

물류비용 추정 모델에 관한 연구

[군 물류 적용 중심으로]

강성진/박진우(국방대학교)

물류비용 추정 모델에 관한 연구
- 군 물류 적용 중심으로
(A Study on Estimating of Cost in the logistics
- Apply for the military logistics)

박진우 · 강성진* · 서혁**

Abstract

현재의 제조의 원가 절감 차원에서 물류비용에 대한 많은 관심을 가지고 있다. 하지만, 그에 대한 물류비용에 대한 정확한 추정에 대해서는 계산이 복잡할뿐더러 제품의 운송거리나 제품의 무게 및 수량등 선형적인 값으로 나타내는 방법을 주로 사용하여 비용만을 예측할 뿐이다. 물류비용에 대한 세부적인 산출에 대한 연구보다는 전체적인 비용을 산출하는데 많은 연구가 진행되어 왔었다. 그리고 어느 특정 제품에 대한 물류비용에 대한 추정과 예측하는 연구에 대해서는 부족한 형편이다. 일반 기업에서는 하드웨어에서의 원가비용절감에 한계를 느끼고 물류에서의 비용을 절감을 위해 많은 연구가 이루어진 반면 군에서는 물류비용 추정에 관해서는 연구가 많이 이루어지지 않고 있다. 본 논문에서는 군에서의 물류의 흐름에 맞는 물류 네트워크를 제안하고 물류 네트워크상에서의 비용 모델을 제시하여 군에서의 물류비용을 추정하였다. 그리고 이에 대한 분석과 함께 물류네트 워크상에서의 물류비용 절감을 위한 방법을 제시하였다.

1. 서론

물류 네트워크는 물품의 제조회사에 따라서, 혹은 물품 또는 서비스 공급지점에서 수요지점까지의 흐름 단계와 특성에 따라서 다양한 형태를 가지고 있다. 본 논문에서는 군의 물류 흐름에 맞는 물류 네트워크를 선정하였고, 전투화라는 특정 제품을 선정하여 보급창-보급대-보수대로 이어지는 물류단계를 정의하며 특정 기간(1/4분기)에 대한 각 단계별 비용을 산출하는 모델을 제시하였다, 그리고 이 식을 이용하여 비용을 추정 및 각 구성별 비용을 분석하였다.

본 연구에서는 생산회사에서 군으로 물품이 배송된 후부터 순수 군내에서부터 시작하여 실제 소비하는 예하부대까지의 물류의 흐름에 대한 비용을 산정하였다. 따라서 본 연구에서는 조달물류비와 생산물류비는 포함하지 않고 있다.

본 논문의 구성은 2장은 물류비용에 대한 기존 논문에 대해 알아보고, 3장에서는 일반 기업에서의 물류네트워크에 따른 군에서의 물류 네트워크를 정의하고 이에 맞는 물류 비용을 구성을 비교하였다. 이에 따라 4장에서는 군 물류 네트워크상에서 물류비용 산정 모델을 제시하고 5장에서 이 식을 이용하여 군 물류비용을 계산하였다. 마지막으로 6장에서는 이 값들을 분석하여 군에서의 물류비용 절감 방안을 제시하였다.

2. 기존 연구 현황

물류에 관한 논문이 대부분은 비용절감차원에서의 물류비용절감 방안에 대해 많이 다루고 있으나 실 데이터를 이용한 물류비용 계산 방법을 제시한 논문은 드물다.

Erengue, Simpson와 Vakharia[1]는 물류 네트워크를 구축하기 위한 각 단계별 모델을 제시

* 국방대학원 운영분석과,

** 육군본부 분석평가실

하며 공급 사슬의 구조를 공급자, 공장, 분배센터, 고객으로 나누어 정수계획법을 이용한 수학적 모델을 제시하였다. Binshan Lin, James Collins, Robert K. Su[2]는 관리자의 물류 의사 결정을 돕기 위해 ABC(Activity-based costing)방법을 이용하여 공급 사슬환경에서 이루어지는 모든 물류활동을 비용화하는 이론적 방법을 제시하였다.

Siddhartha S. Syam[3]은 최적의 입지 선정을 위해 수송비, 재고비등의 물류비를 이용해 분배비용을 최소화하는 모델을 제시하였다. 그리고 이명철, 정봉주[4]는 공급 사슬 형태에 따른 물류 네트워크 모델을 제시하고 이에 대한 물류 비용 산출 모델을 제시하고 있다.

앞에서 제시된 논문들은 물류비용 산출에 대한 여러 가지 접근 방법에 대한 기술들을 제공하고 있지만 그것이 실 기업이나 기타 조직에 적용이 가능한지에 대해서는 검증이 어렵다. 따라서 각 조직 환경에 맞는 물류 네트워크 선정과 이에 따른 비용 산정 모델을 제시하고 실 데이터를 이용하여 검증하고 분석하는 것이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 군의 환경에 실제 적용 가능한 물류 네트워크를 선정하고 이에 따른 추정모델을 제안하여 비용을 산정하였다.

3. 물류 네트워크 모델

3.1. 물류비의 정의

물류의 정의는 한국 생산본부가 1989년에 발표한 '기업물류비 계산준칙'에 따르면 "조달, 제조 또는 생산, 가공, 판매, 폐기 회수과정에서 수행되는 물자의 운송 보관활동과 이에 부과되는 활동 및 관련 정보의 처리 활동과 관리활동"을 말한다. 그리고 이와같은 물류 활동에 관련된 모든 비용을 물류비용이라고 한다. 하지만, 일반 기업에서는 물류비를 산정할 때 판매과정에서 일어나는 판매물류만을 주 대상으로 하고 있다. 따라서, 미국 로지스틱스 관리협의회(Council of Logistics Management)에서 물류의 정의가 일반 기업에게 적용하는 것이 바람직하다. 즉, "물류란 생산라인의 종단에서 완제품을 능률적으로 소비자에게 이동시키고 또한 경우에 따라서는 원재료를 공급 원천으로부터 생산라인의 시발점까지 이동시키는 것을 포함하는 광범위한 활동을 나타내기 위해 제조 및 상업부분에서 쓰이는 용어로서 이 활동에는 화물운송, 보관, 하역, 보호목적의 포장, 재고관리, 공장과 창고부지의 선정, 수주처리, 시장예측 및 고객서비스를 포함한다." 라고 정의 하였다.

3.2. 물류비의 구성

물류비의 구성은 국가 물류비나 지역 전체 물류비등 거시 경제차원에서 사용하는 미국 하버드대 Heskett교수가 방명한 Heskett방식을 틀로하여 일부 변용하여 많이 사용하고 있다. Heskett방식은 물류비용을 수송비, 재고유지관리비, 포장비, 하역비, 물류정보비, 일반관리비로 구성하였다. 하지만 이러한 방식은 국가나 한 조직의 전체적인 물류비 산정을 위한 방법이지 세부적인 제품에 대한 비용 산정 방법을 구체적으로 제시하고 있지 않다.

그리고 한국 생산본부에서 '기업물류비 계산준칙' (1989년)을 공표했고 이를 바탕으로 기업에서 활용하도록 대한 서울 상공회의소에서 '기업물류비계산·활용 매뉴얼'을 제정하였는데, 이에 따르면 물류비는 그 기능에 따라 영역별 6개, 발생형태별 2개, 기능별 3개**로

* 하버드대 교수로 물류비 상승에 대해 정확한 자료에 의거하여 산정을 하기 위해 공적 통계자료를 이용하여 처음 1962년(Heskett, J.L., "Macroeconomic Cost of Physical Distribution", ATFF, 1962년) 제시함. 우리나라에서는 매년 교통개발연구원에서 발간하는 '국가물류비 산정 및 추이분석'이 이러한 방식에 의해 산정하고 있다.

** 물류비의 영역별 구성은 조달, 사내, 판매, 반품, 폐기로 6개로 분류되고, 기능별 구성은 물자유통비(포장비, 운송비, 보관비, 하역비, 유통가공비), 물류정보비, 물류 일반관리비로 3개로 분류되고, 발생형태별로는 자사 물류비

분류하여 계산하였는데 주로 기업에서 적용하는 것은 판매 물류비를 한하여 사용하고 있다. 이러한 계산 방식은 실 기업의 실정에 맞지 않아 사내의 기준을 별도로 만들어 사용하고 있는 형편이다.

일반적으로 물류비는 대한 상공회의소에서 정의한 것과 같이 원자재 조달부터 생산과정과 완제품이 고객에게 가는 전 과정을 포함하는 의미이지만 본 논문에서는 일반 기업에서 주로 쓰는 제품이 생산된 이후부터의 물류비용, 즉 판매물류비용을 다루고, 물류비 구성요소로는 물류비용의 대분을 차지하는 수송관련비용, 재고관련비용, 하역관련비용, 선적관련비용, 포장 관련비용 총 5개 영역으로 구성하여 계산하였다.

3.3. 물류 네트워크 구성

물류 네트워크 구성은 일반적으로 원자재 공급처, 조달 물류센터, 공장, 판매 물류센터, 소비자 물류센터로 구성된다.

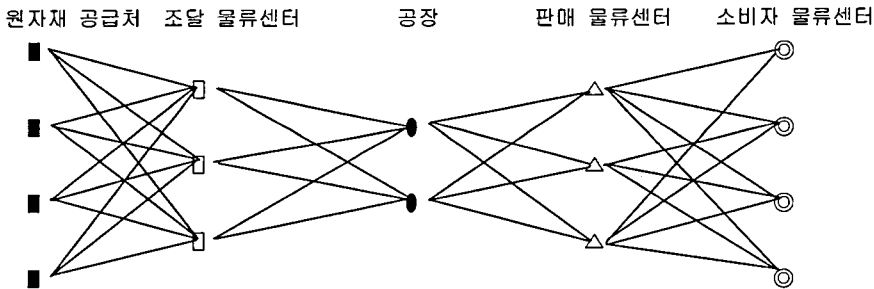


그림.3-1. 공급사슬을 고려한 물류 네트워크

이때, 원자재 공급처에서 조달 물류센터를 거쳐 기업의 공장까지 이루어 지는 물류비용을 조달 물류비용이라고 하고, 제품의 판매가 확정된 이후 공장의 창고에서 출고되어 소비자까지 가는 물류비용을 판매 물류비용이라고 한다. 기업의 공장에서 물건을 만들어 운송 및 보관을 위한 포장에서 고객에게 판매가 최종적으로 확정되어 출고되기까지의 물류에 소비되는 비용을 사내 물류비용이라고 한다. 그리고, 판매된 제품의 반품에 따른 물류에 소비되는 비용을 반품 물류비용이라고 하고, 폐기 물류비는 물품과 제품 등 폐기물을 처분하기 위해 물류에서 소비되는 비용을 말한다. 그런데 일반적으로 기업에서 말하는 물류비용은 공장에서 판매 물류센터를 거쳐 소비자에게로 가는 물류비용을 말한다.

따라서 판매 물류비 계산을 위한 물류네트워크는 공급처에서 물류센터를 거쳐 소비자로 가는 물류 및 물류 정보의 흐름을 나타낸다.

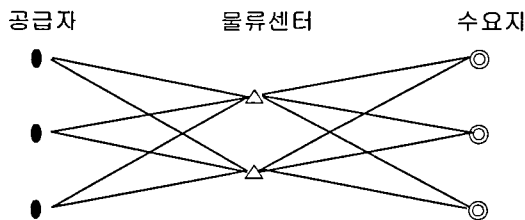


그림3-2. 판매 물류 네트워크

와 위탁물류비로 분류된다.

물류 네트워크는 공급지에서 시작하여 물류센터를 거쳐 고객으로 제품을 수송하는 형태를 말한다.

3.4. 물류네트워크 상에서 물류비의 산출 방법

물류비의 구성은 수송관련 비용, 재고 관련비용, 선적관련비용, 하역관련비용, 포장관련비용으로 분류되며 세부 구성과 산출 방법은 다음과 같다.

대 분류	소 분류		산정 공식
수송관련 비용(V)	차량의 고정비(VL)	차량의 감가상각비(VT)	$\Sigma\Sigma$ 단위 시간당 평균감가상각비*차량의 운행시간*차량의 수
		운전자 인건비(VW)	$\Sigma\Sigma$ 단위 시간당 평균인건비*차량의 운행시간*차량 수
	유류비(VF)		$\Sigma\Sigma$ 단위 거리당 평균유류비*운송거리*차량 수
	차량 유지비(VM)	보험료(VI)	$\Sigma\Sigma$ 단위거리당 평균보험료*운송거리*차량수
		정비비(VMM)	$\Sigma\Sigma$ 단위 거리당 평균정비비*운송거리*차량수
재고관련 비용(S)	창고비(SG)	감가상각비(ST)	$\Sigma\Sigma$ 일일 창고 평균 유지비*보관일(*창고 저장비율)*
		파렛트비(SP)	$\Sigma\Sigma$ 단위 부피당 일일 평균 파렛트비*제품의 부피*보관일
	재고유지비 (SM)	인건비(SW)	$\Sigma\Sigma$ 일일 평균 인건비*보관일(*창고 저장비율)
		유지비(SMM)	$\Sigma\Sigma$ 일일 평균창고유지비*보관일(*창고 저장비율)
	창고보험료(SI)	$\Sigma\Sigma$ 일일 평균 창고보험료*보관일(*창고 저장비율)	
선적관련 비용(U)	고정비용(UL)	선적차량 감가상각비(UT)	$\Sigma\Sigma$ 단위 시간당 평균감가상각비*선적시간
		선적 인건비(UW)	$\Sigma\Sigma$ 단위 시간당 평균인건비*선적시간
	유류비(UF)**		$\Sigma\Sigma$ 단위 시간당 평균유류비*선적시간
	선적차량 유지비(UM)	보험료(UI)	$\Sigma\Sigma$ 단위 시간당 평균보험료*선적시간
정비비(UMM)		$\Sigma\Sigma$ 단위 시간당 평균정비비*선적시간	
하역관련 비용(D)	고정비용(DL)	선적차량 감가상각비(DT)	$\Sigma\Sigma$ 단위 시간당 평균감가상각비*하역시간
		하역 인건비(DW)	$\Sigma\Sigma$ 단위 시간당 평균인건비*하역시간
	유류비(DF)		$\Sigma\Sigma$ 단위 시간당 평균유류비*하역시간
	선적차량 유지비(DM)	보험료(DI)	$\Sigma\Sigma$ 단위 시간당 평균보험료*하역시간
정비비(DMM)		$\Sigma\Sigma$ 단위 시간당 평균 정비비*하역시간	
포장관련 비용(P)	포장재료비(PS)		$\Sigma\Sigma$ 단위 물량부피당 평균 포장재료비*이동물량 부피
	인건비(PW)		$\Sigma\Sigma$ 단위 시간당 평균인건비*포장시간

* () 부분은 창고가 동시보관 창고일때 창고에서 이동제품의 저장비율을 곱함.

** ' 국가유류비 산정 및 추이 분석' (교통개발연구원)에서는 유류비 계산에서 별도 잡유비를 포함.
(잡유비=유류비*0.05)

이때, 크로스토킹 방식을 사용할때는 재고 관련비용에서 창고비만 포함된다.

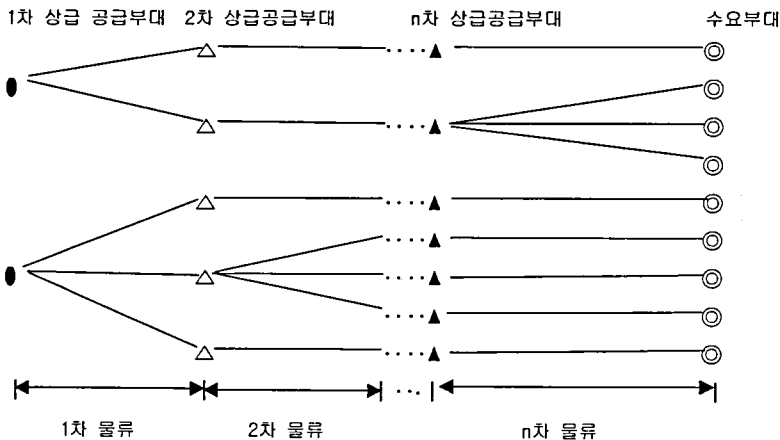
4. 군 물류비용의 계산

4.1 일반 기업에서 물류비용 산정방법과 군에서 물류비용 산정방법의 차이
 군에서의 물류비용 산정방법과 일반 기업에서의 물류비용 산정방법은 물류네트워크 및 물류비 구성에서도 차이가 있다.

	일반 기업에서의 물류비용	군에서의 물류비용
물류 네트워크	<ul style="list-style-type: none"> 공급지에서 수요지까지 일반적으로 일단계의 물류 센터를 운용 한 개의 물류 센터에서 다수의 수요지로 수송가능 	<ul style="list-style-type: none"> 상위보급부대에서 하위보급부대로 다수 단계의 물류센터를 이용 상위보급부대로부터 하위보급부대로 다단계로 가지식 물류를 수송 공급지가 별도로 없이 보급부대는 단순히 물류를 저장하는 저장 센터로서의 기능
물류비 구성	<ul style="list-style-type: none"> 포장비, 수송비, 선·하역비, 재고비 등으로 구성 	<ul style="list-style-type: none"> 공급지인 기업에서 이미 포장한 상태에서 물량을 가지고 오기 때문에 물품 자체에 대해서는 별도 포장이 필요 없음. 재고 관련비용에서 창고 보험료는 별도로 지불하지 않음.

4.2 군 물류비용 계산을 위한 물류 네트워크 구성

군에서의 물류 네트워크는 일반적으로 상급부대에서 하급부대로 이동하는 다단계 나무가지식 네트워크를 형성하게 된다.



군 물류네트워크는 상급공급지에서 하급 공급지로 다단계 식으로 물류 네트워크를 구성하게

된다. 그리고 부대에 따라서 다수의 다수차의 물류네트워크를 구성한다.

4.3군 물류비의 구성

4.3.1 기호 설정

수송관련 기호

d_{ij} : 수송거리

vc : 차량의 구입원가

q : 차량의 가용 수송량

i : 차량의 보험료

vp : 차량의 연 평균 인건비

vf : 차량의 연평균 유료비

vm : 차량의 연평균 정비비

vt : 차량의 평균 수명(yr)

vd : 연평균 운영거리

Q : 제품의 이동 물량

재고관련비용

A : 재고 창고

e : 창고의 최초 투자비

at : 창고의 평균 수명

an : 창고 근무 인원수(직책별)

y : 연평균 근무일

r : 창고 제품 저장 비율

ap : 창고의 인건비

v : 창고의 제품 가용량

t : 창고의 보관일

선적관련 비용

uc : 선적 차량의 구입원가

uq : 선적 차량의 단위 시간당 평균 선적량

ud : 선적 차량 연평균 사용일

uh : 선적 차량 일일평균 사용시간

ut : 선적 차량의 연평균 인건비

ui : 선적 차량의 연평균 보험료

uf : 선적 차량의 연평균 연료비

하역관련 비용

dc : 하역 차량의 구입원가

uq : 하역 차량의 단위 시간당 평균 하역량

dd : 하역 차량 연평균 사용일

dh : 하역 차량 일일 평균 사용시간

dt : 하역 차량 연평균 인건비

di : 하역 차량의 연평균 보험료

df : 하역 차량의 연평균 연료비

포장 관련비용

pz:포장지의 원가

pp:선적차량의 평균 인건비

pq:포장지당 제품의 가용량

4.4 군 물류비용의 구성 및 산출 모델

군의 물류비용은 수송관련비용, 선적관련비용, 재고관련비용, 포장관련비용으로 구성된다.

(1) 수송관련비용(V) $V = VT+VW+VF+VI+VMM$

① 차량의 고정비(VL) $VL=VT+VW$

차량의 감가상각비(VT): 차량의 원가/(연 평균 운용거리*차량의 평균수명)*차량의 수

$$VT = \sum \sum \cdot \cdot \sum vc / (vd \times vt) \times d \times Q/q$$

운전자 인건비(VW): 연 평균 인건비/연 평균 운영거리*수송거리*차량의 수

$$VW = \sum \sum \cdot \cdot \sum vp / vd \times d \times Q/q$$

② 차량의 유류비(VF)

차량의 연 평균 유류비/연 평균 운영거리*수송거리*차량 수

$$VF = \sum \sum \cdot \cdot \sum vf / vd \times d \times Q/q$$

③ 차량의 유지비(VM) $VM=VI+VMM$

차량의 보험료(VI): 차량의 연평균 보험료/연평균 운용거리* 수송거리*차량의 수

$$VI = \sum \sum \cdot \cdot \sum vi / vd \times d \times Q/q$$

차량의 정비비(VMM): 차량의 연평균 정비비/연평균 운용거리*수송거리*차량의 수

$$VMM = \sum \sum \cdot \cdot \sum vm / vd \times d \times Q/q$$

(2) 재고관련비용(S) $S=ST+SP+SW+SMM$

① 창고비(SG) $SG=ST+SP$

창고의 감가상각비(ST): 창고의 최초 투자비/(창고의 수명*365)/제품의 보관일*창고 저장 비율

$$ST = \sum \sum \cdot \cdot \sum e / (at \times 365) \times t \times r$$

② 재고 유지비(SM) $SL=SW+SMM$

인건비(SW): 연평균 인건비/년평균 근무일*보관일*창고 근무인원수*창고저장 비율

$$SW = \sum \sum \cdot \cdot \sum ap / y \times t \times an \times r$$

유지비(SMM): 연평균 창고유지비/365*보관일*창고 저장비율

$$SMM = \sum \sum \cdot \cdot \sum am / 365 \times t \times r$$

(3) 선적관련 비용(U) UL=UL+UF+UM

① 고장비용(UL) UL=UT+UW

선적차량 감가상각비(UT): 선적차량 구입원가/(선적차량 수명*연평균 사용일*일일평균사용시간)*선적시간

$$UT = \sum \sum \cdot \cdot \sum uc / (ut \times ud \times uh) \times q / uq$$

인건비(UW): 연평균 인건비/(연평균선적일*일일평균선적시간)*선적시간

$$UW = \sum \sum \cdot \cdot \sum up / (ud \times uh) \times q / uq$$

② 유류비(UF): 연평균연료비/(연평균선적일*일일평균선적시간)*선적시간

$$UF = \sum \sum \cdot \cdot \sum uf / (ut \times ud \times uh) \times q / uq$$

③ 선적차량 유지비(UM) UM=DI+DMM

보험료(UI): 연평균 선적차량 보험료/(연평균 선적일*일일 평균선적시간)*선적시간

$$UI = \sum \sum \cdot \cdot \sum ui / (ut \times ud \times uh) \times q / uq$$

정비비(UMM): 연평균 정비비/(연평균 선적일*일일 평균선적시간)*선적시간

$$UMM = \sum \sum \cdot \cdot \sum um / (ut \times ud \times uh) \times q / uq$$

(4) 하역관련 비용(D) DL=DL+DF+DM

① 고장비용(UL) DL=DT+DW

선적차량 감가상각비(DT): 하역차량 구입원가/(하역차량 수명*연평균 사용일*일일평균사용시간)*하역시간

$$DT = \sum \sum \cdot \cdot \sum dc / (dt \times dd \times dh) \times q / dq$$

하역 인건비(DW): 연평균 인건비/(연평균하역일*일일평균하역시간)*하역시간

$$DW = \sum \sum \cdot \cdot \sum dp / (dd \times dh) \times q / dq$$

② 유류비(DF): 연평균연료비/(연평균하역일*일일평균하역시간)*하역시간

$$DF = \sum \sum \cdot \cdot \sum df / (dt \times dd \times dh) \times q / dq$$

③ 하역차량 유지비(UM) DM=DI+DMM

보험료(DI): 연평균 하역차량 보험료/(연평균 하역일*일일 평균하역시간)*하역시간

$$DI = \sum \sum \cdot \cdot \sum di / (dt \times dd \times dh) \times q / dq$$

정비비(UMM): 연평균 정비비/(연평균 하역일*일일 평균하역시간)*하역시간

$$DMM = \sum \sum \cdot \cdot \sum dm / (dt \times dd \times dh) \times q/dq$$

(5) 전체 군 물류비용(T) T= V+S+D

$$T = \sum \sum \cdot \cdot \sum vc / (vd \times vt) \times d \times Q/q + \sum \sum \cdot \cdot \sum vp / vd \times d \times Q/q +$$

$$\sum \sum \cdot \cdot \sum vf / vd \times d \times Q/q + \sum \sum \cdot \cdot \sum ui / (ut \times ud \times uh) \times q/ug +$$

$$\sum \sum \cdot \cdot \sum vm / vd \times d \times Q/q + \sum \sum \cdot \cdot \sum e / (at \times 365) \times t \times r +$$

$$\sum \sum \cdot \cdot \sum ap / y \times t \times an \times r + \sum \sum \cdot \cdot \sum am / 365 \times t \times r +$$

$$\sum \sum \cdot \cdot \sum uc / (ut \times ud \times uh) \times q/ug + \sum \sum \cdot \cdot \sum up / (ud \times uh) \times q/ug$$

$$\sum \sum \cdot \cdot \sum uf / (ut \times ud \times uh) \times q/ug + \sum \sum \cdot \cdot \sum wi / (ut \times ud \times uh) \times q/ug +$$

$$\sum \sum \cdot \cdot \sum um / (ut \times ud \times uh) \times q/ug +$$

$$\sum \sum \cdot \cdot \sum dc / (dt \times dd \times dh) \times q/dq +$$

$$\sum \sum \cdot \cdot \sum dp / (dd \times dh) \times q/dq + \sum \sum \cdot \cdot \sum df / (dt \times dd \times dh) \times q/dq +$$

$$\sum \sum \cdot \cdot \sum di / (dt \times dd \times dh) \times q/dq + \sum \sum \cdot \cdot \sum dm / (dt \times dd \times dh) \times q/dq$$

5. 군 물류비용 산출모델의 적용

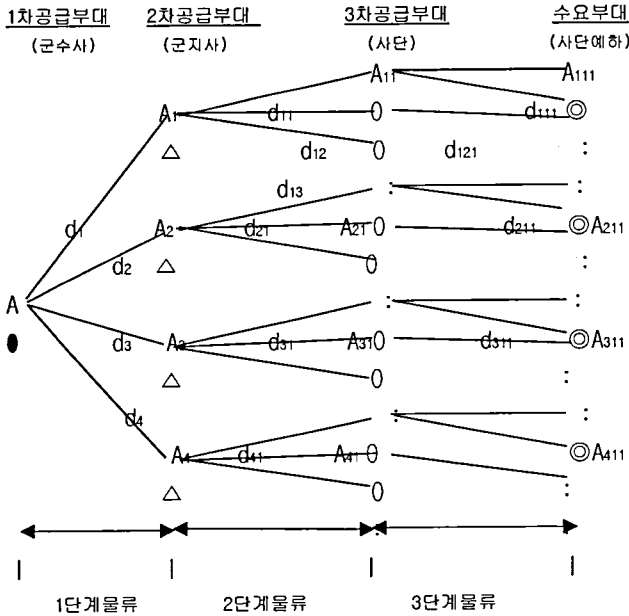
물류비용의 적용은 군의 주 피복품인 전투화에 대해서 1차 공급부대인 S보급창에서 2차 공급부대인 A군수지원단과 B군수지원단 그리고 3차 공급부대인 총 19사단을 대상으로 물류비용을 계산하였다.

5.1 물류네트워크 구성

구분		1차 공급부대	2차 공급부대	3차 공급부대	수요부대
부대		군수사(보급창)	군지사(보급대)	사단(보수대)	예하부대
부대수		1	4	18	67
기 호	참고	A	A _i	A _{ij}	A _{ijk}
	거리	d _i	d _{ij}	d _{ijk}	

물류네트워크는 총 3단계의 물류로 구성되며 각 물류단계의 참고는 A_{ijk} 로 표시하고 이전

물류단계에서 A_{ijk}창고까지의 거리는 d_{ijk} 로 표시한다.



5.2 물류네트워크상의 물류비의 계산

(1)수송관련 비용

전투화는 00산업에서 생산하여 box를 단위로 하여 S보급창으로 수송한다. 이때, 전투화 box당 총 15켈레의 전투화가 들어 가고 무게는 약 35Kg이다. 그리고 1단계 물류에서의 수송 형태는 5톤 (K-711)차량을 그리고 그 이하 물류단계에서는 2 1/2톤(K-511)차량을 사용한다.

구 분	구입원가(원)	수 명 (yr)	연평균 운용거리(Km)	연평균 유류비(원)	가용수송량 (box)
5톤 차량	94724890	20	11376	998000	171
2 1/2톤 차량	51687000	17	23576	918000	114
관련근거	군수사 장비현황 열람	좌동	국방비용편람	좌동	수송수용/이동관리

< 표.5.1 수송관련비용 계산을 위한 자료 >

	A	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1													
2		2단계 물류											
3		a24	a25	a31	a32	a33	a34	a41	a42	a43	a44	a45	배달물량
4	차량원가	51687000	51687000	51687000	51687000	51687000	51687000	51687000	51687000	51687000	51687000	51687000	
5	가공	25	5	87	65	57	90	30	26	10	12	7	
6	운용거리	23576	23576	23576	23576	23576	23576	23576	23576	23576	23576	23576	
7	가용적재량	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
8	대동량(box)	14	12	80	80	85	72	163	177	175	181	17	
9	대동량(ton)	0.49	0.42	2.8	2.8	2.275	2.52	5.705	6.195	6.125	6.395	0.595	
10	대동차량수	0.1225	0.105	0.7	0.7	0.56675	0.63	1.42625	1.54875	1.53125	1.56975	0.14875	
11	연간수송비	789,8932	1,354,1026	15,707,559	11,795,856	8,361,5897	12,909,3895	110,353,936	10,395,967	3,943,466	4,901,8515	288,568,369	88961,469
12	연간관련비용	상시	상시	상시	상시	상시	상시	상시	상시	상시	상시	상시	
13	수송연간비	2063500	2063500	2063500	2063500	2063500	2063500	2063500	2063500	2063500	2063500	2063500	
14	수송연간비	536,09336	91,901,722	1,069,061	7964,8159	5674,9319	8622,5659	7489,9604	7048,0621	2690,4669	3226,8423	162,271,75	60390,919
15	연평균유류비	918000	918000	918000	918000	918000	918000	918000	918000	918000	918000	918000	
16	유류비	238,49466	40,884,798	4742,8366	3543,9492	2524,8363	3924,9406	3332,111	3135,964	1192,4739	1480,0297	81,088183	26968,429
17	연평균보유량	371090	371090	371090	371090	371090	371090	371090	371090	371090	371090	371090	
18	보유량	98,405979	18,526,722	1917,0099	1432,3159	1020,5251	1596,5653	1346,9279	1267,5996	482,02939	599,26734	32,777999	10060,122
19	연평균경비대	895000	895000	895000	895000	895000	895000	895000	895000	895000	895000	895000	
20	경비비	232,5193	39,960,451	4623,8124	3454,5724	2481,3829	3826,6033	3248,6268	3057,2986	1162,5885	1442,9489	79,056562	26193,299
21													21392,23

< 그림5-1.수송관련 비용 계산 >

단위: 원

		1단계물류	2단계물류	3단계물류	합계	백분율
차량 고정비	감가상각비	220811	61194	58866	340871	0.10
	인건비	1667862	727169	729162	3124193	0.85
유류비		27066	18477	17774	63316	0.02
차량 유지비	보험료	27066	7469	7185	41719	0.01
	정비비	53195	18014	17328	88537	0.02
합계		1996000	832322	830315	3658637	1
백분율		0.54	0.23	0.23	1	

< 표5-2. 수송관련비용 결과 >

물류네트워크상에서의 수송관련비용은 총 3,124,193원이며, 이중 차량의 인건비가 85%로 가장 많이 차지한다. 그리고 감가상각비가 10%, 그리고 유류비가 2%이다. 특히, 차량의 인건비 계산에서 군에서는 운전병만을 단독으로 차량을 운행시키지 않고 반드시 선탑자를 1명 추가해서 운용하기 때문에 비용이 많이 측정 된다. 만약, 운전병만으로 계산했을때는 총 비용의 25%를 인건비가 차지하게 된다.

그리고, 물류네트워크 상에서는 1단계 물류비가 54%로서 앞도적으로 많았고, 2단계 물류비가 23% 3단계물류비가 23%를 차지한다. 이는 1단계물류가 수송 차량의 비용은 물론, 수송량도 많을뿐더러 이동거리도 멀리 이동하기 때문에 가격비율이 높이 차지한다.

(2) 재고관련비용

군 물류비용의 특징은 다단계의 물류를 거치게 때문에 물류창고가 많고, 창고에 대한 최초 투자비를 구하는 것은 쉽지 않다. 창고의 최초 시설투자비는 육군 공병감실에서 발행한 '시설물 단가표, 2004년'을 기준으로 계산하였다. S보급창에서 지원하는 물류 네트워크상에서의 창고는 블록슬레이트와 조립식 창고 2가지의 종류였으며 이에 대한 평당 최초 투자비는 다음과 같다.

단위: 천원

시설명	구조	규모	'04년 집행가	'05년 예산단가	수명
창고	조립식	15~30평	2,184	2,241	40년
		31~50평	2,070	2,174	
		51~100평	2,018	2,119	
		101~150평	1,948	2,045	
		151~200평	1,907	2,002	
	201~250평	1,878	1,972	50년	
	블록 슬레이트	10~20평	7,167		7,525
		21~30평	6,177		6,486
		31~40평	5,627		5,908
		41~50평	5,237		5,449
		51~60평	4,932		5,479
		61~70평	4,687		4,921
		71~80평	4,478		4,702
		81~90평	4,297		4,512
		91~100평	4,187	4,344	
101~150평	3,995	4,195			
150평초과	3,445	3,617			

<표5-3. 참고 최초 시설투자비 원가계산, 시설물 단가표, 육군본부, 2004 >

그리고, 참고의 보수를 위한 유지비는 '국방 예산편성 및 기준'에 근거하여 지급되게 된다. 참고의 평당 보수비는 다음과 같다.

단위: 원

시설명	구조	경과년수(Year)	유지비용
참고	조립식	1~5	385
		6~10	719
		11~15	944
		16~20	1,122
		26년이상	1,276
	블록 슬레이트	1~5	348
		6~10	648
		11~15	848
		16~20	1,012
		21~25	1,151
		26년 이상	1,306

<표5-4. 참고 유지비 계산, '국방 예산편성 및 기준', 국방부, 2005>

B18 $\Sigma = (B32+B33+B16+B34+B17)+B7+B10/B9$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	제고관련비											
2	총합											
3	1단계 물류											
4	A	A1	A2	A3	A4	A11	A12	A13	A14	A21	A22	
4	구조	블록슬레이트	블록슬레이트	블록슬레이트	조립식	블록슬레이트	조립식	조립식	블록슬레이트	조립식	조립식	조립식
5	물수(평)	628	545	104	200	97	110	89	88	54	153	100
6	참고수명(년)	50	50	50	40	50	40	40	50	40	40	40
7	보관율(%)	40	1	1	30	7	10	12	8	3	7	7
8	경과년수(년)	45	35	31	7	30	3	4	27	9	34	5
9	참고가용량(Box)	6822	1867	289	933	712	200	166	150	112	987	357
10	미동량(Box)	899	424	133	150	192	124	107	120	73	20	24
11	물당시상액(원)	3617000	3617000	3617000	2002000	4344000	2045000	2119000	4512000	2119000	2002000	2119000
12	참고의 최초 투자비	2271475000	1971265000	3761680000	4004000000	4213680000	2249500000	1885910000	3970580000	1144260000	3063060000	2119000000
13	물류단가상계액(원)	6560746413	2747339335	102230624	132273268	4358306368	955267123	899137003	138241556	153249107	237506708	682397583
14	참고관련원수											
15	인건비(계급)	(원)	(원)	(원)	(원)	(원)	(원)	(원)	(원)	(원)	(원)	(원)
16	인건비	2	5	9	7	8	8	3	2	4	4	8
17	노무비	5										
18	인건비(합)	2689078552	2755720216	649893582	755593678	3063904719	10063468	103686094	8217344	273167904	198158865	589661176
19	경과년수물당보수액(원)	1306	1306	1306	719	1306	395	395	1306	719	1276	348
20	참고유지비(합)	1184453251	4959947406	184671764	19001094	6551508636	719363863	726130715	201517599	207996429	7586826	448670427
21	합계(원)	3336997726	5552659625	754030923	889773136	3506287067	110253289	113750077	962991132	288700211	228676219	658409605

<그림5-2. 재고관련비용 계산>

	참고비	재고 유지비		합계	백분율
		인건비	유지비		
1단계 물류	656,075	2,669,079	11,845	3,336,998	0.31
2단계 물류	167,647	943,819	2,513	1,113,978	0.10
3단계 물류	425807	5,950,942	4,445	6,361,194	0.59
합계	1,249,528	9,563,839	18,802	10,832,170	1
백분율	0.119	0.88	0.001	1	

<표5-5. 재고 관련비용 계산결과>

S보급창에서 지원하는 군 물류네트워크상에서의 재고 관련비용은 총 10,832,170원이며 이중 비용구성상에서는 인건비가 88%이상을 차지하여 가장 많은 비율을 차지한다. 그리고 참고비가 11.9%를 차지한다. 물류단계별로는 3단계 물류가 59%로 대부분을 차지하는데 이는 참고가 총 18개로 다른 물류단계에 비해 참고가 많기 때문이다.

(3) 선적·하역관련비용

S보급창에서 시작 되는 군 물류비용 네트워크상에서의 선적·하역관련 비용은 선적·하역 차량을 사용하지 않기 때문에 선·하역하는 인원에 대한 인건비만을 계산하게 된다. 선적·하역인원에 대한 월 평균 인건비는 '국방비용 편람, 국방부, 2004년' 를 기준으로 계산 하였으며 차량당 평균 하역시간 및 가용 적재량은 '수송운용/이동관리, 육군본부, 2004년' 을 기준으로 하였다.

선·하역 인원수 (명)	평균 선적 시간(min)		평균 하역 시간(min)	
	5톤 차량	2 1/2톤 차량	5톤 차량	2 1/2톤 차량
9~10	70	40	70	40
8~9	80	50	80	50
7~8	90	60	90	60
5~6	100	70	100	70
4~5	110	80	110	80
2~3	120	90	120	90

<표5-6. 차량별 평균 선적 시간, '수송운용/이동관리, 육군본부, 2002>

월 평균 선·하역 시간은 각 창고에서 실제 시간을 통계상으로 확인하여 계산하였으며 그 값은 다음과 같다.

	월 평균 선적 시간(min)	월 평균 하역 시간(min)	비고
보급창	5hr*22일*60min=6600	6hr*22일*60min=7920	22일은 월평균 근무일을 말함(주 5일근무 적용)
보급대대	3hr*22일*60min=3960	2.5hr*22일*60min=3300	
보수대대	2hr*22일*60min=2640	1.5hr*22일*60min=1980	

<표5-7. 월 평균 선·하역 시간>

	A	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW
1														
2														
3		A433	A434	A435	A441	A442	A443	A444	A445	A451	A452	A453	A454	합계
4	선적인원	1(원사)	1(원사)	1(원사)	1(중사)	1(중사)	1(중사)	1(중사)	1(중사)	1(중사)	1(중사)	1(중사)	1(중사)	
5	:간부	1(원사)	1(원사)	1(원사)	1(중사)	1(중사)	1(중사)	1(중사)	1(중사)	1(중사)	1(중사)	1(중사)	1(중사)	
6	:병	4	4	4	2	2	2	2	2	3	3	3	3	
7	차량당 평균 선적시간(min)	70	70	70	80	80	80	80	80	70	70	70	70	
8	가용적재 차량(ton)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
9	이동 물량(box)	5	6	9	7	8	5	7	8	6	5	4	6	
10	이동 물량(ton)	0.175	0.21	0.315	0.245	0.28	0.175	0.245	0.28	0.21	0.175	0.14	0.21	
11	월 평균 적재 시간(min)	2640	2640	2640	2640	2640	2640	2640	2640	2640	2640	2640	2640	
12	선적 관련 연건비	6007,6362	7209,4034	10814,1051	5158,1984	5892,7273	3682,9545	5158,1984	5892,7273	4105,8381	3421,5317	2737,2254	4105,8381	116405

<그림5-3. 선적 관련 비용 계산>

	A	M	N	U	P	Q	H	S	I	U	V	W	X	Y
		3단계 물류 창고												
		A23	A24	A25	A31	A32	A33	A34	A41	A42	A43	A44	A45	합계
하역인원		1(원사)	1(중사)	1(중사)	1(상사)	1(원사)	1(상사)	1(원사)	1(원사)	1(원사)	1(원사)	1(중사)	1(중사)	
:간부		1(원사)	1(중사)	1(중사)	1(상사)	1(원사)	1(상사)	1(원사)	1(원사)	1(원사)	1(원사)	1(중사)	1(중사)	
:병		4	5	6	7	3	3	4	2	5	8	3	3	
차량당 평균 하역시간(min)		60	60	50	50	70	70	60	70	60	40	70	70	
가용적재 차량(ton)		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
이동 물량(box)		38	40	33	36	36	28	33	28	33	33	35	21	
이동 물량(ton)		1.33	1.4	1.155	1.26	1.26	0.98	1.155	0.98	1.155	1.155	1.225	0.735	
월 평균 적재 시간		1980	1980	1980	1980	1980	1980	1980	1980	1980	1980	1980	1980	
하역 관련 연건비		15587.2	25825.76	17755.21	28326.1	17228	30844	19536.3	13399.5	31158.8	26209.2	26363.8	15818.3	1136852

<표5-4. 하역관련 비용 계산>

선적·하역 비용의 결과는 다음과 같다.

		1단계 물류	2단계 물류	3단계 물류	합계
선적비용	인건비	203,936	323,042	657,087	1,184,055
	백분율	0.1722301	0.2728262	0.5549437	
하역비용	인건비	265,188	310,124	561,540	1,136,852
	백분율	0.2332651	0.272792	0.4939429	
합계					

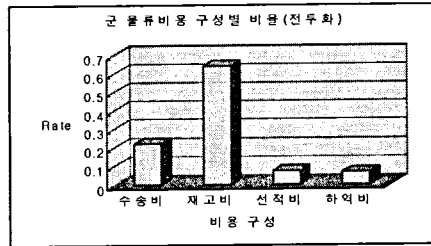
<표 5-8. 선적·하역 물류비용 계산 결과>

군 물류네트워크상에서의 선적관련비용은 총 1,184,055원이며, 하역관련비용은 1,136,852원이다. 선적관련비용과 하역관련비용 모두 동일하게 3단계물류비용이 50%이상을 차지하고 있으며 이는 3단계 물류에서 창고가 제일 많기 때문에 이와 관련된 비용이 제일 크게 나타난다. 그리고 선적비용이 하역비용보다 조금 많음을 볼수있는데 이는 선적시간이 하역시간보다 많이 들기 때문으로 판단된다.

(4) 전체 군 물류비용 계산결과

S브급창에서 나가는 군 물류네트워크상에서 전투화 단일품목에 대한 05년도 물류비용계산 결과는 다음과 같다.

	비용	백분율
수송관련비용	3,656,637	0.22
재고관련비용	10,832,170	0.64
선적관련비용	1,184,055	0.073
하역관련비용	1,136,852	0.067
합계	16,809,714	1



<표5-9. 군물류비용계산 결과>

<그림5-4. 군 물류비용계산 결과(비율)>

물류비용의 총 합계는 16,809,714원이며, 이는 물류네트워크상의 전투화 총 13,485켤레를 기준으로할 때 전투화 한 켤레당 약 물류비용은 1247원이다. 그리고 전투화 판매가 42200원의 2.9%를 차지한다. 이 중 재고관련비용이 64%로 많은 비율을 차지하였으며 이는 일반 기업에서 수송비과 70-80%이상을 차지하는 것에 비해 많이 상이한 것이다. 이렇게 군에서 재고비가 많은 비중을 차지하는 이유는 군에서는 부대마다 ROI, 즉 전투 기본 요구량에 대한 전투화를 보유하고 있어야 하기 때문에 그 양에 대한 비축을 위한 창고를 보유하고 있기 때문에 일반 기업에 비해 많은 창고를 가지게 된다. 재고관련비 다음으로 많은 비율을 차지하는 것이 수송관련비용으로서 22%를 차지한다.

5.3 군 물류네트워크상의 비용 절감 방안

본 논문에서는 전투화 단일 품목에 대한 군 물류네트워크상에서의 비용절감을 위한 정량적 방법으로 감도분석을 통해서 알아 보도록 한다. 물류네트워크상에서 86%를 차지하는 재고관련비용(64%)과 수송관련 비용(22%)을 절감하는 것이 곧 군 물류비용을 줄이는 주 방법이라고 할수 있다.

5.3.1 수송관련비 절감을 위한 민감도 분석

(1) 수송 차량의 변화

각 물류단계별로 차량의 변화를 주었을때의 가격의 변화는 다음과 같다.

차량	5톤		2 1/2톤		1/4톤		최적안 선택
	차액	비율	차액	비율	차액	비율	
1단계 물류	0	1	-555,303	↓0.15	+11,881,376	↑ 5.90	2 1/2톤
2단계 물류	+906,206	↑2.09	0	1	+215,567	↑ 1.25	2 1/2톤
3단계 물류	+1,123,757	↑1.56	0	1	-342,150	↓0.58	1/4톤

<표5-10. 수송차량의 변화에 따른 물류단계별 가격변화>

1단계물류에서는 5톤의 차량을 사용하는 것보다는 2 1/2톤의 차량의 사용하는 것이 15%의 비용 절감을 가져왔고, 2단계 물류에서는 현 차량인 2 1/2톤 차량을 사용하는 것이 최적안이다. 그리고 3단계 물류단계에서는 물량이 다른 물류단계보다 작기 때문에 소규모 물품에 경제적인 1/4톤 차량을 사용하는 것이 58%의 비용 절감효과를 가지고 오는 것을 알수 있다.

(2) 차량 운전 인원의 변화

수송관련 비용중 인건비가 85%를 차지하고 있기 때문에 비용절감을 위해서는 인건비 절감이 중요하다. 지금현재 군에서는 운전병과 함께 선탄인원을 동시에 차량에 동승하여 이동하게 되어 있다. 그리고 선탄인원이 간부이기 때문에 상대적으로 인건비의 비율이 커지게 된다. 따라서 인건비 절감의 대안으로 수송병 단독으로 운전(A), 선탄자를 운영하되 병을 운용하거나(B안), 민간인을 고용하여 운전(C안)하게 하는 방법등을 모색할수 있다.

	차액	비율	최적안 선택
현행	0	1	(현행)
A안	-2,558,723	↓ 0.81	△
B안	-1,993,253	↓ 0.64	0
C안	-547,646	↓ 0.17	

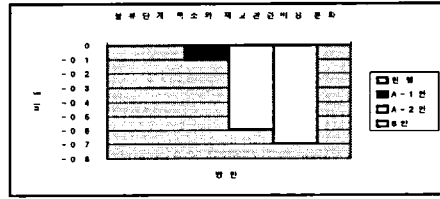
<표5-10. 차량 운전 인원 변화에 따른 가격변화>

위의 결과에서 알수 있듯이 선탄자 없이 비교적 저렴한 인건비가 드는 운전병 단독으로 했을때 81%의 비용 절감효과를 얻을 수 있음을 볼 수있다. 하지만, 군 운용상 병 단독으로 운전한다는 것은 안전상의 문제가 있기 때문에 64%의 비용절감을 가져오는 병이 운전을 하면서 병사를 동시에 선탄을 시키는 안이 최적안으로 판단된다.

5.3.1 재고관련비용 절감을 위한 민감도 분석

재고관련비용에서 88%가 인건비가 차지한다. 그리고 병의 인건비는 월 10만원 내외기 때문에 상대적으로 낮은 반면 창고를 관리하는 간부의 인건비가 대부분을 차지한다. 하지만, 간부 또한 창고당 1명 내외로 있기 때문에 간부의 수의 문제보다는 창고수의 문제라고 할 수있다. 따라서 3단계의 물류과정을 거치는 것을 1단계의 물류과정 축소(A안) 혹은 2단계의 물류과정축소(B안)를 통해 비용을 절감할수 있을 것이다.

	차액	비율	비 고
현행	0	1	
A안	1	-1,113,978	↓ 0.10
	2	-6,361,194	↓ 0.59
B안	-7,475,172	↓ 0.69	



<5-11. 물류단계 축소에 의한 비용 절감> <그림5-5 물류단계 축소와 물류비용절감 비율>

군지사 창고를 거치지 않고 수송(A-1안)하여 1단계 물류과정을 생략할때는 10%의 물류비 절감을 가지고 그리고 사단 창고를 거치지 않는 물류과정(A-2안)에서는 59%의 물류절감을 가지게 되는데 이는 군지사의 창고가 4개를 가지고 있는 반면 사단에서는 총 18개의 창고를 운용하기 때문에 창고관련비용이 많이 측정되는 것을 알수 있다.

6. 결론

본 연구에서는 물류비용을 계산할 수 있는 방법을 군 물류의 특성에 맞게 그 방법을 제안하였으며, S보급창에서 공급하는 부대들을 대상으로 공급체인에 따른 물류네트워크를 구성하여 실 Data를 이용하여서 이에 따른 물류단계별 및 물류비용구성별 비용을 계산하여 물류비용 절감을 위한 방안을 모색해 보았다. 하지만, 지금의 연구는 전투화 단일 품에 대한 물류비용을 계산한 것이기 때문에 전차나 기타 무기체계에 대한 물류비용 추정에 대한 연구가 더 필요할 것으로 보인다. 하지만 본 연구를 통해서 단일 품목에 대한 정량적인 물류비용을 추정할 수 있어 물류관련 의사결정과정에 유용하게 활용 될 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] Binshan lin, James Collins, Robert K.Su, " Supply chain cosing: an activity-based perspective", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol.31, No.10(2001), pp.702-713.
- [2] Erenguc, S.S, Simpson, N.C. and Vakharia, A.J, "Intergrated production/distribution planning in supply chain : An invited review ", European Journal of Operation Research , Vol 115, pp219-236, 1999
- [3] Siddhartha S. Syam, "A model and methodology for the location problem with logistical components", Computer & Operational Research, Vol129(2002), pp1173-1193
- [4] 이명철, 정봉주, " 공급사슬 환경에서의 물류비용 산출에 관한 연구", 2002