

복합시설의 하절기 전력사용량에 따른 발전기 가동현황 분석

권한솔*, 공동석**, 광노열***, 허정호**

*서울시립대학교 대학원 건축공학과(soly501@nate.com), **서울시립대학교 대학원 건축공학과(br011503@naver.com),
한남대학교 건축학부 교수(rywak@hannam.ac.kr), *서울시립대학교 건축학부 교수(huhj0715@uos.ac.kr)

A Study on the Generator Operation by the Electronic Consumption During the Summer in a Complex Building Cluster

Kwon, Han-Sol*, Kong, Dong-Seok**, Kwak, Ro-Yeul***, Huh, Jung-Ho****

*Dept. of Architecture, Graduate School, University of Seoul(soly501@nate.com)

**Dept. of Architecture, Graduate School, University of Seoul(br011503@naver.com)

***School of Architecture, Hannam University(rywak@hannam.ac.kr)

****Dept. of Architecture, University of Seoul(huhj0715@uos.ac.kr)

Abstract

The large buildings in Korea usually use the generators to control the peak load of electronic consumption during the summer. It is necessary that these generators emit carbon dioxide, since they use gas or gasoline for their fuel. This study is to analyze the data of electronic consumption and operation of the generators at COEX, one of the representative complex building clusters in Korea, and to compare to the amount of carbon dioxide emitted per 1 kWh from the domestic power plant by analogizing the frequency of using the generator during the summer and the amount of fuel consumption by the capacity of the generator and estimating the amount of carbon dioxide emitted from the generator.

Keywords : 대규모(large), 전력사용량(Electronic consumption), 피크부하(peak load), 발전기(generator), 복합시설(complex building cluster), 가동(operation), 성능(capacity), 연료소모량(fuel consumption)

기 호 설 명

b : 연료소비율 (Kg/ps · h)
 P_f : 연료 비중 (Kg/L)
 P_s : 엔진 출력 (kW)

1. 배경 및 목적

1990년대 이후 건물에서 사용되는 전력에너지는 전산화된 기자재 및 재실환경 설정의 변화로 인해 급증하였다. 2007년 자료에 따르면 국내 생산 연간 전력에너지는 약 370,000 GWh 이고, 그중 건물이

차지하는 것은 절반에 해당하는 약 182,000 GWh로 되어있다.

특히, 하절기에는 건물에서 사용하는 냉동기의 에너지원이 대개 전력을 사용하기 때문에 대규모 건물에서는 피크시간대 전력을 최소로 사용할 수 있는 방안을 모색하고 있다. 이러한 건물들의 경우 피크시간대 계약전력을 넘기지 않기 위해 가스나 경유를 이용한 자체발전기를 사용한다. 건물의 수명이 30~50년인 것을 감안할 경우, 오래된 건물일수록 기기 수명 및 시대변화로 인한 전력수요량의 급증으로 인해 건물 전체적인 전력소비의 증가를 가져오고, 유가변동에 의한 가스나 경유값 상승은 건물 시공사와 다른 경제성 평가를 필요로 하는 실정이다.

본 연구는 복합건물의 하절기 전력수요를 분석하고, 전력수요에 따른 발전기 가동현황을 분석하여 실제 복합건물에서 발전기로 인해 배출하는 이산화탄소량을 추산하고자 한다.

2. 연구 내용 및 범위

본 연구의 핵심은 복합건물의 2006년 하절기(6, 7, 8, 9월) 전력수요를 건물용도에 따라 분류하고 발전기 가동현황을 사용시간 및 사용형태에 따라 조사하여, 발전기 사용에 따른 전력량 감소분 및 발전기 가동으로 인해 소모되는 연료와 발생하는 이산화탄소량을 구했다.

3. 발전기 가동현황 분석

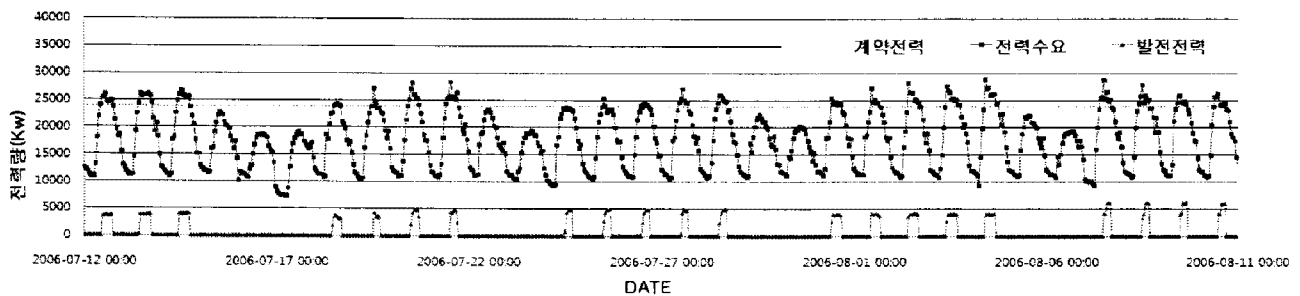


그림 2. 코엑스 2006년 7~8월 소비전력 그래프 (전체)

3.1 대상건물 개요

본 연구의 대상건물은 국내 최대 규모의 복합건물로 서울시 소재의 다용도 복합시설인 COEX로서 연면적은 약 1,200,000 m²에 달하며 총 6개의 각기 다른 목적의 시설로 구성되어 있다. 6개의 시설 중 트레이드타워와 아셈타워는 사무동으로 이용되고 있으며, 전시동과 컨벤션 센터는 전시 및 회의, 컨벤션 용도로, 코엑스몰과 극장은 각기 상업시설과 극장 및 위락시설의 용도로 구분되어 있다. 그림 1은 코엑스 전체의 전력소비 구성도이다. 코엑스는 그림 1과 같이 총 8개의 로컬 스위치기어와 3대의 발전기로 이루어져 있으며, 각각의 로컬 스위치기어는 아셈타워, 무역센터, 전시동, 컨벤션, 코엑스몰, 기계실, 냉동기(원심식)에 연결되어 있다.

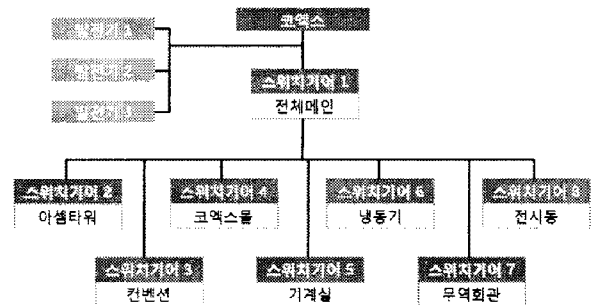


그림 1. 코엑스 전력소비 구성도

3.2 하계 전력DATA분석

그림 2는 2006년의 코엑스 하절기일부(7월중순~8월중순) 소비전력 그래프이다. 그림 2와 같이 코엑스의 계약전력은 23,800 kW이며, 여름철 코엑스의 일일 평균소비전력은 그림 3과 같다.

코엑스는 총 5개의 건물과 기계실로 구성되어 있고, 각각의 건물은 용도별로 사무형, 전시형, 상업형으로 분류할 수 있으며, 기계실은 코엑스 특성상 별도로 구성되어 있다. 이상의 이유로 코엑스의 로컬 스위치기어의 전력수요 DATA를 건물의 용도별로 구분하여 정리하였다.

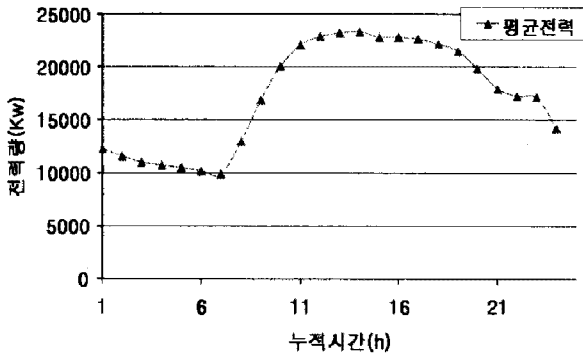


그림 3. 코엑스 여름철 일일평균소비전력

(1) 사무용(아셈타워, 트레이드타워)

그림 4는 코엑스의 사무용 건물인 아셈타워와 트레이드타워의 2006년 하절기일부(7월중순~8월중순) 전력수요이다. 사무용 건물의 경우 주중과 주말에 따른 전력소비변화만 있을뿐 전반적으로 유사한 형태의 소비량을 보여주고 있음을 알 수 있다. 특이한 점은 주말에 전반적으로 아셈타워가 트레이드타워보다 전력소비량이 많음을 알 수 있는데 이것은 소프트웨어 업체가 많은 아셈타워 입주사 업종 때문으로 보여진다. 그리고, 발전량 그래프와 관계없는 형태를 보여줌으로 사무용의 전력 사용량은 전체 전력의 사용량에 변동에 영향이 적음을 알 수 있다.

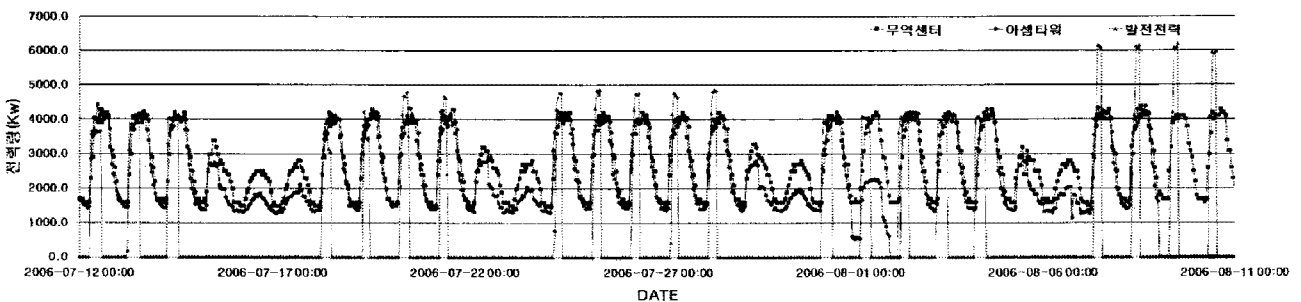


그림 4. 코엑스 2006년 7~8월 소비전력 그래프 (사무용)

(2) 전시용(전시동, 컨벤션)

그림 5는 코엑스의 전시용 건물인 전시동과 컨벤션의 2006년 하절기일부(7월중순~8월중순) 전력수요이다. 사무용 건물과 다르게 날짜별 전력수요가 각기 다르고, 전시동과 컨벤션의 수요는 별개로 이루어 짐을 알 수 있다. 이것은 전시동과 컨벤션의 경우 행사 유무에 따른 전력 소비량의 변화가 큰 것으로 보여지며, 사무용과 마찬가지로 발전량 그래프와의 관련성은 적음을 알 수 있다.

(3) 상업용(코엑스몰)

그림 6은 코엑스의 상업용 건물인 코엑스몰의 2006년 하절기일부(7월중순~8월중순) 전력수요이다. 실제 코엑스몰의 전력수요량은 시기와 요일에 관계없이 거의 일정함을 알 수 있으며, 이것은 지하 상업시설인 코엑스몰의 특성상 세입자가 사업장에서 사용하는 조명 및 일반전력이 년중 유사 규모로 소비되고 있음을 보여준다.

(4) 기계실(기계실, 냉동기)

그림 7은 코엑스의 기계실의 2006년 하절기일부(7월중순~8월중순) 전력수요이다. 기계실은 크게 전력 및 정화조에 해당하는 부분과 냉동기부분의 두가지로 나누어 지며, 그림과 같이 발전량에 따라 전력수요가 크게 변화함을 알 수 있다.

3.3 하절기 발전기 사용시간 및 내용 분석

(1) 하절기 발전기 사용 시간 분석

코엑스의 2006, 7년의 6, 7, 8, 9월 발전기 사용시간은 총 425시간이다. 이기간에 해당하는 전체 122일에 해당하는 5,856시간에서 시설가동시간인 09

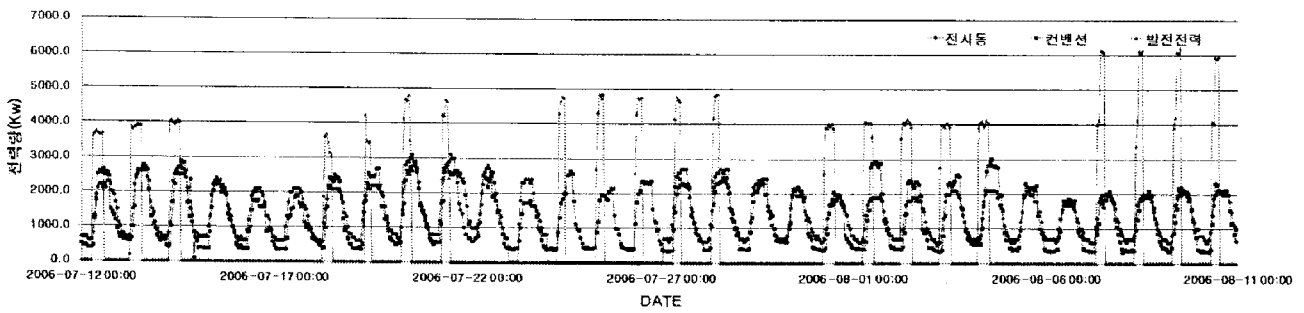


그림 5. 코엑스 2006년 7~8월 소비전력 그래프 (전시용)

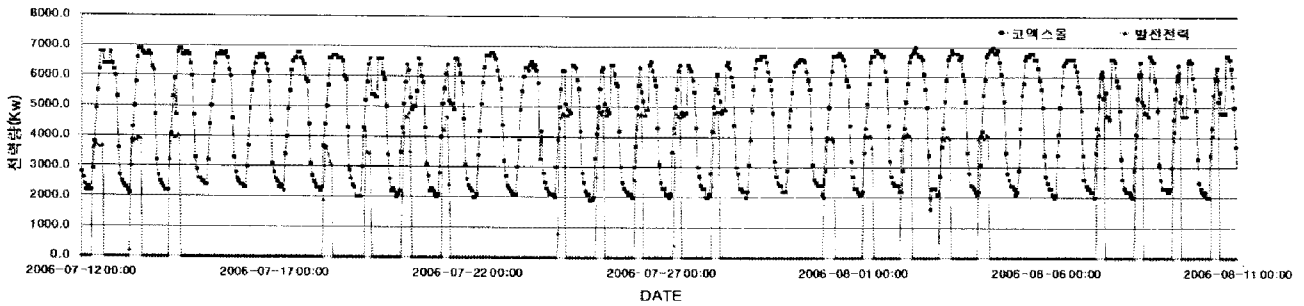


그림 6. 코엑스 2006년 7~8월 소비전력 그래프 (상업용)

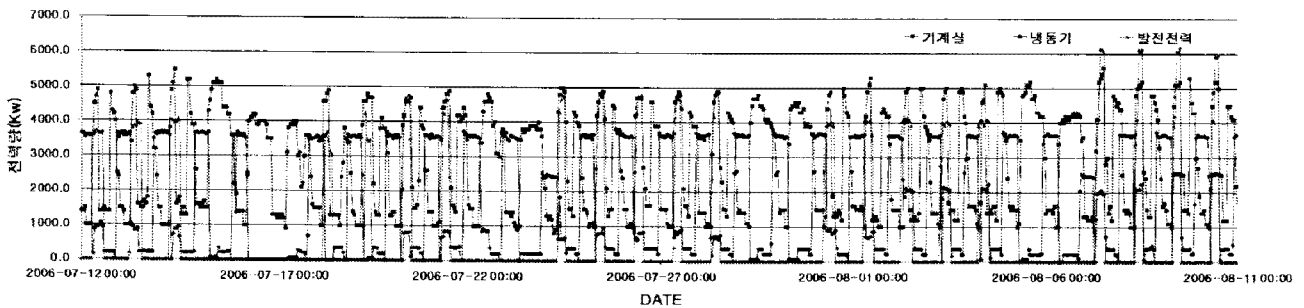


그림 7. 코엑스 2006년 7~8월 소비전력 그래프 (기계실)

시~18시의 데이터는 총 2,440시간이며, 중간에 데이터 누락으로 인한 10일의 기록을 제외하면 분석할 수 있는 시설가동시간은 2,340시간에 해당하게 된다. 이중에 발전기 사용 시간은 총 425시간이며 이는 전체 시간대비 약 18.2 %에 해당한다.

코엑스 발전기 사용은 코엑스의 계약전력량인 23,800 kW에 맞추어 결정된다. 대개 발전기 가동은 오전 10-12시 사이에 계약전력량을 넘고 피크타임인 12시~1시의 전력이 26,000 kW 이상으로 예상될 때 운영자 판단으로 결정된다.

표 1은 코엑스 2006, 7년의 6, 7, 8, 9월 발전기 사용시간 및 사용량을 나타내고 있다. 코엑스 발전량은 2년동안 총 2,307 MWh이며 그 기간의 시설가동시간내 코엑스 전력 소모량은 54,365 MWh로서 발전량은 전체 소모량의 4.23% 를 차지하고 있다. 그림 8은 2006년의 6, 7, 8, 9월 코엑스 전력소모량 및 발전량을 제외한 전력소모량프이다. 그림에서 볼 수 있듯이 발전기 사용으로 인한 전력량 감소 및 피크부하에 해당하는 구간의 기울기가 줄어들 것을 알 수 있다.

(2) 하절기 발전기 사용 내용 분석

표 1. 코엑스 2006.7년 하절기 발전기 사용시간 및 사용량

구분	발전기1			발전기2			발전기3		
	50	75	100	50	75	100	50	75	100
06년	발전시간			발전량 (MWh)			발전량 (MWh)		
	9	149	18	12	127	22	18	130	30
	341.922			313.713			358.092		
07년	발전시간			발전량 (MWh)			발전량 (MWh)		
	25	199	3	18	219	10	11	183	23
	420.367			459.632			420.628		
전체 발전량 (MWh)				2,314.354					

(3) 발전기 사용시 소모 연료에 따른 CO₂ 발생량 분석
표 2는 발전기 공장시험 성적 데이터로 발전기 가동상황에 따른 연료 소모량 및 연료 밀도 등을 나타내고 있다.

표 2. 코엑스 발전기 공장시험 성적 데이터

구분	발전기1			발전기2			발전기3		
	50	75	100	50	75	100	50	75	100
가동비(%)	50	75	100	50	75	100	50	75	100
발전기 출력(kW)	1310	1962	2631	1304	1958	2624	1309	1962	2635
연료소비율 (MJ/kW·h)	10.04	9.31	9.02	10.40	9.75	9.33	9.81	9.11	8.78
연료밀도 (API)	35	35	35	35	35	35	35	35	35
저위발열량 (BTU/lb)	911	911	911	911	911	911	911	911	911

다음 (1)식은 발전기 가동시 소모되는 연료 소비량을 나타내고 있다.

$$\text{연료소비량 } F = \frac{P_s \times b}{P_f} (L/h) \quad (1)$$

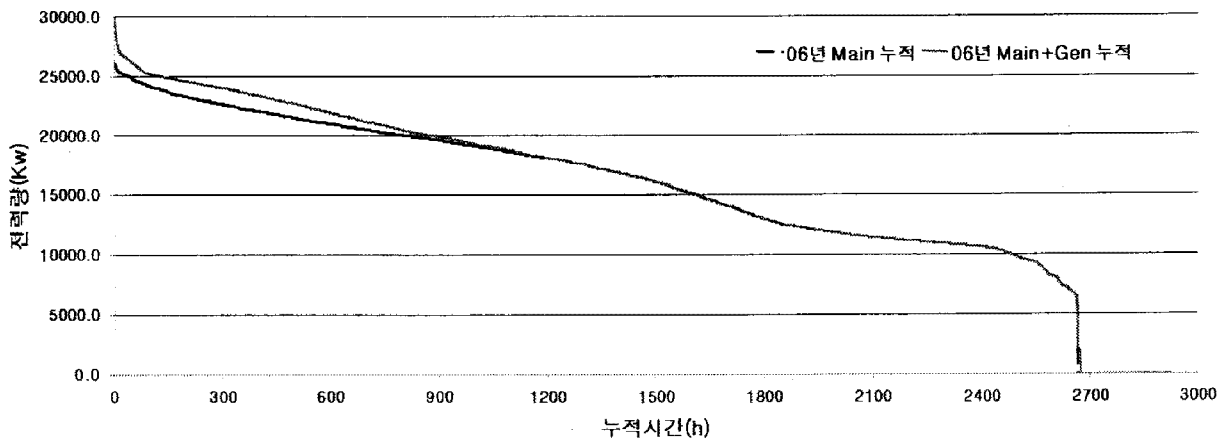


그림 8. 코엑스 누적 소비전력 그래프 (2006)

표 3은 식 (1)로 구한 발전기에 따른 가동비별 시간당 연료 소비량을 보여주고 있다.

표 3. 코엑스 발전기별 가동비에 따른 시간당 연료소비량(추산)

구분	발전기1			발전기2			발전기3		
	가동비	50	75	100	50	75	100	50	75
시간당 연료 소비량(L/h)	7230	10124	13153	7517	10381	13369	7117	9907	12828

표 4는 표 1의 가동비별 가동시간과 표3의 가동비별 연료 소비량을 곱하여 구한 발전기별 연간 연료 소비량이다.

표 4. 코엑스 발전기별 가동비에 따른 연간 연료소비량(추산)

구분	발전기1	발전기2	발전기3
06년 연료소비량	1,810,840	1,732,509	1,800,706
07년 연료소비량	2,236,385	2,588,235	2,186,197
소계	12,354,872		

발생연료량으로부터 구한 2006, 7년의 6, 7, 8, 9 월 발전기 사용량에 따른 이산화탄소 생산량은 8,857.2 Tc가 된다. 년도별로 보면 2006년에는 3,831.1 Tc였고, 2007년에는 5,026.1 Tc로 전년대비 약 76%나 배출량이 급증한 것을 알 수 있다.

4. 결론

국내 복합건물인 코엑스의 전력데이터를 기반으

로 코엑스 구성건물의 전력 사용량 및 발전기 가동 현황을 살펴봄으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 건물에서 전력수급의 피크치를 결정하는 것은 주로 냉방에 사용되는 전력으로, 코엑스의 경우 발전기를 돌리는 결정적 요인이 된다. 그리고 일반건물에서의 냉방 전력을 제외한 나머지 전력은 소비량이 유사하게 나오며, 이는 디밍 및 기기제어를 통해 제어하지 않는 이상 연중 유사한 형태의 소비량을 보일 것으로 예상된다.
- (2) 코엑스 하절기 발전량은 전체 전력 소비량의 4.3%를 차지하고 있으며 발전기 성능에 따라 구한 경우 사용량은 2006년에는 5,344,055 L 이고 2007년에는 약 76% 증가한 7,010,817 L가 된다. 소비 경유량으로부터 배출된 탄소톤은 2006, 7년의 합계로 8,857.2 Tc가 된다.
- (3) 코엑스의 전력 사용량은 해마다 증가추세에 있으며, 그에 따른 발전기 사용 및 이산화탄소 배출량도 증가하고 있다. 코엑스는 규모 및 설비구성의 특성상 여름철에도 흡수식냉동기를 돌리기 위해 보일러를 가동하는 곳이다. 이러한 특성을 감안할 때 가스터빈이나 가스엔진을 통한 소규모 열병합 발전을 도입하는 것이 이산화탄소 배출량 감소에 도움이 될 것으로 예측된다.

후 기

본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 2007년도 첨단도시개발사업 (과제번호:06건설핵심A01) 지원 사업으로 이루어진 것으로 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 전력소비통계, 전력통계정보시스템, <http://www.kpx.or.kr>
2. 손태규, 에너지 절약형 BEMS 패키지 기술개발에 관한 연구, 한국무역협회, 2005.
3. 김구섭, BAS, FMS를 적용한 전략적 빌딩에너지 관리 의사결정에 관한 연구, 한양대 경영학과 석사학위논문, 2005.
4. 한정옥 외, 냉방에너지 소비현황 및 전망, 대한설비공학회, 2005 하계학술발표대회 논문집, pp 1162~1171, 2005.
5. Arto Sarvi et al., Emissions from large-scale medium-speed diesel engines, Fuel Processing Technology 89, 2008, pp 510~519.