〈研究論文〉

Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers
Vol. 2 No. 1 June 1976

製造企業의 雇用計劃을 위한 計劃 모델***

(A Programming Model for Employment Planning in a Manufacturing Firm)

孫 晩 石*
李 軫 周**

Abstract

In this paper, the employment planning model is developed which is a decision-making model for determining the optimum employment level with respect to varying net manpower requirement for each planing period such that total cost in a planning horizon is minimized.

It is constructed as a nonlinear programming model and a dynamic programming model on the basis of studies in the areas of production smoothing and manpower scheduling. Costs for a planning period are categorized into regular wage cost, hiring cost, and overtime cost. The first is a linear function. The other two cost functions are of quadratic nature.

The planning horizon of this planning model is intermediate range (five years) for which a fair planning accuracy can be guaranteed. The model considers learning period for each job class. It is simple and an optimum solution can be easily obtained by direct search techniques.

I. 序 論

製造企業의 生產計劃이 만족스럽게 수행되기 위해서는 적절한 時期에 적절한 類型과 數의 人力이 供給되어야 한다. 기업이 技術集約的 生產體制로 변함에 따라 직종이 더욱 전문화되어 職種間의 人力移動이 어려워졌다. 따라서 경영자는 短期的인 人力需要를 충족시키는 募集과 採用보다는 計劃期間에 따라 平準化된 適正人力水準을 決定하여 事前에 교육과 훈련에 의해 人力을 공급하기 위한 雇用計劃의 필요성을 인식하게 되었다. 특히 生產·經營技術에 급속한 成長을 이룩하고 있는 기업이나 상품 수요변동이 격심한 기업에서는 計劃期間別 最適雇用水準을 결정하는 雇用計劃이 절실하게 필요하다.

그러나, 지금까지 조직의 人力需要에 관한 硏究는 비교적 활발하였으나 製造企業을 대상으로 한 雇用計劃에 관한 數學的 硏究는 많지 않았다. 本 論文에서는 지금까지 製造企業의 人力計劃 硏究에서 中心이 된 人力豫測을 前提로 計量的인 人力供給方案을 제시하는 雇用計劃에 관한 意思決定 모델을 설정하고자 한다.

雇用計劃에 관한 연구는 크게 人力需給計劃(manpower scheduling)과 生產圓滑法(production smoothing)으로 구분될 수 있다.

人力需給計劃은 事業計劃의 計劃期間別 作業負荷(workload)를 수행하기 위한 計劃期間別 採用과 一

* 株式會社 럭키
** 韓國科學院
*** 本硏究는 한국과학원의 지원으로 이루어진 것이다. 硏究에 도움을 준 한국개발원의 金秀坤박사와 한국과학원의 車東完박사에게 감사드린다

時解雇와 超過勤務의 水準에 대한 意思決定技法을 말한다. Nemhauser와 Nuttle(1965)은 二次形式의 비용함수를 動的計劃法에 의해 최적화하는 月別단위의 고용계획 모델을 제시했다. 이들은 비용함수를 크게 채용비용과 초과근무비용과 負의 관리가능잉여(manageable surplus)비용으로 구분하였다. Jewett (1967)는 현재 고용수준에 비해 훨씬 거대한 사업계획들의 計劃期間別 人力需要는 알고 있으나 計劃들의 실행이 불확실한 경우에 대해 최적인력수준을 결정하는 최소위험기법(minimum risk technique)을 개발했다. 그는 정규고용, 채용, 일시해고, 초과근무, 재계약 등을 고려하는 一次形式의 일반적인 비용함수를 動的計劃法에 의해 最適化하고 다시 최소위험기법에 의해 최소화하여 最適人力水準을 구하는 방법을 제시했다. Lundgren과 Schneider (1971)는 人力의 수요가 계속증가하고, 재고에 의한 조정이 어려운 상황하에서 한계비용(marginal cost)에 의해 採用과 超過勤務水準을 결정하는 모델을 研究했다.

生產圓滑法은 生產, 在庫, 人力水準을 등시에 결정하는 意思決定技法을 말한다. 이 分野는 여러가지 수학적 기법이 적용되어 발전되어 왔다. [2], [11] 연구의 대부분은 직접생산인력에 대해 직종의 구별없이 최적인력수준을 결정하는 것이었다.

이러한 研究들에서 다음과 같은 특성을 발견할 수 있다.

(1) 모델은 대부분 전체 計劃期間의 비용함수를 구하고 이를 최소화하는 計劃期間別 人力水準을 구하는 모델이다.

(2) 研究의 대부분은 短期(2年 以內)를 대상으로 하고 있다.

(3) 人力의 採用과 一時解雇나 解雇가 短期的으로 이루어질 수 있다고 가정하고 있다.

(4) 人力供給에서 중요한 학습기간이 고려되지 않았다. 또 단일직종을 대상으로 하거나 직종을 구분하지 않았다.

다시말해서 製造企業이 당면하고 있는 고용계획문제는 지금까지의 研究들로써는 해결하기 어려운 점이 많다. 製造企業의 雇用計劃은 雇用安定과 제품수요 예측의 정확성을 고려하여 中期(5年)를 대상으로 하고, 人力供給方案을 제시하기 위해 직종의 구분과 아울러 직종에 따른 학습기간을 포함하는 것이 바람하다.

本 論文은 다음과 같은 가정에 기초를 두고 단일직종을 대상으로 하여 中期 雇用計劃의 計量的 모델을 설정하고자 한다.

(1) 計劃期間長(planning horizon)은 5年이고 계획간격은 3個月 혹은 6個月이다.

(2) 직종은 직종내 인력이동에 따른 학습기간이 무시될 수 있는 직무군을 말하고 직종별 學習期間은 계획간격 단위로 한다.

(2) 직종에 따른 計劃期間別 作業負荷는 산출될 수 있고, 在庫에 의한 조정이 어렵다.

(4) 종업원은 상용고용자(full-time employee)만을 대상으로 하고 人力供給類型은 人力採用과 超過勤務로 제한된다. 불경기때 一時解雇나 解雇를 하지 않고 단지 이직자에 대해 충원하지 않음으로써 雇用水準의 저하가 가능하다.

Ⅱ. 모델의 設定

一般的으로 計劃모델은 計劃期間長에 發生하는 諸般費用과 收益(또는 效果)을 推定하여 설정된다 雇用計劃은 비록 長期計劃이 바람직하지만 雇用計劃과 관련되는 他計劃(生產計劃, 組織計劃 등)이 비교적 정확한 계획설정이 가능한 中期計劃이므로 雇用計劃 자체도 中期計劃으로 설정되는 것이 타당하다. 따라서 人力投資에 대한 效果分析은 제외되고 計劃期間長에 發生하는 費用에 의해 中期 雇用計劃의 計量的 모델이 설정된다.

모델설정은 먼저 供給人力의 類型(正規人力, 訓練中 人力, 超過勤務)을 함수를 표현하여 제약식을 설정하고, 다음에 供給人力과 관련되는 費用을 正規賃金, 採用費用, 超過勤務費用으로 구분하여 설정된 各 計劃期間의 費用函數를 計劃期間長에 대해 合하여 目的函數를 설정한다. 이와같이 설정된 모델은 非線形計劃法 모델이 된다. 다시 이 모델은 動的計劃法 모델로 설정됨으로써 문제해결과 이해가 용이하게 된다.

2·1 供給人力의 類型

供給人力은 類型에 따라 능률에 차이가 있으므로 능률계수가 주어진다. 또 人力의 離職率은 各計劃期間에 따라 달라질 수 있지만 計劃期間에 관계없이 일정하다고 가정한다. 學習期間中에 있는 人力의 離職率은 正規人力의 離職率보다 높은 것이 일반적이므로 구분되었다. 채용인력수준은 음이 아닌 양의 정수로서 人(man)으로 표시되고, 초과근무수준은 음이 아닌 실수로서 人(man)으로 표현된다. 초과근무수준은 계획기간동안의 人時(man-hour/period)로 표시된 초과근무량을 그 계획기간동안의 1인당 초과근무시간(hour/period)으로 나누면 人

(man)으로 표시된다. 그러면 기업의 계획기간 t에서 가용인력 $A(t)$는 다음과 같이 표시된다.

$$A(t)=\lambda_0 X_e(t)+\sum_{i=1}^{l}\lambda_i(1-R_2)^{l-i}X_h(t-l+i)$$
$$+\lambda_{l+1}X_0(t),\quad t=1,2,\cdots,T$$

여기서

l: 상수(양의 정수)

$X_h(i-l+1)$, $i=1,2,\cdots,l-1$ 주어진값

〈부호설명〉

T: 계획기간장, 양의 정수(예를들면 5年일 경우 $T=5$)

l: 職種에 요구되는 學習期間, 職種에 따라 주어지는 自然數

λ_i: 人力類型 i의 능률계수

R_1: 계획기간 동안의 學習期間中의 人力을 제외한 人力의 離職率

R_2: 계획기간 동안의 學習期間中에 있는 人力의 離職率

$X_e(t)$: 계획기간 t에서의 正規人力水準[man] (≥ 0)

$X_h(t)$: 계획기간 t에서의 採用人力 水準[man] 음이 아닌 정수

$X_0(t)$: 계획기간 t에서의 超過勤務 水準[man] (≥ 0)

$A(t)$: 계획기간 t에서의 可用人力 水準[man] (≥ 0)

供給人力의 類型에 따라 人力水準의 크기는 제한된다. 이는 企業의 政策, 勞動市場의 여건, 노동조합, 법률과 규제등에 기인한다. 이를 수학적으로 표현하면 다음과 같다.

$$a_1 \leq X_e(t)\leq a_2$$
$$0 \leq X_h(t)\leq b_1$$
$$X_0(t)=\begin{cases}0 & if\ Z(t)\geq W(t)\\ W(t)-Z(t) & if\ W(t)-d_2\leq Z(t)\\ & <W(t)\end{cases}$$
$$X_e(t)=(1-R_1)X_e(t-1)+(1-R_2)^l X_h(t-l)$$
$$Z(t)=\lambda_0 X_e(t)+\sum_{i=1}^{k}\lambda_i(1-R_2)^{l-i}X_h(t-l+i)$$

여기서

$a_2\geq a_1\geq 0$, $b_1\geq 0$, $d_2\geq 0$

$W(t)$: 계획기간 t에서의 人力需要를 나타내는 확률변수[man]

$Z(t)$: 계획기간 t에서의 초과근무를 제외한 공급가능인력[man]

따라서 계획기간에 주어진 人力需要를 충족시키기 위해서는 다음식이 성립해야한다.

$$W(t)\leq A(t)$$

2·2 費用函數

인력과 관계되는 비용은 正規賃金, 採用費用, 超過勤務費用으로 크게 구분된다. 여기서 비용함수에 포함되는 비용계수 $C_i(t)$는 계획기간에 따라 변한다고 가정한다.

2.2.1 正規賃金

정규임금은 숙련된 人力과 학습기간 중에 있는人力에 대해 정상작업시간에 지불되는 임금을 말한다 이는 企業이 상용으로 고용하고 있는 人力에 대해 정상적으로 지급되는 비용에 해당된다.

이러한 正規賃金은 人力의 크기와 一次形式으로 표현된다고 할 수 있다. [11], [12]

$$g_1(X_e(t),\ X_h(t-l+1),\ X_h(t-l+2),\cdots,X_h(t-1))$$
$$=C_0(t)X_e(t)+\sum_{i=1}^{l-1}C_i(t)\ (1-R_2)^{l-i}X_h(t-l+i)$$
$$+C_l(t)$$

여기서

$a_1\leq X_e(t)\leq a_2$

$X_h(i-l+1)$, $i=1,\cdots,l-1$: 주어진 값

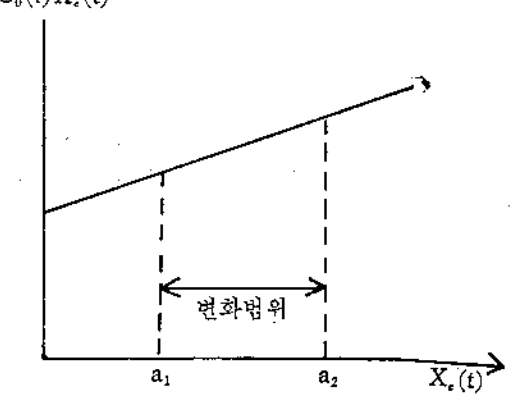

그림2-1 正規賃金費用函數

2.2.2 採用費用

人力을 채용할 경우 채용과 훈련에 비용이 발생한다. 모집과 채용에 필요한 제 경비및 작업훈련과정에서 발생하는 원재료의 낭비나 불량율 등도 비용의 요소가 될 수 있다.

〈채용비용〉

(1) 모집경비 : 모집광고, 채용의뢰 비용 등의 간접비용

(2) 면접및 시험 : 서류전형, 신체검사, 면접및 선발고사에 수반되는 비용

(3) 훈련및 교육 : 훈련담당자, 원재료와 훈련도구, 불량품으로 인한 비용

(4) 종업원 명부 : 개인기록카드 작성(의료보험, 노동조합가입등 포함)

(5) 기타 : 작업방해 등

이러한 경비는 채용인원이 증가됨에 따라 노동의 절적인 面을 감안하면 비례 이상으로 증가된다. 따라서 二次形式으로 근사하여 많이 사용되었다. [2], [11], [16] 또 채용인원의 범위에 따라 一次形式의 근사식으로 표현될 수 있다. [12] 여기서는 二次形式으로 가정하면 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$g_2(X_h(t))=C_{t+1}(t)[X_h(t)]^2+C_{t+2}(t)$$
$$t=1,2,\cdots,T$$

여기서

$$0\leq X_h(t)\leq b_1$$

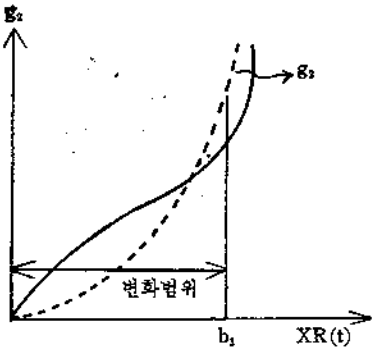

그림2-2 採用費用函數

2.2.3 超過勤務費用

人力需要가 人力供給을 초과하면 초과 근무가 발생한다. 적은 량의 초과근무는 비용이 적게 들지만 人力需要와 가용인력의 차가 증가함에 따라 비용이 비례이상으로 증가하게 된다. 또 기계고장 불량품의 증가와 생산성 저하등의 예기치 못한 방해를 받게 된다.

한편 人力供給이 人力需要를 초과하면 비용이 감소하게 된다. 一時解雇를 하지 않더라도 불량률 감소와 기계가동률의 저하등으로 인하여 需給의 差에 따라 비용이 감소된다. 이러한 비용감소는 負의 超過勤務費用으로 표시될 수 있다.

따라서 비용감소를 포함하는 超過勤務費用函數는 二次形式으로 근사시킬 수 있다. [2], [11], [16]

$$g_3(W(t),Z(t))=C_{t+3}(t)[W(t)-Z(t)]^2$$
$$+C_{t+4}(t)[W(t)-Z(t)]+C_{t+5}(t)$$
$$t=1,2,\cdots,T$$

여기서

$$-d_1\leq W(t)-Z(t)\leq d_2,\ d_1,d_2\geq 0$$

2·3 非線形計劃法 모델

中期 雇用計劃의 計量的 모델은 計劃期間長의 총비용 期待値를 最小化하는 計劃期間別 採用水準을 決定하는 意思決定모델이다. 計劃期間長이 5年정도

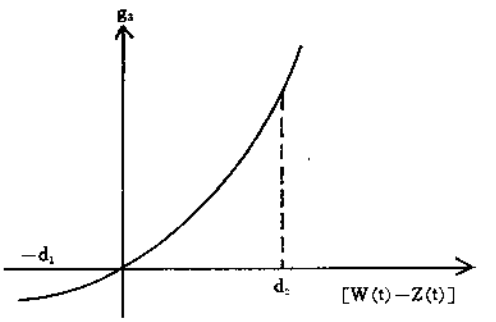

그림2-3 超過勤務費用函數

인 中期計劃이므로 총비용은 各 計劃期間의 비용들이 現在價値(present worth)로 바꾸어진 비용의 合計에 해당될 수 있다. 또 모델의 決定變數는 各 計劃期間의 採用水準이다. 따라서 고용계획 모델의 目的函數는 다음과 같은 형태를 갖는다.

$$\text{最小化 } E\left[\sum_{t=1}^{T}\frac{1}{(1+r)^{t-1}}(g_1+g_2+g_3)\right]$$

즉

$$\text{最小化 } \int\cdots\int\sum_{t=1}^{T}\frac{1}{(1+r)^{t-1}}(g_1+g_2+g_3)$$
$$dF(W(1)\cdots,W(t))$$

여기서

r : 最小希望利益率(minimum attractive rate of return)(≥ 0)

위의 目的函數는 $W(t)$에 관한 二次形式이므로 $W(t)$의 추정치 $\widehat{W(t)}$(여기서는 最尤推定値 $\overline{W(t)}$)가 certainty equivalence가 된다. [9], [11] 전술한 비용함수의 상수항들은 意思決定에 영향을 미치지 못하므로 이들을 생략하면 中期 雇用計劃의 計量的 모델은 다음과 같은 非線形計劃法 모델로 된다

目的函數 :

$$\text{最小化 } \sum_{t=1}^{T}\frac{1}{(1+r)^{t-1}}\Big[C_0(t)X_e(t)+\sum_{i=1}^{t-1}C_i(t)$$
$$(1-R_2)^{t-i}X_h(t-l+i)+C_{t+1}(t)\{X_h(t)\}^2$$
$$+C_{t+3}(t)\{\overline{W(t)}-Z(t)\}^2+C_{t+4}(t)$$
$$\{\overline{W(t)}-Z(t)\}\Big]$$

制約式 :

$$a_1\leq X_e(t)\leq a_2$$

$$0\leq X_h(t)\leq b_1,\ X_h(t)\text{ : 정수}$$

$$\overline{W(t)}-d_2\leq Z(t)\leq\overline{W(t)}+d_1$$

$$Z(t)=\lambda_0X_e(t)+\sum_{i=1}^{l}\lambda_i(1-R_2)^{l-1}X_h(t-l+i)$$

$$X_e(t+1)=(1-R_1)X_e(t)+(1-R_2)^lX_h(t-l+1)$$
$$t=1,2,\cdots,T$$

여기서

r : 상수(≥ 0)

$X_e(1), X_h(2-l), X_h(3-l), \cdots, X_h(1), X_h(0)$: 주어진 값

$a_2 \geq a_1 \geq 0$

$b_1 \geq 0$

$d_1, d_2 \geq 0$

l : 상수(양의 정수)

2.4 動的計劃法의 適用

전술한 雇用計劃 모델은 生産圓滑法이나 결정변수(decision variable)와 상태변수(state variable)를 각각 하나 갖는 動的計劃法 問題와는 다른 형태의 제약식을 갖고 있다.

$$X_e(t)=(1-R_1)X_e(t-1)+(1-R_2)^l X_h(t-l)$$

動的計劃法 모델이 各 단계(stage)에서 하나의 결정변수 $D(t)$와 l개의 상태변수 $S_1(t)$, $S_2(t), \cdots,$

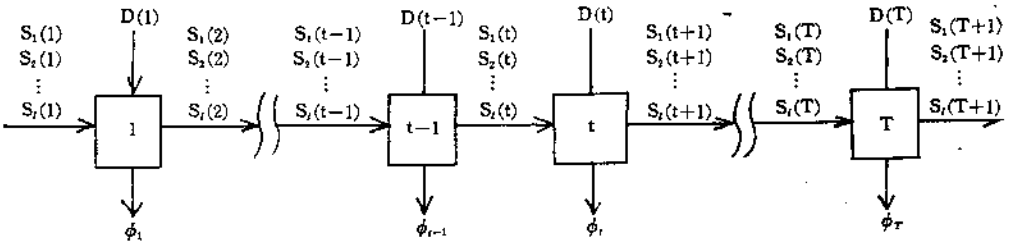

그림2-4 1개 결정변수와 l개상태변수를 갖는 다단계 결정체계

$S_l(t)$를 갖는 다단계결정체계 〈그림2-4〉로 설정된다면 위의 式은 단계변환(stage transformation)에 포함될 수 있다.

ϕ_t : 계획기간 t에서의 단계비용함수

f_t : 〃 〃 최적단계비용

$S_i(t)$: 〃 〃 상태변수 $(i=1,2,\cdots,l)$

$D(t)$: 〃 〃 채용인력수준을 나타내는 결정변수

이러한 다단계결정체계 〈그림 2-4〉의 결정변수들은 전술한 비선형계획법 모델과는 다음과 같은 관계가 있다.

$$S_1(t)=X_h(t-l+1)$$
$$S_2(t)=X_h(t-l+2)$$
$$\vdots$$
$$S_{l-2}(t)=X_h(t-2)$$
$$S_{l-1}(t)=X_h(t-1)$$
$$S_l(t)=X_e(t) \qquad t=1,2,\cdots,T+1$$

따라서 雇用計劃의 動的計劃法 모델에 포함되는 단계비용함수 (stage cost function)와 단계변환(stage transformation)과 순환식(recursion equation)은 다음과 같이 표시된다.

(1) 단계비용함수

$$\phi_t(D(t),\ S_1(t), S_2(t), \cdots, S_l(t))$$
$$=\frac{1}{(1+r)^{t-1}}\Big[C_0(t)S_l(t)+\sum_{i=1}^{l-1}C_i(t)(1-R_2)^{t-i}$$
$$S_i(t)+C_{l+1}(t)\{D(t)\}^2$$
$$+C_{l+3}(t)\{\overline{W(t)}-Z(t)\}^2$$
$$+C_{l+4}(t)\{\overline{W(t)}-Z(t)\}\Big]$$

여기서

$$Z(t)=\lambda_0 S_l(t)+\sum_{i=1}^{l-1}\lambda_i(1-R_2)^{t-i}S_i(t)+\lambda_l D(t),$$
$$t=1,2,\cdots,T$$

(2) 단계변환

본 고용계획의 동적계획법 모델은 각 단계에서 상태변수를 l개 가지고 있으므로 단계변환도 l개가 된다.

$l=1$ 일때

$$S_1(t+1)=(1-R_1)S_1(t)+(1-R_2)D(t)$$

$l=2$ 일때

$$S_1(t+1)=D(t)$$
$$S_2(t+1)=(1-R_1)S_2(t)+(1-R_2)^2S_1(t)$$

$l>2$ 일때

$$S_1(t+1)=S_2(t)$$
$$\vdots$$
$$S_{l-2}(t+1)=S_{l-1}(t)$$
$$S_{l-1}(t+1)=D(t)$$
$$S_l(t+1)=(1-R_1)S_l(t)+(1-R_2)^l S_1(t),$$
$$t=1,2,\cdots,T$$

(3) 순환식

전술한 단계비용함수를 이용하면 동적계획법 모델의 目的函數는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\text{最小化}\ \sum_{t=1}^{T}\phi_t(D(t), S_1(t), S_2(t), \cdots, S_l(t))$$

따라서 전술한 단계변환식들에 의해 순환식은 다음과 같은 형태를 가진다.

$$f_T(S_1(T), S_2(T), \cdots, S_l(T))$$
$$=\min_{D(t)}\phi_T(D(T), S_1(T), S_2(T), \cdots, S_l(T))$$
$$f_t(S_1(t), S_2(t), \cdots, S_l(t))$$

$$=\min_{D(t)}\{\phi_t(D(t),S_1(t),S_2(t),\cdots,S_t(t))+$$
$$f_{t+1}(S_1(t+1),\ S_2(t+1),\cdots,S_{t-2}(t+1),$$
$$S_{t-1}(t+1),\ S_t(t+1))\}$$
$$=\min_{D(t)}\{\phi_t(D(t),S_1(t),S_2(t),\cdots,S_t(t))+$$
$$f_{t+1}(S_2(t),S_3(t),\cdots,S_{t-1}(t),D(t),$$
$$(1-R_1)S_1(t)+(1-R_2)^tS_1(t))\},$$
$$t=1,2,\cdots,T$$

결국 雇用計劃의 動的計劃法 모델은 다음과 같은 형태가 된다.

目的函數:

$$\text{最小化}\ \sum_{t=1}^{T}\frac{1}{(1+r)^{t-1}}\Big[C_0(t)S_t(t)+\sum_{i=1}^{t-1}C_i(t)$$
$$(1-R_2)^{t-i}S_i(t)+\ C_{t+1}(t)\{D(t)\}^2+$$
$$C_{t+3}(t)\{\overline{W(t)}-Z(t)\}^2+C_{t+4}(t)$$
$$\{\overline{W(t)}-Z(t)\}\Big]$$

制約式:

$$a_1\leq S_t(t)\leq a_2$$
$$0\leq D(t)\ \leq b_1,\ D(t)\text{: 정수}$$
$$\overline{W(t)}-d_2\leq Z(t)\leq\overline{W(t)}+d_1$$
$$Z(t)=\lambda_0S_t(t)+\sum_{i=1}^{t-1}\lambda_i(1-R_2)^{t-i}S_i(t)+\lambda_tD(t)$$

$t=1$ 일때

$$S_1(t+1)=(1-R_1)+(1-R_2)D(t)$$

$t=2$ 일때

$$S_1(t+1)=D(t)$$
$$S_2(t+1)=(1-R_1)S_2(t)+(1-R_2)^2S_1(t)$$

$t>2$ 일때

$$S_1(t+1)=S_2(t)$$
$$\vdots$$
$$S_{t-2}(t+1)=S_{t-1}(t)$$
$$S_{t-1}(t+1)=D(t)$$
$$S_t(t+1)=(1-R_1)S_t(t)+(1-R_2)^tS_1(t),$$
$$t=1,2,\cdots,T$$

여기서

r: 상수(≥ 0)

$S_1(1),S_2(1),\cdots,S_t(1)$: 주어진 값

$a_2\geq a_1\geq 0,\ b_1\geq 0$

$d_1,d_2\geq 0,$

t: 상수(양의 정수)

Ⅲ. 모델의 最適化

단일 직종에 대한 中期 雇用計劃의 計量的 모델은 非線形計劃法 모델과 아울러 動的計劃法 모델로 설정되었다. 이들 모델의 決定變數는 各計劃기간의 採用水準이고 그 數는 10~20개가 된다.

非線形計劃法 모델은 制約式의 형태가 복잡하고 결정변수가 정수이므로 解釋的方法에 의해 最適解를 산출하기는 어렵다. 따라서 探索技法(search technique)을 이용하여 最適化하는 것이 효과적이다. 本 모델은 결정변수의 수가 비교적 적고 최적화하는 과정에서 최적해에 근접한 기준점(base point)을 줄 수 있으므로 이미 개발된 電算機에 의한 探索法을 이용하면 비교적 용이하게 산출된다.

그러나, 학습기간이 계획간격과 일치할 때는 ($t=1$) 動的計劃法 모델을 最適化하는 것이 보다 효율적이다. 일반적으로 소수의 전문직을 제외한 기업내의 많은 직종의 학습기간은 6個月정도이다. 이와 같이 각 단계에서 결정변수와 상태변수를 각각 하나 갖는 動的計劃法 모델의 최적해는 電算化된 解法에 의해 쉽게 구해진다. [17] 그런데 상태변수의 수는 동적계획법의 차원에 관계되므로 상태변수의 수가 증가하면 계산량이 증가하여 解法은 더욱 복잡하게 된다.

Ⅳ. 모델의 適用

量과 質의 두가지 面을 갖는 人力의 雇用計劃 問題가 計劃法 모델로 설정되었으므로 모델은 많은 가정을 포함한다. 本 모델에서 정규임금의 비용함수는 一次形式으로 채용과 초과근무의 비용함수는 二次形式으로 가정되고 있으나 변수의 변화범위에 따라 모두가 一次形式으로 근사되면 雇用計劃問題가 stochastic programming 모델로 설정된다. 또 企業에 따라서는 직종별 변수의 중요도가 달라 새로운 변수가 모델에 포함될 수 있다. 예를들면 日給을 받는 창고노무직에 대해서는 一時解雇나 解雇가 적용될 수 있다. 雇用計劃問題의 해결방안은 기업에 따라 다소 다르지만 일반적으로 다음과 같다.

A. 人力需要가 內部人力供給을 초과할 경우
   (1) 人力採用
   (2) 특수단기훈련
   (3) 超過勤務
   (4) 生產의 우선권실시
   (5) 일부 외부하청

B. 內部人力供給이 人力需要를 초과할 경우
   (1) 在庫를 위한 생산
   (2) 勤務時間의 短縮
   (3) 一時解雇와 解雇

雇用計劃은 企業 人力計劃의 供給方案에 해당되므로 人力需要와 內部人力供給(internal labor supply)에 대한 人力豫測(manpower forecasting)을 前提로 하여 설정된다. 豫測은 대상에 따라 예측방법이 다르다. 예를 들면 生產에 직접 관련되고 職務標準 설정이 용이한 직종에는 確率的 豫測方法이 적

용되고 직무표준 설정이 어려운 직종에는 回歸分析方法이 적용된다[1] 또 內部供給 人力의 예측에 마르코프 연쇄(markov chain)가 적용가능하다. [18] [19]

또 雇用計劃은 기업의 他計劃으로 부터 유도된 계획이다. 計劃期間長은 計劃對象에 따라 달라지고 製品市場의 安定性과 豫測可能性과 관련하여 달라진다. 계획간격은 인력의 외부공급원인 학교의 졸업시기와 회계분기를 고려하여 3個月 혹은 6個月이 적절하다. 이러한 雇用計劃은 순환계획(revolving plan)으로 설정되는 것이 바람직하다.

V. 結 論

本 硏究에서는 변동하는 직종별 人力需要에 대해 유지해야 할 計劃期間別 最適人力水準의 意思決定을 위한 雇用計劃의 非線形計劃法 모델과 아울러 動的計劃法 모델이 제시되고 있다. 이 모델들은 단일직종을 대상으로 하여 직종에 따라 다른 학습기간을 고려하는 中期計劃 모델이다. 모델이 비교적 간단하고 最適解가 용이하게 산출될 수 있다.

本 모델은 학습기간이 짧고 人力供給面에서 부족하기 쉬운 직종이나 人力需要 변동이 심한 직종에 적용될 때 효과가 크다. 이모델은 在庫에 의한 조정이 어려운 주문생산이나 계획생산의 경우에도 적용된다. 따라서 국내 군수산업체나 정부납품업체 또는 제품 성질상 재고를 둘 수 없는 독과점기업과 같은 비교적 정확한 사업계획이 설정되는 기업에 본 모델은 적절하게 적용된다.

그러나, 이 모델은 기업외부와 개방된 단일직종에 대한 모델이므로 여기에는 人力供給源으로는 승진이나 전적은 제외되고 채용과 초과근무만이 고려되고 있다. 또 本 雇用計劃 모델은 計量的 모델이므로 산출되는 최적해가 雇用安定과 生産性을 고려하여 조정되는 것이타당하다.

앞으로 本 論文과 관련하여 職務間의 昇進이나 轉職을 고려한 多職種에 대한 雇用計劃 모델에 관한 연구가 기대된다.

參 考 文 獻

[1] 孫晩石, 微視人力計劃 모델의 開發, 韓國科學院, 1976. (미출판 석사학위논문)

[2] 崔炳奎, 多品目 生産體制의 生産計劃을 위한 모델, 대한산업공학회지 1권, 1호, pp. 27—38, 1975.

[3] Bellman, Richard E. and Dreyfus, Stuart E., *Applied Dynamic Programming*, Princeton, Princeton Univ. Press, 1962.

[4] Bryant, Don R., Maggard, Michael J. and Taylor, Robert P., "Manpower Planning Models and Techniques," *Business Horizons*, pp. 69—78, April 1973.

[5] Burack, Elmer H. and Walker, James W., *Manpower Planning and Programming*, Allyn and Bacon, Boston, 1972.

[6] Charnes, A., Cooper, W.W. and Niehaus, R. J., "A Goal Programming Model for Manpower Planning," *ONR Management Sciences Research Report* No. 115 (Management Sciences Research Group, Graduate School of Industrial Administration, Carnegie-Mellon Univ.), December 1967.

[7] Eilon, Samuel, "Five Approaches to Aggregate Production Planning," *AIIE Transactions*, Vol. 7, No. 2, pp. 118—131, June 1975.

[8] Goodman, David A., "A New Approach to Scheduling Aggregate Production and Work Force," *AIIE Transactions*, Vol. 5, No. 2, pp. 135—141, June 1973.

[9] Hadley, G, *Nonlinear and Dynamic Programming*, Addison-Wesley, 1964.

[10] Heneman, Herbert G., Jr. and George Seltzer, "Employer Manpower Planning and Forecasting", *Manpower Research Monograph* No. 19, (U.S. Department of Labor) U.S. Government Printing Office, 1970.

[11] Holt, C.C., Modigliani, F., Muth, J.F. and Smon, H.A., *Planning Production, Inventories and Work Force*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1960.

[12] Jewett, R.F., "A Minimum Risk Manpower Scheduling Technique", *Management Science*, Vol. 13, No. 10, pp. B578—B592, June 1967.

[13] Lundgren, Earl F. and Schneider, James V., "A Marginal Cost Model for the Hiring-Overtime Decision," *Management Science*, Vol. 17, No6, pp. B399—B405, 1971.

[14] Maki, Dennis, "A Programming Approach to Manpower Planning," *Industrial and Labor Relations Review*, Vol. 23, No. 3, pp. 397—405, April 1970.

[15] Nemhauser, George L., *Introduction to Dynamic Programming*, Jehn Wiley & Sons,

New Yok, 1966.

[16] Nemhauser, George L. and Nuttle, H.L. W., "A Quantitative Approach to Employment Planning", *Management Science*, Vol. 11, No. 8, pp. B155—B165, June 1965.

[17] Rider, Ernest Garwood, *General Computer Solution of Dynamic Programming Problems With Integer Restrictions*, M.S. Thesis, Arizona State University, 1971,

[18] Rowland, K.M. and Sovereign, M.G., "Markov Chain Analysis of Internal Manpower Supply," *Industrial Relations*, vol. 9, No. 1, pp. 88—99, October 1969.

[19] Vroom, Victor H. and MacCrimmon, Kenneth R. "Toward a Stochastic Model of Man agement Careers." *Adminstrative Science Quarterly* Vol. 13, No. 1, pp. 26 —46, June 1968.

[20] Wagner, H.M., *Principles of Operations Research*, Prentice-Hall Englewood Cliffs, 1969.

[21] Wilde, Douglass J., *Optimum Seeking Methods*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1964.