



写真1 クリープ試験機（上：全景、右：加熱炉）

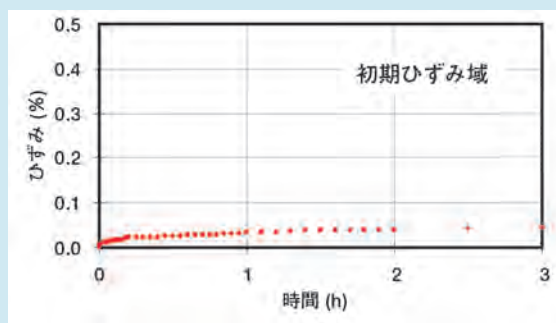
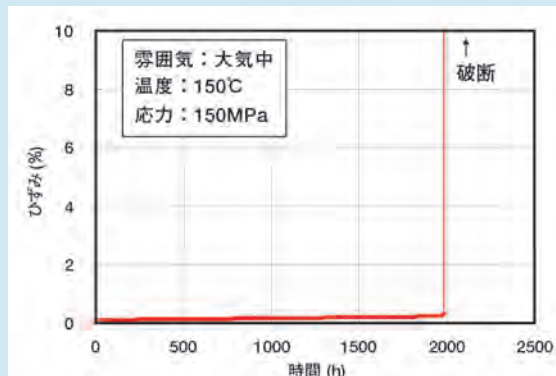


図1 CFRP引張クリープ曲線の一例（上：全域、下：初期ひずみ域）

## 樹脂・複合材料評価センター (2)

### 炭素繊維強化型複合材料のクリープ変形特性解析

#### Analysis of Creep Deformation Characteristics of CFRP

CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastics) は、熱硬化性もしくは熱可塑性マトリクス樹脂を炭素繊維で強化した複合材料です。金属材料と比べ、優れた比強度 (単位密度当りの引張強度) と比剛性 (単位密度当りの剛性) を有し、近年、自動車、鉄道、船舶、航空機、電気電子機器類の構造・強度部材への適用が拡がりつつあります。それに伴い、生産性向上、コスト低減を目的として、マトリクス樹脂の特性改善、炭素繊維の形態・配置の最適化、新成形方法等の開発が積極的に推進されています。

#### 従来のクリープ試験機を用いた変形特性解析の問題点

CFRPも金属材料と同様に、一定応力が長時間負荷された時にクリープ変形が生じます (図1)。しか

し、一般的な樹脂用クリープ試験機では、高強度、高剛性を有するCFRPのクリープ変形を高精度に評価することが困難でした。一方、金属用クリープ試験機では、CFRPの使用環境である低温域での温度制御や、試験片つかみ部の変形等に問題がありました。

#### クリープ変形の高精度評価技術

当社では、これらの問題点を解決するため、金属用クリープ試験機をベースに (写真1)、その低温域での温度調節精度を向上させ、さらには試験片つかみ部変形を抑制する保持機構を開発しました。そして、①試験温度: 40℃～400℃ (±1.5℃: 電気加熱式縦型管状炉)、②変位測定: 分解能 2μm (リニアゲージ等)、③荷重: 最大 30kN、を実現することにより、CFRPのクリープ変形解析を高精度に行える

ことを可能としました。

#### 種々の負荷モード・試験条件への対応

引張クリープ特性の他、圧縮、曲げ、引張剪断 (接着継ぎ手) 等、種々の負荷モードによるクリープ変形の高精度評価も可能です。また、超低荷重 (0.5N 程度) や非接触変位測定、箔試験片等、お客様の特殊なご要望にも個別に対応させていただきますので、お気軽にご相談下さい。

お問合せ先:

ソリューション本部 (千葉) 材料評価部  
西本 清治

s-nishimoto@jfe-tec.co.jp

## 微細構造を明らかにする物理解析(13)

～広領域測定によるEBSD解析～

ソリューション本部(川崎) ナノ材料評価センター  
今 温希  
a-kon@jfe-tec.co.jp

### はじめに

EBSD(後方散乱電子線回折パターン)法とは、試料表面で生じる電子線後方散乱回折を利用した結晶方位解析法です。結晶性材料の結晶方位やその集合組織は、材料の特性を制御するうえで重要な情報であることから、EBSDは必要不可欠なツールとして様々な材料評価に使用されています。ここでは、EBSDの最新技術として、広領域測定技術を紹介します。

### 広領域 EBSD 測定

近年、エネルギーの多様化から開発が進んでいる太陽電池用ポリシリコンや、省エネルギーモーター向け電磁鋼板などは、0.1mm以上の大きな結晶粒

を有し、mmオーダーの広領域の結晶方位解析が必要となっています。

当社では、深い焦点深度が得られる光学系(以下LDFモード)を搭載したFE-SEM装置を導入し、広領域のEBSD測定を可能としました。EBSD測定はサンプルを70°傾斜させて測定を行うため、通常モードでは焦点深度と像歪みの問題から広領域の測定ができませんでした。新たなLDFモードは、電子ビームの開き角を小さくしプローブの焦点距離を大幅に長くすることにより、これらの問題を解決し、最大5mm×10mmの広い領域を精度良く分析できるようになりました。

図1は溶接金属部の結晶方位分布図です。溶接金属部では1mm弱の粗大な凝固組織が観察でき、この位置を拡大すると、内部の微細な二次組織の様子も観察できます(図1(b))。また、熱影響部では母材よりも結晶粒が大きくなっている様子がわかります。このように粗大な組織と微細な

組織を同時に観察することも可能です。

### おわりに

当社では、LDFモードと通常モードとを使い分けることにより、mmオーダーの広領域からμmオーダーの微小領域まで、幅広い結晶方位解析にお応えできるようになりました。お気軽にお問い合わせください。

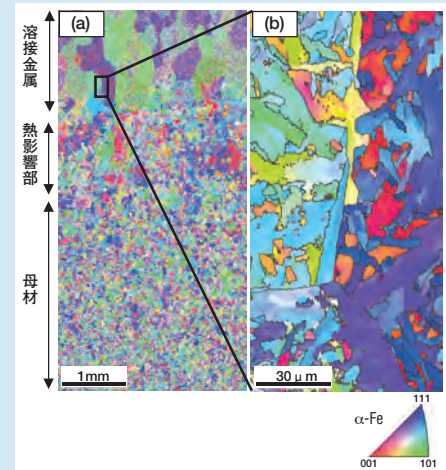


図1 鋼材/溶接部界面の結晶方位分布図  
測定領域:(a) 3.1mm×6.3mm、(b)80 μm×160 μm

## 磁気特性の評価技術(4)

～3軸ホールセンサによる表面磁束密度分布評価～

ソリューション本部(西日本) 物性評価部  
中田 崇寛  
t-nakada@jfe-tec.co.jp

### はじめに

自動車から電子機器にいたるまで幅広く使われている永久磁石の電磁構造設計においては、基礎的な磁気特性評価の他に、実際に使用する形状または実機に組み込んだ状態での評価が必要になります。例えば、永久磁石が埋め込まれたIPMモータでは磁石の形状・配置・空隙などの違いにより、ロータ(回転子)表面の磁束密度分布は大きな影響を受けるため、精度良く3次的に

磁界を測定することが重要になります。

### 表面磁束密度の3次元評価技術

当社が実施している表面磁束密度分布測定においては、局所磁気特性可視化装置に搭載された微小な3軸ホールプローブを使用しています(写真1)。本装置の特徴として、レーザー距離計と精密なロボット制御により、従来困難であった特殊な形状をした磁石やロータコアの表面形状に沿った測定が可能であるという点が挙げられます。写真2は表面が複雑な特殊磁石について周方向に空間の磁束密度を測定した結果です。表面形状を反映して空間磁界を高精度に測定することができます。また写真3に示す様に、永久磁石の表面をX, Y, Z方向同時に測定するこ

とにより、表面磁束密度の2次元、3次元分布や測定点における磁束の向きを求めることができます。当社の技術を用いることによって、今まで正確に把握できなかったモータ微小領域の磁界や電子機器における漏れ磁束の向き・大きさなどを測定することが可能となり、電磁応用機器の高効率・小型化に向けた電磁構造設計や磁界解析に適用できます。

### おわりに

当社は永久磁石材料における評価技術で、材料の基礎的な特性から実部品での磁気特性評価、さらにナノ領域における物理解析・分析技術にいたるまで幅広くご要望にお応えします。是非お気軽にご相談下さい。

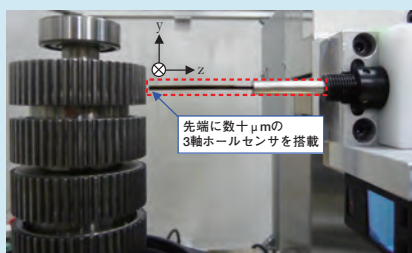


写真1 3軸ホールプローブ

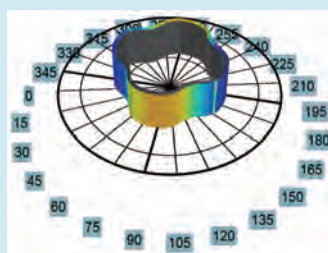


写真2 特殊形状磁石の表面磁束密度分布

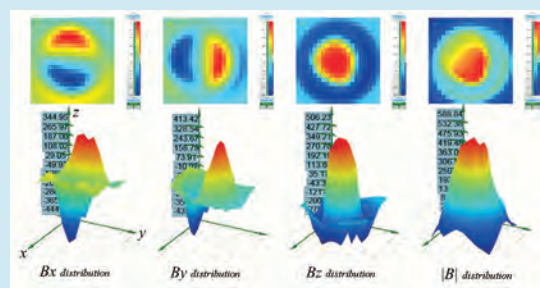


写真3 円柱磁石の表面磁束密度分布  
上:各方向での2次元表示 下:各方向での3次元表示

## 微量物質の高感度計測・観察技術(2)

～蛍光画像検出手法を用いた微量物質の検出～

計測技術本部 光波センシング部  
近藤 孝司  
k-kondo@jfe-tec.co.jp

物体表面に付着、残留している様々な微量物質を高感度で検出したり、定量測定をしたいというご要望が増えています。また、製品表面に塗布、付着させた物質の量や厚さを測定したいというニーズも多くあります。例えば、農産物や食品、化学、製薬製造プロセスにおける残留物質の検出や清浄度測定、水面に漂流する油や汚染物質の検出、医療診断分野での病巣検出、犯罪捜査における指紋や残留薬物の検出などです。対象となる物質を検出することにより、トラブル防止や安心・安全確保に活用することができます。また、産業資材においては、鋼板表面に塗布された防錆油量、フィルム表面

の極薄被膜厚さ測定などがあり、製品の品質安定化に繋げることが可能になります。

微量物質の高感度検出には、ガスクロマトグラフや液体クロマトグラフ法が用いられていますが、製造現場やライン内で実施するためには、多くの場合、より簡便で迅速な検出手法が求められています。このような要求に対して、対象物質の光学的特性を活用した蛍光画像検出法は非常に有効な方法です。検出対象物質自体の蛍光特性を活用するだけでなく、色素や特殊酵素を添加してそれらの蛍光増幅効果を利用することができます。このような、対象物からの微弱な蛍光を高感度カメラにより画像検出する手法は、当社において、指紋成分中の脂質の蛍光

発光を利用した指紋検出や鋼板表面の油量測定などに適用した実績があり、また残留薬剤や水面上の流出油を検出する手法としても開発を進めています。

検出対象となる物質の多くは、紫外波長域で励起効率が高いため、紫外波長領域のレーザーやLEDが使われています。図に基本的な機器構成を示しましたが、光源や検出器の技術進歩に支えられて、様々な分野での実用化が進むものと期待されます。ご活用の方法や機器をご提案したいと考えておりますので、ご興味があれば遠慮なくご相談下さい。

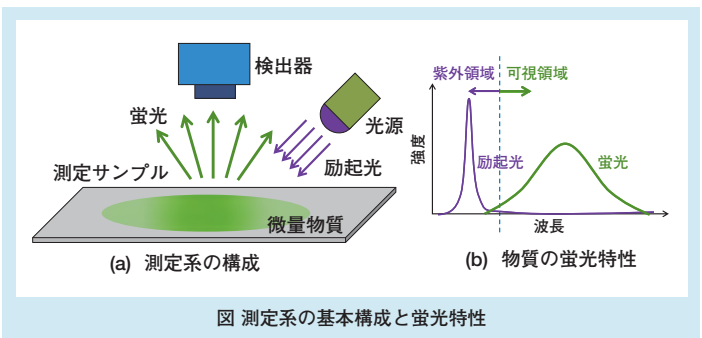


図 測定系の基本構成と蛍光特性

## The Quality Assessment of Rebar Joints

### 鉄筋継手の性能評価

ソリューション本部 (川崎) 材料機能評価部  
朴 珣志  
boku@jfe-tec.co.jp

#### はじめに

大型構造物の柱や梁の部材には、コンクリート用補強材として鉄筋が用いられています。通常、鉄筋は運搬できる長さに切断されているため、長い鉄筋が必要な場合は工事現場でつなぎ合わせて使用します(継手)。鉄筋端部の固定(定着)には、鉄筋を曲げる標準フックという方法が多く用いられていますが、鉄筋の太径化や高強度化によって曲げ加工が難しくなってきたため、鉄筋端部に用いる標準フックと同等の定着性能を有する機械式定着具が開発されました。近年、建築構造物の大型化や耐震強度の向上を目的として、鉄筋の強度を向上させると共に、鉄筋継手や定着具の更なる性能向上が求められています。

#### 鉄筋継手性能判定試験

鉄筋継手の性能を評価するため、

「鉄筋定着・継手指針(2007年)」や「建築物の構造関係技術基準解説書(2007年)」に規定されている、一方向引張試験、一方向繰返し試験、弾性域正負繰返し試験、塑性域正負繰返し試験などを実施します。弾性域及び塑性域正負繰返し試験結果の一例を図1に示します。試験中の検長間の変位は、図2に示すように検長間に取り付けた治具を介して測定します。当社では500kN及び1500kN油圧サーボ疲労試験機を用いるため、様々な強度レベルにおいて(SD295～SD685、

SD685は規格降伏強度685MPa)、大小様々な寸法(D13～D51)の鉄筋について試験を実施することが可能です。

#### 定着具の性能評価試験

鉄筋定着具の性能を評価するため、「鉄筋定着・継手指針(2007年)」や「機械式鉄筋定着工法設計指針」に規定される引張試験を実施し、残留すべり量を測定します。当社では5000kN構造物試験機を用いるため、高強度、太径の鉄筋についての試験が可能です。疲労試験や低温引張試験も実施しております。是非お気軽にご相談ください。

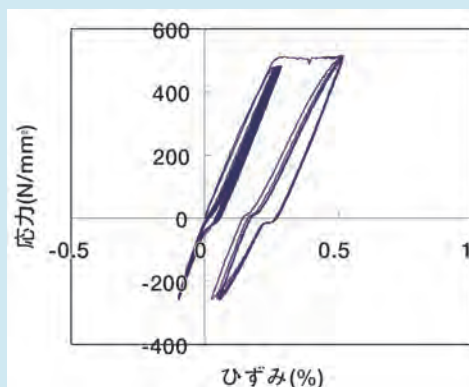


図1 弾塑性域正負繰返し試験結果



図2 鉄筋継手性能判定試験状況

## 特殊環境下での腐食試験

～多種ガス条件下でのオートクレーブ評価試験～

知多事業部 材料解析部  
秦 誠  
m-hata@jfe-tec.co.jp

### はじめに

当社が保有する試験圧力が国内最高クラスとなる70MPaオートクレーブ試験装置は、石油や天然ガスを採掘する油井環境の中でも特に炭酸ガスや硫化水素ガスを含む苛酷な環境下で使用される材料の評価に広く活用されています。

一方、油井環境以外のガス雰囲気下での高温高压オートクレーブ試験への需要も増えつつあります。このたび、油井関連以外の産業分野での環境を模擬した評価試験にも対応できるように装置を改造し、より広範囲な雰囲気下で試験が可能となりました。溶存酸素量は、新しく取り付けたセンサーにより、1ppbの極微量濃度の測定が可能となっています。

また、極低溶存酸素(10ppb以下)状態の溶液中での試験も可能となり、酸素の影響を除外した環境での試験をより

忠実に再現できるようになりました。

### 装置の特徴

表1に本装置で使用可能なガス組成を示します。

炭酸ガス並びに硫化水素ガスを主体としたガス雰囲気に加えて、100%窒素ガス、窒素ガスをベースとした①酸素混合ガス、②炭酸混合ガス、③酸素・炭酸混合ガスの計4種類のガスが使用できます。温度250℃までの環境を再現し、材料の腐食減量、応力腐食割れ評価に加えてセンサー類の性能評価なども行っています。

### まとめ

油井環境はもちろんのこと、窒素をベースとしたガスが使用されるプラント関連をはじめとした産業分野および極低溶存酸素環境に晒される材料の評価試験

にもご利用いただけます。高温高压ガス環境下での試験をご検討の際には、ぜひお問い合わせください。

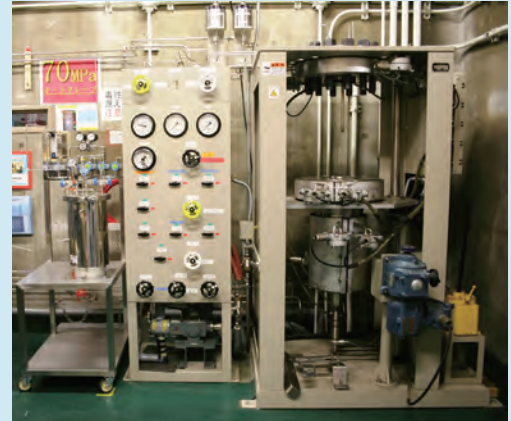


写真 オートクレーブ腐食試験装置

表1 使用可能ガスおよび溶存酸素量

	組 成
既存試験ガス組成	100%炭酸ガス
	Max.30%硫化水素ガス雰囲気(炭酸ガスベース)
	Max.30%硫化水素ガス雰囲気(窒素ガスベース)
新規ガス組成	Max.10%酸素ガス雰囲気(炭酸ガスベース)
	100%窒素ガス
	酸素混合ガス(窒素ガスベース)
	炭酸混合ガス(窒素ガスベース)
溶存酸素量	酸素・炭酸混合ガス(窒素ガスベース)
	10ppb 以下

## お問い合わせ先

### 【営業本部】

#### 【営業総括部】

TEL:03-5821-6811 FAX:03-5821-6855

#### 【東京営業所】

TEL:03-5821-6811 FAX:03-5821-6855

#### 川崎支所

TEL:044-322-6208 FAX:044-322-6528

#### 宇都宮支所

TEL:028-613-1077 FAX:028-613-1078

#### 東北支所

TEL:022-211-8280 FAX:022-211-8281

#### 【名古屋営業所】

TEL:052-561-8630 FAX:052-561-3374

#### 知多支所

TEL:0569-24-2880 FAX:0569-24-2990

### 【大阪営業所】

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

### 【九州営業所】

TEL:092-263-1461 FAX:092-263-1462

### 【土壌環境部】

#### 営業グループ

TEL:044-322-6537 FAX:044-322-6528

#### 大阪グループ

TEL:06-6534-7637 FAX:06-6534-7639

### 【ソリューション本部(千葉)】

TEL:043-262-2313 FAX:043-262-2199

### 【ソリューション本部(川崎)】

TEL:044-322-6208 FAX:044-322-6528

### 【ソリューション本部(西日本)】

倉敷 TEL:086-447-4621 FAX:086-447-4618

福山 TEL:084-945-4137 FAX:084-945-3989

### 【計測技術本部】

TEL:043-262-4181 FAX:043-262-2665

### 【ビジネスコンサルティング本部】

東京 TEL:03-3510-3389 FAX:03-3510-3476

京浜 TEL:044-322-6479 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](mailto:jfetecsalesmarketing@jfe-tec.co.jp) へご連絡ください