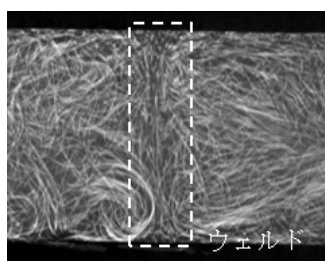


名工研・技術情報

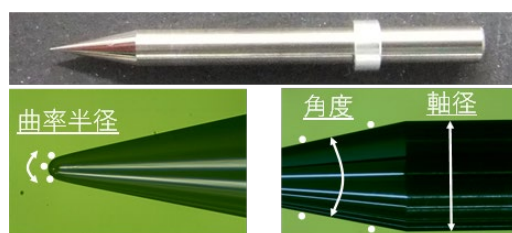
Vol.20
(No.875)

技術紹介特集（月刊名工研 2024 年 11 月～2025 年 2 月号編集版）

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集めた、技術を紹介いたします。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。



溶融樹脂の合流部(ウェルド)のガラス繊維の観察(詳しくは P2 へ)



触針の寸法測定例
(詳しくは P4 へ)

目次

分野1 材料評価 (P2～P3)

- ・X線CTによるプラスチック製品の内部観察
- ・微小領域の成分分析 ～接着剤を例に
- ・ニッケル-クロムめっきの耐食性評価

分野2 計測技術 (P3～P4)

- ・三次元形状測定 (3Dスキャン)
- ・測定顕微鏡による寸法測定
- ・設備・機器の不具合調査と計測

分野3 機械・電気特性 (P5～P6)

- ・振動試験機による伝達関数測定
- ・振動減衰特性の周波数依存性
- ・摩擦係数に及ぼす摩擦速度の影響
- ・電気電子機器のイミュニティ試験

分野4 数値解析および AI (P7～P8)

- ・人工知能を使った異常検知の研究
- ・機構-構造の連成解析
- ・熱測定・熱解析



分野 1 材料評価

X線CTによるプラスチック製品の内部観察

X線CTは物体内部の三次元構造を非破壊で可視化する技術であり、製品内部の観察に利用できます。本稿では、プラスチック製品を観察した事例を紹介します。

・事例1:ボイド(巣、鬆(す))

ボイドは成形時の空気の巻き込み、分解ガスの発生、熱収縮に伴うヒケなどが原因で発生する空孔です。ボイドの生じた箇所は強度が低下し、設計時の想定よりも低い荷重で破壊することがあります。X線CTは任意の位置、方向の断層像を観察できますので、製品中のボイドの位置、大きさ、数などが分かります(図1)。この結果は成形条件の評価、改善に役立ちます。

・事例2:ガラス繊維

プラスチック材料の強化を目的にガラス繊維を添加することがあります。しかし、繊維の方向によって補強効果が異なるという問題があります。特に繊維に垂直な方向にはほとんど強化効果がなく、それが想定外の破壊につながることもあります。

X線CTは繊維の向きも観察できます。図2は溶融樹脂の合流部のCT画像です。この箇所は繊維が画像の縦方向に並んでいるため、横方向の引張強度が低いと予想されます。なお、この例ではφ15μmのガラス繊維を観察するため、サンプルを数ミリ角に切り出しています。

X線CTはプラスチック製品の他にも鋳造品や電子部品など幅広い製品に対応できます。ご興味のある方はお気軽にお問い合わせください。

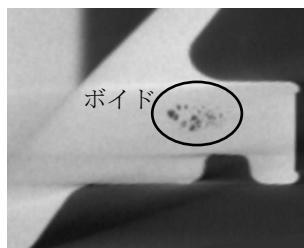


図1 プラスチック製品中のボイドの観察

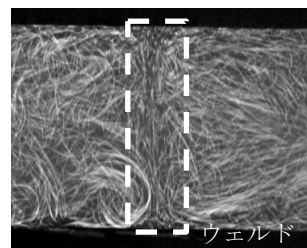


図2 溶融樹脂の合流部(ウェルド)のガラス繊維の観察

(生産システム研究室 名倉 あずさ)

TEL(052)654-9950

微小領域の成分分析 ～接着剤を例に

当所への技術相談に接着剤の成分を分析したいというご依頼があります。その場合、接着剤そのものを単離または表面にでている状態で赤外線(IR)吸収スペクトルを測定し、データベースと照合することにより成分を特定します。今回は、2枚のフィルムやシートを接着している接着剤をそのままの状態での分析を解説します。通常、接着された状態での分析は不可能です。そこで、フィルムまたはシートの断面を立てた状態でエポキシ樹脂を用いて包埋します。そして、エポキシ樹脂を研磨し、断面を表面に露出します。この状態でイメージングATR測定を行います。事例を図1に示します。最小ピクセル範囲は1.56μm×1.56μmなので、接着層が2μm以上の厚みがあれば、接着剤の分析が可能です。図2のようにフィルム(A)、基材(B)、接着層のIRスペクトルが個別に得られ、接着層のIRスペクトルは、データベースの検索結果、エチレン・酢酸ビニル共重合体(EVA樹脂)であることがわか

りました。

この方法は、多層フィルムの成分分析にも応用できます。ご興味のある方はお気軽にご相談ください。

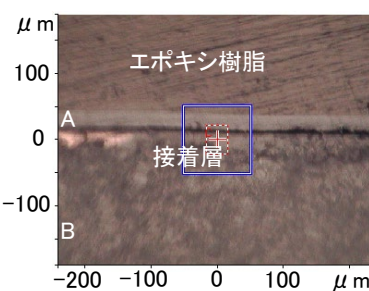


図1 断面の形態画像

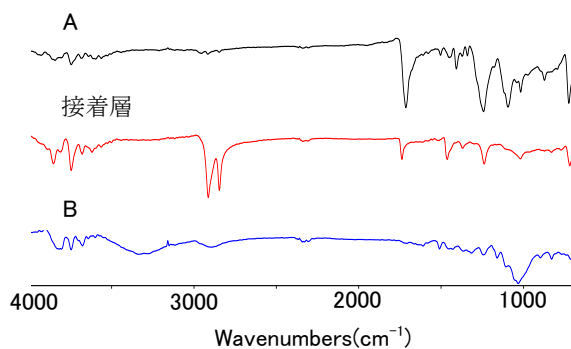


図2 各層のIRスペクトル

(信頼性評価研究室 小田 三都郎)

TEL(052)654-9905

ニッケル-クロムめっきの耐食性評価

当所では、銅、亜鉛、アルミニウム等の合金素地上にニッケル-クロムめっきが施された水栓器具類の耐食試験を行っています。例えば、浴室や厨房等、湿度の高い屋内環境で使われる部材には、8時間のキヤス試験でレーティングナンバ(RN)9以上の耐食性が求められます(JIS H8617 ニッケルめっき及びニッケル-クロムめっき)。

RNとは、腐食の程度を表す指標で、腐食面積率により、0～10で表され、腐食なしの場合はRN10と定められています(JIS Z2371 付属書JC(規定)レーティングナンバ方法)。

腐食面積率(%)は画像解析処理ソフトを用いて試験後の試料画像から算出します。クロムめっき表面には光沢があるため、通常のカメラ撮影では、映り込みの無い画像を得ることができません。そこで、当所では、スキャナーで取り込んだ画像を用いて解析を行っています。図1にRN判定の実施例を示します。この画像での腐食面積(緑色の部

分)率は0.3%と求められ、RN7と判定されます。

但し、スキャナーで画像を取り込むことのできる平坦な評価面がない場合や腐食欠陥部より発生した錆の除去が困難な場合には腐食面積率を正確に求められず、RN判定できない場合があります。その場合、成績書には、「腐食の発生が認められた」などの文面による結果の記載となりますので、あらかじめご了承ください。

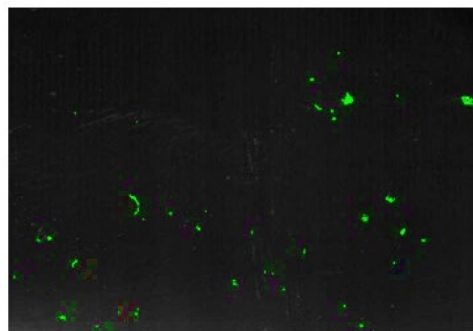


図1 RN判定の実施例

(信頼性評価研究室 小野 さとみ)

TEL(052)654-9852

分野2 計測技術

三次元形状測定 (3Dスキャン)

ものづくりにおいて、製品や部品の形状が設計通りに造られているかを確認することは非常に重要です。当所では、非接触三次元デジタイザ(ATOS III Triple Scan)という大型三次元スキャナーを用いた、形状・寸法測定に関する依頼試験、受託研究を行っております。

非接触三次元デジタイザは光学式の三次元形状測定機で、中央のプロジェクターから発した青色LEDの干渉縞を左右のカメラで撮影して点群データを得ます。様々な角度から撮影し、複数の点群データを貼り合わせることで三次元形状を得ます。異なる焦点距離のレンズを使うことで、30mmから400mm四方程度まで撮影範囲を変更し、大小様々な測定対象の撮影に対応できます。貼り合わせ誤差は0.01mm～0.02mm程度であり、高精度な三次元形状の取得が可能です。

三次元形状データは STL 形式で書き出すことができ、角度・寸法の算出(図1)、形状比較等の解析

が可能です。これらのデータは図面のない部品の寸法確認や、製造方法を変更した際の製品の形状比較等、様々な用途に活用できます。

令和7年1月には新機種を導入しました。三次元形状測定を行いたい製品・部品等がございましたらお気軽にご相談ください。

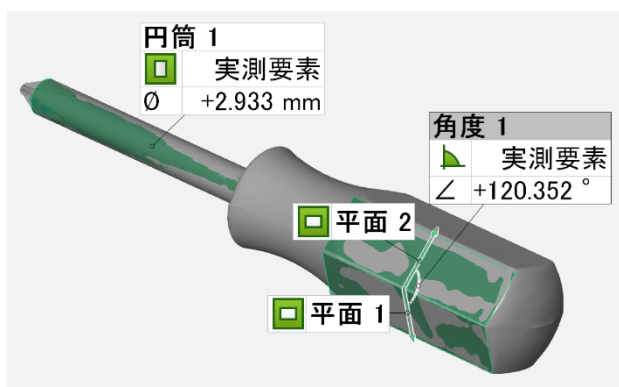


図1 3Dデータの寸法測定例

(生産システム研究室 高木 大治郎)

TEL(052)654-9972

測定顕微鏡による寸法測定

樹脂成形品、金属加工品、電子部品などの各種寸法を効率よく測定するには、三次元形状をデータ化しソフト上で演算する方法が主流となっています。一方で対象物の局所的な寸法であれば、立体形状だけでなく凹凸のない印刷物に対しても、測定顕微鏡(図1)を用いて間隔や角度、円半径など手間をかけずに測定することができます。

測定顕微鏡は載物台に対象物を固定した後、測定したい部分にピントを合わせ、載物台を前後左右に移動させて移動量や相対座標を測定する装置です。図2は輪郭形状測定に使用する触針の各種寸法を測定した例を示しています。軸径は載物台の移動量そのものが測定値となります。曲率半径と角度はそれぞれ3点と4点の測定点から演算装置により各測定値を得ることができます。この触針の場合は、軸径：2.995mm、曲率半径：0.027mm、角度：23.24度でした。

当所にはデジタイザやX線CTなど三次元形状測

定が可能な装置もありますので、目的に沿った装置のご紹介が可能です。お気軽にお問い合わせください。



図1 測定顕微鏡

カウンタ表示能 0.001 mm

載物台移動範囲 225×75 mm

最大測定高さ 100 mm

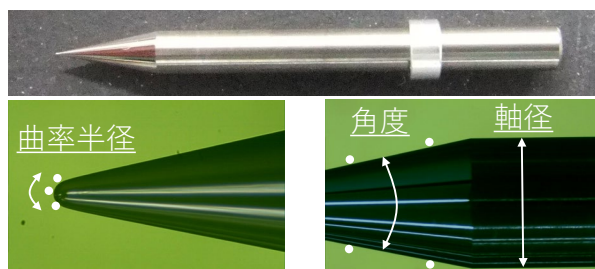


図2 触針の寸法測定例

(信頼性評価研究室 奥田 崇之)

TEL(052)654-9883

設備・機器の不具合調査と計測

当所には生産設備や各種機器類の不具合、破損に関するご相談が持ち込まれます。当事者としてはすぐに対策を取る必要がありますから、想定される原因について第三者の見解を要請される場合がほとんどです。設計者は当然ながら負荷を考慮し壊れないように設計しているので、もちろん「壊れるはずはない」というお立場です。

私たちはその設備や機器についてまずはできるかぎり状況を把握しようと努めます。原因の考察に際しては部外者として「よく知らない」ことが意外と役に立ち、中立的な視点で話を伺い原因を考えると問題点が見えてくる場合が多いです。

原因を特定するには状況の理解と共に、影響のある物理量、あるいは材料の性質などを知る必要も出てきます。そのときは当所の計測器や分析装置を使って測定・分析を試みます。

機械が壊れた場合など、どのような破壊が起こったか、金属疲労なのか大きな力で壊れたか、材

料が脆くなるような現象は起きていないか、などを例えば軸やボルトの破断面のマクロ観察、電子顕微鏡観察により判別します。

さらに、材料の強度の確認も重要です。鉄鋼材料などでは簡易的に硬さで強度を類推することもできますが、試験片が採取できるなら引張試験を行って強度を直接調べる方法が確実です。

材料が適正かどうか疑われる場合は、金属組織や材料組成を調べることもあります。例えば、応力腐食割れという現象が疑われるときは、影響する化学物質ならびに金属種の特定制を行います。

これらの情報を総合的に判断して、不具合や破損についての私たちの見解をお伝えします。依頼者が全く想定していなかった原因を指摘し解決に至ったこともありますので、困ったことがありましたら一度ご相談ください。

(計測技術研究室 夏目 勝之)

TEL(052)654-9870

分野 3 機械・電気特性

振動試験機による伝達関数測定

物体の持つ固有振動数付近の周波数帯では、製品にかかる振動が数倍から数十倍へと増幅される共振現象が発生します。破損、断線や騒音など振動によって発生する工業製品のトラブルの多くは共振現象が関係し、この対応が振動トラブル対策の基本とされています。

当所では、どの周波数で、どの程度振動が増幅するのかを確認する伝達関数測定をご依頼いただけます。この試験では製品にかかる振動を数Hzから数百Hzまで変化させながら製品上の振動を測定することで、加振に対する製品の振動の割合(伝達率)を求めます。伝達率は測定結果(図1)のように製品上の加速度を加振した加速度で割った値として得られます。図中では300Hz付近で共振が発生し、30倍程度の加速度の増幅が確認できます。

このような振動試験を行う場合、治具の振動特性に注意する必要があります。製品を取り付ける治具が共振してしまうと加速度センサを取り付けた

製品までの間で振動の増幅や減衰が発生してしまうためです。当所では振動試験のご依頼時に試験治具についてもご相談いただけます。

また、このような測定だけでなく様々な振動に関する相談を受け付けておりますのでお気軽にお問い合わせください。

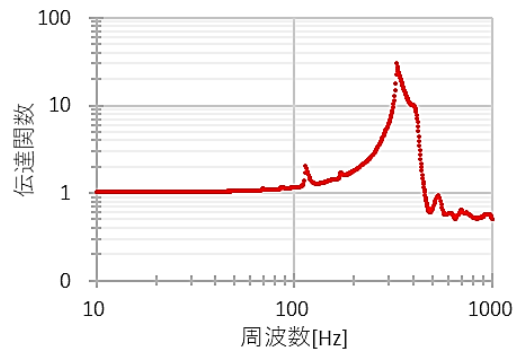


図1 伝達関数測定結果

(製品技術研究室 東浦 邦弥)

TEL(052)654-9849

振動減衰特性の周波数依存性

損失係数測定装置では材料の振動減衰性を表す損失係数を測定することができます。当所では片持ちはり法と中央加振法のどちらの試験方法にも対応が可能で、鋼板に制振材を貼付した複合はりなどの測定によくご利用いただいています。

部材の振動を抑えるための制振材には高分子材料が使われることが多く、一般に温度と周波数により特性が大きく変化します。そのため損失係数測定装置では恒温槽を使い-40℃～180℃(中央加振法は 100℃まで)の範囲で測定対象の温度を変えて減衰特性の変化を調べることが可能です。

周波数特性については、複数の振動モードの測定から調べることができます。測定は短冊状の試験片を定常加振して実施しますが、加振時には曲げ共振がいくつか励起されるため、各曲げモードの共振周波数において結果を得ることができます。

また、共振周波数は試験片長さの二乗に反比例することから、試験片の長さを変えることで対応ができます。例えば片持ちはり法では片端が固定

端となるモードを励起しますが、中央加振法では試験片の中央が固定端に相当するモードが励起されます。そのため試験片の有効長が同じであれば中央加振法では約半分の長さとしてより高い周波数での測定ができます。図1は同一の試験片を使って二つの測定方法で測定した結果です。両者の結果は高次モードでよく一致しています。

当所では損失係数の測定依頼を受け付けております。ぜひお気軽にお問い合わせください。

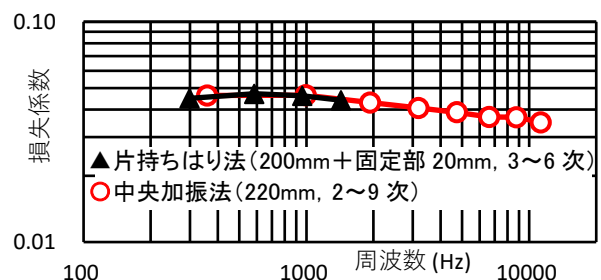


図1 複合はりの損失係数測定例

(計測技術研究室 山内 健慈)

TEL(052)654-9877

摩擦係数に及ぼす摩擦速度の影響

摩擦係数は摺動部品の安全設計や、製品の滑り性の評価において重要な指標です。摩擦係数には、物体が動き出す瞬間の最大摩擦力から求める静止摩擦係数(μ_s)と、滑っている間の平均摩擦力から求める動摩擦係数(μ_k)があります。

μ_k を求める際は物体を安定して滑らせるため、100mm/min程度の摩擦速度で測定するのが一般的ですが、測定対象によっては条件の調整が必要になることがあります。表1はコピー用紙同士の摩擦係数測定結果です。摩擦速度100mm/minでは μ_k は安定している一方、 μ_s は3回の測定値が大きくばらついています。このことは、図1(a)のように、摩擦開始直後の摩擦係数の振動が大きく、 μ_s の安定した測定の妨げになっているためと考えられます。摩擦速度を10mm/minとしたところ、摩擦開始直後の挙動が安定し、 μ_s のばらつきが小さくなりました(表1、図1(b))。製品の摩擦特性を評価する際は μ_s か μ_k どちらを評価したいかや、製品の実際の摺動速度などを参考に条件を決めて試験を実施します。お気軽にご相談ください。

表1 コピー用紙同士の摩擦係数測定結果

	100 mm/min		10 mm/min	
	μ_s	μ_k	μ_s	μ_k
1回目	0.53	0.29	0.48	0.34
2回目	0.34	0.28	0.42	0.31
3回目	0.47	0.29	0.43	0.31
平均	0.44 (± 0.10)	0.29 (± 0.01)	0.44 (± 0.03)	0.32 (± 0.02)

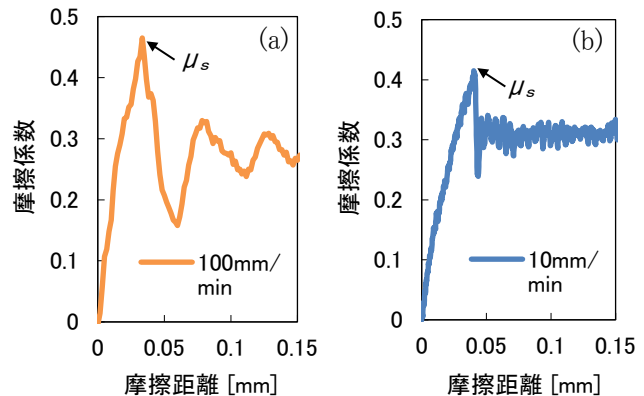


図1 コピー用紙同士の摩擦開始直後における摩擦係数の推移 (a) 100 mm/min、(b) 10 mm/min

(製品技術研究室 林 幸裕、波多野 諒)

TEL(052)654-9986、9954

電気電子機器のイミュニティ試験

冬場の乾燥した環境で金属のドアノブに触れると静電気による放電が起こることがあります。この放電が電気製品に対して起これば、機器に誤動作を引き起こすことや損傷を与えることにつながります。このような、電気・電子機器が電氣的、磁氣的なノイズを受けた時の耐性のことをイミュニティと言い、機器の動作に影響がないかを調べるため、ノイズを意図的に機器に与える試験をイミュニティ試験と言います。再現性のある共通の基準が国際規格として定められており、国際電気標準会議(IEC)で作成されています。当所で行っているイミュニティに関する試験を以下にご紹介します。括弧内はIECで定められた規格の番号を示します。

静電気放電試験(IEC6100-4-2)は、静電気放電による機器の耐性を調べる試験です。冒頭で触れた、人体からの静電気による放電を模擬しています。電圧が2kVから15kVのパルス波を、放電ガンから機器に接触又は気中で加える方法と、金属の板を介して加える方法があります。

電氣的ファストランジェント／バースト試験

(IEC6100-4-4)は、電源や信号線等をクランプ等で覆い、0.25kVから4kVの電圧でバースト状のパルスノイズを加えて、機器の耐性を調べる試験です。スイッチやリレーの接点開閉時に発生するパルスノイズを想定しています。

電源電圧ディップ、短時間停電及び電圧変動試験(IEC6100-4-11)は、停電や他の機器のON/OFFによる急激な電圧の低下(ディップ)が発生した際の機器の耐性を評価する試験です。規定の波形を出す電源に機器を接続して実施します。

なお、機器が正常に動作しているかといった被試験機器に適用する具体的な性能の判定基準は製造業者が決める必要があります。

電気電子機器が誤動作する、壊れるなど信頼性に関する課題がございましたら、お気軽に当所までご相談ください。

(製品技術研究室 山田 範明)

TEL(052)654-9923

分野 4 数値解析および AI

人工知能を使った異常検知の研究

近年、人工知能(AI)は目覚ましい進歩を遂げており、中でも AI を活用した産業用機器の異常検知に注目が集まっています。そこで当所で実施した、オートエンコーダを用いた直動機構の異常検知について紹介します。

オートエンコーダは教師なし学習と呼ばれる AI の一種です。対象とする機器の正常動作におけるデータのみで AI の学習が可能であり、学習時点で異常時のデータを持っていない場合でも利用可能なため幅広い応用が期待されています。

本研究では、ボールねじ及びリニアガイドから構成される直動機構を測定対象とし(図1)、機械の状態を監視するため音響センサ(マイク)及び加速度センサを使用しました。最初に正常状態でのデータを測定し、次に異常状態として軸ずれ(0.1~1.0mm程度)が発生した場合でのデータ測定を行いました。その結果、音響センサ及び加速度セン

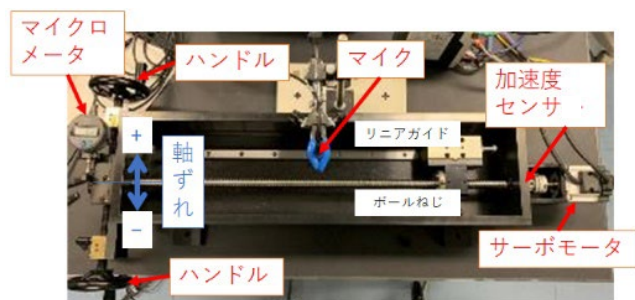


図1 測定に使用した直動機構

サのどちらも0.1mmの軸ずれに対して、軸ずれの異常を検出する能力を有していることがわかりました。

異常の検出には音や加速度の他にも様々なセンサを利用することができます。AIを用いた異常検知に興味のある方はぜひお問い合わせください。

(計測技術研究室 間瀬 剛)

TEL(052)654-9946

機構-構造の連成解析

製品開発におけるDX化が進み、製品設計や開発、不具合の原因究明において、CAEの重要性が増しています。例えば製品の強度評価を行う構造解析は、製品の品質向上と信頼性確保において不可欠な手法であり、当所でも多くのご依頼をいただいております。

本稿では機構-構造の連成解析という動作を考慮した構造解析についてご紹介します。これは機械の動作中に製品にかかる応力や変形を解析します。産業ロボットや駆動機構等、動きを伴う対象の強度評価に有効です。

本稿では、図1にスライダークランク機構の解析事例を示します。スライダークランク機構とは、クランクの回転運動をスライダの並進運動に変換する機構です。まずは機構解析から行います。各構成物を剛体として扱い、構成物の動きと拘束条件を与え、各構成物の時間変化に対する位置・速度・加速度を計算します。次に得られた結果から構成物に加わる力・トルクを計算します。最後に時々刻々の力・トルクを構造解析の荷重条件とし、各時刻で線形静解析を実行し、応力値を計算します。

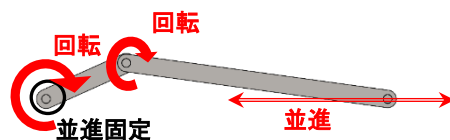


図1 スライダークランク機構

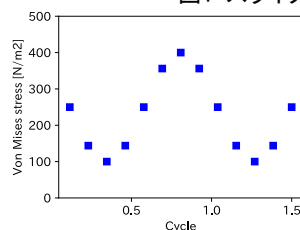


図2 短リンクに発生する最大応力の時間変化

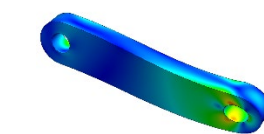


図3 短リンクの応力分布

図2は各時刻における応力値をプロットしたものです。図3は全時刻中で最大値をとった際の短リンクの応力分布例です。これより、どの動作時に応力が大きくなるかを検証することができます。本例では図1の位置関係かつ図3の応力分布状態のときに図2の0.8周期時の最大値をとりました。機構-構造の連成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。

(生産システム研究室 山本 隆正)

TEL(052)654-9871

熱測定・熱解析

製品設計において、温度・熱の対策が重要な課題になることがあります。これは特に小型・高速化している電子機器で顕著で、さらに最近では温暖化の影響による熱のトラブルも発生しています。当所では製品開発初期における熱設計、試作時あるいは製品発売後における熱対策に関する支援を行っています。

設計段階では使用する材料の熱物性、発熱量が不明な点が多く、様々な方法で測定や推定を行います。その際、市販の測定器だけでなく、当所で製作した熱流センサを利用した定常法測定器（図1）を活用しています。この測定器は市販の測定器用のサンプル形状が用意できないときや、接触熱抵抗の影響を考慮したいときなどに有効で、多くの方にご利用いただいています。また、この装置を自社に導入したいという方には測定対象に応じて設計の変更を提案し、社内で稼働するための支援も行っています。

また、昨今は電子部品、放熱材料等の熱抵抗

分布を測定できる過渡熱抵抗測定の需要が増えています。測定方法と結果の解釈が難しいため、依頼試験だけでなく測定結果に関する相談も行っています。その際に、三次元熱解析を併用することもあります。

試作前の熱設計には熱回路網を用いた簡易計算や三次元熱流体解析（図2）で温度を予測します。そして、問題の発生が予測される場合は熱対策として配線、部品の配置変更、難しい場合は放熱部品の利用などを提案しています。

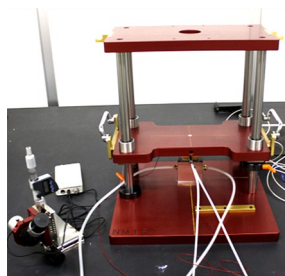


図1 自作の定常法測定器

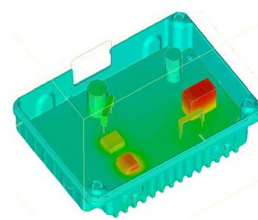


図2 三次元熱解析の例

（生産システム研究室 梶田 欣）

TEL(052)654-9940

名工研・技術情報 Vol. 20(No.875)

発行日 令和7年4月1日
発行部数 Vol.21と合併発行予定
無 料 特定配布
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