

사무소용빌딩의 최대전력 예측에 의한 변압기용량 산정에 관한 연구

(Recommended Practice for the Assessment of Transformer Capacity by the Forecasting of Peak Power in Office Building Customers)

김세동* 유상봉

(Se-Dong Kim*, Sang-Bong Yoo)

Abstract

Contract power conversion factor which is applied to estimate contract power of general customers is an important standard to calculate transformer capacity. This paper shows a reasonable contract power conversion factor, that was made by the systematic and statistical way considering actual conditions, such as investigated contract power and peak power for the last 5 years of each customer for 132 office building customers as to AMR system. In this dissertation, it is necessary to analyze the key features and general trend from the investigated data. It made an analysis of the feature parameters, such as average, standard deviation, median, maximum, minimum and thus it was carried the linear and nonlinear regression analysis. Therefore, this paper compared characteristics for a contract power conversion factor which is applied to calculate contract power with characteristics for a regression model for customers which maximum utilization factor of transformer is more than 60%.

1. 서론

업무용 빌딩에 있어서 빌딩 기능이 점차 고도 정보화됨에 따라 전기 소비가 급격히 증가하고 있다. 이와 같은 전력다소비 건물에서 전력의 효율적 이용에 의한 에너지 절감은 물론 전기에너지의 이용 합리화 촉진이 요구되고 있다.

따라서, 빌딩의 부하 특성에 적합한 합리적이고 통계적인 부하 종별 수용률 적용 기준이 요구되며, 수용률 적용값에 따라 변압기 용량 산정에 중요한 인이 된다. 아울러 전력회사와의 계약전력 및 송배전설비·발전설비의 용량 결정에까지 영향이 미치는 매우 중요한 요인이다. 그러나, 부하종류별 부하 가동 특성을 고려한 우리나라의 통계적인 자료가 매우 부족하여 외국의 데이터를 이용하고 있는 실정이다.[1]

대한전기협회에서 제정한 '내선규정'에서 전등 및 소형전기기계기구에 대해서 건축물의 종류에

따라 수용률을 제시하고 있다[3]. 한국동력자원연구소의 연구보고서(KE86-16)에 의하면 부하설비용량 기준 1000kW 이하와 이상의 건물로 구분하여 수용률 기준을 제시하였으나 합성 수용률 개념을 나타낸 것으로 설계 단계에서 부하종별로 적용할 수 없는 문제점이 지적된다[4].

본 연구에서는 일반용 고객 중 사무실빌딩의 수용가 138개소를 선정하였고, AMR(자동검침시스템) 시스템에 의해 각 수용가의 계약전력과 최근 5년 동안의 최대전력을 조사하였다. 조사된 자료의 전체 특징과 중심적인 경향을 알아 보기 위해서 평균값, 표준편차, 최대값, 최소값, 중앙값 등의 특징파라미터를 분석하였고, 회귀분석을 통한 선형적인 방법과 비선형적인 방법으로 그 경향을 분석하였다. 일반용고객의 계약전력 결정에 필요한 계약전력환산율의 회귀분포형 특성과 변압기최대이용률이 60% 이상인 고객을 중심으로 분석한 회귀분석모형과의 특성을 비교하여 제시하였다.

2. 수용 특성 고찰

2.1 변압기최대이용률

변압기최대이용률이란 고객이 보유하고 있는 변압기 시설용량에 대한 최대수요전력과 비를 말하며, 변압기최대이용률이 낮다는 것은 최대 부하가 변압기 용량에 크게 못 미치는 것으로 변전설비 이용 면에서 매우 비효율적이며, 전력용 변압기의 과다 설계가 지적된다.

본 연구에서는 수용률/부동률에 대한 실태를 분석하고자 하였으나, 고객이 보유하고 있는 총부하설비용량의 추정에 대한 신뢰도가 매우 낮아 수용률/부동률에 대한 실태를 분석할 수 없었다. 반면에 변압기최대이용률은 고객의 전력소비특성에 대한 정보를 정확하게 취득할 수 있고, 총부하설비용량과 계약전력과는 매우 깊은 관계를 가지고 있고 비례적인 특성을 가지고 있기 때문이다. 따라서, 변압기최대이용률의 파라미터는 적절한 전력용 변압기 용량 산정에 매우 중요한 변수이다.

2.2 계약전력환산율

계약전력은 계약상 사용할 수 있는 최대전력을 말하며, 전기공급약관상의 계약전력은 전력수급에 있어서 고객측에서는 전기를 사용할 권리와 전기사업자의 전기공급 의무의 상한을 정하는 것으로 전력수급 양자에게 있어서 중요한 의의와 지표를 제시하는 기준으로서 전기공급시 공급전압, 전기요금 및 고객공사비를 결정하는 기본 요소이다.

이와 같은 계약전력의 산정에 관한 기준은 약관 제19조(계약전력 결정기준) 및 제20조(계약전력 산정)에서 제시되어 있다[1].

(1) 사용설비에 의한 계약전력은 사용설비 개별 입력의 합계에 표 1의 계약전력 환산율을 곱한 것으로 한다. 이 때 사용설비 용량이 입력과 출력으로 함께 표시된 경우에는 표시된 입력을 적용하고, 출력만 표시된 경우에는 세칙에서 정하는 바에 따라 입력으로 환산하여 적용하도록 정하고 있다.

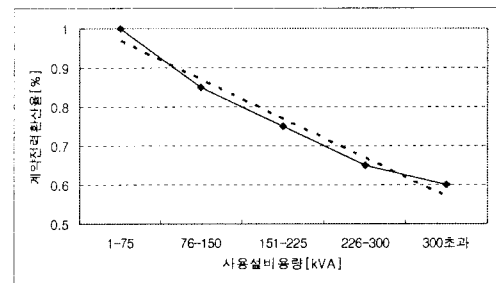
(2) 변압기 설비에 의한 계약전력은 한전에서 전기를 공급받는 1차 변압기 표시 용량의 합계(1kVA를 1kW로 본다)로 하는 것을 원칙으로 정하고 있다.

표 1. 계약전력환산율 기준

구 분	계약전력 환산율	비 고
처음 75kW에 대하여	100%	계산의 합계치 단수가 1kW 미만일 경우에는 소숫점 이하 첫째 자리에서 반올림한다.
다음 75kW에 대하여	85%	
다음 75kW에 대하여	75%	
다음 75kW에 대하여	65%	
300kW 초과분에 대하여	60%	

다만, 사용설비 1개의 입력이 75kW를 초과하는 것이 있을 경우에는 초과 사용설비의 개별 입력이 제일 큰 것부터 하나씩 계약전력환산율을 100%부터 60%까지 차례로 적용하고, 나머지 사용설비의 입력 합계에는 하나씩 적용한 계약전력 환산율이 끝나는 다음 환산율부터 차례로 적용한다.

그림 1은 표 1의 사용설비용량 구간별 계약전력 환산율 값과 회귀분석모형을 나타낸 것이다.



[주] 점선은 1차 회귀분석 모형임.

그림 1. 사용설비용량 구간별 계약전력 환산율 값과 회귀 모형

3. 내선규정 및 선행 연구 결과 검토

3.1 내선규정에서 정하고 있는 수용률 기준

대한전기협회에서 제정한 내선규정에서 전등 및 소형전기기계기구에 대해서 수용률 기준을 표 2와 같이 제시하고 있다[3].

그러나, 동력부하 및 특수 부하(OA 부하, 전산 부하 등)에 대한 수용률 기준은 제시된 자료가 없다.

3.2 한국동력자원연구소의 연구보고서

동력자원연구소의 보고서(KE86-16)에 의하면 표 3과 같이 1000kW 이하의 사무소용 건물과 1000kW 이상의 사무소용 건물로 구분하여 수용률

기준을 설정하였다. 그러나, 수용률의 개념이 합성 수용률을 나타낸 것으로 설계 단계시 부하중별 수용률을 적용하는데 문제점이 지적된다.

표 2. 내선규정에서 정하고 있는 수용률 기준

건축물의 종류	수용률[%]
호텔, 병원, 주택, 기숙사, 여관, 창고	10kVA 초과 부하 50%
사무실, 은행, 학교	10kVA 초과 부하 70%

표 3. 동력자원연구소의 수용률 설정 기준(안)

부하설비용량	수용률 실태	수용률 기준(안)
1000kW 이하	56.6%	65%
1000kW 초과	48.2%	55%

3. 일본의 계약전력 결정을 위한 압축 계수

일본은 전기공급약관상 계약종별로 계약전력 결정을 위한 압축계수를 적용하여 계약전력을 산정하도록 되어 있으며[5], 고압전력에 대해서 살펴본다. 고압전력은 사용전압 6,000V를 말하며, 계약전력이 50kW 이상이고, 2,000kW 미만인 것을 대상으로 한다. 여기에서는 농사용전력을 대상으로 계약수전설비의 총용량과 계약부하설비의 총입력과 합계에 다음의 계수를 곱한 값으로 한다.

처음 50kW에 대하여	80%
다음 50kW에 대하여	70%
다음 200kW에 대하여	60%
다음 300kW에 대하여	50%
600kW 초과분에 대하여	40%

4. 변압기최대이용률의 특징 파라미터 및 회귀분석이론을 이용한 분석

4.1 조사 수용가 전체 분석

사무소용 건물을 대상으로 계약전력과 최대수요전력을 조사하였다. 조사된 자료는 AMR 자료를 이용하였으며, 변압기최대이용률에 대하여 분석하

였다.

표 4는 사무실용 건물 132개소만을 대상으로 적용 현황을 통계 분석한 자료이며, 전체 분포되어 있는 변압기최대이용률의 값은 12 ~ 100[%]이고, 평균값은 54[%], 표준 편차 20[%]로 분석되었다.

그리고, 그림 2는 조사 수용가의 변압기 최대이용률에 대한 산포도와 회귀 모형 그래프를 나타낸 것이며,

표 4. 변압기최대이용률의 적용실태 분석

항 목	최대값	최소값	평균값	표준편차	중앙값	데이터 건수
계약전력[kW]	3000	100	513	583	300	132
변압기최대이용률[%]	100	12	54	20	52	

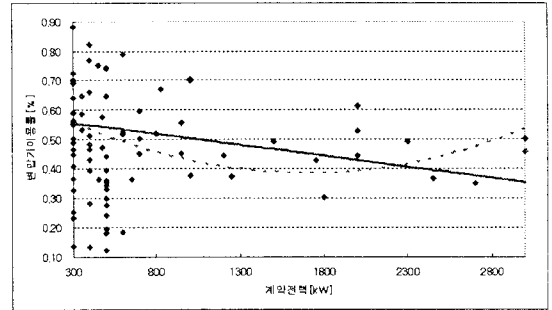


그림 2. 사무실용 고객의 변압기최대이용률의 산점도와 회귀 모형

4.2 변압기최대이용률이 60% 이상이고, 계약전력 범위가 500kW 이하인 고객의 분석

표 5는 변압기 최대이용률이 60% 이상이고, 계약전력이 500[kW] 이하인 사무실용 고객 44개소만을 대상으로 분석한 것이며, 변압기 최대이용률의 평균값이 76%, 표준편차가 11%로 분석되었다.

전체 분포되어 있는 변압기최대이용률의 값은 60 ~ 100[%]이고, 평균값은 76[%], 표준 편차 11[%]로 분석되었다.

그리고, 그림 3은 조사 고객의 변압기 최대이용률에 대한 산포도와 회귀 모형 그래프를 나타낸 것이며, 회귀 모형 그래프에 의하면 계약전력이 낮을수록 변압기 최대이용률이 80%까지 높게 나타났고, 계약전력이 클수록 변압기 최대이용률이 70%까지 낮아지는 경향을 확인할 수 있었다. 그러나, 전기공급약관에서 정하고 있는 계약전력 환산율의 회귀모형 경향과 기울기 면에서 크게 차이가

있음을 확인할 수가 있다.

표 5. 변압기최대이용률이 60% 이상이고, 계약전력 범위가 500kW 이하인 고객의 적용실태 분석

항 목	최대값	최소값	평균값	표준편차	중앙값	데이터 건수
계약전력[kW]	500	100	229.8	104.4	200	44
변압기최대이용률[%]	100	60	76	11	73	

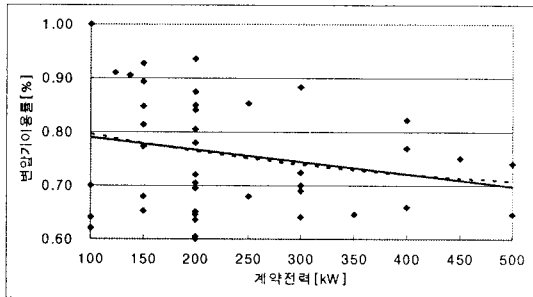


그림 3. 변압기 최대이용률이 60% 이상인 사무실용 고객의 변압기최대이용률산점도와 회귀 모형

5. 결론

본 연구에서는 사무소용 빌딩의 전력소비 특성을 고려하여 특징파라미터를 분석하였고, 회귀분석을 통하여 경향을 확인하였다. 주요 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) AMR 자료에 의해 분석한 132개소 수용가의 적용 현황을 통계 분석 결과, 전체 분포되어 있는 변압기최대이용률의 값은 12 ~ 100[%]이고, 평균값은 54[%], 표준 편차 20[%]로 분석되었다. 고객이 보유하고 있는 전력용 변압기에 여유율이 높은 것으로 지적된다.

2) AMR 자료에 의해 분석한 변압기 최대이용률이 60% 이상이고, 계약전력이 500[kW] 이하인 사무실용 고객 44개소만을 대상으로 분석한 결과, 변압기최대이용률의 평균값이 76%, 표준편차가 11%로 분석되었다. 이와 같은 고객들은 변압기용량에 대하여 합리적으로 운용되고 있는 것으로 판단된다.

3) 일반용 고객 중에서 사무실 용도의 계약전력 구간별로 가장 큰 변압기최대이용률만을 대상으로 분석한 결과, 전기공급약관에서 정하고 있는 계약전력 환산율의 회귀모형의 경향과 크게 차이가 있

음을 확인할 수가 있다.

따라서, 수용가에서 보유하고 있는 전력용 변압기의 용량 산정시 고려하는 계약전력환산율 값은 그림 3에 의해서 사용설비의 설비용량에 따라 통계적인 자료를 이용하여 적합하게 반영하여야 한다. 최근에는 개인용 컴퓨터, 소형 및 대형 실험장치, 무정전전원장치 등과 같은 고조파 발생원 부하가 상당히 보급되면서 고조파발생기기로 인한 변압기 출력 감소율 및 장치 부하 증가율 등을 고려하여 설계에 반영하는 것이 필요하다.

앞으로 수용가의 용도에 따라서 전력소비특성을 고려한 통계적인 자료의 정립이 지속적으로 요구된다.

References

- [1] 김세동, 업무용빌딩의 전력소비특성을 고려한 수용률/부동률의 적용에 관한 연구, Vol.16, No.6, pp.74-79, 2002
- [2] 전기공급약관, 한국전력공사, 2007
- [3] 대한전기협회, 내선규정전문위원회, 최신개정판, 내선규정, 2007
- [4] 박상동 외, 전기설비의 에너지절약 연구, 한국동력자원연구소, KE86-16, 1986
- [5] 일본 전기공급약관, 동경전력(주), 2007