

군용 기동장비 3종($\frac{1}{4}$ 톤, $1\frac{1}{4}$ 톤, $2\frac{1}{2}$ 톤) 차량의 경제수명 산출에 관한 연구

백순흠 · 이윤수 · 김경용 · 정준식 · 나일용 · 홍문희

국방기술품질원 기술기획본부 기술분석부 신뢰성분석팀

A Study on the Economic Life for the Three Types of Military Wheeled Vehicles

Soon-Heum Paik · Yoon-Soo Lee · Kyung-Yong Kim · Il Yong Na,
Joon-Sik Jung, and Moon-Hee Hong

Technology Analysis Department, Technology Planning Bureau,
Defense Agency for Technology and Quality

Abstract

The economic life for three types of military wheeled vehicles with load capacities of $\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{4}$, and $2\frac{1}{2}$ tones has been evaluated on the basis of the equivalent acquisition and operating costs. The economic life of wheeled vehicles were calculated from 12 to 18 years by using the annual equivalent cost method. The equivalent cost was decided at the lowest point of the total amount of equivalent acquisition cost and operating cost. The operating cost were collected from the field data. The evaluated economic life can be very useful for deciding the total life cycle of these three types of military vehicles. The annual equivalent cost method may be also applied to other military equipments such as communication electronics, weapon systems, and other type of vehicles.

Keyword : Economic life, Field data, Wheeled vehicle, Annual Equivalent Cost Method, Equal Annual Worth Method

1. 서론

사용 중인 기동장비 노후화가 증가되고 장비 획득예산이 제한됨에 따라 경제수명의 개념을 도입하여 장비를 도태시킬 필요성을 느끼게 되었다. 이에 따라 기동장비 3종(K111, K311, K511)에 대해 합리적인 수명 분석을 통해 장비획득, 도태 소요 판단기준 제공 및 경제적인 장비관리를 위해 경제수명 산출이 필요하게 되었다. 본 연구에서는 경제수명을 산출하기 위해 야전운용이력 자료를 수집하여 분석하였다.

운용단계에서 실제 운용환경이 반영된 수명을 결정하기 위한 방법으로는 전략적 특성을 고려하여 장비수명을 결정하는 방법, 유효성에 의해 장비수명을 결정하는 방법, 경제적 특성을 고려하여 장비수명을 결정하는 방법 등이 있다. 이러한 방법 중에서 장비수명은 대부분 경제적 특성을 고려하여 결정된다. 경제적 특성을 고려하여 장비수명을 판단하는 방법으로는 누적정비비에 의해 장비수명을 결정하는 방법, 평균시스템비용법에 의해 장비수명을 결정하는 방법, 연등가비용법에 의해 장비수명을 결정하는 방법 등이 있다.

이중 평균시스템비용법과 연등가비용법은 장비획득비용과 운용유지비를 고려하여 종합비용이 최소화되는 기간을 장비의 경제수명으로 결정하는 방법이다. 여기서 평균시스템비용법에 이자율을 반영한 것이 연등가비용법이다. 연등가비용법(Annual Equivalent Cost Method)은 연차등가액법(Equal Annual Worth Method), 연가법((Annual Worth Method) 이라고도 한다. 본 연구에서는 경제수명 판단을 위해 많이 적용하고 있는 연등가비용법을 이용하여 경제수명을 산출하였다.

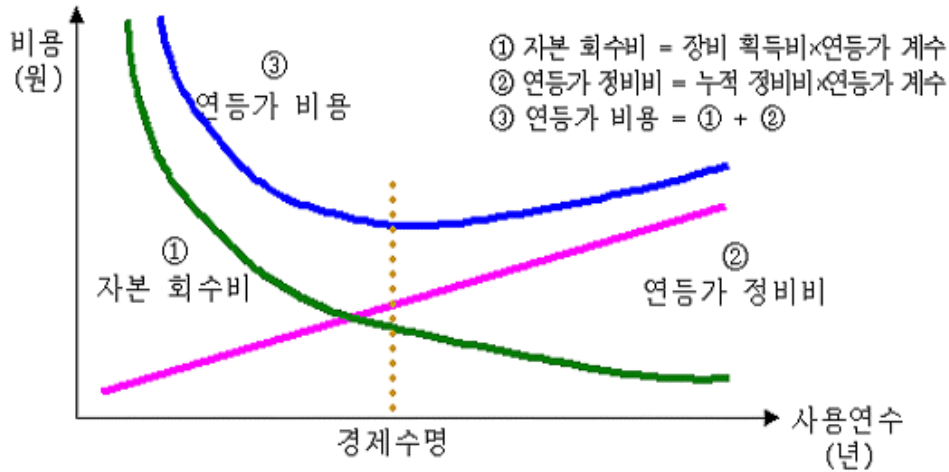
‘05년 육본 분석평가단은 ‘04년도 까지 수집된 자료를 활용하여 기동장비 3종에 대한 경제수명 산출하였다. 이때 연등가정비비 계산을 해당기간 전체 주행거리에 대한 평균을 먼저 구한 후 연차 별 단위 거리 당 정비비를 계산하여 총 정비비를 산출하였다. 그러나 본 연구에서는 ‘05년 ~ ‘07년간의 운용중인 장비에 대한 데이터를 추가로 수집한 후 연차 별 누적평균을 적용하여 단위 주행거리 당 정비비의 변동을 반영함으로써 발생할 수 있는 오차를 최소화하였다.

2. 본론

2.1 연등가비용법

연등가비용법은 <그림 1>과 같이 연등가투자비라 할 수 있는 자본회수비와 연등가정비비의 합이 최소가 되는 시점을 경제수명으로 산출하는 방법이다. 여기서, 연등가투자비(자본회수비)는 초기투자비를 매년 일정하게 회수하는 금액을 말한다. 그리고 연등가정비비(유지비)는 장비 운용 중 사용된 유지비를 매년 일정한 비용으로 환산한 후 당해 연도까지 누적하여

이를 등가로 환산하여 이율을 반영(화폐가치의 시간적 변화 및 감가상각비를 고려)한 후 당해 연도까지 누적하여 환산한 비용을 나타낸다.



<그림 1> 연등가비용법에 의한 장비수명 결정

연등가비용법 (Equivalent Annual Cost Method)은 아래와 같은 식으로 표현된다.

$$EAC(n) = [I \times \frac{A}{P}] + [\sum_{j=1}^n C_j (1+i)^j \times \frac{A}{P}] = CR(n) + EMC(n) \dots\dots\dots(1)$$

여기서

I : 투자비, A/P : 자본회수계수, C_j : j년차의 운영유지비, i : 수익률

CR(n) : n년의 연등가투자비, EMC(n) : n년의 연등가유지비

를 나타낸다.

자본회수계수는 현재의 비용을 계산하고자 하는 기간까지 일정한 비용으로 환산하는 계수로서 다음과 같이 나타낸다.

$$\frac{A}{P} = \frac{1}{\frac{1}{(1+i)} + \frac{1}{(1+i)^2} + \dots + \frac{1}{(1+i)^n}} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \dots\dots\dots(2)$$

연등가투자비는 초기투자비를 매년 일정한 금액(등가)으로 회수하여 최종 년도에는 그 장비에 자본회수계수를 곱하여 구한다.

$$CR(n) = I \times \frac{A}{P} \dots\dots\dots(3)$$

연등가유지비는 장비운용기간에 사용된 유지비를 현재가치로 환산한 후 당해 연도까지 누적하여 일정금액으로 환산한 비용으로서 다음과 같이 나타낸다.

$$EMC(n) = \sum_{j=1}^n C_j(1+i)^j \times \frac{A}{P} \dots\dots\dots(4)$$

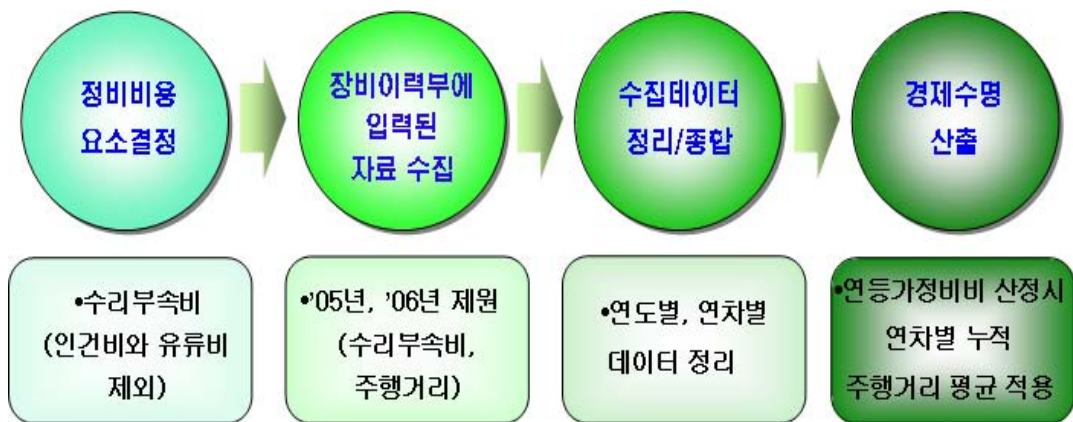
최종적으로 연등가비용법에서 장비수명은 식(1)에서 연등가투자비(CR)와 연등가유지비(EMC)를 더하여 총 비용이 최소가 되는 시점이 된다.

2.2 경제수명 산출

기동장비 3종에 대해 위에서 기술한 연등가비용법을 활용하여 경제수명을 산출하였다. 경제수명 산출을 위해 수집한 데이터는 1979년부터 2006년까지 28년간의 운용 자료로서 장비별로 710대 ~ 877대 수준으로 장비이력부에 기록된 주행거리와 정비비용을 대상항목으로 하여 다음과 같이 산출하였다.

2.2.1 경제수명 산출 절차

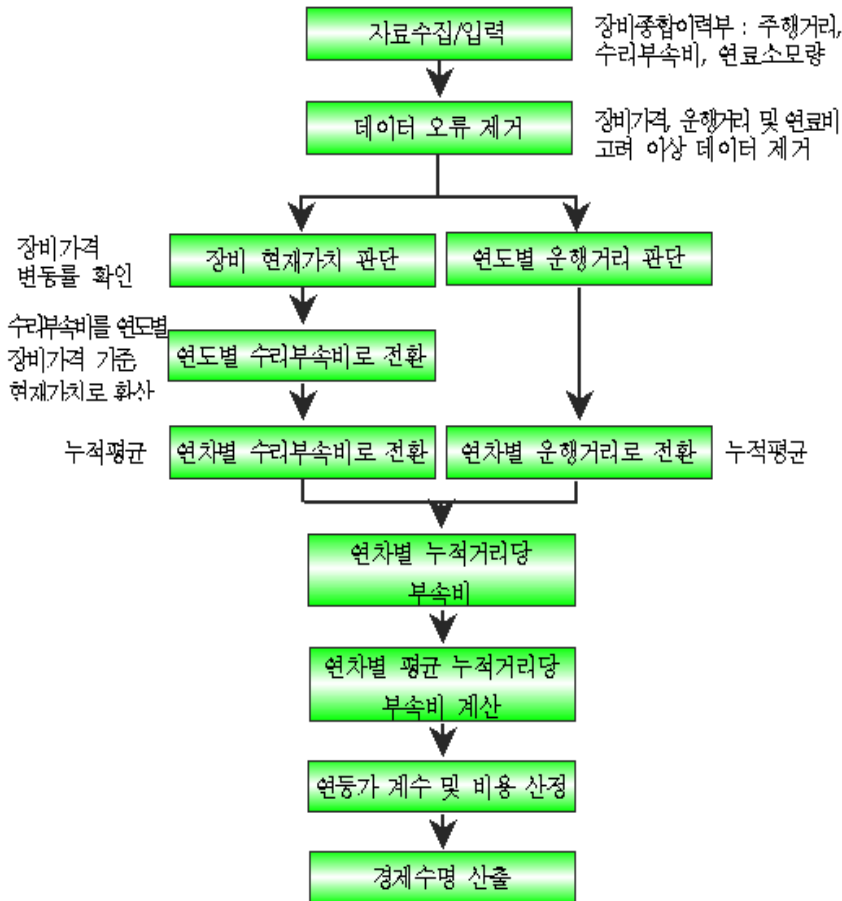
경제수명은 그림 2와 같은 절차에 따라 산출하였다. 먼저 연등가유지비의 정비비용 구성 요소로는 정비에 소요된 시간에 대한 자료가 없는 관계로 수리부속비만으로 계산하는 것으로 하였다. 즉, 장비이력부에 기록된 수리부속 사용실적을 연도별로 정리, 소모된 수리부속비용에 이자율을 반영한 후 다시 연차별로 재정리하였다. 장비획득비용에 연등가계수를 곱하여 자본회수비를 산정하고 연차별 누적평균운행거리를 적용하여 연등가정비비를 산정한 후 자본회수비와 연등가정비비를 더한 값이 최소가 되는 기간을 경제수명으로 산정하였다. 각 항목별 세부기준/절차는 다음과 같다.



<그림 2> 경제수명 산출 절차

2.2.1.1 정비비용요소 결정

장비이력부에 기록된 제원을 활용하게 됨에 따라 주행거리와 수리부속비만 획득이 가능하였으므로 이를 정비비용요소로 결정하였으며, 기타 비용요소는 제외하였다



<그림 3> 경제수명 산출 세부 절차

2.2.1.2 야전운용자료 수집

경제 수명 산출을 위해 자료 수집은 야전에서 1979년 ~ 2004년 동안 운용한 장비를 대상으로 육군 분석평가단에서 수집한 자료에 기품원에서 2004 ~ 2006년 동안 야전에서 운용된 자료를 추가로 수집하여 분석하였다. <표 1>은 데이터를 수집한 각 장비별 샘플 수를 나타낸다.

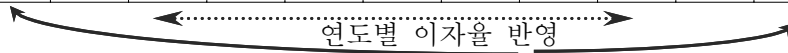
<표 1> 경제수명 산출을 위해 데이터를 수집한 장비별 샘플 수

장비명	1/4톤(K-111)	1-1/4톤(K-311)	1-1/2톤(K-511)
샘플수량	877대	810대	710대

2.2.1.3 수집데이터 정리/종합

<그림 4>는 각 장비별로 배치연도부터 연도별 수리부품 사용액을 정리한 것이다. 그리고 <표 2>는 이 그림에 연도별 이자율을 반영한 후 연차별 누적평균 정비비용으로 재정리한 것이다.

연도	'80	'81	'82	'83	'84	.....	'02	'03	'04	'05	'07
장비일련번호											
000	000	000	000	000	000	.....	000	000	000	000	000
000				000	000	.....	000	000	000	000	000
000		000	000	000	000	.....	000	000	000	000	000
.....
평균	000	000	000	000	000	.....	000	000	000	000	000



<그림 4> 연도별 정비비용

<표 2> 연차별 정비비용

연도	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	.....	00년차	00년차	00년차	00년차	00년차
장비일련번호											
000	000	000	000	000	000	.....	000	000	000		
000	000	000	000	000	000	.....	000	000	000	000	000
000	000	000	000	000	000	.....	000	000			
.....
평균	000	000	000	000	000	.....	000	000	000	000	000

여기서 구한 값으로 연등가정비비를 구할 경우 연등가정비비 곡선이 여러 변곡점을 갖는 여러 차수의 함수가 되므로 이를 보완하기 위하여 다음 식과 같이 연차별 누적평균으로 변환하였다.

$$\text{연차별 누적평균 정비비} = \frac{\sum_{i=1}^n n\text{년차 정비비}}{n} \dots\dots\dots(5)$$

위와 동일한 과정으로 연차별 주행거리평균을 구한 후 식(6)과 같이 연차별 누적평균 주행거리를 구하였다.

$$\text{연차별 누적평균 주행거리} = \frac{\sum_{i=1}^n n\text{년차 주행거리}}{n} \dots\dots\dots(6)$$

식 (7)과 같이 연차별 누적평균 정비비를 연차별 누적평균 주행거리로 나누어 연차별 주행거리 당 정비비용을 구하여 최종 연등가정비비를 구할 때 해당 연차의 주행거리를 곱하였다.

$$\text{연차별 주행거리당 정비비} = \frac{\text{연차별 누적평균 정비비}}{\text{연차별 누적평균 주행거리}} \dots\dots\dots(7)$$

2.2.1.4 경제수명 산출

장비 획득가격을 '04년 기준으로 연등가계수를 곱하여 자본회수비를 산출하였다. 그리고 연등가정비비는 연차별 누적주행거리로 계산하여 산출한 후 연등가정비비와 자본회수비를 더해 합계가 최소가 되는 시점을 경제수명으로 산출하였다. 또한 산출된 경제수명을 거리로 환산하여 총 주행거리에 대한 평균 경제수명도 산출하였다. 여기서 적용한 연등가비용은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{연등가비용} &= (\text{장비 획득비} - \text{잔존가치} + \text{누적정비비}) \times \text{연등가 계수} \\ &= \text{초기 투자비의 자본회수비} + \text{연등가 정비비} \dots\dots\dots(7) \end{aligned}$$

여기서,

장비 획득비 : 조달가(군수사)

표준단가(장비목록편람)

잔존가치 : 0

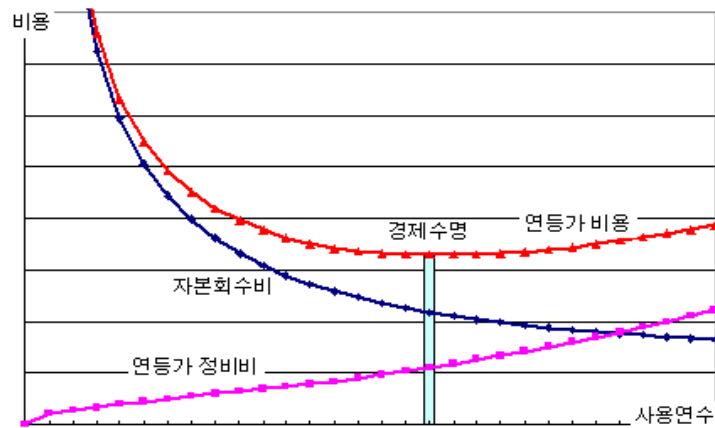
누적정비비(수리부속비) : 장비종합이력부에 기록된 연도별 사용 금액

$$\text{연등가 계수} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (i : \text{수익률}, n : \text{사용연수})$$

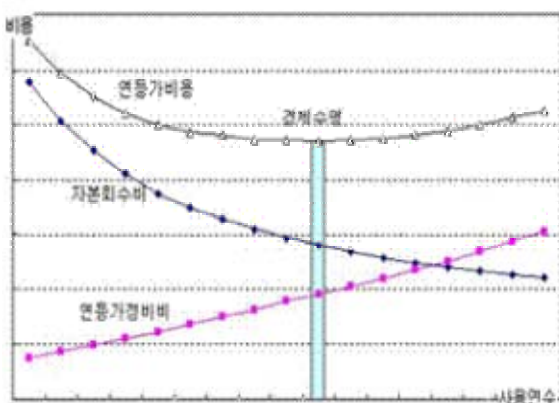
2.2.2 경제수명 산출 결과 및 분석

산출된 경제수명은 <그림 5>와 같다. 산출된 경제수명을 기준으로 전, 후 1 ~ 2년은 연등가비용의 변화가 적으므로 이 기간 중에는 가용한 예산의 범위와 기술검사관의 기술검사 결과에 따라 도태여부를 결정할 필요가 있다.

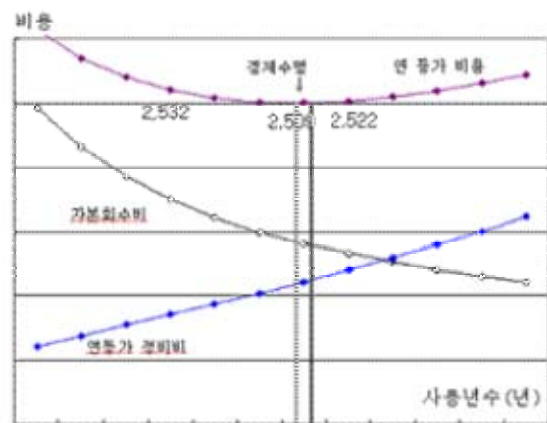
정비비용 판단시 폐처리 된 장비를 주 대상으로 하였으므로 획득 가용한 제원은 장비종합 이력부에 기록된 수리부품비용, 주행거리 및 연료비였으며 다른 지원비용이나 정비소요인시에 따른 비용은 획득이 불가능하여 반영하지 않았다. 이들 요소를 반영할 경우에는 장비 경제수명이 변경될 수도 있을 것으로 판단된다. 인건비는 정비시간과 비례하나 동일 작업을 수행 하더라도 각 부대에 따라 다르게 나타날 수 있으며 작업자의 수준에 따라 시간과 작업자의 인건비가 달라지므로 정확한 경제수명 산출을 위해서는 인건비의 반영을 위한 적용기준 또는 방안의 정립이 필요하다.



(a) 2-1/2톤 차량 경제수명



(b) 1-1/4톤 차량 경제수명



(c) 1/4톤 차량 경제수명

<그림 5> 경제수명 산출 결과

3. 결 론

장비수명은 수리부속 소요, 장비 도태 및 획득계획 수립시 중요한 요소이다. 그러나 현재 까지 군에서는 이러한 수명을 판단하는 절차와 방법이 정립되어 있지 않았다. 따라서 본 연구에서는 다음과 같은 연구를 통해 군에서 비교적 많이 운용중인 기동장비 3종에 대한 경제 수명을 산출하였다.

첫째, 기동장비에 대한 운용단계에서의 경제수명 산출방법은 연등가비용분석법이 효과적임을 알 수 있었으며, 이를 이용한 분석 절차와 방법을 정립하였다.

둘째, 야전운용제원을 수집/분석하여 운용중인 기동장비 3종의 경제수명을 산출한 결과 12년 ~ 18년임을 알 수 있었다.

이러한 경제수명 산출 절차와 결과는 향후 타 장비 수명 산출 시 적용할 수 있으리라 판단되며, 특히 장비 도태/획득 계획의 수립시 수명기준으로 활용 될 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 획득 데이터의 제한으로 인해 경제수명 산출시 연등가정비비에 수리부속비만 반영하였으나 인건비나 지원비용 등을 포함할 경우 보다 정확한 경제수명이 산출될 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 향후에 보다 정확한 경제수명을 산출하기 위해서는 운용제원 수집 체계의 구축/발전, 장비별 정비비용요소의 표준화, 장비 경제수명 산출 SW 개발/운영 및 수명 관련 프로세스 제도/규정 정립 등이 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 유일근(2006), 최신 경제성공학, 형설출판사
- [2] 이상용(2005), 신뢰성공학, 형설출판사
- [3] 함효준(2004), 최신 경제성공학, 동현출판사
- [4] 권혁진, 장길상(1994), 군용장비의 경제수명에 관한 연구, 국방론집 제25호(1995년 봄), p293~p319
- [5] 김장현(1989), 지형형태에 따른 1-1/2톤 트럭의 수명비교에 관한 연구, 국방대학교
- [6] 신흥석(2005), 현장비와 도전장비의 대체결정에 따른 무기체계 최적수명(OLRD) 연구, 국방대학교

- [7] 오점록(1984), 군용장비의 경제적 수명에 관한 실증적 연구, 동국대학교
- [8] 이해영(1992), 차량의 지형별 경제수명에 관한 연구, 성균관대학교
- [9] 이현택, 이혁수(2002), 군용차량의 경제수명에 관한 연구, 국방정책연구(2002년 가을)
p141~ p160
- [10] Logistics Studies Office(1979), Policies To Reappraise Economic/Useful Life
- [11] Raymond Bell(1973) Vehicle average useful life study for truck, 2 1/2ton, 6x6,
M35A2, Technical memorandum no. 164
- [12] Raymond Bell etc.(1975), Vehicle useful life study for truck, 5ton, 6x6, M39A2,
Technical report no. 128
- [13] Raymond Bell etc.(1977), Vehicle useful life study for truck, 1/4ton, 4x4,
M151A1/A2, Technical report(AMSAA-TR-219)