



# 업무용 건물의 전력소비특성을 고려한 수용률 기준

오기병<학외장, 공학박사>, 김재동<두원대학교 대학원 교수, 공학박사, 기술사>  
신요섭<(주)한양티씨에 부사장, 기술사>, 김민준<한양대학교 대학원 교수, 공학박사>

## 1 서론

국제적인 환경 규제 문제( $CO_2$ ,  $SF_6$ (육불화황),  $PFC$ (과불화화합물) 등)가 새로운 무역장벽으로 등장하여 우리나라 주요 산업 부문에 미치는 영향이 점차 현실로 나타나고 있다. 이러한 환경 규제에 적절한 대처를 하기 위해 에너지 소비 증가와 이에 따르는 에너지 소비 패턴 및 인식에 대한 새로운 접근 방법이 요구되고 있다.

그동안 전력기기의 고효율화, 에너지 효율 향상과 수요관리 강화, 미활용 에너지원의 이용률 제고, 집단 에너지 보급 확대 등 하드웨어적인 기술개발에 중점을 두고 추진되었으나, 앞으로는 전원설비, 전력전송 설비, 부하설비 등의 최적 설계기술을 통한 에너지절약 기술개발과 같은 소프트웨어적인 기술 개발이 요청되고 있다.

정부의 지원으로 “건축전기설비설계기준”을 2000년도에 제정하여 구성 체계를 일원화하고 분야별 기술 기준을 통합함으로써 건축전기설비 부문에 대한 계획 및 설계단계에서 품질 성능 및 설계에 대한 최소한의 기준을 제시하여 건축전기설비 설계의 효율성을 제공하고 있다. 보다 합리적인 최적 설계를 통한 에너지 효

율 향상을 도모하기 위하여 ‘업무용 건축물의 전력소비특성을 고려한 수용률 기준’이 절실하게 필요하다.

현재, 계약종별(일반용, 산업용, 교육용, 주택용 등), 부하 용도별, 빌딩의 용도별, 지역별(기후 특성 등 고려 필요), 경제 발전 상황, 정보화 발전 상황 등 우리나라의 특성을 고려하여 수용률 기준에 관한 체계적인 연구 자료가 없으므로 우리나라 실정에 적합하게 적용되고 있지 않은 것으로 사료된다.

그리고, 다양한 부하 특성에 대한 수용률/부등률 기준 정립, 전기사용장소의 수변전설비 시설 기준 개선 방안, 적정한 변압기시설로 인하여 전력공급계통에 미치는 영향, 계약전력 및 전력 경제에 미치는 영향(전력설비의 고정비 등) 등을 종합적이고 체계적으로 연구할 수 있는 제도적인 시스템이 마련되지 못하고 있다.

그러나, 수용률 기준(안)의 중요성을 인식하여 관련업계(한국전기공사협회, 금호건설, 두산건설, LG 건설, 현대산업개발, 삼성물산, 한진중공업, 풍림산업, 롯데건설, (주) 태영, 대우건설, 현대건설, 대림건설, 한화건설, 동부건설, (주)전기설계협인, 의제전기설비연구원, 석우엔지니어링, 삼우전기건설턴트, 신우디엔씨, 대일이엔씨, 한양티씨, 보우티엔씨,

이도엔지니어링, 나라기술단) 25개 업체로부터 연구비를 지원받아 기초 연구를 수행할 수 있는 계기가 마련되었으며, 앞으로 지속적인 연구는 전력산업기반기금을 활용하여 추진하는 방안도 연구 검토되어야 한다.

본 연구에서는 전력다소비 업무용 건축물 중에서 사무소용 빌딩을 비롯하여 병원, 호텔, 백화점, 공과대학이 포함되어 있는 대학교를 중심으로 변압기 용량 산정을 위한 수용률, 부등률에 관한 국내의 기술기준을 파악하고, 3차에 걸쳐 업무용 건축물의 전력 사용 현황을 조사하였으며, 2차에 걸쳐 전기설계사무소에서 적용하고 있는 설계수용률을 조사하였다. 아울러 일본에서 적용된 업무용 건축물의 부하밀도와 변전시설밀도를 조사 분석하였다. 상기의 조사 자료를 토대로 통계 분석 및 수요 예측을 통하여 보다 합리적인 수용률 기준 설정을 목적으로 하였다.

## 2. 본 론

수용률에 관한 국내의 규정으로서 전기사업법 제 16조(전기의 공급약관)에 의거 전기의 공급자인 일반전기사업자(한국전력공사)와 전기의 사용자인 고객, 즉 전기 사용 양자의 전기 사용에 관한 권리 의무 관계를 정하고 있는 '전기공급약관', 대한전기협회에서 제정한 '내선규정', 건설교통부 발행 '건축전기설비 설계기준'(2000. 4월) 등이 있으며, 미연방방화협회(NFPA : National Fire Protection Association)에서 발행한 National Electrical Code(NEC) 등에서 정하고 있는 수용률에 대한 기준을 검토 제시하였다.

아울러, 우리나라의 업무용 건축물에 대한 전력소비특성을 고려하기 위하여 480개소의 수용가를 대상으로 '전력소비 특성에 관한 설문조사'를 실시하였고, 그리고, 전기설계사무소에서 적용되고 있는 실태를 파악하기 위하여 '설계 수용률'을 조사하였다. 또한,

일본의 전기설비 데이터 일람표를 조사하여 비교 검토하였다.

본 논문에서는 조사된 자료 전체의 특징과 중심적인 경향을 알아 내기 위해서 평균값, 중앙값, 표준편차, 최대값, 최소값, 회귀모형식, 최소제곱평균오차 등의 확률 통계적 파라미터들을 수용률 기준 설정을 위한 특징 파라미터로 선택하였다.

그리고, 사무소용 빌딩, 병원, 호텔, 백화점, 대학교 등 건축물의 전력 소비 특성을 조사 분석하여, 데이터의 신뢰성을 비교 분석하기 위하여 선형적인 방법과 비선형적인 방법으로 그 경향을 추정하여 곡선으로 나타내었고, 이때 얻어진 데이터 상호간의 결정계수(COD : coefficient of determination)로 데이터의 신뢰성을 확인하였다. 이러한 방법에 의하여 얻어진 분석 자료를 이용하여 적정 변압기 용량 설정을 위한 데이터베이스를 만들고, 또한 변전설비용량의 합리적인 설계를 위하여 수용률/부등률 기준(안) 설정에 필요한 자료로 활용할 수 있으리라 사료된다.

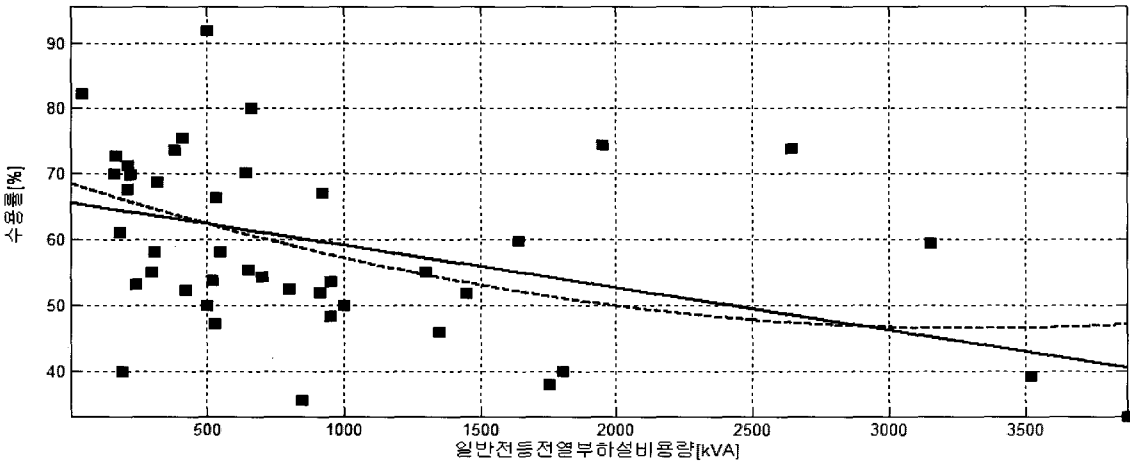
다음은 샘플로 사무소용 건물의 부하 중에서 일반전등전열부하에 대한 수용률 적용 실태와 기준(안)을 제안한 것이다.

사무소용 건물의 부하 중에서 일반전등전열부하용 변압기가 시설되어 있는 수용가를 대상으로 분석하였으며, 최대수요전력은 수전일지 상에 작성된 자료를 기준으로 하였고, 부하설비용량은 수용가에서 제시한 용량을 기준으로 하였다.

그림 1은 조사 사무소용 건물의 일반전등전열부하용 수용률의 적용 현황을 통계 분석한 자료이며, 전체 분포 되어 있는 일반 전등전열부하용 수용률값은 33.1 ~ 95.5(%)이고, 평균값은 59.65(%), 표준편차 14.5(%)로 분석되었다.

그림에서 보는 바와 같이 조사된 부하설비용량과 수용률과의 상관관계는 중간 정도를 나타내는 것으로 분석되었다. 그리고, 최소제곱 평균오차는 1차 선형 회귀 모형식에서 13.09(%), 2차 비선형 회귀 모형

항 목	최대치	최소치	평균치	표준편차	중앙치	데이터건수
X : 일반전등전열 부하설비용량[kVA]	3872	45	919.47	912.85	595	44
Y : 수용률[%]	95.5	33.1	59.65	14.5	56.75	



항 목	회귀 모형식	최소제곱평균오차	상관계수
1차 선형	$y = -0.0064x + 65.6068$	13.0938	-0.4076
2차 비선형	$y = 0.000x^2 - 0.0133x + 68.613$	12.9411	

그림 1. 사무소 건물의 일반전등전열부하용 수용률 적용상태와 회귀모형식

식에서 12.94[%] 정도 발생한 것으로 분석되었다.

조사 결과 분석으로는 수용가에 시설된 일반 전등 전열부하용 변압기에 여유가 있는 것으로 판단되며, 일반 전등전열부하로 연결되는 부하 종류로는 전등부하 이외 사무소건물의 특성상 각종 사무자동화기기 등이 연결되는 경우가 있으므로 연결 부하의 특성을 종합적으로 검토하여야 한다.

그리고, 표 1은 전기설비설계사무소에서 적용하고

있는 일반전등전열 부하의 설계 수용률을 통계 처리한 것이며, 평균값은 75.42%, 표준 편차는 8.91%로 분석되었다.

따라서, 실태조사 수용률 및 설계 수용률의 평균값을 기준으로 장래 부하증가율, 고조파발생기기로 인한 변압기 출력감소를 등을 고려한 일반전등전열 부하의 수용률 범위는 57 ~ 83 [%](평균값 70 [%]) 정도를 반영하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

표 1. 일반전등전열 부하용 설계 수용률

항 목	최대치	최소치	평균치	표준편차	중앙치	데이터건수
일반전등전열부하용 설계 수용률	100	70	75.42	8.91	70	12

### 3. 수용률 기준

본 수용률 기준(안)은 건축물의 전기설비와 관련한 공사를 시행하는데 있어서 건축전기설비 부문에 대한 계획 및 설계 단계에서 품질 성능 등 설계에 대한 최소한의 기준을 제시하여 건축전기설비 설계의 효율성을 제공하는 것을 목적으로 하고 있다. 최근에는 개인용 컴퓨터, 사무자동화용 소형 및 대형 전기기계기구, 무정전전원장치 등과 같은 고조파 발생원 부하가 상당히 보급되면서 k-factor를 고려한 변압기 시설용량을 산정하는 관계로 수용률 기준이 낮게 유지되는 경우가 많으므로 고조파발생기기로 인한 변압기 출력감소율 및 장래 부하 증가율, 변압기 최대 효율 등을 고려하여 설계에 반영하는 것이 필요하다.

1) 사무소용 건물의 수용률 기준(안)은 다음과 같다.

부 하 용 도	평균값(%)	수용률 범위(%)
일반전등전열부하용 수용률	70	57 ~ 83
일반동력부하용 수용률	55	38 ~ 72
OA기기부하용 수용률	60	42 ~ 78
냉방동력부하용 수용률	75	59 ~ 91
심야전력부하용 수용률	75	55 ~ 95

2) 병원 건물의 수용률 기준(안)은 다음과 같다.

부 하 용 도	평균값(%)	수용률 범위(%)
일반전등전열부하용 수용률	60	45 ~ 75
일반동력부하용 수용률	55	40 ~ 70
냉방동력부하용 수용률	85	70 ~ 100
비상동력부하용 수용률	60	43 ~ 77
비상전등전열부하용 수용률	60	45 ~ 75
수술실, 의료 및 전산용 UPS부하의 수용률	50	39 ~ 71
의료용 일반동력부하의 수용률	45	31 ~ 59
의료용 비상전력부하의 수용률	50	43 ~ 57

3) 백화점용 건물의 수용률 기준(안)은 다음과 같다.

부 하 용 도	평균값(%)	수용률 범위(%)
일반전등전열부하용 수용률	75	58 ~ 92
일반동력부하용 수용률	65	47 ~ 83
냉방동력부하용 수용률	80	65 ~ 95
비상동력부하용 수용률	70	54 ~ 86

4) 호텔 건물의 수용률 기준(안)은 다음과 같다.

부 하 용 도	평균값(%)	수용률 범위(%)
일반전등전열부하용 수용률	60	49 ~ 71
일반동력부하용 수용률	55	42 ~ 68
냉방동력부하용 수용률	80	64 ~ 96
일반전등전열 및 일반동력 공용부하용 수용률	55	44 ~ 66

5) 대학교 건물의 수용률 기준(안)은 다음과 같다.

부 하 용 도	평균값(%)	수용률 범위(%)
일반전등전열부하용 수용률	60	47 ~ 73
일반동력부하용 수용률	50	40 ~ 60
일반전등전열 및 일반동력 공용부하용 수용률	50	36 ~ 64

### ◇ 저 자 소 개 ◇



**오기봉(吳基鳳)**

1937년 12월 26일생(1936. 8. 9). 1962년 연세대학교 전기공학과 졸업(학사). 1973년 연세대학교 산업대학원 졸업(석사). 1992년 홍익대학교 대학원 졸업(박사). 1962년 5월부터 성동공고 교사. 경기공업전문대학 교수. 서울산업대학교 교수 재직후 2003년 2월 28일 정년퇴임. 본 학회 부회장, 감사 역임. 현재 본 학회 회장, 서울산업대학교 명예교수.



**김세동(金世東)**

1956년 3월 3일생. 1980년 한양대학교 전기공학과 졸업. 1986년 동대학원 졸업. 2000년 서울시립대 전기전자공학부 대학원 졸업(박사). 한국전력공사(1979~1984) 근무. 한국건설기술연구원(1984~1997.2) 수석연구원 역임. 현재 두원공과대학 전기공학과 교수. 전기설비기술사. 본 학회 학술이사, 편수위원. 관심분야 : 전력설비 진단 및 DSP. 전기설비 최적설계.



**신효섭(申孝燮)**

1957년 3월10일생. 1979년 명지대학교 전기공학과 졸업. 1997년 서울산업대 산업대학원 안전공학과 졸업(석사). 문유현전기설계 근무. 현재 (주)한양티이씨 부사장. 건축전기설비기술사, 조명디자이너. 본 학회 평의원, 편수위원.



**김수길(金秀吉)**

1965년 8월 2일생. 1988년 2월 서울대학교 공과대학 전기공학과 졸업(학사). 1991년 2월 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1997년 2월 서울대학교 대학원 전기공학부 졸업(박사). 1997년~현재 호서대학교 전기정보통신공학부 부교수, 본 학회 사업이사.