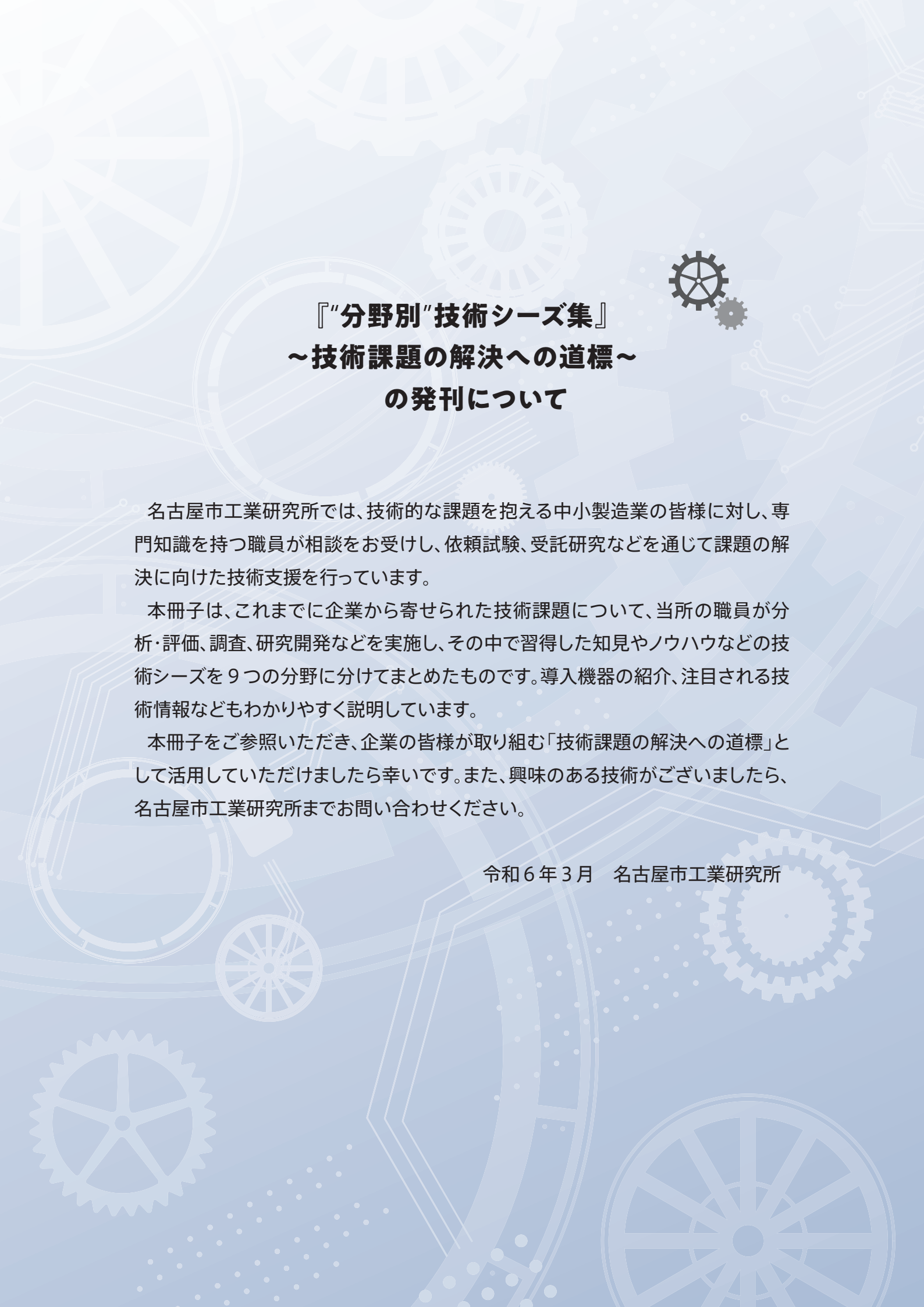




名古屋市工業研究所

Nagoya Municipal Industrial Research Institute

“分野別”技術シーズ集
～技術課題の解決への道標～



『“分野別”技術シーズ集』 ～技術課題の解決への道標～ の発刊について

名古屋市工業研究所では、技術的な課題を抱える中小製造業の皆様に対し、専門知識を持つ職員が相談をお受けし、依頼試験、受託研究などを通じて課題の解決に向けた技術支援を行っています。

本冊子は、これまでに企業から寄せられた技術課題について、当所の職員が分析・評価、調査、研究開発などを実施し、その中で習得した知見やノウハウなどの技術シーズを9つの分野に分けてまとめたものです。導入機器の紹介、注目される技術情報などもわかりやすく説明しています。

本冊子をご参照いただき、企業の皆様が取り組む「技術課題の解決への道標」として活用していただけたら幸いです。また、興味のある技術がございましたら、名古屋市工業研究所までお問い合わせください。

令和6年3月 名古屋市工業研究所

分野1 物性評価(P4～P7)

- ・材質や表面状態による摩擦力変化の評価
- ・高周波誘電特性の測定
- ・電池材料開発における物性評価
- ・セラミックスの硬さ試験について
- ・樹脂の流動性測定
- ・線膨張係数の測定
- ・異種材料間に流れる電流値の測定

分野2 成分分析(P8～P11)

- ・ICP発光分光分析法によるリチウムの定量
- ・廃電子基板の乾式分析前処理法の研究
- ・ポリプロピレンの熱による赤外スペクトル変化
- ・高分解能質量分析計を用いた樹脂材料の劣化解析
- ・ガスクロマトグラフ質量分析装置
- ・金属加工用薬剤中の界面活性剤の定量分析
- ・分析方法による成分分析結果の違い

分野3 不良・破損解析(P12～P15)

- ・金属材料の破損解析
- ・SEM-EDSを用いたプラスチックめっき不良調査
- ・めっきの膜厚による製品不良
- ・製品の変色トラブル
- ・ソルベントクラック(ケミカルクラック)
- ・製品に付着した異物の混入経路の調査
- ・接着不良や塗装、めっきの剥がれの原因調査

分野4 材料特性・構造(P16～P19)

- ・構造解析のための材料特性の取得
- ・マルチスケール解析による物性予測
- ・CFRP積層板に生じたクラックの進展様相
- ・オーステナイト系ステンレス鋼の鋭敏化
- ・電解研磨を用いた金属材料の組織観察
- ・大気圧プラズマ処理したポリプロピレンと粘着テープの90度はく離試験
- ・損失係数測定結果の表示方法について

分野5 品質評価(耐久性・音質)(P20～P23)

- ・複合環境試験による信頼性評価(温湿度・振動)
- ・包装貨物の振動試験
- ・吸音材の特性インピーダンスと伝搬定数
- ・製品の吸音性能評価

- ・促進耐候性評価
- ・めっき・塗膜の耐食性評価

分野6 材料開発(P24～P27)

- ・バイオマスナノファイバーによるエポキシ樹脂の高機能化
- ・超分子ポリマー
- ・破断を加熱により修復できる高分子材料の開発
- ・無機材料の開発評価 ～可視光型光触媒を例に～
- ・連続向流泡沫分離法による希少金属の回収
- ・パルスめっきによる膜組織制御

分野7 3D (三次元形状)計測(P28～P31)

- ・非接触三次元デジタイザの原理
- ・非接触三次元デジタイザによる3D計測
- ・X線CT装置による3D計測
- ・三次元表面形状測定機
- ・レーザー顕微鏡による3D測定
- ・レーザー顕微鏡による透明体計測

分野8 AI・IoTとシミュレーション(P32～P35)

- ・DXのための開発技術支援
- ・MQTTを用いた熱画像IoTシステムの構築
- ・変分オートエンコーダーによる異常検知の改善
- ・協働ロボットシステムについて
- ・CAE構造解析
- ・CAEを活用した研究開発の支援

分野9 熱・光と電磁波(P36～P39)

- ・電子機器の熱設計
- ・電子部品の発熱量推定手法に関する検討
- ・赤外分光法による透過率/反射率の測定
- ・光源の明るさ測定 ～全光束について～
- ・バーストノイズに対するイミュニティ試験
- ・MHz～GHz帯域における回路インピーダンスの特性評価

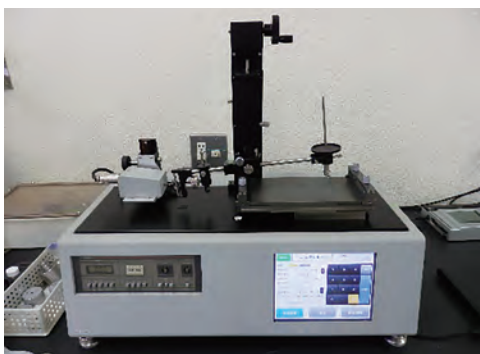
参考

お役立ちメモ①	名古屋市工業研究所ウェブサイトの利用方法	P23
お役立ちメモ②	材料技術部の紹介	P27
お役立ちメモ③	システム技術部の紹介	P31
お役立ちメモ④	技術情報月刊名工研アーカイブの検索	P35

本節では、製品に使用される材料や素材の特性を把握する際の種々の物性評価について、特徴的な事例を紹介します。物性評価は何を、何のために、どう評価するかで得られる結果が変わります。素材の硬さ、温度による膨張率では、適切な試料で評価しているかなどの吟味が必要です。樹脂の流動性、異種材料間の摩擦特性および接触腐食判定では、その使用条件と同等の環境下での評価が重要です。高速通信の安定性や品質維持のための高周波誘電特性などの電気的物性では、材料の構造や製品機能の把握が不十分な場合は正確な物性値が得られません。測定値からどのように物性を評価するのかという視点で本節をご覧ください。



関連試験機器

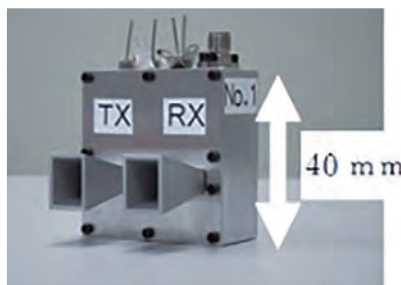


表面性測定機

摩擦係数測定、摩耗試験、引っかき試験、剥離試験などの摩擦摩耗試験ができます。



月刊名工研アーカイブから



マイクロ波・ミリ波の電磁波センシング

コンパクトなミリ波デバイスを試作し、物体から出される電磁波の反射波のベクトル解析から成分などの物性特性を抽出しました。

【月刊名工研No.825より】

材質や表面状態による摩擦力変化の評価

摺動を伴う機械や製品の設計において、摩擦力を正確に把握することは重要です。しかし、摩擦力は材質や表面状態、表面粗さなど、様々な要因によって変化するため、想定される状況を実測する必要があります。

図1は、当所の表面性測定機を用いてPOM（ポリアセタール）板に対してPOM球とステンレス球（潤滑油あり・なし）を摩擦させた時の摩擦距離に対する摩擦係数の変化を示したものです。測定データから得られた動摩擦係数を表1に示しました。POM板の摩擦係数は、相手材をPOM球からステンレス球に変えることで約1割低くなり、潤滑油を塗付するとさらに半減しました。このように、表面性測定機により、材質や表面状態を変えた場合にどの程度摩擦力が変わるのかを数値として評価できます。また、表面性測定機では加熱条件での摩擦力の測定や、往復摩耗試験による耐摩耗性の評価も可能です。

表1 POM板の動摩擦係数（図1のデータより算出）

相手材	POM球	ステンレス球	ステンレス球 （潤滑油あり）
動摩擦係数	0.25	0.22	0.10

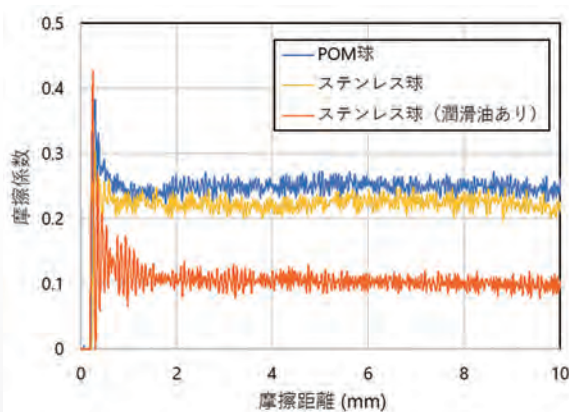


図1 POM板の各種相手材に対する摩擦係数の測定例

高周波誘電特性の測定

超高速無線通信を実現する5Gでは、数GHz～数十GHzにわたる高周波帯の電波が使用されます。高速通信の実現には電波の速度低下と、周波数が高くなるほど素材に吸収される減衰を抑制することが求められます。一般に電波が基板などを伝搬する速度は誘電率が低いほど速く、電波の減衰は誘電正接が低いほど抑制されます。以上から、5Gでは誘電率および誘電正接の低い材料が必要とされます。

当所では、平成23年度に公益財団法人JKAの設備拡充補助事業によって、0.2～8.5GHzの範囲で誘電特性（誘電率、誘電正接）を測定できる装置を導入しました。ベクトルネットワークアナライザ（回路や材料の高周波特性を測定する装置）に接続する治具によって3つの測定手法を用意しています。1つ目は、空洞共振器を用いた手法です。この手法は2.45GHzと5.8GHzの2種類の周波数で高精度に誘電特性を求めることができます。測定対象は主に角棒状もしくは円柱状の固形サンプルです。例として、円柱状PTFE樹脂を5.8GHzで3回繰り返し測定した結果を表1に示します。誘電率及び誘電正接をわずかなばらつきで高精

表1 PTFE樹脂の誘電特性測定結果(5.8GHz)

	1回目	2回目	3回目
誘電率	2.057	2.057	2.058
誘電正接	0.00036	0.00037	0.00036

度に測定できます。2つ目は、同軸型サンプルホルダーを用いた手法です。こちらの手法は0.5～8.5GHzの周波数掃引が可能で、ドーナツ状に加工した固体サンプルを測定対象とします。また誘電特性と併せて磁気特性の測定も可能です。3つ目の手法は、同軸プローブを用いた手法です。こちらの手法は0.2～8.5GHzの周波数掃引が可能で、半固体または液体を測定対象とします。高周波誘電特性の測定にご興味のある方はお気軽にご相談ください。

製品技術研究室 栗山 拓
TEL (052) 654-9856

電池材料開発における物性評価

燃料電池や二次電池は、自動車等モビリティの電動化に向けた重要部品となっています。また、再生可能エネルギーの電力化における需要供給調整、スマホやIoT機器などの電源にも活用されています。これらの電池開発では、電池容量のみならず、安全性、耐久性、広い温度域での安定性などの高い性能を持つ電池を実現するための材料技術や電池化技術が必要となります。電池の開発では、まず試作レベルで各部材の分析評価や電池性能評価から始め、性能発現の要因を明らかにしながら電極、電解質といった構成部材の開発を進めます。

当所では令和4年度までに戦略的基盤技術高度化支援事業において全固体リチウムイオン二次電池の開発、特に薄膜電池用電解質や電極材料の開発を行いました。

電解質は作製条件によりイオン伝導度が変わるため、電解質の開発では、リチウムイオンが低抵抗で伝導するようにイオン伝導経路を考慮しながら作製条件の検討を行いました。成膜条件と伝導度の関係を把握するために、X線回折測定(XRD)による結晶化度の評価、X線光電子分

光法(XPS)による化学状態解析、電解質の走査電子顕微鏡(SEM)による形状観察などを行いました。これらの分析とイオン伝導度測定から、電解質薄膜の結晶化度や膜中窒素組成比、酸素原子と隣接するリチウム原子の結合状態などがイオン伝導を支配すると推定し、成膜条件に反映させることで特性向上を実現しました。

また、リチウムイオン二次電池の負極に使われている炭素電極の開発では、電池の充放電計測と同時に「XRDによるその場観察」により、充放電に伴うリチウムイオンの吸蔵、放出が炭素電極材料に及ぼす影響をリアルタイムで把握しながら、試作した炭素電極の評価を行いました。その解析結果を炭素材料の改良に活かし、電池寿命の向上を図りました。

このように複数の評価結果を総合的に解析することで電池材料など機能性材料の開発を進めています。

計測技術研究室 宮田 康史
TEL (052) 654-9939

セラミックスの硬さ試験について

セラミックスの硬さ試験にはピッカース硬さ試験が用いられていますが、適切に試験を行うには注意が必要です。

図1は粉碎用のアルミナボールの表面です。セラミックスは小ささまざまな気孔を有しており、図の黒い部分がそれにあたります。試験にあたっては表面研磨をしますが、気孔に砥粒が残らないようにしなければなりません。また、これらの気孔は照明を乱反射し圧痕を見づらくする上に、圧痕の角部に重なれば測定誤差が大きくなります。良好な圧痕を得るなら、大きな塊になっている部分を狙うべきですが、それが無い場合は観察方法を変えるか荷重を大きくして、測定誤差を減らすなどが考えられます。荷重を大きくすると亀裂が入りやすくなりますが、「JIS R 1610 ファインセラミックスの硬さ試験方法」では圧痕が観察できれば亀裂は許容されることになっているため、圧痕の読み取り易さを優先するのが通例です。

本稿ではセラミックスを取り上げましたが、セラミックス以外の材料においても材料・製法によって注意すべき点はさまざまです。材料の硬さ試験にご興味があれば、

お気軽にお問い合わせください。

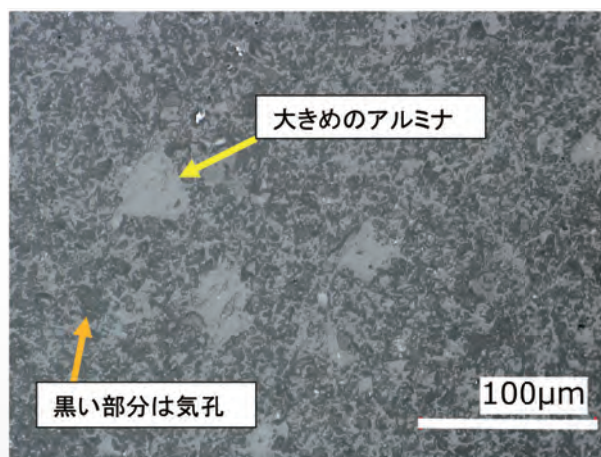


図1 アルミナボールの表面

金属材料研究室 杉山 周平
TEL (052) 654-9875

樹脂の流動性測定

熱可塑性樹脂の成形においては、材料の熔融時の流動性をよく知っておくことが重要です。メルトフローレート (MFR) は簡便に測定できるため、流動性を示すパラメータとして多用されます。

MFRの測定方法は以下の通りです。加熱したシリンダの中で樹脂を熔融し、ピストンで荷重をかけます。ピストンと反対側のシリンダの穴から一定時間に押し出された樹脂の重量を測定します。これを10分あたりの重量に換算したものがMFRです。MFRが大きいほど流動性が高いといえます。

図1にポリプロピレン (A) と10wt%および30wt%ガラス繊維含有ポリプロピレン (B, C) のMFRの測定例を示します。B, CはAと比較してMFRが小さく、流動性が低いことが分かります。また、ガラス繊維の含有量が多いCの方がBよりもMFRは小さくなりました。

MFRは静的な流動性を評価するものです。樹脂の流動性には速度依存性があり、実際の加工条件においては流動性が異なる場合もあり、留意が必要です。

当所ではMFRを測定できるメルトフロー試験機 (株井元製作所製、MB-1) を、お客様にお使いいただけます (開放利用)。ご興味があれば、お気軽にお問い合わせください。

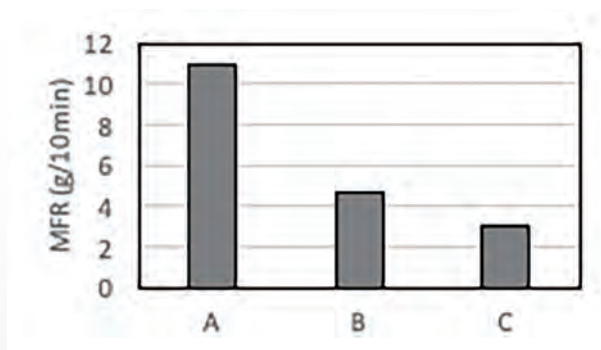


図1 MFR測定例

生産システム研究室 名倉 あずさ
TEL (052) 654-9950

線膨張係数の測定

温度上昇による寸法変化の割合を温度膨張係数 (CTE; Coefficient of Thermal Expansion) といい、温度変化による部品の干渉やそりなどにかかわる数値です。固体の場合は長さの変化を示す線膨張係数、液体や気体の場合は体積変化を示す体膨張係数が主に用いられ、単位は $1/K$ です。

当所では、固体の線膨張係数の測定に熱機械天秤 (TMA; Thermal Mechanical Analysis) を用いています。TMA では押し棒などのプローブでサンプルを押さえつけ、熱膨張によりプローブが押し戻された量を変位として測定し CTE を算出します (図1)。フィルムなどは引っ張りで測定します。線膨張係数にはある温度での変位の傾きから計算した瞬間線膨張係数 (図では 20°C 、* 印の箇所)、一定区間の変位量から計算する平均線膨張係数 (図では $50\text{--}150^{\circ}\text{C}$) があり、目的によって使い分けます。エポキシ樹脂などはガラス転移点 (T_g 、図では黒色点線の交点) の前後で線膨張係数が大きく変化します。

高分子は測定中の分子配向の緩和や後硬化により生じ

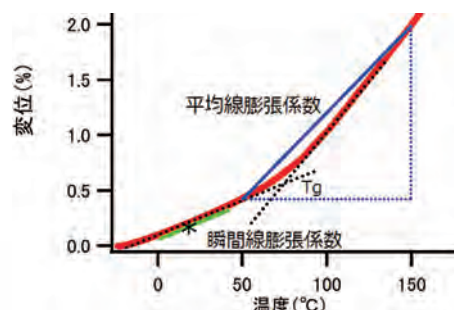


図1 エポキシ樹脂のTMA測定データ

る寸法変化が変位に上乗せされることがあり、その場合はアニーリング後に測定します。

TMAの測定荷重によって凹んだり伸びたりするような柔らかい材料、石英のように極めて線膨張係数の小さい材料、 380°C 以上の高温での測定は当所では不可能ですが、他機関を紹介しますのでお気軽にご相談下さい。

環境・有機材料研究室 岡本 和明
TEL (052) 654-9902

異種材料間に流れる電流値の測定

異なる材料を用途に応じて組み合わせた構造体や部材は、近年輸送機器など様々な分野で使用されています。しかし、組み合わせた材料の接触箇所が湿潤状態になると、電位の低い材料の腐食が促進される異種材料接触腐食という現象が生じるため、課題となっています。

当所では、内部抵抗が非常に小さい無抵抗電流計 (HM-103A, 北斗電工 (株) 製) を用いて、異種材料間の短絡電流などの微小電流を測定することが可能です。図1は、炭素繊維強化プラスチック (CFRP) とアルミニウム (A1050) 板を 35°C の 3.5wt% NaCl 水溶液に浸漬し、無抵抗電流計に接続してその間に流れる電流密度値を24時間測定した結果の一例です。電流密度値は $3\sim 11\ \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 間で変動を繰り返しました。これは、CFRP中の炭素繊維が表面に露出しており、電位の高い炭素繊維から無抵抗電流計を介して電位の低いA1050側に電流が流れたことを示しています。このときA1050表面ではアルミニウムが液中へ溶けてイオン化し電子を放出する反応が生じるため、アルミニウムの腐食が促進されることがわかります。

異種材料接触腐食にお困りの方はお気軽にご連絡ください。

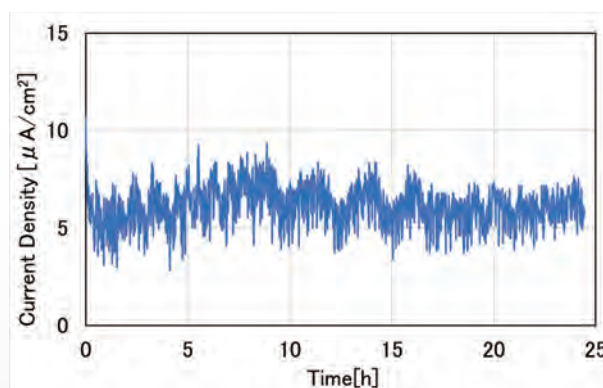


図1 CFRPとA1050間に流れる電流密度値

製品技術研究室 田中 優奈
TEL (052) 654-9908

本節では、様々な分析装置を利用した成分分析について紹介します。金属材料の定量分析にはICP発光分光分析、定性分析には蛍光X線分析が有効です。正確な分析には干渉などの影響への注意が必要となります。廃電子基板などの混在物の金属材料の定量分析では、分析試料の前処理が有効です。プラスチックなどの有機材料では、赤外分光法の利用により定性分析だけでなく劣化状態などを調査することも可能です。微量の有機材料やにおいなどの定性分析には、ガスクロマトグラフ質量分析計の活用が有効です。また炭素・硫黄分析装置は、金属材料以外にも界面活性剤などの有機材料の定量分析にも利用できます。これらの分析法の特徴や応用、得られるデータの注意点についても紹介します。



関連試験機器

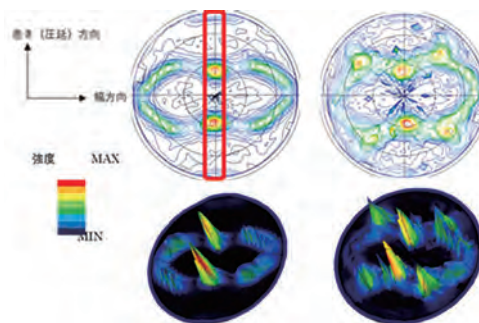


高分解能質量分析計

有機化合物の精密質量が測定できます。樹脂などの固体試料は熱分解および発生したガス成分を分離し、その精密質量を測定できます。



月刊名工研アーカイブから



XRD測定での極点図作成について

アルミホイルの異方性測定-Al(111)極点図で赤が強く、青がより弱い配向を示し、ホイルの製造比較ができました。
【月刊名工研No.832より】

ICP発光分光分析法によるリチウムの定量

ICP発光分光分析法は共存成分の影響が少ない分析方法ですが、アルカリ金属のようなイオン化しやすい元素が共存する場合には、その干渉を無視できません。月刊名工研の625号(2003年2月)でリチウム添加によるナトリウム・カリウムの定量方法を紹介しましたが、この方法はリチウムの定量には適用できません。令和2年度に公設試の共同分析でベタライト(葉長石)のリチウムの定量を行いました。その際の干渉抑制方法について紹介します。

リチウム2mg/Lとナトリウム1mg/Lを含む溶液に硝酸ナトリウムあるいは硝酸カリウムを添加してICP発光(670.784nm)でリチウムを測定した結果を表1に示します。ナトリウムを500mg/L、カリウムを1000mg/Lまで添加した場合に干渉が抑制されています。さらにこの表からは分かりませんが、添加によって発光強度が4~5倍増加しており、より低濃度まで測定できるようになりました。この方法でリチウムを、前述の625号の方法でナトリウム・カリウム等を測定することができました(表2)。

正確な定量分析には様々なノウハウがあります。分析で

何かお困りの際はお気軽にご相談ください。

表1 模擬試料測定結果 (mg/L)

Na添加量	0	250	500
Li検出量	2.138	1.965	1.993
K添加量	0	500	1000
Li検出量	1.975	1.938	2.002

表2 ベタライト(葉長石)の化学成分 (%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Li ₂ O	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O
76.4	16.4	4.24	0.82	0.53	0.43

【参考資料】
JIS M 8853「セラミックス用アルミノけい酸塩質原料の化学分析方法」
(1998) 解説

廃電子基板の乾式分析前処理法の研究

廃電子機器中にある電子回路基板(廃電子基板)は有価物であり、資源として取引されます。そのため、基板の価値を知るための分析にはニーズがあり、分析法の研究を行っています。

廃電子基板の価値は含有される金銀銅でそのほとんどが占められています。基板に含まれる元素の分析には酸などで含有成分を溶出させた液をプラズマ発光(ICP-AES)分析する湿式法と、波長分散型の蛍光X線分析(WDX)などにより固体状態の試料を分析する乾式法があります。湿式法は高精度な分析に用いられますが、金銀を一度に溶出させることが困難です。一方、乾式法は同時分析が可能ですが、試料がミクロにも均一であることが求められます。そこで本研究では廃電子基板を精錬のように銅合金とスラグに分離する前処理をし、金銀銅の均一化された合金を得て分析する方法を検討しました(図1)。

ある廃電子基板の金銀銅の含有量について、粉碎物の湿式分析値、粉碎物のWDX分析値、ならびに本前処理を適用した場合の乾式分析値を表1に示します。粉碎物を乾

式分析した場合には金銀の分析値が湿式分析と比べて低く、正しく評価できませんでした。一方、本前処理を適用した金銀の分析値は湿式法と同程度であることが確認できました。ご興味のある方はお気軽にご相談ください。

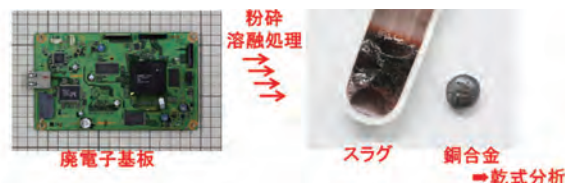


図1 本研究の廃電子基板の乾式前処理法

表1 廃電子基板の分析例

分析方法			分析値(%)	
			Ag	Au
湿式	粉碎+硝酸溶解	ICP-AES	0.132	—
	粉碎+燃焼+王水溶解	ICP-AES	—	0.060
乾式	粉碎	WDX	0.070	0.019
	本研究前処理	WDX	0.171	0.075

環境・有機材料研究室 柴田 信行
TEL (052) 654-9882

ポリプロピレンの熱による赤外スペクトル変化

金属などの焼き入れ工程等により、金属に付着していた繊維や樹脂片などが高温により溶けて表面に融着・黒色化し不良の原因になることがあります。一般的に不良解析のため原因物質を特定するには黒変部をFT-IRで測定しますが、不良部分が熱で劣化しやすい場合は赤外スペクトルが変化し、特定が困難になる場合があります。

例えば、ポリプロピレン(PP)は炭化水素系の樹脂のため、熱により酸化されやすいことが知られています。図1は一般的なPPの赤外スペクトルです。これを300℃で3時間加熱すると、図2のように1700cm⁻¹辺りに酸化による吸収帯の出現、1200cm⁻¹以下の指紋領域の吸収の不明瞭化が起こりますが、3000cm⁻¹付近の吸収帯のパターンや1460cm⁻¹、1380cm⁻¹の吸収帯の強度比などからPP熱劣化物と推定することが可能です。このように樹脂の熱劣化スペクトル情報を収集することにより、成分解析の手がかりとすることができます。

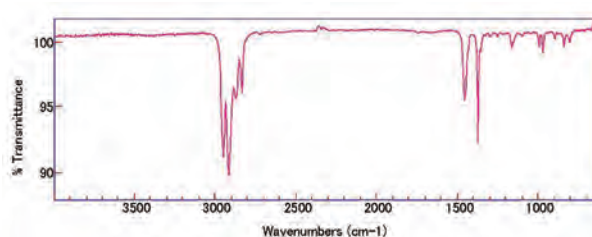


図1 一般的なPPの赤外スペクトル

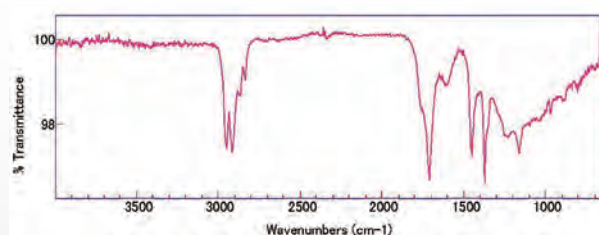


図2 300℃、3時間加熱後のPPの赤外スペクトル

信頼性評価研究室 朝日 真澄
TEL (052) 654-9889

高分解能質量分析計を用いた樹脂材料の劣化解析

樹脂材料はその加工性、軽量性などの利点から様々な製品に利用されていますが、ほとんどの樹脂は使用環境下で光や温度、水などの影響により経時的に劣化します。樹脂の劣化は事故につながることもあり、寿命予測が重要視されますが、外観では判別が難しい場合もあり、新しい劣化解析が必要です。

そこで2022年度公益財団法人 内藤科学技術振興財団の研究助成金を受けて行った劣化解析に関する研究について紹介します。高分解能質量分析計（図1）を用いて、汎用樹脂のポリエチレン（PE）の劣化解析を検討しました。本装置は、試料を熱した際に発生するガスを個々に分離して詳細な成分分析ができます。今回、屋外暴露試験および促進耐候性試験で劣化処理したPE試料の分析により、微量の飽和脂肪酸類（C8～C20）の生成を確認しました（図2）。これらの飽和脂肪酸類の生成量を追跡することで、PEの劣化の半定量的な比較評価を行いました¹⁾。この解析方法は、劣化メカニズムを探ることに利用でき、寿命予測にもつながります。

また、PEの他にポリプロピレンの劣化について検討した事例もございます²⁾。その他の樹脂も含めて、劣化にお困りの方はお気軽にご相談ください。



図1 高分解能質量分析計

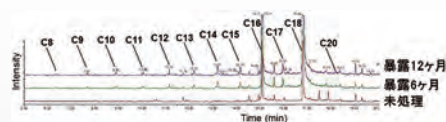


図2 PE試料(屋外暴露)の熱脱着ガスクロマトグラム

【参考文献】

- 1) 名古屋市工業研究所 研究報告No.108, pp.27-31
- 2) 名古屋市工業研究所 研究報告No.106, pp.1-8

支援総括室 山中 基資

TEL (052) 654-9888

ガスクロマトグラフ質量分析装置

「このにおいは何だろう。」と思ったことはありませんか？においは簡単にいうと空気中に揮発してきた化学物質です。当所には揮発性有機物を測定することができるガスクロマトグラフ質量分析装置（GCMS）がありますので、そういった疑問に対応が可能です。

例として、マーカーのインクのおいを成分分析しました。バイアル瓶にインクを極少量採取し、50℃で加熱後、揮発した成分を測定しました。結果として成分を分離したいくつかのピークが得られます。このピークに付随しているマススペクトルをデータベース内で検索することで推定化合物がいくつか提示されます（図1）。推定化合物にはアルコールという共通点があるので、インクのおい成分はアルコール系溶剤ではないかと推測ができます。

ここで注意が必要なのは、推定化合物はあくまで候補であるということです。しかし、未知のサンプルを評価するためには何か手がかりが必要です。

そんな時には、このGCMSで得られた推定化合物を参考にしてみてはいかがでしょうか。

YouTubeでは、ここでは紹介できなかった熱分解GCMSの紹介動画¹⁾をを公開中ですので興味のある方はぜひご覧ください。

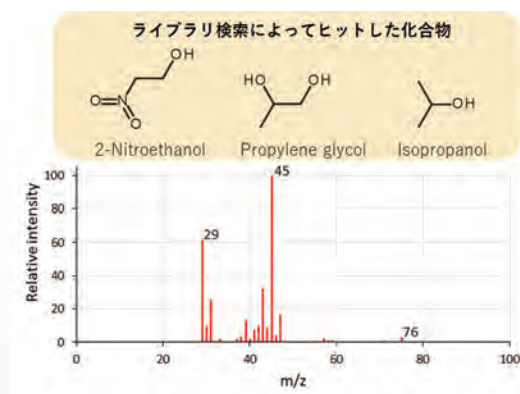


図1 得られたピークのマススペクトルおよび推定化合物

【参考資料】

- 1) <https://www.youtube.com/watch?v=k2KiiK6kG6Y>

環境・有機材料研究室 大和 直樹

TEL (052) 654-9899

金属加工用薬剤中の界面活性剤の定量分析

高周波炉/管状炉切替式炭素・硫黄分析装置は鉄鋼などの炭素及び硫黄を極微量域(数ppm)から数%オーダーまで高精度に分析することができます。試料を燃焼するつばや燃焼ボートに量り取り、酸素気流中の加熱炉で燃焼し、試料中の炭素及び硫黄が酸化されて生成した二酸化炭素及び二酸化硫黄を赤外線検出器により定量します。一般的には金属中の微量炭素・硫黄の定量に使用することが多いですが、有機物等の炭素・硫黄の定量にも利用可能です。

本装置を用いた有機物の分析事例として、金属加工用薬剤中の界面活性剤の定量を紹介します。薬剤は界面活性剤を0.1wt%程度含む水系の無機スラリーであったため、HPLC、UV-Vis、TG-DTA、TOCなどの方法による分析はマトリックスの影響が大きく分析が難しいと考えられます。炭素・硫黄分析装置であれば試料を燃焼し、気体である二酸化炭素を検出する分析装置によりマトリックスの影響が少なく、また、薬剤中の炭素源は界面活性剤のみであったため、分析が可能であると判断しました。まず、界面活性剤のみを分析し、得られた強度をプロットすることで

検量線を作成しました。次に、試薬を用いて薬剤と同じ組成の無機スラリーを作製、分析を行い、検量線から得られた定量値が無機スラリー作製時に添加した界面活性剤量と一致するか確認したところ、1%以下の誤差で分析することがわかりました(表1)。

表1 試薬で作製した無機スラリーの分析結果

無機スラリー中の界面活性剤量(mg)	分析結果(mg)
150.0	150.7

以上の結果から、現場で使用されている薬剤も分析できることがわかり、相談された企業では工程管理でこの分析法を利用しています。

当所ではこのようにJISで決められたような定型の分析法がない場合でも、分析方法の検討が可能ですので、お気軽にご相談ください。

表面技術研究室 松村 大植
TEL (052) 654-9857

分析方法による成分分析結果の違い

固体表面の様々な分析手法の中で、蛍光X線分析(XRF)とX線光電子分光分析(XPS)についてご紹介します。どちらの手法も試料に含まれている成分の種類とおおよその量を調べることができます。また、励起源がX線であるため、導体が絶縁体かに関わらず前処理なしに分析することが可能です。2つの手法で大きく異なる点として分析深さが挙げられます。XRFでは表面からおおよそ数十 μm に対し、XPSでは数 $\sim 10\text{ nm}$ 程度です。

表1にXRF(株リガク製ZSX PrimusIV)およびXPS(株アルバック・ファイ製PHI X-tool)を用いて同一のステンレス鋼SUS304を分析した結果を示します。SUS304はクロム18.0 – 20.0%、ニッケル8.0 – 10.5%を含むオーステナイト系ステンレスであり、最も広く普及するステンレス鋼です。鋼材表面には耐食性に優れたクロムを主成分とした不動態皮膜が形成されています。XRFでは鋼材自体の成分の規定値と良く一致していますが、XPSではクロムの濃度が26.9mass%と高くなっています。

ここで挙げた一例のように、各分析手法にはそれぞれの

特徴があり、目的に応じた手法の選択が必要です。ご興味がございましたらお気軽にお問合せください。

表1 XRFおよびXPSによるSUS304の分析結果

成分	XRF	XPS	成分	XRF	XPS
Fe	70.11	64.6	Mo	0.27	1.8
Cr	19.25	26.9	Co	0.21	ND
Ni	8.00	3.9	V	0.05	ND
Mn	1.15	ND	P	0.03	0.6
Si	0.46	2.1	Nb	0.01	ND
Cu	0.45	ND	S	ND	ND

(単位:mass%)

表面技術研究室 川瀬 聡
TEL (052) 654-9925

本節では、光学顕微鏡や電子顕微鏡による観察や、エネルギー分散型X線分光法(EDS)、蛍光X線分析法、赤外分光法を活用した不良・破損解析事例を紹介します。電子顕微鏡は最大数十万倍に拡大して破損面の微小構造を調べたり、EDSを利用して不良箇所や異物にどのような元素が存在するかを分析したりすることで、不良や破損の原因を推定できます。電子顕微鏡は一般に電気を通す材料しか観察できませんが、電気を通さない材料については表面を金属でコーティングすることで観察が可能になります。環境制御型電子顕微鏡を使用すれば、表面コーティングをすることなくプラスチック等の不導体の観察も可能です。また、プラスチック系の混入異物や付着した有機系汚れの分析には赤外分光分析が有効です。



関連試験機器

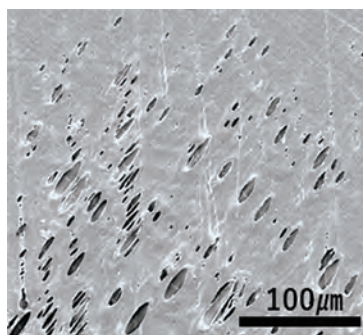


分析機能付超高分解能走査電子顕微鏡

異物分析、不良原因調査、破損解析、組織評価などに利用できます。



月刊名工研アーカイブから



プラスチック部品の変色(白化)

溶剤に侵されたプラスチック(ポリスチレン)表面を電顕で拡大観察しました。【月刊名工研No.822より】

金属材料の破損解析

機械構造物には多くの金属部品が使用されています。使用期間内に破損しないよう設計されますが、実機の使用環境は複雑であり、予期しない破損が生じることもあります。再発を防ぐためには、原因を調査して事故を防止する必要があります。

破損解析では、多くの場合、破断面を観察して破損状況を推測します。目視や光学顕微鏡を用いたマクロ観察では、過大荷重による延性破壊や脆性破壊、または、き裂の成長を伴う疲労破壊や遅れ破壊など、およその破壊機構を判断します。

例えば、疲労破壊では、ビーチマークと呼ばれる縞状模様から外力の変化やき裂発生時期の推測を、疲労破断した面積と静的破断した面積から公称応力の推測をすることがあります。

電子顕微鏡を用いたミクロ観察では、ディンプル(窪み模様)やストライエーション(溝状縞模様)など局所的な特徴を観察して破損状況を推測します。

図1は鉄鋼材料の典型的な疲労破断面の電子顕微鏡写

真です。結晶粒に依存する粗大な凹凸が存在します。図2は起点まわりを切断した断面を金属組織観察した結果です。組織は0.5~1mm程の結晶粒であり、結晶粒の粗大化が強度低下の一因と推測されます。

このように金属材料の破損解析では破断面観察をもとに破損状況の推測を行います。この推測に基づき組織や機械的性質を調査して破損原因を明らかにできる場合があります。金属の破損解析にお困りでしたら、お気軽にご相談ください。

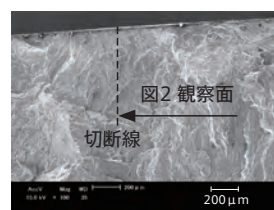


図1 鉄鋼材料破断面の電子顕微鏡写真

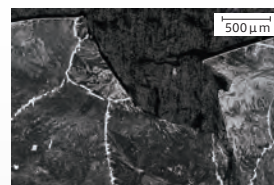


図2 金属組織写真

SEM-EDSを用いたプラスチックめっき不良調査

めっき技術は自動車、電子機器、医療機器など幅広い分野で活用されていますが、求められる品質の高度化に伴って、微小な不良トラブルの相談が増加しています。当所では、走査型電子顕微鏡－エネルギー分散型X線分光装置（SEM-EDS）を用いて、マイクロ～ミリメートルサイズのめっき不良調査を行っています。図1はプラスチックめっき（プラスチック上の銅－ニッケル－クロムめっき）の“ざらつき”不良のSEMによる断面観察画像です。暗い箇所（矢印）はめっき内部に取り込まれた異物であり、“ざらつき”不良の原因と考えられます。

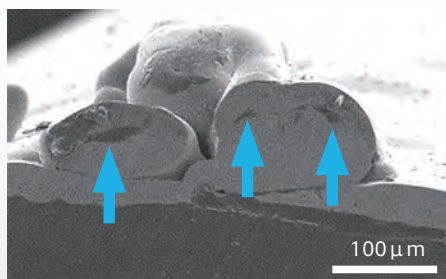


図1 プラスチックめっき不良部の断面観察画像

図2は図1と同じ箇所をSEM-EDSにより元素マッピング分析した結果です。赤色（母材または異物）は炭素を示します。水色は銅、緑色はニッケル、黄色はクロムを示しています。結果から異物である有機物を核として銅が異常析出したと考えられます。対策としては、銅めっきまでの工程の見直しが必要です。

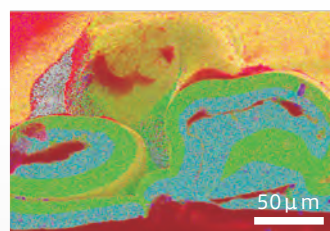


図2 SEM-EDSマッピング分析

めっき不良など微小サイズの分析でお困りの時は、お気軽にお問い合わせください。

金属材料研究室 中村 浩樹
TEL (052) 654-9917

めっきの膜厚による製品不良

めっきした製品の不良原因の一つとしてめっき膜厚が基準値から外れているという場合があります。過去の事例では、通常的环境下での使用において、早く錆が発生してしまった製品や、通常と異なる抵抗値を示した電気接点部品がありました。膜厚測定した結果、これらはいずれも基準値に達していないことが判明しました。

また、膜厚測定時に、膜厚だけでなく、めっきの種類が異なるということが判明する場合があります。真鍮上へのスズ(Sn)めっきを行った、外観が同じ2種類の試料に対して、蛍光X線式膜厚測定器で分析した際のスペクトルを図1に示します。試料Bでは真鍮の主元素である銅(Cu)、亜鉛(Zn)、および、めっきであるSnのピークが検出されました。一方、試料AではSn、Znのピークに対して、非常に大きなニッケル(Ni)とCuのピークが検出されました。この結果から試料Aでは、Snめっきの膜厚が薄くなっており、下地にNiめっき、Cuめっきを行ったことが推測されます。

めっきの膜厚の違いは外観からは分かりません。膜厚を測定し、基準値に達したか確認することが製品不良の予防

にもつながります。当所では膜厚測定をはじめ、めっきの剥がれ、膨れ、変色、異物の付着といった様々なめっきの不良解析に取り組んでいます。お困りごとがあればご相談ください。

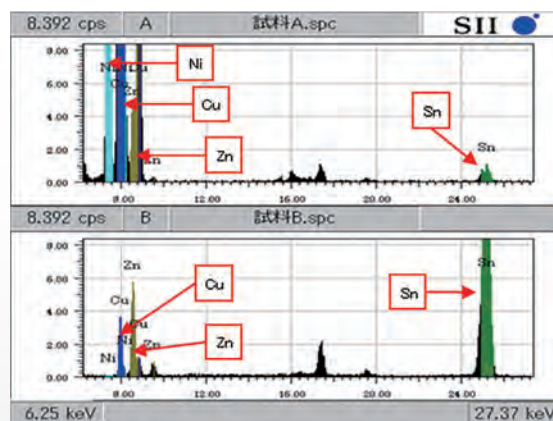


図1 スペクトル一覧

表面技術研究室 田辺 智亮
TEL (052) 654-9943

製品の変色トラブル

未使用鉄板部品の変色トラブルについて相談がありました(図1)。そこで分析機能付走査電子顕微鏡により変色部の元素分析を行ったところ、変色部からは、正常部からは検出されなかった酸素(O)、塩素(Cl)、カルシウム(Ca)が検出されました(図2)。この結果から、変色の原因はClの付着による鉄板の腐食であると考えられます。

金属製品の腐食や食品の吸湿を防ぐため、乾燥剤を使用することがあります。乾燥剤は多くの種類があり、代表的なものとしてシリカゲルが挙げられます。その他には塩化カルシウムを利用した乾燥剤もあり、これはシリカゲルの3倍の吸水力があると言われています。今回の製品では塩化カルシウムの乾燥剤が使用されており、乾燥剤の漏れも確認されました。この点、変色部から検出されたCl、Caと一致しました。本来、防錆目的で使用されている乾燥剤ではありませんが、使用上の注意が必要であると言えます。

製品表面トラブルでは分析機能付走査電子顕微鏡が有効です。何かお困りの際はお気軽にご相談ください。

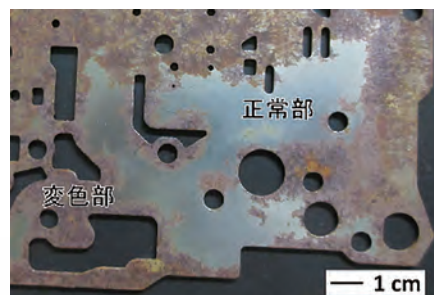


図1 未使用で変色した鉄板部品

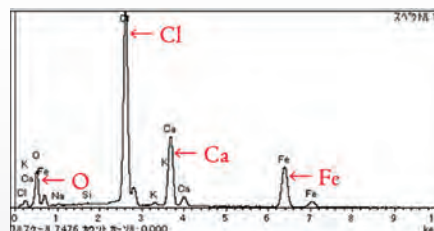


図2 変色部のEDSスペクトル

表面技術研究室 浅野 成宏
TEL (052) 654-9887

ソルベントクラック (ケミカルクラック)

プラスチックは、溶剤などの化学薬品が付着すると割れてしまうことがあり、ソルベントクラック(ケミカルクラック)として知られています。ソルベントクラックを引き起こす薬品として、有機溶剤、油、界面活性剤、可塑剤、防錆剤などがあります。プラスチックの種類にもよりますが、これらの薬品は内部へ浸透し微視的に膨潤状態になるため、小さな応力でも亀裂が入りやすくなります。図1は、ポリスチレンの射出成形品を酢酸エチルの蒸気さらしてできたクラックの破断面写真です。平滑な破断面がソルベントクラック部分、ごつごつした破断面が人為的に割った脆性破壊部分になります。実際の製品ではこのような明瞭な破断面ばかりではないため、破断面周辺の成分分析や再現試験などと合わせてソルベントクラックかどうかを判断する必要があります。

今回例として取り上げたポリスチレン以外では、ABS、アクリル、ポリカーボネートなどの非晶性樹脂が比較的ソルベントクラックを引き起こしやすいことが知られています。プラスチックの破損でお困りの際はお気軽にご相談ください。

い。

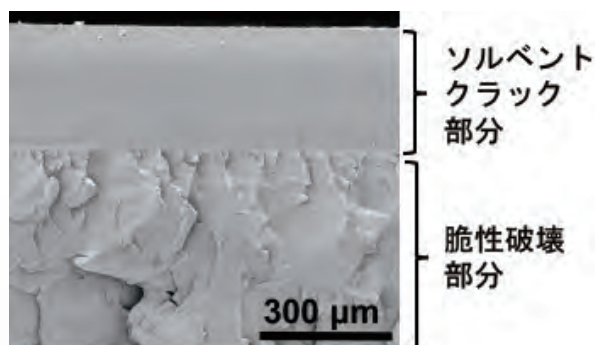


図1 ポリスチレン破断面の電子顕微鏡写真

表面技術研究室 中野 万敬
TEL (052) 654-9893

製品に付着した異物の混入経路の調査

製品への異物の付着は、外観不良だけでなく、製品の割れや塗装のブツ・はじきなどのトラブルの一因になります。当所では、異物の成分分析のご相談を混入経路の推定のためによく承ります。付着異物の多くは製品の製造工程内にある材料や製品に接触する梱包材に由来しています。

分析方法は異物の種類などによって異なりますが、ここでは一例として有機物を対象とする赤外分光分析の事例をご紹介します。

異物は出荷検査時にはなく、梱包後出荷し、納品先で開封した際に発見されました。状況から梱包材のいずれかが異物として付着したのではないかと推測しました。図1に異物と2種類の梱包材の分析結果を示します。異物と梱包材1の分析結果がほぼ一致するため、異物は梱包材1に由来すると推定されました。このように、推測される材料と異物の分析結果を比較することで異物の推定を行います。異物と推測される材料がない場合は、既知のデータベースの中から異物の類似化合物を検索することもできます。

異物付着でお困りの場合はお気軽にお問い合わせください。

さい。

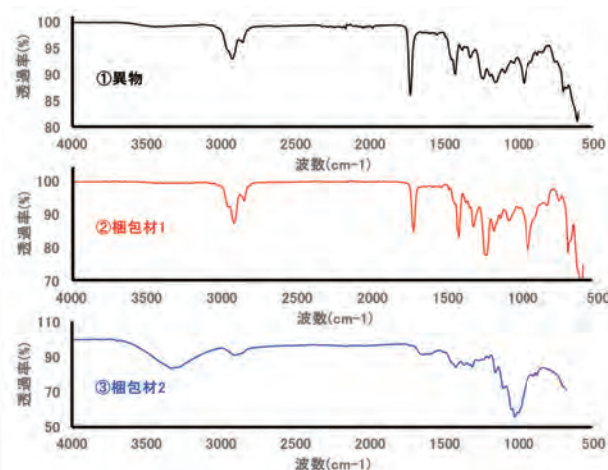


図1 赤外分光分析例

環境・有機材料研究室 林 朋子
TEL (052) 654-9869

接着不良や塗装、めっきの剥がれの原因調査

多種多様な素材の接着や、物質表面を別の素材の薄膜で覆うめっき、塗装は共にものづくりにおいて重要な手法です。当所ではこれらの不良に関する相談を数多く承っております。このように 2 種の異なる材料を張り合わせる場合、材料の表面(界面)状態が非常に重要です。界面に油などの汚れが付着していれば、剥がれが発生します。その場合、汚れの成分を分析することができれば、その発生原因を特定することができます。

一般的に、汚れの分析を行うには、赤外線スペクトル(IR)測定が有効です。基材が金属の場合、金属には IR の吸収がないため汚れのIR測定は比較的容易です。一方、基材が樹脂の場合、樹脂の吸収と汚れの吸収が重なるので、汚れの同定は困難になります。この時は、基材のみの IR スペクトルを測定し、両者の差スペクトルを取ることで汚れの判別が可能になります。

他には汚れを基材から採取する方法があります。液体であれば綿棒で擦り取り、固体であれば針やピンセットで単離します。この方法であれば、基材に関係なく汚れのみの

IR スペクトルが測定可能になり、成分の特定ができます。また、基材に関わらず、汚れの付着量が非常に少ない場合や汚れが目視では確認できない場合、溶剤による濃縮や抽出という操作を行った後、IR スペクトル測定を行います。例えば、汚れが油の時はヘキサンを浸した綿棒で剥離面全体を擦り、汚れを採取した後、IR 測定用の金ミラーへ汚れを転写することによりIRスペクトル測定を行います。この方法は、汚れの採取に適した溶剤を選択する必要があります。

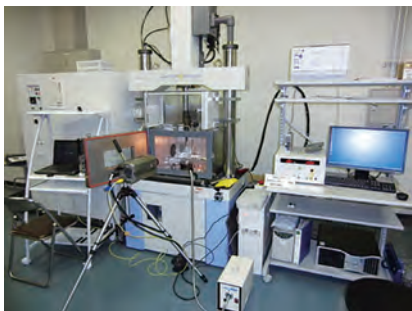
同様の案件でお困りでしたら、お気軽にお問い合わせください。

信頼性評価研究室 小田 三都郎
TEL (052) 654-9905

本節では、各種材料を安全に利用するための強度設計に関する技術を紹介します。強度設計では用途に応じた力学的特性の評価とともに、破損や腐食への配慮が求められます。通常、CAE解析に必要な材料物性値は既知のデータベースに頼りますが、高速引張試験機による強度特性評価、デジタル画像相関法によるひずみ値の計測、および不連続繊維強化樹脂のマルチスケール解析を行うことで、より信頼性の高い物性値が得られます。また、蛍光浸透探傷法を使った繊維強化樹脂の微視的損傷の観察、オーステナイト系ステンレス鋼の熱による鋭敏化、および金属組織観察の際に活用する電解研磨・電解エッチングによる材料組織分析からの知見も強度設計に利用できます。



関連試験機器

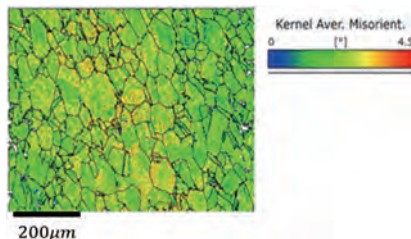


高速引張試験機

材料の高速変形時の機械的特性が評価できます。自動車衝突解析や電子機器の落下衝撃解析などに活用できます。



月刊名工研アーカイブから



SEM-EBSDによるSUS304の曲げ試料解析

隣り合った結晶面の向きのずれから、結晶粒内の歪みを表現しました。大きいほど緑→黄→赤で表され（KAMマップ）、組織内のひずみ分布を可視化できました。

【月刊名工研No.831より】

構造解析のための材料特性の取得

製品の設計や開発には、CAE解析が頻繁に用いられます。その中でも、製品の強度や安全性を確認する構造解析では、材料特性として図1に示すような応力-ひずみ曲線が重要です。

応力-ひずみ曲線は、一般的に引張試験と伸び計等を用いたひずみの計測により得られますが、伸びが大きくなると一部にひずみが集中し、伸び計等では計測できない局所ひずみが生じるため、従来は、硬化則を用いて外挿することで簡易的に同定する手法が使われていました。近年はデジタル画像相関法という画像解析により、図2に示すようなひずみ分布（青→緑→赤でひずみ大）が実測できることから、伸びが大きい場合でも信頼性の高いひずみ値が計測できます。

材料によっては温度や変形速度に依存性があるので、より高精度な解析には、設定した温度や速度で試験ができる専用試験機が必要です。

当所では、このような材料特性を取得するため、準静的な引張試験が可能な万能試験機に加えて、動的な引張試

験と、測定下での温度設定が可能な高速引張試験機を導入しています。荷重データ等の信号と同期撮影が可能な高速度カメラもあり、デジタル画像相関法のための動画撮影も可能です。

構造解析等で必要な材料特性の取得方法などでお困りの時は、お気軽にお問い合わせください。

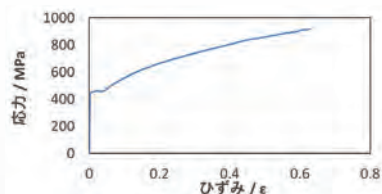


図1 一般構造用圧延材SS400の応力-ひずみ曲線



図2 デジタル画像相関法によるひずみ分布の計測

計測技術研究室 谷口 智
TEL (052) 654-9854

マルチスケール解析による物性予測

不連続繊維強化樹脂は繊維配向、繊維含有率、繊維長などが機械特性と密接な関係にあることが知られています。しかし、繊維長などを意図的に調整し、機械特性との関係を実験から把握することが困難なケースもあります。このような場合、構造解析をマルチスケール解析と連成させたシミュレーションが有効となります。図1に簡易的な構造解析モデルを用いて樹脂に内含される繊維のアスペクト比（繊維長）を変えた場合の応力-ひずみ曲線の予測結果を

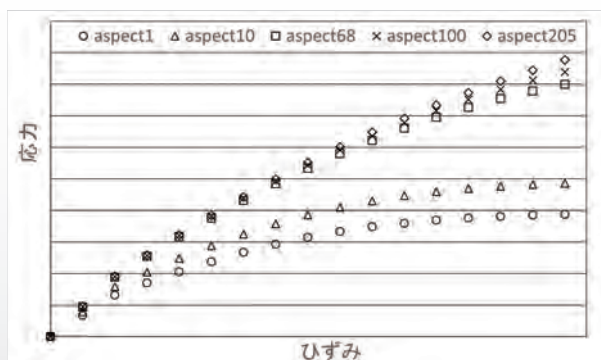


図1 アスペクト比を変えた応力-ひずみ曲線

示します。図1からアスペクト比が大きくなることで応力が増加していることが分かります。しかし、今回のケースではアスペクト比が68を超えると応力の増加は収束傾向になります。また、アスペクト比はヤング率よりも強度に影響を及ぼしていることが分かります。このようにマルチスケール解析と構造解析を連成させることで不連続繊維強化樹脂における機械特性の予測や繊維の状態が機械特性に及ぼす影響を検証することが可能となり開発期間の短縮などが期待できます。また、マルチスケール解析ではアスペクト比以外にも繊維配向や繊維含有率が機械特性に及ぼす影響についても検証することができます。当所ではスキャナ法による繊維長測定やX線CT装置による繊維配向解析も実施しております。ご興味のある方はお気軽にお問い合わせください。

製品技術研究室 近藤 光一郎
TEL (052) 654-9892

CFRP積層板に生じたクラックの進展様相

CFRP（炭素繊維強化プラスチック）は軽くて強いことから、近年様々な製品に使用されつつあります。しかしながら、孔の開いたCFRP積層板に引張りの荷力が加わると孔の周りに微視的損傷が発生し、これらが破壊の要因である層間剥離の起点となる可能性があります¹⁾。そのため、設計時や検査時においては微視的損傷の挙動を把握しておく必要があります。

そこで、スプリットिंग（孔の応力集中部を起点とした荷重方向と平行方向のクラック）に焦点を当て、その進展挙動を観察しました。最大荷重を4.9 kNとし、応力比0.1、試験速度5mm/minで繰

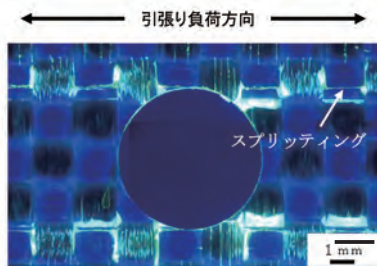


図1 蛍光浸透探傷法による微視的損傷の観察

り返し引張り荷重を加えて適宜スプリットिंगの長さを測定しました。4000サイクル時の蛍光浸透探傷法による

微視的損傷の様相を図1に示し、スプリットング長さとサイクル数の関係を図2に示します。

サイクル数の増加とともに初めは急速にスプリットングが進展していき、その後徐々に進展が緩やかになっていくことが分かりました。CFRP積層板に生じたクラックの進展様相の観察についてご興味がある方はお気軽にご相談ください。

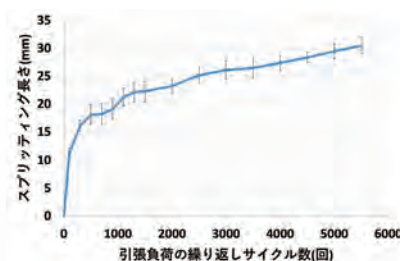


図2 スプリットング長さとサイクル数の関係

【参考文献】

1) 深谷,月刊名工研798号,p.3(2018).

金属材料研究室 深谷 聡
TEL (052) 654-9859

オーステナイト系ステンレス鋼の鋭敏化

オーステナイト系ステンレス鋼は耐食性や加工性が良く、ステンレス鋼の中でも流通量の多い鋼種です。オーステナイト系ステンレス鋼の破損原因として特徴的なものは、鋭敏化による耐食性低下です。

鋭敏化とは、ステンレス鋼に固溶している炭素がクロムと結合して結晶粒界にクロム炭化物が析出する現象です。600～800℃に数十秒以上さらされることで起こり、粒界付近はクロム濃度の低いクロム欠乏部となるため耐食性が低下します。その結果、粒界に沿って腐食しやすくなります。

鋭敏化が起こると、想定外の腐食や、応力腐食割れの原因となることが知られています。鋭敏化は熱の影響により発生するため、熱処理や溶接が行われている場合は特に注意が必要です。鋭敏化を防ぐには熱履歴管理が重要ですが、それ以外の対策としては、材料を低炭素ステンレス鋼(SUS304Lなど)や安定化ステンレス鋼(SUS321など)に変更することが挙げられます。

鋭敏化の有無については10%シュウ酸電解エッチング試験法などで確認することができます。図1は正常な

SUS304製品、図2は鋭敏化したSUS304製品の顕微鏡組織です。図1に比べて図2では粒界近傍が太い線として現れています。これはクロム炭化物の析出により結晶粒界の耐食性が低下し、そこが選択的に溶解したためです。

この鋭敏化のように、素材として強度や耐食性の要求を満たしていても、加工方法次第で破損に繋がる場合があります。ステンレス以外にも金属の破損についてお困りでしたら、お気軽にご相談ください。

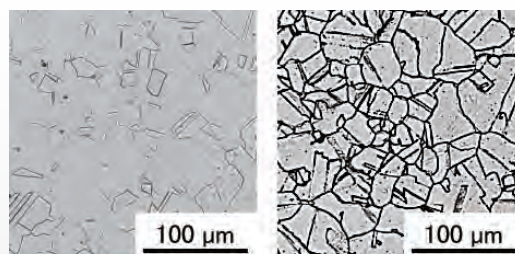


図1 正常な顕微鏡組織 図2 鋭敏化した顕微鏡組織

金属材料研究室 岡東 寿明
TEL (052) 654-9853

電解研磨を用いた金属材料の組織観察

金属組織試験は、金属材料の特性を調べる手法として幅広く用いられています。組織観察のためには、試料表面を鏡面に調整する必要があり、続くエッチング(腐食)によって金属組織を現出させます。通常、研磨紙による研磨の後にバフ研磨・琢磨を行ない鏡面にしますが、特に軟質な材料では砥粒が埋没しやすく研磨によるキズや変形が残る可能性もあります。そうした研磨不良が残っていると組織の誤った評価につながる危険があります。そのような軟質材料では電解研磨が有効となります。また、ステンレス鋼のように耐食性が高い材料では、薬液によるエッチングは難しく、電解エッチングが選択肢のひとつになります。

当所の電解研磨/エッチング装置(図1)は、オートスキャン機能を備えており、電解研磨/エッチングが一定の条件で行なえるため再現性が高く、効



図1 電解研磨/エッチング装置

果的に組織の観察や比較をすることが可能です。

図2は電解処理によって作製した試料の金属組織写真です。ステンレス鋼SUS304を研磨紙(#1000)で研磨後に電解研磨し、電解エッチングを施したものです。オーステナイト結晶粒がきれいに観察でき、良好な試料調整ができています。このような組織観察試験のご要望がございましたら、お気軽にお問合せ下さい。

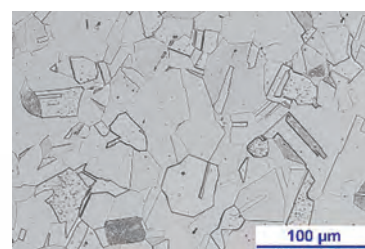


図1 ステンレスの組織写真

金属材料研究室 川島 寛之
TEL (052) 654-9936

大気圧プラズマ処理したポリプロピレンと粘着テープの90度はく離試験

テープの粘着性の良し悪しは、手で剥がした感覚でもおおよそ判断できますが、製品開発や設計では、引き剥がす角度や速度をコントロールした条件下で測定した数値が必要です。

粘着力の評価方法に、90度はく離試験があります。この試験は、被着面に対し直角方向にテープを引き剥がす試験です。以下に表面を大気圧プラズマ処理したポリプロピレン(PP)とセロハンテープ(幅18mm)の粘着力を測定した例を紹介します。

90度はく離試験は、万能材料試験機(オートグラフAGS-500NX、(株)島津製作所)に、引き剥がした長さに応じてスライドし、角度を一定に保つ治具を取り付け、はく離速度50mm/minで実施しました。

試験中に記録したはく離荷重を図1に示します。はく離荷重は、全域に亘って大気圧プラズマ処理の方が未処理より大きい値を示しています。荷重がほぼ一定となる部分の平均値を計算したところ、未処理が4.9Nであるのに対し、大気圧プラズマ処理は6.0Nとなり、大気圧プラズマ処

理により粘着力が約1.2倍向上することが分かりました。

本稿では、難接着材料であるPPに対する粘着性が大気圧プラズマ処理で向上した例を題材に90度はく離試験について説明しました。これらの技術にご興味がありましたらお問い合わせください。

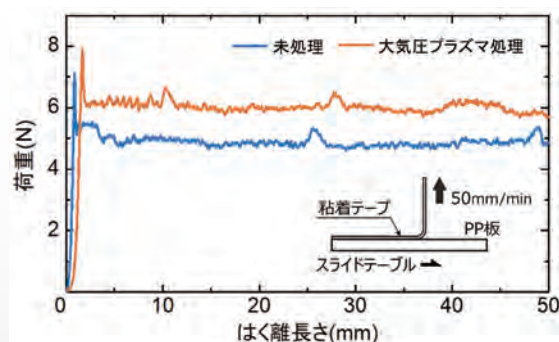


図1 試験中のはく離荷重の変化

製品技術研究室 二村 道也
TEL (052) 654-9866

損失係数測定結果の表示方法について

制振材料等の振動減衰特性評価指標の一つである損失係数の測定結果は、試験片の均質性や形状等のわずかな変化に影響を受けやすいため、測定後に結果の良否判定を行う必要があります。

当所の装置で得られる測定結果には、損失係数に加え、その算出に用いた図1のゲイン特性や位相特性なども保存されます。このゲイン特性の共振峰に不要な凹凸がなく、左右対称であれば理想的な振動特性を示しており、損失係数は概ね正しく算出されていると判断できます。しかし、図1からグラフ形状のわずかな凹凸が発見しにくいいため、正確な良否判定を行うことは困難な場合があります。

制御工学等で、系の入出力特性を表す周波数応答(ゲイン・位相)の表示方法の一つにナイキスト線図があります。これを1自由度振動系のモビリティ(速度/力)の表示に適用すると、共振近傍のデータは正確な円として表示され、損失係数算出に必要な半値幅(共振点から-3dBの周波数幅)のデータは半円部に拡大されるという特徴があります。

そこで、図1の測定結果を図2のようにナイキスト線図として表示すると、半値幅内のデータに対応する右半円部に不要な凹凸があることが明瞭に分かるようになりました。また、良好な測定結果は円に近い結果となることから、表示結果に対する近似円を重ねて表示することで、より正確な良否判定が可能となります。さらに、共振周波数などを同定することもできます。このようにナイキスト線図は、損失係数の良否判定の観点から非常に有用な表示方法であると考えられます。

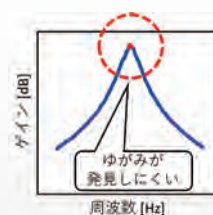


図1 ゲイン特性

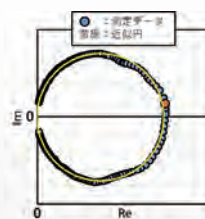


図2 ナイキスト線図の表示例

支援総括室 山田 博行
TEL (052) 654-9870

品質評価（耐久性、音質）

本節では、製品を使用する環境に即した、耐振動、遮音性、耐候性、耐食性の評価について紹介します。耐振動では機械部品の輸送時などでの実環境（振動方向、振動レベル、周波数、温度など）を考慮した試験に対応しています。遮音性では目的によって、1軸方向での素材の吸音率と、残響室法を用いた広い空間での製品の吸音性能を測定できます。耐候性では人工光源を用いた劣化加速試験を行い、試験後の色彩計測などの性能を評価できます。耐食性では素材だけでなく、JISに準じた塩水噴霧試験でめっきや塗装製品などの耐食性を評価できます。本節の多くは加速試験と呼ばれる過酷条件での評価になるため、実条件との比較・検証・評価の技術相談にも対応しています。



関連試験機器

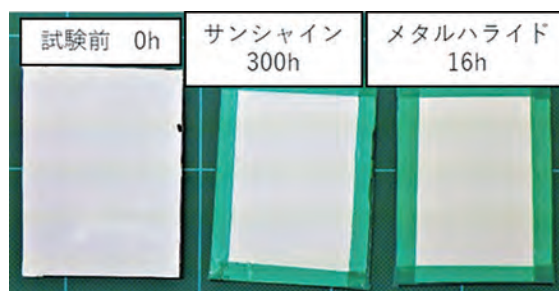


吸音率・音響透過損失測定装置

材料から実製品まで防音性能評価ができます。



月刊名工研アーカイブから



各種耐候性試験機を用いた色差変化の比較

メラミン塗装の変色度合いで加速試験評価を行い、各種加速試験間の対比を行いました。

【月刊名工研No.835より】

複合環境試験による信頼性評価（温湿度・振動）

工業製品が実環境で用いられる際には、異なる種類の負荷を同時に受けることがあります。例えば、自動車の部品においては、外気等からの温湿度負荷と、路面の凹凸等に起因する振動負荷が想定され、これらを同時に受けた場合の耐久性能が要求されます。こうした複合的な負荷を再現する試験として、振動試験機と恒温槽を併用した複合環境試験が行われています。

図1に当所の複合環境試験機の外観写真を示します。振動試験機上部の加振部が鉛直方向に振動できる状態で、恒温槽の内部に入りこむ構成となっています。加振部に立方体形状の治具を取り付け、試験品を設置する面を変えることで、3軸方向に振動を加えることが可能となります。

複合環境試験を行う場合には、通常の振動試験に関するノウハウに加え、恒温槽内部の温度変化の把握や、高温・低温下での振動測定の技術などが求められてきます。当所では複合環境試験に関する多くの依頼試験・受託研究の実績があり、技術相談も積極的に行っております。ご興味のある方は、お気軽にお問い合わせください。

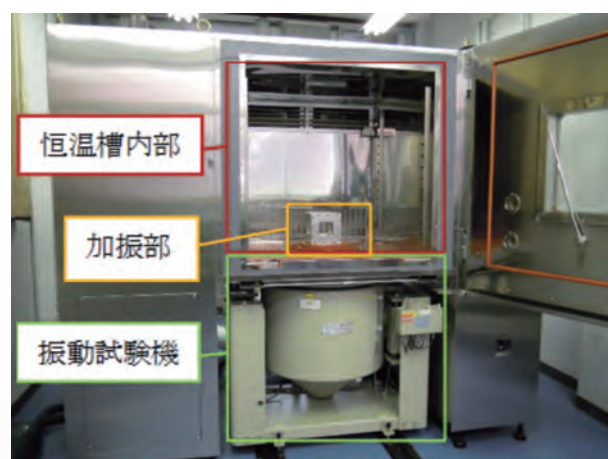


図1 複合環境試験機

支援総括室 吉村 圭二郎
TEL (052) 654-9867

包装貨物の振動試験

当所では振動試験機により、製品の性能や品質を評価する試験を行っています。振動試験には目的により様々な試験方法があり、今回は“包装貨物が輸送中に受ける振動に対する評価”を行う試験方法を紹介します。日本産業規格 (JIS) ではJIS Z0232:2020とこれを参照するJIS Z0200:2023で規定されています。JIS Z0232はトラック輸送時の垂直振動に対する耐振性を評価する試験方法で、ランダム振動試験が推奨されています。また、実際に測定した振動データが無い場合に利用する加速度パワースペクトル密度 (加速度PSD) が付属書Aに示されています。加速度PSDはJIS Z0232の2020年の改訂により、試験条件の下限周波数が2004年の3Hzから2Hzに下がりました。2015年度に導入した当所所有の振動試験機 (IMV (株) 製A30/SA3HM) は2004年の条件は対応可能ですが、最新条件は不可となっています。一般に振動の影響は共振する周波数の影響が大きく、当所で扱う試験品の共振周波数は3Hzより遙かに高いため、2～3Hzの成分を除いた条件で試験を行っています。振動試験では通常は

試験品を剛性の高い専用の固定治具を介して試験機に固定します。包装貨物の試験では輸送中の拘束方法および積載方法を模擬した状態で試験機に固定する必要があります。多くの場合、図1の例の様に荷締ベルトで固定して振動試験を行っています。



図1 包装貨物の振動試験例

製品技術研究室 井谷 久博
TEL (052) 654-9933

吸音材の特性インピーダンスと伝搬定数

空気中を伝わる「音」は、弾性媒質中を伝わる波動として音圧 p (Pa) と粒子速度 v (m/s) により表すことができます。両者の関係については電気回路における交流電圧と電流の関係に似ており、音圧を粒子速度で除したものが比音響インピーダンスと呼ばれています。この値は無限媒質中を平面波が伝播するような場合に媒質固有の値をとることからこれを特性インピーダンスといい、空気の場合には $415 \text{ (Pa} \cdot \text{s/m)}$ 程度の実数値となります。異なる2つの媒質境界においては音の反射や透過が生じますが、境界部の反射率や透過率は両者の特性インピーダンスから計算することができます。

さらに媒質中の減衰や音速に関連した伝搬定数も合わせて考えると、より詳細に音の伝播を計算することができます。例えば自動車の内装部材等にも使用される通気性の良い吸音材の場合には、その特性インピーダンスと伝搬定数は垂直入射型の吸音率測定装置を使えば測定が可能で、これにより材料厚さや背後空気層厚さ (反射面までの距離) を変えたときの吸音材の性能 (吸音率) を予測するこ

とができます。

図1は通気性のある繊維系材料について当所の垂直入射吸音率測定装置で特性インピーダンスと伝搬定数を測定し、その数値から空気層厚さを変えたときの吸音率について予測した結果です。実測した吸音率とよく一致しています。

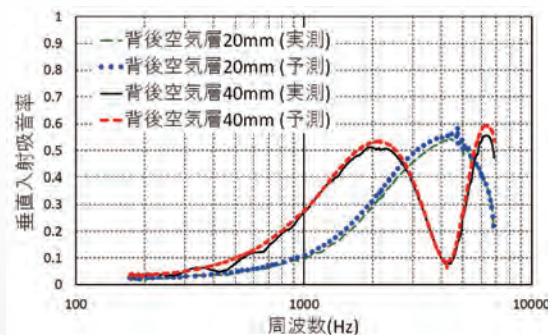


図1 繊維系材料の吸音率の予測値と実測値

計測技術研究室 山内 健慈
TEL (052) 654-9877

製品の吸音性能評価

製品の吸音性能は、等価吸音面積（吸音力）で評価することができます。残響室と呼ばれる実験室内に評価したい製品を設置し、スピーカから発した音が何秒間響くか（残響時間）を測定することで、等価吸音面積を計算することができます。

図1、図2はそれぞれ回転椅子およびパイプ椅子の等価吸音面積を測定する様子を表しています。図3に示す測定結果から、パイプ椅子に比べて、回転椅子の吸音性能が高いことが分かります。

等価吸音面積は、測定対象物の吸音率と面積の積で与



図1 回転椅子の等価吸音面積測定



図2 パイプ椅子の等価吸音面積測定

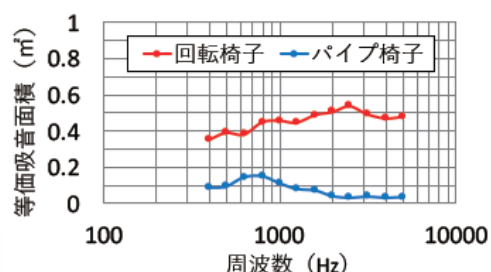


図3 等価吸音面積の測定結果

えられます。したがって、その値は製品のサイズによる影響を受けます。製品が大きいほど等価吸音面積は大きくなる傾向があるため、比較したい対象物のサイズにも注意する必要があります。

当所では製品の吸音性能評価をはじめとする様々な防音特性評価が可能です。ご興味ございましたら、お気軽にお問い合わせください。

計測技術研究室 安藤 真
TEL (052) 654-9864

促進耐候性評価

当所ではプラスチックや塗装製品の耐候性評価を行っています¹⁾。これら製品は紫外線や熱などにより劣化が生じ、特に屋外で使用する場合は劣化が早く進行します。劣化により、ひび割れの発生、強度の低下、変色・退色が起きるため、製品化する際には耐候性を評価して、使用場所に合わせた開発を行う必要があります。

耐候性試験は、屋外暴露試験と比較して時間を短縮して試験が可能な、耐候性試験機を使用した促進試験を行っています。キセノンウェザーメーター（キセノンアークランプ光源）（図1）や、サンシャインウェザーメーター



図1 キセノンウェザーメーター

（カーボンアーク灯光源）により、太陽光に近似した人工光の連続照射と断続的な水噴霧を行うことにより、試験機中のサンプルの耐候劣化を屋外より促進させます。

劣化解析および評価は、製品が要求される性能に応じ、以下の測定により定量的に行うことで、総合的な耐候性評価が可能です。

【外観】

色 色彩値、色差測定
光沢 光沢度、光沢残存率測定
質感 アピアランス測定

【物性】

強度 引張試験、曲げ試験、圧縮試験
衝撃 シャルピー試験、パンクチャー試験
硬さ 鉛筆硬度試験 デュロメーター硬度測定

【参考文献】

1) 丹羽,月刊名工研809号,p.2(2018).

信頼性評価研究室 丹羽 淳
TEL (052) 654-9901

めっき・塗膜の耐食性評価

当所で実施可能な塩水噴霧試験 (JIS Z2371) の判定法やクロスカット試験 (JIS H8502) について紹介します。塩水噴霧試験とは、試料に塩水を噴霧し、腐食を促進して耐食性を評価する方法です。

◆レーティングナンバ(RN)法による判定

RN は腐食面積率により、腐食の程度を 0～10 で表す指標で、腐食なしは RN10 と規定されています。例えば、図1のように点状に腐食が発生した試料の場合、画像解析処理ソフトを用いて腐食面積率を算出すると、0.17% と求められ、RN8 と判定できます。但し、腐食の出方によっては、腐食面積率を正確に求められず、判定が困難な場合もありますので、あらかじめご了承ください。



図1 RN判定の試料例(RN8)

◆クロスカット試験

めっき・塗膜で被覆された鋼板の耐食性を知りたい場合、クロスカット試験が有効です。例えば、3種類の異なる塗装試料(試料1～3)において、それぞれ、下半分に×状の傷を付けた試料を準備し(図2)、塩水噴霧試験後、平坦部とカット部での腐食程度を試料間で比較することにより、耐食性の良し悪しを調べることができます。

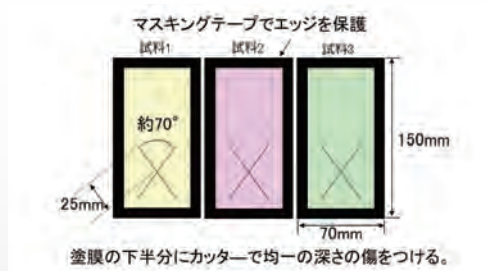


図2 クロスカット試料準備例

信頼性評価研究室 小野 さとみ
TEL (052) 654-9852

お役立ちメモ 1

名古屋市工業研究所ウェブサイトの利用方法

<https://www.nmiri.city.nagoya.jp/>

保有機器、利用料金、
刊行物、業務報告等

試験、委託研究の
流れ等

技術講演会等

会議室の
利用等

関連団体への
リンク等



←知りたい項目をクリックしてください



お問い合わせ

簡単な技術相談は無料です。
技術のことでも困ったら、お気軽にご相談ください。

お電話でのお問い合わせ
052-661-3161
ご利用時間 平日 9:45～17:30

メールでのお問い合わせ
お問い合わせフォーム >

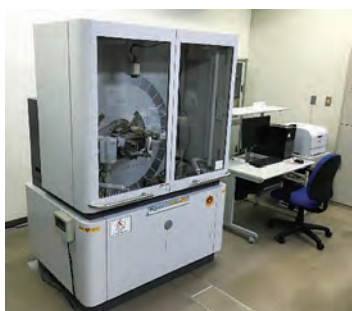
↑中間のバナーもご利用ください

←気軽にお問い合わせください

本節では、環境負荷の低減や製品の性能向上などを目指した機能性材料の開発事例を紹介します。有機系材料としては超分子ポリマー、自己修復性の高分子材料、バイオマス素材と樹脂との複合材料を、無機系材料としては可視光に応答する光触媒材料、特性改善に向けて表面構造を制御しためっき膜について取り上げます。またサーキュラーエコノミーの視点が大切になってきていることから、レアメタル等の有価物の分離回収技術の研究結果も説明します。これ以外にもタッチセンサーに利用できる傾斜多孔質樹脂成形体や工場排水処理に利用できる半金属用吸着材などを開発しています。



関連試験機器

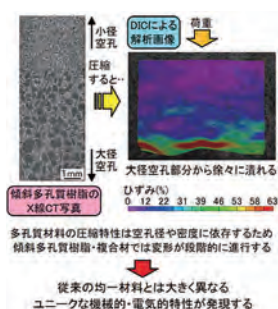


X線回折装置 (XRD)

固体、粉末、薄膜材料など、物質の種類や結晶構造の同定や薄膜の膜厚測定および微小領域に局在した異物の特定ができます。



月刊名工研アーカイブから



傾斜多孔質樹脂成形体

孔の大小の弾性の違いを利用して、接触の強弱を電流変化に変換するタッチセンサーに応用しました。

【月刊名工研No.827より】

バイオマスナノファイバーによるエポキシ樹脂の高機能化

セルロース、キチンなどのバイオマスをナノサイズの繊維状にしたバイオマスナノファイバーは、軽量で高強度などの優れた特性を持ちます。そのため、低環境負荷な高性能材料として注目を集めていますが、疎水性の樹脂中では凝集しやすいという課題があります。当所では、一般的なエポキシ樹脂であるビスフェノールA型エポキシ樹脂にバイオマスナノファイバーを分散状態で複合化する手法を見出しました。図1は、セルロース、キチン、キチンの脱アセチル化体であるキトサンの各ナノファイバー (NF) を1%複合化したエポキシ樹脂の引張試験結果です。NFの添加によって引張強度が1.5倍程度になり、破断伸びも上昇しました。これにより、接着強度や耐衝撃性も向上しました。

一方、エポキシ樹脂は塗料や接着剤、コンクリート補修材のほか、ガラス繊維強化樹脂 (GFRP) や炭素繊維強化樹脂 (CFRP) などとして構造材料にも幅広く用いられています。本材料を活用することにより、接着剤の接着力及び収縮率の改善や、ひび割れや作業時の液だれを生じにくい塗料の開発などが期待できます。また、透明性を活かし

た構造材料としても期待ができるほか、電子基板や自動車部品などとして用いられるGFRPやCFRPをバイオマスナノファイバーを含んだ樹脂で置き換えられれば、低環境負荷性の向上が期待できます。

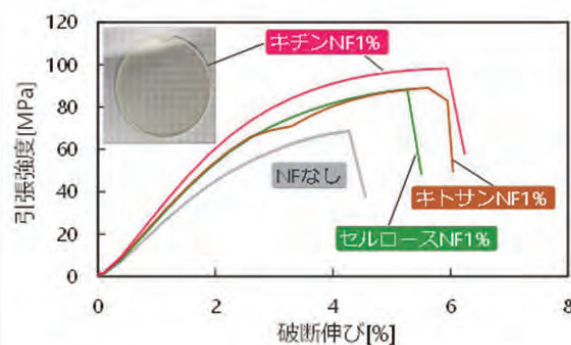


図1 NF含有エポキシ樹脂の外観写真と引張特性

超分子ポリマー

複数の分子やイオンなどが非共有結合的に相互作用して組織化し、個々の分子ではなしえない構造や機能を発現する集合体は超分子と呼ばれています。特に、可逆的で指向性の非共有結合によって一次元に連結して形成される分子集合体は、超分子ポリマーとして分類され、高分子分野において近年最も注目されているトピックの一つです。そこで、簡便に機能性基を導入でき、かつ分子間で複数の水素結合を形成して積み重なるように組織化することにより、超分子ポリマーを形成するベンゼントリアミド (BTA、図1) に着目しました。具体的には分岐アルキル基を有するBTAを合成し、既知の直鎖アルキル基のBTAと物性を比較しました。分岐アルキル基のBTAは、室温において直鎖アルキル基による部分結晶化がなく、室温でよく運動していることが ^{13}C 固体NMR測定で明らかになりました。にもかかわらず、融点は分岐アルキル基のBTAのほうが高く、熔融潜熱も大きいことから耐熱性が高いことがわかりました。これらの特性は、分岐構造がアルキル基による部分結晶化を阻害するとともに、超分子ポリマー主鎖を形成する

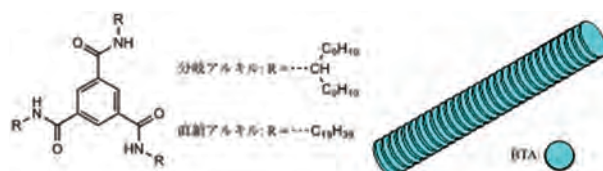


図1 BTAの構造式(左)とBTA超分子ポリマーの模式図(右)

BTAの水素結合を保護したためと推測されます。現在、このような特性を生かした機能性材料の実現を目指して、分岐アルキル基を有するBTAへの、機能性基の導入を検討しています。

当所では技術相談や受託研究等を通じて、機能性の高分子や超分子ポリマーの開発のお手伝いもしておりますので、ご興味ございましたら、ご相談下さい。

環境・有機材料研究室 石垣 友三
TEL (052) 654-9907

破断を加熱により修復できる高分子材料の開発

動的共有結合 (Dynamic Covalent Bond ; DCB) は、特定条件下で可逆的な組み換え反応 (図1) を実現し、破損した部位の結合状態を元の状態に戻すことが出来るため、注目を集めています。BITEMPS-S2 (以下S2) は温和な加熱の下、SS結合開裂に基づく組み替え反応を起こし、S2部位を架橋点として架橋高分子に導入した際、破断しても100℃程度の加熱により元の状態の力学物性まで復元出来ます。一方、S2に対して硫黄が1個増加した類縁体であるBITEMPS-S3 (以下S3) は、S2の合成過程で簡便に単離できる副生成物ですが、その性質は不明でした。そこで、S3の性質を調査したところ、S3もDCBとして機能し、破断しても見た目を修復するだけでなく、力学物性も復元できる機能を架橋高分子に付与できることが明らかになりました (図2)¹⁾。ご興味ございましたら、お気軽にお問い合わせください。

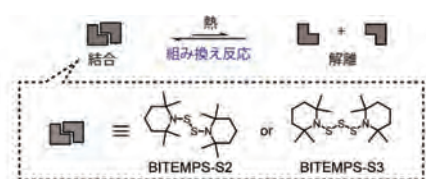


図1 DCBの可逆的な組み換え反応とBITEMPS-S2、BITEMPS-S3の化学構造

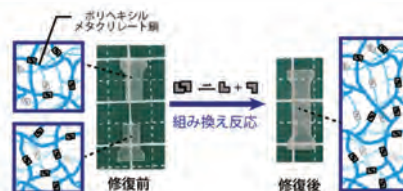


図2 架橋点にS2又はS3を含む架橋高分子の破断後24時間110℃加熱による修復の様子

【参考文献】

1) 相羽、二村、岡本、山中、石垣、大岡他、ACS Appl. Polym. Mater. 2020, 2, 4054-4061.

環境・有機材料研究室 相羽 誉礼
TEL (052) 654-9932

無機材料の開発評価 ～可視光型光触媒を例に～

光を照射することで有機物を分解できる光触媒は、防汚・消臭以外に抗菌作用もあるため、昨今の感染症対策に多用される機能性無機材料です。ポリタングステン酸アンモニウムを焼成すると可視光型光触媒である酸化タングステン(WO_3)を得ることができます。460、480、500℃でそれぞれ3時間焼成して得た WO_3 のX線回折測定を行いました(図1)。焼成温度が高いほど回折線強度は大きく、線幅は狭いことから、算出された結晶子サイズも焼成温度に依存して大きくなっています(表1)。一方、窒素吸着測定の結果から表面積値を算出すると、500℃で焼成した WO_3 は表面積の値が半減しました。

これらの光触媒能を有機物分解反応試験で評価すると、480℃で焼成した WO_3 が最も優れた性能を示しました。500℃で焼成した WO_3 の結晶状態は良好なので触媒能は向上するはずですが、表面積減による有機物接触機会減少の

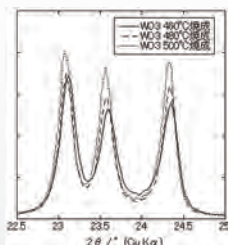


図1 WO_3 のX線回折図形
左から(002),(020),(200)面

ため触媒能低下に繋がったと考えます。

このように無機材料の開発を行うためには様々な物性評価が必要です。組成や結晶状態、粒子径や比表面積値等を調査することで、材料の性能を発揮できる最適条件を見つけることができます。

無機材料の開発の際にはご相談ください。

表1 算出された結晶子サイズと表面積値

	460℃焼成	480℃焼成	500℃焼成
結晶子サイズ (002)/Å	526	618	700
表面積/ m^2g^{-1}	9.33	9.30	4.95

表面技術研究室 岸川 允幸
TEL (052) 654-9884

連続向流泡沫分離法による希少金属の回収

生産・リサイクル工程における排水などからの希少金属回収を目的として、連続向流泡沫分離法(図1参照)を当所と名古屋大学が共同開発しました。この手法は、気液界面(図1中の14)から連続上昇する泡沫相(図1中の2)に、金属溶液(図1中の4)ならびに界面活性剤溶液(ベース液、図1中の3)を導入し、泡沫表面に目的金属を選択的に吸着させて、その回収と相互分離を同時に促進する事で、目的金属の選択分離回収を可能にします¹⁾。

これまでの実績として環境研究総合推進費やJOGMECなどからの支援を受けて、多成分の金属溶液からほぼ100%の回収率で選択的に金(名工研 No.742)、ガリウム(No.775)、パラジウム(No.799)、インジウム(No.819)の回収を達成しています。当所では、「サーキュラーエコノミー」の観点で「スループットの向上など」を目指して、本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。お気軽にご相談ください。

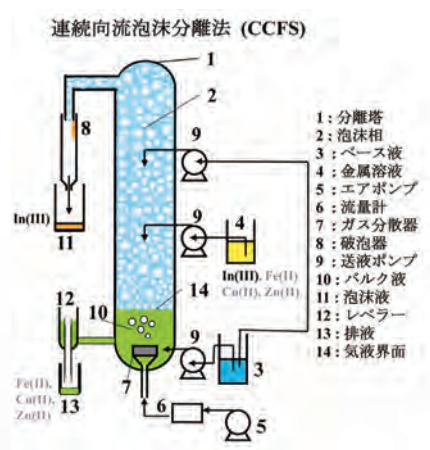


図1 本法の装置図

【参考文献】

1) 泡の生成・消泡の基礎と産業利用, pp.219-228, シーエムシー出版、(2022).

信頼性評価研究室 木下 武彦
TEL (052) 654-9922

パルスめっきによる膜組織制御

めっき技術では、膜組織や構造を制御することで希望する膜特性を得ることが求められます。めっき膜組織や構造を決める因子として、めっき液の組成、析出電流密度、液温、攪拌などがあります。

当所では、めっき膜の組織を制御する技術としてパルスめっきを検討しています。パルスめっきは矩形波を用いたパルス波形であり、 T_{on} time (電流印加時間)、 T_{off} time (印加休止時間)、 I_p (ピーク電流密度)、 I_{av} (平均電流密度) は下記の関係式で示されます。

$$I_{av} = \text{Duty比} \times I_p$$

$$\text{Duty比} = T_{on} \text{ time} / (T_{on} \text{ time} + T_{off} \text{ time})$$

瞬間的に非常に高い電流密度を印加するパルスめっきは次のような特徴を有します。①電極表面に形成する拡散層が直流電解時と比べ薄くなるため、平滑な表面が得られる。②高い電流密度は、高過電圧に相当するため、めっき膜の成長初期における結晶核の生成速度を増大させ、微細なめっき膜組織が得られる。

銀めっきを例に $T_{on} \text{ time} = 1 \text{ ms}$ 、 $I_{av} = 3 \text{ Adm}^{-2}$ と固定し、

$T_{off} \text{ time}$ を変えて、Duty比=0.1 (図1a)と0.2 (図1b)で得られためっき膜組織を比較すると、前者において微細なめっき膜組織が得られました¹⁾。このように、パルス条件を変化させることで、めっき膜組織を制御することができます。

膜組織の制御が可能なパルスめっきにご興味がありましたら、ご連絡ください。

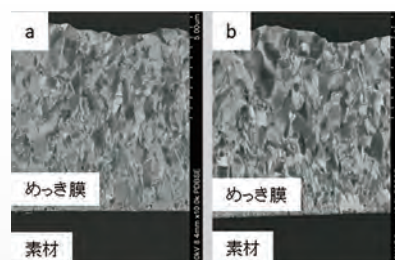


図1 パルスめっきにおける銀めっき膜組織への影響 (a)Duty比=0.1、(b)Duty比=0.2

【参考文献】

1) (一社)表面技術協会第139回講演大会講演要旨集 p193

支援総括室 三宅 猛司

TEL (052) 654-9915

お役立ちメモ 2 材料技術部の紹介

金属材料研究室

(052)654-9880

- 金属材料および金属製品の強度特性の測定
- 金属材料の顕微鏡観察と評価
- 金属材料等における不良・損傷調査



デジタルマイクロスコープ

環境・有機材料研究室

(052)654-9885

- 有機材料の試験・分析・評価
- プラスチック材料の利用技術、成形加工、複合材料開発
- 湿式法による有価物のリサイクル技術



固体核磁気共鳴装置

表面技術研究室

(052)654-9855

- めっき等表面処理技術の開発と評価
- 有機ナノ材料の開発と評価 (撥水剤、界面化学応用技術)
- プラズマ技術を応用した表面処理



レーザ回折/散乱式
粒子径分布測定装置

信頼性評価研究室

(052)654-9913

- 工業製品の長期信頼性評価試験 (耐食性・耐候性・耐光性等)
- 工業製品等の動作解析
- 各種粉末・固体の密度測定
- 色彩・アピランスの測定



サンシャイン
ウェザーメータ

本節では、物体の形状を立体的に把握する手段として使用される3D（三次元形状）計測について紹介します。併せて、高精度測定するための留意事項についても紹介します。製品開発を行う企業を中心に、対象物の外形数値データの取得、特定部分の拡大観察や透過観察などにご利用いただいています。外形を0.02ミリメートル程度の誤差で数値化する場合は光学式非接触三次元デジタイザ、もう一桁小さいマイクロメートル単位の計測には三次元表面形状測定機、サブマイクロ（ナノオーダー）メートルの尺度での観察・計測にはレーザー顕微鏡を使い分けて対応しています。さらに透過観察ができるX線CT装置を用いて物体内部や深穴部分などの形状計測も可能です。



関連試験機器

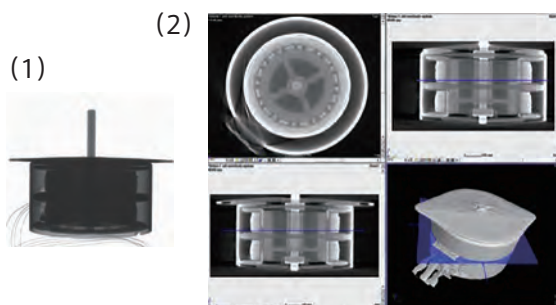


高出力X線CT装置

製品内部の形状や、欠陥および内包物の分布などを、素早く立体的に評価できます。



月刊名工研アーカイブから



X線CT装置によるサンプルの測定について

モータ透過画像(1)を種々の断面画像(2)に3次元データ処理で変換しました。

【月刊名工研No.812より】

非接触三次元デジタイザの原理

近年では3Dプリンタや3DCADの利用により、3Dモデルの作成や確認のために実部品から3Dデータを取得する必要性が増加しています。当所では、平成24年度から光学式非接触三次元デジタイザ（以下デジタイザ、図1）を設置しており、対象の表面形状を詳細に測定することが可能です。

デジタイザは青色光を放つプロジェクタと2つのCCDカメラから構成されています。プロジェクタから測定対象に投影した縞模様（図2）を撮影することで表面形状の点群データを取得し、参照点と呼ばれる円形シールの座標を基準に複数の点群データを貼り合わせることで、表面形状全体を測定します。取得した形状データは、CADデータとの比較によって三次元的に形状評価が可能であり、STL形式のメッシュデータとして出力することもできます。当所では、5種類のレンズを測定対象に合わせて使用することで、対象の大きさに幅広く対応しております。

X線CTや三次元表面形状測定機など、3D形状測定が可能な装置は他にもあります。どの装置を使用して測定す

ればよいかわからない場合は、相談を伺った際に目的に沿った装置をご紹介することも可能です。お気軽にお問い合わせください。



図1 非接触三次元デジタイザ

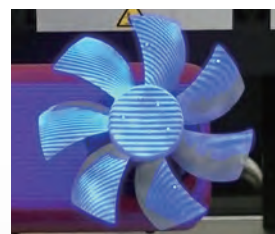


図2 投影された縞模様

非接触三次元デジタイザによる3D計測

近年、生産現場では個々の部品にも細かく精度を要求される事例が増えています。ノギスなどの通常の手法で測定できる場合は問題ありません。しかし、面同士の角度や異なる平面にある穴距離など通常的手段では測定が難しい場合は三次元データを基に計測する必要があります。三次元データから、近似平面・円筒・円などの幾何要素を作成し、距離や角度を求めることもできますし、断面を切ったり、仮想ノギスを当てたりして計測することもできます(図1参照)。

非接触三次元デジタイザは変化するパターン光を当てて、両眼カメラで測定することで三次元形状を取得する装置です。カメラの角度や対象物の向きを変えて撮影し、貼り合わせを行います。その際の誤差は0.02mm程度になります。測定範囲の異なるレンズを使用することで、数cm～1m角以上のもので測定可能です。

しかし光学的な測定手法のため「見えない」部分は形状データを得ることができません。具体的には深穴(径の2倍以上)やネジ穴の谷、隠れている場所などがあります。また

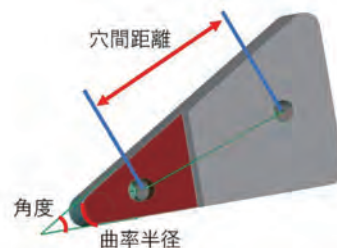


図1 通常手法では計測が難しい部品例

光を透過する素材や光沢が著しい材料は、光沢防止スプレーを塗布することで測定できますが、他の計測手法を検討することも必要です。

当所には用途に応じて3D計測が可能な装置が各種ありますので、お気軽にご相談ください。

信頼性評価研究室 松下 聖一
TEL (052) 654-9851

X線CT装置による3D計測

三次元形状計測には、従来は接触式の三次元形状計測機(CMM)やカメラ式・レーザ式非接触測定機などが使われてきました。しかしそれらの測定法では「届かない」「見えない」箇所の情報を得ることができません。そこで最近、X線CT装置を形状取得に用いる方法が研究され始めています。

X線CT撮影では医療分野でお馴染みのように、対象内部の画像が得られます。任意位置での断面画像観察のほか、表面形状データとして出力すると他方式の三次元計測機と同様の評価が可能となります。図1のような深穴部分の計測や、図2のように部品同士を組み付けた状態での評価も可能です。対象の表面状態の影響を受けずに撮影できますが、X線が透過しづらい高比重素材、微細構造まで撮影できない大型試料など得意な対象物もあります。複合素材や薄板などはCT撮影の原理上画像歪みが大きくなるため、特に注意が必要です。

近年では3Dプリント、CAE(シミュレーション)など三次元形状データの活用場面が増加しています。当所では測定

対象物や用途に応じた形状計測装置が各種ありますので、お気軽にご相談ください。

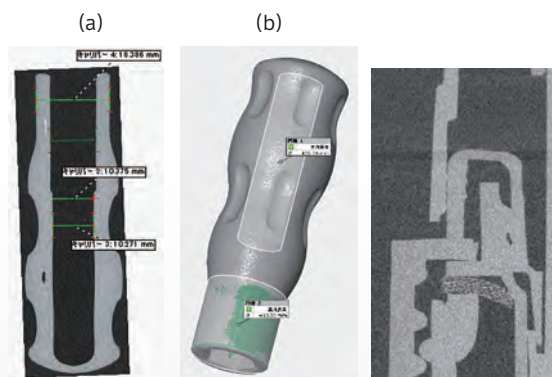


図1 深穴の直径計測

(a) 断面画像上での計測
(b) 円筒フィッティングによる三次元計測

図2 組付部品評価

生産システム研究室 岩間 由希
TEL (052) 654-9951

三次元表面形状測定機

メカトロニクス製品の設計の際に実装部品の形状の把握は非常に重要であり、当所にも電子基板の三次元形状測定依頼が数多く寄せられております。ここでは三次元表面形状測定機(株)キーエンス製 VR-3200, 図1)を利用した、電子基板上の実装部品の形状測定の例を紹介します。

図2は実装部品の高さを計測した例です。左図のように基板表面の三次元形状を得た後に、右図のような任意の位置の断面の高さプロファイルが得られます。3Dデータも出力できるため、CADデータと合わせることで効率よく設計の検証等に活用できます。図3は電子基板のレジスト被覆された回路パターンを計測した例です。本装置の高さ方向の測定精度($\pm 3\mu\text{m}$)により、マイクロメートルオーダーの微細な凹凸の計測が可能です。

当所には他にもX線CTなど三次元計測が可能な装置が揃っています。設計や加工不良などの課題をお持ちの場合はお気軽にご相談ください。



- ・表示分解能 $0.1\mu\text{m}$
- ・最大測定可能高さ 10mm
- ・XYステージ可動範囲 $184\times 88\text{mm}$
- ・測定精度 高さ $\pm 3\mu\text{m}$
幅 $\pm 2\mu\text{m}$

図1 三次元表面形状測定機

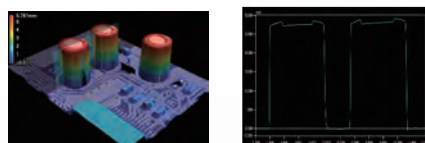


図2 実装部品の高さ・形状計測

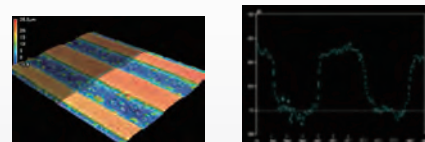


図3 電子基板のパターン部の厚み計測

環境・有機材料研究室 上野 雄真
TEL (052) 654-9868

レーザー顕微鏡による3D測定

製品の輪郭形状測定において近年では様々な非接触の3D測定機が利用されています。測定機の特長として、短時間で測定するには精度を犠牲にしまい、精密に測定するにはスピード犠牲にしまうという関係にあります。短時間で測定できる代表的なものとして画像を用いる方法があり、測定自由度が高く比較的大きなサンプルの形状を取り込むことができます。それに対し精密に測定できる代表的なものとしてレーザー顕微鏡を用いる方法があり、測定自由度は低くなりますが、反射防止スプレーを用いることなく光沢面や透明度の高いサンプルの形状も取り込むことができます。

当所には、レーザーオートフォーカス顕微鏡で3D測定を行う非接触三次元測定機NH-3(三鷹光器(株)製)があります。本装置で行ったレンズの3D測定の結果を図1に示します。透明体のレンズ表面をレーザーが追従して精密な形状測定を行っています。

この3Dデータから断面データを指定して表面の曲率半径を演算した結果を図2に示します。このように精度の高

い測定データから各種演算も可能です。

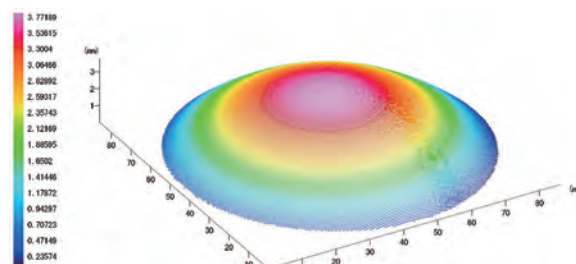


図1 レンズの3D測定結果

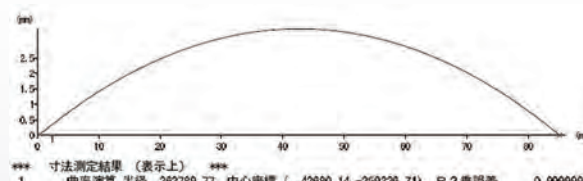


図2 レンズの断面形状

計測技術研究室 奥田 崇之
TEL (052) 654-9883

レーザー顕微鏡による透明体計測

レーザー顕微鏡は光源にレーザーを使用した光学顕微鏡の一種で、 $\mu\text{m} \sim \text{nm}$ の立体的な微細形状を非接触で取得することができます。また電子顕微鏡のように試料のコーティングなどの前処理が不要で手間が少ないという特徴もあります。

本装置はガラスのような透明体の表面形状測定が可能です。図1はスライドガラスにのせたカバーガラスの表面形状で、 $4\mu\text{m}$ の範囲内で高さを色分けして表示しています。

さらに透明膜の場合、膜の表側と裏側のそれぞれで反射光強度が大きくなるという特性を利用して膜厚の測定も可能です。図2はカバーガラスの断面像です。緑色の領域上側の境界はカバーガラス表面形状です。同様に下側の境界は裏側の形状となります。青色の領域はスライドガラスとカバーガラス間の隙間と考えられます。カバーガラスの屈折率1.52を補正值として計算すると厚さは $142\mu\text{m}$ でした。比較のためにマイクロメーターで測定した厚さは $143\mu\text{m}$ であり、同等の結果が得られました。

レーザー顕微鏡は開放機器として半日単位で利用可能です。ご興味のある方はお気軽にお問い合わせください。

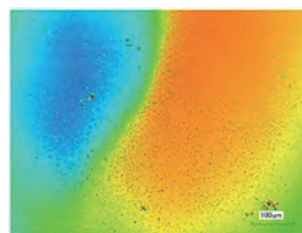


図1 カバーガラスの表面形状

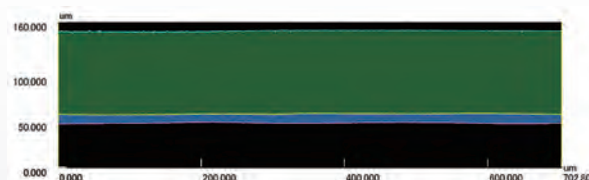


図2 カバーガラスの補正前断面像

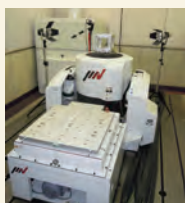
計測技術研究室 安井 望
TEL (052) 654-9906

お役立ちメモ 3 システム技術部の紹介

製品技術研究室

(052)654-9861

- ・工業製品および部材の強度評価、耐摩耗性評価
- ・工業製品の振動耐久試験
- ・超促進耐候性試験



コンジット部材
振動特性評価解析装置

情報・電子技術研究室

(052)654-9926

- ・電子素子・電子回路の評価
- ・電気・磁気・電磁波特性の評価
- ・画像を応用した計測・制御システムの開発支援



静電気試験器

生産システム研究室

(052)654-9938

- ・CAEを用いた構造設計と熱設計
- ・X線CTを用いた非破壊内部調査
- ・三次元形状測定および検査



赤外線サーモグラフィ

計測技術研究室

(052)654-9874

- ・音響・振動の計および対策
- ・機械特性・熱物性等の材料物性評価
- ・三次元形状・表面粗さ等の精密測定
- ・恒温恒湿室による環境試験



環境試験室
(恒温恒湿室)

本節では、製品の設計・評価に関する技術、および情報技術(IT)を利用したシステムの開発を紹介します。システム開発については、AIやIoTなど、DX(デジタル・トランスフォーメーション)を実現するための要素技術について取り上げます。製品の設計・評価では、シミュレーションや数値解析技術などCAEの活用について取り上げます。情報技術は製品開発における生産性を大幅に向上するツールとして利用範囲が広がり、ものづくりの革新には欠かせない技術です。



関連試験機器

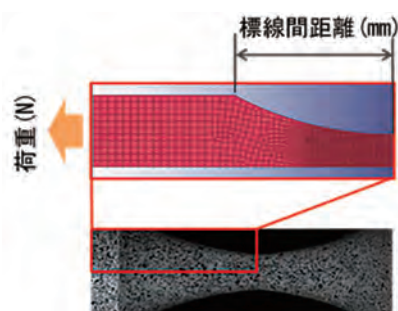


ハイスpekトルカメラ

光を分光して、約100以上と多くの色(光の波長)に対応する画像を撮影します。人間の目に近い微妙な色の識別もデジタル化できます。



月刊名工研アーカイブから



AIを活用したCAE解析のための材料特性評価

材料試験(下)から作成した模擬解析モデル(上)のデータを機械学習させて、CAE材料パラメータを決定しました。
【月刊名工研No.836より】

DXのための開発技術支援

近年、DX推進に取り組む企業が増える一方、人材不足により改革が進まない現状も見られます。そこでDX推進の一助とすべく当所で実施中のソフトウェアの開発技術支援について紹介します。

当所では開発技術支援の一端として下記のようなセミナーを開催しました。

- ・Windows環境で始めるPythonプログラミング
- ・DXのためのRaspberry Piを使ったOpenCVによる画像解析入門

これらの初学者向けのセミナーにおいては開発環境構築方法やRaspberry Piのセットアップ方法など導入の基礎から学べる内容となっています。開催済のセミナー内容に関して個別指導をご希望の場合には随時相談を受け付けております。PCやRaspberry Piなどのハードウェアを利用した開発の場合には図1のような研修室にあるPC等を用いた個別指導も承っております。具体的な相談事例を次項に列挙します。



図1 コンピュータ研修室(左)、Raspberry Pi(右)

【相談事例】

- ・Pythonを用いた画面キャプチャの半自動化
- ・GitHubを利用するためのGitコマンド指導
- ・特定のWebページからのスクレイピング
- ・Raspberry Piの環境構築とカメラ利用
- ・プログラミングに関する指導

上記のような事例に関わらず、初歩的な質問でも気兼ねなくお問い合わせください。簡単な相談については無償で対応しております。

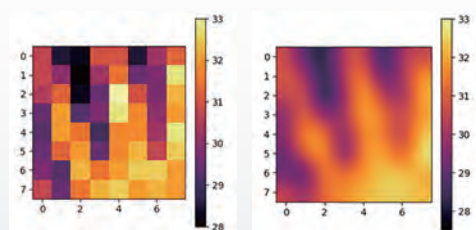
情報・電子技術研究室 松原 和音

TEL (052) 000

MQTTを用いた熱画像IoTシステムの構築

近年はIoTを活用した新たなサービスや価値の創造が活発に行われています。当所でもIoTシステムの構築支援を行っており、構築した事例を紹介します。IoTでは様々なセンサが用いられますが、本稿ではAMG8833というパナソニック製の熱画像センサを用いました。本センサは8×8ピクセルの赤外線アレイセンサです。I2C通信によってデータ取得、可視化した例を図1に示します。図1(a)はデータをそのまま画像化、図1(b)はバイキュービック補間法を用いて平滑化しました。

センサから得られたデータはネットワークを介して蓄積、



(a)データ未処理 (b)バイキュービック補間
図1 熱画像センサによる手の撮影例

活用されます。ネットワーク通信は様々なプロトコルが用いられますが、MQTTというプロトコルはシンプル、軽量、省電力といった特徴からIoTへの活用が盛んです。MQTTはブローカーと呼ばれるサーバを介し、パブリッシャー(送信側)とサブスクライバー(受信側)が非同期で多対多の通信をします。図2に今回構築したIoTシステムの全体像を示します。これによりIoTによる「見える化」環境を構築することができました。

当所では簡便かつ安価なIoTの構築支援が可能です。興味のある方はお問い合わせください。

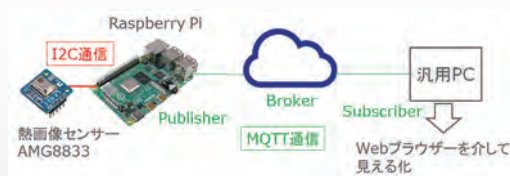


図2 IoTシステム全体像

計測技術研究室 間瀬 剛
TEL (052) 654-9946

変分オートエンコーダーによる異常検知の改善

近年では、AI技術の発展により、中核技術であるニューラルネットワークについて様々な応用が試みられています。中でも変分オートエンコーダー(VAE)は異常検知への応用が期待されています。

VAEは入力データを低次元に圧縮するエンコーダーと、圧縮したデータを復元するデコーダーで構成されています。VAEのエンコーダーはデータを直接出力せずに、正規分布の平均と分散を出力することが特徴です。VAEを画像の異常検知に応用する場合、正常な画像のみを学習データとして使用します。学習していない異常な画像については適切に復元できないので、入力と出力の差が大きければ異常と判断できるようになります。

当所ではVAEによる画像の異常検知を改善するために、キーポイントレスマッチング法¹⁾を応用して学習用の画像同士から中間画像を生成し、それらを学習に使用することを検討してみました。チップコンデンサと抵抗の画像を使用した実験において、学習に使用していない検証用の画像について、中間画像なし/ありのVAEで復元した例を

図1に示します。本実験では、異常検知の指標としてよく使われる受信者操作特性曲線の線下面積(ROC-AUC)が0.9573から0.9601に改善しました。今後は生成した中間画像の混ぜ合わせ比率を活用してVAEの学習処理を改善していく予定です。

	入力	中間画像 なしの復元	中間画像 ありの復元
良品			
不良			

図1 変分オートエンコーダーによる復元例

【参考文献】

1) 長坂ほか, 精密工学会誌, 84[4], pp.339-347

情報・電子技術研究室 長坂 洋輔
TEL (052) 654-9858

協働ロボットシステムについて

産業用ロボットは、正確な位置決めと高速動作を特徴としており、単位時間あたりの仕事量と導入コストにより費用対効果が決まります。しかし、「三品産業」と称される食品、医療品、化粧品産業では、導入課題もあります。例えば、形が一定でなくつかみにくい対象物を扱う、組み立て・検査・仕分けのような複雑な連続動作が必要とされる場合などです。こういった課題の解決には、カメラをはじめとするセンサの活用とその情報処理、適切なハンドの開発などより高度な技術が必要です。

協働ロボットは、人の近くで高度な作業を行うもので、上記のような三品産業にも応用されるようになってきました。協働ロボットは、人と接触すると自動停止する安全装置が設けられており、出力の小さい場合は、安全柵が不要です。当所では、協働ロボットを用いた技術支援のため株式会社デンソーウェーブ製の「COBOTTA」(図1)を導入しています。本装置は、小型で持ち運びも簡単です。このような小型の協働ロボットは、単位時間あたりの生産量を大きくすることより、複雑な作業の省力化と少ない設置スペースを特

徴としています。研修向けの「COBOTTA」は、パソコンのプログラムで動作し、ロボットアームの角度検出や動作指示とカメラやセンサ等を活用した既存のプログラムとの融合が容易です。また、ロボットを手動で動かしてアーム軌道を教示できるため、ロボット動作のプログラミングも容易です。検査と仕分けを兼ねる、仕分け部品をプールするなどの工夫により、動作速度条件を緩和すると、小規模工場でも活用が期待できます。実習や研究にご活用ください。



図1 COBOTTAの外観

情報・電子技術研究室 黒宮 明
TEL (052) 654-9948

CAE構造解析

近年、図面データを3Dモデルに取り込む動きやモデルベース開発の活発化によりComputer Aided Engineering (CAE) の重要性が高まっています。CAEは、製品設計から製造、検証に至るまでの工程を大幅に効率化し、信頼性を向上させるものです。中でもCAE構造解析は製品や部品の破損原因の検討にも非常に有用です。

当所では、各種構造解析のご相談や線形静解析のご依頼を承っています。また所内のCAEルームでSOLIDWORKS、Fusion360、DEFORM等の構造解析ソフトウェアをご使用いただくこともできます。

ここでは、線形静解析の例を紹介します。線形静解析では応力とひずみが比例する弾性変形内を仮定して応力、ひずみ、変位を計算します。解析には対象物の3Dデータ、材料物性、荷重条件、拘束条件が必要です。図1に金属部品の応力分布の例を示します。下部の2つの穴を固定し、荷重を上部穴の面(図1の橙色枠)垂直方向(矢印方向)に加えました。これにより、応力が集中している箇所(青、緑、赤の順に応力が大きくなることを示す)を3次的に把握で

きました。さらに複数のモデルを解析して、それぞれの強度の比較検討も可能です。

構造解析に関するご相談・ご依頼がございましたら、お気軽にお問い合わせください。

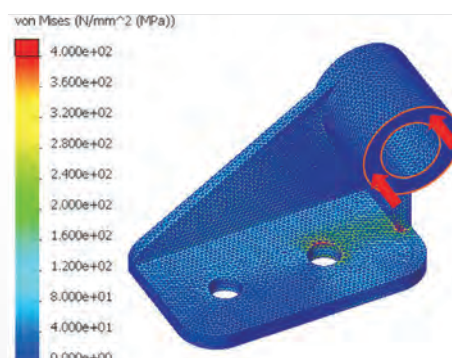


図1 金属部品の応力分布例

生産システム研究室 山本 隆正
TEL (052) 654-9871

CAEを活用した研究開発の支援

CAEは企業の研究開発や設計業務の効率化に大変有効なツールです。当所では、受託研究やGo-Tech(旧サポイン)などの枠組みを通じて、CAEを活用した研究開発や設計効率化の支援を行っています。これまで、構造解析(線形静解析)をはじめ、自動車衝突解析、板金のプレス成形解析、鍛造における金型の応力解析、樹脂部品の大変形解析などの非線形解析分野にも取り組んできました。

ここでは、株式会社成田製作所および大同大学と一緒にサポイン事業(H30-R2)において取り組んだ、アルミニウム合金板の深絞り成形にCAE解析を適用した事例を紹介します。

アルミニウム合金板は鋼板に比べて重さが約1/3というメリットがある一方、深絞り成形性は鋼板に劣ります。その課題を克服する手法として、アルミニウム板のフランジ部を熱処理等で部分軟化処理する方法があります。しかし燃料タンクのような複雑形状の製品では、どこをどれくらい軟化させるのかが、製品により異なるため、膨大な試行錯誤実験が必要になるという問題がありました。本テーマで

はCAEを用いて複数の軟化パターンについて深絞り成形解析することで、成形性が最も良くなる軟化パターンを探索しました。その結果を反映した熱処理金型を作成することで、図1(右)のような深い製品形状を1回の試作で得ることができました。

CAEは研究開発の支援にも有用です。ご興味がある方はお気軽にお問い合わせください。

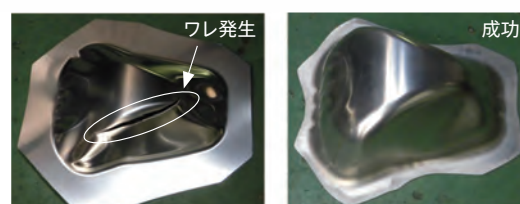


図1 アルミニウム合金板の深絞り結果
(左:A6061-T6オリジナル板、右:CAEで探索したパターンで部分軟化処理した板)

支援総括室 村田 真伸
TEL (052) 661-3161

お役立ちメモ 4 技術情報「月刊名工研」アーカイブの検索



名古屋市工業研究所ウェブサイトのTopページより
>研究所について>刊行物>月刊名工研にアクセスいただき、
タイトル欄からPDFファイルでご覧いただけます。



これまでのバックナンバーVol.636～861をPDF形式で収めています。この冊子とともにご利用ください。

また、Vol.1の初版からのバックナンバーはお問い合わせいただければ、ご覧いただけます。

<https://www.nmiri.city.nagoya.jp/publications/monthly/>

←直接繋がります

本節では、電子機器や電子材料等の信頼性向上のための対策や特性の評価方法について紹介します。熱対策では熱流動を把握することが重要で、電子部品の放射率測定や発熱量推定に関する正確な熱物性を測定し、熱流動をコンピュータ解析しています。電磁波対策では、イミュニティ試験としてファストランジェント・バースト試験装置によるノイズ耐性の評価や、高周波回路のインピーダンス測定による共振の発生の確認などにより、電子回路の安全性を調べています。また光源の全光束や配光性などを正しく数値化することで、LED照明等の正確な評価を行っています。応用面では光や電磁波について、物質の透過や反射の特性を計測することで、遮光や遮音の評価にも測定結果が利用されます。



関連試験機器

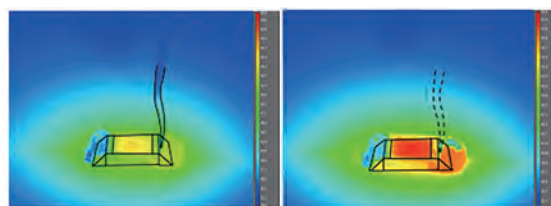


ファストランジェント・バースト試験装置

電源や信号線にノイズを印加して電氣的な耐力試験を行うことができます。



月刊名工研アーカイブから



熱電対有

熱電対無

電子部品の温度測定

熱電対の計測では、厳密には熱電対自体の伝熱があり、測定誤差が含まれます。熱電対の有無でサーモグラフィの示す温度が変化しました。

【月刊名工研No.834より】

電子機器の熱設計

近年、自動車の電動化が進められており、電子機器が多く使われるようになりました。電子部品の小型・高性能化により単位面積あたりの発熱量が高くなり、部品温度が上昇する傾向にあります。ところが、電子部品は高温に弱く、故障や短寿命化の危険があります。これらを未然に防ぐため、設計段階から温度上昇を予測し、目標温度で稼働するように放熱方法を考慮した熱設計が必要です。

電子機器は複雑な構造の部品が多数使用されており、温度上昇の予測が難しくなっています。以前は簡単な熱回路網法（熱を電気回路に置き換えた計算）がよく使用されていました。この方法は熱の流れがよく理解できるので現在でも有用ですが、昨今では熱の流れを計算する3次元熱流体解析が広く使われるようになってきました（図1）。当所では計算方法の相談、計算を実施しながら熱対策の相談等を行っています。

上昇温度を計算するには各種材料の熱物性値と発熱量が必要になります。当所では一般的なものは市販の測定器で対応し、難しいものは独自に治具を設計・製作して測定

しています（図2）。この治具は依頼試験で多くの方に利用されています。また、治具の設計・製作の相談にも対応しており、多くの会社で同様の治具が使用されています。

製品等の試作後では変更には時間とコストがかかりますが、計算であればやり直しが容易です。温度上昇に不安を感じたら、試作前に一度ご相談ください。

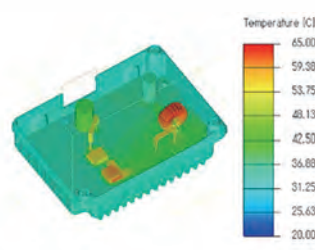


図1 電子回路基板の熱流体解析

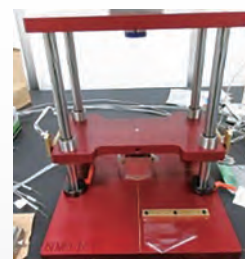


図2 熱伝導率測定治具

生産システム研究室 梶田 欣
TEL (052) 654-9940

電子部品の発熱量推定手法に関する検討

電子機器の小型化、高密度化に伴い、熱設計がより重要となっています。熱設計では3次元熱流体解析などで温度を予測しますが、重要な入力値である消費電力量(発熱量)に不明瞭な値を使っている例が多くみられます。その理由として、電子部品が動作状態によって発熱量が変化する、小型化、高密度化により配線の微細化がすすみ、電気的な測定が困難である、といった課題があるからです。

これらの課題を解決するため、中部エレクトロニクス振興会との共同研究で下記の手順による発熱量推定手法を検討しています。本手法は汎用の測定器であるサーモグラフィを活用し、様々な形状の部品に適用できる強みがあります。

- ① 予備実験または3次元熱流体解析により各部品の発熱量と温度上昇の関係式を求める。
- ② 回路を動作させて基板全体の温度をサーモグラフィで測定する。
- ③ 温度上昇から各部品の発熱量を求める。

抵抗のみで構成された簡易な実験基板では7%以内の差異で発熱量を求めることができました。現在、図1のようにFETを4個実装したより複雑な基板での発熱量推定に取り組んでいます。

当所では熱設計に関連して、発熱量推定技術に加えて、熱伝導率測定、温度分布測定、気流可視化、3次元熱流体解析などを活用した技術支援をしています。お気軽にお問い合わせください。

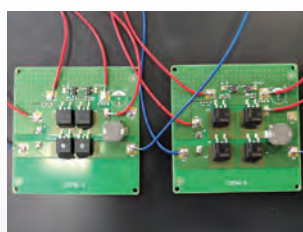
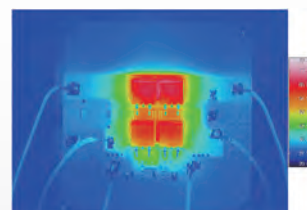


図1 FET実験基板



サーモグラフィ測定結果

生産システム研究室 立松 昌
TEL (052) 654-9935

赤外分光法による透過率/反射率の測定

各波長(周波数)の電磁波を照射してその応答を調べる測定方法は数多くありますが、その一つに赤外光を用いる赤外分光法があります。赤外分光法は、主に有機化合物の同定や化学構造を調べるために用います。しかしながら、近年は、遮熱塗料や窓ガラスなどの赤外線透過/反射率などの測定に関する相談や依頼も増えています。

赤外分光法の測定データは一般的には図1(a)に示したように横軸を波長の逆数(cm^{-1})としたスペクトルとして得られ、有機分析においては、スペクトルの波形から化学構造を同定します。

これに対し、赤外分光法による透過率/反射率の測定においては図1(b)のように横軸を波長で表示します。この場合は縦軸の値から各波長における透過/反射率を調べます。

波長表示の赤外スペクトルに関連した規格として、JIS A5759やJIS R3106などがあります。これらの規格に沿って、図1(b)の赤外スペクトルの反射率から放射率を求めることもできます。

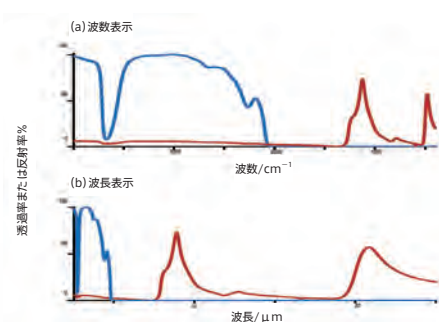


図1 石英ガラスの赤外スペクトル
青:透過率 赤:反射率

赤外スペクトル測定は、窓ガラスの放射率以外にも、電子部品の発熱対策¹⁾などの分野への適応も期待できます。分光測定に興味がありましたらお気軽にお問い合わせください。

【参考文献】

1) 岩間, 月刊名工研701号,p.3 (2009).

環境・有機材料研究室 林 英樹
TEL (052) 654-9912

光源の明るさ測定 ～全光束について～

LED電球の明るさは、60W形相当など白熱電球の消費電力で表現する場合がありますが、LED電球の実際の消費電力は白熱電球の1/6以下と大きく異なります。このため、LEDの明るさの表現には、「全光束」(単位:ルーメン[lm])もよく用いられます。これは、光源が全ての方向に放射する光の量を表す基準です。当所では、2通りの全光束測定に対応しております。

1つ目は、配光測定から全光束を求める方法です。光源が放射する光の強さを、様々な方向から測定した後、球体係数法と呼ばれる計算で全光束を求めます。この方法では全光束の他、光源の角度ごとの性質も分かります。例えば、図1はLEDライトを測定したもので、照射部外周に相当する角度の色情報から、570nmあたりが強く黄色味がかっている様子が分かります。

2つ目は、積分球を用いた方法です。白い内壁の積分球内で光源を点灯すると、球内はほぼ均一の明るさになります。この方法では、均一となった明るさを測定して全光束を求めます。短時間で測定できるため、点灯直後から光量安

定までの経時変化などを調べることができます。また、複雑な配光特性を有する光源の測定にも適しています。

光源の特性評価にご興味ございましたら、お気軽にお問い合わせください。

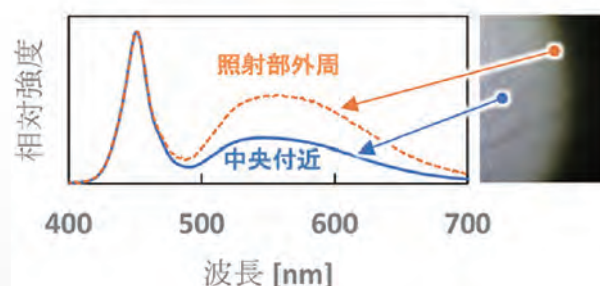


図1 LEDライト照射部外周の色の違い

情報・電子技術研究室 村瀬 真
TEL (052) 654-9930

バーストノイズに対するイミュニティ試験

電子回路は集積化技術の進歩とともに、高機能化、小型化、高速化が要求されており、そのためモーターで発生するシャワーリングアークの抑制や、電磁界結合によるクロストークの低減などが重要となっています。また近年では多くの製品が複数機器で連係動作するようなシステム化が進み、予期せぬコモンモードノイズの影響を受ける可能性もあります。上記に対する電氣的耐性の確認にはイミュニティ試験が有効で、安心安全の観点から重要度が増しています。

当所では令和2年度に機器に悪影響を及ぼすバーストノイズを再現することのできるファストランジェント・バースト試験装置を導入しました。本装置では電氣的妨害波を印加することにより最大5kVまでのノイズ耐性を評価できます。本装置の出力ノイズ波の例を図1に示します。また、試験対象のケーブルを上下から金属板に挟む構造の治具を利用することで直接電流を流さずにノイズを印加することが可能です。図1の波形のほか、2kVまでの方形波ノイズの印加も実施しております。

耐ノイズ設計を適切に行うためには、個々の機器に応じたノイズ試験条件を定める必要があります。そのためにはノイズ流入経路の特定やノイズ重畳方法の知見が求められます。当所ではノイズ耐性試験のほか、一般的な電氣的トラブルに関しても積極的に技術相談を行っております。ご興味のある方はお気軽にお問い合わせください。

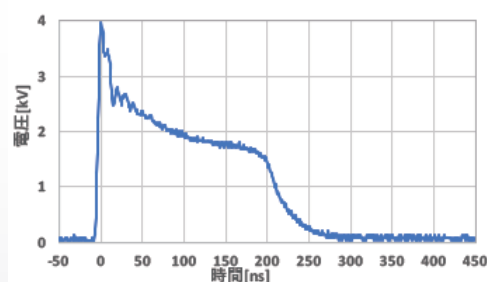


図1 ファストランジェント・バーストノイズ波形

情報・電子技術研究室 後藤 真吾
TEL (052) 654-9860

MHz～GHz帯域における回路インピーダンスの特性評価

受動回路のインピーダンス測定では主にインピーダンスアナライザを用いて、数10 Hz～数MHzの帯域(周波数域)で対応しますが、回路デバイスの高周波対応などに伴い、数MHzを越えて1GHz付近までの帯域での評価に関する相談も多く、供試回路に応じた準備の必要が多くなってきました。高周波域では電力の透過や反射で測定する計器であるベクトルネットワークアナライザ(以下、VNA)を使用しますが、電力信号の伝搬を考慮した測定系の校正や基準回路の準備等が必要となります。

電気容量式センサのインピーダンスを1ポート回路の反射特性の実測から評価した例を図1に示します。高周波実装された供試ではありませんが、VNA側のケーブルに接続できる同軸コネクタを供試回路の前段に取付けることを実測の準備として提案し、同ケーブル終端を基準とする校正を行った上で反射特性を実測しました。観測される反射係数 S_{11} (入力波に対する反射波の複素振幅比)と回路インピーダンス Z との間には式(1)の関係にあります(測定系の特性インピーダンス: $Z_0 = 50\Omega$)。

$$S_{11} = (Z - Z_0) / (Z + Z_0) \quad (1)$$

式(1)からこの Z 値を定量評価した結果、MHz～GHzの帯域で共振などの特異点を持つこと(図1(b)矢印箇所)が確認され、同帯域での実装や利用には相応の注意を要することを示しています。このように供試回路だけでは所望の実測が困難な場合でも、測定系の準備を施すことで対応できるような場合もあります。

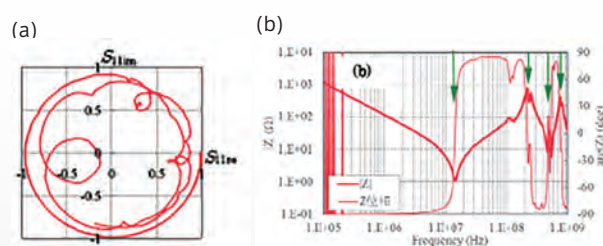


図1 電気容量式センサの各種特性 (a)1ポート測定による反射特性 (b)インピーダンス値の周波数特性

情報・電子技術研究室 小田 究
TEL (052) 654-9929

インデックス

イミュニティ試験	38	振動試験	20、21	光触媒材料	26
異物(有機系)調査	15	赤外分光による透過率/反射率	37	非接触三次元デジタイザ	28、29
応力ひずみ線図	16	赤外分光分析	9、15、37	不連続繊維強化樹脂の機械特性	17
界面活性剤の定量分析	11	接触腐食の測定	7	プラスチックめっき不良	13
ガラスの形状計測	31	接着不良	15	プロトコルを用いたデータ通信	33
希少金属の回収	26	セラミックスの硬さ	6	変分オートエンコードによる異常検知学習	33
吸音材・吸音性能	21、22	線膨張係数の測定	7	ベクトルネットワークアナライザ	39
協働ロボットの活用	34	促進耐候性評価	22	めっき・塗膜の耐食性の評価	23
金属のエッチング	18	溶剤クラック	14	めっきの膜厚不良	13
金属の破損	12	超分子ポリマー	25	誘電率の測定	5
金属の変色トラブル	14	電子部品の発熱量	37	リチウムイオン二次電池	5
金属組織と耐食性	18	動摩擦係数の測定	4	レーザー顕微鏡	30、31
金属表面の成分分析	11	にの成分分析	10	CAE構造解析	34
蛍光X線分析法	11、13	熱可塑樹脂の流動性	6	CAEによる成形解析	35
高周波帯域のインピーダンス測定	39	熱流体解析による熱対策	36	CFRPのクラック	17
三次元表面形状測定	30	粘着性と表面処理	19	ICP発光分光分析法	8、9
自己修復材料	25	バーストノイズ印加試験	38	LEDライトの全光束	38
樹脂の劣化解析	10	バイオマスナノファイバーの複合材料	24	Raspberry Piのプログラミング	32
樹脂の熱劣化	9	廃電子基板の乾式分析	9	X線CT	29
振動減衰と損失係数	19	パルスめっき	27	X線光電子分光法	11、13、14



名古屋市工業研究所

〒456-0058
名古屋市熱田区六番三丁目4番41号
TEL 052-661-3161 / FAX 052-654-6788

<https://www.nmiri.city.nagoya.jp/>
✉ kikaku@nmiri.city.nagoya.jp

