

低圧電動機絶縁劣化診断法の開発

新パラメータによる寿命予測

Development of a Method to Diagnose Aging of a Low-voltage Motor's Insulation

Prediction of residual life using a new parameter

1 新しい絶縁診断法開発の必要性

低圧電動機の絶縁診断は、電気機器創生期以来から現在なお絶縁抵抗計（通称メガー）による測定方法が行われている。このメガーは、電動機の絶縁劣化を測定することはできず、電動機の状態把握の目安判定にしかならない。

しかし、設備の長期間の使用に伴い、劣化診断により一番適正なタイミングで設備更新を図る必要がある。そのため、メガー測定に代わって、何らかの適切な測定技術の開発が望まれていた。

2 超低周波電圧印加法に着目

ここで着目したのが超低周波(0.1Hz)電源による絶縁診断である。

この方法は、最近利用され始めた手法で、従来の交流測定法に比べ、電圧ストレスが少なく、加える電圧が超低周波のためインピーダンスへの影響は直流に近く、電動機巻線のコイルエンドまで電界がかかるので、従来の測定器ではキャッチできなかったコイルエンド部の傷や欠陥等も検出できるメリットがある。

さらに、超低周波交流波形をプラス、マイナス、プラスと1.5Hz分の三つの波形を連続して5秒間ずつ(計15秒間)巻線へゆっくりとかけるため、絶縁物の寿命を縮める素因であるポイド(微小の空隙や傷)の放電現象を正確にとらえ、判別することができる。

低圧電動機の寿命は、巻線の絶縁強度(絶縁破壊電圧のレベル)によって決まるといわれているが、従来は絶縁抵抗計しかなく絶縁強度までは測定できなかった。そこで、超低周波電源により絶縁強度の推定が可能とする技術に着目し、この技術の応用から、新しいパラメータ(交直絶縁抵抗比 R/Ra)を用いることによって絶縁劣化診断が可能となった。

Service life of a low-voltage motor is said to be determined by the insulation strength (breakdown voltage of the insulator) of the armature winding. Formerly, with only meggers available, we have never been able to measure insulation strength. We picked up a technology which enables estimation of insulation strength by using an ultra-low frequency power supply. Through the study of applying this technology to predicting residual life, we made it possible to diagnose the aging of insulation by using new parameters (Ratio of insulations to direct/alternating current: R/Ra).

3 研究結果

研究は、超低周波絶縁診断装置で得られたデータから、いかに定量的に判定し、劣化診断するかをテーマに、15~24年間使用した電動機9台を用い、次の条件で絶縁劣化診断を行った。

- 電動機の汚れた状態
- 吸湿や乾燥させた状態
- スチーム洗浄した状態
- 絶縁破壊した物のパラメータ測定

この結果、以下のような成果が得られた。

(1) 既存のパラメータと絶縁破壊電圧

従来、高圧電動機の絶縁劣化診断に用いられた誘電正接、静電容量と絶縁抵抗の相乗積等の各種パラメータと絶縁破壊電圧との関係を求めたが、パラメータと絶縁破壊電圧との関係は、それぞれ、かなりのバラツキがあり、十分な相関関係は得られなかった。

(2) 絶縁劣化診断の三つの評価指標

① 新パラメータによる絶縁破壊電圧の推定

(1)項のデータを基に、既存のパラメータをいろいろ組み合わせて絶縁破壊電圧との関係を検討した結果、新パラメータ(交直絶縁抵抗比 R/Ra)が絶縁破壊電圧と相関関係があることが判明した。(第1図)

今後は新パラメータにより絶縁破壊電圧の経年変化を知ることができ、余寿命の推定が可能となる。

② 絶縁物の汚損程度の判定

さらに、新パラメータ(R/Ra)と直流絶縁抵抗比($R1/R$)の関係を求めると、電動機を分解しなくても巻線の汚れ程度を把握できることが分かった。(第2図)

③ 絶縁物の損傷程度の検知

次に超低周波電圧による部分放電特性を分析したところ、絶縁物の傷の付き具合により、発生パターンが違うことが実証できた。(第3図)

放電の発生パターンは三つの種類に分けられ、一つは絶縁層の内部にできた傷の場合、正負両極対称の放電特性として現れる。

他の二つは、絶縁層の表面にできた傷と汚れであるが、いずれも正負両極非対称として現れる。

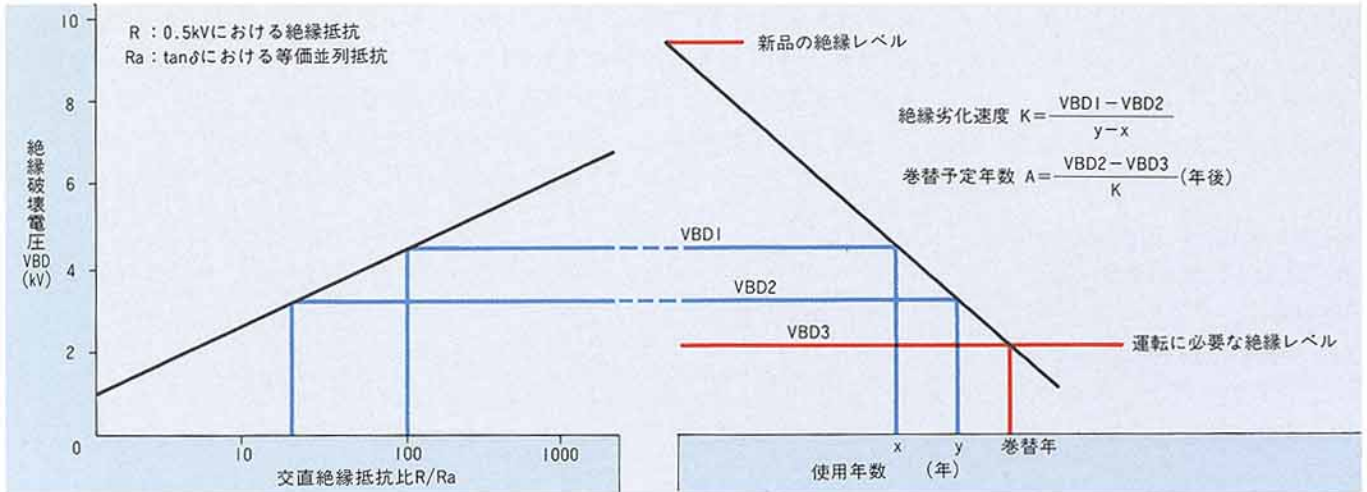
傷と汚れの見極めは、最大放電電荷量の違いとして知ることができる。

これらの成果により、低圧電動機の絶縁物の損傷の有無のみならず、絶縁劣化の程度から余寿命の判定まで可能な技術が確立できた。

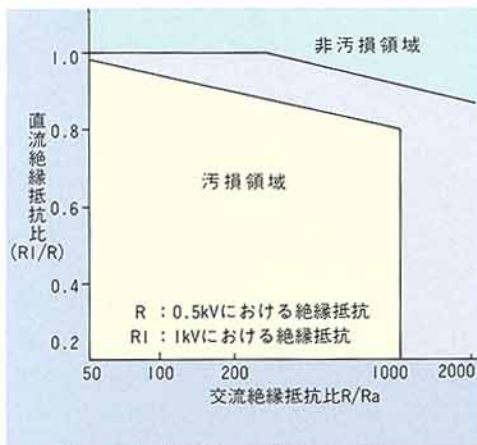
4 今後の展開

今回得られた絶縁劣化診断の三つの評価指標を基に、電動機の絶縁管理と、予防保全に活かすべく、超低周波電源による絶縁劣化診断技術をさらに向上させていきたい。

(名古屋火力センター 保修課)



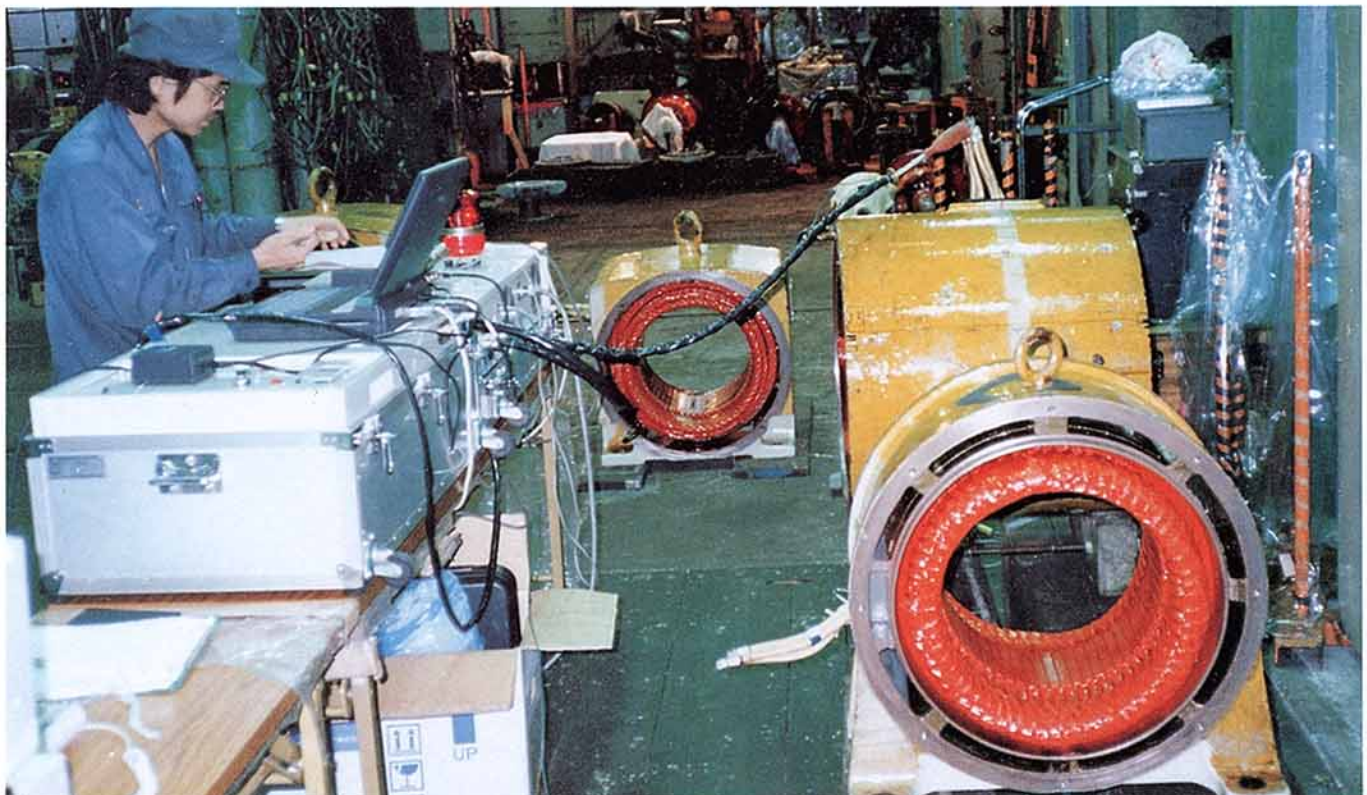
第1図 新パラメータによる絶縁破壊電圧の推定



第2図 絶縁物の汚損程度の判定

絶縁の状態	発生パターン	部分放電の発生パターン
正負両極の傷(ポイド発生)	正負両極対称	ポイド放電大
絶縁物の汚れ(汚損吸湿)	正負両極非対称	
絶縁表面の傷の発生	正負両極非対称	負極側に傷あり

第3図 絶縁の状態による部分放電の発生パターン



第4図 超低周波電源による試験状況