

最上의 環境造成에 첨단기술을...

— 導入의 과정과 活用實態 —



徐石淸
(한국기계연구소 책임연구원)

우리나라에 널리 보급되고 있는 공기조화 기술의 연혁을 간추려보면 이조 말기의 사회적 혼란과 쇠국정치의 여파 등으로 서양문명의 잠입과 더불어 설비기술이 도입되기는 했으나 일반국민들의 무지와 신 문명에 대한 반발의식 때문에 좀처럼 보급되지는 않고 오히려 조소와 비난의 대상이 되었던 것은 후일담으로 남은 몇가지의 얘기로서 알 수 있다.

한 예를 들면 러시아 공사「웨버르」(waber)가 한국에 데리고 온 손탁양은 1895년 高宗 황제로부터 정동에 있는 가옥 한채를 하사 받아 1902년 그 곳에 증기난방시설을 갖춘 손탁호텔을 신축하였다.

그 후에 梨花학원에서 1918년 손탁호텔을 매수하여 기숙사로 사용하게 되었는데, 증기난방에 상식이 없는 기숙사생들은 증기난방에 대하여 무던히 비난하였던 모양이다. 그 당시의 신문기사에 의하면 “방바닥은 어름장 같은 마루바닥으로 많은 여학생들은 냉증을 얻었을 뿐만 아니라 이구동성으로 생리에도 지장이 있는 것 같다”고 하였다니, 이것은 “쇠에서 나는 김은 양기와 음기를 멸한다”하는 소문과 배타적인 사상에 기인된 것이며, 새로운 것이라면 무조건 배척하는 정신의 소치로 이 시대의 난방기술도입이 얼마나 어려웠던가를 증명해 준다고 하겠다.

그러다가 1911~1925년대의 일제 전반기시대에 들어와서, 1913년 3월에 착공하여 1914년 9월에 준공된 조선히otel은 독일인 게에데라단테의 설계에 의한 것인데 온수난방방식을 채택한 유일한 건물로서 당시 일본인들의 기술보다 우월함을 과시하였었다. 이때 한국인 기술자들은 전혀 등용되지 못한 채 일본인 기술자들의 주도하에 설비기술이 보급되었다.

1926~1945년대의 일제 후반기시대에 들어서서는 저축은행 본점(현 제일은행 본점)은 1933년 1월에 착공하여 1935년 11월에 준공된 건물로서 이 시기의 냉방설비로는 지하실에 증기분사식 냉동기를 두고 옥상에 냉각탑을, 지하실에 2대·옥상에 1대의 공기조화기를 두어 냉난방을 에어덕트시스템으로 설비 하였다. 전쟁중

(2차대전) 철제 및 동제품을 철거해가서 없어졌으나 설치했던 자리는 남아 있다.

1937년에 준공된 화신백화점은 한국인 기술자들이 세운 업적의 하나인데 당시 일본인들 밑에서 기술을 배운다는 것은 참으로 피눈물을 흘릴 듯한 고행이었던 모양이다.

그후 1960년대만해도 공기조화를 요구하는 대형건물과 공장의 수가 그렇게 많지는 않았으며 그나마 외국인 기술에 의존된 바 있었으나, 1970년대에 경제성장이 고도화됨에 따라 건축붐을 타고 건축설비의 중요성이 제고되면서, 공기조화설비기술의 과학화가 절실하게 요구되었다.

공기조화 설비와 냉동장치는 학문상으로는 기계공학의 한 분야이며, 열역학, 유체역학, 열전달을 바탕으로 여기에 자동제어, 위생공학, 화학, 경영등 여러 분야의 학문과 건축물의 구조의 장에 이르기까지 알맞고 소기의 성능을 효율적으로 이루게하는 이른바 “종합공학”이라는 특수성을 지니고 있다고 볼 수 있다.

과거에는 건축설비를 건축의 부대설비라 하여 난방, 급·배수 위생설비 정도로서 그 규모도 적고, 설비공사 금액이 차지하는 비율도 건축공사전액의 5~10% 정도였다. 1960년대 부터 건축물이 점차 대형·고층화 되고 근대화됨에 따라서 설비규모도 커지고 기능이 복잡화해졌다. 한편 근대식장치공업의 도입과 화학섬유 공업 등의 발전으로 근대식 공기조화방식의 적용이 보급됨에 따라서 건축설비의 비중이 커지고, 부대적 위치로 부터 탈피 되었으며, 설비공사비가 차지하는 비율도 전체공사비의 40% 내외, 때로는 50%를 넘는 경우가 허다해졌다.

1980년대는 에너지절약시대이며, 과거의 모방 기술을 바탕으로 하여 대체에너지, 폐열 회수, 기기의 효율향상, 효율적 운영관리 등을 기하는 소위 에너지절약형 장치 설비가 건축설비 분야의 큰 과제로 등장하게 되었다.

한국의 냉동공조기계공업은 1970년 이래 정부의 기계류 국산화정책과 국내 관련 수요산업의 급격한 발전에 힘입어 1971년 부터 1980년까지 10년 동안 선진기술도입과 자본을 도입하여 급

속히 발전되었다고 할 수 있다.

첨단기술분야에서 불가결한 설비인 쾌적환경을 개척하는 냉동공조기술은 모든 산업 지원의 기본이 되는 역할을 하고 있다. 공기조화기술의 이용분야는 보전공조와 공업공정공조로 크게 나눌 수 있으며, 이렇게 공조의 이용목적에 따라 공조설비에 요구되는 기술내용도 크게 다르며, 이에 대응하는 방법도 다종다양화해져서 결정된 1개의 시스템, 1개의 방식으로 요구에 대응하는 획일화의 방향으로 나아간다고 하는 것은 어렵다고 예상된다. 공조기술의 출현이래 약 80년 역사 가운데 기술의 기본을 변혁할 어떤 특별한 이론도 기술도 아직은 나타나지 않았다고 보겠다.

냉동공조산업을 그 발전성을 근거로 다음 4가지 요소로 구분하면, ① 생활밀착형산업, ② 산업지원형산업, ③ 국제발전형산업, ④ 하이테크형산업으로 나눌 수 있다.

냉동공조기술중 생활밀착형의 용도로는 최근에는 초저온, Electronics, Bio Tech. 등 High Tech. 산업을 지원하는데 없어서는 안될 설비로 등장하여 그 용도가 확실해졌다.

한편 공기조화의 영역은 다양화해져서 Clean Room, Bio Clean Room, 생활환경실, 전천후 시험실, 원자력시설, 교통기관, 터널 등에 공기조화기술이 적용되고 있으며, 지역냉난방, 태양열이용, 지열의 다목적이용, 폐열이용, 축열 등 에너지 문제도 다루고 있다.

최근 Clean Room 산업은 초청정 공간을 만들어 내는 것으로 급속한 성장을 계속하고 있으며, 여러 분야에서 그 필요성이 높아지고 있다. 제품의 기능면에서 정밀화, 초소형화로 공기중 눈에 보이지 않는 미세한 물질이 제조 과정에서 제품에 부착되어 물질, 성능에 악영향을 미친다. 따라서 이와 같은 공장에서는 공장전체 또는 가장 중요한 제품공정을 청정한 공간으로 할 필요가 생겼다.

Clean Room은 제어대상에 따라서 Industrial Clean Room과 Bio Clean Room으로 나눌 수 있다. 전자는 주로 미립자를 대상으로 하는 반

도체산업, 우주항공, 전자, 정밀공업 등이 있고, 후자는 세균이나 곰팡이 등의 생물 입자를 대상으로 하는 의료, 식품공업, 제약공업 및 생명공학 등이 있다.

Bio Clean Room은 우선격리된 공간일 것이며, 그 속에서 실시되는 작업에 대하여 특정의 표준상태를 유지하기 위해서 온도, 습도, 기압이 제어되고 생물성 입자, 비생물성 입자도 제어된다.

Bio Clean Room이 사용되는 분야는 의료시설, 의약품, 식품, 생물연구소, 동물실험시설, 유전자교체 DNA연구시설 등이 있다.

식품공장의 GMP (Good Manufacturing Practice)나, 실험실의 GLP (Good Laboratory Practice) 등에서는 생물학적 위험성 (Biological Hazards)이 따르는데 이를 방지하기 위한 Bio Hazard 설비가 요구된다.

요즈음 Electronics나 Bio기술, 신소재 등이 대표적인 "High-Tech. 분야"로서 이 시대의 첨단산업이나 첨단기술에 대해 냉동공조기기와 그 응용기술은 서로 밀접한 관계를 가지고 있다.

1945년대의 냉동공조기술은 일본 전후 경제의 혼란기의 영향이 컸으며, 냉동설비에서는 동결창고나 냉장창고, 공조 설비(특히 냉방설비)에서는 대극장이나 백화점, 고급호텔, 당시 근대적빌딩, 일부 풍속산업 등에 한했다. 그러나 1945년 후반기에 접어들어 공조설비의 패적성에 대한 목적지향 냉동공조기술의 진보에 따라 기기의 개발, 팩케이지형, 에어컨의 국산화에 의해 고급레스토랑, 영화관, 다방, 사무실, 빌딩 등에 보급되었다. 그후 팩케이지형 에어컨의 생산은 오일 쇼크의 시기를 제외하고는 급성장해서 1967년 이후 18년 동안 약 15배 이상 신장되었다.

또한 산업용특수공조에서도 선박용공조나 열차냉방은 물론 항공기의 대형화, 젯트화에 따라 지상 coolent cooler, TV의 보급에 의해 방송중계차나 방영스튜디오의 냉방, 촬영스튜디오의 이동식 spot cooler, 관광복을 타고 bus cooler car-cooler의 보급이 급증했고, 경제성장에 따

른 특수공조의 수요도 커다랗게 신장했다. 그 당시 기간산업의 하나로 제철, 제강분야에서도 크레인용 car cooler, 용광로용 가스탈습장치, 대형 컴퓨터 도입에 의한 전산실의 공조, 프로세스의 냉각공정등, 노동환경의 개선이나 생산의 합리화, 근대화의 결과를 가져오게 한 것은 공조설비의 역할이 컸다.

한편, 저온분야에서는 화학공업이나 석유정제공업 등에 대한 냉동공조기술의 응용으로 에틸렌플랜트나 염소플랜트, 요소플랜트 등의 엔지니어링에 대응하는 냉동기술도 그 역할이 컸으며, 기기의 신뢰성이나 설비의 안전성, 경제성 등이 법적규제로서 커다란 진보를 기대할 수 있게 되었다. 공공연구기관이나 기업의 연구개발부분에서는 항온항습실, 초저온실, 환경실험실 등이 상당부분이 전설되고 있다. 이것은 연구시설로서 각종 재료나 부품의 기초 테스트로부터 나아가서는 로켓추진 모터, 자동차나 특수차량, 전기전자기기, 주택 등의 성능실증 테스트가 수시로 이루어져야 되기 때문이다. 이것은 공업기술, 생산기반기술의 발전과 동시에 냉동공조기술이나 제어기술, 계측기술도 동시에 진보되는 것이다.

노동력의 확보나 공장제품의 품질향상을 목적으로 공장 냉난방의 설비가 채용되기 시작했고, 특히나 정밀공업에서는 냉난방 공조설비의 유무가 생산성을 크게 좌우하는 것으로 인식되었다.

이것은 정밀업과 공조, 아울러 청정화가 1975년 이후의 "공업대국으로서의 기초"라고 일본에서는 강조하고 있다.

1973년의 제 1차 오일쇼크는 전세계의 기업에 커다란 영향을 끼쳤으며 "성(省)에너지시대"가 돌입된 것이다. 그 결과 냉동공조기술도 기기의 EER향상, 시스템의 고효율화, 폐열의 유효이용 등 정책배경에 커다란 진로배경을 주었다.

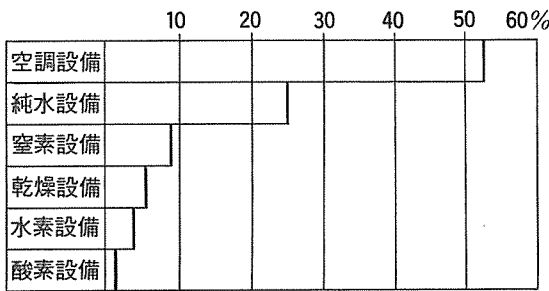
1973년대에 EER 1.8의 냉동기(0.75Kw glass, 분리형)가 공업기술원의 Moon Light 계획으로, 1980년에는 EER 3.6이 제안되었다.

특집/공기조화기술의 발전과 환경의 질

또한 시스템의 고효율화에 대해서도 열원이용의 정책적 경향에서 흡수냉동시스템이나 cogeneration 시스템, 고효율형 축열방식, 폐열회수 시스템, solar 시스템 등이 각종 첨단기술에 응용되고 있으며, 생산원단위의 인하가 기업의 필수조건이 되었다.

특히 일본의 경우 1965년대 후반부터 하이테크기업이 꽃피기 시작하여 반도체 분야에서는 생산공정에 불가결한 Clean Room의 성에너가 제품의 저코스트화에 직접적으로 중요한 역할을 담당했으며, <그림-1>은 Total running cost에서 공조설비가 차지하는 비율을 나타내고 있다.

<그림-1> Clean Room의 에너지 코스트 비례



일본 반도체분야의 설비투자액은 Clean Room을 포함해서 대기업 9개사에서 약 22억65백만 달러(1983년)이다. 이 수치는 10년전(1974년)보다 약 16배가 증가한 것으로 하이테크 기업의 톱을 나타낸 것이다. <그림-2>를 보면 총수주액이 약 5억8천만 달러에서 8억7천만 달러로 전자공업이 42.9%로 톱을 차지하고 있다.

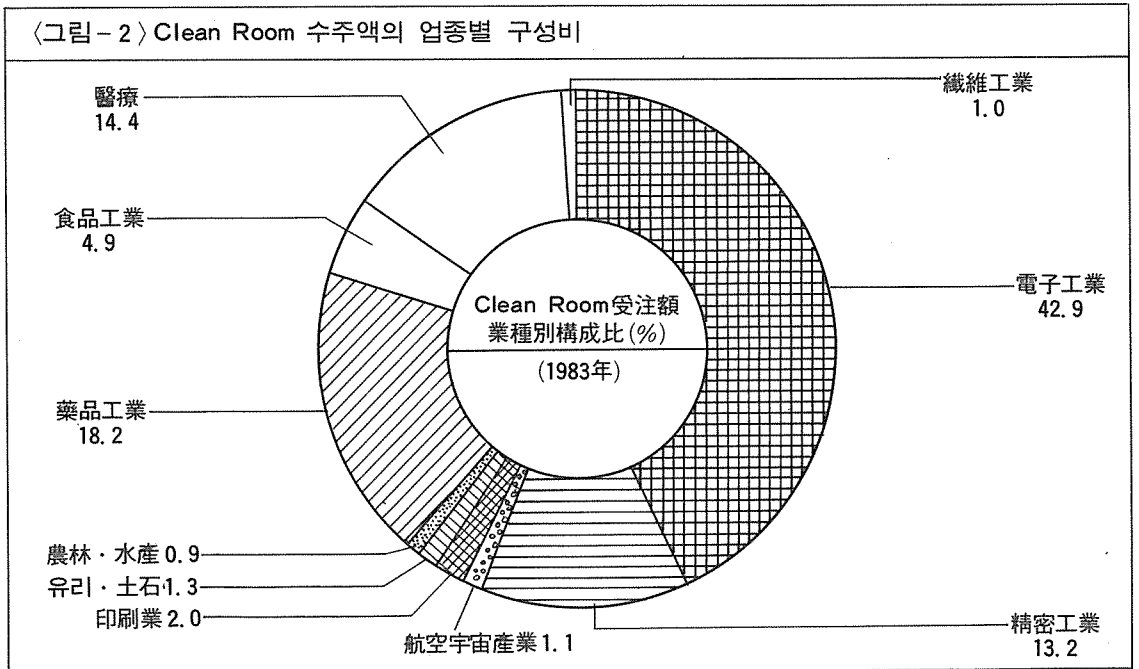
일본의 반도체 제품이 불량율이 적고 제품 코스트가 안정된 것은 제작공정이나 제조장치, 검사장치의 우수함은 물론 Clean Technology를 포함한 냉동공조기술 수준이 높기 때문이라고 미국의 뷰렛트 바켈도사의 R·W·Anderson 씨가 1980년 3월 워싱턴에서 개최된 "일·미 반도체기술 관계자 세미나" 석상에서 발표했다.

아울러 자동차나 카메라, 시계, 가전제품 등에도 냉동공조응용기술이 활용되고 있다.

하이테크 분야의 급속한 발전은 산업구조에도 커다란 변화를 주었으며, 냉동공조기술도 그 응용면이 다양화 해졌다.

Clean Room에 대해서도 공업용이 상당한 주류를 점하고 있으며, 전자공업이나 정밀공업의 하이테크로 발전되어 종래의 Clean Room 규격

<그림-2> Clean Room 수주액의 업종별 구성비



에서는 정의하지 않던 “Super Clean Room”의 수요가 급속히 증가되고 있다. 또한 청정도나 온습도에 대한 정도(Accuracy)의 High grade화로 ① 정전대책 ② 진동대책 ③ Filter기술 ④ 기류분포 ⑤ 성에너지 ⑥ 라인변경에 대한 대응성 ⑦ 설비의 저코스트화 ⑧ 공간의 유효이용 ⑨ 전자차폐 등도 앞으로의 커다란 테마로서 연구개발의 대상이 되고 있다.

한편, 바이오기술도 연구개발단계로 부터 공업화단계로 접어들어, 의약품에서 식품, 농업, 화학, 의학 등 여러분야에서 청정공간의 요구가 급증하고 있다. 또한, 미생물 제거를 목적으로 한 방법으로는 자외선 살균 등이나 멸균설비를 설계하는 케이스도 많다.

최근 반도체시장의 혼미가 보도되면서 초LSI의 개발경쟁등에 의한 설비투자는 Clean Room 산업의 신장을 가져왔고 초LSI 256Kbit로부터 1 Mbit급 그리고 4 Mbit급의 고집적화경쟁의 영향에 따라 그 추세는 앞으로도 계속될 것이다.

하이테크세계로서 일본에서는 하이테크 관련 기술로써 Electronics, 신소재, Bio Technology, 로봇, 첨단가공, 극한 환경기술 등에 사용하는 연구설비를 취득할 때에는 취득액의 7%가 세제공제되며, 연구용 Clean Room 이나 집진효율 연구용 Clean Bench 등이 대상으로 되고 있다. 이것은 세제면에서 적극 우대해줌으로써 민간기업이 하이테크분야의 연구개발에 적극적으로 참여할 수 있도록 동기조성을 하기 위함이라고 보겠다.

또한 Clean Room에 한해서만이 아니고 High Tech. 분야에 관한 냉동공조기술의 응용은 앞으로 더욱 확대될 것이다.

예를 들면 Heat Pump의 응용기술에 대해서도, 야채공장의 냉난방이나 비닐하우스 등의 시설원예의 가온용열원, 도금공장의 도금액 냉각과 동시에 탈지나 산세척, 건조 등의 가열원등, 성에너지의 효과적이용도 커다란 요소가 될 것이다.

외국에서는 인공식물 재배기술이 대단하다고

한다. 각종 식물을 속성재배하기 위하여 출게하거나 덩게하고 인공광선, 탄산가스 등을 조절하여 재배속도도 임의로 조절한다고 하는데 이런 종류의 산업에도 냉동 공조기술이 적용되어야 하므로 냉동공조의 응용기술이 더욱 적극적으로 연구개발되어야 한다고 하겠다.

예를 들면 공해요인으로 대두되고 있는 하수처리문제에 있어서도 식량같은 데에서 나오는 각종 오물을 하수로 내버리지 않고 어떤 지정장소에 몰아서 그것을 냉동시켜 버리면 찌꺼기를 운반·처리하기도 쉽고 오물이 방류됨으로서 주변을 오염시키는 일도 없어서 원칙적인 공해방지가 될 수도 있다.

또한 공해 오염이 심각한 대도시에서는 이제 가스사용을 의무화하는 경향으로 정책방향이 결정되어 인도네시아에서 도입되는 LNG 공급이 개시되면 1987년부터는 대도시용 연료는 가스화될 것이다.

이제는 가스연소장치의 연구와 안전한 가스이용 시스템의 개발이 시급한 형편이다. 그리고 냉동문제도 LNG를 이용하는 기술개발에 역점을 두어야 하겠다.

또, Super Heat Pump 개발 프로젝트에 대해서도, 야간의 잉여전력을 효율좋은 열에너지로 변환시키는 것도, 이것을 주간에는 대형빌딩의 공조나 지역냉난방, 산업용 열원으로 활용고효율로 이용하는 성에너지시스템 등이 있다.

앞으로 냉동공조기술은 High Tech. 산업의 지원형, 인간의 환경과 식품산업에 대해 기본적인 주도역할을 담당한다고 볼 수 있다. 또 건설, 농림수산, 운수의 각 산업등 생산에서 유통, 판매, 소비까지 관계되는 분야가 넓다.

끝으로 일본에서는 1987년에 “전자주택(電子住宅)”을 계획하고 있으며, 전화설비(電化設備)로서 벽면TV나 뉴스 팩시밀리, 텔레비구람, 홈건강진단기, 고주파세탁기, 칼로리 계산기, 특수조명, 전자냉난방기 등이 가정생활에 이용될 것이라고 한다.

보다 빠른 기상 보다 높은 이상