



마이크로그리드 환경 하에서의 배전계통 저장장치(EES) 구축과 운영 사례



이희태
포스코ICT 스마트그리드사업단 과장

1. 개황

스마트그리드 구축의 세부적인 기술 중 하나인 마이크로그리드는 세계적인 명제로 다양한 연구와 실증이 활발히 진행되고 있다.

이러한 프로젝트들의 공통점은 신재생에너지원 기반에 전기저장장치(EES; Electric Energy Storage)¹⁾를 활용하여 그리드를 운영하는 것이다.

전기저장장치는 스마트그리드를 통해 부각된 솔루션으로 볼 수 있지만 국내의 경우 이미 1980년대

1) EES는 IEC에서 용어를 정의하였으며, 기존의 ESS(Electric Storage System) 중 전기에너지 저장에 초점을 두고 있다.

부터 연구개발이 진행되었다.

비록 부하율²⁾을 높이고자 심야전기를 저장하는 것을 목적으로 하였지만 이러한 선행기술이 있었기에 지금의 전기저장장치가 다양한 목적의 비즈니스로 부각될 수 있다고 볼 수 있다.

마이크로그리드 하의 전기저장장치는 단독으로 운영이 가능하지만 그리드의 운영과 비용 또는 계획적인 발전계획을 위해서는 에너지관리시스템과 연계하여 목적을 달성할 수 있다.

특정 시간에 대한 충·방전의 크기를 제어하기 위해서는 전기에너지에 대한 관리시스템의 급전계획 때문에 발전과 수요의 제어는 기본으로 수행함과 동시에 현 시점에서는 에너지의 효율적 자원 활용이 중요하다.

본 기고문에서는 포스코ICT가 제주실증 국책과제를 통해 구축한 저장장치의 운영목적과 사례소개를 위해 2장에서 국외 마이크로그리드 운영사례를 살펴보고, 3장에서는 포스코ICT의 실증단지에 대한 구성과 솔루션에 대해 설명하고자 한다. 4장에서는 구축된 마이크로그리드 운영에 대한 결과를 분석하고 마지막으로 향후계획으로 정리하였다.

2. 국외 마이크로그리드 운영 사례

가. 계통연계 마이크로그리드

마이크로그리드의 성공사례로 볼 수 있는 일본의 센다이 마이크로그리드의 경우 다양한 부하에 적합한 전력품질을 제공하기 위한 목적으로 2004년부터 실증하였다.

이후 국가적인 재앙 쓰나미를 겪으면서 독립운전으로 해당 지역에 전력을 공급, 환경적인 영향에 대응하게 된 대표적인 사례이다.

미국의 경우 ▲피크전력 저감 ▲신재생에너지 저장 ▲부하를 피크이전 시간으로 이동 ▲신뢰도 및 전력품질 향상 ▲여름 피크시간 동안 순부하 제로 등 다양한 목적을 지니고 있지만 공통적으로 전력계통의 에너지 수급에 융통성을 제공하기 위한 목적을 지니고 있다.

개발도상국의 경우 계통의 강인성을 위한 마이크로그리드 운영 보다는 전력공급의 지속성을 위한 즉, 정전 지속시간을 감소시키기 위한 소규모 계통 운영을 목적으로 하고 있다.

나. 독립운전 마이크로그리드

독립운전은 계통과 연계되어 운전 중 필요 시 계통과 분리되어 단독적으로 전력을 공급하기 위한 목적과 도서지역처럼 계통과 분리되어 있는 곳에 자체적인 전력수급을 위한 목적으로 그리드가 구성되기도 한다.

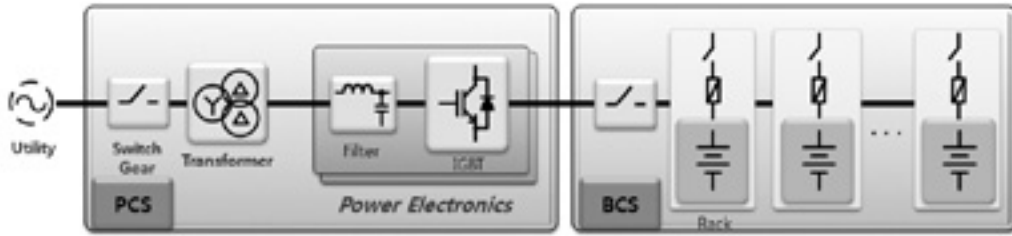
계통 문제로 자체적인 전력을 공급하는 목적은 프리미엄 전력공급을 통한 지속적인 에너지 수급을 목적으로 하기도 하며, 보다 낮은 정전 지속시간을 목적으로 운영하기도 한다.

도서지역의 경우 신재생에너지원을 통해 청정지역을 강조하거나 화석연료의 에너지비용을 제어하기 위해 마이크로그리드를 구축하기도 한다. 비록 도서 지역 자체가 마이크로그리드로 구성되어 있지만 환경에 대한 대응과 운영비용의 최소화가 공통된 운영 목적으로 볼 수 있다.

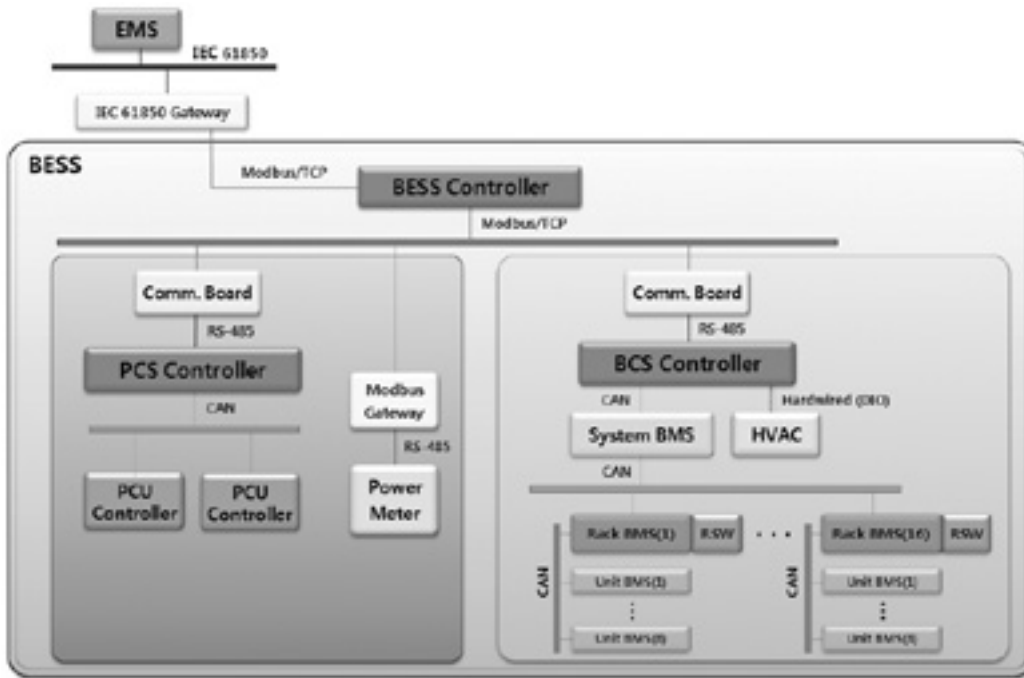
3. 포스코컨소시엄 마이크로그리드 실증단지 현황

본 절에서는 컨소시엄의 실증단지 구축에 있어 전이적인 구성도와 통신 및 네트워크 구성도를 소개하

2) 부하율은 평균부하와 최대부하의 비율로 그 값이 높을수록 발전과 소비가 적절히 이루어진다고 볼 수 있다.



(a) 전기저장장치의 개념도



(b) 전기저장장치의 구성도

[그림 2] 전기저장장치의 구조

BCS는 배터리와 관련된 시스템의 전압, 전류, 온도, 소방 설비 등을 제어하기 위한 시스템이다. 이 모든 시스템은 상위 BESS Controller를 통해 제어되며, 이 설비는 최종적으로 에너지관리시스템을 통해 관리 및 감시되도록 구축하였다.

2) 에너지관리시스템

마이크로그리드는 계통과 연계되어 운영할 수 있고 때로는 계통과 독립되어 운전할 수도 있다. 따라

서 다양한 구조에 따라 에너지를 관리하는 목적도 다양하므로 이에 대한 상위 관리 시스템을 통해 운영할 경우를 목적으로 하는 운전모드별로 서로 다른 제약 하에 다양하게 응용이 가능하다.

첫 번째로 마이크로그리드에서 관리하고 있는 부하에 대한 예측이 필요하고, 두 번째는 구성된 발전원 중 신재생에너지원과 같은 제어 불가능한 소스에 대한 예측도 필요하다.

이러한 예측자료를 바탕으로 제어 가능한 발전원



(a) 마이크로그리드 부하예측



(b) 신재생에너지원 발전예측



(c) 경제급전계획



(d) 전기저장장치 충·방전 계획

[그림 3] 에너지관리시스템의 기능

의 급전계획이 필요하고, 이에 따른 발전기의 기동 및 정지 계획이 수립되도록 하였다.

그림 3은 대표적인 에너지관리시스템에 대한 기능을 나타낸다.

4. 포스코ICT의 마이크로그리드 운영

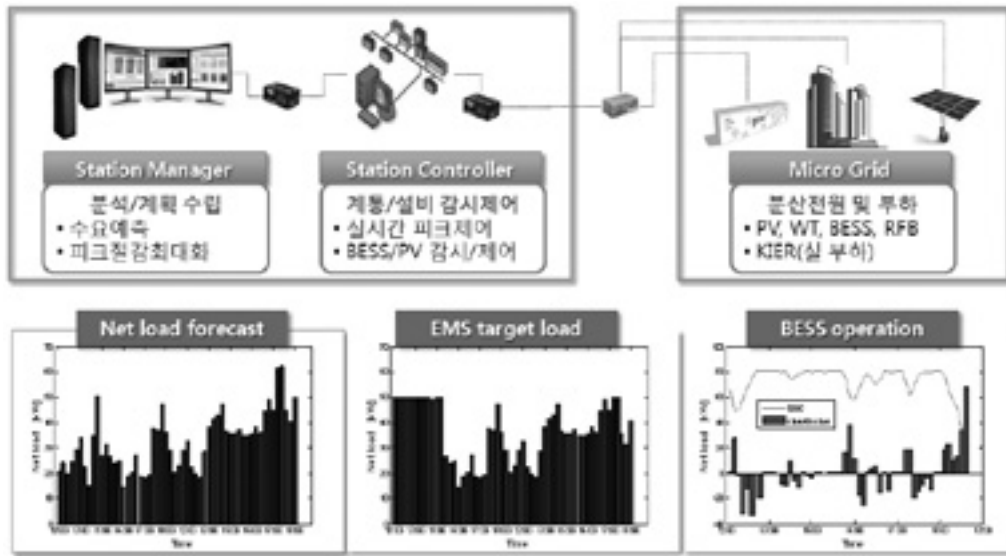
가. 계통연계 시 운영

계통과 연계되어 있는 마이크로그리드의 운영은 발전원을 이용하여 그리드 내의 부하에 필요한 전력 공급을 우선적으로 하며, 부가적으로 피크전력 제어를 통한 설비 이용률 향상과 부하관리를 통해 전력계

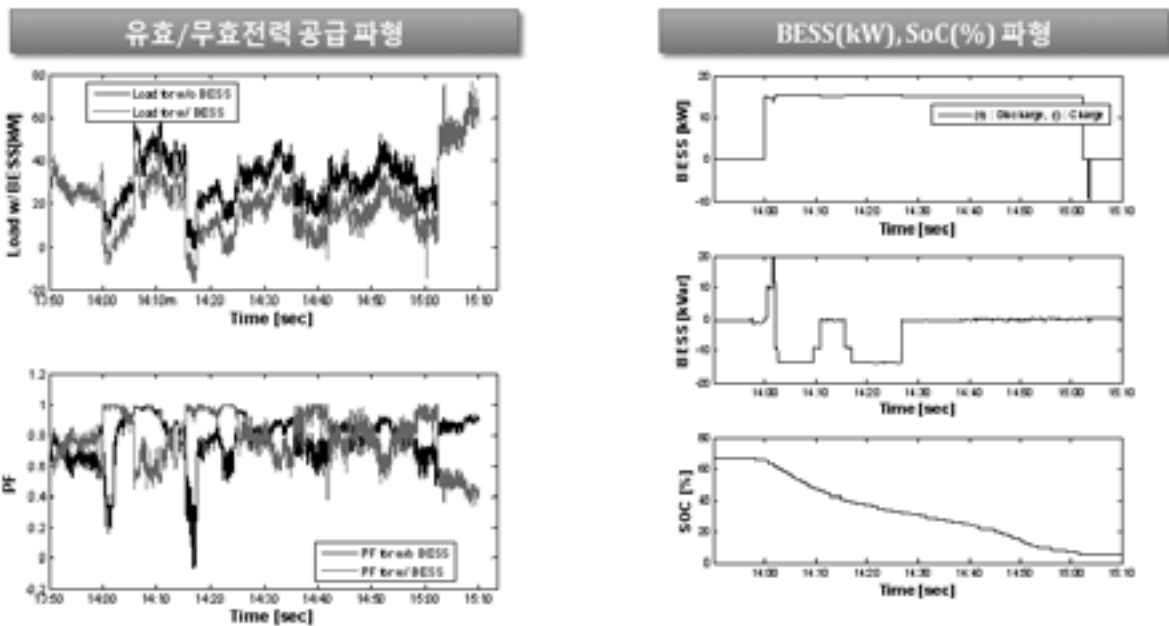
통이 필요로 하는 에너지를 제공하는 것을 목적으로 운영하였다.

그림 4는 계통연계 마이크로그리드의 운영결과를 나타낸 것이며, 태양광 발전과 전기저장장치로 구성된 계통연계 마이크그리드를 중심으로 직접 에너지 기술연구원의 소내부하를 대상으로 운영한 결과이다.

수요관리를 위한 마이크로그리드 운영은 전기저장장치의 방전 에너지를 통해 수전되고 있는 부하 크기를 인위적으로 경감시켜 전력회사의 부담을 경감시켜주는 목적과 수전부하에 대한 무효전력 제어를 통해 역률을 향상시키는 것을 동시에 제어한 결과이다.



(a) 피크제어 실증 사례



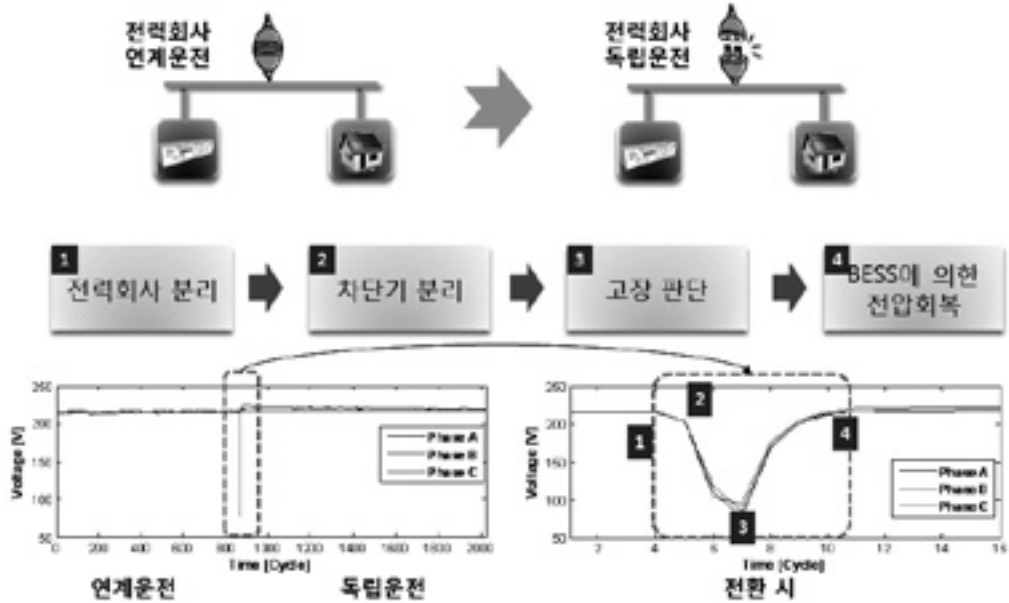
(b) 수요관리자원 실증 사례

[그림 4] 계통연계 마이크로그리드 운영 결과

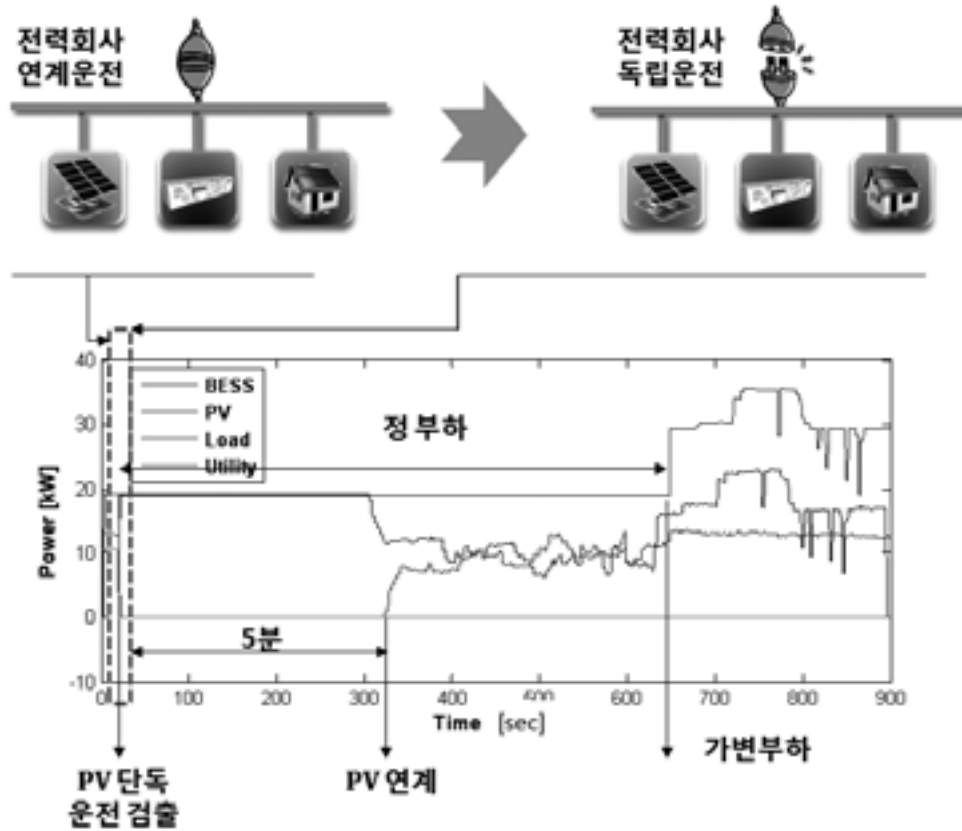
나. 독립운전 시 운영

독립운전 운영의 목적은 마이크로그리드 내에 구축된 발전설비를 이용하여 계통에 문제가 발생되어

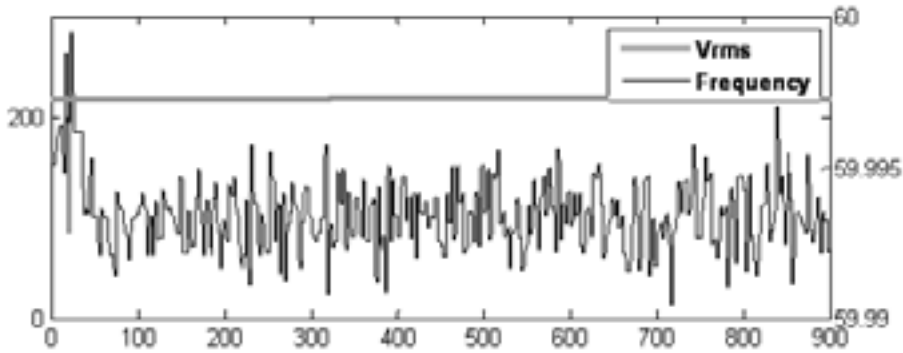
정전을 경험하게 되거나 도서지역에 구축된 신재생에너지원을 활용, 자체적으로 전력공급이 가능토록 하기 위한 것으로 구축된 설비를 활용, 모의운전하였다.



[그림 5] 마이크로그리드 독립운전 실증 구조 및 결과



[그림 6] 독립운전 마이크로그리드 운전 결과



[그림 7] 독립운전 시 전압 및 주파수

첫 번째는 전력회사와 연계되어 운전 중 계통과 분리될 경우 전기저장장치와 부하만을 이용했을 경우의 전력공급 지속성을 분석하였다.

그림 5의 경우, 각각의 판단별로 계통과 분리되어 전력공급이 가능할 때 까지 약 3cycle내 부하에 전력을 공급하는 것으로 나타났다.

그림 6의 경우, 태양광은 단독운전 검출을 통해 발전이 정지되며, 전기저장장치가 부하에 전력을 공급하다가 5분 후에 태양광 발전기와 연계되어 에너지를 공급하는 것을 확인할 수 있었다. 이후에는 부하를 가면서 이에 대한 발전원의 대응이 부하에 적절한 에너지를 공급하는 것을 확인하였다.

그림 7은, 전력품질을 나타내는 것으로 계통과 절체 되는 순간의 과도상태 이후에 전압과 주파수가 규정 범위 내에서 안정적으로 전력이 공급되는 것을 확인할 수 있었다.

5. 향후 계획

과거에는 전력계통에서 분산형 전원에 대한 영향을 어떻게 최소화 할 것인가가 이슈였다면 이제는 어떻게 분산형 전원의 이용률을 극대화 할 것인가로 시각이 변화되고 있다.

이와 더불어 마이크로그리드는 사업화 방향으로 진입하고 있는 실정에서 CO₂와 같은 환경문제나 에너지효율화에 대한 솔루션을 제시할 수 있을 것이다.

본 실증을 통해 포스코ICT는 마이크로그리드 기반의 핵심기술과 엔지니어링 노하우를 축적하고, 관련 표준 및 시장 활성화를 위해 민간 기업으로서 노력할 예정이다. 또한 국내외 마이크로그리드 사업의 활성화를 위한 시장발굴과 더불어 핵심기술에 대한 연구개발을 통해 국내 기술이 해외에서도 좋은 사례를 만들 수 있도록 최선을 다할 것이다. KEA