

軍需品 壽命算出方法

공학박사 민 성 기

1. 序 論

軍需品の壽命算出은 裝備의 획득, 조변 및 運用段階 뿐만 아니라 適正時期에 도대시킴으로써 總循期費用을 最適化하는데 대단히 중요한 費用要素이다.

이를 근본적으로 分析함에 있어서는 裝備代替時期를 결정하는 것과 동일한 방법으로 利用되며, 이의 필요성은 裝備의 老朽化로 인한 效率低下, 技術적으로 진보된 裝備의 출현, 그리고 軍의 要求變化에 따른 新裝備開發등에 起因된다고 하겠다.

만일, 어떠한 軍需品이 그 技術的 壽命이나 經濟的 壽命이 초과하여 계속 사용된다고 하면 老朽化로 인한 運用 및 整備維持費증가, 品質低下로 인한 戰力손실 등을 초래하게 됨은 두말할 나위가 없다.

또한 급속도로 發展해 나가는 科學技術狀況下에서는 現裝備의 계속적인 사용과 新規裝備의 도입은 技術적인 側面과 經濟적인 側面에서 동시에 고려되어, 裝備代替戰略을 세워 나가야 할 것이다.

本稿에서는 사용빈도와 整備維持量이 비교적 많이 소요되는 軍用車輛分野에서의 壽命算出方法論을 제시함으로써, 다른 軍需品壽命算出에 도움을 주고자 한다.

우선 壽命算出에 소요되는 各種資料蒐集方法과 美陸軍整備資料機構에서 이를 처리하는 과정을 제시한 다음, 획득되어진 費用資料를 計量分析으로 추정, 검증하여 適正經濟壽命을 算出하

는 요령을 제시하고, 또 그 經濟壽命期間中 性能分析을 위하여 信賴性(Reliability), 可用性(Availability) 및 整備性(Maintainability)을 計量的으로 算出하는 요령과 方法을 제시하고자 한다.

軍用車輛인 경우, 經濟壽命과 有效壽命에 대한 算出을 통해보면 軍裝備의 특성상 有效壽命을 차량의 수명으로 보아야 하며, 民需車輛인 경우, 대부분 經濟壽命이 그 차량의 壽命으로 보는 것이 일반적이라 할수 있다.

車輛의 經濟壽命은 平均總시스템費用이 최소가 되는 時點을 그 壽命으로 할수 있으며, 이는 RAM 特性比較를 한후 性能變化를 검토할 수 있다.

2. 資料蒐集 및 處理

壽命算出을 위하여 蒐集되어지는 人力資料는 그 蒐集過程과 자료정리하는 節次가 수월되어져 있어야만 한다.

그 入力資料의 오차는 전체적인 壽命판단에 미치는 영향이 대단히 클뿐 아니라 正常資料에서 벗어난 入力資料의 스크린方法은 統計的인 節次에 따라 잘 이루어져야만 한다.

따라서 주어진 蒐集經路를 따라 얻어진 자료들은 走行距離 및 蒐集時期의 不一致性, 해당년도의 整備資料부족, 단기간내에 높은 走行距離維持 곤란 및 과도한 費用등에 따라 반드시 재정리되어 검증하여야만 한다.

따라서 조사되어진 모든 車輛의 資料들이 모두 壽命分析에 사용되어지는 것이 아니더라도 당해년도말까지 제외된 資料에 대해서는 데이터 베

이소(Data Base)에 추후 分析檢査할 수 있도록 유지되어야만 한다.

蒐集되어진 資料內容들은 여러가지 사항들을 포함하고 있지만 經濟壽命을 算出하기 위하여 이용되어지는 資料들은 다음과 같다.

- 車輛製造年度
- 車輛累積走行距離(자료 처리년도초)
- 車輛累積走行距離(자료 처리년도말)
- 당해년도 總直接整備費用
- 당해년도 總直接整備人一時數
- 당해년도 車輛整備日數

上記資料를 수집하기 위해서는 이를 전담하는 機構가 形成되어 있지 않은한 車輛의 숫자가 많고 또한 整備횟수도 많기 때문에 방대한 量의 費用資料를 하나도 빠뜨리지 아니하고 全部蒐集하기란 어려운 문제이다.

美國의 경우 전문적인 蒐集資料機構인 USA-MMC(U.S. Army Maintenance Management Center)의 TAERS(The Army Integrated Equipment Record Maintenance Management System)와 SDC(Sample Data Collection Program)가 있어서 世界各地로 부터 운용되고 있는 各種資料에 대한 Data Base를 항상 운용하고 있으므로 壽命分析이 보다 효율적으로 運用되어지고 있다.

반면에 우리나라의 경우에는 車輛의 배치기간도 짧고 전문적인 資料蒐集系統도 형성되어 있지 않기 때문에 資料의 獲得 自體도 어렵거나와 그 내용의 信賴에서도 많은 의심의 여지가 있다.

한편 정비유지 費用이 經濟壽命에 미치는 영향에 있어서 致命的 要素가 되는데 이에 기여하는 分野들로서는 다음과 같은 要素들이 있다.

- 直接材料費用
- 間接材料費用
- 直接整備人一時數費用
- 間接整備人一時數費用

直接費用들은 역시 廠整備와 外注整備로 나누어질 수 있으며, 直接 및 間接費用의 分離란 실제로 어렵다.

따라서 실제에 있어서는 直接費用만이 車輛壽命決定에 활용되어지고 있다.

間接費用이란 계속적인 의미에서 포함되어지는 經常 및 間接費를 나타내므로 이를 分析에 포

함하게 되면 直接費用의 경향을 分析하기가 대단히 어렵다.

유사하게 整備人一時數의 표준을 설정하기 위하여 分析되어질 整備量은 直接整備人一時數로 算定되어진다.

따라서 이 整備所要量은 廠整備 및 外注整備 전부를 내포하고 있으며 間接整備人一時數간의 資料는 대부분 행정소요간접비를 나타내는 것으로 이것 또한 壽命分析에 삽입하기에는 그 반영 方法에서 오차가 커, 直接整備人一時數만을 고려하여 분석한다.

車輛整備日數는 차량의 老朽度에 따라 달라지기 때문에 이를 결정하는 資料로서 대단히 중요하다.

그러나 이 整備日數에 따라 車輛費用의 적절한 算定方法은 없기 때문에 이 항목은 車輛壽命決定에 分離시켜 고려하는 것이 좋다.

美AMSAA(Army Materiel Systems Analysis Activity)에서 사용되어진 方法을 보면, 부적당한 料資를 TAERS蒐集資料에서 제외시킨후 실제 지속적인 車輛資料를 유지하고 있는 車輛數는 전체의 약 65%정도 규모에서 費用分析을 위하여 活用되어져 왔다.

참고적으로 M39A2계열 5톤 트럭에서 사용되어진 車輛數를 보면 表 1과 같다.

〈표 1〉 分析에 使用된 차량數

형 태		차량수	총주행거리 (100만마일)
M52A2 트랙터	유 럽	259	1.9
	美國본토	907	2.8
	기 타 소 계	1,015 2,181	12.6 17.3
M51A1 덤프	유 럽	153	1.1
	美國본토	460	1.6
	기 타 소 계	1,369 1,982	13.0 15.7
M54A2 카고	유 럽	211	1.3
	美國본토	602	1.5
	기 타 소 계	728 1,541	6.7 9.5
총 계		5,704	42.5

이와같이 수집된 資料들은 5톤인 경우 약 115만 라인이 넘기때문에 컴퓨터를 活用하지 않을 수 없다.

美國의 경우, TAERS資料는 다행히도 USA-MMC(U.S. Army Maintenance Management Center)로 부터 컴퓨터 마그네틱 테이프를 이룰 받기 때문에 作業에 대단한 편리를 가져올 수가 있다.

각 테이프 부터 分명한 연방재고번호(FSN)와 함께 交替部品目錄이 누적, 발췌되고 달리 분리된 테이프화일에 저장할 수가 있다.

이러한 資料處理過程을 통하여 다음과 같은 사항을 算出하게 된다.

- 各車輛別 使用率
- 走行區間別 車輛數
- 各整備修理平均數 및 平均人一時數
- 우발整備修理率
- 各交替部品の 發生頻度
- 主要部品交替에 소요되는 車種識別
- 100마일 走行區間別 整備費用

이를 위하여 37가지의 主要컴퓨터 프로그램과 15가지의 부차목적 프로그램이 TAERS 資料處理에 사용되어지고 있다.

예를 들어보면, 5톤 車輛壽命分析에 175개의 마그네틱테이프와 5만 컴퓨터핀치카드가 소요되었고 컴퓨터 Print-out는 무려 20ft가 넘었다.

3. 經濟壽命(Economic Life)算出方法

어떠한 裝備의 適正經濟壽命을 算出해내는 모형을 설정함에 있어서는 그 裝備의 사용여건과 경영자의 계획등에 의하여 적합한 假定을 세워야 하는데 일반적으로 裝備代替에 대한 假定으로서는 다음과 같은 사항을 고려하고 있다.

- 裝備運用계획기간
- 同類裝備에 대한 기술진보
- 裝備運用に 따른 限界收入과 限界費用增減 추세
- 殘存價値의 고려方法
- 이자율
- 裝備代替에 필요한 資本制約

上記 고려사항中 軍用車輛인 경우, 裝備使用

에 따른 限界收入은 일정하며, 限界費用은 증가하고 資本의 制約은 없다고 假定하여, W. T. Morris(1976)는 여러가지 相異한 모형들을 이론적으로 제시하고 있다.

이를 車輛의 經濟壽命에 적용하려면 다음과 같은 몇가지 문제점이 있다.

첫째, 總費用의 현재價値를 최소화함에 있어서, 使用期間을 이용하는 것보다 實際로 車輛走行距離를 사용함에 따라 그 期間別 이자율 적용이 어렵다.

둘째, 走行距離가 아직 適正壽命까지 도달하지 않은 費用資料를 사용시, 이에 따른 추정오차가 수반되므로 실제 裝備代替假定에 따른 오차는 상대적으로 더 작다고 볼수 있다.

셋째, 軍用車輛인 경우, 그 效用價値나 收入 사항을 측정하기가 곤란하므로 限界費用과 限界收入이 동일한 점에서 經濟壽命을 算出한다는 것은 불가능하다.

넷째, 기술진보면에서 車輛分野는 새로운 技術開發이 계속적으로 요구되어지기 때문에 기존의 동일한 車輛을 대체해 가면서 사용한다는 假定은 不合理하며 이는 車輛의 各世代(Generation) 개념에서의 동일한 형태로 假定할 수밖에 없다.

따라서 車輛의 經濟壽命을 算出하는 方法으로서 車輛代替에 소요되는 資本의 制約은 없고 車輛使用에 따른 效用價値는 어떠한 일정수준에서 동일하다고 假定하고 수집된 비용자료를 활용, 走行距離에 따른 總시스템平均費用曲線을 導出하여 이 평균비용곡선이 最下點을 통과할때, 즉 限界費用으로서의 순간정비비용이 平均費用을 초과하는 時點을 그 車輛의 經濟壽命으로 算定하는 방법을 사용하여 오고 있다.

蒐集된 費用資料는 일반적으로 적당한 走行區間別로 분류하여 비용曲線을 走行距離에 대하여 求하게 되는데, 일반적인 分析方法으로서는 加重最小自乘法(Weighted regression analysis techniques)을 많이 사용하고 있으며 平均年間走行距離는 다음과 같은 네가지 방법으로 비교하고 있다.

- 높은使用 : 平均年間 11,000마일주행.
- 平均使用 : 平均年間 4,000마일주행.
- 낮은使用 : 平均年間 800마일주행.

· 최저使用 : 平均年間 100마일주행.

특별한 평균년간走行距離車輛그룹을 설정하여 分析할 때는 上記 사용빈도에 따라 나누어서 보지만 일반적으로 經濟壽命算定에 이용되는 全體 車輛資料에 대해서는 이를 구별하지 아니하고 다만 走行距離區間을 1,000마일로 설정하여 分析하고 있다.

따라서 各費用資料는 各走行區間別로 소요된 車輛 1대의 平均整備費用으로 算出되는데 이 연속적인 曲線이 곧 限界費用曲線에 해당하는 各走行距離에서의 瞬間整備費用曲線(IMC: Instantaneous Maintenance Cost Curve)이 된다.

또한 순간정비비용곡선 대신, 누적정비자료를 이용, 累積整備費用曲線(CMC: Cumulative Maintenance Cost Curve)을 求하여 이를 車輛의 適正壽命算出에 사용하여도 동일한 결과를 얻을 수 있다.

이러한 費用曲線을 求하기 위하여 다음과 같은 몇가지 가능한 형태의 曲線으로 推定한 다음 각 추정계수의 有意水準을 檢정하여 가장 높은 有意水準의 계수를 가지는 曲線을 택하도록 한다.

車輛의 走行距離를 M 이라 할때 적용가능한 瞬間整備費用曲線의 형태는 다음과 같다.

$$IMC = b_0 + b_1M \dots\dots\dots(1)$$

$$IMC = b_0 + b_1M + b_2M^2 \dots\dots\dots(2)$$

$$IMC = b_0 + b_1e^M \dots\dots\dots(3)$$

만일 IMC 曲線이 式(1)일때, 누적정비費用曲線은 이를 적분하면,

$$CMC = b_0M + \frac{1}{2}b_1M^2 \dots\dots\dots(4)$$

와같이 나타나며, 車輛의 최초 획득비용(Acquisition Cost), I 를 CMC에다 합하면 走行距離가 M 일때 總시스템費用(TSC: Total System Cost)이 算定된다.

$$TSC = I + b_0M + \frac{1}{2}b_1M^2 \dots\dots\dots(5)$$

上記 總시스템費用(TSC)을 走行距離 M 으로 나누면 走行距離當 車輛의 평균시스템費用(ASC: Average System Cost)을 얻을 수 있다.

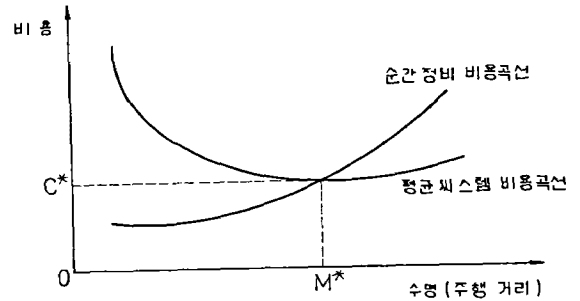
$$ASC = \frac{I}{M} + b_0 + \frac{1}{2}b_1M \dots\dots\dots(6)$$

이 평균시스템비용곡선이 最下點을 통과할때 그點이 바로 車輛經濟壽命으로 算出되기 때문에 ASC 曲線을 M 에 대해서 미분하여 그 값을 求해

보면 車輛經濟壽命, M^* 는 다음과 같이 求해진다.

$$M^* = \sqrt{\frac{2I}{b_1}} \dots\dots\dots(7)$$

이를 圖表로 살펴보면 그림 1과 같다.



〈그림 1〉 車輛經濟壽命算出

이 그림에서 平均시스템曲線이 最下點이 되는 費用 C^* 와 走行距離 M^* 點을 순간정비비용曲線이 통과하게 된다. 이는 限界費用으로서의 순간정비비용이 평균비용을 초과하는 時點이 바로 C^*, M^* 點에서 이루어지기 때문이다.

한편 經濟壽命期間中에서 이 車輛을 정비해서 사용한 것인지, 아니면 폐기할 것인지를 결정하는 것은 대단히 重要的 일이다. 이를 위하여 특정 走行距離에서 整備費用限界值(Repair Expenditure Limit)를 算出하여 사용하는데 이는 그 走行距離에서 정비를 행할때 그 時點에서 허용되는 最高整備費用을 나타내고 있다.

현재 주행거리 M_1 에서 整備를 요하는 車輛이 있다고 하자.

走行距離 M_1 에서 整備費用은 $R(M_1)$, 차후 예상총정비비용 $ER(M_1)$, 차량의 잔여수명 $G(M_1)$ 이라 하면 미래예상 總平均費用, θ 는 다음과 같다.

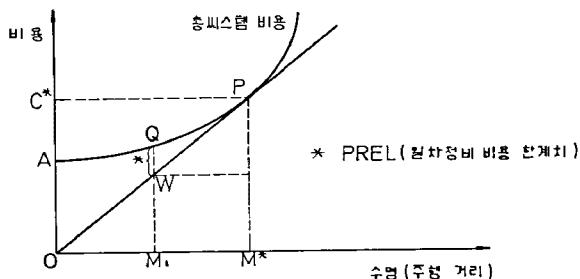
$$\theta = \frac{R(M_1) + ER(M_1)}{G(M_1)} \dots\dots\dots(8)$$

따라서 走行距離 M_1 에서 整備費用限界值 $R(M_1)$ 은 다음과 같이 나타난다.

$$R(M_1) = \theta \cdot G(M_1) - ER(M_1) \dots\dots\dots(9)$$

이를 圖表로 살펴보면 그림 2와 같다.

그림 2에서 보면 M_1 에서 整備費用限界值는 QW 이며 M^* 에서는 그 限界值가 “영”으로 나타난다.



〈그림 2〉 1차整備費用限界値(Primary Repair Expenditure Limit)

따라서 여러 집단차량費用資料로부터 얻어진 走行距離別 各個車輛整備費用限界値를 1차整備費用限界値(PREL: Primary Repair Expenditure Limit)라고 하며, 이는 車輛을 정해진 經濟壽命까지 운용할때 그 수명에서 비용이 최소화될 수 있는 一定走行距離에서의 整備費用限界値를 지정해 준다.

그러나 어떤 時點에서 整備費用限界値를 초과한 車輛을 정비해서 계속사용할 것인지 아니면 폐기할 것인지의 決定은 PREL에 전적으로 의존하지 못하고 全體車輛集團에 대한 2차整備費用限界値(SREL: Secondary Repair Expenditure Limit)를 고려하여 결정하게 된다.

實際로 이 PREL을 적용함에 있어서 획득가격의 50%를 最高限度로 책정하는 것이 일반적이는데 이는 50%이상 整備費用으로 지출한 車輛은 整備後에도 그 기능을 잘 발휘하지 못했었다

〈표 2〉 經濟壽命(민수車輛軍用化)

車 種	經濟壽命		LIN
	年 數	走行거리 (마일)	
Auto Sdn Cpt	6	80,000	BO4441
Trk Cgo 1/2T	13	120,000	×39598
" 1T	7	75,000	×39893
Trk Ca 1/2T	13	120,000	×42064
Trk Pnl 1/2T	12	120,000	×54805
Trk Stk 1T	9	80,000	×56038
" 5T	20	130,000	×56483
Trk Tctr 28,000 GVW	20	175,000	×60185
Trk Ulty 4×2	9	110,000	×61518
Trk Ulty 4×4	9	115,000	×61655

〈표 3〉 經濟壽命(軍用車輛)

車 種	經濟壽命		비 고
	走行거리 (마일)	年 數	
M151A1/A2, 1/4T	72,000	12	년간 6천 마일기준 (1977. 10월)
M35A2, 21/2T	61,000	15	년간 4천 마일기준 (1973. 10월)
M39A2, 5T	60,000	15	년간 3천 마일기준 (1975. 6월)

는 경험적 사실에 기인된다.

이상에서 經濟壽命算出方法을 활용하여 추정된 美軍에서 사용되고 있는 各種車輛의 경제수명을 보면 표 2와 같다.

표 2는 1979년 8월에 1963년부터 15年間 美陸軍에서 사용되어온 행정지원용 車輛들에 대하여 經濟壽命을 추정해 본 AMSAA Tech Report No. 278의 結果이다.

표 3은 美陸軍에서 1973년 이후 1/4톤, 3/4~5/4톤, 21/2톤 및 5톤 軍用車輛에 대하여 그 交替時期를 경제적으로 결정하기 위하여 AMSAA에서 제시된 資料에서 얻어진 것이다.

4. 有效壽命(Useful Life) 算出方法

주어진 經濟壽命 기간중 信賴性, 可用性, 整備維持性을 고려해 볼때 상기 세가지 RAM特性에서 수명에 제한되는 요소가 발생하게 되면 이 수명을 有效壽命이라고 한다.

특히 軍用車輛인 경우 계속적인 운용에 따른 品質低下, 信賴度 低下에 따른 정비유지가 빈번히 이루어져야 하므로 特性上 有效壽命을 車輛壽命으로 보는것이 타당하다. 앞 章에서 求하러진 經濟壽命을 기준으로하여 RAM 特性을 주행거리 변화에 따라 그 性能變化를 검토해 보기로 하겠다.

가. 信賴性(Reliability)

통상 信賴性 문제를 검토함에 있어서는 실제로 신뢰성 결함을 유발적 정비활동에 따라 그 資料를 수집하여 檢討하는데 많은 난점이 있다. 우선 이를 分析하는 方法을 보면 다음과 같은 시스템 와이불(Weibull)결함을 함수가 적용 되어

진다.

$$\gamma(t) = \lambda \beta t^{\beta-1} \quad (t > 0, \lambda > 0, \beta > 0) \dots \dots (10)$$

여기서 λ 는 규모變數이고 β 는 형태變數이다. 上記 公式는 走行距離 t 에서 우발적 整備活動이 發生할 확율은 $\gamma(t)$ 에 비례하며, 과거의 우발적 정비활동 實態에 관계가 없다는 것을 나타내고 있다.

上記 函數로부터 走行距離 t 에서 추가적으로 아무런 우발적 整備活動이 없이 s 마일을 더 走行할 수 있을 확율을 求하면 다음과 같다.

$$P(s/t) = e^{-\lambda(t+s)^\beta} + \lambda t^\beta \dots \dots \dots (11)$$

여기서 $\lambda(t+s)^\beta - \lambda t^\beta$ 는 $(t, t+s)$ 주행거리의 기간중 우발적 整備行爲가 發生할 수 있는 기대치를 나타내고 있다. 이를 실제 추정제산한 M39A2 5톤에 대한 結果를 보면 다음 表 4와 같다.

<표 4> 우발整備修理없이 75마일走行할 수 있는 確率

주행거리 (마일)	M52A2 Tractor	M51A2 Dump	M54A2 Cargo
0	.58	.58	.62
1,000	.87	.87	.86
5,000	.92	.91	.91
10,000	.94	.92	.93
15,000	.95	.93	.93
20,000	.95	.93	.94
30,000	.96	.94	.95
40,000	.96	.94	.95
50,000	.96	.94	.95
평균	.91	.91	.92

50,000마일까지 우발적인 整備없이 75마일을 走行할 수 있는 平均確率은 약 0.91~0.92로 나타났다. 이와같이 75마일 走行함에 있어서 평균 확율 0.9以上은 기간중 그 信賴性을 나타내어 주며 이는 90%이상 아무 故障없이 그 거리를 走行할 수 있다고 할수 있다.

또한 走行距離가 크면 클수록 그 확율이 증가함을 볼때 그 信賴性은 表 4에서 상당히 높다고 판단할 수가 있다.

나. 可用性(Availability)

앞에서 言及된 信賴性에서와 마찬가지로 可用

性에 대한 決定도 일반적으로 故障 데이터에서 分析되어지며 固有 可用性(A_i)은 다음과 같이 定義되어진다.

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \dots \dots \dots (12)$$

여기서 MTBF는 故障을 平均시간을 나타내고 MTTR은 修理平均時間을 나타낸다. 信賴性에서와 마찬가지로 故障 데이터보다 우발整備行爲에 대한 資料에 가능할 뿐만아니라 일반적으로 수리평균시간(MTTR)자료보다 修理平均人一時數資料가 수집하기 편리하다.

修理平均時間은 어느 특정한 整備行爲에 대하여 두 사람 이상의 기능공이 함께 일하는 경우 修理平均人一時數 보다 더 작게 나타난다. 이와 같은 資料를 활용하여 상기 式(12)에 준하는 固有準備性(Inherent Readiness)을 定義하면 다음과 같다.

$$R_i = \frac{MTBUMA}{MTBUMA + MMHTR} \dots \dots (13)$$

MTBUMA는 우발정비 平均時間을 일정평균 속도에서 나타내고 MMHTR은 수리 평균인-일을 나타낸다. 固有準備性(R_i)은 固有可用性(A_i)의 最低水準을 나타내고 있으며 만일 모든 우발정비수리가 信賴性 缺陷에 기인되고, 한 기능공이 修理를 모두 실시하였다면 $R_i = A_i$ 가 된다.

우발整備修理 確率에 따른 固有準備性(R_i)을 M39A2, 5톤 트럭에 대하여 조사한 結果는 表 5와 같다.

<표 5> 우발 整備修理로 因한 固有준비성(R_i)

주행거리 (천마일)	M52A2 Tractor	M51A2 Dump	M54A2 Cargo
0~1	.75	.84	.77
4~5	.89	.91	.88
9~10	.91	.92	.90
14~15	.92	.93	.91
19~20	.93	.93	.92
24~25	.93	.94	.93
29~30	.94	.94	.93
34~35	.94	.94	.93
39~40	.94	.94	.94
44~45	.94	.94	.94
49~50	.94	.94	.94
평균	.92	.93	.92

上記表 5에서 볼수 있듯이 走行거리가 증가함에 따라 固有準備性(R_i)은 어느 車種이든 증가함을 볼수 있으며, 가장 낮은 準備性은 최초 1,000마일에서 발생하는데 이는 新車種 生産에 따라 일어나는 品質管理狀態에 기인되는 것이라고 할수 있다. 固有準備性(R_i)의 平均은 약 0.92 ~ 0.93으로 나타나고 있다.

以上에서 論議된 固有準備性은 어느 時期에 작동하기를 원할때 우발 整備所要로 인하여 실질적인 修理가 요구되지 아니하는 확율을 나타내는 것이며, 이 係數는 部品獲得 및 供給遲延으로 발생하는 軍需的인 면을 고려하지 않고 있다.

한편, 1.8—人時數를 1時間으로 再計算하여 上記 固有準備性(R_i)을 나타내어 보면 平均 0.96을 얻을 수 있고 軍需的인 供給時期面을 고려해 보면 同車種의 可用性은 0.85로 나타나, 美陸軍物資司令部(AMC)에서 제시된 資料와 유사하게 나타난다.

다. 整備性(Maintainability)

이 整備性 分析의 목적은 주행거리 증가에 따라 소요되는 整備人—時數 資料가 변화되어지는 狀態를 결정하기 위한 것이다. 또한 부가적으로 部品交替分析을 하는데 이는 통상 다음과 같은 네가지 事項으로 이루어진다.

- 走行距離當 主要部品交替(엔진, 차축, 디퍼렌셜 및 트랜스퍼케이스)
- 高價 部品交替(\$ 100 이상 部品)
- 가장 빈번히 교체되는 部品
- 모든 部品에 대한 交替回數의 決定.

이들을 M39A2 5톤 트럭에 관하여 얻어진 資料들을 요약해 보면 1,000마일 走行距離當 트럭 1대에 소요되는 平物整備人—時數를 살펴보면 카고인 경우 33.7人時數로 최초 1,000마일 走行時 제일 높게 나타난다.

그 理由는 첫째 新規車種의 最初運用에 따라 발생된다고 볼수 있으며, 둘째 新規車種 品質管理에 기인하고 있다고 볼수 있다.

그러나 走行距離가 증가할수록 平均整備所要時間은 줄어들며, 65,000마일 走行時 1,000마일 당 平均정비소요량은 9.5人—時數로 나타난다.

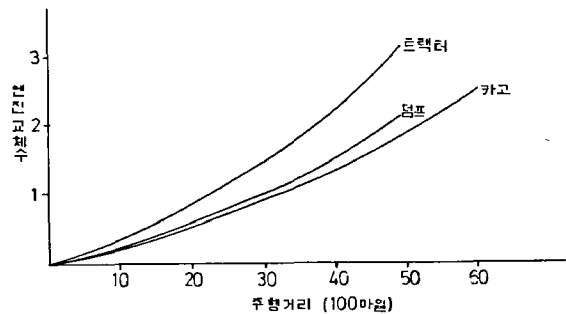
또한 한시간작동에 필요한 整備人—時數를 整

備支援指數(MSI: Maintenance Support Index)로 나타내는데 平均指數는 0.19로 조사되었다. 整備修理當 平均人—時數를 分析해 보면 카고인 경우 2.6人—時數를 1,000마일 주행구간에서 평균소요된다.

한편, 部品交替 分析을 보면 우선 엔진, 트랜스퍼 케이스, 디퍼렌셜 및 車軸의 主要部品交替를 할경우, 이는 1,000마일 走行區間에서 증가되는 횟수와 비율을 求하게 된다.

이러한 分析의 목적은 특정된 走行距離 구간에서 主要부品の 마모特性을 살펴보기 위한 것이다. 이 結果를 살펴보면 엔진만이 車輛走行距離증가에 따라 마모特性을 나타내는 주요부품으로 나타났다.

그림 3에서 엔진交替 回數를 各 車種別로 누적량으로 볼수 있다.



〈그림 3〉 엔진交替回數

트럭인 경우 첫번交替는 22,000마일에서, 둘째번 交替는 36,000마일, 셋째번 交替는 48,000마일에서 이루어지며 카고인 경우 31,000마일에서 첫번, 52,000마일에서 두번째 交替를 하게 된다. 여기서 덤프나 카고보다 트럭엔진이 먼저 마모되어진다는 것을 볼수 있다.

上記 主要部品에 대한 交替量을 카고 65,000마일走行時 비교해 보면, 엔진은 100%, 트랜스퍼케이스 16.2%, 디퍼렌셜 2%, 차축 10%가 交替되어짐을 볼수 있다.

다음 \$ 100이상의 高價部品 交替量을 分析하기 위하여 모든 高價部品들에 대하여 10,000마일 주행구간에 따른 交替回數를 求해 보았다. 이를 分析하는 목적은 어느 高價部品이 가장 빈

번히 交替되어지며 어느 走行區間에서 가장 많이 交替가 이루어지는가를 조사하는데 있다.

그 結果 엔진, 스타터, 연료펌프 및 레귤레이터가 가장 빈번히 交替되어지는 것으로 나타났으며 또한 이 部品들이 가장 높은 交替率을 나타내고 있다.

스타터는 26% 全體 交替되어졌는데 走行區間別로 보면 최초 0~10,000마일 및 10,000~20,000마일에서 28%, 20,000~30,000마일에서 23% 그리고 30,000~40,000마일에서 11%의 交替量이 발생하였다.

세번째로 가장 빈번히 交替되어지는 部品들을 10,000마일 基準에서 얻어보면 최초 10,000마일에서 交替되어지는 部品들이 그다음 10,000마일에서도 역시 交替되어지는가를 보기 위하여 이를 반복 수행하게 된다. 예를 들면 밋데리는 全體 走行區間中 모든 車輛에 첫번째 또는 두번째로 빈번히 고장이 發生되는 部品으로 나타났다.

이상 빈번히 교체되어지는 部品들 뿐만아니라 全體 部品에 대한 故障發生 目錄을 작성하게 되면 整備性을 판단하는데 대단히 도움이 된다.

이상에서 나타난 整備性에 관련된 문제들은 整備廠, 輸送部 및 오랜 整備經驗 技術者들을 통하여 助言을 받아 再檢討될 필요성이 있다. 밋데리의 결함 발생의 要因을 보면 밋데리의 位置, 케이블 연결數 및 주기적 豫防整備 頻度등이 이 결함 發生의 주요한 原因이 되고있다.

通常 밋데리液 점검을 위하여 밋데리를 分解하여 檢證後, 다시 再組立時 흔히 밋데리 케이블과 터미널 연결을 느슨하게하기 쉽다. 이로인하여 電氣 아크가 發生하게되어 밋데리 수명을 단축시키게 된다. 또한 陸軍整備事項에 담고, 조야고, 기름칠하자는 원칙에서 밋데리의 조그마한 부식을 담고 기름칠하기 위하여 이를 分解하는 경우에도 위와 같은 현상이 發生하기 쉬우며, 밋데리 交替時 케이블을 바꾸어 터미널에 組立함으로써 밋데리 결함을 초래할 수 있다.

이러한 밋데리 교체문제 해결방법으로서 첫째 밋데리 檢證回數를 減少시키거나, 둘째 밋데리 수명에 지배적인 腐蝕이 발생하기 전에는 이를 分解하지 않거나, 셋째 現用 12 Volt용 밋데리 케이블數를 줄이기 위하여 24 Volt 밋데리로

替시키는 것등을 들수 있다.

이와같이 整備性에 관련된 事項들은 走行距離 當 소요되는 整備人一時數 뿐만아니라 部品 交替 分析을 통하여 整備方法, 交替時期, 品質向上 등의 요인을 진단하게 되며 有效수명에 미치는 영향을 分析하게 된다.

이와같이 信賴性(Reliability), 可用性(Availability) 및 整備性(Maintainability)을 檢討하여 산정된 경제수명 Economic Life보다 더 일찍이 그 수명에 치명적인 要素가 發生하게되는 경우가 時點을 有效壽命(Useful Life)이라고 부르게 된다.

앞章에서 언급된 各種 軍用車輛의 經濟壽命은 RAM 特性을 檢討해 본 결과 이의 특별한 영향이 나타나지 않으므로 그대로 車輛壽命으로 인정되어지게 된다고 볼수 있다.

5. 結 論

以上에서 軍需品 壽命 決定方法을 위한 資料 蒐集節次와 이를 컴퓨터에 처리하는 過程을 살펴보고 費用資料를 통한 經濟壽命(Economic Life)과 RAM特性을 분석하여 有效壽命(Useful Life)算定方法을 제시하였다.

이는 研究開發 初期에 장차 조변단계에서의 획득비용과, 運用 및 整備維持段階에서의 정비비용을 포함한 總循期費用을 미리 算定하여 기술적인 면과 經濟적인 면에서 적절한 裝備 淘汰時期를 결정할 수 있는 효율적인 方法이다.

이는 制約되어져 있는 資源을 效率적으로 配分하고 裝備運用效果面에서 經濟性을 도모할 수 있는 기반이 되며, 費用效果面에서 성능과 資源을 最適化할 수 있을 뿐만아니라 동일한 資源으로서 質的水準과 量的水準을 감안한 資源運用이 가능케하는 추가적인 효과를 가져올 수 있다.

以上에서 軍用車輛의 예를 통하여 살펴본바 우리나라 防衛産業은 과거 模倣生産을 이룩하였으나 이의 성능과 野戰運用實態 把握이 資料化되지 않았으므로 장차 운용시에 各種 整備維持費用과 部品하자발생資料의 費用化를 통한 各種資料를 수집할 수 있는 기반을 조성하여 現裝備의 適正壽命을 經濟적인 면과 기술적인 면을 고려

하여 算出하여야만 한다고 본다.

이리하여 品質向上과 原價節減圖謀를 할 수 있는 기반을 조성할 수 있을 뿐만 아니라 新規裝備開發 및 次期世代裝備開發에 그 방향을 얻을 수 있다.

따라서 整備 및 運用資料蒐集을 추진할 수 있는 자료수집 전담기구가 必히 요청될 뿐만 아니라 各種 軍需品에 대한 지속적인 수명연구가 要求되고 있는 실정이다. 이를 위한 研究開發者 使用者 및 生産者間에 보다 긴밀한 협조가 하루빨리 이루어지기를 바란다.

참 고 문 헌

1. AMSAA Technical Report No. 129, "Vehicle Useful Life Study For Truck 1/4 Ton, 4×4, M151 A1/A2," APG. OCT. 1977.
2. AMSAA Technical Memorandum No. 164, "Vehicle Useful Life Study For Truck, Cargo 21/2 Ton, M35 A2" APG. Oct. 1973.
3. AMSAA Technical Report No. 278, "Economic Lives of Administrative Use Vehicle," APG. Aug. 1979.
4. AMCP 706~191, "System Analysis and Cost-Effectiveness" Army Materiel Command Apr. 1971.
5. Drinkwater, R. W. and N. A. J. Hastings, "An Economic Replacement Model," Operational Research Quarterly, Vol. 18, No. 2.
6. 閔晟基, "品質費用" 흥능기계공업회사, 1979.
7. Morris, William T. "Engineering Economic Analysis" Reston Publishing Co., 1976.
8. 徐廷旭 "신뢰성工學概論" 흥능기계공업회사, 1981.
9. Juran, J. M. "Quality Control Handbook," McGraw Hill Book Company, 1978.

◇ 兵器短信 ◇

◇ 改良地雷探知器 ◇

美육군은 휴대용 地雷探知器 AN/PRS 7 에 새로운 電子장치를 해서 건조한 땅에서의 性能을 向上시키려는 것이다. 美육군의 MERADCOM은 AN/PRS 7이 건조한 땅에서 性能이 좋지않아 改良作業을 해왔다. 이 改良된 장비는 極東, 유럽, 그리고 美國內에서 좋은 性能을 발휘했다.

그러나 스에즈運河地帶의 地雷除去作業에서는 이 地雷探知器는 砂漠土壤속의 非金屬地雷를 탐지하는데 매우 좋지않은 結果를 나타냈다.

이 改良地雷探知器는 中東砂漠과 비슷한 건조한 토양을 가진 엘리조나州 Yuma試驗場에서 최근 시험을 했다. 對人地雷와 對戰

車地雷의 非活性的인 非金屬에 대해 82%를 탐지했는데 이는 표준장비에 비하면 探知率이 8% 밖에 低下되지 않는 것이다.

金屬地雷를 포함하면 改良地雷의 探知率은 85%를 초과했다. Aberdeen 시험장에서 시험은 濕氣있는 땅에서의 性能이 건조한 땅에서의 性能에 뒤지지 않았다.

改良地雷探知器의 核心은 受信한 信號를 디지털식으로 처리하는 마이크로컴퓨터와 廣帶域의 無線周波數를 위한 中繼器와 그리고 受信器몽치에 있다.

일단 野戰에 비치하면 이 改良地雷探知器는 AN/PRS8로 호칭될 것이며, 迅速配置軍과 中東과 같은 砂漠에서 작전하게될 部隊의 戰鬥能力을 증강시킬 것이다.

(Military Review, Nov/81)