

61. 전력용 피뢰기의 열화진단 전문가 시스템의 개발

전기공학과 김 명 진
지도교수 길 경 석

산업구조가 복잡 다변화해짐에 따라 전력설비의 급증으로 전력계통의 높은 신뢰성과 안정성이 절실히 요구되며, 전력계통설비의 신뢰성을 확보하기 위한 대책으로 이상유무를 사전에 예측할 수 있는 시스템의 도입이 필요하다.

현재 전력계통에 사용되는 전력설비의 안정성을 향상시키는 한가지 방안으로 전력용 피뢰기를 사용하고 있으며, 정상운전상태에서의 과도과전압 및 뇌서지 등에 대한 방호 대책으로 사용되고 있다. 최근 전력용 피뢰기는 비선형 저항특성이 우수하고 높은 신뢰성을 가진 ZnO 피뢰기가 주류를 이루고 있다. I-V 비선형 저항특성이 우수한 ZnO 소자를 사용한 ZnO 피뢰기는 갭레스(gapless)화를 가능하게 하여 직렬갭(series gap)을 사용한 재래식 피뢰기와 비교할 때 응답시간이 짧아 보호특성이 향상되고 서지 처리 능력 및 내오손 성능이 우수하다. 또한, 소형 경량화 등의 특징을 가지고 있어 현재 전력계통에 광범위하게 사용되고 있다. 이와 같이 ZnO 피뢰기는 우수한 보호특성을 가지고 있지만, 전력계통의 절연 협조상의 중요성 면에서 적절한 유지·보수를 하여 만일의 사고를 미연에 방지할 필요가 요구되고 있다.

특고압 배전선로와 같은 전력계통에서는 부하설비의 광범위한 분포로 인한 이상전압의 발생 빈도가 증가하여 이 과정에서 피뢰기의 열화가 진전된다. 열화가 진전된 피뢰기가 전력계통에 계속 설치되어 사용될 경우 정상운전전압에서 피뢰기의 과열 또는 외부이상전압 침입시 보호동작에서 소자의 파괴가 발생하게 되어 전력계통 전체에 심각한 문제를 일으키게 된다. 따라서 피뢰기의 열화를 진단하는 것이 무엇보다도 중요하다.

또한, 전력계통에 설치된 피뢰기의 열화진단과 교체시기의 결정은 계통의 안정성 및 신뢰성을 확보하기 위해 필수적이며 이를 위해 신뢰도가 높은 진단장치의 개발이 요구된다. 따라서 ZnO 피뢰기 소자의 열화에 의한 특성변화 및 열화진전에 따른 절연 능력 저하를 사전에 방지하기 위하여 높은 신뢰성을 갖는 열화진단기술에 대한 관심이 높아져 많은 연구가 진행되고 있다.

피뢰기의 열화진단기술에는 피뢰기의 제한전압, 방전전류, 손실전력, 누설전류, 정전용량 등을 측정하는 것이 있다. 특히 그 중에서 운전 중인 전력계통에 설치되어 있는 피뢰기의 누설전류를 측정하여 열화상태를 분석하는 방법이 주류를 이루고 있다. 그러나 누설전류를 기준으로 열화를 진단하는 방법은 단순히 전체 누설전류 또는 누설전류의 제 3조파 성분의 실효값을 측정하는 것으로 열화진단에 필요한 정보를 충분히 제공하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 전체 누설전류 파고분포의 변화를 분석하여 피뢰기의 열화진전 상태를 판단할 수 있는 새로운 방법을 제안하였다.

본 연구에서는 전력용 피뢰기에 사용되는 여러 가지 ZnO 피뢰기 소자의 기본적인 특성과 열화진전에 따른 피뢰기의 전기적 특성변화를 온라인 상태에서 상시 감시·분석 가능한 열화진단 전문가 시스템의 개발에 관한 내용을 설명하였다.

전력계통에서 사용하는 ZnO 피뢰기 소자에 대하여 정격전압에서 기본 동작특성을 파악하고, 뇌충격전류에 의해 ZnO 소자를 인위적으로 가속열화시켜 초기 특성과 비교하였다. 가속열화시험은 단기간 내에 전력계통의 정상운전상태에서 열화된 피뢰기를 모의하기 위하여 수행하였으

며, 실험에서는 ZnO 피뢰기에 관한 국내 시험규격(KSC 4609, ES131-261~283)과 국제 시험규격(IEC60099-4, JEC217)을 적용하였다.

피뢰기의 열화진전에 따른 전기적 특성변화 즉, 저항분 누설전류의 증가에 의한 전체 누설전류의 변화 및 파괴분포의 이동, 피뢰기의 온도 상승에 따른 누설전류의 변화를 온라인 상태에서 열화진단 전문가 시스템을 이용하여 분석하였다.

본 연구의 결과로부터 피뢰기의 열화진전에 관한 특성을 이해하고, 새로운 열화진단방법을 이용하여 피뢰기의 신뢰성 향상과 전력계통에서의 사고예방 및 열화진단 시스템 등의 개발에도 광범위하게 활용될 것으로 기대된다.

62. 자기누설 탐상법에 의한 비파괴검사 시스템 개발에 관한 연구

전기공학과 박은식
지도교수 박관수

비파괴 검사란 측정하고자 하는 물체에 손상을 가하지 않고 물체의 결함을 측정하는 방법으로 산업용, 의학용으로 널리 쓰이고 있다. 교량, 시설물 등의 결함발견은 큰 사고를 미연에 방지하는 역할을 한다. 또한 인체내의 이물질이나 손상된 곳을 발견하는 것은 생명을 구하는데 큰 도움이 된다.

비파괴 검사의 종류로는 방사선 투과검사, 초음파 탐상검사, 침투 탐상검사, 자분 탐상검사, 누설 탐상검사, 와전류 탐상검사 등이 있다. 방사선 투과검사(Radiographic Test)는 투과성 방사선을 시험체에 조사하였을 때 투과 방사선의 강도의 변화 즉, 건전부와 결함부의 투과선량의 차에 의한 필름상의 농도 차로부터 결함을 검출하는 방법으로 용접부, 구조품 등의 대부분 재료의 내외부 결함을 검출한다. 초음파 탐상검사(Ultrasonic Test)는 가청 주파수 이상의 주파수를 갖는 초음파를 이용하여 소재의 내부결함을 검출하거나 두께를 측정하는데 사용된다. 탐촉자에서 발생한 초음파의 경로 상에 결함이 존재할 경우 초음파는 반사되고, 이 신호를 이용하여 결함의 깊이와 크기를 찾아낸다. 침투 탐상검사(Penetrant Test)는 가청 주파수 이상의 주파수를 갖는 초음파를 이용하여 소재의 내부결함을 검출하거나 두께를 측정하는데 사용된다. 탐촉자에서 발생한 초음파의 경로 상에 결함이 존재할 경우 초음파는 반사되고, 이 신호를 이용하여 결함의 깊이와 크기를 찾아낸다. 침투 탐상검사(Penetrant Test)는 부품 등의 표면 결함을 아주 간단하게 검사하는 방법으로 침투액, 현상액, 세척액 3종류의 약품을 사용하여 결함의 위치, 크기 및 지시 모양을 관찰하는 검사 방법이다. 자분 탐상검사(Magnetic Particle Test)는 강자성체의 표면 또는 표면 하에 있는 불연속 부를 검출하기 위하여 강자성체를 자화시키고 자분을 적용시키는 누설자장에 의해 자분이 모이거나 붙어서 불연속 부의 윤곽을 형성, 그 위치, 크기 형태 및 넓이 등을 검사하는 방법이다. 누설 탐상검사(Leak Test)는 기체나 액체와 같은 유체가 시험체의 내부와 외부 즉 계와 주위의 압력차에 의해 시험체의 결함 속으로 흘러 들어가거나 결함을 통해 흘러나오는 성질을 이용하여 결함을 찾아내는 시험 방법이다. 근래 들어 개발된