JFE-TEC News
JFEテクノリサーチ株式会社
January 2017
No.50
振動試験特集号

中部モビリティパーツ評価センター　振動試験機

振動試験のワンストップソリューション

近年、自動車は高性能・高機能化が進み、最近では自動運転に向けた新たな動きも出始めています。これに伴い車載用機器は、ますます電子化が促進され、電子制御機器はより厳しい温度･湿度環境下において動的な安全性、信頼性と耐久性が求められています。

このような背景のなか当社では2016年10月より愛知県知多地区に中部モビリティパーツ評価センターを開設し、ここに振動試験設備を導入しました。当社の振動試験機は加振力が40kN、24kN、16kN（垂直･水平方向加振対応）であり、同時に温度･湿度環境を設定可能とする恒温槽を有し、複合環境振動試験を行うことができます。

当センターにおける振動試験事業は、お客様からお預かりした供試体の振動試験評価だけではなく、加振中の動的な応力や歪など、供試体固有の振動特性データを同時にご提供することを目的として、以下の計測･解析技術を実施できる体制を整えました。

(1)共振を回避するため実験モード解析による固有モードや減衰性能計測
(2)赤外線カメラによる動的応力計測
(3)三次元ディジタル画像相関による動的歪計測
(4)CAEによる各種構造解析と構造変更シミュレーション

これら計測・解析技術は、供試体の支持条件も含めた系全体の動的強度特性を二次元画像で可視化する技術であり、供試体の弱点や損傷度合い、時にはオーバースペック箇所のスペックダウンなど、供試体の最適設計に必要な基礎的振動特性をご提供することが可能です。また、お客様のご要望によりCAEによる設計変更解析や最適化シミュレーションも実施いたします。

振動試験は、各種環境試験の一アイテムであり、当社では、振動試験実施部品に関して、各種環境対応のための腐食試験、損傷解析や残留応力測定など車載機器の総合的な環境耐久試験にも対応するワンストップソリューションをご提供いたします。どうぞ、お気軽にお問い合わせください。

お問合せ先：フェロー・博士（工学）
石野 和成
k-ishino@jfe-tec.co.jp

中部モビリティパーツ評価センター

～輸送用機械部品の振動試験評価～

知多ソリューション本部　中部モビリティパーツ評価センター
橋本 裕二
yu-hashimoto@jfe-tec.co.jp

中部モビリティパーツ評価センターの設備仕様について概説します。はじめに、センターの所在地ならびに外観図（完成予想図）を**図1、2**に示します。ここに導入した振動試験機は5台でいずれも最新の設備であり、個々の振動試験機の仕様は**表1**に示すとおりです。加振力は16kN、24kN、40kNの3種類で、加振方向は、垂直・水平2方向のもの（**写真1**）と、垂直方向（**写真2**）の2種類です。

振動試験機の加振駆動源は電磁力による動電型を採用しました。これは、油圧式、機械式よりも制御がしやすく、出力が入力電流に忠実に比例応答するため精密な波形制御が可能であると同時に、加振可能な周波数帯域をより広いレンジで駆動させることができるためです。これにより、波形は正弦波、ランダム波、衝撃波、これらを組み合わせた正弦波オンランダム波やランダムオンランダム波および実際の走行振動波形の再現など様々な振動波形を出力することができます。周波数帯域は5Hz～3,000Hzの範囲で応答可能です。

また、振動試験に供される部品のうち、例えば自動車の場合には、温度・湿度ともに非常に厳しい環境で使用されるものが多いため、振動試験を実施する場合には、実際の稼働環境に近い温・湿度環境をパターン化したうえで加振する複合環境試験が要求されます。これを実現するため、当センターの恒温恒湿チャンバー設備は**表1**に示すように、温度仕様範囲は－70℃～＋180℃であり、急峻な温度勾配も設定することができ、湿度は最大98％まで制御することが可能です。内容積は約1m^{3}で、すべての振動試験設備に併設されており、大型・重量物の振動試験にも対応することができます。

以上のように、当センターでは、輸送用機械部品の振動信頼性評価にマッチしたサービスをご提供することが可能となりましたので、お気軽にご相談下さい。

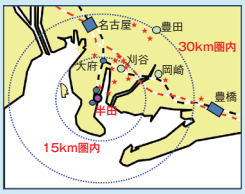


図1　中部モビリティパーツ評価センターの所在地

図2　中部モビリティパーツ評価センター外観図

表1　振動試験装置の設備仕様

		試験機Ⅰ	試験機Ⅱ	試験機Ⅲ	試験機Ⅳ	試験機Ⅴ
振動試験機	周波数範囲(Hz)	5～2500	5～2500	5～2600	5～2600	5～3000
	最大加振力(kN)	40	40	24	24	16
	加振方向	垂直／水平	垂直	垂直／水平	垂直	垂直
	最大積載量(kg)	600	600	400	400	300
恒温恒湿槽	使用温度範囲(℃)	-70 ～ 180				
	使用湿度範囲(％RH)	20 ～ 98				
	内槽寸法(mm)	W1000～1200 × D1000～1200 × H1000				

写真1　垂直/水平-複合試験機の外観

写真2　垂直-複合試験機の外観

振動試験中の動的挙動計測（1）

～赤外線カメラによる応力測定・評価技術～

計測・プロセスソリューション本部　計測・可視化解析センター
二村 智昭
t-nimura@jfe-tec.co.jp

はじめに

振動試験の実施時に、赤外線カメラを用いて試験体の応力分布を測定・評価する技術を開発しました。本技術は非接触で簡便に二次元応力画像が得られ、製品設計や振動特性評価、疲労の原因調査などに有効です。

測定事例

車載用のECU（Engine Control Unit）を共振点で振動試験した際の赤外線カメラによる測定状況を**写真1**に、応力分布の測定結果を**図1**に示します。

1次共振点の結果は試験体の中央付近に応力が集中しているのに対して、3次共振点の結果は2箇所（右上：圧縮、左下：引張）に応力が分布しており、対角線上に振動の節が見られます。また、試験体の拘束部（ネジ部）に応力集中があり、最大応力を比較すると、3次共振点（応力値：36 MPa）の場合が、1次共振点（応力値：24 MPa）の1.5倍であり、より厳しい条件となります。

このように、共振点における振動モード（形状、振幅）およびその時の発生応力の把握・評価ができます。今回ご紹介したECU筐体の応力測定以外にも、電子部品内部の端子などの振動耐久性の弱い部分の共振による応力の把握・評価が可能です。

おわりに

赤外線カメラによる応力測定は、二次元の測定であるため、実際の振動試験中の応力集中部が明確になります。耐久試験で疲労破壊に至らない箇所や、設計段階で注目していない応力集中箇所も把握できます。応力の振幅と位相差から応力分布の時間変動を解析でき、疲労のメカニズム解明にも役立ちます。

当社では、お客様の目的に合わせ、最適な測定・評価方法をご提案し実施いたします。ぜひお気軽にご相談下さい。

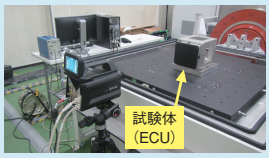


写真1　赤外線カメラによる測定状況（ECU）

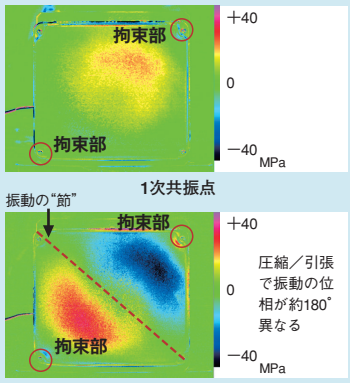


図1　ECUの応力測定結果

振動試験中の動的挙動計測(2)

～三次元デジタル画像相関法による変位･ひずみ分布解析～

機能材料ソリューション本部　材料評価部
清水 哲雄
shimizu@jfe-tec.co.jp

信頼性評価を目的とした振動耐久試験は、設計・製作された製品が使用される振動環境に耐えて、規定の寿命まで性能を発揮できる事を確認するために実施されます。近年、高密度・小型化で、より複雑な形状へと変化している車載用機器の振動耐久性の確保には、設計段階での共振周波数、振動モード等の振動特性の予測・最適化が重要となります。予測･最適化にはCAE解析が有効ですが、妥当性の検証、境界条件の厳密化による精度向上に実際の振動試験での変位・ひずみ分布の解析が求められています。

当社は、三次元デジタル画像相関法(3D Digital Image Correlation : 3D-DIC)を適用したドイツGOM社の三次元ひずみ解析システム『GOM Correlate (ARAMIS) ®』と時間・空間分解能に優れたナックイメージテクノロジー社製高速度カメラ『MEMRECAM HX-3®』を導入し、変位・ひずみ分布解析の受託体制を整えています。3D-DICでは、試験体に塗布されたランダム模様の変化を2台のカメラでステレオ撮影し、任意の位置の三次元座標値が得られます。座標値の変化から変位が、変位の微分からひずみが算出されるので、観察される面上の変位・ひずみ分布を容易に得ることができます。

垂直方向振動における共振点でのエンジンコントロールユニット（ECU）筐体の上蓋の変位分布解析例をご紹介します。**写真1**は振動試験装置周りに配置した計測機器と撮影画像の一例です。1次共振点では、筐体中央部をピークとする、同心円状の変位分布(**図1**　Ⓐ)であったものが、3次共振点では1周期の中でピーク位置が移動する複雑な挙動（**図1**　①～⑤）を示すことが判ります。このような三次元変位･ひずみ分布解析により、CAE解析結果との比較検討がより詳細に、かつ容易に実施することができますので、お気軽にお問合せください。

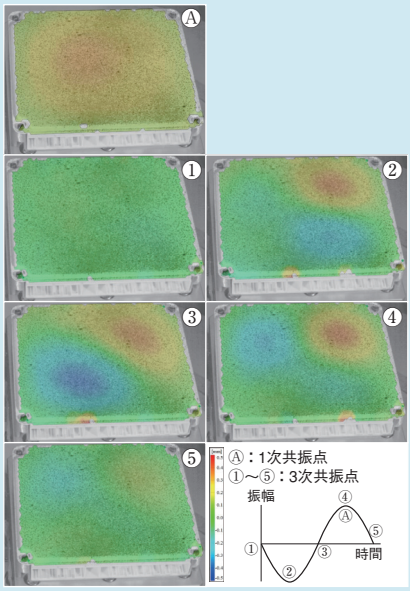


図1　加振1周期中の変位分布変化

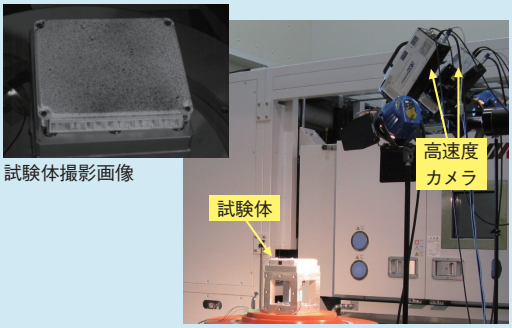


写真1　計測機器の配置と試験体撮影画像

振動試験中の動的挙動解析

～CAE解析による振動特性評価と改善提案～

計測･プロセスソリューション本部　CAEセンター
小笠原 章
a-ogasahara@jfe-tec.co.jp

はじめに

輸送機械や工作機械の動作環境に相当する振動試験のニーズが高まっています。振動試験を再現するシミュレーション(CAE※)により、最適な形状変数や材料を評価することが可能です。本技術では、固有振動数を求める固有値解析とその応用により、事前検討･試験条件の絞り込み効果が期待されます。

解析概要

(1) 車載ECU（Engine Control Unit）振動試験の解析

ECUの内部構造を詳細に模擬した有限要素モデルを作成し、振動試験を再現する解析を実施しました。**図1**にECUの有限要素モデルおよび振動モードの結果を示します。

まず、固有振動数は測定において得られた結果と一致しており、解析が妥当であると考えられます。また、現行形状では変位量が大きく、応力が発生することに対しては、ECU表面部材の板厚を調整することで、変位量が大幅に低減されます。

(2) 振動試験治具の共振現象の解析

振動試験における振動試験治具の共振現象は、測定エラーとなるため、これを抑制する設計が必要です。**図2**に振動試験治具の柱幅と固有周波数の関係を表すグラフを示します。

シミュレーションにより、柱幅が振動試験治具の固有周波数に与える影響が評価できます。振動試験範囲の周波数より高い固有周波数を実現することで、共振現象が抑制されることが可能になります。

おわりに

以上のように、CAE解析をすることで、想定される振動状態に対する適切な形状を提案することが可能です。その他、材料変更による改善も評価できるため、課題に応じて適切なモデル化や解析をご提案いたします。

※Computer Aided Engineering

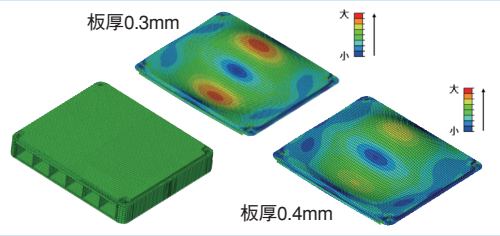


図1　ECUの有限要素モデル(左)および振動モード(変位量)（上：変更前、右下：変更後）

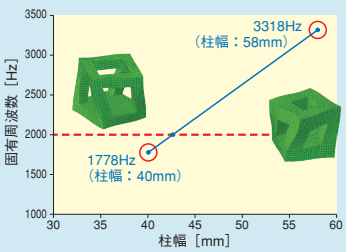


図2　振動試験治具の振動モードおよび柱幅と固有周波数の関係

Topics

MOU締結

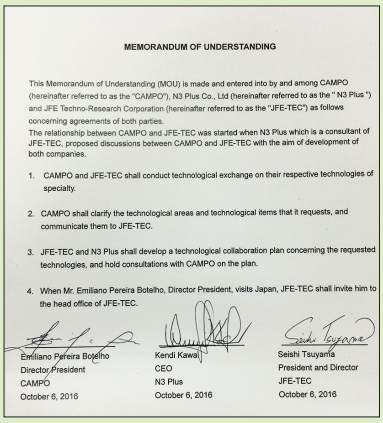
It signed of the Memorandum of Understanding

～海外企業と初めてMOU締結～

経営企画部
大塚 健次
ke-ootsuka@jfe-tec.co.jp

この度CAMPO、N3Plusと当社はMOUを締結しましたのでご紹介いたします。CAMPOはブラジルの農業コンサルタント、化学分析を主な事業とする会社です。ブラジルは半乾燥気候であり土地は痩せ、酸性が強く供物栽培に不適切な「閉ざされた土地」と呼ばれる広大な土地があります。この土地を改良して大豆の大生産国にした事業があります。1974年当時の田中角栄総理がブラジルに訪問し「共同宣言」してから始まった「日伯セラート農業開発協力事業」です。この大事業に最初から係りを持ち、成功の大きな役割を果たした会社です。この事業も一段落して、新しい事業として医薬品分析や環境分析への展開を考えており、当社とコンサルタントとして参加のN3Plusとで首都ブラジリアのパラカツにある分析拠点へ9月に訪問して、技術交流へ向けた交渉を行ないました。交渉の結果、新事業へのサポートを行なうこととなり、今回のMOU調印式を当社にて執り行うこととなりました。調印式にはCAMPOのEmiliano社長、Saeki顧問弁護士、Tsutsui諮問委員の3名、N3Plusの川合社長、駒村顧問の2名が参加され、2016年10月5日当社本社にて、合意事項（①CAMPOとの技術交流、②CAMPOの新事業への技術サポート）について3社で確認をして、MOU書類へのサインが行なわれました。今後はNDAの契約を3社で行ない、具体的な活動が進みますが、会社の枠を超えて、日本とブラジルの両国の発展に寄与できればと考えております。

写真1　MOU調印式（左：川合社長、中央：津山社長、右：Emiliano社長）



MEMORANDUM OF UNDERSTANDING

This Memorandum of Understanding (MOU) is made and entered into by and among CAMPO (hereinafter referred to as the "CAMPO"), N3 Plus Co., Ltd (hereinafter referred to as the " N3 Plus ") and JFE Techno-Research Corporation (hereinafter referred to as the "JFE-TEC") as follows concerning agreements of both parties.
The relationship between CAMPO and JFE-TEC was started when N3 Plus which is a consultant of JFE-TEC, proposed discussions between CAMPO and JFE-TEC with the aim of development of both companies.

1. CAMPO and JFE-TEC shall conduct technological exchange on their respective technologies of specialty.
2. CAMPO shall clarify the technological areas and technological items that it requests, and communicate them to JFE-TEC.
3. JFE-TEC and N3 Plus shall develop a technological collaboration plan concerning the requested technologies, and hold consultations with CAMPO on the plan.
4. When Mr. Emiliano Pereira Botelho, Director President, visits Japan, JFE-TEC shall invite him to the head office of JFE-TEC.

Emiliano Pereira Botelho
Director President
CAMPO
October 6, 2016

Kendi Kawai
CEO
N3 Plus
October 6, 2016

Seishi Tsuyama
President and Director
JFE-TEC
October 6, 2016

写真2　MOU文書

お問い合わせ先

【営業本部】

【営業総括部】
TEL:03-3510-3833　FAX:03-3510-3799

【営業企画部】
TEL:03-3510-3827　FAX:03-3510-3799

【東日本営業所】

第1営業部
TEL:03-3510-3801　FAX:03-3510-3799

第2営業部
TEL:03-3510-3801　FAX:03-3510-3799

東北支所
TEL:022-211-8280　FAX:022-211-8281

宇都宮支所
TEL:028-613-1077　FAX:028-613-1078

川崎支所
TEL:044-322-6200　FAX:044-322-6528

【西日本営業所】

名古屋営業部
TEL:052-561-8630　FAX:052-561-8650

大阪営業部
TEL:06-6534-7631　FAX:06-6534-7639

神戸支所
TEL:078-304-5722　FAX:078-304-5723

倉敷支所
TEL:086-447-4621　FAX:086-447-4618

福山支所
TEL:084-945-4137　FAX:084-945-3989

九州支所
TEL:092-263-1461　FAX:092-263-1462

【機能材料ソリューション本部】
TEL:043-262-2188　FAX:043-262-2985

【構造材料ソリューション本部】
TEL:044-322-6626　FAX:044-322-6528

【分析ソリューション本部】
TEL:043-262-4815　FAX:043-262-2199

【計測・プロセスソリューション本部】
TEL:043-262-4181　FAX:043-262-2665

【知多ソリューション本部】
TEL:0569-24-2880　FAX:0569-24-2990

【西日本ソリューション本部】
倉　敷　TEL:086-447-4621　FAX:086-447-4618
福　山　TEL:084-945-4137　FAX:084-945-3989

【ビジネスコンサルティング本部】
京　浜　TEL:044-322-6429　FAX:044-322-6520

詳しくは、当社ホームページで　http://www.jfe-tec.co.jp

◆このパンフレットの送付中止、宛名変更は　jfetecsalesmarketing@jfe-tec.co.jp　へご連絡ください

JFE-TEC News 〈2017〉
No.50
2017年1月発行

発行人／山上　伸夫
発行所／JFEテクノリサーチ株式会社 営業総括部
〒100-0004　東京都千代田区大手町2－7－1（JFE商事ビル7F）
Tel: 03 - 3510 - 3833

Copyright ©2017 JFE Techno-Research Corporation. All Rights Reserved.
本資料の無断複製・転載・WEBサイトへのアップロード等はおやめ下さい。