

企業と共に歩む技術支援の拠点をめざします。

# テクノネットワーク

No.112

2015/春号



ISSN 0914-2800 2015/2 Vol.112

発行

## 滋賀県工業技術総合センター

<http://www.shiga-irc.go.jp/>

目次

テクノレビュー	2
オープンCAE(無料で使えるCAE)ができること 渦電流探傷法による薄物鉄鋼円筒体の欠陥計量化に関する研究 新規低温拡散表面処理による高耐久性アルミニウムダイカスト用金型の開発 洗濯できる絹(シルク)素材の加工評価に関する研究	
機器紹介	4
大変位振動衝撃試験機/X線光電子分光分析装置/水分活性測定装置	
機器利用ガイド	6
疲労試験 はじめるその前に	
研究会	8
デザインフォーラムSHIGA	



## ご挨拶

### 所長 月瀬 寛二

昨年9月に所長に就任しました。微力ではありますが職員ともども職務に邁進する所存ですので、よろしくお願い申し上げます。

さて、本県産業を取り巻く状況は、大津財務事務所の県内法人企業景気予測調査や日銀短観などで回復基調が示されておりますが、急速に進む円安などの影響により、特に中小企業の中には厳しい経営環境が続いているところが少なくないとお聞きしております。今後も動向を注視してまいりたいと考えております。

滋賀県はこれまで全国屈指のものづくり県として発展してきました。しかし近年、少子高齢化やグローバル化の進展など構造的な変化が進み、時代の大きな転換期を迎えています。このような時代の変化に的確に対応し、本県が将来にわたって力強く持続的な発展を遂げていくためには、これまでの経験や技術、ノウハウを活かしながら、戦略的に産業振興を図っていく必要があります。

県では、今後10年の基本的な方向を示す新たな「産業振興ビジョン」の策定を進めており、本年4月からスタートする予定です。この新しいビジョンでは、「変革と創造」に挑戦し、これからの時代を切り拓く、本県経済の“成長エンジン”となるような産業の創出・振興を目指しています。

当センターは、前身である工業技術センターが昭和60年に開設され、信楽窯業試験場との統合を経て、今年で30年目の節目を迎えます。この間、企業への技術支援を通じて、本県の産業競争力強化に努めてきました。さらには、この30年で大学の開設も相次ぎ、産官学連携の仕組みも大いに整備が進みました。

新しい産業振興ビジョンの策定によって、センターとしても、本県経済の“成長エンジン”となるような産業の創出・振興に向けて、引き続き企業の皆様の期待に応えられるよう、職員が一丸となってサービスの向上に努めます。センターのより一層のご利用と、ご支援ご協力をお願いします。



滋賀県工業技術総合センターでは、保有する設備や技術を皆様に広く知っていただくために年1回の「一般公開」を開催しています。平成26年12月2日(火)に開催した「一般公開」の中から、平成25年度研究成果報告会の内容4件をご紹介します。

## オープンCAE(無料で使えるCAE)でできること

機械電子担当 水谷 直弘

近年、強度解析や流体解析などさまざまな解析が可能なオープンCAE(無料で使えるCAE)が公開されており、設計・開発業務や人材育成における有効活用が期待されています。本研究では、オープンCAEソフトをはじめ解析に必要なソフトが全てインストールされたDEXCS(強度解析: Salome-meca、流体解析: OpenFOAM)を用いた解析を行っており、その一例を示します。

図1は平板(鉄鋼材料)のU字型曲げ試験の解析例であり、接触・大変形などを含む非線形解析であっても市販のCAEと同等の結果が得られました。また図2は、ダイナミックメッシュと気液2相流解析を組み合わせることで水力発電用水車の軸出力特性を計算した例であり、オープンCAEではこのような複雑解析も行うことができます。

現在、オープンCAEを用いた熱流体解析関係の共同研究を1件実施しており、今後も共同研究や技術相談を通じてCAE活用を支援していく予定です。



図1 強度解析例 (Salome-meca)

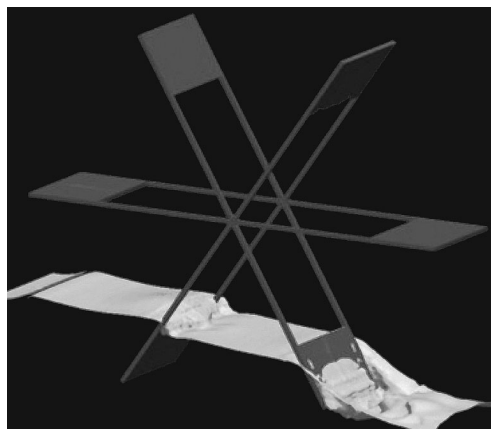


図2 流体解析例 (OpenFOAM)

## 渦電流探傷法による薄物鉄鋼円筒体の欠陥計量化に関する研究

機械電子担当 井上 栄一

非破壊試験は『素材又は製品を破壊せずに、品質又はきず、埋設物などの有無及びその存在位置、大きさ、形状、分布状態などを調べる試験。略語はNDTを用いる』(JISZ2300:2009)と定義されています。これは非破壊試験の結果から、規格などによる基準に従って合否を判定する「非破壊検査(略語:NDI)」と明確に区別されています。非破壊試験の多くは、放射線、超音波、電磁気などの物理現象を応用しています。本研究では、非破壊試験の内の渦電流探傷分野への対応を目的とし、渦流探傷器を昨年度整備しました。渦電流探傷試験は電磁誘導現象により生じる探傷信号に含まれる振幅情報と位相差情報の健全部と欠陥部での変化を利用するもので、金属表面の欠陥、部材の減肉検査やめっき厚さ等の試験が可能です。また、表に示すように、他の試験法と比較して試験体の表面近傍で高速な試験が可能であり、また適用範囲も広く、今後は本研究成果を通じ、技術相談に対して迅速な対応を図りたいと考えています。

現在、当所の非破壊試験機の代表的なものは、放射線試験分野としてマイクロフォーカスX線透視装置があります。これは、放射線透過量に起因する撮像のコントラスト差により内部を観察することが可能です。

表 非破壊試験の比較

項目	渦電流探傷試験	超音波探傷試験	放射線透過試験
試験前の事前処理	不要	接触媒質必要	不要
検査に要する速度	高速	遅い	高速
環境・安全性	安全	安全	防護必須
経済性(装置経費等)	安価	安価	高価
欠陥検出部位	表面近傍が中心	内部が中心	内部
欠陥検出性能	かなり良好	良好	まあまあ良好



渦流探傷器 (Olympus HPより)

# 新規低温拡散表面処理による 高耐久性アルミニウムダイカスト用金型の開発

機能材料担当 山本 和弘

共同研究先：龍谷大学、カインド・ヒート・テクノロジー(株)、國友熱工(株)、湖南精工(株)、滋賀県東北部工業技術センター

アルミニウムダイカストは鋳造の一種で、高温で溶融したアルミニウム（アルミニウム溶湯）を金型に流し込み、圧力をかけることで金型形状にアルミニウムを成型する技術です。アルミニウムダイカスト用金型表面では、アルミニウム溶湯と高圧下で接触による加熱と冷却を繰り返すことになり、そのため熱衝撃の影響によるクラックの発生、および溶損（アルミニウム溶湯による化学的な損傷）により腐食・磨耗し、金型寿命が短くなります。その対策として金型表面に被膜を形成し耐熱衝撃性、耐腐食性などを向上させることができます。本研究では窒化・浸炭・溶融塩処理などを複合して行うことで金型表面に耐熱衝撃性、耐腐食性に優れた窒化クロム（CrN）の被膜を形成させ、金型を長寿命化することを目的としています（図参照）。当センターでは塩浴組成や処理温度などを検討し、これまでよりも低温・短時間（500℃、5時間）の塩浴処理により化学量論比でCr:N=1:1のCrN層を形成させ、被膜の硬さがHV=1600以上を達成しました。また、本処理を実際の金型表面に施して実鋳造のテストを行ったところ、これまでの金型と比較して3倍程度の耐久性が確認され、長寿命化に成功しました。

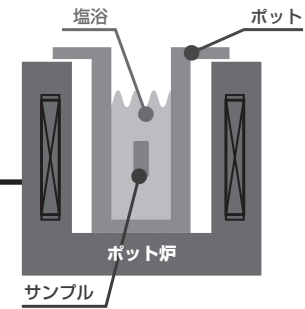


図 表面処理工程の概要

# 洗濯できる絹（シルク）素材の加工評価に関する研究

機能材料担当 谷村 泰宏

絹の持つ特性であるフィブリル化を防止する加工状態について、簡易に評価を行える技術を開発しました。染色加工による色の違いや、生地の種類（組織の違い）によって一定の評価を行うことができなかったものが、摩擦条件と、光沢度を測る条件を検討した結果、評価を短時間で行うことができる可能性が見出されました。

フィブリル化防止加工の施されている絹製品は、湿潤状態での摩擦によりフィブリルが発生しないため、生地の凹凸を平滑する効果により光沢度が増加します。しかし加工が施されていない絹製品は、湿潤状態で摩擦を行うと、1回目はほとんどフィブリル化が発生せず、生地の凹凸を平滑する効果が強いので光沢度が高くなります。それ以上の摩擦回数ではフィブリルの発生により光沢度の低下が大きくなります。（図1）

このことから、湿潤状態で1回摩擦した絹の光沢度より、摩擦回数を重ねた時の光沢度が下がれば加工が十分でないと判断できます。ただし、摩擦回数を多くしすぎると繊維の絡まりなどが発生するため、16回程度で評価を行うことが望ましいと考えられます。

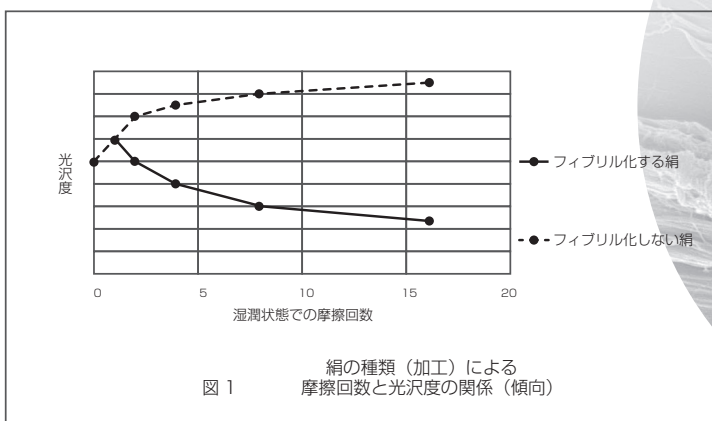


図1 絹の種類（加工）による摩擦回数と光沢度の関係（傾向）

# 機器紹介

## ■ 大変位振動衝撃試験機

機械部品・電子機器などの耐振動・衝撃性を評価するための振動試験機が新しくなりました。

なお本装置は、経済産業省の平成25年度補正予算『地域オープンイノベーション促進事業』により導入しました。

(機械電子担当 水谷 直弘)

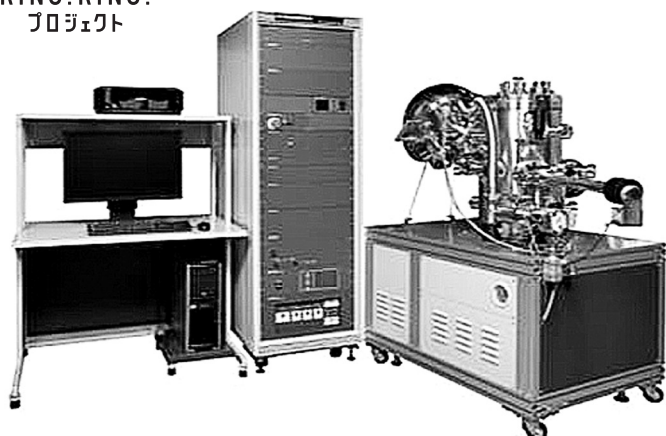
メーカー	エミック株式会社
型式	F-22000BDH/SLS26
構成	加振機: 水平・垂直 各1台 外部入力: 水平・垂直 各4ch
用途・特徴	振動テーブルに固定した試験品に各種振動を加えることにより、製品が使用中に受ける振動や輸送時の振動に対する耐性を評価することができます。 また、電子部品や電池などの耐衝撃性評価も行うことができます。
仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>・加振力: 22.0 kN</li> <li>・周波数範囲: ~ 2000 Hz (最大周波数は、テーブルの種類と試料に依存します)</li> <li>・最大変位: 100 mmp-p</li> <li>・最大負荷質量: 200kg</li> </ul>
試験規格 (参考)	包装・貨物: JIS Z 0200 (ランダム振動試験・正弦波対数掃引試験) 電気・電子: JIS C 60068-2-6 (正弦波振動試験方法) JIS C 60068-2-27 (衝撃試験方法) 鉄道車両品: JIS E 4031 (振動及び衝撃試験方法) 自動車部品: JIS D 1601 (自動車部品振動試験方法)
注意点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・試験品取付治具は各自で作製し持参して頂く必要があります。</li> <li>・ホームページで各テーブルの詳細仕様を確認下さい。</li> <li>・不明な点があれば事前に担当者にご相談下さい。</li> <li>・予約時に試験条件を担当者へお伝え下さい。</li> <li>・試験条件や試験品形状・重量により、試験ができない場合があります。</li> </ul>





RING!RING!  
プロジェクト

## ■ X線光電子分光分析装置



材料表面を構成する元素組成や化学状態を、数nm以下の深さで分析します。試料の表面にX線を照射し、光電効果により発生する光電子の運動エネルギーを計測することで原子の結合エネルギーを求めることができます。この結合エネルギーは各元素に固有で、さらに周囲の元素との結合状態によりわずかに変化するため、試料最表面の成分分析・状態分析が可能となり、さらにイメージング測定も可能です。また、Arイオン銃によるエッチングを併用することで試料表面から深さ方向への分析（デプスプロファイル測定）や、トランスファーベッセルを利用することで空気や水分に敏感な試料を外気に晒すことなく測定（大気非暴露測定）することが可能です。

本装置の機器利用開始時期は平成27年3月以降を予定しております。ご利用を希望される方は、担当者までご相談ください。

（機能材料担当 山本 和弘）

（機能材料担当 山本 和弘）

メーカー	アルバック・ファイ株式会社
型式	X線光電子分光分析装置 PHI5000 VersaProbe II
用途の一例	固体表面、薄膜・積層材料、樹脂フィルム、微小異物（10 μm～）の表面分析、表面汚染状態のイメージング・マッピング、など
仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>測定可能元素：Li～U</li> <li>X線源：単色化Al K<math>\alpha</math>線</li> <li>検出器：静電半球型エネルギーアナライザー。イメージング測定可能</li> <li>最小測定領域：<math>\phi</math>10 μm</li> <li>最高エネルギー分解能：0.5 eV以下（Ag 3d<math>_{5/2}</math>のピークで評価）</li> <li>帯電中和：Arイオンビームおよび電子銃による帯電中和</li> <li>スパッタイオン銃：Arガス、ビーム電圧0.2～5kV</li> <li>大気非暴露測定：トランスファーベッセルの使用により可能</li> <li>走査イメージ像：X線励起による二次電子像の取得</li> <li>試料ステージ：5軸駆動</li> </ul>



RING!RING!  
プロジェクト

平成26年度競輪補助物件  
公益財団法人JKA

KEIRINマークがついている機器は、競輪の補助金を受けて整備した機器です。

## ■ 水分活性測定装置

食品の水分活性値を測定します。食品の自由水（各種成分と結合していない水）が蒸気圧として検出できることを利用して表す数値を測定する装置で、食品等の保存・劣化の指標として用います。

ご利用を希望される方は、担当者までご相談ください。

（機能材料担当 岡田 俊樹）

メーカー	ノバシーナ社
型式	水分活性測定装置 LabMaster-aw STANDARD
用途の一例	食品、化粧品、医薬品等で液体・固体（粉体）
仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>測定範囲 (aw)：0.030～1.000</li> <li>測定温度設定範囲 (°C)：15～50(0.1 設定)</li> <li>温度精度範囲 (°C)：<math>\pm</math>0.2</li> <li>センサー：電気抵抗方式</li> <li>測定精度：<math>\pm</math>0.005</li> <li>再現性：<math>\pm</math>0.002</li> <li>分解能：<math>\pm</math>0.001</li> <li>測定時間 (分)：10～60分程度</li> </ul>



# 疲労試験 はじめる その前に

疲労試験は製品に一定の荷重を繰り返し加える試験であり、主に金属製の強度部材の寿命評価に用いられます。試験のサイクル数上限は、製品の用途に応じて10万回や100万回に設定されることもありますが、疲労限となる応力を求めるために1000万回を設定することが多くなっております。

1000万回というサイクル数は、疲労試験機を10Hz（秒間10回）で稼働させて11.6日もの期間を必要とします。当センターの20kN疲労試験機で試験していただくと、1回あたり22万円の使用料が必要になります。試験機の性能の上限である30Hzで稼働させた場合でも7万6000円必要です。

どのような試験でも無駄や失敗は無いようにすべきですが、これだけの高額な費用を必要とする疲労試験においては特に無駄な試験は無くさなければいけません。そのためには事前にしっかりと試験計画を立てることが重要です。そこで、試験計画を立てる際に抑えておいていただきたいポイントをご紹介します。

## ご存じですか？寸法効果

疲労試験に限らず全ての評価試験において、できれば製品が使用される状況と同じ条件で試験を行いたいものです。しかし実際には「製品が大きすぎて試験機にセットできない」「形状が複雑すぎてジグの作成が困難」等の様々な理由で、製品のままでは試験を行えないことがあります。そういった場合に「同じ材質で小さい試験体を作製する」「製品から一部を切り出して試験する」という手段をとって試験が行われますが、疲労試験においては試験体のサイズ変更が試験の結果に大きな影響をあたえる可能性があります。4点曲げ疲労試験を例に考えてみましょう。（図1参照）

左に $x\text{kg}$ の荷重を繰り返し受ける梁があります。右に同じ材質で高さ・奥行き・長さが全て2倍で、2倍の $2x\text{kg}$ の荷重を繰り返し受ける2倍梁があります。相似関係にある両者は、断面にかかる曲げ応力の最大値が等しく、同等の試験が行われている・・・ように思えますが、材質が同じであれば内在する材料欠陥の濃度も同じであるため、2倍梁は曲げ応力が最大となる領域に含まれる材料欠陥の個数が増加し、それを起点とする初期亀裂の発生する可能性が高まります。

亀裂の発生しやすさはそのまま疲労強度の低下に繋がるため、相似形状では大きな試験ほど疲労強度が低下する傾向があります。（曲げやねじりで顕著だが、引張圧縮は影響が小さい）これを寸法効果と呼びます。

製品よりも小さな試験体で疲労試験を行わねばならない時は、寸法効果を考慮して製品よりも高い応力に耐えることを確認するように試験計画を立てる必要があります。

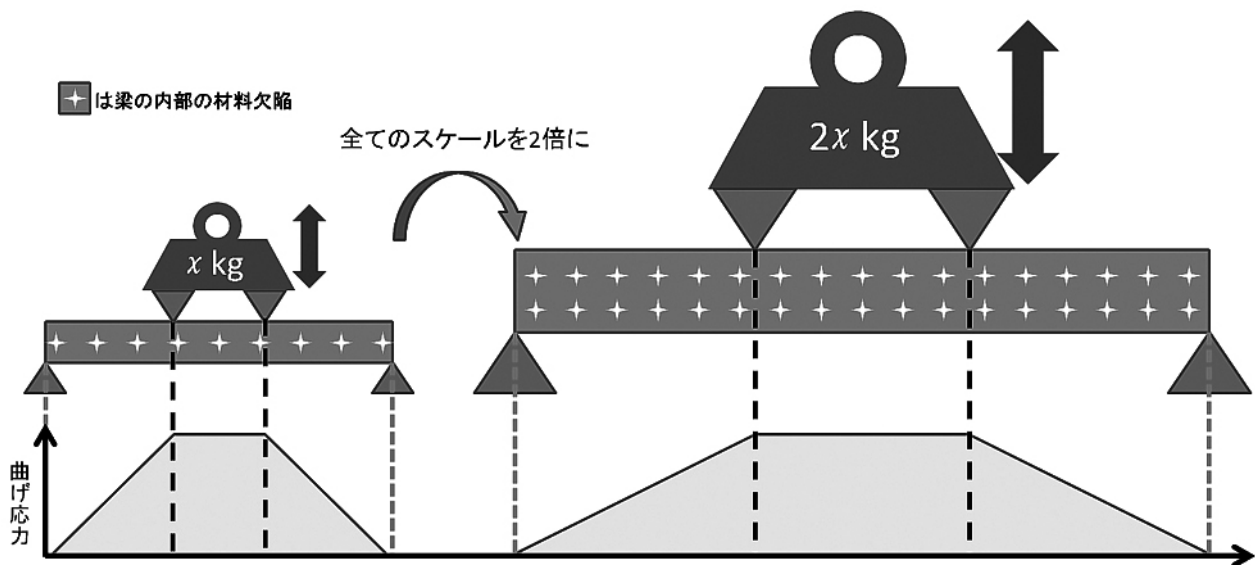


図1 曲げ疲労試験における寸法効果の模式図

低荷重疲労試験機 ▶

メーカー／型式	(株) 島津製作所／MMT-250NV-10
仕様	試験力容量 ±250N、ストローク ±10mm 最大周波数 100Hz、温度範囲 -30 ~ +250℃

## 試験を早く終わるには？

例えば、当センターの20kN疲労試験機は最高30Hzで稼働できます。試験費用を安く抑えるためにもできるだけ高い周波数で試験を行いたいところですが、全ての試験体がこの周波数で試験できるわけではありません。疲労試験機の特徴図を御覧ください。(図2参照)

20kN疲労試験機の駆動部は1秒間で最大140mm動くことができますが、往復制御による多少のロスが発生します。そのため、±30mm変位する試験体は1Hz、±10mm変位する場合は3Hzが周波数の上限となります。(片振幅の4倍が1波形に必要な駆動距離)

逆に30Hzで稼働するためには変位が±0.8mm以下でなければなりません。しかし実際の試験は、目的の荷重を発生させるために必要な変位が±1mmより大きい事が多く、周波数を下げざるを得ません。

少しでも周波数を上げるために工夫できる箇所としてはジグが挙げられます。荷重が大きな試験では、試験体を取り付けるためのジグ自体も多少伸縮します。この伸縮も上記の変位に含まれてしまうため、構造がしっかりとしたジグであるほど高い周波数での試験が可能となり、試験を早く終了できる可能性が高くなります。

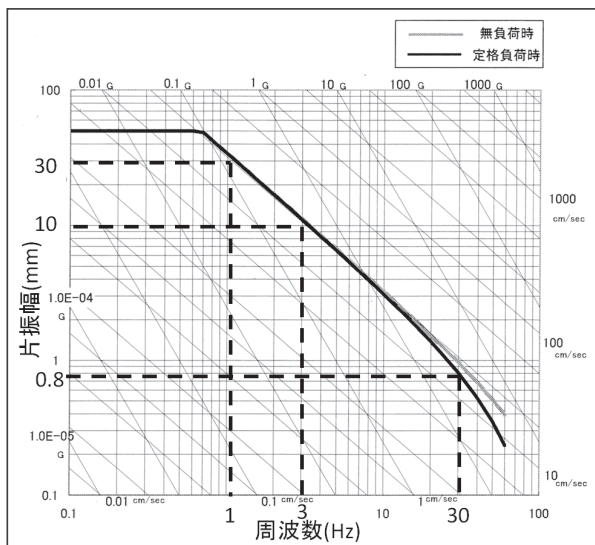


図2 疲労試験機の振幅特性図

## 疲労試験機が苦手な材質

全ての構造材は弾性と粘性の両方の性質を持ちますが、どちらの影響が強いかは温度や状態で様々に変化します。基本的にほとんどの材質は、低速変形中は荷重と変位が比例関係にある弾性変形を示します。しかし高速変形になると、弾性変形を保つものと粘性の影響が強くなって比例関係が保たれなくなるものに分かれます。前者は金属やセラミック、後者はゴムやプラスチック系の材料です。具体例として、鉄製ボルトとウレタンゴムの疲労試験時の1波形を比較します。(図3、4参照)

鉄製ボルトは20Hzで試験を行っても荷重とストロークの波形にズレがなく、弾性変形を保っています。一方でウレタンゴムは6Hzで粘性の影響が強く現れ、荷重とストロークのピークに約0.01秒のズレが生じています。疲労試験中は、常に制御装置が荷重とストロークを試験機にフィードバックして波形を調節しています。ピークのズレが発生すると波形の微調整が難しくなり、試験可能な周波数が低下する可能性があります。

つまり、疲労試験機はゴムやプラスチックの試験が少し苦手です。特性図から予想される上限周波数よりも少し低くなることを想定して試験計画を立てる必要があります。

(機械電子担当 岡田 太郎)

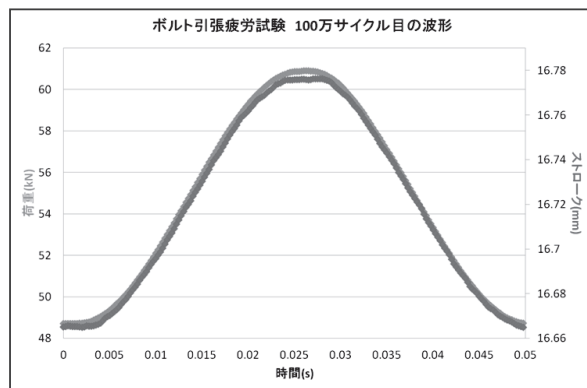


図3 鉄製ボルト疲労試験の1波形

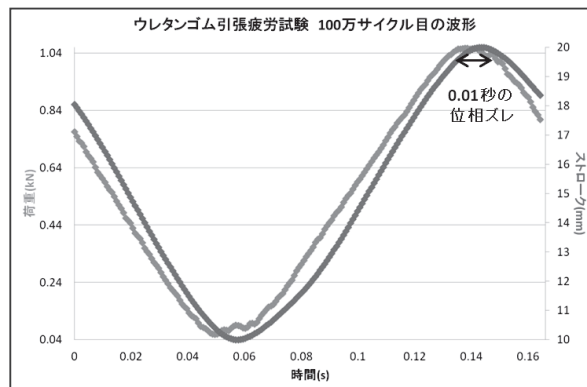
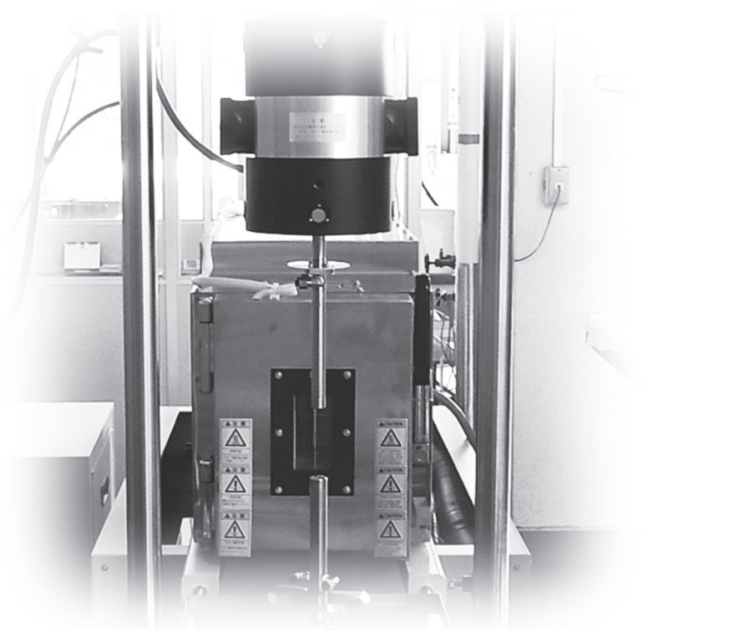


図4 ウレタンゴム疲労試験の1波形

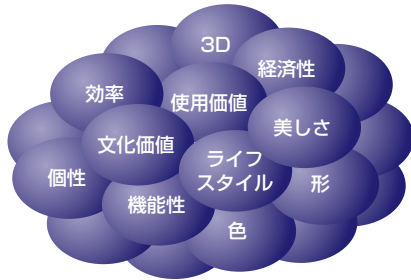


# デザインフォーラム SHIGA

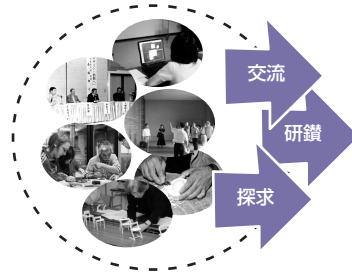
デザインを取り巻く環境、社会を取り巻く環境は、日々新しいものが生まれ変化しています。

デザインフォーラム SHIGA (DFS) は、県内デザイン関連事業所および滋賀県立大学、成安造形大学および工業技術総合センターおよび東北部工業技術センターのデザイン担当者等が専門分野の領域を越えて「交流・研鑽・探求」する場として、また県下のデザイン産業の振興を目的として平成8年に組織化しました。平成26年度の会員数は個人会員16名、法人会員4名の計20名となっています。

また今年度から、会長に成安造形大学の石川泰史教授に就任していただきました。プロダクトやインタフェースデザインを専門とされ、デザイナーとしても第一線で活躍されています。新会長を迎え、新たな風を期待しているところです。



デザインを取り巻く環境



目的

## ■ 平成26年度の活動 ■

□ 平成26年6月27日/

14:00～15:30/ヤンマーミュージアム見学

16:00～17:30/例会(ふじ石亭)

平成25年に体験型テーマパークとして開設されたヤンマーミュージアムを見学。ワークショップや展示方法等、DFSの各事業を推進する参考になりました。また、見学後の例会では役員が改選されました。

会長	石川泰史	成安造形大学
副会長	面矢慎介	滋賀県立大学
運営委員	松田尚三 西尾矩昌	エム・エス・エンジニアリング 西尾美術研究所
監事	田中真弓	ラベンダーハウス



## ■ 今後の活動予定 ■

□ 3Dプリンタ講習

DFSで導入した3Dプリンタ「Scoovo」の講習会を予定。講師は事務局が行います。出力前の調整、出力の注意点などプリンタの使用方法について解説。同時に3Dプリンタの種類等について解説します。



□ 平成27年3月14日(土)～15日(日)/直島

(株)ベネッセコーポレーションがスポンサーとなって「島×生活×アート」を融合した芸術活動を行っている直島(香川県香川郡直島町に属する瀬戸内海の島)の現代美術展示を視察します。

直島には安藤忠雄が設計したベネッセハウスを始め、様々な美術館とアーティストが制作した美術品が島中に点在しています。「草間彌生のかぼちゃ?」が有名なようです。これを見たとき、自然と共生する美術品の美しさ力強さに感動することと思います。

## ■ 会員募集 ■

DFSの各事業は会員を対象に実施しています。会員となるにはDFSの趣旨に賛同の上、入会して頂く必要があります。入会希望もしくは資料請求については下記までご連絡ください。

□ DFS事務局(滋賀県工業技術総合センター内)

担当: 山下、小谷

TEL: 077-558-1500 / FAX: 077-558-1373

