

## LCC기법을 이용한 영구임대아파트 난방방식 리모델링에 대한 경제성분석 - 유지관리비용을 중심으로 -

### The Economic Analysis on the Heating System Remodeling by the Life Cycle Costing in Permanent Rental Apartment

박민용\*

Park, Min-Yong

장승재\*\*

Jang, Seung-Jae

#### Abstract

Considering the present development situation of rental apartment since 1982, the supply of rental housing for low-income dwellers has contributed a amount of quantities, but has been deficient qualities in housing policy. To propose the device of remodeling for low-income dwellers in deteriorated apartment, this study investigated the energy consumption of central heating system and the characteristics of maintenance cost in permanent rental apartment. The results of evaluation of alternative heating systems by Life Cycle Costing in permanent rental apartment were as follows; From Life Cycle 15~20 years by Present Worth Method, the economic heating system of remodeling is central heating system(heat source: B-C oil), unit heating system(natural gas), central heating system(natural gas) in order.

Keywords : Heating System, Remodeling, Permanent Rental Apartment, Maintenance Cost

주요어 : 난방방식, 리모델링, 영구임대아파트, 유지관리비용

## I. 서 론

### 1. 연구의 배경 및 목적

임대아파트는 당초 목적인 저소득층의 주거안정에 어느 정도 기여하는 긍정적인 효과를 보였으나 실질적인 주거생활을 위한 임대비나 에너지비를 포함하는 유지관리비 등에서 질적측면의 근본적 문제해결에는 미흡한 것으로 나타나고 있다. 더구나 영구임대아파트는 일반 분양아파트와는 다르게 입주자들이 주택에 대한 소유개념이 없고 수선유지에 대한 관심이 낮아 노후화가 빠르게 진전되는 경향이 있다. 특히 공동주택에서 난방설비는 주거환경의 쾌적성과 밀접한 관계이므로 건물의 구조체와는 달리 내용연수가 매우 짧아 거의 10~15년 정도에서 개보수과정

이 필요하다. 이처럼 노후화된 공동주택의 난방방식에 대한 리모델링 계획시 에너지의 고효율화와 유지관리비용의 절감 및 주거환경 개선을 위한 최적의 난방방식 대안선정은 매우 중요하다.

전국에 위치한 공동주택중 임대주택이 차지하는 비율은 13.7%이며 이중 건물의 내용연수인 사용연수가 11년 이상인 임대주택의 세대수는 61,967호<sup>1)</sup>로 전체 임대주택의 약 8%를 차지하여 미약하다고 볼 수 있으나 소유 및 유지관리측면에서 일반 분양아파트보다 의사결정이 명백하기 때문에 리모델링의 적용이 용이하다. 특히 저소득층의 주거보호정책으로 시작된 영구임대아파트는 1990년대 초반 공급정책이 중단된 결과로 수요과잉에 의한 공급부족상태와 실질적인 복지관리정책 부재로 주거복지정책에서 후퇴

\*정회원, 부산정보대학 건축학과 교수, 공학박사

\*\*정회원, 신라대학교 건축공학과 교수, 공학박사

1) 건교부, 공동주택의 평형별, 층별, 사용연수별 현황, 2001년 12월

하고 있는 실정이다.

영구임대아파트는 실질적인 기초생활보장의 복지 차원의 접근이 아니라 건축당시 건설 및 하자보수차원의 주택건축개념 위주이므로 관리시스템이 변화된 상황을 따라잡지 못하고 있다. 따라서 향후 법정 영세민을 위하여 라이프사이클이 고려된 유지관리비용 측면에서 에너지절약정책이 반영된 영구임대아파트의 추가 건설 내지는 노후영구임대아파트의 난방방식 리모델링에 대비한 정책이 제공되어야 할 것이다. 이에 본 연구에서는 영구임대아파트를 대상으로 난방방식을 리모델링 할 경우 유지관리비의 절약에 따른 에너지절약에 초점을 두고 사례조사를 통해 라이프사이클 코스트 기법을 이용하여 경제성을 분석함으로써 저소득층을 위한 영구임대아파트 리모델링의 대책방안을 구축하고자 한다.

## 2. 연구내용 및 방법

우리나라 임대주택정책의 변천을 통해 현재 임대아파트의 분포도와 리모델링의 대상이 될 사용연수별 단지 및 세대수를 조사하였다. 경제성분석에서 대안평가에 대한 방법으로 일반화된 LCC 기법(Life Cycle Costing)에 대한 라이프사이클 코스트의 요소와 인자, 산정방법을 고찰하였다.

난방설비 시스템의 비용분류를 기획·설계비, 건설비, 에너지비, 보전비 및 운전인건비, 폐기·처분비 및 잔존가치비로 나누어 라이프사이클 코스트의 산출조건을 구축하였다.

영세민의 주거안정을 위하여 에너지비용에 초점을 두고 영구임대아파트 난방방식의 성능개선을 위한 리모델링의 최적 대안시스템을 선정하기 위하여 열매공급 방법에 따라 중앙난방과 개별난방으로, 열원에 따라 B-C유와 도시가스로 구분을 하였다. 난방방식은 영세민을 위하여 현존의 B-C유를 그대로 사용하는 중앙난방방식과 도시가스를 연료로 사용하는 중앙난방방식, 개별난방방식의 3가지 대안시스템을 선정하고 LCC기법을 이용하여 경제성분석을 하였다.

## II. 이론적 고찰

### 1. 임대아파트 분포 및 리모델링 대상

우리나라에서 임대주택의 공급이 체계화된 것은

1982년 정부의 「임대주택육성방안」이 발표되면서 부터이다. 그 이후 1989년 200만호 주택건설계획으로 임대기간이 5년인 장기임대주택과, 자사의 근로자에게 임대하는 사원임대주택, 생활보호대상자를 임대대상으로 하는 영구임대주택이 건설되었다. 1992년부터는 공공임대주택의 건설이 시작되었으며, 1993년부터는 민간사업자에 의한 임대주택 건설에도 국민주택기금이 지원되었다. 현재 국내 임대주택의 세대수는 2001년 12월말 기준으로(임대기간 종료후 분양이 완료된 주택을 제외)대한주택공사와 지방자치단체가 공급한 영구임대주택 190,077호(주공: 140,078, 지자체: 49,999), 50년 임대주택 42,036호(주공: 22,756, 지자체: 19,280), 지자체·주공·민간업체가 건설한 공공임대(5년공공/장기임대) 308,458호, 사원임대주택 39,058호, 재개발/주거환경 22,728호, 민간건설임대 1,834호, 매입임대 54,495호 등을 포함한 659,830호의 임대주택이 있다.

이중 공공임대주택이 <그림 1>에서와 같이 47%로 차지하는 비율이 가장 높으며, 두 번째로 영구임대주택이 차지하는 비율은 전체중 29%이다<sup>2)</sup>. 2001년 12월말을 기준으로 전국에 위치한 공동주택의 사용연수(사용점사일 기준)별 아파트, 연립주택, 다세대주택을 포함하는 분양주택과 임대주택의 현황은 <표 1>과 같다.

전국에 위치한 공동주택중 임대주택이 차지하는 비율은 <표 1>과 같이 13.7%이며, 이중 사용연수가 5년 이하가 전체 임대주택의 약 61%로 비중을 가장 많이 차지하고 있다. 일반적으로 리모델링 대상이 되는 사용연수 11년 이상인 임대주택의 세대수는

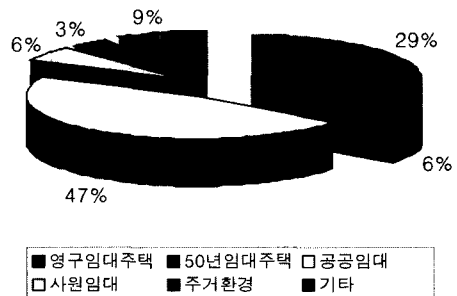


그림 1. 유형별 건설임대주택

2) 건교부, 임대주택 재고현황, 2001년 12월말 기준

표 2. 공동주택의 사용연수별 현황

구분	연수	연수				
		5년 이하	6~10년	11~15년	16~20년	20년 이상
아파트	단지	3,627	4,823	3,238	2,024	1,001
	동	17,982	19,511	12,729	9,595	5,996
	세대	1,584,953	1,670,689	828,963	432,341	293,077
연립	단지	188	404	987	1,545	550
	동	418	1,487	3,288	4,421	1,672
	세대	11,190	29,994	60,836	72,396	26,544
다세대	단지	7	90	97	50	5
	동	30	482	193	100	19
	세대	327	4,131	1,549	709	175
임대주택	단지	1,103	398	116	32	21
	동	4,574	1,896	664	188	62
	세대	484,670	249,742	49,864	8,455	3,648
총계	단지	4,925	5,715	4,438	3,651	1,595
	동	23,004	23,376	16,874	14,314	7,857
	세대	2,081,140	1,954,776	941,212	513,901	327,666

출처: 건교부, 공동주택의 평형별/층별/사용연수별 현황

61,967호로 임대주택 전체의 약 8%를 차지하나 이중 1992년 이후 사업이 종결된 영구임대아파트는 향후 리모델링의 주 대상이라 볼 수 있다.

2. 라이프사이클 코스트의 요소와 인자

1) 라이프사이클 코스트의 요소

라이프사이클 코스트의 분류방법에서 건축설비 시스템에 적용하기 적합한 것은 일본 건설성 영선부에서 제시한 비용분류방법이라 볼 수 있다. 이는 B.S. Blanchard가 제조업 분야에서 라이프사이클 코스트를 이용한 것을 건설업에 적용한 것이다. 건축설비 시스템에서 비용분류를 이루는 라이프사이클 코스트의 요소(Element)는 <그림 2>에서와 같이 크게 기획·설계비, 건설비, 운용·관리비, 폐기·처분비로 나눌 수 있다.

2) 라이프사이클 코스트의 인자

라이프사이클 코스트의 요소에 영향을 미치는 인자(Factor)는 초기투자비, 이율, 기간(내용수명, 감가상각 기간, 부채상환 기간, 내용연수), 할인율, 재산세, 보험, 처분가치 등이 있다. 특히 운용·관리비에 가장 크게 영향을 미치는 인자는 장비 및 배관의 내용연수, 에너지비, 물가상승비, 보수비, 운전 인건비

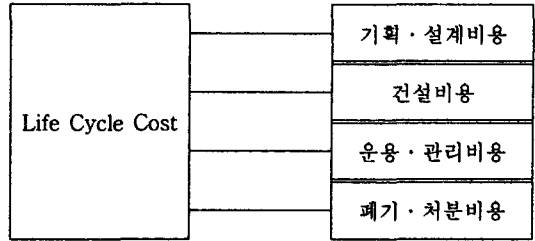


그림 2. 라이프사이클 코스트 요소

등을 들 수 있다.

(1) 내용연수

국내의 경우 건축물과 건축설비의 내용연수는 법인세법 시행규칙에서 규정하고 있다. 이 규정에 의하면 철근 콘크리트조의 아파트 건물인 경우 내용연수는 50년으로 규정되어 있으나 건물부속설비인 건축기계 및 전기설비의 내용연수는 10~18년으로 건물에 비해 매우 짧다. 그러나 법인세법에서 규정하고 있는 내용연수는 건물의 종류와 일부 건축설비부분만을 제시하고 있어 구체적인 장비의 내용연수를 정립화 하고 있지 못하고 있다. 건설부 「공동주택의 장기수선계획에 관한 기준」에 의하면 주요시설을 전기 및 기계설비로 구분하여 내용연수를 <표 2>에서 제시하고 있다. 이 기준에 의하면 전기설비장비는 16~18년으로 규정되어 있다. 기계설비장비에서 순환펌프는 10년, 보일러는 15년, 열교환기는 20년, 저장조는 25년으로 내용연수가 규정되어 있으나 이에 대한 장비의 종류 및 형식에 관한 구분은 없다.

(2) 물가상승률 및 에너지비 상승률

표 2. 건축기계설비와 전기설비의 내용연수

구분	주요 시설	내용 연수 (년)
전기	변압기	17
	고압케이블	30
	발전기	16
	송강기 및 인양기	18
기계	보일러	15
	열교환기	20
	저장조	25
	순환펌프	10
	가스저장탱크	15
	유류탱크	30

자료) 건설부, 공동주택의 장기수선계획에 관한 기준, 1983

물가상승률을 결정하는 물가지수는 소비자물가지수, 도매 또는 생산자물가지수, GNP 환가지수 등이 있으나 일반적으로 소비자물가지수가 사용된다. 에너지비 상승률은 일반 물가상승률과는 다르게 특정한 에스컬레이션 레이트<sup>3)</sup>(Escalation Rate)을 적용하므로 라이프사이클 코스트 산정에서 필요하다.

3. 라이프사이클 코스트 산정방법

1) 현가법(Present Worth Method)

현가법은 현재와 미래의 모든 비용을 현재가치로 변환한 것으로 초기 비용은 이미 현가로 표시된다.

(1) 반복비용

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

에너지비와 같이 특정한 상승률을 지닌 것은 다음 (2)식을 사용한다.

$$P = A \times \frac{[(1+e)/(1+i)][(1+e/1+i)^n - 1]}{[(1+e)/(1+i)] - 1} = A \times (PWA) \tag{2}$$

- P : 현재가치의 합계(현가)
- A : n년간에 걸쳐 계속되는 일정 기말지불액
- i : 연이율(기대하는 최소한의 이자율)
- n : 연수
- e : 에스컬레이션 레이트

PWA: 연금 현가 계수

(2) 비 반복비용

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

- F : n년 후의 기말지불액
- PW : 현가 계수

2) 연가법(Annual Worth Method)

연가법은 초기비용, 반복비용, 비 반복비용을 매년의 코스트로 변환하는 방법이다.

3) 인플레이션의 상대적 레이트로 ‘일반적인 구매력 저하를 상회하는 인플레이션 레이트’로 정의된다. 즉 일반물가수준의 상승률을 넘는 물가수준을 말한다.

(1) 반복비용

$$A = P \times \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = P \times (CRF) \tag{4}$$

- A : 연가
- P : 초기투자비
- CRF : 자본회수계수

(2) 비 반복비용

현가법의 비 반복 비용법을 이용하여 미래의 금액을 현가로 환산하고 이어서 연가법의 반복 비용법을 이용하여 현가를 매년의 금액(연가)으로 변환하는 방법이다.

상기의 두 가지 평가방법 중에서 현가법은 대체안의 총비용 일정기간(내용연수)이 일정할 때 유용한 방법이고, 연가법은 대체안의 내용연수가 상이할 경우 적합한 방법이다<sup>4)</sup>.

III. 난방설비시스템의 비용분석

1. 기획·설계비 및 건설비용

기획·설계비 산정에는 공사비 비율에 의한 방식과 실비정액가산방식으로 나뉘며 건설부분은 엔지니어링 사업대가의 기준에 의해 공사비 비율에 의한 방식을 선택하고 있다. 그러나 건축설비부문에서는 각 지역의 설비설계협의회에서 제정한 건물면적에 의한 설계용역비 산정방식을 채택하고 있다. 아파트를 포함한 주택용 건물에 대한 B지역의 기계 및 전기설비 설계용역비 내용은 <표 3>과 같다.

건설비를 구성하는 비용항목은 장비의 제품가격,

표 3. 주택용건물의 기계 및 전기설비 설계비 (단위:원/평)

평수 용도	3,000 미만	3천~5천 미만	5천~1만 미만	1만~2만 미만	2만~3만 미만	3만 이상
단독 주택	4,000 (3,000)	-	-	-	-	-
다세대 연립	3,000 (2,500)	-	-	-	-	-
아파트	1,000 (1,000)	950 (950)	900 (900)	800 (800)	600 (600)	500 (500)

주) ( ) 내는 전기설비, 공사내역비는 설계비의 30%적용

4) Grimm, Clay T., Ultimate cost of building walls, p.2, 1958.

수송비, 설치비, 시운전비 등이 있다. 이러한 비용항목은 자재 및 노무의 공급상황이나 공사위치에 따라 변화한다. 일반적으로 건설비는 물가정보자료와 품셈을 기준으로 한 견적자료와 실적자료를 적용하여 산출한다.

2. 에너지 비용

주택용 도시가스요금은 서울시를 비롯한 주요권역별에 따라 <표 4>와 같이 차등제를 적용하고 있다. 주택난방용 도시가스요금에서 서울, 경기, 인천, 광주지역은 개별난방과 중앙난방과의 구분이 없는 반면 4개 지역을 제외한 20개 도시에서는 중앙난방방식에 대하여 별도의 요금체제를 갖고 있다. 2003년 7월 현재 개별난방의 요금이 가장 비싼 곳은 춘천시이며, 가장 싼 곳은 서울시이다.

도시가스를 공급하는 중앙난방의 경우 요금이 가장 비싼 곳은 원주시로 570.00원/m<sup>3</sup>이며, 가장 싼 곳은 청주시로 473.20원/m<sup>3</sup>이나 이 지역은 취사용이 외에 중앙난방요금에 대한 별도의 기본요금이 부과된다. 연간 에너지비용을 산정하기 위한 부산지역 주택용 난방방식에서 사용되는 도시가스요금과 B-C유, 경유의 열원에 대한 연료단가는 <표 5>와 같다.

3. 보전비 및 운전인건비

운전관리에 필요한 보전비는 기기의 점검정비비용, 수선부품 교환비용, 청소세정비용을 말한다. 난방을 포

함한 공기조화설비에 대한 보전비용의 산정은 미국의 경우 ASHRAE의 자료<sup>5)</sup>에서와 같이 공조설비 보전의 관리능력에 따라 2종류로 나누어 산정하고 있다. 그러나 실제 건물의 보전관리 상태를 정확히 파악하기는 어렵고 시간이 많이 소요되는 작업이므로 본 연구에서는 중앙난방시스템의 장비수선유지에 소요되는 비용을 조사대상 아파트의 자료를 근거로 하였다.

운전인건비의 산정은 <표 6>과 같이 (사)한국건축물유지관리협회에서 제시한 건축물 시설관리비의 표준단가를 적용하였다.

4. 폐기처분 및 잔존가치비

폐기처분에 따른 비용은 철거비(+)와 매각비(-)로 나뉜다. 일반적으로 장비 및 배관의 노후화로 인하여 재사용을 고려하지 않을 경우 철거비는 신설품의 50%를 적용한다. 잔존가치는 분석기간 종료시점의

표 5. 열원종류별 연료단가

종류	구분	1개월 기본요금		초과사용요금		비고
		기본요금	사용량	단가		
도시 가스 (주택용)	취사용	750원	1 m <sup>3</sup> 당	412.87원	부산 지역, 2002.1 개정	
	개별 난방용		12 m <sup>3</sup> 까지	412.87원		
			12 m <sup>3</sup> 초과	480.98원		
	중앙 난방용	1 m <sup>3</sup> 당	-	469.72원		
경유			1 l 당	422.7원	2002.1	
B-C유			1 l 당	286.9원		

표 4. 주요권역별 도시가스 주택용난방요금 (단위: 원/m<sup>3</sup>)

지역 \ 항목	기본요금	취사용	개별난방	중앙난방
서울시	840.00	457.90	463.35	-
경기도	790.00	472.15	470.69	-
인천시	820.00	464.65	465.97	-
부산시	750.00	450.44	516.56	505.63
대구시	775.00	491.20	497.90	492.45
광주시	750.00	458.75	516.55	-
대전시	760.00	448.14	520.52	484.43
울산시	778.00	483.04	505.95	498.09
춘천시	600.00	573.81	573.81	566.52

기준) 2003년 7월1일, 부가세별도

표 6. 건축물시설관리비 표준단가 (원/인·월)

구분	관리소장	분야책임자 (기계, 전기)	기능사	
인건비	기본급	1,126,800	986,700	834,300
	제수당	353,500	309,600	261,800
	상여금	375,600	328,900	278,100
	퇴직충당	154,700	135,400	114,500
경비	보험, 연금	122,200	107,500	91,600
	복리후생	143,000	143,000	143,000
	공구손료	22,500	19,700	16,700
	소모품비	9,000	7,900	6,700
	통산비	6,000	5,000	4,200
일반관리비	115,700	102,200	87,500	
이윤	242,900	214,600	183,800	
총계	2,671,900	2,360,500	2,022,200	

5) ASHRAE, 1984 Systems, p.42.5

재산가치로 설비의 가치를 일정한 금액(定額法) 또는 비율(定率法)로 저감시키는 감가상각을 의미한다. 라이프사이클 코스트 기법에서는 일반적으로 정액법이 사용된다.

#### IV. 영구임대아파트 난방방식 리모델링 사례연구

##### 1. 대상아파트 현황 및 대안선정

영구임대아파트는 다른 임대아파트보다 임대보증금 및 월 임대료가 가장 적다. 따라서 향후 리모델링을 대비한 난방방식의 교체에 대한 예산 확보가 어렵기 때문에 가장 경제적인 난방방식의 대안 선정에 신중을 기하여야 하므로 본 연구의 대상을 영구임대아파트로 하였다. 리모델링 연구대상 아파트의 건축적 개요는 <표 7>의 영구 G임대아파트로서 B시에 위치하며 평수가 12, 13평(총 13개동, 1,937세대)으로 관리인원당 세대수는 149세대/인이다. 난방방식은 중앙집중난방방식이며 열원은 생활보호대상자를 위한 임대법에 의하여 현존 B-C유와 경유를 사용하고 있으며 환경부고시 제1998-69호 「청정연료 등의 사용에 관한 고시」의 예외사항을 적용하고 있다.

본 연구에서는 노후화에 대비한 영구임대아파트의 난방방식을 리모델링을 할 경우 이에 대한 경제성을 분석하기 위하여 연료공급에 따른 난방방식의 대안을 3가지로 선정하였다.

제 1안 : 중앙난방방식(B-C 사용, 현존방식)

제 2안 : 중앙난방방식(도시가스 사용)

제 3안 : 개별난방방식(도시가스 사용)

표 7. 대상 아파트의 건축적 개요

구분	내용	비고
유형	영구임대아파트	위치: B시
준공연도	1994년	
연면적	84,193.3 m <sup>2</sup>	
분양면적	79,419 m <sup>2</sup>	
동수 및 층수	13개동, 15층	
세대수	12평:1,490, 13평:447 총 1,937세대	
관리인원	13명	
보일러용량	증기보일러 5t×2대	노통연관식
난방방식	중앙난방방식	B-C유, 경유

##### 2. 대안별 연간에너지 비용 및 가동운영비

연료예상사용량을 산정하기 위하여 제2안인 도시가스를 이용하는 중앙난방방식은 조사대상 아파트에서 2002년 1월~12월에 사용된 기존의 연료사용량(B-C유, 경유)을 발열량으로 환산하였다. 제3안인 도시가스를 이용하는 개별난방방식은 대상아파트의 동일지구내 개별난방방식의 50년 임대 아파트(16, 17평형, 총 802세대)에서 취사용을 제외한 난방과 급탕용에 사용된 도시가스 소비량의 평균값인 분양면적당 10.9 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>을 적용하였다<표 8 참조>. 에너지예상소비량에 각 연료의 단가(2002년 1월 기준)를 적용하여 연간 에너지비용을 산정한 결과 <표 8>과 같이 도시가스 열원의 중앙난방방식은 연간 663,450천원으로 나타났다. 이를 기준으로 할 때 도시가스의 개별난방방식은 약 29%의 절감을 보였으며 현존 B-C유를 사용하는 중앙난방방식은 약 33%의 에너지가 절감함을 알 수 있었다.

중앙난방방식에서 보일러를 가동운영 하기 위한 운전인건비 및 유지보수료 등의 연간운영비는 조사대상 아파트의 실측자료를 근거로 하였다. 중앙난방방식에서 보일러를 가동에 필요한 운전인건비는 <표 9>와 같이 전체비용의 약 65%로 가장 많은 비율을 차지하며, 보일러의 세관비 등의 수선유지비는 약 32%를 차지하였다.

표 8. 난방방식 대안별 에너지 비용

대안항목	중앙난방 (B-C유)	중앙난방 (도시가스)	개별난방 (도시가스)
연료사용량 산출근거	사용기간: 2002년 1월~12월 B-C유: 1,417,284 ℓ 경유: 22,257 ℓ		615.3 m <sup>3</sup> /세대 (10.9 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) <sup>1)</sup>
연료 및 발열량	B-C유(9,900 kcal/ℓ) 경유(9,200 kcal/ℓ)	도시가스 10,500 kcal/m <sup>3</sup>	도시가스 10,500 kcal/m <sup>3</sup>
연료(환산) 예상사용량	B-C유: 1,417,284 ℓ 경유: 22,257 ℓ	1,355,798 m <sup>3</sup>	865,667 m <sup>3</sup>
연료비용 (단위: 천원)	416,027 (378,206) <sup>2)</sup>	636,845	472,622
동력비용 <sup>3)</sup> (단위: 천원)	26,605	26,605	0
합계 (단위: 천원)	442,632 (404,811)	663,450	472,622

1) 16, 17평형 개별난방 임대아파트 분양면적당 난방과 급탕(취사용 제외) 도시가스 소비량  
2) 유틸요금의 부가세 제외일 때 에너지비용  
3) 난방과 급탕용 보일러 동력가동 전력비용

3. LCC기법에 의한 경제성분석

1) LCC분석의 조건

영구임대아파트 리모델링 난방방식에 대한 대안시스템을 비교하기 위하여 LCC에 의한 비용분석을 실시하였다. 대안시스템에 대하여 기계설비장비와 난방용 배관의 내용연수를 고려하여 계산기간을 15년 이상으로 하였으며 LCC 분석기법에 의한 비용분석을 현가법(Present Worth Method)에 의해 실시하였다. 비용분석항목은 일반적으로 기획·설계비, 건설비, 에너지비, 보전비 및 운영비, 폐기·처분 및 잔존가치비의 5항목으로 구분된다. 그러나 본 연구에서는 LCC에 포함되는 기획·설계비용은 난방방식에 따라 비용이 다르지 않기 때문에 대안이 모두 동일하다고 보고 기획·설계비용을 제외하였으며, 폐기·처분비용에서 난방시스템의 철거비와 매각비는 서로 상쇄한다고 가정하여 제외하였다.

건설비의 경우 대상 아파트에 대하여 물량내역 및 품셈에 의하여 건설비를 정확하게 산정 하여야하나, 중앙난방방식에서 난방교체공사에 대한 철거 및 신설을 포함하는 초기투자비가 라이프사이클 20년 동안의 경우로 조사한 연구결과 총비용에 대하여 약 12~18%로 차지하는 비율이 적으므로<sup>6)</sup> 본 연구에서는 에너지비와 운전관리 및 운영경비를 포함한 유지관리비를 중심으로 경제성 분석을 하였다. 라이프사이클 기간은 기계설비장비와 난방용 배관의 내용연수를 고려해서 15년(LCC<sub>15</sub>), 20년(LCC<sub>20</sub>)으로 하였다. 이 기간동안의 이자율은 1984년~1997년 건설업의 차입금 평균이자율 12.4%를 인용하여 연 12%로 하였으며 물가상승율은 연 10%, 에스커레이션 레이

표 9. 보일러가동 연간운영비 (단위: 천원)

구분	금액	비고
운전인건비	35,260	책임자 1명, 기능사 1명
보일러 수선 유지비	유지보수료	8,500
	세관비	8,610
	성능검사	494
면허세	195	
대기측정료	1,346	B-C유 사용일 때 적용
합계	54,405	

6) 박민용, 노후아파트 난방방식의 리모델링에 대한 경제성 분석, 대한건축학회논문집 제17권 제2호, 2001.2

트(escalation rate)<sup>7)</sup>를 적용하는 에너지비 상승률은 연 10%로 가정하였다.

2) LCC 산정 결과

본 연구에서 분석대상으로 하는 영구임대아파트의 난방방식에 따른 3가지 대안시스템에 대하여 라이프사이클 15년이 경과한 시점에서 현가법에 의한 LCC15의 총비용 산정결과는 다음의 <표 10>과 같다. 유지관리비용측면에서 도시가스를 이용하는 중앙난방방식의 경우 운전인건비 등의 보일러 가동을 위한 운영경비는 총비용에서 약 5%를 차지하는 반면 에너지비용은 95%이상으로 에너지비의 비중이 매우 높은 것을 알 수 있었다. 도시가스를 동일열원으로 하는 경우 중앙난방방식이 개별난방방식보다 약 1.5배의 에너지비를 포함한 유지관리비용이 소요되어 경제성에 타당하지 않았다. 현존 B-C유를 이용하는 중앙난방방식의 경우 운전인건비 등의 보일러 가동을 위한 운영경비는 총비용에서 약 7%로 적은 비용임을 알 수 있었다.

현존 B-C유를 이용하는 중앙난방방식을 기준으로 볼 때 도시가스용 개별난방방식보다 약 5%, 도시가스용 중앙난방방식보다 약 35%의 절감효과를 보였다. 라이프사이클 20년이 경과한 시점에서 LCC20의

표 10. 라이프사이클 15년 유지관리비용산정결과 (단위: 천원)

구분	중앙난방 (B-C유)	중앙난방 (도시가스)	개별난방 (도시가스)	비고
연료비용	5,420,832 4,928,024*	8,298,090	6,158,265	PWA=13.03
동력비용	346,663	346,663	-	PWA=13.03
소계	5,767,495 5,274,687*	8,644,753	6,158,265	에너지비용
운전인건비	268,329	268,329	-	PWA=7.61
장비수선비	133,966	133,966	-	PWA=7.61
기타	11,727	1,484	-	PWA=7.61
소계	414,022	403,779	-	보일러가동 운영경비
합계	5,834,854 5,342,046*	9,048,532	6,158,265	

\* 유류의 부가세를 제외하여 세금을 면제한 경우 비용

7) Inflation rate의 상대적인 rate로서 일반적인 구매력 저하를 상회하는 인플레이션 레이트로 정의되는 것으로 일반물가수준의 상승율을 넘는 물가수준을 말한다.

표 11. 라이프사이클 20년 유지관리비용산정결과  
(단위: 천원)

구분	중앙난방 (B-C유)	중앙난방 (도시가스)	개별난방 (도시가스)	비고
연료비용	6,922,689 6,293,348*	10,597,101	7,864,430	PWA=16.64
동력비용	442,707	442,707	-	PWA=16.64
소 계	7,365,396 6,736,055*	11,039,808	7,864,430	에너지비용
운전인건비	300,063	300,063	-	PWA=8.51
장비수선비	149,810	149,810	-	PWA=8.51
기타	13,114	1,160	-	PWA=8.51
소 계	462,987	451,533	-	보일러가동 운영경비
합 계	7,828,383 7,199,042*	11,491,341	7,864,430	

\*유류의 부가세를 제외하여 세금을 면제한 경우 비용

총비용 산정결과는 <표 11>과 같이 현존 B-C유를 이용하는 중앙난방방식을 기준으로 볼 때 도시가스용 개별난방방식과 거의 동일하며 도시가스용 중앙난방방식보다 약 32%의 절감효과로 라이프사이클 15년보다 비용효율이 적은 것으로 나타났다. 그러나 B-C유류 등의 부가세를 제외하여 주거복지차원에서 면세를 혜택 받을 경우 B-C유를 이용하는 중앙난방방식을 기준으로 볼 때 도시가스용 개별난방방식보다 약 9%, 도시가스용 중앙난방방식보다 약 37%의 절감효과를 보였다.

### V. 결 론

영구임대아파트의 유지관리비용측면에서 리모델링을 위한 난방방식 대안 평가에 대한 결과는 다음과

같다.

(1) 유지관리비용에 대한 라이프사이클 15년의 산정결과 경제적으로 유리한 난방방식의 순서는 B-C유를 사용하는 중앙난방방식, 도시가스용 개별난방방식, 도시가스용 중앙난방방식 순으로 나타났다.

(2) 유지관리비용에 대한 라이프사이클 20년의 산정결과 현존 B-C유를 이용하는 중앙난방방식을 기준으로 볼 때 도시가스용 개별난방방식과는 거의 동일하며 도시가스용 중앙난방방식보다 약 32%의 절감효과로 라이프사이클 15년보다 비용효율이 적은 것으로 나타났다.

그러나 주거복지차원에서 B-C 유류에 대한 부가세를 제외하여 면세를 혜택 받을 경우 B-C유를 이용하는 중앙난방방식을 기준으로 볼 때 도시가스용 개별난방방식보다 약 9%, 도시가스용 중앙난방방식보다 약 37%의 절감효과를 보였다. 따라서 생활보호대상자가 거주하는 영구임대아파트에서 난방비용이 다소 부담이 되므로 도시 저소득층을 위한 사회복지정책 차원에서 현재 사용중인 B-C유에 대한 면세혜택 등의 에너지정책이 필요하다.

### 참 고 문 헌

1. 건설교통부(2001), 공동주택의 평형별, 층별, 사용연수별 현황.
2. 박민용(2001), 노후아파트 난방방식의 리모델링에 대한 경제성 분석, 대한건축학회논문집, 제17권 제2호.
3. 박민용, 장승재(2003), 임대아파트 유형별 유지관리비와 거주자의 리모델링 의식비교, 한국주거학회논문집, 제14권 제4호.
4. 박민용, 장승재(2003), 임대아파트 난방방식별 에너지소비와 만족도조사에 관한 연구, 한국주거학회논문집, 제14권 제3호.
5. Grimm, Clay T.(1958), Ultimate cost of building walls, p.2.
6. ASHRAE(1984), 1984 Systems, p.42.5.