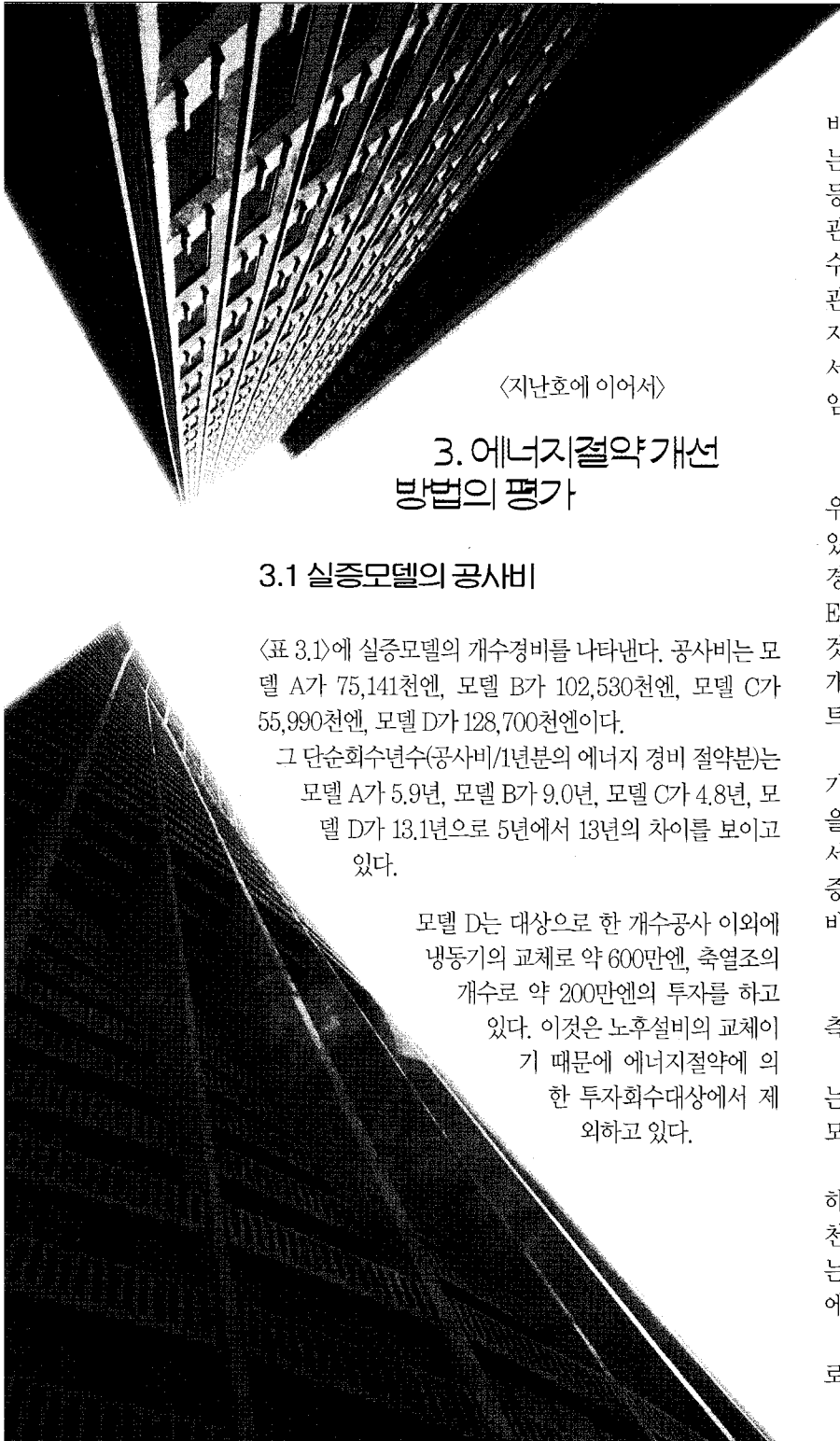


ESCO 실증프로젝트 평가에 관한 조사보고서(下)



〈지난호에 이어서〉

3. 에너지절약개선 방법의 평가

3.1 실증모델의 공사비

〈표 3.1〉에 실증모델의 개수경비를 나타낸다. 공사비는 모델 A가 75,141천엔, 모델 B가 102,530천엔, 모델 C가 55,990천엔, 모델 D가 128,700천엔이다.

그 단순회수년수(공사비/1년분의 에너지 경비 절약분)는 모델 A가 5.9년, 모델 B가 9.0년, 모델 C가 4.8년, 모델 D가 13.1년으로 5년에서 13년의 차이를 보이고 있다.

모델 D는 대상으로 한 개수공사 이외에 냉동기의 교체로 약 600만엔, 축열조의 개수로 약 200만엔의 투자를 하고 있다. 이것은 노후설비의 교체이기 때문에 에너지절약에 의한 투자회수대상에서 제외하고 있다.

ESCO사업에서는 공사비 이외에 ESCO에 지불할 서비스 경비가 필요하게 된다. ESCO에 지불할 서비스 경비는 계획·기획·설계에 관한 경비, 시공관리에 관한 경비 등이 개수시에 필요하다. 공사 종료 후에는 계측·검증에 관한 경비가 매년 발생한다. 기타 에너지관리를 ESCO가 수주할 경우에는 그 경비도 발생하나 여기에서는 에너지 관리 경비는 별도의 경비로 하여 집어넣지 않는다. 경비의 지불방법은 자금의 조달방법에 따라서 다르다. 개런티드 서비스로 전액 차입했을 경우, 차입금의 상환은 고객이 책임을 진다.

ESCO로의 경비지불은 매년 고객에게서 이루어지는 경우와 계약기간 중 전액을 개수시에 ESCO가 받는 경우가 있다. 후자의 경우, 개수시 계약기간 중에 ESCO에 지불한 경비전액을 차입금에 포함시켜 공사비를 포함한 전액을 ESCO가 관리하는 것이 된다. 즉, 공사를 일괄 수주하는 것이 전제된다. 이 때에도 고객의 이익은 보증되는 것이 개런티드 서비스의 특징이다. 동시에 ESCO가 받는 메리트도 크다.

일본의 상관습에서는 공사를 일괄 수주했을 경우, 여러 가지 이익을 경비에 포함시키는 메리트가 발생한다. 이것을 ESCO가 관리하는 메리트는 크다. 이번의 실증모델에서도 당초는 공사의 일괄수주를 계획하여 비용절감의 보증을 추진하였으나 고객이 여러 업자에게 분리 발주하는 바람에 절약비용의 보증을 중지한 경우이다.

이번 실증 프로젝트에서 ESCO의 서비스 경비 및 계측·검증경비를 포함하고 있는 것은 모델 C이다.

모델 A는 서비스경비는 포함하고 있으나 계측·검증비는 예상치이며, 모델 B 및 D는 서비스 경비, 계측·검증비 모두 예상치이다.

이러한 경비를 에너지절약에 의한 경비절감분으로 회수하게 된다. 광열비의 절감효과는 최대가 모델 A의 12,727천엔/년이고, 최저가 모델 D의 9,848천엔/년으로 큰 차이는 없다. 이외에 에너지관리시스템(EMS)을 도입하는 것에 의해 관리의 성력화를 기대할 수 있다.

이번 실증모델에서는 이것을 일률적으로 100만엔/년으로 하였지만 이것도 히어링 결과에 의한 예상치이다.

이 보고서는 일본의 'ESCO사업실증위원회'에서 통산산업성의 고효율 에너지 이용형 건축물 개수모델사업의 보조를 받는 건물 가운데 ESCO사업을 염두에 두고 사업을 벌인 4모델에 대하여 에너지절약 진단서 조사, 듣기조사, 현장조사 등을 실시하여 개수계획의 타당성을 검토한 결과이다. 보고서 내용중 중요 부분을 발췌하여 우리나라 ESCO사업과 비교해 보고자 한다.

<표 3.1> 실증모델의 개수경비(단위: 엔)

구분		실증모델A	실증모델B	실증모델C	실증모델D	
개수 시 경 비	전기설비	고효율형광등기구로 교체	2,360,000	26,000,000	3,140,000	9,680,000
		형광램프로의 교환	63,000			
		인체감지센서를 통한 조명제어	801,000			
		배전용변압기의 대수제어·교체		7,000,000	3,000,000	
	공조설비	디맨드컨트롤러 도입			5,150,000	
		펌프의 인버터화	3,535,000		2,900,000	
		팬의 인버터화	17,865,000			
		펌프·팬의 인버터화		7,700,000		99,350,000
		단열필름 부착		9,300,000	600,000	
		틸트실링 도입		24,700,000		
		냉온수 계통의 개조		3,200,000		
		코제너레이션의 도입			34,000,000	
	공조 제어설비	급수전력절감			1,700,000	
		열원설비의 최적제어		7,330,000		
		공조기의 DDC제어		7,700,000		
		공조설정온도의 최적제어				19,670,000
		외기량의 CO ₂ 제어			500,000	
	공사비 합계	50,517,000	9,600,000	5,000,000		
	공사비 합계	75,141,000	102,530,000	55,990,000	128,700,000	
ESCO의 서비스 경비	7,246,000	5,000,000	2,400,000	4,850,000		
합계	82,387,000	107,530,000	58,390,000	133,550,000		
계측·검증경비	1,200,000	1,800,000	1,200,000	1,200,000		
에너지경비 절감분	12,727,000	11,336,000	11,659,000	9,848,000		
EMS의 도입에 의한 인건비 절감분	1,000,000	1,000,000	1,000,000	0		
개수비의 단순회수년수(년)	5.9	9.0	4.8	13.1		

註) 1. ESCO 서비스 경비에는 기획, 설계, 진단, 시공관리 등이 포함된다. 단, 모델 B, D는 예상치
 2. 계측·검증경비는 개수공사 종료 후 매년 드는 경비. 단, 모델 A, B, D는 예상치.
 3. 단순회수년수=공사비 합계/에너지경비 절감분

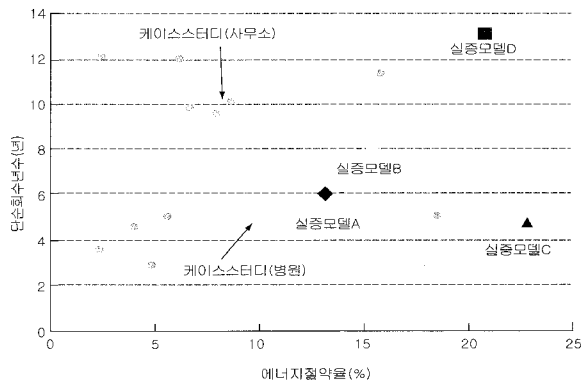
3.2 에너지절약율과 단순회수년수

<그림 3.1>에 건물 전체의 에너지절약율과 단순회수년수를 나타낸다. 단, 여기에서 말하는 에너지절약율은 전력 일차환산(2,450kcal/kWh)으로 계산된 것이다.

이번 실증모델의 에너지절약율은 최고가 모델 C로 22.8%, 최저가 모델 A로 13.8%이다. 이전에 검토한 케이스터디 건물과 비교하면 높은 에너지절약율을 실현하고 있다.

모델 A, B, C는 단순회수년수도 10년 미만이다. 특히 모델 C는 에너지절약율이 최고로 단순회수년수가 가장 짧고 높은 형태를 나타내고 있다.

<그림 3.1> 모델건물의 에너지절약율과 단순회수년수의 관계



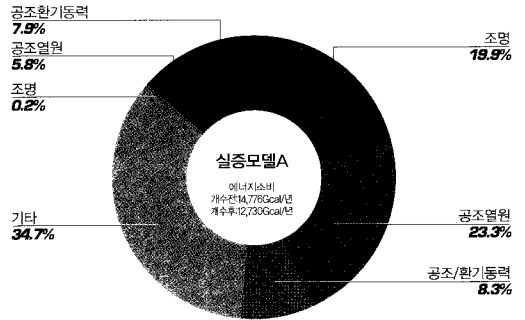


ESCO 실증프로젝트 평가에 관한 조사보고서(下)

(1) 실증모델 A

모델 A의 에너지절약율은 13.8%이다. 이 내역을 보면 공조·환기변동의 절감액이 가장 크고, 다음으로 공조열원이 뒤를 이었다. 조명의 절감은 물론 적었다. 모델 A는 이번 개수공사 이전에 조명의 개수작업을 종료하였다. 이번 대상이 된 것은 조명기구 1,000등분에 한정된 것이다. 에너지절약율이 다른 모델에 비해 낮은 것은 조명의 개선을 이미 완료했기 때문이다.

에너지절약 방법별로 보면 절감분 가운데 EMS의 도입이 41%를 차지하였고, 다음으로 팬의 인버터화 39%, 펌프의 인버터화 18% 순이다. 양자는 공조설비의 개수이며 공조시스템의 개수에 의한 에너지절약이 반 이상을 차지하고 있다. 실제로는 EMS와 결합된 것으로 공조열원, 공조시스템 전체의 효율개선을 도모하고 있다.



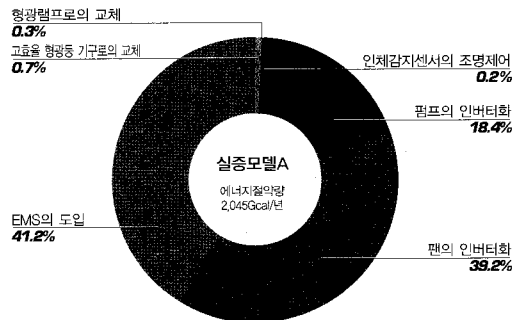
〈그림 3.2〉 용도별 에너지소비와 용도별 에너지절약 효과 (실증모델 A)

(2) 실증모델 B

모델 B의 에너지절약율은 15.4%로 그다지 높지 않다. 모델 B는 연구시설로 원래의 면적당 에너지소비원 단위가 다른 모델과 비교하여 높고 그 가운데에서도 조명·콘센트 수요의 비율이 높다.

즉 집무공간에 더해 일부 실험시설이 들어가 있어 효율 개선의 대상이 되지 않는 콘센트 수요가 높은 것이라고 생각되어진다. 절감대상이 되는 용도는 공조열원, 공조·환기동력, 조명·콘센트이다.

공조열원 40%, 공조·환기동력 22%, 조명·콘센트 7.5%의 에너지절약이 이루어지고 있다. 에너지절약 방법별로 보면 고효율형광등기구로의 교체가 24%를 차지하여 조명의 기여율은 높다. 공조에는 다양한 방법이 도입되어 전체의 약 70%가 공조에 관한 에너지절약방법에 의한 것이다.

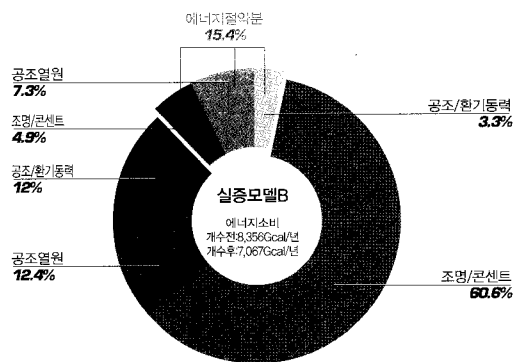


〈그림 3.3〉 도입방법별 에너지절약효과 (실증모델 A)

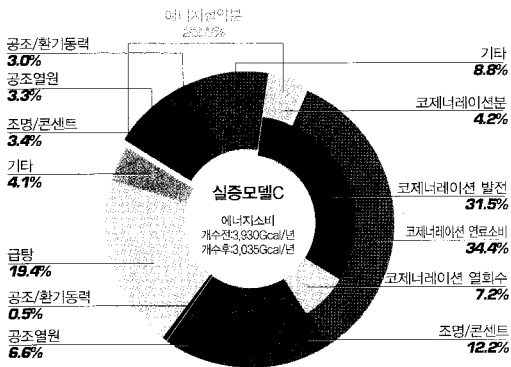
(3) 실증모델 C

모델 C의 에너지절약율은 22.8%로 높다. 코제너레이션을 채용하고 있다. 발전량이 각 용도로 배분되기 때문에 용도별 절감효과는 판단하기 어렵다. 〈그림 3.5〉는 발전량을 개수전의 용도별 전력소비의 비율로 배분한 것이다.

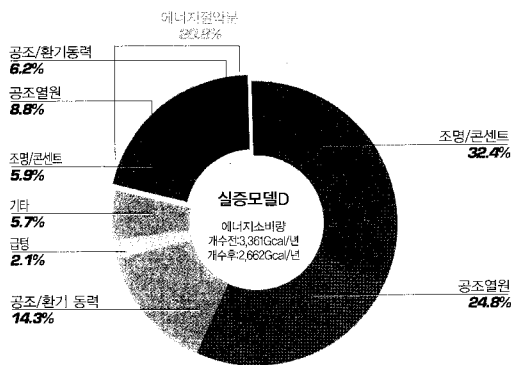
에너지절약 방법별로 보면 코제너레이션의 도입효과가 절감량의 19%를 차지하였고 고효율형광등기구로의 교체는 15%, 배전용변압기의 대수제어·교체가 7%, 나머지는 공조용이다.



〈그림 3.4〉 용도별 에너지소비와 용도별 에너지절약효과 (실증모델 B)



〈그림 3.5〉 용도별 에너지소비와 용도별 에너지절약효과 (실증모델 C)



〈그림 3.6〉 용도별 에너지소비와 용도별 에너지절약효과 (실증모델 D)

(4) 실증모델 D

모델 D의 에너지절약율은 20.8%로 용도별 절감효과는 조명·콘센트 15%, 공조열원 26%, 공조·환기동력 30%이다. 도입방법별로 보면 고효율형광등기구로의 교체가 절감량 전체의 28%를 차지하고 기타는 공조용이다. 펌프·팬의 인버터화가 51%를 차지하지만 이것에는 정풍량방식에서 변풍량방식에서의 개수가 포함되어 있다.

(5) 도입방법별 에너지절약율과 단순회수율

채용된 도입방법을 전기설비, 공조설비, 공조제어설비로 분류하여 각각의 에너지절약효과와 단순회수년의 특징을 〈그림 3.7~3.9〉에 나타낸다.

여기에서는 도입방법을 다음과 같이 분류한다.

- **전기설비** : 고효율형광등기구로 교체, 형광램프로의 교환, 배전용변압기의 대수제어·교체, 디맨드컨트롤러 도입
- **공조설비** : 펌프·팬의 인버터화, 단열필름 부착, 탈드실링 도입, 냉온수 계통의 개조, 코제너레이션의 도입
- **공조제어설비** : 공조기의 DDC제어, 열원설비의 최적제어, 외기량의 CO₂제어, 공조설정온도의 최적제어, EMS의 도입

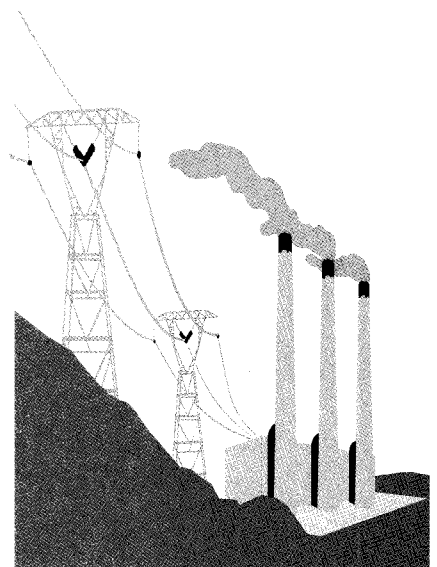
전기설비 가운데 고효율형광등기구로의 교체는 에너지절약율이 20~30%로 단순회수년수는 간단한 것이 3.6년이나 10년정도인 것도 보이고 있다.

특히 모델 A는 31년으로 지극히 길다. 조명의 교체는 미국에서는 용이하게 회수가 가능한 설비로 분류되고 있지만 이번 실증모델의 경우, 모델 A는 이미 모든 조명의 개수가 완료되었기 때문에 소규모의 개수로 분류하고 있다.

또 다른 모델에 공통되는 것은, 모두 기구의 교환이라는 것, 공사가 토·일요일에만 한정된다는 것, 개수공사를 착수할 때 집무실을 양생하는 것 때문에 공사비가 증가하는 것 등이다. 배전용변압기의 교체는 에너지절약율이 수%이지만 단순회수년수가 10년 미만으로 단기이다. 또, 디맨드컨트롤러는 에너지절약율이 낮으나 단순회수년수는 1.6년으로 짧다.

공조설비는 이번 실증모델에서는 에너지절약효과로의 기여율이 높다. 방법별로 보면 에너지절약효과는 대체로 20%를 상회한다. 50%를 상회하는 것도 있다. 단순회수년수도 일부를 제외하면 4년 정도로 짧아 에너지절약개수의 중심적인 공사가 되는 것으로 생각된다.

공조제어설비는 에너지절약효과에 큰 편차가 있는 것으로 보이지만 EMS의 도입, 열원설비의 최적제어, 외기량의 CO₂제어 등은 단순회수년수가 5년 정도로 짧다.



(註) 단순회수년법은

에너지절약투자효과를 보는 하나의 방법이지만 회수년수에 집착하면 회수년이 짧은 투자만 이루어져 에너지절약효과가 한정될 우려가 있다. ESCO와 같은 비교적 장기인 계약에서는 회수년이 반드시 좋지 않아도 에너지절약성이 높고 회수 후의 이익이 큰 대규모 투자를 평가하기 위해서는 NPV, IRR 등에 의한 체크도 중요하다고 생각된다.

(7)에너지절약목적선에 의한 평가

에너지절약곡선은 투자금액과 에너지절약량과의 관계를 나타내는 그래프로 공사비/에너지절약량(금액/Mcal)이 낮은 방법부터 순서대로 나열한 것이다. 이 때 설비의 내용년수는 법정내용년수의 15년을 이용한다.

3.3 자금회수에 관한 시뮬레이션

<표 3.1>에 나타난 실증모델의 개수경비를 기본으로 ESCO사업을 수행할 때 경비 및 이익의 환산을 한다. 환산은 다음의 기본조건을 전제로 한다.

- ▶ 자금: 이번 실증모델에서는 모두 자기자금과 보조금에 의해 충당되었지만 여기에서는 모두 차입에 의한 것으로 한다.
- ▶ 차입금리: 3.5%
- ▶ 상환금: 연 1회 상환의 원리금 균등상환으로 한다.

$$\text{매년의 상환금} = \text{차입금} \times \frac{r/100 \cdot (1+r/100)^n}{(1+r/100)^n - 1}$$

r: 금리(%) n: 계약기간(년)

- ▶ 고정자산세: 잔존장부가 10%에서 장부가의 1.4%
 - ▶ 계약년수: 최장 15년으로 하고 계약기간 중 연평균이익이 절감액의 10%를 상회하는 기간
 - ▶ 케이스 설정: 다음의 3경우의 시산을 한다.
 - 기준케이스: 모두 자기자본에 의한 케이스
 - 보조금 케이스: 보조금을 1/3받은 케이스
 - 방법컷트케이스: 도입 방법 가운데 단순회수년수가 긴 방법을 컷트한 케이스
- 단, 각 실증모델에서 컷트의 대상으로 한 방법은 다음에 의한다.
- ▶ 실증모델 A: 인체감지센서에 의한 조명제어, 고효율형광등 기구로의 교체

- ▶ 실증모델 B: 냉온수공급계통의 개조, 틸드실링의 도입
 - ▶ 실증모델 C: 배전용변압기의 대수제어, 코제너레이션의 도입
 - ▶ 실증모델 D: 공조설정온도의 최적제어, 펌프·팬의 인버터화
- ▶ 방법 컷트 케이스에서는 EMS의 도입은 회수년수가 긴 경우에서도 컷트의 대상으로 하지 않는다. 이것은 EMS는 전체의 제어를 수행함과 동시에 계측·검증용 계측기 등의 투자가 EMS에 포함되어 있기 때문이다.
- ▶ 방법 컷트 케이스에서는 투자와 절감량이 공히 감소하지만 계측·검증에 필요한 경비도 동시에 감소시키는 것으로 한다. 이 때, 계측·검증에 필요한 경비는 투자액에 비례하는 것으로 한다.

최소한 필요한 계약년수를 <표 3.2>에 나타낸다. 또, 계약년수와 연평균이익의 관계를 <그림 3.10~3.13>에 나타낸다. 이익이 마이너스에서 플러스로 바뀌는 해가 최소한 필요한 계약년수이다. 단, 실제의 ESCO사업에서는 매년 고객의 이익을 확보하여 최소한의 보증을 해주어야 하기 때문에 계약기간에 어느 정도의 여유를 줄 필요가 있다. 여기에서는 계약기간 중 연평균이익이 경비절감액의 10%를 초과하는 것을 전제로 최소한의 필요 계약년수를 설정했다.

<표 3.2> 최소한 필요한 계약년수(단위:년)

실증모델	A	B	C	D
기준케이스	10	17	7	30년 이상
보조금케이스	6	11	5	17
방법컷트케이스	9	14	5	17
단순회수년수(참고)	5.9	9.0	4.8	13.1

- 註) 1. 보조금 케이스의 보조율은 1/3
 2. 각 실증모델에서 컷트의 대상인 방법
 실증모델 A: 인체감지센서에 의한 조명제어, 고효율형광등 기구로의 교체
 실증모델 B: 냉온수공급계통의 개조, 틸드실링의 도입
 실증모델 C: 배전용변압기의 대수제어, 코제너레이션의 도입
 실증모델 D: 공조설정온도의 최적제어, 펌프·팬의 인버터화

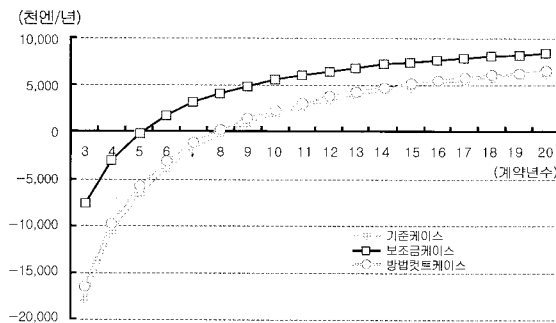
필요한 계약년수는 단순회수년수의 약 2배정도에 상당한다.



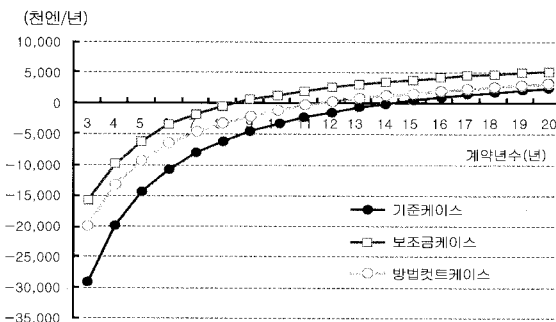
ESCO 실증프로젝트 평가에 관한 조사보고서(下)

실증모델 A, C는 기준케이스로 필요한 계약기간이 15년을 상회한다. 실증모델 B는 기준케이스에서는 계약기간 15년으로 연평균 453천원의 이익을 확보할 수 있지만 절감액의 10%이상에 해당하는 이익을 기대하기 위해서는 17년의 계약기간이 필요하다. 보조금을 받거나 또는 단순회수년수가 긴 방법을 컷트하는 것으로 15년 이하의 계약년수를 실현하는 것이 가능하다. 실증모델 D는 기준케이스에서는 물론 회수를 기대할 수 없다. 보조금 케이스에서는 15년에서 연평균 293천원의 이익을 확보하는 것이 가능하지만 절감액의 10%이상의 이익을 기대하기 위해서는 17년의 계약기간이 필요하다. 방법컷트케이스는 계약기간이 짧지만 에너지절약율이 지극히 저하되기 때문에 현실적인 방법이라고 말하기는 어렵다.

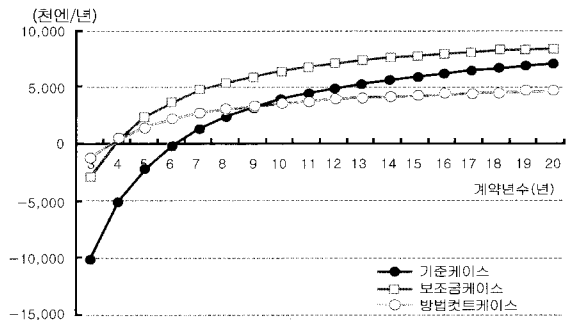
계약기간의 상한을 15년으로 하여 준공 후부터 20년간 각 케이스의 이익을 보면, 실증모델 A, C는 초년도부터 이익을 확보하는 것이 가능하다. 실증모델 B의 기준케이스는 2년째까지는 적자이다. 실증모델 D는 기준케이스는 15년의 계약기간중 모두가 적자, 보조금케이스에서는 3년째까지, 방법컷트케이스에서는 1년째가 적자가 되고 있다.



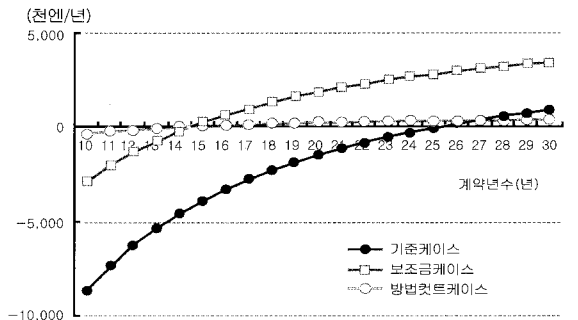
<그림 3.10> 계약년수와 연평균이익(실증모델A)
 주) 1. 보조금 케이스의 보조율은 1/3
 2. 방법 컷트 케이스의 대상기술은 인체검지센서에 의한 조명제어, 고효율 형광등기구의 교체



<그림 3.11> 계약년수와 연평균이익(실증모델B)
 주) 1. 보조금 케이스의 보조율은 1/3
 2. 방법 컷트 케이스의 대상기술은 냉온수공급계통의 개조, 틸드 실링 도입



<그림 3.12> 계약년수와 연평균이익(실증모델C)
 주) 1. 보조금 케이스의 보조율은 1/3
 2. 방법 컷트 케이스의 대상기술은 배전용 변압기의 대수제어, 코제너레이션의 도입



<그림 3.13> 계약년수와 연평균이익(실증모델D)
 주) 1. 보조금 케이스의 보조율은 1/3
 2. 방법 컷트 케이스의 대상기술은 공조설정온도의 최적제어, 펌프·팬의 인버터화

(끝)

건축허가통계

신축되는 건축물에 대해서 건축주별, 구조별, 용도별로 총면적 등을 월별로 나타낸 것으로 건설교통부가 매달 발표한다. 어느 시점의 착공 절대량을 파악하는 것보다는 월간의 동태를 파악하는 것이 목적이며, 산업계 설비투자동향이나 주택투자를 나타내는 중요한 통계의 하나이다. 각 시도별로 건축허가된 물량을 주거용 상업용공장 등으로 구분, 건물동수와 연면적을 집계한다.

공해방지산업

공해를 방지하기 위한 기기, 시스템 관계사업의 총칭. 공해방지 기기의 주된 것은 집진기, 산업배수처리장치, 하수의 오염처리장치, 고층굴뚝, 소각로, 배연탈황장치, 중유탈황장치 등이다.

산업폐기물 Industrial waste

산업활동에 수반해 발생하는 폐유, 폐산, 재 등 폐기물. 종류에는 종이, 나무, 섬유, 고무 등 쓰레기와 분진, 오니, 동물의 분뇨 등이 있다.

그러나 이 말은 산업은 폐기물을 유발시킨다는 의미에서 거부감이 있으므로 쓰지 않으려는 경향이 있다.

사업자는 배출되는 산업폐기물을 최소한으로 억제하는 한편 자원화나 재생 불가능한 폐기물은 환경청장의 허가를 받은 폐기물사업자에 위임해 보관, 운반, 처리해야 한다.

이때 운반 등은 환경 보전법 시행규칙 52조에 따른다. 그러나 재활용이 가능한 산업폐기물은 배출업자가 직접 원료나 재료로 가공업자에게 판매할 수 있다.

산업폐기물은 특정 산업폐기물(특정 유해산업폐기물, 폐유, 폐합성 수지), 일반 산업폐기물(유기물류, 무기물류) 등으로 양분된다. 산업폐기물 시험기기와 처리시설 등을 갖춰야 한다.

우리나라의 산업폐기물은 주로 매립(약 80%), 재활용(약 15%) 등으로 처리되며 나머지는 소각처리, 기타의 방법으로 처리하고 있다.

라이프사이클 에너지 Life Cycle energy

생활필수품의 제조부터 폐기과정에 이르기까지 직접·간접으로 소비되는 에너지량. 직접적인 에너지 소비뿐만 아니라 식료품, 의류, 주택, 전기기구 등 제조에 사용되는 간접 에너지 소비까지 포함한다.

리사이클링 Recycling

일반적으로는 자금을 풍부하게 갖고 있는 나라로부터 자금 시장이 곤란한 나라에 자금을 융통하는 것을 말한다. 최근엔 거액의 경상 잉여를 갖고 있는 산유국으로부터 선진국이나 비산유 개발도상국의 자금순환을 일컫는 경우가 많다.

대기오염총량제

정부가 기업체별로 배출할 수 있는 대기오염물질의 총량을 할당하는 제도. 기업체가 지역환경기준을 초과하는 오염물질을 배출할 경우 정부는 연료 변경 및 조업정지 처분을 내리게 된다. 서울 등 주요 대도시의 아황산가스 오염도는 1993년 세계보건기구(WHO) 권고 수준에 도달했으나 일부 도시의 경우 여전히 아황산가스가 기준치를 넘고 있어 이 제도를 실시하기로 했다. 환경부는 1999년부터 인천·대구·울산 등 공업도시에 대기오염 지역총량규제를 처음으로 도입했다.

대기오염기준

정상적인 대기의 조성과 현저하게 다른 성분으로 구성된 대기로 인해 인간생활의 안전과 건강을 해치는 것을 막기 위해 설정한 환경기준에 맞는 배출물 수준. 대통령령으로 정해진 대기의 환경기준은 다음과 같다. 연간 아황산가스(SO₂) 0.06ppm 이하, 일산화탄소(CO) 8ppm 이하, 질소산화물(NO₂) 0.05ppm 이하, 부유분진 150g/m³ 이하, 옥시던트(O₃) 0.02ppm 이하, 탄화수소 3ppm 이하이다. 배출기준은 보건복지부령으로 암모니아가 배출구허용농도 250ppm 이하, 일산화탄소 400ppm 이하, 염화수소 25ppm 이하, 염소 10ppm 이하 등이다. 그러나 1993년 12월부터 아황산가스 기준을 연간 0.03ppm으로 강화하는 동시에 1시간 기준을 신설 0.25ppm으로 규정했다.