

EXPERIENCE WITH ON-LINE PARTIAL DISCHARGE MONITORING OF GENERATORS AND MOTORS

発電機及び電動機のオンライン部分放電監視について

Hajime Yasuma*, Greg Stone

安間 創* グレグ・ストーン

序 論

オンライン部分放電(PD)監視は固定子巻線の電気絶縁材の状態を把握する方法として世界中で広く採用されています。現在では世界中の12,000台以上の大型電動機や発電機にセンサーが搭載されています。55年以上の実績のあるオンラインのPD試験は、以下のような製造上の問題や運転状態による問題のほとんど(全てではありませんが)を検知することが可能です。

- ・スロット中のコイルの緩み (スロット放電)
- ・過熱 (長時間の熱的劣化)
- ・水分、油分、埃等による巻線の汚損
- ・負荷サイクルの問題
- ・製造工程中の含浸不良
- ・スロット中あるいは巻線端のコーティングの不適切な電氣的なストレス
- ・巻線端部のコイル間の不十分な空間

オンライン定期 PD 監視技術

電動機や発電機が正常に動作している時にPDを測定することは一つの挑戦です。設備は電源系統に接続されているので電氣的な干渉(ノイズ)が常に存在しています。ノイズ源としては電源系統からのコロナ、静電気、スリップリングや整流器のスパーク、接続不良部からのスパークあるいは電動工具などがあります。この電気ノイズがPDパルスに相乗し、ノイズであるにも拘わらずこれを固定子巻線の高レベルのPDであると技術員が誤認する原因になります。問題のない巻線を劣化しているものと誤って認識し、不良でないのに巻線が不良だと誤った警報をだすようなことになります。このような誤った警報はオンラインPD試験の信頼性を低下させ、今日でもオンラインPD試験は主観的なので専門家にゆだねたほうが良いということになってしまいます。

25年前に北米の電力企業(カナダの電力庁経由で)が資金援助をし、装置の製造業者の専門家ではなく、プラントの技術員が操作し解析できるような客観的なオンラインPD試験を開発する研究を行いました。電気ノイズのパルスからPDパルスを分離するPD試験に注目しました。電動機、水力発電機そして小型のタービン発電機では80pFのキャパシタがAC電圧をブロックしながらPDを検出します。これらの装置のノイズ分離方法では、各相の80pFの容量カプラー対間のパルス到達時間をデジタル式に比較し、あるいはまた個々のパルスの波形を分析します。s/n比を最大にすると共に誤った診断を

するリスクを低減するために、センサーは40MHz以上の周波数でPDを検出します。大型のタービン発電機(約200MVA以上)では、容量性センサーは発電機からのある種のノイズ、たとえばガス・シール・ブッシングでの電気接続の不良を固定子のPDだと誤って解析してしまいました。そこでステーター・スロット内に装着するSSCセンサーが開発され、誤診を防止できるようになりました。

世界中で12,000台以上の装置が要求にあったPDセンサーを搭載しています。PD試験の解析は、各試験の分析と固定子のPDの傾向分析により行われます。適切なセンサーとノイズ分離方法を使用した場合、(PDが高いと診断したときの誤診レートは、1.5%以下です。経験的に、同一運転状態でのPD強度が6ヶ月で2倍になると絶縁材の劣化が急激に進んでいることがわかっています。最近では140,000件以上の試験データの統計分析に基づき、装置の定格とPD検出方法別に、どのくらいの値が高いのかがわかります。(例表1)

表1 80pFの容量性カプラーを用いたオンラインPDレベル(電源60Hz、モーター端子)

電圧クラス	High PD 強度(mV)
2-4 kV	274
6-8 kV	276
10-12 kV	401
13-15 kV	461

オンライン連続PD監視システム

固定子巻線の絶縁劣化は比較的ゆっくりとしたプロセスで、重要なPDが検出されてから巻線が故障するまでの間は、空冷の装置で2-3年くらいあり、水素冷却の装置では、それよりも長くなります。従って6ヶ月に一度程度の定期的な測定でも固定子の問題を検出し、警告や対策を講じるのに充分です。一方、高度に自動化されたプラントや遠隔地のプラントでは連続監視が適しています。

上記の理由で第一世代のPD監視システムは水力発電機用に開発され、努力の末1994年に開発が成功しました。しかしながらこれらの初期のシステムは比較的据え付け費用が高価で、プラントのコンピュータから発電機の動作データを得ることができませんでした。米国の電力研究所とニューヨーク電源公社との共同開発により次世代の連続監視装置が開発されました。この技術はさらにタービン発電機や電動機のような難しい状態(ノイズの観点から)へ発展しました。今日1500台以上の設備で連続PD監視装置が運用されています。