



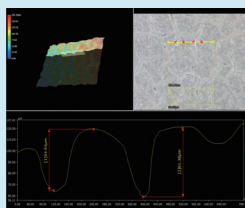
## インフラ評価技術 特集号

### 腐食解析・評価技術

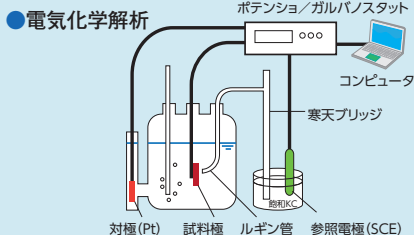
- 腐食部位のラボ解析



腐食損傷管の断面観察



- 腐食形状解析



- 電気化学解析

- 腐食環境調査(水質、土質、大気)

### 構造物腐食診断

材料 環境  
現地調査・ラボ解析

腐食防食解析技術により  
インフラ維持管理に  
貢献します

- 水素脆性評価
- 腐食・耐候性促進試験
- 数値解析

### 現地調査 (様々な構造物を調査します)

- 橋梁・鉄塔・埋設構造物などの各種腐食調査

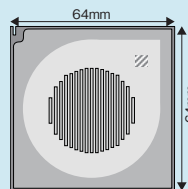


光沢度の現地測定

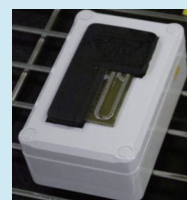


接着強度の現地測定

- 腐食モニタリングによる腐食性評価

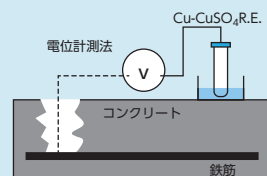


ACMセンサ



電気抵抗式腐食センサ

- RC構造など鉄筋腐食性評価



コンクリート鉄筋の自然電位測定

### インフラ評価技術 特集号

## 社会インフラ構造物の腐食防食ソリューション技術

### Innovative Solutions of Corrosion and Corrosion Protection for Social Infrastructures

JFEテクノロジーでは、長年蓄積した腐食・防食分野でのソリューション技術を結集し、(1)社会インフラ構造物の腐食劣化評価、(2)腐食環境調査・腐食モニタリング、(3)腐食原因調査や腐食解析、(4)構造物用材料の耐久性評価などの業務を行っています。これらに加えて分析・解析技術や非破壊検査技術を本分野へ適用することにより社会インフラ構造物の腐食・防食問題に対するトータルソリューション技術を提案していきます。

社会インフラ構造物の腐食・防食分野では、橋梁、鉄塔、埋設構造物などに対して、めっき・塗装調査(膜厚、色差、付着強度など)、鋼構造系評価(残存板厚計測、耐候性鋼さび評価など)、コンクリート系構造物評価(中性化、塩化物

イオン浸透深さ、鉄筋の腐食状況調査)などの現地調査、また構造物の周辺腐食環境調査(大気、河川水、海水、地下水、土壌など)や各種腐食センサを利用した腐食モニタリング・解析による腐食性判断が可能です。

これらを現地環境・材料によって組み合わせることで構造物の腐食の観点から将来における健全性の考え方などを明確にすることが可能です。

またこれら基本技術以外に、現地計測可能な赤外線カメラや鉄鋼材料分析などの非破壊技術や、構造性能試験を組み合わせる事により、幅広い調査・考察が可能です。現地構造物に異常や特異な腐食部位が見られた場合には、その材料の一部や腐食生成物をラボでの分析(SEM、EDX、XRDなど)や形態観

察(マイクロスコープなど)から腐食原因の推定・そこから得られる腐食回避策などがご提案できます。

またこれから使用する材料をご検討される場合も、腐食促進試験や水素脆性評価、電気化学計測、数値解析による適用性評価も可能です。腐食・防食分野の豊富な経験を積んだ専門家がご構想段階からお話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：  
機能材料ソリューション本部

腐食防食解析センター 梶山 浩志  
h-kajiyama@jfe-tec.co.jp

耐候性評価センター 村瀬 正次  
m-murase@jfe-tec.co.jp

## 赤外線カメラによる 疲労き裂の遠隔検査技術

～短時間ロックイン解析による欠陥検査技術～

計測・プロセスソリューション本部 計測・可視化解析センター  
福田 義徳  
y-fukuda@jfe-tec.co.jp

### はじめに

社会・産業インフラの老朽化が進む中、設備・構造物に潜む疲労き裂の検出が重要となっています。これまでは、磁粉探傷法や超音波探傷法など、接触して検査する方法が一般的で、高所を検査する場合、足場の設置が必須となり、多大な時間・コストを要していました。

当社では、この課題を解決し、遠隔から簡便に疲労き裂を検出できる方法として、赤外線カメラを用いた新たな探傷法を開発しました。

### 疲労き裂検出の原理

橋梁などの構造物に疲労き裂がある場合、車両通過などによって瞬間的な荷重が作用すると、疲労き裂の先端に応力が集中します。

その結果、熱弾性効果から、引張の場合は温度低下が、圧縮の場合は温度

上昇が生じます。

この微小な温度変化を望遠レンズ付きの赤外線カメラで測定することで、疲労き裂の遠隔検査を実現します。

### 短時間ロックイン解析結果

赤外線カメラの熱画像から温度変化を抽出する方法（ロックイン解析）は周期的な応力を対象とするもので、瞬間的に生じる応力は解析できません。当社では、ランダムな応力現象に対して、連続する熱画像を時間方向に少しずつ切出しながら解析を行う方法（短時間ロックイン解析）を開発しました。

クレーン内部の疲労き裂(写真1)の検査結果を紹介します。クレーンの走行を変更要因とした場合、従来のロックイン解析結果(写真2)では、温度変化は検知できません。一方、短時間ロックイン解析結果(写真3)では、疲労き裂が「可視化」されます。

### おわりに

今後とも、先進的な画像処理技術を活用し、非破壊検査技術の向上に挑みます。お気軽にお問い合わせ下さい。



写真1 クレーン内部の疲労き裂



写真2 従来のロックイン解析結果

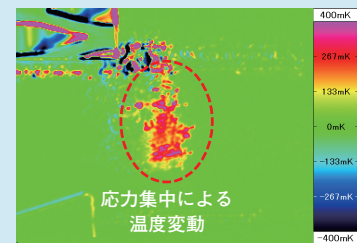


写真3 短時間ロックイン解析結果

## インフラ評価技術

～社会インフラの安全・安心を支える構造性能評価～

構造材料ソリューション本部 構造性能センター  
石井 匠  
ta-ishii@jfe-tec.co.jp

### はじめに

橋梁、基礎、護岸、トンネル、建築、工作物など、インフラを構成する構造物は、社会の安全安心と発展を支えるものでなければなりません。当社ではインフラ整備・老朽更新ニーズに応えるため多種多様な技術提案をすることにより、タイムリーにインフラ構造物の性能評価を行ってきております。ここでは当社が保有する試験機とともに構造性能評価の例をいくつかご紹介いたします。

### (1) 10MN大型構造物試験機(写真1)

圧縮、引張とも10MNの荷重载荷が可能で、試験空間は高さ7m×幅3m、曲げスパンは最大で20mまで対応できます。地震時に発生する外力を载荷することにより鋼管杭・鋼矢板などの部材単体としての構造性能や鋼製セグメント、柱材として使われる角形鋼管や円形鋼

管などの構造性能を検証しています。

### (2) 高速载荷試験機(写真2)

本試験機は、最大150cm/secの载荷速度により、柱梁接合部の梁端溶接部の破断現象に及ぼす歪速度の影響や、実地震波に対する応答挙動を確認することが可能です。低降伏点鋼を用いた制震ダンパーの効果も本試験機を用いて確認しています。

### (3) 高速疲労試験機(写真3)

移動型アクチュエーターであることから、試験空間はテストベッドと鉄骨フレームを利用して任意に設定するこ

とが可能です。荷重±1,000kN、ストローク±100mm、最大繰返し速度20Hzです。制御形式は荷重、変位とも可能です。鋼橋桁、橋梁部品、道路床板など様々な構造物の疲労性能を確認しています。

### おわりに

当社では他にもテストベッド、落錘試験機、構造物用風洞などを備えています。安全で強靱なインフラシステムの構築に向けて、当社で保有する試験機の特性を生かした試験の役割は、さらに高まっていくものと考えられます。ぜひお気軽にご相談ください。

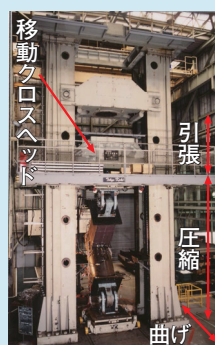


写真1 10MN大型構造物試験機



写真2 高速载荷試験機

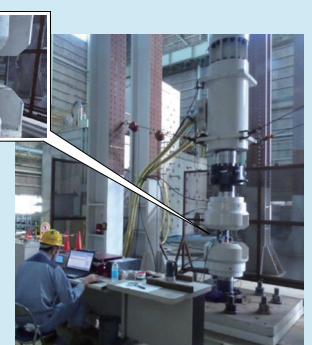


写真3 高速疲労試験機

## 橋梁等鋼構造物の 廃塗膜調査

～採取から分析、仕分けまで一貫受注可能～  
分析ソリューション本部 環境評価センター  
川島 夏実  
n-kawashima@jfe-tec.co.jp

### はじめに

橋梁などの鋼構造物に使用されている塗料には、一部にポリ塩化ビフェニル (PCB) や鉛などの有害物質の含有が確認されています。補修や塗替えなどの際に発生する廃塗膜を処分するためには、PCB含有量などを調査し、濃度に応じて仕分けすることが義務付けられています。塗膜剥離作業者の安全を考慮し、作業環境測定が必要となることもあります。このように、様々な調査を一貫して実施することが求められます。また、廃棄物が大量である場合、処理施設へ搬出する前に種類別に分け、管理する必要があります。

### 試料採取技術

お客様のニーズに合わせて適切な試料採取方法を提案いたします。まず調査対象について、図面や写真などの仕

様をいただき、お客様と協議を重ねながら採取計画を作成します。実際の現地作業においては、長年の経験によるノウハウを駆使して採取を行い、安全かつ効率よく丁寧に対応いたします(写真1)。

### 高感度のPCB定量分析

廃塗膜においては、絶縁油由来・有機顔料由来のPCBが混在すること、有機物系の妨害物質が多いことから、ガスクロマトグラフ・質量分析計 (GC-MS) での測定が推奨されています。また、PCB廃棄物の含有量判定基準は、自治体・中間処理業者により0.01 mg/kgという低い値が求められることもあります。

このような背景の中、当社では高分解能型GC-MSを使用することで(写真2)、高感度に判定基準0.01 mg/kgまでを測定可能としました。

### おわりに

廃棄物処理のための廃塗膜採取・分析は、他社に先駆け多くの実績があります。塗膜剥離作業に係る作業環境測定の実施も含め、一貫した事業を行っております。また、大量廃棄物の内容物確認や廃棄のためのデータ収集、保管容器の濃度別仕分けなど、処理施設に搬出するサポート事業についても実績がありますので、お気軽にお問い合わせください。



写真1 分析に用いる試料(橋梁塗膜)の採取状況



写真2 高分解能型GC-MS

## 構造物の残留応力計測サービス 「ストレスクイッカー®」

知多ソリューション本部 材料解析部  
玉置 誠  
m-tamaoki@jfe-tec.co.jp

### はじめに

近年、高度成長期に施工されたインフラの老朽化により、メンテナンスあるいは新規施工を迫られている施設が多数存在しています。それらの多くは溶接構造物ですが、溶接部では機械的特性に影響を及ぼす残留応力が問題となります。引張残留応力の低減には応力除去焼鈍やショットピーニングが有効ですが、その効果を評価する目的で残留応力が測定されています。

### 残留応力の測定

インフラ診断の場合、一般的にX線により残留応力が測定されます。測定方式としては従来からの「sin<sup>2</sup>ψ法」と、近年注目されている「cos α法」があります。両者共に、測定対象物に入射したX線の回折線を検出器が捕捉して残留応力が測定されますが、検出方式が異なるた

め、測定時間および得られるデータ量には差が生じます。「sin<sup>2</sup>ψ法」では複数のデータ取りのために入射を繰返す必要があり、1箇所測定に30分程度の時間を要します。一方、「cos α法」は二次元検出器を使用する方式であり、X線の単一入射でデバイセラー環(図1)を全周捕捉(データ数:125)ができるため、1箇所の測定が1分程度で終了します。

### 残留応力計測サービス

当社が提供しているサービス「ストレスクイッカー®」では「cos α法」が採用されています。インフラ診断のような時間・場所に制限のある作業の場合、ストレスクイッカー®が最適です。センサー部がコンパクトであるため、隅肉溶接部のような狭小部の測定が可能です(写真1)。また、機材が軽量で機動性が非常に高く、圧力容器内部や船舶船底、あるいは橋梁や導水路など、高所閉所での多点測定に威力を発揮

し、多くの実績があります。現地での測定には、年中無休で対応致しますので、お気軽にご相談下さい。

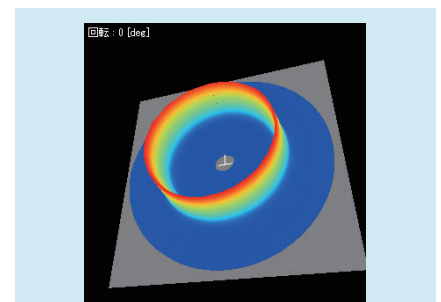


図1 デバイセラー環3Dイメージ



写真1 測定状況

# インフラ設備の現地分析

分析ソリューション本部 工程分析部

永田 昌嗣  
s-nagata@jfe-tec.co.jp

## はじめに

2012に発生した中央高速笹子トンネル天井崩落事故のような不幸な事故を繰り返さないために、公共設備の補修が急務となっています。首都高速道路についても、建設から既に40年以上を経過し補修工事が急ピッチで進んでいます。このような補修工事においては、使用されている鋼材の組成や溶接性等を評価<sup>\*1</sup>することが必要ですが、材質が不明で適切な補修ができないケースが少なくありません。このような場合、橋梁などから一部分を切り出して分析していますが、橋梁への悪影響があることから非破壊での分析が強く要望されています。

## 高精度現地分析

スパーク放電発光分析装置 GreenFACT<sup>®</sup> II (写真1) は現地での非破壊分析が可能で、これら要望に応える

有力なツールです。鋼材表面と電極の間に高電圧をかけてスパーク放電を起こし、その光の強度を元素ごとに測定して含有率に換算します。

表1に適用可能な元素と含有率範囲の例を示します。補修のための鋼材の評価には炭素(C)、リン(P)、硫黄(S)等の分析結果が重要であり、その高精度分析を実現するため、測定の際に妨害となる酸素を測定系から遮断して光の強度の低下を防止しています。

溶接性に大きく影響するCの分析精度は、JIS G 1253：鉄及び鋼—スパーク放電発光分光分析方法に規定された分析精度を十分満足するものであり、鋼材組成の特定や溶接性の良否判断に活用されています。

## おわりに

GreenFACT<sup>®</sup> II は現場で非破壊分析が可能で、金属材料の特定に重要な炭素(C)の分析が可能な装置です。インフラ構造物など現地分析のご要望がある場合には、国内どこでも対応致しますのでぜひお声をください。



写真1 スパーク放電発光分析装置GreenFACT<sup>®</sup> II

表1 GreenFACT<sup>®</sup> II の適用範囲(鉄鋼材料)  
単位wt%

成分	適用範囲	成分	適用範囲
C	0.01 ~ 1.20	V	0.005 ~ 5.0
Si	0.01 ~ 1.0	Ti	0.005 ~ 2.0
Mn	0.01 ~ 18.0	Nb	0.005 ~ 1.5
P	0.005 ~ 0.50	Co	0.01 ~ 10.0
S	0.005 ~ 0.40	Al	0.005 ~ 1.5
Cu	0.01 ~ 4.0	W	0.01 ~ 15.0
Ni	0.01 ~ 30.0	Sn	0.01 ~ 0.1
Cr	0.01 ~ 30.0	Pb	0.01 ~ 0.1
Mo	0.01 ~ 7.0	B	0.001 ~ 0.01

\*1 溶接性の良否はPcm値という指標で評価し、鋼材成分の含有率より算出する。

$Pcm\% = C + Mn/20 + Si/30 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + Cu/20 + 5B$  で示され、炭素(C)の分析結果が重要となる。

## お問い合わせ先

### 【営業本部】

#### 【営業総括部】

TEL:03-3510-3833 FAX:03-3510-3799

#### 【営業企画部】

TEL:03-3510-3827 FAX:03-3510-3799

#### 【東日本第1営業部】

TEL:03-3510-3801 FAX:03-3510-3799

東北支所

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

宇都宮支所

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

#### 【東日本第2営業部】

TEL:03-3510-3801 FAX:03-3510-3799

川崎支所

TEL:044-322-6200 FAX:044-322-6528

### 【名古屋営業部】

TEL:052-561-8630 FAX:052-561-8650

### 【大阪営業部】

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

九州支所

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

### 【機能材料ソリューション本部】

TEL:043-262-2188 FAX:043-262-2985

### 【構造材料ソリューション本部】

TEL:044-322-6626 FAX:044-322-6528

### 【分析ソリューション本部】

TEL:043-262-4815 FAX:043-262-2199

### 【計測・プロセスソリューション本部】

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

### 【知多ソリューション本部】

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

### 【西日本ソリューション本部】

倉敷 TEL:086-447-4621 FAX:086-447-4618

福山 TEL:084-945-4137 FAX:084-945-3989

### 【ビジネスコンサルティング本部】

京浜 TEL:044-322-6429 FAX:044-322-6520

詳しくは、当社ホームページで <https://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

JFE-TEC News <2018>

No.55

2018年4月発行

発行人/山上 伸夫

発行所/JFEテクノリサーチ株式会社 営業総括部

〒100-0004 東京都千代田区大手町2-7-1 (JFE商事ビル7F)

☎ 0120-643-777

