

수요자 기준부하 선정 방안 연구

유인협*, 고종민*
한국전력공사 전력연구원*

A Study on Estimating Customer Baseline Load

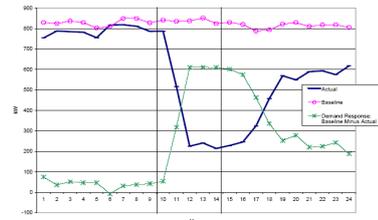
In-Hyeob Yu*, Jong-Min Ko*
Korea Electric Power Research Institute*

Abstract - ISO 및 전력사들이 제공하는 많은 수요반응 프로그램들은 절감기간에 이루어진 수요의 절감 크기를 결정하기 위해 신빙성이 있는 절차를 사용하고 있다. 이를 위해 수요자 설비의 수요절감을 측정하기 위해서 빌딩공학자, 설비운영자 및 외부 M&V 전문가 등에 의해서 사용될 수 있는 표준화된 Measurement & Verification (M&V) Protocol의 개발을 하고 있다. 본 프로토콜의 개발로 중소 용량 수요자들이 수요반응 프로그램 참여가 증가하고 기본부하 설정 방법에 있어 불합리하거나 혼동을 야기하는 요소를 감소할 것으로 예측한다. 따라서 Customer Baseline Load(CBL) 선정 시스템은 수요절감에 대한 정산 과정과 절감 이행 실적에 대한 직접적인 도구로 활용된다. 본 연구는 CBL 산출을 위해 그 방법 및 산출 방안에 대해 알아본다.

- DR 프로그램 등 정산을 위해 필요한 수요 절감량의 산출에 대한 조사를 방지 할 수 있다.
- 수요 절감량의 평가에 대한 불합리성 및 혼동을 방지 할 수 있다.

2.2 CBL의 주요 용도

DR에서 수요절감의 계산은 고객의 기준부하곡선을 이용하여 Demand Response 량을 계산하는 것이다. Demand Response는 각 시간대별 수요자 기준부하와 실제부하의 측정값의 차이로써 계산된다. 수요자 기준부하는 부하절제를 시행하지 않는 평일의 시간대별 수요에 대한 예측 값으로 산출되고 다음 그림 4.29에서 절감량의 계산방법을 예시하고 있다.



〈그림 1〉 기준부하를 이용한 수요절감량 계산 예

1. 서 론

고객의 기준수요패턴에 대한 정확한 정보는 전력에너지 공급자에게 매우 중요하며, 규제환경 하에서는 수요관리(DSM), 시스템 운영 및 관리, 투자 계획 등 여러 분야에 이용되고, 경쟁체제 하에서는 수요자와 공급자 사이에 여러 수요관리 프로그램의 가격정산 및 요금제 수립 등에 필수적 정보가 된다. 그리고 이 정보를 확보함으로써 수요자의 Load Profile 기반으로 하는 소비자의 수요 분석을 용이하게 할 수가 있으며, 보다 경쟁력 있는 요금전략과 효율 향상을 꾀할 수 있다. 따라서 수요자 기준부하정보 분석은 전력사의 핵심 전략수립 분야가 되고 있는 실정이다. 기준부하정보 분석은 각 그룹의 수요 패턴에 따라 요금설계에 반영하기 위한 주요 지표가 될 수 있다. 예를 들어 대만은 20년 동안 경제발전으로 급격한 부하증가를 가져왔다. 연간 수요 최대값이 6% 상승하였고, 여러 부하관리 기법들이 적용되어왔다. 산업용 고객을 대상으로 TOU 및 직접 부하제어로 3,700MW 이상의 피크를 절감하였으나, 하계 최대 수요의 35% 이상이 상업용, 사무실, 주택용의 냉방부하가 차지하여 부하율이 낮아지게 되었다. 이 문제를 해결하기 위해 각 그룹의 부하구성과 전력 소비경향을 알 수 있는 효과적인 부하관리 프로그램의 설계가 필요하게 되었다. 더구나 대만 내 규제완화와 더불어 대만전력은 더 많은 IPP(Independent Power Producer)와 고객의 발전 등 심한 경쟁의 도전을 받고 있어 각 그룹의 부하 패턴과 부하 성장에 대한 분석을 함으로써 판매 전략을 세우는 것이 중요한 문제가 되었다. 또한 정확한 그룹별 기준부하를 기반으로 한 부하 예측에 의거하여 두 지역사이의 송전을 최소화할 수 있는 시스템 계획이 필요하였다. 이와 같이 전 세계적으로 추진되고 있는 전력산업의 규제완화는 전력사의 경영 전략에 중차대한 영향을 주고 있으며 시장 도입으로 참여자에게 경쟁력 확보를 위한 방안으로 정확한 수요정보 분석이 요구 되고 있다. 이를 위한 기본적인 사항은 수요자의 기준부하에 대한 분석능력이다. 따라서 분석목적에 따라 부하정보의 이용분야는 다양하며, 정량적인 분석으로 정확한 정보를 제공할 수 있다. 본 연구는 부하분석의 핵심이 되는 수요자의 기준부하를 산정하는 방안에 기술하였다.

2. CBL 선정 방법

2.1 CBL 필요성

고객설비의 수요절감을 측정하기 위해서 빌딩 및 설비운영자 및 수요반응 전문가 등에 의해서 사용될 수 있는 표준화된 절차의 개발이 필요하다. 절차가 개발되면 기준부하를 설정함에 있어 불합리하거나 혼동을 야기하는 요소들이 감소하게 된다. 또한 개발된 절차의 수립은 아래와 같은 이점이 있다.

- 이벤트가 없는 경우의 평일에 대한 전력수요를 반영할 수 있다.
- DR 프로그램에 참여하는 고객들이 자신의 수요정보를 알기위해 편리하게 사용할 수 있다.
- DR 프로그램의 운영자들도 가입자들의 수요분석을 위해 편리하게 사용할 수 있다.

2.3 CBL의 산출 기준

- CBL 산출 방법은 모든 프로그램 가입자를 위해 각각의 기준을 수립해야 하므로 간단할수록 좋다.
- 산출된 기준부하는 다른 프로그램이나 분석을 위해 사용하기 편리해야 한다.
- 기준부하를 사용한 절감량에 대한 공급자 및 수요자가 공동으로 이해가 용이해야 한다.
- 기준부하의 사용은 산출된 수요절감에 대한 증명이 되어야 한다.
- 기준부하의 산출은 정확도가 높아야 한다. 이것은 고객의 전형적인 수요패턴을 예측하는 것과 동일한 효과가 있고 정산에 결정적인 영향을 주기 때문이다.
- 기준부하는 실무부와 비교할 경우에 어느 한쪽으로 편이가 없어야 한다.
- CBL 산출은 기후 민감 부하에 대한 조정 기능이 존재해야 한다.
- CBL의 사용은 정산과 직결되므로 CBL 산출 방식에 대한 결함을 이용한 데이터 조작이 일어나지 않도록 해야 한다.
- 공정성 유지를 위해 이벤트 발생시 수요자의 약정 절감량 결정이전에 기준부하가 결정되어야 한다.

2.4 CBL의 계산방법의 요소

CBL 계산방법의 3가지의 기본 요소는 다음과 같이 구성된다.

2.4.1 데이터 선정 기준

이것은 계산에 필요한 요일 및 시간대별 데이터를 결정하며, 일반적으로 DR 이벤트가 없는 10 내지 20의 평일의 수요데이터를 기본으로 사용한다. 그 중에서 지난 10 내지 11의 최고부하를 가진 평일 수요데이터를 사용한다. 적어도 한 계절간의 기록을 사용한다. 선정기준은 특정 시작일 부터 배제일자, 배제된 일자에 대한 대체일의 선정 등에 대한 여러 가지 다양한 절차들을 포함하고 있다.

2.4.2 추정 방법

데이터 선정 기준을 사용하여 부하절제 일을 위해 각 시간대별 기준부하를 일차적으로 결정하는 방법이다. 대부분의 추정 방법들은 평균 또는 기후요소를 고려한 regression 모델을 이용하고 있다.

2.4.3 조정 방법

추정된 기준부하를 부하절제일의 환경 등의 조건에 따라 부하를 이

전 또는 조정하는 절차이다. 기준부하를 공통적으로 조정하는 방법들은 비 조정 방법, Additive 방법, Scalar 방법, 기후요소를 고려한 Additive 혹은 Scalar 방법들이 있다.

2.5 CBL의 산출시 고려사항

2.5.1 조정

부하절체의 시행 2시간 전에 load data에 대한 additive adjustments는 거의 모든 방법들에 대해 Bias와 Variability를 감소시킬 수 있다. 다른 조정 방법들도 평균적으로 개선할 수 있지만, 일반적으로 높은 Bias와 Variability에 대해 작용한다. 이와 같은 additive adjustments 방법을 사용하면 기후 민감 모델 뿐만 아니라 대부분의 경우에 단순 평균 방법들이 잘 적용된다. 이와 같은 additive adjustments 방법을 사용하지 않으면, 대부분의 경우에 절체에 따른 부하영향이 과소평가된다. 부하절체의 시행 2시간 전에 load data에 대한 additive adjustments는 아래와 같이 문제점을 야기할 수 있다.

- CBL을 증가시키기 위해 절체직전에 고의로 수요를 증가함으로써 조작의 가능성이 있다.
- 절체 통보나 예측에 응답으로 합법적인 pre-cooling은 CBL의 왜곡을 초래할 수 있다.
- 역으로 통보와 동시에 그리고 소요 절체기간 이전에 수요절감 목표를 달성하면 CBL을 심각하게 감소시킬 수 있다.

2.5.2 데이터 선정

입력 데이터를 증가시키면 기후감도모델들에 대한 Bias 및 Variability는 어느 정도는 감소를 하나 급격한 감소는 일어나지 않는다. 증가된 입력데이터에 의한 variability의 감소는 비기후감도 수요자에 적용된 조건부 기후감도모델에서 현저하게 나타난다. 여러 가지의 평균방법들은 현저히 높은 부하를 가진 일자들을 제외하고는 Bias 및 Variability가 비슷하게 도출된다. 하계부하는 10중 상위 5의 평균방법들은 negative bias를 감소시킨다. additive adjustment를 사용한 하계부하는 10중 상위 5의 평균방법들이 최소의 bias와 양호한 variability를 도출하였다. 11중 상위 10의 평균방법들은 bias를 감소하지만 그리 많지는 않았다.

2.5.3 기후 모델

하계에 기후감도수요에 대해서는 정량적으로 분석하지 아니하였고 방식에 대해서 LBNL 방식을 검토 하였다.

2.5.4 실용적인 CBL 계산 방법

일반적으로 잘 맞는 CBL 계산 방법은 수요절체 2시간 전에 부하곡선에 additive adjustment을 사용하며 10일전 사용량의 평균을 계산하는 방법이다. 이 방법은 기후에 상관없고 high 및 low variability, 하계 및 비하계 모두에 잘 적용이 된다. 이 방법은 수요절체의 통보를 받고 규정시간 이전에 미리 절체를 하려는 수요자에게는 추천하지 않는다. 그리고 특정 프로그램이나 수요자에 조작의 가능성이 있는 환경에서는 사용의 추천을 하지 않는다.

- 하계 기후 민감 수요자에 대한 대체방법
- 하계 기후 민감 수요자에 대한 대체 방법은 다음과 같다. 조정하지 않은 기후모델 기본부하를 추정하기 위해 입력기간이 길어야 한다. 특히 high variability 수요에 대해서는 길면 좋다. 10일중 5번째까지 높은 수요의 평균이며 THI의 조정이 필요하다.

- 하계 기후 비민감 수요자에 대한 대체방법
- 하계 기후 비민감 수요에 대해서는 비조정 11중 상위 10일 평균방법이 특히 low variability 수요에 대해 추천방법의 수준으로 작용한다. 그 다음 최선의 방법은 절체이전 3-4시간에 additive 조정을 하는 10일간의 단순 평균을 하는 것이다.

2.6 CBL의 산출 예

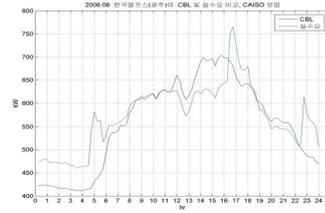
2.6.1 CAISO 방법

이벤트 직전 11일 중 상위 10일간에 대한 수요의 평균값을 사용한다. 제어요청이 있었던 일, 비자발적인 수요절감을 시행한 일 등을 배제하여 산출한다.

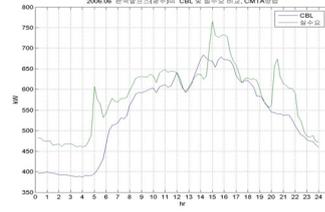
2.6.2 CMTA(California Manufacturers Technology Association) 방법
이벤트 직전 10일간에 대한 수요의 평균값을 사용한다. 제어 이벤트가 있었던 일자를 배제한다.

2.6.3 NYISO(PJM) 방법

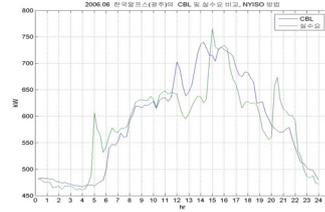
이벤트 직전 10일 중 상위 5일간에 대한 수요의 평균값을 사용한다. 이벤트 직전 10일을 선정한 후에 DR 시행일자는 배제하고 하위 5일간의 수요는 제외한다. 상위 5일을 선정한 후에 DR 적용 시간대 중에 연속으로 4시간이상의 수요가 상위 5일간 수요의 75%이상이 되면 해당 시간대가 포함된 일자는 제외한다. 제외 후에 5일이 되지 않으면 직전 30일까지를 대상으로 추가한다. 30일 구간을 다 v사용하여도 5일이 되지 않으면 그 일자를 사용하여 기준부하를 산출한다. 이들 방법들에 대한 예를 다음 그림에서 볼 수 있다. 이들을 위한 데이터는 산업용 고객 중 샘플링하여 2006년도 Load Profile 데이터를 이용하여 산출하였다.



〈그림 2〉 한국알프스 CBL 및 실수요 비교(CAISO 방식)



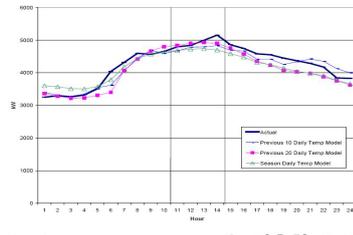
〈그림 3〉 한국알프스 CBL 및 실수요 비교(CMTA 방식)



〈그림 4〉 한국알프스 CBL 및 실수요 비교(NYISO 방식)

2.6.4 LBNL(Lawrence Berkeley National Laboratory)방법

이벤트 직전 10일 및 온도에 대한 Regression 모델을 사용한다. 예측방법은 Explanatory Model을 사용한다. 다음은 LBNL에서 Regression Model을 이용하여 시험한 CBL을 그림으로 나타내고 있다.



〈그림 5〉 Regression Model을 이용한 CBL 산출

3. 결 론

부하분석의 핵심기술은 정확한 기준부하의 산출이라 판단된다. 여기서는 기준부하의 산출을 위한 필요성, 계산방법의 요소, 산출시 고려사항 등을 알아보았다. 그리고 현재 원격검침을 하고 있는 대용량 고객 들을 샘플링하여 여러 가지의 산출방법을 적용시켜 보았다. 실무와 비교하여 근접한 CBL을 도출하는 방식을 향후에 개발 예정인 DR 운영시스템에 사용할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] CEC, "Protocol Development for Demand Response Calculation", Feb. 2003
- [2] Katie Coughlin, Mary Ann Piette, "Estimating Demand Response Load Impacts", LBNL Reports, Jan. 2008