

<https://doi.org/10.7236/IIBC.2018.18.6.207>

IIBC 2018-6-28

국내 태양광분야 안전성 기술기준 분석 및 연구

Analysis and Study of Safety Technical Standards in Domestic Photovoltaic Field

윤용호*

Yongho Yoon*

요약 태양광발전시스템에 대한 시험인증 기술력 향상을 위한 표준화를 위하여 기 구축된 분야에 대한 국가표준(안)을 제안 및 개정하고, 기업이 수출시 상대국이 인정하는 적합성평가(CB인증)가 국내에서 지원하는 것이 필수적이다. 이를 위하여 국제공인 적합성평가 기관으로서의 능력을 향상시켜 IECCE-CB 제도에 의한 인증기관(NCB-NREC) 및 시험기관으로서의 위상 강화를 추진하여 국내기업이 수출장벽을 타개하고 외국에서 시험인증 받기 위한 기간을 단축하고 경비를 대폭 절감하여 수출의 증대 및 대외 경쟁력 확보가 필요하다. 또한 정부가 추진 중인 FTA에 교역시 기술장벽(TBT) 해소를 위한 상호인정 협정에 대비하기 위하여도 국내 시험인증기관의 능력향상이 필수적이다. 현재 태양광모듈 및 인버터의 안전성 평가는 유럽 및 일본에서 강제로 채택하여 국내업체 수출시 외국인증기관을 이용하고 있는 실정으로서 태양광모듈의 안전성 평가에 대한 CBTL를 취득함으로써 국내의 경쟁력 강화 및 태양광 발전 사업을 수출산업으로 육성지원 하는데 기여할 수 있다.

Abstract The increase in the size and the uptake of PV systems is leading to significant increase in the penetration of PV into local electricity grids. The increased penetration of PV is impacting on grid operation and in particular the voltage within the local grid can be significantly influenced by the various PV systems. The current global situation of environmental pollution, climate change and energy demand urgently requires dramatic political, economic and technical decisions in order to avoid a potential collapse of environmental and social systems. Around the world, electricity remains the vital component of national and international development. The implementation of renewable energy resources can provide solutions to these challenges by stimulating the early implementation of economically viable sustainable energy technologies.

Key Words : Safety, Technical Standards, Photovoltaic Field

1. 서 론

신·재생에너지설비의 보급량이 급격히 증가하고 있으며, 특히 태양광분야의 보급량 증가가 대표적이라 할 수 있다. 태양광모듈 및 인버터의 보급과 더불어 성능뿐

만 아니라 안전성확보가 절실히 요구되고 있는 실정이다. 독일, 일본, 미국 등 선진 외국에서는 안전성에 관한 기술 기준을 필수적으로 적용하여 태양광산업의 안전성 확보에 만전을 기하고 있는 상태이다. 그러나 우리나라는 태양광모듈 및 인버터의 성능평가분야의 기술기준은 적용

*정회원, 광주대학교 전기전자공학부
접수일자: 2018년 10월 1일, 수정완료: 2018년 11월 1일
게재확정일자: 2018년 12월 7일

Received: 1 October, 2018 / Revised: 1 November, 2018 /
Accepted: 7 December, 2018

*Corresponding Author: yhyoon@gwangju.ac.kr
School of Electrical and Electronic Engineering,
Gwangju University, Gwangju, Korea

하고 있지만, 안전성 기술기준은 적용하고 있지 않은 상태이며 해외 관련 선진국은 IEC 규격에 의한 태양광 제품의 안전성 인증을 시행하고 있다. 따라서 태양광인버터 생산 업체 및 인증시험 시험기관은 미래 시장에서 생존하기 위하여 국제기준에 부합하는 장비 및 시스템 구축, 인증획득을 위한 표준기반 성능평가 기술력 함양, 기업과의 연계활동 등 이 분야에 대한 보다 심도 깊은 연구 개발 노력이 필요할 것으로 전망된다^[1-2].

II. 우리나라의 표준화역량 현황

태양광모듈 및 인버터의 안전성확보에 대한 기술기준이 IEC로부터 채택하게 될과 동시에 독일, 일본, 미국 등 선진 각국에서는 태양광모듈의 안전성 확보용 기술기준을 적용하고 있으며, 강제규격으로 적용하고 있는 상태이다. 그러나 현재 국내 PV모듈 분야에 대한 국제 적합성 평가는 결정질 태양광 모듈에 대해 성능만 수행하고 있는 상태이며, 안전성분야는 전무한 상태이다, 즉 국내 수출기업은 일본 및 독일 등 외국의 적합성평가기관으로 국제인증을 신청하고 있는 실정으로 시험비용과 시험기간이 증가되고 있는 실정이다.



그림 1. 태양광분야 안전성 기술기준 및 성능평가 기반구축
Fig. 1. Establishment of Safety Technology Standards and Performance Evaluation Infrastructure for Photovoltaic Field

태양광발전시스템에 대한 시험인증 기술력 향상을 위한 표준화를 위하여 기 구축된 분야에 대한 국가표준(안)을 제언 및 개정하고, 기업이 수출시 상대국이 인정하는 적합성평가(CB인증)가 국내에서 지원하는 것이 필수적이다. 이를 위하여 국제공인 적합성평가 기관으로서의 능력을 향상시켜 IECEE-CB 제도에 의한 인증기관

(NCB-NREC) 및 시험기관으로의 위상 강화를 추진하여 국내기업이 수출장벽을 타개하고 외국에서 시험인증 받기 위한 기간을 단축하고 경비를 대폭 절감하여 수출의 증대 및 대외 경쟁력 확보가 필요하다. 또한 정부가 추진 중인 FTA에 교역시 기술 장벽 해소를 위한 상호인정 협정에 대비하기 위하여도 국내 시험인증기관의 능력향상이 필수적이다.

현재 태양광모듈 및 인버터의 안전성 평가는 유럽 및 일본에서 강제로 채택하여 국내업체 수출시 외국인증기관을 이용하고 있는 실정으로서 태양광모듈의 안전성 평가에 대한 CBTL를 취득함으로써 그림 1과 같이 국내의 경쟁력 강화 및 태양광 발전 사업을 수출산업으로 육성 지원 하는데 기여할 수 있다.

III. 국내외 태양광분야 안전성 기술기준^[3-6]

1. 기술발전추세

시험기관(Testing Lab)이 설비 구축 및 평가기술 확보를 위해서 최소 2~3년 구축기간과 새로운 시험설비 투자를 필요로 한다. 국제표준화 활동 (TC : Technical Committee)을 통하여 시험기준의 제·개정 작업에 참여하여 국제 시험인증 동향을 이해하여야 하며, 시험 신청자들에게 단순한 시험결과를 제공하기 보다는 제조업체의 제품설계에 시험평가기술을 반영시킬 수 있어야 한다. 현재 시험기관은 시험기준에 부적합한 제품에 대한 적절한 해결책을 제공할 수 있을 정도로 그리고 시험인증은 제품개발 및 판매, 제품 개발기간 단축 및 비용절감 등에 중요한 역할을 하고 있는 추세이다.

태양광인버터 및 시스템의 국제 표준에 부합되는 안전성 및 신뢰성평가를 전문적으로 시험할 수 있는 국내 시험기관은 거의 없으며 특히 시험설비 투자도 부족한 실정이다. 향후 국내 다양한 분야의 시험수요를 고려한다면 앞으로 많은 시험기관들의 시험 준비와 능력 확보가 중요하므로 시험인증 분야의 중장기 로드맵을 수립하고 핵심 분야별 전문 시험인증기관들을 육성하는 전략이 세계 기술발전의 추세를 따라가는데 있어서 필요하다. 이에 정부, 시험인증기관, 산업계, 학계, 연구소 등 전문 기관들이 참여하는 국내 시험인증포럼을 구성하고 시험인증에 대한 토론의 장(場)을 운영하여 각 기관의 의견수렴 및 이해관계를 조정 할 필요가 있다.

2. 국외 안전성 기술기준

2009년 말 독일 TÜV Rheinland CE인증을 획득한 태양광용 인버터는 효율이 최대 95.5%로서 특히 기존 모델보다 효율을 향상시키고 보호등급을 IP44에서 IP56으로 업그레이드 하였으며, 가정용 및 산업용 전자파 규격을 모두 만족시켜 성능향상과 더불어 CE규격의 안전성까지 확보한 실정이다.

다음은 미국, 독일 등의 태양광인버터 시험기관의 현재까지 구축된 기반구성 내용이다.

1) 미국 NREL

미국의 국립 신재생에너지연구소 (NREL : National Renewable Energy Laboratory)는 분산전원 (DER : Distributed Energy Resources) 테스트 시설로, 다양한 분산전원(태양광, 풍력, 연료전지, 축전지, 마이크로터빈, 디젤발전기), 전력계통시뮬레이터 및 부하장치(전동기 부하 등)를 구축해 전력변환장치(계통연계형 인버터)의 계통연계 성능시험, 보호기능 시험을 수행하고 있으며 그림 2에서 분산전원 시설을 보여주고 있다. 이밖에도 Power Quality, Sag, Swell 및 단독운전방지 기능 등의 다양한 연계시험을 수행한다. 전력변환장치 분야 IEEE 1547 시리즈 및 IEEE Std 929 규격을 개발했으며, 분산전원 계통연계 분야 전문가를 확보하고 있다.

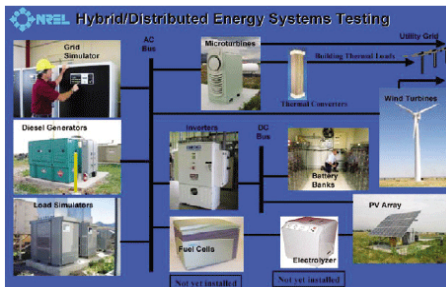


그림 2. NREL의 분산전원 테스트 시설
 Fig. 2. NREL's distributed power test facility

2) 미국 Sandia National Lab

분산전원기술연구소 (DETL : Distributed Energy Technologies Laboratory)는 효율, 전력품질, 계통연계 요구조건 등 태양광인버터 제품에 대한 다양한 개발시험을 수행한다.

DETL은 다양한 분산전원, 전력계통시뮬레이터 및 전동기 부하와 같은 부하장치를 구축해 다양한 제조회사들

의 계통연계형 인버터의 계통연계 성능시험, 보호기능 등의 다양한 시험을 수행하고 있는 모습을 그림 3에서 보여주고 있다. 이밖에도 태양광인버터 인증시험 (Certification Tests)과 관련해 TC 82 WG 3 & 6에서 IEC 국제 규격 제정을 위한 적극적인 활동을 하고 있으며, 계통연계형 태양광인버터 테스트 프로토콜 개발도 수행하고 있다.



그림 3. 시험 중인 다양한 계통연계 인버터
 Fig. 3. Various grid-connected inverters under test

3) 독일 TUV

전 세계 인증시장의 80%를 장악할 정도로 막강한 영향력을 발휘하고 있으며 실제로 우리나라의 모든 태양광 업체들도 를 통해서 유럽시장에 진출하고 있다. 특히 태양광 영역을 특화해 박막형·결정형 태양광 모듈과 정선 박스·인버터·백시트·건물일체형태양광발전(BIPV) 시스템·집광형모듈 등 태양광 산업의 거의 모든 분야에 대해 인증 서비스를 제공하고 있다.

4) 독일 Fraunhofer ISE



그림 4. 독일 Fraunhofer ISE의 태양광 인버터 시험장비
 Fig. 4. Germany Fraunhofer ISE solar inverter test equipment

독일의 태양에너지공급기술연구소 (ISE : Institute for Solar Energy Technologies)는 태양광인버터 시험평가 기관으로, 세계 최대의 태양광인버터 제조회사인 SMA사의 제품을 주로 시험한다. 인버터의 메가와트급 시스템 설치의 증가에 따라 20kV의 계통전압에 연결할 수 있

는 3개의 1.25MW급의 변압기 설비로 1000V/100 OA 태양광인버터를 실험을 할 수 있는 설비를 구축하고 있는 모습을 그림 4에서 보여주고 있다.

3. 국내 안전성 기술기준

최근 몇 년 동안에 발전사업자의 증가로 인해 국내 설치 현장에 250kW급 이상의 PCS (Power Conditioning System, 전력변환장치) 태양광인버터가 수천대 이상이 설치되어 운전되고 있다. 또한 일부 기업에서는 250kW급은 물론이거니와 500kW급 및 1,000kW급까지 개발하고 있는 추세다. 현재 안전성 기술기준 체계 미반영으로 국제인증 추세를 따라가지 못하는 실정으로 태양광인버터 및 시스템을 전문적으로 시험할 수 있는 국내시험기관은 없으며 시험설비 투자도 부족한 실정이다. 특히, 중대형 인버터는 RPS 등 수요증가에도 불구하고 장비 미구축으로 인한 인증 미시행으로 시험수요를 고려한다면 앞으로 많은 시험기관들의 시험 준비와 능력 확보가 중요 및 시험인증 분야의 중장기 로드맵을 수립하고 핵심 분야별 전문 시험인증기관들을 육성하는 전략이 필요하다.

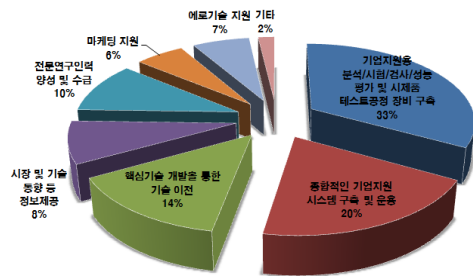


그림 5. 태양광 제품 경쟁력 강화를 위한 시험평가기반 구축 요구사항

Fig. 5. Establishment of test evaluation base for strength-ening competitiveness of PV products

또한 그림 5의 내용과 같이 태양광 및 신재생에너지 관련 기업을 대상으로 수요조사를 실시한 결과, 기업지원용 분석/시험/검사/성능평가 및 시제품/양산지원을 위한 테스트장비 구축, 이와 연계된 종합적인 기업지원 시스템 구축 및 운용과 핵심기술 개발을 통한 기술 이전 등 순서로 산업체의 Needs가 요구되고 있는 실정이며 안전성 국내 기술개발수준의 내용을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 기능 및 성능 위주의 기술개발 : 전기적 안전성에 대한 고려 미흡
- 2) 안전규격 부재 : 전기감전, 노이즈 피해 우려
- 3) 대용량 제품의 시험환경의 부재 : 개발/출시 후 제품판매 전부
- 4) 제조사의 품질관리(Q/A) 시스템 부재 : 인증제품의 품질저하
- 5) 저가화 위주의 제품개발
- 6) 수입 제품과의 경쟁 심화 : 과도한 가격경쟁
- 7) 국내 시장보호를 위한 기술적 정책 부재 : 수입제품과의 기술적인 경쟁 유발
- 8) 시스템 관점에서의 과도한 저가화 정책
- 9) CE (EN 50178, safety), UL (UL 1741, Safety) 등이 국제규격 적용 미비

IV. 국내 태양광분야 안전성 기술기준 기반구축을 위한 필요연구^[7-11]

태양광발전 시스템의 저가, 고성능과 고신뢰성 등의 핵심기술개발을 위해서는 입력인 태양에너지로부터 시스템까지의 발전성능 국제표준기준에 부합하는 성능평가에 대한 정량화가 필요하다. 그러나 현재까지 국내에 설치된 대부분의 태양광발전 시스템은 단지 운전현황 및 고장유무 등의 정성적인 평가만 이루어지고 있어 태양광발전 시스템의 표준기반 성능평가 기술이 확립되어야 하며, 현재 국내 태양광인버터 시험기관의 어느 기관도 국제기준에 부합되는 시험성능 시스템 구축이 되지 않은 실정이다. 또한 따라서 태양광발전 기술의 활성화를 위해서는 향후 기술개발 동향의 정확한 분석과 함께 기술 내용에 따라 기초연구, 기술개발, 실용화의 단계별로 구분하여 장기간의 지속적인 지원을 통해서 실증연구를 수행하여 시스템의 성능향상, 고품질, 신뢰성과 안전성기술 등의 실용화 기술 확립이 요구된다.

본 논문에서는 국제기준에 부합하는 장비 및 시스템 구축, 인증획득을 위한 표준기반 성능평가 기술력 함양, 기업과의 연계활동 등을 고려하여국내 태양광분야 안전성 기술기준에 대한 연구를 다음과 같이 규정한다.

1. 태양광모듈

- 1) 태양광모듈의 현행 성능위주의 인증체계를 결정질/

박막 모듈의 성능/안전성 단일 인증체제로 국내 인증기준 개편

- 현행 IEC 61215 결정질 모듈분야 중심의 성능 인증체도를 IEC 61215+IEC 61730(안전성)의 단일규격체제로 인증기준 개편
 - 박막모듈분야는 IEC 61646+IEC 61730 체제로 개편하여 규격 재편성하고 인증체계 구축
- 2) 태양광모듈 IECEE CB 시스템 미 인정 규격(IEC60891의 11개 규격)에 대한 지정심사 자격취득
 - 3) 성능평가 연구 및 평가기술 선진화

2. 태양광인버터

- 1) 태양광인버터(250kW급) 및 모듈의 안전성 및 성능평가 설비구축에 의한 IECEE CB시스템 지정 심사 통과 및 선진 인증기관 수준의 인증자격 확보
 - 250kW급까지의 중 대형 인버터에 대해 성능 및 안전성 평가체계 및 성능평가설비 구축
 - IECEE-CB 인증 시스템 가입(IEC62109-1,2 규격)
- 2) IEC, UL, JET, TUV등 태양광분야 해외규격에 대한 평가 기술력 확보
- 3) 성능평가 연구 및 평가기술 선진화
- 4) IEC 62109-1,2 성능시험
 - 4-1) 계통연계형 인버터 고장방지 보호 평가시스템
 - 잔류 전류 모니터링의 고장방지
 - 자동분리 수단의 고장방지
 - 절연 또는 분리 설계
 - 4-2) 냉각 시스템 고장- Blanketing 평가시스템
 - 4-3) 절연과 어레이 접지에 대한 일반 요구조건
 - 비접지된 어레이의 인버터에 대한 절연저항검출
 - 접지된 어레이의 인버터에 대한 절연저항검출
 - 4-4) 어레이 잔류 전류 검출 평가시스템
 - 격리된 인버터에 대한 30mA 접촉전류 시험
 - 격리된 인버터에 대한 화재위험 잔류전류 시험
 - 4-5) 잔류전류의 모니터링을 통한 보호 평가시스템
 - 잔류전류의 급격한 변화 검출 시험
 - 과잉 연속 잔류전류의 검출 시험
 - 4-6) 감전과 에너지 위험에 대한 보호 평가시스템

3. 계통연계 안전성 시험평가 고려사항

- 1) 태양광 발전시스템은 모든 운전조건에서 무효 전력

설정값을 변경할 수 있어야 하며 유효전력 100% 공급 조건에 서도 일정 범위의 무효전력을 공급할 수 있어야 한다. 따라서 태양광발전 시스템의 인버터의 용량은 종전보다 크게 한다.

- 2) 계통의 안전성을 위협할 수 있는 상황이 발생되었을 경우 유효전력 발전량을 강제적으로 줄일 필요가 있다. 따라서 태양광 발전시스템은 원격 조정에 의한 유효전력 제한수단을 제공할 수 있어야 한다.
- 3) 태양광인버터의 제동동 상태에서 여러 가지 원인으로 인하여 발전이 중지된 이후 유효전력의 공급은 유효전력의 10%를 초과할 수 없다.
- 4) 계통 고장시 태양광 인버터는 계통에 무효전류를 주입함으로써 계통전압을 지원하여야 한다.

4. 인증획득 지원 및 국제경쟁력강화 지원

- 1) 정보 교환 및 기술교육을 위한 전문가초청, 정기적인 워크숍 및 국내외 세미나 개최
- 2) 기술지원 및 상담
- 3) 태양광분야 IEC TC82 활동 및 정보제공
- 4) 태양광분야 IEC규격 최신 Database 구축 및 신규 규격화 동향자료 발간
- 5) 국내기업의 성능평가장비 활용지원
- 6) 성능평가 전문인력 양성

5. IECEE 인증시스템에 기반을 둔 선진기관과의 상호협력관계(MoU) 구축

- 1) 태양광분야 성능, 안전성평가, 신뢰성평가 발전을 위한 선진평가기관과의 협력관계 증대 (성능분야-TUV, 안전성분야-UL, 신뢰성분야-ATLAS)
- 2) 해외시험기관(TUV, IMQ, JET등 2개 기관 이상)과의 “성적서 상호인증”등 국내 기업의 해외진출에 유리한 실질적 업무협약(MOU) 체결
- 3) 성적서 상호인증 등의 국가 간 원활한 상호인증 체재 구축

V. 결론

신재생에너지 실증단지 구축사업이 진행되고 시범도시 등으로 태양광 기기 및 시스템들의 보급·확산이 예상

되고, 연구개발 결과의 시제품들이 양산단계로 접어들면서 핵심기술에 대한 표준적합성과 제품의 안전성을 확보하기 위한 시험인증의 필요성이 대두되게 되었다. 이는 표준에 대해 시험인증과 같은 검증과정 없이 기기 및 시스템이 설치되는 경우에 기능적으로는 좋은 제품이지만 기기 사용자들에게 위험성 및 불편함을 준다면 제품으로서의 가치를 상실하게 되어 시장진입이 어려울 수밖에 없다. 이에 따라 각 국가가 정부 및 사용자들은 표준을 정하여 이에 만족한다는 것을 증명하도록 요구하는 인증제도를 운용하고 있어, 기기의 국내 판매 및 해외수출을 위해서는 시험인증 과정이 필수적으로 요구되고 있다.

이는 고부가가치 기술 비즈니스 산업으로 태양광인버터 산업에 막대한 영향력을 행사 할 것이며, 인증제도 운영의 주도권 확보가 치열할 것으로 전망되고 있기에 본 과제를 통하여 국제기준에 부합하는 장비 및 시스템 구축, 인증획득을 위한 표준기반 성능평가 기술 개발이 신속히 이루어져야 한다.

References

- [1] E. Troester, "New German Grid Codes for Connecting PV Systems to the Medium Voltage Power Grid", 2008
- [2] FGW e.V, "Technical Guidelines for Power Generating Units Part 3", 2009
- [3] BENDER, "Electrical Safety of PV installation" <https://www.bender.de/en>
- [4] SMA Solar Technology AG "International Experience with PV Interconnection Standards" <https://www.sma.de/en.html>
- [5] SMA Solar Technology AG, "Transformerless Photovoltaic Inverter Technology Safety, Electrical Design and Operation" <https://www.sma.de/en.html>
- [6] Michael A. Quintana, "Utility Scale PV Inverter Reliability Workshop", Sandia National Laboratories. 2011.
- [7] IEC 62109-1, Safety of Power Converters for use in Photovoltaic Power Systems - Part 1
- [8] IEC 62109-2, Safety of Power Converters for use in Photovoltaic Power Systems - Part 2
- [9] P. Suwanapingkarl, A. Singhasathein, Nattaphong Phanthuna, "Impacts of Green Technologies in Distribution Power Network", International Journal of Advanced Culture Technology, Vol.3 No.1, pp. 90-100, 2015.
DOI: <http://doi.org/10.17703/IJACT.2015.3.1.90>
- [10] S.Y. Choi, "Building Energy Management System with Next Day Demand Forecasting of Building Load," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(JIIBC), Vol. 14, No. 6, pp. 119-123, 2014.
DOI: <http://doi.org/10.7236/JIIBC.2014.14.6.119>
- [11] G.S. Seo, "Transient Stability Enhancement of Power System by Using Energy Storage System," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society(JKAIS), Vol. 18, No. 12, pp. 26-31, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.12.26>

저자 소개

윤 용 호(정회원)



- 성균관대학교 메카트로닉스공학과(공학박사)
- 삼성탈레스 종합연구소 전문연구원
- 현재 : 광주대학교 전기전자공학부 교수
- <주관심분야 : 전동기 제어 및 신재생에너지>

※ 이 연구는 2018년도 광주대학교 대학 연구비의 지원을 받아 수행되었음.