

창호일체형 태양열 집열기

박성배*, 임성환**, 박만귀***

*제인상사 연구개발부(bybae28@nate.com), **제인상사 생산부(solanet@chol.com)
***제인상사(mkp@chol.com)

Window Integrated Solar Collectors

Park, seong-bae*, Lim seong-whan**, Park, Mann-kwi***

*Jehin co. LTD(bybae28@nate.com),
**Jehin co. LTD(solanet@chol.com),
***Jehin co. LTD(mkp@chol.com)

Abstract

Window integrated solar collector is to simply install inside of the existing double glass window frame. Double glass window frame is consist of inner glass of Low-E coating and Silver coating, and outer glass of low iron reinforced glass. In order to secure natural lighting in a room, only 50% of window frame is covered with solar collectors. Solar absorption or transmission rate varies seasonally depending on sun angles. Part of inner glass where right behind of the solar plate is covered with silver coating to increase absorption rate of solar plate. The collector is made of a copper serpentine where aluminum fins are soldering. To improve the effect of insulation of inside of the window frame is recommend vacuum . As a result, we are making the 3th sample and will achieve below $F_R U_L = 7.5 \text{W/m}^2\text{C}$ that is the account of heat lossed, and above $F_R(\tau\alpha) = 0.45$.

Keywords : 창호일체형 태양열 집열기(Window Integrated Solar Collectors), 반사체(reflector), 흡수판(Absorber plate), 열관류율(U-Value)

기 호 설 명

U_g 열 관류율 [$\text{W/m}^2\text{K}$]
 h_i 실내전열교환효율 [$\text{W/m}^2\text{C}$]
 h_e 실외전열교환효율 [$\text{W/m}^2\text{C}$]
 $F_R U_L$ 열손실계수 [$\text{W/m}^2\text{C}$]

$F_R(\tau\alpha)$ 최대효율
 τ 투과체 투과율
 α 집열판 흡수율

1. 서 론

중장기 국가에너지기본계획에 따르면 저탄소 녹색성장 기반 하에 신재생 에너지의 비중을 2020년까지 11%로 증가시키겠다고 선언했다. 이를 위해 다양한 추진방안이 제시되었지만 그중에서도 주거건물과 관련해서는 그린홈 100만호 보급사업이 가장 핵심전략이라 할 수 있다. 태양열, 태양광, 지열, 연료전지 등의 신재생 에너지를 통해 100만호의 주택을 그린홈으로 조성하겠다는 계획이다. 이 중에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 역시 태양광과 태양열로서 약 70%를 태양에너지로 공급할 계획이다. 대상은 신축주택, 기존주택은 물론 공동주택도 포함되는 것이다. 공동주택은 단독주택과 달리 고층의 인접 건물간 밀도가 높기 때문에 근본적으로 태양에너지 시스템을 적용하는데 많은 제약사항이 따른다. 즉 공동주택은 단지 내 인동간격 및 배치형태, 방위에 따른 단위 세대내의 음영영향이 크게 변화되며, 이는 태양열 및 태양광 시스템 적용시 매우 큰 영향요소가 된다.

특히 태양열 시스템에서 집열설치면적 확보의 문제를 해결하기 위하여 주거주택 및 사무공간의 태양열을 활용한 에너지절약 시설로 평판형 및 진공관형태의 구조집열기의 적용 방법이 다양하게 검토 및 시도된바 있으나 시공의 난해, 건물 미관의 저해, 유지관리의 문제점 등이 보급화 장애요인으로 보고되고 있다. 이러한 장애 요인을 해결하고 건축자재의 절감과 창호 본연의 기능을 해치지 않으면서 공동주택의 난방과 온수를 개별적으로 공급할 수 있는 것이 창호일체형 태양열집열기이다.

아파트, 빌라, 오피스텔, 사무실 등의 공동 건물에서의 미관과 자연채광 및 조망권의 확보를 위하여 외피 대비 창호의 면적이 상대적으로 커지고 있으며, 국내 주거형태의 50% 이상이 아파트와 같은 공동주택형으로 난방 및 온수는 개별공급 방식으로 적용되고 그 추세는 더욱 확대될 것으로 예상된다. 공

동주택의 형태가 열의 중앙공급 방식에서 개별공급 방식으로 전환되면서 신재생에너지 적용 여건은 개선되고 에너지절약의 필요성은 더욱 강화되고 있다.

이번 연구에서 소개하는 창호일체형 태양열집열기는 공동주택의 창호 대체형으로 설치가 가능하므로 설치공간의 제약이 없고, 조망과 실체광을 일정 수준 유지 가능하며, 창호 본연의 미관을 그대로 살릴 수 있고, 시공 및 유지관리가 용이하여 연구개발 결과에 따라 대규모 수요창출 가능성과 그에 따른 에너지절약효과가 크게 기대되며 신재생에너지 보급목표에 일조할 것으로 예상된다.

2. 창호일체형 집열기 개요

2.1 창호일체형 집열기의 기능

창호일체형 집열기는 40mm 두께의 2중창 내에 설치하므로 2중 단열 창호로서 단열 성능을 확보 할 수 있고, 일사량이 적은 동절기의 집열효율을 극대화하였을 뿐 아니라 상대적으로 열소요가 적은 하절기의 집열량을 조절하고 차단막 기능을 통하여 실내 온도 조절 기능을 확보 할 수 있다.

태양열 집열기의 역할을 수행함으로써 건축물의 난방 또는 급탕부하를 일정량 확보할 수 있으며, 건물 실내의 적정조도 확보를 위해 최소 투과량을 확보 할 수 있다. 또한 집열기의 50%의 면적을 차지하고 있는 흡수판을 통하여 건물 내외부에서 창호를 응시했을 때 양호한 외관을 뿐만 아니라 사생활 보호 기능도 할 수 있다.

2.1 창호 일체형 집열기의 구조

창호일체형 집열기는 그림 1과 같이 단열창, 태양열집열기, 반사체의 3가지로 이루어져 있다.

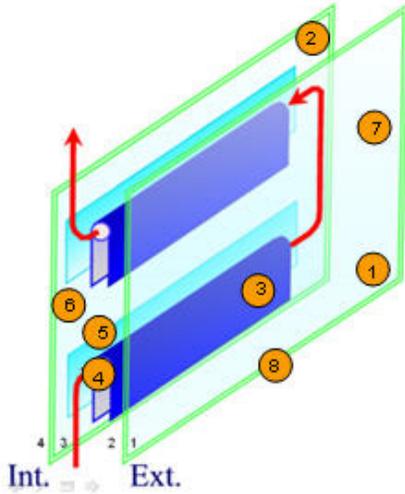


그림 1. 창호일체형 집열기의 구조

창호일체형 집열기는 기존의 창호 프레임과의 시공이 용이하도록 이중창호형의 형태로 이루어져 있다. 이중창호의 외부창은 저철분 강화유리①, 내부창은 low-e 코팅②로 되어 있다. 발코니 및 베란다 공간에서의 자연 채광 및 조망권 확보를 위하여 투영면적의 50% 정도가 흡수판③으로 이루어져 있으며, 태양고도각에 따라 일사의 투과와 흡수율이 계절별 조절이 가능하도록 되어 있다. 또한 일사의 흡수량을 높이기 위하여 내부창에 진공증착 된 반사체⑤를 두어 흡수판으로의 재 흡수율을 높이는 구조로 되어 있다. 열매체배관은 지관없이 단순 사형의 주관④으로 구성되어 시공이 간단하다. 그리고 집열기 내부는 공기⑥로 봉입되어져 있으며, 내부창과 외부창 사이에 스페이서를 통하여 고정시켰으며, 스페이서 내부에는 제습제⑦를 봉입하여 습기를 제거할 수 있도록 하였으며, 측면은 부틸과 폴리우레아폼의 단열재⑧로 마감되어져 있다.

3. 창호일체형 집열기 설계

3.1 창호일체형 집열기 설계 사양 검토

(1) 집열기 각도에 따른 일사량

창호일체형 집열기를 설계하기 위하여 우선적으로 고려되어야 할 사항은 집열기 설치 각도에 따른 일사량의 비교이다. 다음 그림 2는 집열기를 수평, 90도, 45도, 35도에 설치하였을 때 일사량을 서울시 TMY 데이터를 활용하여 TRNSYS(Transient System Simulation)으로 분석한 그래프이다.

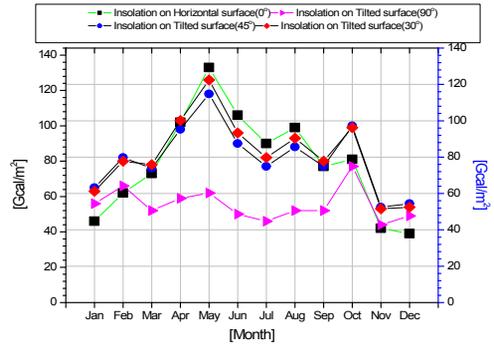


그림 2. 집열기 각도에 따른 일사량 그래프

창호일체형 집열기의 경우 지표면에 90도의 경사를 이루어서 설치가 되는데, 동계(1~3월, 11~12월)일 때 35도 경사의 일사량과 비교했을 때 35도 대비 81%의 일사량을 차지하고 하계(8~9월)일 때 60%정도 차지하는 것을 알 수 있다. 설치 각도가 90도일 때 일사량은 다른 설치 각도에 비해 적었으나, 부하가 많은 동계에서는 다른 각도의 일사량과 거의 비슷한 일사량을 나타내는 것을 알 수 있다.

(2) 집열기 계절별 입사각

창호로 입사되는 태양빛은 집열기에 의해 차단되는 일사량, 집열기 뒷면의 반사막에 의해 반사되는 일사량, 실내로 투과되는 일사량 등 이상 3가지 형태로 나뉘어지게 된다.

내부창의 반사막에 의한 집열효과를 높힐 수 있고, 계절별 입사각의 변화에 의한 반사 일사량도 획득할 수 있다.

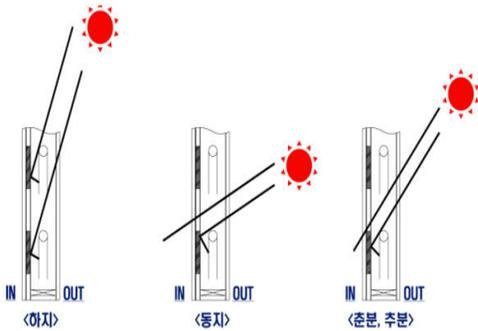


그림 3. 집열기 계절별 입사각

(3) 2중 단열창 U_L 추정

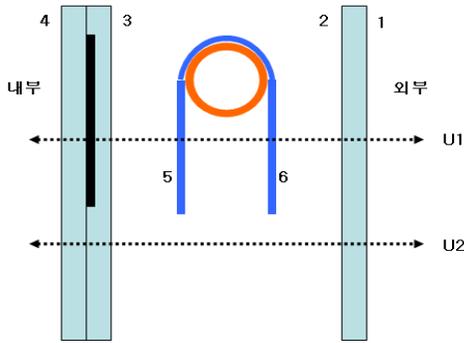


그림 4. 2중 단열창 구조

창호일체형 태양열 집열기의 열관류율 경험식은 다음과 같다.

$$U_1 = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \left(\frac{L}{k}\right)_a + \left(\frac{L}{k}\right)_b + \frac{1}{h_{r,35} + h_{e,35}} + \frac{1}{h_{r,56} + h_{e,56}} + \frac{1}{h_{r,62} + h_{e,62}} + \left(\frac{L}{k}\right)_c + \frac{1}{h_e}} \quad \dots(1)$$

$$U_2 = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \left(\frac{L}{k}\right)_a + \left(\frac{L}{k}\right)_b + \frac{1}{h_{r,23} + h_{e,23}} + \left(\frac{L}{k}\right)_c + \frac{1}{h_e}} \quad \dots(2)$$

$$U_g = \frac{U_1 + U_2}{2} \quad \dots(3)$$

식 (3)에서 식(1)과 식(2)의 평균인 U_g (U-Value)는 단열창의 실내 및 실외 열전달 계수, 창호 내 Radiation 열전달 계수, 유리판 열전달계수, 창호 내 convection 계수를 고려하여 계산하였다. 여름철에는 1.002(W/m²K), 겨울철에는

1.170(W/m²K)로서 집열기의 평균 열관류율은 1.086(W/m²K)이다.

3.2 창호일체형 집열기 모델 설계

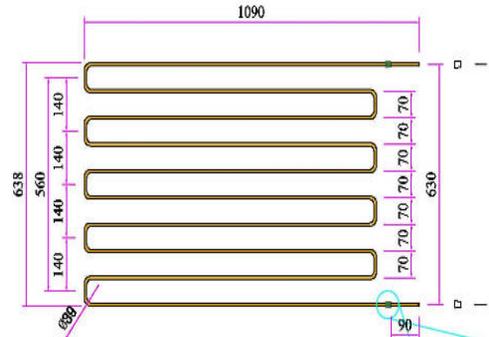


그림 5. 창호집열기 tube bending

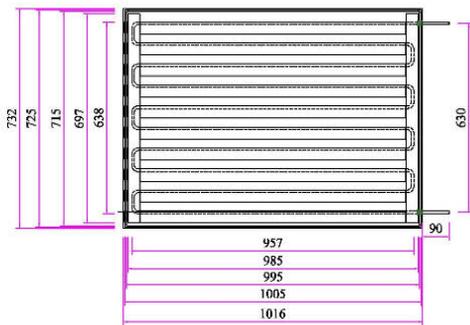


그림 6. 창호집열기 평면도

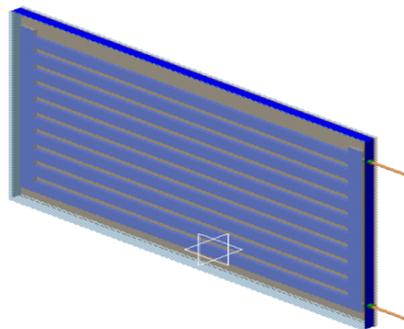


그림 7. 창호집열기 설계도

3.3 창호일체형 집열기 제작 공정
창호일체형 태양열 집열기는 다음 공정을

거쳐 생산을 하게 된다.

가. Absorber Plate 절곡 및 Slitting

나. Tube bending

다. Absorber Plate와 Copper Soldering 방식으로 접합

라. 단열창 조립(Low-e glass, LIT glass, 일반유리)

마. Silver reflector, spacer

바. 창호일체형 태양열 집열기 조립

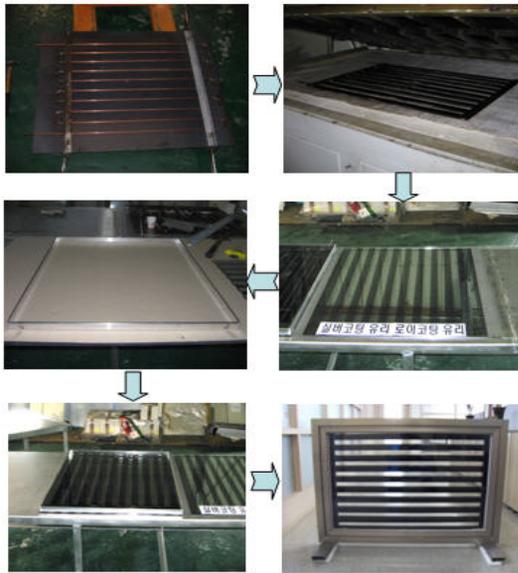


그림 8. 창호일체형 집열기 제작 공정

4. 결론

이번 연구에서 집열기 3차 샘플을 제작중에 있으며 본 연구에서 집열기의 효율목표는 열손실계수 $F_R U_L = 7.5 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ 이하, 최대 효율 $F_R(\tau\alpha) = 0.45$ 이상을 연구목표로 설정을 하였다. 향후 태양열 집열기 공인인증 기관을 통하여 집열성능 및 내구성 측정을 의뢰할 것이며, 창호 자체의 성능 또한 창호 공인인증 성능시험 기관을 통하여 측정할 예정이다.

후 기

본 연구는 에너지관리공단 연구비지원으로 수행되었음 (2007-N-SO02-P-03)

참 고 문 헌

1. Prufung der Wärmeleistung eines Sonnenkollektors (2003) H. Kerskes, H. Müller-Steinhagen Forschungs und Testzentrum für Solaranlagen Stuttgart, (TZS), Stuttgart.

2. Messung des Wärmetransportes und des Gesamtenergiedurchlassgrads eines Kollektorfensters (2003) W. Platzer, U. Amann, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg.