

교육시설의 냉난방시스템 개선을 위한 ESCO 사업 타당성 평가

글 / 한국에너지기술연구원 책임연구원 박효순

1. 서론

최근 대학 캠퍼스에서는 기후 및 환경변화에 따른 냉·난방시설 및 쾌적 온열환경에 대한 요구가 증가하고 있으며 건물 및 설비 노후화에 따른 운전관리비는 교육예산을 증대시키고 있다. 대부분의 대학교 상당수가 1970년대 이전에 지어진 노후화 된 건물로 쾌적한 교육환경을 제공하지 못할 뿐 아니라 에너지 효율을 떨어뜨리고 운전관리비를 증대하는 원인이 되고 있다. 따라서 최적의 에너지절약 시스템 구축과 교육환경 개선 및 유지관리의 편리성 확보가 필요하다.

특히 국가산업경제의 발달과 이에 따른 생활수준의 향상, 그리고 주변 환경의 변화로 대학건물에도 급격한 에너지소비 증가가 예상되며, 아울러 쾌적한 교육환경 개선에 대한 관심이 높아지고 있는 상황에서 에너지절약과 환경개선 문제에 대한 합리적인 개선방안을 마련하기 위한 관련 연구수행이 시급한 실정이다. 그리고 최근에는 교육시설에 흡수식 냉온수기 및 빙축열을 이용한 중앙냉난방 방식에서 히트펌프 방식의 시스템에어컨 등 개별 냉·난방시스템 및 통합제어방식으로 변화하고 있는 추세이므로 대학교의 기존 건축물에 적합한 최적 냉·난방시스템을 도출하고 경제성 등 관련사항을 분석하여 합리적으로 에너지설비체계를 구축하는 것이 필요하다.

본고에서는 서울시에 소재한 대학교 한 곳(이하 S대학교)을 선정하여 캠퍼스의 기존 시설에 대한 실질적 문제점을 찾아내고 적합한 냉·난방시스템을 선정하여 경제성분석을 통해 ESCO사업의 타당성을 평가함으로써 교육환경개선과 증가하는 에너지비용 사이에서 합리적인 대안을 제시하고자 한다.

1.1 연구내용 및 범위

본고는 S대학교의 기존 냉·난방시스템과 시설현황 조사를 통해 문제점을 분석하고 기존 냉·난방시스템에 대한 대체방안을 도출하고자 하였다. 적용 가능한 냉·난방시스템의 에너지소비량 및 운영비 비교분석과 경제성 등 관련사항 분석을 통해 적합한 시스템을 제시하고, ESCO사업의 타당성분석을 통해 합리적인 사업방안을 제시하고자 하였다.

연구의 범위는 S대학교 캠퍼스 전체 36개 건물 중 노후화된 건물 28개동을 1차 연구대상으로 선정하고, 이 중 특히 냉·난방시스템 개선이 시급한 12개 건물을 구분하여 사업비 분석을 수행하였다.

2. 냉난방시설 현황 및 문제점 분석

2.1 연구대상건물의 냉난방시설현황

연구대상 28개 건물 중 파워플랜트에서 생산된 증기는 공동구를 통하여 17개 건물에 공급되고 있으며, 건물 내부에 설치된 주철제 방열기에 증기를 공급받아 간헐난방을 실시하고 있다.



[그림 3-1] 파워플랜트 내 증기보일러



[그림 3-2] 서울산업대학교 캠퍼스 내 공동구 내부

증기방열기를 이용하여 난방을 하는 건물은 102,346㎡로서 연구대상 건물의 약 60.7%에 해당하며 시설관리자에 의해 외기온도를 고려하여 간헐적으로 난방을 실시하고 있다.

아래 <표 2-1>는 연구대상 건물 28동의 난방시설 현황을 나타내고 있다.

| 구분 | 중앙냉방방식 | | | 계 |
|--------|---------|--------|--------|---------|
| | 파워플랜트 | 단독 보일러 | 냉온수기 | |
| 건물수 | 17 | 7 | 4 | 28 |
| 연면적(㎡) | 102,346 | 18,823 | 26,470 | 147,639 |
| 비율(동수) | 60.7% | 25.0% | 14.3% | 100% |

[표 2-1] 연구대상건물 난방시설 현황

냉방시설 현황을 살펴보면, 연구대상 각 건물의 기계실에 흡수식 냉온수기를 설치하여 냉방하거나 개별식 냉방기를 설치하여 여름철 냉방을 실시하고 있다. <표 2-2>에서 보는 바와 같이 중앙냉방 방식은 14.3%이며, 연구대상 건물의 85.7%에 개별 냉방기가 설치되어 있는 것으로 집계되었으나 중앙 냉방 건물도 냉온수기의 노후, 사용의 불편함 등으로 개별 냉방기가 다수 설치되어 있는 것으로 조사되었다.

아래 표는 연구대상 건물 28동의 냉방시설 현황을 나타내고 있다.

| 구분 | 중앙난방 | | 개별난방 | 계 |
|--------|------|--------|---------|---------|
| | 냉동기 | 냉온수기 | 냉방기 | |
| 건물수 | - | 4 | 24 | 28 |
| 연면적(㎡) | - | 26,470 | 121,169 | 147,639 |
| 비율(동수) | - | 14.3% | 85.7% | 100% |

[표 2-2] 연구대상건물 냉방시설 현황

중앙집중식 냉방은 건물 전체에 걸쳐서 냉방을 실시하게 되므로 실별 냉방 불균형 및 열운반 경로에서의 열손실이 발생되며, 소수 야간 재실자의 냉방요구에 적절히 대응하기가 어렵다.

2.2 냉난방시설의 문제점

(1) 기존 시설의 노후화

S대학교 캠퍼스 조성 초기에 건설된 건물 중 30년 이상 경과된 건물이 36.1%, 20년이상 경과된 건물이 약 44.5%로 나타났다. 이와 같이 경과 연수가 큰 건물들은 건물외피, 구조물 등 건축부문이 낡은 것은 물론, 냉난방을 위한 보일러, 배관 등 기계설비부문의 노후화가 심각한 실정이다. S대학교 캠퍼스에서는 2개소의 파워플랜트에서 증기를 생산하여 각 건물에 증기를 공급하고 있다.

이는 1980~2001년대에 지어진 것으로 파워플랜트 설비뿐만 아니라 열원배관도 원래의 상태대로 사용할 수 있는 기간인 내구연한이 초과한 설비가 대다수이며 노후가 심하고 효율도 낮아 이에 따른 에너지비용이 증가하고 있다.

(2) 중앙공급 방식의 문제점

S대학교 캠퍼스 중앙공급 방식은 자동제어가 미비한 관계로 시설관리자에 의해 외기온도에 따라 하루 수차례 간헐적으로 난방을 실시하고 있다. 간헐난방은 실내온도의 제어가 용이하지 않아 재실자에게 쾌적한 환경을 제공하지 못할 뿐만 아니라 그로 인하여 많은 에너지손실이 발생하고 있다. 또한 중앙공급 방식은 예열부하가 크고 난방 시 일시적인 과다 난방으로 에너지의 손실을 초래하고 있으며 파워플랜트에서 상대적으로 거리가 먼 건물에 열원 공급 불균형 현상이 발생된다.

3. 냉·난방시스템 적용방안

3.1 해석 건물의 개요

S대학교 건물의 냉·난방시스템에 대한 유형별 에너지소비 특성 및 경제성을 평가하기 위해서 대표 건물을 선정하여 시스템 시뮬레이션에 의한 에너지소비량 예측 및 경제성해석을 수행하였다. 대상 건축물은 건축면적 4,799 m², 연면적 9,238 m²인 지하 1층 지상 3층으로서 남향이며, 구조는 조적조 구조이고 외벽 두께는 400 mm, 벽체의 열관류율은 2.07 W/m²·°C이다. 건물의 부하특성 및 에너지소비량 해석은 Visual DOE4.0 프로그램을 사용하였다.

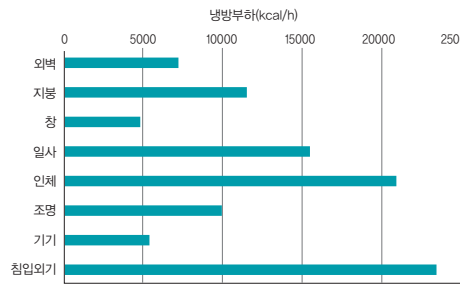
3.2 실내설정조건 및 건물부하특성

〈표 3-1〉은 실내 냉·난방 온도 및 내부 발열부하 조건으로 학생들이 이용하는 강의실 및 실험실 등은 방학기간 중 스케줄은 휴일(토, 일요일, 공휴일) 조건으로 스케줄을 설정하였다.

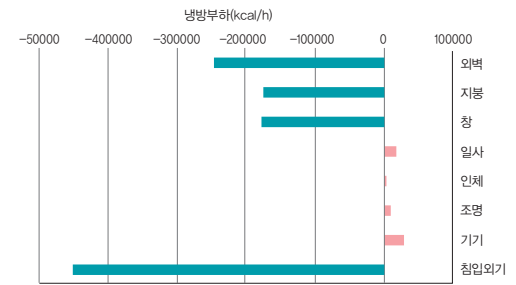
| 구분 | 일반강의실 및 실험실 | 연구실 및 사무실 |
|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 난방설정온도 | 20°C | 20°C |
| 냉방설정온도 | 26°C | 26°C |
| 조명부하 | 20.0W/m ² | 20.0W/m ² |
| 기기부하 | 5.0W/m ² | 20.0W/m ² |
| 인체발열부하 | 산업대 제시자료 사용(1.5m ² /인) | 산업대 제시자료 사용(5.0m ² /인) |

[표 3-1] 냉난방 온도 및 내부발열 부하의 설정

[그림 3-1]와 [그림 3-2]는 월별 건물의 냉방부하 및 난방부하를 나타낸 것으로 난방부하의 경우 1월 달에 최대치가 나타나고 있으면 냉방부하의 경우 7월이 가장 크며 8월, 9월의 순으로 큰 값을 나타내고 있다.



[그림 3-1] 부하요소별 냉방부하 특성



[그림 3-2] 부하요소별 난방부하 특성

3.3 유형별 냉·난방시스템 에너지소비량 및 경제성 분석

아래 〈표 3-2〉는 냉·난방기기의 성적계수를 나타낸 것으로서 냉·난방 사이클의 성적계수(COP)가 높을수록 소비전력의 절감과 효율향상을 기대할 수 있다.

냉·난방시스템 에너지소비량 산정에서는 4월, 5월 및 10월은 비공조기간으로 설정하였으며 냉·난방 시스템에 따른 에너지소비량 결과는 〈표 3-3〉과 같다.

| 구분 | 흡수식냉온수기 | | 가스히트펌프(GHP) | 시스템에어컨(EHP) |
|----|------------|------------------|-------------|-------------|
| | 성능계수 (COP) | 냉방 1.1 난방 0.9 | 1.2 1.4 | 3.9 4.4 |

[표 3-2] 냉난방기의 성능계수

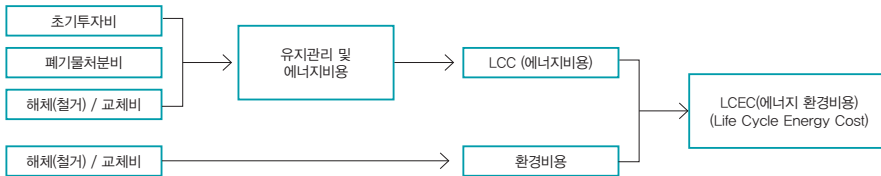
| 월 | 냉방에너지(Mcal) | | | 난방에너지(Mcal) | | |
|-----|-------------|---------|---------|-------------|---------|---------|
| | 시스템 에어컨 | 가스 히트펌프 | 흡수식냉온수기 | 시스템 에어컨 | 가스 히트펌프 | 흡수식냉온수기 |
| 1월 | - | - | - | 25,411 | 56,484 | 128,093 |
| 2월 | - | - | - | 18,608 | 42,690 | 73,872 |
| 3월 | - | - | - | 15,764 | 32,724 | 46,232 |
| 4월 | - | - | - | - | - | - |
| 5월 | - | - | - | - | - | - |
| 6월 | 12,224 | 22,655 | 62,793 | - | - | - |
| 7월 | 11,752 | 22,034 | 65,373 | - | - | - |
| 8월 | 12,785 | 23,866 | 71,441 | - | - | - |
| 9월 | 14,234 | 29,610 | 90,326 | - | - | - |
| 10월 | - | - | - | - | - | - |
| 11월 | - | - | - | 14,924 | 29,930 | 43,377 |
| 12월 | - | - | - | 19,629 | 44,754 | 74,964 |
| 합계 | 50,994 | 98,165 | 289,932 | 94,336 | 206,583 | 366,537 |
| 비율 | 1 | 1.93 | 5.69 | 1 | 2.19 | 3.89 |

[표 3-3] 냉난방시스템에 따른 에너지 소비량 예측

3.4 냉·난방시스템별 환경비용 분석

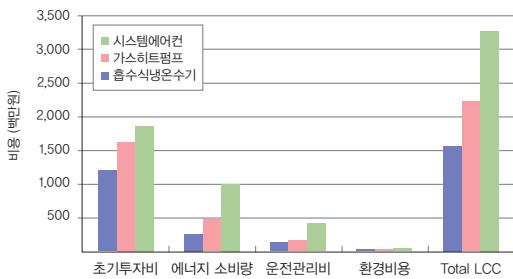
[그림 3-2]과 같이 각 공조 방식별로 시설물의 초기투자비, 에너지비용, 유지관리비, 그리고 최종적인 처분비용 및 환경비용 등을 이용하여 대상건물에 대한 에너지가 효율적이고 경제적이면서 환경친화적인 대안(최소 생애총에너지비용을 갖는 안)을 선정하였다.

에너지 소모량 계산은 Visual DOE4.0을 이용하였으며, [그림 3-3]은 15년간의 LCC 분석 결과를 각 항목별 냉·난방시스템에 따라 시스템에어컨을 1로 하였을 때 상대적인 비율을 나타낸 것이고 생애주기비용 분석은 BLCC(Ver 5.1) 프로그램을 이용하였다.

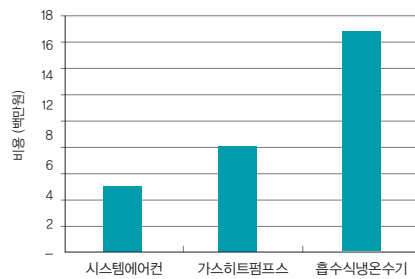


[그림 3-2] LCC 분석 흐름도

냉방에너지의 경우 가스히트펌프와 흡수식 냉온수기는 시스템에어컨에 비해 냉방에너지는 각각 1.93배와 5.69배, 난방에너지는 2.19배와 3.89배로 계산되어 에너지소비량에서 시스템에어컨이 유리한 특성을 보이고 있다.



[그림 3-3] 항목별 LCC(15년)



[그림 3-4] 냉난방 시스템에 따른 환경비용

4. 최적 냉·난방시스템의 경제성 분석

4.1 냉·난방시설의 에너지 절감량 분석

(1) 운전비용 산정기준

냉·난방기의 운전부하는 계절에 따라 운전부하가 변동하므로 냉방의 경우 평년 최고기온과 난방의 경우 평년 최저기온(서울지역 기준)자료를 토대로 월별 부하율을 <표 4-1> 과 같이 작성하였다.

| 구분 | 냉방기간 | | | | 난방기간 | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 6 | 7 | 8 | 9 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| 평년 최고기온(°C) | 26.9 | 28.8 | 29.5 | 25.6 | | | | | |
| 평년 최저기온(°C) | | | | | 2.9 | -3.4 | -6.1 | -4.1 | 1.1 |
| 부하율 | 0.37 | 0.73 | 0.85 | 0.20 | 0.30 | 0.69 | 0.85 | 0.73 | 0.41 |
| 평균부하율 | 0.54 | | | | 0.60 | | | | |

[표 4-1] 냉·난방 부하율 (서울지역 기준)

사업비분석대상 12개 건물의 전기사용량을 산정하기 위하여 제1 파워플랜트와 제2 파워플랜트에서 공급된 전력량을 전체건물의 연면적으로 나누어 사업비분석대상 건물의 전력량을 산정하였고, 월별 냉·난방기 전기사용 변화추이를 살펴보기 위하여 최근 2개년도 평균 소비전력량으로부터 추정소비 전력량을 구하였다.

(2) 운전시간 및 에너지 비용

전력사용량과 운전시간은 냉방기의 경우 냉방기 전기용량을 조사하여 예측하였으며, 시스템에어컨 설계도면을 작성하여 개선 후 전력 사용량을 계산하였다. 그러나 난방기의 경우 소비전력은 조사하였으나 운전시간을 추정할 수 없었다. 이용자의 주간 재실시간은 8시간 이상으로 예측하여 1주당 재실시간을 40시간으로 가정하고 냉·난방기기의 운전시간을 정하였다.

개선 전, 후의 냉·난방기 운전시간 및 기간별 전력용량을 정리한 내용을 바탕으로 시스템에어컨 설치 전·후의 전력사용량 및 절감액을 분석한 결과는 아래 <표 4-2> 와 같다.

| 구분 기간 | 개선 전 | | 개선 후 | | 증감량 (MWh) | 증감액 (천원) | |
|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|--------|
| | 사용량(MWh) | 사용금액(천원) | 사용량(MWh) | 사용금액(천원) | | | |
| 냉방기간 | 6월 | 11 | 777 | 52 | 3,696 | 41 | 2,919 |
| | 7월 | 22 | 2,222 | 103 | 10,433 | 81 | 8,211 |
| | 8월 | 18 | 1,813 | 120 | 12,111 | 102 | 10,298 |
| | 9월 | 40 | 2,868 | 28 | 2,029 | -12 | -839 |
| | 소계 | 91 | 7,679 | 304 | 28,269 | 213 | 20,590 |
| 난방기간 | 11월 | 32 | 2,387 | 42 | 3,167 | 10 | 780 |
| | 12월 | 85 | 6,783 | 98 | 7,791 | 13 | 1,008 |
| | 1월 | 55 | 4,142 | 120 | 9,057 | 65 | 4,915 |
| | 2월 | 87 | 6,656 | 103 | 7,902 | 16 | 1,246 |
| | 3월 | 33 | 2,439 | 58 | 4,287 | 25 | 1,848 |
| | 소계 | 292 | 22,406 | 422 | 32,204 | 130 | 9,798 |
| | 합 계 | 383 | 30,085 | 726 | 60,473 | 343 | 30,388 |

*1) 운전시간 : 40시간/주 * 4주 * 부하율, 2) 전기요금 : 2009. 7. 기준 교육용 고압A (사용요금=기본요금+전력요금)

[표 4-2] 시스템에어컨 설치 전·후 전력사용량 및 증감액

이상과 같은 결과에서 볼 때, 겨울철 파워플랜트 가동 시에도 전력사용량이 많은 이유는 난방용 보조전열 기구를 많이 사용하는 것으로 예측할 수 있으며, 새로운 냉·난방시스템을 적용하여도 전기 사용량의 증가가 적어 기존 전기설비의 용량 증설 없이도 사용 가능할 것으로 조사되었다. 시스템 에어컨(EHP)의 경우 상대적으로 저렴한 교육용 전기를 열원으로 사용함에 따라 운전비 감소에 따른 경제성이 양호하다.

(3) 운영비 절감액 산정

본 연구에서는 현장 특성을 반영하여 유지관리비에 대해서만 2009년 시설비 집행현황 중 사업비 분석 대상건물의 연면적 비율 분을 감안하여 산정하였다.

| 종 별 | 기 계 | 전 기 | 합 계 |
|----------|------------|-----------|------------|
| 인원 수 | 5 인 | 4 인 | 9 인 |
| 평균인건비 | 70,000 천원 | 70,000 천원 | 70,000 천원 |
| 절감예상 적용수 | 4 인 | - | 4인 |
| 절감인건비 | 280,000 천원 | - | 280,000 천원 |

[표 4-3] 2009년 시설운영 인건비 산정

유지보수비는 시설대체비와 유지관리비를 포함하는 금액으로 시설대체비는 운영시설 및 설비에 대한 대체비용이며, 유지관리비는 시설을 유지, 관리, 보수하는데 소요되는 비용으로 건물 내외부 도장 및 수리비, 전기·소방·통신·통신·승강시설비, 급배수설비, 가스설비, 위생기구설비, 환기설비, 냉난방설비 수리비용 등을 포함한다. 시설대체비는 해당 시설 및 설비의 내용연수와 대체비용을 고려하여 산정하여야 하나, 본 연구에서는 2009년 시설비 집행현황 중 사업비분석 대상건물의 관련성을 참고하여 산정하였다.

| 번호 | 공 사 명 | 금 액 (천원) | 비 고 |
|----|-------|----------|-------------------------------------|
| 1 | 유지관리비 | 537,370 | 2009년 시설보수비용 1,716,836천원 중 31.3% 반영 |
| 2 | 시설대체비 | - | |
| 합계 | | 537,370 | |

[표 4-4] 유지보수비 절감액 산정

(4) 에너지 및 운영비 절감액

| 에너지 종류 | 구 분 | 사용금액(천원) | | 연간 절감금액 (천원) | 비고 |
|--------|-------|----------|--------|--------------|------|
| | | 개선 전 | 개선 후 | | |
| 도시가스 | | 236,282 | - | 236,282 | |
| 전기 | | 30,085 | 94,938 | -64,853 | |
| 운영비 | 인건비 | | - | | 전기제외 |
| | 유지보수비 | 537,370 | - | 537,370 | * |
| 합계 | | 803,737 | 94,938 | 708,799 | |

[표 4-5] 에너지 및 운영비 절감액

S대학교 공동구 지역 내 12개 건물에서 도시가스(LNG)를 열원으로 파워플랜트 및 건물에 설치된 보일러를 가동하여 난방을 실시하고 있으나, 시스템에어컨으로 변경하여 냉방 및 난방을 할 경우 도

시가스 335,195 m³에 해당하는 금액 236,282 천원은 모두 절감할 수 있으며, 하절기 및 동절기 시스템에어컨 가동으로 인한 전력사용 추가비용은 64,853천원으로 분석되었다.

4.2 시설개선 사업비 분석

사업비 분석은 순수한 시스템설치비 이외의 부대공사 등을 포함하였으나 개개 건물마다의 사정이 다른 요소들을 반영하기에는 기기의 설치 위치나 구조 등 복합적 변수들이 많아 현장에서 공사집행을 위한 실제 공사비와는 다소간의 차이가 있을 수 있음을 밝혀둔다. 사업대상건물의 사업범위는 <표 4-6>와 같다.

| 구분 | 사업범위 | 비고 |
|--------|--|----|
| 냉난방기설치 | 1) 고효율 시스템 냉난방기 설치, 2) 냉매배관 및 드레인 배관, 3) 실내기 및 실외기 설치, 실외기 방진가대 설치 | |
| 전기공사 | 1) 고압 수배전반 설치, 2) 실내기 배선, 간선 및 분전함 교체 | |
| 자동제어공사 | 1) 건물별, 군별 통합제어시스템 구축, 2) 자동제어 배관 배선공사 | |
| 기타공사 | 1) 배관스리브 설치, 천장해체 및 복구, 2) 장비기초 및 방수보수, 3) 방열기 및 배관철거, 냉방기철거 | |

[표 4-6] 사업대상 건물의 사업범위

사업비 분석대상 12개 건물의 냉·난방설비시스템에 대해 추정사업비를 <표4-7>과 같이 산출되었다.

| 구분 | 사업금액(천원) | 구분 | 사업금액(천원) |
|--------|-----------|--------|-----------|
| 냉난방기설치 | 6,735,850 | 자동제어공사 | 762,613 |
| 전기공사 | 867,603 | 기타공사 | 702,904 |
| | | 합계 | 9,068,000 |

<표4-7> 항목별 추정사업비

총공사비의 계산은 회계예규의 “원가계산에 의한 예정가격 작성 준칙”을 적용하였으며 낙찰율(85%)을 적용한 최종 추정공사비는 약 77억원(부가가치세 제외)으로 산출되었다.

4.3 사업비 회수기간 및 사업방안(ESCO)

국내·외적으로 에너지절약과 친환경을 고려한 냉·난방기의 보급이 확산되고 있는 추세이며, 히트펌프형 시스템에어컨을 S대학교 12개 건물에 적용하였을 경우 운전비 및 고정비를 고려한 경제성을 분석하였다. 아래 <표 4-8>은 총사업비 및 절감액에 따른 경제성을 분석한 결과로, 투자비 회수 기간은 10.9(년)으로 분석되었다.

| 구분 | 내용 | 비고 |
|------------------|--------------|--------------|
| 총사업비 | 7,707,800 천원 | |
| 연간 에너지, 운영비 절감금액 | 708,799 천원 | |
| 투자비 회수기간(경제성) | 10.9 년 | 총사업비/에너지절감효과 |

주) 금액은 부가가치세 별도

<표4-8> 분석결과 및 사업비 회수기간

S대학교 12개 건물의 냉·난방설비 개수에 소요되는 비용은 우선 대학 자체적으로 예산을 확보하여 연차적으로 개선하는 방안을 검토 할 수 있겠으나, 많은 예산을 단기간에 확보하기 어려울 경우에는 정부에서 에너지 저소비형 경제·사회구조로의 전환을 촉진하고 민간에 에너지절약 확산을 유도하기 위해 1992년부터 도입 시행하고 있는 에너지절약사업(ESCO) 정책자금을 활용하여 교육환경을 조기에 개선할 수 있을 것이다. 이는 사업편익을 조기에 향유하면서 재정부담은 장기적으로 분산시킬 수 있으므로 대학의 재정운영 효율성을 높일 수 있으며, 물가 상승 등을 감안한 사업비 절감 측면에서도 매우 유리한 방안이라 할 수 있다.

| 구분 | 방안 | 내용 | 비고 |
|-----|----------------------|----------------------------------|--|
| 제1안 | ·에너지절약사업 (ESCO) | 정부의 저금리 에너지절약 정책자금을 활용하여 단기간에 개선 | ·단기간에 환경개선 완료 (1년 이내) ·노후시설 개수비 절감 ·탄소배출 저감 및 에너지 절약 |
| 제2안 | ·일반회계 ·기성회계, 발전기금 | 대학 자체적으로 예산을 확보하여 연차적으로 개선 | ·개선에 장기간 소요 ·노후시설 개선비 계속 투자 필요 ·탄소배출 및 에너지사용 증가 |

〈표4-9〉 시설 개선 사업방안

5. 결론

본 연구에서는 S대학교의 기존 냉·난방설비 현황 및 문제점을 조사·분석하였으며, 이를 토대로 적용 가능한 냉·난방시스템을 선정하고, 선정된 대안에 대하여 에너지소비량 산출 등 에너지절약효과를 분석하였고 추정사업비 및 절감금액 등 경제성을 검토하였다.

연구결과는 다음과 같다.

(1) 적용 가능한 냉·난방시스템 3가지, 즉 시스템에어컨(EHP), 가스히트펌프(GHP), 흡수식냉온수기를 비교·분석한 결과, 에너지소비량이 시스템에어컨(EHP) 방식을 1.0으로 기준 할 때, 가스히트펌프(GHP)방식은 2.1, 흡수식냉온수기방식은 4.52 로 분석된 바, 시스템에어컨(EHP) 방식을 적용할 경우 에너지절감효과가 클 것으로 기대된다.

(2) 투자비 회수기간이 10.9년으로 에스코사업으로써 타당성은 다소 미흡하나 캠퍼스 교육환경개선 측면에서 예산을 확보하여 환경개선이 시급한 건물을 선별하되 단계적으로 대학의 여러 상황 및 여건을 고려하여 시행여부를 판단하여야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. "학교 건물의 환경개선을 위한 냉난방시스템 연구", 한국에너지기술연구소, 1998. 09
2. "학교건물의 최적냉난방설비시스템 선정 방안 연구", 박효순외 2명, 한국교육시설학회, 1999. 09
3. "학교건물의 에너지절약형 냉난방시스템 모델 개발", 윤용진 외 4명, 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집, 2001. 07
4. "LCC분석절차 및 기법에 관한 업무요령", 건설교통부, 2002. 03
5. "학교건물의 천장형 인버터냉·난방기난방성능실증 및 평가연구", 한국에너지기술연구원, 2002. 05
6. "소규모 사무소건물의 인버터 냉·난방설비시스템을 이용한 Remodeling기법 연구", 한국에너지기술연구원, 2002. 11
7. "에너지총설 (하)" 한국에너지정보센터, 2003
8. "Building Energy Conservation dena's activities", Felicitas Kraus, Kemco-dena Seminar on ESCO and Building Energy, 2005. 07