

객체지향 조선 용접정보처리 시스템의 개발

엄 동 석* · 박 주 용** · 강 병 윤***

- * 부산대학교 공과대학 조선해양공학과
- ** 한국해양대학교 이공대학 조선해양공학부
- *** 부산대학교 대학원 조선해양공학과

1. 서론

조선분야의 컴퓨터 응용기술은 타산업 분야에 비해서 긴 역사를 가지고 있어 선박의 제제산, 선체형상설계 등의 기본설계를 비롯한 강제절단용 N/C 데이터 생성, 자재관리 등의 업무분야는 이제 거의 정착단계에 이르렀고, 최근에는 CAD/CAM 시스템을 이용한 상세설계, 생산설계등 생산분야에로의 전산화가 꾸준히 진전되고 있다.

한편, 용접기술은 조선공작기술의 핵심기술의 하나로서 중요한 위치를 점하고 있음에도 관련 시스템 기술의 개발은 조선전반의 기술발전 추이에 비추어 낙후된 분야로 지적되고 있다. 이는 구조물의 제작과 연관되는 용접기술은 생산 고유의 기술로서 실용성이 고려되어야 하고, 관련기술의 개발에는 생산 전단계에 정보를 제공하는 설계시스템과의 연계 연구가 필수적이며, 용접기술외에도 구조물의 설계 및 조립에 관한 경험과 지식이 충분히 동반되어야 하기 때문이다. 따라서, 선박의 경우에는 사용재료의 등급, 용접재료, 용접자세 등의 용접 고유의 특성외에도 선체 구조상의 요구조건과 조립단계별 공작방법 등에 대한 지식이 뒷받침되어야 한다.

즉, 조선분야의 용접 정보 시스템의 개발은 용접이 단순히 필요한 재료의 이음이라는 개념을 떠나 생산공정의 전반에 걸쳐 생산기술을 고려한 기법으로 이루어져야 효과가 있으며, 필연적으로 이러한 과정을 겪게 될 것으로 전망되는 바이다.

이러한 관점에서 본 연구는 선박설계/생산지원 용접정보 처리시스템의 효율적인 구축을 위해 수행되었으며, 선박 설계/생산 과정에 부여되는 용접정보의 특성과 흐름을 고찰하고, 선급규칙, 선각시공서, 용접시공서 등의 표준화된 조선용접정보를 체계적으로 정리, 고찰하며, 이를 토대로 선체이중저에 대한 용접정보 모델을 구현하여 테스트 프로그램을 개발함으로써 그 적합성을 검증하였다.

2. 선박용접정보의 흐름과 유형

대개 용접설계는 많은 관련 매개인자를 정교하게 절충하여 정하는 과정으로서, 서로 상충되는 여러가지의 기준을 동시에 만족시키려는 시도이기도 하다. 이를테면, 이음부는 용접작업에 지장이 없는 충분한 틈새를 주어야 하고, 그러면서도 값비싼 용접재료가 적게 들이고, 용접작업에 소요되는 시간이 절약될 수 있도록 하여야 한다. 게다가, 이음형상은 용접 대상 구조물의 형상에 적합하고, 사용중 이음부에 발생될 수 있는 응력이 최소화할 수 있어야 하며, 고용화와 냉각과정에 불균일한 온도분포로 야기될 수 있는 잔류응력을 가급적 줄일 수 있도록 고려하여야 한다.

하지만, 선박설계에서는 이러한 용접설계 및 작업의 내용이 오랜 역사와 경험을 바탕으로 표준화되어 각종 선체시공기준집이나 용접시공기준집, 선급규칙 등을 통하여 이미 체계적으로 잘 정리되어 있다. 따라서, 특수재료 또는 특정용접을 제외하고는 선체설계자는 이들 기준에 정한 약속기호 또는 코드번호에 따라 용접설계를 수행하며, 현장작업자 또한 도면에 기재된 기호나 코드번호에 맞는 용접절차와 방법을 용접시공기준에서 찾아내어 작업에 임한다. 그리고, 이러한 선박용접정보는 조선소의 기능 또는 조직상 주로 선체구조설계 과정에 부여되는데, Fig. 1과 같은 선체구조설계의 단계별 흐름에 따른다.

그러므로, 선박설계/생산지원 용접정보처리 시스템의 구축에는 선체구조부위별로 이음선을 따라 기재되는 각종 기호나 코드번호를 체계적으로 정리하고, 설계에서 생산에 이르는 각 단계별 흐름에 맞추어 유기적으로 연결시키는 일이 핵심이라 할 수 있다.

용접이음형상의 결정에 있어서는 버트용접부는 사용강재의 등급과 치수, 이음부의 개선형상, 용접장비와 용접자세등이 정해지면, 선체시공기준상의 걱정한 기호를 지정함으로써 용접절차사양과 곧바로 연결되어 확정된다. 그리고, 필렛용접부는 우선 선급규칙에 따라 구조부재별로 구획용도와 중요도에 따라 용접등급과 각 장치수를 정하고, 아주 두꺼운 판이나 Shear Strake 등의 특정용접부에 대한 이음상세를 확정한다. 다음, 이를 사용강재의 종류, 이음재의 형상, 용접자세 등을 고려하여 용접시공사양과 연결시킴으로써 용접정보가 확정된다.

3. 시스템 모델의 구현

통상, 이러한 시스템 모델의 개발에는 기존의 관련 전산시스템과 연계시키는 방법과 이와는 달리 관심영역만을 중심으로 일관된 단일시스템으로 구축하는 방법이 고려될 수 있다. 물론 시스템의 효율과 운영면에서는 전자의 경우가 좋을 것으로 판단된다. 하지만, 선박용접정보와 관련하여 현재 국내에 사용중인 기존의 선각전산시스템은 대부분 외국에서 블랙박스의 형태로 도입된 상용시스템이며, 그간 생산 적용에만 급급했던 탓에 컴퓨터 하드웨어의 급속한 발전과 생산공정의 변화에 대응하는 자체 시스템 구축은 부족한 실정이다. 이 결과, 이들 시스템의 선각모델 표현기법이나 정보흐름등을 아직도 제대로 분석하지 못하고 있다. 또한, 원시프로그램의 기법이 일부 파악된 시스템은 조선소의 전략적 차원에서 공개되지 않기 때문에 신기술의 접촉, 요긴한 기능의 추가 및 보완에 예로가 있다.

이에 따라, 개발시스템은 선각설계의 흐름에 맞추어 우선 용접관련 내부정보와 설계과정을 수직적으로 통합하여 모델링하는데에 역점을 두었으며, 선박의 기하학적인 형상정보 등에 관하여는 개발중이거나 기 개발된 다수 있음을 감안하여 향후 인터페이스가 양호하도록 배려하였다.

3.1 영역기술 분석 및 모델링 대상의 특성

조선용접분야의 기술을 객체지향 패러다임에 맞추어 분석하고, 모델링될 데이터 모델의 특성을 요약하면 다음과 같다.

① 조선분야의 용접설계기술은 정형설계에 가까우므로 실적선 자료를 근거로 구조부위별 용접정보 데이터베이스를 구축하고, 개발시스템에 통합시킨다.

② 조선분야의 용접정보는 선종, 조선소의 생산설비와 연관된 시공기준 등에 따라 차이가 있으므로 범용시스템의 개발에 앞서 우선은 특정 선종/규모/구획/시공기준을 대상으로 모델링한다.

③ 또한, 적용 선급규칙의 상이에 따른 용접정보의 차이를 고려하여 일차적으로는 한국선급의 강선 구조규칙을 기준으로 한다.

④ 시스템을 통해 제공되는 용접정보는 구조부위별 용접유형에 따른 개선형상과 치수, 용접기법, 조선소 지정 코드번호, 용접시공사양 등을 대상으로 하되, 향후 점진적인 시스템 확장을 통해 용접물량의 추출도 가능하도록 고려한다.

3.2 개발 시스템의 작업처리 내용

개발시스템은 사용자 인터페이스의 설계를 통해 구조도 단위별로 제공되는 구성부재의 강재등급과 치수를 매뉴방식에 따라 입력하고, 선종/구획별로 시스템에 저장된 부속구조의 전형적인 형상을 화면에 나타내어 그 이음부를 지정함으로써 각종 치수계산을 비롯한 이음부의 개선형상과 용접기법에 따른 각종 용접변수가 정의되도록 한다.

3.3 객체의 정의

선박의 용접정보가 선체구조설계 과정에 부여되고, 최근 선박설계 생산/통합 시스템 개발을 구조설계분야의 전산화 기술에 유닛의 개념이 활용되고 있음을 감안하여, 개발 시스템에도 동일한 개념을 도입하였다. 이에 따라, 개발 시스템은 산적화물선의 중앙부 구조를 Double Bottom, Bilge Hopper Tank, Top Side Wing Tank, Deck, Side Structure, Bulkhead, Lower Stool, Upper Stool 등으로 8가지로 나누어 효율적으로 용접정보가 부여되도록 하였다.

그리고, 개발 시스템의 모델링에 기본이 되는 객체는 이들 유닛 구조를 구성하는 부재에 관한 정보를 표현하는 부재객체와 각 유닛 구조에 예상되는 이음부 정보를 표현하는 이음객체로 대별되며, 이 두가지 객체가 조합되어 선박용접정보에 관한 모델링을 행하였다. Fig. 2는 산적화물선의 이중저구조에 대한 용접정보를 구현하기 위해 만든 객체모델을 나타낸 것이다.

3.4 클래스의 정의

클래스란 객체지향 모델 표현과 객체지향 프로그램의 구현에 필요한 기본단위로서 개개의 객체를 기술하는 데이터의 구조와 해당 객체를 조작하는데 필요한 함수(method)를 묶어 하나의 정보 단위를 표현한 것이다. 이에 따라, 개발 시스템에서는 우선 객체로 정의된 부재의 치수 정의에 필요한 유닛구조의 주요치수 및 요목을 하나의 클래스로 정의하였다. 그리고, 부재의 강재등급과 두께 등을 정의하는 부재클래스를 두었으며, 부재클래스는 다시 선체구조가 판과 보강재로 이루어지고 치수 표기방법이 상이함을 고려하여 그 하부에 판부재 클래스와 보강재 클래스를 두었다.

또한, 이음부의 용접정보는 이음클래스로부터 형이 정의되는데, 앞서 3.4절에서 언급한 바와 같이 이음형식이 다르면 정보의 내용에도 일부 차이가 있으므로 이것은 다시 그 하부에서 필렛이음 클래스와 버티이음 클래스로 나누어 정의하고 있다. Table 1은 필렛이음부의 클래스를 정의하는 자료구조와 메소드를 보인 것이다.

3.5 데이터베이스의 구축

선박건조에 사용되는 판과 보강재의 치수와 규격, 유닛구조별 부재 및 이음목록, 구조부위별 용접기법과 개선형상, 표준 용접시공상의 각종 용접조건정보 등을 데이터베이스를 구축하여 이를 검색함으로써 선박건조에 적합한 용접정보가 효율적으로 지원되도록 하여 전체적인 시스템의 실용성을 높였으며, 모델링이 쉽게 될 수 있도록 하였다.

3.6 사용자 인터페이스 설계

개발 프로그램은 종래의 명령어 입력방식에서 볼 수 있는 Syntax 오류나 작업상의 번잡함 등을 줄이기 위하여 그래픽 인터페이스 요소를 이용하여 사용자 인터페이스를 설계하였다. 이에 따라, 사용자 인터페이스는 Window 95를 기반으로 하였으며, Visual FoxPro 3.0이 제공하는 Button, Combo box, Scroll Bar, Spinner 등의 다양한 그래픽 인터페이스 요소가 사용되었다. 또한, 시스템이 지닌 객체 멤버변수의 각종 멤버함수들은 menu-driven 방식으로 처리된다.

4. 테스트 프로그램의 개발

4.1 개발환경

선박 용접정보의 모델링에 관한 테스트 프로그램은 활용성을 고려하고 객체지향기법의 효율적인 구현을 위하여 다음과 같은 시스템 환경에서 개발하였다.

- 컴퓨터 하드웨어 ; IBM PC/ Pentium
- 운영체제 ; Window 95
- 사용언어 ; C++
- 데이터베이스 시스템 ; Visual Foxpro 3.0

4.2 프로그램의 구성

테스트 프로그램은 크게 나누어 클래스를 정의하는 부분과, 사용자가 지정하는 부재객체와 이음객체를 생성하기 위한 멤버함수 정의 부분, 필렛용접의 각장 등급설정 및 치수 산정부분, 데이터베이스내에 있는 각종 용접정보의 지원을 위한 데이터베이스 액세스 루틴 , 그리고 이들과 함께 GUI를 총괄하는 메인 프로그램과 GUI관련 리소스 파일로 이루어져 있다.

4.3 모델링 및 프로그래밍 대상

테스트 프로그램은 파나마스급 산적화물선의 이중저구조를 모델링하여 개발되었다. 이에 따라, 우선 이중저구조를 대상으로 선저외판, 선저중늑골, Solid Floor, Center Girder, Side Girder, 내저판, 내저판 중늑골, 기타 각종 골재류나 브래킷등 16가지의 이중저 구성부재를 객체화 하였으며, 다시 이들 부재의 집합관계를 정의하여 이로 부터 예상되는 52가지의 이음부를 객체로 만들었다. 그리고, 이중저의 폭과 높이, 길이, Side Gider 및 Floor 의 갯수 및 간격, 중늑골의 간격 및 개수등을 객체로 관리함으로써, 향후 물량정보의 추출을 비롯한 시스템 확장에 대비하였다.

프로그램 내부처리와 입출력에 사용되는 변수명은 조선소의 엔지니어들이 현재 사용하는 부재의 약어와 생산 관련 각종 용어를 그대로 활용함으로써 사용자가 곧바로 친숙해질 수 있도록 고려하였다. 또한, 선측부의 Solid Floor나 격벽하부 Girder와 같이 치수변화나 보강이 예상되는 부분은 별도의 객체로 만들어 실제의 설계와 차이가 나지 않도록 하였다.

4.4 테스트 프로그램의 검증

Fig. 3은 개발된 용접정보 처리시스템에서 부재정보를 입력하기 위한 화면의 예로서, 설계자가 화면 유닛 별로 주어진 화면에서 용접정보를 파악하고자 하는 부위의 소조립 유닛을 선택하면 해당 소조립 유닛의 구성 부재객체가 메뉴로 나타나며, 이들 객체에 대해 요구되는 정보를 GUI화면을 통해 입력하면 프로그램 내의 클래스에 의해 부재 객체가 만들어지고 입력데이터는 데이터베이스에 저장된다. 또한, 용접정보는 이중저 구조를 나타내는 Fig. 4와 같은 화면을 통해 이음부를 지정하면 이음별로 객체가 만들어지면서 클래스내의 멤버함수가 수행되어 Fig. 5와 같은 양식으로 지원받게 된다.

순서를 바꾸어 화면상에 나타난 이음부를 먼저 지정하면 해당 이음부에 대한 이음객체가 만들어지고, 곧 이어 GUI 화면에서 요구하는 관련부재의 강종과 치수를 입력하면 해당부재 각각의 객체가 만들어지면서 데이터베이스에 저장되며, 사용자가 알고자 하는 이음부위만의 용접정보를 지원받게 된다.

또한, 객체간의 관계정보에 의해 상위레벨에서 정의된 객체의 정보는 하위레벨의 정보로 계승되어 이미 다른 소조립 유닛을 통해 정의된 객체의 속성치는 추가적인 정의를 요하지 않는다.

Fig. 6은 개발 시스템의 수행이 완료되었을 때에 유닛 단위별로 지원되는 선박 설계/생산용 용접정보의 최종양식이다.

5. 결 언

본 연구를 통하여 선박 설계/생산에 적용되는 용접정보의 흐름과 특성을 고찰하였고, 선급규칙, 선각시공서, 용접시공서 등에 산재된 표준화된 용접정보를 체계적으로 정리하였다. 그리고, 이를 객체지향 페러다임을 이용하여 분석하여 상관관계를 설정함으로써 선박용 용접정보 모델의 표현방법이 정립되었으며, 산적화물선의 이중저구조를 대상으로 테스트 프로그램을 개발, 검증해 본 결과 다음과 같은 것을 알 수 있었다.

- ① 조선분야의 용접정보는 선박이 대형구조물이면서 구조부재가 복잡, 방대함에도 불구하고 각종 설계기준이나 지침서를 통하여 체계적으로 표준화된 정보가 잘 갖추어져 있어 전산시스템의 효율적인 활용이 가능하다. 그리고, 이를 컴퓨터로 정확하게 구현하는 데는 객체지향기술이 유력하며 가장 효율적인 접근방법임을 알 수 있었다.
- ② 용접은 적어도 두 개 이상의 부재를 조립하는 기술로서 다양한 개선형상과 용접기법 등을 감안하면 이를 전산기내에 효율적으로 구현하는 데는 부재객체의외에도 구조요소의 이음별로 객체를 만들어 정보를 표현하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
- ③ 새로운 개념의 설계/생산기술에 대한 동반 연구는 선박설계/생산 분야에 전산기술의 활용도를 높일 뿐만 아니라, 기존 기술의 능률향상과 생산성 제고를 위해서도 필수적인 것으로 판단된다.
- ④ 향후 용접재료에 관한 물량정보의 추출을 위해서는 유닛구조의 형상정보와의 연계가 필수적이며, 이 경우에는 파라메트릭 모델링 기법을 활용한 CAD 시스템과의 결합이 유효할 것으로 판단된다.
- ⑤ 그리고, 본고에서 정의한 용접정보 객체지향 모델링 방법론과, 그에 따라 개발된 시스템은 현재 우리나라를 비롯하여 주요 조선국에서 수행 중인 선박 설계/생산 통합 모델 방법과 일맥상통하여 이들과의 연계가 용이할 것으로 판단된다.

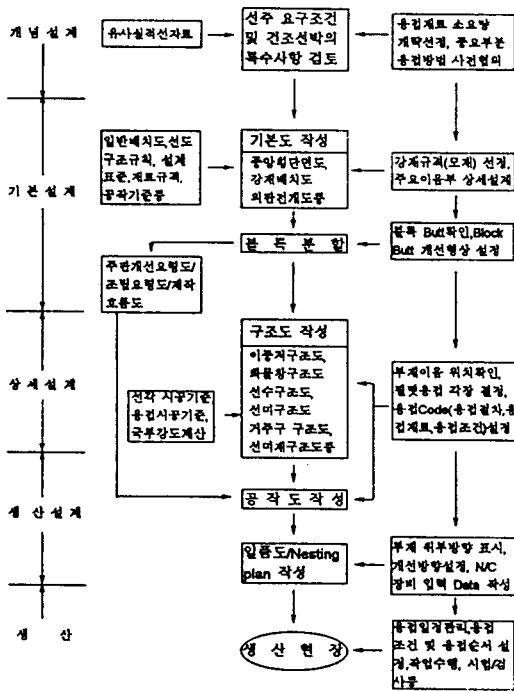


Fig. 1 Ship Structural Design and Welding Information Flow.

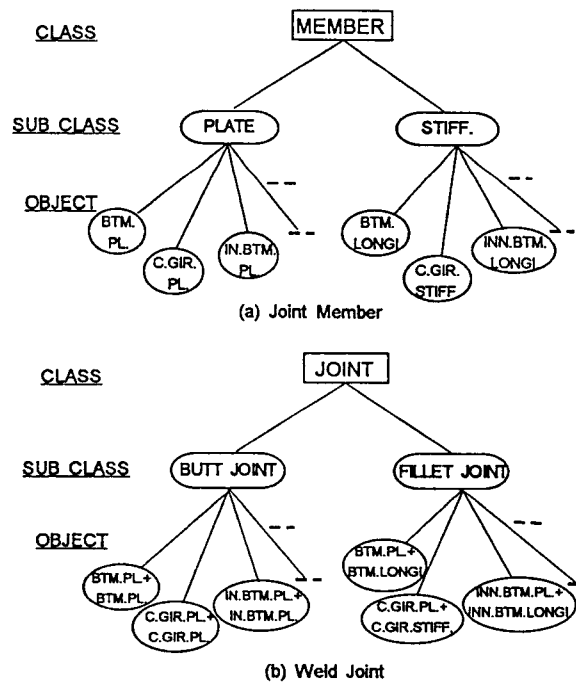


Fig. 2 Structure of Object Model

Table 1 Definition of Class "Fillet Joint"

Class Name : FilletJoint	
Data	<ul style="list-style-type: none"> String : JointName, WeldingProcess, WorkStage. Object : PrimaryMember, SecondaryMember. Integer : WeldLength
Method	<ul style="list-style-type: none"> Function Query_KindofWeld ; Selecting of continuous/intermittent weld Function Query_WeldProcess ; Selection of welding process Function Compare_MemberThick ; Comparison of the thickness of weld members Function Determine_LegLengt ; Determination leg length for fillet welds Function Determine_WeldandPitch ; Determination of weld length and pitch for intermittent welds

Member Name	Steel Grade	Thickness
Primary Member ; Bottom Plate	AH	18 (mm)
Secondary Member ; Bottom Long. Stiffener	AH	10 (mm)

Weld Type ;	Fillet	Work Stage ;	Sub Assembly
Welding Process ;	FCAW	W.P.S. Number ;	HFF-010

Joint Detail		Description	
		Kind of Weld ;	Continuous
		Leg Length ;	4.5 (mm)
		Throat Size ;	3.18 (mm)

Fig. 5 Example of Summary Table of Welding Information

Member Name	Steel Grade	Thickness
Bottom Plate	A	150
Bottom Longitudinal Stiffener	A	120
Keel Plate	A	200
Solid Floor	A	150
Center Girder Plate	A	150
Side Girder Plate	A	150

Fig. 3 Example of Definition of Structural Member

WELDING INFORMATION SKETCH					
BLK NO	PREP. BY	DATE	PAGE	OF	
<p>END SECT.</p> <p>SOLID FLR SECT.</p> <p>SIDE GIR. ELEV.</p> <p>LONG. ELEV.</p>					
JOINT DETAIL					
SEQUEN	SKETCH DAG.	DIMENSION	SEQUEN	SKETCH DAG.	DIMENSION

Fig. 6 Report Form of Welding Information for Unit Structure

Fig. 4 Example of Selection of Weld Joint