

냉방기기별 현장측정 및 조사

김 성 수*, 강 용 태**

*경희대학교 기계·산업시스템 공학부

Survey and Field test for the air conditioning systems

Sung-Soo Kim*, Yong Tae Kang**

*School of Mechanical Engineering, Kyung Hee University, Kyunggi-Do, 449-710, Korea

ABSTRACT: 냉방기기별 하절기 가동률 및 동시사용률 실태를 조사하여 건물의 용도 및 면적 별 냉방기기의 시간별 부하률 과 동시사용률, 연간 사용일수 가동시간을 조사하여 냉방기기별 에너지 소비현황 하절기 에너지수급 영향분석을 하고자 하였다. 그리고 국내에 설치된 냉방기기를 대상으로 현장조사 진단을 통해 냉방기기 사용 실태 및 냉방성능을 측정하고, 현장 조사를 통한 만족도와 불만사항을 조사하여 냉방기기 보급 및 운전의 효율을 상승시키고 모든 냉방기기 국산화를 위한 기초자료와 이를 위한 정책적 지원방안 및 향후 냉방기기 기술개발 방향을 제시하고자 한다. 또한 냉방기기별로 문제점을 도출하여 향후 정책제도 개선에 반영할 수 있도록 하였다.

Key words: EHP(전기식 히트펌프), 빙축열 시스템, Absorption(흡수식), GHP(가스엔진 구동형 히트펌프)

기 호 설 명

RT : 냉동능력 [kcal/hr]
 EHP : 전기식 히트펌프
 GHP : 가스엔진 구동형 히트펌프

1. 서 론

전력부하의 경우 냉방전력의 급증으로 하고동저(夏高冬低)의 형태인 반면 천연가스의 경우는 동절기 난방용 수요의 증가로 동고하저(冬高夏低)가 뚜렷하다. 특히 냉방기의 보급이 날로 증가함에 따라 하절기의 전기에너지 수요가 냉방부하 변동 폭이 급증하고 있어 수급의 불확실성 요인

이 증대하고 있으며 향후 냉방부하는 연평균 약 6%~10% 성장할 것으로 예상되며 최대부하 대비 점유율도 점차 증가추세이다.^(1,3,4)

경제성장과 국민소득의 증가에 따라 쾌적하고 편리한 주거환경의 요구가 증대되면서 여름철 냉방 수요가 급격히 증가하고 있다. 이러한 냉방 수요의 증가는 하절기 전력공급에 차질을 주고 있으며 국가적으로 에너지의 편중으로 인한 설비 확충 부담을 가중시키고 있다.⁽⁵⁻⁷⁾

따라서 본 연구에서는 국내에 설치된 냉방기기종별 설치장소를 대상으로 현장진단을 실시하여 가스 사용 실태 및 성능을 측정하고, 설문 조사를 통한 만족도와 불만사항을 조사하여 냉방기기 보급 및 운전의 효율을 상승시키고, 이를 위한 정책적 지원방안 및 향후 에너지원별 기종 기술 개발 방향을 제시하고자 한다.

2. 냉방기기별 현장측정 및 조사 기준

† Corresponding author

Tel.: +82-31-201-2990; fax: +82-31-202-3260

E-mail address: ytkang@khu.ac.kr

Table 1. 방문조사 업체현황

종 류	업 체 명	업 종	총용량	소재지
흡수식	을지 대학병원	보건업	700 RT	대전
	(주)건민 아레나 스포츠 센타	교육/근린생활시설	360 RT	대구
	원지	제조업	360 RT	충남
	아미고 타워	도소매업	550 RT	경기
	보훈병원	보건업	1700 RT	서울
	(주)농협유통 양재 하나로 클럽	도소매업	910 RT	서울
	장교공영(주) 장교빌딩	공공/금융	2000 RT	서울
빙축열	그랜드 인터컨티넨탈	관광/숙박	1380 RT	서울
	경희대학교	교육	210 RT	경기
	을지 대학병원	보건업	700 RT	대전
	(주)건민 아레나 스포츠 센타	교육/근린생활시설	360 RT	대구
	침례병원	보건업	1800 RT	부산
	KT 영도지점	통신업	150 RT	부산
	르노삼성자동차(주)	도소매업	6260 RT	부산
냉동기	경북대학교 치의학전문대학원	공공/금융	300 RT	대구
	국립경주박물관	공공/금융	180 RT	경북
	유화증권	공공/금융	200 RT	서울
	CT은행	공공/금융	500 RT	서울
	군인공제회	서비스	300 RT	서울
	경북대학교 치의학전문대학원	공공/금융	300 RT	대구
	국립경주박물관	공공/금융	180 RT	경북
GHP	KBS 충주방송국	서비스업	70 RT	충북
	서주관광개발(주) 서울팔레스호텔	관광/숙박	360 RT	서울
	안동시청	공공/금융	200 RT	경북
	삼화물산	도소매업	646 RT	부산
	롯데제과(주) 양산공장	제조	300 RT	경남
	(주)신선대 컨테이너터미널	임대수리	320 RT	부산
	경희대학교	교육	20 RT	경기

2.1 냉방기기 현장측정

본 연구에서는 현장측정은 2008년 08월 07일 ~2008년 08월 27일에 실시되었으며, 방문 업체 현황은 Table 1에 명시하였다.

2.2 현장측정 조사방법

현장측정 설치 업소에서 가스 소비량 및 전력량 측정 그리고 장치의 입출구 온도 측정을 통하여 실제 운전효율 및 성능을 측정하였다.⁽²⁾

Table 2. 전기식 히트펌프의 문제점 및 해결방안

분류	현장진단 문제점	해결방안
실외기	실외기 1대당 실내기 설치대수 미달실외기 낙뢰 및 우천방지시설 미비	적절한 설치 지침서 제작
	실외기 낙뢰 및 우천방지시설 미비	피뢰침 설치 및 낙뢰방지 시설 설치 필요
	전력비 지속적 상승으로 어려움 문제	안정적인 전력을 확보할 수 있도록 냉방전력비를 적절하게 관리될 수 있는 정책이 필요
	관리자 부재 및 법정용량 미만의 장비로 인한 관심부족	법정용량을 20RT미만으로 관리필요
실내기	냉방 운전시 실내온도가 고르지 못함	냉방시 온도차를 줄이기 위한 통풍배관 연결
	다중시설의 경우 실내 카세트의 청소불량	주기적인 청소 및 환기시설과 연계방안 연구 필요
	건물전체를 한 그룹의 EHP로 냉방시 상승은 온도가 낮고 하층부로 갈수록 온도차가 심해짐	건물의 용도 및 사용 형태에 따른 EHP 설계가 필요함

현장측정 조사를 통하여 기기 사용 전후의 에너지사용료 부가상황조사를 통해 에너지 절감 상황 분석 하였다.

업종별로 현장측정 설치 업소를 선정하였으며, 현장조사 진단을 통하여 실제 냉방 운전에 실패 파악 및 분석과 기기 설치 업소를 대상으로 설문 조사를 의뢰하여, 기기별 운영상태의 파악 및 분석과 만족도 조사하였다.

3. 에너지원별 냉방기기 운전실태 및 문제점분석

3.1 전기식 히트펌프(EHP)/시스템 에어컨

Table 3. 터보 냉동기의 문제점 및 해결방안

분류	현장진단 문제점	해결방안
터보 냉동기	전력비 상승으로 어려움 문제	안정적인 전력을 확보할 수 있도록 냉방전력비를 적절하게 관리될 수 있는 정책이 필요.
	원심압축기가 정밀설계 제작되어 정비 어려운 문제	A/S요원 교육 및 관리의 정책적인 지원 필요.
	압축기 고속화로 인한 소음진동 발생문제	저소음 압축기 개발 및 기관실 차음시설 법적 강화 필요

EHP/시스템 에어컨은 대부분 법정용량 미만으로 제작 설치되어 관리자가 없는 관계로 현장에서 국한된 일부의 장비를 대상으로 조사하였다. Table 2.에 문제점과 해결방안을 제시하였다.

3.2 터보 냉동기

Figure 1.은 실제 터보 냉동기가 건물에 설치되어 있는 모습을 나타낸다. 터보 냉동기는 대부분 법정용량 이상으로 제작 설치되어 관리자가 상주 관리하고 있으므로 운전상에 어려움은 없는 것으로 보이나 현장 설치된 장비에서 발생하는 소음 그리고 운전비상승으로 운전이 어려움을 호소하고 있다. 또한 관리자는 일반적으로 용역으로 관리되어 능동적 관리보다는 수동적 관리로 인한 문제도 있어 보인다. 터보 냉동기의 문제점 및 해결방안을 Table 3.에 제시 하였다.



Fig. 1 Picture of Centrifugal water chiller

Table 4. 빙축열 시스템의 문제점 및 해결방안

분류	현장진단 문제점	해결방안
빙축열 시스템	축열조 상층 바닥면에 결로가 발생 하는 문제	정기적으로 단열재 보강 및 교체가 필요
	축열조내 상부 슬라브 하단 단열재의 고정핀이 부식되어 단열재 박리문제	정기적으로 단열재 보강 및 교체가 필요
	축열조내 방수 문제	정기적으로 방수층보강 및 교체가 필요
	드레인 밸브 고무 패킹이 냉수에 의해 노화되어 누수 발생 문제	드레인 밸브 고무 패킹을 줄음 급속관으로 교체 필요.
	운전시간 장기화에 따른 관리인건비 상승	용역관리에 신중한 판단이 필요하다 사료됨
	심야운전에 대한 소음과 진동 발생문제	저소음 압축기 개발 및 기관실 차음시설 법적 강화 필요
	심야전력만으로는 1일 냉방운전이 불가능	심야전력사용시간 조정이 필요
전력비 지속적 상승으로 어려움 문제	안정적인 전력을 확보할 수 있도록 냉방전력비를 적절하게 관리될 수 있는 정책이 필요	

3.3 빙축열 시스템

Figure 2는 실제 빙축열 시스템이 건물에 설치되어 있는 모습을 나타낸다. 빙축열 시스템은 대부분 법정용량 이상으로 제작 설치되어 관리자가 상주 관리하고 있으나 심야전력에 대한 불만과 심야운전에 따른 소음문제, 바닥의 결로 문제, 그리고 축열조 방수문제 있어 지속적인 관리가 필요하며 안정적인 전력을 확보할 수 있도록 합리적 냉방전력비를 관리될 수 있는 정책적 방안모색이 필요해 보인다. Table 4에 빙축열 시스템의 문제점 및 해결방안을 제시하였다.

3.4 흡수식 냉온수기

Figure 3.은 실제 흡수식 시스템이 건물에 설치되어 있는 모습을 나타낸다. 흡수식 냉온수기

Table 5. 흡수식 시스템의 문제점 및 해결방안

분류	현장진단 문제점	해결방안
흡수식 냉온수기	냉각수온도가 32℃가 넘는 경우에 안전운전에 심각한 문제가 발생하는 문제	예비 냉각수 탱크 확보 및 안전장치 보강 필요
	흡수식 냉온수기의 이음부에 의한 수소발생	철저한 이음부 방청으로 수소발생 억제 필요
	LiBr 누설로 인한 호흡기 문제 및 부식 발생문제	LiBr누설을 대비하여 중화장치 및 긴급 환기시설 필요
	A/S 가 신속하지 않은 문제 사용자 불만 문제	A/S요원 교육 및 관리의 정책적인 지원 필요
	전력비 인상분보다 도시가스 인상폭이 크므로 운영자체에 어려움 문제	도시가스를 안정적으로 사용할 수 있는 정책이 필요

는 대부분 법정용량 이상으로 제작 설치되어 관리자가 상주 관리하고 있으므로 운전상에 어려움은 없는 것으로 보이나 A/S 가 신속하지 않은 문제와 전력비 인상분보다 도시가스 인상폭이 크므로 운영자체에 어려움 문제를 호소하고 있다. 흡수식 시스템의 문제점 및 해결방안을 Table 5.에 제시하였다.



Fig. 2 Picture of Ice storage system



Fig. 3 Picture of Absorption system

Table 6. 가스엔진 구동형 히트펌프의 문제점 및 해결방안

분류	현장진단 문제점	해결방안
실외기	관리자 부재 및 법정용량 미만의 장비로 인한 관심부족	법정용량을 20RT미만으로 관리필요.
	실외기 여러대 설치시 열교환기에 엔진 배기가스 유입으로 인한 열교환기 성능 저하우려	적절한 거리에 따른 실외기 설치기준 마련이 필요
	일부업체에서 가스배관과 실외기 연료 주입구간의 강관연결사용으로 가스누설사고 위험	GHP와 가스배관 연결부 플렉시블 관으로 연결
	실외기 1대당 실내기 설치대수 미달실외기 낙뢰 및 우천방지시설 미비	적절한 설치 지침서 제작
	실외기 낙뢰 및 우천방지시설 미비	피뢰침 설치 및 낙뢰방지 시설 필요
	밀폐된 공간과 실외기 장소 설치 시 배기가스로 인한 인근 주거시설의 영향.	실외기 설치기준이 필요
	고가기기로 유지보수를 위한 부품비가 너무 비싼 문제 (10,000시간 또는5년에 한번 정기 점검 및 소모 교환)	모든 부품은 수입에 의존하고 있으므로 국산화가 필요
	냉방 운전시 실내온도가 고르지 못함	냉방시 온도차를 줄이기 위한 통풍배관 연결
실내기	다중시설의 경우 실내 카세트의 관리불량 문제	주기적인 청소 및 환기시설과 연계방안 연구 필요
	건물전체를 한 그룹의 GHP로 냉방시 상층은 온도가 낮고 하층부로 갈수록 온도차가 심해지는 문제	건물의 용도 및 사용형태에 따른 GHP 설계가 필요함

3.5 가스엔진 구동형 히트펌프 (GHP)

Figure 4.은 실제 가스엔진 구동형 히트펌프 (GHP)가 건물에 설치되어 있는 모습을 나타낸다. 가스엔진 구동형 히트펌프는 대부분 법정용량 미만으로 제작 설치되어 관리자가 없는 관계로 현장에서 국한된 일부의 장비를 대상으로 조사하였다. Table 6.에 가스엔진 구동형 히트펌프의 문제점 및 해결방안을 제시하였다.

Table 7. 기타 문제점 및 해결방안

분류	현장진단 문제점	해결방안
기타 문제점	R-407C 누설시 냉매 충전 비용 문제	신 냉매 적용 필요
	GHP 매뉴얼 및 조작 패널 외국어문제	관리자 및 운영자에 맞는 실질적인 매뉴얼 작성/보급이 필요.
	전력비 인상분보다 도시가스 인상폭이 크므로 운영자체에 어려움 문제	도시가스를 안정적으로 사용할 수 있는 정책이 필요하다
	GHP A/S요원 부족으로 사용자 불만문제	A/S요원 교육 및 관리의 정책적인 지원 필요
	기관실의 관리가 용역으로 관리되어 이직률이 높고 젊은 기술자가 없는 상태로 숙련된 기술자양성 및 고용하기가 어려운 문제	용역관리에 신중한 판단이 필요하다 사료됨
	기관실이 지하에 통상 설치되어 있는 관계로 근무환경문제	어두운 조명문제 해결 및 소음진동, 환기시설 확충 및 강화 필요
	적은 임금으로 에너지절약을 요구하기에는 역부족으로 보임	용역관리에 신중한 판단이 필요하다 사료됨
	운전일지 및 정비일지관리 문제	손쉬운 방법으로 관리할 수 있도록 기기 제작업체에 조치가 필요
	운전일지 및 정비일지 관리문제	가능한 운전일지 및 정비일지 장비이력카드는 기기별로 통일된 양식이 필요한 것으로 사료됨



Fig. 4 Picture of GHP system

3.6 기타 현장진단 문제점 및 해결방안

각각의 냉방기기별 외에 공통적인 문제점 및 이에 대한 해결방안을 Table 7.에 제시하였다.

4. 결론

본 연구에서는 에너지원별로 전기식 (에어컨, 냉동기, 빙축열)과 가스식 (흡수식, GHP)로 구분하여 현장진단을 실시하였다. 현장 진단을 통해 발견된 문제점을 위해 아래와 같은 해결방안을 제시하고자 한다.

(1) 전기식 히트펌프/시스템 에어컨의 실외기의 경우 설치 지침서 제작 및 낙뢰방지기의 설치가 필요하며 장비를 효율적으로 유지하기 위한 정책이 요구된다. 또한 실내기의 경우 주기적인 관리 및 건물의 용도 및 사용형태와 진동 및 소음발생 문제를 해결하기 위한 설계가 요구된다.

(2) 터보 냉동기의 경우 안정적인 전력을 확보 할 수 있도록 냉방 전력비를 적절하게 관리될 수 있는 정책이 필요하며, 다른 냉동기기에 비하여 큰 소음 및 진동에 대처하기 위해 기관실의 차음 시설 법적 강화가 필요하다고 사료된다.

(3) 빙축열 시스템의 경우 축열조 관리가 좀더 세밀히 요구되며 실제 심야전력만으로는 1일 냉방운전이 불가능하기에 심야전력사용시간의 조정이 필요하다.

(4) 흡수식 냉온수기의 경우 대부분 법정 용량 이상으로 제작 설치되어 운전상의 어려움은 없으나, 상온에서 여러 가지 해를 입힐 수 있는 작동유체인 $H_2O/LiBr$ 가 누설될 경우에 대비한 준비가 더 요구된다.

(5) 가스엔진 구동형 히트펌프의 경우 법정용

량을 20RT미만으로 관리하는 것이 필요하며, 적절한 설치 지침서 제작 및 피뢰침, 낙뢰방지기의 설치가 필요하다. 또한 대부분의 부품이 수입에 의존하고 있으므로 국산화가 절실히 요구된다.

참고 문헌

1. 2001, Development of Heating-Enhanced Natural Gas Engine-Driven Heat Pump(GHP), Report of Korea gas corporation R&D center, RP 71-83.
2. Willard. W. P., 1997, Engineering Fundamentals of The Internal Combustion Engine, International Ed., Prentice-Hall Inc., p. 66.
3. Woo, J. S., 1992, A study on the development of gas engine driven heat pump, Korean Journal of Air- Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 21, No. 6, pp. 290-305.
4. 에너지관리공단, 2003, GHP 냉난방 시스템 설치 및 효과측정 용역보고서
5. 한국가스공사, 2003, GHP시스템의 국산화 개발 및 보급, 설비저널.
6. 삼성전자 DA연구소, 2003, GHP시스템의 특징 및 기술개발동향, 설비저널.
7. 한국전력공사, 수요관리와 축냉 시스템, 2002.