

국내의 건물 적용 태양광발전 보급 프로그램 현황

박경은*, 유권종**, 김준태***, 강기환**

* 공주대학교 대학원 건축공학과, ** 한국에너지기술연구원 태양광시스템연구센터, *** 공주대학교 건축공학부

Status of Photovoltaic(PV) Distribution Programs for Applied Buildings

Park, Kyung-Eun*, Yu, Gwon-Jong**, Kim, Jun-Tae***, Kang, Gi-Hwan**

* Dept. of Architectural Engineering, Graduate School, Kongju National University,

** Photovoltaic System Research Center, Korea Institute of Energy Research,

*** Dept. of Architectural Engineering, Kongju National University

Abstract - The global photovoltaic(PV) market is increasing at an annual rate of about 30%. A major share of the market has been taken up by building integrated photovoltaic.

This paper presents an overview about status of the PV distribution programs for applying to building in the domestic and Japan, USA and Europe which have been playing a leading part in photovoltaic industry. From the results of this paper, we will intend to suggest a suitable future course for domestic PV distribution.

적이 적은 우리나라의 지형적 특성을 감안할 때, 매우 유용하게 활용될 수 있는 기술이다.

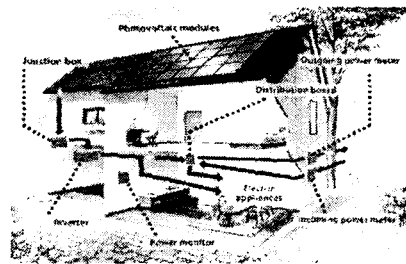


그림 1. 주택용 태양광발전시스템 원리

1. 서 론

지구 환경에 있어서 필수불가결한 요소인 태양에너지는 지구에 한 시간 동안 조사하는 양이 세계의 연간에너지 소비량에 상응할 만큼 거대한 에너지를 공급하고 있고, 환경오염 및 에너지원 고갈 등의 문제를 해결하기 위한 새로운 개념의 에너지, 즉 환경친화적이고 재생가능한 에너지로서 다양한 분야에서 활발하게 이용되고 있다.

태양에너지를 이용하여 전기를 생산하는 태양광발전 기술 중, 건물 외장재를 대신하여 건물에 통합 적용되는 건물일체형 태양광발전(Building Integrated PV ; BIPV) 기술은 PV를 효과적으로 적용할 수 있는 분야로, PV 선진국에서도 높은 관심과 노력 속에 여러 가지 정책 및 지원들이 계속되고 있다. BIPV는 실제 거주 면적이 협소한 지형적 조건을 가지고 있는 우리나라의 경우에 특히 유용하게 이용될 수 있다.

이에 본 논문에서는 일본, 독일을 비롯한 PV 선진국 및 국내의 PV 정책 중 건물을 대상으로 한 프로그램 현황을 분석하여 우리나라 PV 산업의 활성화를 위한 방향을 모색해 보고자 한다.

2. 건물일체형 태양광발전(BIPV)

2.1 BIPV 원리 및 특성

주택용 태양광발전 시스템을 예로 들면, 다음 그림 1과 같이 지역 전력계통과 연계된 PV시스템에 의해 거주자는 필요에 따라 지역 전력 공급자로부터 전기를 공급받거나 잉여 전기를 판매할 수 있다.

일사량이 많은 날에는 태양전지에서 발전된 직류전력이 인버터로 전달된다. 여기서 받은 직류전력을 가정에서 쓸 수 있는 교류로 전환하여 가정의 각 전력 소비체로 보내게 되는데, 이때 사용하고 남은 잉여분에 대해서는 전력선을 통하여 전력계통회사에 팔 수 있다. 미소한 양의 전력을 발전하는 흐린 날이나 전력 생산이 어려운 밤에는 전력계통회사로부터 전력을 공급받아 사용한다.

BIPV는 전력을 공급해 주는 역할 이외에도 건물 외장재로서 적용함으로써 건설비용 감소 및 건물의 가치를 높이는 디자인 요소로 사용될 수 있다. 특히, 거주 가능면

2.2 BIPV 적용방법 및 사례

2.2.1 건물 입면 요소로서의 적용

건물 입면 요소로서의 대표적인 적용방법으로 커튼월 공법이 있다. 이는 최근 유리 소재를 이용한 커튼월 공법을 많이 사용하고 있는 상업용 건물에서 유용하게 적용될 수 있다. 이 때, 투명(또는 반투명) 모듈을 이용하면 자연채광을 실내로 유입하는 효과까지 얻을 수 있다. 그러나 이 공법을 적용하기 위해서는 다른 환경적인 요인들에 대한 고려와, 설치 시공 시 좀 더 세밀하고 정밀한 기술 등이 수반되어야 한다.

이외에도 도장, 타일, 벽돌, 기타 마감재료를 대신하여 벽 부분에 PV 시스템을 적용할 수 있다(그림 2).

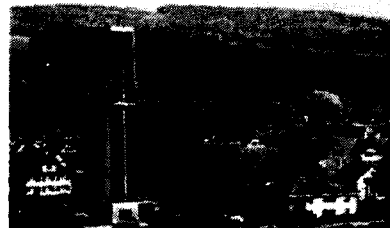


그림 2. 입면요소 적용 사례(Church Tower, 스위스)

2.2.2 건물 상부 외피 요소로서의 적용

일사확득이 가장 용이한 적용기법으로, 그만큼 가장 많이 이용되는 방법이기도 하다. 특히, 단독 주택 등의 주거용 건물이나 학교 등의 건물에 많이 이용되고 있다. 구체적인 적용 방법으로는, 현재 흔히 사용되고 있는 아스팔트 형글이나 타일 타일의 마감재료와 유사한 형태나 PV모듈로 지붕에 통합하여 설치하는 방식이 주로 사용된다(그림 3). 또한, 자연광 유입을 위하여 (반)투명 PV 모듈 사용하기도 한다.

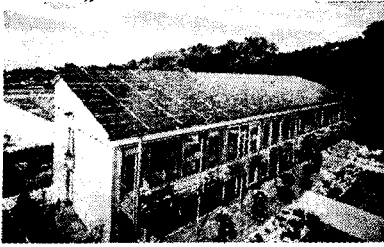


그림 3. 상부 외피 요소 적용 사례(Aussen독일)

2.2.3 차양 또는 채광 요소로서의 적용

BIPV 기술은 과도한 직사일광의 유입을 막고 채실자로 하여금 불쾌감을 유발하는 현취 등을 방지하기 위해 사용되는 차양 요소에 적용될 수 있다(그림 4(좌)). 반대로, 셀 자체의 미세한 구멍을 통하여 빛을 투과시키거나, 셀 사이에 일정한 간격을 둠으로 자연광을 실내로 유입하는 채광 요소로 사용이 되기도 하는데, 최근 사무실이나 공공 건물 등 큰 규모의 건물에 유리소재의 사용하는 예가 많아지고 있어, 매우 유용하게 사용될 수 있는 기법이라 할 수 있다(그림 4(우)).

이와 같이 빛을 조절하는 기능 이외에도 이러한 요소들의 건물의 이미지를 향상시키는 디자인적인 요소로서의 역할까지 기대할 수 있다.

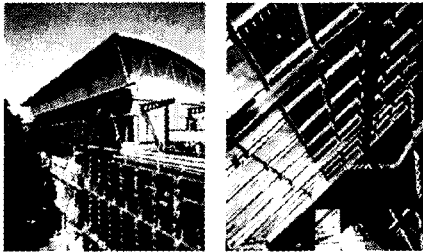


그림 4. 차양 또는 채광 요소 적용 사례 (University of Erlangen(좌)/Governmental Quarter(우))

3. 건물 적용 태양광발전 보급 프로그램 현황

3.1 국외 현황

PV의 건물용용을 위한 BIPV 기술개발과 관련한 최초의 대규모 국제공동 연구는 1990년대부터 7년 간 독일의 주관 하에 선진 13개국에 참여한 IEA SHC(Solar Heating & Cooling Program)의 Task 16 "Photovoltaics in Buildings"이며, 이를 통해 BIPV와 관련된 기반기술의 체계가 확립되었다고 볼 수 있다. 또한 이 연구의 후속연구 성격으로 1997년부터 선진 16개국 49명의 전문가를 중심으로 IEA PVPS 내의 세부주제 Task 7 "PV in Built Environment"를 통해 BIPV의 상업화 및 건물통합화에 대한 실용화 기술개발이 국제공동으로 추진되고 있다.

PV를 건물에 적용하는 기술은 다른 PV 적용 기술 분야에 비해 빠르게 성장하고 있는 분야로, 이에 대한 적극적인 투자와 노력을 계속해온 PV 선진국에서 수행되고 있는 프로그램 현황을 살펴보면 다음과 같다.

3.1.1 일본의 건물 적용 태양광발전 프로그램 현황

여러 PV 선진국 중에서도 특히 일본의 경우는 수요와 공급 양면에서 광목할만한 성장을 하고 있고 이러한 추세는 앞으로도 지속될 전망이다.

일본에서는 특히 주택용 태양광발전 시스템이 매우 활성화되고 있는데, 이는 실제 거주가능 면적이 적고 땅값이 비싼 일본의 특성상 건물의 지붕에 태양광을 적용하는 것이 경제적이기 때문이다.

1994년부터 1996년 사이에 New Energy Foundation (NEF)는 "주택용 PV시스템 모니터링사업"이라는 프로그램을 수행하였는데, 이것은 일본의 태양광, 특히, 주택용 태양광 시스템의 보급이 가속화되는 계기가 되었다. 이 프로그램에서는 초기투자비의 50%를 보조금으로 지원하였고, 그 결과 kWp당 시스템 가격이 1994년 200만 엔에서 1996년 120만엔으로 낮아지게 되었다. 이때 예산은 연간20~40억엔, 연간 보급 시스템 수는 1994년 539건, 1996년 1986건이었다. 이것은 1997년에 9600건으로 대폭 증가하였다. 이 때 "주택용 PV도입 기반 사업"이 시작되었는데, 이 기간동안의 예산은 1997년 111억엔에서 2001년 235억엔으로 증가한 반면, 정부보조금은 kW당 34만 엔에서 12만엔으로, 2002년에는 10만엔까지 감소하였다. 또한 시스템 평균 가격이 kW당 1백만엔에서 75만엔으로 낮아지게 되었다.

이와 같이, 정부의 보조금 지원 비용이 점점 감소하고 있는 반면 설치 수는 증가하고 있고 시스템의 평균가격도 감소추세를 보이고 있어, 향후 주택 부분에서의 태양광 보급에 대한 잠재성을 예측할 수 있다. 다음 표 1은 일본에서 수행되거나 진행중인 건물용 태양광발전시스템과 관련된 정책들을 정리한 것이다.

표 1. 건물용 태양광발전시스템에 관한 일본의 정책

프로젝트명	개요	비고
주택용PV시스템 보급촉진	· 주택용PV시스템 모니터링사업('94~'96년도)·합계 3,580호 · 주택용PV도입기반사업('97~)	· '94·'95·'96년 90만엔 보조(kW당) · '97~'98년 34만엔 보조 · '01·'02년 12만엔 보조 · '02·'03년 10만엔 보조
주택용PV유리화기술 등 확립실증실험	· 전국4지점, 합계25호 · 모니터링의 실시('93~'97)	· 설치비의 2/3 보조 · 아키타10호, 센다이4호, 시라하6호, 시즈오카5호(합계 25호)
산업용 PV 필드 테스트	· '98년도:73건, 1,940kW · '99년도:94건, 2,810kW · 모니터링의 실시	· 설치비의 1/2 보조
공공시설용 PV필드테스트	· 합계:186건, 4,900kW · 모니터링의 실시	· 설치비의 설치('92~'97) 모니터링('93~) 2/3 보조('92~'95) · 설치비의 1/2 보조, 단 방화형은 2/3보조('96, '97)

3.1.2 미국의 건물 적용 태양광발전 프로그램 현황

태양광발전 분야의 초기 시장을 장악했던 미국의 경우, 독립형 시스템과 국외의 설치 등에 중점을 두고 태양광발전 산업을 육성시켜 왔다. 그러나, 최근에는 미국에서도 자국내의 시장 확보와 계통 연계형, 특히 BIPV 분야에 대한 필요성을 인식하고 이에 대한 지원책과 예산 등을 마련하여 추진 중에 있다. 그 대표적인 프로그램으로 1999년부터 2010년까지 총 10억 달러를 투입하여 백만 시스템을 설치하고자하는 목표를 세우고, "1백만 호 Solar Roof 보급촉진계획"을 수행 중에 있다. 미국에서 수행되거나 진행중인 건물용 태양광발전시스템에 관한 정책은 다음 표2와 같다.

표 2. 건물용 태양광발전시스템에 관한 미국의 정책

프로젝트명	개요	비고
PV-BONUS	· 계통연계형 건물용PV시스템 개발 · 건물용과 PV기술 이용에 의한 계속적 시장개척 · 건물용 모듈개발, 실증시험 · PV시스템제조사 & 건설업체연계	· 예산 : '98년 150만달러, '99년 150만달러, '00년 500만달러 · 연방에너지부 태양광 프로젝트에 예산난타 융합펀드 관계시설 등으로 성과 실증
1백만호 Solar Roof 보급촉진 계획	· '10년 시장에서 백만 시스템, 3,025설치 목표 · '10년 설치비용 2,600달러/W · '10년 연방전량 1,400 MW	· 예산 : '98년 500만달러, '99년 150만달러, '00년 300만달러 · 연방정부 소유시설 30,000개소에 도입예정 · 연방 여러 기관, 거주정부의 보급시책의 진행 · 4만기마다 정보교환

3.1.3 유럽의 건물 적용 태양광발전 프로그램 현황

PV 산업에서 최근 유럽이 미국을 앞지르고 일본에 이어 2위로 올라서도록 하는데 지대한 공헌을 한 독일의 경우, 90년대 "1천만 호 Solar Roof Top 계획"을 시작으로 BIPV 분야에 있어서 꾸준한 노력을 기울이고 있다. 최

근 1999년에 시작해서 2004년까지 사업을 수행할 예정이었던 “10만 호 Solar Roofs 보급 사업”을 당초 예정보다 1년 앞당긴 2003년에 300MW 설치 목표를 달성하는 등 BIPV와 관련된 활발한 활동이 이루어지고 있다.

다음 표 3은 독일에서 수행되거나 계획된 BIPV 관련 정책들을 정리한 것이다.

표 3. 건물용 태양광발전시스템에 관한 독일의 정책

프로젝트명	개요	비고
1천만 호 Roof Top 모니터링	· 2,250호 PV시스템 설치 · PV시스템은 1~5kWp 까지 계통연계형, 합계 약 5.3MW ('90~'93)	· 정부보조 70% · BMFT와 추정부 공동 프로젝트. · 잉여 전력 매전가격의 최대 90%로 매전
10만 호 Solar Roof 계획	· '03년 말까지 300MW 설치목표(본래 2004년으로 예정, 1년 단축)	· '99년말까지 인가설치용량 : 약 10MW · '99년 말까지 인가전수 3,576 · 용자(금리0%) · 보조금: 투자비용의 37.5%
PV '05년 설비 계획	· 다중 설치공법 검토 · 건물 적용장벽 극복 · 독립형 PV시스템 개발	· '96~'05

이탈리아에서는 '99년부터 1만 Solar Roof Top계획을 수립하고 시행 중에 있으며, 이 프로젝트를 통해 저압계통연계건물일체형 PV시스템 10,000기, 약 50MW를 설치한다는 목표를 가지고 있다. 본래 '03년 종료예정이었으나, '05년으로 연기된 이 프로젝트에서 용자 인센티브는 투자비용에 대해 1~5kW시스템은 80%, 5~50kW는 70%가 지원된다.

스위스에서는 '90년부터 10개년 계획으로 Energy 2000을 수행하여 건물에의 파일럿 및 실증용 PV시스템(BIPV)을 설치하였다. 이 프로젝트를 수행을 위해 에너지성과 지방 자치체의 에너지부가 보조금을 지급하였고, ENB(에너지이용결의)에 의해 잉여전력을 적절한 가격으로 구입하였다.

그 이외에도 네덜란드와 같은 유럽의 여러 국가들이 관련 정책들을 제정하고 산업 육성을 위해 노력하고 있다.

또한, 유럽연합에서는 유럽의 여러 국가들이 공동으로 참여하는 과제들을 수행하고 있다. 건물일체형 PV시스템 개발 및 지붕일체형 조립식 PV시스템 개발을 목표로 '95년에 시작된 JOULE-THERMIE계획이나, '98년의 EC 백서-Take off 캠페인, '00년도의 HHP-HHP보급촉진계획 등이 수행되었다.

3.2 국내 현황

2002년 우리나라는 에너지소비에 있어서 세계10위에 랭크된 반면 에너지 해외 의존도는 97%이상인 것으로 조사되어, 우리나라도 대체에너지 개발이 절실하게 필요한 것으로 나타나고 있다. 그러나 2001년 대체에너지 공급량 2,357.6천toe 중 태양광 에너지 공급비중은 0.2%(5.9천 toe)로 매우 적은 비중을 차지하고 있고, 그 중에서도 건물에 적용된 PV 시스템은 2001년의 경우 연간 총 보급량(792kWp)의 약 13%에 그쳐 아직까지는 미비한 상태인 것으로 나타났다.

그러나, 대체에너지와 관련한 국제정세와 여름철 전력 수요 증가 등의 당면 과제 등으로 태양광을 비롯한 대체에너지에 대한 관심과 투자를 증가시키고 있다.

이에 2006년까지 1997년 제1차 대체에너지 기술개발·보급 기본계획에서 2006년까지 대체에너지 2% 공급하기로 설정한 달성시기를 2003년으로 조정하였고, 제 2차 국가에너지 기본계획에서는 2006년까지 3%, 2011년까지 5%의 대체에너지를 공급한다는 목표를 설정하였다.

이에 따라, 태양광 분야에서도 과거에 비전화 섬지역 등을 대상으로 독립형 지상용 태양광시스템에 관련된 사업들이 주류를 이루었던 것에 반해 최근에는 건물적용 계통연계형 시스템 설치 사례들이 증가하고 있다.

태양광을 비롯한 대체에너지의 보급을 촉진시키기 위해서 산업자원부 산하 에너지관리공단 주도 하에 시범보급

사업 및 지역에너지 사업 등이 이루어지고 있어, 이를 통한 PV 보급 확산이 이루어지고 있다. 또한, 대체에너지 개발 및 이용·보급 촉진법을 근거로 하는 대체에너지 공공 의무화 사업에 의해, 향후 공공기관이 발주하는 연면적 3천㎡ 이상의 신축 건축물에 대해서 총 건축공사비의 5% 이상을 대체에너지 설비 설치에 투자하도록 의무화하였다.

2001년에는 국내에서 최초로 BIPV 기술 개발과 관련하여 '중대규모 건축환경에서의 태양광발전시스템 적용요수기술개발'이라는 연구과제가 시작되었다. 한국에너지기술연구원 주관으로 3년 간에 걸쳐 총 36억원의 예산이 지원된 진행된 사업으로, BIPV용 전자재료체형 태양전지 모듈개발, String/Unit형 Power Conditioner 개발, 최적설계 및 시공기술 개발 및 실증적용시험 등을 목표로 수행되었다.

현재는 산업자원부 산하 에너지관리공단 주도 하에 주택용 3kW 태양광발전시스템을 2010년까지 3만 호, 2012년까지 10만 호를 보급하는 것을 목표로 사업을 추진 중에 있는데, 2004년에는 태양광 주택 200호 보급을 목표로 총 63억원의 예산을 지원할 계획이다. 이 프로그램을 통해 국내 태양광발전 산업의 확산을 기대하고 있다.

4. 결 론

최근 문제가 되고 있는 여름철 냉방부하 증가에 있어서, 일사량 특성곡선과 부하특성곡선의 유사성을 이용하여 여름철에 상호보완효과를 얻을 수 있는 태양광발전방식의 보급 활성화에 대한 관심이 매우 높은 상황이다. 또한, 국토 면적이 좁고 인구 밀도가 높은 국내 여건상, PV시스템을 별도로 설치하여 발전하는 방식보다 건물에 통합시키는 방식이 더욱 설득력이 있고, 대부분이 남향을 향하고 있는 국내 건물의 경우(특히 공공건물, 주거용, 교육용 건물) BIPV 보급 확산에 대한 많은 잠재량을 가지고 있다.

현재 세계 태양광 시장을 이끌고 있는 PV선진국들을 살펴보면, 그에 상응하는 관심과 노력, 그리고 지원이 있어 왔음을 알 수 있다. 국내에서의 건물 적용 PV 보급 확산을 위해서는 우리나라 실정에 맞는 더 많은 정책 및 프로그램이 수행되어야 할 것이다. 또한 실제 보급 확산을 저해하는 요소들에 대한 관련 전문가들의 연구개발 노력과 보급 노력이 필요하다. 그리고, 무엇보다도 실제로 이러한 기술들을 이용하는 소비자(국민)들의 환경의식 고취 및 정부 차원의 지속적인 관심과 경제적 정책적인 지원이 있어야 하겠다.

[참 고 문 헌]

1. 문영석, “국내의 에너지시장 여건 변화와 우리나라의 에너지 안보체계”, Energy News in Korea, 2003. 4.
2. 유권종 외, “태양광기술의 보급 현황과 전망”, 전력전자학회 하계학술대회, 2003. 7.
3. 윤종호, “건물통합형 태양광발전 시스템의 설계요소 및 접근 방법”, 제1회 태양광발전기술세미나, 태양광발전연구회, 2001.
4. 광주광역시, Solar City Gwangju 건설을 위한 도시개발기법의 개발, 2003. 10.
5. 유기노 유기노리, “태양전지를 익숙하게 다룬다”, Blue Backs(한국어판), 1994.
6. Arnulf Jager Waldau, “Status of PV Research, Solar Cell Production and Market Implementation in Japan, USA and the European Union”, PVNET Workshop RTD Strategies for PV Ispra, European Commission Joint Research Centre, 2002.
7. T.Schoen, et al., “Status Report of Task 7 of The IEA PV Power Systems Program”, 17TH European PV Solar Conference, 2001. 10.
8. Photon International, “Market survey on world cell production 2003”, Photon International PV Magazine, 2004. 3.
9. <http://www.global.mitsubishielectric.com> (Products/Solar Power/Overview/How it works)