

사용량 패턴분석을 통한 패턴분석 DR 프로그램 운영방안에 대한 연구[†]

강중철¹ · 이현우²

¹동의대학교 상경대학 금융보험학과 · ²(주)한국신뢰성기술서비스

접수 2009년 1월 16일, 수정 2009년 2월 24일, 게재확정 2009년 3월 7일

요 약

최근 전반적인 산업의 급진적인 발전으로 인해 전력사용량도 급속도로 증가하고 있다. 그래서 (주)한국전력에서도 기본요금의 12개월 연동제를 실시하여 전기요금을 피크전력 중심으로 대폭 인상하여 전력사용 수용가의 최대 수요전력을 억제하는 요금정책을 시행하는 등 꾸준히 증가하고 있는 전력수요에 효율적인 대응전략을 수립하고 있다. 본 연구에서는 이러한 전략중의 하나인 DR프로그램을 효율적으로 운영하기 위해서 필수적으로 사용되는 CBL방법을 실제 전력 사용량의 분석을 통해 비교분석하고, 이를 바탕으로 효율적인 DR프로그램의 운영방안을 제시 하고자 한다.

주요용어: 가격중심 시장운영, 계통한계가격, 기저부하, 수요반응, 첩두부하.

1. 서론

최근 전 세계 모든 산업분야의 발전이 급속도로 발전되고 있는 영향으로 전력에너지 사용량이 폭발적으로 증가되어 전력공급 안전성이 크게 위협을 받고 있는 실정이며, 이에 따라 (주)한국전력(KEPCO)에서는 기본요금의 12개월 연동제를 실시하고 전기요금을 피크전력 중심으로 대폭 인상하여 전력사용 수용가의 최대 수요전력을 억제하는 요금정책을 시행하는 등 꾸준히 증가하고 있는 전력수요에 효율적인 대응전략을 수립 시행하고 있다.

또한 정구형 등 (2004), 박중근 등 (1999) 및 Soft (2001)는 전력거래 시장도 공급과 수요가 만나는 점에서 전력공급량과 요금이 결정되는 시장원리를 그대로 도입하여 매 시간마다 해당 시간의 시장 환경에 따라 변동되는 경쟁적 전력시장으로의 이행으로 인해 전력산업 환경 전반에 걸쳐 근본적인 변화가 예상될 것으로 분석하였다.

이러한 시장 환경변화가 대두되기 시작하면서 각국의 전력회사들은 수요관리를 적극적으로 추진하였고, 특히 전력시장과 연동하여 수요측의 능동적 부하조절을 가능하게 하는 시장지향적인 수요관리기법 중 하나인 전력수요반응(Demand Response : DR)프로그램이 단기간에 전력절감 효과를 기대할 수 있고 첩두부하시의 전력수급불안 문제를 손쉽게 해결할 수 있다는 점에서 보다 적극적으로 추진되었다. 또한 정보통신기술의 발전이 전력산업에서 수요반응프로그램의 시스템화가 가능하게 함으로써 최근 들어 전력산업의 선진 각국에서는 이러한 시스템운영을 통한 효율적인 전력공급을 추진하고 있다.

[†] 이 논문은 2008 NURI(금융선물보험) 사업단 연구지원 기금에 의해 작성되었음.

¹ 교신저자: (614-714) 부산시 부산진구 엄광로 995, 동의대학교 상경대학 금융보험학과, 교수.

E-mail: jckang@deu.ac.kr

² (138-858) 서울시 송파구 오금동 80-7 큐빗빌딩 3층, (주)한국신뢰성기술서비스, 이사.

박희창 등 (2005)은 최근 들어 변화하는 역사적 흐름 속에서 우리가 처해 있는 사회적 상태를 종합적이고 집약적으로 나타내고, 이들을 지표화 할 수 있는 다양한 통계방법들이 연구되고 있다고 언급하였으며, Lee (2008)는 IT 시장에서 통계의 역할에 대하여 언급하였다. 전력시장에서도 이러한 내용을 반영할 수 있는 연구가 필수적이기에 본 연구에서는 국내 대수용가에 대한 전력사용량의 분석을 통해 수요반응프로그램에서 중요한 도구로 활용하고 있는 기저부하(Customer Baseline: CBL) 산출방법에 대하여 해외에서 적용하고 있는 산출방법을 조사하고 그 특징을 분석하였다. 또한 국내 전력산업 환경에서 적용 가능한 CBL을 산출하기 위하여 실제 12만여 대용량수용가의 15분 Load Profile를 사용하여 전력소비 패턴을 분석하였으며, 이러한 패턴에 적합한 수요반응 방안을 제시하고자 한다.

2. 수요반응(Demand Response)

2.1. 수요반응의 개념

우리나라의 전력산업은 오랜 동안 사실상 공기업 수직 독점체제로 운영되어 왔다. 전력산업은 발전, 송전, 배전, 판매의 서로 다른 네 가지 수직적 부분으로 이루어져 있다. 2001년 4월 제 1차 전력산업구조개편이 이루어지기 이전에는 정부가 지배주주인 한전이 하루 세 부문에서는 완전한 독점이었으며, 수직적 구조의 최상단에 위치한 발전부문에서도 독점에 가까운 지배력을 가지고 있었기 때문이다.

그러나 한전은 과거와는 달리 최종소비자에게 전력을 판매하기 위하여 6개의 발전회사로부터 전력을 구매할 수밖에 없게 되었으며, 이로 인하여 전력거래시장이 등장하였다. 전력거래시장을 개설하면서 거래시장의 형태와 운영방식에 대하여 다양한 대안이 검토되었으나 결국 현재의 전력거래소를 설립하고, 이를 통하여 모든 전력거래가 이루어지도록 하는 한편 거래소를 통해 이루어지는 전력거래 조건을 결정하는 특정한 규칙을 제정 운영하고 있다. 이것이 바로 이 보고서의 주 검토대상인 CBP (Cost Based Pool)제도이다. 한편 거래소는 전력거래를 담당하는 기능과 함께 계통운영에 관한 기능을 담당하게 되었다.

전력 거래시장에서의 자원 배분 메커니즘으로서 CBP 제도의 핵심은 다음 세 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 발전업체간의 가격경쟁을 배제하고, 발전업체들이 제출한 회계자료, 비용함수의 특성 및 입찰용량에 관한 정보에 입각하여 자원배분을 한다. 둘째, 시장을 다시 “용량시장”과 “변동비시장”으로 불리는 실제로 발전이 이루어지는 시장”으로 수직적으로 구분하고, 각 시장에 대한 자원배분을 정한다. 셋째, 각 발전기의 발전연료에 따라 일반발전기(첨두 발전기)와 기저발전기로 구분하고 다른 가격을 적용한다. 각 발전업체는 발전에 수반되는 변동비를 신고하며, 거래소에서는 신고된 변동비가 회계자료와 일관성을 유지하는지를 검증하며, 검증을 거친 변동비를 각 발전기의 실제변동비로 간주하고, 이에 입각하여 각 시점에서 발전에 참여할 발전기를 정한다. 각 시점에서 변동비시장의 시장가격은 발전에 참여하는 발전기 중 가장 비효율적인 발전기의 변동비수준에서 결정된다. 한편 각 발전업체는 매시점마다 가동할 수 있는 발전설비와 그 용량을 신고하는데, 거래시장의 단일구매자인 한전은 각 발전업체에 대하여 발전설비를 갖추고, 이를 가동 가능한 상태로 유지하는데 대하여 별도의 가격을 지불한다.

제2차 전력산업구조개편에 따라 현재 운영되고 있는 변동비반영시장에서는 아래 그림 2.1과 같이 석탄화력, 원자력 발전기로 이루어진 기저발전기와 그 외의 일반발전기로 구분하여 시장을 운영하고 있다. 시장가격은 한계가격과 용량가격으로 구성되어 있으며, 용량가격은 시간대별로 공급 가능한 용량을 입찰한 발전기에 대해 시간대별, 계절별로 미리 정해진 금액을 말한다. 각 시간대별로 필요한 전력수요를 맞추기 위해 가동한 발전원 중 비용이 가장 비싼 발전원의 비용이 한계가격이 된다. 기저발전기가 전력을 공급하는 기저시장의 시장가격이 기저한계가격(BLMP, Base Load Marginal Price)이 되고 그 외 일반발전기가 전력을 공급하는 일반시장의 시장가격이 계통한계가격(SMP, System Marginal Price)이 된다.

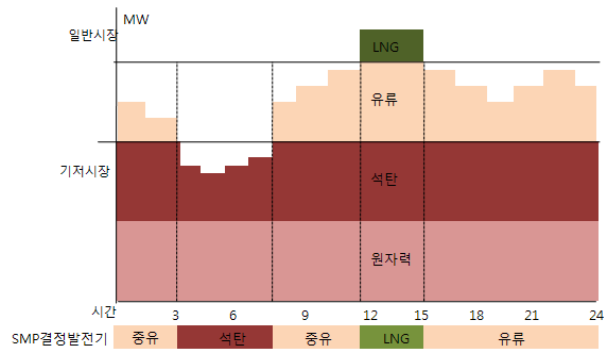


그림 2.1 SMP 가격 결정 방식 예

일반적으로 On-Peak(침두부하)에 주로 사용되는 LNG의 생산원가는 타 발전기에 비해 현저히 비싸기 때문에 일반 시장원리에서와 같이 전력거래 시장이 운영될 경우 관련 발전회사는 언제나 적자에 허덕일 수밖에 없는 것이 전력시장의 특징이다. 따라서 미국의 캘리포니아 전력사와 같은 선진 전력시장에서는 전력요금 자체를 On-Peak에 사용되는 요금을 비싸게 그렇지 않은 시간대에 사용되는 가격을 저렴하게 함으로써 On-Peak Time에서의 사용을 Off-Peak로 유도하는 Real Time Price정책을 사용하고 있다.

대표적인 예로 캘리포니아의 모 플라스틱 공장에서는 Peak 시간대에 제품을 생산해서 벌어들이는 이윤보다는 지불해야하는 전력사용요금이 훨씬 크기 때문에 Peak 시간대에는 반드시 필요한 생산라인 이외는 가동을 중지하고 Off-Peak 시간대에 생산을 함으로써 생산 원가를 절감하는 정책을 사용하고 있다.

이와 같이 현재 우리나라가 추구하고 있는 일관된 전력요금 정책에서 탈피해서 수용가로 하여금 전력 사용을 탄력적이고 자율적으로 조절 가능하도록 운영하는 방식을 도입함으로써 On-Peak에서의 전력사용을 자제하고, 전력생산 원가가 비교적 저렴한 석탄만으로 전력이 공급될 수 있도록 유도하는 것이 DR 프로그램 이라고 한다. 수요응답은 결국 On-Peak 시간대에 요금을 비싸게 책정함으로써 자연스러운 절전을 통한 고가의 LNG발전을 줄임과 동시에 기존의 사용패턴에서 더욱 절감할 수 있도록 인센티브 제도를 동시에 도입함으로써 전력예비율 증대 및 생산원가 절감이 주된 목적이다.

2.2. CBL

DR프로그램에 있어서 가장 중요한 요소 중에 하나가 CBL이다. 일반적으로 DR에서의 정산은 DR운영에 참여하는 고객들에게 참여 전에 사용하던 사용패턴을 분석하고, 이를 기반으로 어느 정도 절감했는지 여부에 따라 차등적으로 인센티브를 적용하는 방식을 활용하고 있다. 따라서 DR의 효과분석과 사용요금 계산의 주요 척도로 활용되기 때문에 CBL을 얼마나 정확히 계산하느냐가 효율적인 DR 운영의 성패를 좌우할 수 있다고 보아도 무리는 아닐 것이다.

일반적으로 DR은 부하조절이 필요한 시점(Peak Time)을 미리 예측하고 이를 수용가에게 공지하여, DR에 참여 의사를 묻고 이를 바탕으로 시스템을 운영하게 된다. 또한 일반적인 전력사용은 토, 일, 공휴일의 경우 전체적인 전력사용량이 평일에 비해 크지 않기 때문에 CBL계산은 토, 일, 공휴일 및 DR 프로그램 참여로 혜택을 받은 날을 제외한 이벤트(DR 프로그램 시행)일과 유사한 10일을 대상으로 계산한다.

Southern California Edison Company (2006) 및 관련 선진 해외에서 사용하고 있는 CBL방법으로 3-Day Baseline, Utility Coincident 3-Day Baseline, 5-Day Baseline, 8-Day Baseline, 8-Day Adjusted Baseline, 10-Day Baseline, 10-Day Adjusted Baseline 등이 있으며, 이에 대한 계산 방식과 각 방법에 대한 설명은 아래 표와 같다.

표 2.1 CBL 계산방법

CBL 계산방법	설명
10-Day Baseline	일련의 유사한 모든 10일에 대해 시간별 전력사용량 평균
10-Day Adjusted Baseline	10-Day baseline과 동일하게 유사한 10일 평균에 기초하지만 일련의 조정 비율을 적용하여 스킨라 조정을 적용. 즉, 조정비율 \times 10-Day baseline 단, 조정비율 = (이벤트 통지일의 평균 부하)/(10일의 동일 시간 동안 평균 부하)
3-Day Baseline	유사한 10일 중 전력 소비가 가장 많았던 3일의 평균
Utility Coincident 3-Day Baseline	3-Day Baseline과 유사하나 모든 프로그램 참가자들에 대해 동시에 발생하는 부하에 기초하여 가장 높은 3일을 선택
8-Day Baseline	유사한 10일 중 중간 8일의 평균(가장 높은 날과 낮은 날 제외)
8-Day Adjusted Baseline	8-Day baseline과 동일하게 유사한 10일 중 8일 평균(가장 높은 날과 낮은 날 제외)에 기초하지만 일련의 조정 비율을 적용하여 스킨라 조정을 적용. 즉, 조정비율 \times 8-Day baseline 단, 조정비율 = (이벤트 통지일의 평균 부하)/(8일의 동일 시간 동안 평균 부하)
5-Day Baseline	유사한 10일 중 전력 소비가 가장 많았던 5일의 평균

상기 표 2.1에서 설명된 방법을 이용하여 실제 사용량을 이용하여 비교분석한 결과 각 전력사와 운영 방식 및 전력사용 패턴에 따라 정확도가 서로 달라질 수 있으나 다음과 같은 특징이 있다.

1. 3-Day Baseline 방법은 유사한 10일 중 전력사용량이 많은 3일의 평균에 기초하므로 고객 Baseline과 프로그램 효과를 상당히 과대평가함
2. 10-Day Baseline은 이벤트가 보통 때보다 높은 부하/온도 일 때 발생하는 경우가 많음을 고려하면 이벤트 일의 실제 부하를 과소평가 할 수 있음
3. Utility Coincident 3-Day Baseline, 8-Day Baseline, 10-Day Baseline은 3-Day Baseline과 10-Day Adjusted Baseline 방법을 통한 결과의 범위에 포함됨
4. 미 캘리포니아 전력사의 경우 여러 가지 방법으로 평가를 하였으나 대체적으로 10-Day Adjusted Baseline 방법이 가장 정확하다는 결론을 내리고 있다. 그러나 이러한 조정방법은 Baseline을 증가시키기 위해 또는 감소시키기 위해 절체 직전 또는 이벤트 응답의 합법적인 방법으로 Baseline의 왜곡을 초래할 수 있다.

3. 국내 전력사용량 특징

CBL 계산방법은 전력사용량의 특성에 맞게 선택하여야 하기 때문에 전력사용에 대한 패턴 분석은 다른 내용보다 선행되어야 한다. 따라서 본 절에서는 국내 전력사용량의 특성을 파악하기 위하여 실제 한전에서 운영하는 AMR(Auto Meter Reading)시스템의 12만여 대용량 고압수용가의 15분 Load Profile를 바탕으로 사용량에 대한 패턴을 분석하였다. 분석 대상이 되는 수용가중 각 산업특성 및 계약 특성별 분포를 고려한 300여개 수용가를 표본으로 선정하고, 계절적 요인 및 온도와의 관련성을 파악하기 위하여 2007년 1, 2, 4, 5, 7, 8월의 Load Profile를 추출하여 전력사용 패턴분석을 실시하였다.

3.1. 전체 전력사용량 특성

각 시간대별로 우리나라 대 수용가가 소비하는 전력사용량을 파악하기 위하여 12만 대수용가의 사용량에 대한 총합을 15분 단위로 정리하여 분석한 결과 대체적으로 아래 그림 3.1과 3.2와 같은 경향을 보이고 있다. 그림 3.1과 그림 3.2는 1월과 7월의 사용량을 DR운영의 대상이 되지 않는 토, 일요일과 공휴일을 제외한 각 일별시간대별로 정리한 그림이다. 1년 동안 각 월별분석 결과 거의 동일한 형태를 보이고 있어, 본 논문에서는 DR운영의 가장 중요한 1월과 7월 내용만 제시하였으며, 다음과 같은 특징을 보이고 있다.

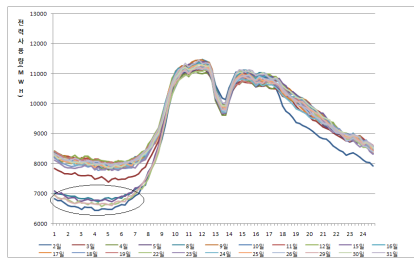


그림 3.1 1월의 일별, 시간대별 총 사용량 패턴그림

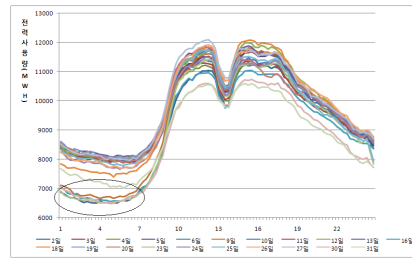


그림 3.2 7월의 일별, 시간대별 총 사용량 패턴

1. 일반적으로 주 업무 시작 시간인 9시를 시작으로 전력사용량이 급격히 증가하고, 12시부터 14시(점심시간대)까지는 감소현상을 보이며, 퇴근 시간 이후인 18시부터 서서히 감소하는 경향을 보인다.
2. 그림 3.1과 그림 3.2의 원안의 내용과 같이 공휴일 다음날 10시 이전이 다른 요일의 동일 시간대에 비해 현저히 낮게 나타나고 있다.
3. 일반적으로 전체 전력사용량은 그림 3.3과 같이 하계 휴가 기간인 7월말에서 8월 초를 제외한 여름의 전력사용량이 봄과 겨울의 전력사용량에 비해 높고, 그림 3.4와 같이 온도와 사용량과의 관계를 나타내는 산점도 그림에서 온도가 올라가면 사용량이 다소 커지는 경향이 있는 것처럼 보이지만 이는 환경요인(온도, 습도, 불쾌지수)과의 관계분석 결과 환경요인과 전력사용량과의 비례관계로 판단하기는 어려울 정도로 그 차이가 미약하다.

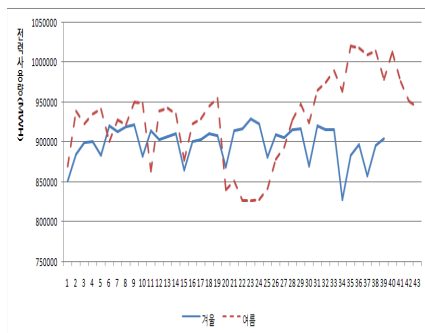


그림 3.3 계절별 전체 전력사용량 비교그림

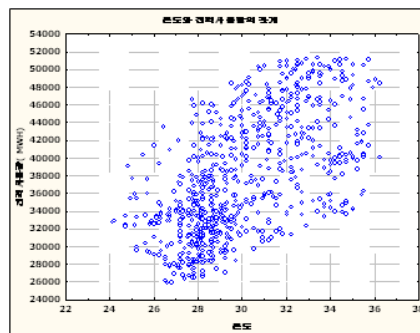


그림 3.4 사용량과 온도와의 산점도

4. 계절적 특징은 휴가철이 집중되어 있는 7월말부터 8월초 사이에 전력사용량이 급격히 감소하며, 8월 21일부터 8월 28일 사이에 전력사용량이 급격히 증가하는 하절기 Peak 시점이 나타난다.

3.2. 산업특성별, 계약특성별 전력사용량 특성

전체 산업특성과 계약특성별로 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 대체적으로 전체사용량의 특징과 동일한 경향을 보이고 있으나 일부 산업군의 경우 산업특성에 따라 고유의 특징을 보이고 있다.
2. 예를 들면 대형 빌딩과 같이 일반적인 업무 시간에는 많은 사용량을 보이다가 이외의 시간에는 기본적인 전력만을 사용하는 특징을 갖는 분류, 24시간 전력사용량이 거의 동일하게 유지되는 특징을 갖는 분류, 교대 근무의 특징을 보이는 분류 등으로 정리된다.
3. 계절적 특징은 대체적으로 전체사용량의 특징과 동일하게 휴가철이 집중되어 있는 7월말부터 8월초 사이의 전력사용량이 현저히 낮은 특징이 있으며, 8월말에 하절기 Peak 시점이 나타난다. 또한 계절별 생산 품목 및 생산설비 가동율에 따라 계절적 특징을 보인다.
4. 이러한 분석 결과는 산업특성별 및 계약특성별로 전력사용 패턴의 고유의 특징을 가지고 있지만, 전체사용량 패턴분석 결과와 동일하게 환경요인(온도, 습도, 불쾌지수)과 전력사용량과의 비례관계를 판단하기는 어려울 정도로 그 차이가 미약하다.

3.3. 수용가별 전력사용량 특성

CBL 계산을 위해서는 전체 고객에 대한 사용량인 총사용량, 혹은 산업특성별, 계약특성별 사용량 보다는 고객마다 보유하고 있는 사용량 패턴을 분석하여야 한다. 전체 고객 중에서 산업특성, 계약형태 등을 고려하여 12만 대수용가 중에서 300여개의 표본을 추출하고 추출된 각 수용가별로 분석한 결과

1. 각 수용가별 전력사용량 특성은 일반적인 업무 시간 특성을 나타내는 수용가와 24시간 전력사용량이 동일하게 유지되는 수용가, 교대 업무 등 그 수용가만의 특유의 전력사용량 패턴을 갖고 있는 수용가 집단으로 분류할 수 있다.
2. 각 수용가별 계절적 특성은 여름휴가 기간 특성이 나타나는 수용가, 하절기 Peak 시점이 나타나는 수용가, 그리고 겨울 전력사용량이 여름 전력사용량보다 많은 수용가로 분류된다.
3. 각 수용가별 전력사용량과 환경요인과의 관계분석 결과 온도 혹은 불쾌지수가 전력사용량에 영향을 미치는 수용가도 존재하지만 함수 관계를 찾을 정도의 유의성은 갖고 있지 않다. 다시 말해 일반 가정의 경우 온도와 전력사용량이 밀접한 관계가 있을 것으로 생각되지만 온도나 불쾌지수 보다는 가족 수, 생활패턴 등 다른 요인에 의한 영향이 더 큰 것으로 판단된다.
4. 대체적으로 대부분의 수용가는 수용가별로 거의 동일한 패턴 즉, 수용가간의 차이는 있을 수 있으나 동일 수용가는 대체적으로 동일한 패턴으로 사용하고 있음을 알 수 있다. 즉, 토, 일, 공휴일을 제외한 나머지 평일의 사용량은 요일이나 계절에 상관없이 24시간 사용하는 패턴이 거의 동일한 형태를 취하고 있으며, 일부 제조업의 경우 제품생산 일정에 따라 상당히 큰 편차를 보이는 수용가도 있다. 이 경우 사용 패턴 보다는 제품 생산 일정이 더 큰 요인으로 작용한다.

그림 3.5와 그림 3.6은 두 수용가의 2007년 8월 사용량을 그림으로 표현한 것이다. 그림에서와 같이 각 수용가별로 사용량의 차이는 다소 있지만 가구별로 매일 동일한 사용 패턴은 보이는 사실을 알 수 있다.

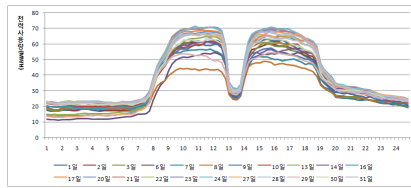


그림 3.5 수용가A의 8월 패턴그림

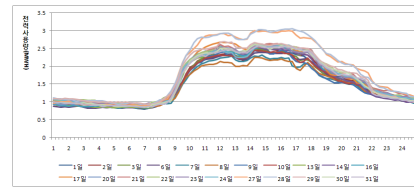


그림 3.6 수용가B의 8월 패턴

3.4. 국내 전력사용량 분석을 통한 CBL 적용

Southern California Edison Company (2006)는 미국의 경우 여러 가지 CBL방법 중에서 대체적으로 10-Day Adjusted Baseline 방법이 가장 정확하다는 결론을 내리고 있으나, 우리나라의 특성을 찾기 위하여 3-Day Baseline, 5-Day Baseline, 8-Day Baseline, 10-Day Baseline 각 방법에 따라 정확도를 분석하였다. (본 논문에서는 분석한 300여개 수용가에 대하여 상기 네 가지 방법에 대한 결과를 모두 기술할 수 없어 그 결과만 제공한다.)

본 분석을 위해서 300여개 수용가를 표본으로 선정하고, 계절적 요인 및 온도와의 관련성을 파악하기 위하여 2007년 1, 2, 4, 5, 7, 8월의 Load Profile과 CBL각 방법에 대하여 비교분석 하였다. 분석 결과 DR 이벤트와 관련하여 선택된 유사한 10일의 전력사용량과 DR 이벤트 발생 시점의 실 사용량이 거의 일정하여 전력사용 편차가 크지 않으면 4가지 계산방법(10-Day Baseline, 3-Day Baseline, 8-Day Baseline, 5-Day Baseline) 모두 큰 차이가 없으며, 일별 전력사용량이 지속적으로 증가하는 시점 혹은 그런 패턴이 나타나는 수용가는 3-Day Baseline 방법 혹은 5-Day Baseline 방법이 보다 정확하게 계산되는 특징이 있으며, 일별, 시간별 전력사용량이 증감을 반복하는 패턴이 나타나는 수용가는 10-Day Baseline 방법 혹은 8-Day Baseline 방법이 보다 정확하였다.

전반적으로 전력사용량과 DR 이벤트 발생 시점의 실 사용량이 거의 일정한 수준이지만, DR 이벤트와 관련하여 선택된 유사한 10일 중 전력사용량이 갑자기 증가하거나 감소한 날들이 존재하면, 3-Day Baseline 방법 혹은 5-Day Baseline 방법이 보다 정확하고, DR 이벤트 발생 시점의 실 사용량이 DR 이벤트와 관련하여 선택된 유사한 10일의 전력사용량으로부터 차이가 발생하면, 선정되는 CBL 계산방법에 차이가 발생 즉, DR 이벤트 발생 시점의 실 사용량이 유사한 10일 중 3-Day Baseline 방법 혹은 5-Day Baseline 방법과 관련되어 선택된 날들의 전력사용량보다 적으면 10-Day Baseline 방법 혹은 8-Day Baseline 방법이 보다 적합하고, 반대로 많으면 3-Day Baseline 방법 혹은 5-Day Baseline 방법이 보다 정확한 결과를 보이고 있다.

국내 전력사용량 특성분석 결과를 요약하면 전체 전력사용량과 환경요인(온도, 습도, 불쾌지수)과의 유의미한 상관관계를 찾기 어려우며, Peak 시점은 8월 하순에 존재하였다 또한 산업특성이나 계약형태 등을 고려하여 전력사용량 분석결과 이들을 몇 개의 그룹(여름휴가군, 하계피크군, 겨울피크군 등)으로 나눌 수 있다.

최적의 CBL을 분석하기 위하여 DR 이벤트 시점을 하계 사용량이 Peak에 이르는 8월 28일 10시 12시와 임의의 시점 5월 30일 10시 12시로 하여 시뮬레이션을 실시하였다. 시뮬레이션은 각 시간대별로 계산된 CBL값과 실제 사용량을 이용하여 각 방법별로 MSE를 계산하였다. 아래 표 3.1은 임의의 수용가 10개를 선정하여 각 방법의 MSE를 비교한 것이다. 4가지 계산방법(3-Day Baseline, 5-Day Baseline, 8-Day Baseline, 10-Day Baseline)을 적용해 본 결과 대체적으로 10-Day Baseline 혹은 8-Day Baseline 방법이 적합하다는 결론을 내릴 수 있었다.

표 3.1 CBL방법을 비교분석하기 위한 MSE 값

수용가 번호	8월 28일 이벤트 시점의 CBL				5월 30일 이벤트 시점의 CBL			
	10-Day 편차	3-Day 편차	8-Day 편차	5-Day 편차	10-Day 편차	3-Day 편차	8-Day 편차	5-Day 편차
수용가 1	37.56	74.58	39.75	64.12	103.48	184.59	104.69	160.66
수용가 2	1.85	6.36	1.92	4.02	3.60	4.97	3.76	2.94
수용가 3	13.15	24.93	12.64	21.41	5.55	16.45	5.42	12.59
수용가 4	4.95	19.61	4.77	15.16	20.28	9.06	20.94	11.21
수용가 5	26.49	113.95	27.25	87.44	83.45	141.39	79.44	109.81
수용가 6	586.09	1058.38	573.76	907.46	180.77	473.73	133.94	334.86
수용가 7	19.32	29.39	19.42	26.63	7.80	15.62	8.44	11.10
수용가 8	48.30	84.09	50.77	73.06	53.31	112.05	50.72	93.82
수용가 9	674.31	1081.34	667.19	958.59	137.38	127.05	116.92	94.87
수용가 10	56.07	110.51	58.84	93.68	261.83	75.18	272.69	150.78

4. 결론 및 운용방안 제안

산업군별이나 계약종별 분석 결과 대부분의 대수용가에서는 Peak Time대에 요금이 비싸다고 해서 전기를 사용하지 않을 수 있는 여건이 되지는 않는다. 결국 DR 프로그램을 운영하기 위해서는 무엇보다도 중요한 것이 가격정책이지만, Peak Time대에 요금이 엄청나게 비싸지 않으면 DR에 참여할 수 있는 수용가는 많지 않아 DR프로그램의 효용성이 크지 않을 가능성이 크다.

따라서 국내 여건을 고려할 경우 효율적인 DR프로그램 운용을 위해서는 다음과 같은 방법으로서의 전개가 이루어져야 한다.

첫째, 현재 진행하고 있는 것과 같이 하계 휴가절전 방식을 실제 운영여부를 확인하여 인센티브를 제공하는 방법이다. 현재 하계휴가절전 방식은 참여여부에 대한 의사를 묻고 참여하고자 하는 업체에 대하여 실제 사용량과 무관하게 인센티브를 제공하고 있다. 그러나 대수용가에 대하여 실시간 계측장비가 갖추어 진다면 특정기간동안 절감량에 대하여 계약을 하고 실제 절감량에 대하여 인센티브를 제공하여야 한다.

둘째, 수용가가 전체적으로 해당 시간대에 전력 사용을 줄이는 것이 아니라 일부 기능에 대한 제한적 절전이 이루어져야 하며, 이를 위한 계측장비가 제공 되어야 한다. 예를 들어 대형 빌딩의 경우 대부분 자동제어 장치가 갖추어져 있어 Peak Time에도 마음대로 조정이 불가능할 경우가 많다. 이런 경우 자동제어 장치와 상관없는 조명의 밝기를 조정하거나 에어컨의 강도를 조정하고 이를 계측함으로써 실제 절감량을 확인하고 이에 따른 인센티브를 제공해 주어야 한다.

셋째, 일반 가정의 경우 대수용가와 달리 작은 인센티브에도 효율적인 운영이 될 수 있으나 계측 장비를 해당 가정에 지급하여야 하는 문제가 있다. 장치적인 측면에서는 이러한 시스템으로 진행되어야 하므로 계측장비의 대량 생산 등을 통한 원가절감을 통해 일반 가정에서의 DR운영이 이루어져야 한다.

넷째, DR 프로그램은 일종의 CRM(고객관계관리 : Customer Relationship Management)과 같은 매력이다. 현재 금융이나 통신 분야에서 활발히 이루어지고 있는 CRM에서는 무엇보다도 부가서비스를 강조하고 있다. 따라서 DR프로그램에서도 제공해 줄 수 있는 부가서비스를 지속적으로 개발하여 제공함으로써 참여율을 높이는 것이 우선적이며 장기적으로 수행되어야 할 내용이다.

참고문헌

박종근, 김발호, 박종배, 정도영 (1999). <전력산업구조개편 개론>, 기초전력공학 공동연구소.

- 정구영, 이찬주, 김진호, 김발호, 박종배 (2004). 경쟁적 전력시장에서의 최적 부하소비전략 수립을 위한 새로운 부하관리시스템 패키지개발. <대한전기학회지>, **53**, 187-197.
- Lee, S. (2008). A study on role of mathematics/statistics in IT fields. *Journal of Korean Data & Information Science Society*, **19**, 1397-1408.
- Park, H., Cho, K. (2005). Association rule of gyeongnam social indicator survey data for environmental information. *Journal of Korean Data & Information Science Society*, **16**, 59-69.
- Southern California Edison Company (2006). *Evaluation of 2005 statewide large nonresidential day-ahead and reliability demand response program report*.
- Soft, S. (2001). *Power system economics: Designing markets for electricity*, IEEE Wiley.

A Study on the DR program operation method based on the pattern analysis[†]

Jung Chul Kang¹ · Hyunwoo Lee²

¹Department of Banking and Insurance, Dong-Eui University

²Korea Reliability Technology Service

Received 16 January 2009, revised 24 February 2009, accepted 7 March 2009

Abstract

Recently the stable electric power supply is threaten by the rapid development of all the industries consuming a lot of electric power, thus KEPCO is trying to establish the countermeasures to cope with this circumstance of uprising power consumption by running the efficient and flexible 12-month's price policy for the base price and raising the electric power price remarkably in peak power consumption period to suppress the maximal power demand of consumers. To resolve these problems, this study propose the method calculating hourly CBL based on the hourly amount at non-event using the pattern of the amount of power consumption and propose the operation method of DR Program.

Keywords: CBL, CBP, demand response, peak time, SMP.

[†] This research was supported by a grant from NURI.

¹ Corresponding author: Professor, Department of Banking and Insurance, Dong-Eui University, Busan 614-714, Korea. E-mail: jckang@deu.ac.kr

² Director, Korea Reliability Technology Service, Cubit Building 3rd F., 80-7 Ogeum-dong, Songpa-gu, Seoul 135-858, Korea.