

## 선박조립공정의 3차원 생산계획

김정제  
조선 및 해양공학과

### 〈요 약〉

선박건조를 위한 생산계획은 투입된 생산자원의 생산성을 높이는데 궁극적인 목표를 두고 수행되어야 한다. 시설투자가 상당히 이루어진 상황에서는 노동자원의 생산성 뿐만 아니라 시설의 생산성을 높임으로써 생산비용을 줄일 수 있다. 국부적인 생산영역을 위한 생산계획 시스템은 시스템 이론에 입각하여 전체 생산 시스템의 기능이 최대가 되도록 설계되어야 한다. 선각조립공정에서는 공장내 공간의 이용도를 높이는 일이 중요하다. 조립블록이 배치된 공장내부의 3차원 공간과 그 공간에서의 블록운반의 simulation에 대한 modeling 방법을 제시하였다. 선각조립공정에 적용할 수 있는 공장의 3차원 공간활용을 고려한 생산계획을 고안하여 그 실용성을 검토하였다.

---

## 3-Dimensional Planning for Hull Assembly Production

Jeong Je Kim  
Dept. of Naval Architecture & Ocean Engineering

### 〈Abstract〉

Ship production planning should be carried out in a way to improve productivity of the production resources involved in the production activities. Higher utilisation of the facilities where considerable investment is expended leads to lower cost for production. The production system designed for a part of a production area should function in a way to improve the function of the overall production system in accordance with system theory. As for the steel assembly production high utilisation of shop space is emphasised. An approach to modeling 3-dimensional shop arrangement and simulation of assembly block transportation has been proposed. An exemplified 3-dimensional planning system for hull assembly production has been developed and discussed.

## 1. 서론

생산관리란 작업자로 하여금 생산작업을 능률적으로 하도록 만드는 일을 뜻하며 이를 수행하기 위하여는 리더쉽과 통솔을 위한 기술이 필요하게 된다. 작업자의 작업능률의 수준은 관리능력의 수준에 의해 정해진다(1).

조선분야에서의 생산계획 및 관리기술은 그 발전속도가 여타산업분야에 비해 매우 느리다. 이는 선박건조공정이 복잡하고 방대한데도 원인이 있지만 과거의 전통을 중요시하고 경험에 의존하려는 종사자들의 보수적인 사고방식에 그 책임의 상당부분이 있다고 할 수 있다. 오늘날 선박이 대형화되고 생산공정이 다단계로 이루어진 상황에서는 생산의 흐름을 관리할 수 있는 능률적인 생산관리 system이 관리의 도구로서 반드시 필요하게 된다. 선박시장이 국제화 되어 있는 오늘날의 조선공업, 특히 상선 조선공업은 사활이 생산 cost의 수준에 달려있다고 할 수 있는 상황에서는 생산 cost를 낮추는데 효과적인 생산계획 기능을 확보하는 일이 무엇보다 중요한 일이라 하겠다. 생산계획을 통하여 cost 저감에 기여하는 길은 생산과정에서의 생산성 향상을 유도하는데 있다. 통상 관리자는 공수를 줄이려던가 공기를 단축하라는 지시를 자주하며 이를 위하여 여러가지 기술적인 방안을 고안하려고 끊임없이 노력하고 있다. 그러나 이 기술적인 방안은 생산성의 의미를 정확히 파악하여 종합적인 생산성 향상을 유도함으로써 효과적으로 달성할 수 있는 것이다.

우리가 종래부터 사용하고 있는 생산계획 방식은 생산성 향상을 유도하는 기능이 근본적으로 미약하다. 마지막 공정인 탑재공정으로 부터 시작하여 조립, 가공등 생산흐름의 역의 순으로 activity 들을 연결하여 생산일정표를 작성하는 과정에는 전반적으로 그 일정을 수행하기에 필요한 노동력과 시설의 사용계획이 적절하게 반영되지 못하고 있다. 노동력의 생산용량을 고려하기 위하여 강제중량 S-곡선 혹은 공수 S-곡선을 사용하여 노동용량의 적정배분에 어느정도의 성과를 올렸다(3). 이러한 노력은 탑재공정등 단위공정에도 이루어져 공수관리에 대한 노력은 상당히 깊이있게 진행되고 있다. 그러나 시설용량의 활용에 대한 고려는 생산계획 수행에 적절히 반영되지 못하고 있다. 근래 막대한 시설투자가 이부

어진 상황에서 시설의 생산성 수준이 cost에 미치는 기여도를 무시할 수 없다. 국내외적으로 건조 cost의 구성비를 볼 때 일반적으로 인건비의 150% 이상이 간접비(overhead)로 잡히게 된다. 이 간접비를 구성하는 항목은 여러가지이지만 그 중 상당한 부분이 시설의 투자, 사용 및 유지등에 의해 직접 간접으로 유발되는 것이다. 이 시설로 유발되는 cost 를 수치적으로 명확하게 제시하는 것은 간단한 일이 아니나 그 시설의 생산성을 높이는 것이 건조 cost 저감에 직접적으로 기여하는 일이 될 것이다. 또한 시설의 생산성 향상은 그 구사방법에 따라 차이는 있으나 노동력의 생산성 향상을 간접적으로 유발하는 효과도 기대할 수 있다.

시설의 생산성은 공작기계등 단독장비는 대당 일일처리 물량등으로 명확하게 표현되어 그 생산성 관리도 명료하게 이루어질 수 있다. 그러나 선각조립공장과 같이 그 공장내부 공간이 전체적으로 생산행위에 사용되는 경우에는 그 시설의 자원단위를 정하는 일도 명쾌하지 못하다. 현재 통상적으로 정반면적을 조립공장의 자원단위로 잡고 정반의 회전율로서 시설의 생산성을 관리하고 있다. 그러나 조립공장에서의 실질적인 가용 자원은 공장내의 3차원 공간이므로 2차원적 관리만으로는 생산성 향상을 위한 노력이 제한적일 수 밖에 없다. 따라서 공장내 공간의 3차원적인 활용을 고려할 수 있는 생산계획법을 개발하여 시설의 활용도를 높임으로서 생산성향상을 도모하는것이 필요하다. 이러한 일은 보급이 일반화된 computer의 다양한 기능 특히 graphics을 활용함으로써 실용화가 가능하게 될 수 있는 것이다.

## 2. 생산계획 system 개발의 전제 조건

앞장에서 시설의 생산성 향상을 위한 노력의 필요성을 강조하였으나 그 목표를 성취하기 위하여는 이를 능률적으로 수행할 수 있는 도구로서의 system 개발이 필요하다. 단편적인 목적을 달성하기 위한 직선적인 노력은 여타의 영향 요소들을 무시하거나 소홀히 할 경우 다른 분야에서 손실을 초래하게 된다. 생산계획 System을 개발하기 위하여는 생산의 흐름을 관리하기 위한 다음의 기본적인 사항들이 고려되어야 한다.

### 1) 공정간 물량의 최소화

공정과 공정의 사이에 쌓이는 buffer 재고량은 생산의 흐름의 중단을 방지하기 위하여 필요하나 많은 buffer 재고는 작업의 혼잡을 초래하여 오히려 생산의 흐름을 저해한다. 보다 정확한 작업량의 산출과 효율적인 흐름의 조절을 통하여 buffer 재고량을 줄이는 노력이 필요하며 흐름의 정상화가 이루어진 상태에서는 적정 buffer 재고량을 유지하도록 하여야 한다. 극단적인 방법으로 근래 관심을 끌고 있는 Just in time 기법이 효과적일 수 있으나 그 시행은 철저한 준비가 없이는 매우 어려운 일이다.

### 2) 물량 이동의 최소화

부재의 이동횟수와 이동거리를 최소화하여야 한다. 주로 크레인에 의존하는 부재의 과도한 이동은 생산흐름의 혼잡을 초래하여 작업자 및 부재의 idle time을 증가시킨다. 천정 크레인에 의한 운송은 운송량의 증가에 가속적으로 비례하여 흐름의 혼잡을 야기시킨다.

### 3) 작업자 이동의 최소화

작업자의 잦은 작업장소 이동은 작업자의 idle time을 증가시키고 작업수행의 능력을 저하시킨다. 작업자는 가급적 한 장소에서 같은 종류의 작업을 반복하게 함으로서 learning효과를 기대할 수 있다.

## 3. Computer 원용의 전제 조건

생산계획은 computer를 이용하여 더욱 효과적으로 수행할 수 있다. computer의 방대한 기억용량, 빠른 정보처리와 key board나 screen을 통한 대화의 기능을 유효 적절하게 활용하여 고안된 system을 전산화 하여야 한다. 전산화를 수행하는 데는 다음과 같은 전제조건을 고려하여야 한다.

### 1) 신뢰성

Computer 원용에는 대개 많은 양의 수작업을 자동으로 처리하게 되고 많은 자료의 입력과 출력을 필요로 하게 된다. System의 개발자와 사용자는 다른 사람이 된다. 입력자료는 명확하여야 하고 입력된 자료는 보호되어야 한다. Computer 내부에서의 진행 상황은 사용자는 알지 못한다.

자료의 처리과정을 확실하게 하여야 하며 처리과정중 처리범위 밖의것이나 고려할 수 있는 범위 밖의 error는 표출되도록 하여 수정할 수 있는 장치가 되어져야 한다.

### 2) 사용상의 편의성

전산원용 system의 중요한 구비조건중 하나는 그 system이 사용하기에 편리하여야 하는 것이다. 사용자가 사용중에 그 system과 친숙하여 질 수 있어야 한다. 사용자와 system간의 대화는 간명하게 이루어져야 한다.

다단계로 구성된 작업이나 공정을 계획하는 데는 국부적인 최적화를 순차적으로 반복하여 점차 전체적인 최적화로 접근해 가는 방법(Heuristic searching)이 사용된다. 이 일을 전산화하여 일의 능률을 높일 수 있는데 여러단계로 이루어지는 국부적인 최적화들을 여러 줄기로 엮어(Branching) 전체적인 최적화를 사용자의 판단으로 찾아가도록 loop를 형성하는 것이 효과적이다. 이 경우 각 단계에서 사용자의 판단에 필요한 자료가 분명하게 제시되고 다음 단계로 넘어갈 경로가 명확하게 제시되어야 한다. 사용자가 설계된 loop를 벗어나지 않도록 보호하여야 한다. 사용자의 사용상의 편의를 위하여 사용지침서(manual)를 상세하게 기술하여 제공하기도 하고 프로그램내에 각 단계에서 필요한 정보를 제공할 수도 있다.

### 3) 시각적인 대화

사용자가 사용중에 여러단계의 사용자의 판단이 요구되는 계획 system으로 개발하는 경우에는 대화형(interactive) 프로그램으로 하는것이 유용하며 screen에 도표나 도형의 형태로 표시하는 것이 효과적이다. 특히 복잡한 형상의 부재 배치등을 다루어야 하는 조립공정의 계획에는 다양한 기능을 가진 graphics을 이용하는것이 효과적이다. Graphics를 이용함으로써 조감적인 정보를 제공할 수 있을 뿐 아니라 light pen 등을 이용하여 screen에 직접 자료를 입력하는 방법등으로 사용자와 computer 간의 대화의 친밀성을 도모할 수 있다.

### 4) 개발의 경제성

개발하고자 하는 system 은 이의 개발을 위한 비용(software cost)과 이를 사용하기 위한 기계

비용(hardware cost)이 수반된다. 그 비용을 적게 하여 사용상의 부담을 적게하여야 한다. 개발하는 program을 가급적 간단하게 또 compact하게 설계하여야 한다. 또 기종의 선택이 중요하다. 대용량의 고성능 기계는 고가이고 소용량의 저성능 기계는 저가이다. 소형 computer도 그용량과 기능이 급속도로 확대되어 왔으며 상당한 성능의 탁상용 소형 computer들이 대중화 되어 현재 매우 저가로 구입할 수 있다. 기종의 선택은 개발되는 program의 규모에 맞는것으로 하여 사용상의 경제성을 도모해야 한다.

#### 4. 시설의 사용을 고려한 조립생산계획

일반적으로 선각조립공정을 위한 생산계획은 미리 작성된 탑재 일정표에 따라 각 블록의 요구되는 탑재일로부터 조립기간과 소정의 buffer 기간을 역산하여 조립일자를 정하여 bar-chart 형태의 조립일정표를 작성하게 된다. 다음에 이 조립 일정표에 따라 필요한 날자에서의 조립 정반상에 그 시점에 진행되어야 할 각 블록의 2차원 형상을 배치하게 되는데 이 때에 정반상정에 따라 일정표를 수정하고 재조정하여 간다. 이 방법에서의 문제는 정반면적의 수요에 관한 사전계획이나 검토가 없는 관계로 블록들을 정반상에 배치하였을 때 미리 정해진 탑재 일정과 크게 어긋나는 조립일정표가 도출되는 것을 감수해야 한다. 이 결함을 보완하기 위하여 초기에 각 블록당 소요 정반면적을 관리 변수로 잡아 이를 기준으로 조립일정표를 작성하는 방법이 시도되었다(6). 이 방법은 작성된 bar-chart상에 소요되는 정반의 area-hour 곡선을 그려 곡선이 평준화되도록 일정표를 미리 조절하여 실제 정반배치시의 어려움을 크게 완화하게 된다.

보다 구체적인 computer를 이용한 정반배치 방법으로 정반의 폭을 미리 고정하여 놓고 블록의 길이를 정반길이상에 배치하는 방법이 사용된 예도 있다(7).

블록의 직사각형을 정반상에 배치하는 수작업을 전산화하여 사용한 예도 있으며(8), 또 블록이 직사각형의 두변과 이에 수직인 시간축으로 이루어진 box형 unit를 역시 직사각형 정반의 두변과 시간축으로 이루어진 3차원 box 공간에 heuristic 기법으로 배치하는 방법도 시도 되었으

나(9) 실용화 되지 못하였다. 또 블록의 box형 형상을 box형 공장 공간에 배치하는 단편적인 시도가 있었으나(10) 역시 실용화로 접근하지 못하고 있다.

이상에 검토된 블록의 3차원 형상을 고려한 노력들이 실용화 되지 못하는데는 3차원 modeling 방법의 미숙과 현실적인 조립 일정표를 작성하는 일과의 효율적인 연결을 실현하지 못한데 있다. 이 두 문제를 해결하면 3차원 계획법의 실용화를 이룩할 수 있을 것이다.

### 5. 3차원 Modeling

#### 1) Modeling의 전제조건

Model은 우리가 개발하고자 하는 system에 필요한 기능을 발휘하기에 적절하도록 설계하여야 하며 그러기 위하여서는 설계하고자 하는 system의 기본구조를 미리 도출하여야 한다.

앞에 검토된 바와 같이 선각조립공정에서의 공장시설의 생산성을 높이는 일은 공장내부 공간의 사용도(utilisation)을 높이는 일이 되며 이것을 달성하는 것은 공장내에 보다 많은 수의 블록을 배치하는 것과 블록의 크기를 증가시키는 것으로 가능하게 된다.

공장내에 보다 많은수의 블록을 배치하는 일은 일차적으로 기존 블록들의 2차원적 형상을 작업상 지장을 초래하지 않는 범위에서 밀집되게 배치할 수 있는 능률적인 기법을 고안함으로써 성취될 수도 있다.

블록의 크기를 증가시키는 것은 탑재공사량을 감소시키는 근본적인 효과도 있어 크게 할수록 유리한 것으로 되어 있으니 조립방법상의 어려움과 완성된 후의 운반반상의 어려움으로 인해 제약 받게 된다. 완성된 블록을 천정 크레인으로 반출하기 위하여는 특별한 방법이 고안되지 않는 한 블록의 높이를 크레인으로 들어 올릴 수 있는 높이의 반으로 제한하거나 블록반출용 통로를 공백을 항상 비워 두어야 한다. 블록은 여러가지 3차원 형상을 가지고 있으므로 그 3차원 형상을 적절히 배치함으로써 정반상에 공백을 두지 않고도 운반통로를 제공할 수 있다. 이 일은 블록이 배치된 공장내 3차원 공간에서의 블록의 운반상황을 가시적으로 확인할 수 있는 운반의 simulation을 시행함으로써 가능하게 될 수 있다.

따라서 조립공정의 생산계획을 위하여

- 블록의 2차원적 평면형상의 정반배치와
- 블록이 3차원적 형상의 운반 simulation을 시행할 필요가 있다.

2) 형상 model

위에 정의된 system을 수행하기 위하여 공장의 내부형상과 여러 블록들의 형상을 대표할 수 있는 적절한 computer용 model을 설계해야 한다.

이 모델은 위에 정의된 기능을 발휘하기에 충분한 정보를 실어야 하는 한편 computer내에서의 신속한 처리가 되도록 간단한 구조가 되어야 한다. 공장의 형상이나 블록의 형상을 실상으로 그리는 일은 가능한 하다. 직선, 원, 타원, 포물선, spline 등 수학적으로 표시되는 선들을 국부적으로 연결하여 임의의 선을 유사하게 표현할 수 있으며 3차원 형상을 그릴 수 있는 여러가지의 CAD program도 상품화 되어있다. 그러나 복잡하게 표현된 도형으로 운동 simulation을 신속하게 수행하기는 힘들다. 특히 블록운반중에 여타 블록들 및 공장시설물들과의 간섭여부는 가시적으로만 판단할 수 없으며 이를 자동으로 처리하기 위하여는 도형을 구성하는 선의 연결마디가 적을수록 유리하며 곡선보다는 직선선분을 사용함으로써 상호간섭 여부의 확인을 수학적으로 처리하는일이 간편해 진다. 따라서 공장과 블록의 형상을 모두 직선선분으로 구성하기로 하였다.

공장의 내부형상은 원래 직6면체이다. 공장내에 pillar등이 있어 형상의 굴곡이 있으나 블록배치 가능 정반면이나 천정 크레인에 의한 운반통로는 pillar의 내측구역이 되므로 블록배치 및 운반통로로 사용이 가능한 구역은 직6면체로 구성할 수 있다.

블록의 형상은 임의의 경사각으로 이루어진 6면체(hexahedron)로서 상당히 신뢰성 있는 모형을 그려낼 수 있다. 이 6면체는 8개의 꼭지점의 좌표로서 그 형상이 정의되며 그 꼭지점들간의 상대 위치를 변수로 하여 유사한 블록형상을 개략적으로 표현하는 것이 가능하다.

건조실적이 있는 bulk carrier의 블록 도면들을 검토한 결과 상당히 근접한 형상들을 도출하는 것이 가능하였다. Fig. 1에 예시된 것과 같은 형상들로서

- A와 같은 box로서 box 형상의 입체블록과

높이가 운반상 중요치 않을 정도로 낮은 곡

- 면 블록 및 평면 블록들을 표현할 수 있고,
- B와 같은 형상으로 선미블록, 선수블록등을 표현할 수 있고,
- C와 같은 형상으로 높이가 있는 비대칭 곡면블록등을 표현할 수 있고,
- D와 같은 형상으로 hopper tank, saddle tank 블록등을 표현하는 것이 가능하다.

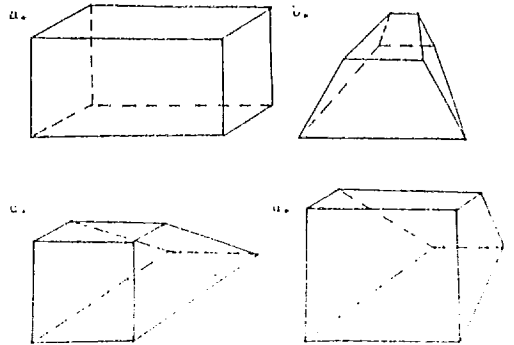
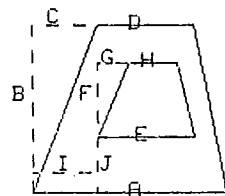


Fig. 1. Shapes of assembly block presented by hexahedron

물론 이와같이 단순화된 유사모형을 적용하는 데는 그 모형내에 실제형상이 모두 포함되도록 하여야 하므로 실제보다 다소 과장되어 만들어지나 운반 simulation을 위하여는 충분히 유효하게 사용할 수 있다.

이와 같은 모형을 사용할 때 그 형상을 정의하기 위한 입력자료는 8개의 꼭지점을 각각 정의하는 대신 Fig. 2와 같은 입력용 모형으로 하여 11개의 변수로서 정의할 수 있다.

- TOP VIEW OF UNIT -



K : HEIGHT

Fig. 2. Input dimensions for a hexahedron

### 3) 운송 model

블록 운반 simulation은

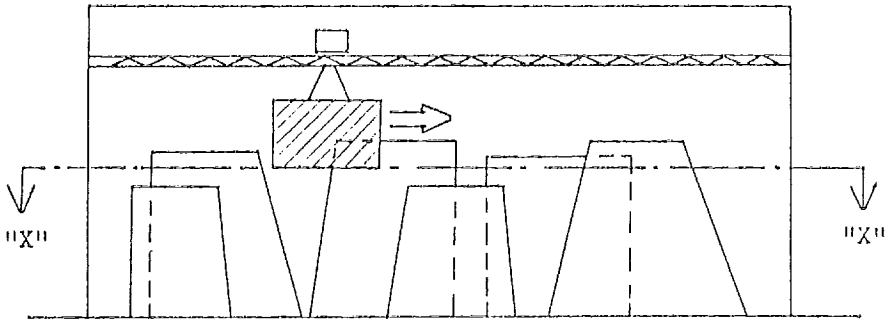
- screen상에 표현하여 시각적으로 확인하고 판단할수 있어야 하며,
- 축척으로 진행되는 화면에서의 블록 상호간의 간섭은 시각적으로 확인하고 또 자동으로도 확인되어야 하고,
- 생산계획 업무의 능률을 위하여 simulation이 자동으로 진행되어야 한다.

이동중의 블록의 여타 물체와의 상대 위치를 시각적으로 판단하기 위하여는 simulation을 3차

원 형상 그대로 하는것은 효과적이지 못하다. 다행히 모든 블록 (높이가 문제되는 블록)은 윗부분의 수평단면적이 밀면 보다 크지 않다.

또 블록의 운반에 문제가 되는것은 크레인으로 들 수 있는 최대 높이까지 올렸을 때 그 블록의 밀면과 간섭이 생기는 경우이다. 따라서 Fig. 3과 같이 최대 높이로 둘러진 블록의 밀면의 높이에서 공장공간의 수평절단을 도출하여 그 단면도 형에서의 2차원적 운송 simulation을 시행함으로써 소기의 목적을 능률적으로 이룰 수 있다.

#### PROFILE VIEW OF SHOP



#### "X"-"X" CUT-OFF SHOP ARRANGEMENT

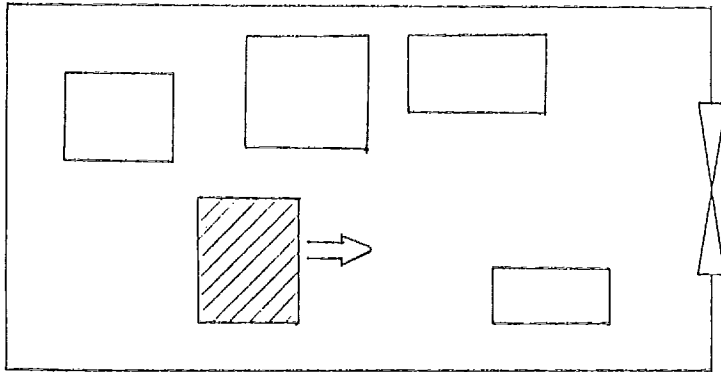


Fig. 3. Generation of cut-off shop arrangement

## 6. Computer 원용 system

위에서 정의한 3차원 model을 이용하여 선각조립공정을 위한 생산계획 system을 전산화 하였다. 이 system은 BASIC언어로 탁상용 소형 computer인 HP9845B에 사용할 수 있도록 쓰여졌으며 전체적으로 대화형으로 되어 있다.

이의 이용은 계획상 고려해야할 블록들의 조립 시작일 기준으로서의 생산순서와 각 블록의 필요 조립기간을 미리 정하여 시작하도록 되어 있다.

Program의 구성은 크게 블록을 정반상에 배치하기 위한 것과 블록의 운송 simulation을 위한 것으로 되어 있다.

블록의 정반상 배치를 위한 기능의 부분은

- 공정상의 날자별로의 정반상에 블록의 배치 상태를 표현하며,
- 그 날자에 작업을 시작해야 할 블록을 임의로 추가할 수 있고,
- 기 배치된 블록을 임의의 위치로 변경할 수 있고 또 취소할 수 있으며,
- 계획기간중의 일정진행에 따른 블록배치 상태를 연속적으로 도출할 수 있도록 되었다. 이에 사용되는 블록의 형상은 앞에 정의한 육면체 모형의 밑면이다.

블록운송 simulation을 위한 기능의 부분은

- 이미 작성된 정반상의 블록배치에 대하여 블록운송 simulation이 원칙적으로 자동으로 진행되고,
- 앞절에서 정의된 공장내 공간의 수평단면을 도출하여 단면상에서의 simulation으로 하고,
- 운송되는 블록은 출구를 자동으로 search하여 가도록 하였다.

이 simulation을 위하여 사용한 search algorithm은 다음과 같다.

- 가) 블록의 이동방향을 기본방향과 임시방향 구분하여 설정하고 기본방향은 블록이 장기적으로 추구하는 방향으로 하고 임시방향은 블록이 진행상 간섭을 피하기 위한 방법으로 적용한다.
- 나) 출발시의 기본방향은 출구쪽으로 한다.
- 다) 기본방향으로의 진행에 간섭이 있을때는 그 간섭을 피하기에 필요한 이동거리가 짧은 정도에 따라 좌 혹은 우로 임시방향으로 설정한다.
- 라) 임시방향으로의 진행에 간섭이 있으면 다)의 원칙을 적용하여 기본방향을 좌 혹은 우로 변경한다.
- 마) 좌 혹은 우로의 기본방향 진행에 간섭이 있으면 다)의 원칙을 적용하여 기본방향을 좌 혹은 우로 변경한다.

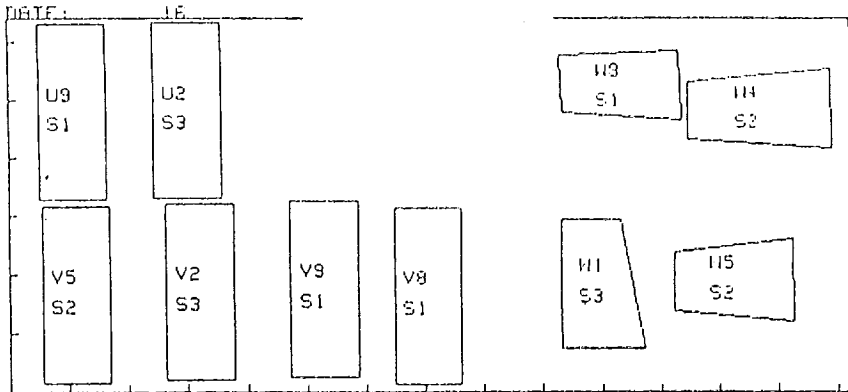


Fig. 4. Assembly block layout on date 16.

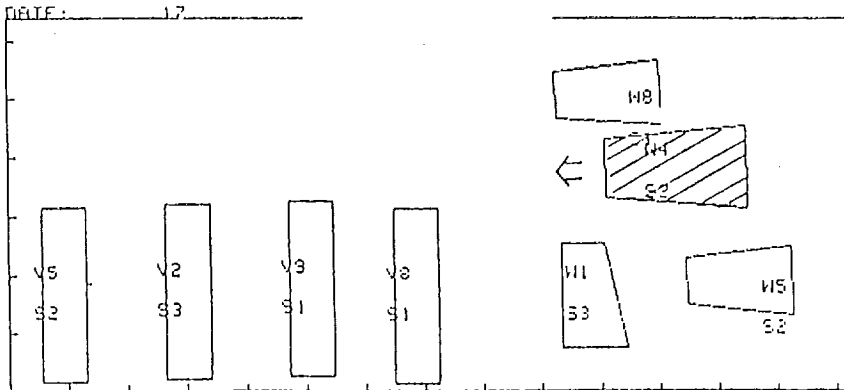


Fig. 5. A step in transportation simulation

## 7. 결 론

선박건조에 있어서의 생산성 향상을 위하여 시설의 이용율(utilisation) 향상을 유발할 수 있는 시설의 이용을 고려한 생산계획 system의 개발방법을 고안하였다. 선각조립공정을 예로 시도하여 본 결과 그 목적을 성취할 수 있는 system은

- 조립블록의 2차원적 형상의 정반상 배치와
- 완성블록의 3차원적 운반 simulation을 수행할 수 있는 부분 system을 개발하여 가능하게 할 수 있었다.

또 이 system의 전산화는 조립블록의 3차원 형상을 임의 형상의 6면체(hexahedron) modeling하여 실용상 충분한 정보를 실을 수 있었으며 또한 사용상 충분한 전산처리 속도를 얻을 수 있었다.

개발된 전산 system은 시설의 생산성을 도모하는 한편 생산계획을 보다 신속하게 능률적으로 수행하는데 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

다만, 조립블록의 운반 simulation을 위하여 고안된 간단한 search algorithm은 simulation을 완전 자동화 하기에는 다소 미흡한 점이 노출되었으며 이의 개선을 위한 보다 효과적인 방법의 고안이 요망되며 Expert system기법의 적용이 필요한 분야로 판단된다.

## 참 고 문 헌

- [1] Broom, H. N. : "Production Management", Richard D. Irwin Inc. 1962. March 1972.
- [2] Hargroves, M. R. : "The Strategic Development of Ship Production Technology", Teasdale, J. A, NECIES, April 1975. and Veughan, R.
- [3] Ruehsen, H. J. : "Planning and Scheduling Hull Production Operations", Marine Technology, Vol. 18, No.1, April 1981.
- [4] Chariatis, A. T. : "Development of Shipyard Planning Systems", PhD Thesis, University of Strathclyde, March 1981.
- [5] Kurioka Tatsumi, Takeuchi, H, Nomaguchi, Y. : "Application of Computer System to Production Control in Shipyard" (1), (2), (3), Japanese Shipbuilding and Marin Engineering, Vol 6 No.3, 1971.
- [6] Tsakalis, N. : "A Production System for Steelwork", SEASCAPE 67', The Junior Section of NECIES, 1967.
- [7] Yamasaki, M. : "SASP, A Production Planning and Control System for Shipbuilding on Individual Order ", ICCAS 73', North-Holland Publishing Company, IFIP, 1973.
- [8] Engervik, Kenneth : "JENS and PLOPP- Computer Aided Planning System for Steel Preparation and Assembly Area", ICCAS 76' North-Holland Publishing Company, IFIP, 1976.
- [9] Hartz, O. : "Heuristic Method for Shipbuilding Sections in a Shipyard", Technical University of Denmark.
- [10] Ng, I. M. : "An Interactive Computer-based Approach to Shop Space Planning", MSc Thesis, University of Strathclyde, 1982.
- [11] Dunn, T. P. Smith, F. M. : "The Application of simulation Rationale for Facility Evaluation", Naval Engineers Journal, February 1969.