

공급능력제한이 있는 공정에서 다품종생산제품의 최량재고보충의 한가지 방법

문 정 희

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《인민경제 모든 부문에서 온갖 예비와 가능성을 최대한 동원하여 생산적양양을 일으키기 위한 경제작전과 지휘를 짜고들며 현행계획과 전망적인 단계별 발전전략을 과학적으로 세우고 그대로 완강하게 집행해나가야 합니다.》

론문에서는 다품종의 제품에 대하여 공급능력이 제한된 생산공정에서 공정능력을 초과하지 않도록 생산제품들의 최량재고보충의 한가지 방법을 제기하였다.

개별품종마다 정량주문방법이나 정기주문방법에서는 공급능력의 제한을 고려하고있지 않으므로 이 방법을 다품종용재고보충에 리용하면 공정능력을 초과한 보충요구에 의하여 공급공정측의 능력계획을 세우기 힘들며 제정된 공급조달기간대로 입고하지 못하게 된다.

그러므로 공급능력의 제한에 대하여 이전 재고관리방법[1, 2]에서는 안전재고량의 개별품종에로의 분배방법이나 재고수준결정방법 등으로 대응하여왔다. 이 방법들의 경우 보충요구측과 공급공정측사이에서 실제의 공급조달기간보다 긴 조달기간을 약속하기로 하고 예정공급조달기간보다 실제의 공급조달기간이 길게 되는 경우 납기기간을 조절하기도 하며 실제로 재고부족이 발생한 경우에는 긴급공급요구를 받아들여 대응하기도 한다. 결과 다품종의 재고보충에서 보충요구측과 공급공정측사이에서 생산순서나 납기의 조정이 많이 발생한다. 이와 같이 공급측의 공정능력을 초과하여 다품종을 보충하는 경우 우선적으로 생산하려는 보충대상품종을 결정하기 힘들다.

여기서는 보충요구시에 다품종을 가상하여 공급공정능력의 제한을 보충총량의 범위에 주고 각 품종의 수요량평균, 유효재고량, 보충수요량, 공급조달기간을 사용하여 재고부족의 발생률을 계산하고 그것을 보충순서로 하여 보충대상품종을 결정하는 최량화재고보충의 한가지 방법을 제기하고 모의를 통하여 효과성을 검증하였다.

1. 최량화재고보충방법을 위한 생산공정의 모형화

론문에서 대상으로 하는 생산공정의 한가지 모형을 그림 1에 보여주었다.

가공공정 WS 는 Em 의 생산능력을 가지며 순서교차에 의하여 m 종류의 다품종을 반복하여 생산할수 있다. 가공공정 WS 의 가공능력은 어떤 품종을 j 로 하면 1회당 가공지령 $Qb(j)$ 의 가공이 가능하며 가공시간이 $Tb(j)$ 일 때 교체준비시간을 $Tc(j)$ 일로 한다.

창고 WH 는 가공공정 WS 의 다음에 있으면서 가공이 끝난 때 품종들을 보관하고 그 유효재고량(소유재고량과 보충요구나머지의 합)을 $AB(j)$ 로 한다.

수요에 대한 출고는 창고 WH 로부터 진행된다. 또한 매 품종의 보충요구량을 $Qs(j)$ 로 하면 보충요구는 가공공정 WS 에 입력되며 가공공정 WS 는 공급조달기간 $Ls(j)$ 후에

창고 WH 에 입력된다.

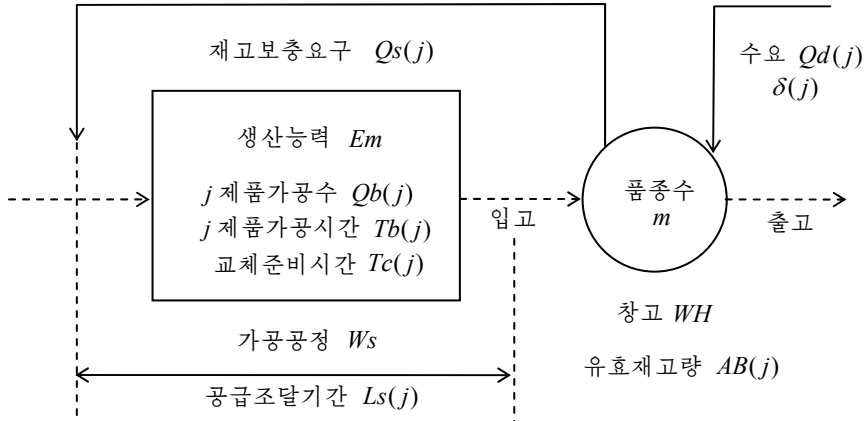


그림 1. 생산공정의 한가지 모형

각 품종의 보충요구량 $Qs(j)$ 의 결정방법은 재고부족을 일으키지 않기 위하여 수요량 분포의 평균보다 크게 하는 한편 재고를 줄이기 위해 가능한 적은 양을 설정한다. 보충요구량 $Qs(j)$ 가 지나치게 큰 경우 1회에 보충적으로 요구할수 있는 품종수가 작게 되며 매 품종의 보충기회가 작게 된다. 반대의 경우에는 가공공정 Ws 의 교체회수가 많게 된다.

또한 공급조달기간 $Ls(j)$ 는 보충요구량 $Qs(j)$ 를 가공수 $Qb(j)$ 로 나눈값에서 가공시간 $Tb(j)$ 를 곱하고 교체준비시간 $Tc(j)$ 를 더한것으로서 식 (1)로 구해진다.

$$Ls(j) = \frac{Qs(j)}{Qb(j)} \cdot Tb(j) + Tc(j) \quad (1)$$

각 품종의 보충요구에 대하여 필요한 부분품, 자재는 즉시에 준비할수 있는것으로 한다.

또한 1d의 수요량분포는 평균 $Qd(j)$, 표준편차 $\sigma(j)$ 인 정규분포이며 각 품종의 공급조달기간내의 수요량 $Fd(j)$ 는 1d의 평균수요량 $Qd(j)$ 와 공급조달기간 $Ls(j)$ 의 적이다.

2. 최량화재고보충방법과 알고리즘

① 최량화재고보충방법

정량주문방법으로 재고보충을 한 경우 여러 품종이 동시에 공급을 요구하는 각 품종의 보충요구량의 총합이 공급능력 Em 을 넘는 경우에는 공급능력 Em 의 범위내에서 우선적으로 생산하는 보충대상항목을 결정한다. 이것을 우선보충이라고 부른다.

또는 각 품종의 보충요구량의 총합이 공급능력 Em 을 넘지 않는 경우에는 공급능력 Em 의 범위내에서 공급을 요구하고 그렇지 않는 경우에는 나머지 다품종에서 선행하여 생산하는 보충대상품종을 결정한다. 이것을 선행보충이라고 부른다.

우선보충, 선행보충하는 품종은 각 품종의 재고부족의 여유에서 정한다.

각 품종의 재고부족의 여유를 여유재고률이라고 부르고 $Rm(j)$ 로 표시하며 각 품종의 공급조달기간내의 수요량 $Fd(j)$ 에 대한 유효재고량 $AB(j)$ 의 비로 정의한다.

$$Rm(j) = \frac{AB(j)}{Fd(j)} \quad (2)$$

여유재고를 $Rm(j)$ 는 유효재고량 $AB(j)$ 가 령인 경우 령으로 되어 재고부족이 발생하고있다는것을 표시하며 유효재고량 $AB(j)$ 가 많고 큰 값으로 되어 재고부족이 일어나기 힘들다는것을 나타낸다. 여기서 보충대상품종 j 는 여유재고를 $Rm(j)$ 가 작은 순서로 각 품종을 순서화한다.

식 (3)에서 보여주는것처럼 공급능력 Em 의 범위내에서 품종 x^* 을 정하고 $j=1 \sim x^*+1$ 까지로 한다. x^*+1 개의 품종에서 공급능력 Em 을 넘긴 부분은 다음날의 공급으로 넘긴다.

$$x^* = \left\{ \max_{1 \leq x \leq m} \left| \sum_{j=1}^x Qs(j) < Em \right| \right\} \quad (3)$$

또한 선행보충한 경우의 재고총량은 공급능력 Em 이 각 품종의 평균수요량 $Qd(j)$ 의 총합보다 크므로 공급과잉으로 계속 증가한다. 이것을 제한하기 위하여 각 품종의 여유재고량이 지정한 값을 넘긴 경우에는 선행보충을 하지 않도록 한다. 이 값을 상한여유재고량이라고 부르고 Prm 으로 표시한다.

상한여유재고량은 1.0이상의 값으로서 이 값이 작은 경우 유효재고량 $AB(j)$ 의 총합은 작게 되어 재고부족률이 높아진다. 반대의 경우 재고부족률은 낮게 되지만 유효재고량의 총합은 증가한다. 따라서 상한여유재고량 Prm 은 유효재고총량과 재고부족률을 조종하는 파라미터로 리용된다.

② 최량재고보충방법의 알고리즘

최량재고보충방법의 알고리즘을 그림 2에 보여주었다.

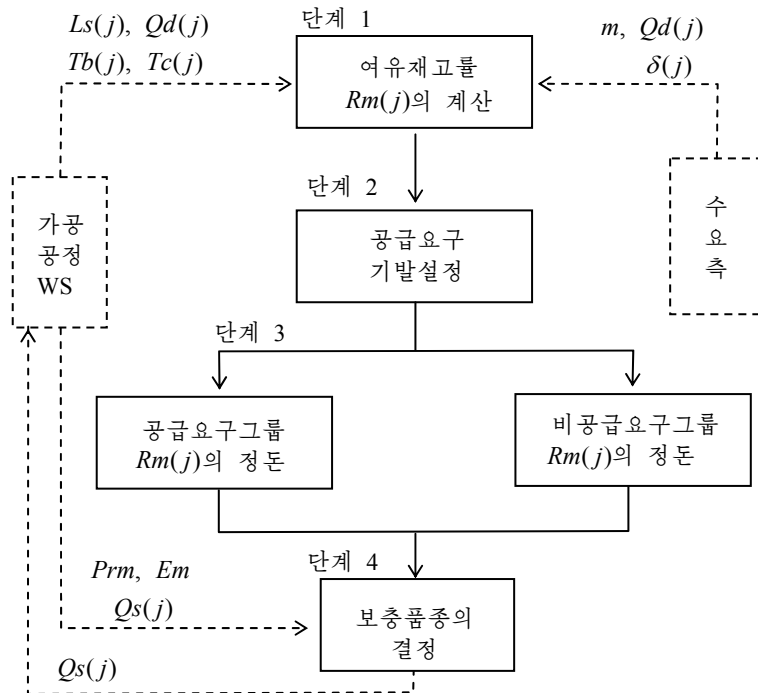


그림 2. 최량재고보충방법의 알고리즘

단계 1 각 품종의 여유재고량을 식 (2)에 기초하여 계산한다.

단계 2 각 품종의 공급요구를 공급을 요구하고있는 품종에 0을, 요구하지 않고있는 품종에 1의 기발을 붙여 구분한다.

단계 3 동시에 공급을 요구하고있는 품종그룹과 요구하지 않는 그룹의 제품에 대하여 각 품종의 여유재고를 $Rm(j)$ 가 작은 순서로 각 품종을 정돈한다.

단계 4 우선 공급을 요구하고있는 품종그룹에 대하여 식 (3)에 기초하여 공급능력 Em 의 범위내에 있는 보충대상품종 $j=1 \sim x^*+1$ 을 결정한다.

또한 공급을 요구하고있는 품종그룹의 보충요구량의 총합이 재고능력 Em 보다 작은 경우 선행보충하는 품종을 공급을 요구하고있지 않은 품종그룹으로부터 추가결정한다.

선행보충대상품종은 상한여유재고를 Prm 이하의 여유재고로 식 (3)에 기초하여 공급능력 Em 의 범위내의 품종 $j=1 \sim x^*+1$ 을 결정한다.

3. 모 의 결 과

제안한 방법의 재고총량과 재고부족률에 대하여 정량주문방법과 동일한 수요조건, 보충조건을 리용하여 모의에 의해 비교평가한다.(표)

표. 여유재고들의 계산

품종수(m)	Qd	σ	Ls	Fd	S	AB	Rm	Flag
품종 1	60	32.1	2	120	89	214	1.780 8	1
품종 2	70	42.4	2	140	115	140	1.000	0
품종 3	80	46.6	3	240	158	101	0.420 8	0
품종 4	90	52.3	3	270	178	487	1.803 7	1
품종 5	100	56.5	3	300	192	439	1.463 3	0
품종 6	100	57.6	3	300	202	124	0.413 3	0
품종 7	110	61.8	4	440	242	149	0.338 6	0
품종 8	120	70.9	4	480	278	8	0.016 7	0
품종 9	130	77.3	4	520	303	242	0.465 4	0
품종 10	140	79.3	4	560	311	306	0.546 4	0
계	1 000			3 370	2 068	2 210		

보유하는 품종수 m 은 10개 품종이다. 또한 각 품종의 공급조달기간 $Ls(j)$ 는 가공수 $Qb(j)$ 를 400회/d, 가공시간 $Tb(j)$ 를 5d, 절차교환시간 $Tc(j)$ 를 0.1d로 설정하고 식 (1)에서 계산한 값이며 보충요구량 $Qs(j)$ 는 평균수요량 $Qd(j)$ 의 2배로 설정한 값이다. 표안의 Rm 은 계산결과와 여유재고들이다.

모의에서는 그림 1의 생산공정을 리용하고 수요조건과 보충조건은 표를 사용하며 수요자료는 매 품종마다 평균수요량의 2배값을 최대값으로 하고 최소값은 1로 한다. 또한 공급능력은 1d 평균수요량의 총합인 1 000개로 한다.

정량주문방법의 모의에서 여러 품종이 동시에 공급능력을 초과한 경우에는 동일한 품종에 보충이 쏠리지 않도록 보충품종을 회전시킨다.

정량주문방법의 공급요구는 각 품종의 공급조달기간내의 수요량 $Fd(j)$ 와 안전재고량 $S(j)$ 로 결정된다.

$$I(j) = Fd(j) + S(j)$$

$$S(j) = k \cdot \sqrt{Ls(j)} \sigma(j) \quad (4)$$

재고부족률은 생성한 각 수요를 출고할 때 보유재고가 부족하여 출고할수 없었던 부족회수를 측정하고 각 품종의 수요총건수로 나눈 비율을 사용한다. 또한 재고부족률의 수요자료는 입고대기로 하지 않으므로 수요로부터 취소한다. 각 품종의 초기재고량은 공급조달기간내의 수요량으로 한다.

1회의 모의기간을 240d로 하며 평가는 반복3회의 모의에서 얻은 결과의 평균을 사용한다.

그림 3에 평균재고부족률의 모의결과를 보여주었다.

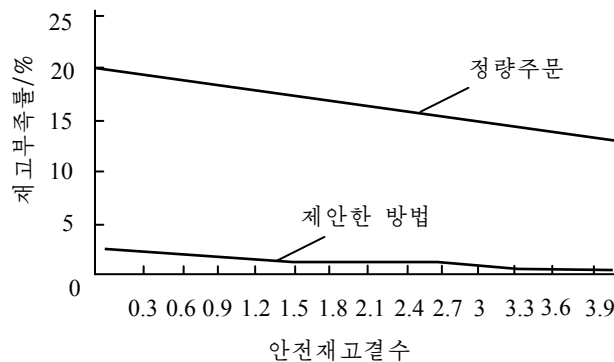


그림 3. 평균재고부족률의 모의결과

공급능력의 제한에서 정량주문방법의 재고부족률은 13.3~19%이며 이에 대하여 제안한 방법은 재고부족률이 2.5%이하로서 낮았다.

다음 제안한 방법의 재고부족률의 최대값, 최소값에 대하여 조사하였다. 그림 3에서 보여준것처럼 재고부족률은 최대값과 최소값의 차가 비교적 적으며 안전재고결수가 크게 되면 작아진다.

그림 3으로부터 여유재고률에 의한 우선보충과 선행보충은 재고부족률을 감소시키고 안정화시킨다는것을 알수 있다.

맺는 말

공급능력에 제한이 있는 다품종생산공정에서 여유재고률에 의한 최량재고보충방법을 제안하고 모의를 통하여 효과성을 평가하였다.

참고 문헌

- [1] T. Baris, S. Karabati; Int. J. Production Economics, **145**, 78, 2013.
- [2] S. Saha, S. K. Goyal; Int. J. Production Economics, **161**, 140, 2015.

A Method of Optimal Inventory Replenishment of Multi-items Products in the Limited Supply Capacity Process

Mun Jong Hui

In this paper is proposed a method of optimal inventory replenishment by the margin stock ratio in multi-items production process with limited supply capacity and its effectiveness is verified through simulation.

Key words: inventory management, inventory replenishment method, margin stock ratio