

**研究論文**

## 조선 CIMS를 위한 용접정보 시스템 개발에 관한 연구

강 병 윤\* · 박 주 용\*\* · 엄 동 석\*\*\*

### Study on the Development of Welding Information System for CIMS in Shipbuilding

B. Y. Kang\*, J. Y. Park\*\* and D. S. Um\*\*\*

#### 요 약

용접은 조선공업의 핵심기술의 하나로서 용접작업의 장치화와 자동화를 통한 생산성 향상은 선박의 건조비 절감에 기여하는 바가 크다. 용접의 품질과 생산성은 엔지니어링 부서로부터 제공되는 관련정보의 질과 적합성에 많이 의존한다.

본고는 선박의 설계에서 생산에 이르기까지의 정보를 통합한 조선 CIMS 구축에 활용될 수 있는 선박 용접 정보 시스템에 관하여 연구하였다. 이를 위하여 기존 용접정보의 생성과정과 내용을 체계적으로 분석하고 객체지향기법을 적용하여 복잡 다양한 선박의 용접 정보를 모델링하였다. 또 이들 객체지향 모델을 지원하면서 방대한 양의 선박 용접정보를 신속하고 정확하게 처리하는 데이터베이스를 구축하였다. 개발 시스템은 산적화물선을 대상으로 하였으며 사건구동 방식의 프로그래밍 기법을 적용하고 그래픽 사용자 환경을 구현하여 사용자의 편의성을 제고하였다.

#### Abstract

Welding is one of the important technologies in shipbuilding industry. Automation and productivity promotion of welding contribute to the cost saving of ship production. The quality and productivity of welding are dependent on the quality and suitability of technical information supplied by engineering parts.

This paper describes the research results of welding information system for ship. The system can be used for the development of CIMS for shipbuilding. For this work, the welding information related to the ship production were analyzed in detail. Object-oriented technique is applied to represent the complex and various welding information. To process the extend amount of the welding information of ship, database system was constructed. A pilot system for the bulk carrier ship was developed and can be used with ease by programming of event-driven method and implementaion of graphical user interface.

\* 정회원, 부산대학교 조선공학과

\*\* 정회원, 한국해양대학교 조선해양공학부

\*\*\* 정회원, 부산대학교 조선해양공학과, 기계기술연구소

## 1. 서 론

조선은 용접을 기본적인 생산기술로 이용하는 강구조 산업의 대표적인 분야이다. 최근 조선 용접기술은 생산성 향상, 품질 성능의 확보에 역점을 두고, 설계·조립공작법의 개선과 혁신, 합리화에 박차를 가하고 있다.<sup>1,2)</sup>

조선 용접시공법은 설비 자체가 공법이라 할 만큼 조선소의 보유설비와 밀접한 관계를 가지며, 도면이나 각종 사양을 통하여 주어지는 관련 정보의 질과 양, 적합성 등에도 많은 영향을 받는다. 이에 따라, 용접작업의 로봇화와 각종 자동화 설비 및 시스템의 도입에서 비롯된 조선공업의 장치산업으로의 변환은 생산공정 뿐만 아니라 관련정보의 양식과 내용에도 많은 변화를 가져왔다.<sup>3)</sup>

본 연구는 선박의 설계, 생산 과정에 산재되어 있는 선박 용접정보의 특성과 흐름을 고찰하고, 이를 토대로 산적화물선의 선체중앙부를 대상으로 용접정보를 전산처리하는 시스템을 개발하였다. 시스템의 정보모델은 설계에서 얻어진 용접정보를 인간의 증계역할 없이도 곧바로 생산작업에 넘겨질 수 있도록 정보를 체계적으로 표현하고, 향후 조선 CIMS 구축에 요긴하게 활용될 수 있도록 하는 데에 역점을 두었다. 이를 위하여 모델링 기법으로는 용접 정보가 생성/전달되는 실제의 과정이 그대로 전산기 내에 반영될 수 있도록 객체 지향 기법과 데이터베이스 기술을 접목시켰다. 그리고, 사용자의 편의성, 설계 또는 시공방법의 변경에 효과적으로 대응할 수 있도록 Event-driven 방식의 사용자 인터페이스 기술을 이용하였다.

## 2. 선박 용접정보의 생성과 흐름

선박의 용접정보를 전산기내에 표현하기 위해서는 우선 선박 건조과정의 본질적인 개념에 비추어 전달, 처리되는 정보의 구조와 그 흐름을 명확히 이해하여야 한다. 또, 시스템을 구축하기 위해서는 시스템 구성요소를 유기적으로 연결시키는 작업이 필요하다.

선박의 용접정보는 기능 또는 조선소의 조직상 주로 선체 구조설계 분야에서 다루는 정보의 일부

로서, 용접설계의 내용은 선체구조설계의 단계별 흐름을 따라 분산되어 있다. 한편, 대형선박에는 수백 킬로미터의 용접선이 생겨나며, 용접작업에 이르기 까지는 설계로부터 여러 단계에 걸쳐서 복잡 다양한 용접인자를 정하여야 하고, 경제적이고 양호한 품질의 용접을 하기 위해서는 각종 용접 조건을 신중히 통합시켜야 한다. 따라서, 선박 용접정보 시스템을 구축하기 위해서는 선박의 초기 구조계획으로부터 설계정보의 생성, 공작도면의 작성, 생산작업에 이르는 각 단계별로 생성, 전달되는 용접정보를 체계화하는 작업이 선행되어야 한다. 또, 생산행위는 정보의 질과 양, 적합성 등에 의존하므로 생산부서에 정보를 어떠한 양식과 방식으로 전달되도록 할 것인가도 대단히 중요하며, 데이터를 표준화하는 것도 중요한 목표가 된다.

한편, 선박 건조기술의 경우에는 조선산업이 수주생산이면서도 그 설계 및 시공기술에 개량이 비교적 적고, 오랜 역사와 경험을 바탕으로 하고 있어 요소기술이 성숙되고 표준화된 자료가 많다. 이를테면, 용접부의 이음형식, 개선형상, 필릿 이음부의 각장, 단속용접의 용접길이와 각장, 뒷면 용접 또는 열처리의 유무, 비이드면의 마감손질 등의 용접정보는 현장작업자가 알기 쉽고 작은 도면에도 충분히 표기할 수 있도록 기호 또는 코드화하여 사양집 등에 정리되어 있다. 이러한 용접정보는 방대한 여타 생산정보와 함께 용도에 따라 주로 선급규칙, 선체 시공 기준집, 용접 시공 사양서 등으로 분산, 정리되고 있으며, 설계에서 생산에 이르는 단계별 흐름에 따라 적절히 적용된다.

그리고, 용접정보를 비롯한 생산정보는 조선소마다 생산설비와 조직, 적용 선급규칙 등에 따라 차이가 있어 도면체계를 비롯한 정보의 량과 표기 방법에도 다소 차이가 있다.

선박 용접정보의 내용과 생성과정을 개념설계, 기본설계, 상세설계, 생산설계, 생산 등의 선박 건조 과정의 단계별 수순에 따라 정리해보면 다음과 같다.

① 개념설계 ; 선종, 선박규모, 구조방식 등을 감안하여 유사선 자료를 토대로 용접장, 용접재료비 등을 견적

② 기본설계 ; 블록분할도, 주판개선도등을 통한 갑판과 외판에 대한 블록이음선 설정, 블록버

- 트 및 주요 이음부의 용접방법 및 이음형상 확정
- ③ 상세설계 ; 구조도면의 작성을 통한 필릿용접의 각장, 용접기법 및 부재위치 설정
  - ④ 생산설계 ; 공작도 및 일품도의 작성을 통한 조립단위별 용접기호 또는 코드 등의 정보부여, 조립순서 확정.
  - ⑤ 생산 ; 용접조건 설정, 용접순서 확정, 용접작업의 수행 및 감독.

### 3. 주요 용접정보의 개요

선박의 용접정보를 생성하려면 먼저 선체 구조설계를 통하여 강종과 부재치수, 이음형식 등이 정해져야 하고, 선급규칙상의 이음요건을 검토하여야 하며, 조선소 보유설비에 따른 적용가능 용접기법을 파악하고 있어야 한다.

본절에서는 객체지향기법의 구현에 맞추어 이러한 선박 용접정보의 특성을 분석, 정리한다.

#### 3.1 이음형상에 따른 용접정보

선박의 구조부재는 주로 판과 중형의 골재로 구성되고, 이들은 주로 버트용접과 필릿용접으로 조립된다. 이 중에서 판과 골재의 필릿용접이 전체 선박 용접공정의 약 80~85%를 점하며, 버트용접은 판과 판의 판계용접 또는 골재와 골재의 조립에서 주로 나타난다.

이를 조선학에서 정의하는 부재명의 측면에서 고찰해보면 부재명이 동일한 부재끼리 접합될 때에는 버트용접이며, 부재명이 서로 다른 경우에는 버트용접과 필릿용접이 모두 생겨날 수 있다. 또, 선박의 생산과정에 많이 사용하는 조립 코드의 관점에서는 조선소의 코드 번호의 부여체계에 따라 차이는 있으나, 나열된 조립 코드의 번호가 어느 단계까지 같거나 처음부터 다르면 필릿용접, 끝자리의 한 두자리를 제외하고 모두 같으면 버트용접으로 정의할 수 있다.

이밖에도 이음형상에 따른 용접정보는 선급규칙이 게재됨으로 인하여 용접정보의 생성과정에 차이가 있다. 이를테면, 버트용접부는 사용강재의 등급과 치수, 이음부위등이 정해지면 이음부의 개선행상, 용접기법을 고려하여 미리 작성해 둔 선

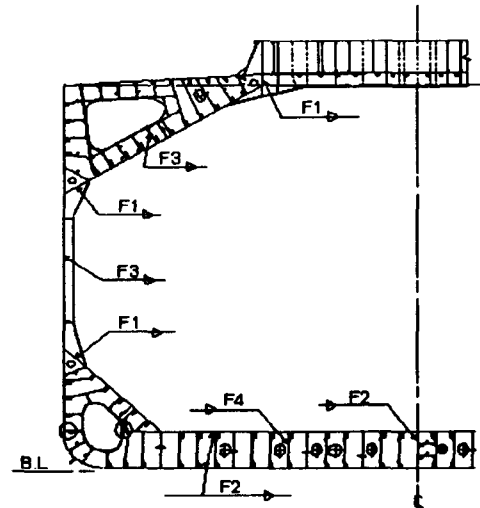


Fig. 1 Requirements of Leg length for Fillet Weld in Classification Rule (KR)

체 시공 기준집에서 적당한 것을 찾아서 지정하면 설계정보가 정해지고, 곧바로 선급승인을 받은 현장의 용접시공사양과 연결된다. 하지만, 필릿용접부는 우선 선급규칙에 따라 구조부재별로 구획의 용도와 중요도에 따라 용접등급과 각장치수를 정한 다음에야 버트용접과 같은 용접시공사양이 확정된다. 이때 필릿용접의 각장을 비롯한 각종 이음부의 치수는 얇은 쪽의 이음부재 치수를 기준으로 정한다.

이밖에도, Shear Strake과 같은 응력집중 부재나 엔진 하부 보강재와 같이 반복하중을 받는 부재는 흠불이 필릿용접을 행하는 경우가 많은데, 이와같은 용접부위는 대개 선급규칙이나 지침을 토대로 미리 설계부서와 생산부서가 협의를 거쳐 설계 및 시공사양을 확정하고, 대개 이음부의 상세한 형상을 구조도면상에 상세도로 도시한다. Fig.1은 파나막스급 산적화물선의 중앙부에 나타나는 일부의 필릿이음부에 대하여 용접등급을 한국선급협회가 정한 규정에 맞추어 정리한 것이다.

#### 3.2 선체재료 및 치수, 구획특성등에 따른 용접정보

선박 구조물의 용접시공법은 이음재의 용도, 재

질 및 치수에 따라 크게 달라진다. 선체재료는 선급협회에서 노치 인성치 기준으로 A, B, D, E의 4등급으로 분류하여 선체구조를 대상으로 그 적용범위를 규정하고 있다, 하지만, 요즘은 재질이 많이 개선되어 A급강이 E급강에 육박하는 정도의 인성을 보유하고 있어 A급강이 많이 사용되며, 생산성 향상과 선박 경량화를 목적으로 A급 고장력강인 선제어 압연강 (TMCP 강 ; Thermo Mechanical Control Process)이 많이 사용된다.<sup>4)</sup>

사용 구조부재의 치수는 강도상의 요건에 따라 수십가지가 사용되며, 규격재의 종류별로는 대개 5.0mm~20.0mm 정도의 치수재가 전체 사용강재의 95% 이상을 점한다.

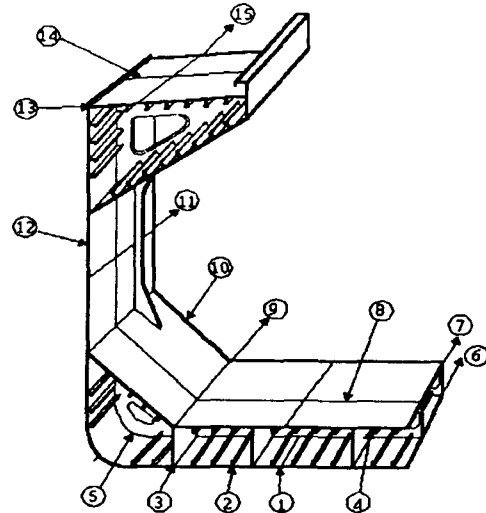
필릿용접 이음부는 구획용도에 따라 단속용접으로 행해지기도 하는데. 수밀구획은 당연히 연속용접이지만, 그외에는 부재의 강도상의 특성에 따라 단속으로 할 것인가 연속으로 할 것인가를 설계과정에서 정하여야 한다.

단속용접은 연속용접에 비해 일반적으로 용착량이 적고, 용접변형이 작게되는 이점이 있어 주로 거주구 구획의 얇은 판의 용접에 적합하다. 하지만, 단속용접은 이음재 양단의 상당 부분을 연속용접으로 하여야 하고, 규정 용접길이와 피치의 준수에 따른 용접작업의 번잡함이 생산성 향상과 자동용접기법의 적용을 저해하는 요소로 지적되고 있다. 이에따라, 주선체의 경우에는 대부분의 구조부재를 강도적인 측면과 생산성의 관점에서 연속용접으로 조립하는 경우가 많다.

### 3.3 용접기법에 따른 정보

조선 용접 시공법은 각종 자동, 반자동, 고능률간이 자동용접법등 다종 다양한 용접기법이 사용되고 있다. 이러한 용접기법별 정보는 이음형상, 조선소의 용접설비를 비롯한 각 부재의 조립단계와 연관되며, 이를 체계적으로 정보화하기 위해서는 주요 용접 기법의 특성과 적용상의 제한조건을 검토하여야 한다. 따라서, 용접기법에 따른 정보를 표현하기 위해서는 특정 용접기법이 적용될 수 있는 요건을 파악하여야 하고, 특정 이음개소에 적용될 수 있는 여러 후보 용접기법의 우선순위를 정할 필요가 있다.

현재 조선소에 많이 사용하는 용접기법으로는



Welding Process	Joint Number
SAW	①, ⑭
CO <sub>2</sub> + FCAW (AUTO)	②, ③
CO <sub>2</sub> +FCAW (SEMI-AUTO)	④, ⑤, ⑨, ⑩, ⑪, ⑬
FCAW+SAW	⑥, ⑦, ⑧, ⑮
EGW	⑫

Fig. 2 Various Welding Process in Bulkcarrier Ship

피복아크용접 (SMAW), 중력식 (Gravity) 용접, 서브머지드 아크용접 (SAW), 엘렉트로 가스용접 (EGW), 가스 메탈 아크 용접 (GMAW) 등이 있다.<sup>5,6)</sup>

이중 피복아크용접은 전체 용접공정에서 약 5% 정도를 점하며, 주로 가접이나 의장품의 용접, 소형 부품류의 용접에 사용되고, 그레이비티 용접은 CO<sub>2</sub> \* FCAW용접법이 채용되기 이전에 주로 사용하던 용접기법으로 보강재와 외판의 수평 필릿 용접에 많이 사용되었다.

그리고, 서브머지드 아크 용접은 선축, 선저, 상갑판등의 주판 판계용접에 많이 사용되는 용접기법으로서 초기에는 양면용접이 원칙이었으나, 최근에는 FCB법 (Flux copper backing), FB법 (Flux back- ing), FAB (Flux asbestos backing) 등의 전용 장치화된 다전극 (2~3) 편면용접이 일반화 되고 있는 실정이다.

엘렉트로 가스 용접은 대조립 또는 탑재 단계에서 발생할 수 있는 비교적 긴 길이의 수직방향 버트용접 개소에 사용되는 용접기법이며, 탑재시의 선측외판, 중형 격벽판 등의 용접에 적용될 수가 있다.

가스 메탈 아크 용접은 보호가스의 종류에 따라 몇 가지로 세분할 수 있는데, 현재 조선 분야에서 많이 사용하는 것은 CO<sub>2</sub>를 보호가스로 한 플릭스 코오드 아크 용접법이다. 이 CO<sub>2</sub> \* FCAW용접법은 이면재를 이용하면 편면용접을 할 수 있고, 전자세 용접이 가능하고 필릿용접과 버트용접에 모두 적용할 수 있어 선체구조에 적용범위가 넓다. 이 결과, 현재 조선 용접의 70% 정도가 CO<sub>2</sub> \* FCAW용접법으로 시공되고 있다. Fig. 2는 산적화물선의 중앙부에 대한 이음부위별 용접기법의 적용 예를 나타낸 것이다.

#### 4. 객체 지향 정보처리 시스템

##### 4.1 객체지향 프로그래밍

객체지향기법은 소프트웨어 개발의 새로운 패러다임으로서 복잡한 모델과 시뮬레이션 시스템을 처리하는 데에 신속하고 생산성 높은 프로그래밍 기법이다. 객체지향 프로그래밍이란 객체라는 정보 단위를 사용하며, 객체들의 집합으로 대상문제를 표현한다. 이에 따라 객체지향 시스템은 추상적인 대상영역을 개념적인 객체모델로 표현하고 이를 객체지향언어를 사용하여 구체적인 프로그램으로 변환시킴으로써 구현된다.

객체란 지식표현에 있어 어떠한 대상을 묘사하기 위하여 사용되는 것으로 현실 세계에 존재하는 개념적 개체로서 프로그램에서 다루는 모든 대상이라 할 수 있다. 객체는 클래스라는 자료형을 통하여 만들어지며, 그들의 값을 나타내기 위해 속성(property)을 가진다.

클래스는 임의의 객체를 표현하는 데에 필요한 데이터와 해당 데이터를 처리하기 위한 함수를 하나의 정보단위로 묶은 것으로 사용자 정의 자료형(user-defined data type)이다. 그리고, 클래스는 실제로 존재하는 대상 아니라 객체를 만드는 틀이며, 객체는 그 틀로부터 만들어진 실제의 대상

이다.<sup>7)</sup>

이러한 객체지향기법은 상속(inheritance), 다형성(polymorphism), 캡슐화(encapsulation) 등의 특성을 지니고 있어 모듈식 프로그램의 작성을 용이하여 대형 통합시스템의 개발에 적합하고, 실제의 세계를 보다 근사하게 모델링할 수 있으며, 코드의 재사용을 통해 유지비용을 대폭 절감할 수 있는 이점이 있다. 그리고, 객체지향언어는 최근 개인용 전산기의 운용체제로 보편화된 윈도우 환경에서의 응용프로그램의 개발에 적합한 언어이다. 또, 전통의 정보 시스템이 데이터의 요구조건에 따라 시스템내의 데이터 처리 순서가 정해지는 데이터 구동(data-driven) 방식인데 비해, 객체지향 정보 시스템은 대부분이 객체에 발생하는 외부적인 이벤트에 의한 구동(event-driven) 방식이어서 개발된 응용시스템을 사용을 용이하다.

객체지향시스템의 모델링에 있어서는 대상영역의 기술을 분석하여 객체를 도출하고, 그 객체들간의 상호관계를 정의해주는 것이 핵심기술이다. 이 결과 시스템 설계와 대상영역에 대한 분석에 많은 시간과 노력을 투입하여야 하며, 철저한 사전 계획이 요구된다.

##### 4.2 객체지향 정보처리 시스템

객체지향 시스템에서는 객체지속성과 관련하여 객체가 가진 정보의 보존과 검색이 공통적인 문제로 제기되고 있다. 객체지향 데이터베이스를 통해 객체들의 데이터와 메소드를 저장하고 필요시 저장된 객체들을 검색하여 활용하는 것이 바람직하다는 것은 알려졌으나, 현재까지는 순수한 객체지향 데이터베이스 시스템이 보편화되지 않은 실정이다. 이를 해결하기 위하여 시스템 개발자들은 연계 목록 구조체를 저장하는 별도의 데이터베이스를 만든다든지 객체를 표준 관계형 데이터베이스에 넣을 수 있도록 "전위(front-ends)"를 사용하는 등 다양한 방법을 시도하고 있다.<sup>8)</sup>

하지만, 객체지향기법의 탁월한 특성을 데이터베이스에 합체시키기는 데는 몇가지 난제가 있다. 이를테면, 데이터베이스가 잘 정의된 클래스 계층 구조를 지원하면서도 다른 객체들의 요구조건들을 만족시켜야 하고, 클래스 계층구조내의 각종 데이터와 함수들을 상속 처리할 수 있어야 한다. 한편,

다형성과 다중 상속등의 보다 진보된 객체지향 기능중에 다수는 관계형 데이터베이스 설계에 합체될 수 있다. 그리고, 시스템 개발에 있어서 다중상속과 같은 객체지향기법의 고급기능은 오히려 시스템의 유지보수를 힘들게 하는 경우가 많아서 적용 예가 드물다.<sup>9)</sup>

이에 따라, 정보의 저장, 검색이 필요한 객체지향 응용시스템의 경우에는 대부분이 데이터베이스와 합체될 수 없는 패러다임은 배제하고, 관계형 데이터베이스와 상호보완될 수 있는 객체지향기법의 장점만을 접목시켜 개발하는 예가 많다.

이는 관계형 데이터베이스가 다른 데이터베이스 시스템과는 달리 데이터가 다른 테이블과 연계되지 않는 독립된 테이블 내에 상주하여 기술하기가 쉬워 그 개념을 용이하게 이해할 수 있고, 또 열(필드)을 응용프로그램에 어떤 변화를 가하지 않고도 관계형 테이블에 추가할 수 있으며 데이터모델에 새로운 데이터나 데이터 관계를 추가하더라도 테이블의 개조가 요구되는 일이 거의 없어 유지보수가 쉽다는 장점이 있기 때문이다.

## 5. 조선 용접정보 시스템 개발 및 검증

전절의 조선 용접정보의 특성에 관한 고찰 결과를 토대로 객체지향기법과 데이터베이스 기술을 이용하여 파나막스급 산적화물선의 선체중앙부를 대상으로 이음부의 용접정보를 생성, 지원할 수 있는 전산 처리 시스템을 개발하였다.

선박용접정보를 효과적으로 표현할 수 있는 요소는 객체화하고, 공통적인 특성은 묶어서 클래스를 정의하였으며, 클래스의 연관관계를 검토하여 캡슐화함으로써 선박용접 정보 처리 시스템의 모델을 구현하였다.

모델링 결과는 객체지향언어와 데이터베이스 구축/관리용 명령어로 변환시켜 전산시스템으로 개발되었으며, 개발시스템의 수행을 통해 유효성과 모델 구현 수단의 적합성을 검증하였다.

### 5.1 모델링 영역 설정

본 연구를 통하여 개발한 조선 용접정보처리 시스템의 모델링 범위를 요약하면 다음과 같다.

1) 모델링 대상은 파나막스급 산적화물선의 선체 중앙부를 대상으로 하며, 설계에서 생산에 이르는 용접정보를 수직적으로 통합시킨 단일 정보 모델이 되도록 한다.

2) 모델링 내용에 있어 기하학적 형상 모델링은 이미 조선 CIM(Computer integrated manufacturing) 구축 분야에서 활발히 연구되고 있으므로 사용자 인터페이스를 위한 선체 구조요소의 그래픽 화면처리, 용접인자 및 용접정보의 도출, 생성과정의 표현에 역점을 둔다.

3) 이미 정형화된 설계자료를 비롯하여 표준 용접정보는 데이터베이스를 통해 객체의 속성이 저장, 관리되도록 한다.

4) 선체시공기준집, 용접시공사양서등은 조선소의 생산설비에 따라 다소 차이가 있음을 감안하여 선체시공기준은 한국 조선공업 협회가 발간한 표준집의 내용을 적용하고, 용접 시공 기준은 우선 특정 조선소의 것을 참고한다.

5) 적용 선급규칙에 따른 용접정보의 차이는 일차적으로 한국선급의 강선구조규칙을 기준으로 설계정보가 생성되도록 하고, 타 선급규칙에 대해서는 향후 시스템 확장시에 고려하도록 한다.

6) 개발시스템을 통해 제공되는 용접정보에는 설계도면에 표기하는 정보를 비롯하여 개선형상과 치수, 조선소 제정 코드번호 등의 시공정보와 용접시공사양등이 포함되도록 한다.

### 5.2 선체구조의 모델링

개발시스템에서는 용접정보를 효율적으로 생성, 처리하고, 향후의 시스템 확장 및 유사한 특성의 타 시스템과의 연계를 용이하게 하기 위하여 모델링 대상인 산적화물선의 중앙 평행부를 6개의 블록으로 나누었다.<sup>10)</sup>

즉, 선체 중앙부 구조를 선체구조도의 개념과 생산 조립블록의 특성을 고려하여 Double bottom, Bilge hopper tank, Top side wing tank, Side structure, Bulkhead로 나누고, 용접정보가 이들 블록단위로 저장, 관리되도록 하였다.

### 5.3 용접정보의 모델링 및 내부 처리 기법

개발시스템은 파나막스급 산적화물선의 선체구

조를 대상으로 부재의 강종과 설계치수등의 기초 자료를 입력하면 이음부위별로 설계도면의 작성과 시공에 필요한 용접정보가 생성, 지원되는 것으로 계획하였다.

이에 따라 용접정보의 생성에 기본적으로 필요한 이음부재의 강종과 두께는 그래픽 화면으로 제공되는 파나막스급 산적화물선의 중앙부를 대상으로 작업 구조 블록을 선택하고, 확대된 작업블록의 화면을 통해 설계내용을 입력하도록 하였다. 그리고, 구조블록의 그래픽 화면에는 해당블록을 구성하는 표준부재를 나타내고, 이들 표준부재의 초기치가 시스템을 통해 자동으로 설정되며, 사용자 인터페이스 기술을 활용하여 부재의 추가와 삭제, 초기치의 변경등이 용이하도록 한다.

강종은 부재별로 A급강을 초기치로 하고 선급규격에서 정한 AH, B, D...급 강을 화면상에서 선택, 입력할 수 있도록 한다. 또, 두께는 부재별로 유사 실적선의 치수 범위를 조사, 정리하여 화면상에 선택할 수 있는 두께의 범위를 설정하고, 주어진 범위내에서 0.5mm의 간격으로 부재치수를 증감하면서 선택, 입력할 수 있도록 한다.

부재별로 입력 정보는 객체를 통하여 전산기의 기억공간에 저장되며, 부재객체는 설계내용을 보다 유연하게 표현할 수 있도록 동적객체로 정의하여 표준객체 이외의 객체를 설계내용에 따라 얼마든지 추가, 삭제 할 수 있도록 한다.

개발시스템을 통해 지원되는 용접정보는 이음부를 대상으로 미리 부재의 상호관계를 정의하고, 선급규격, 선체시공기준, 용접시공사양에 대한 검토과정을 거쳐서 생성되도록 한다. 이를 위하여 시스템 내부적으로 선체 구조 설계자의 실제 작업 순서에 맞추어 주요항목이 검토될 수 있도록 한다. 용접설계 지원정보와 용접기법은 특정 조선소의 용접실례를 참고하여 이음부위별로 데이터베이스를 구축하여 초기치가 지원되도록 한다.

이밖에도, 이음형상에 관해서는 이음부별로 객체를 별도로 만들고, 시스템내에 부재간의 접합관계를 미리 정의해둠으로써 입력작업이나 부재객체의 조작에 따른 번거로움을 피할 수 있도록 한다.

### 5. 4 객체지향기법에 의한 시스템의 구현

#### 5. 4. 1 개발환경

시스템 개발에 사용된 지원 환경과 도구는 다음과 같다.

- 컴퓨터 하드웨어 ; IBM PC/ Pentium
- 운영체제 ; Windows 95
- 사용언어 ; Visual Foxpro Command
- 데이터베이스 시스템 ; Visual Foxpro 3.0
- 기타 지원도구 ; Coreldraw 6.0, CADRA

#### 5. 4. 2 객체의 정의

개발시스템에서는 선박의 용접정보가 이음부재의 강종과 치수에 주로 지배되고, 이들 값은 선급규칙상의 요건등에 의해 부재별로 부여되는 것임을 고려하여 선저외판, 선측외판, 갑판, 선저 거어더, 실체능판, 갑판하 거어더 ... 등의 부재를 객체로 정의하였다. 그리고, 용접정보가 선저외판과 선저거어더, 갑판과 갑판하 거어더, 웹 프레임과 선측외판등과 같은 구체적인 이음부를 대상으로 생성, 부여되는 것임을 감안하여 개개의 이음부를 또 다른 객체로 정의하였다. Table 1과 2는 각각 부재객체와 이음객체의 자료구조와 메소드를 나타낸 것이다.

#### 5. 4. 3 클래스 계층구조

클래스는 객체의 공통적인 요소를 도출하여 일

Table 1. Definition of Class "Member"

Class Name : Member	
Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>• String : Memtype, Platetype, Stiffpte, StiffGrade</li> <li>• Numeric : PLength, PIWidth, PThickness, StiffLength, StiffWebTh</li> </ul>
Method	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuction Query-Membertype : Selecting of member type and steel grade</li> <li>• Fuction Query-Memdimemnsion : Definition of size and thickness of member</li> <li>• Fuction Add-Member : Add or delete member to standard structure</li> </ul>

Table 2. Definition of Class "Joint"

Class Name : Joint	
Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>• String : JointName, WeldingProcess, WeldLevel, WorkStage, WpsNo</li> <li>• Object : PrimMember, SndMember</li> <li>• Numeric : WeldLength, LegLength, Pitch</li> </ul>
Method	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuction Determine-Member : Determine primary member and secondary member for each joint</li> <li>• Fuction Compare-MemberThick : Comparision of the thickness of weld member</li> <li>• Fuction Define-joint : Various joint definition for each joint</li> <li>• Fuction Determine-LegLength : Determination of the leg length for fillet joint</li> <li>• Function Determine-WeldandPitch : Determination of weldlength and pitch for Intermittent welds</li> </ul>

반화된 형을 정의하는 것이므로 본 연구에서는 상기의 객체 분류 방식에 상응되는 부재 클래스와 이음클래스를 정의하였다.

그리고, 부재클래스는 판과 보강재의 자료구조가 다소 상이한 점을 고려하여 다시 그 하부를 판 부재 클래스와 보강재 클래스로 나누어 정의하였다.

또, 이음부 클래스는 이음형식에 따라 관련 데이터와 정보의 부여과정에 차이가 있음을 고려하여 하부에 필릿이음 클래스와 버트이음 클래스를 별도로 정의하고 있다. Fig. 3은 부재 클래스의 계층

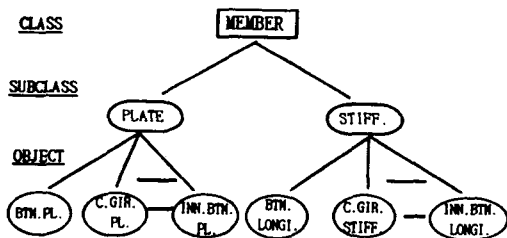


Fig. 3 Structure of Object Model for Member

구조를 예로 보인 것이다.

#### 5. 4. 4 데이터베이스의 구축

본 연구에서는 시스템 수행시에 필요한 객체 멤버 데이터의 초기치를 설정하고, 시스템 수행과정에 생성되는 멤버 데이터가 보다 실질적인 값이 되도록 하며, 또한 이들 값을 저장할 수 있도록 하기 위해 다음과 같은 데이터베이스를 구축하였다.

- 1) 판과 보강재의 치수/규격 데이터베이스
- 2) 실적선 선체구조의 이음부위별 용접 시공 기준 데이터베이스
- 3) 필릿용접의 적용부위별 이음등급에 관한 데이터베이스
- 4) 필릿 용접의 선급기준 각장 데이터베이스
- 5) 용접유형별 용접시공사양 데이터베이스

#### 5. 4. 5 사용자 인터페이스

개발 시스템은 종래의 명령어 입력방식에서 볼 수 있던 Syntax오류나 작업상의 번잡함 등을 최대한으로 줄이고, CAD/CAM에 관한 깊은 지식이 없이도 개발시스템을 쉽게 사용할 수 있도록 하기 위해 입력과 프로그램의 제어과정에 Event-driven 방식의 그래픽 사용자 인터페이스 기술을 도입하였다. 이를 위해 사용자 인터페이스는 Windows 95를 기반으로 하여 Form, Grid, Button, Combo box, Scroll Bar, Spinner 등 Visual FoxPro 3.0이 제공하는 다양한 그래픽 요소들의 클래스를 이용하여 입력도구를 만들었다.

또, 프로그램을 보다 효율적으로 제어하기 위하여 프로그램 수행과정을 모듈별로 묶어서 Button으로 정의하고, Button의 조작을 통해 객체를 생성, 삭제함으로써 설계내용이 시스템내에 보다 유연하게 표현할 수 있도록 하였다.

### 5. 5. 개발시스템의 성능 검증 및 고찰

개발시스템에서는 Fig. 4와 같이 산적화물선의 선체 중앙부가 초기화면으로 주어진다. 이 화면을 통해 5.2절에서 정의한 선체구조블록을 선택한다. 구조블록은 사용자가 블록의 개념을 곧바로 인지할 수 있도록 색깔별로 주어져 식별이 용이하며, 원하는 블록은 화면 우측의 선택버튼을 이용하여



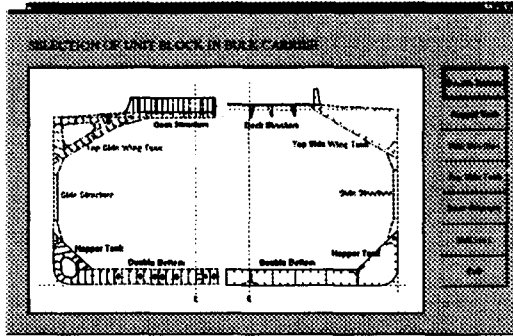


Fig. 4 Main Window for Unit Block Selection

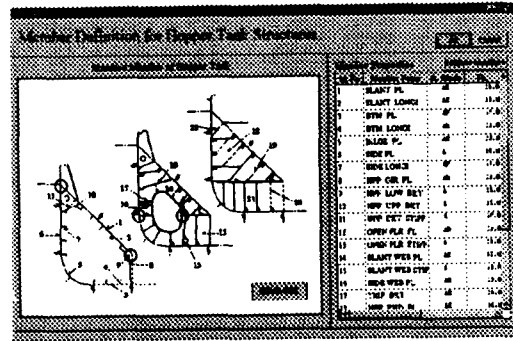


Fig. 6 Member Definition for Hopper Tank Structure

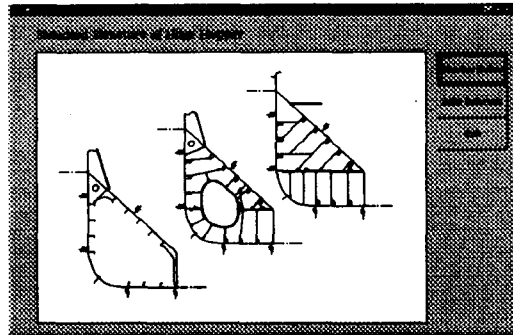


Fig. 5 Selection of the Work for Hopper Tank Structure

선택할 수 있다.

블록 선택창을 통하여 대상블록을 선택하면 해당블록이 확대되어 Fig. 5와 같은 화면이 나타난다. 여기서는 Bilge hopper tank 블록을 예로 들어 선택한 것이다. 이 화면은 작업내용을 선택할 창으로서 선체 구조 부재별로 속성치를 입력할 것인가 이미 입력한 부재정보를 대상으로 용접정보를 생성 또는 확인할 것인가를 선택하는 창이다. 우선 이 창에서 'Member'버튼을 선택하면, Fig. 6과 같이 화면 좌측에는 선체구조블록의 형상과 부재별 일련번호가 나타나고, 화면의 우측에는 표의 형태로 일련번호에 맞추어 부재명과 함께 사용강제와 두께가 초기치와 함께 주어진다. 이때 선택한 블록의 표준부재의 객체도 생성된다.

여기서, 선체구조 설계내용에 맞추어 초기치를 입력하기 위해서는 우측 표 상단의 'Edit/Add

Member' 버튼을 누르면 Fig. 7과 같은 창이 기존의 화면 위에 나타난다. 이 창을 통해 동일 속성의 부재객체에 대한 추가, 삭제가 이루어지며, 강제등급과 두께등을 설계치수에 맞추어 변경한 후에는 하부의 'Save'버튼을 누르면 입력된 정보가 부재객체로서 전산기내에 저장된다. 강종은 한국선급에서 분류한 A, AH, B, D, DH, ... 등의 값을 Combo Box를 통해 입력하고, 두께는 부재별로 실적선의 치수범위 내에서 Spinner를 통해 0.5mm의 간격으로 조정하여 입력할 수 있다.

설계정보의 입력이 완료된 후에 'Close' 버튼을 누르면 프로그램의 제어는 다시 Fig. 6의 상태로 되돌아 오고, 화면 오른쪽의 부재 정보표에는 입력된 내용이 제시된다.

표준부재가 아닌 부재객체를 설정하기 위해서는 Fig. 7의 화면에서 'Additional Member' 탭을 누르면 Fig. 8과 같은 화면이 나타나고 브래킷류를 비롯한 각종 보조재를 추가로 정의할 수가 있다.

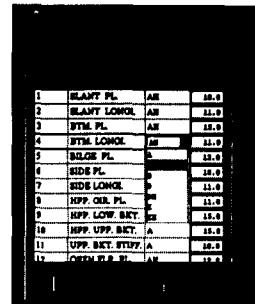


Fig. 7 Edit/Addition of Standard Member

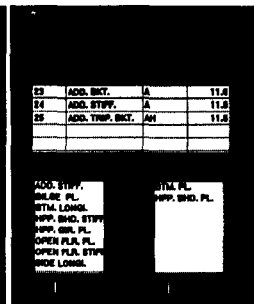


Fig. 8 Edit/Addition of Non-Standard Member

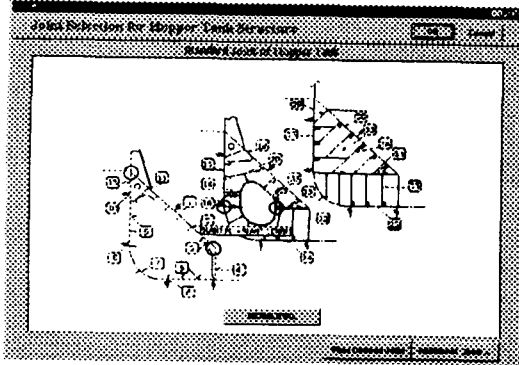


Fig. 9 Joint Selection for the Hopper Tank Structure

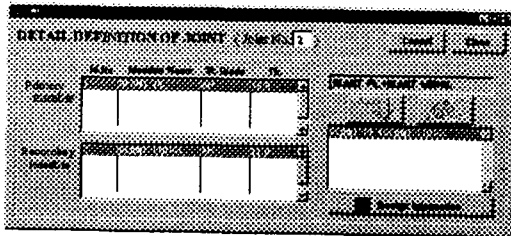


Fig. 10 Detail Definition for the Selected Joint

이음객체에 대한 속성치의 설정과 용접정보의 생성은 Fig. 5의 작업 선택창에서 'Joint'버튼을 누르면 개시되며, Fig. 9와 같은 이음부 선택창을 통하여 수행된다. 이 창에서 이음번호를 골라 마우스 클릭하면 구체적인 이음객체의 내용을 정의할 수 있는 Fig. 10과 같은 창이 나타난다. 이음객체 생성창에는 해당 이음부의 객체와 동일한 속성으로 정의할 수 있는 후보 부재이름들이 상하 두개의 목록상자에 나뉘어져 제시된다. 이들 부재의 이름은 부재객체의 생성과정에 정의된 것으로 데이터베이스를 검색하여 지원되는 것이다.

이 두 개의 부재명 목록상자에서 사용자가 설계 내용에 맞추어 이음부재를 지정하면 왼쪽 상단의 텍스트 상자에 두개의 이름이 + 기호로 연결되어 나타난다. 두 부재의 조합이 이미 이음으로 정의되었을 때는 Event code의 실행에 의해 두 부재 중 하나는 더 이상 선택 할 수 없게 된다.

그리고, 이음부재가 확정된 이음부는 'Add' 버튼을 누르면 객체로 생성되어 전산기내에 기억공간이 확보되며, 하부의 이음 목록상자를 통하여 두

부재가 이음객체로 정의되었음을 확인할 수 있게 된다. 이음부재의 조합이 잘못 설정된 경우에는 이음부 목록에서 해당 이음부를 지정하고 목록 상단의 'Delete'버튼을 누르면 해당 이음부 객체는 삭제되고, 동시에 목록에서도 사라지게 된다.

이와 같이 이음부의 정의를 완료한 다음, 이음 목록 상자에서 용접정보를 알고자 할 때에는 하단의 Design Info. 버튼을 누르면 선체구조도면에 기재하여야 할 용접정보가 Fig. 11과 같은 화면을 통하여 제시된다. 여기에는 선박용접정보 중에서도 선급규칙과 선체시공기준을 검토하여 설계도면에 기재하여야 하는 것들이 담겨져 있으며, 이음 형태에 따라 정보내용에 차이가 있음을 감안하여 버트용접과 필릿용접으로 나누어 별도의 화면 양식으로 제공된다.

생산현장에서 필요로 하는 용접시공 정보는

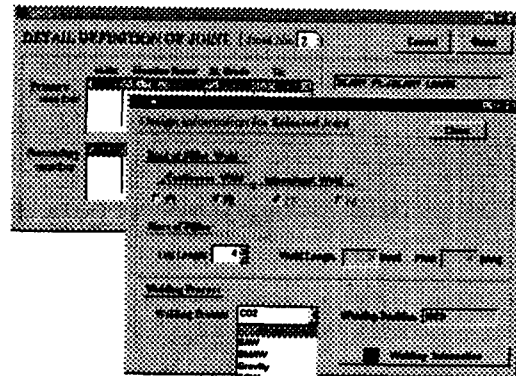


Fig. 11 Design Information for the Selected Joint

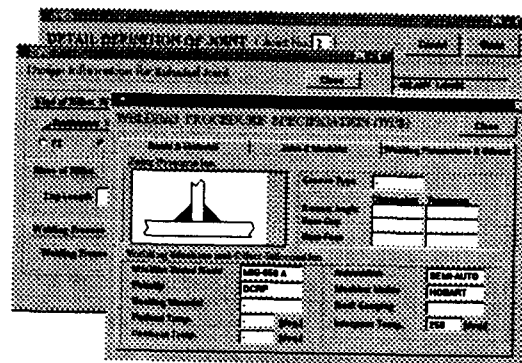


Fig. 12 WPS for the Selected Joint

Fig. 11의 용접 설계 정보창에서 'Weld Info.'버튼을 누르면 Fig. 12와 같은 양식으로 제공된다. 여기에는 조선소의 설비와 이음특성에 맞추어 정한 용접시공사양이 담겨져 있다.

이상과 같이 다종 다양한 선박 구조부재의 용접 정보를 본 시스템에서 제시한 부재객체 모델을 통하여 유연하고도 명료하게 표현할 수 있음을 알 수 있다. 또한, 실제의 선박 용접정보 생성과정이 모순없이 효과적으로 모델링되었음을 확인할 수 있다.

## 6. 결론

본 연구는 소프트웨어 개발의 새로운 패러다임인 객체지향기법에 맞추어 선박용접정보의 생성과정과 주요 용접인자를 고찰, 분석하고, 이를 토대로 파나마스급 산척 화물선의 중앙부 구조를 대상으로 선박용접정보 모델을 구축하였다. 또, 모델링 결과를 그래픽 사용자 인터페이스 기술, 관계형 데이터베이스 기술과 접목시켜 윈도우 환경에서 구동되는 전산시스템으로 개발하였다.

이상과 같은 선박 용접정보 시스템의 개발을 통하여 다음과 같은 기술적 성과를 얻었다

1) 윈도우 환경에서 구동되는 선박 설계/생산지원 용접정보 시스템이 개발됨으로써 개인용 컴퓨터를 이용한 조선 CIMS 개발의 가능성이 확인되었다.

2) 방대하면서도 복잡한 선박 용접정보의 모델링에는 기존의 구조화 프로그래밍 기법 보다는 객체지향기법을 이용하는 것이 바람직하며, 강력한 데이터 모델링 기술을 바탕으로 보다 간단하고 효율적인 모델링이 가능하다.

3) 용접정보가 객체지향기법으로 모델링 되어 재사용성이 높은 모듈이 다수 확보됨으로써 다종의 선박과 자동차, 교량 등의 구조물에 관한 용접정보시스템을 최소한의 중복작업으로 효과적으로 개발할 수 있게 되었다.

4) 선박 용접정보 시스템을 설계에서 시공에 이르는 일관된 시스템으로 개발함으로써 선박 용접데이터의 정합성 유지, 용접설계 상·하류정보의 효율적인 생성과 정보의 공유가 가능하게 되었다.

5) 개발시스템은 용접정보의 저장, 관리에 선체

구조에 대한 유닛 블록 개념을 도입하고 있으므로 향후 파라메트릭 모델링 기법등을 활용한 CAD 시스템과의 연계 또는 확장이 용이해졌다.

이밖에도, 개발시스템을 향후 조선 생산 전반에 걸친 정보 획득시스템으로 확장하기 위해서는 선박의 구조적 특성과 조립작업에 대한 내부정보의 체계화와 표준화에 더욱 더 많은 노력을 기울여야 함을 알 수 있었다.

## 참고 문헌

1. 엄동석, 박주용, 강병윤, "선박 설계/생산지원 용접정보처리 시스템 개발을 위한 조사연구, 대한조선학회 선박설계연구회 1996년도 동계연구 발표회, 1996. 3.
2. 長瀬 裕 外, "造船 CIMS の概要", TECHNO MARINE 759號, 日本造船學會, 1992. 9.
3. Paul Drews, Gunter Starke, "Welding in the Century of Information Technology", Proceed. of the International Conference of Welding, Beijing, 1994. 9.
4. 關西造船協會, "切る・接ぐの世界が わる", らん 第 15 號, 1992. 4.
5. Y. Takeda, T. Kawano, etl., "Recent Development of New Mechanization, Automation and Robotization of Welding Operations in the Japanese Shipyard", Proceed. of the International Conference of Welding, Beijing, 1994. 9.
6. 日本熔接協會 船舶・鐵構海洋構造物部會, "造船の熔接", 1985.
7. 이경호, 이동근, 한순홍, 이규열, "객체지향 개념과 가시화 기법에 의한 선박개념 설계용 그래픽 사용자 인터페이스 모델", 대한조선학회 논문집 제 29권 제4호, 1992
8. 서승완, 강원수, 이규열 외, "객체지향 선체 모델링을 위한 모델의 자료구조 및 내부처리 기법에 관한 연구", 대한조선학회 논문집 제 31권 제3호, 1994.
9. Donald K. B., "Practical Application of Object-Oriented Techniques to Relational Databases", John Wiley & Inc., 1995.

10. 野本敏治 外, "造船 CIMのための設計・生産 情報獲得支援システムの構築(1)(2)(3)", 日本造船學會論文集 第 166, 1989.
11. Korth. H. F., Silberschatz. A., "Database System Concept (second edition)", McGraw-Hill Inc., 1991