韓國港灣學會 第14卷 第1號, pp. 37~45. 2000.

論 文

DP법을 이용한 (1,m)형 재고시스템의 보충 의사결정에 관하여

이 재 원* · 이 철 영** · 조 덕 필***

A Study on the Decision Determination of Replenishment using Dynamic Approach in (1,m)Type Inventory System

J. W. Lee · C. Y. Lee · D. B. Tsao

Key Words : (1,m)형 재고시스템((1,m) Type Inventory System), 2회 보충 시스템(Two-Phase Push Control System), 안전재고의 집중(Centralized Safety Stock), 품절(Backorder), 다이나믹 기법(Dynamic Programming)

Abstract

Centralized safety stock in a periodic replenishment system which consists of one central warehouse and m regional warehouse can reduce backorders allocating the centralized safety stocks to regional warehouse in a certain instant of each replenishment cycle. If the central warehouse can not monitoring inventories in the regional warehouse, then we have to predetermine the instant of allocation according to demand distribution and this instant must be same for all different replenishment cycle. However, transition of inventory level in each cycle need not to be same, and therefore different instant of the allocation may results reduced shortage compare to the predetermined instant of allocation. In this research, we construct a dynamic model based on the assumption of monitoring inventories in the regional warehouse everyday, and develop an algorithm minimize shortage in each replenishment cycle using dynamic programming approach.

* 정회원, 한국해양대학교 대학원 물류시스템공학과
** 정회원, 한국해양대학교 물류시스템공학과 교수
*** 일본동경공업대학교 경영공학부 교수

1. 서 론

한 개의 중앙창고와 m 개의 지방창고로 구성되는 (1,m)형 재고시스템에 관한 기존연구에는, 안전재고를 중앙창고에 집중해 보충 사이클내의 최적한 시기에 각 지방창고에 분배하는 것이 보다 전체 품절을 감소시키는 효과가 있는 것으로 연구되어 있다[1][5]. 즉, 안전재고를 분할하는 문제에 있어서, 최적시기가 존재하고 수요분포의 밀도함수를 안다면 그 시기를 사전에 결정하는 것이 가능한 것이다. 기존의 이와 같은 방식에 의한 최적분배는 안전재고를 지방창고에 분배하는 시기를 어떤 기준으로 미리 결정함으로써, 각 지방창고 보충사이클의 최적분배 시기(품절을 최소화하는)가 정해진다.[2][3][8] 그러나, 이 같은 연구는 계획기간이 무한인 경우, 혹은 유한인 경우도 보충사이클의 길이가 굉장히 긴 경우에는 통계적 의미가 성립되지만, 전체대상 기간중 한 기(期)의 보충사이클만을 고려한다면, 통계적 의미가 상실되어, 최적분배의 시기가 적절하지 못한 결과를 초래할 수 있다. 예를 들어, 전체대상 기간을 1년, 그리고, 보충사이클의 길이를 30일로 하여, 기존의 계량적 방법 등을 이용하여, 안전재고의 최적분배 시기를 25일이 되는 경우, 단기간의 어떤 사이클만을 고려한다면, 23일에 안전재고를 지방창고에 분배하는 것이 전체 품절수를 최소화하는 최적의 시기가 될 수도 있다. 그러므로, 사전에 최적분배 시기를 결정하는 방식은 전체대상 기간 중 각 사이클의 최적분배 시기의 평균을 고려한 것에 지나지 않으며, 특히, 제품 라이프사이클이 짧고 수요가 크게 변화하는 현재의 수요 스타일은, 위와 같은 방식으로써, 최적분배 시기를 결정하는 것은 상당한 문제를 초래할 수 있다. 본 연구는 이러한 점에 주목하여, 보충사이클에 의한 최적분배 시기를 지방창고의 재고수준을 계속적으로 모니터링하면서 다이나믹하게 결정하는 최적 분배계획 모델을 제시함을 목적으로 한다.

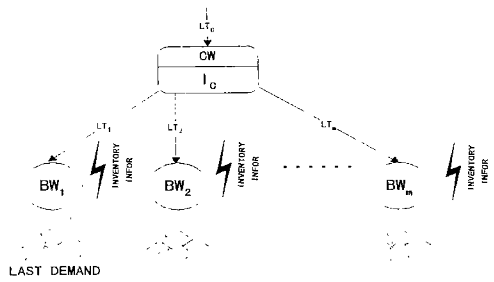

Fig. 1 (1,m)Type Inventory System

2. 모 델

한 개의 중앙창고가 m개의 지방창고에 정기적으로 보충을 행하는 문제는(1,m)분기형 재고문제로써 모델화하는 것이 가능하다. 중앙창고는 외부로부터 정기적으로 예를 들면 1개월에 1번 재고의 보충을 받고, 안전재고를 제외한 남은 재고는 각각의 행선지를 배당받아 곧바로 지방창고에 분배한다(1회째). 그 후 중앙창고는 지방창고들의 재고 추이의 분석에 따라 다시 안전재고를 배분한다.(2회째) 지방창고는 중앙창고와 같은 간격으로 중앙창고로부터 재고를 보충 받고, 관할하는 지점의 상품의 출하 요구에 기초해서 매일 한번의 출하를 행한다.

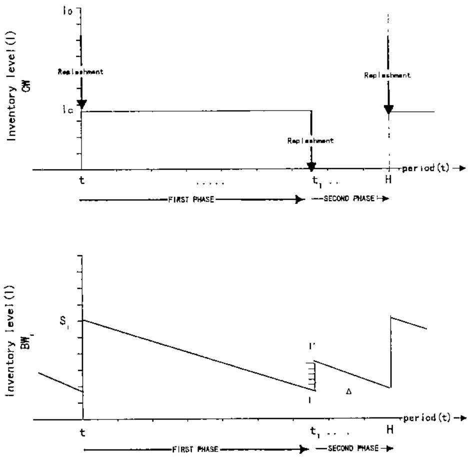

Fig. 2 Second Replenishment System

각 지방창고에 의한 매일의 수요는 전부 평균μ, 편차σ로 결정된 확률분포에 따르는 것으로 하고 중앙창고에는 지방창고의 수요량 및 재고정보를 즉각적으로 접수 가능한 것으로 한다. 또 중앙창고의 지방창고의 재고 보충간격(1사이클)을 H로 하고 각 지방창고의 사이클 초기에 보충되는 S는 H · μ로 하기로 하며, 모델에서는 리드타임과 수송비등은 고려하지 않는다.

이러한 가정을 기초로 한 개의 중앙창고가 m 개의 지방창고에 2회에 걸쳐 보충을 행하는 (1,m)분기형 다단계 재고문제로써 모델화 하는 것이 가능하다. 여기서 각 보충 사이클(H)에 의한 지방창고의 재고 추이를 생각해 보면, 보충 사이클 초기의 전체 재고수준은 같은 수준의 S이지만 수요가 확률분포에 따르기 때문에 시간의 경과와 함께 재고간의 차이가 발생, 일부의 지방재고에는 재고가 품절 되는 등, 지방창고 재고간의 불균형이 발생한다. 이러한 재고의 불균형을 소멸하기 위하여 지방창고 상호간의 배분을 행하는 수평배분방식(Transshipment Method)기법[6]이 이용 가능하나, 지방창고가 상호 떨어져 있는 경우에는 안전재고를 중앙창고에 보유해, 최적한 시기에 필요한 지방창고에 분배하는 것이 보다 효율적인 것으로 연구 되어져 있다[3]. 여기서 지방창고에 어느 정도의 양을 분배하는가에 대해서는 Fair share allocation[7], Complete redistribution[3], Optimal allocation policy[8]등이 이용 가능하다. 본 연구에서는 그 중 시스템 내 품절을 최소화하는 Optimal Allocation Policy(최적분배 방식)를 이용해 중앙창고에 보유하고 있는 안전재고를 각 지방창고에 배분하는 것으로 한다. 그리고 중앙창고에 보유하던 안전재고를 보충사이클의 어느 시점(품절을 최소화하는 시기)에 각 지방창고에 배분하는 것을 사전에 미리 설정하는 것이 아니라, 중앙창고가 지방창고의 재고수준을 모니터링 해가면서 재고의 불균형가 심해진 적당한 시기가 있다면 즉시 보충대상의 지방창고에 배분을 행한다. 또 배분할 때 지방창고들간의 수평배분은 금지하기로 한다. 이러한 조건을 기본으로 시스템의 품절(여기서는 backorder)을 최소로 하는 것을 목적으로 하여 문제를 정식화하면 식(1)과 같이 된다.

$$MIN \quad \sum_{i=1}^{m} C_i(I_i(t), ss, t)$$

$$\begin{aligned} C_i(I_i(t),\ ss, t) = & ATES_i(I_i(t), ss, t)x_t \\ & + ETS_i(I_i(t), t)(1-x_i) \\ & + (1-x_i)C(I_i(t)-d_i(t), t-1) \end{aligned} \tag{1}$$

$$st. \quad \sum_{t=1}^{H} x_t = 1 \tag{2}$$

$$\sum_{i=1}^{Nb} I_i'(t) = ss + \sum_{i=1}^{Nb} I_i, \quad t=1,2,\cdots,H \tag{3}$$

$$x_t = 0, 1 \quad t=1,2,\cdots;H \tag{4}$$

모델에서 t는 남은 시간을 표시하고 x_t는 결정변수이며, t기에 중앙창고에 보유하고 있던 재고를 지방창고에 할당하는 경우에는 1, 할당하지 않는 경우에는 0의 값을 가진다. $C_i(I_i(t), ss, t)$는 남아있는 기간이 t인 시점의 지방창고 i에 의한 보유재고가 $I_i(t)$이고 그 때의 평균 품절 수를 의미한다. 또, $ATES_i(I'(t), ss, t)$ 및 $ETS_i(I(t), t)$는 남아있는 기간이 t기간일 때, 초기재고가 $I_i'(t)$ 및 $I_i(t)$인 경우 각각 남아 있는 기간중의 평균 품절 수를 표시하고 그것은 다음과 같이 계산된다.

$$\begin{aligned} ATES_i(I_i'(t), ss, t) = & \sum_{i=1}^{N_b} \sqrt{t}\sigma_i G_u\left(\frac{I_i'(t) - t\mu_i}{\sqrt{t}\sigma_i}\right) \\ & + \sum_{i=Nb}^{M} \sqrt{t}\sigma_i G_u\left(\frac{I_i(t) - t\mu_i}{\sqrt{t}\sigma_i}\right) \end{aligned} \tag{5}$$

$$ETS_i(I_i(i), t) = \sum_{i=1}^{M} \sqrt{t}\sigma_i G_u\left(\frac{I_i(t) - t\mu_i}{\sqrt{t}\sigma_i}\right) \tag{6}$$

$G_{u(k)}$: *unit normal loss function*

$\left(G_{u(k)} = \int_k^{\infty} (x-k)\Phi(x)dx\right)$

$\Phi(\cdot)$: *p.d.f. of standard normal distribution*

Nb는 재고가 작아져서 중앙창고로부터 2회 때에 재고를 보충 받는 지방창고의 갯수이고 만약 여기서 Nb를 알고 있다고 하다면 이 때의 $I'_i(t)$는 앞서 설명한 최적할당방식에 의하여 아래의 식(7)로 계산한다.[8]

$$I'_i = t\mu_i + \frac{\sigma_i}{\sum_{i=1}^{N_b}\sigma_i}\left(\sum_{i=1}^{N_b} I_i + ss - \sum_{i=1}^{N_b} t\mu_i\right) \qquad (7)$$

위 모델에서 식(1)은 목적함수이고 남아있는 기간이 t인 경우에 남은 기간 중 중앙창고에 보유했던 안전재고(ss)를 각 지방창고에 할당했을 때, 전체 평균 품절 수를 표시한다. 식(2)는 한 기간의 보충사이클기간 중 안전재고의 할당은 1회밖에 행하지 않는 것을 표시한다. 또 식(3)은 2회에 보충을 받은 지방창고에 있어 재고수준의 총합은 보충을 받기 전의 재고량과 중앙창고가 보유했던 안전재고를 합한 양과 동일하다는 것을 나타낸다. 그리고 식(4)는 x_t 가 0, 1의 변수인 것을 의미한다. 위 모델의 정식화에서는 각 t 시점의 $d_i(t)$를 알고 있다고 전제하고 있으나 실제에는 현시점으로부터의 수요밖에 알 수 없다. 따라서 단 기간의 보충 사이클 상에서 각 시점에 따라 변동하는 수요의 변화를 고려한 동적 의사결정을 위해서는 장래의 재고추정에 관한 정량적 계산과정이 필요할 것이다. 다음 장에서는 위 모델의 가정아래 Nb의 결정을 포함한 다이나믹 의사결정 알고리즘을 제안한다.

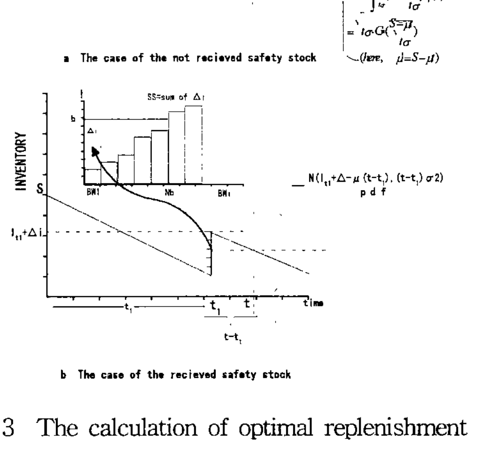

Fig. 3 The calculation of optimal replenishment

3. 알고리즘

장래의 수요가 알 수 없는 경우에는 수요의 기대값과 분산을 이용해 평균 품절 수를 결정하는 것이 가능하다. 따라서, 여기서는 각 지방창고에 의한 매일의 수요가 전제 동일한 정규분포 N(μ, σ^2)에 따른다고 가정하고 $C_i(I_i(t), ss, t)$을 다음 식으로 수정한다.

$$\begin{aligned} C_i(I_i(t), ss, t) = {} & ATES_i(I_i(t), ss, t)x_t \\ & + ETS_i(I_i(t), H)(1-x_t) \\ & + \int_{-\infty}^{\infty}(1-x_t)C(I_i(t)-d_i(t), t-1)f(s_{t-1})d_{s_{t-1}} \end{aligned} \qquad (8)$$

여기서 s_{t-1}은 남은 기간이 t-1인 경우의 재고수준의 총합을 의미하고, 다음 식(6)에 의하여 표시된다.

$$s_{t-1} = \sum_{i=1}^{m}(I_i(t) - d_i(t)) \qquad (9)$$

모델에서는 각 지방창고의 수요의 분포가 각각 독립인 것으로 하고, 매일의 수요가 N(μ, σ^2) 에 따른다고 가정한다면 s_{t-1}는 평균과 표준편차 의 정규분포 따르게 된다. 즉, N($\sum_{i=1}^{m}(I_i(t)-\mu_i)$, $\sqrt{\sum_{i=1}^{m}\sigma_i^2}$)

식(8)에 기초해서 보충의 의사결정을 행할 때,

현 시점에 보충결정을 의미하는 x_t=1 가 되지 않는 한, 남은 기간의 실수요의 변동에 의해 장래의 어느 시점으로 결정된 최적해는 실제 그 시점에서는 이르러서는 현시점에서 계산되었던 최적해와 일치하지 않을 가능성이 있다. 따라서 각 보충사이클의 2회째의 보충시기는 최적해가 현시점이 되기까지 시간을 진행해 나가면서 계산을 해나가는 것이 필요하다. 이러한 관점에서, 본 연구는 이하와 같은 계산 알고리즘을 제안한다.

STEP 1. 초기화 단계.

$$t=H$$
$$I_i(t)=H\mu_i$$
$$ss=k\sqrt{H\sum_{i=1}^{m}\sigma_i^2}$$

STEP 2. 현 시점이후의 남아있는 각 기간에 있어서의 추정재고 및 Nb를 계산한다.

STEP 3. 목적함수 (1), (8) 및 제약식 (2),(3),(4)에 기초하여 목적함수 값을 계산하고 2회째의 보충에 관한 x_t를 결정한다.

STEP 4. 목적함수를 최소화하는 2회째의 시기가 현시점, 즉 x_t=1이면 목적함수를 기록했던 알고리즘을 중지하고, 아니면 각기의 수요에 의해 발생한 재고를 기록하고, $t+t-1$로써 STEP 2에 돌아간다.

이 알고리즘은 수요의 실제 변동에 기초한 안전재고의 보충시기에 관한 동적인 의사결정이 가능하게 구성되어 있으므로, 사전에(보충사이클 초기) 결정하는 방식보다 최적분배시기 결정에 있어 보다 유동적이라고 할 수 있고, 이로 인한 전체 품절수를 감소시키는 것이 가능하도록 구현하였다. 여기서 중앙창고에 보유하는 안전재고의 수준은 정해져 있고, 재고수준의 불균형이 크게 된 경우에는 전체의 지방창고의 재고 수준을 같은 수준까지 올리는 것은 불가능하다. 따라서 안전재고는 보유재고가 작은 지방창고부터 우선적으로 할당할 수 밖에 없고 본 연구에서는 이러한 재고 수준간 불균형을 선형근사에 의해 표시, 이 근사직선의 최소근사치에 해당하는 지방창고에 우선적으로 배분하는 것으로 한다. 예를 들면, t시점의 재고의 최대치를 $I_{\max(t)}$, 최소치를 $I_{\min(t)}$에 의해 표시하고 각 지방창고에 있는 재고수준 $I_i(t)$를 작은 순서로 소트(sort)를 행하면, 하면 다음과 같은 근사식으로 표현하는 것이 가능하다.

$$I_i(t)=I_{\min}(t)+(i-1)\frac{I_{\max}(t)-I_{\min}(t)}{m-1} \tag{10}$$

여기서 문제는 안전재고를 미래의 어느 시기에 할당하는 것을 예상하는 경우인데, $I_{\max(t)}$ 및 $I_{\min(t)}$는 사전에는 알 수 없기 때문에 $I_i(t)$을 정확히 결정하는 것이 불가능할 것이다. 따라서 본 연구에서는 순서통계량의 분포를 이용하여 재고수준의 최대치와 최소치의 평균을 구하여 그것에 의한 각 지방재고의 장래 각 시점에서의 추정재고수준을 결정하는 것으로 한다.

$$I_{\max}(t)=\int_{-\infty}^{\infty}xh(x)dx \tag{11}$$

$$I_{\min}(t)=\int_{-\infty}^{\infty}xg(x)dx \tag{12}$$

여기서, $h(x)$와 $g(x)$는 순서통계량의 최대치와 최소치의 분포이다.

$$h(x)=m(\int_{-\infty}^{x}f(y)dy)^{m-1}f(x)$$

$$g(x)=m(\int_{x}^{\infty}f(y)dy)^{m-1}f(x)$$

여기서,

$$f(x)\sim N(S-(H-t)\mu,(H-t)\sigma^2)$$

이것은 순서 통계량의 최대치와 최고치의 분포를 이용하여 t시점의 $I_{\max(t)}$ 및 $I_{\min(t)}$ 계산한 다음 식(10)과 같은 선형근사식을 유도, $I_{\max(t)}$ 부터

$I_{\min(t)}$까지의 각 지방창고의 재고수준을 계산한다. 다음으로 연속방정식으로 전환하기 위하여 i 를 연속변수인 x 로 표시하고 $I_i(x)$를 $y(x)$로 표시하면 식(10)은 다음과 같이 전환된다.

$$y(x) = I_{\min} + x\frac{I_{\max} - I_{\min}}{m-1} \tag{13}$$

이러한 근사방적식에 의하여 안전재고는 보유재고가 적은 지방창고에 우선 배분하는 것으로 되고, 배분대상이 된 지방창고의 보급후의 재고수준을 b 까지 올리는 것으로 하면 다음의 등식이 성립한다.

$$I_e = \int_0^a (b - y(x))dx \ , \quad a = \frac{b - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} m \tag{14}$$

Nb는 이 때의 a를 정수화하는 것으로 한다.

4. 적용 예

4.1 시뮬레이션 수치실험

우선 본 연구에서는 앞서 설명한 최적 보충방정식등을 이용하여 시뮬레이션 알고리즘을 구성하여 프로그래밍 후 결과값(300회 실시)을 도출하였다. 각 지방창고(BW)에 있어 각기의 수요는 정규분포를 따르는 확률변수이기 때문에, 2회째 보충직전의 I_i 역시 확률변수가 된다. 따라서 보충을 받는 지방창고의 수는 시행되는 사이클에 있어서 변하게 되고, 그 수 역시 확률변수가 되게 된다. 시뮬레이션에서는 이러한 확률변수를 해석적 방법이 아닌 계획 초기일에 컴퓨터에서 랜덤하게 발생시킨 후 시스템 내의 총 품절 수를 구하게 된다.

본 시뮬레이션에서는 기존의 시뮬레이션 이론을 참조하여 범용 시뮬레이션 언어인 SLAM II를 이용, 간단히 시스템을 모델화하고 각기의 보충대상이 되는 BW 및 그 보충수준 $I'_i(t)$를 결정한다. 최적분배의 시기의 결정은 최적배분시기 t_1을 1부터 H까지 변화시켜 각 t_1에 관하여 반복하여 시뮬레이션 하였다. 초기조건이 S=300, H=30, N(10,10^2)인 경우 각각의 t_1에 대하여 300번 실시후의 시뮬레이션 결과는 Fig. 4와 같다.

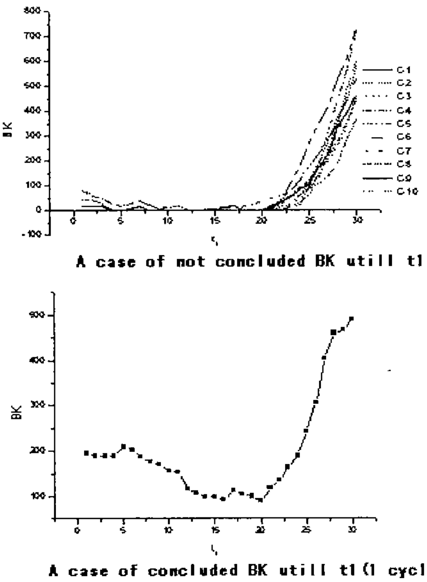

Fig. 4 Simulation Result

Fig. 4의 그래프의 결과는 예를 들어, 수요평균이 N(10,10^2)을 따르고 S가 300, H=30의 조건인 경우의 평균치는 t_1은 21이었다. 상단의 결과는 t_1시기에서 이전의 품절을 안전재고의 필요량에 포함하지 않고 안전재고를 분배하였을 경우의 각 10개 사이클의 품절 발생량을, 하단의 경우는 t_1 시기 이전의 품절을 Backorder로 인정하여 안전재고를 분배한 경우(1 사이클)의 각각의 품절 발생량의 결과를 보여준다.

4.2 제안 모델의 적용과 비교

아래의 Fig. 5는 t_1의 변화에 관한 계산결과를

나타낸다. 예를 들어 H=30, 수요가 N(10,10^2)인 경우에 t_1시기는 23일로 나왔는데, 이것은 중앙창고는 그날그날의 지방창고로부터의 재고정보를 모니터하여 현재로부터 H까지의 t_1의 시기를 점검해 나가다, 그 t_1의 시기가 현재(이 경우는 시작 일로부터 23일째)가 되는 날이 되면, 보유하고 있던 안전재고를 지방창고에 즉시 보급해야한다는 의미가 된다. Fig. 5에서 보듯 계산결과는 수요의 변동계수, 즉 수요의 표준편차를 크게 함으로써 2회 최적 배분시기가 점점 앞당겨짐을 알 수 있다. 이것은 수요의 표준편차의 증가 즉, 수요의 변동이 클수록 각 지방재고들의 불균형이 심하게 발생하여 일부의 지방창고들은 여유재고가 충분한 반면 일부 지방창고들은 이미 품절이 발생하게 될 것이다. 따라서 이러한 상황에서는 2회 보충 전기의 품절수가 커짐에 따라 이것의 누적이 되는 2회 보충후의 품절 수에도 영향을 미쳐 결국 기간내의 총 품절 수가 증가하게 된다. 따라서 2회 보충시스템에서의 알고리즘에서는 이러한 2회 보충 전과 후의 품절의 수를 계산, 전체 품절수가 최소가 되게 하는 최적 시기에 안전재고를 분배하는 하도록 되어있기 때문에 재고의 불균형이 큰 상황 (σ의 증가)인 경우 더욱 그 배분시기가 빨라지는 것으로 생각된다.

시뮬레이션 결과와의 비교에서는 동일한 시스템 조건으로 계산한 결과 각각 조금씩 다른 결과가 나옴을 알 수 있었다. 물론 이것은 많은 시뮬레이션 후 그 결과의 평균치에 해당하는 최적분배의 시기와 단기간의 단일 보충사이클에 있어 모델을 수립 후 실험한 결과와의 비교는 의미가 적다고 할 수도 있으나, 여기서 주목되는 점은 Table 1에서 알 수 있듯이 수요의 변동폭이 작은 경우에서는 두 가지 모두 그다지 변동이 없는 결과 값을 보여주고 있지만, 수요의 변동폭이 큰 경우에는 제안 최적 알고리즘의 결과가 품절 수의 면에서 보다 개선된 결과를 보여주고 있다는 것이다. 이것은 특히, 환경적 요인 등에 그 수요량의 변화가 매우 민감한 상품들의 재고관리에 있어서는 시뮬레이션에 의한 방법보다 수요의 변화를 유동적으로 수용한 본 연구의 최적 알고리즘에 의한 방법이 더욱 효율적으로 적용될 수 있다는 것을 의미한다.

Table 1 표준편차에 의한 최적시기 및 품절 수

method \ σ	σ=3	σ=5	σ=7	σ=10
Simulation	27(0)	26(0.4)	24(2.4)	21(90.0)
Dynamic opt.	27(0)	26(1.4)	25(3.0)	23(10.0)
system 條件	$S=\mu\cdot H,\ H=30,\ \mu=10,\ I_c=k\sqrt{H\sum\sigma^2}$			

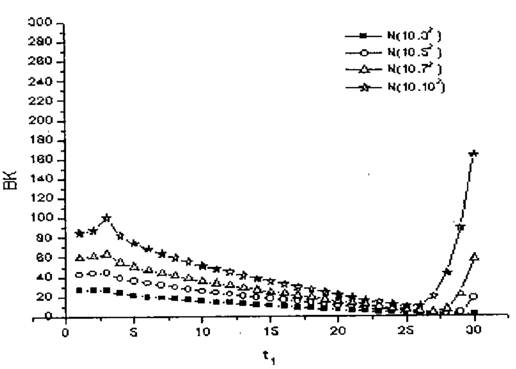

Fig. 5 The Transformation of Total Backorder by t_1

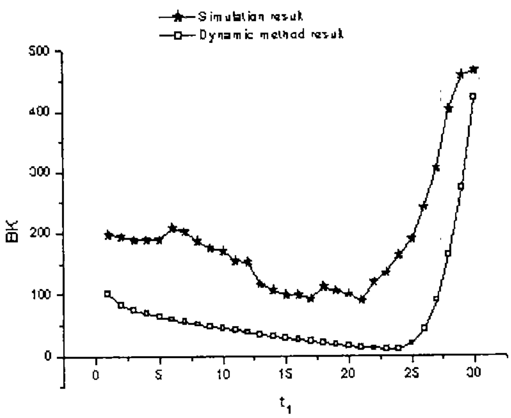

Fig. 6 The comparison of result between proposal model and simulation model

5. 결 론

5.1 연구의 정리

본 연구는 최근에 대두되고 있는, (1,m)형 재고 시스템에 있어서 재고를 중앙창고에 집중하여 보충사이클내의 일정한 시기에 각 지방창고에 일시에 보급하여 총 품절 수를 감소시키는 통합적 의사결정의 Push control system을 대상으로 하였다.

이와 관련한, 기존연구는 재고의 최적분배방식을 무한계획기간이나 계획기간 내에 충분히 많은 외부 보충 사이클이 존재하는 경우에 한해서, 효과적인 방법론을 제공할 수 있으나, 오늘날 제품의 수명주기가 짧고, 환경적 요인에 의하여 수요의 변화가 극심한 기업환경에서는, 적절히 대응하지 못하는 문제점을 지니고 있었다. 따라서, 본 연구는 보충사이클에 의한 최적한 보충시기를 시뮬레이션 등의 방법에 의해 사전에 결정하는 기존의 방식을 지양하고, 보다 현실적으로, 지방창고의 재고수준을 계속적으로 모니터링해가면서 유동적으로 결정하는 안전재고의 최적배분계획 모델을 구축하였다.

모델은 Dynamic programming 기법을 이용하여 구현되었으며, 모델의 수치실험을 실시하여, 모델의 최적치를 동일한 조건하의 기존의 시뮬레이션 결과와 비교 분석하였다. 그 결과, 수요의 변동폭이 민감한 단 기간의 시장상황하에서 제안한 알고리즘의 최적분배시기가 기존방식보다 전체시스템 총 품절수의 감소라는 측면에서 개선된 효과가 있음을 알 수 있었다.

5.2 금후의 방향

본 연구는 기존의 재고모델이 오늘날의 상황에 적합하지 못함에 주목, 보다 현실적인 모델의 기반을 제시하였다. 따라서, 금후의 과제로써, 다단계 재고 문제의 특성상 여러 가지 복잡한 상황이 복합적으로 작용되게 되므로, 보다 현실적인 상황을 고려하기 위해서, 각 단계별 리드타임과 수송비를 고려한 연구가 필요하며, 각 수요지간의 복잡·다양한 수요를 충분히 감안하는 것이 중요한 과제로 과제일 것이다.

参考文獻

1) L. Roger : "Centralized Safety Stock", Decision Rules for Inventory Management, edited by R. G. Brown et., Winston inc., pp. 258-266, 1967.

2) H. Jönsson and E. A. Silver : "Analysis of a Two-Echelon Inventory Control with Complete Redistribution", Management Science, Vol. 33, No. 2, pp. 215-227, 1987.

3) H. Jönsson and E. A. Silver : "Stock Allocation Among Central Warehouse and Identical Regional Warehouse in a Particular Inventory Control System", International Journal of Production Research, Vol. 25, No. 2, pp. 191-205, 1987.

4) U. Finke and W. Vaessem : "Reduction Distribution Costs in A Two-Phase Inventory System at Ciba-Geigy", Interfaces, Vol. 18., No. 6, pp. 92-104. 1991.

5) 曹德弼, 圓川隆夫 : "二回輸送プッシュコントロル方式における補充ルールに關する硏究" 日本經營工學會誌, Vol. 42, No. 4, pp. 238-243, 1991.

6) E. A. Silver, D. F. Pyke and R. P. Perterson : Inventory management and production planing and scheduling, Third edition, Chapter 12, pp. 517, 1998.

7) R. G. Broun. : Advanced Service Parts Inventory Control, Material Management System. Inc. Chapter 14, pp. 372-404, 1975.

8) D. B. Taso and T. Enkawa : "Optimal Second Replenishment Policy In Two-Phased

Push Control System", Journal The Operations Research Society of Japan, Vol. 3. pp. 273-289, 1992.

9) Z. K. Weng : "Concurrence, Post Ponement and Trans-Shipment in At Two-Echelon Manufacturing and Distribution System" Int. J. of Prod. Res. Vol. 37, No. 2, pp. 341-357, 1998.

10) Clark, A. J. and Scarf, H : Optimal Policies for A Multi-Echelon Inventory Problem", Management Science., pp. 475-491, Vol. 6, 1960.

11) P. L. Jackson., W. L. Maxwell and J. A. Muckstadt.: "Determining Optimal Reorder Intervals in Capacitated Production Distribution Systems", Manage. Sci., pp. 939-958, Vol. 34, No. 8, 1988.

12) P. L. Jackson, and J. A. Muckstadt. : "A Two-Period, Two-Echelon Inventory Stocking and Allocation Problem", Technical Report, No. 616, Collegy of Engineering, Cornell University, Ithaca, New Yock, U.S.A. 1984.

13) W. L. Maxwell, and J. A. Muckstadt. : Establishing Consistent and Realistic Reorder Intervals in Prodution-Distribution Systems", Operation Research, pp. 1316-1341, Vol. 33, No. 6, 1985.

14) L. B. Schwarz. : "A Simple Continuous Review Derterministic One-Warehouse N-retailer Inventory Problem", Management Science., pp. 555-566, Vol. 19, No. 5, 1973.

15) G. D. Eppen. : Effects of Centralization on Expected Costs in The One Period Newsboy Problem", Management Science., pp. 498-501, Vol. 25, No. 5, 1979.