



2010 10
No.710

月刊 名工研 技術情報

MEIKOUKEN TECHNICAL INFORMATION

名古屋市工業研究所

コンピュータの発熱問題

CAEによる工業製品の設計や評価をはじめ、構造計算、気象予測、分子動力学、天文学、最適化問題の解決など、計算科学（コンピュータによる大規模シミュレーション）を用いなければ対応できない分野が増えています。このため、コンピュータには益々スピードが求められ、小型・高密度化、演算の高速化が進んでいます。

世界で最も高速なコンピュータをランク付けするサイト（<http://www.top500.org/>）によると、現在最も早いスーパーコンピュータは、Oak Ridge National Laboratory(米)のJaguar・Cray XT5・HEで、演算スピードはRmax: 1,759,000 (GFlops) とのことです。これは、毎秒1,759兆回の浮動小数点演算をする能力を示します。第2位はNational Supercomputing Centre in Shenzhen(中国)のNebulaeで、Rmax: 1,271,000 (GFlops) です。スーパーコンピュータの世界でも、国力が如実に現れており、残念ながら日本が出てくるのは、日本原子力研究開発機構のBX900で、第22位になります。2002年に世界一のスピードにランク付けされた地球シミュレータは、第37位に後退しました。一方で、これらのスーパーコンピュータは、膨大な電力を消費します。Jaguarでは、システム全体で6,950キロワットもの電力を消費します。従って、発熱対策や放熱するためのシステムがとても重要になります。

スーパーコンピュータほどではないにせよ、最近の電子機器は小型・高密度化が進んでおり、熱

対策や放熱設計が重要になってきています。一方で、騒音対策や省資源の点から、ファンレスによる静音化などの要求も強まっており、ここでも放熱設計が大きな課題となっています。どの素子から発熱しているのか、熱の流れや放熱状態はどうなっているのか、熱流体シミュレーションにより可視化して、製品設計に反映させるというプロセスが必要になります。

当所では、以前から熱に関する各種の測定、材料物性の評価、熱設計、コンピュータによる数値計算などについての技術支援を行ってきました。電子情報部に配備されている熱容量測定装置（DSC）、熱定数測定装置（レーザーフラッシュ法、光交流法）、熱伝導率測定装置、放射率測定装置、赤外線熱画像測定装置、電子機器熱解析装置などの機器が熱関係の計測、評価にご利用いただけます。また、中部エレクトロニクス振興会と協力して、「中小企業団体等共同研究」（電子機器の高機能・高性能化のための実装技術に関する研究）や各種分科会活動を実践してきました。毎年、熱に関する講演会を数回開催しております。講演会については、当所のWebサイト（<http://www.nmiri.city.nagoya.jp/event/event.htm>）でご案内しています。

熱に関する技術相談なら、まずは工業研究所へお問い合わせ下さい。

（電子情報部長 栗生 雅人）

TEL (052) 654-9941

技術解説

接触角測定装置を用いた材料表面のぬれ性の評価

1 はじめに

固体の表面に液体が付着する現象を「ぬれ」とよびます。例えば自動車のフロントガラスが雨でぬれたり、フライパンの上に油をひいて表面に広がるのも「ぬれ」の現象のひとつです。この「ぬれ」現象を評価する方法のひとつに接触角の測定があります。接触角とは、固体表面とその表面に滴下した微小液滴とがつくる平面方向の角度(θ)のことをいいます¹⁾(図1)。

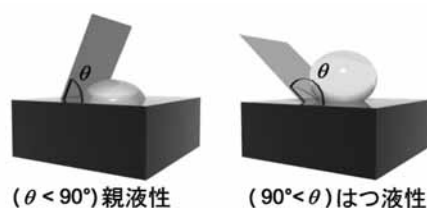


図1 接触角の模式図

接触角には、静的接触角と動的接触角の大きく二種類に分けることができます。前者の静的接触角とは、液滴が固体上でそれ以上変化しない、平衡となったときの接触角のことをいいます。静的接触角は、着滴後一定時間経過時の試料間の相互比較などの場合に有効に利用されています。

しかし、例えばはっ水を示す表面を傾けても水滴が落下せずに付着している場合など、静的な接触角だけの評価では十分な情報が得られない場合があります。そこで、後者の動的接触角の測定が重要となってきます。

図2は動的接触角測定法のひとつである滑落法についての説明ですが、液滴の界面が固体にぬれ広がる方の接触角を前進接触角(θ_a)、逆に固体からはがれる方の接触角を後退接触角(θ_r)とよびます。また、液滴が動き始めたときの試料の傾きの角度を滑落角(α)とよびます。

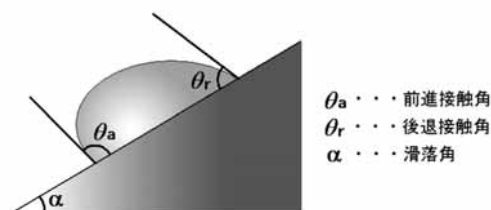


図2 滑落法の模式図

前進接触角から液滴の固体に対するぬれやすさ、後退接触角からはそのはがれやすさ、滑落角からはその滑りやすさの評価が可能となります。

2 接触角測定によるぬれ性の評価例

当所が日本自転車振興会(現財JKA)の“平成19年度公設工業試験研究所の設備拡充補助事業”にて導入した接触角測定装置(KSV Instruments社製CAM200)は、単位時間ごとの画像解析により静的接触角や経時の変化だけでなく、滑落法や拡張・収縮法などの動的接触角の測定ができます²⁾。

図3に筆者らが開発した高はっ水性(超はっ水性)膜の静的および動的接触角の挙動の違いについて紹介します。静的接触角測定では試料A、Bともに超はっ水性を示していることがわかります。

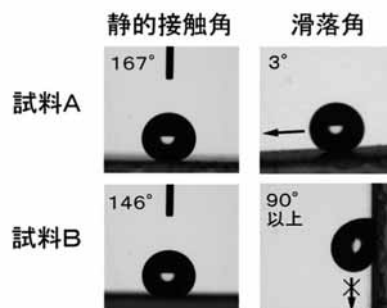


図3 超はっ水試料の静的接触角と滑落角の挙動

しかし滑落角を測定すると、試料Aでは試料表面が3°傾いた程度で水滴はコロコロと転がるのに対し、試料Bでは90°傾いても液滴は落下しませんでした。同じ超はっ水表面であっても水滴の動的な挙動は様々であることがわかります。

このことから、はっ水剤、着雪防止剤や防汚塗料など、はっ液材料の開発においては静的だけでなく動的なぬれ性の評価は欠かせません。

当研究室では、接触角計を用いて接触角以外にも表面張力や表面自由エネルギー測定も行っておりますのでお気軽にご相談ください。

1) 月刊名工研、2007年3月号、P3

2) 月刊名工研、2008年6・7月号、P3

(資源循環研究室 山中 基資)

TEL (052) 654-9888

試験解説

オージェ電子分光分析法によるはんだボール表面の酸化膜厚測定

1 オージェ電子分光分析法とは

原子は、原子核とその周りに存在する電子から構成されています。原子に、加速された電子を外部から照射すると(図1 -)、原子核の周りの電子が弾き出され(同)、弾き出された電子があった場所に空孔ができます。この状態の緩和過程のひとつとして、外殻にある高エネルギーの電子が空孔を埋め(同)、その際に余ったエネルギーを他の電子に与え(同)、エネルギーをもらった電子が原子外に放出されます(同)。放出された電子を、フランスの物理学者P.オージェの名に由来してオージェ電子と呼びます。

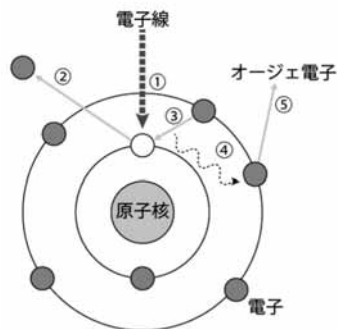


図1 オージェ電子放出過程

オージェ電子のエネルギーは、元素ごとに固有の値を持ちますので、このエネルギーを測定することによって元素を特定することができます。このような分析手法を、オージェ電子分光分析法(AES: Auger Electron Spectroscopy)と呼びます。

上述のように、オージェ電子の発生過程には3個の電子が関わりますので、AESは原子番号が3(リチウム)以上の元素の同定に利用できます。

2 分析深さ

固体中で発生したオージェ電子がその表面から脱出できる深さは数ナノメートル(1ナノメートルは1メートルの10億分の1)以下であるため、固体試料の極表面の元素分析に利用することができます。

3 深さ方向の分析

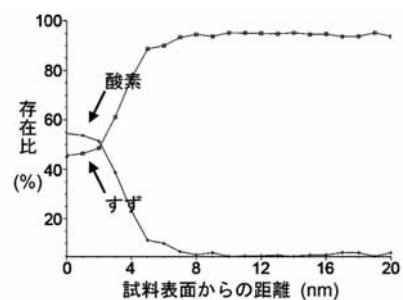
アルゴンイオンなどを加速し、固体試料表面にぶつけることにより、ナノメートルオーダーで試料表面を削り取ることができます。これを利用して、固体試料表面を削り取った後にオージェ電子を測定するという操作を繰り返すことによって、固体試料表面から試料深部までの深さ方向に対す

る元素の分布(デプスプロファイル)を測定することができます。

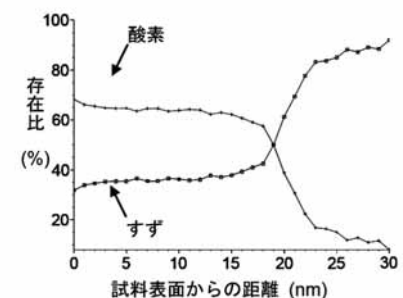
4 オージェ電子分光分析法のはんだボール表面酸化膜測定への応用

AESの深さ方向分析事例として、電子部品に使用されるはんだボールを、7日間高温・多湿環境中に曝露した際の、すずと酸素のデプスプロファイルを、図2に示します。

a)は曝露前、b)は7日間曝露後のグラフで、縦軸はすずと酸素の存在比を表し、横軸は試料表面からの深さを表します。曝露前と比較し



a) 曝露前のサンプル



b) 7日間曝露後のサンプル

図2 AESによるはんだボールのデプスプロファイル

て、7日間曝露後では、試料深部まで酸素が存在しています。すなわち酸化膜厚の経時的な増加が確認できます。このように、試料の表面から深さ方向への元素の分布を分析することができます。

その他、AESを用いることにより様々な固体試料のナノメートルオーダーでの表面分析が可能ですが、ミクロンオーダーでの表面分析が必要な場合は、X線マイクロアナライザーによる分析が適しており、試料と目的により適切な分析方法を選択することが重要です。

当所では、AESをはじめとする表面分析に関する様々なご相談・依頼試験を承っておりますので、お気軽にお問い合わせ下さい。

(情報・デバイス研究室 吉田 和敬)

TEL (052) 654-9886

技術解説

機械・設備のメンテナンス

1 状態基準保全と設備診断技術

機械・設備の予防保全は、経済的な観点と診断技術の高度化と相まって、時間基準から状態基準で管理する予知保全へと移行しつつあります。

一般的な予防保全である時間基準保全は、経験や実績に基づき、一定期間ごとに予防的に補修を行う方式です。そのため、予防保全間隔を安全側へ設定する必要があり、オーバーメンテナンスになる確率が高いなどの欠点が挙げられます。これに対して、状態基準保全（予知保全）は、設備の状態を正確に把握する設備診断技術とその情報に基づいて適切な補修を行う方式であり、時間基準保全の欠点を解決できます。

設備診断技術は、信号計測技術と信号処理技術とから構成されます。信号計測技術は、振動法、音響法などの検出・測定技術とフィルタ処理技術とで構成されます。信号処理技術は、周波数特性の評価として、フーリエ変換（FFT）、ウェーブレット変換などが用途に応じて利用されます。

2 工具診断（ドリル）への応用

ドリルの寿命は、穴あけ個数または総穴あけ長さ（穴あけ個数×穴深さ）で評価されるのが一般的です。そのため、ドリルの管理方式は、ある一定期間で予防的に保全（交換）を行う時間基準保全が主流です。しかし、高速加工により、切削温度に依存する熱的摩耗の領域が、切削距離（摩耗距離）に依存する機械的なすり減り摩耗の領域より増加すれば、時間基準保全では対応できません。

そこで、ドリル刃先の摩耗量に着目し、刃先形状の変化が切削挙動に起因する切削音におよぼす影響を検討しました。

音響診断の結果から、ドリル刃先の形状因子である逃げ面摩耗量 W_f とコーナー摩耗量 W_d （図1）では、各摩耗量に対応して、特定周波数領域の切削音の強さが変化する傾向が認められました。この事例から、各刃先摩耗に対応した複数の周波数領域を同時監視・傾向管理することにより、音響法によるドリル状態基準監視の実用化や工具寿命予知が可能であると考えられます。

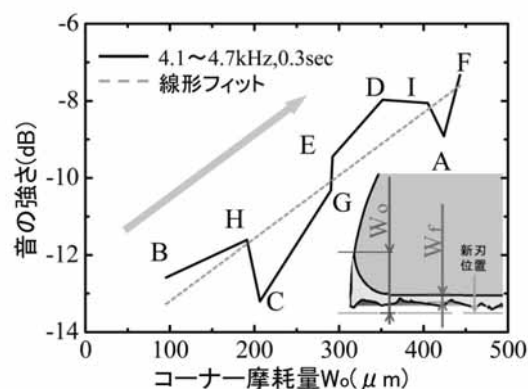


図1 コーナー摩耗量と音の強さとの関係

3 設備診断技術の問題点

状態基準保全は、設備診断装置が、高価かつ操作が複雑であるとともに、設備補修の判定基準の設定が難しいなど運用上の問題もあります。また、効果的な診断を行うには、機械構造・構成部材に精通し、適切な診断技術を選択することが重要になります。当所では、設備診断技術の導入支援を目的とした、簡易な予知保全システム構築の提案を行っています。機械・設備診断を検討される際には、お気軽にご相談ください。

（機械システム研究室 山岡 充昌）

TEL (052) 654-9850