

대전력시스템 기기진단 연구센터 소개

민 석원
순천향대 정보기술공학부

Introduction of Center for Diagnosis of Electric Equipments in Bulk Power

Suk Won Min
Division of Information Technology Engineering, SoonChunHyang University

1. 센터설립 배경

전력시스템은 인류가 창조한 가장 유용한 최대 시스템 중의 하나이다. 그 가운데 우리나라의 전력시스템은 고도성장기를 거치면서 현재 발전설비 용량이 약 4천3만 kW에 이르고 765 kV 송전선로가 건설중에 있으며 전력 수요도 계속 증가 추세에 있다. 이런 전력시스템이 높은 신뢰성을 갖는 인프라 스트럭처 (infra-structure)로써 현대사회에 공헌할 수 있는 것은 전력수요의 증가에 따라 신뢰도 높은 전력기기를 개발하고 시기적절하게 시스템에 도입한 성과이다. 예로 765 kV 송전선 도체선정, 강관철탑 및 공사용 기기와 공법 개발, 765 kV용 아킹혼과 스페이서 등의 금구류 개발, 765 kV 500MVA 변압기 개발, 765 kV GIS 개발 등은 좋은 본보기로 생각된다.

한편 현재는 저성장·정보화 사회로 접어들면서 지식과 정보가 국가경쟁력의 원천이 되고 지식혁명과 인터넷혁명이 세계를 변화시키고 있으며 지식혁명의 시대는 영토국가 시대와는 달리 국경없는 무한경쟁시대가 되고 있다. 따라서 전력시스템 기기는 이제까지의 고전압·대용량화 뿐 만 아니라 유연한 사회적응형의 기술개발이 요청되고 있다. 또한 지금 이상으로 기기의 적정경제성을 기술적으로 해결하고 지구환경의 관점으로부터 기기의 고효율화를 이루어야 하며 이와 관련하여 미래의 전력수요를 안정하게 공급하기 위해서는 다음과 같은 기술개발이 필요할 것으로 예상된다.

1) 열화진단과 절연파괴 예지기술

고도 성장기에 대량도입된 변압기, GIS, 전력케이블 등의 전력기기의 보수관리, 열화진단, 수명판정 기술은 금후에 확립되어야만 하는 큰 과제이다. 특히 전력시스템의 적정경제성 및 고품질성을 동시에 확립하기 위해서는 부분방전 메카니즘 규명에 입각한 수명예측, 절연파괴 예지기술의 연구개발이 예상된다. 금후는 기기설계와 진단기술이 동시에 이루어지는 개발개념이 필요하다.

2) 기능의 부가와 효율향상

장래의 고품질, 고기능, 안정제어 전력시스템의 구축에는 기기에 새로운 기능의 부가, 기기의 복합화가 불가결하다. 예로, 종래형 유입변압기에 불연성을 첨가한 가스절연 변압기, 전력케이블에 대용량화를 부가한 GIL (Gas-Insulated transmission Line), 고정밀·고속대용 광용용 보호기기 등이 있다.

3) 시스템 저항기술

기기단독의 고효율화 뿐 만 아니라 시스템 전체를 고효율화하기 위해서는 콤포넌트 (기기)와 전력계통 (시스템)과의 협조, 즉 시스템 코디네이션이 필요하다.

4) 초전도 전력기기와 시스템

초전도 적용기술은 장래의 새로운 전력시스템 구축에 필수적인 기술이다. 최근 들어 초전도 기초 재료 기술, 전력용용기술과 극저온 절연기술 개발이 눈부서서 액화 헬륨·액화 질소 레벨과 함께 실용화 기술로 이행할 단계에 와 있다. 미국에서는 DOE를 중심으로 케이블 실용화 프로젝트가 시작되었다.

5) 환경대응과 회수기술

환경대응 기술로는 CO₂에 의한 지구온난화 대응 기술, 기기 고효율화, 축소화에 의한 에너지 절약, SF₆ 가스의 회수, 환경적합형 절연유개발, 기기의 불연화 등을 생각할 수 있다.

한편 상기 분야에 대한 지금까지의 연구성과를 보면, 열화진단과 절연파괴 예지기술과 초전도 전력기기에 관련해서는 한전전력연구원과 기초전력공학연구소가 지원하여 본 과제참여자들의 대학에서 기초연구를 한 실적이 있으나 산발적으로 이루어져서 미흡한 점이 있다.

따라서 본 지역거점 연구센터는 열화진단과 절연파괴

예지기술에 대한 연구실적이 있는 순천향대, 호서대, 한국기술교육대의 아산·천안지역 연구자와 숭실대, 대전대, 충북대, 충청대의 경기·충북지역 연구자, 영남대, 대구공업대의 영남지역 연구자, 전남대, 호남대의 호남지역 연구자 등, 전국의 고전압 공학 분야 연구자를 중심으로 구성하였다. 또한 본 연구센터는 과거 연구실적과 연구설비 및 인적구성으로 볼 때 다른 분야보다 비교우위에 있다고 생각되는 대전력시스템 기기진단 분야를 중심으로 지방대학에 대한 전력분야 연구의 활성화 및 연구인력을 응집시키고자 한다.

2. 연구내용

연구분야는 크게 열화진단 및 절연설계와 방전해석 및 환경대응 기술로 나눌 수 있으며 총괄과제(중기과제)와 단기과제의 연차별 내용은 다음과 같다.

o 1차년도

- 열화진단 및 절연설계 분야

총괄과제(중기과제) : 사고감소를 위한 전계최적화 알고리즘 개발 및 대전력기기의 열화진단을 위한 전문가 시스템 구현

- * 전체 전계와 연면전계 크기를 일정하게 하는 형상으로 최적화하는 알고리즘개발
- * 현장적용이 용이한 검출기술 및 진단기술 결정
- * 시간분해능이 향상된 열화 측정시스템 구성
- * 전력기기의 측정데이터의 파라미터와 결합간의 상관성 규명

단기과제 1 : 고감도 초소형 광섬유 센서를 이용한 변압기 진단 연구

- * 초소형 맨드릴 설계 및 고유 진동수 해석
 - * 폴리머등 고분자 재질을 이용한 맨드릴의 진동 특성 연구 및 굽힘(bending) 손실이 최소화된 센서 권선 기술 개발
 - * 무지향성 고감도 센서 제작 및 임피던스 정합(impedance matching) 몰딩(molding) 기술 개발
 - * 전력설비의 열화에 의한 음압을 감지할 수 있는 간섭계 구성 및 신호처리 기술 연구.
- (Mach-Zehnder형, Sagnac형 응용)

단기과제 2 : 전력케이블에서 전기트리의 온도에 따른 고주파 부분방전(HFPD) 특성에 관한 연구

- * 시료의 온도 조절이 가능한 고주파 부분방전 측정시스템 구성

- * 케이블 절연층을 이용한 전기트리에서의 부분방전 측정
- * 온도에 따른 전기트리에서의 부분방전 특성 분석

단기과제 3 : GIS내 결합에 따른 부분방전 패턴 분석

- * GIS내 결합원에 대한 조사
- * 모의 결합원에 따른 부분방전 신호 검출
- * 각 신호로부터 특징 파라미터 추출

- 방전해석 및 환경대응 기술

단기과제 4 : 전극형상에 따른 기중 부분방전 특성

- * 전극형상에 따른 부분방전 특성의 검토
- * 전극형상에 따른 부분방전의 데이터베이스구축
- * 전극형상에 따른 부분방전의 패턴분류

단기과제 5 : 중첩 방전형 오존 발생장치에 대한 연구

- * 중첩방전형 오존발생장치 제작 및 측정 시스템 구축
- * 인가 전압별, 원료가스 및 유량별 오존 발생 특성 조사
- * 오존 발생 효율 계산 및 평가

단기과제 6 : 유전체 격벽방전을 사용한 제논램프의 광색 가변 연구

- * 펄스 제어에 따른 방전 특성의 변화를 이론적·실험적 측면에서 고찰
- * 펄스 형태(주파수 및 duty ratio)에 따른 발광 스펙트럼의 변화 고찰
- * 전광색화(Full-color화)의 가능성 고찰

o 2차년도

- 열화진단 및 절연설계 분야

총괄과제(중기과제) : 사고감소를 위한 전계최적화 알고리즘 개발 및 대전력기기의 열화진단을 위한 전문가 시스템 구현

- * 절연물의 전도성을 고려할 경우의 전계의 크기를 기준으로 최적화하는 알고리즘 개발

- * 절연물이나 전극의 체적효과를 고려할 경우의 전계의 크기를 기준으로 최적화 하는 알고리즘개발
- * 진단을 위한 신호의 미소신호추정 및 잡음분리 신호처리 기술확립
- * 신경회로망을 이용한 패턴의 인식알고리즘 개발

단기과제 1 : TDM(Time Division Multiplexing) 방식을 이용한 광섬유 배열센서의 특성연구

단기과제 2 : 절연체(XLPE) 내 모의 결함에 대한 HFPD 패턴 분석

단기과제 3 : 부분방전 검출 시스템 제작 및 특성 평가

- 방전해석 및 환경대응 기술

단기과제 4 : NO_x입자 계측에 의한 방전특성에 관한 연구

단기과제 5 : 코로나 방전을 이용한 전기 집진장치 개발

단기과제 6 : Barrier 방전램프의 색상개선

o 3차년도

- 열화진단 및 절연설계 분야

총괄과제 (중기과제) : 사고감소를 위한 전계최적화 알고리즘 개발 및 대전력기기의 열화진단을 위한 전문가 시스템 구현

- * 각종 최적형상의 제작 및 절연과피시험을 통한 절연내력 검증
- * 대전력기기의 열화진단 평가기술 개발
- * 대전력기기의 예방진단용 전문가시스템 개발

단기과제 1 : TDM 방식의 광섬유 다중배열센서를 이용한 전력기기 진단 연구

단기과제 2 : 계면 모의 결함에 대한 HFPD 패턴 분석

단기과제 3 : 부분방전 검출 시스템 현장 적용 타당성 검토

- 방전해석 및 응용

단기과제 4 : 비열플라즈마를 이용한 NO_x 제거 특성

단기과제 5 : 중첩방전형 오존발생장치 최적화 및 수치해석기법연구

단기과제 6 : 조명용 격벽방전램프의 개발

3. 센터의 목표 및 기대효과

3.1 센터의 목표

- 1) 지방대학 고전압 분야 연구의 활성화 및 연구인력 육성
- 2) 대전력시스템 기기 열화진단 및 절연기법 확립에 의한 산학협력체제 구축
- 3) 환경 대응 및 방전응용 실용화 기술수립

3.2 기대효과

- 1) 고급인력 양성 및 산학협력 체제구축을 통한 전문기술 개발능력의 극대화
- 2) 대전력시스템 기기 운용, 보수, 유지 관련정보 자료활용의 극대화
- 3) 환경 대응 및 방전응용 실용화 기술수립에 의한 관련 산업체의 경쟁력확보