

# 에너지 절약 개수와 ESCO사업



백 용 규

•출전 : 일본 공기조화 위생공학 제 74권 7호 pp.43-49  
 •高瀬知章(三凌地所(株))  
 •키노트 : 에너지절약(Energy Conservation), 개수(Improvement), 리뉴얼(Renewal), ESCO(Energy Service Company), 성능검증(Commissioning)

## 머리말

세계적으로 환경보전에 대한 관심이 높아져, 환경부하 절감을 위하여 만들어진 기업이 증가하고 있다. 건물에 있어서도 앞으로는 개보수(Renewal)를 통하여 에너지절약과 건물의 수명을 늘리는 것을 피하면서 지구환경을 배려하는 경향이 강해질 것이라 생각된다.

요즘, 건물성능의 그레이드-업과 용도변경 또는 열화개수를 목적으로 한 개보수가 많이 있지만, 에너지 절약 개수를 주목적으로 한 것은 거의 보여지지 않고 있다. 그 이유는 건물주의 입장에서 보면 건물의 운영비용 절감이라는 면에서는 매력적이지만 개수비용이 증가된다고 느끼는 것, 또 에너지 절약 개수를 제안하는 측면에서도, 현재 설비의 성능검증·에너지절약 진단 기술이 충분치 않다는 것이 마음에 걸리게 된다.

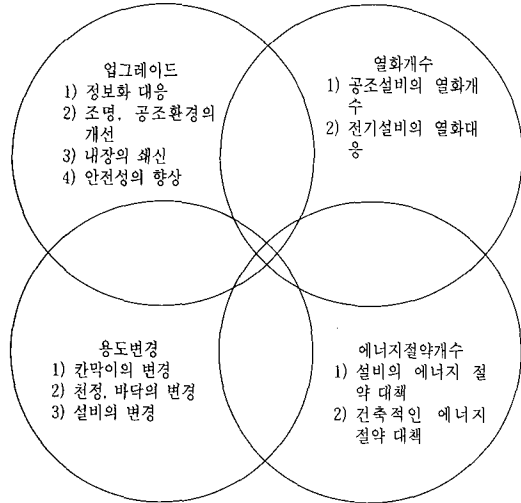
## 개보수에서의 에너지 절약 방안

일정 이상의 에너지를 소비하는 건물은 에너지 관리 지정공장으로 지정되어, 설비의 관리, 계측·기록, 보수, 점검에 관한 여러 대책을 철저히 하는 것이 의무 사항이다. 또, 에너지 절약 효과가 높은 각종 설비의 도입을 검토하는 등의

목표가 설정된다. 특히, 일정 규모이상의 건물의 개보수에서는 이러한 규정과 목표를 배려한 계획이 필요하다.

〈표 1〉 에너지 절약 개수·개선 수법에 관한 연구

건축에 관한 것	1)외벽·지붕의 단열성능 향상 2) 창호의 단열성능 향상 3) 창호의 일사 차폐 성능의 향상 4)통풍성능의 향상 5)채광성능의 향상
공조열원설비에 관한 것	1)열원용량의 제어 2)열원운전제어의 제어 3)열원설비의 고효율화 4)열회수방식의 채용 5)축열시스템의 도입 6)자연에너지의 이용 7)열병합발전시설의 도입
2차측 공조설비에 관한 것	1)변풍량방식의 채용 2)변유량방식의 채용 3)저부하팬·펌프의 채용 4)저부하팬·펌프의 능력 제어 5)외기량 제어의 도입
환기설비에 관한 것	1)환기풍량의 제어 2)국소환기방식의 제어 3)변풍량시스템의 도입
전기설비에 관한 것	1)조도의 제어 2)에너지절약형 조명기구의 도입 3)점멸제어의 도입(센서 제어 등) 4)태양광 발전 시스템의 도입

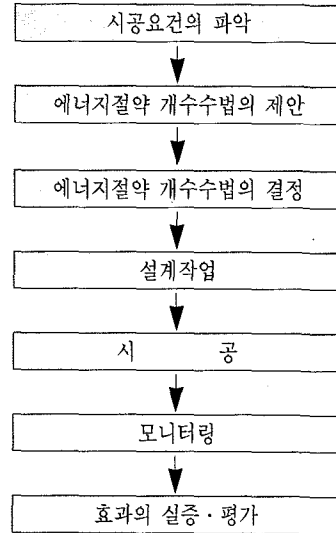


〈그림 1〉 설비개수에 따른 개보수의 동기

개보수에서는 신축건물과 비교하여 채용될 수 있는 설비·시스템의 제약이 크며, 단기간에 초기 투자비를 회수하기 어려운 경우가 많기 때문에, 에너지 절약을 주목적으로 개보수를 하는 경우는 그다지 많지 않다. 설비 개수에 따른 개보수의 이유를 〈그림 1〉에 나타낸다. 최근에는 FM에 대한 관심이 높아져 정보화 대응에 따른 업무효율화를 꾀하는 업그레이드 개수가 많다. 또한 기업내의 조직 개혁과 변경에 따른 용도변경도 많다. 업그레이드와 용도변경, 열화개수를 실시하는 때, 설비의 개수를 같이 하는 경우 설비의 에너지 절약화도 병행하여 실시하는 경우가 많다.

〈표 1〉에 일반적인 에너지절약 개수수법의 예를 나타내었다. 이러한 수법은 건물신축시에 검토된 수법과 마찬가지로, 제약조건이 많다는 점과, 건축주가 보다 초기투자비에 민감하게 되는 경향이 크기 때문에, 1년 또는 2 - 3년 안에 투자 회수될 수 있는 대책 이외에는 채용되지 않는 경우가 많다.

또한, 건물의 운영단계에서는, 본래의 기기·시스템의 성능이 발휘되지 않기도 하고, 부적절한 운전에 의해 에너지 낭비가 매우 많은 것 등이



기본계획	에너지절약 개수수법의 개요설명 에너지절약 개수수법의 검토	에너지절약체크리스트 간이평가(설문 및 도면에 의한 평가)
기본설계 실시계획	에너지계획 개수수법의 상세검토 기본계획책정 실기설계작도법	1차 평가(간이계획 등) 2차 평가(실태조사, 시뮬레이션 등) 기본계획서 실시도면
운영단계	자료수집(모니터링) 자료분석 실증평가	자료수집·분석 레포트 작성

〈그림 2〉 에너지절약 개수의 실시 프로세스

각종 조사에서 명확하게 나타나고 있다. 에너지절약 개수에서는 이러한 것에 대하여도 검증하고, 개선의 여지가 있는 경우에는 제안해야 한다.

## 에너지 절약 개수의 실시 프로세스

### 에너지절약 개수 실시의 고려 사항

에너지 절약 개수를 추진하기 위해서는 제일 먼저 초기투자비를 절감시키는 방법이 구해지고,

보조금 제도의 활용등도 고려해야 하지만, 에너지 절약 개수를 실시하기 위해서는 특히 아래의 항목을 배려하는 것이 중요하다.

- 1) 현재 설비의 적정한 성능검증을 실시하여, 에너지 절약 개수 효과를 매우 정확하게 추정한다.
- 2) 에너지 절약 개수 후의 운용정도의 평가를 실시한다.
- 3) 건물관리자에, 에너지 절약 효과와 목표치가 파악될 수 있는 관리 시스템을 제안한다.

위의 항목을 고려한 에너지 절약 개수 후 실시 프로세스의 예를 <그림 2>에 나타낸다. 이 실시 프로세스에서는 기획·계획단계에서의 효과 예측, 실시단계에서의 현상평가, 실시평가로 구분되어 진다.

#### 효과 예측( 기획·계획 단계 )

효과예측의 프로세스는 우선 간이평가(기획단계)에서 투자효과가 있는 에너지절약 대책을 만들어 놓고, 1차 평가, 2차 평가로 정도를 높혀서, 에너지절약 효과를 추정하고 실시항목을 결정한다. 이 프로세스에서의 평가 결과, 비로소 건물소유주가 에너지절약 개수의 의사결정을 하기 시작하여, 다음 현상평가 단계로 이동할 수 있다. 효과예측의 프로세스에서는 다음의 조사·확인 항목이 있다.

- 1) 설계사양·성능의 확인
- 2) 건물 사용방법의 조사
- 3) 현재 상태 자료의 조사(BEAMS등의 이용)
- 4) 건물관리자와의 면담

조사 결과로부터, 설비·기기의 교환, 설비·시스템의 변경에 의한 효과, 운전방법의 개선에 의한 효과 등을 개략적으로 진단한다. 효과는 단순회귀년 등의 경제성 평가 뿐 아니라, 쾌적성, 안전성 및 환경보전의 면으로 부터도 평가하는 경우도 있다.

#### 현상평가 (실시단계)

현상평가는 건축설비 시스템이 최적하게 설계·시공되고, 설계의도대로 성능이 발휘되는가를 조사, 검증하여 불합리성 등을 발견하는 것이다. 이 프로세스는 이전 프로세스의 효과 예측에 따라 구체적인 개수·개선 방법 및 개수 비용을 결정한다. 또한, 효과예측시 보다 더 에너지 절약 효과의 정도를 향상시킨다.

건축설비(시스템)는 성능변화와 건물의 사용방법 변화에 따라 비효율적 운전을 하는 경우가 있다. 또, 설계시의 예상보다 부하가 작지 않은 경우, 환경을 악화시키지 않는 설비 동력의 절감이 가능한 경우도 작지 않다.

이상과 같은 비 에너지 절약적 운전은 건물가동 후에 실시하여 처음으로 평가·검증이 가능하다.

#### 실증평가 ( 실시단계 )

실증평가에서는 실시한 에너지 절약 대책의 효과를 파악하기 위하여 자료 수집 분석작업이 중심이 된다. BEMS에서 계측자료가 얻어지는 경우에는 문제가 없지만 자료가 없으면 계측기의 설치도 검토할 필요가 있다.

또한, 설비시스템의 규모가 크고, 복잡한 경우에는 계측 자료를 연산·비교·표시하는 평가지가 필요하게 된다. 통상은 PC를 이용하여 계산하면 충분하다. 이 평가는 건물운용 관리자가 이용하는 시스템으로 사용하기 편리하다.

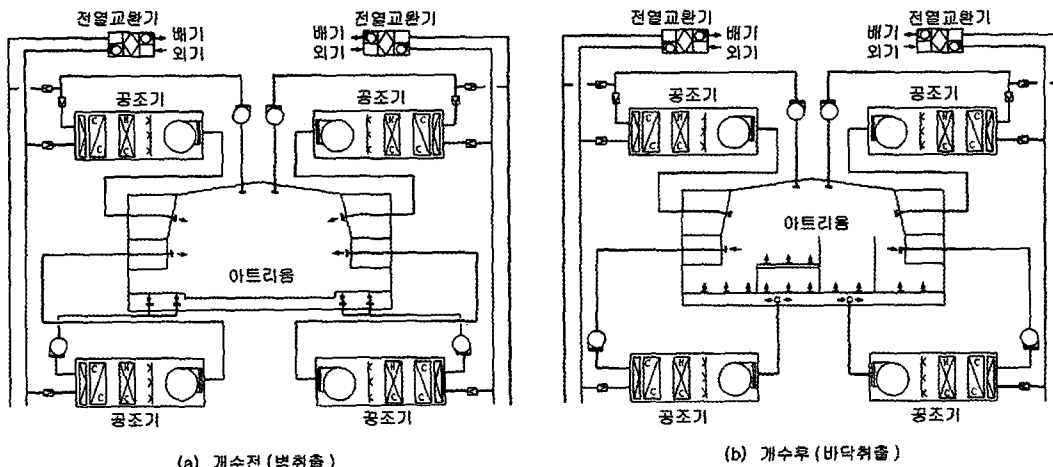
실증평가법에서는 에너지 절약효과 예측치와의 오차를 분석하는 것 외에 운전시간과 입주율 등의 조건이 다르다는 것에 유의하여야 한다.

## 에너지 절약 개수의 실시 예

에너지 절약 개수의 실시 예를 아래에 소개한다.

〈표 2〉 개수부분의 건축 · 공조개요

	개수 전	개수 후
바닥면적 [m <sup>2</sup> ]	1,560	1,560
천장높이 [m]	15	15
인수/인원밀도 [인]/[인/m <sup>2</sup> ]	2,000/1.28	600/0.38
열관류 [kW]	58	58
사람 부하 [kW]	372	112
조명 · 기기발열 [kW]	116	456
외기부하 [kW]	480	144
합계 [kW]	1,027	770
1m <sup>2</sup> 당의부하 [kW/m <sup>2</sup> ]	0.66	0.49
공조기 사양 공조 방식	1) 하부공조기 × 2 대 냉방능력 336kW, 송풍기 43,000m <sup>3</sup> /h, 정풍량 2) 상부공조기 × 2 대 냉방능력 120kW, 송풍기 21,500m <sup>3</sup> /W, 정풍량	1) 하부공조기 × 2 대 냉방능력 230kW, 송풍기 30,000m <sup>3</sup> /h, 정풍량 2) 상부공조기 × 2 대 냉방능력 120kW, 송풍기 21,500m <sup>3</sup> /W, 정풍량
	1) 상부 2대, 하부 2대의 정풍량공조기의 대수 제어 2) CO <sub>2</sub> 센서에 의한 외기량제어 3) 천정내환기	1) 하부 2대의 변풍량제어 2) 취출온도 19°C, 취출풍속 0.2 m/s 3) 하부채류열의 배기제어 4) 상하온도분포의 감시센서 설치



〈그림 3〉 개수전후 아트ρίου의 공조 개념도

에너지 절약 개수 실시 예(용도변경에 의한 것)  
 여기에서 소개한 예는 건물내의 1층부터 3층  
 까지에 걸친 아트ρίου상의 대공간(바닥면적  
 1,500 m<sup>2</sup>, 천장높이 약 15m)을 개수한 사례이다.  
 이 아트ρίου는 완전한 내부공간으로서 창이 없

고, 페리메타 부하는 거의 없다. 개수 전후 모두,  
 내부발열부하가 크고(최대 개수 전 : 0.66  
 kW/m<sup>2</sup>, 개수후 : 0.49kW/m<sup>2</sup>), 연간 냉방도 크  
 다.〈표 2〉

종래에는 사람 중심의 고밀도적인 업무 공간

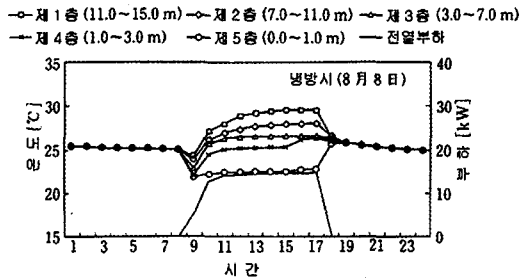
〈표 3〉 공조설비의 에너지 절약 개선 제안의 예

대상 설비	내용	평가항목	평가방법, 효과의 산출방법	에너지 절약효과	회수년 (공사비/효과)
열원냉각수계	1) 냉각수 온도의 최적화: 32→25℃에 의한 냉동기 효율의 향상	에너지 비용 냉열량(부하량)	에너지비용 = 증기소비량 × 증기단가 + 냉각탑전력량 × 전력단가	대	0.09
	2) 냉각수의 전도비율 최적화: 전도비율의 설정을 높혀 절감	상하수도 요금	상하수도 요금 = 블로우 수량 × 상하수도 요금	소	0.44
열원냉온수계	1) 공급 및 반송냉각수 온도차의 최적화: 설계 온도차를 7℃미만의 계통 수량조정에 의해 냉수량을 절감	펌프 동력비 실온	펌프동력비 = 냉각펌프전력량 × 전력단가 실온계측값에 의해 공조기능력이 부족하지 않음을 확인	대	0.20
	2) 공급 및 반송냉각수 온도차의 최적화: 설계 온도차를 5℃미만의 계통 수량조정에 의해 냉수량을 절감	펌프 동력비 실온	펌프동력비 = 냉각펌프전력량 × 전력단가 실온계측값에 의해 공조기능력이 부족하지 않음을 확인	중	0.41
	3) 냉동기의 냉수 온도설정의 최적화: 냉동기 출구온도를 계절에 따라 조정하여, 냉동기 효율을 향상 중간기 · 겨울 9→16℃, 여름철 7→14℃	에너지 비용 실온	펌프동력비 = 냉각펌프전력량 × 전력단가 실온계측값에 의해 공조기능력이 부족하지 않음을 확인	대	0.07
	4) 펌프용량변경에 의한 냉수량의 최적화: 겨울철 야간의 냉수공급용에 의한 소용량 펌프를 설치하여 동력을 절감	에너지 비용 실온	펌프동력비 = 냉각펌프전력량 × 전력단가 실온계측값에 의해 공조기능력이 부족하지 않음을 확인	중	2.93
공조기계	1) 외부공조기온도제어에 의한 냉수량의 최적화: 겨울철에 시스템조정을 하여 과도하게 공급되고 있는 복층공조기의 냉수량을 절감	에너지 비용 실온	에너지 비용 = 냉수열량 × 냉수열량단가	대	0.10
	2) 외기량제어의 최적화: 외기취입량의 절감에 의한 외기부하의 절감 (각 VAV 조정)	에너지 비용 CO <sub>2</sub> 농도	에너지 비용 = 냉수열량 × 냉수열량단가 + 증기소비량 × 증기단가 CO <sub>2</sub> 농도의 측정에 의해 환경이 유지되고 있음을 확인 함	대	0.24
가습기계	1) 기화식가습기의 유량최적화: 가습기의 유량조정에 의한 가습용 급수량의 절감	급수요금 냄새	급수요금 = 가습급수량 × 상하수도 단가	대	0.14
	2) 기화식 가습기의 넘침수 재이용가습기의 넘침수 재이용에 의한 상하수도 요금의 절감	급수요금 재이용수의 수질	급수요금 = (가습급수량 - 재이용수량) × 상하수도 단가 재이용수는 넘침수를 여과장치에서 정화 후 잡용수 이용	중	2.28

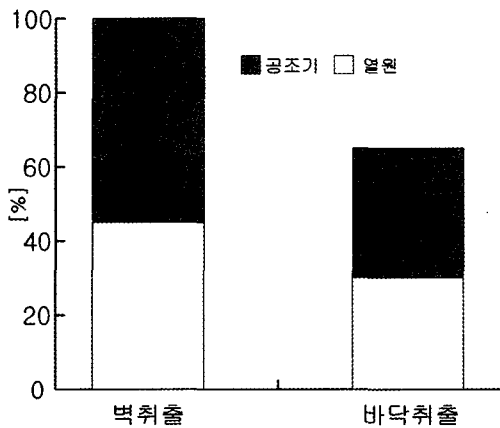
이었지만, 정보화의 발전에 따라 정보발신센터와 이벤트 스페이스로 용도 변경하게 되었다. 공간 내부에 일부 바닥을 설치하지만, 개수 비용 절감과 공기단축을 위해 벽, 천장의 개수를 최소화하는 것이 개수의 요건이 되었다. 종래의 공조방식은 벽취출 및 이중바닥을 이용한 바닥흡입방식이다.〈그림 3〉

그리하여 공조방식은 에너지 절약을 위해, 우

선 유연한 대응이 가능한 바닥취출방식을 채용하였다. 바닥취출을 하게 되면, 온도성층이 형성되어, 여름철에는 상부온도가 33℃ 이상이 된다. 그러므로, 열이 모이게 되는 천장부분에서 남은 열을 배기 팬으로 배기하여 열을 해소시켜, 냉방부하를 절감시킨다〈그림 4〉. 또한 공조기를 VAV에 의해 인벡터제어를 함으로써, 공조동력의 절감효과도 커진다.



〈그림 4〉 개수후의 상하 온도 분포

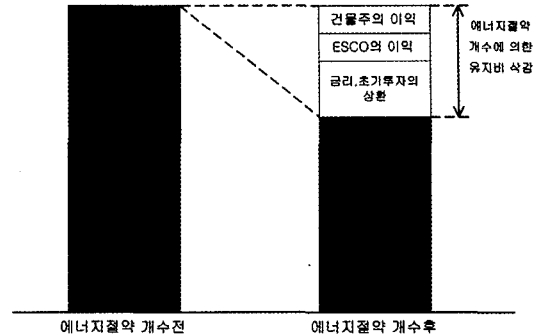


〈그림 5〉 개수전후의 에너지 소비량 비교

〈그림 5〉에 나타난 것과 같이 시뮬레이션 결과 종래 방식(벽취출방식)과 비교하여, 바닥취출 방식에서는 1차 에너지 기준으로 약 36%의 에너지절약효과가 있다고 생각된다.

**에너지절약 개수 실시 예(운전성능검증을 포함한 예)**

준공 후, 몇 년이 경과한 복합용도건물에 대하여, 운전성능검증을 포함한 에너지절약 개선 제안을 한 예를 소개한다. 비용과 효과의 사전평가를 한 제안서를 기초로, 건물주와 협의하여, 〈표 3〉과 같은 실시항목을 결정하여 실시하게 되었다. 개수공사는 약 1개월 정도로 종료하고, 이후 1년간을 평가기간으로 하여 공정확인, 검증내용·계측결과의 현상보고, 개선책의 평가를 정례



〈그림 6〉 ESCO에 의한 에너지 절약 효과와 배분

회의에서 확인하면서 진행하였다.

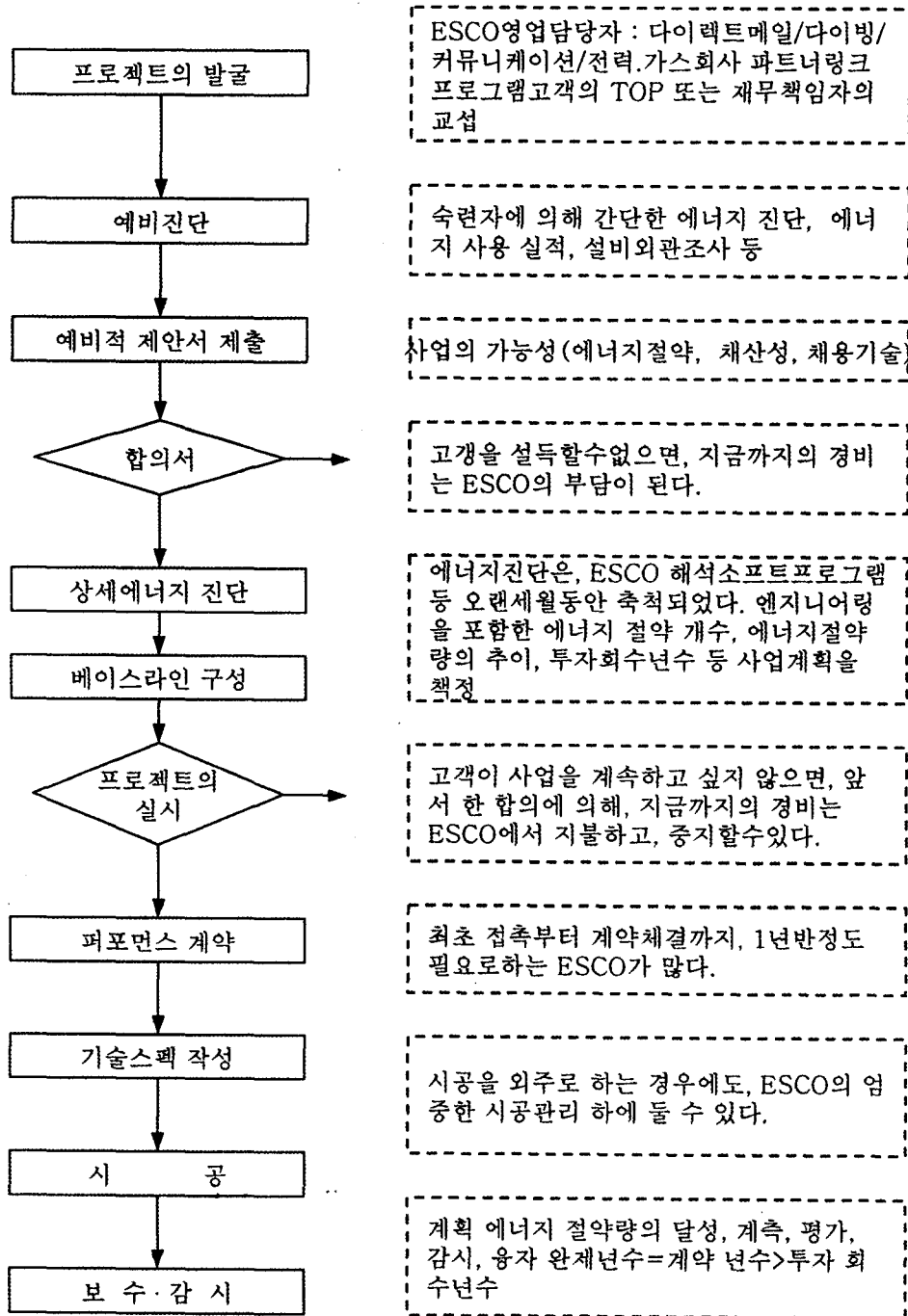
평가 결과, 효과의 확인은 할 수 없었지만, 현상의 검증결과에 기초한 간략한 계산한 결과표에서 나타난 항목 전체의 공사비를 약 반 년에 회수할 수 있다고 상정하고 있다. 단, 이와 같은 단기간의 회수가 가능한 것은 주로 설계단계에서부터 에너지 관리에 필요한 건물관리시스템 및 모니터링시스템을 충분히 준비하였기 때문이다.

**ESCO 사업**

ESCO는 “에너지 절약량”을 에너지 개선 계획 단계부터 고객에게 보증하고, 성공보수 계약을 기초로 하여, 에너지 절약 개선을 위한 계획 입안으로부터 개수, 관리까지 일련의 일들을 고객에게 제공하는 사업자들을 말한다.

ESCO 사업은 미국에서 시작하였으며, 기존건물에서 에너지 절약 사업이라 일컬어 지며, 에너지 절약량을 보증하는 것 이외에 이를 위한 자금을 제공하고, 성과를 분배하는 것을 특징으로 한다.〈그림 6〉

ESCO에서는 계약기간 중 건축주의 이익을 보증하는 것과 함께 계약기간 후의 에너지 절약 효과는 모두 건축주의 이익이 된다. 보통, 〈그림 7〉에 나타난 업무 흐름도에 따라 실시한다. 이와 같은 사업형태는 일본 사회에서는 친숙하지 않



<그림 7> ESCO의 업무 흐름도

다고 생각되지만, 기존 건물의 에너지 절약에 매우 효과적이므로, 민간입의 단체인 ESCO 추진협의회가 설립되었으며, 최근에는 에너지 회사, 메이커, 그 외 다른 업종에서도 참여할 수 있다. 또, ESCO사업에 정부에서의 보조금제도도 있다.

ESCO는 건축주에 의한 초기 투자비가 필요 없기 때문에 처음부터 경제효과가 있다는 점을 좋은 점이지만, ESCO 사업자는 위험이 작지 않은 개수만을 실시하게 된다. 또한, ESCO는 에너지 절약 비용만을 대상으로 하지만, 실제로는 열화와 그레이드 업을 위한 개수를 포함한 경우가 많기 때문에 에너지 절약 개수 비용과의 구분을 명확하게 할 필요가 있다.

일반적으로 건물관리업무에서는 건물관리자가 에너지 절약 노력을 하여도 보수면에서 혜택이 없기 때문에 에너지 절약으로의 인센티브가 생기기 어려운 것이 일반적인 현상이다. 이런 점에서 ESCO는 건물주와 ESCO 사업자 양쪽에서 큰 인센티브가 생기게 되는 방향으로 고려되어야 되므로, 에너지 절약 개수를 추진할 가능성이 있다.

ESCO는 제도면, 금융면에서의 조직을 만드는 것이 사업성립의 가능성을 결정하게 되며, 앞으로의 보급을 위하여는 적절한 조직을 만드는 것이 제일 먼저 시행되어야 한다.

## 맺음말

지구환경에 대한 배려가 건축계의 중요 테마가 된 것이 10년 정도가 되고, 건물 또는 설비의

개보수에 의한 건물의 장수명화를 피하고, 환경부하의 저감에 기여하는 것이 우선 필요로 하게 되었다.

이번에는 에너지 절약개수의 실시 프로세스를 나타내었지만, 이것은 성능검증과 에너지 절약 진단기술이 반드시 필요하다. 그렇지만 이러한 기술은 이미 확립되어진 것은 아니다. 이 후 에너지 절약 개수를 추진하기 위하여는 실적을 쌓으면서 이러한 기술을 범용화 할 필요가 있다. 또한, 에너지 절약 개수에 대한 보조금 제도, 리스 제도와 ESCO 등의 수법이 검토되고 있지만, 초기 투자비의 저감이 에너지 절약 개수의 가장 큰 요점이 되고 있기 때문에 이러한 수법의 연구가 필요하다. 또한 신속시 부터 개수를 고려한 설계 등의 설계수법의 검토도 큰 테마가 된다.

## 〈參考文獻〉

1. 日本ファシリティマネジメント推進協議會編 : “에너지-環境保全マネジメント研究部會報告” “省에너지實施プロセスノ例” (1998-7)
2. 住宅・建築省에너지-機構編 : “既設建築物ノ省에너지改修方策檢討報告書(その1)” (1998-12) ㉔