

一 般 論 文

部分放電検出方法及び検出装置の開発

Developments of method of detecting partial discharge and sensing devices

田 中 武 司* 梶 村 和 成*
T. Tanaka K. Kajimura
平 家 忠 幸* 高 橋 照 行*
T. Heike T. Takahashi

概 要

電力機器の更新推奨時期は約30年とされているが、昨今期待寿命を迎えた機器でも更に限界まで使う事が指向されている。しかし電力機器はエネルギーの供給源でもあり、事故、故障の発生は生産停止、遅延に直接与える影響は大きい為、各社とも予防診断、劣化診断に前向きに取り組んでいる。

軽微な絶縁劣化をも瞬時に検出するには、絶縁破壊の前駆現象として起こる部分放電測定が最も適切であり色々な手法で行われている。

しかし、運転中の部分放電測定は信号減衰、ノイズ等より工場試験の測定感度より劣るため、現在有効な手法は見出せていない、ゆえに今回有効な測定法の開発を行った。

Synopsis

Generally recommended renewal time of the electric power apparatus is said about 30 years, but recently there are some demands to use such equipments as long as possible even those are over the expected lifetime.

However such electric power apparatus is a supply source of energy, and interruption of power supply by accident and failure of electric power apparatus gives serious problem for delay of production schedule. Therefore companies are positively takes action for various diagnosis to prevent such accidents.

To detect initial insulation degradation instantaneously, the best way to detect such signal is the partial discharge measurement and it's performs by various methods.

But on-line detection of partial discharge is very difficult because there are attenuation of discharge signals and many disturbances of noise. There is useful method still not available. Therefore we developed useful method of partial discharge measurement

1. まえがき

昨今電力機器関連の予防保全及び絶縁劣化診断調査（部分放電の有無）が色々な測定方法で行われているが、絶縁劣化の初期発見はまだ現状では困難である。

表1に絶縁診断項目についての実施の可否を示す。

この比較表から今回開発の新タンク電流測定法が劣化診断に優位であることが明らかである。

表1 比較表

印：実施可能

測定法	現地測定	部分放電測定可否		位置標定可否		放電電荷量測定
		1000PC以上	100PC以上	1000PC以上	100PC以上	
ERA法	-			-		
音響法			-	-	-	-
電磁波法				-	-	-
ガス分析			-	-	-	
アース電流法			-	-	-	-
新タンク電流法						

*産業・電力システム事業本部

2. 劣化診断法の特徴（部分放電測定法）

表 2

測定法	検出対象	特 徴
ERA法、PCT法	パルス電流	<ul style="list-style-type: none"> ・比較的正確に放電電荷量を測定できる ・位置標定ができない ・現地での測定が困難（感度が低い）
音響法(AEセンサ)	圧力波	<ul style="list-style-type: none"> ・正確に放電電荷量を測定できない ・位置標定ができる
電磁波法	電磁波	<ul style="list-style-type: none"> ・比較的正確に放電による電磁波がとらえられる ・位置標定ができない ・現地での測定が困難（感度が低い）
新タンク電流法	パルス電流	<ul style="list-style-type: none"> ・非常に高感度に放電現象を検出できる ・位置標定ができる ・現地での測定が可能

3. 各劣化診断測定法について

3.1 ERA法アース電流法（図1）

ERA法は外内部の部分放電供給電流を外部コンデンサより測定する。最も一般的で定量的な評価も可能であるが、真の放電電化量の測定は困難である。

アース電流測定法は接地電流をPCTで測定する方法であり感度は非常に悪い。

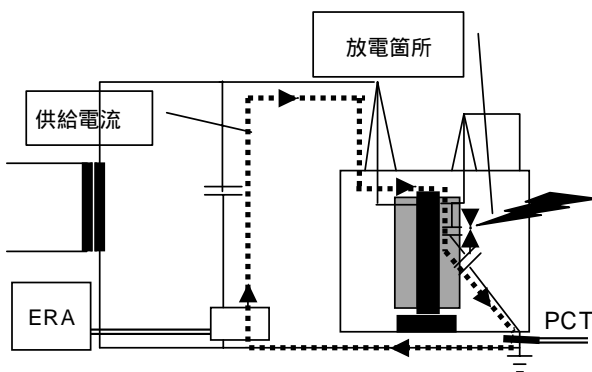


図1 ERA法アース電流法

3.2 音響法（AEセンサ）

部分放電から発生する超音波をタンク外壁にピエゾ素子を用いたAE（Acoustic Emission）センサにより測定する。音響信号の時間遅れに油中伝播速度（1.4m/ms）を乗算してAEセンサから部分放電源までの距離が計算でき、複数個のAEセンサを用いると部

分放電源の位置標定が可能である。取り付けは比較的容易であるがタンク外壁のAEセンサで得られる検出感度は500～数千pCと低くセンサから距離の離れた部分放電では検出感度が低下する。

3.3 電磁波法

部分放電から発生する電磁波が変圧器内部空間を伝播し外部アンテナにより測定する。タンクが電磁波を遮蔽するため感度は落ちるがブッシングの絶縁劣化検出として実用化されている。

4. 新タンク電流測定法とは

部分放電発生時、発生箇所での電荷喪失に対する供給電流は多所から供給されるが最もサージインピーダンスの小さい直接回路から最大電流が供給される。

我々が着目したのはタンク壁面とのストレージの容量である。最初に放電源に向かって充電電流を供給するのはこの経路であり、その立ち上がりの周波数は非常に高いと推定されるので高感度な検出が可能であろうと予想した。

この電流による壁面の電位変化を測定することにより部分放電現象を測定する測定法である。

複数のセンサを用いて同時測定すれば電気信号の時間遅れ（3.3ns/m）を乗算して、センサから部分放電源箇所までの距離が計算でき部分放電源位置標定も可能である。

センサで得られる測定感度は数10pCと高く、接地されている機器でも測定が容易である。（図2参照）

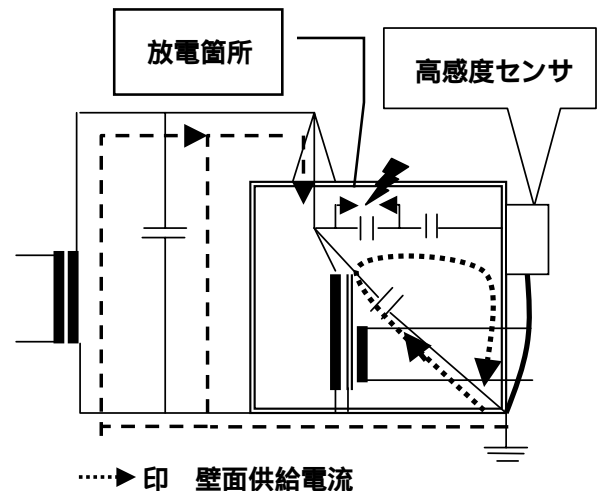


図2 新タンク電流測定法

4.1 測定感度比較

各測定法にて感度比較結果

図3 試験回路にてERA法での測定電荷量を基準に測定比較したものである。

表 3

測定方式	測定値			
ERA法 (pc)	16	63	707	15900
アース電流法 (mV)			4.46	94.0
タンク電流法 (mV)	10	36.2	266.0	4920
AE法 (mV)				

(注) - は、検出不能を示す。
 新タンク電流測定方式では桁違いな高感度な信号が得られる。

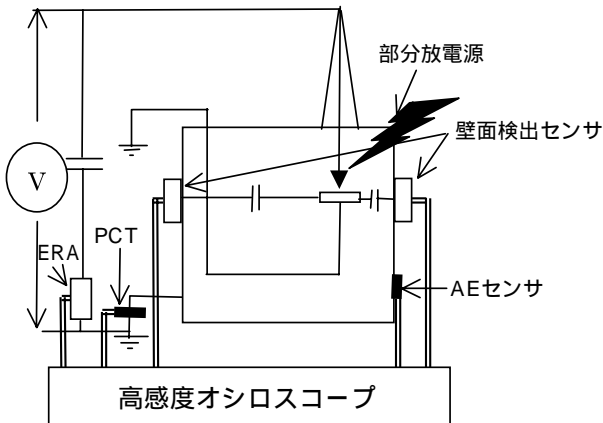


図 3 各測定法感度比較試験回路

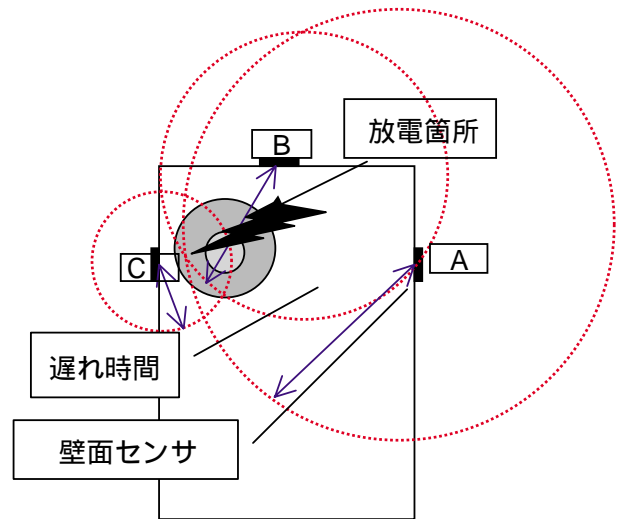


図 5 供試機器 (センサ取付箇所)

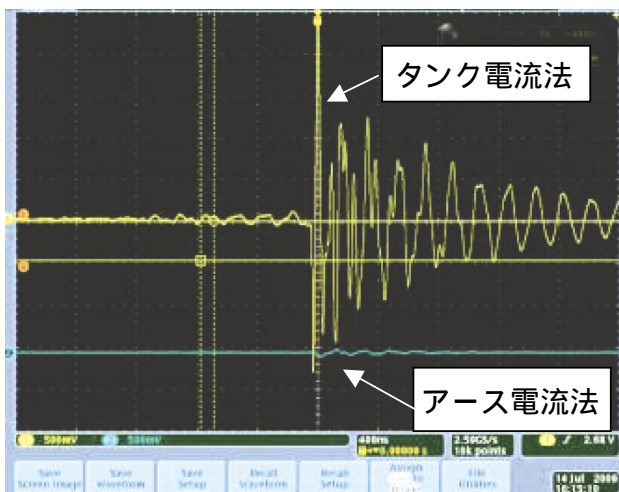


図 4 測定波形

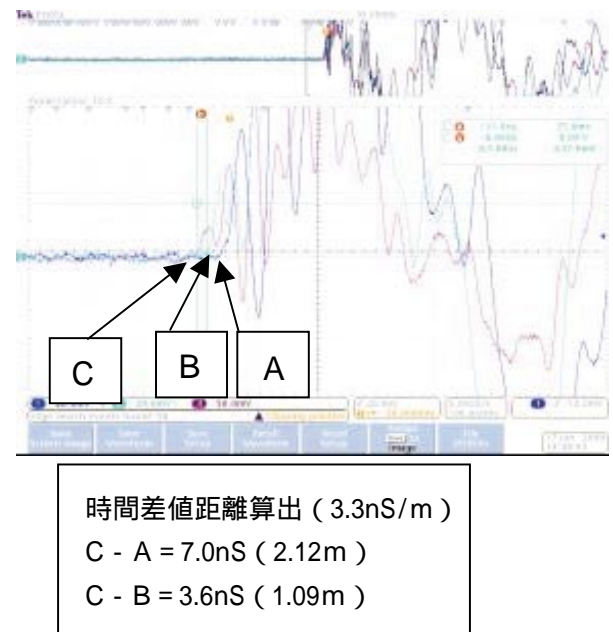


図 6 電気信号時間差測定波形

4.2 部分放電発生位置評定結果

供試タンク側面複数箇所に壁面検出センサを取り付け内部で模擬的な部分放電を発生させ時間差から位置の標定を行った結果、発生箇所を正しく標定できる事が明らかとなった。



図7 比較状況写真

5. 壁面測定法の特徴

- (1) 運転中のノイズレベルが高い状況でも部分放電の検出が可能
- (2) センサを複数個使うことで微小な放電での位置標定が可能
- (3) タンクアース型の電力機器全般に適用可
- (4) 初期段階での劣化診断可能
- (5) 既設設備に設置可能
- (6) 機器常時監視可能

6. あとがき

今回部分放電信号をより感度よく正確な電荷量を測定する技術は確立できたが、今後部分放電監視システムとしての受信後の処理方法について常時監視、異常時の位置標定を含む、劣化診断装置としての開発に着手して行く予定である。

執筆者紹介



田中武司 Takeshi Tanaka
産業・電力システム事業本部
変圧器事業部
品質保証部 グループ長



梶村和成 Kazunari Kajimura
産業・電力システム事業本部
変圧器事業部
設計部長



平家忠幸 Tadayuki Heike
産業・電力システム事業本部
変圧器事業部
品質保証部



高橋照行 Teruyuki Takahashi
産業・電力システム事業本部
変圧器事業部長