

[논문] 한국태양에너지학회 논문집  
*Journal of the Korean Solar Energy Society*  
Vol. 22, No. 4, 2002

## 각종지원금제도에 의한 냉열원시스템의 라이프 사이클 코스트 분석

### Life Cycle Cost Analysis of Primary Cooling System by Systematic Support Cost

김종민\*, 정순성\*\*, 최창호\*\*\*  
C.M.Kim\*, S.S.Jung\*\*, C.H.Choi\*\*\*

**Key words** : 라이프 사이클 코스트 분석(Life Cycle Cost Analysis), 현가법(Present-Worth Method),  
각종지원금제도(Systematic Support Cost)

#### Abstract

The purpose of this study is to analyze the life cycle cost of primary cooling system by systematic support cost.

Life Cycle Cost(LCC) is the process of making an economic assessment of an item, area, system, or facility by considering all significant costs of ownership over an economic life, expressed in terms of equivalent costs. The essence of life cycle costing is the analysis of equivalent costs of various alternative proposals.

In order to select economical primary cooling system in early heat source plan stages, the research investigates cost items and cost characteristics during project process phases such as planning/design, construction, maintenance /management, and demolition/sell phases. The study also analyze the life cycle cost by capacity leading to suggest the most economical primary cooling system by systematic support cost.

\* 동명정보대학교 건축학부 교수

\* *Division of Architectural Engineering, Professor, Tongmyoung University of Information Technology*

\*\* 동명정보대학교 건축학부 전임강사(기간제)

\*\* *Division of Architectural Engineering, Lecture, Tongmyoung University of Information Technology*

\*\*\* 광운대학교 건축학부 교수

\*\*\* *School of Architecture, Professor, Kwangwoon University*

## 1. 서론

LCC 분석은 한 유기체에 의해 이행되는 일련의 단계로서 유기체가 생성된 후 다음 세대가 생길때까지의 생활과정이 반복된다는 생물학의 개념에서 유래되어 현재 공학의 여러 분야에서 연구가 진행중이다.

본 연구는 초기 열원계획단계에서 각종지원금제도에 의한 냉열원시스템의 라이프 사이클 코스트 분석에 관한 연구로서 냉열원 방식의 프로젝트 진행단계인 기획·설계단계, 설비건설단계, 유지·관리단계, 폐기·처분단계의 비용항목 및 비용항목변수를 선정하여 각종지원금제도의 유무에 의한 냉열원 방식의 용량별로 라이프 사이클 코스트 계산을 험가법으로 산출하였다. 이를 바탕으로 각종지원금제도에 의한 냉열원시스템의 금액 및 비율과 경제성 순위 변화를 파악하고자 한다. 본 연구에서 검토한 냉열원 방식은 에너지원으로 일반 전력을 사용하는 터보 냉동기 방식, 경유를 사용하는 흡수식 냉동기 방식, 도시가스를 사용하는 냉온수 유니트 방식, 하계 냉방수요의 급증으로 전력수급에 심각한 불균형을 해결하기 위하여 심야전력을 사용하는 빙축열 방식 등 4가지 방식을 대상으로 하였으며, 방식별 용량은 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900,

1000USRT로 한정하여 부산지역 사무소 건물에 적용하였다.

## 2. 각종지원금 제도

### 2.1 정부지원제도

정부의 지원제도는 세제지원<sup>1)</sup>, 금융지원<sup>2)</sup> 등으로 나누어진다. 세제지원은 소득세(법인세)공제, 손금산입 중에서 한가지를 선택하는 것이다.

### 2.2 한전 및 한국가스공사지원제도

한국전력공사의 지원제도는 무상지원제도<sup>3)</sup>, 설계장려금 지급<sup>4)</sup>, 전기요금할인제도<sup>5)</sup> 등이 있으며, 한국가스공사의 지원제도<sup>6)</sup>는 도시가스장려금지급제도 등이 있다.

## 3. 냉열원시스템의 LCC 분석 비용항목 및 변수

### 3.1 비용항목

프로젝트의 진행단계인 기획·설계단계, 설비건설단계, 유지·관리단계, 폐기·처분단계에서 발생하는 냉열원 시스템의 비용항목으로 본 연구에서는 냉열원 시스템의 특성과 국내실정을 고려하여 표 1과 같이 구축하였다.

표 1의 기획·설계단계에서 기획·설계비는 설비설계 사무소의 특성을 고려하여 기본설계<sup>7)</sup>비

- 1) 세제지원에서 소득세(법인세)공제는 에너지절약시설의 설치 및 개체비용에 대한 투자금액의 5%를 투자완료일이 속하는 사업년도의 법인세(또는 소득세)에서 공제(국산, 외산 기자재 동일)한다. 손금산입은 에너지절약시설 투자준비금 손금계상시 에너지절약시설 투자과세연도와 그 이후 2년 이내 종료하는 각 과세연도마다 당해연도 투자금액의 15%의 범위내에 손금산입하며 투자준비금을 손금산입한 법인은 과세연도 종료일 이후 3년이 되는 날이 속하는 과세연도까지 에너지절약시설을 신규 취득하거나 개체하는 등 자본적 지출에 사용하며, 기한내 미사용 금액에 대해서는 그 3년이 되는 날이 속하는 과세연도의 익금에 산입.
- 2) 에너지이용합리화를 위한 자금지원지침에 의해 축냉(빙축열 및 수축열)방식의 냉방설비(전용배관, 펌프, 열교환기, 축열조 및 냉동기를 포함하며 건물 각층에 설치하는 공조기 및 냉·온수 배관 제외)에 대하여 시설자금을 저리융자로 지원하는 제도.
- 3) 한전이 인정하는 축냉설비를 설치하여 심야전력을 적용받는 고객으로서 냉방기간중 일일 방냉시간이 09~12시(3시간) 및 14~17시(3시간)을 포함하여 최소한 6시간 이상인 고객에게 지원하는 특별부담금.
- 4) 빙축열을 설계에 반영한 설비설계사무소에 산정기준에 따라 지급하는 금액.
- 5) 축열식 또는 축냉식 전기기기를 사용하도록 유도함으로써 주간부하의 경감과 심야부하의 조성을 통하여 전력설비를 효율적으로 이용하고자 저렴한 심야전력 요금제도.
- 6) 가스냉방 설치자금 융자, 가스냉방설계장려금, 가스냉방 설치장려금(도시가스장려금지급제도) 등이 있으나 가스냉방 설치자금 융자는 정부의 금융지원이며, 가스냉방설계장려금은 도시가스를 설계방영한 설계회사에 지급되며, 가스냉방 설치장려금은 도시가스기기를 설치한 곳에 장려금을 지급하는 것이므로 본 연구에서는 가스냉방 설치장려금만을 고려하였다.
- 7) 주요설계 수행지침, 예비설계 및 기본공사비 산정, 설계요강의 결정, 설계지침의 작성, "기본설계등에관한세부시행기준"에서 정하는 사항.

를 기획비, 실시설계<sup>8)</sup>비를 설계비로 분류하였다. 기획·설계비는 공사비 효율에 의한 방법<sup>9)</sup>과 실비정액 가산방식으로 분류되며, 엔지니어링 사업대가의 기준<sup>10)</sup>에 의하여 공사비 효율에 의한 방법을 적용하였다.

표 1. 라이프 사이클 코스트 분석시 냉열원시스템의 비용항목.

프로젝트 진행단계	비용항목	세 부 비 용 항 목
기획·설계 단계	기획·설계비	기획비, 설계비
설비건설 단계	초기투자비	기기의 제품가격, 설치비, 시운전조정비, 수송비, 수변전설비비, 배관공사비, 공사감리비
	각종지원금	시설자금저리용자, 세제혜택 또는 손금산입 특별부담금, 설계장려금, 심야전력요금 할인제도
유지·관리 단계	에너지비	일반전력비, 심야전력비, 도시가스비, 경유비
	상·하수도비	상수도비, 수처리비, 물이용부담금, 하수도비
	보전비	수선·부품교환비, 청소·점검정비비
	운전인건비	인건비, 경비, 일반관리비, 이운
	세금	취득세, 등록세, 재산세, 교육세, 도시계획세, 공동시설세
	보험료	화재보험료, 기계보험료
	부분갱신비	갱신공사비, 갱신공사인건비
	기타 비용	초기투자비 증가분 이자, 사용공간비
폐기·처분 단계	철거비	철거인건비, 건설폐기물처리비
	매각비	매각수익비, 잔존가치

공사비 효율에 의한 방법은 냉열원 방식별 초기

투자비<sup>11)</sup>에 따라 기획·설계비가 달라진다. 설비건설단계에서 초기투자비는 냉열원 기기의 제품가격(제품가격, 수송비, 설치비, 시운전조정비 등을 포함), 배관공사비, 수변전 설비비, 공사감리비로 분류될 수 있다. 일반적으로 초기투자비는 종합물가정보자료와 견적 자료를 기준으로 산출한다. 공사감리비는 비상주 감리에 의한 비용을 공사감리<sup>12)</sup>비로 분류하였다.

각종지원금의 경우 한국전력공사와 한국가스공사 및 정부는 부하평준화를 위해 각종지원금 제도를 마련하고 있으며, 종류는 무상지원제도(특별부담금<sup>13)</sup>), 설계장려금 지급<sup>14)</sup>, 전기요금제도에 의한 지원<sup>15)</sup>, 세제지원<sup>16)</sup>, 금융지원<sup>17)</sup> 등으로 나누어진다.

유지·관리단계에서 에너지비<sup>18)</sup>는 전력비와 연료비로 분류하였다. 일반적으로 LCC 분석에서 에너지비는 초기계획단계의 견적을 신속히 실시하는데 유리한 전부하상당운전시간법을 많이 사용하고 있다.

상·하수도비는 상수도비, 하수도비, 수처리비, 물이용부담금으로 분류하였다. 냉열원 시스템에서 급수량의 주된 비중을 차지하는 것은 냉각탑 보급수를 의미한다. 냉각탑 냉각보급수량은 냉열원 방식에서 냉동기의 종류에 따라 냉각탑의 용량이 달라지며, 냉각수 계통의 발열, 비산 및 농축방지를 위한 블로워에 대한 보급률로 냉각수 순환

8) 기본설계·계획의 검토, 실시설계에 필요한 자료의 수집 및 정비, 설계요강의 결정, 설계지침의 작성, 도면 및 계산서 작성, 시방서 및 예정공정표 작성, 공사수량산출 및 공사비내역서 작성.  
 9) 공사비 효율에 의한 방법은 공사비에 일정 비율을 곱하여 산출한 금액에 추가업무비용과 부가가치세를 합산하여 대가를 산출하는 방식.  
 10) 과학기술부 공고 제2001-116호, 2001년 12월 31일 공포.  
 11) 초기투자비의 세부항목에서 공사감리비 제외.  
 12) 시공계획 및 공정표 작성, 시공자가 작성한 시공도 검토, 시공자가 제시하는 시험성과표 검토, 공정 및 기성고 사정, 준공도 검토, "기본설계등에관한세부시행기준"에서 정하는 사항.  
 13) 감소전력에 따른 일정액의 한전무상지원금지(한국전력공사).  
 14) 한국전력공사는 축냉설비 설치 고객에게 지급한 지원금의 5%, 한국가스공사는 설치냉방용량 1RT당 10,000(한도 500만원).  
 15) 심야전력요금 할인제도(한국전력공사).  
 16) 소득세(법인세)공제, 손금산입, 특별상각 중에서 한가지 선택(조세감면규제법 제26조, 제27조 및 제29조).  
 17) 통상산업부, 에너지이용합리화를 위한 자금지원지침.  
 18) 에너지비를 산출하기 위해서는 에너지 소비량과 에너지 단가를 조사해야 한다. 에너지 소비량의 산출방법에는 단일량법(Single-measure methods), 복수량 간이계산법(Simplified multi-measure methods), 시뮬레이션 정밀법(Detailed simulation methods) 등이 있다.

수량의 1.5%~2%정도이다.

보전비는 수선·부품교환비, 청소·점검정비비로 분류하였다. 이러한 자료에 대해 국내에서는 아직 정리되어 발표된 것은 없으며, 그 특성상 각 건물에 따라 보전의 정도나 관리능력이 다르므로 상당한 차이가 있을 것으로 예상된다. 운전인건비는 노동조건에 따라 다르나, 단순히 인건비만이 아니고 기타 경비도 가산해야 한다.

세금은 취득세, 등록세, 재산세, 도시계획세, 공동시설세, 교육세 등이 있다. 이 중 초년도 과세는 취득세와 등록세이며, 매년 과세되는 것은 재산세, 도시계획세, 공동시설세, 교육세이다. 보험료는 화재보험료와 기계보험료 등이며, 총칭하여 손해보험료를 의미한다. 손해보험은 재산의 소유자가 자기판단에 따라 가입하는 것으로 일반건물의 경우 보험의 대부분은 화재보험이다. 부분갱신비는 갱신공사비와 갱신공사인건비로 분류하였다. 기타 비용으로 초기투자비 증가분 이자는 냉열원 방식별 초기투자비의 차이에 의한 이자를 의미하며, 일반적으로 은행의 대출이자로 계산한다. 사용 공간비는 냉열원 방식별 시스템의 선택에 따라 기계실의 점유공간 및 배관 샤프트의 대소차이가 발생하며, 이를 비용으로 환산한 것이다.

폐기·처분단계에서 철거비의 경우 철거인건비와 건설폐기물처리비로 분류하였다. 매각비의 경우 매각수익비와 잔존가치로 분류하였다. 잔존가치는 분석기간 종료시점의 재산가치이다. Ferry와 Flanagan(1991)은 서로 다른 수명주기를 갖는 대안을 비교하는 경우 수명주기가 짧은 쪽의 대안을 기준으로 하여 수명주기가 긴 대안의 잔존가치를 고려할 필요가 있다고 제안하였다.<sup>19)</sup>

### 3.2 비용항목 변수

냉열원 방식별 LCC 분석시 고려해야 할 LCC 비용항목 변수는 내용연수, 비용의 시간적 가치에

영향을 미치는 이자율(할인율) 및 인플레이션 등이 있다. 특히 인플레이션은 물가상승률, 상·하수도비 상승률, 에너지비 상승률(전력, 연료), 운전인건비 상승률, 세금 및 보험료 상승률 등으로 나누어진다.

위와 같은 비용항목 변수의 값은 적정한 추정치를 의미하며, LCC 분석에서는 추정의 근거로 대표치나 명목상의 수준으로 과거 데이터에 의한 평균값을 일반적으로 사용한다.

### 3.3 LCC 환산방법

LCC 분석에서 발생하는 비용항목은 시스템의 탄생시점에서 폐기 처분하는 시점까지 지속적으로 발생하는 비용이다. 이 경우 LCC를 집계하기 위해서는 비용항목의 모든 비용을 동일한 가치로 환산해야 한다. LCC 환산방법으로 설비투자를 행하고자 하고 있는 현재시점의 가치로 환산하는 방법(현가법), 운용기간중의 1년당의 비용으로 환산하는 방법(연가법), 사용연수가 끝난 시점의 가치로 환산하는 방법(종가법)이 있다.

본 연구에서는 LCC 환산방법으로 현가법을 이용하였다. 현가법에서 초기비용은 이미 현가이므로 장래에 발생하는 비용은 반복비용과 비반복비용으로 분류할 수 있다. 미래에 발생하는 반복비용(매년 똑같이 발생하는 비용)중에서 에스컬레이션이 있는 경우는 식 (1)을 사용하여 현가로 환산한다.

$$P = A \times \frac{\left[ \frac{1+e}{1+i} \right] \cdot \left[ \left( \frac{1+e}{1+i} \right)^n - 1 \right]}{\left( \frac{1+e}{1+i} \right) - 1} \quad (1)$$

여기서,

P : 현가

A : n년간 계속되는 일정한 기말지불액

I : 할인율, e:에스컬레이션, n:내용연수

19) 김인호, 건설계획과 의사결정, 기문당, 1998, p. 262.

또 에스컬레이션이 없는 경우는 식 (2)를 사용하여 현가로 환산한다.

$$P = A \times \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (2)$$

몇 년 후에 1회만 발생하는 비반복비용은 식 (3)을 사용하여 현가로 환산한다.

$$P = F \times \frac{1}{(1+i)^n} \quad (3)$$

여기서,

F : n년후의 기말지불액

i : 할인율(물가상승률 포함)

#### 4. 냉열원시스템의 LCC 산출을 위한 가정조건

기획·설계비와 공사감리비는 공사비 효율에 의한 방법<sup>20)</sup>을 선택하여 계산하였다.

초기투자비는 냉열원 제조업체의 소비자가 견적<sup>21)</sup>을 바탕으로 산정하였다. 각종 지원금의 경우 빙축열 방식은 특별부담금, 세제지원(소득세 공제), 금융지원의 지원금을 받는 것으로 가정하였으며, 가스를 사용하는 방식은 세제지원(소득세 공제)과 금융지원을 받는 것으로 가정하였다.<sup>22)</sup>

에너지비는 초기계획단계에서 견적을 신속히 실시하는데 유리한 전부하 상당 운전시간법<sup>23)</sup>을 사용하였다. 에너지비<sup>24)</sup>, 상·하수도비<sup>25)</sup>, 보전비<sup>26)</sup>, 운전인건비<sup>27)</sup>, 세금<sup>28)</sup>, 화재보험료<sup>29)</sup>, 철거비<sup>30)</sup>, 매각비<sup>31)</sup>, 잔존가치<sup>32)</sup>는 각각의 조건에 따라 산출하였다.

부분갱신비는 냉열원 방식별로 LCC 분석기간 중에 부분갱신이 없는 것으로 가정하였다. 기타 비용으로 초기투자비 증가분 이자는 초기투자비에서 각종지원금을 뺀 금액을 비교하여 가장 적은 대안의 금액을 바탕으로 이자에 대한 비용을 산출하였으며, 사용 공간비는 고려하지 않는 것으로

- 
- 20) 엔지니어링사업대가의 기준의 건설부문의 효율을 사용하였으며, 공사비가 효율표의 각 단위 중간에 있을 때의 효율은 직선보간법을 이용하여 산정하였다.
  - 21) 터보 냉동기 방식, 흡수식 냉동기 방식(가스, 경유), 냉온수 유니트 방식(가스, 경유)는 5개, 빙축열 방식은 2개의 평균값을 사용하였다. 수변전 설비비는 KVA당 150,000원으로 가정하였다.
  - 22) 설계장려금의 경우 설계사무소에 지급하므로 제외하였으며, 전기요금제도에 의한 지원은 에너지비용에 포함되므로 본 연구에서는 제외하였다.
  - 23) 부산지역 사무소 건물의 전부하상당 운전시간으로 402.99시간을 기준(정순성, HVAC 시스템의 의사결정분석을 위한 LCC 영향도 다이어그램 개발에 관한 연구, 동아대학교 박사학위논문, p.89, 1999)
  - 24) 전력비-2002.6.1기준(전력산업기반기금 4.591% 포함), 전력요금(기본요금, 사용요금), 심야전력요금(기본요금, 사용요금)으로 구분. 전기요금 {(전력요금:일반용전력(갑)-선택(II)요금, 심야전력:심야전력요금(을)}.
  - 연료비-2002.1.1 기준 도시가스요금(10,500kcal기준, 부가세포함):업무용(냉방용 293.83원/m<sup>3</sup>), 경유요금:650원/ℓ.
  - 25) 냉각수 계통의 발열, 비산 및 농축 방지를 위한 블로워에 대한 보급률로 냉각수 순환수량의 2%로 가정(0.26ℓ/min USRT). 상수도도 2002년 6월 기준. 하수도비 2002년 6월 기준. 수처리비는 수질의 정도에 따라 비용에 많은 차이가 있으나 본 연구에서는 수처리용액 2000원/ℓ으로 가정. 물이용부담금은 부산시의 경우 2002.7.15일 이후 100원/m<sup>3</sup> 부과.
  - 26) 초기투자비의 1.5%로 가정.
  - 27) 건축물 시설관리비 표준단가를 기준으로 계산. 인건비, 경비, 일반관리비, 이윤 등을 포함, 기능사(기계)급으로 가정, 연면적 4000m<sup>2</sup>당 1인가정(열원측과 공조측 1:2), 하계(6,7,8,9월)만 계산. 빙축열 방식의 경우 야간운전을 위해 1인 추가하는 것으로 가정.
  - 28) 취득세 및 등록세는 과세표준을 초기투자비의 70%, 재산세, 교육세(재산세), 도시계획세, 공동시설세는 과세표준을 초기투자비의 80%로 가정.
  - 29) S사의 화재보험 효율 적용(일반업무시설 2급).
  - 30) 철거인건비는 신설의 50%(재사용을 고려치 않을 때)로 계산(냉동기 지하 1층, 냉각탑 옥상 기준). 건설폐기물처리비는 835,000원으로 냉열원 방식의 용량별로 동일하다고 가정.
  - 31) 매각수익비는 고철가격을 50원/kg으로 가정.
  - 32) 빙축열 방식의 경우 축열조의 내용연수를 30년으로 가정하여 잔존가치를 정액법으로 산출.

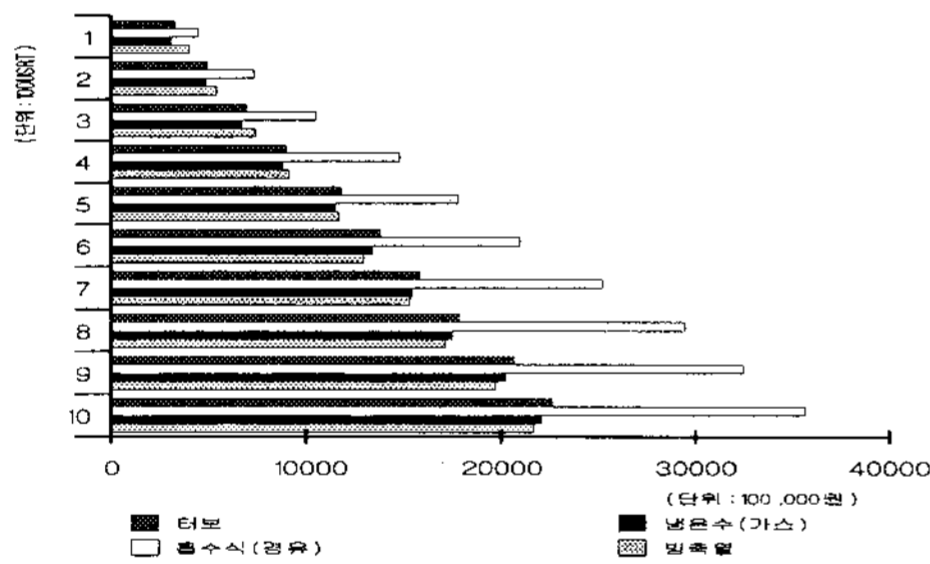
가정하였다.

비용항목 변수<sup>33)</sup>로 이자율 11%, 에너지비 상승률(전기 4%, 경유 11%, 도시가스 3%), 상·하수도비 상승률 13%, 물가상승률 5%, 운전인건비 상승률 9%, 세금 및 화재보험료 상승률 2%, 수처리비 상승률 3%, 내용연수 15년으로 가정하여 현가법을 적용하였다.

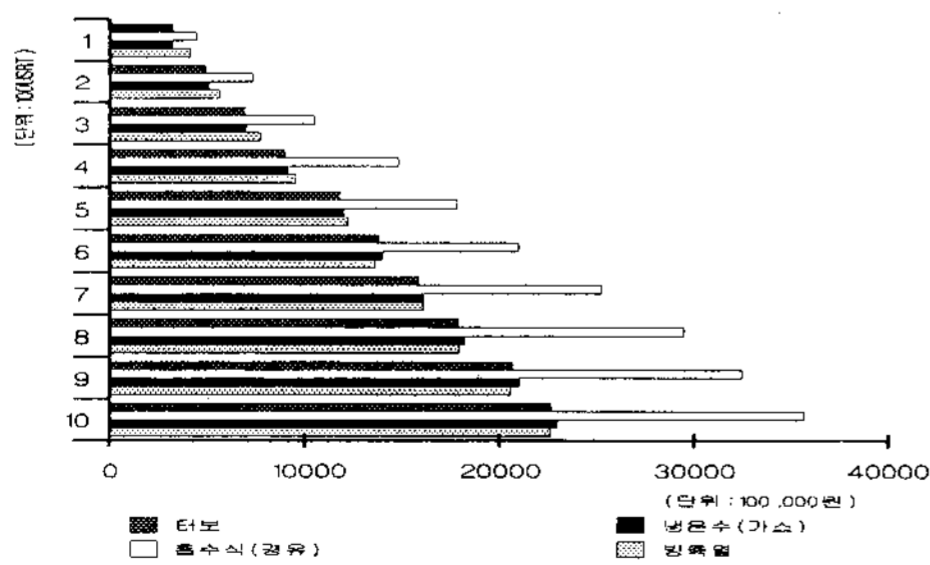
## 5. 각종지원금제도에 의한 냉열원시스템의 LCC 분석

### 5.1 각종지원금제도에 의한 냉열원시스템의 LCC<sub>15</sub><sup>34)</sup> 계산 결과

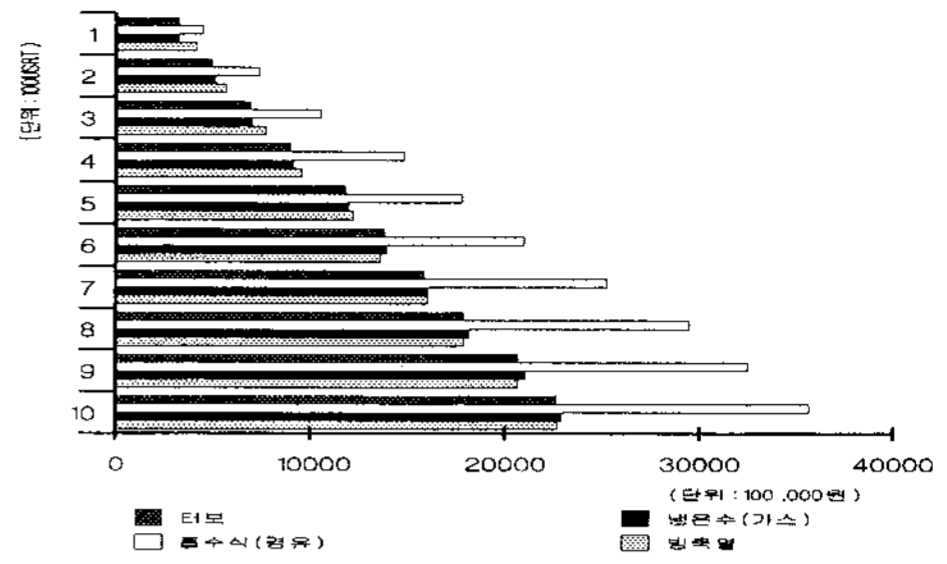
각종지원금제도에 의한 냉열원시스템의 LCC<sub>15</sub> 계산 결과는 그림 1과 같다.



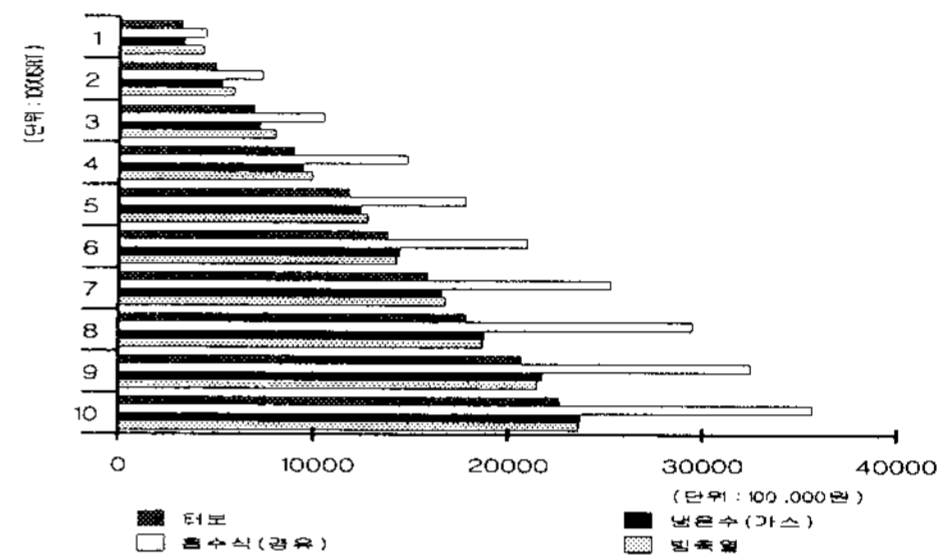
한전+도시가스+정부지원제도가 있는 경우 LCC<sub>15</sub>



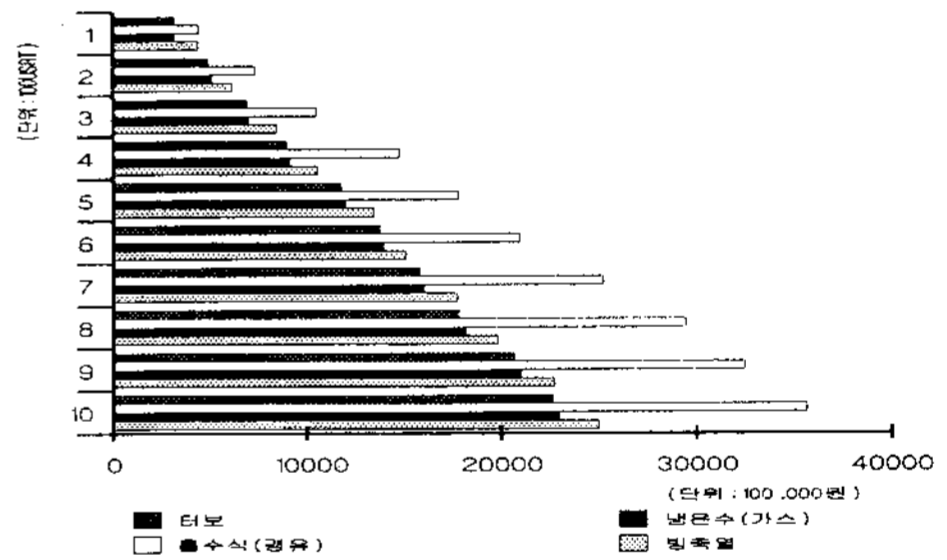
한전+정부지원제도 중 소득세지원만 있는 경우 LCC<sub>15</sub>



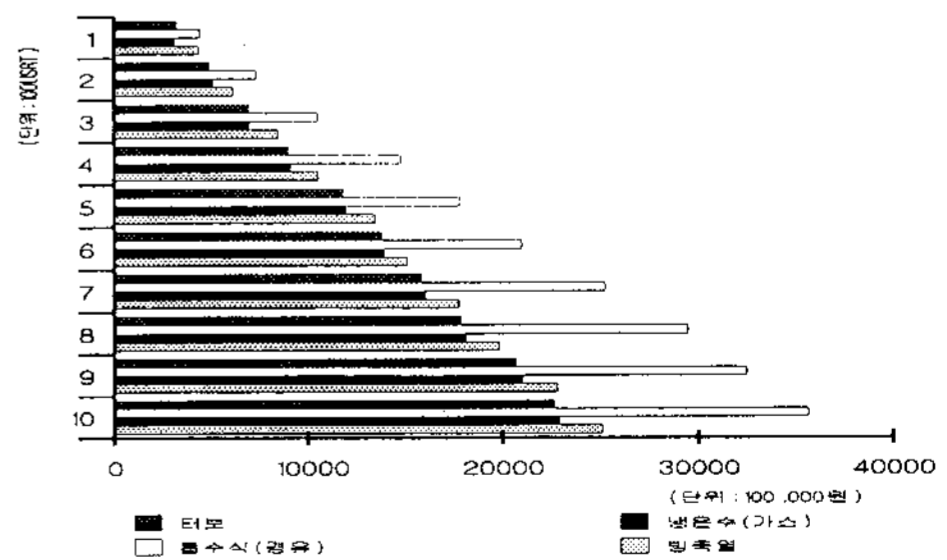
한전+정부지원제도 중 금융지원만 있는 경우 LCC<sub>15</sub>



한전지원제도만 있는 경우 LCC<sub>15</sub>



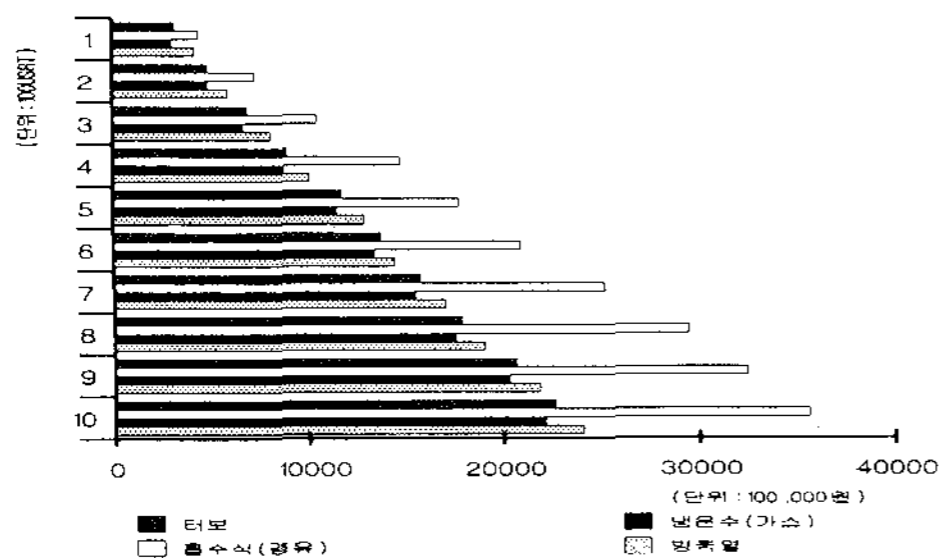
정부지원제도 중 소득세지원만 있는 경우 LCC<sub>15</sub>



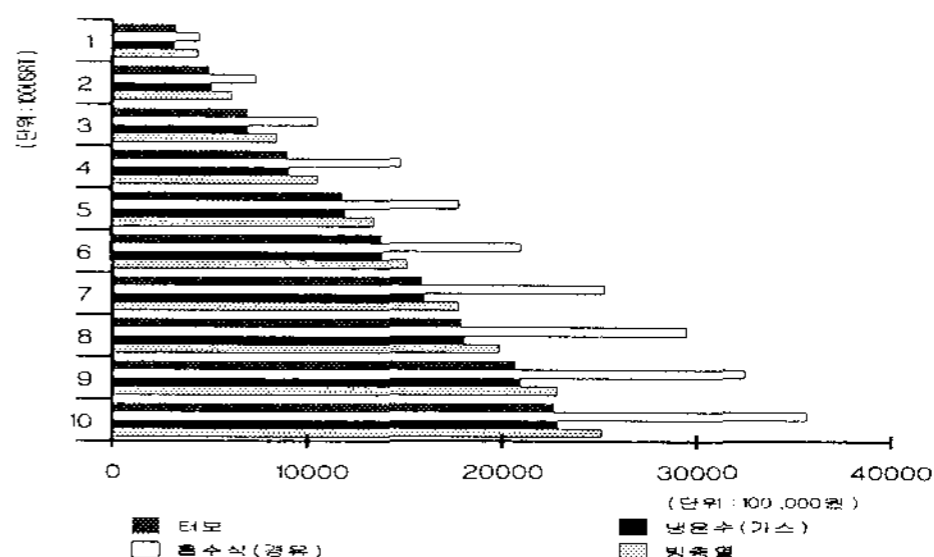
정부지원제도 중 금융지원만 있는 경우 LCC<sub>15</sub>

33) 비용항목 변수의 상승률 산출근거로 1990년(기준)~2001년의 통계청 자료 인용. 이자율의 경우 국내 건설업의 차입금 평균 이자율 적용, 순환인율 4% 가정, 운전인건비의 경우 1993년기준, 도시가스의 경우 1997년기준.

34) LCC<sub>15</sub>는 15년 동안의 라이프 사이클 코스트를 의미한다.

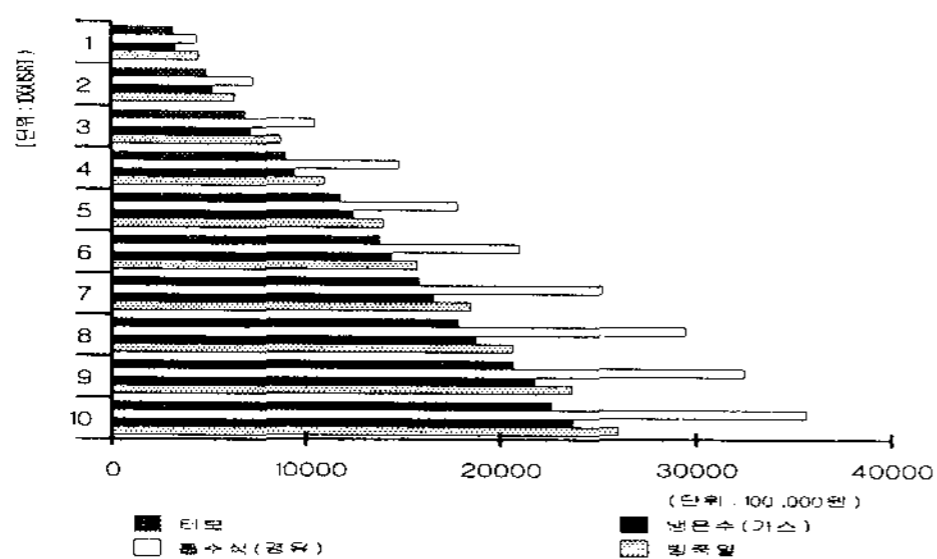


정부지원제도(소득세지원+금융지원)만 있는 경우 LCC<sub>15</sub>

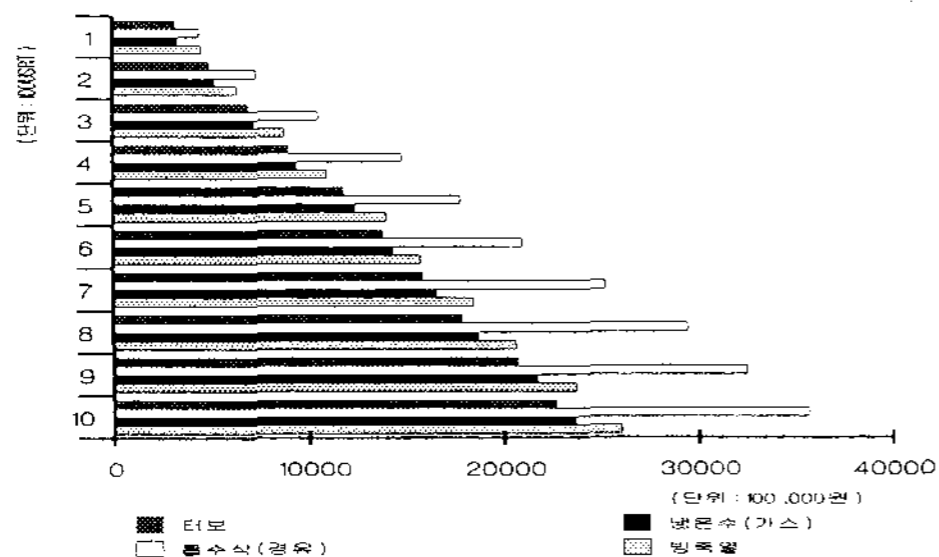


도시가스지원제도+정부지원제도중 금융지원만 있는 경우 LCC<sub>15</sub>

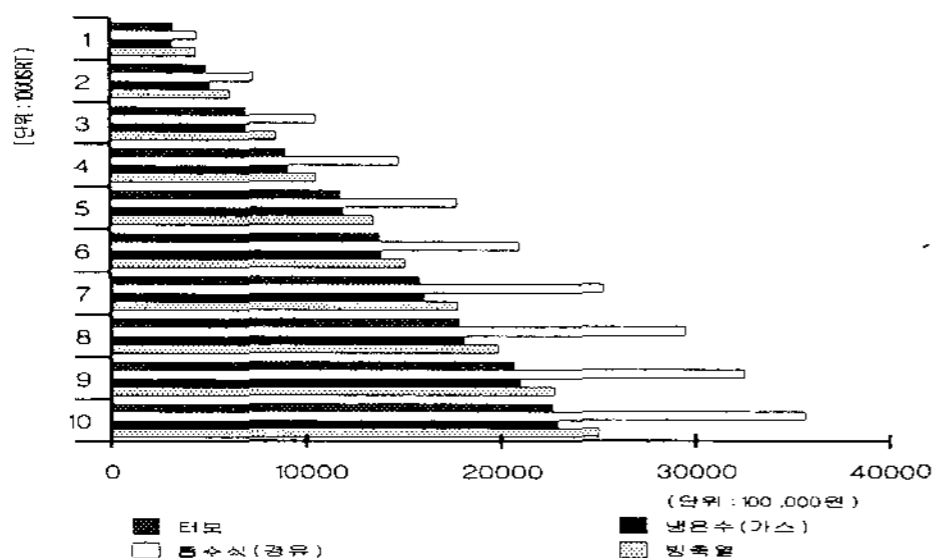
그림 1. 각종지원금제도에 의한 냉열원시스템의 LCC<sub>15</sub>



한전+도시가스+정부지원제도가 모두 없는 경우 LCC<sub>15</sub>



도시가스지원제도만 있는 경우 LCC<sub>15</sub>



도시가스지원제도+정부지원제도중 소득세지원만 있는 경우 LCC<sub>15</sub>

그림 1은 각종지원금제도의 유무에 의해 11개 항목(한전+도시가스+정부지원제도가 있는 경우, 한전+정부지원제도중 소득세지원만 있는 경우, 한전+정부지원중 금융지원만 있는 경우, 한전지원제도만 있는 경우, 정부지원제도중 소득세지원만 있는 경우, 정부지원제도중 금융지원만 있는 경우, 정부지원제도(소득세지원+금융지원)만 있는 경우, 한전+도시가스+정부지원제도가 모두 없는 경우, 도시가스지원제도만 있는 경우, 도시가스지원제도+정부지원제도중 소득세지원만 있는 경우, 도시가스지원제도+정부지원제도중 금융지원만 있는 경우)에 따른 터보 냉동기 방식, 흡수식 냉동기 방식, 냉온수 유니트 방식, 빙축열 방식의 100USRT~1000USRT별로 현가법에 의한 LCC<sub>15</sub> 의 계산 결과치로서 각종지원금제도의 유무에 의한 LCC<sub>15</sub>의 변화를 알 수 있다.

## 5.2 각종지원금제도에 의한 냉열원시스템의 LCC<sub>15</sub> 차이 및 비율

각종지원금제도에 의한 냉열원시스템의 LCC<sub>15</sub> 차이 및 비율은 표 2와 같다. 표 2에서 각종지원금의 유무에 의해 냉온수유니트 방식의 LCC<sub>15</sub> 산출결과 용량별로 25,500,000원~166,400,000원의 차이를 보이며, 빙축열 방식의 경우 52,200,000원~432,000,000원의 차이가 발생했다. 이러한 금액은 LCC<sub>15</sub> 비율로 환산하면 최

대 20%전후로 나타나 각종지원금제도가 라이프 사이클 코스트 분석에 많은 영향을 미치는 것으로 파악되었다. 특히 각종지원금제도에서 한전의 무상지원제도가 라이프 사이클 코스트 분석시 가장 영향이 큰 것으로 나타났다.

### 5.3 각종지원금제도에 의한 냉열원시스템의 경제성 순위 변화

각종지원금제도에 의한 냉열원시스템의 경제성 순위 변화는 표 3과 같다. 표 3에서 각종지원금제도에 의해 냉열원시스템의 경제성 순위 변화가

표 2. 각종지원금제도에 의한 냉열원시스템의 LCC15(단위: 100,000원)차이 및 비율(%)

용량 및 방식		각종지원금	한전(○)	한전(○)	한전(○)	한전(○)	한전(x)	한전(x)	한전(x)	한전(x)	한전(x)	한전(x)	한전(x)
			소득(○) 금융(○) 가스(○)	소득(○) 금융(x) 가스(x)	소득(x) 금융(○) 가스(x)	소득(x) 금융(x) 가스(x)	소득(○) 금융(x) 가스(x)	소득(x) 금융(○) 가스(x)	소득(x) 금융(x) 가스(○)	소득(x) 금융(x) 가스(○)	소득(○) 금융(x) 가스(○)	소득(x) 금융(○) 가스(○)	
100 USRT	냉온수 (가스)	LCC <sub>15</sub> 차이	기준	123	104	255	123	58	5	255	248	215	96
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.01%	+3.39%	+8.32%	+4.01%	+1.89%	+0.16%	+8.32%	+8.09%	+3.75%	+3.13%
	빙축열	LCC <sub>15</sub> 차이		125	109	270	377	361	216	522	522	377	361
		LCC <sub>15</sub> 비율		+3.11%	+2.72%	+6.73%	+9.39%	+8.99%	+5.38%	+13.0%	+13.0%	+9.39%	+8.99%
200 USRT	냉온수 (가스)	LCC <sub>15</sub> 차이		186	168	339	186	168	16	339	323	170	153
		LCC <sub>15</sub> 비율		+3.80%	+3.43%	+6.92%	+3.80%	-3.43%	+0.33%	+6.92%	+6.59%	+3.47%	+3.12%
	빙축열	LCC <sub>15</sub> 차이		229	215	443	733	718	504	947	947	733	718
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.23%	+3.97%	+8.18%	+13.54%	+13.26%	+9.31%	+17.49%	+17.49%	+13.54%	+13.26%
300 USRT	냉온수 (가스)	LCC <sub>15</sub> 차이		283	261	521	283	261	23	521	498	260	238
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.22%	+3.89%	+7.77%	+4.22%	+3.89%	+0.34%	+7.77%	+7.43%	+3.88%	+3.55%
	빙축열	LCC <sub>15</sub> 차이		332	312	634	1078	1069	757	1390	1390	1078	1069
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.50%	+4.23%	+8.60%	+14.62%	+14.50%	+10.27%	+18.85%	+18.85%	+14.62%	+14.50%
400 USRT	냉온수 (가스)	LCC <sub>15</sub> 차이		357	318	645	357	318	31	645	614	326	288
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.07%	+3.63%	+7.36%	+4.07%	+3.63%	+0.35%	+7.36%	+7.01%	+3.72%	+3.29%
	빙축열	LCC <sub>15</sub> 차이		402	396	797	1411	1404	1009	1806	1806	1411	1404
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.42%	+4.35%	+8.75%	+15.50%	+15.42%	+11.08%	+19.84%	+19.84%	+15.50%	+15.42%
500 USRT	냉온수 (가스)	LCC <sub>15</sub> 차이		503	466	929	503	466	39	929	891	464	427
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.38%	+4.06%	+8.10%	+4.38%	+4.06%	+0.34%	+8.10%	+7.76%	+4.04%	+3.72%
	빙축열	LCC <sub>15</sub> 차이		550	526	1076	1811	1786	1261	2336	2336	1811	1786
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.73%	+4.52%	+9.25%	+15.57%	+15.36%	+10.84%	+20.08%	+20.08%	+15.57%	+15.36%
600 USRT	냉온수 (가스)	LCC <sub>15</sub> 차이		565	515	1034	565	515	46	1034	988	519	469
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.23%	+3.86%	+7.74%	+4.23%	+3.86%	+0.34%	+7.74%	+7.40%	+3.89%	+3.51%
	빙축열	LCC <sub>15</sub> 차이		644	624	1268	2154	2134	1510	2778	2778	2154	2134
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.98%	+4.82%	+9.80%	+16.65%	+16.50%	+11.67%	+21.48%	+21.48%	+16.65%	+16.50%
700 USRT	냉온수 (가스)	LCC <sub>15</sub> 차이		639	578	1163	639	578	54	1163	1109	585	524
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.15%	+3.75%	+7.55%	+4.15%	+3.75%	+0.35%	+7.55%	+7.20%	+3.80%	+3.40%
	빙축열	LCC <sub>15</sub> 차이		725	708	1432	2455	2438	1730	3162	3162	2455	2438
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.74%	+4.63%	+9.36%	+16.05%	+15.94%	+11.31%	+20.67%	+20.67%	+16.05%	+15.94%
800 USRT	냉온수 (가스)	LCC <sub>15</sub> 차이		713	636	1288	713	636	61	1288	1226	652	574
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.08%	+3.64%	+7.38%	+4.08%	+3.64%	+0.35%	+7.38%	+7.02%	+3.73%	+3.29%
	빙축열	LCC <sub>15</sub> 차이		804	791	1595	2754	2741	1949	3545	3545	2754	2741
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.71%	+4.63%	+9.34%	+16.13%	+16.05%	+11.41%	+20.76%	+20.76%	+16.13%	+16.05%
900 USRT	냉온수 (가스)	LCC <sub>15</sub> 차이		808	783	1522	808	783	69	1522	1452	738	714
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.00%	+3.87%	+7.53%	+4.00%	+3.87%	+0.34%	+7.53%	+7.18%	+3.65%	+3.53%
	빙축열	LCC <sub>15</sub> 차이		856	922	1778	3026	3092	2170	3949	3949	3026	3092
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.34%	+4.68%	+9.02%	+15.35%	+15.69%	+11.01%	+20.03%	+20.03%	+15.35%	+15.69%
1000 USRT	냉온수 (가스)	LCC <sub>15</sub> 차이		902	839	1664	902	839	77	1664	1587	826	762
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.09%	+3.80%	+7.54%	+4.09%	+3.80%	+0.35%	+7.54%	+7.19%	+3.74%	+3.45%
	빙축열	LCC <sub>15</sub> 차이		909	1020	1928	3300	3411	2392	4320	4320	3300	3411
		LCC <sub>15</sub> 비율		+4.19%	+4.70%	+8.89%	+15.22%	+15.73%	+11.03%	+19.93%	+19.93%	+15.22%	+15.73%

주 1) 한전, 소득, 금융, 가스 (○) : 각종지원금(한전, 소득, 금융, 가스) 항목을 고려한 LCC 계산.  
한전, 소득, 금융, 가스 (■) : 각종지원금(한전, 소득, 금융, 가스) 항목을 제외한 LCC 계산.



표 3. 각종지원금제도에 의한 냉열원시스템의 경제성 순위 변화

용량 및 방식		각종지원금											
		한전 (○) 소득 (○) 금융 (○) 가스 (○)	한전 (○) 소득 (○) 금융 (×) 가스 (×)	한전 (○) 소득 (×) 금융 (○) 가스 (×)	한전 (○) 소득 (×) 금융 (×) 가스 (×)	한전 (×) 소득 (○) 금융 (×) 가스 (×)	한전 (×) 소득 (×) 금융 (○) 가스 (×)	한전 (×) 소득 (○) 금융 (○) 가스 (×)	한전 (×) 소득 (×) 금융 (×) 가스 (×)	한전 (×) 소득 (×) 금융 (×) 가스 (○)	한전 (×) 소득 (○) 금융 (×) 가스 (○)	한전 (×) 소득 (×) 금융 (○) 가스 (○)	
100 USRT	터보	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	
	흡수식(경유)	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	
	냉온수(가스)	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	
	빙축열	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	
200 USRT	터보	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	
	흡수식(경유)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	냉온수(가스)	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	
	빙축열	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
300 USRT	터보	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	
	흡수식(경유)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	냉온수(가스)	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	
	빙축열	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
400 USRT	터보	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	
	흡수식(경유)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	냉온수(가스)	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	
	빙축열	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
500 USRT	터보	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	
	흡수식(경유)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	냉온수(가스)	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	
	빙축열	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
600 USRT	터보	3	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	
	흡수식(경유)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	냉온수(가스)	2	3	3	3	2	2	1	2	2	2	2	
	빙축열	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	
700 USRT	터보	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	
	흡수식(경유)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	냉온수(가스)	2	3	2	2	2	2	1	2	2	2	2	
	빙축열	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
800 USRT	터보	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	
	흡수식(경유)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	냉온수(가스)	2	3	3	3	2	2	1	2	2	2	2	
	빙축열	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	
900 USRT	터보	3	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	
	흡수식(경유)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	냉온수(가스)	2	3	3	3	2	2	1	2	2	2	2	
	빙축열	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	
1000 USRT	터보	3	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	
	흡수식(경유)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	냉온수(가스)	2	3	3	3	2	2	1	2	2	2	2	
	빙축열	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	

주 1) 한전, 소득, 금융, 가스 (○) : 각종지원금(한전, 소득, 금융, 가스) 항목을 고려한 LCC 계산.  
 한전, 소득, 금융, 가스 (■) : 각종지원금(한전, 소득, 금융, 가스) 항목을 제외한 LCC 계산.

많이 발생하므로 하계 부하평준화를 위해 각종지원금제도는 계속 유지되어야 할 것으로 사료된다.

## 6. 결론

각종지원금제도에 의한 냉열원시스템의 라이프 사이클 코스트 분석을 위해 냉열원시스템의 비용 항목 및 비용항목 변수를 구축하였으며, 현가법에 LCC<sub>15</sub> 및 비율, 경제성 순위 변화를 파악하고자 한 본 연구의 주요 연구 결과는 다음과 같다.

- 1) 각종지원금제도가 없을 경우 터보 냉동기 방식이 경제적이거나, 각종지원금제도가 있을 경우 500USRT이하에서는 냉온수(가스) 유닛 방식, 600USRT이상에서는 빙축열 방식이 경제적인 것으로 나타났다.
- 2) 각종지원금제도에서 라이프 사이클 코스트 분석에 영향을 미치는 순서는 한전의 무상 지원금제도, 정부의 금융지원, 소득세 공제, 가스공사의 지원금 순으로 나타났다.
- 3) 각종지원금제도에 의해 냉열원방식의 경제성 순위가 변화하므로 하계 부하평준화를 위해 현재 지원되고 있는 정부 및 공사의 각종지원금제도 모두가 계속 유지되어야 할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. 정순성, 이정재 "LCC 분석을 위한 HVAC 시스템의 비용분류체계 구축에 관한 연구", 한국건축설비학회지 논문집 제2권 4호, pp. 118~125, 1999.
2. 정순성, 이정재 "HVAC 시스템의 LCC 평가를 위한 전산 프로그램 개발에 관한 연구", 대한건축학회 논문집 계획계 16권 7호, pp. 101~108, 2000.
3. 한국건설산업연구원편저, 건설관리 및 경영, 보성각, 1997.
4. 한국은행, 경제통계연보, 1994, 1998, 2001, 2002.
5. 사단법인 한국물가정보, 종합물가정보, 통권 380, 2002.
6. 유일근, 최신 경제성 공학, 형설출판사, 1998.
7. 유일근, Engineer를 위한 원가측정과 분석, 시그마 프레스, 1999.
8. 김인호, 건설경영, 기문당, 1999.
9. 한국전력공사, 수요개발 실무교재, 1994.
10. Dell'Isola, A. J., and Kirk, S., Life Cycle Costing for Design Professionals, McGraw-Hill, NY, 1981.
11. A.I.A., Life Cycle Cost Analysis : A Guide for Architects, Washington, 1977.
12. Flanagan, R., and Norman, G., Life Cycle Costing : Theory and Practice, BSP Professional Books, Oxford, UK, 1989.
13. Fabrycky, W. J., and Blanchard, B. S., Life Cycle Cost and Economic Analysis, Prentice Hall, NJ, 1991.
14. Ferry, D. J. O., and Flanagan, R., Life Cycle Costing-A Radical Approach, CIRIA Report 122, Construction Industry Research and Information Association, 1991.
15. 石川 洽, 라이프사이클코스트計算의基礎, BE 建築設備, 1987.
16. 木内侯明, 經濟性からみた建築設備の壽命, 空氣調和・衛生工學, 第 54 卷 第7號, (昭和 55.7).
17. 石塚義高, 建築設備のライフサイクルコスト, BE 建築設備, 1982.
18. 笠原重剛, 空調設備の耐用年數に關する考察, BE 建築設備, 1983.
19. 宮城龍雄, 吸收冷温水機の耐用年數, BE 建築設備, 1983.