

전기식 히트펌프(EHP)의 전력수요관리 적용기술

(The DSM application technique for EHP)

양승권*, 이한별

(Seung-Kwon Yang, Lee Han Byul)

Abstract

This paper gives the application method for Electric Heat Pump to DSM programs. The EHP has a function to transfer heat, and uses electricity as a energy source. In nowadays, as oil prices go up, many people uses the EHP, instead of GHP, the electric power peak load is escalating gradually. By that reason, to achieve successful load leveling, new DSM programs for EHP is needed. Under those circumstances, we discussed about the need of DSM programs for EHP, and the detail method for application EHP to DSM programs in this paper. And we dealt with the site specific test for EHP, and analyzed the test result.

1. 서론

EHP란 전기에너지를 이용하여 냉방 및 난방을 할 수 있는 장비로 하나의 실외기에 여러 대의 실내기를 연결하여 사용할 수 있는 구조로 되어 있다. 보통 실외기는 5~50마력까지 사용되며, 실외기 마력 수에 따라 실내기의 사용수가 제한되고 실외기 끼리 서로 통신을 할 수 있으며 또한 각각의 실내기와도 통신을 할 수 있는 구조로 조합되어 있다. 따라서 중앙에서 시스템 전체를 통제할 수 있도록 구성할 수 있다. 최근 이런 시스템형태의 EHP장비를 전력요금의 절감일환으로 피크전력 제어 시스템을 연계하려는 경향을 보이고 있으며, 이 피크제어시스템은 EHP 특유 구조와 부합, 연계하는 형태를 추구하고 있다.

한편으로 히트펌프는 열원에 따라 수열원, 공기열원, 지열원 등이 있으며 각 종류별로 각각 장단점을 가지고 있다. 최근 유가상승으로 인해 상대적으로 저렴한 전력을 사용하는 에너지절비 이용이 크게 증가하고 있는데, EHP도 같은 맥락에서 설비 도입 수용가가 대폭증가하고 있고, 그에 따른 전력 피크부하도 급증하고 있는 실정이다. 그래서 하계/동계의 전력부하 완화를 위한 새로운 전력수요관리 프로그램 개발 필요성이 절실한 가운데 본 EHP의 수요관리 프로그램 적용을 위한 연구를 시행하게 되었다.

2. 본론

2.1. EHP의 수요관리 필요성

잘 알려진 것처럼 우리나라의 하계냉방부하와 동계 난방부하는 전력 피크를 유발하는 주요원인이 되고 있으며 이로 인해 매년 발전 및 전력설비 확충 부담이 가중되고 있다.

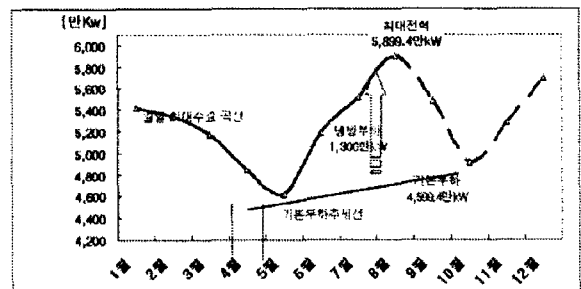


그림.1 국내 하계 소비전력부하패턴

그림1과 같이 2006년 하계냉방부하는 약 1,300만 KW규모로 추정되며, 이는 100만KW원자력발전소 13개 발전규모와 비슷하다. 따라서 이러한 과도한 하계냉방피크억제를 위해 전력회사에서는 다양한 전력 수요관리 프로그램을 운용하고 있는데, 하계 휴가보수 및 자율절전을 비롯하여 원격제어에어컨, 최대전력장치 보급 사업 등이 바로 그것이다. 이러한 하계 피크관리프로그램 시행에 의해 국가적으로 매년 300만KW 이상의 피크억제 효과를 거두고 있으나 피크억제를 향상시키기 위해 좀 더 다

양한 프로그램 개발이 절실한 실정이다. 한편으로 이러한 맥락에서 최근 유가상승과 맞물려 급증하고 있는 전기식 히트펌프는 매우 좋은 수요관리 자원으로 부각되고 있다. 국내 상업용, 업무용 시설(학교, 관공서 상가 포함)을 대상으로 설치되는 EHP는 연간 약 50만대 정도로 알려져 있으며, 실외기 규모는 보통 약 5~50HP범위를 갖는다. GHP는 가스를 에너지원으로 하지만 EHP는 전기를 에너지원으로 한다. 따라서 4계절 냉난방이 가능하므로 하계와 동계기간 동안 전력수요관리 프로그램으로 연계 시킬 경우 피크억제와 전력부하 평준화에 기여할 수 있다.

	생산	출하	비고
2005	0	37	
2006	994	773	
2007	80,937	62,733	

표.1 년 도별 히트펌프생산출하량(단위 : 대)

2.2. EHP 전력 수요관리 방안

EHP의 전력수요관리 프로그램 적용을 위해서는 먼저 EHP의 수요관리 잠재량 평가, 수요관리가 가능한 기술적 방안 등이 검토되어야 한다. 먼저 국내 주요 EHP 제조업체의 경우 각각 제어프로토콜이 상이하므로 각 제어프로토콜에 맞는 피크제어모듈 개발이 필요하다. 따라서 피크제어모듈을 개발하기 위해서는 각 제조업체와의 기술협력이 필요한데, 주요제조업체별 제어 프로토콜에 대한 내용을 살펴보면 다음과 같다.

A社 EHP의 경우는 A社 EHP의 통신과 연계된 소프트웨어 자체프로그램을 개발하여 사용자에게 공급하고 있는데, A社 EHP의 피크전력제어 형태는 본 제조업체 소프트웨어 프로그램과 연동될 수 있는 중간통신장치를 만들어서 피크전력제어시스템의 신호를 같은 프로토콜형태로 변환하여 명령 수행을 할 수 있도록 구성되어있다. 또한 웹 방식의 소프트웨어를 최근 개발하여 어디서든지 A社 시스템을 조절하거나 피크전력의 기본 데이터를 사용자가 쉽게 처리할 수 있도록 구성하기도 한다. 이 피크전력시스템의 명령을 받은 중간 장치는 다시 본 제조업체 자체 소프트웨어 프로그램에 명령을 주어 각각의 실내기를 단계별로 OFF시키는 알고리즘이 구성되며 실내기가 제어되면서 여기에 통신으로 연결된 실외기가 인버터타입의 경우 용량제한 형태를 띠게 되고, 이에 따라 전력사용이 감소되면서 피크전력을 제한하게 되는 형태이다. 그러나 단점은 서로각각 통신의 명령을 수행하면

서 각각의 실내기까지 도달하는 시간과 그 다음단계 실외기가 동작하는 시간동안에 피크전력제한시간을 초과 할 수도 있기 때문에 정밀한 피크전력 제어를 하기 어려운 구조를 갖고 있으므로 향후 전력회사의 수요관리 사업적 측면에서는 보다 정밀한 제어구조를 필요로 하게 된다.

현재 A社시스템의 피크전력제어 연동결과 약 80~85%의 제어 효과(제어명령에 따른 정확한 제어확률)를 보이고 있는데, 향후 99%정도의 정밀한 제어가 가능하도록 전력수용가나 전력회사의 관심과 노력이 요구된다.

다음으로 B社 EHP의 형태는 A社 시스템과 동일한 형태의 구조를 가지고 있으며 유사한 제어 구성을 취하고 있다. 피크전력제어 연동구성형태는 A社와 조금 상이한 부분이 있는데, 그 부분은 B社의 전용 소프트웨어 프로그램과 피크전력제어시스템의 전용소프트웨어 프로그램 상에서 프로토콜을 맞춰서 명령을 주고받을 수 있는 구조로 만들어져 있는 부분이 다르기 때문이다. 한편으로 본 시스템은 피크전력제어용 소프트웨어프로그램에서 명령을 보내면 본 제조업체 EHP의 내장 소프트웨어가 응답을 하고 그 이후 관련실내기를 단계별로 제어하여 원하는 피크전력을 낮추는 형태를 취하고 있으며, A社 EHP와 마찬가지로 실내기를 우선적으로 제어하여 인버터형태의 실외기가 용량제한을 하도록 구성되었다. 이 형태도 마찬가지로 정밀한 피크전력제어의 응답을 받을 수 있는 형태이다. 또한 A社과 B社형태의 시스템 구조에서는 관리 컴퓨터가 꼭 필요하므로 컴퓨터의 고장이나 관리 소홀에 주의하여야 한다.

결국 EHP시스템의 피크전력제어는 실외기를 직접 컨트롤 할 수 있는 구조로 만들어 안정적인 시스템을 구축하는데 주안점을 두어야 할 것으로 판단되며, 앞으로 실외기를 직접 연동제어 할 수 있는 하드웨어 장치 및 이에 맞는 프로토콜개발이 시급하다고 생각된다.

2.3. 현장 실증시험 수행

금번 EHP의 피크억제 실증시험을 수행하였는바 그 실증시험시스템의 개략적인 구성은 그림2와 같다.

보통 EHP는 일반 에어컨과 달리 건물 실내기들을 일정한 그룹별(Zone)로 묶어 제어하는데 이러한 그룹제어기를 Zone Controller라고 부른다. 이 Zone Controller를 피크제어 모듈과 연결한 다음, 건물 내에 설치되어 있는 최대전력수요제어기

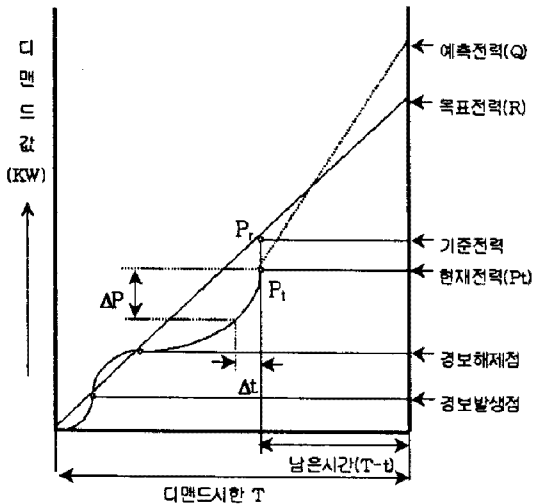


그림.1 최대전력수요제어기 동작원리

(Demand Controller)와 연동시켜서 전력회사 수요관리 프로그램에 따라 하계 피크기간동안 일정 시간씩 EHP의 출력을 억제하게 된다. 최대전력수요제어기(그림1 참조)는 전력수요관리 프로그램 가입 수용가의 건물 내에 설치되어 평소에는 수용가 건물의 전력피크를 억제하는 역할을 수행하며, 하계부하관리 기간 동안에는 수요관리 프로그램운영에 따라 일정한 기간과 시간동안 전력회사가 피크를 제어할 수 있도록 제어를 허용하게 된다.

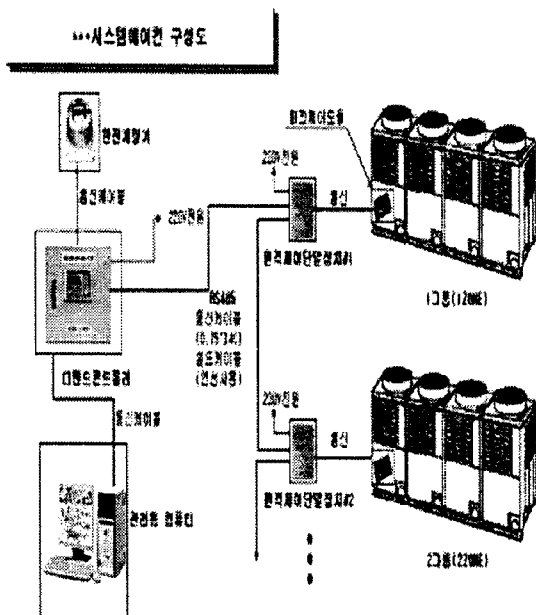


그림.2 EHP 실증시험 구성도

금번 EHP의 피크억제 실증시험을 위해 여름철 수도권 소재 전력 수용가건물을 선택하였고, 필요한 시험 설비를 갖춘 후 전력 피크억제 시험을 수행하였다. 시험 대상은 중학교건물로서 600KW의

계약전력 수용가로서 EHP로 학교건물 전체의 냉난방하고 있다.

본 EHP는 전력회사의 서버에 의해 사전에 고객에게 제어시작을 공지한 후 예정 시간에 제어하도록 구성하였는데 제어는 10분 간격으로 총 2시간 동안 시행되었으며, 제어 전후의 외기온도 및 실내 온도 변화와 전력소비량 변화를 측정하였다. 실증 시험을 통한 제어결과를 정리하면 그림3과 같다.

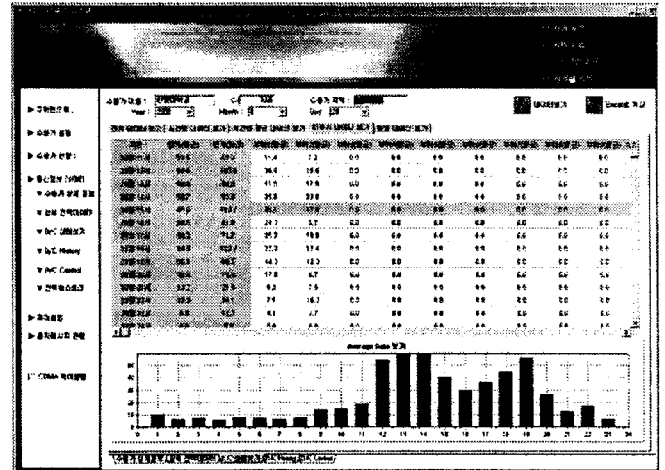


그림.3 EHP 원격제어 결과 모니터 화면

그림3과 같이 현장 실증시험결과 제어시간 동안 EHP의 소비전력감소를 확인할 수 있었다. 여기서 중요한 점은 제어 전후의 실내온도변화(증가)에 따라 실제 제어효과는 예상보다 조금 감소한다는 점이다. 이는 실외기를 일정시간 멈춘 상태에서 높은 외기온도에 따라 실내온도가 빠르게 증가하기 때문에 냉방부하가 증가할 수밖에 없기 때문에 불가피한 결과다. 이는 추후 수요관리 프로그램 설계시(관련 제어량 산정 시) 꼭 반영되어야 할 점으로 생각된다.

동일한 방법으로 동계기간 동안에도 EHP 난방 피크억제 시험을 수행 하였으며 비슷한 결과를 얻을 수 있었다. 본 시험을 통해 EHP는 전력피크억제의 중요한 전력수요관리 자원으로 활용될 수 있다는 사실을 알게 되었다.

2.4. 결과분석

상기에서 다루어진 EHP 시험결과 및 향후에 결해 나가야 할 과제를 정리하면 다음과 같다.

첫째, EHP 시험결과 10분 간격제어(10분 Off, 10분 On)를 통해 소비전력 감소를 확인 할 수 있게 되었다.

둘째, EHP 시험결과 EHP를 수급안정을 위한 소비전력피크억제 프로그램에의 적용 가능성을 확인

할 수 있었다.

셋째, EHP의 전력 수요관리 프로그램 적용을 위해 각 제조업체별 피크제어모듈이 필요하며, 모듈에는 정밀제어 및 Metering 기술이 요구된다(EHP 제어 알고리즘 및 H/W 및 통합 프로토콜 개발 필요).

넷째, 제어량 산정 및 지원금 책정을 위해 정교한 Metering이 필요한데, 이를 위해 각 EHP 수용가별로 정밀한 EHP 소비전력 부하패턴분석이 필요하다. 마지막으로 제어량에 따른 적정지원금 수준 산정, 사업화를 위한 기술규격개발, 인증제도 등의 개발이 요구된다.

3. 결 론

지금까지 전기식 히트펌프의 전력 수요관리 적용 필요성과 제어방법, 그리고 현장 실증시험내용 및 결과분석에 대해 살펴보았다. 전력부하 평준화는 부하율향상과 전력설비의 효과적 이용 및 설비투자 최적화를 위해 매우 중요한 과정이다. 특히 최근 들어 하계/동계에 발생하는 전력부하 피크는 국가적으로 추가발전, 전력설비 확충의 부담을 더욱 가중 시키고 있다. 이러한 상황에서 EHP 시스템의 전력 수요관리차원 활용을 위해 제어알고리즘을 개발하고 현장 실증시험을 통해 그 가능성을 확인한 것은 매우 의미 있는 일이다.

향후 본 실험결과를 토대로 EHP가 전력회사 및 국가차원의 원격제어를 통한 전력수요관리 프로그램으로 정착될 수 있도록 관련 제도와 기술을 보완하여 국가 전력수급안정 및 부하평준화에 만전을 기할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] 에너지관리공단, "수요관리법 조사연구", 2000.12
- [2] 한국전력공사, "수요관리기술 워크샵", 1999.10
- [3] Barakat & Chamberlin. Inc. "DSM Evaluation-Six Steps for Assessing Programs
- [4] Woolrich, W.R.: Handbook of Refrigerating Engineering, AM Pub., Co., 1965.
- [5] Stoecker W F, Refrigeration and Air Conditioning, McGraw-hill, New York, 1958
- [6] Ryall, A.L & Lipton, W.I. : Handling, transportation & Storage of Fruits and Vegetables, AM Pub. Co., 1979
- [7] Stoecker W F, Refrigeration and Air Conditioning, McGraw-hill, New York, 1958