

평일환산비를 이용한 단기부하상정 알고리즘

(Short-Term Load Forecast Algorithm using Weekday Change Ratio)

고희석* · 이충식**

(Hee-Seog Koh · Chung-Sik Lee)

요 약

본 논문에서는 평일환산비를 사용하여 단기부하를 상정하는 알고리즘을 제시한다. 평일환산비로 주 주기성을 제거하고, 5개의 상정구간과 3 형태의 중회귀모델을 구성한다. 상정결과 상정정도가 2.8(%) 정도로 양호한 결과를 얻었다. 이로서 특수일(주말)부하의 전력수요상정도 가능하게 되었다. 중회귀 모델을 이용한 전력수요상정시의 큰 문제점인 특수일(주말)의 전력수요를 상정하는 방법이 제시됨으로서 상정정도의 향상은 물론 신뢰성있는 상정모델의 구성이 가능하게 되었다.

Abstract

This paper is presented to short-term load forecast algorithm using weekday change ratio. The week periodicity was excluded from weekday change ratio. That was composed with the power demand forecast term of five and multiple regression model of the three form. The precision was good with 2.8(%). Also the power demand of special day(weekend) of completely difficult forecast case of using the multiple regression model was able to forecast at this paper. Therefore, the forecast precision was enhanced and the reliable forecast model was constructed.

1. 서 론

국민문화생활 및 산업발전에서 가장 큰 원동력이 되는 것이 전력이라 할 수 있는데, 전력의 부족은 국

민생활의 지장은 물론 산업발전의 중대한 손실을 유발하여 경제생활을 저해하는 주된 요인이 되므로 전력수급계획을 사전에 세워두는 것이 필수적이라 할 수 있다. 또한 전력수급계획에 따라 전력설비들의 기동, 정지, 보수계획 등이 세워지고 있으므로 이 계획수립에 필요한 자료를 얻기 위한 방법들이 다양하게 연구 보고되고 있다.

경제성장과 더불어 전력설비 및 발전설비등의 중

*정회원 : 경남대 전기공학과 교수

**정회원 : 대원전문대 전기과 전임강사

접수일자 : 1997. 4. 23

설이 필수적이나 전력설비의 새로운 건설에 드는 공사기간이나 공사비가 많이 소요되기 때문에 미래의 전력수급에 따른 전력수요를 정확하게 상정해야만 전력수급계획을 세우는데 기초자료로서의 이용을 높일 수 있다. 따라서 정도(精度)높은 상정기법이 필요하게 되고 있다.

전력수요의 동향은 현재의 경제적, 사회적, 기술적인 정세 및 이들 장래의 동향등 많은 요인의 영향을 받을뿐아니라 온도, 습도, 불쾌지수, 강우량 등과 같은 기상요인등 다종다양한 요인에 의해서도 크게 영향을 받는다. 또한 이러한 정보의 사전입수가 어렵고, 이것으로 인해 정도 높은 전력수요상정이 힘들어지므로 최적의 전력수요상정을 지원하는 시스템을 구축하고자 많은 연구가 행해지고 있다[1~10].

본 논문에서는 중회귀분석을 기초로한 전력수요상정모델을 구성하고, 설명변수를 지역별 특성을 고려하여 구성한다. 특히 중회귀모델을 이용한 전력수요상정시 가장 큰 난점으로 되고 있는 특수일에 대한 전력수요를 평일환산비로 주 주기성을 제거하므로써 평일부하와 같이 취급할 수 있는 방법을 제시한다. 평일만의 모델과 특수일을 포함시킨 모델과의 상정결과를 비교한 결과 일부지점을 제외하고 3(% 이하의 양호한 상정정도를 얻었는데, 이로서 특수일(주말)의 부하도 평일로 취급해서 상정하는 것이 가능해짐으로서 중회귀모델을 이용한 전력수요상정시의 문제점이 제거되었고, 이로서 신뢰성있는 상정모델의 구축이 가능하게 될것으로 생각한다[6, 7, 11, 12].

2. 단기부하상정 알고리즘

2.1 전력부하특성

우리나라의 연간 전력특성을 알아보기 위해 3년간의 매일의 최대전력량을 그림1에 나타낸다.

그림에서 보면 전력의 주 주기성이 보이고 있으며, 특히 몇몇 기간의 긴연휴등에서는 부하가 현저히 떨어지는 경향이 있는데, 이들 요인들이 전력수요 상정시 큰 문제점으로 되어 상정정도를 현저히 떨어뜨리는 요인이 된다.

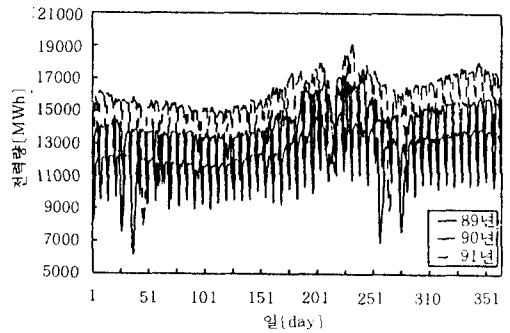
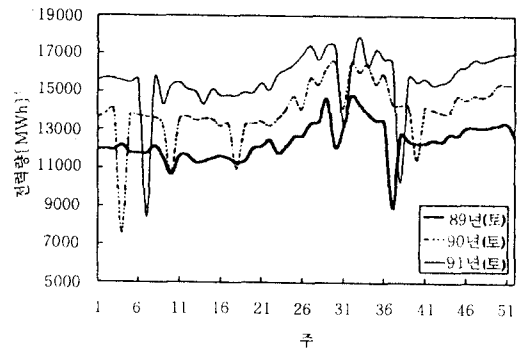
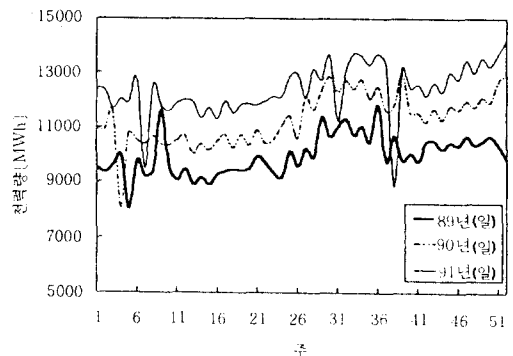


그림 1. 매일의 최대전력량
Fig. 1. Maximum Power Quantity of Daily



(a) 토요일 부하특성



(b) 일요일 부하특성

그림 2. 특수일(주말)의 전력량
Fig. 2. Power Quantity of Special day(Weekend)

또한 여름철에는 냉방수요의 증가등으로 년간의 최대전력량이 발생하는 계절이고, 휴가철등에는 현저히 저하하는등 최대전력량과 최소전력량과의 차이가 큰 계절이므로 여름철의 상정구간을 신축성있게

구분하는등의 대책이 필요하게 된다. 그림2에는 3년간의 특수일(주말)부하를 토요일 부하와 일요일 부하별로 나타낸것인데, 년간의 특수일(주말)부하의 경향이 유사하지만, 특수일 부하중 긴연휴에 포함된 특수일의 부하는 다른 특수일(주말)보다 더 떨어지는 경향이 있으므로 이것에 대처하는 방법이 필요하게 된다.

따라서, 특수일(주말)부하가 전력곡선의 주 주기성을 만드는 주된요인이므로 이 주기성을 평일환산비를 이용하여 평일로 환산하므로써 특수일(주말)부하도 평일부하로 취급할 수 있게된다. 또한 긴연휴등의 요인으로 인한 변동을 감소시키고자 평일환산비의 4주전의 평균치를 상정일의 평일환산비로 사용하여 대처한다.

2.2 전력수요상정

2.2.1 중회귀모델

본 연구에서 구성한 중회귀모델을 식(1), (2) 그리고 (3)에 나타낸다. 식(1)모델은 중회귀모델의 기본형이고, 식(2)와 (3)은 상정일에 가까운 과거기상이 전력에 미치는 영향을 충분히 고려한 모델이다. 특히 식(3)은 상정일에 가까운 15일전의 기상데이터를 이용하는 모델이다.

$$P(t) = a_0 + \sum_{i=0}^m a_i T(t) \quad (1)$$

$$P(t) = a_0 + a_1 T(t) + a_2 T(t-1) + a_3 T(t-2) + a_4 H(t) \quad (2)$$

$$P(t) = a_0 + a_1 T(t) + a_2 T(t-1) + a_3 T(t-2) + \dots + a_n H(t) \quad (3)$$

표 1. 전력수요상정구간
Table 1. Forecast Section of Power Demand

기 간	일 자
1	3월 1일 ~ 6월 15일
2	6월 16일 ~ 7월 15일
3	7월 16일 ~ 8월 15일
4	8월 16일 ~ 10월 15일
5	10월 16일 ~ 2월 28일

그리고, 여름철등의 급격히 변화하는 부하등에 대처하기 위해 표1과 같이 1년의 상정구간을 신축성있게 구분하였다.

2.2.2 지역특성을 고려한 설명변수의 구성

설명변수로는 일반적으로 신뢰도가 양호하게 입수할 수 있는 실적기온 및 15시 상대습도를 사용하며, 설명변수는 식(4)와 식(5)를 이용해 우리나라를 대표하는 5개지점(서울, 부산, 대전, 광주, 대구)의 기상데이터를 이용하여 구성한다.

$$T(t)' = \sum_{k=0}^m W_k \cdot T(k, t) \quad (4)$$

$$H(t)' = \sum_{k=0}^m W_k \cdot H(k, t) \quad (5)$$

$T(k, t)$: k지점의 t일의 최고기온 실적치[°C]

$H(k, t)$: 15시의 k지점 t일의 상대습도의 실적치 [%]

k : 기상지점

m : 지점수

W_k : 지역별 가중치(수요예측일 전년도에의 각 지점마다의 연도 최대전력비 [%])

본 연구에 사용한 지역별 가중치는 한국전력공사에서 제공한 전력경제를 기초로 수요상정일 전년도의 각 지점마다의 연 최대전력비 [%]에서 서울 0.52, 부산 0.18, 다른 지점은 0.1로 지역별 가중치를 취한다.^[11, 12]

3. 상정방법 및 결과

3.1 상정방법

각 상정모델 식(1), (2) 그리고 (3)에 의해 먼저 평일의 데이터에서 최소자승법을 이용하여 전력수요를 상정한다. 설명변수로는 식(4), (5)에 의해 구성된 최고기온 및 15시 상대습도의 기상데이터를 이용한다.

평일 수요상정모델에 특수일의 기상데이터를 대입해서 평일로 간주한 경우의 상정치를 구한다. 구해진 평일로 간주한 상정치와 특수일(주말)부하의 실적치와의 비로부터 평일환산비를 산출한다. 또한 긴연휴등에 의해서 발생하는 변동에 대처하기 위해 가

까운 4주간의 특수일(주말)부하의 환산비를 평균한 값을 상정일의 평일환산비로 사용하여 평일부하만을 이용한 경우와 평일환산비를 사용한 경우와의 상정 결과를 비교 검토한다.

상정에 이용한 전력데이터는 한국전력공사에서 제공된 1989년에서 1991년까지 3년간의 전력데이터에 대해 시뮬레이션하였으며, 전력수요상정 흐름도를 그림3에 나타낸다.

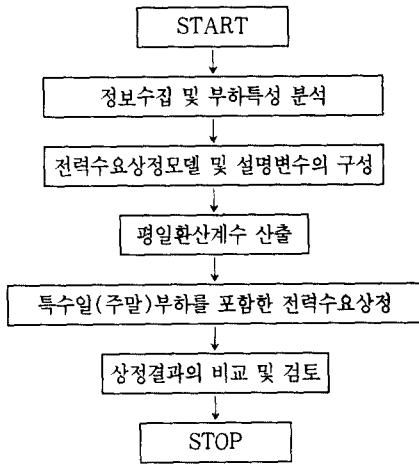


그림 3. 전력수요상정 흐름도
Fig. 3. Flow Chart of Power Demand Forecast

3.2 상정결과

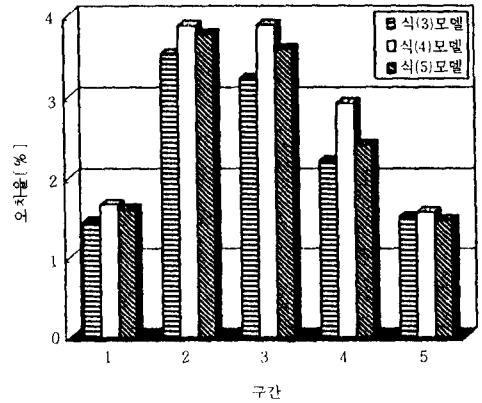
각 모델의 식에서 상정결과를 표2와 표3에 나타내며, 표2는 평일의 데이터를 이용한 경우의 결과이고 표3은 특수일(주말)부하를 포함시킨 경우의 결과이다.

표 2. 상정결과(평일)
Table 2. Forecast Result(Weekday)

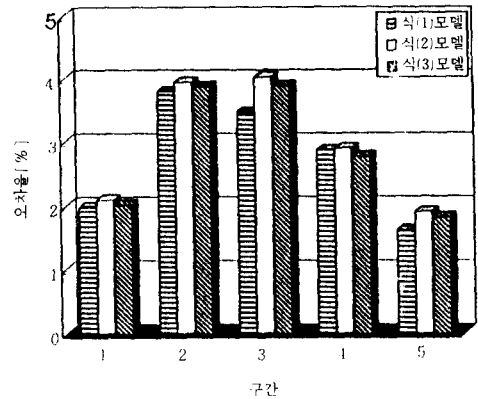
모델	구분	예측구간				
		1	2	3	4	5
식1	오차율	1.45	3.52	3.22	2.21	1.51
	표준편차	270.38	714.06	745.67	439.32	398.35
	R ²	0.43	0.18	0.12	0.79	0.24
식2	오차율	1.67	3.87	3.88	2.92	1.57
	표준편차	327.54	694.31	724.33	545.76	386.59
	R ²	0.16	0.25	0.17	0.68	1.52
식3	오차율	1.61	3.77	3.59	2.41	1.47
	표준편차	315.77	676.37	670.19	450.44	361.97
	R ²	0.24	0.20	0.16	0.71	0.23

표 3. 상정결과(주말)
Table 3. Forecast Result(Weekend)

모델	구분	예측구간				
		1	2	3	4	5
식1	오차율	1.98	3.81	3.48	2.87	1.62
	표준편차	369.21	772.89	805.88	570.52	427.37
	R ²	0.51	0.16	0.15	0.77	0.32
식2	오차율	2.10	3.95	4.03	2.90	1.91
	표준편차	411.88	708.66	752.33	542.02	470.31
	R ²	0.19	0.29	0.21	0.71	0.21
식3	오차율	2.02	3.89	3.90	2.78	1.82
	표준편차	396.19	697.90	728.06	519.59	448.15
	R ²	0.28	0.27	0.18	0.69	0.21



(a) 평일부하



(b) 주말부하 포함

그림 4. 모델별 상정결과
Fig. 4. Forecast Result of Classified by Model

또한 그림4는 상정결과를 그림으로 도시한 것인데, 상정결과를 보면 특수일(주말)의 부하를 포함시

커 전력수요를 상정하여도 전력수요의 상정정도가 평일만을 이용한 경우와 큰 차이는 없었다. 일반적으로 중회귀 모델을 이용한 전력수요 상정시 평일의 데이터만을 이용하는 등의 문제점이 있었는데, 이 방법으로 신뢰성 있는 상정모델의 구축이 가능하게 될것으로 생각된다.

또한 여름철의 전력수요상정에서는 오차율이 3 [%]이상으로 나타났는데, 이는 여름철에는 냉방수요의 증가 및 년의 최대전력량이 발생하는 계절이고, 긴연휴(휴가철)이 있으므로 최대치와 최소치의 간격이 크기 때문이라 생각된다. 따라서 이러한 요인들에 대한 정보를 사전에 입수 및 처리하는 방법 등이 개발된다면 전력수요의 상정정도가 향상될것으로 사료된다.

4. 결 론

장·단기의 최대전력수요를 중회귀모델로 상정하는 경우에 문제시되는 전력의 주기성을 평일환산비를 이용하여 특수일(주말)의 부하를 처리하는 수법이 제시됨으로서, 신뢰성있는 전력수요상정모델의 구축이 가능하게 될것으로 생각된다. 또한 기온이나 습도 외에 부하에 영향을 미치는 요인들에 대한 정보를 사전에 입수하거나 긴연휴등 부하상정의 정도에 중대한 영향을 미치는 요소에 대한 처리기법등이 개발된다면 중회귀모델을 이용한 전력수요의 상정정도를 향상시킬 수 있을것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] T. Halda, et al. "Regression Based Peak Load Forecasting Using A Transformation Technique". IEEE/PES, Winter Meeting, 206-3, 1994.
- [2] M.A.Abuelmagd, N.K.Sinha, "Short-Term Load Demand Modeling and Forecasting : A Review". IEEE Trans. on System, Man and Cybernetics, SMC-123, pp.370~382, 1982.
- [3] 고희석, 정재길, "건구온도를 고려한 장기 최대전력수요예측에 관한 연구", 대한전기학회지, Vol.32, No.10, pp.43~50, 1985.
- [4] 村田, 三宅, 上良, "氣溫の豫想値を考慮したモデルによる週間電力負荷豫測", 電氣學會電力技術研究會,

No.19, 1989.

- [5] 고희석, 이태기, "지수평활에 의한 장기최대전력수요예측에 관한연구", 한국조명 전기설비학회지, Vol.6, No.3, pp.43~48, 1992.
- [6] 村田純一, 三宅尚志, 相良節夫, "休日と季節の影響を表すモデルによる週間電力負荷豫測", 電氣學會全國大會, No.1093, 1989.
- [7] 고희석 외3인, "기온예상치를 고려한 모델에 의한 주간최대전력수요예측", 대한전기학회논문지, Vol.45, No.4, pp.511~516, 1996.
- [8] 宮本, 他, "最大需要豫測支援システムの豫測精度向上に關する檢討(1) (2)", 電氣學會全國大會, No.1003, No.1001, 1992.
- [9] 灰田, 他, "變化量モデルを用い最大需要豫測手法", 電力技術研究會, No.163, 1994.
- [10] 久米 均, 飯塚悅功, "回歸分析", 岩波書店, 1991, pp.1~99.
- [11] 한국전력공사 전력경제처, "전력경제", 1992.
- [12] 한국전력공사 전력경제처, "1994년도 하계냉방부하특성분석", 1994.

◇ 著 者 紹 介 ◇



고 회 석(高叢石)

1942년 8월 21일 출생. 1966년 부산대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 1979년 동아대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1985년 중앙대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 대한전기학회 평의원, 경남대학교 공과대학 전기, 전자 공학부 교수.



이 충 식(李忠植)

1966년 3월 21일 출생. 1991년 경남대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 1993년 동대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1997년 동 대학교 대학원 전기공학과 박사과정 수료. 현재 대원전문대학 전기과 전임강사.