

# 電子回路信頼性長期化技術

Technology for prolonging reliability of electronics Printed Circuit Board

横河電機株式会社 瀧川 憲 Akira Takikawa

We introduce maintenance service not for repairing failed parts but for avoiding risk. These concepts realize stable operation of customer's system. (1)The technology to prolong a reliability of electric circuits is the one to wash electrical boards with pure water to restore a reliability of hardware. as a dedicated equipped automobile goes to customer sites. (2)ODU (Online Diagnosis Unit) is to provide assessment of installation environment for healthiness and deterioration trend with 6 sensors. (3) \* IPPAT (Inspection PDA PATROL System) is a system to verify maintenance information by using RFID (Radio Frequency Identification) and to realize compliance with the provisions. \* This is a reference exhibit.

Keywords: environmental deterioration, reliability, non recurrence failure, external stress failure, contamination, washing

## 1. 緒言

電子制御装置の信頼性長期化技術として、電子基板を洗浄することにより回復する電子回路の信頼性と設置環境の関係を考察する。

保全技術は事後保全、予防保全、保全予防に分類されるが、今回のテーマは、保全予防に相当する。装置の生産性を最大にする意味で、前者2つは保全コストであるが、保全予防は装置の信頼性を長期化する投資に相当すると考える。

工業用計算機のDCS (Distributed Control System分散型制御システム) を事例として、安全と安心と確信を実現する保全技術を以下紹介する。(1)設置環境と電子回路の信頼性と電子基板の洗浄について。(2)オンライン設置環境診断について。さらに(3)※保全データの信用性を証明するRFIDを使用した巡視点検支援システムを参考展示する。

## 2. 電子回路信頼性長期化技術

### 2.1 設置環境による電子基板の信頼性低下

信頼性低下の要因となる設置環境ストレスは4つある。①温度、②相対湿度、③塵埃、④腐食性ガス [1]。

ここで①温度は従来から部品の故障と劣化の主たる

連絡先：瀧川 憲、〒180-8750 東京都武蔵野市中町2-9-32、横河電機株式会社、電話：0422-52-6344、e-mail: Akira.Takikawa@jp.yokogawa.com

要因で、アレニウス則 (故障確率  $10^{\circ}\text{C}2$  倍則) として周知され、事後保全、予防保全 (劣化部品予防交換) の判断基準となってきた。この故障を内部要因故障とし、他の3ストレス要因の故障を外部要因故障とする。

一方、弊社は1990年後半から電子基板を純水で洗浄する保全技術を開発した。これは外部要因故障 (部品の故障と劣化が特定されない原因不明故障) を修復する電子基板の信頼性を長期化する保全技術である。他の3つの環境ストレスとの関係を考察し有効性を確認する。

### 2.1.1 基板洗浄による電子回路の絶縁回復

表1. は外部要因故障をまとめたものである。

Fig.1 External stress failure & phenomenon

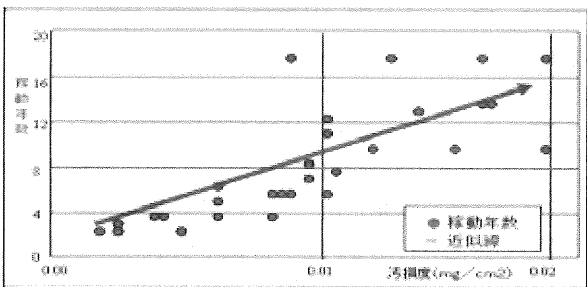
部品名	状況	原因/ストレス	現象
ICリード端子 ハンダ付け部	エレクトロケミカル マイグレーション	金属主として銀)が、周囲の湿度や不純物で生成された電解質溶液でイオン化し、絶縁物の表面に沿って移行する。	絶縁不良 短絡
	ホイスカ	金属析出: 上げ上の結晶が成長してゆく。銀メッキ材の表面に金属銀が成長したり、硫化系ガスで硫化銀や硫化銅が樹枝状に成長すマイグレーションの一種。硫化系腐食ガスのもとでイオン化した金属(主として銅)が樹枝状の結晶として析出。	
基板プリント パターン間	デポライト	硫化系ガスにより銅が腐食し、生成された硫化銅(CuS)は体積が増加するため、表面の金メッキのピンホールからあふられて表面を覆ってしまう。	接触不良
金メッキ(銅上) 接点・コネクタ	化学的クリーブ	硫化系、塩素系ガスなどにより金属の表面が絶縁性の腐食皮膜で覆われる。(注)動作回数有寿命部品が環境ストレスで劣化	

外部要因故障の不適合現象は、①電子回路の絶縁不良と短絡、②コンタクト部の接触不良の2つである。純水洗浄の対象となる現象は①である。電子回路の絶縁不良の発生メカニズムは、基本的な理科実験である「ボルタの電池」に類似している。温度以外の3つの

ストレスをボルタの実験と比較すると、②相対湿度は実験用純水、③塵埃はピーカー、④腐食性カガスは電解質（HC1やレモン水など）となる。部品下の回路パターンに付着した塵埃内部は、相対湿度が60%以上になると、毛細管凝縮現象により、水蒸気が水分として凝縮する。腐食性ガスがこの水分に溶けて電離することで、電子が銅パターン間を移動することで、電子回路の絶縁が低下する。外部要因故障は、相対湿度（天候、季節性、空調機運転）の影響を受ける傾向がある。

この状態は汚損度（等価塩分量）として定量的に評価することが出来る [1]。図2は電子回路の稼働年数に比例して汚損度が増加するデータである。稼働10年で汚損度が0.01(mg/cm<sup>2</sup>)を超えている。この汚損度値以上の場合には、純水洗浄することで汚損を洗い流すことにより外部要因故障を予防することが出来る。

Fig.2. P.C.B. contamination (equivalent salinity) & running time



グラフ3は、電子基板を2年周期（1999年と2000年）で洗浄した結果、翌2001年には外部要因故障がゼロになった事例である。

Fig.3. failure trend after washing

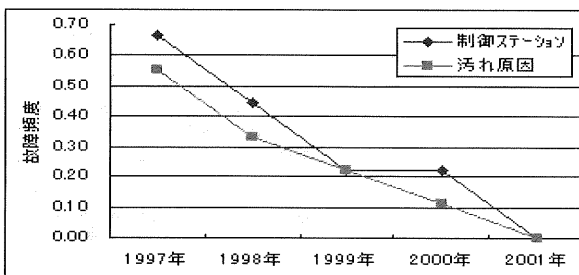


写真4は、電子基板の洗浄前後を示す。エアークリーニングとの違いは、部品下部の銅パターン部の汚損を洗浄できることである。

Fig.4. Before-and-after washing with deionized water

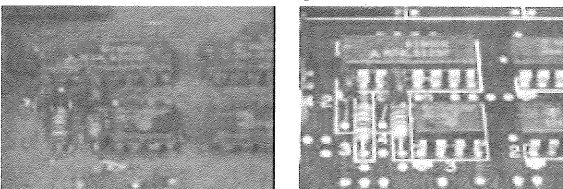


写真5は基板洗浄機材を搭載した専用自動車である。これによりお客様の事業所内で洗浄ができるため即日洗浄基板を納品することが可能となった。

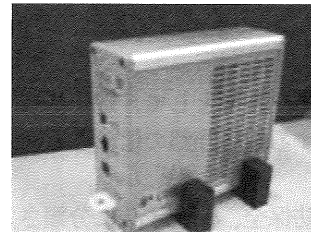
Fig.5. a dedicated equipped automobile



### 2.1.2 オンライン設置環境診断

保全計画作成に設置環境ストレスを正確に把握することは重要である。ODU (Online Diagnosis Unit)オンライン診断ユニットについて説明する。

Fig.6. ODU



6つのセンサーを搭載している。①温度、②相対湿度、③塵埃、④腐食度、⑤絶縁抵抗、⑥接触抵抗。

特に①から④までは蓄積性環境ストレスとして保全計画に必要なデータである。データの収集方法は、DCSシステムのネットワーク経由とPCで直接収集する2種類がある。弊社DCS設置時は1年間無償で診断を提供している。

### 3. 結言

- 1) 電子機器の信頼性は設置環境ストレスの影響を受けるため、このデータを長期間収集監視し、保全計画に活用することは重要であることを確認した。
- 2) 外部要因故障（不再現故障）は電子回路の絶縁劣化が要因であるので、純水で洗い流し汚損度を低下することで信頼性を回復できることを確認した。

### 謝辞

基板洗浄は多数のお客様の実績で有効性が証明された。

### 参考文献

- [1] 産業用情報処理・制御機器設置環境基準  
 <JEITA IT-1004> 電子情報技術産業協会、pp81-84