

フルフラーンチェック・ユニ Q&A

1

Q 1. 絶縁油を入れ替えた後でも可能か？

A 1. フルフラーンは絶縁紙の劣化によって生成しますが、生成とともに油溶性のため絶縁油に溶解し、フルフラーンの油中濃度は生成したフルフラーンの量に対して一定の割合で平衡状態となります。この状態においても、生成したフルフラーンの多く(85%)は絶縁紙中に留まっています。絶縁紙中に留まった多くのフルフラーンが油中に溶出するためには時間が必要で絶縁油を入れ替えた直後、測定値は低くなります。しかし、時間とともにフルフラーンが溶解し再び平衡状態となるため絶縁油の入れ替え後2年程度でフルフラーンの測定が可能となります。この場合は測定値を0.85で除した値が正確なフルフラーン値となります。

Q 2. 平均重合度とは？

A 2. 重合度とは、重合体(セルロース)を構成する基本単位の数をいいます。セルロースの場合、数が多いほど機械的強度が高いといえます。一般に、変圧器の寿命は絶縁紙の機械的強度の低下によって決定され、機械的強度と相関のある物性値(平均重合度等)で判断されます。

Q 3. カタログの写真では試料油が透明だが実際は茶色い大丈夫か？

A 3. 絶縁油は使用とともに無色→黄→茶へ変色する場合があります。これは絶縁油が酸化劣化することによって起こる現象です。フルフラーンチェック・ユニはこの着色成分を除去後測定するため試料油が着色している場合においても測定が可能です。

Q 4. なんppmになったら寿命なの？

A 4. A 2でも述べたように、変圧器の寿命は絶縁紙の機械的強度の低下によって決定され、絶縁紙の平均重合度450が寿命レベルと考えられています。(社)電気協同研究会や電気学会では絶縁紙の平均重合度と油中フルフラーン濃度の関係が明らかにされており、寿命と判定される数値は絶縁紙単位質量あたりの油中フルフラーン量として0.015~0.034mg/gといわれています。

絶縁紙単位質量あたりの油中フルフラーン量をフルフラーンチェック・ユニの測定値である絶縁中のフルフラーン濃度に変換すると下式のようになります。

【フルフラーン測定値が2ppmの場合】

一般に変圧器に使用される絶縁紙の量は絶縁油容量の5質量%であるため、絶縁油100Lの変圧器があるとする絶縁紙は5kgとなります。

フルフラーン測定値が2ppmの場合に生成した全フルフラーン量は、

変圧器の全フルフラール量：

$$2 \times 10^{-6} \times 100(\text{L}) \times 0.89(\text{油の比重}) = 1.78 \times 10^{-4}(\text{kg}) = 178(\text{mg})$$

したがって、絶縁紙 1g から生成したフルフラールは、

絶縁紙 1g から生成したフルフラール量：

$$178(\text{mg}) \div 5000(\text{g}) = 0.0356(\text{mg/g})$$

以上から

$$2(\text{ppm}) = 0.0356(\text{mg/g}) \approx 0.034(\text{mg/g}) \quad \text{とみなされる。}$$

【フルフラール測定値が 1 ppm の場合】

2ppm の場合と同様に、絶縁油 100L の変圧器があるとする絶縁紙は 5kg となります。

フルフラール測定値が 1ppm の場合に生成した全フルフラール量は、

変圧器の全フルフラール量：

$$1 \times 10^{-6} \times 100(\text{L}) \times 0.89(\text{油の比重}) = 0.89 \times 10^{-4}(\text{kg}) = 89(\text{mg})$$

したがって、絶縁紙 1g から生成したフルフラールは、

絶縁紙 1g から生成したフルフラール量：

$$89(\text{mg}) \div 5000(\text{g}) = 0.0178(\text{mg/g})$$

以上から

$$1(\text{ppm}) = 0.0178(\text{mg/g}) \approx 0.015(\text{mg/g}) \quad \text{とみなされる。}$$

したがって、絶縁紙の寿命は絶縁油中のフルフラール濃度が 1～2ppm のときであると考えられます。

Q 5. これでは余寿命がわかるのか？

A 5. 概略の余寿命であれば算出が可能です。ただし、詳細な余寿命推定には少数 2 位までの数値が必要となるためフルフラールチェック・ユニでの測定値を用いると余寿命推定値に大きな誤差を発生させる場合があります。

フルフラールチェック・ユニを使った測定を行った場合、推奨する判定基準として以下のようなものがあげられます。

0.5ppm 未満：危険性が低い。簡易測定で経時変化を定期的に確認する。

0.5～2.0ppm：危険性が高い。高速液体クロマトグラフを用いて余寿命推定を行なう。

2.0ppm 超：危険。寿命と判断する。

※実際の使用変圧器を対象として行なったフィールドテストでは半数以上の絶縁油からフルフラールが検出されない、又は極微量しか検出されない状態で、多くの変圧器は健全な状態であることがわかりました。