

## 洗浄技術を用いた電気設備の品質維持と延命化

○藤堂 洋子<sup>1</sup>、山本 勝也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. (株)東芝 電力・産業システム技術開発センター

<sup>2</sup>. (株)東芝 中部支社 中部制御システム技術部

**概要：**電気設備は使用する周囲環境で機器表面が経時的に汚損し、絶縁低下や金属の腐食が進行し性能が低下する。また、火災や台風等による突発的な汚損で、突然機器が使用できない状況になることがある。従来の清掃方法では汚損物質の除去効果が大きくなかった。そこで、絶縁低下や腐食の原因となるイオン性汚損物質を電気品から効率良く除去する洗浄技術を検討した。使用する洗浄液は該当する規制法令がなく、電気品の永年の課題である延命化、トラブル未然防止、突発汚損後の早期立ち上げに効力を発揮している。

**キーワード：**電気機器、大気環境、汚損、メンテナンス、洗浄

### 1. まえがき

公共施設や産業プラントで使用される電気設備は、信頼性を維持して長期間稼動することが求められている。しかし、環境ストレス、電気ストレス、機械ストレスなど種々のストレスにより劣化が進行するので、適切な時期に予防保全および保守管理を行う必要がある。特に環境ストレスの場合、予想以上に短期間で劣化が進行し機器のトラブルの原因となることが多い。

電気設備の劣化の原因となる大気環境因子には温度、湿度、腐食性ガス、海塩粒子、塵埃等があり、これらの複合影響で、機器を構成する金属の腐食や有機材料の絶縁劣化が発生する。我々は、これらの環境因子によって電気機器がどのような損傷を受けるか研究を進めており、設置大気環境を調査することで機器の劣化度を把握できる技術を開発した。<sup>1) 2) 3)</sup> その結果、複数の大気環境因子の複合影響を定量化し、それにより金属の腐食速度や機器の電気特性の劣化を推定することができるようになった。

金属の腐食劣化はその後の腐食の進行を抑制する対策を講じることはできるが、回復が困難な不可逆的な現象である。したがって、腐食進行速度を把握し適切な保守計画を立てる必要がある。一方、塵埃堆積による絶縁劣化は、そのほとんどが汚損物質を除去すれば回復できる可逆的な劣化現象である。たとえば塵埃が堆積したプリント基板の絶縁劣化は、堆積している塵埃を除去することでほとんどの場合回復する。したがって、定期的に汚損物質を除去することで、効果的な保守が実現できる。

従来、汚損物質の除去はエアブローやウェスによる拭き取り清掃を実施していたが、絶縁劣化や腐食の原因となるイオン性汚損物質の除去効果は小さく、清掃対策後短期間でトラブルが再発するケースがあった。そこで我々は、電気機器の劣化の主要因であるイオン性汚損物質の除去に効果のあ

る洗浄技術を検討したので、その内容と効果について適用事例を挙げて報告する。経年汚損の回復だけでなく、突発的な汚損、たとえば火災発生時の燃焼ガスや消火剤の除去、台風時の雨水侵入による汚損の復旧にも適用され、汚損後の早期立ち上げに効力を発揮している。

2. 汚損による劣化事例

汚損によるプリント基板の劣化事例を紹介する。図 1 は臨海地帯のプラントで使用していたプリント基板の表面に海塩粒子を多く含んだ塵埃が堆積し、数年で銅配線パターンが腐食断線した事例である。海塩粒子の主成分である塩化ナトリウムは高湿度雰囲気中でイオンに解離し、パターン間の絶縁劣化や腐食の原因となる。早い時期に塵埃を除去していただければ腐食の発生を防ぐことができたはずである。

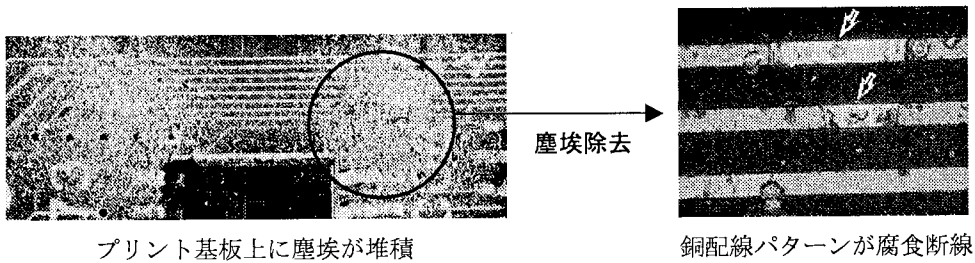


図 1 堆積塵埃によるプリント基板銅配線パターンの腐食事例

3. 電気機器の洗浄

洗浄液および洗浄工程について述べる。洗浄液は絶縁劣化や腐食の原因となるイオン性汚損物質の除去に効果のある水系洗浄液を適用した。水だけでは乾燥性と細部への浸透性が劣ることから、純水にエタノールと2-プロパノール等を適正配合した洗浄液（以下、洗浄液T）である。

表 1 に市販洗浄液との比較を示した。洗浄液Tは水を配合しているため若干乾燥性は劣るが、プラスチックや金属への影響がないため種々の材料で構成されている電気機器の洗浄に適している。また、消防法や労働安全衛生法に該当しないため、保管場所や作業場所を規制されることがないというメリットがある。

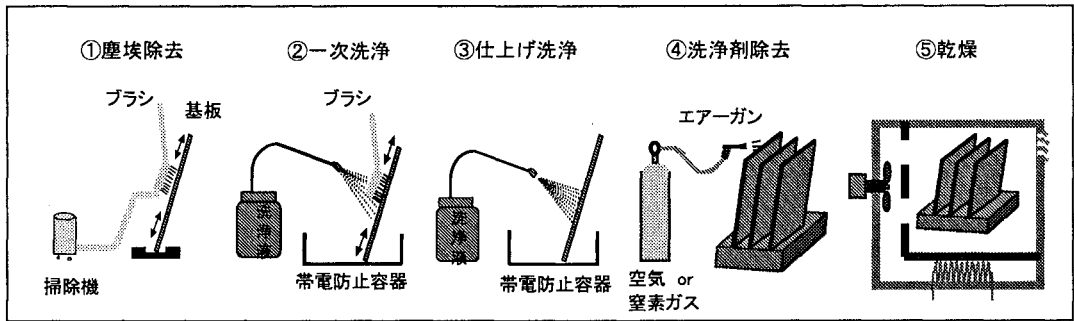
表 1 各種洗浄液の特性比較

比較項目	洗浄液T	石油系	溶剤系	アクリ系
規制法令	なし	危険物	危険物 特化物	なし
人体への影響	○	×	×	△
水成分洗浄力	○	×	×	○
油成分洗浄力	△	○	○	○
乾燥性	△	○	○~△	×
プラスチックへの影響	○	×	×	×
金属への影響	○	○	○	×

○ 良好    △ やや劣る    × 劣る

図 2 にプリント基板の洗浄工程<sup>4)</sup>を示す。洗浄液に浸漬せず常に洗浄液Tを基板面にスプレーして洗浄することで洗浄時の再汚染を防止し、短時間で洗浄が終了する。工程①~⑤の所要時間は約2時間である。他の電気機器も同様の工程で洗浄することができる。

図 2 にプリント基板の洗浄工程<sup>4)</sup>を示す。洗浄液に浸漬せず常に洗浄液Tを基板面にスプレーして洗浄することで洗浄時の再汚染を防止し、短時間で洗浄が終了する。工程①~⑤の所要時間は約2時間である。他の電気機器も同様の工程で洗浄することができる。



- ① 吸引機とブラシで基板表面の塵埃を除去
- ② 洗浄液Tのブラッシング洗浄により汚損物質を除去
- ③ 洗浄液Tで仕上げ洗浄
- ④ エアーガンで洗浄液を除去
- ⑤ 乾燥

図2 プリント基板の洗浄工程

4. 適用事例

洗浄および清掃の適用事例を紹介する。

4.1 プリント基板の洗浄

臨海工業地帯の産業プラントで15年間使用したプリント基板で、高温多湿になる梅雨時期にトラブルが多発していた。調査した結果、表面に亜硫酸ガスが吸着した塵埃や海塩粒子が堆積していたことから、対策として洗浄を実施した。その洗浄効果を図3に示す。洗浄効果は表面のイオン性汚損物質の総量である汚損度（等価塩分量）で比較した。

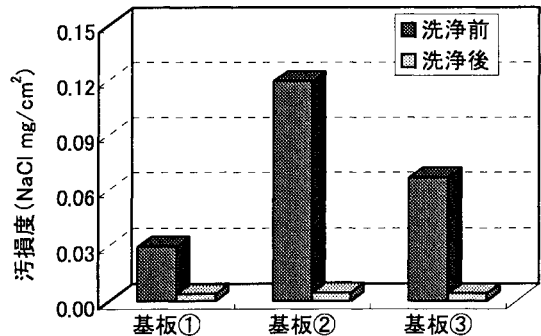


図3 プリント基板の洗浄効果

当社は汚損度の区分を表2のように定義している。洗浄は汚損度を「清浄区分」まで回復させることを目的としており、この事例も初期汚損のレベルによらず汚損度が0.05mg/cm²以下まで低減した。

表2 汚損区分

区分	汚損度 (NaCl mg/cm²)
清 浄	0.01 以下
軽 汚 損	0.01 を 超 え 0.03 以下
中 汚 損	0.03 を 超 え 0.06 以下
重 汚 損	0.06 を 超 え 0.12 以下
超 重 汚 損	0.12 を 超 え る

4.2 被災機器の洗浄

火災が発生すると、燃焼ガスが発生するだけでなく、鎮火のために消火粉末が噴霧される。

電気設備の火災の場合、塩化ビニル電線や塩素系ゴムケーブルが使用されており塩素系燃焼ガス

が発生することが多いため、火災発生後速やかに対策しないと金属の腐食が進行し回復できない状況になる。また、消火粉末に多く使用されているリン酸二水素アンモニウムも水に溶解してイオン性物質になるため、高湿度雰囲気でのトラブルの原因となる。いずれもイオン性物質による汚損であることから、被災直後の洗浄により大きな復元効果が得られる。

### 4.3 絶縁板の清掃

汚損物質の除去には洗浄が最も効果的であるが、設備から取り外せない場合は洗浄液Tを染み込ませたウェス等で清掃する。海塩粒子で汚損した高圧機器の導体サポートであるガラス強化ポリエステル絶縁板の清掃効果を図3に示す。2回拭き取り清掃を実施することで洗浄と同等レベルで汚損物質を除去することができ、機能回復が実現した。

但し、清掃は隙間部等の汚損物質は除去することができないことを留意して適用する必要がある。

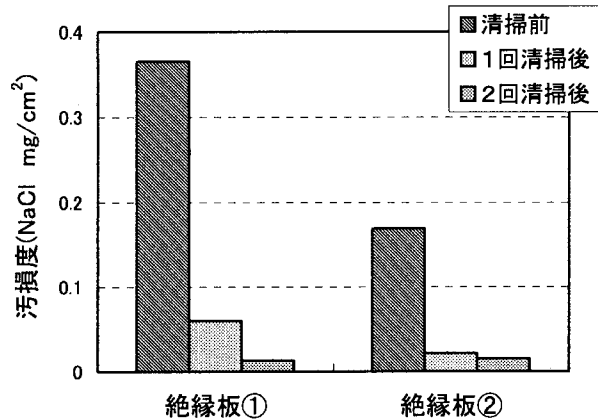


図4 ポリエステル絶縁板の清掃効果

## 5. まとめ

本報では電気設備の劣化の原因となるイオン性汚損物質を除去するための洗浄液と洗浄方法、およびその効果について述べた。梅雨時期に突発的な予期せぬトラブルが多発するようなケースは、汚損が原因であることが多い。定期的に機器表面の汚損度を測定し、適切な時期に洗浄を実施することで、機器の延命化およびトラブルの未然防止が期待できる。

## 参考文献

- 1) 木村和成、藤堂洋子、兼平勝己、深倉寿一、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、Vol. 50、No. 12
- 2) 木村和成、村上和也、安達健二、藤堂洋子ほか、銀の接触抵抗特性に及ぼす硫化水素による腐食の影響、Vol. 51、No. 3
- 3) 藤堂洋子、兼平勝己、木村和成、深倉寿一、環境評価点による銅の大気腐食における腐食減量の評価、材料と環境、Vol. 51、No. 4
- 4) 登録特許第3156984号、実装プリント基板の再生方法