

TECHNO TOKYO 21

試験研究機関技術ニュース
テクノ東京21

ISSN 0919-3227

2002

8月号

Vol.113

東京都産業労働局



屋上緑化の実証実験 6p参照

今月の

ほんとニュース

産業技術研究所の催事紹介 013

- 技術セミナー
- テクノTOKYO2002 in Shinjuku
- 八王子庁舎一般公開

CONTENTS

- 産学コーディネイト事例 ダイヤモンドライクカーボン(DLC)薄膜によるガス遮断性の高いペットボトル 2
- 研究紹介 ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜の剥離欠陥とその改善法 3
- 感光性樹脂を用いたマイクロ部品製作 4
- 環境に優しい加工技術 セラミックス工具を用いた無潤滑絞り加工 5
- 灰から花を咲かせましょう! 多孔質材料の開発 6
- 活用事例 3次元CAD/CAEシステムを利用してみませんか 7
- 技術解説 広がる制振技術 8
- がんばっている中小企業 (有)青葉製麺の面白めん製品 10
- 設備紹介 吸音材料の開発に役立つ 垂直入射吸音率測定装置 11
- 皮革の表面摩耗強さの測定 12
- お知らせ 13
- 2003年テキスタイル素材傾向 裏表紙

本誌はインターネットでも閲覧できます。
<http://www.iri.metro.tokyo.jp/gyomu/fukyu/tecn/>

ダイヤモンドライクカーボン(DLC)薄膜による ガス遮断性の高いペットボトル

産業技術研究所産学公連携推進室

DLC(ダイヤモンドライクカーボン)

ダイヤモンドと聞くと宝石が頭に浮かぶのが普通です。宝石としての価値は最高ですが、ダイヤモンドは工業用材料にも用いられています。工業用ダイヤモンドは、最近ではその大部分が高圧合成ダイヤモンドです。

1970年代に入るとダイヤモンドとは言いきれないが、ダイヤモンドに近い性質をもった無定形炭素薄膜が話題になり、ダイヤモンド状炭素薄膜(DLC)という呼び名がつけられました。これらの薄膜の作成法は、スパッタリング、イオンプレーティング、CVD(化学気相成長: 化学的な真空蒸着)法など、多種多様のものが考案されています。

高周波放電によるダイヤモンド薄膜形成装置の開発

DLC膜は、高硬度・高絶縁性、低摩擦係数などの優れた特性をもつため、加工治具、成型用金型、摺動部品などの様々な用途に保護膜として使われています。また、人体に無害である特徴から、食品容器や再生医療等への応用も検討されています。

大栄精工(株)(大田区)ほか2社は、平成10年度の東京都の産学公助成事業を受け、電気通信大学電子工学科湯郷成美助教授の指導のもとで、「高周波放電によるダイヤモンド薄膜形成装置」の共同開発を行いました。この開発では、マイクロ波電源を高周波電源に代えることにより、装置の低価格化等を図りました。

開発にあたって、産業技術研究所は、製膜装置開発のためのアドバイスやDLC膜の物理特性(膜厚・ヤング率・塑性変形・硬さ等)の解析測定を行い、基本的なメカニズム解明の手助けをしました。

プラスチック製品へのDLCコーティング

この「高周波放電によるダイヤモンド薄膜形成法」は、800~1100℃の高温プラズマCVD法であるため、被製膜試料の高耐熱性が要求されます。したがって、プラスチックのような耐熱性が低い材料への製膜には用いることができません。

大栄精工では、先に開発した技術を応用して低温プラズマCVD法を開発し、「PETボトルへのDLC膜コーティング装置」を製作しました。PETボトルは飲料用容器としてよく使われていますが、ガス遮断

性(ガスバリア性)が弱いために長時間の酸化防止ができず、ビール用容器などには使われていません。

この装置の特徴は、プラズマ中に電界と磁界を同時に印加することです。容器の内部電極と外部電極チャンバーに高周波電界を掛け、容器の軸方向と平行に磁界を印加します。磁界を印加することにより、電子は高電位の内部電極に直進せず、もとの近くに閉じ込められたり、螺旋運動を行ったりします。その結果、電子が気体分子と衝突する確率も増大し、より多くのイオンを作り出すことができます。DLCコーティングによりPETボトルのガスバリア性を6~8倍にアップすることができました。

印加: 電圧を掛けること。

さらなる性能向上を目指して大学と共同研究

開発した「PETボトルへのDLC膜コーティング装置」は、コーティング時間が短い場合、ガスバリア性を8倍以上にアップできません。また、ペットボトルの内面にDLCコーティングする場合には、コーティング層の厚さにむらができます。この対策には、プラズマの強度を強めその分布を均一にすればよいと思われますが、このプラズマの適切な設計技術について、専門の先生の指導を受けたいとの相談が産業技術研究所産学公連携推進室に寄せられました。

そこでコーディネーターが、東京工業大学大学院総合理工学研究科の糟屋紘一助教授が核融合関連の研究でプラズマやレーザー発生装置の研究をしており、今回の開発テーマにふさわしいと推薦し、大栄精工の内富男技術営業部長、開発部蔡少歩主任と共に大学を訪問し、打ち合わせをしました。

最終的に、開発内容について先生が大きな関心を寄せられ、共同研究の実施に合意しました。秘密保持の点から、企業内に試験機を設置し、先生が指導に出向くことになりました。

現在、糟屋先生は大栄精工の実験室に、月2回くらいのペースで通っております。先生には主に理論解析と実験指導をしていただき、企業が試作実験をしています。理論解析ができたことで開発の方向を的確に見出すことができるようになったとのこと。

産学公連携推進室

コーディネーター 降旗 清司 ☎(03)3909-2452

ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜の剥離欠陥とその改善法

都立産業技術研究所

記事のポイント

- ・ DLC膜の剥離欠陥発生の要因に、付着性の低さと膜の残留内部応力が高いことがあげられます。
- ・ 剥離防止法として中間層の形成や膜応力を低減する方法などがあります。

ダイヤモンドライクカーボン(DLC)

ダイヤモンドライクカーボン(Diamond-like Carbon)膜は、摩擦係数が低く耐摩耗性に優れるなどの機械的性質、化学薬品に対する化学的安定性やガス遮断性、生体適合性を持っています。身近な所では剃刀の刃に应用されるなど、摺動部品や耐食性部品、さらには人工臓器の部品やペットボトルへの内面コーティングなど様々な応用が試みられ、実用例も増加しています。当所でも、炭化水素系ガスのイオン化蒸着法(原料ガスをイオン化して基板に加速衝突させて堆積させる手法)によるDLC膜について研究を行っています。

内部応力と欠陥の生成

イオン化蒸着法によるDLC膜についても下地表面との付着性が十分とは言えません。しかも、膜自体はその硬い性質とは裏腹に、膜の内部に大きな圧縮の応力が残留しています。付着性の不十分さとこの圧縮応力は、成膜途中での自己剥離や使用環境における衝撃などの外力の負荷により、容易に剥離が発生する原因となってしまいます(図1)。膜は剥離に

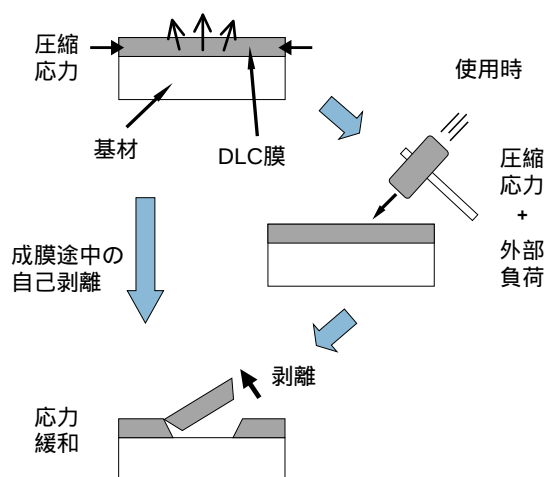


図1 DLC膜の圧縮応力および外部負荷による剥離発生の模式図

よる欠陥を形成することでその応力を緩和しようとしているわけです。特にイオン化蒸着法では比較的硬質の膜が得られますが、内部に圧縮応力が大きくなる傾向にあります。

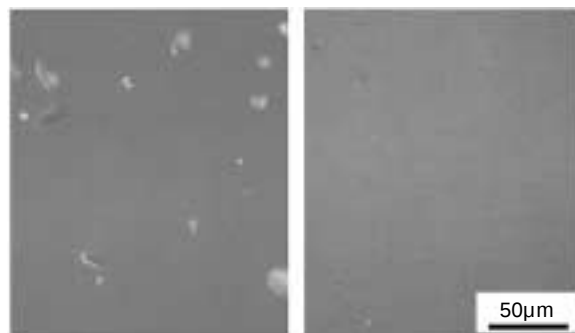
改善方法

剥離等による欠陥の発生を抑制する方法として、膜と下地表面との間に中間層を形成する。膜中に残留する内部応力を低減する。

下地素材と高付着性を有する成膜法を開発する方法が考えられます。

ここでは 中間層の形成を説明します。

中間層の形成では下地材質と中間層との付着性、中間層とDLC膜の付着性がそれぞれ問題になります。一例として、直接成膜した場合(写真1(a))と中間層を形成した場合の膜表面性状(写真1(b))を示します。このように適正な組み合わせを選択することで、膜の欠陥が著しく減少することが確認されています。また、成膜時に膜中に第三元素を微量添加することで、残留する圧縮応力を1/2程度にまで低減できることも確認されており、これらの手法を組み合わせることで膜の欠陥を低減させることが可能です。



(a) 中間層無し (b) 中間層有り

写真1 中間層の有無によるDLC膜の表面性状の違い

今後の方向

高付着性を呈するような成膜法については、いくつかの表面改質法の複合化をはじめ多様な手法が提案されています。これらの成膜法についても、現在検討を行っており、金型等の高圧条件への応用も含めて今後の成果にご期待ください。これらの成果は、技術指導等を通じて企業の皆様へ紹介しています。

生産技術部 表面技術グループ 西が丘庁舎

森河 和雄 ☎(03)3909-2151 内線428

感光性樹脂を用いたマイクロ部品製作

都立産業技術研究所

記事のポイント

- ・マイクロ部品製作のために、感光性樹脂を用いて幅10～100 μm 、高さ30～300 μm の微細な壁形状を作りました。

微細な壁を立ててマイクロ部品を作る

近年の電子情報機器の小型化に伴ない、マイクロコネクタのばね接点や光ファイバ接続のためのマイクロ部品をMEMS(マイクロマシン技術)で製作できないかという相談を受けました。そこで、幅が狭く背の高い微細な壁形状を作り、これを型としてマイクロ部品を製造する技術について研究しました。



図1 壁を立てて小さな板バネ部品を作る

図1はマイクロコネクタの接点となる板バネ形状を作る方法です。まず最初に、樹脂や金属を用いて基板に段をつけ、次に樹脂で壁形状をつくります。この壁の間にめっき法を用いて金属を積んでいき、最後に壁と段を除去することによって板バネが作られます。このように樹脂をパターニングし、これを型としてめっきで微細な部品を作る技術をLIGA(リガ)といいます。

LIGA(ドイツ語)

Lithographie Galvanofomung und Abformung
リソグラフィ 電鍍(電気めっき) 離型 の略。

リソグラフィとは樹脂をパターニングする技術。

LIGAには、シンクロトロン放射光(X線)を用いてアクリル樹脂をパターニングするX線-LIGAと、紫外線感光樹脂を用いたUV-LIGAがある。

本稿の技術はUV-LIGAにあたる。

感光性樹脂で微細な壁を立てる

マイクロ部品を作るためには、断面形状が垂直で、幅が10～100 μm 、高さが30～300 μm という壁形状が必要になります。これらの要件を満たす材料としてSU-8と呼ばれる紫外線硬化型エポキシ樹脂を選択しました。

微細な壁形状を作る工程を図2に示します。最初に、

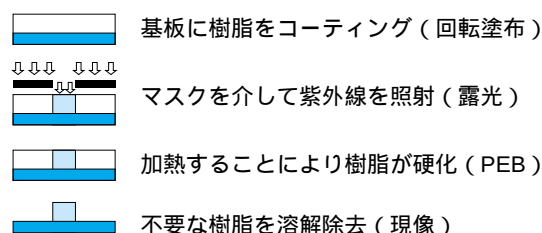


図2 微細な壁を立てる工程

回転塗布法(スピンコート)を用いて基板にSU-8樹脂をコーティングし、加熱乾燥させます。SU-8樹脂の粘性(ねばり)と塗布回転数を変化させることによって樹脂コーティングの厚さを制御することができます。段差のついた基板の上に均一にコーティングするためには、塗布回転や加熱条件を最適化する必要があります。

次に、「壁」になる部分にのみ紫外線を照射し、さらに加熱することで樹脂を硬化させます。紫外線が照射されていない部分は加熱しても硬化せず、薬品で溶解除去できるので、壁形状だけを基板に残すことができます。この時、加熱条件を最適化しないと、幅が数十 μm という微細な「壁」が倒れたり、基板から剥がれ落ちたりしてしまいます。

工程を最適化して作った、SU-8樹脂の微細な壁、および、円柱形状を図3に示します。

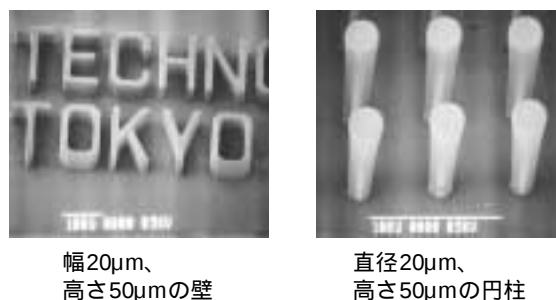


図3 SU-8樹脂の微細な形状

ものづくり試作開発の支援

当所ではMEMS関連の試作装置を設置し、「ものづくり試作開発支援センター」として運用しております。UV-LIGAに限らず光部品や電子部品の試作・開発を希望される方はお問い合わせください。

生産技術部 電子技術グループ 西が丘庁舎

加沢エリト ☎(03)3909-2151 内線449

環境に優しい加工技術 セラミックス工具による無潤滑絞り加工

都立産業技術研究所

記事のポイント

- ・高張力亜鉛めっき鋼板を用いた無潤滑絞り加工において、セラミックス工具の効果を確認しました。
- ・この結果は、無潤滑絞り加工の実用化の可能性を十分に示しています。

研究の背景

絞り加工とは、図1に示すようにダイスと呼ばれる型にパンチを押し込み、材料をダイスの形状に倣わす加工です。この際、出来上がった製品の表面をきれいに仕上げ、加工の効率を上げるために潤滑油を用いています。しかし、潤滑油は地球環境や人体に対して悪影響を与えるため、潤滑油を使用しない技術の開発が求められています。

本研究では、潤滑特性に優れたセラミックスをダイスとして使い、亜鉛めっき鋼板の無潤滑絞り加工の実現の可能性について検討しました。

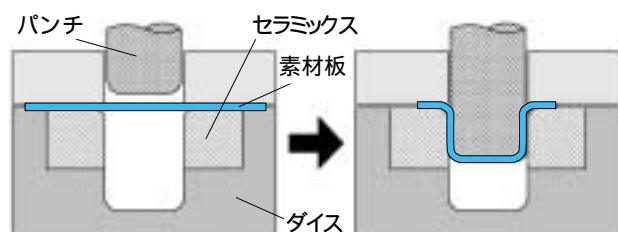


図1 絞り加工概略図

実験方法および実験条件

ダイスの材質として、4種類のセラミックス（アルミナ、ジルコニア、炭化珪素、窒化珪素）および工具鋼（SKD11）を用いました。

被加工材としては、高張力亜鉛めっき鋼板を用いました。被加工材の機械的性質を表1に示します。

表1 被加工材の機械的性質

厚さ mm	引張り強さ MPa	降伏点 MPa	伸び %	表面粗さ μm	ブランク径 mm
0.8	340以上	165以上	35以上	6.170	58～68
1.0	440以上	265以上	30以上	5.505	50～57

実験評価方法

実験評価は、限界絞り比によって行いました。限界絞り比とは、1度の絞り加工で破断することなく絞

れた被加工材の最大深さとパンチ径との比のことです。絞る毎にダイスをラッピングで磨き直した場合と、連続で100枚絞った場合、および潤滑油を用いた場合の3通りを実験しました。

実験結果および考察

限界絞り比の測定結果を図2、図3に示します。

図2に示す高張力が340MPaの高張力亜鉛めっき鋼板ではラッピング後のセラミックスの効果は小さいが、100枚絞り後ではSKD11に比べ限界絞り比が著しく向上しています。また、SKD11で潤滑剤を用いた値と遜色ないところが注目されます。図3の高張力が440MPaの高張力亜鉛めっき鋼板では、高張力が340MPaの亜鉛めっき鋼板に比べて限界絞り比は低くなりましたが、同様の傾向を示しました。

100枚絞り後の限界絞り比がラッピング後に比べて向上するのは、加工中にダイス表面に付着した亜鉛の微細な粒子が固体潤滑剤として作用しているためと考えられます。

以上の結果より、セラミックス工具は潤滑性に優れており、無潤滑絞り加工の実現が期待できます。

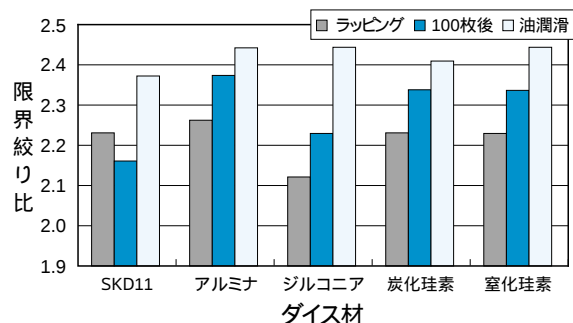


図2 340MPaの亜鉛めっき鋼板の限界絞り比

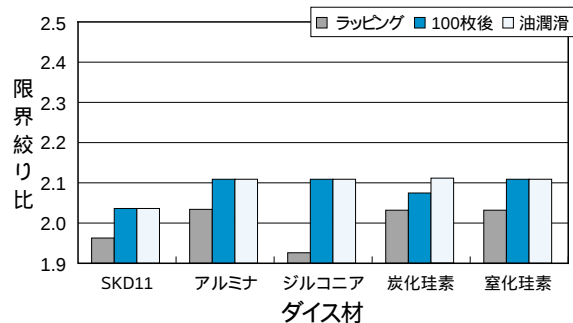


図3 440MPaの亜鉛めっき鋼板の限界絞り比

生産技術部 精密加工技術グループ 西が丘庁舎
基 昭夫 ☎(03)3909-2151 内線467

灰から花を咲かせましょう！ 多孔質材料の開発

都立産業技術研究所

はじめに

2000年の夏、三宅島で大噴火が起こり、大量の火山灰が降り積もりました。当研究所では島の復興支援のため、三宅ガラスの開発や染色への応用など、三宅島火山灰を利用した研究に取り組んできました。

ここでは火山灰を利用して、新たに開発した多孔質材料について紹介します。

多孔質材料とは

多孔質材料は、図1の中央に示すような構造をしています。目に見えないくらい小さな孔が多数あいた物質です。この小さな孔の隙間に様々なイオンや分子を取り込むことができます。

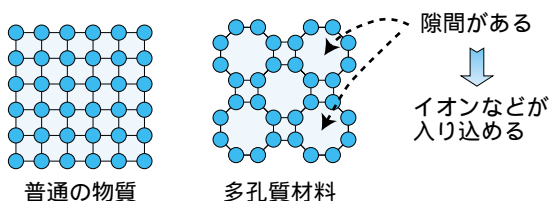


図1 多孔質材料の模式図

つくりかた

製造工程の概略を図2に示します。まず三宅島火山灰とガラス粉末を混ぜ合わせます。これにアルカリ（水酸化ナトリウムなど）を加え、加熱します（水熱合成反応）。反応を早めるため、マイクロ波を同時に照射します。その後、洗浄・乾燥をおこなって製品になります。

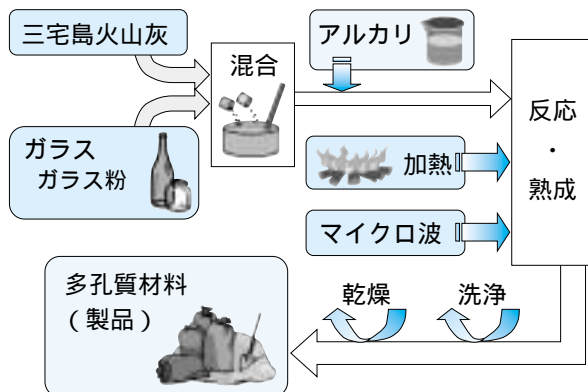


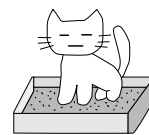
図2 製造工程

利用用途

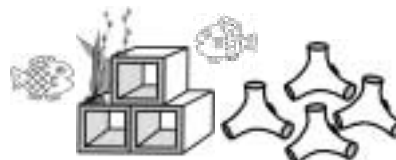
多孔質材料は図3に示すような、さまざまな用途に利用が可能です。小さな孔に肥料成分を取り込むことから、人工土壌や土壌改良剤として利用する



人工土壌・土壌改良材



脱臭剤など



魚礁・護岸ブロック

図3 多孔質材料の利用例

ことができます。また、コンクリートなどの表面に吹き付けることで、魚礁では海藻などが生えやすくなり、護岸ブロックでは微生物が棲みやすくなって、水質浄化の役に立ちます。



火山灰利用研究会（当研究所研究員と中小企業の研究者によって構成された研究会）による実証試験

写真1 屋上緑化用土壌としての実証試験

多孔質材料を人工土壌として利用

屋上緑化用の土壌には、肥料の保持力、保水性・透水性、比較的軽量であることなどの特性が求められます。開発した多孔質材料が人工土壌として実際に利用可能か、当研究所屋上で実証試験を行っています（写真1）。

共同開発企業：株式会社新産業研究所

生産技術部 材料技術グループ 西ヶ丘庁舎

大久保 一宏、田中 実 ☎(03)3909-2151 内線339

3次元CAD/CAEシステムを利用してみませんか

都立産業技術研究所

はじめに

近年、コンピュータを利用して3次元設計を行う3次元CAD(Computer Aided Design)で作成した形状データを、製造工程を支援するCAM(Computer Aided Manufacturing)や、コンピュータで強度・熱解析等を行うCAE(Computer Aided Engineering)で有効活用し、生産工程における効率化を図ろうとする動きが活発になってきています。

3次元CAD等の導入や利用技術に対する関心は高く、当研究所の3次元CAD/CAM/CAEシステムは多くの企業の皆様に活用されています。

3次元CADとCAEの活用事例

当研究所の受託指導事業として、本システムのCADとCAEを利用し、企業の技術者にモデルの設計や解析手法の修得に活用していただいています。その中で、設計開発へ活用した事例を紹介します。

本システムのソフトウェアは以下のとおりです。

CAD: SolidWorks2001 Plus

CAE: DesignSpace V6.0

鉗子の強度解析

外科手術に使用する鉗子の開発において、企業の技術レベルの向上と新製品開発設計への有効性を検証する目的で当研究所のシステムを利用しました。

3次元CAD、CAEを積極的に活用することで、開発を計画している製品の3次元形状の設計及び強度の解析を企業の技術者が行えるようになり、技術力の向上が図れました。3次元CADでは干涉チェック等が視覚的に行え、試作時間の短縮と費用の軽減に有効となりました。また、CAEの利用により強度及び変形量が定量的に評価でき、安全性を高めるとともに材料の選定にも有効に活用することができました。応力の大きさを色の变化で表したものが図1です。

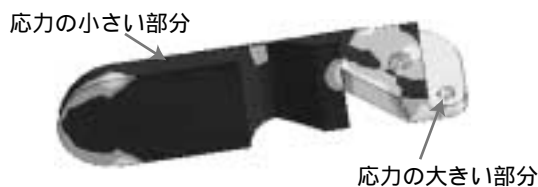


図1 強度解析例

測定計器の熱解析技術の修得

飲料及び工業関係の液体濃度を測定するための耐熱性の測定計器を開発するにあたり、試作モデルに

よる実験は非効率であることから、本システムを利用して、3次元モデルの形状作成と熱解析シミュレーションを行いました。

本システムの活用により、企業の技術者が3次元CADによる形状作成とCAEによる解析を行えるようになり、技術レベルの向上が図れました。既開発品の熱分布測定データとCAEによる解析データを比較検討することで、製品開発に必要な妥当性のあるデータを得られることが検証されました。図2はモデルの温度分布を色の变化によって表した図です。



図2 モデルの温度分布解析例

電極カテーテルの伝熱解析

医療用電極カテーテルにおいて治療の安定性を左右する先端部の伝熱現象については、実験による現象解明に限界があるため、本システムによりシミュレーションを行いました。

その結果、伝熱解析の手法の修得と製品の伝熱特性の解析が行えるようになりました。作成した3次元CADの形状データを用い、定常状態における温度分布の解析を行い、冷却方式の違いによる製品の冷却効果について検討を行いました。図3はモデルの温度分布を示しています。



図3 モデルの温度分布解析例

おわりに

当研究所では3次元CAD/CAM/CAEシステムを用いた研修を実施しています。詳しくは当研究所のホームページ等をご覧ください。皆様のご利用をお待ちしています。

製品技術部 製品科学技術グループ 西が丘庁舎
小金井雅彦 ☎(03)3909-2151 内線433

制振技術とその発展

40年ほど前には、列車が鉄橋を通過する時には、耳が痛くなるような音を立てたものでした。当時と比べれば、橋の近辺での騒音は20デシベル以上、低減されています。これは、防振・吸音・遮音などの対策に加え、ゴムとアスファルト等のブレンドによる制振材を、橋桁にエポキシ系接着剤で貼りつけて振動を抑える対策がとられるようになったためです。

制振とは、振動エネルギーを熱に変換し消散させる効果です。部材の疲労や騒音の原因となる機械装置等の振動を低減します。1930年代にドイツのUボートにおいて、静粛化のため船体壁面に貼りつけた樹脂製のシートが「制振材料」の元祖とされています。その後、米国・英国を中心に、航空・宇宙関係の振動による疲労破壊や、自動車の騒音対策のために、制振技術が発展してきました。

図1のように、1998～2001年の4年間に発表された、制振技術に関係の論文251編を主な内容により分類すると、最近の動向がわかります。

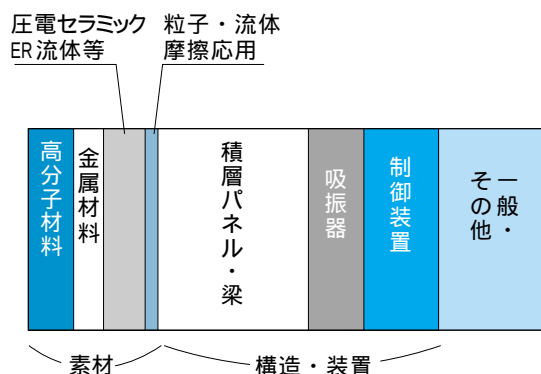


図1 制振技術関係論文の分類

新たな素材

現在、制振材料として活用されている材料は、大半が高分子の粘弾性を応用したものだといわれています。図1の素材に関する論文でも、高分子材料に関するものが最も多くなっています。

これらの材料のうち、鋼板等と積層して用いられる比較的軟らかい材料では、損失係数（制振性能の指標）の増大が目標とされています。そのため、充填材（固形の混ぜもの）として、酸化亜鉛のテトラ

ポッド状のひげが効果的であることなどが示されています。

また、自動車の車体の軽量化のため、カーボン/エポキシによる炭素繊維強化プラスチック（CFRP）等のような、高分子を主体とした構造材を金属に代替させる動きがあります。その際、損失係数に加え、弾性率の増加も重要な目標となります。そして、CFRPとポリエチレンを基本とした軟質の材料の積層化などが報告されています。

金属材料としては、ニッケル・チタン系の形状記憶合金、鉄・マンガン・コバルト系合金による、強度と振動損失という相反する可能性が追求されています。また、ブレーキの騒音を低減するため、灰色の鋳鉄に含まれる、黒鉛薄片の形状と大きさを制御する制振効果の向上についても研究が継続されています。

アクティブ制振

圧電セラミックと制御装置は、アクティブ（能動）制振に用いられるものです。吸振器や積層パネルにもこの技術を応用するものが含まれています。航空・宇宙・ロボットから、自動車等への応用が期待されています。

すでに実用化している例として、図2は、高層ビルのゆれを防ぐため、最上部に設けた装置を示しています。ビルがゆれたとき、おもり（質量）とバネからなる振動系が共振すれば、粘性減衰器によってエネルギーの損失を生じ、振動を小さくできます。この、おもり・バネ・粘性要素の組み合わせを質量ダンパ（動吸振器）と呼びます。図2中では、さらに、センサで検出した振動を元に、アクチュエータ（力の発生器）を強制的に駆動しています。この駆動信号を、コンピュータを用いて、振動を低減するのに最適なように制御します。これが、アクティブ制振です。

従来のパッシブ（受動）制振は、コンピュータによる制御はなく、材料の内部損失のみで振動を減衰させるものです。通常、低周波にはアクティブが、高周波にはパッシブが効果的です。最近は、両者を併用して効果を上げようとする研究が盛んになってきました。

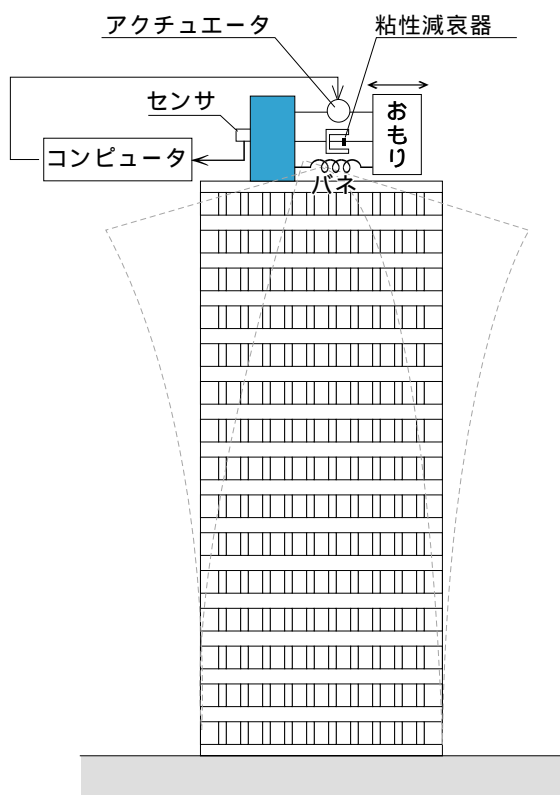


図2 高層ビルのアクティブ制振

摩擦や空気を活用した制振

一見、何の変哲も無い構成で、制振技術の新たな可能性を追求するものとして、粒子・流体・摩擦による制振があります。固体と固体、固体と流体の相互作用を活用するものです。

粒子による制振効果は、振動によってそれらが衝突しあってエネルギーを消散することで得られます。従来、砂や鉛ショット（散弾）等が使用され、重量を増加するデメリットにより、あまり普及していませんでした。しかしながら、苛酷な温度環境にも使用可能な利点があるため、密度の低い材料で効果をあげる方法が研究されています。

また、ボルト締め等による接続部も制振効果を発揮します。そこで、この制振効果を増大するための研究が行なわれています。一例として、使用できる制振手法がきわめて限定されているタービンに対し、ブレード（羽根）の根元に楔を打ち込み摩擦を利用する方法があります。なお、一体成形化や溶接による組み立てが増えているので、制振対策の必要性はますます増大しています。

例えばコンピュータのハードディスク記録を高密度にするためにはディスクの振動を極力低減する必要があります。図3の例¹⁾では、ディスクに近接して、スクイーズ空気軸受板と呼ばれる平板を設置するだけで対策を行なっています。ディスクの振動による空隙の距離の変化に伴い、空気が入り出してエネルギーを消散するものです。これは、スクイーズ（圧縮）ダンパと呼ばれています。原理的には古くから、リベット止めの船体において知られていたガスポンピングと共通したものと考えられます。

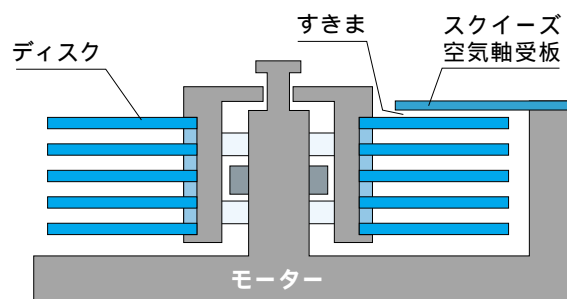


図3 空気によるハードディスクの制振

また、吸音材を用いた制振方法もあります。多孔質の吸音材を薄いパネルに近接して設置すると、パネルの制振効果を著しく高めることも報告されています。パネルの振動によって動かされた空気が、吸音材中でエネルギーを消散するためであると解釈されます。当グループをご利用いただく企業の方が持ちこんだ製品においても、再三、この効果が確認されてきました。航空機の機体や、鋼製の建築部材の制振に役立っています。

中小企業と制振技術

安全で快適な生活・作業環境の確保、製品の品質・付加価値向上に対する、制振技術の必要性や有効性が浸透してきました。今後は、中小企業によるきめこまかな対応がますます期待されます。当グループでは、中小企業の技術者の交流を深める場としての、「制振技術研究会」を支援しております。制振技術に関心のある皆様の入会をお待ちしています。

引用文献

1) 小野京右: 機械学会論文集, 67-660, C(2001), 2491-2497

生産技術部 計測応用技術グループ 西が丘庁舎
高田 省一 ☎(03)3909-2151 内線463

めんの新製品開発について

今日我々が食べるめん製品は、伝統食品として極めて完成度の高いものです。そのため、めんの製品開発というのは、容易なようで実は大変難しいことなのですが、それでも小売店との取引の中で新製品需要が喚起され、従来とは異なる特殊な製品を試みるメーカーが僅かですが、都内にも存在します。

今回はこのような企業の一つである青葉製麺の取組とその製品を紹介いたします。

面白めん製品の数々

青葉製麺ではこの新製品開発という難問に対し、必ず何らかのメリットを新製品の中に織り込むという工夫によって克服してきました。取引先からも高い評価を維持しています。以下にこれらの商品を紹介していきます。

ビール酵母めん

ビールの醸造槽に溜まる褐色のオリのような粘状の液体をめんに加えたものが、ビール酵母めんです。この液は従来廃棄されていたのですが、これを有効活用した結果、めんに風味と栄養価を与えることになりました。「○○うどん(ビール酵母入り)」という名称で販売されており、「ビール酵母うどん」としているところもあります。うどんとそばの2種類で、いずれもビール風味が残り、開封するとよい香りが漂ってきます。今のところ限られた店舗での販売ですが、売れ筋商品とのことです。



写真1 ビール酵母入り生うどん 写真2 ビール酵母入り生そば

赤唐辛子めん

唐辛子のカプサイシンが注目を集めていますが、本品は唐辛子粉末をそのままめんに練り込んだもので、茹であがりも鮮やかな、逸品中華めんです。小麦粉との混和により刺激が和らぐのでしょうか。食べた感じでは辛みを強く受けないのが不思議なくらいです。本来ならスープに入れる唐辛子をめんに加えたところに面白さがあり、唐辛子の有効成分を無駄なく利用する上で、好都合といえるものでしょう。



写真3 赤唐辛子めん

大豆微粒子粉入り蒸しめん

生大豆を10μm以下に粉砕すると消化吸収がよくなるといわれています。ところがこのような微粒子は軽いので、混合操作が容易ではありません。これを特殊な工夫により、めんの中に均質に混ぜ込むことに成功したのがこの品です。蒸しめん(焼きそば)にしたのは、大豆の有用成分が茹でたときに溶出しにくいようにとの配慮からです。大豆の風味がよく残り、栄養価値の高い製品となりました。



写真4 大豆微粒子入り蒸しめん

ピーナッツ入り中華めん

ピーナッツをペーストにしてめんに入れると、色合いが深みを帯び、味も濃厚なものとなります。本品は千葉県産のピーナッツを中華めんに加えたもので、めんに特有の旨味があるのが特徴です。

ピーナッツのようなものをめんに加えると、普通は結着力が弱くなってめんが造りにくくなるのですが、しっかりとしためんに仕上げられました。苦心の作といえるものでしょう。



写真5 ピーナッツ入り中華めん

以上紹介した製品は、青葉製麺のオリジナル品の一部にすぎません。ほかに面白いめんがたくさんあり、これからも青葉製麺では製品開拓をどんどん進める予定とのことです。次の面白めん製品に期待したいものです。

都立食品技術センター

研究員 有田 俊幸 ☎(03)5256-9079

はじめに

最近の吸音材料として、新素材やリサイクル品を利用した吸音材料が注目されています。これらの吸音材料の評価に「垂直入射吸音率測定装置」がよく利用されます。

吸音材料の評価には「残響室法吸音率」が一般的に使われますが、これには10数m²の面積の試料が必要になります。その点「垂直入射吸音率」では、少量の試料で試験が可能なので、製品開発段階での評価には有効です。

測定装置

垂直入射吸音率は、材料に音波が垂直に入射した場合の吸音率です。測定には図1に示すように音響管とアンプ、スピーカ、プローブマイクロホン、周波数分析装置等を使用します。管の一端に試料を装着し、他端から音波を発生させます。試料に入射した音波は一部が吸収され、残りが反射します。入射波と反射波の合成により定在波が生じます。この定在波のパターンを測定することにより吸音率が測定できます。

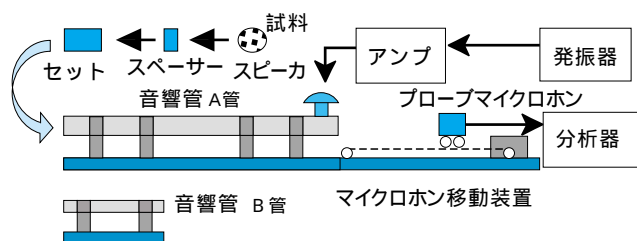


図1 垂直入射吸音率測定装置の概要

測定には

当所の測定装置は、吸音率測定方法の基準の一つの、JIS A 1405 (1998)「音響 - インピーダンス管による吸音率及びインピーダンスの測定 - 定在波比法」に準拠した測定ができます。音響管はA管（内径：91.6mm、全長2,160mm）とB管（内径：40.0mm、全長510mm）があり、測定可能周波数がそれぞれ100～2000Hz、800～5000Hzとなっています。

試料は、測定したい周波数範囲に対応した管の内径にあわせて円形に切り出し、スペーサというリングに装着して管端に取り付けます。写真1は試料として切り出したグラスウール、写真2はスペーサに取り付けたところです。

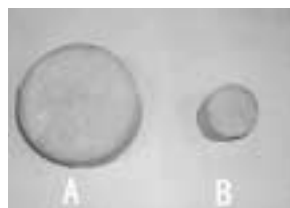


写真1 試料

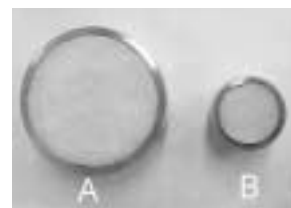


写真2 スペーサに取り付けた試料

測定結果

図2は、測定結果の一例としてグラスウールの吸音率を示したものです。グラスウールに代表される多孔質吸音材料では、このように周波数が高くなるに従って音をよく吸収する傾向があります。

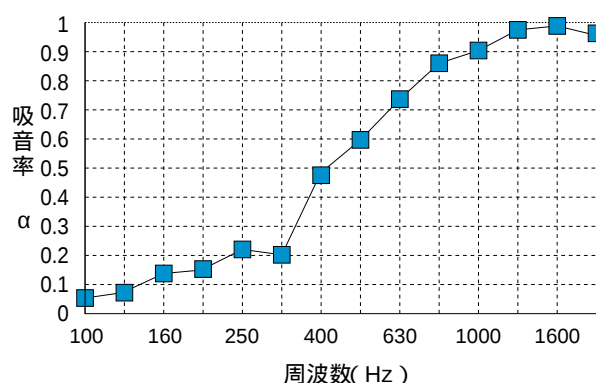


図2 測定結果の例（グラスウール、A管）

更に、必要に応じて、試料の特性インピーダンスや伝搬定数を求めることもできます。特性インピーダンスとは、試料の密度と試料内での音の速さを掛けた値です。一方、伝搬定数とは、試料内での音波の減衰と位相を表した値です。これらのデータから、試料内での音の伝わり方が分かるので、試料の吸音特性改善に役立てることが出来ます。

お問い合わせは

垂直入射吸音率の測定については、依頼試験のほか受託試験、受託研究等の対応もしています。また、吸音特性の改善についてのご相談もお受けしています。お気軽にご相談下さい。

生産技術部 計測応用技術グループ 西が丘庁舎
平間 麻子、神田 浩一 ☎ 03)3909-2151 内線462

皮革の摩耗強さ

天然皮革は、感触が良く、吸・放湿性に優れ、丈夫で長期間の使用に耐えられる等の特性があることから、ライダースーツや自動車シートの素材として用いられています。これらの用途に用いるためには、厚みと強度がある成牛革に、厚く仕上げが施され、堅ろう性を高めた素材が作られています。靴用革やハンドバッグ用革等とは比較できないほどの厳しい条件に耐えられる必要があり、品質管理が重要です。

素材に要求される重要な物性のひとつに、表面の耐久性があります。素材表面の耐久性を調べる方法が、摩耗強さの試験です。摩耗強さは、皮革のJIS規格には定められていませんが、当センターには、テーパー形とカスタム形（ユニバーサル形）の二種類の摩耗試験機があり、お客様の要望に合わせて依頼試験で使用しています。

テーパー形摩耗試験機

テーパー形摩耗試験機は、直径13cmの円形試験片を固定した試料台が回転し、左右二個の摩耗輪によって試験片表面が削られる構造になっています（写真1）。



写真1 テーパー形摩耗試験機

試験片の用途により、摩耗輪の種類、摩耗輪にかかる荷重を選び、所定の回数を摩擦します。荷重は、2.45N(250gf)、4.90N(500gf) および9.81N(1000gf)の3段階に変えられます。試験終了後に、試験片の質量や厚さの減少で評価する場合と、摩耗部分を変退色用グレースケールで評価場合があります。最近の当センターの依頼試験では、バレエシューズ用革、靴裏革、ハンドバッグ用革等の依頼が中心です。

また、自動車シート用革では、摩耗輪としてCS10を選び、荷重4.90Nまたは9.81Nで、1000～2000回摩擦後に変退色用グレースケールで摩耗部分を評価します。各社において社内規格として受け入れ基準が決められ、取引されています。規格値の例としては、荷重4.90N、1000回摩擦で4級以上、荷重9.81N、2000回摩擦で3級以上があります。

カスタム形摩耗試験機

カスタム形摩耗試験機は、円形に裁断した試験片をゴム膜の上にのせ、空気圧でふくらませ、研磨紙で摩擦する構造になっています（写真2）。



写真2 カスタム形摩耗試験機

摩擦回数100回について試験片が1回転するので、多方向に摩擦できます。試験片の用途により、研磨紙の種類、押圧荷重（試験片に垂直の方向にかかる荷重）を選び、試験片が摩耗して穴が開くまでの回数を測定することにより、摩耗強さを求めます。

カスタム形摩耗試験の依頼は、ライダースーツ用の牛革が中心です。ライダースーツ用革では、繊維の試験で用いられている研磨紙に比べて目の粗いAA50の研磨紙を用います。押圧荷重15.56N(1.587kgf)、空気圧27.6kPa(0.281kgf/cm²)の条件で試験し、試験片に穴が開くまでの摩擦回数、厚さ減少率、重量減少率を求めます。ライダースーツ用革では、厚さ1.2mmで、穴が開くまでの回数が500回以上の摩耗強さが必要とされています。

研究室 寺嶋眞理子 ☎(03)3616-1671

【産業技術研究所】

産業技術研究所の催事紹介

・「技術セミナー」

産業技術研究所の研究成果を紹介します。

日 時 平成14年9月30日(月) 13:00～

会 場 東京都議会棟都民ホール

・「テクノTOKYO2002 in Shinjuku」

産業技術研究所初の展示会です。企業との共同開発品などを多数展示紹介します。

日 時 平成14年9月24日(火)～10月1日(火)

(土日は除きます)

会 場 東京都議会棟都政ギャラリー

以上は予約不要、参加自由です。直接会場に

・八王子庁舎一般公開

日 時 平成14年10月9日(水) 9:30～

10日(木) 16:00

会 場 産業技術研究所八王子庁舎

第40回全国繊維技術交流プラザも同時期に開催します。

問い合わせ 八王子庁舎 ☎(0426)42-7175

研修・セミナー

クリーン環境技術

半導体関連、精密、印刷、食品、医療機器工業等の、クリーン環境での作業の必要性和室内環境におけるマイナスイオンについて企画致しました。

日 時 平成14年9月20日(金) 9:30～17:15

会 場 都立産業技術研究所(西が丘庁舎)

内 容

[講義]

- ・クリーンルームシステムの概要と最近の動向
(株)日立空調システム 北林 厚生
- ・クリーンルーム用各種機器の発塵性試験及びオゾン濃度試験
都立産業技術研究所 殿谷 保雄
- ・空気イオンの測定技術と応用例
大阪府立産業技術総合研究所 山本 貴則
- ・空気マイナスイオンの生体に及ぼす影響
東京都立大学理学研究科 琉子 友男

定 員 60名

受 講 料 3,000円

申 込 期 限 9月12日(木)

高齢者・福祉機器の開発技術

高齢社会対応型製品の企画から生体計測機器による測定とその応用まで、実践的な解説を行います。

日 時 平成14年10月8日(火) 9:30～16:30

会 場 都立産業技術研究所(西が丘庁舎)

内 容

[講義]

- ・高齢者・福祉機器の企画と技術
都立産業技術研究所 三好 泉
- ・機器による生体計測とその応用事例
都立産業技術研究所 河村 洋
- ・設計・開発に役立つ計測と活用
都立産業技術研究所 大久保富彦

定 員 60名

受 講 料 無料

申 込 期 限 10月1日(火)

形状の精密測定

2001年改定の表面粗さ関連JISの解説と、形状の精密測定について、講義・実習を行います。

日 時 平成14年11月7日(木) 9:45～17:00

会 場 都立産業技術研究所(西が丘庁舎)

内 容

[講義]

- ・加工品の形状測定技術
都立産業技術研究所 樋田 靖広

[実習]

- ・表面粗さ測定、形状測定
都立産業技術研究所 職 員

定 員 10名

受 講 料 5,100円

申 込 期 限 10月1日(火)

はじめての表面処理

工業製品に利用されている種々の表面処理について、講義と実習で易しく解説します。はじめて学ぶ方、今後利用しようという方にも非常に参考になる内容です。

期 間 平成14年11月12日(火)～11月26日(火)

5日間(講義18時間、実習12時間)

時 間 9:30～12:30、13:30～16:30

会 場 都立産業技術研究所(西が丘庁舎)

内 容

[講義]

- ・腐食と表面処理
東京都多摩中小企業振興センター 田中 慎一
- ・電気めっき
都立産業技術研究所 土井 正
- ・無電解めっき
都立産業技術研究所 水元 和成
- ・アルミニウムの表面処理
都立産業技術研究所 田村 和男
- ・鋼の熱処理による表面処理
都立産業技術研究所 仁平 宣弘
- ・PVD、CVDとイオン注入
都立産業技術研究所 三尾 淳
- ・溶融による表面処理とこれからの表面処理
都立産業技術研究所 佐藤 健二

[実習]

- ・電気めっきと無電解めっき
- ・アルミニウムの陽極酸化
- ・真空を利用した表面処理
- ・皮膜評価
都立産業技術研究所 職 員

定 員 20名

受 講 料 19,800円

申込期限 10月11日(金)

設計者のための3次元CAD/CAM利用技術

3次元CAD/CAM利用技術を実習を通じて短期間に修得していただきます。

期 間 平成14年11月11日(月)～11月15日(金)
水曜を除く4日間(講義2時間・実習18時間)

時 間 10:00～12:00, 13:00～16:00

会 場 都立産業技術研究所(西が丘庁舎)

内 容

[講義]

- 3次元CAD/CAMの概要
- CAD/CAE利用技術

都立産業技術研究所 松田 哲

[実習]

- CADアセンブリ検証
- CAM基礎演習

都立産業技術研究所 職員

- 設計テーブル
- IGESインポート
- コラボレーションツール利用技術
- モールド設計
- (株)住友金属システムソリューションズ 望月 瑞穂
- CAM演習
- CAD/CAM総合演習
- (株)住友金属システムソリューションズ 鈴木富士雄
- 使用するソフトウェア CAD: SolidWorks,
CAM: ESPRIT

定 員 20名

受 講 料 13,200円

申込期限 10月8日(火)

資源環境技術

環境への負荷を極力軽減させる循環型生産技術について、実習中心の研修を行います。

期 間 平成14年11月7日(木)～11月28日(木)
10日間(講義3時間・実習27時間)

時 間 17:00～20:00

会 場 都立産業技術研究所(西が丘庁舎)

内 容

[講義]

- 有害物質の発生抑制と環境対策

(株)循環資源研究所 村田 徳治

[実習]2つのグループに分けて行います。

グループ1「工場排水処理法と環境管理」

- 排水処理法と規制物質の定量法
(凝集沈殿法、生物処理法、光触媒法による処理技術。
有機体炭素、全窒素、重金属などの機器分析技術)
- 土壌・スラッジの組成分析
(蛍光X線分析法による機器分析等)

都立産業技術研究所 職員

グループ2「建材の再利用技術と環境評価」

- 建材の製造と物性評価・ホルムアルデヒド放散量の評価
(パーティクルボード、合板の製造実習、ホルムアルデヒドの放散量測定)
- 建材のかび抵抗性の評価・防かび法の検討

都立産業技術研究所 職員

定 員 10名

受 講 料 25,500円

申込期限 10月7日(月)

最近の照明と光利用技術

照明や光に関しての基礎から応用、トビックス、測定技術などについて幅広く解説すると共に、測光・測色の実習を取り入れた講習会を企画いたしました。

期 間 平成14年10月22日(火)～11月5日(火)
5日間(講義20時間・実習10時間)

時 間 9:30～16:30

会 場 都立産業技術研究所(西が丘庁舎)

内 容

[講義]

- 照明の基礎 都立産業技術研究所 岩永 敏秀
- 赤外線・紫外線の利用 都立産業技術研究所 中島 敏晴
- 色彩の基礎 都立産業技術研究所 實川 徹則
- 照明器具の温度測定 都立産業技術研究所 林 国洋
- 最近のディスプレイ開発動向
(株)日立製作所 長江 慶治
- 最新のLEDの開発動向 山口大学 田口 常正
- 光源と照明器具の測定技術
都立産業技術研究所 山本 哲雄
- 測光機器の原理と測定ノウハウ
(株)トプコン 戸沢 均
- 光源の歴史と技術動向
(社)日本電球工業会 河本康太郎
- 世界の文化とあかりのデザイン
日本大学 山家 哲雄

[実習]

- 照度及び輝度計による測定技術
(株)トプコン 野田 啓
- 測色計活用の実際 ミノルタ(株) 鶴川 浩一
- 各種測定器による光の測定技術
都立産業技術研究所 職員

定 員 20名

受 講 料 19,800円

申込期限 9月13日(金)

情報化時代のJava活用技術

Javaアプリケーションを開発するために必要なJavaプログラミング手法を分かりやすく解説し実習を行います。

期 間 平成14年10月15日(火)～11月14日(木)
12日間(講義15時間・実習45時間)

時 間 9:30～16:30(講義、Java言語の基礎)
15:00～20:00(JAVA言語の応用実習)

会 場 都立産業技術研究所(西が丘庁舎)

内 容

[講義]

- 情報技術の基礎
東京都立大学 大学院工学研究科 教授 岩崎 一彦
- Java言語の概要と実際
サン・マイクロシステムズ(株) 渡辺 和樹
- Javaプログラミング ビゼ(株) 鈴木 智

[実習1:Java言語の基礎]

- 基本文法(変数定義、制御構文、他)

- オブジェクト指向プログラミング
(クラス、メソッドの定義、他)
 - Javaアプレット
 - ファイル入出力
 - TCP/IP通信プログラミング
- [実習2: Java言語の応用実習]
- RS-232C通信プログラミング
 - マイコンボードの遠隔制御

都立産業技術研究所 職員

定 員 20名
受 講 料 51,000円
申込期限 9月12日(木)

申込み方法

各事項ご記入の上Fax又は電子メールでお申込みください。

研修名

受講者名(フリガナ) 職務内容

勤務先名(フリガナ) 〒・所在地、Tel Fax

都内事業所名、所在地

従業者数、資本金(万円)、主要製品名

Fax(03)3909-2270

電子メール kenshu@iri.metro.tokyo.jp

ホームページからの申込みは <http://www.iri.metro.tokyo.jp>

問い合わせは

都立産業技術研究所 技術企画部 研修担当

〒115-8586 東京都北区西が丘3-13-10 ☎(03)3909-8103

繊維製品のクレーム防止 — 快適素材と評価について —

快適素材の評価及び繊維製品のクレーム事例やその原因究明方法について解説します。

日 時 平成14年9月26日(木) 13:30 ~ 17:30

会 場 都立産業技術研究所 墨田庁舎(実習室)

東京都墨田区横網1-6-1 KFCビル12F

内 容

- 快適素材と評価 日清紡績(株) 傍島 光郎
- 繊維製品のクレーム事例

都立産業技術研究所 大泉 幸乃

定 員 50名

受 講 料 1,700円

申込期限 平成14年9月19日(木)

問い合わせ先 都立産業技術研究所(墨田庁舎)

墨田分室 機能評価担当 大泉

〒130-0015 東京都墨田区横網1-6-1 KFCビル12F

☎(03)3624-3817 FAX(03)3624-3733

アパレル製品企画のためのCG活用

Macパソコンで、生地の色合わせシミュレーションや服のハンガーイラストなどを作成します。

日 時 第1回 平成14年10月17日(木)

第2回 平成14年10月18日(金)

9:30 ~ 12:00・13:00 ~ 16:30

(講義2時間・実習4時間)

会 場 都立産業技術研究所(墨田庁舎)

内 容

[講義と実習]

- Macパソコン操作の基礎、CG作成の基礎
- 実物生地から配色替えの作成、テキスタイルデザイン作成(ストライプ、水玉、チェック)

都立産業技術研究所 大橋健一、小高久丹子

- アパレルアイテムのハンガーイラスト(平絵)の作成

- 線画イラストに、柄をはめ込み合成

都立産業技術研究所 阿保友二郎、秋田 実

定 員 各回6名

受 講 料 5,100円

申込期限 9月5日(木)

問合わせ先 東京都立産業技術研究所(墨田庁舎)

アパレル技術グループ 大橋・阿保

〒130-0015 東京都墨田区横網1-6-1 KFCビル12F

☎(03)3624-3996 FAX(03)3626-5295

【食品技術センター】

技術者研修会

食品製造工程管理における簡易測定

日 時 9月13日(金) 10:00 ~ 16:00

内 容 生物的汚染(ATP)・蛋白質汚染などに関する講義と実習

場 所 当センター7階会議室・6階実験室

受 講 料 3,800円(当日受付)

定 員 16名(定員を超えた場合は抽選)

申込み方法 参加申込書でFAX又は郵送で受付

申 込 期 限 8月29日(木)

問合わせ先 都立食品技術センター普及担当

〒101-0025 東京都千代田区神田佐久間町1-9

☎(03)5256-9251 FAX(03)5256-9254

【城南地域中小企業振興センター】

非破壊検査技術入門

非破壊検査は、物を壊さずに検査する方法で、材料中の割れや巣の検出、完成品の内部検査のための強力な手段です。

日 時 10月4日(金)、9日(水) 全2日間

会 場 当センター 2階 研修室

内 容 非破壊検査概論、放射線検査、磁粉探傷、浸透探傷、超音波探傷の講義及び実習

定 員 30名

受 講 料 3,700円

申込方法 参加申込書をFAX又は郵送で受付

申込期限 9月27日(金)

問合わせ先 技術開発支援室 担当 伊藤

〒144-0035 大田区南蒲田1-20-20

☎(03)3733-6233 FAX(03)3733-6235

2003年テキスタイル素材傾向

全体傾向

昨年の秋アメリカで起きた同時多発テロは、世界中の人々に大きなショックを与え、その後のファッション産業も少なからぬ影響を受けました。国内でも政治不信、経済の回復力に対する落胆等、混沌と不安感から抜け出せない状況が続いています。こうした社会背景の中で人々は、変化より優しさや平穏を求める方向、明るい兆しを求める意識等が高まっています。テキスタイル素材傾向もこの流れを受け、癒し（心地よさ・リラックス）、機能性（健康志向・快適性）、ファイン（繊細さ・しなやかさ）、上質感（ゆとり・知的・高級感・伝統）、自然回帰（素朴・民族性）等がキーワードとなりそうです。

素材傾向

癒し 自分自身の心地よさや充足感を得るためのこだわりある素材です。無農薬栽培の高級コットン、ビンテージ感覚のデニム、着心地や肌触りの良さでリラックスできる、ニット・ローシルク等、ナチュラルで質の良い素材が特徴です。

機能性 スポーツ競技用に開発され進化した素材や、撥水・吸汗・抗菌・蓄熱等、快適性を追求した素材は人々の健康志向を満足させます。

ファイン フェミニンな感覚は継続しますが、甘く、ナイーブな感覚からスポーティでシンプルな感覚にかわいらしさをプラスした方向へ移行していきそうです。軽さ、薄さ、ハリ等の素材感が求められるためシルク、オーガンジー、ストレッチ性のある綿素材等が重要視されそうです。

上質感 繊細できめ細かく綺麗な素材感が求められます。洗練され上質な綿・麻・ウールやシルク等の高級天然素材等でシンプルでモダンな雰囲気を表現することが大切です。

自然回帰 和のテイストや素朴な民俗調等の伝統的な素材やビーズ、刺繍、スパンコール等を施したハンドメイド感覚の素材。また、環境を重視した視点から開発された、廃棄すると土に戻る生分解素材やGパン等のデニム裁断くずから、染色されているブルーの糸を活かし、再び新しい糸として活用するリサイクル素材等は、自然や人にやさしい素材として注目されています。

都立産業技術研究所 製品技術部

テキスタイル技術グループ 八王子庁舎

小林 洋子 ☎(0426)42-2778



TECHNO 試験研究機関技術ニュース
TOKYO 21
テクノ東京21

2002年8月号
通巻113号

（転載・複製を希望する場合は、
創業支援課までご連絡ください。）

発行日 / 平成14年8月15日（毎月1回発行）
発行 / 東京都産業労働局商工部創業支援課
〒163-8001 東京都新宿区西新宿2-8-1
☎(03)5321-1111 内線36-562

登録番号 (13) 255

編集企画 / 東京都立産業技術研究所
東京都立皮革技術センター
（財）東京都中小企業振興公社
東京都立食品技術センター
東京都城東地域中小企業振興センター
東京都城南地域中小企業振興センター
東京都多摩中小企業振興センター

企画・印刷 / 株式会社 外為印刷

R70

古紙配合率70%再生紙を使用しています

本誌は、石油系溶剤を含まないインキを使用しています