

# 객체지향분석에 의한 중소형 조선소 선체외판 생산설비 계획에 관한 연구

박명규\* · 문귀호\*\* · 김원돈\*\*\*

A Draft of Hull Piece Fabrication Line for Small and Medium Sized  
Shipyards by Object Oriented Analysis

*M. K. Park* · *K H. Moon*\*\* · *W. D. Kim*\*\*\*

〈목 차〉	
Abstract	4. 선체외판 자동생산시스템 구성
1. 서 론	5. 선체외판 생산설비의 기본계획
2. 선체외판 생산공정	6. 결 론
3. 객체지향 기법	참고문헌

## Abstract

The production process of the compound-curved hull plates includes hull design, definition, fairing, modeling, lofting, cutting, and forming in sequence. Traditional fabrication methods and shop environment caused low level to productivity in medium and small sized shipyards. The most effective solution to solve those problems is to rationalize the layout of facilities. For the well-balanced development of domestic shipbuilding industry, it is urgently required to reduce the gap between modernized large sized shipyards and traditional small and medium sized shipyards in production technologies and efficiencies.

For the efficient and accurate hull piece forming, all information from design to forming should be clarified and organized in a systematic manner. Thus, management of the information plays an important role in the computerized and automated of hull piece forming.

The object of this paper is to survey the status of the field, to find out the feasibility and to introduce a draft of hull piece fabrication line for small and medium sized shipyards. The development of required system follows the object oriented technology to extend to simulation based system for carrying out

\* 정회원, 한국해양대학교 교수

\*\* (주)녹봉산업 성포조선소 소장

\*\*\* 한국해양대학교 겸임부교수

physical product flow and facilities layout analysis.

It is feasible to operate such a modernized facility for a group of small and medium shipyards who are unable to have each of their own facility because of its large amount of initial investment and insufficient work load.

### 1. 서 론

국내 조선공업은 양적으로 세계 2위를 견지해 오고 있으며 현재 기술 수준 향상과 생산공정의 자동화 측면에서 세계 제일의 산업으로 부상할 몇 안 되는 산업분야 중 하나이다. 그러나 산업 구조적 측면에서 볼 때 우리나라는 대기업 중심 구도가 육성 발전되었고 이로 말미암아 중소기업체는 취약한 생산기술 수준을 갖지 않을 수 없었다. 이러한 상황과 국제 선박 건조 추세가 대형화와 더불어 고부가 가치화, 기술 집적화 등의 추세가 두드러지고 있음을 고려할 때 중소기업체의 작업 생력화, 기계화, 자동화 등이 새로운 활로로서 인식되고 있다[1].

동북 아시아 국가들을 중심으로 선체 외판 제작에 관련, 다중 곡면 처리 시에 선상 가열 공정을 실시하고 있다. 이 작업은 비선형적 열 탄소성 현상으로, 실제 작업 모델과 수학적, 물리적 모델 사이에 일일량 산출, 가열 기구의 이송 속도 등등의 예측하기 어려운 요소가 산재해 있어 최근까지도 자동화된 공정 시스템이 실현될 수 없었다. 이 때문에 작업자의 경험과 기술에만 의존할 수 밖에 없고 근래에 들어 심각해지고 있는 선상가열 인력에 대한 구인, 기술 전수 노령화, 임금상승의 문제들은 중소형 조선소의 경쟁력을 떨어뜨리고 있다. 따라서, 선체외판 부품생산에 있어서 자동화 설비에 의한 공동 가공공장 활용이 문제에 대한 해결책이 될 수 있다.

본 논문은 국내 중소형 조선소의 곡면 외판 부품생산의 자동화를 위해 최근의 시스템 개발 이론과 조선생산 이론을 기초로 하여[2,3] 생산 공정 라인을 분석하고, 지금까지 개발된 또는 현재 수행 중인 자동화 기계와 소프트웨어 시스템과 연계된 실

제적 생산라인을 구성하였다. 가열에 의한 잔류 열 탄소성 변형을 이용하는 선상가열법은 한국, 일본 등에서 실용화되어 있는 방법으로, 선상가열에 의한 가공 자동화연구는 최근 활발히 진행되고 있다 [4,5,6,7].

또한 생산자동화 시스템에 대한 일반적인 연구도 조선CIM(Computer Integrated Manufacturing) 시스템 개발과 관련하여 매우 활발히 진행되고 있다. CE(Concurrent Engineering), OE(Object Engineering), GT(Group Technology), Re-engineering 등등의 많은 시스템 이론에 따라, 또는 작업상에 필요한 유동 데이터의 관리 성격에 따라, 또는 작업 대상물의 성격에 따라 다양한 시스템 구성 양태가 연구되었다. PDM(Product Data Management) 기법, Virtual Prototyping 기법, FMS (Flexible Manufacturing System) 등등의 수많은 이론과 기법들이 그 예가 되며 이러한 일반화된 연구가 본 연구에 특정화 될 수 있을 것이다[8,9,10,11,12,13].

본 논문은 이러한 배경에서, 선박 건조공정 중 외판 곡 부품생산 과정에 있어서의 자동화를 위한 초기 단계로서 중소조선소 선체부품 생산라인의 구성을 위한 연구를 수행하였다.

### 2. 선체외판 생산 공정

#### 2.1 선체 부품 절단

절단은 선박가공 공정의 첫 단계이며 선박 건조의 기계화, 자동화 효율을 위하여 절단공정의 정도가 중요하며 중소 조선소에 적용되기 위한 기술은 다음과 같다.

- 1) 절단정도의 영향을 주는 요소 : 가공조건(절단형상, 절단경로, 절단순서, 절단속도, 냉각, 재료의 고정), 열원(열원의 성질, 열원의 품질, 열

량), 절단기(위치결정정도, 기계진동, NC-data) 등이 있다.

- 2) 조선에 필요한 기능 : Bevel 기능, Marking 기능(부재 취부, 절곡 표시), Mirror Cutting 기능, 문자 표시기능
- 3) 절단방법 : 가스절단(Oxy-acetylene gas cutting), 플라즈마 절단

국내 중소조선소 절단작업의 개선과 자동화시스템 기술개발을 위하여는 선체 CAD 시스템에서 산출되는 절단정보와의 원활한 연계, 강재절단에 대한 이론과 기술경험 자료의 체계화가 선행되어야 하며, 시스템구축을 위하여 전산시스템기술, 제어 기술 등의 여러 관련 기술들을 통합화 하여야 한다. 따라서 NC절단기개발은 그 관련기술의 특성상 여러 요소기술이 함께 개발되어야 한다.

Plate의 절단에는 크게 가스, 플라즈마, 레이저 등과 같은 열원이 주로 사용되고 있다. 조선 현장에서는 실제, 변형량, 절단 폭, 경제성 등의 이유로 인해 플라즈마 절단이 널리 쓰이고 있다. 특히 플라즈마 절단은 선각공장에서 많이 쓰이는 6-25mm 두께의 plate 절단에 유용하다는 사실이 알려지고 있다.

플라즈마 절단법은 아크를 금속성의 노즐 가운데로 통과시켜 아크의 직경을 작게 한 다음 이를 통해 얻게 된 고온, 고속의 열원을 절단부에 집중적으로 투여하여 모재를 절단하는 방법이다.

플라즈마 아크는 노즐부에서 아크가 쪼여지는 결과 노즐출구에서 갓게 된 고온의 플라즈마 흐름이 계속적으로 하류로 유지되는 성질을 가지고 있다. 따라서 고온의 온도구배(약 10,000~14,000 C)가 판의 접촉지점까지 유지되는 것이다.

조선용 강재의 NC절단을 위하여 필요한 장치의 선정 및 제작에는 고도의 제어 기술이 우선적으로 검토되어야 하며 이론, 실험을 통하여 정확하고 변형을 최소화하는 절단 시스템화가 요구된다.

## 2.2 선상가열에 의한 곡성형

선박건조에 있어서 곡가공은 필수적인 공정이지

만 절단이나 조립과 같은 다른 공정에 비해 자동화가 전혀 되어 있지 않아 생산성 향상의 측면에서 대형조선소에서 많은 문제가 되고 있다. 선체의 외판은 약 50-70%가 곡면으로 구성되어 있고 선수, 선미부 등의 외판은 심한 이중곡률을 가지는 복잡한 기하학적 곡면으로 구성되어 있다. 대형조선소의 경우 RBM(Roll Bending Machine)을 이용하여 전개가능곡과 이차곡의 일차곡 작업을 하며, 선상가열 작업은 이차곡 작업만을 위하여 행하나, 중소형조선소의 경우 RBM이 고가이고 설치 및 운용 또한 어려우므로 모든 곡가공 작업을 선상가열에 의존 하고 있다. 중소형선의 경우 선체의외판에서 곡부품의 비가 대형선에 비하여 높으므로, 중소조선소의 경우 전체공정에서 곡가공이 차지하는 비중이 크다.

선상가열법에 의한 곡가공은 기능인력의 작업경험에 전적으로 의존하고 있으며, 이러한 기능인력의 경험은 기술자료로 체계화 되어 있지않고 구전으로 이어지고 있다. 따라서 곡가공기술의 발전은 정체되어있으며 기능인력의 노령화현상이 예측되어 진다. 또한 고임금, 힘든 작업의 기피, 노사분규 등의 사회적배경은 전형적인 3-D(Dirty, Dangerous, Difficult) 작업에 속하는 선상가열 작업은 기능인력의 수적감소 및 노령화 현상과 더불어 기능의 승계에 심각한 영향을 미칠 것으로 예측됨에 따라 생산성 향상 뿐만 아니라 자동화 설비를 적극 요구하고 있다.

## 3. 객체지향 기법

### 3.1 객체지향 이론

객체지향 이론은 구조화 시스템(Structured system)에 대별되는 시스템 개발 이론으로 소프트웨어 공학에서 비롯된 개념이다. 하지만, 근래에 이 개념은 제품모델, 기업의 조직관리, 생산관리, 사회현상의 분석 등 광범위하고 복잡한 문제 분석과 시스템 구현에 적용되고 있다. 특히 조선산업은 대규모이며 복잡하고 동시다발적인 공정의 특성으로 객체지향의 개념이 많이 요구 되는 분야이다.

객체 지향 기법의 기원은 1969년에 발표된 시뮬레이션 소프트웨어로 모델링된 실제 시스템의 응용 사례가 시초이다. 1983년 프로그래밍 언어로서의 Smalltalk 와 그의 환경이 소개되면서 사용자 인터페이스를 포함한 객체 지향 기법이 등장하게 된다. 최종 실행만을 중시하던 프로그래밍의 추세가 차츰 소프트웨어 설계의 개념으로 이전되며 좀 더 효율적인 방식으로 변이하게 되는데 이 역할을 맡았던 언어가 Ada였다. 이후 Sally Shlaer와 Stephen Mellor가 1985년에 객체 지향 분석(object oriented analysis, OOA)을 내어 놓으면서 많은 이론과 방법론들이 대두되었다. 90년대에 접어들면서 많은 시스템 이론가와 실제 분석 및 설계자들에 의해 발전적인 형태를 보여 왔다. 근래의 네트워킹을 이용한 클라이언트 서버 시스템 등은 이러한 개발 기법으로 대부분 개념적, 물리적으로 설계되어져 왔다.

객체지향에 의한 시스템 개발이론은 시스템 요소의 속성(Attributes)과 그들의 내부적 프로세스(Processes, Services)를 결합하여 외부와의 적절한 독립성을 확보하고 예정된 접촉(Collaboration)의 계약(Contract)을 갖는 각 객체로써 시스템 구성요소를 파악한다. 이들은 서로 메시지를 주고받으며 상호 영향 관계를 갖는데, 이것은 객체 협동으로 실현되고 각 객체는 추상화된 형태(Abstract class)로 그들의 유전적 성격(Inheritance, Generalization)을 확보한다. 그들은 계층적, 협동적 관계로 인해 클래스 개념을 형성하고 외부의 다양한 자극에 대한 독립적이고 책임성(Responsibility)있는 행동 양식에 의해 다형성(Polymorphism)을 갖는다. 대규모의 시스템일수록 객체 캡슐화(Encapsulation)가 필수적으로 요구된다. 적절한 문제 영역의 정의는 프로젝트의 영역을 분석가, 설계가로 하여금 보다 체계적이고 단순화된 논리 구조로 공략할 수 있게 한다.

무엇보다도, 객체 지향 시스템의 강점은 이러한 세부적 구조로 인해 시스템 복잡성을 다룰 수 있게 한다는 점과 실세계의 현상을 현상 그대로 시스템에 적용할 수 있는 현재의 이론이자 방법론이라는 점이다. 단계적이 아닌 동시적인 시스템 개발은 시스템 변경이나 외부 환경의 변화에 분석가, 설계자, 프로그래머, 운영자가 모두 시스템 개발에 능

동적으로 참여할 수 있는 바탕을 제공한다.

이 논문에서는 위와 같은 객체 지향 시스템 개발의 내용을 통해 새로운 형태의 조선 생산 기술을 제시하고 있다.

### 3.2 본 연구에서의 객체 지향 기법

기존의 방법론들은 Yourdon, Martin, Booch, Rumbaugh, Coleman등에 의해 체계적으로 수립되었다[14,15,16]. Yourdon의 OOA/OOD Method[14]는 시스템의 복잡성 감소와 객체 책임성을 강조하며 동시적 시스템 설계에 주안점을 두었다. 상대적으로 매우 체계적인 세부 분석 및 설계 방식을 가지고 있다. 5가지의 주요 활동을 제시하여 OOA 모델에서 5개의 분석 계층을 정의하였으며 OOD모델에서는 4개의 요소 모델링을 통해 구체화 하였다. 구체적 객체를 객체라 개념 정의하여 Whole-Part Structure, Instance Connection, Message connection등으로 객체간 관련성을 정리하였고 추상적 객체를 클래스라 정의, Gen/Spec 관계를 정리하였다. 이들 관계는 5가지의 주요 활동의 지표가 된다. 이 구조는 본 연구의 특히 요구단계에서 적극적으로 반영되었다.

이와 더불어 Martin의 OOAD[15]는 이론적인 측면의 객체 모델링에 충실하였다. 설계단계 보다는 분석단계에 치중하여 강조하였으며 무엇보다도 객체 구조와 객체 작용을 구분, 체계화 시킨 점이 특색이다. 실제로, 수명주기 이론등에서 보이는 폭포 현상이 없는 객체 시스템 개발에서 객체의 구조와 작용을 뚜렷이 구분할 수 없는 것이 사실이다. 그러나 객체 관계 도표(Object Relation Diagram)로 대표되는 객체 구조와 사건 도표(Event Schema), 객체 상태 변이 도표(Object state transition diagram)로 대표되는 객체 작용은 충분히 구분된 형태의 통합으로 쉽게 이해될 수 있다고 본다. 그러나 이 이론은 대체로 이론적인 측면에 치중하였고 실질적인 개발론의 상세화는 뚜렷하지않아 본 연구에서는 이론적인 가이드로서의 역할을 하였다. 또한 타 방법론에 비교할때 동적분석(Dynamic Model)적 측면이 강조되지 않아 본 연구에는 크게 적절하지는 못하다고 생각되었다.

Coleman은 그 때까지의 여러 이론을 혼합 발전시킨 Fusion Method를 내어 놓았다. 작용 모델(Operation model)을 Rumbaugh의 OMT 기능 모델(Functional model)과 흡사한 형태로 정의하였고 Booch의 객체 도표를 이용하는 혼합 기법이다. Fusion Method와 같은 혼합 방식은 각각의 시스템에 적당한 설계방식을 결정할 수 있음을 보여주는 것이기도 하다.

Awad et al.는 실시간 시스템(Real time system)에 적용하는 객체 지향 기법으로서 이른바 OCTOPUS 기법[16]을 제안하였다. 이 기법 역시 근간은 OMT로서 객체 모델링을 3가지 관점에서 분석하였다. Fusion 기법과도 흡사하며 단계적으로 시스템 요구 단계와 시스템 구조 단계(System architecture phase)를 보강하였다. 또한 실시간 시스템의 개발 기법으로서 객체의 동적 분석 및 설계 측면이 강화되었다.

본 연구의 방법론으로는, 요구 단계는 주로 Yourdon의 방식을, 분석단계에 있어서는 Martin의 방법론을 설계에서는 실시간 시스템 개발법인 Awad의 OCTOPUS 방식을 따랐다. 여기에, 조선 자동 생산 시스템이라는 기계적, 대규모 시스템의 특징을 살려 적절히 위의 구조를 변형, 융합하였다.

#### 4. 선체외판 자동생산 시스템 구성

##### 4.1 목적 시스템 개요

목적 시스템은 국내 중소형 조선소의 곡면 외판 부품 생산의 자동화를 위해 생산 공정 라인 구성안의 작성을 그 목표로 한다. 객체지향 시스템 개발 이론을 기초로 시뮬레이션 기반 시스템이론을 도입, 적용하였다. 도입된 시뮬레이션 기반 시스템은 서울대학교 선박생산시스템연구실에서 개발한 AHMS이다.

본 장에서는 평판에서 시작하여 최종 산출물인 다중 곡 부품에 이르기까지 분석한 공정을 기초로 새로운 공장에 실현될 단계적 계획에 따라 요구되는 세부 시스템을 객체지향적으로 분석하고 시뮬레이션 방법론적 정의와 그 실행을 다룬다. 즉, 방법론상 요구단계(Requirement phase), 분석단계

(Analysis phase), 간략한 설계단계(Design phase) 그리고 예시적인 실행단계(Implementation phase)를 거치며 공정상 평판의 적하장 입하, 네스팅 공정, 절단 공정, 프레스 공정, 선상가열 공정, 완성 부재 보관 공정을 포함한다. 작업 연계성적인 면으로는 이 연구상의 객체의 각종 하드웨어와 컨트롤 소프트웨어, 특히 인터페이스 장비의 가이드로서의 역할을 하게 될 것이다.

##### 1) 시스템의 정보관리

선체 설계 시스템으로부터 완성되어 공유되는 객체적 제품 모델 데이터 베이스에는 생산될 곡 부품의 형상정보, 작업정보가 망라되어 입력되어있다. Main Server System의 구성 요소인 General Host Division에서 먼저 생산 예정 부품에 대한 작업 정보를 관리할 수 있는 객체 패키지를 확보한다. Material Management Div.에서는 재료가 공장에 입하되어 관리가 시작되는 시점에서부터 가공에 들어갈 때까지의 공정 관리, 그리고 이후의 개략적인 자재관리에 쓰일 수 있는 제품 객체를 확보, 객체 베이스로부터 추출, 세팅시킨다. Procedure Management Div.에서는 각 DCS에서 보내 올 공정 정보에 대해 각 부재 별로 그들의 공정 정보를 누적, 입력시킬 객체를 확보한다. 실제로 공장 내 직원에 의해 입력되어 있어야 할 정보는 적하장(Plate stock) 정보이다. 각 적하장 단위로 그들의 상황이 실시간으로 입력되어 있어야 한다.

##### 2) 평판의 하역 및 관리

시스템의 시작은 평후판의 수송으로부터 이루어진다. 수송차량 혹은 수송선(바지, Barge)에 의해 도착한 자재는 먼저 자재 관리 센터의 하역부에 등록된다. 이 부서에 이미 메인 서버 시스템으로 요구된 정보는 필요 평판의 수, 고유 식별 번호, 각 판의 치수 등이다. 이들은 자재관리 DCS의 바코드로 출력되고 직원에 의해 판에 붙여진다. 등록된 판은 하역 컨트롤 시스템에 의해 평판 적하장에 입고된다. 판은 주차장과 같이 구분된 장소에 위치하며 하역 관리 컴퓨터로 관리된다. 이때 놓여진 평판의 위치, 무게 중심 등이 입력된다. 절단 시스템에 절단 가능 시점인지에 관한 정보를 받고 가능하

다면 하역 시스템은 대상 철판의 위치를 파악, 이동시킨다. 하역시스템은 소규모의 Gantry crane을 이용한다. DCS에 의해 자동으로 제어되며 이 후의 모든 크레인에는 작업자의 접근을 감지할 수 있는 안전 센서의 부착이 크게 요망된다. 전자석 장치를 채용하여 평판을 들어올린다. 각 자재의 입고시간, 선처리 여부 등등의 모든 자재 정보가 바코드로 인식된 제품 객체들의 갱신으로써 정리된다. Gantry crane의 작업 범위는 평판이 선 처리기를 지나 절단 지역까지 올 때까지이다. 평판이 후 처리기에 전달되면, 센서가 평판의 접근을 감지, 후 처리기가 가동한다. 후 처리기가 끝나면 센서가 이를 감지하여 후 처리기 가동을 멈추고 자재는 임시 정지 장소에서 대기 한다. 만약 절단기가 이용가능하면 후 처리기를 나온 자재는 절단 가공장으로 이송된다. 선 처리기, 절단기는 실내에 위치 하도록 한다. 이후의 각 작업 내용과 시간, 안전 검증 여부 등이 실시간으로 작업 공정 중앙 부서로 전달 된다. 이 데이터는 나중의 통계 작업등에 유용하게 쓰일 수 있다.

### 3) 평판의 절단

후 처리기에서 나온 평판은 자동으로 제어되는 이송 크레인에 의해 절단기로 옮겨지고 절단부의 직원의 바코드 리더는 바코드를 읽는다. 이 평판의 ID를 받은 DCS는 메인 서버로부터 평판의 데이터를 호출, 이를 입수한다. 이 데이터에는 네스팅 데이터까지 포함된다. 이것은 당분간 사람의 조정에 의해 이루어질 것이나 궁극적으로는 컴퓨터 제어에 의한 자동 세팅으로 이루어 질 것이다. 세팅된 철판의 위치 정보가 절단 시스템으로 전달되고 이 정보에 의해 네스팅 자료가 변경된다. 절단기는 새로운 네스팅 정보에 의해 절단을 시작하고 절단이 끝나면 가공 시스템에 알린다. 절단 후 남은 부분은 작업자에 의해 혹은 필라 마운팅 지브등으로 바깥으로 집어낸다. 이 나머지 부분은 소규모 컨베이어에 의해 고철 수집장으로 집혀져 공장 밖으로 배출되기를 기다린다. 일차, 이차 곡가공 컴퓨터는 종료 메시지를 받고 순서를 결정한다. 이때, 일차 곡가공이 필요한 재료가 우선이다.

절단된 평판은 그 다음 과정에 따라 분리되어 보관된다. Cutting DCS는 미리 계산된 piece들의 무게 중심점 데이터, 적하장 데이터 등등에 유의하여 자동으로 이송한다. 이 작업은 제1오버헤드 크레인 으로 이루어지며 이 크레인은 평판 부품 강판을 다룰 수 있는 기능을 갖춘다. 이송 작업 후에는 적하장과 관련된 적하 위치 데이터가 메인 서버 시스템 내 Stock Management Div. 컴퓨터에 갱신된다. 롤링 적하장(Rolling stock)은 일차곡 작업을 기다리는 평 부품이 일시적으로 모이는 장소로서 작업량에 따라 적하량이 증감하여 완충 역할을 하는, 시물레이션상의 대기 버퍼링(Queue buffering)에 해당한다.

### 4) 일차곡가공

일차곡을 위한 적하장에 위치한 평판 조각들을 제1 오버헤드 크레인으로 프레스와 연결된 베드에 옮겨 놓는다. 이때, 프레스 베드는 작업자의 회전 및 밀어넣기 과정을 편하게 할 수 있도록 볼 베어링등의 베드를 선택하는것이 바람직하다. 일차 곡가공 시스템의 컴퓨터는 호스트의 정보를 입력받아 알맞은 압력, 롤링 지역등을 작업자에게 모니터 상의 3차원 시각표현으로 전달하고 또한 작업 지시서를 즉시 발급하여 작업에 도움이 되도록 한다. 롤링이 끝나면 작업자가 DCS에 작업종료를 입력하고 DCS는 크레인을 컨트롤하여 라인히팅 대기 적하장으로 옮긴다. 이 역시 초기에는 작업자의 수동 조작으로 옮겨 질 수 있다.

### 5) 이차 곡가공

이차곡 센터는 초기에 수 개이지만 단계적으로 증가 시킬 수 있다. 적하장 데이터에 의해 적절한 위치에 이송된 일차 가공판은 즉시 가공된다. 첫째로, 놓여진 위치를 3차원 센서를 이용하여 이차 곡가공 컨트롤 컴퓨터에 보낸다. 컴퓨터는 이미 전달 받은 전개 평면과의 관계를 산출하고 가열선의 정보를 가열 공정 시작 메시지와 함께 보낸다. 둘째로 토치는 플로터 XY운동을 시작하고 가열한다. 토치가 지나온 경로를 따라 냉각수가 분출된다. 셋째로, 가열이 끝나면 일정 냉각시간을 갖고 난 후, 3차원 센서를 이용해 다시 형상을 판정한다. 넷째

로, 목적 곡판의 형상과 비교, 오차 한계 범위 내에 수렴하면 작업을 종료한다. 만약 범위 밖으로 오차가 벗어나면 두번째 단계로 돌아가 위의 과정을 반복한다. 기준 횟수 이상의 가열이 발생하면 시스템을 일시적으로 중지하고 작업자에게 통보하여 Wall jib crane등을 이용, 수작업 지역으로 옮긴다. 작업이 적체될 경우 임시 적하소를 이용한다. 수동의 라인히팅 작업을 거친 판은 자동으로 라인히팅 작업을 받고 완성된 부품과 별도의 적하장을 이용한다.

#### 6) 완제품 하역 시스템

각 이차 목가공 시스템에서 보내진 작업 종료 메시지를 받아 적당한 하역 위치를 결정 상주 직원으로 하여금 대기 명령을 내린다. 제품이 완제품 적하장에 이송되면 작업자는 바코드를 확인, DCS로부터 완제품의 정보가 실린 꼬리표를 지급 받는다. 작업자는 제품에 꼬리표를 고정하고 별도의 제품 인수를 통고한다. DCS는 작업자로부터 수송 작업까지 모두 끝났음을 통고 받고 메인 서버에게 알린다.

#### 7) 메인 서버 시스템

메인 서버 시스템은 시스템의 공정 시작 이전의 제품 모델 관리 작업을 수행하고 각 단계에서의 DCS 요구사항을 응답한다. 또한 제품이 마지막 공정을 끝내면 메인 서버는 지금까지의 작업내용을 제품 정보 모델(Full product model)에 정리, 데이터베이스에 입력, 관리한다. 외부와의 정보 통로로서의 역할을 맡는다. 주문자에게 통계적으로 제품의 현황, 과정 등을 리포트할 수도 있다. 특히 DCS로부터의 안전 및 예외 상황으로 인한 인터럽트를 관리한다. 인터럽트는 전 시스템과 지역 시스템 수준으로(Global system level, Local system level) 나누어 관리한다.

### 4.2 시뮬레이션 베이스 시스템 개발 기법

#### 1) 시뮬레이션 이론

시뮬레이션이란 시간에 따라 실 세계에 존재하는 프로세스나 시스템의 작업에 대한 모방을 말한

다. 시뮬레이션 모델의 개발에 의해 시스템의 동작이 연구될 수 있으며 그 방식은 해석적으로 풀수 있는 문제에의 접근이 아니라 모사된 시스템의 실행에 의한 것이다. 시뮬레이션은 자원의 소비 없이 새로운 하드웨어 설계와 물리적인 레이아웃을 시험해 볼 수 있으며, 어떤 시스템의 파악을 개인적인 측면에서 파악하는 것이 아닌 객관적인 견지에서 알아볼 수 있는 이점이 있다.

이러한 시뮬레이션을 기반으로 하는 시스템 개발 기법(Simulation-based approach)은 동시 공학(Concurrent engineering)을 배경으로 근래에 대두한 기법이다. 이것은 시스템 혹은 목적 제품에 대한 전 수명수기에 걸친 가상 원형화(Virtual prototyping)와 그들의 시뮬레이션을 가능하게 하는 이론이다. 이 과정은 매우 고도로 집적화된 동시 공학적인 설계가 수반되어야 하며 제품 및 공정의 분석에 있어 풍부하고 동적인 확장이 필요하다. 즉, 전체적인 협동(Collaboration) 네트워크 프레임, 분석, 설계, 시뮬레이션의 툴의 이용 등이다.

시뮬레이션 기반 설계 혹은 가상 원형화라는 용어는 동시 공학서에 한동안 올라있는 용어이다. 시뮬레이션 기반 기법은 설계 상의 시스템 기능, 신뢰성, 유지 보수성 등의 검증을 위해 최근의 CAE(Computer aided engineering) 툴과 그래픽 기능을 이용하는 것으로 알려져 있다.

#### 2) 시뮬레이션 모델링

정량적, 근사적 분석 방식은 적은 비용의 장점이 있으나 시뮬레이션의 제한 조건이 과도하게 엄격해질 수 있다. 이에 비해 비연속 사건 시뮬레이션은 거의 무제한적인 응용 범위를 가지고 있으나 인적, 시간적, 장비적 비용이 많이 드는 단점이 있다. 또한 의사 난수 발생기(pseudo random number generator)나 동기화 커널(synchronizing kernel)등의 유효성을 정확히 검증해야 하는 등의 어려움이 있다. 몬테 칼로 시뮬레이션은 특정 시간의 시스템 상황을 표현하는 정적 모델을 사용한다. 경우에 따라서는 결정적인(deterministic) 투입과 산출을 이용하기도 한다. 이에 비해 연속 및 비연속 사건 시뮬레이션은 상황 난수 변수를 사용하는 확률론적

(probabilistic, stochastic)인 경우가 대부분이다.

시뮬레이션의 방식 결정은 시뮬레이션의 목적 모델의 성격에 결부된다. 예를 들어 수력발전 댐의 수위의 시뮬레이션이라는 간단한 예를 보면 수위라는 시뮬레이션량은 연속 시뮬레이션으로 다루는 것이 적당하다고 생각된다. 한편 본 연구의 목적 시스템은 분명히 구분된 기계의 상태(state)간의 변화를 제어하는 것을 목적으로 하므로 상태 변화의 요구 - 예를 들어 공작 작업이 끝났음을 알리는 사건 - 에 대응한 상태의 변화 - 공작품에의 운송 기계의 접근 가 동시적으로 비연속적(discrete)으로 일어난다고 본다. 객체 지향 시스템 개발 기법의 객체 동적 모델링의 성격이 사건 구동 방식(event driven)이므로 두 개발 이론의 정합성을 고려하여 시뮬레이션 방식도 선택되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 동적(dynamic), 확률적(probabilistic), 비연속 사건 시뮬레이션 방식을 따른다.

이 연구 과정에서 개발된 시뮬레이터는 종래의 방식과는 약간 다른 형태를 띄고 있는데, 이는 다음의 개념적인 시뮬레이션 기반 시스템 개발 수준 정의를 통해 설명된다.

<Tab. 4-1>은 목적 시스템의 단계적 개발을 위해 설정한 분류 단계이다.

일반적인 범용 시뮬레이션 시스템은 대부분 위의 수준 구분에서 제1수준에 해당한다. 즉, 시뮬레이션 전용의 형태를 가지며, 특정한 목표 시스템을 위한 구조는 아니다. 본 연구의 시뮬레이션 베이스의 구조를 갖는 시스템 개발에서는 단계적으로 발전하는 시뮬레이터이므로 네트워킹, 공정 분석 등의 기능을 갖춘 기본적인 시스템 프레임을 포함하는 제2수준에서 출발한다. 이 수준에서는 전과정 제품 모델(Product model), 완성된 데이터 베이스 구조, 공작 데이터 전송 등의 실제적인 시스템 자료 유동은 없다. 그러나 제1수준의 분석에 필요한 작업 데이터는 포함한다. 실시간 시스템이 갖는 시간 동기화 및 비동기화 커널 적합성 문제가 발생할 수 있는 단계이다. 그러나 목적 시스템이 시뮬레이터는 아니므로 분석 엔진의 규모는 최소한이 될 것으로 생각된다. 선체 외판 자동 생산 시스템은 수준 2에 해당한다. 수준 3의 시스템의 특성은 위에

서 언급한 시스템 데이터의 유동을 포함하여 적합성을 자가 검증하는 점이다. 제품 모델의 원시 형태가 포함되므로 전체 가상 요소의 공정 부하, 공정 일정 등이 적극적으로 제어 될 수 있다. 제2단계의 투입 데이터(Input model)가 난수 변수 발생(Random variate generation)에 주로 의존하는 반면 이 단계에서는 특정한 확률 분포를 갖고 초기에 설정된 제품 데이터 세트를 운영하게 된다. 최근의 CORBA등의 향상된 네트워크 시스템을 전제한다. 제4수준의 시스템은 하드웨어 랩퍼의 상호 연결성(consistency)까지 검증할 수 있는 완전한 시스템이다. 물리적, 논리적 기계간 인터페이스가 완성되고 상호 응답을 시험할 수 있는 단계이다.

본 논문에서는 시스템 분석 및 설계자의 입장에서 연구한 내용이므로 실행단계는 간여하지 않았다. 즉, 시스템 구성 요소의 실무적인 선정이나 자동 기기 제어 부분의 코딩 등의 단계는 기계적 시스템의 설계 및 시뮬레이션 제3, 4수준으로 보았다. 이 과정은 가상 원형화 이후에 이루어 질 것이다. 다음의 시스템 설명은 최종적으로 이 시스템이 목표로 하는 모습이며 시뮬레이션 기반 개발 단계상

<Tab. 4-1> Simulation Level

<p><b>LEVEL 1 PROCEDURE SIMULATION</b>                  Procedure simulation, Stand-alone simulator, No system-data flow. Efficiency &amp; Consistency checking, No continuity of simulator to target system.</p>
<p><b>LEVEL 2 REAL-TIME SIMULATION</b>                  Procedure simulation, Networking simulator, No system data flow, Real-time event driven featured, Primitive type of target system.</p>
<p><b>LEVEL 3 SYSTEM DATA SIMULATION</b>                  Pseudo system-data simulation, Protocol-improved simulator, System &amp; data consistency checking, Advanced type of developing system.</p>
<p><b>LEVEL 4 HARDWARE WRAPPED SIMULATION</b>                  Actual system-data simulation, Hardware wrapped simulator, System &amp; hardware consistency checking, Real testing system.</p>



제4수준에 해당한다.

지금까지 개발된 혹은 현재 수행 중인 이론적, 소프트웨어적 시스템과 연계될 실제적, '하드웨어적'인 시스템 구성을 위한 전초적 역할을 한다.

## 5. 선체외판 생산설비의 기본계획

### 5.1 시뮬레이션 계획

#### 1) 객체시뮬레이션 개요

시뮬레이션 기반 설계 이론에 의해 목적 시스템이 검증될 수 있다. 이를 위해 지금까지 분석, 설계된 시스템에 또 다른 시뮬레이션 랩퍼(Simulation wrapper)에 의한 재 설계가 필요한데, 그 규모와 개념이 큰 변화를 가져오지는 않는다. 염두에 두어야 할 것은 대략 다음과 같은 내용이다.

- 목적 시스템의 외적 데이터, 즉, 목표 생산량, 목표 작업 시간 등의 데이터
- 목적 시스템의 내적 데이터, 즉, 세부 작업당 시간, 수송 시간 등의 데이터
- 객체 내 실제 제어 부분의 가상화, 재 코딩
- 시뮬레이션 시간 관리자
- 효율 및 적합성 판단 모듈
- 시스템 적합화를 위한 시뮬레이션 데이터 분류

#### 2) 시뮬레이션 데이터 분류

이중에서 시스템 적합화를 위한 시뮬레이션 데이터 분류는 다음의 <Tab. 5-1>과 같이 실시하였다.

예를 들어, 라인히팅시간은 시스템 적합화를 위해 임의로 늘리거나 줄일 수 없다. 특히 이같이 경험적으로 예견할 수 없는 값은 더욱 그러하며 시뮬레이션의 적절한 난수 변수 생성(Random variables generation) 과정으로 접근해야 할 것이다.

위의 몇 가지 시뮬레이션 가변 요소들을 가지고 적합화를 실시하며 적합한 경우에 대한 시스템 요소의 작업 점점 및 효율 계산이 이루어 질 것이다. 이 과정에서 또한 적절한 물리적 시스템 요소와 그 배치가 파악되며 공장 배치의 운곽 예상이 가능할 것이다.

#### 3) 시뮬레이션 데이터 생성

난수 변량 생성(Random variate generation)은

크게 두 가지로 나뉜다. 또한 이 기준으로 시뮬레이션의 대기열(queue)에 해당하는 요소를 AHMS에서 찾아 분류하면 다음과 같다.

#### 연속 분포 난수 변량 (Continuous distribution)

평균(average), 표준편차(standard variate)를 알 때, 연속 분포 난수 변량의 산정을 위한 방법론으로는, 역변환 기법(Inverse Transform Technique)의 일정 분포(Uniform distribution), 웨이블 분포(Weibull distribution) 등등의 확률 분포 함수(PDF)를 이용하는 것과 표준 분포에 의한 직접 변환, 회선 기법(convolution method) 등등이 있다. 이 중에서 가장 널리 쓰이는 표준분포에 의한 직접 변환을 사용한다.

#### 비연속 분포 난수 변량 (Discrete distribution)

- 평판, 1,2차 곡의 배분율에 따른 커팅된 판의 완성 혹은 롤링 작업 연계의 판단
- 평판, 1,2차 곡의 배분율에 따른 롤링된 판의 완성 혹은 선상가열 작업 연계의 판단
- 선상가열 횟수 산정

비연속 분포 난수 산정을 위한 방법론으로서 가장 널리 쓰이고 있는 채택-기각 기법(Acceptance-Rejection technique) 중의 프와송 분포(Poisson distribution)를 사용한다. Fig. 5-1는 이들의 분포 함수를 나타내고 있다.

이외에 마진 제거 시간 등의 난수 변량이 있을 수 있으나 이들은 거의 일정하다고 가정하여 위의 요소에 한정한다.

### 5.2 시뮬레이션 상황 단계 구분

시뮬레이션 단계의 언어 기반 분석을 통해 목적 시스템이 작업할 단계적 구분을 다음과 같이 설정하였다. 단계에 따라 총 생산량, 플레이트 개수, 평판, 1,2차 곡판 비율, 수행 시간 등의 차이가 있을 것으로 보았다.

개발 1 단계 : 중형 조선소에서 통상적인 설계 기술로 자체 제작하는 중형 선박에 있어 각 선박의 대부분 피스의 생산 단계

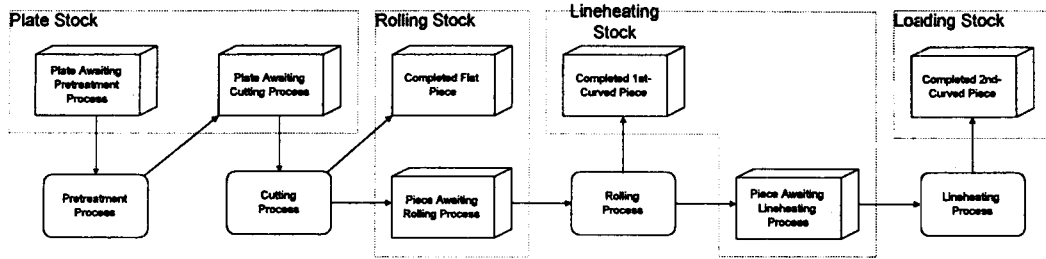


Fig. 5-1 Object Flow Diagram

개발 2 단계 : 중형 조선소에서 진보된 설계 기술로 제작하는 중형 선박에 있어 각 선박의 대부분 피스의 생산 단계  
 개발 3 단계 : 중형 조선소에서 진보된 설계 기술에 의해 설계된 대형 선박의 피스 제작 단계 (대형 조선소로부터 피스 제작을 수주한 형태)

별과 조사의 활동이다.

Fig. 5-1은 제품 관점에서의 객체 흐름도(Object flow diagram)를 나타낸 것이다. Fig. 5-1은 각 작업장(Job shop)에 의해 자재가 어떠한 변화를 겪게 되는가를 보여 주고 있다. 또한 이러한 변화를 겪은 자재가 임시로 혹은 완성품이 되어 저장되는 적재장의 내용을 알아볼 수 있다. 객체 개념적으로 보면 자재가 작업상의 유전적 특성을 나타낸다고 볼 수 있다.

5.3 초기 설정

제2수준 AHMS는 5개의 서브 시스템으로 이루어져 있다. 위의 분석 및 설계와 비교할 때 적재 시스템>Loading System)과 선상가열 수작업 시스템>Manual Lineheating System)이 제외된 것이다. 시뮬레이션에 투입되는 요소 데이터에 관하여 시스템 요구 단계에서의 언어기반분석(LIA) 같은 작업이 필요하다. 즉, 시스템의 평가에 있어 그 시스템의 성능에 영향을 줄 수 있는 데이터에 관한 선

5.4 시뮬레이션 실행

Fig. 5-2 는 시뮬레이션 실행시의 각 분산 시스템의 주 인터페이스이다. 메인 서버 시스템은 데이터의 관리만을 맡으므로 분산 시스템의 상태 및 데이터의 출입 등을 보이고 있다. 각 분산 시스템의 인터페이스는 그들이 지닌 주요 활동 객체의 상태를 실시간으로 표현하고 있다. 이러한 데이터 및 상태의 변화는 메인 서버 시스템에서 분석 데이터

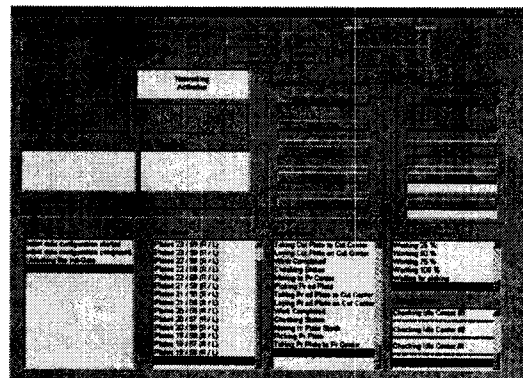
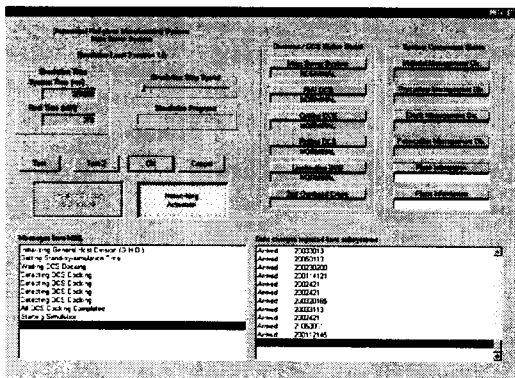


Fig. 5-2 Main Interface Windows of Subsystems

<Tab. 5-1> Simulation Cases

CASE 1	선처리 대상 평판 (Plate awaiting pretreatment)	0 개
	절단 대상 평판 (Plate awaiting cutting)	100 개
	절단기 (Cutting Center)	2 대
	선상가열기 (Lineheating Center)	4 대

CASE 2	선처리 대상 평판 (Plate awaiting pretreatment)	100 개
	절단 대상 평판 (Plate awaiting cutting)	100 개
	절단기 (Cutting Center)	2 대
	선상가열기 (Lineheating Center)	4 대

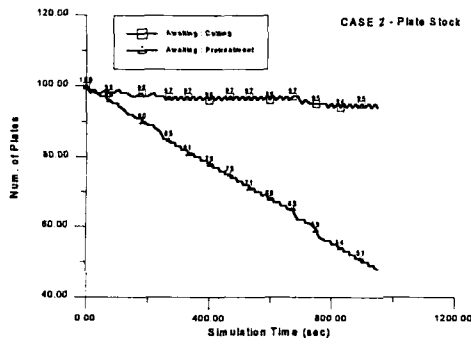


Fig. 5-3 Case 1 : Plate Stock

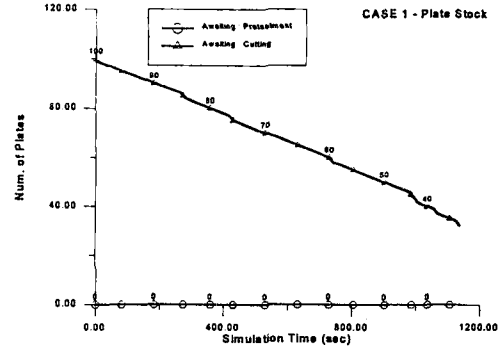


Fig. 5-4 Case 2 : Plate Stock

포맷에 맞게 관리하게 된다. 메인 서버 시스템(Main Server System, MSS)은 각 서브 시스템의 시뮬레이션 공정 데이터의 네트워크상 실시간 관리를 담당한다. Tab. 5-4는 각 서브 시스템이 가지는 내부 객체를 나타내고 있다.

대략적인 시스템 플랫폼으로는, 윈도우 95와 NT를 운영체제로 갖는 LAN 환경하의 Pentium 120Mhz~PRO의 CPU를 갖는 개인용 컴퓨터가 5대가 이용되었고 시뮬레이션은 3회, 각 약 1000~1300초 가량의 실행시간을 가지고 수행되었다. 각 서브 시스템 개발 프로그래밍 언어 및 환경은 Microsoft Visual C++ Developer Studio 4.0과 5.0이고 다이어그램은 Visio 3.0 및 Professional 등을 이용하였다.

5.5 생산라인의 평가 및 설정

1) 생산라인 분석

외판부품 생산시스템의 공장 배치상 배치 작업 및 효율을 분석하는데 중요한 사항은 다음과 같다. 최초 투입 평판의 수량 및 그 비율

평판 적재장(Plate Stock)의 평판 분포 변화  
1차곡 적재장(Rolling Stock)의 평판 완제품 및 1차곡 공정 대기 판의 수 변화  
2차곡 적재장(Lineheating Stock)의 1차곡 완제품 및 2차곡 공정 대기판의 수 변화

2) 투입 상태 분석 (Input Analysis) 및 시뮬레이션 결과 <Tab. 5-1>은 모의실험을 위한 선체의판 가공 공장의 가상으로 설정한 사례를 보여준다. Fig. 5-3에서 Fig. 5-8까지는 각 경우별 자재 적재장의 상태 그래프이다.

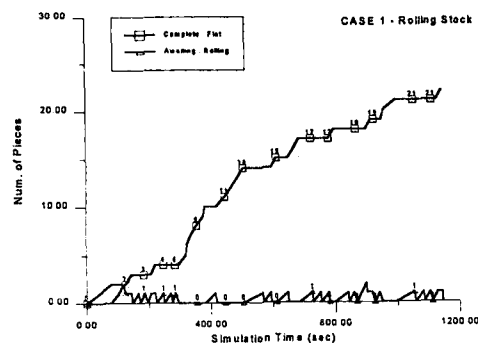


Fig. 5-5 Case 1 : Rolling Stock

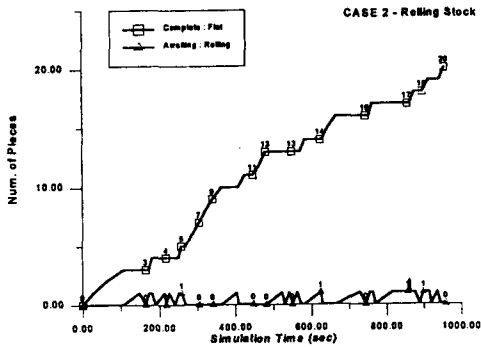


Fig. 5-6 Case 2 : Rolling Stock

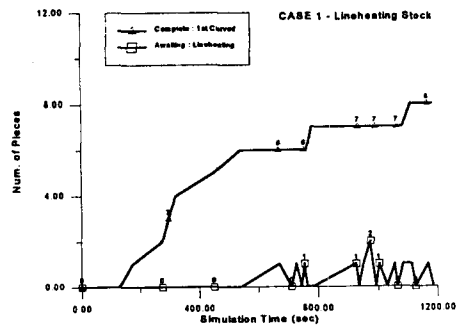


Fig. 5-7 Case 1 : Line-heating Stock

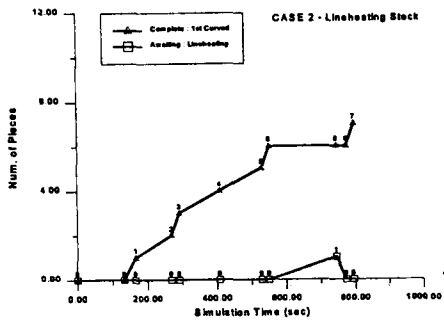


Fig. 5-8 Case 2 : Line-heating Stock

경우 1과 2에 대한 평판 적재장(Plate Stock), 일차곡 적재장(Rolling Stock), 이차곡 적재장(Line-heating Stock)의 상황을 Fig. 5-3에서 Fig. 5-8까지에서 보이고 있다. 경우 1의 상황에서는 선처리를 모든 평판에 대해 실시하여야 한다. 따라서 평판 적재장으로 부터 출고되는 속도가 비교적 느리며 (곡선의 기울기와 관계있다.) 이에 따라 절단기의 효율이 낮아질 수 밖에 없다. 이에 따라 이후의 라인 요소에서도 낮은 효율을 나타내게 하는 원인이 된다. Fig. 5-5에서는 낮은 절단기 효율 때문에 나타나는 결과로서, 일차곡 공정을 기다리는 평판이 거의 나타나지 않고 있다. 이는 롤링 센터의 효율이 낮아질 위험이 있다는 것을 뜻한다. 효율의 문제와 함께 이 경우에 나타나는 문제는, 절단된 판의 생산능력이 이후의 공정에 효율을 충분히 지원할 만큼 적당하지 않다는 것이다. 이것은 선상가열 공정을 기다리는 판의 공급을 원활하게 하지 못

하며 전체적으로 절단 이전과정에 의해 전 라인이 악영향을 줄 수 있다.

두번째의 경우는 선처리를 전 라인의 가동 이전에 실시한다고 가정하였다. 이와같은 선처리 공정은 시스템 설계상 전 자동이므로 실제로 전 라인이 가동하지 않는 야간 등의 시간에 실시될 수 있다고 본다. 즉, 이러한 가정하에 초기 투입되는 평판에 있어, 선처리 대상 평판과 직접 절단으로 진입하는 판이 어떠한 비율을 이루어 미리 준비된 경우이다.

Fig. 5-6에서 보는 바와 같이 절단기로 직접 투입될 수 있는 판의 감소가 매우 미미함을 볼 수 있다. 이것은 절단기의 작업량이 초과되었음을 말한다. 작동 논리상 선처리가 끝나면 즉시 절단기의 상태를 체크하고 만약 작업 가능하다면 적하장에 옮기지 않고 직접 절단기에 전달하게 되는데, 이 경우에서는 많은 선처리 직후의 평판이 절단기로 직접 옮겨지지 못하고 다시 평판 적재장으로 대기 이동됨을 보이고 있다. 역시 이 경우도 경우1과 마찬가지로 절단기 이후의 공정에서는 2대의 절단기의 수 때문에 저하된 절단 평판 생산속도가 롤링 센터와 선상가열 센터의 효율을 떨어뜨리고 있다.

투입되는 평판의 수적 비율을 선처리 대상 평판 24개와 직접 절단 대상 60개로 설정하였다. 가동 초기에서 이 라인은 두 종류의 평판 투입의 경우에 있어서의 거동을 나타낼 것이고 중반 이후에는 직접 절단 평판만이 투입되는 상황하의 라인 거동을 보일 것이다. 따라서 후반에는 일차곡, 이차곡 공정에서 과부하의 가능성도 있다고 예상하였다.

Fig. 5-7에서는 절단기를 3대 갖춘 상황에서의 출고 상황을 나타내고 있다. 시뮬레이션 시간 500 초 부근까지의 상황에서 보듯, 1 대 2의 거의 정확한 비율로 라인에 투입되는 것을 볼 수 있다. 이 경우에는 충분한 절단 평판의 생산량이 이후의 공정에 투입되므로 과부하의 경우에 주의해야 한다. Fig. 5-8에서는 시뮬레이션 시간 7,800근처까지 롤링 센터에 투입될 물량이 적어도 1, 2개가 발생하여, 롤링 센터의 균형 잡힌 작업을 이끌 수 있었다. 약 시뮬레이션 시간 300 주위에서는 난수에 의한 평판 완제품의 수가 다소 증가 추세여서 일시적으로 롤링 센터의 대기시간이 나타나기도 하였다. (완성 평판 수 그래프가 이 시간대와 900주위에서 가파른 기울기를 보이고 있다.) 이 영향으로 선상 가열 대기량 역시 시간 300~400대에서 영향을 받았으나 시뮬레이션 시간 600 주위에서 균형을 잡고 있다. 전체 입력 평판 개수 84개의 처리 간에 각 공정 버퍼의 최대 적재량이 10개 정도로 한다면 큰 무리가 없는 수준의 버퍼량이라고 하겠다.

따라서 이 시스템에 적당하다고 분석되는 조건은, 선처리 대상 평판 65%가량 미만, 직접 절단 평판 35% 이상의 투입과 절단기 3대, 선상가열기 3대의 구성이다.

단, 직접 절단 평판의 공급이 연속적으로 4,50개 이상 이루어질 경우에는 공정 대기 제품의 수가 상당히 증가할 우려가 있다.

한가지 중요한 점은 이러한 전 과정의 공정상 부하 배분을 위한 지능적인 조정 논리가 필요하다는 점이다. 시뮬레이션 제3단계 이후에서는 시스템 데이터가 다루어진다. 이는 기본적인 제품 모델의 가동을 포함하는데, 이러한 제품모델의 접근을 통해 평판 투입시에 대략적인 작업의 추론을 실시, 상황에 대처하는 라인이 될 수 있게 할 수 있다. 즉, 일차공 공정을 대기하는 절단 평판의 수가 낮을 때는 제품 모델 베이스를 조회, 일차공 대신 평판에 투입 우선 순위를 부여하는 등의 활동이 그 예가 될 수 있다.

### 5.6 가상 생산 라인 평가

생산라인 및 그 구성요소의 평가에 있어서 기준

이 되는 분석 시간 길이를 자료 수집 기간(Data collection phase)라 한다. 이 개념은 시스템의 거동이 안정된 상태(Steady state)를 보이는 시간 길이에 대해 분석하여야 초기 조건(Initial condition)과 말기 조건(Terminal condition)에 의한 영향을 최소화할 수 있다는 것이다.

Fig. 5-13에서 보듯 외판 곡부품 생산시스템이 예정하는 시스템 작업 환경은 초기, 말기의 비율이 안정 상태기와 비교해 볼 때 상당한 부분을 차지하므로 전 시스템 분석에 있어 반드시 안정 상태 시뮬레이션 분석만을 요구한다고 보지는 않는다. 즉, 시뮬레이션 시간 198.7의 초기 조건 영향 시간 그리고 287.8의 말기 조건 영향 시간은 전체 시뮬레이션 시간 1357.4의 36%에 해당하는 수치이므로 이 시스템은 가공 평판의 약간의 증가가 전제되더라도 완전한 안정 시스템 분석이 이루어져야 할 경우로 보기 힘들다는 것이다.

그러나, 전체 라인이 아닌 각 작업 기계 요소의 평가에 있어서는 정상 상태 전제가 필요하므로 위와 같은 데이터 수집 기간을 설정하였다. 이 분석에서 의미있는 기간은 데이터 수집 기간1과 3이다. 기간1은 AHMS가 최소한 유지되어야 하는 조건 즉, 1대2의 선처리대기 대비 절단대기 평판 비율이라는 투입 조건이 지켜진 경우의 분석 기간이 될 것이고 기간3은 임의의 경우 특히 기간2의 상태에서 보는 바와 같은 절단 대기 평판만의 투입 경우까지를 포함한 경우의 상황에 대한 시스템 응답을 볼 수 있을 것이다.

### 5.4 생산 라인의 설정

AHMS 및 이 라인이 설치될 가공공장의 설비의 설치도는 Fig. 5-9와 같다.

공장 라인의 배치에 있어서는 각 적재장에 지게차등의 운송기가 들어올 수 있는 출입통로를 확보하였고 적재장의 용량을 확보하였다. 가능한 직선형의 자재 이동을 의도하였으며 작업자의 안전을 위해 크레인에 실린 자재가 작업자 위로 가능한 이동하지 않도록 배치하였다. 갠트리 크레인의 경우 크레인 작업 폭(Work span)은 20m, 오버헤드 크

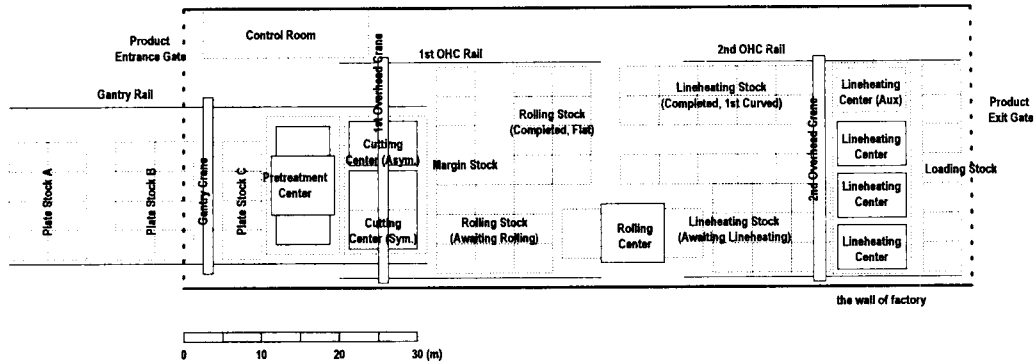


Fig. 5-9 Automated Hull-piece Manufacturing System

라인은 다소 긴 30m로 하였다. 몇 가지의 작업장이 결합된 공장이므로 길이가 지나치게 길어질 염려가 있어 폭을 그 이하로 하기에 곤란한 점이 있었다. 라인히팅센터의 예비 장소가 하나 마련되었고 만약 있을지 모르는 커팅 속도 향상 요구는 커팅 방식의 교체 (예를들어, 가스식에서 플라즈마 방식으로의 교체) 등으로 수용할 것을 예상하였다. 라인히팅 적재장에 지그를 설치하여야 하며 완제품의 2차곡 자재는 즉시 별도의 장소 혹은 출고 운반 바지(Barge) 혹은 차량으로 옮겨져야 한다.

### 6. 결 론

국내 조선공업은 세계 제일의 산업으로 부상할 수 있는 유일한 산업 분야이다. 그러나 이것은 수출선 수주 위주인 대형 조선소들의 조선기술 향상과 생산의 자동화로 이루어진 것이며, 국내 연안의 화물과 여객을 담당하며 수적으로 대부분을 차지하는 국내 중소형 조선소들의 조선기술 특히 생산 기술 수준은 매우 취약하다.

국내 조선공업의 균형발전을 위해서는 중소조선소의 생산기술과 생산성 향상에 의한 질적인 발전이 중요하다. 특히 모든 선체 부품가공을 소형 프레스와 선상가열에 의존하고 있는 중소조선소의 입장으로서 대형 설비의 초기 비용 및 운용, 보수, 유지 비용 등의 문제와 숙련된 작업자의 구인, 기술전수, 노령화, 임금상승 등 여러 문제를 안고

있다. 따라서 입지적으로 유리한 중소조선소에 현대화된 설비를 갖춘 선체부품 생산설비와 기술을 구축하고 선체부품을 공동 생산하여 각 중소조선소에 공급하면 중소조선소의 생산성 향상과 정도가 높은 선택조건이 이루어질 수 있다.

본 논문에서는 국내 중소형 조선소의 외판 부품 생산의 설비를 위해 생산 공정을 검토, 분석하고, 조선 생산이론과 지금까지 개발된 또는 현재 수행 중인 자동화 기계와 소프트웨어 시스템과 연계된 실제적 생산라인을 구성하였다. 이를 위하여 객체지향을 이용한 시뮬레이션 기반 시스템개발 이론을 도입, 적용하였다. 시스템 요구에서 가상화에 이르는 과정상에서 목적 시스템의 성격에 맞게 보강 및 발전을 통해 개념적, 분석적, 실제적인 개발 활동을 수행하였다.

### 참고문헌

1. 중소조선 지원을 위한 자원 교수 모임, 중소조선을 살리자 낙동강 황금알 중소조선-, 중소조선 백서, 1998년 10월
2. 박명규, 조선공학의 NC기술 및 컴퓨터, 해문출판사, 1990.
3. 박명규, CALS의 곡선과 곡면CAD론, 효성출판사, 1997.
4. 신종계, 김원돈, 중소형 조선소 선체생산 가공공정 자동화, 중소조선기술연구소 세미나, 1992년 2월

5. Shin, J. G., Lee, J. H., and Kim, W. D., (1995) A Numerical Simulation of a Line Heating Process for Plate Forming, Proceedings of Practical Design of Ships and Mobile Units, pp.2.1447-2.1458, Sept.
6. Nomoto, T., Ohmori, T., Sutoh, T., Enosawa, M., Aoyama, K., and Saitoh, M., (1990) "Development of Simulator for Plate by Line-Heating," *Journal of the Society of Naval Architects of Japan*, Vol. 168, pp. 527-535. (in Japanese)
7. Ueda, Y., Murakawa, H., Rashwan, A.M., Neki, I., Kamichika, R., Ishiyama, M., and Ogawa, J., (1994a) "Development of Computer Aided Process for Plate Bending by Line-Heating (Report 1) - Relation between the final Form of the Plate and the Inherent Strain," *Journal of Ship Production*, Vol.10, No.1, pp.59-67, Feb.
8. Baum, S. J. and Ramakrishnan, R., (1997) Applying 3D Product Modeling Technology to Shipbuilding, *Marine Technology*, Vol. 34, No. 1, pp.56-65. Jan.
9. Gomez, P., (1997) Telematics: A Challenge to Concurrent Engineering, *Computer Applications in the Automation of Shipyard Operation and Ship Design IX*, pp.411-423, Oct.
10. Michael A. P., Daniel J. W., and James D. B., (1997) Impact of Simulation-Based Design on Today's Shipbuilders, *Marine Technology*, Vol. 34, No. 1, pp.1-9, Jan.
11. 박명규, 조선생산성 향상 및 선박건조 공기단축에 관한 고찰, 한국해양대학 산업기술연구소 논문집, 제11집, 1993. Pp.79-86.
12. Shin, J. G., Kim, W. D., and Lee, J. H., (1997) An Integrated Approach for the Computerized Production Process of Curved Hull Plates, *Ship Production Symposium*, pp.41-54, April.
13. 김원돈, 신종계, 김영호, 선체외판 부품생산을 위한 정보시스템의 객체지향 분석, 대한조선학회 1998년도 춘계 학술대회 논문집, 1998. 4. pp.369-372.
14. Coad, P., and Yourdon, E., (1991) *Object-Oriented Analysis*, Prentice Hall International
15. Martin, J., and Odell, J. J., (1992) *Object-Oriented Analysis & Design*, Prentice Hall.
16. Awad, M., Kuusela, J., and Ziegler, J., (1996) *Object-Oriented Technology for Real-Time Systems*, Prentice Hall.