

태양광 인버터의 한국형 전력변환 효율에 관한 연구

김정환*, 유병규**, 소정훈**, 이기옥**, 유권종**

*충남대학교 대학원 전기공학과(jhkim8@kier.re.kr),
**한국에너지기술연구원 태양광 연구단

A Study of Korean Efficiency of PV PCS

Kim, Jeong-Hwan*, Yu, Byung-Gyu**, So, Jung-Hun**, Lee, Ki-Ok**, Yu, Gwon-Jong**

*Dept. of Electrical Eng, Graduate School, Chungnam National University(jhkim8@kier.re.kr)
**Korea Institute of Energy Research, Photovoltaic Research Group

Abstract

Recent global environmental pollution and contamination and depletion of limited fossil energy prices surge as an energy source to replace it depending on wind, fuel cells and solar power and other renewable and pollution free renewable energy is of interest in increase. The photovoltaic systems are pollution-free, unlimited energy source, and easy to install because it is rated as the most valuable renewable energy sector and the prevalence is spreading throughout the world.

Photovoltaic systems at one end of the stable development of the role that solar power inverter applications can be the most important. No matter how much power the solar arrays, even if the inverter output in the normally if he's no use. These photovoltaic inverters to evaluate the performance of the inverter efficiency measures that can be called directly. This way of measuring the efficiency of solar inverters in Europe efficiency and CEC efficiency is currently being used.

In this paper, until now about how to measure the efficiency of solar power inverter technology and the new Korean Meteorological Solar Insolation data analysis to derive weights based on this inverter efficiency for Korea is to offer.

Keywords : 태양광 인버터(Photovoltaic inverter), 유럽 효율(European efficiency), 미국 효율(CEC efficiency), 한국 효율(Korea efficiency),

기 호 설 명

η : 태양광 인버터 효율(%)
 Wh/m² : 단위 면적당 일사량

1. 서 론

최근 전 세계적으로 화석에너지의 고갈 및 가격급등에 따라 이를 대체할 에너지원으로 풍력, 연료전지 및 태양광 발전 등의 재생 가능하고 오염이 없는 신재생에너지에 대한 관심이 고조되고 있다. 특히 태양광발전은 무공해이면서, 무한정한 에너지원이며, 설치가 용이하기 때문에 가장 유용한 신재생에너지원으로 평가받고 있어 세계적으로 태양광발전시스템의 보급이 확산되고 있다.

태양광발전시스템에서 실리콘 원재료부터 발전시스템에 이르기까지 각 사업 분야가 모두 중요하지만 특히 최종 단에서 발전된 전력을 안정적으로 상용계통이나 독립부하로 공급하는 역할을 하는 태양광 인버터 분야가 가장 중요하다고 할 수 있다. 태양광 어레이에서 아무리 많은 전력이 발전 되더라도 인버터에서 정상적으로 출력을 못하면 아무 소용이 없다. 태양광 인버터의 성능을 평가할 수 있는 척도가 인버터의 전력변환 효율이라고 할 수 있다.

본 논문에서는 기존 태양광 인버터의 효율 계산 방법에 대하여 기술하고, 기상청의 일사량 자료를 분석하여 한국형 태양광 인버터 효율 가중치를 제안하여, 유럽효율(European Efficiency)과 한국효율을 비교분석 하였다.

2. 본 론

2.1 기존 태양광 인버터의 효율 측정 방법

태양전지는 일사량 및 온도의 변화에 따라 출력특성이 하루에도 수시로 변화하며 최대 전력을 얻을 수 있는 최대 전력점도 변화하

게 된다. 태양전지는 일사량이 증가하면 비례적으로 전류가 증가하여 출력전력이 증가하게 되고, 온도가 상승하면 반비례적으로 전압이 감소하여 출력 전력이 감소하는 특성을 가지고 있다. 이러한 태양전지의 특성을 바탕으로 각각 인버터의 5%, 10%, 20%, 30%, 50%, 75%, 100% 출력조건에서 변환효율을 측정하고 그에 해당하는 가중치를 곱하여 계산되는데, 현재 인버터의 효율을 계산하는 방법은 표1과 같이 유럽효율과 미국효율 방법이 널리 사용되고 있다. [1]

표 1. 유럽효율과 미국효율

인버터 출력전력	효율별 가중치 [%]	
	유럽효율 (European Efficiency)	미국효율 (CEC Efficiency)
5%	3	0
10%	6	4
20%	13	5
30%	10	12
50%	48	21
75%	0	53
100%	20	5

유럽효율의 계산은 식(1)을 사용하며, 미국효율의 계산은 식(2)를 사용한다. 효율계산에 사용된 기존의 2가지 방법은 낮은 부하영역에서부터 전 부하영역까지 운전하는 것을 가정하여 산정하는 방식으로 유럽효율은 50% 부하에서 0.48로 가중치가 가장 높고, 미국효율은 75%부하에서 0.53으로 가중치가 가장 높게 적용되어있다.

$$\eta_{EU} = 0.03\eta_{5\%} + 0.06\eta_{10\%} + 0.13\eta_{20\%} + 0.10\eta_{30\%} + 0.48\eta_{50\%} + 0.20\eta_{100\%} \quad \text{식(1)}$$

$$\eta_{CEC} = 0.04\eta_{10\%} + 0.05\eta_{20\%} + 0.12\eta_{30\%} + 0.21\eta_{50\%} + 0.53\eta_{75\%} + 0.05\eta_{100\%} \quad \text{식(2)}$$

현재 국내에서 유통되고 있는 태양광 인버터의 효율은 유럽방식을 채택하여 적용하고 있다. 우리나라와 유럽 지역과의 지리적, 기후적 차이로 태양광 발전 에너지 잠재량 분포에 차이가 있다는 것을 그림1을 통해 확인할 수 있다. [2]

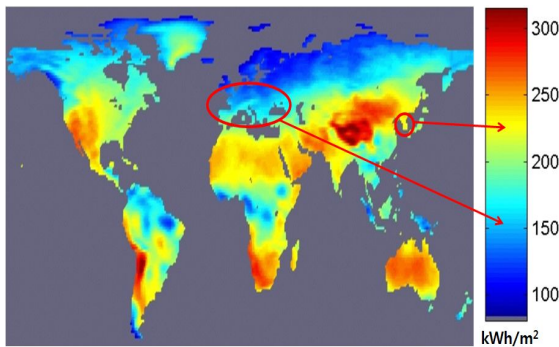


그림 2. 세계 태양광 발전 에너지 평균 잠재량

유럽 지역과 일사량 분포가 다른 조건에서 유럽효율을 국내 인버터 효율에 적용하여 사용하는 것은 우리나라 실정에 맞지 않고, 더구나 이에 대한 적절한 연구가 이루어지지 못하고 있는 상황이다.

2.2 한국의 일사량 분석 및 한국형 태양광 인버터 효율

한국형 태양광 인버터 효율을 적용하기에 앞서 우리나라 기후에 적합한 인버터 효율 가중치가 필요하다. 이 가중치를 결정하기 위해 일사량 데이터에 대한 통계처리가 필요하였다. 기상청에서 일사량을 측정할 수 있는 15개 지점들의 2006년~2008년에 대한 1시간 간격으로 측정된 일사량 데이터를 확보하여 분석하였으며 일사량별 발생시간 빈도 분포는 그림1과 같다. [3]

각 지역별 세부 분포는 일사량 1000 Wh/m² 일 때 태양광 인버터의 출력이 100% 라는 상황을 기준으로 분류하였으며 그 결과는 다음 표2와 같다.

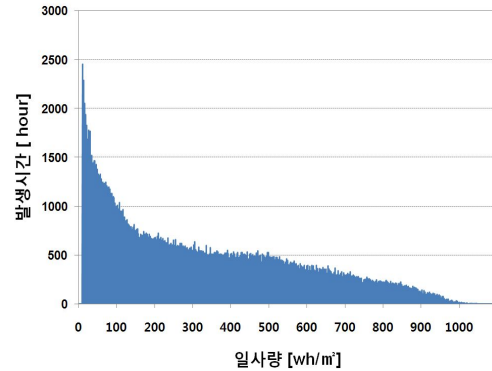


그림 3. 한국 15개 지점의 일사량 분포도

표 2. 한국 15개 지점의 일사량 세부 분포비율 [%] [2006년~2008년]

구분	5%	10%	20%	30%	50%	75%	100%
강릉	14.6	19.5	13.6	23.3	20.0	7.0	2.0
광주	13.9	18.5	13.7	23.2	20.9	7.6	2.2
대구	14.3	18.7	13.8	25.7	21.0	5.6	0.9
대전	13.1	17.9	14.5	23.8	21.0	7.4	2.1
목포	13.4	18.2	13.8	23.3	21.0	8.0	2.3
부산	11.7	15.6	13.4	22.4	23.4	9.2	4.4
서산	13.2	18.3	15.5	24.2	21.0	6.8	1.0
서울	12.7	19.5	15.9	25.9	19.7	5.7	0.7
원주	14.7	18.5	14.4	24.0	20.2	7.3	1.0
전주	15.5	18.2	14.9	24.3	20.8	5.7	0.6
제주	16.1	19.2	13.9	19.4	19.5	8.4	3.4
진주	14.4	17.4	13.3	23.6	23.3	6.6	1.5
청주	12.8	18.4	14.5	24.4	21.0	7.0	1.8
춘천	13.9	18.6	14.2	23.7	20.2	7.4	1.9
포항	14.0	18.0	14.2	23.4	21.2	7.3	1.9
평균	13.9	18.3	14.2	23.6	21.0	7.1	1.8

각 15개 지점별 기상청 일사량 데이터의 분포도를 보면 일사량은 주로 50% 이하에 분포하는 것을 확인할 수 있다. 특히 10%이하에 편중되어 있다는 것을 확인할 수 있다. 그리고 표2의 각 지역별 일사량의 세부 분포비율을 보면 대전을 기준으로 부산 지방으로 갈수록 높은 비율의 값이 전반적으로 증가하며, 강릉 지방으로 갈수록 낮은 비율의 값이 전반적으로 증가하는 것을 알 수 있다. 위 결과를 바탕으로 한국형 인버터 효율의 가중치를 표3과 같이 제안한다.

표 3. 제안하는 한국 효율

인버터 출력 전력	효율별 가중치 [%]
5%	13.9
10%	18.3
20%	14.2
30%	23.6
50%	21.0
75%	7.1
100%	1.8

제안하는 방법에서 인버터의 5%, 10%, 20%, 30%, 50%, 75%, 100%의 출력 조건에서 변환효율을 측정하는 것으로 가정하였다. 유럽효율과 미국효율에 적용된 가중치를 모두 적용하였다. 그 이유는, 우리나라의 일사량은 주로 30~50%에 높은 가중치 값을 가지고 있다. 이와 같은 가중치의 적용은 자칫 국내에 유통되는 태양광 인버터에 낮은 일사량 영역에서 좋은 변환효율로의 동작에 초점을 맞출 수 있기 가능성이 있다. 그래서 전 영역에서 좋은 변환효율을 갖기 위해서 75%의 가중치도 적용하게 되었다. 이런 가정이 너무 가혹하게 적용될 수 있겠지만 우리나라 일사량의 분포 상황을 감안했을 때 가장 효과적인 적용 비라고 생각한다.

3. 결과 및 고찰

제안한 한국형 효율이 현재 국내에 적용되고 있는 유럽효율과 차이점을 비교해 보았다. 비교 분석에 사용된 태양광 인버터는 한국에너지기술연구원을 통해 인증시험을 거친 인버터 중 무작위로 4개사를 선택하여 비교하였다. 각 인버터의 유럽효율을 바탕으로 측정된 변환효율과 본 논문에서 제안한 한국 효율과 비교하였다. 제조사별 부하조건별 측정 변환효율 및 유럽효율과 한국효율을 계산한 결과는 표4에서 확인할 수 있다.

표 4. 제조사별 유럽효율과 한국효율 비교

구분	측정효율 [%]							유럽 효율 [%]	한국 효율 [%]
	5	10	20	30	50	75	100		
A사	81.12	88.43	92.03	93.87	93.87	93.84	93.80	92.91	90.85
B사	85.44	91.55	94.38	95.39	95.71	95.36	95.00	94.81	93.23
C사	84.50	90.07	93.66	94.72	95.34	95.29	95.23	94.40	92.49
D사	73.42	83.25	90.04	92.04	93.23	92.91	92.91	91.44	87.91

위의 결과를 보면 한국효율이 유럽효율에 비해 작은 값으로 계산되는 것을 확인할 수 있다. 그 이유는 5%와 10%에서의 부하 조건에서 측정 변환효율이 나머지 조건에서의 측정 변환효율에 비해 현저하게 작은 변환 효율 값을 가지기 때문이다. 이러한 결과는 앞서 언급한 국내에서 유통되는 태양광 인버터는 전 영역에서 좋은 변환 효율을 가져가기 위해 추가 선정된 가중치를 뒷받침 할 근거가 될 수 있을 것이라고 판단된다.

4. 결 론

본 논문에서는 우리나라 실정에 타당한 태양광 인버터의 전력변환 효율을 계산하기 위해 기존 효율계산 방법을 파악, 분석하고 기상청 일사량 데이터를 통계 처리하여, 한국

형 효율 가중치를 제안하였다. 제안한 가중치를 적용한 한국효율과 유럽효율을 비교한 결과 국내에서 유통되는 태양광 인버터는 전 영역에서 좋은 변환 효율로 동작해야 된다는 것을 알 수가 있었다.

기상청 일사량의 분포를 바탕으로 제안한 한국형 효율 가중치는 한국형 태양광 인버터 효율 적용에 충분히 유효한 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

향후 기상청 일사량 데이터를 추가하여 한국형 효율의 가중치가 좀 더 신뢰성을 가질 수 있도록 보완할 것이며 유럽효율 및 미국 효율과 비교 분석할 계획이다.

참 고 문 헌

1. Guideline for the use of the Performance Test Protocol for Evaluating Inverters Used in Grid-Connected Photovoltaic Systems, CEC(California Energy Commission), p.17, 2004
2. Solar Average Potential Electricity Production with Photovoltaics (1983~1992), Solar Generation V-2008, EPIA, p.14, 2008
3. 2006년~2008년 시간대별 일사량 측정자료, 기상청, 2009