

발코니 설치식 가동형 차양겸용 BIPV 디자인과 성능연구

진경일*, 윤종호**

*국립한밭대학교 건축공학과 부교수, **국립한밭대학교 건축공학과 교수

Movable BIPV Shading Device Design for Apartment Building Balcony

Chin, Kyung-Il* Yoon, Jong-Ho**

*Dept. of Architectural Engineering, Hanbat National University (classic9@hanbat.ac.kr),

**Dept. of Architectural Engineering, Hanbat National University (jhyoon@hanbat.ac.kr)

Abstract

At the beginning the 21st century, we are interested in renewable energy especially photovoltaic. So, we have been installed PV at the building roofs so that we call it building integrated photovoltaic. But strictly speaking, installing the PV on the roof is not building integrated. There are few BIPV designs especially for balcony. In the apartment building, roof is good installing place for PV, but its area was limited. Now a day, built apartment building's heights are more and more increased so that the performance of installed PV on the roof cannot be enough to use even the public use. Thereby, we need the new space in the building to install the PV except the building roof. This study suggests the building façade balcony as a new space to install the PV with building integrated PV design.

Hence, in this study, we are designed the movable BIPV shading device for apartment building balcony, and verified its performance with computer simulation. Developed device in this study can works as an electronic generation device and an overhang on the side balcony. As a result, the electronic generation performance of device contributes 15~30% to each apartment unit. The more unit width increase, the better contributed device generates.

Keywords : 건물일체화PV(BIPV), 발코니(Balcony), 공동주택(Apartment), 차양(Shading Device)

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

21세기 들어 신재생에너지에 대한 관심이 높아지면서 건축물에 신재생에너지 시스템을 적용하고자 하는 연구와 시도 또한 빈번해지고 있다. 그 중 태양광은 건물에 적용하기

가장 쉽고 장치 또한 간단하여 건축가와 거주자의 많은 관심을 끌고 있다. 그러나 현재까지는 발전효율이 높지 않아 많은 면적을 설치하여야 한다는 문제점으로 인하여 단독주택에는 설치하고 있는 경우를 종종 볼 수 있으나 공동주택의 경우에는 그 설치된 사례를 보기 어렵고, 설치가 된다 하여도 세대별 전기

투고일자 : 2010년 8월 13일, 심사일자 : 2010년 8월 23일, 게재확정일자 : 2010년 10월 22일
교신저자 : 윤종호(jhyoon@hanbat.ac.kr)

공급은 어려운 실정이다. 그러다보니 PV패널의 설치하는 의당 단독주택의 독차지가 되어버렸고, 일반인들은 단독주택 중에서도 지붕면에만 설치하는 것으로 인식되어오고 있어 건물일체화 태양전지 시스템이 무색한 경우도 빈번하다.

한편, 공동주택의 경우 공동주택의 벽면 혹은 발코니 전면부에도 태양광시스템의 설치가 가능할 수 있다. 물론 건물의 넓이와 비교하면 발코니 전면부는 지붕면에 비하여 좁은 면적이고 설치각도 또한 최적의 효율이 나올 수 있는 각도에서 벗어난 설치를 하게 될 수밖에 없으므로 PV의 발전효율은 그다지 유리하지 못한 것은 사실이다.

한편 상기와 같이 공동주택의 발코니에 PV를 설치하는데 있어서는 발코니에 고정형으로 PV를 설치한다면 거주자의 조망에 불편함을 주거나 항상 어둡다는 단점이 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여서는 발코니에 설치할 수 있으면서 거주자의 요구에 따라서는 조망을 확보할 수 있도록 하고 필요에 따라서는 장치를 가동시켜 PV기능을 하도록 하는 시스템이 유리하다

본 연구에서는 발코니 전면부에 설치가 가능하면서 거주자의 조망권에 영향을 최소화할 수 있는 건물일체형 PV시스템을 개발하고 개발된 장치를 각 아파트 평형대별로 설치하였을 경우 생산되는 전기량을 예측한다.

1.2 연구의 내용 및 범위

본 연구는 상기와 같은 연구목적을 달성하기 위하여 발코니에 조망에 문제가 없도록 가동형 시스템을 설치하는 것으로 설정하고 그 BIPV 디자인을 개발한다.

또한 개발된 BIPV를 설치하였을 때 발전 성능이 어느 정도 될 것인가를 시뮬레이션 하며 건물 에너지부하 담당비율을 예측한다.

한편, 본 연구에서의 범위는 다음과 같다.

첫째, '발코니설치형 BIPV'는 2010년 기준 18%효율을 가지는 것으로 가정한다.

둘째, 공동주택의 규모는 일반적인 아파트로 하되 각 평형별 전기 생산량 가능성을 알아본다.

셋째, 발전량 시뮬레이션은 건물의 향이 정남향인 건물로 한정한다.

2. 기존 연구분석

2.1 기존 연구사례

오명석 외(2008)는 “아파트에 적용된 PV시스템의 개선방안에 관한 연구”에서 아파트에 적용된 PV시스템 성능조사와 시스템 부하에 관하여 연구하였다. 그러나 이 연구에서 설정한 PV시스템은 아파트 지붕면에 설치한 시스템으로 층고가 높아지면 효과가 매우 미미해질 수밖에 없다는 단점이 있다.

진경일(2009)은 “거주자 주택점유율을 고려한 공동주택 발코니 PV시스템 디자인”에서 아파트 발코니에서 창문형 PV시스템을 개발하고 거주자의 주거거주시간을 고려하여 에너지생산량을 예측하였다. 그러나 이 연구는 창호의 기능을 중심으로 연구한 연구이며 차양에 관한 연구는 아니다.

차광석과 전재홍(2008)은 “공동주택 활용 가능한 신재생에너지 적용방안-1”에서 공동주택에서 PV를 사용할 수 있는 다양한 발코니의 PV시스템을 논하기는 하였으나 역시 발코니 및 차양에 관한 내용은 없다.

조진균 외(2008)는 “친환경공동주택 모델개발을 위한 설비시스템 요소기술 적용성 및 통합설계방안에 관한 연구”에서 발코니와 태양광 모듈에 관하여 다루기는 하였으나 BIPV를 다루지는 않았다. 그 밖에도 서정훈(2006), 조한(2006)등 몇몇 연구가 있기는 하나 대부분이 태양에너지에 관한 에너지량 계산이거나 기본적인 설치유형을 분류하는 정도에 머물렀다. 따라서 본 연구는 공동주택 발코니에 차양형으로 PV시스템을 설치하는 장치의 개발로 기존연구들과는 차이가 있다.

2.2 현재의 태양광공동주택

2000년대 들어 태양광아파트들이 국내 곳곳에 지어지고 있으며 근래 들어서는 빈번하게 볼 수 있게 되었다. 이들 대부분은 고층아파트의 지붕면에 PV모듈을 부착한 것으로 공동주택의 지붕에 PV를 설치하는 경우는 아래 그림 1)과 같이 공동주택의 지붕면에 PV를 설치하고 그 생산된 전력은 공용부하로 사용되는 경우가 대부분이다.

따라서 근래 언급되는 태양광아파트는 지붕 설치형으로써 아파트의 면적은 그대로이나 층고가 높아지면 그만큼 에너지사용의 효과는 적어지게 된다는 단점이 있다. 따라서 고층건물일수록 지붕일체형PV시스템은 그 효과에 있어서 기여도가 적을 수밖에 없다.



그림 1. 지붕에 PV를 설치하는 태양광아파트 사례

3. 접이식 차양형 발코니 PV시스템 디자인

3.1 디자인 개념과 개발의 개요2)

본 연구에서 추구하는 BIPV의 디자인에 있어서 건물 일체화의 개념은 다음과 같다.

첫째, 공동주택 발코니에서 PV의 기능을 수행할 수 있도록 한다.

둘째, 디자인이라는 측면에서 발코니에 일체화 되어 Building Integrated PV의 개념을 충분히 만족시킨다.

셋째, 공동주택 거주자의 생활에 지장을 주지 않을 수 있도록 발코니 전면부의 시야확보가 가능한 디자인이 되어야 한다.

넷째, 차양의 기능을 가지도록 한다. 발코니확장을 한 경우 실내유입 직사일광을 막아 줄 수 있도록 한다.

이상과 같은 개념을 이용하여 본 연구에서는 아래 그림 2와 같은 디자인으로 가동식 발코니형 차양겸용 PV를 디자인하게 되었다. 아래 그림 2의 내용을 중심으로 설명하면 이하와 같다.

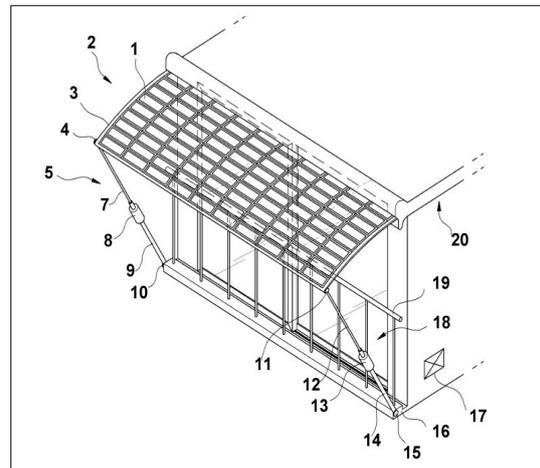


그림 2. 발코니 설치형 차양겸용 가동형 BIPV 개요도

우선, PV로서 기능을 수행하도록 하기 위하여 PV패(1번)널을 장치하였다. 이 PV패널은 이 장치의 주요 역할을 한다. (3번)은 PV를 고정시키는 틀이다. (1번)과 (3번)을 합하여 차양형태양광모듈(2번)을 형성한다. (4번)~(10번)은 (2번)을 지지하는 암(arm)(5번 및 18번)으로 길이 조절이 가능하게 하였다. (19번)은 발코니난간, (20번)은 (2번)모듈이 발코니 천장위의 빈 공간으로 삽입될 수 있는 기능을 가진 장치로 설정하였다. 또한, (17)번은 작동을 제어하는 제어장치이다.

3.2 작동원리

그림 2의 장치는 본 장치의 설계개념에 나타난 바와 같이 고정형이 아니고 가동형이다.

1) 2009-12-16 연합뉴스 기사내용 중 발췌사진(서울 길음 뉴타운 사례)
2) 기타 자세한 세부사항은 특허출원 10-20 10-0071802 참조

따라서 사용시에는 천장부에 약간의 두께를 가지고 설치된 공간(20번)에 들어있는 PV모듈(2번)은 가동 시 그림 2와 같이 돌출되고 (8,13번) 장치를 통하여 지지대(7,12번)이 지지대(9,14번)안으로 알고리즘을 가진 제어장치(17번)에 의하여 필요한 만큼 들어가게 된다. 그림 3은 장치의 가동을 도식으로 나타냈다. 좌측그림은 하절기 태양고도가 높은 상태에서 가동하기 위하여 PV가 발코니에서 최대 돌출된 상태이고, 우측그림은 겨울철 태양고도가 낮은 상태에서 태양과의 각도조절을 위하여 혹은 필요에 따라서 실내로 외부광선이 들어오는 것을 줄이기 위하여 조절한 상태를 나타낸 것이다.

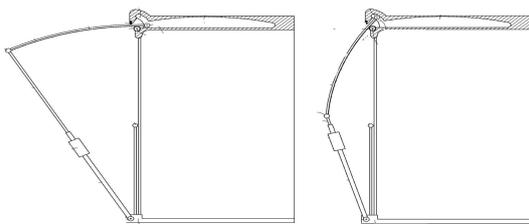


그림 3. 장치의 가동 (좌: 장치돌출, 우: 각도조절)

따라서 본 연구에서 개발한 발코니일체형 PV시스템은 창문이나 벽면에 단순히 부착하여 그 기능을 수행하는 것이 아니고 건물과 하나로 일체화된 부속품의 일부로서 그 기능을 수행하도록 디자인 하였다.

3.3 서울 및 중위도지방을 위한 디자인기준

그림 2와 같이 시스템을 만들 경우 PV의 각도는 발전성과 깊은 관계를 가지게 된다. 따라서 PV차양장치 그림 2의 2번의 길이는 그림 4에 설명된 바와 같이 결정한다.

그림 4에 나타낸 바와 같이 태양의 각도와 차양장치인 PV판의 각도는 지구상의 중위도지방인 경우 그림 4의 각도 θ 는 약 30도로 결정하였다. 그림에서 θ 와 Q 를 더욱 명확히 결정하기 위해서는 본 시스템을 설치하는 위도에서 아래층에 그림자가 생기지 않을 정도로 상기의 시스템

을 가동시키고 태양광의 입사각이 60도 이상 되지 않도록 설정한다면 최대PV면적의 최대전력 생산량을 구할 수 있을 것이다. 따라서 중위도 지방의 태양고도와 입사각에서의 안전한 범위 및 계절별 일사량을 고려할 때, 한국의 경우 4월~5월의 일사량이 가장 높으므로 이때의 태양고도 약 60도 전후에 맞도록 설정하였다.

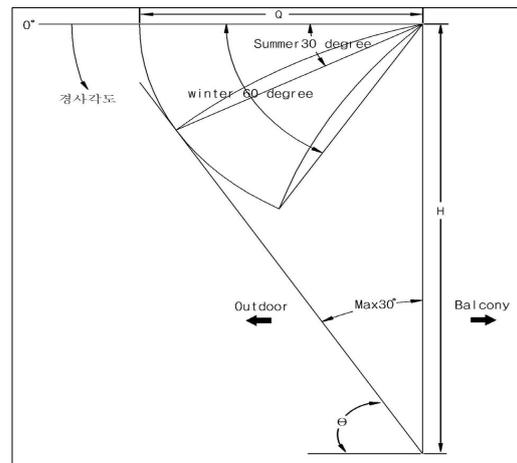


그림 4. 시스템의 적정 가동각도 설정

4. 아파트에 설치한 경우 장치의 성능 분석

BIPV의 개념으로 개발한 장치의 성능을 예측하고 그 효율성을 증명하기 위하여 본 연구 3장에 언급된 디자인에 의하여 제작된 시스템의 전력량 시뮬레이션을 실시하였다.

4.1 성능 시뮬레이션 개요

PV를 설치한 경우의 성능비교를 위한 시뮬레이션 도구는 입사각별 일사량에 따른 PV 시스템의 발전량 계산이 가능한 트랜시스(TRNSYS)를 사용하였으며, 시뮬레이션 입력조건으로 설정한 대상모델 규모 및 조건 설정 사항은 표 1 및 그림 5와 같다.

설치형태에 대한 가정은 앞서 제시한 PV시스템을 발코니에 설치할 경우 설치 전후의 성능 차이를 알아보기 위하여 그림 2와 같은 형태의 장

치를 표 1과 같은 조건에서 그림 5에 표시한 발코니부위에서 작동하는 PV시스템의 면적당 생산 가능한 전력량 시뮬레이션을 실시하였다.

여기서는 그림 2와 같은 장치를 설치하고자 할 때 설치 그 성능을 예측하는 것이 그 목적이라 할 수 있다. 따라서 평면도의 형태나 규모 보다는 시스템을 그림 2와 같은 형태로 설치하고 장치를 계절에 맞추어 60도 각도와 30도 각도로 혼용하여 사용하였을 때 최고의 성능을 나타냄을 보였다.

표 1. 시뮬레이션의 입력 및 전제조건

항목	내용
시스템설치위치 및 방향	서울, 정남향, 주변장애물없음
PV타입	블투명형 (18%효율)
구름 및 일사조건	연간 실측평균 자료 반영
설정 규모	발코니 남측면 11.7m설치
주택규모	4인 가족거주 43평형 아파트
세대 연간 전력요구량	4048kWh/year
PV돌출길이	1152mm=(2300mm×cos60)

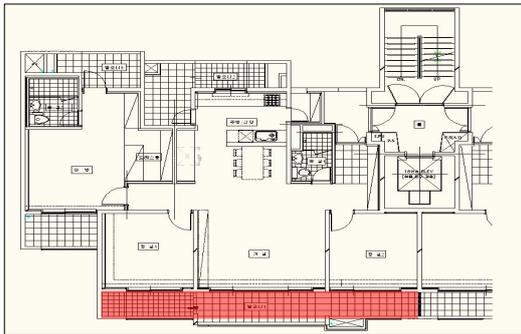


그림 5. 시뮬레이션에 사용한 43평형 아파트 도면

표 2. 시뮬레이션에 사용한 PV성능사양(음영표시부분)

Electrical data		AS13N657/976/576EW	AS13N650/576/976EW	AS13N6300/576/325EW	AS13N657/976/288EW
Power (max.)	P_{max}	32 W_p	32 W_p	10 W_p	16 W_p
Voltage at max.-power point	U_{mp}	68 V	36 V	36 V	68 V
Current at max.-power point	I_{mp}	0.47 A	0.89 A	0.29 A	0.23 A
Short-circuit current	I_{sc}	0.60 A	1.13 A	0.37 A	0.3 A
Open-circuit voltage	U_{oc}	93 V	49 V	49 V	93 V

The electrical data apply to standard test conditions (STC) for the stabilised state with spectrum AM 1.5 at a cell temperature of 25°C. The nominal power may be initially approx. 18% higher than the quoted power data. The quoted power figures are subject to a production tolerance of 10%. The current values of ASP-Glass laminated to an additional front glass pane are slightly lower.

또한 시뮬레이션에 사용한 PV모듈의 전기적특성에 관한 데이터는 표 2에 나타난 바와 같으며 진하게 표시한 부분이 본 연구의 시뮬레이션에서 사용한 PV성능자료이다.

PV의 성능효율은 2010년 현재 개발되어 있으며 양산이 되고 있는 제품의 성능 중 효율18%를 보이는 제품을 기준으로 하였다.

4.2 성능 시뮬레이션 결과 및 분석

시뮬레이션의 결과를 표 3에 나타내었다. 그림 3과 같이 PV차양은 각도가 변할 수 있도록 가동되기 때문에 일정한 각도로 고정시킨 경우처럼 태양의 각도변화에 따라서 발전량 극대화를 위한 대응이 불가능하지 않다. 따라서 필요시 태양의 각도에 부응하여 차양장치(PV)의 각도를 조절하여 최대의 에너지 생산을 위하여 작동하게 된다.

우선, 표 3에 나타난 바와 같이 30도 고정일 경우와 60도 고정일 경우의 전력생산량을

표 3. 입력조건이 표 1과 같을 때 시스템의 경사도별 전력생산량과 그 조합된 경우에서의 비교 시뮬레이션 결과

항목\월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
전력생산[kWh]: 30도	68.5	76.9	92.4	103.8	107.3	97.5	80	88	91.1	91.1	67.2	58.1	1022
전력생산[kWh]: 60도	73.8	78.5	85.9	88.3	84.9	74.6	62.5	72.4	81.3	90.3	71.5	62.7	927
전력생산[kWh]: 복합	73.8	78.5	92.4	103.8	107.3	97.5	80	88	91.1	91.1	71.5	62.7	1038
세대 부하담당(%)	21.0	22.3	28.7	31.5	34.1	30.6	24.6	23.8	25.4	28	21.2	18.2	25.6
세대 전기부하 [kWh]	351.5	351.5	321.9	329.3	314.5	318.2	325.6	370	358.9	325.6	336.7	344.1	4048
구매전력량 [kWh]	283	274.6	229.5	225.5	207.2	220.7	245.6	282	267.8	234.5	269.5	286	3026
설치후 요금 [천원]	37	35	26	26	22	25	30	37	34	27	34	37	370
설치전 요금 [천원]	57	57	48	51	46	47	49	62	59	49	53	55	633
전력요금 절감효과	21	22	22	25	24	22	19	25	25	22	20	19	266
발전량/kWp	114.2	128.1	154	173	178.8	162.5	133.4	146.7	151.9	151.9	112	96.8	1703
경사면 일사[MJ/m ²]	10.5	13.2	14.2	16.3	16	14.7	11.4	12.7	14	13.8	10.3	8.8	155.9
외기온[°C]	-2.5	-0.3	5.2	12.1	17.4	21.9	24.9	25.4	20.8	14.4	6.9	0.2	12.2

표 4. 아파트 평형대별 발코니 폭과 전력생산량 예측 및 차양에 의한 냉방부하절약 시뮬레이션 결과(서울기준)

아파트 평형대	전국 주택비율	발코니 전면부 폭 ³⁾	발코니 유효폭	PV이용 연간 생산전력량	세대 연간 소비전력량 ⁴⁾	전기부하 최대 기여율	차양에 의한 냉방부하절약 ⁵⁾
11~15평	8.4%	4.32m	3.89m	344.9 kWh	2580.0 kWh	13.37%	7.8 kWh
16~20평	17.9%	5.72m	5.15m	456.7 kWh	2941.2 kWh	15.53%	10.3 kWh
21~25평	27.5%	7.05m	6.35m	562.9 kWh	3231.6 kWh	17.42%	12.7 kWh
26~30평	12.3%	8.42m	7.58m	672.3 kWh	3699.6 kWh	18.17%	15.2 kWh
31~35평	20.4%	9.61m	8.65m	767.3 kWh	3776.4 kWh	20.32%	17.3 kWh
36~50평	9.1%	12.65m	11.39m	1010.1 kWh	4058.4 kWh	24.89%	22.8 kWh
51평 이상	2.3%	15.70m	14.13m	1253.6 kWh	4143.6 kWh	30.25%	28.3 kWh

비교하면 1,2월과 11,12월의 전력생산량에서 60도 각도인 경우가 30도 각도인 경우에 비하여 더 유리하다. 따라서 동절기인 11, 12, 01, 02월에는 PV의 각도를 60도로 유지하여 주고 03월~10월까지는 30도로 변경하여 작동할 경우 전력생산량 합계는 표 3의 '전력생산:복합'부분에 해당하며 계절별로 최적의 전력생산에 대응할 수 있다.

4.3 발코니 폭을 고려한 전력부하 기여도

표 1의 조건에 따라서 시뮬레이션 한 경우 본 시스템의 세대별 부하담당은 표 3에 나와 있다시피 연간 필요전력 4048kWh(4인 가족이 1년간 생활할 때 나오는 전기사용 평균량)에서 약 25.6%인 약 1038kWh를 생산하는 것으로 계산되었다. 그러나 이 부분은 아파트의 평형수와 장단변비에 따라서 크게 달라질 수 있다. 즉, 표 1에 사용한 입력조건하에서 아파트에서는 발코니 부분 폭 약 11.7m를 설치하였다는 가정이나 아파트의 규모에 따라서 설치할 수 있는 면적은 다양하다.

표 3에 나온 결과를 종합하면, 표 1의 입력조건에서 최적으로 발전시스템을 가동한다고 가정할 경우 돌출길이 1.15m인 시스템에서 발코니 전면부 폭 1m당 1년간 생산되는 전기량

은 88.72kWh이다.

아파트 평형대별 발코니 폭을 알아보기 위하여 1990년대~2000년대에 지어진 서울 및 경기도의 아파트 200여개를 무작위로 선정하여 아파트 전면부 폭의 크기를 조사하였다. 아파트에서 발코니로 가능한 유효폭은 최대 80~90%정도까지 가능한 것으로 조사되었다. 본 연구에서는 90%를 가정하였다.

따라서 결과를 살펴보면 10평형은 그다지 많은 경우가 아니어서 전면부의 폭이 약 4.5m 정도였고, 20평대는 6.6m, 30평대는 8.8m, 40평대는 11.2m, 50평대는 14.1m, 그리고 60평 이상에서는 16.3m로 나타났다.

그러나 최 근래에 지어진 아파트가 아닌 이상 발코니 폭으로 인정할 수 있는 유효 발코니 폭은 그 보다 못하다. 건물마다 실제 발코니 폭은 다양하지만, 계산의 편의상 90%로 가정하고 각 평형별 전력생산량을 계산하여 표 4에 나타내었다. 따라서 시뮬레이션에서 얻어진 결과를 적용하면 그 결과는 표 4에 나타난 바와 같다.

10평대와 20평대의 작은 평수의 전면부 발코니 폭은 큰 평형에 비하여 절대적으로나 상대적으로나 좁은 편이기는 하지만 본 시스템을 설치하였을 경우 약13.4%~18.2%정도의 에너지절약을 유도할 수 있는 것으로 나타났다.

한편, 30평대와 40 및 50평 이상 등 큰 평형일수록 전면부의 폭이 절대적으로나 상대적으로나 넓은 편이어서 본 시스템을 설치하였을 경우 최대 30%까지 절약이 가능한 것으로 나타났다. 이것은 표 4에 나타난 바와 같이

3) 본 연구에서 200개의 도면을 선택하여 직접 조사한 것이므로 전국적인 규모에서 살펴보면 오차가 있을 수 있음
 4) 표의 내용 중 "평형별 주택비" 및 "평균소비전력량"은 한국전력공사에서 발행한 2006년도 가전기기보급률 조사보고서에서 발췌한 내용임
 5) 냉방부하 절약치는 차양장치가 없을 때 6월~9월 중 직달일사를 통하여 실내로 들어온 열에너지임

넓은 평형일수록 에너지절약에 더욱 큰 도움이 될 수 있다.

5. 발코니에서 차양 장치로서의 성능

5.1 냉방기 차양장치로서의 차폐에너지 절감

(1) 에너지 시뮬레이션 개요

본 연구에서 개발한 그림 2와 같은 시스템은 커튼이나 버티컬블라인드와 달리 여름철 냉방기에 창문을 통하여 들어오는 직사일광을 실외에서 차폐하는 동시에 거주자에게 전면부위를 개방함으로써 조망을 확보시켜주는 장점이 있다. 커튼의 경우는 실내로 들어온 에너지가 반사되어 실외로 나가지 않은 양 만큼은 실내 냉방부하 상승에 역할을 한다. 전기에너지 생산이나 냉방부하 감소뿐만 아니라 실내에 조망부위를 차단한다는 측면에서 커튼이나 실내블라인드는 그림 2의 시스템에 비하여 불리한 점이 많다.

여기서는 직사일광 차폐로 인한 냉방기의 에너지 절약 정도 되는지를 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 알아보았다.

시뮬레이션 도구는 에코택을 이용하였으며 시뮬레이션 모델은 아래 그림 6에 나타난 바와 같이 발코니 길이 10m이고 본 연구에서 개발한 차양이 있는 경우(좌)와 없는 경우(우)에 대하여 냉방기에 해당하는 6/1~9/30까지 직사일광유입으로 인한 유입열량을 계산하였다. 시뮬레이션을 위한 창호의 상세입력 조건은 아래 표 5와 같으며 그밖에 언급되지 않은 조건은 표 1의 시뮬레이션과 동일하다.

(2) 시뮬레이션 결과

시뮬레이션 결과는 표 4의 각 평형대별 평균 '발코니 유효폭'을 적용한 결과 각각 평형대별 발코니 유효너비별로 계산하면 상기의 표 4중 '냉방부하 절약'과 같다.

표 4에서 보는바와 같이 차양에 의한 절약 효과는 큰 평형일수록 세대별 연간소비전력

양에 비하여 크게 나타나고 있는 것을 알 수 있다. 이는 실의 장단변비에 기인하는 결과로 큰 평형대일수록 발코니의 면적이 넓기 때문에 전력생산도 많아진 이유에 기인한다.

표 5. 에코택에 입력한 창호에 관한 시뮬레이션 조건

조건	내용
위치	서울, 위도:37.5도, 경도126.9도
주변조건	주변건물없으며 차폐요인없음
차양	그림 4에서 30도의 케이스를 선정함
창호형태	Single Glazed 알루미늄프레임
개구부 크기	폭: 10m(유효 9.4m), (표 4의 발코니 유효폭) // 높이: 2.3m
창호 물성치	두께 : 24mm (6-12-6) U-Value(W/m2.k) : 2.71 SHGC : 0.94 // VT : 0.753 Amittance(W/m2.k) : 0.84

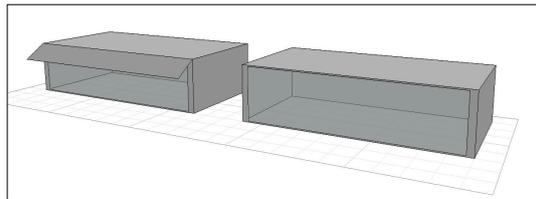


그림 6. 본 시뮬레이션에서 사용한 두 가지 형태

따라서 본 연구에서 개발한 시스템은 작은 평형대의 공동주택에서보다 큰 평형대의 공동주택에서 그 효과가 더 커질 수 있다.

또한 여기서 나온 결과는 냉방부하이므로 실제 절약되는 전기에너지량은 냉방기의 효율과 외기온에 따라서 훨씬 큰 에너지가 절약될 수 있다.

대부분의 주택에서 발코니(혹은 발코니 확장된 방)에 직사일광이 실내로 들어오도록 두는 경우도 있지만 하절기 직사일광이 뜨거울 경우 블라인드를 사용하고 있다. 따라서 조망권을 위하여 블라인드를 사용하지 않는 이상 시뮬레이션과 같이 많은 열량이 실내로 유입되지는 않을 것이다. 그러나 본 연구에서 개발한 장치는 조망권 확보와 냉방기 일사차폐의 2가지 효과를 얻을 수 있다.

5.2 조망권 확보와 거주자의 시스템 운용

본 연구에서 제안한 시스템을 작동시킬 경우 하절기의 운용방식은 태양고도가 높으므로 직사일광이 실내로 들어오는 것을 막음과 동시에 전면부의 개방성을 유지시킬 수 있으며, 동절기의 경우는 개방성확보를 위하여 그림 4의 30도 설정으로 운영하거나 혹은 태양전지의 전력생산의 효율증가를 위하여 그림 4에서의 60도 설정으로 운용할 수 있다. 이때 동절기에 실내로 들어오는 직사일광은 현회를 유발할 수 있으므로 이를 막는데도 유용할 것이다.

다만, 흐린날이나 비가오는날의 경우에는 본 시스템의 차폐막은 발전량이 매우 적을 뿐만 아니라 실내를 어둡게 한다는 문제점이 발생하므로 거주자는 시스템의 작동을 멈추고 발코니 상부의 시스템 보관 장소로 시스템 파킹을 할 것을 고려하게 된다. 따라서 본 시스템은 직사일광이 있는날과 그렇지 못한날 실내에 들어오는 빛의 양을 적절히 조절할 수 있게 된다.

6. 결 론

공동주택 발코니에 차양의 기능을 가지는 건물일체화 태양광 발전장치(BIPV)를 개발하고 그 장치의 기능과 성능 및 효율성을 연구한 본 연구의 결과는 다음과 같다.

- (1) 건물일체화를 위하여 본 연구에서는 발코니 천장부위에 작은 공간을 할당하여 PV 시스템을 수납할 수 있도록 하였다. 이는 건물에 면적을 차지하는 고정적인 PV시스템에서 탈피하고, 차양장치로서의 가동성과 태양광전지의 기능성을 동시에 만족하도록 하여 필요에 따라서 각도를 조절하여 시스템 발전 및 직사일광의 차폐성능을 높이는 공동주택 발코니용 차양형 BIPV시스템을 개발하였다.
- (2) 본 연구에서 제안하는 시스템을 이용할 경우 연간 전기에너지 절약은 각 아파트 평형에 따라 다르지만 전면부에 설치 및 정남향 건물의 경우 30평 이하 작은 평형대는

약15% 전후, 그 이상의 큰 평형대는 30% 전후까지의 전기절약을 기대할 수 있다.

- (3) 하절기 냉방을 할 경우 본 시스템의 차양장치를 고려하면 조망권을 하면서도 직사광을 차폐하여 이로 인한 냉방부하 절약은 30평 이하의 작은 평형대는 약7.8kWh에서 그 이상의 큰 평형대는 약28.3kWh까지 기대할 수 있다.(표 4참조)

후 기

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업 ‘저에너지 친환경 공동주택 기술개발’; 과제번호(06건설핵심B02)의 연구비지원에 의하여 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 1. 오명석, 김주영, 홍원화 “아파트에 적용된 PV 시스템의 개선방안에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집(계획계), 24권 10호, 2008.10
- 2. 진경일 “거주자 주택접유율을 고려한 공동주택 발코니 PV시스템 디자인”, 한국실내디자인학회논문집, v.18 n.5 (통권76호), 2009.10
- 3. 차광석, 전재홍 “공동주택 활용 가능한 신재생에너지 적용방안-1”, 그린빌딩, v.9 n.4, 2008.12
- 4. 조진균, 성재호, 홍민호 “친환경공동주택 모델개발을 위한 설비시스템 요소기술 적용성 및 통합설계방안에 관한 연구”, 대한건축학회논문집(계획계), v.24 n.8, 2008.08
- 5. 서정훈 허정호 “아파트 입면형 PV적용방식의 발전성능 효과해석연구”, 한국태양에너지학회논문집, v.26 n.3, 2006.09
- 6. 조한 “건물통합형 태양광시스템의 건축디자인 적용방법 연구”, 대한건축학회 논문집(계획계), v.22 n.8, 2006.08
- 7. 한국전력거래소 전력기획처 “가전기기 보급률 및 가정용전력 소비행태 조사 보고서”, 전력거래소, 2006.12