

# 중앙난방방식을 지역난방과 소형열병합난방 방식으로 전환 시 경제성 비교 분석

## Analysis of the Economic Efficiency of the District Heating and Gas Engine Co-Generation System Compared with the Central Heating System

김규생(Kyu Saeng Kim)<sup>†</sup>

우송정보대학 기계자동차설비학부

Division of mechanical/Automotive/HVAC and Plumbing Engineering, Woosong College, DaeJeon, 34609, Korea

(Received November 24, 2009; revision received November 24, 2015; Accepted: September 8, 2015)

**Abstract** This study was conducted to determine the LCC of apartment complexes with district heating and a cogeneration system. For the purpose of analyzing LCC according to the size of the apartment complex, 500, 1,500, and 4,000-unit model apartments were selected. Analysis was performed on the design of the heating system and the life cycle cost including total construction cost, maintenance and operation cost for the duration of the project period (15 years). According to the calculated results,

- 1) The initial cost of the cogeneration system for 500, 1,500, and 4,000-unit apartments is higher than that of the district heating system by 20%, 13%, and 12%, respectively.
- 2) In the case of the cogeneration system, the payback period by electric generation was found to be 5.21, 4.92 and 4.47 years, and saving cost was calculated to be 29 billion won, 94 billion won and 262 billion won after the payback period for 500, 1,500, and 4,000-unit apartments, respectively.
- 3) The LCC values of the cogeneration system were 1.12, 1.07 and 1.06 times larger than those of the district system according to the size of the apartment complex. In this study, the district heating system was found to be more efficient than the cogeneration system in terms of LCC reduction.
- 4) District heating is affected by fuel bills, so energy efficiency should be improved through recovering waste heat (incineration heat, etc.). Also, district cooling should be provided according to heat use to keep the temperature high in winter and low in summer.

**Key words** District heating(지역난방), Unit heating(개별난방), Central heating(중앙난방), Gas engine co-generation System(소형열병합방식)

<sup>†</sup> Corresponding author, E-mail: kskim@wsi.ac.kr

### 1. 서 론

21세기 고유가 시대에 에너지 절감의 필요성을 절실히 느끼고, 에너지 비용절감을 위한 대책이 다방면에서 검토되고 있다. 특히, 에너지 절감 시스템 채택, 고효율 장비채택, 고효율 에너지 사용 등 다각도로 검토의 필요성이 대두되고 있으며, 정부에서도 에너지 사용이 높은 산업 및 가정 분야에서의 에너지 절감 촉진을 위한 다양한 지원 대책을 마련하여 실시하고 있다.

이에 최근 공동주택, 대규모 에너지 공급지역 등에서 기존의 중앙난방 방식을 지역난방, 소형 열병합 발

전방식<sup>(1-5)</sup> 등의 보다 효율적인 운전방식으로 전환을 장려하고 에너지 기금 지원 등을 통하여 재정적인 지원이 실시되고 있다. 특히 노후 된 아파트를 중심으로 난방 방식변경 즉 중앙난방방식을 지역난방, 소형 열병합 발전 방식<sup>(1-5)</sup>으로 변경함으로써 에너지 절감을 이루고자 전환 작업을 하고 있다.

이러한 상황에서 지역난방, 소형 열병합 발전의 채용에 따른 공사비 및 운영비에 따른 에너지 절감 효과 등에 대한 해당 당사자들 간의 이해관계에 따라 논쟁이 가열되고 있는 상황이다. 일반적으로 난방방식별 시설 투자 운영비, 시설 투자비 등의 에너지 절감 측면에서

개별난방방식, 중앙난방방식은 설치조건이 소규모인 경우 소규모 단지에서 적당하며, 대규모 단지에는 지역난방, 소형열병합발전<sup>(1, 3)</sup>이 유리한 것으로 알려져 있고 특히 지역난방은 대단위개발지역에서 전국적으로 정부 및 민간 주도로 채택되고 있는 상황이다.

금번 본 연구에서는 대단위에 단지에 적합하다고 인정되고 있는 지역난방과 소형열병합발전을 모델아파트 즉 소규모 500세대, 중규모 1,500세대, 대규모 4,000세대에 대하여 동일조건하에서 설계를 실시하여 공사비, 운영유지관리비, LCC 분석 등을 검토하여, 비교해 보고자 연구를 실시하게 되었다. 따라서 본 연구에서 얻어진 결과는 난방방식 검토에 좋은 자료로 활용 될 것으로 판단된다.

## 2. 모델아파트의 설계

### 2.1 모델아파트의 건물현황

본 연구의 대상건물은 대전시에 위치하고 정남향으로 배치된 것으로 가정하였다. 모델 아파트의 건물 현황은 다음 Table 1과 같다.

### 2.2 모델아파트(둔산 지구 4개 기준 아파트)의 가스 사용량, 전기 사용량 조사 분석

#### 2.2.1 가스 사용현황

아파트의 평형별 즉 30, 40, 50평형대의 비율이 비슷한 4개 모델 아파트의 가스 사용량을 조사하여 모델아파트에 적용해서 분석한 자료는 다음 Table 2와 같다.

Table 1 The existing state of buildings

Classification	Area (pyong)	The number of dong	Exclusive Area (m <sup>2</sup> )	The number of houses (houses)	Rate (%)
APT-1 (500 houses)	30	1	88.9	170	34
	40	2~3	114.5	270	54
	50	4	155.3	60	12
	Total	4dongs		500	100
APT-2 (1,500 houses)	30	1~5	88.9	510	34
	40	6~14	114.5	810	54
	50	15~16	155.3	180	12
	Total	16dongs		1,500	100
APT-3 (4,000 houses)	30	1~10	88.9	1,360	34
	40	11~28	114.5	2,160	54
	50	29~32	155.3	480	12
	Total	32dongs		4,000	100

Table 2 The existing state of gas use(heating system, hot water supply system)

Classification	The amount used per year(m <sup>3</sup> )	Note
APT-1 (500 houses)	795,500	
APT-2 (1,500 houses)	2,386,500	
APT-3 (4,000 houses)	6,364,000	

Table 3 The existing state of electric use

Classification	Dong	Area (Pyong)	The number of dong	The amount used per house		The amount used per group house		Total The amount used per year(kW)
				Average (kW/house)	Subtotal (kW)	Average (kW/house)	Subtotal (kW)	
APT-1 (500 houses)	1	30	170	3,425	582,250			
	2	40	270	4,062	1,096,740			
	1	50	60	4,915	294,900			
	Total		500		1,973,890	1,151	575,500	2,549,390
APT-2 (1,500 houses)	5	30	510	3,425	1,746,750			
	9	40	810	4,062	3,290,220			
	2	50	180	4,915	884,700			
	Total		1,500		5,921,670	1,151	1,726,500	7,648,170
APT-3 (4,000 houses)	10	30	1,360	3,425	4,658,000			
	18	40	2,160	4,062	3,773,200			
	4	50	480	4,915	2,359,200			
	Total		4,000		15,791,120	1,151	4,604,000	20,395,120

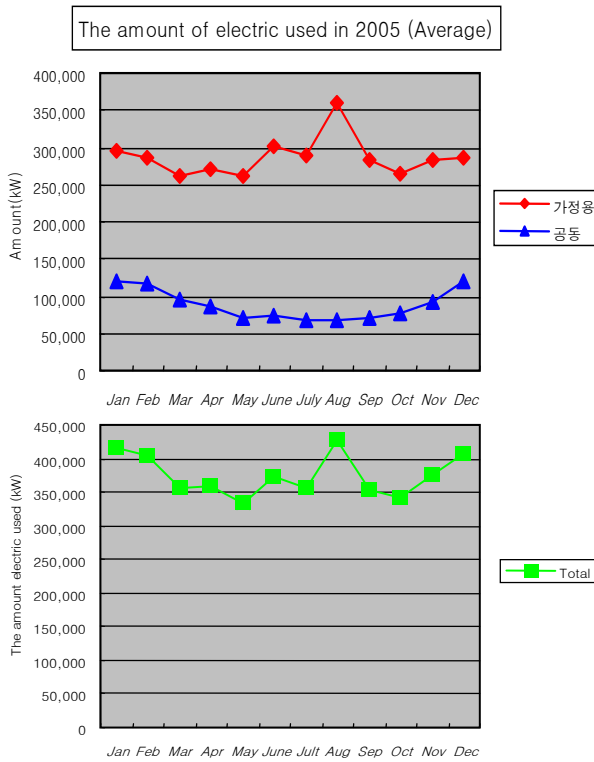


Fig. 1 The monthly amount of electricity used of the existing apartment.

2.2.2 전기 사용현황

아파트의 평형별 즉 30, 40, 50평형대의 비율이 비슷한 4개 모델 아파트의 전기사용량을 조사하여 모델아파트에 적용해서 분석한 자료는 Table 3과 같다.

2.3 전기 사용량

Fig. 1 참조.

3. 모델아파트의 지역난방 설계

3.1 설계기준

모델아파트의 지역난방 설계시의 설계기준은 다음 Table 4와 같다.

- A, B, C, D 지역구분
  - A : 대전, 춘천 지역
  - B : 수원, 청주 지역
  - C : 서울 및 수도권, 인천, 안산, 전주, 광주, 대구, 강릉 지역
  - D : 부산, 양산, 김해, 울산, 여수, 목포 지역

Table 4 Design criteria of district heating of apartment

Classification	Area of heating(m <sup>2</sup> )	Units heating load			
		A	B	C	D
Apt	More than 60	55	53	49	45
	Less than 45~60	57.7	55.6	51.4	47.2
	Less than 33~45	58.8	56.7	52.4	48.1
	Less than 33	60.5	58.3	53.9	49.5
Tenement house	More than 60	60.5	58.3	53.9	49.5
	Less than 60	66.5	64.1	59.2	54.4

Table 5 Heating and hot water supply system load of model apartments

Classification	Area (pyong)	The number of houses	Heating area (m <sup>2</sup> )	Heating load (kW)	Hot water load(kW)
APT-1 (500 houses)	30	170	15,113	967	264
	40	270	30,914	1,977	539
	50	60	9,318	596	163
Total		500	55,345	3,540	965
APT-2 (1,500 houses)	30	510	45,339	2,900	791
	40	810	92,745	5,931	1,618
	50	180	27,954	1,788	488
Total		1,500	166,038	10,619	2,896
APT-3 (4,000 houses)	30	1,360	120,900	7,732	2,109
	40	2,160	247,320	15,817	4,314
	50	480	74,544	4,767	1,300
Total		4,000	442,764	28,316	7,723

- 단위난방부하 : 55 kcal/m<sup>2</sup>h  
단위급탕부하 : 15 kcal/m<sup>2</sup>h
- 2차측 배관  
관 마찰저항 : 20 mmAq/m 이하  
유속 : 1.5 m/s 이하

3.2 난방 및 급탕부하 계산

모델아파트의 난방 및 급탕부하 계산결과는 다음 Table 5와 같다.

3.3 추정공사비용

모델아파트의 지역난방 설계도면을 가지고 내역작업을 하여 계산 된 추정공사비용은 다음 Table 6과 같다.

Table 6 Estimated expenses of district heating construction of model apartments.

The name of Construction	The number of Houses	500 houses	1,500 houses	4,000 houses	Note
Equipments Installation		70,000,000	255,000,000	550,000,000	◦ Prime cost calculation tariff : Non application
Pipes for mechanical apparatus room		105,000,000	390,000,000	850,000,000	
Pipes for electric work		7,000,000	20,000,000	50,000,000	◦ Materials cost : Data of commodities pices and information of commodities pices application
Automatic control		81,000,000	150,000,000	270,000,000	
Exhaust duct Installation					
Smoke duct Installation					
Gas pipes					◦ Labor costs : Government Standard Quantities per Unit application
Flowmeter in house and temperature control valve installation		140,000,000	420,000,000	1,120,000,000	
Sub total		403,000,000	1,235,000,000	2,840,000,000	
Equipment allotment cost		440,000,000	1,318,000,000	3,514,000,000	Additional tax separate payment
Gas equipment allotment cost					-
Sub total		440,000,000	1,318,000,000	3,514,000,000	
Total		843,000,000	2,553,000,000	6,354,000,000	

Table 7 Selection of generators and boilers

The number of houses	Total of load (Heating +hot water) kW	Generator kW	Calorific value kW	Boiler Gcal/h	Medium-temperature water circulation pump			Cooling tower		
					Flow m <sup>3</sup> /h	Lift m	Motor kW	Cooling capacity (kW)	Cooling water (LPM)	Inlet-outlet temperature (°C)
500	5181	182	310	4.0	100	28	15	455	335	90-70
1,500	15,542	182×3대	310×3대	5×1대 8×1대	125 200	34 34	22 37	455×3대	335×3대	90-70
4,000	41,445	404×4대	603×4대	10×2대 8×2대	250 200	34 34	45 37	667×4대	491×4대	90-70

#### 4. 모델 아파트의 소형열병합 발전 설계

모델 아파트의 소형열병합 발전 설계시의 설계기준, 난방 및 급탕부하 계산은 지역난방과 동일하며, 설계에 의한 발전기 및 난방용 증온수 보일러의 용량, 추정공사비용은 Table 7, Table 8과 같다.

##### 4.1 발전기 및 보일러 선정

Table 7 참조.

##### 4.2 추정공사비용

Table 8 참조.

#### 5. 모델 아파트의 지역난방 및 소형열병합 발전의 총 투자비 비교

모델 아파트의 지역난방 및 소형열병합발전의 총 투자비 비교는 500세대, 1,500세대, 4,000세대인 경우 각각 약 20%, 13%, 12% 정도 지역난방에 비해 소형열병합의 투자비용이 많이 드는 것으로 나타났다(Table 9 참조).

#### 6. 지역난방 및 소형열병합발전 경제성 평가

##### 6.1 초기 투자비

초기투자비의 산출은 분석시점에서의 현재가격으로 이루어지며 대안에 따라 현장에서의 견적자료를 기준

Table 8 Estimated expenses of cogeneration system construction of model apartments(unit : 1,000 won)

The name of Construction	The number of Houses	The number of Houses			Note
		500 houses	1,500 houses	4,000 houses	
Equipments Installation		466,000	1,408,000	3,707,000	◦ Prime cost calculation tariff : Non application
Pipes for mechanical apparatus room		147,000	465,000	1,199,000	
Pipes for electric work		94,000	250,000	440,000	◦ Materials cost : Data of commodities pices and information of commodities pices application
Automatic control		100,000	220,000	360,000	
Exhaust duct Installation		18,000	40,000	70,000	
Ssmoke duct Installation		15,000	25,000	40,000	◦ Labor costs : Government Standard Quantities per Unit application
Gas pipes		25,000	40,000	80,000	
Flowmeter in house and temperature control valve Installation		140,000	420,000	1,120,000	
Sub total		1,005,000	2,868,000	7,016,000	
Equipment allotment cost					
Gas equipment allotment cost		9,000	27,000	76,000	Additional tax separate payment
Sub total		9,000	27,000	76,000	
Total		1,014,000	2,895,000	7,092,000	

Table 9 A comparison of total investment between district heating(D) and cogeneration system(C) (unit : 10,000 won)

The name of construction	The number of houses	The number of houses						Note
		500 houses		1,500 houses		4,000 houses		
		D	C	D	C	D	C	
Equipments Installation		7,000	46,600	25,500	140,800	55,000	370,700	◦ Prime cost calculation tariff : Non application
Pipes for mechancal apparatus room		10,500	14,700	39,000	46,500	85,000	119,900	
Pipes for electric work		700	9,400	2,000	25,000	5,000	44,000	◦ Materials cost : Data of commodities pices and information of commodities pices application
Automatic control		8,100	10,000	15,000	22,000	27,000	36,000	
Exhaust duct Installation			1,800		4,000		7,000	
Smoke duct installation			1,500		2,500		4,000	◦ Labor costs : Government Standard Quantities per Unit application
Gas pipes			2,500		4,000		8,000	
Flowmeter in house and temperature control valve installation		14,000	14,000	42,000	42,000	112,000	112,000	
Sub total		40,300	1,005,000	123,500	286,800	284,000	701,600	
Equipment allotment cost		44,000		131,800		351,400		Additional tax separate payment
Gas equipment allotment cost			900		2,700		7,600	Additional tax separate payment
Sub total		44,000	900	131,800	2,700	351,400	7,600	
Total		84,300	101,400	255,300	289,500	635,400	709,200	
Comparison of cogenerations system/district heating		1.0	1.20	1.0	1.13	1.0	1.12	

으로 산출한다(Table 10 참조).

### 6.2 정기적인 운영비용

해당 시스템을 운전하는데 필요한 1년 간의 경비이다. 정기적인 운전비용에 포함되는 항목으로는 수리비, 점검비, 청소비, 운영인건비, 일반관리비 등이 있으며, 지역난방 및 소형열병합에서 공동비용은 제외하고 인건비, 발전기 관리비만을 산출하여 적용하였다(지역난방의 경우 특별한 비용은 없을 것으로 판단되나 열병합의 경우는 엔진이므로 일반 자동차 관리하는 것과 마찬가지로 수리 및 점검비가 소요됨)(Table 11 참조).

Table 10 Initial investment

Classification	500 houses	1,500houses	4,000 houses
District heating	843,000,000	2,553,000,000	6,354,000,000
Cogeneration system	1,014,000,000	2,895,000,000	7,092,000,000

Table 11 Maintenance and management expenses by systems(unit : 1,000 won)

Classification	Machinery manager		Heat exchanger Cleaning	Boiler Cleaning	Periodic maintenance	Total
	500	62,000	3,000	-	-	
District heating	1,500	94,000	10,000	-	-	104,000
	4,000	174,000	24,000	-	-	198,000
	Gas Engine	500	94,000	2,000	5,000	15,000
Co-generation	1,500	174,000	8,000	10,000	45,000	237,000
	4,000	306,000	16,000	22,000	120,000	464,000

Table 12 Replacement costs by endurance life of equipments

Classification	Pump	Heat exchanger		Renovation after 15 yrs
		10 yrs	5 yrs	
District heating	500	26,408,000	13,000,000	
	1,500	92,964,000	47,600,000	
	4,000	199,428,000	107,900,000	
Cogeneration system	500	49,050,000	11,650,000	602,000,000
	1,500	135,416,000	42,700,000	1,633,000,000
	4,000	304,304,000	96,750,000	4,176,000,000

\* The cost of renovation after 15yrs was considered from the difference between District heating and Cogeneration system among the initial amount invested.

### 6.3 비정기적인 운영비용

정기적으로 필요한 비용 외에 비정기적으로 발생하는 비용으로 본 해석에서는 열교환기, 펌프의 경우 에너지관리공단에서 제시하고 있는 내구연한에 따른 교체비용을 적용하였다. 열교환기의 경우 내구연한 5년에 100% 교체, 펌프는 내구연한 10년에 100% 교체를 하는 것으로 가정하였다(단, 총 투자비 산출내역 중 시설분담금 및 가스시설 분담금은 제외함)(Table 12 참조).

### 6.4 에너지비용

에너지비용의 산출은 전기의 경우 건물용도, 계약전력, 계절, 사용시간대(주간/야간), 월별 총 사용전력량 등에 따라 달라지며, 도시가스(LNG)의 경우는 지역과 건물용도, 사용용도에 따라 달라진다(Table 13 참조).

- 연간 에너지 사용량
- 지역난방과 소형열병합발전 시스템을 1년간 운전하는데 사용되는 전기 소비량과 가스 소비량
- 각 세대 내에서 사용되는 조명이나 일반 가전제품에 소비되는 전기 소비량은 두 시스템이 동일한 전력량을 소비하는 것으로 가정하였다.
- 전기요금은 세대별 월평균 425 kWh 사용하는 것으로 가정하여 kWh당 162.54원으로 설정하였다 (Table 14 참조).

### 6.5 가격 변동요소의 고려

- 화폐의 변동가치 계산에 필요
- 전기세 인상률, 가스비 인상률은 연간 2%씩 일정하게 매년 증가하는 것으로 가정

Table 15 참조.

### 6.6 LCC 분석 결과

LCC 분석은 현재 시점에서 15년간 분석을 하였다.

Table 13 The amount of energy used

Classification	The amount electric used(kWh)			The amount gas used (m <sup>3</sup> )	District heating fee (Won)	
	Equipment	Houses and Common	Subtotal			
District heating	500	202,212	2,549,390	2,751,602	-	292,226,880
	1500	750,672	7,648,170	8,398,842	-	876,680,640
	4000	1,539,146	20,395,120	21,934,266	-	2,337,815,040
Cogeneration system	500	422,448	2,549,390	2,971,838	882,176	-
	1500	1,465,512	7,648,170	9,113,682	2,646,534	-
	4000	3,720,552	20,395,120	24,115,672	7,208,096	-

Table 14 The rate system

Classification		Calculation				
Electric(Residential high-tension)		162.54(won/kWh)				
Gas(Cogeneration) 2007. 1. 1. Standard		519.33(won/Nm <sup>3</sup> )				
The amount used per month	Unit price from Hanjeon				Fee (won)	Unit price (won/kWh)
	Basic price (per house)	Price for electric (per kWh)				
100 kWh	~100 kWh	370	~50 kWh	33.0	5,925	59.25
			50 kWh~	78.1		
200 kWh	101~200	810	Next 100 kWh	113.6	17,725	88.63
300 kWh	201~300	1,390	Next 100 kWh	164.2	34,725	115.75
400 kWh	301~400	3,330	Next 100 kWh	237.0	53,705	134.26
425 kWh						162.54
500 kWh	401~500	6,240	Next 100 kWh	348.5	91,465	182.93
600 kWh	500~	11,440	50 kWh~	611.4	157,805	263.01

실질할인율은 3.4%로 적용하였다. Table 16은 지역난방과 소형열병합 시스템별 LCC 분석 결과이다. 소형열병합의 회수기간은 500세대, 1,500세대, 4,000세대인 경우 각각 5.21년, 4.92년, 4.47년으로 나타났다.

15년 간의 LCC의 경우 지역난방에 대해 소형열병합 시스템의 경우 약 1.06~1.12배로 세대수가 클수록 차이가 줄어드는 경향이 나타나고 있다.

상대적인 비중 차이가 가장 큰 경우는 장비 교체비

Table 15 The annual interest rate and the customer price raising rate during recent ten years

Year	Domestic commercial bank Time deposits rate(%)	Consumer price increasing rate(%)
1995	10.0	4.5
1996	9.0	4.9
1997	10.59	4.5
1998	13.39	7.5
1999	7.05	0.8
2000	7.08	2.3
2001	5.46	4.1
2002	4.7	2.6
2003	4.5	3.5
2004	3.75	3.6
2005	3.47	2.7
Average	7.18	3.7

로 지역난방에 대해 소형열병합의 비용이 13.11~17.11배로 나타나고 있다.

소형열병합의 경우 회수기간과 회수기간 이후 전기 누진에 의한 절약금액이 각각 500세대의 경우 5.21년 연간 약 29억 원, 1,500세대 4.92년 약 94억 원, 4,000세대 4.47년 약 262억 원의 절약비용이 발생한다.

따라서 LCC 전체 차이 비용이 500세대, 1,500세대, 4,000세대 별로 각각 1.12배, 1.07배, 1.06배로 약 14억, 25억, 53억 차이가 나므로 소형열병합의 누진 절약비용을 고려하여도 지역난방이 유리하다고 할 수 있다.

Table 16 The result of LCC analysis by district heating and cogeneration system

Classification	District heating			Cogeneration system		
	500 houses	1,500 houses	4,000 houses	500 houses	1,500 houses	4,000 houses
Initial invested amount	843,000,000	2,553,000,000	6,354,000,000	1,014,000,000	2,895,000,000	7,092,000,000
Maintenance cost	997,932,485	1,596,691,976	3,039,855,877	1,780,925,665	3,147,325,529	5,649,833,144
Energy cost	9,963,645,743	30,206,385,168	79,537,136,484	12,681,495,289	38,478,528,291	103,253,135,502
Equipment replacement cost	40,374,038	143,991,528	314,744,642	690,896,735	1,887,834,500	4,771,826,865
LCC	11,844,952,266	34,500,068,672	89,245,737,003	16,167,317,689	46,408,688,320	120,766,795,511
Saved amount				-2,898,983,899	-9,420,681,277	-26,246,786,348
				(Payback period : 5.21 years)	(Payback period : 4.92 years)	(Payback period : 4.47 years)
Final LCC	11,844,952,266	34,500,068,672	89,245,737,003	13,268,333,790	36,988,007,043	94,520,009,163
Comparison (Difference)	1.0	1.0	1.0	1.12 (1,423,381,524)	1.07 (2,487,938,371)	1.06 (5,274,272,160)

Table 17 The difference in relative importance and expense by items

Classification	District heating			Cogeneration system			Cogeneration-District system		
	500	1,500	4,000	500	1,500	4,000	500	1,500	4,000
Initial invested amount	1	1	1	1.20	1.13	1.12	171,000,000	342,000,000	738,000,000
Maintenance cost	1	1	1	1.78	1.97	1.86	782,993,180	1,550,633,553	2,609,977,267
Energy cost	1	1	1	1.27	1.27	1.30	2,717,849,546	8,272,143,123	23,715,999,018
Equipment replacement cost	1	1	1	17.11	13.11	15.16	650,522,697	1,743,842,972	4,457,082,223
LCC	1	1	1	1.36	1.35	1.35	4,322,365,423	11,908,619,648	31,521,058,508

본 해석에서는 에너지 소비에 따른 환경비용을 평가하지는 않았으나 기후변화협약에 따라 탄소 세 등을 고려하여 CO<sub>2</sub> 환경비용을 부담한다면 에너지 소비량이 큰 소형열병합발전 시스템의 LCC가 더 증가할 수 있다.

### 7. 결 론

본 연구에서는 대단위 단지에 적합하다고 인정되고 있는 지역난방과 소형열병합발전을 모델아파트 즉 소규모 500세대, 중규모 1,500세대, 대규모 4,000세대에 대하여 동일조건하에서 설계를 실시하여 총공사비, 운영유지관리비, LCC 분석을 통하여 지역난방과 소형열병합 시스템을 비교한 결과는 다음과 같다.

- (1) 총 투자비면에서 모델아파트의 지역난방 및 소형열병합발전을 비교해본 결과 500세대, 1,500세대, 4,000세대인 경우, 각각 약 20%, 13%, 12%정도 지역난방에 비해 소형열병합의 투자비용이 많이 드는 것으로 나타났다.
- (2) 소형열병합의 경우 회수기간과 회수기간 이후 전기누진에 의한 절약금액이 각각 500세대의 경우 5.21년 연간 약 29억원, 1,500세대 4.92년 약 94억원, 4000세대 4.47년 약 262억 원이 절약되는 것으로 나타났다.
- (3) 소형열병합의 누진 절약비용을 고려하여도 LCC 전체 차이 비용은 500세대, 1,500세대, 4,000세대 별로 각각 1.12배, 1.07배, 1.06배의 차이가 나므로 지역난방이 유리함을 알 수 있다.
- (4) 소형열병합발전은 전기요금누진제에서 누진부분을 회수하여 경제성을 확보하는 시스템으로 타 난방 방식에 비해 매우 효율적이기는 하지만 연료비(LNG)의 인상과 주택용 전기요금의 인하로 그 경제성 확보가 점점 어려워지고 있으며, 특히 엔진이 국산화가 되지 않아서 주로 외국 제품이 보급되고 있어서 보수 및 유지관리에 큰 비용이 소요되고, 전문적인 시설 유지관리자의 부족 등의 문제가 많이 있음을

알 수 있다.

- (5) 지역난방도 역시 연료비에 민감하기 때문에 폐열(소각열 등) 활용 등을 확대하여 에너지 효율을 높여야 될 것이며, 또한 지역난방방식의 효율을 더욱 높이기 위해서는 동고하저의 열사용 패턴에 따라 지역난방을 보급하는 방안이 검토되어야 될 것으로 판단된다.

### References

1. Noh, H. K., Hwang, I. J., and Lee, T. W., 1998, A Feasibility Study on the Small Scale Cogeneration System Applied to Various Electric Load Patterns, Proceeding of the SAREK Annual Winter Conference, pp. 532-537.
2. Seo, H. U., Sung, J. I., and Kim, C. M., 2004, Installation and Operating of Co-Generation System for Central Heating Apartment, Proceeding of the SAREK 2004 Annual Winter Conference, pp. 147-151.
3. Im, Y. H. and Park, H. C., 2006, Analysis for the Economy of Heating Systems in Remodeling of Apartment complex Analysis for the Economy of Heating Systems in Remodeling of Apartment complex, Proceeding of the SAREK Winter Annual Conference, pp. 279-286.
4. Lee, J. S., Park, T. W., and Lee, T. S., 2006, A Development of the Software to Estimate of Economics for Combined Heat and Power Generation Systems in Apartment Estates, Proceeding of the SAREK Summer Annual Conference, pp. 89-94.
5. Im, Y. H., 2007, Analysis for the benefit of Heating Systems in Remodeling of Apartment complex, Proceeding of the SAREK Summer Annual Conference, pp. 863-869.