

[논문] 한국태양에너지학회 논문집

Journal of the Korean Solar Energy Society

Vol. 24, No. 3, 2004

# 사무소건축 리모델링에서의 전과정 평가에 관한 연구

## - 전기 부분을 중심으로 -

이선동\*, 유호천\*\*

\* 울산대학교 대학원 건축학부, \*\* 울산대학교 건축학부 교수(hcyoo@mail.ulsan.ac.kr)

# A study of LCA(Life Cycle Assessment) to a office building remodeling

## - Focused on Electrical Equipment -

Lee, Seon-Dong\*, Yoo, Ho-Chun\*\*

\* Graduate School, School of Architecture, University of Ulsan

\*\* Professor, School of Architecture, University of Ulsan (hcyoo@mail.ulsan.ac.kr)

### Abstract

Environmental issues become one of today's central concerns due to draining natural resources and environmental pollution. Architecture is given a great deal of weight on the evoking environmental pollution. In this point of view, polluting factors in architectural planning and construction were predicted in advance and alternative plans were studied. In investigation of alternative plans, both environmental pollution and economical efficiency of various alternatives were considered. A office building was analyzed for energy consumption and construction environmental load by applying LCA. Applying LCA to a office building includes a total amount of materials and energy consumption, environmental impacts and economical efficiency evaluation. In present study, LCA applied to electrical part of a office building and economical efficiency evaluation was considered.

**Keywords** : 전과정 평가(life cycle assesment), 경제성분석(economical efficiency evaluation), 리모델링(remodeling), 건설환경부하(construction environmental impacts)

## 1. 연구 목적 및 방법

오늘날의 인간 생활의 경제활동은 이윤추구만을 목적으로 한 개발행위 중심으로 이루어져 왔다. 이윤추구의 목적으로 인해서 자원고갈이나 지구 환경 문제에 대해서 인식하지 못하였다. 그러나 최근 자원고갈문제나 지구환경문제 등이 발생되면서 환경 문제에 대해서 인식하게 되었다. 이러한 환경문제들 중에서 환경오염을 야기 시키는 원인으로 여러 가지 측면이 있으나 건축분야는 전세계 원자재 소비의 40%이상 에너지 소비의 30%이상을 소비하는 등 다른 사업에 비하여 환경에 대한 파급효과가 크다고 할 수 있다. 건축분야에서의 객관적인 환경 평가를 수행하기 위해서 1960년에 포장 재료의 에너지 소비량을 비교하기 위한 연구로부터 시작된 전과정 평가기법(LCA)을 건축분야에 적용하고 있다.

본 연구는 전과정 평가기법을 이용한 사무소건물의 그린리모델링 설계기술개발 연구의 일부로 국내 리모델링의 수요시장 성장가능성과 문제점을 분석하고, 그 해결방안으로 리모델링 공정 전반에 걸친 에너지효율, 환경평가, 경제성분석 등을 포함하고 있으며, 선행연구로 건축시스템의 라이프사이클을 고려한 에너지비용 산정에 관한 연구를 통하여 에너지 비용 평가기법을 연구하여 본 연구에 접목시켰으며, 본 논문에서 전과정 평가 방법을 적용해보는 연구방법으로는 첫째, 전과정 평가의 흐름을 단계별로 파악하고, 둘째, 실제의 건물 사례조사를 통하여 전과정평가를 수행하며, 셋째, 전과정 평가는 생산, 시공, 사용, 해체, 폐기 단계로 구분하여 수행한다. 그리고 사무소건물의 리모델링에 따른 경제적 분석을 통하여 투자비용을 분석하고자 한다.

## 2. 개별적산법에 의한 LCA의 전과정 평가

국내에서는 1993년에 경제정의실천연합에서 유리병의 재활용 방안을 대상으로 연구를 수행하면

서 미국과 네덜란드, 스웨덴, 일본의 포장용기에 대한 LCA 연구결과를 소개한 것이 최초이다. 제품 또는 시스템의 전과정에 걸쳐 필연적으로 발생하는 환경부하를 규명하고, 환경부하가 환경에 미치는 영향을 평가하여 이를 저감, 개선하고자 하는 기법이다. 이 기법의 대상은 자유롭게 설정할 수가 있으며, 환경에 대한 영향으로는 오염물질의 배출, 자원, 에너지의 소비 또는 인간의 건강, 생태학적 영향까지 포함된다. 일반적인 평가방식으로는 개별적산방법(Process Analysis), 산업연관방식(Input-output Analysis), 조합방식 등 3가지로 구분할 수 있다.<sup>1)</sup>



그림 1. 전과정 평가의 진행과정

LCA연구는 미국과 유럽에서 1980년대부터 1990년에 걸쳐 크게 진정되었고, 그 중에서도 구미의 화학계통의 연구자들로 구성된 환경독성화학학회(Society of Environmental Toxicology and Chemistry, SETAC)가 LCA의 개념정리

1) 유호천, 조균형, 이영아, 전과정 평가에 의한 공동주택의 에너지 소비량 평가연구, 대한건축학회논문집 계획계 18권5호(통권163호), 2002, 5, p177~184

및 기법확립을 위해 전문가 워크샵과 공개 심포지엄 등 활발한 진행 중에 있다. 또한 OECD 등도 LCA에 대한 연구와 국제회의 등을 개최하고 있으며, ISO에서도 전과정 평가 기법의 표준안으로서 ISO 14040~14049 시리즈를 제정한 상태이다.

개별적산법에 의한 전과정 평가는 자재생산단계, 시공단계, 사용단계, 해체 및 폐기단계로 구분하여 적산한다.

- 1) 자재생산단계 : 원료채취부터 최종 자재생산 단계는 설계대안 및 재건축공사범위에 대한 내역서를 기준으로 자재 및 에너지 소비량을 산출한다.
- 2) 시공단계 : 시공단계의 비용은 크게 공종별 비용과 환경비용으로 나눌 수 있는데, 환경비용은 폐기비용을 제외하고는 자재생산 단계의 방법과 동일하게 구해진다. 공종별 비용은 토목공사비, 조경공사비, 건축공사비, 기계설비공사비, 전기·통신설비공사비 및 간접비로 구성된다.
- 3) 사용단계 : 사용단계는 냉·난방 에너지 / 교체 및 수선/ IAQ 비용으로 산출방법으로는 기존문헌의 자료를 최대한 활용한다.
- 4) 해체 및 폐기단계 : 해체 및 폐기단계는 해체, 매립, 재활용, 운송 등으로 구분하여 비용을 산출하며 해체시 투입장비에 의한 에너지소비량을 산출하고 해체 후 발생하는 폐기물을 재활용 가능한 것과 불가능 폐기물로 구분한 후 각 폐기물의 처리방법에 따른 에너지소비량(장비 및 운송)을 산출한다. 본 단계에서의 데이터 수치는 현장조사 및 기존문헌을 병행하여 필요자료를 수집한다.

### 3. 사무소 리모델링 건축물에 대한 LCA의 적용 내용

사무소건축물의 리모델링에 대한 LCA 적용내용을

검토하기 위해 대상 건물의 선정이 중요하므로 평가 대상 사무소건축물을 선정을 위한 작업을 수행하였다. 이를 위하여 한국화재보험협회의 건축물 대장을 중심으로 분석하였으며, 과거 10년간의 건축 기초자료(건물유형별 분류)를 근거로 하여 건물의 평균 층수 및 면적을 조사한 결과 층수는 약 17.1층, 건축면적은 약 1,231m<sup>2</sup>의 면적을 나타내는 것으로 분석되었다. 그리고 사무소 건물의 규모는 대형(10층이상, 연면적 10,000m<sup>2</sup>)이상, 중형(6~10층, 연면적 3,000~10,000m<sup>2</sup>), 소형(5층이하), 연면적 3,000m<sup>2</sup>)미만으로 기준을 정하여 분석한 결과 D사무소건축물을 대형건물의 대표 건물유형으로 정하게 되었다.

D 건물은 지하 3층, 지상 12층 연면적 7448평 그리고 건폐율 44.8% 용적율 484% 최고높이 44m인 건물을 지하 3층 지상13층 연면적 8878평 그리고 건폐율을 59%로 용적율을 599%로 하는 계획안을 기본으로 하였다.

표 1. 실별분류

실별분류	적용 범위
설비실	- 지하에 위치하는 것으로 고려 - 전기 관련실 1) 수변전실 : 고압수변전실, 특고압수변전실 2) 중앙감제실 : 중앙감시실, 중앙제어실 3) 기타 : 분전반실, 자가 발전기실, 축전지실 등 관련시설 일체
사무실	- 지하실을 제외한 상부층을 순수 업무시설로 대안 선정 - 1층의 로비 부분을 제외한 면적도 동일대안 적용
주차장	- 설비실과 동일 자재 선택 법적기준에 부족한 면적일지라도 옥외 주차장을 가상 고려한다면 기준 충족
로비	- 출입구를 포함한 외부구성은 사무실과 동일 대안적용 - 바닥/천장은 정하는 비율에 따라 대안적용 - 내부벽은 비율에 준하여 대안적용

그리고 본 연구에서는 대형건물을 기준으로 분석하였으나 추후 중형과 소형 건물의 경우도 평가가 요구되고 있다. 전기부분의 공사에서 전기공사별 및 실별로 분류하여 개별적산법을 사용하여 데이터를 구하였으며, 공사별 분류 및 실별 분류를 다음과 같이 나누어 구분하였다.

D사무소건물에서 사용되는 자재별 규격별로 사용되는 수량을 산출해 냈으며, 사용된 수량에 대한 원가는 물가정보를 이용하여, 원가를 산출해냈다. 또한 사용되는 자재에 대한 무게를 산출 및 각 업체에 문의를 해서 자재의 무게를 산출 하였다. 모듈화를 실시하기 위하여 사용되는 수량이나 단가를 m<sup>2</sup>로 산출하였다.

표 2. 전열설비 공사(사무실)

자재명	산업분류	폐기물 분류	비용 (원/m <sup>2</sup> )	물량 (kg/m <sup>2</sup> )	Σ노임 (원/m <sup>2</sup> )
HI PVC 관	173	3	0.6467	0.18	282,068.17
콘넥터	173	3	2.0367	0.70	
카플링	173	3	0.1253	0.70	
박스	206	9	1.5520	0.62	
콘센트	251	11	2.5927	0.26	
박스카바 (CON)	206	9	0.4002	0.31	
WIRE CONNECTOR	173	3	0.1955	0.35	
전선	250	11	0.5968	0.54	
CABLE TRAY	206	9	22.5057	25.00	
TRAY	206	9	97.5586	24.00	
MASH TRAY STEEL	206	9	14.1246	0.15	
JOINT CONN.C	206	9	1.3442	0.20	
JUMPER	212	9	1.8330	0.15	
JOINT-볼트.넛트	220	9	0.7129	0.01	

표 2~3은 설비공사의 세부목록으로 자료를 정리한 것이며, 노임 등의 단가는 각종 임부의 노임을 포함시켜 산출하였다. 또한 표 2와 3에 기술된 산업분류는 해체 및 폐기단계의 물량산출을 위해 전기공사에 사용되는 모든 자재를 산업연관표로 산출

하기위한 작업도 병행 하였다.

표 3. 전등 설비공사(사무실)

자재명	산업분류	폐기물 분류	비용 (원/m <sup>2</sup> )	물량 (kg/m <sup>2</sup> )	Σ노임 (원/m <sup>2</sup> )
HI PVC관	173	3	0.6467	0.18	357,516.28
콘넥터	173	3	2.0367	0.70	
카플링	173	3	0.1253	0.70	
텀블러 스위치	251	11	14.2977	0.45	
후렉시블 16mm	206	9	1.3035	0.04	
후렉시블 17mm	206	9	1.6497	0.04	
전선	250	11	0.4807	0.51	
WIRE CONNECTOR	173	3	0.1955	0.35	
조명기구	252	11	510.1968	31.70	
분전반	206	9	52.1399	7.80	

표 2~3은 지난 10년간의 건물의 평균값을 이용하여 데이터를 작성된 결과를 이용하여 산출하여 보았다. 18층 건물로 가상하였으며, 건축면적은 1231m<sup>2</sup>로 산출한다.

건물 지하층의 경우 소방 설비공사 부분에 비용이 다른 공사에 비해 많이 사용되는 것으로 분석되었다. 하지만 물량적인 측면으로 분석해보면 전등 설비공사의 수요가 더 많은 것으로 분석되었다.

표 4. 건물 지하층 자료 (18층, 건축면적 1231m<sup>2</sup>의 경우)

실명	세부구분	비용(원/m <sup>2</sup> )	물량 (kg/m <sup>2</sup> )
로비	전등 설비공사	82,294.8	31,242.8
	소방 설비공사	6,939,866.5	1,280,732.4
사무실	전등 설비공사	8,709,747.9	5,885,164.8
	전열 설비공사	175,373.9	147,572.3
	전화 설비공사	17,132,064.8	174,383.5
설비실	소방 설비공사	142,326,107.6	1,057,822.9
	수변전 설비공사	555,250.2	1,857,402.4
	전등 설비공사	8,682,031.8	9,307,689.5
주차장	전열 설비공사	121,399.3	116,107.9
	소방 설비공사	5,564,834.6	1,149,113.9
	전등 설비공사	6,586,540.8	3,532,206.8
	전열 설비공사	145,092.8	101,262.1

건물 지상층에서는 A-V공사가 비용적인 측면과 물량적인 측면에서 많이 사용되는 것으로 분석되었다. 대부분의 지하층에는 설비실의 비용이 다른 실들에 대해서 76.96%로 높게 나타났으며, 사무실이 지하실로 들어가는 경우는 16.76%로 나타났다. 지상층의 실별 비용으로는 사무실이 가장 높은 67.04%로 나타났으며, 설비실이 32.54%로 나타났다. 로비부분까지 합친다면 67.46%로 전용면적으로 사용하는 것으로 분석되었다. 지하층의 자재별 물량을 분석한 결과 설비실이 50.01%, 사무실이 30.48%의 물량이 사용되는 것을 분석되었다.

표 5. 건물 지상층 자료 (18층, 건축면적 1231m<sup>2</sup>의 경우)

실명	세부구분	비용(원/m <sup>2</sup> )	물량 (kg/m <sup>2</sup> )
로비	소방 설비공사	345,555.3	78,660.9
	전등 설비공사	7,043,097.6	1,245,058.0
	전열 설비공사	706,322.8	208,728.4
	전화 설비공사	138,141.8	32,793.8
	F.C.U 설비공사	117,202.5	30,134.9
사무실	소방 설비공사	112,064,178.9	6,834,191.9
	전등 설비공사	12,919,722.2	7,513,113.1
	전열 설비공사	3,240,051.3	4,469,490.2
	전화 설비공사	37,485,563.8	983,372.0
	A-V 설비공사	1,158,503,808.0	19,219,849.2
	F.C.U 설비공사	268,250.5	909,142.7
	LAN 설비공사	5,415.4	6,204.2
설비실	동력 설비공사	8,848,852.7	13,580,416.6
	소방 설비공사	11,422,305.0	1,011,734.3
	전등 설비공사	8,972,051.2	7,168,113.0
	전력 간선 공사	2,264,731.5	4,561,667.5
	전열 설비공사	1,766,845.7	275,645.5
	전화 설비공사	5,446,387.7	119,210.0
	피뢰침 설비공사	9,414,535.4	864,826.7
	A-V 설비공사	17,281,425.3	252,822.8
	CATV 설비공사	577,396,173.9	7,804,047.6
	LAN 설비공사	5,415.4	6,204.2

지상층을 분석한 결과 사무실이 51.75%, 설비실이 2.079%의 물량이 사용되는 것으로 분석되

었다. 지하층의 경우가 설비실로의 사용 빈도가 매우 높음을 알 수 있다.

물량분석의 경우 자재생산, 시공단계는 개별적산법에 의해 산출을 하였으나 해체 및 폐기단계는 개별적산법으로 산출하기에는 변화요인이 너무 많아 산업연관표를 이용 산출하였다. 한국은행 발행 2003년 산업연관분석표를 이용하여 해체 및 폐기물량 산출을 하였다. 이 경우 모든 자재가 산업연관표 상에 있는 404개 분류에 포함되어야하므로 본 연구에서 산출한 전기용 물량도 코드번호에 부합되도록 분류하여 적용하였다. 전기부분에서 사용되는 산업연관 분석표를 정리하면, 코드번호가 0173(산업용플라스틱제품)~0269(사무용기구)번를 사용하는 것으로 나타났다. 해체 및 폐기단계의 비용은 11개의 폐기물 분류로 자료를 정리하였다.<sup>2)</sup>

표 6. 2002년 폐기물 처리현황

(단위 : %)

분류	종이류	합성수지류	폐토사	아스팔트 콘크리트	금속류	불연성 기타
분류번호	1	3	5	7	9	11
발생량	100.0	100.0	99.4	100.0	100.0	99.8
매립	13.5	20.7	27.3	4.2	11.2	38.5
소각	52.1	65.6	0.0	0.0	0.0	0.3
재활용	34.4	13.7	72.1	95.8	88.8	61.0
분류	나무류	가연성 콘크리트	건설 폐재류	유리류		
분류번호	2	4	6	8	10	
발생량	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
매립	10.3	37.1	2.6	35.7	57.6	
소각	42.8	47.5	0.0	0.0	0.0	
재활용	46.9	15.3	97.4	64.2	42.4	

건축면적 1231m<sup>2</sup>의 18층 사무소 건물에서의 환경비용을 적용시켜보았으며, 콘트리트조, 철골조, 철골철근조등 구조를 변화시켜가면서 환경비용을 산출해 보았다.

2) 환경부 폐기물통계자료, 전국 폐기물 발생 및 처리현황.

표 7. 환경비용을 고려한 건축물 비용분석 (단위: 원)

내역		콘크리트조	철골조	철골철근조
자재 비용	콘크리트	180,512,763	55,348,586	180,512,763
	철근	206,465,582	191,715,093	238,837,984
	형강	0	427,666,624	0
	볼트	0	12,159,840	0
	페로테크	55,348,586	320,320,000	320,320,000
	소계	442,326,931	1,007,210,142	739,670,747
환경 비용	오염처리비용	17,364,331	65,889,513	41,049,855
	환경부담금	329,572,067	612,178,842	450,353,551
	소계	346,936,398	678,068,355	491,403,406
비용분석계		786,263,329	1,685,278,497	1,231,074,154

리모델링에 있어서 전과정 평가를 위해 사례 분석을 이용 전기설비에서 사용되는 자재의 수선주기를 위주로 자료 정리하였다.

표 8. 설비 자재의 수선주기

구분	수선주기 (년)	구분	수선주기 (년)
예비전원설비 (자가발전)	4~30	자동화재 감지시설	20
변전설비	18~20	소화설비	9~25
육내배선설비	5~20	승강기 및 인양기	5~15
인터폰설비	20		

유지관리 및 사용시의 비용 산정을 위해 리모델링 계획 수선 주기<sup>3)</sup>을 위주로 자료 정리하였다.

표 9. 계획수선주기 (단위: 년)

공사종류	수선항목	고베시 영주택	도영주택	맨션 관리	단지 서비스	최소 연수	최대 연수	평균 연수	표준 편차
전기 설비	간선	15~20	20~30	8~14	10~15	8	30	16.5	6.3
	실내배선	25~30			20~25	20	30	25	3.5
	TV안테나	15~20	10~15	9~11	6~10	6	20	12	4.1
	공용등		10~20			10	20	15	

리모델링 평균 년수가 간석인 경우 16.5년, 실내배선은 25년, TV안테나는 12년, 공용 등은 15

3) 일본주택리폼센터 '중고맨션건축성능평가기술검토 조사위원회' 중 일부를 인용. 한국건설산업연구원, p17, 2001,11

년 등으로 조사 되었다.

#### 4. 경제성 분석

기본적으로 많은 대안이 시간의 경과에 따라 어떠한 경제적 영향을 만들어 내는가를 조사해 이것들을 평가하는 것이다. 따라서 경제성의 판단기준은 각 대안을 실행하기 위하여 투입된 자원(input resource)과 대안의 성과(output result)를 각각 금액으로 환산하고, 다음 3가지 중의 한 가지 기준에 의거하여 이들 대안의 경제성을 판단한 후 최선책을 선정하게 된다.<sup>4)</sup>

첫째, 투입액이 고정되어 있는 경우에는 성과(benefits)가 가장 큰 대안을 선정

둘째, 대안의 성과가 고정되어 있으면 원가(costs)가 가장 적은 대안을 선정

셋째, 투자액과 대안의 경과가 모두 고정되어 있지 않으면 대안의 원가와 대안의 성과와의 차 또는 이익(profit)이 가장 큰 대안을 선정

경제적 타당성의 제약조건으로 수익, 비용, 건축규모, 시장조건, 경제적 성능(Economic performance) 등에 비추어 투자비용으로부터 발생하는 미래의 수익성을 분석하여 신규사업에 투자하는 것이 이익인가 그렇지 않은가를 검토하는 것이라고 할 수 있다.

##### 4.1 투자대안의 비교방법 및 결과

여러 가지로 투자를 고려 할 때 이의 타당성을 조사하기 위해 필요로 하는 요소는 일반적으로 다음과 같다.

- 초기 투자액
  - 투자로 인해 매년 발생하는 수입 및 비용
  - 사업의 종료 시 발생하는 비용이나 수익
- 위와 같은 세 가지 요소를 고려하여 주어진 사업에의 투자 여부를 결정하게 된다. 이러한 투자대안,

4) '알기쉬운 경제성공학', 박영홍, 2003,3



즉 의사 결정 안에 대한 경제성 분석을 수행할 때 일반적으로 화폐의 시간적 가치를 고려해서 분석하지만 경우에 따라 화폐의 시간적 가치를 무시한 채 투자 대안을 비교하고 평가하기도 한다. 화폐의 시간적 가치를 고려하면서 제시된 투자 안에 대한 비교분석을 수행할 때는 주로 제시된 대안들의 현재 등가, 연불등가 또는 수익률을 계산하여 이를 비교평가의 기준척도로 삼게 된다. 반면, 화폐의 시간적 가치를 고려하지 않으면서 제시된 대안을 비교하고 평가 할 때에는 손익분기점 분석이나 자본회수기간 분석을 이용하게 된다.

표 10. 기호 목록

기호	내용	기호	내용
a	연불액	k	초기액
i	이자율	g	등차
n	기간	r	등비
f	미래액		

현재액의 연불가치를 구하는 공식

$$a = p \times \frac{(1+i)^n \times i}{(1+i)^n - 1}$$

미래액의 연불가치를 구하는 공식

$$a = f \times \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

연불액의 현재가치를 구하는 공식

$$p = a \times \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \times i}$$

미래액의 현재가치를 구하는 공식

$$p = f \times \frac{1}{(1+i)^n}$$

등차 급수의 현재의 가치

$$p = \left( \frac{1}{(1+i)^n} \right) \left( k \times \left( \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right) + g \times \left( \frac{(1+i)^n - i \times n - 1}{i^2} \right) \right)$$

등차 급수의 연불 가치

$$a = k + g \left( \frac{1}{(1+i)^n - 1} \right) \left( \frac{(1+i)^n - i \times n - 1}{i} \right)$$

#### 4.2 사무소건물 18층의 경우 경제성 평가

두 가지 이상의 상황을 비교할 때 우리는 동등한 상황 하에서 각각의 특징을 비교하고 평가해야 정확한 결과를 얻을 수 있다. 두 개의 서로 다른 상황이 같은 결과를 초래하게 될 때 이들은 서로 등가(equivalence)의 관계에 있다고 한다. 경제성 분석에서 등가란 두 개의 서로 다른 투자 안이나 의사 결정 안이 서로 똑같은 가치를 지니고 있을 때를 말한다.

A안은 조명기구를 대상으로 114,527,034원을 기준으로 하였고, B안은 조명기구 및 전등을 대상으로 133,998,996원을 기준으로 하였으며, C안은 전선, 전등, 조명기구 및 감지기를 대상으로 187,468,708원을 기준으로 산정하였다.

표 11. 총 비용에 관한 내용

	(단위: 원)		
	A안	B안	C안
연간수익	R	R	R
유지사용비용	4,543,213	5,687,246	5,775,427
자재생선과 시공 비용	114,527,034	133,998,996	187,468,708
폐기비용	64,551,692	71,439,287	118,809,101
경제적수명	20년	20년	20년
처분가치비용	4,543,213	5,687,246	6,288,418
이자율	0.2	0.2	0.2

연불가치를 구하는 공식을 사용하여 표 12의 값을 얻을 수 있다.

투자효과 = 연간수입-유지사용비용-(초기투자액+폐기비용-처분가치)

표 12. 연불가치를 이용한 비교법 (단위:원)

	A안	B안	C안
연간수익	R	R	R
유지사용비용	4,543,213	5,687,246	5,775,427
총투자액의 연불가치	23,518,874	27,517,569	38,497,923
폐기비용의 연불가치	13,256,111	14,670,524	24,398,225
처분가치의 연불가치	306,734	358,885	502,091
투자효과	R-41,011,464	R-47,516,454	R-68,169,484

대안 A안의 투자효과는 R-41,011,464원이고, 대안 B안의 투자효과는 R-47,516,454원이고, 대안 C안의 투자효과는 R-68,169,484원으로 대안 A안의 투자효과가 대안 C안보다 27,158,020원 더 많다는 것을 알 수 있다.

연불가치를 이용한 비교법에서는 대안 A가 대안 B, C에 비하여 나은 투자안이 된다. 하지만 아직 연간 수입을 나타내는 R값이 알려지지 않았으므로 대안 A가 대안 B, C보다 유리하긴 하지만 반드시 대안 A를 선택해야만 한다고 결론 내릴 수는 없다. 왜냐하면 C안의 경우에 A안보다 27,158,020원 이상 연간 수입이 발생하면 C안이 더 투자효과가 높음을 알 수 있다.

### 5. 결 론

사무소건축의 리모델링의 경우 전과정평가(LCA)를 수행한 결과 건축, 전기, 기계 등으로 크게 나눌 수 있으나 이번에 언급한 내용은 전기분야를 위주로 LCA를 분석해 보았다.

첫째, 전과정평가의 흐름에 대해서 분석으로 자재생산단계, 시공생산단계, 사용단계, 해체 및 폐기 단계로 나누어서 평가할 수 있으며, 각 단계별로 나

타나는 폐기물 정도 등을 분석하여 오염인자를 줄일 수 있는 방법들이 모색될 것으로 판단된다.

둘째, 경제적 분석을 통하여 투자비용으로부터 발생하는 미래의 수익성을 분석해보면 초기투자비의 지출 내역을 미리 판단 예측을 할 수 있으며, 미래에 일어날 수 있는 수익성에 따라 분석이 가능하다. 따라서 자재생산 및 시공 뿐 아니라 유지관리와 폐기비용을 함께 고려하여 건축물의 규모나 용도를 결정할 때 유용하게 사용될 수 있다.

앞으로의 과제는 본 연구에서 수행한 전과정평가의 신뢰도를 향상시킬 수 있게 각 단계별 비용 산정에 대한 체계적 방법론들의 정립이 요구되고 있다.

### 참 고 문 헌

1. 유호천, 조균형, 이영아, 「전과정 평가에 의한 공동주택의 에너지 소비량 평가연구」, 대한건축학회논문집, 제18권 제5호, 2002.5
2. 유호천, 조균형, 김우철, 「건축시공단계에서 LCA 방법론에 의한 에너지소비량과 환경부하량 연구」, 대한건축학회 학술발표논문집, 제21권 제1호, 2001.4.28.
3. 조균형, 최두성, 「건축산업의 에너지 및 환경부하 산출방법론에 관한 비교연구」, 대한건축학회논문집, 제19권 제6호, 2003.6.
4. 이강희, 「공동주택 건설공사에서의 공중에 대한 LCA적용연구」, 대한건축학회논문집, 제19권 제2호, 2003.6.
5. 조균형, 최두성, 이경수, 「사무소건물의 리모델링 활성화를 위한 제반사항 정립에 관한 연구」, 대한건축학회논문집, 제19권 제9호, 2003.9.
6. 이강희, 「공동주택 리모델링의 LCA적용 연구」, 대한건축학회논문집, 제18권 제12호, 2002.12.
7. 일본주택리폼센터 '중고맨션건축성능평가기술검토 조사위원회'자료를 인용함. 건물리모델링 매뉴얼, 한국건설산업연구원, p17, 2001.11
8. '알기쉬운 경제성공학', 박영홍, 2003.3
9. <http://lcarc.re.kr/> 전과정 평가 연구회