

名工研・技術情報

Vol.11
(No.821)

月刊名工研 新技術分野、新設備、信頼性評価研究室設備紹介

目次

特集1 新技術分野紹介 (P2～3)

- ・AIを活用したCAE解析のための材料のひずみ速度依存性の評価
- ・AIを用いた画像検査システムの開発支援

特集2 新設備紹介 (P4～P7)

- ・アピアランス測定器
- ・結露サイクル試験機
- ・超促進耐候性試験機(メタルハライド)
- ・カーボンファイバー3Dプリンター
- ・高分解能質量分析計
- ・高周波炉/管状炉切替式炭素・硫黄分析装置

特集3 信頼性評価研究室設備紹介 (P8)

- ・塩水噴霧試験機・キヤス試験機
- ・非接触三次元測定装置



<令和2年度 導入予定機器>

機器名	導入時期
電源電圧変動試験器	令和2年9月
静電気試験器	令和2年9月
カーボンファイバー3Dプリンター	令和2年10月
ファストランジェント・バースト試験装置	令和2年11月
ガス吸着量測定装置	令和2年12月
分析機能付超高分解能走査電子顕微鏡	令和3年1月
環境試験室	令和3年2月
レーザー回折・散乱式粒度分布測定装置	令和3年2月



電源電圧変動試験器



静電気試験器



名古屋市工業研究所

特集1 新技術分野紹介

AIを活用したCAE解析のための材料のひずみ速度依存性の評価

近年、製品の設計製作で用いられているCAE (Computer Aided Engineering、シミュレーション等のコンピュータを用いた設計)の高度化が進んでおり、詳細な材料物性が必要とされています。その一例として、自動車衝突を模擬するような安全性解析では、破断近くまでの大ひずみ域かつ高速変形に伴う高ひずみ速度域まで包括した材料の応力-ひずみ曲線の評価する必要があります。

高ひずみ速度域まで包括した応力-ひずみ曲線のひずみ速度依存性評価には、試験装置として高速引張試験機、計測装置として高速度カメラを用いたDIC (Digital Image Correlation、デジタル画像相関法)またはひずみゲージによるひずみ計測を用いて各ひずみ速度における応力-ひずみ曲線を取得する必要があります。

このような詳細な材料物性の評価試験は、専用の装置が必要となり、コストが高いため導入し運用することは容易ではありません。

そこで本研究は、詳細な材料物性評価手法の簡易化を目的として、AIの中でも特に発展著しいニューラルネットワーク(以下、NN)を活用し、今までに実施してきた実験のデータとそれにより得られた応力-ひずみ曲線を基に、CAE 解析に用いることができる材料物性を出力するような機械学習を実施しました。

NNの入力データは高速引張試験の荷重-ストロークとし、教師データは下記の式(1)のヤング率 E 及び、式(2)の $A \sim C$ の計4パラメータを、DICを用いて同定した値を使用しました。

$$\text{弾性域 } \sigma = E\varepsilon \quad \cdots (1)$$

塑性域 Voce の式

$$\sigma = A - B \exp(-C\varepsilon) \quad \cdots (2)$$

(σ : 応力、 ε ひずみ、 E : ヤング率)

NNの構造は、図1に示す入力層1層、結合層2層、出力層1層からなる全4層で構築し、結合層の活性化関数には Sigmoid 関数を用いました。

一般構造用圧延鋼材 SS400 の試験結果を NN に学習させ、その NN に対して検証用のデータ(荷重-ストローク)を入力して得られた塑性域の応力-ひずみ曲線と、同じ試験において DIC を用いて人の手で評価した応力-ひずみ曲線を図2に示します。実線で示される AI を用いて評価した応力-ひずみ曲線は破線で示される DIC を用いて人の手で評価した応力-ひずみ曲線に近く、比較的一致した結果が得られていることが分かります。

本研究では材料は SS400 について評価しましたが、令和2年度の萩原学術振興財団の研究助成をいただき、対応する材料種類を増やし、NNの高度化を進めていく予定です。

本研究内容にご関心がある方は、下記までご連絡ください。

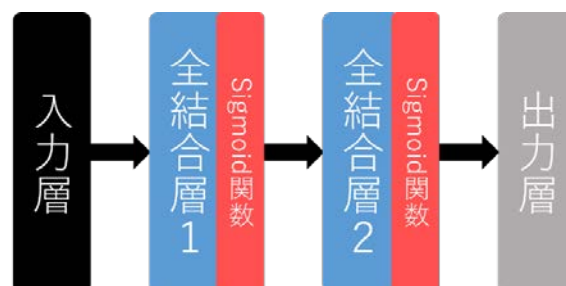


図1 今回用いた NN モデル

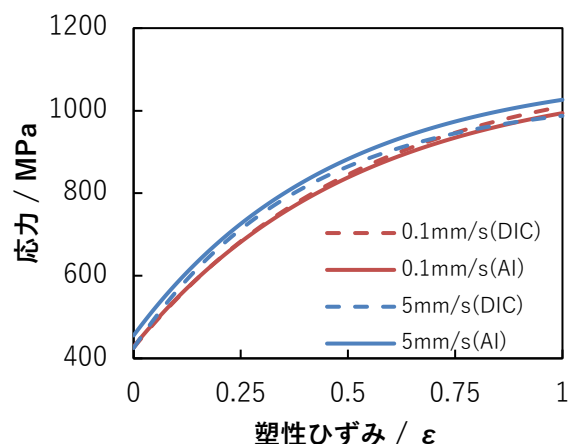


図2 DIC 及び AI を用いて評価した
応力-塑性ひずみの曲線

(計測技術研究室 谷口 智)

TEL(052)654-9854

AIを用いた画像検査システムの開発支援

高度な計算処理能力を持つ「画像解析技術研修システム」、照明条件や撮影条件を検討できる「多波長分光画像活用システム」、「ロボット実習システム」による、画像検査システムの開発支援を行っています。

作業者の能力に依存する検査の諸課題を解消するための手段として、画像検査の自動化が挙げられます。AIでは、これまで自動化が困難であった検査についても自動化できる可能性があります。しかし、高精度の画像検査システムとするには、複数の課題もあります。

その一例として、微妙な色の違いや薄い傷など、カメラに写りにくい欠陥の検査が挙げられます。入力画像に写らない欠陥は、いくら高度な技術を用いても検査できません。この場合、まずは欠陥を画像に写す工夫が必要です。これには照明条件が重要になり、検査に用いる照明の、色や当て方を工夫する必要があります。

照明の色では、「多波長分光画像活用システム」として、ハイパースペクトルカメラ・NH-1-NCI（エバ・ジャパン製、図1）を用いることができます。100以上の光の波長（色）に対する画像を撮影でき、最適な照明色や色フィルタを検討できます。

照明の当て方では、「ロボット実習システム」として、人協働ロボット・COBOTTA（デンソーウェーブ製、図2）を用いることができます。ロボットに照明、カメラ、試料を取り付けて位置を制御することで、最適な照明角度・撮影角度を検討できます。また、AIと従来の画像処理技術を組み合わせることで、より高精度な画像検査システムを構築できる可能性があります。差分などの従来技術では、撮影条件の再現性が重要であり、これには、繰り返し位置精度に優れたロボットや電動アクチュエータを用いることができます。

次に、開発した画像検査システムが適切に機能するかどうかの検討には、「画像解析技術研修システム」を用いることができます。スペックが異なる

3種類のコンピュータを備えるため、自社導入に向けたスペック確認にもご利用いただけます。

画像検査システムの開発にご興味のある方は、お気軽にお問い合わせください。

表 1 画像検査システム開発の支援内容

項目	内容
照明色	ハイパースペクトルカメラで対象物を撮影して各波長(色)の照明下での見え方を分析
撮影角度 安定した撮像	協働ロボット・電動アクチュエータを用いた撮影位置決めと繰り返し動作の構築
画像処理 AI	GPU 搭載コンピュータによる AI の学習と検証の高速処理



図 1 ハイパースペクトルカメラ



図 2 人協働ロボット

(情報・電子技術研究室 長坂 洋輔、村瀬 真、黒宮 明) TEL(052)654-9858

特集 2 新設備紹介

アピランス測定器

Rhpoint TAMS(コニカミノルタ製)

本装置は目視により得られる外観の高品質感の数値化が可能であり、塗装面等の外観品質の優劣や隣り合う部品外観の調和(一致度)が評価できます。製品の開発、製造管理、劣化解析における外観品質測定に用いることにより、目視に頼らない質感評価や劣化評価が可能になります。

【仕様】

- ・測定機構: 像の投射、カメラによるデータ取得方式
- ・表面質感および調和評価: QUALITY(Q)値およびHARMONY(H)値として単一指標で表示
- ・測定方法: 静置測定2次元測定(25×16mm)
- ・大きさ、重さ: 172×136×56mm、約 1.1kg

【使用例】

- ・塗装や製品表面質感の数値化(Q 値)
 - ・隣り合う部品の外観一致度の数値化(H 値)
- ※3つのパラメーター、ウェービネス(W)、シャープネス(S)、ディメンション(D)を測定して、W と S から Q 値を、W と D から H 値を算出。

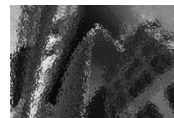
【試験料金】

- ・依頼試験: 2,000 円／1測定

ウェービネスの例



W=0

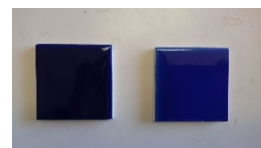


W=19.6

カラータイルの測定例



アピランス測定器



Q=17.8

Q=22.0

基準

H=0.8

(信頼性評価研究室 丹羽 淳)

TEL(052)654-9901

結露サイクル試験機

TSA-103D-W エスペック(株)

【仕様】

- ・高温恒湿器さらし温度範囲
 - (a)冷熱サイクル試験時 +70 ～ 150℃
 - (b)結露サイクル試験時 -10 ～ +100℃
- ・低温恒湿器さらし温度範囲
 - (a)冷熱サイクル試験時 -70 ～ +10℃
 - (b)結露サイクル試験時 -40 ～ +10℃
- ・湿度範囲: 40～95%RH
- ・試験槽寸法(幅・高さ・奥行): 650x460x370 mm
- ・試料かご寸法(幅・奥行): 640x356 mm
- ・試料かご耐荷重: 5kg

【概要】

結露サイクル試験機はダンパの開閉で試験槽の温湿度を低温から、急激に高温高湿に変化させることで試験槽内のサンプルに強制的に結露を発生させることを繰り返す試験機です。環境変化で生じる結露や熱疲労によって、金属表面の腐食や異種

素材接合部の劣化といった不良要因が製品の耐用年数内で発生しないことを短期間で確認するために活用します。車載電装部品を中心に結露と乾燥を繰り返す環境試験の要求が増加しております。本試験機にご興味があれば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

特集 2 新設備紹介

超促進耐候性試験機(メタルハライド)

促進耐候性試験は、屋外暴露試験に比べて短期間で劣化状況の確認ができる試験であり、樹脂、金属材料、または塗膜などの耐候性評価に用いられています。

メタルハライドランプを光源とする本試験機は、試料に強力な紫外線を照射する機構を持ち、キセノンランプやカーボンアーク灯を光源とする従来の促進耐候性試験機と比較して、非常に優れた促進性(促進倍率10倍以上)を有しています。

本試験機を用いた ABS 樹脂の促進耐候性試験結果を右に示します。試料中央の光を遮蔽した部分に対し変色していることが分かります。促進耐候性試験にご興味のある方はお気軽に担当者までご相談ください。

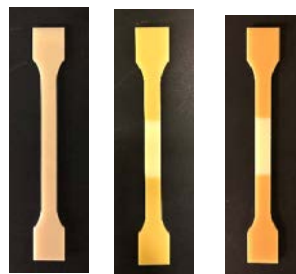
【主な仕様】

- ・型式: SUV-W161
- ・メーカー: 岩崎電気株式会社
- ・光源: 水冷式6kWメタルハライドランプ
- ・照射光波長: 295~450 nm
- ・紫外線照度: 1500 W/m²(300~400 nm)
- ・有効照射エリア: 190 mm × 420 mm

【試験料金】

1 試料(10 時間)	10,000 円
1 試料増すごと(10 時間)	100 円

【ABS 樹脂の促進耐候性試験結果】



照度: 1500 W/m²

温度: 63 °C

湿度: 50% RH

左: 照射前

中: 24h 照射

右: 48h 照射



超促進耐候性試験機(メタルハライド)

(製品技術研究室 巢山 拓)

TEL(052)654-9856

カーボンファイバー3D プリンター

3Dプリンターは製品や部品等を製造する装置です。その造形プロセスはCAD等で作成した3次元データを薄くスライスし、得られた2次元データの集合体を作ります。このデータに沿って材料を積み重ねることで3次元形状が造形(積層造形)できます。このように、3Dプリンターは型を用いることなく直接、複雑形状の品物を作製することが可能であり、積層造形プロセス特有の組織形成を活用することで優れた製品特性の発現も期待されます。また、製造プロセスのデジタル化との整合性も良く、次世代の加工技術として非常に注目されています。

現在、3Dプリンターは装置の低価格化や造形性能の向上により急速に普及しました。これに伴い3Dプリンターに求められるニーズも多様化し、従来の樹脂用3Dプリンターでは造形が困難な機械的強度の高い試作品の需要が増加しました。

そこで当所ではこれらのニーズに対応するため、Desktop Series Mark Two(Markforged 製)を導入致しました。本装置は繊維強化樹脂として航空宇宙産業でも使用されている炭素繊維(Carbon Fiber)が使用可能であり、軽金属材料と同等の最大引張強度を達成することが可能です。

機械的強度の高い試作品の作製をご希望される方はお気軽にご相談ください。



(生産システム研究室 近藤 光一郎)

TEL(052)654-9892

特集 2 新設備紹介

高分解能質量分析計 ((公財)JKA 2019 年度公設試験研究所等における機械設備拡充補助事業)

(公財)JKAの2019年度公設試験研究所等における機械設備拡充補助事業により、高分解能質量分析計(図1)を新規に導入しました。

本機器は、試料成分の精密な分子量を測定することができる装置です。精密な分子量を測定することで、試料成分の化学組成をより精度よく推定することができます。



図1 高分解能質量分析計

表 1 主な仕様

- ・機器名: 熱分解GC/APGC-Xevo G2-XS QTOF
- ・メーカー: 日本ウォーターズ(株)
- ①イオン源
マルチモードイオンソース(ESI, ESCi)、APGCソース
- ②質量分析部
MS1: 四重極、MS2: Tofマスアナライザー
- ③質量範囲
四重極: m/z 20-4,000、TOF: m/z 20-100,000
- ④質量分解能
40,000FWHM以上(Resolutionモード)
- ⑤ソフトウェア
UNIFIソフトウェア(オンラインDB検索、フラグメントイオンマッチング)、ProgenesisQI(差異解析、多変量解析)
- ⑥試料分離装置
熱分解炉、ガスクロマトグラフ

機器の主な仕様を表 1 に示します。分析部の前段に熱分解ガスクロマトグラフ装置を配することで、熱せられた試料から発生するガスまたは熱分解により発生したガスを段階的に分析部に導入できます。試料が対応する溶媒に可溶であれば、直接導入による測定も可能です。

本機器を用いることで、例えば樹脂などの有機材料における添加剤や主成分の分析を少量かつ短時間で行え、詳細な化学組成解析が期待できます。本機器の用途例と測定例を以下に示します。

【用途例】

- ・(新規)合成した化合物の化学組成解析
- ・試料中のターゲット成分の定性分析
- ・微量有機成分、異物の分析
- ・樹脂材料の組成比較
- ・トラブル品と良品の比較分析

【測定例】

ポリスチレンを分析した事例を紹介します(図 2)。ポリスチレンのパイログラムから、単量体、二量体、三量体と予想されるピークが確認できました。各ピークの MS スペクトル解析により、詳細な組成情報の解析が可能です。

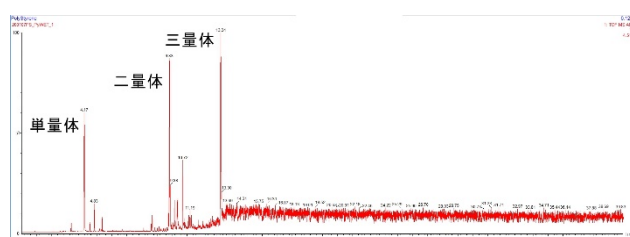


図 2 ポリスチレンのパイログラムと解析結果

当所では、本事業で導入した高分解能質量分析計や一般的な四重極型の熱分解ガスクロマトグラフ質量分析計を用いた樹脂や添加剤、その他有機物の定性分析を行っています。異物の分析など、各種有機分析に関するお困り事がございましたら、お気軽にお問合せください。

(環境・有機材料研究室 山中 基資)

TEL(052)654-9888

特集 2 新設備紹介

高周波炉/管状炉切替式炭素・硫黄分析装置

工業研究所では、高周波炉/管状炉切替式炭素・硫黄分析装置(図1)を新規に導入しました。

本装置は、鉄鋼をはじめ非鉄金属、特殊金属やセラミックス、有機・無機複合材料など、各種材料の特性・性能を左右する重要な元素である炭素および硫黄を極微量域(数ppm)から数%オーダーまで高精度に分析することが可能です。

今回導入した装置は、主に金属材料の分析に使用される高周波炉および加熱温度の制御が可能な管状炉の2種類の加熱炉を有しています。表1に装置の主な仕様を示します。

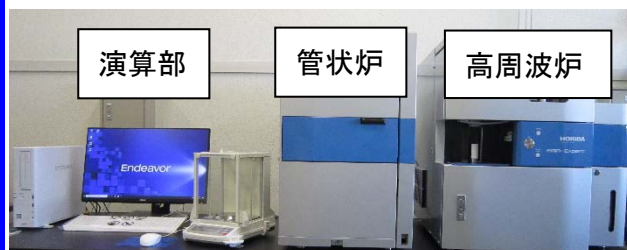


図1 高周波炉/管状炉切替式炭素・硫黄分析装置

表1 主な仕様

- ・機器名: EMIA-Expert/Step
- ・メーカー: (株)堀場製作所
- ＜高周波炉使用時＞
- ・試料標準: 1.0g
- ・分析範囲: 炭素 0.6ppm～10%(m/m)
硫黄 0.6ppm～1%(m/m)
- ＜管状炉使用時＞
- ・試料標準: 1.0g
- ・分析範囲: 炭素 3ppm～6%(m/m)
硫黄 4ppm～1%(m/m)
- ・昇温機能: 1450℃まで10ステップ設定可能
- ＜共通＞
- ・測定時間: 約 60 秒
- ・キャリアガス精製機能を搭載
- ・非分散型赤外線検出器を搭載

本装置の用途例および測定解析例(図2、図3)を以下に示します。

【用途例】

- ・自動車用鋼板などの鉄鋼中の微量炭素・硫黄の定量分析
- ・ニッケルめっき皮膜中の炭素・硫黄分析
- ・チタン合金中の炭素の分析
- ・炭化ケイ素中の遊離炭素の分析
- ・表面炭素と内部炭素の分離定量

【測定解析例】

＜高周波炉使用時測定例＞

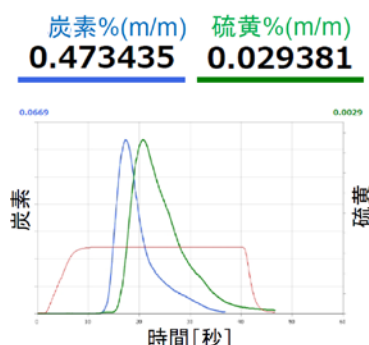


図2 機械構造用炭素鋼(S45C 相当)分析結果

＜管状炉使用時測定例＞

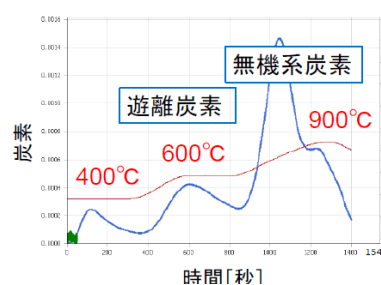


図3 炭化ケイ素中の状態別炭素の分析結果

高周波炉では(一社)日本鉄鋼連盟の認証標準物質等を使用し、あらかじめ検量線を作成しておくことにより、正確な定量分析が行えます。

管状炉では、昇温機能により、有機物・無機物など炭素や硫黄の状態別の分解燃焼を把握することができます。

炭素や硫黄の分析に関する技術相談がございましたら、お気軽にお問い合わせください。

(支援総括室 野々部 恵美子)

TEL(052)654-9919

特集 3 信頼性評価研究室設備紹介

塩水噴霧試験機・キヤス試験機

◆塩水噴霧試験

主に金属材料におけるめっきや塗膜などの試料を対象として、塩水噴霧試験方法(JIS Z 2371)に準じて試験を行います。

【試験条件】

装置: STP-90V-4(スガ試験機(株))

温度: 35 ± 2 °C

噴霧液: 5%塩水(中性、pH6.5-7.2)

噴霧量: 1.5 ± 0.5 mL/80 cm²/h

◆キヤス試験

主にクロムめっきやアルマイトなどの試料を対象として、めっきの耐食性試験方法(JIS H 8502)に準じて試験を行います。

【試験条件】

装置: CAP-90V-4(スガ試験機(株))

温度: 50 ± 2 °C

噴霧液: 5%塩水(0.026%塩化第二銅含有、酢酸酸性、pH3.0 $\pm$ 0.1)

噴霧量: 1.5 ± 0.5 mL/80 cm²/h

【結果の判定】

- ・試験後に腐食の発生の有無を目視により判定
- ・試験後に腐食面積率から腐食の程度をレイティングナンバ法により判定(但し、50cm²以上の評価面積が設定可能な試料に限る)



塩水噴霧試験機(手前)、キヤス試験機(奥)
(信頼性評価研究室 小野 さとみ)
TEL(052)654-9913

非接触三次元測定装置

NH-3(三鷹光器)

高精度XYステージ上のワーク表面をレーザ光でスキャンさせ、オートフォーカスした各点のXYZ値を取り込み形状測定を行います。非接触式により、軟質性・粘着性試料の測定や、ワークを傷つけない測定が可能です。搭載ソフトウェアにより、表面粗さや平面度の算出を行うこともできます。

【仕様】

- ・測定範囲/分解能

X方向,Y方向 150mm/0.1 μ m

Z方向 8mm/0.01 μ m(保証測定精度: 1 μ m)

- ・レーザスポット径

1.5 μ m(対物レンズ100 $\times$)

【利用例】

- ・ブロックの平面度測定
- ・レンズの曲率半径

【試験料金例】

- ・依頼試験: 2,000円/1測定(断面測定)
7,000円/1測定(三次元測定)



※詳細は担当者までご相談ください。
(信頼性評価研究室 奥田 崇之)
TEL(052)654-9883

名工研・技術情報 Vol. 11 (No.821)

発行日 令和 2 年 10 月 30 日

発行部数 1,500 部

無 料 特定配布

編 集 名古屋市工業研究所支援総括室

新技術分野、新設備、信頼性評価研究室設備紹介

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