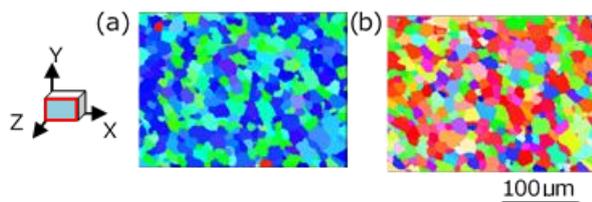
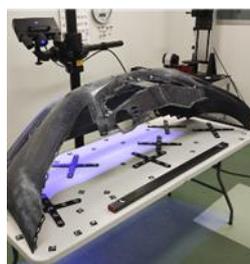


当所では、技術相談や依頼試験等を通し、地域のものづくり中小企業への技術支援に積極的に取り組んでいます。その中で培った知識と支援内容を紹介いたします。本誌が中小企業の皆様が抱えるさまざまな技術的課題の解決や技術開発の一助となれば幸いです。



合金の結晶方位図(a)Z軸方向,
(b)Y軸方向（詳しくはP5へ）



大型サンプルの形状測定
(詳しくはP10へ)

目次

分野1 保有機器の紹介（P2～P5）

- ・高速引張試験機
- ・キセノンウェザーメーター
- ・核磁気共鳴装置(NMR)
- ・結晶方位解析装置（EBSD）付き電子顕微鏡

分野2 異種材間の界面評価（P6）

- ・異種金属接触腐食と塩水噴霧試験
- ・赤外線非破壊検査による異種材料接合部の評価

分野3 樹脂材料評価（P7～P9）

- ・低温条件におけるポリカーボネートのシャルピー衝撃試験
- ・機能性フィルムの引っかかり硬さの試験方法
- ・プラスチックの混練と劣化
- ・超促進耐候性試験機による耐候性評価
- ・熱分解 GCMS による樹脂の定性

分野4 計測技術（P9～P10）

- ・リバーズエンジニアリング
- ・大型サンプルの形状測定

分野5 振動・熱関係（P10～P11）

- ・振動試験における固定方法と周波数の重要性について
- ・熱流体解析による放熱性能の評価

研究室の2つの柱紹介（P11～P12）



分野1 保有機器の紹介

高速引張試験機

公益財団法人JKA 2025年度公設工業試験研究所等における機械設備拡充補助事業により、[高速引張試験機](#) (図1、表1) を導入しました。

本装置は、試験片に高速で引張負荷を与えることにより、材料の動的な強度特性、すなわち応力-ひずみ関係を取得する試験装置です。これにより、従来の静的引張試験では評価が困難であった高ひずみ速度領域における材料挙動を把握することができます。



図1 高速引張試験機

表1 高速引張試験機的主要仕様

機種名 /メーカー	HITS-TX /(株)島津製作所
引張速度	0.0001~20m/s
最大荷重	10kN
ピストン移動量	300mm
温度範囲	-40~150℃

本装置は、自動車衝突時の変形速度域や、モバイル機器の落下衝撃時、さらに金属材料の塑性加工時に相当する速度条件に加え、幅広い温度範囲での試験が可能であり、実使用環境を考慮した動的機械特性評価を行うことができます。

高速引張試験により取得されるデータは、材料の「ひずみ速度依存性」を評価できる点に大きな特長があります。多くの樹脂・金属材料は、変形速度の違いによって変形抵抗と破断までの伸びなどの材料挙動が大きく変化することが知

られています。例えばABS樹脂では、低速変形時(0.1mm/s)と高速変形時(1000mm/s)とで、最大荷重や破断までの伸び量に明確な差が現れます(図2)。本装置を用いることで、こうしたひずみ速度依存性を定量的に把握できます。

また、本装置は高速度カメラとの連携が可能であり、試験中の変形過程を時系列で可視化することができます(図3)。これにより、荷重-変位データのみでは把握が困難な変形挙動の確認が可能となります。

本装置は、自動車部品をはじめ、家電製品やモバイル機器、多様な樹脂・金属・複合材料の動的機械特性評価など、幅広い分野での活用が可能です。材料評価や製品開発における動的機械特性評価をご検討の際は、お気軽にお問い合わせください。

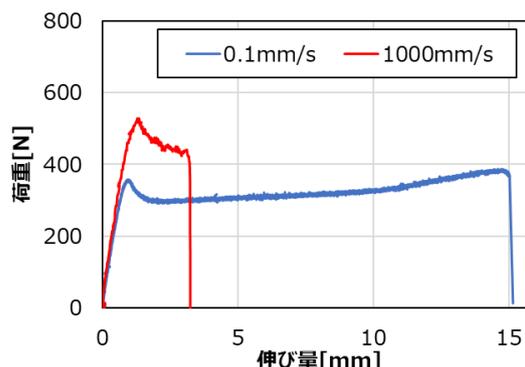


図2 ABS樹脂における引張速度の違いによる荷重と伸び量の変化

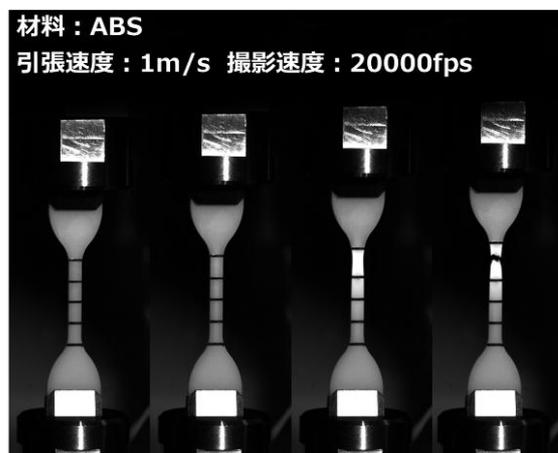


図3 ABS樹脂の高速度カメラによる高速引張試験の変形挙動観察例

(計測技術研究室 谷口 智)

TEL(052)654-9854

キセノンウェザーメーター

今回、耐候性試験機「キセノンウェザーメーター」を新機種に更新しましたのでご紹介します。

プラスチック、ゴム、塗料、繊維などの製品が長期間屋外で太陽光（紫外線）、熱、水分（湿度、雨）などに曝されると、色調変化、光沢度低下、強度低下などを引き起こします。これらの影響を短期間で評価できるのが耐候性試験機です。

同様の耐候性試験機であるサンシャインウェザーメーターが主に紫外光領域の放射に特化しているのに対して、キセノンウェザーメーターは紫外光から近赤外光までの分光放射照度分布が太陽光に極めて類似しています（図1）。このため、自動車業界など各業界の国際標準規格に規定され、世界中で広く採用されています。さらに、本機は太陽光の3倍の強エネルギー照射が可能なスーパーキセノン方式にも対応しており、より短時間での評価試験が可能です。

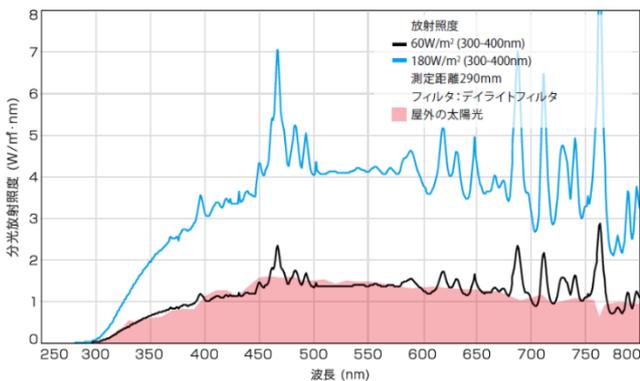


図1 キセノンランプと太陽光の分光分布
(出典：スガ試験機（株）)

槽内は冷凍機を搭載した密閉循環型を採用しており、試料温度と槽内温度の同時コントロールや湿度コントロールができます。また、逆浸透膜で各種イオン（カルシウム、マグネシウム、及びシリカ）を除去した高純度水を直接スプレーする方式により、人工雨としてサイクル噴霧することが可能です。



写真1 キセノンウェザーメーター
(出典：スガ試験機（株）)

（仕様）

メーカー：スガ試験機株式会社

型式：SK75

光源：7.5kW 水冷式キセノンランプ

温度条件：ブラックパネル温度 50~95±1℃

槽内温度：38±1℃

湿度条件：50~60±5%rh

放射照度：60~180W/m² (300~400nm)

試料寸法：150×70mm（最大 51 枚）

噴霧水質：電気伝導率 1.0μS/ c m以下

当所では耐候性に関する相談、依頼試験を行っています。今回導入されたキセノンウェザーメーターの他、[サンシャインウェザーメーター](#)も利用可能です。また、耐候性試験後の製品の評価として、[変退色や光沢の変化の測定](#)、[赤外イメージング顕微鏡](#)による材質の劣化評価、[引張試験](#)や[シャルピー衝撃試験](#)による物性評価も行っています。さらに、それらを総合的に評価・解析できる受託研究も承っておりますので、新製品開発などにお役立てください。

（信頼性評価研究室 朝日 真澄）

TEL(052)654 - 9889

核磁気共鳴装置(NMR)

核磁気共鳴 (NMR) 装置は、磁場中で原子核が固有の周波数の電磁波を吸収・放出する核磁気共鳴現象を利用して、主に溶液や固体の有機化合物を分析する装置です。化合物の官能基を判別する赤外分光法(FT-IR)だけでは同定ができない有機化合物の構造解析に有用です。本稿では、当所のNMR装置で行った二次元NMR、及び ^{13}C DDMAS 固体NMRの測定例を説明いたします。

【① 二次元NMRによる詳細な構造決定】

二次元NMRは、「どの原子がどの原子と結びついているか」といった関係を調べる測定法です。例えば、HSQCスペクトルは ^1H と ^{13}C が直接結合している関係を調べる方法です。例として、図1にエタノールのHSQCスペクトルを示します。HSQCスペクトルでは、横軸に ^1H NMRスペクトル、縦軸に ^{13}C NMRスペクトルが表示されます。 ^{13}C NMRスペクトルのピークから水平方向に線を引くとHSQCスペクトル上に相関ピークが見られ、次いでその相関ピークから垂直方向に線を引くと ^{13}C と直接結合している ^1H を確認できます。 ^{13}C NMR スペクトル上のピーク a に対応する炭素は、その相関ピークを辿ることで、 ^1H NMR スペクトル上のピーク A に対応する水素と直接結合していることが分かります。同様に、ピーク b に対応する炭素は、ピーク B に対応する水素と直接結合していることが分かります。また、 ^1H NMRスペクトルでは、各ピークの積分値(ピーク面積)が、そのピークに対応する水素原子の数に比例します。ピーク A とピーク B の積分面積の比が 3 : 2 であることから、ピーク A は 3個の水素をもつメチル基(-CH₃)、ピーク B は 2個の水素をもつメチレン基(-CH₂-)に由来するピークであると判断できます。このように部分構造を明らかにしていくことで、複雑な有機化合物の構造解析が可能です。

その他の二次元NMR測定として、当所ではHMBC(2又は3結合離れている ^1H と ^{13}C の検出)や、COSY(2又は3結合離れている ^1H の検出)等にも対応しています。

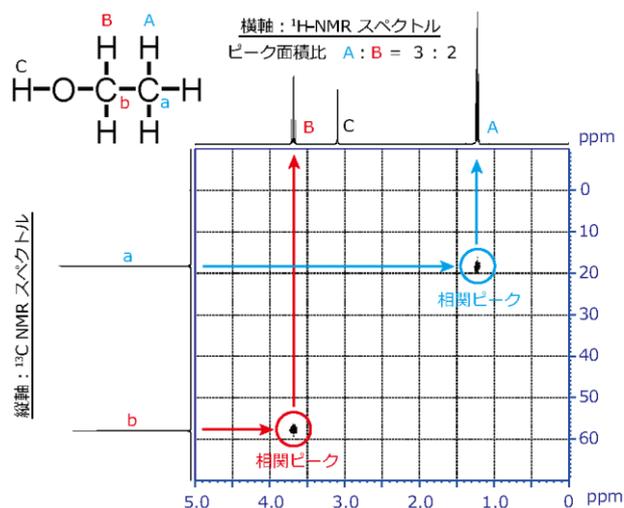


図1 エタノールのHSQCスペクトル

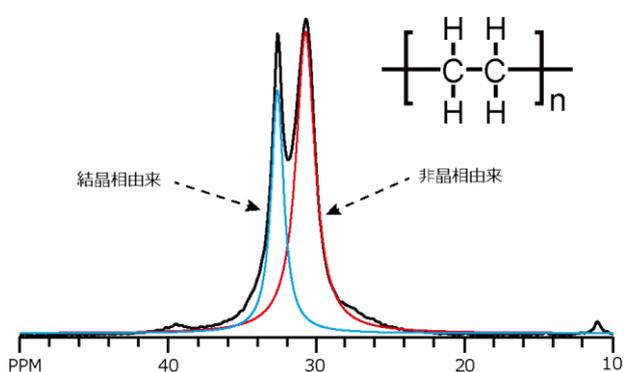


図2 ポリエチレンの固体 ^{13}C -DDMAS NMR スペクトル及びカーブフィッティング法を用いたピーク分離結果(各ピーク面積より算出した結晶化度は35%)

【② 固体NMRによる樹脂の結晶化度の算出】

固体試料の ^{13}C NMRを測定する際にDDMAS法(Dipolar Decoupling Magic Angle Spinning)を用いると、定量性のある ^{13}C NMRスペクトルが得られます。例として、図2にポリエチレンの ^{13}C DDMAS NMRスペクトルを示します。ポリエチレン(PE)主鎖の炭素によるピークが2本観測され、図の左のピークが結晶相のPE、右のピークが非晶相のPEに由来します。各ピークをカーブフィッティング法により分離し、それらのピーク面積から結晶化度を35%と算出することができます。

当所では NMR を用いた新規化合物や異物の同定をはじめとする依頼試験や受託研究を行っております。お気軽にご相談ください。

(環境・有機材料研究室 相羽 誉礼)

TEL(052)654-9932

結晶方位解析装置 (EBSD) 付き電子顕微鏡

分析機能付超高分解能走査電子顕微鏡に付属する電子線後方散乱回折法 (EBSD) では、「結晶方位」、「方位差」、「相」などの結晶構造に関する情報を得ることで、めっきや圧延材など特徴的な方位を持つ金属の局所的な性質の評価や解析に有効な装置です。その仕様については過去の記事にも紹介しています ([月刊名工研 No.826](#), [No.831](#))。本稿では難加工材料であるマグネシウム (Mg) 合金展伸材について、EBSD を用いた「方位」情報の活用事例をご紹介します。

一般に Mg 合金は六方晶構造をとります。代表的な結晶面を図 1 に示します。六方晶は等価な面が少ないため、異方性を持ちやすい構造です。c 軸と a 軸の比によってすべり易い面が異なり、Mg 合金の場合は $\{0001\}$ の底面 (図 1 (a)) がすべり易く、その他の面はすべり難い特徴があります (図 1 (b)、(c))。

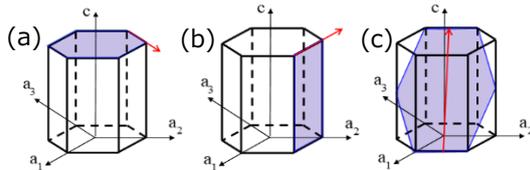


図 1 Mg 合金における代表的な結晶面の模式図
(a) $\{0001\}$ 面, (b) $\{01-10\}$ 面, (c) $\{10-12\}$ 面

※等価なすべての面を含めて示す場合には $\{\}$ 、特定の結晶面を示す場合には $()$ で示す。

EBSD で作成できる逆極点図方位 (Inverse Pole Figure ; IPF) 図をご説明します。IPF 図は、結晶の配向 (方位マップ) を視覚的に理解するために有効です。図 2 (a) に示す様に、IPF 図では各角に 3 色を配置したカラーキーにより、測定点の方位を混色で表現します。図 2 (b) では、赤色が軸方向に $\{0001\}$ 、青色が $\{01-10\}$ 、緑色が $\{-12-10\}$ への配向を示しています。

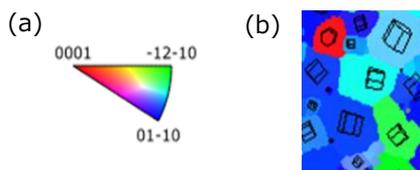


図 2 IPF 図
(a) カラーキー, (b) 配向の模式図

図 3 は当所で Mg 合金を解析した IPF 図です。EBSD では各測定点の結晶方位を基に、X, Y, Z の各方向からの方位を確認できます。図 3 (a) は Z 軸方向を試料座標の展伸方向に配置した場合の結晶面を示しており、図 3 (b) はこれを Y 軸方向の視点から解析した図です。Z 軸と Y 軸では大きく色が異なることから、軸方向で結晶方位の傾向に違いがあることが分かります。

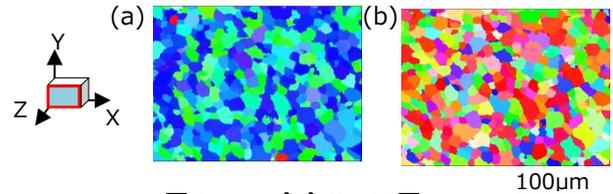


図 3 Mg 合金の IPF 図
(a) Z 軸方向, (b) Y 軸方向

Z 軸方向の IPF 図が全体的に青いことに注目すると $\{01-10\}$ が試料の Z 軸方向に配向している集合組織と示唆されます。ただ、IPF 図のみでは分かり難い場合、極点図等で集合組織を統計的に表現することもできます。

ここで、Schmid Factor (SF) を用いての解析例を示します。SF は特定の「すべり面」、「すべり方向」、「応力の方向」に対応する値が結晶方位から計算できる、すべり変形の起こりやすさです。図 4 (a)、(b) は Z 軸、Y 軸方向の応力と仮定した場合の $\{0001\}$ 底面すべりの SF の大小を赤色のコントラストで着色した図です。SF が大きい濃い赤色の場合にすべり変形が起こりやすく、即ち、結晶の配向より Z 軸方向応力よりも Y 軸方向応力の方が塑性変形しやすいと推測できます。

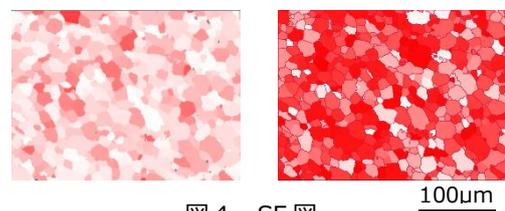


図 4 SF 図
(a) 負荷方向: Z 軸, (b) 負荷方向: Y 軸

このように金属素材の塑性変形のしやすさを結晶方位から解析するうえで、EBSD は有効な装置となります。ご興味がありましたらお気軽にお問い合わせください。

(金属材料研究室 玉田 和寛)
TEL(052)654-9920

分野2 異種材間の界面評価

異種金属接触腐食と塩水噴霧試験

塩水噴霧試験では、異なる種類の金属同士が接触している試料が持ち込まれることがあります。材質の異なる金属同士が接触した状態で腐食環境下に置かれると、片方の金属の腐食が促進されることがあります。これを異種金属接触腐食といいます。

電気化学的に、イオン化傾向の大きい金属（卑な金属）と、イオン化傾向の小さい金属（貴な金属）が接触した状態で腐食環境下に置かれると、卑な金属が腐食します。

図1に異種金属接触腐食の事例を示します。アルミニウム合金（卑な金属）の母材を、ステンレスボルト（貴な金属）で締結した部材に塩水がかかると、アルミニウム合金に腐食が発生して白錆が発生します。このような腐食を防止するには、母材と同じ材質であるアルミニウム合金のボルトを使うことが最善です。ただ、実際には、強度の低下やコスト高になる等の理由により、異種金属接触を必要とする状況があります。

異種金属接触腐食を抑制するためには、塗装・樹脂コーティング・ゴム製スペーサ等により、異種金属間を絶縁することや、卑な金属に対する貴な金属の相対的な面積比率を小さくする等の方法があります。塗装により、どの程度腐食が抑制されるかを調べたい場合には、例えば、塗装有り無しを試料を試作し、塩水噴霧試験をすることにより、耐食性を比較することができます。

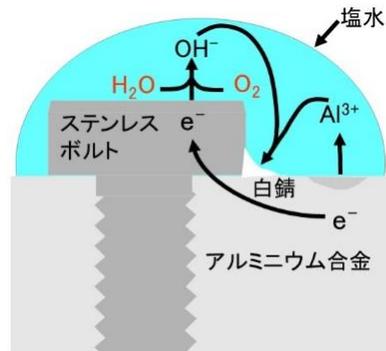


図1 異種金属接触腐食の事例

(信頼性評価研究室 小野 さとみ)

TEL(052)654-9852

赤外線非破壊検査による異種材料接合部の評価

赤外線非破壊検査装置は試験体を加熱した後の表面の温度変化を赤外線カメラで追跡し、サンプル内部に欠陥があることで生じる表面の温度変化を解析することにより非破壊で欠陥を検知できます。

本稿では、図1に示すようにアルミニウム合金板(A5052、厚さ1.5mm)とCFRP積層材(厚さ1.5mm)を熱圧着により接合し、引張試験機を用いて接合部を部分的に剥離させた試験体を評価した事例について紹介します。

試験体のCFRPにキセノンランプを照射し、試験体の表面を加熱しました。その表面温度の経時変化を解析することで得られた位相画像を図2に示します。この位相画像は試験体表面からの熱の伝わり方の違いを色分けしています。引張試験前の接合部の画像はほぼ均一であることから、剥離なく密着していることがわかります。一方、引張試験後の試験体では、接合部の画像に明瞭なムラが観察されたことから剥離していると推定できます。

このような剥離の検出は空間分解能や不感帯によりX線CTや超音波探傷法では困難ですが、赤外線非破壊検査装置では金属-樹脂などの異種材料の接合部を評価できます。本装置の利用の際には、下記までお気軽にお問い合わせください。

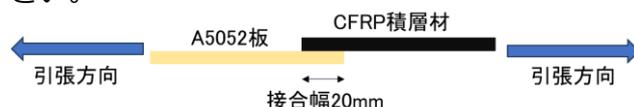


図1 試験体の側面図

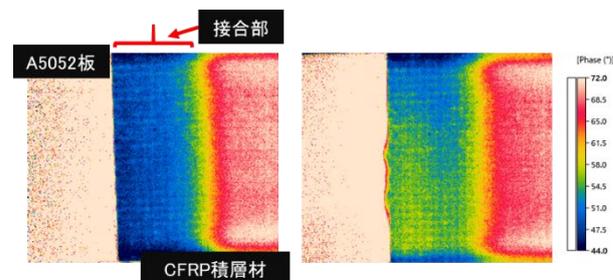


図2 試験体の位相画像
(左) 引張試験前、(右) 引張試験後

(環境・有機材料研究室 上野 雄真)

TEL(052)654-9868

分野3 樹脂材料評価

低温条件におけるポリカーボネートのシャルピー衝撃試験

プラスチックは温度によって物性が変化しやすい材料です。特に低温環境ではプラスチック本来の弾性や延性が低下するため、衝撃破壊等のトラブルが起きやすくなります。

材料の耐衝撃性を調べる方法の一つにシャルピー衝撃試験 (JIS K7111) があります。この試験は、試験片に振り子式のハンマーを衝突させ、その破壊エネルギーを測定して衝撃強さを数値化する試験です。以下にポリカーボネート樹脂 (PC) の低温でのシャルピー衝撃強さを測定した例を紹介します。

試験は、振り子式衝撃試験機 (インストロン CEAST9050) を使用し、ノッチを付けた試験片のエッジワイス方向から衝撃を加えました。標準温度の23℃に加え、恒温槽で5、0、-20、-40℃に冷却した試験片を、恒温槽から取り出してすぐ試験する方法で衝撃強さに及ぼす温度の影響を調べました。

各温度条件におけるPCの衝撃強さを図1に示

します。衝撃強さは 0~5℃を境に急激に低下し、-40℃では標準温度の約 1/8 に低下していました。

低温下の衝撃はプラスチックが特に苦手な条件です。冬場や寒冷地での思わぬ破損を防ぐには、実際の使用環境に即した衝撃特性の把握が必要です。本稿でご紹介した技術にご興味がありましたらお問い合わせください。

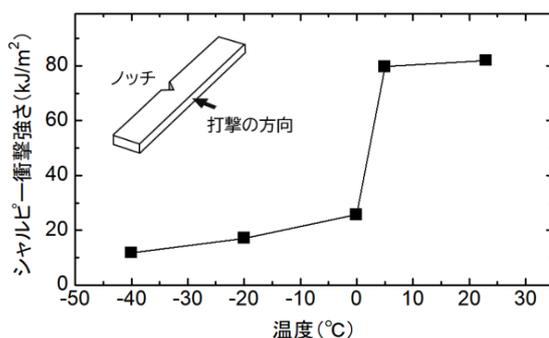


図1 各温度における衝撃強さ

(製品技術研究室 二村 道也)

TEL(052)654-9866

機能性フィルムの引っかかり硬さの試験方法

プラスチックの薄い膜を処理し、製品表面の保護や光学特性、ガスバリア性など様々な機能を付与された機能性フィルムは、多くの産業分野で使用されています。フィルムの耐久性評価の一つとして耐傷付き性が挙げられますが、これまで該当するJIS規格が無く、塗装膜に用いられるJIS K5600-5-4の引っかかり硬度(鉛筆法)が流用されていました。そこで、2022年に機能性フィルムのみを対象とした引っかかり硬さに関するJIS K7317が制定されました。

JIS K5600-5-4では鉛筆の芯で引っかきますが、JIS K7317ではダイヤモンド針で引っかかり、キズ跡がつかない最大荷重を測定します。当所の[表面性測定機](#)にダイヤモンド針を取り付けて、フィルム表面の引っかかり試験を実施した様子を図1(左)に示します。図1(右)は荷重150g、120g、90gにおける引っかかり痕の写真です。キズ跡は荷重150g、120gでは確認できますが、90gでは確認できません。鉛筆で引っかいた場

合は芯の摩耗やサンプルへの黒鉛の付着が生じますが、ダイヤモンド針は先端形状が変わらずに着色無く引っかくことができ、目視確認が容易です。ご興味のある方はお気軽にご相談ください。

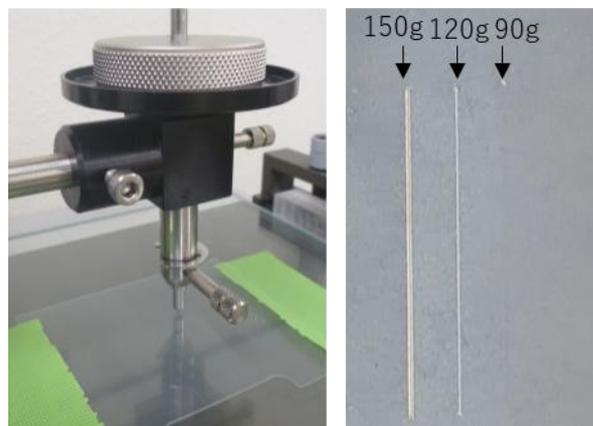


図1 (左)ダイヤモンド針による引っかかり試験の様子 (右)各荷重における引っかかり痕

(製品技術研究室 田中 優奈)

TEL(052)654-9908

プラスチックの混練と劣化

プラスチックの材料サイクルには溶融混練の過程が不可欠です。そこで、溶融混練によるプラスチックの劣化について調べるため、ポリプロピレン（PP）を押出機で繰り返し混練した時の物性変化を調べました。

図1にPPを1～6回混練したときのゼロせん断粘度(η_0)と衝撃強さを示します。粘度の低下は混練による分子鎖切断に由来し、 η_0 が分子量の3.4乗に比例するという知見に基づく、6回混練後の分子量はバージン材の約6割に低下していると推測されます。分子量低下により結晶化が加速し、粘度低下により成形時にバリが発生しやすくなります。一般にプラスチックでは分子量が小さくなると強さが低下しますが、繰り返し混練による分子量低下にもかかわらず衝撃強さは図1に示すように若干低下するのみでした。また、引張強さ、引張破断伸びの低下はほぼありませんでした。しかし、サンシャインウェ

ザーメータ、屋外暴露により劣化させた引張試験片では、混練回数の増加とともに短い劣化処理時間で強さが低下しました。

以上から、バージン材からリサイクル材への置き換えには強度だけでなく、粘度、耐候性も考慮した品質管理が必要と考えられます。詳しくは当所の研究報告No.110をご参照ください。

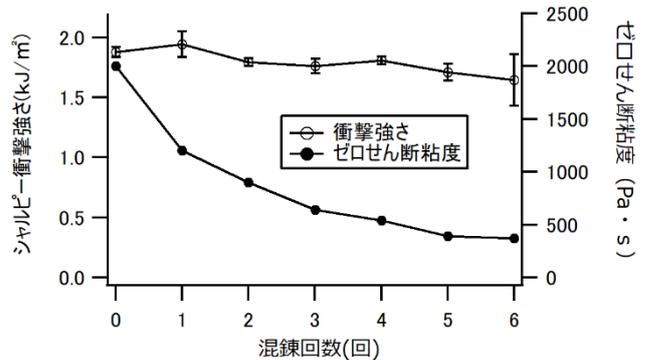


図1 PPの混練回数と衝撃強さ・ゼロせん断粘度

(環境・有機材料研究室 岡本 和明)

TEL(052)654-9902

超促進耐候性試験機による耐候性評価

当所ではカーボンアークなどのUV照射による(加速)試験である耐候性試験を行っております。樹脂製品や塗膜等は、紫外線や熱などの影響で劣化します。特に屋外ではその度合いが大きく、強度の低下や変色など製品性能の低下に直結する変化を引き起こされます。このため製品開発において耐候性を評価することは非常に重要です。

耐候性試験には、屋外暴露試験と比較して試験時間を短縮できる促進耐候性試験機を用います。当所では促進倍率に優れた超促進耐候性試験機を所有しています。本装置は、屋外暴露1年相当の紫外線を約2.5日の試験時間で照射可能です。

ここでは、超促進耐候性試験機を用いて樹脂(PP、ABS、PC)の耐候性試験をした例を紹介します。試験条件はブラックパネル温度63℃、湿度50%RH、照射56、112時間、1時間あたり10秒間の純水噴霧です。各樹脂の試験時間ごとの外観の変化を図1に示します。樹脂によって変

化の程度に差はありますが、いずれのサンプルも紫外線照射による黄変が確認できます。

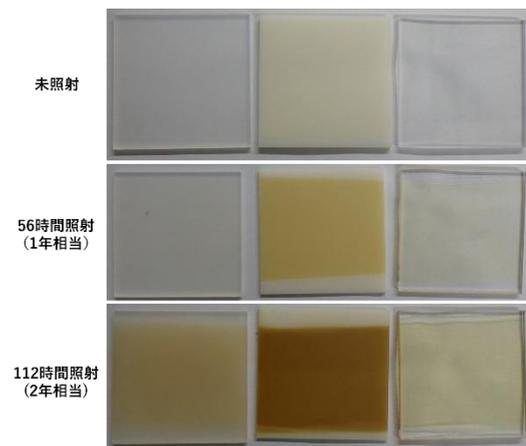


図1 各樹脂の耐候性評価 (左:PP; 中:ABS; 右:PC)

耐候性試験にご興味のある方は、どうぞお気軽にご連絡ください。

(製品技術研究室 巢山 拓)

TEL(052)654-9856

熱分解 GCMS による樹脂の定性

熱分解ガスクロマトグラフ質量分析計 (Py-GCMS) では何が測定できるのか、ご存じない方も多いのではないのでしょうか。

Py-GCMSは、熱分解装置を組み合わせたGCMSであり、試料の熱分解によって発生するガスを分離・分析する装置です。通常のGCMSでは測定できない有機固体試料、特にプラスチックの定性分析を得意としています（GCMSについては月刊名工研No.856をご参照ください）。

プラスチックの定性分析でよく用いられるFT-IR 分析では、混合物の分析が苦手です。それに対し、Py-GCMSは成分分離をして分析を行う装置のため混合物を分析できます。

例として、ポリエチレン(PE)、ポリプロピレン (PP)、5 % PP 含有 PE (PE+PP(95+5))の3種類の樹脂を測定した結果を図1に示します。PE+PP(95+5)は観測されるピークが全体的にPEと似ていますが、保持時間約5分付近にPP由来の特徴的なピークが確認できます。このピ

ークはPPの熱分解により生成するプロピレン三量体によるものです。このように、Py-GCMSでは樹脂中に数%含有される異材の分析が可能です。

今後、利用の拡大が予測されるリサイクルプラスチックを始めとする樹脂の分析・評価にPy-GCMSの利用をご検討ください。

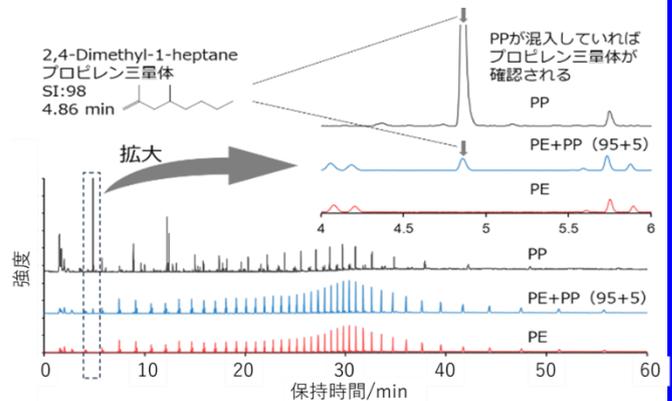


図1 3種類の樹脂のPy-GCMS測定結果比較

(環境・有機材料研究室 大和 直樹)

TEL(052)654-9899

分野4 計測技術

リバースエンジニアリング

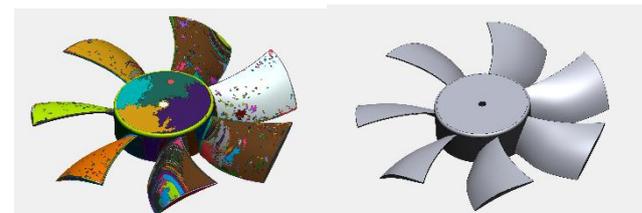
最近、製品や金型の設計は従来の2次元図面による方法から、3次元モデルで設計されることが増えています。また、図面のない実在の製品等を3次元デジタル化でスキャンして形状データを取得したり、現場で修正を施した金型の形状を図面や3次元モデルに反映させるなど、測定した3次元形状データの活用範囲が広がっています。このように、実物から3次元形状データを取得し、そのデータ解析による機能の確認や、現物の図面および3次元モデルを作成する手法をリバースエンジニアリングと呼びます。

当所が所有する非接触三次元デジタル化は、STL形式と呼ばれる多数の三角形のパッチで表現した形状データを出力します。リバースエンジニアリングソフトを使用すると、STL形式の3次元形状データを元にして、CADソフト上で自由に直接編集することができるサーフェスやソリッド形式の形状データを生成できます。

リバースエンジニアリングにご興味のある方は、お気軽にご相談ください。



左：非接触三次元デジタル化による測定
右：測定対象例 (PC ケースファン)



左：同一ジオメトリ形状の領域を分割した STL データ
右：リバースエンジニアリングで作成した 3DCAD データ

(生産システム研究室 田中 智也)

TEL(052)654-9942

大型サンプルの形状測定

当所では令和7年1月に非接触三次元デジタルイザ（機種：ATOS Q）を導入しました。本機は、光学式の3Dスキャナで、6種類のカメラレンズを付け替えることで、10mm程度から数mまで幅広い大きさのサンプルの形状測定が可能です。測定した形状データは寸法の算出、CAD設計図面データとの比較、個体差の検証等に活用が可能です。

本稿ではATOS Qに付属する光学式3D座標測定システムTRITOPを用いた測定について紹介します。数mサイズの大型のサンプルでは、一度で撮影可能な範囲に対してサンプルが大きいため、データを貼り合わせる回数が多くなります。貼り合わせを繰り返すと誤差もそれに伴い増加します。TRITOPでは、ATOS Qで通常の形状測定の貼り合わせに使用する参照点の他に、コードットマーカ[図1(a)]を配置し、それをCCDカメラ[図1(b)]であらかじめ撮影して、広範囲の座標情報を取得しておきます。座標情報を取得

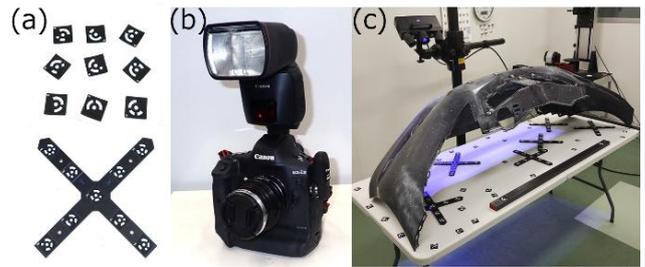


図1 (a) コードットマーカ、(b) CCDカメラ、(c) 形状測定

した後、ATOS Qで形状測定を実施し[図1(c)]、各測定結果を座標情報で補正することで大型のサンプルでも精度良く測定できます。測定したデータは各種寸法の算出等に活用できます。

大型サンプルの測定にご興味がありましたら、ぜひ一度ご相談ください。なお、測定の可否については、サイズや形状に依存しますので、同じくご相談ください。

(生産システム研究室 高木 大治郎)

TEL(052)654-9972

分野5 振動・熱関係

振動試験における固定方法と周波数の重要性について

振動試験は長期間振動を受ける自動車部品・電子回路基板や、短期間振動を受けるトラック輸送品などの試験品に対して、受ける振動を試験機で再現し、耐久性や破壊を評価する疲労試験の一種として行われています。

一般的な疲労試験では、図1のように材料や製品に繰り返し負荷（応力）を加えますが、振動試験では図2のように加速度を加えます。応力と加速度の関係が周波数に対して常に1対1であればどのような周波数で試験を行っても問題ありません。しかし、一般的に弾性体は図3に示すような振動の伝達特性（伝達関数）を持っています。伝達率が1に近い周波数ではほとんど変形しないため、振動による負荷は小さいですが、伝達率が大きい（共振）周波数では変形が大きく、大きな負荷を受けます。共振周波数は試験品の形状・材質・固定方法により異なり、適切な振動試験を行うためには最終的な固定方法と実使用時の周波数の情報が重要となります。

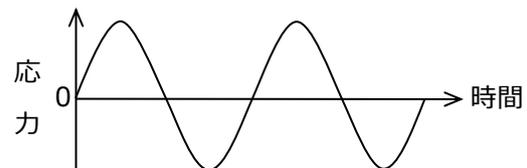


図1 一般的な疲労試験の応力振幅

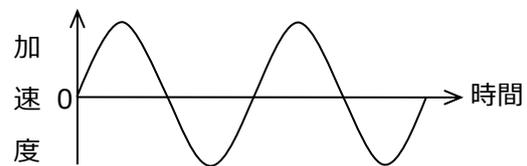


図2 振動試験の加速度振幅

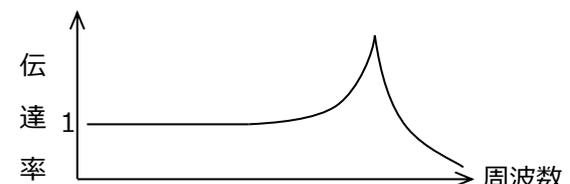


図3 伝達関数の例

(製品技術研究室 井谷 久博)

TEL(052)654-9933

熱流体解析による放熱性能の評価

製品の性能や不具合の早期予測は、試作にかかる期間や費用の削減につながります。熱流体解析装置では、コンピュータシミュレーションにより複雑な流路や回転するファンなどの形状を忠実に模擬し、解析対象の温度分布や流速分布を求めることができます。

熱流体解析を用いて発熱部品を冷却するフィンの性能評価を実施した事例をご紹介します。図1に示すように上下の発熱体に挟まれたフィンの間を左から右へ冷媒が流れます。実験では発熱体や流路の一部の温度しか測定できませんが、熱流体解析ではすべての温度分布が得られます。図2に示すように実験では確認が難しい流線（流体の流れる軌跡）も可視化できるため、流れの構造を一目で把握できます。今回の解析では、フィンの凸部の下流に渦構造ができていくことがわかります。これらの情報を設計にフィードバックし、活用します。

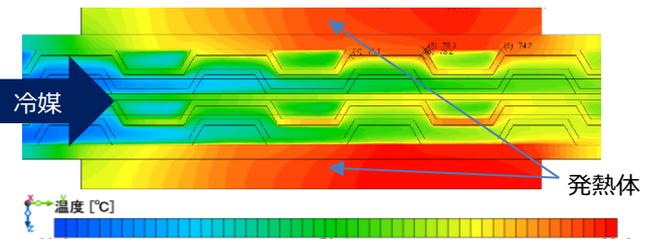


図1 温度分布

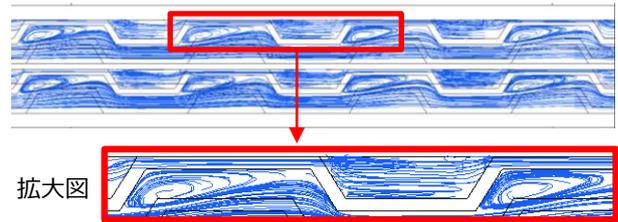


図2 流線

当所では、熱流体解析装置の他にも、温度測定、熱伝導率測定、気流可視化装置などの熱計測機器を活用した技術支援を行っています。お気軽にお問い合わせください。

(生産システム研究室 立松 昌)

TEL(052)654-9935

☆研究室の2つの柱紹介

研究室毎の中心的な技術支援業務をまとめました。詳細については、月刊名工研 2025年5月～2026年2月号に記載されています。「・・・研究室”何ができる？”」をご覧ください。

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

研究室	柱の名称	概要
製品技術	機械要素・機械性能の評価	振動試験や衝撃試験による機械要素・製品の信頼性評価を行っています。特に振動試験では、試験品を固定する治具の設計にCAEを活用するなど、試験の効率化を進めています。
	工業製品・部材の長寿命化	超促進耐候性試験機での耐候性試験や表面性測定機での負荷摺動時の耐久性試験などを行い、工業製品・部材の長寿命化に関する技術支援を行っています。
生産システム	三次元形状計測および検査	非接触三次元デジタイザによる外形形状の測定や、製品内部の構造等を非破壊で測定できるX線CT測定により、三次元形状データの提供や検査等に関する技術支援を提供します。
	CAEを用いた構造設計、熱設計	コンピュータ上で解析や分析をおこなうCAEによる技術支援を提供しています。構造物に荷重をかけた時の応力を評価する構造解析や、発熱部品を冷却するフィンの性能評価などの熱流体解析を行っています。
情報・電子技術	電子デバイス・電子機器の開発及び性能・信頼性評価	電子機器に用いられている材料・素子・デバイスの性能・信頼性評価、各種計測を行っています。特に電子回路からの電磁ノイズ対策などの、信頼性向上に貢献する技術の支援を進めています。

研究室	柱の名称	概要
情報・電子技術	ロボット、AI、IoTによる技術開発支援	AI・IoT・画像処理の技術を活かした生産性向上や信頼性向上のための技術開発を支援しています。また、生産性向上を目的としたロボット活用に関する情報発信等も進めています。
計測技術	機械・物性計測及びその応用	自動車衝突解析や電子機器の落下衝撃解析に活用できる高速引張試験を実施しています。その他、温度や湿度を制御できる環境試験により、製品の信頼性・耐久性の評価や動作確認を行っています。
	音響・振動の計測	小さな試験片から完成品まで幅広く防音性能を評価できる、吸音率・音響透過損失測定を行っています。また、振動特性の評価として、制振材料などの損失係数測定も行っています。
金属材料	金属・無機材料の組織観察と破壊・破損分析	金属・無機材料における製品の製造不良や、変形・破損などの原因をマクロおよびミクロの両面から解析し、その対策を支援しています。
	金属材料および製品の特性評価	金属材料の引張強度・疲労強度や硬さを調べたり、X線CT装置や超音波探傷器などの非破壊検査試験で、内部の構造や欠陥の形状などを調べて、金属材料全般の評価をしています。
表面技術	表面処理技術と解析	めっきや大気圧プラズマ等の表面処理に関し、電子顕微鏡観察や膜厚測定などの機器分析を通じて、トラブルの原因究明から研究開発支援まで幅広く対応しています。
	表面における金属・無機材料の化学分析	蛍光X線分析やX線回折などを用いた元素分析・結晶構造解析により、材料評価や異物特定を行い、製品の品質向上や不良原因の解明を支援します。
環境・有機材料	有機材料の化学構造解析・物性評価	熱分解ガスクロマトグラフ質量分析計(Py-GCMS)や核磁気共鳴装置(NMR)などによる化学構造解析に加え、熱分析による熱特性の解析、分子量測定、粘度測定などの樹脂材料の物性評価を行っています。
	環境対応技術の開発	樹脂-金属異種接合材など環境負荷低減のために使用される接合材の赤外線非破壊検査装置による欠陥の評価、有価物を分離回収するための選択的な吸脱着特性を示す材料の開発などに取り組んでいます。
信頼性評価	製品の信頼性評価 (促進劣化試験と評価)	材料や製品の紫外線などによる劣化を短時間で評価する促進耐候性試験や、金属材料や製品が腐食環境にどの程度耐えられるかを評価する塩水噴霧試験を行っています。
	製品の信頼性評価 (有機異物の同定、各種材料特性評価)	赤外イメージング顕微鏡などを用い、樹脂の判別、異物分析、不良解析などを行っています。低荷重用引張試験機を用い、フィルムなどの強度が低い材料の試験を行っています。

名工研・技術情報 Vol. 22 (No.887)

発行日 令和8年4月1日
 当所 HP より自由に閲覧できます
 紙面でのご希望あれば編集にご連絡ください

編集 名古屋市工業研究所 支援総括課

技術紹介特集

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: <https://www.nmiri.city.nagoya.jp>
 E-mail: kikaku@nmiri.city.nagoya.jp