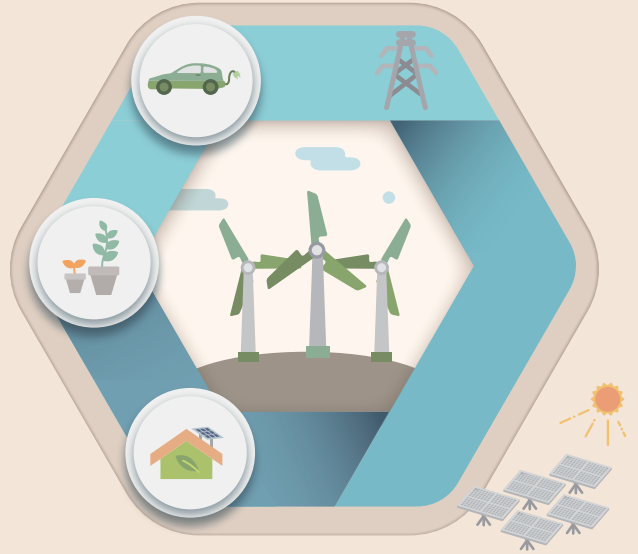


에너지 프로슈머의 풍력 발전설비 기술 및 활용방안

김형길 | (주)선택 신재생에너지사업본부장



1. 서론

정부의 신재생에너지 보급사업 정책과 소규모 전력망인 마이크로그리드(Micro Grid)는 기존 배전망과 풍력, 태양광, 에너지 저장장치(ESS)등을 연계하여 운용할 경우 효율성과 경제성을 확보할 수 있어 향후 많은 개발과 보급이 이루어질 것으로 예상된다. 국내에서는 울릉도 그린 아일랜드 사업, 융복합 지원사업(한국에너지공단), 전라남도 녹색에너지자립섬 조성사업, 에너지자립섬 조성사업(한국전력 등) 등을 통해 다양한 사업모델 개발과 실증사업이 추진 중에 있다. 이는 국내뿐만 아니라 분산전원형 전력망 국가(인도네시아, 몽고, 필리핀, 팔라우, 아프리카 등)와 신재생에너지 선진 국가(독일, 일본, 덴마크 등)에서의 관심이 고조되는 추세로 각국에서 기술개발과 보급모델 개발에 박차를 가하고 있다. 정부의 재생에너지 3020 정책의 이행을 통한 깨끗하고 안전한 에너지로의 성공적으로 전환 되기 위해서 에너지 설비에 대한 규제 및 보급의 제한 요소들을 점검하고 해결 방안이 제시되어야 한다.

본 기고에서는 에너지 프로슈머용 풍력 설비에 대한 수용가에서 계통연계형 및 전기저장장치(ESS: Energy Storage

System)연계형 발전설비를 설치하여 에너지를 생산하여 수용가 내부 부하에 전력을 공급하고, 또한 생산된 전력을 계통에 연계하여 판매를 하는 프로슈머의 경우에 대해서 설계시 고려해야 하는 시설 기준, 필요시 계측장치 설치 위치 등에 대해서 관련 기술 및 활용방안에 대해서 소개하고자 한다.

2. 에너지 프로슈머의 풍력 발전설비

2.1 소형풍력 발전

바람을 이용하는 풍력발전은 풍속에 의해 발생된 풍력에너지를 1차적으로 풍력터빈의 회전날개에 의해 기계적 에너지로 변환하고, 이 변환된 기계적 에너지를 이용하여 발전기의 회전을 구동시켜 최종적으로 전기에너지를 출력시킨다. 그림 1과 같이 로터의 회전축을 기준으로 프로펠러형의 수평축 풍력발전기(Horizontal Axial Wind Turbine: HAWT)와 수직축 풍력발전기(Vertical Axial Wind Turbine: VAWT)로 구분할 수 있으며, 소형 풍력 발전기란 용량의 크기가 30kW이내 또는 100kW 이하로 각국에서 정한 규정이나 범위가 있지만, 시장의 용도 및 응용에 따라서 100kW까지 확대되어지는 추세이다. 국내 신재생에너지설비 규정은 KS인증으로 제조설비, 검사설비, 검사방법, 품질관리방법 등 KS수준 이상의 제품을 지속적이고 안정적으로 생산할 수 있

소형풍력발전기는
용량이 30kW 이내 또는
100kW 이하를 지칭



(a) 수평축 풍력터빈 (b) 수직축 풍력터빈

그림 1. 소형풍력발전기

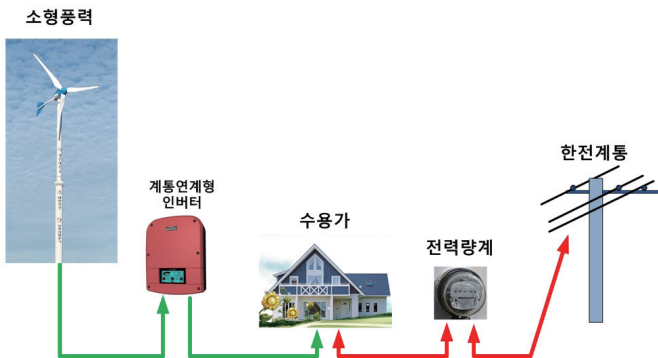


그림 2. 계통연계형 풍력설비

는 능력을 평가하기 위해 실시되는 인증신청자의 최초 공장심사 또는 인증받은자를 대상으로 실시하는 3년 주기의 정기심사(공장심사)시 적용하는 심사기준을 ‘KS인증심사기준’이라고 한다. 2017년 12월말 기준 소형풍력발전기 KS인증 설비는 13개 모델이며, KSC8570 기술 표준 규정에 따른다.

그림 2의 계통연계형 소형풍력발전기는 공력에 의한 블레

이드 회전은 주축과 연결된 영구자석동기 발전기에 의해서 가변 전력으로 변환되며, AC/DC로 정류하여 넓은 제어범위를 갖기 위해서 DC/DC 컨버터 또는 최대출력추종제어기(MPPT)를 사용하며, DC/AC 계통연계형 인버터는 계통전력품질 기준에 적합하게 전력을 계통망에 송전을 한다. 표 1은 소형풍발전기의 주요 요소부품에 대한 기능을 나타낸다.

2.2 풍력설비 설계시 검토 사항 및 시설기준

소형 풍력터빈의 전기 장치와 여기에 사용하는 모든 전기 구성 부품(제어기, 터빈 등)은 KS C IEC 60204-1의 4절에서 15절까지의 적용 부분과 관련된 모든 제품 표준에 부합하여야 한다. 소형 풍력터빈을 전력 계통에 연결하는 경우 9.7.3을 적용하여야 한다. 모든 전기 부품은 모든 설계 환경 조건(6.4)과 운전하는 동안 구성 부품이 받을 수 있는 기계적, 물리적, 화학적, 열 응력을 견딜 수 있어야 한다. 출력 특성에 근거하여 선택한 모든 전기 부품은 고장 조건을 포함하여 설계 하중 조건을 고려하면서 장비에 요구되는 의무 규정에 적합해야 한다. 그러나 전기 부품이 설계상 최종 용도에 맞는 특성을 가지지 못하는 경우 소형 풍력터빈의 완전한 전기 장치의 일부로 적절한 추가 보호 장치를 제공하는 조건에서 사용할 수 있다.[1-2]

국내 KS 설비인증에서 계통연계에 대한 규정 및 전력 품질에 대한 기준에 준하여 인버터시험 및 성능 평가는 KS C 8571:2015, KS C IEC 61400 - 21이며, 소형 풍력터빈의 전기 장치는 불안정한 조건 또는 상태를 만들 수 있는 소형 풍력터

표 1. 소형풍력발전설비 요소부품 및 기능

블레이드(Blade)	공력에 의한 회전운동
발전기(PMSG)	기계적인 운동에너지를 전기에너지로 변환(영구자석형 발전기)
요잉 및 꼬리(Yaw and Tail)	바람 방향 추종
펼링(furling) 시스템	과풍속 발생시 측면으로 꼬리날개가 접혀지는 기능을 적용하여 로터 회전면적을 작게하고 바람 방향을 회피하여 출력을 제어함
전자브레이크	과풍속시 과전압·과출력에 대한 터빈을 비상 정지시키는 기능을 수행함
덤프(Dump Load)	과전압에 대한 인버터 보호 장치
계통연계인버터(PCS)	가변적인 전력을 계통으로 송전
타워	자립식 또는 틸팅

빈과 외부 전기 장치 모두의 고장을 방지할 수 있는 적당한 장치를 갖추어야 한다. 이 요구 사항은 KS C IEC 60204-의 7.1에서 7.5가지에 따라 수행해야 한다(그런 장치의 보기로 과전류 보호용 퓨즈, 온도 서미스터 등이 있다). 일반적으로 소형 풍력터빈은 서지 보호 장치(SPD)를 사용하여 과전압으로부터 보호해야 한다(예, 대기 또는 스위칭). 소형 풍력터빈내의 공간이 제한되는 경우, 그러한 장비는 소형 풍력터빈 외부의 캐비닛에 별도로 설치해야 한다. 캐비닛은 환경 조건에 적합해야 한다[3].

○ 차단 장치 (Disconnect device)

유지보수 또는 시험에 필요한 경우 모든 전기 에너지원에서 소형 풍력터빈 전기 장치를 차단할 수 있어야 한다. 이 차단은 KS C IEC 60204-1의 5.3.2항과 5.3.3항에 따라 수행해야 한다. 유지보수하는 동안 안전을 위해 조명 또는 다른 전기 장치가 필요한 경우, 다른 회로의 전원을 차단하는 동안 이러한 회

로에 전원을 계속 공급할 수 있도록 자체 차단 장치를 가진 보조 회로를 제공해야 한다.

○ 접지 시스템 (Grounding systems)

소형 풍력터빈의 설계는 KS C IEC 60364-5-54의 요구 사항을 충족하도록 국부 접지 전극 시스템을 포함해야 한다. 접지 장비(접지 전극, 도체, 바 및 기본 단자)의 설치, 배치 및 선택이 나뉘 보호를 위한 소형 풍력터빈의 적용에 부합되어야 한다. 접지 전극 시스템 설계를 위한 지반 조건 범위를 설치문서에 명시하여야 한다. 지반 조건이 다른 경우, 설치 문서에 권장하는 관리 방법이 있어야 한다.

계통연계형 풍력설비 안전 확보를 위한 계측 요소 및 장비 설치 위치는 그림 3에 나타난다.

(1) 계측 요소

- 전기적: 전압, 전류, 주파수, 고조파, 전력량(수전, 송전)
- 기계적: 온도, 진동, 회전수
- 환경적: 풍속

(2) 계측 장비 설치 위치

- 터빈에서는 가변 전원 및 발전기 전력을 측정하며, 추가로 바람자원-풍속, 로터 회전수, 타워 진동을 측정함으로써, 터빈 상태 및 사고의 유무에 대해서 모니터링
- 계통에서는 전력품질 기준인 전압, 전류, 주파수, 전력, 역률, 고조파, 파워 스택-온도를 측정함으로써, 인버터 상태 및 전력품질 모니터링

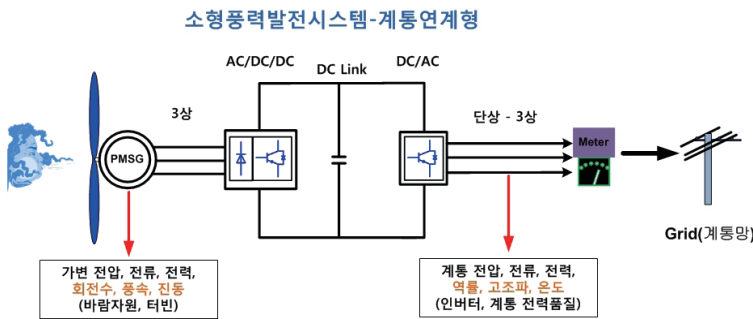


그림 3. 풍력설비: 계측요소

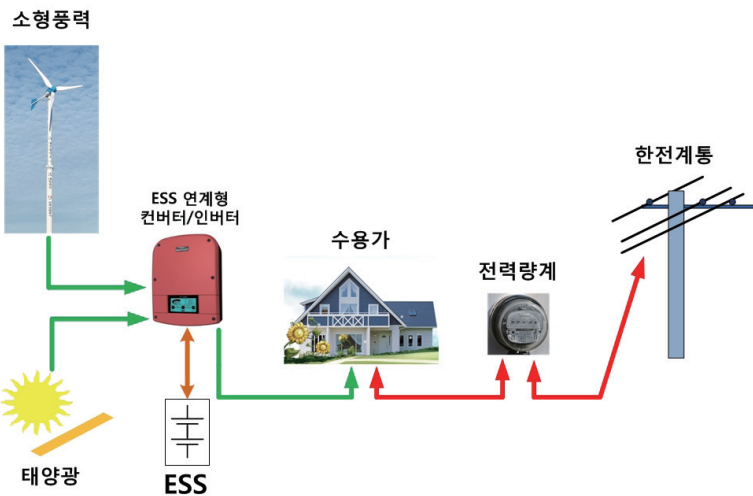



그림 4. ESS 연계형 융·복합설비: 풍력-태양광

2.3 에너지저장장치 연계용 융·복합발전 설비

신재생에너지기반 분산전원 설비는 이중의 에너지원간 상호보완을 목적으로 풍력과 태양광 중심으로 적용하고 있다. 정부 지원사업과 실증연구 사례에서 전력량이 연계되지 않은 도서지역은 분산전원을 통한 전력공급이 이루어지고 있으나, 높은 발전 단가, 환경오염, 탄소배출 등의 문제가 대두

3. 결 론

본 기고에서는 수용가에서 다양한 방법으로 에너지를 생산하고 소비하고, 판매할 수 있는 에너지 프로슈머에 대한 시설 안전기준에서 풍력 발전설비에 대한 KS인증, 안전 확보를 위한 계측 요소 및 에너지저장장치(ESS)연계를 통해서 안정적인 설비 운영에 대해서 기술 하였다. 에너지 프로슈머 설비 최적화 기술은 ICT 기술융합이 되어야 하며, 에너지 생산과 전달(유통), 저장, 소비에 대한 효율성을 높이는 것이 중요하다고 할 수 있다. 대규모 신재생에너지 발전설비투자 및 단지조성도 중요하지만, 기존 설비와 분산전원 확대에 의한 에너지 프로슈머 산업의 활성화는 정부의 “2030 에너지 신산업 확산전략”에 부합하는 것으로, 또한 화력발전의 비중 축소에 의한 미세먼지 저감과 온실가스 배출에 따른 기후변화에 대응이 가능하며, 원자력발전 비중 축소에 따른 사회적 안전비용 절감 등의 국가적·사회적 갈등요소를 해결할 수 있으며, 이를 기반으로 사회적 수용성이 증대되어 에너지 프로슈머 시장이 급속히 확대될 것으로 예상된다. 

풍력-태양광 발전시스템-ESS 연계형

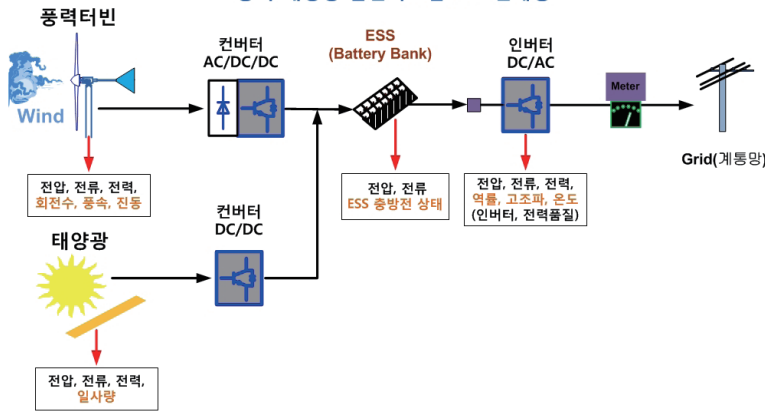


그림 5. ESS 연계형 융·복합설비: 계측요소

되고 있어, 디젤발전기와 신재생에너지원(풍력, 태양광 등), 에너지저장장치(ESS)를 연계한 융·복합 시스템이 대안으로 제시되고 있다.

그림 4와 같이 ESS는 풍력 또는 태양광설비를 통해 생산된 전력을 저장했다가 전력피크시 공급하는 장치로 전력계통 안정에 기여할 뿐 아니라 재생에너지의 불규칙한 출력을 제어해 발전효율 및 수요관리를 통해서 설비 효율을 최적화 한다. 융·복합에너지(태양광, 풍력발전)의 매순간 불확실한 출력 특성을 반영한 ESS의 충방전 스케줄링과 각 발전 설비의 경제성을 평가하고 최소 비용을 갖는 적정 계통을 구성한 연구가 지속적으로 진행되고 있으며, 태양광과 풍력 자원은 서로 상호보완적인 특성이 있기 때문에, 다양한 에너지원의 믹스는 불안정한 재생에너지원의 출력 특성을 서로 보완을 통해서 에너지 프로슈머 시장의 확대를 예상 할 수 있다. 에너지저장장치 연계 융복합발전 설비 안전 확보를 위한 계측 요소 및 장비 설치 위치는 그림 5에 나타난다.

참고문헌

- [1] KS C IEC 61400 - 2, 풍력터빈 — 제2부: 소형 풍력터빈
- [2] KS C IEC 61400 - 1, 풍력 발전기 — 제1부: 설계 요구사항
- [3] KS C IEC 61400 - 21, 풍력 발전기 — 제21부: 계통 연계형 풍력 발전기의 전력 품질 특성에 대한 측정 및 평가
- [4] KS C 8571:2015 소형 풍력터빈용 인버터
- [5] 한국에너지공단-신재생에너지설비 KS인증 http://www.knrec.or.kr/business/ks_intro.aspx