經營學硏究 第17卷 第1號(1987年 9月)

多段階 技能水準 向上을 考慮한 線型 生産 平滑 模型에 관한 硏究

——A study on the Linear Production Smoothing Model with Multi-phased worker Productivity——

尹 在 坤*

≪目 次≫

Ⅰ. 序 論

生産計劃을 단순히 生産費用만을 最小化하는 것에 기준을 두고 在庫費와 遊休費를 없도록 하기 위하여 需要變動에 맞추어 採用 및 解雇를 자유롭게 한다면 法律과 道德的인 制約을 비롯하여 從業員 士氣 低下나 企業을 둘러싼 環境의 批難을 면할 수 없다.

따라서 需要의 급격한 변화의 충격을 흡수할 수 있는 政策을 樹立하지 않으면 안된다. 이는 戰略의 변경에 따른 費用을 고려함으로써 어느 정도 해결될 수 있다.

이러한 개념에 따라 등장한 것이 生産平滑 模型이다. Holt, Modigliani, Simon 은 1955 년 페인트공장의 자료를 바탕으로 生産平滑槪念을 최초로 도입한 모형을 발표했다.[1] 이어 1956 년에는 Holt, Modigliani 및 Muth 의 논문이 발표되었다.[2] 本考에서는 이 두 論文에서 제시된 모형을 HMMS 모형이라 부르기로 한다. HMMS 모형은 이 분야에 커다란 업적을 남겼고 이를 뒤따

* 曉星女子大學校 經商大學 經營學科 副敎授

1) C.C. Holt, F. Modigliani, H.A. Simon, "A Linear Decision Rule for Production and Employment Scheduling," Management Sci., Vol. 2, No. 1, (1955), pp. 1~30.

2) C.C. Holt, F. Modigliani, J.F. Muth, "Derivation Linear Decision Rule for Production and Employment, Management Sci., (1956), pp. 159~177.

수많은 연구가 발표되었다. 그런데 이들 연구의 대부분은 HMMS 모형을 개선한 것에 지나지 않는다.

HMMS 모형은 2차의 비선형비용함수를 가정하고 있으므로 계산의 복잡성을 초래한다는 점 이외에 2차함수를 적용하기 위해서 採用費用과 解雇費用을 서로 대칭적인 것으로 간주하였고, 在庫不足費와 超過作業費도 대칭비용으로 간주하는 등의 무리한 假定을 설정하여야 했다.

HH(F. Hanssmann, S.W. Hess) 모형은 2차 비선형 비용함수 대신 선형비용함수를 가정함으로써 採用과 解雇, 在庫와 在庫不足에 관련된 비용을 독립적으로 표시할 수 있게 한 잇점을 지니고 있을 뿐만 아니라 LP를 사용가능케 하였다는 점에서 바람직한 모형으로 간주된다.[3]

그러나 HH 모형은 作業者의 生產性이 시간의 경과와 함께 개선되지 않고 항상 고정되어 있다는 그릇된 가정에 근거하고 있다. 이는 널리 알려진 作業者의 學習理論[4]과 相衝하는 것이다.

OST(M.G. Orrbeck, D.R. Schuette, H.E. Thompson) 모형[5]은 작업자의 技能向上을 전제로 한 것으로서 학습이론을 반영한 최초의 생산평활 모형으로 간주된다. 이 모형은 能力水準을 이론적으로는 $e(e \geq 2)$수준까지 확장할 수 있다고 주장하였으나 실제에는 2 수준에 대해서만 선형화하여 제시하였기 때문에 2 이상의 수준을 반영할 경우 어려움이 있다. 선형화가 불가능한 경우 LP라는 유용한 도구를 사용할 수 없고 解를 얻는데는 어려움이 따르게 된다.

따라서 本 硏究의 目的은 OST 모형을 확장하여 임의의 기능 수준향상에 대해서도 선형화된 일반적인 생산평활모형을 제시함에 있다.

Ⅱ. 生產平滑에 관한 旣存模型의 檢討

生產平滑模型은 HMMS 모형, HH 모형 및 OST 모형이 주류를 이루고 있다. HMMS 모형은 線型決定模型(linear decision rule)이라고 부르는 최초의 평활모형으로서 기타의 평활모형은 이 모형에 바탕을 두고 전개된 것이다.

3) F. Hanssmann, S.W. Hess, "A Linear-Programming Approach to Production and Employment Scheduling," in Readings in Production and Operations Management, E.S. Buffer (ed.), (New York: John Wiley & Sons Inc., 1966), pp.110~115.

4) R.W. Conway, A. Schultz, Jr., "The Manufacturing Progress Function," in Operations Management, G.K. Groff, J.F. Muth (eds.), (Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, Inc., 1969), pp.355~380.; L.E. Yelle, "The Learning Curve: Historical Review and Comprehensive Survey," Decision Sci., Vol. 10, No. 2, (1979), pp. 302~328.

5) M.G. Orrbeck, D.R. Schuette, H.E. Thompson, "The Effect of Worker Productivity on Production Smoothing," Management Sci., Vol. 14, No. 6, (1968), pp.B334~B338.

1. HMMS 模型

HMMS 모형은 다음과 같은 가정을 지니고 있다.[6]

① 채용과 해고는 일정한 2차 비용함수이다.

② 초과작업은 2차 함수식으로 표현되나 선형분해함수와 근사하다.

③ 재고비와 품절비는 일정한 2차 비용함수이다.

④ 정규작업임금은 기간에 관계없이 항상 선형이다. 즉, 작업자의 임금은 고용수준에 관계 없이 인원수에만 비례한다.

HMMS 모형에서의 파라메타는 다음과 같이 정의된다.[7]

t 期의 정규임금 : C_1N_t

t 期의 고용비와 해고비 : $C_2(N_t-N_{t-1})^2$

t 期의 초과작업비 : $C_3(X_t-C_4N_t)^2+C_5X_t-C_6N_t$

t 期의 재고유지비 및 품절비 : $C_7(I_t-C_8-C_9D_t)^2$

여기서

C_N : $N(1, 2, \cdots\cdots, T)$ 期까지의 기대 총비용의 합

C_t : t 期의 총비용

N_t : t 期의 고용인 수

X_t : t 期의 생산량

I_t : t 期의 재고량

D_t : t 期의 수요량

HMMS 모형은 다음과 같이 定式化된다.

$$\text{最小化} : C_N=\sum_{t=1}^{N} C_t$$

$$\begin{aligned} C_t=[&(C_1N_t) : \text{정규임금} \\ &+C_2(N_t-N_{t-1})^2 : \text{고용 및 해고비용} \\ &+C_3(X_t-C_4N_t)^2+C_5X_t-C_6N_t : \text{초과작업비용} \\ &+C_7(I_t-C_8-C_9D_t)^2] : \text{재고와 관련된 비용} \end{aligned} \quad \cdots\cdots(2.1)$$

$$\text{制　約} : I_{t-1}+X_t-D_t=I_t, \quad t=1, 2, \cdots\cdots, N \quad \cdots\cdots(2.2)$$

$$X_t, N_t, I_t \geqq 0$$

6) C.C. Holt, F. Modigliani, H.A. Simon, op. cit., pp. 1~30.

7) Ibid., pp. 7~15.

2. HH 模型

HMMS 모형은 해고비와 채용비, 재고유지 및 품절비를 무리하게 대칭인 2차함수로 표시하였기 때문에 실제의 상황을 그대로 반영한다고 볼 수 없고 오히려 계산절차만을 복잡하게 한 단점을 지니고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 등장한 모형이 HH 모형이다.[8]

HH 모형은 HMMS 모형과는 달리 다음과 같은 가정을 갖고 있다.

① 채용비 및 해고비는 서로 다른 선형함수로 표시된다.

② 초과작업비는 선형함수이다.

③ 재고 및 품절비는 서로 다른 선형함수이다.

④ 정규작업비는 기간, 작업자의 능력에 관계없이 항상 일정하다.

HH 모형의 파라메타는 다음과 같이 정의된다.[9]

채용비 : $C_h(N_t-N_{t-1})^+$

해고비 : $C_f(N_t-N_{t-1})^-$

초과 작업비 : $C_0(KX_t-N_t)^+$

재고 유지비 : $C_1I_t^+$

재고 부족비 : $C_2I^-_t$

그런데 a^+와 a^- 기호는 다음과 같은 특징을 지니고 있다.

$$a^+=\begin{cases}a\leftarrow a\geqq 0\\ 0\leftarrow a<0\end{cases}$$

$$a^-=\begin{cases}0\leftarrow a\geqq 0\\ -a\leftarrow a<0\end{cases}$$

따라서 $a^+-a^-=a$ 이며

여기서

$C(X_1,\cdots,X_n;\ N_1,\cdots,N_n)$: HMMS 모형의 C_N과 같다.

C_r : 단위당 평균 正規賃金

K : 한 단위 생산하는데 필요한 作業者數

그 외의 파라메타는 HMMS 모형의 것과 동일하다.

HH 모형에서의 목적함수는 채용 및 해고와 재고유지 및 품절비용등을 각각 하나의 비용함수

8) F. Hanssmann, S.W. Hess, op. cit., pp. 110~115.

9) Ibid., pp. 110~115.

로 보고 이들 합의 최소화를 구한다.

HH 모형은 다음과 같이 제시된다.

$$\text{最小化}: C(X_1, \cdots, X_n : N_1, \cdots, N_n) = \sum_{t=1}^{n} \{C_r N_t + C_h (N_t - N_{t-1})^+$$
$$+ C_f (N_t - N_{t-1})^- + C_0 (KX_t - N_t)^+ + C_1 I_t^+ + C_2 I_t^-\} \quad \cdots\cdots (2.3)$$

$$\text{制 約}: X_t \geqq 0 \quad \cdots\cdots (2.4)$$
$$N_t \geqq 0 \quad \cdots\cdots (2.5)$$
$$I_t^+ - I_t^- = I_{t-1}^+ - I_{t-1}^- + X_t - D_t \quad \cdots\cdots (2.6)$$
$$I_t^+,\ I_t^- \geqq 0$$

그런데 HH 모형은 LP 를 이용하여 最適解를 구할 수 있도록 변수간의 편차를 하나의 변수로 정의한다. 즉

$$\left.\begin{aligned} H_t &= (N_t - N_{t-1})^+ \\ F_t &= (N_t - N_{t-1})^- \\ Z_t &= (KX_t - N_t)^+ \\ ZZ_t &= (KX_t - N_t)^- \\ U_t &= I_t^+ \\ V_t &= I_t^-, \quad t = 1, 2, \cdots, n \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (2.7)$$

HH 는 (2.6)과 (2.7)을 다음 (2.8), (2.9)와 같이 선형으로 변형한다.

$$\begin{aligned} X_t &= I_t - I_{t-1} + D_t \\ &= (U_t - V_t) - (U_{t-1} - V_{t-1}) + D_t \quad \cdots\cdots (2.8) \end{aligned}$$

(2.7)과 (2.8)에서

$$\begin{aligned} KX_t - N_t &= Z_t - ZZ_t \\ N_t &= KX_t - (Z_t - ZZ_t) \\ &= K\{(U_t - V_t) - (U_{t-1} - V_{t-1}) + D_t\} \\ &\quad - (Z_t - ZZ_t) \quad \cdots\cdots (2.9) \end{aligned}$$

따라서 $X_t \geqq 0$, $N_t \geqq 0$ 이므로 (2.8)과 (2.9)에서

$$(U_t - V_t) - (U_{t-1} - V_{t-1}) + D_t \geqq 0 \quad \cdots\cdots (2.10)$$

$$(U_t - V_t) - (U_{t-1} - V_{t-1}) + D_t - \frac{1}{K}(Z_t - ZZ_t) \geqq 0 \quad \cdots\cdots (2.11)$$

마찬가지로, (2.7)에서 H_t와 F_t는

$$N_t - N_{t-1} = H_t - F_t \cdots\cdots (2.12)$$

이 式은 (2.9)에서 다음과 같이 표현된다.

$$N_t - N_{t-1} = (U_t - V_t) - 2(U_{t-1} - V_{t-1}) + (U_{t-2} - V_{t-2}) - \frac{1}{K}(Z_t - ZZ_t) + \frac{1}{K}(Z_{t-1} - ZZ_{t-1}) + (D_t - D_{t-1})$$

이를 변형하면,

$$(U_t - V_t) - 2(U_{t-1} - V_{t-1}) + (U_{t-2} - V_{t-2}) - \frac{1}{K}(Z_t - ZZ_t) + \frac{1}{K}(Z_{t-1} - ZZ_{t-1}) - (H_t - F_t) = D_{t-1} - D_t \cdots\cdots (2.13)$$

HH 모형은 결과적으로 다음과 같은 LP 모형으로 변형된다.

$$最小化 : C = \sum_{t=1}^{n} [C_r K\{(U_t - V_t) - (U_{t-1} - V_{t-1}) + D_t\} - C_r\{Z_t - ZZ_t\} + C_h H_t + C_f F_t + C_0 Z_t + C_1 U_t + C_2 V_t] \cdots\cdots (2.14)$$

$$制\ 約 : (U_t - V_t) - (U_{t-1} - V_{t-1}) + D_t \geqq 0 \cdots\cdots (2.15)$$

$$(U_t - V_t) - (U_{t-1} - V_{t-1}) + D_t - \frac{1}{K}(Z_t - ZZ_t) \geqq 0 \cdots\cdots (2.16)$$

$$(U_t - V_t) - 2(U_{t-1} - V_{t-1}) + (U_{t-2} - V_{t-2}) - \frac{1}{K}(Z_t - ZZ_t) + \frac{1}{K}(Z_{t-1} - ZZ_{t-1}) - (H_t - F_t) = D_{t-1} - D_t \cdots\cdots (2.17)$$

$$H_t, F_t, Z_t, ZZ_t, U_t, V_t \geqq 0 \cdots\cdots (2.18)$$

3. OST 模型

로보트를 통해 일정한 생산량을 유지하는 기업이나, 작업자가 작업을 熟知하고 학습능률이 증가되는 속도보다 제품의 연구개발이 더 빠른 속도를 유지하면 작업자의 생산성의 변화에 관심을 두지 않아도 될 것이다.

그러나 방적공과 같이 수작업을 요구하는 작업의 경우는 작업자의 생산성 향상이 생산 계획에 고려되어야 한다. 그런데 앞에서 제시된 HMMS 모형이나 HH 모형은 작업자의 작업기간에

관계없이 작업자의 생산능력은 고정된 것으로 가정되고 있다. 이것은 실제와 다른 것이므로 학습이론을 반영한 생산평활모형을 개발할 필요가 있고 이에 따라 등장한 것이 바로 OST 모형이다.[10]

OST 모형은 다음과 같은 가정을 갖는다.

① 채용 및 해고는 각각 별개의 선형함수로 표시된다.

② 재고 및 품절비는 각각 별개의 선형함수로 표시된다.

③ 초과작업비용은 숙련정도 i에 따라 다르다.

④ 정규작업비는 기간에 따라 다르며 작업자의 생산능률이 증가 된다는 것을 인정한다. (단, LP 모형에서는 생산능률을 2단계로만 한정한다)

OST 모형에서는 HMMS, HH 모형과는 달리 기능수준 $i(i=1, 2, \cdots e)$에 따라 파라메타를 재정의 한다.

C^i : 숙련집단 i의 정규임금

e : 숙련정도가 가장 높은 숙련집단

N_t^i : t 期에 숙련집단 i의 작업자수

a : 초과작업 임률계수

$\frac{C^i}{P^i}$: i번째 숙련집단의 단위당 생산비

O_t^i : t 期에 숙련집단 i의 초과작업량

$a\frac{C^i}{P^i}$: 숙련집단 i의 작업자의 초과작업시 단위당 비용

C_h : 채용비

(t 期에 신규로 채용된 모든 고용인은 숙련집단 1에 들어감)

C_f : 해고비

P^i : i번째 숙련집단의 한 작업자가 정규작업으로 할 수 있는 생산량

LP^i : i번째 숙련집단의 한 작업자가 정규작업과 초과작업으로 할 수 있는 최대 생산량

X_t : t 期의 생산 필요량

O_t : t 期의 총 초과작업량

F_t : t 期의 해고된 작업자수

U_t : 정규시간 작업 미달량

$=$(실제 생산량$-$정규 생산량)$^-$

W_t : 최대초과작업 미달량

10) M.G. Orrbeck, D.R. Schuette, H.E. Thompson, op. cit., 1968, pp. 334~338.

$=$(실제초과작업량－최대초과작업가능량)$^-$

$\frac{1}{2}C_I(I_t+I_{t-1})$: t 期의 在庫維持費

OST 모형은 다음과 같이 定式化된다.[11)]

$$最小化 : C=\sum_{t=1}^{T}\left\{\sum_{i=1}^{e}C^iN_t^i+C_hN_t^1+C_fF_t+a\sum_{i=1}^{e}\frac{C^i}{P^i}O_t^i+\frac{1}{2}C_I(I_t+I_{t-1})\right\} \quad \cdots\cdots (2.19)$$

$$制 \quad 約 : I_t=I_{t-1}+X_t-D_t, \quad t=1,2,\cdots\cdots,T \quad \cdots\cdots (2.20)$$

$$O_t^i\leqq(L-1)P^iN_t^i \quad \cdots\cdots (2.21)$$

$$O_t=[X_t-\sum_{i=1}^{e}P^iN_t^i]^+ \quad \cdots\cdots (2.22)$$

$$R_t^i=[O_t-\sum_{j=i+1}^{e}(L-1)P^jN_t^j]^+, \quad i=1,2,\cdots,e-1 \quad \cdots\cdots (2.23)$$

$$O_t^i=R_t^i-R_t^{i-1} \quad \cdots\cdots (2.24)$$

$$X_t\leqq\sum_{i=1}^{e}LP^iN_t^i \quad \cdots\cdots (2.25)$$

$$N_t^i=\left[N_{t-1}^{i-1}-\left(\sum_{j=1}^{i-2}N_{t-1}^j-F_t\right)^-\right]^+, \quad i=2,\cdots,e-1 \quad \cdots\cdots (2.26)$$

$$N_t^e=\left[N_{t-1}^e+N_{t-1}^{e-1}-\left(\sum_{j=1}^{e-2}N_{t-1}^j-F_t\right)^-\right]^+, \quad i=e \quad \cdots\cdots (2.27)$$

$$N_t^i,O_t^i,F_t,X_t,I_t\geqq0, \quad (i=1,2\cdots,e, \quad t=1,2\cdots,n) \quad \cdots\cdots (2.28)$$

그런데 OST 모형에서는 LP로 적용하기 위해서 위의 제약식에 표시된 편차식을 제거하지 않으면 안된다. OST 모형에서는 $e=2$인 경우 즉, 2단계인 경우에 대해서만 새로운 변수 U_t와 W_t를 도입하여 선형으로 변형시킨다. 즉,

$$U_t=(X_t-P^1N_t^1-P^2N_t^2)^- \quad \cdots\cdots (2.29)$$

$$W_t=[O_t-(L-1)P^2N_t^2]^- \quad \cdots\cdots (2.30)$$

로 두고 다음과 같이 변형시킨다.

$$最小化 : C=\sum_{t=1}^{T}\left[C^1N_t^1+C^2N_t^2+C_hN_t^1+C_fF_t+a\frac{C^1}{P^1}O_t^1+a\frac{C^2}{P^2}(O_t-O_t^1)+\frac{1}{2}C_I(I_{t-1}+I_t)\right] \quad \cdots\cdots (2.31)$$

$$制 \quad 約 : I_t=I_{t-1}+O_t-U_t+P^1N_t^1+P^2N_t^2-D_t \quad \cdots\cdots (2.32)$$

$$O_t^1-W_t=O_t-(L-1)P^2N_t^2 \quad \cdots\cdots (2.33)$$

11) Ibid., pp.334~338.

$$O_t - U_t - (L-1)P^1N_t^1 - (L-1)P^2N_t^2 \leqq 0 \quad \cdots\cdots (2.34)$$

$$N_t^2 = N_{t-1}^2 + N_{t-1}^1 - F_t \quad \cdots\cdots (2.35)$$

$$I_t - I_{t-1} + D_t \geqq 0 \quad \cdots\cdots (2.36)$$

$$O_t - O_t^1 \geqq 0 \quad \cdots\cdots (2.37)$$

$$N_t^1, N_t^2, F_t, O_t^1, O_t, W_t, U_t, I_t \geqq 0 \quad \cdots\cdots (2.38)$$

$$(t=1, 2, \cdots, n)$$

Ⅲ. 生產平滑模型의 새로운 接近

1. 새로운 模型構築의 必要性 分析

1) 作業者 技能水準의 多段階性 分析

작업자의 기능 수준이 다단계별로 증가하는 경우가 있다는 것을 실제 事例會社의 예로서 제시하고자 한다. J섬유사는 작업자의 생산능력이 작업자의 기계관리댓수로 파악된다. J사는 폴리에스텔과 毛를 주원료로 혼방사와 모사를 생산하는 방적회사로서 그 工程圖는 다음과 같다.

原 料 → 洗 毛 → 整 毛(carding) → 梳 毛(combing) →
→ 염 색 → 再梳毛(recombing) → 前 紡(drawing) → 紡 績(spinning)

〈그림 Ⅲ-1〉 J社의 공정도

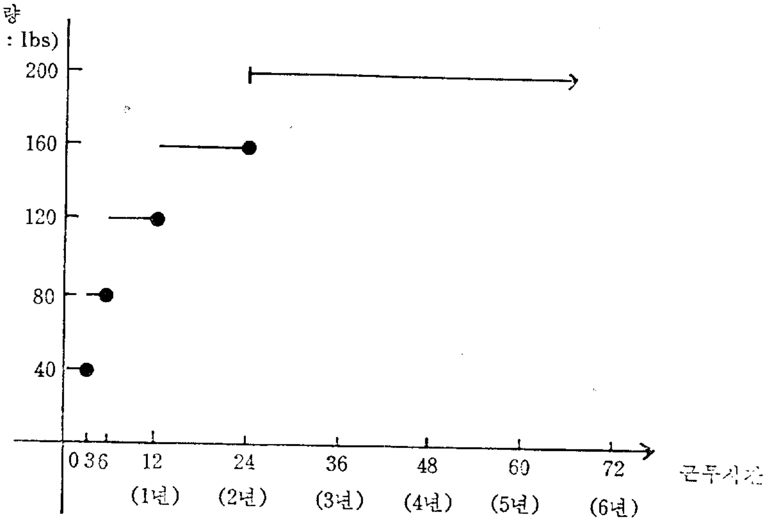
紡績作業의 경우 각 작업자의 근무년수별 기계관리대수는 〈표 Ⅲ-1〉과 같다.

〈표 Ⅲ-1〉 J社의 作業現況

期 間	3개월 미만	3 ~ 6	6~12	1年이상	2年이상	3年이상
機械管理댓수	1	2	3	4	5	5

1대의 기계는 1일 정상작업에서 40 lbs를 생산한다. 따라서 未熟練者가 기계조작시 다소의 차이가 있으나 이를 무시하더라도 1일 생산량의 크기는 〈그림 Ⅲ-2〉와 같다.

〈그림 Ⅲ-2〉에서 보는 바와 같이 작업자의「능력은「시간의 경과에 따라 다단계적으로 증가하다가 어느 수준이상이 되면 더 이상의 향상이 이루어지지 않고」있다. 이 事例分析은 學習理論」에서 말한 바와 같이 지수곡선에 따라 생산성이 향상되고 있음을 보여 준다. 바꾸어 말하면 작업기간에 따라 작업자의 생산성이 多段階的으로 증가되는 것을 말한다.



〈그림 Ⅲ-2〉 작업경험별 기계관리 맷수

2) 雇傭安定의 必要性 分析

Maslow의 欲求階層說에서는 人間의 욕구가 生理的 욕구, 安全 및 安定의 욕구, 愛情 및 歸屬의 욕구, 尊敬의 욕구 및 自我實現의 욕구의 5단계로 구분된다. 이는 生理的 욕구에 이어 두 번째의 욕구는 安定에 관한 욕구임을 말하는 것인데 이 욕구는 그의 욕구를 충족시켜주는 업무, 즉 고용의 안정과 밀접한 관련을 지닌 것이다.

〈표 Ⅲ-2〉는 고용의 안정을 종업원이 얼마나 원하는가를 잘 나타내주고 있다. 특히 이 조사에 의하면 83년에는 安定性이 39.3%로 다른 어느 요인보다 더욱 더 중요하게 나타났다.[12]

그런데 안정성의 중요성은 직업선택뿐만 아니라 취업중 종업원의 경우에도 그대로 타당함을 보여주고 있다. 조사에 의하면 不景氣時 종전과 같은 급료를 받으며 계속 고용되어 있을 것이다라는 조건하에서는 계속 그 직장에 머무르겠다는 응답자가 44%(특히, 어떤 경우에라도 머물겠다가 21%)이나, 불경기시 아무런 취업보장없이 퇴직당할 것이다라는 경우에서 계속머무르겠다는 12%(특히, 어떤 경우에라도 머물겠다는 5%)밖에 되지 않는다는 것은 인간이 얼마나 안정

〈표 Ⅲ-2〉 직업선택의 요인

요 인	80년	83년
수 입	48.4%	23.0%
안 정 성	26.7%	39.3%
보 람	6.6%	14.0%
발 전 성	13.7%	19.6%
명 성·명 예	4.6%	4.1%

12) 經濟企劃院, 한국의 사회지표(1986), p.103.

에 대한 욕구가 강한 것인지를 잘 나타내주고 있다.[13]

그러나 현실적으로는 평균이직률 4.5%로 상당히 높은 離職率을 보여주고 있다.[14] 따라서 本研究에서는 최소의 비용으로 생산할 수 있는 生產計劃方案뿐 아니라 生產計劃時 고용의 안정이나 작업자의 다단계 기능향상을 고려할 수 있는 모형의 構築이 필요하겠다.

2. 새로운 模型의 構築

1) 模型의 假定과 記號設定

本 研究에서 시도하고 있는 모형의 가정은 이미 旣存平滑模型이 지닌 가정을 일부분 선별적으로 포함하고 있는 바, 이를 정리하면 다음과 같다.

① 채용 및 해고는 각각 별개의 선형함수로 표시된다.

② 작업자의 채용비는 1집단 ($i=1$)에서만 발생한다.

③ 작업자의 해고는 모든 숙련집단 $i(i=1, 2, \cdots, e)$에 대해서 발생할 수 있으며 각 기능수준에 따라 단위당 해고비도 다르게 책정된다.

④ 재고 및 품절비는 각각 별개의 선형함수로 표시된다.

⑤ 작업자의 기능수준은 기간에 따라 $i(i=1, 2, \cdots, e)$집단으로 향상되며 그에 따라 생산성과 임금도 증가하게 된다.

⑥ 발주잔(backlogging)은 허용되지 않는다.

기호는 OST 모형과 동일하게 사용하기로 하며 몇가지만 변경, 추가한다.

i : 技能水準 $(i=1, 2, \cdots, e)$

t : 期間 $(t=1, 2, \cdots, T)$

C^i : i熟練集團의 作業者의 正規賃金

C_h : 採用費用

C_f^i : i熟練集團의 作業者의 解雇費用

C_0^i : i熟練集團의 作業者가 超過作業으로 생산한 製品의 單位 生產費用

$$C_0^i = a\frac{C^i}{P^i} \text{ (단, } a \text{ 는 超過作業賃金率)}$$

C_I : 製品單位當 在庫維持費用

N_t^i : t期의 i熟練集團의 雇傭人數

F_t^i : t期의 i熟練集團의 解雇人數

13) 金秀坤, "韓・美・日 從業員의 離職性向 比較와 職務滿足度", 韓國開發研究, 韓國開發研究院, 第4卷, 第1號(1982), p. 139.

14) 勞動部, 알기쉬운 노동통계(1986), p. 28.

D_t : t 期의 需要量

O_t^i : t 期에 i 熟練集團의 超過作業 生產量

P^i : i 熟練集團의 단위기간동안 1人의 正規作業 生產可能量

I_t : t 期의 在庫

X_t : t 期의 總生產量

즉, $X_t=\sum_{i=1}^{e} P^i N_t^i+\sum_{i=1}^{e} O_t^i$

O_t : t 期의 總超過作業 生產量

즉, $O_t=\sum_{i=1}^{e} O_t^i$

2) 새로운 模型의 具體化

(1) 目的函數의 定式化

① 雇傭費 및 採用費

본 모형의 목적은 앞에서 제시한 요건을 충족하면서 관련비용의 합계를 최소화 하는 것이다. 이때 해고비용을 목적함수에 포함시킴으로써 고용의 안정이란 요건이 반영되도록 한다. 정규임금은 평균임금에 고용자수를 곱하여 계산되므로 총고용 비용은 $\sum_{i=1}^{e} C^i N_t^i$ 로 표시된다. 채용은 기능수준의 제 1 단계($i=1$)에서만 발생하고 한 기간이 경과한 후에는 다음의 기능수준($i=2$)으로 옮겨진다. 따라서 총채용비는 고용수준 N_t^1 에 평균 채용비 C_h 를 곱하여 $C_h N_t^1$ 으로 계산된다.

② 解雇費

해고비는 해고자가 속한 수준에 따라 달라지므로 i 수준의 해고비는 단위당 해고비에 해고인원을 곱하여 계산된다. 따라서 t 기의 해고비 총액은 $\sum_{i=2}^{e} C_f^i F_t^i$ 이다.

③ 超過作業費用

초과작업비용은 어느 수준의 기능공이 초과작업을 했느냐에 따라 각각 비용이 달라진다. t 기의 초과작업비는 $\sum_{i=1}^{e} C_0^i O_t^i$ 으로 표시된다.

④ 在庫維持費

평균재고는 기초재고와 기말재고의 평균으로 구해지고 여기에 단위당 재고유지비를 곱하면 재고유지비가 산정된다.

즉, $\frac{1}{2}C_I(I_t+I_{t-1})$ 가 된다.

⑤ 目的函數의 確定

따라서 이상의 5가지 비용의 합계를 최소화하는 목적함수는 다음과 같이 정리된다.

$$\min C=\sum_{t=1}^{T}\left\{\sum_{i=1}^{e} C^i N_t^i+C_h N_t^1+\sum_{i=2}^{e} C_f^i F_t^i +\sum_{i=1}^{e} C_0^i O_t^i+\frac{1}{2}C_I(I_t+I_{t-1})\right\} \quad \cdots\cdots (3.1)$$

(2) 制約條件의 定式化

① 在庫와 生産量

본 모형에서는 안전재고를 제외한 t기의 재고(I_t)는 전기의 재고(I_{t-1})에서 t기의 생산 X_t를 합하여 수요 D_t를 차감한 것과 일치하므로 다음과 같이 된다.

$$I_t = I_{t-1} + X_t - D_t \quad \cdots\cdots (3.2)$$

② 超過作業量

t기의 초과작업량은 t기의 전체 생산량에서 정규 작업생산량 $\sum_{i=1}^{e} P^i N_t^i$를 뺀 값이 양이면 이것이 초과 작업량이다.

$$O_t = \left(X_t - \sum_{i=1}^{e} P^i N_t^i\right)^+ \quad \cdots\cdots (3.3)$$

그러나 실제로 수요가 정규작업으로 생산할 수 있는 양보다 적을 경우 이것은 遊休를 의미한다. 이는 다음 식으로 표시하기로 한다.

$$U_t = \left(X_t - \sum_{i=1}^{e} P^i N_t^i\right)^-$$

(3.3)식은 선형이 아니므로 선형으로 변형하기 위해서 $a^+ - a^- = a$의 성질을 이용하면 다음 식이 성립된다.

$$X_t - \sum_{i=1}^{e} P^i N_t^i = O_t - U_t \quad \cdots\cdots (3.4)$$

따라서

$$X_t = \sum_{i=1}^{e} P^i N_t^i + O_t - U_t$$

를 얻는다.

또 (3.2)식에 대입하면

$$I_t = I_{t-1} + \sum_{i=1}^{e} P^i N_t^i + O_t - U_t - D_t$$

따라서

$$\sum_{i=1}^{e} P^i N_t^i + O_t - U_t + I_{t-1} - I_t = D_t \quad \cdots\cdots (3.5)$$

총초과작업 생산량은 총초과작업 가능량보다 클 수 없다. 즉,

$$O_t \leqq \sum_{i=1}^{e} (L-1) P^i N_t^i \quad \cdots\cdots (3.6)$$

R_t^i 와 W_t 를 다음과 같이 정의하면

$$R_t^i=\left(O_t-\sum_{j=i+1}^{e}(L-1)P^jN_t^j\right)^+ \quad \cdots\cdots (3.7)$$

$$W_t=\left(O_t-\sum_{j=i+1}^{e}(L-1)P^jN_t^j\right)^- \quad \cdots\cdots (3.8)$$

$a^+-a^-=a$ 의 성질에서 $O_t-\sum_{j=i+1}^{e}(L-1)P^jN_t^j=R_t^i-W_t$
따라서

$$\sum_{j=i+1}^{e}(L-1)P^jN_t^j+R_t^i-W_t-O_t=0 \quad \cdots\cdots (3.9)$$

그런데 (3.7)의 R_t^i 는 1수준에서 i수준까지의 누적초과작업량으로 간주되므로

$$O_t^i=R_t^i-R_t^{i-1}\ (i=1,2,\cdots\cdots e-1)$$

$$O_t^i+R_t^{i-1}-R_t^i=0 \quad \cdots\cdots (3.10)$$

또, $i=e$인 경우는
$O_t^e=R_t^e-R_t^{e-1}$ 이다.
그런데

$$R_t^e=O_t-\sum_{j=e+1}^{e}(L-1)P^jN_t^j$$

여기서 $\sum_{j=e+1}^{e}(L-1)P^jN_t^j=0$ 이므로
$R_t^e=O_t$ 이다.
따라서

$$O_t^e=O_t-R_t^{e-1}$$

$$\therefore\ O_t^e+R_t^{e-1}-O_t=0 \quad \cdots\cdots (3.11)$$

③ 採用 및 解雇

마지막으로 해고에 대한 제약을 기술한다. 작업자는 계획기간이 경과함에 따라 능력수준이 향상된다는 점을 고려한다. $t-1$기에 $i-1$기능수준의 작업자는 t기에는 i수준의 집단으로 기능수준이 학습에 의해 향상되므로 N_{t-1}^{i-1}은 N_t^i가 된다. 그러나 여기에 $t-1$기에 있던 고용자 중 일부가 해고될 것이므로 해고된 인원 F_t^i를 제외시키면 다음의 식이 성립된다.

$$N_t^i=N_{t-1}^{i-1}-F_t^i \quad (\text{단},\ i=2,\cdots\cdots,e-1)$$

즉

$$-N_{t-1}^{i-1}+N_t^i+F_t^i=0 \quad (\text{단},\ i=2,\cdots\cdots,e-1) \cdots\cdots (3.12)$$

그런데 $t-1$기에 이미 기능수준이 최고인 e단계에 도달한 기능공은 더 이상 기능 수준이 향상되지 않으므로 t기에도 그 수준에는 변화가 없다. 따라서 t기에 기능수준이 e인 집단의 작업자수는 $t-1$기에 $e-1$인 집단의 작업자수에서 $t-1$기에 이미 e의 기능 수준을 갖고 있는 작업자수를 합하고 t기에 e기능수준 작업자중 해고된 작업자수 F_t^e를 빼면 된다.

$$N_t^e=N_{t-1}^e+N_{t-1}^{e-1}-F_t^e \quad (\text{단},\ i=e)$$

즉

$$-N_{t-1}^{e-1}-N_{t-1}^e+N_t^e+F_t^e=0 \quad (\text{단},\ i=e) \cdots\cdots (3.13)$$

이제 새로운 모형을 완전히 정리하면 다음과 같이 된다.

$$\text{最小化}: C=\sum_{t=1}^{T}\left\{\sum_{i=1}^{e}C^iN_t^i+C_hN_t^1+\sum_{i=2}^{e}C_f^iF_t^i+\sum_{i=1}^{e}C_0^iO_t^i+\frac{1}{2}C_I(I_t+I_{t-1})\right\} \cdots\cdots (3.14)$$

$$\text{制 約}: -\sum_{i=1}^{e}(L-1)P^iN_t^i+O_t\leqq 0 \cdots\cdots (3.15)$$

$$\sum_{i=1}^{e}P^iN_t^i+O_t-U_t+I_{t-1}-I_t=D_t \cdots\cdots (3.16)$$

$$\sum_{j=i+1}^{e}(L-1)P^jN_t^j+R_t^i-W_t-O_t=0 \cdots\cdots (3.17)$$

$$O_t^i+R_t^{i-1}-R_t^i=0 \quad (i=1,2,\cdots\cdots,e-1) \cdots\cdots (3.18)$$

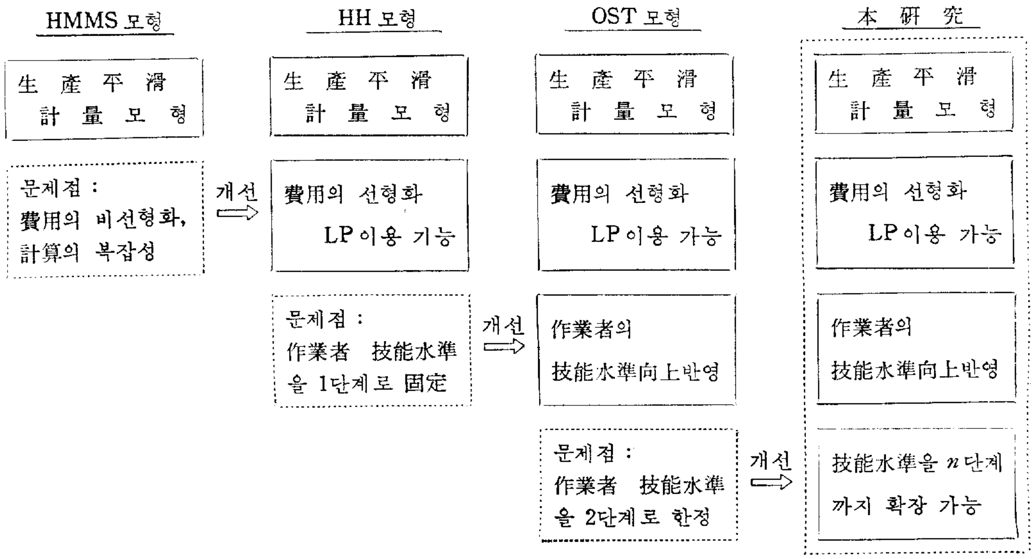
$$O_t^e+R_t^{e-1}-O_t=0 \cdots\cdots (3.19)$$

$$-N_{t-1}^{i-1}+N_t^i+F_t^i=0 \quad (i=2,\cdots\cdots,e-1) \cdots\cdots (3.20)$$

$$-N_{t-1}^{e-1}-N_{t-1}^e+N_t^e+F_t^e=0 \cdots\cdots (3.21)$$

$$N_t^i,F_t^i,O_t^i,I_t,O_t,U_t,W_t,R_t^i\geqq 0 \cdots\cdots (3.22)$$

이제 위의 수식에서 새로운 모형은 기존모형보다 우수한 모형인가를 비교할 수 있겠다. 〈그림 Ⅲ-3〉에서 보듯이 HMMS 모형보다 HH 모형이 그리고 HH 모형보다 OST 모형이, OST 모형보다는 새로운 모형이 점진적으로 더 효율적인 모형이라는 것을 알 수 있겠다.



〈그림 Ⅲ-3〉 旣存모형과 本 硏究와의 관계

Ⅳ. 事例會社에 適用

1) 生產現況

모형을 실제에 적용하고자 하는 J社는 前章의 學習效果 分析의 대상이 되었던 섬유회사이다. 새로운 모형의 적용을 위하여 J社의 Spinning 과정을 대상으로 하였는데 이 과정은 작업자의 다단계 생산성 향상을 확실히 구분하여 관찰할 수 있는 작업이다. 본장의 실제 적용에서는 기능수준을 3단계로 하여 적용하고자 한다. 물론 능력수준이 3이상의 단계에 대해서도 적용가능하나, 단지 적용가능성이라는 측면만을 확인하기 위한 것이므로 3단계로 한정하여도 일반성을 잃지 않을 것이다. 다음의 〈표 Ⅳ-1〉은 J社의 Spinning 과정에서의 작업형태와 비용데이타를 정리한 것이다.

〈표 Ⅳ-1〉의 정규작업량과 정규임금은 J社의 현상을 그대로 반영했으며 초과작업비는 근로기준법 제42조, 46조를 기준으로 계산하였다. 채용비는 J기업에서 최초로 근로자를 채용했을 때 실제로 발생되는 교육훈련비이다. 해고비는 비명시화된 비용이므로 적용이 곤란하나 현실적으로 존재하는 것이 확실하므로 임금의 25%의 경우만 예로서 적용하기로 한다. 재고유지비는 事例會社에서 적용한 단위당 576원으로 한다.

〈표 Ⅳ-1〉 J社의 作業賃金과 技能水準

	기 능 수 준	1	2	3
	근 무 기 간 (月)	1~3	4~6	7이상
정 규 작 업	1日 1人 기계관리 댓수	1	2	3
	1日 1人 생산량	40	80	120
	3개월(81日) 1人 생산량	3,240	6,480	9,720
	1人 月임금	112,000	140,000	140,000
	1人 3개월임금	336,000	420,000	420,000
	단위당 생산임금	103.7	64.8	43.2
초 과 작 업	1人 3개월간 최대초과 생산량	810	1,620	2,430
	단위당 초과작업시 생산임금	155.6	97.2	64.8
정규+ 초 과 작 업	최대 생산량(1人 3개월)	4,050	8,100	12,150
	최대 임금(1人 3개월)	462,000	577,500	577,500
	고 용 비 (1回 1人)	100,000	×	×
해고비	임 금 의 25%	×	105,000	105,000
	임 금 의 10%	×	42,000	42,000
	임 금 의 0%	×	0	0

2) 需要導出

J社의 과거 3년간 수요에 대한 시계열 데이타는 〈표 Ⅳ-2〉의 실측치에 나타나 있다. 〈표 Ⅳ-2〉의 실측치를 이용하여 최소자승법에 의한 趨勢線을 구하면[15]

$Y=1,891,245+11,696,853X_t$ 가 된다.

〈표 Ⅳ-2〉의 예측치는 이 추세분석으로 구한 추정치이며 본제품은 계절변동상품이므로 이 추세방정식에 계절지수를 반영하면 가중예측치가 된다.[16] 이의 표준편차는 $\sigma=36,220$ 이다. J사의 생산계획기간을 1년으로 하고 이를 4분기로 나누어 모형에 적용하기로 하면 분기별 수요는

15) IBM 4331 컴퓨터의 SAS Package를 이용하여 구하였음.
16) R.B. Chase, N.J. Aquilano, Production Operations Management, 3ed., Richard D. Irwin, Inc., 1981, pp.76~86.

$$\text{계절지수}=\frac{\sum\text{계절별 실측치}}{\sum\text{계절별 예측치}}$$

$$\therefore \text{봄의 계수}=\frac{5612.9}{5849.19}=0.960 \qquad \text{여름의 계수}=\frac{5813.0}{5884.28}=0.988$$

$$\text{가을의 계수}=\frac{6113.6}{5919.37}=1.033 \qquad \text{겨울의 계수}=\frac{6067.8}{5954.46}=1.019$$

〈표 Ⅳ-2〉 J社 需要의 實測値와 豫測値 (단위 1,000)

기간	항목	실측치	예측치	가중예측치(예측치×계절계수*)	실측치－가중예측치	{실측치－가중예측치}^{2}
1983	봄	1839.7	1904.94	1826.82	12.88	165.79
	여름	1904.6	1914.64	1891.66	12.94	167.37
	가을	2049.6	1926.34	1989.90	59.70	3563.49
	겨울	1971.3	1938.03	1974.86	－3.56	12.64
1984	봄	1891.0	1949.73	1871.74	19.26	370.95
	여름	1953.7	1961.43	1937.89	15.81	249.99
	가을	2041.2	1973.12	2038.24	2.96	8.79
	겨울	1981.0	1984.82	2022.53	－41.53	1724.82
1985	봄	1882.2	1996.52	1916.66	－34.46	1187.20
	여름	1954.7	2008.21	1984.11	－29.42	865.24
	가을	2022.8	2019.91	2086.57	－63.77	4066.23
	겨울	2155.5	2031.61	2070.21	45.29	2051.37
1986	봄		2043.30	1961.57		
	여름		2055.00	2030.34		
	가을		2066.70	2134.90		
	겨울		2078.39	2117.88		
1987	봄		2090.09	2006.49		
	여름		2101.79	2076.57		
	가을		2113.49	2183.24		

다음과 같다.

86年 겨울	2,117,880	87年 봄	2,006,490
87年 여름	2,076,570	87年 가을	2,183,240

3) 事例會社에의 適用

앞에서 제시한 J社의 자료와 아울러 새로운 모형에 적용할 몇가지 가정으로서 기초재고는 없는 것으로 간주하고 기초작업자수는 기능수준에 따라 $N_0^1=50$, $N_0^2=50$, $N_0^3=100$ 명으로 한다. 이들 데이타를 이용하여 새로운 모형에 적용하면 다음과 같은 LP 문제를 얻을 수 있다.

$$\text{最小化}: Z^{17)}=436000\sum_{t=1}^{4}N_t^1+420000\sum_{i=2}^{3}\sum_{t=1}^{4}N_t^i \qquad : \text{正規賃金 및 採用費}$$

17) 正規賃金 : $336000\sum_{t=1}^{4}N_t^1+420000\sum_{i=2}^{3}\sum_{t=1}^{4}N_t^i$

採用費 : $+\left(100000\sum_{t=1}^{4}N_t^1\right)$

∴ 正規賃金 및 採用費 : $436000\sum_{t=1}^{4}N_t^1+420000\sum_{i=2}^{3}\sum_{t=1}^{4}N_t^i$

$+105000 \sum_{i=2}^{3} \sum_{t=1}^{4} F_t^i$ ：解雇費

$+155.6 \sum_{t=1}^{4} O_t^1 + 97.2 \sum_{t=1}^{4} O_t^2 + 64.8 \sum_{t=1}^{4} O_t^3$ ：超過作業費

$+576 \sum_{t=1}^{3} I_t + 288 I_4$ ：在庫維持費

$$\cdots (4.1)$$

制 約：

$$-810N_1^1 - 1620N_1^2 - 2430N_1^3 + O_1 \leqq 0 \quad \cdots (4.2)$$

$$-810N_2^1 - 1620N_2^2 - 2430N_2^3 + O_2 \leqq 0 \quad \cdots (4.3)$$

$$-810N_3^1 - 1620N_3^2 - 2430_3^3 + O_3 \leqq 0 \quad \cdots (4.4)$$

$$-810N_4^1 - 1620N_4^2 - 2430N_4^3 + O_4 \leqq 0 \quad \cdots (4.5)$$

$$3240N_1^1 + 6480N_1^2 + 9720N_1^3 - U_1 + O_1 - I_1 = 2117880 \quad \cdots (4.6)$$

$$3240N_2^1 + 6480N_2^2 + 9720N_2^3 - U_2 + O_2 + I_1 - I_2 = 2006490 \quad \cdots (4.7)$$

$$3240N_3^1 + 6480N_3^2 + 9720N_3^3 - U_3 + O_3 + I_2 - I_3 = 2076570 \quad \cdots (4.8)$$

$$3240N_4^1 + 6480N_4^2 + 9720N_4^3 - U_4 + O_4 + I_3 - I_4 = 2183240 \quad \cdots (4.9)$$

$$1620N_1^2 + 2430N_1^3 + R_1^1 - W_1 - O_1 = 0 \quad \cdots (4.10)$$

$$2430N_1^3 + R_1^2 - W_1 - O_1 = 0 \quad \cdots (4.11)$$

$$1620N_2^2 + 2430N_2^3 + R_2^1 - W_2 - O_2 = 0 \quad \cdots (4.12)$$

$$2430N_2^3 + R_2^2 - W_2 - O_2 = 0 \quad \cdots (4.13)$$

$$1620N_3^2 + 2430N_3^3 + R_3^1 - W_3 - O_3 = 0 \quad \cdots (4.14)$$

$$2430N_3^3 + R_3^2 - W_3 - O_3 = 0 \quad \cdots (4.15)$$

$$1620N_4^2 + 2430N_4^3 + R_4^1 - W_4 - O_4 = 0 \quad \cdots (4.16)$$

$$2430N_4^3 + R_4^2 - W_4 - O_4 = 0 \quad \cdots (4.17)$$

$$O_1^1 - R_1^1 = 0 \quad \cdots (4.18)$$

$$O_1^2 + R_1^1 - R_1^2 = 0 \quad \cdots (4.19)$$

$$O_1^3 + R_1^2 - O_1 = 0 \quad \cdots (4.20)$$

$$O_2^1 - R_2^1 = 0 \quad \cdots (4.21)$$

$$O_2^2 + R_2^1 - R_2^2 = 0 \quad \cdots (4.22)$$

$$O_2^3 + R_2^2 - O_2 = 0 \quad \cdots (4.23)$$

$$O_3^1 - R_3^1 = 0 \quad \cdots (4.24)$$

$$O_3^2 + R_3^1 - R_3^2 = 0 \quad \cdots (4.25)$$

$$O^3{}_3 + R_3^2 - O_3 = 0 \quad \cdots (4.26)$$

$$O_4^1 - R_4^1 = 0 \quad \cdots (4.27)$$

$$O_4^2 + R_4^1 - R_4^2 = 0 \quad \cdots (4.28)$$

$$O_4^3+R_4^2-O_4=0 \quad \cdots\cdots (4.29)$$

$$N_1^2+F_1^2=50 \quad \cdots\cdots (4.30)$$

$$N_1^3+F_1^3=150 \quad \cdots\cdots (4.31)$$

$$-N_1^1+N_2^2+F_2^2=0 \quad \cdots\cdots (4.32)$$

$$-N_1^2-N_1^3+N_2^3+F_2^3=0 \quad \cdots\cdots (4.33)$$

$$-N_2^1+N_3^2+F_3^2=0 \quad \cdots\cdots (4.34)$$

$$-N_2^2-N_2^3+N_3^3+F_3^3=0 \quad \cdots\cdots (4.35)$$

$$-N_3^1+N_4^2+F_4^2=0 \quad \cdots\cdots (4.36)$$

$$-N_3^2-N_3^3+N_4^3+F_4^3=0 \quad \cdots\cdots (4.37)$$

$$N_t^i, F_t^i, O_t^i, R_t^i, U_t, W_t, O_t, I_t \geqq 0$$

$$(i=1,2,3,\ t=1,2,3,4) \quad \cdots\cdots (4.38)$$

위의 생산평활모형은 LP를 이용하여 해를 구할 수 있게 되어 있으므로 컴퓨터를 이용하여 해를 구하였다.[18] 그 결과는 〈표 Ⅳ-3〉과 같다. 〈표 Ⅳ-3〉에서와 같이 해고는 전혀 발생하지 않으며 총비용은 387,443,800원이 된다.

〈표 Ⅳ-3〉 J社의 적용결과

항목 / 기능수준(i) / 기간(t)	작업자수(N_t^i)			초과작업량(O_t^i)			재고량 I_t	해고인원 F_t	총비용
	1	2	3	1	2	3			
1	8	50	150		81000	229884	310884		
2		8	200		12497		12498		
3			208			57582	57582		
4			208			16425	164252		
Σ	8	58	766	0	93497	303891	545216	0	387,443,800

V. 結 論

생산계획은 수요의 예측에서 시작하여 계획된 제품을 생산하기까지의 全過程에 대한 계획을 다룬다. 그런데 수요의 변동은 계획에 커다란 충격을 가하면서 계획의 곤란성을 가중시킨다. 결국 생산계획의 핵심은 수요변동의 충격을 극소화시키면서 수요에 대응하여 지정된 수준의 제품을 공급하는 것이다. 이를 위해 採用, 解雇, 超過作業, 遊休, 在庫, 下請등의 전략을 사용하게 되는데 이들 전략은 비용을 발생시킨다. 이것은 이들 전략에서 발생하는 비용을 극소화함이 중

18) 朴淳逵, BASIC 프로그램集, 大英社, 1986, pp.13~18을 참조하여 16 Bit 컴퓨터에 맞게 GW-Basic으로 수정한 프로그램을 이용하여 해를 구하였다.

요한 목표가 된다는 것을 의미한다.

수요변동에 따른 전략의 변경은 物的資源 뿐만 아니라 人的資源에도 큰 영향을 미친다. 특히 작업자의 해고는 법적인 제한 이외에 종업원의 士氣, 따라서 生產性이라는 측면에서도 바람직하지 못한 것이므로 가능한 한 억제되지 않으면 안된다. 생산평활모형은 이러한 전략의 변경을 원만하게 함에 그 특징이 있다. HMMS 모형에서 비롯된 평활모형은 최근까지 많은 연구가 진행되어 왔으나 그 큰 흐름은 HMMS 모형에 바탕을 두고 전개되었는데 HH 모형과 OST 모형이 전형적인 것들이다. HMMS 모형은 평활비용의 형태를 비선형인 2차 함수로 전개하였기 때문에 계산의 복잡성과 함께 採用과 解雇, 在庫過剩과 在庫不足등을 대칭적인 비용으로 가정하지 않으면 아니되었다.

HH 모형은 이러한 문제점을 해결하였다. 平滑費用을 선형으로 가정하고 각 비용을 他費用과 독립적으로 정의함으로써 선형화된 모형이 되었고 이를 LP 모형에 적용가능하도록 변형시킴으로써 용이하게 해를 구할 수 있게 되었다. LP는 OR의 중요한 일분야로서 가장 이론적 정립이 잘 되어 있기 때문에 이를 이용한 雙對問題와 敏感度分析등의 이론을 적용함으로써 생산계획을 보다 합리적으로 수립가능케 한다.

작업자의 생산성은 작업기간에 따라 지수곡선의 형태로 증가한다는 學習曲線 理論은 생산계획을 새로운 視覺에서 고찰하게 하였으며 工數計劃등의 設定에서 반드시 고려되어야 할 비용이 되었다. 이것은 생산계획에서도 학습이론이 반영되어야 한다는 것을 의미하는데 OST 모형은 이 이론을 生產平滑化 計劃에 적용한 것으로서 HH 모형이 지니고 있는 여러가지 장점을 포함하면서 동시에 학습이론을 반영한 것으로서 바람직한 모형으로 받아들여지고 있다.

그러나 OST 모형은 생산능력수준이 2단계인 경우에만 선형화하여 LP 모형을 이용가능케한 것으로서 3단계 이상인 경우에는 LP 모형을 이용할 수 없다는 단점을 지니고 있다.

따라서 본 연구에서 시도된 새로운 모형은 OST 모형을 일반화한 것으로서 3단계 이상의 기능수준 향상에 대해서도 용이하게 LP 모형을 적용할 수 있도록 한 것이다.

그러나 본 모형의 문제점은 기능수준 3단계에서 적용한 식 (4.1)~(4.38)에서 나타난 것과 같이 변수가 56개 제약식 36개이다. 그러나 OST 모형으로 바꾸면 변수가 32개 제약식 34개가 된다. 그리고 만약 見習工의 技能水準이 9단계가 되어 총 10단계의 기능수준을 갖는다면 OST 모형에서는 역시 9단계를 평균한 값과 技能工의 1단계를 적용하여 변수 32개 제약식 24개로서 변화가 없으나 본모형에서는 변수 168개 제약식 120개로 엄청난 계산의 복잡성을 초래한다.

따라서 본 모형은 변수의 증가로 인한 컴퓨터의 용량이 중요한 문제로 남는다. 그러나 최근 컴퓨터의 도입이 급격히 이루어지고 있을 뿐 아니라 컴퓨터의 용량도 매우 다양하게 변하므로 생산계획을 위해 개발된 여러가지의 모형을 이용함으로써 보다 합리적인 계획이 수립될 수 있으리라 기대되며 본 연구에서 제시된 모형도 이들 계획 수립에 도움이 될 것이라고 기대된다.

<參考 文獻>

經濟企劃院, 韓國의 社會指標, 1986.

金秀坤, "韓・美・日 從業員의 離職性向 比較와 職務滿足度", 韓國開發硏究, 韓國開發硏究院, 第4卷, 第4號(1986), pp. 127-143.

노동부, 알기쉬운 노동통계, 1983-86.

朴淳達, 經營管理를 위한 Basic 프로그램集, 서울 : 大英社, 1986.

Chase, R.B., Aquilano, N.J., Production and Operations Management, 3ed., Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, Inc., 1981.

Conway, R.W., Schultz, A. Jr., "The Manufacturing Progress Function," in Operations Management, G.K. Groff, J.F. Muth (eds.), Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, Inc., 1969, pp. 355-380.

Hanssmann, F., Hess, W.W., "A Linear-Programming Approach to Production and Employment Scheduling," in Buffa, E.S. (ed.), Readings in Production and Operations Management, New York: John Wiley & Sons, Inc., 1966, pp. 110~115.

Holt, C.C., Modigliani, F., Muth, J.F., "Derivation of A Linear Decision Rule for Production and Employment," Management Sci., 1956, pp. 159-177.

Holt. C.C., Modigliani, F., Simon, H.A., "A Linear Decision Rule for Production and Employment Scheduling," Management Sci., Vol. 2, No. 1, 1955, pp. 1-30.

Orrbeck, M.G., Schuette, D.R., Thompson, H.E., "The Effect of Worker Productivity on Production Smoothing," Management Sci., Vol. 14, No. 6, 1968, pp. 332-342.

Yelle, L.E., "The Learning Curve: Historical Review and Comprehensive Survey," Decision Sci., Vol. 10, No. 2, 1979, pp. 302-328.