

지역통합 네트워크관리하의 재고통제 운용전략에 관한 연구

김병찬[†] · 최진영

경기대학교 첨단산업공학부

An Operational Strategy for Inventory Control of Networked Regional Distribution Centers

Byeong-Chan Kim[†] · Jin-Yeong Choi

Division of Advanced Industrial Engineering, Kyonggi University

Operational strategy for inventory control in the distribution system has been given attention. If an individual enterprise implements the strategy, it is not easy to gain scale merits because of limited quantity or burden of inventory. In this study, we propose an operational strategy for inventory control that considers managerial integration of regional distribution centers (RDCs) and present a model of it. In a network of several RDCs, they could share inventory information and supply parts for others in case of an inventory shortage. And a numerical example of the network is illustrated, which compares two operational strategies, integration management of RDCs and individual management of them. The result shows total cost reduction in the strategy of integration management through the efficient inventory control of multi-echelon distribution.

Keywords : Inventory, Physical Distribution, Multi-Echelon, Integration network

1. 서 론

우리나라에서 물류비용은 경쟁국들 보다 현저히 높은 비용을 부담하고 있는 것이 현실이다. 이와 같은 물류비를 부담하고는 무한경쟁시대의 세계화시대에 국가 경쟁력이나 기업경쟁력에서 걸림돌이 되고 있음은 자명하다. 그러므로 물적분배시스템(physical distribution system)의 설계는 중요한 전략 계획 문제로서 최근 들어 기업들에게 있어 중요한 전략계획문제로서 특별한 관심의 대상이 되고 있다. 이러한 분배 시스템에 대한 고려는 혼합정수계획법을 이용한 분배 네트워크의 설계[1, 2, 7, 8]와 분배시스템의 운용[3, 5, 8]이라는 두 가지 부문으로 연구가 진행되어 왔다. 이러한 연구들은 대규모 분배 네트워크를 정의된 기호를 통하여 하나의 통일된 수식으로

표현함으로써 분배 네트워크에 대한 시스템적 접근을 가능케 했다는 점에서는 높이 평가될 수 있으나, 현재의 도로망이나 분배창고를 위한 지가 상승 등으로 현실적 적용에 많은 문제점을 안고 있다. 또한 물적분배시스템과 관련하여 수송비용이나 재고유지비용의 감소와 관련된 연구[3]나 수송비용과 재고유지비용의 상쇄(trade-off)를 하여 최소비용의 물적분배시스템 운용에 관한 연구[2, 4] 등이 이루어져 왔다.

그러나, 현실적으로 물적분배시스템의 제반 비용감소를 통한 경쟁력 향상 있어 한계를 안고 있는 것이 사실이다. 또한 기업간 거래에서 단종품목이나 규모의 경제를 실현할 수 없는 운영이 불가피한 경우가 종종 있다. 고객요구의 다양화 및 특수거래관계의 주문요구에 대응하기 위해서는 막대한 비용이 소요된다. 특히, 납품업체

의 경우 불가피하게 서비스품이나 수리부품을 납품해야 하는 경우도 자주 발생한다.

개별기업별로 재고를 보유할 경우 보유량은 전체 예상 소요량과 안전재고 수준을 유지하기 위하여 과중한 비용을 부담하여야 한다. 또한 할인이 주어지는 경우에 규모의 경제를 실현하기 위하여 소요량 이상을 주문하거나 할인적용 분기점에 미치지 못하여 할인을 받지 못하여 기업에 부담을 주기도 한다.

이러한 현실적 문제점을 극복하기 위하여 개별 단위 기업의 재고관리를 네트워크화 하여 동일 권역내의 안전재고 등의 재고운영정책에 대한 공조를 통하여 관리함으로써 권역내의 필요 품목의 수배 및 조회 시스템을 활용하여 운영할 경우, 재고보유와 관련된 비용절감 과 수송거리 단축을 통한 수송비용 절감 등 조립품 및 부품의 물적분배시스템의 운용비용 최소화를 달성할 수 있다. 또한 동일권역의 지역을 통합하여 관리할 경우 기존의 개별기업별 관리 하에서는 주문량의 한계 때문에 할인을 적용을 받을 수 없었던 비효율적 구매관련비용의 어려움을 극복할 수 있게 된다.

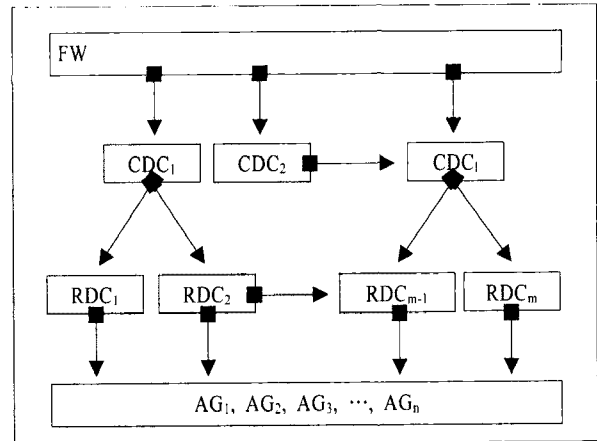
따라서, 운영비용 최소화 방안으로 판매 거점이나 보관창고 등의 개별기업별로 관리함으로써 야기되는 높은 재고비용을 권역별로 개별기업을 연결한 네트워크관리 시스템으로 전환할 경우 예상되는 운용비용 절감 합리화를 위한 모형개발을 하였다.

2. 문제분석 및 가정

본 연구는 물적분배시스템의 중앙분배센터(central distribution center ; CDC),와 지역분배센터(regional distribution center ; RDC)를 연결하는 수송단계를 고려한다. 중앙분배센터와 각 지역분배센터에 대한 품목 조달과정은 다음의 <그림 2-1>과 같이 나타낼 수 있다.

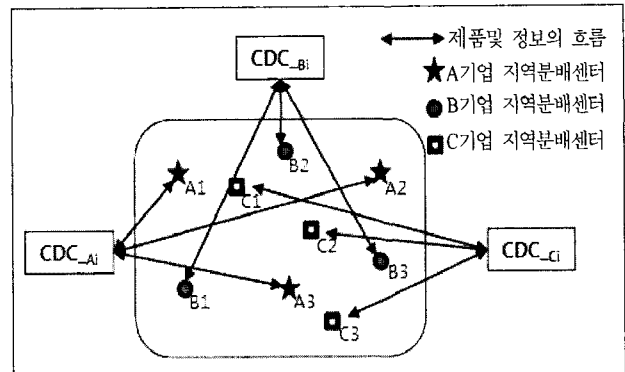
다음의 <그림 2-2 a)>는 기존의 개별기업별 물적분배 시스템 수배송 관계를 표현한 것이며, <그림 2-2 b)>는 동일 권역내의 개별기업들간에 공동의 통합네트워크 관리망을 구축하여 재고의 수배 및 조달관계를 표현한 것이다.

할인을 고려하기 위하여 수량할인 모형 연구 중에서 가장 진전된 연구로서 받아들이고 있는 Abad[6], Hwang and Shinn[10]에서 고려되었던 수량에 따른 가격할인 연구 및 Chung[8]의 규모의 경제에 의한 구매정책 과 관련된 가정들에 기초하여 전개한 김병찬[2]의 덤이 주어지는 경우의 수량할인모형은 다음 <그림 2-3>을 활용하여 본 연구를 진행하였다.

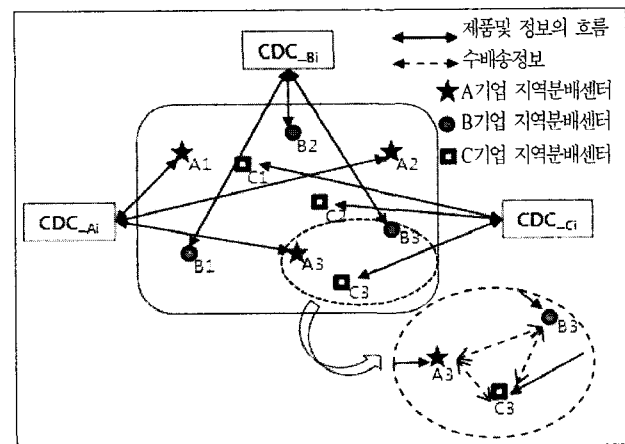


주) FW : 전문화된 공장창고.
 CDCi : 중앙분배센터.
 where, $i = 1, 2 \dots l$.
 RDCj : 지역분배센터.
 where, $j = 1, 2 \dots m$.
 AGk : 각 지역거점센터 where, $k = 1, 2 \dots n$.

<그림 2-1> 물적분배시스템 다이어그램



a) 개별기업별 관리하의 재고관리 및 조달관계도



b) 통합네트워크 관리하의 재고관리 및 조달관계도

<그림 2-2> 지역별 조달시스템 개요도

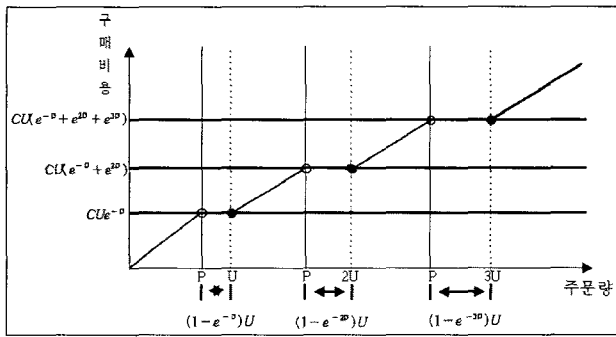
덤이 주어지는 가격할인이 이루어지는 분기점은 P점이며 일정주문량 P만큼 주문이 발생하면 공급자는 순

구매량 외에 덤의 양 즉, $(1-e^{-\beta})U$ 만큼의 양을 제공 받는다. 순구매량(n)은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} n &= U - \text{덤의 양} \\ &= U - (1-e^{-\beta})U \\ &= Ue^{-\beta} \end{aligned}$$

따라서 덤의 형태로 가격할인이 이루어지는 주문에서 P 분기점에 도달하는 양의 주문이 이루어지면 제공받는 공급량은 U점이 되며, 구매가격은 덤의 양 $(1-e^{-\beta})U$ 을 제외한 가격인 $CUe^{-\beta}$ 가 된다.

본 연구의 적용대상 품목은 수입 및 국내 생산조달부품, 서비스품, 대체품등 부품을 위주로 하며, 적용단계는 중앙분배센터와 지역분배센터로 제한하여 적용하였다.



<그림 2-3> 할인과 구매비용관계도

수량할인의 경우에는 덤이 주어지는 가격할인 모형을 적용하여 조달비용 합리화를 위한 재고정책을 수립하기 위한 현실적인 대안을 개발하였다. 또한, 각각의 개별기업에서 취급하는 구매비용, 수송비용, 재고유지비용, 수송거리, 안전재고수준은 동일한 것으로 가정한다. 본 연구의 목적은 연간 총비용(TC)을 최소화하는 것으로 연간 총비용은 기본적인 다음의 3가지를 고려하여 적용하였다.

- (1) 구매비용
- (2) 재고유지비용
- (3) 수송비용

3. 수식모형 및 해법

3.1 기호의 정의

본 연구에서 제시하고 있는 총 비용 최소화 모형 전개를 위하여 사용되는 기호의 정의는 다음과 같다.

Q_g = 정규공급 총 평균 수송량. 단, g 는 정규 공급 간격.

$$M = \text{정규재공급횟수} = \frac{1}{g} = \frac{1}{\text{발주간격}}$$

W_{ijp} = 중앙분배센터(CDC_j)에서 각 지역분배센터(RDC_j)로의 품목당 평균 수송량.

L_{ijp} = 중앙분배센터(CDC_j)와 각 지역분배센터(RDC_j)간의 수송거리.

TL_{ij} = 중앙분배센터(CDC_j)와 각 지역분배센터(RDC_j)간의 총 평균 수송거리.

N_{ijp} = 정규공급 채널에 의한 정규공급시 평균 수송비.

$Q_{jp}(x)$ = 지역분배센터 j지역에서의 p품목의 재고유지비. x 는 지역분배센터에서의 재고량.

$H_{jss}(x)$ = 각 지역분배센터 j지역에서의 안전재고유지비. x 는 각 지역분배센터에서의 안전재고량.

U_p = 품목 단위당 재고 유지비용.

U_t = 품목 단위당 수송비용.

V_t = 중앙분배센터와 지역분배센터간 급송시 품목 단위당 수송비용.

V'_t = 지역분배센터 내에서 개별기업 지역분배센터간 급송시 품목 단위당 수송비용.

R_{ijp} = 중앙분배센터에서 각 지역분배센터간의 급송량.

$R'_{ij'p}$ = 동일 권역내에서 개별기업과 개별기업간 지역분배센터간에 조달되는 급송량.

$L'_{ij'p}$ = 동일 권역내에서 개별기업과 개별기업간 지역분배센터간의 수송거리.

r = 거점수.

p = 취급 품목의 중수.

3.2 개별기업별관리 모형

개별기업별관리 모형의 총소요량(Q)은 연간 소요량(W_{ijp})과 안전재고($z \cdot \sigma_j$)이며, 구매비용의 경우에는 제품을 번들사이즈(U)만큼 받기 위해 구매 발주를 한다면, 실제 구매가격은 U의 양에서 덤으로 얻는 양을 제외한 양만을 고려한다. 즉, 순구매량에 대한 비용이다. 한 개의 번들사이즈(U)만큼 구매하기 위해 주문하면 덤으로 얻게 되는 양은 <그림 2-3>에서 보는 바와 같이 $(1-e^{-\beta})U$ 이다. 두 개의 번들 사이즈만큼 구입시에는 첫 번째 번들 사이즈보다 많은 양을 받게된다. 두 번째 번들 사이즈만큼 주문시의 덤의 양은 $(1-e^{-2\beta})U$ 이므로, 총 덤의 양은 첫 번째 번들에서의 덤의 양 $(1-e^{-\beta})U$ 와 두 번째 번들에서의 덤의 양 $(1-e^{-2\beta})U$ 을 합한 $\sum_{j=1}^2 (1-e^{-j\beta})U$ 이 된다.

덤의 누적량은 할인 적용 분기점 P를 기준으로 P점에 도달한 경우와 P점 이상의 경우에는 식 (1)과 같이

나타낼 수 있으며,

$$\begin{aligned} \text{덤의 누적량}(K^+) &= U \sum_{k=1}^j (1 - e^{-k^j}), \\ j &= 1, 2, 3, \dots, n. \end{aligned} \quad (1)$$

할인 적용분기점 P에 도달하지 못한 구간의 경우 에는 k개의 번들 사이즈 만큼 구입하지 않고, k-1 번들사 이즈 보다는 많고 k번째 번들 사이즈보다 적게 구입할 경우, k-1에 해당하는 덤만을 받게 되므로 덤의 누적량 은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{덤의 누적량}(K^-) &= U \sum_{k=1}^j (1 - e^{-(k-1)^j}), \\ j &= 1, 2, 3, \dots, n. \end{aligned} \quad (2)$$

따라서 할인이 적용될 경우의 구매비용은 식 (3)과 같이 일반화되어 연간 구매비용은 식 (4)와 같다.

$$\text{구매비용} = C(Q - U \sum_{k=1}^j (1 - e^{-k^j})) \quad (3)$$

$$\text{연간구매비용}(T_p) = C(Q - U \sum_{k=1}^j (1 - e^{-k^j})) \frac{D}{Q} \quad (4)$$

개별기업별 관리망 적용시 수요가 정규분포를 따르는 경우의 요구되는 서비스 수준별 안전재고량은 $z \cdot \sigma_d$ 가 되어 재고유지비용은 다음 식 (5)를 통하여 구하여 진다.

즉, 지역분배센터에서 정규공급량 x 에 대한 재고유지 비는 다음 식 (5)와 같으며,

$$H_j(x) = \left[\sum_j \sum_p \left(\frac{Q_{jp}}{2} \right) \right] U_p \quad (5)$$

개별기업별관리 모형의 정규 공급시 총평균 수송량은 다음 식 (6)과 같다.

$$Q_g = \frac{1}{g} \sum_i \sum_j \sum_p Q_{ijp} \quad (6)$$

그리고 지역분배센터 j와 거점센터 k사이의 총평균 수송거리는 다음 식 (7)와 같다.

$$TL_{ij} = \frac{1}{g} \sum_i \sum_j L_{ij} \quad (7)$$

이러한 수송환경을 고려한 수송비용은 다음 식 (8)에

의하여 표현될 수 있다.

$$N_{ijp} = \frac{1}{g} \left[\left[\sum_i \sum_j \sum_p (Q_{ijp}) \right] \times L_{ijp} \right] U_t \quad (8)$$

정규공급량 이상의 수요가 발생 할 경우 부족분은 중앙분배센터(CDC_i)에 긴급조달을 요청함으로써 이루어지 게 된다. 이와 관련된 급송시 평균 수송비용(V_{ijp})은 다 음 식 (9)에 의하여 표현될 수 있다.

$$V_{ijp} = \frac{1}{g} \left[\left[\sum_i \sum_j \sum_p (R_{ijp}) \right] \times L_{ijp} \right] V_t \quad (9)$$

따라서 개별기업별관리 모형의 총비용은 식 (4), 식 (5), 식 (8), 식 (9)에 의하여 다음 식 (10)과 같이 나타 낼 수 있다.

$$\begin{aligned} TC &= C(Q - U \sum_{k=1}^j (1 - e^{-k^j})) \frac{D}{Q} \\ &+ \left[\sum_j \sum_p \left(\frac{Q_{jp}}{2} \right) + (z \cdot \sigma_d) \right] U_p \\ &+ \frac{1}{g} \left[\left[\sum_i \sum_j \sum_p (Q_{ijp}) \right] \times L_{ijp} \right] U_t \\ &+ \frac{1}{g} \left[\left[\sum_i \sum_j \sum_p (R_{ijp}) \right] \times L_{ijp} \right] V_t \end{aligned} \quad (10)$$

3.3 지역통합 네트워크관리 모형

안전재고는 각 지역별로 개별기업들이 연계한 통합네 트워크 관리 하에 단일품목의 안전재고량만을 분할 분 배한다고 하면, 지역통합 네트워크관리 모형의 총소요 량(Q')은 연간 소요량(W_{ijp})과 안전재고($z \cdot \sigma_d/r$)이며, 구 매비용은 식 (1), 식 (2)에 의하여 식 (11)과 같으며, 일 반화된 연간 구매비용은 식 (12)와 같다.

$$\text{구매비용} = C(Q' - U \sum_{k=1}^j (1 - e^{-k^j})) \quad (11)$$

$$\text{연간구매비용}(T_p) = C(Q' - U \sum_{k=1}^j (1 - e^{-k^j})) \frac{D}{Q'} \quad (12)$$

지역통합 네트워크관리 관리모형을 적용할 경우 수요 가 정규분포를 따르는 경우의 요구되는 서비스 수준별 안전재고량은 $(Z \cdot \sigma_d)/r$ 이 되어 재고유지비용은 다음 식 (13)를 통하여 구하여 진다.

즉, 지역분배센터에서 정규공급량 x 에 대한 재고유지 비는 다음 식 (13)과 같으며,

$$H_j(x) = \left[\sum_j \sum_p \left(\frac{Q'_{jp}}{2} \right) \right] U_p \quad (13)$$

지역통합 네트워크관리 모형의 정규 공급시 총평균 수송량은 다음 식 (14)과 같다.

$$Q'_g = \frac{1}{g} \sum_i \sum_j \sum_p Q'_{ijp} \quad (14)$$

그리고 중앙분배센터 i와 지역분배센터 j사이의 총평균 수송거리는 다음 식 (15) 와 같다.

$$TL_{ij} = \frac{1}{g} \sum_i \sum_j L_{ij} \quad (15)$$

이러한 수송환경을 고려한 수송비용은 다음 식 (16)에 의하여 표현될 수 있다.

$$N_{ijp} = \frac{1}{g} \left[\left[\sum_i \sum_j \sum_p (Q'_{ijp}) \right] \times L_{ijp} \right] U_i \quad (16)$$

정규공급량 이상의 수요가 발생 할 경우 개별 단위 기업별 부족분은 동일 지역권내에서 네트워크관리망의 조회 및 배송에 의하여 이루어지는데 이와 관련된 급송시 평균 수송비용은 다음 식 (17)에 의하여 표현될 수 있다.

$$V_{ijp} = \frac{1}{g} \left[\left[\sum_j \sum_j \sum_p (R'_{ijp}) \right] \times L_{ijp} \right] V'_t \quad (17)$$

따라서 동일 지역내 개별기업들이 공동관리하는 지역통합 네트워크관리 모형의 총 비용은 식 (12), 식 (13), 식 (16), 식 (17)에 의하여 다음 식 (18)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} TC = & C(Q' - U \sum_{k=1}^j (1 - e^{-k\lambda})) \frac{D}{Q'} \\ & + \left[\sum_j \sum_p \left(\frac{Q'_{jp}}{2} \right) + (z \cdot \sigma_d) \right] U_p \\ & + \frac{1}{g} \left[\left[\sum_i \sum_j \sum_p (Q') \right] L_{ijp} \right] U_i \\ & + \frac{1}{g} \left[\left[\sum_j \sum_j \sum_p (R'_{ijp}) \right] \times L_{ijp} \right] V'_t \end{aligned} \quad (18)$$

4. 수치 예

본 연구의 모형을 수행하는데 필요한 자료 수집은 전

문화된 공장창고, 중앙분배센터, 지역분배센터(또는 환적소), 판매 또는 분배거점 센터에 이르는 물적분배시스템 네트워크 분배망 중 가상의 중앙분배센터와 복수의 지역분배센터로 연결되는 분배네트워크로 국한시켜 적용하였다.

본 연구에서 개별기업별 관리 모형 및 통합 네트워크관리모형 가정하의 총 비용 비교 및 평가를 하는데 있어서 실제 시스템과 같은 시뮬레이션 모형은 만들 수 없지만, 현실적으로 실제 시스템과 가장 근접하며 공급 상황을 동일하게 함으로써 두 상황의 효율적인 비교 및 시스템의 타당성을 입증하였다.

개별기업별 관리모형 및 통합 네트워크관리모형 가정하의 물적분배시스템의 비교분석에 사용된 운용비용 및 해당 운용비용의 특성은 다음과 같다.

정규공급시 지역분배센터에서 거점센터로의 총 수송량(Q_{ijp})는 경제적주문량 식에 의하여, 547.7kg 지역분배센터와 거점센터간의 수송거리(L_{ijp})는 50km, 지역분배센터는 각 3곳으로 한정하였다. 단위중량당 평균수송비의 경우는 수송량에 따라 각기 수송적재량이 다른 차량이 고려되어야 하지만 본 연구에는 거리 중량당 수송비를 계산하므로 단위중량당 수송비는 60원, 수요초과로 인한 급송비는 100원으로 가정하였다. 각 지역분배센터에서의 단위중량당 재고유지비는 100원이다.

수치 예 적용은 개별기업별관리 방식에 대한 기업 총비용의 비교평가를 위한 식 (10)과 지역통합 네트워크관리 방식에 대한 비용분석 전개는 식 (18)을 통하여 기업 운용비용 계산식에 따른 모형 전개에 대한 평가를 수행하였다.

다음의 <표 4-1> 개별기업별관리 및 지역통합 네트워크관리하의 운용비용 비교는 수송비와 재고유지비용에 따른 총비용계산 결과이고, <표 4-1>을 그래프로 나타내면 <그림 4-1>과 같다.

<표 4-1>의 결과를 고찰해보면 다음과 같다.

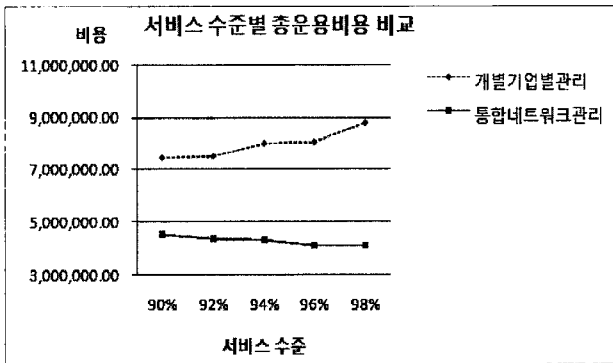
- ① 개별기업별관리 모형과 지역통합네트워크관리모형의 계산결과를 보면 지역통합네트워크관리 모형을 적용했을 경우에 일반공급관리 경우보다 운용비용이 적음을 알 수 가 있다.
- ② 서비스 수준에 따른 개별기업별관리 가정하의 운용비용 분석과 지역통합네트워크관리 가정하의 운용비용 분석에 의한 비용은 서비스 수준에 관계없이 지역통합네트워크 관리모형을 적용할 때 적게 소요됨을 알 수 있다. 이는 개별기업별로 필요부품에 대하여 각 지역분배센터에 동일한 부품을 보유하고 있어 발생하고 있다. 동일 권역에서 소요되는 부품을 여러 기업이 연계하여 통합관리 함으

로써 재고소요량을 현저히 줄일 수 있기 때문에 발생하는 현상이다.

<표 4-1> 운용비용 결과표

(단위 : 원)

| | 서비스 수준 | 구매비용 | 재고유지비용 | 수송비용 | 총비용 |
|------------|--------|-----------|--------|-----------|-----------|
| 개별기업별관리 | 90% | 1,460,420 | 28,026 | 5,947,981 | 7,436,428 |
| | 92% | 1,457,301 | 28,086 | 6,033,004 | 7,518,391 |
| | 94% | 1,451,101 | 28,206 | 6,536,867 | 8,016,174 |
| | 96% | 1,448,277 | 28,261 | 6,592,104 | 8,068,642 |
| | 98% | 1,440,428 | 28,415 | 7,346,036 | 8,814,876 |
| 지역통합네트워크관리 | 90% | 1,482,998 | 27,599 | 3,056,260 | 4,566,857 |
| | 92% | 1,481,924 | 27,619 | 2,861,224 | 4,370,767 |
| | 94% | 1,479,781 | 27,659 | 2,800,361 | 4,307,802 |
| | 96% | 1,478,801 | 27,677 | 2,594,713 | 4,101,191 |
| | 98% | 1,476,063 | 27,729 | 2,611,295 | 4,115,087 |



<그림 4-1> 운용비용 그래프

5. 결 론

본 연구에서 제시한 부품의 재고통제 운용전략이 물적분배 시스템에 미치는 영향과 관련된 총 운용비용 최소화 모형을 적용하여 재고통제 운용전략의 합리화를 위하여 재고발생의 단점을 극복하기 위한 물적분배 시스템에 대한 효율적 운용을 목적으로 개발하였다.

기존의 물적분배 시스템의 운용에 있어서 문제가 되었던 단종된 제품의 수리부품이나 회전율이 낮은 서비스 부품의 특성을 분석 고찰함으로써 대규모 분배 네트워크의 운용에 따른 제반 문제에 대한 보다 현실적인 접근을 가능케 하였으며, 네트워크의 수리적 표현 방식을 단순화 시키므로써 기존 연구 방법들의 문제점 중 하나였던 적용상의 복잡성을 해결하였다. 그리고 본 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

- ① 경쟁관계나 법적규제로 인해 완제품의 경우 다소 적용하기 어려울 수 있으나 부품의 경우 동일 권역권내에서 취급되는 물품에 대해서는 개별기업별을 네트워크로 통합하여 연계운영함으로써 기존에 개별기업별로 관리하던 재고통제 운영방식보다 유연성과 관리량 감소로 인해 물적분배 시스템의 비용절감 효과를 얻을 수 있다.
- ② 불가피하게 관리해야만 하는 부품에 대한 소비패턴을 분석하여 영업이나 공급관계의 필요성에 의하여 회전율이 낮은 품목을 취급해야 할 경우 개별기업을 연계한 통합된 네트워크망을 구축하여 수배 및 조달할 경우 각 지역센터에서 필요로 하는 품목을 분산하여 최소의 물량만을 보유할 수 있어 비용을 최소화할 수 있다.
- ③ 개별기업별로 재고를 관리할 경우 취급물량의 한계나 경제적소요량의 문제로 할인을 적용받을 수 없지만, 개별기업을 네트워크로 통합하여 구매 및 운영할 경우 개별기업은 할인 적용점 이하의 물건을 구매하지만 동일 권역별 개별기업들이 통합하여 구매를 할 경우 할인이 가능하게 되어 개별기업은 구매비용을 절감할 수 있다.

참고문헌

- [1] 김병찬, “동일단계 공급을 고려한 물적분배시스템 운용에 관한 연구”, 경기대학교 석사학위논문, 1997.
- [2] 김병찬, 최진영, “가격할인하의 재고부족 허용에 관한 연구”, 한국산업시스템 학회, 24(65), 155-163, 2001.
- [3] 김종상, “공급사슬경영의 유효성 입증을 위한 최적화 생산시스템의 시뮬레이션”, 한국컴퓨터 정보학회, 6(1), 95-102, 2001.
- [4] 나가이 하야시, 재고과피, 세종서적, 1998.
- [5] 박광현, 현대재고모형 분석, 명경사, 1998.
- [6] Abad, P. L., “Determining optimal selling price and lot size when the supplier offers all-unit quantity discounts,” *Decision Sciences*, 19, 622-634, 1988a.
- [7] Bernhard Fleishmann, “Designing distribution systems with transport economics of scale,” *European journal of Operation Research*, 70, 31-42, 1993.
- [8] Chung, K. J. M., “A Theorem on the determination of economic order quantity under conditions of permissible delay in payments,” *Computers and Operations Research*, 25(1), 49-52, 1998.
- [9] David Boyce, Lars-Goran Mattsson, “Modeling residential location choice in relation to housing location and road

- tolls on congested urban highway networks," *Transportation research*, Part B, 33, 581-591, 1999.
- [10] Hwang H. and Shinn S. W., "Retailer's pricing and lot sizing policy for exponentially deteriorating products under the condition of permissible delay in payments," *Computers and Operations Research*, 24(6), 539-574, 1997.
- [11] Ramakrishnan Ramanathan, "ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization," *Computers and Operations Research*, 33(3), 695-700, March 2006.