



## EVI (Early Vendor Involvement) 評価技術 特集号

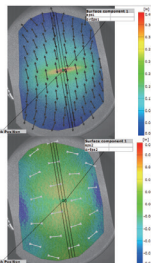
マルチ  
マテリアル



車両解体試験



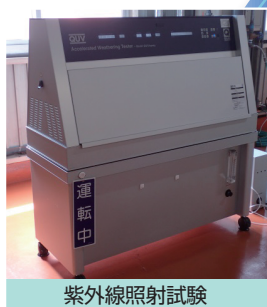
機械試験



成形性評価



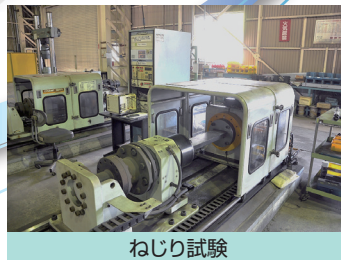
アーク溶接



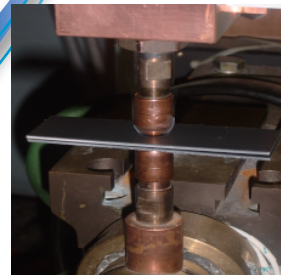
紫外線照射試験



サイクル腐食試験



ねじり試験



抵抗スポット溶接

### EVI 評価技術特集号

## 電動車の車体開発のための材料評価技術

### Material Evaluation Technique for Development of Electric Vehicle Structure

100年に一度のパラダイムシフトが生じている自動車分野でもカーボンニュートラル化が推進され、化石燃料燃焼からの脱却を目指した新たな自動車開発が加速しています。

電動車 (EV) では、モーター化による駆動機器搭載スペースの小型化及び床下の大型電池スペース新設があり、構造変化が起きつつあります。駆動機器小型化による自動車前方の省空間化で、乗員保護のための衝突時の部材変形可能量が少なくなります。部材強度に変形量を乗じた衝突エネルギー吸収量は省空間化で少なくなるため、その分、

部材強度を上げなければなりません。電池の保護については、衝突での電池の変形による発火や内部薬品流出を抑えるため、電池周りの部材を変形させないようにします。つまり、今まで以上に高強度部材を使うことで自動車をより強固な構造にする必要があります。

さらに、運転時の操作性向上や電池充電1回当たりの走行距離延長のために、従来から課題となっている自動車重量軽量化は、今まで以上に進めて行く事になります。そのため、自動車の車体には高強度鋼板、アルミ合金、樹脂など、多彩な素材が適材適所に使われようと

しています。

当社は、自動車車体のあるべき姿を追求するお客様のニーズに合わせて、あらゆる材料の評価をしながら、自動車のあるべき姿をお客様と一緒に目指して行きます。

#### ▶お問い合わせ先

営業本部 プロジェクト営業部

船川 義正

y-funakawa@jfe-tec.co.jp

## 自動車用高強度鋼板の成形性評価技術

### ▶なぜいまこれが？

自動車用鋼板などのプレス成形において、近年はCAEシミュレーションを活用したMBD (Model Based Development モデルベース開発) が一般的になっています。

CAEシミュレーションの実施に当たっては材料の基礎データ(パラメータ)の入力が必須であるが、各種の材料試験にてパラメータの採取が必要でありニーズが高まっています。

### ▶これがポイント！

材料のパラメータには単純な引張試験における応力-ひずみ曲線 (S-S曲線) や曲げ限界だけではなく、表1に示すような各種評価パラメータが存在します。

等二軸張り出しから一軸引張までの種々のひずみ様式におけるネッキング限界を評価するFLD (Forming Limit Diagram) 試験や、伸びフランジ性を評価する穴広げ試験において穴径を変化させてひずみ勾

配を同定するなど多種多様です。

引張と圧縮が複合した変形における降伏応力の変化を調べるバウシंगाー (引張・圧縮) 試験結果の例を図1に示します。一般的な丸棒だけでなく、座屈を抑制する特殊な治具を使って薄板材料でもバウシंगाー試験を実施しています。

種々の応力状態に対応する応力3軸度依存変形試験の例を図2に示します。引張試験片の形状を変えることにより平面ひずみやせん断などの状態を再現し、DIC (Digital Image Correlation 画像相関法) により試験片のひずみ分布を計測します。

CAEシミュレーションに入力する材料パラメータの取得についてご検討の際にはお気軽にご相談ください。

### ▶お問い合わせ先

西日本ソリューション本部  
福山材料評価センター  
角田 浩之  
hi-tsunoda@jfe-tec.co.jp

表1 各種材料評価パラメータ

評価パラメータ	試験方法
SSカーブ	引張試験
	CAEデータ作成 (Tableデータ)
	CAEデータ作成 (SWIFTパラメータ)
FLD (ISO方式)	張出し試験
	ネッキング限界評価
曲げ外割れ限界	曲げ試験
	限界評価
曲げ内割れ限界	曲げ試験
	限界評価
Y-Uパラメータ	バウシंगाー (引張・圧縮) 試験 CAEパラメータ同定
伸びフランジ限界線	各種打抜および穴広げ試験
	ひずみ勾配同定
YLD (降伏関数) パラメータ	2軸引張試験
	CAEパラメータ同定
応力3軸度依存変形限界	各種引張・成形試験
	CAE評価用限界線同定
摩擦係数	摺動試験 (低速～高速)

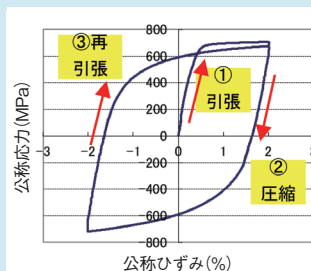


図1 バウシंगाー試験結果例

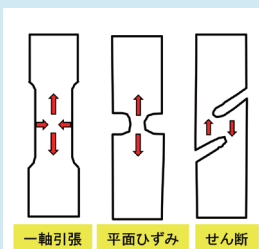


図2 応力3軸度依存変形試験例

## 自動車部品を対象としたリバースエンジニアリング技術

～自動車部品を電子データ化する～

### ▶なぜいまこれが？

リバースエンジニアリング (以下RE) は幅広い産業において無くてはならない技術です。一般的な工業製品は、設計図面や簡易な仕様は公開されているものの、詳細な動作原理まで公表されていることは多くありません。また、古い製品の場合、設計図や仕様等の所在が不明で、十分な情報を得ることが出来ないことも多くあります。

製品の性能を知り、製品としての性能向上やデザインのアップグレードを図る上で、REは欠くことのできない技術と考えられます。

### ▶これがポイント！

当社で実施した自動車側面の骨格部品のRE事例を紹介いたします。図1は、REの対象となる自動車側面の骨格部品です。Bピラーやサイド

シルのような大きな部品から、補強材に至るまで、約50点の部品から構成されています。図2が側面骨格部品をパーツ単位に解体したときの図となります。まず、解体された全骨格部品の形状測定を行い、3角形の集合体で表現するSTLデータ (3次元形状データの標準的なフォーマット) として出力します。

次にSTLデータとして出力されたデータを、自由曲面形状の作成や編集がしやすいサーフェスに変換を行います。部品単位でサーフェスデータに変換し、最終的にはCADデータとして、自動車側面の骨格部品に組み上げます。

自動車部品を解体すると、部品組付け時の残留応力により跳ね返りが生じ、実

製品との誤差が大きくなるのが懸念されます。当社では製品とCADデータの誤差を極力無くしREする技術を開発しました。図3に示すように、実製品のSTLとCADサーフェスの乖離が0.5mm以内に収めることが出来ました。

また、CAEにより衝突解析を実施し製品の評価を行うこともできます (図4)。

製品の一部から、数量のまとまったプロダクト製品までの対応が可能ですので、REの必要性を感じたらお気軽にお声がけください。

### ▶お問い合わせ先

計測プロセスソリューション本部 CAEセンター  
川西 昭  
a-kawanishi@jfe-tec.co.jp



図1 REの対象となる自動車側面の骨格部品



図2 側面骨格部品をパーツ単位に解体

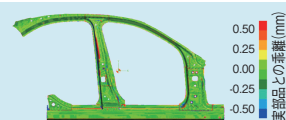


図3 実製品のSTLと作成サーフェスの乖離

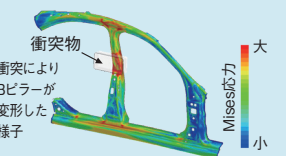


図4 現物品に対して衝突解析(CAE)を実施した例

## 電動車の車体、部品に使用されるマルチマテリアルの評価・解析

当社では、これまでエンジン車を中心に様々な車体解体サービスをご提供してきました。具体的には、燃費向上のための車体軽量化、衝突安全性向上のためのボディ剛性アップ等に及ぼす骨格やボディ形状、材質調査などの評価・解析サービスになります。

### ▶なぜいまこれが？

政府宣言「2050年カーボンニュートラル」を受け、自動車の電動化へのシフトが加速しています。電動車の航続距離を延長するためには、電池やモーターの小型・高出力化、並びに車体自体の軽量化が検討されています。自動車の骨格やボディにはハイテン鋼やアルミ合金が、内・外装部品等には高分子材料が適用され、高性能化や軽量化が進展しています。

### ▶これがポイント！

当社では、車体の骨格調査やボディの

材料調査（成分、強度特性等）に加えて、電動車で使用される各種部品の構造調査、金属および高分子材料の特性評価・解析サービス(下記)をご提供いたします。

- ① 鋼、アルミ合金、繊維強化樹脂などの評価・解析
- ② 上記材料を複合化して使用する場合の接合部（接着や溶接等）の評価・解析
- ③ 電池材料、磁性材料、導電材料、高耐熱絶縁材料等の機能性材料の評価・解析
- ④ バッテリーパック(図1)、モーター(図2)やギアボックスハウジング、ドアトリム(図3)などの内装、外装、ボンネット部、ラゲッジ部などに使用される高分子材料の評価・解析

また、電動化により変化してきた車体構造、部品構造および構成材料等について細部にわたる情報をご希望の際は、お気軽にご相談下さい。

電池、モーターの解体、特性評価サービスも行っております。是非、ご相談下さい。

### ▶お問い合わせ先

機能材料ソリューション本部 マルチマテリアル評価センター  
尾形 浩行  
h-ogata@jfe-tec.co.jp



図1 バッテリーパック(ハイブリッド車)



図2 電動車駆動モーター



図3 ドアトリム(内装材)

## 足回り部材のガスシールドアーク溶接技術

### ▶なぜいまこれが？

自動車シャシーの溶接部に対するニーズは高度化・多様化してきており、強度向上に加えて高い疲労強度特性、融雪剤塗布による腐食環境悪化に耐える耐食性が求められています。さらに、CO<sub>2</sub>低減、溶接施工のクリーン化（低ヒューム・低スパッタ化）に向けた技術開発も重要視されています。当社では、これまでのマグ/ミグ溶接に加えて最新のデジタルパルス電源を導入することで、より高度なアーク溶接継手の特性評価を可能としました。

### ▶これがポイント！

当社では、鋼溶接と継手評価の豊富な経験を生かし、一般鋼から高張力鋼板の溶接評価(図1)、さらには高強度鋼用溶接ワイヤ評価まで、組織解析から各種強度試験に対応できます。鋼に加えて、アルミ合金、チタン合金、ニッケル合金、銅合金にも対応可能です。

また、アーク溶接は自動化が進んだ現代においても、施工の最適化には熟練者

の経験が重要です。当社では、この経験に加えて最先端の計測技術である溶接現象の高速度ビデオ観察・温度解析技術(図2)、さらに最新のデジタル化技術を取り入れることで、再現性の高い溶接継手の作製は試験評価の効率を高め、得られた計測データはCAEへの展開を容易にすることが可能になります。

加えて、当社では、溶接関連技術のほかに、静的強度評価試験、疲労強度評価試験、各種環境を模擬した耐食性試験、実構造体での载荷試験等も可能で、これらの試験に対しても高い解析技術を保有しています。したがって、アーク溶接継手の試作と強度評価とともに、疲労強度評価・耐食性評価・実構造体での载荷試験等のトータルソリューションのご提案が可能です。溶接部強度に課題がある、部材強度試験方法で迷われている等の課題をお持ちであれば、お気軽にご相談下さい。

### ▶お問い合わせ先

構造材料ソリューション本部 接合評価センター  
片岡 時彦  
to-kataoka@jfe-tec.co.jp

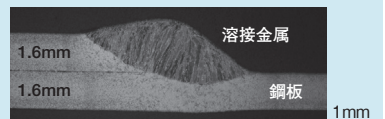
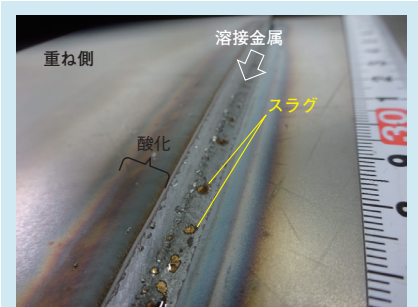


図1 高張力鋼板の重ね隅肉溶接

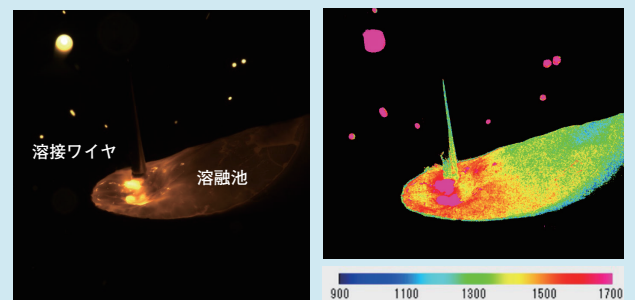


図3 アーク現象の高速度ビデオ観察と温度解析

## 環境耐久性・腐食調査

### ▶なぜいまこれが？

自動車部材は、屋外環境から車内環境まで温度、濡れ、日射、投射物、塩類などの様々な環境に晒され、軽量化やその動力変更などから新規かつ多様な材料が使われております。これらが長期に亘り安全に使用できるためには様々な環境因子による環境耐久性試験が必要になります。その因子は多様に渡るため、多くの試験(耐塩害性、耐候性、耐熱性等)が必要になります。

### ▶これがポイント！

当社では、環境耐久性試験に求められる因子である、塩、紫外線、温度、濡れ、飛び石等を評価できる各種試験機を保有しており、部材に対して複数の評価が可能です(表1)。

また腐食に特化した評価においても異種材料継手や新規材料などの耐食性評価

試験(各種複合サイクル試験、酸性溶液を使った複合サイクル試験、ACTEなどの規格試験やご要望の環境をカスタマイズした腐食試験)の様々なご要望にお応えします。最近ではUV試験と温湿度、温度サイクル試験の組み合わせ試験、振動試験の組み合わせ試験など複数の因子を試す試験もあり、これらにも対応いたしております。

また沖縄から北海道までの全国に暴露可能な試験地(一部協力会社含む)を有し、材料の暴露環境評価も可能な事からラボでの促進試験との比較など一貫した評価・調査が可能です。さらに、実際の車体に各種環境評価センサーや腐食センサー、暴露試験材等を取りつけ自動車走行中の各部位における腐食速度・腐食環境評価も当社にて承っております。

このように材料・部材の

ラボ促進試験から暴露試験、環境評価、試験後の各種評価(機械的特性、腐食解析等の調査)、腐食原因調査までの幅広いニーズにお応えできるものと考えております。耐久性評価につきましては是非お気軽にご相談下さい。

### ▶お問い合わせ先

機能材料ソリューション本部 環境耐久性・腐食解析センター  
村瀬 正次  
m-murase@jfe-tec.co.jp

表1 環境因子と対応試験

環境因子	耐久性試験	試験機
温度	高温、低温、温度サイクル試験	プログラム恒温槽、冷熱サイクル
湿度	湿度、温湿度サイクル試験	プログラム恒温恒湿槽
塩・濡れ	複合サイクル試験(酸性含む)	複合サイクル腐食試験機等
紫外線	UV照射試験(サイクル試験)	サンシャイン、キセノン、メタルハライド、紫外線蛍光管
飛来物(石)	グラベロ(チッピング)試験	グラベロ試験機
微量ガス	ガス腐食試験	ガス腐食試験機
振動	振動試験	恒温恒湿槽付振動試験機
全般	暴露試験	北海道、沖縄、千葉等
	実車(腐食)環境評価	ACMセンサー、腐食センサー
(腐食)	遅れ破壊、ACTE、排気凝縮水	
その他	洗車試験、耐薬品性等の評価	評価試験後の性能調査・解析

### 新技術・新商品紹介

## Test for Determination of Forming Limit Diagram (FLD) According to ISO 12004-2

## ISO規格による成形限界線図(FLD)取得試験

### ▶なぜいまこれが？

自動車用鋼板の高強度化に伴い、冷間プレス成形の難度が高まっています。成形限界線図(FLD: Forming Limit Diagram)は材料の変形様式(ひずみ比)と限界のひずみ量を図示したもので、成形シミュレーション結果と比較して、割れ発生の可能性の評価に用いられます。

近年、成形シミュレーションの重要性が増し、成形限界線図をより高い精度で取得することが求められています。しかし、この試験には最近まで標準化された試験方法がなく、また、取得した成形限界線図と実際のプレス成形結果との対応も不十分であるという課題もありました。

### ▶これがポイント！

当社では、成形限界試験の国際規格であるISO 12004-2に従った試験を実施しており、ひずみ測定方法として画像相

関法(DIC: Digital Image Correlation)を採用することで、破断に至るまでのひずみ量を高精度で取得できます。

図1に本規格で規定されている二つの試験方法<sup>1)</sup>の概略を示します。これまで当社では、世界的に最も広く実施されている中島法(図1a)のみを実施してきましたが、この度、Marciniak(マルシニアック)法<sup>2)</sup>での試験を開始いたしました。

Marciniak法は、中島法と比較して、摩擦の影響がないことに加えて、試験過程におけるひずみ経路が直線的となることが特徴です。図2に、中島法とMarciniak法で取得した980MPa級冷延鋼板の成形限界線図を示します。中島法は、原理上ひずみ経路が曲線的になるため成形限界線がズレることが知られています<sup>2)</sup>。Marciniak法ではこうした問題はなく、特に重要とされる成形限界線の最小点付近の限

界ひずみを精度良く得られる方法とされています<sup>3)</sup>。当社ではお客様のニーズに応じ、両法での試験体制を確立しました。

プレス加工シミュレーションの高精度化や新規な鋼板の材料評価のために、成形限界試験の実施をお考えの際にはお気軽にご相談ください。

### ▶お問い合わせ先

西日本ソリューション本部 福山材料評価センター  
高橋 悠  
yu-takahashi@jfe-tec.co.jp

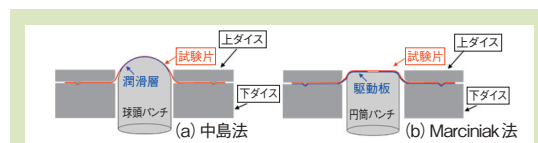


図1 成形限界試験方法

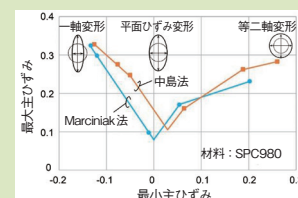


図2 各試験方法による同一材料の成形限界線図

注釈: 1) ISO 12004-2:2021

2) J. Min et al. International Journal of Mechanical Sciences. 2016, vol.117, p.115-134.

3) C. Butcher et al. Journal of Materials Processing Tech. 2021, vol.287. https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2020.116887.

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

JFE-TEC News <2022>  
No.70  
2022年1月発行

発行人/ 蛭田 敏樹  
発行所/JFEテクノリサーチ株式会社 営業企画部  
〒100-0004 東京都千代田区大手町2-7-1 (7F)  
☎0120-643-777

