

10kW급 지붕재용 태양전지모듈 실증연구

이 소미¹⁾, 노 지희²⁾, 주 만식³⁾

Demonstration Study of 10kW Poly Metal Panel integrated PV Module

Somi Yi, Jihee Noh, Mansic Joo

Key words : Poly metal panel(건축용 판넬), PV Module(태양전지모듈), Demonstration Study(실증연구)

Abstract : The application of photovoltaics into building as integrated building components has been paid more attention worldwide. Photovoltaics or solar electric modules are solid state devices, directly converting solar radiation into electricity; the process does not require fuel and any moving parts, and produce no pollutants. And the prefab building method is very effective because the pre-manufactured building components is simply assembled to making up buildings in the construction fields especially the sandwich panel.

So, this paper describes a design and performance test of the 10kW poly metal pv module(pmpp) system. It is concluded that the prediction of BIPV system's performance should be based on the more accurate PV module installation.

1. 서론

오늘날의 태양광 발전시스템은 전력생산이라는 고유의 기능뿐만 아니라 건축요소로서의 지붕, 외벽, 차양, 창호 등에 부착되는 건물의 마감재로서 다양하게 적용되고 있다. 건물의 외부 재료로 사용되는 건물 통합형 태양광 발전시스템 (BIPV : Building Integrated Photovoltaic)은 건축자재 비용의 절감 효과를 가져다 줄 뿐만 아니라 건축적으로 미적인 기능을 추가하여 준다.

이러한 기술적인 해결을 위해 국내에서는 근래 BIPV 모듈의 연구개발추진사업 등이 활발하게 진행 중인 가운데 기본 설치면적을 필요로 하는 태양광 발전 시스템의 건물 적용에 있어서는 지붕면적의 활용이 가장 유효한 방법이라고 볼 수 있다.

PV모듈을 지붕의 마감재로 개발 적용시키기 위해서는 우선 지붕 및 지붕재의 기본 요구 성능을 파악 분석하고 그에 합당한 건축적 요구 성능을 지붕용 BIPV모듈에 부여하도록 하여야 한다.

건물의 지붕은 건축의 최상 부를 덮어 건물의 내부와 외부를 구획하는 것으로 비, 눈, 이슬, 직사광선 등으로부터 인간이나 기타 사물을 보호하는 주요한 기능을 가지고 있다. 지붕은 비를 방지하는 것이 가장 큰 목적이 되지만 바람, 단열, 차음, 눈 등으로부터 건물 전체의 구조적 안전성에 영향이 없도록 해야 할뿐만 아니라 지붕의 형태나 색상, 질감 등에서도 하부 구조물이나 주위 환경에 조화되는 설계가 이루어져야 한다.

본 연구에서는 산업용 건축물의 지붕 마감재로 많이 쓰이는 샌드위치 패널을 활용한 건축물 일체형 태양전지모듈에 관한 설계 및 디자인을 통해, 실제 건축물 적용에 관한 부자재 디자인, 전기적 특성 고려하여 10kW급 실증연구를 진행하였다. 이를 통해 건축자재와 일체화 된 태양전지모듈의 발전특성 및 건축특성을 분석하고, 실제 건축비용을 산정하여 지붕마감재형의 BIPV모듈 개발에 기초자료로 활용하는 데 그 목적이 있다.

2. 지붕재용 태양전지모듈

2.1 특징

건물의 지붕외관은 지붕의 형태와 경사도 지붕마감 재료에 의해 결정되고, 특히 마감재료의 형태와 크기, 색깔, 재질은 가장 중요한 요소 중

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

하나이다. 표면색깔은 현재 마감재의 제작기술상 자유스러운 선택이 가능해서 광택이 나는 표면을 가진 기와나 산업용 건축물에 흔히 쓰이는 푸른색 또는 미색의 금속판 지붕 등이 광범위하게 적용되고 있다.

실제 건축적 상황에서 한건물의 외피 그리고 건축재료 등이 건축물의 요소로서 거리를 구성하고, 나아가 건물 집단을 형성하여 전체 도시의 모습을 이루게 되므로 지붕의 디자인 요소는 도시 스카이라인과 도시계획측면에서도 중요한 의미를 내포한다. 지붕재용 태양전지모듈은 건축적인 기능을 다하면서, 전기적인 자체발전을 하는 복합기능을 가지고 있으므로, 푸른색 또는 검정색으로 대표되는 태양전지의 색상으로 인한, 그 디자인에 한계가 있을 것으로 예상된다.

샌드위치패널이 가지고 있는 견고성과 건축자재로서의 난연, 단열, 방수, 방음효과 및 간단한 부자재로 만들어져 조립함으로써 시공이 완료되므로 공사기간의 단축을 통한 공사비 절감효과를 기대할 수 있다. 이에 일체화된 태양전지모듈은 고가라는 한계를 극복하는데 큰 도움을 준다.

지붕재용 태양전지모듈은 기존의 태양광발전시스템의 시공을 위한 구조물 공사, 태양전지모듈 설치공사, 지붕의 방수공사, 전기배선공사 중 구조물 및 모듈설치, 지붕방수공사가 건축공사와 동시에 이뤄지고 중복되는 부분이 없으므로, 공사비용의 절감을 기대할 수 있다. 기존의 샌드위치패널 시공자도 손쉽게 시공할 수 있는 특징을 가지고 있으므로, 별도의 시공교육이 필요치 않다.

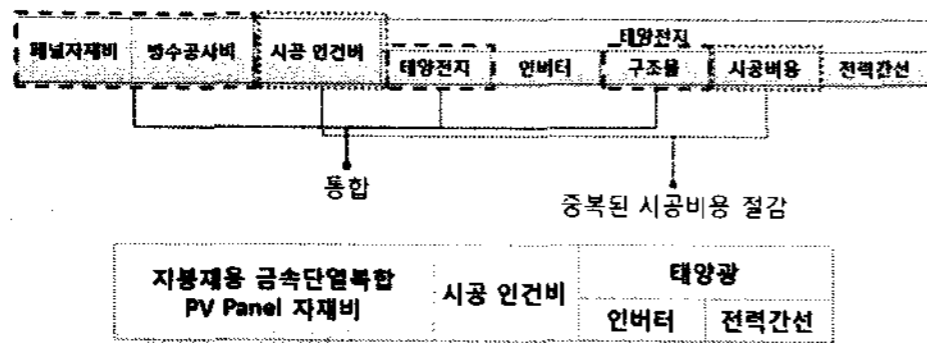


Fig 1. 시공절감효과

2.2 디자인

지붕재용 태양전지모듈의 구성은 다음과 같다.

Table 1. 지붕재용 태양전지모듈 사양

구분	사양
크 기 (mm)	1,787 * 674
무 게 (kg)	15
출 력 (Pmax)	160 Wp
최대전압 (Vmp)	21.3 V
최대전류 (Imp)	7.53 A
개방전압 (Voc)	26.8 V
단락전류 (Ioc)	8.27 A
금 속	Galvanizing Sreel 0.5 T
단열재	PIR

- 지붕재용 태양전지모듈의 구성
 - 1) 외피마감 금속재
 - 재질: 두께 0.8mm의 steel
 - 표면마감: 4 coat 불소수지도료 (PVDF), 베이지 색
 - 2) 태양전지
 - 색감: 짙은 청색
 - 모양 및 표면질감: 정사각형/모서리 커트 형태로 반짝이는 질감
 - 조합 및 배열: 최소한의 간격으로 밀집배열

· 설계디자인

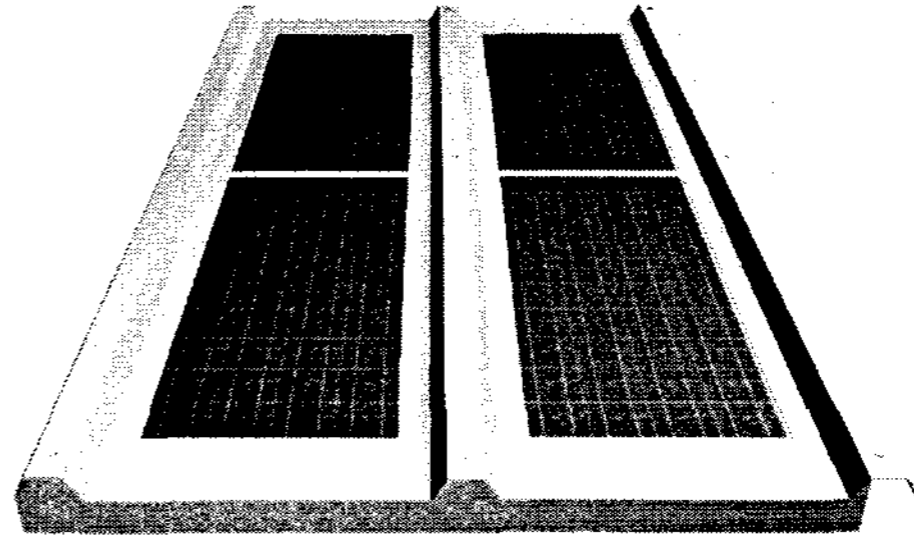


Fig 2. 지붕재용 태양전지모듈 외관

전체적인 외관은 기존의 지붕재용 샌드위치패널과 가장 유사하게 디자인하고, 설치 및 시공방법에 있어서도 기존의 시공방식 및 부자재를 동일하게 사용할 수 있도록 디자인 하였다.

금속재의 색감은 일반적으로 베이지색을 대표로 하여 청색 또는 회색 제품이 주를 이루고, 그 표면은 거칠고 매끈한 중간 정도의 도장을 하고 있으며 따라서 지붕의 바탕색에 해당하는 이 세 가지 색을 외벽과 조합을 고려하여 색상선택기법 적용이 가능하겠다.

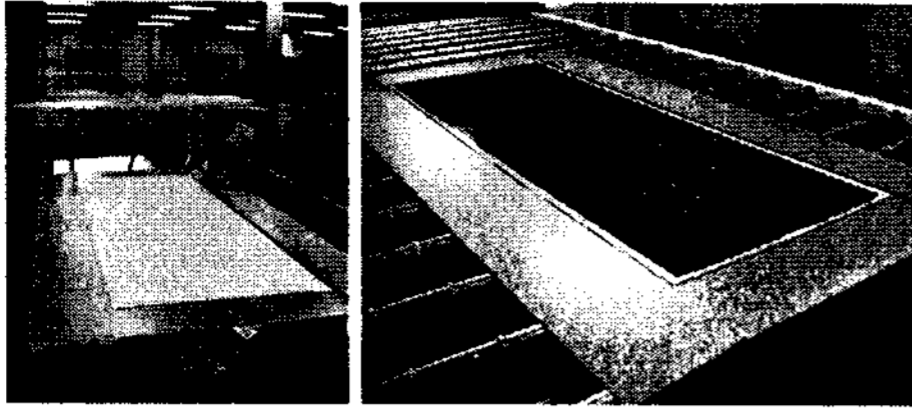
Table 2. 패널 색상에 따른 외관 차이

모듈원판 (패널) 색상	특징
베이지색	-셀의 색깔과 모듈원판 색깔의 대비로 외부 인지도 상승 -밝은 원판 표면의 반사에 의한 모듈효율 상승 가능성
청회색	-셀과 모듈원판 색의 대비 순화측면에서 무난함 -주위 표면반사에 의한 이점은 떨어짐
청색	-전체 모듈패널의 색감이 비슷하여 통일감 부여 -눈에 띄이는 의장성은 줄어듦 -표면 자체의 빛 흡수로 모듈효율에는 무이득

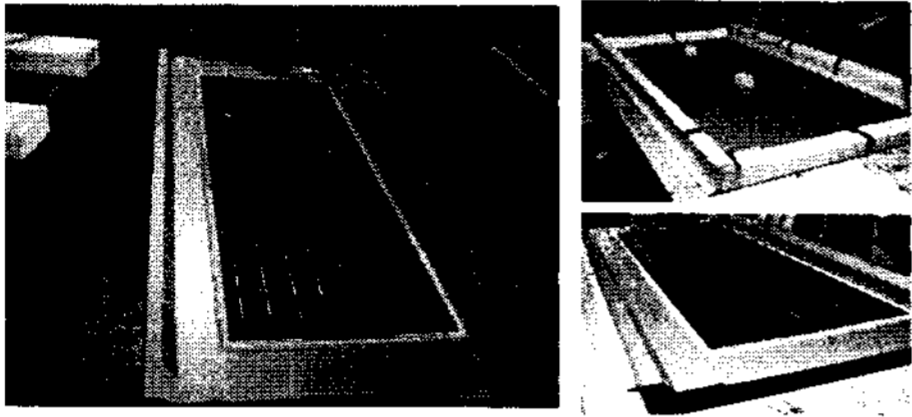
2.3 제작

지붕재용태양전지모듈의 제작공정은 2단계로 나누어 진행된다. 우선 지붕재용으로 사용되는 금속의 상판과 태양전지모듈의 결합 후, 단열재 발

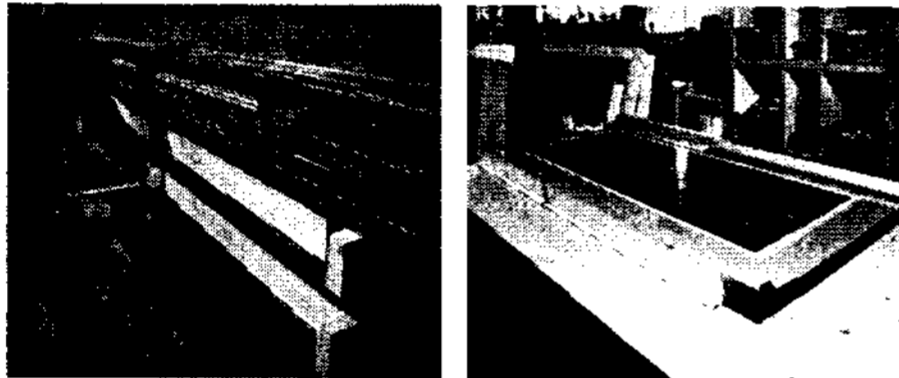
표, 양생과정을 통해 제작이 완료된다.



(a) 절곡된 금속 상판 lay-up (b) 태양전지모듈 + 금속 Lamination



(c) 태양전지모듈 + 금속 Lamination > 기린 입고 (d) 우레탄성형 준비



(e) 우레탄 발포 및 양생 (f) 패널 제작완료

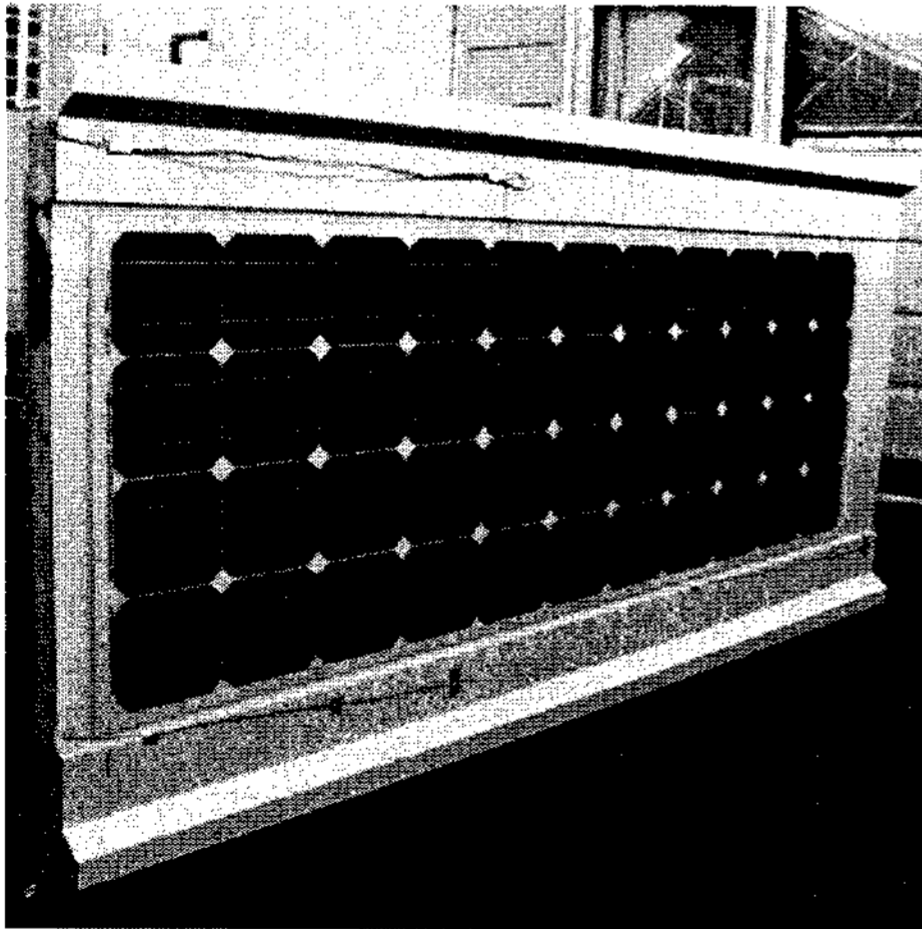


Fig 3. 지붕재용 태양전지모듈 시작품

3. 10kW급 실증연구

3.1 설 계

지붕재용 태양전지모듈의 10kW급 실증연구의

설계는 건축의 지붕물매로 가장 많이 사용하는 15~18°의 경사각을 같도록 설계하였으며, 제작된 모듈이 지붕재의 내 외장 기능이 가능하도록 내부 마감공사는 최소화 하도록 설계하였다. 이를 통해 방수등의 효과 및 단열효과가 어느정도 될 수 있는지 파악할 수 있다.

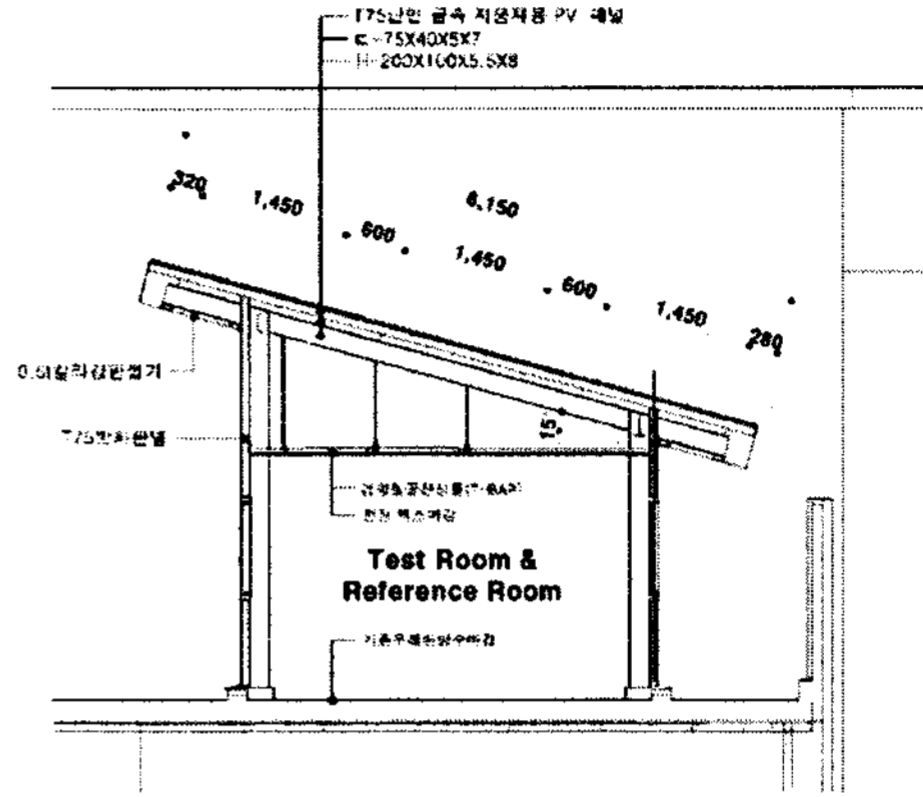


Fig 4. 실증연구 설계도.

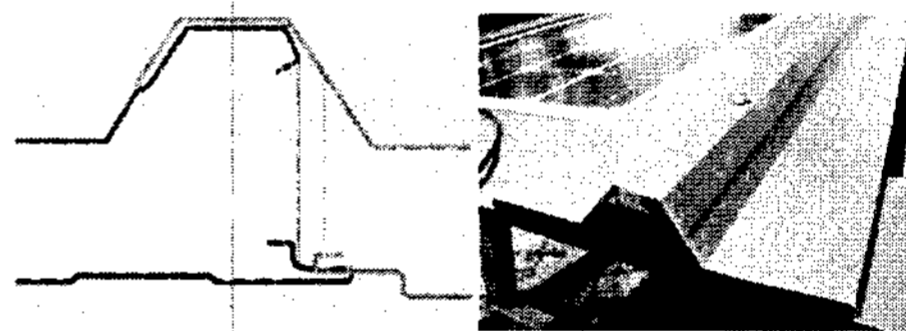


Fig 5. 패널 좌우 결합 상세

패널간 좌우 결합은 우측의 패널상판 표면이 좌측의 패널과 겹침 이음을 통해 연결되며, 사다리꼴형태의 모양으로 우측의 역류를 방지하며, 상부 스크류볼트로 구조물까지 고정되어 구조적인 보강이 가능하다.

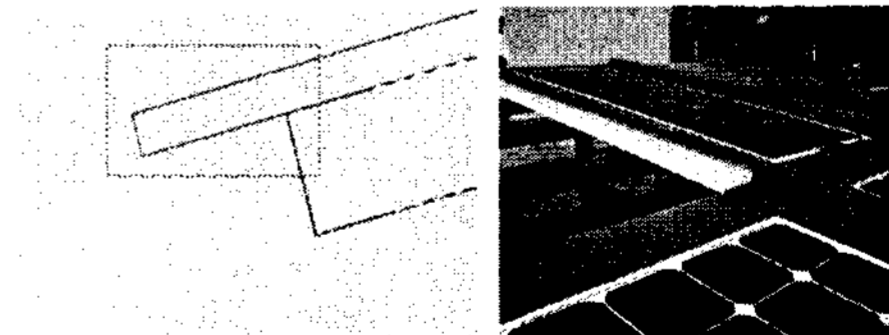


Fig 6. 패널 상하 결합 상세

패널간 상하 결합은 상부에서 이어지는 패널상판의 표면과 하부 패널과 최소 150mm 이상 겹침 이음되면서, 자연스런 구배가 생기는 경사지붕에서는 우측의 침투를 방지 할 수 있다.

3.2 구 성

지붕재용 태양전지모듈의 10kW급 실증연구는 대전광역시 대덕테크노벨리에 시공될 예정이다.

동일한 규모의 Reference Room과 Test Room으로 나뉘, 지붕일체화된 태양전지모듈의 성능이 기존의 일반적인 태양전지모듈과 비교했을 때 차이를 연구하고자 한다. 각기 설치된 시스템은 일사량, 대기온도, 모듈표면온도 등이 관측되며, 실제 계통과 연관되어 발전되는 양을 모니터링 하도록 구성된다.

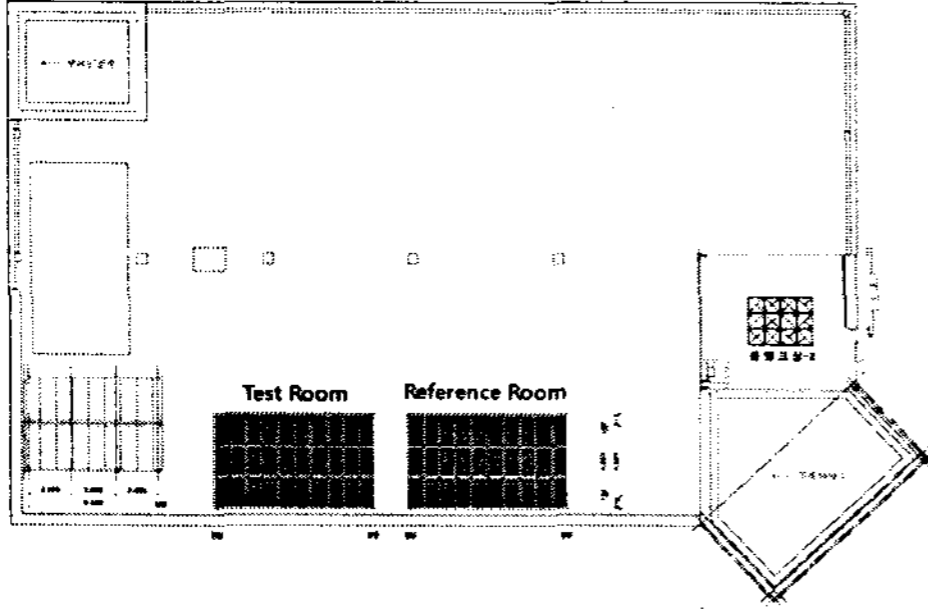


Fig 7. 실증연구 구성도

Table 3. 실증연구 시스템 구성

구분	사 양	비 고
용량	10 kW	
모듈	TS_160 * 30매 [Warm Façade]	10s * 3p (4.8kW)
	MR_160 * 30매 [Colde Façade / 45mm]	10s * 3p (4.8kW)
인버터	IG-30 [4대]	
접속함	2대	

4. 결 론

본 연구에서는 지붕재용 태양전지모듈의 설계 및 디자인을 통해, 실제 제작과정을 거쳐 시작품을 제작해보았다.

기존의 이론적인 접근이 주류를 이루었던 건축자재일체화 태양전지모듈 시스템에 대한 실제 적용에 대한 고려와 건축물에서 규정하는 법규와 태양전지모듈에서 규정하는 법규적인 차이가 크기 때문에 동시에 만족하기 위한 필요성이 크다.

본 실증연구를 통해서 건축자재로 활용되는 태양전지모듈의 발전량에 대한 정확한 데이터 접근이 가능할 것으로 판단되며, 정확한 설치비용의 계산을 토대로 건축자재일체형 태양전지모듈의 비용 감소효과를 도출하여, 산업계에서 활발하게 적용이 될 수 있는 근거자료가 될 것이다.

후 기

이 논문은 산업자원부 지원, 에너지관리공단 신재생에너지센터의 "지붕재용 금속일체형 태양전지모듈의 개발" (과제번호 2004-N-PV12-P-09-

0-000)의 일환으로 추진된 연구 결과 일부로 진행되었음

References

- [1] 이소미 외, 지붕재일체형 태양전지모듈의 개발에 따른 내구성평가, 한국생태환경건축학회 논문집, Vol 6, No. 4, 2006
- [2] 이소미 외, 지붕재 일체형 태양전지모듈의 개발, 한국생태환경건축학회, Vol 11, 2006
- [3] 소정훈 외, 50kW급 계통연계형 태양광발전시스템의 성능모니터링 결과 및 분석, 한국태양에너지학회 논문집, Vol 27, No.2, 2007 -6.
- [4] 김현일 외, 건물적용 태양광발전모듈의 내구성 평가 분석, 한국태양에너지학회 추계학술 발표대회 논문집, 2006-11