韓國經營科學會誌
第13券 第2號
1988年 12月

－研究論文－

이산수요, 고정량 생산시스팀의 생산일정과 소요용량에 관한 연구

(A study on Production Scheduling and Capacity Requirements in Discrete Demand, Fixed Production Quantity System)

金萬洙 *
姜錫昊 **

Abstract

This paper discusses the problem of coordinating aggregate planning and production schedules, minimizing the combined set-up, inventory and capacity costs.

In this study, by using the relation of fixed production quantity and the number of set-up we develop a heuristic procedure of solving the discrete demand, fixed production quantity, variable capacity problem.

First, we obtain the trade-off between set-up cost and capacity cost, then search the point minimizing the combined inventory and capacity costs.

1. 서론

Wagner-Whitin 의 연구를 시작으로 고정된 계획기간, 가변적이고 이산적인 수요분포를 가지는 생산시스팀에 대한 연구가 진행되어 왔다. 수요는 매주기 초에 한꺼번에 발생하고 재고량은 매 주기 말에 계산된다. 이러한 시스팀의 생산일정(production schedule)을 결정하는데 효율성을 감안한 휴리스틱(Heuristic)기법이 제시되었다. 이들 기법중에 Lotfor Lot 을 제외한 Periodic Order Quantity, Part Period Balancing, Silver Meal, Least Unit Cost 기법등은 가동준비비용과 재고비용과의 적정점을 구하는 방식을 사용하고 있다.[2]

그런데, 실제 시스팀에 흔히 사용되는 고정생산량(Fixed Production Quantity) 기법을 고정된 계획기간, 가변적이고 이산적인 수요분포의 생산시스팀에 사용하게 되면 가동준비비용과 재고비용간에 적정점이 존재하지 않는다. 고정생산량이 증가하더라도 재고량이 일률적으로 증가하지 않기 때문이다.

비용함수에 용량비용을 포함시키면 고정생산량이 증가함에 따라 많은 용량을 필요로 하게 되므로 가동준비비용과 용량비용간의 적정점이 존재하게 된다. 고정생산량이 결정되면 수요를 만족시키면서 비용을 최소로 하는 생산일정이 결정되므로 생산량, 생산일정 및 소요용량이 동시에 결정된다. 이와같이 생산일정과 소요용량을 고려한 통합 모형에 관한 연구를 살펴보면 Newson [6], O'Malley[7] 등은

*동신공대 산업공학과
**서울대학교 산업공학과

W-W기법을 사용한 단일단계, 다제품 시스팀에 관하여 생산일정과 용량을 고려하였고 Kraweski & Ritzman [3]은 통합모형에 관한 현황을 정리했다. 이후 Maxwell[4]등은 조립형 생산시스팀의 생산계획및 통제에 관한 통합모형을 제시하였고, Bahl & Ritzman[1]은 생한일정과 용량계획을 고려한 비선형 통합모형을 개발하였다. 또한 생산계획과 용량계획을 동시에 수립해야 할 필요성에 대한 연구가 Seward [8], Meal[5]등에 의해 제시되었다.

본 연구는 이러한 연구동기와 현황에 의거하여 고정된 계획기간, 가변적이고 이산적인 수요분포를 갖는 생산시스팀의 생산일정과 소요용량을 동시에 결정하는 휴리스틱 기법을 제시하고자 한다.

2. 생산일정과 소요용량을 동시에 고려한 생산계획 모형.

2-1. 모형의 가정.

1. 생산은 일시에 이루어지며 매주 초에 발생한다. 1회 생산의 크기는 동일하다.
단, 최종 생산주기는 남은 수요 만큼 생산한다.

2. 매 주기 수요는 알려져 있으며 매 주 초에 발생한다. 주문잔고(backlogging) 는 허용하지 않는다.

3. 용량크기는 정규노동시간과 초과노동시간의 합으로 하고 초과노동시간은 정규시간의 β배를 넘을 수 없다.$(0 \le \beta \le 1)$

4. 정규노동량을 변화시키는 비용함수는 2차함수이다.

2-2. 모형

고정 계획기간, 이산수요분포를 갖는 생산시스팀의 모형은 다음과 같다.

$$Min \sum_{t=1}^{T} \{ C_s\delta(X_t) + C_h I_t \} + \sum_{t=1}^{T} \{ C_r R_t + C_o O_t + G(H_t) \} \qquad -(1)$$

$$s.t \quad I_{t-1} + X_t - I_t = d_t, \quad t=1,\cdots,T \qquad -(2)$$

$$P^s\delta(X_t) + P^x X_t < R_t + O_t, \quad t=1,\cdots,T \qquad -(3)$$

$$O_t \le \beta R_t, \quad t=1,\cdots,T \qquad -(4)$$

$$R_t = R_{t-1} + H_t, \quad t=1,\cdots,T \qquad -(5)$$

$$\delta(X_t) = \begin{cases} 0 & X_t = 0 \\ 1 & X_t > 0 \end{cases} \qquad -(6)$$

$$X_t,\ R_t,\ O_t,\ I \ge 0, \forall t \qquad -(7)$$

$$I_T = 0 \qquad -(8)$$

식(1)은 비용함수식으로 (총 가동 준비비용 + 총 재고유지비용) + (총 정규노동비용 + 총 초과노동비용 + 총 정규노동변경비용)의 형태이다. $G(H_t)$는 t주기에 H_t만큼 정규노동력을 변화시키는 비용으로 2차함수이다.

식(2)는 재고균형식이며

$$X_t = \begin{cases} 0 \\ L, & t = 1\cdots,T \end{cases} \qquad -(9)$$ 의 값을 갖는다.

식(3) ~ (5)는 용량제약식으로 P^s는 가동준비시간, P^x는 단위당 생산소요시간을 나타내며 식(4)는 초과노동시간은 해당주기정규노동시간의 β배를 넘을 수 없음을 나타낸다.

식(8)은 최종 생산주기의 생산량은 남은 수요만큼 생산함을 나타내고 있다

2-3. 해법

모형은 생산량과 생산시기를 결정하는부분 즉 생산일정을 구하는 부분과 정규노동력및 노동력 변화량등 생산용량을 구하는 부분으로 나눌 수 있다. 제약식 (2),(6),(7)과(8)을 고려하여 가동준비비용과 재고유지비용의 합을 최소로 하는 문제는 생산일정을 구하는 문제이고, 여기에서 구해진 생산일정을 사용하여 식(3),(4)및 (6)을 고려하여 (정규노동비용 + 초과노동비용 + 노동력변경비용)을 최소로 하는 문제는 생산용량을 구하는 문제가 된다. 가동준비비용과 재고유지비용 만을 고려한 생산일정 문제는 앞에서 밝힌 바와 같이 이산 수요분포, 고정 생산량 방식을 갖는 생산시스팀에서는 적정점을 구할 수 없으므로 가동준비비용과 생산용량과의 적정점을 찾은 다음 세부적으로 재고유지비용을 고려하는 해법을 제시 하고자 한다.

단계1. 초기 생산량$Q^{(1)}$ 결정

고정계획기간 T와 각 주기 수요량d_t를 사용하여 가동준비비용은 최대가 되나 용량비용은 최소가 되는 생산량$Q^{(1)}$을구한다.

$$Q = \frac{\sum_{t=1}^{T} d_t - I_o}{T} \quad -(10)$$

$Q^{(1)} = \lceil Q \rceil$

($\lceil Q \rceil = Q$보다 적지않는 가장 적은 정수)

즉 매 주기 생산할 때의 고정 생산량이 된다. 주문잔고(backlogging)을 허용하지 않으므로

$$\sum_{t=1}^{t'} d_t \le Q^{(1)}t' + I_o \quad t'=1,\cdots,T \quad -(11)$$

이 만족되지 않는 t'가 존재하면 $Q^{(1)}$의양을 1씩 증가시켜서 (11)이 모든 주기에 만족되도록 한다.

단계2. 생산일정 결정

앞 단계에서 구한 생산량을 사용하여 수요량을 모두 만족시키면서 재고비용을 최소로 하는 생산시기를 결정한다.

$I_{t-1} < d_t$인주기 t에서는 고정 생산량$Q^{(i)}$을생산한다.$I_{t-1} + Q^{(i)} < d_t$이면 t에 가까이 있는 비생산주기부터 생산하여 $I_{t-1} + Q^{(i)} \ge d_t$가 만족되도록 한다. 이렇게함으로써 비생산주기 수 μ, 최초생산주기 IP가 결정된다.

단계3. 정규 노동력 결정.

앞 단계에서 구한 생산일정과 용량 제약조건을 만족하면서 용량비용을 최소로 하는 정규 노동시간을 구한다. 이 단계에서는 최초 생산주기 IP 이후의 모든 주기의 정규 노동시간은 동일하다고 가정한다.

현 정규 노동력이 $R^{(i-1)}$, 생산량$Q^{(i)}$를 생산하기위해 요구되는 용량의 크기를 $cap^{(i)}$, 최소 정규노동력을 $LBR^{(i)}$, 마지막 생산주기의 생산량 $Q_F^{(i)}$를 생산하는데 필요한 용량의 크기를 $cap_F^{(i)}$라 하면 용량비용을 최소로 하는 정규 노동력 변화량$\triangle R^{(i)}$는

i) $LBR^{(i)} - R^{(i-1)} \le \triangle R^{(i)} \le cap_F^{(i)} - R^{(i-1)}$ 일때

$$\triangle R^{(i)} = \frac{C_o(T-u) - C_r(T-IP+1)}{2\times E} - (R^{(i-1)} - R^{(0)}) \quad -(12)$$

ii) $cap_F^{(i)} - R^{(i-1)} \le \triangle R^{(i)} \le cap^{(i)} - R^{(i-1)}$일때

$$\triangle R^{(i)} = \frac{C_o(T-u-1) - C_r(T-IP+1)}{2\times E} - (R^{(i-1)} - R^{(0)}) \quad -(13)$$

가 된다. 여기에서 $LBR^{(i)}$은 $Q^{(i)}$를 생산하기위해 필요한 최저 정규 노동력을 나타내며

$$LBR^{(i)} = \frac{1}{1+\beta} \quad cap^{(i)}$$

가 된다. E는 정규 노동력의 변화량에 따른 2차비용함수의 계수를나타낸다.

최초 생산주기 $IP=1$이면 $\triangle R^{(i)}$의 값은 $\frac{\text{생산주기수}}{\text{전체주기수}}$ 값이 $\frac{\text{정규노동비용}}{\text{초과노동비용}}$ 보다 크지 않을 때 까지는 양의 값을 가지면서 일률적으로 감소하다가 점차로 음의 값을 가지게 된다.$\triangle R^{(i)}$의 값이 음의 값이란 해고등으로 인한 정규 노동시간의 감소를 의미한다.

따라서 생산일정과 용량 제약조건을 만족하면서 용량비용을 최소로 하는 정규 노동시간 $R^{(i)}$는 $R^{(i)} = R^{(i-1)} + \triangle R^{(i)}$가 된다.

단계4. 비용 비교.

생산량$Q^{(i)}$가 생산주기 수가 1회 감소하는 생산량$Q^{(i+1)}$로변함에 따라 총 가동준비비용은 1회 가동준비비용 만큼 줄어 든 반면 총 용량비용은 정규노동시간과 초과 노동시간으로 생산하던 1주기 생산량을 모두 초과 노동시간으로 생산해야 하므로 증가하게 된다.

비생산주기 수를 μ라 하고 생산량이 $Q^{(i)}$, $Q^{(i+1)}$일때 필요로 하는 용량을 각각 $cap^{(i)}$, $cap^{(i+1)}$ 현 정규노동력을 $R^{(i)}$라 하면 용량비용 변화량 $\triangle WC$는

$$\begin{aligned}\triangle WC &= WC^{(i+1)} - WC^{(i)} \\ &= (cap^{(i+1)} - R^{(i)})\,(T-\mu-1) \\ &\quad + (cap_F^{(i+1)} - R^{(i)}) - (cap^{(i)} - R^{(i)})\,(T-\mu)\end{aligned}$$

$$-(cap_F^{(i)} - R^{(i)})$$

$Q^{(i+1)}(T-\mu-1)+Q_F^{(i+1)}$

$=Q^{(i)}(T-\mu)+Q_F^{(i)}$ 의 조건을 사용하면

i) $cap_F^{(i+1)} \geq R^{(i)} \& cap_F^{(i)} \geq R^{(i)}$ 일때

$$\begin{aligned}
\triangle WC &= (cap^{(i+1)} - cap^{(i)})\ (T-\mu-1) \\
&+ (cap_F^{(i+1)} - cap_F^{(i)}) + (R^{(i)} - cap^{(i)}) \\
&= (Q^{(i+1)} - Q^{(i)})\ (T-\mu-1)\ P^s \\
&+ (Q_F^{(i+1)} - Q_F^{(i)})P^s + (R^{(i)} - cap^{(i)}) \\
&= Q^{(i)}P^s + R^{(i)} - cap^{(i)} \\
&= R^{(i)} - P^s
\end{aligned}$$

마찬가지 방식으로

ii) $cap_F^{(i+1)} \geq R^{(i)}$ & $cap_F^{(i)} < R^{(i)}$ 일때

$$\triangle WC = cap_F^{(i)} - P^s$$

iii) $cap_F^{(i+1)} < R^{(i)} \& cap_F^{(i)} \geq R^{(i)}$ 일때

$$\triangle WC = 2R^{(i)} - cap_F^{(i+1)} - P^s$$

iv) $cap_F^{(i+1)} < R^{(i)}$ & $cap_F^{(i)} < R^{(i)}$ 일때

$$\triangle WC = R^{(i)} + cap_F^{(i+1)} - cap_F^{(i+1)} - P^s$$

따라서 모든 경우에 $\triangle WC \geq 0$이 된다.

이와같이 생산량 증가에 의해서 용량비용도 함께 증가하게 된다.

생산량이 $Q^{(i)}$에서 $Q^{(i+1)}$로 증가함으로써 소요용량도 $cap^{(i)}$에서 $cap^{(i+1)}$로 증가하게 된다. 증가된 소요용량을 소화하기 위해 정규노동력의 크기를 변화시킴으로써 용량비용을 줄일 수 있을 것이다. 이 변화량이 $\triangle R^{(i+1)}$로써 식(12),(13)을 사용하여 구할 수 있다.

이렇게 함으로써 가동준비비용과 용량비용의 합 $TC(Q^{(i+1)}, R^{(i+1)})$이 구해지며, 이전 과정에서 결정된 $TC(Q^{(i)}, R^{(i)})$과 비교하여 개선여부를 조사한다. 즉 $TC(Q^{(i)}, R^{(i)}) > TC(Q^{(i+1)}, R^{(i+1)})$이면 단계5. 그렇지 않으면 단계6.

단계5. 실행 가능성 조사.

정규노동력이 $R^{(i+1)}$에서 $R^{(i+1)} + \triangle R^{(i)}$로 변경되면 가용용량능력도 변하게 된다. 초과노동량은 정규노동력의 β 배 만큼 사용할 수 있으므로 정규노동력이 $R^{(i)}$라면 가용용량능력은$(1+\beta)R^{(i)}$가 된다. △ $R^{(i)}$만큼 정규노동력이 변했으므로 $\beta\triangle R^{(i)}$만큼 가용능력이 변하게 된다.

$\triangle R^{(i)}$이 양의 값을 가지면 가용능력이 증가하므로 1회 생산시 더 많은 양을 생산할 수 있게 된다.

현재의 생산량이 $Q^{(i)}$라면 현재의 정규노동력 $R^{(i)}$가 $Q^{(i)} + \triangle Q^{(i)}$ 생산하기에 충분한지를 조사한다. 물론 $\triangle Q^{(i)}$ 는 생산주기수를 1회 줄일 수 있는 양이어야 한다. 생산주기를 1회 줄일 수 없다면 용량비용만이 증가할 뿐 가동준비비용은 줄어들지 않기 때문이다.즉 $Q^{(i)} + \triangle Q^{(i)}$를 생산하기 위해 필요한 최저용량 $LBR^{(i+1)}$ 보다 $R^{(i)}$가 적어서는 안된다. 실제로는 $LBR^{(i+1)}$과 $R^{(i+1)}$가 비교되야 하지만 계산상 $\triangle R^{(i)}$ 의 값이 횟수가 증가함에 따라 보다 적은 값을 가지는 반면에 $LBR^{(i+1)}$의 값은 큰 폭으로 증가하기 때문에 $LBR^{(i+1)}$와 $R^{(i)}$와 비교해도 큰 무리는 없다고 본다.

즉,$LBR^{(i+1)} \leq R^{(i)}$이면 단계2

$LBR^{(i+1)} > R^{(i)}$이면 단계6

단계6. 재고비용 고려

앞 단계에서는 가동준비비용과 용량비용만을 고려하여 생산량$Q^{(i)}$와 소요용량 $R^{(i)}$을 결정하였다.

$Q^{(i+1)}$을 $Q^{(i)}$에 대해 생산횟수를 1회 줄일수 있는 생산량이고 $\triangle Q$는 $Q^{(i+1)} - Q^{(i)} > \triangle Q \geq 0$ 이면 $Q^{(i)}$와$Q^{(i)} + \triangle Q$ 사이의 어떤 값을 생산량으로 취하면 가동준비비용은 감소하지 않고 용량비용만 증가하게 된다. 이 때 재고비용은 생산량이 증가할찌라도 감소할 수 있으므로 $Q^{(i)}$와 $Q^{(i)} + \triangle Q^{(i)}$사이의 생산량에 대해 재고비용과 용량비용의 합이 최소가 되는 생산량을 조사한다. 여기에서 $\triangle Q$값은 $Q^{(i)} + \triangle Q$값이 앞 단계에서 구한 가용용량이 허용하는 범위내에 있는 값이어야 한다. 즉

$$\triangle Q = \left\{ Min \frac{(1+B)R^{(i)} - P^s}{P^s} - Q^{(i)}, Q^{(i+1)} - Q^{(i)} \right\} \quad -(14)$$

$$Q^* = \min_{Q^{(i)} \leq Q \leq Q^{(i)} + \triangle Q^{(i)}} \{HC(Q,Z) + WC(Q,R)\} \quad -(15)$$

여기에서 Z는 주기별 생산여부를 나타내는 벡터이고 R은 앞 단계에서 구한 정규노동력이다.

단계7. 주기별 소요용량 결정.

지금까지 정규노동력은 모든 주기에 동일하다고 가정했다. 실제로는 생산일정을 고려하여 주기마다 정규 노동력을 변화시키는 것이 용량비용을 줄일 수 있을 것이다.

주기 별 정규노동력 변화량 $\triangle R_t$는

i) $LBR-R_{t-1} \le \triangle R_t \le cap_F - R_{t-1}$ 일때

$$\triangle R_t = \frac{C_o\{(T-t+1)-\mu_t\}-C_r\{T-t+1\}}{2E}$$

$$t=ip,ip+1,\cdots,T \qquad -(16)$$

ii) $cap_F - R_{t-1} \le \triangle R_t \le cap - R_{t-1}$ 일때

$$\triangle R_t = \frac{C_o\{(T-t)-\mu_t\}-C_r\{T-t+1\}}{2E}$$

$$t=ip,ip+1,\cdots,T \qquad -(17)$$

여기에서 μ_t는 t주기부터 마지막 주기 T까지 포함되어 있는 비생산주기 횟수이다.

이로써 최종 생산량 Q^*, 생산일정 $Z=(Z1,Z2,\cdots,Z_T)$ 및 주기별 정규용량$R=(R1,R2,\cdots,R_T)$를 구할 수 있다.

2-4. 적용 예제

5주기 동안의 수요량은 다음과 같다.

t	1	2	3	4	5
D_t	5	15	15	20	10

정규노동비／단위시간 $(C_r)=1/2$

초과노동비／단위시간 $(C_o)=1$

가동준비비／1회 $(C_s)=10$

재고유지비／1단위 $(C_h)=1$

가동준비시간／1회 $(P^s)=5$

생산소요시간／1단위 $(P^s)=1$

정규노동력변화 비용계수 $(E)=0.1$

초과노동 허용비율 $(\beta)=0.5$

보유재고량 $(I_o)=10$

단계1.

$$Q^{(1)}=\frac{(5+15+15+20+10)-10}{5}=11$$

$t'=4$ 일때

$\sum D_t > Q^{(1)}t'+I_o$이므로 $Q(1)=12$

단계2.

$Z(1)=Z(2)=Z(3)=Z(4)=Z(5)=1$

$Q_F(1)=7,\ U=0,\ IP=1,\ cap^{(1)}=17,\ cap_F^{(1)}=12$

단계3.

$$R(0)=LBR^{(1)}=cap^{(1)}\times\frac{1}{1+\beta}=17\times\frac{2}{3}=11.3$$

i) $0\le\triangle R^{(1)}+R^{(0)}\le cap^{(1)}=12$ 일때

$\triangle R^{(1)}=0.7$

$WC(Q^{(1)},R^{(1)})=WC(12,12)=50.049$

ii) $12\le\triangle R^{(1)}+R^{(0)}\le cap^{(1)}=17$ 일때

$\triangle R^{(1)}=5.7$

$WC(12,17)=45.749$

따라서 $\triangle R^{(1)}=5.7$

$R^{(1)}=R^{(0)}+\triangle R^{(1)}=17$

단계4. $TC(Q^{(1)},R^{(1)})=95.749$

단계5. $Q^{(2)}=\left[\frac{55}{4}\right]=14$

$cap^{(2)}=19,\quad LBR^{(2)}=12.7$

$LBR^{(2)}<R^{(1)}$ 이므로 단계2

단계2. $Z(1)=Z(2)=Z(3)=Z(4)=1,\ Z(5)=0$

$Q_F^{(2)}=13,\ U=1,\ IP=1,\ Cap_F^{(2)}=18$

단계3.

i) $LBR^{(2)}\le\triangle R^{(2)}+R^{(1)}\le cap_F^{(2)}$ 일때

$\triangle R^{(2)}=1$

$WC(14,18)=52.489$

ii) $cap_F^{(2)}\le\triangle R^{(2)}+R^{(1)}\le cap^{(2)}$ 일때

$\triangle R^{(2)}=1$

$WC(14,18)=52.489$

따라서 $\triangle R^{(2)}=1$

$R^{(2)}=R^{(1)}+\triangle R^{(2)}=18$

단계4. $TC(14,18)=92.489$

$TC(14,18)<TC(12,17)$ 이므로 단계5

단계5. $Q^{(3)}=\left[\frac{55}{3}\right]=19$

$cap^{(3)}=24,\ LBR^{(3)}=16$

$LBR^{(3)} \leq R^{(2)}$ 이므로 단계2

단계2. $Z(1)=0,\ Z(2)=Z(3)=Z(4)=1,\ Z(5)=0$

$IP=2,\ U=2,\ Q_F^{(3)}=17,\ cap_F^{(3)}=22$

단계3. i) $LBR^{(3)} \leq \triangle R^{(3)}+R^{(2)} \leq cap_F^{(3)}$ 일때

$\triangle R^{(3)}=\ -2$

$WC\,(19,16)\ =\ 66.209$

ii) $cap_F^{(3)} \leq \triangle R^{(3)}+R^{(2)} \triangle cap^{(3)}$ 일때

$\triangle R^{(3)}=4$

$WC\,(19,22)\ =\ 70.449$

따라서 $\triangle R^{(3)}=\ -2$

$R^{(3)}=R^{(2)}+\triangle R^{(3)}\ =\ 16$

단계4. $TC\,(19,16)\ =\ 96.209$

$TC\,(19,16)>TC\,(14,18)$ 이므로 단계6

단계6.

$$\triangle Q=Min\ \left\{\frac{(1+1/2)\times 16-5}{1}-14,\ 19-14\right\}$$

$=Min\{5,5\}$

$=5$

$\hat{Q}=14$ 일때

t	1	2	3	4	5
Z_t	1	1	1	1	0
I_t	19	18	17	10	0

$\sum_{t=1}^{5} I_t=64$

$HC\,(14,Z)+WC\,(14,18)=64+52.489=116.489$

$\hat{Q}=15$ 일때

t	1	2	3	4	5
Z_t	0	1	1	1	1
I_t	5	5	5	0	0

$\sum_{t=1}^{5} I_t=15$

$HC\,(15,Z)+WC\,(15,18)=15+57.289=72.289$

마찬가지 방법으로

$\hat{Q}=16$ 일때 $\sum_{t=1}^{5} I_t=22$

$Q^{*}=17$ $\sum_{t=1}^{5} I_t=27$

$\hat{Q}=18$ $\sum_{t=1}^{5} I_t=33$ 이 된다.

$\hat{Q}=16,17,18$ 의 경우 재고유지비가 줄어들지 않으므로 총 비용은 $\hat{Q}=15$ 일때 보다 크다. 따라서 $Q^{*}=15$ 가 된다.

단계7.

$cap=20,\ cap_F=15,\ LBR=13.3,\ R_1=11.3$

식 (16), (17) 에 의해서

$\triangle R_2=5,\quad R_2=R_1+\triangle R_2=16.3$

$\triangle R_3=2.5,\quad R_3=R_2+\triangle R_3=18.8$

$\triangle R_4=0,\quad R_4=18.8$

$\triangle R_5=-2.5,\quad R_5=16.3$

따라서 최종 생산량과 각 주기별 정규노동력 규모는

$Q=15,\ R_1=11.3,\ R_2=16.3,\ R_3=18.8,\ R_4=18.8,\ R_5=16.3$

3.결론

본 연구는 이산수요, 고정량 생산시스템에서 생산량, 재고수준 및 노동력 규모를 결정하는 일종의 총괄계획 모형을 다루고 있다.

종래의 총괄계획 모형에 관한 연구가 재고유지비와 용량비 만을 고려하였는데 본 연구는 가동준비비, 재고유지비 및 소요용량비를 함께 고려하고 있다.

특히, 고정생산량과 가동준비 횟수와의 관계식을 이용하여 먼저 가동준비비와 소요용량비간의 적정점을 찾고, 결정된 용량하에서 재고유지비와 용량비용을 최소로 하는 생산량을 결정하는 휴리스틱 해법을 제시하였다.

참고문헌

1. Bahl,H.C. and Ritzman.L.P.,"An Integrated Model for Master Scheduling, Lot Sizing and Capacity Requirements planning", J.Opl.Res.Soc.,Vol.35,No.5,1984
2. Biggs,J.R.,"Heuristic Lot-Sizing and Sequencing Rules in a Multistage Production-Inventory System", Decision Science, Vol.10,1979, pp. 96-115.
3. Krajewski,L.J. and Ritzman,L.P.,"Disaggregation in Manufacturing and Service Organizations : Survey of Problems and Research", Decision Science,Vol.8,1977, pp. 1-18.
4. Maxwell,W.,Muckstadt,J.A.,Thomas,L.J. and Vander Eecken,J.,"A Modeling Framework for Planning and Control of Production in Discrete Parts Manufacturing and Assembly Systems",Interfaces, Vol.13,1983.
5. Meal,H.C.,Wachter,M.H. and Whybark,D.C.,"Material Requirements Planning in Hierachical Production Planning Systems",Int. J. Prod. Res. , Vol.25, No. 7, 1984
6. Newson, E. F. P. , "Multi−item Lot Size Scheduling by Heuristic Part 1 : with Fixed Resources, Part 2 : with Variable Resources", Mgt. Sci. , Vol. 21, 1975, pp. 1186-1203.
7. O'Malley, R. L. , Elmaghraby, S. E. and Jeske, J. W. , "An Operational System for Smoothing Batch−Type Production", Mgt. Sci. , Vol. 12, No. 10, 1966.
8. Seward, S. M. , Taylor, S. G. and Bolander, S. F. , Progress in Integrating and Optimizing Production Plans and Schedules", Int. J. Prod. Res. , Vol. 23. No. 3, 1985, pp. 609-624.