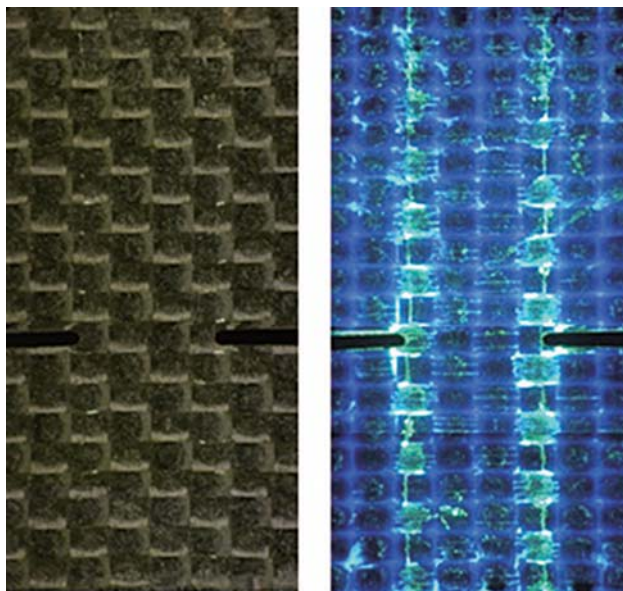


名工研・技術情報 Vol.4 (No.777)

月刊名工研 2016 年 9 月～ 2017 年 1 月号編集版



CFRPの破断直前の表面欠陥の様子
(詳しくはP 6 へ)



目次

特集 1 設備紹介 (P2- P3)

- ・非接触三次元デジタイザの応用
- ・強エネルギーキセノンウェザーメーター
- ・ポータブル分光測色計

特集 2 技術紹介 (P4-P10)

- ・X線光電子分光装置を用いた深さ方向分析
- ・静電気放電イミュニティ試験について
- ・高速伝送線路の特性評価について
- ・CFRP表面における疲労損傷の観察
- ・ポリ乳酸用添加剤開発への固体NMRの適用
- ・赤外 (IR) イメージングシステム
- ・連続向流泡沫分離法によるガリウムの回収
- ・自動運転とセキュリティ
- ・膜の密着性 (付着性) について
- ・3D形状の取得と精度検証

特集 3 活用事例紹介 (依頼試験、技術相談) (P11-P14)

- ・ABS樹脂ケースの割れ
- ・アルミニウム合金中のケイ素の定量分析方法
- ・安全帽用緩衝材の性能評価
- ・含油軸受の共同開発
- ・歯車の評価技術
- ・黒色樹脂の分析



名古屋市工業研究所

特集 1 設備紹介

非接触三次元デジタイザの応用

当所では(公財)JKAの補助を受け、平成24年度に光学式非接触三次元デジタイザ（以下デジタイザ）を導入しました。製品形状の評価、3Dプリント、CAE等に活用しています。本稿では、これらの用途とは異なるデジタイザの応用利用方法についてご紹介します。

デジタイザの測定においては、参照点という円形のシールを製品に貼り付けて、これを手がかりにして複数撮影画像の合成を行います。つまり、参照点の位置を常に追跡しながら測定していることになります(図1)。この機能を利用して、参照点の移動量、方向を調べれば静的変形解析が可能となります。それと同時に、三次元形状も取得していますので、形状を用いた評価も可能です。

また、事前に測定した参照点群と三次元形状を関連付けることにより、測定範囲内に配置した製品をリアルタイムに追跡でき、それに合わせてPC画面上では、三次元形状を実物の位置に合わせ込むことができます。この機能を利用して、複数部品で構成される製品の組立や機構

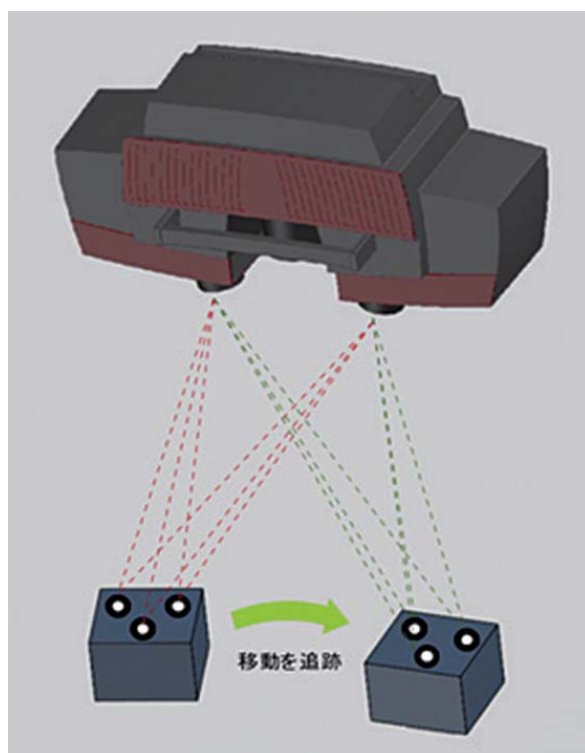


図1 参照点群の追跡

の静的な評価が可能となります。

デジタイザによる測定時には、プロジェクターから縞模様を製品に投影しますが、測定時以外は線や円等の任意の幾何要素を製品に投影することが可能です(図2)。測定範囲内であれば、製品の動きを追跡し投影位置を補正しますので、歪みゲージの位置決め等に利用することができます。

ご興味のある方は、お気軽にお問い合わせください。

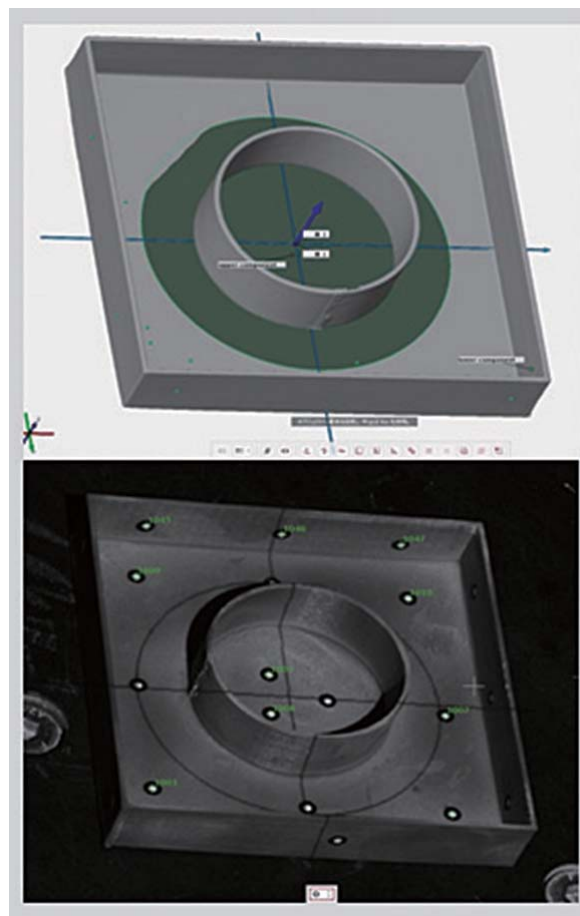


図2 幾何要素の投影
(上：ソフトウェア、下：実物)

(生産システム研究室 真鍋 孝顕)

TEL (052) 654-9852

特集 1 設備紹介

強エネルギーキセノンウェザーメーター

長期間屋外で使用する製品や材料は、耐候性が要求されます。促進耐候性試験機は人工光源の照射、断続的な水噴霧、温湿度制御を行う装置であり、時間を短縮して耐候性を調べることができます。強エネルギーキセノンウェザーメーターは太陽光の分光放射照度分布に極めて類似したキセノンランプを光源とした促進耐候試験機です。フィルターの組み合わせにより屋内外の太陽光照射を再現することができます。さらに、紫外線放射照度が太陽光の3倍

(180W/m²)高照度試験が可能であり促進性にも優れています。

当所には、サンシャインウェザーメーター、紫外線フェードメーターも設置されており、耐候性評価に関する総合的な技術支援を行っていますので、ご活用ください。



写真 強エネルギーキセノンウェザーメーター

(仕様) 光源: 7.5kW水冷式キセノンランプ
放射照度: 60~180W/m²
(300~400nm)
ブラックパネル温度:
63~95℃±3℃
(製品技術研究室 丹羽 淳)
TEL (052) 654-9901

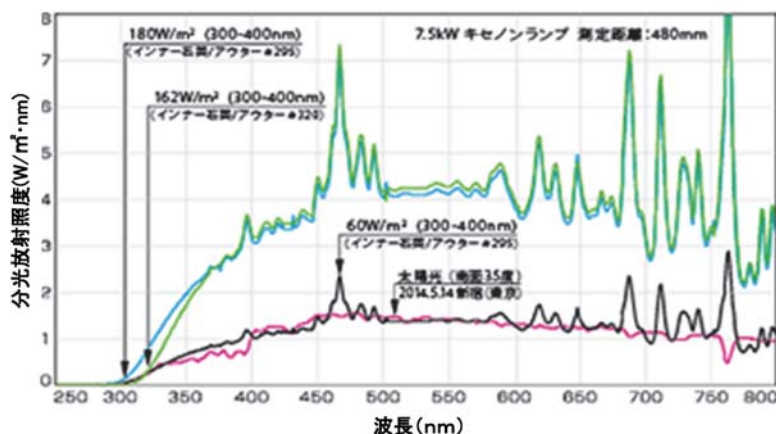


図 キセノンランプと太陽光の分布放射照度分布

ポータブル分光測色計

色をはかるにはモノサシが必要です。色を長さや重さのように数値と記号で表す方法として表色系が使われています。表色系には、マンセルXYZ、L*a*b*、などがあり、測色計を用いれば、物体色の数値化を簡単に行うことができます。また二つの色の違い(色差)も数値で表すことが可能です。

ポータブル分光測色計は建築物や大型製品の部品など、移動しづらいサンプルも精度良く測定で

き広く活用できます。また粉体の測定も可能です。



写真 ポータブル分光測色計

(仕様) 型式: CM-700d コニカミノルタ(株)製
測定波長範囲 400~700nm
測定径: φ3mm、φ8mm

当所には、据置型の分光測色計 (CM-3600d・コニカミノルタ(株)製) も設置されており、液体など透過色の測定もできますので、製品の色彩管理、変色・退色の測定にご利用ください。

(製品技術研究室 丹羽 淳)
TEL (052) 654-9901

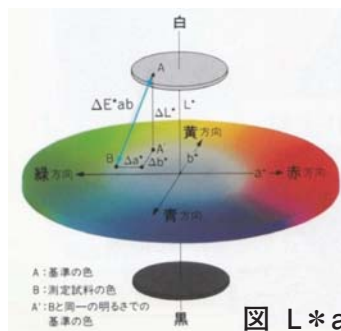


図 L*a*b*表色系の色差

特集2 技術紹介

X線光電子分光装置を用いた深さ方向分析

材料や部品の変色などの不具合において、原因調査のために表面分析を行うことが有効ですが、各手法によって得手不得手があり測定後に明確な差を判断できない場合が多々あります。例えばエネルギー分散型X線分析装置(EDX)や蛍光X線分析装置(XRF)などはナノレベルの厚みしか分析することには向いていません。これらはより深い部分まで情報を拾ってしまうからです。X線光電子分光装置(XPS)の場合は情報深さが数nmとごく表面に限られるので、前述の装置と使い分けることができます。今回はEDXやXRFでの原因調査が困難で、さらに化学状態を分析可能なXPSのナローキャンだけでも原因を特定できないアルミニウム(Al)の変色について、深さ方向分析を検討しました。当所の装置の場合、アルゴンスパッタリングと測定を繰り返すという形で、深さ方向の組成や化学状態の分析が可能です。

図1には深さ方向分析の結果得られたAlのスペクトルを示しています。図の最下側が表面のスペクトルで、上に行くほど深い部分の分析結果となっています。このように最表面ではどちらも酸化状態のピークがメインとなっています。しかし、スパッタリングを繰り返すごとに変色のないアルミニウム(a)ではすぐに金属状態のピークが強くなるのに対し、変色したアルミニウム(b)ではなかなか金属状態のピークがメインとならず、最も深い部分でも酸化状態のピークが強く残っていました。

Al同様に酸素(O)や炭素(C)でも深さ方向分析を行い、その結果から半定量値を導きました。図2はAl、O、Cについて深さ方向毎に元素比率をまとめた結果になります。変色のないアルミニウム(a)では早い段階で元素比率が変化なくなっていますが、変色したアルミニウム(b)では深い部分までOが多く残っている上、元素比率も一定とはなっていません。

以上の結果を踏まえると、一般に今回の場合の酸化物や水酸化物などの厚みの違いによって変色が発生していると考えられます。

今回検討した結果、類似の他の分析方法では判断が難しいケースでも、最適な方法を用いれば分析可能であることが検証できました。このように材料の分析では適した方法を選択することが重要です。

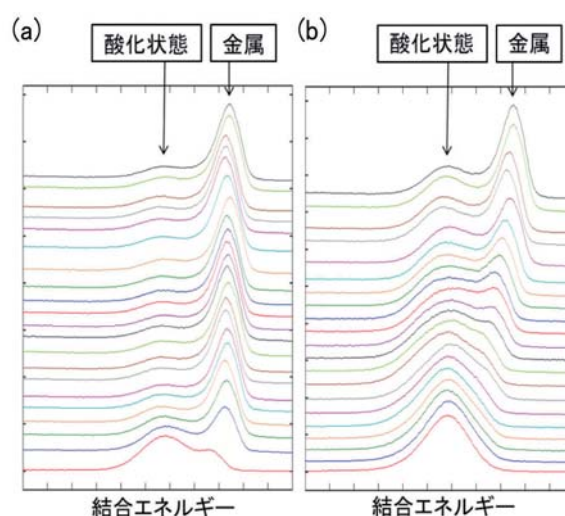


図1 XPSによる深さ方向分析結果
(a)変色なしアルミ、(b)変色したアルミ
・図下側が最表面で上に行くほど深い場所
・1スパッタあたり13.28nm削る(SiO₂換算)

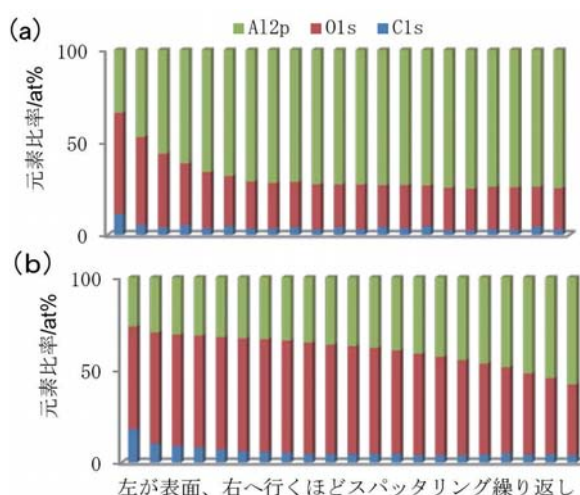


図2 深さごとの半定量結果
(a)変色なしアルミ、(b)変色したアルミ

(金属・表面技術研究室 岡東 寿明)

TEL(052)654-9853

特集2 技術紹介

静電気放電イミュニティ試験について

電気・電子機器が静電気放電を受けると、機器は誤動作等を起こします。機器の信頼性を確保するためには、静電気放電に対する十分な耐性が必要となります。

機器の静電気放電に対する耐性を評価する試験を静電気放電イミュニティ試験といいます。静電気放電イミュニティ試験器を用いて放電させると、非常に速い立ち上がり時間(0.8ns程度)の放電電流波形になり、このような電流を機器に印加して試験を実施します。

静電気放電イミュニティ試験には、供試体のネジ等の金属が露出している部分に放電する直接放電試験と、供試体に近接して配置される金属製の結合板に放電して供試体への影響を調べる間接放電試験があります。さらに直接放電試験には、接触放電と気中放電があります。接触放電では試験器の電極は先端が尖った円錐形の

電極を用い印加部分(金属が露出している部分)に接触させて放電させます。気中放電では試験器の電極は先端が円形の電極を用います。電極を供試体には接触させないで、少しずつ近づけてゆき、絶縁破壊を発生させ、供試体へ放電する試験方法です。絶縁破壊電圧は温度、湿度等によって変化するため、気中放電では気候条件が重要になります。

これらの試験を行い機器の静電気放電に対する耐性を評価することは、機器が誤動作なく安全に動作する上で重要です。

当所でも静電気放電試験器を保有し、これらの試験の実施が可能です。静電気放電イミュニティ試験について、ご関心がありましたら是非お問い合わせください。

(電子技術研究室 白川 輝幸)

TEL (052) 654-9931

高速伝送線路の特性評価について

情報伝送の大容量化、高速化に伴い、伝送される信号の品質を確保するためのハードウェア技術が重要になっています。電子基板に信号線パターンを設計する場合や部品を実装する場合については、送信端から受信端までの信号伝送のインピーダンス整合に留意することが必要となります。

線路の信号伝播特性を示すインピーダンスは、一般に特性インピーダンスと呼ばれます。複数の機器間で情報伝送を行う際に使用するケーブルやコネクタとの勘合部分での特性インピーダンスの整合が確保されているかどうかの相談を受けることがあります。特性インピーダンスの実空間分布を調べる方法には、高周波計器であるネットワークアナライザの時間領域応答機能が利用されます。

図1に示すのはコネクタが勘合された伝送線路における設計値 $Z_c=50\Omega$ の特性インピーダンス分布の測定例です。横軸が時間の表示が基本ですが、図の横軸の距離0が計器の基準点に相当し、信号が伝送されて進行する方向での特性インピーダンスの分布を見ていることになります。

実在の線路では勘合部を含め設計値からややずれることがあります。多層基板での信号伝送など、回路構造の複雑化に伴って構成される線路が仕様の許容範囲にあるかどうかの評価もこの様な方法で知ることができます。

この種の実験的評価については、当所既設の計器を用いた試験等での対応の他、業界団体の中部エレクトロニクス振興会との共同研究の一部で取り組んでいるところです。ご関心がありましたら是非ご相談ください。

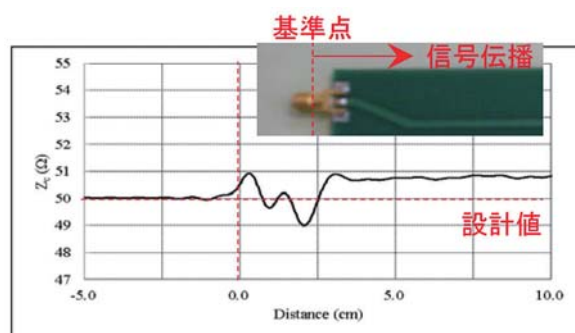


図1 伝送線路の特性インピーダンス(例示)

(電子技術研究室 小田 究)

TEL (052) 654-9929

特集 2 技術紹介

CFRP表面における疲労損傷の観察

1：はじめに

炭素繊維強化プラスチック (CFRP) は近年、軽量かつ高強度であるという特徴を有していることから航空機や自動車、スポーツ用品等の幅広い製品に使用されています。それに伴い、CFRPの検査の研究も盛んに行われており、CFRPの内部欠陥の検査方法として超音波探傷試験やX線透過試験が一般的に用いられています。

2：繰り返し引張試験

CFRPの欠陥の検出には内部欠陥だけでなく、表面と内部の両方で欠陥を検出することが重要で効果的です。特にCFRPに繰り返し引張負荷が加わった場合には、表面の損傷挙動を知ることによって内部欠陥の発生兆候を捕らえることが可能と考えられます。そこで図1に示すCFRP試験片を作製して、繰り返し引張試験を行い、表面に疲労損傷を生じさせ、浸透探傷試験を用いてその挙動を観察することができるかどうかを検討しました。

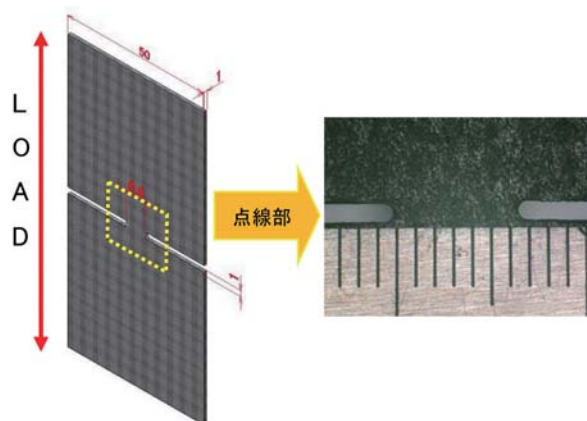


図1 繰り返し引張試験片の形状

3：表面欠陥の観察

破断直前のCFRP表面欠陥の様子を図2に示します。左が光学顕微鏡画像、右が蛍光浸透探傷試験を行った後の顕微鏡画像です。光学顕微

鏡では観察し難いマトリックスクラックを、蛍光浸透探傷試験を適用することで明瞭に観察することが可能です。

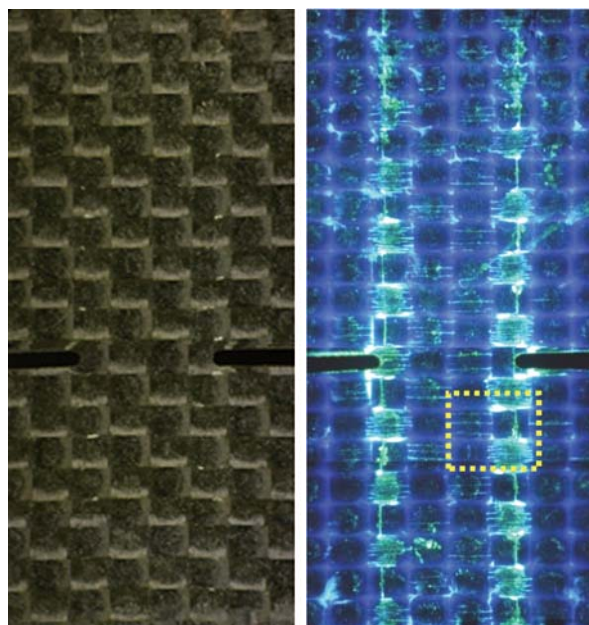


図2 破断直前の表面欠陥の様子

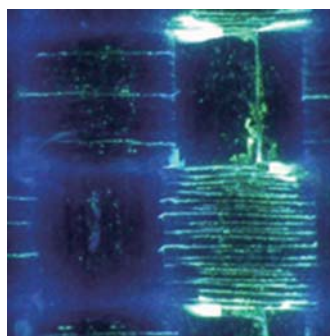


図3 図2点線部の拡大画像

今後、表面欠陥と内部欠陥の関連性を検討する実験を行っていきたいと考えています。ご興味のある方は下記までお問い合わせください。

(参照) “浸透探傷試験による欠陥の早期発見”，月刊名工研・技術情報，No. 706，p2.

(製品技術研究室 深谷 聡)

TEL (052) 654-9859

特集2 技術紹介

ポリ乳酸用添加剤開発への固体NMRの適用

核磁気共鳴(NMR)は、有機化合物の一次構造を解析する手段として、溶液状態の試料の測定に広く用いられてきましたが、近年では、測定装置と手法の進歩により、固体試料の測定が普及してきました。固体測定はシグナルの線幅が広いので一次構造の解析には不向きですが、材料そのままの状態で測定でき、結晶の度合いや相溶性などの情報が得られます。当所では、ポリ乳酸(PLA)の射出成形時の結晶化を促進させる造核剤(特許第5277407号)の開発を行っており、造核剤を添加したPLAを射出成形して得られた試料について固体核磁気共鳴装置を用いて評価しましたので、以下にご紹介いたします。

造核剤を添加したものの ^{13}C -NMRスペクトル(図1)では結晶化によって各ピークが変形し、その度合いが造核剤の添加量によって変化したことから、最適な添加量は1.0phrと見積もられました。

また、水素原子スピン-格子緩和時間 $T_{1\rho}$ 測

定では、スピン拡散による $T_{1\rho}$ の一致がPLAと結晶核剤で起こっていないことから、結晶核剤がPLA中である程度のサイズ(20nm)以上のドメインを形成していることもわかりました¹⁾。

詳細は、名古屋市工業研究所研究報告No. 101をご覧ください。

¹⁾参考文献 浅野敦志, 高分子論文集, 64(7), 406(2007)

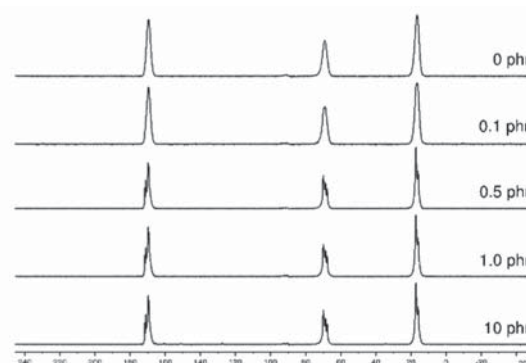


図1 造核剤を添加したPLAの ^{13}C -NMRスペクトル

(有機材料研究室 石垣 友三)

TEL(052)654-9907

赤外(IR)イメージングシステム

赤外分光(IR)分析は、プラスチック、接着剤、塗料等の同定に有効な分析手段の一つです。最近では異物の分析依頼が非常に増えており、この場合、試料が微小であっても測定可能な顕微ATR法(全反射吸収測定法)を用います。異物だけを単離できれば、異物だけのIRスペクトルが得られ、データベース検索により、異物の成分を推定できます。

しかし、異物が樹脂に付着している場合、下地に当たらないように照射範囲(約 $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$)を絞る必要があります。異物の形状によっては下地にもIR光が当たり、下地を含むIRスペクトルが得られることとなり、この場合は、差スペクトルを測定することで異物のみのスペクトルに加工できますが、検索精度は高くなく、異物の同定は困難になります。

当所に導入した赤外イメージングシステムでは上記の測定に加えて、面分析も可能になりました。例えば、先の例で説明すると、 $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ の範囲について従来では1本のIRス

ペクトルしか得られなかったのに対し、同じ範囲を最小で $1.56\mu\text{m} \times 1.56\mu\text{m}$ のピクセルに分割してピクセル毎のIRスペクトルを測定し、縦64本×横64本、全部で4096本のスペクトルを得ることができます(ピクセルサイズは可変)。この結果を、スペクトル毎に色分けすることでイメージ画像が構築でき、異物のIRスペクトルが得られます。さらに、特定範囲に存在する複数の異物も同時に分析することが可能となりました。

応用例としては、多層フィルムの分析、ポリ乳酸の結晶状態の分布、ポリエチレンパイプの断面分析による劣化の進行状態、ポリマーブレンドの海島構造の分析等があります。

研究分野への利用も可能ですので、これらの分析にご興味のある方はお気軽にお問い合わせください。

(有機材料研究室 小田 三都郎)

TEL(052)654-9905

特集2 技術紹介

連続向流泡沫分離法によるガリウムの回収

当所が名古屋大学と共同開発した連続向流泡沫分離法は、泡沫相にフィード溶液(金属溶液)ならびに界面活性剤溶液を個別かつ同時に導入し、回収対象金属の回収と相互分離を同時に向上させる手法(図1参照)であり、これまでに非イオン界面活性剤を用いて希薄溶液からの金の選択的分離回収を実施してきました。

また、同じ界面活性剤を用いてガリウムも同様に回収出来る事が分かり、名古屋大学、名古屋工業大学、大阪大学と一緒に平成22年から5年間、環境省補助金を受けて研究を実施しました。ガリウム、鉄、銅、亜鉛を含む塩酸溶液からのガリウムの選択的分離回収を行い、従来法の泡沫分離法と比較したところ、ガリウムの回収率は従来法の33%から100%へ向上しました。一方、他の金属の回収率は従来法では5~10%であるのに対して本法では、鉄1.5%ならびに銅と亜鉛は0.1%以下と高い相互分離を示す事ができました。本系における主夾雑物は鉄(III)ですが、予め鉄(III)の還元剤としてアスコルビン酸を適量、フィード溶液に添加すると、ガリウム回収に影響する事無く、鉄の回収率を半減させる事が可能でした。

次に亜鉛精錬残渣ならびにガリウムヒ素基板粉末の塩酸浸出液をそれぞれ用意して、分離を実施しました。残渣の浸出液では亜鉛と鉄はそれぞれ3100ppmと1500ppmであるのに対してガリウムは12ppmと極めて希薄ですが、最適条件下での分離結果は、ガリウム回収率100%、鉄回収率0.15%、亜鉛回収率0.01%以下となりました。残渣の浸出液は多種・高濃度の夾雑物を含みますが、本法は微量のガリウムを高純度の濃縮液として完全回収できました。さらにガリウム初濃度1ppm以下の浸出液でも同様の効果を確認しています。つぎに基板粉末の浸出液を用いた場合には、ガリウム回収率99.3%、ヒ素回収率0.04%であり、得られた泡沫液中のヒ素濃度は0.007ppmとICPの定量下限値以下で、ほぼ純粋なガリウム溶液として回収出来ました。

本補助事業では当所は、小径分離塔(塔径3cm)での各操作因子の分離最適化ならびに実液を用いた分離、回収対象金属の探索、市販界面活性剤の分析と精製等を担当しました。名古屋大学は塔径6cm以上の分離塔での分離と泡沫挙動調査など、名古屋工業大学は泡沫表面での金属イオン捕捉の観察手法の検討、大阪大学は泡沫相内液流動の解析とその可視化を担当しました。その報告書は当所図書館に所蔵しております(環境研究総合推進費補助金 K22011/K2325/3 K123006)。また、当所での実験をまとめた英論文(Sep. Purif. Technol., 2011, 78(2), pp. 181-188.)がH28年度リサイクル技術開発本多賞(第21回)を受賞しました。

当所では連続向流泡沫分離法を用いた希少金属の分離回収方法の検討を続けていますので、お気軽にご相談ください。

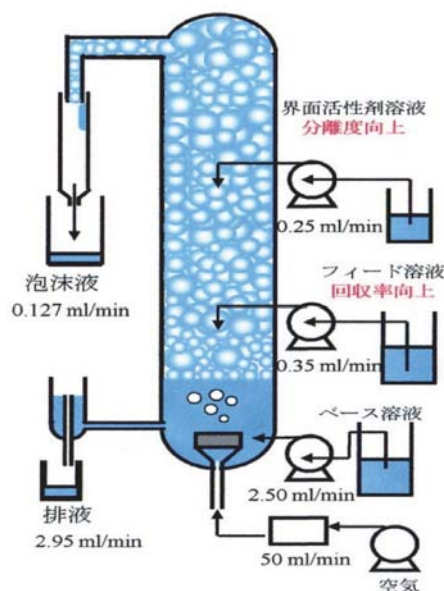


図1 本法の装置図

【参考】特許 第4500910号

水環境学会誌 2014/2, 37(A)(2) pp. 52-55

(環境技術研究室 木下 武彦)

TEL (052) 654-9922

特集2 技術紹介

自動運転とセキュリティ

自動車の自動運転技術が、急速に実現化しつつあります。これまでは、検知器(sensor)、処理装置(processor)、動力機(actuator)の処理を人間の認知、判断、操作で補ってきました。近年では、それぞれの人間の機能を個別に解析するのではなく、総合的に判断する機能として、深層学習の利用も検討されています。

自動運転では、外部からの侵入による危険な状態の発生を考慮する必要があります。また、直接的な侵入ばかりでなく、自動運転を支援する系(system)の与件(data)に、間違った情報を正規の経路で送るといった間接的な危機も防御する必要があります。

ソフトウェアの書き方も自動車分野で従来から取り組んできた静的構造に基づくMISRA C・C++ばかりでなく、CERT C・C++を始めとする安心(security)対応の規約の利用も必要になっています。国際規格では、2013年

にISO/IEC TS 17961 C Secure Coding Rulesが、初めて規約の技術仕様として発行されました。また、通信において、TCP/IPで外部と連携する場合には、測定ソフトウェアであるWiresharkを利用した分析も必須となっています。

従来から、通信規約に焦点をあてて取り組んできた当所では、自動運転に必要な安心(security)対策を、安全(safety)対策とともに支援しています。

なお、これに関連して、2016年7月の日本学術会議安全工学シンポジウムで、「MISRA-C++とCERT C++による安全・安心システムへの貢献 –STARC RTL設計スタイルガイドとHAZOPを使って–」を発表しました。

(生産システム研究室 小川 清)

TEL (052) 654-9947

膜の密着性(付着性)について

素材表面に母材と異なる無機・有機膜を付与することで素材自体が有していない新たな機能を付加することが表面処理です。通常、めっきや塗膜などがこれに該当します。これらの特性や性能が重要であるとともに、素材と付与膜との間の密着性も重要です。JISにおいては、めっきは密着性、塗膜は付着性と規定されていますが、ここでは密着性に統一して説明します。

JISでの密着性評価方法について、めっきでは17種類¹⁾、塗膜では2種類²⁾あり、簡便な定性評価と煩雑な定量評価に大別できます。定性評価の代表例は、あらかじめ碁盤目状に切れ込みを入れ、粘着テープを押し当ててはく離させる手法です。粘着テープの粘着強度はJISで規定されていますが、自己責任において、テープの粘着強度を任意に調整することが可能です。めっきでは、所定の温度雰囲気中に試験片を保持した後、徐冷する加熱試験や水などに浸漬させ急冷する熱衝撃試験などの熱試験法や平板状の試験片を90度に折り曲げる曲げ試験法によって、膜の膨れや剥がれ等の有無を確認します。一方、

定量評価の代表例は引き剥がし試験です。エポキシ系接着剤で試験片に対し垂直にピンを固定します。接着剤の硬化後、引張試験機で試験片とピンを引張り、膜がはく離した荷重をはく離面積で除した値が密着強度になります。この場合、接着剤の強度以上の密着強度が得られないことになります。さらに、樹脂めっき³⁾や銅プリント基板などでは、試験片に一定幅の切れ込みを入れ、つかみ部分を摘んで一定の速度で垂直に引張るピール試験もあります。

以上のように表面処理の種類や試験片の形状などによって最適な方法を選択する必要があります。密着性評価に関するお困りことがございましたら、一度、ご相談ください。

【参考】

¹⁾ JIS H 8504 めっきの密着性試験方法

²⁾ JIS K 5600-5-6 塗膜一般試験方法

³⁾ JIS H 8630 プラスチック上への装飾用電気めっき

(金属・表面技術研究室 三宅 猛司)

TEL (052) 654-9915

特集 2 技術紹介

3D形状の取得と精度検証

近年では3Dプリンタやシミュレーションなどが普及し、3D(3次元)データを扱う場面が増加しています。3D形状データは、3D-CADでの描画または3Dスキャナでの撮影によって作成されます。3Dスキャナでは、対象の形状全体を誤差無く取得できることが理想ですが、装置タイプや設定条件、撮影対象の素材などによって様々な欠陥や歪みを生じます。

当所では、3DデジタイザとX線CTの2種類のスキャナを有しています。3Dデジタイザは、人の眼と同様に2つのカメラを使うことで奥行き情報も含めて撮影する装置で、高解像度ですが見えている部分しか測定できません。一方X線CTは、医療用途でお馴染みのように対象の内部形状を撮影できますが、X線の透過能力に限界があるため形状歪みを生じやすくなっています。

2つの装置で同じ対象を測定し、その精度を検証したところ、図1のように装置間での差がみられました。各装置の特徴を考慮した上での装置の使い分けや撮影条件の調整が重要です。

従来の測定ポイントによる形状評価に比べて、こうした形状データ全体を取得して比較検討をする手法は日が浅く、精度検証・向上が求められています。

これらの評価は、(国研)産業技術総合研究所プロジェクト(H27年度)『3Dスキャナと3Dプリンタの連携によるクローズドループエンジニアリングの実証』の一環で実施したもので、全国の公設試において同様の評価を実施し、装置や測定手法による比較などを行いました。本年度も引き続き検証を進めています。

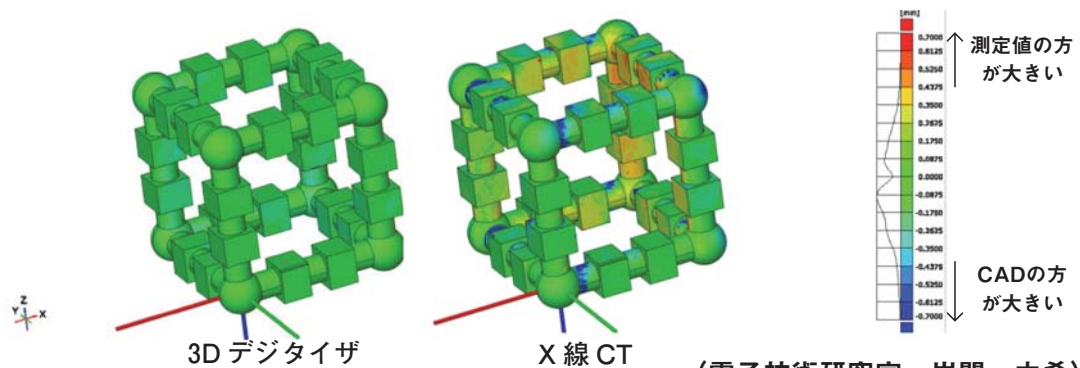


図1 形状検証(CAD との比較)

特集3 活用事例紹介（依頼試験、技術相談）

ABS樹脂ケースの割れ

建物外壁に設置したABS樹脂製の大型分電盤ケースが割れて落下するという現象が多発したため、その原因についての調査依頼を受けました。亀裂箇所を赤外分析で調べたところでは材質はABS樹脂に相違なく、異材などの混入や表面の酸化劣化なども見られませんでした。ケース内側を観察したところ表面にべたつきが見られ、特に亀裂箇所に沿って油状物の付着が多く見られました。この油状物を採取し分析し

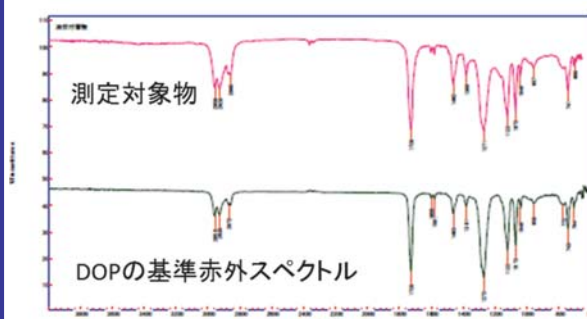


図 油状付着物とDOPの赤外スペクトルの比較

たところDOP（フタル酸ビス2-エチルヘキシル）であることが分かりました（左図）。DOPはケース内に設置された塩ビ製の電線被覆材の可塑剤として使用されていました。

ABS樹脂は剛性、耐衝撃性等に優れていますが、DOP等によりケミカルストレスクラックを起こしやすいことで知られています。炎天下密閉したケース内で揮発した可塑剤がケース内面に付着し、ケース重量による応力との相乗効果でクラックの発生を引き起こしたものと考えられました。

対策として、ケース素材の変更や内面の耐薬剤コーティング、DIDP（フタル酸イソデシル）などの低揮発性可塑剤の使用、ケース内の通気性の改善などを提案しました。

当所では材料や異物の成分分析なども行っていますのでお気軽にご相談ください。

（製品技術研究室 朝日 真澄）

TEL (052) 654-9889

アルミニウム合金中のケイ素の定量分析方法

一般に金属材料を化学分析するには試料の酸分解を行います。アルミニウム合金中のケイ素を定量するためにはアルカリ分解法が用いられています。これはアルミニウム合金中のケイ素が金属ケイ素の形態で存在するため、通常の酸のみでは完全に溶解させるのが困難なためです。

以下、アルミニウム合金A2014を例として当所ですべてに行っている方法について紹介します。

試料0.1gをテフロンビーカーに取り、10%水酸化ナトリウム溶液10mLを加えて加熱分解します。発泡が治まったら(1+1)塩酸20mLを加え、黒色沈殿を加熱分解します。(1+1)硝酸5mLを加え加熱し、固形物を完全に溶解します。放冷後に純水で100mL定容としICP発光法等で測定します。

試料2個を併行して測定した結果を図1に示します。また比較のため(1+1)塩酸10mLおよび(1+1)硝酸10mLで分解した場合も示します。

この溶液は肉眼ではほぼ透明ですが、乾燥ろ

紙5Cでろ過を行い懸濁物を除去した後に測定しました。酸分解ではアルカリ分解よりも非溶解性のケイ素が多く、低値となっていることが分かります。

A 2014	①	②	平均
アルカリ分解	0.588	0.582	0.585
酸分解	0.422	0.415	0.419

図1 アルミニウム合金中のケイ素の測定結果(%)

実際にアルカリ分解を行う際には、酸分解とは勝手の異なる操作が多々あります。工業材料等の化学分析についてお困りの事がありましたら、お気軽にご相談ください。

【参考】JIS H1352:2007アルミニウム及びアルミニウム合金中のケイ素定量方法

（金属・表面技術研究室 大橋 芳明）

TEL (052) 654-9921

特集3 活用事例紹介（依頼試験、技術相談）

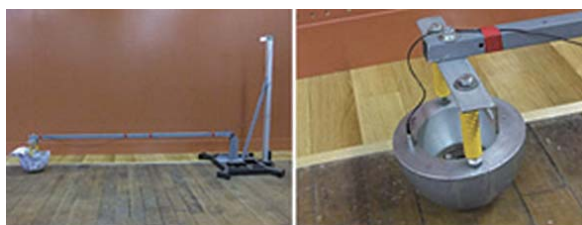
安全帽用緩衝材の性能評価

はじめに

普段歩いている、ちょっとした段差につまずいて転倒したり、自転車に乗っていて、出発時や減速時に安定性を失い転倒したりすることは誰でも起こりうることです。特に加齢に伴う体力・運動能力の低下から、転倒による不慮の事故が発生する傾向は大きくなります。その中でも頭部への直接的な衝撃は相当なダメージが発生しやすくなります。このような事象に対する頭部保護には各種ヘルメットがありますが、嵩があり見た目にも大きいため、歩行者が気軽に着用しづらいと思われます。そこで軽くて装着性を兼ね備え、転倒時の頭部保護を目的とした安全帽に注目し、その性能の向上に取り組みました。企業からの依頼により、初期段階として衝撃の大きさを定量的に試験できる頭部保護帽評価装置を製作し、安全帽を構成する緩衝材の性能を評価しました。

評価装置の検討

今回作製した帽体の直接試験可能な衝撃評価装置を図1に示します。頭部モデルを直径185mm 質量4.7kgのアルミ製人頭型とし、床面（コンクリート）から既定高さまで引き上げたのち自由落下させ、モデル上部に設置された加速度センサにより垂直方向の衝撃加速度を計測できます。



外観

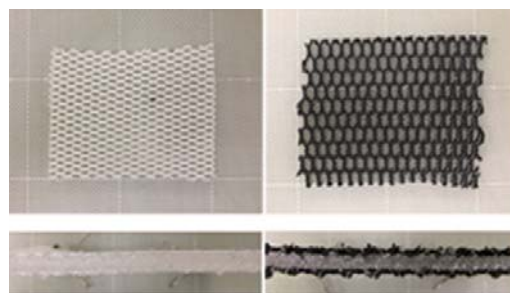
頭部モデル

図1 衝撃評価装置

実験内容

安全帽用の緩衝材として、装着性や通気性を考え三次元構造のメッシュ材料（やわらかい素材のSK1145Wとやや硬い素材のSK1082W）を選択しています（図2参照）。これらの緩衝材を

ポリプロピレン製帽体内側頭頂部に貼りつけて、装置に装着し衝撃加速度を計測しました。落下高さは、人が尻もちをついたり、手をついた後に頭部が床面に衝突したりする状況を想定して50cmとしました。



SK1145W（厚さ5mm） SK1082W（厚さ6mm）

図2 三次元構造のメッシュ材料

実験結果と考察

測定した最大加速度の結果を図3に示します。今回の選定材料ではSK1082W__3層が最も加速度が抑えられており、安全帽用の緩衝材として有望であること、また頭部衝撃を緩和させるためには、緩衝材にある程度の厚さと硬さが必要であることが分かりました。

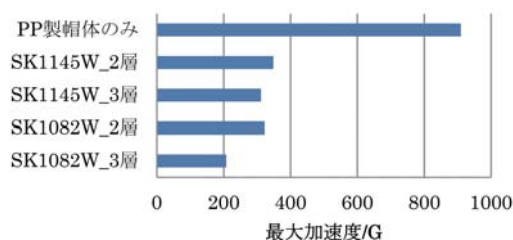


図3 各材料の最大加速度

まとめ

今回の頭部モデルはアルミ製のため実際の頭部衝撃メカニズムとは異なっていますが、頭部形状の衝撃評価装置により、緩衝材を選定する上で有意なデータを得ることができました。衝撃試験に関するご相談がありましたら、お気軽にお問い合わせください。

（計測技術研究室 奥田 崇之）

TEL (052) 654-9883

特集3 活用事例紹介（依頼試験、技術相談）

含油軸受の共同開発

粉末冶金法では、製品の内部に多数の小さな“穴”、つまり気孔（または空孔）を有する製品を製造することができます。この気孔に潤滑油を染み込ませた製品を含油軸受と呼びます。含油軸受は注油が困難な箇所など、家庭電化製品から一般・輸送用機械器具まで、広範囲な分野で使用されています。

しかし、この含油軸受にも2つの大きな問題点があります。含油軸受には、摺動特性を向上させる目的で固体潤滑剤が添加されていますが、最も摺動特性が良好な材料は人体に有害な「鉛」です。また、含油軸受の材質には、通常の軸の材質であるステンレス鋼よりも硬度が低い青銅系や鉄系が用いられており、この結果、含油軸受に錆が発生する可能性があることです。

上記2つの問題点を解決するべく、当所では、平成14年度から16年度までの3年間、中小企業庁から「中小企業技術開発産学官連携促進事業」の補助金を受け、「鉛無添加ステンレス製含油

軸受の開発」と題して、NTN特殊合金(株)（現 NTNアドバンストマテリアルズ(株)）と共同研究を実施しました。この研究では、同社が所有している既存の設備での製造を前提に開発を進めました。

材質には、青銅系や鉄系の含油軸受と比較して、製造工程がほぼ同じで、かつ耐食性が良好な材料として、フェライト系ステンレス鋼を選定しました。また、鉛代替の固体潤滑剤は、鉛と同程度の摺動特性を示した硫化マンガンを選定し、最適な添加量も見出しました。

本研究で開発した含油軸受は平成20年度にテープレコーダー用として初めて採用され、平成27年度には磁気テープ用の含油軸受として、年間約120万個を生産するなど実用化されており、大きな研究成果が得られました。

（金属・表面技術研究室 松井 則男）

TEL (052) 654-9880

歯車の評価技術

歯車は工作機械などに使われ、力を伝達する重要な役割を果たしています。伝達効率の向上および低騒音化のための歯の研削加工はコストとのトレードオフとなります。中でも、すぐばかさ歯車は、一般的に見られる平歯車と違い、伝達する力の方向を変化させるために円錐を切り出した形状であり、効率的な連続研削加工が難しくなっています。

この問題を解決するために、当所では平成25年から27年度にかけて岐阜ギヤー工業株式会社や芝浦工業大学とともに戦略的基盤技術高度化支援事業(サポイン)に参画しました。当所では、研削加工された歯車の形状および騒音の評価と、研削に用いるバレル状砥石の形状評価を行いました。歯車の評価では、設備診断技術による騒音評価だけでなく、本事業で導入したフォトグラメトリシステムと当所の3Dデジタルタイザにより歯車のかみ合い状態と歯面形状についても評価しました(図1)。フォトグラメトリは複数の画像から3Dデータを構成するもの

で、最近ではバーチャルリアリティ(VR)のデータ作成でもよく用いられる手法であり、より実際に則した歯車の評価が可能となりました。砥石については、接触式の測定機で測ることは不可能でしたが、同様にフォトグラメトリなどによる測定で詳細な砥石形状を得ることができました(図2)。

このように様々な評価技術を活かし、高性能なすぐばかさ歯車の製作の一助となることができました。

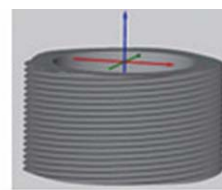
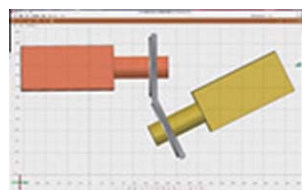


図1 歯車かみ合わせ測定結果 図2 砥石の測定結果

（生産システム研究室 松下 聖一）

TEL (052) 654-9851

特集3 活用事例紹介（依頼試験、技術相談）

黒色樹脂の分析

熱分解ガスクロマトグラフ質量(Py-GC/MS)分析は、試料をヘリウム下、高温の加熱炉内で瞬間的に熱分解させ、その際に発生したガスをガスクロマトグラフに導入し、分析を行う方法です(図1)。熱分解ガスの混合物はクロマトグラフを通ることによって各成分に分離され、最終的に質量分析計によって質量スペクトルとして個別に分析されます。

一般に油分や樹脂などの有機物の分析には、赤外分光分析が迅速で簡便に結果が得られるため、よく利用されています。しかしながら、カーボンブラックを含む黒色材料や無機物を多く含む材料の場合では無機分が赤外光を吸収してしまい、分析が困難なことがあります。そのような場合でも、Py-GC/MS法では試料の材質や色などに関係なく測定を行うことが可能です。

当所で黒色樹脂をPy-GC/MSによって分析した事例を紹介します。相談者はポリフェニレンスルフィド(PPS)樹脂ではないかと想定していましたが、実際に測定した熱分解ガスのガスクロマトグラム(パイログラム)からはPPS特有

の硫黄系芳香族成分は確認されませんでした。いくつかのピークの質量解析からはアジピン酸の熱分解物と予想されるシクロペンタノンや、1,6-ヘキサンジアミンなどが検出されました。これらのことから、黒色樹脂は6,6-ナイロンと推定することができました。

このようにPy-GC/MS法では、赤外分光分析では難しい材料や、試料中の特定の微量な成分を分析する際に有効な方法です。異物や材料分析についてご希望の方は、赤外分光分析と合わせてお気軽にご相談ください。

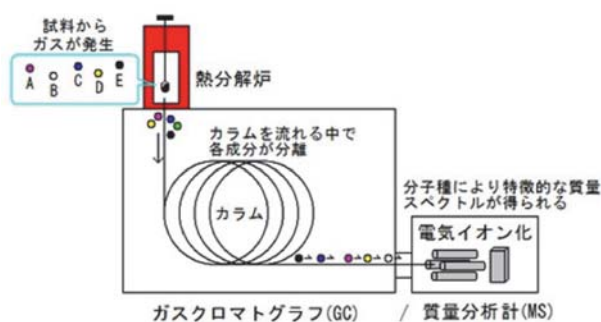


図1 Py-GC/MSの概要
(有機材料研究室 山中 基資)
TEL (052) 654-9888

名工研・技術情報 Vol.4 (No. 777)

発行日 平成29年2月1日

発行部数 1,200部

無料 特定配布

編集 名古屋市工業研究所支援総括室

月刊名工研 2016年9月～2017年1月号編集版

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

電話: 052-661-3161 FAX: 052-654-6788

URL: <http://www.nmiri.city.nagoya.jp>

E-mail: kikaku@nmiri.city.nagoya.jp