

2011년 나주시 태양광 발전 시스템의 운전특성

현정우, 이남진*, 차인수, 김동묵, 최정식**

*동신대학교 대학원 에너지환경공학과, **동신대학교 수소에너지학과(ischa@dsu.ac.kr)

2011, The Analysis Operating Characteristics of Photovoltaic System in Naju-city

Hyun, Jeong-Woo, Lee, Nam-Jin*, Cha, In-Su, Kim, Dong-Mook, Choi, Jeong-Sik**

*Dept. of Energy & Environment Engineering, Dongshin University,

**Dept. of Hydrogen and Fuel Cell Tech, Dongshin University(ischa@dsu.ac.kr)

Abstract

Building-integrated photovoltaics(BIPV) are increasingly incorporate into new domestic and industrial buildings as a principal or ancillary source of electrical power, and are on of the fastest growing segments of the photovoltaic industry.

This paper presents operational features analysis and PCS(Power conversion System) factors of grid-connected 30kW BIPV on library of Dongshin University. The data consisted of insolation, Temperature, solar-cell performance and inverter performance are collected by IVision web monitoring system and analyzed. The analyzed data gave this paper effect elements of optimal operation.

Keywords : 건물통합형 태양광발전(Building-integrated photovoltaics), 최적 운전조건(Optimization of Operation Conditions), 전력변환장치(Power Conversion System), 운전관리시스템(Operation management system)

1. 서 론

화석에너지가 고갈되고 지구온난화가 가속화됨에 있어 대안으로 광전효과에 의해 태양광을 직접 전기에너지로 바꾸는 태양전지가 각광 받고 있다. 에너지원이 청정하고 무제한이며 유지보수가 용이하며 무인화가 가능하

지만, 초기투자비용이 높은 등의 문제를 가지고 있다. 이를 해결하기위해 정부는 2020년까지 그린홈 100만호 보급사업의 일환으로 태양광전원을 일반주택 및 공동주택에 설치 시 초기 설치비의 최대 50%를 지원해주고 있으며, 태양광분야 신재생에너지기술 개발 기본계획에 따르면 2009년 다량보급형 기술개

발이 마무리되고 2012년까지 저가상품화 기술개발이 이루어질 계획이다.

태양전지를 이용한 태양광 발전은 빛을 에너지원으로 사용하기 때문에 전력생산량이 지역별 일사량에 크게 의존된다. 그렇기에 최적화 운전관리시스템 등의 연구가 필요하다.

이러한 배경으로 본 논문에서는 본교 중앙도서관에 설치된 계통연계형 30kW 건물통합형태양광발전(BIPV: Building-integrated photovoltaics) 2011년 춘계, 하계, 추계 데이터를 도시화하여 분석하였다. 도출된 자료는 태양광발전애 있어 신뢰성 있고 유용한 정보를 제공함에 그 목적을 둔다.

2. 태양광 발전 시스템의 구성 및 특성

2.1 태양광 발전시스템의 구성

본 연구에 사용된 태양광 발전시스템의 구성은 그림 1과 같다.

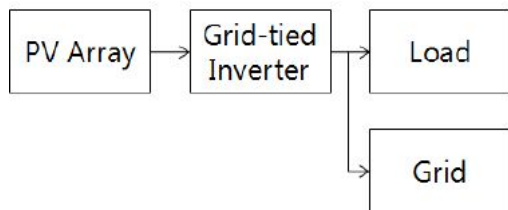


그림 1. 태양광 발전 시스템의 구성

발전된 전력은 Inverter를 거쳐 양질의 교류전원으로 변환되며 사용전원과의 계통연계형으로 설계되어있다.

2.2 태양광 모듈의 특성

동신대학교 중앙도서관의 옥상에 설치된 계통연계형 30kW급 태양전지는 표 1과 같은 특성을 갖으며 180개의 모듈이 9×20의 직병렬 결선되어있다. 태양전지는 효율성을 고려하여 Si 계열의 5 inch 단결정으로 되어 있다.

표 1. 태양광 모듈 특성

항목	특성	항목	특성
정격출력	173±3%W	외형크기	1583×792×34 mm
정격전압	35.7V	Cell 간격	2mm
정격전류	4.76A	모듈무게	16kg
개방전압	44.2V	Back Sheet	일반
단락전류	5.28A		

2.3 전력변환장치(PCS)의 특성

태양광 발전 시스템은 필요한 만큼의 전력을 얻기 위하여 여러장의 태양광 모듈을 연결시켜 놓은 장치인 어레이(PV Array)에서 직류전원을 수전하여 DC-DC Converter를 거쳐 안정화된 DC전압을 얻어 DC-AC Inverter를 통하여 안정된 교류전원과 주파수를 얻도록 구성되어있다. 전력을 변환하는 장치는 PCS라고 하며, 출력측에는 항상 정전압, 정주파수의 교류전압이 출력되도록 설계되어 일반전기기기의 전원으로 사용하기 적합하다. 그 구성 및 기능은 표 2와 같으며 다음과 같은 특징으로 설계되어 있다.

표 2. PCS구성 및 기능

항목	특성
모델명	PV-C330S
상수	3
정격출력용량(kW)	30
정격입력전압(V)	DC 348
입력전압변동범위(V)	DC 280-430
Topology	PWM Inverter
정격출력전압(V)	계통선 전압(220/380)
정격출력주파수(Hz)	계통선 주파수(50-60)
출력주파수변동률	계통선과 동기운전
출력전류왜율	정격 부하시 3% 이하
부하의역률	≥ 0.98
과부하능력	정격부하 110%, 10min
정전시 정지	600ms
제어소자	32bit DSP
파워소자	IGBT

○ 입력필터

- 컴퓨터 및 전자장비등의 전자기적 간섭을 받지 않도록 전자기발생이 최소화되도록 설계 제작하였다.

○ 역변환부(INVERTER)

- 본 장치는 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)모듈, 방열판, 각종 조립용 부품으로 구성된 고주파스위칭 방식으로 정류부로부터 정류된 직류전원을 IGBT모듈에 공급하고 검출장치로부터 정현파를 검출하여 펄스폭변조(Sine Wave PWM)방식의 Inverter로서 직류전력원을 양질의 교류전력으로 변환시켜 부하에 전원을 공급하며, 본 장치를 보호하기위해 직류 입력측에 반도체 보호용 고속FUSE를 구비하여 제작하였다.

○ 출력변압기(INVERTER TRANS)

- 본 변압기는 1차측 권선은 Inverter에 연결되고 2차측 권선은 출력측과 연결되는 복권 변압기로서 누설리액턴스 성분을 함유하도록한 특수한 구조로 되어있으며 출력 Filter기능의 일부를 포함한 방식으로 고주파성분을 극소화시키며 장비의 효율을 극대화시키도록 제작하였다.

○ 출력필터부

- 본 장치는 콘덴서와 리액터로 구성되며 역변환부에서 발생하는 고조파를 최소화하는 기능으로 제작하였고, 출력 부하에서 발생하는 역류고조파를 최소로 줄이기이 위한 여과기능을 내장시켰다.

○ 제어회로부

- 본 부분은 논리회로를 구동하기 위한 보조 전원부 및 역변환부의 제어부와 상태표시경보부, 동기절체 제어부 등으로 구성되며 PowerSupply 는 직류를 직접 공급받아 고성능 스위칭 방식에 의한 DC-Dc CONVERTER 방식을 사용함으로써 절체 또는 가동시 오동작이 배제되고 본 장치 내에서 발생하는 과도전압에도 제어회로가 안정되게 동작되도록 제작하였다.

○ 디지털 디스플레이어 운영반

- 본 운영판넬은 기기의 원활한 운영을 위하여 전면상단에 설치하여 상태감시를 용이하게 하며 다양한 기능들이 표시되어야 한다.

○ Noise Filer

- 입출력에는 Noise Filter가 부착되어 외부에서 유입되는 Noise를 차단하며, 내부에서

발생되는 Noise가 외부에 영향을 주지 않도록 차단한다. 정상 운전시의 동작기능은 직류전원을 공급받아 역변환부에 공급하고, 역변환부는 자체발전으로 한전계통전원과 동기된 교류로 변환하여 부하에 안정된 교류전력을 공급한다. 반대로 장비의 고장 또는 태양광발전의 발전량이 미약한 경우에는 계통선에서 자동/수동을 절환되어 부하에 전력을 공급하게 한다.

3. 태양광 발전 시스템 운전 데이터 분석

데이터의 측정은 (주)월링스위 IVISion 웹 모니터링 시스템을 통해 이루어 졌으며 일보, 월보, 년보를 기준으로 확인할 수 있으며 그림 2와 같이 실시간 데이터 확인이 가능하다.

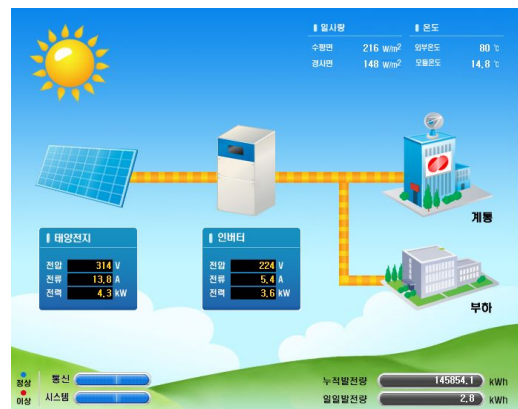


그림 2. 실시간 데이터 측정 화면

3.2 태양광 발전시스템의 발전량

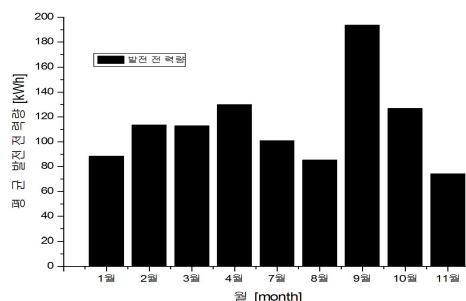


그림 3. 2011년 월평균발전량

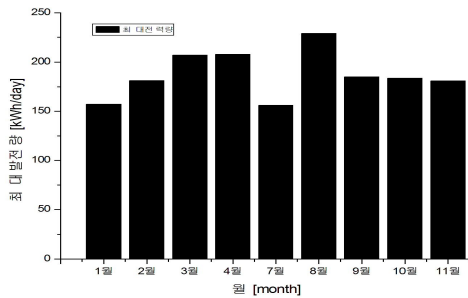


그림 4. 2011년 월별 하루 최대발전량

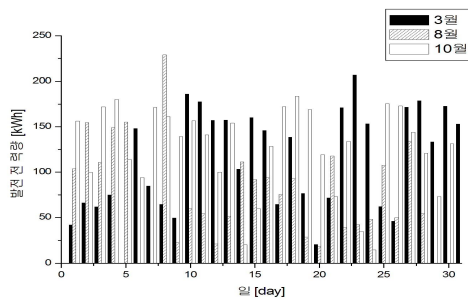


그림 5. 3월(봄), 8월(여름), 10월(가을) 일별 전력생산량

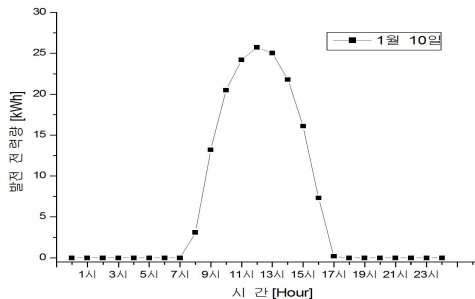


그림 6. 1월 10일 시간별 발전 전력량

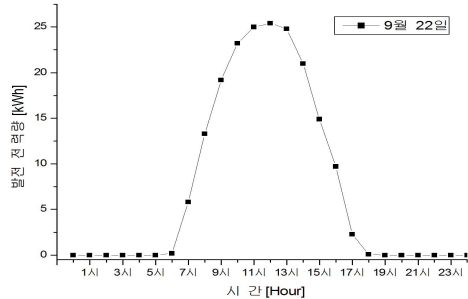


그림 7. 9월 22일 시간별 발전 전력량

4. 결 론

본 논문에서는 30kW급 태양광 발전 시스템의 구동특성을 장기간 수집하고 분석하였으며 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

- (1) 얻어진 데이터를 비교분석한 결과, 월평균 발전량은 9월이 190kWh 이었고 월별 하루의 최대발전량은 8월로써 235kWh(6월, 7월 시스템 Data 수집 오류발생, 11월은 18일까지의 Data로써 산정함) 이었다.
- (2) 2011년 한해는 기상의 조건에 따라 평균 발전량이 9월의 가장 높았고 8월이 가장 낮았다.
- (3) 2011년 한해는 기상의 조건에 따라 하루 최대발전량의 특정 날은 8월이 가장 높았고, 1월이 가장 낮았다.
- (4) 1일 최대 발전량은 9월 22일, 최소 발전량은 1월 10일로 나타났다.
- (5) 본 시스템과 같이 계통연계형의 발전시스템의 경우, 주변장치의 신뢰성은 더욱 중요할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 동신대학교의 연구비지원으로 수행되었음

참 고 문 헌

1. 차인수 외 3인, “건물통합형 30kW태양광 발전시스템의 설계 및 효율적 운전관리에 관한 연구”, 한국태양에너지학회 논문집, Vol. 28, No. 3, 2008

표 3. 태양광 발전 시스템의 구분별 상태

월 [월]	구분	날짜 [일]	기상환경				태양전지			인버터				
			일사량 [kW/m ²]		온도 [°C]		전압 [V]	전류 [A]	발전 전력량 [kWh]	전압 [V]	전류 [A]	주파수 [Hz]	역률 [%]	발전 전력량 [kWh]
			수평면	경사면	외부	모듈								
1월	최소	20일	132	132	38.8	-6.6	326	3.7	0	224.3	0	59.9	99.5	0
	최대	10일	194	137	61.2	-3.5	383	86.9	172.8	224	9.8	59.9	99.5	157.1
	평균		181.4	138.6	58	-3	365.2	63.5	97.2	225.5	5.3	59.9	99.5	88.4
2월	최소	27일	144	140	56	10.2	345	6	2.1	228.1	0.2	59.9	99.5	1.9
	최대	11일	230	148	80	10.7	378	96.4	199.1	228.2	10.9	60	99.5	181
	평균		198.3	139.7	64.6	4	350.8	71.3	124.8	226.6	6.7	59.9	99.5	113.4
3월	최소	5일	156	127	15.9	0.7	323	0.4	0	223.8	0	59.9	99.5	0
	최대	23일	262	153	80	13.9	412	107.3	227.6	227.9	12.9	59.9	99.5	206.9
	평균		232.4	142.6	66.6	6.3	368.5	84.6	124.2	226.2	6.9	59.9	99.5	112.9
4월	최소	20일	146	129	58.4	0.1	314	0.4	0	226.3	0	59.9	99.5	0
	최대	11일	275	153	80	19.8	397	104.5	228.4	228.8	12.7	59.9	99.5	207.6
	평균		234.4	141.3	70.7	12	345.9	78.6	142.8	227.8	7.9	59.9	99.5	129.9
7월	최소	23일	199	72	74.5	29.1	308	62.7	52.6	222.6	3.4	59.9	99.5	47.8
	최대	25일	270	159	80	32.5	380	99.7	171.6	226.8	9.8	59.9	99.5	156
	평균		230.6	134.4	79.4	30.5	327.2	84.4	110.7	224.6	6.8	59.9	99.5	100.7
8월	최소	20일	144	130	60.5	18.6	303	24.9	20.5	222	1.2	59.9	99.5	18.6
	최대	8일	315	162	80	38	374	100.6	251.9	228	14.8	59.9	99.5	229
	평균		210.5	138.9	75.8	27.8	323.7	68.7	93.9	224.6	5.5	59.9	99.5	85.4
9월	최소	29일	144	5	50.1	18.4	290	7.7	10.1	222.6	0.2	59.9	99.5	9.2
	최대	22일	268	162	80	31.8	367	105	1851.6	227.8	12.2	60	99.5	184.9
	평균		213.2	137.6	75.3	23.8	325	78.6	213.1	226.5	7	59.9	99.5	193.7
10월	최소	24일	139	-118	-45	9.3	301	18.6	16	226.5	0.8	59.9	99.5	14.5
	최대	18일	264	157	80	22.4	379	99.4	201.9	228.4	13.8	59.9	99.5	183.5
	평균		206.1	83.9	59.3	16.2	336.2	83.6	139.3	227.4	7.8	59.9	99.5	126.7
11월	최소	1일	132	124	31.6	5.8	0	0.2	0	223.4	0	59.9	99.5	0
	최대	2일	208	155	80	22.1	350	91.1	198.9	228.5	9.7	59.9	99.5	180.8
	평균		170.6	136.2	67.8	14.4	313.1	55.7	81.6	226.9	4.1	59.9	99.5	74.2