

LCC 기법을 이용한 신기술 냉·난방 공조설비 시스템의 경제성 분석에 관한 사례연구*

A Case Study on the Economic Analysis for an Advanced Technology-Based HVAC System Using LCC Technique

김 용 수* · 황 성 수**

Kim, Yong-Su · Hwang, Seong-Su

요 약

본 연구는 LCC 기법을 이용한 냉·난방 공조설비 시스템에 대하여 사업 실행전 LCC와 사업 실행후 LCC를 예측, 성과측정 및 경제성 평가를 목적으로 진행되었다. 이를 위해 신기술 냉·난방 공조설비 시스템의 Life Cycle 동안의 비용자료를 실적자료와 견적자료, 인터뷰등의 방법으로 조사·분석하였다. 또한 분석기간 15년 동안의 사업 실행전·후의 LCC를 예측하여 성과측정 및 경제성 평가를 실시하였다. 이와 같은 과정을 통해 수행된 본 연구의 결과는 다음과 같다: 1) 일체형 개별 냉·난방 공조설비의 설치로 인해 할인비용시 21.6%의 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 2) 성과측정은 투자대비 회수배율로서 할인비용시 회수배율은 신축의 경우 4.8배, 리모델링의 경우 14.4배의 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

키워드 : LCC분석, 냉·난방 공조설비, 경제성 평가

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 지속적인 국가경제 악화와 국제수지 개선을 위하여 범국가적인 차원의 에너지 절약정책이 전 산업분야별로 추진되고 있다. 산업과 수송분야에서도 에너지 절약을 위한 다양한 정책을 적용시키고 있다. 특히 건물부분에서는 공공부분, 기업상업부분, 주택등의 에너지 효율을 최적화하여 에너지를 절약하고자 하는 방안이 다각적으로 모색되고 있다. 그러나 거주자의 삶의 질이 높아짐으로써 실내환경 수준에 대한 요구가 점차 높아짐에 따라 건물의 에너지 소비량도 지속적으로 증가되고 있는 실정이다. 그래서 최근에는 생활공간의 쾌적성과 에너지 절감을 동시에 고려한 복합적인 요구가 제기되고 있다. 따라서 정부는 범국민적인 에너지 절약운동을 벌이고 있으며, 특히 국내는 에너지관리공단에서 ESCO (Energy Service Company : 에너지절약전문기업)를 중심으로 다양한 에너지 절약대책을 마련하고 있다.

에너지 절약에 관한 기존의 연구들은 ESCO사업의 성과측정, 세부기준, 계약서 개발, ESCO 사업현황에 관한 연구들이 주류를 이루고 있다. 그리고 건물설비에 대한 연구는 각종 시스템에 관한 경제성 분석, 대안별 경제성 분석, 열원방식에 따른 경제성 분석등의 경제성 평가가 주류를 이루고 있다. 그러나 상기 연구들은 다양한 대안중 최적대안을 선정하고자 하는 연구들이어서 에너지 절감정도를 파악하기가 어려웠다. 결과적으로 에너지 절감정도를 파악하기 위해서는 LCC 기법을 통한 분석이 필요하며, 실질적인 에너지 절약대책으로 ESCO 사업 실행과 연계되는 에너지 절약제품에 대한 경제성 평가 연구가 절실히 필요하다.

따라서 본 연구는 이와 같은 배경에서 구체적 사례를 통해 기존설비와 신기술 에너지 절약제품의 적용에 따른 경제성 평가를 하고자 한다. 본 연구의 구체적 목적은 다음과 같다.

- 1) 냉·난방 공조설비 시스템에 대하여 신기술 설비를 사례건물에 적용하여 기존 시스템과 신기술 시스템에 대한 사업 실행전·후의 LCC를 예측한다.
- 2) 사업 실행전 및 사업 실행후 LCC 예측을 바탕으로 성과측정 및 경제성 평가를 실시하여 경제성 있는 대안을 제시한다.

* 일반회원, 중앙대 건축공학과 교수, 공학박사

** 일반회원, 중앙대 대학원

※ 본 논문은 2004년도 중앙대학교 학술연구비(일반연구비)지원에 의한 것임.

1.2 연구의 절차 및 방법

본 연구는 다음 그림 1과 같은 절차 및 방법에 따라 진행한다. 첫째, 사례대상을 선정하고 기본가정을 결정한다. 둘째, 사례대상 건물의 구성항목별 비용 자료 조사 및 분석을 실시한다. 셋째, 구성항목별 LCC 비용예측을 실시하여 사업 실행전·후의 LCC를 예측한다. 넷째, 사업 실행전·후의 LCC 비용예측 결과를 바탕으로 민감도 분석을 실시한다. 다섯째, 사업 실행전·후의 LCC 예측 결과를 통하여 성과측정 및 경제성 평가를 실시한 후 결론을 도출한다. 특히 본 연구에서는 입력변수들 간에는 상호 영향이 없는 것으로 한정한다.

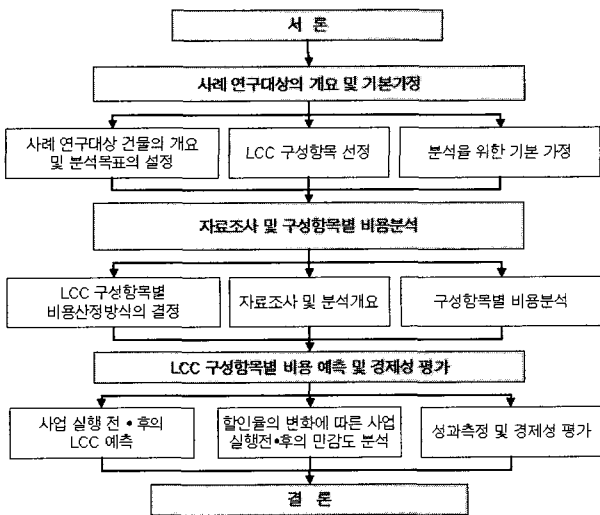


그림 1. 연구 수행 절차

2. 사례연구대상의 개요 및 기본 가정

2.1 사례대상 건물의 개요 및 분석목표의 설정

기존의 냉·난방 공조설비 시스템은 냉방과 난방을 보일러나 냉동기를 이용하여 냉·온수를 만들어서 공조기를 이용한 실내 냉·난방이 주류를 이루었다. 이처럼 냉·난방을 하기 위해서는 보일러, 냉동기, 공조기등의 장비가 필수적으로 필요하였다. 그래서 초기 시설 투자비용의 고가, 다수의 설비관리자, 장비수 증가로 인한 장비 보수·교체비용등의 유지관리비가 큰부분을 차지하고 있었다. 또한 무엇보다도 냉·난방을 위한 열원장비와 냉각탑, 열교환기, 각종 냉·온수펌프등의 부가적인 장비를 필요로 함으로써, 에너지 사용량을 증가시켜 결국 에너지 비용을 증가시키는 원인이 되고 있다.

이러한 문제점을 개선한 신기술 제품(이하 일체형 개별 냉·난방 공조설비라 한다)은 패키지화된 공조기 구조에 냉방과 난방기능을 모두 내장하여 높은 수준의 공조방식과 완전히 독립된

냉·난방설비의 기능을 제공한다. 따라서 냉·난방 설계가 자유롭고 간단하며, 최적의 냉·난방을 수행하여 인텔리전트 빌딩에서 요구하는 첨단 냉·난방 설계를 완성할 수 있다. 특히 부대설비가 없어 공사비가 타 설비에 비하여 적으며, ESCO 사업대상으로서 에너지이용합리화자금을 시중금리의 절반수준으로 3년 거치 5년 분할상환조건의 대출을 받게 되어 과중한 초기공사비 부담을 최소화할 수 있다.

이에 본 연구에서는 신기술 에너지 절약제품인 일체형 개별 냉·난방 공조설비에 대해 기존 냉·난방 공조설비 시스템과 비교하여 LCC를 검토하고자 한다. 특히 일체형 개별 냉·난방 공조설비는 기타 열원장비 없이 독립적으로 냉·난방을 가능하게 하므로 기존 냉·난방 공조설비 시스템을 사용하는 사례와 일체형 개별 냉·난방 공조설비를 적용한 시스템을 상호 비교하여 에너지 절감량을 정량적으로 분석하여 사업 실행 전·후의 LCC를 예측하여 경제성 분석 및 평가를 하고자 한다.

사례대상은 서울시 중구 남대문로 5가에 위치한 Y빌딩을 대상으로 조사하였다. Y빌딩의 특징은 오피스 용도이며, 기존의 냉·난방 공조설비 시스템에서 새로운 시스템으로 채택하기 위한 경제성 분석 및 평가를 위하여 본 연구를 수행하게 되었다. 아래 표 1은 기존의 일반 공조 시스템과 신기술 시스템의 냉·난방 공조설비 구성을 비교한 표이다.

표 1. 사례대상 냉·난방 공조설비 구성비교

구분	기존 냉·난방 공조설비 시스템	신기술 냉·난방 공조설비 시스템
도해		
공 조 계통도	기존 공기 조화설비 적용 예	일체형 개별 냉·난방 공조설비 적용 예
	기존 일반공조 계통도	일체형 개별 냉·난방 공조 계통도

구분	기존 냉·난방 공조설비 시스템	신기술 냉·난방 공조설비 시스템
사례 대상 건물의 필요 설비 구성 기기	1.공조기 : 42대 2.터보냉동기 : 3대 3.스팀보일러 : 3대 4.열교환기 : 9대	1.일체형 개별 냉·난방 공조설비 : 42대 2.흡수식냉온수기 : 2대 3.스팀보일러 : 1대, 4.열교환기 : 1대 *주: 건물의 냉난방 시스템이 변경 되는 위치인 임대사무실 부분(지상4층~지상24층)을 고려하여 구성한 것임
특징	<ul style="list-style-type: none"> · 각종 열원장비가 기계실에 위치함 · 옥상에 냉각탑과 고가수조 위치함 · 냉각탑의 구조하중 및 비산수 손실이 큼 · 옥상공간과 기계실 반드시 필요 · 중앙 냉·난방방식 · 일부지역 공조 위해 전체 장비 가동함 · 장비설치 및 배관공사로 공기가 길다 · 시공비가 많이 소요됨 · 장비수가 많아 에너지 소비 많음 · 장비의 전문 설비 관리자 다수 필요 	<ul style="list-style-type: none"> · 기계실의 열원장비가 없어짐 · 옥상에 냉각탑과 고가수조가 없어짐 · 냉각탑의 불필요로 구조 안정성 및 수도비용감소 · 옥상공간과 기계실 공간의 다양한 활용가능 · 개별 냉·난방방식 · 개별공조이므로, 공조지역 독립화 가능 · 공조실 및 덕트작업만 하면 되므로 공기짧음 · 시공비가 적게 소요됨 · 전기에너지만 이용하므로 무공해 운전가능 · 폐열회수로 저렴한 유지비와 설비의 내구성 증가 · 운전조작이 간편하여 운전관리가 용이 · 기계구성이 단순하여 수리가 용이 · 수배관이 필요없으며, 동파 우려 없음

사례대상 빌딩의 건물개요는 다음의 표 2와 같다.

표 2. 사례대상 건물개요

구분	Y빌딩
주소	서울시 중구 남대문로 5가
대지면적	10,443㎡(3,164평)
건축면적	4,008㎡(1,215평)
건축연면적	108,887㎡(32,996평)
건물 전체 공조면적	71,281㎡(21,600평):지하층~지상24층
분석하고자 하는 공조면적	63,205㎡(19,153평):지상4층~지상24층
상주 재실자 인원	4,500여명
입주사현황	22개사
구조형식	철골 철근콘크리트 구조
준공일자	1993년 12월 29일
규모	지상24층, 지하6층, 옥탑2층
준공 후 경과년수	10년
주 용도	업무시설, 판매시설, 전시시설, 근린공공시설

상기 표 2와 같이 사례대상 건물은 서울역 대로변에 위치하였으며, 빌딩 임대사업을 통하여 수익을 창출하는 고층건물로 운영·관리되고 있다. 특히 빌딩 임대사업을 위해서는 쾌적한 실

내환경을 유지하여 높은 임대료 수입과, 운영관리비중 대부분을 차지하는 에너지 비용을 절감하는 방안이 필요하다. 현재 Y빌딩의 특징은 상주인구가 많고 건물의 규모가 커서 냉·난방 비용이 크게 소요된다. 그래서 임대수익을 증가시키기 위해서는 신기술 제품의 도입을 통한 냉·난방 비용을 감소시키는 방안을 추진해야한다. 따라서 기존 냉·난방 공조시스템과 신기술 냉·난방 공조 시스템을 상호 비교하여 에너지 비용 절감에 대한 검토를 하고자 하며, 특히 LCC 기법을 이용하여 경제성 분석 및 평가를 하고자 한다. 공조면적은 지상4층~지상24층의 임대사무실 면적으로서 63,205㎡(19,153평)이다.

2.2 LCC 구성항목 선정

본 연구에서는 사례대상의 Life Cycle 동안에 발생하는 비용항목을 조사하여 LCC 구성항목을 다음의 표 3과 같이 도출하였다.

표 3. 사례대상 LCC 구성항목 및 세부항목

대분류	중분류	소분류	기존 시스템	신기술 시스템	
초기투자비	에너지관리 진단비	에너지관리 진단비	X	O	
		시설투자비	재료비	O	O
			노무비	O	O
유지관리비	일반관리비	인건비	O	O	
		일상점검비	O	O	
	유지보수비	보수비	O	O	
		교체비	O	O	
해체폐기비	에너지비	에너지비	O		
		해체	해체비	O	O
			폐기처분비	O	O
	잔존가치	폐기물 재활용비(수익)	O	O	

상기 표 3과 같이 본 연구에서는 LCC 구성항목을 크게 초기투자비, 유지관리비, 해체·폐기비로 대분류 하였으며, 초기투자비는 에너지 관리 진단비와 시설투자비로 구분하였다. 그리고 유지관리비는 일반관리비, 유지보수비, 에너지비로 구분하였으며, 해체·폐기비는 해체·폐기처분비와 잔존가치로 세분하였다. 따라서 상기 표 3의 구성항목을 통하여 LCC 분석을 하고자 한다.

2.3 분석을 위한 기본 가정

LCC 분석은 설비 및 시설물의 미래를 대상으로 함으로, 미래의 예측을 위한 가정이 필수적이다. 즉 LCC 분석을 위해서는 분석기간, 할인율에 대한 가정이 필요하다.

1) 분석기간

분석기간은 수명주기를 얼마동안으로 산정할 것인가에 대한 가정이다. 본 연구에서는 LCC 분석기간을 가정하고자 한국감정원의 유형고정자산 내용연수표 및 주요 장비의 내용연수등에 의거하여 산정하고자 한다. 냉·난방 시설의 수명주기에 대해 한국감정원(유형고정자산 내용연수표, 2003)은 10~20년으로 규정되어 있다. 그리고 주요 공조관련장비의 내용연수는 공조기 및 열교환기는 13~15년, 냉동기 15년, 보일러 12~15년등으로 조사되었다¹⁾. 또한 흡수식 냉온수기의 내용연수는 15년으로 조사되었다²⁾. 그리고 일체형 개별 냉·난방 공조설비의 내용연수는 제품 제작회사 전문가의 의견에 따르면 15년 정도는 충분한 것으로 조사되었다. 따라서 상기장비에 대하여 설비전문가들의 견해를 조사해 본 결과 적절한 수선유지를 할 경우에는 15년 정도는 사용할 수 있다고 조사되었다. 결과적으로 본 연구에서는 분석기간을 한국감정원의 내용연수, 기존문헌, 설비전문가의 견해를 종합적으로 고려해서 15년으로 산정하고자 한다.

2) 실질할인율

LCC 분석에는 미래의 발생비용을 현재의 가치로 환산하는 과정을 포함한다. 그런데 화폐는 시간이 지나면 그 가치도 변화하는 특성을 가지고 있다. 따라서 발생시점이 다른 화폐의 객관적 비교를 위해서는 특정 시점으로 화폐의 시간가치를 환산해야 하며 이때 환산을 하기 위해서는 할인율이 이용된다³⁾. 따라서 한국은행의 정기예금 금리 및 소비자 물가지수를 바탕으로 실질할인율을 계산하였다. 그 결과 본 연구에서는 1993년 금리자유화 이후에서 2002년까지 실질할인율의 평균값인 4.17%를 사용하고 자 한다⁴⁾.

3) 기타가정사항

분석을 위한 기본단위는 공조면적의 기본 단위인 m²를 기준으로 하였으며, 모든 발생비용은 m²당 발생비용으로 산출한다. 또한 비용분석은 2003년 3월 현재가격으로 산정한다. 그리고 본 연구에서는 사업을 실행한 시점을 기준으로 기존의 시스템을 계속 유지할 경우의 비용총합을 사업 실행전 LCC, 신기술 일체형 개별 냉·난방 공조설비를 설치 후 운영할 경우의 비용총합을

사업 실행후 LCC로 가정한다. 또한 실적자료는 실제 사용된 비용자료를 말하며, 견적자료는 해당 전문가에 의해 추정하여 산정한 비용자료를 말한다.

3. 자료조사 및 구성항목별 비용분석

3.1 LCC 구성항목별 비용산정방식의 결정

본 연구에서는 2.2절에서 도출된 구성항목을 바탕으로 사업 실행전·후의 구성항목별 비용산정방식은 다음의 표 4와 같다.

표 4. LCC 구성항목별 사업 실행전·후의 비용산정방식

대분류	중분류	사업실행전	사업실행후
초기 투자비	에너지 관리 진단비	없음	에너지관리공단의 ESCO 사업의 에너지진단비용 산정기준 활용
	시설 투자비	사례 건물의 시설투자비 견적자료 활용	사례건물의 시설투자비 견적자료 활용
유지 관리비	일반 관리비	사례 건물의 설비운영자와 면담을 통한 실적자료 활용	사례 건물의 설비운영자와 면담을 통한 견적자료 활용
	유지 보수비	사례건물에 설치된 제품에 대한 견적자료와 유사한 사업 으로부터 자료조사에 의한 추정	변경하고자 하는 제품에 대한 견적자료와 유사한 사업으로부터 자료조사에 의한 추정
해체· 폐기비	에너지 비	사례건물의 설치전 에너지 비용의 견적자료 활용	사례건물의 설치후 에너지 비용의 견적자료 활용
	해체· 폐기 처분비	해체· 폐기전문회사의 제품 자료조사에 의한 추정	해체· 폐기전문회사의 제품 자료조사에 의한 추정
	잔존 가치	폐기물 재활용 전문업체로부터 자료조사에 의한 추정	폐기물 재활용 전문업체로 부터 자료조사에 의한 추정

상기의 표 4에서 살펴본 바와 같이, 실행전·후의 자료는 실적자료를 바탕으로 설비 전문가가 2003년도 현재가격으로 산정한 견적자료를 이용한다. 그러나 실행전 자료중 일반관리비는 실적자료를 활용한다. 특히 실행후 자료는 기존시설에서 대체되는 장비들을 상호 비교하여 설비 전문가가 산출한 견적자료를 이용하여 산정한다. 그리고 해체· 폐기비와 잔존가치는 해체· 폐기 전문회사와 폐기물 재활용 전문업체의 견적전문가에 의해 내부자료를, 견적자료에 의해 산정한다.

3.2 자료조사 및 분석개요

본 연구의 대한 자료조사는 사례 Y빌딩에 대하여 먼저 문헌연구와 현장조사를 통해 필요한 자료 및 수집가능한 자료의 종류를 선정한 뒤, 관련 내부자료와 견적자료를 통해 정보를 수집하였다. 자료 조사기간은 2003년 3월~5월의 3개월동안 조사하였다. LCC 구성항목별 실행전(기존 시스템)과 실행후(신기술 시스템)의 자료 수집내용은 다음의 표 5와 같다.

1) 이대우, 건축설비의 전과정평가(LCA), 설비저널 제29권 제8호 2000. 10. p.32.
 2) 이종수, 실무중심의 냉동공학, 포인트, 2001.2. p.420.
 3) 김용수, 시뮬레이션 모델을 이용한 근린 사무소 건물의 Life Cycle Cost 예측 및 교체수선 전략에 관한 사례연구(I), 대한건축학회 논문집, 1994. 12.
 4) 황성수, "LCC 기법을 이용한 신기술 에너지 절약기기의 적용 사례에 대한 경제성 평가", 대한건축학회 추계학술발표논문집, 2003. 10.

표 5. 자료 수집내용 및 자료출처

구분	사업실행전	사업실행후	
각 시스템의 장비 (대수)	공조기(42), 터보냉동기(3), 스팀보일러(3), 열교환기(10)	일체형개별냉난방공조설비(42) 흡수식냉온수기(2), 스팀보일러 (1), 열교환기(1)	
초기 투자비	에너지 관리 진단비	없음	에너지관리공단의 에너지진단비용에 의한 견적자료 이용
	시설 투자비	장비투자비용의 견적자료 (설비견적전문가 작성)	장비투자비용의 견적자료 (설비견적전문가 작성)
유지 관리비	일반 관리비	관리인건비 및 부대비용에 대한 실적자료 (설비운영자에게 인터뷰)	관리인건비 및 부대비용에 대한 견적자료 (설비운영자에게 인터뷰)
	유지 보수비	보수 및 교체비용에 대한 견적자료 (유지보수전문가에게 인터뷰)	보수 및 교체비용에 대한 견적자료 (유지보수전문가에게 인터뷰)
	에너지비	전력, 수도, LNG 비용에 대한 견적자료(설비 견적전문가의 에너지비 산정)	전력, 수도, LNG 비용에 대한 견적자료(설비 견적전문가의 에너지비 산정)
해체·폐기비	해체·폐기 처분비	장비철거비 및 폐기물 운반 비용에 대한 견적자료 (해체폐기업체 견적전문가 작성)	장비철거비 및 폐기물 운반 비용에 대한 견적자료 (해체폐기업체 견적전문가 작성)
	잔존 가치	장비무게에 따른 재활용 비용의 견적자료(재활용 전문업체 견적전문가 작성)	장비무게에 따른 재활용 비용의 견적자료 (재활용 전문업체 견적전문가 작성)

상기 표 5에서 보는 바와 같이 자료는 견적전문가, 설비운영자, 유지보수 전문가를 통해 조사하였으며, 기존 장비에 대한 자료는 실적자료 및 인터뷰에 의한 견적자료를 수집하였다. 변경되는 설비 자료는 상기 언급된 전문가들에 의해 작성된 견적자료를 수집하였다.

3.3 구성항목별 비용 분석

3.3.1 초기투자비 분석

사례 Y빌딩은 지상24층, 지하6층의 규모이고, 기존 공조기가 일체형 개별 냉난방 공조설비로 변경되는 것이며, 변경위치는 지상4층~24층의 임대사무실 부분이다. 그 외 지하6층~지상3층 부분은 기존 시스템을 그대로 유지하였다. 그 이유는 일체형 개별 냉·난방 공조설비의 설치를 위한 적절한 공간의 확보문제와, 지하1층~지상3층의 판매, 전시, 근린공공시설등의 운영으로 인해 공사의 난해성과 공사기간의 장기화가 초래되어 투자비용의 증가가 예상되었다. 따라서 지하1층~지상3층 부분은 기존 시스템을 그대로 유지하는 것이 효율적이라고 판단되어 임대사무실 부분만 일체형 개별 냉·난방 공조설비로 대체하여 검토하였다. 그리고 조사된 비용은 단위면적당(m²) 비용으로 환산하여 산정하였다.

(1) 에너지 관리진단비

에너지 관리진단비는 에너지 관리공단에서 정하는 에너지 진

단비용의 원가산정기준에 의하여 산정되었고, 다음의 표 6과 같다.

표 6. 에너지 진단비용

진단등급	에너지사용량 (toe/년)	현장진단		용역비 (천원)	
		일수	인원		
A	A2	1만이상	10	4	23,500
	A1	5천~1만미만	9	3	16,670
B	B2	2천~5천미만	8	3	14,570
	B1	1천~2천미만	6	3	11,230
C	250~1천미만	5	3	9,130	
D	250미만	4	3	7,020	

상기 표 6은 에너지 관리공단에서 지정된 ESCO 사업과 관련된 에너지 진단비용이다. 상기 Y빌딩은 연간 1천~2천미만 toe의 에너지를 사용함으로써 용역비용은 11,230,000원이며, 이를 단위면적당 비용으로 산정하면 178원/m²이다.

(2) 시설투자비

시설투자비용을 분석하기전 검토할 공조관련 설비 목록을 살펴보면 다음의 표 7과 같다.

표 7. 사례 Y빌딩의 비교대상 공조관련 설비 목록

(a) 기존 공조관련 설비목록

기존설비				
명칭	장비번호	규격	수량	비고
일반공조기	AHU-1	348CMM	1	4층~24층용
	AHU-2	330CMM	1	
	AHU-3	275CMM	5	
	AHU-4	238CMM	2	
	AHU-5	256CMM	1	
	AHU-6	275CMM	2	
	AHU-7	256CMM	9	
	AHU-8	285CMM	19	
	AHU-9	238CMM	1	
	AHU-10	238CMM	1	
터보냉동기	R-1	650RT	1	AHU-1~6용
	R-2	650RT	1	AHU-7~10용
	R-3	650RT	1	FCU용
스팀보일러	B-1	3Ton	1	급탕용
	B-2	7Ton	2	4층~24층용
열교환기	HE-1	1450LPM	2	4층~24층용 우측 FCU
	HE-2	1350LPM	2	4층~24층용 우측 FCU
	HE-3	850LPM	1	FCU SW용
	HE-4	800LPM	1	FCU NE용
	HE-5	600LPM	1	FCU NW용
	HE-6	500LPM	1	FCU SE용
	HE-7	450LPM	1	급탕용

(b) 신기술 공조관련 설비목록

신기술 설비				
명칭	장비번호	규격	수량	비고
일체형 개별 냉난방 공조설비	PHA-1	348CMM	1	
	PHA-2	330CMM	1	
	PHA-3	275CMM	5	
	PHA-4	238CMM	2	
	PHA-5	256CMM	1	
	PHA-6	275CMM	2	
	PHA-7	256CMM	9	
	PHA-8	285CMM	19	
	PHA-9	238CMM	1	
	PHA-10	238CMM	1	
흡수식 냉온수기	R-3	450RT	2	FCU용
스팀보일러	B-1	4TON	1	가습, 급탕용
열교환기	HE-7	450LPM	1	급탕용

상기 표 7은 기존 공조관련 장비와 신기술 공조관련 장비의 설비목록을 나타낸 것이다. 이것을 바탕으로 각 장비의 시설투자비용을 산정하면 다음의 표 8과 같다.

표 8. 시설투자비 비용분석
(a) 기존 설비의 시설투자비

설비명	수량	금액(원)
공조기	42	611,700,000
터보냉동기	3	525,000,000
스팀보일러	3	157,200,000
열교환기	9	102,200,000
합 계		1,396,100,000
m ² 당 (총 공조면적 : 63,205m ²)		22,088

(b) 신기술 설비를 위한 시설투자비

품 명	수 량	금 액 (원)
일체형 개별 냉·난방 공조설비	42	1,695,200,000
흡수식냉온수기	2	347,600,000
스팀보일러	1	48,340,000
열교환기	1	6,000,000
합 계		2,097,140,000
m ² 당 비용 (총 공조면적 : 63,205m ²)		33,180

사례 Y빌딩의 공조관련 장비의 시설투자비용은 상기 표 8과 같이 기존 설비의 시설투자비는 1,396,100,000원이며, 단위면적당 비용은 22,088원/m²이다. 변경하고자 하는 신기술 공조관련 설비의 시설투자비용은 2,097,140,000원이며, 단위면적당 비용은 33,180원/m²이다.

3.3.2 유지관리비 분석

(1) 일반관리비

일반관리비는 일체형 개별 냉·난방 공조설비 및 기타 공조관련 장비를 유지관리하는데 소요되는 관리비용이다. 설비운영자를 대상으로 인터뷰를 통한 조사 결과에 의하면 일반관리비용은 대부분이 공조관련 장비의 유지관리 및 점검을 위하여 상주하는 직원에게 지출되는 관리인건비가 대부분을 차지한다고 조사되었다. 그리고 운영에 소요되는 각종 부대비용은 관리인건비의 10%정도 소요된다고 조사되었다. 따라서 일반관리비는 관리인건비와 부대비용을 함께 고려하도록 한다. 일체형 개별 냉·난방 공조설비는 용이한 유지보수성과 운전조작이 간편하며 관리가 편리하여, 기존 관리인원보다 1명의 인원을 줄일 수 있는 것으로 조사되었다. 따라서 사업 실행 전·후의 일반관리비의 내용은 다음의 표 9와 같다.

표 9. 사업 실행전·후의 일반관리비 비용분석

구 분	소요 인원(명)	관리인건비 (원/년)	부대비용 (원/년) (관리인건비 의10%)	합계 (원/년)	m ² 당 비용 (원/m ² /년)
실행전	7	177,492,000	17,749,200	195,241,200	3,089
실행후	6	152,136,000	15,213,600	167,349,600	2,648

상기 표 9와 같이 일반관리비는 실행전에는 연간 195,241,200원/년이며, 단위면적당 비용은 3,089원/m²/년이다. 실행후에는 연간 167,349,600원/년이며, 단위면적당 비용은 2,648원/m²/년이다.

(2) 유지보수비

본 연구에서 사업 실행 전·후의 유지보수비 자료분석은 빌딩 설비관리자와 제품 제작회사 담당자와의 인터뷰를 바탕으로 교체, 보수의 주기 및 비용 그리고 보수율을 조사하였다. 이를 바탕으로 사례 빌딩의 실행전 1회 유지보수비용과 실행후 1회 유지보수비용을 조사해 본 결과는 다음의 표 10과 같다.

표 10. 유지보수비 비용분석
(a) 실행전 1회 유지보수비 비용 종합

구 분	설치금액		교체(R)		보수(M)	
	설치비(원)	(원/m ²)	교체비(원)	(원/m ²)	보수비(원)	(원/m ²)
공조기42대	1,684,200,000	26,647	420,000,000	6,645	66,150,000	1,047
터보냉동기3대	692,670,000	10,959	128,790,000	2,038	26,226,000	415
스팀보일러3대	212,580,000	3,363	81,980,000	1,297	6,823,000	108
열교환기9대	60,408,000	956	60,408,000	956	1,990,400	31
합계	2,649,858,000	41,925	691,178,000	10,935	101,189,400	1,601

(b) 실행후 1회 유지보수비 비용 종합

구분	설치금액		교체(R)		보수(M)	
	설치비(원)	(원/㎡)	교체비(원)	(원/㎡)	보수비(원)	(원/㎡)
일체형개별 냉난방공조 설비42대	1,684,200,000	26,647	252,000,000	3,987	56,280,000	890
흡수식 냉온수기2대	262,080,000	4,147	229,000,000	3,623	8,078,000	128
스팀보일러대	48,340,000	765	17,970,000	284	1,563,000	25
열교환기대	3,472,000	55	3,472,000	55	113,600	2
합계	1,998,092,000	31,613	502,442,000	7,949	66,034,600	1,045

(c) 실행전·후의 연도별 유지보수 비용 및 누적비용

구분	1년	2년	3년	4년	5년	6년	7년	8년	
실행전	연도별 유지보수비용 불변비용	25	250	888	515	9,160	1,589	1,420	1,562
	누적합계 불변비용	25	275	1,162	1,677	10,838	12,426	13,847	15,409
실행후	연도별 유지보수비용 불변비용	33	69	736	578	1,560	980	3,204	744
	누적합계 불변비용	33	102	839	1,417	2,977	3,956	7,160	7,904

(c) 실행전·후의 연도별 유지보수 비용 및 누적비용(계속)

구분	9년	10년	11년	12년	13년	14년	15년	합계	
실행전	연도별 유지보수비용 불변비용	1,832	11,678	1,139	1,704	1,405	1,409	1,562	36,138
	누적합계 불변비용	17,241	28,919	30,058	31,761	33,167	34,576	36,138	-
실행후	연도별 유지보수비용 불변비용	934	5,663	735	897	875	3,262	820	21,092
	누적합계 불변비용	8,838	14,501	15,236	16,134	17,009	20,272	21,092	-

상기 표 10을 살펴보면 분석기간 15년동안 불변비용일 때 실행전 유지보수 비용은 36,138원/㎡이며, 실행후 유지보수 비용은 21,092원/㎡으로 분석되었다.

(3)에너지비

사례 빌딩의 에너지 비용에 대한 자료의 분석내용은 다음과 같다. 먼저 냉난방 운전시간은 일체형 개별 냉·난방 공조설비로 변경되는 위치가 임대사무실을 고려하여 오전 7시부터 오후 8시(13시간/일)까지로 가정하였으며, 중앙 열원장비의 경우 1시간전에 가동함을 기준으로 하였다. 그리고 공조장비 가동평균 부하율은 75%, 공실율은 10% 미만으로 간주하였다. 하절기는 5월~9월의 5개월로 정하였으며, 중간기는 3월, 4월, 10월의 3개

월, 동절기는 1월, 2월, 11월, 12월의 4개월로 정하였다⁵⁾. 에너지비 산출근거는 2003년 3월 '물가정보'에서 제시하는 전기료, LNG, 수도료의 단가를 적용하였다. 사례 건물의 공조부하의 냉방부하는 9,871,649kcal/h(DB 26±2℃ / RH 60±5%), 난방부하는 8,607,546kcal/h(DB 20±2℃ / RH 40±5%), 환기부하는 공조풍량의 30%로 간주하여 산정하였다. 특히 에너지 비용은 건물 전체를 대상으로 부과되므로 임대사무실 부분만 따로 비용을 고려하기가 힘든점을 고려하여 실행전·후의 에너지 비용은 건물 전체를 대상으로 전적전문가의 견적자료를 이용하여 산정하였다.

냉·난방 운전시간의 산출과정은 먼저 각 절기별 운전시간대를 고려한 일일운전시간을 구한후, 한달 운전일수를 30일로 가정한 후 월간 운전시간을 구한다. 이를 부하율을 고려하여 실제 운전시간을 산출하였다. 따라서 연간 운전시간은 3,556시간으로 산정되었다. 이를 바탕으로 기존설비의 연간 에너지비용의 합계와 신기술 설비의 연간 에너지 비용의 합계는 다음의 표 11과 같다.

표 11. 에너지 비용분석

구분	1월	2월	3월	4월	5월
실행전에너지 비용합계	621,209,971	531,347,780	90,469,1031	27,217,68316	3,619,277
실행후에너지 비용합계	385,976,410	331,525,723	88,566,8401	24,259,4591	51,436,355
구분	6월	7월	8월	9월	10월
실행전에너지 비용합계	278,146,621	375,748,741	348,104,210	217,215,8171	31,844,622
실행후에너지 비용합계	255,951,014	345,020,157	319,792,481	200,347,156	128,753,445
구분	11월	12월	합계(원)	합계(원/㎡)	절감금액
실행전에너지 비용합계	319,529,758	582,697,603	3,787,151,18	559,919	889,704,071 원
실행후에너지 비용합계	203,177,674	362,640,401	2,897,447,11	445,842	(14,076원/ ㎡)

상기 표 11에서 기존설비의 연간 에너지 비용은 3,787,151,185원이며, 단위면적당 비용은 59,919원/㎡이다 신기술 설비의 연간 에너지 비용은 2,897,447,114원이며, 단위면

5) 공기조화 및 냉동과 관련된 회사를 대상으로 계절별 용어를 문의한 결과, 일반적으로 하절기, 중간기, 동절기로 구분하였다. 그리고 하절기는 냉방을 하는 기간으로서 5월~9월의 5개월, 중간기는 외기 냉방운전을 하는 기간으로서 3월, 4월, 10월의 3개월, 동절기는 난방을 하는 기간으로서 1월, 2월, 11월, 12월의 4개월로 구분하여 적용되고 있는 것으로 조사되었다. 따라서 본 연구에서도 상기 내용을 준용하도록 하겠다.

적당 비용은 45,842원/m²이다. 기존설비와 신기술 설비의 연간 에너지 비용을 비교하면 연간 889,704,071원/년, 단위면적당 14,076원/m²/년이 절감되며, 연간 약 23%의 에너지 비용이 절감하는 것으로 분석되었다.

3.3.3 해체·폐기비 분석

해체·폐기비는 해체·폐기처분비용과 잔존가치로 구분된다.

(1) 해체·폐기처분비

해체·폐기처분비는 시방서의 기준을 바탕으로 작업조건등을 고려하여 해체 전문업체와 제품 제작업체의 전문가와 면담하여 견적하였다. 그 결과 실행전 해체·폐기처분비용은 기존 공조관련 설비 장비의 해체·폐기처분비로 산정하며, 실행후 해체·폐기처분비용은 변경하고자 하는 신기술 공조관련 설비 장비의 해체·폐기처분비로 산정하였다. 해체·폐기비용은 해체·폐기업체 견적전문가의 도움으로 산출되었고 다음의 표 12와 같다.

표 12. 공조관련 설비장비의 해체·폐기처분비용

구분	수량 (대수)	설치비용(원)	해체·폐기 처분비(원)	해체·폐기처분비의 단위면적당 비용 (원/m ²)	
실행전	공조기	42	611,700,000	23,300,000	368
	터보냉동기	3	525,000,000	26,400,000	418
	스팀보일러	3	157,200,000	8,730,000	138
	열교환기	9	102,200,000	2,700,000	43
	합 계		1,396,100,000	61,130,000	967
실행후	일체형 개별 냉·난방 공조설비	42	1,695,200,000	19,320,000	306
	흡수식냉온수기	2	347,600,000	6,800,000	107
	스팀보일러	1	48,340,000	2,400,000	38
	열교환기	1	6,000,000	120,000	2
	합 계		2,097,140,000	28,640,000	453

상기 표 12를 살펴보면 실행전 해체·폐기처분비용은 61,130,000원이며, 단위면적당 금액은 967원/m²이다. 그리고 실행후 해체·폐기처분비용은 28,640,000원이며, 단위면적당 금액은 453원/m²이다.

(2) 잔존가치(수익)

일체형 개별 냉·난방 공조설비와 기타 공조관련 설비 장비의 잔존가치는 대부분이 재활용이 가능하므로 고철의 재활용 이익을 바탕으로 산출되며, 잔존가치는 물가자료의 품목별 단가를 바탕으로 산출하고자 한다. 그리고 잔존가치는 수익(-)으로 표시된다. 본 연구에서 장비의 재활용에 관한 사항은 폐기물 재활용 전문업체의 전문가와 인터뷰를 통해 조사해 본 결과는 다음의 표 13과 같다.

표 13. 공조관련 설비장비의 잔존가치

구분	수량 (대수)	무게합계 (kg)	고철매입비 (원 / kg)	잔존가치 (원)	잔존가치 단위면적당 비용 (원)	
실행전	공조기	42	129,100	90	-11,619,000	-184
	터보냉동기	3	39,000	90	-3,510,000	-55
	스팀보일러	3	65,000	90	-5,850,000	-933
	열교환기	9	29,300	90	-2,637,000	-42
	합 계		262,400		-23,616,000	-374
실행후	일체형 개별 냉·난방 공조설비	42	130,800	90	-11,772,000	-186
	흡수식냉온수기	2	60,000	90	-2,610,000	-41
	스팀보일러	1	18,000	90	-1,620,000	-26
	열교환기	1	1,800	90	-162,000	-3
	합 계		284,000		-16,164,000	-256

상기의 표 13을 살펴보면 실행전 잔존가치는 -23,616,000원이며, 단위면적당 비용은 -374원/m²이다. 실행후 잔존가치는 -16,164,000원이며, 단위면적당 비용은 -256원/m²이다.

4. LCC 구성항목별 비용 예측 및 경제성 평가

본 연구에서는 LCC 예측을 장비의 수명주기에 따라 15년을 분석기간으로 가정하였으며, 실질할인율은 4.17%로 가정하였다. 기존 냉·난방 공조설비 시스템으로 운영하는 것을 실행전 LCC, 신기술 냉·난방 공조설비 시스템(일체형 개별 냉·난방 공조설비)을 설치·운영하는 것을 실행후 LCC로 가정하였다. LCC 분석은 현재가치법으로 분석하였으며, 2003년 기준으로 비용을 산정하였다. 이를 바탕으로 사업 실행 전·후 LCC 예측 결과 및 민감도를 분석하면 다음과 같다.

4.1 사업 실행전·후의 LCC예측

4.1.1 사업 실행전 LCC예측

3장의 수집된 비용자료의 분석결과를 바탕으로 사례대상 Y빌딩의 LCC 구성항목별 비용을 예측하면 다음의 표 14와 같다.

표 14. 사례대상 Y빌딩의 사업 실행전 LCC

LCC 구성항목	Y빌딩(실행전)				
	불변비용		할인비용		
	금액(원/m ²)	비율(%)	금액(원/m ²)	비율(%)	
초기 투자비	에너지관리진단비	-	0.00	-	0.00
	시설투자비	22,088	2.20	22,088	2.98
유지 관리비	일반관리비	46,335	4.62	33,940	4.58
	유지보수비	36,138	3.60	25,650	3.46
	에너지비	898,778	89.53	658,347	88.92
해체·폐기비	해체·폐기처분비	967	0.10	524	0.07
	잔존가치	-374	-0.04	-202	-0.03
합계(LCC)	1,003,933	100.00	740,347	100.00	
실행전·후의 LCC비율		100%		100%	

사업 실행전 LCC의 불변비용으로는 1,003,933원/m²이며, 할인비용으로는 740,347원/m²으로 예측되었다.

4.1.2 사업 실행후 LCC예측

사업 실행전 LCC를 예측한 방법으로 사업 실행후 LCC를 예측하면 다음의 표 15와 같다.

표 15. 사례대상 Y빌딩의 사업 실행후 LCC

LCC 구성항목		Y빌딩(실행전)			
		불변비용		할인비용	
		금액(원/m ²)	비율(%)	금액(원/m ²)	비율(%)
초기 투자비	에너지관리진단비	178	0.02	178	0.03
	시설투자비	33,180	4.24	33,180	5.71
유지관리비	일반관리비	39,716	5.08	29,091	5.01
	유지보수비	21,092	2.70	14,449	2.49
	에너지비	687,632	87.93	503,685	86.74
해체·폐기비	해체·폐기처분비	453	0.06	246	0.04
	잔존가치	-256	-0.03	-139	-0.02
합계(LCC)		781,994	100.00	580,690	100.00
실행전·후의 LCC비율		77.9%		78.4%	

사업 실행후 LCC의 불변비용으로는 781,994원/m²이며, 할인비용으로는 580,690원/m²으로 예측되었다. 상기의 내용을 바탕으로 사업 실행전·후의 LCC 누적분포를 도식화하면 다음의 그림 2와 같다.

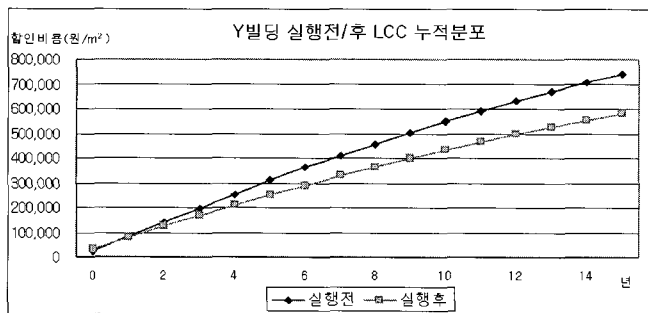


그림 2. 사업 실행전·후의 LCC 누적분포(할인비용)

상기의 그림 2를 살펴보면 초기에는 실행후 LCC가 많으나, 사업 실행후 2년부터는 실행후 LCC가 적어지는 것을 알 수 있다. 즉 일체형 개별 냉·난방 공조설비를 설치할 경우가 LCC가 적다는 것을 알 수 있다.

4.2 할인율의 변화에 따른 사업 실행전·후의 민감도분석

할인율은 분석기간 동안에 발생하는 비용을 예측함에 있어 그 영향이 매우 큰 요소중의 하나이며, 물가 및 금리의 변동을 고려하여 산정되는 할인율은 미래에 대한 예측이다. 따라서 정확한 값을 산정하기란 거의 불가능하며, 할인율에 따른 LCC의 변화를 예측하여 의사결정에 있어 보다 종합적인 정보를 제공해 줄

수 있다. 본 연구에서는 실질할인율인 4.17%를 중심으로 1.17%~7.17%까지 1%씩 할인율을 증가시켜 LCC 변화를 예측하였고 다음의 표 16과 같다.

표 16. 할인율의 변화에 따른 사업 실행전·후의 LCC

할인율 (Y빌딩)	1.17%	2.17%	3.17%	4.17%	5.17%	6.17%	7.17%
실행전	917,528	852,034	793,244	740,347	692,643	649,643	610,465
실행후	715,980	665,958	621,068	580,690	544,285	511,389	481,596

이러한 할인율의 변화에 따른 사례대상 LCC값의 변화를 그래프 나타내면 그림 3과 같다.

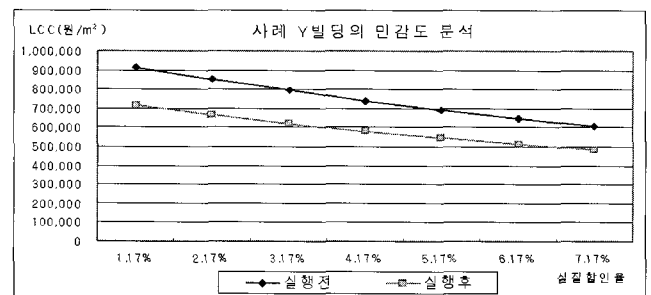


그림 3. 할인율의 변화에 따른 사업 실행전·후의 민감도 분석

상기의 그림 3을 살펴보면 전체적으로 할인율이 증가할수록 점차적으로 LCC가 낮게 나타나고 있다. 그리고 할인율이 증가할수록 LCC 곡선의 간격이 좁아지는데 이것은 할인율이 증가할수록 투자효과는 감소한다는 뜻이다. 반대로 할인율이 낮아질수록 투자효과는 높아지는 것을 알 수 있다.

4.3 성과측정 및 경제성 평가

본 연구에서는 4.1절에서 제시한 사업 실행전·후의 LCC 예측값을 상호 비교하여 성과측정 및 경제성 평가를 하고자 하며, 다음의 표 17과 같다.

표 17을 살펴보면 일체형 개별 냉·난방 공조설비의 설치로 인한 성과측정은 투자대비 회수배율⁶⁾로서 할인비용시 회수배율 1안은 4.8배(분석기간 15년간), 회수배율 2안은 14.4배(분석기간 15년간)의 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 그리고 일체형 개별 냉·난방 공조설비의 설치로 인해 할인비용시 21.6%(100% - 78.4% = 21.6%)의 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 이를 금액으로 환산하면 할인비용시 분석기간 15년동안 약 100억원이 절감되며, 이를 연간비용으로 환산하면 918,000,000원이 절감되는 것으로 분석되었다.

6) 성과측정이란 투자대비 회수배율로서 사업 실행전·후의 LCC 차이를 초기투자비로 나눠준 것을 성과측정이라 한다. 특히 건물을 신축할 경우에는 회수배율 1안이 해당되며, 건물을 개보수 할 경우에는 회수배율 2안이 해당된다.

표 17. 사업 실행전·후의 성과측정 및 경제성 평가

구 분	비용분석 및 경제성 평가 결과 (휴먼공조기의 신기술 시스템을 적용할 경우)	
	불변비용	할인비용
사업실행전 LCC(원/m ²)(A) : 기존시스템인 경우	1,003,933	740,347
사업실행전 LCC(원/m ²)(B) : 신규시스템인 경우	781,994	580,690
LCC의 차(원/m ²)(A-B)	221,393	159,657
초기투자비(기존시스템)(원/m ²)(C)	22,088	22,088
초기투자비(신규시스템)(원/m ²)(D)	33,180	33,180
회수배율1안(신규투자비 대비) =(LCC의 차(A-B))/(신규초기투자비(D))	6.7	4.8
회수배율2안(초기투자비의 차 대비) =(LCC의 차(A-B))/(초기투자비의 차(D-C))	20.0	14.4
경제성평가(%)=100%- (실행후LCC/실행전LCC)×100%	22.1%	21.6%

4. 결론

본 연구는 사례 Y빌딩을 대상으로 LCC 기법을 이용한 기존 공조설비 시스템과 신기술 일체형 냉·난방 공조설비 적용을 비교한 경제성 평가를 하고 그 대안을 제시하고자 하였다. 경제성 평가를 위해 사례 Y빌딩에 대한 비용자료를 수집·분석하고, 분석기간 15년 동안의 사업 실행전·후의 LCC를 예측하여 경제성 평가를 실시하였다. 특히 본 연구에서는 입력변수들 간에는 상호 영향이 없는 것으로 한정한다. 이와같은 목적과 방법에 따라 진행된 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 사업 실행전·후의 LCC를 예측한 결과 실행전 LCC는 불변비용으로는 1,003,933원/m²이며, 할인비용으로는 740,347원/m²으로 예측되었다. 그리고 실행후 LCC는 불변비용으로는 781,994원/m²이며, 할인비용으로는 580,690원/m²으로 예측되었다. 따라서 실행후 LCC가 실행전 LCC보다 불변비용일 때 221,939원/m², 할인비용일 때 159,657원/m²의 비용절감이 되었으며, 연간 918,000,000원의 경제적

이득이 발생되는 것으로 분석되었다.

- 2) 성과측정은 투자대비 회수배율로서 할인비용시 회수배율 1안은 4.8배(분석기간 15년간), 회수배율 2안은 14.4배(분석기간 15년간)의 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 그리고 일체형 개별 냉·난방 공조설비의 설치로 인해 할인비용시 21.6%의 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 따라서 일체형 개별 냉·난방 공조설비를 적용하는 것이 경제적인 대안이라고 판단된다.

향후 연구에 있어서는 다양하고 많은 사례를 대상으로 조사하여야 할 것이며, 본 연구에서는 충분한 사례들을 수집하는데 있어 신기술 설비이기 때문에 실제 적용된 시공현장이 부족한 실정이라서 실적자료가 부족하였다. 이러한 이유로 부족한 부분은 견적자료를 통하여 보충하였으나 충분하지는 못하였다. 따라서 결론을 일반화하기에는 어려움을 내포하고 있다. 그리고 LCC 구성항목에 따른 독립된 입력변수는 상호 영향이 없는 것으로 구분하였고, 입력변수의 위험 예측성 부분은 민감도 분석을 통하여 일부 고려하였다. 그러나 차후 연구진행시에는 기온의 변화와 에너지 가격 상승률을 함께 고려한 분석이 필요하며, 입력변수의 확률적 분포의 분산을 축소하기 위한 방안도 함께 진행될 필요가 있다.

참고문헌

1. 강창희, LCC 기법을 이용한 ESCO 사업의 성과측정에 관한 연구, 중앙대학교 석사학위논문, 2002.
2. 김용수, 아파트 건물의 수명주기비용 예측을 위한 운영관리비 분석 및 예측모델의 개발, 대한건축학회논문집 구조계 제 14권 10호, 1998.
3. 박민용, 라이프 사이클 코스트 기법을 이용한 냉열원 방식의 경제성 평가, 대한건축학회 논문집 계획계, 1998, 10.
4. 정종립, LCC 분석에 의한 고층건물 설비시스템의 대안평가, 대한 건축학회 논문집 계획계, 2003. 1.

Abstract

The purpose of this study is to assess economic effects for an advanced technology-based HVAC system. The study has been performed using LCC technique for the economic analysis. Data for LCC analysis are collected from estimation and interview of estimators and maintenance experts of buildings. Based on the LCC analysis, the economic effect of a new HVAC system has been predicted as follows : for the investment during 15 years of study period, (1) 21.6% of LCC saving is predicted, (2) return rate for the investment is 4.8 times in case of new construction, and 14.4 times in case of building remodelling.

Keywords : LCC Analysis, Heating Ventilating Air Conditioning, Economic Assessment