

전기설비의 전기에너지 절약 운영기술 28

자료제공 : 협회부설 전력기술연구원 ☎ 02)875-4472



목 차

제1절 ~8절 생략

제9절 공조설비의 에너지 절약운영

1. 열부하 경감방안
2. 공조설비의 에너지 절감 운전
3. 공조설비의 에너지절약 운영

제10절 심야전력 활용방안

1. 심야전력 활용 방안
2. 부하관리
3. 심야전력의 보급촉진을 위한 지원제도
4. 심야전력 활용 요령

제11절 전기설비 투자효과예측과 회수년수

1. 설비투자효과 예측
2. 설비투자 회수

(나) 금리이율로 조정한 회수기간법
일반적으로 Schedule Jr. 식을 이용하여 계산한다.

연간회수액 [M] = 설비투자액 [P] × 자본회수계수 [K]

$$\text{자본회수계수}[K] = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

위 두 식을 n에 대해 풀면 다음 식을 얻는다.

$$\text{회수년수}[n] = \frac{\log\{M/(M-iP)\}}{\log(1+i)}$$

i : 금리이율, 여기서는 0.08로 한다.

$$\text{A기계 회수기간} = \frac{\log\{2,000/(2,000-400)\}}{\log(1+0.08)}$$

$$= \frac{\log 1.25}{\log 1.1} = 2.34\text{년}$$

$$\text{B기계 회수기간} = \frac{\log\{1,500/(1,500-240)\}}{\log(1+0.08)}$$

$$= \frac{\log 1.19}{\log 1.1} = 1.82\text{년}$$

$$\text{C기계 회수기간} = \frac{\log\{1,500/(1,500-160)\}}{\log(1+0.08)}$$

$$= \frac{\log 1.12}{\log 1.1} = 1.19\text{년}$$

간편법으로 비교하여 순위는 변하지 않지만 회수연수가 단축된다.

(다) 내용연수를 고려한 종합이익 계산법

투자효과 계산에 시간의 요인을 도입하기 위해서는, 금리에 의한(금전의 시대적 가치) 변화를 고려한 계산식을 채용할 필요가 있다.복리계산의 공식중 이 항목에 관계가 깊은 자본회수계수(K) 및 연금 증가계수를 소개한다.자본회수계수(K)는 앞에서 설명한 식으로 표현되며, 현재 시점의 설비투자액이 주어졌을 때, n년간 계속해서 기말회수액을 구하는 경우에 사용되는 것이다.

연간 증가계수는 n년 후의 원리합계액을 구하는 경우에 사용된다(일시불 복리계수라고도 한다).

$$\text{증가계수} = \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

앞의 예제 A, B, C 기계에 대해

- ① 실용내용연수를 3종류 모두 10년
- ② 실용내용연수를 A-15년, B-12년, C-8년으로 가정하여①, ②안 각각의 종합이익을 계산해 본다.

표 3.11.1 내용연수가 같은 기계의 투자효과 비교

구 분	A기계	B기계	C기계
설비투자(P) 천원	5,000	3,000	2,000
자본회수계수 (P→R) ^{%)}	0.16275	0.16275	0.16275
연간 회수액(R) 천원	814	488	326
연간 소모액(M) 천원	2,000	1,500	1,500
소득액-회수액 천원	1,186	1,012	1,174
연간 증가계수(R→S) ^{%)}	13.1808	13.1808	13.1808
10년간 이익(L) 천원	15,632	13,339	15,474
투자액과 이익비(L/P)	3.1	4.4	7.7

* 10년 간의 이익, 투자효율로도 C가 좋다.

㉞ 실용내용연수가 전부 10년인 경우

자본회수계수 (P→R) 10년 (10%), 연금증가계수 (R→S) 10회 (6%)(회수연금은 6%인 금리로 예금하는 것으로 한다)를 복리환산계수표에서 구하면, 0.16275와 13.1808이다.각각의 기계에 대해 계산한 투자효과를 표 3.11.1에 나타낸다.

- ㉞ 내용연수를 A 기계 15년, B 기계 12년, C 기계 8년으로 하는 경우 각 기계의 자본회

수계수, 연금증가계수가 각각 변화할 때 주의한다.

계산결과는 표 3.11.2와 같다.여기서도 차입금리 10%, 반제금리 6%인 것은 (1)과 같다.결과는 전기간 이익으로 보아 A 기계가 특별히 좋다. 또 투자효율도 좋아서 내용연수를 같게 하는 경우와 역전한다.

표 3.11.2 내용연수가 다른 경우의 투자효과 비교

구 분	A기계	B기계	C기계
설비투자(P) 천원	5,000	3,000	2,000
자본회수계수 (P→R) ^{%)}	0.13147	0.14676	0.18744
연간 회수액(R) 천원	657	361	375
연간 소모액(M) 천원	2,000	1,500	1,500
소득액-회수액 천원	1,343	1,139	1,125
연간 증가계수(R→S) ^{%)}	23.2759	16.86994	9.89747
10년간 이익(L) 천원	31,351	19,115	11,136
투자액과 이익비(L/P)	6.27	6.37	5.6
기간(n)	15	12	8

㉞ 법정 자산상각액, 금리를 고려하는 방법

내용연수를 각 기계 모두 10년으로 하고, 법정 자산상각은 정률법을 채용, 금리를 6%로 하는 전제조건에서 4년간 분을 계산하면 표 3.11.3과 같다.

㉞ 각 투자효과 계산법의 비교

지금까지의 예로서 계산법 선택에 따라 결과가 다르다는 것을 알았다.어느 방법을 취하는가는 기업체질과 정책에 따른다.내용연수 요소를 고려하면 각 기계의 우열의 차가 나타남을 알 수 있다.여기서 말하는 내용연수는 법정 내용연수만이 아니고, 실제로 기계가 열화 낙후되어 폐각되는 시점까지의 경과연수를 취한다.

설비 메이커 중에는 경합하는 타사와의 사이에서 우위에 서기 위해 규격을 낮추는 경우가 있다. 열교환기의 예를 들면 회수성능은 타사와 같거나 높게 놓고, 열교환기의 재질을 1급 낮은 것으로 하든가 두께를 얇게하여 가격을 낮게하는 방법이 있다.

사용자측의 시비 판단이 개략 설비투자효과 계산에 직접 영향을 미치는 초년도 설비비에 분명하게 하기 어려우므로, 저가격으로하여 판로를

넓히는 전략인 것이다

표 3.11.3 상각, 금리부담을 고려한 투자효과 비교

구 분		A기계	B기계	C기계
법정내용연수(년)		10	10	10
정률상각률		0.206	0.206	0.206
상각비(천원)	초년도	1,030	618	412
	2년도	817.8	490.7	327.1
	3년도	649.4	389.6	259.8
	4년도	515.6	309.4	206.2
	㉔ 4년간합계	3,012.8	1,807.7	1,205.1
투 자 액(천원)		5,000	3,000	2,000
지불금리 합계 (천원)	초년도	500	300	200
	2년도	1,050	630	420
	3년도	1,655	993	662
	㉔ 4년도	2,320	1,392	928
4년간 상각비, 금리㉔		5,332.8	3,199.7	2,133.1
연간수의 R(천원)		2,000	1,500	1,500
4년후의 증가계수 $(R \rightarrow S)_{4n}^4$		4,375	4,375	4,375
4년간 총수입 S(천원)		8,744	6,558	6,558
4년간의 차감이익 S-C(천원)		3,411	3,358	4,425

이 방법은 간편하게 쓰여지는 단순 회수기간법에는 적용하기 쉽다. 간편법에 의한 설비투자효과 계산에서는, 유지비(보수가 용이하고 거의 고장이 일어나기 어려움)가 거의 들지 않고 수명도 긴 기계는, 저가격 전략의 기계에 비해 불리하게 된다. 그러나 전술한 바와 같이 실용 내용연수를 고려한 계산식에서는 이 결과가 역전하는 것은 이미 알고 있는 바와 같다.

이같이 속담에도 있듯이 싼게 비지떡이라는 것이 에너지절약 설비투자의 경우에도 해당된다. 80년대의 에너지 원가 압박이 높은 시대에 목전의 1~2년의 투자효과에 구애되지 않고, 기계의 전 라이프 사이클에 걸친 이득을 누릴 수 있도록 고성능인 것, 유지비가 낮은 것을 선택하는 편이 장기적으로 보아 이익이 된다.

2. 설비투자 회수

가. 투자회수 연수의 검토방안

(1) 무시할 수 없는 에너지 절약 감세법

정확한 설비 투자 계산에는, 더욱이 고정자산세, 사업세분을 이익에서 공제할 필요가 있다.

우리 나라에서도 에너지절약 투자 의욕을 촉진

하기 위해 소위 에너지절약감세를 실시하고 있으므로 정부가 지정한 에너지 절약 설비를 사용하는 경우는 세금의 경감조치를 받을 수 있다. 잘 이용하면 상당한 투자액의 경감과 같은 효과를 얻을 수 있으므로 충분히 검토해야 할 것이다.

(2) 계산법에 따라 회수연수가 다름

앞에서 소개한 각종의 투자효과 산정법에 따라 회수연수에는 어느 정도의 차가 생기는가를 실제 있었던 설비투자의 예를 들어본다.

어느 대기업에서의 합리화 공장의 총공사비가 7,600만원이었다. 법정내용연수 7년(정률상각률 0.28) 금리연율 0.09를 전제로 한 기대이익이 상각비 3,000만원일 때, 투자 회수연수는 3년 10개월이었다. 이를 단순기간법(금리, 상각 없음)으로 계산하면 2년 6개월이 된다. 이같이 산정함에 따라 회수 연수가 달라진다. 따라서 회수연수를 말할 때에는 반드시 어느 계산방식으로 산출한 것인가를 미리 알려주지 않으면, 사람에 따라 받아들이는 방법이 다를 수도 있으므로 주의할 필요가 있다.

(3) 회수 기간은 어느 정도가 타당한가

우리가 알고 싶은 것은 보통 어느 정도일까 하는 점이다. 어떤 학자는 자본회수 연수가 2~3년이 타당하지만 3~4년, 기업에 따라서는 6~7년인 것도 대상으로 할 수밖에 없다고 하고 있다. 일본에서의 대기업의 일반 적인 회수연수는 4~5년으로 보고 있다. 만약, 단순기간 회수법에서 2년에, 금리상각비 및 세금공제 등을 가미한 계산방법에서 3년이내의 숫자가 나오고 설비자금을 조달할 수 있다면, 시행하는 것이 바람직하다.

대기업들은 설비회수 기간이 6~7년에 도전할 만하고, 일본 후퇴하여 단순기간법에서 3~4년, 제공자에 대한 계산법에서 4~5년인 것은 적극적인 자세가 필요하다.

나. 활용에 의한 기대효과 계산법

이제까지 기술한 설비투자회수 계산방식은 어느 것도 인플레이션율을 큰 비중으로 보지 않고,

금리상각비와 같은 일정이율로 계산할 수 있는 것이다.

그러나, 에너지 절약 투자의 경우는 전력, 가스, 증유의 에너지 가격이 수년 내에 크게 변동하므로 이러한 것을 대상으로 하는 투자효과는 에너지 가격 변동을 무시한 경우와는 상당한 차이가 있다. 이 문제점에 대해 상당히 검토한 계산 방식이 최근 일부 기업에서 채용되고 있으며, LCC법이 그것이다. LCC법은 Life Cycle Costing의 약자로서 설비를 설치하여서부터 폐각하기까지의 전 비용을 고려한 종합원가를 최저로 억제하도록 하는 종합검토법이다.

요업, 염색정리업, 제지 펄프업, 양조업 등 에너지 다소비 업종에서는 석유값이 상당히 민감하게 에너지 원가에 영향을 끼치므로, 에너지 가격변동을 무시한 설비투자는 위험하다.

설비 운전비나 수선비를 포함한 광의의 유지비 종합지출을 최저로 하도록 하는 LCC검토는, 설비 열화 갱신의 검토 방법에도 고려되며, 설비비용과 조업비용의 연금환산값을 각각 산출하고 그것을 합산한 종합값이 최소값을 나타내는 점을 구한다. 설비갱신 대상예정인 구설비와 신규설비의 종합최소값의 차가 MAPI(Machinery and Allied Products Institute)계산에 의한 공제이익이다. 구체적으로 계산한 것이 중소기업의 중장기 경영계획을 작성하는 방법과 실례로 예시되고 있는 것으로 참고하도록 게재한다 (표 3.11.4 참조).

표 3.11.4 간단한 MAPI방식

	자본비(1)	수선비(2)	합계(1)+(2)=(4)
1년후교환	100	10	110
2년후교환	50	30	80
3년후교환	33	50	83
4년후교환	25	70	95
5년후교환	20	90	110

LCC도 설비끼리 비교함에 있어서는 MAPI법과 유사하지만, MAPI가 종합 최소값의 연수만을 비교함에 비해, LCC는 그 명칭과 같이 기계의 전 사용기간에서의 전비용 지출액, 수익액의 비교로 되는 메리트가 명확하게 되며 또한 경영 계획에도 이용하기 쉽다. 특히 에너지 가격의

변동 예측을 넣는 시뮬레이션을 하는 경우, LCC법은 전 기간에 걸쳐 연차이익 예상을 파악할 수 있는 특징이 있다.

(1) LCC를 사용한 계산 예

종래법과 어떻게 다른가를 에너지 절약형 건조기를 예로 들어, A사 B사의 기종 선정에 응용한 계산예를 들어본다. 종래법에 의한 계산도 병기하고 있으므로 비교해 보기로 한다. LCC에서는 이미 다음과 같은 전제조건을 세워 놓을 필요가 있다.

(가) 계산연수는 법정내용연수가 아닌 실제로 사용가능한 연수로 한다. 이는 노후화하여 폐각시키기까지의 연수가 아니고 낙후되어 대항기종으로 바꿀 때까지의 기간을 말한다.

(나) 사용기간 중의 연평균 보수비, 운전비 등의 10%상승을 추정한다.

(다) 출력시킨 에너지 소비에 대해, 가격변동을 전 사용기간에 걸쳐 추정한다.

이상 종래법에 없는 조건설정을 함에 따라 에너지 절약 기계도입에 있어서 장기적인 효과예측을 할 수 있다. 역으로 장기적 예측, 특히 에너지 사용량, 가격 등의 장기전망을 하는 능력이 요구된다. 그러나 중소기업에서는 이러한 항목에 대해 정도 높은 예측을 하는 것이 어렵다. 중소기업이 아니라도 기업의 조사능력에도 한계가 있으므로 정부(자치단체)기관, 경제단체, 협회 등 정확도 높은 정보를 활용해 가면서 장기에측을 하는 편이 좋다. 그래서 에너지 절약형 건조기를 예로 들어, 본체가격이 대항기종에 비해 30%나 다른, 소위 저가격형과 유지비가 적은 고성능에 대해 어느편이 유리한가를 검토한다.

각 기종마다 전제조건을 표 3.11.5와 같이 한다. 공유하는 조건으로서,

- ① 금 리 : 연 10%
- ② 보수비용 : 연 10% 상승
- ③ 운전비용 : 2년에 1회 20% 상승
- ④ 연료가격 : 연 10% 상승

으로 한다.

여기서 가장 중요한 것은 연료가격의 상승률을

예상하는 것이다. 원유가격이 일시적 이완의 정세하에 있겠지만 환율변동에 따라 중유가격이 역으로 상승함도 고려할 때 역시 다소의 상승 하락을 되풀이 해가면서 상승경향을 보일 것이 틀림없다고 생각한다.

표 3.11.5 에너지절약형 건조기의 가격 및 연간 에너지 절감량

구분		저가격형	고성능형
입력	에너지절약형 건조기가격	30,000천원	40,000천원
	초기투자비	5,000천원	5,000천원
	내용연수(법정)	7년	7년
	내용연수(실용)	10년	10년
	내용연수(잔존가)	5%	5%
	설비이자율	10%	10%
운전비	수선유지비(연10% 상승)	초년도 900천원	초년도 450천원
	전력비	500천원	250천원
출력	연료단가 상승률(%/년)	10%	10%
	에너지 절약량(ki/년)	200	240
	절감연료비	초년도 12,000천원	14,400천원

(2) LCC와 종래법과의 비교

(가) LCC법

표 3.11.5를 전제조건으로 한 LCCing법에서의 계산결과는 다음과 같게 된다.

전 라이프 사이클에서의 이익
고성능형(80,456천원) > 저가격형(62,211천원)

* 투자효율

고성능형(2.59) > 저가격형(2.33)

* 투자효율 = $\frac{\text{전 라이프 사이클 이익}}{[(*\text{설비취득비}) + \text{전기조업경비}] \text{ 현재가치}}$

** 세금공제는 고려하지 않음

본체가격이 30% 이상 높아도, 유지비가 적고 또한 에너지절약효과가 큰 편이 장기적으로 본 경우 메리트가 크다고 할 수 있다. 어느 쪽도 설비수명은 같다는 전제인데, 만일 고성능형 쪽이 더 수명이 길다고 하면 위에서의 격차는 더욱 커질 것이다. 앞에서 고성능형쪽

이 더 수명이 길다고 하면 위에서의 격차는 더욱 커질 것이다. 앞에서 말한 바와 같이 짝게 비지떡이라는 속담이 LCC법을 채용하는 경우에도 해당된다.

(나) 단순기간법에 의한 비교

앞의 건조기의 예에 대해 단순기간법으로 계산해 보자. 이는 기계 메이커가 매입하는 경우와 사용자가 사실로 계산하는 경우 두 가지로 나누어 검토하도록 한다.

① 기계 메이커가 매입하는 경우

$$\text{저가격형} = \frac{\text{기계가격}(30,000\text{천원})}{\text{연간절감연료비}(12,000\text{천원})/\text{년}} = 2.5\text{년}$$

$$\text{고성능형} = \frac{40,000\text{천원}}{14,400\text{천원}/\text{년}} = 2.5\text{년}$$

이같이 저가격형쪽이 조기에 회수할 수 있으므로 저가격형을 유리하게 판단하기 쉽다.

② 사용자가 일반적으로 사용하는 투자회수기간

$$\text{회수기간} = \frac{\text{종합설비비}(\text{기계가격} + \text{부대공사비})}{(\text{연간 에너지절약효과}) - (\text{연간 유지비})}$$

$$\text{저가격형} = \frac{(30,000 + 5,000)\text{천원}}{(12,000 - 1,400)\text{천원}/\text{년}} = 3.30\text{년}$$

$$\text{고가격형} = \frac{(40,000 + 5,000)\text{천원}}{(14,400 - 700)\text{천원}/\text{년}} = 3.28\text{년}$$

여기서는 회수기간이 거의 같으므로 저가격형이나 고성능형 어느 쪽도 선택할 수 있지만, 일반적으로 설비자금의 운용상 저가격형일 것이라고 하는 심리가 작용하는 경향이 있다.

③ 자본 회수계수를 고려한 회수기간을 구하는 식은 다음과 같다.

$$\text{회수기간} = \frac{\log_{10} \left\{ \frac{(\text{연간 에너지 절약효과}) - (\text{연간 경비})}{(\text{연간 에너지 절약효과}) - (\text{연간 경비} + \text{연간 금리})} \right\}}{\log_{10}(1 + \text{연간 이자율})}$$

이 식에서 해당 항목을 대입하여 계산하면 다음과 같다.

$$\text{저가격형} = \frac{\log_{10} \left\{ \frac{12,000 - 1,400}{12,000 - (1,400 + 35,000 \times 0.1)} \right\}}{\log_{10}(1 + 0.1)}$$

=4.18년

$$\text{저가격형} = \frac{\log_{10} \left\{ \frac{14,400-700}{14,400-(700+45,000 \times 0.1)} \right\}}{\log_{10}(1+0.1)}$$

=4.11년

어느 정도 고성능형쪽이 회수기간에서 유리(1개월 상당)하지만 격차를 느낄 정도는 아니므로 어려운 자금을 담당하고 있는 경영자로서는 고성능형에 적극적으로 대체하는 만큼의 계산결과로는 되지 않는다.

④ 투자이익률법

어느쪽도 10년 사용하여, 10년간의 이익 누계와 투자 이익률은 표 3.10.6과 같이 된다.

○ 이익누계

고성능형(101,125천원) > 저가격형(77,773천원)

○ 투자이익률

고성능형(2.25) > 저가격형(2.22)

투자 이익률은 변하지 않지만, 이익액은 설비 사용기간의 총이익에 상당한 격차를 보인다. 이 같이 투자이익률법은 상당히 중요한 판단자료를 제공해 준다.

표 3.11.6 투자이익률법에 의한 투자효과비교

항목	구분	저가격형	고성능형
초기투자비(P)	기계가격+부대공사비	35,000천원	45,000천원
운전비(C)	(수선유지비+운전비)년	1,600천원	700천원
자본회수계수 (P-R)년	$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$ i=0.1 n=10	0.16375	0.16375
연간회수금액	$P \times (P-R)$ 년	5,731천원	7,369천원
연간이득	연료절감비/년-연간지출(C)	10,600천원	13,770천원
회수금 공제후의 이득(R)	연간이득-연간회수금액	(12,000-1,400) 4,869천원	(14,400-700) 6,331천원
10년간의 증가계수	$(P-R)$ 년	15.937	15.937
10년간의 총이익(S)	$R \times (R-S)$ 년	77,773천원	101,125천원
투자이익률	$\frac{R \times (R-S)}{P}$ 년	2.22배	2.25배

⑤ 결론

투자 효과의 계산방식에 따라 계산결과에 미묘

한 변화가 있음을 이해시키고자 했다. 이 계산 Magic에 대해 종합적 장기적 측면에서 본 정보를 제공하는 것이 LCCing법이다. 투자 이익률법과 더불어 앞으로 에너지절약 설비투자를 검토하는 경우 활용될 방법이라고 생각한다.

<끝>

성실은 만사(萬事)의 대본(大本)이며
모든 재능의 최대 요소이다.

- 칼라일(영국의 사상가·역사가·문필가, 1791~1881) -

그동안 “전력기술”에 최장연재된 “전기설비의 전기에너지 절약운영기술”을 끝까지 보시며 전기에너지 절약을 위한 설비개선은 물론 에너지 절약에 관심을 갖고 꾸준히 노력해 오신 회원 및 전력기술인 가족여러분들께 진심으로 감사드립니다.

협회는 회원님들과 함께 더불어 더 알차고 보다 좋은 “전력기술인”을 발행하기 위하여 최선을 다하고 있습니다.

회원가족 여러분들의 변함없는 협조와 성원을 당부드립니다.

- 협회부설 전력기술연구원 -