

# 공동주택을 위한 PV 시스템 적용기법 개발 연구

노지희\*, 윤철\*\*, 이소미\*\*\*, 주만식\*\*\*\*

\*(주)에스에너지 연구소(jhnoh@s-energy.co.kr), \*\*(주)에스에너지 연구소(chul.yoon@s-energy.co.kr)  
\*\*\*(주)에스에너지 연구소(yssom@s-energy.co.kr),\*\*\*\*(주)에스에너지 연구소(msjoo@s-energy.co.kr)

## A Study on the Development of PV Application for Apartment Buildings

Noh, Ji-Hee\*, Yoon, Chul\*\*, Yi, So-Mi\*\*\*, Joo, Man-Sik\*\*\*\*

\*R&D, S-ENERGY(jhnoh@s-energy.co.kr),\*\*R&D, S-ENERGY(chul.yoon@s-energy.co.kr),  
\*\*\*R&D, S-ENERGY(yssom@s-energy.co.kr),\*\*\*\*R&D, S-ENERGY(msjoo@s-energy.co.kr)

### Abstract

---

Nowaday, The Sustainable Development about global environment is the most important subject. In urban environment, a variety of the nature energy utilization such as the solar energy are the most efficient solution to solve this issue. One of these efficient solutions, a photovoltaic system using sunlight has been introduced to the building with an advantage such as cost-effective, safe for using and good for environment friendly in light with energy utilization. Recently, many of the apartment housings are built in domestic country. The apartment buildings have been constructed since early of 1970's. now apartment is taking over 50% out of entire housing in korea. The apartment housing applying to a photovoltaic system has been extensively studied in the foreign country but our county runs short. So, It was necessary to technical development of PV application which is suitable in Korean house culture.

The objective of this study is to develop the building integrated PV application method for apartment building.

Keywords : 건물일체형 태양진지(Building Integrated Photovoltaic), 공동주택(Apartment Building), 태양광 적용 기법(PV Application)

---

### 1. 서 론

최근 우리나라 공동주택은 소비자들의 다양한 요구수준과 시장의 경쟁력 구도 속에서 개발 단지 또는 사업 추진 주체 별로 여러

가지 차별화 전략이 적용되고 있다. 특히 거주민의 삶의 질을 향상시키고 주거의 전반적인 가치를 높이기 위한 전략으로 친환경성에 대한 필요성이 강조되고 있다. 이것은 주거단지의 배치, 입면계획, 형태계획, 외부공간 및 경관계획, 친환경 자재사용 등을 고려하

는 것으로 나타나고 있다. 이러한 경향은 최근 정부가 추진하고 있는 에너지절약 기준의 강화, 친환경건축 인증제도 도입, 신재생에너지 보급 정책의 확대와 함께 더욱 활성화되고 있다. 국가의 대안적인 에너지 정책에 부응하고 차별화된 건축 조성을 위해서는 특히 신재생에너지 기술의 적용을 더욱 확대할 필요가 있다.

최근 주택공사에서 태양광발전 아파트를 개발하기 시작한 것은 이러한 분위기를 잘 반영하고 있다고 할 수 있다. 그러나 한국주거문화의 특징에 잘 부합하고 새로운 건축의 패러다임으로 신재생에너지 시스템을 적용하는 기술개발이 요구된다. 공동주택의 특징을 잘 이해하고 새로운 건축방식의 하나로 태양광발전 시스템을 적용하기 위한 설계기법의 개발이 필요하다. 즉, 건물의 외관에 잘 부합하고 기술의 적용성과 신뢰성을 확보하는 것이 중요하다. 전자재 일체형 태양광발전시스템은 에너지 성능의 극대화만을 가지고 설계와 목표가 완성되었다고 볼 수 없으며 성공적인 건물적용 태양광 발전시스템의 통합설계가 이루어져야 한다.

따라서 본 연구에서는 공동주택의 특징에 따라 개발하고자 하는 시스템 적용기법의 설계방향을 제시하고 태양광 시스템의 효과적인 설치기법을 모색하는데 그 목적이 있다.

## 2. 공동주택적용 PV 시스템의 설계방향

### 2.1 시스템 설계 고려요소

공동주택의 특징을 잘 이해하고 새로운 건축방식의 하나로 태양광발전 시스템을 적용하기 위한 설계기법의 개발이 필요하다. 즉 건물의 외관에 잘 부합하고 기술의 적용성과 신뢰성을 확보하는 것이 중요하다.

전자재 일체형 태양광 발전시스템은 에너지 성능의 극대화만을 가지고 설계와 목표가 완성되었다고 볼 수 없으며 성공적인 건물적용 태양광 발전시스템의 통합설계를 위하여

건축 환경적인 인자도 종합적으로 고려되어야 한다.

표 1. 태양광발전 측면 설계 방향

구 분	설 계 방 향
최적시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 방위 설치 경사각도</li> <li>○ 인접 건물과의 거리/주변식생의 위치</li> <li>○ 모듈의 대면적화</li> <li>○ 시스템 규격의 정량화</li> <li>○ 최대발전/모듈온도 전열(방열)</li> <li>○ 누전 방지</li> </ul>
기능성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 효과적인 건축재와의 통합</li> <li>○ 설치의 용이성</li> <li>○ 간선의 간편함</li> </ul>
실용성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주택/빌딩/공장 등 범용적 적용</li> <li>○ 적용의 유연성</li> <li>○ 설치면적 최소화 및 설치비용 절감</li> </ul>
유지관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 간편한 시공</li> </ul>

표 2. 건축적 발전 측면 설계 방향

구 분	설 계 방 향
의장성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주변과의 아름다운 조화</li> <li>○ 건물자체 identity 표현요소</li> <li>○ 시공의 용이성</li> </ul>
안정성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 안전한 고정/부착</li> <li>○ 건물 내외부 하중의 전달</li> <li>○ 외부충격에 강한 내구성</li> <li>○ 방화 및 경량화</li> </ul>
실외환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 비, 눈, 얼음, 동결에 대한 내후성</li> <li>○ 내습성/단열성</li> <li>○ 자연환기/ 자체냉각/ 기밀성</li> </ul>
실내환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 실내외 접촉연계성</li> <li>○ 차음/오염공기 및 자외선 차단</li> <li>○ 결로방지</li> </ul>

### 2.2 공동주택 적용 PV 시스템 설계방향

태양광 발전시스템을 적용하기 위하여 공동주택의 외관의 특성, 단지규모나 배치, 건물의 형태나 규모, 주거동의 형상 등에 대한 분석이 필요하며, 이러한 특성분석을 바탕으로 맞춤형 PV 시스템 설계가 이루어질 수 있다.

#### (1) 지붕형

건설초기 판상형구조에서부터 눈썹지붕, 박공형태 지붕 이 주류를 이루면 적용되다가 최근에는 난간형태의 지붕형태가 등장하며,

점점 더 다양화되고 있다.

다른 위치에 비해 일사조건이 양호하고 음영의 영향이 적어 BIPV 시스템 적용에 유리한 조건을 가지고 있다. 일반적인 지붕의 경사각을 활용하면 발전측면에서도 유리할 수 있으므로, 옥탑이나 그 외의 장애 구조물을 고려하여 설계가 진행되어야 한다.

### (2) 입면형

공동주택의 입면은 크게 발코니창과 난간이 대부분을 차지하고 있는 형태가 대부분으로 발코니/난간부분에 적용가능한 시스템 개발이 필요하며, 뿐만 아니라 층간의 스펠드럴 구간 등 유휴면적을 활용할 수 있는 시스템 개발도 필요하다. 건물배치가 남향위주이며, 획일적인 건물형태가 대부분이므로 차별화될 수 있는 디자인이 요구되어지고 있으므로, PV 시스템의 적용이 문제해결방안 중 하나가 될 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 입면의 경우 수직으로 설치됨에 따라 최적 설치각으로 설치한 경우에 비하여 약 30% 정도 발전능이 떨어지는 문제를 가지게 됨으로 이를 해결하기 위한 방안 마련도 필요하다. 하지만, 건물이 초고층화될 수록 입면이 차지하는 비율이 높아지게 되므로, 입면형 시스템의 설치에 반드시 필요하다.

### (3) 단지구성(공원 및 기타시설)

단지내 쾌적성을 높이기 위하여 인동간격을 확보하고 충분한 완충녹지를 설치하는 등의 변화 노력이 이루어지고 있으나, 대부분 초고층화/고밀화로 인하여 쾌적성이 저하되는 문제를 가지고 있다. 최근 친환경적인 단지구성에서 탈피된 차별화된 공동주택을 요구하고 있어 PV 시스템의 효과적인 적용은 시각적인 디자인 효과 뿐 아니라 전기생산의 이점을 가지고 있어 최고의 대안이 될 수 있다. 따라서, 초기 단계에서부터의 적극적인 계획이 필요하다.

아래 표 3은 공동주택의 특징에 따라 설계하고자 하는 PV 시스템 설계방향을 제시하여 정리하였다.

표 3. 공동주택 특성에 따른 PV 시스템 설계방향

공동주택 특징	설계 요구조건
일원화 되어있는 입면구성	- 세대당 동일한 조건으로 구성 - 획일화를 탈피한 입면구성
건물(동)간 인동간격 증가	- 건축법시행령 규정 강화(0.8H>1H) - PV 시스템 적용면적 증가 - 다양한 PV 시스템 설계필요
건물형태/유형(선함은 단순함)	- 디자인요소 가미된 설계(조형적) - 유형별 디자인안 구축 (단지형, 초고층 빌딩형)
공동주택 향(대부분 남향)	- 창호형 입면이 대부분:창호형 PV 시스템 설계안 마련 - 차별화된 입면구성
단독주택 대비 세대당 외피면적 부족	- 효과적인 PV 시스템 설치면적을 늘리기 위한 방안마련(입면을 효과적으로 이용할 수 있는 설계안 도출)
총체적인 태양광아파트 지향	- 단지개념 설계범위 확장:주차장, 엘리터, 울타리, 방음벽, 정수장 등 - 건물(동)을 제외한 공원, 상가 및 구조물을 이용한 PV 시스템 추가 설계안 제시

## 3. 공동주택 적용 PV 시스템 설계 및 제작

### 3.1 모듈 설계

공동주택 건물적용 PV 시스템의 설계를 위해서는 각종 다양한 건축적 설계변수가 고려되어야 한다. 특히, PV 모듈의 개발을 위해서는 PV 모듈의 기본 규격 및 설치 시공방법이 무엇보다 중요한 요소가 된다.

공동주택에서 가장 많은 부분을 차지하고 있는 입면에 적용할 수 있는 모듈설계를 우선적으로 진행하였다.

입면적용 PV 모듈의 기본규격은 건물외장재의 생산치수를 분석한 300mm 기준의 배수형태 및 단위길이(1,000mm)를 기준으로 하였다.

#### (1) 패널부착형

철근 콘크리트 벽체로 수성 페인트 마감이 대부분으로, 대리석 마감과 같은 형태로 모듈이 설치되는 방식으로 디자인하였다. 모듈 사이즈는 900×1,200(mm)로 110W 용량의 Glass to Glass 모듈로 설계하였으며, 설계안은 그림 1과 같다.

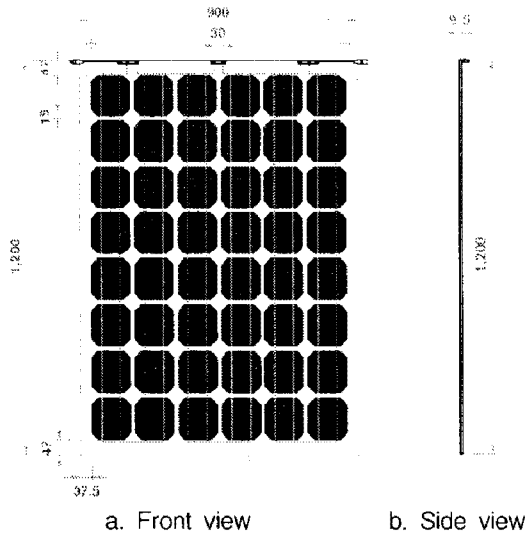


그림 4. 패널형 PV 모듈 설계안

### (2) 스파이더 브라켓형

기존의 Curtain wall 방식에서 탈피하여 유리에 홀가공을 하여 점지지 형태로 벽면을 구성하는 스파이더 브라켓 방식을 착안하여 PV 모듈에 적용할 수 있도록 하였다. 이 공법은 프레임이나 구조용 실리콘을 사용하지 않으면서도 뛰어난 안전성을 유지할 수 있는 장점을 가진다. 또한, 별도의 부자재가 필요하지 않아 개방감과 채광성을 최대한 보장하여 뛰어난 디자인으로 건축물의 미적효과를 향상시킬 수 있다. 모듈은, 1,000×1,000(mm)의 단위길이를 설계하였으며, 채광을 위한 GtoG 타입의 모듈로 그림 2와 같다.

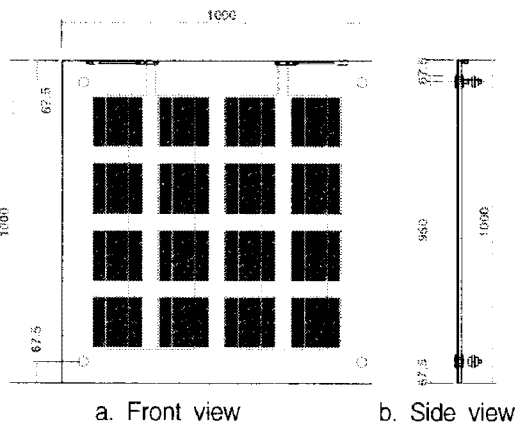


그림 6. 브라켓형 PV 모듈 설계안

### (3) 차양형

차양형 시스템은 직사광선을 차단하고 동시에 간접광인 산란광을 실내로 유입하는 역할을 할 뿐만 아니라, 건물의 입면에 활기를 불어넣을 수 있는 디자인요소로 단위세대 사이의 유휴공간을 활용하는데 유용한 아이템 중 하나가 될 수 있을 것으로 본다. 50W 출력을 가지는 일반모듈의 형태로 진행하였다.

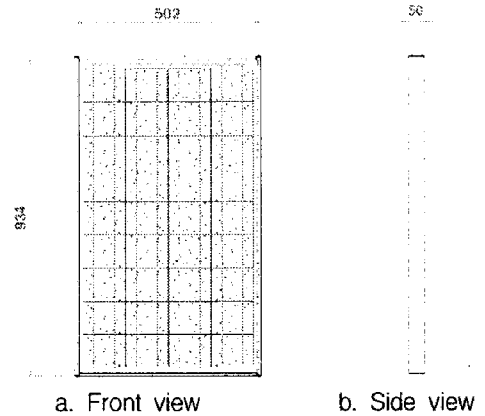


그림 7. 차양형 PV 모듈 설계안

### 3.3 모듈 제작

GtoG 모듈은 현재 국내에서 가장 많이 사용하는 125\*125mm, 156\*156mm의 결정질 태양전지(Solar Cell)를 사용하고, 유리는 저철분 유리로 두께는 3.2mm의 투과율 평균 91.5%의 강화유리를 사용하였다.

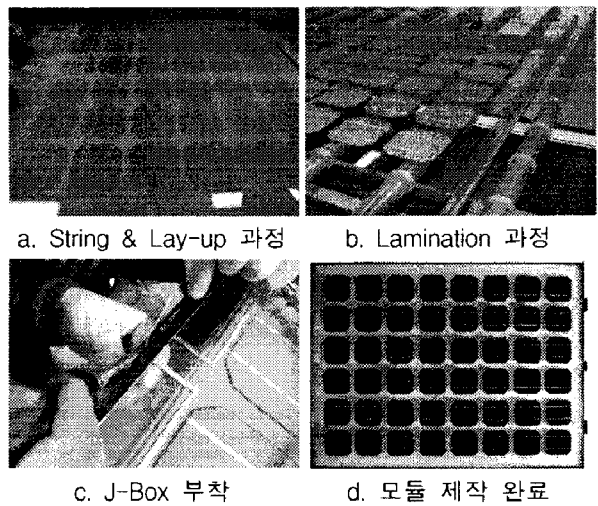


그림 8. 벽부형 모듈 제작 공정

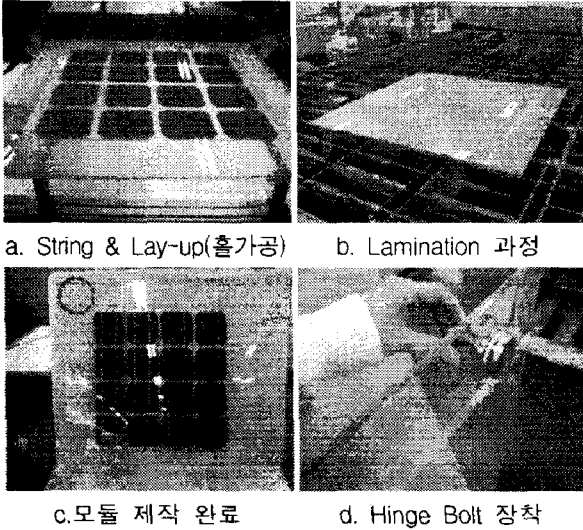


그림 9. 브라켓형 모듈 제작 공정

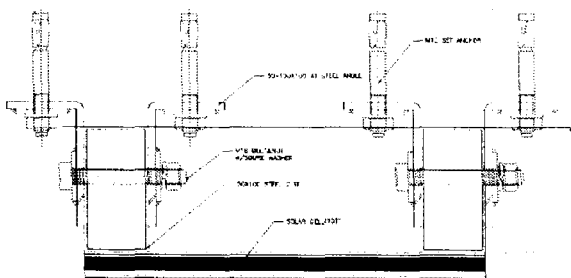
또한 불투명 소재인 백시트(Back-sheet) 대신 일반강화유리를 사용하여 투과도를 확보하였고, 유리와 태양전지와의 밀봉을 위해서는 EVA를 사용하였다.

그림 4, 5에 입면형과 브라켓형의 모듈 제작 공정을 나타내었으며, 기본적인 제작공정은 동일하나 브라켓형 모듈의 경우, 힌지볼트를 삽입할 수 있는 홀가공을 전처리로 작업으로 추가하였다.

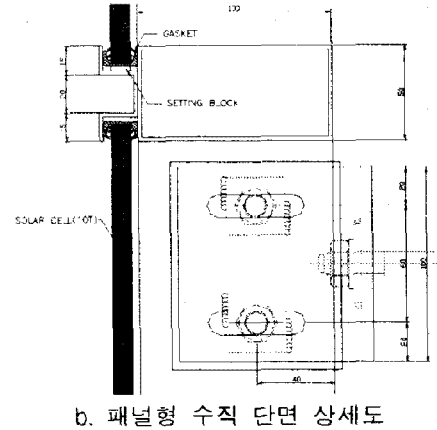
#### 4. 공동주택 적용 PV시스템 설치기술 개발

##### 4.1 설치기술

국내 건축현장에서 일반적으로 수행되고 있는 시공방법과 디테일을 조사분석하여 PV 시스템 설치기법 마련에 기초자료로 활용하였다.

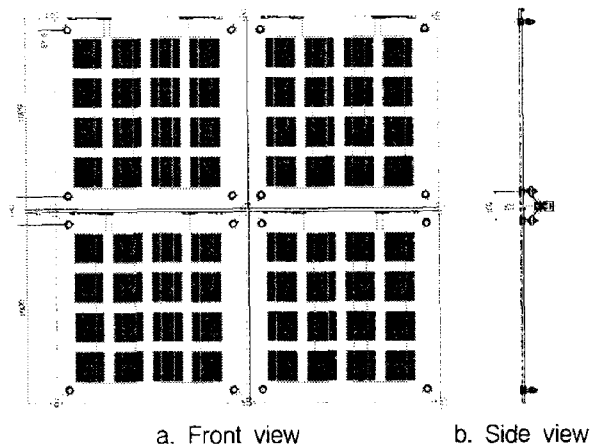


a. 패널형 수직 단면도 (상부측)



b. 패널형 수직 단면 상세도

그림 10. 패널형 시스템 시공 디테일



a. Front view

b. Side view

그림 11 브라켓형 모듈 설치 상세도

일반건축자재의 시공방법 및 설치부자재에 많은 변형없이 기존자재로 사용가능한 부분은 최대한 활용할 수 있는 방향으로 제안하였다. 이를 통하여 기존 시공업자들이 별도 교육없이 시공이 용이할 수 있고 일반 건자재와의 결합성도 우수할 수 있도록 하였다.

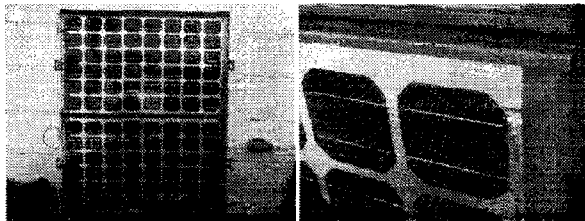
##### 4.2 설치기법 구현

제작된 모듈을 활용하여 T자형 임시 설치가대를 제작하여 설치기법을 적용하여 보았다. 패널부착형은 모듈부착을 위한 Steel 각 파이프와 프로파일에 철제앵글과 앵커를 볼트와 너트로 체결하여 결합하고 앵글면에는 Slot을 두어 상하/좌우를 맞출 수 있도록 하였다. 모듈과 벽 사이에 일정공간을 두어 후면 통풍 및 배전반으로의 전선통로 역할을

할 수 있도록 하였다. 모듈은 Gasket을 사용하여 일체화시킨 후, 파이프에 부착된 U클립에 끼워 설치를 하는데, Gasket은 강화유리구조인 모듈에 밀착시켜 진동과 풍압에 견디며 기밀성을 유지하는 역할을 하게 된다.

브라켓형은 설치부자재를 설치하기 위한 커플러의 위치를 잡고 용접하였다. 고정된 커플러에 필요한 브라켓을 결속하고 모듈에 힌지볼트를 삽입/고정하는 작업을 통하여 간단히 마무리된다. 힌지볼트를 사용함으로써 약 ±3mm 정도의 오차를 잡아줄 수 있어 모듈 가공시 나타날 수 있는 오차나 수평/수직을 맞추기 용이하다.

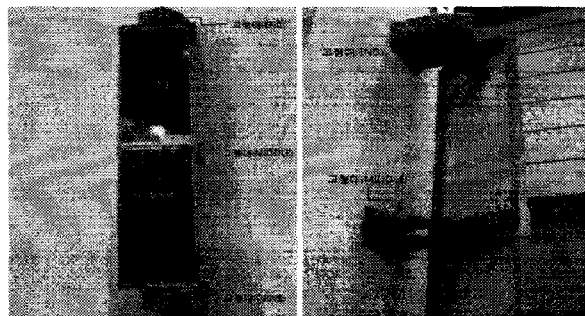
차양형은 프레임있는 모듈에 고정틀을 제작하고 볼팅하여 고정하고 설치각 변경이 가능하게 제작된 고정대에 결속하는 방식으로 제작하였으며, 수직/수평으로 설치가능하다.



a. 패널부착형



b. 브라켓형



c. 차양형

그림 13. 타입별 PV 시스템 설치구현

## 5. 결론

국내 전체주택보급률의 50%이상을 차지하고 있는 우리나라의 대표 주거형태인 공동주택의 외피면적에 태양광발전시스템을 적용한다면 전기요금 절감, 최대전력 감축, 환경친화적인 무공해에너지 공급 등은 물론이고 화석에너지원 수입억제와 이산화탄소배출억제 등의 보급효과를 가질 수 있다. 이에 효과적인 적용을 위한 PV시스템의 적용방식을 개발하기 위하여 가장 많은 외피를 차지하고 있는 입면부분에 적용가능한 패널형과 브라켓형, 차양형을 제시하여 보았다. 제시한 설계안은 초기안으로 설치구현을 통하여 나타난 여러가지 문제점 등을 파악하여 새로운 설계대안 마련이 진행중에 있으며, 용이한 시스템 결선방안마련을 위한 연구 등 추가적으로 진행되어야 할 부분이 많이 남아있다. 본 논문에서 제시한 입면형 이외에도 설치조건이 좋은 지붕형과 입면에 많은 면적을 차지하고 있는 발코니에 적용이 가능한 시스템 설계안에 대하여도 추가적으로 진행할 예정이다.

## 후 기

이 논문은 대한주택공사 지원, 2007 중소기업 기술개발 지원사업의 “에너지 절약형 공동주택을 위한 PV 시스템의 적용기술 개발”의 일환으로 진행된 연구 결과의 일부임.

## 참 고 문 헌

1. 이웅직, BIPV의 아파트 건물 적용 가능성에 대한 연구, 한국생태환경건축학회 논문집 Vol.6 no.1, pp.25-32, 2006
2. 이소미, 노지희, 공동주택을 위한 PV 시스템 적용에 관한 연구, 한국신·재생에너지학회 논문집, pp.276-279, 2007.6
3. 윤종호 외, 건물외피용 태양광발전 BIPV모듈 개발 연구, 한국생태환경건축학회 논문집 Vol.4, No.3, pp.113-120, 2004.9
4. Photovoltaics : Design and Installation Manual, Solar Energy International, New Society Publishers, 2004