

트롬의 벽은 초기에는 콘크리트로 제조되었으나 최근에는 설계상 많은 진전을 보아 물의 잠열을 이용하는 효율 높은 시스템이 개발되었다. 1956년 트롬의 벽 원리가 특허화 된 후 수동적 시스템에 대한 연구가 많이 되었으나 최근까지 특별한 진전이 없었으며 최근에 들어 로스 알라모 과학연구소(Los Alamos Scientific Laboratory)의 벨콤씨(J. D. Balcomb)와 마사추세츠 공과대학(MIT)에 의하여 많이 개발되었다. 특히 MIT의 solar five는 겨울면 처리를 한 블라인드(venetian blind), 천정의 암염(eutactic salt), 및 적외성 방지 필름을 이용하여 열정류기를 만들어 태양열이 일단 집안에 들어가면 다시는 재 방출이 안 되도록 설계되어 수동적 시스템의 이용 가능성을 높이고 있다.

능동적 시스템은 태양집열기, 배관 또는 덕트, 펌프, 또는 송풍기, 열저장장치, 제어장치로 되어 있어 집열기에서 흡수한 유효열을 필요 부분까지 펌프나 송풍기로 전달하는 방식으로 기존 난방 시스템의 열원을 태양 집열기에서 공급하는 형태로 되어있다. 따라서 능동적 태양열 난방시스템의 설계 및 시공은 기존 난방 시스템과 흡사하다. 태양열 난방 시스템은 기존 난방시스템에 첨가하여 집열관의 설치 방법, 제어장치 설계, 열축조설계, 열교환설계와 아울러 최적 집열판 면적계산 및 태양열 난방에 의한 연료 대체효과의 계산이 따른다.

집열기는 열매체의 종류에 따라 공기식 및 온수식으로 분류되며 구조적으로 태양열을 흡수하는 흡열판, 열손실을 막는 유리판 및 단열재 그리고 유체통으로 이루어져 있다. 집열기의 특성은 일사량에 대한 유효열량의 비로 표시되는 집열기 효율로 나타내며 이는 유명한 윌리어(willier)의 식으로 다음과 같이 표시된다.

$$\eta = F_R (\alpha)_e - F_R U_L (T_i - T_o) / I$$

여기서  $(\alpha)_e$ 는 집열기 유리면 및 흡수판의 투과 흡수율을 나타내고  $U_L$ 은 열손실계수,  $(T_i - T_o)$ 는 집열기에 들어가는 물의 온도  $T_i$ 와 외기온도  $T_o$ 와의 차,  $I$ 는 일사량을 표시하고,  $F_R$ 은 집열기 설계에 따라 정해지는 열제거 계수를 나타낸다.

즉 집열기 효율은 열흡수와 손실의 차로써 표시되고 여

름철에 높은 효율을 나타내는 집열기도 겨울철에는 저조한 효율을 나타낼 것을 예측하고 있다.

경험상 여름동안 75%의 집열기 효율이 겨울에는 20% 이하로 나타나는 예를 흔히 볼수 있고, 저질의 집열기 일수록 겨울철 효율이 저조한 것을 알수 있다. 윌리어의 식을 보면 집열기 효율을 증가시키기 위하여 집열기로 들어가는 물의 온도  $T_i$ 를 낮출수록 좋으며 따라서 축열조에 있어서 온도를 성층화(stratification)를 하고 있다. 즉 집열기에서 나오는 물을 물탱크 윗쪽으로 보내고 집열기로 들어가는 물을 물탱크 밑에서 뽑아내므로 축열조 내 온도 분포가 항상 상부가 덥고 하부가 차도록 유지한다.

유체 순환을 조절하는 조정장치는 겨울철의 동파방지 및 축열조의 열손실 방지라는 면에서 중요한 역할을 한다. 열매체를 물로 하는 경우 야간의 동파가 큰 문제로 대두되어 이것을 방지하기 위하여 부동액을 사용하거나 야간에 집열관의 물을 제거하는 방법을 사용하여야 하며 조정장치가 이 역할을 맡고 있다.

또한 외기 온도 변화 및 일사량의 변화로 효과적인 태양열 흡수를 위하여서는 집열판에서 나오는 물의 온도가 축열조의 온도보다 적어도 2—3℃ 높아야 하며 조정장치는 물의 온도를 감지하여 펌프의 순환을 조정하도록 되어 있다.

일단 난방부하가 계산되고 집열기 조정장치 및 외기조건 특성을 알게 되면 집열기 면적에 따른 난방 부담율 및 연료대체효과는 각지방의 일사량의 시계열 변화를 감안한 전산시뮬레이션에 의하여 계산되는데, 보통 기후특성의 년별 변동을 상쇄하기 위하여 8개년 기후 데이터(weather tape)를 쓰게 된다. 미국의 경우, 이러한 시뮬레이션의 결과를 모아 간편이 사용할 수 있는 설계곡선으로 자료처리를 한 것을 F-chart라고 부르며 서양 건축양식에 대하여 일반적으로 적용할 수 있으나 국내 건축양식에 대하여 일반적으로 적용할 수 있으나 국내 건축양식에 대한 연구는 된바가 없다.

F-chart를 이용한 설계방식은 각 용역회사마다 고유히 개발되어 있다. 본 세미나 중에는 미국 해군 건설 연구소에서 작성된 설계 계산 양식을 소개하고 그 사용법에 대하여 강의하려 한다.

KIST 기계공학연구소 공학박사

## 태양열 주택의 시공 및 설계의 경향

### 이 명 호

#### 1. 序 論

73년과 79년 2次に 걸친 이른바 oil shock는 全世界的으로 代替에너지 開發에 더 한층 拍車를 加하지 않으면 안될 運命에 놓이게 되었다. 高價의 石油資源은 數十年内

에 枯渴될 것으로 予測되고 있고 50年以後 脚光을 받아온 原子力은 核恐怖로 인한 拒否反應이 高潮됨에 따라 앞으로의 지속적인 開發에 많은 문제점이 따를 것으로 展望되고 있다. 代替에너지로서는 太陽熱, 地熱, 潮力등이 拳

論되고 있으나 그中 太陽熱에너지는 地熱이나 潮力에 比해서 資源이 豊富하고 또한 放射能 위험 및 殘留 폐기물이 全無한 自然, 純粹에너지라는 點에서 利用價值가 큰 것이다. 特히 太陽熱을 建築에 利用하는 것은 熱에 能量을 動力化하는 번거로운 中間過程을 거치지않고 直接 空氣調和에 應用할 수 있다는데서 開發價值가 높게 評價되고 있다. 東西를 막론하고 옛부터 모든 建築이 太陽熱을 重要하게 다루어 왔지만 實質적으로 太陽熱을 人工氣候化하는 研究는 1930年代부터 MIT와 프린스턴 大學을 中心으로 조용히 進行되어 왔고 73年 oil shock 以後에는 約30個國이 太陽熱住宅開發에 着手하고 있으며 그中, 美國, 프랑스, 日本等地에서는 實際로 相當數의 建設이 進行되고 있다. 프랑스에서는 全体에너지 消費量中 35%를 占有하고 住宅 및 公共建築의 消費比率를 太陽에너지로서 最小限 10~12% 輕減시킬것을 前提로 80年代來까지 300萬戶에 達하는 新築住宅 및 既存住宅에 太陽熱에너지 利用設備를 갖춘 政策目標를 設定하고 있다. 73年 unesco 太陽熱會議(Le soleil au service del'homme), 77年 프랑스 nice에서 開催된 “太陽熱住宅建築”에 關한 國際會議 soleil, habitat et architectre)에서 太陽熱住宅의 開發可能性이 再確認된바 있지만 지금까지의 開發狀況으로 보아 予想外의 빠른 速度로 多量의 太陽熱住宅이 補給될 수 있을 것으로 予想되는 바이다.

## 2. 太陽熱住宅開發의 主要件

### 1) 立地條件에 對한 基本調査

太陽熱住宅의 一次的要件은 立地選定이다. 地表에 到達되는 太陽에너지는 緯度, 太陽高度, 地面傾斜, 季節, 時刻 및 氣象條件에 따라서 變化하는 것이므로 어느 特定地域 또는 全國土를 對象으로해서 日照分布, 日射受熱分布, 氣溫分布등 局部的인 氣象條件에 對한 調査를 實施하여 住宅 個個의 基本設計나 住宅團地의 設計資料로 提供될 수 있는 熱經濟地圖를 作成하여야한다. 立地選定의 重要判斷資料가 될 뿐만 아니라 이러한 熱經濟地圖를 근거로해서 住宅의 方位와 集熱板의 適正面積을 精確하게 算出할수있다. 熱經濟地圖는 最小限 過去5年間의 氣象統計資料를 근거로해서 作成한다.

### 2) 集熱板의 高溫化와 經濟性

太陽熱住宅의 性能은 一次적으로 集熱板의 效率에 左右되는 것이다. 즉 集熱板의 吸熱率을 增進시키므로서 集熱板의 所要量을 輕減시킬 수 있고 따라서 熱經濟 및 建設費의 節減을 圖媒할 수 있는 것이다. 平板式集熱板인 경우  $\frac{\text{吸熱板의 吸收率}}{\text{反射에 依한 損失率}} \geq 10$  이고 吸熱板의 表面溫度가 60℃ 以上 保障되어야한다. 現在 歐美에서는 酸化 마그네슘多層法과 電氣絶緣金屬粉末珪粉法 그리고 集中式集熱板으로서 多面鏡線狀焦點法의 開發을 講究하고 있다. 다음은 熱經濟指標의 設定이다. 熱經濟率은 暖房시스템에 따라서 多小差異가 있으나 프랑스의 경우 使用期間10年을

基準으로해서 在來式 暖房에 對한 太陽熱暖房의 實際熱經濟指標로서 50%의 支出(建設費+使用管理費) 輕減을 目標로하고 있다.

### 3) 集熱板의 壁體組立部品化

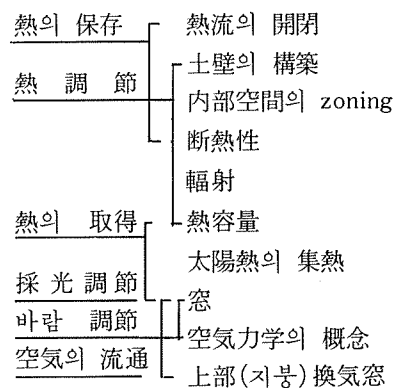
良質의 太陽熱住宅을 能率적으로 生産보급하기 위해서는 集熱板을 壁體組立部機로서 部品化하는 것이 理想的이다. 이 경우

- ① 集熱板은 構造的으로는 組立性(施工性), 耐久性, 防水性, 斷熱性, 이 良好하고 外觀上으로는 美觀的이어야 하며,
- ② 集熱板 및 建築設計의 module化, 構造的施工과 設備的施工의 一致性保障등, 設計施工上의 合理性이 追求되어야한다. 예컨대 壁體판넬, 窓과 集熱板의 一體構成, 아파트의 난간(이 경우 給湯만 可能)에 適用될수 있다.

## 3. 太陽熱住宅의 設計計劃

### 1) Ecodesign의 概念導入

太陽住宅의 計劃은 Ecodesign의 概念을 근거로해서 展開된다. 太陽熱暖房住宅에 있어서 Ecodesign의 主目的은 겨울철 太陽熱을 最大限으로 吸收하고, 反面 熱損失을 極小化하는 것이지만 여기에는 아래 表에서 보는바와 같이 여러가지 概念이 複合적으로 導入되어야한다.



### 2) 形態構成의 主要點

#### ① 熱損失의 極小化

- 外壁表面積의 極小化
- 保温의 空間配置(居住, 非居住空間의 分化)

#### ② 太陽熱取得의 極小化

- 太陽受熱面增大
- 熱光井의 確保
- 受熱壁面의 適正傾斜度

#### ③ 對風向壁體의 極小化

- 바람에 對한 抵抗要因除去

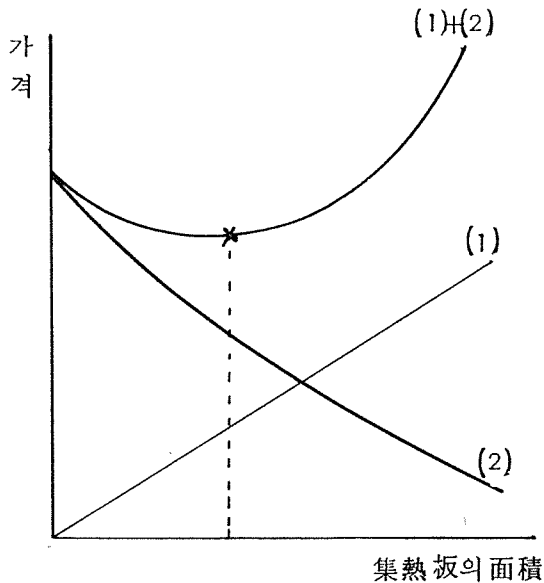
### 3) 集熱板의 適正所要量決定

集熱板의 適正所要量은 다음과 같은 (1)+(2)曲線상의 最下點을 取하는 것이 理想的이다. 集熱板의 各面積에 對한 補助暖房費의 分擔率은 算術統計의 으로 算出된다.

즉,

年間所要熱量-年間集熱板의 受熱量=不足熱量(補助暖房 分担率)

年間集熱板의 受熱量은 概算的으로 集熱板 1m<sup>2</sup> 당 暖房容積 8~12m<sup>3</sup> 로 보고 集熱板의 面積을 數個假定해서 算出하는것이 便利하다.



- (1) 集熱板의 가격
- (2) 補助暖房費의 가격

#### 4. 集熱裝置의 設置形式

太陽熱住宅은 建物外皮에 集熱裝置가 投入되므로서 建物의 形狀, 壁面의 美觀處理, 空氣의 zoning, 지붕形態 등 設計條件과 施工技術에 많은 拘束을 받게 된다. 따라서 passive system이나 active system을 막론하고 集熱裝置는 ecodesign의 概念과 技術 그리고 美觀的으로 處理되어야 한다. 最近 널리 利用되고 있는 集熱裝置의 設置形式을 各暖房 system에 따라 区分하면 다음과 같다.

#### 1) passive system

- ① solar→space→mass  
生氣候學的의 溫室概念
- ② solar→mass→space
  - (1) 外部루바 内部輻射壁式
  - (2) 外部유리 内部輻射壁式(trombe 式)
  - (3) 外部유리 内部bidon式(drum wall)
  - (4) 지붕덮개式
  - (5) 溫室式+trombe式

#### 2) active system

- solar→collector→stock→space→space
- (1) 傾斜지붕式
- (2) 傾斜지붕+前面反射
- (3) 屋上獨立式
- (4) 傾斜壁面式
- (5) 垂直壁面+前面可動式反射板
- (6) 屋外獨立式

#### 5. 施工例 SLIDE

#### 6. 設計施工上的 留意事項

- (1) 立地條件, 建物規模, 建設予算을 고려한 暖房 system의 選定
- (2) (passive+active) system의 優先考慮
- (3) 充分한 集熱面積의 確保
- (4) 所要暖房容積의 輕減
- (5) 既存建築과 調和되는 形態
- (6) 集熱板과 蓄熱槽의 位置의 接近
- (7) 前面장애물 回避
- (8) 集熱裝置의 파손위험部位回避
- (9) 断熱性, 內久性, 補修의 容易등을 고려한 機料의 選定
- (10) 集橋部位除去
- (11) 地下蓄熱槽는 基礎壁施工에 優先하거나 同時施工
- (12) 集熱板은 建物의 施工마감段階에 設置

중앙대학교 건축과  
공학박사