

## 냉방시스템 보급 활성화를 위한 방안 연구

김 민 수<sup>†</sup>, 김 용 찬<sup>\*</sup>, 정 시 영<sup>\*\*</sup>

서울대학교 기계항공공학부, <sup>\*</sup>고려대학교 기계공학과, <sup>\*\*</sup>서강대학교 기계공학과

### Study on the Reasonable Use and Effective Distribution of Diverse Air Conditioning Systems

Min Soo Kim<sup>†</sup>, Yongchan Kim<sup>\*</sup>, Siyoung Jeong<sup>\*\*</sup>

**ABSTRACT:** In this study, the policies to support reasonable use and effective distribution of air conditioning systems of ice storage type and natural gas type have been investigated. First, this study focused the current policy to stimulate the distribution of these air conditioning systems. Second, the advantage and disadvantage for the air conditioning systems of each type were evaluated. Finally, several policies are proposed for nationwide rational use of energy resources.

#### 1. 서론

에너지의 적절한 공급과 배분은 국가적인 에너지 안보 측면에서 전략적인 접근이 필요하다. 우리나라의 경우, 에너지 수요는 매년 급격히 증가하나, 에너지원의 공급은 전량 해외에 의존하는 상황이다. 따라서 수요자의 에너지수요를 합리화하고, 가급적 적은양의 에너지를 효율적으로 활용하기 위한 국가적인 노력이 필요하다.

이와 관련하여, 전력수요의 경우, 최근 여름철 냉방수요의 꾸준한 증가는 하절기 주간에 순간 피크전력을 장시간 발생시킴에 따라 전력 공급의 부담으로 작용되어 왔고, 이에 따른 추가적인 화력발전소 가동은 국가 전체적인 에너지 이용 효율을 저해하는 요인 중 하나이다. 반면, 가스 수요의 경우, 동절기와 하절기의 가스 수요차가 극심하여, 연중 도입량 수준을 일정하게 유지해야 하는 가스 산업의 특성상 불필요한 LNG 재고로

인해 야기되는 국가적 손실이 막대한 실정이다.

이와 같이, 가스와 전력은 연중 수요 공급 패턴에서 계절적으로 서로 상보(相補)할 수 있기 때문에, 계절적인 수요 변동에 따른 에너지 수급의 합리화를 시도할 수 있을 것으로 판단된다. 특히 여름철의 냉방부하를 위한 축냉설비와 가스냉방에 대한 지원제도 개선을 통해 국가 전체적인 에너지 합리화를 도모할 수 있다.<sup>(1)</sup>

이에 따라, 본 연구에서는 냉방방식별(축냉식, 가스식) 지원제도 및 보급현황을 분석하여, 보급 활성화를 위한 냉방기기별 특성에 따른 지원제도 개선안을 도출해 보고자 한다.

#### 2. 냉방방식별 지원제도 및 보급현황 분석

##### 2.1 국내 축냉식 지원제도

###### 2.1.1 설치지원금 및 설계장려금

빙축열 냉방설비를 설치하는 수용가에게 전력 부하관리사업에 의한 설치지원금 및 설계장려금이 병행하여 지원되고 있다. 설치지원금의 지급 수준은 Table 1에 나타나 있다. 이 때, Table 1의

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: +82-2-880-8362; fax: +82-2-883-0179

E-mail address: minskim@snu.ac.kr

Table 1 감소전력에 따른 설치지원금 지급수준<sup>(1)</sup>

|             |              |               |              |             |
|-------------|--------------|---------------|--------------|-------------|
| 감소전력        | 처음<br>200 kW | 201-400<br>kW | 400 kW<br>초과 | 상한액<br>(호당) |
| kW당<br>지급단가 | 48만원         | 42만원          | 35만원         | 제한없음        |

Table 2 축냉식 냉방설치시의 금융지원 사항<sup>(1)</sup>

|              |                |            |                |             |
|--------------|----------------|------------|----------------|-------------|
| 구 분          | 지원비율           | 이자율        | 대출기간           | 지원한도액       |
| 전기대체<br>냉방시설 | 소요자금<br>100%이내 | 연리<br>3.5% | 3년거치<br>5년분할상환 | 100억원<br>이내 |

감소전력은 한전과 수급계약에서 약정한 축냉조의 용량, 냉방시간 등을 감안하여 산정한다.

한편, 설계장려금의 경우, 축냉설비 설치고객에게 지급한 지원금의 5%를 지급하거나, 20 kW 미만의 소형설비에 대해서는 감소전력에 지급단가, 48만원을 곱하여 지급한다.

### 2.1.2 금융지원

축냉식 냉방설비를 설치하는 고객에 대하여 저리의 설비 설치 소요자금을 지원한다. 금융지원의 내용은 Table 2와 같다.

### 2.1.3 법적 지원제도

건축법 시행령 제 87조 및 건축물 설비기준 등에 관한 규칙 제 23조를 근거로 하여 대체냉방시스템을 의무 설치토록 하였으며, 건축법 시행령 제 119조 제 1항 제 3호 마목을 근거로 하여 축

Table 4 가스냉방 설치자금 융자제도<sup>(1)</sup>

|      |  |
|------|--|
| 항 목  | 내 용  |
| 지급대상 | ·산업체 등 절약시설(산업, 건물, 수송, 고효율생산시설, 지역에너지 등)<br>·수요관리투자사업(전력수요관리설비, 전기대체냉방시설)<br>·대체에너지보급사업 |
| 지원범위 | 소요자금의 100%   |
| 지원한도 | ·산업체 절약시설, 수요관리투자사업:동일사업자당 100억원<br>·대체에너지보급사업:동일사업자당 150억                               |
| 지원조건 | ·연리 3.00%(4/4분기 현재 변동금리)<br>·3년 거치 5년 분할 상환<br>·금리는 기준금리(국고채 3년물 수익률)에 연동하여 분기별로 조정됨     |

Table 3 가스냉방 설치지원금<sup>(1)</sup>

|      |         |         |        |      |
|------|---------|---------|--------|------|
| 냉방용량 | 5 RT이하  | 5-30 RT | 30RT초과 | 비고   |
| 지급액  | 150만원/대 | 50만원/대  | 1만원/RT | 설외기준 |

냉식 설비 설치 시 구조물을 구획할 경우, 건축물 바닥면적에 산입하지 않도록 하였다.

## 2.2 가스냉방 지원제도

하절기 가스냉방을 지원하기 위한 제도는 천연가스의 도입 및 도매를 담당하고 있는 한국가스공사에서 운영하고 있으며, 자체예산으로 지원하고 있다.

### 2.2.1 설치지원금 및 설계장려금

2007년 1월 이후, 흡수식과 가스엔진구동식히트펌프(GHP) 등 천연가스를 사용하는 가스냉방설비를 설치한 자에게 Table 3와 같은 지원을 시행하고 있다. 설계장려금의 경우, 2007년 1월 이후 가스냉방설비를 건축물에 반영하여 설계한 설비설계사무소에 설계용량 RT 당 1000만원 한도에서 1만원씩 지급한다.

### 2.2.2 에너지관리공단 지원

에너지관리공단에서는 에너지이용합리화자금에서 가스냉방 설치자금을 Table 4와 같이 융자해주고 있다. Table 5에는 에너지절약시설투자에 따

Table 5 에너지절약시설투자 세제지원 제도<sup>(1)</sup>

|      |   |
|------|---|
| 항 목  | 내 용   |
| 지원내용 | 내국인이 에너지절약시설에 2005년 12월 31일까지 투자하는 경우에는 당해 투자금액의 100분의 7에 상당하는 금액을 과세연도의 소득세 또는 법인세에서 공제                |
| 지원방법 | ·투자완료한 날이 속하는 사업연도에 세액공제 신청<br>·투자가 2개년 이상에 걸쳐서 이루어지는 경우에는 당해투자가 이루어지는 각 과세연도마다 당해 투자금액에 대하여 적용 받을 수 있음 |
| 대상시설 | ·에너지절약설비 또는 연료대체설비 등에 직접 투자한 시설<br>·에너지이용합리화법에 의한 에너지 절약전문기업(ESCO)사업으로 설치한 시설                           |

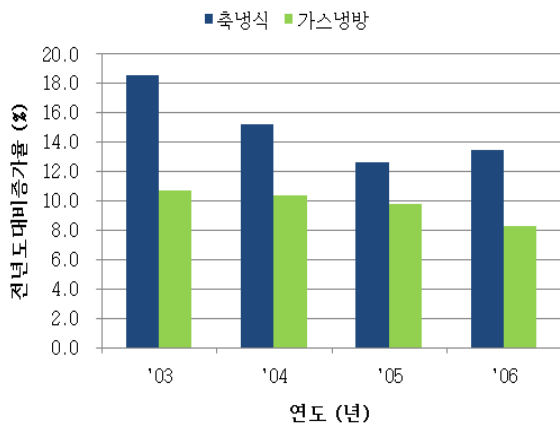


Fig. 1 냉방기기별 전년도대비 보급 증가율<sup>(7)</sup>

큰 세제지원제도를 나타내었다.

### 2.3 냉방방식 별 보급률 현황

축냉식 냉방의 경우, 설치비의 18~28% 정도를 무상으로 지원해줌으로써 실수요자에게 실질적인 혜택이 돌아가도록 하고 있다. 가스냉방의 경우, 소형 가스냉방기 설치자에 대해 실외기 1대당 150만원, 중대형 가스냉방기 설치자에 대해 5백만원까지 지급하고 있다. 이에 따른 보급실적 증가 양상은 전년도대비 보급증가율로 Fig. 1에 나타내었다. 가스식 냉방은 축냉식에 비해 전년도 대비 증가율에서 상대적으로 낮을 뿐만 아니라, 지속적인 감소 추세를 확인할 수 있다.

## 3. 냉방방식별 특성 및 장단점 비교

### 3.1 냉방방식별 기기분류 및 장단점

냉방을 위해 사용되는 기기들은 크게 사용 에너지원에 따라 전기식과 가스식으로 나눌 수 있고, 작동원리, 운전 방식 등에 따라 축냉식과 흡수식으로 세분화 할 수 있다.

#### 3.1.1 빙축열 시스템

빙축열 시스템은 하절기 주간 냉방수요 급증에 따른 피크전력 관리를 위하여, 야간에 냉동기를 운전하여 빙축열조에 냉열을 저장한 후, 주간 부하에 대응하여 냉방하는 방식이다.

빙축열조의 완충작용으로 인해 냉동기 용량이

작아질 수 있고, 압축식 냉동 설비에 비해 수전설비 용량이 작으며, 빙축열 시스템의 대온도차를 이용한 저온급기 시스템을 적용할 수 있어 장비, 배관 측면에서 비용절감을 기대할 수 있다. 또한, 얼음의 상변화 시의 잠열을 이용하기 때문에 비교적 많은 양의 냉열을 적은 부피에 저장할 수 있다. 반면에, 제빙이 진행될수록 얼음의 두께가 커져 냉동기의 제빙효율이 낮아질 수 있고, 반복적인 응고 및 용해 과정에서 발생하는 축냉 효율 저하가 우려된다.

#### 3.1.2 흡수식 시스템

흡수식 냉방 시스템은 작동원리상으로 냉매증기를 고온고압으로 전환시켜 주는 단계에서 증기 압축식 사이클과의 차이가 발생한다. 증기압축식 시스템은 고온고압 증기를 위해 기계적 에너지를 사용하나, 흡수식 냉방 시스템은 냉매증기를 흡수기에서 흡수시키고, 이를 액체 펌프로 가압한 뒤, 기계적인 방법 대신 열에너지를 이용하여 고온고압의 증기를 생성한다.

이를 통해, 구동에너지를 비교적 저렴한 1차 에너지로 선택할 수 있어 운전비용이 증기 압축식에 비해 상대적으로 저렴하고, 환경 친화적 자연 냉매에 대한 선택의 다양성이 확대된다.

반면, '결정화 문제'로 거론될 수 있는 LiBr 등의 흡수제 석출현상이 시스템의 효율 감소 및 고장을 발생시킬 우려가 있다. 따라서 시스템 운전 중 적절한 관리를 통해 결정이 생기지 않도록 용액 농도범위를 유지해야 한다.

#### 3.1.3 가스엔진구동열펌프(GHP)

GHP(Gas engine driven heat pump)는 가스엔진을 압축기의 동력원으로 삼아, 기존의 냉방 및 난방 사이클을 구동하는 방식의 열펌프로써 가스엔진과 엔진배열을 회수하는 열교환기를 제외하면 전기식 열펌프(EHP)와 유사하다.

GHP는 450~600℃의 엔진 배기가스 및 70~95℃의 엔진 냉각수 배기열을 이용하여, 단순 냉난방은 물론, 급탕, 공업적 가열 등 지급까지 불가능했던 열펌프로써의 기능을 확장시킬 수 있다. 또한 이러한 열에너지는 기존 EHP의 단점으로 제기되는 외기온도에 따른 영향을 최소화할 수 있다.

반면, 엔진을 구동원으로 쓰는 기기의 특성상,

일정 기간을 두고 엔진 정비가 필요하다는 점과 엔진의 소음 및 진동 발생을 고려해야 한다.

### 3.2 냉방기기별 이용효과 분석

전술하였듯이, 축냉식 냉방의 경우, 주간 냉동기 작동을 줄이면서 하절기 주간대 피크 전력 발생을 회피하는 기능을 갖는다. 국가 전체적으로 발전설비의 규모를 합리화할 수 있고, 신규 발전설비의 설치 부담을 덜 수 있다.

가스식 냉방의 경우 여름철 난방을 위한 가스 수요가 줄어들어 따라 발생하는 가스 수요 격감 현상을 평준화 하여 불필요한 손실을 줄이고, 하절기 전력피크를 회피하는데 기여한다. Table 6는 전기냉방을 가스냉방 시설로 대체하는 경우의 회피효과를 산출한 것이다.

## 4. 냉방기기별 지원제도 개선안

### 4.1 축냉식 냉방 지원제도 개선안

#### 4.1.1 시스템 효율에 따른 추가지원

현재 지원제도는 축냉조 성능과 관계없이 축냉조의 용량에 비례하여 계산되는 감소전력량에 기준하여 지급되고 있다. 그러나 축냉조 기술의 점진적 향상에 따라 다양한 방식의 축냉조가 보급되고 있는 시점에서, 실제 설치 후 축냉성능 및 냉방성능은 기기별로 많은 차이를 보인다. 이러한 성능 효율은 실제 축냉조의 용량과 달리 냉방의 효과측면에서 영향이 크므로, 축냉성능 및 냉방성능이 우수한 시스템을 사용하는 경우, 이에 따른 추가적 보조금을 지급하여 더 좋은 효율의 시스템을 개발하는 것을 독려함은 물론, 좋은 성능의 시스템을 사용자들이 선호하도록 분위기를 조성

Table 6 전기냉방을 가스냉방 시설로 대체하는 경우 회피효과<sup>(1),(2)</sup>

| 가스냉방 비율(%)                | 7(현재) | 10    | 15    | 20    | 25  |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 가스냉방 용량 (만kW)             | 102.8 | 146.8 | 220.2 | 293.6 | 367 |
| 회피효과(%)<br>(최대전력량기준 절감비율) | 1.7   | 2.4   | 3.5   | 4.7   | 5.9 |

※ 2007년 기준  
최대전력량 6,228.5만kW, 냉방부하 1,468만kW

할 필요가 있다.

### 4.1.2 심야전력요금의 탄력적 운영

전력 수요 분산을 목적으로 도입된 심야전력요금 제도가 겨울철 심야전력을 이용한 난방수요의 증가로 이어져 심야전력의 적정규모를 초과하는 현상이 발생함에 따라 최근 한국전력공사의 심야전력 요금 인상이 있었다. 이는 자칫 축냉식 냉방설비에 대한 소비자의 인식을 부정적으로 바꿀 우려가 있다. 또한 하절기 첨두부하 관리의 상대적 중요성을 감안하면, 계절별로 심야전력 요금제를 탄력적으로 조정하여 전력소비자에게 축냉식 냉방설비에 대한 이익 유인을 제공함으로써 국가 전체적인 에너지 운영 합리화에 국민의 자발적 참여를 이끌어내야 한다.

## 4.2 가스식 냉방 지원제도 개선안

### 4.2.1 고효율 가스냉방기기에 대한 지원 강화

최근 CO<sub>2</sub> 감축 노력의 일환으로 국가 차원에서 고효율 기기 보급을 통한 에너지 절약을 적극적으로 유도하고 있다. 이러한 시점에서 기기의 고효율화는 필수적으로 요구되는 부분이며, 특히 이를 통해 운전비용이 절감되도록 하는 것은 물론, 소비자에게는 가스 가격 상승에 따른 충격을 흡수할 수 있는 여유를 갖게 한다.

### 4.2.2 가스냉방기기별 설치지원금 차등지원

가스식 냉방기기로서의 흡수식 냉방시스템과 GHP는 가스를 주 에너지원으로 사용한다는 점에서는 비슷하나, 흡수식은 가스를 열에너지로 전환하여 사용한다는 점에서, GHP는 가스엔진을 이용하여 기계에너지로 전환하여 사용한다는 점에서 다르다. 따라서 두 방식은 주된 사용 용량, 기술 수준, 유지 보수 면에서 현격한 차이가 있다. 그러므로 이를 고려한 별도의 지원제도가 필요하다. 일본의 경우에도 과거 흡수식과 GHP에 대한 별도의 지원 기준을 세워 시행하였다.

### 4.2.3 흡수식 냉방시스템의 고효율화 유도

흡수식 냉온수기의 경우에는 에너지 절약 및 CO<sub>2</sub> 배출 감소를 위하여 고효율 기준을 상향조정하는 것이 필요하다. 예를 들어 성능계수 1.2 이하의 기기는 지원을 최소로, 성능계수 1.35이상의

기기는 지원을 최대화 하고, 이에 따라 설치지원금을 차등 지원하여 고효율화에 대한 인센티브를 확실히 제공하는 것이 필요하다.

### 4.3 전력산업기반기금을 통한 지원

가스냉방을 이용한 하절기 전력피크 절감이 국가적인 에너지 이용 합리화에 큰 도움이 되고 있으나, 현재에는 전력산업기반기금으로부터 가스냉방의 지원이 이루어지지 않고 있다. 전기사업법 제 49조는 전력산업기반기금의 사용처에 대하여 명시하고 있다.<sup>(4)</sup>

전력산업기반기금은 국가 전체의 전력 수요를 관리하는 사업뿐만이 아닌 전력산업과 관련된 국내 석탄, LNG, 집단에너지 사업 등 전력관련 에너지 전 분야에 폭넓게 사용될 수 있도록 규정하고 있다. 그러나 제 49조 2항과 6항의 실제 세부요령을 살펴보면, 하절기 전력 수요를 관리할 수 있는 여러 기기들에 대한 고려가 간과된 부분이 없지 않다. 특히, LNG 에 대한 언급은 발전분야에 한정된, 초기 인도분에 대한 초과분만이 전력산업기반기금의 지원을 받을 수 있는 것으로 되어 있다.

특히, 가스냉방의 경우 하절기 전력 피크 감소 및 전력수요관리 효과를 증대시킬 수 있는 것이 명백한데도 불구하고, 전력산업기반기금의 전력수요관리사업운용지침 적용대상에는 포함되지 않은 점은 향후 관련 법령의 개정을 필요로 하는 점이다.

전력산업 구조개편 이전에는, 발전, 송전 및 배전사업을 일괄적으로 수행하던 한국전력공사가 국가를 대신하여 전력수요관리라는 공익적 업무를 수행하기 위해 전기요금에 재원으로 하여 축

냉식 냉방기기 등을 보급 및 지원 하였다. 이를 통해 국가적으로는 주간 최대전력수요를 억제하여 발전설비에 대한 투자를 줄이고 부하평준화를 도모할 수 있었으며, 전력생산원가 또한 절감시키는 효과를 거두었다. 그러나 전력산업 구조개편과 더불어 발전회사가 분리되었고, 축냉식 냉방기기 등의 보급으로 피크시간대의 전력판매량이 감소함에 따라 전기요금 수입이 감소하는 결과를 초래하기도 하였다. 이를 이유로 하여, 한국전력공사에서 공익적 기능을 수행하기 위해 전기요금에 부과하였던 부분을 분리하여, 정부가 전력산업기반기금을 설치하고 운영하게 되었다.

하절기 최대전력수요 억제와 관련하여서도, 축냉설비에 대한 전력산업기반기금의 지원은 전력수요관리사업 투자비중의 21.7%를 차지하였다. 이는 수요관리설비를 기준으로 최대 지원대상이다. 그러나 가스냉방의 경우, 피크 억제효과가 있음이 분명하고, 지원비 규모에 비해 충분한 경제성이 있다고 판단되나, 전력수요관리의 측면에서 전력산업기반기금을 활용하는 것이 불가능한 상황이다. 이에 따라 향후 전력산업기반기금을 적절한 수준까지 지원하여 국가 전체적인 측면에서 에너지 공급의 제도 합리화가 필요하다고 판단된다.

### 4.4 가스냉방 지원대상 확대 및 지원제도 확립

일본의 경우 하절기 전력수요 피크를 절감하는 새로운 방식으로 GHP와 흡수식 냉동기를 결합한 고효율 배열 투입형 흡수식 냉온수기를 제시하고 있다. 이러한 방식의 기기들은 첨단 가스냉방 시스템으로 구분하여 이 시스템을 도입하는 경우 경비의 상당을 보조하고 있다. 국내에서도 이러한 시스템을 도입하여 새로이 개발되는 가스냉방 신기술 제품에 대해서는 가스냉방 지원금을 별도로 지급해야 한다.

특히 Table 7에 제시되어 있듯이, 국내 지원제도는 주로 설계 및 설치 시에만 지원되나, 일본<sup>(6)</sup>의 경우 다양한 경로를 통해, 지속적인 시스템 라이프 사이클에 맞춘 재정지원이 이루어지고 있음을 알 수 있다. 우리나라에서도 다양하고, 효율적인 시장 유인효과를 갖는 지원제도에 대한 체계적인 연구가 필요하다.

Table 7 국내외 일본 가스냉방 지원제도 비교<sup>(1)</sup>

| 구분   | 국내                                 | 일본   |
|------|------------------------------------|--|
| 지원제도 | 가스냉방 설치지원금<br>가스냉방 설계장려금<br>금융지원제도 | 가스냉방 보조금제도<br>금융지원제도<br>특별세액공제<br>특별상가제도<br>리스제도<br>유지보수계약제도 |
| 지원방식 | 냉방용량별 지원                           | 냉방용량 및 방식에 따른 차등지원   |

## 5. 결 론

국가 전체적인 에너지 이용의 합리화를 도모하여 매년 발생하고 있는 하절기 전력부하의 피크를 줄여야 함에는 이견이 없다. 하절기 냉방수요의 대부분을 차지하고 있는 것은 전기이용 방식의 냉방기로서 냉방수요가 집중되는 주간에 전력수요를 감당하기 위해서는 발전설비를 확충하여야 하나, 많은 비용 및 환경적 부담이 따르는 것이 현실이다.

이를 회피할 수 있는 수단으로는 심야전기를 이용, 축냉을 하였다가 주간에 전기를 사용하지 않고 냉방을 하는 방안과, 가스를 이용하여 흡수식 냉동기 혹은 GHP를 이용한 냉방 방식이 상용되고 있다.

그러나 이 두 방식 모두 전기 이용 냉방시스템에 비해 설치비 및 관리 노력이 소요되어 이를 보상할 수 있는 방안이 마련되어야 할 필요가 있으며, 이를 위해 시스템 효율에 따른 지원금 차등 지원, 심야전력요금의 탄력적 운영, 고효율 기기에 대한 인센티브 지원, 전력산업기반기금을 통한 지원, 그리고 시스템 라이프 사이클에 맞춘 지원 제도 자체의 확대가 필요하다.

## 참고문헌

1. Kim, M. S., 2007, Study on support policy and plan to stimulate diffusion manner of air-conditioning systems (ice storage type, gas type), Korea energy management corporation.
2. Electricity power system operation results of 2006 (Website: <http://www.kpx.or.kr>)
3. Statistical Data of Energy of 2006, (website: <http://www.kemco.or.kr>)
4. The Electric Enterprises Act item number of 49, 2007, (Website: <http://www.moleg.go.kr>)
5. Ministry of Knowledge Economy, 2006, The Third Electricity Demand and Supply, Report of Ministry of Knowledge Economy.
6. Seok, K. H., 2004, Problems and Improvement alternatives of electricity demand and supply control business.
7. Statistics data of diffusion of Refrigeration and Air-conditioning system, 2006, Korea Refrigeration and Air-conditioning Industry Association.