

에어컨부하 직접제어시스템 실증시험 및 운용방안에 관한 연구

강원구, 김충환*, 김명수
한국전력공사 중앙교육원, 중앙교육원*, 전력연구원

The Study on the Field test and Operational Method of a Direct Load Control System for Air conditioner

Myong-Soo Kim*
Korea Electric Power Research Institute*

Abstract - In electric power industry, load balance has been one of the most fundamental and important management goals. Therefore, the strategy to achieve high quality load management now includes load balance besides the stabilization of electricity supply and quality management of electricity. Amongst many techniques of load management, direct load management has been actively studied and utilized to increase power facility and peak load suppression. Higher peak load situation is appeared during summer than during winter in Korea, and approximately 20% of the peak load is due to the load for air-conditioning. To cope with this peak load problem during summer KEPCO is performing a research project to develop a system to remotely control air-conditioning load using wireless communication. Currently, applicable facilities are limited to small-scale air-conditioning facility that has less than 2KW power capacity. This paper described the 1st year of efforts made in the study.

접제어를 위한 에어컨 원격제어시스템 개발 현황, 3장에서는 실증시험 결과, 4장에서는 시스템운용방안에 대하여 자세히 살펴보고자 한다.

2. 에어컨부하 직접제어시스템 개발현황

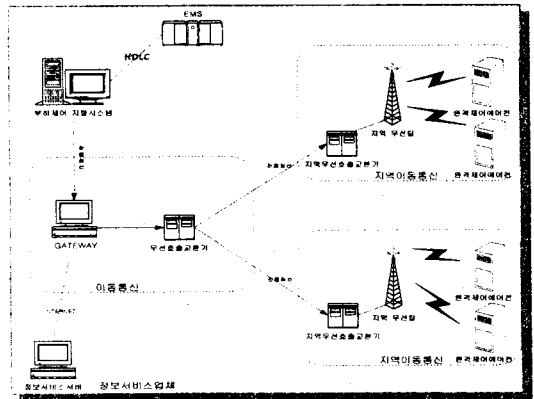
2.1 개요

에어컨부하 직접 제어시스템은 여름철 냉방기 가동에 의해 가중되고 있는 최대 전력수요를 효과적으로 억제하기 위한 방안으로 냉방부하의 20%이상을 차지하고 있는 에어컨부하를 직접 제어할 수 있는 기반을 조성하고자 하는데 있다. 이를 통하여 전력수급 비상시 에어컨부하를 사용 가능한 유효전력으로 대체하여 전력수요증가에 유연성 있게 대응하고 부하율 향상을 통한 투자비 절감과 전력수급 안정을 도모할 수 있을 것으로 사료된다. 이를 위해 부하제어 시스템을 중앙급전사령실에 설치하고 EMS(Energy Management System)와 연계하여 전력수급상황에 따라 전력수요를 합리적으로 제어할 수 있도록 구성하였다. 에어컨부하 직접 제어시스템의 개략적인 구성은 <그림 1>과 같다.

1. 서 론

1990년대 초까지, 국내의 전력수급 대책은 공급설비를 확보하는 공급측 관리가 주축이었으므로 최대수요의 변동 추이가 중점적인 관심사가 되어왔다. 그러나, 전원입지 확보의 곤란, 국제적인 환경규제 강화 및 막대한 투자재원의 조달문제, 송전선의 건설부지 교섭난 등으로 공급력 확보에 어려움을 겪게 되었다. 이러한 추세에 따라, 발전소를 건설하는 것과 병행하여 부하관리를 통한 부하율의 제도가 전력사업의 큰 관심 과제가 되었다.

여름철의 최대전력은 국민소득 증대에 따라 1960년대 초부터 1994년까지 연평균 14.5%의 꾸준한 성장을 하였다. 그리고 1994년에는 냉방수요의 폭증이 발생되었으며, 그 당시 에어컨부하는 전체 냉방부하의 50%를 상회하기도 하였다[1]. 그후, IMF 라는 국가적 경제위기로 인한 국내 경기 침체 및 국민들의 절약의식 고취에 따라 하계 최대부하가 잠시 감소하는 이변을 보였지만, 최근 경제회복에 대한 기대감과 함께 소비심리가 점차 되살아나고 있는 상황에서 에어컨 수요도 점차 급증하고 있다. 향후, 여름철 최대전력발생시 안정적인 전력공급을 위해서 첨두부하를 가중시키고 있는 냉방부하를 합리적으로 조절할 수 있는 방안이 시급히 요구되고 있는 실정이다[2]. 이에 따라 한국전력공사에서는 냉방부하의 20%를 차지하고 있는 에어컨부하를 효율적으로 제어할 수 있도록 "에어컨부하 직접제어 시행방안 연구"를 수행 중에 있다. 본 연구는 전력수급 비상시 부하를 직접 제어할 수 있는 원격제어에어컨의 개발과 이의 보급방안을 작성하는 것으로써, 전력수급능력 확충과 동·하계 부하평준화를 통한 부하율 향상으로 전력수급 안정에 기여할 것으로 사료된다. 2장에서는 에어컨부하 직



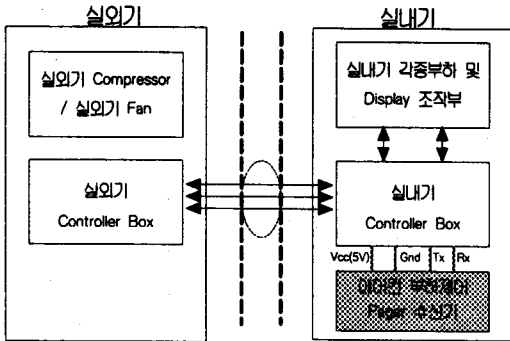
<그림 1> 에어컨부하 직접 제어시스템 구성도

원격제어에어컨시스템의 통신망 요구조건은 전국망을 갖추어야하고 경제성이 있어야 하며 단방향통신만 되어도 가능하다는 것이다. 이러한 이유는 용량이 큰 Chiller형의 냉방기를 제어했을 경우에는 현장에 설치되어 있는 냉방기의 가동상태를 중앙지령장치에서 반드시 확인이 필요하나, 규모가 작은 패키지 에어컨의 제어상태를 중앙에서 인지해야 하는 것은 별로 중요치 않다. 또한, 단방향 통신방식에 비해 양방향 통신은 2배 이상의 시설투자가 필요로 함으로 경제성에 문제가 있고, 90%정도만의 통신신뢰도를 나타내는 제어시스템으로도 부하제어를 시행하는데 별로 문제시되지 않기 때문이다. 따라서, 이에 대한 통신방식으로 앞서 수행한 연구를 통하여 경제성이나 신뢰성 측면에서 가

장 양호한 것으로 검토된 '페이지'에 의한 무선통신방식을 선정하였다. 일반가정이나 사무실에 설치될 보급형 원격제어 에어컨은 이동통신회사의 무선교환시스템으로부터의 동작제어 지령을 수신할 수 있는 무선수신기를 에어컨 내부에 부착하고, 에어컨 Main Control Unit의 Control Program을 수정하여 필요한 제어기능을 원활히 수행할 수 있도록 하였다.

2.2 원격제어에어컨의 구성도

원격제어 에어컨의 Controller는 에어컨을 제어하는 Main Control Unit 와 무선데이터를 수신하는 Pager Unit, 그리고 사용자가 에어컨의 동작을 설정하거나 설정된 상태를 표시하는 Display Unit로 구성된다[3]. 아래 <그림 2>에 원격제어 에어컨의 개략적인 구성을 나타내었다.



<그림 2> 원격제어 에어컨 구성도

일반적인 운전모드에서는 사용자가 에어컨의 동작상태를 자유롭게 Display Unit를 통하여 설정할 수 있다. 그리고 부하제어시스템에서 송출된 제어명령은 이동통신회사의 게이트웨이에서 수신하여 중앙무선호출교환기→지역무선호출교환기→기지국을 거쳐 원격제어 에어컨의 무선수신기로 전송되어 에어컨의 Main Control Unit에서 현재 운전상태와 제어명령을 비교하여 에어컨을 제어한다. 또한 평상시에도 Main Control Unit는 항상 무선수신기의 상태를 감시하여 일정시간동안 Vital 신호가 없으면 정지되고 Display Unit에 이상상태를 표시하도록 하였다.

2.3 기능

2.3.1 OFF 제어

가동중인 에어컨을 제어센터에서 강제적으로 OFF(실외기만 가동중지, 송풍기능은 그대로 수행) 시키는 방법으로 그룹별 또는 전체에어컨의 OFF 명령 수행을 가능하게 하여 전력수급 비상시 사용한다. OFF 명령은 OFF 명령 뒤에 OFF 시간이 설정되어 나가며, OFF 시간이 설정되지 않을 경우, 10분후에 저절로 ON 되도록 구성하였다. 본 연구에서의 모든 명령뒤에는 설정시간이 뒤따르며, 설정시간이 없을 경우, 10분으로 셋팅된다.

2.3.2 온도 제어

가동중인 에어컨의 설정온도를 제어센터로부터 일정한도로 설정하여 가동율을 저하시킴으로써 전체적인 최대부하를 제어한다.

2.3.3 Plus 온도 제어

가동중인 에어컨의 사용자 희망온도에 +N℃로 운전하여 사용자 편의를 최대한 고려하고 전체적인 최대부하를 약간 낮추고자 할 때 사용한다.

2.3.4 총괄제어(주기제어)

가동중인 에어컨을 제어센터에서 강제적으로 ON/OFF

시키는 방법으로 그룹별로 돌아가며 ON/OFF 동작이 반복되면서 최대부하를 제어한다. 총괄제어 명령은 특정한 에어컨이 장시간 제어되는 것을 방지하기 위하여 사용한다.

2.3.5 정상복귀

제어중인 모든 명령에 대한 해제를 하고자 할 경우 사용한다. 일반적인 경우에는 제어명령 뒤에 설정된 시간만큼 제어되지만, 그 시간 전에 정상복귀하고 싶을 때 사용한다.

2.3.6 그 밖의 기능

(1) 무단분리방지

일반사용자들에 의한 무선수신기의 무단분리로 인한 제어기능 차단에 대비하여 무선수신기의 상태를 항상 감시하도록 하여 무단분리시 Display Unit을 통해 이상상태를 표시하고 에어컨의 정상동작을 제한한다.

(2) 정보서비스

사용자에게 기상정보(날씨, 기온, 강수확률, 특보)와 금융정보(주가지수, 환율), 뉴스속보 등의 각종 정보서비스를 제공할 수 있는 기능을 부여한다.

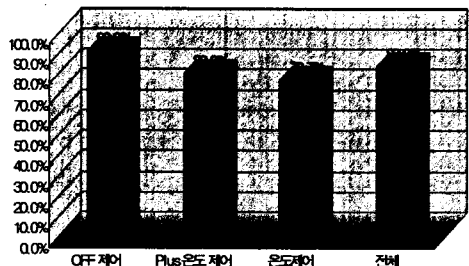
3. 원격제어 에어컨 실증시험

1999년 7월 19일 부터 8월 21일 까지 약 1개월간 원격제어 에어컨의 기능 및 성능에 대한 실증시험을 실시하여 통신성공률, 온도상승정도, 체감온도, 에어컨 정지빈도 등의 통계를 산출하였으며 이를 기반으로 기능 및 성능에 대한 기술규격을 추가 보완할 예정이다. OFF 제어는 그룹별(1그룹에 약 55대)로 5분 및 10분 동안 수행하였으며, Plus온도제어는 +2℃로 10분동안 제어하였다. 온도제어는 27℃ 또는 28℃로 10분동안 날짜별로 제어하여 시험하였다. 다음은 실증시험 결과와 각 사용자중 246명의 설문 조사를 통해 얻은 결과이다. 설문조사 방식은 자기기입식 질문지를 이용한 우편 및 방문 조사를 통하여 작성하였다 [4].

3.1 실증시험 제어결과

3.1.1 수신 성공률

실증시험기간 동안, 제어시험을 통하여 수신 성공율에 대한 시험 및 제어에 따른 온도변화 및 전력량 변화를 도출해 내었다. OFF 제어의 경우 총 77회의 제어명령 중, 7회의 실패가 있었고, Plus온도제어 및 온도제어의 경우 55, 60회의 제어명령 중, 각각 11, 14회의 실패가 있었다. Plus온도제어 및 온도제어의 경우, 실패의 원인은 제어온도가 희망온도에 비해 높게 설정되었을 경우, 에어컨이 이를 무시하고 계속 가동되게 알고리즘이 구성되었기 때문에 제어실패가 많은 것으로 분석되었다. <그림 3>에 이를 도표로 나타내었다.



<그림 3> 원격제어에어컨의 통신성공률

3.1.2 온도 및 부하의 변화

OFF 제어명령 송출후, 에어컨 설치장소의 온도 및 부하의 변화추이를 추출하였다. 희망설정온도 24℃로 운전중인

에어컨에 10분 OFF 제어명령을 송출하고, 그 결과를 분석하였다. 10분의 제어명령동안, 실내온도가 1.2℃ 정도 상승하였고 평균 2kW의 전력소비를 하고 있던 에어컨이 0.06kW의 전력만을 소비하는 것으로 나타났다. 이를 통해, 원격제어 에어컨이 100만대 정도 보급된다면, 약 200만 kW의 전력을 관리할 수 있는 결과를 나타내준다. 실제로는 실외기 가동율이 60%정도 되므로 120만 kW 정도의 직접부하제어 효과를 볼 수 있다.

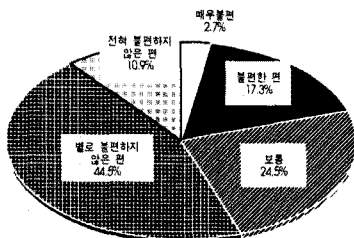
3.2 설문조사 결과

3.2.1 에어컨 제어 인지 여부

전체응답자의 57.7%가 에어컨이 제어되는 것을 인지했다고 응답하였으며, 에어컨 수신신호(램프/문자)에 의해 39.4%, 실외기 작동중지로 인하여 16.9%의 응답자가 인지하였으며, 12.7%만이 온도상승으로 인하여 에어컨 제어를 인지하였다. 그러므로, 사용자들은 에어컨의 정지를 거의 모르는 상태에서 전력소비를 줄일 수 있는 결과를 알 수 있다.

3.2.2 온도변화에 대한 불편도

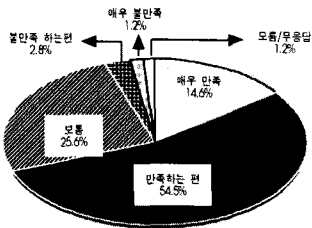
온도변화를 감지한 응답자(110명)중, 20.0%가 불편을 느끼는 것으로 나타났고, 응답자 특성별로는 업무용 설치자의 불편정도가 가정용에 비해 상대적으로 높은 것으로 나타났다. <그림 4>에 이를 도시하였다.



<그림 4> 온도변화에 따른 불편도

3.2.3 원격제어 에어컨에 대한 전반적 만족도

전체응답자중 69.1%가 원격제어에어컨에 대해 전반적으로 만족하고 있는 것으로 나타났으며, 각 응답자 특성별로는 업소용 대형에어컨 설치자의 만족도가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. <그림 5>에 이를 도시하였다.



<그림 5> 원격제어 에어컨에 대한 만족도

3.2.5 설문조사 결론

전체응답자의 69.1%가 절전형 원격제어 에어컨에 대해 전반적으로 만족하고 있는 것으로 나타났으며, 전체응답자의 74%가 계속 사용할 의향이 있고, 약 80%의 응답자가 다른 사람에게 추천할 의향이 있는 것으로 나타나 절전형 원격제어 에어컨에 대한 전반적인 만족수준은 높은 것으로 판단된다. 원격제어 에어컨의 가장 큰 단점이 '제어시간대의 경우, 필요할 때 마음대로 켤 수 없다(16.3%)' 인 것으로 나타났으며, 이는 실증시험기간 중 빈번한 제어시험에 따른 것으로, 향후 보급단계에서는 이러한 단점은 없어질 것으로 예상된다. 전체응답자의 44.7%가 온도의 변화를

느꼈으며, 이중 20%가 불편을 느꼈다고 응답하였으므로 전체응답자 중 8.9%만이 온도변화로 인해서 불편함을 느낀 것으로 추론된다.

위의 결과를 토대로 추후에 일반사용자들에게 판매할 보급형 원격제어 에어컨의 기술규격을 확정하였고, 효과적으로 보급할 수 있도록 에어컨 제작사별 인센티브, 요구구조 등의 다각적인 지원방안을 검토하여 에어컨 모델·용량별 지원기준을 확정하였으며 한전 주관으로 2000년에 6,000대의 원격제어에어컨을 보급할 예정이다.

4. 운용방안

원격제어에어컨의 운용방안은 전력수급의 안정과 소비자의 편리성을 동시에 고려해야 하므로 신중히 고려하여 선택되어야 한다. 실증시험 결과 10분의 OFF 제어시 평균 1.2℃ 정도가 상승되었으며, 소비자의 불편도는 약 9% 정도였다. 또한, 10분이 지나면서 실내온도 상승률이 급격히 올라가므로 10분 이상 제어하는 것은 에어컨 본래의 취지를 벗어나서 소비자의 불만을 가중시키는 요인이 된다.

전력공급예비율이 기준에 90% 정도 미달될 때는 Plus 온도제어를 실시하여, 소비자 온도성향에 맞추어 조금씩 불편한 정도로 운용하되, 80%정도 되었을 경우에는 온도제어를 통해 일정한 예비율 확보를 하며, 50%로 떨어졌을 경우에 그룹별로 OFF 제어를 실시하는 것이 바람직하다. OFF 제어를 실시했음에도 불구하고, 계속하여 예비율이 올라가지 않을 경우 주기제어를 실행하여 지속적인 공급예비율 저하를 방지할 수 있다. 이를 표 1에 도시하였다.

<표 1> 원격제어에어컨 운용방안

공급예비율	90%	80%	60%	50%미만
제어방식				
Plus 온도제어	○	×	×	×
온도제어	○	○	×	×
OFF 제어	×	○	○	○
주기제어	×	×	○	○

5. 결론

본 고에서는 원격제어 에어컨 개발현황 및 실증시험 결과에 대하여 살펴보았다. 실증시험 결과를 통해서 도출된 기술규격은 2000년 현재 일반사용자들에게 시판되는 원격제어 에어컨의 모델에 적용되었으며, 이 원격제어 에어컨의 보급이 활성화되면 여름철 냉방부하에 의해 가중되는 최대 전력수요를 효율적으로 억제할 수 있을 것이다. 또한 전력설비 고장에 의한 전력수급비상시 유연성 있게 대처할 수 있는 기반이 조성되고, 동·하계 부하평준화를 통한 부하율 향상으로 발·송·배전 설비에 대한 투자비가 절감되어 국가경제 발전에 크게 이바지 할 것이다.

[참고 문헌]

- [1] 한전 전원계획처, '99 하계 냉방부하 특성분석, 1999
- [2] 한전 판매사업단, DSM 현황 및 향후 추진방안, 1998
- [3] 한전 전력연구원, 에어컨 직접 부하제어 시행방안 연구 중간 보고서, 1999, 12
- [4] Gallup Korea, 절전형 원격제어 에어컨 사용실태 조사 보고서, 1999, 10
- [5] 한전 계통운용처, 최대부하 직접제어방식 실용화를 위한 연구, 1994
- [6] 한전 전력연구원, 첨단부하억제를 위한 원격부하제어시스템 개발 및 적용에 관한 연구, 1996
- [7] U.S. DOE, U.S. Electric Utility Demand Side Management, 1997
- [8] Southern California Edison, DSM Annual Report, 1994