

배전용 전력 케이블 접속재의 내부고장 검출에 관한 기초연구

A Basic Study on Detection of Internal Defects in Distribution Cable Splices

박 치 영 ⁰	승실대학교 전기공학과
진 상 범	승실대학교 전기공학과
곽 희 로	승실대학교 전기공학과
김 상 준	전 력 연 구 원
송 일 근	전 력 연 구 원
권 등 진	전 력 연 구 원

Abstract

This paper describes a diagnosis of distribution cable splices by analysis of ultrasonic signals which are generated by partial discharge. A method of ultrasonic signal was used to detect internal defects in distribution cable splices. It is possible that analysis of ultrasonic signal predicts failure by partial discharge generated in distribution cable splices.

1. 서 론

본 논문에서는 부분방전에 의해 발생하는 초음파를 측정하는 기법을 이용하여 배전용 전력 케이블 접속재 내부 결함검출에 관하여 연구하고자 한다. 전력기기 사고발생의 전구현상으로써 나타나는 부분방전을 검출하여 분석하면 케이블 접속재 사고를 미연에 방지하거나 감소시킬 수 있다. 따라서, 부분방전에 의해 발생된 초음파신호를 케이블 접속재 외부의 각 부위에서 측정하고 분석하여 케이블 접속재의 내부고장에 대한 간편하고 효율적인 검출방안을 제시함으로써 배전용 전력케이블 접속재의 고장검출에 대한 합리적인 방안을 마련하고자 한다.

2. 실험장치 및 실험방법

초음파 신호를 이용해 접속재 내부결함을 검출하기 위해 케이블 접속재, 초음파 발생장치(압전진동자) 침전극, 전치증폭기, 초음파 탐촉자, 초음파 측정장치 오실로스코프로 실험장치를 구성하였다.

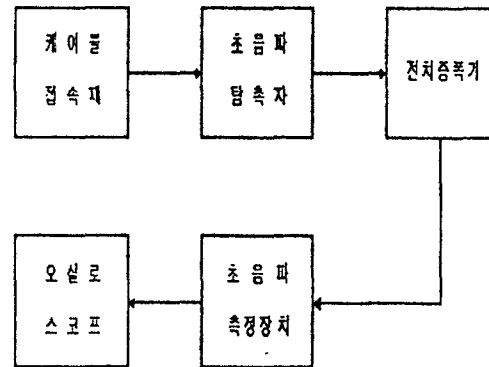


그림 1. 접속재 내부결함 검출 측정장치의 개략도

그림 1은 케이블 접속재 내부결함 검출 측정장치의 개략도를 나타낸 것이다. 초음파 신호의 특성을 분석하기 위하여 초음파 발생장치와 초음파 탐촉자를 이용하였고, 일면방전을 모의하기 위해 침전극을 사용하였다. 케이블 접속재는 도체단면적 325[mm²]의 23[kV]

금 PCJ-type의 조립식 케이블 직선접속재를 사용하였고, 초음파 탐촉자와 진치증폭기(이득:40[dB]), 센터(주파수 대역 : 100[kHz] ~ 300[kHz]), 주증폭기(이득 : 8[dB] ~ 26[dB])로 초음파 측정장치를 구성하였다.

3. 실험결과

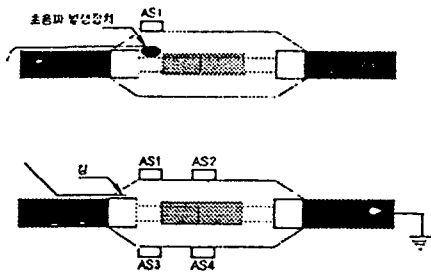


그림 2. 초음파 발생장치 및 초음파 탐촉자의 위치

그림2는 케이블 접속재 내부에 설치한 초음파 발생장치 및 초음파 탐촉자의 위치를 나타낸 것이다. 케이블 접속재 내부의 결함을 모의하기 위해 초음파 발생장치와 침 전극을 부분방전의 발생 가능성이 많은 접속재 내부에 설치하였다. 또한, 초음파 신호를 측정하기 위하여 케이블 접속재 외부 AS₁~AS₄의 각각의 위치에 초음파 탐촉자를 설치하였다.

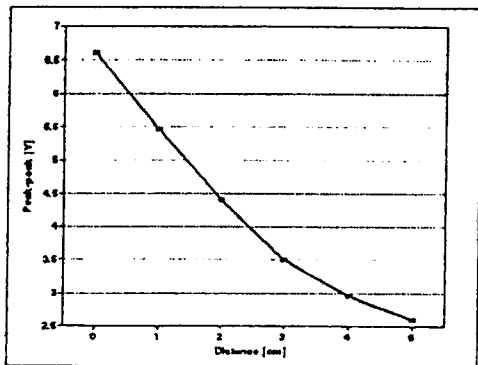


그림 3. 측정 거리 변화에 따른 초음파신호의 특성

그림 3은 접속재 내부에 초음파 발생장치를 삽입하

고 초음파 발생장치의 바로 윗부분인 AS₁의 위치에서 1[cm]씩 이동하면서 초음파 신호를 측정했을 때 초음파 신호의 peak-peak치를 나타낸 곡선이다. 초음파 탐촉자가 AS₁의 위치로 부터 거리가 1[cm]씩 멀어짐에 따라 초음파신호의 크기는 약 0.8[V]씩 감소하고, 그림 3에서 나타낸 것과 같이 초음파 신호는 측정거리가 멀어짐에 따라 거의 선형적으로 감쇄하는 특성이 있음을 알 수 있었다.

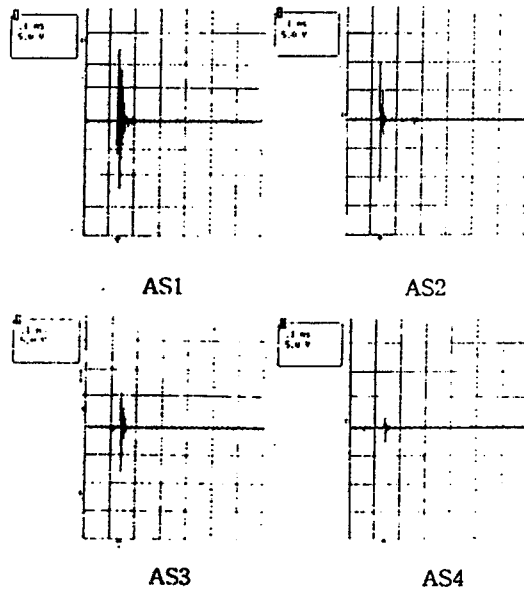


그림 4. 측정위치에 따른 초음파신호의 특성

그림 4는 연면방전을 모의하여 부분방전을 발생시켰을 때 AS₁~AS₄ 각각의 위치에서 측정된 초음파 신호의 파형이다. 실제 배전용 케이블 접속재에서 부분방전이 발생하기 쉬운 접속재 내부에 침전극을 삽입하고 인가전압을 2[kV]로 일정하게 유지하면서 접속재 외부의 각 부위에서 초음파 파형을 검출하였다. 결과적으로 AS₁~AS₄까지의 초음파 탐촉자에서 측정된 초음파 파형은 AS₁위치에서 초음파 신호가 가장 크게 나타났고 초음파 신호가 구조물을 거친 AS₄위치에서 측정할 때 초음파 신호가 가장 작게 나타났다. 따라서 구조물을 거친 초음파 신호는 구조물을 거치지 않은 초음파 신호 보다 초음파 신호의 감쇄가 컸다. 이와 같은 초음파 신호의 특성을 이용해 측정위치

를 적절히 선정함으로써 접속재의 내부결함을 측정하여 접속재 내부에서 부분방전의 위치를 추정할 수가 있다.

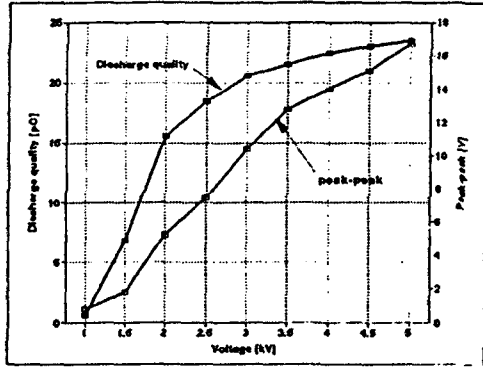


그림 5. 부분방전의 진전에 따른 초음파 신호의 변화

그림 5는 부분방전의 진전에 따른 초음파 신호의 변화 경향을 측정한 것이다. 케이블 접속재 내부에서 결함이 발생하였을 경우 시간이 경과함에 따라 부분방전이 진전되어 간다. 부분방전의 진전효과를 모의하기 위하여 접속재 내부에 칩 전극을 삽입하고 인가전압을 0.5[kV]씩 단계적으로 4[kV]까지 증가시켜 초음파 신호의 peak-peak값과 부분방전량의 값을 측정하였다. 그 결과 그림5에서와 같이 인가전압의 증가에 따른 peak-peak값과 방전량이 비례적으로 증가함을 알 수 있다. 결과적으로 접속재 내부에서 결함이 발생하였을 경우 peak-peak값과 부분방전량의 증가로 부분방전의 그 진전정도를 알 수 있다.

4. 결론

케이블 접속재에서 부분방전이 발생하였을 때 수반되는 초음파 신호를 이용해 케이블 접속재 내부고장 검출에 관한 연구에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 초음파 발생장치에서 거리에 따라 탐촉자를 이동하여 측정할 때 초음파 신호가 감소했다.
2. 접속재 외부에서 각 위치별로 측정된 초음파 신호는 가장 근접하게 설치한 초음파 탐촉자 위치에서 가장 크고 구조물을 통과한 탐촉자 위치에서 가장 작았다.

3. 인가전압을 증가시켰을 때 peak-peak값과 방전량은 거의 비례적으로 증가되었다.

따라서 접속재의 내부 결함을 초음파 측정법으로 검출함으로써 접속재 사고를 미연에 방지할 수 있다.

5. 참고문헌

- [1] 권동진 외, "超音波信號數의 移動平均에 의한 電力用變壓器 豫防診斷" 전기학회지, Vol. 45, No. 3, pp.432~437, 1996.
- [2] E. Howells et. al., "Partial Discharge Handbook," Physical Acoustics Corporation, pp.1-1~9-11, 1989.
- [3] 松浦度士 外, "電力設備の運轉中の絶縁診斷技術," 電氣學會, pp.3~166, 1992.
- [4] J.H. Carpenter, J.S. Kresge and Musick, "Ultrasonic Corona Detector in Transformer," IEEE Trans. PAS, Vol. 84, No. 4, pp.647~651, 1965.