

## ① 해외동향 ①

# 미국, 온실 가스 감축 위해 중남미 4개 프로젝트 선정

미 에너지부(DOE)는 효율적인 터빈 발전 기로부터 풍력에너지에 이르기까지 중남미에서 온실가스 1억톤 이상을 감축하기 위해 4개의 프로젝트를 선정했다. 이 프로젝트들은 아르헨티나의 CAPSA 프로젝트, 과테말라의 Santa Teresa 수력프로젝트, 아르헨티나 Greater 부에노스아이레스의 지하 매립 가스 관리 프로젝트 및 북 칠레의 풍력에너지 프로젝트로서 특히 칠레와 아르헨티나의 프로젝트는 이들 국가가 최초로 미국의 공동 설치 프로그램 동기(USIJI)에 참여하는 것이다. 미국의 공동설치 프로젝트는 클린턴 행정부의 기후변화 실행 계획의 한 부분으로서 미국의 사업체 및 비정부 기관들은 온실가스 감축 및 세계적으로 지속 가능한 에너지 개발을 증진하기 위해 그들의 자원 및 혁신 기술을 활용하도록 독려되고 있다.

이와 같은 국가간 동반 협력 관계는 각 국가가 독자적으로 시행하는 것보다 범 세계적으로 배출가스를 더 크게 줄이고 비용 효율적으로 감축시킬 수 있도록 해준다. 미국의 설치 프로그램 동기는 현재 16개국의 36개 프로젝트를 포함하고 있으며 산림보존 실행에서부터 발전소 변환에 이르기까지 다양한 기술

을 제공하고 있다. 이 프로젝트는 8개 연방 기관의 고위간부로 구성된 평가 위원회에 의하여 검토 및 선정된다. 이번에 선정된 4개의 프로젝트를 간략히 소개하면 다음과 같다.

### ■ CAPSA 프로젝트(아르헨티나)

이 프로젝트는 아르헨티나의 Neugen 지방에 위치한 Capex 발전소의 6기 가스터빈을 단순 사이클에서 복합 사이클로 변환시키기 위한 것이다. 복합 사이클 터빈으로 변환하면 연료를 더 사용하지 않고도 폐 에너지를 활용하여 발전소 출력을 185MW 증가시킬 수 있게 된다. 이와 같이 발전소 용량이 증가됨에 따라 화석연료를 사용하는 발전 설비의 건설을 억제하게 되어 온실가스 감축효과를 가져오는데 이 프로젝트의 30년 수명기간에 걸쳐 185MW의 출력 증가가 가져오는 이산화탄소의 감축량은 대략 1,650~3,300만톤에 이를 것으로 평가된다.

### ■ 매립가스 관리(Greater 부에노스아이레스, 아르헨티나)

이 프로젝트는 아르헨티나의 Greater 부에노스아이레스 지방 정부기관인 CEAMSE가

소유 및 운영하고 있는 매립지에서 가스를 모으고 연소시키는 시스템을 개발하기 위한 것이다. 폐기물 매립지의 가스는 약 50%의 메탄가스를 포함하고 있기 때문에 매립 가스의 연소는 메탄을 산화시켜 이산화탄소로 변화시키기 때문에 방대한 양의 메탄가스 감소를 가능하게 한다. CEAMSE 매립지에 연간 저장되는 500만톤의 폐기물에서 발생하는 모든 가스를 모아서 연소시킨다면 이 프로젝트는 연간 400만톤의 이산화탄소에 상당하는 배출가스를 감축하는 효과가 있으며 20년의 프로젝트 기간 동안에는 약 8,000만톤의 이산화탄소에 상당하는 가스의 배출을 억제시키는 효과가 있는 것으로 평가되었다.

■ Santa Teresa 수력 프로젝트(과테말라)

이 프로젝트는 온실가스를 배출하지 않는 재생 가능한 수력 에너지원에 의해 발전하는 것으로 화석연료 발전소를 대체함으로써 온실

가스 배출을 억제하기 위한 것이다. Santa Teresa 수력 프로젝트는 15년의 프로젝트 기간 동안에 총 120만톤의 이산화탄소 감축효과를 거둘 것으로 평가되고 있다. 이곳은 발전소 규모 및 유속 문제로 인해 설비 수명의 50% 기간 동안 운전이 가능할 것으로 전망되고 있다.

■ 풍력에너지 프로젝트(칠레)

이 프로젝트는 북칠레의 사막지대인 Calama 시에 37.5MW의 풍력에너지 설비를 건설하는 것으로 750kW 용량의 풍력 발전기 50기가 설치될 예정이다. 발전소가 설치되면 20년의 프로젝트 수명기간 동안 약 300만톤의 이산화탄소 감축효과를 가져올 것으로 전망된다.

이 프로젝트는 칠레에서 수력을 제외하면 재생 가능한 에너지를 이용하여 에너지를 생산하는 최초의 프로젝트가 되는 것이다.

## 일본, 전력업계 동향

FBC(가압유동상 복합발전)에서의 출력 36만kW, 25만kW 규모의 세계 최대급 설비가 九州電力의 刈田과 中國電力의 大崎에서 잇따라 완성된다. 爐內脫硫가 가능하며, 발전효율도 종래의 미분탄 사용에 비해 送電端效率이 2% 정도 상승한 42%까지 향상된다.

그러나 보일러의 신뢰성 문제 및 2단 사이클론으로 더스트를 처리하지만 분진이 가스터빈의 브레이드를 손상시켜 수명이 단축된다는 문제는 여전히 남아 있다. 이 때문에 이 九州電力이 시운전 기간을 2년 2개월, 中國電力이 1년 8개월로 설정하는 등 신중한 자세를 보이

고 있다.

海道電力은 灰分을 완벽하게 제거하는 세라믹스 필터를 채용한 PFBC(三菱重工業 제작)를 실용화하고 있으며, 출력은 8만kW이다. 이번에 九州電力과 中國電力에서 완성되는 설비는 탈분진 시스템에 세라믹스 필터에 비해 효과가 떨어지는 2단 사이크론 방식을 채용한 세계 최대급의 PFBC이다. 九州電力은 5월부터 시운전에 들어가며, 中國電力은 4월부터 종합적인 실증운전에 들어간 후 7월부터 보일러의 가동에 들어간다.

九州電力의 PFBC는 스위스 ABB의 기술을 채용하여 石川島播磨重工業이 건설했다. "지금까지 일본 국내에서의 실증을 포함한 트러블은 전부 파악했다. 치명적인 문제는 없다"고 자신감을 보이고 있지만 가스중에 포함되어 있는 매진(煤塵)이 가스터빈을 손상시키는 등의 문제는 여전히 남아 있다. 세라믹스 필터에 비해 가스터빈에 들어오는 煤塵濃度에 커다란 차이가 있기 때문이다. 36만kW의 규모는 ABB에서도 아직은 미지의 세계(최대는 스웨덴의 13만kW)인 만큼 영업운전을 2001년 7월로 연장했다.

PFBC의 특징은 어떠한 연료도 사용할 수 있는 것이지만 실리카 성분이 많은 석탄은 경원시 된다. 한편 가스터빈 입구온도가 800℃에 달하기 때문에 정밀 단조품의 브레이드에는 내마모 코팅을 실시했다. "부분적인 마모가 일어나는 것을 우려하여 설계에 상당한 주

위를 기울였다"(九州電力)고 하며, 브레이드의 형상이 쉽게 마모되지 않도록 했다. 보일러에 대해서는 "기술적인 문제는 없다"(九州電力)고 밝히고 있다. 메인테넌스는 ABB가 제휴하고 있는 川崎重工業의 神戸工場이 담당한다.

한편 中國電力은 1호기인 25만kW의 PFBC의 가동시기를 당초의 2000년 3월에서 2000년 12월로 9개월간 늦추기로 결정했다. PFBC의 기술이 확립되어 있지 않기 때문에 신뢰성을 보다 확실하게 확인하기 위한 조치이다. 설비는 日立製作所가 건설했다.

동사는 지금까지 4천kW로 실증실험을 해왔다. 가스터빈도 高더스트 대책을 강구했으며, 브레이드는 두께를 늘려 연간 8천시간의 운전에서 마모를 1mm 이하로 억제할 수 있다는 데이터를 확보했다. 신뢰성을 더욱 높이기 위해 알루미늄계 재료를 코팅했다.

가스터빈은 美 제너럴 일렉트릭제의 터빈 입구온도 1,100℃ 冢형을 高더스트용으로 개조함으로써 "2년간은 교체하지 않아도 무방한 마모대책을 실시했다"(中國電力)고 한다. 보일러는 튜브마모 및 재의 온도가 상승하여 부분적으로 高溫部가 발생하여 재가 녹아 굳는다는 등의 문제를 해결하기 위해 流動床을 어떻게 콘트롤 할 것인지가 과제이다. 九州電力과 中國電力의 차이는 九州電力은 압력용기 내부에 사이크론 등이 일체화 되어 있지만 中國電力은 압력용기의 바깥 쪽에 배치된다. 가스터빈은 각각 2축, 1축이다.

ABB는 일본에서 2기의 대형 설비가 동시에 가동되는 것과 관련하여 "PFBC가 세계적으로 인지되었다"라며 강한 기대를 보이고 있다. 그러나 구조가 복잡하고 아직은 내구성이 충분히 확인되지 않은 爐인 만큼 앞에서 일본 국내에서 새로운 PFBC가 도입될 가능성은 희

박하다. 中國電力은 2호기의 가동을 3년 6개월 늦춘 2005년으로 결정했으며, 電源開發은 橫濱의 磁子 화력 2호에서의 PFBC 도입을 단념했다. PFBC는 석탄 IGCC(가스화 복합 발전)과의 관계도 있어 이번의 2개 설비로 끝날 가능성도 높다.

## 미국 Reliant사, 네덜란드의 UNA 전력회사 인수

미국 Reliant 에너지사는 네덜란드의 최대 규모 전력회사의 하나인 NV Energieproductiebedrijf UNA사를 24억 달러에 인수함으로써 유럽의 전력시장에 진출한다고 발표했다. 미국 휴스턴에 본사를 둔 미국 최대 전기 천연가스 회사인 Reliant 에너지사는 초기에는 이 네덜란드 회사의 주식을 40% 인수하고, 2002년 이전에 대주주가 되며 최대 7년, 이내에 인수 절차를 마무리할 예정이다. 종전의 회사명이 Houston Industries Inc.이었던 Reliant 에너지사는 초기 지분 확보를 위해 9억 달러를 지불했으며 UNA사의 경매에서 Edison International과 Texas Utilities Co. 등의 주요 전력회사들보다 높은 가격을 제시했다.

UNA는 네덜란드 전력의 약 20%를 공급하고 있으며 지방자치 정부가 대부분의 지분을 소유하고 있었다. UNA는 네덜란드에서 민영화되는 최초의 전력회사가 되었다. Reliant의 Steve Letbetter 회장은 "유럽은 미국 외부

지역에서는 규제가 완화된 전력 및 가스시장과 탄탄한 상업적, 정치적, 법적 하부구조를 고루 갖춘 가장 중요한 지역이다."라고 말했다. 이번 Reliant사와 UNA의 거래는 규제위원회의 승인을 받아야 되며 오는 6월에 마무리 될 것으로 전망된다. 또한 이번 거래는 지난 2월 19일부로 시작된 유럽 전력시장의 자유화와 시장개방의 영향을 받은 것으로 유럽 시장에서 '99년에는 전체 전력 수요의 25%가 자유화 되고 2003년에는 33%가 자유화 되는 등 지역과 국경을 초월한 시장 개방이 가속화 될 전망이다.

스웨덴과 핀란드는 이미 1998년에 전력시장을 전면적으로 개방했다. 또한 각국의 전력 회사들은 전력 소비자 확보를 위하여 인수합병을 추진하고 있다. 영국의 원자력 회사인 British Energy사는 PowerGen사로부터 2기의 석탄 발전소를 14억 파운드(3억 파운드의 석탄계약 포함)에 인수하는 것이 성사단계

에 있는 것으로 알려지고 있다. 한편 네덜란드의 원자력 발전 현황은 현재 보르셀라 원전이 유일하게 가동되고 있으며 1998년에는 가동 개시 25년만에 최대의 발전량을 기록한 것으로 나타났다. 독일 Siemen의 KWU에 의하여 건설된 44만 9,000kW급의 이 경수로는 작년에 36억kWh의 발전량과 91.4%의

이용률을 기록했는데 이는 Siemens사가 실시한 2억 2,500만 달러 규모의 대규모 보수공사가 완료된지 1년 후에 나온 기록이다. 네덜란드는 '97년 3월에 도드 바르드 원전을 고비용에 따른 경제성 문제로 인해 폐쇄 조치한 바 있다.

## 日 那須電機鐵工, 새로운 철탑 방청도금 기술 개발

일본의 대형 철탑 메이커인 那須電機鐵工은 녹방지 효과가 종래의 수배에 달하는 아연도금법을 개발했다. 송전용 철탑에 적용하면 100년 정도는 메인テナンス를 실시하지 않고 사용할 수 있다고 한다. 耐用年數가 길어지는 메리트를 어필하여 전력회사용으로 판매활동을 강화해 나갈 방침이다.

철탑시장은 신규 수요의 일순 및 전력회사의 설비투자 억제 등으로 인해 계속 축소되고 있으며, 동사는 신 도금법을 무기로 시장에서의 생존을 도모한다.

송전용 철탑은 녹방지를 위해 표면에 아연도금을 실시하는 것이 일반적이다. 새로운 도금법 '터프 Z10'은 종래의 아연도금 위에 아연·알루미늄 합금으로 또다시 도금하는 방식

이다. 도금의 밀도가 높고 소재가 되는 鐵과의 밀착성이 뛰어나기 때문에 쉽게 녹이 쓸지 않으며, 내마모성도 뛰어나기 때문에 100년 정도는 메인テナンス가 불필요하다. 종래 아연도금의 耐用年數는 10~13년이였다.

도금처리 코스트는 종래법의 약 2배이지만 해안지역 등 鹽害로 어려움을 겪고 있는 지역을 중심으로 많은 문의가 나오고 있다고 하며, 이는 東京灣 아쿠아라인의 해저 도로부에 도입된 실적이 있다.

동사는 매상고의 70%가 전력용이다. 그러나 전력회사의 설비투자 억제로 철탑시장은 축소가 계속되고 있다. 앞으로는 신도금법을 무기로 신규·갱신수요의 개척에 주력해 나갈 방침이다.

## 후지쓰연구소, 새로운 절연재료 개발

일본의 후지쓰연구소는 초고속 LSI(대규모 집적회로)의 실현에 기여하는 새로운 절연재료를 개발했다고 발표했다. LSI 고속화의 지표가 되는 유전율이 현행의 절반인 세계 톱수준의 유전율을 가진 절연재이다. 이 절연재를 사용하면 동작주파수가 2기가헬츠라는 초고속 로직(논리회로) LSI 등의 개발이 가능해진다고 한다.

로직 LSI 가공기술의 미세화로 인해 배선 간격이 좁아져 왔다. 이 때문에 電荷가 쌓이

기 쉬워 LSI 고속화의 장애요인으로 작용하고 있다. 이 장애요인을 제거하기 위해서는 배선 간에 전하가 쉽게 모이지 않는 저유전율의 재료를 개발할 필요가 있었다.

이번에 후지쓰연구소는 종래의 절연재인 산화 실리콘을 대신하여 유전율이 낮은 유기 규소 화합물을 사용하는 동시에 절연체에 미세한 구멍을 다수 뚫어 유전율 2라는 세계 톱수준의 유전율을 가진 절연재를 개발하는데 성공했다.

## 日本필립스, 신형 세라믹스 콘덴서 제조기술 개발

네덜란드의 대형 전기 메이커인 필립스의 일본법인인 日本필립스는 유해물질인 유기용매나 중금속을 사용하지 않고 세라믹스 콘덴서를 제작하는 새로운 제조기술을 개발했다. 세계에서 처음으로 유기용매를 사용하지 않고 물(水)로 제조할 수 있도록 한 것이 특징이다. 제조 코스트도 저렴하기 때문에 모회사인 필립스는 신기술을 대만의 공장에 도입하여 6월부터 콘덴서의 생산을 개시한다.

세라믹스 콘덴서는 세라믹스의 박막과 전극을 100층 이상 겹친 구조이다. 원료인 분말에

결합제를 섞어 세라믹스를 얇은 막으로 만들어 적층한다. 종래의 제법에서는 결합제를 톨루엔 등의 유기용매로 녹일 필요가 있었지만 日本필립스의 연구팀은 물에 녹는 새로운 수지제의 결합제를 개발, 이 수지를 사용하여 세라믹스 박막을 만드는데 성공했다. 종래에는 원료를 녹이는 용액을 수차례 교체할 필요가 있었지만 신기술은 물만으로 제조할 수 있기 때문에 제조공정이 간단하다. 이밖에도 연구팀은 중금속을 사용하지 않는 새로운 조성의 세라믹스를 개발했다.

## 日, '99년도 銅電線 수요 3년 연속 감소 전망

일본전선공업회는 출하 베이스에서 87만 9천톤('98년도 예상출하에 비해 5.7% 감소)으로 3년 연속 마이너스를 기록할 것이라는 내용의 '99년도 銅電線 수요전망을 발표했다. 연간수요가 90톤을 밑도는 것은 77년도이래 22년만이다.

민간수요의 부진에 따른 영향으로 '98년도의 출하가 '86년도이래 11년만에 100만톤을 밑도는 銅電線의 수요는 '99년도에도 계속 민간수요의 회복을 기대할 수 없기 때문에 90만톤을 밑도는 상황에 직면할 전망이다. 부문

별에서는 모든 부문이 감소할 전망이다. 통신, 전력은 발주원인 NTT와 전력 각사의 설비투자 억제에 영향이 크며, 전기기계, 자동차는 제조업의 설비투자 억제, 개인소비 침체의 영향이 계속될 것으로 보고 있다.

한편 건설·전선판매업용도 경기대책에 따른 공공투자용이 증가할 것으로 보고 있지만 민간설비투자, 주택부문의 회복을 기대하기 어려운 상황이기 때문에 전체적으로는 감소할 것으로 예측하고 있다. 수출은 아시아용의 부진으로 인해 대폭적인 감소가 예상되고 있다.

## 마쓰시다전기산업, 신 관리기법 도입

마쓰시다전기산업의 森下洋一 사장은 기자회견을 통해 4월부터 사내의 자본효율을 향상시키기 위한 신 관리기법 '캐피털 코스트 매니지먼트(CCM)'을 도입, 기업체질 강화를 추진해 나갈 생각임을 표명했다. 한편 최근 수년간 연결경영 강화책을 추진해 왔으며, 소니등이 발표한 연결 사원수의 삭감 등은 계획하고 있지 않다고 밝혔다. 주요 발언내용은 다음과 같다.

CCM은 사내분사별로 사업이익으로 부터 투

하자산 코스트를 뺀 수익을 측정하는 기법이며, 이를 통해 주주자본을 얼마만큼 효율적으로 활용하고 있는지의 여부가 명확해진다. 결과적으로 마쓰시다전기산업의 자본효율성을 높인다. 2000년 4월부터 본격적으로 정착시킬 방침이다.

'97년부터 연결경영을 강화해 왔으며 4월 1일부터는 마쓰시다전공을 사내분사, 그룹 차원에서 중시하고 있는 반도체 부문 등을 직접 관리하도록 지시하고 있다. 이같은 대책은 성

과를 거두고 있으며, 새로이 연결 사원수의 감축계획 등은 고려하지 않고 있다.

국내경기에 관해서는 '99년도를 포함하여 향후 1~2년간은 좋아지지 않을 것으로 보고 있다. 아직은 거품경제의 청산이 끝나지 않은

상태이며, 디플레 경향도 나타나고 있어 크게 기대하기는 어렵다. 2~3년 후에 디지털화, 네트워크화로 인해 발생할 빅뱅에 대비하여 전기 메이커는 기술, 경영체제의 준비작업을 추진해야만 한다.

## 日, 음식물 찌꺼기를 이용한 새로운 發電技術 개발

일본의 鹿島는 음식물 찌꺼기를 소각하지 않고 發電에 이용하는 신기술을 개발했다. 음식물 찌꺼기는 적절하게 소각하지 않으면 유해한 다이옥신의 발생원이 되지만 신기술을 이용하면 유해물질의 발생이 전혀 없다. 내년경에 음식물 찌꺼기 발전기로서 실용화하여 호텔이나 상업시설, 식품공장 등에 판매해 나갈 방침이다.

음식물 찌꺼기 발전기는 발효용기와 연료전지를 조합하여 만들었다. 음식물 찌꺼기를 분해하여 액체 상태로 만든 후 밀폐한 발효용기에 투입한다. 용기내에서는 특수한 미생물이

음식물 찌꺼기로부터 수소가스를 발생시켜 연료전지에 보내어 발전한다.

1톤의 음식물 찌꺼기로 부터 580킬로와트 時의 전기를 얻을 수 있다. 이것은 평균적인 가정의 2개월분 발전사용량에 해당한다. 음식물 찌꺼기는 거의 대부분이 물과 이산화탄소로 구성되어 있어 고형물은 거의 남지 않는다.

鹿島에서는 처리능력이 일량 10톤인 장치가격을 약 7억엔 정도로 試算하고 있다. 발전코스트는 상용전력에 비해 높아질 전망이지만 대량의 음식물 찌꺼기가 발생하는 호텔 등의 수요를 기대할 수 있을 것으로 보고 있다.

## 중소기업, 대북 투자 성공 10가지 전략

정부의 대북 포용정책으로 중소기업들의 북한 진출이 활발해지면서 실패 사례가 늘어남에 따라 성공적인 대북투자 전략 마련이 요구되고 있다.

중소기업의 대북투자 실패는 현대나 대우 등 대기업에 비해 상대적으로 자본력이 취약하기 때문에 그 후유증을 해소하기란 쉽지 않다.



따라서 중소기업의 대북투자는 신중해야 하며 치밀한 전략아래 조심스럽게 이뤄져야 한다.

중소기업진흥공단은 지난 13~16일 금강산 관광선 금강호에서 중소기업인들의 성공적인 대북투자 방안을 마련하기 위한 '남북경제 활성화를 위한 최고경영자 금강산 선상연수' 세미나를 개최하고 발표 논문을 취합한 자료집을 발간했다.

이 자료집에서 중소기업진흥공단 조봉현 연구원은 "중소기업의 북한진출은 위험도가 낮은 위탁가공 형태부터 시작하여 점차적으로 직접 투자형태로 확대하는 것이 바람직하다"며 북한진출 성공을 위한 10가지 전략을 소개해 주목을 끌었다.

조 연구원이 제시한 대북 투자 성공 전략은 다음과 같다.

첫째, 신뢰할 수 있는 중개인을 확보하라.

현재 우리 중소기업은 북한진출시 중개인으로 재미교포, 조총련계 재일동포, 중국거주 조선족, 중국 및 홍콩의 무역회사 등을 이용하고 있으나 이들은 대북 무역 및 투자 관련 지식이 부족하고 지나친 자기 이익의 추구와 무책임한 업무처리로 많은 문제점을 야기시키고 있다. 따라서 북한진출시 남북한 양측의 의사를 정확히 전달해주고 클레임 발생시 이를 원만히 처리할 수 있는 능력을 갖춘 중개인을 가장 먼저 확보해야 한다.

둘째, 북한측 담당자와 직접 거래할 수 있

는 직교류 루트를 확보하라.

중국·일본 등 제3국에서 북한측 담당자와 직접 만나 상담을 추진하고 계약을 체결하는 직교류 방식의 대북 진출사업을 추진하게 되면 위험부담을 대폭 줄일 수 있다. 특히 직교류 루트를 확보하게 되면 정확한 정보수집이 가능해 투자에 대한 성공 가능성이 높아진다.

셋째, 겸손하고 성실한 자세로 상담에 임하라.

북한 사람들은 생각보다 순수하고 순진하므로 지나친 자기 과시나 자랑을 삼가고 자신의 성실성과 신뢰감을 심어주는 것이 좋다. 또한 북한의 상사원 중에는 남측 사정을 정확하게 파악하고 상담에도 능한 유능한 전문 비즈니스맨들도 있으므로 남북 경협사업에 대한 지식과 관련 법규정 등을 정확하게 파악하고 상담에 임해야 한다.

넷째, 생산제품의 국내 반입 가능성을 파악한 후 북한측과 계약하라.

북한은 계획생산체제로 반출여력이 충분치 않은 상태에서 우리 쪽에서 품목을 제시하면 우선 계약을 체결해 놓고 보는 경향이 있다. 계약 불이행에 따른 피해가 북측에는 거의 없으나 우리 중소기업체에는 심각한 타격을 입힐 수 있다. 사전에 북한측으로부터 반입 가능성 여부를 검토하고 추진하는 것이 바람직하다.

다섯째, 품질확인에 철저를 기하라.

중개인이 제시하는 샘플이나 상품 설명만으로는 신빙성이 없으므로 막연한 기대와 호기심

으로 북한산 물품을 반입해서는 예상치 못한 문제에 직면하게 된다. 가능한한 북한측으로부터 직접 샘플을 제시받아 상품에 대한 품질, 규격, 포장, 신선도 등을 면밀히 검토해야 한다. 중개인을 통하는 경우에도 정확한 의사전달을 위하여 국내산 상품을 견본으로 제시하는 등 품질에 대한 각별한 주의를 기울여야 한다.

여섯째, 납기가 잘 지켜지지 않는다는 점에 유의하라.

북한측은 계약이나 시간에 대한 개념이 희박할 뿐 아니라 수출물품을 실질적으로 안전하게 확보한 상태에서 계약을 체결하는 경우 보다는 공급계약을 체결한 후에 생산 또는 공출을 받아 선적하는 것이 일반적이다. 이러한 점을 고려하여 반입 소요시간을 충분히 계산하여 철저한 계획을 수립해야 한다.

일곱째, 통관서류를 철저히 구비하라.

남북한 거래는 내국거래로 보아 관세가 면제되기 때문에 중국산 등 제3국 물품이 위장 반입되는 사례가 많아 통관절차가 상대적으로

까다롭다. 빠른 시일내에 통관이 원만히 이루어질 수 있도록 사전에 통관에 필요한 서류 확인 및 준비에 만전을 기해야 한다.

여덟째, 국내 업체간의 과당경쟁을 지양하라.

특정 사업이 수익성이 있는 것으로 소문이 나면 이를 추진하기 위해서 경쟁적으로 뛰어드는 경향이 있다. 이에 따라 많은 물량이 일시에 들어와 국내가격이 폭락, 반입업체 모두가 손해를 보는 경우가 있다.

아홉째, 운송비를 절감하라.

남북간의 물품 수송은 육로를 이용할 수 없어 국적선이나 외국 선박을 이용해야 하기 때문에 운송비가 엄청나게 비싸질 수 있다. 사전에 북한측 담당자에게 직접 확인하는 등 여러 경로를 통해 물품 준비상황을 철저히 확인한 후 선박을 투입, 운송비를 절감해야 한다.

열째, 특정분야에서 전문성을 확보하라.

중소기업의 대북사업은 백화점식으로 모든 것을 취급할 것이 아니라 특정분야에서 전문성을 확보하는 것이 유리하다.

## 日, 電源開發의 RDF 발전 기술

電源開發은 일본 최초로 가정용 쓰레기를 분쇄·압축하여 만든 쓰레기 고형연료(RDF)를 소각하여 안정적으로發電하는 실험에 성공했다. 발전효율 35%로 종래의 석유화력 정도의

능력을 확인하는 한편 RDF를 고온에서 안정 연소시켜 다이옥신의 발생을 대폭 줄일 수 있다는 사실도 확인했다. 지금까지 채산확보가 곤란한 것으로 간주되고 있던 쓰레기 발전의 보

급에 크게 기여할 전망이다.

금년 2월에 '80년대까지 석유화력발전의 거점이었던 若松종합사업소(北九州市)의 일각에 있는 RDF 연소실험 플랜트에 새로운 부속설비가 설치되었다. 伊藤英昭 RDF 실증그룹 리더 등은 '97년부터 RDF를 소각하여 증기를 가열하는 실험을 해 왔으며, 이번에 출력 600킬로와트의 발전터빈을 설치, 실제로 발전하면서 성능을 확인하기로 결정했다.

이달부터 연속운전을 개시, 총 발전량은 지금까지 30만킬로와트時를 넘어섰다. 인접한 운전제어실의 모니터 화면에는 RDF의 연소온도 및 발전출력 등의 데이터가 시시각각으로 표시된다. 伊藤 리더는 모니터를 가리키면서 “고온으로 안정 연소하고 있다는 것을 알 수 있죠?”라며 자신감을 보여주고 있다.

RDF는 가정용 쓰레기로부터 금속 등의 불순물을 제거하고 건조·압축하여 만든다. 석유 등 화석연료의 대체 에너지로서 '80년대부터 주목을 받아 왔으며, 최근에는 쓰레기 소각장의 입지난이라는 새로운 요인도 가미되어 전국에서 20개 이상의 자치단체가 RDF 제조공장을 건설 혹은 계획중이다.

그러나 발전에 이용하기 위한 대량의 가정용 쓰레기를 광역에서 수집할 필요가 있어 市町村 단위에서는 채산확보가 곤란하다는 단점이 있었다.

電源開發은 현재의 특수법인에서 2003년도에는 민영화되는 것이 결정되어 있다. 신사

업개발실의 坂梨義彦 부부장은 RDF 발전을 '신규사업의 주력'으로 판단하고 있으며, 사업화의 제1탄으로써 금년 1월에 福岡縣 등과 공동출자로 신회사를 설립했다. 福岡縣 大牟田市에 출력 1만 3천킬로와트의 상용발전소를 건설하여 2002년도에 운전을 개시, 九州電力에 전기를 판매할 계획이다.

상용발전소에서는 福岡縣 및 熊本縣 北部의 약 20개 자치단체로부터 RDF를 인수한다. 일부 자치단체 사이에서는 RDF를 보일러용 등의 연료(유가물)로서 판매하는 움직임도 나타나고 있지만 電源開發은 자치단체로부터 1톤당 5천엔 정도의 '처분위탁비'를 받아 RDF를 인수하는 독자적인 방식을 도입한다.

RDF 발전은 열을 효율적으로 추출하는 설비 등이 필요하기 때문에 코스트는 종래의 화력발전보다 20% 정도 상승하게 된다. 이 때문에 운전관리 코스트의 일부를 자치단체가 부담하지 않으면 현재로서는 채산확보가 곤란하다. 電源開發에서는 “쓰레기 소각에서 RDF 발전으로 전환하면 자치단체는 쓰레기의 처리비를 경감할 수 있다. 발전 코스트의 일부를 자치단체가 부담하는 것은 당연하다.”(坂梨 부부장)고 지적하고 있다.

RDF는 발전량이 석탄의 절반 전후로 낮다. 더욱이 쓰레기에 포함된 플라스틱 등으로부터 부식성 가스가 발생하여 보일러나 열교환기에 상처를 입힌다는 과제도 있다. 電源開

發은 이같은 문제를 극복하기 위해 '순환 유 동층 보일러'를 채용하여 석유화학 정도의 고효율 발전과 다이옥신의 발생억제를 실현 했다.

일반적인 보일러에서는 연소실에서 발생한 고온가스를 그대로 열교환기로 보내어 고온· 고압의 수증기를 만들어 발전터빈을 회전시킨 다. 이 방식에서는 부식성의 염화수소가스가 열교환기 등을 손상시킨다. 그러나 순환유동 층 보일러는 보일러 내부의 열을 일단 규사에 축적하고 이것을 열교환기와 사이에서 순환 시켜 부식을 방지한다.

RDF 발전에서 석유·석탄화력 정도의 발 전효율을 실현하기 위해서는 540℃도, 압력

약 100기압의 수증기를 만들어 내야만 한다. 보일러의 연소온도를 높이면 배관 등의 부식 이 쉽게 진행된다는 문제점이 있지만 電源開發 은 가스와 배관의 접촉을 가능한 한 피할 수 있는 기술을 개발함으로써 이같은 문제점을 해결했다.

연소실은 850℃ 이상의 고온이기 때문에 다이옥신의 발생을 억제할 수 있다. 더욱이 배출가스 중에 조금 포함되어 있는 다이옥신 도 활성탄에 흡착시켜 가열처리를 통해 분해 하기 때문에 대기 중으로 방출되는 다이옥신 농도는 1m<sup>3</sup>당 0.01~0.09나노그램으로 신설 쓰레기 소각로의 규제치(0.1나노그램)를 크리 어하고 있다.

## 변압기의 기술개발 동향 ( I )

본 자료는 한국전기연구소에서 발간한 「변압기 기술현황」 중 일부분을 발취하여 2회에 걸쳐 게재하는 것임.

### 1. 기술개발 일반현황

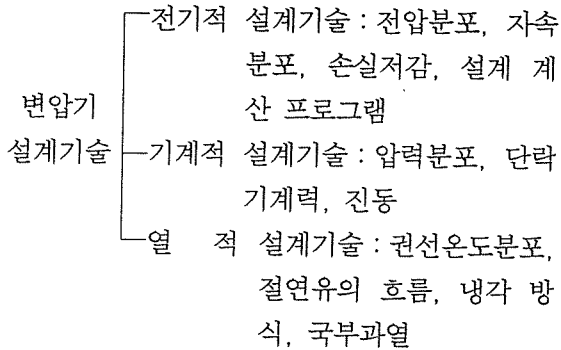
#### 가. 핵심기술

1) 변압기 개발에 관한 관련된 기술 : 설계제

작 기술, 재료개발 기술

2) 신뢰도 측면에 관련된 기술 : 운전 및 감 시진단기술, 보수유지기술

3) 변압기의 설계기술의 세분화



#### 4) 변압기의 핵심기술

- 전기적 설계기술
  - 써지전압 침입시 전압분포의 균일화와 절연설계의 최적화 기술
  - 자속분포와 누설자속에 따른 국부열화 방지기술
  - 각기의 손실(철손, 도체손, 표류, 부하 손)의 저감기술
- 기계적 설계기술
  - 내부사고 등에 의한 압력상승에 대한 설계기술
  - 단락전류에 의한 권선의 기계적 설계 기술
- 열적 설계기술
  - 전선의 온도분포 설계기술
  - 유통로 설계 및 냉각방식에 따른 설계기술

#### 나. 기술도입 현황

##### 1) 연도별, 국가별 기술도입 건수

'70년대 중반이후 부터 '80년대 중반까지

약 10여년간 국내의 경제성장이 고도화되고 산업발전에 따른 전력수요의 급진적인 증가와 더불어 전력 수요자들에게 신뢰성 있고 안정적인 전기를 제공하기 위한 일환으로 변압기의 기술도입이 대단히 많이 이루어졌으며 기술도입 초창기 일본에 의존하던 경향이 이후 점차 감소하면서 미국과 유럽으로 부터 기술을 도입하는 사례가 증가되고 있는 것으로 분석된다. 이후 '92년부터 '96년까지 5년간 외국으로 부터 기술도입된 사례가 없다가 '97년도에 들어와 고속전철기술개발에 따른 고속전철용 변압기와 한전의 765kV송전격상에 따른 765kV 변압기 제조기술이 도입되었다. 이렇게 타품목에 비하여 변압기부분의 기술도입이 많지 않은 것은 우리나라의 변압기 기술수준이 일부 핵심기술을 제외하고는 세계적인 수준과 대등하다고 분석할 수가 있다.

##### 2) 국별 기술도입 대가지급액

총 39건의 기술도입에 따른 착수금 및 정액료, 보증금 등을 지불한 금액은 2백97만1천 달러(경상료 미포함)로 경상료를 포함하면 이 보다 훨씬 많은 금액이 지불된 것으로 나타났으며, 국별로 보면 EC국가에 지불된 것이 1백48만3천달러로 건수에 비례하여 가장 많으며, 일본 69만달러, 미국 57만6천달러, 스위스 18만2천달러, 기타 40만달러 순으로 나타났다.

3) 기술도입 내용

품 목 명	기 술 도 입 내 용		
	1962년 ~ 1979년	1980년 ~ 1985년	1986년 ~ 1997년
변 압 기	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 대부분의 기술도입이 고압 및 초고압 유입식 변압기 생산을 위한 것임.</li> <li>· '63년 66kV급 변압기가 개발된 후 도입 기술에 의해 '69년 154kV 및 345kV급 초고압 변압기가 개발됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 로변압기 개발기술(80MVA 이상)</li> <li>· 3.3~22.9kV 몰드 변압기의 국내생산 시작과 함께 몰드 변압기 제조기술을 경쟁적으로 도입</li> <li>- Coil Winding부분 제작기술</li> <li>- Coil 제작기술 (50~2,599kVA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 초대형변압기 개발기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 용량종류 : 500kV 700MVA, 363kV 700MVA~550kV 700MVA</li> </ul> </li> <li>· 지하방수용 변압기 제조기술(2,500MVA 이하)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 권선구조 방법</li> <li>- 공기순환 방법</li> <li>- 완전방수 방법</li> <li>- 특수페인트 처리방법</li> <li>- 특수 시험기술(연수)</li> </ul> </li> <li>· 몰드 변압기 제조기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- CU도체를 사용한 권선 및 주형 관련 제조기술</li> <li>- 무금형 방식인 Rov-itra 특수공법 제작기술</li> <li>- Core의 가공기술</li> <li>- 변압기의 결선조립 및 재질향상을 위한 설계 및 제조기술</li> <li>- Epoxy 가공기술</li> </ul> </li> <li>· 초고압 변압기 제작 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 154kV급 이하에만 내철형으로 생산하는 것을 신기술인 220kV, 345kV급 이상의 대용량 변압기를 내철형으로 설계 제작하는 기술</li> <li>- 765kV급 전력용 변압기</li> </ul> </li> <li>· 유입변압기 제작기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 절연, 진동, 과도현상 평가해석 기술</li> </ul> </li> <li>· 배전변압기(200KVA~3, 150KVA) 생산 자동화 기술</li> <li>· 몰드형 건식변압기 제조기술</li> <li>· 고속전철용 변압기 제조기술</li> </ul>

## 다. 국내·외 기술 현황

## 1) 국내·외 기술현황

구 분	국 내	국 외
변압기 제 작	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전압별               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 소형변압기(1<math>\phi</math> 22.9kV, 50kVA) : 1959년부터 제작</li> <li>· 초소형 유입변압기(154kV 30/40MVA) : 1969년 한영공업(현 효성)의 개발에 이어 1978년 345kVA, 167MVA, 390MVA의 유입변압기 개발(외국 기술 도입)</li> </ul> </li> <li>○ 절연매체별               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 몰드변압기 : 소재 및 관련기술의 부족으로 국산화는 65% 정도, 제작기술 거의 국산화</li> <li>· 건식 변압기 : 소재 및 관련기술이 부족, 제작기술 거의 국산화</li> <li>· 가스 변압기 : 아직 연구단계에 있는 실정</li> <li>· 아몰퍼스 코아 변압기 : 코아의 개발과 아울러 변압기 개발은 아직 미실용화 단계</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유입변압기 : 기술적으로 정립된 상태이며 가스 변압기 및 몰드변압기의 설계 및 제작기술은 활용단계</li> <li>· 가스변압기 : 275kV, 300MVA 용량까지 개발 및 냉각방식에 따라 완전자냉식, 송출가스 풍냉식, 송액풍냉식으로 개발</li> <li>· 몰드변압기 : 33kV급 이하의 배전용도 제작, 용량도 10MVA 이하 옥내용만 제작 및 현재 옥외용 것도 개발중</li> </ul>
절 연 재 료	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 절연유 : 국내에서 생산, 절연지 및 프레스보드는 거의 전량 외국의 수입에 의존</li> <li>· 붓싱 : 22.9kV급 이하의 것은 생산 66kV 이상 초고압용 붓싱 외국의 것을 수입</li> <li>· SF<sub>6</sub> 가스 및 플라스틱 필름(가스변압기용) : 국내 미생산</li> <li>· 에폭시수지 및 충전재인 실리카(몰드 변압기용) : 거의 수입에 의존</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 절연유 : 현재 Naphtha계의 원유사용 및 공급 불안정으로 파라핀계의 원유를 사용한 절연유 개발</li> <li>· 절연재 : 초고압 변압기 제작시 유전상수가 낮은 프레스보드 개발 및 가스변압기용 절연재인 폴리에틸렌 텔레프테레이트, 아라미드지, FRP, ABS수지 등 개발</li> </ul>
코 아	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 현재 변압기에 사용되는 코아는 방향성 코아의 재질로 개발 생산</li> <li>· Hi-B 및 아몰퍼스코아는 미개발 및 연구단계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Hi-B 코아는 실사용</li> <li>· 아몰퍼스코아는 '79년부터 실용화</li> </ul>
운 전 보 수	<ul style="list-style-type: none"> <li>· TBM(Time Based Method)에 의해 유지 및 운전의 신뢰성 저하</li> <li>· 조립이후의 신뢰성 검증의 부재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· CBM(Condition Based Method)에 의한 진단기술 개발 및 전문가 시스템 연구개발 중</li> <li>· 고신뢰성을 위한 장기적 열화시험 시행 및 열화 특성 연구진행</li> </ul>
기 타	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 후진국의 기술격차를 크게 하기 위한 지적재산권 등의 활용으로 기술보호 강구</li> <li>· 국내기업간 흡수합병을 통한 지역별, 품목별 및 블록화현상 많이 발생               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 합병 : ASEA사(스위스) + BBC사(스웨덴) = ABB사</li> <li>- 흡수 : GE사(미국)는 송배전 변압기사업 이관 → WH사(미국)</li> <li style="padding-left: 40px;">WH사(미국)는 송배전사업 이관 → ABB사</li> </ul> </li> </ul>	

2) 국산화 현황

구 분	국 산 화 현 황
변압기 전반	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유입식, 건식, 몰드변압기의 설계제작은 국산화</li> <li>· 관련된 절연재 부속기기 등은 외국 수입에 의존</li> </ul>
유입식 변압기	· 절연지, 프레스보드, 붓싱 및 관련 릴레이류 등은 미 국산화
몰드 건식 변압기	· 에폭시, 충전재 등은 수입
가스 변압기	· 전혀 생산되지 않고 전량 수입에 의존 및 현재 연구개발 중
변압기 감시진단	· 선진국은 연구개발단계, 우리나라는 초보적인 연구단계

3) 국산화 추진실적

규 격 및 종 류	국산화 추진 실적		비 고
	최고국산화년도	현재국산화율	
유입변압기(1φ 22.9kV 50kVA)	1959	95%	유입 변압기는 초고압 붓싱 및 절연지, 프레스보드를 제외하고는 국산화되어 가장 국산화율이 높은 변압기임.
건식변압기(3φ 100kVA)	1967	85%	
육내용 Mold변압기(1φ 22.9kVA)	1983	65%	
저손실변압기(1φ 22.9kV 20kVA)	1986	30%	

라) 국내·외 기술 수준

대분류	중분류	소분류	기술내용	기술 수준 비교			기술 격 차 구체적 내용	기술 격 차 원 인
				한 국	최고기술 보유국	경쟁 대상국		
변압기	전력용 건식 변압기	800kV급 이상	설계기술	83	100(미국)	98(일본)	800kV급은 현재 국내 개발중이며, 절연물 및 붓싱수입, 성형절연물 수입	우리나라의 765KV 초고압송전계통 격상이 지연됨에 따라 800kV M.Tr설계, 제작 기술의 연구가 늦어짐
			소재기술	77	100(미국)	95(일본)		
			가공기술	83	100(미국)	100(일본)		
			조립기술	91	100(미국)	100(일본)		
압기	전력용 유입식	200kVA 급 미만	설계기준	100	100(일본)	100(인도)	절연소재는 거의 수입에 의존함	절연소재의 기술개발은 특정기술의 개발보다 국가적인 차원에서 개발하여야 함(소재 개발 시 막대한 예산과 인력이 필요함)
			소재기술	77	100(일본)	95(인도)		
			가공기술	95	100(일본)	100(인도)		
			조립기술	91	100(일본)	99(인도)		
	200~1,000 kVA	설계기술	100	100(일본)	100(싱가폴)	절연소재는 거의 수입에 의존함	"	
		소재기술	77	100(일본)	95(싱가폴)			
		가공기술	95	100(일본)	100(싱가폴)			
		조립기술	91	100(일본)	99(싱가폴)			



대분류	중분류	소분류	기술내용	기술수준비교			기술격차 구체적 내용	기술격차 원 인	
				한 국	최고기술 보유국	경 쟁 대 상 국			
변 압 기	전력용 유입식	1~10 MVA	설계기술	100	100(미국)	100(대만)	절연소재는 거의 수입 에 의존함	-	
			소재기술	77	100(미국)	95(대만)			
			가공기술	95	100(미국)	100(대만)			
			조립기술	91	100(미국)	99(대만)			
		10~60 MVA	설계기준	91	100(독일)	100(대만)	절연소재는 거의 수입 에 의존함		
			소재기술	77	100(독일)	95(대만)			
			가공기술	95	100(독일)	100(대만)			
			조립기술	95	100(독일)	100(대만)			
		60MVA 이상	설계기술	91	100(독일)	98(일본)	절연소재는 거의 수입 에 의존함		
			소재기술	77	100(독일)	95(일본)			
			가공기술	95	100(독일)	100(일본)			
			조립기술	95	100(독일)	100(일본)			
	전력용 건 식 변압기	-	-	설계기준	91	100(스위스)	99(싱가폴)	절연소재는 거의 수입 에 의존함.	절연소재의 기술개발은 특정기술의 개발보다 국가적인 차원에서 개 발하여야 함(소재 개발 시 막대한 예산과 인력 이 필요함)
				소재기술	77	100(스위스)	95(싱가폴)		
				가공기술	95	100(스위스)	100(싱가폴)		
				조립기술	95	100(스위스)	100(스위스)		
	물 드 유입식	-	-	설계기술	91	100(프랑스)	99(일본)	절연소재는 거의 수입 에 의존함.	절연소재의 기술개발은 특정기술의 개발보다 국가적인 차원에서 개 발하여야 함(소재 개발 시 막대한 예산과 인력 이 필요함)
				소재기술	71	100(프랑스)	90(일본)		
				가공기술	91	100(프랑스)	99(일본)		
				조립기술	91	100(프랑스)	99(일본)		
아 몰 퍼 스 변압기	-	-	설계기준	100	100(미국)	100(일본)	·절연재 및 Amorphous Core입 ·Core가공기술 연구중	·산업재산권(특허권) 보호로 인한 기술습득 이 곤란함 ·국내시장의 수요가 적고 Core비용이 상당히 큼	
			소재기술	67	100(미국)	89(일본)			
			가공기술	67	100(미국)	89(일본)			
			조립기술	91	100(미국)	97(일본)			
기 타 변압기	-	-	설계기술	71	100(미국)	90(대만)	·차량용, 로용, 고온변 압기 설계기술 수입 ·절연재 수입	·특수분야의 제한적 사 용으로 수요가 적음	
			소재기술	77	100(미국)	95(대만)			
			가공기술	95	100(미국)	100(대만)			
			조립기술	95	100(미국)	100(대만)			
변압기 부분품	-	-	설계기준	40	100(프랑스)	85(멕시코)	·OLTC일부 지종만 생 산 ·25kV 초과 부싱은 전 량 수입	·초정밀 기기부품으로 수요에 비해 막대한 예산과 인력이 필요함	
			소재기술	67	100(프랑스)	88(멕시코)			
			가공기술	83	100(프랑스)	90(멕시코)			
			조립기술	91	100(프랑스)	97(멕시코)			

마. 기술개발 과제와 추진계획

1) 신제품 개발전망

(단위 : 년, 백만원, 명)

기술개발 과제명	기술분류	핵심기술	개발기간	소요예산	연 평균 소요인력	추진 방법
765kV급 전력용 변압기 개발	전력용	·절연기술 ·유동대전	4	2,000	30	·한전 자금지원 ·기업부설연구소 주관
전력용 불연 변압 기 개발	기 타 변압기	·절연기술 ·냉각기술	2	1,000	15	·기업부설연구소 주관
철도차량 탑재용 변압기 개발	기 타 변압기	·절연기술 ·냉각기술 ·내충격지지 기술	3	500	15	·한전자금지원 ·기업부설연구소 주관
Amorphous 변압기 개발	기 타 변압기	·Core 가공 및 조립기술	4	1,400	20	·한전과 기업부설연구소 공동
대용량 이동용 변 압기 개발	아몰피스 변 압 기	·냉각기술 ·내진동 기술	3	700	10	·한전자금지원 ·기업부설연구소 주관
가스절연 변압기 개발	기 타 변압기	·절연기술 ·설계평가 기술	5	700	10	·한전자금지원 ·기업부설연구소 주관
완전한 자기보호 내장 주상변압기 개발	전력용 유입식	·보호장치 ·내장기술	5	700	10	·한전자금지원 ·기업부설연구소 주관
폭발방지용 변압 기 개발	전력용 유입식	·폭발방지 기술	5	1,200	15	·한전자금지원 ·기업부설연구소 주관

## 2) 핵심기술 개발전망

(단위 : 년, 백만원, 명)

제품명	기술개발 과제명	기술분류	개발기간	소요예산	연 평균 소요인력	추진 방법
변 압 기	온도 실측장치 개발	-	4	600	10	· 한전자금지원 · 기업연구소 주관
	예방진단 System 개발	-	3	1,500	15	· 한전자금지원 · 기업연구소 주관
	전계해석기술	-	3	1,500	10	· 한전자금지원 · 기업연구소 주관
	절연물 열화 측정 기술	-	3	1,200	10	· 한전자금지원 · 기업연구소 주관
	Particle 분석 및 영향 평가 기술	-	4	1,200	15	· 한전자금지원 · 기업연구소 주관
	비정질 Strip 제조 기술	-	3	1,200	8	· 한전자금지원 · 기업연구소 주관
	폭발방지기술	-	3	1,200	15	· 한전자금지원 · 기업연구소 주관

## 바. 미래기술의 전망

예측할 수 있다.

## 1) 선진국에서의 기술개발전망

고장진단시스템의 실용화로 무정전 전력공급과 고성능화, 소형 Compact화 및 폭발방지 변압기의 기술개발이 전망된다.

## 2) 미래기술의 예측

초전도 기술향상으로 인한 초전도 변압기의 실용화가 예상되고 예방진단시스템의 정확도 향상으로 무정전 및 폭발방지 변압기 사용을

## 2. 기술별 기술개발 동향

## 가. 절연기술

변압기의 고전압화, 소형경량화는 권선구조, 절연재료, 절연구조, 전계 해석기술 등 절연기술 진보에 미치는 영향이 크다.

절연재료는 순(純)크라프트 펄프제의 프레소보드 절연통과 프레소보드 성형품의 채용으

로 절연구조의 간략화와 품질의 향상을 도모하였다. 또한 절연유에서도 BTA를 첨가하는 것에서 절연성의 안정성을 높이고 유동대전으로 억제하였다.

절연구조는 외철형으로 장구형 권선절연구조를 도입하는 것으로 고압선로단이 표에 나타나지도 않고, 또 초기 500kV 변압기의 유동대전에 기인한 사고를 교훈으로 권선에서의 도유구조(導油構造)의 개선을 시켰다.

이와같이 재료면과 구조면의 개선에 대하여 수치해석기술의 진보도 큰 역할을 하고 있다.

1970년대 이후에는 전하중첩법과 유한요소법 등에 의한 전계해석기술과 권선내전위 진동계산기술의 진보가 현저하게 발달하여 절연합리화와 고신뢰성의 확보에 크게 기여하였다.

## 나. 저손실화 기술

### 1) 무부하 손실

무부하 손실의 저감에 대하여는 철심재료의 성능향상, 소재특성을 활용한 발판구성(拔板構成)·철심구조·제조기술의 진보로 지금까지도 대폭적인 손실저감을 달성하였다. 최근의 철심재료로는 고배향성 규소강판의 사용이 일반화되어 두께가 0.35mm 재료에서 0.30mm 재료가 사용되어지고 있다.

여기에 저손실의 요구가 있는 경우는

0.23mm 재료가 사용되고 있다.

또한 레이저스크릿치등에서 자구(磁區)세분화재료의 적용도 시작하였지만 이것의 고특성재료의 적용에 있어서는 그의 소재 특성을 충분히 활용하는 철심구조가 포인트로 되어 있다.

철심접합부도 종전 1~2매의 발판을 5~7단의 계단상태로 물려 접합하는 스텝램프로 쌓기도 하고 중앙각접합부에서의 계철(繼鐵)의 분단을 없게하여 자속이 원활하게 흐르는 고성능소재의 특성을 살렸다.

이외에 절연합리화에 의한 철심중량의 감소에 관한 효과도 많다.

### 2) 부하손실

변압기의 부하손실은 저항손과 광의의 표유손(遊損)으로 이루어졌다.

저항손의 저감수단에서 전류밀도의 저감, 철기계화 등이 있지만 전류밀도의 저감은 기기의 대형화를 동반한다. 그러나 최근 절연기술을 적용하는 것으로 권선의 소형화가 도모되어 기기의 대형화를 저해하고 있다.

한편 표유손은 기기의 대용량에 동반하여 공간누설자속이 증대하여 전체 손실에서 점유하는 비율이 많아지고 있다.

종전 표유손 저감은 부하손 저감에서 얻는 중요한 과제가 되었다.

표유손의 발생원으로서 권선내 과전류손, 권선내 순환전류손, 권선누설자속과 대전류리

드자계에 관한 탱크벽·크래프·철심내에서의 과전류손·순환전류손 등이 있지만 구조 합리화로 대폭적인 저감 가능성이 있다.

최근에는 CAE 해석기술의 진보로 변압기 내의 누설자석 분포를 2차원은 3차원 자체해석 프로그램으로 구하여 탱크벽, 철심판~크래프 구조재의 누설자속을 이행하고, 표유손의 저감을 도모하고 있다.

권선도체도 권선내의 자속에 대응하여 세분화되고 기계력의 균형을 가진 최적의 사이즈(전위전선, 복합평각선의 적용)가 선정되었다.

#### 다. 저소음 기술

변압기의 소음은 (1) 자기왜(磁奇歪) 자기 흡입력 등에서 발생하는 철심의 진동, (2) 전자력에 의한 권선의 진동, (3) 냉각부채·송유펌프등의 냉각 장치가 발생하는 진동, 연속음이 있다. 소음저감책으로는 본체소음의 음원저감책과 방음벽에 의한 차단음 대책이 있다.

소음원 대책으로는 종전부터

- 철심자속밀도의 저감
- 고배향성 규소강판의 적용
- 철심 부착의 균일화(바이드 테이프에 관한 부착)
- 철심제조의 개선(접합부의 Gap수치 저감)

등이 이행되고 있다.

최근의 기술로는 앞에서 기술한 스텝프랩

축적이 철심 소음저감에 크게 효과를 주고 있다.

소음원 대책은 감음효과가 수 dB 정도이지만 이것 이상의 대폭적인 저감이 필요한 경우는 탱크에 차단음판을 부착하기도 하고, 철판과 콘크리트제의 방음벽 등으로 소리를 차단하거나 소리를 흡입하는 방법이 있다.

최근에는 차단음판에 진동전반(振動全搬)의 작은 제진차단음판을 이용하여 방음효과를 높이는 사례도 있다.

냉각기의 저소음화는 팬회전수를 저감한 저소음 냉각부채와 음을 흡입하는 Duct가 부착된 Unit에어콘이 있다.

실제 저소음 대책은 각종 대책방법에서 경제성도 고려하여 선택하지만 2개 이상의 방법을 병용하는 것이 좋다.

#### 라. 수송대응기술

대형변압기의 수송은 무거운 물건을 위해 전용의 회차와 특수한 트레일러를 사용하고 경우에 따라서는 도로의 확장과 교량의 보강 등 대규모적인 대책을 강구하고 있다.

통상 수송방식으로 변압기를 수송하는 것이 불가능한 경우에는 분해하여 수송하는 것이 필요하다. 최근 용지의 확보난으로 신설되는 발·변전소를 더욱더 원격지화하는 경향이 되고, 또한 시가지에 대규모 지하식 변전소를 건설하는 경향도 높아지고 있다. 여기에 최근

에는 화물 물류사정도 매년 악화되고 있다.

분해수송은 오래전부터 시행하고 있지만 이 방법은 권선군은 1차·2차 등의 각 코일에, 철심은 전부해체하기 위하여 공장시험후의 해체작업과 현지에서의 재조립 작업이 팽대하게 되어 신뢰성 및 경제성에 어려운 점이 있다.

이와같은 문제를 극복하기 위하여 최신기술을 채용한 현지조립 변압기를 개발하여 1990년대 초부터 적용되고 있다.

이 방법은 주요부품인 철심, 권선, 탱크를 기본구성으로 하여 각각의 Unit로 분해하여 수송하는 것으로 분해재조립 범위를 최소로 한정하고 있다.

각 Unit의 철심은 최소한으로 분해하여 세운상태로 수송하고, 권선은 전체 권선을 일괄하여 고분자 필름으로 밀폐팩하여 완전한 방진, 방습을 얻게 되었다. 이에 500kV, 1,000MVA급의 변압기에도 적용실적이 있어 수송질량·치수 및 설치면적의 대폭적인 저감 효과를 올렸다.

앞으로 수송조건이 나빠질 것을 예상하여 산악지의 발·변전소 및 시가지의 지하식변전소의 대형 변압기에도 적용을 확대하고 있다.

#### 마. 이상진단과 열화진단기술

##### 1) 이상진단기술

변압기의 대용량·고전압화와 함께 기기의

신뢰성이 한층 요구되고 있다. 그리하여 변압기의 내부이상과 열화정도를 정확히 판단하는 진단기술도 진보하고 있다.

유입변압기의 내부이상 발생의 유무와 진단기술에서의 유증가스분석이 있어 일본에서는 1980년에 관련자료가 발간되어 이상진단의 판정에 활용되고 있다. 지금까지 일반적으로 시행한 유증가스분석은 변압기에서 기름을 채취하여 기름 분석소등에서 유증가스를 추출하여 분석하고 있지만 현지(現地) 채유에서 분석까지는 연속적으로 하는 유증가스 자동분석장치도 개발되고 있다. 이러한 유증가스분석장치도 당초에는 분석대상가스를 유증가연성가스 총량(TCG)과 수소(H<sub>2</sub>)등으로 보고 있지만, 최근에는 아세틸렌(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) 등 내부이상에서 발생하는 가스를 포함한 다성분 유증가스 자동분석장치도 제품화시키고, 온라인으로의 이상감시·검출능력이 비약적으로 향상하였다.

또한 부분방전의 자동감시와 운전상태를 나타낸 다른 데이터도 포함한 운전상황을 종합적으로 상시 감시하는 시스템도 개발하고 있다.

##### 2) 열화진단기술

유입변압기는 30년 정도의 수명이 기대되지만 1950년대 후반부터 고도경제성장기에 제작한 30년을 경과한 변압기가 최근 증가하고 있어 열화진단인 수명진단으로 관심이 높

아지고 있다. 변압기의 수명은 권선에 사용되  
는 절연지의 기계적강도에 의존하여 생각하  
고 있다. 절연지의 기계적강도와 상관성 있는  
평균중합도에 관한 평가법이 검토되고,  
1993년에는 일본전기공업규격 JEM-1463  
에서 평가기준이 규정되고 있다. 그러나 권선  
절연지의 채취는 변압기의 오버홀시에 한하  
여 정기적인 열화진단이 가능하지 않다. 최근  
에는 절연지의 기계적강도 및 평균중합도와  
(Co+Co<sub>2</sub>) 홀후렬인 절연지열화 성분의 발  
생량과의 사이에 좋은 상관성이 있는 것을  
알 수 있어 변압기 외부에서 채취하는 절연  
유의 가스분석과 홀후렬 측정에서 변압기의  
열화정도를 측정하게 되었다.

#### 바. 가스절연 변압기 기술

일본에서는 1967년에 63kV~3,000kV의  
SF<sub>6</sub> 가스절연 변압기를 처음 제작하여 불연  
성이 많은 특징에 기인하여 안정성, 방재성,  
환경조화성 등을 평가하여 1980년대 후반부  
터 급속히 보급하고 있다.

5~30MVA급의 중·소용량기는 인구가  
밀집한 시가지, 백화점, 병원, 지하철용의 변  
전소에 적용되고 있다.

송전용 대용량기에서도 전력회사의 지하변  
전소와 빌딩내 변전소의 불연화와 함께 적용  
이 증가하고 있다. 옥외용기기로서 1989년에  
154kV~200MVA가 1990년에는 275kV~  
300MVA도 실용화 되었다. 지하변전소를 향

하여도 1994년에는 275kV, 300MVA 변압  
기와 150MVA 분로리액터가 제작되었다.

가스절연변압기의 주요개발과제로는 최적  
인 재료선정과 평가검정, 고전압화에 대한 절  
연기술, 대용량화를 가능하게 냉각기술 등이  
열려 있다.

최근의 기술개발성과로는 제2종압력용기의  
적용을 받지 않는 SF<sub>6</sub> 가스 최고 압력이  
0.3MPa 이하의 봉입가스압으로 내열급 E에  
서 154kV~70MVA급의 가스절연 변압기가  
실용가능하게 되었다.

또한, 대용량기에서는 1990년대초경까지  
는 냉각특성의 면에서 소용량기와 같은 가스  
단독으로 냉각(가스냉각식)이 곤란하다고 생  
각되어 액냉각식이 적용되고 있지만 최근에  
급속히 진보한 CAE 해석을 적용한 절연·냉  
각의 기술개발로 275kV~300MVA급까지 가  
스냉각 방식을 적용하는 제품화가 되고 있다.

#### 사. 직류절연기술

최근 직류송전은 교류송전을 보충하는 형태로  
적용을 매년 증대하여 가고 있지만 일본의 경우  
주파수 변환에 의한 계통연계(600MW-125kV)  
와 직류송전(600MW-250kV)이 실현되고 있  
다. 여기에서 사용되는 변환기용 변압기에서  
는 교류전압외에 통상 직류전압이 과전되지  
만 그의 전압분담은 교류전압판느 달라 절연  
물에 관계되는 전압은 저항율에 비례하여 분  
담된다.