

공동주택 열병합발전시스템도입에 의한 에너지 절감효과에 관한 연구

A Research on Energy Reduction Effect of Cogeneration System of Apartment Houses

전민경* 김주영** 홍원화***
Jeon, Min-Kyung Kim, Ju-Young Hong, Won-Hwa

Abstract

Today, the age of high oil prices is continued, due to the energy demand is on the increase and human principal energy source, fossil fuel. As an alternative plan of energy saving, co-generation system that produces power and thermal energy at the same time has actively developed. In 1960s, co-generation system was introduced to Korea and since 2000 it has diffused throughout the apartment house. Therefore, objectives of this study are to analyze the energy reduction effects in the region 4 apartment houses of Daegu and Kyungbuk region and set up a plan for its expansion in the future.

키워드 : 열병합발전시스템, 대구광역시, 공동주택, 에너지절감효과

Keywords : Co-generation System, Daegu metropolitan city, Apartment house, Energy Reduction Effect

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

세계적으로 에너지 수요는 점점 증가하고 인류의 주된 에너지원인 석유에너지의 고갈이 현실화 되어감에 따라 고유가 시대가 지속되고 있는 현 상황에서, 에너지 절약은 대체에너지 개발 못지않게 중요한 화두로 떠올랐다. 이러한 시대적 요구에 발맞추어 분산전원시스템의 구축과 에너지의 효율적 이용이라는 두 가지 목표를 한꺼번에 달성할 수 있는 열병합 발전 시스템의 보급이 대안으로 떠올랐으며 시장이 급성장하게 되었다.

열병합발전시스템은 처음으로 국내에 소개된 1960년대 이후 1980년대 중반까지는 공업단지를 중심으로 보급되어 왔고, 1982년에 이르러서야 처음으로 일반용, 민생용 열병합발전시스템이 도입되었으나 지금까지의 국내 총발전량의 0.2% 수준의 미미한 도입실적으로 미국(7%), 유럽(7%), 일본(0.9%)에 비해 보급이 크게 저조한 상태이다.

이에 2000년 이후 가스엔진에 의한 소형 열병합 발전시스템에 의한 ESCO(Energy Service Company)사업¹⁾이 공동주택을 중심으로 활발히 보급되고 있다. 국내에 보급률이 높은 공동주택을 대상으로 소형 열병합 발전시스템

의 적용이 얼마나 에너지 절약을 할 수 있는지에 대한 연구는 매우 가치있는 일이라 생각된다.

따라서 본 논문은 대구·경북지역 공동주택 열병합발전 시스템 설치 사례 및 도입 전·후 에너지 소비량을 비교 분석하여 열병합발전 시스템의 나아갈 방향을 가늠해보고자 한다.

1.2 연구 범위 및 방법

본 연구에서는 대구·경북지역에 설치된 열병합발전 시스템 중 공동주택에 적용된 4개소에 대해 조사하였고, 그에 따른 연구방법을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 각종 문헌을 통해 열병합발전시스템의 원리 및 기초 이론에 대한 이론적 고찰 후, 국내외 열병합 발전 시스템의 현황과 이용실태조사
- 2) 대구·경북 지역에 있는 열병합발전시스템 중 공동주택에 적용된 조사 대상지 선정
- 3) 조사 대상으로 선정된 공동주택을 방문하여 월별 에너지, 전력 사용량 데이터 수집
- 4) 수집된 자료를 바탕으로 열병합발전시스템 설치 전·후의 에너지 절감 효과를 분석

2. 공동주택 열병합 발전 시스템 개요와 보급현황

2.1 공동주택의 정의

공동주택이란 건축물의 벽·복도·계단 그 밖의 설비 등

* 준회원, 경북대학교 건축학부 학사과정

** 정회원, 경북대학교 건축공학과 대학원 박사과정

*** 정회원, 경북대학교 건축학부 부교수, 공학박사

의 전부 또는 일부를 공동으로 사용하는 각 세대가 하나의 건축물 안에서 각각 독립된 주거생활을 영위할 수 있는 구조로 된 주택을 말하며 가정보육시설을 포함한다. 층수를 산정함에 있어서 1층 전부를 피로티구조로 하여 주차장으로 사용하는 경우에는 피로티부분을 층수에서 제외한 다음 표1.을 말한다.

표1. 공동주택의 정의

구분	내용
아파트	주택으로 쓰이는 층수가 5개층 이상인 주택
연립주택	주택으로 쓰이는 1개 동의 연면적(지하주차장 면적 제외)이 660m ² 를 초과하고, 층수가 4개층 이하인 주택
다세대주택	주택으로 쓰이는 1개 동의 연면적(지하주차장 면적 제외)이 660m ² 이하이고, 층수가 4개층 이하인 주택
기숙사	학교 또는 공장등의 학생 또는 종업원등을 위하여 사용되는 것으로서 공동취사등을 할 수 있는 구조이되, 독립된 주거의 형태를 갖추지 아니한 것

2.2 공동주택 열병합 발전 시스템의 정의 및 특성

열병합발전시스템(Cogeneration system)은 단일 열원으로 효율의 극대화를 이룩하여 전기와 열을 동시에 생산 이용하는 발전 방식이다. 즉, 보일러에서 발생된 고온 고압의 증기가 발전기를 통해서 전력을 생산하고 그 과정에 발생하는 폐열을 열교환기를 통해서 적절한 온수를 조절하여 난방열로 활용하는 시스템을 의미한다.

열병합 발전 시스템은 자체 발전시설을 이용하여 일차적으로 전력을 생산한 후 배출되는 열을 회수하여 이용하므로 기존 방식 보다 30~40%의 에너지 절약효과를 거둘 수 있다.

다음 그림은 가스터빈을 이용한 열병합발전 시스템의 개요이다.

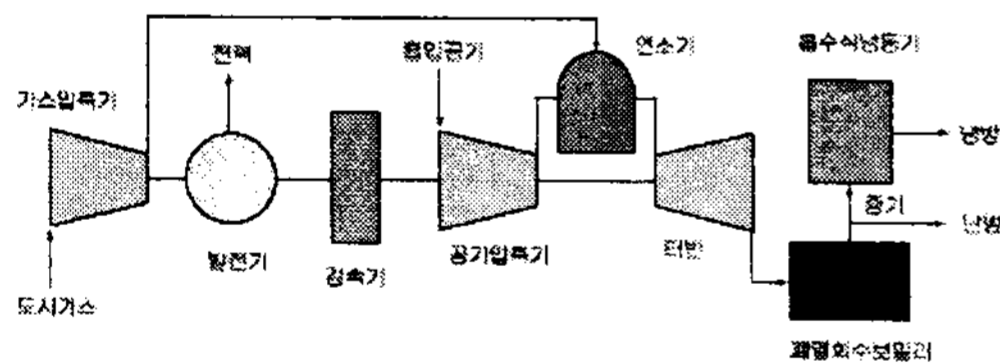


그림1. 열병합발전시스템개요

2.3 공동주택 열병합발전 시스템의 국내외 보급현황

(1)국외현황

EU의 경우 2001년도 기준 총 발전용량의 약9%차지하고 2010년까지 총 발전 용량의 18%를 목표로 하고있고 미국의 경우 2000년도 기준 총 발전용량의 약 7%차지, 2010년까지 총 발전용량의 20%를 목표로 하고 있다. 주요 국가의 열병합발전 구성비는 그림2와 같다.

(2)국내현황

2004년도 말 61개소 96기 (11만Kwh)가 설치되어, 국내 총 발전 용량의 약 0.2%를 차지한다. 그림3.에서 국내의 경우 보급이 미흡한 상태지만 점점 늘어가는 추세에 있

다.

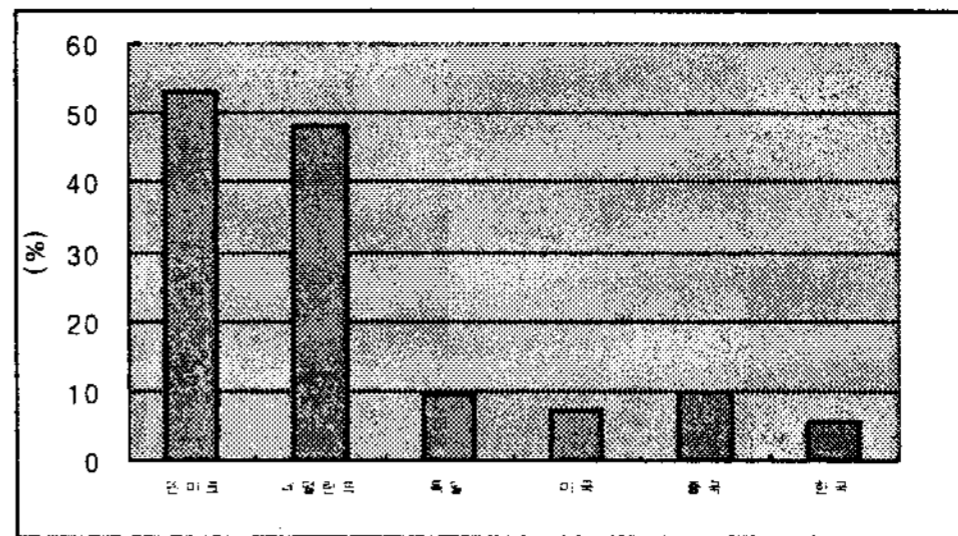


그림 2. 주요국가 열병합발전 구성비

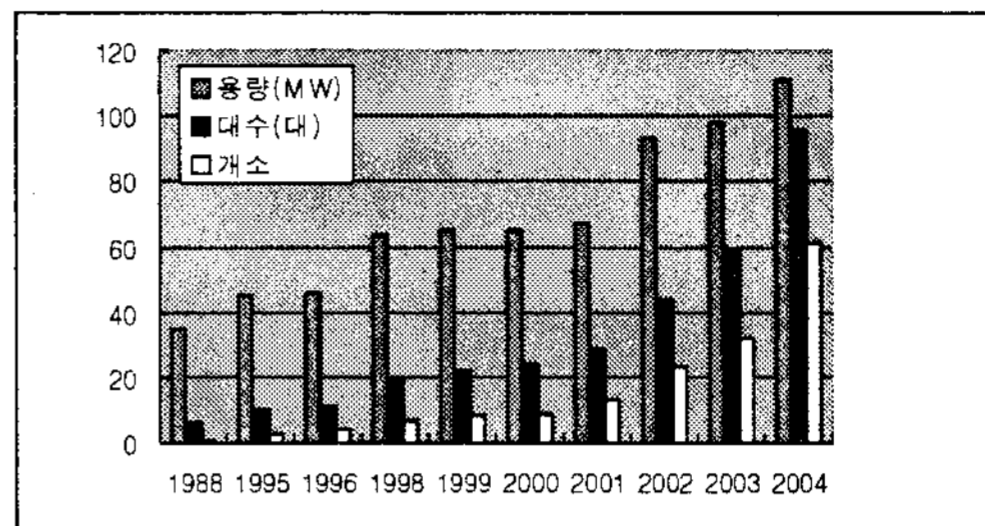


그림 3. 국내 보급현황

(3)대구·경북지역의 보급 현황

2003년 아파트에 처음 도입된 이래로 지금까지 총 6개소에서 열병합발전시스템을 도입하여 운영하고 있다. 6개소 모두 가스엔진 시스템으로 용량은 404kW~210kW이다. 2003년 1개소, 2004년 2개소, 2005년 3개소로 늘어가는 추세에 있다.

3. 공동주택 열병합발전 시스템의 실태조사

3.1 조사대상 및 조사 대상건물의 건축 현황

대구·경북지역 열병합발전 시스템이 설치된 6개소 중에 운영기간이 1년이 되지 않는 1개소와 협조가 이루어지지 않은 1개소는 제외하였다.

표2. 건물현황

	A		B		C		D	
연면적	96423.9m ²		136256.56m ²		98,520.8m ²		45962m ²	
난방면적	78972.6m ²		39682.4m ²		70,856.6m ²		20972m ²	
건물동수	7개동		17개동		6개동		9개동	
구조	철근콘크리트		철근콘크리트		철근콘크리트		철근콘크리트	
세대수	평형	세대	평형	세대	평형	세대	평형	세대
	33평	120	15.25평	120	27.72평	230	20.8평	48
	39평	208	16.94평	2	31.67평	210	21.2평	76
	45평	89	17.28평	180	37.29평	240	21.21평	108
	47평	174	17.49평	60	47.91평	84	24.92평	104
	60평	52	17.73평	60			25.03평	80
	69평	56	18.25평	60			15.01평	72
			20.24평	118			25.4평	160
			20.91평	180			25.41평	228
			22.07평	180				
		24.29평	880					
총세대수	699		1840		764		876	

3.2 조사대상 건물의 설비현황

C아파트를 제외한 3곳은 기존의 중온수 보일러를 열병

합 발전 도입 후 보조보일러로 이용하고 있다.

표3. 기존 설비현황

		A	B	C	D
중온수 보일러	용량 (개수)	5.5Gcal(2)	4Gcal(4)	5.39Gcal(3)	4Gcal(2)
	연료	LNG	B-C유	경유	LNG
수전 설비	용량 (개수)	1800kVA(1)	2400kVA(1)	750kVA(1) 400kVA(3)	850kVA(1) 550kVA(1)

표4. 열병합발전시스템 설비현황

		A	B	C	D
열병합 발전기	설비명	가스엔진	가스엔진	가스엔진	가스엔진
	제조사	Lindenberg	MDE	MDE	Lindenberg
	운전일	2003.11	2003.9	2004.11	2005.7
	용량 (개수)	385kW	404kW	365kW	267kW
보조 보일러	설비명	중온수보일러	중온수보일러	중온수보일러	중온수보일러
	연료	LNG	B-C유	LNG	LNG
	용량 (개수)	5.5Gcal(2)	4Gcal(4)	5Gcal(1) 3Gcal(1)	4Gcal(2)
수전 설비	용량 (개수)	1800kVA(1)	2400kVA(1)	750kVA(1) 400kVA(3)	850kVA(1) 550kVA(1)

3.3 열병합발전시스템 도입 전·후 에너지 사용량비교

D아파트를 제외한 다른 3개소는 설치년도을 기준으로 설치1년전과 설치1년후를 1월~12월까지 조사하여 비교하였고, 2005년 7월에 가동을 한 D아파트는 설치전인 2004년8월~2005년7월과 설치후인 2005년8월~2006년7

월까지를 비교하였다.

(1) 열병합발전시스템 설치 전후 에너지 사용량 비교

겨울에 주로 난방을 하므로 겨울철사용량이 많고 도입 이후엔 여름철에도 전기를 생산하기 위하여 발전기를 운전하므로 이전과 비교하여 연료를 더 사용한다.

(2) 열병합발전시스템의 연료사용량과 발전량

B아파트의 경우 보조보일러와 열병합발전기에 들어가는 연료가 달라 직접 비교할 수 없어 제외하였다. 표6을 보면 열병합발전기 사용은 계절별로 차이가 없으나 겨울철에 열병합발전기로는 충분한 난방이 되지 않으므로 보조보일러로 필요한 난방열을 충당하는 것을 알 수 있다.

전체적으로 냉·난방기의 사용으로 여름철과 겨울철에 전기사용량이 많았고 B아파트를 제외한 다른 3개소는 한전수전량보다 자가발전하여 충당하는 전기량이 더 많았다.

(3) 열병합발전시스템 설치전후 경제적비용 조사

절감효과 분석은 표6과 같다.

B아파트 연료사용량의 경우 열병합발전기의 연료(LNG)와 보조보일러의 연료(B-C유)가 달라 직접 비교할 수 없어서 제외 하였다.

도입 전에는 난방을 위한 연료만을 필요로 하였으나 도입 후에는 열병합발전기에 들어가는 연료와 보조보일러에 들어가는 연료를 합하기 때문에 도입전후 연료소비 비용은 연료요금의 증가를 고려하면 차이가 나지 않는다.

표5. 열병합발전시스템 설치전후 에너지 사용량 비교

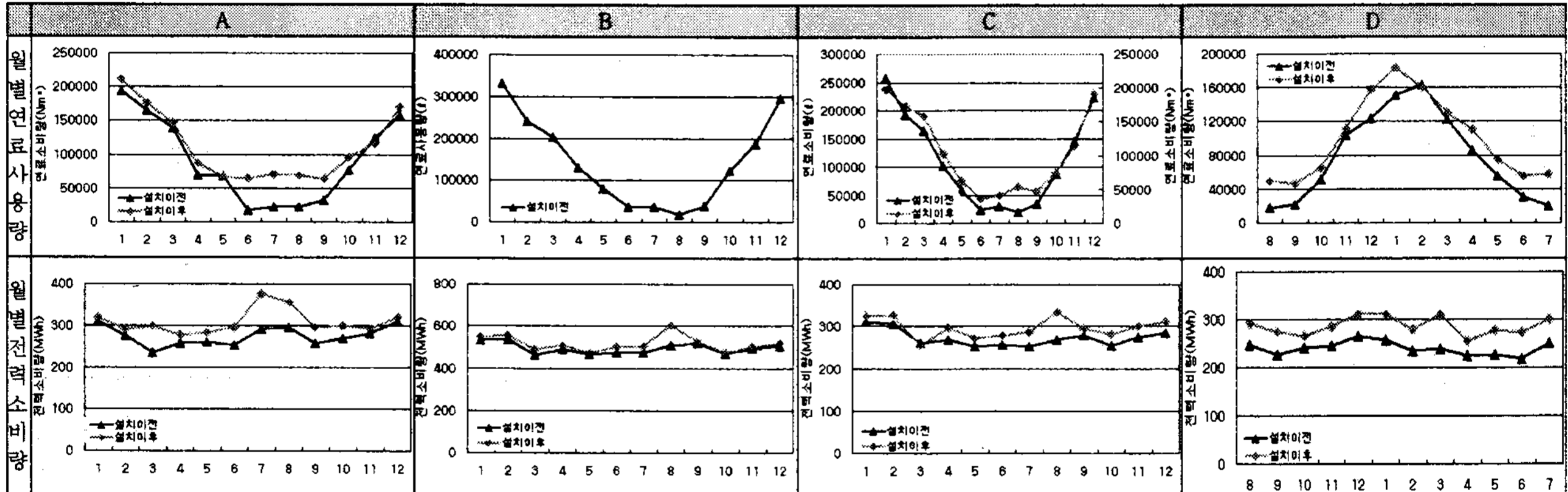


표6. 열병합발전시스템의 연료사용량과 발전량 비교

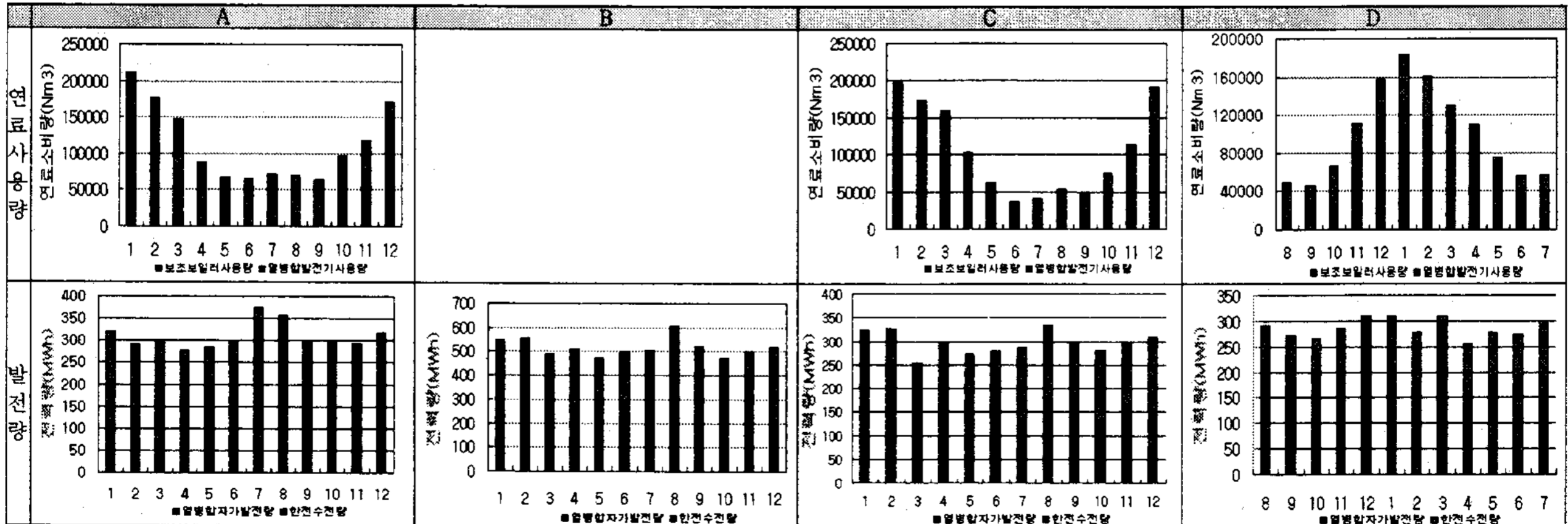
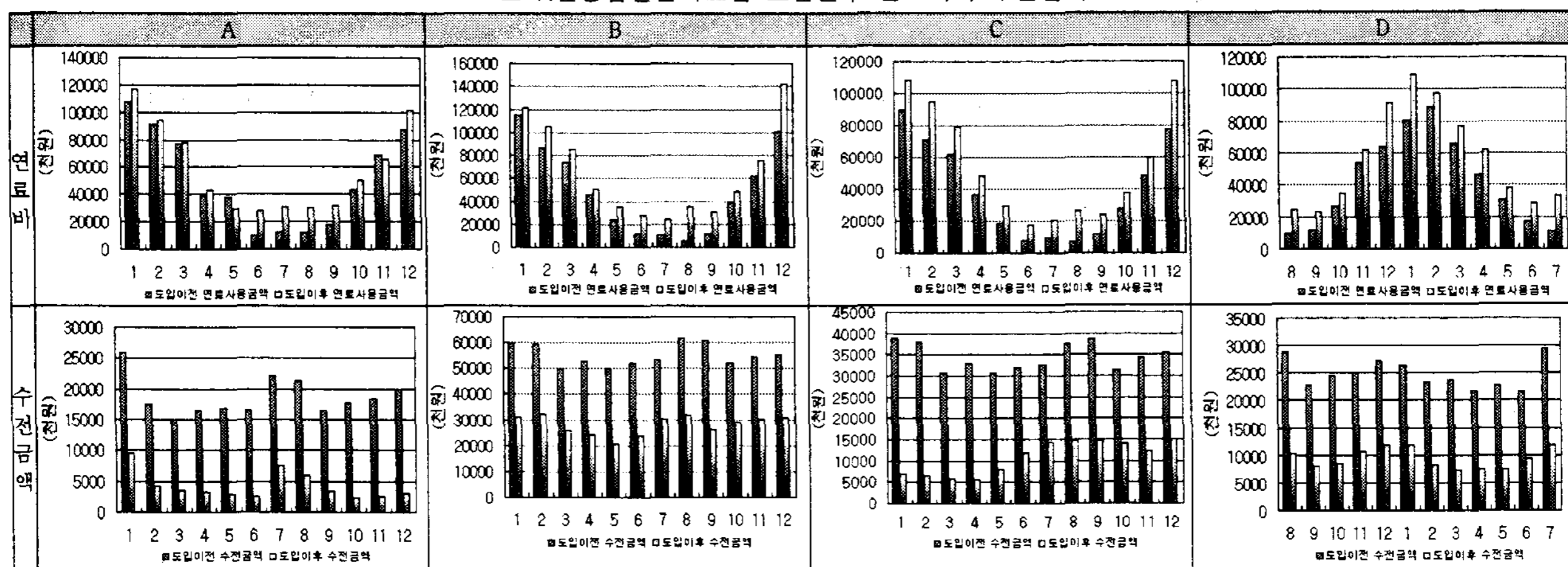


표 7. 열병합발전시스템 도입전후 연료비와 수전금액



열병합발전시스템은 자가발전을 후 부족한 전력을 한전에서 수전하므로 100%한전에서 전기를 수전했던 도입전보다 전기비용을 절약할 수 있다.

4 공동주택 열병합발전 시스템의 보급 및 확대 방안

4.1 공동주택 열병합발전 시스템 도입에 의한 에너지 절감효과 분석

연료소비량은 열병합발전시스템 도입 전후가 차이가 나지 않지만 한전 수전량에서 에너지 절감을 하였다. 총 전력 소비량 중 열병합발전시스템으로 자가 발전하여 충당하는 비율이 A아파트의 경우 80.2%, B아파트 41.2%, C아파트 61.9%, D아파트는 64.3%이다. 한전수전량과 그 금액으로 에너지 절감비를 계산해보면 표7과 같다. 단, 연료비의 증가는 고려하지 않았다.

표8. 에너지 절감비

	열병합발전시스템 도입 전후 전력소비량증가비	에너지 절감비
a	11%	88.8%
b	4.5%	42.92%
c	8%	66.5%
d	16%	73.4%

표6.7을 보면 A아파트가 에너지 절감 면에서 가장 잘 운영되고 있고 B아파트는 다른 아파트에 비해 크게 절감하지 못 했는데 그것의 차이는 운전방식의 차이에도 있겠지만 세대수와 연면적에 따른 적절한 용량이 산출되지 않아서 인 것으로 사료된다.

4.2 공동주택 열병합발전 시스템의 보급 및 확대 방안

이상의 사례조사와 분석을 통해 공동주택 열병합발전시스템의 보급 및 확대 방안을 제안하면 다음과 같다.

1) 우리나라는 계절에 따른 부하변동의 폭이 크므로 계절에 따른 운영표준모델이 개발되어야 한다.

2) 열병합발전기는 국외에서 들여온 것으로 보수가 어렵고 비용이 많이 들므로 국가기술개발력을 키워야 한다.

3) 환경오염을 시키지 않는 발전이므로 연료 우대 요금제가 필요하다.

4) 연면적, 세대수에 따른 가스엔진의 적정용량에 대한 가이드라인 마련이 필요하다.

5) 난방 설비 교체시기가 된 공동주택을 대상으로 홍보하여 열병합발전시스템의 보급을 확대시켜야 한다.

5. 결론

본 연구에서는 이러한 열병합발전시스템의 에너지 절감효과를 평가하기 위하여 대구·경북지역의 공동주택을 대상으로 기존의 중온수보일러를 가스엔진 열병합발전시스템으로 교체함에 따라 발생하는 에너지 절감과 경제적비용을 계산하였다.

그 결과는 다음과 같다.

1) 기존의 중온수보일러에서 가스엔진 열병합발전시스템으로 교체할 경우 전력비용이 절감함에 따라 운전비용이 절약된다.

2) 총 전력 소비량 중 열병합발전 시스템으로 자가 발전하여 충당하는 비율이 A아파트의 경우 80.2%, B아파트 41.2%, C아파트 61.9%, D아파트는 64.3% 로 나타났다.

3) 조사대상마다 에너지 절감효과가 차이가 나는 것은 운전방법의 차이와 연면적, 세대수당 적절한 용량의 가스엔진을 설치하지 못했기 때문으로 운전법에 대한 연구와 연면적, 세대수당 적절한 용량산정, 열전달과정에서의 손실에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 서현욱 외 2, 중앙난방ATP에 대한 열병합발전시스템 설치 및 운영사례. 대한설비공학회. 2004 동계 학술 발표대회 논문집 pp147~151
2. 강병호 외 1. 경제성 분석을 통한 가스전용 건물 열병합 발전기 교체의 타당성에 관한 연구. 대한건축학회 학술발표논문집 23호 1권
3. 에너지관리공단. 열병합발전 기술 가이드북 2003
4. 주택법 제1장 2조 2항, 건축법시행령 별표1 제2호