全事業部・全工場主要製品の取得完了について

当社は、1995年（平成7年）12月から1997年（平成9年）12月までに、主要製品につき以下のように、わが国のみならず世界トップ水準の品質、技術を維持すべく品質保証の国際規格であるISO(International Organization for Standerdization、国際標準化機構）の認証を、ロイド社（Lloy'd Register Quality Assurance,本部：英国）の審査を経て取得しました。

これにより全ての事業部、即ち運搬、建設資材、伝動、化成品およびMMP 事業部の5つの事業部と国内5工場全ての主要製品につきISO9001の認証を取得したことになります。

1.平成7年(1995年)12月19日付　伝動事業部、南海工場・和歌山工場の伝動ベルトと伝動システム〈No.950178〉
2.平成8年(1996年)5月2日付　化成品事業部・南海化成品工場のPVCフィルム・シート〈No.953248〉
3.平成8年(1996年)7月12日付　伝動事業部・足利工場のポリウレタン伝動ベルト〈No.950178〉
4.平成8年(1996年)7月17日付　MMP事業部のOA機器部品（ブレード、ローラー、トナーほか）〈No.941857〉
5.平成8年(1996年)9月2日付　運搬事業部・加古川工場のゴムコンベヤベルトと軽搬送樹脂コンベヤベルト〈No.955086〉
6.平成9年(1997年)8月1日付　建設資材事業部の免震ゴム、ゴムシート、プラスチックドレーン材、鉄道資材、ゴム型物（防振ほか）ゴムローラー、ブレード〈No.958008〉
7.平成9年(1997年)12月12日付　MMP事業部・足利工場のエンジニアリングプラスチック製のOA機器等部品〈No.941857〉

当 社 の 概 要

■会社概要

商　号：バンドー化学株式会社
　　Bando Chemical Industries, Ltd.
創　立：1906年4月14日（明治39年）
代表者：取締役社長 雀部昌吾
資本金：109億円（平成9年9月30日現在）
　　（東証1部 大証1部）
売上高：577億円（平成9年3月期）
従業員：1,679名（平成9年9月30日現在）
決算期：年1回（3月）

■営業品目

ベ ル ト●コンベヤベルト・Vベルト・平ベルト・歯付ベルト等あらゆる産業用ベルト（ゴム・ポリウレタン製）およびベルト周辺装置と部品
工業用品●OA・AV等情報通信関連機器やFA精密機器ほか産業機器用のゴム・ポリウレタン・エンジニアリングプラスチック製部品、建築用免震装置、橋梁用免震支承ゴム、防水・遮水ゴムシート、鉄道用ゴム資材等の土木・建設資材
化 成 品●電材用・建材用・医療用・装飾展示用PVC用塩ビフィルム・シート、スポーツシューズ用合成皮革など

■ISO9001認証取得

運搬事業部●加古川工場：ゴムコンベヤベルト・軽搬送樹脂コンベヤベルト（サンライン）
建設資材事業部●加古川工場：免震ゴム、鉄道軌道資材、防水・遮水ゴムシート等の土木・建築資材
伝動事業部●南海工場・和歌山工場・足利工場：伝動ベルトと伝動システム
化成品事業部●南海工場：PVCフィルム・シート
ＭＭＰ事業部●神戸工場・足利工場：OA機器部品（ポリウレタン製、エンジニアリングプラスチック製）

■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

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

運搬事業部　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9F（ハービスOSAKA） 〒530-0001
TEL.(06)345-2672 FAX.(06)345-2676

東京販売部　東京都港区芝4丁目1番23号（三田NNビル） 〒108-0014
TEL.(03)5484-9100 FAX.(03)5484-9106

大阪販売部　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9F（ハービスOSAKA） 〒530-0001
TEL.(06)345-2638 FAX.(06)345-7752

名古屋販売部　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

建設資材事業部　加古川市平岡町土山字コモ池の内648 〒675-0104
TEL.(078)942-3204 FAX.(078)942-3282

販売部　大阪市北区梅田2丁目5番25号梅田阪神第1ビルディング9F（ハービスOSAKA） 〒530-0001
TEL.(06)345-2637 FAX.(06)345-7750

伝動事業部　大阪市北区梅田2丁目5番25号梅田阪神第1ビルディング9F（ハービスOSAKA） 〒530-0001
TEL.(06)345-2636 FAX.(06)345-2677

東京販売部　東京都港区芝4丁目1番23号（三田NNビル） 〒108-0014
代理店・精密グループ　TEL.(03)5484-9102 FAX.(03)5484-9107
自動車グループ　TEL.(03)5484-9114 FAX.(03)5484-9108

大阪販売部　大阪市北区梅田2丁目5番25号梅田阪神第1ビルディング9F（ハービスOSAKA） 〒530-0001
TEL.(06)345-2633 FAX.(06)345-3549

名古屋販売部　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

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1ビルディング9F（ハービスOSAKA） 〒530-0001
TEL.(06)345-2671 FAX.(06)345-2615

販売部　大阪市北区梅田2丁目5番25号梅田阪神第1ビルディング9F（ハービスOSAKA） 〒530-0001
TEL.(06)345-2671 FAX.(06)345-2615

MMP事業部　神戸市兵庫区明和通3丁目2番15号 〒652-0883
TEL.(078)651-7331 FAX.(078)651-7339

販売部　東京都港区芝4丁目1番23号（三田NNビル） 〒108-0014
TEL.(03)5484-9104 FAX.(03)5484-9110

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

大阪支店　大阪市北区梅田2丁目5番25号梅田阪神第1ビルディング9F（ハービスOSAKA） 〒530-0001
TEL.(06)345-2631 FAX.(06)345-7752

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

足利工場　栃木県足利市荒金町188番6 〒326-0832
TEL.(0284)72-4121 FAX.(0284)72-7852

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

南海工場　大阪府泉南市男里5丁目20番1号 〒590-0526
TEL.(0724)82-7711 FAX.(0724)82-1173

加古川工場　加古川市平岡町土山字コモ池の内648 〒675-0104
TEL.(078)942-3232 FAX.(078)943-2359

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

インターネットにホームページを開設いたしております。
http://www.bando.co.jp

■主な製品開発の歴史

1906年（明治39年）4月　木綿調帯（ベルト）生産開始。
1921年（大正10年）　我が国初のコンベヤベルトを生産開始。
1932年（昭和7年）　我が国のVベルト販売開始。
1950年（昭和25年）3月　塩化ビニール製品販売開始。
1959年（昭和34年）5月　我が国初の歯付ベルト「シンクロベルト」販売開始。
1961年（昭和36年）11月　ポリウレタン製品販売開始。
1962年（昭和37年）　Vリブドベルト販売開始。
1963年（昭和38年）9月　スチールコード コンベヤベルト販売開始。
1964年（昭和39年）　我が国初の単層コンベヤベルト「モノプライベルト」生産開始。
1968年（昭和43年）9月　カナダオイルサンド用コンベヤベルト初納入。
1969年（昭和44年）7月　ゴムライニング材販売開始。
1972年（昭和47年）9月　我が国初の軽搬送樹脂コンベヤベルト「サンラインA」販売開始。
1975年（昭和50年）2月　複写器用クリーニングブレードの本格的生産開始
1975年（昭和50年）12月　インクロール「パンポーラ」販売開始。
1977年（昭和52年）6月　ロックベルトの販売開始。
1978年（昭和53年）4月　連続捺印スタンプ「バンドースタンプ」販売開始。
1980年（昭和55年）12月　防振ゴム販売開始。
1981年（昭和56年）1月　「スーパートルクシンクロベルト」、「リブエース」販売開始。
1982年（昭和57年）4月　「ミューライト」（無給油軸受）販売開始。
1982年（昭和57年）6月　オートバイ用チェーンにかわるUTS「ウルトラトルクシンクロベルト」発売。
1982年（昭和57年）11月　「スーパーサンライン」販売開始。
1983年（昭和58年）6月　「バンセーム」、「タフケア」販売開始。
1983年（昭和58年）8月　「バンライトT-2」ニューヨーク地下鉄車両床材として納品。
1984年（昭和59年）3月　ミューライトプーリ・ギヤー販売開始。
1984年（昭和59年）7月　複写機用原稿供給ベルト（DFベルト）販売開始。
1984年（昭和59年）9月　電子写真装置用トナー（DFベルト）販売開始。
1986年（昭和61年）1月　精密機器用シームレス織物平ベルト「PSベルト」販売開始。
1986年（昭和61年）10月　速硬化成形法による電子写真装置用クリーニングブレード販売開始。
1987年（昭和62年）4月　サンラインカーブコンベヤベルト「ベルコーナ」販売開始。
1987年（昭和62年）12月　ロングシンクロベルト（ゴムおよびウレタン）販売開始。
1988年（昭和63年）9月　自動車無段変速機（CVT）用ベルト開発。
1989年（平成元年）4月　無段変速機「バンドードライマチック」開発。
1989年（平成元年）8月　二輪車変速機摺動部品「ウエイトローラ」開発。
1990年（平成2年）7月　世界最長級スチールコードコンベヤベルトをインドネシアKPC社へ納入。
1991年（平成3年）3月　ロボット工具自動交換装置「ビーエル・クイックチェンジ」販売開始。
1991年（平成3年）6月　世界最高張力の「アラミドコードコンベヤベルト」開発。
1992年（平成4年）4月　無段変速システム「バンドードライマチック」の農業機械向け「田植機」の量産販売開始。（VSW型）
1992年（平成4年）7月　電子写真装置用現像ローラを販売開始。
1993年（平成5年）5月　空港埋立地等、軟弱地盤改良ドレーン材「バンドーニューケミカルボード」採用拡大。
1993年（平成5年）11月　農業機械（コンバイン）にCVT用ベルトと差動歯車を組合せた世界初の無段変速システムを納入。「バンドードライマチック・VSDD型」
1994年（平成6年）12月　コピー済み用紙に再コピーができる世界初の消色トナー販売開始。
1995年（平成7年）3月　建築用免震装置（積層ゴム・鉛一体型）本格販売開始。
1995年（平成7年）4月　我が国初のロボット指先用小型「ビーエル・NANOセンサ」開発。
1995年（平成7年）4月　世界初のガラスコード入り「バンコランシンクロベルトUGタイプ」開発。
1995年（平成7年）9月　我が国最大級の可搬重量300kgの「ビーエル・クイックチェンジFlex-300」販売開始。
1996年（平成8年）4月　衣料、垂幕やカバン等に文字、図柄などを熱プレスやアイロンで圧着するマーキングフィルム「バンドーエクシード」販売開始。
1997年（平成9年）10月　天然機能性物質を使った「サンライン抗菌用ベルト」販売開始。
1997年（平成9年）12月　超速硬化連続成形法による高精度電子写真装置用ブレード販売開始。

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13号 〒970-8026 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
バン工業用品株式会社	東京都中央区東日本橋2丁目27番1号 〒103-0004 TEL.(03)3861-7411 FAX.(03)3866-4792
浩洋産業株式会社	東京都台東区柳橋2丁目19番6号(秀和柳橋ビル) 〒111-0052 TEL.(03)3865-3644 FAX.(03)3865-3603
東京バンドーコンベヤ株式会社	東京都足立区東和5丁目3番10号 〒120-0003 TEL.(03)3629-9111 FAX.(03)3628-4506
株式会社バンテック	東京都港区芝4丁目1番23号(三田NNビル) 〒108-0014 TEL.(03)5484-9130 FAX.(03)5484-9131
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	富山市問屋町3丁目9番地 〒930-0834 TEL.(0764)51-2525 FAX.(0764)51-8148
大阪バンドーベルト販売株式会社	大阪市東淀川区東中島2丁目24番23号 〒533-0033 TEL.(06)323-2321 FAX.(06)323-0697
株式会社近畿バンドー	東大阪市水走3丁目4番23号 〒578-0921 TEL.(0729)62-1115 FAX.(0729)65-4591
キンバン化工株式会社	東大阪市水走3丁目4番23号 〒578-0921 TEL.(0729)62-3351 FAX.(0729)65-6084
関西バンドー化工株式会社	神戸市兵庫区芦原通6丁目2番34号 〒652-0882 TEL.(078)651-4059 FAX.(078)652-0726
バンドー工材株式会社	神戸市兵庫区水木通7丁目1番18号 〒652-0802 TEL.(078)577-8541 FAX.(078)577-9925
バンドーエラストマー株式会社	神戸市兵庫区水木通7丁目1番18号 〒652-0802 TEL.(078)577-0831 FAX.(078)577-0534
中国バンドー株式会社	広島県廿日市市下平良1丁目6番11号 〒738-0023 TEL.(0829)32-1211 FAX.(0829)32-1541
山口バンドー化工株式会社	徳山市大字久米字弥平1032の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.(09492)2-0630 FAX.(09492)4-1195

■製造関係会社

バンドー精機株式会社	神戸市兵庫区明和通2丁目2番15号 〒652-0883 TEL.(078)651-0512 FAX.(078)682-2600
福井ベルト工業株式会社	福井市下江守町23番地 〒918-8037 TEL.(0776)36-3100 FAX.(0776)36-4038
バンドー・ショルツ株式会社	加古川市平岡町土山字コモ池の内648 〒675-0104 TEL.(078)943-3933 FAX.(078)943-4640
ビー・エル・オートテック株式会社	神戸市兵庫区芦原通4丁目1番16号 〒652-0882 TEL.(078)682-2611 FAX.(078)682-2614

■その他サービス関係会社

バンドー興産株式会社	神戸市兵庫区水木通7丁目1番18号 〒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
バンドートレーディング株式会社	神戸市兵庫区水木通7丁目1番18号 〒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
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2号 〒671-3212 TEL.(0790)76-3333 FAX.(0790)76-3310

海外関係会社

北米地域

BANDO AMERICAN INC.
1149 West Bryn Mawr, Itasca, Illinois 60143 U.S.A.
TEL.1-630-773-6600 FAX.1-630-773-6912

BANDO MANUFACTURING OF AMERICA,INC.
P.O.Box 10060, 2720 Pioneer Drive
Bowling Green, Kentucky 42102-4860, U.S.A.
TEL.1-502-842-4110 FAX.1-502-842-6139

欧州地域

BANDO CHEMICAL INDUSTRIES(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.34-3-777-8740 FAX.34-3-777-8741

アジア地域

BANDO CHEMICAL INDUSTRIES (SINGAPORE)PTE.LTD.
Pasir Panjang Distripark, Block 10, Unit 6
Pasir Panjang Road, Singapore 118500, SINGAPORE
TEL.65-475-2233 FAX.65-479-6261

DONGIL-BANDO CO.,LTD.
305, Sanmak-Dong, Yangsan-Shi
Kyongsangnam-Do
REPUBLIC OF KOREA
TEL.82-523-388-0084 FAX.82-523-388-0087

BANDO JUNG KONG, LTD.
398-10 Moknae-Dong, An San City,Kyongki-Do
REPUBLIC OF KOREA
TEL.82-345-491-6167 FAX.82-345-491-6208

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

SIAMESE-BANDO RUBBER INDUSTRY LTD.
47/7 Moo 4, Soi Wat Bangpla, Tamol Bankao
Amphr Muang, Samutsakorn 74000 THAILAND
TEL.66-34-424410 FAX.66-34-422202

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

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

PENGELUARAN GETAH BANDO(MALAYSIA)SDN. BHD.
MLO 5516, 22m/s, Jalan Air Hitam
81000 Kulai, Johor, MALAYSIA
TEL.60-7-663-5021 FAX.60-7-663-5023

P.T. BANDO INDONESIA
Jl. Gadjah Tunggal Desa Pasir Jaya, Kecamatan Jati Uwung
Kabupaten Tangerang, INDONESIA
TEL.62-21-5903920 FAX.62-21-5901274

BANDO SAKATA LTD.
Unit 2101 & 2125, Level 21, Metroplaza, Tower 1
223 Hing Fong Road, Kwai Fong, N.T. HONG KONG
TEL.852-2494-4815 FAX.852-2481-0444

BANDO TECHNICAL REPORT（B.T.R.） No.2
バンドー テクニカルレポート

平成10年2月20日発行
平成10年3月20日改訂版

編　集　バンドー化学株式会社 中央研究所・総合企画室
発　行　バンドー化学株式会社 総合企画室
〒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

無断転載を禁じます

BANDO

バンドー化学