

多段階 分配시스템에서의 效率的 調達期間 管理를 통한 在庫統制戰略

- Inventory Control Strategy through Efficient Leadtime
Management in Multi-Echelon Distribution System -

金榮植*

Kim, Young-Sik

崔震永**

Choi, Jin-Yeong

Abstract

The design of multi-echelon distribution system is need for appropriate inventory control strategy considering for systematic tradeoff between trunk cost in central warehouse and inventory cost in regional warehouse.

This study presents a method of the efficient inventory control of multi-echelon distribution system through partial leadtime management.

1. 序論

최근 기업들은 제품설계로 부터 시판에 이르는 소요기간이 사실상 길어지고 있음에도 불구하고 시장에서의 제품 및 기술의 수명주기가 더욱 단축되어가는 다변적인 시장 상황에 직면하고 있다. 또한 대부분의 소비재 시장에 있어서 높은 수준의 경쟁은 고객의 위상을 강화시킴으로서 높은 수준의 분배서비스 특히, 더욱 짧아진 납기와 빈번한 소량배송이 요구되고 있으며, 이러한 시장환경에 대응키 위해 제조기업들은 생산공정의 자동화를 통한 산출 수준의 증대 및 생산의 전문화를 기하고 분배 측면에서의 다단계 분배 전략을 통해 고객에의 서비스증대에 주력하고 있다. 이를 통해 볼때 1990년대 국내·외의 기업들이 당면하고 있는 주요과제는 고객에 대한 서비스의 증대, 전략적인 조달기간 관리, 생산 및 분배시스템의 조직적 통합, 산출고 관리 등으로 규정될 수 있다.

제조와 조립과정을 통해 자재 및 구성품의 출처와 획득에 관한 의사결정이 내려진 순간부터 최종분배와 시장에의 공급 이후까지의 무수히 복잡한 활동들에 있어서 조달선행기간은 시장의 확보 및 존속을 위해 전략적으로 관리되어야만 한다[6].

다단계 분배시스템의 설계시 중앙분배 창고로 부터 지역분배 창고로의 수송은 규모의 경제 고려로 인한 중계수송 측면의 효과와 이로 인한 대량재고유지로 부터 야기되는 소요비용간의 관계를 고려한 적절한 재고통제 전략이 요구된다.

* 京畿大學校 産業工學科 講師

** 京畿大學校 産業工學科 教授

본 연구에서는 최적재고통제를 위해 중앙분배창고로 부터 지역분배창고로의 수송에 있어서 재고비용과 수송비용간의 시스템적 트레이드 오프를 고려한 효율적 조달기간 관리를 통해 최소물류비용을 갖는 다단계 분배시스템을 설계하고자 한다.

본 연구에서 고려하고 있는 분배시스템은 복수개의 전문화된 공장들과 각 공장들에서의 서로다른 생산제품들이 취합되는 중앙분배창고 및 중앙분배창고로 부터의 흐름수송의 목적지로써 고객 주문에 대응키 위해 전생산제품을 소량 보관하고 있는 지역분배창고, 그리고 도·소매상 및 백화점, 슈퍼마켓등 수송의 최종 목적지가 되는 고객들로 구성되는 그림 1과 같은 전형적인 3단계 분배시스템을 고려 대상으로 한다.

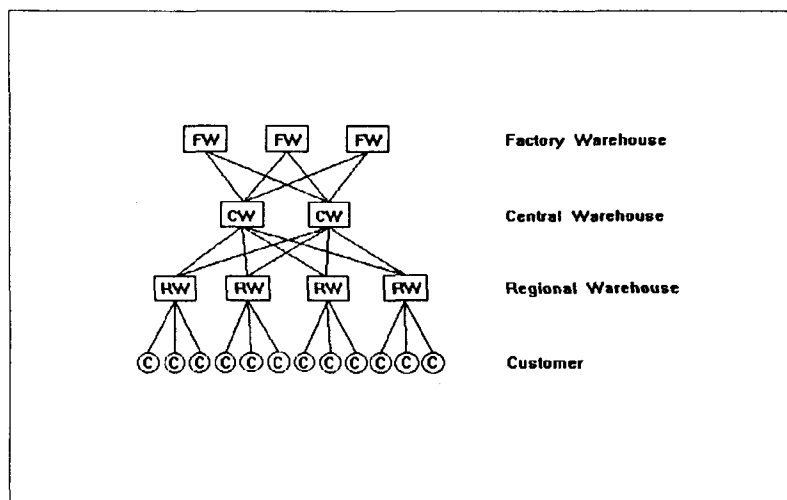


그림 7. 전형적인 3단계 분배시스템의 분배경로

2. 多段階 分配시스템의 在庫統制戰略과 調達期間管理

2.1 재고통제 전략

중앙분배창고와 지역분배창고는 하위 분배창고 또는 고객으로 부터의 수요에 대처하기 위하여 예측수요에 따른 활동재고와 긴급수요를 위한 안전재고를 유지하고 있다. Bernard[1]의 연구에 따르면 이러한 재고들에 관한 통제정책은 수요의 추계적 변동 및 높은 수준의 서비스 요구등으로 인해 다단계 분배시스템 설계에 있어 가장 어려운 부분이 되고 있다.

분배시스템의 재고통제정책에 관한 기존의 연구문헌들로는 다음과 같은 것들이 있다. Bernard[1]는 몇가지 제품들과 능력의 제한, 단일 공급원 제약과 비선형 수송비용 및 창고저장 비용, 그리고 세개의 수송단계등이 고려된 분배 네트워크의 최적화 모델에 관한 연구를 수행하였고, 독일의 여러 기업들을 대상으로 한 사례연구를 통하여 모형의 효율성을 입증하였다.

Marc[5]의 최소비용 활동 가정하에 생산부문에서의 조달기간 단축 방법들과 이러한 조달기간 감소가 고객에의 인도기간 감소에 미치는 영향에 관한 연구에서는 생산부문에 있어서의 조달기간 감소가 고객에의 인도기간 감소로 나타남이 보여지고, 제품비용을 기준으로한 경제적 평가 방법을 조달기간 감소와 관련된 전체 범위로 확장시킬 것을 주장하였다.

Geoffrey와 John[4]은 분배시스템적 측면에서 불안정한 시장 환경에 적극 대응할 수 있는 방안으로서 24시간 배달의 가정하에 환적소를 통한 기존 저장소의 대체에 관한 연구를 수행하였

다. 연구 결과 환적소는 선지 및 운영면에 있어서 저장소에 비해 낮은 비용이 요구되는 것으로 나타났으나 2차 배달 및 긴급 배달등에의 대응에는 효율적이지 못함이 문제점으로 지적될 수 있다.

2.2 조달기간 관리

분배시스템에 있어서의 조달기간은 발주로 부터 상품이 납품되어 검품을 거쳐 일정한 장소에 보관될 때 까지의 기간을 지칭한다. 조달기간에 관한 기존의 연구로서 Elia[3]는 최적분배와 저장소 문제를 해결하기 위해 트리 탐색 알고리즘을 사용했다. 그의 연구에서 수송비용은 공장으로 부터 저장소로의 중계비용으로 가정되었다.

조달기간은 주문정보전달, 수주처리, 상품출고, 포장·하역, 수송, 검품, 창고내 운반등에 소요되는 시간들의 합으로서 구해질 수 있으나 발주량이 분할 납입되는 경우에 있어서의 조달기간 결정은 용이하지 않다. 발주량을 분납하는 경우에 조달기간을 발주시점 부터 납입개시시점 까지로 할 것인지, 납입 완료시점 까지로 할 것인지 아니면 두 기간의 평균치로 할 것인지의 문제는 기업의 의사결정 사항이 되며 이에 따라 다단계 분배시스템에서의 재고통제정책이 변화되어야 한다[2].

다단계 분배시스템의 경우는 생산시스템의 경우와 달리 표준조달기간의 관리가 어려움으로 긴급조달기간의 발생을 감안한 비공식적 조달기간 관리가 필요하며 이에 대응한 안전재고관리가 요구된다.

조달기간의 결정은 분배창고의 재고 및 수송비용의 상승분을 감안하여 최적배분하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 분배 계획 운영의 탄력화를 위해 그림 2와 같은 기간계획법을 이용하여 소시간역 구분에 의한 분납방식을 적용한 재고통제 전략을 사용하였다. 이러한 소시간역 구분에 의한 분납방식을 이용하여 중앙분배창고로 부터 지역분배창고로의 만적수송을 통한 규모의 경제적 효과와 해당창고의 최소 재고유지비용 소요의 효익을 기대할 수 있다.

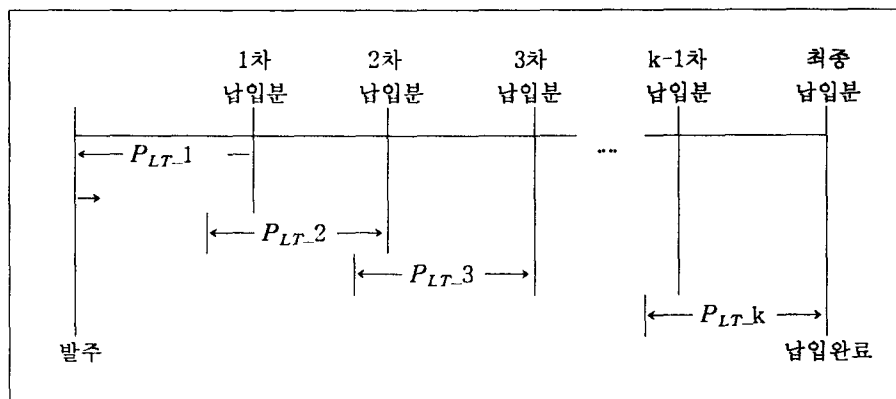


그림 2. 소시간역 구분에 의한 조달기간 관리

3. 模型 展開

본 연구에서 사용되는 기호는 다음과 같다.

C_S : 안전재고 유지비용

- W_T : 출하당 평균중량
- C_F : 환동재고 유지비용
- C_I : 분납주기 동안의 재고유지비용
- Q_R : 분납주기당 수송량
- S_k : 품목 k에 요구되는 안전재고 수준
- u_k : 단위비용
- P_{LT} : 주 단위로 추정된 분납 간격

a : 재주문의 발송과 이에 대응한 수령간의 동일시간 단위에서 측정된 수송지연

중앙분배창고에서의 각 품목을 k , 평균수요를 m_k , 단위당 표준편차 σ_k , 단위당 중량을 w_k 라고 할때 출하당 총 평균중량은 다음 식(1)을 통하여 구할 수 있고,

$$P_{LT} \sum_k w_k m_k \text{ ----- (1)}$$

이며 단위당 수송비용은 단위당 운송비용이 중앙분배창고와 지역분배창고간의 거리에 대해 비선형적 특성을 보이므로 다음 식(2)와 같은 운송량의 함수로서 나타낼 수 있다.

$$\frac{1}{P_{LT}} \phi [P_{LT} \sum_k w_k m_k] \text{ ----- (2)}$$

재고유지비용은 다음의 식(3)을 통하여 구할 수 있다.

$$C_I \sum_k \left[S_k \sigma_k \sqrt{a + P_{LT}} + \frac{P_{LT}}{2} m_k \right] u_k \text{ ----- (3)}$$

따라서 총비용 최소화를 위한 경제함수는 다음의 식(4)를 통하여 구할 수 있다.

$$H(P_{LT}) = \frac{1}{P_{LT}} \phi [P_{LT} W_T] + C_I \left[(\sqrt{a + P_{LT}}) C_S + C_F \frac{P_{LT}}{2} \right] \text{ ---- (4)}$$

$$\begin{aligned} \text{여기서, } W_T &= \sum_k m_k w_k \\ C_S &= \sum_k S_k u_k \sigma_k \\ C_F &= \sum_k u_k m_k \end{aligned}$$

여기서, $H(P_{LT})$ 는 P_{LT} 의 증가함수와 감소함수의 합이며, 최적값(optimum value) P_{LT}^* 에서 $H(P_{LT})$ 는 최소가 되며 이때의 조달기간이 중계비용과 재고비용을 최소화하는 최적 분납 조달기간으로 결정된다.

4. 數值 例

본 수치 예에서는 3단계 분배시스템에서 두번째 단계인 중앙분배창고로 부터 지역분배창고로의 수송을 고려한다. 지역분배창고는 중앙분배창고로 부터 전자장비 120톤의 수령을 계획하고 있다. 계획된 양은 분납 방식을 통하여 수령되며, 트럭의 최대 수송량은 1회 10톤이고 규모

의 경제를 고려하기 위해 만직을 가정한다. 지역분배창고의 평균 수요량은 주당 15톤, $C_F = 420,000$ 원, $C_S = 280,000$ 원, 수송비용은 톤당 100원, $a = 1$, $C_I = 0.003$ (연간 15%)이다. 본 연구의 3장에서 제시한 방법을 통해 최적 P_{LT} 를 결정한다.

분납주기 (P_{LT})를 1인, 3인, 5인, 1주, 2주, 3주, 4주로 했을 경우의 자료는 다음 표 1과 같다.

표 1. 가변분납주기에 따른 주당수송횟수

분납주기 (단위 : 주)	분납주기당 평균수요량 (단위 : 톤)	분납주기당 평균수송량 (단위 : 톤)	차량 1대당 만적수송량 (단위 : 톤)	수송횟수 (단위 : 회)	주당수송횟수 (단위 : 회)
0.15	2.14	10	10	1	6.67
0.43	6.43	10	10	1	2.33
0.71	10.71	10	10	1	1.40
1.00	15.00	20	10	2	2.00
2.00	30.00	30	10	3	1.50
3.00	45.00	50	10	5	1.67
4.00	60.00	60	10	6	1.50

주당 수송횟수 변화에 따른 만직 고려시의 중계비용 및 재고유지비용은 다음의 표 2 와 같다.

표 2. 주당 수송횟수 변화에 따른 비용변화

주당수송횟수 (단위 : 회)	분납주기당 중계비용	주당중계비용	재고유지비용	총비용
6.67	10,000	66,700	1,181.8114	67,881.81
2.33	10,000	23,300	3,217.5610	26,517.56
1.40	10,000	14,100	5,208.2541	19,308.25
2.00	20,000	40,000	14,054.9227	54,054.92
1.50	30,000	45,000	20,228.1566	65,228.16
1.67	50,000	83,500	32,871.7143	116,371.70
1.50	60,000	90,000	39,128.1566	129,128.20

그림 3은 주당 수송횟수 변화에 따른 중계비용 및 총 재고유지비용의 변화를 그래프로 도시한 것이다. 그래프는 규모의 경제를 위한 만적수송 고려시 분납주기를 0.71주로 할때 중계비용이 최소가 됨을 보여주고 있다. 가변 분납주기에 따른 총비용의 변화 추이는 그림 4와 같다.

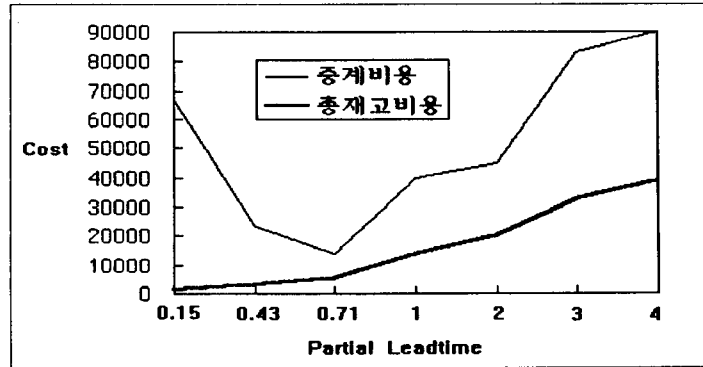


그림 3. 가변분납주기에 따른 중계비용 및 총재고비용 변화

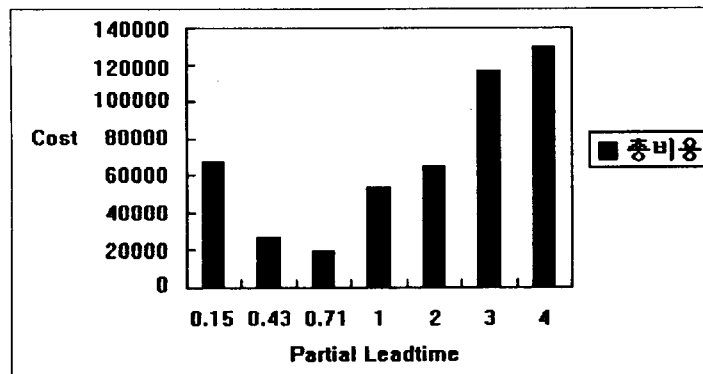


그림 4. 가변분납주기에 따른 총비용 그래프

5. 結 論

본 연구에서 제시한 다단계 분배시스템에서의 조달기간에 관한 효율적 관리방법은 분배시스템이 목적으로 하는 기 제작 완료된 제품에 대한 24시간 조달 제약하의 효율적 분배를 위한 것이다. 이러한 점에 근거해 볼때 분배시스템에 있어서의 조달기간 관리는 생산 측면의 제조선행기간과는 엄격히 구별되어야 하며 이러한 개념하에서 효율적인 재고통제정책이 수립되어야 하겠다.

본 연구에서 제시된 분납 고려하의 조달기간 관리방법은 다단계 분배시스템을 운용하고 있는 기업들의 분배시스템 재설계 및 운용평가시에 효과적인 의사결정 기반을 제공할 것으로 기대 된다.

參 考 文 獻

1. Bernard Fleischmann, Designing distribution systems with transport economies of scale, *European Journal of Operational Research* 70 (1993) 31-42.
2. Christopher Gopal, Harold Cypress, *Integrated Distribution Management Competing on Customer Service, Time and Cost*, RICHARD D. IRWIN, INC., 1993, 63-93.
3. Elio Ventura, Location Problems-Theoretical and Practical Approaches, *Material Flow*, 1 (1982) 29-33.
4. Geoffrey A., Lockett and John B. Westwood, Distribution planning in a turbulent environment, *European Journal of Operation Research*, 19(1985) 33-40.
5. Marc J. F. Wouters, Economic evaluation of leadtime reduction, *International Journal of Production Economics*, 22 (1991) 111-120.
6. Martin Christopher, *Logistics the strategic issues*, 1992 Chapman & Hall. 102-113.