

2024년 춘계학술발표대회 : 일반부문

# 태양광 패널의 건물 전방위 설치 타당성 검토를 위한 실험체 및 모니터링 시스템 구축

## Experimental Analysis and Feasibility of Omnidirectional Installation of Photovoltaic Panels

○엄 소 영\* 이 정 재\*\*  
Eom, So-Young Yee, Jurng-Jac

### Abstract

As nations globally escalate their Nationally Determined Contributions (NDC) for greenhouse gas reduction, South Korea commits to augment its NDC by 2030 and targets carbon neutrality by 2050. Integral to achieving these goals is the mandatory implementation of Zero Energy Buildings (ZEB), highlighting a surge in Building-Integrated Photovoltaic (BIPV) systems. This study delves into the increasing global solar irradiance trends and their implications on the feasibility of BIPV installations in non-traditional orientations, notably the north-facing aspect. Through empirical analysis of BIPV output on diverse orientations under varying weather conditions, this research offers practical guidelines for ZEB realization, contributing to the advancement of sustainable architectural environments and energy self-sufficiency.

키워드 : 건물통합형태양광발전시스템, 일사량, 방위각, 북향, 실험체

Keywords : Building-Integrated Photovoltaics (BIPV), insolation, azimuth, north-facing, experiment

### 1. 서론

세계적으로 국가 온실가스 감축 목표(Nationally Determined Contributions, NDC)의 상향 조정이 이루어지고 있다. 이러한 배경하에 국가는 2030년까지의 NDC를 강화하고, 2050년까지 탄소 중립을 목표로 설정했다. 제로에너지빌딩(ZEB) 의무화는 이 목표 달성을 위한 중요한 전략으로 자리매김하고 있으며, 에너지 자립을 위한 건물 통합형 태양광 발전 시스템(Building-Integrated Photovoltaic, BIPV)에 대한 관심이 점점 증가하고 있다.

BIPV 설치에 대해 국내 현행 법규는 주로 남향을 기준으로 중점을 두고 있지만, 건물의 위치, 주변 환경, 설계상의 제약으로 모든 BIPV가 남향으로만 설치될 수는 없다. 또한, IPCC는 최근 수십 년간 세계적으로 일사량이 증가하고 있음을 발표했고, 이는 특히 남향이 아닌 방향에 설치된 BIPV의 잠재적 발전 효율을 증가시키는 중요한 변화로 주목받고 있다.

본 연구는 이러한 배경을 바탕으로, 전 방위 PV 측정이 가능한 실험체 및 모니터링 시스템을 구축하여 건물 통합형 태양광 발전 시스템 방위별 적용의 타당성을 검토하고자 한다.

### 2. 연구 방법

#### 2.1 실험체 설계

본 연구를 위한 실험체는 전 방위에 대한 태양광 패널의 발전량을 측정할 수 있도록 UKM(Universiti Kebangsaan Malaysia)에서 제안된 설계를 바탕으로 제작되었다. 각각 직각과 30°의 경사를 가진 두 종류의 프레임을 구축하고, 동, 서, 남, 북 방향과 수평면을 포함한 총 다섯 면에 동일한 사양의 태양광 패널을 설치하였다. 실험체는 부산에 위치한 대학교 옥상에 설치되어, MPPT(Maximum Power Point Tracking) 기능이 있는 마이크로 인버터를 통해 발전된 전력은 건물 내부로 직접 연결되어 실제 사용될 수 있도록 하였다.

\* 동아대 대학원 석사과정

\*\* 동아대 ICT융합해양스마트시티공학과 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of ICT Integrated Safe Ocean Smart Cities Engineering, Dong-A University, [jjyee@dau.ac.kr](mailto:jjyee@dau.ac.kr))

이 연구는 2024년도 국토교통부 연구비 지원에 의한 결과의 일부임.  
과제번호:RS-2022-00141900

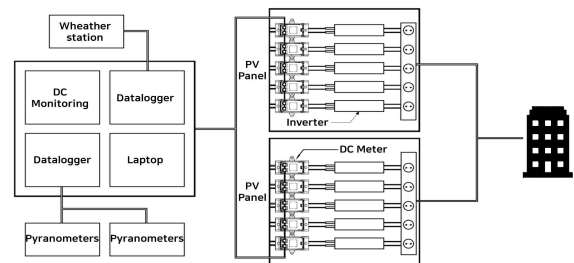


그림 1 실험체 및 모니터링 구축 다이어그램

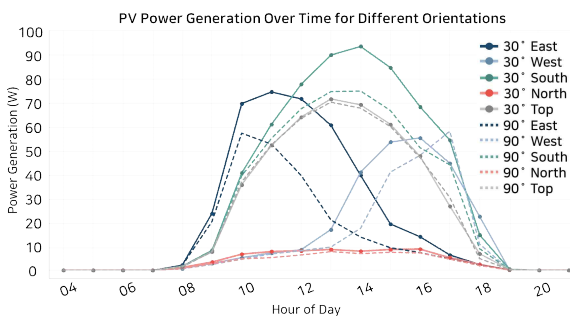
## 2.2 모니터링 시스템 구축

패널 각각의 DC 전압, 전류, 전력량을 제외한 측정항목은 KS C IEC 61724-1을 참고하여 외부환경조건(외기 온습도, 풍향, 풍속, 강우량), 일사량(POA; Plane Of Array). PV 모듈 후면 온도(10개소)로 하였으며, 온도 측정은 T-type 열전대를 모듈 후면 정 중앙에 부착하였다. 일사량계는 PV 실험체와 동일한 각도(수직, 30°)로 설치되었으며, 측정간격은 1분으로 설정되었다. 실험체 측정은 2024년 2월부터 시작하여 현재에도 측정이 진행중이다.

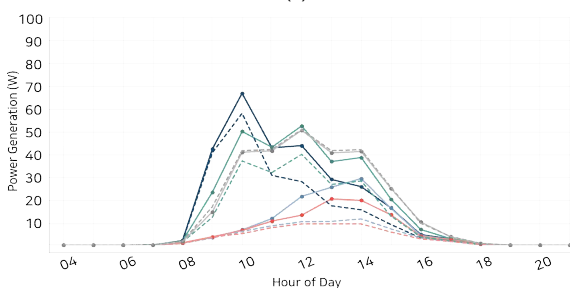
태양광 패널의 개별 측정을 위해, 각 패널과 인버터 사이 DC 미터계를 달아 발전량을 측정했다. 모니터링은 DC계 회사에서 제공하는 본체 및 프로그램을 통해 이루어지며 실시간 데이터 조회 및 저장이 가능하다. 패널에 영향을 미치지 않는 위치에 일사량계와 기상관측기를 설치 하였으며, 일사량계는 열전대와 같은 데이터로거를 사용하고 기상관측기는 자체적인 모니터링 시스템을 활용하여 1분 간격으로 저장했다.

## 3. 실험 결과 및 분석

본 연구에서 수행된 태양광 패널의 실측 데이터는 그림 2와 같다. 데이터는 한시간 평균 발전량을 기준으로 했으며 그림 2의 (a)는 3월 1일 맑은 날을, (b)는 3월 11일 흐린날을 나타낸다. (a)에서 남향으로 30° 경사각을 가지는 패널이 오후 2시경 평균 93W로 가장 높은 발전량을 기록했다. 북향에 설치된 패널은 일출과 일몰 시간 꾸준히 발전이 이루어지지만 하루 전체적인 발전량은 평균 10W 이하의 낮고 완만한 그래프를 나타낸다. 하지만 (b)는 맑은 날과는 다른 양상을 보인다. 전체적인 발전량은 감소하였으나 30° 경사각의 동향, 남향과 수평면 발전량이 매우 유사한 추세를 보였으며 북향면에 설치된 패널은 맑은날보다 높은 발전량을 보였다.



(a)



(b)

그림 2 방위별 시간별 태양광 발전량  
a) 맑은 날(3월 1일), b) 흐린 날(3월 11일)

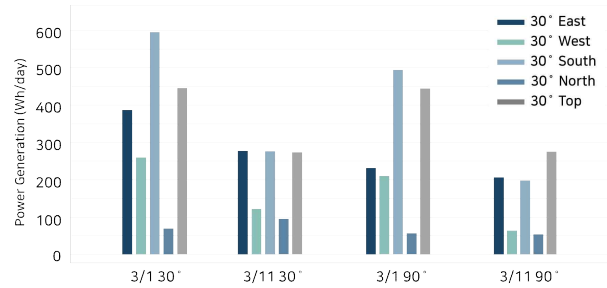


그림 3 방위별, 각도별 하루 평균 발전량 그래프

맑은 날과 흐린 날 모두 30° 각도로 설치된 패널이 직각으로 설치된 것 보다 높은 발전량을 보였다. 맑은 날에는 방위에 따라 발전량의 차이가 크고 경사각에 따른 경향이 유사했으나, 흐린 날에 30° 각도의 동향과 남향 및 수평 방향에서 발전량이 각각 약 277, 276, 270 Wh/day로 매우 유사하게 나타났다. 이는 확산광이 주된 광원이 되는 흐린 날에는 특정 방향으로의 집중적인 노출보다 다방향으로의 균일한 30° 북향 패널은 흐린 날에 95 Wh/day의 발전량을 기록하여, 같은 경사각으로 설치된 서향 패널의 발전량인 122 Wh/day보다 약 28% 더 낮았지만, 90° 각도로 설치된 서향 패널의 63Wh/day보다는 51% 더 높은 발전량을 기록했다.

## 4. 결론

흐린 날에는 확산광이 주된 광원이 되며, 이러한 조건에서는 통상적으로 비효율적으로 여겨지는 북향 패널이 각도 및 방위의 영향에 따라 더 많은 발전량을 얻을 수 있음을 시사한다. 이러한 발견은 특정 기후 조건에서 기존의 태양광 설치 전략을 재고할 필요가 있음을 나타내며, 보다 광범위한 설치 각도와 방향에 대한 연구가 요구된다.

실험을 통해 북향을 비롯해 동향, 서향으로의 태양광 발전 시스템 설치에 대한 타당성 검토를 위해서는 확산광에 대한 고려가 필수적임을 알 수 있었다. 추후 연구에서는 취득한 일사량 데이터의 직달, 확산 일사량의 분리를 통해 시뮬레이션 프로그램에 입력하고 보다 다양한 방위각과 경사각을 적용하여 태양광 시스템 건물 적용 시 경제적 타당성을 검토하고자 한다.

## 참고문헌

1. 에너지경제연구원, 주택용 태양광 설치 가구의 전력 생산·소비 특성 분석, 2022
2. Climate Change 2021, IPCC, 2021
3. Elhassan, Z. A. M., Zain, M. F. M., Sopian, K., & Awadalla, A. (2011). Output energy of photovoltaic module directed at optimum slope angle in Kuala Lumpur, Malaysia. Res. J. Appl. Sci, 6(2), 104-109