

図 本技術による炭素鋼中のCの正確さ



写真1 適用事例
—小型モーターの表面に当てて材料分析を行っている様子—



写真2 適用事例
—大型配管の表面に当てて材料分析を行っている様子—

金属材料のオンサイト分析 (出張分析) —グリーンファクト®—

近年、環境・エネルギー分野で使用する配管等の大型材料識別検査や、機械分野における小型モーターやボルト等からサンプルを切り出さずに、その場で非破壊の状態での検査したいニーズが高まっています。当社では、このニーズにお応えするため金属材料のオンサイト分析(出張分析)を開始しています。

本技術の特徴

本技術は、スパーク放電発光分光分析法*を原理とする可搬式の金属材料分析装置を活用した出張分析サービスです。

①高精度分析:高感度フォトマルチプライヤと温度制御分光器の採用により金属材料(炭素鋼・ステンレス鋼・高速度鋼・快削鋼・鋳物・ニッケル合金・アルミ合金および銅合金)

の同時多元素測定に適用可能です。図に示すように0.01%レベルの低C高精度分析は可搬式の装置ではオンリーワン技術です。

②迅速・簡便分析:サンプルを切り出さずにその場で成分を分析できます。分析時間は約1分と短時間です。

本技術の適用事例

写真1に示すように、小さな部品としては、モーターやボルト等の鋼種判別・グレード判定及び異材判別を行っています。また、大きな構造物に対しては、プラント製造において素材および溶接材料が規格適合品か否かを確認するプラント配管検査(PMIテスト)や、エレベータ等乗物や建造物の材料検査(鋼種判別)などの実例があります。

その一例を写真2に示します。

本技術は、グリーンファクト®(GreenFACT)として商標登録し、装置を持って、当社の社員が全国各地でも対応いたします。その実績は2008年10月までに1100件を突破しました。簡便迅速かつ確かな技術を是非お試しください。

装置販売

分析頻度が多いお客様を対象に本装置の販売をしています。装置立上げ技術指導・アフターサービスを含めてお客様に大変喜んでいただいています。

*スパーク放電発光分光分析法JISG1253

お問合せ先:分析・評価事業部 佐藤 重臣
s-sato@jfe-tec.co.jp

定量の極限を目指す化学分析(1)

～微量分析としてのICP(その1)発光と質量分析～
分析・評価事業部 望月 正
mochizuki@jfe-tec.co.jp

誘導結合プラズマ(Inductively Coupled Plasma; ICP)とは、Arガスに高周波を供給して生成した高温の電離気体で、生成の様子を写真に示します。ICPはプラズマ温度;~10,000K、電子密度 10^5 個/cm³と高く、さらに分析試料を効率的に導入できる「ドーナツ構造」となっていることから、安定で効率的な励起源・イオン化源として微量分析に活用されています。

ICP発光分析法(ICP-AES)

ICP-AESは、ICPを分析元素の励起源として利用した分析法です。分析試料を酸分解などで溶液とした後ミスト状にしてICPに導入すると、ICP内で元素は原子化・イオン化され、更に励起状態となります。この励起された元素が低エネルギーの基底状態に戻るときに放射する光(発光)を測

定するのが、ICP-AESです。

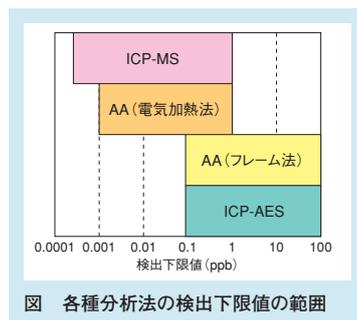
定量分析は、放射光から元素固有の光を選び出し、その強度を測定することで行います。この放射光の分光測光方式にはシーケンシャル型とマルチチャンネル型がありますが、微量成分を精度良く定量するためには多数の放射光から最適な測定光を高い分解能で選び出すことができるシーケンシャル型の方が適しています。

ICP質量分析法(ICP-MS)

ICP内では多くの金属元素は90%以上が1価の陽イオンとなります。このイオンを質量分析計に取込み測定する手法がICP-MSです。質量分析としては比較的低価格な四重極型が通常用いられますが、Pなどのように感度が低くスペクトル干渉の影響を大きく受ける元素については、二

重収束型質量分析計を用いることで極微量の検出を可能としています。

ICP-AES、およびICP-MSで水溶液を測定し得られる検出下限値と、広範囲に普及している原子吸光法(AA)で得られる検出下限値を図に示しました。下限値が幅をもつように、それぞれの分析法には得意とする元素があります。また、得意とする試料組成や濃度レンジもあります。これらの長を良く理解した上で上手く使い分けすることにより、主成分から極微量成分まで、精度良く定量することが可能になっています。



微細構造を明らかにする物理解析(1)

～ナノ構造にせまるTEM観察技術-1 TEM像、電子回折～
分析・評価事業部 猪瀬 明
inoose@jfe-tec.co.jp

透過電子顕微鏡の原理

物質内部の微細構造を原子レベルで評価できる最も有力な手法として透過電子顕微鏡(TEM:Transmission Electron Microscope)が広く利用されています。高加速電子(例えば200kV)を、100nm程度以下に薄く加工した試料に照射して、透過した電子を拡大し結像することで、その微細構造を観察することができます。

TEM像というと、一般的に明視野像を思い浮かべます。そのコントラストは、結晶による電子のブラッグ回折、原子番号、試料の厚みなどに起因しています。結晶粒や合金相、析出物、薄膜積層などの観察ができるほか、転位や積層欠陥なども観察できます。また、回折波だけを使って結像する暗視野像では、特定の結晶だけを像にすることができ、析出物や結晶粒徑

の確認に役立ちます。更に、透過波と回折波の干渉を利用すると格子像の観察も可能です。

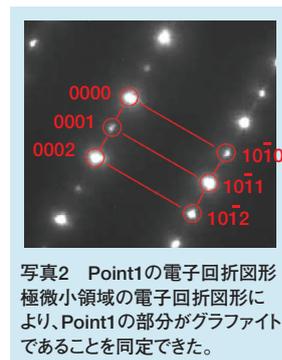
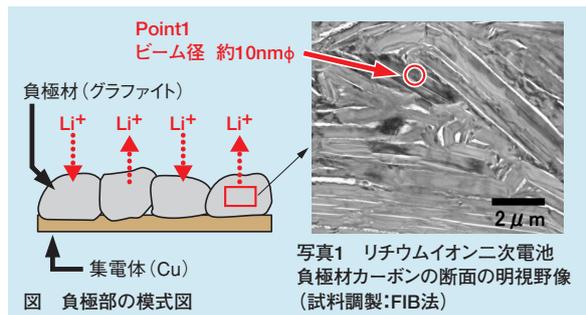
また、電子回折図形から、非晶質・単結晶・多結晶等の結晶状態把握や、結晶構造の決定ができます。

TEMによる観察例

写真1に、リチウムイオン二次電池負極材カーボンの粒子を数十nm厚に薄く輪切りにした断面TEM像(試料調製:FIB法による)を示します。電池性能劣化や安全性確保のため、近年TEMによる調査が盛んに行われています。細長い層状の暗いコントラストがグラファイト部で、層間の白い部分が電解質サイトを含む領域を示し

ています。天然黒鉛の特徴であるわずかな配向が確認できます。こうした配向は性能に寄与するとされています。電子ビーム照射径10nmφ領域から得られた電子回折図形を写真2に示します。写真中央の点(0000)から周囲の斑点までの距離が、原子の面間隔に相当します。この斑点間の距離を実測し、TEM固有の係数から計算することでグラファイトであることを確認できます。

TEMに、EDXやEELS等の分析装置を付帯することにより、更にナノの世界が明らかにできます。これら分析については次回に述べます。



環境・エネルギー (5)

～環境プロセスの提案(排水処理)(1)～

環境技術事業部 深田尚平
fukada@jfe-tec.co.jp

製造メーカーが生産活動を行う際には、必ずといって良いほど、排水や排ガスが発生するため、適切な処理を行い環境中へ排出することとなります。以下に排水処理プロセスができあがるまでを例に取り、当社の取り組みを紹介します。

水質調査

水質汚濁による公害発生の原因となる一定の施設には排水基準が定められ、閉鎖性水域では更に厳しい上乗せ基準や総量規制等が課せられます。表に東京湾における排水基準の代表的な基準値を示しました。処理対象の排水に対し、排水基準に定められている項目の水質調査を実施します。水質調査をもとに、基準を上

回る項目については処理法の検討を行います。

処理法の選定

通例、実験室規模にて、ターゲットとする項目について、いくつかの方法による処理実験を行い、それぞれ十分な効果の得られる条件を確認します。それらの結果をもとに、処理性能の安定性、設置規模、設備コストおよび運転コスト等の様々な因子を比較検討し、最も有望と思われる処理法を選定します。

スケールアップ

実際の設備が一定規模以上の場合、実験室規模の結果からいきなり設備を製作するのは困難です。通例、ベンチスケール、パイロットスケールの実証プラ

ントを製作し、実際の排水を用いた連続処理実験をある一定期間行い、設備を設計するための詳細なデータ採取を行います。

設備設計・製作

得られたデータをもとに設計を行い、設備製作のための見積取得、業者選定(機器、土木、電気・計装等)し、工事管理および試運転を経て設備完成となります。

当社は処理法の提案、試験による実証および設計業務等、それぞれのニーズに対するエンジニアリングサービスを行っています。

表 工場等の排水基準(排水量500m³以上、新設工場、東京湾)

項目	基準値	項目	基準値
pH	5.8~8.6	Cr	2 mg/L
BOD	20 mg/L	Cd	0.1 mg/L
COD	20 mg/L	CN	1 mg/L
浮遊物質量	40 mg/L	Pb	0.1 mg/L
溶解性Fe	10 mg/L	F	15 mg/L
溶解性Mn	10 mg/L	N	16~20 mg/L
大腸菌群	3000 個/mL	P	1~2 mg/L

Surface Treatment Products and Their Endurance Life Evaluation

表面処理製品の耐久寿命評価(2)

～めっき製品の耐久寿命評価(2)～

材料技術事業部 向原文典
mukaihara@jfe-tec.co.jp

今回は、めっき製品の耐久寿命評価の続きとして、装飾めっき、機械部品用めっき、電気部品接点用めっき等の耐久寿命評価について述べます。表に代表的なめっき製品のめっき種、用途と主な機能を示します。

自動車外装用、金具用などの装飾めっき

自動車の外装用に装飾めっきした樹脂製品が使用されています。この製品は、樹脂に3層めっき(樹脂側から銅、ニッケル、クロムの順にめっき)したもので、その耐久寿命は、キヤス試験*(5%食塩水に塩化第二銅を添加し、酢酸でpH3.1に調整した液を噴霧する方法で、局部腐食を起こす促進試験)、コロドコート試験(塩化物イオンなどの腐食溶液を含んだ人工泥を、めっき表面に塗布して恒温恒湿試験を行う)の腐食試験を行い、それらの試験結果と実使用での耐食性データとの相関を用いて評価します。

金具用装飾めっきは、錫系合金めっき

や貴金属めっきしたもので、めっきしたまま、あるいはさらにクリアー塗装して使用されています。これらのめっき品は、キヤス試験、恒温恒湿試験等の腐食試験を行い、これらの試験結果と実使用中に変化する色調、光沢のデータとの相関から、耐久寿命を判断します。

機械部品用めっき

機械部品の耐摩耗性を高めるために、硬質クロムめっきや無電解ニッケルめっきが使用されています。このような部品の耐久寿命は、使用環境を模擬したころがり摩耗試験等の促進摩耗試験を行い、促進摩耗試験の結果と実使用でのめっきの摩耗量との相関を用いて求めます。

電気部品接点用、電磁波シールド用めっき

電気部品接点用めっきとは、銅に錫め

きかニッケルめっきし、さらに貴金属めっきされたものです。このような部品では、ガス腐食試験(二酸化硫黄、二酸化窒素、硫化水素、塩素ガス、塩化水素、アンモニアの単独および混合)やキヤス試験等の腐食試験を行った後、電気抵抗等の電気特性変化を測定します。それらの結果と、実使用での電気特性変化のデータとの相関から耐久寿命を求めます。また、電磁波シールド用めっきは、樹脂に無電解銅めっきし、さらに無電解ニッケルめっきか金属溶射したもので、その耐久寿命は、湿潤試験等の腐食試験と電磁波シールド性の変化から、評価します。

*キヤス試験:CASS, Copper-accelerated Acetic Acid Salt Spray

表 めっき製品のめっき種、用途と主な機能

基材	めっき種	用途	主な機能
金属、樹脂	銅/ニッケル/クロム	自動車	装飾性、耐食性
金属	金、銀、ロジウム、パラジウム、白金など	金具	装飾性、色調
銅	硬質クロム、無電解ニッケルなど	機械	耐摩耗性、潤滑性
銅系	金、パラジウム、ロジウム、銀、錫など	電機	導電性、摩耗性
樹脂	無電解銅、無電解ニッケル、金属溶射	電機	電磁波シールド

誘導加熱後表面焼入れの解析

計測システム事業部 吉原直武
n-yoshihara@jfe-tec.co.jp

焼入れ変形の問題

回転する機械部品の耐摺動摩耗性を向上させる目的として高周波誘導加熱後表面焼入れが行われています。近年、製造部品の寸法精度確保のために、熱処理における応力予測および変形予測する手段として有限要素法解析ソフトを使用した数値シミュレーションが行われています。

数値シミュレーションの方法

汎用有限要素法解析ソフトANSYSを用いると誘導加熱と焼入れの温度計算および応力変形計算を行うことができます。

(1) 誘導加熱時の伝熱解析

鋼材は加熱や冷却において相変態(温度300℃~750℃の範囲)を起こして電磁気特性や伝熱特性が大きく変化します。単なる温度依存性だけでなく、相変態温度が加熱と冷却では異なることを考慮した解析が必要となります。

(2) 応力変形解析

鋼材では加熱と冷却では、熱膨張特性

に大きな違いが生じる場合(急速冷却時)があります。急速冷却である焼入れにおける応力変形解析では相変態の考慮は重要となります。

数値シミュレーションの適用事例

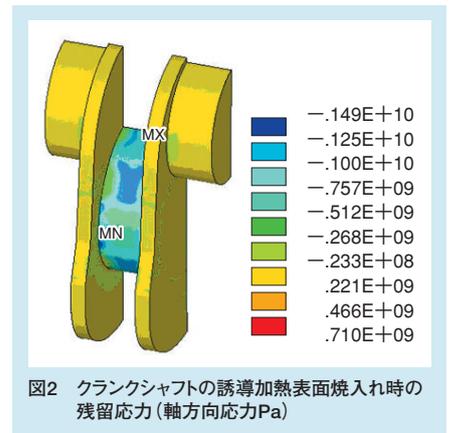
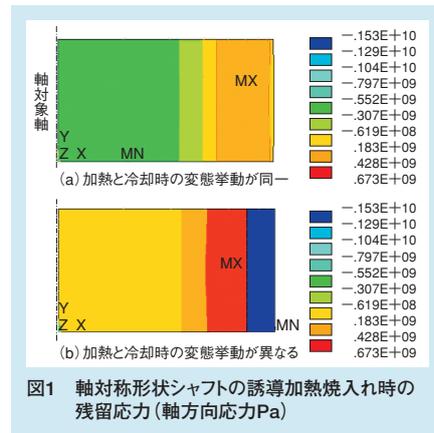
図1は軸対称形状のシャフトを誘導加熱焼入れした時の残留応力解析結果を示しています。

(b)相変態の冷却速度依存を考慮した結果は、(a)変態温度不変の結果と異なり、表面は圧縮応力となっています(実測結果と一致します)。

図2にエンジンのクランクシャフト(下側の

太い方のシャフト)を誘導加熱表面焼入れした時の解析結果(残留軸方向応力)を示します。解析モデルは、クランクシャフト全長の一部であり、円周方向1/2部分としています。残留応力は、中央の回転軸表面に-1500~-500MPaの残留応力(圧縮)が発生していることがわかります。図1の軸対称モデルの残留応力解析結果とも一致する圧縮応力状態です。

当社では誘導加熱以外に一般的な熱処理、溶接、鋳造において相変態を考慮した高精度の伝熱、応力解析を行うことが可能です。



お問い合わせ先

【営業本部】

東京 TEL:03-3510-3251 FAX:03-3510-3469
jfetecsalesmarketing@jfe-tec.co.jp
名古屋 TEL:052-561-8630 FAX:052-561-3374
jfetecnagoyasales@jfe-tec.co.jp
大阪 TEL:06-6459-1093 FAX:06-6459-1099
jfetecosakasales@jfe-tec.co.jp
阪神 TEL:0798-66-2033 FAX:0798-66-2161

【分析・評価事業部】

LSIから埋蔵文化財にいたる、広範囲の分野における高精度な分析・試験・評価
千葉 TEL:043-262-2313 FAX:043-262-2199
jfetecchiba-com@jfe-tec.co.jp
京浜 TEL:044-322-6208 FAX:044-322-6528
jfetecchiba@jfe-tec.co.jp
知多 TEL:0569-24-2880 FAX:0569-24-2990
jfetecchita-com@jfe-tec.co.jp
倉敷 TEL:086-447-4621 FAX:086-447-4618
jfetecurashiki-com@jfe-tec.co.jp
福山 TEL:084-945-4137 FAX:084-945-3989
jfetecfukuyama-com@jfe-tec.co.jp

【環境技術事業部】

jfetecankyoigyobu@jfe-tec.co.jp
環境と省エネルギーに関するあらゆる測定、分析、評価、コンサルタント
千葉 TEL:043-264-5212 FAX:043-264-5212
京浜 TEL:044-322-6200 FAX:044-322-6528
福山 TEL:084-946-6960 FAX:084-946-6966
東京 TEL:03-3217-2177 FAX:03-3217-2169
埼玉 TEL:048-854-7928 FAX:048-854-7928
横浜 TEL:045-506-1096 FAX:045-506-1096
新潟 TEL:025-275-1101 FAX:025-270-7209
静岡 TEL:0543-37-0250 FAX:0543-37-0251
福岡 TEL:092-643-6890 FAX:092-643-6891

【材料技術事業部】

jfetecmaterial@jfe-tec.co.jp
各種材料、製品、構造物の研究開発サポート、損傷解析、最適利用技術の提言
千葉 TEL:043-262-2187 FAX:043-262-4249
京浜 TEL:044-322-6189 FAX:044-322-6528
名古屋 TEL:052-561-8630 FAX:052-561-3374

【計測システム事業部】

jfetecisales@jfe-tec.co.jp
分光器関連、画像検査関連、商品の開発販売、各種分野の計測診断、数値解析
千葉 TEL:043-262-2014 FAX:043-262-2665
京浜 TEL:044-322-6273 FAX:044-322-6529

【知的財産事業部】

jfetecpat@jfe-tec.co.jp
知的財産の発掘・権利化、特許調査・出願支援、知財研修、係争等のサポート
東京 TEL:03-3510-3355 FAX:03-3510-3471

【技術情報事業部】

joho@jfe-tec.co.jp
各種技術動向・情報調査、翻訳、WEB・DTP制作、ISO等のマネジメント支援、IT開発
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 jfe-tec-news@jfe-tec.co.jp へご連絡ください

JFE-TEC News <2009>

No.18

2009年1月発行

発行人/大村雅紀
発行所/JFEテクノロジーサーチ(株) 技術情報事業部
〒103-0027 東京都中央区日本橋2-1-10(柳屋ビル)
Tel: 03 - 3510 - 3425

©JFE Techno-Research Corporation 2009

印刷所/大日本印刷株式会社

