

회전기 고정자권선의 부분방전 진단을 위한 Corona probe의 설계 및 실험

양상현, 이세일, 이용성, 박노준, 김희동*, 박대희
원광대학교, 한전전력연구원*

Design and Experiment of the Corona Probe for Partial Discharge Diagnosis
in Rotary Machine Stator Windings

Sang-Hyun Yang, Se-Il Lee, Yong-Sung Lee, Noh-Joon Park, Hee-Dong Kim*, Dae-Hee Park
Wonkwang University, Korea Electric Power Research Institute*

Abstract - 부분방전시험은 고전압 고정자 권선의 절연상태를 검사, 평가 할 수 있는 중요한 수단이다. 전동기와 발전기에서 일어나는 절연 약화의 징후로써 부분방전이 발생되며 이러한 부분방전 결함의 정확한 위치 확인이 필요하다. 본 논문에서는 회전기 고정자권선의 결함위치를 판정하기위한 Prototype의 코로나 프로브를 설계하고자 Ferrite core를 이용한 Corona Probe를 제작하였으며 모의 결함을 가지는 6.6[kV] 회전기 고정자권선에 적용하여 부분방전펄스를 측정 하였으며 설계된 Probe의 신뢰성을 확인하고자 상용 HFCT센서와 PPM97(Corona Probe)센서를 통하여 검출감도를 비교분석하였다.

1. 서 론

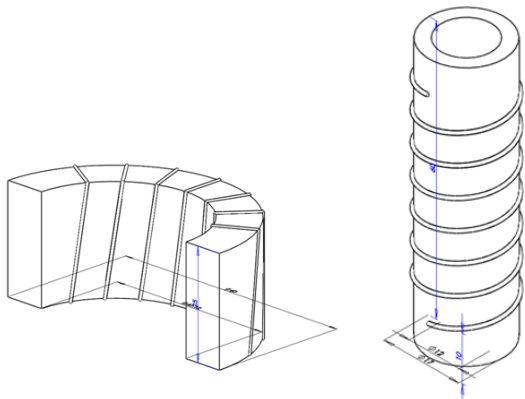
회전기 고장에서 가장 많은 고장을 발생시키는 요인은 고정자 권선 절연물의 절연열화이다[1]. 고압회전기에서 고정자 권선은 운전 중에 열적, 기계적, 전기적 응력(Stress) 및 외부환경에 의한 열화요인이 단독 혹은 복합적인 작용으로 부분방전이 발생되어지며 부분방전 펄스는 순간적인 펄스 상승시간과 폭을 가지는 현상을 나타낸다[2].

부분방전 시험은 권선의 절연열화에 따라 수반되는 절연물 결함에서 전계 인가시 발생하는 부분방전(partial discharge) 신호를 측정하는 시험법으로 측정된 신호는 시간영역 또는 주파수영역 분석 등 다양한 분석이 가능하여 다른 시험법과 비교해 볼 때 권선 절연에서 국부적으로 발생하는 절연문제를 찾아내고, 식별하는 데 신뢰성 높은 진단법으로 알려져 있다[3]. 고정자권선에서 결함이 생겼을 경우 적절한 절연보강과 열화정도를 파악하기 위해서 고정자 권선의 정확한 결함 위치를 확인할 필요가 있다. 고정자권선의 결함위치를 확인하기 위해 결함부위에서 방사되는 부분방전 신호를 측정하고자 Prototype의 Corona Probe를 제작하였다. 또한 Corona Probe를 통해 측정된 부분방전신호의 신뢰성을 확인하고자 상용 HFCT센서에서 측정되는 부분방전신호와 비교분석하였다.

2. 본 론

2.1 Corona Probe 설계

고정자권선 결함위치 확인을 위해 설계된 Corona Probe는 투자율[μ]이 2400인 페라이트를 코어로 사용하였고 페라이트 코어는 <그림 1>과 같은 말굽형과 실린더형태이며 방전신호 검출시 고정자권선 간격을 고려하여 Probe의 크기를 선정하였고 페라이트 코어에 두께가 0.6[mm]인 코일을 각각 10turn 일정 간격으로 감아 제작하였으며 세부 수치는 <표 1>과 같다.



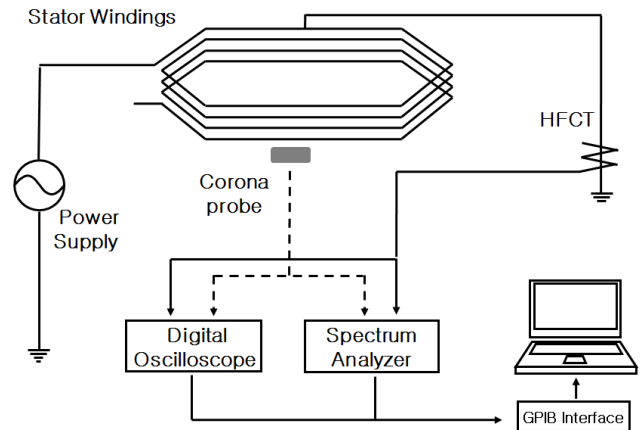
<그림 1> Corona Probe의 구조

<표 1> Corona Probe의 Parameter

Parameter		말굽형	실린더형
Ferrite	Outside [mm]	60	17
	Inside [mm]	40	12
	Height [mm]	25	60
	Permeability [μ]	2400	2400
Coil	Thickness[mm]	0.6	0.6
	Turns	10	10

2.2 실험 방법

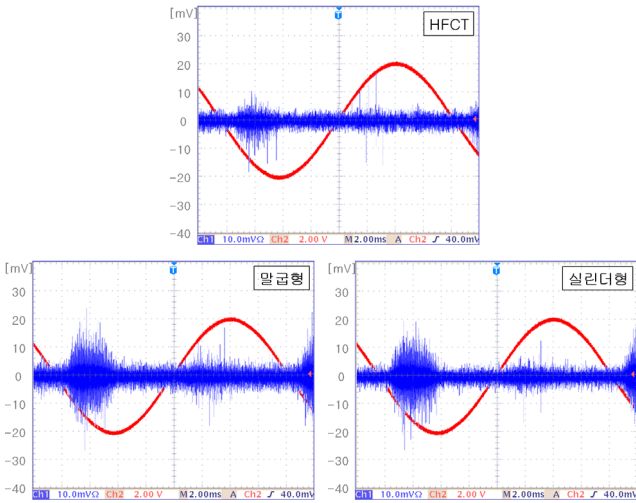
<그림 2>는 고정자권선에서 발생하는 부분방전 신호를 측정하기 위한 측정시스템이다. 시험에 사용된 고정자권선은 코로나결함과 내부방전 결함을 가지며 인가전압 6.5[kV]에서 부분방전이 발생하였다. 고정자권선의 결함위치를 확인하기 위해 전압인가 상태하에서 설계된 Prototype Corona Probe를 고정자권선 주위로 접근시키며 가장 큰 방전신호를 갖는 위치를 확인하였고 부분방전 측정을 위해 스펙트럼 아날라이저 (sweeptime : 3s)와 오실로스코프(1초누적)를 사용하였다. Corona Probe의 측정감도를 확인하기 위해 같은 실험조건에서 고정자권선의 접지선에 HFCT센서를 취부하여 부분방전 신호를 비교분석하였다.



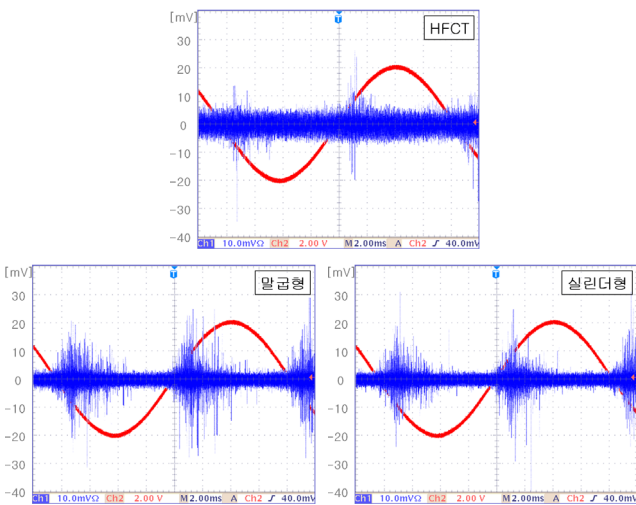
<그림 2> C부분방전 측정 시스템

2.3 Time-domain 분석결과

<그림 3-4>는 6.5[kV] 전압을 인가한 코로나결함 권선과 내부방전결함 권선에서 측정된 부분방전 검출위상 특성을 나타낸다. 검출된 부분방전신호의 위상특성을 확인한 결과 동일 실험조건 하에서 HFCT센서와 말굽형 Probe, 실린더형 Probe 모두 동일 위상에서 같은형태의 방전신호가 검출되었고 검출신호 크기는 최대 ± 20[mV] 내외로 동일하였다. 특히 부분방전신호의 검출빈도수에서는 제작된 Corona Probe가 상용 HFCT 센서보다 높은 검출능력을 보였다.



〈그림 3〉 코로나방전결함 위상특성



〈그림 4〉 내부방전결함 위상특성

2.4 Frequency-domain 분석결과

〈그림 5-6〉는 위와 같은 실험조건 하에서 코로나결함 권선과 내부방전결함 권선에서 측정된 부분방전신호의 주파수 특성을 나타낸다. 6.5[kV]인가시 나타나는 부분방전의 주요 신호크기 증가대역은 20~30 [MHz]대역과 150~170[MHz]대역으로 나타났으며 신호 증가범위는 아래 표와 같이 나타났다.

〈표 1〉 Corona Probe의 Parameter

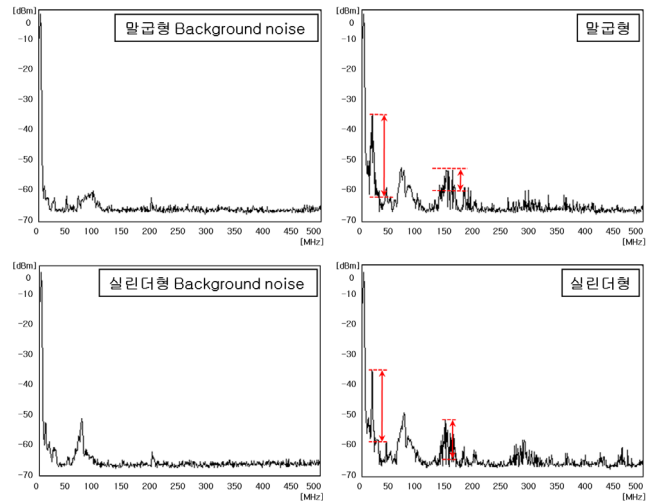
주요 신호크기 증가대역	코로나결함 [dBm]	내부방전결함 [dBm]
말굽형 20~30 [MHz]	-26	-27
말굽형 50~170 [MHz]	-10	-15
실린더형 20~30 [MHz]	-26	-28
실린더형 150~170[MHz]	-15	-12

3. 결 론

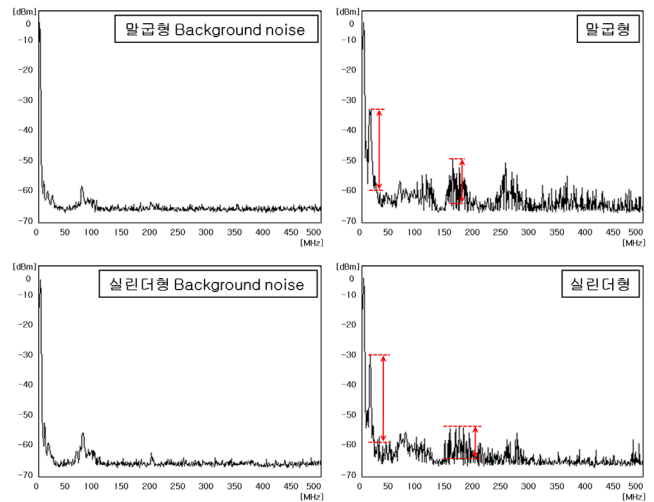
본 논문에서는 다음과 같은 Corona Probe의 검출특성을 확인하였다.

1. 제작된 Corona Probe는 상용 HFCT센서와 같이 동일 위상에서 같은 모양의 부분방전측정이 가능하고 신호의 검출빈도수에서 보다 뛰어난 특성을 갖는다.
2. 500[MHz]이하 대역의 주파수 측정대역을 갖으며 특히 20~30

[MHz]와 150~170[MHz] 범위에서 검출신호의 크기가 증가하였다.



〈그림 5〉 코로나방전 결함주파수특성



〈그림 6〉 내부방전결함 주파수특성

3. 방전이 일어나는 결함의 정확한 위치에서의 신호측정 민감도에서는 상용 Corona Probe(PPM97)와 비교실험 결과 감도가 비교적 낮은 특성을 보였다. 이는 전파지향성의 문제로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 전력산업연구개발의 지원에 의하여 한전 전력연구원 지원사업(R-2006-1-241-003-01)에 의해 작성되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 김진구, “고압회전기의 절연진단 기술”, 전기저널, NO. 287, pp.48-53, 2000.
- [2] 김희동, “고압전동기 고정자 권선에서 부분방전 펄스의 전송”, 대한전기학회논문지:전기물성,응용부분C, Vol. 52, No. 11, pp. 512-515, 2003.
- [3] N. C. Sahoo, M. M. A. Salama, and R.Bartnikas, “Trends in partial discharge pattern classification : A survey”, IEEE Transaction on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 12, No. 2, P. 248, 2005