

## 전력수요예측 변동요인 분석을 통한 예측 정확도 향상 방안

노재구\*, 최승환\*, 고종민\*, 박상후\*,  
한국전력공사 전력연구원\*

### The Scheme for Improving the Accuracy through Analysis of Load Forecasting Variable Factor

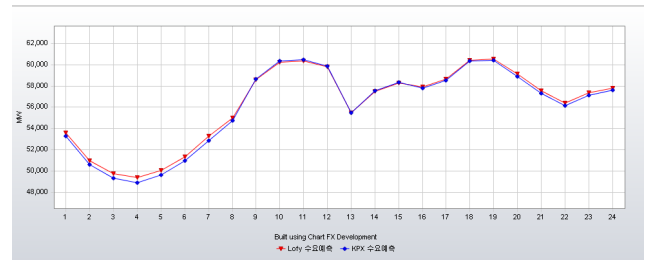
Jae-Koo Noh\*, Seung-Hwan Choi\*, Jong-Min Ko\*, Sang-hoo Park\*  
KEPCO Research Institute\*

**Abstract** - 전력수요는 여러 가지 사회, 경제, 기상 등의 복합적인 요인에 의해 결정되므로 예측하기 쉽지 않다. 수요 예측 시스템을 통해 예측된 결과는 예측일의 상황에 맞는 여러 가지 예측과 관련된 변동 요인의 적용범위가 수치적으로 달라질 수 있어 예측 데이터와 실제 수요와의 오차율이 높아질 수 있다. 따라서 전력수요 실적과 예측간 오차에 영향을 주는 변동 요인의 영향력을 분석하고, 예측일의 상황에 맞게 적절한 수치의 변수를 예측 시스템에 제공하여 예측의 정확성을 향상시키는 방안에 대하여 알아보았다.

요 실적이 예측 시행 시점 이후에 들어오는 것으로 판단된다. 예를 들어, <그림 1>은 2010년 12월 2일 목요일 수요 예측결과를 나타낸 것으로 그래프 상에서 세로점으로 표기된 Lofy 수요실적은 최근 일자 중심으로 11월 30일, 26일의 실적 데이터를 가중 평균하여 예측된 결과이다. 결과적으로 KPX에서 제공하는 수요예측 결과 그래프와 비교했을 때, 시간대별 평균 오차율이 0.32% 수준으로 거의 동일한 그래프 모형을 보여준다.

## 1. 서 론

전기를 생산하기 위해 필요한 유류 및 LNG 등의 발전 연료 가격의 상승으로 인해 전기의 생산 비용은 증대하고 생산된 전기를 구매하여 판매하는 한전의 경우, 전력구입비용은 계속적으로 증가하는 반면 전기 요금은 현실화 되지 못한 실정에서 전기를 판매할수록 손해를 보는 입장이다. 따라서 비현실적인 전기요금 체계를 개선하기 위한 방책을 마련할 필요가 있으며, 구입전력단가가 높은 시간대에는 판매량을 줄이거나 절제하고, 저렴한 시간대에는 판매량을 늘려 전력구입비용을 줄일 수 있는 부하 관리 방안이 필요하다. 그러한 이유로 현재 구입전력비 및 에너지 절감측면에서의 상시수요관리 시스템을 개발하여 고압고객을 대상으로 시범사업 이후 시행하여 운영하고 있다. 수요관리를 함에 있어 휴일을 제외한 평일 중 수요관리대상일을 선정하는 것은 중요한 과제로서 계통한계가격(SMP)이 비싼 시기의 변동비용이 변동수익보다 높아지는 때를 찾거나 수익이 극대화 되는 시점을 정확히 찾아낼 필요가 있다. 그래서 수요예측을 기반으로 SMP 및 발전계획을 예측하여 변동비용과 변동수익을 찾아 수요관리를 하는 연구가 진행 중에 있으며, 예측된 수요와 SMP는 전력거래소에서 제공하는 그것과 동일하거나 오차가 낮아야 한다. 본 논문에서는 수요예측의 결과에 영향을 미치는 요인들을 전력거래소에서 제공하는 실적과 예측정보 그리고 실제 예측 시물레이션을 통해 상관관계를 분석하고 좀 더 정확한 예측을 할 수 있는 방안에 대해 설명하고자 한다.



<그림 1> 수요예측 비교 그래프

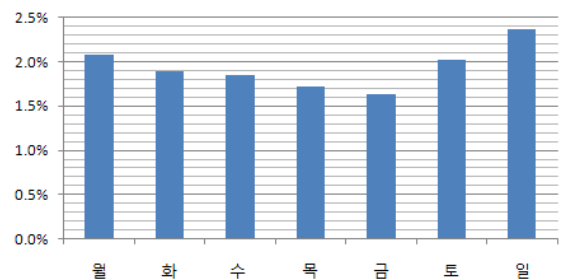
### 2.1.2 요일별 수요 예측의 예측 방식 및 오차 분석

예측 알고리즘의 특성 상 특수일을 제외한 화요일에서 금요일까지의 예측은 일반적으로 참조되는 실적이 최근 데이터를 사용하고 있어 추세를 잘 반영할 수 있지만, 월요일 및 주말의 경우는 최근 같은 요일의 데이터를 가지고 예측을 수행하므로 참조되는 일자의 차이가 크고 추세를 반영하기 어려워 예측 정확성이 떨어진다. 같은 요일을 참고하므로 예측 모형은 비슷하나 예측된 결과 데이터는 당시의 추세나 기온 등의 다른 요인에 영향을 받아 높아지거나 낮아질 수 있다. <그림 2>는 2011년 1월부터 3개월간 요일별 수요 실적 및 예측간 오차율을 표시한 그래프이다.

## 2. 본 론

### 2.1 전력 수요예측 결정 요인 분석

전력거래소에서 제공하는 수요예측 데이터는 매일 얻어지는 송전단 실적을 토대로 전력수요예측 전문가시스템(Lofy 2005)을 통해 예측되고 있다. 이 예측 프로그램에서는 종합분석법, 회귀분석법, 신경망분석법, 지식기반법 등의 알고리즘을 적용하여 예측을 수행한다. 예측 시 고려되는 주요 인자는 예측 시 참조되는 실적 일자와 추세, 기온, 조도 등이며, 특수일의 경우 예측을 위해 지식기반의 데이터를 활용하고 있다. 따라서 이와 같이 예측에 영향을 주는 요인들이 어떻게 상호작용하고 있는지 분석하여 예측 당일 실제 수요 실적과의 오차율을 줄일 것인지를 판단할 필요가 있다.



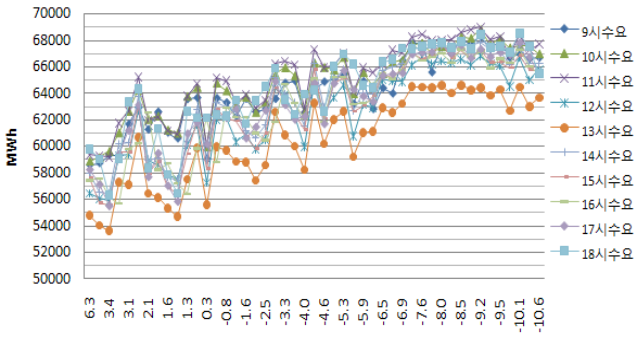
<그림 2> 요일별 수요 실적 및 예측간 오차율

### 2.1.1 가격발전계획을 위한 전력 수요예측의 예측 방식 및 오차 분석

전력거래소에서 제공하는 수요예측 결과가 SMP 산정하기 위한 중요한 입력데이터로 사용된다. 한전에서도 구입전력비를 낮추기 위해서 SMP가 높은 시간대를 예측하여 부하를 줄이거나 이동을 유도하는 상시수요관리를 실시하고 있다. 그렇기 때문에 KPX에서 제공되는 예측 결과가 얼마나 정확한지를 따지기 이전에 그 데이터를 통해 SMP가 산출되므로 비슷한 수준의 예측을 수행하여 유사한 SMP를 계산해 낼 필요가 있다. 따라서 전력거래소에서 제공하는 수요예측 데이터를 수요 예측 프로그램인 Lofy 2005에서 시물레이션 한 결과 내일 예측을 위해 최근 유사 패턴을 갖는 3일의 가중평균을 갖는 모형을 작성하는 데 필요한 일자는 당일 제외 전일 실적부터 참고가 됨을 알 수 있었다. 즉, 수요 예측 모형을 구성하기 위한 자료로써 사용하는 당일 송전단 수

### 2.1.3 계절별 기온 변화에 따른 전력 수요와의 상관관계 분석

일반적으로 특수일(공휴일 등)을 제외한 평일의 경우 추세분석법에 의해 예측 모형은 실제 수요 모형과 비슷하게 나타난다. 하지만 겨울철과 여름철에는 기온의 영향으로 냉난방으로 인한 전력 수요가 높게 나타난다. <그림 3>과 같이 겨울철인 경우, 지역별 최저 기온의 가중평균과 시간대별 수요와의 상관분석을 실행한 결과 시간대별 Pearson 상관 계수의 평균이 -0.861으로 나타났고 이것은 두 변수 간 상관관계가 매우 크며, 부호가 '-'임으로 기온이 낮아짐에 따라 전력 수요는 증가한다고 볼 수 있다. 그렇기 때문에 단기 수요예측의 경우, 최근 3일간의 시계열 분석으로 인한 예측 결과가 예측 당일 기상요인에 따라 실적과 차이를 보일 수 있음을 알 수 있다.



〈그림 3〉 겨울철 평일기준 최저기온에 따른 전력 수요 그래프

### 2.2 수요예측 정확도 개선 및 활용 방안

수요예측의 실적과 예측의 오차율을 줄이고 예측의 정확성을 향상시키기 위해서는 예측일자에 상황에 맞도록 여러 수요 변동요인을 반영한 예측을 수행해야 한다. 지난 과거 실적과 현재 국내 정세를 반영하여 수요의 변동 추세와 계절 및 기온 등의 환경요인 따른 수요의 변화를 분석하는 과정이 선행되어야 하며, 분석 결과를 영향력을 판단하기 위해 예측 시물레이션을 수행하여 실제 예측의 오차율을 줄여 나가야 한다. 이러한 예측 수행 시 운영자의 노하우나 주관에 의지하던 부분을 인공지능 방식을 통한 학습 방식에 의해 자동적으로 반영될 수 있도록 시스템을 개선해 나가야 할 것이다.

#### 2.2.1 단기 수요예측의 정확도 향상 방안

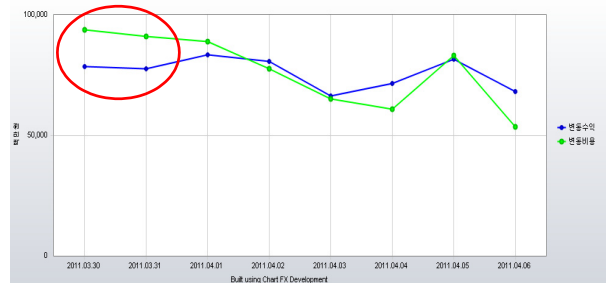
수요예측 결과와 예측일 당일 수요 실적의 오차를 줄이기 위해 수요 추세와 기상감응에 대한 민감도 모형을 만들어 평일 종합 분석 방법으로 예측 시 적용이 된다. <그림 4>와 같이 민감도 모형은 작년 실적을 토대로 생성한 이래 최근 실적을 토대로 보정해 나가고 있다. 또한, 겨울철과 여름철에 기상에 따른 수요 변화에 적응을 할 수 있도록 비슷한 기온 대를 갖는 일자를 분석하고 수요를 보정하여 예측 오차율을 줄이는 방법도 사용하고 있다.



〈그림 4〉 수요 추세 및 기상 감응에 따른 민감도 모형

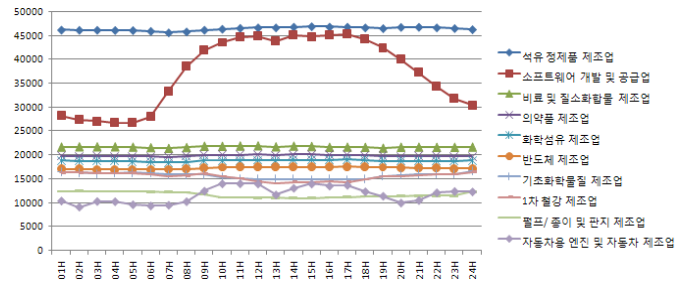
#### 2.2.2 상시수요관리에서의 수요예측 활용 및 고객기준부하 산출방식

현재 시행중인 상시수요관리(SMP)는 SMP가 높은 시기에 고객의 자발적인 수요반응을 유도하여 절감한 양에 대해 인센티브를 제공한다. 전체적인 전기요금수입이 감소하고 인센티브의 지급으로 인한 손해가 발생하지만 전기를 팔수록 손해 보는 시기에 구입비용의 절감을 가져오게 되어 전체적인 전기 판매 수익을 높이는 데 기여한다. 상시수요관리를 통한 이익을 극대화하기 위해서는 구입전력비가 높을 것으로 예상되는 시기를 예측하여 수요관리 이벤트를 실시해야 하고, 이벤트에 참여하는 고객의 정상적인 기준부하(CBL, Customer Baseline Load)를 정확히 계산하여 인센티브 지급 금액을 적정수준으로 낮출 필요가 있다. 수요관리 대상일을 선정하는 방법은 앞서 설명한 데로 예측된 SMP를 기반으로 변동비용이 변동수익보다 높은 시점을 찾아내는 과정으로 <그림 5>, 수요예측 결과가 중요한 변수이다. 그래서 현재는 정확한 예측보다는 KPX에서 제시하는 수요예측 데이터에 근접하기 위해 예측 결과 데이터를 보정하여 SMP를 예측하기 위해 가격결정발전계획 프로그램의 입력 데이터로써 사용하고 있다.



〈그림 5〉 사전 수요관리 대상일 분석

수요관리를 통한 고객의 부하 절감량은 고객 기준 부하(CBL)를 기준 값과 실제 부하량의 차이로 구해진다. 현재 CBL은 원격 검침(AMR, Automatic Meter Reading)을 통해 취득한 데이터를 활용하여 CBL 산출 알고리즘을 적용하여 계산해 내고 있다. CBL을 결정짓는 요인은 기온 같은 외부 환경적 요인보다는 <그림 6>와 같이 각 기업 및 산업체의 산업 활동에 근거한 부하 패턴과 관련이 깊다. CBL 산출을 위한 대상일은 전력소비 패턴을 분석하여 비정상 부하를 일으키는 휴일 및 특수일을 제외한 정상적인 부하를 일으키는 지난 일자들로 구성되어야 한다.



〈그림 6〉 산업종별 평균 부하 패턴

## 3. 결 론

당일 전력 수요를 결정짓는 변동 요인은 추세, 기온, 조도 외에도 여러 가지가 있고, 이들의 영향력을 적절히 반영하여 전체 전력 수요를 예측하기란 쉽지 않지만 시간이 지남에 따라 예측일에 맞는 다각적인 시물레이션을 통해 예측 정확도를 높여가고 있다. 시물레이션을 통해 수집된 데이터는 데이터베이스화되어 상관관계 분석을 통해 정량화된 지표로 제시될 것이다. 그리고 AMR 및 AMI(Advanced Metering Infrastructure) 기반으로 고객의 실제 부하 정보를 사용하여 세분화된 예측 정보가 제공될 것이며 데이터 마이닝을 통해 새로운 지식을 도출해 낼 수 있을 것이다. 앞으로는 이러한 정보를 활용하여 상시수요관리와 같은 피크 시 부하를 절감할 수 있는 여러 시스템 및 제도들이 만들어져 활용될 것이다.

본 연구는 한국전력공사에서 시행하는 “수요예측기반의 상시수요관리 통합 솔루션 개발” 연구 과제를 통해 수행되었습니다.

### 참고 문헌

- [1] 고종민, 송재주, 김영일, 양일권, “전력소비자의 단기수요예측을 위한 전력소비패턴과 환경요인과의 관계 분석”, 대한전기학회 전기학회논문지, 제59권 제11호, pp. 1956-1963, 2010년
- [2] 이종욱, 위영민, 주성관, 송경민, 박정도, 조범섭, 신기준, “단기 전력 수요예측 정확도 계산을 위한 수요예측 오차분석”, 2010년도 대한전기학회 전력기술분회 추계학술대회 논문집, pp. 171-172, 2010년
- [3] 구분길, 김철홍, 박준호, 이화석, “데이터 마이닝 기법을 이용한 단기 전력부하예측”, 2009년도 대한전기학회 전력기술분회 추계학술대회 논문집, pp. 154-156, 2009년
- [4] 고종민, 양일권, 송재주, “수요측 단기 전력소비패턴 예측을 위한 평균 및 시계열 분석방법 연구”, 2009년도 대한전기학회 전기학회논문지, 제58권 제1호, pp. 1-6, 2009년
- [5] 고종민, 양일권, 유인협, “수요측 전력사용량 예측을 위한 수요패턴 연구”, 대한전기학회 전기학회논문지, 제57권 제8호, pp. 1342-1348, 2008년