



친환경 에너지기술 활용 Green Island화



박상호
KEPCO 배전운영처장

1. 개황

우리나라는 약 3,000여개의 도서 중 무인도를 제외한 127개 도서에 사람이 거주하고 있다. 이 중 전력공급 주체에 따른 자가발전 도서는 한전(63개), 지자체(22개), 주민자치(42개) 등으로 구분된다. 지자체가 운영하는 10호 이상 도서의 전력설비는 한전과

지자체 간 협약을 체결해 인수·인계 할 수 있으며, 한전은 전문 인력을 통한 설비운영으로 보다 안정적인 전력을 공급하게 된다. 향후, 한전은 지자체 설비를 지속적으로 인수할 것이며, 이로 인해 한전이 운영하게 될 도서발전소는 증가할 것이다.

자가발전 도서는 발전방식에 따라 디젤엔진 도서

[표 1] 전국 자가발전 도서 현황

구 분	한국전력	지자체	주민자치	합 계
도서수(개)	63	22	42	127
인구수(명)	42,732	2,778	570	46,080
가구수(가구)	21,640	1,640	307	23,587
고객호수(호)	29,894	1,674	333	31,901
설비용량(kW)	91,295	7,471	2,250	101,016

(90개), 태양광 도서(37개) 등으로 구분된다. 지자체는 10호 이상 거주하는 주민자치 도서에 대해 전력산업기반기금의 지원을 받아 발전소를 신설할 수 있는데, 기존 디젤엔진 방식에서 최근에는 태양광 등 신재생에너지를 이용한 발전소가 증가하고 있는 추세이다.

구 분	한국전력	지자체	주민자치	합 계
디젤엔진	54	19	17	90
태양광	9	3	25	37
합 계	63	22	42	127

2. 현황

최근 친환경·저탄소 발전설비 Needs 증가와 융·복합에너지 시스템 확대로 도서지역의 신재생에너지 도입 필요성이 증가하고 있다. 또한 유해물질 유출사고 등으로 환경피해에 대한 국민 관심이 커지고 있으며, 기후변화협약 등 환경오염 방지를 위한 국내·외 규제가 강화되고 있어 도서발전소 대기오염 물질에

대한 저감대책이 필요한 상황이다.

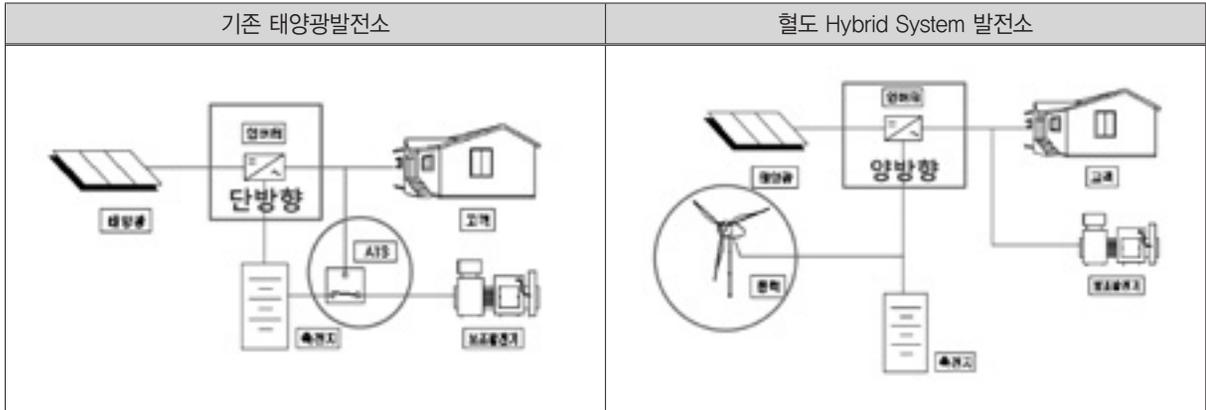
가. Hybrid System 발전설비 구축

진도군 가사면 혈도(穴島)에 진도군 주관 하에 농어촌 전기공급사업의 일환으로 Hybrid System 발전설비를 구축 중이며, 한전은 진도군과 협약을 체결하여 발전설비 공급 및 설치를 대행하고 있다.

Hybrid System은 태양광·풍력·축전지 등 신재생에너지를 기본으로 전력을 공급하며 비상 시 보조발전기를 가동하는 형태이다. 태양광과 풍력을 동시에 사용하기 때문에 일기에 따라 상호 보완을 할 수 있다. 또한 기존에 운영 중인 태양광발전소는 단방향 인버터를 사용하여 태양광·축전지로 전력을 공급하고 비상 시 ATS로 절체, 태양광·축전지 대신 보조발전기만 사용한다. 반면, 혈도에 구축 중인 설비는 양방향 인버터를 사용하여 비상 시 절체 없이 보조발전기로 전력을 공급하고 동시에 축전지를 충전할 수 있는 구조이다. 이러한 특징 때문에 Hybrid System 발전설비는 설비 이용률 및 전력공급 신뢰도가 향상 될 것으로 기대하고 있다.



[그림 1] 혈도 Hybrid System 발전설비 구성



[그림 2] 혈도 Hybrid 발전소 특징

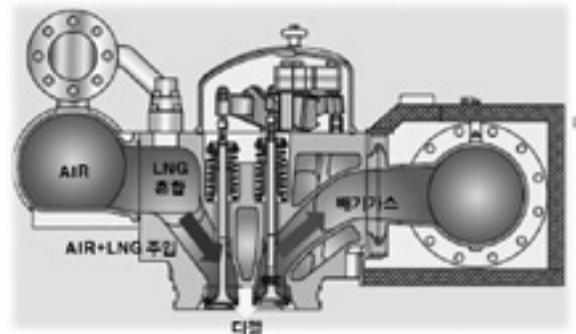
나. 디젤엔진 천연가스(LNG) 혼소 발전

도시지역에 태양광 등 신재생에너지 이용이 늘고 있지만 아직까지 디젤엔진이 큰 비중을 차지하고 있다. 디젤엔진은 대기오염 물질이 발생하고 연료비가 비싼 특징이 있다. 이를 해소하기 위한 방법으로 석유류에 천연가스(LNG)를 혼소하여 발전하는 기술개발을 진행 중이다. LNG 혼소 발전은 석유류 연소로 엔진을 기동한 후 LNG와 석유류를 혼소하여 발전하는 방식이다. 현재 해외에서는 상용화 단계에 도달해 있는 상황이며, 국내는 한전과 가스공사가 협약을 체결하여 「도시지역 천연가스 발전 타당성 및 기획 연구」를 진행하고 있다. 백령도에 LNG 전소발전 Pilot Plant를 구축하여 디젤엔진의 LNG 사용에 대한 성능을 테스트하고 있으며, 해상운송용 Tank Container (20ft)가 제작된 상태이다.

LNG 혼소발전은 혼소 비율에 따라 발전효율·설비수명 등에 영향을 주기 때문에 기존 디젤엔진 개조 시 LNG와 석유류의 혼소 비율은 7:3 정도이고, 혼소엔진으로 교체 시 9:1까지 사용이 가능할 것으로 예상된다. 백령도 LNG 전소발전 Pilot Plant의 결과가 성공적으로 나온다면, 먼저 기존 발전설비 3대

[표 3] 백령도 내연발전소 혼소발전 계획

구분	대상설비	혼소비율 (천연가스 : 석유류)	비고
1단계 (2014~2015년)	1,500kW×3대 (4~6호기)	7:3 (엔진 개조)	백령도 내연발전소 총 설비용량 15,000kW (1,500kW×6대 / 3,000kW×2대)
2단계 (2015~2016년)	1,500kW×3대 (1~3호기)	9:1 (엔진 교체)	
3단계 (2016년 이후)	1,000kW 이상 (14대)	7:3 (엔진 개조)	



[그림 3] Tank Container 및 혼합 연소기술 개요

(각 1,500kW) 개조 및 3대(각 1,500kW) 교체 후 연평균과 올릉도 발전설비 14대(1,000kW 이상)에 확대 시행할 계획이다.

다. 에너지저장시스템(ESS) 구축

디젤엔진의 대기오염 물질을 저감할 또 다른 방법 중 하나가 에너지저장시스템(ESS) 구축이며 현재 진행 중에 있다. ESS는 전력을 저장하는 축전지와 축전지를 효율적으로 관리해 주는 관련 장치들로 구성된다.

태양광발전소의 큰 비중을 차지하는 설비 중 하나가 축전지이다. 축전지의 성능·용량·특성에 따라 보조발전기 가동률이 정해지고, 축전지 노후로 성능이 저하될수록 보조발전기 가동률이 올라가 대기오염 물질을 더욱 발생시킨다. 한전이 운영하는 9개 태양광발전소에 설치된 연축전지·리튬-이온 전지·니켈-수소 전지 등의 운영 결과, 경제성 측면에서 연축전지가 가장 뛰어난 것으로 나타났으며, 최근 태양광 발전용 연축전지는 경제성뿐만 아니라 무보수·밀폐형으로 운영 편의성도 갖추고 있다.

축전지의 효율적 관리를 위한 설비로 축전지관리시스템(BMS)이 있다. BMS를 통해 축전지의 전압·전류·저항·온도 등의 상태를 파악, 최적의 성능을 유지하며, 지속적인 관리를 통한 장기간 운전도 가능하다. 한전의 9개의 태양광발전소 중 늘옥도 등 노후된 발전소는 경제적·친환경적 설비운영을 위해 연

축전지와 BMS를 활용한 ESS를 구축하고 있다.

한편, 태양광발전소 뿐만 아니라 디젤발전소에도 ESS를 도입할 예정이다. 주간에 디젤엔진으로 전력을 공급하면서 축전지를 충전 한 후, 야간에 축전지를 사용하는 방법으로 디젤엔진 가동을 줄여 대기오염 물질을 저감할 수 있다.

3. 전망

최근 화석연료를 대체할 신재생 및 융·복합에너지 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 한전은 혈도 Hybrid 발전설비 외에도 지자체와 공동으로 제주 가파도 Smart Grid 및 진도 가사도 Micro Grid 모델을 개발하고 있다. 각기 다른 융·복합에너지 시스템과 함께 LNG 혼소 및 ESS 도입 등 다양한 형태의 도서 발전설비 운영 기술 및 Know-How를 확보하여 도서 현황에 맞는 최적 친환경 시스템을 구축할 예정이다.

도서 지역은 지리적 특성상 태양광·풍력·조력 등 신재생에너지 자원이 풍부하다. 향후 기술개발 수준 및 상용화 여부에 따라 신뢰성과 경제성 등을 다각도로 검토하여 신재생에너지 기술을 활용한 친환경 Green Island 구축사업을 추진해 나갈 것이다. KEA

[표 4] ESS 활용 발전 구성도

