

건물냉난방설비관련 전력피크관리사업 지원방안 연구

(The research on supporting method of electric peak management for building facilities of heating and cooling)

양승권*, 이한별

(Seung-Kwon Yang, Lee Han Byul)

Abstract

This paper gives the support method of DSM program(power load leveling for heating and cooling facilities on building). As the national power peak load increases recently, the peak load reduction is needed. So we studied about remote controlling of power load from heating/cooling facilities on building during peak times. To adopt new DSM program, it is very important to design DSM customer supporting system. So in this paper, we dealt with the result of customer survey, and the DSM potential regarding heating/cooling facilities on building. In conclusion, the peak reduction program of heating/cooling facilities is very important, and the incentive of customer should be consist of two incentive types as an installation and power reduction.

1. 서 론

전력수요관리 사업은 크게 효율향상과 부하관리로 구분된다. 특히 부하관리 사업은 주로 하계에 집중되어 있으며, 매년 7월 중순부터 8월까지가 주로 해당된다. 특히 하계부하관리 기간 동안 주 전력 피크발생원은 에어컨을 비롯한 냉방부하이며 이러한 전력피크는 단기간에 발생하는 것이지만 그로인해 매년 최대전력수요를 갱신하게 되어 신규발전 설비를 확충해야 하는 원인이 된다. 따라서 이러한 계절성 일시적인 전력피크를 완화하는 것은 국가에너지절감 및 성공적인 전력사업 추진을 위해 꼭 필요한 작업이며 우리나라도 예외가 아니다. 따라서 본 글에서는 하계 냉방 피크부하의 주 원인이 되고 있는 건물냉방칠러(전기식)를 중심으로 전력수용가 설비운용 실태조사와 전력수요관리 잠재량, 그리고 신규 전력피크관리 사업 추진을 위한 합리적인 지원금 제공방안 등에 대해 논해보고자 한다.

2. 본 론

2.1. 건물냉난방 전력설비 실태 조사

금번 건물냉난방 전력설비(칠러, 공조기 등)

가동실태를 조사하기 위해 국내 500KW 이상의 계약종별 일반용, 교육용 및 산업용 건물 중앙냉방장치(흡수식 혹은 전기식)를 보유한 수용가를 대상(14,390세대, '06년 기준)으로 하되 그 가운데 일부(약 200여 곳)를 선정하여 사전작성된 설문서를 토대로 전화 및 방문조사를 수행하였다. 특히 중앙집중형 냉방장치와 함께 FAN, Pump 및 전기식 히트펌프까지 포함된 실태조사를 수행하였다.

보통 건물 중앙집중형 냉방장치를 보유한 고객은 계약종별에 따라 일반용, 산업용, 교육용 등(주택용, 농사용 제외)으로 구분할 수 있으며, 일반용은 주로 상가, 임대, 매장용, 공공건물들이 주로 해당된다. 그리고 교육용은 초중고 및 대학건물 등이, 그리고 산업용은 공장건물이 해당된다. 또한 일반용 수용가 가운데 중앙집중형 냉방장치를 보유하고 있을 최소한의 계약전력 기준을 500kW로 선정하였다. 500KW 이상의 고객을 주 조사 대상으로 선정한 이유는 최소한 냉방공조용 칠러를 보유할 가능성이 있는 계약전력 규모를 일부 샘플조사를 통해 확인한 결과 타당하다고 입증되어 도출된 값이기 때문이다. 조사대상 가운데 일반용 고객은 대개 상가 건물이 많은데, 실제 냉방기기를 사용하는 주체는 건물 내에서 영업을 하는 임차인들이다. 그래서 그 들은 냉난방에 있어서 에너지 절감을 통한 요금저감도 중요하게 생각하지만 그 보다는 고객에 대한 서비스, 그리고 건물 내 입주

해 있는 사원들의 근로여건 등을 중요시하기 때문에 하계 냉방부하 억제를 위한 수요관리 사업에의 참여여부는 이러한 건물 입주자들의 입장이 어떻게 집약되느냐가 매우 중요하다. 그런데 최근 상당수 건물들이 전력소비가 큰 터보냉동기 등의 사용을 자제하거나 전력소모가 적은 흡수식으로 설비를 교체하는 경향이 뚜렷하며, 이는 전력요금의 부담이 세입자들에게 상대적으로 큰 부담이 되기 때문이다. 또한 터보냉동기를 흡수식 냉동기의 백업용으로 운용하는 곳도 많으며, 호텔 등 고급 서비스 업종의 경우 급속 냉방의 필요에 따라 전력요금의 부담과 관계없이 고객 서비스 측면을 우선적으로 고려하여 터보식 냉동기를 주 냉방설비로 운용하기도 한다. 중앙집중형 냉방장치 외에 보조 냉방수단으로 에어컨을 설치, 사용하는 곳도 많은데, 그 이유는 주로 중앙냉방장치의 냉방억제 능력이 부족한 경우, 각 세입자들이 자신의 사업 및 고객서비스를 목적으로 냉방을 좀더 강화하기 위한 경우 등이다.

다른 한편으로 고객의 냉방부하(칠러 및 에어컨 등)를 단시간(가령 1시간 내에 일정한 시간 주기로 억제)내에 억제(냉방설비 전기출력을 감소)하여 실내 온도를 일정 수준 오르게 한 뒤 다시 재 냉방을 할 경우 전력소비가 더욱 많아 질 것에 대한 우려도 있다. 이 부분은 외기온도가 매우 높은 경우 건물의 단열 혹은 건물냉열부하, 그리고 실내 온도를 얼마만큼의 시간동안에 얼마만큼 올리느냐에 따라 달라지기 때문에 제어시간 및 간격을 잘 선정해야 한다. 그러나 칠러의 경우는 고객이 제어할 수 있도록 하고, 에어컨, 공조기나 팬, 펌프 등은 고객과 협의하여 제어 대상을 선정하고 고객과의 협조아래 전력회사에서 원격제어 하기 때문에 큰 장애요인은 안 될 것으로 판단된다. 따라서 일반용 고객을 대상으로 수요관리 차원에서 냉방전력을 억제하기 위해서는, 첫째 일반용 고객의 냉방설비구성 및 특성(충분한 전기식 냉방설비 보유 및 가동)을 파악하고, 둘째 고객의 사업 특성(외부 고객에 대한 서비스 비중이 매우 큰 경우 온도 억제 곤란)을 검토하고, 마지막으로 이와 같은 여건에 부합하는 고객을 대상으로 수요관리 사업의 취지에 대한 홍보, 그리고 그에 따른 보상(인센티브) 및 고객 자신의 편의(요금절감)에 대한 납득할 만한 설명이 필요할 것이다.

산업용 고객은 전체적으로 중앙집중형 냉동기에 에어컨을 함께 사용하는 형태가 많았으며, 특히 냉방공조에서 공장(작업실 등)과 사무실을 함께 사용하는 경우가 많았다. 또한 중앙냉방공조로 냉방

부하를 전담하는 경우 보다는 에어컨을 보조로 사용하는 경우와 에어컨 개별냉방의 특성을 갖는 경우가 많았다. 피크관리 측면에서 피크타임 동안 온도 설정치를 조절하거나 설비가동시간을 통제함으로써 피크를 회피하는 방식을 많이 취하고 있으며, 전력회사의 원격제어 부문에 있어서는 80% 이상이 작업자 근로여건이나 직원반발 등의 사유로 반대하는 입장을 제시하였다. 실내온도는 전체적으로 24-27도 정도의 범위가 가장 많은 것으로 파악되었다. 산업용 고객의 경우 작업실 및 사무실 냉방 부하가 주 제어 대상인데, 여러 대의 냉방칠러가 다양한 냉방부하를 담당하는 경우가 많아서 고객이 스스로 냉방부하 여건을 감안하여 제어량을 선정하고, 일정시간 동안 스스로 냉방 부하를 제어하는 것이 바람직하다. 여러 대의 전기식 칠러를 어떻게 효과적으로 출력을 감소시킬지에 대해서는 작업실 및 생산 공정을 감안, 고객이 스스로 판단하여 시행하여야 한다. 산업용 수용가의 현장 특성이 매우 다양하고 냉방설비 설계가 업종 특성에 따라 다양하기 때문에 이러한 고객들을 수요관리 사업에 동참하도록 유도하기 위해서는 수요관리 사업의 취지, 그리고 그로인한 편의 등에 대해 충분한 설득과 교육, 그리고 홍보가 필요할 것이다.

교육용 고객의 설비는 대부분 전기식 히트펌프(Electric Heat Pump) 등 사계절 냉난방이 가능한 히트펌프(Heat Pump)와 에어컨의 점유율이 가장 높았다. 또한 전기식 히트펌프 고객의 경우 에어컨을 함께 가동하는 경우도 많았으며, 전기식 히트펌프 고객의 경우 중앙제어방식이, 에어컨 고객의 경우 개별제어방식이 많은 비중을 차지하고 있었다. 피크관리 측면에서 온도 설정치 조절에 의한 관리방식이 가장 많았고, 기타 설비 가동방식 조절 및 운전시간 조절의 방식이 많이 활용되고 있는 실정이다. 교육용 고객은 대부분 하계기간 방학으로 인해 가동부하가 적고, 학생들의 학습여건 조성 등의 사유로 온도 원격제어를 꺼리고 있는 실정인데, 일부 가능하다고 응답한 고객은 공문에 의한 요청이나 학교 당국의 에너지 절감차원의 제한적 온도 조절은 가능할 것으로 답변한 바 있다. 관공서의 경우, 냉방부하 억제 사업 참여가 비교적 수월하지만, 사립재단의 학교나 학원 등은 공익적 차원의 사업 참여를 주장하기가 쉽지 않으며, 사업참여에 다른 분명한 편익이 제시되어야 가능할 것으로 판단된다.

2.2. 전력수요관리 잠재량 평가

전기식 칠러와 공조기를 중심으로 한 건물냉방

전력부하의 수요관리 잠재량은 실태조사결과를 토대로 다음과 같이 산정할 수 있다.

$$\text{절감잠재량} = \text{수용가수} * \text{냉방칠러보유율} * \text{전기식보유율} * \text{평균냉방RT} * \text{피크시간대가동확률} * \text{고객 수용성정도}$$

국내 500KW 이상의 일반용 수용가의 냉방공조용 칠러 및 공조기 등의 부대설비 전력부하량은 추정결과 약 총 212만KW 정도로 추정되었다. 이 수치는 에어컨 등의 칠러 및 공조기, 팬, 펌프 등을 제외한 타 냉방수단을 제외한 추정치이다. 이 절감 잠재량 산출은 선별된 수용가들의 전화 및 현장조사를 통해 취득된 데이터로부터 추정, 산출된 수치이므로 보다 많은 조사가 이루어진다면 다른 추정치가 도출될 수도 있다. 보통 일반용 수용가의 보유한 Turbo, Screw 등의 전기식 냉방칠러는 Main 냉방전용으로 사용하는 곳도 있지만, 흡수식 냉동기의 Back-up용으로 사용하는 경우도 많다. 또한 냉방칠러와 에어컨을 동시에 가동하거나 냉방칠러 가동 시간이 경과하면 개별 에어컨을 가동하는 경우도 상당수 있다.

실제 사업화를 고려한, 즉 고객 수용성(고객이 본 수요관리 사업 시행 시 참여 가능한 의사를 밝힌 사례 고려)을 고려하고, 실제 피크 시간대에 본 전기식 칠러가 운전되는 경우를 함께 반영하여 조사한 결과는 보유량에 비해 상당히 적은 약 33만 KW 정도의 추론치를 얻을 수 있었다. 이 추론치 역시 고객의 수용성에 대한 변동성(누가 대답을 했느냐에 따라 신빙성의 차이가 있을 수 있음)과 피크시간대 운전 확률에 대한 단순한 설문 결과치에 의존한 불확실성 등을 고려할 때 상당한 오차가 발생할 소지가 충분하다. 다만 일반용 고객의 설비보유량이나 수용성을 반영한 절감 잠재량 등의 수치는 객관적인 하나의 지표로서 관련 정책 수립 시 참조할 수 있는 데이터로서 가치가 있다고 보겠다. 일반용 수용가의 경우 대개 빌딩소유주가 임대를 주고, 많은 임차인들이 입주해서 상업활동이나 사업 등을 영위하고 있는 상황이기 때문에 단순히 건물소유주가 혹은 관리기사가 수요관리 사업에 참여할 의사를 결정할 수 있는 권한이 없다. 이 문제는 임차인들의 의견을 모으고, 실제적으로 이들에게 불편을 최소화하면서 동시에 편익(혜택)이 극대화되는 조건이 제시되어야 하며, 이러한 형태의 수요관리 프로그램이 시행될 때 비로소 칠러를 비롯한 고객의 실제적인 냉방전력부하를 효과적으로 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

산업용 수용가의 전기식 냉방 칠러 및 관련 설비의 전력부하량은 약 269만KW 가량으로 추정되었고, 이 가운데 피크시간대 운전확률 및 고객의 수용성을 고려한 사업 잠재량은 약 33만KW 내외로 추정되고 있다. 일반용 수용가의 절감 잠재량 추정과 마찬가지로 산업용의 경우도 조사대상이 대폭 늘어나는 경우 결과치는 다소 달라질 수 있으며, 또한 사업화를 고려한 실제 절감 잠재량도 마찬가지다. 산업용수용가의 경우 일반용 및 교육용 수용가와는 냉방공조 측면에서 상당히 다르다. 일반용, 교육용 수용가의 경우 칠러 자체가 냉방을 전담(혹은 타 냉방장치와 함께 가동)하지만 산업용의 경우 사무실이나 작업실의 냉방을 전담하는 냉방공조용 칠러도 있지만, 냉각(Cooler)과 냉방을 여러 대의 칠러가 연동되어 함께 가동되는 경우도 많다. 따라서 산업용의 경우 냉방공조 칠러가 각 수용가 별로 어떠한 형태로 구성되어 있는지 분석하는 것이 중요하며, 냉각과 냉방을 함께 하는 경우는 수요관리 측면에서 수요자원으로 활용하는데 다소 어려움이 있다. 공장의 경우 주로 생산공정을 매우 중요시하기 때문에 수요관리 사업의 지원금에 따른 편익을 그다지 중요시 하지 않는 경우가 많다. 그러나 사무실 냉방 전용으로 칠러를 사용하거나 일반 작업실의 냉방설비 등에 대해서는 절감자원으로의 활용이 가능하다. 공장의 경우 특히 하절기에 전력 피크에 따른 기본요금 상승에 크게 주의하고 있기 때문에 자체적으로 피크관리를 하므로, 고객 스스로의 전력피크 저감 차원에서 전기로 구동되는 칠러의 피크시간대 절감을 적절한 지원금으로 유도하는 경우 충분한 사업화가 가능할 것으로 판단된다.

교육용 수용가의 전기식 냉방공조 칠러의 보유량과 절감 잠재량은 매우 미미하다. 그 이유는 교육용 수용가 가운데 교육청등 교육기관과 초중고 등의 제약전력이 크지 않고, 또한 냉방방식도 주로 EHP 혹은 GHP 등의 시스템 에어컨에 의한 냉방방식을 선호하고 있기 때문이다. 특히 학교의 경우 하계 기간동안 행정실 등을 제외하고 방학기간 중 냉방설비 가동기회가 적으며, 방학기간 중 보충수업 등의 경우에 가끔씩 냉방기기를 가동하는 상황이다. 그러나 대학교의 경우 제약전력량이 크고, 냉방칠러를 사용하는 곳이 많으며, 에어컨 등의 냉방부하도 상당히 크다. 하계 동안에 대학의 경우 주로 행정실, 교수실, 도서관 및 실험실 등의 냉방기기 사용이 많고, 강의실의 경우 대개 학교 측에서 에너지 절감을 위해 강의실 문을 잠그거나 에어컨을 사용하지 못하도록 통제하는 경우가 많다.

2.3. 지원방안 검토

현 건물냉방공조용 칠러를 중심으로 한 고객 냉방설비의 전력회사 수행 수요관리 사업 참여시 지원금은 설치지원금과 실적급(제어지원금)으로 나누어 제공하는 방식이 합리적일 것으로 판단된다. 현재 시행중인 전력수요관리 사업 가운데 하나인 1구내다수원격제어에어컨의 경우 설치지원금만 제공하고 있으나, 개별적인 에어컨을 제어하는 원격제어에어컨의 경우와는 달리, 건물냉난방 원격제어는 어느 정도 양방향 제어가 가능하므로 약정기간을 두고 제어에 따른 제어지원금을 설치지원금외에 별도로 제공하는 방식도 검토할 만하다. 어쨌든 건물냉방공조용 Chiller를 중심으로 한 고객 냉방설비의 통합 원격제어시스템은 이러한 양방향 제어의 특성을 활용하여 설치지원금과 제어 지원금을 조합하여 제공하는 방식이 적절할 것으로 판단된다.

3. 결 론

지금까지 Chiller, 공조기 중심으로 건물냉난방 전력설비 가동실태, 수요관리 잠재량 및 사업지원방안에 대해 검토하여 보았다. 건물냉난방 설비는 주로, Chiller, 히트펌프, 공조기 및 팬 등이 해당되며, 이들은 피크억제 관련 전력수요관리 프로그램으로 관리되어야 할 수요관리 자원임을 확인하였다.

본 글을 통해 다루어졌던 하절기와 동절기 냉난방 전력피크 억제를 위해 수행된 실태조사, 산정된 전력수요관리 잠재량, 그리고 사업지원금 운용방안 등은 향후 피크억제 수요관리 프로그램 추진 시 많은 도움을 줄 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) 양승권, 이한별, “공조용대용량냉동기 직접제어시스템 개발 및 적용연구”, 중간 및 최종보고서
- (2) 전력거래소, “KPX-2005, 전력거래 기본반”
- (3) 산업자원부, “DSM 잠재량 평가와 모니터링을 위한 기법개발 및 활용방안 연구에 대한 최종보고서”
- (4) 한국전력공사 전력수급처, “전력수요관리 심포지움”
- (5) 삼인제어(주), “‘대용량냉동기 직접제어 실증시험’사용자 설명서”
- (6) 에너지관리공단/한전 KDN, “직접부하제어 상위시스템 설계서”
- (7) 한국전력공사 수요관리실, “제1회 전력수요관리 논문집”