〈研究論文〉

Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers
Vol. 11, No. 2, Dec. 1985

統合生産在庫模型에 관한 研究

(An Integrated Prodution-Inventory Model)

魯 仁 珪*
朴 相 敦*

Abstract

This paper studies a production-inventory model which unifies the inventory problem of raw materials and the finished product for a single product manufacturing system.

The integrated production-inventory model is formulated wth a nonlinear mixed integer programming problem.

An algorithm is developed by utilizing the finite explicit enumeration method. The algorithm guarantees to generate an optimal policy for minimizing the total annual variable cost.

A mumerical example involving 15 raw materials is given to illustrate the recommended solution procedure.

1. 序 論

製品의 經濟的 生産量을 결정하는 EPQ 模型 (Economic Production Quantity Model)은 여러 상황하에서 폭넓게 分析되어 在庫問題를 다루는 문헌속에 一般化되었다.

제품의 생산시에는 資材들이 必要하며, 製品生産에 요구되는 자재들의 필요량은 생산되는 제품의 量과 상호 관련되어 있음을 쉽게 알수 있다. 즉 現實的으로 제품의 생산량은 생산에 필요한 資材들의 調達政策에 영향을 미치고 있다. 그러나 一般化된 EPQ模型의 分析에 있어서 制品生産에 필요한 자재들의 조달은, 生産計劃에 관계없이, 가장 경제적인 方法으로 이루어진다는

*漢陽大学校 産業工學科

默視的인 前提條件下에서 硏究되어 왔다.

이러한 점에 착안하여 Goyal[7]은 EPQ 모형에 자재들의 調達政策(재고문제)을 同時에 고려하여 좀더 合理的이고 現實的인 統合生産在庫模型을 提示하고, 제시된 모형의 해법으로 深索計算節次(Search procedure)를 발표하였다.

최근에 Park[10]은 Goyal[7]의 모형과, 개념은 일치하지만 모형의 접근 방법에 있어 다른 새로운 統合生産在庫模型을 발표하였는데 특기할 만한 사항은 조달되는 자재들이 부패되는(decaying) 경우를 添加하고 미적분학을 이용한 점이다.

本 硏究는 Goyal[7]이 제시한 모형을 기초로 하여, 統合生産在庫模型을 非線型－混合－整數計劃問題(nonlinear mixed integer programming problem)로 모형화하였으며, 이에대한 새로운 알고리즘(algorithm)을 提示함을 目的으로 한다. 제시되는 알고리즘은 限定된 明示的 列擧法(finite explicit enumeration method)을 利用하였으며 最適解를 보장하고, Goyal[7]의 모형에 Park[10]이 제시한 자재들이 부패되는 경우를 고려한 統合生産在庫模型의 특수한 경우에도 適用될 수 있다. 15項目의 자재를 갖는 실례가 알고리즘과 더불어 주어진다.

2. 模型의 構成

2.1 假定 및 符號의 定義

가정은 다음과 같다.

(1) 본 모형에 필요한 제품과 자재들에 대한 데이타는 알고 있다. (deterministic)

(2) 자재는 外部의 供給者로부터 注文卽時 조달되며, 자재의 到着은 항상 製品生産의 始作과 一致한다. (lead time zero)

(3) 자재는 제품 생산 기간 동안에만 사용된다.

(4) 각 자재는 동일한 時間間隔으로 조달되며, 조달되는 자재들중 적어도 한 자재는 매생산 마다 조달된다.

각 기호에 대한 說明은 다음과 같다.

- p : 제품의 年間生産率
- d : 제품의 年間需要
- S : 生産準備費
- h : 제품 單位當 年間在庫維持費
- N : 제품의 年間生産回數
- T : 제품의 生産周期(=1/N)
- n : 자재의 數
- S_i : i번째 자재의 注文費
- d_i : i번째 자재의 年間需要
- h_i : i번째 자재의 單位當 年間在庫維持費
- N_i : i번째 자재의 年間調達回數
- K_i : i번째 자재가 $k_i \cdot T$의 주기를 갖고 조달됨을 의미하는 陽의 整數(=N/N$_i$)

2.2 數學的 模型化

統合生産在庫模型의 생산되는 제품과 i 번째 (i=1, 2, …, n) 자재 재고를 결합하여 (그림 1)과 같이 나타낼 수 있다.

(그림 1)로부터 決定變數인 N과 K_i(i=1, 2, …, n)로 비용함수를 誘導하기로 한다. 제품에 대한 연간비용은 생산준비비와 재고 유지비의 合으로 (2－1)식으로 구성된다.

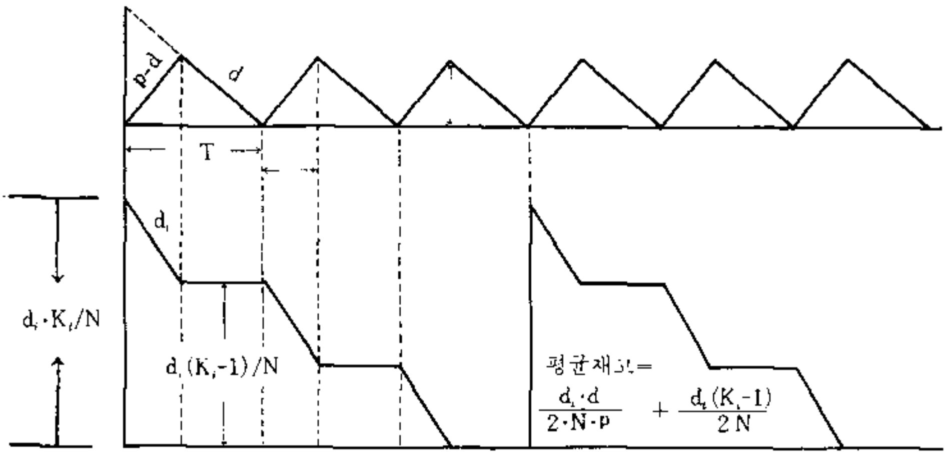
$$N \cdot S + \frac{h \cdot d}{2 \cdot N}(1-d/p) \tag{2-1}$$

i번째 자재에 대한 연간비용도 (2－2)식과 같은 2개의 수식의 합으로 구성되는데 앞의 項은 주문비이며 나중 項은 재고유지비이다.

$$\frac{N \cdot S_i}{K_i} + \left\{ \frac{d_i \cdot d}{2 \cdot p \cdot N} + \frac{d_i (K_i - 1}{2 \cdot N} \right\} h_i \tag{2-2}$$

그러므로 본 모형의 費用函數(cost function)를 CF(N, K_i's)라 하면 (2－1)식과 (2－2)식으로 부터 CF(N, K_i's)는 다음 (2－3)식과 같다.

$$CF(N, K_i's) = N \cdot S + \frac{h \cdot d(1-d/p)}{2 \cdot N}$$



(그림 1) $N=6$, $K_i=3$, $N_i=2$인 경우의 製品과 i번째 資材의 在庫

$$+\sum_{i=1}^{n}\left\{\frac{N\cdot S_i}{K_i}+\left(\frac{d_i\cdot d}{2\cdot p\cdot N}+\frac{d_i(k_i-1)}{2\cdot N}\right)h_i\right\} \qquad (2-3)$$

(2-3)식에서 常數項(constant)들을 묶어 다음과 같이 C로 놓으면 $C=h\cdot d-\sum_{i=1}^{n}h_i\cdot d_i-d^2 h/p+d/p(\sum_{i=1}^{n}h_i\cdot d_i)$ $CF(N, K_i's)$는 (2-4)식과 같이 간단한 식으로 된다.

$$CF(N, K_i's)=N\left(S+\sum_{i=1}^{n}\frac{S_i}{K_i}\right)+\frac{1}{2\cdot N}\left(C+\sum_{i=1}^{n}h_i\cdot d_i\cdot k_i\right) \qquad (2-4)$$

費用의 最小化가 目的이며, 決定變數는 連續변수 N과 離散변수인 K_i $(i=1,2,\cdots,n)$이므로 (2-4)식과 변수의 정의로부터 모형화하면 (2-5)식과 같이 된다.

$$\text{Min. } N\left(S+\sum_{i=1}^{n}\frac{S_i}{K_i}\right)+\frac{\left(C+\sum_{i=1}^{n}h_i\cdot d_i\cdot k_i\right)}{2\cdot N}$$

$$\text{s.t. } K_i\geq 1, \text{ 정수} \qquad (2-5)$$
$$N>0$$
$$i=1,2,\cdots,n$$

(2-5)식으로부터 統合生産在庫模型의 수학적 모형은 非線型-混合-整數計劃問題(nonlinear mixed integer proamming problem)로 模型化 됨을 알 수 있다.

2.3 JRP 模型과의 關係

뱃취工程産業(botch processing industry)에 典型的으로 適用되며 包裝問題(packing problem)로도 널리 알려진 JRP(Joint Replenishment Problem)는 제품을 뱃취(batch)로 생산하는 경우 알고있는 데이타인, 生産固定費用(S), 각 項目의 包裝固定費用(S_i:packaging set up cost)과 在庫維持費用(h_i) 등이 주어졌을 때, 고정비용과 유지비용의 合을 最小로 하는 製品의 經濟的 생산횟수(N)와 각 項目의 경제적 포장횟수(N_i)를 결정하는 문제이다.

JRP에 있어서 項目(item)이란 제품이 뱃취로 생산된 후 즉시 여러 種類의 容器(container)에 包裝(packaging)될 때 임의의 특정한 용기에 포장된 제품을 의미한다.

JRP에 관한 대표적인 논문으로는 [1,3,5,9,11,12] 등을 들 수 있으며, JRP의 수학적 모형

은 다음의 (2 6)식으로 모형화 된 非總型-混合-整數計劃問題이다.

$$\text{Min. } N(S+\sum_{i=1}^{n}\frac{S_i}{K_i})+(\frac{\sum_{i=1}^{n}h_i\cdot d_i\cdot k_i}{2\cdot N})$$

$$\begin{aligned}&\text{s. t. } K_i\geq 1,\ \text{정수}\\&N>0 \qquad\qquad (2-6)\\&i=1,2,\cdots,n\end{aligned}$$

(2 - 5)식과 (2 - 6)식으로부터 統合生産 在庫模型의 目的函數는 常數 C가 添加된 JRP의 目的函數와 一致함을 쉽게 알 수 있다. 이러한 방법으로 證明된 사실은, 상수 C가 첨가 되었지만 통합생산재고모형의 最適解를 計算하는데 JRP의 計算節次를 無理없이 應用할 수 있음을 意味한다.

3. 最適解의 알고리즘

3.1 節次誘導

합산생산재고모형을 (2 - 5)식과 같이 非線型-混合-整數計劃 問題로 모형화하였다.

決定變數는 連續變數(continuous variable) N과 離散變數(discrete variable)인 $K_i(i=1,2,\cdots n)$이다.

만일 N의 값이 임의의 特定한 값으로 주어진다면, 調達되는 i번째 資材에 대한 變動費用은 K_i값에만 영향을 받는다.

즉, 임의의 주어진 N값에서 연간비용함수 CF$(N, K_i's)$을 最小化하는 대신 다음의 함수 $V_i(N, K_i)$를 고려한다.

$$V_i(N,K_i)=S_i\cdot N/K_i+h_i\cdot d_i\cdot K_i/2\cdot N \quad (3-1)$$

함수 $V_i(N,K_i)$가 다음의 조건을 만족한다면 임의의 주어진 N에서 국부 최소값(local minimum)을 가진다.

함수 $Vi(N,K_i)$의 국부 최소값을 갖게되는 K_i값을 $K_i(N)$이라 하면 $K_i(N)$은 다음 조건을 만족해야 한다.

$$V_i(N,K_i(N)\leq V_i(N,K_i(N)+1) \quad (3-2)$$

$$V_i(N,K_i(N)<V_i(N,K_i(N)-1) \quad (3-3)$$

(3 - 2)식의 함수를 $K_i(N)$와 $K_i(N)+1$의 값으로 대체하면 (3 - 4)식을 얻는다.
같은 방법으로 (3 - 4)식으로 부터 (3 - 5)식을 얻는다.

$$\frac{2\cdot N^2\cdot S_i}{h_i\cdot d_i}\leq K_i(N)\cdot(K_i(N)+1) \quad (3-4)$$

$$\frac{2\cdot N^2\cdot S_i}{h_i\cdot d_i}<K_i(N)\cdot(K_i(N)-1) \quad (3-5)$$

(3 - 4)식과 (3 - 5)식을 결합하여 간단히 하면 다음 식을 얻는다.

$$n_i\{K_i(N)\cdot(K_i(N)-1)\}^{1/2}<N\leq n_i\{K_i(N)\cdot(K_i(K_i(N+1)\}^{1/2} \quad (3-6)$$

$$\text{여기서 } n_i=(h_i\cdot d_i/2\cdot s_i)^{1/2} \quad (3-7)$$

(3 - 6)식으로부터 유도된 〔표 1〕은 $K_i(N)$의 다른 값들에 대하여 N값의 上限과 下限을 提供한다.

만일 N의 좀더 큰 값을 포함하고자 한다면 〔표 1〕은 확장될 수 있다.

연간생산횟수 N을 알고 있다면 i번째 자재에

〔표 1〕 $K_i(N)$의 다른 값들에 대한 N값의 下限과 上限

N	$K_i(N)=1$	$K_i(N)=2$	$K_i(N)=3$	$K_i(N)=4$	$K_i(N)=5$
하 한	0	$n_i(2)^{1/2}$	$n_i(2)^{1/2}$	$n_i(12)^{1/2}$	$n_i(20)^{1/2}$
상 한	$n_i(2)^{1/2}$	$n_i(6)^{1/2}$	$n_i(12)^{1/2}$	$n_i(20)^{1/2}$	$n_i(30)^{1/2}$

대한 $K_i(N)$의 最適값은 〔표 1〕을 쉽게 決定 할 수 있다. 연간생산횟수는 特定한 $K_i(N)$값에 대하여 上限과 下限內에 반드시 存在하기 때문이다.

資材들에 대한 調達政策은 다음과 같은 組合(combination) $(K_1, K_2 \cdots, K_i, \cdots, K_n)$으로 나타낼 수 있다. 形成할 수 있는 可能한 조합의 數는 無限定하며, 각 조합은 서로다른 조달정책을 構成한다.

임의의 다 조달정책$(K_1, K_2, \cdots, K_i, \cdots, K_n)$에 대한, N의 局部 最適값(local optimal value) 및 最小年間變動費用은 각각 (3－8)식과 (3－9)식으로 주어진다.

$$\{(C+\sum_{i=1}^{n} h_i \cdot d_i \cdot K_i)/2(S+\sum_{i=1}^{n} s_i/K_i)\}^{½} \quad (3-8)$$

$$\{2(S+\sum_{i=1}^{n} S_i/K_i)\cdot(C-\sum_{i=1}^{n} h_i \cdot d_i \cdot k_i)\}^{½} = (2A_j \cdot B_j) \quad (3-9)$$

여기서 $A_i = S+\sum_{i=1}^{n}(S_i/K_i)$

$B_i = C+\sum_{i=1}^{n} h_i \cdot d_i \cdot K_i,\ j=1, 2, \cdots, Z$

費用, $A_j \cdot B_j$를 最小로하는 組合을 찾는 것이 目的이다. 이제 最適政策을 찾기 위하여, 無限定인 조합에서 고려하여야 하는 組合의 수를 最小化하여야 한다.

다음의 두 성질은 고려대상인 組合數를 相當量 減少시켜 최적해를 빨리 얻을 수 있는 정보를 提供한다.

(1) 각 資材에 대한 K_i가 취할 수 있는 최소값은 1이며 組合(1, 1, ⋯, 1)에서 N은 취할 수 있는 최소값을 갖는다. 이때 N의 값을 N_1이라하면 N_1은 다음과 같다.

$$N_1 = \{(C+\sum_{i=1}^{n} h_i \cdot d_i)/2(S+\sum_{i=1}^{n} S_i)\}^{½}$$

N_1은 모든 組合에 취할 수 있는 最小값 이므로 N의 下限으로 놓을 수 있다.

(2) 본 모형의 假定에 의하여 (3－7)식의 n_i의 最大값을 갖는 자재는 제품이 생산될 때마다 調達되어야 하므로 N의 값은 n_i의 최대값보다 작거나 같다. n_1을 n_i의 最大값이라 定議한다.

Goyal〔6〕은 이 部分에 補完點을 다음과 같이 提示하고 있다.

다음의 식을 n^*로 놓고, 이 n^*를 N의 上限으로 놓았다.

$$n^* = \mathrm{Min}\left[n_1, \left\{(C+\sum_{i=1}^{n} h_i \cdot d_i \cdot K_i(n_1))/2(S+\sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{L \cdot K_i(n_1)})\right\}\right]$$

그러므로 위의 두 성질로 부터, N의 최적값을 N_o라 하면, N_o는 다음과 같은 制限된 범위내에 存在하여야 한다.

$$N_1 \leq N_o \leq n^* \quad (3-10)$$

3.2 알고리즘(algorithm)

Step 1. $N_1 = \{(C+\sum_{i=1}^{n} h_i \cdot d_i)/2(S+\sum_{i=1}^{n} S_i)\}^{½}$을 計算한다.

Step 2. $n_i = (h_i \cdot d_i / 2 \cdot S_i)^{½}$를 $i=1, 2, \cdots, n$에 대해 계산하고 그들을 크기의내림순서(descending order)로 나열한다.

Step. 3. 범위, $N_1 \leq N \leq n^*$을 결정한다.

이 단계에서 각 자재에 대한 $K_i(N)$의 값은 $(K(N)+1)$로 변한다.

Step 4. 각 조합에 대하여 A와 B의 값을 결정한다. 즉 j번째 조합에 대하여, N의 범위는 $N - N_{j-1}$이며, K_i의 최적값은 $K_i(j^*)$로 나타내며, A_j와 B_j값은 다음식으로 구한다.

$$A_j = S+\sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{K_i}$$

$$B_j = C+\sum_{i=1}^{n} h_i \cdot d_i \cdot K_i,\ j=1, 2, \cdots, Z.$$

Step 5. $j=1, 2, \cdots, Z$에 대한 $A_j \cdot B_j$를 구한다.

최적정책은 A_j와 B_j의 곱이 최소인 조합이다.

Step 6. 제품의 최적생산횟수, No를 다음 식으로 구한다.

$$No = \left(\frac{B_r}{2 \cdot A_r}\right)^{½}$$

여기서 $A_r \cdot B_r = \mathrm{Min}(A_j \cdot B_j,\ j=1, 2, \cdots z)$

Step 7. 각 자재에 대한 최적 주문횟수, N_i를 결정한다. 일단 N_o가 결정되면 $K_i(N_o)$값을 결정하고, $N_i = N_o / K_i(N_o)$로 주어진다.

Step 8. 제품생산량과 각 자재의 주문량의 최적값을 결정한다.

4. 適用例題

〔표 2〕에 생산되는 제품에 대한 데이타로서, 연간 생산율이 100,000이고 연간수요가 30,000, 생산고정비 및 재고유지비가 각각 100, 6인, 15종류의 조달되는 자재들의 데이타를 갖는 統合生産在庫模型의 例題가 주어진다.

Step 1. N_i 의計算.

$$N_i \{(C+\sum_{i=1}^{15} h_i \cdot d_i)/2(S+\sum_{i=1}^{15} S_i)\}^{1/2}$$

$$=\{\frac{(-15,540+186,660)}{2\ (100+249)}\}^{1/2}=16.35$$

〔표 2〕 예제의 데이타

제 품	P=100,000, d=30,000, S=100, h=6		
자 재	d_i	S_i	h_i
1	9,000	20	4
2	10,000	20	3
3	8,000	15	2.5
4	6,000	12	2
5	20,000	24	1
6	12,000	22	1.5
7	10,000	20	1.6
8	5,000	20	2.6
9	10,000	24	1.5
10	2,500	10	2
11	4,000	20	2
12	2,000	16	3
13	350	8	4
14	600	4	1
15	1,000	14	1.2

〔表 3〕 각 資材에 대한 n_i 의 값과 $K_i(N)$의 값이 $1+K_i(N)$으로 增加할 때 〔表 1〕로 부터 얻어진 生産回數의 上限

자재번호 i	n_i	$n_i \cdot (K_i(N) \cdot (1+K_i(N)))^{1/2}$				
		$n_i(2)^{1/2}$	$n_i(6)^{1/2}$	$n_i(12)^{1/2}$	$n_i(12)^{1/2}$	$n_i(30)^{1/2}$
1	30.00	42.42				
2	27.38	38.72				
3	25.82	36.51				
4	22.36	31.62				
5	20.41	28.86	49.99			
6	20.22	28.59	49.52			
7	20.00	28.28	48.98			
8	18.02	25.48	44.13			
9	17.67	24.98	43.28			
10	15.81	22.35	38.72			
11	14.14	20.00	34.63	48.98		
12	13.69	19.36	33.53	47.42		
13	9.35	13.22	22.90	32.38	41.81	
14	8.66	12.24	21.21	30.00	38.72	
15	6.54	9.24	16.01	22.65	29.24	35.82
		$K_i(N)=1$	$K_i(N)=2$	$K_i(N)=3$	$K_i(N)=4$	$K_i(N)=5$

Step 2. 각 자재에 대한 n_i 값과 $K_i(N)$의 局部 最適값이 $1+K_i(N)$으로 되었을 때의 生産回數를 計算하여 〔표 3〕에 나타내었다.

Step 3. 生産回數의 범위, $N_1 \le N \le n^*$, 決定.

$$n^* = \text{Min.}\left[n_1, \left\{\left(C+\sum_{i=1}^{n} h_i \cdot d_i \cdot K_i(n_1)\right) \Big/ 2\left(S+\sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{K_i(n_1)}\right)\right\}\right]$$

$$= \text{Min.}(30, 24.63) = 24.63$$

따라서 無限한 組合의 数에서 생산횟수의 범위인 16.35−24.63內에 存在하는 단지 7개의 組合만을 고려하면 되는데, 이들 組合은 〔표 3〕을 이용하여 다음의 간단한 節次를 適用하여 〔표 4〕에 誘導되었다.

(1) $K_i(N)=1, 2, 3, \cdots$에 대응하는 생산횟수의 上限, $n_i(K_i(N)\cdot(1+K_i(N)))^{1/2}$의 값이 다음 條件에 해당되면 고려하지 않고 모두 削除한다.

$n_i(K_i(N)\cdot(1+K_i(N)))^{1/2} \ge n^*$ 또는

$n_i(K_i(N)\cdot(1+K_i(N)))^{1/2} \ge N_1$

削除되지 않은 $n_i(K_i(N)\cdot(1+K_i(N)))^{1/2}$의 값들을 活用값이라부르기로한다.

(2) j번째 (j = 1, 2, ….) 組合에 대하여 가장 작은 活用값을 다음 순서에 따라 결정한다.

a) 첫번째 組合에 대하여 그 값을 $N_{j+1}=N_2$로 나타낸다.

b) N_{j+1}列에 있는 資材番號에 注意한다.

c) 생산횟수의 범위, $N_j - N_{j+1}$에 대하여 j번째 組合은 有効하다.

d) 모든 資材에 대한 $K_i(N_j)$의 값을記錄하고, N_{j+1}로 주어진 생산횟수에서 $K_i(N_j)$의 값이 변화하는 資材의 $(1+K_i(N_j))$값을 記錄한다.

e) N_{j+1}을 削除한다. 다음 段階에서 削除된 값은 활용값이 될 수 없다.

(3) 모든 活用값이 削除될 때까지 (2)를 反復한다.

Step4.5. 〔표 5〕에 Step4.5의 計算들을 결합하여 놓았다. Step 4에서 각 組合에 대한 A_j와 B_j의 값을 결정하는 계산을 다음의 証明된 公式을 사용함으로써 매우 간편하게 해 준다.

$$A_{j+1} = A_j - \frac{S_i}{K_i(j^*)\cdot(1+K_i(j^*))}$$

$$B_{j+1} = B_j + h_i d_i$$

Step 6. $No = \left\{\left(C+\sum_{i=1}^{15} h_i \cdot d_i \cdot K_i(1^*)\right) \Big/ 2\left(S+\sum_{i=1}^{15}\frac{S_i}{K_i(1^*)}\right)\right\}^{1/2}$

$= \{191,060/2\cdot(333.66)\}^{1/2} = 16.92$

Step 7. 最適政策은 첫번째 組合이므로 각 資材에 대한 경제적 주문횟수(N_{io})는 다음과 같다.

16.92 : 자재, 1 − 12

8.46 : 자재, 13, 14

〔표 4〕 j번째 組合에 대한 각 資材의 $K_i(j^*)$의 값

(生産回數의 範圍, $N_j - N_{j+1}$)

조합번호	$N_j - N_{j+1}$	$K_i(j^*)$의 값을 갖는 자재번호				$K_i(j^*)$값이 변화하는 자재번호		
j		1	2	3	4	i	$K_i(j^*-1)$	$K_i(j^*)$
1	16.35 − 19.36	1 − 12	13 − 14	15			1	
2	19.36 − 20.00	1 − 11	12 − 14	15		12	1	2
3	20.00 − 21.21	1 − 10	11 − 14	15		11	1	2
4	21.21 − 22.35	1 − 10	11 − 13	14 − 15		14	2	3
5	22.35 − 22.65	1 − 9	10 − 13	14 − 15		10	1	2
6	22.65 − 22.90	1 − 9	10 − 13	14	15	15	3	4
7	22.90 − 24.63	1 − 9	10 − 12	13 − 14	15	13	2	3

〔표 5〕 最適組合 (Optimum Policy)의 결정

조합번호 j	$\frac{S_i}{K_i(j^*)(1+K_i(j^*))}$	$d_i \cdot h_i$	A_i	B_i	$A_j, B_j \times 10^{-7}$ (rounded off)
1	8		333.66	191,060	637509**
2	8	6,000	325.66	197,060	641765
3	10	8,000	315.66	205,060	647312
4	0.66	600	315.00	205,660	648729
5	5	5,000	310.00	210,660	653046
6	1.16	1,200	308.83	211,860	654287
7	1.33	1,400	307.49	213,260	655753

** Optimum j

5.64 : 자재, 15

Step 8. 제품의 경제적 생산량(EPQ)과 각 자재의 경제적 주문량(EQO)은, 제품및 각 자재의 年間需要를 N_0 및 N_{i0}로 나누어 決定한다.

5. 結論

EPQ모형에 생산에 필요한 資材들을동시에고려한 統合生産在庫模型을 非線型-混合-整数計劃問題로 모형화 하였으며, 수학적 모형이 JRP 모형과 類似함을 證明하였다.

限定된 明示的 列擧法(finite explicit enumeration method)을 利用하여 최적정책을 위한 알고리즘이 誘導되었고, 최적정책으로 제품에 대한 經濟的 生産量과 調達되는 자재들의 최적 주문량이 동시에 決定된다.

提示된 알고리즘은 Goyal〔7〕의 探索計算節次(search procedure)보다 향상된 최적해를 얻을 수 있도록 考案되었으며 15개의 자재를 고려한 경우 1시간내에 탁상용 계산기로 일목연하게 최적해를 얻는다.

本 硏究에서 취급된 모형에 자재가 부패되는(decaying) Park〔10〕의 아이디어를 結合한 모형을 생각할 수 있는데, 그러한 統合生産在庫模型의 특수한 경우에도 제시된 알고리즘은 適用될 수 있다.

References

1. Andres, F.N. and Emmons, H., "On the Optimal Packaging Frequency of Products Jointly Replenished," Management Science, Vol. 22, No. 10, (1976), pp. 1165-1166.
2. Balintfy, J.L., "On a Basic Class of Multi-Item Inventory Problems," Management Science, Vol. 10, No. 2, (1964), pp. 287-297.
3. Goyal, S.K., "Determination of Economic Packaging Frequency for Items Jointly Replenished."

Management Science, Vol. 20, No. 2, (1973), pp. 232-235.
4. Goyal, S.K., "Optimum Ordering Policy for a Multi-Item Single Supplier System," Operation Research Quarterly, Vol. 25, No. 2, (1974), pp. 293-298.
5. Goyal, S.K., "Determination of Optimum Packaging Frequency of Items Jointly Replenished," Management Science, Vol. 21, No. 4, (1974), pp. 436-443.
6. Goyal, S.K., "Note on Determination of Optimum Packaging Frequency of Items Jointly Replenished," Management Science, Vol. 21, No. 4, (1974), pp. 436-443.
7. Goyal, S.K., "An Integrated Inventory Model for A Single Product Systems," Operation Research Quarterly, Vol. 28, No. 3, (1977), pp. 539-545.
8. Graves, S.C., "On the Deterministic Demand Multi-Product Single-Machine Lot Scheduling Problem," Management Science, Vol. 25, No. 3, (1980), pp. 276-280.
9. Nocturn, D.J., "Economic Ordering Frequency for Several Items Jointly Replenished," Management Science, Vol. 19, No. 9, (1973), pp. 1093-1096.
10. Park, K.S., "An Integrated Production Inventory Model for Decaying Raw Materials," Int. J. Systems. Sci., Vol. 14, No. 7, (1983), pp. 801-806.
11. Shu, F.T., "Economic Ordering Frequency for Two Items Jointly Replenished," Management Science, Vol. 17, No. 6, (1971), pp. 406-410.
12. Silver, E.A., "A Simple Method of Determining order Quantities in Joint Replenishments Under Deterministic Demand," Management Science, Vol. 22, No. 12, (1976), pp. 1351-1361.