

에너지절약과 최근 공기조화기술

清 水 邦 雄

(日本 機械學會誌 第77卷 第66號)

金 忠 基* 譯

1. 공기조화용 에너지의 현실태와 전망

공기조화설비의 일반적인 구성은 그림 1에 도시한 바와 같다. 그중에서 가장 많은 에너지를 소비하는 것은 냉동기 보일러등 에너지변환장치이며 열원장치 또는 일차추진장치라 한다. 다음에 소비량이 많은 것은 송풍기 펌프등 수송장치이다. 이외에 팬코일장치등의 구동장치를 갖는 실내기기가 사용될 때는 실내에서도 에너지가 사용되므로 이것도 열수송계의 일부로 고려되어야 한다. 또 공기여과기등의 공기정화장치에서도 기종에 따라 약간의 에너지가 소비된다.

이들 공기조화설비의 각부분에서 소비되는 에너지를 종목별로 살펴보면 열원장치를 제외한 각부분에서는 모두 전동기 구동에 대한 전력이다. (전기집진기나 전동기의외에도 전력소비가 되나 이것은 극히 소량이다.) 미국등에서 증기터빈구동펌프도 일부 큰 용량설비(지역냉난방)에서 사용하는데 말고는 없는데 그것도 미국에서는 전부 예외적인 경우이고 수송제기에 대한 전동구동형태는 앞으로 변경될 수 없는 것으로 생각한다. 다음 열원장치에 이어 최근까지의 최초의 형태라

하는 기종과 에너지를 조합한 것이 등장하였다. 즉 온열원장치로는 보일러가 사용되고 그 에너지는 소규모(가정용)보일러에 가스나 등경유등의 경질유가 사용되고 대규모 보일러에는 중유를 중심으로 중질유등을 혼합사용되며 어느것이나 <보일러+화석연료>란 형태이다. (석탄 코크스등의 고체연료는 1950년대이래 공기조화에 거의 사용되었다.) 한편 냉열원장치로는 증기압축식냉동기(원심냉동기 또는 왕복식냉동기가 주체)가 전

표 1 대형상업빌딩의 공조용전력 설비용량의 예

건 물 명	F 은행	A 빌딩	D 빌딩	K 빌딩	
연건평 m ²	81000	38000	30000	153000	
공 조 방식	물-공기	전 공기	물-공기	물-공기	
열 원 계	냉열원	1855kw (52.1%)	969kw (41.7%)	409kw (37.2%)	3713kw (57.2%)
	온열원	60kw (1.7%)	13kw (0.6%)	21kw (3.2%)	152kw (2.3%)
	소 계	1915kw (83.8%)	982kw (42.3%)	430kw (40.4%)	3865kw (59.5%)
수 송 계	펌 프	652kw (18.4%)	255kw (10.9%)	235kw (22.1%)	1518kw (23.3%)
	공 조 송풍계	406kw (11.4%)	674kw (28.8%)	237kw (22.4%)	657kw (10.2%)
	환기계	582kw (16.3%)	429kw (18.0%)	161kw (15.1%)	450kw (7.0%)
소 계	1640kw (46.2%)	1358kw (57.7%)	633kw (59.6%)	2625kw (40.5%)	
합 계	3555kw (100%)	2340kw (100%)	1063kw (100%)	6490kw (100%)	
kw/m ²	43.7	61.5	35.5	42.7	

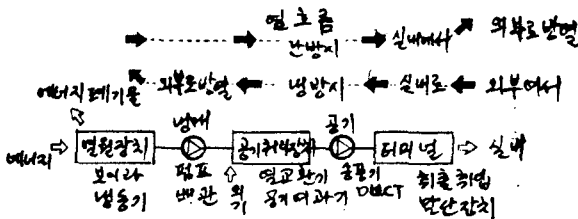


그림 1 공기조화 설에 구성

* 韓國科學院

1. 냉열원은 전동원심냉동기 온열원은 증기보일러이다.
2. 공기조화방식은 외기에 대한 것보다 내부에 대한 전공기방식, 수송기방식은 유인장치, 팬코일장치 방식이고 전공기식은 DUCT 방식이다.

동기 구동에 의하여 사용되며 조합된 것으로는 <중기압축냉동기+전력>이란 형태가 있다. 이외에 냉각탑 및 보조열원장치에 쓰이거나 전동구동기기를 중심으로 하는 전력이 에너지로 사용된다. 상기에서 두번째 조합형태 즉 온열원에는 <보이라+화석연료> 냉열원에는 <중기압축냉동기+전력>란 형태는 일본에서 보급되어 1920년대 부터 1950년대 후반까지 일부 예외를 제외하고는 변경 없이 사용되었다. 그러나 1950년부터 1960년에 걸쳐서 기기에 관한 기술발달, 초고층빌딩 출현을 계기로 상업건축의 질량면에 걸쳐 변화되었고 공기조화의 경제성면에서 가치견해나 원인이 해결되어 이런 형태는 부분적으로 용이하게 사용되었다. 예를 들면 흡수냉동기의 보급이 그 예로 들 수 있다. 더욱이 1960년대 중반에 이르러 난방배기 매연으로 인한 대기오염을 방지하려는 환경규제가 대도시를 중심으로 강화되고 이에 따른 대용량 난방용보이라에 대한 사용연료는 중질유에서 경질유로 변환이 여의치 않게 되자 대도시의 도심부에서는 행정지시에 따라 도시가스나 전기로 전환하도록 박차를 가하게 되었다. 이 도시가스나 전기로 전환은 열원장치에 큰 변혁을 가져왔다. 예를 들면 직접 냉온수 발생기(흡수냉동기의 변형으로 보이라를 필요로 하지 않는 것) 열펌프 장치의 출현이다. 이런 새로운 방식은 환경오염 방지와 이에 따른 경제성에 관한 제한 인자를 조절할 수 있다는 점에 그 동기가 있다. 현재까지 열원장치와 에너지에 관하여는 시기적으로 제2의

에너지시대는 갔으나 금후 에너지가격의 폭등과 에너지자원고갈에 따르는 에너지 정책 명제는 더 악화될 것에 관하여 점점 더 다원적인 전개를 이루도록 고려되어야 한다. 이런 문제는 나중에 기술하지만 표 2에는 현재까지의 동향을 일반상업빌딩을 예로 보였다.

1.2 공기조화용 에너지 동향과 문제점

앞절 개요와 같이 앞으로 공기조화에 사용되는 에너지는 태양열을 중심으로 미개발에너지이용 등 상당한 다원적인 전개가 예상되지만 공기조화 에너지를 담당하는 것은 전기 석유류 도시가스(LNG 포함)등 이른바 재래식 에너지에 의존이 대부분을 차지하게 되는 것이 명백하다.

그런데 공기조화에 사용되는 에너지는 에너지 소비 부문에서 민간용 범주에 속한다. 일본의 에너지 총수요중에서 이 민간용점유비율은 1972년도 정부 종합에너지 통계에 의하면 19.5%를 차지하였고 종목별로는 전력이 22.9% 석유연료 19.1% 도시가스 81.4%나 되었다. 일본의 에너지수요와 국민총생산과의 성장관계는 현재까지는 탄성치가 1내외지만 매년 국민총생산신장은 대체로 같은데 에너지 소비는 신장이 상당히 급격한데 그 중에서도 민간용신장은 생활수준의 향상에 수반하여 증가하여 전체수요신장은 상당히 상회하게 되었다. 예를 들면 1955년과 1960년을 비교하면 전력은 총 5.11배에 대하여 민간용은 6.37배 석유연료는 10.81배에 대하여 23.91배 도시가스는 3.8배에 4.3배나 되었다. 그런데 민간용은

표 2 일반상업빌딩에 대한 열원장치의 역사적 동향

연	대	~1960년	1960~1965	1965~현재	현재~
단	계	재래방식	제1차 변혁	제2차 변혁	제3차 변혁
원	인	—	1. 기기의 개발전전 2. 건물질량및변화에 따른 공기조화경제성 검토	1. 왼쪽의 1과 2항의 진행 2. 환경규제	1. 왼쪽의 1과 2항의 진행 및 강화 2. 에너지비 폭등 3. 에너지 고갈
온열원	기 기 보 이 라	보이라	보이라	보이라, 열펌프, 냉온수발 생기	1. 배열이용 및 에너지단 단이용 2. 열공장의 집중화 3. 미개발 에너지로 전환 4. 에너지 기기 및 system 개발
냉열원	기 기	중기 압축식, 냉동기	중기압축식냉동기, 흡수냉 동기	중기압축식 냉동기, (비전 등 포함) 이중효용흡수냉 동기, 냉온수발생기	
	에너지	전기	전기 (B) 중유	전기, 도시가스, 경질유	

우리가정에서 직접 소비되는 것을 말하므로 이 가정용과 빌딩 점포 병원 학교 사무소등 시설을 중심으로 하는 업무용과 구별된다. 또 그 용도는 조명 요리 풍로등 생활상 불가결한 것과 냉난방은 생활환경의 질적 향상에 사용되는 것이 있다. 현재 가정용을 포함한 난방 냉방등 열적환경 유지를 위하여 사용되는 에너지량은 일정하지 않지만 일반적인 추정으로 보면 석유연료는 전체의 대략 7~10% 내외가 난방용으로 소비된다는 것을 고려하여야 한다. 더우기 일부조사에 의하면 대기오염방지법으로 인하여 전국 규제지역내에 사용되는 난방용 석유연료량(LPG 제외)은 해당지역의 전력 철강 가스사용분을 제외하고 전소비량의 약 1/3에 달하였다. 또 도시가스는 가정용의 약 15~20%(전판매량의 10~13%)가 난방용으로 추정되었다. 한편 전력에 대하여는 9개 전력회사 전체에서 1967년 전후하여 여름 절정기 소비추이는 냉방보급으로 인하여 더 쓰이게 되어 전체 전력에 대한 냉방전력의 비율이 대도시를 담당하는 전력회사가 많은데 동경전력은 520만 kw에 약 1/4 관서전력은 460만 kw의 약 1/3에 달하였다. (모두 1973년도 최대치) 더우기 1973년도의 실내냉방기(room cooler) 생산대수는 약 180만대에 그 보급율은 전국에 16% 동경 시내에 28%에 이른 것으로 추정되며 전술한 동경전력의 경우 냉난방 전력에 점유하는 가정용냉방기 사용 소비량은 93만 kw 18%를 넘지 못했다. 이것은 기기의 가동율의 저하로 인한 것을 고려하여야 한다. 한편 빌딩냉방용은 225만 kw에 43% 공장용(냉방만)은 202만 kw에 39%나 되었다. 민간용 에너지의 내역 특히 공기조화 냉난방을 중심으로 하여 현재까지의 경위와 미래동향을 추정하여 다음과 같이 고찰하여 본다.

i) 소비량 증대 국민총생산의 신장과 에너지 소비의 증가 더욱이나 국민소득의 증대와와의 사이에는 말할 필요없이 상관관계가 있는데 특히 국민능력의 향상에 수반하는 냉난방보급으로 에너지 소비는 현저하게 증대한다는 것을 고려하여야 한다. 더욱이 에너지 대량소비형산업으로부터 지식집약형산업으로 전환하여야 할 경우에 에너지

소비전량중 민간용 점유율 특히 냉난방용비율은 상대적으로 증가된다. (민간용에 관하여 일본은 20% 내외이고 미국은 35% 내외에 달한다)

ii) 청결에너지 경향(clean energy)

앞절에서 기술한바와 같이 국가 또는 자치단체에서 시행하는 환경규제강화보다 난방에너지는 증류에서 경유 등유등의 경질유로 전환하고 특히 도시가스 공기등 청결에너지로 전환을 대폭적으로 시행하는 것도 고려하여야 한다. 이와같이 소비량 증대 및 수요구조변화는 각 에너지 종목에 따라 공급측에 수반하는 다음과 같은 제문제가 제기되고 있다.

첫째로 전력은 냉방보급으로 인하여 말단부하의 증대는 입지적 난관으로 발전소 건설 진척의 지연으로 공급여유율을 저하시키지 않을 수 없고 특히 냉방용과 같이 계절적 또는 시간적 수요변동이 많은 것은 수요격차의 증대에 따른 부하율의 감소가 수반되며 경영난의 큰 요인이된다. 각 전력회사는 이에 대비하여 최대전력사용제한요청 특약요금제도로 하여 심야간 축열운전으로 전환하거나 열펌프의 장려등의 시책의 시행을 바라고 있다. 한편 석유는 재벌 민족자본이관 문제등으로 상당한 내부사정상의 이유로 경질유로 경향은 재래식연료 획득율에 따르기 곤란하다. 일본의 원유는 그 대부분이 중등산의 고유황 중질 원유여서 수요가 경질화에 따라 저유황 경질 원유로 전환하고 있다. 그렇지만 이는 국제적으로 저유황원유 수요가 증가중이고 국제석유자부와 관련되며 전환이 곤란하다. 이런 상황하에서는 일본석유산업은 현 연료에서 유황분을 제거하여 수요구조변화에 응하여 보았지만 질량면에 불과하며 금후 공급의 안정성은 상당히 불균형이 예상된다. 더욱이 근본적인 문제는 OPEC 가격 및 공급양면에서 강력한 공세에 직면하고 있으며 현재까지 지속되어온 공급과 가격의 안정이 무너져가고 있다. 도시가스는 현재 나프타(Naphtha)를 원료로 하는 석유제가스가 주축을 이루고 있다. 특히 동경가스 대판가스등 대도시를 맡고 있는 가스회사에서는 LNG로 전환을 적극적으로 기도하고 있다. 이런 생산공장의 입지적 난관 공해문제 및 경제성에

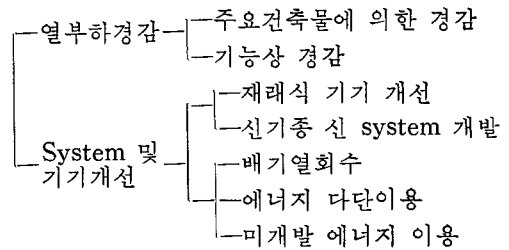
영향이 있다. 도시가스는 전기와 함께 공익사업이므로 가격 및 공급에 있어서도 사기업인 석유에 비하여 안정성을 가지고 있으나 원재료의 태반을 해외 일차에너지에 의존한다는 점은 석유와 같은 문제가 있다. 도시가스의 전소비에 대한 민간용비율은 80%내외로 다른 에너지에 비하여 격차가 크다. 이와같이 공급에 대하여 다른 에너지만큼 꺾박한 상황은 없는 반면 계절간의 수요격차가 아주 크다는 약점을 가지고 있다. 일일간의 수급차는 가스보유정도에 따라 조절이 가능하므로 여름 겨울의 최고차는 최대 2월에 100이고 최저 8월은 43정도에 불과하다 가스회사가 하절철인 요금을 설정하여 흡수냉동기를 적용 가스냉방을 장려하고 지역 냉난방사업에 적극적인 의욕을 보이는 이유가 여기에 있다. 이상과 같이 각종 공기조화용 에너지는 각기 문제점을 가지고 있고 각에너지 기업은 그런 대책을 강구하나 여하튼 일차에너지 특히 석유에 대한 해외 의존율은 99.7%로 극히 높고 동시에 국토의 협소와 공해란 점에서 에너지 공장의 입지적 조건에도 많은 난관이 따라 제한을 받고 있으나 앞으로 공급과 가격의 안정성을 유지하는 것은 에너지 전종목에 걸쳐서 점점 곤란이 더해질 것이 예상 된다. 한편 단순히 유향산화물이 보이지 않고 질소산화물 탄화수소등 대기 오염에 대한 기여도가 명백하게 되면 저유환연료=청결에너지란 말은 점차 없어지게 될 것이다. 현재 환경보호와 자원확보 양면에서 에너지는 전술한 바와같이 공기조화용 에너지소비 증가하는 경향으로 판단되어 공기조화분야도 에너지에 대명제로 삼고있다.

2. 에너지 절약과 공기조화기술

2.1 에너지 절약 수단

공기조화에 관한 에너지를 검토할때 생각되는 방법이나 수단은 다음과 같은 기초적이 패턴(pattern)이 있다. 첫째로 생각할 것은 설비용량과 년간소비량의 절감이다. 예를들면 축열에 소요되는 냉동기나 보일러용량의 최고한도 제한은 전자에 해당하고 건물배기에서 열회수도 에너지소비절감은 후자에 해당된다. 더우기 건물의 절연으로 단열은 열부하를 감소하는 수단등은 상기 두

조건에 다 해당된다. 다음 에너지를 각건물에 개별적으로 사용하는 것과 지역적으로 사용하는 것이 두번째로 고려되는 방법이다. 후자는 열원을 도시시설에서 취급하는 방법이고 지역냉난방 열병급발전 쓰레기소각장 배열이용등에서 볼 수 있다. 최초 말한 설비용량과 소비량에 대해서는 현재 일본에서는 전력회사와 가스회사가 수요가에게 협력을 요청하거나 요금등에 유인조성을 하게 된것은 수요절감(최대수요억제)을 넘고 부하율향상으로 기업이익 확보의도가 역역히 보이며 미국의 경우에 비교하면 극히 불량한 상태에 불과하다. 그러나 이것은 전술한 에너지사정으로 조만간 소비량의 절감은 명약관화한 것이다. 제3의 패턴은 하나의 범주에 속하나! 앞의 것과 반복되며 software와 hardware 영역에 속하는 것이고 다음과 같은 방법이다.



열부하경감에는 첫째 건물의 단열성 일사차폐물 기밀성등을 개량하고 전도 복사 외풍등 외부에 대한 열부하를 감소시키는 방법이 있다. 이외에 건물의 방향 중회비 창면적 창구조 유리종류 외벽색갈등도 열부하에 크게 관계된다. 미국은 대통령 직할 긴급계획국이 관계기관을 독려하여 이러한 문제를 취급 조직적인 검토 단열기준제정 일반에 대한 선전자료배포등 절감운동을 재행하는데 일본에서는 위정자 시설주 설계자 모두 이런 문제에 대하여는 현재로서는 전혀 관심을 기울이지 않는다고 해도 과언이 아니다(미국 연방표준국에 의하면 재료와 공법의 건축규격을 개정하여 일반주택은 40~50% 냉난방에너지 절감을 가능케 하고 있다). 한편 건물내부에서 발생하는 열부하는 조명으로 인한 열은 조도의 향상에 따라 시대적으로 기하급수적인 증가를 나타내며 현재 1000룩스급 빌딩도 출현하였다. 그래서 이조명

배기열을 이용하여 배열흡수열펌프방식이 보급되고 있으나 이것은 에너지만을 고려하여 본래의 의도를 변경한 무리한 점도 있지만 무의미하고 무용한 조명의 증가만은 억제하는 것이 당연하다. 이와같이 근본적으로 고려한 열부하경감에 대한 여하한 배려도 없는 현실은 에너지분야에서 현재 일본이 처해있는 입장을 고려할때 정말로 한심스럽다고 말할 수 밖에 없다. 더욱이 기능상의 면에서 에너지 수단으로 먼저 온습도변경이다. 예를 들면 관서전력예로서 금년 여름 수요최대시 냉방용전력은 460만 kw 이므로 실내온도를 1°C 올리면 30만 kw 6.7%의 전력이 절약될 수 있다. 이와같은 방법으로 온도스윙(temperature swing)라는 것이 있는데 절정시 실온 대신에 절정전 실온을 목표치이하로 내리면 건물의 축열에 따라서 절정시에도 소정의 목표치를 유지하는 방법이다. 먼저 같이 절정제한 방법은 냉난방부하의 내부에는 외기부하가 상당한 부분을 차지(절정시에는 전체의 30% 이상에 달한다)하므로 오후 절정시에 소요량 이상의 외기를 돌려오게 하여 절정시에는 그늘을 만들어 절정제한을 도모하는 방법도 고려된다. 또 실내로부터 환기를 고도로 정확하는 것등에 따라서 외기취입량을 절감할 수 있는 방법도 앞으로 검토되어야 한다. 더욱이 자동제어장치는 현재까지 기능(실내온도 습도) 적정선유지와 에너지절약 효과에 직결되도록 하여야 한다.

2.2 기기와 System

현재 공기조화설비는 나중에 기술할 재래식 기기나 방식과 비교하면 에너지소비가 적고 배열회수장치를 사용하고 있으므로 이러한 것은 에너지절약이라는 것보다 차라리 경제성을 향상할 새로운 아이디어를 만들어 내는데 있다. 에너지 절감과 일반적으로 관계가 있는 것은 당연하나 발상의 중점을 어디에 두는가에 따라 상당히 미묘한 차이가 있는 것은 부인할 수 없다. 다음은 극단적인 경우 경제성을 무시하더라도 에너지절약을 도모할 수 있는 것에 중점을 둘 경우도 있다. 예를 들면 어떤 종류의 태양열이용 난방장치의 경우 에너지 자체가 무료이므로 건설비가 증가되도 설

비의 감가상각을 감안하면 연간 경비면에서 볼 경우에 석유연료를 쓰는 재래식 난방장치에 떨어지는 점도 있다. 이와같은 점에서 본래의미는 에너지정책기구 보다 기기개발 제작이 되므로 금일이후의 문제 보다도 장래 에너지사정의 팽박여하가 신기기 개발에 계기가 되었으면 한다.

(1) 열회수 장치와 열펌프(heat pump)

그림 2에 현재 공기조화설비에 채용되고 있는 열회수 또는 배열이용장치 몇 개를 보였다. 이러한 주택 (a) (f)는 실내장치에 대한 온열공급을 조명의 배열을 공기를 매체로 회수하는 것이다. (b), (c), (g), (h), (i)는 중앙공기조화장치에서 열회수하는 방법인데 (c)는 소위 증발냉각효과를 노린 것이다. (h)는 고온가스 재열기라는 왕복식 냉동기의 경우에 쓰이며 냉동기의 응축열을 재열기 열원으로 사용된다.

다음은 유사한 방법으로 수냉응축기의 냉각수를 재열기에 보내는 응축재열기라는 것도 있다. (i)는 그림 3에 보는 바와 같이 동력으로 회전하는 일판내에 종이 또는 금속을 소재로 충전물을 가득 채워 이것들을 메개체로 배기의 잠열을 취하여 외기측으로 전달하는 것이다. 이 경우 발열 및 잠열이 모두 전달되므로 전열교환이라 한다. 이열교환기효율은 70% 이상으로 대단히 좋아 상당한 보급을 보이고 있다.

(d) (e) (j)는 모두 열펌프방식인데 배기열을 퍼올려 모두 온열원으로 유효한 온도수준까지 압축기에 따라서 온도가 상승되는 것이다. 이중 (d)는 세분화된 다수의 실내형 열펌프단위를 갖는 장치인데 예를들면 중간계절에는 일조가 많은 남쪽부분을 냉방하고 특히 이부분에서 얻은 열을 북쪽난방을 필요로하는 부분에 열펌프로 보낸다. (e)는 대형빌딩의 중앙 공급식의 경우로 열펌프는 제2의 물순환회로를 갖는 이중응축기가 사용되고 있다. 다음은 냉온 쌍방소요열량의 불균형을 카바하는 방법으로 그림과 같이 축열탱크로 설계된 것이 많다. 냉방기에는 냉온탱크의 물을 사용하는 동시에 부분 부하 시에는 실온조정을 위한 온열원으로써 온수탱크의 물을 사용한다. 최대냉방시에는 냉각탱크를 회로가 전면적으로 작

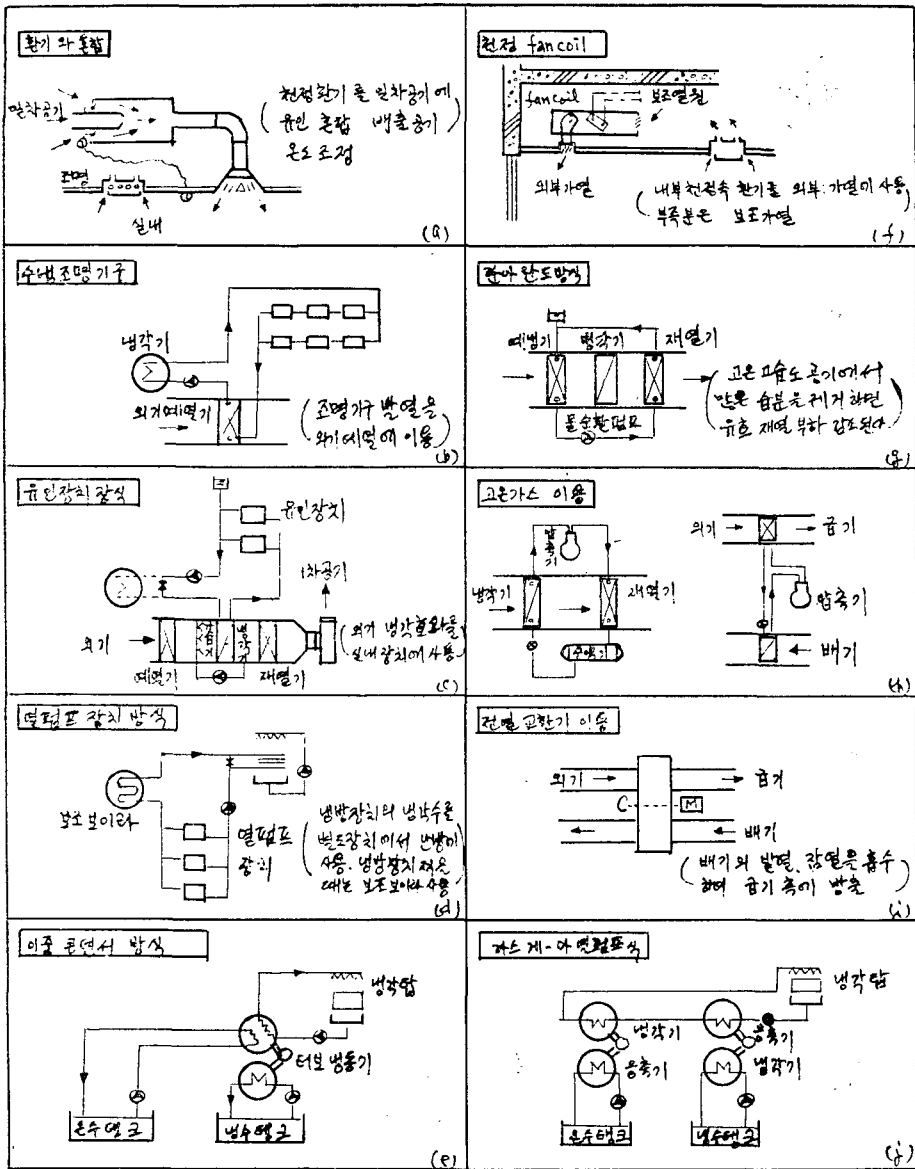


그림 3 열 회수 장치

용합은 말할 것도 없다. 난방기에는 온수탱크의 물이 온열원으로 사용되는 한편 건물내부에 있는 조명 인체의 발열에 따라서 겨울에도 냉방을 필요로 하는데 여기서 나온 열이 열펌프에 작동하여 난방용 열원으로 되는 것이다. 필요시 일반 건물에서 배출되는 열을 재열펌프의 난방용 열원으로 사용되는데 이런 장치를 열재생열펌프방식이

라고 한다. 이와같이 하여 일반냉동기는 40~50°C 정도의 온수를 얻는 것이 가능하며 더 고온을 필요로 하는 경우에는 (j)에서 보는 카스케이드방식이 사용된다. 더구나 그림 4에는 (e)와 같은 종류를 좀더 상세히 보인 것이다. 이외에 열펌프에는 태양열 및 지열을 이용하는 것도 있는데 특히 전자

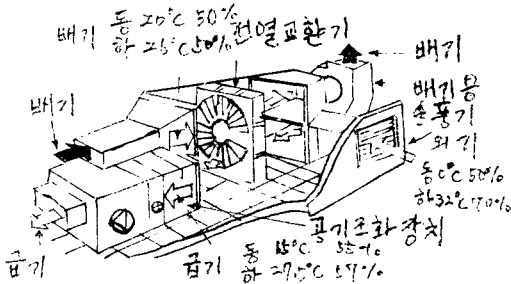


그림 3 전열교환기 설치예

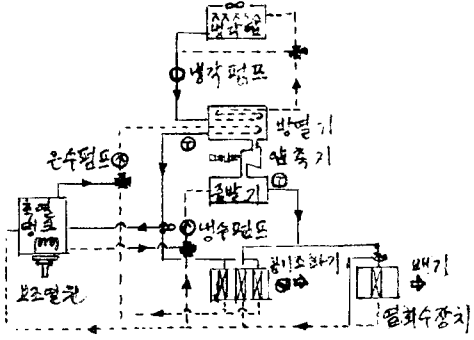


그림 4 열재생 열펌프방식의 기본형

는 일부 실용화되고 있다. 다음 배수와 상수도가 갖고 있는 열을 열원으로 하는 열펌프도 고려하고 있다.

(2) 기타 열원장치

미국에서는 일반공기조화용 열원기기에 대한

에너지효율(EER=Btu/h÷W 즉 단위입력당 열 출력) 표시를 추천하여 에너지 기기의 각종 개발을 조성하는 등 정부가 개입하고 있어 선진하고 있으나 일본은 현재 이런 움직임은 없다. 그림 6은 이중효용흡수냉동기 원리를 보인 것이다. 이 흡수냉동기는 제2의 재생기를 가지고 있고 고압재생기에서 보이라에서 나온 증기가 열에 따라 발생하는 고온냉매증기를 저압재생기에 이용하고 있는 일종의 카스케이드재열재생방식이다 재래식 흡수냉동기는 그림에서 고압재생기에 상당하는 제1재생기를 가지고 있지 않는 것인데 1 USRT(3024 kcal/h)당 소요증기량은 9kg 내외인데 대하여 이기종에서는 5.5~6.0kg 내외로 대폭적으로 절감되고 있다. 더구나 사용증기 압력은 전자가 0.6~1.5kg/cm²G 후자는 6.0~8.0kg/cm²G이다. 흡수냉동기는 미국에서 개발실용화된 것인데 이의 이중효용식도 개발초기에는 몇제조회사

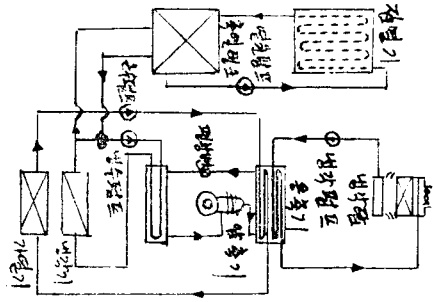


그림 5 태양열을 열원하는 열펌프방식

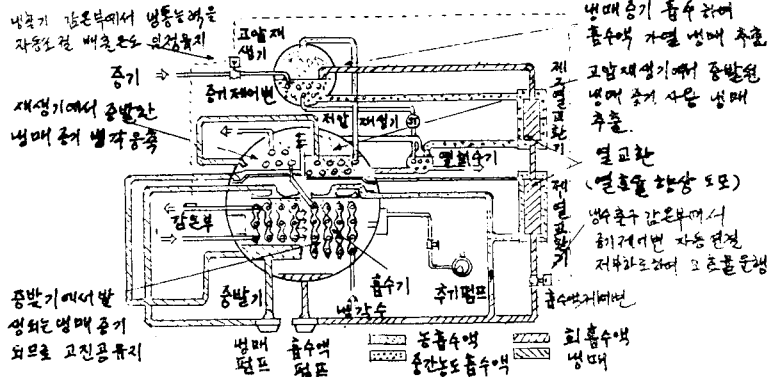


그림 6 이중 효용식 냉동기 원리도

에서 연구되었었다. 그러나 흡수액인 티타늄복 산염은 고온에서 재생되는 과정에서 열분해로 부식성을 갖기 때문에 실용화 되지 못했다. 한편 일본에서는 에너지비용이 미국에 비하여 고가(특히 가스는 8배내외)여서 이런 이중효율식 연구개발을 위하여 연구된바 부식방지 대책도 강구되어 오늘의 보급을 보이고 있다. 더욱 흥미있는 것을 미국에서도 최근 에너지위기로 인하여 이런 기종

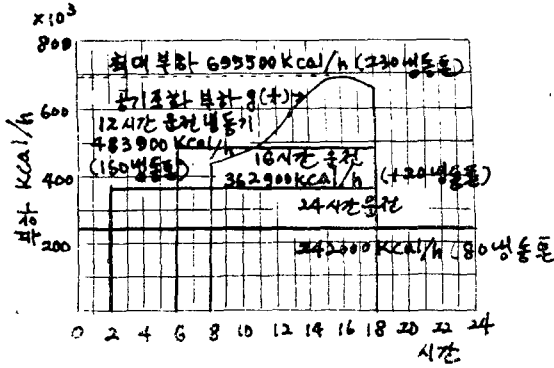


그림 7 축열운전 스케줄 일예

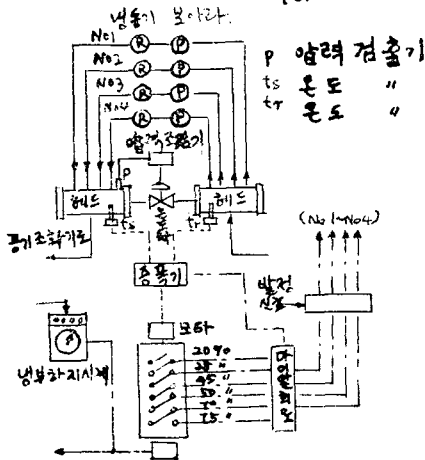
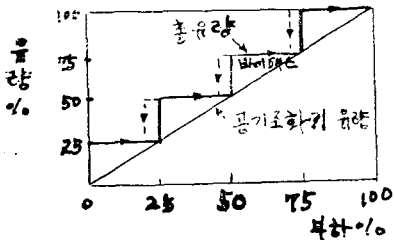


그림 8 냉동기 다관리제어에

이 대두되고 있다. 축열탱크는 그림 2의 (e) 및 그림 4에도 보인바와 같이 열의 수급상 불균형을 카바하는 수단으로서 유효하며 더욱이 그림 7에서 보는 바와 같이 열부하와 열원기기의 운전시간과 비교한 것으로서 최대부하를 제한하는 설비용량을 절감하는 것이 가능하다. 그림에서는 냉수에 관한 경우이며 온수인 경우에도 마찬가지다. 축열탱크와 증기의 축적장치는 이와같은 점에서 유사한 수법이라 말할 수 있다. 다음은 전술한바와같이 전력이 제일 적게 쓰이는 심야간에 냉동기나 열펌프등을 운행하여 열을 축적해 두면 정량요금에 약 반액의 업무용 특약요금 적용을 받을 수 있다. 이와같이 특히 열펌프에 쓰는 난방 운행경우 석유나 가스등의 재래연료와 대조하여 강력한 경쟁성이 있다. 일반냉동기의 열원기기는 저부하여서 효율이 저하된다. 다음은 표 1에서 보는 바와 같이 냉동기에 부속되는 냉수냉각펌프 등에 소요동력은 상당히 큰 것이다. 거기에 고효율유지와 에너지절감을 그림상에서 부하변동에 따라 미리 예정될 스케줄대로 냉동기 냉수냉각수 펌프 냉각탑 등의 운행대수를 제한하는 방법도 있다.

이런 경우 냉수계통에는 부하에 대응하여 수량이 변화하므로 소위 유량제어이다(이와같은 방식을 쓸수 없을 때는 부하변동에 대응하는 급수량이 변하도록 들어가고 나오는 온도를 변경한다. 즉 정량제어가 된다) 이것을 다관리제어든지 대수제어가 용이하므로 보이래에도 채용되고 있으며 어떠한 대형빌딩이나 지역난방등의 대용량 설비경우가 있다. 그림 9는 복합(combination) 방식이라 하는 것으로 배압심 구동인 원심냉동기와 흡수냉동기가 한조이고 증기터빈구동과 흡수냉동기 재생열에 카스케이드식으로 사용하고 증기소비량의 절감을 도사하였으며 소요증기량은 보통 규정에는 이중효율흡수냉동기보다 대규모 것에는 복관리하는 복수터빈구동 원심냉동기방식이고 특별한 경우를 제외하고는 사용되지 않고있다. 그외에 원심냉동기 냉각수를 하천 호수등 자연수에 의존하는 경우 동기수온이 상당히 내려가므로 압축기 운행에 쓸수 없고 냉매를 응축액화

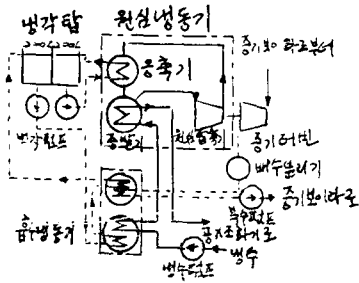


그림 9 Combination 방식

하게 되는 것이다.

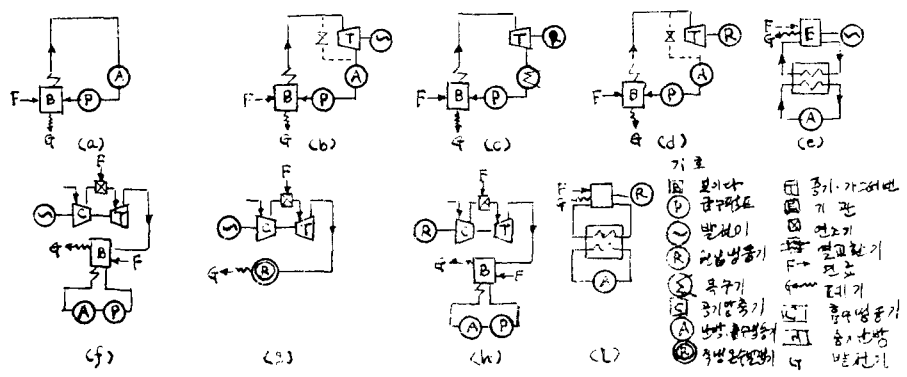
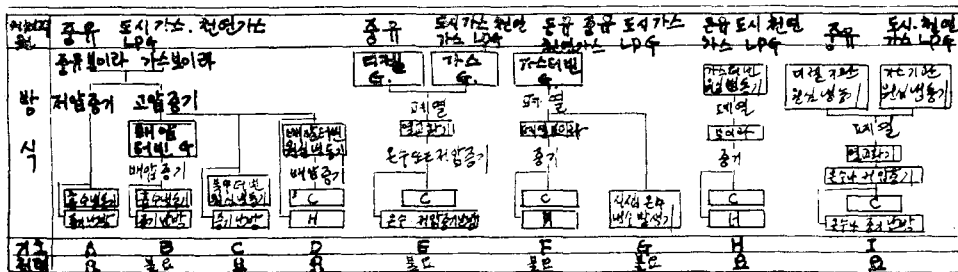
이것은 한냉지에서는 냉각탑을 사용하는 경우에도 같다. 이런 수법을 자연냉각(free cooling)이라고 하는데 미국 북동부 일부 지역냉동공장에서 시험 운행하고 있고 실용상 각종문제가 있어 현재는 사용될 수 없다.

(3) 전에너지장치 (total energy system)

미국에서는 1965년 전후 전력기업에 대한 가스기업이 석권당하지 않을 목적으로 미국 가스협화(AGA)를 중심으로 가스를 쓰는 전에너지장치를 선전하려고 뉴욕박람회에도 가스터빈발전과 폐열

이용하는 흡수냉동기 공장이 등장하였다. 그러나 그후 일부 사용 되었으나 현재는 실용화되지 못하고 있다. 그 이유중 가장 큰 것은 본래 대출력을 지향하는 장치가 겨우 1MW 급 규모를 중심으로 하여 전반에 걸친 규모의 결정이 들어났다. 아주 최근에는 연방표준국을 중심으로 에너지절약 관점에서 이런 장치가 대상이 되어 연구개발이 진행되고 있으며 도시단위 것으로 출력도 10~100MW 급 규모로 기도하고 있다. 전에너지장치는 한마디로 말하면 에너지 다목적이용방식이므로 공기조화분야에는 전력구입사정에 따라 냉동기운행만을 할 수 없는 경우로 조금 의미가 다른 on-side 에너지장치이다. 표 (3)에 그에 몇개를 보였으며 그중에서 발전을 중심으로 그 배열을 냉난방에 사용하는 것과 냉난방만을 대상으로 하는 것도 있다. 전자는 열병합발전장치 일종이며 표 3은 건물단위의 소규모 예이고 본래 열병합발전은 도시단위 규모를 가지며 그림 10에서 보는 바와 같이 추기복수터빈과 배압터빈등의 증기터빈이 사용된다. 유럽 각 도시에서 보이는

표 3 On-side Energy System



지역난방은 그대부분이 이와같은 열병급발전터빈에 의존하는 것이다. 이런 장치의 존은 전열효율이 70~85%에 달하는 까닭이다. 열병급발전은 일본에도 주민 복지 발전에 한때 검토되었으며 공장의 대용량 원격 입지 조건 전력 공급예비를 확보문제(열병급 발전에는 당연히 전력 출력은 저하된다) 더욱이나 전력사업체질 점에서 그 실현은 상당한 곤란할 것으로 예상된다. 더욱이 열병급발전은 일반화력에는 없고 원자력 발전에만 적용이 가능하고 메-가스다발전소예가 유명하다.

표 3의 가스기관 다음 가스터빈에 의존하는 전 에너지장치는 폐열이용에 따라 열효율을 올릴 수 있는 것인데 가스기관인 경우 단일방식은 25%내외인데 대하여 폐열을 유효하게 이용하면 65%내외까지 열효율을 올릴 수 있다. 그림 12는 쓰레기 소각배열을 이용하는 열공급공장의 예이다. 이것은 파리의 발전과 열공급이 수반되는 대규모 발전소가 유명하고 일본에도 최근에는 쓰레기량 증가와 함께 그 건조화에 따라 발생열이 향상되는데 실현을 위한 개관적인 조건이 논의중에 있다. 더욱이 일부에서는 쓰레기 소각장에 인접하여 노인집 지역구락부등을 설치하여 쓰레기배열 냉난방 풍로 온수 수영장의 열원에 이용되는 것이 시험중에 있다. 그림 13은 열공급공장과 해수

담수화공장을 조합한 장치이다. 이외에 LNG가 스화에 따른 기화열을 이용하는 지역냉방공장이 나 장래고온가스 원자로 실용화에 따라 제철소

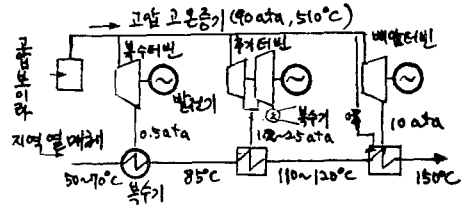
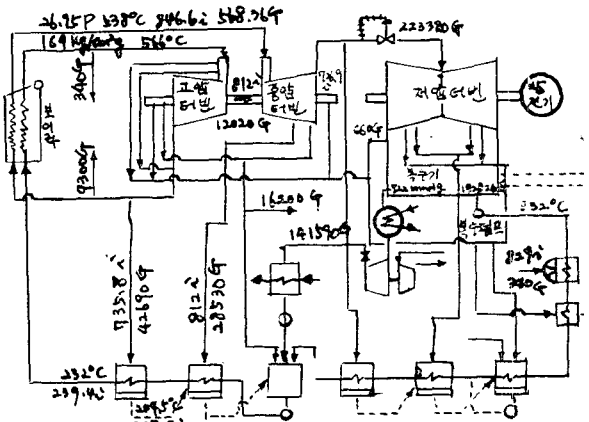


그림 10 열병급 발전 System 예



P: Kg/cm² abs, G: Kg/h, i: Kcal/Kg

그림 11 열병급(냉난방) 발전방식에 대한 열평형 예

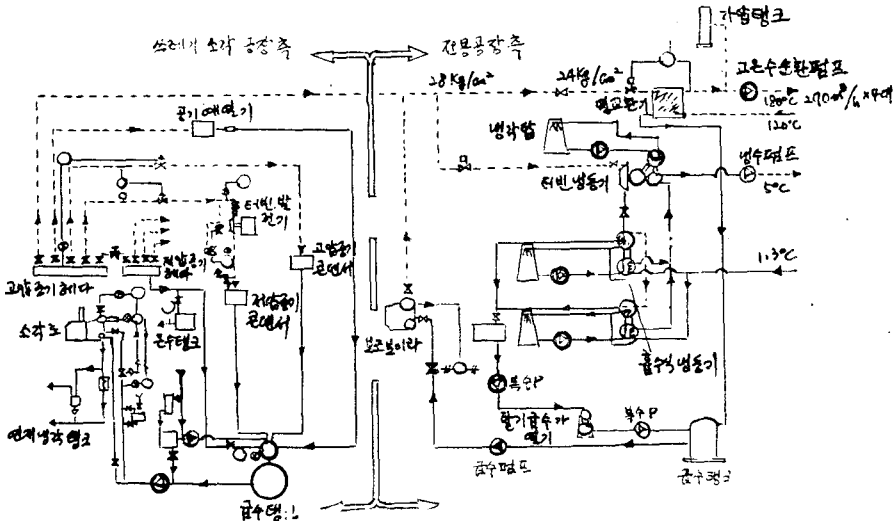


그림 12 쓰레기 소각 병용 공장방식

→발전→지역냉난방→해수담수화→눈녹임같은 과정이 원자력으로 인한 열에너지를 필요온도 영역에 따라 다목적으로 이용되는 것을 구상중에 있다. 끝으로 지역냉난방에 대하여 한다디하면 전용 공장 방식에 의존하는 지역냉난방은 개별공장을 대형집약화함으로써 효율향상은 전술한 그룹관리제어시행에 따라 어느 정도는 에너지절약에 공헌하나 그 정도는 극히 낮다. 지역냉난방은 에너지절약과 직결되기 때문에 배열이용 또는 에너지다목적이용을 하는 장치이어야 한다. 이것을 확대하여 에너지절약을 대규모로 실시하는 것은 에너지와 그 흐름을 중심으로 하는 이른바 에너지 복합(combination)의 구상이 점차 부상하게 된다.

(4) 공기조화방식 및 전산기 이용

공기조화방식은 가장 고전적인 형태는 단일 배관(Duct) 방식이며 온습도의 편차해소가 곤란하게 됨에 따라 각실내에 개별적용량제어가 가능한 개별제어방식으로 전환하도록 하고 있다. 한편 건물구조변화 조도의 향상에 따른 실내부하의 증가등의 인자로부터 평면에 걸친 공기조화

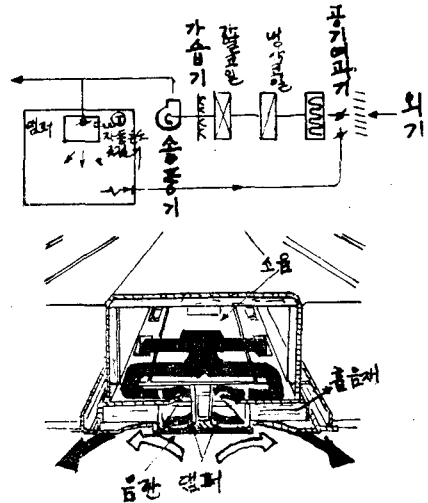


그림 15 VAV 방식

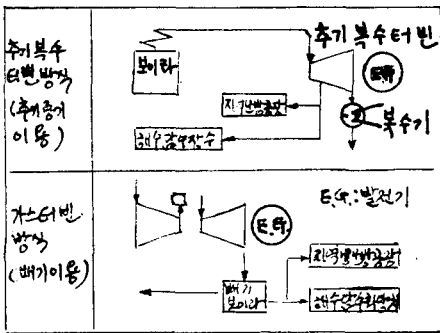
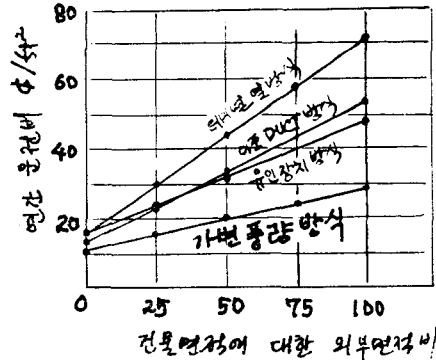


그림 13 해수담수화 병설 공장 방식



주 1. 연간 운전비 중에는 냉동기, 보일러, 펌프, 송풍기등 전공기조화기기 포함

2. 에너지비는 전력 1.54/kwh 증기 1kg/10³lbs

그림 16 각종 공기조화방식의 운전비 비교

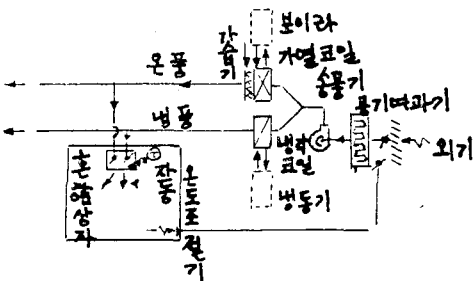


그림 14 이중 Duct 방식

를 시행하여 연간 공기조화에 필요하게 되는 제반 현상자료가 이루어져야 한다. 이경우 중간기에는 부하에 따라 냉방 난방 교체변환이 빈번하게 동작할 수 있는 동시에 냉방기나 난방기에도 실온조정을 정확하게 하여 각실내는 냉온쌍방의 열매개체를 동시에 공급하는 소위 복열원방식이 필요로 하게 된다. 그림 14에 도시한 이중배관방식 또는 유인장치식 3관이나 4관에 의존하는 헬코일장치식등은 이상의 요구를 거의 만족하는 것

이다. 그러나 복열원방식은 실온조정의 경우 냉온양열 매체 혼합하는데 에너지면에서 보아 혼합손실이 발생한다.

그림 15에 도시된 가변풍량방식 또는 VAV(variable air volume) 방식이라고 하는 것은 이런 혼합손실을 없애고 단열원에 따라 정확한 실온유지를 기하도록 개발된 것이다. 각각 취입구와 배출구에는 자동온도조절기와 댐퍼(damper)가 안에 장치되어 부하변동에 따라 취입 및 배출풍량을 가감한다. 다음 이런 취입 및 배출구는 특별히 고안된 것으로 취입 및 배출풍량이 감소되여도 상당한 확산성은 유지되도록 되어 있다. 이런 방식은 특히 건물의 형태가 년간 계속 냉방운행을 필요로 하는 구역에 대한 것으로 혼합손실이 따르는 이중덕트방식이나 터미널히팅 방식에 비

하여 훨씬 뛰어난 경제성을 가지고 있다. 다음 부하감소에 따라 송풍량을 송풍기 회전수변경에 따라 감소하도록 하면 송풍동력의 절감이 가능하다. 이런 방식은 최근에 있어서는 일본에도 초고층건물을 중심으로 점차 보급될 기세에 있다. 이외에 전산기에 의한 simulation에 따라 설비의 최적용량을 비교계산하여 가장 유리한 장치를 결정하는 수법도 현재 행하고 있다. 한편 전산기를 운행에 사용하며 그위에 여기에 예측치를 가하여 장치의 최적운행제어를 하는 프로그램 개발도 진행중이며 일부는 실용화되고 있다. 이러한 전산기에 의한 에너지절약의 추진과 실행은 공기조화 분야에도 앞으로 더욱더 진행될 것으로 생각하는 바이다.