

Web で実現する電機設備の環境診断

Atmospheric Environmental Diagnosis for Electrical Equipment Using the Internet

澤田 彰

SAWADA Akira

佐々木 恵一

SASAKI Keiichi

伊藤 誠

ITO Makoto

産業プラントで使用されている設備や機器は種々のストレスにさらされており、その影響によって劣化が進行するため、ストレス量の定量的な把握はプラント信頼性の維持・管理にとって非常に重要である。

当社では、電気ストレスや機械ストレスに基づく電機設備や機器の劣化評価や寿命診断の技術開発を行っているが、環境ストレスに対しても、ストレスの定量的評価やプラント設備に及ぼす影響分析に多くの実績を持っている。これらは当社の貴重なデータベースとなっており、この情報を基にインターネットを利用した簡易な問診を実施することで、プラント設備が設置された大気環境ストレスを定量的に評価し、その影響度を考慮した劣化評価が可能になった。

Superannuated electrical equipment has been increasing at industrial plants in recent years. Under these circumstances, it is necessary to quantitatively evaluate degradation in order to perform proper maintenance or renewal of such equipment.

Toshiba has developed key technologies to analyze mechanical stress, electrical stress, and environmental stress, which are the major causes of degradation, in order to evaluate the life of electrical equipment. In particular, we have obtained many successful results in the evaluation of environmental stress, which has a strong effect on degradation. This experience and the database we have accumulated have made it possible to develop a methodology for diagnosing the effect of the atmospheric environment on equipment life.

This paper presents a simple method of diagnosing the atmospheric environment by consultation using the Internet.

1 まえがき

近年、高度経済成長期に導入された多くの電機設備が老朽化しており、延命化や適正な時期のリプレースのニーズが高まっている。そのため、現使用設備の劣化度合いを正確に把握する必要性が増している。また、保全の現場では適正な保守を実現するために、設備の劣化状態を現場で判定し保全を行う「状態基準保全」を行ってきた。

しかし、設備の劣化はサージ電圧や過負荷電流などの電気ストレス、応力や振動などの機械ストレス、温度や腐食性ガスなどの環境ストレスが作用した結果として現れるため、熟練した保守員でも劣化度の判定は難しい。特に、環境ストレスは日々の変化が大きく、計測器や五感を用いた“今の値”だけでは、ストレスの大きさを正確に評価することができない。

そこで当社では、熟練保守員の経験と当社が実施してきた診断ノウハウに基づいて、電子機器や製造装置などのプラント機器全般に影響する環境ストレスの大きさを定量的に評価し、機器の劣化度を推定できるインターネットを利用した問診システムを開発した。

2 当社の環境診断技術

産業プラントや上下水道、交通機関などの都市インフラストラクチャ設備には多くの電気設備、機械設備が使用されている。電気設備には電気ストレスが、機械設備には機械ストレスが主要因として作用し、設備の劣化が進行するが、環境ストレスはどちらの設備にも大きく影響する。環境ストレスによって電気設備には絶縁不良や導通不良などの不具合が発生し、機械設備には腐食(さび)などの障害が発生する。そのため、これらの設備が設置される予定の環境、又は設置し運用されている環境のストレスを正確に把握することは、設備の信頼性を確保するために非常に重要である。

当社では、環境ストレスとして作用する環境因子(温度、湿度、腐食性ガス、浮遊塵埃(じんあい)量など)によって、どのような設備がどのようなダメージを受けるかを評価する手法を確立しており、“環境診断サービス”として提供している。環境診断サービスは環境測定ユニット(図1)を設備の使用環境に1~3か月間設置し⁽¹⁾、回収した後、種々の分析を行って環境ストレスの大きさを定量的に評価する。

環境測定ユニットには温湿度計、腐食評価用各種金属板、腐食性ガス吸着ろ紙(アルカリろ紙、酸性ろ紙)、海塩粒子捕捉(ほそく)布、降下粉塵(ふんじん)測定板が装備されてい

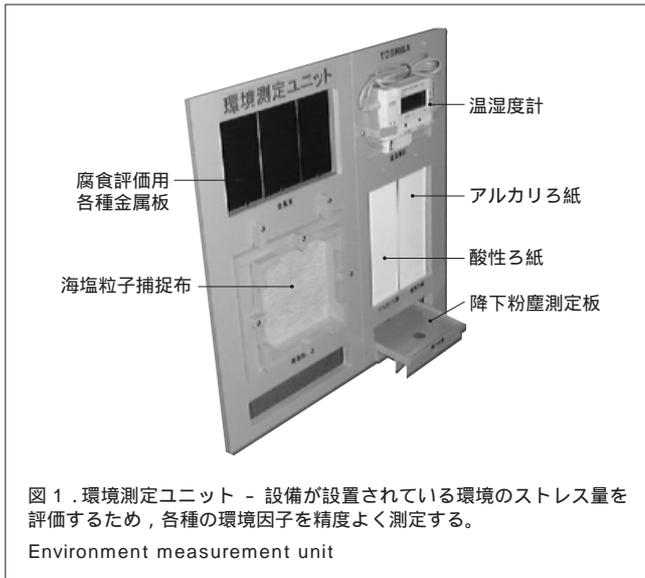


図1. 環境測定ユニット - 設備が設置されている環境のストレス量を評価するため、各種の環境因子を精度よく測定する。
Environment measurement unit

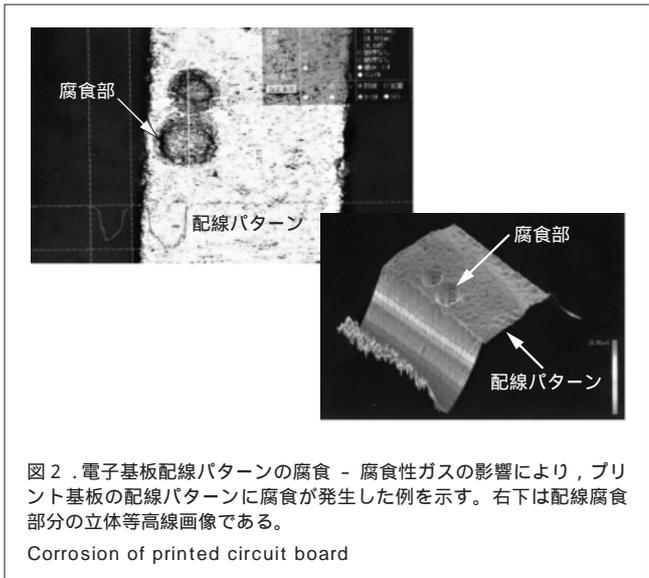


図2. 電子基板配線パターンの腐食 - 腐食性ガスの影響により、プリント基板の配線パターンに腐食が発生した例を示す。右下は配線腐食部分の立体等高線画像である。
Corrosion of printed circuit board

る。また、これらの測定項目のほかにも、フィールドで使用している機器の表面に蓄積された汚損物質(ほこりや吸着した腐食性ガス、腐食生成物など)の量を測定し、機器の汚損状態を調査する“汚損度調査”がある。汚損度は機器表面に付着して絶縁不良や腐食などの発生主要因となるイオンの総量を、塩化ナトリウムの量に置き換えたもの(等価塩分量)で、非常に有用な環境劣悪度指標の一つである。

計測した環境因子の量と、それぞれの環境因子が設備に及ぼす影響度を正規化した値(環境因子別評価点)を表1に示している。温湿度の値、設備に吸着する各種腐食性ガスの量、海塩粒子の量によってクラス分けされ、機器に与える影響度が数値化されている。これによって、測定した各環境因子別の量から決定した評価点の合計が、その環境の劣悪度を示す環境評価点となる。環境評価点が高い環境(環境ストレスが劣悪な環境)では、図2に示すように電子基板の配線パターンに腐食が発生し、トラブルの原因となることもある。

3 簡易設置環境診断とは

フィールドで使用している機器の種類や使用年月、使用している環境の情報を、インターネットを利用したWebのページに入力することで、簡易に機器設置大気環境の評価を行い、機器の劣化度を評価する。Webページへの入力項目は大きく分けて“産業分野”、“立地条件”、“建屋構造”、“盤構造”の4項目となっている。設問数は約20でYes-Noの問診形式となっているため、専門的な知識がなくても診断を実施できる(図3)。また、設問の中で未入力項目(不明な項目)については、システムに内蔵したデータベースと入力された情報を基に推定補間を行って診断を実行する。

例えば、機器の劣化状態に大きな影響を及ぼす環境因子として、装置内に侵入する海塩粒子量があるが、所在地情報から海岸までの距離を算出し、電気室の換気状態や制御盤の密閉構造から、制御基板へ付着する海塩粒子量を推定する。

表1. 環境因子別の電気設備に及ぼす影響度区分
Classification of atmospheric environmental factors

環境因子		環境区分		I		II		III		IV		V	
		測定値	評価点	測定値	評価点	測定値	評価点	測定値	評価点	測定値	評価点		
年平均温度 ()		20	1	25	2	30	4	35	8	> 35	12		
年平均湿度 (% RH)		60	1	65	6	70	12	80	24	> 80	36		
ガ ス	二氧化硫(SO ₂) (mdd)	0.02	1	0.05	4	0.2	8	0.5	16	> 0.5	24		
	硫化水素(H ₂ S) (mdd)	0.02	1	0.05	6	0.2	12	0.5	24	> 0.5	36		
	二酸化窒素(NO ₂) (mdd)	0.02	1	0.05	3	0.2	6	0.5	12	> 0.5	18		
	塩素イオン(Cl ⁻) (mdd)	0.02	1	0.05	7	0.2	14	0.5	28	> 0.5	42		
	アンモニウムイオン(NH ₄ ⁺) (mdd)	0.02	1	0.1	3	1.0	6	10	12	> 10	18		
海塩粒子	海塩粒子 (mdd)	0.01	1	0.03	5	0.1	10	0.3	20	> 0.3	30		
	海岸からの距離 (km)	> 2.0		1.5		1.0		0.5		< 0.5			

mdd = mg/100 cm²/day



図3. 設備使用環境情報の入力 - 専門知識を必要としない簡易な問診形式の情報入力である。

Example of information input by users

4 簡易環境診断と劣化評価の仕組み

問診情報から環境ストレスによる機器の劣化状態を推定するために、三つのステップを実行する。第1ステップでは、入力された問診情報から装置が設置されている環境の因子別評価点を推定する。ここでは、当社が20年以上にわたり実施してきた機器設置大気環境評価に基づいて作成したデータベースを用い、環境因子別の評価点を決定する。第2ステップは、決定した環境因子別の評価点を用いて各種金属の腐食予測式を生成する。金属腐食予測式のパラメータは、因子別の評価点の値を用いて決定する。第3ステップは、生成した金属腐食予測式を用いて、現時点での、この環境における各種金属の腐食量と腐食速度を算出し、その結果から機械構造部材の腐食量や劣化状態、電気設備を構成する部品の劣化度を推定するステップである(図4)。

環境因子別の評価点を推定するために用いる環境評価データベースは、設備が設置されているプラントが周囲の工場や環境から影響を受ける要素を、立地条件の情報から決定できるようになっている。また、プラント内部から発生するガスや温度、湿度の条件などを、産業分野の情報から決定できる。更に、それらの相互作用やその他の条件による設備への影響度を補正するデータも内蔵しており、精度の高い環境因子の推定ができるようになっている(図5)。

第2ステップである各種金属の腐食予測式生成は、算出した環境因子別の評価点と次に示す二つの式を用いて決定する。

$$e = \sum_{i=1}^n k_i \cdot e_i \quad (1)$$

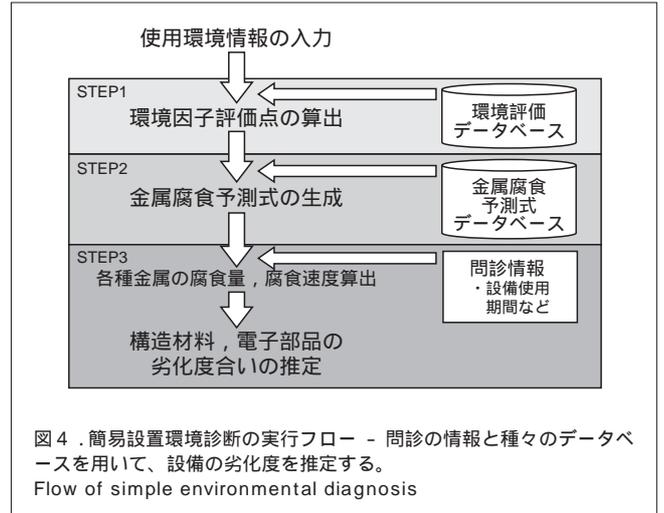


図4. 簡易設置環境診断の実行フロー - 問診の情報と種々のデータベースを用いて、設備の劣化度を推定する。
Flow of simple environmental diagnosis

腐食性ガス	工業地帯				評価点			都市地区		
	最高	最低	平均値	標準偏差	はい	いいえ	わからない	最高	最低	平均値
H ₂ S	x.xxx	y.yyy	z.zzz	d.ddd	XX	YY	ZZ	a.aaa	b.bbb	c.ccc
SO ₂										
NO ₂										
Cl										

図5. 環境評価データベース(抜萃) - 問診の情報に基づいて環境因子の推定ができるようになっている。
Database for atmospheric environmental evaluation

ここで、 e は金属腐食推定用の総合環境評価点、 e_i は環境因子別の評価点、 k_i は金属の種類と環境因子の組合せで決定された重み係数である。また、ここで求めた金属腐食推定用の総合環境評価点 e を、金属腐食予測式(2)に代入して各種金属腐食速度や腐食量⁽²⁾を推定する。

$$W = k_m (\sqrt{d} + 1) \quad (2)$$

ここで、 W は金属の腐食量、 k_m は推定精度を向上するために導入した補正係数、 \sqrt{d} は環境評価点 e の関数、 d は各設備の使用日数である。

以上の式で用いられる k_i, k_m, \sqrt{d} のパラメータは金属腐食予測式データベースに格納されており、金属の種類や環境因子の相互作用によって異なる値が用いられる。この環境評価点から各種金属の腐食量を算出する金属腐食予測法によって、多様な環境下での金属腐食量が予測できるようになる。更にこの結果を用いて、環境ストレスに起因する劣化推定や、機械や電気ストレスに比べて環境ストレスの影響が大きい基板配線、構造部材の劣化予測も可能となる。

5 簡易設置環境の診断結果

簡易環境診断を実施した一例を図6に示す。“診断結果目次”画面には、診断対象として入力した機器の概要と、その

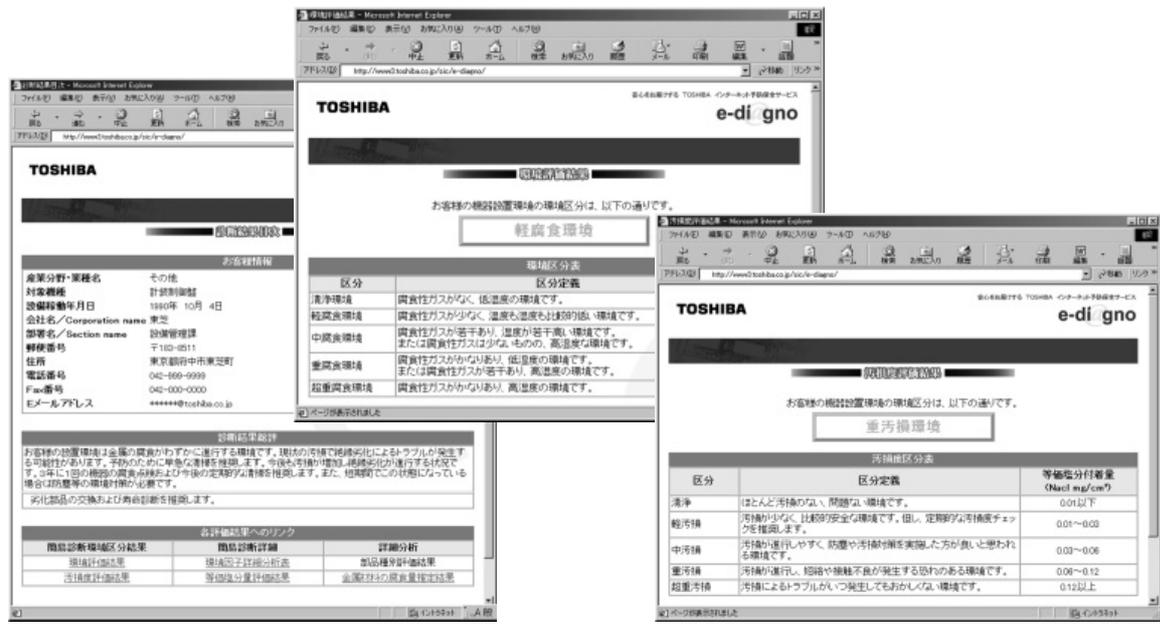


図6. 簡易設置環境診断の実施例 - 設備の使用環境や構成を入力することで、環境の劣悪度や設備に及ぼす影響を診断する。
Example of simple environmental diagnosis

機器の稼働開始日が診断結果総評とともに表示される。診断結果総評には、機器を使用している環境の劣悪度と、その環境で機器を使用した場合に劣化が懸念される機器の種類や、発生する可能性のある不具合現象などがガイダンスされる。また“環境評価結果”、“汚損度評価結果”など、簡易環境診断の詳細も選択表示することが可能である。環境評価結果は、診断した環境の腐食発生の可能性がどの程度であるかを、産業用情報処理・制御機器設置環境基準 (JEIDA((社)電子情報技術産業協会)-63-2000)³⁾に基づく5段階の環境区分として評価したものである。また、汚損度評価結果は、機器の稼働期間と環境因子の推定結果から汚損物質の蓄積量を算出し、5段階の汚損度区分として評価したものである。なお、JEIDA-63-2000で採用されている環境評価方法は、当社で開発した方法が採用されたものである。

6 あとがき

当社の保有技術である環境診断技術や金属腐食予測法を統合して開発した簡易設置環境診断技術について述べた。この診断技術は、フィールドの調査実績と評価試験のデータに基づく統計的な診断技術である。そのため、長期の環境調査を実施しなくても、インターネットを利用した問診で環境情報を入力するだけで、環境診断や設備の劣化評価が可能になった。

今後も、データベースの蓄積によって、診断精度の向上を目指す計画であるが、設備の運転環境の把握やメンテナ

ス計画の一助となれば幸いである。

この簡易設置環境診断は、当社のホームページで無償で公開している。また、機械ストレスや電気ストレスなどに起因する劣化や、不具合の診断・保守サービスについても紹介しているのではありません。インターネット予防保全サービスのホームページ URL は、次のとおりである。

<http://www3.toshiba.co.jp/sic/e-diagno/>

文献

- (1) 屋外暴露試験方法通則 . JIS-Z-2381 .
- (2) 藤堂洋子, ほか . 環境評価点を用いた銀の大気腐食に対する寿命評価 . 材料 . 50, 12, p.1382 - 1387.
- (3) (社)電子情報技術産業協会 . 産業用情報処理・制御機器設置環境基準 . JEIDA-63-2000.



澤田 彰 SAWADA Akira

電力システム社 電力・産業システム技術開発センター 金属・セラミックス材料開発部主務。品質・信頼性技術の研究開発に従事。電気学会、日本設備管理学会会員。Power and Industrial Systems Research and Development Center



佐々木 恵一 SASAKI Keiichi

電力システム社 電力・産業システム技術開発センター 金属・セラミックス材料開発部。診断技術の研究開発に従事。電気学会会員。Power and Industrial Systems Research and Development Center



伊藤 誠 ITO Makoto

社会インフラシステム社 フィールド事業推進室 フィールドサービス企画担当参事。アフターサービスの企画運営に従事。電気学会会員。Field Business Planning Dep.