

コードプラグのトラッキング検出

名古屋工業大学 大学院工学研究科 機能工学専攻 教授 水野 幸男

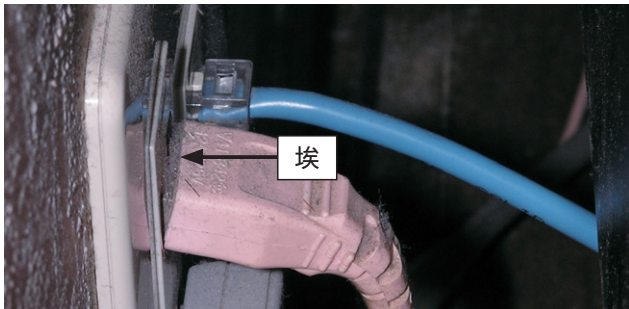
Professor Yukio Mizuno
Department of Engineering Physics, Electronics and Mechanics
Graduate School of Engineering
Nagoya Institute of Technology



はじめに

家具の後ろなど掃除のしにくい場所にあるコンセントでは、第1図に示すようにコードプラグとの隙間に埃が堆積しやすい。結露などにより埃が湿潤するとコードプラグ電極間に電流が流れ、絶縁体にトラッキングが生じて最終的には火災に至ることがある。電気設備機器火災のうち7%程度がトラッキングに起因すると推定されており、ここ10年間微増傾向にある⁽¹⁾。

火災未然防止のためには、トラッキングの発生・進展に伴い変化する物理量を測定し、その値が閾値を超えた場合に電力供給を遮断するシステムを構築する必要がある。本報では、コードプラグのトラッキング検出に関し、提案されている手法を紹介する。

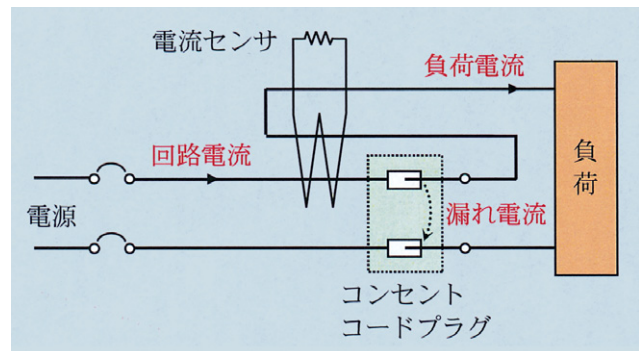


第1図 埃の堆積状況の例

負荷電流相殺法⁽²⁾

コードプラグ電極間に流れる電流(漏れ電流)のみを測定する方法で、第2図に示す回路により実現される。電流センサ部に通したコードには負荷電流に漏れ電流が重畳された電流(回路電流)が流れるが、コードを折り返して逆方向から貫通させることにより負荷電流は相殺され、漏れ電流のみの検出が可能となる。

本手法は負荷電流に高調波を含む場合にも適用でき、トラッキング検出には極めて有効な方法である。現場においてはコードを折り返すことが難しいため実用性には難点があるが、実験室における漏れ電流の特性把握や検出法検討には本手法は必要不可欠である。



第2図 負荷電流相殺法

回路電流の特徴量に基づく方法⁽³⁾

負荷電流と漏れ電流には、第1表に示すような違いがある。現場においては回路電流を測定せざるを得ないと考えられるが、漏れ電流の大きさは負荷電流のそれに比べてかなり小さいため、回路電流の特徴量によりトラッキングを検出することは一般的には困難である。

しかし、トラッキングが進行した場合や発火初期には、振幅が大きく幅が狭く鋭く尖る波形の漏れ電流が流れるようになり、この変化は回路電流にも反映される。波高率が大きく、時間的に不規則に変化するという回路電流の特徴に基づいて検出を行う方法であるが、トラッキング初期状態への適用は難しい。

第1表 負荷電流と漏れ電流の比較

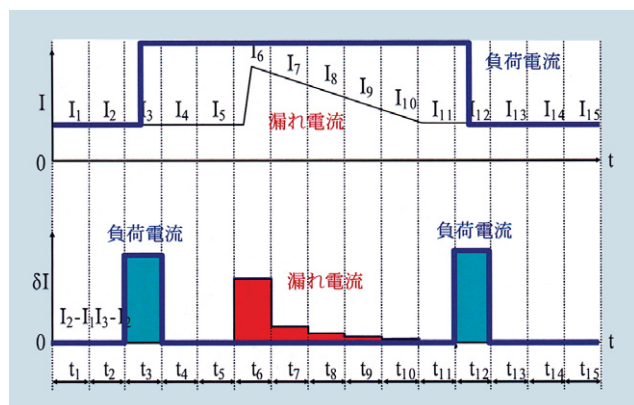
	負荷電流	漏れ電流
大きさ	数A	数mA～数100mA
大きさの時間変化	動作状態が変わらなければ小さい	水分供給直後は大きい
変化の持続時間	電源入切や動作状態変化に伴うものであり、比較的短い	水分が蒸発するまで変化は続くため、比較的長い

回路電流の演算処理による方法

第1表に示した負荷電流と漏れ電流の大きさの時間変化や変化の持続時間の違いに着目し、適切な演算処

理を行うことにより回路電流から負荷電流を極力除去して漏れ電流の特徴を抽出する方法である。

第3図に示す簡単な波形を用いて基本的な考え方を説明する。記録された電流波形を、所定の時間幅(t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 ...)に分け、それぞれの時間幅毎に電流値に関する数値(I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , I_5 ...)を求める。図では電流値に関する数値として電流値を用いているが、電流値そのものである必要はない。任意の時間幅 t_i における電流値に関する数値 I_i と、次の時間幅 t_{i+1} における数値 I_{i+1} の比較(図では差の絶対値 δI)により電流の一定成分(定常状態の負荷電流に相当)を相殺し、時間変化が持続する漏れ電流に相当する量を抽出する。



第3図 電流の特徴に基づく信号処理の考え方

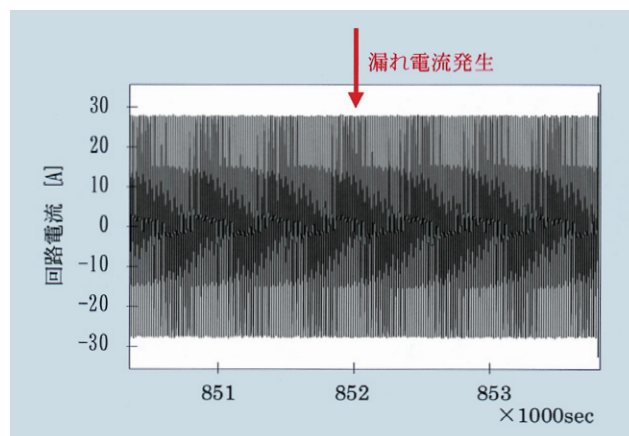
演算処理として、筆者らの提案する実効値法⁽⁴⁾を適用した結果を紹介する。時間幅を1/60秒(60Hz地域の1サイクル)とし、区間毎に電流波形の実効値を計算する。1秒間(60個)の実効値の平均値を求め、前区間の電流値に関する数値とする。次の1秒間では各サイクルの実効値から前区間の実効値の平均値を減算して電流の変化量を求めると、漏れ電流の特徴を抽出することができる。

冷蔵庫、電気ポットおよび掃除機の3つの負荷を同時に接続した場合には、回路電流は第4図に示すようになり、その大きさは27A程度となる。矢印の時刻にトラッキングに伴う数10mAの漏れ電流が発生しているが、負荷電流に埋もれてその特徴を見出すことはできない。第5図は、第4図を実効値法により処理した結果である。回路電流から負荷電流がほぼ除去され、漏れ電流の特徴を抽出できていることがわかる。

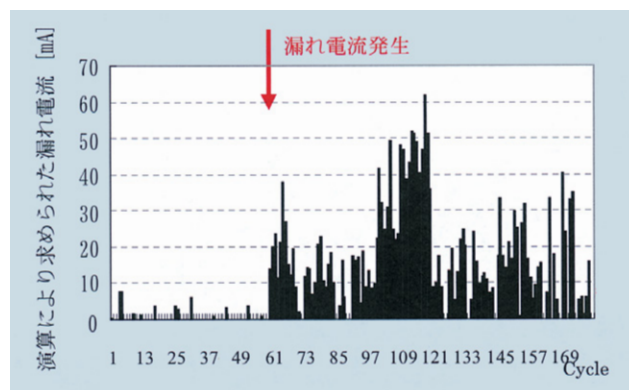
さらに変動幅⁽⁴⁾を導入すると、第5図に示す漏れ電流の時間変化を定量化できる。10サイクル毎に電流波高値の平均値を求め、1秒間に得られる電流波高値の平均値6個の最大値と最小値との差を変動幅と定義する。漏れ電流が流れた場合には変動幅が大きく、ある程度の時間持続するため、変動幅に関連する閾値の設定により、電力供給遮断システムを実現できる可能性がある。

実効値法は、トラッキングの状態、負荷の数や種類に

かわらず有効であり、現場適用性が高い。実用化に当たっては、サンプリング速度の低速化、演算の簡素化、機器の小型化などが課題となる。



第4図 回路電流波形の例
(負荷: 冷蔵庫+電気ポット+掃除機)



第5図 実効値法により第4図から抽出された漏れ電流

おわりに

温度や蒸発する水分などに基づくトラッキング検出手法も提案されているが、本報では回路電流に基づく検出手法を紹介した。これらの手法の有効性は、実験室など比較的環境の良い条件下では確認されている。今後、現場における動作実績データの収集・解析を行い、信頼性の高いトラッキング火災防止システムを構築することが強く望まれる。

【参考文献】

- (1) 東京消防庁: 平成19年版 火災の実態, p.11, 2007.
- (2) 八木 他: 電気設備学会誌, 28巻, 1号, p.81-86, 2008.
- (3) 特開2006-292555
- (4) 八木 他: 電気学会論文誌A, 129巻, 6号, p.415-422, 2009.

水野 幸男(みずの ゆきお)氏 略歴

昭和61年 3月 名古屋大学大学院工学研究科博士課程修了
 昭和61年 4月 豊橋技術科学大学助手
 平成 5年11月 名古屋工業大学助教授
 平成15年 1月 名古屋工業大学教授
 主として、故障診断、外部絶縁、極低温絶縁、商用周波電界・磁界の定量化に関する研究に従事