

한국의 전기설비 기술동향과 미래전략

이광식 <한국조명·전기설비학회 회장>
김세동 <한국조명·전기설비학회 총무이사>
안상기 <한국조명·전기설비학회 산학협동이사>

(※ 본 기술해설은 2008. 6. 5 일본전기설비학회 총회 초청 특별강연 원고임)

1 개 요

쾌적한 거주환경을 조성하고, 원활한 기능적 활동을 도모하려면 전기설비의 설치는 필수적이다. 전기설비에는 사용공간의 쾌적한 환경을 조성하는 요소인 조명 환경, 적절한 온·습도 유지, 안전하고 정전없는 전기공급을 위한 수변전설비, 전력부하설비, 전원공급설비 등이 시설되어야 하고, 이들을 제어하는 제어시설, 정보 전달의 통신시설, 또한 사고나 재해시에 신속성을 갖도록 하는 보안설비와 건물 시설의 복잡화와 다양화에 상응하는 시설의 유지관리설비 등을 포함하고 있다. 이와 같이 구성되는 전기설비는 건축물 또는 시설물의 용도와 종류에 따라 다르며, 또한 요구되는 성능과 품질 등이 다르다.

종래의 전기설비는 기본적인 성능 외에 신뢰성, 안전성, 유지관리성, 효율성, 에너지절약성, 친환경성, 내진성, 생애주기비용(Life Cycle Cost) 등에 대한 성능 수준이 그다지 높게 요구되지 않았지만, 최근에서는 순간 정전도 허용하지 않는 민감한 전기기기의 사용이 급증하면서 정보화 건축물이나 1,000[ft] 이상의 초고층 건축물 등에 관계없이 전기품질에 대한 성능 뿐만 아니라 신뢰성, 에너지절약성, 친환경성, 내진성, 생애주기비용 등 전기설비 핵심성능 수준이 크게 높아지고 있다. 본고에서는 이러한 측면에서의 한국의 전기설비 기

술동향과 미래전략을 중심으로 기술하고자 한다.

2. 주변 기술환경의 변화 대응

2.1 초고층빌딩의 건설수요 확대 및 정전대책

국내에서도 부산 롯데월드(107층, 높이 510[m])가 착공되어 진행 중에 있으며, 인천, 서울 등의 지역에서 7개 정도의 100층 초과 초고층 빌딩의 건설이 추진 중에 있다. 초고층 건축물의 기능은 산업화 영향으로 인해 IBS(Intelligent Building System), Smart Building 등 사무실 및 주거공간 내에서 모든 업무를 수행하기 위한 종합 시스템화를 지향하고 있다.

지난 5월 3일 여수산업단지 내 대형 석유화학공장 5곳에서 전력공급이 2초 정도 중단되는 정전사고가 발생하여 200억원이 넘는 피해가 발생한 것으로 보도되었다. 초고층빌딩에서의 정전 대책도 매우 중요한 기술이며, 전기설비의 공급신뢰도를 높이기 위한 신뢰도성능을 향상시켜야 한다.

2.2 유가 지속상승 및 온실가스 대책

우리나라는 에너지수입 의존도가 매우 높은 국가이며, 1차에너지 중 석유가 차지하는 비중은 대략

기술해설

45[%]에 달하고 있다. 더욱이 우리나라 전체 에너지의 약 25[%] 가량은 건축물의 냉난방, 조명 등 건물의 운영과정에서 소비된다.

고유가의 상황이 지속될 경우 에너지비용 부담은 증대될 것이다. 2007년 1월에 배럴당 51.8\$이었던 유가가 12월에는 87.3\$, 2008년 6월에는 140\$ 정도를 이르고 있다. 따라서 저소비형에너지산업 전환, 신재생에너지 확대 보급, 해외 자원개발 등의 근본적인 대책이 요구되고 있다. 따라서 최근 고유가로 인한 에너지소비량의 저감 및 고효율 전기기기의 적용이 요구되고 있고, 이에 따라 에너지절약의 극대화를 도모해야 하며, 전기설비 시설별 에너지절약 및 효율성 성능을 향상시켜야 한다.

에너지 문제는 단순히 내 돈 내고 내가 사용하는 문제가 아니라 지구 환경보전과 직접적인 관련이 많다. 한국은 세계 10위의 CO₂ 배출국이며, 앞으로 선진국이 향후 독점할 우려가 있는 온실가스저감 관련 새로운 시장에서의 참가 및 에너지효율 기준 강화 등 온실가스 관련 무역규제에 대응한 준비도 해야 한다.

2.3 한반도의 아열대화 및 냉방수요 급증

지구 온난화로 대기 중 수증기량이 많아지면서 우리나라 기후가 아열대형으로 변해 여름 내내 비가 내리는 우기(雨期) 현상이 출현하고 있다고 보고하고 있다. 2007년 남부지방의 경우 폭염이 19회 발생하였으며, 이로 인하여 작년의 최대수요전력은 6,229만 [kW] 발생하였으며, 전체 부하중 냉방부하 점유비가 2003년도 19.0[%]에서 2007년도에는 23.6[%]로 증가하였고, 냉방부하 민감도도 2003년도 72.7만 [kW]/[°C]에서 2007년도에는 101.9만 [kW]/[°C]로 증가하였다. 따라서 앞으로 한반도의 기후변화에 대응한 전력수요관리 대책이 필요하다.

2.4 전기전자제품의 환경규제 강화

세계적으로 환경규제가 강화되고 있다. 유럽연합

(EU)과 미국, 일본, 중국 등 여러나라들은 자국의 환경보호를 이유로 자국에서 생산되는 전기전자제품은 물론 해외에서 수입해오는 제품에까지 규제기준을 강화해 적용하고 있다. 표 1은 EU의 환경규제 현황을 나타낸 것이며, 따라서 환경규제가 강화되는 데에 국내 전기전자제조업체들이 신속히 대책을 마련, 이에 적절히 대응해야 한다.

표 1. EU의 환경규제 현황

규 제	발효 시기	주 요 내 용	대 상 품 목
WEEE (폐전자제품처리지침)	2005.8	폐전기, 전자제품의 회수 및 재활용 의무화(재활용 비율 70~80[%])	전기, 전자제품
RoHS (유해물질사용금지지침)	2006.7	전기전자제품에 유해물질 금지 (납, 수은, 카드뮴, 6가 크롬 등)	전기, 전자제품
EuP (친환경설계의무지침)	2008.8	환경친화적으로 설계하지 않은 에너지 사용제품의 시장진입 금지(CE마크와 통합해 시장진입 통제)	전기, 전자제품

2.5 지진발생횟수 증가

2007.5.12일 중국 쓰촨성(四川)에서 강진이 발생한 지 20여일 만에 제주도 일대 해역에서 리히터 규모 4.2의 지진이 발생, 우리나라 역시 지진의 안전지대가 아니라는 우려가 나오고 있다. 기상청의 자료에 의하면 우리나라도 지진발생 횟수가 1980년대에 비하여 1990년대에 크게 증가하였고, 2000년대에도 증가하고 있는 것으로 분석되고 있다. 따라서 건축법에서 정하고 있는 내진설계기준에 준하여 각종 전력설비의 설계, 제조 및 공사 시 내진설계기준에 적극 따라야 한다.

3. 한국의 전기설비 기술동향

3.1 신뢰성성능 향상기술

고도 정보화사회의 진전으로 전력수요의 증대와 더불어 전원의 고품질 조건이 크게 요구되고 있고, 이에

따라 수용가 내에서의 사고 정전 및 계획 정전으로 인한 정전시간을 최소화하고 있다. 그리고 고품질 전원 시스템을 확보하기 위해서 구성 기기들의 몰드화, 난연화, 가스절연화, 컴팩트화하는 것은 물론 계통 구성 기기의 이중화 등으로 전원시스템 전체의 공급신뢰성과 보전성을 향상시켜야 한다.

최근 초고층빌딩 및 정보화빌딩 등에서는 수변전설비의 전원시스템에서 전원공급시스템(간선)까지 이중화하고 있으며, 전력용 변압기뱅크마다 예비용 발전기의 시설, 변압기뱅크 간의 연락용차단기 시설, 예비용 변압기의 시설 등을 통하여 전력의 공급신뢰도를 높이고 있다.

그리고 전압의 질을 떨어뜨리는 요인으로는 고조파 문제, 전압 불평형, 전압의 순간 급상승, 서지의 발생 등을 들 수 있다. 이 요인들은 수용가측 설비의 회로와 부하에 전기적인 절연을 파괴하고 오동작을 일으키는 등의 악영향을 미치게 된다. 이의 대책으로 중성선 영상고조파저감장치, Active Filter 및 서지 프로텍터 등을 설치하고 있다.

3.2 에너지성능 향상기술

최근 고유가로 인한 에너지소비량의 저감 및 고효율 전기기기의 적용이 요구되고 있고, 이에 따라 에너지절약의 극대화를 도모하고 있으며, 전기설비 시설별 에너지절약 및 효율성 성능을 향상시키고 있다.

에너지효율을 극대화하기 위해서 제도적으로 '고효율에너지기자재 인증제도', '절전형사무가전기기 보급제도' 및 '건축물 에너지효율등급 인증제도'를 운영 중에 있다. '고효율에너지기자재 인증제도'는 일정기준 이상의 제품에 대하여 인증하여 주는 효율보증제도로 1996년부터 시행 중에 있으며, 고효율 유도전동기를 비롯하여 고회도방전램프/안정기, LED조명기기, 고효율인버터, 축열식전기기기 외 30여개의 전기기기를 고효율기자재로 인증하여 보급하고 있다. 최근 방향

성 전기강판 표면에 물리적 또는 화학적 특수처리를 가해 강판내의 자구(磁區)폭을 줄여 철손을 대폭 감소시킨 신소재인 자구(Domain)미세화 변압기가 개발되어 고효율 전력용변압기로 인증되어 보급되고 있다.

또한 지능형 자동조명제어시스템, 최대전력관리장치 등 수요관리기기 종합관리시스템을 개발 부하관리를 통한 전기기기의 효율향상 및 에너지절약을 도모하고 있다.

'절전형사무가전기기 보급제도'는 실제 사용시간은 적으며, 대기상태(Standby)에서 많은 전력을 소비하는 가전기기를 대상으로 대기시 소비전력 최소화를 유도하고 절전기준 만족제품에 에너지절약마크를 부착하고 있다. 현재 컴퓨터를 비롯하여 모니터, TV 등 11개 제품에 대해 시행되고 있다.

'건축물 에너지효율등급 인증제도'는 건축물도 소비자가 에너지절약 정도를 판단하여 선택할 수 있도록 인증을 부여하는 제도로, 에너지절감률 산출방법에 의하여 1~3등급의 인증을 부여하는 제도를 시행하고 있다.

3.3 친환경성능 향상기술

전기설비에 사용되는 여러 가지 절연물질과 잔류성 유기오염물질, 기름 누설, 소음 등 환경 문제가 새롭게 대두되고 있어 전기기기 생산 및 사후 처리에 대한 환경 규제 정책을 강화해 나가고 있으며, 현재 주요 친환경 전기기기는 다음과 같다.

1) SF_6 (육불화황) 절연물질 대체 친환경 전기기기
현재 국내에서 사용되고 있는 개폐기, 차단기 및 개폐 장치의 대부분과 일부 변압기 등은 SF_6 를 절연물질로 한 가스절연 방식의 제품들을 새로운 국내외 환경 규제에 대비하여 SF_6 대체 절연물을 채용한 배전반, 차단기, 가스절연개폐장치 등을 본격적으로 개발하여 보급하고 있다.

2) 폴리염소화비페닐 사용 규제
전력용변압기의 절연유로 많이 사용되는 PCBs (PolyChlorinated Biphenyls)와 같은 잔류성 유기

오염물질은 인체에 축적되면 암을 일으키고 생식기에도 영향을 미치는 물질이기 때문에, 우리나라도 2015년까지 PCBs 사용을 근절하기로 하였다. PCBs는 열적 안정성과 절연성이 우수하여 과거로부터 전력용 변압기 절연유 등에 많이 사용된 물질이다. 현재는 PCBs 대신에 광유, 실리콘유 등으로 대체된 상태이다. 2006년 8월에는 광유를 대체할 수 있는 식물성 절연유를 개발하여 미래 환경친화적인 제품을 보급하고 있다.

3) 친환경 축전지

일반적으로 사용되는 소형부터 무정전전원장치(UPS)에 사용되는 대형 축전지에 이르기까지 황산을 내포하고 있는 전해액이 제대로 처리되고 있는지에 대한 문제점이 대두되어 왔다. 최근 인체 유해물질이 함유된 전해액을 겔(Gel)화시킨 VGS(Value regulated Gel type Stationary lead acid Battery) 및 CGS(Compact Gel Stationary Battery) 축전지를 개발하여 보급하고 있다.

4) 무수은 형광램프

형광램프는 방전관 내에 수은을 봉입하여 저전압으로 방전시키기 위하여 열음극을 사용한 저전압 수은램프의 일종으로 방전에 의하여 생긴 파장 253.7[nm]의 강력한 자외선이 관내 벽의 형광도료를 자극하여 강한 형광을 발생한다. 그러나 수은은 유해 물질로서 앞으로는 수은을 사용하지 않는 일종의 무수은 형광램프가 보급될 전망이다. 무수은 형광램프의 특징은 고휘도, 고효율이며, 휘도 균제도의 우수한 점, 램프 크기에 관계없이 광출력이 안정된 점, 저온에서도 잘 동작하는 등 온도의 영향이 거의 없는 점, 일종의 무전극 방전으로서 장수명이 가능한 점 등을 들 수 있다.

3.4 내진성능 향상기술

건축 관련 법령에서의 구조내력에 관한 기준에 준하여 전기설비의 내진 대책이 요구되고 있다. 현재 주요 건물에는 지진이 발생하면 충격을 완화시키는 댐

퍼(Damper : 충격흡수장치)가 건물과 기초 사이에 설치되고 있다. 또한 수직으로 전달되는 충격을 흡수하는 수직감쇠장치와 건물 상부 구조물과 기초 사이에 볼베어링이나 스프링, 고무패드를 달아 지진 충격이 건물에 전달되는 것을 막는 '면진(免震)' 기술이 보급되고 있다. 이와 같이 건축시설물이 안전한 구조를 확보하기 위해서는 제조업체는 전기설비의 설계시 반드시 내진설계를 하여 제품을 생산, 판매하여야 하며, 고객들도 발주 및 구매의뢰시 반드시 내진설계가 반영된 제품인지를 확인하고 구입하여야 한다.

대한전기협회에서도 '건축전기설비 내진설계 및 시공지침서'를 연구 중에 있으며, 전기설비 종류별 내진을 고려한 재료 개발이 필요하다.

3.5 생애주기비용성능 향상기술

전기설비 관련 기기를 설치하는 것을 기획하고, 실현하기 위한 연구, 개발에서 제작, 조립되어 시운전, 조정을 거쳐 설치되며, 장기간 운전 사용기간을 거쳐 최후에 폐각되기까지의 모든 필요한 비용을 생애주기비용(LCC)이라 한다. 최근 에너지비용이 증대되고 인건비도 증가하고 있으므로 이를 포함한 보전비와 시스템이나 기기 등의 초기 투자액과의 대비에 있어서 전자(前者)의 비율이 증대됨에 따라 LCC의 견지에서 시스템이나 전기기기의 경제성을 평가하려는 경향이 점차 확대되고 있다.

최근 초고층빌딩 등에 적용되는 전기기기의 채택에 있어서 LCC를 분석하여 선정하고 있으며, 앞으로 총비용 관점에서 가장 경제적인 대안을 선택하기 위한 일종의 경제성 평가기법들이 개발 보급될 전망이다. 더욱이 장수명 기기의 개발 및 기존 전기설비의 잔여수명 추정기법 등이 개발 적용될 예정이다.

4. 전기설비기술의 미래 전략

그림 1은 앞에서 설명한 전기설비 기술동향을 중심

참고문헌

- (1) <http://www.kemco.or.kr/efficiency>
- (2) <http://www.electimes.com>
- (3) <http://www.chosun.com>
- (4) 김태송 외, 性能中心의 建設技術基準 開發, 韓國建設技術研究院, 2007.

으로 나타낸 전기설비 핵심성능 기술을 보여주고 있다. 오늘날 산업사회의 기술이 고도로 성장할수록 안정적이면서도 신뢰도가 높은 양질의 전기를 필요로 한다. 그러나 정보화사회의 진전으로 전기 부하의 50[%] 이상이 전력전자시스템을 거쳐 전력을 공급받게 될 것이며, 전력전자 장비의 발생 고조파에 대한 문제 및 고품질 전원공급 문제 해결이 절실히 요구될 것이다.



그림 1. 전기설비기술의 핵심성능

그리고 전력산업도 친환경을 고려하지 않으면 안되는 시대가 되었다. 발전에 필요한 원료(가스, 원유 등)를 이용하여 전기를 만들어 내는 것도 결국은 환경을 파괴하는 일이고, 연소과정에서 나오는 각종 물질도 친환경과는 거리가 멀다. 또 생산된 전기를 수용가에게 보내는 송전, 변전, 배전과정도 환경 문제와 직접적으로 관련되어 있다. 그리고 수용가에서 사용되는 많은 전기기기에서도 유해물질 등을 사용하고 있기 때문에 앞으로 친환경 전기기기의 기술개발을 통하여 차세대 핵심 산업으로 발전시켜야 한다.

또한 고효율전기기기 및 시스템의 효율 향상을 위한 대책 및 LCC를 고려한 전기설비의 구성과 배려가 필요하며, 전기설비의 시설물별 또는 용도 등을 고려하여 성능등급을 향상시켜야 한다.

◆ 저 자 소 개 ◆



이광식(李廣植)

1948년 10월 20일생. 1971년 영남대학교 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 졸업(박사). 1988~1989년 Nagoya Institute of Technology 초빙교수. 대한전기학회 방전고전압연구회 간사장 역임. 본 학회 편수위원장, 부회장 역임. 영남대학교 산업대학원 원장 역임. 현재 영남대학교 전기공학과 교수. 한국조명·전기설비학회 회장.



김세동(金世東)

1956년 3월 3일생. 1980년 한양대학교 전기공학과 졸업. 1986년 동대학원 졸업. 2000년 서울시립대 전기전자공학부 대학원 졸업(박사). 한국전력공사(1979~1984년) 근무. 한국건설기술연구원(1984~1997년 2월) 수석연구원 역임. 현재 두원공과대학 전기공학과 교수. 전기설비기술사. 본 학회 총무이사, 편수위원. 관심분야 : 전력설비 진단 및 DSP. 전기설비 최적설계.



안상기(安相基)

1949년 1월 3일생. 건축전기설비 기술사. 현재 (주)전기설계·협인 전무이사. 당 학회 산학협동이사. IBS KOREA 이사. 국방부 특별건설심의위원.