

# 목표계획법을 이용한 사단급 ASL선정모형에 관한 연구

길계호\* · 김충영\*\*

## A Study on the Authorized Stockage List Slection Model Using Goal Programing

Kye-Ho Kil\* · Chung-Young Kim\*\*

### Abstract

The selection criteria of the Authorized Stockage List(ASL) in the Army is based on Army Regulation(AR)409, the selection method of ASL is not considered in cost, weight and volume of repair parts.

This paper is focused on developing for a new selection model taking account of cost, weight and volume of repair parts.

This model is applied to data of a division.

The ASL selected in the model is more reduced in cost, weight and volume than that of the previous method.

### 1. 서 론

군에서 사용되는 수리부속품은 육군의 경우 대략 18만 품목 이상으로 국방예산에 적지 않은 비중을 차지하고 있다. 특히 수리부속품은 장비운용과 밀접한 관계가 있으며 장비가동과 장비 성능발휘 여부를 결정하는 중요한 요소이기도 하다. 그러나 장비 운용에 필요한 수리부속 전 품목을 재고로 보유하게 된다면 사용자의 수요는 100% 충족될 것이지만 사장(死藏) 재고의 위험성이 발생되고, 반대로 재고수준을 낮추면 재고투자비용은 절감할 수 있지만 재고고갈의 위험성이 뒤따르게 된다. 따라서 재고수준은 양자를 동시에 만족시켜 줄 수 있도록 적정 재고수준으로 설정되어야 한다. 이러한 적정 재고수준 결정과 관련된 군수지원 개념은 합동군수원칙[6]에 잘 나타나 있다.

사단은 상급부대의 작전적·전술적 목표달성에 기여하기 위해 제병협동작전을 수행하는 전술제대이다. 사단 작전수행을 위한 전투군수지원은 작전 지속의 근원이며, 전투군수지원 소요시간은 전투력 공백을 의미한다. 따라서 보급, 정비, 야전군수지원시설은 기동부대에 최대한 근접하여 지원하고 기동부대와 동일한 기동

성을 유지하여 기동부대의 신속한 기동에 대처하여야 한다.[4]

지금까지 육군은 9종 수리부속의 재고를 결정하는데 육군규정 412와 409 [5]에 근거를 두고 있으며 인가저장품목(ASL; Authorized Stockage List) 선정기준과 절차가 마련되어 있다. 그러나 이러한 방법에는 개개 수리부속의 비용, 무게 그리고 부피 등은 고려하지 않고 있다.

본 연구는 사단급부대를 대상으로 재고수준의 적절성, 자원할당의 경제성 그리고 부대임무의 특성 등을 고려하여 무게, 부피 그리고 비용을 동시에 절감할 수 있는 사단급 ASL선정모형에 관해 연구하고자 한다.

### 2. ASL선정 개념의 변천과정과 이론적 배경

인가저장품목(ASL; Authorized Stockage List)이란 각급 보급기관에서 현 보급운용을 지속하고, 장차 예측소요를 충족하기 위해 항상 저장하도록 인가된 품목을 말하며 수요용통틀이란 수요 충족의 척도로써 아래식으로 계산된다.[2]

$$\text{수요용통틀(\%)} = \frac{\text{ASL청구횟수}}{\text{총청구횟수}} \times 100$$

ASL운영의 목적은 군수예산의 효율적인 운영을 위해 적정수준의 ASL품목을 선정하여 재고투자비용 및 재고관리비용의 절감으로 보급지원능력 향상과 보급지원 목표를 달성하는데 있다.

ASL선정개념은 이탈리아 경제학자 Pareto의 Pareto이론과 1950년 한국전 당시 미 병기부대의 시험(Project-MASS)결과 총 취급 품목의 15%만 사전유지 하면 85%의 수요 충족도가 유지된다는 자료에서 시작되었다. 이러한 연유로 90년대 초기까지 품목비율 15-20%와 수요 충족의 척도인 수요용통틀 75-85%를 만족하는 범위에서 ASL을 선정하도록 하였다.

\* 국방대학원 운영분석학과 석사과정

\*\* 국방대학원 운영분석학과 교수

이러한 선정 기준은 비교적 적은 품목을 가지고 사용자의 수요를 충족할 수 있어 경제성과 효과성을 만족하는 선정기준으로 인식되어 왔으나 장비가 첨단화되고 수리부속이 다양화되는 환경의 변화로 품목비율 15-20%와 수요용통률 75-85%를 동시에 만족할 수 없게 되었다. 또한 군에 전산기 도입이 확대되고 재고관리에 활용되면서 품목수가 재고관리에 큰 영향을 미치지 않게 되었고 단순히 품목의 제한만으로 경제적 효과를 달성할 수 없다는 인식의 변화로 새로운 ASL 선정 기준의 필요성이 제기되어 왔다.

96년에 이르러 새로운 ASL 선정 기준이 마련되었으며 이러한 ASL 선정 기준은 현재까지 적용되고 있다. 현재 적용하고 있는 ASL 선정 기준은 기존의 품목비율을 고려하지 않고 수요용통률(85%)만을 고려하도록 하여 ASL 선정 시 발생했던 문제점을 해결하였다.

미군의 ASL 선정 방법은 육군규정(AR; Army Regulation) 710-2에 근거를 두고 있다. 그러나 AR 710-2 역시 개개 수리부속의 비용 또는 무기체계에 대한 전투준비태세에 관해서는 고려되지 않고 있다. AMSAA(The Army Material Sparing Analysis Activity)에서는 전투준비태세에 기반한 예비부품 설정(RBS; Readiness Based Sparing) 방법론에 관해 연구를 수행하여 왔으며 제256지원대대(루이지애나주 육군수비대 소속)를 대상으로 야전시험을 실시하였다.[7,8]

RBS는 무기체계 성능재고와 고객의 평균대기시간(ACWT; Average Customer Wait Time)을 최소화하기 위해 다음과 같은 요소들을 고려하였다.

- ① 발주 및 수송시간(OST; Order Ship Time)
- ② 평균 수리시간(MTTR; Mean Time to Repair)
- ③ 수리주기(RCT; Repair Cycle Times)
- ④ 재고 보충률
- ⑤ 재고고갈발생 시 재고보충까지의 지연시간
- ⑥ 재고수준을 최적화하기 위한 공급단위
- ⑦ 각 부품이 장비의 기능수행에 미치는 영향에 따른 품목분류(Essential, Provisioning, Non-Essential)

한국군 ASL은 선정품목을 최소화하기 위해 수요횟수를 가장 중요한 요소로 고려하고 있으며 RBS와의 차이는 다음과 같다.

첫째, 한국군은 ASL 선정시 상향식 선정방법을 통해 편성부대의 인가품목을 ASL 선정시 필히 포함토록 규정화 되어있는 반면 RBS는 품목선정의 제한을 두지 않는다.

둘째, 한국군 ASL은 수요용통률을 만족하는 범위 내에서 품목을 최소화하는데 목표를 두고 있고 RBS는 사용자의 평균대기시간을 최소화하면서 부가적으로 비용을 감소시키는데 목표를 두고 있다.

셋째, RBS는 품목과 관련된 많은 자료에 기

초하여 품목선정 여부를 결정한다. 그러나 한국군의 경우 정비기록 관리제도(TAMMS; The Army Maintenance Management System)[3]시행을 통해 자료를 축적해 왔으나 자료의 부정확, 자료의 부재 등으로 실제 품목선정과 밀접한 관계가 있는 요소들을 ASL 선정에 포함하지 못하고 있다.

한국군 ASL과 RBS의 차이에서 보았듯이 현재 육군에서 사용하는 ASL 선정 방법은 현실적인 제한요소로 인해 품목선정과 밀접한 관계가 있는 자료들을 활용하지 못하고 있다. ASL 선정의 적절성 여부는 비용뿐만 아니라 장비가 동률에 직접적인 영향을 주게 됨으로 ASL 선정에 필요한 자료들의 축적과 더불어 선정방법에 대한 지속적인 연구가 요구된다.

### 3. 모형의 설정

육군규정에 제시된 품목선정 시의 요구조건은 다음과 같다.

- ① 수요충족을 위한 수요용통률은 항목상 85% 이상이 되도록 선정한다.
- ② 임무긴요도부호가 C(전투긴요품목), L(규정휴대량품목), M(임무필수품목)인 품목은 반드시 포함되어야 한다.
- ③ 비표준장비, 도태장비, 재고번호 변경, 그리고 대치품목등은 선정대상품목에서 제외되어야 한다.

품목 선정절차는 위의 3가지 요구조건을 모두 충족시키기 위하여 수요횟수가 큰 순서로 품목을 나열하고 누적 수요용통률을 우측에 명시하여 수요용통률이 85%가 되는 지점을 찾아 그 지점을 기준으로 필수 포함품목과 제외품목을 확인한 후 선정품목을 결정한다.

본 연구에서 사용되는 변수를 정의하면 다음과 같다.

- $i$ : 수리부속품의 품목번호 ( $i=1, \dots, n$ ),
- $x_i$ :  $i$  품목의 선정여부 ( $x_i=0$  or  $1$ ),
- $W_i$ :  $i$  품목의 단위당 무게,
- $S_i$ :  $i$  품목의 단위당 부피,
- $C_i$ :  $i$  품목의 단위당 가격,
- $R_i$ :  $i$  품목의 인가량(청구목표),
- $F_i$ :  $i$  품목의 수요횟수,
- $Q_i$ :  $i$  품목의 수요수량,
- $G_1$ : 무게 최소화모형에서 구한 목적함수값,
- $G_2$ : 부피 최소화모형에서 구한 목적함수값,
- $G_3$ : 비용 최소화모형에서 구한 목적함수값,
- $G_4$ : 선정항목 최소화모형에서 구한 목적함수값,
- $p_1$ : 첫 번째 목표에 대한 우선순위,
- $p_2$ : 두 번째 목표에 대한 우선순위,
- $w_1$ : 무게에 대한 가중치,

- $w_2$ : 부피에 대한 가중치,
- $w_3$ : 비용에 대한 가중치,
- $d_1^-$ : 무게에 대한 미달편차,
- $d_1^+$ : 무게에 대한 초과편차,
- $d_2^-$ : 부피에 대한 미달편차,
- $d_2^+$ : 부피에 대한 초과편차,
- $d_3^-$ : 비용에 대한 미달편차,
- $d_3^+$ : 비용에 대한 초과편차,
- $d_4^-$ : 품목수에 대한 미달편차,
- $d_4^+$ : 품목수에 대한 초과편차.

### 3.1 기존 선정방법에 대한 모형설정

기존의 ASL선정 기준과 절차는 육군규정에 제시되었으나 선정 방법에 대한 모형연구는 발견할 수 없었다. 본 연구에서 기존의 선정 방법을 고려하여 선형계획모형을 구성하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{최소화 } Z &= \sum_{i=1}^n x_i . \\ \text{s.t. } \sum_{i=1}^n F_i x_i &\geq 0.85 \sum_{i=1}^n F_i , \\ \sum_{i=1}^n x_i &= \ell , \\ \sum_{i=r+1}^n x_i &= 0 , \\ x_i &= 0 \text{ or } 1 (i=1, \dots, n). \end{aligned}$$

설정된 모형에서 구한 목적함수값은 선정조건을 만족하는 최소품목수가 되고 설정된 모형에서 목적함수의 우변항에  $\sum_{i=1}^n W_i R_i x_i$ ,  $\sum_{i=1}^n S_i R_i x_i$ ,  $\sum_{i=1}^n C_i R_i x_i$  를 각각 대체하여 모형의 해를 구하면 각각의 목적함수값은 선정조건을 만족하는 무게, 부피 그리고 비용의 최소값이 된다.

### 3.2 목표계획법에 의한 모형 설정

목표계획법은 둘 이상의 목적을 갖는 선형계획모형에 대한 해를 구하는 기법으로 다수의 목적에 우선순위를 설정할 수 있거나 가중치가 부여되는 경우에 일반적으로 사용된다.[1]

본 연구의 목적이 기존의 ASL선정 방법보다 무게, 부피 그리고 비용을 감소하는데 있으므로 고려할 수 있는 목표요소는 무게, 부피, 비용 그리고 추가요소로서 품목수를 고려할 수 있다. 또한 어떤 목표에 우선순위를 둘 것인가는 의사 결정자에 따라 다를 수 있고 상황에 따라 달라질 수 있다.

본 연구에서는 기존의 ASL선정 방법보다 무게, 부피 그리고 비용을 감소시킬 수 있는 품

목조합을 찾기 위해 무게, 부피 그리고 비용을 동순위로 하여 목표계획모형에 적용해 보고자 한다.

#### 3.2.1 목적함수의 구성

무게, 부피 그리고 비용을 첫 번째 우선순위로 하고 품목수를 두 번째 우선순위로 설정하면 목적함수는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{MIN } Z &= \\ p_1 (w_1 d_1^+ + w_2 d_2^+ + w_3 d_3^+) + p_2 d_4^+ . \end{aligned}$$

여기에서,

$$\begin{aligned} w_1 &= \frac{\sum_{i=1}^n R_i (W_i + S_i + C_i)}{\sum_{i=1}^n W_i R_i} , \\ w_2 &= \frac{\sum_{i=1}^n R_i (W_i + S_i + C_i)}{\sum_{i=1}^n S_i R_i} , \\ w_3 &= \frac{\sum_{i=1}^n R_i (W_i + S_i + C_i)}{\sum_{i=1}^n C_i R_i} . \end{aligned}$$

#### 3.2.2 제약식의 구성

우선순위에 대한 제약식에 미달편차와 초과편차를 추가하여 목적함수항과 관련된 제약식을 구성하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} p_1 : \sum_{i=1}^n W_i R_i x_i + d_1^- - d_1^+ &= G_1 , \\ \sum_{i=1}^n S_i R_i x_i + d_2^- - d_2^+ &= G_2 , \\ \sum_{i=1}^n C_i R_i x_i + d_3^- - d_3^+ &= G_3 , \\ p_2 : \sum_{i=1}^n x_i + d_4^- - d_4^+ &= G_4 . \end{aligned}$$

여기에서,

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0, (i=1, \dots, 4) .$$

육군규정에 제시된 수요용통물은 품목만을 고려하였으나 실제로 사용자의 수요충족을 위해서는 수량에 대한 수요용통물이 고려되어야 한다. 따라서 수량에 대한 수요용통물 조건과 기존의 품목선정 요구조건을 제약식으로 구성하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n F_i x_i &\geq 0.85 \sum_{i=1}^n F_i , \\ \sum_{i=1}^n Q_i x_i &\geq 0.85 \sum_{i=1}^n Q_i , \\ \sum_{i=1}^n x_i &= \ell , \\ \sum_{i=r+1}^n x_i &= 0 , \end{aligned}$$

$$x_i = 0 \text{ or } 1, (i=1, \dots, n).$$

이상에서 설명한 목적함수와 제약식을 종합하면 무게, 부피 그리고 비용을 동시에 절감할 수 있는 목표계획모형이 다음과 같이 구성된다.

$$\text{MIN } Z = p_1(w_1 d_1^+ + w_2 d_2^+ + w_3 d_3^+) + p_2 d_4^+.$$

$$\text{s.t. } \sum_{i=1}^n W_i R_i x_i + d_1^- - d_1^+ = G_1,$$

$$\sum_{i=1}^n S_i R_i x_i + d_2^- - d_2^+ = G_2,$$

$$\sum_{i=1}^n C_i R_i x_i + d_3^- - d_3^+ = G_3,$$

$$\sum_{i=1}^n x_i + d_4^- - d_4^+ = G_4,$$

$$\sum_{i=1}^n F_i x_i \geq 0.85 \sum_{i=1}^n F_i,$$

$$\sum_{i=1}^n Q_i x_i \geq 0.85 \sum_{i=1}^n Q_i,$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = \ell,$$

$$\sum_{i=7+1}^n x_i = 0,$$

$$x_i = 0 \text{ or } 1, (i=1, \dots, n),$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0, (i=1, \dots, 4).$$

#### 4. 모형의 적용 및 분석

앞에서 설정한 목표계획모형에 적용하기 위해 야전에서 수집한 자료는 보병 제0사단과 군수지원사령부에서 획득하였으며 적용대상을 보병 제0사단 1/4톤차량 수리부속으로 한정하였다. 자료산출기간은 96년1월1일부터 97년5월30일까지이며 적용품목수는 총 270품목이다.

<표 1>은 야전에서 수집한 자료를 모형에 적용하여 해를 구하고 기존의 선정방법과 비교한 결과이다.

<표 1> ASL선정 결과 비교

구 분	기존방법	목표계획법	차 이
품목수	110	146	+36 ↑(32%)
부 피 ( $m^3$ )	5.49	1.20	-4.29 ↓(78%)
무 게 (kg)	1,715	549	-1,166 ↓(68%)
비 용 (천원)	13,497	4,849	-8,648 ↓(64%)

<표 1>에서와 같이 목표계획모형을 적용하면 기존의 선정방법에 비해 품목수는 증가되었

지만 부피, 무게 그리고 비용은 현저하게 감소하였다. 또한 <표 1>에서 부피의 감소비율이 가장 크고 비용의 감소비율이 가장 작은 것으로 나타났다. 만일 비용과 관련된 가중치 값을 본 모형에서 적용한 값보다 큰 값을 적용하게 되면 비용의 감소비율은 커지며 가중치 값을 더욱 크게 하면 비용 최소화모형의 목적함수값( $G_3$ )까지 감소된다. 그러나 무게와 부피의 감소비율은 상대적으로 작아지게 된다.

#### 5. 결 론

본 연구에서 나타난 바와 같이 기존의 선정방법에 비해 무게, 부피 그리고 비용을 현저하게 감소시키는 품목 조합을 발견할 수 있었다.

무게, 부피 그리고 비용의 감소는 국방예산의 절감과 군 작전의 원활한 임무수행에 기여할뿐만 아니라 창고의 저장공간, 차량소요 그리고 저장관리에 필요한 인원소요 등 간접적인 자원을 절감할 수 있다.

본 연구는 품목선정의 요구조건을 만족하면서 무게, 부피 그리고 비용을 절감하는 방법에 관해 연구하였으나 군에 축적된 자료의 부족과 자료의 부재 등으로 각각의 품목이 장비에 미치는 가용도를 고려하지 않았다. 그러나 각각의 품목이 장비에 미치는 가용도와 기타 적용 가능한 변수들을 추가하여 연구를 진행한다면 보다 효율적인 결과를 얻을 수 있을 것이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 김충영, "선형계획법", 두남출판사, 1997.
- [2] 육군기술병과학교, "수리부속운영", 1996.
- [3] 육군기술병과학교, "정비관리", 1996.
- [4] 육군본부, "사단 전투근무지원", 1992.
- [5] 육군본부, "육군규정-409", 1996.
- [6] 합동참모본부, "합동군수", 1997.
- [7] Kevin E. Shorter, "Readiness Based Sparring Field Demonstration at the 256th Support Battalion, Louisiana Army Nation Guard", *ROK-U.S. Defense Analysis Seminar Proceedings*, Vol.9, No.2, 1997.
- [8] Kevin E. Shorter, "ASL-PLL Reengineering Analysis", *ROK-U.S. Defense Analysis Seminar Proceedings*, Vol.9, No.3, 1997.