

대형상업건물의 열병합발전 부하조사

한승호 · 권순우 · 정상원 · 정재혁

대한제당(주) 중앙연구소

A Survey on the Co-Generation Load for Large Commercial Buildings

Seung Ho Han, Soonwoo Kwon, Sangwon Jung and Jaehyuk Jung
TS Corporation R&D Center

1. 서론

최근 대형 상업건물의 에너지 사용량이 급격한 증가 추세에 있어 국가 에너지의 효율적 이용 측면에서 열병합발전에 대한 적극적인 검토가 요구된다. 특히 여름철 냉방전력은 첨두부하 증가의 직접적인 원인이 되고 있으며 예비율 감소로 인한 신규발전소 건설 수요 증대 등 파급효과 때문에 정부의 전원계획에 심각한 영향을 미치고 있다. 이런 관점에서 전기수요관리는 정부 에너지 절약정책의 중요한 기초가 되고 있으며 정책적으로도 건물 열병합발전설비의 도입을 촉진하기 위한 제도정비를 서두르고 있다.

가스연료를 사용하는 건물 열병합 발전설비에 대한 연구는 국내에서는 한국가스공사 연구개발원과 에너지자원기술개발지원센터를 중심으로 다년간 추진되어 왔다¹⁻⁴⁾. 열병합발전설비 도입을 위한 각종 제도 정비 및 지원정책 수립, 가스엔진 개발, 경제성 분석 소프트웨어 개발 등 다양한 분야에서 연구를 수행하였다⁵⁻¹¹⁾. 또한 국내 대형상업건물중 신라호텔, 무역협회, 롯데월드 등에서는 이미 열병합발전설비를 설치하여 가동중에 있으며 에너지절약에 크게 기여하고 있다¹²⁾.

건물열병합은 대개 부하속응성이 우수한 터빈/엔진방식을 채택하게 되는데 정부 환경고시에 의하여 대도시지역은 대부분 가스연료(LNG) 사용을 의무화하고 있어 가스터빈이나 가스엔진 방식으로 제한된다. 건물열병합은 공장열병합과 달리 계절별, 일별 부하변동이 심한 특성이 있기 때문에 설비도입에 앞서 부하특성조사가 반드시 선행되어야 한다. 기초자료인 열부하, 전기부하조건을 토대로 하여 부하누적곡선(Load Duration Curve)을 작성한 후 최대부하, 최소부하, 연평균부하를 분석하고 보조보일러 사용여부 및 용량에 따라 최종적으로 적정 열병합발전 설비용량을 결정하게 된다¹³⁾. 설비용량 결정에는 열부하추종운전 또는 전기부하추종운전과 냉동기부하를 고려한다.

여기에서는 서울특별시 지역에 소재하는 백화점, 종합병원, 호텔, 사무용건물 등 약 50개 대형 상업건물에 대하여 최근 1년간 에너지 사용실태를 조사하여 열병합발전설비 도입의 경제성 평가를 위한 열부하, 냉방부하, 전기부하조건을 분석하고자 한다.

2. 조사 항목 및 방법

2.1 조사대상 업체

서울특별시에 소재하는 에너지 다소비업체중 대형 상업건물을 대상으로 하되 연간 연료사용량 500TOE 이상, 전력사용량 150만 kWh 이상인 업체 50개를 선정하였다. 최종 조사에 응답한 업체는 48개 업체로 각각 병원 22, 호텔 17, 백화점 5, 사무용건물 3, 기타 1 이었다.

2.2 주요 조사항목

조사항목으로는 다음과 같이 열병합발전설비 도입 검토에 필요한 기초 부하자료 사항을 포함한다.

기존시설현황 조사

- 건물 연면적, 난방면적 (m²)
- 보일러: 형식, 용량(톤/시), 효율(%), 급수온도(°C), 증기압력(kg/cm²), 증기온도(°C), 사용연료
- 냉방기: 형식, 용량(RT), 소요동력(kW)
- 전력: 계약용량(kW), 수전전압(kV)

부하특성

- 월별 연료사용량: 연료사용량(Nm³ 또는 kl), 증기발생량(톤/월), 급탕사용량(톤/월)
- 계절별 일평균 열부하: 봄/가을(4월), 겨울(1월), 여름(8월)의 평일 24시간 열부하(%) 분포
- 계절별 일평균 냉방부하: 봄/가을(4월), 겨울(1월), 여름(8월)의 평일 24시간 냉방부하(%) 분포
- 월별 전력사용량: 총전력사용량(kWh), 최대전력(kW), 냉방전력사용량(kWh)
- 계절별 일평균 전기부하: 봄/가을(4월), 겨울(1월), 여름(8월)의 평일 24시간 전기부하(%) 분포

2.3 조사 방법

전항에서 규정한 조사항목을 포함하는 설문지를 작성하여 우편으로 발송하였으며 일정 기간이 지난 후 설문지를 우편으로 회수하였다. 자료가 미비한 경우는 별도로 조사원이 직접 업체를 방문하여 담당자를 면담하고 자료를 보강하는 방

법을 채택하였다.

2.4 조사기간

1996년 1월부터 3개월간 전년도 자료를 대상으로 조사하였다.

3. 조사결과

3.1. 연간 에너지 사용량

조사대상 건물의 에너지 사용실태를 에너지사용율(Nm^3/m^2 또는 kWh/m^2)로 환산한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Statistical analysis for energy consumption rates.

	Fuel ($\text{Nm}^3/\text{yr}/\text{m}^2$)	Electricity ($\text{kWh}/\text{yr}/\text{m}^2$)	Refrigerating Elec. ($\text{kWh}/\text{yr}/\text{m}^2$)
Hospital	33.2($R^2=0.90$)	155.1($R^2=0.96$)	12.3($R^2=0.40$)
Hotel	40.9(0.52)	222.8(0.82)	31.4(0.65)
Store/Office	17.6(0.84)	344.8(0.88)	32.3(0.76)

3.2. 부하분포특성 분석

조사대상 건물의 월별 에너지부하 분포를 종합하여 단위면적당 연평균 에너지 부하를 계산한 결과는 Table 2와 같다. Table 2의 수치는 월간에너지부하를 12개월간 산술평균으로 구한 값을 나타낸다.

Table 2. Average co-generation loads.

	Heat ($\text{kcal}/\text{hr}/\text{m}^2$)	Electricity (kW/m^2)	Heat+ Refrigerating ($\text{kcal}/\text{hr}/\text{m}^2$)	Electricity- Refrigerating (kW/m^2)
Hospital	21.06	12.91	29.21	11.47
Hotel	24.55	17.28	40.66	14.94
Store/Office	10.18	30.44	25.03	27.80

4. 결론

병원, 호텔, 백화점, 사무건물 등 서울특별시내 소재하는 에너지 다소비업체 50개를 조사하여 열병합발전설비 도입을 위한 기초자료를 분석하였다. 조사결과 단독건물의 총에너지 소비량이나 연간 에너지소비량 분포가 열병합발전설비를 도입하기에는 대부분 경제성이 아직 부족한 수준에 있으며 앞으로도 계속해서 여름철 냉방부하 증가현상이 지속될 것인지가 열병합의 도입여부 결정에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다¹³⁾. 전기부하가 여름철에 집중되어 피크가 발생하는 불

리한 에너지 구조를 경제적으로 개선하기 위해서는 다수 건물을 동시에 포함하는 공동 열병합발전 방식의 보급이 적합하나 아직 전기사업법이나 천연가스의 요금체계가 건물열병합의 도입을 적극적으로 추진하는데 여러 가지 장애요인을 내포하고 있어 법제도의 시급한 정비가 선행되어야 한다^{14,15)}. 최근 해외에서는 기존 전력사업자 이외에 독립전력사업자의 참여가 확대되는 추세에 있으며, 국내에서도 점차 민자발전소의 건설이 추진되고 있으므로 여름철 피크에 대한 전기수요관리의 효율성을 위해서도 건물열병합발전의 보급을 재촉해야 할 것이다.

참고문헌

1. 최병혁 등: 가스이용 기술개발 II, 한국동력자원연구소(1986).
2. 방효선 등: 천연가스 이용 빌딩 열병합발전 기술개발 기초연구, 한국가스공사(1991).
3. 방효선 등: 소형 열병합발전시스템 개발 및 보급방안 연구 Workshop, 한국가스공사(1993).
4. 방효선 등: 소형 열병합발전시스템 개발 및 보급방안 기획 연구, 한국가스공사(1993).
5. 방효선 등: 1000kW급 가스터빈 패키지 열병합 시스템 개발, 한국가스공사(1995).
6. 엔진 열병합발전 기술, 한국기술자문본부(1991).
7. 정동수 등: 냉난방을 위한 가스엔진 구동 열펌프 기술개발, 한국기계연구소(1991).
8. 오시덕: 국내외 가스터빈 열병합 시스템의 기술개발 현황과 보급 전망, 효성중공업주식회사(1995).
9. 유광택: 가스엔진 열병합발전 시스템의 기술개발 현황과 보급전망, 쌍용중공업주식회사(1995).
10. 한승호 등: 열병합발전 도입계획지원 프로그램 개발, 에너지관리공단(1994).
11. 소형 열병합발전소 관리 및 제어 소프트웨어 개발에 관한 최종 보고서, 통상산업부(1995).
12. 열병합발전 우수사례 발표 기술설명회, 에너지관리공단(1994).
13. 한승호 등: 가스열병합발전 경제성 분석 프로그램, 에너지관리공단(1996).
14. 김종달과 김종덕: 열수급계약 승인기준설정에 관한 연구, 에너지경제연구원(1993).
15. 박화춘: 가스열병합발전 시스템의 보급환경, 한국에너지기술연구소(1995).