

아파트 BEMS 데이터를 이용한 ESS 용량 산정에 관한 연구

Study on the Optimization of ESS capacity using BEMS Data in APT

○ 강 기 남*
Kang, Ki-Nam

Abstract

Recently, various systems related to national energy policy exist to reduce carbon dioxide emissions. Examples are the Zero Energy Building and DER. Under the background, this study proposes an ESS system as a countermeasure for the energy efficiency of apartment houses. Energy production and consumption data of actual apartment houses were used to calculate the related optimized capacity. As a result, the annual energy saving effect of ESS use was 6.3%. The method of using batteries for electric vehicles in the future will also be analyzed and the analyzed results will be presented.

키워드 : 분산에너지자원, 제로에너지빌딩, 공동주택, 에너지저장장치, 태양광

Keywords : Distributed Energy Resource, Zero Energy Building, Residential building, ESS(Energy Saving System), Photovoltaic,

1. 서론

건물부분 탄소중립 정책 일환으로 제로에너지빌딩(ZEB) 및 분산에너지 활성화 특별법 등 건물 에너지 정책과 관련하여 다양한 규제가 시행중에 있다. 특히 재생에너지의 건물 적용 비율 증가는 위 정책을 대변하는 사례로써 각 건설사 별로 법규 만족 수준의 용량을 설계하고 시공하고 있다.

특히, 서울시는 신규아파트 대상 내 AMI(AMI : Advanced Metering Infrastructure)를 구축하여 투명한 에너지(관리비) 정보를 제공하고 있으며, 이를 통해 향후에는 에너지 소비뿐만 아닌 에너지 생산분에 대한 정보도 함께 표시되어 소비자는 관리비 고지서를 통해 확인 가능할 것으로 보인다.

예로서 한국에너지공단은 「ZEB 인증 기술요소 참고서」에서 에너지자립률 20%(ZEB5 등급) 수준의 태양광 설치용량을 세대별로 각각 0.8kWp(59㎡), 1.1kWp(84㎡)로 제시하고 있다. 태양광 이외에도 에너지자립률 달성을 위해서는 지열, 연료전지 등이 있으나 전력에 중심을 두고 분석한 내용을 보고하고자 한다.

이에, 국가정보포털사이트(K-apt, 한전 등) 및 실제 아파트 운영데이터를 사용하였으며, 본 연구에서 사용된 BEMS(Building Energy Management System) 데이터는 ZEB

5등급 인증(2017)을 받은 아파트로 총 900세대에 약 0.8MWp의 태양광이 옥상과 벽면에 설치되어 있으며, 준공 후 2년간 모니터링 한 데이터를 분석에 활용하였다.

주요 아파트 공용부 및 전용부 전력 소비량 대비 태양광 생산량과 시간 이력에 따른 에너지 수요공급 부분에 대한 분석을 실시하였다.

주야 구분에 따른 에너지 생산-소비비를 고려한 적정 ESS 용량에 대한 판단으로 향후 제로에너지빌딩 정책과 부합되어 에너지 이용 효율을 향상시키고자 한다.

본 연구결과는 실측결과에 시뮬레이션(가정)이 포함된 내용으로 그 프로세스에 수준의 참고로 제안한다.

2. BEMS 데이터 분석

2.1 데이터 분석

본 연구에서는 약 1000세대 규모의 공동주택으로 공용

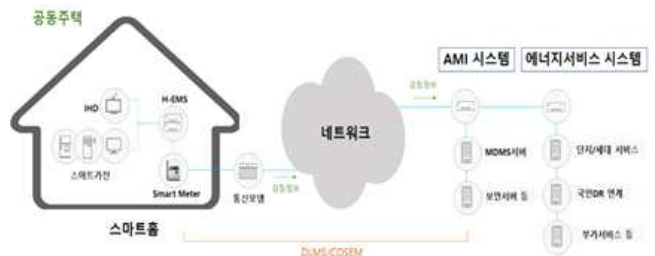


그림1. 서울시 스마트미터링 기술(AMI)

* 현대건설 기술연구원, 공학박사
(Corresponding author : Hyundai E&C, kinamkang@hdec.co.kr)

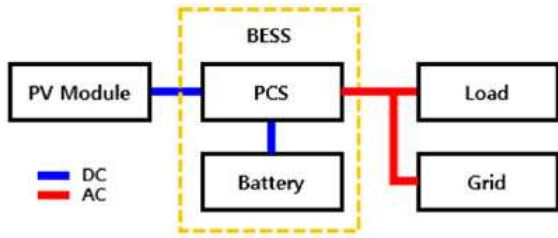


그림2. 태양광+ESS 시스템 개략도

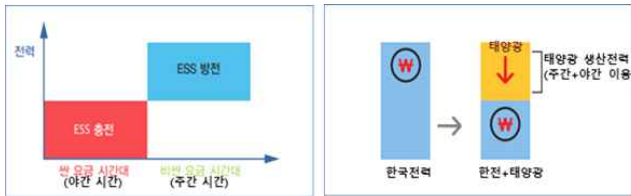


그림3. 태양광+ESS 시스템 운영 효과

부 및 세대부 월별 에너지 소비데이터와 태양광 발전량을 BEMS로부터 취득하여 사용하였다.

24시간 세대 에너지 소비량을 통계청 제공 「주택용 월별 전력소비계수」를 활용하였다. 추가 전력요금은 현재 제주도에서 시행되고 있는 계절별·시간별 전력 요금제로 3개(경부하, 중간부하, 최대부하)로 구분된다.

여기서 콘센트 부하를 포함한 세대 월별 전력 소비량을 K-apt 데이터와 비교를 통해 신뢰성 여부를 검증하였다. 분석결과 월별 공용부 및 전용부 그리고 옥상 및 벽면을 포함한 태양광 총 발전량은 아래와 같다.

- ① 공용부 전력 : 월 평균 115,699kWh (±6,341kWh)
- ② 전용부(세대) : 월 평균 317kWh(인천 평균 289kWh)
- ③ 태양광 발전량 : 월 평균 66,000kWh

태양광 발전에 의한 전력생산량 대비 소비량을 제외한 잉여전력(dump power)은 월 발전량의 약 30% 수준이었다. 잉여 전력량에 대한 판단은 그림2와 같이 K-apt 제공 기간망(한전) 인입 데이터 대비 공용부와 세대부 전력량 합을 제외한 부분을 태양광 발전량으로 판단하였으며, BEMS 데이터 상 태양광 발전량에서 제외한 양을 잉여전력으로 분석하였다. 태양광 일일 발전량은 약 2,845kWh이며, 잉여전력량은 약 800kWh(약 30%) 수준이었다.

$$\text{잉여전력} = \text{PV발전량(BEMS)} - (\text{한전-(공용부+세대부)})$$

해당 데이터를 바탕으로 3가지 시나리오(태양광 단독운전, 최대부하대응, 잉여전력 저장)를 가정하여 각각의 최적 ESS 용량을 시뮬레이션을 통해 산정하였다. 여기서 전기요금은 종합계약 : 일반용 전력(갑) I 고압A 선택 II 으로서 가정하였다. ESS를 제외한 태양광 단독운전은 전력 소비처의 중간부하 시간대에 생산전력을 직접적으로 공급하는 방식으로 해당 부하시프트 실시할 경우 약 828kWh의 잉여 전력량이 발생한다.

최대부하 대응 설계는 최대부하 시간대의 전력사용량 중 10%를 ESS를 이용하여 대응하는 방안이며, 해당 용량은 약 350kWh로써 이를 통해 중간부하(08시~16시), 최대부하(16시~22시) 시간대 저장 전력을 이용하는 방안이다.

마지막으로 잉여전력 저장은 BEMS 분석을 통해 분석된 일별 잉여전력량을 바탕으로 산정하였으며, 그 결과 약 800kWh 용량을 가진 ESS가 필요하다. 해당 시스템도 마찬가지로 중간부하 및 최대부하 시간대에 각각 방전하여 요금 절감이 가능하다.

결과적으로 태양광 단독운전 대비 ESS 반영에 따른 연간 에너지 절감량은 6.3로 분석되었다. 아울러 최대부하 시간대 전력부하 공급에 따른 전기요금 절감분은 1000세대 기준 약 2300만원으로 분석되었다.

해당 분석 결과를 바탕으로 태양광 포함 경제성 분석 실시한 결과는 아래 표와 같다. 여기서 ESS가격은 kWh당 115만원(조달청 낙찰가 평균 값)으로 가정하였다.

표1. 경제성 분석 결과

구분	Baseline (ZEB 5등급)	1안) 최소 설치안	2안) 최대 설치안
		세대 대기전력 (최대부하의10%)	잉여전력 저장
태양광	800kWp	최동	최동
ESS	-	350kWh	800kWh
총 공사비	15.8억 (태양광)	+4.0억원	+9.2억원
연간 전기요금 절감액	1.8억원 (-)	2.13억원 (+0.23억원)	2.43억원 (+ 0.54억원)

3. 결론

본 연구는 국가 에너지 정책에 기반하여 에너지 운영 효율화를 위한 장치로서 에너지저장장치(ESS)를 활용하는 방안을 제안하였다. 아울러 적정 ESS 용량 산정을 위한 가정에 분석된 결과를 보고하였다. 향후 분산자원으로써 전기차 배터리 활용 등을 반영하여 비용편익 측면에서 분석할 예정이다.

참고문헌

1. 한국에너지공단, 제로에너지건축물 인증 기술요소 참고서, 2020
2. 서울특별시 에너지정보, <https://energyinfo.seoul.go.kr/>
3. Bae, S., Nam, Y., & da Cunha, I. (2019). Economic solution of the tri-generation system using photovoltaic-thermal and ground source heat pump for zero energy building (ZEB) realization. *Energies*, 12(17), 3304.