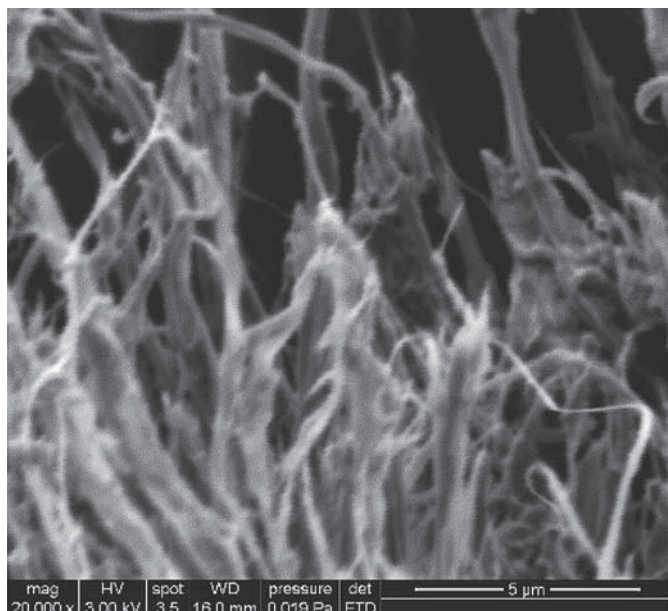


名工研・技術情報 Vol.6 (No.789)

月刊名工研 2017 年 9 月～ 2018 年 1 月号編集版



ボールミルで解繊して得た
セルロースナノファイバー
のSEM画像
(詳しくはP5へ)



目次

特集1 技術・研究紹介 (P2- P9)

- ・材料のひずみ速度依存性を考慮した CAE
- ・CFRP の振動特性
- ・放熱シートの熱伝導率測定
- ・セルロースナノファイバーによる PP の補強
- ・カメラの進化と IoT
- ・画像間の自動対応探索処理
- ・膨潤性吸水ゲルを用いた白金族金属の回収
- ・樹脂の粘度測定で熱分解を避けるためには
- ・ディーラーニングに関する勉強会の実施

特集2 活用事例紹介 (依頼試験、技術相談) (P10- P13)

- ・走査電子顕微鏡による金属異物の解析
- ・鋳鉄の組織観察と黒鉛球状化率判定試験
- ・衝撃音の簡便な評価量
- ・プラスチック材料の損失係数測定
- ・発泡プラスチックの気泡形状と吸音性能
- ・卓上型電子顕微鏡による組成分析
- ・赤外分光法による材料の成分分析

特集3 設備紹介 (P14)

- ・インピーダンス／ゲイン・フェーズ・アナライザ
- ・超音波板厚計



名古屋市工業研究所

特集 1 技術・研究紹介

材料のひずみ速度依存性を考慮したCAE

製品の設計製作の際には、効率化・高度化のためにシミュレーションを用いるCAE(Computer Aided Engineering)が多く利用されています。特に安全性が重視される自動車・航空機等の製品設計では、フレーム等に衝撃的な負荷がかかり高速で変形する衝突解析を精度よく行い、設計に反映する必要があります。

しかし、金属や樹脂材料等は高速度の変形をする場合、低速度の変形の場合とは変形抵抗が変化するひずみ速度依存性があるため、低速度の変形である静的試験で得られた応力—ひずみ曲線のみでCAEを行うと、予想外の破損等で安全性を損なう可能性があります。そのため、衝突解析等の高速で変形する事象を扱う解析では材料のひずみ速度依存性を考慮しなければなりません。

当所で所有する油圧サーボ式高速引張試験機を用いて行った引張速度0.1m/s、1m/s、5m/sでのポリプロピレン(PP)試験片の引張試験結果を図1に示します。引張速度が上がるにつれ、同じ公称ひずみでも公称応力が高くなっており、変形抵抗の増大が見られます。

CAEソフトウェアにおける材料のひずみ速度依存性は、準静的な応力—ひずみ曲線にひずみ速度依存性をもたせるよう補正をする動的構成式として入力する場合があります。

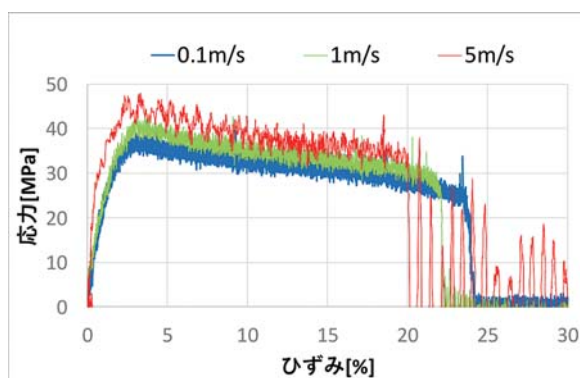


図1 PPの各引張速度における
応力—ひずみ曲線

その際によく利用されている動的構成式が(1)に示すCowper-Symondsの式です。 σ はひずみ速度依存性を考慮した応力、 σ_0 は静的な場合の応力、 $\dot{\epsilon}$ はひずみ速度、 C 、 P は材料パラメータとなります。

$$\sigma = \sigma_0 \left\{ 1 + \left(\frac{\dot{\epsilon}}{C} \right)^{\frac{1}{P}} \right\} \quad \dots (1)$$

材料パラメータ C 、 P を得るためには、まず高速引張試験結果の固有振動数等の材料特性以外のノイズを低減するためにローパスフィルタ処理等で平坦化します。次に動的構成式を用いて補正した準静的試験結果と高速引張試験結果がフィッティングするように材料パラメータ C 、 P を選定します。図2に上記手法で得られた材料パラメータを用いて準静的試験結果をそれぞれの引張速度で補正した応力—ひずみ線図を示します。このように得られた応力—ひずみ線図を用いることで、材料のひずみ速度依存性を考慮した解析を行うことが出来ます。

当所では油圧サーボ式高速引張試験機による最大5m/sまでの引張速度での依頼試験や、材料のひずみ速度依存性についての技術相談をお受けしております。

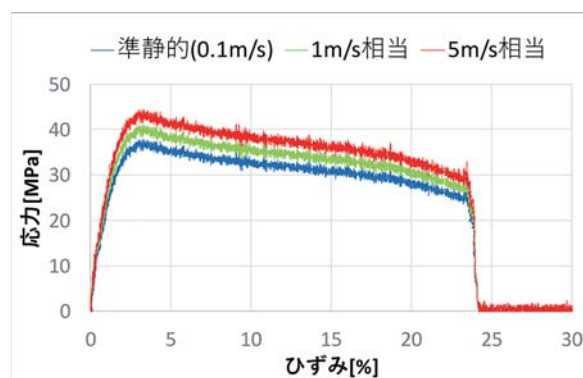


図2 動的構成式を用いて各引張速度相当に
準静的試験結果を補正した応力—ひずみ線図

(計測技術研究室 谷口 智)
TEL (052) 654-9854

特集 1 技術・研究紹介

CFRPの振動特性

炭素繊維と樹脂の複合材であるCFRPは、軽く強い優れた力学的特性から、自動車、航空機用品への利用拡大が期待されています。これらの製品は、日常的に強い振動を受ける環境で使用されるため、素材の振動特性を把握し、耐振性に優れた設計を行うことが重要となります。しかし、CFRPは内部の炭素繊維の配向により力学的特性が変化するため振動特性の把握が難しく、現状ではCFRPの振動特性を十分に考慮した製品設計が行われている例は少ないようです。当所ではCFRPにおける繊維配向の影響の検討、他材料との比較等を行い、CFRPの振動特性を設計に効果的に活用していくための方法を検討しました。

最初に、CFRP、ステンレス、アルミニウムからなる平板を用意し、図1のように加振機に固定して測定を行いました。ここでCFRPは、図2のようにそれぞれ繊維配向が異なる3種類を用意しました。加振機側から加える振動の周波数を変化させながら、これらの平板に生じる振動を測定することで、製品設計の際に重要となる1次モード共振周波数を測定しました(表1・実測値)。この共振周波数は、1方向CFRP(平行)、1方向CFRP(垂直)、2方向CFRPでは、それぞれステンレスの160%、50%、120%となっていました。これらから、CFRPは一般的な金属材料とは異なる振動特性を持ち、また、繊維配向により大きく振動特性が変化することがわかります。輸送時や使用時に製品が共振する場合、耐久性の低下や、不快な騒音の発生が懸念されるため、CFRPを用いて製品を設計する際には、これらの振動特性を十分に把握し、共振が起こらないように設計することが重要となります。

続いて、このようなCFRPの独特な振動特性をCAEで精度良く解析できるのかを検証しました。CAEによる解析は、製品開発のコスト削減、期間短縮のために有効な手段となります。CAEでそれぞれの平板の1次モード共振周波数を算出した結果の一例を表1・計算値に示します。ステンレス等の均一な金属平板においては、実測値と計算値の誤差が9%であったのに対し、CFRP平板においては誤差が最大で37%

ありました。これには、CFRPの繊維配向や、繊維-樹脂界面の振動伝播が影響したと考えられます。CAEを用いてCFRPの振動特性を解析する場合には、従来の金属材料と比較し実測値との誤差が大きくなる可能性があるため、注意が必要といえます。

当所ではこのような振動測定や、振動耐久試験等を行い、企業の技術支援をしております。ご相談などありましたらお気軽にご連絡ください。

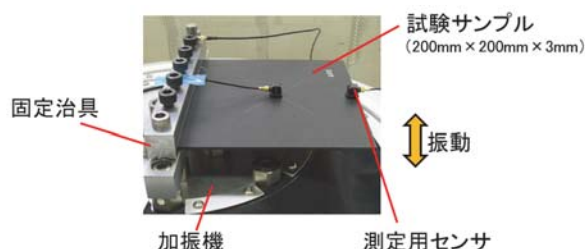


図1 試験方法



図2 CFRPの繊維配向

表1 1次モード共振周波数

	実測値 (Hz)	計算値 (Hz)	誤差(%)
1方向CFRP (平行)	114	144	+26
1方向CFRP (垂直)	35	37	+6
2方向CFRP	82	112	+37
アルミニウム	75	82	+9
ステンレス	70	76	+9

(製品技術研究室 吉村 圭二郎)
TEL (052) 654-9867

特集 1 技術・研究紹介

放熱シートの熱伝導率測定

近年、電子部品の集積化により電子機器の熱設計が重要になっています。電子機器の設計プロセスでは熱シミュレーションが多用されており、物性値が未知である複合材料では、パラメータとして熱伝導率測定が必須となります。熱伝導率測定では定常法¹⁾が主流ですが、測定には30～40分程度の時間が必要になります。また、設計の初期の段階では検討するサンプル数が多いため、物性値の取得には相当の時間を要します。

そこで、測定時間の短縮化のため電子部品の放熱に利用される放熱シート（5 mm厚）をサンプルとして、非定常法による熱伝導率測定を検討しました。図1に測定結果を示します。温度差及び熱流の安定に先立ち、加熱開始後900sにおいて既に熱伝導率は定常の様子を呈します。この状態は準定常状態ですが、温度差と熱流の変化の比が一定になるため、熱伝導率も一定になります。この状態を利用して熱伝導率測定を行うことで、従来の定常法による測定に比べて

半分の時間での測定が可能となります。

なお、本検討は中部エレクトロニクス振興会との共同研究として実施したものです。

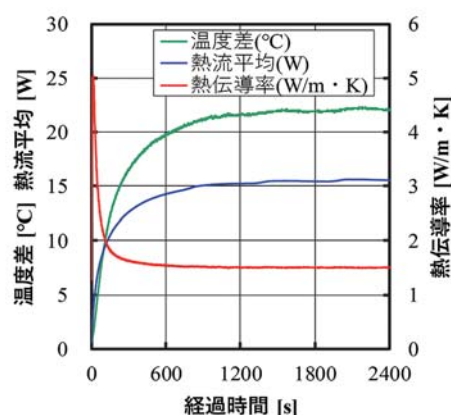


図1 放熱シート 5 mm の測定結果

1) 月刊名工研No. 783 p. 5.

(生産システム研究室 松原 和音)

TEL (052) 654-9863

特集 1 技術・研究紹介

セルロースナノファイバーによるPPの補強

セルロースナノファイバー(CNF)とは、植物の細胞壁の主成分であるセルロースを解きほぐす(解繊する)ことによって得られる幅がナノメートルオーダーの繊維であり、繊維単体としては炭素繊維に匹敵する強度を有するとされています。また、セルロースは植物由来の持続可能な資源であり、しかも安価であることから、様々な分野で応用研究が行われています。当所では、CNFが持つ「軽くて高強度」という特徴と、炭素繊維に比べて柔軟性があるという特徴を生かし、ポリプロピレン(PP)等の汎用熱可塑性樹脂の補強をテーマに研究を行っています。

まず、セルロースを解繊してCNFを得るには、グラインダー等を用いてパルプ等の粉末セルロースに湿式で高せん断をかけるなどの方法があります。図1は粉末セルロースと水を1:19とし、遊星ボールミルを用いて200rpmで3時間処理を行った後、凍結乾燥して得られたCNFのSEM画像です。細いところで数十nm程度の繊維幅となっています。このように、水を分散媒として用いると比較的容易にCNFを得ることができます。

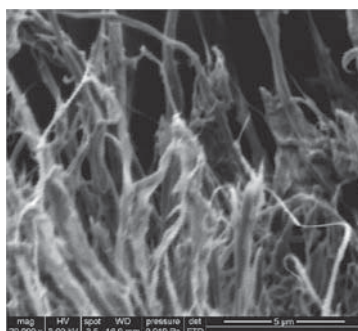


図1 ボールミルで解繊して得たCNF

しかし、CNFの表面には多数の水酸基が存在しているため、水との親和性は高いものの、疎水性の樹脂との親和性は低く、密着性も良くありません。また、乾燥させると再凝集してしまうという問題があり、特にPPのような汎用熱可塑性樹脂の補強材としての応用はあまり進んでいません。

そこで、当所では水分散体のCNFを経由する手法ではなく、パルプ等の粉末セルロースを相溶化剤とともに二軸押出機中でPPと混練し、セルロースの解繊と樹脂中への分散を押出機中で一度に達成する手法の検討を行っています。なお、押出機中のせん断力によって解繊されやすくなるよう、分子間水素結合に相互作用する可能性のあるアミン系添加剤の使用も検討しました。押出後のペレットを射出成形機でダンベル型試験片及び短冊型試験片に成形し、引張、曲げ、シャルピー衝撃の各物性試験を行いました(表1、図2)。

表1 物性試験結果

試験片	引張強さ (MPa)	弾性率 (GPa)	曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (GPa)	シャルピー衝撃 (kJ/m ²)
PP+セルロース 20%	42.1	2.82	46.5	1.78	3.28
PP+セルロース 10%	39.2	2.74	41.8	1.52	2.05
PP+セルロース 20% +ポリエチレンイミン	34.9	2.47	43.7	1.60	2.04
PP+セルロース 10% (エチレンジアミン 浸漬処理)	35.0	2.47	42.0	1.66	2.00
PP(カタログ値)	35	1.6	43	1.5	3.5

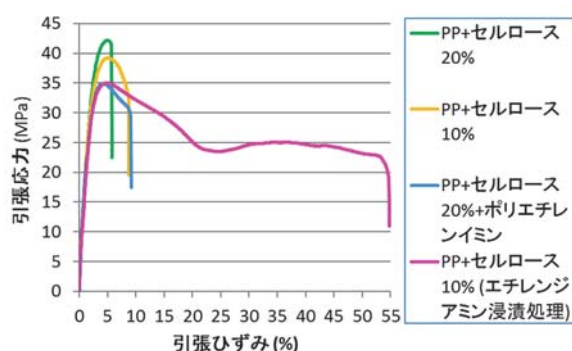


図2 引張試験の応力-ひずみ曲線

結果、引張及び曲げ強度が向上することがわかりました。しかし、試験後の破断面を見るとセルロースの解繊はまだ十分ではないため、今後さらなる検討を行っていきます。

(プロジェクト推進室 波多野 諒)

TEL (052) 654-9954

特集 1 技術・研究紹介

カメラの進化とIoT

カメラは、画像を“撮る”ことを目的にさまざまな形に進化してきました。基本的には、レンズで得られた光学像をセンサにより電気信号に変換する部分と、これをデジタルデータとして記録する、あるいは伝送する部分から成り立っています。前者は、デジタルカメラに代表されるもので、後者は、昔はビデオケーブルで受像機と接続するCCTVカメラ、今ではパソコンに接続するUSBカメラとしてよく知られています。センサの高密度化に伴い、画像はより高精細になり、得られた大容量の画像を高速に転送する技術が開発されてきました。最近のデジタルカメラやスマートフォンでは、画像を演算・処理する部分が付加されていることが多く、画像の自動補正や顔認証などかつてパソコン等で実現された技術が搭載されています。また、工業用カメラにおいても“スマートカメラ”と称する演算機能付きのカメラが出回っています。これらは、これまで実現され、蓄積された画像

演算が、電子回路に組み込まれ、急速に市場が広がったものといえます。この方式は、画像を伝送するより、画像の演算結果を伝送する方が、短時間なため工業用途にとっても有利です。画像検査装置は、画素数の大きなカメラの画像をパソコンに転送して高速に演算・処理する方式から、演算機能付きの小型のカメラを複数台イーサネットでパソコンに接続して同時処理する方式に移行していくのではないかと考えられます。今後、さまざまなところで行われる目視検査が、これらカメラとロボットと組みあわせた装置に置き換わっていく時代の到来が予感されます。

工業研究所では、これまで画像演算を応用した技術の開発や支援をしております。気軽にご相談ください。

(電子技術研究室 黒宮 明)

TEL (052) 654-9948

画像間の自動対応探索処理

基本的な外観検査システムでは、基準となるマスター画像とサンプル画像を比較します。しかし、図1のような製造環境の違いによる歪みなどを含む検査をするには、画像間で対応する位置を細かく求めて補正する必要があります。様々な補正方法がありますが、マスター画像とサンプル画像の撮影環境次第で精度は大きく変わります。

当研究室では中京大学と共同でマスター画像を指定しない対応探索処理を開発しました。本手法は類似する複数の入力画像に対して、「画像の合成」と「対応探索」を反復し、互いに品質と精度を高める処理を利用します。図2は図1を本手法の入力として補正した後に、濃度値の差を可視化した結果です。入力は撮影位置や角度が異なりますが、それらの影響を受けず、ゴミや歪みを検出しやすくなりました。本手法は上記のような比較・照合以外に、合成画像の活用や3次元形状測定など幅広い応用が期待でき、現在は本手法の精度向上と具体的な活用方法の開発に取り組んでいます。



図1 同じモデルを用いた造形物の撮像



図2 濃度値差分

(電子技術研究室 長坂 洋輔)

TEL (052) 654-9858

特集 1 技術・研究紹介

膨潤性吸水ゲルを用いた白金族金属の回収

白金族金属は、自動車用排ガス触媒や電子材料などに不可欠な元素であり、資源環境の保全や供給リスクの観点から、高効率的な回収技術の確立が求められています。本稿では、平成26～27年度に実施した研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)「白金族金属の選択的回収を可能とする窒素膨潤性吸水ゲルの開発」の成果の一部をご紹介します。

金属イオン混合溶液から白金族金属を回収する有効な手段の一つに、固体吸着材の利用があります。固体であることから液体を分離媒体とした技術より、ハンドリング性がよく簡易なシステムが構築できます。しかし、金属の吸着は固体表面でしか起こらないため、吸着容量が小さいという短所がありました。そこで、本研究では内部まで溶液が浸透し金属吸着が可能な膨潤性吸水ゲルを用いました(図1)。ここでは、白金族金属の中でも回収することが難しいロジウムの吸着を例として説明します。

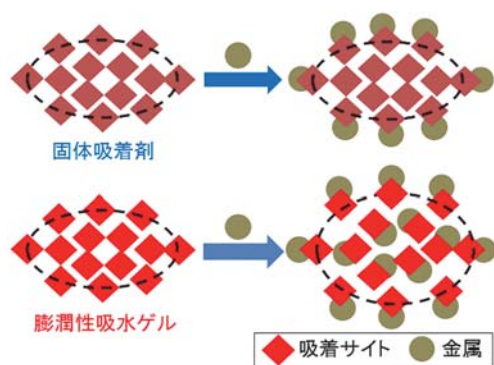


図1 固体吸着材と膨潤性吸水ゲルを用いた金属吸着の模式図

ロジウムには、窒素を含有する化合物が配位することが知られています。そこで、窒素原子を有する1-ビニルイミダゾールと架橋剤から膨潤性吸水ゲルを作製しました(図2)。

このゲルをロジウム100ppm含有した1 mol/Lの塩酸溶液に入れ、常温で放置しました。この溶液は薄いピンク色をしていますが、吸水ゲルを入れて48時間後には無色になり、代わりにゲルが黄色から赤褐色に変化しました。ゲルのロジウム吸着率を調べると、一時間後に50%を超え、48時間後には約95%に達しました。また、乾燥ゲルの吸着量(金属吸着量/乾燥ゲル重量)は最大0.47であり、他の固体吸着材(0.1~0.2)より高い値になりました。ゲル内部までロジウムの吸着が起き、大きな吸着容量が実現できたと考えています。

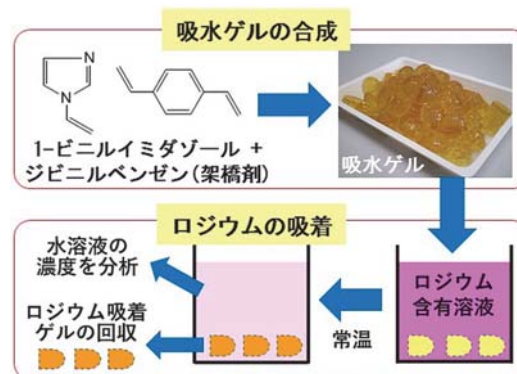


図2 膨潤性吸水ゲルを用いたロジウム吸着のスキーム

開発した吸水ゲルは、①良好なハンドリング性、②白金族金属に対する高い吸着容量、③希薄金属溶液からも回収可能、④白金族金属の選択的な吸着、という従来の吸着材にはない優れた特徴を併せ持っています。このため、このゲルを用いればエネルギーコストが低い次世代の白金族金属リサイクルシステムの構築が期待できます。本技術についてご興味のある方はお気軽にご連絡ください。

(環境技術研究室 中野 万敬)

TEL (052) 654-9893

特集 1 技術・研究紹介

樹脂の粘度測定で熱分解を避けるためには

プラスチックの射出成形では狭い隙間に樹脂を高速で流すため、せん断による摩擦熱で樹脂の温度が成形装置で設定した加工温度に対して数十度も上がることがあります。

実際の成形では温度上昇は一瞬のことであるため、プラスチックの劣化が問題となることはあまりなく、逆に金型内で樹脂が充填途中で固化しないのに役立っている面もあります。

CAEによる流動解析ではその高い温度域の粘度もパラメータとして入力したいのですが、実際の測定では、樹脂を融かして一定温度にし、粘度データが得られるまでに15~30分程度の時間がかかるため、熱分解によるゲル化や分子量低下の影響が問題となることがあります。

熱分解を避けるためには、空気・水分を取り除き、加熱・測定時間を少なくすることが基本です。材料を測定直前まで乾燥・予熱する、窒素雰囲気下で測定を行う、低せん断速度では流量が大きく早くデータが得られる直径の大きなダイを使うといった対策をとります。

その他に、回転レオメータではマルチウェーブ測定により測定時間の短縮が可能です。通常回転レオメータで樹脂の粘度を測るときには正弦波歪を与え、正弦波で応力が得られる状態で測定し、周波数を順に変えていって複数のデータを得ます。マルチウェーブでは周波数の異なる正弦波を重ねた歪を与え、その波形を分離して一回の変形で複数のデータを取得します(図1)。

また、時間温度換算則(TTS)を利用した重ね合わせも有効です。時間温度換算則は“遅い速度のデータ⇔高い温度のデータ”という法則で、測定時間の長い低速度の測定を、温度を上げた短時間の測定で代用することが可能です。

図2にポリプロピレンを回転レオメータを用いて160℃ から260℃ まで昇温速度 5℃/minでマルチウェーブ測定し、時間温度換算則で作成した180℃と220℃の粘度データと、通常測定のデータの比較を示します。両者はほぼ一致しました。

サンプルによって適、不適はありますが、マルチウェーブ測定で測定時間を短くし、昇温測定により温度が一定になる待ち時間を省き、時間温度換算則により測定範囲を延長し、データを使いまわすことで多数のデータを熱分解等の経時変化の影響を減らして測定することが可能になりました。

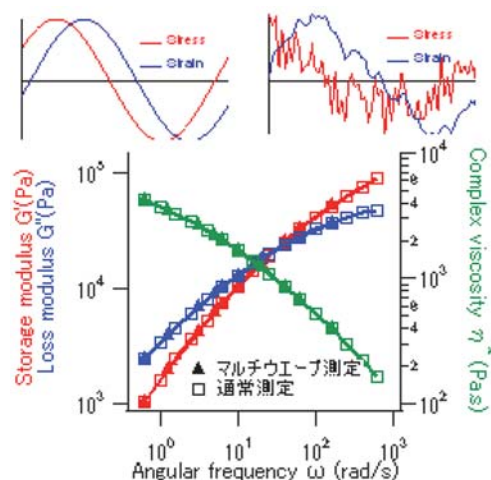


図1 左上:正弦波による測定波形、右上:マルチウェーブによる測定波形、下:両者のデータの比較

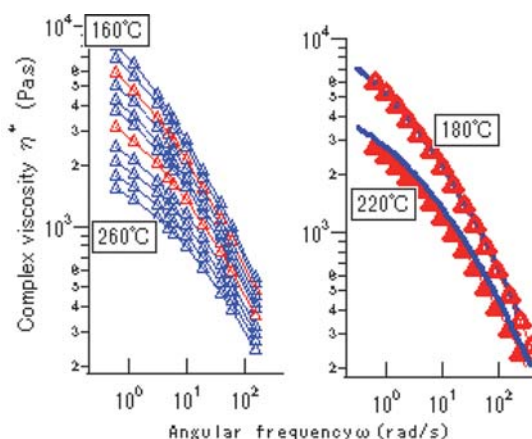


図2 左:マルチウェーブを使用した昇温測定により取得したデータ、右:時間温度換算則により作成した180℃、220℃の粘度曲線(青)と通常の測定方法で得られた同温度のデータ(赤)。

(有機材料研究室 岡本 和明)

TEL (052) 654-9902

特集 1 技術・研究紹介

ディープラーニングに関する勉強会の実施

本年の3月から10月にかけてディープラーニング(深層学習)に関する読書会形式の勉強会を実施しましたので、ご紹介します。

勉強会は深層学習のプログラムを作成することで仕組みを理解することを目指しました。テキストとしてオライリー社の「ゼロから作るDeep Learning」を使用しました。この本は逆誤差伝播法や畳み込みニューラルネットワークなどの、深層学習のプログラムをプログラミング言語Pythonおよび数個のライブラリで分かりやすく実現しており、今回の目的に適していると判断しました。

プログラムの実習環境として、当所のコンピュータ研修室のMacとその上で動作するPythonのパッケージであるAnacondaを使用しました。そしてプログラムの実行は、インタプリタによる対話的実行またはJupyter Notebook等のツールを各自の好みで選択して使用しまし

た。

勉強会の進め方は、参加者で各章を分担し、各回の担当者が内容を発表します。方法は各自のスキルに応じて担当箇所の音読、内容の要約説明、またはプログラムの解説・実行などを選択できることにしました。そして各回の終わりには、各自が主体的に調べたことを発表する場としてライトニングトークス(Lightning Talks)と呼ばれる、5分程度の発表時間を設けました。そこでは、ツールの紹介や深層学習ライブラリの試行報告などが行われました。

参加者からは「技術的な理解が深まった」、「会社内で勉強会を開催するきっかけになった」、という声が聞かれました。

当所では今後も勉強会や講演会を開催する予定です。ご要望がありましたらご連絡ください。

(生産システム研究室 齊藤 直希)

TEL (052) 654-9949

特集2 活用事例紹介（依頼試験、技術相談）

走査電子顕微鏡による金属異物の解析

製品に混入した異物は誤動作などの不具合を生じる原因となるため、異物が何であるかを分析によって特定する必要があります。当研究所では金属・無機物質については走査電子顕微鏡SEM-EDXによる元素分析で対応しています。

写真1は、ある金属異物の先端部を拡大した走査電子顕微鏡写真です。長さ0.5mm 幅0.2mm程度の小片ですが、駆動部に挟まり、機器にエラーメッセージが出たそうです。定性分析の結果、この異物は鉄を主成分とする鋼であり、シリコン、マンガン、銅がわずかに検出されました。異物の大部分は潰されて平坦な面でしたが、先端の一部に写真に示すように表面が滑らかで溶融したような粒子の存在が確認されました。改めて全体を眺めると粒子が集まって構成された金属と考えられ、この異物は焼結金属と推定しました。この結果を元に追試験を行い、異物の発生源を特定することができました。

走査電子顕微鏡による異物解析は成分分析のみならず、異物の形状や破断の状態、付着物など、様々な情報が得られます。それらを総合的に考察することで異物の発生原因まで辿ることができることもあります。

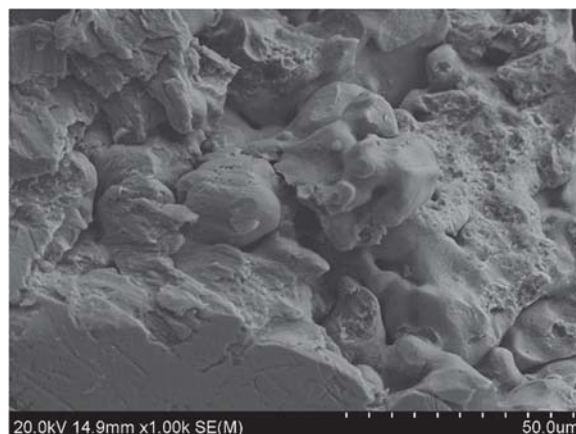


写真1：金属異物の走査電子顕微鏡像

（金属・表面技術研究室 加藤 雅章）

TEL (052) 654-9914

鋳鉄の組織観察と黒鉛球状化率判定試験

鋳鉄は炭素含有率が高く融点が高いため、鋳造しやすいという特徴があります。しかし、通常の鋳鉄では黒鉛が片状に析出してしまい、その部分に応力が集中するために機械強度が低くなるという弱点があります。それを改善するために溶湯中にセリウムやマグネシウムなどの元素を添加し、黒鉛を球状化したものを球状黒鉛鋳鉄、ダクタイル鋳鉄などと呼びます。

球状黒鉛鋳鉄では片状黒鉛の場合に比べて高い引張強さや靱性を期待できます。しかし、想定以下の条件で破損した、引張強さを測定してみたら低い値であった、などの相談を受けることがあります。これらはもちろん成分によっても大きく影響を受けますが、それが問題ない場合にも組織観察を行うと原因がわかることがあります。図1に鋳鉄の組織の違いを示します。球状黒鉛鋳鉄だと思っていた材料の組織を観てみると片状であったり、黒鉛球状化率が十分で

なかったりといったことがあります。工業研究所では鋳鉄の組織観察や、JIS G 5502に規定されている黒鉛球状化率判定試験を画像解析処理ソフトにて行うことができます。

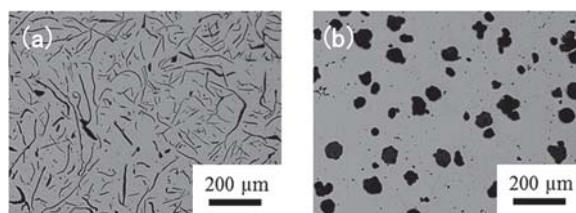


図1 鋳鉄の顕微鏡組織写真

(a) 片状黒鉛鋳鉄

(b) 球状黒鉛鋳鉄

鋳鉄以外にも金属の組織観察や引張試験・硬さ試験などについてご相談がありましたら、お気軽にお問い合わせください。

（金属・表面技術研究室 岡東 寿明）

TEL (052) 654-9853

特集2 活用事例紹介（依頼試験、技術相談）

衝撃音の簡便な評価量

機器から単発的に発生する衝撃音の評価を簡便に行うにはどのような評価量が適当か、という相談を受けました。

衝撃音の定義についてJIS規格では継続時間が極めて短い騒音とされています。過去には衝撃音の測定に用いるために騒音計の規格において時間重み付け特性（動特性I）（インパルス）が採用されていましたが、その後の研究により動特性Iは衝撃音の評価に適していないとされ、これまでに様々な衝撃音の評価量・方法が提案されています。

近年、人の感覚的なうるささと良好な対応関係が見られることから騒音の評価尺度として等価騒音レベル（A特性時間平均サウンドレベル、 L_{eq} ）が広く用いられていますが、衝撃音のような継続時間が短い単一の事象の評価に L_{eq} を用いることは、環境騒音を把握するという L_{eq} 本来の目的からは必ずしも適当ではありません。また L_{eq} と同じくエネルギーベースの評価量であ

る単発騒音暴露レベルも騒音の評価量としてISO規格等で用いられていますが、一般には馴染みが薄いように思われます。

衝撃音の時間長に関しISO規格では継続時間1秒未満の音を指すとされており、また衝撃音の周波数成分についても言及されています。そこで当所の簡易無響室内で当該機器の音を発生させ、その波形から継続時間が1秒よりもかなり短いことを、また周波数分析により当該音には比較的広帯域の成分が含まれることを確認しました。このような当該音の特徴と騒音計で簡便に測定可能な指標という観点から、従来用いられてきた動特性Fによる騒音レベルの最大値（ L_{AFmax} ）と衝撃性の判定などに用いられるC特性ピーク音圧レベル（ L_{Cpeak} ）の2つの評価量の併用を提案しました。

（計測技術研究室 奥村 陽三）

TEL (052) 654-9927

プラスチック材料の損失係数測定

これまでは、非拘束型などの複合はり（制振材料と金属基材の多層構造）の制振性能評価（損失係数測定）がほとんどでしたが、最近では、繊維強化プラスチックなどのプラスチック系複合材料の評価に関する問い合わせが多くなりました。

プラスチック材料の損失係数測定規格としてはJIS K7244-3があり、当所機器はA法（クランプ法）に対応していますが、試験片に貼り付ける磁性体（電磁加振器を使用するため）や、固定端のつぶれによる特性変化が懸念されます。一方で、プラスチック材料用の規格ではありませんがJIS K7391やG0602に規定されている中央加振法（中央支持定常加振法）は、磁性体の貼り付けが不要で、高周波帯域まで測定可能であるため、軽量高剛性なプラスチック系複合材料に適した測定方法と考えられます。そこで、測定方法の指定がない場合は、中央加振法をすすめています。

併せて、プラスチック系複合材料の試験結果の取り扱いには注意が必要です。複合材料内部に配合されている材料が偏って不均質な特性の試験片は、正しい振動モードが発生しないため、測定値が試験片ごとにばらつく可能性があります。JIS K7391では試験片本数3本以上と規定してありますが、試験結果によってはより多くの試験を実施して、その結果を平均した方が良いと考えられます。もしくは、試験片幅を広くすることにより不均質な特性の影響が軽減される可能性があります。中央加振法の試験片については、前述のJIS規格に規定されている標準寸法より大きな試験片でも試験可能です。

プラスチック材料の損失係数測定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 山田 博行）

TEL (052) 654-9870

特集2 活用事例紹介（依頼試験、技術相談）

発泡プラスチックの気泡形状と吸音性能

連続気泡発泡プラスチックの吸音性能に関して評価指標とその向上方法について相談を受けました。評価指標としては通気抵抗がよく使われていますが、ばらつきが大きく実用的ではありません。向上方法については、細孔フィルムを連続気泡発泡プラスチックで挟み、フィルムの膜振動を利用して吸音性能を上げる方法がありますが、有効な周波数領域が狭く、コストがかかります。そこでこれらの課題を解決するため、気泡断面から吸音性能を評価できるパラメータおよびその利用方法について検討しました。

連続気泡ポリエチレンフォームの薄片を樹脂で固め、サンドペーパー、バフ研磨をした面を光学顕微鏡で写真撮影し、空孔輪郭線をトレーシングペーパーで写し取りました。その図を正方形方眼で図形を被覆して輪郭線が存在する正方形の個数を数えました。正方形方眼の目の間隔 r を変えて輪郭線が存在する方眼の個数 $N(r)$ を求め、 r と $N(r)$ との関係式 $N(r) \propto r^{-D}$ からフラク

タル次元 D を求めました。その結果、気泡の境界部であるスケルトンを輪郭とした気泡形状の複雑さが、表面の幾何学的複雑さを評価する尺度であるフラクタル次元により表現できることがわかりました。

当フォームの場合は最後の製造工程でロールの間を通過させることにより気泡断面の形が整っていないため、気泡断面が六角形に近い軟質ポリウレタンフォームと比較してフラクタル次元が大きく、吸音性能が良好でした。相談者には、フラクタル次元が吸音性能の評価指標になりうることを説明するとともに、吸音性能向上を図るため細孔フィルムをフォームで挟んで膜振動を利用するように漬して、フラクタル次元を大きくしたフォームを挟む方法を提案しました。

（計測技術研究室 足立 廣正）

TEL (052) 654-9864

卓上型電子顕微鏡による組成分析

モノシランガスを扱うポンプのテフロンパッキングに赤茶色の析出物が付着しているが、これが何であるか知りたいとの相談がありました。

モノシランガスは、高純度シリコン製造などに使用されている分子式が SiH_4 の無色の気体ですが、空気中で激しく反応し、自然発火することが知られています。

当初は、析出物の色が赤茶色であったことより、配管系の鉄さびなどが付着しているのではないかと予想しましたが、卓上型電子顕微鏡（写真）で分析したところ、その予想とは異なりケイ素が検出されました。卓上型電子顕微鏡には元素分析装置が付随しており、ナトリウムからウランまでの元素が検出可能です。この結果より、少量のモノシランガスがリークし、空気と反応して生じたケイ素の酸化物がテフロンパッキングに析出したのではないかと推定しました。

この卓上型電子顕微鏡は、当所の開放試験室に設置されている機器です。担当職員より操作法の指導を受けていただければ、安価な料金によりご自分で機器を使用していただくことができます。

お気軽にご相談ください。



卓上型電子顕微鏡（日立/Miniscope TM-1000）

（環境技術研究室 小野 さとみ）

TEL (052) 654-9855

特集2 活用事例紹介（依頼試験、技術相談）

赤外分光法による材料の成分分析

接着剤に含まれているポリウレタンに、4,4'-ジフェニルメタンジイソシアネート(図1)が使われているかどうか知りたいという相談がありました。

ポリウレタンは、主成分であるポリイソシアネートのイソシアネート基($-N=C=O$)とポリオールの水酸基($-OH$)がウレタン化反応(図2)することにより得られる熱硬化性プラスチックで、塗料、接着剤、繊維など様々な用途で使用されています。

ポリウレタンには主成分の種類により様々な化学構造のものがありますが、それらを赤外分光法(IR)によるIRスペクトルで見分けることができます。例えば、ポリオールにはエーテル系、エステル系、カーボネート系がありますが、それぞれ 1100cm^{-1} 、 $1730\cdot 1200\text{cm}^{-1}$ 、 1740cm^{-1} 付近に異なるピークが見られます。よって、接着剤のIRスペクトルを見れば、使われているポリウレタンの主成分の官能基の種類や化学構造を

推定できます。本接着剤のIRスペクトルでは、4,4'-ジフェニルメタンジイソシアネートを示すピークが見られたので、この物質が使われていることが分かりました。

当所では、IRによる材料の成分分析や製品の表面に付着した異物の分析なども行っています。お気軽にご相談ください。

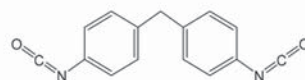


図1 4,4'-ジフェニルメタンジイソシアネート

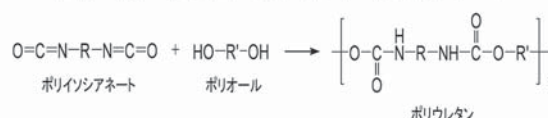


図2 ウレタン化反応

(環境技術研究室 林 朋子)

TEL (052) 654-9869

特集3 設備紹介

インピーダンス／ゲイン・フェーズ・アナライザ

回路や回路素子等の特性を表す量として、インピーダンスがあります。インピーダンスは、交流回路におけるベクトル量としての電流と電圧の比として定義されます。インピーダンスは一般に周波数特性を持ちます。インピーダンスの周波数特性の測定はフィルタ等の電気・電子回路を開発・設計する上で非常に重要です。当所には、インピーダンス/ゲイン・フェーズアナライザが設置されており、インピーダンスの周波数特性を精度よく測定することができます。この装置はケーブルのインピーダンスの測定によく利用され、またコイル等のインピーダンスの測定にも利用されます。

インピーダンスの測定について、関心がありましたら是非お問い合わせください。

<装置仕様>

- ①インピーダンス、アドミタンスについて
 - ・周波数
100Hz～40MHz（電子部品測定）
10kHz～100MHz（回路インピーダンス測定、インピーダンス・プローブ・キットを使用）

- ・インピーダンス 10mΩ～100MΩ
- ・アドミタンス 10nS～100S
- ②ゲイン・フェーズ測定
 - ・周波数 10Hz～100MHz



インピーダンス/ゲイン・フェーズ・アナライザ

（電子技術研究室 白川 輝幸）
TEL (052) 654-9931

超音波板厚計

<オリンパス超音波厚さ計 Model 35>

超音波を利用したポータブル厚さ計測器です。トランスデューサから入射した超音波の、物体内での反射時間を計測することによって、物体の厚みを算出します。例えば、プレス成形品などの板厚を切断することなく現場で簡便に計測することができます。反射時間から厚みへ変換する際に素材の弾性率が必要となりますので、厚みの分かっている同素材のサンプルで校正をする必要があります。

（仕様）

- ・測定範囲：0.08～635mm
（材料やトランスデューサ等によります）
- ・最小分解能：0.001mm
- ・測定素材：金属全般、樹脂、ガラス等超音波を通すもの
- ・付属トランスデューサ：M208-SM、M116-RM



（生産システム研究室 村田 真伸）
TEL (052) 654-9891

名工研・技術情報 Vol.6 (No. 789)

発行日 平成30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 2017年9月～2018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