

공동주택의 태양광발전설비 적용을 위한 설계방법에 관한 연구

이 소미¹⁾, 윤 철²⁾, 이 용호³⁾

Study on the Design Methods of PV System for Apartment Buildings Application

So Mi Yi, Chul Yoon, Yong Ho Lee

Key words : Photovoltaic(태양광발전), 공동주택(Apartment Building), 적용사례(Case Study)

Abstract : Nowadays, 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.

1. 서론

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 고려하는 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 요

구된다. 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. 건자재 일체형 태양광 발전시스템은 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.

1) (주) 에스에너지 기술연구소
E-mail : yssom@s-energy.co.kr
Tel : (02)801-7100 Fax : (02)801-8788

2) (주) 에스에너지 기술연구소
E-mail : chul.yoon@s-energy.co.kr
Tel : (02)801-7100 Fax : (02)801-8788

3) (주) 에스에너지
E-mail : solar.lee@s-energy.co.kr
Tel : (02)801-7100 Fax : (02)801-8788

2. 공동주택의 PV시스템 설계 검토

2.1 PV시스템 설계 고려요소

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

Table 1. 건축적 발전 측면 설계 방향

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

Table 2. 태양광발전 측면 설계 방향

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

건자재 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.

2.2 공동주택 PV 시스템 설계방향

태양광 발전시스템을 적용하기 위하여 공동주택의 외관의 특성, 단지규모나 배치, 건물의 형태나 규모, 주거동의 형상 등에 대한 분석이 필

요하며, 이러한 특성분석을 바탕으로 맞춤형 PV 시스템 설계가 이루어질 수 있다.

Table 3. 공동주택 특성에 따른 PV 시스템 설계방향

공동주택 특징	설 계 요 구 조 건
일원화 되어있는 입면구성	<ul style="list-style-type: none"> 세대당 동일한 조건으로 구성 획일화를 탈피한 입면구성
건물(동)간 인동간격 증가	<ul style="list-style-type: none"> 건축법 시행령 규정 강화(0.8H>1H) PV 시스템 적용면적 증가 다양한 PV 시스템 설계필요
건물형태 및 유형(선곡은 단순함)	<ul style="list-style-type: none"> 디자인요소 가미된 설계(조형적) 유형별 디자인안 구축(단지형, 초고층 빌딩형)
공동주택 향(대부분 남향)	<ul style="list-style-type: none"> 창호형 입면이 대부분:창호형 PV 시스템 설계안 마련 차별화된 입면구성
단독주택 대비 세대당 외피면적 부족	<ul style="list-style-type: none"> 효과적인 PV 시스템 설치면적을 늘리기 위한 방안마련(입면을 효과적으로 이용할 수 있는 설계안 도출)
총체적인 태양광아파트 지향	<ul style="list-style-type: none"> 단지개념 설계범위 확장:주차장, 놀이터, 울타리, 방음벽, 정수장 등 건물(동)을 제외한 공원, 상가 및 구조물을 이용한 PV 시스템 추가 설계안 제시

3. 공동주택의 PV시스템 설계

3.1 PV 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.

- 지붕형

지붕형 시스템은 4면 결합구조로 크게 수직/수평 프레임과 커버로 구성되어진다. 지붕면에 방수처리가 완료되면, 모듈을 설치하기 위하여 수직/수평 각재를 스크류로 고정하고, 수직 프레임과 수평 프레임을 제작되어진 모듈사이즈에 따라 절단 가공하여 고정한다. 상부에 모듈 밀착을 위한 가스켓을 끼워 넣고 Frameless 모듈을 안착시킨 후, 가스켓을 끼워 넣어 마감하는 방식이다. 흔히 지붕을 '마감한다'거나 '잇는다'는 것은 배수한다'는 의미와 '밀봉한다'는 의미로 구분할 수 있다.

지붕일체형 BIPV 모듈의 설치에 있어서는 절로동의 건축적 기능을 무시할 수 없기 때문에 배수를 위한 지붕잇기 방식 도입으로 모듈의 냉각

을 극대화 하고 발전량을 높이는 방식이 효과적이고 이와 같은 개념으로 디자인되었고, 모듈의 상하로 가스켓을 사용하여 한번 더 밀착성을 확보하여 추가적으로 방수성능을 확보할 수 있다. 커버 가스켓의 경우, 모듈 고정을 위하여 경도를 확보하고 있으나, 고무 가스켓으로 유연성을 가지고 있으므로, 시공 시 작업성이 우수한 특징을 갖는다. 건식공법으로 기후적 영향을 받지 않고 작업이 간소하여 공기가 단축되는 장점도 가진다. 하단의 [그림 1]은 지붕재 설치 3D 도안으로 모듈설치에 필요한 부자재 및 설치기법을 보여주고 있다.

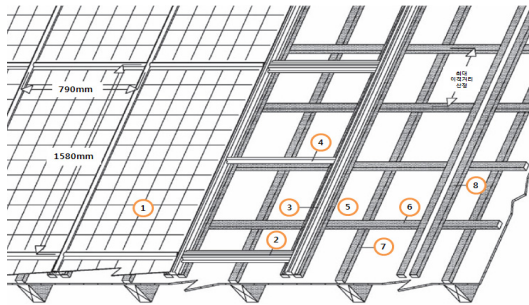


Fig. 1 Gasket 마감형 지붕재 설치기법

- 벽면 패널부착형

철근 콘크리트 벽체로 수성 페인트 마감이 대부분으로, 대리석 마감과 같은 형태로 모듈이 설치되는 방식으로 디자인하였다. 일반적인 외장판넬로 흔하게 사용되는 사이즈는 1,200*900, 등의 3배수 단위로 올라가기 때문에 그에 맞는 모듈을 설계 디자인 하였으며 설계안은 그림 2와 같다. 완성된 패널형 PV 모듈은 일반적인 건축외장재 마감방식인 클로즈드 조인트 방식과 오픈 조인트 방식(Open Joint System)은 가장 일반적인 방법으로, 수밀성을 확보하기 위하여 패널설치 후, 코킹으로 마감하는 방식이며, 시공이 간단하고 경제적인 장점을 가지고 있다. 오픈 조인트 방식(Open Joint System)은 외측의 외벽을 개방하고 내측에 기밀한 재료를 사용하여 이중 외피를 구성하는 방식으로, 줄눈부분에 코킹 마감을 하지 않는 것이 특징이다.

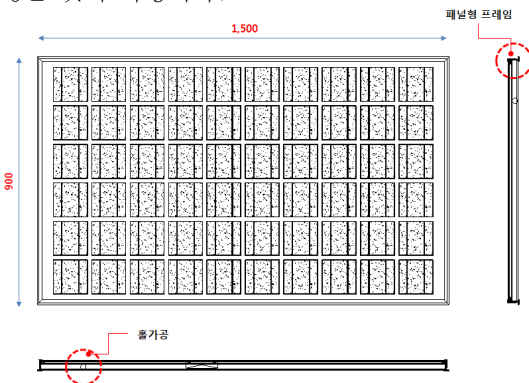


Fig. 2 Panel형 모듈 설계안

3.2 공동주택 적용 PV시스템 디자인

공동주택에 적용이 가능한 설치위치별로 나눠 적용사례 및 디자인을 살펴보면 아래와 같다.

■ 지붕형

- 경사형 지붕형태로 1차 방수가 완료된 상태에서 프레임 잇기 방식
- 가로, 세로 고정지지대를 설치하고 지붕형 모듈을 고정하며, 세로 이음매가 형성, 프레임으로 고정하여 전선의 결전 비노출



Fig. 3 지붕 마감 후 모듈 고정위한 프레임 설치

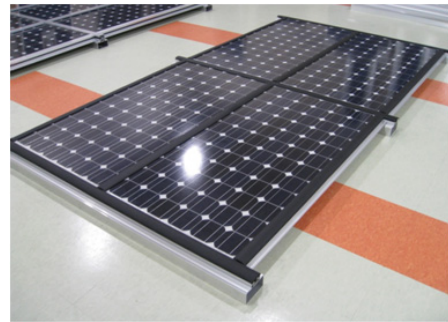


Fig. 4 지붕용 모듈 시작품 제작

■ 벽면 부착형

- 철근 콘크리트 벽체로 수성 페인트 마감이 대부분이며, 하부에는 벽돌이나 드라이비트 등으로 마감하기도 함. (부착형태로 적용 가능성이 많음)
- 공동주택(아파트) 외벽의 대부분이 내단열 콘크리트 구조이므로, PV모듈 설치를 위한 지지구조를 설치함. (일정간격의 지지대를 설치하여 모듈 고정)

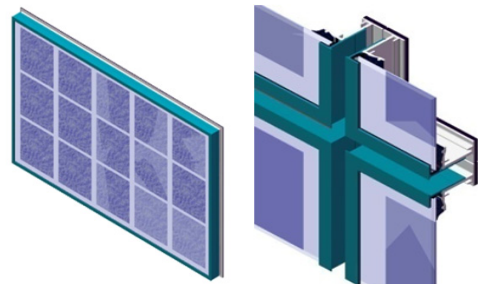


Fig. 5 벽부형 설계 디자인

3.3 공동주택 단지 디자인

공동주택 단지에 적용이 가능한 지붕용과 벽면 부착형 디자인에 대해 전체 단지에 적용을 하여보았다. 실제 국내의 공동주택의 인동간격 및 요즘 고층화 추세에 맞춘 외벽디자인의 변경으로 인해 그림자가 발생하는 부분이 많아서 실제 설계에 적용할 때 많은 부분 유의하여야 한다.



Fig. 6 발코니 및 벽면적용

▪ 공동주택 PV 설치 건축적 접근 검토사항

- 설치 건물이 인접건물 또는 상호간의 시설물 등에 의해 음영이 발생되지 않는지? 건물에 설치된 태양전지모듈에 그림자를 드리우는 장애물(자체 건물, 인근 건물, 나무, 굴뚝 등)이 있는가?
- 설치물이 기존 건물이나 주변 건물과 조화를 이루고 있는가?
- 사후관리 측면에서 교체 및 유지보수가 용이한지?
- 건물의 방수 또는 기밀성이 유지 되었는지?
- 시스템의 최적 효율을 위해 태양전지모듈의 설치 각도 및 방향이 결정되었는지?



Fig. 7 공동주택 단지 내 적용 디자인

4. 결론

공동주택은 외관의 면적비중이 높아 PV시스템을 적용하기에는 유리한 점이 많다. 또한 국내 주거형태의 대부분을 차지하고, 앞으로 주택난의 해소를 위해 공동주택의 보급이 확대되어가는 시점에서 태양광주택 10만호 목표달성 및 국가적 Solar City 계획에 맞는 PV시스템 적용방안의 마련은 시급하다.

따라서 우리주거형태에 맞는 공동주택형 PV시스템 설비 도입 가능성을 위해 적용 가능한 디자인 및 설계안을 제시하여 실제 설치 할 수 있도록 활용하고자 하는 목적으로 진행되었다.

- 공동주택의 외관은 시대의 흐름에 따라 발전, 지붕디자인의 변화 및 입면의 면적은 PV 시스템 설치가 매우 유리함

- 국외의 공동주택 PV시스템의 경우, 도시적 차원의 단지설계로 진행, 그 설치면적 및 그림자에 따른 분석, 유휴부지 활용등으로 최대한의 효과를 창출하도록 설계됨

- 지붕형 디자인은 국내 공동주택의 높이가 국외에 비해 높으므로 풍하중등 기상환경에 여러가지로 고려되도록 디자인 설계되어야 함.

- 전체적으로 남향을 향하는 단지에서 외벽면을 활용한 관널형 타입의 외벽부착모듈이 알루미늄샷시에 고정되는 타입보다 적용성이 더 우수할 것으로 보임.

후기

이 논문은 대한주택공사 지원, 2007 중소기업 기술개발지원사업의 "에너지 절약형 공동주택을 위한 PV시스템의 적용기술 개발"의 일환으로 추진된 연구 결과 일부로 진행되었음

References

- [1] 이관호, 공동주택의 배치 및 블록별 재생에너지 시스템의 적용성에 관한 연구, 한국태양에너지학회 논문집, Vol 26, No.3, 2006, 79-87p
- [2] 이용직, BIPV의 아파트 건물 적용 가능성에 대한 연구, 한국생태환경건축학회 논문집, Vol 6, No.1, 2006, 25-32p
- [3] 노지희 외, 공동주택을 위한 PV시스템적용기법 개발 연구, 한국태양에너지학회 춘계학술 발표대회 논문집, 2008-04
- [4] 김현일 외, 공동주택을 위한 태양광발전시스템의 적용성에 관한 연구, 대한건축학회 학술대회 논문집, Vol 23, No.2, 2003 801-804p