

기존지역 잠재량조사에 기반한 소형열병합발전시스템의 경제성 단순분석

論 文

55A-11-8

A Study on the Simple Payback Period Analysis of Small Co-generation System based on the Existing Apartment and Building Data

金龍河[†] · 禹成玟^{**} · 金美禮^{*} · 李晟準^{**} · 孫承基^{*}
(Yong-Ha Kim · Sung-Min Woo · Mi-Ye Kim · Sung-Jun Lee · Seung-Ki Son)

Abstract - This paper describes the simple payback period analysis of small co-generation system based on the existing apartment and building data. First, We investigate apartment and building data more than 2000[m²] using Ministry of Construction & Transportation's computer system. And then we calculate the latent amount of small co-generation system considering gas company and CHP. Second, we classify the latent amount of small co-generation system into office, hospital, hotel, department store, complex building and apartment. Finally, we perform the simple payback period analysis for small co-generation system. The results show the simple payback period of small co-generation system is less than 10 years.

Key Words : Latent Area, Small Co-generation, Economic Analysis, Simple Payback Period

1. 서 론

경제성장과 더불어 산업 활동의 고도화와 급격히 증가하는 전력수요에 대응하기 위하여 우리나라에서는 전력수급기본계획을 수립하고 있으며, 수립된 전력수급기본계획을 기반으로 하는 발전설비 및 수송설비와 수배전설비, 운용설비를 구성하여 전력계통의 전반적인 계획 및 운용계획을 수립하고 있다. 이러한 전력계통은 점점 확장되고, 대형화 되고 있는 추세이며, 전력계통 확충 및 운용계획 수립 시 과거에는 여러 가지 발생하지 않았던 새로운 측면의 문제들이 야기되고 있다. 그러므로 이러한 전력수급을 확보하기 위해서는, 안정적이며 효율적인 전력수급기본계획의 수립과 공급력 확충 등의 1차적 방안의 수립이 있다. 또한, 우리나라의 에너지원의 수입 의존도가 97%에 달하고, 석유 의존도가 60% 이상을 점하고 있는 실정임을 고려하여, 에너지 사용량에 대한 수요관리 및 에너지 이용효율 향상과 더불어 신재생, 대체 에너지원의 활용 및 친환경 에너지원으로 다변화 시도 등의 2차적 방안의 수립도 절실히 요구된다. 특히, 에너지 자원의 고갈과 지구환경계약 문제의 대두, 온실가스 배출 감축 목표를 골자로 하는 교토 의정서 채택과 함께 순배출량 방식 및 배출권 거래제도를 허용하는 안이 통과되었다. 그러므로 앞으로 온난화가스의 배출억압 압력이 상당히 가중될 것으로 전망된다. 이러한 1, 2차 방안 모두를 수용할 수 있는 하나의 대안으로, 천연가스를 활용하는 열병합발전

시스템의 전력계통에의 투입을 확산 시키려는 노력이 정부를 중심으로 적극 추진되고 있다.[1][2] 그러나 그간의 열병합발전의 보급실태는 정부의 의지에 비하여 미약한 실태로 조사되었으며 이는 그동안 홍보부족과 자율적인 시장에서의 참여에 일임한 것이 하나의 원인이다. 그러나 보다 근본적인 원인은 초기 투자비가 기존 냉난방시스템에 비해 크기 때문에 투자비 회수에 장기간이 소요되므로 결국 사용자에게 경제적 손실을 발생시킴으로서 건설기피로 나타나는 현상이라고 판단된다. 현재의 이러한 시장 하에서는 사용자가 경제적 손실을 감수하고서 소형열병합발전시스템으로 전환을 시도하지 않으려 하기 때문에 경제성을 갖는 극히 일부만이 소형열병합발전시스템으로 전환되어 전력계통에 투입될 것으로 판단된다. 그러므로 본 논문에서는 소형열병합발전시스템으로 전환이 가능한 기존 난방시설의 공동주택과 건축면적 2,000[m²] 이상의 대형건물을 대상으로 소형열병합발전시스템의 잠재량을 조사하여 현재의 시장 하에서 기존 건축물의 난방시설을 기존 냉난방시스템으로 전환하는 경우와 소형열병합발전시스템으로 전환하는 경우로 분류하고, 이를 사업자측면에서의 경제성을 경제성 단순분석을 통하여 정량적으로 산정 비교하였다. 이로서 정부의 소형열병합발전의 활성화정책에 활용할 수 있는 근거를 제공하였다. 또한 이러한 소형열병합발전이 향후 전력계통에 투입될 경우 전력계통에 미치는 영향의 정확한 평가를 위한 기본자료를 도출하도록 하였다.

2. 본 론

2.1 소형열병합발전시스템으로 전환 가능한 잠재량

국내에 소형열병합발전시스템이 설치되어 운영 중인 시설

* 學生會員 : 仁川大學 電氣工學科 碩士課程
 ** 正 會 員 : 仁川大學 電氣工學科 博士課程
 † 교신저자, 正 會 員 : 仁川大學 電氣工學科 教授 · 工博
 E-mail : yhkim@incheon.ac.kr
 接受日字 : 2006年 7月 25日
 最終完了 : 2006年 9月 26日

물의 종류 및 규모와 실질적으로 소형열병합발전시스템으로 전환 가능한 대상건축물의 용도와 규모를 조사하여 잠재량을 도출하도록 하였다. 즉, 2004년 말을 기준으로 제주도를 제외한 국내의 공동주택과 건축연면적 2,000[m²] 이상의 대형건물의 건축연면적을 건설교통부 건축행정정보시스템을 이용하여 조사하였다. 또한 공동주택과 건축연면적 2,000[m²] 이상의 대형건물에 에너지를 공급하고 있는 지역냉난방열병합발전시스템, 소형열병합발전시스템, 도시가스 등에 대하여 2004년 말을 기준으로 공급실적을 조사하여 필요로 하는 용도와 단위로 분류하고, 환산하여 자료화 하였다. 이때 필요로 하는 데이터가 직접 구해지지 않을 경우는 관련자료 또는 유사자료의 구성비를 활용함으로써 합리적이고 정확한 데이터를 생산하였다. 또한 이들을 활용하여 연도별, 지역별, 규모별, 용도별로 분류하여 소형열병합발전시스템으로 전환 가능한 잠재량을 건축연면적으로 산출하였다. 이는 그림 1과 같다.

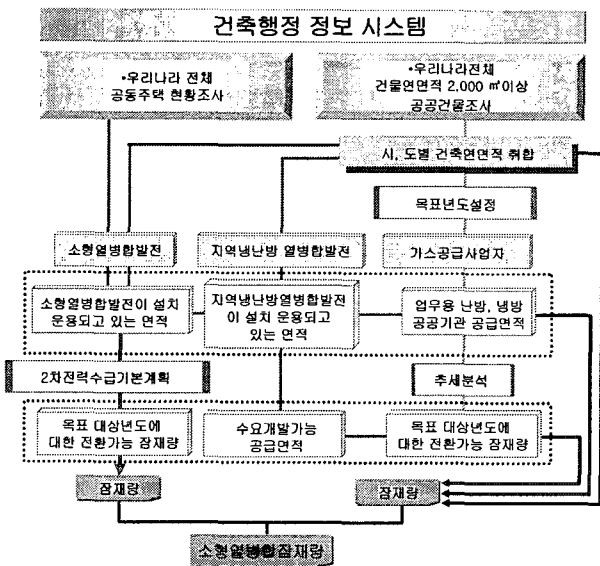


그림 1 소형열병합발전 잠재량 도출을 위한 전체 흐름도
Fig. 1 Flow chart for the calculation of latent amount of small co-generation system

2.1.1 가스공급사업자의 자료조사

한국가스협회자료인 가스공급사업자의 연도별 영업용 및 업무용 가스공급 수용가수에 통계청의 지역별 산업체 평균 건축연면적 자료를 기본으로 하여 가스공급사업자가 공급하고 있는 난방면적을 도출하였다. 또한 2001년도에서 2004년도까지 가스공급사업자의 난방면적의 연도별 증가율 평균값을 적용하여 연도별 증가추세분석의 가스공급사업자의 난방면적을 도출하였다.

2.1.2 전력수급기본계획에서 제시한 중앙난방식 공동주택 건축연면적 잠재 수요량분석

공동주택 소형열병합발전의 잠재량은 2차 전력수급기본계획과 기존 소형열병합발전 자료조사를 적용하여 결정하도록 하였다. 이때 소형열병합발전과 대형건물 소형열병합발전의 면적의 비율을 도출하였다. 즉, 소형열병합발전 중 공동주택

의 소형열병합발전이 84.9[%]를 차지하고 있으며, 소형열병합발전의 1[MW]당 건축연면적은 75,338[m²]로 도출되었다. 이에 2차전력수급기본계획의 연도별 발전용량의 누적 량에서 공동주택 소형열병합발전의 비율을 산정하고 이를 면적으로 도출하여 대상년도에 전환 가능한 공동주택 소형열병합발전의 잠재량을 도출하였다. 또한, 대상년도에 전환 가능한 공동주택 소형열병합발전의 잠재량을 2004년도의 중앙난방의 공급비율로 시도별로 분배하였다.[3]

2.1.3 소형열병합발전시스템으로 전환 가능한 잠재량산정절차

소형열병합발전으로 전환 가능한 건축연면적은 식 (1) 및 그림 2과 같다.

$$\text{소형열병합발전으로 전환 가능한 건축연면적 잠재 수요량} = \text{①} - \text{②} - \text{③} - \text{④} - \text{⑤} + \text{⑥} \quad (1)$$

- 단, ① 기존지역 2000[m²] 이상 대형건물의 전체 건축연면적
- ② 기존의 2000[m²] 이상 대형건물에 소형열병합발전이 설치 운용되고 있는 건축연면적.
- ③ 기존의 2000[m²] 이상 대형건물에 지역냉난방이 공급되고 있는 건축연면적.
- ④ 기존의 2000[m²] 이상 대형건물에 가스공급사업자가 공급하고 있는 건축연면적.
- ⑤ 추세분석에 의하여 가스공급사업자가 공급하게 될 2000[m²] 이상 대형건물의 건축연면적의 추정치.
- ⑥ 전력수급기본계획에서 제시한 중앙난방식 공동주택 건축연면적 잠재 수요량.

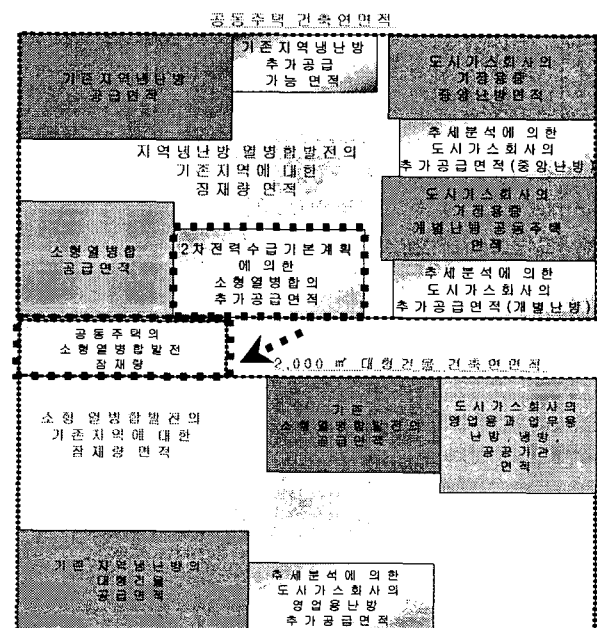


그림 2 소형열병합발전시스템으로 전환 가능한 잠재량 산정절차

Fig. 2 Calculation process for the calculation of latent amount of small co-generation system

2.2 소형열병합발전시스템의 경제성 단순분석

기존 난방시설의 건물로 존재하는 잠재량을 소형열병합발전시스템으로 전환하는 경우와 기존 냉난방시스템으로 전환할 경우의 경제성을 상대적으로 비교하기 위한 방법으로 첫 번째로 기존 방식의 냉난방시스템과 소형열병합발전시스템에 대한 기기 구성과 특성 등에 대하여 고찰하고, 두 번째로 우리나라 관련 규정에 적합한 기존 냉난방시스템과 소형열병합발전시스템의 표준모델을 객관적으로 선정하였으며, 세 번째로 국내 소형열병합발전시스템이 설치 운용되는 건축물에 대한 실제운전자료를 취득하여 전기 사용패턴과 열 사용패턴, 및 전력사용량, 열사용량을 분석 반영하였다. 네 번째 경제성 분석에 영향을 미치는 전기단가, 가스단가, 열 판매 단가는 직접 시장 조사하였으며, 용량별 가격조사가 불가능한 주요 기기가격은 가격조사와 회귀분석법에 의하여 용량별 기기가격으로 결정하였다. 다섯 번째 기존 냉난방시스템과 소형열병합발전시스템의 투자비용과 1년간의 연료비용을 각각 산출하여 소형열병합발전시스템의 투자비용에서 기존 냉난방시스템의 투자비용을 제외한 금액을 절감 연료비(기존냉난방시스템의 1년간의 사용연료비용 - 소형열병합발전시스템 1년간의 사용연료비용)로 나누어줌으로서 단순투자회수기간을 산출하여 사업자측면에서의 경제성 단순분석을 수행)하였다. 이는 그림 3과 같다.

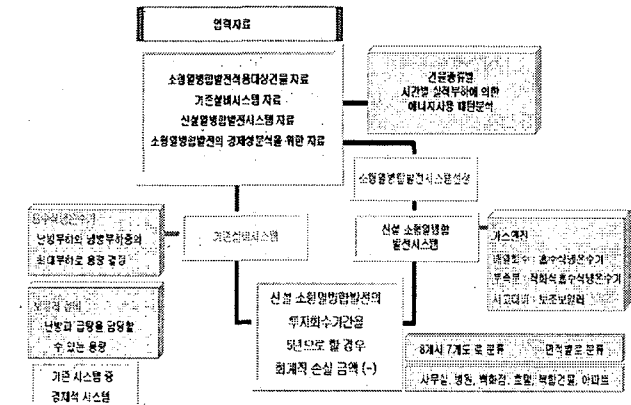


그림 3 소형열병합발전시스템의 경제성 단순분석절차의 흐름도
Fig. 3 Flow chart for simple payback period analysis of small co-generation system

2.2.1 건물 용도별 에너지 사용패턴 분석 및 단위면적당 연간 에너지 소비량

건물 용도별 에너지 사용패턴 분석 및 단위면적당 연간 에너지 소비량 도출을 위한 자료는 사무실 9개, 병원 11개, 호텔 6개, 백화점 12개, 복합건물 6개, 공동주택 5개의 기계실의 운전일지에 기록된 연간 전력소비량과 열소비량 데이터를 사용하였으며 단위면적당 연간의 전력소비량 및 열소비량의 도출결과는 표 1 같다.[4]

- 1) 경제성 단순분석 : 소형열병합발전시스템으로 전환 가능한 기존지역의 잠재량을 경제성 단순분석인 단순투자회수기간으로 분석한 경제성.

표 1 건물용도별 단위면적당 연간 에너지 소비량

Table 1 Annual electricity and heat consumption by unit area

구분	단위	사무실	병원	호텔	백화점	복합 건물	공동 주택	
전력소비량	[kWh/m ² .y]	156	170	200	226	171	21	
열 소비량	급탕	[Mcal/m ² .y]	2.2	80	80	23	12	30
	난방	[Mcal/m ² .y]	36.0	86.0	93.0	40.7	41	23.3
	냉방	[Mcal/m ² .y]	70	80	100	125	82	-

또한, 기계실 일일운전일지의 각 시간별 평균값을 일일패턴의 대표 값으로 하였고 일일 대표값은 [%]로서 도출하였으며, 월별 집계된 자료를 이용하여 월별 에너지패턴을 구하였다. 건물 용도별 건물연면적, 난방면적, 냉방면적을 적용하여 최대에너지소비량을 구하였다. 월별 에너지 사용량 및 일일 에너지사용량은 식 (2)로 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{월별 에너지 사용량} &= \text{건물용도별 연간 총에너지 사용량} \\ &\quad \times \text{월별 에너지사용 패턴비율} \\ \text{일일 시간대별 에너지 사용량} &= \text{건물용도별 월별에너지 사용량} \\ &\quad \times \text{일일 시간대별 에너지사용 패턴비율 (2)} \end{aligned}$$

2.2.2 소형열병합발전시스템의 입력자료

소형열병합발전의 입력자료는 적용대상건물 자료, 기존설비시스템 자료, 신설소형열병합발전시스템 자료, 경제성분석 자료이며, 이중 주요입력자료는 표 2와 같다.

표 2 경제성 단순분석을 위한 소형열병합의 입력자료

Table 2 Input data for simple payback period analysis for small co-generation system

구분	적용대상건물자료												
	건물의 용도	지역	연면적	난방 면적	냉방 면적	건물의 용도별 단위면적당 연간전력 소비량 및 연간 열소비량	건물의 용도별 연간 월별 전력 및 열 부하 사용 Factor	건물의 용도별 계절별 일일 시간대별 전력 및 열 부하 사용 Factor					
구분	기존냉난방시스템자료					소형열병합발전시스템자료							
경제성 단순분석 입력요소	역률	비율	고수식 냉온수기 효율	보조 보일러	발전기 용량	전기 효율	배열 회수 효율	소내 동력	운전 시간	운전 일수	최고 수식 냉온수기 효율	최저 수식 냉온수기 효율	보조 보일러
			경제성 단순분석 입력요소	발전기 용량	전기 효율	배열 회수 효율	소내 동력	운전 시간	운전 일수	최고 수식 냉온수기 효율	최저 수식 냉온수기 효율	보조 보일러	
구분	경제성 단순분석자료												
경제성 단순분석 입력요소	전기 요금	가스 요금	설치비										
			열병합 발전기	흡수식 냉온수기	최화식 흡수식 냉온수기	보조 보일러	비상 발전기	부수 비용	기타 비용				

2.2.3 기존냉난방시스템 및 소형열병합발전시스템

가스엔진이 디젤엔진보다, 열전비나 환경성이 우수하기 때문에 신설 소형열병합발전시스템에 가스엔진을 적용하였으며, 그림 4와 같이 온수시스템을 적용하였다. 온수시스템을 적용한 이유는 첫째, 온수증기시스템은 소형열병합발전기의 용량이 200[kW]이상인 용량에서만 적용되는데 반해 온수시스템은 소형열병합발전기의 용량이 200[kW]이하인 용량에서도 적용가능하며 둘째, 온수시스템은 온수증기시스템에 비

하여 가격이 저렴하다. 기타의 설비는 온수흡수식냉온수기, 열교환기를 설치하여 냉방, 난방, 급탕에 열에너지를 공급하도록 하였다. 보조설비로는 직화식 흡수식냉온수기, 증기보일러를 설치하여 회수된 배열만으로 부족한 냉방부하, 난방부하 및 급탕부하의 열에너지를 공급하도록 하며 설비의 고장 시에 대비할 수 있도록 하였다. 온수시스템에 증기보일러를 설치한 이유는 증기는 온수에 비해 열 수송능력이 우수하고 또한, 병원과 같은 건물의 경우에 증기가 소독용으로 사용됨으로 온수보일러대신 증기보일러로 설치하였다. 한편, 기존냉난방시스템에는 건물의 건설년도, 건물용도별 등에 따라 부대시설이 다르므로 그중 가장 비용측면에서 유리하고 보편화되어 있는 흡수식냉온수기와 증기보일러를 수명 교체 주기가 도래되었다는 가정 하에 대체 설치하는 것으로 하여 관련 규정을 충족시켰다.[2][4][5][6]

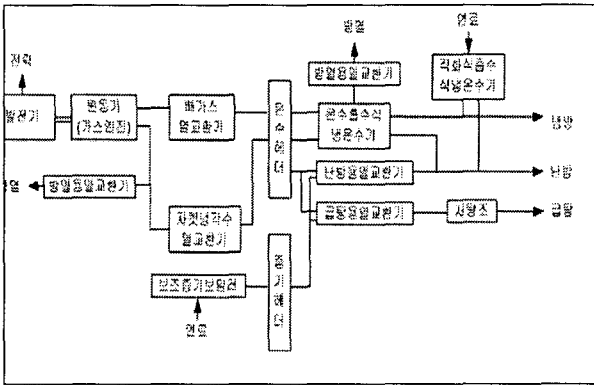


그림 4 적용한 소형열병합발전시스템
Fig. 4 Applied small co-generation system

2.2.4 소형열병합발전시스템의 경제성 단순분석

기존냉난방시스템과 소형열병합발전시스템의 경제성 단순 분석절차는 표 3~표 5와 같다.

표 3 경제성분석단계(단계1) - 기존냉난방시스템

Table 3 Economic analysis procedure(step 1)

구분		단위	1월	2월	...	12월	합계		
기존 냉난방 시스템	용량 선정	비상발전기 [kW]	(시간대별에너지패턴의 전력부하의최대부하/역률) × 건물용도별 비상발전기용량비율						
		보일러 [Ton/h]	면적16500㎡당 1[Ton/h] 설치						
		직화식 흡수식 냉온수기 [RT]	시간대별에너지패턴의 난방부하와 냉방부하의 최대부하중 최대열부하/3024/흡수식냉온수기효율						
	전력소비량 [kWh]			건물의 연간전력사용량 × 월간 에너지패턴분석비율					
	급탕 사용열량 [Mcal]			건물의 연간급탕사용량 × 월간에너지패턴분석비율					
	연료사용량 [Nm³]			월간급탕사용열량/10.1					
	난방 사용열량 [Mcal]			건물의 연간난방사용열량 × 월간에너지패턴분석비율					
	연료사용량 [Nm³]			월간난방사용열량/10.1					
	냉방 사용열량 [Mcal]			건물의 연간냉방사용열량 × 월간에너지패턴분석비율					
	연료사용량 [Nm³]			월간냉방사용열량/10.1					
총 에너지사용량 [Mcal]			(월간전력사용량×860/1000)+월간급탕열량 +월간난방열량+월간냉방열량						
총 연료사용량 [Nm³]			월간급탕연료사용량+월간난방연료사용량 +월간냉방연료사용량						

기존지역 잠재량조사에 기반한 소형열병합발전시스템의 경제성 단순분석

표 4 경제성분석단계(2) - 소형열병합발전시스템

Table 4 Economic analysis procedure(step 2)

구분		단위	1월	2월	...	12월	합계		
소형 열병합 발전 시스템	용량 선정	흡수식 냉온수기 [RT]	(열병합발전기용량/열병합발전기효율) × 배열회수효율 × (860/3024)/흡수식냉온수기효율						
		직화식 흡수식 냉온수기 [RT]	기존냉난방흡수식냉온수기용량 - 신설소형열병합발전시스템의 온수흡수식냉온수기용량						
		보조보일러 [Ton/h]	면적16500㎡당 1[Ton/h] 설치						
	자가 발전	자가 발전량 [kWh]		선정된 소형열병합발전기용량 × 월별 소형열병합발전기 가동시간					
		소내 동력 [kWh]		월별 자가발전량×0.03					
	배열 회수 (흡수식 냉온수기)	열 이용량 [Mcal/h]		(선정된 소형열병합발전기용량/전기발전효율) × 열 회수효율					
		열 회수량 [Mcal]		기존냉난방 흡수식냉온수기사용열량 - (열이용량×월별 소형열병합발전기 가동시간) ≥ 0 이면 (열이용량×월별 소형열병합발전기 가동시간)이고, 잔여: 직화식적용 기존설비흡수식냉온수기사용열량 - (열이용량×월별 소형열병합 발전기 가동시간) < 0 이면 (기존설비흡수식냉온수기사용열량) 잔여: 방출					
		열 방출량 [Mcal]		(열이용량×월별 소형열병합발전기 가동시간) - 월간 소형열병합발전기 열회수량					
		연료사용량 [Nm³]		(월별 자가발전량×860)/10100					
	수전전력량 [kWh]			(기존발전전력사용량+월별 소형열병합발전 소내동력)-월별 자가발전량					
직화식 흡수식 냉온수기	사용 열량 [Mcal]		기존냉난방흡수식냉온수기사용열량-(열이용량 × 월별 소형 열병합발전기 가동시간)						
	연료 사용량 [Nm³]		월별사용열량/10.1						
보조 보일러	사용 열량 [Mcal]		월별급탕사용열량						
	연료 사용량 [Nm³]		월별급탕사용열량/10.1						
총 에너지사용량 [Mcal]			(월별 소형열병합발전기 자가발전량×860/1000) + (월별 전력수전량×860/1000) + 직화식흡수식냉온수기사용열량+보일러사용열량						
총 연료사용량 [Nm³]			소형열병합발전기 연료사용량 + 직화식흡수식냉온수기연료사용량 + 보일러연료사용량						

표 5 경제성분석단계(3) - 기존냉난방시스템과 소형열병합발전시스템의 경제성분석

Table 5 Economic analysis procedure(step 3)

구분		단위	1월	2월	...	12월	합계		
경제성 분석	기존 냉난방 시스템	전력사용료 [원]	연간전력사용량×전기요금						
		가스사용료 [원]	기존냉난방시스템 연간 총 연료사용량 × 가스요금						
	소형 열병합 발전 시스템	설비설치비 [원]	(흡수식냉온수기용량[RT]×가격[원]) + (보일러용량[Ton/h]×가격[원]) + (비상발전기용량[kW]×가격[원]) + (용량[kW]×(기존냉난방시스템 + 설치비[원]))						
		전력사용비 [원]	연간 전력수전량×전기요금						
	배열 회수율	가스사용비 [원]	신설소형열병합시스템 연간 총 연료사용량×가스요금						
		설비설치비 [원]	(용량[kW]×(열이용시스템 + 설치비)가격[원]) + (열병합발전기용량[kW]×가격[원]) + (흡수식냉온수기용량[RT]×가격[원]) + (직화식흡수식냉온수기용량[RT]×가격[원]) + (보조보일러용량[Ton]×가격[원])						
	연간에너지절감률 [Mcal]			열회수량/(열이용량 × 월별 건물용도별 소형열병합 발전기 가동시간) × 100					
	연간에너지절감액 [원]			기존냉난방시스템 연간총에너지사용량 - 신설연간(한전수전전력×860/1000) + 직화식흡수식냉온수기에너지사용량 + 보조보일러에너지사용량					
	연간에너지절감율 [%]			(기존연간에너지사용금액) - (신설연간에너지사용금액[원]) / 기존냉난방시스템 연간총에너지사용량 × 100					
	단순투자회수기간 [년]			(신설투자비용-기존투자비용) / 연간에너지절감금액					

표 5~표 7의 절차로서 경제성분석을 단계 1~단계 3으로 수행하였다.

단계 1 : 기존설비시스템에 대하여 경제성분석을 수행하고

단계 2 : 신설소형열병합발전시스템에 대하여 경제성분석을 수행.

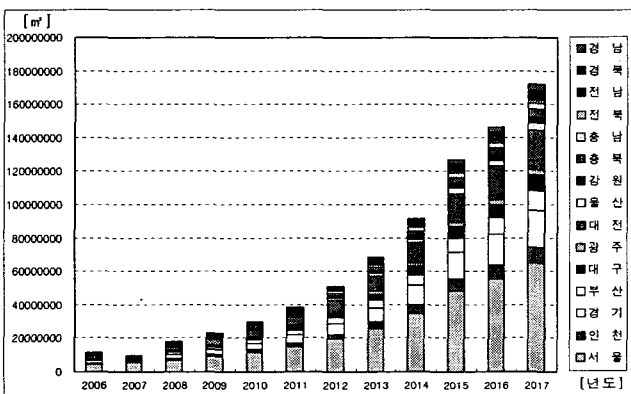
단계 3 : 최종적으로 기존시스템대비 신설시스템의 경제성분석 결과를 도출하였다.

2.3 사례연구

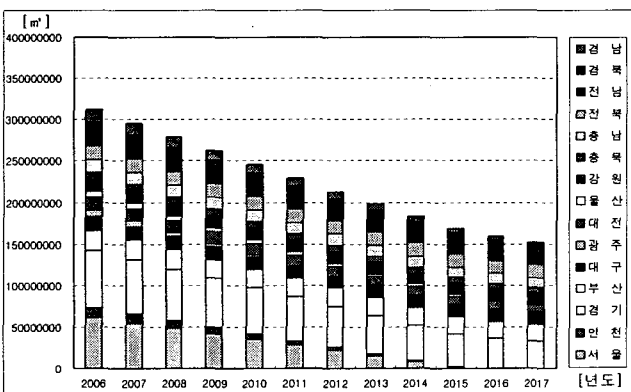
기존난방지역은 건설교통부의 건축행정정보시스템으로부터 공동주택과 2000[m²]이상의 대형건물자료를 구하였다. 또한, 가정용, 영업용 및 업무용 가스난방데이터는 한국도시가스협회 기존지역에 설치된 소형열병합발전 및 지역난방열병합발전은 에너지관리공단의 자료를 이용하였다.

2.3.1 기존난방시스템 및 소형열병합발전시스템

2.1.3절의 절차에 의해 산정된 연도별 지역별 소형열병합발전시스템으로 전환 가능한 잠재량은 그림 5와 같다.



(a) 공동주택 소형열병합발전시스템 전환 가능한 잠재량



(b) 대형건물 소형열병합발전시스템 전환 가능 잠재량

그림 5 연도별 지역별 공동주택 및 대형건물 소형열병합발전시스템 전환 가능한 잠재량산정결과

Fig. 5 Results of latent amount of small co-generation system

잠재량은 다른 사업자를 제외하면 결국 지역난방열병합발전잠재량과 소형열병합발전시스템 잠재량으로 분류할 수

있다. 공동주택의 경우 년도별로 다른 사업자를 제외하면 기존지역이라는 제한으로 인하여 지역난방열병합발전 및 소형열병합발전시스템의 잠재량은 매년 줄어드는 추세이다. 상기의 과정의 잠재량 중 소형열병합발전시스템으로 전환 가능한 공동주택 잠재량은 일부이며 이때 년도별 소형열병합발전시스템으로 전환 가능한 공동주택 잠재량은 전력수급기본계획을 기반으로 산정하였기 때문에 매년 증가하는 양이 산정되었다. 대형건물 잠재량의 경우 기존지역에서는 지역난방열병합발전은 건설상의 어려움이 있으므로 잠재량으로 제외하였다. 따라서, 기존지역에서 다른 사업자를 제외하면 소형열병합발전시스템으로 전환 가능한 대형건물 잠재량은 매년 줄어든다.

2.3.2 소형열병합발전시스템의 경제성 단순분석 결과

소형열병합발전시스템으로 전환 가능한 잠재량을 산정 후 이를 대형건물은 2,000~5,000[m²], 5,000~10,000[m²], 10,000~50,000[m²], 50,000~100,000[m²], 100,000[m²]이상으로 건축연면적을 분류하였으며 공동주택은 0~20,000[m²], 20,000~50,000[m²], 50,000~80,000[m²], 80,000~100,000[m²], 100,000~200,000[m²], 200,000~300,000[m²], 300,000[m²]이상으로 분류하였다. 이때, 건축연면적을 각각의 지역별 건물용도별 면적별 건물수로 나누어 지역별 면적별 건물용도별 표준면적을 도출하여 이에 대해 2.2절의 과정으로 경제성 단순분석을 수행하여 지역별 면적별 건물용도별 표준면적에 대한 단순투자회수기간을 산정하였다. 이는 표 6과 같다.

표 6 소형열병합발전시스템으로 전환 가능한 잠재량의 경제성 단순분석결과

Table 6 Results of simple payback period analysis 단위 : [년]

구분	서울	인천	경기	부산	대구	광주	대전	울산
2,000~5,000 (0~20,000)	사무실	14.56	14.53	14.42	13.96	14.38	14.13	14.21
	병원	8.34	8.32	8.17	8.24	8.23	8.48	8.56
	호텔	8.51	8.8	8.49	8.68	8.87	8.35	8.51
	백화점	13.09	12.87	13.18	13.26	13.71	13.21	13.54
	복합	10.58	10.35	10.28	10.44	10.68	10.35	10.57
5,000~10,000 (20,000~50,000)	사무실	6.54	6.51	6.48	6.39	6.78	6.39	6.37
	병원	10.97	10.94	10.76	10.5	10.82	10.68	10.7
	호텔	6.78	6.8	6.75	6.67	6.82	6.8	6.73
	백화점	6.69	6.62	6.56	6.61	6.72	6.51	6.53
	복합	10.47	10.49	10.33	10.37	10.52	10.36	10.4
10,000~50,000 (50,000~80,000)	사무실	8.09	7.98	7.92	7.92	8.08	8.02	7.97
	병원	4.77	4.75	4.72	4.66	4.94	4.66	4.64
	호텔	9.07	9.14	9.07	8.88	9.16	9.04	8.98
	백화점	5.85	5.79	5.8	5.85	5.98	5.82	5.9
	복합	5.61	5.91	5.73	5.52	5.7	5.7	5.47
50,000~100,000 (80,000~100,000)	사무실	8.98	8.95	8.78	8.85	8.92	8.85	8.81
	병원	6.83	6.84	6.77	6.75	7.06	6.67	6.96
	호텔	3.83	3.81	3.79	3.74	3.97	3.74	3.73
	백화점	8.1	8.01	7.95	7.83	7.79	7.88	7.92
	복합	5.39	-	5.31	5.36	-	-	-
100,000이상 (100,000~200,000)	사무실	5.17	-	5.17	5.14	-	-	-
	병원	8.25	8.25	8.17	8.13	8.27	8.19	8.17
	호텔	6.09	6.08	6.03	6.06	6.16	6.01	6.08
	백화점	3.54	3.52	3.51	3.46	3.67	3.46	3.45
	복합	7.62	7.69	7.41	7.23	7.41	6.58	7.33
(200,000~300,000 이상)	사무실	5.01	-	5.05	-	-	-	-
	병원	4.6	-	-	4.50	-	-	-
	호텔	7.44	7.91	6.87	7.81	7.99	7.28	7.90
	백화점	5.58	5.65	5.08	5.69	5.34	-	5.27
	복합	3.29	3.27	3.25	3.21	3.4	3.21	3.2
(300,000 이상)	사무실	3.09	3.08	3.06	3.02	3.21	3.02	3.01
	복합	2.94	2.93	2.91	2.87	3.05	2.87	2.86

표 6 소형열병합발전시스템으로 전환 가능한 잠재량의 경제성 단순분석결과(계속)

Table 6 Results of simple payback period analysis 단위 : [년]

구분	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	
2,000~5,000 (0~20,000)	사무실	14.65	15.24	14.77	13.54	13.83	14.57	14.33
	병원	8.57	8.28	8.29	7.69	7.55	8.37	8.14
	호텔	8.73	8.63	8.65	7.94	8.15	8.69	8.64
	백화점	13.79	15.05	12.94	12.49	12.51	13.42	12.94
	복합	10.91	10.66	10.60	9.82	10.04	10.85	10.48
	공동주택	6.6	6.61	6.49	6.18	6.08	6.54	6.56
5,000~10,000 (20,000~50,000)	사무실	11.06	11.22	10.79	10.02	10.13	10.92	10.80
	병원	6.91	6.8	6.84	6.36	6.38	6.80	6.74
	호텔	6.71	6.71	6.56	6.18	6.36	6.73	6.63
	백화점	10.68	10.58	10.63	9.67	9.85	10.57	10.51
	복합	8.41	8.23	8.07	7.61	7.72	8.25	8.13
	공동주택	4.82	4.82	4.73	4.51	4.43	4.76	4.78
10,000~50,000 (50,000~80,000)	사무실	9.42	9.59	9.04	8.54	8.65	9.15	9.15
	병원	5.97	5.8	6.05	5.43	5.63	6.11	5.86
	호텔	5.67	5.62	5.69	5.37	5.40	5.69	5.69
	백화점	9.45	8.87	9.00	8.26	8.39	9.05	8.90
	복합	7.18	6.98	6.78	6.46	6.46	6.98	6.80
	공동주택	3.87	3.87	3.8	3.62	3.56	3.82	3.84
50,000~100,000 (80,000~100,000)	사무실	8.02	8.28	7.88	7.31	7.40	8.10	7.87
	병원	-	-	5.42	-	4.99	-	-
	호텔	5.19	5.13	-	-	-	5.16	-
	백화점	-	-	-	7.80	7.80	8.38	8.26
	복합	6.27	6.19	6.16	5.71	5.80	6.19	-
	공동주택	3.58	3.58	3.51	3.35	3.29	3.54	3.55
100,000이상 (100,000~200,000)	사무실	7.79	7.91	7.48	5.78	-	6.84	-
	병원	-	-	-	-	-	-	-
	호텔	4.86	-	-	-	-	-	-
	백화점	-	-	-	7.22	-	-	-
	복합	-	-	5.94	4.83	-	5.95	5.32
	공동주택	3.32	3.32	3.26	3.1	3.05	3.28	3.29
(200,000~300,000)	공동주택	3.12	3.13	3.07	2.92	2.87	3.09	3.1
(300,000 이상)	공동주택	2.97	2.97	2.92	2.78	2.73	2.94	2.95

3. 결 론

본 논문의 주요결과는 다음과 같다.

(1) 소형열병합발전이 국내 80년대 후반에 도입된 이래 2004년 말 국내 총 발전량의 0.2[%]를 담당하는 미미한 실정이다. 그동안 자율적인 시장에 의존해 옴으로서 나타난 결과로 보다 정확한 원인을 분석하여 소형열병합발전을 활성화시키기 위하여 건설교통부의 건축행정정보시스템을 이용해서 국내의 소형열병합발전으로 전환 가능한 정확한 잠재량을 도출하였다.

(2) 잠재량을 대상으로 기존 냉난방시스템과 소형열병합발전시스템에 적합한 모델링을 통하여 소형열병합발전 사업자의 관점에서 단순투자회수기간으로 경제성 단순분석을 수행하였다. 이때, 기존냉난방시스템과 소형열병합발전시스템에 적합한 모델을 선정하기 위해서 운영 중인 건물용도별로 에

너지사용패턴을 조사 분석하고 기존 방식의 냉난방시스템과 소형열병합발전시스템으로 전환될 건물에 이를 반영하여 열용량과 전기용량을 결정하였다.

(3) 기존 방식의 냉난방시스템과 소형열병합발전시스템 모두 현장에서 얻어진 데이터를 기준으로 동일한 건물 용도와 동일한 건축연면적에서는 동일 용량으로 산출하고, 동일한 패턴으로 운전하는 조건으로 설계하여 투자비와 1년간의 연료비용을 각각 산출하였으며, 단순투자회수기간법을 이용하여 회수기간을 산출한 결과, 전력수급기본계획에서 제시한 소형열병합발전의 연도별 전환 목표달성을 위한 분석결과 서울지역에서는 공동주택에서는 투자비 회수기간이 2.86~6.61[년], 사무실에서는 5.78~15.24[년], 병원에서는 5.01~8.57[년], 호텔에서는 4.5~8.87[년], 백화점에서는 6.87~15.05[년], 복합에서 4.83~10.91[년]이 소요됨을 알 수 있었다. 이러한 경향은 공동주택이 전력요금누진율에 의해서 경제성 단순분석이 가장적인 것으로 나타났으며, 대형건물은 부하패턴에 기인하여 경제성 단순분석의 결과가 상정되었다.

(4) 전력수급기본계획에서 제시하는 연도별 발전계획량을 충족시키기 위한 방안으로 공동주택을 우선대상으로 하고 보조적으로 투자회수기간이 짧게 나타나는 대형건물물을 대상으로 하는 것이 바람직하나, 이것은 경제성 단순분석만을 수행한 결과임으로 더 나아가 국가적 편익을 고려하는 연구가 계속되어질 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] "열병합발전기술세미나(환경분야)", 한국열병합발전협회, 2005
- [2] 손학식, "열병합발전시스템", 技多利, 2005
- [3] "제 2차 전력수급기본계획(안)", 산업자원부, 2004
- [4] 윤종해, "열병합발전시스템의 에너지 사용패턴분석 및 계통연계 가이드라인 정립에 관한 연구", 인천대학교 석사학위논문, 2005
- [5] "열병합발전 기술 가이드 북", 에너지관리공단, 2003
- [6] 한동순, "천연가스 CO-GEN의 계획설계 및 운전 보수 관리 매뉴얼", 일본에너지학회, 1998
- [7] "투자사업을 위한 경제성평가", 한국전력공사, 1994
- [8] 심상렬, "에너지산업 구조개편에 따른 열병합 발전의 경제성 평가", 에너지경제연구원, 2002
- [9] 김동우외, "에너지원별 냉난방방식에 따른 부하특성 및 경제성 조사연구" 에너지관리공단, p.3~92, 2000
- [10] 김종덕, "가스열병합발전 보급촉진을 위한 제도 개선 방안 연구", 에너지경제연구원, 2002

저 자 소 개



김 용 하 (金 龍 河)

1959년 5월 16일생. 1982년 고려대학교 전기공학과 졸업. 1987년 고려대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1991년 동대학원 전기공학과 졸업(박사). 1992년~현재 인천대학교 전기공학과 교수.

Tel : 032)770-8434
Fax : 032)766-8434
E-mail : yhkim@incheon.ac.kr



이 성 준 (李 晟 準)

1971년 5월 20일생. 2003년 인천대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2004년~현재 동 대학원 박사과정.

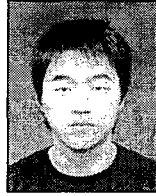
Tel : 032)770-4323
Fax : 032)765-8118
E-mail : ezze@incheon.ac.kr



우 성 민 (禹 成 玟)

1980년 11월 1일생. 2004년 인천전문대학 전기과 졸업. 2004년 학점은행제 전기공학과 졸업. 2006년 인천대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2006년~현재 동 대학원 박사과정.

Tel : 032)770-4323
Fax : 032)765-8118
E-mail : ywoosm@incheon.ac.kr



손 승 기 (孫 承 基)

1981년 12월 18일생. 2006년 인천대학교 전기공학과 졸업. 2006년~현재 동 대학원 석사과정.

Tel : 032)770-4323
Fax : 032)765-8118
E-mail : ssk9989@hanmail.net



김 미 예 (金 美 禮)

1980년 7월 3일생. 2004년 인천대학교 전기공학과 졸업. 2004년~현재 동 대학원 석사과정.

Tel : 032)770-4323
Fax : 032)765-8118
E-mail : gimme-ye@hanmail.net