

<응용기술논문>

DOI <http://dx.doi.org/10.3795/KSME-C.2016.4.1.057>

ISSN 2288-3991(Online)

【특집섹션: ICT와 지열에너지 융합】

## 스마트 박스를 활용한 실시간 수요관리

고동관\* · 배준철\* · 민경천\*\* · 이재규\*†

\* 벽산파워(주), \*\* 코텍엔지니어링

### A Real-Time Demand Response Management Using Smart Box

Dong-Kwan Ko\*, Jun-Cheol Bea\*, Kyoung-Chon Min\*\* and Jae-Kyu Lee\*†

\* Byucksan Power,

\*\* KOTEC Engineering

(Received January 6, 2016 ; Revised January 19, 2016 ; Accepted February 3, 2016)

**Key Words:** Smart Box(스마트박스), Customer Baseline Load(고객기준부하), Open Building Information eXchange(개방형 빌딩 정보교환), International Standard Protocol(국제표준 프로토콜), Automatic Meter Reading(자동원격검침)

**초록:** 수요자원 거래시장은 한국전력거래소KPX 운영하는 수요관리 프로그램으로 한전 검침정보제공 포털 시스템이 제공하는 에너지 사용 데이터를 기준으로 에너지 절감여부를 판단한다. 그러나 검침정보제공 포털 시스템이 제공하는 에너지 사용 데이터는 실시간 데이터가 아닌 지연 데이터로 에너지 절감 주체인 수용가와 관리 주체인 수요관리사업자 모두 현재의 에너지 사용량을 확인할 수 없는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 수용가 수전단에 스마트박스를 설치하여 실시간 데이터를 확인하고 전력 부하를 능동적으로 절감할 수 있게 하였다.

**Abstract:** The Demand Response Market is a nation-wide power and energy management program of electric power demand response operated by KPX (Korea Power eXchange). Therefore, any savings could be determined by KEPCO's AMR(Automatic Meter Reading) data. However, the customers and the service providers participating in the market could not know the real time value due to the 15 minute or even more delayed AMR data communicated. Here, a new concept of a smart box has been introduced and demonstrated to provide the real time saving values compared to the current KEPCO's AMR data approach.

## 1. 서 론

에너지 정책의 패러다임이 공급 위주에서 수요관리 중심으로 이동하면서 수요자원의 중요성이 부각되고 있다. 공급보다 소비자의 전력량을 조정해 공급과 수요의 균형을 맞추고자 한국전력거래소 주관의 수요자원 거래시장이 개설 되었다. 이는 발전시장에서 수요자원을 기존의 발전자원과 동등한 자원으로 평가하고 수요자원 절감을 통한 전력수급을 원활히 하기 위해 도입된 제도이다.<sup>(1)(2)</sup>

수요관리제도의 수익구조는 수요절감의 주체인 수용가와 이를 관리하는 수요관리 사업자는 한전 검침 정보제공 포털 시스템의 데이터를 통해 전력 에너지 절감량을 평가 받고 약속된 절감액을 보상받는 구조로 되어있다.<sup>(3)</sup> 그러나 한전 검침정보제공 포털 시스템은 전력요금체계의 구조상 상당시간 지연된 데이터를 제공하므로 수용가와 수요관리사업자 모두 실시간 절감 상황을 분석하기 어려운 구조이다. 따라

† Corresponding Author, [jakelee@kier.re.kr](mailto:jakelee@kier.re.kr)

서 그 보완책으로 “ICT융합 지열 시스템의 지능형 통합유지 관리기술개발” 과제를 통해 개발된 스마트 박스를 활용하여 실시간 전력 사용량 모니터링을 통해 보다 현실적인 전력에너지 절감이 이루어지도록 시스템을 구성하고 평가하였다.

## 2. 스마트박스 시스템 적용 및 평가 방법

### 2.1 스마트박스 시스템 구성

일반적인 수요관리 사업자의 운영 시스템은 전력거래소의 수요반응자원 운영시스템과 주기적인 이벤트 조회를 통해 실시간 이벤트 상태 정보를 수요관리 사업자에게 제공한다. 수요감축 이벤트 발령 시 공지 시스템을 통해 수요고객 관리자들에게 자동으로 SMS를 전송하고, 한국전력 검침정보제공 포털 시스템과 연계 해 15분 계량정보를 수집하여 전력거래소의 수요반응자원 운영시스템에게 OpenADR 2.0b profile 데이터 모델로 전송한다.

이 과정에서 한전 검침정보제공 포털 시스템으로부터 상당시간 지연된 데이터를 받기 때문에 절감 주체인 수요고객 관리자들이 실시간이 아닌 경험적으로 수요를 조절해야 하는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해, Fig. 1과 같이 수용가 수전단에 스마트박스를 설치하여 수용가와 수요관리사업자가 실시간 전력 사용량을 로컬에서 받을 수 있도록 구성하였다.

### 2.2 스마트박스 설치 및 사양

수용가 수전단에서 한전 전력량계로부터 데이터를 받기 위해 한국전력이 허가한 계측장비를 Fig. 3과 같이 설치하였다. 이때 스마트박스를 계측장비와 RS-485로 연결한 후 Modbus 프로토콜로 데이터를 받는다. 다음으로 Fig. 2와 같이 XML 기반의 oBIX 데이터 모델로 변환하여 상위 관리시스템에 전달한다. 마지막으로 관리 시스템은 스마트박스로부터 받은 데이터를 수요고객들이 원하는 정보로 가공하여 제공한다.

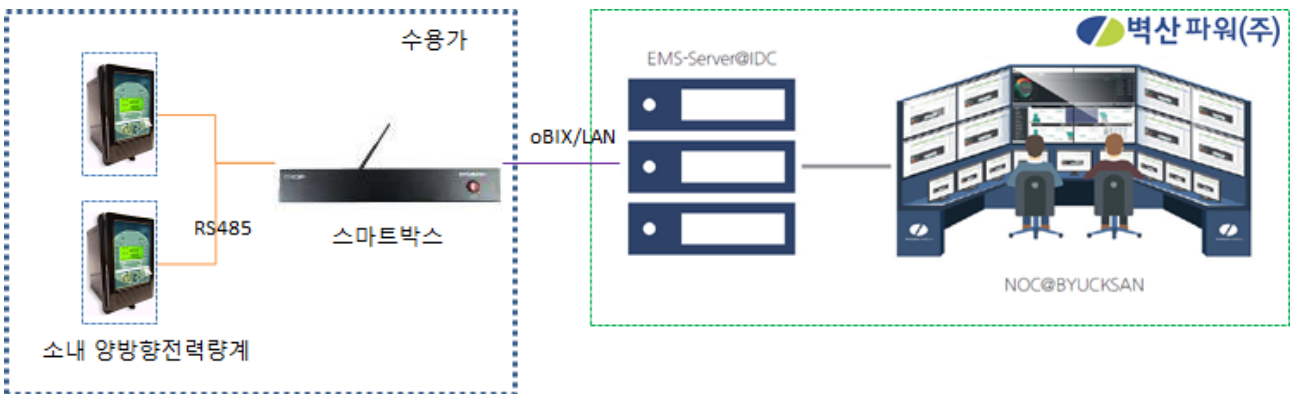


Fig. 1 System diagram with Smart Box

```

<obj>
  <abstime name="start" val="2015-12-09T00:00:00.000+09:00"/>
  <abstime name="end" val="2015-12-09T00:01:00.000+09:00"/>
  <real name="energy" val="913919.0"/>
  <real name="reactiveEnergy" val="0.0"/>
  <real name="powerFactor" val="1.0"/>
  <real name="maxPower" val="10967039.0"/>
</obj>
    
```

Fig. 2 oBIX(open Building Information eXchange) data model

**Table 1** Specifications of Smart Box

Category	Description
Main Process	Intel Atom single core 1.60Ghz (512Kb cache)
Voltage	DC 12 V
Current	5 A
Storage	500G
Communication Interface	Zigbee, RS-485, RS-232, LAN
Characteristics	무선 Zigbee 및 RS485 원격 Monitoring
	원격 부하 전원 On/Off 기능
	원격 부하의 대기전력차단 용량(W) 가변기능
	정전 시 응급 UPS 기능 (안전종료 기능)

**Fig. 3** Smart Box installed at customer site

스마트박스의 상세 사양은 Table 1과 같고, 수용가 수전단에 설치된 스마트박스 사진은 Fig. 3과 같다.

### 2.3 평가 방법 및 고객기준부하(CBL) 산정

수요관리 거래시장 시스템은 절감 이벤트 발령 시 한국전력거래소는 한전 검침정보제공 포탈 시스템이 제공하는 15분 계량 데이터로 고객기준부하(Customer Baseline Load, CBL)을 산정한다. 이때 한국전력거래소는 Table 2 CBL 산정 기준에 따라 수요고객의 CBL을 산정하고, 수요고객의 계약 절감량 준수 여부를 산정된 CBL 기준으로 평가하여 이행 결과에 따라 수수료 지불을 결정한다. 따라서 수요절감이 잘 이루어졌는지는 CBL대비 절감량에 달려있다.

Table 2 CBL calculation method

	CBL 방식	내 용
Default	Max(4/5)	최근 5일 중 최대 4일 의 전기소비량 평균
	Max(6/10)	최근 10일 중 최대 2일, 최소 2일을 제외한 6일의 전기소비량 평균
Option	비정상 근무일	창립기념일 등 평상시와 매우 다른 날을 제외하여 CBL 정확성 제고
	SAA(Symmetric Additive Adjustment)	감축시행일의 감축시작 전 전기소비패턴과 유사일과의 차이를 CBL산정에 반영

### 3. 결과 및 고찰

전력에너지 감축 계약전력용량이 1,500 kW인 수요고객을 대상으로 전력거래소에서 수요절감 이벤트가 발령된 일자 기준으로 스마트박스가 연계되어 수요관리를 한 경우와 그렇지 않은 경우의 데이터를 비교 분석하였다. Table 3과 같이 수요절감 이벤트 발령일자는 2014년 12월 18일과 2015년 2월 10일 이고, 발령 시간은 9시부터 12시까지 3시간 동안 발령되었다. 2014년 12월 18일은 스마트박스 없이 한전 검침정보제공 포탈 시스템 데이터 기반을 통해 감축을 한 경우이고, 2015년 2월 10일은 스마트박스가 적용된 경우이다.

스마트박스가 적용된 2015년 2월 10일의 에너지 사용량이 실제로 많았으나 CBL이 스마트박스가 없는 날보다 높았기 때문에 에너지 사용량이 더 많았음에도 실질적인 CBL 대비 감축량과 이행율이 높았다. 감축 시간대별로 약간의 차이는 있지만 3시간 평균 약 19% 정도 스마트박스가 적용된 일자의 데이터가 더 높았다. 이는 수요고객의 입장에서는 19% 만큼 금전적인 이익이 더 발생했다고 해석할 수 있다. 그리고 Fig. 4에서 보듯이 스마트박스를 적용했을 경우 이벤트 발령시간 이후의 전력에너지 사용량이 절감 이전으로의 회귀가 빠르게 나타났다. 이는 수요고객이 실시간으로 에너지 사용 데이터를 모니터링하고 그에 맞게 수요를 조절했기 때문이다.

Table 3 Power savings comparison with and without Smart Box

Capacity contract [kW]	Time	Date							
		2014.12.18				2015.02.10.[SmartBox]			
		CBL [kW]	Energy [kW]	Save [kW]	Implementation rate [%]	CBL [kW]	Energy [kW]	Save [kW]	Implementation rate [%]
1,500	09 ~ 10	3114.88	808.56	2306.32	153.75	3756.92	1165.68	2591.24	172.74
	10 ~ 11	3387.12	983.52	2403.60	160.24	3884.40	1292.16	2592.24	172.82
	11 ~ 12	3512.92	1258.56	2254.36	150.29	4093.76	1452.24	2641.52	176.10

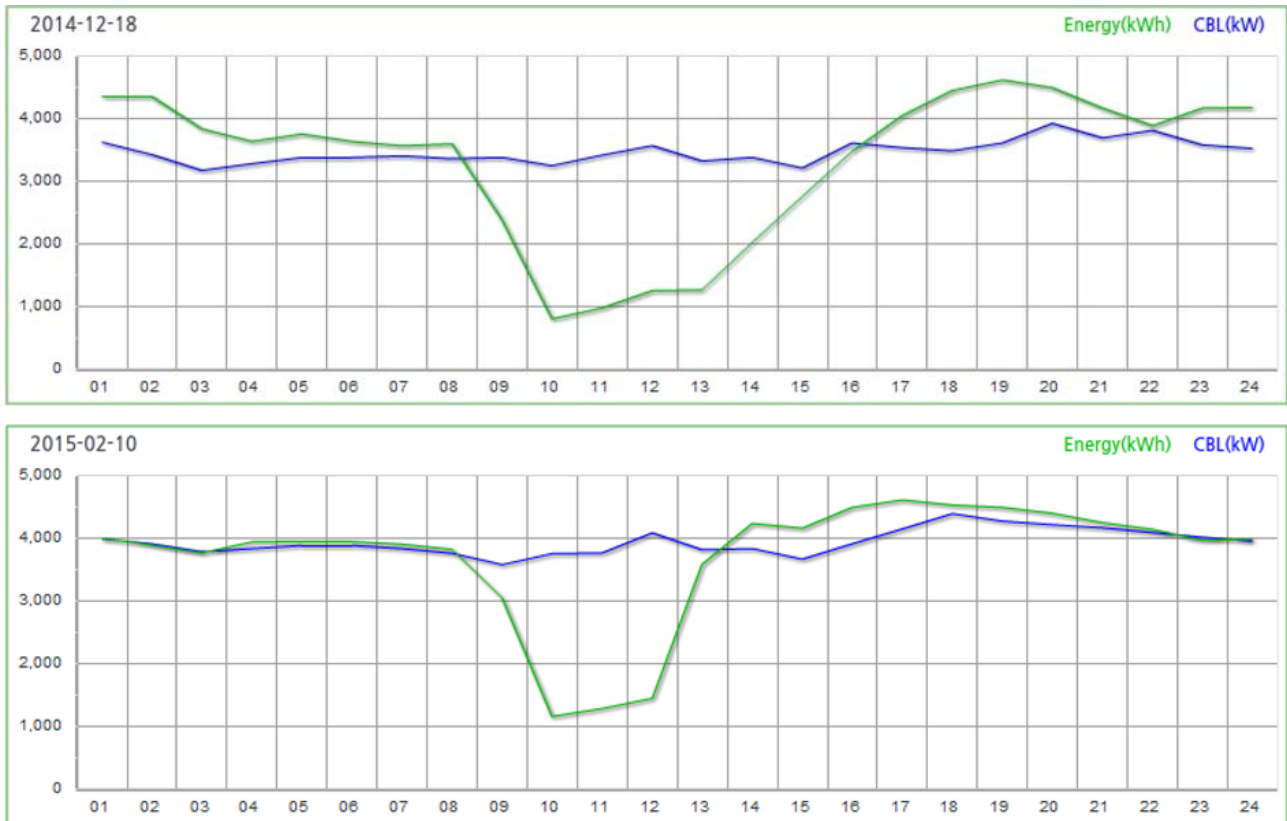


Fig. 4 Power usage and CBL graph

#### 4. 결 론

분석결과 스마트박스를 활용할 경우, 전력 수요를 효율적으로 절감할 수 있었다. 이는 한전 검침정보 제공 포탈 시스템이 상당시간 지연된 에너지 사용 데이터를 제공하기 때문에 수용가와 수요관리사업자가 현재 에너지 사용에 대한 상황을 정확히 분석하지 못해 효율적인 수요관리가 어려웠을 것으로 판단된다. 이에 대한 해결책으로 수요고객 수전단에 스마트박스를 설치하여 실시간 모니터링을 통해 CBL 대비 현재 절감량을 정확히 판단하고 수요절감 이벤트에 참여 하는 것이 수용가 및 수요관리사업자 모두 효과적인 것으로 나타났다. 본 논문은 스마트박스를 통한 전력량 데이터의 실시간 모니터링 활용으로 전력 수요를 절감한 사례이다. 또한 스마트박스를 지열시스템에 활용 시 히트펌프 및 PLC 연계로 지열시스템의 실시간 상태 분석 및 운영에 활용 할 수 있고, 센서 등의 물리적인 장치와 상위 관리 시스템과의 중간 매개체로써 여러 기능이 있기 때문에 다양한 분야에서 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

#### 후 기

본 연구는 2013년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.(과제번호 20133010111750).

참고문헌  
(References)

- (1) 산업통상자원부, “제2차에너지기본계획”, 2014. 1.
- (2) 한국전력거래소, “수요자원 거래시장 개설”, 2014.11
- (3) 한국전력거래소, “전력시장운영규칙 전문”, 2014.11.
- (4) 한국전력거래소, “전력통계정보시스템”, <http://epsis.kpx.or.kr>