

Roof Top PV 시스템 적용 사례분석

이 소 미*, 이 용 호**
(에스에너지 BIPV팀 *선임연구원, **부사장)

저탄소녹색성장이라는 국가 성장동력 목표에 맞춰, 신재생에너지는 갈수록 각광받고 있는 분야 중 하나이다.

이 중 태양광발전시스템은 보급의 확대를 위해 그린홈100만호 보급사업을 비롯하여, 공공의무화 사업, 시범 보급사업 및 지방보급사업, 발전차액지원제도 등이 이루어지고 있어 이를 통한 국내 태양광발전의 보급은 날이 갈수록 확대되고 있다. 여러 가지 PV적용 시스템 중 건물의 외장재료를 대신 할 수 있는 BIPV(Building Integrated Photovoltaic) 시스템은 건물에너지절약과 신재생에너지원인 태양광발전의 보급이라는 접목으로 주목을 받고 있다. 2020년 예상, 건축물 부문 에너지소비량의 15% 절감을 목표로 설계에서 유지관리에 이르기까지 생애주기 전반에 걸친 에너지효율화를 도모하는 혁신방안이 도입될 것으로 보이며, 도시미관차원에서 BIPV시스템의 보급이 급속도로 확대될 것으로 기대된다.

이에 Zero Energy House 주 전력공급원으로 적용되는 지붕용 BIPV 시스템의 다양한 설치 사례를 소개하고자 한다.

1. 서론

에너지효율향상과 더불어 화석에너지 저소비형 경제구조로의 전환을 위해서는, 온실가스의무감축국가의 역할로 자체

에너지 공급의 능력을 키워나갈 수 있는 신재생에너지 개발 및 적용성에 대한 노력이 매우 중요한 시점이다. 이에 태양광발전시스템은 적용을 위해 무엇보다 설치면적의 확보가 중요한데 국내의 경우 국토에 대한 도시의 비중이 크고 건물의 밀도 또한 매우 높아 태양광발전의 지면을 활용하는 방법보다 건물적용에 매우 양호한 조건을 가지고 있다. 이런 BIPV시스템은 건축물의 지붕, 입면, 차양장치, 창호 등에 부착되는 건물의 마감재료로 보다 다양하게 적용될 수 있고 이는 건축자재 비용의 절감효과 뿐만 아니라 심미적인 효과, 건물의 외관에 적용함으로써 경제성을 포함한 각종 부가가치를 창출하며 일반 대중들에게 신재생에너지에 대한 교육현장을 마련하거나, 친환경적인 기업이미지를 만들 수 있는 장점이 있어 그 시장이 빠르게 증가될 것으로 예상된다. 하지만 국내의 경우 BIPV로 적용할 수 있는 제품 및 그 부자재의 개발이 초기단계에 있어서, 그 다양성이 떨어진다는 점이 시장확대의 장애가 되고 있지만, 태양전지모듈제조 기업 및 건축외장재 기업들을 중심으로 BIPV사업의 참여가 이뤄지고 있다.

2. 태양광발전시스템의 적용

태양광발전시스템을 적용하기 위해서는 무엇보다도 설치면

표 1 태양광 설치위치에 따른 분류





지면	지붕면	외벽	외벽-차양
			

표 2 건축물적용 태양광 시스템의 특징

장점	<ul style="list-style-type: none"> • 점차 증가하고 있는 건물에서의 전력 소비 지원가능 • 여름철 냉방부하 등으로 인한 전력피크 완화에 도움 • 별도의 설치 부지가 필요 없어, 실제 거주면적이 협소한 지형 조건에 적합 • 생산지와 소비지가 같음으로 송전 등으로 인한 전력 손실 최소화 • 건물 외장재로 사용함으로, 건설 시 재료비용 절약 • 친환경 건물 외장 요소로서 건물의 가치 향상에 기여 • 건물은 대부분 사람들이 거주하는 공간에 있으므로 PV에 대한 홍보의장으로서 활용 가능
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 지상용에 비해 고려해야할 사항들이 더 많이 있음 (온도 음영 미관 등) • 향 설치각도 등 제약이 따르는 경우가 있음 • 시공 시 어려움이 따르는 경우가 있음

적의 확보가 중요하다. 설치 용량에 비례하여 면적이 증가하기 때문이다. 따라서 설치위치에 따른 분류를 해보면 <표 1>과 같다.

태양광발전시스템을 위에서 분리한 것과 같이 지면이 아닌 건물의 외벽과 지붕면에 설치하는 고밀도의 건축적 특징을 가지는 국내 건축환경에 적합한 시공방식이라 할 수 있겠다.

2.1 지붕면적용

지붕은 건물의 최상부에 위치하여 그림자의 방해가 적고 보통 그 면적도 충분한 상태일 경우가 많아 초기부터 PV장치의 설치장소로 이용되어왔다. 특히 남향으로 경사진 지붕은 구조적으로 PV설치조건에 부합하므로 전력발전량을 최대로 끌어올릴 수 있게 되는데, 여기에서는 지붕의 경사각이 곧 PV설치 각으로 작용한다. 근래에는 경사지붕면의 전체 또는 일부분에 BIPV개념을 실현하여 그 부분의 기와 또는 기타 지붕 마감재를 PV모듈로 대체하는 설치 방법이 적용되고 있다. 이 경우에도 유의하여야할 점은 PV모듈이 주변의 다른 건축마

표 3 지붕면적용

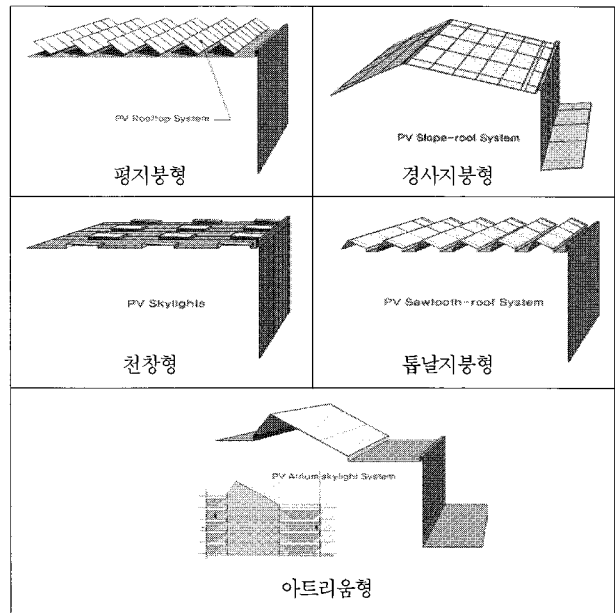
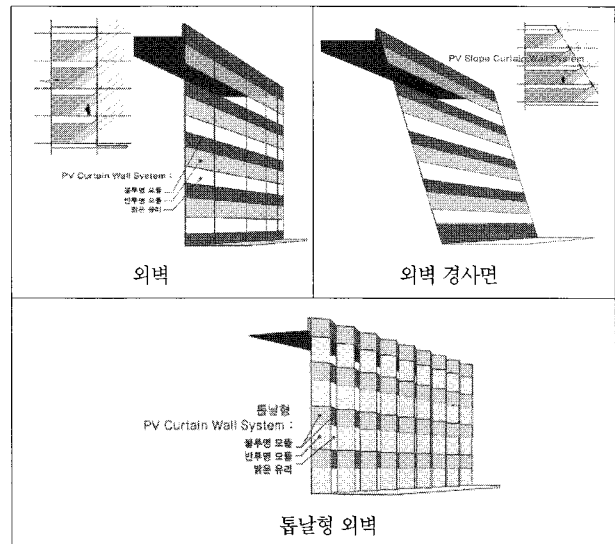


표 4 외벽면적용



감재와의 연결지점의 방수 및 조화, 그리고 다른 어떤 물체로 인한 그림자에 의해 변환효율이 낮아지지 않도록 설치되어야 한다는 것이다.

2.2 외벽면적용

외벽에 설치되면 PV모듈은 사람들의 눈에 잘 띄기 때문에 아주 독특하고 매력적인 디자인 요소로 작용하게 되어 건물 외피면적이 큰 사무실 건물이나 주상 복합 등의 건물에 적극

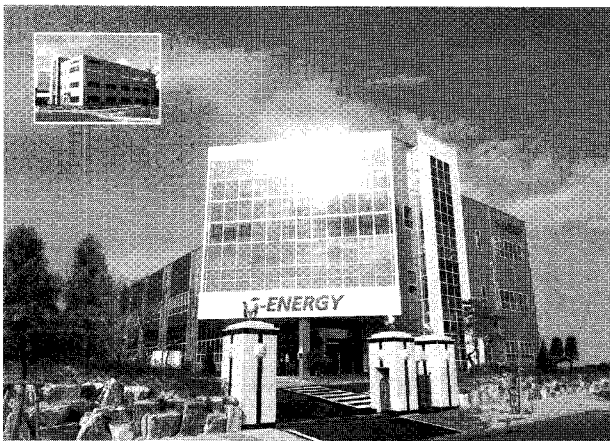


그림 1 (주)에스에너지 대전공장 BIPV 설치 (2007년 완공)

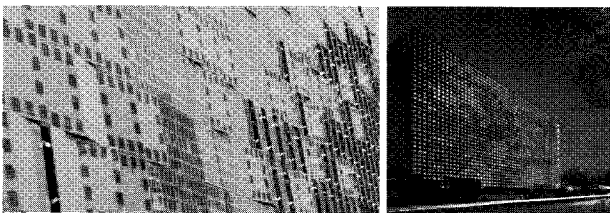


그림 2 Green-pix's Zero Energy Media Wall (베이징, 중국)

활용될 수 있다. 물론 이 경우에도 남향의 외벽이 가장 이상적이고, 약간의 효율감소가 있기는 하겠으나 동향이나 서향의 외벽에도 가능하며, 근본적으로는 외피의 형식에 구애됨이 없이 설치할 수 있다. 예를 들어 현대건축에서 각광을 받고 있는 대형의 유리마감외피가 충분한 차양 및 단열 대책이 없는 상황에서는 유리 면적을 통한 과도한 열 손실로 건물에너지소비를 부추기는 주요 원인으로 작용하게 될 뿐만 아니라 넓은 유리면적은 자칫 건물 외관을 무미건조하게 만들 수 있다.

이러한 문제들은 PV모듈의 설치를 통해 단열성을 높이고 좀 더 다양한 디자인도 가능해진다. 따라서 외벽에 적용되는 PV모듈은 외관이 깨끗하면서도 충분한 물리적 강도를 가져야 하는데 보통 두 장의 유리판사이에 샌드위치형태로 태양전지를 넣어 만들어진 모듈(라미네이티드)을 사용한다. 이 모듈은 커튼 월에도 적용시킬 수 있는 상황이며 다양한 이미지 연출도 가능하다(표 4).

국내 BIPV시장 중 가장 활발하게 적용이 확대되고 있는 분야는 외벽용 태양광발전시스템이라고 볼 수 있다. 건축물의 커튼월, 외벽판넬 등 외장재를 대신할 수 있는 태양전지모듈이 제품화 되고, 건축외장재 시공업체의 적극적인 시장참여로 인해 아래와 같이 다양한 적용이 이뤄지고

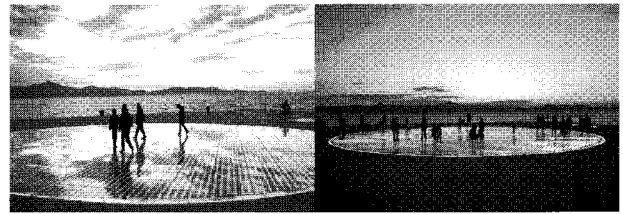


그림 3 Sun Monument (크로아티아)

있다.

하지만 국외 외벽용 BIPV 시스템은 디자인의 발전을 거듭, 건축의 외장조명과 어우러진 하기와 같은 해외사례는 건축적 디자인 감각과 태양광발전시스템의 기술적 진보가 합쳐진 기술의 향상을 보여주고 있다.

3. Roof Top PV시스템

지붕용(Roof Top) PV시스템은 건축의 구조적 측면에서 기존의 지붕 마감재의 역할을 충족시키기 위해서는 여러 가지 요구조건이 있다. 시공의 어려움이 없어야 하고 설치된 후 안정성이 확보되어야 한다. 또한 비, 눈, 우박, 풍압 등의 외부 충격에 대한 내구성을 가져야 하고 내화성 및 보수의 용이성을 고려하여 제작되어야 한다. 건축의 기능적인 측면에서 PV모듈이 지붕 마감재 역할을 대체하기 위해서는 위의 내용들을 충족시킴과 동시에 PV모듈의 근본적인 목적인 에너지생산도 고려해야 한다. 기후적인 요소로 인한 발전성능의 저하, 단열성능 및 차음성능, 실내의 접촉 연계성, 공간의 확보성, 채광 및 차양조절의 기능성을 모두 갖춰야 한다.

지붕용 모듈에 사용되는 태양전지의 크기 및 제작 방식들은 사용자의 요구에 따라 맞춤형으로 제작 공용하는 경우도 있으며, 결정질 태양광에서 박막형 까지 원재료의 다양함을 보여주고 있다.

아래는 국외 지붕에 적용된 사례를 구분하여 그 제원과 특징을 분석 정리한 것이다.

(표 5)에서 보는 것과 같이 국외 지붕용 PV시스템의 대부분은 기와형태의 변형으로 태양전지모듈을 상하 포갠 형태로 설치를 하고 태양광이 설치되지 않는 나머지 지붕면은 유사한 형태의 마감재료를 사용하는 것을 알 수 있다. 기후환경적인 영향으로 평지붕 혹은 경사지붕 마감재가 아스팔트 싱글 혹은 판넬로 대체되는 국내에 시공되는 지붕재와는 차이가 있는 것을 알 수 있다.

아직까지 국내에는 지붕마감재를 대신하는 태양전지모듈이 시공된 예가 없으며 Zero Energy House가 최초가 될 것이다.

표 5 Roof Top PV모듈 적용 사례

	<p>품 명 : Heyban 크 기 : 1,290*345*20 용 량 : 53Wp 종 류 : 결정질</p>
	<p>품 명 : ND-62RU2 크 기 : 1,498*396*34 용 량 : 62Wp 종 류 : 결정질</p>
	<p>품 명 : SUNTILE 크 기 : 1,498*431 용 량 : 63Wp 종 류 : 결정질</p>
	<p>품 명 : Solar S Tile 크 기 : 986*432*76 용 량 : 28Wp 종 류 : 결정질</p>

	<p>품 명 : Solar S Tile 크 기 : 986*432*76 용 량 : 28Wp 종 류 : 결정질</p>
	<p>품 명 : Solar Save Roofing 크 기 : 1,194*444*25 용 량 : 48Wp 종 류 : 결정질</p>

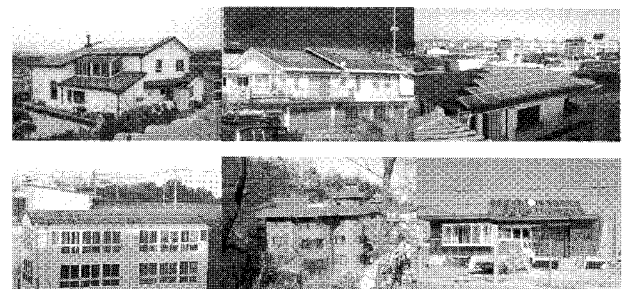


그림 4 국내 PV모듈의 지붕면 설치 사례

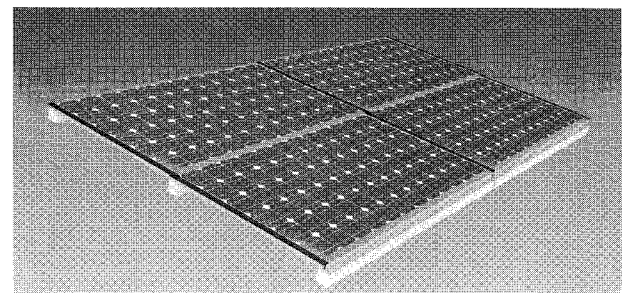


그림 5 Zero Energy House Roof Top PV

4. 결론

본 논문에서는 BIPV시스템에 대해 간략하게 소개하고, Roof Top PV시스템의 다양한 적용예를 기술하였다.

국가의 신성장동력인 신재생에너지 분야 중 태양광발전시스템은 여타 신재생에너지에 비해 기술의 발전이 빠르게 확장되고 있고, 이에 따른 보급의 확산은 눈부실 정도이다. 2008년도까지 누적 보급량은 300MW에 이르고 있다. 하지만 그 시공방식은 여전히 예전의 구조물 형태를 벗어나지 못하고 있고, 지면에 설치하는 타입은 국토의 효율적인 이용이라는 측면에서 그리 바람직해 보이지 않는다.

건축물의 태양광발전시스템 적용은 에너지소비 주체인 건물이 에너지를 생성한다는 새로운 개념의 접근이며 외장재를 대신하는 BIPV시스템은 좀더 진보적인 개념의 에너지 절약이라고 볼 수 있다.

하지만, 국외 적용사례에서도 알 수 있듯이 국내 BIPV 특히 Roof Top PV의 현황은 국외 선진국에 비해 걸음마 수준이라고 할 수 있다. 국내의 경우 제품화 된 것이 없으며, Roof Top PV모듈이 가져야 할 건축 기능적, 구조적, 디자인적 요소를 완벽하게 충족시키지 못하고 있는 현실이다. 지붕 외장 재료를 생산하는 건축업체의 참여가 저조해 모듈을 제외한 나머지 부속자재에 대한 개발 역시 더디게 진행되고 있는 것이 현실이다.

따라서 BIPV분야에서의 기술력 확보와 산업활성화를 위해 건축업체의 적극적인 참여와 기술투자, 디자인의 다양화가 필요하다. 이러한 시점에 Zero Energy House는 건물의 에너지 사용을 100% 태양광으로 공급한다는 중요한 의미도 있지만, 국내 건축환경에 적합한 Roof Top PV 모듈이 시공 적용된다는데 그 의미를 찾을 수 있다. ■

참고 문헌

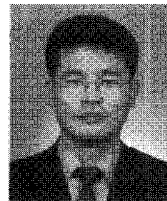
- [1] 에스에너지(주), “지붕용 금속일체형 태양전지모듈의 개발” 연구보고서, 에너지관리공단, 2007.
- [2] 이소미 외, 지붕용 BIPV모듈의 건축적 요구성능 및 적용사례 고찰, 한국생태환경건축학회 2005 추계학술발표대회 Vol.5, No.2 2005.
- [3] 이충식 외, 지붕용 BIPV 대형모듈의 적용사례 분석 연구, 한국 생태환경건축학회 논문집, 2007.
- [4] 태양광발전시스템 기술동향 및 적용, Solar Today, 2008. 12.
- [5] 강기환 외, 사례분석을 통한 PV Roof Top System의 발전성능 향상 방안 연구, 한국태양에너지학회 추계학술대회, 2007.

〈 필 자 소 개 〉



이소미(李少美)

1980년 2월 23일생. 2003년 경희대 건축공학과 졸업. 2005년 동 대학원 건축환경공학 졸업(석사). 2005년~현재 (주)에스에너지 BIPV팀 선임연구원.



이용호(李龍浩)

1963년 9월 5일생. 1991년 인하대 금속공학과 졸업. 1991년~2001년 (주)삼성전자 근무. 2001년~현재 (주)에스에너지 부사장.