

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

와전류 탐상검사(Eddy Current Test)는 코일에 교류를 흘리면 교번 자장이 발생하는데 이 때 코일을 전도성의 시험체에 가까이 접근시키면 이 교번 자장에 의해 전도체에 와전류가 유도되는데 이에 의해 자기장이 생겨나고 이는 코일에 의한 자기장과 상호 작용하게 되어 코일의 임피던스를 변화시키게 되므로 이러한 변화를 측정하고 전개하여 시험자로 하여금 시험체의 상태와 물성에 관한 중요한 정보를 알 수 있게끔 한다.

본 논문에서는 측정하고자 하는 시험체의 주변에 자기장을 걸어 시험체의 투자율 변화를 감지하는 자기누설 탐상방법을 설계하고 그 측정감도를 최대화 할 수 있는 기법을 개발하였다. 자기누설 탐상방법은 자기장으로 투자율 변화를 감지하므로 측정하고자하는 시험체에 전혀 손상을 주지 않으며, 교류와 직류의 영향도 받지 않고 홀 센서만으로도 측정이 가능하여 기존의 와전류 탐상검사방법보다 구조도 간단하며, 실시간 측정이 가능하다. 자기누설 탐상검사방법은 일반적으로 가스파이프나 석유 파이프 등의 결함을 검출하는데 사용될 수 있다. 지하에 매설된 배관들이 세월이 지나면서 배관계통의 외부 환경적인 영향에 의한 부식, 열화, 스트레스, 파괴 등으로 인하여 노후화가 가속화되어 사고의 위험에 노출되어 있어 이에 대한 설비의 교체 및 보수의 필요성이 증대되어 많은 돈과 시간을 투자하고 있다. 우리나라에서도 대형 가스폭발사고로 인명 피해가 있었듯이 가스관에서의 결함 발견은 매우 중요하다. 현재 선진기술로는 캐나다나 영국의 MFL(Magnetic Flux Leakage) PIG가 있고 이를 국내에서 수입하여 쓰고 있다. 따라서 국내 기술의 도입이 시급한 실정이다.

센서를 탑재한 채로 배관 속을 지나가며 배관을 결함을 검사하는 PIG 시스템은 배관 내부에 삽입되어 내부를 흐르는 매체에 의하여 추진되는 장치로써 처음에는 매체의 흐름을 방해하는 퇴적물 등을 제거하기 위해서 사용되었다. 그러나 오늘날에는 배관을 건설, 유지·보수, 해체하는 작업, 즉 배관을 운용하기 위한 모든 단계에서 사용되고 있을 만큼 PIG의 활용범위가 매우 넓어지고 있으며, 이에 따라 배관을 이용하는 석유, 가스등의 수송에 필수적인 요소가 되었다.

현재 사용되는 PIG는 용도에 따라 Utility PIG와 Inspection PIG로 구분 할 수 있으며, Inspection PIG는 배관 내부의 상태나 손상을 조사하기 위한 PIG는 배관 내부의 상태나 손상을 조사하기 위한 PIG를 의미하며 Geometry PIG, MFL PIG 등이 있다. Geometry PIG는 배관 내부의 홈 및 주름의 형태·크기와 위치, 접합부의 여부와 위치, 배관의 난형도 및 배관의 곡률을 결정하기 위하여 사용된다. 그리고 이러한 기능을 수행하기 위해서 배관 내에서 PIG의 이동경로를 결정하여 지리 정보 시스템(Geometric Information System, GIS)상의 맵핑(Mapping)을 위한 관성 항해 시스템(Inertia Navigation System, INS)과 홈의 형태와 크기 및 난형도를 측정하기 위한 캘리퍼 시스템, 주행거리계 그리고 데이터 처리 시스템으로 구성된다.

MFL PIG는 가스관의 부식 등으로 인한 결함을 검출한다. 본 논문에서는 MFL PIG 시뮬레이션을 위하여 몇 가지 형태의 결함에 대하여 비선형 특성을 적용한 2, 3차원 전자기 수치해석을 수행하였다. 특히 비 투자율 감지 부분에 대하여 실험 제작하였으며, 수치해석 결과와 비교하였다.