

시간별 기온과 전력수요의 연관관계 분석

강동호*, 박정도*, 송경빈**, 한승구***, 김태선***, 박해수***, 최석민***
위덕대학교*, 송실대학교**, 한국전력거래소***

Analysis of Relationship between Hourly Temperature and Load

Dong-Ho Kang*, Jeong-Do Park*, Kyung-Bin Song**, Seung-Gu Han***, Tae-Seon Kim***, Hae-Su Park***, Seok-Min Choe***
Uiduk University*, Soongsil University**, Korea Power Exchange***

Abstract - 전력수요예측은 전력계통을 원활하고 체계적으로 운영하며 안정성과 경제성이 고려된 전력수급계획을 가능하도록 하는 것으로써 예측 오차율을 줄이는 것이 필수적이다. 전력수요예측 오차율을 줄이기 위해 많은 선행 연구가 이루어졌으며 최고기온과 최저기온의 변화에 전력수요가 민감하게 반응하는 것을 밝혀내었다. 하지만 최근 지속적인 기후 변화로 최고기온 및 최저기온만으로 전력수요예측을 수행하기에는 무리가 있다. 또한, 기온과 전력수요의 연관성에 대한 관심이 증대되고 다양한 방식의 분석이 수행되고 있다. 본 논문에서는 시간별 전력수요와 기온의 연관관계를 분석하였으며 시간별 전력수요에 가장 연관도가 높은 시간대의 기온을 제시한다.

1. 서 론

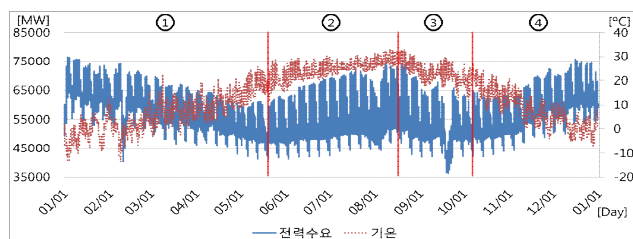
단기 전력수요예측은 전력계통의 최적 운용과 전력시장의 경제적 운영에 필수적이다. 단기 전력수요예측 오차율을 감소시키기 위해선 최적화된 예측 기법과 전력수요에 영향을 미치는 온도, 습도, 조도 등의 주요인자들과 전력수요의 관계를 분석하는 것이 중요하다[1]. 특히, 기온은 전력수요가 가장 민감하게 작용하는 요소로써 단기 전력수요예측 시, 최고기온과 최저기온을 사용하여 익일 최대전력수요와 최소전력수요를 예측하고 있다. 이와 같이 기온과 전력수요의 연관성 분석은 주로 최고, 최저기온만을 사용한 분석이 주를 이루고 있는 실정이다. 최근 기후변화로 인한 기상변동이 빈발해짐에 따라 전력수요예측 오차율을 줄이기 위해 기온과 전력수요의 다양한 분석이 요구되고 있다. 또한 정보통신 기술의 발달로 기상정보가 다양화 되어 시간별 기온을 고려할 필요가 대두되고 있다. 이에 따라 기상청은 정부 3.0의 정책의 일환으로 기상기후 빅데이터를 공개하였으며, 기상 빅데이터를 이용한 기온과 전력수요의 다양한 분석이 가능하게 하였다. 또한 기상청은 전력수요 예측 시, 기상 빅데이터를 사용하면 예측 오차율을 큰 폭으로 개선이 가능하다는 보도 자료를 발표하여 그 활용 가치가 높다는 것을 공표한 바 있다[2]. 본 논문에서는 다양한 기온과 전력수요의 관계를 분석하기 위해 시간별 기온과 전력수요의 연관관계를 분석하였으며 기온의 누적효과를 살펴보기 위해 기온에 시차를 적용하여 상관분석을 실행하였다.

2. 본 론

현재 기상청에서 제공하는 기온의 종류는 일자별 최고기온, 최저기온, 평균기온, 시간별 기온, 30년 평년기온 등 다양한 기온 정보를 제공하고 있다[3]. 본 논문에서는 기상청에서 제공하는 시간별 기온을 사용하여 전력수요와 연관관계를 분석한다.

2.1 전력수요와 기온 패턴 분석

우리나라는 4계절의 구분이 뚜렷하여 기온의 계절적 주기성이 발생한다. 전력수요도 계절에 따른 기온 변화에 의해 주기적인 특성을 가진다. 이러한 특성은 1년의 전력수요구간을 4개의 구간으로 구분 가능하게 한다. 아래의 그림은 2013년 연중 시간별 전력수요와 기온을 나타낸 그림이다.



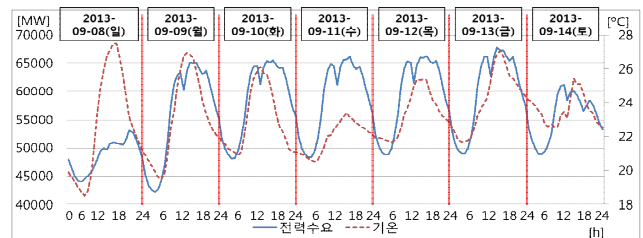
〈그림 1〉 2013년 연중 시간별 전력수요와 기온

①구간은 계절이 동계에서 춘계로 이동을 하는 구간으로 기온이 상승하는 구간이며 기온의 상승으로 동계동안 사용되었던 난방 부하의 사용량이 감소하여 전력수요가 감소하는 특성을 보인다. ②구간은 춘계에서 하계로 기온이 상승하는 구간이다. 기온 상승의 영향으로 냉방부하가 증가하여 전력수요가 증가하는 모습을 보인다. ③구간은 하계에서 추계로 계절이 이동하는 구간으로 기온이 다시 하강하는 구간이다. 기온의 하강으로 인하여 하계동안 사용된 냉방부하의 감소로 전력수요가 감소하는 것을 알 수 있다. ④구간은 춘계에서 동계로 계절이 이동하는 구간이다. 계속된 기온의 하강은 난방 부하의 증가를 발생시키게 되어 전력수요가 증가되는 모습을 알 수 있다. 이러한 연중 전력수요와 기온의 특징을 요약하면 다음의 표와 같다.

〈표 1〉 전력수요와 기온의 연중 특성

구간	구분	기온	전력수요	수요-기온 상관관계
1	동계→춘계(전력수요 하강기)	증가	감소	-
2	춘계→하계(전력수요 상승기)	증가	증가	+
3	하계→추계(전력수요 하강기)	감소	감소	+
4	추계→동계(전력수요 상승기)	감소	증가	-

24시간 전력수요패턴은 주로 일정한 모습을 보인다. 하지만 주별, 요일별, 계절별, 사회적 이벤트발생 및 사람들의 생활상에 따라 차이가 발생한다. 아래의 그림은 2013-09-08(일)에서 2013-09-14(토)까지의(일주일) 일자별 전력수요패턴과 기온을 나타낸 그림이다.



〈그림 2〉 2013년 9월 1주일에 대한 시간별 전력수요와 기온

위의 그림을 보면 일요일(2013-09-08)과 토요일(2013-09-14) 전력수요는 평일(2013-09-10~2013-09-13)에 비해 최대전력수요가 작고 24시간 패턴이 상이함을 알 수 있다. 월요일(2013-09-09)의 경우 일요일의 영향으로 최소전력수요가 발생하는 새벽 시간대의 전력수요가 다른 평일에 비해 낮은 것을 확인할 수 있다. 평일의 전력수요패턴은 요일에 관계없이 패턴과 크기가 일정하게 발생하는 것을 확인할 수 있다. 기온은 대체적으로 새벽에서 오후로 이동하면서 증가를 하며, 13~15시에 하강하는 패턴이 주로 나타난다.

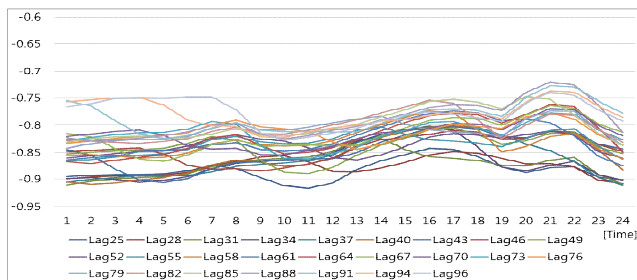
2.2 시간별 전력수요와 기온의 연관관계 분석

시간별 전력수요와 기온을 분석을 하기 위해 본 논문에서는 전력수요와 기온의 데이터를 사용하여 각 구간의 시간별 전력수요와 기온의 시차별(lagN) 연관관계를 분석하였다. 이때, 시차는 기온 데이터를 한 시간 단위씩 과거로 이동하여 발생시켰다. 연관도 분석을 위해 사용된 기법은 상관계수 분석을 사용하였다. 상관계수는 두 변수간의 정도나 방향을 하나의 수치로 표현해주는 지수으로써 변수간의 관계를 파악하는데 주로 사용되는 통계적 기법중 하나이다. 상관계수의 식은 아래와 같다[4].

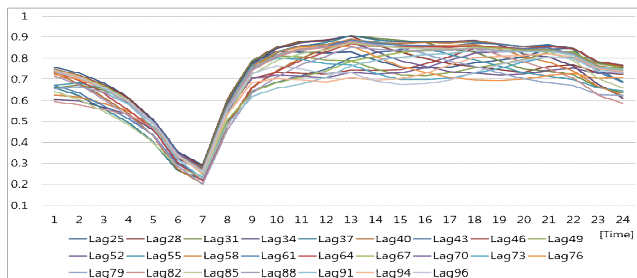
$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

여기서 r 은 두 변수 사이의 상관된 정도를 나타내는 값으로 $-1 \leq r \leq 1$ 의 범위를 가진다. 일반적으로 r 의 값이 0.4 이상의 값이 발생할 경우 두 변수는 상관도가 있다고 정의한다.

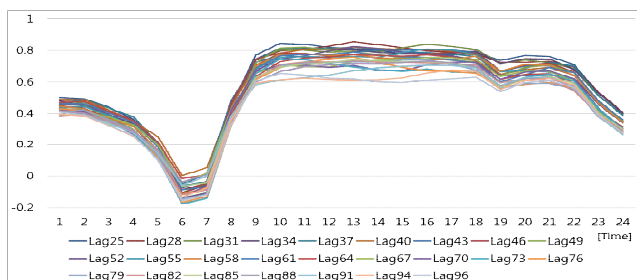
분석에 사용된 전력수요데이터는 2010~2013년 시간별 전력수요와 기온 데이터를 사용하였으며 이중, 특수일을 제외한 평일(화~금)데이터를 사용하였다. 시간별 기온은 전력수요와 동일한 일자의 8대도시 가중기온을 사용하였다[5]. 시간별 전력수요는 각 연도별 최대전력수요를 기준으로 정규화된 값을 사용하였다. 기온의 시차는 전력수요데이터의 일자(D)를 기준으로 과거 D-2~D-4일을 대상으로 하였다. D일에 대한 전력수요 예측 수행시 입력 데이터로 예측 수행일을 제외한 최근 3일의 데이터를 주로 사용하고 있기 때문이다. 즉, 과거 25~96시점까지 시간별 기온과 전력수요의 상관계수를 계산하였다. 아래의 그림과 표는 각 구간의 시간별 전력수요와 기온의 시차별 상관계수를 계산한 결과를 나타낸다.



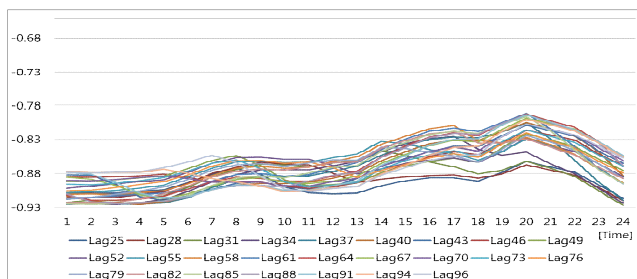
〈그림 3〉 1구간 평일(화~금)의 전력수요와 기온의 시차별 상관계수



〈그림 4〉 2구간 평일(화~금)의 전력수요와 기온의 시차별 상관계수



〈그림 5〉 3구간 평일(화~금)의 전력수요와 기온의 시차별 상관계수



〈그림 6〉 4구간 평일(화~금)의 전력수요와 기온의 시차별 상관계수

분석한 결과 중 상관계수(r)의 절대값이 0.4 이하의 값은 상관도가 없다고 판단하여 표에서 제외하였다.

〈표 2〉 각 구간의 24시간에 대한 최대상관계수 발생 시차

시간	1구간		2구간		3구간		4구간	
	r	lag	r	lag	r	lag	r	lag
1	-0.9119	39	0.7573	25	0.4981	25	-0.9251	86
2	-0.9097	40	0.7281	25	0.4888	26	-0.9258	87
3	-0.9080	41	0.6800	25	0.4389	25	-0.9255	36
4	-0.9077	42	0.6127	26	-	-	-0.9252	35
5	-0.9064	43	0.5064	25	-	-	-0.9239	36
6	-0.9001	44	-	-	-	-	-0.9156	37
7	-0.8875	45	-	-	-	-	-0.9053	38
8	-0.8804	46	0.6060	26	0.4786	43	-0.8981	90
9	-0.8975	25	0.7899	27	0.7701	25	-0.8989	94
10	-0.9124	25	0.8510	27	0.8462	25	-0.9078	95
11	-0.9165	25	0.8778	28	0.8525	26	-0.9089	25
12	-0.9094	26	0.8868	29	0.8471	27	-0.9105	25
13	-0.8913	27	0.9135	29	0.8571	28	-0.9092	25
14	-0.8788	28	0.8946	30	0.8458	29	-0.8984	25
15	-0.8697	29	0.8842	32	0.8400	30	-0.8911	25
16	-0.8625	30	0.8829	32	0.8405	31	-0.8870	25
17	-0.8607	31	0.8782	33	0.8329	32	-0.8868	25
18	-0.8658	32	0.8833	34	0.8194	33	-0.8921	26
19	-0.8826	33	0.8718	35	0.7345	25	-0.8826	27
20	-0.8876	25	0.8556	36	0.7648	25	-0.8670	28
21	-0.8795	26	0.8624	37	0.7606	26	-0.8761	29
22	-0.8787	27	0.8495	38	0.7110	27	-0.8860	30
23	-0.9039	29	0.7858	45	0.5321	28	-0.9065	30
24	-0.9141	30	0.7673	43	0.4090	33	-0.9265	31

각 구간의 시간별 최대상관계수 발생시차를 계산한 결과 각각 최대상관도가 발생한 시차가 상이함을 나타냈으나 1구간과 4구간의 평일은 모든 시차에 대해서 전력수요와 기온이 높은 상관도를 나타내어 모든 시차에 대해 기온의 영향을 고려하는 것을 검토해볼 필요가 있다. 2구간과 3구간은 특정 시차에 대해서만 전력수요와 기온이 높은 상관도를 나타내어 특정 구간에 대해서만 기온의 영향을 고려하는 것을 검토해볼 필요가 있다. 특히 그림 4와 그림 5에 나타난 2, 3구간의 시차별 상관계수를 살펴보면 최소부하발생시점인 새벽 및 오전 9시 이전의 시간대에 대해서는 모든 시차에서 전력수요와 시차별 기온의 연관성이 매우 약하다는 것을 알 수 있다. 또한 <표 2>의 결과 중 1구간 11~19시 시차의 변화가 1시간 단위로 증가하는 것을 확인할 수 있으며 표 전체에서 위와 같은 현상을 종종 찾아 볼 수 있다. 이는 과거 현재 시점의 기온 변화가 다양한 시간대의 전력수요에 가장 큰 영향을 주는 것을 의미한다.

3. 결 론

본 논문에서는 시간별 전력수요와 기온의 연관관계 및 기온의 누적효과를 살펴보기 위해 시간별 기온에 시차를 적용하여 전력수요와 상관계수를 계산하였다. 시간별 전력수요와 기온의 상관도를 계산한 결과, 각 구간의 시간별 최대 상관계수가 발생하는 시차는 서로 상이하였으나 일부를 제외한 모든 시간대에서 높은 상관도를 보였다. 이와 같은 특성은 특정 시간의 전력수요예측에 어떠한 기온을 반영할지, 반영하지 말아야 할지와 어느 구간의 기온 데이터에 중점을 두어야 할지를 판단하는 데에 근거 자료로 사용될 수 있을 것이다. 차후 단기 전력수요예측에 본 연구의 분석결과를 적용하는 방법에 대해 다각도의 검토를 수행할 계획이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 전력거래소, “전력시장운영규칙”, pp206, 2011.12.
- [2] 기상청, “전력수요 예측, 기상 거대자료(빅데이터)로 오차 줄여”, 기상청 보도자료, 2014.8.21.
- [3] 기상청, “<http://www.kma.go.kr/>”
- [4] 박지원, “통계분석”, 경문사, 2009
- [5] 임종훈, 김시연, 박정도, 송경빈, “단기 전력수요예측 정확도 개선을 위한 대표기온 선정방안”, 조명·전기설비학회논문지, 제27권, 제6호, pp 39-43, 2013.6.