한국신·재생에너지학회 2007년도 춘계학술대회논문집 pp.292~294

Solar Pro를 이용한 국내 MW규모 태양광발전 최적지 선정

황 정희, 안 교상, 임 희천

The highest spot selection of the domestic for MW class PV system which uses Solar Pro adoption

Junghee Hwang, Kyosang Ahn, Heecheon Lim

Key words : PV(태양광발전), Solar Pro(태양광발전 시뮬레이션 프로그램), PCS(전력변환장치),

Abstract : 본 논문에서는 MW급 집중배치형 태양광 발전시스템 설치 전 기상청 기상대 기후자료를 Solar Pro 시뮬레이터에 적용하여 최적의 발전 Site를 선정하는 방법을 소개하고, 그 결과를 보여준다. 국내 지역별로 일사량 및 지역 기후 특성에 따라 태양광 발전의 발전량이 차이가 남에 따라 태양광발전 사업 전 반드시 거쳐야 할 단계이다. 이를 토대로 MW급 태양광 발전시스템 설치 시 각 지역별 경제성 차이도 알아 볼 수 있다.

1. 서 론

태양에너지는 지구상에 존재하는 청정에너지원이며 안전한 자원이다. 또한 태양에너지는 우리가 호흡하고 마시는 공기나 물을 오염시키지 않을 뿐만 아니라 우리의 건강과 생명을 위협하는 사고의 위험도 없는 순수하고 유용한 에너지 자원이다. 따라서 우리의 에너지 문제는 근본적으로 자급기반을 확보할 수 있는 방향으로 해결해 나아가야 한다.

그 중 에서서도 태양에너지는 가장 확실한 미래의 에너지 자원으로 국내외적으로 현재 광범위한 분야에 걸쳐 이를 활용하기 위한 연구사업이 활발하게 진행되고 있으며, 이미 여러 분야에서 그 경제성과 장래성이 입증되고 있다. 이에 따라 태양에너지의 이용이 날로 늘어나고 그에 따른 각종 시스템의 개발 및 최적화 사업이 활발하여 짐에 따라 태양광 발전시스템의 경제성 확보를 위한 최적 지역의 자료가 필요하다.[1] 본 연구는 이와 같은 배경과 취지에 따라서, 태양광 발전에 관한 대부분의 요소를 포함한 태양광발전 시뮬레이션 소프트웨어 Solar Pro를 이용하여, 실질적인 근거를 바탕으로 정확한 시뮬레이션을 통해 국내 태양광 발전시스템 최적지 선정을 하고자한다.

2. MW급 집중배치형 태양광 발전시스템

최근의 신·재생에너지에 대한 기술개발과 보급의 기본개념의 에너지·환경·경제 3E를 고려한 기술개발의 필요성을 검토하여야 하며, 이런 관점에서 태양광발전은 21세기 후반의 미래에너지를 책임질 수 있으며,환경 친화적이며, 무한정하고 지역 편재성이 없어 에너지 빈국인 우리에게도 유용한 에너지원으로서 21세기 산업으로 새롭게 부상할 것으로 예상된다. 특히 집중배치형 태양광 발전시스템은 분산형 시스템과 더불어 태양광 발전시스템 보급에 있어서 중요한 부분을 차치할 것으로 보이며 최근의 전기사업법 개정에 따라 국내에서도 보급이 확대 되고 있다.

집중배치형 태양광 발전시스템은 두 가지 목적, 즉 기존의 집중발전의 대체수단이나 또는 배전계통의 강화의 목적으로 설치되어 왔다. 많은 국가의 전력회사들은 이러한 형태의 발전설비 응용을 연구 중에 있으며, 이런 실증설비들이 독일, 이태리, 일보, 스페인, 스위스, 미국 등에 설치되었고 신뢰 있는 전력생산과 동시에 시스템의 건설, 운전 및 성능에 관한 경험을 제공하고

1) 한전 전력연구원 신재생에너지그룹
E-mail : 88tanker@korea.ac.kr
Tel : (042)865-7546 Fax : (042)865-7569
2) 한전 전력연구원 신재생에너지그룹
E-mail : ksahn@kepri.re.kr
Tel : (042)865-7541 Fax : (042)865-7569
3) 한전 전력연구원 신재생에너지그룹
E-mail : fclim@kepri.re.kr
Tel : (042)865-7540 Fax : (042)865-7569

있다.

국내의 경우에도, 정부의 지원 하에 연구 및 정부의 보급사업 등을 통해 확대 보급 설치되고 있으며, 2002년 태양광 에너지 개발 및 보급 활성화 전략 "Solar Land 2010 Program"을 발표 하였다.태양광발전의 배전계통에의 집중배치 전략은 지역별로 자체적으로 어느 정도 에너지를 자율적으로 수급이 가능한 장기적 에너지정책으로서, 이는 국가의 미래 에너지 수급정책에 상당한 기여를 할 것이다.

2.1 MW 시스템 설치 현황 소개

1980년대부터 미국에서는 대규모 PV시스템에 대한 실증연구가 정부, 기업, 전력회사를 중심으로 수행되어왔다. 초기에 미국에 설치된 대용량의 PV시스템은 단결정 실리콘 태양전지를 채택하였고, 예외적으로 SMUD PV2의 경우 다결정모듈을, APS의 Sky habor의 경우 Fresnel 렌즈를 이용한 집광형 방식을 채택하였다. 이들 PV 시스템의 설치는 기존 상용전원과는 경제성에서 비교대상이 될 수는 없었지만, 태양광발전을 대규모 전원으로 도입하는데 있어 PV 시스템의 특성에 관한 중요한 정보를 제공하였다. 국내 각 발전사의 태양광 발전설비 현황으로서, 한국동서발전(주) 동해화력에 1MW, 한국남동발전(주) 영흥화력에 1MW가 현재 구축되어 운전되고 있으며, 한국서부발전(주)는 태안화력본부에 120kW급 태양광 발전설비가 운전되고 있다. 또한, 각 발전사들의 태양광 발전시스템 사업의 적극적인 참여로 현재, 한국서부발전(주) - 삼랑진 3MW, 한국수력원자력(주) - 영광원자력 3MW, 한국중부발전(주) - 서천화력 3MW급 규모의 태양광발전 설비를 추진 중이다.

특히, 한국서부발전(주)의 태안화력본부에 설치되어 성공적으로 운전되고 있는 120kW급 태양광 발전설비는 발전사가 참여한 초기 R&D 프로젝트로서 계통연계형 PCS 국산화 개발도 완료 하였다. 또한, 경북 칠곡군에는 태양광 발전의 초기 순수 민간 발전소가 설치되어 운영되고 있다. 규모는 한전과 직거래 가능한 200kWp이며 순수 PPA 사업자에 의한 국내의 특고압 연계 적용하여 전력시장에 진입하여 태양광발전의 개척사에 기록된 시스템이다.

3. Solar Pro 프로그램 소개

Solar Pro 는 태양광 발전과 관련된 모든 항목을 포함하는 고급 시뮬레이션 프로그램이다. 건물의 경도, 위도, 모듈의 방위각, 경사각 그리고 주위 건물에 대한 그림자의 영향 등을 기초로 생산된 전기를 정확한 계산을 수행하며, PCS 특성과 감소율(reduction ratio)을 기초로 생산된 전력을 계산하고 그래프와 데이터로 보고서를 작성할 수 있다. 특히, 그림자 해석, I-V 계산, 전력계산, 경제성 계산의 4가지 기능으로 구성되어 있다.

Table 1 Solar Pro 주요사항

■ 위도,경도 등의 데이터를 바탕으로 한 위치선정
■ 사용하기 쉬운 3D CAD 기능
■ 3D 그래픽에 의한 그림자의 영향 해석
■ 해당 모듈의 I-V 특성곡선을 바탕으로 계산
■ 시각적 효과를 극대화
■ 경제성관련 그래프 및 데이터 작성 기능지원 (우리나라 누진세 적용 안됨)

태양광 발전에 관한 대부분의 요소(온도, 일사량, 그림자, 위치등)를 포함한 태양광발전 시뮬레이션 소프트웨어인 Solar pro 시뮬레이터를 사용하여 국내 지역별 태양광발전 전력량을 예측 분석하였다. MW용량을 지역별로 분석하였으며 설치 가능 지역을 선정하여 MW급 집중배치형 태양광 발전시스템을 설치하였을 때 전력량을 분석 예측하여 최적 Site를 선정하였다.

3.1 MW급 집중배치형 태양광 발전단지 구현

태양전지 어레이가 2열 이상 설치되는 경우에는 전열의 어레이가 후열의 어레이에 그림자의 영향을 주지 않도록 설치하여야 한다. 일반적으로 태양전지 어레이 최소 간격을 구하는 계산식은 다음과 같다.

$$X1 = L\{\cos(tile) + \sin(tile)*\tan(lat+23.5^{0})\} \quad (식1)$$

여기서, X1 : 어레이 최소 이격거리 L : 어레이 길이
tilt : 어레이 경사각 lat : 설치지역의 위도

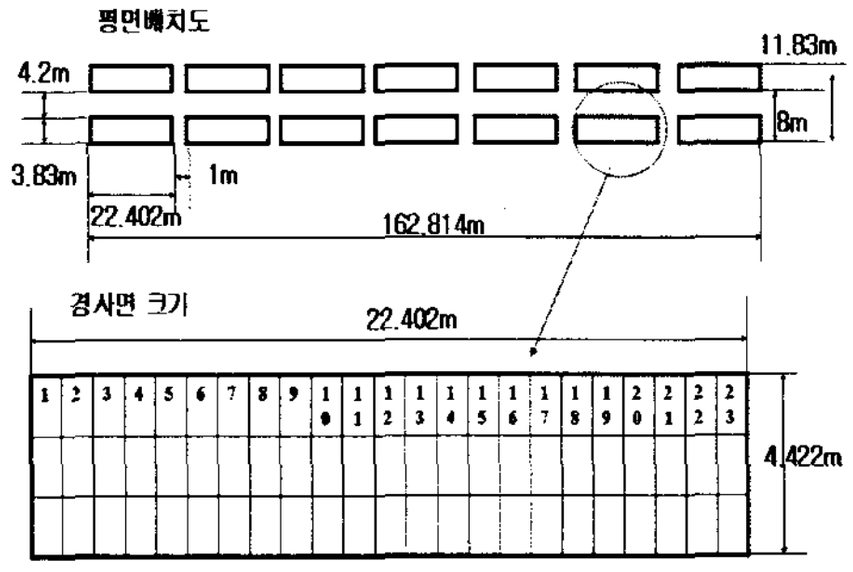

Fig. 1 태양전지 Array 배치도

기본 구성은 23개의 모듈을 직렬로 하여 250병렬로 기본으로 하여 설계하였다. 210Wp 모듈, 개방전압 33V, 운전 전압 27V, 개방전류 8.36A, 운전전류7.71. Max. sys. Voltage DC 1,000V의 상용 모듈을 사용하였다.

총 용량 1.2MW급을 구성하였으며, 기본 배치도를 작성하였다.

Table 2 어레이 구성

구분	규격	비고
모듈 용량	210 Wp	실리콘 태양전지
단위용량	1,207.50 kWp	총 5,750 모듈
직렬 수량	23 직렬	759Voc(V)/621Vm(V)
병렬 수량	250 병렬	2,089.87 Isc(A)/1,937.56 Im(A)

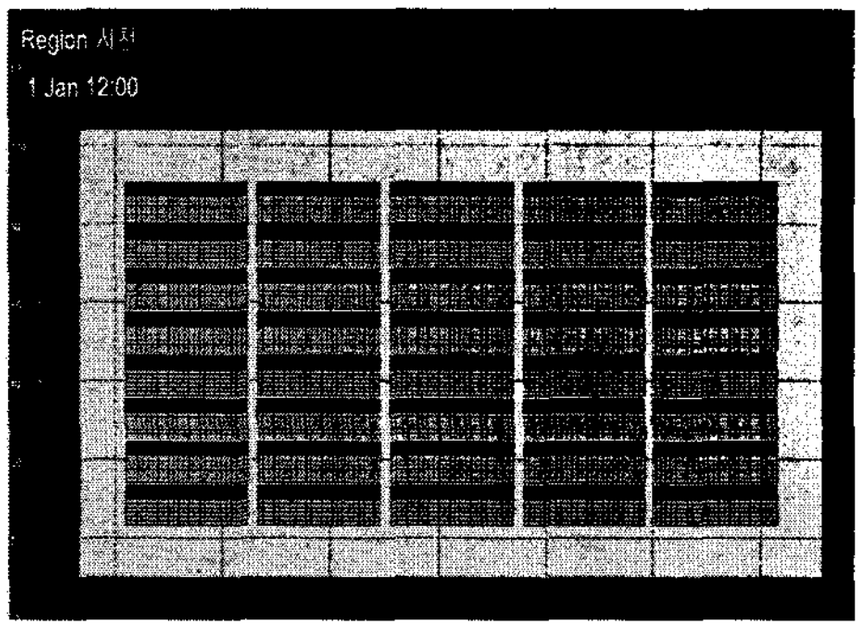

Fig. 2 Solar Pro 3D CAD 1.2MW

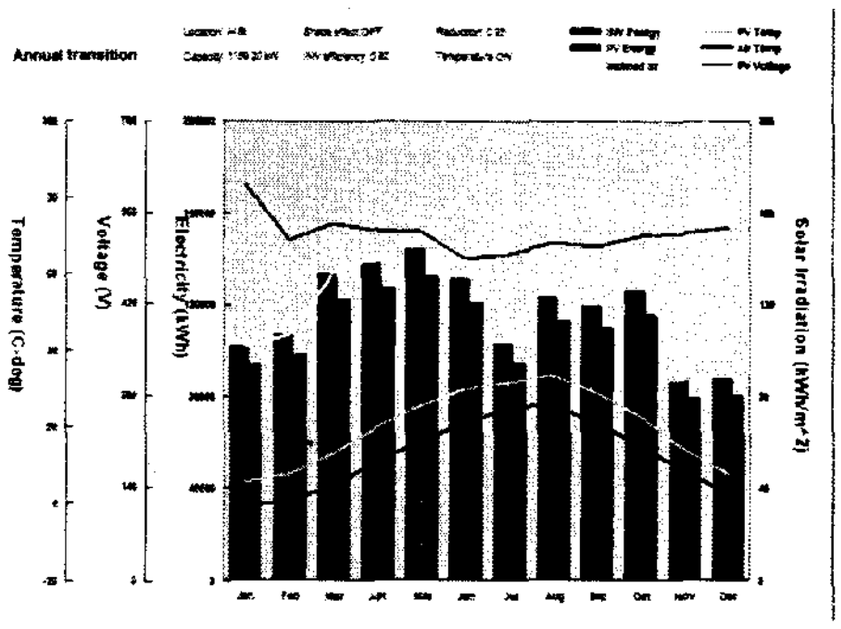

Fig. 3 PCS power 1.2MW

3.2 시뮬레이션 Site

Table 3 MW급 태양광 발전시스템 설치 지역

지역	위도	경도
서천	36도 4분	126도 41분
고창	35도 25분	126도 41분
안동	36도 33분	128도 4분
춘천	37도 54분	127도 44분
추풍령	36도 6분	128도 7분
인천	37도 28분	126도 38분
진주	35도 12분	128도 6분
목포	34도 44분	126도 23분
포항	36도 2분	129도23분
부산	35도 6분	129도 2분
대전	36도 19분	127도 25분
서울	37도 34분	126도 58분

기상청 국내 일사량 현황 현황의 기본자료를 활용하여 시뮬레이션 툴에 적용하였다. 2002년부터 2006년 기상청 자료에 의하면 목포 지역이 5년 동안의 월 평균일사량이 가장 우수하며, 기후 관측소인, 서산, 광주, 부산, 포항 등의 월평균 일사량은 비슷한 수치를 나타태고 있어, 발전 출력과 이용률도 비슷하다. 기상청 일사량 분석 자료에 의하면 국내의 월평균 일사량 현황은 봄철인 3월부터 6월까지 양호하고, 가을의 일사량은 예측과 다르게 낮게 분석되었다. 특히 겨울철에는 봄철의 일사량에 비하여 절반정도의 수치를 보여 주고 있는데, 이는 일조시간과 무관하지 않을 것으로 보인다. 이러한 실 데이터를 시뮬레이션에 실제 적용하여 시뮬레이션 한 결과를 Table 4.에 보여준다.

Table 4 시뮬레이션 결과

Annual Report	Direct Irradiation	Total Irradiation	Horizontal Irradiation	PV Energy	INV Energy
Site	kWh/m^2	kWh/m^2	kWh/m^2	kWh	kWh
서천	881	1483	1315	1,460,329	1,343,503
고창	877	1449	13172	1,45,203	1,336,302
안동	813	1327	11881	1,328,801	1,222,497
춘천	805	1315	11791	1,314,867	1,209,677
추풍	902	1468	13105	1,472,042	1,354,279
인천	832	1354	12082	1,359,410	1,250,657
진주	914	1502	13565	1,45,954	1,394,646
목포	952	1571	14390	1,587,909	1,460,877
포항	818	1340	12046	1,340,231	1,233,012
부산	891	1465	13222	1,471,245	1,353,545
대전	939	1538	13827	1,548,950	1,425,034
서울	801	1034	1165	1,304,788	1,200,405

4. 결 론

시뮬레이션 지역 선정은 기상청 설치지역의 기후자료를 적용하였다. Table4.는 Solar Pro 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 결과에서 보면 일사량이 가장 많은 지역은 목포로서 발전 전력량도 가장 많은 것으로 나타났다. 일사량 조건에 따라 발전량도 비례 하므로 지역별 특성을 조사 하여 부지 선정을 해야 한다. 또한, 서해안은 수온과 대기온도의 영향을 받아 7월과 8월에는 해무가 자주 발생하여 오전에는 태양광 발전을 할 수 없는 경우가 빈번할 것으로 예측 된다. 또한, 각 지역별로 발전량이 차이남에 따라 경제적 이익 및 손실도 검토해봐야 한다.

본 연구는 MW급 집중배치형 PV 시스템을 설치하기 전 최적의 지역 선정을 계획 하는데 참조가 될 기본자료를 소개 하였다. 이 결과를 토대로 "MW급 집중배치형 태양광 발전시스템 및 계통연계 기술개발" 연구에 도움을 줄 것이다.

후 기

본 논문은 에너지관리공단 지원 "MW급 집중배치형 태양광 발전시스템 및 계통연계 기술개발" 과제 일환으로 수행 되었습니다.

References

[1] 국내 일사량 분석·평가 및 데이터 표준화 연구 보고서 1997년 12월 31
[2] MW급 집중배치형 태양광 발전시스템 및 계통연계 기술개발 1차년도 중간 보고서
[3] MW급 집중배치형 태양광 발전시스템 및 계통연계 기술개발 2차년도 중간 보고서
[4] Solar Pro 태양광 발전 시스템 시뮬레이션 교육교재