

대림대학 50kWp 태양광발전 시스템 설치 및 운전

강진규, 이승요, 박규홍
대림대학

Installation and Operation of the 50kWp Photovoltaic Generation System at Daelim University College

Jin-Kyu Kang, Seung-Yo Lee, Kyu-Hong Park
Daelim University College

Abstract - 본 논문은 대림대학 내에 설치하여 운전 중인 50kWp 태양광 발전시스템의 설치사례를 소개하고 지난 2008년 10월 부터 2009년 4월 현재까지의 운전 현황 및 발전시스템의 특성에 대해 소개 한다. 본 논문에서는 설치된 50kWp 태양광 발전설비에 기반한 실 데이터를 이용하여 최대출력, 일사량 및 온도에 따른 발전 전력 및 월별 발전전력량 등에 관한 내용을 분석하였다.

반면 태양전지의 발전 출력이 충분하지 못한 경우는 부하전력을 계통으로부터 공급받도록 한다. 한편 설치된 태양광발전 시스템은 입-출력 전압, 전류 및 발전전력량을 표시하기 위하여 태양광발전 시스템과 컴퓨터간에 RS422통신을 이용한 실시간 모니터링 시스템을 구축하고 있다.

1. 서 론

전 세계적으로 화석에너지에 대한 고갈과 화석연료의 과다한 사용으로 인한 온난화 현상과 같은 환경문제는 가장 큰 관심거리 중의 하나이다. 화석연료의 과다한 연소로 인하여 발생하는 공해문제는 현재 전 세계적으로 심각한 수준에 이르고 있는 것으로 볼 수 있다. 즉, 탄소 연소로 인한 탄산가스(CO₂)는 지구온난화(global warming)의 원인이 되며, 유황성분의 연소로 인한 유황산화물(SOx)과 질소성분의 연소로 인한 질소산화물(NOx)은 산성비의 원인이 되므로 이의 과다한 사용을 제한하기 위한 국제적인 움직임은 이미 일찌감치 시작되었다고 볼 수 있다.

우리나라에서 소비되는 총 에너지의 97%는 수입에 의존하며, 나머지 3%는 수력발전 및 국산 무연탄 정도이고 수입에너지의 상당량은 유연탄 및 원유와 같은 화석연료와 액화천연가스(LNG)여서 우리나라에서의 화석연료의 과다한 소비로 인한 공해문제도 심각한 수준인 것으로 생각된다. 따라서 화석연료를 자연에너지로 대체하기 위한 신재생에너지(renewable energy)의 활성화가 절실히 필요하다고 할 수 있다. 정부는 2007년까지 우리나라 총 발전전력의 5%를 대체에너지로 충당하기 위하여 태양광발전, 풍력발전 및 연료전지 등에 많은 예산을 투입하기로 한 바 있으며, 이 중에서 태양광발전은 무공해의 태양에너지를 직접 전기에너지로 변환하는 기술이므로 당면한 에너지 문제에 대한 대처 방안으로 선두를 달리고 있는 것으로 생각된다. 특히 태양광발전은 가동부가 없으므로 진동과 소음이 없고 시스템 운전을 자동화할 수 있으므로 여러 재생가능 에너지 중 가장 관심을 끌고 있을 뿐만 아니라 현실성이 있다. 본 논문은 이러한 상황 속에서 신재생에너지의 사용을 위한 노력의 일환으로 대림대학 내에 50kWp 계통 연계형 태양광발전 시스템의 설치사례를 소개하고 아울러 이의 각종 운전 데이터를 통하여 분석한 운전현황을 소개하고자 한다.

2. 태양광발전 시스템 구성 및 설치

2.1 태양광발전 시스템 구성

태양광발전 시스템의 구성도는 그림 1과 같다. 태양전지 어레이에서 발전되는 직류출력 전압을 인버터 시스템을 통하여 교류전압으로 변환하고 인버터의 출력이 부하는 물론 계통에 연계되어 운전된다. 따라서 태양전지의 발전출력이 충분한 경우는 부하의 전력을 태양전지 발전 출력이 담당하고 계통에도 남은 전력을 공급하게 된다.

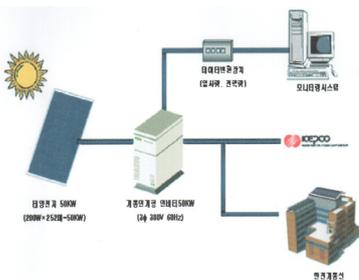


그림 1 태양광발전 시스템 구성도

2.1.1 태양전지

50kWp 태양광발전을 위한 태양전지는 (주)에스에너지의 정격 200W의 결정질 태양전지 모듈(모델명: SM-200PA0) 252개를 직병렬 연결하여 사용하였는데 사용된 태양전지의 상세도는 그림 2에 나타내고 있는 바와 같다. 사용된 태양전지 모듈은 약 14[%]의 효율을 가지며 그 자세한 사양을 표 1에 나타내었다.

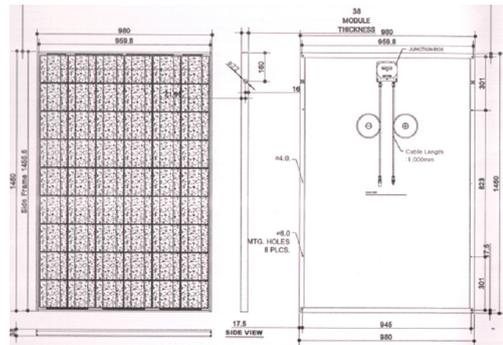


그림 2 태양전지 상세도

표 1 태양전지 모듈 사양

최대출력(Pmax)	200W
최대전압(Vmp)	25.81V
최대전류(Impp)	7.75A
개방전압(Voc)	33.21V
단락전류(Isc)	8.65A
모듈 연결	12직렬, 21병렬(총252모듈)

2.1.2 인버터 시스템

태양광 발전시스템에 사용된 인버터는 50kW급 계통연계형 3상 시스템으로 인버터는 태양전지로부터 발전되는 직류전력을 교류전력으로 변환시켜 출력을 부하와 교류계통에 공급한다. 설치된 인버터 시스템의 구성도는 그림 3에 보여주고 있는 바와 같고, 인버터의 기능은 태양전지의 개방전압을 감시하여 설정값 이상이 되면 자동적으로 운전하도록 되어 있다.

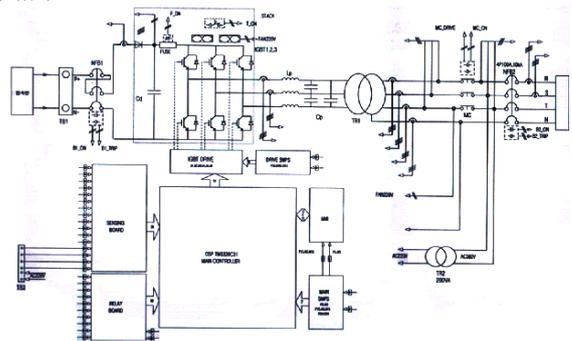


그림 3 태양광발전 인버터 시스템

또한 인버터는 태양전지 전압을 감시하고 있다가 설정치 이하가 되면 자동적으로 운전을 정지하도록 한다. 태양전지의 출력특성은 온도, 일사량 등에 따라 변화되므로 인버터는 태양전지가 항상 최대전력을 내도록 하기 위해 최대 출력점 추종제어(MPPT: Maximum Power Point Tracking)를 하도록 하고 있다. 인버터는 시스템의 과부하 상태, 시스템 과열, 태양전지 과/저 전압, 주파수 및 단독운전에 대한 보호기능을 가지고 있으며 인버터는 교류계통에 사고 발생으로 정전이 되는 경우 교류계통과의 연계를 차단하도록 한다. 설치된 인버터는 IGBT 스위칭 소자를 사용한 3상 PWM 인버터로서 출력측에 125 : 380의 권선비를 갖는 변압기를 사용하여 계통에 연결되었다.

2.1.3 태양광발전 모니터링 시스템

RS422통신을 이용하여 설치된 인버터 시스템의 디지털 제어부로부터 정보를 입력받아 태양광발전 시스템의 입출력 전압, 전류, 역률 및 주파수 등을 실시간 모니터링 하도록 하고 있으며 아울러 모니터링 시스템은 이러한 데이터에 기반하여 현재 발전량, 누적발전량을 계산하여 디스플레이하고 일사량 및 현재온도에 대한 정보도 알려주도록 되어 있다. 그림 4는 태양광발전 시스템의 인버터 입출력 상태 및 태양전지 출력전력을 모니터링 하기 위한 시스템의 메인 화면을 보여주고 있다.



그림 4 태양광발전 모니터링 시스템 메인화면

2.2 태양광발전 시스템 설치

경기도 안양시 동안구 비산동에 위치한 대림대학 수암관 옥상에 50kWp 태양광발전 시스템이 설치되었으며 태양광발전 시스템이 설치된 수암관 옥상은 그림 5와 같이 “ㄱ”자 형태로 되어 있다. 따라서 태양전지 모듈은 그림 5에서와 같이 2개소로 나뉘어 설치되었으며 태양전지는 정남향 방향으로 경사각 30°로 설치되었다. 앞서서도 언급했듯이 태양광발전 시스템은 계통연계형으로서 고정형으로 설치되었다. 그림 6은 태양전지 설치 구조물의 측면도를 나타낸 것으로 1개의 설치 구조물당 28개의 태양전지 모듈이 설치되었으며 총 9개의 설치 구조물이 그림 5에서와 같이 배치되었다. 태양광발전을 위한 총 설치면적은 345.0m²이었으며 태양전지 모듈은 전체적으로 12직렬, 21병렬로 연결되어 설치되었다.

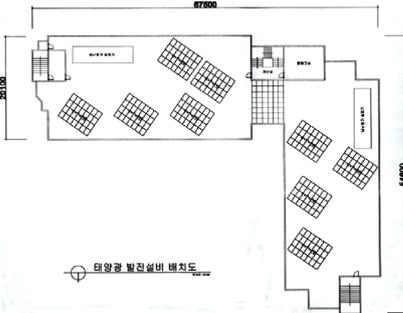


그림 5 태양광발전 설비 배치도

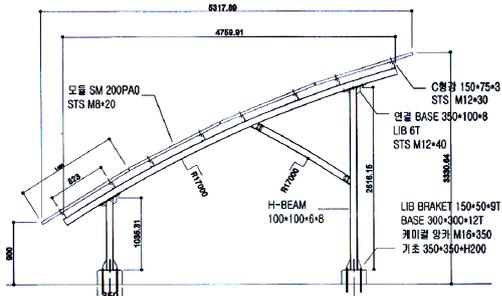


그림 6 태양전지 설치 구조물 측면도

3. 시스템 운전현황 및 분석

그림 7~10은 태양광발전 시스템의 운전현황을 나타내는 그래프로서 그림 7은 월별 발전전력량을 나타내고 있으며, 그림 8은 4월29일 데이터를 기초로 시간별 발전전력 현황을 보여주고 있다. 그림 9는 역시 4월29일 기준으로 시간별 일사량을 그래프로 나타낸 것으로 그림 8~9에서와 같이 일사량의 증가에 따라 발전전력이 증가하고 있음을 알 수 있다. 그림 10은 온도 대비 발전전력량을 나타내고 있는데 발전설비 설치 시점부터 4월 현재까지 모듈 온도가 최대 22.2°C로서 10월에서 4월까지의 모듈 온도는 발전전력에 크게 영향을 미치지 않고 있음을 알 수 있다.

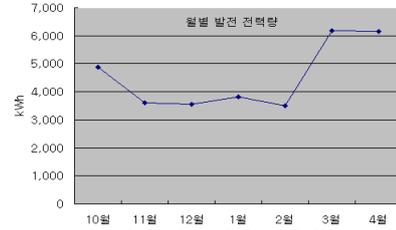


그림 7 월별 발전 전력량

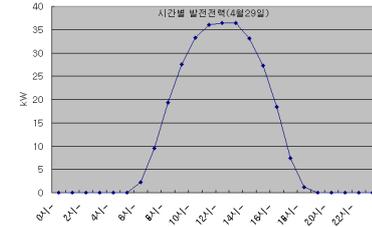


그림 8 시간별 발전전력 현황(4월29일)

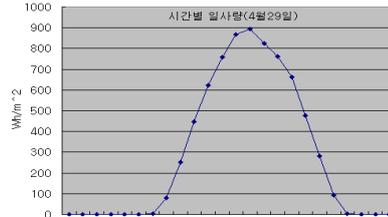


그림 9 일사량 대비 발전전력 (4월29일)

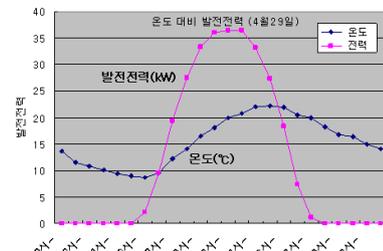


그림 10 온도 대비 발전전력 (4월29일)

4. 결 론

본 논문은 대림대학에 설치된 50kWp 계통연계형 태양광발전시스템의 구성, 설치 현황과 그 운전결과에 대한 내용을 분석하였다. 2008년 10월부터 2009년 4월 말 현재까지의 발전현황을 분석한 바에 의하면 월 평균 4527.9kWh 이상의 전력량을 발전할 수 있었으며, 36.4kW까지 출력을 낼 수 있었다. 또한 태양전지 1모듈당 월간 평균 18kWh의 전력량을 발전하였으며, 발전전력은 일사량에 비례하여 증가하지만 10월에서 4월까지의 외기온도는 발전전력에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

[참 고 문 헌]

- [1] Lrik Lysen, "Photovoltaics : an outlook for the 21st century", RENEWABLE ENERGY WORLD, pp.43 - 53, Feb. 2003.
- [2] 濱川圭弘, “太陽光發電-最新技術과 시스템”, (주)CNC .241, 2001.
- [3] 소정훈 외, “태양광발전 시스템의 설계치에 대한 성능 비교 분석”, 2002대한전기학회학술대회논문집, PP. 1319 - 1321, 2002.
- [4] 박규홍, “전력발생공학”, 동일출판사, PP. 414 - 418, 2003.
- [5] 박규홍 외, “10kW 태양광발전시스템 설치 및 운전현황”, 2003대한전기학회 학회학술대회논문집, PP.1371-1373, 2003.
- [6] 이엔에이치(주), “대림대학 태양광발전시스템 설치사업 - 50kW급 설비용량 준공도서”, 2008.