

## 페라이트 형상에 따른 부분방전 진단용 EM Probe의 특성

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

### Characteristics of the EM Probe with Differential Shapes for Partial Discharge Diagnosis

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

**Abstract :** 본 논문에서는 XLPE 전력케이블 접속부의 부분방전을 측정하기 위한 Ferrite 형상에 따른 EM Probe를 설계하였다. 부분방전 펄스의 검출대역을 넓이기 위해 투자율이 2400인 페라이트코어를 사용하여 센서를 제작하였고 형상에 따른 특성을 비교하기 위하여 실린더형 Ferrite와 말굽형 Ferrite를 적용하였다. 또한 부분방전 검출능력을 확인하기 위해 상용 HFCT센서의 비교 실험을 통하여 위상특성과 주파수 특성을 분석하였다.

**Key Words :** Partial Discharge, Ferrite-core, EM Probe

### 1. 서론

일반적으로 지중 전력케이블에서 발생하는 부분방전 주파수 대역은 수 kHz에서 수백 MHz의 넓은 광대역 특성을 지니고 있다[1]. 이러한 부분방전 결함 발생여부를 진단하기 위해서는 부분방전 신호를 검출하는 것이 가장효과적인 방법으로 제시되고 있지만 기존 IEC60270 측정방식으로는 현장의 백그라운드 노이즈로 인해서 검출에 어려움이 있다[2]. 본 논문에서는 부분방전 검출대역을 높이기 위해 다양한 형태의 Ferrite core를 이용한 EM Probe를 제작하여 모의 결함을 가지고 있는 22.9kV급 XLPE 전력케이블 접속부의 부분방전측정에 적용하였으며 실제 현장에서 이용되고 있는 HFCT와 비교하여 검출 특성을 확인하였다.

### 2. 실험

#### 2.1 EM Probe 설계

설계된 EM Probe는 투자율[μ]이 2400인 페라이트 재료를 코어로 사용하였고 페라이트 코어는 그림 1과 같이 말굽형과 실린더형의 페라이트 코어에 코일을 감아 제작하였으며 각각의 세부 수치는 표 1과 같다.

#### 2.2 측정 시스템 및 실험 방법

22.9kV XLPE 전력케이블(325mm<sup>2</sup>)의 부분방전 펄스신호를 측정하기위해 EM Probe를 결함부위인 중간접속재에 근접시킨뒤 부분방전펄스를 취득하였고 측정강도 비교를 위한 HFCT는 중간접속재쪽 접지된 중성선에 취부하였다.

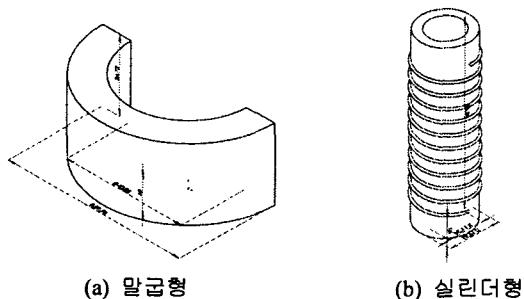


그림 1. EM-Probe의 구조

표 1. EM Probe의 Parameter

Parameter		(a) 실린더형	(b) 말굽형
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	3-6-9	3-7-11

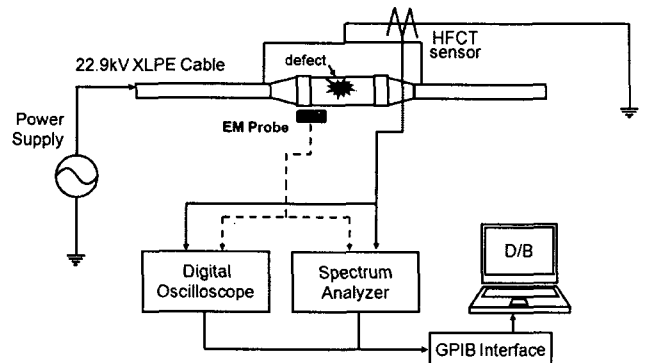


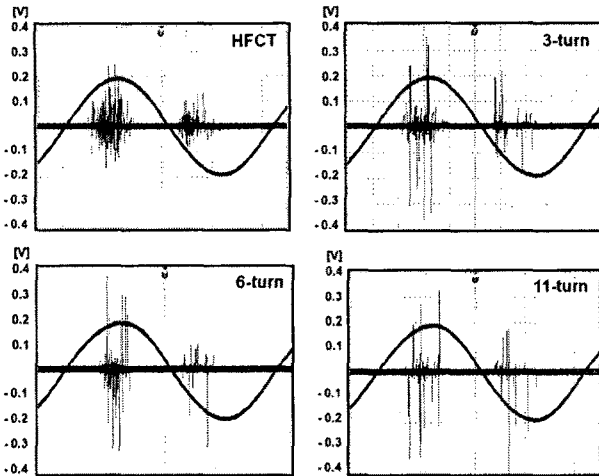
그림 2. 부분방전 측정 시스템

### 3. 결과 및 고찰

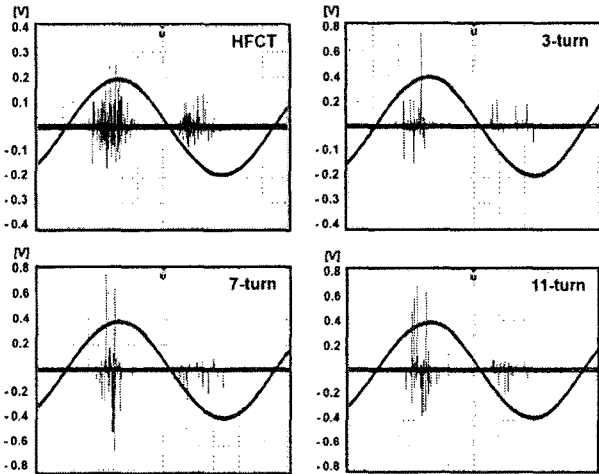
#### 3.1 Time-domain 분석결과

HFCT센서로 측정한 신호는 전형적인 부분방전 신호를 나타내었고 상용 HFCT센서를 기준으로 비교했을 때 말굽형 센서와 실린더형 센서 모두 동일 위상에서 방전신호가 검출되었으며 방전신호의 검출빈도수는 HFCT가 많은 반면에 검출신호의 크기는 EM-Probe가 크게 나타났다.

코일turn수별 측정강도는 비슷했지만 말굽형 센서가 실린더형 센서보다 측정빈도수 면에서 뛰어난 특성을 보였다.

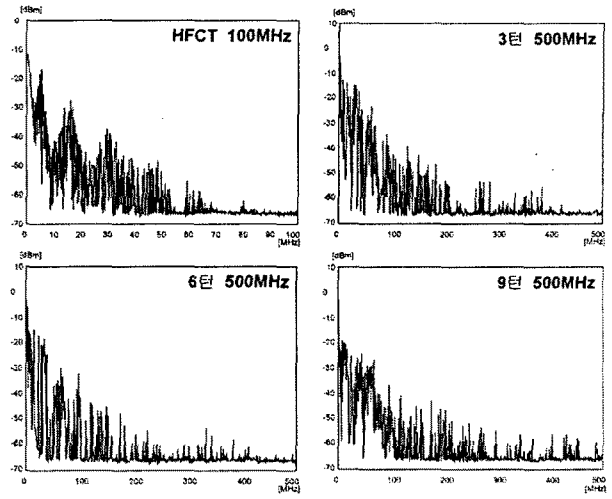


(a) 말굽형 EM Probe

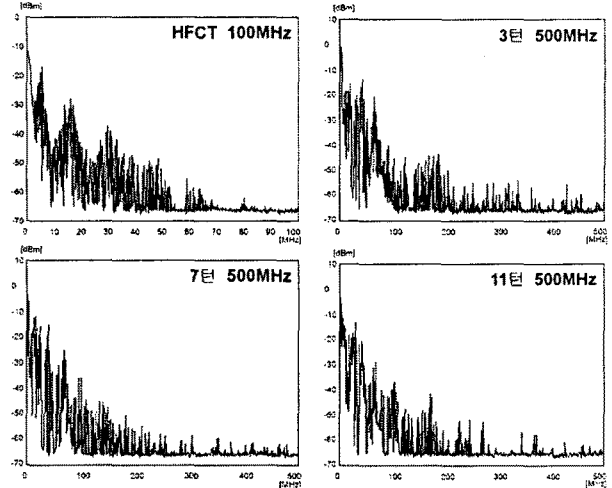


(b) 실린더형 EM Probe

그림 3. 센서별 검출 위상 특성



(a) 말굽형 EM Probe



(b) 실린더형 EM Probe

그림 4. 센서별 검출 주파수 특성

### 3.2 Frequency-domain 분석결과

그림 4는 HFCT센서와 EM Probe의 Coil turn별 부분방전 검출주파수 특성이다. HFCT센서의 측정대역은 50[MHz]이하로 나타났고 제작된 EM Probe는 500[MHz]이하의 보다 넓은 주파수대역을 보였다. 최대 신호크기는 HFCT센서에서는 10[MHz]대역 -15dB의 크기를 보였고 말굽형 센서의 경우 100[MHz] 이하 대역에서 -17dB의 신호크기를 보였으며 실린더형 센서의 경우 100[MHz]이하 대역에서 -13dB의 신호크기를 보여 서로 비슷한 특성을 보였다. 또한 Coil turn수별 변화는 눈에 띄지 않았다.

### 4. 결론

본 논문에서는 다음과 같은 Ferritecore EM Probe의 검출 특성을 확인하였다.

1. 제작된 EM Probe는 상용 HFCT센서와 같이 동일 위상의 부분방전의 측정이 가능하고 500[MHz]대역의 넓은 주파수 측정대역을 갖는다.
2. 측정강도에서 상용센서보다 검출빈도수는 적은 반면 신호크기는 약 0.1[V] 크게 나타났다.

3. Ferrite Core 센서의 검출강도는 Coil Turn 수 보다 Ferrite 자체 특성에 더 큰 영향을 받는 것으로 확인되었다.

### 감사의 글

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

### 참고 문헌

- [1] IEEE Std 400.3TM, "IEEE Guide for Partial Discharge Testing of Shielded Power Cable Systems in a Field Environment", IEEE Power Engineering Society, 2006.
- [2] E. Pultrum and M.J.M.Vanreit, "HF partial discharge detection of HV extruded cable accessories "GICABLE 95 4th international conference on insulated power cables, Paris France, June 25-29, 1995