

건물용 열병합발전 설비의 효과적인 투자를 위한 현 제도의 개선방향 모색에 관한 연구

김정훈* "고민제" 박중성**
* 홍익대학교 전자전기제어공학부
** 홍익대학교 전기제어공학과

A Study on the strategy to investment of Building Cogeneration System

Jung-Hoon Kim* Min-Jea Ko** Jong-Seong Park**

*Dept. of electrical & electrical & control eng.

**Dept of electrical & control eng.

ABSTRACT

The cogeneration system has a advantage of producing electrical and thermal energy simultaneously. therefore, this system is encouragable to the business proprietor and the nation like us which has the problem of limited energy. Presently, there is a few cogeneration system for new city and industrial complex. But the building cogeneration system is dull in application because of legal limitation and poor tax support. In this paper, we simulate economic propriety of the building system under the support which is applied to industrial system. And we simulate the effect of each support item on the economic propriety in aspect of payback period.

1. 서론

열병합발전은 전기와 열을 동시에 생산하여 에너지 이용 효율을 극대화시킬 수 있는 종합에너지 시스템으로 사업자 면에서나 에너지 빈국이라는 국가적인 측면으로 볼 때에도 권장해야 할 시스템이다. 현재 국내에는 여러가지 지원하에 신도시 및 공업단지를 중심으로 대형 열병합발전 시스템이 도입되어 운전 중에 있는데 건물용 소형 열병합발전의 경우 설비 설치시 적용할 수 있는 제도의 장차와 새겨 지원혜택은 거의 없이 도입이 부진한 실정이다.

본 연구에서는 현재 제조업체와 광업 분야의 열병합 발전에 적용되는 지원제도를 건물용 열병합에 적용하여 경제적인 타당성을 검토하였다. 또한, 각 항목별 지원에 대한 회수기간의 영향을 살펴본 이션 해 보았다.

2. 국내 법규와 지원제도

가. 법규사항

건물용 열병합발전 시스템을 설치하는데 있어서 관련된 법규중 열병합설비를 실질적으로 금지하는 조항은 전기사업법 제29조, 32조 및 관련시행조항이며, 또한 최근 지역난방이 확대되는 상황하에서 지역난방지역내 열병합설비를 원칙적으로 금지하는 법규는 집단에너지 사업법 제 6조 이다.

집단에너지 사업법의 경우 집단에너지 지역내에서 열병합설비(매일회수 장치)의 설치를 원칙적으로 금지하고 있다. 현재 건물의 고층화에 따라 에너지의 집중율이 커지고 있으나 매일회수 장치, 증기생산 설비등에 대한 예외 규정도 없는 실정이다.

나. 금융 및 세제지원사항

1) 금융지원사항

열병합 발전설비를 설치하기위한 현재의 금융지원은 주로 석유사업기금과 일부 에너지이용 합리화 기금으로 지원받을 수 있다. 석유사업기금에서 연리 5 - 10% 3년거치 5년상환 조건으로 융자 받을 수 있으며 운전자금으로 소요자금의 70% 이체를 지원받을 수 있다.

지원자금의 내용을 살펴보면 다음과 같다. (현재 건물용으로 분류되어 있는 조항은 없다)

(가) 중소기업기본법 제 2 조의 규정에 의한 중소기업 (집단에너지 공급사업중 수용가의 50% 이상이 중소기업인 경우), 비영리법인 및 사업자가 아닌 개인의 경우 소요자금의 100%이내.

구분		내용
지원		주요 석유사업기금과 일부에너지이용 합리화 기금
용자비율	연구자금	정부의 자의 출연금과 해당소요자금의 100%이내
	실시자금	정부, 지방자치단체, 정부투자(출연기관), 비영리법인 또는 개인의 경우 소요자금의 100%이내 -대기업의 경우 50%이내
	운전자금	소요자금의 70%이내
이자율	연구자금	연리 3%(대여금리 2%)
	실시자금	중소기업 연5%, 대기업 연8%
	운전자금	연리 10%(대여금리 9%)
상환기간	연구자금 및 실시자금	최장 3년 거치 5년 상환
	운전자금	최장 1년 거치 2년 상환

(표 1) 금융지원 사항

(나) 정부, 지방자치단체, 정부투자기관 또는 정부출연기관이 납입자본의 50% 이상을 출자한 사업체 포함)의 경우 소요자금의 100% 이내.

(다) 대기업의 경우 소요자금의 70% 이내.

(라) 위의 (가), (나) 호의 규정에도 불구하고 기술개발 촉진법의 규정에 의하여 보호를 받고있는 국산신기술 제품과 동일한기능을 가진 외국산 기자재를 설치하는 경우에는 소요자금의 70% 이내로 융자한도는 동일사업자에 대한 당해년도 실시자금의 용자는 50억원을 초과할 수 없다. 다만 집단에너지 공급사업을 하고자 하는자에 대하여는 300억원을 한도로 융자할 수 있다.

동일사업자에 대한 당해년도 운전자금의 용자는 실시자금의 상환기금은 최장 1년 거치 2년 분할 상환조건이다.

또한 에너지 이용합리화 시범사업(대규모 지역난방사업 제외)을 하고자하는 자는 이에대한 실시자금(연리6%)의 용자는 연간 20억원을 초과할 수 없다. 다만 연간 20억원 초과분에 대하여는 에너지이용 효율향상사업에 대한 융자금의(연리 10%)를 적용하여 연간 30억원까지 융자할 수 있다.

(표1)은 건물용이 아닌 제조업 및 광업에 열병합발전 시스템 설치시 적용되는 금융지원 사항이다.

2) 세제지원사항

조세감면 규제법에 의거 제조업 또는 광업에 사용되는 열병합 발전설비에 대하여 투자세액 공제 또는 특별상차 방법중 하나를 택하여 세제지원을 받을 수 있다.

(가) 국산 기자재의 경우 투자금액의 10% 와 외국산 기자재의 경우 투자금액의 3%의 법인세 또는 소득세를 감면받을 수 있다.

(나) 법인세법 시행령 제 51조 제 8항에 의거 당해 자산취득 첫년도에 취득가액의 90/100을 감가상각비로 일시에 비용처리할 수 있는 특별감가상각법의 혜택을 받을 수 있다.

구분	내용	
세액공제	조세감면 규제법 제7조	법인세 또는 소득세 공제
	국산 기자재	투자금액의 10%
	외국산 기자재	투자금액의 3%
특별상차	법인세 시행령 제51조(당해자산 취득가액의 90/100)	
에너지 절약 시설투자 준비금제도	조세감면 규제법 제71조	
	(제조업 또는 광업에 사용되는 열병합 발전 설비를 설치한 기업은 재투자를 위한 재원 마련을 위하여 투자금액의 45%까지 에너지 절약시설 투자준비금으로 설정하여 지원받을 수 있다.)	

(표 2) 세제 지원 사항

3. 세제정책 해석모델

가. 비열병합(기준방식)의 경우

비 열병합의 경우는 소비되는 전력을 전력회사에서 전량 구입하며, 필요한 일부하는 보일러를 설치하여 공급받는다. 단, 건물의 에너지원 확보를 위하여 비상발전기를 설치한다. 비열병합인 경우 전력설비와 열기기 설치시 투입되는 초기 투자비와 각 설비의 운전 에 따른 제반 비용으로 총비용을 구하면

총비용 = 투자비 + 운전비 + 고정비
 $TC_{NO} = IC_{NO} + OC_{NO} + FC_{NO}$ (1)
 여기서, TC_{NO} : 총비용

IC_{NO} : 투자비(보일러, 배관선로, 비상발전기 구입 및 설치)
 OC_{NO} : 운전비(연료비, 전기구입비)
 FC_{NO} : 고정비(인건비, 유지비, 재산보험료, 감가상각비)
 IC_{NO} 는 초기 투자비를 나타내며 OC_{NO} 는 설비의 수명을 N 으로 가정했을때 수명기간 동안 발생하는 연간 운전비의 합을 말한다. FC_{NO} 또한 N 년 동안 설비에 투입되는 연간 고정비의 합으로 나타낼 수 있다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$OC_{NO} = \sum_{t=1}^N \frac{OC_{NO, YEAR}}{(1+r)^t}$

$FC_{NO} = \sum_{t=1}^N \frac{FC_{NO, YEAR}}{(1+r)^t}$

r : 할인율
 $OC_{NO, YEAR}$: 당해년도의 운전비
 $FC_{NO, YEAR}$: 당해년도의 고정비
 따라서 총비용은

$TC_{NO} = IC_{NO} + \sum_{t=1}^N \frac{OC_{NO, YEAR}}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^N \frac{FC_{NO, YEAR}}{(1+r)^t}$ (2)

로 나타낼 수 있으며, 각 비용은 등비수열이므로 다음과 같은 관계가 성립한다.

초항 a 공비 r 인 등비수열의 n 항까지의 합(S_n)은
 $S_n = a \cdot \frac{(r^n - 1)}{r - 1}$ 이므로

위의 경우에 초항은 각 비용이며 공비는 $1/(1+r)$ 이므로 수명기간 N 까지의 합을 구하면 다음과 같다.

$COST = \sum_{t=1}^N \frac{COST_{YEAR}}{(1+r)^t} = COST_{YEAR} \cdot \frac{(1+r) - (1+r)^{1-N}}{r}$ (3)

$COST_{YEAR} = OC_{YEAR} + FC_{YEAR}$
 $COST$: 연간 운전비와 고정비의 합
 $COST_{YEAR}$: 당해년도 운전비와 고정비의 합
 따라서 총비용은

$TC_{NO} = IC_{NO} + \sum_{t=1}^N \frac{OC_{NO, YEAR}}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^N \frac{FC_{NO, YEAR}}{(1+r)^t}$
 $= IC_{NO} + COST_{NO, YEAR} \cdot \frac{(1+r) - (1+r)^{1-N}}{r}$ (4)

나. 열병합 발전의 경우

열병합 발전의 경우 용자나 세제 지원을 포함하여 총비용을 계산하였다. 소요되는 총 비용은

$TC_{CO} = IC_{CO} - TB_{CO} + OC_{CO} + FC_{CO} + (RP_{CO} - DF_{CO})$ (5)

IC_{CO} : 열병합 투자비 (열병합설비, 보조 보일러 설치비)
 OC_{CO} : 열병합 운전비 (연료비, 공급저장비)
 FC_{CO} : 인건비, 운전유지비, 재산보험료, 감가상각비
 DF_{CO} : 열병합시설 용자금
 RP_{CO} : 용자금 상환액 현재
 TB_{CO} : 혜택세액

각 항들을 수식으로 정리하면,

$OC_{CO} = \sum_{t=1}^N \frac{OC_{CO, YEAR}}{(1+r)^t}$

$FC_{CO} = \sum_{t=1}^N \frac{FC_{CO, YEAR}}{(1+r)^t}$

$DF_{CO} = \alpha \cdot IC_{CO}$ α : 용자비용

$RP_{CO} = \sum_{t=1}^N \frac{ARP}{(1+r)^t}$

$ARP = DF_{CO}j + DF_{CO} \cdot ir \cdot (j-1)2$

$TB_{CO} = IC_{CO} \cdot x (ir - \beta)$

ir : 상환이자율 r : 할인율
 β : 세제혜택 비율 α : 세율
 N : 수명기간 ARP : 연간상환액
 i : 처지기간 j : 상환기간

$OC_{CO, YEAR}$: 당해년도의 운전비 $FC_{CO, YEAR}$: 당해년도의 고정비
 이에 따라 수식을 정리하면

$TC_{CO} = IC_{CO} + \sum_{t=1}^N \frac{OC_{CO, YEAR}}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^N \frac{FC_{CO, YEAR}}{(1+r)^t}$
 $+ \sum_{t=1}^N \frac{ARP}{(1+r)^t} - \alpha \cdot IC_{CO} + IC_{CO} \cdot x (ir - \beta)$ (6)

위에서 적용한 등비수열의 합을 이용하여 다시 식을 정리하면

$TC_{CO} = (1-\alpha+ir-\beta) \cdot IC_{CO} + COST_{CO, YEAR} \cdot \frac{(1+r) - (1+r)^{1-N}}{r}$
 $+ \frac{ARP}{(1+r)} \cdot \frac{(1+r) - (1+r)^{1-N}}{r}$ (7)

4. 정책변화에 대한 감도해석에 따른 사례연구

본 사례연구 대상은 호텔로 선정하였다. 표준 호텔의 연간 전기와 열의 부하성장은 없는 것으로 가정하였다. 부하의 증감에 따라 제반 비용 여건도 증감되므로 별문제가 없다고 생각된다.

사례연구는 위 수식의 변수인 용자비용, 세제혜택 비율, 처지기간, 상환기간에 따른 총비용을 비열병합인 경우의 총비용과 비교하고 회수기간을 구하는 방법을 취하였다. 회수기간은 기준방식과 열병합발전 방식의 총비용의 차이에 의해 투자비가 회수되는 기간으로 보았다. (부하조사와 비용산정에 관한 내용은 참고문헌(4)를 참조.)

연간 최대전력수요 : 3879kW
 연간 전기소비량 : 20,279,340 kWh
 가스소비량 : 2,617,455 m³
 전력요금 : 하계 76.8 원/kWh
 타계 51.20 원/kWh (최대사용량기준)

가. 열병합 발전

시스템 용량 : 1900 kW
 열병합 투자비 : 1336 백만원
 보조보일러 설치 : 39 백만원
 연료비 : 1370 백만원
 고정비 : 193 백만원 (재산보험료, 인건비, 운전유지비)

나. 기준방식(비 열병합)

투자비 : 321 백만원 (보일러 설치)
 연료비 : 2015 백만원
 고정비 : 115 백만원 (재산보험료, 인건비, 운전유지비)
 시설자금 용자에 대하여 할인율 14%, 상환이자율 8%로 적용하였다.

다. 사례연구 결과

1) 건물용 열병합발전 설비에 대한 지원이 없는 경우

(표3)

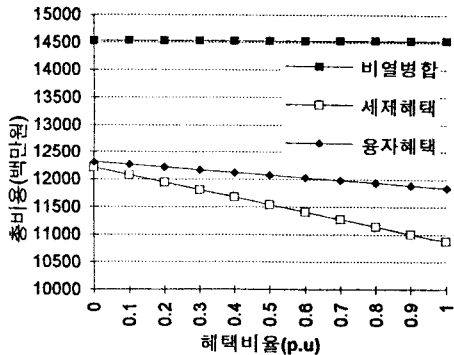
	수명기간 동안의 총 비용 (백만원)
비열병합	14535
열병합	12440
회수기간	6.44년

2) 건물용 설비에 산업용 열병합발전의 지원제도 적용

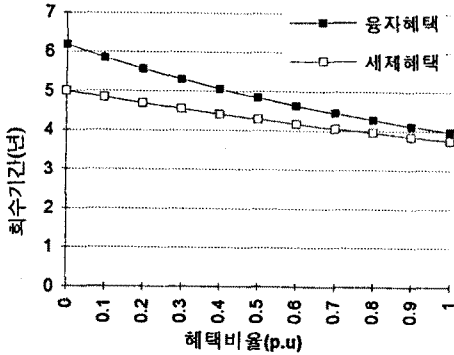
(표4)

	수명기간 동안의 총 비용 (백만원)
비열병합	14535
열병합	11983
회수기간	4.84년

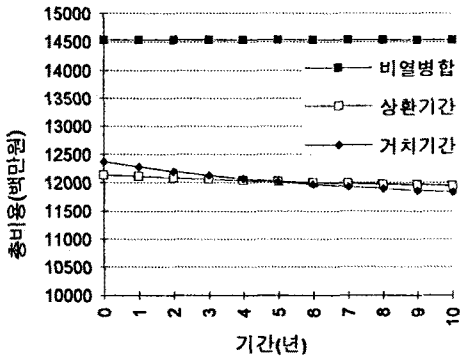
3) 각 지원항목 변화에 따른 총 비용과 회수기간의 변화
 용자비용 50%, 세제혜택은 투자비의 10%, 처지기간 3년, 상환기간 5년으로 고정시키고 각각의 항목값을 변화 시키면서 총비용과 회수기간의 변화를 관찰하였다.



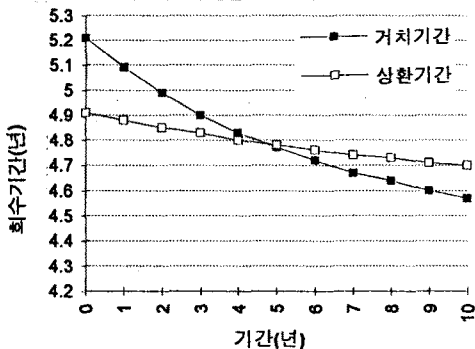
(그림1) 용자비용과 세제혜택비율에 따른 총비용의 변화



(그림2) 용자혜택과 세계혜택비율에 따른 회수기간의 변화
위의 그림에서 나타나듯이 총비용과 회수기간의 감소는 세계혜택에 의하여 더 큰 변화를 보여준다.



(그림3) 거치기간과 상환기간에 따른 총비용의 변화



(그림4) 거치기간과 상환기간에 따른 회수기간의 변화

거치기간과 상환기간에 대해서 총비용은 거의 비슷한 변화를 보였다. 회수기간의 경우 5년 이하에서는 거치기간, 이상에서는 상환기간에 대한 변화가 크게 나타났다. 따라서 거치기간은 5년이하 상환기간은 5년이상으로 하는것이 바람직하다.
각 항목들에 대하여 총비용과 회수기간의 감도를 비교해보면 다음과 같다.

(표5)

항목	총비용의 감도	회수기간의 감도
용자비용(%)	-4.6 백만원/%	-0.022년/%
세계혜택비율(%)	-13.4 백만원/%	-0.0534년/%
거치기간(년)	-47.39백만원/년	-0.059
상환기간(년)	-8.55백만원/년	-0.011

4) 각 항목에 따른 회수기간 비교.
3-5년의 회수기간을 얻기위한 각 지원항목들의 값.

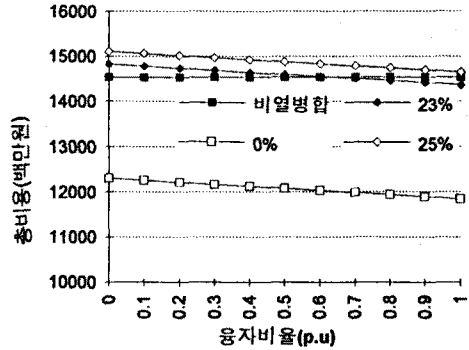
(표6)

지원항목	항목값	회수기간(년)
용자비용(%)	90%	4.12
세계혜택비율(%)	40%	4.41
거치기간(년)	8년	4.64
상환기간(년)	10년	4.78
용자70%, 5년거치10년상환, 세계혜택20%		4.15

5) 열병합발전 운전시 발생하는 제반비용을 고려한 경우 운전비용의 20%정도가 제반비용으로 추가 부담되는 경우 기준의 지원정책 하에서 회수기간이 존재하는 항목값과 회수기간을 계산하면 (표7)과 같다.

(표7)

지원항목	항목값	회수기간(년)
용자비용(%)	34%	13.6
세계혜택비율(%)	0.04%	11.83
거치기간(년)	4년	11.35
상환기간(년)	2년	11.46



(그림5) 열병합 제반비용 고려에 따른 총비용의 변화

(그림5)는 제반비용 비율에 따른 총비용의 변화를 보여준다. 운전비에 대한 비율에 따라 비용의 폭선이 다르게 나타나므로 경제성도 달라지게 된다. 비 열병합과 겹치는 부분에서 최초로 회수기간이 나타나게된다.

5. 결론

현재 국내에서 열병합발전 시스템을 구입, 설치하는데 있어 적용법규와 새제지원 현황은 선진국에 비해 체계적인 구조를 갖추고 있지 못하다. 본 연구에서는 제조업 및 판매업에 적용되는 지원정책을 건물용 열병합발전 시스템에 적용시켜 타당성을 검토해 보았다. 분석한 결과를 요약해보면 다음과 같다.

가) 건물용 열병합 시스템에 산업 및 판매용 시스템의 지원제도를 적용한 결과 회수기간이 6.44년에서 4.84년으로 감소하였다.

나) 각 항목의 지원을 증가시켰을때 열병합발전의 총비용과 회수기간이 감소하였다. 이때 거치기간,상환기간 변화에 따른 변화율보다 용자비용과 세계혜택비율에 대한 변화율이 더 크게 나타났다.

다) 3-5년의 바람직한 회수기간을 가지기위한 각 지원항목들의 값을 찾아보았다. 여기서 우리는 실질적인 열병합발전의 장려를 위한 지원제도에 대한 어느정도의 해답을 얻을 수 있다.

라) 열병합 발전의 운전비용에 연료비 외에 제반 비용들을 포함한 경우 회수기간이 나타내게되는 최소의 지원 항목값을 구해보았다. 열병합발전을 권장하는 경우 최소한 표에 나타난 값들 이상을 보장해 주어야 한다.

또한 이러한 비용들은 열병합 운전에 따른 부가비용을 얼마나 고려하느냐에 따라 달라질 수 있으므로 정확한 운전비 수리보형의 확립이 필요하다.

참고 문헌

- [1] S. David Hu, "Cogeneration", Reston Publishing Company, Inc. A Prentice Hall Co., Virginia 1985.
- [2] Dillip R. Limaye "Planning Cogeneration Systems", 1985.
- [3] Butler, "COGENERATION", MCGRAW HILL
- [4] 에너지 경제연구원, "건물 열병합발전 보급방안 연구", 1991.
- [5] 상공자청부, "소형 열병합발전 시스템 개발 및 보급방안 기획연구" 1993.6
- [6] 한국기술자문본부, "열병합 발전기술 특별 세미나" 1992.1
- [7] 한국기공사, "천연가스 이용 빌딩 열병합발전 기술개발 기초연구", 1991.12.
- [8] 노동성, "건물 열병합발전 보급방안 연구", 1993. 12.
- [9] 상공자청부 "소형 열병합 발전시스템 최적화 연구에 관한 중간보고서" 1994. 9
- [10] 최중기, 최석선, 김정훈, 이봉은 "다가 발전기를 채용한 건물용 열병합 시스템에서 최적규모 선정을 위한 확률적 최적화모형" 대한 전기학회 하계학술대회 논문집, 1994. 7.
- [11] 고민재, 박종성, 김정훈 "국내 건물용 소형 열병합발전 시스템의 현황 및 향후 전망" 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 1994.7