

# 선각 평블록 조립공장 일정계획을 위한 혼합 유전 알고리즘

하태룡\* · 문치웅\*\* · 주철민\*\*\* · 박주철\*\*\*\*

## A Hybrid Genetic Algorithm for Scheduling of the Panel Block Assembly Shop in Shipbuilding

Tae-Ryong Ha\* · Chi-Ung Moon\*\* · Cheol-Min Joo\*\*\* · Ju-Chull Park\*\*\*\*

### □ Abstract □

This paper describes a scheduling problem of the panel block assembly shop in a shipbuilding industry. Because the shipbuilding is a labor intensive industry, the most important consideration in a panel block assembly shop is the workload balancing, which balances man-hour, weight and welding length and so on. It should be determined assembly schedule and workstation considering a daily load balancing and a workstation load balancing simultaneously. To solve the problem, we develop a hybrid genetic algorithm.

Hybrid genetic algorithm proposed in this paper consists of two phases. The first phase uses the heuristic method to find a initial feasible solution which provides a useful information about optimal solution. The second phase proposes the genetic algorithm to derive the optimal solution with the initial population consisting of feasible solutions based on the initial solution. Finally, we carried out computational experiments for this load balancing problem, which indicate that developed method is effective for finding good solutions.

## 1. 서 론

대형선박의 건조는 일반적으로 강재의 적치, 가

공, 소조, 조립, 의장, 도장, 탑재 등의 과정을 거치게 된다. 이 중에서 작업 기간이 긴 조립공정은 대형선박 건조의 기본단위인 블록을 생산하는 과정

\* 한국오라클  
\*\* 한양대학교 산업공학과  
\*\*\* 동서대학교 산업공학과  
\*\*\*\* 울산대학교 산업공학과

으로 탑재공정과 함께 중요한 부분을 차지한다. 블록은 크게 선박의 중앙부분(midship)을 구성하는 평블록(panel block)과 선수(bow)나 선미(stern)를 구성하는 곡블록(curved block)으로 구분되어지며, 서로 다른 작업장에서 조립이 이루어진다.

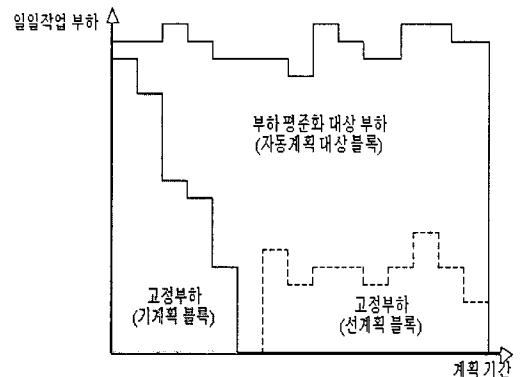
평블록과 곡블록의 조립이 이루어지는 블록 조립공장의 일정계획은 상위계획인 탑재일정계획에서 생성된 블록별 조립 완료 요구일을 고려하여 블록의 조립 착수일과 조립 완료일을 결정하게 된다. 대부분의 블록은 그 크기와 특성이 다양하고 이에 따라 작업능력이 상이한 작업장에 배정되기 때문에 서로 다른 부하와 조립공기를 갖는다. 또한, 선박 인도일자(delivery day)가 각기 다른 여러 척의 선박이 동시에 건조되기 때문에 블록 조립공장의 일자별, 작업장별 부하는 그 편차가 매우 클 수 밖에 없다. 이에 본 연구에서는 평블록 조립공장의 일자별 작업부하 평준화와 작업장별 능력대비 작업부하 균등화를 동시에 만족시키는 일정계획 문제를 다루고자 한다.

이러한 블록 조립공장의 일정계획 문제는 이재동과 홍유신[5], 고시근 등[2], 조규갑 등[3]에 의해 연구된 바 있다. 이재동과 홍유신[5]은 블록 조립 일정계획 문제를 조립작업에 대한 일자별 부하 평준화 문제와 작업장별 부하 평준화 문제로 분리한 후 비선형 혼합정수계획법으로 모델화하여 선형계획법을 이용한 발견적 기법을 제시하였고, 고시근 등[2]과 조규갑 등[3]도 역시 일자별, 작업장별 부하 평준화라는 두 가지 문제로 분리하여 모델화하고 유전 알고리즘을 이용하여 순차적으로 해를 구하는 방법을 제시하였다. 이들 연구들은 일자별, 작업장별 부하의 상호의존성이 높지 않을 것이라는 가정과 함께 두 가지 문제를 동시에 고려할 경우 발생하는 탐색 속도의 지연을 고려하여 두 문제를 독립적으로 다루었다. 그러나, 실제 블록 조립일정계획시 일자별 부하와 작업장별 부하를 고려하면서 조립일자와 작업장을 동시에 변경시키는 경우가 대부분이기 때문에 두 문제는 유기적 연관 관계를 갖는다.

그러므로, 본 연구에서는 일자별, 작업장별 부하라는 2가지 요소를 동시에 고려하여 조립일정계획 문제를 모델화하고, 이 모델의 해결을 위하여 휴리스틱 방법과 유전 알고리즘을 혼합한 혼합 유전 알고리즘(hybrid genetic algorithm)을 제시하고자 한다. 일자별, 작업장별 부하를 동시에 다루어야 하는 문제의 특성에 따라 표현(representation) 및 복제(reproduction), 교차변이(crossover), 돌연변이(mutation) 연산자를 새롭게 설계하도록 하겠다.

## 2. 평블록 조립일정의 부하 평준화

노동집약 산업인 대형선박건조의 조립공정에 있어서 조립일정의 일자별, 작업장별 부하는 조립일정을 결정하는 가장 큰 요인이 된다. 이러한 작업 환경에서 평블록 일자별 작업 부하 평준화와 능력대비 작업장별 부하 균등화를 동시에 만족시키는 조립일정과 작업장을 결정하는 것은 중요한 문제 중의 하나이다. <그림 1>은 여러 작업장 중 한 작업장의 부하 평준화 대상을 나타낸 것으로 지난 계획기간에 이미 계획된 기(既)계획 블록과 현 계획기간에 수동으로 우선 계획된 선(先)계획 블록은 고정부하로 존재한다[2]. 고정부하는 부하 평준화시 고려되지만, 기계획 블록과 선계획 블록의 일정은 변경되어서는 안 되기 때문에 조립 일정계획 대상에서는 제외된다. 각 작업장마다 <그림 1>과



<그림 1> 각 작업장의 부하 평준화 대상

같은 형태의 부하 평준화 대상 블록이 존재하며, 이 중에서 기계화 블록과 선계획 블록을 제외한 계획 대상 블록은 조립작업 특성과 각 작업장의 능력을 고려하여 작업장 이동이 가능하다.

일반적으로 수주산업인 조선업의 작업 특성상 블록 조립일정은 특수한 상황에 맞추어져 계획이 수립된다.

우선, 계획 기간 내의 모든 블록들은 블록별로 조립 완료 요구일이 정해져 있고, 정해진 최소한의 기간내에서 조립이 지연되거나 정해진 재고허용기간 내에서는 조립완료 요구일 이전에 작업이 완료될 수 있다. 또한, 블록별로 조립공기가 주어져 있으며, 조립 착수일에 조립공기만큼 작업일수를 더해서 조립 완료일을 결정한다. 각 블록의 조립작업 부하는 일일마다 부하를 정확히 측정하는 것이 불가능하기 때문에 조립기간동안 균등하게 발생하는 것으로 가정한다. 각 블록들은 작업 가능한 작업장이 제한될 수 있으며, 작업 가능한 작업장들 사이에도 배정 우선순위가 있을 수 있다. 조립 작업은 조립착수일의 정해진 시간에 시작되어 조립 완료일의 정해진 시간에 끝난다.

작업일자별 조립 부하 평준화와 작업장별 능력 대비 조립 부하 균등화를 동시에 만족시키는 평블록 조립공장의 일정계획 문제를 정식화를 위한 기호를 정의하면 다음과 같다.

<기호 정의>

- $j$  : 블록 첨자 ( $j = 1, 2, \dots, J$ )
- $d$  : 계획 기간 중 공휴일을 제외한 일자 표시 첨자 ( $d = 1, 2, \dots, D$ )
- $w$  : 작업 부서 첨자 ( $w = 1, 2, \dots, W$ )
- $WS_j$  : 블록  $j$ 의 가능 작업장
- $DUR_j$  : 블록  $j$ 의 조립 공기
- $DUE_j$  : 블록  $j$ 의 조립 완료 요구일
- $PLN_j$  : 블록  $j$ 의 예정 조립 착수일 ( $DUE_j - DUR_j + 1$ )
- $STA_j$  : 블록  $j$ 의 실제 조립 착수일
- $FIN_j$  : 블록  $j$ 의 실제 조립 완료일

- $BOUND$  : 재고 허용 기간
- $DELAY$  : 지연 허용 기간
- $L_j$  : 블록  $j$ 에 대한 일일 부하  
= (블록  $j$ 의 총 부하) /  $DUR_j$
- $Pw$  : (D기간 중 작업장  $w$ 의 총 가능 작업량) / (D기간 중 모든 작업장의 가능 작업량의 합)
- $STw$  : 계획 기간 동안에 작업장  $w$ 에 설정된 표준작업량
- $STD_w$  : 작업장  $w$ 의 일일 표준 작업량 =  $STw / D$
- $TLOAD_{wd}$  : 작업장  $w$ 에 대한  $d$ 일 동안의 총작업량
- $TLOAD_w$  : 계획기간 동안 작업장  $w$ 의 실제 총작업량
- $LOAD_{wd}$  : 작업장  $w$ 에 대한  $d$ 일의 실제 작업량
- $CAP_{wd}$  : 작업장  $w$ 에 대한  $d$ 일의 최대 작업량
- $X_j$  : 블록  $j$ 의 조립 착수 시점 (=  $PLN_j - STA_j$ ), 결정변수
- $Y_j$  : 블록  $j$ 의 조립 작업장, 결정변수

위의 기호를 이용하여 조립일정의 부하 평준화를 위한 문제를 정식화하면 다음과 같다.

$$\text{Minimize } f = \sum_w \sum_d \left[ \frac{(LOAD_{wd} - STD_w)^2}{STD_w} \right]$$

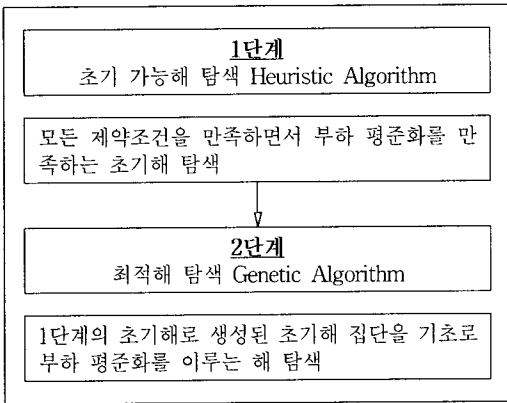
<제약식>

- (1) 결정변수의 범위  
 $X_j : \max\{-BOUND, -(PLN_j - 1)\} \leq X_j \leq \min(DELAY, (D - PLN_j))$  and  $X_j$  is integer
- $Y_j : Y_j \in WS_j$
- (2) 조립부하 제한  
 $LOAD_{wd} \leq CAP_{wd}$  for all  $w, d$

### 3. 초기 가능해 구성을 위한 휴리스틱 알고리즘

작업일자별 조립 부하와 조립 작업장별 능력 대비 작업 부하를 동시에 평준화하는 평블록 조립공

장 일정계획 문제의 해를 구하기 위해서 2단계의 알고리즘을 제안한다. <그림 2>에서와 같이 1단계에서는 휴리스틱 알고리즘을 사용하여 하나의 초기 가능해를 탐색하고, 2단계에서는 휴리스틱 알고리즘으로 탐색된 초기 가능해를 기초로 초기 해 집단을 구성한 후 부하 평균화를 위한 유전 알고리즘이 적용된다.



<그림 2> 전체 알고리즘 구성도

1단계에서 초기해 하나를 찾는 휴리스틱 알고리즘의 기본 로직은 <그림 3>과 같다. 선택된 블록들에 한해서 블록 정렬을 하여 그 결과가 가능해이면 결과를 저장한 후 로직을 종료하고, 그렇지 않으면 각 블록의 작업장 및 조립 착수 시점을 아래의 방법(2)에 따라 결정한다. 결정된 계획결과가 가능해이면 결과를 저장한 후 로직을 끝내고, 그렇지 않으면 선택 가능 작업장을 변경하거나 착수시점을 앞으로 당기는 방식으로 제약조건을 완화시켜서 다시 계획을 한다. 블록 정렬 방법과 해당 블록의 작업장 및 조립 착수 시점 결정방법은 다음과 같다.

(1) 블록 정렬 방법

(1-1) 예정 조립 착수일(PLNj)이 빠른 순서로 블록 정렬

(1-2) 예정 조립 착수일이 같은 블록은 부하가 큰 순서로 정렬

(2) 해당 블록의 작업장 및 조립 착수 시점 결

정 방법

(2-1) 해당 블록의 가능 작업장(WSj) 중 “ $TLOAD_{wd} \leq STw$ ”인 w와 해당 블록의 가능 착수 시점( $X = \{-DELAY, \dots, 0, 1, BOUND\}$ )의 조합 중 해당 블록의 부하를 고려하여

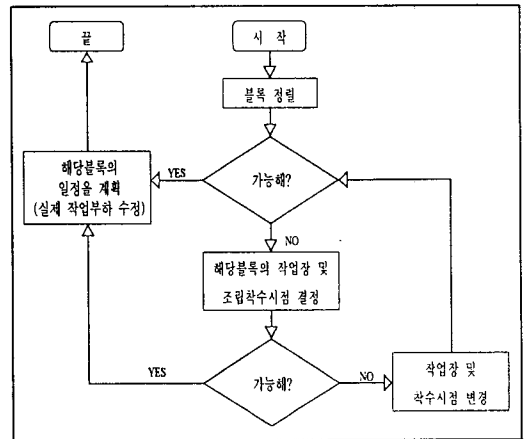
$$\sum_d \left[ \frac{(LOAD_{wd} - TLOAD_w/D)^2}{TLOAD_w/D} \right]$$

를 계산하여 그 값이 가장 작은 작업장과 착수 시점을 동시에 결정

(2-2) 만약 모든 가능 작업장의 “ $TLOAD_{wd} > STw$ ”이면  $TLOAD_{wd} - STw$  값이 가장 작은 작업장을 선택

(2-3) 만약  $\sum_d \left[ \frac{(LOAD_{wd} - TLOAD_w/D)^2}{TLOAD_w/D} \right]$

값이 모두 같으면 가장 늦은 착수 시점을 갖는 작업장과 착수 시점을 선택



<그림 3> 휴리스틱 알고리즘 구성도

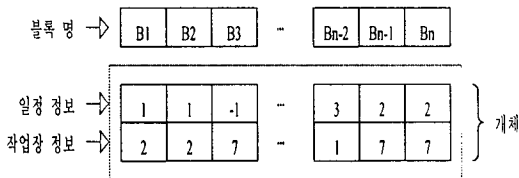
## 4. 유전 알고리즘

### 4.1 표현과 초기화

유전 알고리즘에서는 문제에 대한 해를 어떻게 표현할 것인가가 중요하다. 특히 조립일정계획과 같은 문제에서는 지금까지 사용되어온 이진형-스트링(binary-string) 구조의 표현 방법을 직접적으

로 적용시키기 어렵다. 이에, 과거 10여년 동안 특수한 문제를 위한 새로운 표현 방법들이 개발되었으며, 그 중의 하나가 제약이 있는 최적화 문제를 위한 실수 코딩(real number coding) 표현 방법이다[10, 11, 12]. 본 연구에서는 실수 코딩 표현 방법인 실수-스트링(real number-string) 구조로써 문제의 표현을 위한 방법을 제안한다.

기존의 연구에서는 조립공장의 일자별 부하와 작업장별 부하를 독립적으로 고려하여 단계별보다루었기 때문에 1차원 구조인 one-string 구조의 유전자 표현 방법을 사용하였다[2]. 그러나, 평블록 조립공장의 일자별, 작업장별 부하를 동시에 고려하여 블록의 일정정보와 작업장 배정정보를 유전자가 모두 포함하기 위해서는 double-string 표현 방법으로 다음과 같이 표현가능하다.

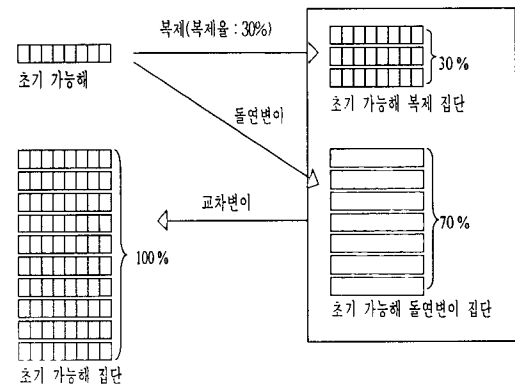


<그림 4> double-string 표현 방법

조립 착수일을 기준으로 개체가 생성되었다고 가정하면, <그림 4>에서 블록 B1의 일정정보 값 1은 블록 B1의 실제 조립 착수일이 1일 지연된 것을 의미하고, 작업장 정보 값 2는 블록 B1이 2번 작업장에 할당되었음을 의미한다. 예를 들어 조립 착수일이 1999년 8월 17일이고 초기 배정 작업장이 1번인 블록 B1을 <그림 4>의 유전자 표현으로 해석하면, 실제 조립 착수일은 예정 조립 착수일에서 1일이 지연된 1999년 8월 18일을 의미하고 작업장은 1번 작업장에서 2번 작업장으로 변경된 것을 의미한다. 일자 정보는 휴일을 고려한 순수 작업일만을 계산한다.

초기 가능해 집단은 휴리스틱 알고리즘을 적용하여 구한다. 즉, 휴리스틱 알고리즘을 통하여 어느 정도 평준화를 이룬 하나의 초기 가능해는 초기 모집단을 구성하기 위한 씨앗(seed)으로써 사용되며, 적절한 복제와 임의의 돌연변이를 통하여

해집단을 구성한다. 이렇게 구성된 해집단은 임의로 선택된 두 해의 작업일자와 작업장을 임의로 교환하는 교차변이 과정을 반복 수행하여 유전 알고리즘을 위한 가능해 집단을 최종적으로 구성하게 된다. <그림 5>와 같이 복제율을 30%로 설정한 경우 해집단수의 30%는 복제 집단, 나머지 70%는 돌연변이 집단으로 구성되며 이 두 해집단은 추가로 교차변이 과정을 거쳐 초기 가능해 집단을 재생성하게 된다.



<그림 5> 복제율 30%에 따른 초기 가능해 집단 구성 과정

#### 4.2 평가와 선별

해의 표현과 초기화 과정을 통해 구성된 가능해 집단은 특정 기준에 의하여 평가되어야 한다. 이때 특수한 경우를 제외한 일반적인 최적화 문제에서 목적함수 자체는 훌륭한 평가 기준을 제공한다. 본 논문의 문제에서도 목적함수를 평가함수로 사용하며, 평가함수의 결과인 부하 평준화 정도를 적합도로 사용하였다. 또한 다음 세대의 해집단 구성을 위해 각 세대별로 적합도를 평가하여 그 값이 가장 낮은 순으로 개체를 정렬하여 일정 범위 안에 들어오는 상위 개체를 다음 세대로 보존하는 결정적 샘플링(deterministic sampling) 선별 방법을 적용하였다[12]. 선별 후 모집단 수를 유지하기 위하여 다음 세대로 유전된 상위 개체 이외에 모집단 수 유전된 상위 개체 수만큼 임의로 개체를 발생시키게 된다. 이 과정에서 각 세대마다 가장 우수

한 개체군은 다음 세대로 항상 유전되며, 최적해는 항상 마지막 세대까지 유전되는 성질을 갖는다.

### 4.3 교차변이와 돌연변이

교차변이는 평가와 선별 과정을 통해 생성된 새로운 해집단의 블록별 일정정보와 작업장 정보로 임의로 선정된 2개의 개체가 상호교환하게 함으로써 새로운 블록 일정과 배정작업장을 만들어내는 역할을 한다.

일반적으로 제약식을 포함하는 최적화 문제는 유전 연산자를 통한 개체 조작과정에서 실행 불가능해가 자주 발생하며, 이 실행 불가능해를 다루는 것이 제약식을 포함하는 최적화 문제에서 매우 중요한 과제이다[10]. 실행 불가능해를 다루기 위한 방법으로 Rejecting 전략, Repairing 전략, Modifying Genetic Operator 전략, Penalty 전략 등이 사용되고 있으며, 본 연구에서는 이미 여러 분야에서 성공적으로 적용되고 있는 Modifying Genetic Operator 전략의 범주에 속하는 <그림 6>과 같은 교차변이 연산자를 개발하여 사용한다.

선박번호와 블록번호로 오름차순 정렬되어 표현된 <그림 6>에서 P블록은 선박의 우측 블록을, S블록은 좌측 블록을 의미하는 것으로 연속으로 나열된 P, S블록은 서로 동일한 형태의 좌우 대칭 블록이며, A블록이나 C블록은 선박의 중앙에 위치한 블록이다. 따라서, P블록과 S블록의 조립은 동일한 일정대로 진행되며, 교차변이나 돌연변이 과정에서 이 성질을 유지해야 한다. 그러므로, 이러한 좌우 대칭 블록의 일정을 동일하게 유지하기 위하여 <그림 6>와 같이 P블록과 S블록 사이를 교배점으로 허용하지 않는 변형된 형태의 단일점(one cut point) 교차변이 형태를 제시한다. 즉, S블록을 전(前)블록으로 하는 두 블록 사이나 C블록 혹은 A블록을 전(前)블록으로 하는 두 블록 사이의 교배점만을 허용하여 교차변이가 수행된다. 예를 들어서, <그림 6>의 3가지 교차변이 경우 중 S블록과 C블록 사이 혹은 C블록과 P블록 사이에서의 교배점을 갖는 2번째, 3번째 교차변이만이 실행 가능해를 생성하게 된다.

블록	X		O		O						
	P	S	P	S	C	P	S	A	P	S	
Parent 1	1	1	-1	-1	3	0	0	3	2	2	
Parent 2	0	0	1	1	1	1	1	-2	3	3	
Offspring 1	1	1	-1	-1	1	1	1	-2	3	3	
Offspring 2	0	0	1	1	3	0	0	3	2	2	

<그림 6> 교차변이

돌연변이 과정도 교차변이와 마찬가지로 좌우 대칭 블록의 일정을 동일하게 유지하기 위해서 P블록과 S블록을 하나의 블록으로 가정하여 수행된다. 즉, 임의의 P블록에 대해서 돌연변이가 일어나게 되는 경우 후(後)블록인 S블록도 동일하게 돌연변이 결과를 취하게 되며, 결과적으로 선박의 좌우 대칭 블록인 P블록과 S블록은 동일한 일정을 유지하게 된다. 돌연변이의 예는 다음과 같다.

블록	선박의 돌연변이 유전자									
	P	S	P	S	C	P	S	A	P	S
돌연변이 전	1	1	-1	-1	1	1	1	-2	3	3
돌연변이 후	1	1	-1	-1	1	0	0	-2	3	3

<그림 7> 돌연변이

각각의 연산결과는 일일 작업장별 부하를 넘지 않는 경우에 한해서만 해집단을 구성하게 된다. 일반적으로 P블록과 S블록의 일정은 동일하게 유지하지만, 작업장은 블록의 병렬 처리를 위하여 서로 상이하게 배정된다.

## 5. 실험 및 분석

### 5.1 초기해 집단 구성에 관한 실험 및 분석

본 연구에서 다루고 있는 블록 조립공장의 일적 계획 문제는 서론에서 밝힌 바와 같이 이미 유사

한 상황을 전제로 연구된 바 있다. 이들 연구에서는 일자별 부하 평준화와 작업장별 부하 균등화를 독립적으로 수행하고 있다. 이렇게 두 가지 문제를 독립적으로 수행하는 가장 큰 이유는 최적해를 찾는 데 상당한 시간이 소요된다는 점이다[5]. 따라서, 본 연구에서는 휴리스틱 알고리즘을 개발하여 초기해 집단을 구성함으로써 최적해 탐색 시간을 단축하고자 하였다. 이 절에서는 초기 가능해 복제율에 따른 유전 알고리즘의 최적해 도달 세대수와 부하 평준화 개선율 정도를 실험하고 분석한다. 실험을 위한 데이터는 국내 대형조선소의 1개월에 걸친 실제 데이터를 이용하였다. 복제율에 따른 부하 평준화 개선율 분석을 위한 실험은 충분한 실험을 통하여 선정된 교차변이 80%, 돌연변이 5%에서 수행되었으며, 세대수는 200세대, 500세대로 설정하여 각 세대마다 복제율을 변경하며 반복 실험하였다.

<표 1>에서와 같이, 휴리스틱 알고리즘을 사용하여 생성된 초기 가능해를 전혀 고려하지 않은 복제율 0%의 경우 부하 평준화 개선율이 200세대에서는 1.67%, 500세대에서는 42.07%로 모두 가장 저조하였다. 가장 효율적인 부하 평준화가 이루어진 복제율은 30%로 200세대에서는 최종세대까지 진화하여 56.12%의 개선율을 보였고, 500세대에서는 312세대에서 60.34%라는 개선율을 얻을 수 있었다.

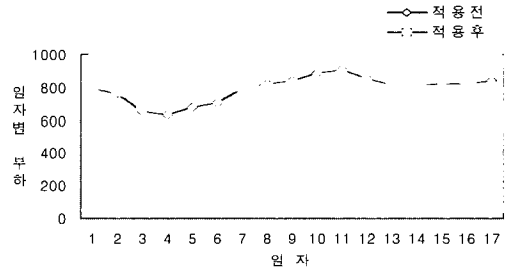
<표 1> 휴리스틱 초기해 복제율에 따른 최대 개선율 도달 세대수 및 최대 개선율

복제율 (%)	구분	200세대		500세대	
		세대수	개선율(%)	세대수	개선율(%)
0		109	1.67	500	42.07
10		200	52.15	385	60.14
20		200	50.53	423	59.34
30		200	56.12	312	60.34
40		200	46.06	466	59.18
50		200	54.05	398	59.56
60		200	48.17	482	58.57
70		12	25.46	500	48.11
80		200	48.40	413	59.15
90		200	47.96	500	59.20
100		200	47.24	422	59.17

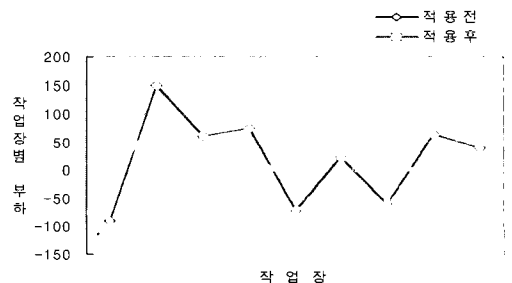
실험한 결과 복제율이 높아질수록 유전 알고리즘 수행 초반에 급격한 부하 평준화를 이루었으나, 결과적으로 복제율 70%에서와 같이 지역해에 머무르는 시간이 지연되거나 최종 최적해에 도달하는데 많은 시간이 소요되어 500세대까지 수행된 후의 부하 평준화 개선율이 복제율 30%의 것보다 낮음을 알 수 있었다.

### 5.2 유전 알고리즘 적용 실험 및 분석

<표 1>의 결과를 바탕으로 휴리스틱 초기해의 복제율을 30%로 설정하여 혼합 유전 알고리즘을 적용하였다. 각 세대별 가능해 집단수를 200으로 하여 500세대 수행하였으며, 실험을 통하여 선정된 교차변이 80%와 돌연변이 5%를 적용하였다. 계획기간 내 대상 블록 242개에 대해서 유전 알고리즘을 적용한 결과 목적함수 값은 유전 알고리즘 적용 전 4859.53에서 적용 후 1848.20으로 60.34% 개선되었다. <그림 8>과 <그림 9>는 유전 알고리즘 적용 후 평준화된 일자별 부하와 작업장별 부하를 보여주고 있다.

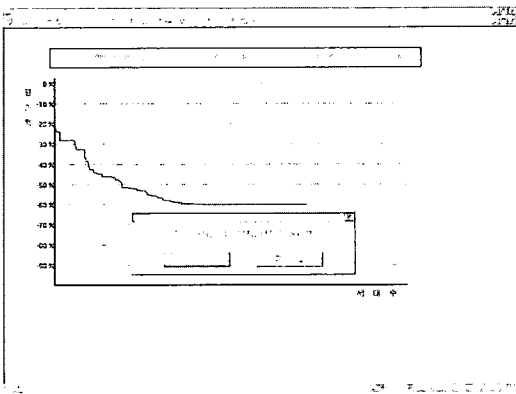


<그림 8> 유전 알고리즘 적용 전후의 일자별 부하



<그림 9> 유전 알고리즘 적용 전후의 작업장별 부하

<그림 10>에서와 같이 휴리스틱 알고리즘으로 구한 초기해는 약 20% 이상의 부하 평준화를 이루고, 이 초기해를 기초로 유전 알고리즘을 적용하기 때문에 최적해 도달 시간은 그 만큼 감소된다. 실제로 개발된 휴리스틱 알고리즘과 유전 알고리즘을 적용하여 최적해를 도출하는데에는 1개월 데이터를 기준으로 펜티엄 사양에서 실행시 약 2~3분 정도의 시간이 소요되었다.



<그림 10> 유전 알고리즘 적용 결과 화면

## 6. 결 론

본 연구에서는 대형선박건조에 있어서 평블록 조립공장의 일정계획 문제를 다루었다. 기존의 유사한 연구와는 달리 조립공장의 일자별 부하 평준화와 작업장별 능력대비 부하 균등화를 동시에 고려하여 블록별 조립일정 및 조립 작업장을 결정하였다.

일정계획 문제를 다루기 위해서 초기 가능해를 생성해 주는 부분과 초기 가능해를 기초로 유전 알고리즘을 적용하는 부분으로 구성된 혼합 유전 알고리즘이 개발되었다. 초기 가능해는 부하 평준화 개선 속도를 향상시키기 위하여 휴리스틱 알고리즘을 통해 구하였으며, 최적해 탐색은 유전 알고리즘의 절차에 의하여 계산되도록 개발하였다. 제시된 방법은 수치실험을 통하여 그 우수성을 검증하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] 주철민, 박주철, 고시근, 이병철, 갈건영, 정동수, 유전 알고리즘을 이용한 평블록 조립일정 계획 시스템 개발 사례, 대한산업공학회/한국경영과학회, 98춘계공동학술대회 논문집(1998), C.01.6.
- [2] 고시근, 박주철, 백태현, 유희철, 황하룡, 정동수, GA를 이용한 곡블록 조립일정계획, 대한산업공학회/한국경영과학회, 98춘계공동학술대회 논문집(1998), C.01.5.
- [3] 조규갑, 김영구, 류광렬, 황준하, 최형림, 유전 알고리즘을 이용한 선각 가공 작업일정계획 시스템의 개발에 관한 연구, 「산업공학회지」, 11권 3호(1998), pp.115-127.
- [4] 임호섭, 유전알고리즘을 이용한 곡블럭 조립 작업일정계획에 관한 연구, 동아대학교 대학원, 석사학위논문, 1997.
- [5] 이재동, 홍유신, 블록조립공장의 부하평준화를 위한 생산일정계획, 「산업공학회지」, 제7권, 5호(1994), pp.75-85.
- [6] Ponnambalam, S.G., P. Aravindan and G.M. Naidu, Assembly Line Balancing Using Multi-Objective Genetic Algorithm, India, pp.222-230, 1993.
- [7] Wang, H.G. and J.C. Zeng, The Hybrid Genetic Algorithm for Solving Nonlinear Programming, IEEE International Conference on Intelligent Processing Systems, October 1997, pp.589-591.
- [8] Billings, S.A. and K.Z. Mao, Structure detection for nonlinear rational models using genetic algorithms, International Journal of Systems Science, Vol.3, No.3(1998)
- [9] Kane, C., F. Jouve and M. Schoenauer, Structural Topology Optimization in Linear



- and Nolinear Elasticity Using Genetic Algorithms, ASME Design Automatic Conference, September 1995.
- [10] Gen, M. and R. Cheng, Genetic Algorithms and Engineering Design, John Wiely & Sons, 1998.
- [11] Gen, M. and R. Cheng, Genetic Algorithms and Engineering Optimization, John Wiely & Sons, 1999.
- [12] Goldberg, D.E., Genetic Algorithm in Search, Optimization and Machine Learning, Addison-wesley, 1989.