〈硏究論文〉

Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers
Vol. 13, No. 2, Dec. 1987

가변적 수요에 대한 최적인력의 크기와 휴무계획 결정방법

Optimal Workforce Size and Day-off Scheduling with Variable Demands

기 재 석*
강 맹 규*

Abstract

This paper develops an optimal manpower scheduling algorithm that gives an optimal workforce size and day-off scheduling required to satisfy following conditions. First, everyone is to have two consecutive day-off per cycle in a continuous operating environment. Second, everyone is to have at least A weekends off in a cycle of B Weeks.

The model addressed is under the circumstance that the demands can vary from day to day in a weekly cycle.

The proposed algorithm makes it possible to minimize the maximum workstretch and to maximize the number of weekends off. It is also possible to minimize the variance of idle manpower distribution in order that idle manpower may be utilized in case of emergency.

1. 서 론

본 논문은 인력수요가 1주를 주기로 가변적인 환경에서 모든 작업자가 B주중 최소한 A주는 주말휴무를 가지며 모든 휴무를 2일 연속으로 갖도록 하는 최적인력계획방법을 개발한다. 즉, B주중 A주의 주말휴무조건과 2일 연휴조건을 만족하는 최소의 총 인력을 구하고 이 인력에 대한 휴무배치를 할 수 있는 알고리듬을 개발한다. 미지수 B와 A는 사용자가 주는 임의의 정수값이다.

인력계획문제에 대해 많은 연구가 수행되어 왔으나 본 연구와 특히 관련되는 가변적 인력수요에 대한 연구는 다음과 같다. Tibrewala, Philippe와 Brown[4]는 2일 연휴조건이 있는 문제를 연구하였고(이후 TPB 알고리듬이라 부름) 박정호[1]는 이를 개선하여 계산횟수를 줄일 수 있도록 하였다. Burns[2]는 각 작업자가 최소한 2주중 1주는 주말휴무를 갖는 경우를 연구하였고 Burns와 Carter[3]는 이를 일반화하여 B주중 최소한 A주는 주말휴무를 갖는 경우를 연구하였다.

* 한양대학교 산업공학과

본 연구는 기존 연구와는 달리 B주중 A주의 주말휴무조건과 2일 연휴조건을 동시에만족하는 알고리듬을 개발한다. 먼저 Burns와 Carter〔3〕의 연구결과인 B주중 최소한 A주의주말휴무조건을 만족하는 총 인력의 하한치〔3〕를 사용하여 주말휴무인력의 하한치를 구한다. 이 하한치를 2일 연휴조건의 TPB 알고리듬과 박정호의 알고리듬에 적용한다.

본 알고리듬은 두 휴무조건을 만족하는 최적 인력계획을 구할 뿐 아니라 작업자의 연속근무일수중 최대차를 최소화하며 또한 주말휴무인력의 크기를 최대로 한다. 만약 주말휴무인력을 최대로 하는 대신 유휴인력의 확보가 바람직한 경우를 위해 유휴인력분포의 분산을 최소로 할 수 있도록 한다.

2. 기존연구

본 논문에서 사용되는 중요 기호는 다음과 같다.

- N : 총 인력
- R(i) : 기간 i의 필요인력. i=1, 2 ⋯ 7, i=1은 일요일⋯i=7은 토요일
- Z(i) : 기간 i와(i+1)에 휴무를 갖는 인력
- E : 주말(즉 토요일, 일요일) 필요인력의 최대치, max{R(1), R(7)}
- R'(i) : 주말휴무인력 휴무배치후 알고리듬 과정중에 수정된 필요인력
- N* : 최적 총 인력
- Z*(i) : 기간 i의 최적휴무인력
- X(i) : 기간 i의 근무인력
- Q(i) : 절대값이 기간 i의 유휴인력, |X(i)−R(i)|

TPB 알고리듬〔4〕은 가변적인 인력수요 상황에서 2일 연휴조건을 만족하는 총인력을 최소화한다. 기간별 필요인력 R(i) 중에서 min{max(R(i), R(i+1)}를 만족하는 i를 k라 두어 기간(k, k+1)에 휴무인력을 배정한다(이를 휴무쌍이라 함). 이렇게 하여 기간(i, i+1)의 휴무인력 Z(i)을 결정하고 총 인력 N을 구한다.

박정호〔1〕는 TPB 알고리듬에서 휴무쌍 선택시에 선택될 수 있는 휴무쌍(k, k+1)이 한개 이상 발생할 경우 해당 휴무쌍을 모두 선택한다. 이에 의해 ((동시에 선택된 휴무쌍의 갯수)−1) 만큼 계산횟수를 감소시켰다.

Burns와 Carter〔3〕는 가변적인 인력수요 상황에서 B주의 최소한 A주의 주말휴무조건을 만족하는 총 인력을 최소화하였다. 총 인력의 최소치는 다음 세가지 제약조건에 의하여 구하여진다.

1) 주말휴무 제약조건을 만족하는 조건식

$((B-A)/B)*N \geq E$ 즉, $N \geq \lceil B*E/(B-A) \rceil$ ⋯(1)

여기서 $E=\max\{R(1), R(7)\}$, $\lceil X \rceil$는 X보다 크거나 같은 정수중 최소값을 나타낸다.

2) 필요인력 총합의 제약조건을 만족하는 조건식

$5N \geq \Sigma R(i)$ 즉, $N \geq \lceil 1/5 \Sigma R(i) \rceil$

3) 최대수요 제약조건을 만족하는 조건식

$N \geq \max\{R(i)\}$

이상의 세가지 조건을 만족하는 하한치를 각각 구하여 그중 최대치가 총 인력의 최소치가 된다.

본 연구는 식(1)을 만족하는 총 인력크기의 하한치를 박정호의 알고리듬에 적용하여 주말휴무조건과 2일 연휴조건을 모두 만족하는 알고리듬을 개발한다.

3. 최적인력계획 알고리듬

3.1 최적인력크기의 결정과 휴무배정 결정방법

본 알고리듬은 총 인력과 기간별 휴무인력을 최적화하는 단계와 이에 대한 휴무를 배정하는 단계로 구성된다.

주말휴무조건을 먼저 만족시키기 위하여 단계 1에서 주말휴무에 주말휴무인력의 하한치$\lceil A/(B-A))*E \rceil$를 배치한다(3.2절의 정리 1 참조). 주말에 배치된 인력은 주중에 근무하게 되므로 주중필요인력을 주말휴무인력의 하한치만큼씩 감한다.

단계 2, 3, 4에서는 단계 1에서 수정된 필요인력을 만족하는 총 인력의 최소치를 구하고 주말휴무인력을 최대로 하는 각 기간별 휴무인력을 구한다. 그러나 유휴인력의 크기를 가능한 한 균등히 하기 위하여 유휴인력분포의 분산을 최소화하려면 단계 5로 가서 주말휴무쌍을 다른 휴무쌍으로 대체한다.

단계 6에서는 모든 인력이 주말휴무조건을 만족하도록 주말휴무배정을 하고 단계 7에서는 나머지 주중휴무배정을 한다. 이때 최대연속근무일수가 최소가 될 수 있도록 휴무배치를 한다.

본 알고리듬의 단계는 다음과 같으며 최적성에 대한 증명은 다음 절에서 보인다.

단계 1 : ⌈(A/(B-A))*E⌉명을 주말연휴 즉 Z(7)에 휴무배정하고 주중의 필요인력 R(2), R(3),… R(6)는 각각 ⌈(A/(B-A))*E⌉만큼 감소시킨다.

단계 2 : (a) 주말필요인력의 값이 0 또는 음수로 되어 있으면 주말휴무쌍(1, 7)을 계속 선택한다.

(b) min{max(R'(i), R'(i+1))}을 만족하는 i를 k라 하고 휴무쌍으로 (k, k+1)을 선택한다.

(c) (k, k+1)쌍이 한개 이상이면 각 쌍의 필요인력의 합(R'(k)+R'(k+1))이 작은 것을 선택한다.

(d) (k, k+1)쌍이 그래도 결정되지 않으면 (k+1, k+2)가 위의 쌍들에 속하지 않는 (k, k+1)부터 차례로 중복되지 않게 전부 선택한다.

단계 3 : 단계 2에서 선택된 k들에 대해 Z(k)를 1씩 증가시키고 R'(i)는 선택된 갯수만큼 R'(K)와 R'(k+1)는 ((선택된 쌍의 갯수)-1) 만큼 감소시킨다.

단계 4 : R'(i)중에 양수가 없을 때까지 단계 2와 단계 3을 반복한다. 만약 이 단계에서 R'(i)가 전부 음수이면 min{|R'(i)|}만큼 (k, k+1)쌍의 갯수를 나중에 선택된 것부터 줄여나간다. 이 단계에서 구한 N과 Z(i)는 주말휴무인력을 최대로 하는 최적해 N*와 Z*(i)가 된다. 유휴인력분포의 분산을 최소로 하려면 단계 5로 가고 그렇지 않으면 단계 6으로 간다.

단계 5 : B*(Z(7)-m)/A≥N을 만족하는 m의 최대치를 구한다. 그리고 단계 2의 (a)가 적용된 과정부터 선택된 주말휴무쌍을 단계 2의 b, c, d에 의하여 선택되는 휴무쌍으로 m개쌍만큼 대체한다. 여기서 m은 0 또는 양수값이다.

단계 6 : 각 작업자에게 1부터 N*까지 번호를 부여한다. 처음 Z*(7)명에게는 첫째 주말휴무에 배정하고, 둘째 주말휴무에는 다음 Z*(7)명을 배정한다. 이 과정을 B주까지 반복한다.

단계 7 : 나머지 주중휴무는 다음 순서에따라 배정한다(휴무 배정시 1주는 월요일부터 일요일까지로 하고, Z(1) 휴무는 해당주 일요일과 다음주 월요일로 함).

a) 주말휴무자를 제외한 나머지 N*-Z*(7) 중 제2주에 주말휴무를 갖는 인력을 먼저 제1주에 배정한다. 배정순서는 Z*(1), Z*(6), Z*(5)… 순으로 해당 인원중 전주에 주말휴무를 가진 인원을 휴무에 먼저 배정하고 나머지 인원을 배정한다.

b) 제2주에도 주말휴무가 없는 사람을 (a)에서 배정하고 남은 Z*(i)에 같은 순서로 배정한다.

c) (a)와 (b)를 B주까지 반복하여 휴무배정을 한다.

3.2 알고리듬의 증명

본 연구에서 개발한 알고리듬은 2일 연휴조건과 주말휴무조건을 만족하는 총 인력을 최소로 하고 주어진 조건을 만족하도록 휴무배치를 한다. 또한 본 알고리듬에서 구한 해는 최대연속근무일수를 최소로 하며 주말휴무인력을 최대로 하거나 유휴인력분포의 분산을 최소로 할 수 있다. 이에 대한 증명은 다음과 같다.

〈정리 1〉

주말휴무의 인력 Z*(7)의 하한치는 ⌈(A/(B-A))*E⌉이다.

(증명)

주말휴무조건을 만족하려면 최소 총 인력 N*는 식(1)과 같은 하한치를 갖는다[3].

N*≥⌈(B/(B-A))*E⌉

Z*(7)=N*-E이므로 양변에 E를 빼면 N*-E≥

$(B/(B-A))*E-E=(A/(B-A))*E$이다. 즉

$Z^*(7) \geq \ulcorner (A/(B-A))*E \urcorner$

〈정리 2〉

주말휴무인력의 하한치를 휴무배치한 후, 수정된 필요인력의 최적해가 N'^* 이라면 최적해 N^*는 $N'^* + \ulcorner (A/(B-A))*E \urcorner$이다.

(증명)

모든 인력은 1주에 1번 휴무를 가지므로 최소 총 인력은 기간별 휴무인력의 합이 된다. 즉

$N^* = \Sigma Z^*(i)$

마찬가지로 N'^*와 이때의 기간별 휴무인력 $Z'^*(i)$는 다음과 같다.

$N'^* = \Sigma Z'^*(i)$

정리 1에서 $Z^*(7)$의 하한치는 필히 주말휴무에 배치되어져야 하는 인원이므로 최적 기간별 휴무인력은 다음과 같다.

$Z^*(7) = \ulcorner (A/(B-A))*E \urcorner + Z'^*(7)$

$Z^*(i) = Z'^*(i)$ 여기서 $i \neq 7$)

그러므로 총 인력은 다음과 같다.

$$N^* = \sum^{7} Z^*(i) = \sum^{6} Z^*(i) + Z^*(7)$$

$$= \sum^{6} Z'^*(i) + \ulcorner (A/(B-A))*E \urcorner + Z'^*(7)$$

$$= \sum^{7} Z'^*(i) + \ulcorner (A/(B-A))*E \urcorner$$

$$= N'^* + \ulcorner (A/(B-A))*E \urcorner$$

〈정리 3〉

단계 2에 따라 휴무쌍이 선택되면 총 인력의 최적해 N^*가 존재한다. .

(증명)

주말휴무의 하한치를 주말휴무에 배치한 후 수정된 필요인력을 만족하는 최적해 N'^*가 존재하면 정리 2에서 총 인력은 최적해 N^*가 된다. 단계 2의 b, c, d에 의한 휴무쌍 선택은 TPB와 박정호 알고리듬을 따르므로 N'를 최소로 하는 최적해가 존재한다. 따라서 (a)인 경우에 대해서만 최적해 N^*가 존재함을 증명한다.

서로 인접하고 있는 임의의 필요인력 R'(j), R'(j+1)의 값이 0과 음수값을 갖게 되면 max{R'(i)} = R'(p)가 되는 p은 휴무쌍에 선택되지 않는다. 그런데 최적해 N'^*는 모든 필요인력을 만족해야 하므로 R'(p) ≦ 0이 될 때까지 R'(p) 만큼은 휴무쌍을 선택해야 한다. 단계 1에서 배치한 주말휴무인력의 하한치를 제외하고 이전까지 휴무배치된 쌍의 수를 x라 두면 N' ≧ x+R'(p)이므로 N'^*=x+R'(p)이 된다. 따라서 필요인력의 값이 0 또는 음수값을 갖는 임의의 쌍 (j, j+1)을 휴무쌍으로 R'(p)까지 선택하여도 최적해 N'^*가 존재한다. 즉, 주말의 필요인력의 값이 0 또는 음수값을 가지면 주말휴무쌍 (1, 7)을 R'(p)만큼 선택하여도 N'^*는 최소치가 된다. 따라서 N'^*가 최소가 되므로 알고리듬에 의하여 구한 N^*는 최적해이다.

〈정리 4〉

단계 6에서 구한 $Z^*(7)$은 모두 가능한 해 중에서 최대값을 갖는다.

(증명)

주말에 휴무배치할 수 있는 인력은 N^*-E 이다. 식 (1)에서 N^*는 다음과 같이 표시된다.

$N^* = \ulcorner (A/(B-A))*E \urcorner + E$

이 식에서 $(A/(B-A))*E$는 주말휴무에 배치된 값이고, E개의 휴무쌍은 주말필요인력을 만족시키기 위하여 주중휴무쌍이 되어야 한다. 그런데 E개의 주중휴무쌍을 선택하면 주말의 수정된 필요인력이 모두 0 또는 음수가 되어 단계 2의 (a)가 적용된다. 따라서 N^*-E는 모두 주말휴무에 배정되어 주말휴무인력이 최대가 된다.

〈정리 5〉

본 알고리듬에서 구한 최적 총 인력수요 N^*는 주말휴무조건을 만족한다.

(증명)

주말휴무에 주말휴무인력의 하한치를 배치하면 다음과 같다.

$N^*-E \geq \ulcorner (A/(B-A))*E \urcorner$ 즉, $N^* \geq (A/(B-A))*E + E = \ulcorner (B/(B-A))*E \urcorner$

주말휴무조건 식 (1)을 만족하므로 N^*는 주말휴무조건을 만족한다.

〈정리 6〉

단계 5에서 구한 해는 유휴인력분포의 분산을 최소로 한다.

(증명)

주말휴무인력의 하한치를 주말휴무에 배치한 후 임의의 계산과정에서 수정된 필요인력을 r1(i)로 표시하자. 이 필요인력중에서 알고리듬에 의하여 휴무쌍이 선택되어진 후 수정된 필요인력을 r2(i)라 하면 r1(i)와 r2(i)의 분석은 다음과 같다.

$$V(r1)=1/7\,\Sigma\,(r1(i)-\overline{r1(i)})**2$$
$$=1/7(\Sigma\, r1(i)**2-7\,\overline{r1(i)}**2)\cdots (2)$$
$$V(r2)=1/7\,\Sigma\,(r2(i)-\overline{r2(i)})**2$$
$$=1/7(\Sigma\, r2(i)**2-7\,\overline{r2(i)}**2)$$
$$=1/7(\Sigma\, r2(i)**2-7\,\overline{(r1(i)}+5/7)**2\}\cdots\cdots (3)$$

두 분산 V(r1), V(r2)의 차를 최대가 되게 하면 유휴인력분포의 분산이 최소가 된다. 식 (2)와 (3)의 차를 구하면

$$V(r1)-V(r2)=1/7\{\Sigma\, r1(i)**2-\Sigma\, r2(i)**2+10\overline{r1(i)}+25/7\}\cdots\cdots (5)$$

이 된다. 따라서 $\Sigma r2(i)**2$ 이 최소가 되게 휴무쌍을 선택하면 식(4)가 최대가 되어 유휴인력분포의 분산이 최소가 된다. 그런데 본 알고리듬에서 휴무쌍은 minmax에 의하여 선택되므로 선택되지 않은 다른 어떤 쌍보다도 $\Sigma r2(i)**2$을 최소로 한다. 본 알고리듬 단계 2는 $\Sigma r2(i)**2$을 최소로 하는 조건과 부합하므로 이 단계에서 구한 해는 유휴인력분포의 분산을 최소로 한다.

〈정리 7〉

알고리듬에 의한 휴무배치는 총 인력과 주말휴무조건 및 유휴인력의 분포조건을 만족하는 가능해중에서 최대연속근무일수를 최소로 한다.

(증명)

B주중 임의의 연속 2주(이를 제 1 주와 제 2 주라 하자)에 있어서 작업자가 갖는 휴무는 다음 4 가지 경우로 나타난다.

1) 제 1 주와 제 2 주에 모두 주말휴무를 갖는 경우.

2) 제 1 주에 주말휴무를 갖고 제 2 주에 주중휴무를 갖는 경우.

3) 제 1 주에 주중휴무를 갖고 제 2 주에 주말휴무를 갖는 경우.

4) 제 1 주와 제 2 주 모두 주중휴무를 갖는 경우.

각 경우에 해당되는 인력의 크기를 각각 W1, W2, W3, W4라 하면 W1과 W4는 다음과 같다.

$$W1=2Z^*(7)-N^*$$
$$W4=N^*-2Z^*(7)$$

여기에서 $W1\geqq 0$ 이면 $W4\leqq 0$ 이므로 W4는 존재하지 않는다. 반대로 $W4>0$ 이면 $W1<0$ 이 되어 W1이 존재하지 않는다. 그러므로 다음과 같이 W1이 존재하는 경우와 존재하지 않는 경우로 분류하여 각 경우에 대하여 증명한다.

1) $W1\geqq 0$ 인 경우

이때의 W2와 W3는 다음과 같다.

$$W2=Z^*(7)-W1$$
$$W3=N^*-Z^*(7)$$

이 경우에는 W3만 주중휴무배치를 하면 된다. 그러므로 Z(i)에서 휴무쌍이 i가 클수록 선택되어질 확률이 커지면 최대연속근무일수는 최소가 된다. 그런데 단계 2 중 d에서 휴무쌍이 2쌍이상 중복 선택(이에따라 (동시에 선택된 휴무쌍의 갯수 − 1)만큼 계산횟수가 감소됨)시에 i가 큰 쪽을 우선적으로 선택하므로 주어진 조건을 만족하는 해중 최대연속근무일수를 최소로 한다(TPB 알고리듬에서는 i가 작은 쪽을 우선적으로 선택하도록 되어 있음).

2) $W1<0$ 인 경우

이 때는 W2, W3와 W4가 존재하므로 W3와 W4을 주중휴무 배치한다. 이 때의 W2와 W3는 다음과 같다.

$$W2=Z^*(7),\quad W3=Z^*(7)$$

W3의 최대연속작업일수≧W4의 최대연속작업일수

제 1 주에 W3인 작업자는 제 2 주에 주말휴무를 가지므로 반드시 제 2 주에는 W2가 된다. 만약 W4가 제 2 주에도 (4)의 경우에 속하게 되면 W2는 제 2 주에도 W2가 되고 W4인 사람은 계속 W4가 되어 주말휴무를 가질 수 없게

된다. 따라서 W 4 는 제 2 주 (2) 인 경우에 속하게 되고, W 2 는 (3) 인 경우 또는 (4) 인 경우에 속하게 된다. 이들의 관계를 나타내보면 다음과 같다.

제 1 주　　제 2 주

W 2 ……┌W″3 ……W″2 ……
　　　　└W 4 ……W' 3 ……

W 3 ……W 2 ……┌W″3 ……
　　　　　　　└W 4 ……

W 4 ……W' 3 ……W' 2 ……

여기서 W 3 = W' 3 + W″3, W 2 = W' 2 + W″3, W 4 = W' 3 = W' 2, W″2 = W″3 또 한 주당 모든 작업자의 평균 작업일수는 5 일이므로 최소연소작업일수가 작아지면 상대적으로 최대연속작업일수는 증가한다. 따라서 최대연속작업일수를 최소로 하려면 제 1 주에서 W 3 을 먼저 휴무배정하고 W 4 를 휴무배정한다.

여기서 W 3 의 휴무배정시에 W 3 에 속하는 사람중 전 주에 주말휴무를 갖는 인원 W″3 부터 Z*(1), Z*(6), Z*(5), …순으로 휴무를 배정한다. 따라서 단계 7 은 이 원칙에 부합되므로 최대연속작업일수는 최소가 된다.

4. 예　　제

5 주중 최소한 3 주는 주말연휴를 가지며 일요일부터 토요일까지의 필요인력이 그림 1 과 같을때 최적 총 인력의 크기와 기간별 휴무인력은 그림 2 와 같으며 휴무배치방법은 그림 3 과 같다.

요일별 필요인력 R (i)						
R (1)	R (2)	R (3)	R (4)	R (5)	R (6)	R (7)
일	월	화	수	목	금	토
5	20	21	18	19	20	8

그림 1. 필요인력

그림 2 에서 "경우"는 휴무쌍의 선택시에 적용된 단계 2 의 a, b, c, d를 나타내며 Z(7) ≥ 12는 주말휴무의 하한치를 나타낸다.

총 인력은 주말휴무의 하한치 12에 주말휴무 하한치를 휴무배치한 후 수정된 필요인력 R' (i)을 만족하는 최소 인원 11명을 더하여 23명이 된다. 주말휴무, 제약조건은

N* ≥ ⌈(B/(B-A)) * E⌉

이므로 예에서 구한 총 인력 23명과 주말필요인

기　간	반　복　계　산　횟　수								
(요　일)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X* (i)
R (1) : 일	5	5	4	4	4	3	3	1	− 1	6
R (2) : 월	20	8	7	6	6	5	4	2	− 1	21
R (3) : 화	21	9	8	7	6	5	4	2	0	21
R (4) : 수	18	6	6	5	4	4	3	1	− 1	19
R (5) : 목	19	7	7	6	5	5	4	2	0	19
R (6) : 금	20	8	7	6	5	4	3	1	− 1	21
R (7) : 토	8	8	7	7	6	5	5	2	0	8
K		4	7	1	4	7	1, 3, 5	3, 5, 7		
경　우	단계 1	b	c	c	c	c	d	d		
Z (7)	N* = 12 + 11 = 23, Z (1) = 2, Z*(2) = 0, Z*(3) = 2,									
≥ 12	Z*(4) = 2, Z*(5) = 2, Z*(6) = 0, Z*(7) = 15									

그림 2. 최적인력크기와 기간별 휴무인력결정

력의 최대치 E= 8 을 대입하면

$23 \geq [(5/(5-3))*8]=20$

이 되어 주말휴무 제약조건을 만족하므로 구하여진 총 인력 23명이 최적해가 된다.

이때는 주말휴무를 최대로 한다. 또한 단계 2의 (a)를 적용하지 않았기 때문에 유휴인력분포의 분산을 최소화한다.

휴무배치방법은 다음과 같다.

먼저 주말휴무를 배치한 후 주중휴무를 단계 7의 (a)에 따라 휴무배치한다. 따라서 주말휴무 $Z^*(7)=15$명을 배치하고 나머지를 각 기간별 휴무인력에 차례로 배치한다. 그림 3 에서 "X" 표시는 휴무를 나타내고, 표시가 없는 날은 근무를 나타낸다.

작업자	토	일	월	화	수	목	금	토	일	월	화	수	목	금	토	일	월	화	수	목	금	토	일	월	화	수	목	금	토	일	월	화	수	목	금	토	일	월	화	수
1								×	×						×	×							×	×					×	×						×	×			
2								×	×						×	×		×	×										×	×						×	×			
3								×	×						×	×		×	×										×	×						×	×			
4								×	×						×	×			×	×									×	×						×	×			
5								×	×						×	×			×	×									×	×						×	×			
6								×	×						×	×				×	×								×	×						×	×			
7								×	×						×	×				×	×								×	×							×	×		
8								×	×							×	×					×	×						×	×							×	×		
9	×	×						×	×							×	×					×	×						×	×		×	×							
10	×	×						×	×		×	×										×	×						×	×		×	×							
11	×	×						×	×		×	×										×	×						×	×			×	×						
12	×	×						×	×			×	×									×	×						×	×			×	×						
13	×	×						×	×			×	×									×	×						×	×				×	×					
14	×	×						×	×				×	×								×	×						×	×				×	×					
15	×	×						×	×				×	×								×	×							×	×					×	×			
16	×	×							×	×					×	×						×	×							×	×					×	×			
17	×	×							×	×					×	×						×	×		×	×										×	×			
18	×	×		×	×										×	×						×	×		×	×										×	×			
19	×	×		×	×										×	×						×	×			×	×									×	×			
20	×	×			×	×									×	×						×	×			×	×									×	×			
21	×	×			×	×									×	×						×	×				×	×								×	×			
22	×	×				×	×								×	×						×	×				×	×								×	×			
23						×	×								×	×							×	×					×	×						×	×			

그림 3. 휴무배치방법

5. 결 론

본 논문은 인력수요가 가변적이며 B주중 최소한 A주의 주말휴무와 2 일 연휴조건이 있는 인력계획문제에 대하여 최적 총 인력과 휴무배정을 결정하는 알고리듬을 개발한다.

본 알고리듬의 특징은 다음과 같다. 첫째, 대부분의 인력계획연구에서 볼 수 있는 정수선형계획법이나 이를 응용한 복잡한 수학적 모델을 사용하지 않고 간단한 계산과정을 통하여 주말휴무조건과 2 일 연휴조건을 모두 만족하는 총 인력을 최적화한다. 둘째, 주말휴무인력의 크기를 최대화 할 수 있다. 셋째, 각 기간에 분포되는 유휴인력분포의 분산을 최소화하여 유휴인력의 활용을 극대화 할 수 있다. 넷째, 최대연속작업일수를 최소화한다.

References

1. 박정호, "가변적인 인력수요에 대한 최적인력계획 수립방법," 한양대학교 대학원(석사논문), 1986.
2. Burns, R.N., "Manpower Scheduling with Variable Demands and Alternate Weekends Off," *INFOR*, Vol. 16, pp. 124–132, 1978.
3. Burns, R.N. and M.W. Carter, "Workforce Size and Single Shift Schedules with Variable Demands", *Management Sci.*, Vol. 31, pp. 559–601, 1985.
4. Tibrewala, R., D. Philippe, and J. Browne, "Optimal Scheduling of Two Consecutive Idle Periods", *Management Sci.*, Vol. 19, pp. 71–75, 1972.