

전력충수요와 기상과의 상관관계 분석

박종훈*, 박정도*, 송경빈**
 위덕대학교 에너지전기공학부*, 송실대학교 전기공학부**

An analysis of the interrelation between power system load profile and weather conditions

Jong-Hoon Park*, Jeong-Do Park*, Kyung-Bin Song**

Div. of Energy & Electrical Engineering, Uiduk Univ.*, Div. of Electrical Engineering, Soongsil Univ.**

Abstract - 전력계통 수요예측은 주로 과거의 부하실적을 바탕으로 미래의 수요를 예측한다. 그러나 전력수요는 사회, 기상, 환경 등 다양한 분야의 영향을 받으므로, 예측의 정확성을 향상시키기 위해서는 전력수요에 영향을 미치는 요인에 대한 분석이 선행되어야 할 것이다.

본 논문은 전력충수요와 기상 상태와의 상관관계를 분석함으로써 기상이 전력충수요에 미치는 영향에 대하여 고찰한다. 기상 상태를 태풍, 장마 등 형태에 따라 분류하고 각각의 기상 형태가 전력충수요에 미치는 상관관계를 분석한다. 분석된 상관관계는 전력계통 수요특성에 관한 기본 자료로 활용될 수 있을 것이며, 기존 수요예측의 정확성 향상에 기여할 수 있을 것이다.

1. 서 론

최근 전력시스템은 급증하는 전력수요에 대응하기 위해 설비 구성이 점점 복잡해지고 대규모로 확장되고 있다. 특히 변화된 전력 사용 패턴에 따라 적절한 운전 예비력의 확보, 심야시간대의 조정력 확보 및 화력발전기의 기동정지계획 등 수급운용상의 많은 어려움과 복잡함이 발생하고 있다. 동시에, 인구밀집, 온실가스와 대기오염의 증가 등 다양한 원인으로 야기되는 인위적인 기후환경의 변화는 점차 심각해지는 추세이므로 기후환경의 변화 또한 무시할 수 없는 요인으로 자리잡고 있다. 이러한 전력 환경의 변화와 기후환경의 변화 속에서 전력시스템을 안정적으로 운전하기 위해서는 화력발전기 기동정지계획, 수력발전 계획, 수화력 협조계획 등이 수립되어야 하며, 각종 발전 계획을 위해서는 기본적으로 짧게는 1일에서 길게는 1주일 후의 전력 수요를 보다 정확히 예측하는 것이 매우 중요하다. 따라서, 전력수요예측은 전력계통의 안정적이고 경제적인 운영을 위해 필수이며, 경쟁시장의 다양한 참여자에게 매우 유용한 기본 정보로 사용된다.

한편, 전력수요가 실제의 수요보다 크게 예측되거나 작게 예측되거나에 상관없이 일반적으로 전력수요 예측의 오차는 전력시스템의 운전비용을 증가시키고 전력공급의 신뢰도를 떨어뜨리는 결과를 야기한다. 따라서 전력수요예측의 오차를 최소화하여 안정적이며 경제적인 전력계통의 운영을 도모하기 위하여 많은 방법론들이 등장하였다. 현재까지 전력수요예측의 정확성을 개선하기 위해 시계열법, 회귀분석법과 같은 예측법에서부터 지식기반의 인공지능지식, 전문가시스템, 퍼지 개념을 도입한 예측법 등 다양한 기법들이 적용되어 왔다. [1]

그러나 기존의 방법들이 연중 모든 일자에 대하여 동일한 성능을 나타내는 것은 아니며, 특히 태풍, 폭설 등 이상기후 및 불규칙한 사회적 이벤트와 같은 예외적인 상황이 발생한 날짜에 대해서는 예측 결과가 현저히 낮은 정확성을 나타낸다. 실제 계통운영에 있어서 수요예측 결과의 평균오차율도 중요하지만, 최대 오차율이 매우 클 경우 계통운영의 안정성, 신뢰도 측면에서 중대한 문제를 야기할 수 있으므로, 예외적인 상황에서 최대 오차율을 감소시킬 수 있는 전력수요예측 기법은 그 중요성이 매우 크다고 하겠다.

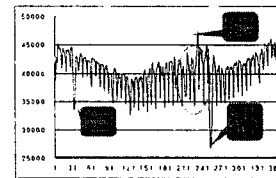
따라서, 본 연구에서는 전력 충수요 데이터와 기상 정보 데이터가 가지는 연관관계를 분석/분류하여, 기상 정보가 수요예측에 미치는 영향을 살펴본다. 기상 상태를 태풍, 장마 등 형태에 따라 분류하고 각각의 기상 형태가 전력충수요에 미치는 영향을 파악한다. 분석된 결과는 전력계통 수요특성에 관한 기본 자료로 활용될 수 있을 뿐만 아니라, 기존 수요예측의 정확성 향상에도 기여할 수 있을 것이다.

2. 본 론

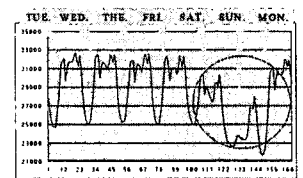
전력수요예측은 전력계통의 안정적이고 경제적인 운영을 위해 필수이며, 경쟁시장의 다양한 참여자에게 매우 유용한 기본 정보로 사용된다. 따라서 전력수요예측의 오차를 최소화하기 위하여 많은 방법론들이 등장하였다. 1년간의 전력소비패턴이나 1주간의 전력소비 형태는 그림1과 같은 규칙성을 나타내므로 [2], 거의 모든 수요예측 알고리즘은 부하의 주기적 변화에 근거하여 예측을 수행한다.

그러나 전력수요패턴은 매일/매주/매년 다양한 이유로 변화하

므로, 항상 전형적인 패턴을 따를 수 없기 때문에, 부하의 규칙적 변화에 근거한 대부분의 수요예측법들은 연중 모든 일자에 대하여 동일한 성능을 나타낼 수 없다. 특히 이상기후, 불규칙한 사회적 이벤트와 같은 예외적인 상황이 발생한 날짜에 대해서는 예측 결과가 현저히 낮은 정확성을 나타낸다.

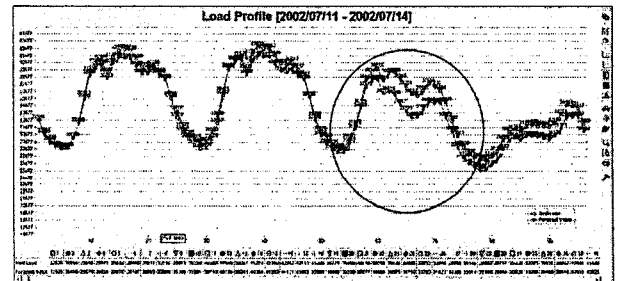


〈그림 1〉 1년간 전형적 부하패턴



〈그림 2〉 1주일간 전형적 부하패턴

그림3은 2002년 7월 11일부터 7월 14일 까지의 실제 전력충수요와 예측값을 동시에 나타낸 것이다. 본 사례를 살펴보면, 수요예측 알고리즘이 예외적인 상황에 대처하지 못하여, 특정일에 예측결과와 오차가 상대적으로 크게 나타난 것임을 알 수 있다.



〈그림 3〉 2002년 7월 13일 NAKRI 태풍의 영향

이러한 특성은 예측기간 이내에 예외적인 상황이 발생할 경우, 예측기간의 평균오차를 및 최대오차율을 다소 증가시키는 결과를 초래하여, 전국 전력수요예측 알고리즘의 안정성, 신뢰도 측면에서 중대한 문제를 야기할 수 있다. 따라서, 예외적인 상황에서 최대 오차율을 감소시킬 수 있는 전력수요예측 기법은 반드시 위의 사례와 유사한 경우를 고려하여야 할 것이다.

한편, 예외적인 온도, 태풍, 장마 등의 기상상태나 월드컵경기, 등화판계, 각종 선거 등의 불규칙한 사회적 이벤트는 예측일 이전에 미리 알 수 있으므로, 예외적인 경우를 분류하고, 각각의 분류에 대한 부하특성을 파악하여, 파악된 특성에 적합한 알고리즘을 개발한다면, 전력수요예측의 정확성을 보다 높일 수 있을 것이다.

본 연구에서는 전력 충수요 데이터와 기상 정보 데이터가 가지는 연관관계를 분석/분류하여, 태풍, 장마 등의 기상 정보가 수요예측에 미치는 영향을 분석한다.

2.1 기상 데이터

예외적인 기상상태는 태풍, 장마, 폭우, 폭설, 우박, 이상저온, 이상저온, 열대야, 강풍, 황사 등 수없이 다양하며, 점점 미리 예측하지 못한 현상들이 돌발적으로 나타나는 추세이다. 이것들은 전국에 걸쳐 영향을 미치는 현상들과 그렇지 않은 현상들로 구분할 수도 있고, 영향을 미치는 범위와 상관없이 전국에 걸친 파급효과가 발생하는 현상들로 구분하는 등 다양한 분류가 가능할 것이다. 본 연구에서는 국지적으로 발생하는 기상현상을 배제하고, 전국에 걸친 영향력을 나타내는 기상현상만을 고려하기 위하여, 1970년 이후 35년 동안의 태풍과 장마 두 가지 현상에 대하여 고찰한다.

2.2 기상 데이터의 구조

태풍 데이터는 표1, 장마 데이터는 표2와 같이 각각 구성하였다. 태풍의 급 대신 피해액을 포함시킨 것은, 태풍의 급이 높더라도 우리나라에 미치는 영향이 미미한 경우도 있었기 때문에, 실제 영향을 가장 잘 반영할 수 있는

수치로는 피해액이 가장 적합할 것으로 사료되기 때문이다.

〈표 1〉 태풍 데이터의 구조

| 년도 | 태풍이름 | 기간 | 피해액(천원) |
|------|---------|-----------|------------|
| 1970 | 올가-OLGA | 7.5 - 7.7 | 68,353,304 |
| : | : | : | : |

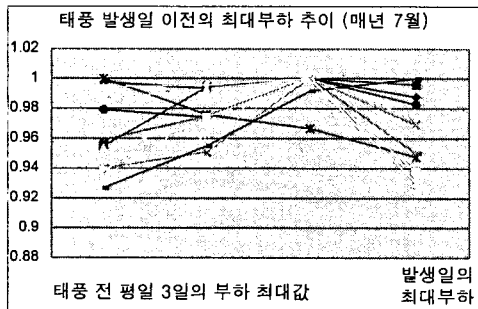
〈표 2〉 장마 데이터의 구조

| 년도 | 중부 | | | 남부 | | | 제주도 | | |
|------|------|------|----|------|------|----|------|------|----|
| | 시작 | 종료 | 기간 | 시작 | 종료 | 기간 | 시작 | 종료 | 기간 |
| 1970 | 6.14 | 7.10 | 27 | 6.14 | 7.20 | 37 | 6.14 | 7.20 | 37 |
| : | : | : | : | : | : | : | : | : | : |

장마 데이터는 지역별로 가중치를 적용하기 위해, 중부, 남부, 제주도로 나누어 조사 및 구성하였다.

2.3 태풍이 전력충수요에 미치는 영향

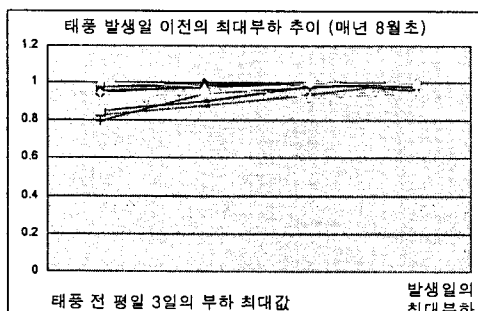
태풍이 전력충수요에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 매년 7월에 발생한 태풍 데이터를 조사하였다. 주말의 영향을 배제하기 위해 평일(화-금)에 발생한 자료를 선별하였고, 공휴일 등 예외적인 특수일이 포함된 경우의 데이터도 배제하여 데이터를 구성하였다. 취합된 데이터는 태풍 발생일과 그 이전 평일 3일의 데이터로 그림 4와 같다. 그림 4는 태풍 발생 직전 3일과 태풍 발생 당일의 최대부하 값을 정규화한 것이다.



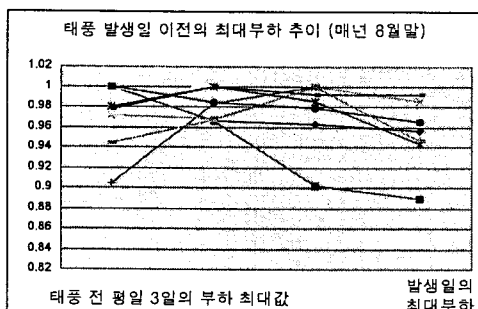
〈그림 4〉 매년 7월 태풍 발생일 이전의 최대부하 변화 곡선

거의 모든 경우에 대하여, 태풍 발생 당일 보다 직전일의 최대부하가 예외적으로 높다는 것을 그림으로부터 직관적으로 알 수 있다.

유사한 절차를 통하여 매년 8월에 대한 데이터를 구성하고 분석하였다. 8월의 데이터는 8월초/말의 두 가지로 구분하여 작성하고 아래 그림에 나타내었다.



〈그림 5〉 매년 8월초 태풍 발생일 이전의 최대부하 변화 곡선



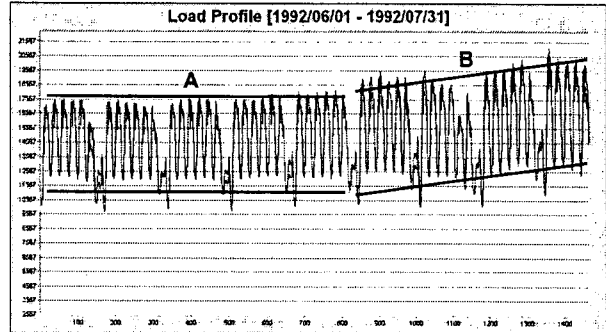
〈그림 6〉 매년 8월말 태풍 발생일 이전의 최대부하 변화 곡선

그림 5로부터 8월 초의 경우는 7월과 유사한 규칙성을 나타낸다고 생각할 수 있다. 그러나 8월 말의 경우는 특정 규칙을 찾기 힘들다. 여러 가지 이유가 있을 수 있겠으나, 환절기 기후의 지속적인 변화, 8월 15일 공휴일의 영향, 각 학교의 개학, 휴가철의 변화 등을 생각해 볼 수 있을 것이다.

위의 고찰 결과를 기존의 전력수요예측 알고리즘에 적용한다면 태풍 발생일에 대하여 예측 정확성을 향상시키는 데에 기여할 수 있을 것이다. 또한 태풍 발생일 직전일의 예외적인 최대부하 증가율을 고려하고, 피해액을 사용하여 가중치를 두어 상대계수법 [3] 등을 수행한다면 예측결과와 향상에 보다 기여할 수 있을 것이다.

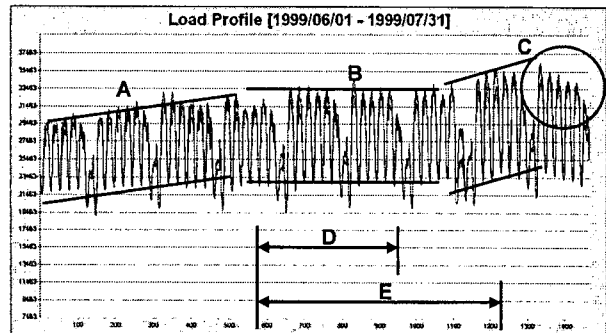
2.4 장마가 전력충수요에 미치는 영향

장마가 전력충수요에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 표2의 형태로 35년간의 장마 데이터를 수집하고, 분석하였다. 우리나라의 6, 7월은 6월에 장마가 나타나는 경우와 그렇지 않은 경우로 크게 나누어 볼 수 있는데, 6월 장마가 전력충수요에 미치는 영향을 알아보기 위해, 그 대표적인 경우 두 가지를 그림 7에 나타내었다.



〈그림 7〉 1992년 여름 충수요와 장마와의 관계

조사 결과, 그림 7과 같이 6월에 장마가 없는 년도에는 전력충수요는 거의 일정하게(A) 유지되었고, 장마가 나타난 7월(B)에 수요가 증가되는 패턴을 보였다.



〈그림 8〉 1999년 여름 충수요와 장마와의 관계

그림 8은 전형적인 여름철의 수요 패턴이다. 6월 하순에 장마가 나타나는 경우인데, 장마 전까지 조금씩 수요가 증가하고(A), 6월 장마기간 중에는 수요가 크게 증가하지 않으며(B), 장마가 끝날 무렵부터 수요가 다시 증가(C)한다. 7월 말에 수요가 크게 줄어드는 것은 태풍 NEIL(7/26-28)의 영향이며, D, E는 각각 수도권의 장마기간, 남부 지역의 장마기간을 나타낸다.

이와 같이 크게 두 가지의 패턴을 따르는 기후 특성을 수요예측에 반영한다면 보다 한국기후에 적합한 수요예측도 가능할 것이다.

3. 결 론

본 논문은 전력충수요와 기상 상태와의 상관관계를 분석함으로써 기상 전력충수요에 미치는 영향에 대하여 고찰하였다. 기상 상태를 태풍, 장마 등 형태에 따라 분류하고, 35년의 데이터를 수집하여, 각각의 기상 형태가 전력충수요에 미치는 관계를 분석하였다. 추후, 태풍, 장마가 전력충수요에 미치는 영향을 보다 정량화하여 민감도 등을 계산하는 연구가 수행된다면 전력수요예측에 직접적인 영향을 줄 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 2006년도 산업자원부 전력산업연구개발사업 전력선행 기술연구 지원에 의하여 수행 중인 과제 의 일부입니다.

[참고 문헌]

- [1] Kyung-Bin Song, Young-Sik Baek, Dug Hun Hong, Gilsoo Jang, "Short-term load forecasting for the holidays using fuzzy linear regression method", IEEE Trans. on Power Systems, Vol.20, pp.96-101, Feb. 2005.
- [2] "경쟁적 전력시장에서의 계통안정도와 안전도를 고려한 급전스케줄러 개발 (최종보고서)", 산업자원부, 2005년 8월
- [3] 송경빈, 구본석, 백영석, "특수일의 최대 전력수요예측 알고리즘 개선", 대한전기학회지, 제51권 제3호, pp.109-117, 2002년 3월