

공조설계 기술사

A History of HVAC Design

황 원 택
W. T. Hwang
삼신설계(주)



• 1947년생
• 설비설계에 관심을 가지고 있다.

1. 서 론

오늘날 한국에서 널리 보급되고 있는 공조 설계 기술이 언제 어디서 어떻게 시작 되었는가 하는 역사적 사실을 고찰해 본다는 것은 이 분야에 종사하는 이들을 위해서나 이 분야를 이해하고자 하는 이들을 위해서 중요하고도 유용한 일이 아닐 수 없다.

한국의 공조 설계 기술 변천사를 다음과 같이 시기적으로 몇 단계로 구분하여 고찰해 보기로 한다.

- 1) 1945년 해방 이전시대
- 2) 해방 후 50년대까지 전후 복구 시대
- 3) 60년대 기술 도입시대
- 4) 70년대 기술 보급시대
- 5) 80년대 기술 발전시대
- 6) 90년대 신기술 발전시대

2. 1945년 해방 이전시대

이 시기는 1900년대의 이조 말엽과 일제 침략

시대의 공조 설계 기술의 변천사를 고찰해 본다. 이조 말엽의 사회적 혼란과 쇠국정치의 여파 등으로 서양 문명의 잠입과 더불어 설비기술이 도입되기는 했으나 일반 국민들의 무지와 신 문명에 대한 반발의식 때문에 좀처럼 보급되지는 않고 오히려 조소와 비난의 대상이 되었었다. “그 가운데에서도 1902년 손탁호텔이 신축되면서 증기난방시설이 도입되었으며 1903년에 착공하여 1905년에 준공한 인천시 북성동의 제임스 존스톤의 별장은 석조4층 건물로 연건평 453평이나 되는 큰 저택이었는데 옥상에는 저수조를 설치하고 증기난방시설을 완비하였다. 이와 때를 같이 하여 증기난방시설을 갖춘 건물로서는 1900년에 착공 1910년에 준공된 석조전이 있으며 난방공사는 영국의 크리틀회사가 시공한 것이었다. 그 외에 1987년에 준공된 프랑스공사관이 옥상수조를 설치하고 급수시설을 설비하였으며, 1899년 전차를 개통한 시기를 전후하여 미국인과 한국 정부간에 계약된 전차부설, 발전소 건물, 상수도 시설 등이 활발하게 진행 됨으로서 초기의 설비 시설은 거의 외국인의 손에 의해 이루어 졌다.

또한, 중앙기독교 청년회관은 1908년에 준공된 3층 벽돌조의 연건평 600평으로 난방설비를 갖추었는데 영계 색션 보일러를 지하실에 설치하고 각 실에는 꽃뚜니 대형 2세주 주철제 방열기를 놓아 자연순환 2관식 저압증기난방을 하였다. 그 후 1925년 2차 공사시에 체육관등을 영국인의 설계 감독하에 증축을 하였는데 증축 부분에는 세와니형 강판제 보일러를 색션보일러 옆에 증설하여 독립배관으로 증기난방을 하였고 연료는 모두 유연탄을 사용하였으며 증축부분의 변소는 수세식으로서 양변기를 설치하였다가 그 후에 일부를 화식변기로 교체하였다.”¹⁾

일제 침략시대의 전반기(1911~1925)에는 일제의 식민지 정책이 본격화 되면서 식민지화를 위한 기관들의 청사를 신축하게 됨에 따라 설비 기술 도입은 오히려 일본인의 주도하에 활발하게 진행되었다.

“1914년 9월에 준공된 조선호텔은 독일인 게 에데라단테의 설계에 의한 것인데 온수난방방식을 채택한 유일한 건물이었으며 1926년 준공된 조선총독부 건물은 공사기간만 10년이 걸린 당시 최대규모의 건물로서 증기난방방식이 채택되었으며 같은 년대의 건물로 서울시 청사가 있는데 1926년에 준공된 것으로 단관배관식 증기난방방식을 채택하였다. 또한 YMCA 2차 공사시와 같은 시기에 길 건너편에 조선교회관을 지상 4층 지하1층으로 신축하여 지하실에 미국제 색션보일러 2대를 설치하고 육상급수탱크, 급탕설비 및 소화전시설을 구비하고 각 실에는 5세주 700 및 2세주 700을 배치하여 2관식 증기난방을 하였던 것이다.”²⁾

일제 침략시대의 후반기(1926~1945)에는 이제까지 외국인의 손에만 의존하던 난방설비기술이 비록 뚜렷한 존재로서 대두되지는 못하였으나 일본인 기술자의 밑에서 조수 또는 기능공으로 고용되어 기술을 익힌 한국인 기술자가 배출되기 시작하였다는 점에서 의미있는 시기라고 보겠다. “이 시기의 주요 건물로는 저축은행 본점(현 제일은행 본점)이 1935년 11월에 준공된 건물로서 전공기시스템으로 냉난방설비를 한 건물이었다. 삼정물산 경성지점(반도호텔 건너편 현 미대

사관)은 지하실에 프레온 12압축 냉동기 및 공기조화기를 두고 덕트로 4층까지 급기하여 사계절 공기조화를 하였는데 2차대전 중에 철거되었다. 또한 1937년 준공된 화신백화점도 한국인 기술자들이 세운 업적의 하나이다.”³⁾

3. 해방 후 50년대까지 전후 복구시대

이 시기의 우리나라는 해방을 맞이하여 정치 경제의 혼란기를 거쳐 복구하는 시기로 일본인 기술진이 철수함에 따라 부득이 우리 기술진에 의해 난방 및 위생의 설계와 공사를 유지할 수밖에 없었다. “그러나 혼란기중에는 신축된 건물의 난방 및 위생설비는 별로 없었고 이전에 세운 조선포텔, 온양온천호텔, 불국사호텔, 서울역역사, 철도병원 등의 개보수 공사를 시행하는 정도였으나 자료의 부족과 남북분단의 사회 혼란으로 인하여 공조설비 업계가 활발하지는 못하였다. 설령 신축건물이 있다 하더라도 의례히 주택에서 장작을 연료로 하는 온돌방식이었고 일반 사무소 건물에는 장작, 코크스, 석탄을 주연료로 하고 주물 보일러를 이용한 저압증기 또는 온수난방방식으로서 주철제 방열기를 설치하여 난방하는 것이 고작이었으며 저압증기 난방방식인 경우 주철제 응축수펌프가 이용되었다. 따라서 당시의 설비기술은 소규모의 난방 및 위생설비 기술에 불과하며 기술자의 수도 적어서 민간에서는 몇몇의 기능공이 있었을 뿐이고 그나마 이론적으로 정립된 기술을 습득한 기술자는 많지 않아서 당시 철도청 기술진이 주류를 이루었다. 이들의 대부분은 8·15 이전에 관청이나 일본인 회사에 근무하였던 분들로 우리나라 초기 설비분야의 기초를 이루는데 지대한 공헌을 한 것으로 평가할 수 있다. 1948년 건립된 시립극장에는 우물을 이용한 에어와셔방식을 사용하였으며 1949년 보수공사에는 저압증기 온수방식을 채택한 정도였다.

한편, 6·25 사변으로 많은 건물과 재산이 손실되어 이들 공장 및 건물을 복구하는 시기로서 복구공사가 미국의 원조에 의하여 이루어지게 됨에 따라 미국의 기술이 한국에 전파되기 시작한

시기이다. 군에는 미국기술 고문단이 파견되어 기술지도를 하였으며 민간단체에서는 UNKRA 등 많은 미국 기술자와 한국 기술진이 서로 어울려 근무하게 되면서 설비기술의 이전이 이루어지게 되었다. 이 때에 세워진 구 경제기획원 건물과 미 대사관 건물은 그 당시 USOM 건물로 미국 빈넬회사에 의하여 설계 및 시공되어 냉 난방 시설을 갖춘 건물로는 최대규모건물에 속하였다. 당시 냉 난방시설을 갖춘 건물은 주로 극장 뿐이었으며 대한극장, 단성사, 국제극장 등이 암모니아 냉동기에 의한 냉방을 실시하였다. 1958년 서울대 공대 김효경 교수는 현대설비연구소를 설립하여 위용호씨와 같이 원자력연구소, 나일론공장의 공기조화설계 그리고 1961년에 워커히 건물의 냉 난방설비 및 계란저장용 냉장설비 등의 설계활동을 전개하였다.”⁴⁾

4. 1960년대 기술도입시대

1961년 5·16 혁명으로 종합경제개발 5개년 계획이 수립되고 제1차 경제개발계획이 착수되어 경제가 활성화되면서 서울 시내에 많은 건물이 건립되기에 이른다. 1962년에 완성된 워커히 호텔은 우리나라 기술진에 의하여 공조설비에 대한 설계 및 시공이 이루어진 최초의 건물이며 그 이후 상업은행, 조흥은행 본점, 시민회관 등 많은 건물들이 냉 난방 설비를 수용하게 되면서 설비설계 사무소로는 삼신설비연구소(1962), 한일기술연구소(1966), 성아기술사(1967) 등의 공조설비 전문 설계사무소가 개설 되었으며 우리나라 공조설비 분야의 기술발전에 기초를 다져가는 계기를 이룩하였다.

이 시대에는 공기조화 설비설계에 대한 특별한 법규가 없었고 참고자료로는 미국 ASHRAE의 설계기준과 일본의 성에너지 기준 등이었다. 사무소 건물의 공조설비 기준으로 당시 건설부의 행정명령으로 실내온도를 여름 28℃ 이상, 겨울 18℃ 이하로 정하고 건물 외벽에 대해서는 단열재에 의한 보온 두께를 50~100mm 이상으로 하고 유리는 이중유리로 규정하였다. 또한 외기 온도 설계조건은 서울대학교 공과대학의 김효경

교수의 “한국의 공기조화설계용 외기조건”의 논문을 기준으로 하였다.

“관공서 건물로서는 1963년 서울시 영선과 김일상, 이재호, 조병을 씨등이 설계 감리한 장충체육관의 공조설비와 와우아파트 붕괴 후 아파트 건축의 신뢰성을 회복하기 위하여 1970년 서울시 주택과에서 발주한 여의도 시범아파트의 설비설계를 현대설비, 삼신설비, 성아기술사가 합동으로 시행한 일은 특기할만 하다.”⁵⁾

한편, 6·25 동란 후 군의 막사를 비롯하여 야전병원, 군사령부의 건설공사를 각 군의 공병감실 및 공병대에서 담당 건설하던 것을 체계적으로 하기 위하여 1959년 국방부에서 육군, 해군, 공군의 모든 건설공사를 설계, 입찰, 시공, 감리까지 하는 국방부 건설본부(JCA)를 설립하였으며 설계는 미국의 육군, 해군, 공군의 각 군 T.M에 의해 설계를 하였으며 미국의 민간고문단(K.M.A.G)이 직접 설계 자문 및 검토를 하였으며, 설비설계도 예외는 아니었다. 그 때 당시에는 주로 각 군의 병원설계가 주로 하였으며 육군에서는 대구의무기지사령부 및 제 1 육군병원, 부산지구는 제 5 육군병원, 광주지구는 제57육군병원, 서울에 공군병원, 포함에는 해군병원 등이 건설되었다. 이 때는 주로 증기난방이었으며 수술실 계통 등 몇 군데만 냉난방설비를 하였으며 1963년까지 모든 공사가 마무리 되었다. 그 당시 설계에 종사한 사람으로 건축설계는 몇사람이 되지만 설비설계자로는 무에 청우 엔지니어링을 설립 운영하는 이홍규씨의 몇명에 불과하며 현재는 조달본부로 개칭하여 아직 군 관계 설계, 공사를 하고 있다.

1960년대 주로 채택되었던 공기조화방식으로 는 중규모 이상 사무소 건물의 외주부에는 Fan Coil Unit 방식, 내주부는 공기조화기를 사용한 단일 덕트 방식이 90% 이상 사용되었다. 이러한 현상은 국내 공조기기 제작회사의 생산능력과 밀접한 관계가 있었다. 즉, 공기조화기나 Fan Coil Unit 등은 생산이 되지만 Induction Unit 등은 생산이 되지 않았기 때문에 설비 설계에 반영하기가 어려웠다. 또한 외주부에 공기방식을 채용한 경우도 있지만 겨울에 외기온도가 낮기

때문에 층고가 높을 때에는 Cold Draft의 우려가 있기 때문에 잘 채용하지 않았다.

한편, 1962년 7월 1일 대한주택공사가 창립됨으로써 주택건설분야가 활기를 띠기 시작하였다. 그 해에 장위동에 8~15평 단독주택 108호를 건립하였으며, 1차 경제개발5개년계획으로 마포에 마포아파트 단지를 계획, 1961년 10월 16일 착공, 난방설비는 중앙집중식 난방방식을 채택하였으나 전력부족과 입주자의 부담이 커 개별 연탄 보일러 난방방식으로 변경하였다. 1963년에는 P.C에 의한 주택건설이 시작되었으며 1966년에 공무원 아파트 공사가 착공 건립되었으며, 1968년도에는 한남동에 힐탑아파트가 준공되어 외국의 외교관과 주한 미군의 가족이 입주를 하였다.

5. 1970년대 기술보급시대

1973년 세계적으로 에너지 파동을 일으킨 오일 쇼크의 영향이 건물 에너지의 50% 이상을 사용하는 냉동, 공조계에도 밀어닥쳤다.

이러한 영향으로 침체를 거듭하는 동안 기초가 취약한 설비설계 업계에서는 겨우 건축분야에서 인정받기 시작한 설비설계의 독자적인 영역 확보 문제, 제작업계에서의 국산화 냉동기기의 보급과 성능확보문제, 시공업계에서의 독립적인 기업으로 활동할 수 있을 만한 공사물량의 확보와 하도급 문제등으로 진통을 겪게 되었다. “선진국에서는 에너지 파동 이후 냉 난방 기기의 효율 증대와 에너지 절약형 공조방식을 연구하는데 온갖 노력을 경주한데 반하여 국내에서는 큰 변화없이 설비설계 분야에서는 1960년대에 전문 업체로 등장한 삼신설비연구소, 한일기술연구소, 성아기술사 등이 주류가 되어 설비설계를 하였다. 설비설계자의 수가 증가 함으로서 기술 개발이 이루어 졌다는 흔적은 없으나 에너지 파동과 더불어 에너지 절약 공조방식에 대한 관심이 고조되는 가운데 한일기술연구소에서 1977년 대한화재보험회사에 가변풍량공조방식(V.A.V)을 적용한 일은 특기할 만한 일이라 할 수 있다.”⁶⁾

한편, 공기청정에 대한 인식이 높아짐에 따라

1975년도 서울대학교 부속병원 수술실에 CLASS 1,000의 바이오 클린룸(무에설비연구소)으로 설계하였으며, 산업용 클린룸으로서는 1977년에 한국전자기술연구소에 CLASS 100(한일기술연구소)으로 설계되었으며, 각 제약회사에서도 G.N.P. 기준에 맞추어 설계 시공하는 일들이 증가 일로에 있었다.

1970년대 주택건설 분야에서 대한주택공사는 한강 맨션, 한강 외인 아파트 난방방식을 중앙집중식 증온수 난방방식을 채택하였으나 국내에서는 중앙집중식 증온수 난방설비에 대한 경험이 없어 일본 日立造船의 자회사인 하이도로상사에서 용역을 맡게 되었으며 대한주택공사는 내부설계와 시공감리를 맡았으며 특기사항으로 단판식 배관과 모노 플로티(mono flow-tee)를 사용한 점인데 이는 복관식만 사용하여 왔던 국내 설비 기술계에는 큰 화제였다. 1972년도에는 반포 1단지 아파트에는 국내 처음으로 고온수 지역난방설비를 국내 기술진(설계는 삼신설비연구소가 시공은 현대건설)에 의해 이루어졌으며, 감리만은 안전을 위하여 일본 高砂熱중공업에 위촉하였다.

“이 시기 냉방기기 제조업 분야에서는 전술한 3대 제작회사 이외에 각종 공조기, 송풍기, 온풍기 등을 제작하는 중소기업의 수가 증가하여 시장 질서가 문란해지고 수요가 다양해짐에 따라 냉동기, 공조기, 열교환기, 자동제어기기, 냉각탑, 공조기계 및 제조업자들이 모여서 1975년 한국냉동공조공업협회를 설립하여 초기 21개 업체가 참여 하였으나 현재는 85개 업체의 회원을 확보하여 우리나라 냉동 공조 공업의 건전한 발전과 회원 상호간의 단결을 도모하고 기술의 개발 품질 향상을 기하면서 산업의 진흥, 문화의 발전에 이바지한다는 목표하에 각종 산업 품목별 위원회를 두어 협회 업무를 활발하게 수행하고 있다.

한편, 1975년 건설업법 개정으로 전문 건설업 면허 제도가 도입되면서 설비공사업 면허자들은 1977년 이후에는 대한건설협회 산하 전문건설업 협의회 회원으로 활동하면서 설비공사협회를 독립 운영하기 위하여 지속적인 노력을 경주하였다.”⁷⁾

6. '80년대 기술발전시대

1980년대에는 2차세계의 큰 스포츠 행사가 국내에서 치뤄져 1986년도 아세안 경기대회와 1988년도 올림픽 개최를 계기로 각종 경기장의 설계와 시공이 활발하게 진행 되었으며 이에 따라 필수적으로 필요한 숙박시설, 구매시설 등 모든 분야에서 큰 국가적인 발전을 하게 되었으며 공조, 냉동 분야에서도 예외는 아니었다. 올림픽 선수촌은 사전에 아파트로 건설하여 추후 아파트를 민간인에게 분양하는 방법으로 선수 숙박시설을 해결하였다.

국가 경제의 규모가 커짐에 따라 건물의 형태도 63빌딩, 럭키 금성 트윈 빌딩과 같은 초고층 건물과 롯데월드, 무역센터와 같은 10만평을 넘는 대형 건축으로서 국제적인 규모로 확대되었고, 1978년 이후 전성기를 이룬 중동건설에 참여했던 많은 기술자들이 최신공법을 익히고 돌아옴으로서 국내기술산업을 더욱 활성화 시킬 수 있었다.

냉동 공조기 제조 분야에서 특기할 사항은 1980년대에 들어서 금성사, 삼성전자, 대우 등 대형 가전제품회사들이 독점 시장이었던 2냉동론 이하의 소형 냉방기 시장에 경원, 범양이 뛰어 들었다는 사실과 현대양행이 경영부실로 1980년 한국중공업(주)로 상호가 변경되면서 실적이 부진하다가 1983년 금성전선(주)가 인수하여 일본 東京三洋와의 기술제휴로 흡수식 냉동기 생산을 계속하고 1984년도 가스직화식 흡수식 냉온수기(무교동 현대빌딩)를 국산화 하는데 성공하였다는 사실을 들 수 있다. 한편, 경원 세기공업(주)에서도 일본 日立社와 기술제휴로 흡수식냉동기의 생산을 계속하다가 1983년 2중효용흡수식냉동기(서울대병원)의 국산화에 힘입어 1985년 가스직화식 흡수 냉온수 유니트(광주 가든백화점)의 생산을 개시하고 1987년 스크류 냉동기의 국산화에 성공하였다. 그 외에 1980년대에 들어서면서 기존의 대형 가전제품회사에서 소형냉방기가 창문형에서 분리형으로 바뀌었고 기존 제조회사 이외에 대우캐리어(주), 만도기계(주) 등의 대형회사가 냉동 공조기기 제조

업에 진출하게 된 것도 빼 놓을 수 없는 업계의 발전 상이라 할 수 있다.

한편, 아파트 난방방식도 1989년도에는 신도시 개발 지구에 지역난방이 채택되어 산본 택지 개발지구에 지역난방방식이 적용되었으며, 지역난방은 열병합 발전 방식이 주종을 이루며 폐열을 회수 난방에 이용하는 방식으로 열매 종류는 중앙 집중 난방 방식에서와 같은 120°C의 온수이다. 다만, 1차축이 10kg/cm²이상의 고압이므로 열교환기를 사용하여야 하고 24시간 연속으로 난방열이 공급되므로 세대에서 필요한 경우에는 언제든지 난방열과 급탕을 사용할 수 있게 되었다.

이 시기의 주요한 시대적 특징중의 하나는 재개발 붐이 서서히 일어났던 것을 들 수 있다. 1983년 대한주택공사에서 발주한 울지로 재개발 프로젝트는 삼신, 성아, 한일이 공동 참여하여 각각 중소기업은행본점, 브랜딩 백화점, 현암빌딩에 대한 설계를 수행하였으며 감리는 3개사공동으로 이루어졌다.

또한 아파트 재개발에서는 우리나라 최초의 아파트 단지였던 마포아파트 단지를 삼성에서 재개발 사업을 함으로써 본격적인 아파트 재개발에 대한 사업에 관심이 쏠리게 되었다.

7. '90년대 신기술발전시대

'90년대에 들어서면서 국가 경제가 선진국으로 발돋움하는 문턱에 이르렀고 건설업계에도 세계화, 개방화의 바람이 몰아쳤다. '92년 문민정부의 출범과 때를 같이하여 오랜동안 끌어 왔던 UR의 극적인 타결로 건설시장에도 '96년 전면 개방이라는 국제화의 바람이 몰아쳤다. 그 동안 양적인 성장만을 지속해 오던 국내 업계로서는 다시한번 우리들의 실력을 점검해 보고 해외 유수 업체들의 대거 국내 유입에 대비해야 한다는 자성의 소리가 높아 졌다. '90년대 건설경기가 활성화 되면서 프로젝트의 규모도 국제화, 대형화 추세가 되었다. 국가적인 대형 프로젝트로는 한창 설계 및 토목공사가 진행중인 영종도 신공항 건설 프로젝트이다. 이 프로젝트는 유사 이래

최대 규모의 건설공사로 최종준공시기가 2040년으로 다음세대 까지 이어지는 엄청난 규모의 프로젝트이다. 또한 서울과 부산을 2시간대로 주파할 수 있는 고속철도 건설 프로젝트, 1993년도 대전에서 치뤄졌던 세계박람회(EXPO)등이다. 그 외에 '90년대에 건설되었던 주요 건물로는 '90년대 건축물의 또 다른 특징으로는 인텔리전트화라고 볼 수 있다. '80년대 후반부터 컴퓨터 산업의 급속한 성장에 힘입어 '90년대 들어서는 고도의 정보화 산업을 이루어 나가고 있는 추세에 건축물에서도 컴퓨터 및 정보화 산업의 적극적인 도입으로 인텔리전트 빌딩 산업이 활발하게 수행되고 있는 실정이다. 최근에 준공된 인텔리전트 빌딩으로는 POSCO센터빌딩(1995) 등을 들 수 있다.

한편, 도시 건축물이 대규모화 됨에 따라 건축물의 냉방에 사용되는 냉매가 지구의 오존층을 파괴하는 요인의 하나로 밝혀지면서 대체 냉매의 개발이 시급해지게 되었다. 이에 따라 학계나 산업연구계가 활발하게 대체 냉매 개발에 박차를 가하고 있으며 일부 대체 냉매가 개발되어 실용화 되고 있다. 또한, 에너지 절약 차원에서 각 건축물에 값싼 심야전력을 이용한 축열시스템을 적극적으로 도입하고 있으며, 도시 수자원 고갈과 환경보전 및 에너지 절약적인 측면에서 중수 시스템 등을 적극적으로 도입하고 있는 추세이다.

'70년대부터 건설되기 시작했던 지하철이 '90년대 부산 지하철 1호선이 준공됨으로 지하철 지방화 시대가 도래되었다. 1992년 대구 지하철 1호선 건설공사가 착공되었으며 계속해서 광주, 인천에도 지하철 설계업무 및 기본계획 작업이 한창 추진중에 있다. 이러한 축적된 기술을 가지고 해외 지하철 건설에 참여하면 국익에 많은 도움이 되리라 사료된다.

'88년 새정부가 들어서면서 의욕적으로 내 걸

었던 주택 200만호 건설의 실현을 위하여 수도권에 분당, 일산, 산본, 중동, 평촌 등 5대 신도시 건설이 구체화 되면서 엄청난 물량의 아파트 건설공사가 진행되었다.

이를 계기로 국내에서는 30층 이상의 초고층 아파트 건설의 경험을 갖는 계기가 되었으며 개별난방, 중앙난방시스템에서 이제는 지역난방시스템의 본격적인 개발과 적용이 이루어지는 계기가 되었다. 그러나, 엄청난 건설물량의 조달문제로 불량건설자재의 사용으로 인한 부실 시공 문제등이 대두되고 있다.

또한, '90년대에 들어서면서 그 동안 양적인 성장에만 주력하고 질적인 내실을 소홀히 해온 건설공사에 성수대교 붕괴(1994), 대구지하철 가스 폭발 사건(1995), 삼풍백화점 붕괴 사건(1995) 같은 엄청난 참사가 연달아 일어남으로서 건설업계에 자성의 소리가 높아갔다. 건설의 한 분야를 담당하는 우리도 철저한 설계와 책임 있는 시공을 할 수 있도록 리드해나가야 되겠다.

참 고 문 헌

1. 박용한, 1972. 6, "한국 냉난방 기술 발달의 개황", 공기조화 냉동공학 Vol.01, No. 01
2. 박용한, 1972. 6, "한국 냉난방 기술 발달의 개황", 공기조화 냉동공학 Vol.01, No. 01
3. 박용한, 1972. 6, "한국 냉난방 기술 발달의 개황", 공기조화 냉동공학 Vol.01, No. 01
4. 박용한, 1988, "한국의 냉 난방 기술 발전사", 배관기술 1988. 10월호
5. 김효경, 1991. 9, "우리나라 냉동·공조 기술의 보급과 전망", 공조학회20주년 강연회집
6. 김효경, 1991. 9, "우리나라 공조·냉동 기술의 보급과 전망", 공조학회 20주년 강연회집
7. 김효경, 1991. 9, "우리나라 냉동·공조 기술의 보급과 전망" 공조학회 20주년 강연회집