

초기계획단계에서 열원시스템 선정을 위한 경제성 간이 평가법에 관한 연구

박 룰[†], 박 종 일
동의대학교 건축설비공학과

A Study on the Simplified Economics Evaluation Method for Selecting a Heat Source System at the Pre-design Phase

Yool Park[†], Jong-Il Park
Department of Building System, Donggeui University, Busan 614-714, Korea
(Received August 23, 2004; revision received September 16, 2004)

ABSTRACT: To apply an analysis method of life cycle cost when assessing economics of equipment system, we should basically set up preconditions such as useful life, price escalation rate, interest rate, etc. as well as consider a calculation algorithm of source energy and heat source system, which is a complex process for life cycle costing. For this reason, equipment designers tend to plan heat source systems, without a thorough investigation on economics of alternative systems at the pre-design phase. In this process, architectural designers should adopt a proper heat source system, which is one of the most important factors for planning an appropriate architectural design, through a discussion with equipment designers in a short time. In order to offer an evaluation method for equipment designers to analyze economics of an alternative heat source system easily at the pre-design phase, this research would define the simplified economics evaluation method through analysis of existing papers for economics evaluation, and examine validity through comparison of simplified method values (LCC_{EC}) and life cycle costing values (LCC_{LS}) for six alternative heat source systems.

Key words: Pre-design phase(초기계획단계), Simplified economics evaluation method(경제성 간이 평가법), Life cycle costing(LCC 분석)

기 호 설 명

a	: 유지비 [원]	E	: 에너지 소비량 [W]
C_E	: 에너지 단가 [원/W]	i	: 이자율 [%]
e	: 물가 및 에너지비 상승률 [%]	I_0	: 초기투자비 [원]
		LCC_{EC}	: 단위기간당 에너지비용 [원/a]
		LCC_{nEC}	: 에너지 현가 [원]
		n	: 내구년수 [년]
		P	: 현가 [원]
		PWF	: 연금현가계수
		R	: 폐각비 [원]

[†] Corresponding author

Tel.: +82-51-890-1984; fax: +82-51-898-3462

E-mail address: pyool@deu.ac.kr

1. 서 론

초기계획단계에서부터 최적의 열원시스템이 선정되기 위해서는 에너지 절약성, 경제성, 신뢰성, 시공성 등에 대해 종합적으로 검토하여야 하지만, 시스템 설계시에는 평가내용이 정량화되어야 할 뿐만 아니라 현실적인 내용이 충분히 반영되어야 하므로 경제성이 가장 주된 평가요소로 적용되어지고 있다.

경제성 평가법 중 현재 널리 사용되고 있는 LCC 분석법은 그 사용목적에 따라 단일 시스템에 대한 정확한 경제성을 파악하기 위한 것과 시스템 계획단계에서 설정한 대안의 비교를 통해 가장 경제적인 대안을 선정하기 위한 것으로 분류할 수 있으며, 일반적으로 후자의 경우가 보편적인 의미로 사용되고 있다.

열원시스템과 같은 설비시스템에 대한 경제성 평가시 LCC 분석법을 적용하기 위해서는 기본적으로 내구년수, 물가상승률, 할인율 등과 같은 전제조건이 설정되어야 할 뿐만 아니라 연간 에너지소비량이 산출되어야 하며, 이를 바탕으로 에너지원 및 열원시스템에 대한 초기투자비의 계산체계를 고려하여 LCC를 분석해야 하는 다소 복잡한 과정을 지니고 있다. 이로 인해 설비설계자는 초기계획단계에서부터 경제성 평가를 통해 열원시스템을 선정하지 못하고 자신의 경험치에 의존하고 있는 실정이다. 또한 건축설계자는 단시간에 설비설계자와의 협의를 통해 건축계획안 작성에 가장 많은 영향을 미치는 열원시스템을 설계에 반영하고 있으며, 이 과정에서 설비설계자의 경우 시스템의 경제성에 대한 충분한 검토 없이 열원시스템을 계획하여야 하는 현실적인 문제점을 지니고 있다. 그러나 금일까지 이에 대한 연구가 미흡한 실정이기에 경제성 간이 평가법과 같은 해결책이 요구되고 있다.

이에 본 연구에서는 기존의 경제성 평가에 대한 연구논문의 분석을 통해 초기계획단계에서 설비설계자가 설정한 대안 열원시스템에 대해 경제성을 간편히 분석할 수 있는 간이 평가법을 제안하고, 중규모 이상의 사무소 건축물을 중심으로 6가지 대안 열원시스템에 대한 간이 분석치와 LCC 분석치의 비교를 통해 간이 평가법의 타당성을 검토하고자 한다.

2. 경제성 간이 평가법의 정의

열원 등과 같은 설비시스템에 대한 경제성 평가방법에는 회수기간법, 내부수익률법, LCC 분석법 등이 있으나, 현재까지는 LCC 분석법이 가장 합리적인 방법으로 인정되어 널리 적용되고 있다. LCC 분석법은 미국, 일본 등에서는 80년대에 이미 실용화되었으나, 국내의 경우에는 80년 초에 도입되어 건축설비 분야에서는 90년대 초부터 적용되기 시작하였다.⁽¹⁾

Table 1은 LCC 분석법에 의한 국내의 기존 연구 중 열원시스템을 대상으로 평가하였으며, 그 분석자료가 명확히 제시되어 있는 논문의 현황으로서 LCC 평가항목을 초기투자비(Initial cost, IC), 에너지비(Energy cost, EC) 또는 운영비(Main-tenance cost, MC), 보전비·제세금·보험료·폐각비를 합한 기타 비용(Etc. cost, CC) 및 총비용(Total cost, TC)으로 분류하였다. 표에서와 같이 Park⁽²⁾은 연면적 25,000 m²의 호텔 건축물을 대상으로 4가지의 열원시스템에 대한 내구년수 15년의 경제성을 평가(부산기준, 이자율 12%, 물가상승률 10%, 에너지비상승률 9%)한 결과 에너지비용이 평균 70.9%를 차지하였으며, 특히 경제성의 우선순위가 에너지비용과 생애비용이 동일하게 나타났다. Jung and Yee⁽³⁾는 사무소 건축물을 대상으로 2가지 냉열원에 대한 내구년수 15년의 생애비용 평가(부산기준, 이자율 12%, 물가상승률 10%, 에너지비상승률 9%, 상·하수도비상승률 9%, 세금·보험료상승률 3%)에서 전비용에서 평균 46.6%를 차지하고 있는 에너지비용의 경우 생애비용의 경제성 우선순위와 동일하게 나타났다. 또한 Jung and Lee⁽⁴⁾는 지하 5층 지상 100층, 연면적 460,000 m²의 초고층 사무소 건축물에 대한 내구년수 35년의 현가를 산출(서울기준, 이자율 8%, 물가상승률 4%, 에너지비상승률 전기 3% LNG 7%)한 결과 에너지비용이 가장 많은 비중을 차지하고 있는 운영비의 경제성 우선순위가 생애비용과 유사하게 나타났다.

이는 열원시스템에서 에너지비용이 경제성에 가장 많은 영향을 미치고 있음을 의미하는 것으로 이것이 경제성을 대표한다 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 초기계획단계에서 열원시스템의 선정을 위한 경제성 간이 평가법으로서 LCC 분석시에 경제성에 가장 많은 영향을 미치

Table 1 Previous studies on the life cycle costing of heat source system

Park ⁽²⁾	Equipment capacity	Cooling : 2,116 kW, Heating : 5,288 kW			
	Alternative systems	ALT 1 : Centrifugal chiller+Steam boiler ALT 2 : Ice thermal storage system+Steam boiler ALT 3 : Absorption chiller+Steam boiler ALT 4 : Absorption chiller-heater+Steam boiler			
	Present cost (Unit : 1,000 Won)	ALT-1	ALT-2	ALT-3	ALT-4
		IC	444,210 (①)	836,808 (④)	479,761 (③)
EC		2,341,965 (③)	2,389,515 (④)	1,719,531 (①)	1,745,422 (②)
CC		194,799 (①)	307,256 (④)	210,385 (③)	207,434 (②)
	TC	2,980,974 (③)	3,533,579 (④)	2,409,677 (①)	2,425,886 (②)
Jung and Yee ⁽³⁾	Equipment capacity	Cooling : 1,088 kW			
	Alternative systems	ALT 1 : Centrifugal chiller ALT 2 : Absorption chiller-heater			
	Present cost (Unit : 1,000 Won)	ALT-1	ALT-2		
		IC	235,050 (①)	253,350 (②)	
EC		395,998 (②)	281,890 (①)		
CC		150,156 (①)	129,770 (②)		
	TC	781,204 (②)	665,010 (①)		
Jung and Lee ⁽⁴⁾	Equipment capacity	Cooling : 37,627 kW, Heating : 44,948 kW			
	Alternative systems	ALT-1 : Absorption chiller+Steam boiler ALT-2 : Ice thermal storage system+Absorption chiller+Steam boiler ALT-3 : Ice thermal storage system+Centrifugal chiller+Steam boiler ALT-4 : Centrifugal chiller+Steam boiler			
	Present cost (Unit : 1,000,000 Won)	ALT-1	ALT-2	ALT-3	ALT-4
		IC	10,528 (③)	10,773 (④)	9,937 (②)
MC		31,429 (③)	31,593 (④)	30,508 (②)	28,287 (①)
CC		5,843 (④)	4,054 (②)	3,762 (①)	5,291 (③)
	TC	47,800 (④)	46,421 (③)	44,207 (②)	41,295 (①)

* : Rank by economics.

는 에너지비용을 경제성의 대표요소로 선택하였으며, 이를 LCC 분석기법에 적용하여 정의·제한하면 다음과 같다.

시스템 계획단계에서 설정대안의 비교를 통해 가장 경제적인 안을 선정하기 위한 LCC 분석법의 경우, 현가 P 는 유지비에 매년의 물가상승률을 고려하는 것으로 식(1)과 같이 표현된다.

$$P = I_0 + \sum_{p=1}^n a_p \frac{(1+e)^p}{(1+i)^p} + \frac{R}{(1+i)^n} \quad (1)$$

또한 a_p 가 매년 같다면 식(1)은 식(2)와 같이

정리된다.

$$P = I_0 + a(PWF) + \frac{R}{(1+i)^n} \quad (2)$$

식(2)의 PWF (Present Worth Factor)는 매년 동일하게 발생되는 반복비용에 대한 연금현재계수로서 식(3)과 같다.

$$PWF = \frac{\left\{ \left(\frac{1+e}{1+i} \right)^n - 1 \right\}}{\left\{ 1 - \left(\frac{1+i}{1+e} \right) \right\}} \quad (3)$$

식(2)의 유지비를 열원시스템에 대한 에너지비용으로 나타내면, 시스템의 에너지비용은 매년 동일하게 발생하는 반복비용이므로 내구년수에 대한 에너지 현가 LCC_{nEC} 는 식(4)와 같다.

$$LCC_{nEC} = a \times PWF \quad (4)$$

또한 식(4)에서 에너지 단가에 대한 연이율은 같으므로 각 내구년수에 걸쳐 에너지 현가의 변동비율도 같다. 따라서 초기계획단계에서 설정한 열원시스템 대안의 비교를 통해 가장 경제적인 시스템을 선정하고자 한다면, 식(4)는 식(5)와 같이 표현될 수 있다.

$$LCC_{EC} = (E \times C_E) \times e \quad (5)$$

LCC_{EC} 란 식(5)에서와 같이 에너지비 상승률이 고려된 단위시간당 에너지비용이다.

3. 간이 평가법의 타당성 검토

3.1 샘플건물 및 열원시스템 대안 설정

건축물에서의 에너지 소비량은 열부하의 주된 요인인 건축적 특성과 이를 해소시키기 위한 공조시스템 등의 설비적 특성에 영향을 받는다. 특히 설비적 특성 중 열원설비의 경우 사용되는 에너지원에 따라 경제성 평가 결과치가 달라질 수 있기에 대안 열원시스템의 선정시에는 이를 고려하여야 한다.

이에 본 연구에서는 경제성 간이 평가법의 타당성을 검토하기 위해 기 설계된 건축물 중 열부하에 영향을 미치는 건축적 인자의 경우, 기존의 사무소 건축물에 대한 실태조사 자료⁽⁵⁾를 바탕으로 채택빈도가 높은 요소 및 재료를 중심으로 열

Table 2 Summary of sample buildings

Name of sample building	S-1	S-2	
Gross area (m ²)	39,216	21,780	
HVAC gross area (m ²)	26,980	14,396	
Stories below, above ground	5, 23	3, 15	
Ratio of window area (%)	33.7	24.7	
Cooling load (kW)	Room	3,029	1,436
	Equipment	3,913	1,855
Heating load (kW)	Room	1,963	887
	Equipment	3,545	1,646
Refrigerator (kW) × 2 sets	2,116	967	
Steam boiler (kW) × 2 sets	2,313	991	

원설비의 선정을 위한 경제성 평가시 실시효과가 높은 중규모 이상을 대상으로 하여 Table 2와 같은 샘플건물을 선정하였다.

샘플건물은 부산지역에 위치한 중(S-2)·대(S-1)규모 사무소용 건축물로서 S-1 및 S-2의 형은 남서 및 남향이다. 장단변비는 S-1, S-2 각각 2.4, 1.9이며, S-1는 중심 코아형, S-2는 편심 코아형으로 구성되어 있다.

또한 설정한 대안 열원시스템은 Table 3과 같이 하계와 동계로 구분하여, 각 기기별로 에너지원(전기, LNG, 경유)을 달리 적용하여 6가지로 분류하였다.

3.2 연간 에너지소비량 산출

전술한 대안 열원시스템에 대한 에너지비용을 추정하고, 이를 바탕으로 경제성을 분석하기 위해서는 우선 정확한 연간 에너지 소비량이 산출되어야 한다.

이에 본 연구에서는 국제적으로 공인받고 있는 HASP/ACLD/8501 및 HASP/ACSS/8502를 사용

Table 3 Alternatives of heat source system

Alternatives	Cooling	Heating
ALT-1	Centrifugal chiller for electricity	Steam boiler for LNG
ALT-2	Centrifugal for electricity	Steam boiler for light oil
ALT-3	Absorption chiller for LNG	Steam boiler for light oil
ALT-4	Absorption chiller for light oil	Steam boiler for LNG
ALT-5	Absorption chiller-heater for LNG	
ALT-6	Absorption chiller-heater for light oil	

Table 4 Source energy of system alternatives

Categories		S-1	S-2
ALT-1	E (MW)	1,006.2	499.6
	G (km ³)	18.9	9.4
ALT-2	E (MW)	1,006.6	499.9
	O (kL)	23.7	11.8
ALT-3	E (MW)	766.0	359.0
	G (km ³)	173.9	78.9
	O (kL)	23.7	11.8
ALT-4	E (MW)	771.3	362.3
	G (km ³)	18.9	9.4
	O (kL)	218.4	99.5
ALT-5	E (MW)	791.5	366.8
	G (km ³)	121.4	61.4
ALT-6	E (MW)	795.6	376.1
	O (kL)	135.7	68.8

하여 시스템 시뮬레이션을 실시하였다. 시뮬레이션에는 전술한 열원시스템 설계조건을 바탕으로 시스템을 구축하였으며, 기상자료는 설비공학회에서 제시한 부산지방의 표준기상데이터⁽⁶⁾를 적용하였다. 냉방 및 난방기간은 각각 6~9월, 12월~이년 3월이다. 조명발열량은 25 W/m². 재실인원수는 바닥면적당 0.2인, 신선외기도입량은 25 m³/인·h를 사용하였다. 침입외기량의 산출은 환기횟수법으로 동·하기 0.3회, 구조체의 열용량은 12.6 kJ/m³·K로 하였다.

입력데이터는 기기의 정격능력을 고려하여야 열매온도와 부하율에 의한 성능의 변화를 기기특성으로 보정할 수 있으므로, 열원시스템 설계시 선정된 장비 및 기기류의 부분부하 특성을 시뮬레이션상에 반영하였다. 냉동기의 냉수 입·출구 온도는 각각 12℃, 7℃이며, 냉각수의 입·출구 온도는 각각 37℃, 32℃이다. 난방용 온수온도는 60℃이며, 흡수식 냉동기 및 노통연관식 증기보일러의 사용압력은 785 kPa이다.

Table 4는 상기의 조건을 바탕으로 산출한 대안별, 에너지원별 연간 에너지소비량이다.

3.3 경제성 평가를 통한 간이 평가법의 타당성 검토

3.3.1 LCC 산정조건 설정

LCC 분석법은 현재 또는 미래에 발생하는 비

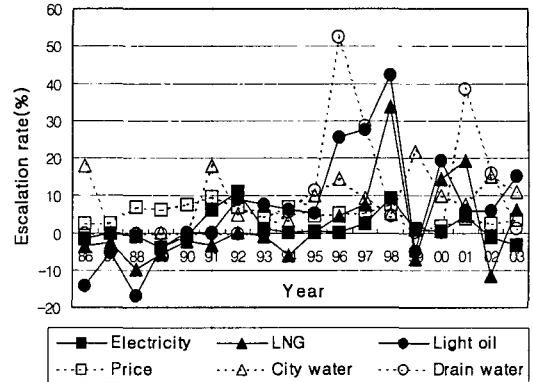


Fig. 1 Escalation rate of components for life cycle costing.

율을 미래 또는 현재의 가치로 환산함에 따라 발생하는 화폐의 가치변화 및 장비의 내구년수 등을 고려하여야 한다.

이에 본 연구에서는 이자율의 경우 1986~2003년까지의 한국은행 자료를 바탕으로 건설업차입금 평균 상승률 10%를 설정하였다. 기타 상승률의 경우 Fig. 1과 통계청 자료를 바탕으로 물가상승률은 5%, 에너지비 상승률은 전기, LNG, 경유 각각 1.5%, 2%, 7%를 기준으로 하였으며, 상·하수도비 상승률은 8%로 하였다. 세금 및 보험료 상승률은 3%⁽⁷⁾를 적용하였다.

장비별 내구년수는 국내의 경우 주택건설촉진법에서 유일하게 종류에 관계없이 보일러와 펌프에 대해서만 각각 15년, 10년으로 제시되어 있는 반면, 일본 건설성의 경우 터보 냉동기, 흡수식 냉동기 및 연관보일러, 펌프류별로 15년으로 제시⁽⁸⁾하고 있어, 15년을 기준으로 하였다.

3.3.2 대안별 비용분석

대안 열원시스템의 초기투자비는 장비설치비의 경우 인건비 등의 공동비용은 제외하였으며, 장비별 가격은 2003년 12월호 물가정보 및 관련회사의 견적을 받아 산출하였다. 또한 도시가스 시설 부담금(14,410원/m³) 및 한전 불임금(12,100원/kW)과 흡수식 냉동기의 경우 냉방설치지원금(10,000원/RT)과 조세특례제한법에 의한 세액공제(초기투자비의 7%)를 반영하였다.

연간 유지비의 경우 상·하수도비는 시스템 시뮬레이션에 의해 산출된 보급수량을 바탕으로 부산시의 단가를 적용하였으며, 보전비는 초기투자

Table 5 Premise condition of taxes and fire premium

Property tax	Initial cost×0.8×0.003
City planning tax	Initial cost×0.8×0.002
Education tax	Property tax×0.2
Acquisition tax	Initial cost×0.8×0.02
Registration tax	Initial cost×0.8×0.008
Fire premium	Initial cost×0.00078

비의 1.5%⁽⁹⁾를 적용하였다. 일반관리비는 Table 5의 제세금 및 화재보험료를 적용하였으며, 에너지비는 시스템 시뮬레이션에 의해 산출된 Table 4의 에너지소비량을 바탕으로 2004년 2월 부산지역의 에너지원별 단가를 반영하였다.

Fig. 2 및 Fig. 3은 상기의 조건을 바탕으로 산출된 대안별 초기투자비 및 연간 유지비이다. 그림에서와 같이 두 샘플건물에서 초기투자비의 경우 경유용 냉운수 유니트 방식(ALT-6)이 가장 낮게, LNG용 흡수식 냉동기+경유용 증기보일러 방식(ALT-3)이 가장 높은 비용 특성을 보였다. 이에 반해 에너지비용을 포함한 유지비 및 연간 비용 측면에서는 LNG용 냉운수 유니트 방식(ALT-5)이 가장 경제적 이었으며, 경유용 흡수식 냉동기+LNG용 증기보일러 방식(ALT-4)이 가장 비경제적인 것으로 나타났다. 특히 연간비

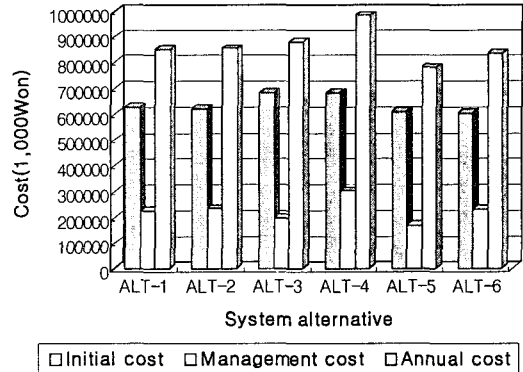


Fig. 2 Comparison of annual cost for S-1.

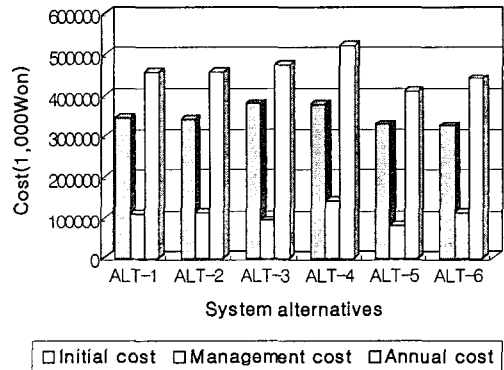


Fig. 3 Comparison of annual cost for S-2.

Table 6 Present cost to useful life of fifteen years (Unit: 1,000 Won)

Categories	S-1					
	ALT-1	ALT-2	ALT-3	ALT-4	ALT-5	ALT-6
Initial cost	626,345	619,803	684,022	682,471	611,751	604,995
Energy cost	1,614,068	1,745,770	1,417,927	2,838,392	1,135,056	2,029,513
City · Drain water cost	109,507	109,507	99,805	99,805	118,349	118,349
Maintenance cost	99,119	98,083	108,246	108,001	96,809	95,740
Taxes	39,929	39,512	43,606	43,507	38,999	38,568
Fire premium	4,509	4,462	4,924	4,913	4,404	4,355
Total cost	2,493,480	2,617,140	2,358,532	3,777,092	2,005,370	2,891,523
Categories	S-2					
	ALT-1	ALT-2	ALT-3	ALT-4	ALT-5	ALT-6
Initial cost	325,300	342,505	379,231	378,569	328,660	325,669
Energy cost	772,264	838,221	664,971	1,309,381	537,663	1,000,967
City · Drain water cost	56,055	56,055	50,054	50,054	59,876	59,876
Maintenance cost	54,643	54,201	60,013	59,908	52,010	51,537
Taxes	22,013	21,834	24,176	24,133	20,952	20,761
Fire premium	2,485	2,465	2,730	2,725	2,366	2,344
Total cost	1,252,763	1,315,284	1,181,177	1,824,772	1,001,529	1,461,156

용과 에너지비용에 대한 경제성 우선순위의 경우 경제성이 최고, 최저인 대안은 동일하지만 기타 대안의 경제성은 다소 차이를 보이고 있다

3.3.3 LCC 분석 및 타당성 검토

본 연구에서 제안된 간이 평가법은 경제성 개념이므로 이의 타당성을 검토하기 위해서는 LCC 결과치와의 비교·검토되어야 한다. 이에 전술한 LCC 산정조건 및 연간비용을 바탕으로 샘플건물 별로 내구년수 15년에 대한 현가를 산출하였다.

그 결과, Table 6과 같이 대안 시스템간 경제성 우선순위는 두 샘플건물에서 LNG용 냉온수 유닛 방식(ALT-5), LNG용 흡수식 냉동기+경유용 보일러 방식(ALT-3), 전기용 터보냉동기+LNG용 보일러 방식(ALT-1), 전기용 터보냉동기+경유용 보일러 방식(ALT-2), 경유용 냉온수 발생기 방식(ALT-6), 경유용 흡수식 냉동기+LNG용 보일러 방식(ALT-4) 순으로, LNG용 냉온수 유닛 방식이 가장 경제적인 시스템으로 나타났다.

Table 7은 간이 평가법으로 제시된 식(5)를 사용하여 산출한 대안별 에너지비용(LCC_{EC})이다.

Fig. 4는 내구년수 15년에 대한 현가와 LCC_{EC}의 분석치를 비교한 것으로서, 내구년수 15년에 대한 경제성의 우선순위가 두 샘플건물에서 동일하게 나타나, 초기계획단계에서 LCC 분석을 통해 열원시스템 선정시 사용의 용이함을 제공하기 위해 본 연구에서 제안한 경제성 간이 평가법이 타당한 것으로 사료된다.

이는 Fig. 5 및 Fig. 6에 나타난 것과 같이 생애비용 대비 에너지비용의 비율이 S-1, S-2 샘플건물에서 평균 각각 65.6%, 62.6%로 높은 분포를 보이기 때문인 것으로 생각된다.

Table 7 LCC_{EC} of system alternatives (Unit: 1,000 Won)

Categories	S-1	S-2
ALT-1	195,461	93,515
ALT-2	204,595	98,101
ALT-3	163,420	76,448
ALT-4	278,644	128,830
ALT-5	136,538	64,642
ALT-6	205,531	100,812

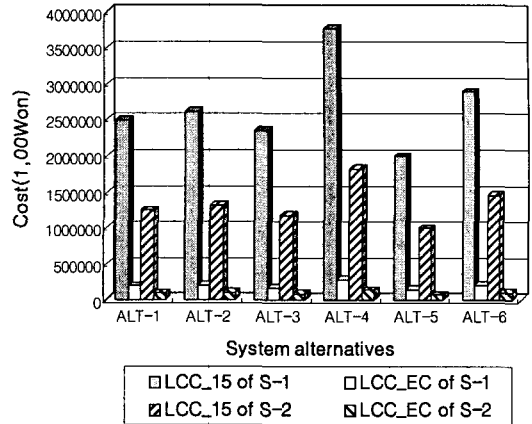


Fig. 4 Comparison of economics between LCC₁₅ and LCC_{EC}.

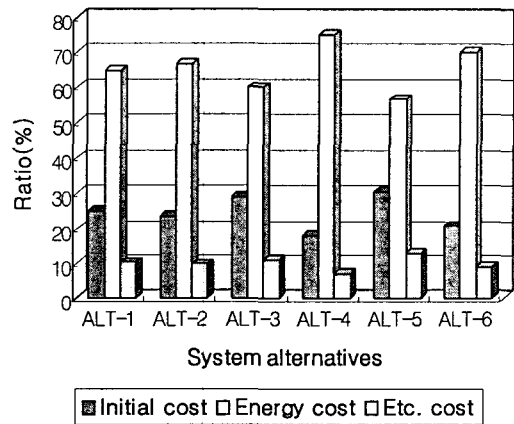


Fig. 5 Factors ratio of present cost for S-1.

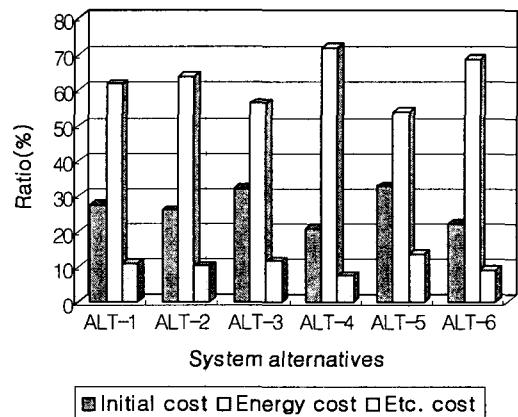


Fig. 6 Factors ratio of present cost for S-2.

4. 결 론

본 연구에서는 초기계획단계에서 설비설계자가 열원시스템에 대해 경제성을 간편히 평가할 수 있는 간이 평가법을 기존의 경제성 평가에 대한 연구논문의 분석을 통해 제안하고, 이를 중규모 이상의 사무소 건축물을 중심으로 6가지 대안 열원시스템에 대한 간이 분석치와 LCC 분석치의 비교를 통해 그의 타당성을 검토하였다. 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

(1) 기존의 연구논문을 분석한 결과, 열원시스템의 경제성 평가에 가장 큰 영향을 미치는 요소인 에너지비용과 생애비용의 경제성 우선순위가 동일하게 나타남으로써 에너지비용을 LCC 분석기법에 적용할 수 있었고, 이것을 초기계획단계에서 열원시스템의 선정을 위한 경제성 간이 평가기법으로 제안하였다.

(2) 제안된 간이 평가법의 타당성을 검토하기 위해 사무소용 중·대규모 샘플건물을 대상으로 6가지 열원시스템에 대한 LCC 분석치와 간이 분석치를 비교·검토한 결과, 대안 열원시스템에 대해 두 평가방식의 경제성 우선순위가 동일하게 나타나, 초기계획단계에서 LCC 분석을 통해 열원시스템 선정시 사용의 용이함을 제공하기 위해 제시한 경제성 간이 평가법이 타당한 것으로 사료된다. 그러나 제안된 간이 평가법이 실용화되기 위해서는 보다 다양한 열원시스템 및 민감도 분석에 대한 연구가 필요한 것으로 생각한다.

후 기

본 논문은 2004학년도 동의대학교 교내일반연구비(2004AA126) 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

1. Park, T. K., 1992, A study on the optimum design methodology based on life cycle cost for domestic apartment houses, Ph.D. thesis, Seoul National University, Seoul, Korea.
2. Park, M. Y., 1995, A study on the evaluation of HVAC equipment system by life cycle costing in deluxe hotels, Ph.D. thesis, Donga University, Busan, Korea.
3. Jung, S. S. and Yee, J. J., 2001, A study on the calculation method of life cycle cost using life cycle costing influence diagram, Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, Vol. 17, No. 9, pp. 281-288.
4. Jung, J. R. and Lee, K. H., 2003, Evaluation of alternatives for building service systems in high-rise building based on life cycle cost analysis, Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, Vol. 19, No. 1, pp. 249-257.
5. Korea Energy Management Corporation, 1994, Development of Program Checking Energy Conservation for Architectural Design, pp. 59-66.
6. Kim, D. C., 1996, A study standardization of weather data and development of computer program for air conditioning load of building, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering.
7. Park, Y. and Jung, S. S., 2002, Life cycle costing through operating number control of air conditioning systems in office buildings, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 14, No. 11, pp. 981-988.
8. Park, Y. and Yee, J. J., 2000, Validating the applicability of energy cost factor for evaluation of the efficiency in HVAC design process, Journal of Architectural Institute of Korea Planning & Design, Vol. 16, No. 1, pp. 101-108.
9. Jung, S. S. and Yee, J. J., 1999, A study on the evaluation of economics of primary cooling system by refrigerating capacity using life cycle costing, Journal of Architectural Institute of Korea Planning & Design, Vol. 15, No. 1, pp. 181-188.