

A Study on the Estimation of Economic Depreciation Rate on Industrial Property for Practical Depreciation

H. S. Oh*[†] · S. H. Kwon** · J. H. Cho***

*Department of Industrial Engineering and Management, Hannam University

**Department of Statistics, Hannam University

***Division of Industrial Engineering, Kumoh National Institute of Technology

제조설비의 실제적 감가상각을 위한 경제적 감가상각률 추정방안

오현승*[†] · 권세혁** · 조진형***

*한남대학교 공과대학 산업경영공학과

**한남대학교 경상대학 비즈니스통계학과

***금오공과대학교 산업공학부

When the number of items of same type of industrial property is quite large, calculating depreciation for a group of such item may be more efficient than depreciating each item separately. Also, predicting the service life of a specific individual unit is very difficult to do with any degree of accuracy. Estimating the probable average service life (PASL) of many units (or dollars) is not an easy task; however, an average life of many units can probably be predicted with a much higher degree of accuracy than the life of some particular unit. Using the average of many units allows for some units having relatively short lives and some units having relatively long lives without specifying whether a particular unit will have a short or a long life. If the life of each vintage in an account are not estimated, then the broad group procedure can be used. The broad group procedure depreciates the several vintage in an account as a single group. The PASL for this procedure is the estimate of the average of lives of the individual dollars in the group. If the estimated PASL's of the vintages are not the same, then a weighted average PASL would have to be calculated for each calendar year. In this paper, we illustrate the calculations of accrual rates and the annual depreciation charge for each of the calendar years by the broad group depreciation procedure.

Keywords : Depreciation Procedure, Broad Group Procedure, Equal Life Group Procedure

1. 서 론

기업이 현재와 같은 치열한 세계화된 시장 경쟁에서 생존하기 위해 적절한 제조설비를 취득하는 투자 활동은 기업의 주요한 의사결정 활동이다. 이렇게 특정 자산을 소유하고자 하는 욕망을 화폐단위로 공정하게 측정하는

기법을 가치평가(valuation)라 하며, 전문적 공학지식과 판단이 필요한 산업자산의 가치를 체계적이고 과학적으로 추정하고 평가하는 학문을 가치평가공학(engineering valuation)이라 한다[4]. 이러한 가치평가 분석을 위해 가장 주요한 자료 중의 하나가 시간의 경과에 따른 제조설비의 감소된 가치를 비용으로 처리하는 것이다. 제조설비의 가치가 퇴화와 진부화 등에 따라 가치가 감소되는 것을 감가상각이라 한다[2, 3, 4]. 이러한 감가상각은 크게 회계적 감가상각(financial depreciation)과 경제적 감가상각

(economic depreciation)으로 구분 된다. 회계적 감가상각이란 유형고정자산에 대해 추정된 내용연수 동안에 잔존 가치를 제외한 가치를 체계적이고 합리적인 방법으로 분배하는 회계 시스템이다. 이것은 할당의 과정이지 가치평가의 절차는 아니다. 따라서 돈의 시간적 가치(time value of money)가 결여된 과거의 장부가(book value)가 근간이 되는 현실적 상황에서는 정확한 경제적 가치를 구현하기 어렵다[5]. 이에 반해 경제적 감가상각은 유형고정자산이 시간의 경과에 따라 발생하는 가치의 하락 분을 시장가로 나타낸 것으로 특정한 목적을 위하여 특정한 자산을 소유하고자 하는 욕구를 화폐단위로 올바르게 추정하는 가치평가를 뜻한다[2, 7].

그러므로 가치평가를 위한 감가상각시스템으로는 경제적 감가상각이 가장 정확한 방법이나 이를 위한 유형고정자산의 경과연수 자료와 중고시장가격을 구할 수 있는 자산은 극히 제한적이다. 따라서 본 논문에서는 제조설비의 정확한 가치평가를 위하여 생존분석(Life analysis)법[1, 5, 6, 11]을 활용하여, 제조설비의 시간의 경과에 따른 실제적 가치상각의 형태를 제시하여 좀 더 효율적인 경제적 감가상각을 위한 방법을 제안하고자 한다.

2. 경제적 감가상각 방법

2.1 집단 상각법(Broad Group Procedure)

각 제조설비(item property)의 연도별 감가상각액은[9],

$$D_x = \text{특정연도 } x \text{의 감가상각액} \\ = (\text{실질상각률}) \times (\text{감가기저})$$

로 정의된다.

따라서

$$D_x = \frac{B - V}{n} \tag{1} \\ = \left(\frac{B}{B}\right) \left(\frac{B - V}{n}\right) \\ = (B) \left(\frac{1 - \frac{B}{V}}{n}\right) \\ = (B) \left(\frac{1 - s}{n}\right)$$

여기서,

B = 감가기저(depreciation base),

V = 추정 잔존가치(estimated net salvage),
n = 예상사용수명(probable service life),
s = 잔존가치율(net salvage ratio),

이 된다.

그러나 집단 상각법에서는 집합설비들의 평균 실질 자산액(average account balance)와 평균 사용수명(PASL; Probable Average Service Life)이 사용된다[9]. 따라서,

$$D_x = \left(\frac{B_{x-1} + B_x}{2}\right) \left(\frac{1 - s}{PASL}\right) \tag{2}$$

여기서,

B_{x-1} = (x-1)연도의 집합설비의 실질 자산액,
 B_x = x연도의 집합설비의 실질 자산액,
PASL = 평균 사용수명(probable average service life)

이 된다.

만약, 모든 집합설비가 같은 형태의 생존모형을 따르고 잔존가치율이 0이라고 가정하면, 평균 실질 자산액(average account balance)은 각 집합설비의 평균 실질 자산액(average vintage balance)의 합계와 같으므로,

$$D_x = \left(\frac{\text{average account balance}}{\text{balance}}\right) \left(\frac{1}{PASL}\right) \tag{3} \\ = \frac{1}{PASL} \left[\left(\frac{\text{average balance of vintage 1}}{\text{vintage 1}}\right) + \left(\frac{\text{average balance of vintage 2}}{\text{vintage 2}}\right) + \dots \right] \\ = \left(\frac{1}{PASL}\right) \left(\frac{\text{average balance of vintage 1}}{\text{vintage 1}}\right) + \left(\frac{1}{PASL}\right) \left(\frac{\text{average balance of vintage 2}}{\text{vintage 2}}\right) + \dots$$

로 산정할 수 있다.

2.2 동일집합 상각법(Equal Life Group Procedure)

집단 상각법에서는 집단설비의 생존모형이 동일하다는 가정하에 평균 사용수명(PASL)을 사용한다. 그러나 동일집합 상각법에서는 사용수명이 동일한 집단설비를

구분하여 감가상각을 하며, 동일집합 상각법의 절차는 다음과 같다[10].

- (1) 예상되는 생존곡선과 집단설비의 평균사용수명(PASL)을 추정한다.
- (2) 반년관례(Half year convention)를 적용하여 사용수명이 $\frac{1}{4}$ 년, 1년, 2년짜리 등으로 구분한다.
- (3) 사용수명이 동일한 집단설비의 감가상각률을 산정한다.
- (4) 구해진 감가상각률을 세분화 된 집단설비의 감가기저에 적용하여 연도별 감가상각액을 산정한다.

3. 사례연구

3.1 제조설비의 폐기자료

C회사에서 2,000년에 구입한 4대의 제조설비의 폐기 자료는 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Life Table of Property in Service

Year	Vintage 1	Vintage 2	Vintage 3	Vintage 4
2000	\$2,000	-	-	-
2001	2,000	\$2,400	-	-
2002	2,000	2,400	\$2,800	-
2003	2,000	2,400	2,800	\$3,200
2004	1,500	2,400	2,800	3,200
2005	1,500	1,800	2,800	3,200
2006	1,000	1,800	2,100	3,200
2007	1,000	1,200	2,100	2,400
2008	1,000	1,200	1,400	2,400
2009	500	1,200	1,400	1,600
2010	0	600	1,400	1,600
2011	-	0	700	1,600
2012	-	-	0	800
2013	-	-	-	0

3.2 집단 상각법을 적용한 경우

평균 사용수명(PASL)은[8, 12],

$$\begin{aligned}
 PASL &= \frac{\text{Area under survivor curve}}{100\% - \text{surviving}} \\
 &= \frac{S_0\left(\frac{1}{4}\right) + S_{\frac{1}{2}}\left(\frac{3}{4}\right) + S_{1\frac{1}{2}}(1) + \dots}{100\% - \text{surviving}} \quad (4)
 \end{aligned}$$

여기서,

$$S_x = x\text{시점에서의 생존률}(\%)$$

<Table 1>의 수명표(Life Table)에서 구해진 평균 사용수명(PASL)은 식 (4)을 이용하면,

$$\begin{aligned}
 PASL &= \frac{S_0\left(\frac{1}{4}\right) + S_{\frac{1}{2}}\left(\frac{3}{4}\right) + S_{1\frac{1}{2}}(1) + \dots}{100\% - \text{surviving}} \quad (5) \\
 &= \frac{2,000\left(\frac{1}{4}\right) + 2,000\left(\frac{3}{4}\right) + 2,000(1) + \dots}{2,000} \\
 &= \frac{12,500}{2,000} = 6.25\text{년}
 \end{aligned}$$

이 되며, 따라서, 잔존가치(s)가 없다고 가정하였을 때, 실질 상각률(d)은

$$\begin{aligned}
 d &= \frac{1-s}{PASL} \\
 &= \frac{1-0}{6.25} \\
 &= 0.16
 \end{aligned}$$

이 된다.

집단 상각법을 활용한 연도별 감가상각액(D_x)은 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Depreciation Charges by BG Procedure

Date	Retirement (\$)	Account Balance (\$)	Average Account Balance(\$)	Depreciation Charge
2000-7-1	0	2,000	-	-
2000-12-31	0	2,000	1,000	160
2001-12-31	0	4,400	3,200	512
2002-12-31	0	7,200	5,800	928
2003-12-31	500	9,900	8,550	1,368
2004-12-31	600	9,300	9,600	1,536
2005-12-31	1,200	8,100	8,700	1,392
2006-12-31	1,400	6,700	7,400	1,184
2007-12-31	700	6,000	6,350	1,016
2008-12-31	1,300	4,700	5,350	856
2009-12-31	1,100	3,600	4,150	664
2010-12-31	1,300	2,300	2,950	472
2011-12-31	1,500	800	1,550	248
2012-12-31	8,00	0	400	64

3.3 동일집합 상각법을 적용한 경우

Step 1 : 반년관례를 적용하여 <Table 1>의 수명표(Life Table)를 사용수명이 동일한 집단설비로 <Table 3> 및 <Table 4>와 같이 세분화 한다[10].

<Table 3> Portion of Vintage

Life	ELG Amount
1/4	0
1	0
2	0
3	25%
4	0
5	25%
6	0
7	0
8	25%
9	25%

<Table 4> Accrual Rate for ELG

Life	ELG Amount	Accrual Rate
3	25%	1/3
5	25%	1/5
8	25%	1/8
9	25%	1/9

Step 2 : 각 집단설비의 연도별 감가상각률을 산정하면 <Table 5>와 같다[10].

Step 3 : 각 집단설비의 연도별 감가상각액을 산정하면 <Table 6>과 같다[10].

<Table 5> Accrual Rate for Each Calendar Year

Life	Amount (%)	Rate	Year 1		Year 2		Year 3		Year 4		Year 5		Year 6		Year 7		Year 8		Year 9		Year 10	
			B	d	B	d	B	d	B	d	B	d	B	d	B	d	B	d	B	d	B	d
3	25	1/3	12.5	4,17	25	8,33	25	8,33	12.5	4,17												
5	25	1/5	12.5	2,5	25	5	25	5	25	5	25	5	12.5	2,5								
8	25	1/8	12.5	1,56	25	3,13	25	3,13	25	3,13	25	3,13	25	3,13	25	3,13	25	3,13	12.5	1,56		
9	25	1/9	12.5	1,39	25	2,78	25	2,78	25	2,78	25	2,78	25	2,78	25	2,78	25	2,78	25	2,78	12.5	1,39
Sum of Accrual Rate			9.6181		19.2361		19.2361		15.0695		10.9028		8.4028		5.94028		5.9028		4.3403		1.3889	
Sum of Weight			50		100		100		87.5		75		62.5		50		50		37.5		12.5	
Average Accrual Rate			0.1924		0.1924		0.1924		0.1722		0.1454		0.1344		0.1181		0.1181		0.1157		0.1111	

<Table 6> Depreciation Charges by ELG Procedure

Year	Vintage Balance at 12-31	Average Vintage Balance	Accrual Rate	Depreciation Charge
2000	2,000	1,000	0.1924	192.4
2001	4,400	3,200	0.1924	615.7
2002	7,200	5,800	0.1924	1,116.0
2003	9,900	8,550	0.1892	1,609.7
2004	9,300	9,600	0.1806	1,734.2
2005	8,100	8,700	0.1687	1,467.4
2006	6,700	7,400	0.1496	1,107.2
2007	6,000	6,350	0.1329	844.0
2008	4,700	5,350	0.1238	662.6
2009	3,600	4,150	0.1172	486.3
2010	2,300	2,950	0.1166	343.9
2011	800	1,550	0.1147	177.8
2012	0	400	0.1111	44.5

3.4 통계적 분석

앞에서 제안된 집단 상각법(<Table 2> 참조)과 동일집합 상각법(<Table 6> 참조)에 의해 구해진 연도별 감가상각액에 대한 SAS 프로그램의 TTEST 결과와 대응비교의 분석결과는 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Results of Test

Method		df	t value	p-value
Independent	Equal	24	0.000	0.9995
	Unequal	23.521	0.000	0.9995
Paired Comparison		12	-0.0031	0.9976

<Table 7>에서 보는 바와 같이 두 방법에 의한 감가상각액의 차이는 통계적으로 있다고 할 수 없다.

따라서 동일 자산의 경우 실제적인 경제적 감가상각액은 집단 상각법(Broad group procedure)을 사용하는 것이 동일집합 상각법(Equal life group procedure)보다 좀 더 효율적으로 산정할 수 있다. 그러나, 어느 방법을 사용하더라도 누적 감가상각액은 동일하지만 연도별 과세표준이 다르게 된다. 따라서, 돈의 시간적 가치를 고려한 순현재 흐름에 영향을 줄 수 있어 재무 구조와 사업성평가에 중요한 요인이 된다.

4. 결 론

감가상각이란 고정자산의 가치가 감소하는 부분을 합리적이고 체계적인 방법으로 배분하여 내용연수에 걸쳐 수익비용대응 원칙에 입각하여 당기 비용으로 인식하는 절차이다. 그러므로 제조설비의 실제적인 가치평가를 하기 위해서는 연도별 감가상각액을 객관적으로 추정할 수 있어야 한다. 그러나 제조설비의 가치는 파손 등의 물리적 열화와 기술의 개발 등에 따른 기능적 열화뿐만 아니라 경영상의 원인 등으로 가치가 감소하기 때문에 정확한 실질 가치를 구하기는 매우 어렵다. 따라서 대부분의 나라에서 재무적 목적으로 회계적 감가상각법을 사용하고 있다. 그러나 정확한 설비의 자산가치를 구하기 위해서는 자산이 설치되어 폐기될 때까지의 생존형태를 정확히 파악하고 이를 활용하여 경제적 감가상각률을 구해야 한다. 본 연구에서는 C회사의 폐기자료를 활용하여 폐기율과 생존곡선을 추정하고 이를 활용한 실질적인 감가상각방법을 제안하였다. 특히 마모에 의한 폐기뿐만 아니라 진부화 혹은 기술변화에 따른 폐기가 중요한 원인이 되고 있는 현 시점에서는 설비 도입 초기에 많은 감가상각을 하는 게 기업의 재무구조에 유리하다. 따라서 본 연구에서 제안된 집단 상각법이 동일집합 상각법을 적용한 경우보다 좀 더 효율적으로 실제적인 경제적 감가상각을 할 수 있을 것이다.

Acknowledgement

This study has been partially supported by the 2013 University Research Fund of Hannam University, Daejeon, Korea.

References

- [1] Cho, C.H., Oh, H.S., Lim, T., Jung, S.I., Lee, J.Y., and Kim, B.K., The Estimation Of Economic Service Life on Manufacturing Equipment Which It Follows in Technological Obsolescence. *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2011, Vol. 34, No. 1, p 74-79.
- [2] Cowles, H.A. and Elfar, A., Valuation of Industrial Property : A Proposed Model, *Engineering Economist*, 1978, Vol. 23, No. 3.
- [3] Cowles, H.A. and Marston, A., Estimation Declining Operation. *Engineering Economist*, 1986, Vol. 31, No. 2.
- [4] Marston, A., Winfrey, R. and Hempstead, J.C., *Engineering Valuation and Depreciation* Ames Iowa : Iowa State University Press, 1979.
- [5] Oh, H.S., Kim, J.S., and Cho, J.H., Estimation Of Retirement Rate on Domestic Industrial Property. *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2002, Vol. 25, No. 4, p 75-85.
- [6] Oh, H.S., Kim, J.S., Suh, J.Y., and Cho, J.H., A Study on the Estimation of Economic Service Life on Semiconductor Equipment. *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2007, Vol. 30, No. 4, p 164-169.
- [7] Oh, H.S., Kim, J.S., Lee, H.K., and Cho, J.H., A Study on the Estimation Depreciation Rate on Petrochemical Equipment. *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2009, Vol. 32, No. 1, p 130-136.
- [8] Oh, H.S. and Cho, J.H., A Study on the Estimation of Economic Depreciation Rate on Industrial Property Using Remaining Life. *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2010, Vol. 33, No. 3, p 219-224.
- [9] Oh, H.S., Kwon, S.H., and Cho, J.H., A Study on the Estimation of Economic Depreciation Rate on Industrial Property Using Broad Group Procedure. *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2012, Vol. 35, No. 1, p 148-153.
- [10] Oh, H.S., Kwon, S.H., Sung, I.S., and Cho, J.H., A Study on the Estimation of Economic Depreciation Rate on Industrial Property Using Equal Life Group Procedure. *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2013, Vol. 36, No. 1, p 53-57.
- [11] White, B.E., Economic Forces of Retirement. *Proceedings of the Iowa State University Regulatory Conference*, Ames, Iowa, 1986.
- [12] Winfrey, R., *Statistical Analysis of Industrial Property Retirement*(Revised edition : ERI Bulletin 125) Ames Iowa : Iowa State University Press, 1967.