

AEによる変圧器の部分放電の評価

宿口哲也¹、久野勉¹
西本重人²

The estimation of electric discharge in transformer with AE technology.

Tetuya Yadoguchi¹, Tutomu Kuno¹, Shigeto Nishimoto²

AEによる大型変圧器の部分放電量の評価技術の開発を行った。その結果、以下に示す事項が明らかになり、大型変圧器の部分放電量およびその発生位置を変圧器から発生するAEを計測することにより評価できることが判明した。

- 1) 部分放電により、数10kHz～1MHzを超える幅広い周波数成分を持つAEが発生する。
- 2) 部分放電の大きさと放電により発生したAEのエネルギーに相関がある。
- 3) AEセンサを適切な位置に設置することにより放電発生位置を特定することができる。

キーワード：AE 部分放電 変圧器 電荷 エネルギー

1.はじめに

受変電設備、特に変圧器は生産設備へのエネルギーの供給源であるので、事故や故障の発生は、生産の停止、遅延に直接影響する。変圧器の劣化は大きく1)電氣的要因 2)熱的要因 3)環境要因 4)機械的要因 5)化学的要因 6)その他に分けられる¹⁾。この中で、特に故障の原因となっているのは熱的、機械的要因に基づく絶縁物の物性変化による絶縁の低下で²⁾、これにより部分放電が発生し寿命を大きく低下させる。従来、変圧器の保守・点検は、主に絶縁油の成分分析や、部分放電電荷量を測定する方法が行われているが、これらの方法は変圧器の運転を停止しなければならず、基本的には定期点検時にしか実施できない。しかし、保守費用削減、稼働効率向上の観点から、定期点検期間の延長が望まれる現在、稼働中に変圧器の健全性を評価する技術の開発が望まれている。そこで、本報では、大型変圧器の部分放電をAEを適用することにより稼働中に評価できる技術を開発し、良好な結果を得たので報告する。

2.試験方法

部分放電により発生するAEの特徴を把握するために、あらかじめ放電が発生していることが判明している変圧器を使用し、発生したAEの特徴を検討した。試験に使用した変圧器の外観を図1に試験条件を表1に示す。AEセンサは、変圧器の外周部にシリコングリースを塗布して押し付けて取り付けした。試験方法は、部分放電電荷量の測定を行い、同時に発生したAEを計測して、電荷量とAEの関係を検討した。

1 株式会社 住友金属小倉、設備部、北九州市小倉北区許斐町1番地

Sumitomo Metals(kokura) Ltd. 1,Konomi-machi,Kokurakitaku,Kitakyushu-city,Fukuoka,802-8686 Japan

2 日本フィジカルアコースティクス株式会社 奈良県生駒市小平尾町107-23

Nippon Physical Acoustics Ltd. 107-23,Kobiraouchou,Ikoma-city,Nara,630-0266 Japan



図1 試験変圧器

表1 試験条件

項目	条件	
トランス	電圧	3300V
	容量	1200kVA
AE装置	HPF	20kHz
	LPF	2MHz
	AEセンサ	広帯域型
電荷試験	印加電圧	最大 12kV

3. 試験結果

3.1 部分放電により発生した AE の特徴

印加電圧と AE の振幅および発生数の関係を図2に示す。印加電圧の増加に伴い、AE が発生し、その振幅および発生数が増加した。

発生した AE の波形形状とその周波数分析結果を図3に示す。波形形状は突発型を示し、周波数成分は数10kHz ~ 1MHz 以上と幅広い周波数成分を持つことが分かる。

放電により発生する AE の周波数成分の特徴を推察する。まず、放電は非常に速い現象であるので、信号の立ち上がり時間は非常に早くなると考えられる。信号の立ち上がり時間が早いということは、すなわち、この部分の周波数成分は高い成分を含むと考えられる。放電開始後は絶縁体の破壊が生じ、これは通常の方法の破壊と考えると、比較的低い、例えば 100kHz や 200kHz の成分が発生するものと考えられる。したがって放電により発生した AE の周波数成分は、上記のように低い周波数から高い周波数まで幅広い周波数成分を持つことになると考えられる。

測定された電荷量と AE のエネルギーの関係を図4に示す。電荷量と AE のエネルギーに相関が認められた。この結果より、AE のエネルギーから逆算して電荷量（放電の大きさ）を評価できることがわかる。ただし、実際には、この値には、伝播による減衰率を考慮しなければならない。

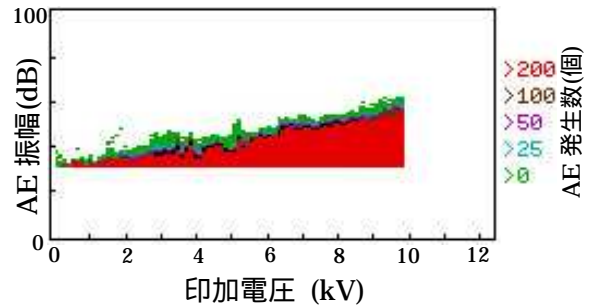


図2 印加電圧と AE の関係

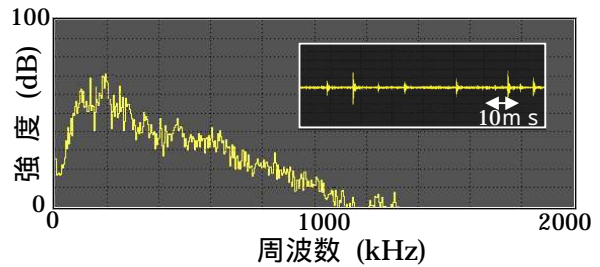


図3 放電により発生した AE

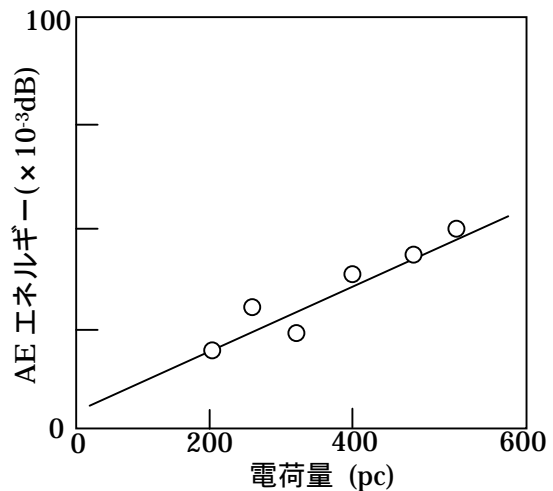


図4 電荷量と AE エネルギーの関係

3.1 放電発生位置の特定

変圧器に部分放電が生じた場合、その発生位置の特定は保全の効率に大きく影響する。そこで、放電発生位置の特定精度を兼用した。

AE センサを変圧器の南北面のそれぞれ中央部に取り付けて AE を計測して AE 発生位置を評価した場合と、南北面の東面側に AE センサを取り付けて AE 発生位置を評価した場合の AE の発生位置の特定結果を図 5 に示す。AE 発生位置の集中度は、中央部に AE センサを取り付けた場合のほうが広がりが大きくなっている。これは、中央部にはコイル等が密集し、AE が伝播する経路に障害物が多く、伝播時間にばらつきが生じやすいと考えられる。

すなわち、変圧器における AE の位置標定は、AE センサの設置位置を変圧器の中央より側面に近い位置に設置したほうが、測定精度としては高くなると考えられる。

4. 診断事例

試験変圧器と構造的に類似した大型変圧器の部分放電の評価を実施した。計測条件を表 2 に、計測対象の変圧器の概観を図 6 に示す。

計測結果を図 7 に示すが、時間経過とともに、エネルギーの高い AE が多数発生している。変圧器の大きさが異なると、伝播特性を考慮しないとイケないが、本変圧器は試験変圧器と構造が類似しているので、AE の伝播特性は等しいと考える。図 7 より、発生している AE のエネルギーは最大で 19×10^{-3} であるので、図 4 の電荷量とエネルギーの関係より逆算して 210pc の放電が生じていると考えられる。そこで、部分放電検査を実施して電荷量を測定した結果、240pc の電荷量が測定され、AE の結果と一致した。

5. おわりに

部分放電により発生する AE の特徴を把握するために、あらかじめ放電が発生していることが判明している変圧器を使用し、発生した AE の特徴を検討した結果、以下が明らかになった。

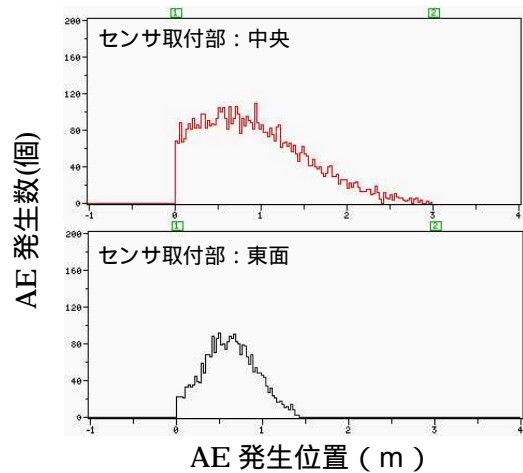


図 5 AE 発生位置標定結果

表 2 計測条件

項目	条件	
トランス	電圧	3300V
	容量	1200kVA
AE 装置	HPF	20kHz
	LPF	2MHz
	AE センサ	広帯域型



図 6 計測対象

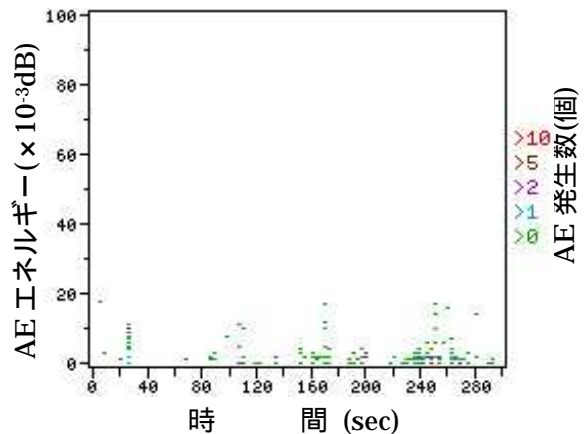


図 7 計測対象の AE 発生状況

- 1) 部分放電により、数 10kHz～1MHz を超える幅広い周波数成分を持つ AE が発生する。
- 2) 部分放電の大きさと放電により発生した AE のエネルギーに相関がある。
- 3) AE センサを適切な位置に設置することにより放電発生位置を特定することができる。

また、上記の結果をもとに実機変圧器の部分放電発生を評価した結果、従来から実施されている部分放電検査と同等の結果を得ることができ、本方法が変圧器の稼動中における部分放電検査に有効であることが判明した。

本報では、変圧器の部分放電を評価対象としてきたが、本方法は変圧器だけでなく、例えばコンデンサーや発電機等にも応用することが可能である。実際、すでにコンデンサの計測を実施したが、AE の発生を検知することができた。AE による部分放電検査は、今後、受電設備の放電検査手法の中心となると考えられる。

文 献

- 1) 日本電機工業会:受変電設備の適切な保全業務について、(2000-11)
- 2) 日本電機工業会:長期使用受変電設備の信頼性の考察、(1999-1)