

# “송배전기술의 Think Tank! 전력계통 기술혁신의 Global Leader” KEPCO 전력연구원 송배전연구소

■ 문 승 필 / 한국전력공사

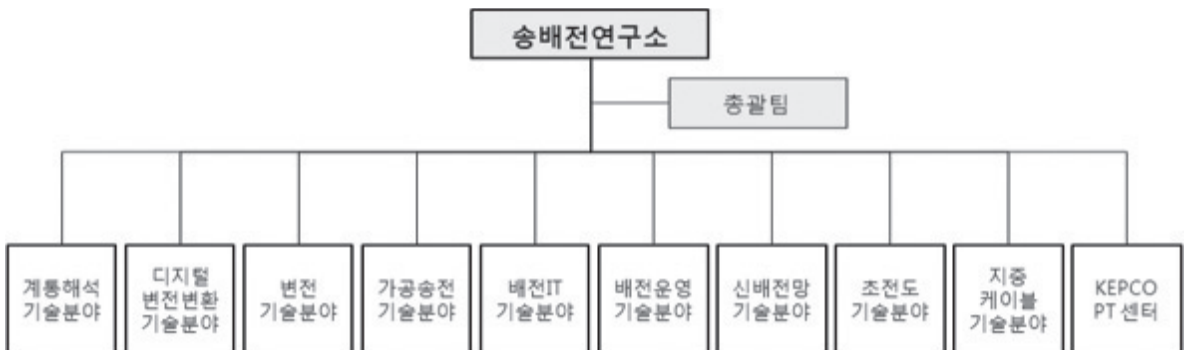
## 1. KEPCO 전력연구원 송배전연구소 소개

KEPCO 전력연구원 송배전연구소는 전력망의 에너지 효율을 최적화하는 스마트그리드 기술을 주도하고 있으며 신뢰성 있는 고품질의 전기를 공급하기 위해 필요한 계통안정화 기술, 전기환경 평가기술, 전력설비 예방진단기술, 차세대 전력전송(HVDC, FACTS)기술, 전력IT기술, 배전계통 최적운영을 위한 배전자동화 기술, 배전기자재 신뢰도 향상기술, 초전도 전력기기 개발기술 등의 연구에 박차를 가하고 있다. 또한 전북 고창에 조성된 KEPCO Power Test Center(전력시험센터)는 국내 유일의 전력설비 실증 시험장으로 송배전분야의 실증적 신기술 개발을 주도하고 있다.

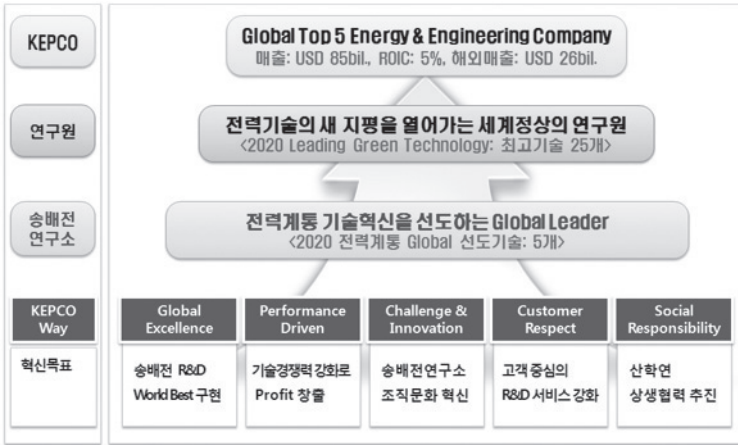
KEPCO 전력연구원에는 녹색성장, 원자력발전, 수/화력발전 및 송배전연구소의 4개 연구소와 엔지니어링센터 및 소프트웨어센터 등 2개의 센터가 각각의 분야에서 연구개발을 수행하고 있으며 이중 송배전연구소는 9개의 기술 분야와 1개의 KEPCO PT Center로 구성되어있다.

송배전연구소는 KEPCO의 비전인 “Global Top 5 Energy & Engineering Company”를 실현하고자 “전력계통 기술혁신을 선도하는 Global Leader”라는 자체비전과 혁신목표를 수립하고 이를 달성하기 위하여 노력하고 있다.

송배전연구소에는 이동일 연구소장 이하 총 103명의 석, 박사 인력이 근무하고 있으며, 2011년 현재 45개의 연구 과제를 수행하고 있고 총 연구개발 예산은



〈송배전연구소의 조직구성〉



〈송배전연구소의 비전 및 2011년 혁신목표〉

(기술분야별 주요 연구분야)

기술분야	인원(명)	주요 연구분야
계통해석	13	• FACTS 관련연구 • 전력계통 안정화 • 전력계통 운영기술 • 전력품질 통합관리기술
디지털변전환	15	• HVDC 변환설비 • GIS 부분방전 • 디지털 변전자동화 • MTR 초음파 진단
변전기술	9	• GIS 부분방전 • MTR 초음파 진단
가공송전	7	• HVDC 송전선로 • 송전용애자/금구류 • 송전철탑/전기환경 • 신개발 송전용 전선
배전IT	7	• 배전자동화 • SPG 실증 플랜트
배전운영	12	• 배전설비 운영기술 • 전기품질/전력량계 • 마이크로그리드 • 분산전원 계통연계
신배전망	10	• 스마트배전시스템 • 분산전원 계통연계
초전도	12	• 초전도 케이블/한류기 • 초전도 HVDC
지중 케이블	10	• 초고압 대용량송전 • 케이블 수명평가
KT Center	5	• 연구과제 관련 실증시험 • 지중케이블 등 인증시험

272억원 규모이다. 또한 송배전연구소에서는 연구개발 뿐만이 아니라 현장에서 필요로 되는 운영기술에 대한 기술지원 및 설비인증 시험 등의 다양한 업무를 수행하고 있다.

2. 송배전연구소 주요 연구기술

송배전연구소의 특징은 전력계통을 운영하는 현장과 밀접한 관련이 있는 연구 과제를 수행한다는 것이며, 현장경험이 풍부한 연구원들과 함께 연구하고 있기 때문에 현장실증과제가 많아서 현장 활용도가 높은 연구 성과를 올릴 수 있는 장점이 있다. 중장기적

으로는 현재 8대 녹색과제로 수행하고 있는 스마트그리드, HVDC, 초전도 과제의 실증기술을 조기에 개발해 세계 전력기술을 선도해 나가는 것이다. 한편 세계 수준급으로 알려져 있는 송배전 전력계통 운영기술 분야는 더욱 고도화시키고 상품화시켜 미래 녹색기술개발과 균형을 이루고자 한다.

저탄소 녹색성장으로의 패러다임 변화, 세계 전력시장의 무한 경쟁화, 국내 전력수요 포화로 인한 성장 동력의 상실 등 최근 전

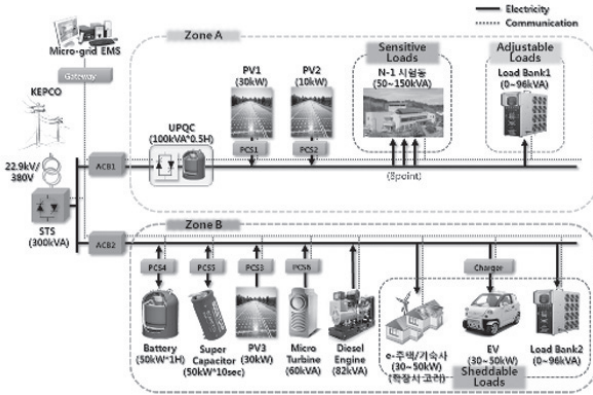
력 환경의 급격한 변화는 KEPCO가 더 이상 국내시장에 안주할 수 없음을 여실히 드러내어 주었고 이러한 환경변화에 적극 대응하기 위해 송배전연구소는 미래 성장 동력인 녹색기술 개발과 반세기의 경험으로 축적된 운영기술의 고도화라는 지상과제를 해결하기 위해 매진하고 있다.

이를 위해 녹색기술 분야에서는 Smart Grid 기술의 핵심기술 확보, HVDC기술의 국산화 개발, 초전도 전력기기의 실계통 적용을 위한 연구가 진행 중에 있으며, 운영기술 분야에서는 compact tower 개발, 전력계통 안전도 평가패키지(KW-PSS)의 국산화 및 상품화, FACTS 기술의 현장적용, 배전자동화시스템의 해외실증, 친환경 전력설비 개발, 첨단 설비진단기술 개발 등의 성과를 올리고 있다.

또한 연구를 통해 개발된 신제품의 성능평가, 장기 신뢰성 평가, 사업소 현안문제 해결을 위한 실증시험 등을 위해 KEPCO PT Center의 실증시험설비를 적극적으로 활용하고 있으며 최근에는 KEPCO PT Center가 국제 공인인증 시험기관으로 변모하기 위한 성과들이 나타나고 있다.

○ 스마트그리드(SG) 기술

스마트그리드 기술은 전력기술과 ICT기술을 융·복합하여 설비 효율과 신뢰도를 높이고 고품질의 안



〈마이크로 그리드 및 스마트 배전운영 시스템〉

정적 전력공급 및 서비스를 가능케 하는 차세대 전력 인프라 기술이다. 이러한 스마트그리드 기술의 조기 정착을 위해 송배전연구소에서는 제주 스마트그리드 실증사업의 일환으로 SPG(Smart Power Grid) 운영 인프라 구축 및 실증기술 개발에 참여하고 있으며, 수도권 계통안정화를 위한 광역계통 실시간 감시제어(WAMAC)기술 개발, 디지털기반의 스마트 변전자동화 기술개발, 실시간 배전계통 해석 및 제어를 위한 스마트 배전운영시스템(SDMS) 및 스마트 배전기기 개발, 마이크로그리드 운영기술 개발 등 스마트 그리드의 주요 핵심기술 개발에 주력하고 있다.



〈HVDC 선로 실증시험〉

○ 초고압직류송전(HVDC) 기술

고압직류(High Voltage Direct Current) 송전기술은 고전압의 교류전력을 직류로 변환하여 송전하는 기술로서 국가 간 전력연계, 대용량 풍력연계, 대규모 전력계통 분리 및 양방향 전력 Network를 최적 운영하는 데 적용할 수 있다. 최근 다양한 신재생에너지원의 전력계통 연계를 안정적으로 수행하는 데 있어 매우 중요한 기술이다. 현재는 80kV HVDC 가공선로, 지중선로, 변환장치, 제어기 개발에 주력하고 있으며 국산화 기술개발이 완료되면 실증을 통해 설계 및 운영기술을 확보하여 해외사업의 기반을 마련할 예정이다.

○ 초전도 기술

초전도 전력기기 개발 기술은 주로 초전도 케이블과 초전도 한류기 개발에 집중하고 있다. 초전도체의 영(zero) 저항 특성을 응용하여 전력수송능력을 극대화한 초전도 케이블은 기존 지중케이블에 비하여 3~5배의 전력송전이 가능하여 포화상태에 이른 현재 대용량 송전계통의 운영 유연성을 높일 수 있다. 또한, 초전도 및 상전도 특성을 계통 고장전류제어 기술에 적용한 초전도 한류기는 전력계통 운용에 있어 보호 시스템 설계 및 운용 기술을 첨단화하고 정전 파급 등을 최소화하여 전력 안정도 및 신뢰도 향상에 크게 기여할 수 있다. 현재 변전소를 포함한 배전급 전력기기의 실계통 적용기술을 실증하고 있으며 송





〈이천 변전소 초전도 케이블 실증〉

전급으로 기술개발을 확대하고 있다.

○ 송배전운영기술

유연송전(Flexible AC Transmission System, FACTS) 기술은 전력소자 스위칭 기술 및 전압원 인버터 기술과 같은 대용량 전력전자기술을 이용하여 보다 신속하고 정밀한 전력계통의 제어가 가능하게 하였다. 100 MVA STATCOM을 미금변전소에 설치, 운전하여 수도권 전압안정도를 향상하였고 20 MVA BTB STATCOM을 제주 성산변전소에 설치하여 풍력 발전단지와 연계된 계통의 전압안정화 및 역률개선을 실증할 계획이다.

변전기술은 변전설비 고장 예방진단과 친환경화 연구에 집중하고 있다. 고장 예방진단기술은 765 kV 변압기와 가스절연 개폐장치를 대상으로 고주파(UHF)의 전자기신호를 검출하여 변압기의 상태를 모니터링하고 고장을 예방할 수 있는 첨단기술의 상용화 연구를 진행 중에 있다. 또한 친환경분야에서는 소음 발생을 크게 낮춘 154 kV 저소음 변압기를 개발하여 도심 변전소에 적용하고 있으며 기존의 절연유에 비하여 화재 안전성이 우수하고 변압기의 신뢰성을 높일 수 있는 식물성 절연유 변압기 개발 연구를 수행하고 있다.

배전운영기술은 배전설비의 고장예방, 상태진단,



〈신안성 변전소 GIS〉

유지보수, 전력품질 향상, 전력계량 등 전반적인 배전운영 분야를 대상으로 한다. 최근 설비의 최적 교체주기 분석, 신뢰도 평가, 제조사 평가, 경제성 분석을 통해 확률론적 방법인 신뢰성 기반의 유지보수 기술(RCM : Reliability Centered Maintenance)을 배전설비에 적용하기 위한 연구를 수행하였다. 또한 현행 다중접지 저항 값의 적정성을 재평가함으로써 규격개정을 통해 투자비의 절감을 기대하고 있다. 그 외에 전자식 전력량계의 EMC 영향분석과 선불형계기 개발 과제도 수행하고 있다.

○ KEPCO Power Test Center

KEPCO PT Center는 전북 고창에 조성된 국내 유일의 전력설비 실증시험장으로 1993년 765 kV 격상 연구를 위한 시험선로가 처음으로 준공되었으며 이



〈765kV 활선 애자청소〉

설비의 실증시험을 통해 세계 최초로 765kV 2회선 송전방식을 개발하였다. 그 이후로 각종 송배전 시험 설비 및 실증시험장들이 계속적으로 구축되어 신기술 기자재의 성능시험, 실 규모의 고장시험을 통한 사업소 현안문제 해결 등에 중요한 역할을 담당하고 있다. 또한 전자계 이해증진관을 개관하면서 대국민 홍보기능을 보완하였고 최근에는 세계 최대규모의 지중케이블 실증시험장이 준공되어 KOLAS 국제공인시험기관으로 인정받고 KEMA와 공동시험 수행에 합의함으로써 명실공히 세계수준의 송배전분야 실증 시험센터로 발돋움하고 있다.

### 3. 최근주요 연구성과

#### ○ 한국경제를 이끈 '대한민국 100대 기술' 선정

우리 연구소에서 수행한 대표적인 연구개발 성과 중 765kV 초고압 송전기술, 한국형배전자동화시스템 및 220V 승압기술 등이 '한국경제를 이끈 대한민국 100대 기술'로 선정, 발표되었다.(2010년 12월) 한국형 배전자동화의 경우 1991년부터 20년 동안 배전자동화 시스템 및 관련 전력기기 국산화 개발을 주도함으로써 세계최고 수준의 기술 확보에 기여한 바가 인정되었으며, 765kV 초고압 송전기술 상용화의 경우

고창 PT Center에 실증설비를 구축하여 세계 최초로 765kV 2회선 송전방식의 상용운전에 크게 기여한 것이 인정된 것이다.

○ 초고압 지중케이블 시험장 준공 및 공인인증시험  
지중케이블시험장은 지식경제부 전력산업기반기금 인프라구축지원사업으로 2008년 5월에 착공하여 2010년 6월에 준공되었다. 이 시험장은 전자파 차폐실을 포함한 실내 고전압 시험과 초고압 지중케이블의 장기신뢰성 평가시험이 가능한 시험동, 국제공인 시험인증에 필요한 계측장비를 보유한 제어동, 실제 통과 동일 조건의 시험용 지하전력구가 구축된 옥외 시험장으로 구성되어 있으며, 2008년 8월 세계적 국제인증 시험기관인 네덜란드 KEMA와 양해각서 체결로 협력체계를 구축하였고 2011년 3월 국제공인 시험에 필요한 시험설비와 계측장비에 대해 한국인정기구(KOLAS)에서 인증을 획득함으로써 국제 공인인증시험을 위한 체제구축이 마무리 단계에 있다. 향후 초고압 케이블 인증시험 수익과 신기술 제품개발 시험료 절감 등이 예상된다.

### 4. 연구소의 미래

과거 우리 전력연구원을 비롯한 전력산업분야의 연구개발은 급속한 국가경제발전예 발맞추어 시기적절한 전력설비의 확충에 중점을 두었으며, 선진국 기술의 답습을 통한 Follow-up 형태의 연구를 수행해 왔음을 부인할 수 없다.

하지만 앞으로 우리나라가 타 선진국들과의 경쟁 체제를 유지하고 기술을 선도하기 위해서는 Follow-up의 형태가 아닌 Global-Leading연구체제로의 변신이 필요한 때이다. 이를 위해서 우리 연구소는 그동안 KEPSCO가 축적해온 Know-how를 기반으로 새로운 기술적 혁명인 Smart-grid기술을 개발, 적용시킴으로써 관련분야의 기술리더로서의 초석을 다지고자 한다.