

電源用コンデンサの発火対策、キヤノンが取り組みを公表

信頼性
コンデンサ

普通紙複写機のスイッチング電源に使うコンデンサが、過電圧などのストレスによって絶縁不良を起こし、発火することがあった。この問題への取り組みを、キヤノンが公表した。当初はコンデンサが発火しても、周囲に燃え広がらないようにしていた。しかし機器のコストが増加するうえに、機器の小型化が難しい。そこで燃えにくいコンデンサの実現へと対策を進めた。

スイッチング電源の1次側は電源ケーブルに直結されるため、外来雑音に直接さらされる。雷サージや、他の機器のスイッチング電源による高調波電流、電源電圧変動などを受ける。この影響を受けて電源回路のコンデンサが絶縁不良を起こすと、場合によっては短絡し、発火に至る(図1)。

キヤノンがこの問題に取り組んだのは、家庭用の普通紙複写機の発売がきっかけだった。1982年のことである。発売後に、フィールドで発火したことがあった。そこで原因を調査したところ、スイッチング電源のコンデンサが浮かび上がった。

ライン・フィルタのフィルム・コンデンサと、1次側平滑回路のAl電解コンデンサが問題となった。

フィルム・コンデンサの発火は電圧サージが原因だった。雷サージやほかの電子機器からのサージによって、絶縁破壊することがある。この状態で交流入力に加わると発熱し、燃えだす可能性がある。

Al電解コンデンサの発火は過電

圧が原因だった。たとえば単相3線交流だと、なんらかの原因で中性線が外れ、電源に定格の1.5倍くらいの電圧が加わる。このときコンデンサが短絡し、燃えだすことがあった。

周囲への延焼を防ぐ

キヤノンがこの問題の対策に着手したのは1986年のことである^{1),2)}。

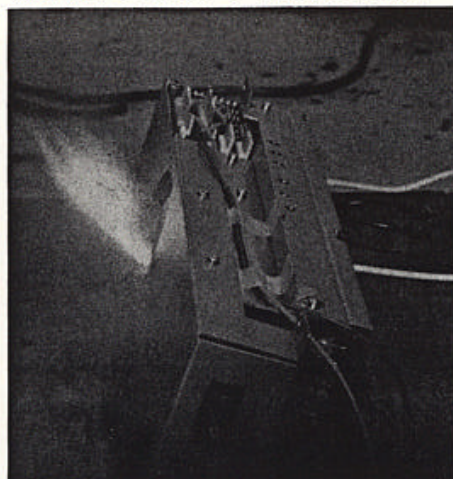
しかし当初は、発火を前提にした

対策しか打てなかった。コンデンサ・メーカーが発火の可能性を肯定していたからである。対策は電子機器メーカーが行なわざるを得なかった。

コンデンサが発火しても、周囲に燃え広がらないようにした。コンデンサを板金で覆う、コンデンサの周囲をある程度空ける、機器の筐体を金属製にするといった対策である。

上記の対策を施した機器で、強制的にコンデンサを発火させて安全性を確認した。コンデンサが燃えても、機器の外に炎が出ない、筐体に穴が開かない、機器の筐体に巻いた布に着火しない、機器内部のプラスチック部品に燃え広がらない、といった

(a)内蔵するコンデンサを発火させた様子



(b)Al電解コンデンサの断面

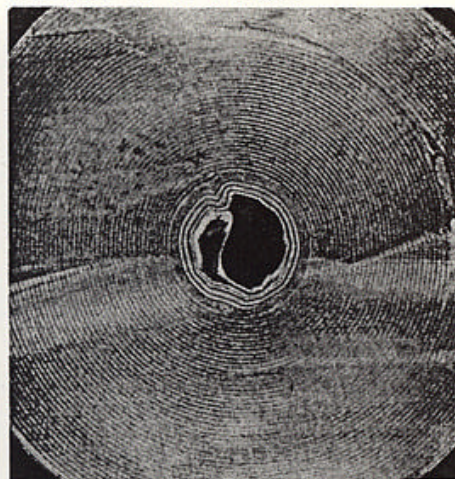


図1 スwitchング電源のコンデンサに発火の危険 (a)はスイッチング電源に組み込んだフィルム・コンデンサを強制的に発火させたところ。(b)はAl電解コンデンサの断面。Al電解コンデンサはふつう、陽極箔と電解紙、陰極箔を重ねてぐるぐる巻きにしてある。巻き始めの機械的なストレスが大きいと、巻芯部分が歪む。キヤノンの試験によると、短絡不良の大半はこの巻芯部で発生していた。

条件を満足した場合、合格とした。

しかしこのような「苦肉の策」は、機器メーカーにとっては負担が少なくない。機器を小型化しにくい、コストを下げにくい。試験にかかるコストも相当なものである。「コンデンサそのものから火が出ないようにしなければだめだ」という結論に達した」(キャノン)。

評価基準を新たに作成

燃えにくいコンデンサの実現は、フィルム・コンデンサから進んだ。コンデンサを強制的に発火させる試験で、燃えにくい品種が見つかったからである。耐圧の高い品種の構造や海外の安全規格などを参考に、新たな評価基準を定めた。

すなわち8カ国の安全規格をパスした品種を前提とし、樹脂ケースに封止したタイプを採用対象にした。樹脂ケースを使わない従来品に比べて割れにくく、燃えにくいと考えた

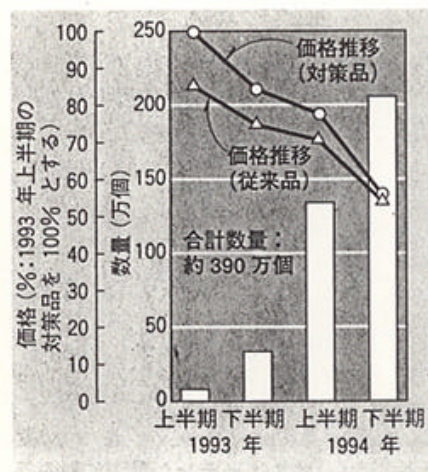


図2 AI電解コンデンサの購入価格の推移 購入価格、購入数量ともキャノンがあるコンデンサ・メーカーから購入したときの実績値。

からである。さらに、直流過電圧試験、電圧サージ試験、ダンプ試験(交流定格入力に電圧サージを重ね)を実施することにした¹⁾。

これらの試験をパスした品種を事業部の認定品として、1989年から採用を開始した。

コンデンサの改良に挑む

Al電解コンデンサの場合はフィルム・コンデンサよりも厄介だった。評価した国内メーカー各社のコンデンサがすべて、キャノンの直流過電圧試験で燃えてしまったからである。

このためコンデンサを分解して構造を調べ、発火のメカニズムを把握することにした。その結果、コンデンサの巻芯部分の構造に問題があることがわかった²⁾。Al電解コンデンサは陽極箔、電解紙、陰極箔を重ねて巻いてある。小型化のためにきつく巻くので、巻芯部分には歪みが入りやすい(図1(b))。このため短絡しやすかった。短絡すると電解液が気化する。火花が気化した電解液に飛び、燃えだすことになる。

そこでキャノンは、巻芯径を拡大したり、電解紙を2枚構造にするなどの対策を考案した²⁾。コンデンサを短絡しにくくするとともに、短絡しても発火するまでに安全弁が作動するようにした。

そして改良案をコンデンサ・メー

カーに提案し、数社と共同で対策品を開発した。「提案した当初は、どのメーカーも全然とりあってくれなかった。燃えないコンデンサを開発してくれたら、必ず採用すると説得した」(キャノン)。

キャノンの調査が徹底していたことも、コンデンサ・メーカーを動かした。試験をすると、メーカーによってどこが短絡しやすいかが少しずつ違っていた。そこでメーカーごとに問題点を指摘し、対策を提案した。

対策品のコストは従来品と同等に

この結果1993年からキャノン全社の認定部品として、対策を施したAl電解コンデンサの採用を開始した。1994年には、事業部認定品だったフィルム・コンデンサも全社の認定品とした。現在のところ、それぞれ5社が認定品を納入している。対策済み品種に起因する発火事故は、フィールドではこれまで1件も発生していないという。

部品コストはどうか。発火対策を施した1次平滑用Al電解コンデンサは、採用当初は従来品よりも高価だった。しかし現在では購入数量が増え、従来品とほぼ同じ価格で購入できるようになった(図2)。(福田 昭)

参考文献

- 1) 藤原義親、渡部利範、「キャノンのコンデンサへの取り組み」、『第25回信頼性・保全性シンポジウム発表報告文集』, pp.99-104, 1995年7月。
- 2) 渡部利範、藤原義親、内田宏、「アルミ電解コンデンサの発火メカニズムとその対策」、『第21回信頼性・保全性シンポジウム発表報告文集』, pp.271-278, 1991年6月。

注1) 直流過電圧試験はキャノン独自の試験。印加電圧は+3kV。印加電圧の値は、市場における不良の事例や実際の電源事情を考慮して決めた。電圧サージ試験とダンプ試験は各国の安全規格を参考にした。