

韓國 軍事運營分析 學會誌

第17卷, 第1號, 1991.6.30.

마코프체인 過程을 이용한 1/4ton 機動裝備의 代替所要量 決定
(The Determination of Replacement Requirements for 1/4ton
Truck by Using Markov Chain Process)

李順基, 閔啓了*

Abstract

This report concerns the study of deciding replacement requirements for 1/4ton truck in Korea. Two causes of replacement, accidental loss and wearout are considered in the replacement requirements model which was developed in Defence Logistics Agency. The model represents the state of 1/4 ton truck inventory over time as a finite Markov chain process. An accidental loss rate, yearly usage rates, wearout rates are used in conjunction with the current mileage distribution of the inventory to forecast replacement requirements in future time periods.

* 國防大學院

1. 序論

裝備管理은 軍이 要求하는 水準의 裝備性能을 가장 效率的으로 維持하는 것을 目的으로 하며, 이러한 목적을 達成하기 위한 중요한 問題中의 하나는 事前에 正確한 裝備의 所要量을 판단하여 適時 適切한 代替를 하는 것이다. 裝備의 代替 所要量을 算出하는 方法은 여러가지가 있다. 즉 壽命週期에 의하여 그 時期가 到來하면 자동적으로 代替한다든지, 아니면 過去의 資料를 이용하여 時計列分析이나 回歸分析등의 方法으로 代替 所要量을 推定할 수 있다. 그런데 機動裝備나 火力裝備는 內容年數에 의하여 대체되지 않고, 지금까지 얼마나 使用하였으며, 앞으로 얼마만큼 使用할 것이냐에 따라서 代替所要量이 決定된다고 볼 수 있다. 즉, 機動裝備나 火力裝備는 內容年數보다는 使用率에 따라서 磨耗되는 정도가 다르고, 사고로 인한 損失程度가 다르다고 볼 수 있다. 그러므로 裝備老朽의 原因이 되는 使用率(走行距離)을 基礎要素로 하여 裝備의 대체소요량을 결정하는 것이 合理的이라고 판단된다. 동일한 시기에 보급된 裝備라도 사용율에 따라

裝備老朽 및 代替時期의 차이를 구분할 수 있고, 이를 기초로 年間代替所要量을 決定할 수 있기 때문이다.

본 研究의 目的은 이러한 觀點을 이용하여 美 國防部에서 개발된 평시 裝備의 代替所要量 決定 模型"을 토대로 1/4 ton(K-111)機動裝備의 年間代替所要量을 산출하는 것이다. 이 模型에서 사용된 基本概念은 1/4ton 裝備의 年間 走行距離 變化狀態를 유한 마코프체인(finite Markov chain) 確率過程으로 看做한다.

2. 裝備의 代替所要量 決定模型

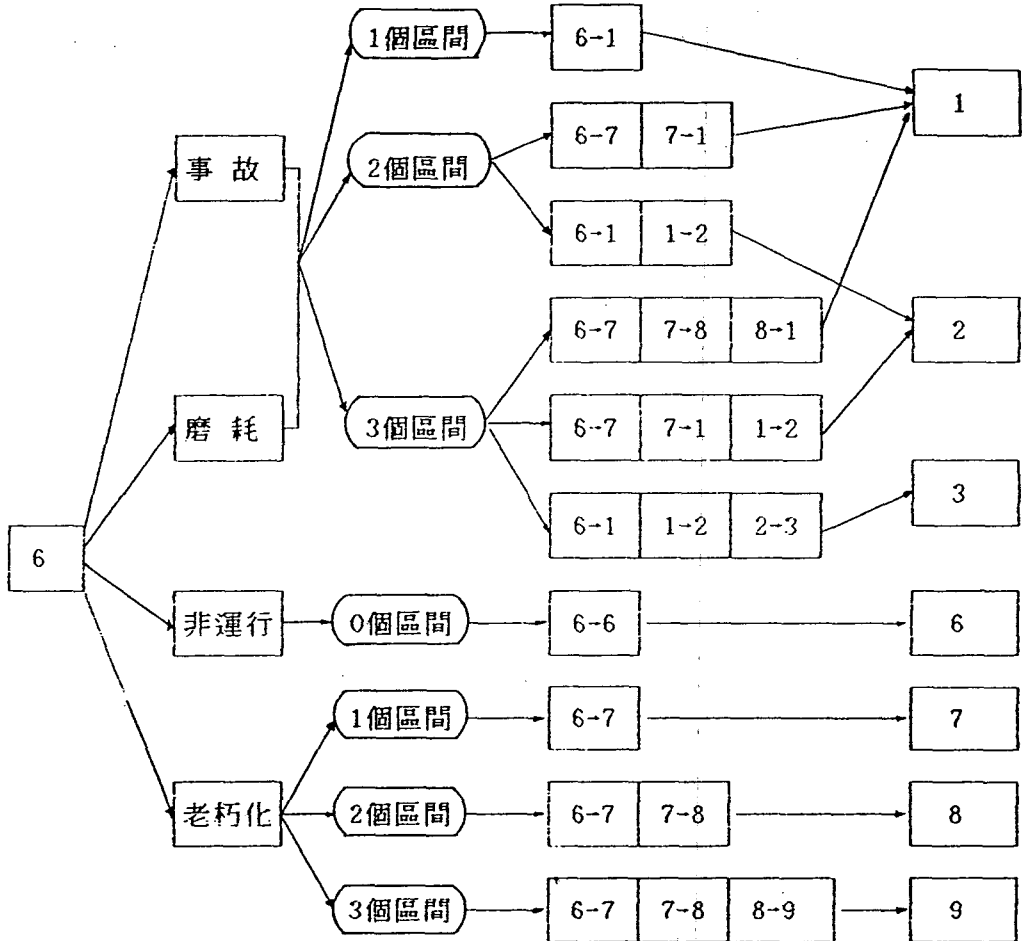
가. 基本概念

裝備는 單位期間 동안에 事故나 磨耗 損失로 인하여 代替되거나, 사고 혹은 磨耗로 인한 대체됨 없이 繼續運行되거나(老朽化), 운행되지 않는 4가지의 경우가 있다. 위 4가지 사상은 상호배타적이며, 각 사상의 발생에 따라 장비의 주행 거리변화상태를 마코프체인 확률과정으로서 나타낼 수 있다. 기동장비의 대체과정을 마코프체인 과정으로 설명하면 <그림 2-1>과 같이 표시할 수 있다.

機動裝備의 代替過程을 說明하기 爲하

註1) Virginia W. Perry, Joseph A. Dodge, L. Dean Fossum, A. Engene Havens, Marion R. Horner, *A Replacement Requirement Methodology for Procurement of Army Equipment*, Vol. I, II, III, IV, Defence Logistics Agency, Carmeron station, Alexandria, Virginia, 1967.

期間初의 走行區間 事象 年間走行距離 區間數 狀態의 變換 期間末의 走行區間



〈그림 2-1〉 機動裝備代替의 마코프過程

여 裝備의 走行距離區間을 狀態 (state)로 생각하고, 走行區間의 크기는 10,000km. 段階 (step)의 크기는 1年으로 설정한다. 따라서 狀態의 變化는 裝備의 單位期間 동안의 走行量에 따른 주행거리구간의 變化를 의미한다. 〈그림 2-1〉에서 보는 바와 같이 어떤 裝備의 總走行距離가 초

기에 여섯번째 走行距離區間에 속하고, 年間 最大走行 可能距離를 3個區間으로 가정한다. 만약 年間 走行量이 1個區間 이고, 事故를 당하여 代替되는 裝備라면, 事故로 인하여 代替된 裝備는 다음 기간에는 첫번째 區間에 속하게 될 것이다. 單位期間 동안에 2個區間 주행한다

면, 두가지의 경우로 고려된다. 첫째는 期間初에 總走行距離가 여섯번째 구간에 속하던 裝備가 1個區間 走行하여 일곱번째 區間에서 事故로 代替된다면, 代替裝備의 總走行距離는 첫번째 區間の 상태로 된다. 둘째는 여섯번째 區間에서 事故로 代替되고, 代替裝備가 單位期間後에는 두번째 走行區間에 속하는 경우이다.

만약, 어떤 裝備가 年間 最大走行可能距離인 3個區間을 走行을 한다면, 3가지의 경우로 생각할 수 있다. 여섯번째 區間에서 事故로 代替되어 裝備의 總走行距離가 6 → 1 → 2 → 3의 區間으로 狀態가 변하는 境遇와 1個區間 走行을 하고 일곱번째 區間에서 事故가 發生하여 總走行距離가 6 → 7 → 1 → 2의 區間으로 狀態가 변하는 경우, 그리고 2個 區間 走行을 하고 여덟번째 區間에서 事故가 發生하여 裝備의 總走行距離가 6 → 7 → 8 → 1의 區間으로 狀態가 변하는 경우가 있다. 그러나 年間 走行量이 0인 裝備는 單位期間 後에도 同一한 走行距離區間에 속할 것이다. 만약 1 혹은 2, 3個區間 走行했는데도 事故나 磨耗로 인한 損失이 發生하지 않은 裝備는 年間 走行量이 1個 區間이면 6 → 7로, 2個區間이면 6 → 7 → 8로, 3個區間이면 6 → 7 → 8 → 9로 狀態가 변하게 된다.

따라서 어떤 期間初에 總走行距離가

여섯번째 區間에 속하는 裝備는 單位期間의 走行量에 따라 期間末에는 그 裝備의 累積走行距離 區間은 1, 2, 3, 6, 7, 8, 혹은 9區間에 속하게 된다. 磨耗로 代替되는 境遇도 事故로 代替되는 境遇와 同一하다. 轉換確率は 4가지 境遇의 狀態變化에 대한 確率의 合으로 表示된다.

나. 基本 假定事項

機動裝備의 代替所要量決定을 위한 模型은 다음과 같은 基本的 假定下에서 이루어진다.

(1) 裝備는 損失發生時 즉시 代替가 된다.

(2) 豫測期間 동안 總運用裝備數와 裝備의 運用環境이 一定하다.

(3) 運行하지 않은 裝備는 單位期間 동안 事故 혹은 磨耗로 인한 損失이 發生하지 않는다.

(4) 磨耗로 인한 損失은 運行量에 從屬이다.

(5) 代替된 裝備는 같은 期間 동안에 또다시 損失이 發生되지 않는다.

(6) 代替裝備는 代替前 裝備의 單位期間 運行量의 殘餘量을 이어받는다.

(7) 單位期間 동안의 走行距離는 正規分布를 갖는다.

다. 模型의 構成要素

裝備의 代替所要量決定模型에 要求되

는 構成要素는 事故損失率, 年間 運行率; 磨耗損失率, 走行距離分布이다.

(1) 事故損失率(L)

事故에 의한 損失은 火災, 盜難, 遺棄에 의해 발생되거나 裝備를 補修할 수 없는 甚大한 損害를 가져오는 物理的 損傷으로 부터 생긴다. 事故 損失率은 單位期間동안 發生된 事故에 의한 損失裝備數를 總 運用 裝備數로 나눔으로써 計算된다.

(2) 年間運行率(U_i)

單位期間 동안에 裝備의 運行率은, 標本資料로부터 走行距離 平均과 標準差의 母數를 推定하고, 이 값을 基礎로 算出된다. 運行率(U_i)은 單位期間 동안 t區間을 運行할 確率이다.

(3) 磨耗損失率(W_i)

磨耗로 인한 損失은 裝備의 性能이 低下되어 整備를 하는 것보다 代替를 하는 것이 經濟的으로 利益이 되는 狀態의 裝備를 말한다. 磨耗損失率(W_i)은 i 區間에서 磨耗로 인하여 經濟的修理限界에 이르러 代替될 確率을 意味한다. i 區間の 磨耗損失率은 i 區間에서의 磨耗損失 確率을 i區間까지의 生存確率로 나누어 計算된다.

(4) 走行距離分布(A_i)

現在 運用中인 裝備의 走行距離分布(A_i)는 現在の 時點까지 累積走行距離의 區間別 頻度數로 表示되는 行벡터이다. 運用中인 總裝備의 數와 이 行벡터의 元素의 合은 같다. 現在 運用中인 裝備의 走行距離分布는 未來의 代替所要量을 豫測하는 데 基礎가 된다. 그 벡터의 첫번째 元素는 現在 累積走行距離가 0에서 10,000km 區間以內에 속하는 裝備 數이다.

라. 模型의 構造

1/4 ton 機動裝備의 代替量을 決定하기 위한 模型은 美國防省의 研究結果를 使用하며, 이것을 概括하면 다음과 같다.²⁾

代替所要量 決定模型은 假定事項과 構成要素를 基礎로 각 事象別 行列과 轉換 行列을 구하고, 走行距離分布에 事故損失 行列과 磨耗損失 行列을 각각 곱하여 事故損失 벡터와 磨耗損失 벡터를 計算하여 이 두 벡터의 合으로 年間代替所要量을 決定한다.

(1) 事象別 行列

代替所要量 決定 模型은 單位期間 동안에 機動裝備에서 發生되는 4가지의 事象

註2) Ibid., pp. 41-44.

으로 構成되어 있다. 4가지 事象은 事故로 인한 損失, 磨耗로 인한 損失, 非運行 및 老朽化이며, 이 4가지의 事象에 대한 行列은 아래와 같이 얻을 수 있다.

(가) 事故損失行列(P_{ij}^a)

$$P_{ij}^a = \begin{cases} L \left(\sum_{t=j}^a U_t \right) / \left(\sum_{t=1}^a t U_t \right) & \text{for } j=1,2,\dots,a \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2-1)$$

(나) 磨耗損失行列(P_{ij}^w)

磨耗損失行列(P_{ij}^w)은 式(2-2)와 같이 i 狀態에 있는 裝備가 單位期間 동안에 磨

$$P_{ij}^w = \begin{cases} \frac{1-L-U_0}{1-U_0} (U_j W_i + U_{j+1} S_i W_{i+1} + \dots + U_a S_i S_{i+1} \dots S_{i+a-j-1} W_{i+a-j}) & \text{for } j=1,2,\dots,a \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2-2)$$

여기서 $S_i = 1 - W_i$

磨耗로 인한 損失行列에서, 代替裝備는 같은 期間동안 또 다시 損失이 發生하지 않는다고 假定하였기 때문에, 行列의 主對角線과 그 오른쪽 元素값은 0이다.

$$P_{ij}^i = \begin{cases} U_0 & \text{for } i = j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2-3)$$

이 行列은 單位期間동안 運行하지 않은 裝備에 대한 確率이므로 主對角線의 값은 U_0 이고, 기타 모든 元素값은 0이다.

(라) 老朽行列(P_{ij}^s)

$$P_{ij}^s = \begin{cases} \frac{1-L-U_0}{1-U_0} (U_{j-1} S_i S_{i+1} \dots S_{j-1}) & \text{for } j-1=1,2,\dots,a \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2-4)$$

事故로 인한 損失行列(P_{ij}^a)은 式(2-1)과 같이 期間初 走行距離區間이 i에서 시작하여 事故로 代替되고 다음 期間의 走行距離區間이 j로 될 確率을 나타낸다.

磨耗로 代替가 되고 代替裝備가 單位期間 후에는 j 狀態가 될 確率을 나타낸다.

(다) 非運行行列(P_{ij}^i)

非運行行列(P_{ij}^i)은 式(2-3)과 같이 走行距離區間이 i 狀態에 있던 裝備가 다음 期間에도 走行距離區間이 同一한 狀態 i에 있을 確率이다.

(P_{ij}^s)은 式(2-4)에서와 같이 單位期間 동안 走行距離區間 i에 있던 裝備가 事故 혹은 磨耗로 인하여 損失이 發生하지 않고 走行距離區間 j에 있을 確率이다.

老朽行列은 損失이 發生하지 않고 運行되는 裝備에 對한 行列이므로 最初 狀態 i 에서 그보다 작은 狀態로의 轉換確率 是 0이다.

(2) 轉換行列(transition matrix) (P_{ij})

轉換行列(P_{ij})은 事故에 의한 損失行列, 磨耗에 의한 損失行列, 非運行行列, 損失의 發生하지 않은 老朽行列의 總으로 構成된다.

$$P_{ij} = P_{ij}^a + P_{ij}^w + P_{ij}^i + P_{ij}^e$$

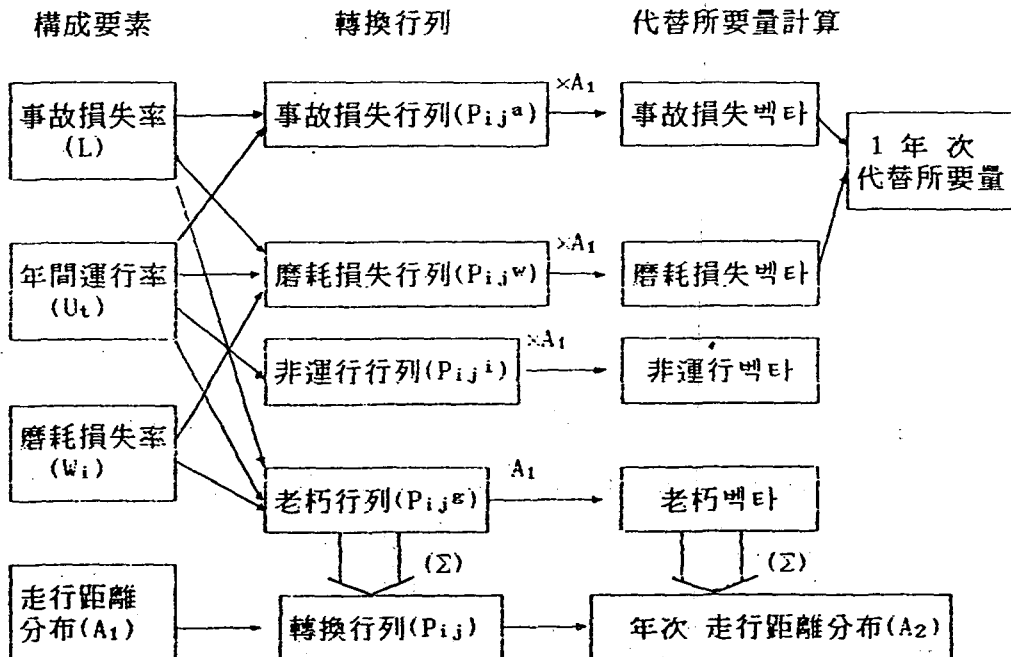
轉換行列은 走行距離區間이 r 個 이면 $r \times r$ 行列이며, 아래 條件을 만족한다.

條件 ① $0 \leq P_{ij} \leq 1$

條件 ② $\sum P_{ij} = 1, i=1, 2, \dots, r$

마. 代替所要量 算出過程

代替 所要量 算出過程은 <그림 2-2>과 같이 事故 損失率, 年間運行率, 磨耗 損失率을 기초로 事象別 行列을 구하고, 走行距離分布에 事故로 인한 損失行列과 磨耗로 인한 損失行列을 각각 곱하여 事故 損失벡타와 磨耗 損失벡타를 算出하며, 이 事故 損失벡타와 磨耗 損失벡타의 總이 代替所要量이 된다.



<그림 2-2> 代替所要量 算出過程

3. 1/4 ton(K-111) 機動裝備의 代替所要量 算出

가. 資料의 蒐集 및 處理

1/4 ton(K-111) 機動裝備의 年間 代替 所要量 算出에 필요한 資料를 얻기 爲하

$$t = \frac{\bar{X} - u_0}{s/\sqrt{n}} = \frac{k \bar{X}}{s/\sqrt{n}} = \frac{k}{(cv)/\sqrt{n}}$$

여기서, \bar{X} : 標本의 平均, s : 標本의 標準偏差, cv : 變動係數, k : 推定의 正確度, t : 統計量, u_0 : 母集團 平均

$$n = \frac{(cv)t}{k}$$

90%의 信賴水準으로 總運用裝備의 平均 走行距離를 5%以內의 範圍에서 推定하

여 任務와 地形, 環境特性을 考慮하여 GOP警戒部隊, 海岸警戒部隊, 教育訓練部隊, 機械化部隊, 動員訓練部隊를 直接 訪問하여 裝備綜合履歷, 裝備運營記錄을 기초로 資料를 蒐集하였다. 標本의 크기 (n)는 다음과 같은 方法으로 決定한다.

면 走行距離 標本의 크기는 다음과 같다.

$$\text{標本 크기 } (n) = \left(\frac{(7767.20/17450.16) \times 1.96}{0.05} \right)^2 \geq 305 \text{ 대}$$

5個 部隊에서 각각 機動裝備 80대씩 總 400대를 無作爲로 抽出하여 標本으로 하고, <표 3-1>과 같은 양식으로 年間 平均 走行距離와 標準偏差를 구한다.

<表 3-1> 走行距離 資料(標本)

一連 番號	走 行 距 離 (km)							總 走行 距離
	'84	'85	'86	'87	'88	'89	平均	
1	23758	23218	21341	18450	24536	19930	21865	185850
2	14026	21715	23118	18087	10221	13450	16770	139186
3	9891	916	4529	8906	2602	9255	6017	49936
4	10052	2359	5684	12278	16026	23500	11650	96694
5	10966	17144	22369	19571	14264	1847	14360	94396
394	2971	11125	8097	7944	6881	3898	6819	40916
395	18655	16072	23627	22550	18810	13326	18840	168874
396	19173	13319	15028	16009	12787	13561	14979	138306
397	17583	21753	23031	19912	12672	18041	18832	169781
398	14274				14183	13232	6948	85094
399					948	671	809	8393
400					10072	28345	6402	110826

平均 走行距離 (\bar{X}) = 17450.16 km, 標準偏差 (s) = 7767.20 km

따라서 95%信賴水準에서 平均走行距離의 信賴區間은 아래와 같다.

$$\bar{X} - Z_{\alpha/2} s/\sqrt{n} \leq \mu \leq \bar{X} + Z_{\alpha/2} s/\sqrt{n}$$

$$17450.16 - 761.19 \leq \mu \leq 17450.16 + 761.19$$

$$16688.97 \text{ km} \leq \mu \leq 18211.35 \text{ km}$$

여기서, μ 는 總運用裝備의 平均走行距離이다. 定한다. 95%의 信賴水準으로 總運用裝備의 平均走行距離를 5%의 範圍에서 推定

磨耗損失裝備의 標本크기는 走行距離 하면 磨耗損失裝備의 標本크기는 (n)는 標本을 決定할 때와 동일한 方法으로 決定 다음과 같다.

$$\text{標本の 크기}(n) = \left\lceil \frac{\{(28723/159968) \times 1.96\}^2}{0.05} \right\rceil = 50\text{대}$$

軍需基地司令部에서 管理하고 있는, 磨耗로 廢棄된 1/4 ton(K-111)機動裝備 運營記錄에서 無作爲로 100대를 抽出하여 標本으로 한다. <표 3-2>는 標本の 磨耗로 廢棄된 裝備의 累積走行距離資料이다.

<표 3-2> 磨耗損失裝備의 累積走行距離 資料(標本)

一連番號	補給年度	廢棄年度	累積走行距離(km)
1	78.01	87.04	159,960
2	79.02	85.10	117,789
3	79.02	85.12	119,242
4	79.05	87.07	142,510
5	79.07	85.08	106,155
96	78.11	90.03	205,039
97	79.07	90.01	126,514
98	80.05	90.04	148,326
99	81.02	90.05	158,506
100	82.12	88.12	167,231

廢棄時 平均累積走行距離 : 159,968 km
標準偏差 : 28,723 km

95%信賴水準에서 磨耗損失된 裝備의 累積走行距離에 대한 信賴區間은

$$\bar{X}-1.96s/\sqrt{n} \leq \mu \leq \bar{X}+1.96 s / \sqrt{n}$$

$$154,338.45km \leq \mu \leq 165,597.75km$$

이다. 여기서 μ 는 磨耗로 인한 損失裝備의 平均 累積走行距離이다.

나. 模型의 構成要素 算出

<표 3-3> 事故 損失率

期 間	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89
總運營	1296	2155	3229	4425	5165	6631	6684
事故車輛	6	4	5	11	18	23	23
損失率	0.0046	0.0019	0.0015	0.0025	0.0035	0.0035	0.0034

(2) 年間 運行率(U.)

먼저 <표 3-1>의 標本資料를 이용하여 ($\bar{X}=17450.16, s=7767.20$) 走行區間크기를 決定하여야 하는데, 走行區間の 크기는 平均走行距離보다 작고 平均-標準偏差보다 크게 決定하는 것이 분석하기에 편리하다.³⁾ 따라서 區間の 크기를 10,000km로 定한다. 機動裝備의 年間 走行距離는 正規分布를 갖는 確率變數라고 假定하였으며, 標本에서 구한 平均走行距離와 標準偏差를 基礎로 運行率을 計算한다. 運行率은 單位期間 동안에 어떤 區間을 運行할 確率로서 아래 式으로 表

(1) 事故損失率(L)

事故損失率은 每年 事故로 인한 損失裝備의 數를 總運用裝備數로 나누어 計算된다. 事故에 의한 損失은 運行量의 函數이다. <표 3-3>는 過去 7년 동안의 事故에 의한 損失率을 計算한 結果이며, 平均 事故損失率은 $L=0.003$ 이다.

平均 : 0.003

示된다.

$$U_0 = P \{0 \leq X < 5000\}$$

$$U_1 = P \{5000 \leq X < 15000\}$$

$$U_2 = P \{15000 \leq X < 25000\}$$

.....

$$U_t = P \{ (t-1/2)d \leq X < (t+1/2)d \}$$

여기서 d는 走行區間크기 10000km이고, X는 走行距離를 나타내는 確率變數이며, t는 陽의 整數이다. 따라서 年間 運行率(U.)의 값은 正規分布의 아래 면적으로 다음과 같이 計算된다.

① 標本の 平均走行距離와 標準偏差를 기초로 각 走行區間の 上限값 (UL :

註3) Ibid., P.38.

upper limit)에 대한 Z값을 계산한다.

$$(Z = \frac{UL - X}{S})$$

② 각 區間의 上限값에 대한 累積分布函數(c.d.f)값과 각 走行距離 區間의 確率密度函數(p.d.f)값을 구한다.

③ 確率密度函數(p.d.f)값으로 期待走行距離를 算出한다.

④ 修正因數(c.f : correction factor)를 計算하여 觀測된 標本의 平均走行距離와 期待走行距離가 같게 正規化한다.

過小 評價된 確率密度函數값에는 修正因數만큼 더하고 過大 評價된 確率密度函數값에는 修正因數 만큼 감한다. 修正因數는 다음과 같이 計算한다.

$$\text{修正因數}(c.f) = \frac{E(X) - \bar{X}}{\text{區間크기}}$$

$$= \frac{17487 - 17450.16}{10000} = 0.0037$$

여기서 E(X)는 走行距離의 期待값이고, \bar{X} 는 平均走行距離이다. 위와 같은 節次로 計算된 年間運行率(U.)은 <표 3-4>와 같다.

<표 3-4> 運行率 算出過程

走行距離 區間				累積分布 函數값 (c.d.f)	確率密度 函數값 (p.d.f)	中央값 × (p.d.f)	運行率
U _i	上限값	中央값	Z 값				
U ₀	5000	0	-1.603	0.0548	0.0548	0	0.0548
U ₁	15000	10000	-0.315	0.3745	0.3197	3197	0.3234
U ₂	25000	20000	0.972	0.8340	0.4595	9190	0.4558
U ₃	35000	30000	2.290	0.9880	0.1540	4620	0.1540
U ₄	45000	40000	3.547	1	0.0120	480	0.0120
					1	17487	1

(3) 磨耗損失率(W_i)

磨耗損失率 W_i는 走行區間 i에서 磨耗로 인하여 代替될 確率이고, 區間 i에서 生存할 確率 S_i는 1-W_i이다. 磨耗損失率 算出節次는 運行率을 算出할 때와 동일

하다. <表 3-2>의 標本資料에서 平均累積走行距離와 標準偏差로 計算하고, 이를 基礎로 각 區間의 上限값에 대한 Z값을 計算한다. 그리고 正規分布表를 이용하여 각 區間의 累積分布函數(c.d.f)와 確

率密度 (p.d.f) 값을 구한다. 그리고 각
區間에서의 磨耗確率密度 (p.d.f) 값을 그
區間的 期間初 生存確率로 나눈다. 이와

같은 過程으로 計算한 磨耗損失率 計算
結果는 <表 3-5>과 같이 된다.

<표 3-5> 磨耗損失率 算出過程

區間	上限값 (UL)	Z값	累積分布 (c.d.f)	確率密度 (p.d.f)	生存確率 (S_i)	磨耗損失率 (W_i)
6	60000	-3.480	.000	.000	1.000	.000
7	70000	-3.132	.001	.001	1.000	.001
8	80000	-2.784	.003	.002	.999	.002
9	90000	-2.436	.008	.005	.997	.005
10	100000	-2.088	.020	.012	.992	.012
11	110000	-1.740	.044	.024	.980	.024
12	120000	-1.392	.087	.043	.956	.045
13	130000	-1.043	.156	.069	.913	.076
14	140000	-.695	.251	.095	.844	.113
15	150000	-.347	.375	.123	.749	.164
16	160000	.001	.500	.125	.625	.201
17	170000	.349	.637	.137	.500	.274
18	180000	.697	.758	.121	.363	.334
19	190000	1.046	.853	.095	.242	.393
20	200000	1.394	.918	.065	.147	.440
21	210000	1.742	.959	.041	.082	.503
22	220000	2.090	.982	.023	.041	.561
23	230000	2.438	.993	.011	.018	.611
24	240000	2.786	.997	.004	.007	.571
25	250000	3.135	1.000	.003	.003	1.000

平均: 159,966.10 km, 標準偏差: 28,722.68 km

(4) 走行距離 分布 (A_i)

<표 3-1>에서 400臺에 대한 走行距離別
分布를 구한다. 이 走行距離分布는 1개
의 行 벡타이며, 이 行벡타는 첫번째 期
間的 代替 所要量을 計算하기 위한 全體
運用裝備의 走行距離分布이다. 두번째
期間의 走行距離分布는 年間 運行率과
첫번째 期間의 磨耗나 事故에 의한 代替

量에 따라 변하게 되나, 總 運用裝備數는
同一하다. 첫번째 期間의 走行距離分布
는 <表 3-6>과 같다.

다. 平時 代替所要量 算出

(1) 入力資料

年間 代替所要量을 算出하기 위한 入
力資料는 <表 3-3>에서 計算한 事故損失
率, <표 3-4>에서 구한 年間運行率, <表

〈표 3-6〉 1年次 走行距離分布(A_i)

區間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	329	411	349	349	432	411	452	514	658	432	473	411	308
年次	452	288	308	390	308	288	370	164	82	0	21	21	

3-5)에서 구한 磨耗損失率, 그리고 〈表 3-7〉이 된다.

3-6)에서 구한 走行距離分布를 綜合하면

〈表 3-7〉 入力資料

구 간	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
손 명 륜	.055	.323	.456	.154	.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
마모 더서율	0	0	0	0	0	0	0	.002	.004	.011	.021	.040	.070	.112	.157	.211	.278	.332	.392	.456	.506	.550	.611	.714	1.000
주행거리비율	.040	.050	.0425	.0425	.0525	.050	.055	.0625	.080	.0525	.0575	.050	.0375	.055	.05	.0375	.0475	.0375	.035	.045	.020	.010	0	.0025	.0025
사고 손실률	.003																								

(2) 事象別 行列導出

行率을 기초로 式(2-1)을 이용하여 計算

(가) 事故損失行列(P_{ij})

하면 〈表 3-8〉과 같이 된다.

事故損失行列은 事故損失率과 年間 運

〈表 3-8〉 事故損失行列(P_{ij})

구간	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	.0016	.0021	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	.0015	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	.0015	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	.0015	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	.0015	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	.0015	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	.0015	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	.0015	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	.0015	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	.0016	.0011	.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

事故에 의한 損失은 運行量의 函數이므로 區間 4에서 區間 25까지의 行列의 要素 값은 0이다.

磨耗損失行列은 式(2-2)를 이용하여 計算되며, 計算結果는 <表 3-9>와 같이 된다.

(나) 磨耗損失行列(P_{ij}^*)

<表 3-9> 磨耗損失行列(P_{ij}^*)

구간	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	.005	.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	.011	.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	.022	.010	.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	.040	.018	.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	.064	.033	.008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	.094	.052	.013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	.127	.075	.019	.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	.159	.103	.027	.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	.196	.127	.033	.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	.229	.164	.045	.003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	.255	.194	.054	.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	.275	.222	.064	.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	.295	.245	.071	.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	.310	.273	.081	.006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	.318	.297	.089	.007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	.323	.314	.096	.007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	.379	.325	.093	.007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	.322	.455	.154	.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<表 3-9>에 있는 磨耗에 의한 損失은 裝備의 走行距離와 累積走行距離에 從屬이기 때문에 運行率이 없는 區間の 行列 要素값은 0이 되고, 代替된 裝備는 같은 期間에 다시 損失이 發生하지 않는다고 假定하였기 때문에, 磨耗에 의한 損失行列의 主對角線과 그 오른쪽 要素의 값은 0이다.

P_{ij}^* 年間 運行量, 事故損失率과 磨耗損失率을 기초로 式(2-3)과 式(2-4)를 이용하여 計算한 結果는 <表 3-10>에 있는 바와 같다.

非運行行列(P_{ij}^1)은 期間中 走行 하지 않을 確率의 行列이다. <表 3-10>의 主對角線에 있는 값이 非運行行列의 元素값이다. 主對角線의 우측값은 老朽行列(P_{ij}^*)

(다) 非運行行列 및 老朽行列(P_{ij}^1 ,

〈表 3-10〉 非運行行列 및 老朽行列 (P_{ij}^1, P_{ij}^0)

구간	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	.055	.322	.455	.154	.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	.055	.322	.455	.154	.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	.055	.322	.455	.153	.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	.055	.322	.455	.153	.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	.055	.322	.455	.153	.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	.055	.322	.455	.153	.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	.055	.322	.453	.153	.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	.055	.321	.451	.152	.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.320	.448	.148	.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.318	.438	.142	.010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.314	.424	.133	.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.307	.401	.120	.008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.297	.373	.105	.007	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.285	.338	.091	.005	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.269	.304	.074	.004	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.257	.265	.059	.003	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.234	.220	.045	.002	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.214	.185	.035	.001	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.195	.154	.026	.001	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.180	.127	.019	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.160	.099	.013	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.141	.079	.011
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.125	.077
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.138
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055

元素의 값이다. 老朽行列은 裝備가 損失 없이 일정량을 走行하기 때문에 期間後에 그 裝備의 走行距離 區間은 走行한 距離 만큼 增加한다. 따라서 老朽行列의 主對角線 왼쪽 要素의 값은 0이다.

(라) 轉換行列 (P_{ij})

轉換行列 (P_{ij})은 위에서 언급한 4가지 事象에 대한 行列의 合으로서 構成되며 〈表 3-11〉과 같이 된다.

〈表 3-11〉의 轉換行列은 아래와 같은 條件을 만족한다.

$$\sum_{j=1}^{25} P_{ij} = 1, i=1, 2, \dots, 25$$

(3) 代替所要量 算出

事故損失로 인한 代替所要量, 磨耗로 인한 代替所要量, 그리고 走行距離分布를 更新(2年次)하는 一連의 反復 計算過程으로 遂行된다.

段階 1: 1年次의 事故 損失 裝備數를 計算한다. 이 값은 1年次 走行距離分布 (A_1)에 〈表 3-8〉에 있는 事故로 인한 損失行列 (P_{ij}^0)를 곱하여 계산되며, 計算結果는 〈表 3-12〉와 같이 된다. 事故로 인한 損失裝備數는 事故損失率과 全體 運用裝備數가 一定하기 때문에 每年 一定하다.

〈表 3-11〉 轉換行列 (P_{ij})

구간	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	.055	.322	.456	.154	.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	.002	.055	.322	.455	.154	.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	.002	.001	.055	.322	.455	.153	.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	.002	.001	0	.055	.322	.455	.153	.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	.002	.001	0	0	.055	.322	.455	.153	.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	.002	.001	0	0	0	.055	.322	.455	.153	.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	.004	.001	0	0	0	0	.055	.322	.453	.153	.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	.007	.003	0	0	0	0	0	.055	.321	.451	.152	.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	.013	.005	0	0	0	0	0	0	.055	.320	.448	.147	.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	.024	.011	.002	0	0	0	0	0	0	.055	.318	.438	.142	.010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	.216	.060	.009	0	0	0	0	0	0	0	.055	.314	.424	.133	.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	.176	.213	.070	.005	0	0	0	0	0	0	0	.055	.307	.401	.121	.008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	.056	.053	.013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.297	.373	.105	.007	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	.129	.076	.019	.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.226	.338	.091	.005	0	0	0	0	0	0	0	0
15	.161	.104	.027	.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.269	.304	.074	.004	0	0	0	0	0	0	0
16	.198	.128	.033	.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.257	.265	.059	.003	0	0	0	0	0	0
17	.231	.165	.045	.003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.234	.220	.045	.002	0	0	0	0	0
18	.257	.195	.054	.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.214	.185	.035	.001	0	0	0	0
19	.277	.223	.064	.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.155	.154	.026	.001	0	0	0
20	.297	.246	.071	.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.160	.127	.019	0	0	0
21	.312	.274	.081	.006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.160	.099	.013	0	0
22	.320	.298	.089	.007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.141	.079	.011	0
23	.325	.315	.096	.007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.125	.077	0
24	.381	.326	.093	.007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.138	0
25	.324	.456	.154	.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.055

〈表 3-12〉 事故損失벡터

區間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
數量	13	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
계	24												

段階 2 : 1年次の 磨耗 損失裝備數를 出되며, 그 結果는 〈表 3-18〉과 같이 된 計算한다. 이 값은 A_1 에 〈表 3-9〉에 있는 磨耗에 의한 損失行列 (P_{ij})을 곱하여 算

〈表 3-13〉 磨耗損失벡터

區間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1 年次	706	513	141	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

〈表 3-13〉에 있는 벡터 元素의 합 1,370이 1年次에 磨耗로 代替所要量이다.

段階 3 : 위에서 計算된 事故로 인한 代替所要量 (24)과 磨耗로 인한 代替所要量 (1370)을 합하면, 1年次의 代替所要量

(24+1,370)=1,394이 된다.

段階 4 : 老朽(非運行包含) 벡터를 計算한다. 이값은 A_1 과 〈表 3-10〉에 있는 老朽行列(非運行 行列 包含)을 곱하여 計算된다. (〈表 3-14〉 참조)

〈表 3-14〉 老朽벡터

區間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 年次	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	18	129	301	369	362	379	412	431	474	540	540	463	244
	250	291	281	231	213	187	152	132	85	35	10	5	

段階 5 : 2年次 走行距離 分布를 構成한다. 段階 1,2 및 4에서 計算된 벡터 즉, 事故損失벡터, 磨耗損失벡터 및 老

朽벡터를 합하면, 2年次 走行距離分布 (A_2)가 〈表 3-15〉와 같이 構成된다.

〈表 3-15〉 2年次 走行距離分布 (A_2)

區間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2 年次	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	1417	129	301	369	362	379	411	431	474	540	540	463	412
	348	313	282	231	213	187	152	132	85	35	10	5	

또한 〈表 3-15〉에 있는 2年次 走行距離 分布 (A_2)는 1年次 走行距離 分布 (A_1)에 轉換行列 (P_{12})를 곱하여 얻을 수 있다.

단계 6 : 2年次 以後의 代替 所要量을 産出(豫測)한다. 2年次 走行距離 分布 A_2 를 利用하여 段階 2에서 段階 5까지의 節次를 反復하면 2年次 및 n年次 까지의 代替 所要量을 算出할 수 있다. 年次別 磨

耗損失벡터, 年次別 老朽벡터, 그리고 年次別 走行距離 分布는 附錄 1,2,3에 있으며, 이를 利用하여 計算된 年次別 代替 所要裝備數는 〈表 3-16〉과 같이 된다.

라. 研究結果 分析

本 研究에서 算出된 代替所要量과 軍의 代替案과 比較하면 〈表 3-17〉 및 〈그림 3-1〉과 같이 된다.

〈表 3-16〉 年次別 代替所要量

(單位: 臺)

區分	계	磨耗로인한 損失	事故로인한 損失
1 年次	1394	1370	24
2 年次	1069	1045	24
3 年次	917	893	24
4 年次	860	836	24
5 年次	830	806	24
6 年次	801	777	24
7 年次	774	750	24

〈表 3-17〉 軍의 代替案과 比較

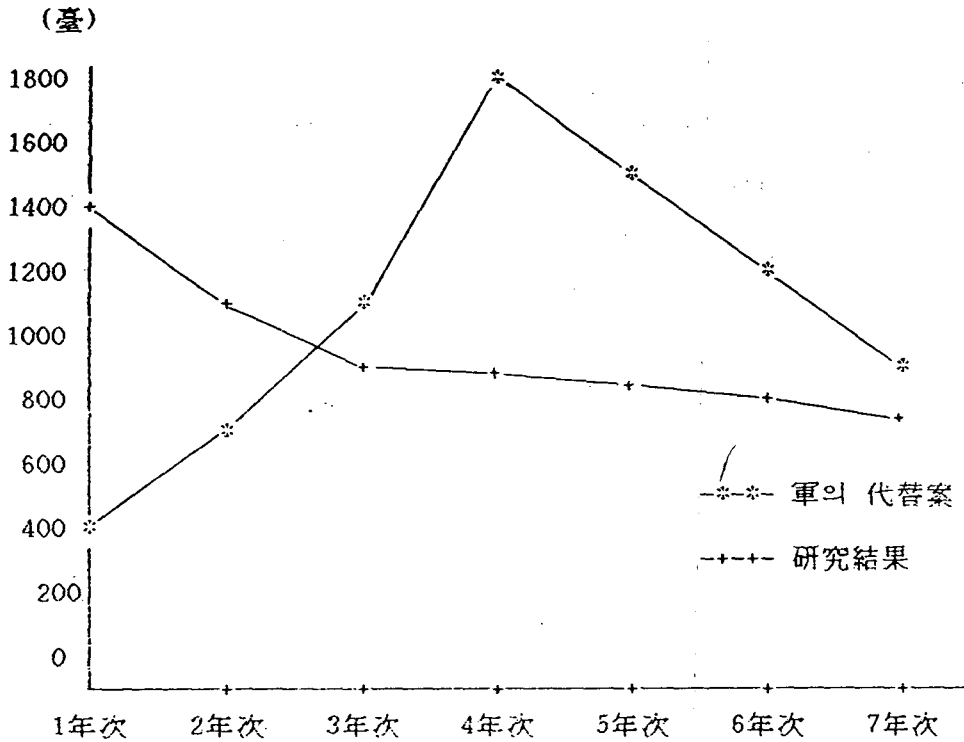
(單位: 臺)

區分	1年次	2年次	3年次	4年次	5年次	6年次	7年次
軍의 代替案	403	740	1076	1772	1477	1209	841
研究結果	1394	1069	917	860	830	801	774

〈表 3-17〉 및 〈그림 3-1〉에서와 같이 軍의 1/4 ton(K-111) 機動裝備의 代替量은 1,2年次에서는 代替要求水準에 未達하므로 老朽裝備가 계속 積滯되고 있으며, 3, 4,5,6,7年次에서는 代替要求水準을 超過하고 있다. 특히 4,5,6年次에는 實際 代替所要量보다 많은 量을 代替함으로써 계속 使用이 可能한 裝備가 早期에 代替되는 現狀이 發生될 수도 있다.〈표 3-6〉에서 보는 바와 같이 現在 機動裝備의 대부분은 累積走行距離分布에서 140,000-

200,000km 近處에 많이 分布되어 있다. 이 區間은 〈表 3-2〉에서 보는 바와 같이 磨耗로 인하여 廢棄된 裝備의 平均 累積走行距離(159,968km)가 있는 區間이다. 따라서 初期에 많은 代替所要量이 發生할 것이며, 代替所要量은 점차 減少하다가 7年次 以後부터 다시 增加하게 된다고 볼 수 있다.

위 研究에서 얻은 1/4 ton 機動裝備의 年間平均走行距離는 17,450km이며 磨耗로 인한 損失裝備의 平均 累積走行距離



〈그림 3-1〉 軍의 代替案과 比較

는 159,968km이다. 參考로 AMSAA 및 을 研究한 結果는 〈表 3-18〉과 같다. KIDA에서 1/4 ton 機動裝備의 走行壽命

〈表 3-18〉 走行壽命 研究結果

機關	모델	走行壽命(km)	年平均走行距離	壽命(年)
AMSAA	M151	115,200	9600	12
KIDA	M151	137,680	9600	14
本研究	K-111	159,968	17,450	

4. 結論

軍用裝備의 適時適切한 代替는 戰鬥力 維持 및 豫算의 運營에 많은 影響을 미치며, 意思決定者 立場에서는 各各의 裝備

에 대한 分析보다는 運用裝備 全體에 대한 投資規模 및 效率性을 考慮하는 즉, 全體裝備의 代替規模를 決定하는 것이 더 重要하다고 생각한다.

이러한 目的을 達成하기 위하여, 美國 防省에서 開發한 機動裝備 代替 所要量 決定模型을 이용하여 軍에서 使用頻度가 많은 1/4 ton(K-111)機動裝備에 대하여 向後 7年間의 代替所要量を 算出하였다.

機動裝備는 單位期間 동안에 事故나 혹은 磨耗로 代替되거나, 代替되지 않고 계속 運行되거나, 運行되지 않는 4가지 事象의 發生이 可能하다. 이러한 事象에 의한 走行距離 狀態의 變化를 마코프 체인의 確率過程으로 나타내고, 狀態變化的 確率을 計算하여 위 4가지 事象의 합으로서 轉換確率을 算出하였다. 現在의 走行距離分布와 轉換行列을 이용하여 다음 期間의 走行距離分布를 算出한다. 그리고, 機動裝備의 年間 走行距離는 正規 分布를 갖는다는 假定에서 年間運行率과 磨耗損失率을 計算하고, 各 事象別 行列을 導出した 후 事故損失벡타와 磨耗損失 벡타를 算出하여, 이 두 벡타의 합으로서 代替所要量を 決定하였다.

研究의 結果를 要約하면 다음과 같다.

① 裝備의 年間 平均走行距離는 17,450.16km이고, 磨耗로 인하여 廢棄되는 損失裝備의 平均累積走行距離는 159,968 km이다.

② 將次 軍의 1/4 ton(K-111)機動裝備의 代替規模는 1年次에 1394대, 2年次에 1069대, 3年次에는 917대, 4年次에는

860대, 5年次에는 830대, 6年次에는 801대, 7年次에는 774대가 된다.

本 研究에 의하여 平時 1/4 ton 機動裝備의 損失代替量を 原因別로 算出할 수 있으며, 또한 本 研究는 個別的인 裝備에 대한 分析이 아닌 全體裝備의 代替規模를 分析하는 合理的이고 體系的인 方法이라고 볼 수 있다. 또한 本 代替所要量 決定模型은 機動裝備의 火砲, 發電機 등에도 適用이 가능하며, 整備代充裝備의 規模 決定時에도 應用이 可能하다. 그러나 戰略的인 要素를 考慮하여 代替를 決定해야 하는 裝備와 消耗性裝備는 適用에서 除外된다고 볼 수 있다.

앞으로 裝備가 處한 環境과 任務에 따라 보다 細分하여 代替所要量を 決定하는 研究와 戰時狀況에서의 代替所要量を 決定하는 研究도 있어야 할 것으로 믿는다. 또한 假定事項에 대한 現實性도 檢討되어야 할 것으로 믿는다.

附錄 1：年次別 磨耗損失噸數

區間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1 年次	706 0	513 0	141 0	10 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
2 年次	548 0	385 0	105 0	7 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
3 年次	477 0	324 0	87 0	5 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
4 年次	451 0	300 0	80 0	5 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
5 年次	435 0	289 0	77 0	5 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
6 年次	419 0	279 0	74 0	5 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
7 年次	406 0	269 0	71 0	4 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0

附錄 2：年次別 老朽백타

區間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1 年次	18 250	129 291	301 281	369 231	362 213	379 187	412 152	431 132	474 85	540 35	540 10	463 5	244
2 年次	78 404	463 331	702 264	393 215	312 165	353 125	369 95	388 71	413 50	443 30	483 13	507 5	475
3 年次	63 435	396 376	711 294	635 220	548 156	412 106	344 70	353 47	372 30	392 18	415 9	439 5	454
4 年次	54 394	339 371	614 315	595 244	630 168	602 107	507 64	409 37	359 21	357 11	371 6	385 3	395
5 年次	50 346	314 330	560 295	525 246	568 179	605 116	607 67	563 36	481 18	404 9	362 4	352 2	352
6 年次	48 317	301 294	532 261	487 223	514 171	545 118	574 71	594 39	582 18	530 8	455 3	387 2	343
7 年次	47 340	291 285	513 239	466 200	483 154	502 109	522 69	549 40	573 20	578 8	550 3	489 1	412

附錄 3：年次別 走行距離 分布

區間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1 年次	329 452	411 288	349 308	349 390	432 308	411 288	452 370	514 164	658 82	432 0	473 21	411 21	308
2 年次	1417 348	129 313	301 282	369 231	362 213	379 187	411 152	431 132	474 85	540 35	540 10	463 5	412
3 年次	1152 404	463 331	702 264	393 215	312 165	353 125	369 95	388 71	413 50	443 30	483 13	507 5	475
4 年次	984 435	396 376	711 294	635 220	548 156	412 106	344 70	353 47	372 30	392 18	415 9	439 5	454
5 年次	917 394	339 371	614 315	595 244	630 168	602 107	507 64	409 37	359 21	357 11	371 6	385 3	395
6 年次	880 346	314 330	560 295	525 246	568 179	605 116	607 67	563 36	481 18	404 9	362 4	352 2	352
7 年次	852 317	301 294	532 261	487 223	514 171	545 118	574 71	594 39	582 18	530 8	455 3	387 2	343

參 考 文 獻

1. 陸軍軍需學校, 整備管理, 1990.
2. 陸軍本部, 팜프렛 710-3, 軍需實務參考書(I, II), 1977.
3. Bhat, U.N., *Element of Applied Stochastic Processes*, John Wiley & Son., Inc., 1972.
4. Barlow, Richard E. and Proschan, F., *Mathematical Theory of Reliability*, New York, John Wiley & Sons, 1965.
5. Cinlar, E., *Introduction to Stochastic Processes*, John Wiley & Sons., Inc., 1972.
6. Feller, W., *An Introduction to probability theory and Its application*, Vol. I, New York, John Wiley & Sons, 1971.
7. Perry, Virginia W., Dodge, Joseph A., Fossum, L.Dean, Havens, A Engine, Horner, Marion R., *A Replacement Requirement Methodology for Procurement of Army Equipment*, Vol. I-IV, Defence Logistics Agency, 1967.