No.662
3
2006
月刊 名工研 技術情報
名古屋市工業研究所
MEIKOUKEN TECHNICAL INFORMATION

「環境都市なごや」を実現する、工業研究所の環境に対する取り組み

1997年の地球温暖化防止京都会議（第３回気候変動枠組条約締約国会議（COP３））で議決された「気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書」（2005年２月16日発効）により、地球温暖化の原因となる温室効果ガスを2012年までに日本国は1990年を基準として６％の削減を行うことになりました。

名古屋市は、地球温暖化防止に取り組むため、1997（平成９）年11月に「2010年までに、二酸化炭素排出量を1990年水準から10%削減することに努める」という目標を掲げました。

工業研究所では、2002（平成14）年２月に「エンジニアリング・研究開発及び公共行政」の分類で、環境マネジメントシステムの国際規格であるISO14001の認証を取得しました。取得後、環境マネジメントシステムの効果的な運用を図り、研究所における環境管理活動を推進して、継続的な環境改善に努めています。主な環境マネジメントシステムの取り組みとしては、電気、上水、都市ガス使用量の抑制、コピー用紙の削減、分別の徹底による資源・廃棄物の発生抑制と減量化・リサイクルの促進、グリーン購入の推進、試薬及び高圧ガスボンベの管理徹底、環境関連研究の推進、中小企業技術者研修における環境の視点に立った工業技術に関する講義の実施などです。

環境マネジメントシステムは、３年目の更新審査を経て、現在４年目の定期審査を終えたところです。この間の取り組みによって、工業研究所職員の環境に対する意識は大きく変わりました。環境マネジメントシステムを運用し、PDCAサイクル（Plan, Do, Chech, Action：計画、実施、点検、是正のサイクル）を繰り返すことで、実績数値的にも資源・エネルギーの節約に大きな成果を上げています。

具体的には、過去の実績に比べて、電気で87%、都市ガスで80%、コピー用紙で81%、一般廃棄物で59%、冷却水を循環型にすることなどの対策により、上水では38%に使用量を減らすことが出来ました。これらを全て二酸化炭素排出量に換算すると、年間で約217トンの二酸化炭素を削減したことになります。

昼休みの消灯、冷暖房運転時間の短縮、使わないOA機器の停止など、身近なところで出来ることを一つ一つ積み重ねることで、持続可能な社会を実現することができます。今名古屋市では、220万市民の「もういちど！」大作戦として、「みんなでへらそうCO_2」エコライフ宣言を行い、暖房温度をもういちど（１℃）下げるなど20のエコライフチャレンジメニューを実践する運動に取り組んでいます。工業研究所の職員は率先してエコライフ宣言を行い、限りある資源を大切にして地球温暖化を防ぎ、「環境都市なごや」を実現していきます。

（研究企画室　主幹　粟生　雅人）
TEL（052）654-9862

技術解説

磁気研磨の加工メカニズム

磁気研磨法は、強磁性粒子と硬質の砥粒を一体化させて磁気吸着し、パイプ内面の研磨や複雑形状部品のばり取りを行う精密加工法です。

砥粒の動きは、磁場中に置かれた強磁性粒子に作用する磁力に支配されるため、磁場の強さや磁場勾配ばかりでなく、使用する粒子の磁気物性や砥粒の混合比も加工能力に影響します。したがって、砥粒が工作物のばりや凹凸を効率よく除去し加工がうまく進展するためには、強磁性粒子と砥粒の構成を最適にすることが必要となります。

磁気研磨法の基礎的な研究が進められていた段階では、砥粒と強磁性粒子を混合し焼結、溶融などの方法で結合した特殊な粉体を使用していました。この一体型磁性研磨材は粒径100μm程度で、一つの塊の中に５μm程度の大きさの砥粒（多くはアルミナ）と、同じく５μm程度の鉄粉が混在しています。そのため、塊内部の鉄粉に磁力が作用し、表面に顔を出した砥粒が研磨を行うことで磁気研磨が実現できるというものでした。

その後、強磁性粒子だけを吸着させ、砥粒粉を懸濁させた研削液を加工部位に供給し研磨を行っても、一体型磁性研磨材の場合と同等かそれ以上の研磨量が得られることがわかりました。この単純混合磁性研磨材を用いた方法は、砥粒の粒度を用途に合わせて容易に選択でき、コストも安いので、磁気研磨法を実用化している現場ではほとんどこの方式が選択されています。

さて、通常のラッピング、ポリシングでは、研磨量が工作物と工具の相対速度、圧力、時間に比例するという経験則（プレストンの法則）が知られています。この法則で研磨量に影響を及ぼすとされる物理量のうち、相対速度と時間は磁気研磨法においても明快に確認できますが、工作物に対し実際に作用する圧力については未だ議論がなされています。

圧力を発生させるのは強磁性粒子に作用する電磁力であり、冒頭で述べたように磁場の強さ、磁場勾配、強磁性体粒子の磁化率と混入比率などによって定まります。したがって、磁極に磁性研磨材を吸着させ、磁極と工作物との間隔や、電磁石であればその励磁電流値などの条件を加工時と同じ値に設定した段階で加工中と同じ圧力が発生することになります。

ところが、加工圧力の合計値である垂直荷重を測定してみると、相対運動を開始した瞬間に荷重が大きく跳ね上がることが確認されました。垂直荷重の測定事例を図に示します。

加工開始とともに研磨抵抗の法線分力が作用し、それに応じて圧力が増加するのは理解できます。しかし、法線分力を含む垂直荷重と釣り合うべき電磁力は静止中と何ら変わらないはずです。

このような現象が見られる理由として、相対運動の影響で吸着された強磁性粒子の配列が変わり、強磁性粒子の凝集体としてみかけの磁化率が増加することが考えられます。しかし、それだけでは図のような大きな圧力増加は説明できません。現在、粒子間の摩擦が圧力増加に影響しているものと想定して、研究を進めています。

このように磁気研磨法については基本的な加工特性に関する部分にも明らかになっていない現象があります。磁気研磨加工の適用を検討されている企業の方々が容易に適用条件を見いだせるように、当所では加工特性に関する知見の蓄積にも取り組んでいます。

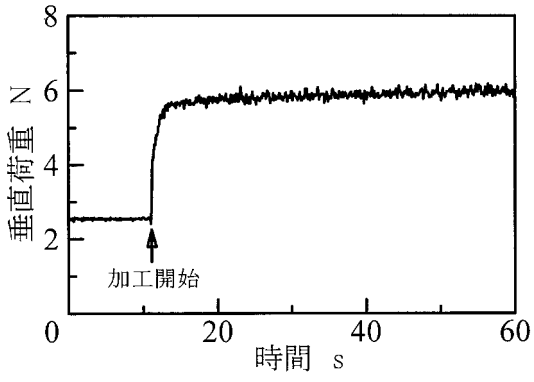

図　磁気研磨加工中の加工圧による荷重

（機械システム研究室　夏目　勝之）
TEL（052）654-9849

研究報告

熱・温度に関する材料物性評価法の開発

今日の情報化社会では、パソコンや携帯電話をはじめとした様々な電子機器が利用されるようになっています。これらの機器では、小型化あるいは高性能化に伴う発熱量の増加が深刻な問題になっています。実際、電子部品は熱に対して脆弱なものが多く、使用温度が10℃上昇すると寿命が半減するとまで言われています。一方、電子機器の製品開発のサイクルは年々早くなっており、開発期間の短縮と開発コストの削減が求められています。このため、シミュレーションによる熱対策技術、いわゆる熱設計を製品開発に活用する例が増えています。このような背景から、当所では、コア技術の主要研究として、「熱・温度に関する材料物性評価、熱設計技術」に取組んでいます。ここでは、電子材料に対応した熱物性評価法の開発事例を紹介します。

シミュレーションによって温度や熱の流れを予測するためには、機器を構成する材料の熱物性値を予め把握しておく必要があります。一方、電子機器の小型化あるいは高密度実装化の必要から、電子材料として薄膜材料が用いられていますが、これらの物性値は、バルク材料と異なることが指摘されています。これは、薄膜を周期的に積層した超格子材料や基板上に作製した薄膜のように、界面を持つ材料では、界面の構造が熱物性に大きな影響を及ぼすためです。例えば、超格子材料の各層間には、格子歪みや化学組成の乱れを伴った厚さ２～３nmの界面領域が存在します。また、Si基板上のSiO_2薄膜では、化学結合力の違いによって生じる格子緩和を伴う領域が界面に存在します。

本研究では、金属薄膜における熱伝導性と界面構造との関係を明らかにするため、基板上に作製した白金薄膜の熱物性測定ならびに構造解析を行いました。ここでは、基板上の一部分に試料を作製したうえで、基板部分と試料部分の測定を同時に行い、試料部分からレーザー光吸収用の黒化膜及び基板の寄与を差し引くことによって、薄膜の物性値を求める方法を用いました（図１）。その結果、従来は測定が困難であった膜厚100nm以下での測定も可能になり、白金薄膜の熱伝導率は、膜厚が小さくなるとともに減少することが明らかになりました（図２）。

また、試料の構造解析から、試料の結晶粒サイズは、界面近傍では小さく、界面から離れるに従って大きくなっていることが明らかになりました。そして、この界面領域の構造変化によって、熱伝導率に膜厚依存性が生じることが分かりました。

以上の結果から、基板上に作製された薄膜では、界面領域の微細構造を考慮して熱物性を解析し、評価することが重要であるといえます。

当所では、これらの技術を活用し、共同研究、受託研究、依頼試験、技術相談等を通して、製品開発ための技術支援を行っています。皆様のご利用をお待ちしています。

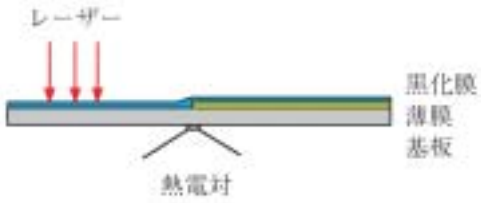

図１　熱物性測定法

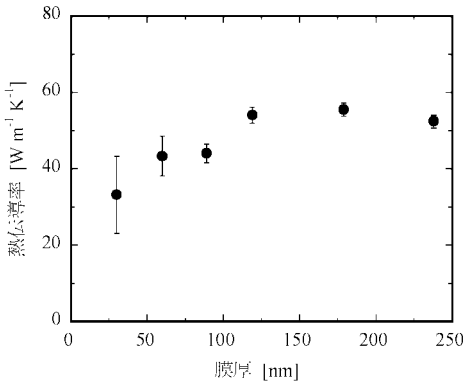

図２　白金薄膜の熱伝導率と膜厚の関係

（制御技術研究室　高橋　文明）
TEL（052）654-9928

技術支援

工業研究所活用事例

当所は、地域に根ざした頼りがいのある中核研究機関を目指すとともに、積極的に技術開発をしようとする企業のみなさまとともにそれぞれのオンリーワン技術の開発に取り組んでいます。

お気軽に当所をご利用いただく参考として、過去に技術支援した事例を紹介します。

溶接部の内部欠陥による破損

業種：機械・金属
目的：製品の破損原因調査

問い合わせ先
金属技術研究室
（052-654-9880）

金属製品の溶接部近傍から生じた破損原因について相談を受けました。溶接は、溶融金属が流出しないように開先周囲を銅製当金で囲み、連続的にアーク溶接するエンクローズ溶接法で行われていました。

破面や製品内部の組織について調べたところ、溶接部と母材との境界および溶着金属部に空孔とスラグが認められました。これは多層溶接によって生じたスラグの巻込みによる内部欠陥で、この部分を起点にして疲労でき裂が進展したのち脆性的に破壊していました。

溶接施工では、厚板のみならず薄板溶接でも１パス毎に溶接部をきれいにし、内部欠陥のない健全な溶接継手を得るように助言しました。

空調機フィルターの詰まりの原因

業種：機械・金属
目的：トラブル対策

問い合わせ先
材料評価研究室
（052-654-9855）

工場の空調機のフィルターに異物が詰まり易くて困っている。原因を解明して対策をとりたいという相談を受けました。

フィルターには黒いすすのようなものが多量に付着しています。すす状のものを蛍光Ｘ線分析で調べてみると、炭素のほか鉄鋼や砂埃に由来すると思われる元素が検出されました。また、赤外吸収測定では油分によるものと思われる吸収が確認されました。この結果をもとに工場を点検してもらったところ、空気圧縮機からのオイルミストや鋼材の加工工程から出る金属微粉末が原因と推定されました。そこで、早速対策を講じてもらい、フィルターの交換頻度を低減させることができました。

プラスチック成形品に使用される耐候剤の調査

業種：化学・窯業
目的：トラブル対策

問い合わせ先
資源技術研究室
（052-654-9887）

ポリプロピレン製品が屋外で使用されたところ、日光に暴露された部品が著しく劣化してしまい、どのような耐候剤（光安定剤）が使用されているかの調査の依頼を受けました。

製品の劣化した部分と日光に暴露されなかった底部の試料から、含有する添加剤を有機溶媒で抽出して比較・分析したところ、フェノール系やリン系の酸化防止剤が検出されました。これらの添加剤は、主に成形加工時の熱劣化を防ぐ目的で使用されるもので耐候剤としても機能しますが、耐光性を向上させるには、紫外線吸収剤やヒンダードアミン系の光安定剤を添加すると効果があることを説明しました。

ランプ反射鏡用の真空蒸着

業種：化学・窯業
目的：製品開発

問い合わせ先
電子技術研究室
（052-654-9926）

ランプの反射鏡を作製したいという相談を受けました。従来は、電球のガラス上に反射膜として別の会社で金属蒸着膜を作製し、その上にめっきを行い製品化していましたが、蒸着を行っていた会社が都合でできなくなったため自社で行いたいということでした。

依頼者はめっきの会社であったため、真空蒸着を行ったことが無く、当室において職員とともに蒸着の実験を行い、その経験を会社に持ち帰って製品開発に役立てていただきました。蒸着前の試料の洗浄が膜質に及ぼす効果、膜厚の違いによるその後のめっきへの影響などを調べ、従来の品質と変わらない反射膜を作製できました。

月刊 名工研・技術情報 3月号
平成18年３月１日　発行
No.662　発行部数　1,500部
無　　料　特定配布
編集担当　名古屋市工業研究所
研　究　企　画　室

発　行　名古屋市工業研究所
名古屋市熱田区六番三丁目
４番41号
TEL　（052）661－3161
FAX　（052）654－6788
http://www.nmiri.city.nagoya.jp/
印刷所　マツモト印刷株式会社

JET REGISTERED FIRM
ISO14001　E01-247

「この月刊名工研・技術情報は再生紙（古紙配合率100%、白色度80%）を使用しています。」