

自動車分野の 技術紹介

神戸製鋼グループの総合試験研究会社
株式会社コベルコ科研
KOBELCO RESEARCH INSTITUTE, INC.

〒651-0073 神戸市中央区脇浜海岸通1丁目5番1号 (国際健康開発センター6F)
TEL(078)272-5915/FAX(078)265-3622
<http://www.kobelcokaken.co.jp/>

《営業本部》

営業統括部 〒141-8688 東京都品川区北品川5丁目9番12号
TEL(03)5739-5060/FAX(03)5739-5037

海外部 〒141-8688 東京都品川区北品川5丁目9番12号
TEL(03)5739-5030/FAX(03)5739-5037

北海道営業所 〒060-0004 札幌市中央区北四条西5丁目1番3号
TEL(011)261-9412/FAX(011)261-9433

仙台営業所 〒980-0021 仙台市青葉区中央4丁目10番3号
TEL(022)395-8405/FAX(022)395-8406

宇都宮支店 〒321-0953 宇都宮市東宿郷2丁目2-1
TEL(028)651-3332/FAX(028)633-5521

東京支店 〒141-8688 東京都品川区北品川5丁目9番12号
TEL(03)5739-5030/FAX(03)5739-5037

厚木営業所 〒243-0018 厚木市中町2丁目7番11号
TEL(046)297-7735/FAX(046)297-7736

名古屋支店 〒451-0045 名古屋市西区名駅2丁目27番8号
TEL(052)581-8770/FAX(052)562-1372

静岡営業所 〒420-0851 静岡市葵区黒金町11番7号
TEL(054)275-3220/FAX(054)275-3221

豊田支店 〒473-0901 豊田市御幸本町1丁目179番
TEL(0565)25-3886/FAX(0565)29-6111

大阪支店 〒530-0001 大阪市北区梅田3丁目3番10号
TEL(06)4307-5113/FAX(06)4307-6129

京滋営業所 〒600-8146 京都市下京区七条通り東洞院東入ル材木町499-2
TEL(075)353-8474/FAX(075)351-5838

広島支店 〒732-0821 広島市南区大須賀町14番12号
TEL(082)263-0352/FAX(082)263-0480

九州支店 〒812-0012 福岡市博多区博多駅中央街1番1号
TEL(092)451-6016/FAX(092)472-0926

沖縄出張所 〒900-0006 那覇市おもろまち1丁目3番31号
TEL(098)866-1736/FAX(098)869-6185

韓国KOBELCO科研 #922 Sambo Hojung BD,
14-24, Youido-dong, youngdungpo-gu, Seoul, Korea 150-870
TEL(010)822-782-6868/FAX(010)822-782-8008

タイKOBELCO科研 938 Soi Punnavithee 28, Sukhumvit 101 Road, Bangjark,
Pra-kanong, Bangkok, 10260 Thailand
TEL(010)66-2-332-4193/FAX(010)66-2-332-4194

トータルソリューション

耐久性・軽量化

《材料の評価》

- ・強度評価／引張試験、衝撃試験、耐久試験、疲労試験、熱サイクル試験
- ・組織評価／結晶粒度、結晶方位、介在物調査、硬化層測定、ガス分析
- ・成形評価／深絞り、張出し、伸びフランジ、ドロービード

《物性の評価／分析》

- ・物性値測定／ヤング率、ポアソン比、比熱、熱伝導率、示差熱、熱膨張率
- ・特性調査／粉体特性、流体特性、電磁気特性、応力測定

《分析・物理解析》

- ・化学分析
- ・機器分析／無機分析、有機分析
- ・ガス分析
- ・表面分析



信頼性

《耐食性の評価》

- ・腐食評価／電気化学的試験、耐候性試験、ガス腐食試験
応力腐食割れ試験、粒界腐食割れ試験

《非破壊検査》

- ・内部欠陥調査／超音波探傷、放射線探傷、X線CT、超音波顕微鏡
- ・表面欠陥調査／磁粉探傷、浸透探傷、渦流探傷、超音波探傷
- ・クリープ劣化調査／超音波、レプリカ、硬度
- ・酸化・疲労劣化調査／分極試験、X線解析
- ・残留応力調査／X線残留応力調査



カーエレクトロニクス

《2次電池》

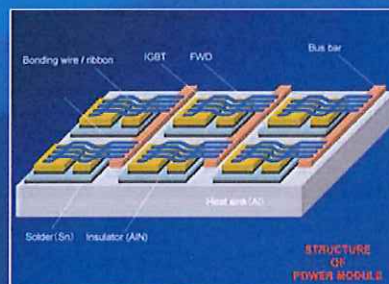
- ・劣化解析／不活性雰囲気物理分析
- ・安全性試験／UN勸奨試験
- ・安全性シミュレーション

《パワーデバイス》

- ・熱物性、熱抵抗評価
- ・熱変形計測／デジタル画像相関法

《モーター》

- ・モーターの各種性能評価
- ・磁石評価／磁気特性、物理分析



輸送機分野

自動車／航空機／建設機械
／鉄道／エンジン／車体
／ハーネス／電池 etc

エネルギー・ エンジニアリング分野

火力・原子力発電／石油化学
／ガス／建築・土木／海洋
／医療 etc

ンヨンで技術支援

安全性

《構造部材の評価》

- ・車体、部品の強度、耐久試験
- ・破壊、衝撃試験、耐圧試験
- ・溶接部の強度、界面の評価



《数値解析》

- ・強度評価／弾塑性解析、クリープ解析、破壊力学解析、余寿命評価
- ・振動音響評価／振動解析、脈動解析、音響解析
- ・流動評価／流動解析、伝熱解析、燃焼解析
- ・生産プロセス評価／鋳造・凝固解析、
塑性加工解析、溶接解析



環境・化学分野

環境・有害物質／有機・無機材料
／触媒・高圧化学 etc

快適性・環境対応

《快適性》

- ・振動測定
- ・温度測定
- ・音響測定



《環境評価》

- ・大気調査／汚染調査、VOC調査、排ガス調査
- ・振動音響評価と対策
- ・断熱、遮熱評価
- ・有害物質評価／RoHS調査

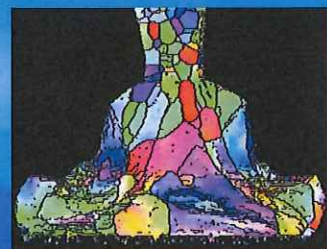
エレクトロニクス分野

半導体／パワーデバイス
／二次電池／太陽電池
／LED etc

電子化

《電装品の評価》

- ・ボンド部の評価、ハンダ接合部の評価、半導体の評価、
センサーの耐久性評価、実装基板の耐久性評価、
燃料電池部材の評価、モーター部材の評価、EBSP評価



《非破壊調査》

- ・高分解能X線マイクロCT、
超音波顕微鏡
- ・CAE解析、接合部の応力解析、
寿命予測



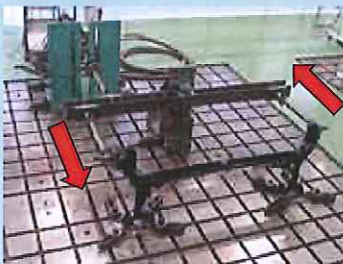
自動車部品の耐久性を 治具設計から オーダーメイドで評価

KOBELCO
神戸製鋼グループ

各種疲労試験設備を用いて自動車実部品の耐久性評価を行います。

■ サスペンション

ロアアームやサブフレーム、トーションビームに繰返し負荷を与え、き裂の発生有無を確認します。専用ソフトを使用し、ランダム波加振や多軸（3軸）加振も可能です。



トーションビーム



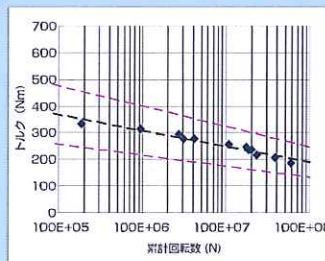
サスペンション Assy



サブフレーム

■ エンジン・トランスミッション

ギヤの回転疲労試験を行い、ピッチングの調査や歯元強度評価を行います。その他にもクランクシャフトやドライブシャフトのねじり疲労試験を行い、強度評価を行います。



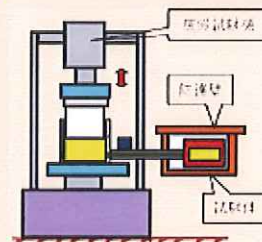
ギヤ歯元折損 (T-N 線図)



■ その他部品の評価試験



エキマニ熱疲労ベンチ試験
○排ガス温度範囲：350～1100℃
○冷却温度：60～100℃
○燃焼時圧力：5.9～9.8kPa



内圧疲労試験
○燃料タンク、配管、熱交換器
○最大圧力：ガス圧 10MPa、
液圧 200MPa



ワイヤーハーネス屈曲疲労試験
○回転角：0～約180°

実車および自動車部品の 振動耐久評価

KOBELCO
神戸製鋼グループ

実車耐久試験機および各種疲労試験機を用いて自動車の耐久性評価を行います。

実車台上試験から展開する自動車評価技術

ロードシミュレータと当社の材料・構造評価技術を活かし、自動車の耐久評価から使用している材料評価までトータルのサポートを行います。

また、半無響室にて、車室内外の音響特性試験を行い、自動車の音環境の改善をサポートします。

■ ロードシミュレータによる振動耐久試験 ■ 足回り部品の耐久性、動特性評価試験



荷重：50kN 変位：300mm,
速度：4.5m/s 加速度：21G (SUV 搭載時の性能)
周波数：0～100Hz トレッド：1160-1750
ホイールベース：2000-3500
足回り部品の単独加振にも対応可能



ばね特性試験



ブッシュ特性試験

- ・自動車の操縦安定性や乗り心地改善のための足回り部品の動特性評価試験
- ・主な評価対象部品
スプリング アブソーバ
ラバーブッシュ など各種部品

動電型加振機

4輪ロードシミュレータと合わせて、自動車全体の加振、大小様々なパーツの振動評価、電装部分の振動評価などのトータルな振動評価を行なえます。



加振機 (24kN)



恒温槽 (24kN加振機用)



加振機 (125kN)

最大加振力	24kN (正弦波) 24kNms (ランダム波) 48kNperk (衝撃波)
振動数範囲	5～2600Hz
最大変位	51mm _{pp}
最大速度	2.2m/s
最大加速度	1142m/s ²
最大搭載質量	400kg

温度制御範囲	-40～180℃
湿度制御範囲	20%～98%
温度変動幅	±0.5℃
湿度変動幅	±4%RH
温度下降時間	+20℃～-40℃ 60分以内
温度上昇時間	-40℃～+180℃ 90分以内
内槽寸法	1m ^W ×1m ^D ×1m ^H

最大加振力	125kN (正弦波) 75kNms (ランダム波)
振動数範囲	1Hz～100Hz
最大変位 垂直、水平	51mm _{pp} 、100mm _{pp}
最大速度	1.0m/s
最大加速度	96m/s ²
最大搭載質量	1500kg
振動台寸法	1.5m×1.5m

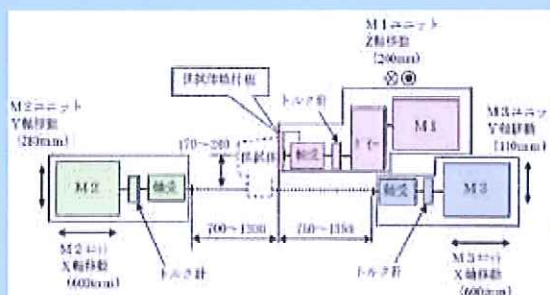
ダイナモベンチ試験

最大8,000rpmの3軸ダイナモベンチを使用し、トランスミッションやモータ評価を行います。

■ 状況写真



■ 状況写真

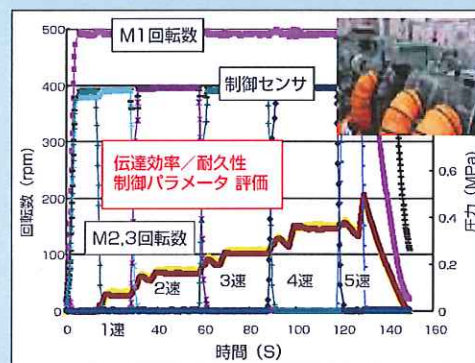


M1,2,3
ダイナモの
同期運転
個別組み合わせ、
単体運転も可能

■ 設備仕様

- 1) M1 ダイナモ
容量：220kW
回転数：5,200rpm (基底回転数) / 8,000rpm (最大回転数)
トルク：404Nm (基底回転数内) / 262Nm (8,000rpm時)
- 2) M2, M3 ダイナモ
容量：320kW
回転数：750rpm (基底回転数) / 3,000rpm (最大回転数)
トルク：4,074Nm (基底回転数内) / 1,018Nm (3,000rpm時)
- 3) 駆動制御
速度 (ASR)、トルク (ATR)、回転差 (ΔN)
プログラム、走行抵抗 (ALR)
- 4) 通信制御
CAN、アナログ通信

■ トランスミッションを用いた実機評価



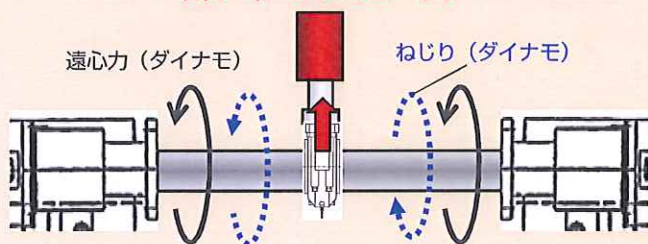
■ 多機能試験 外部装置付帯

動力軸の複合回転曲げ試験

曲げ (アクチュエータ)

遠心力 (ダイナモ)

ねじり (ダイナモ)

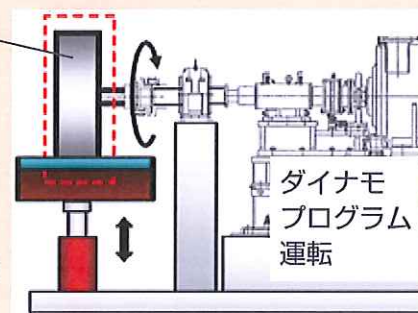


外部装置を組み合わせた回転、応答性試験

回転体

- ・タイヤ
- ・ファン
- ・ロータ
- ・モータ等

- ・変動载荷 (アクチュエータ)
- ヒータ、ポンプ



自動車の動的挙動 (衝突・振動耐久) の評価・解析 ～実験から解析まで一貫実施～

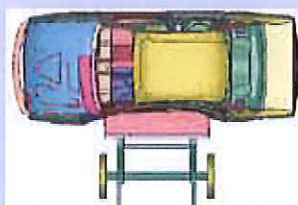
KOBELCO

神戸製鋼グループ

■ 衝突・高速変形シミュレーション

構造体や部品の高速変形挙動を試験および FEM 解析 (LS-DYNA, ABAQUS) により評価します。

- ・ FEM 解析による動的変形挙動の評価
- ・ 落錘試験で得られた実挙動を基にした FEM 解析モデルの構築
- ・ FEM 解析用の材料特性の取得および検証



側面衝突解析



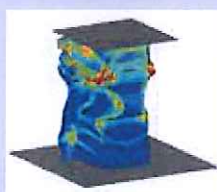
油圧式高速引張試験装置



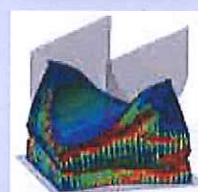
落錘試験装置



ハット材の衝突曲げ変形解析



ハット材の衝突軸圧壊解析

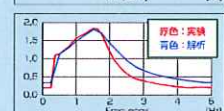
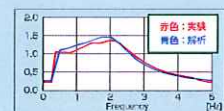
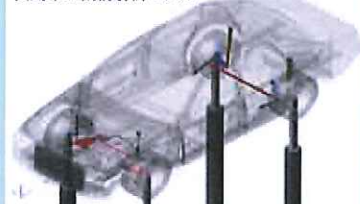


ハニカム材の衝突変形解析

■ ADAMS による自動車の 走行シミュレーション事例

実車耐久試験を模擬した走行シミュレーションを行うことが可能です。

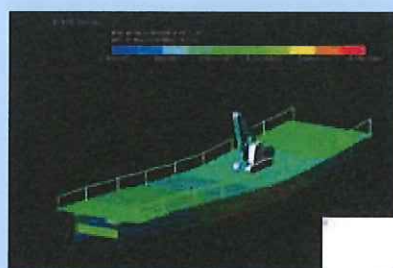
自動車の機構解析モデル



バウンスシフト周波数 (上: フロント 下: リア)

- ・ スプリング、アブソーバ、ラバースシュなどの変位および周波数依存性を考慮して、機構解析モデルを構築
- ・ 操縦安定性や乗り心地の改善のための走行シミュレーション技術

■ 大型車両走行時の 主桁橋の挙動解析



主桁橋の FEM モデル



機構解析結果

- ・ 車線を変えたとき
- ・ スピードを上げたときの橋の応力分布、寿命予測を行うことができ、設計時の動的評価に用いることができます。

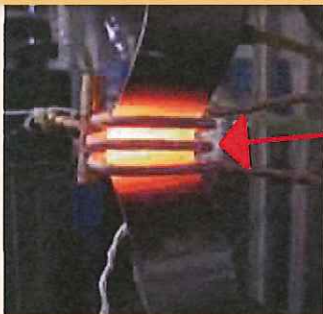
薄板材の熱疲労強度の 短時間評価法を開発

エキマニなどの薄板材の高温対象物に対して、光学ユニットを用いて、ひずみ（軸ひずみ及び機械ひずみ）を計測し、低サイクル疲労（LCF）試験および熱疲労（TMF）試験を実施し、高温下での疲労強度を求めることができ、材料選定に役立ちます。

薄板材の LCF 試験および TMF 試験

薄板材（t1.0～t3.0mm）を特殊な試験片形状に加工し、画像相関法の技術を用いて、試験片に発生する機械ひずみを計測し、疲労寿命を求める。

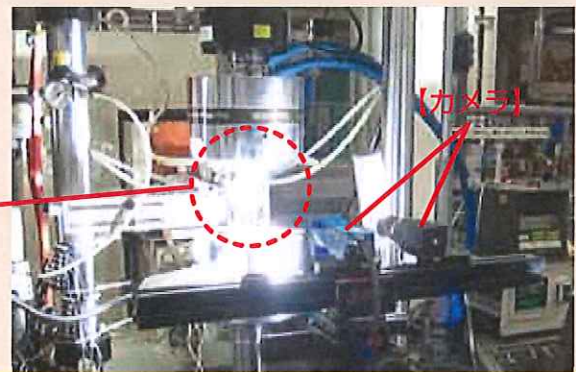
高周波加熱にて、160sec/cyc. の高速熱疲労試験を実施。試験期間の短縮を実現。（通常の丸棒 TMF 試験の 1/3 の期間短縮）



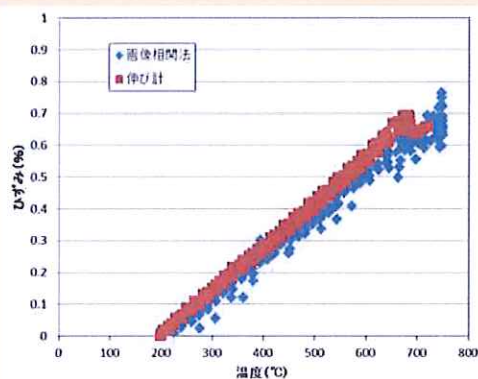
【試験片】



疲労寿命だけでなく、1つの試験片形状で、2つの試験モード（Out of phase と In phase）の有意差を調べることも可能。



3次元画像相関法により、高温湾曲物のひずみ計測が可能。これにより、試験片に発生する機械ひずみの計測が可能。（～900℃まで実績あり。）



高温物（～900℃）での非接触ひずみ計測において、接触式の伸び計と比較し ±0.05% 以下の誤差を達成。

【疲労破面】



In Phase と Out of Phase の境界線

【特徴】

- ①薄板材の熱疲労寿命が取得可能。
- ②試験片に発生する局所的な機械ひずみが計測可能。
- ③通常の TMF 試験に比べ、短時間で、複数の条件の試験が可能。

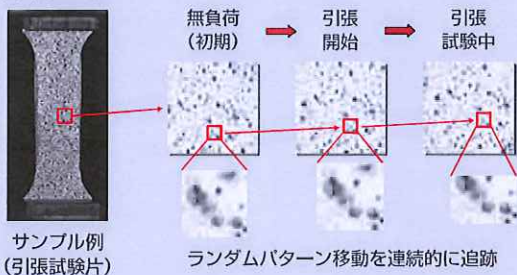
自社開発の計測システムにより、
非接触で高温下のひずみの計測が可能です。

塑性加工時の大変形を非接触で可視化

画像相関法概要

DICM : Digital Image Correlation Method

- サンプル表面に付与した変形前後のランダムパターンを撮影・解析し変位やひずみを求める。
- 2台のカメラを用いる事により三次元表面形状計測も可

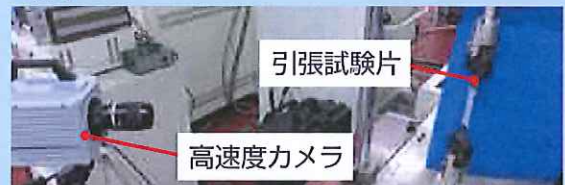


サンプル例 (引張試験片)

ランダムパターン移動を連続的に追跡

引張試験への適用

- 撮影機材を試験片正面に設置し画像データを取得

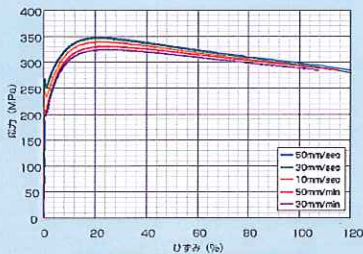


引張試験画像データ取得状況

画像相関法を引張試験へ適用するメリット

- 試験開始から破断近傍までの変形・ひずみ計測が可能
- 画像データ取得後に解析領域設定可能
 - ・破断部近傍を選定してのひずみ解析
 - ・標点間距離の設定変更可
- 解析領域内の変位・ひずみ分布可視化が可能

応力-ひずみ線図



冷延鋼板の公称応力-公称ひずみ線図

真応力、真ひずみを算出

真ひずみ $\epsilon = \ln\left(\frac{l}{l_0}\right)$

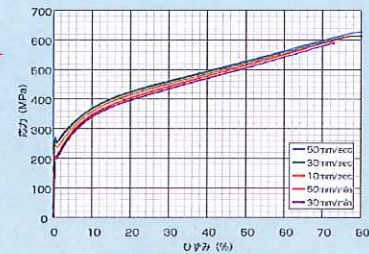
真応力 $\sigma = \frac{P}{A}$

厚さ平均値と破断の体積を算出
 $V_0 = l_0 \times W_0 \times t_0$
 変形後も体積変化は無いとする
 $V_0 = V$
 $l_0 \times W_0 \times t_0 = l \times W \times t$

上記関係より t を算出し、適宜的に破断までの断面積 A を求める。

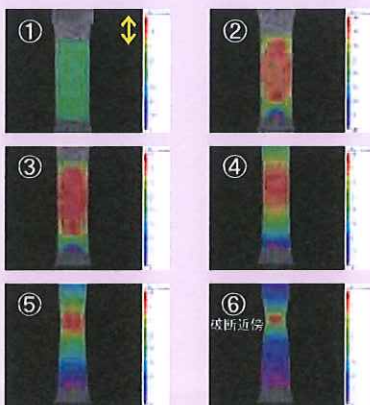
試験片形状部
 厚み t
 体積 (V) 算出部
 破断箇所

初期形状を計測
 W_0, l_0
 延伸試験機を調整
 $L = 20 \text{ mm}$
 延伸試験機で最大延伸部を計測
 $\Delta W, \Delta L$



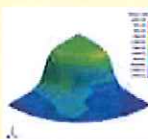
冷延鋼板の真応力-真ひずみ線図

ひずみ分布の可視化



冷延鋼板の軸力方向ひずみ分布

数値解析シミュレーション



画像相関法により得られた真応力-真ひずみデータをFEMに適用することにより高塑性歪み域における精度向上が図れる
 適用分野例：板成形

画像相関法適用範囲

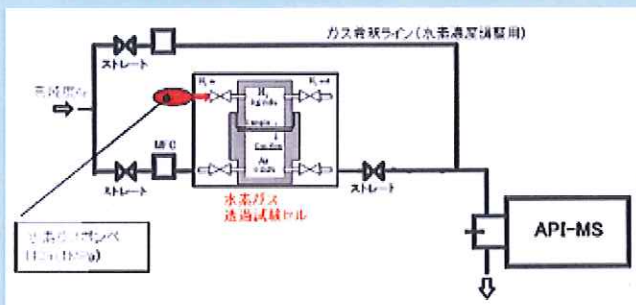
○対応サンプル

- 材 質：鉄・非鉄、各種金属、セラミックスなど
- 素 材：バルク、試験片形状
- 電子部品：パッケージ、チップ、IGBT、実装基板など
- 樹脂材料：コネクタ部品、ゴム部品など
- そ の 他：電池、冷却器、レンガ材など

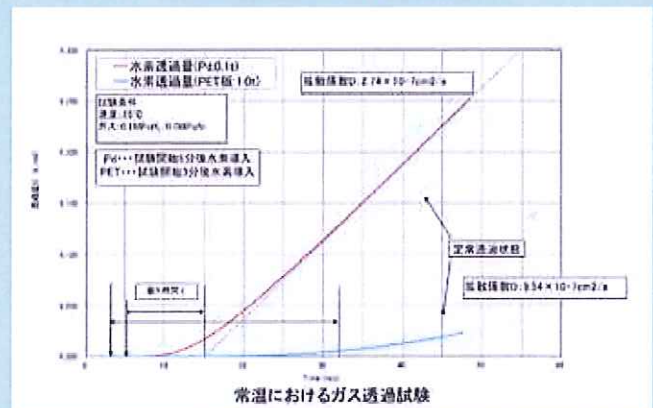
水素雰囲気における 材料中の水素挙動評価

- 材料中の水素挙動の調査が可能
- 燃料電池用材料の開発に適用

水素ガス透過試験用セル：水素ガスバリアー性評価、水素透過膜の評価に適用



API-MS 直結による水素ガス透過試験系統

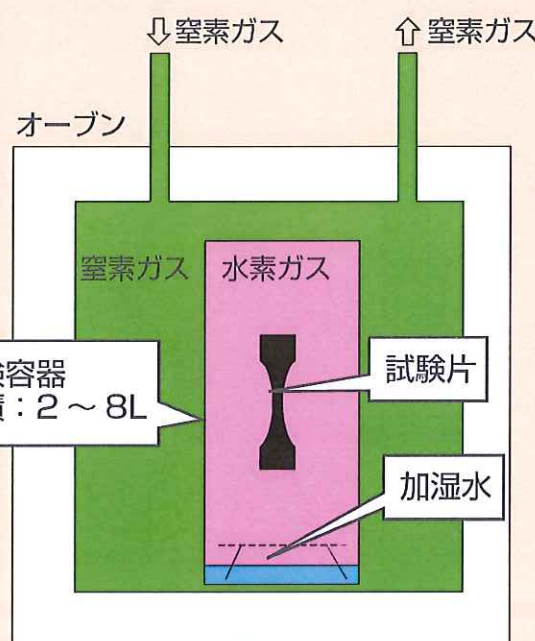


常温におけるガス透過試験

室温における Pd や樹脂などの水素ガス透過試験結果例
初めて、室温での極微量の水素透過を連続的に評価可能となった

燃料電池用材料の低圧水素雰囲気への暴露試験例

($\sim 0.9\text{MPa}$, $\sim 200^\circ\text{C}$)



燃料電池の環境を
模擬した
低圧水素雰囲気中で
サンプルを安全に
暴露可能
⇒ 材料の健全性を
確認可能

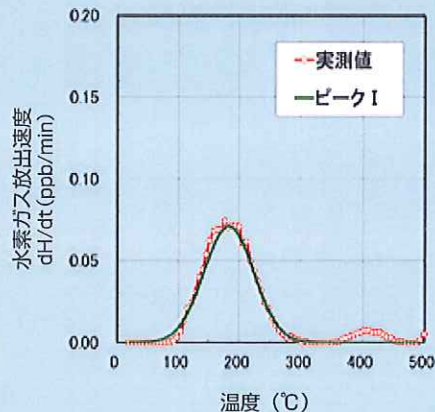
金属中の微量水素の評価

- 遅れ破壊評価に適用可能
- 耐遅れ破壊強度に優れた材料の開発に適用可能
- 水素環境下で使用される材料の開発に適用可能

- ★高精度水素分析 [定量下限：1/100wt.ppm(1g 試料にて)]
微小試料でも測定可 (例：ハイテンの溶接部からの切り出し)
- ★水素分析プロファイルの解析
活性化エネルギー
見かけの水素拡散係数
適用例：ベーキング処理の適正化、水素チャージ後の濃度分布推定
- ★局所的水素濃化の検証
適用例：溶着金属部への水素濃化の検証

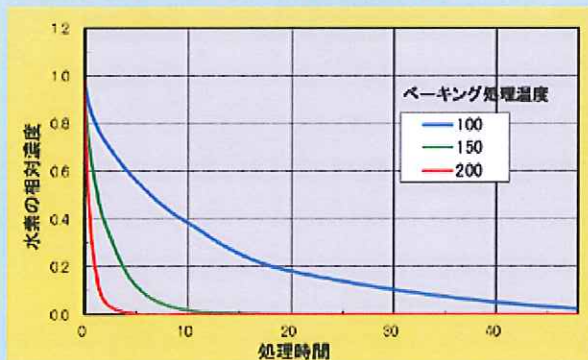


水素分析装置 (API-MS)



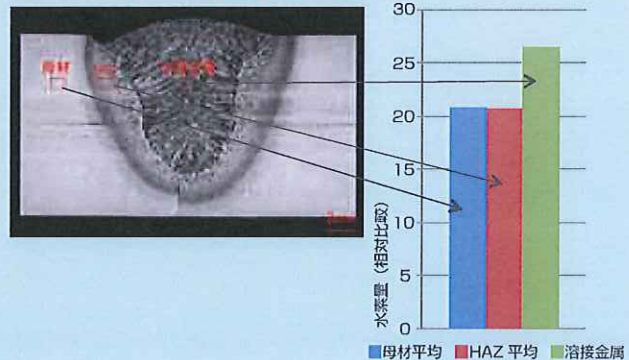
鋼片の水素分析結果 (イメージ図)
：拡散性水素 (ピーク I) の分離処理

水素分析プロファイルの解析例



水素分析結果を活用して、種々解析が可能
適用例：水素拡散係数 解析に基づくベーキング処理条件の検討

局所的水素濃化の観察例



微細レーザー光を各部位に照射して、
溶接材中各部位の水素量比較を切断せずに実施

ハーネス / ケーブルの 振動可視化と寿命解析

高速度カメラと画像処理ユニットを一体化し、撮影と同時に変位計測をできるようにしました。このシステムを用いることで、ケーブルのような質量が軽く、センサーが取り付けられない柔構造物の振動計測が可能になりました。

また 24 点まで 3 方向でデータを同時収録するため、従来の計測手法より収録時間の削減が可能です。さらに、試験技術と組み合わせることによりハーネス / ケーブルの振動状態を精度よくシミュレーションし、曲率の変化から破断寿命の予測や固定方法などの検討が可能となりました。

適用分野

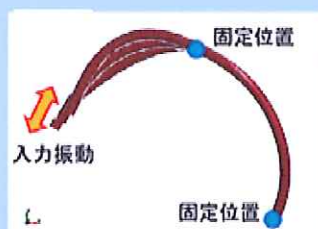
自動車ワイヤーハーネス関連・各種ケーブル類・柔構造物

実際の適用状況

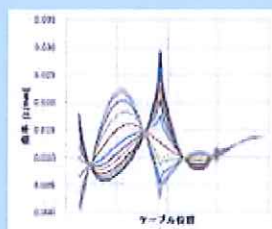
基本は振動試験機により加振した状態の試験体を計測することを想定しています。

- 加振機を用いた自動車ハーネスの配策状況による固有振動数の把握試験
- 加振機を用いたケーブル類の剛性および減衰比測定試験
- 加振機を用いた柔構造物（配管等も含む）の実験モーダル解析

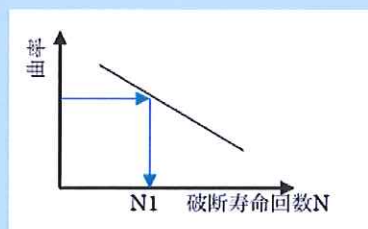
FEM による破断寿命の予測例（動解析）



解析モデル

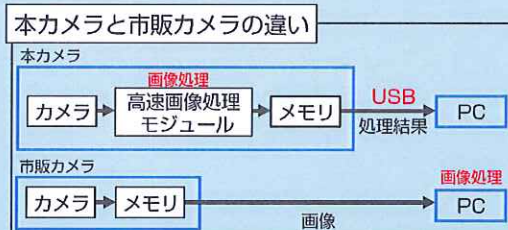


ケーブル位置と曲率の関係



破断寿命回数と曲率の関係

計測システム



写真のような直線のケーブルについて、測定したい箇所にシールを貼付し、システムで測定することで、シール部の 3 方向の変位量を定量的に計測することが可能です。

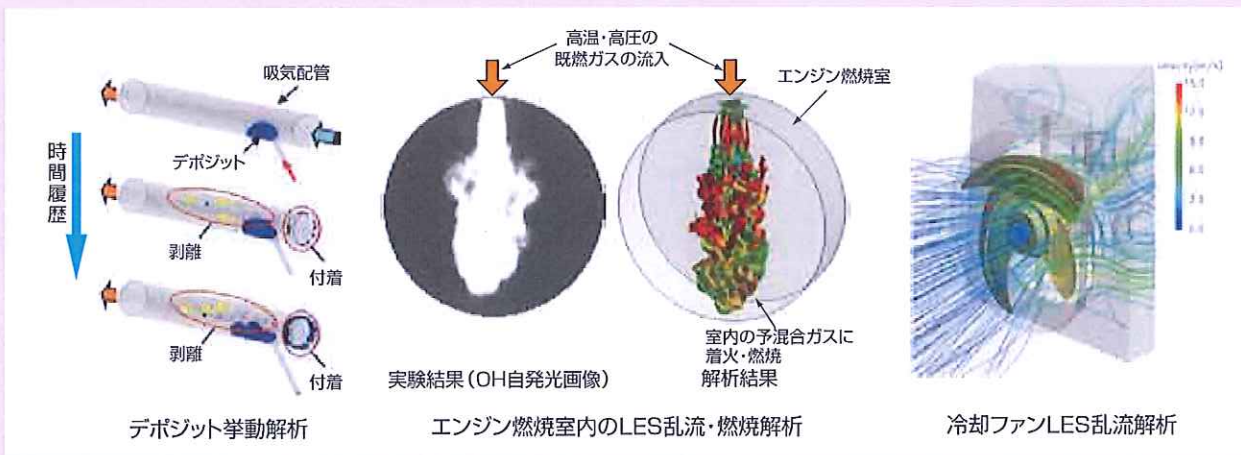
※本技術は神戸製鋼グループの独自技術です

自動車の流体解析と可視化技術

自動車分野におけるさまざまな課題を解決するために、現象をモデル化した理論検討、流動・伝熱試験、熱流動解析 (star-cd、fluent) を使ったソリューションを提案します。

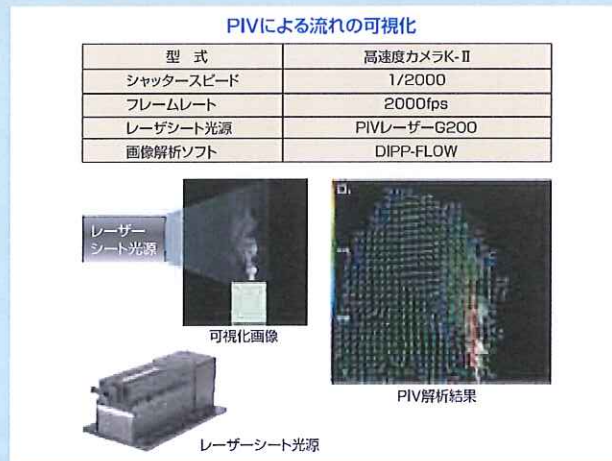
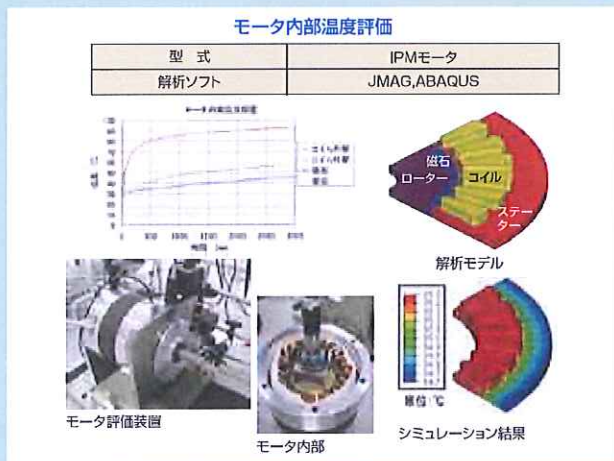
CAE 分野

- ・配管内のデポジットを含むガスの挙動を解析により予測します。
- ・エンジン燃焼室内の乱流燃焼場を LES 乱流モデルにより詳細に解析し、燃焼状態・熱空力環境を予測します。
- ・車体周りやエンジンルーム内の空気の流れと温度を解析し、空力性能や冷却器コアの冷却効率などを評価します。



実験・計測分野

熱と流れに関して、実機だけでなく、モデルを用いた模擬試験を行い、CAE と相互検証を行います。

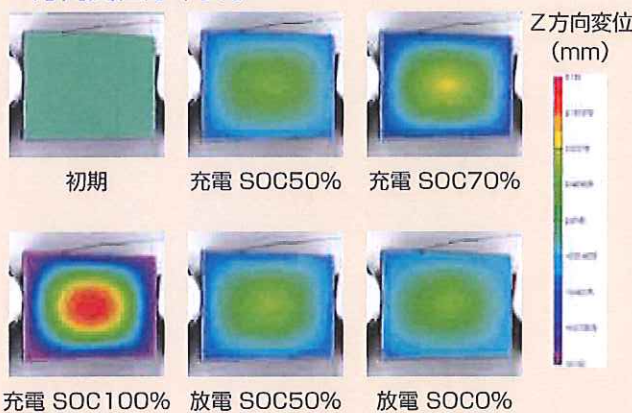


二次電池充放電時の膨張・収縮を可視化

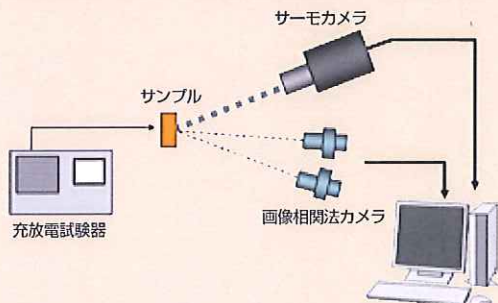
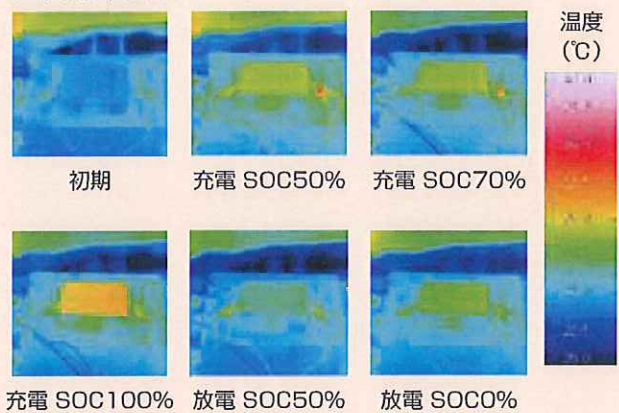
■ Li イオン二次電池充放電時の膨張収縮および温度分布の同時計測

サンプル：角型セル 充電・放電レート：0.5C

Z方向変位分布表示



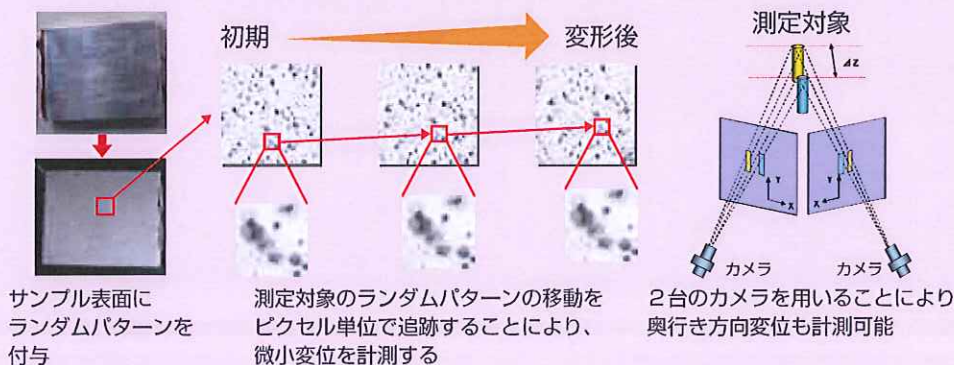
温度分布表示



- ・微小変位と温度を同時計測するシステムにより、LIBセルの充電に伴うセルの膨張および温度上昇を可視化
- ・デジタル画像相関法は外部加熱による変形や機械的負荷による変形など、様々な条件下での変形挙動解析が可能

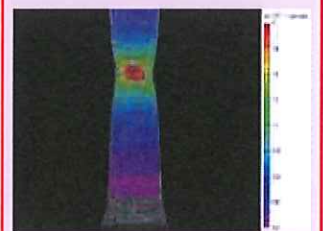
■ デジタル画像相関法 DICM : Digital Image Correlation Method

デジタル画像相関法とは・・・微小な変形を3次的に計測可能な測定技術



その他の応用例

素材：鉄・非鉄、各種金属、セラミックス
電子部品：チップ、実装基板
樹脂材料：コネクタ部品、ゴム部品
その他：電池、LED、耐火材 など
適用例：機械試験におけるひずみ分布の可視化など

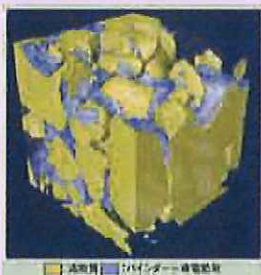


鋼板の軸力方向ひずみ分布

リチウムイオン電池の充放電・発熱シミュレーション

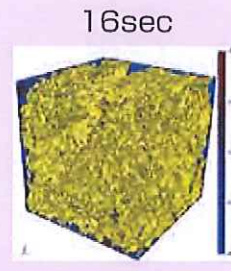
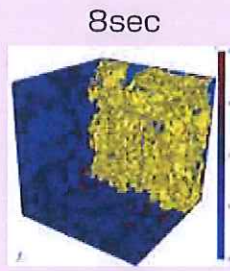
■ 実凝集構造を用いた物性評価、充放電シミュレーション

実凝集構造を用いた電解質の有効イオン伝導・拡散係数評価
FIB-SEM 像 から 3D 像構築



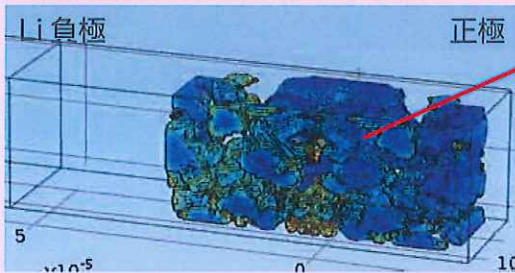
正極活物質 25um 立方

ボクセル化



濃度 0.8mol/L
等値面 (黄色)

実凝集構造を用いた充放電解析



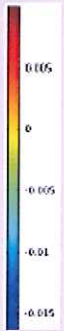
正極 Li 濃度分布 (放電過程)



微小突起部で Li が濃化



正極固有歪み分布 (放電過程)



■ 電池熱物性評価、充放電・発熱連成シミュレーション

電池全体の比熱、熱伝導率評価

- ①セルの比熱測定
 - 大型セル (内寸 400Wx300Lx200H(mm))
 - 小型セル (内寸 180Wx110Lx50H(mm))
- ②電極体の熱伝導率評価
 - 電極厚み方向の熱伝導率
 - 電極面方向の熱伝導率

電池モジュール・パックの発熱解析

モジュール内の温度分布

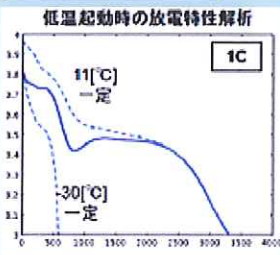
冷却風



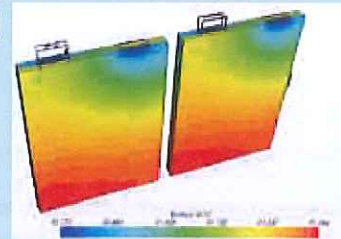
電池内部・表面温度計測



充放電・発熱連成解析



セルの SOC 分布

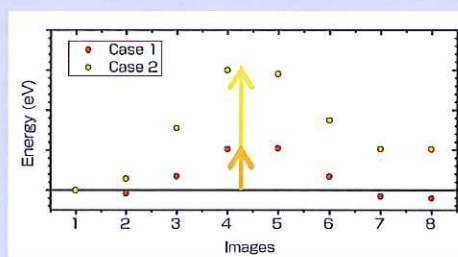
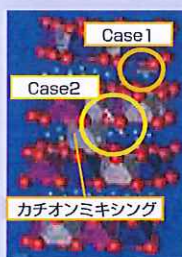
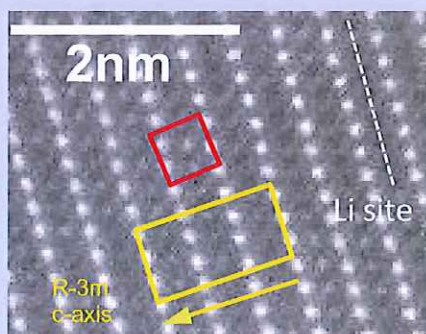


スーパーコンピュータ京を用いた 最先端ソリューションの追求



自動車分野におけるさまざまな課題を解決するために、現象をモデル化した理論検討、試験・分析、ナノシミュレーション等を駆使した解析を展開しています。

球面収差補正付 STEM 像の解析事例



黄色枠内

空間群 R-3m の三元系正極材
Li サイトに遷移金属元素が見えない
占有 Li は 3a サイト間を二次元的に
遷移すると仮定

赤色枠内カチオンミキシング

Li サイトに遷移金属元素が占有
Li は 3b→3a サイトへ遷移すると仮定

測定結果に基づいた
モデリングと Li の遷移状態

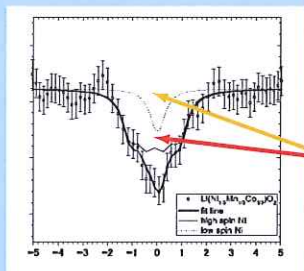
Density Functional Theory & Nudged Elastic band 法による Li イオンの活性化エネルギー計算
カチオンミキシングにより 3b サイトを占めた Li は正常部より 3 倍近い活性化エネルギーが必要

Cs-STEM 像から内部抵抗要因を推定出来ます

100 回サイクル劣化品の三元系正極材 Cs-STEM (HAADF) 像

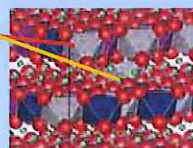
世木、山上、"Li イオン二次電池正極材における Li イオンの活性化エネルギー評価 (hp120191)"、平成 25 年度「京」を中核とする HPCI システム利用研究課題 中間報告会

SPring-8 における最先端実験データの解析事例



Li(Ni_{1/3}Mn_{1/3}Co_{1/3})O₂ 初期品
放射光 ⁶¹Ni メスバウアースペクトル

放射光を用いた三元系正極材の ⁶¹Ni メスバウアー分光
測定に初めて成功した
このスペクトル解析に第一原理計算を援用した



カチオンミキシングした Ni (3a) は磁性を持たない事を
第一原理計算から予測しス
ペクトルを帰属した

未知の実験データ解析に活
用出来ます

第一原理計算によるスピン数
() は空間群 R-3m のサイト

カチオン ミキシング	有り	無し
Co(3b)	0.0	0.0
Ni(3a)	0.0	-
Ni(3b)	1.3	1.4
Mn(3b)	2.7	2.7

世木ら、"放射光メスバウアー測定を用いた劣化解析への取り組み"、
第 54 回電池討論会、2013 年、大阪

本研究成果の一部は、理化学研究所のスーパーコンピュータ「京」を利用して得られたものです (課題番号 :hp120191)。

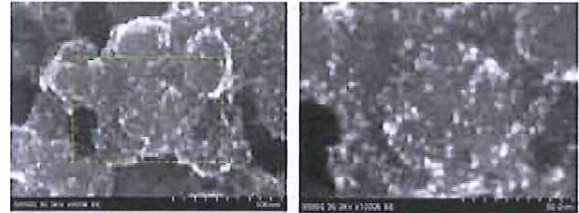
文部科学省次世代 IT 基盤構築のための研究開発「イノベーション基盤シミュレーションソフトウェアの研究開発」プロジェクト (RISS) において開発した成果物 PHASE を利用しました。

固体高分子型 燃料電池評価技術

KOBELCO
神戸製鋼グループ

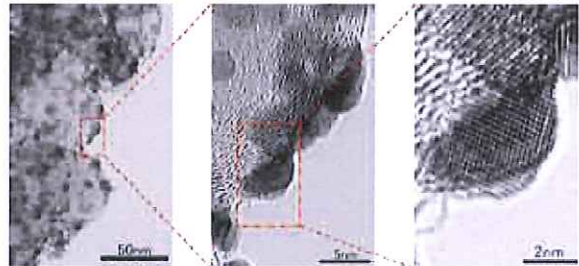
触媒、MEA、セパレータからセル、スタック、水素ステーションまでトータル技術でお客様の燃料電池開発をサポート致します

- 触媒**
- ・形態観察 / インレンズ SEM、TEM 観察
 - ・状態分析 / XAFS 分析
 - ・ECA (電気化学的有効表面積) 測定
 - ・CV (サイクリックボルタンメトリー)



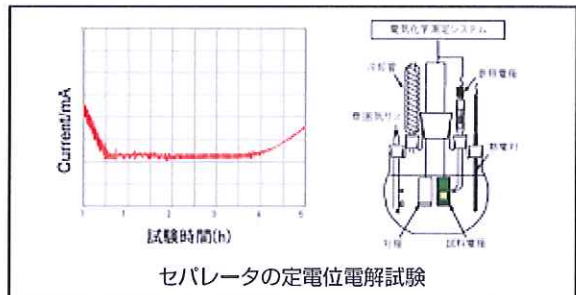
触媒のインレンズ SEM 観察

- MEA**
- ・形態観察 / クライオ断面加工
 - ・強度試験、疲労試験・化学反応
 - ・水分・イオン輸送 / CAE



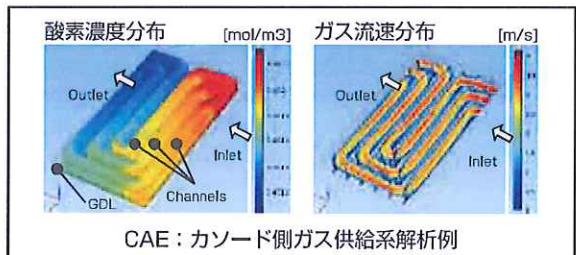
触媒の TEM 観察

- セパレータ**
- ・腐食試験 / 定電位電解試験
 - ・水素暴露試験
 - ・浸漬試験、加熱試験
 - ・表面状態分析 / XPS、EPMA
 - ・水分・イオン輸送解析 / CAE



セパレータの定電位電解試験

- セル**
- ・断面評価 / SEM
 - ・強度評価
 - ・加振・衝撃試験
 - ・流体解析 / CAE



CAE：カソード側ガス供給系解析例

- スタック
水素タンク**
- ・強度評価 / 加振・衝撃試験
 - ・水素タンク / 疲労・強度
 - ・亀裂調査・CAE
 - ・CFRP 評価・試験



水素チャージ・暴露 / SSRT 試験
(SUS, Ti, 樹脂材料など)

電装品の強度・衝撃評価 (PCU、ECU、インバータ、 モータ)

KOBELCO
神戸製鋼グループ

大型構造物試験機、および、テストベッド上に門型フレームや治具を組立て、お客様のニーズや仕様に合致した構造物および部材などの载荷試験を提供致します。

■ 静的载荷試験

1mm/s 程度の载荷速度にて試験体の変形挙動を観察しながら試験評価します。

水平载荷

- 静的テストベッド
18.6m×12.6m
(H型鋼格子構造)
- 载荷油圧ジャッキ
100kN～5MN
(トータル 25 台所有)

鉛直载荷

- 構造物試験機
クロスヘッド・テーブル
最大距離：6m
ラムストローク：500mm
- 最大荷重 3MN
荷重レンジ
3MN, 1500kN, 600kN,
300kN, 150kN, 60kN

鉛直载荷による
自動車部材の
評価試験例

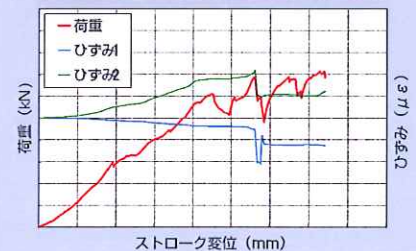


■ 計測項目

- ・ 荷重 (ロードセル)
- ・ 変位 (変位計)
- ・ ひずみ (ひずみゲージ) など

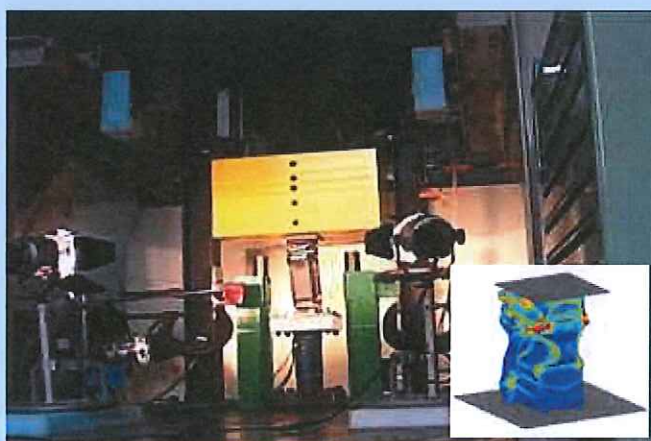
◎ 評価試験実施例

- ・ PCU 部品、PHV バッテリーブラケット、インバータケース、T/A ケースにおける衝突破壊時の軽減評価等



輸送機に用いられる構造部材、部品などの動的性能評価を落錘
衝撃試験、加振試験、高速引張試験を用いて実験評価します。

■ 落錘衝撃試験



最大荷重 3MN
発生加速度 : 9,806m/s²
搭載重量 : 490kg
落下高さ : ~16m (62km/h)



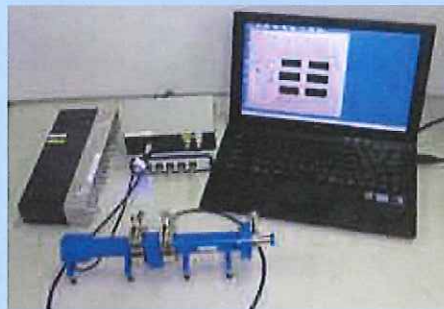
落錘衝撃試験装置

HEV 車向け内装部材の 吸音特性を 10 kHz まで 測定可能

KOBELCO
神戸製鋼グループ

広く用いられている 2 点マイク法による音響インピーダンス計測装置において、これまでできなかった 5kHz ~ 10kHz の計測が出来るシステムを、業界で初めて開発しました。本技術を用いて、吸音性に優れた座席等内装品の開発に活かすことができ、また高周波数領域での車室内の音響特性評価を精度良く行えます。

計測システム



用途

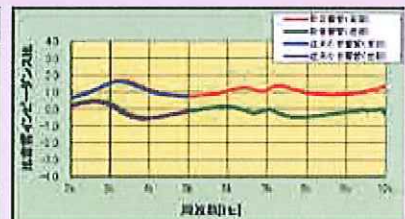
- ◆ 吸音材料の吸音率、比音響インピーダンス比測定
(吸音壁を有する音場空間のシミュレーションに必要な境界条件データの測定)
- ◆ 吸音材料の実効密度、伝搬速度の測定
- ◆ 高性能吸音材の開発

計測例

断熱材の吸音率、比音響インピーダンス比を高周波用の新音響管と、従来の音響管の測定比較



ボード断熱材の吸音率

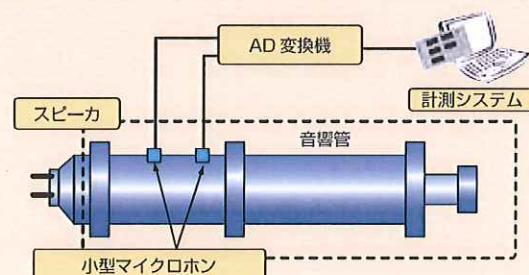


ボード断熱材の比音響インピーダンス比

基本仕様

適用規格	JIS A 1405-2:2007 「音響管による吸音率及びインピーダンスの測定 —第2部:伝達関数法」
測定方法	2点マイクロホン法
システム構成品	<ul style="list-style-type: none"> ・φ16mm音響管 (小型マイクロホンと試験用スピーカ内蔵) ・入力4ch/出力1ch AD変換機 ・マイクロホン用パワーアンプ ・計測システムソフトウェア (PCはオプション) ・試験音調節用グラフィックイコライザ ・接続ケーブル
音響管寸法	長さ320mm×幅150mm×高さ50mm
測定周波数範囲	2k~10kHz (側壁で吸音率0.1以下)
測定項目	垂直入射吸音率、比音響インピーダンス比 実効密度、伝搬速度
測定試料	φ16mm×最大厚さ50mm

システムイメージ



受託計測サービスとシステム販売を行います。

CFRP, GFRP (樹脂系複合材料)の 評価と解析

KOBELCO
神戸製鋼グループ

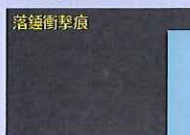
CFRP, GFRP (炭素繊維、ガラス繊維強化樹脂) は、軽量化が図れるほか、高強度・高弾性率特性を生かした特性評価も進められています。当社では、金属材料での実績が豊富な静的強度試験のほか、CAI 試験、破壊靱性試験、疲労試験などの各種評価・解析が可能であり、通常の物性測定に加え、破壊メカニズムなども考察します。

評価試験例

衝撃後圧縮 (CAI) 試験



落錘衝撃



落錘衝撃痕



衝撃痕より大きな
内部損傷



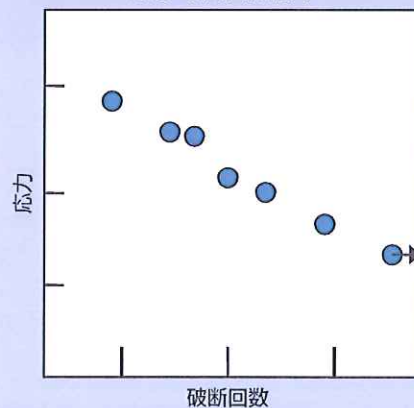
面内圧縮

超音波探傷
衝撃により生じた内部欠陥を、圧縮試験で評価

疲労試験



応力 - 破断回数線図



層間破壊靱性試験



取得データ
層間破壊靱性値 (G_{IC} 、 G_{IIR})

CFRP 積層材について、
亀裂の入りやすさ、
進展しやすさ、を示す指標

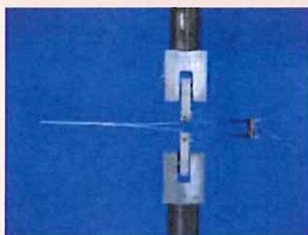
このほか、通常の
静的強度試験、
落錘衝撃試験などにも
対応可能

結果解析例

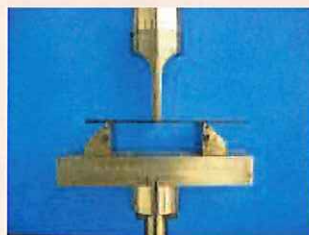
CFRP 積層材の層間破壊靱性試験後の破面観察結果 (FE-SEM)

積層材間の樹脂の凝集破壊が主

積層材中の樹脂と繊維の界面破壊が主



開口形 (モード I)



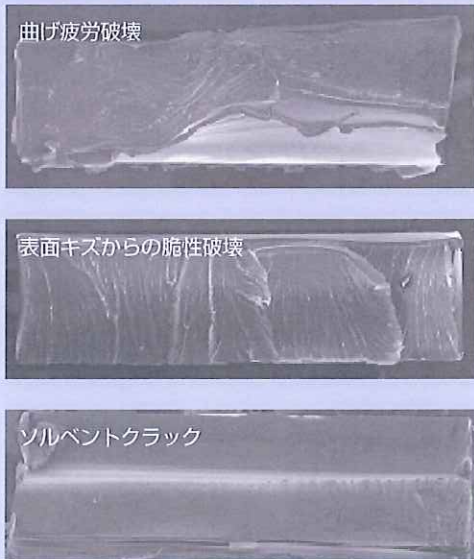
せん断変形 (モード II)



樹脂・ゴム・エラストマーなど 高分子材料の損傷解析

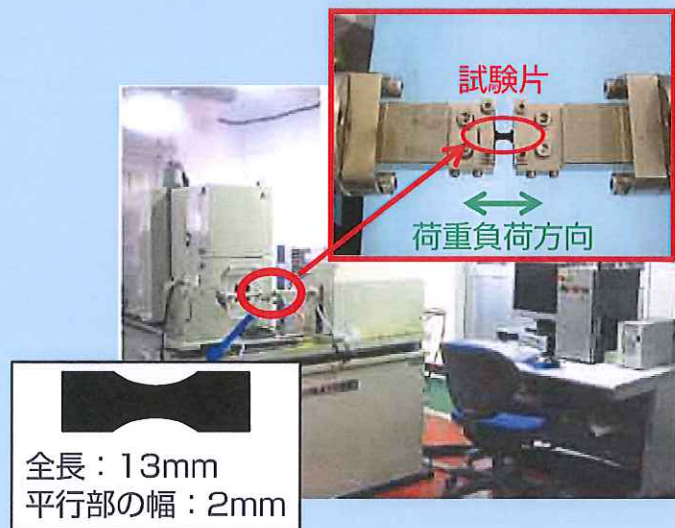
高分子材料では想定外のトラブルが発生することがあります。その多くは、金属材料にはない高分子材料特有の現象に起因しています。当社では、各種評価・分析手段を駆使し、トラブルの原因に迫ります。

■ ポリカーボネート 樹脂の破壊原因解析



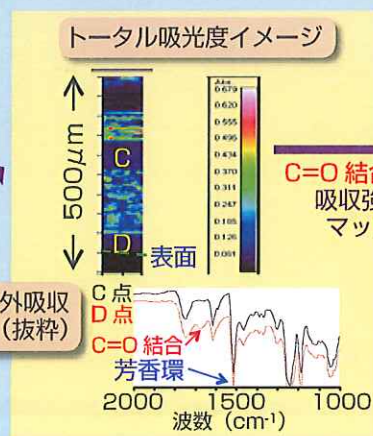
■ ケーブル被覆材の疲労試験

省スペース化により発生した、ケーブル被覆材の疲労破壊についての検証実験例

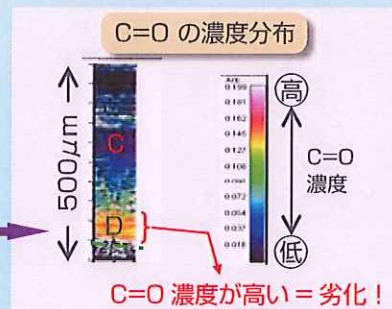


■ CFRP の熱劣化原因解明 (イメージング IR 法)

CFRP 板を埋め込み
断面出し加工



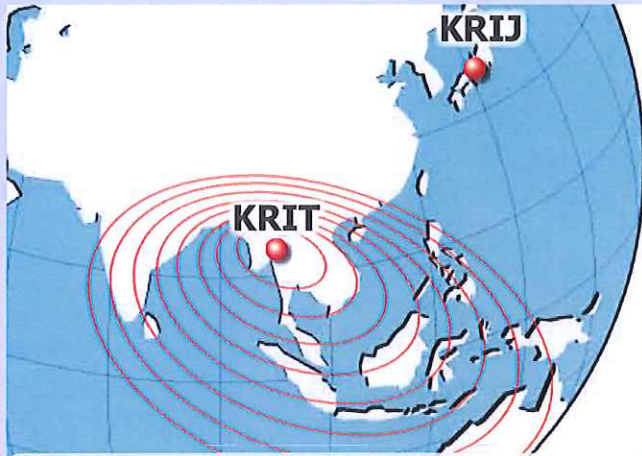
C=O 結合/芳香環
吸収強度比で
マッピング



表面近傍 (D 点) では C=O 結合が
みられ、C=O 結合の濃度分布状態から、
表面から 70 μ m の深さまで劣化
していると推定。

東南アジアにおける試験分析 ／タイコベルコ科研のご紹介

KOBELCO
神戸製鋼グループ



ASEAN・インドにおける設計開発・生産に必要な試験分析を「タイ現地」で提供いたします！
現地車の設計開発に関わる試験、現地調達材の評価、破損・不良品の調査など、当地に必要な試験ソリューションを、試験分野ごとに専門の日本人スタッフが、高い品質&ワンストップで提供いたします！

KOBELCO RESEARCH INTERNATIONAL (THAILAND) CO.,LTD.

タイコベルコ科研 (KRIT)



・設立：2010年2月 (BOI認可)
・資本金：6100万バーツ (コベルコ科研 100%出資)
・所在地：バンコク市内 (空港より約1時間)

THAILAND

938 Soi Punnavithee 28, Sukhumvit 101 Road, Bangjark, Pra-Kanong, Phra Khanong, Bangkok 10260 Thailand

KRIT の業務内容

- 耐久試験** 自動車部品の耐久性評価、車体の強度試験、回転曲げ疲労試験、振動試験、疲労特性評価など
- 材料試験** 現地調達材や不良品の調査、各種金属の組織・硬さ、材料認証試験、異物・腐食生成物の分析など
- 化学分析** 金属材料の成分分析、有機材料の劣化評価、環境規制物質の定量分析、環境測定など
- 環境試験** 恒温恒湿試験、高温劣化試験
- その他** 車両解体、CAE など



SOFT (KRIT の役割)

- 専門技師によるコンサルティング
 - 材料評価 (金属・高分子)
 - 化学分析 (有機・無機)
 - 耐久試験 (静的・動的)
- 試料調製、前処理の技術・ノウハウ
- 品質保証 (外注メニュー含む)
- 工程管理 (試験工程の管理)
- 機密保持 (外注機関を含む)
- タイ語コミュニケーション・ハンドリング

HARD (KRIT 社内設備およびパートナーの設備)

- ICP 発光分光分析 / 質量分析 (ICP-OES)
- イオンクロマトグラフ
- 原子吸光度計 (AAS)
- 蛍光 X 線分析装置 (XRF)
- 炭素硫黄分析装置
- ガスクロマトグラフ (GC/MS)
- 液体クロマトグラフィ質量分析 (LC/MS/MS)
- 高速液体クロマトグラフィ (HPLC)
- フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR)
- 走査型電子顕微鏡 (SEM-EDS)
- 電子線マイクロアナライザー (EPMA)
- 金属顕微鏡、硬さ計測器
- 万能試験機 (オートグラフ等)
- 回転曲げ疲労試験
- 耐久試験装置 (アクチュエーター等)
- 大型恒温恒湿槽
- 振動試験装置
- 3次元形状測定器 など

KRIT の試験ソリューション

金属材料の調査・評価解析

- 破面観察、損傷調査
- 引張試験、硬さ測定、金属組織観察
- 非金属介在物の分析、浸炭深さ測定
- 溶接部の強度、溶接欠陥調査
- 塗膜密着量、めっき付着量の測定
- 腐食生成物の評価
- 回転曲げ疲労試験
- 高温・高湿劣化評価

金属・高分子部材・燃料などの分析

- 金属材料の成分分析
- 高分子材料の組成評価
- 燃料・油類の主成分、劣化、変質調査
- 触媒材料の評価
- 揮発性有機化合物 (VOCs) 分析
- 塩水噴霧、複合サイクル腐食試験
- 排ガス測定
- 環境測定 (水質・土壌)

金属・高分子部材・燃料などの分析

- 実体部品・構造体の静的破壊試験
- " " の台上疲労試験
- 各種試験時の応力、荷重・変位測定
- パーステスト / 内圧繰り返し疲労試験
- 試験
- 振動試験 (温湿度制御)
- CAE 設計支援
- 車両解体、ベンチマーキング
- その他 プロジェクト etc.

ASEAN・インド向け車両の 強度評価／解体調査

KOBELCO
神戸製鋼グループ

■ KRIT (タイ) での強度評価試験

台上耐久試験 (KRIT 第1 / 第2 耐久試験場)



※100kN 電動サーボ / 30kN 油圧サーボ

振動試験 (IMV Thailand 社とのタイアップによる)



※IMV 社 8kN, 24kN, 49kN 加振装置

対応可能な試験

- 静的破壊試験
- ボルト締結試験
- 応力測定
- 耐久試験
- 疲労試験
- 振動試験
- ねじり試験
- 回転曲げ疲労試験
- 内圧繰り返し試験
- パーステスト など

主な試験対象

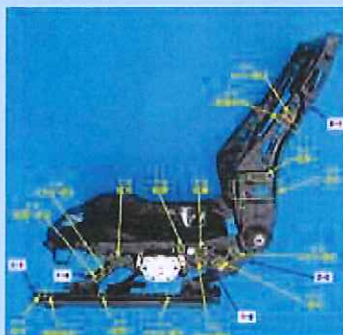
- 車体フレーム
- ブラケット
- サスペンション
- ロアアーム
- 中間ビーム
- シート
- エンジンマウント
- クランクシャフト
- 排気パイプ
- タンク、油圧配管部 など

タイ現地での試験により開発 TATの短縮に貢献致します！

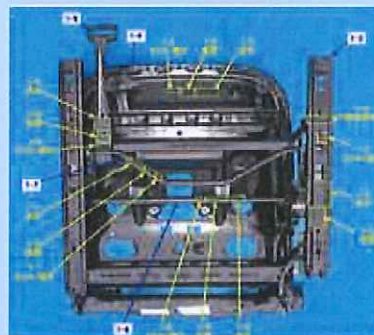
- ・タイ (ASEAN 域内) における現地調達材の採用や、設計変更に対し、迅速に確認試験を実施いただくことが可能です。
- ・試験後の破損調査、関連の材料試験にもその場で対応致します。
- ・日本への試験体の輸送が不要であるため、試験に必要な工数、トータルコストの低減に貢献致します。(輸送時間、輸送コスト、諸手続き)
- ・海上輸送などによる試験体の損傷、劣化リスクを最小限にすることが可能です。
- ・KRIT の試験キャパシティーにより柔軟な納期対応が可能です。
(最大4系列の試験を同時に実施することが可能です。)
- ・Local to Local によるコミュニケーションが可能であるほか、日本側での仕様お打合せ、試験方法のご指示も可能です。

■ 車両解体 <材料調査・強度調査ベンチマーキング>

ASEAN・インド地域の車両を対象に様々な調査を実施致します。



ASSY 側面



クッションフレーム底面

主なサービス範囲

- 車両調達 (小型乗用車～中大型商用車)
- 解体、パーツリスト作成、写真撮影
- 寸法測定、重量測定
- 三次元形状測定、モデリング
- 材料調査 (板厚、膜厚、組成、構成比率)
- 強度調査 (静的特性、動的特性)
- 工法調査 (溶接工法、プレス工法、応力測定)
- その他 ベンチマーキング
(サプライヤー調査、BoM 作成)

上写真 運転席側シートフレームのレポート項目例

- ① 外観観察 ② 重量測定 ③ 形状測定 ④ 板厚測定 ⑤ 鉄鋼材料の成分分析 ⑥ 母材&接合部の金属組織観察 ⑦ 母材&接合部のHV 硬さ測定 ⑧ デザインに関するコメント ⑨ 先端鉄鋼材料、特にホットスタンプ、AHSS (Advanced High Strength Steel) に関する評価、コメント ⑩ 圧壊試験、シート全体の三次元形状測定 (オプション) など