

# 太陽熱住宅의 冷暖房시스템 概要

李 鍾 鎬

## 1. 서론

산업혁명 이후 물질 문명의 눈부신 발전이 인류에게 안락과 편리함을 가져다준 반면에 기계문명의 발달과 함께 자연은 파괴되어가고 태초이래 조상들이 써 왔던 것보다 더 많은 양의 자원을 최근 수십년동안에 써버려 거의 모든 천연자원이 동이난 상태에 이르고 있다.

한 학자의 보고에 의하면 이러한 현 소비추세가 계속된다면 화석연료의 매장량은 2,000년대까지의 에너지 수요를 충당하기에도 충분치 못하여 정책적으로 화석 연료의 소비를 억제한다해도 2,020년경이면 실제적으로 고갈 상태가 되리라는 전망이다.

따라서 닥아오는 에너지위기에 대처할 대체 에너지 및 새로운 에너지 자원의 개발은 그 중요성을 더해 가고 있다.

그로인해 태양, 풍력, 조수의 흐름, 파력, 간만의 차이를 이용한 발전, 지열등 여러가지 무한하고 무공해한 에너지들이 각광을 받기 시작하여 좀 더 효율적이고 경제적으로 그것을 이용하려는 연구가 집중적으로 이루어지고 있다.

그러나 그중에서도 태양에너지는 새로운 자연을 찾는 것이 아니고, 지구의 존재와 함께 존재하여 왔고, 지구의 모든 생물에 생명을 공급하고 있는 태양을 그대로 또는 변형하여 이용하자는 것이므로 태양은 고갈되지 않는 한 무한한 에너지원인 것이다.

## 2. 태양 에너지란.

은하계의 별 중의 하나인 태양은 거대한 핵융합 반응로이다. 태양에너지는 300,000km/sec의 속도로 8.3분이 걸려 지구에 도달한다. 태양은 그 직경이 1,390,000km이며 지구 크기의 약 백만배나 되는 엄청난 것이다. 광구나 표면의 온도는 약 5,760°C이다. 중심에너지의 핵 변환은 강력한 열을 발산하고 매초당 36억kg(약 4 백만톤)의 질량을 소모한다.

태양은 수소 4 핵을 하나로 결합시키는 수소폭탄의 역할을 한다. 그 결과 중심부에서 열을 발산하며 이 열은 복사에 의하여 중심부에서 가장 가까운 곳에 전달되고 다시 대류에 의하여 외각층까지 전달되어 외부로 발산된다.

또한 지구는 태양으로부터 매우 멀고(1억 5천만km) 지구는 태양에 비해 매우 작으므로 태양열의 복사는 지구에 평행광선으로 전해진다고 간주된다.

태양으로부터의 에너지 복사는 지구상의 대부분의 에너지에 촉매작용을 하게 하거나 직접 공급된다. 서로 레벨이 다른 많은 에너지는 지구를 향하여 지속적으로 흐르나 이 주파수가 서로 다른 복사에너지가 전부 대기를 뚫고 지구 표면에 도달되는 것은 아니다. 그것은 대기가 O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> 등 여러가지 다른 물질로 여러층을 형성하고 있기 때문이다.

가시 광선은 이러한 여러 레벨의 층을 뚫을 수 있는 태양 에너지의 한 부분이다.

반면 자외선 및 적외선 에너지는 대기에 의하여 흡수되거나 반사된다. 대기의 상층부는 위험한 자외선 복사 및 X 선을 흡수하는 오존(O<sub>3</sub>)을 포함하고 있다. 대기를 뚫는 태양의 복사중 얼마는 지구표면 또는 구름에 의하여 흡수되는데 후자는 공기의 온도를 높인다. 이것은 공기의 이동 즉 바람을 일으키는 온도차이를 형성하게 하며 바람의 주요 흐름과 패턴 지구의 축을 중심으로 한 회전과 주간의 태양에 의한 가열 및 야간의 냉각 순환의 결과이다.

지구는 가만히 서 있는 정적인 물체가 아니며 단지 얇은 대기에 쌓여 보호되며 움직이는 동적인 것이다. 지구는 무한의 궤도를 여행하며 태양으로부터 에너지를 얻는 커다란 우주선(Space ship)이다.

또한 하루에 지구 표면에서 받는 에너지는 그 기간에 인간이 사용하는 에너지의 몇 천배를 능가하며 앞으로도 계속 지속될 것이다.

상술한바와 같이 지구와 태양은 밀접한 관계를 지니고 있으며 태양은 지구에 무한한 양의 에너지를 공급하고 있다.

태양 에너지는 광 에너지와 열 에너지로 구분하며, 태양에너지의 직접 이용 방법에는 태양광 전지를 사용하여 태양광 에너지를 전기에너지로 변환하고 직, 병렬로 연결하여 발전 및 축전을 하고 태양광 발전 시스템과 태양열 에너지를 집속하여 발전 및 고온로, 냉난방 등으로 이용하는 태양열 발전 “시스템, 태양로, 태양열 냉난방장치, 태양열 급탕”장치등이 있다.

그중 태양열 난방 및 급탕장치는 주택에 활용하여 쉽

게 실용화 할 수 있고 기술적으로도 어려운 문제점이 없는 이용방법이라 할 수 있다.

### 3. 태양열 주택의 역사

태양에너지에 관한 과학적 연구가 시작된지는 1세기도 안되며 1930년도에야 처음으로 주택 난방에 응용되었다.

솔라 하우스라는 말은 태양 광선으로부터 열을 직접 얻기 위하여 고안된 큰 남향 창문을 가진 주택을 서술하기 위하여 시카고 신문 기사에서 처음으로 사용되었다.

건축가 조지(JEORGE)와 윌리엄·케크(Wiliam Keck)에 의하여 제시된 이들 주택들은 건축가들이 1932년 미래의 집(House of tomorrow), 전시회와 1933년 시카고 웰즈 페어(Chicago World's fair)의 크리스탈 하우스에서 유리벽을 사용하여 태양의 직접 난방 효과를 보여 주었다.

태양만으로 부가적인 난방장치가 없이 낮동안 건물을 가열시켜 난방에 이용할 수 있다는 이 안은 겨울에 직접 태양열을 이용할 수 있도록 정남향으로 향한 넓은 유리를 가진 주택이었다.

또한 유리창 위의 가리개가 여름의 과열 현상을 막기 위하여 유리를 가리도록 설계되었다.

1938년부터 1961년까지 네개의 태양열주택이 MIT (Massachusetts Institute of Technology)에 의하여 지어졌는데 MIT의 캠퍼스(Campus)에 세워진 이 건물은 액체형 집열기로 저장조를 사용하는 최초의 것이었으며 동파를 방지하기 위하여 부동액을 사용하였다.

1958년 렉싱턴에 세워진 MIT 태양의 집은 사람이 살면서 직접 태양열 난방에 대하여 2년간 실험을 하였으나 그후 종래의 난방 설비로 전환되어 팔렸다.

1949년에 난방 전체를 공급하는 태양 에너지 시스템을 건축가 엘리너 레이몬드(Eleanor Raymond)와 공학자 마리아 텔크스(Maria Telkes)가 개발하여 도우버 매사추세츠에 건설하였다. 여기서 처음으로 시도된 실험적 저장 시스템은 고체로부터 액체로 전환됨으로서 방열, 흡수하는 잠열을 이용하는 것이다.

1950년 중반에는 몇개의 태양 장치가 부부학자인 레이 블리스(Ray W. Bliss) 메리 도노반(Mary K. Oonovan)에 의하여 앨리도나주에 건설되었으며 덴버의 조지 코프(George Coaf)는 여러가지 태양열 이용 기기를 고안하였다.

그러나 오늘날 외관, 건축 방법, 가격등과 연관지어볼 때 이전의 태양 연구가들의 이론적 연구와는 현저하게 다르며 또 매우 실용적이다.

미국의 경우 태양의 집 실험주택이 1972년까지는 10채 이하였으나 1977년 초에 1,000채 이상 지어졌고 1978년 현재 50,000여동이 태양의 집으로 신축되었으며 현재 더욱 많은 집들이 건축중에 있다.

우리나라의 경우는 73년 유류 충격이후 대체 에너지에 대한 관심이 고조되어 연구소및 대학에서 산발적으로 연구가 시행되었으나 1978년 태양 에너지 연구소가 발족됨에 따라 본격적인 연구가 이루어지고 있다.

현재 국가의 세제 혜택, 금융지원등 강력한 지원 정책에 힘입어 전국적으로 100여채의 태양의 집이 신축 혹은 완공되었으며, 40명 이상의 건축을 태양의 집일 경우 신축이 가능하므로 이에 대한 추세는 더욱 늘어날 것으로 1985년까지 최소한 50,000채 이상의 태양의 집이 지어질 것으로 예상하고 있다.

### 4. 태양의 집 시스템 개요

태양의 집은 크게 두가지 유형으로 나눌수 있다. 능동형방법(Active System)과 수동형방법(Passive System)이 그것이다.

간단히 말하면 능동형 시스템이란 태양열을 효과적으로 받아들여 이용하기 위한 특수한 장치를 이용하는 것이며 수동형 시스템이란 자연적으로 얻은 태양열을 외부로 빼앗기지 않고 보존하여 이용하는 것을 말하며 이 2가지를 병합하여 사용하는 것을 복합형(Hybrid system) 시스템이라고 한다.

#### 가. 능동형 시스템

태양 에너지 냉난방 시스템이라함은 태양 에너지를 이용하여 냉난방 혹은 냉방, 난방하는 장치를 말한다.

현재 널리 사용되고 있는 대표적인 능동형 태양열냉난방 시스템 계통도는 그림 3-1과 같다.

주요 기자재들로는 태양열 집열기, 저장조, 보조 가열기, 전열 회로(펌프, 송풍기등) 열을 실내로 보내는 장치 및 옥내 냉방용 기계등이다.

여기에 추가해서 다수의 태양열 장치에는 온수 장치에 열을 공급해 주는 시설이 포함되어 있다.

작동 원리를 보면 집열기가 태양 복사열을 받아서 열로 전환해 주고 열매체를 이용해서 수집된 에너지를 저장조(어떤 경우에는 직접 난방)로 보낸다.

태양 복사열이 적을때에는 밤에 열저장 장치가 태양열로서 얻은 열을 사용할 수 있게끔 해주기 때문에 저장설비는 필수적이다.

보통 태양열 집열기와 열 저장장치는 난방 혹은 냉방

에서 요구되는 것이 무엇인가 하는 것과는 관계없이 자  
자 운전되며 태양열 복사가 충분하면 언제든지 에너지를  
수집하고 저장할 수 있는 것이다.

년중 집열 및 열 저장으로 난방, 냉방을 할 수 없을때  
보조 가열기가 필요하다.

집열기가 년중의 모든 필요량을 공급할 수 있을 만큼  
크게 제작할 수도 있지만 보조장치를 쓰는것보다 경제적  
이 되지 못한다.

필요한 냉방/난방 요구량을 전부 만족시킬 수 있는 보  
조가열기를 설치하여 냉방/난방 요구가 많고 일조가 적을  
때에는 보조장치를 사용하는 것이 바람직하다.

건물로 열을 보내는 데에는 몇가지 방법이 있다. 공기  
사용 장치에는 태양열로 가열된 공기를 집열기나  
열 저장 장치에서 뽑아서 송풍기나 덕트를 통하여 건물  
로 보낸다.

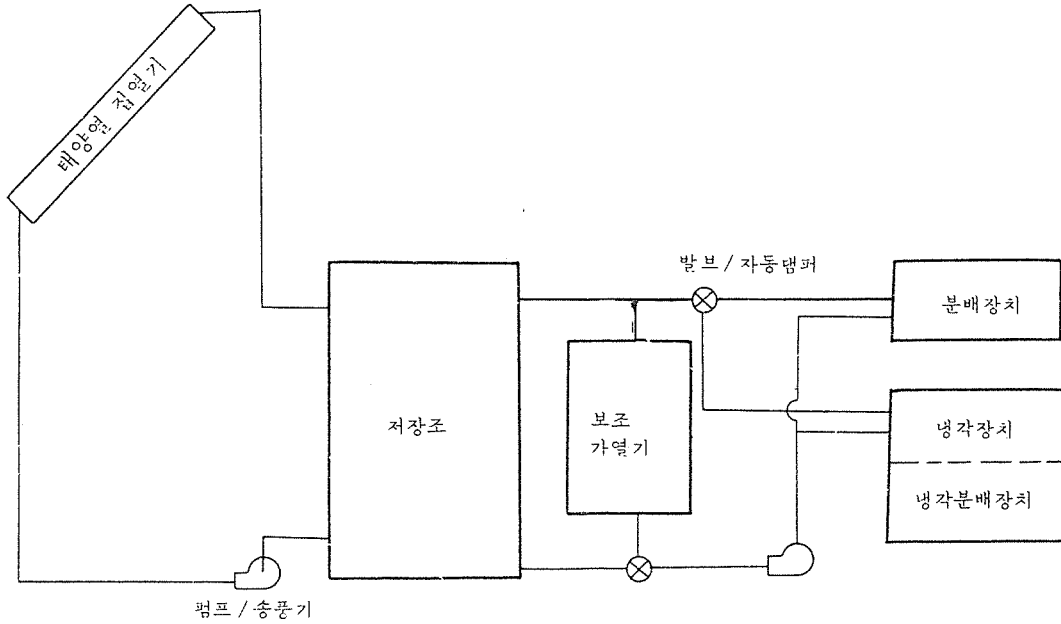


그림 3 - 1 태양열 冷暖房 装置 개략도

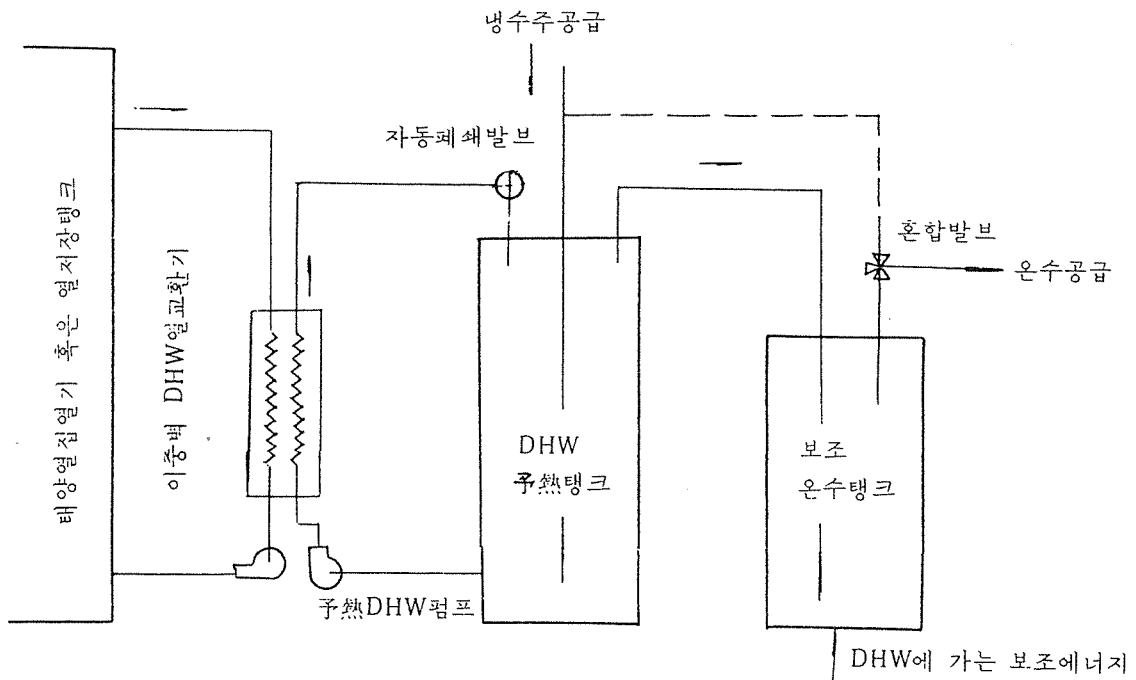


그림 3 - 2 가정용 온수(DHW) 補助装置의 配置系統圖

액체 사용 장치에서는(水 空) 열 교환기를 사용 해서 열을 중앙 공기 분배장치로 보내거나 분리된 팬 코일장치로 액체를 직접 보낼 수 있다.

냉방을 하는 데에는 여러가지 방법이 있다.

리튬-브로마이드 및 암모니아-물 장치와 같은 흡수식 냉동기, 랭킹(Radkie) 사이클식 등이 있다.

그러나 현재 실용성이 있는 것은 리튬-브로 마이드식 흡수식 냉동기 뿐이고 이것도 실험적으로 사용되고 있는 단계이다.

반면에 Heat를 컴프를 재래식 냉방장치로 사용할수도 있고 전기 사용을 겸해서 태양열 국부 난방 장치에 보조 용으로 사용할 수도 있다.

그림 3-2는 가정용 급탕장치(D. H. W)에 태양열을 이용하는 보편적인 개략도이다.

건물내에서는 온수를 사용하므로 예열된 물이 보조 온수 탱크에서 나오는 온수를 대신하게 된다. 깨스나 전기와 같은 재래식 연료를 사용해서 예열된 물을 원하는 온도까지(예: 140°F) 올리거나 보조 탱크에 남아있는 물을 원하는 온도로 올리고 유지하는 일을 동시에 하는 것이다.

광선을 흡수하여 태양 에너지를 열로 변환시키는 흡열판(보통 흑색 금속표면)으로 되어 있다.

태양열을 옮기는 동안 흡열판은 주위로 열을 잃게 되므로 집열기를 다른 재료로 덮어 열 손실을 줄이도록 해야 한다.

흡열판의 열손실은 복사, 대류, 전도에 의해서 일어난다.

흡열판 뒤의 단열재는 집열기 뒷면에서 생기는 열손실을 줄이고 투명 덮개는 집열기 전면의 열 손실을 감소시킨다.

흡열판에서 방출되는 열 복사에 불투명한 유리 덮개는 대류에 의해서 외부로 손실되어 나가는 열을 감소시킨다.

이것은 덮개와 흡열판 사이에 있는 공기층이 대류에 의한 공기 이동을 저지하기 때문이다.

집열기에서 얻어진 유용한 에너지는 유체가 옮겨 저서 건물에 직접 전달되거나 다음에 사용될 수 있도록 축열조에 저장된다.

유체식 집열기는 액체 가열식 집열기와 공기 가열식 집열기로 나뉘어진다.

액체 가열식 집열기는 보통 물이나 에틸렌 글리콜을 물에 녹인 용액을 사용하지만 기타 유용한 액체도 수 없이 많다.

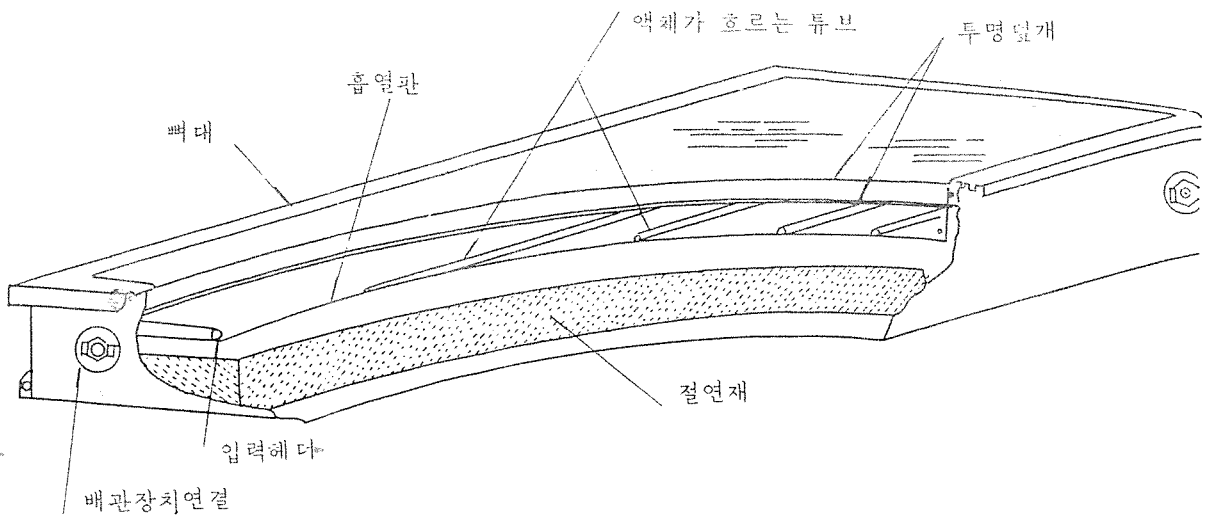


그림 3-3 太陽熱 集熱器 概略圖(액체)

여름철에는 냉난방 장치의 일부로서 부착해 놓은 태양 열 저장 장치만 가지고도 가정용 온수의 100%를 공급할 수 있다.

재래식 냉난방장치를 사용해서 냉난방할 경우에는 다음 장치들이 필요하다.

즉 태양열 집열기, 열저장장치, D. H. W, 예열 탱크, 배관 및 제어 장치이다.

(1) 집열기

집열기는 태양 광선을 차단하여 열로 변환시켜서 건물에 유용한 에너지를 전달하는 장치이다. 집열기는 입사

평판 집열기는 직사광선과 산란광선을 둘 다 흡수한다. 이 사실은 특히 산란광선이나 반사광선이 태양 광선의 대부분을 차지하는 지역에서는 매우 유용하게 된다. (그림 3-3, 3-4)

(2) 열 저장 장치

태양 에너지 열량과 대기온도가 수시로 변화하므로 가열 부하의 수요량에 대응되지 않기 때문에 어떤 형태로든 에너지를 저장할 필요가 있다.

열 저장 장치중에서 사용 가능한 형태는 많지만 대부분의 태양열 장치에서는 단순성과 경제성을 추구하기 위하

여 액체 장치로서는 온수 저장방법을 사용하고 공기장치에서는 자갈(Rock, Pebble-Bed) 저장방법을 사용하고 있다.

열을 금속조각, 용해열(Eutetic Sats), 왁스, 자기벽돌등에 저장하는 것도 기술적으로 가능하다.

금속조각이나 벽돌에는 현열(Sensible Heat) 이 자갈 대신 사용될 수 있으나 일반적으로 돌이 가장 값싼 재료이다.

화학 복합물을 사용하는 화학적 저장장치란 물 온도를 높이는 것 같은 현열 저장 방법보다는 액체와 고체 사이의 상변화에 따른 잠열을 이용하는 방법이다.

고체가 용해될 때 받아들이고 용해된 재료가 다시 응고될 때 나오는 열량은 같은 물이나 돌의 양에 있어 온도를 50°정도 올리는 열량보다 훨씬 많기 때문에 위상변화 열 저장 장치는 다른 방식보다 훨씬 작게 만들 수 있다. 그러나 기술적으로 어렵고 경제성이 없으므로 위상 변화 저장재료가 태양에너지 냉난방 장치에 실제로 사용될 단계는 아직 이른다.

(3) 보조장치

구름이 끼는 계절이나 한 겨울에는 태양열 장치만을 가지고 건물에서 필요한 모든 부하를 충당하는것이 오히려 비 경제적이 된다.

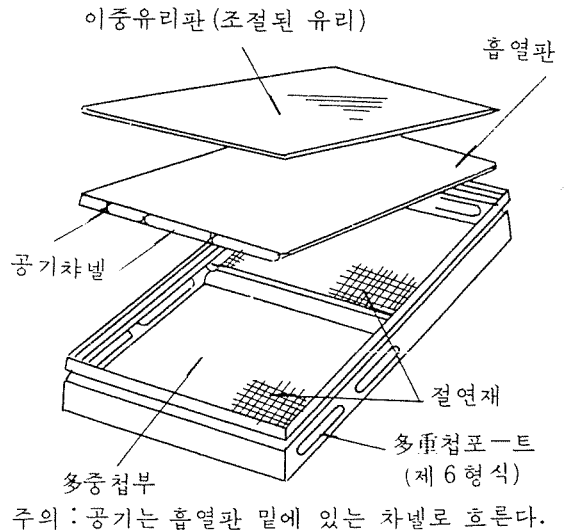
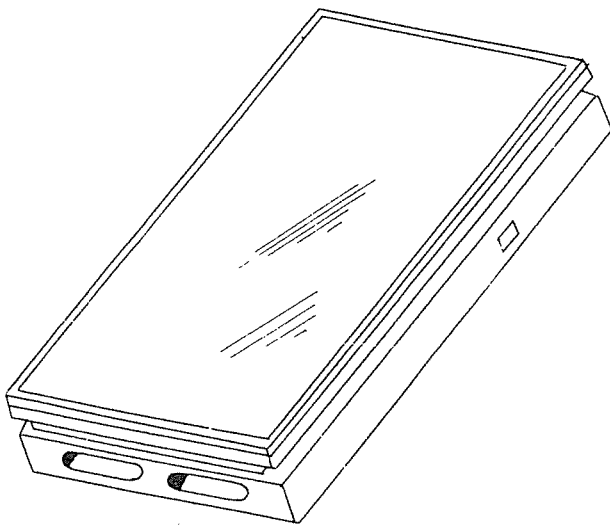


그림 3 - 4 太陽熱 空氣加熱式 集熱器

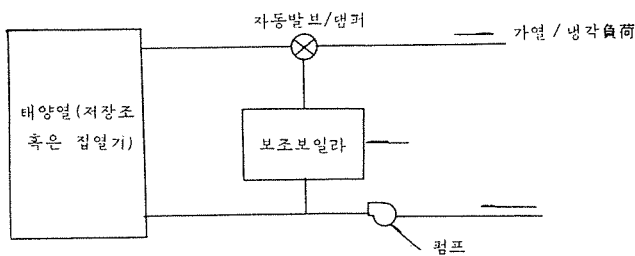


그림 3 - 5 - 가 : 냉방시스템 계통도(액체식)

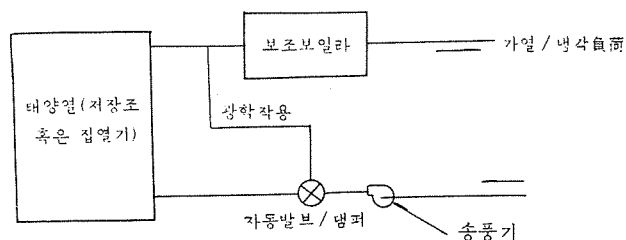


그림 3 - 5 - 나 : 냉방시스템 계통도(공기식)

그러므로 재래식 보조 열원 장치가 연결되어 있으면 이 장치가 냉방 또는 난방이 요구하는 부하의 일부 혹은 전부를 해결할 수 있다.

태양열 저장 탱크의 온도가 계획된 점(예를 들면 난방의 경우 100°구, 냉방의 경우 170°F)이하로 떨어지면 보조 보일러가 자동적으로 온수를 가열코일이나 에어컨에 공급한다. 만일 공기식으로 설비되어 있으면 더운 공기를 사용해서 보조열을 얻을 수 있다.

이런식의 보조 가열 방법은 거의 언제나 공기 집열기와 자갈식 저장장치와 더불어 사용하며 액체식 집열기와 액체 공기 열교환기를 사용할 때도 있다.

공기 장치에서는 보일러 대신에 Heat 펌프를 사용할 수 있다.

태양열 냉 난방 장치에서 보조 장치는 냉방과 난방 두 가지 기능이 이루어질 수 있도록 에너지를 공급하며 대체 장치역할을 하는 것이다.

만일 태양열을 얻을 수 없으면(집열기로부터 혹은 저장 장치로부터)보조 장치가 전체부하에 필요한 열을 공급한다. 난방이나 냉방은 태양 에너지 혹은 보조에너지를 사용해서 목적을 달성할 수 있다.

(4) 자동제어

재래식으로 난방을 하는 집에서 온도를 조절하려고 할 때는 온도 조절기를 설치하면 된다. 태양열 냉 난방장치에서도 마찬가지이다.

그러나 태양열 장치에서는 보통 기능이외에 집열기, 저장 탱크 또는 송풍기, 자동 밸브 또는 뱀피를 조절 해야 하기 때문에 태양열 냉난방 장치를 조정하는 것은 재래식 장치보다 복잡해 진다.

예를 들어 가정용 온수 장치에 부착된 태양열 조절 장치의 개략은 그림 3-6 과 같다.

③ 자동 운전에 필요한 감지기 (Sensor) 에 의한 자동 제어 장치

④ 자동 뱀피, 필터 및 송풍기에 의한 공조기 (A.H.U)

⑤ 공기매물의 열 교환기와 보조 가열기에 연결된 예열 저장탱크

⑥ 저장장치의 온도가 평구정에 못 미치거나 태양열 장치가 가동되지 않을때 국부난방을 100% 담당해 줄 수 있는 보조 가열 장치등이 있다.

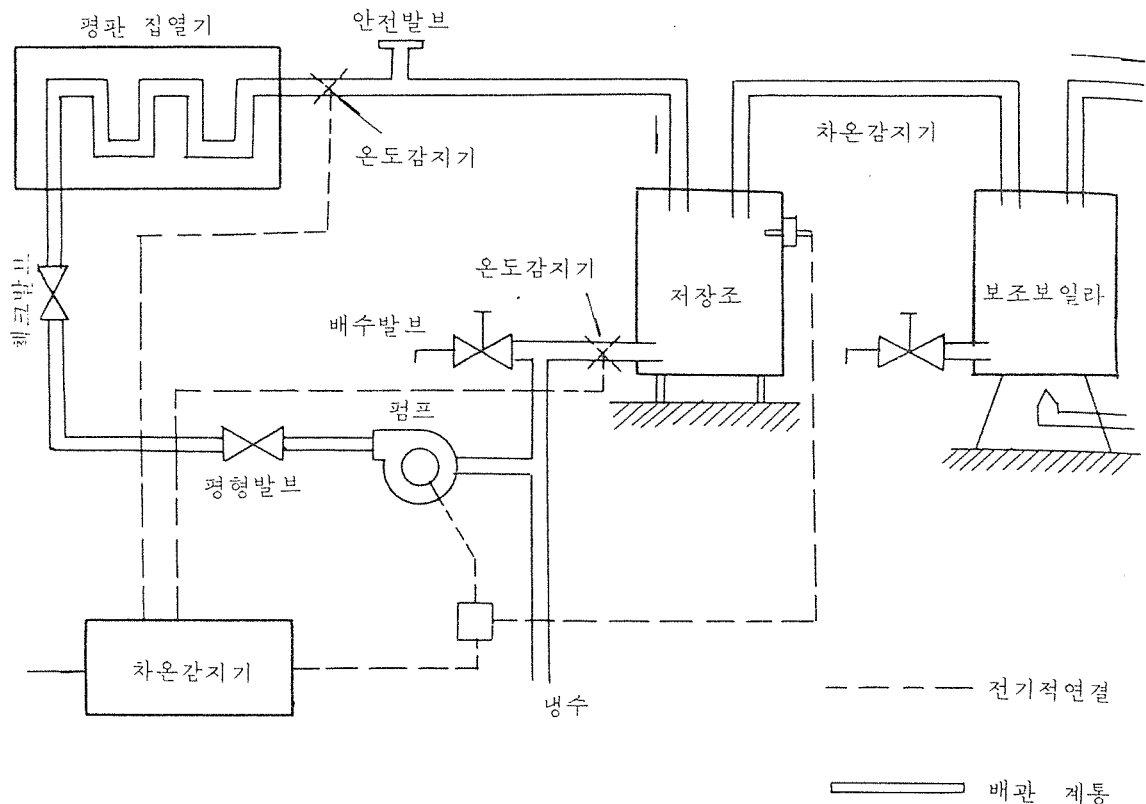


그림 3-6 太陽熱 温水 제어장치

온도 조절기가 집열기, 출구와 저장탱크의 온도차이를 감지한다. 이 온도 차이가 몇도 이상되면 순환 펌프가 작동된다. 온도 조절기의 상한점을 정해 놓으므로써 집열기 펌프로 가는 전력을 차단해서 예열 탱크의 온도가 일조시간이 긴 계절에는 그 이상 올라갈 수 없게 하여 초과 압력으로 일어나는 피해를 압력 조절 밸브가 막아준다.

태양열 국부 난방장치에 쓰는 여러가지 조정장치는 손쉽게 구할 수 있으며 방법 및 회로도 다양하다.

1) 시스템 개요(공기식)

태양 에너지는 여러가지 방법으로 수집되고 저장될 수 있다. 전형적인 이 장치에는 다음과 같은 부품들이 있다.

- ① 고정형 공기식 집열기로 평판흡열 장치와 열교환관
- ② 공기에 의해서 열이 순환되는 자갈식 저장장치

공기식에서는 집열기가 태양 복사열을 흡수해서 난방을 할 수 있는 가열된 공기로 전환시켜 준다.

공기가 집열기의 한쪽 끝에서 다른 쪽으로 순환되는데 온도는 보통 70°에서 한낮에는 135~150°까지 올라간다.

일조기간에 난방이 필요한 때면 집열기에서 건물로 직접 난방이 된다. (그림 3-7 참조) 건물에서 나온 찬 공기는 다시 가열되도록 집열기로 돌아간다. 열 저장 장치는 공기가 집열기에 사용하기에 가장 실용적인 저장 매체인 건조한 자갈을 사용한다.

건물이 난방을 필요로 하지 않을때는 그림 3-8과 같이 태양열로 가열된 공기가 저장장치를 통해서 자갈을 덩힌다. 보통 온도가 70°인인 찬 공기는 재가열되기 위하여 집열기로 돌아가며 저장장치에서는 온도가 층화(層化)된

으로서 태양열 공기 집열기에서 최대의 열을 수집할 수 있도록 한다.

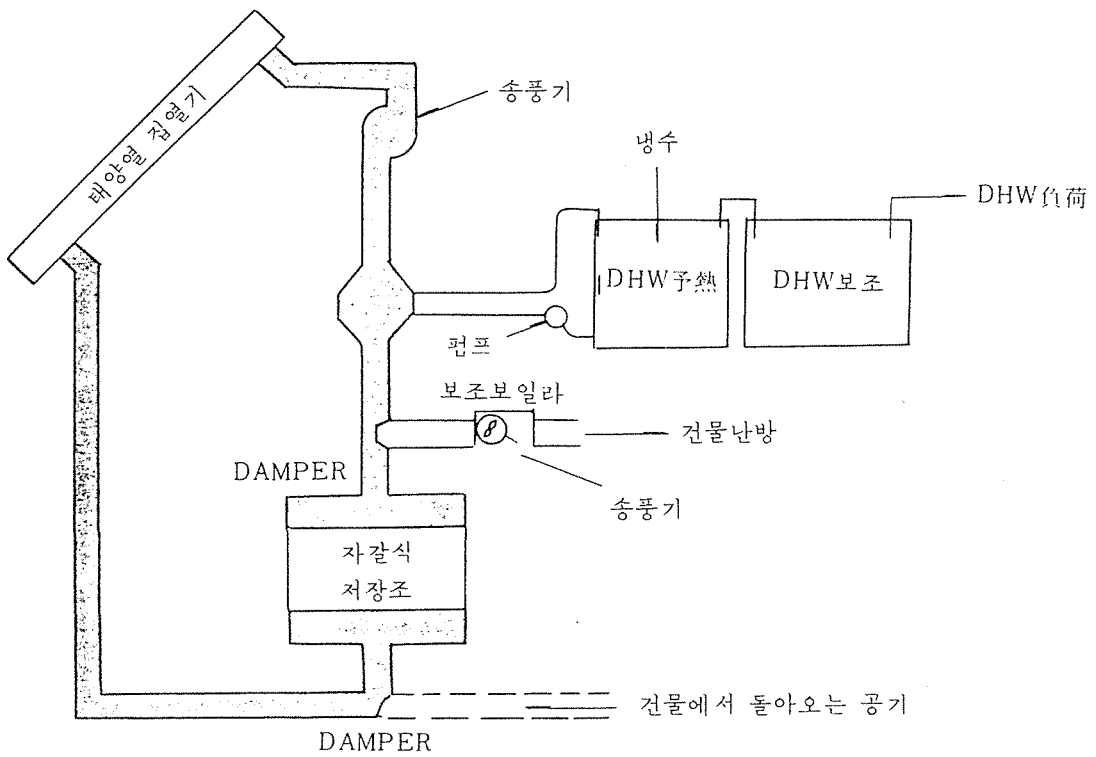


그림 3 - 8 集熱器에서의 熱貯藏現象

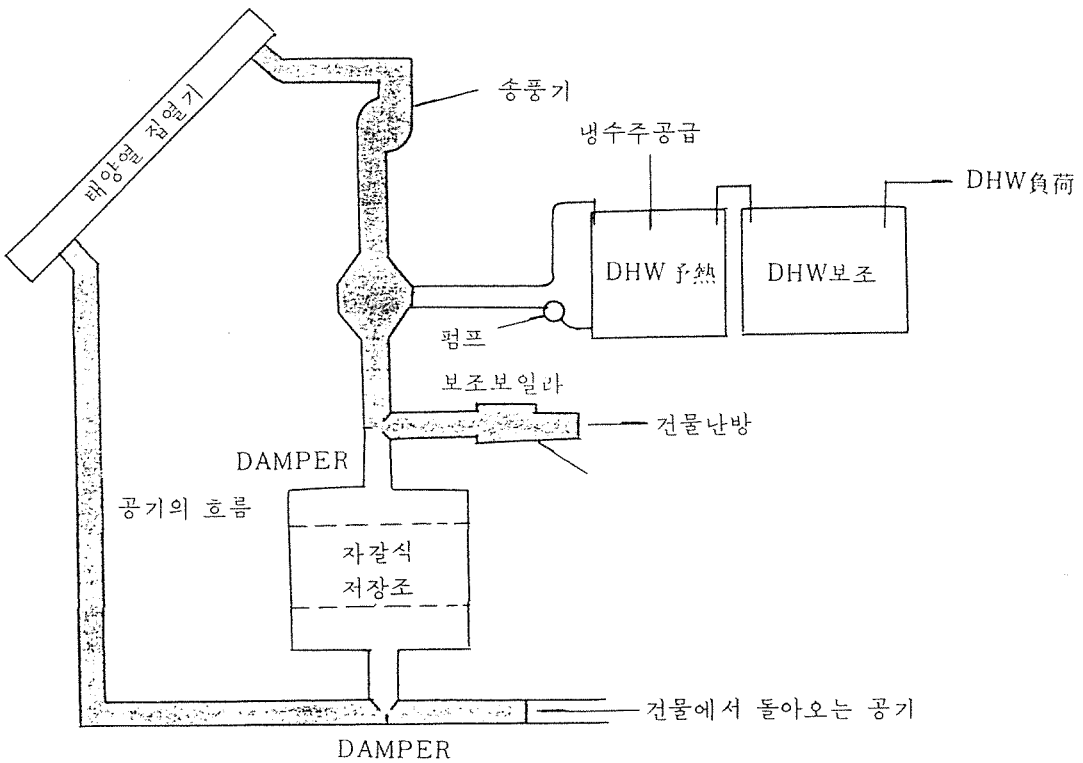


그림 3 - 7 集熱에서 加熱되는 現象

그림 3-9에서 보면 알 수 있는 바와같이 저녁과 밤에는 자갈 저장조를 통해서 열이 실내로 전달된다. 저장장치에서 온도층이 생기기 때문에 가장 높은 온도 부분의 공기가 방을 덥힌다.

집열기에 연결된 따뜻한 공기 덕트내에 온수 열교환기를 삽입하면 가정용 온수를 얻을 수 있다. (그림 3-10)

집열기는 가동될 때에는 태양 에너지로부터 예열된 물을 얻을 수 있다.

2) 시스템 개요(액체식)

태양열 집열기와 열 저장 장치를 연결하는 방법을 액체식이 공기식보다 더 복잡해질 수 있다.

복잡하게 되는 이유는 부식, 결빙 및 타 순환로에서는 다른 종류의 액체를 사용해야 한다는 등의 이유 때문이다.

거의 모든 실제의 액체식에서는 열이 잘 단열된 탱크 속에 온수 상태로 저장되어 있다.

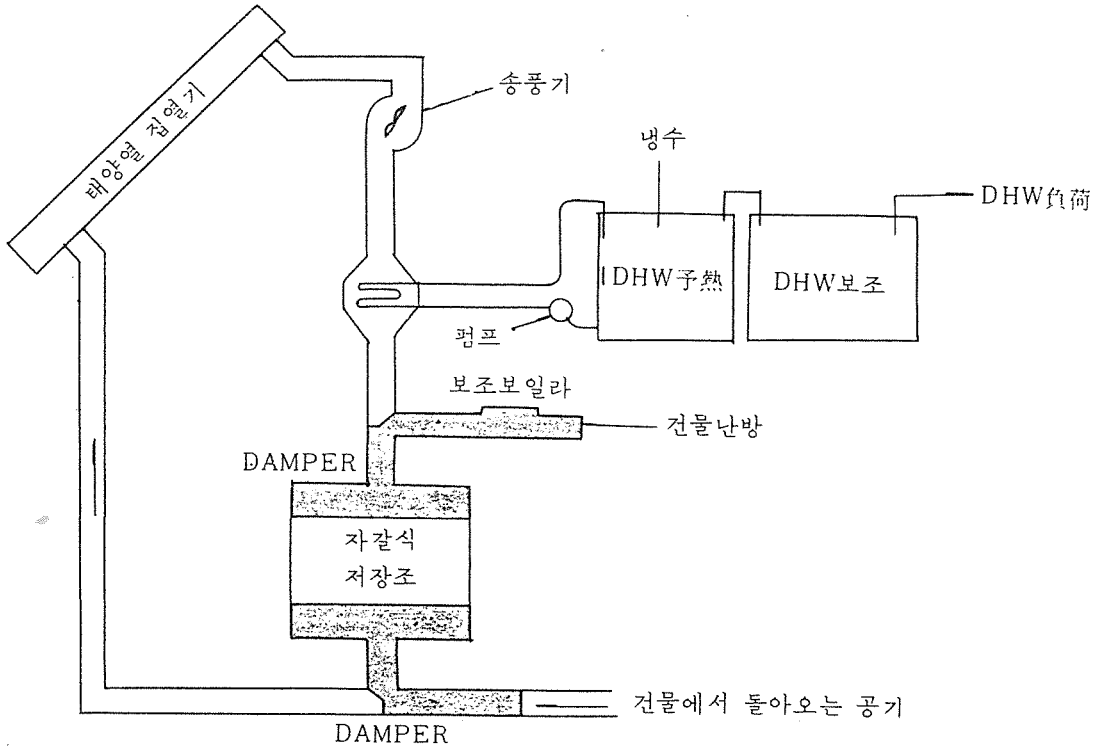


그림 3-9 熱貯藏에 의한 加熱現象

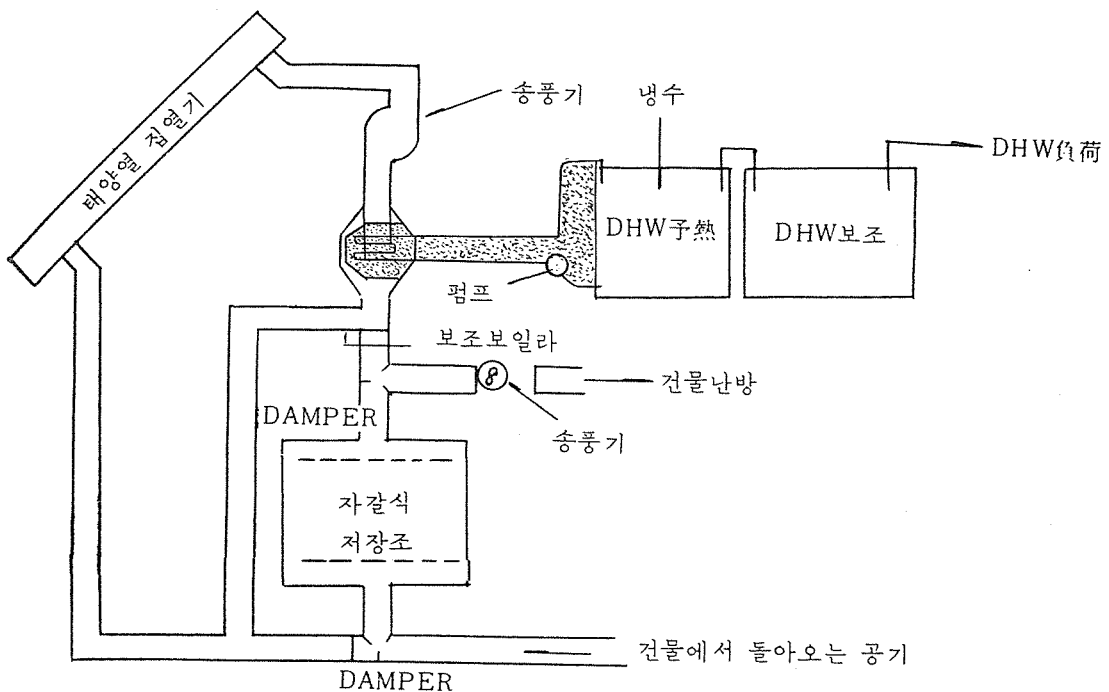


그림 3-10 太陽熱 加熱에 의한 家庭用温水



만일 추운 지방에서 물을 태양열 집열 수단으로 사용하려면 동파를 방지하는 방법을 강구해야 한다. 가장 직접적인 방법은 펌프가 중단될 때마다 집열기 물이 저장탱크속으로 배수되도록 하는 것이다. (그림 3-11)

태양 에너지의 강도가 집열하기에 충분하면 펌프를 이용하여 집열기의 열 저장장치를 통하여 물을 순환시킨다.

펌프가 정지하면 집열기 속에 물이 저장장치를 통하여 물을 순환시킨다.

펌프가 정지하면 집열기 속에 있는 물이 저장탱크속으로 흐르게 된다. 물이 흘러 나갈때 공기가 집열기 튜브속으로 들어갈 수 있도록 집열기 꼭대기에 배기공이 설치되어 있다.

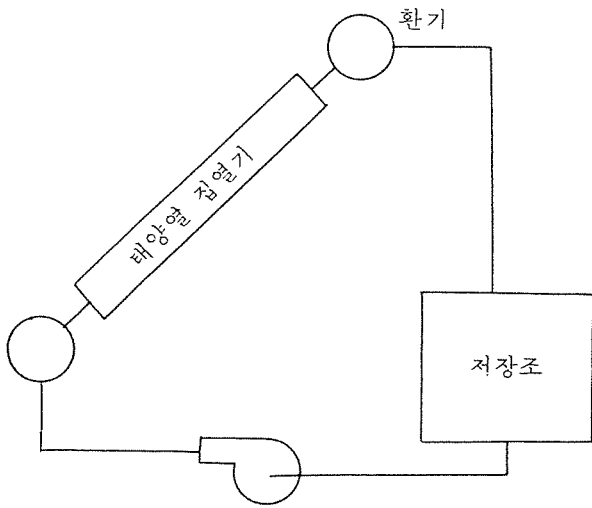


그림 3-11 태양열 集熱器 보조장치의 개략도 (液体装置)

에틸렌 글리콜(부동액)을 집열기 순환로속에 들어있는 물과 함께 사용하는 방법도 있다. (그림 3-12)

열 교환기가 놓인 위치와 형태에 따라서 보통 또 하나의 펌프가 필요하게 된다. 이 시스템의 장점은 집열기가 예상치않게 고갈되거나 동파(손상)되는 위험이 없고 공기와 물에 교차적(Alternating)으로 노출됨으로서 부식 현상이 일어날 염려가 없는 것이다.

그림 3-13과 같은 시스템에서 꼭 알아야 될 중요한 사실은 단전될 때 미치는 영향이다. 이런일이 생기면 순환이 정지되고 보통 수분내에 집열기의 액체가 끓기 시작하므로 초과 압력 상태가 생기지 않고 증기가 방출될 수 있도록 장치내에 압력 조절장치를 반드시 설치하여야 한다. 전기가 다시 들어왔을때 집열기 순환로 내에 액체가 충분치 않아서 펌프가 돌아갈 수 없고 순환이 될 수 없을 때에는 문제가 발생하므로 물을 보충함으로써(탱크나 물줄기에서 직접)문제를 해결할 수 있다. (그림 3-13) 그러나 부동액이 손실되었을 때에는 수동으로 보충시켜 주어야 한다.

### 나. 수동형 시스템

수동형 태양열 이용은 비용을 들여서 에너지를 내는 기기를 따로 사용하지 않고 태양열 에너지를 자연적으로 이용하는 것이다. 그러므로 비용이 적게 들고 기계적 부품이 거의 없으며 일반 에너지를 거의 사용하지 않는다. 이런 수동형 방식으로 지은 집을 에너지 컨셔스 하우스(Enerage-Conscious House)라 하며 이 집은 계획설계 건축및 사용에서 태양열 에너지를 직접 사용하는 것으로 장소 모양 태양과 바람과의 방향 건축방법 등에 각별한 고려를 하여야 한다.

태양열을 직접 받는 창문과 열량효과에 따라 열을 저장하는 석조건물은 기계적인 장비없이 태양열을 건물 공간

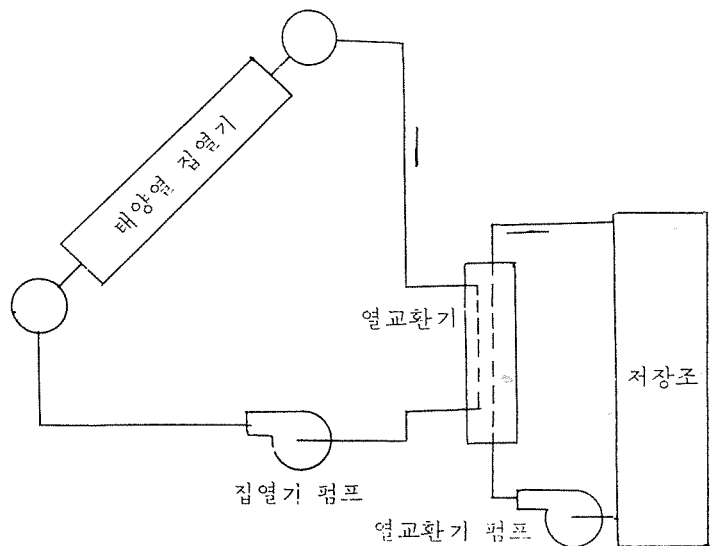


그림 3-12 열교환기가 부착된 집열기 순환로

으로 모아 전달시키는 수동형 태양열 이용방식의 주요소를 사용된다. 이 수동형 방식은 직사열에 대한 건물설계와 건축시공에 영향을 미치며 엄격한 의미에서 태양과 바람외에 다른 에너지 자원은 사용하지 않지만 송풍기나 단열판을 조절하는 모터를 사용하기도 한다.

수동형 태양열 이용방법은 여러가지가 있으나 일반적으로 다음과 같다.

#### 1) 태양창

에너지보존을 위하여 창문 유리구조 천창을 계획할 때 겨울에는 태양 빛을 많이 받을 수 있도록 설계하고 태양이 없는 시간에는 열손실을 방지할 수 있고 여름에는 과도한 열을 피할 수 있어야 한다. 계획에 따라서는 창문틀이 동쪽 남쪽 서쪽으로 태양열을 직접 받음으로서 겨울에 유리를 통해 받는 열량으로 집의 난방부하를 충당할 수도 있다. 집열될 수 있는 열량은 기후와 집의 디자인, 즉 단열상태나 방의 용도에 따라 달라진다. 온화한 기후에서는 연간 주택소요열량의 20~50%를 단열이 잘 된 창문에서 얻을 수 있다.

2) 태양을 향한 창문

집열을 하기 위해 창문이 사용될 때의 장점은 창문이 환풍, 빛 조망을 겸해서 사용될 수 있다는 것이다. 그러므로 겨울철 난방을 위해 창문이 사용될때 신중한 계획과 태양 방향에 맞는 창문과 방을 설계한다면 집열을 위한 별도의 비용이 거의 들지 않는다.

추운 지방의 건물에서는 남쪽면에 태양창을 만드는 것이 이상적이다. 추운 겨울동안에는 건물 남쪽면이 수평 지붕보다 더 많은 열을 받는다. 여름에는 태양의 고도가 높기 때문에 남쪽창을 가릴 수 있는 채양을 만들어야 한다. 북쪽 면의 유리는 분산복사열과 지표의 반사열로부터 약간의 열을 얻지만 잃는 열량에 비하면 무시될 정도이다. 겨울엔 대개 북쪽에서 바람이 불어오므로 북쪽 면에는 가급적 개구부분을 피하여 설계한다.

3) 직접이용 (Direct gain)

가장 보편적인 난방방법은 태양열이 창문을 통하여 직접 실내에 도달케 하는 것이다. 실내에 투과되는 태양광선의 대부분이 열적인 성분을 갖고 있으므로 다량의 태양열을 집열매체로 하여금 흡수하고 저장하여 건물의 부하 요구시 사용토록 한다.

콘크리트벽 스테이트바닥 벽난로 혹은 열을 효과적으로 흡수하거나 저장할 수 있는 물저장 용기등이 집열 재료로 이용될 수 있다.

남향 창문이 태양열을 많이 받아들인다는 것은 주지된 사실이나 창문을 통한 열손실을 줄이기 위하여 저온지역에서는 2중창 혹은 페어그라스가 추천된다.

3중 혹은 가동형 단열커튼이나 셔터가 설치될 수 있으면 더욱 열손실을 줄일 수 있다. (그림 3-14)

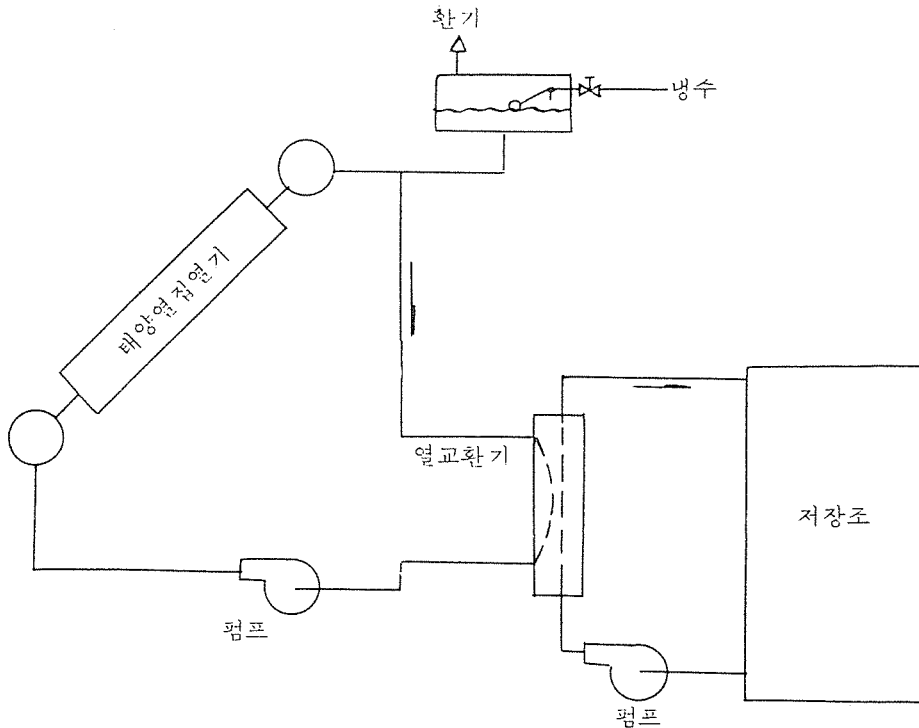


그림 3 - 13 물보충 장치가 있는 集熱器 순환로

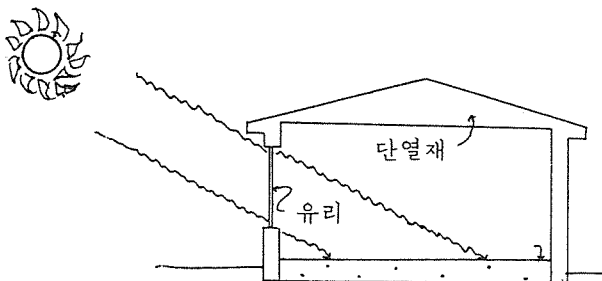


그림 3 - 14 : 直接利用 (Direct gain)

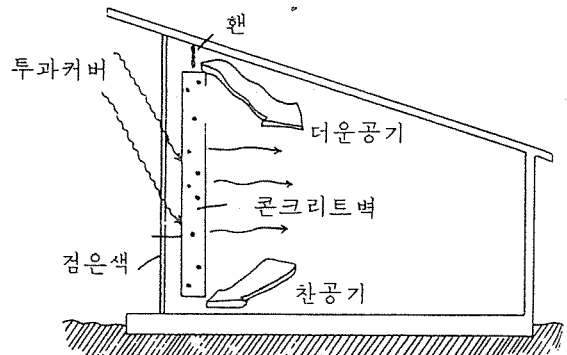


그림 3 - 15 集熱壁 (Thermal Storage wall)

4) 집열벽 (Thermal Storage Wall) a

창문위에 태양열을 저장할 수 있는 집열벽을 설치하면 건물내의 온도변동이 감소될 수 있다. 일반적으로 집열벽 재료로는 콘크리트, 돌, 벽돌, 혹은 물 저장용기들이 사용된다.

그림 3-15에서와 같이 투과된 태양열의 일부분은 집열벽에서 흡수되며 나머지가 벽을 통하여 전도현상을 일으킨다.

오후에는 집열벽에 저장된 열이 건물쪽으로 방열된다. 자연적인 대류현상을 일으키기 위하여 집열벽 상하에 통기시설을 위한 개구부를 설치하기도 한다.

5) 드럼월 (Drum wall)

위에 언급된 집열, 축열벽은 열저장 요소로서 석조면에 따라 다르지만 물저장통으로도 사용될 수 있다. 이런 시스템은 뉴멕시코주 엘버커크 근방 스티브(Steve)와 홀리 베어(Holly Baer)의 태양의 집에서 볼 수 있다. 드럼월이라고 불리는 이 시스템은 물론 가득찬 스틸오일드럼(Steel oil drum)으로서 유리창벽 내부의 수직선반에 놓여있어 한면이 태양에 면하고 다른 한면엔 검은 색을 칠해 태양열을 흡수하여 태양이 진 후에도 건물내부에 천천히 열이 이용된다. 선반과 드럼사이의 공간이 있기 때문에 자연빛과 태양열이 직접 건물내부로 들어오고 드럼사이로 외부를 관망할 수도 있다. 내부 공간에 직접 태양빛이 들어와 고정된 석조면 집열, 축열벽보다 빠른 시간내에 따뜻하게 되며 석조면의 허용치 이상으로 많은 열을 잠정적으로 저장한다.

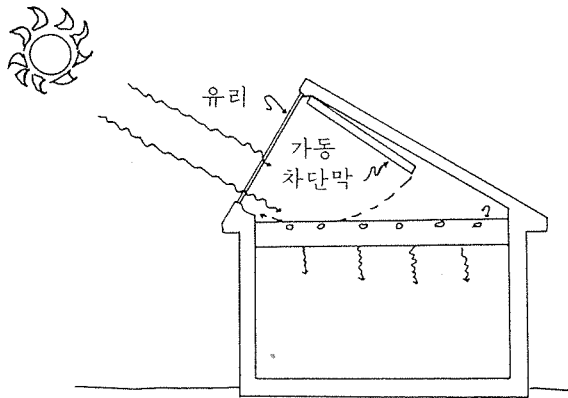


그림 3-16 集熱지붕 (Thermal storage roof)

6) 집열지붕 (Thermal Storage Wall)

집열벽과 동일한 원리로 지붕 혹은 천장에 설치하는 것을 말한다. 대부분의 집열지붕은 물용기 구실을 한다.

태양열로 더럽진 물은 전도현상으로 실내로 열을 방출한다. 덩허

비 일조시에는 단열된 차단시설로서 열손실 및 초과열

을 방지한다. 온화한 지역에서는 소요 난방 부하의 100%를 해결할 수도 있다.

헤롤드 헤이에 의해 스카이텀 시스템으로 설계되어졌고 특허를 얻었는데 1967년에 애리조나주에서 1973년 캘리포니아주에서 실험적인 건축이 지어졌었다. 집을 안락하게 하기 위한 자연난방과 냉방의 방법으로 아주 간단한 것이 특징이며 미국 남서쪽의 그 온다습한 기후조건에 아주 잘 맞는다. 이 시스템에서 여름철 냉방이 아주 중요하게 취급되어지는데 이는 여름에도 겨울과 마찬가지로 밤의 온도가 상당히 내려가기 때문이다. (그림 3-16)

7) 온실

직접적으로 열을 보존할 수 있도록 집의 일부분에 온실을 만들기도 하는데 이에 대해서는 이미 언급한 태양창과 동일하다. 태양열을 얻을 수 있는 유리(혹은 플라스틱)면이 많이 필요하다. 그에 비해 낮 동안에 열을 받아 밤에 유리를 단열시키는 대책이 없으면 더 많은 열을 밤에 잃게 된다. 그 이유는 온실이 집에 부착되어 있기 때문인데 그 집에서 필요로 하는 열부하를 증가 시킴 없이 온실의 온도가 떨어지게 하여 밤에 집으로부터 온실을 격리하면 해결할 수 있다. (그림 3-17) 낮에 온실을 개방함으로써 열이 건물 내부에 자연적으로 전달되거나 송풍기로 전달함으로써 혹은 저장조에 낮아 반아둔 열을 밤에 사용할 수 있도록 한다. 온실은 본 건물과는 떨어져 있기 때문에 기온이 집 기온보다 떨어질 수 있으나 보조열원을 가지고 있지 않은 온실이라면 대개는 외기와 똑같은 온도가 되기 쉽다.

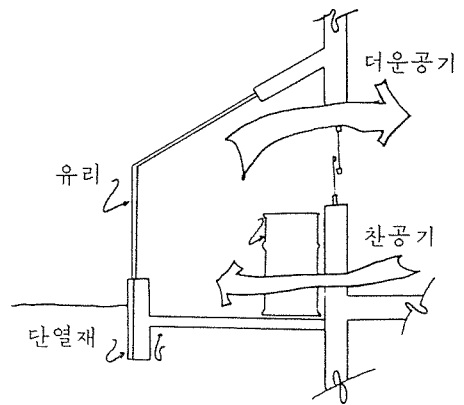


그림 3-17 溫室

그래서 온실을 정원용으로 사용하려면 창문의 단열계획과 미소하나마 난방계획을 세워야 한다.

화초를 재배하기 위한 남쪽 온실은 겨울의 난방을 태양열에 의해 직접적으로 할 수 있는 기후 지역에서 특히 유용하다.

8) 대류순환(Convective loop)

태양열로 공기가 더워지면 더운 공기가 상승하게 되며 차가운 공기가 이를 대신하게 된다. 이러한 현상을 공기의 자연대류순환이라 한다.

대부분의 이러한 시스템은 건물의 벽이나 혹은 접합된 공기식 집열기를 사용한다.

때로는 창문이 사용되기도 한다.

그림 3-17과 같이 집열기가 건물보다 저위에 위치할 때는 초과 태양에너지를 저장할 수 있도록 자갈층을 사용한다.

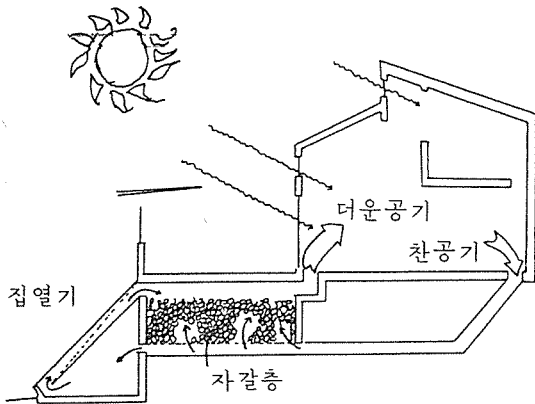


그림 3-17. 对流循環

5. 난방 부하 계산

건물의 난방 부하는 태양 에너지 시스템의 크기와 그 시스템이 공급할 수 있는 1년간의 난방 부하가 그 건물의 난방 부하에 의존하기 때문에 반드시 산출되어야 한다. 더우기 태양에너지 이용 시스템의 경제적 의존율은 그 시스템의 규모와 연간 난방부하에 크게 의존한다.

가. 난방 부하의 인자

한 건물의 열 손실은 그 건물의 찬정과 벽의 면적, 찬정과 벽을 통한 열전달의 손실 계수, 건물 내부와 외부의 온도차, 건물안으로 스며드는 찬 공기등을 근거로 하여 산출된다.

1) 열 절연성(R)과 열관유율(K)

열 절연성(R)과 열 관유율(K)의 값은 각 재질에 따라 상당한 차이가 있다. 'R'의 값은 열 전도(C)의 역수이며 단위는 (시간) (ft<sup>2</sup>) (온도차F°)/BUT로 나타내어진다 어떤 두께를 가진 물질에서 R=1/C이며 C의 단위는 BTU/(시간) (ft<sup>2</sup>) (F°)이다.

열 전도도 'R'는 단위 두께의 물질의 단위면적을 통과 하는 열 전도율이며 단위는 (BTU) (inch) / (시간) (ft<sup>2</sup>) (F°)이다.

K의 값이 주어지면 저항(R)의 값은 R=(1/k)·(물질의 두께)의 공식에 의하여 산출할 수 있다.

R의 값은 계속 그대로 더해 나갈수 있는 성질이 있고 열 전달계수 'k'는 R값의 총합의 역수이며 다음과 같이 나

타나질 수 있다. 내

$$K = \frac{1}{R_1 + R_2 + \dots} = \frac{1}{ZR} \text{ BTU}/(\text{시간}) (\text{ft}^2) (\text{온도차}^\circ)$$

다음은 R, K, 1/k에 관한 미공조학회의 법례이다.

2) 열 손실율

열 손실율 h는 표면적이 A이고 양쪽 표면의 온도차가 ΔT일때

h=K, A, ΔT로 주어지며 단위는 BTU/시간이다.

○A의 단위: ft<sup>2</sup>

○ΔT의 단위: F°

열 손실율을 산출하기 위한 온도차는 실내온도Tr과 설계 실외 온도 To와의 차이이며 ΔT=Tr-To로 주어진다.

3) 지상 콘크리트 Slab

콘크리트 스톱의 열 손실율은 바닥의 넓이보다는 노출된 주변 길이를 근거로 하여 산출된다.

이때 열 손실률은

h=K·(노출된 주변길이: ft)·ΔT이며 ΔT는 F°로 나타낸 실내 온도와 평균 실외온도와의 차이이다.

4) 지하실

지면이하의 지하실 바닥의 열손실율은  $\frac{1\text{BTU}/\text{시간}}{5\text{ft}^2(\text{바닥면적})}$ 이며 도표 5-1에 나타난 바와 같이 지하실 벽의 K값은 K=0.06BTU/(시간) (ft<sup>2</sup>) (F°)이다.

이때 온도 차이는 실내 온도에서 지온을 빼 값이며 지온은 대개 지하수의 온도와 거의 같은 값으로 가정하는데 겨울철에 값은 약 45°F로 추정된다.

5) 덕트(DUCT)의 열 손실

덕트가 단열된 피막에 싸여 있으면 열 손실이 없지만 건물의 단열피막의 밖에 설치되면 약 10%의 열 손실을 가져온다.

6) 극간풍에 의한 열손실

열려진 창문, 출입구, 출입구 주위의 빈틈을 통하여 들어오는 찬 바람은 실내의 온도를 떨어뜨리고 또한 실내온도에 맞게 다시 가열해야 하므로 열손실을 초래한다.

찬 바람이 스며드는데 대한 열 손실은

h=0.018V(ΔT)의 공식에 의하여 산출되는데 V는 부피 흐름율이며 단위는 5 ft<sup>3</sup>/이고이고 ΔT는 실내와 실외의 온도 차이이다.

체적유량은 시간당 환기율이며 보통 주거용 건물의 경우 지상의 모든 방 하나에 대해서 시간당 평균 한번 꼴이다.

5-1 건물의 구조에 사용되는 良質의 재료, 유리, 출입문, 단열재, 공간 그리고 표면공기막의 1/k R U의 값

材 料	1/k	R	U	
목재, 베벨, 벽판 0.5×8 (연마처리)		0.81		
목재, 벽판, 판자, 16"×7.5" (노출)		0.87		
석면-시멘트 판자 0.81		0.21		
치장, 벽토 (스터코우)	0.20			
벼벽지		0.06		
1/2인치 못판, 단열거푸집널		1.14		
보통밀도의 단열 거푸집널	2.63			
합판	1.24			
1/4인치 하드보드		0.18		
연질목재판	1.25			
콘크리트 噴石 두께 4인치		1.11		
블럭 3개의 타원형 심(心)	골재 " 12인치	1.89		
	" 8인치	1.72		
	모래와 자갈골재 두께 8인치	1.11		
輕量골재 두께 8인치		2.00		
콘크리트 블럭, 2개의 직사각형 심	모래와 자갈골재 두께 8인치	1.04		
	경량 골재 두께 8인치	2.18		
보통 벽돌	0.20			
외장 벽돌	0.11			
모래와 자갈 콘크리트	0.08			
석고판	0.90			
0.5인치 경량골재 석고 플라스틱		0.32		
25/32 경질 목재 마루판		0.68		
아스팔트, 리노룸, 비닐, 고무마루타일		0.05		
양탄자와 섬유질 패드		2.08		
양탄자와 거품고무 패드		1.23		
아스팔트 지붕 널		0.44		
목재 지붕널		0.94		
3/8인치		0.33		
지하실 바닥			0.06	
유 리	홀유리		1.13	
	1/4인치 공간		0.65	
	1/2인치 공간		0.58	
	1/4인치 공간		0.47	
	1/2인치 공간		0.36	
	스토옴창문 (1/4인치공간)		0.56	
硬質木材 슬라브로 만든 출입문의 U 값	비스툼 스톼 출입문	스툼	출입문	금속
	1.00 인치 두께	0.64	0.30	0.39
	1.25 "	0.55	0.28	0.34
	1.50 "	0.49	0.27	0.33
	2.20 "	0.43	0.34	0.29

材 料	1/k	R	U
단 열 재 0 인치 두께		0	
2.0 — 2.75 "	3.58	7	
3.0 — 3.5 "	3.58	11	
3.5 — 3.625 "	3.58	13	
5.25 — 6.5 "	3.58	19	
6.0 — 7.0 "	3.58	22	
<p>R의 값이 주어진 단열재와 천정, 벽, 콘크리트 슬라브로 만든 바닥을 제외한 모든 바닥재의 근사U의 값, 난방장치가 지하실에 있는 경우, 그리고 導管과 파이프들이 단열되어 있지 않으면 바닥의 열손실률은 계산할 필요가 없다. 난방이 되지 않는 지하실 위의 마루에 대해서는 주어진 U 또는 계산 U의 값의 1/3정도로 U의 값을 정한다. 단열된 크롬 스페이스벽을 갖고 구멍이 뚫리지 않은 크롬스페이스 위의 마루에 대하여는 주어진 U, 또는 계산된 U의 값의 1/2정도로 U의 값을 정한다. 구멍뚫린 크롬스페이스나 개방된 공간위의 마루에 대해서는 주어진 U, 혹은 계산된 U의 값을 그대로 적용한다. 주어진 R의 값에 대한 조사치 U의 값을 그대로 사용하면 실제의 경우보다 약간 큰 난방부하가 계산될 것이다.</p>			
콘크리트 슬라브 바닥 A:h=U(1"ft) △T 대신에 슬라브 주위의 노출길이를 그대로 사용할것.	1"×24" 단열재		0.21
	1"×12" 단열재		0.46
	단열재 非사용		0.81
공 간 (3-4")	上方向으로의 열 흐름	非反射性	0.87
		反射性, 1面 **	2.23
	下方向으로의 열 흐름	非反射性	1.01
	反射性, 1面 **	3.50	
표면공기 模	上方向 열흐름	非反射性	0.61
		反射性	1.32
	下方向 열흐름	非反射性	0.92
		反射性	4.55
	水平方向 열흐름	수직표면통과 非反射性	0.68
	室外 (15mph 바람)		0.17

\* R = 0 일때 실제 U 값은 0.2~0.5에 이른다.

\*\* 첫번째 反射性 표면에 나란히 또다른 反射性 표면을 추가하면 공간의 열절연율은 단지 4~7% 정도 밖에 증가하지 않는다.

p.73으로 계속

建築은 都市設計에 따라, 工事監理制 強化등

建築法 改正案의 주요내용

정부는 시장·군수가 도시기능 및 미관증진을 위한 장기 종합적 도시설계를 수립, 이에 맞지않는 건축물의 신축과 위반건축물에 대한 벌칙을 강화하며, 또 공사감리제도의 강화와, 건축재료의 KS 표시품 사용을 의무화시키는 내용의 建築法改正案을 마련 오는 정기국회에 제출할 방침이라 한다.

9월17일 건설부가 여당권 심의에 넘긴 建築法 改定案에 따르면, 都市計剛区域과 工業地域·聚落地区 및 대통령령으로 정하는 区域内의 건축물과 기타구역내의 연면적 200m<sup>2</sup> 이상이거나 3층 이상인 건축물을 건축 또는 대수선하려는 자는 미리 시장·군수의 허가를 얻어야 하며 ① 바닥면적의 합계가 30m<sup>2</sup>이내의 증축·개축 또는 대수선 ② 이미 허가를 받은 건축물로서 바닥면적의 합계가 30m<sup>2</sup>이내 또는 연면적의 1/10이내인 바닥면적의 증감이나 대수선에 준하는 設計變更등은 사전에 시장·군수에 신고하도록 하였다.

또 都心部 또는 幹線道路邊 등 시장·군수가 중요하다고 인정하여 都市設計를 수립 공고한 구역내에 건축하는 건축물은 그 都市設計에 적합하게 건축토록 규정하고, 不實工事의 방지를 위해 建築補助士를 공사현장에 상주 시켜 工事管理를 강화하도록 하였다.

아파트 발코니面積을 줄여—住宅業界

價格統制등에 対応키 위해 縮少 調整

아파트에서 서비스로 간주되는 발코니面積이 줄어들고 있다. 9월19일 업계에 따르면, 발코니의 축소현상은 금년 들어 나타나기 시작, 9월부터 분양에 나선 대부분의 아파트들이 발코니 일부를 온실 등으로 변경하여 專用面積을 늘리는 방향으로 설계를 추진하는 것으로 알려졌다.

발코니면적의 축소에 따라 업체들은 발코니에 대한 建築費를 절감시킬뿐 아니라, 늘어난 專用面積으로 평당분양가격을 크게 낮출 수 있다는 것이다.

작년만 해도 50평 이상의 계단식 아파트에서 발코니면적은 보통 7~8평에 달했으나 최근 분양되었거나 앞으로 분양예정인 아파트에서는 3~4평으로 줄어들고 있다는 것이다. 또 분양면적 35평이하의 복도식아파트에서도 약 절반이 줄어 2평 전후에 불과한 실정이다.

발코니면적 1평을 줄여 온실로 하여 전용면적에 산입할 경우, 평당 분양가가 70만원이면, 35평에서는 적어도 평당가격을 2만원 정도 낮출 수 있다는 것이다.

특히 이같은 사례는 최근 서울시가 실시하고 있는 가격통제를 간접적으로 벗어나기 위한데도 원인이 있는 것으로 알려졌다.

p. 18에서 계속

7) 공간 난방 부하

건물의 외부 벽을 통한 열 전달 손실과 스며드는 바람에 의한 열 손실과의 합은 그 건물의 시간당 열 손실율이다.

난방 도일을 근거로 한 공간 난방 부하의 계산은 아래와 같이 설계 열 손실율로부터 계산된다.

$$\frac{\text{설계 열 손실율}}{\text{설계온도차}} \times 24 = \text{공간난방부하 BTU/도일 (度日)}$$

월간, 연간 난방부하는 도일을 이용하여 산출할 수 있는데

$$\text{난방부하 (BTU)} = \frac{\text{BTU}}{\text{度日}} \cdot \text{난방度日의 공식으로 나타내어진다.}$$

예를 들어 한 건물이 16,000 BTU/度日의 열량을 요구한다 할때 1月중의 난방度日이 1,000이고 연간 난방度日이 5,000이면 1월중에 요구되는 총 열량은

$$\begin{aligned} &1 \text{월중에 요구되는 총 열량은} \\ &16,000 (\text{BTU/度日}) \cdot 1,000 (\text{度日}) = 16\text{m. BTU} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &1 \text{년간에 요구되는 총 열량은} \\ &16,000 (\text{BTU/度日}) \cdot 5,000 (\text{度日}) = 80\text{m BTU로 계산된다.} \end{aligned}$$

$$\ast \text{ m. BTU} = 1,000,000 \text{ BTU.}$$

과학기술연구소 부속 태양에너지연구소 선임연구원