

アモルファス変圧器の経年特性評価

実フィールド稼働の経年変圧器と新材料を適用した新型変圧器の特性評価

Evaluation of Aging Characteristics of Amorphous Transformers

Characteristic Evaluation of an Aged Transformer Actually Operating in the Field and a New Transformer to which a New Material has been Applied

(配電部 技術G)

アモルファス変圧器は、実用化されてからの歴史が浅く、経年特性に関するデータは少ない。今回、経年変圧器の無負荷損、騒音などの基本特性の他に、鉄心の結晶構造について評価した結果、いずれにおいても問題がないことを確認した。また、新アモルファス磁性材料を適用した新型変圧器についても同様に評価を行い、問題がないことを確認した。

1 背景

地球温暖化防止対策の一つとして配電用変圧器の低損失化が進んでおり、その中でもアモルファス変圧器(以下、AMT)は低損失機器として注目されている。日本では、電力会社が平成3年から導入を始め、その後、民生分野でも導入されている。しかし、AMTの経年特性に関するデータは少なく、未知の部分もあることから、今回、実フィールドで稼働していた経年AMTの基本特性と鉄心の結晶構造について特性評価を行った。

また、当社では、変圧器メーカーと共同で新アモルファス磁性材料(以下、HB1)を適用した新型AMTを平成20年度に開発した。そこで、現場導入に向けた長期的な性能確認を目的に、加速劣化試験による新型AMTの特性評価を行った。

2 経年AMTの特性評価

(1) AMTの特徴

AMTは、鉄心にアモルファス磁性材料を適用し、無負荷損を大幅に低減している。この磁性材料は、原子配列が不規則な非晶質構造を持ち、これにより無負荷損の大半を占めるヒステリシス損を低減できる。さらに、板厚が薄いため渦電流損も低減できる。

(2) 評価内容

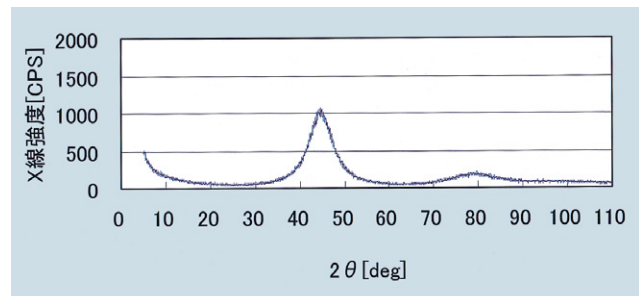
変圧器の基本特性を評価するために、無負荷損試験、負荷損試験、耐電圧性能試験、騒音試験などの基本的な試験を実施した。さらに無負荷損については、出荷時測定値との比較を行い変化の大きさを確認した。

また、鉄心の非晶質構造によりAMTは、低損失を実現しているため、鉄心に関してはさらに詳細な評価を行うこととした。具体的には、変圧器から鉄心を取り出し、X線照射による回折ピーク強度の形状確認をした。横軸にX線の回折方向と入射方向の角度差(2θ)、縦軸

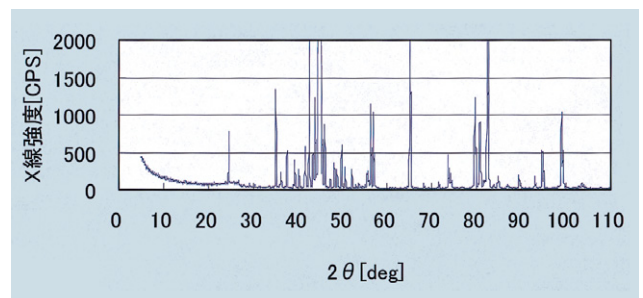
(Engineering Group, Distribution Department)

Due to the short history of practical application of amorphous transformers, there is little data concerning their aging characteristics. Chubu Electric has evaluated the crystal structure of the iron core of an aged transformer, as well as its basic characteristics, including no load loss and noise. As a result of the evaluation, no problems were found in any aspect. In addition, a similar evaluation was performed concerning a new transformer to which a new amorphous magnetic material was applied, and it was confirmed that there was no problem with its characteristics.

にX線強度をとった場合の形状は結晶質と非晶質で全く異なる形状を示す。新品AMT鉄心の結果を第1図に、高温焼鈍で結晶化させた鉄心の結果を第2図に示す。



第1図 新品AMT鉄心のX線回折結果



第2図 結晶化した鉄心のX線回折結果

(3) 評価結果

実フィールドで稼働していた撤去品の中から平均経年数13年のAMT30台を対象に評価した。

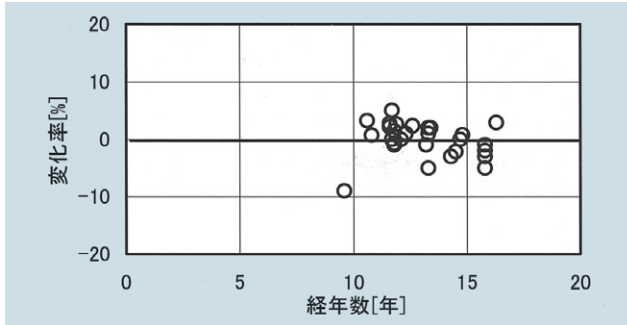
ア 基本特性の評価結果

以下の試験項目を実施したところ、いずれの試験結果も規格値内で良好であった。

- ・ 無負荷電流および無負荷損試験
- ・ 負荷損および短絡インピーダンス試験
- ・ 加圧耐電圧試験
- ・ 誘導耐電圧試験
- ・ 雷インパルス耐電圧試験
- ・ 絶縁抵抗試験
- ・ 騒音試験

イ 無負荷損の変化

出荷時と経年後の無負荷損を比較したところ、変化率はほぼ±5%以下であった(第3図)。無負荷損の大きさは16W程度で、この変化は1W程度に相当することから、経年による変化は小さく、劣化の兆候は見られなかった。

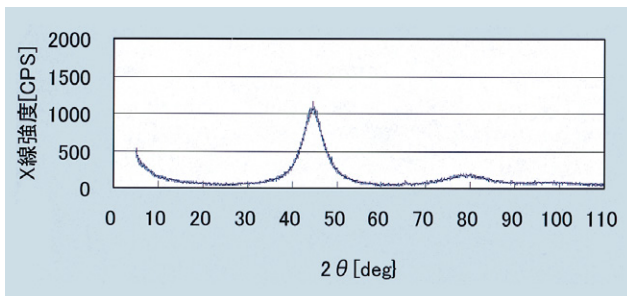


第3図 無負荷損の変化

ウ 鉄心の評価結果

稼働年数が15年10カ月と長く、稼働率が高かったAMTから鉄心を採取し、X線回折によるピーク強度の形状確認を行った結果を第4図に示す。

経年AMTの鉄心には、アモルファス特有のブロードパターンが観察され、非晶質構造が維持されていた。



第4図 経年AMT鉄心のX線回折結果

3 新型AMTの特性評価

(1) 新型AMTの概要

HB1は、従来よりも飽和磁束密度が高く、AMTの小形化などに効果的であり、当社の新型AMTは、電磁鋼板変圧器と同等サイズを実現した。

ただし、このHB1は、物性が磁性を失う境界となる温度であるキュリー温度が従来のものより低いなど、熱に対して敏感であることから、変圧器として長期間使用した場合の特性評価を行うこととした。

(2) 評価方法

変圧器の寿命は巻線の絶縁紙に支配されることが知られている。そこで、巻線に対し、期待寿命25年を大幅に上回る50年に相当する熱劣化を加えて加速試験を行った。

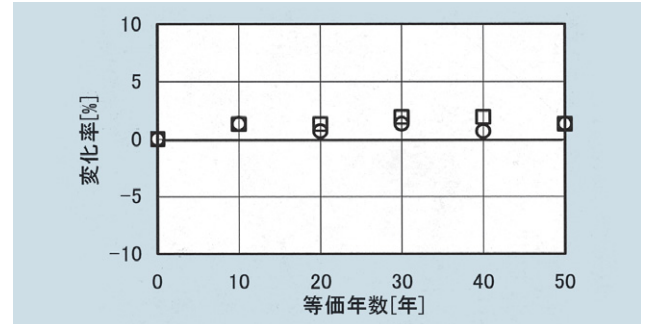
変圧器の基本特性評価は、10年に相当する時点毎に

試験を実施した。また、試験終了後に経年AMTと同様に、X線回折強度のピーク形状を確認した。

(3) 評価結果

ア 基本特性の評価結果

経年AMTと同様に基本特性に関する試験を実施したところ、いずれも規格値内で良好であった。また、無負荷損の変化率(第5図)は、初期値から+3%の範囲で変化していた。これは0.3W程度の増加であり、ほぼ初期特性を維持していることが分かった。



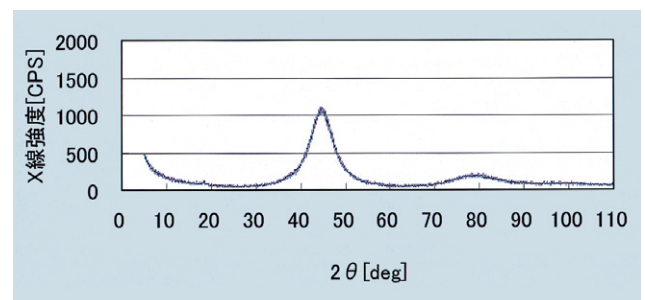
第5図 無負荷損の変化

イ 絶縁物の評価結果

試験の経過とともに絶縁油、絶縁紙とも劣化が進行しており、特に絶縁油は劣化が顕著であった。すなわち一般的な変圧器と同様にAMTの寿命も、絶縁物が支配的であることが分かった。

ウ 鉄心の評価結果

試験終了後、X線回折によるピーク強度の形状確認を行った結果を第6図に示す。経年AMTと同様にブロードパターンが観察され、非晶質構造を維持していることが分かった。



第6図 加速試験後のX線回折結果(50年相当劣化後)

4 今後の予定

経年AMTの特性評価を実施し、出荷時と同等レベルの性能を有していることを確認した。さらに、新型AMTについても長期性能が確認できたことから、平成21年度から導入を開始している。



執筆者 / 寺田尚可